

ERSD 2018

KỶ YẾU

HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 07 - 12 - 2018

ĐỊA CHẤT VÀ TÀI NGUYÊN ĐỊA CHẤT



Nhà xuất bản giao thông vận tải

**HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG (ERSD 2018)**

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban:	PGS.TS Lê Hải An	
Phó trưởng ban:	GS.TS Trần Thanh Hải	
	GS.TS Bùi Xuân Nam	
Ủy viên:	GS.TS Nhữ Văn Bách	PGS.TS Nguyễn Như Trung
	GS.TS Võ Trọng Hùng	TS Đào Duy Anh
	GS.TS Võ Chí Mỹ	TS Nguyễn Xuân Anh
	GS.TS Trần Văn Trị	ThS Phạm Văn Chinh
	PGS.TS Đoàn Văn Cảnh	ThS Phạm Chân Chính
	PGS.TS Đỗ Cảnh Dương	TS Trần Quốc Cường
	PGS.TS Phùng Mạnh Đắc	TS Nguyễn Đại Đồng
	PGS.TS Nguyễn Quang Minh	TS Trịnh Hải Sơn
	PGS.TS Nguyễn Xuân Thảo	TS Lê Ái Thu
	PGS.TS Tạ Đức Thịnh	TS Phạm Quốc Tuấn

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban:	GS.TS Trần Thanh Hải	
Phó trưởng ban:	PGS.TS Nguyễn Quang Minh	
Ủy viên:	PGS.TS Vũ Đình Hiếu	TS Lê Quang Duyên
	PGS.TSKH Hà Minh Hòa	TS Bùi Văn Đức
	PGS.TS Lê Văn Hưng	TS Nguyễn Hoàng
	PGS.TS Nguyễn Quang Luật	TS Phùng Quốc Huy
	PGS.TS Phạm Xuân Núi	TS Nguyễn Thạc Khánh
	PGS.TS Khổng Cao Phong	TS Nguyễn Quốc Phi
	PGS.TS Nguyễn Hoàng Sơn	TS Vũ Minh Ngạn
	PGS.TS Lê Công Thành	TS Phí Trường Thành
	PGS.TS Ngô Xuân Thành	TS Dương Thành Trung
	TS Lê Hồng Anh	

LỜI NÓI ĐẦU

Được phép của Bộ Giáo dục và Đào tạo và sự ủng hộ rộng rãi của các tổ chức khoa học và công nghệ trên toàn quốc, Hội nghị Toàn quốc “Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững - ERSĐ 2018” được tổ chức tại Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG) với sự tham gia và phối hợp tổ chức của nhiều đơn vị quản lý, nghiên cứu khoa học, đào tạo và sản xuất có uy tín gồm Trường Đại học Mở - Địa chất, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Tổng hội Địa chất Việt Nam, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, Hội Cơ học đá Việt Nam, Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam, Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Khoa học Công nghệ Mở Việt Nam, Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam, Hội Công nghệ khoan - Khai thác Việt Nam, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam, Viện Địa chất thuộc Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam, Viện Địa chất và Địa vật lý biển thuộc Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam, Viện Khoa học Công nghệ Mở - VINACOMIN, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, và Viện Vật lý địa cầu thuộc Viện Hàn lâm KHCN Việt Nam. Hội nghị nhằm tạo một diễn đàn để các nhà khoa học, chuyên gia và các nhà quản lý giới thiệu những kết quả nghiên cứu khoa học mới, trao đổi thông tin, thảo luận và đề xuất các ý tưởng, hướng nghiên cứu mới, nhằm nâng cao chất lượng công tác đào tạo và nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ và phục vụ phát triển kinh tế - xã hội, hướng tới hội nhập quốc tế và phát triển bền vững đối với Khoa học Trái đất và Tài nguyên thiên nhiên và nhiều lĩnh vực khoa học khác có liên quan như Cơ - Điện, Công nghệ Thông tin, Xây dựng,...

Trong quá trình tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức Hội nghị đã nhận được rất nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học, nhà quản lý trong và ngoài nước, trong đó có hơn 300 báo cáo và tóm tắt báo cáo khoa học được gửi tới Ban biên tập. Trên cơ sở đó, Ban Biên tập đã tuyển chọn được 234 báo cáo có chất lượng, phản ánh những kết quả nghiên cứu khoa học công nghệ mới nhất thuộc nhiều lĩnh vực khác nhau liên quan tới các chủ đề của Hội nghị. Các thông tin khoa học mới được trình bày tại Hội nghị được đăng trong Tuyển tập tóm tắt các báo cáo và Tuyển tập các báo cáo toàn văn của Hội nghị, trong đó toàn bộ thông tin khoa học về hội nghị được ghi trong đĩa CD. Riêng tuyển tập báo cáo toàn văn được in thành 16 tập, mỗi tập ứng với một chủ đề khoa học sau:

1. Địa chất và Tài nguyên địa chất
2. Địa chất công trình - Địa chất thủy văn
3. Công nghệ kỹ thuật mới trong xử lý môi trường
4. Quản lý Tài nguyên và Môi trường
5. Sinh thái môi trường và Phát triển bền vững
6. Những tiến bộ trong Khai thác mỏ
7. Những tiến bộ trong Tuyển khoáng
8. Những tiến bộ trong Xây dựng công trình ngầm
9. Những tiến bộ trong Vật liệu và Kết cấu xây dựng
10. Kỹ thuật Dầu khí tích hợp
11. Trắc địa cao cấp và Quan trắc địa động lực
12. Công nghệ viễn thám và dữ liệu không gian
13. Công nghệ thông tin và ứng dụng
14. Kỹ thuật Điện và Điện tử
15. Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa
16. Kỹ thuật Cơ khí và Động lực

Ban tổ chức xin trân trọng cảm ơn Trường Đại học Mở - Địa chất, với tư cách là đơn vị đăng cai và chủ trì Hội nghị, cùng các đơn vị đồng tổ chức đã hợp tác và góp phần quan trọng vào sự thành công của Hội nghị này. Cảm ơn các nhà khoa học đã đóng góp các công trình khoa học cho Hội nghị và đặc biệt là các chuyên gia đã tham gia biên tập để nâng cao chất lượng của báo cáo khoa học.

Mặc dù đã cố gắng biên tập để đảm bảo chất lượng của các báo cáo khoa học nhưng không thể tránh khỏi các lỗi kỹ thuật trong các báo cáo, rất mong nhận được sự cảm thông của tác giả báo cáo và bạn đọc. Ban tổ chức mong muốn tiếp tục nhận được sự hợp tác chặt chẽ và góp ý chân thành của các đơn vị và cá nhân đối với việc tổ chức và biên tập, xuất bản các kết quả khoa học của Hội nghị nhằm nâng cao chất lượng của các hội nghị tiếp theo và góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của các hoạt động nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ thuộc các lĩnh vực Khoa học Trái đất và Tài nguyên và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan

THAY MẶT BAN TỔ CHỨC

MỤC LỤC

TIỂU BAN ĐỊA CHẤT VÀ TÀI NGUYÊN ĐỊA CHẤT

Đặc điểm khoáng vật halosyt dạng ống vùng Thạch Khoán và khả năng ứng dụng trong xử lý ô nhiễm môi trường nước <i>Bùi Hoàng Bắc, Nguyễn Tiến Dũng, Lê Thị Duyên, Võ Thị Hạnh</i>	1
Đặc điểm biến đổi của các thông số địa chất vữa và ảnh hưởng của chúng đến thăm dò, khai thác than mỏ Bình Minh, Khoái Châu, Hưng Yên <i>Trần Đại Dũng, Nguyễn Văn Lâm, Đỗ Mạnh An, Nguyễn Thị Thanh Thảo, Hà Văn Thới</i>	8
Ảnh hưởng của kích thước độ hạt trong định tuổi ESR cho mùn đứt gãy, lấy ví dụ khu vực Quảng Nam <i>Vũ Anh Đạo, Nguyễn Quốc Hưng, Trần Thanh Hải, Bùi Thị Thu Hiền, Ngô Xuân Thành</i>	14
Các yếu tố địa chất không chế quặng vàng vùng Tây Nam cấu trúc Bù Khang <i>Đông Văn Giáp</i>	20
Đặc điểm cấu trúc và tiềm năng tài nguyên than dài Hòn Gai, Cẩm Phả, Quảng Ninh <i>Nguyễn Hoàng Huân, Nguyễn Tiến Dũng, Trần Văn Miến</i>	31
Phát hiện mới về tuổi của các đứt gãy trẻ khu vực trung lưu sông Thu Bồn: bằng chứng về hoạt động kiến tạo trong Pleitoxen muộn – Holoxen <i>Nguyễn Quốc Hưng, Vũ Anh Đạo, Trần Thanh Hải, Đặng Văn Bát, Đặng Ngọc Sơn, Ngô Xuân Thành</i>	39
Đặc điểm phân bố và chất lượng quặng sắt deluvi khu vực Cây Nhãn, tỉnh Tuyên Quang <i>Lương Quang Khang, Khương Thế Hùng</i>	45
Tiềm năng tài nguyên vàng gốc khu vực Attapeu, miền Nam nước CHDCND Lào <i>Houmphayvanh Phatthana, Nguyễn Phương, Nguyễn Tiến Dũng</i>	51
Nguồn gốc quặng sericit Sơn Bình, Hà Tĩnh trên quan điểm của sự biến đổi nhiệt dịch <i>Nguyễn Thị Thanh Thảo</i>	58
Đặc điểm thạch địa hóa granitoid phức hệ Mường Lát <i>Trần Văn Thành, Đỗ Văn Nhuận, Nguyễn Kim Long, Lê Thị Thu, Phạm Trung Hiếu, Thiềm Quốc Tuấn</i>	64
Khái quát đặc điểm cấu trúc Bồn trầm tích An Châu và triển vọng dầu khí liên quan <i>Nguyễn Văn Thắng, Trần Thanh Hải, Phạm Trung Hoài, Đào Văn Nghiêm</i>	77
Đặc điểm thành phần vật chất và điều kiện hóa lý thành tạo quặng đồng dải Biển Động - Quý Sơn bồn trũng An Châu <i>Lê Thị Thu, Đỗ Văn Nhuận, Trần Ngọc Thái, Hoàng Thị Thoa</i>	87
Đặc điểm địa hóa trầm tích tầng mặt khu vực đầm Sam, Phú Vang, Thừa Thiên Huế <i>Nguyễn Thị Thủy, Lê Duy Đạt, Nguyễn Thị Lệ Huyền, Hồ Trung Thành, Hồ Thanh Trung, Nguyễn Thị Hồng Nụ</i>	95

Các yếu tố khống chế quặng Liti khu vực La Vi, vùng Đức Phở - Sa Huỳnh <i>Dương Ngọc Tình, Nguyễn Quang Luật, Đỗ Văn Nhuận</i>	101
Nghiên cứu nâng cao độ dẻo đất sét làm vật liệu nung khu vực Bình Lư, Tam Đường, Lai Châu <i>Tạ Thị Toán, Phạm Thị Thanh Hiền, Phạm Như Sang</i>	110
Chemical and mineralogical weathering indices applied to weathering crust developed on the Dai Loc granitoids in A Luoi area, Central Vietnam <i>Phan Văn Trung, Nguyễn Thị Thủy</i>	115

TIỂU BAN ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA CHẤT THỦY VĂN

Modelling of Land Subsidence Evolution Resulted from Groundwater Exploitation in some Areas in Hanoi <i>Nguyễn Ngọc Dũng, Nhữ Việt Hà, Bùi Trường Sơn, Phùng Hữu Hải, Nguyễn Văn Hùng, Phan Tự Hương</i>	121
A novel approach for detailed spatio-temporal land subsidence prediction coupling 3D engineering geological modeling in Hanoi city <i>Nhữ Việt Hà</i>	127
Tiềm năng khai thác địa nhiệt tầng nông vùng Tây Bắc cho sưởi ấm và làm mát <i>Nhữ Việt Hà, Nguyễn Mỹ Linh</i>	132
Đánh giá lựa chọn mô hình, giải pháp công nghệ khai thác sử dụng bền vững nguồn nước Karst vùng núi cao, khan hiếm nước khu vực Bắc Bộ <i>Nguyễn Văn Lâm, Đỗ Ngọc Ánh, Nguyễn Văn Trãi, Dương Thị Thanh Thủy, Nguyễn Thị Thanh Thủy, Đào Đức Bằng</i>	139
Tiềm năng nước dưới đất vùng núi cao, khan hiếm nước khu vực Bắc Bộ <i>Nguyễn Văn Lâm, Đào Đức Bằng, Kiều Thị Vân Anh, Vũ Thu Hiền, Nguyễn Trọng Hào, Lê Văn Tối, Phạm Hồng Kiên</i>	147
Đặc điểm địa chất công trình khu vực ven biển Bắc Trung Bộ và ảnh hưởng ngập do biến đổi khí hậu <i>Tô Hoàng Nam, Nguyễn Tiến Thành, Vũ Tất Tuấn, Lý Quang Hiếu</i>	156
Cơ sở khoa học và nội dung xây dựng TCCS sử dụng tro xỉ nhiệt điện trong xây dựng đường giao thông <i>Nguyễn Thị Nụ, Bùi Trường Sơn, Nhữ Việt Hà, Phùng Hữu Hải</i>	164
Tổng quan về nghiên cứu xi đáy lò nhiệt điện đốt than trong thành phần bê tông <i>Nguyễn Thị Nụ</i>	168
Nghiên cứu phân chia cấu trúc nền khu vực Hà Nội theo tính chất động học phục vụ thiết kế kháng chấn <i>Nguyễn Văn Phóng</i>	173
Nghiên cứu đặc tính cơ lý đá vôi Sebastopol phục vụ sửa chữa, bảo tồn lâu đài cổ ở nước Pháp <i>Bùi Trường Sơn</i>	180
Apply electromagnetic approach to study saltwater intrusion in Crau coastal aquifers, France <i>Nguyễn Bách Thảo</i>	187
Intergration of SWAT and MODFLOW model to assess the surface and ground water availability in Dong Nai basin <i>Nguyễn Bách Thảo, Đỗ Xuân Khánh</i>	197

Nghiên cứu địa chất công trình lũ bùn đá và các giải pháp phòng chống <i>Lê Trọng Thắng</i>	205
Nghiên cứu quá trình tiến hóa trầm tích Holocene vùng Đan Phượng, Thạch Thất, Hà Nội <i>Đặng Trần Trung, Phạm Quý Nhân, Flemming LARSEN, Jolanta KAZMIERCZAK, Andreas Elmelund Hass, Andreas Hvam Hoffmann</i>	211
Research on the sustainability indexes for land and water resources in Integrated Water Resources Management <i>Le Thi Mai Van, Nguyen Quang Huong, Pham Binh Thuan, Vu Thi Hai Ha, Tran Thi Huong</i>	219
Tai biến trượt lở ở khu vực miền núi tỉnh Bắc Giang, phương pháp phân vùng dự báo <i>Tô Xuân Vu</i>	223

Đặc điểm khoáng vật halloysit dạng ống vùng Thạch Khoán và khả năng ứng dụng trong xử lý ô nhiễm môi trường nước

Bùi Hoàng Bắc^{1,3,*}, Nguyễn Tiến Dũng¹, Lê Thị Duyên^{2,3}, Võ Thị Hạnh^{2,3}

¹Bộ môn Tìm kiếm - Thăm dò, Trường Đại học Mỏ - Địa chất;

²Bộ môn Hóa, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

³Trung tâm Phân tích, Thí nghiệm Công nghệ cao, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Vùng Thạch Khoán, Phú Thọ là một trong những vùng phân bố nhiều thân pegmatit thuộc phức hệ Tân Phương. Các thân pegmatit bị phong hóa mạnh nên có tiềm năng lớn về kaolin, được khẳng định qua nhiều công trình nghiên cứu về chất lượng, sự phân bố và tiềm năng. Tuy nhiên, các tài liệu nghiên cứu sâu về đặc điểm halloysit dạng ống tồn tại trong các đới phong hóa của các thân pegmatit này cũng như các ứng dụng cụ thể của chúng còn hạn chế. Trong bài báo này, các phương pháp nghiên cứu truyền thống và hiện đại (XRD, SEM-EDS, TEM, BET) được tiến hành một cách hệ thống nhằm xác định sự tồn tại, đặc điểm phân bố, các tính chất hóa lý cơ bản của halloysit và khả năng ứng dụng trong xử lý môi trường. Các kết quả nghiên cứu cho thấy halloysit dạng ống phân bố khá phổ biến trong vùng nghiên cứu với dưới kích thước hạt < 2 μm . Trong đó, theo chiều sâu phong hóa từ trên xuống dưới, các halloysit có kích thước chiều dài ống tăng dần nhưng đường kính ngoài của ống có xu hướng tăng lên. Các tính chất hóa lý cơ bản của halloysit khá tương đồng với halloysit đã được nghiên cứu trên thế giới. Ngoài ra, bước đầu nghiên cứu ứng dụng halloysit trong việc loại bỏ ion Pb^{2+} trong nước chỉ ra rằng halloysit dạng ống tự nhiên có khả năng loại bỏ Pb^{2+} với hiệu suất đạt 72 % (dung lượng hấp phụ đạt 6,0 mg/g). Kết quả đạt được góp phần làm sáng tỏ đặc điểm khoáng vật trong vùng nghiên cứu và mở ra những định hướng ứng dụng mới cho loại nguyên liệu khoáng này.

Từ khóa: Halloysit, cấu trúc dạng ống, pegmatite, Thạch Khoán, Pb^{2+}

1. Đặt vấn đề

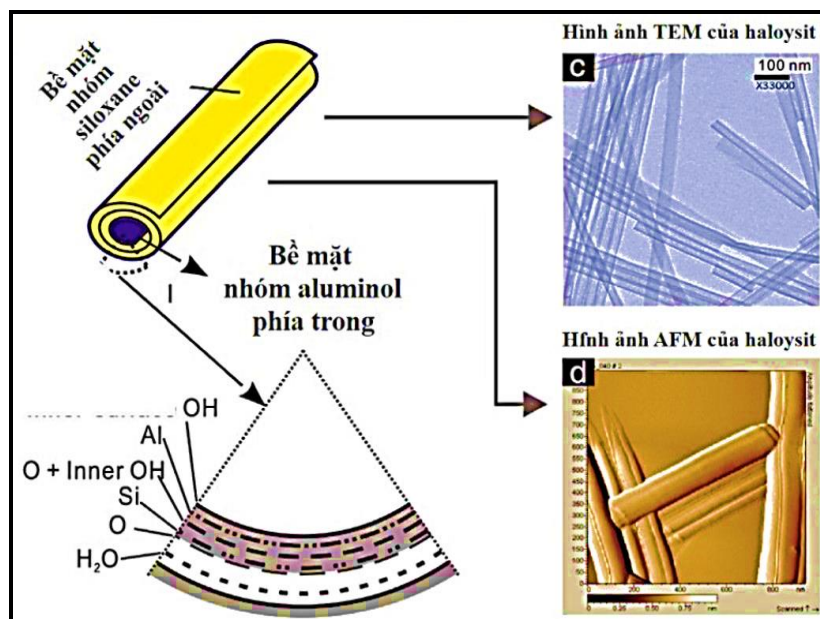
Halloysit được phát hiện như một khoáng vật sét có cấu trúc 2 lớp loại hình 1:1 thuộc nhóm kaolin lần đầu tiên bởi nhà khoa học Berthier (1982) (Berthier, 1826). Công thức hóa học của halloysit khi ngâm nước là $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (với khoảng cách $d = 10 \text{ \AA}$) và khi ở dạng khử nước là $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ (khoảng cách $d = 7 \text{ \AA}$). Halloysit tồn tại dưới nhiều dạng hình thái khác nhau như dạng ống, dạng cầu và dạng lớp. Tuy nhiên, halloysit dạng ống được cho là phổ biến nhất. Kích thước của khoáng vật halloysit dạng ống điển hình được xác định có đường kính ngoài 30-50 nanomet (nm), đường kính trong 1-30 nm và chiều dài trung bình từ 100-2000 nm (Guimaraes và nnk, 2010) (Hình 1).

Các mỏ halloysit được phát hiện và khai thác nhiều ở các nước như Úc, Mỹ, Trung Quốc, New Zealand, Brazil và Mexico (Wilson và nnk, 2016). Trên thực tế, halloysit thường tồn tại cùng khoáng vật kaolinit và việc phân biệt chúng gặp những khó khăn nhất định. Trước đây, halloysit cùng với các khoáng vật khác của nhóm kaolin chủ yếu được khai thác với mục đích làm gốm sứ. Tuy nhiên, những năm gần đây, do có những đặc tính ưu việt như cấu trúc dạng ống, không độc, độ bền cơ học cao... và có giá thành rẻ hơn so với nano carbon dạng ống, nên halloysit được các nhà khoa học quan tâm và áp dụng nhiều trong các lĩnh vực ứng dụng khác nhau. Trên thực tế, tùy vào đặc điểm khoáng vật, chất lượng, cũng như tính lý hóa của từng loại halloysit đối với từng khu mỏ khác nhau thì việc sử dụng chúng cho những mục đích khác nhau. Các lĩnh vực sử dụng halloysit dạng ống bao gồm như trong dược phẩm, y học, thực phẩm, vật liệu cao cấp, nông nghiệp, môi trường (Yuan và nnk, 2015).

Trong bài báo này, tổ hợp các phương pháp phân tích được sử dụng nhằm xác định sự tồn tại, đặc điểm phân bố, các tính chất hóa lý cơ bản và khả năng ứng dụng trong xử lý môi trường của halloysit vùng nghiên cứu Thạch Khoán, Phú Thọ. Kết quả đạt được góp phần mở ra những định hướng ứng dụng mới cho loại nguyên liệu khoáng này.

* Tác giả liên hệ

Email: buihoangbac@humg.edu.vn



Hình 1. Mô hình cấu trúc của khoáng vật halloysit dạng ống

2. Đặc điểm địa chất vùng Thạch Khoán, Phú Thọ

2.1. Vị trí địa lý

Vùng nghiên cứu thuộc xã Thạch Khoán, huyện Thanh Sơn, tỉnh Phú Thọ, cách thị trấn huyện Thanh Sơn khoảng 10 km về phía nam, cách Hà Nội khoảng 85 km về phía tây bắc.

2.2. Địa tầng

Các thành tạo hệ tầng Thạch Khoán (PR_3-C_1tk) chiếm phần lớn diện tích của vùng nghiên cứu. Chúng phát triển kéo dài theo phương chung tây bắc - đông nam và cắm về tây nam với góc dốc thay đổi từ $45 - 65^\circ$. Các đá của hệ tầng bao gồm chủ yếu là đá phiến kết tinh và quartzit. Dựa vào các đặc điểm thạch học, các đá của hệ tầng Thạch Khoán được chia làm 3 tập. Tập 1 ($PR_3-C_1tk_1$) bao gồm các phiến thạch anh mica, đá phiến thạch anh mica chứa granat. Tập 2 ($PR_3-C_1tk_2$) chủ yếu là đá vôi bị hoa hóa, dolomit hóa, đá hoa calcit, đá hoa calcit - tremolit. Các đá phiến thạch anh mica, quartzit mica thì chủ yếu ở tập 3 ($PR_3-C_1tk_3$) (Khuong Thế Hùng và nnk, 2014).

2.3. Magma xâm nhập

Trong vùng nghiên cứu, các thành tạo magma lộ ra chỉ gặp các khối nhỏ thuộc phức hệ Tân Phương. Phức hệ Tân Phương (γ_1PRtp) lộ ra dưới dạng khối nhỏ, hình dạng méo mó với chiều dài khoảng $1 \div 2$ km, rộng từ vài chục m đến hàng km. Thành phần chủ yếu của pha này gồm các đá granit dạng gơnai màu xám trắng đến xám, cấu tạo phân dải. Thành phần khoáng vật chủ yếu gồm feldpat 45 - 75%, thạch anh 25 - 30% và biotit 5 - 17%. Các thể pegmatite thuộc phức hệ Tân Phương có liên quan trực tiếp đến đối tượng nghiên cứu của bài báo này.

3. Xử lý mẫu và các phương pháp phân tích

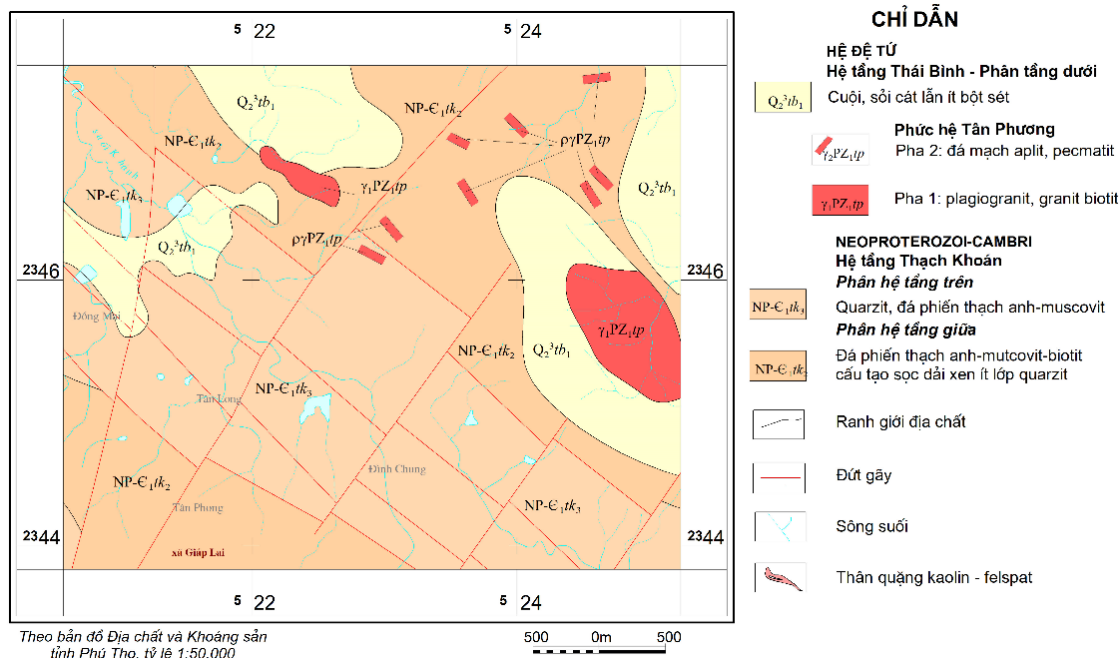
3.1. Xử lý mẫu

Để đánh giá sự phân bố halyosit theo diện rộng, các mẫu kaolin được lấy tại các vết lộ (điểm lộ, moong khai thác) trong vùng Thạch Khoán, Phú Thọ. Đối với sự phân bố theo chiều thẳng đứng, các mẫu được lấy từ trên xuống dưới dọc theo moong khai thác kaolin điển hình. Các mẫu kaolin sau đó được trộn đều và được sử dụng để tách lọc ở các cỡ hạt $< 2 \mu m$ theo phương pháp sàng ướt và lắng của Cục Khảo sát Địa chất Mỹ. Mẫu sau khi tách, một phần được sấy khô ở nhiệt độ $60^\circ C$ và dùng để phân tích đặc trưng hóa lý bằng các phương pháp khác nhau.

3.2. Phương pháp phân tích

Tổ hợp các phương pháp phân tích được sử dụng nhằm xác định sự tồn tại, đặc điểm hình thái, cấu trúc, cũng như để xác định một số các đặc tính hóa lý của khoáng vật halloysit trong khu mỏ nghiên cứu

bao gồm nhiễu xạ tia X (XRD), kính hiển vi điện tử quét (SEM-EDS), kính hiển vi điện tử truyền qua (TEM) và xác định diện tích bề mặt riêng theo Brunauer, Emmett và Teller (BET). Phương pháp von-ampe hòa tan catot xung vi phân (DPCSV) được sử dụng để xác định nồng độ ion Pb^{2+} trong dung dịch. Các phương pháp phân tích được thực hiện tại Trường Đại học Mỏ - Địa chất và các phòng thí nghiệm chức năng khác.



Hình 2. Sơ đồ địa chất vùng Thạch Khoán, Phú Thọ

3.3. Thử nghiệm ứng dụng halloysit để loại bỏ ion Pb^{2+} trong nước

Quá trình hấp phụ Pb^{2+} được thực hiện bằng cách cho 0,3 g bột halloysit với các loại kích thước hạt khác nhau (63, 32 và 2 μm) vào cốc chứa 50 mL dung dịch Pb^{2+} 50 mg/L. Hỗn hợp được khuấy bằng máy khuấy từ Spin Master Model No.4803-02-USA với tốc độ khuấy 800 vòng/phút. Thời gian hấp phụ được thực hiện trong 30 phút. Sau đó, lọc tách riêng chất rắn và dung dịch. Phần dung dịch được sử dụng để định lượng ion Pb^{2+} còn lại bằng phương pháp hấp thụ nguyên tử (AAS), từ đó xác định dung lượng và hiệu suất hấp phụ theo hai phương trình sau:

$$Q = \frac{C_0 - C}{m} \cdot V \quad \text{và} \quad H = \frac{C_0 - C}{C_0} \cdot 100 \quad (2)$$

trong đó: Q - Dung lượng (mg/g); H - Hiệu suất hấp phụ (%); C_0 - Nồng độ ban đầu của Pb^{2+} (mg/L); C - Nồng độ Pb^{2+} còn lại sau khi xử lý (mg/L); V - Thể tích dung dịch (L); M - Khối lượng chất hấp phụ halloysit (g).

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

4.1. Kết quả phân tích nhiễu xạ tia X (XRD)

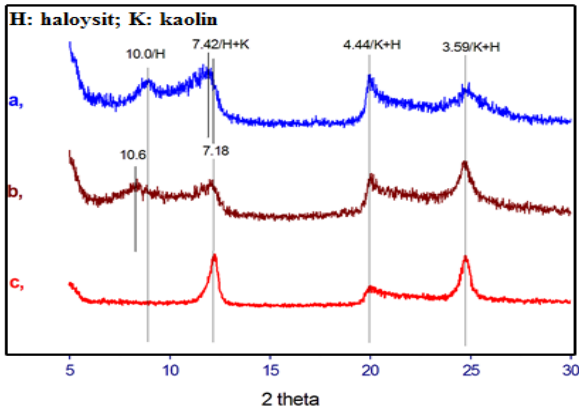
Phân tích XRD các mẫu tại các vết lộ trong vùng nghiên cứu đều cho các kết quả tương tự nhau và một trong các kết quả đó được thể hiện ở Hình 3.

Giản đồ XRD tại hình H.3a cho thấy khoáng vật nhóm kaolin xuất hiện trong mẫu phân tích với các pic peak đặc trưng tại vị trí góc nhiễu xạ $2\theta \approx 7,42^\circ$, $4,44^\circ$ và $3,59^\circ$. Dưới điều kiện tẩm dung dịch ethylen-glycol và nung ở nhiệt độ $350^\circ C$ trong 30 phút các pic peak đặc trưng cho khoáng vật kaolin này gần như không thay đổi (H.3b,c). Sự xuất hiện của pic tại $10,0^\circ$ ở điều kiện khô tự nhiên được và sự dịch chuyển của pic này đến $10,6^\circ$ trong điều kiện tẩm dung dịch ethylen-glycol được cho là sự thể hiện của khoáng vật halloysite-10 Å (Hillier và nnk, 2002). Như vậy, trong mẫu có kích thước độ hạt < 2 μm có sự cùng tồn tại của khoáng vật halloysit.

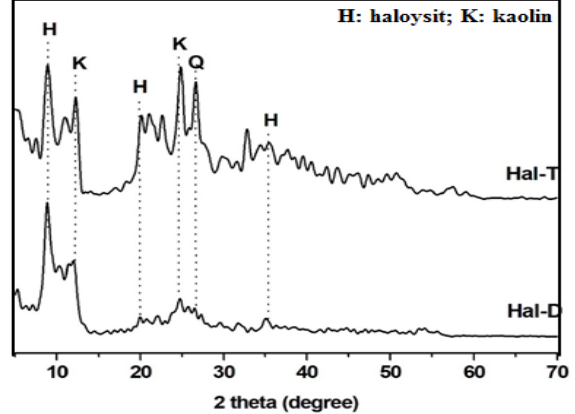
Kết quả phân tích XRD cho mẫu kaolin tầng trên và tầng dưới theo chiều thẳng đứng trong một moong khai thác được thể hiện ở Hình 4. Kết quả cũng cho thấy rằng halloysit cũng đều tồn tại từ trên xuống dưới theo chiều thẳng đứng, tuy nhiên mức độ tinh khiết có thể có sự khác nhau nhất định (Hình 4).

4.2. Kết quả phân tích SEM-EDS

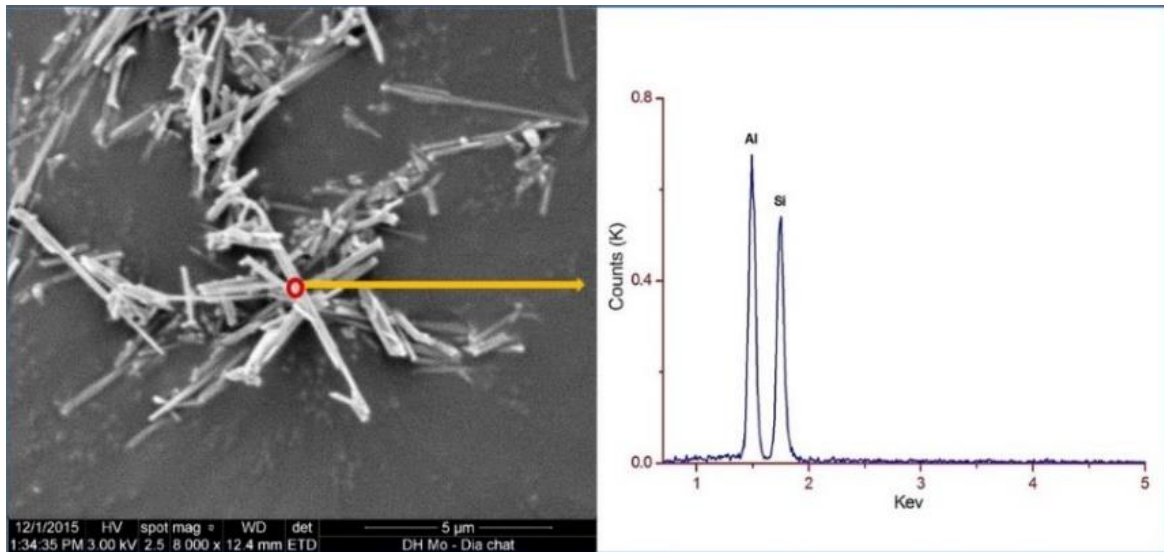
Hình ảnh phân tích SEM được chụp cho mẫu kaolin sấy khô cho thấy trong mẫu phân tích đều có các khoáng vật dạng hình que nằm chồng lẫn nhau tạo thành những lớp bông (Hình 5). Ngoài ra, kết quả phân tích thành phần bán định lượng sử dụng đầu dò EDS trong máy SEM ghi nhận sự có mặt các nguyên tố chính trong khoáng vật này gồm Al, Si và O, tương ứng với công thức hóa học của khoáng vật nhóm kaolin ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Các kết quả nghiên cứu này là những yếu tố rõ nét chỉ ra rằng sự tồn tại của khoáng vật halloysit hình que trong khu mỏ nghiên cứu.



Hình 3. Giản đồ XRD của mẫu có độ hạt <math> < 2 \mu\text{m}</math> dưới điều kiện thí nghiệm khác nhau: Mẫu định hướng (a); Mẫu tâm ethylen-glycol (b); Mẫu nung đến 350 °C (c).



Hình 4. Giản đồ XRD của mẫu có độ hạt <math> < 2 \mu\text{m}</math> dưới điều kiện phòng thí nghiệm cho mẫu tầng trên (Hal-T) và mẫu tầng dưới (Hal-D). (H: Halloysit; K: Kaolinit; Q: Thạch anh)



Hình 5. Kết quả phân tích SEM-EDS halloysit vùng Thạch Khoán, Phú Thọ

4.3. Kết quả phân tích TEM

Kết quả phân tích TEM đối với halloysit ở tầng trên và tầng dưới trong một moong khai thác thể hiện Hình 6. Hình ảnh chỉ ra rằng theo chiều thẳng đứng, tồn tại hai dạng halloysit hình ống có kích thước khác nhau. Halloysit tầng dưới có độ dài lớn hơn halloysit ở tầng trên. Tuy nhiên đường kính của ống halloysit tầng trên lại to hơn halloysit tầng dưới. Điều này có thể do các tác nhân phong hóa tại các tầng phong hóa khác nhau đã ảnh hưởng đến quá trình hình thành halloysit.

Kết quả đo và tính toán chỉ ra rằng halloysit ngắn trong tầng trên chủ yếu ở độ dài từ 250 đến 750 nm, chiếm 47,2 % tổng số halloysit trong mẫu. Trong khi đó, các halloysit dài trong tầng dưới chiếm 69,9 % với độ dài từ 750 đến 1250 nm. Ngoài ra, các halloysit ngắn có đường kính ngoài > 100nm chiếm 79,1 % trong mẫu tầng trên và halloysit dài với đường kính ngoài 50-100nm chiếm 74,2 % trong mẫu tầng dưới.

4.4. Kết quả phân tích diện tích bề mặt và độ rỗng

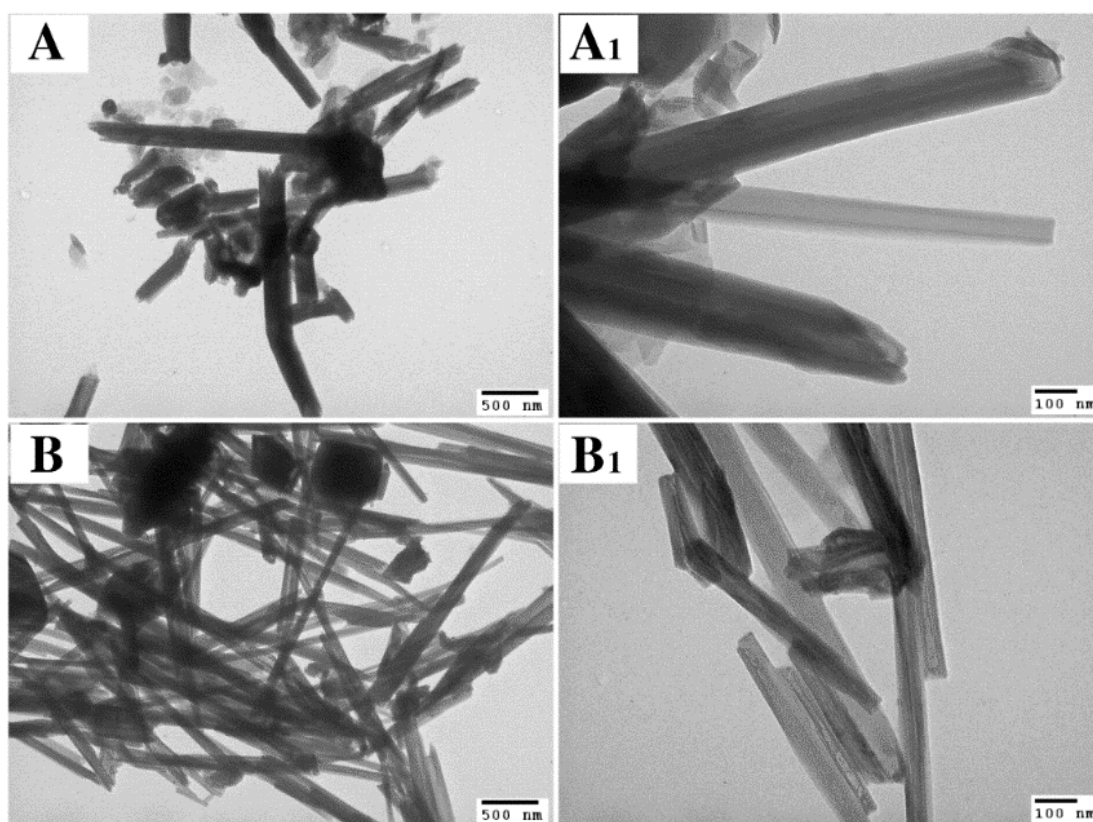
Đường đẳng nhiệt hấp phụ - khử hấp phụ Nitơ của mẫu halloysit có độ hạt < 2 μm trong tầng trên và tầng dưới đều thể hiện kiểu kết hợp II và III với vòng trễ H3, đặc trưng cho vật liệu có cấu trúc mao quản trung bình (Lun và nnk, 2014). Diện tích bề mặt (S_{BET}) của các halloysit trong mẫu tầng trên được xác định là 15,7434 m^2/g và trong tầng dưới là 22,0211 m^2/g . Các kết quả này khá tương đồng với diện tích bề mặt của halloysit trong các mỏ trên thế giới (Bobos, 2001; Ghanbari và nnk, 2015; Frost và nnk, 2000; Kang và nnk, 2017). Hình 7 thể hiện đường phân bố kích thước mao quản của khoáng vật halloysit khu mỏ nghiên cứu. Kết quả cho thấy halloysit khu mỏ có đường kính trong của các ống halloysit phân bố chủ yếu ở kích thước 4,3 nm, ít hơn là các đường kính 9,2; 10,7 và 13,5nm.

4.5. Kết quả thử nghiệm xử lý kim loại nặng trong nước

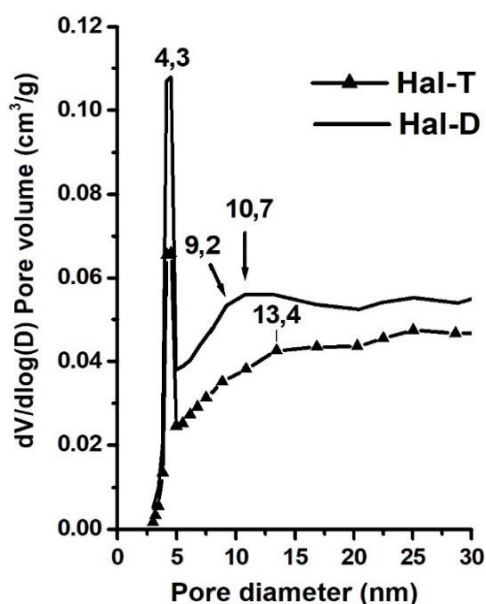
Trong nghiên cứu này, để bước đầu đánh giá khả năng hấp phụ ion kim loại nặng của halloysit vùng Thạch Khoán, Phú Thọ ion Pb^{2+} với nồng độ ban đầu 50 mg/L được sử dụng để tiến hành thử nghiệm. Kết quả thử nghiệm được thể hiện ở Bảng 1, cho thấy ở điều kiện pH tự nhiên, halloysit vùng Thạch Khoán, Phú Thọ có thể loại bỏ ion Pb^{2+} ra khỏi môi trường với hiệu suất đạt tới 72 % (tương ứng với dung lượng hấp phụ đạt 6,0 mg/g) đối với halloysit có cỡ hạt < 32 μm . Khả năng hấp phụ Pb^{2+} của halloysit phụ thuộc vào kích thước hạt cũng như độ tinh khiết của halloysit tự nhiên. Kết quả này mở ra triển vọng có thể ứng dụng halloysit tự nhiên trong việc xử lý ion kim loại nặng ra khỏi môi trường nước.

Bảng 1. Khả năng hấp phụ ion Pb^{2+} trong nước của halloysit vùng Thạch Khoán, Phú Thọ

Mẫu	Nồng độ ban đầu	Nồng độ sau xử lý	Dung lượng hấp phụ	Hiệu suất hấp phụ
	C_o (mg/L)	C_e (mg/L)	Q (mg/g)	H (%)
Cỡ hạt < 63 μm	50	22	4,7	56
Cỡ hạt < 32 μm	50	14	6,0	72
Cỡ hạt < 2 μm	50	35	2,5	30



Hình 6. Hình ảnh TEM của halloysit tầng trên, Hal-T (A, A₁) và halloysit tầng dưới, Hal-D (B, B₁). Hình A, B được chụp với thước tỉ lệ 500 nm; Hình A₁, B₁ có thước tỉ lệ là 100 nm.



Hình 7. Đường phân bố kích thước mao quản của khoáng vật halloysit trong tầng trên (Hal-T) và tầng dưới (Hal-D).

- Halloysit tự nhiên khu vực nghiên cứu có khả năng xử lý môi trường khá tốt, với khả năng loại bỏ ion Pb^{2+} trong nước với hiệu suất đạt tới 72% đối với halloysit với cỡ hạt < 32 μ m.

6. Kiến nghị

Cần có thêm những phân tích toàn diện để làm rõ hơn đặc tính của halloysit khu vực nghiên cứu; Nghiên cứu quy trình tuyển nhằm nâng cao độ tinh khiết và độ thu hồi halloysit khu mỏ; Nghiên cứu tăng hoạt tính hấp phụ các dạng ion kim loại nặng khác nhau của halloysit nhằm đạt hiệu suất xử lý tối ưu; Nghiên cứu sử dụng halloysit dạng ống khu vực nghiên cứu vào những ứng dụng cụ thể, có hiệu quả, từ đó có thể đưa vào thực tế sản xuất.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 105.99-2017.317.

Tài liệu tham khảo

- Berthier, P. 1826. Analyse de l'halloysite. *Annales de Chimie et de Physique*, 32, 332-335.
- Bobos, I. 2001. Kaolinite to halloysite-7 Å transformation in the kaolin deposit of São Vicente de Pereira, Portugal. *Clays and Clay Minerals*, 49, 596-607.
- Cục khảo sát Địa chất Mỹ: <https://www.usgs.gov/>.
- Frost, R.L.; Krist, J.; Horvath, E.; Klopogge, J.T., 2000. Rehydration and phase changes of potassium acetate-intercalated halloysite at 298K. *Journal of Colloid and Interface Science*, 226, 318-327.
- Ghanbari, M., Emadzadeh, D., Lau, W.J., Matsuura, T., Ismail, A.F. 2015. Synthesis and characterization of novel thin film nanocomposite reverse osmosis membranes with improved organic fouling properties for water desalination. *RSC Advances* 5, 21268-21276.
- Guimaraes, L.; Enyashin, A.N.; Seifert, G.; Duarte, H.A. 2010. Structural, electronic, and mechanical properties of single-walled halloysite nanotube models. *Journal of Physical Chemistry C*, 114, 11358-11363.
- Hillier, S., Ryan, P.C. 2002. Identification of halloysite (7Å) by ethylene glycol solvation: the 'MacEwan effect'. *Clay minerals*, 37, 487-496.
- Kang, H.; Liu, X.; Zhang, S.; Li, J. 2017. Functionalization of halloysite nanotubes (HNTs) via mussel-inspired surface modification and silane grafting for HNTs/soy protein isolate nanocomposite film preparation. *RSC Advances*, 7, 24140-24148.
- Khuong Thế Hùng và nnk., 2014. Báo cáo thăm dò nâng cấp trữ lượng mỏ kaolin-felspat Hang Dơi, xã Giáp Lai, huyện Thanh Sơn, tỉnh Phú Thọ. Lưu trữ tại Công ty Cổ phần khoáng sản 3.

5. Kết luận

Các kết quả nghiên cứu halloysit khu vực Thạch Khoán, Phú Thọ đã chỉ ra rằng:

- Khoáng vật halloysit dạng ống tồn tại khá phổ biến trong các tầng phong hóa của các thân pegmatit phức hệ Tân Phương.

- Theo chiều thẳng đứng của đới phong hóa pegmatit, tồn tại hai dạng halloysit có đặc tính cơ bản khác nhau. Halloysit dài có chiều dài ống lớn hơn (chủ yếu từ 750 đến 1250 nm) phân bố chủ yếu tầng phong hóa dưới. Halloysit ngắn có chiều dài ống ngắn hơn (chủ yếu từ 250 đến 750 nm) phân bố chủ yếu ở tầng phong hóa trên. Tuy nhiên, đường kính ngoài của ống halloysit ngắn (> 100nm) lại lớn hơn của halloysit dài (50-100nm).

- Diện tích bề mặt (S_{BET}) của các halloysit trong mẫu tầng trên được xác định là 15,7434 m^2/g và trong tầng dưới là 22,0211 m^2/g . Đường kính trong của các ống halloysit phân bố chủ yếu ở kích thước 4,3 nm, ít hơn là các đường kính 9,2; 10,7 và 13,5 nm. Các kết quả này khá tương đồng với diện tích bề mặt của halloysit trong các mỏ trên thế giới.

Lun, H.; Ouyang, J.; Yang, H. 2014. Natural halloysite nanotubes modified as an aspirin carrier. *RSC Advances*, 4, 44197-44202.

Wilson, I.; Keeling, J. 2016. Global occurrence, geology and characteristics of tubular halloysite deposits. *Clay Minerals*, 51, 309-324.

Yuan, P.; Tan, D.; Annabi-Bergaya, F. 2015. Properties and applications of halloysite nanotubes: Recent research advances and future prospects. *Applied Clay Science*, 112-113, 75-93.

ABSTRACT

Characteristics of nanotubular halloysite in Thach Khoan, Phu Tho and its application on water environmental treatment

Bui Hoang Bac^{1,3*}, Nguyen Tien Dung^{1,3}, Le Thi Duyen^{2,3}, Vo Thi Hanh^{2,3}

¹ *Department of Exploration Geology, Hanoi University of Mining and Geology*

² *Department of Chemistry, Hanoi University of Mining and Geology*

³ *Center for Excellence in Analysis and Experiment, Hanoi University of Mining and Geology*

Thach Khoan, Phu Tho is one of areas that has many pegmatite bodies of Tan Phuong Complex. The strongly weathered pegmatite bodies have a great potential of kaolin, which were confirmed by previous studies. However, these studies usually focused on quality of kaolin, its distribution and reserve/resource, not for characteristics of nanotubular mineral, halloysite, as well as its applications. In this paper, different analyses such as X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy-Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS), transmission electron microscopy (TEM), and N₂ absorption-desorption isotherms were used to study the distribution, characteristics of halloysite in the Thach Khoan area and its application in environmental treatment. Results indicated that halloysite mineral distribute commonly in size fractions < 2 μm in the weathered pegmatites in the study area. From the top to bottom of the weathering profile, it is found that two types of halloysite have been existing: The long halloysites in the lower part and the short halloysite in the upper part. The basic physio-chemical properties of these halloysites are quite similar to those of halloysites that have been studies in the world. In addition, preliminary research indicates that halloysite in the study area had ability of removing Pb²⁺ ions from water with an efficiency of 72 %. This information is useful for the understanding of characteristics of minerals, general phys-chem properties of halloysite in Thach Khoan area as well as its effectively application.

Keywords: Halloysite, nanotube, pegmatite, Thach Khoan, Pb²⁺.

Đặc điểm biến đổi các thông số địa chất vỉa và ảnh hưởng của chúng đến thăm dò, khai thác than mỏ Bình Minh, Khoái Châu, Hưng Yên

Trần Đại Dũng^{1,*}, Nguyễn Văn Lâm², Đỗ Mạnh An², Nguyễn Thị Thanh Thảo², Hà Văn Thới³

¹ Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam

² Trường Đại học Mỏ - Địa chất ; ³ Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam

TÓM TẮT

Mỏ than Bình Minh được thăm dò sơ bộ và lập báo cáo kết quả thăm dò năm 1985 trên cơ sở đề án tìm kiếm tỉ mỉ khu vực Khoái Châu, Châu Giang, Hải Hưng (nay là Hưng Yên). Kết quả thăm dò sơ bộ đã xác định trong khu mỏ tồn tại 13 vỉa than; trong đó vỉa V3, V4 duy trì liên tục, các vỉa còn lại thường duy trì không liên tục và chiều dày mỏng. Vì vậy, việc nghiên cứu làm sáng tỏ đặc điểm biến đổi của các thông số địa chất vỉa và đánh giá ảnh hưởng của chúng đến công tác thăm dò ở giai đoạn tiếp theo, cũng như khai thác mỏ sau này có ý nghĩa đặc biệt quan trọng không chỉ đối với mỏ than Bình Minh, mà còn đối với các khu mỏ khác thuộc bể than sông Hồng. Trên cơ sở kết quả của giai đoạn thăm dò sơ bộ, tập thể tác giả đã nghiên cứu làm rõ các thông số địa chất vỉa ảnh hưởng đến công tác thăm dò và khai thác, đó là: hình thái và kích thước, cấu trúc nội bộ, mức độ gián đoạn và chiều dày vỉa than.

Từ khóa: Biến đổi thông số địa chất vỉa; thăm dò, khai thác than; Bình Minh, Khoái Châu, Hưng Yên.

1. Đặt vấn đề

Đồng bằng sông Hồng là vựa lúa lớn nhất nhì Việt Nam, là nơi cung cấp lương thực lớn cho khu vực bắc bộ và góp phần lớn vào công cuộc đảm bảo nguồn an ninh lương thực chung cho cả nước. Tuy nhiên, dưới sâu từ vài trăm đến hàng nghìn mét trong lòng đất tại đây còn có sự tồn tại của một lượng lớn nguồn nhiên liệu đặc biệt là than khoáng. Trong bối cảnh nguồn tài nguyên cạn kiệt như hiện nay, việc điều tra, đánh giá, thăm dò để tiến tới từng bước khai thác sử dụng hợp lý than vùng đồng bằng sông Hồng sẽ có một vai trò to lớn trong việc đảm bảo an ninh năng lượng Quốc gia, là nguồn năng lượng dự trữ rất quý giá của đất nước trong tương lai không xa. Mỏ than Bình Minh nằm về phía Tây Bắc dải Khoái Châu - Tiền Hải thuộc bể than sông Hồng, là nơi đầu tiên được tiến hành nghiên cứu đến mức độ thăm dò sơ bộ và có thể thiết kế để khai thác. Tuy nhiên vì nhiều yếu tố môi trường, dân sinh, thủy văn, công trình... mà việc tiến hành khai thác bằng phương pháp thông thường (lộ thiên, hầm lò) tại nơi đây chưa được triển khai.

Trong những năm gần đây với sự tiếp cận các công nghệ tiên tiến trên thế giới, việc khai thác hiệu quả nguồn tài nguyên này đã có những dấu hiệu khả quan như các phương pháp khai thác bằng công nghệ khí hóa than ngầm (chuyển hoá trực tiếp thành khí tổng hợp để dùng cho các nhà máy nhiệt điện); hoá lỏng (chuyển hoá than hoặc khí tổng hợp thành dầu diesel sử dụng cho các nhu cầu khác nhau của nền kinh tế). Vì vậy, để đảm bảo cho công tác phát triển mỏ phù hợp với quy hoạch, đặc biệt là khai thác bằng công nghệ mới, việc nghiên cứu đặc điểm hình thái - cấu trúc các vỉa than làm cơ sở xác định nhóm mỏ thăm dò nhằm định hướng cho công tác thăm dò đối với các vùng lân cận là vấn đề đang rất được quan tâm.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

Để phân chia nhóm mỏ thăm dò các mỏ than việc nghiên cứu đánh giá đặc điểm biến đổi các thông số địa chất vỉa đóng vai trò quan trọng, được phản ánh thông qua các thông số cơ bản bao gồm: Chiều dày và mức độ biến thiên chiều dày vỉa (V_m); hệ số gián đoạn vỉa (K_d); hệ số cấu tạo vỉa (K_{CC}); tỷ lệ đá kẹp (K_k); modun chu tuyến (μ); chỉ tiêu hình dạng vỉa (Φ). Bên cạnh đó để định lượng mức độ phức tạp về cấu trúc, kiến tạo mỏ có thể sử dụng một số chỉ tiêu như: mật độ đứt gãy (P_F), chỉ tiêu tổng hợp tính biến vị (P_{bv}) hoặc chỉ tiêu tỷ lệ đới phá hủy (P_p). Chỉ tiêu tính biến vị (P_{bv}) được tổng hợp từ các hệ số mật độ đứt gãy (P_F), mật độ các khối kiến tạo (P_k), mật độ các cánh nếp uốn phụ (P_c) và chỉ tiêu đặc tính nếp uốn (P_u).

2.1. Sự biến đổi chiều dày các vỉa than

Để đánh giá định lượng sự biến đổi chiều dày vỉa than phải căn cứ vào hệ số biến thiên chiều dày vỉa (V_m , %) và hệ số gián đoạn vỉa (K_d , %)

* Hệ số biến thiên chiều dày vỉa (V_m) được xác định bằng công thức:

* Tác giả liên hệ

Email: dungdct@gmail.com

$$V_m = \frac{\sigma_m \cdot 100}{M} \% \quad (1)$$

Trong đó: + σ_m : Quân phương sai chiều dày vỉa, được tính bằng công thức:

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^n (m_i - \bar{M})^2} \quad (2)$$

+ N: Tổng số điểm cắt vỉa; + m_i : Giá trị chiều dày vỉa ở điểm cắt vỉa thứ i

+ \bar{M} : Giá trị trung bình chiều dày vỉa được xác định bằng công thức:

$$\bar{M} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_i \quad (3)$$

* Hệ số gián đoạn vỉa K_d

Theo B.C. Orakov (1961) hệ số gián đoạn vỉa là tỷ số giữa tổng bề mặt bào mòn, gián đoạn với tổng diện tích phân bố vỉa xác định theo công thức

$$K_d = \frac{S_0}{S} 100\% \quad (4)$$

Trong đó: + S_0 : Tổng diện tích các « cửa sổ » không than hoặc diện tích chứa vỉa có chiều dày không đạt chỉ tiêu chiều dày tối thiểu (m^2 , Km^2)

+ S: Tổng số diện tích phân bố vỉa (m^2 , Km^2).

2.2. Mức độ phức tạp về cấu tạo vỉa

a. Phân loại vỉa than theo cấu trúc nội bộ vỉa

Đề định lượng có thể phân chia mức độ phức tạp cấu tạo vỉa thành 04 nhóm:

- Vỉa cấu tạo đơn giản, có 0 - 2 lớp đá kẹp
- Vỉa cấu tạo tương đối phức tạp, có 3 - 5 lớp đá kẹp
- Vỉa cấu tạo phức tạp, có 6 - 8 lớp đá kẹp
- Vỉa cấu tạo rất phức tạp, có trên 8 lớp đá kẹp

b. Hệ số cấu tạo vỉa (K_{cc})

Để đánh giá định lượng mức độ phức tạp cấu tạo vỉa than, V. I. Kuzomin (1972) đã sử dụng hệ số cấu tạo vỉa (K_{cc}) được tính bằng công thức:

$$K_{cc} = 1 - \frac{\bar{M}_k}{\bar{M}_t} \cdot \frac{\bar{N}_k}{\bar{N}_t} \quad (5)$$

Trong đó: \bar{M}_t : Trung bình cộng chiều dày các lớp than; \bar{M}_k : Trung bình cộng chiều dày các lớp đá kẹp; \bar{N}_t : Trung bình cộng số lượng các lớp than; \bar{N}_k : Trung bình cộng số lượng các lớp đá kẹp

Hệ số cấu tạo vỉa có giá trị từ 1 đến 0. Khi K_{cc} tiến đến 0, mức độ phức tạp cấu tạo của vỉa tăng lên.

c. Tỷ lệ đá kẹp (K_k)

Mức độ phức tạp về cấu tạo vỉa còn có thể được đánh giá qua chỉ tiêu tỷ lệ đá kẹp trong vỉa (K_k) và được tính theo công thức:

$$K_k = \frac{\bar{M}_k}{\bar{M}_t} \cdot 100\% \quad (6)$$

2.3. Đặc điểm hình dạng và mức độ biến đổi hình dạng vỉa than

a. Modul chu tuyến μ

$$\mu = \frac{IC}{4,7a + 1,5 \frac{SC}{a} - 1,77\sqrt{SC}} \quad (7)$$

Trong đó: IC: Độ dài thực chu vi thực của vỉa (m); SC: Diện tích của vỉa theo chu vi thực (m^2); a: 1/2 chiều dài (chiều lớn nhất) của hình dạng đường biên (m).

b. Chỉ tiêu hình dạng vỉa Φ

Theo A.V. Vonukov và R.A. Karpov (1976), chỉ tiêu hình dạng vỉa (Φ) là chỉ tiêu tổng hợp thể hiện mức độ phức tạp về hình dạng vỉa than, được tính bằng công thức:

$$\Phi = (V_m \mu_k) / K_{cc} \quad (8)$$

Trong đó: V_m : Hệ số biến thiên chiều dày vỉa; μ : Modul chu tuyến của vỉa; K_{cc} : Hệ số phức tạp cấu tạo vỉa.

2.4. Đặc điểm cấu trúc, kiến tạo các vỉa than

a. Chỉ tiêu tổng hợp tính biến vị (P_{bv})

Theo Marphutov và nnk (1980), chỉ tiêu tổng hợp tính biến vị (P_{bv}) thể hiện mức độ phức tạp về cấu

trúc, kiến tạo mỏ, được xác định từ các kết quả tính toán trên bằng công thức kinh nghiệm:

$$P_{bv} = 10(P_F + P_K) + 5(P_C + P_U) + 0,1\alpha \quad (9)$$

Trong đó :

- + P_F : Hệ số mật độ đứt gãy;
- + P_K : Hệ số mật độ các khối kiến tạo;
- + P_C : Hệ số mật độ các nếp uốn phụ;
- + P_U : Hệ số đặc tính uốn nếp;
- + α : góc dốc trung bình của các vỉa than.

b. *Chỉ tiêu tỷ lệ đới phá hủy (P_P)*

Trong điều kiện khu thăm dò có ít các thông tin, các dữ liệu địa chất thì khi xác định mức độ phức tạp về cấu trúc kiến tạo mỏ, người ta sử dụng chỉ tiêu tỷ lệ đới phá hủy, được tính bằng công thức:

$$P_P = \frac{\sum m_p}{\sum m_k} 100\% \quad (10)$$

Trong đó : $\sum m_p$: Tổng chiều dài các đới phá hủy đo được trong các lỗ khoan (m)
 $\sum m_k$: Tổng chiều sâu các lỗ khoan xác định được đới phá hủy (m)

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đặc điểm địa chất mỏ than Bình Minh

3.1.1. Địa tầng

Mỏ than Bình Minh nằm trong khu vực Khoái Châu, phía Tây Bắc dải nâng Khoái Châu - Tiền Hải thuộc dải chứa than miền võng Hà Nội, trong khu mỏ bắt gặp các thành tạo trầm tích hệ tầng Phủ Cừ (N_1^2pc), hệ tầng Tiên Hưng (N_1^3th) thuộc hệ Neogen; hệ tầng Hải Dương, hệ tầng Kiến Xương thuộc hệ Đệ tứ. Trong đó hệ tầng Tiên Hưng có chứa các vỉa than có giá trị công nghiệp, nằm trong 2 phân hệ tầng dưới và phân hệ tầng giữa, cụ thể:

Phân hệ tầng Tiên Hưng dưới ($N_1^3th_1$): bắt đầu là tập cát kết màu xám tro đến xám sáng, nằm ở độ sâu 170m được xác định tại lỗ khoan 61 và chìm dần về phía Đông Nam khu mỏ tới độ sâu 304m tại lỗ khoan 74. Đá chủ yếu thuộc loại hạt nhỏ đến trung bình, được chia thành 2 tập chính: Tập I chủ yếu bột kết, sét kết và than (chứa các vỉa 1, 2, 3, 3a, 4, 5, vỉa 3 và 4 là có giá trị công nghiệp); Tập II nằm chuyển tiếp từ từ lên tập I, được bắt đầu bằng một lớp cát kết hạt nhỏ đến hạt trung bình màu xám tro, lớp cát này khá duy trì trong phạm vi của mỏ, phần còn lại của tập II cấu thành bởi bột kết, sét kết, than (chứa các vỉa 6, 7, 8 vỉa mỏng, kém ổn định, không có giá trị công nghiệp), và một số không đáng kể sạn kết, bề dày của tập khoảng 40-55m.

Phân hệ tầng Tiên Hưng giữa ($N_1^3th_2$): nằm chuyển tiếp từ từ phía trên phân hệ tầng dưới, ranh giới được phân theo đường tiếp xúc giữa tập bột kết nằm trên vách vỉa 8 và tập cát kết nằm trên tập bột kết trên tuyến BB, ranh giới này quan sát được từ lỗ khoan 55T ở độ sâu -125m đến lỗ khoan 74T ở độ sâu -200m. Phân hệ tầng này được chia thành 2 tập chính là tập III và tập IV: Tập III chủ yếu là cát kết đến bột kết, sạn kết, sét kết và than chiếm tỷ lệ không đáng kể. Tập này chứa 5 (9, 10, 11, 12, 13) vỉa than mỏng, kém ổn định, duy trì không liên tục, ít có giá trị công nghiệp, bề dày của tập được xác định khoảng 110-130m; Tập IV phân bố hạn chế trong khu mỏ thăm dò, gặp các đá có thành phần dưới cùng của tập, các trầm tích này có cát kết, bột kết, sét kết và than. Bề dày của tầng trầm tích này từ 20-25m.

3.1.2. Kiến tạo

Khu mỏ Bình Minh được giới hạn bởi đứt gãy Vĩnh Ninh đến tuyến AA và từ tuyến IIb đến tuyến III, các công trình lỗ khoan 57T, 65T, 35T sơ bộ xác định được đới phá hủy của chúng. Đứt gãy này là ranh giới của dải Khoái Châu - Tiền Hải với khối trũng Đông Quan và khối nâng Hà Nội. Đây là đứt gãy nghịch, cắm về Tây Nam, có góc dốc từ 30-70°, đôi chỗ đến 85°. Thành phần chủ yếu là bột kết, sét kết, cát kết hạt nhỏ đến hạt trung và các lớp than có cấu tạo phân lớp mỏng. Nhìn chung về kiến tạo mỏ Bình Minh tương đối đơn giản với các uốn nếp và đứt gãy ít làm thay đổi địa tầng trầm tích và các vỉa than. Khu mỏ này thuộc loại cấu trúc kiến tạo đơn giản.

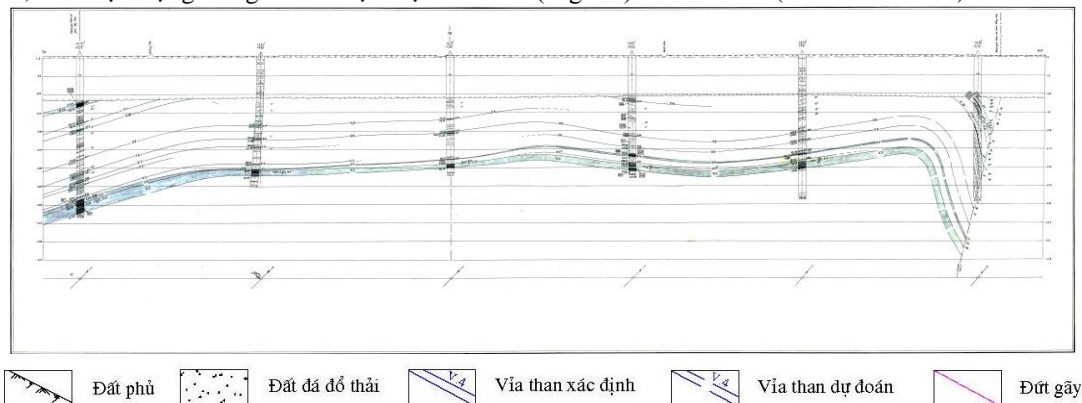
3.1.3. Đặc điểm các vỉa than

Mỏ than Bình Minh tồn tại 13 vỉa than, trong đó có 2 vỉa có giá trị công nghiệp là vỉa 3 và vỉa 4, các vỉa than khác như 1,2,5,6... duy trì không liên tục, chiều dày mỏng, không có giá trị công nghiệp.

Vỉa 3: lộ ra dưới lớp phủ Đệ Tứ, phần phía Tây của khu mỏ, được duy trì trên toàn bộ diện tích liên tục từ Bắc đến Nam tuyến IIb, chiều dày tương đối ổn định, chiều dày toàn vỉa thay đổi từ 0,5m-19,09m, trung bình 8,21m. Cấu tạo phức tạp, có 2 - 4 lớp kẹp, phân vỉa dưới thường dày từ 3-8m, trên vách thường là các lớp mỏng hơn dày từ 1 - 3m. Lớp kẹp thường là sét kết đôi khi là bột hoặc sét than. Độ tro hàng hóa A_{hh}^k thay đổi từ 7,68 - 22,58%, trung bình 15,11%. Vỉa này có 41 lần khoan cắt qua.

Via 4: Lộ ra từ tuyến IIb đến tuyến Ib dưới lớp đất phủ, vỉa kém duy trì và bị vát mỏng tại lỗ khoan 54T, 66T, 71T và gần đứt gãy Vĩnh Ninh. Chiều dày vỉa thay đổi từ 0,2m đến 5,88m, trung bình 2,53m. Vỉa có cấu tạo đơn giản, ít lớp kẹp hoặc không. Độ tro hàng hóa A_{hh}^k thay đổi từ 8,8 - 23,41%, trung bình 12,78%. Vỉa này có 39 lần khoan cắt qua.

Các kết quả phân tích mẫu than cho thấy than mỏ Bình Minh thuộc loại than độ tro thấp đến trung bình, có nhiệt lượng trung bình thuộc loại than nâu (Lignite) đến á bitum (Sub-bituminous).



Hình 1. Mặt cắt địa chất tuyến III mỏ than Bình Minh (Ngô Tất Chính, 1985)

3.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến việc phân chia nhóm mỏ và ảnh hưởng của chúng đến công tác thăm dò than vùng lân cận

3.3.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến việc phân chia nhóm mỏ

Qua kết nghiên cứu đánh giá và tổng hợp số liệu tại mỏ Bình Minh cho thấy các vỉa than tại đây có chiều dày từ rất mỏng rất dày, chiều dày nhỏ nhất là 0,19m (vỉa 4, lỗ khoan 71BT) và chiều dày lớn nhất 22,08m (vỉa 12, lỗ khoan 12T). Các chỉ tiêu về biến thiên chiều dày thuộc loại phức tạp, hình dạng vỉa rất phức tạp. Trầm tích phủ rất dày từ 100 - 125m, tính chất cơ lý của đất đá đối với đất Đệ Tứ mềm bờ xấp, đối với Neogen thuộc loại nửa cứng, điều kiện địa chất thủy văn, địa chất công trình rất phức tạp. Về độ chứa khí tối đa của đất đá theo tổng khí cháy là $0,2m^3/T$, độ chứa khí cacbonic không lớn hơn $0,1m^3/T$; Độ chứa khí tự nhiên của các vỉa than rất thấp, trị số tối đa theo tổng khí cháy không quá $2m^3/T$, vật chất khô không tro và độ chứa khí cacbonic không quá $0,1m^3/T$.

Bảng 1: Bảng tổng hợp các tiêu chí để phân loại nhóm mỏ tại khu Bình Minh

Các thông số	Kí hiệu	Giá trị thông số	Chỉ tiêu đối chiếu	Thuộc nhóm mỏ
Biến thiên chiều dày vỉa	V_m (%)	61,32	40-75	II
Gián đoạn vỉa	K_d (%)	0,29	<10	I
Hệ số cấu tạo vỉa	K_{cc}	0,93	0-1	I
Modun chu tuyến	μ	1,38	1-1,4	I
Hình dạng vỉa	ϕ	0,79	0,7-1,2	III
Tính biến vị	P_{bv}	14,81	0-25	I
Tỷ lệ đới phá hủy	P_p (%)	0,03	0-4	I
Trầm tích phủ	m	100-125	>80	III
ĐCTV-ĐCCT và độ chứa khí	-	-	-	rất phức tạp

Qua bảng trên cho thấy, các chỉ tiêu của mỏ được phân chia dựa trên từng tiêu chí riêng rất khác nhau, từ loại có nhóm đơn giản đến phức tạp, để đảm bảo tính an toàn cho công tác đánh giá để phục vụ thăm dò sau này nên xếp mỏ vào loại II là loại tương đối phức tạp. Các chỉ tiêu biến đổi từ đơn giản (I) đến phức tạp (III), bởi có sự dao động này là có cả nguyên nhân khách quan cũng như chủ quan của yếu tố con người, các yếu tố này phần nào làm ảnh hưởng tới tính đúng đắn của công tác phân chia nhóm mỏ, sau đây tác giả sẽ trình bày một số yếu tố có thể ảnh hưởng đến phân chia nhóm mỏ tại Bình Minh như sau:

a. Yếu tố về mức độ điều tra, đánh giá

Do mức độ điều tra của trong các giai đoạn trước đây nên việc nghiên cứu về cấu tạo nhỏ về kiến tạo, uốn nếp chưa được quan tâm đúng đắn, do đó việc xác định các thông số cho nhóm mỏ chưa được tin cậy. Hiện tại theo báo cáo thăm dò sơ bộ mỏ than Bình Minh, mới chỉ xác định được: 01 đứt gãy (Vĩnh Ninh); lượng khối kiến tạo: 01 (được giới hạn bởi các đứt gãy trên một đơn vị diện tích khu mỏ); 02 cánh nếp uốn phụ (một lồi, một lõm nằm cánh Nam của nếp lồi chính). Vì thế, việc tính toán các thông số như: mật độ đứt gãy, mật độ khối kiến tạo, mật độ cánh nếp uốn phụ, mật độ tính uốn nếp sẽ bị ảnh hưởng nhiều.

Tương tự đối với việc xác định tỷ lệ đới phá hủy (P_p), trong mỏ Bình Minh hiện chỉ có 2 công trình khoan có thể bước đầu xác định được có dấu hiệu đới phá hủy trong lỗ khoan, tuy nhiên chiều dài của đới trong lỗ khoan cũng không xác định được hết do nhiệm vụ bắt gặp vỉa than đã hoàn thành (chiều dài đới phá hủy trong LK.57T là 8,8m và LK.35T là 10,1m). Vì thế, tỷ lệ đới phá hủy (P_p) trong mỏ cũng chưa phản ánh đúng.

b. Yếu tố về mức độ tin cậy tài liệu

Do thời kỳ những năm 1980, việc thăm dò dưới sâu được thực hiện bởi công trình khoan sâu, công nghệ thời đó còn lạc hậu, việc lấy mẫu lõi khoan để phân tích đạt tỷ lệ không cao, làm ảnh hưởng tới việc đánh giá tài nguyên cũng như mức độ tin cậy về chất lượng tài liệu. Đối với mỏ Bình Minh, tổng số điểm cắt vỉa thống kê được là 86 thì số điểm đạt <40% mới chỉ 11, số điểm đạt 40 - 60% là 7, số điểm đạt 60 - 80% là 17, trên 80% có 50 điểm, một điểm bị mất vỉa, như vậy tỷ lệ mẫu đạt trên 80% mới có 58% (theo báo cáo thăm dò sơ bộ Bình Minh, Châu Giang, Hải Hưng năm 1986). Đây là một trong những nguyên nhân làm ảnh hưởng tới quá trình tính toán các thông số phục vụ việc xác lập và phân chia nhóm mỏ.

c. Yếu tố về con người

Trong quá trình phân chia nhóm mỏ, các vỉa than là đối tượng được phân chia thành các vỉa hoặc tập vỉa, chia cách thành từng tầng hoặc tập chứa than, các thông số được đánh giá dựa trên kết quả tính toán các thông số của từng vỉa riêng biệt sau đó tổng hợp và đưa ra kết luận chung cho toàn mỏ.

Đối với việc phân chia tại mỏ Bình Minh cho ta khá rõ nét về yếu tố này, đối tượng vỉa được chọn để xác định hệ số biến thiên chiều dày (V_m) chung cho toàn mỏ là vỉa 4, 3 hoàn toàn có cơ sở vì 2 vỉa này chiếm phần lớn tỷ lệ tài nguyên trong toàn mỏ. Theo tính toán, chiều dày than vỉa 4 trung bình là 2,81m, $V_m = 68\%$, vỉa 3 chiều dày trung bình là 9,81m, $V_m = 54\%$, cả hai vỉa đều thuộc đối tượng có chiều dày tương đối ổn định, theo tiêu chí của V.N. Vonkov (1985), kết luận chung là mỏ có vỉa than tương đối ổn định. Tuy nhiên, vì lý do khách quan nào đó mà tác giả lại lấy tổng chung chiều dày của toàn mỏ để tính toán thì cho $V_m = 82\%$, được xác định là mỏ có vỉa than không ổn định.

Vì vậy, để tính toán các thông số tương tự phục vụ cho việc phân chia nhóm mỏ cần phải nhìn nhận trên cơ sở khoa học và thực tiễn mới phản ánh đúng được bản chất của vấn đề. Việc xác định không đúng bản chất sẽ làm ảnh hưởng lớn tới công tác sau này.

3.3.2. Ảnh hưởng của nhóm mỏ than Bình Minh đến công tác thăm dò khu vực lân cận

Trong công tác thăm dò khoáng sản nói chung và than nói riêng, có thể nói rằng yếu tố về nhóm mỏ có vai trò quan trọng bậc nhất, là điều kiện tiên quyết để tiến hành đầu tư mỏ. Nếu xác định nhóm mỏ không đúng với thực tế có thể dẫn đến rủi ro về tài nguyên hoặc lãng phí về tiền bạc, việc xác định đúng đắn nhóm mỏ sẽ là bài toán kinh tế hợp lý để chủ đầu tư quyết định nên hay không nên đầu tư. Dựa vào cơ sở lý thuyết khoa học và tính toán thực tế, tác giả đưa ra 2 yếu tố làm ảnh hưởng đến công tác thăm dò than tại mỏ Bình Minh.

* *Rủi ro tài nguyên:* Theo báo cáo thăm dò sơ bộ Bình Minh năm 1983 của tác giả Ngô Tất Chính, mỏ than Bình Minh được xếp vào nhóm mỏ loại II (được xác định theo quy phạm tại thời điểm lập đề án). Các công trình được bố trí trên trên 6 tuyến thăm dò cách nhau 1000m và các công trình trên tuyến cách nhau 500m, để đạt cấp trữ lượng C_1 và C_2 trên diện tích thăm dò là 12km² là có cơ sở. Với mạng lưới thiết kế như trên và điều kiện thực tế thi công thì khối lượng khoan thăm dò thực hiện được là 7.600mk/29LK hoàn toàn phù hợp.

Tuy nhiên, theo quy phạm hiện hành (Quyết định số 25/2007/QĐ-BTNMT ngày 31 tháng 12 năm 2007 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường) thì đối với than thuộc vùng đồng bằng sông Hồng, để đạt được mức độ tin cậy (tương đương 122 phân cấp mới, cấp C_1 cũ) và dự tính (tương đương 333 phân cấp mới, cấp C_2 cũ) thì mạng lưới được xác định như sau:

Bảng 2: Mạng lưới công trình thăm dò than theo quy định 25/2007/QĐ-BTNMT

Độ tin cậy địa chất Nhóm mỏ thăm dò	Chắc chắn (cấp 121)		Tin cậy (cấp 122)		Dự tính (cấp 333)	
	Khoảng cách giữa các tuyến (m)	Khoảng cách công trình trên tuyến theo hướng cắm của vỉa (m)	Khoảng cách giữa các tuyến (m)	Khoảng cách công trình trên tuyến theo hướng cắm của vỉa (m)	Khoảng cách giữa các tuyến (m)	Khoảng cách công trình trên tuyến theo hướng cắm của vỉa (m)
Tương đối phức tạp (II)	250 ÷ 500	125 ÷ 250	500 ÷ 1000	250 ÷ 500	1000 ÷ 2000	500 ÷ 1000

Đối chiếu mạng lưới thăm dò theo quy phạm hiện hành về thăm dò, phân cấp trữ lượng với thời điểm lập đề án năm 1983 cho thấy có sự chênh lệch khá rõ nét, mạng lưới (1000m x 500m) đang nằm ở cận cuối của về mạng lưới thăm dò phân cấp theo quy phạm mới. Qua thực tế chứng minh, các thông số như mật độ khối kiến tạo, cánh nếp uốn phụ hay tỷ lệ đới phá hủy về mức độ tin cậy là thấp do các công trình

không chế được hầu như không có do mạng lưới công trình khoan thưa; chỉ tiêu về mức độ hình dạng vỉa cho ta thấy vỉa có hình dạng phức tạp.

Qua đó, để đánh giá chính xác hình thái, thể nằm, cấu kiến tạo cũng như đảm bảo độ tin cậy về tài nguyên phục vụ cho các công tác thiết kế khai thác trong tương lai, tránh rủi ro về tài nguyên, cần thiết phải bổ sung thêm các công trình khoan thăm dò cho phù hợp.

* *Hiệu quả kinh tế*: Theo bảng quy định phân cấp nêu trên cho thấy, nếu lấy ngưỡng trên của mạng lưới thăm dò (500m x 250m cho cấp 122) áp dụng cho mỏ than Bình Minh thì khối lượng khoan thăm dò sẽ tăng lên gấp 2 lần, vì thế tổng chi phí thăm dò cũng như chi phí thăm dò cho 1 tấn than cũng sẽ tăng lên. Do vậy, trong thực tế phải hết sức linh hoạt trong công tác khoan thăm dò, làm sao vừa tiết kiệm mà hiệu quả, không rủi ro tài nguyên, xác định được tốt các yếu tố cấu kiến tạo, đặc điểm các vỉa than là phụ thuộc lớn vào các nhà địa chất thăm dò.

Qua kết quả trên cho thấy, việc xác định hợp lý mạng lưới thăm dò là điều hết sức quan trọng, mỏ than Bình Minh là mỏ nằm trong bể than đồng bằng Sông Hồng, việc đánh giá định lượng được nhóm mỏ làm cơ sở cho việc xác lập mạng lưới thăm dò vùng lân cận là hết sức cần thiết trong khi việc triển khai đề án “Điều tra, đánh giá tài nguyên than phân đất liền bể Sông Hồng” đã được Thủ tướng chính phủ phê duyệt theo Quyết định số 326/QĐ-TTg, ngày 20 tháng 3 năm 2012.

4. Kết luận

Các công tác tiếp theo đối với thiết kế khai thác, cần bổ sung thêm công trình khoan vào các khu vực vỉa có triển vọng công nghiệp, qua đó nghiên cứu làm sáng tỏ đặc điểm cấu trúc địa chất, các cấu trúc nếp uốn phụ và các yếu tố về kiến tạo. Đặc biệt là đặc điểm hình thái cấu trúc vỉa, cũng như mức độ ổn định của các vỉa than để nâng mức độ tin cậy của cấp trữ lượng.

Qua công tác đánh giá nhóm mỏ tại khu Bình Minh cho thấy, tại đây được xếp vào nhóm mỏ II là hoàn toàn có cơ sở, vì thế để thăm dò cho các khu vực lân cận trong bể than sông Hồng phải hết sức thận trọng, tránh rủi ro về tài nguyên hoặc lãng phí về kinh tế.

Việc phân chia nhóm mỏ là điều kiện tiên quyết ảnh hưởng trực tiếp đến số lượng công trình thăm dò, vì vậy các chủ nhiệm đề án cần thiết phải đánh giá đúng năng lực của người tính toán.

Tài liệu tham khảo

Ngô Tất Chính, 1985. Báo cáo kết quả thăm dò sơ bộ than khu Bình Minh - Châu Giang - Hải Hưng. Lưu trữ Cục Địa chất & Khoáng sản Việt Nam.

Ngô Tất Chính, 1987. Báo cáo kết quả tìm kiếm tỷ mỉ than khu Khoái Châu - Châu Giang - Hải Hưng. Lưu trữ Cục Địa chất & Khoáng sản Việt Nam.

Vũ Văn Tiến, 2002. Báo cáo kết quả thi công dự án khảo sát than đồng bằng sông Hồng từ 1998 đến 2002 giữa Tổng Công ty Than Việt Nam và NEDO (Nhật Bản). Lưu trữ Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam.

ABSTRACT

Characteristics of mining geographic information and its influence on the exploration and exploitation in Binh Minh Mine, Khoai Chau, Hung Yen

Tran Dai Dung¹, Nguyen Van Lam², Do Manh An², Nguyen Thi Thanh Thao², Ha Van Thoi³

¹ General Department of Geology and Minerals of Viet Nam; ² Hanoi University of Mining and Geology;

³ Viet Nam National Coal-Mineral industries holding corporation limited

Binh Minh coal mines were preliminarily surveyed and report on the results of 1985 on the basis of the meticulous project of Khoai Chau, Chau Giang, Hai Hung (now Hung Yen), from 1985 to present. There are many additional exploratory works in the area, so the research results are still valid. In the past, mines were not exploited for various reasons. As the coal resources were gradually exhausted, mining was only one-way, so the identification and re-evaluation of resources As well as the problem of exploration is a necessary problem in the present time. Based on the scientific and practical basis, the in-depth and in-depth analysis of the mining group for exploration for the neighboring areas of Binh Minh is very necessary. The article will clarify the geological features, distribution and characteristics of the Binh Minh coal reservoirs, while posing problems on mining groups and their impact on coal exploration in Binh Minh and this will serve as a basis for exploration for neighboring areas in the coming time.

Keywords: Geological parameters change; exploration and exploitation; Binh Minh, Khoai Chau, Hung Yen.

Ảnh hưởng của kích thước độ hạt trong định tuổi ESR cho mùn đứt gãy, lấy ví dụ khu vực Quảng Nam

Vũ Anh Đạo¹, Nguyễn Quốc Hưng¹, Trần Thanh Hải¹, Bùi Thị Thu Hiền¹, Ngô Xuân Thành^{1,*}

¹Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Phương pháp định tuổi ESR cho hoạt động đứt gãy là một phương pháp nghiên cứu mới, đã được ứng dụng rộng rãi trên thế giới trong nghiên cứu hoạt động đứt gãy tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại. Tuy nhiên, tại Việt Nam phương pháp này chưa được ứng dụng rộng rãi và còn nhiều hạn chế trong việc lựa chọn và phân tích mẫu, luận giải kết quả. Trong bài báo này trên cơ sở kết quả khảo sát thực địa, lấy mẫu hệ thống, lựa chọn, gia công và phân tích 03 mẫu mùn trong đới trượt của hệ thống đứt gãy phương ĐB-TN phần thượng lưu sông Vu Gia tại phòng phân tích tuổi ESR tại Nhật Bản. Các mẫu được tách lấy thạch anh ở 4 kích thước khác nhau: 125-250 μm , 75-125 μm , 45-75 μm và 01-045 μm , kết quả xác định tuổi ESR từ cỡ hạt lớn đến nhỏ giảm dần từ 33577 năm đến 10282 năm. Kết quả này cho thấy kích thước hạt thạch anh sử dụng phân tích ESR ảnh hưởng tới kết quả xác định tuổi thật của hoạt động đứt gãy trong pha cuối, tuổi ghi nhận trong các mẫu kích hạt lớn cao hơn mẫu kích thước hạt nhỏ. Kết quả cũng cho thấy có thể ứng dụng phương pháp định tuổi ESR cho các hạt thạch anh kích thước khác nhau trong đới mùn đứt gãy để luận giải thời gian hoạt động của các đứt gãy hiện đại.

Từ khóa: ERS; Mùn đứt gãy; Quảng Nam;

1. Giới thiệu

Định tuổi bằng phương pháp cộng hưởng spin điện tử (ESR) đã trở thành một công cụ hiệu quả trong Khoa học Trái đất [8,9,10..], đặc biệt cho các nghiên cứu các đối tượng địa chất trẻ (như: rặng san hô, các bậc thềm san hô, hệ thống sườn núi bãi biển...), tuổi hoạt động của các đứt gãy, tuổi hoạt động magma, các nghiên cứu khảo cổ... trong suốt nhiều năm qua [11,12,15]. Phương pháp định tuổi cộng hưởng spin điện tử (ESR) là một kỹ thuật được sử dụng để cập nhật xác định tuổi tuyệt đối các vật liệu mới mà bằng các phương pháp trước đây như 14C, K-Ar... không thể xác định được. Phương pháp định tuổi ESR lần đầu tiên được giới thiệu với cộng đồng khoa học vào năm 1975 do tác giả Motoji Ikeya sử dụng định tuổi cho các vật liệu cổ vật tìm thấy trong hang Akiyoshi, Nhật Bản [1,2]. Phương pháp dựa vào việc đo lường số lượng các electron chưa ghép đôi trong cấu trúc tinh thể do tác động của bức xạ tự nhiên vào vật liệu. Tuổi của vật chất có thể được xác định bằng cách đo liều lượng bức xạ kể từ thời điểm hình thành của nó và dựa trên việc xác định liều bức xạ của vật chất trên đơn vị thời gian nhất định (thông thường là 1 năm). Phương pháp này sử dụng hiện tượng các khoáng vật phổ biến (thạch anh, aragonit, calcit) hoạt động như các đồng hồ đo bức xạ tự nhiên. Khi vật liệu bị tác động của ánh sáng mặt trời các tia bức xạ tự nhiên sẽ bị mắc kẹt trong các lỗ trống trong cấu trúc ô mạng tinh thể của một số khoáng vật như aragonit, canxit và thạch anh. Khi một khoáng vật bị hấp thụ các tia bức xạ tự nhiên càng nhiều thì trong ô mạng tinh thể sản sinh ra càng nhiều electron đơn (unpair electron). Lượng tích lũy electron bị mắc kẹt này tăng theo thời gian và có thể được định lượng bằng phương pháp ESR.

Trong việc định tuổi pha hoạt động cuối cùng của mùn kiến tạo trong các đới đứt gãy, điều kiện cần thiết cho các tín hiệu ESR trở nên chính xác là việc các hấp thụ các tia bức xạ trước đó phải được thiết lập lại về 0 (zeroing). Điều này được thực hiện bởi ứng suất và nhiệt độ ma sát hoạt động trên mặt phẳng đứt gãy sẽ thiết lập lại tín hiệu ESR về 0 [1,2,5,6].

Tuổi ESR sẽ được tính dựa trên công thức:

$$T = DE/D'$$

Trong đó D' là chỉ số đặc trưng cho khả năng hấp thụ các tia alpha, gamma, beta..., đo bằng Gy/năm, DE là tổng lượng bức xạ của các tia gamma, beta... mà khoáng vật hay vật liệu đã hấp thụ, đo bằng Gy.

Việc xác định tỷ lệ D' và các cách tiếp cận mới được phát triển cho DE đã được cải thiện làm tăng mức độ tin cậy và chính xác của phương pháp định tuổi ESR cho các vật liệu trầm tích Holocene và Pleistocene cũng như các vật chất tồn tại trong các đới đứt gãy. Điều này được kiểm chứng bởi sự so sánh của kết quả định tuổi ESR với các phương pháp định tuổi khác như radiocarbon và phân tích Uranium TIMS ($^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$) [7,8]. Các nghiên cứu trước đã chỉ ra khoảng độ tuổi tin cậy mà kết quả ESR cho thấy là 500 năm cho đến 5 – 10 triệu năm với mức độ sai số là 2 – 10% [9,10,11].

Trong việc định tuổi ESR, các kết quả tuổi sẽ thay đổi do một số yếu tố khách quan trong quá trình lấy

mẫu và phân tích mẫu. Việc lấy mẫu mùn đứt gãy xa hoặc gần đới trượt của đứt gãy là một ví dụ đã được chỉ ra trong nhiều nghiên cứu, tuổi ESR cũng phụ thuộc vào kích thước hạt khoáng vật thạch anh ngay trong một mẫu và cũng cho kết quả khác nhau [9,10].

Trong nghiên cứu này nhóm tác giả sử dụng mẫu lấy trong các mùn đứt gãy của các hệ thống đứt gãy trung lưu song Vu Gia để xác định tuổi ESR trên các kích thước hạt thạch anh khác nhau. Các kết quả thu được sẽ được xử lý, luận giải trên cơ sở lý thuyết và tuổi ESR và “zeroing” để đưa ra luận giải về các tuổi cũng như ý nghĩa của chúng. Các kết quả nghiên cứu sẽ góp phần vào hiểu biết phương pháp phân tích ESR và giúp những người quan tâm có cơ sở để lựa chọn mẫu phân tích cũng như sử dụng kết quả có hiệu quả hơn.

2. Đặc điểm đứt gãy và mùn kiến tạo khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu lộ ra chủ yếu các đá granit sáng màu, hạt thô không bị biến dạng. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã nghiên cứu thực địa dọc đường cao tốc Đà Nẵng – Quảng Ngãi với các vách taluy mới mở cắt các sườn núi. Các đứt gãy gặp được trong khảo sát này cho thấy xuất hiện phổ biến các mùn đứt gãy với chiều rộng đới mùn khác nhau, từ 5-6m đến những đới đứt gãy chỉ tạo đới mùn 10-20cm. Nhiều hệ thống đứt gãy có những biểu hiện như cắt qua lớp phong hóa phía trên và làm dịch chuyển chúng (Hình 6), trong đới mùn có các hệ thống đứt gãy sắc nét cắt qua. Phân tích cấu tạo hình thái cho thấy các hệ thống này kéo dài xuống phần đồng bằng Quảng Nam và làm biến dạng các trầm tích trẻ, dịch chuyển các hệ thống thủy văn hiện đại và có các biểu hiện động đất... Các minh chứng trên cho phép chúng tôi dự đoán các đứt gãy này có khả năng là các đứt gãy hoạt động trong hiện đại.

Tại các vết lộ QN1701 thuộc đứt gãy hệ thống I thể hiện hoạt động của đứt gãy khá mạnh mẽ, bao gồm các đới dăm mùn kiến tạo có chỗ rộng đến 10-15m, các mặt trượt và đường trượt rất sắc nét, rõ ràng để lại trên các mặt đứt gãy. Tại các đường trượt cắt qua đới trượt, mùn kiến tạo phát triển có chiều rộng khoảng 1-3cm không đều đặn, đặc biệt tại mặt trượt chính đới mùn lần dăm rộng lên đến 30-50cm. Đới trượt trong hệ thống đứt gãy II thể hiện yếu hơn tạo nên các mặt trượt, đường trượt rất rõ ràng tuy nhiên các đới dăm, mùn kiến tạo ở đây khá hạn chế và chỉ gặp được một ít điểm lộ điển hình dăm mùn kiến tạo. Trong hệ thống đứt gãy III tại khu vực nghiên cứu vết lộ khá hạn chế, gặp chủ yếu các đới trượt nhỏ tạo dăm mùn kiến tạo chỉ khoảng 2-5cm. Mẫu QN1701 được lấy trên đứt gãy thuộc hệ thống I, mẫu QN1703 trên hệ thống đứt gãy II và mẫu QN1702 được lấy trên đứt gãy thuộc hệ thống III (Hình 6). Mẫu QN1701, QN1702 được lấy trong mùn đứt gãy cắt qua đá granit tuổi Paleozoi muộn đứt hệ Bến Giằng – Quế Sơn, mẫu QN1703 được lấy trong đới mùn đứt gãy cắt qua đá trầm tích Triat muộn hệ tầng Nông Sơn.



Hình 6. Sơ đồ khu vực nghiên cứu và vị trí lấy mẫu.

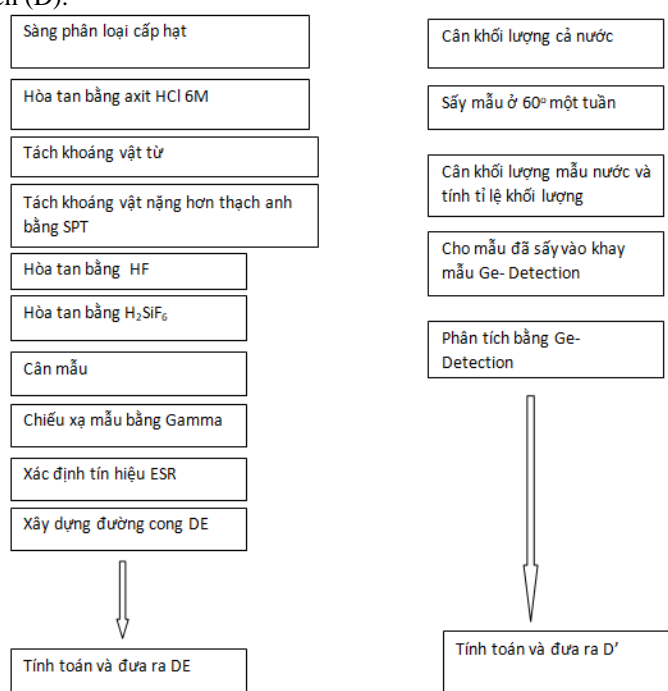
3. Sơ lược quy trình lấy và xử lý phân tích mẫu ESR

3.1. Lấy mẫu

Mẫu phân tích được lấy trong các mùn đứt gãy để định tuổi bằng phương pháp ESR trên khoáng vật thạch anh. Các mẫu được lấy từ các đới mùn, chú trọng tập trung trong các đới trượt nhỏ, các mặt trượt còn sắc nét trong đới mùn đứt gãy (bán kính khoảng 2cm từ mặt trượt). Cách lấy này nhằm đảm bảo xác định pha hoạt động gần đây nhất của đứt gãy nếu đứt gãy có nhiều pha dịch trượt. Trước khi lấy mẫu, vết lộ được dọn sạch và đào xuống sâu khoảng 1m kể từ bề mặt để tránh tối đa tác động của dòng chảy trên mặt ảnh hưởng đến kết quả phân tích. Mẫu lấy bằng dụng cụ đục nhỏ đảm bảo bán kính không quá 2cm từ các mặt trượt cắt qua đới mùn. Mỗi mẫu lấy trọng lượng khoảng 1-2kg tùy thuộc vào đá gốc giàu hay nghèo thạch anh. Dụng cụ lấy mẫu được rửa sạch sau mỗi lần lấy để tránh tác động nhiễm giữa các mẫu.

3.2. Tiến trình xử lý mẫu trong phòng thí nghiệm

Mẫu sau khi lấy từ vết lộ được bọc kín trong các túi nilon để tránh hiện tượng mất nước cũng như nhiễm với vật liệu ngoại lai gây ảnh hưởng đến kết quả phân tích. Mẫu sau đó được gửi sớm sang phòng phân tích nước ngoài để tiến hành các bước xử lý tiếp theo. Các bước xử lý phòng thí nghiệm được mô tả theo sơ đồ hình 1. Tại phòng thí nghiệm mẫu được tách thành 2 phần khác nhau, một phần được tiến hành tách, phân tích để xác định tổng lượng ESR (DE), phần còn lại được xử lý để xác định liều ESR D' nhằm cho các mẫu phân tích (D).



Hình 1. Sơ đồ tiến trình xử lý mẫu trong phòng thí nghiệm[9]

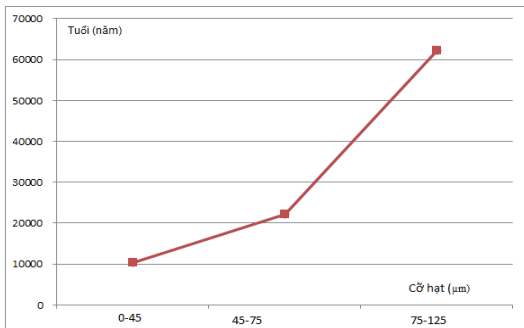
4. Kết quả và thảo luận

4.1. Kết quả

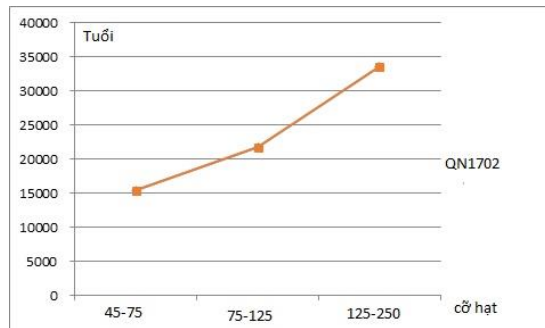
Bảng 1. Bảng dữ liệu kết quả tuổi ESR cho các mẫu phân tích trong khu vực

Số hiệu mẫu	Kích thước (μm)	U (ppm)	Th (ppm)	K (wt%)	DE (Gy)	D' (mGy/a)	Tuổi ESR (Ka)
QN1701	0-45	3.32±0.12	35.14±2.19	5.32±0.09	102.4090	9.96	10.282±1
	45-75				188.9400	8.54	22.124 ±2
	75-125				496.9190	8	62.115± 3
QN1701	45-75	4.84±0.08	35.95±1.55	5.33±0.09	144.0750	9.35	15.409± 1
	75-125				189.9760	8.74	21.736± 2
	125-250				273.9870	8.16	33.577± 3
QN1701	0-45	3.81±0.11	31.34±1.93	3.21±0.09	140.6280	7.95	17.689± 1
	45-75				124.5380	6.62	18.812± 2
	75-125				142.8770	6.13	23.308 ±3

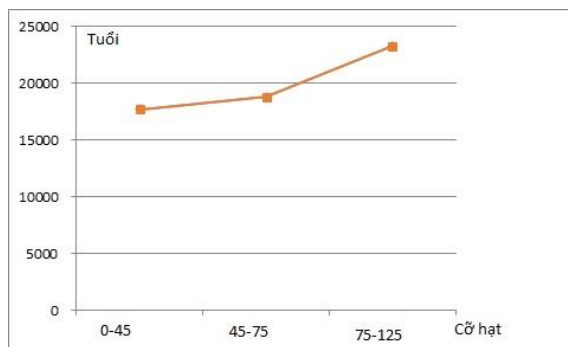
Kết quả nghiên cứu của 3 mẫu được thể hiện ở bảng 1. Trong đó mỗi mẫu sử dụng 3 cấp độ hạt thạch anh khác nhau trong định tuổi ESR. Tất cả mẫu cho thấy tuổi xác định ở các cấp độ hạt giao động trong khoảng 33577 đến 10282 năm, tương ứng với tuổi Pleitocen muộn đến Hollocen sớm. Đặc biệt các kết quả này có sự thay đổi theo quy luật tương đồng với kích thước thạch anh sử dụng trong phân tích ESR với các mẫu có kích thước lớn hơn cho tuổi cổ hơn so với mẫu có kích thước nhỏ hơn sử dụng trong phân tích. Các kết quả này được biểu diễn so sánh trên hình 7, 8 và 9.



Hình 7. Sơ đồ kết quả tuổi tương ứng với cấp hạt của Mẫu QN1701



Hình 8. Sơ đồ kết quả tuổi tương ứng với cấp hạt của Mẫu QN1702

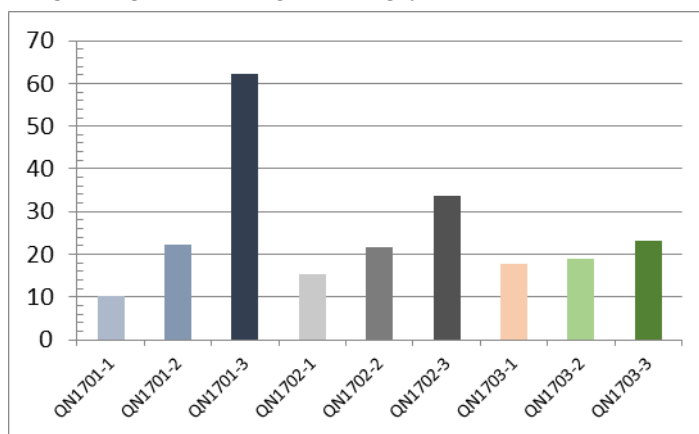


Hình 9. Sơ đồ kết quả tuổi tương ứng với cấp hạt của Mẫu QN1703

4.2. Kích thước mẫu phân tích và tuổi ESR với quá trình “zeroing”

Kết quả phân tích đã xác định được tuổi tương ứng của các cỡ hạt khác nhau: Ở các cỡ hạt lớn hơn cho tuổi cổ hơn và chúng gần như theo quy luật cỡ hạt càng lớn thì kết quả càng già, kết quả này được giải thích là do hiện tượng đưa tín hiệu ESR trong thạch anh về 0 khi đứt gãy hoạt động. Về nguyên tắc, tuổi ESR được xác định trên cơ sở đo tổng lượng tín hiệu ESR tự nhiên có trong mẫu thạch anh từ khi thạch anh bắt đầu hình thành hoặc đứt gãy tác động làm chúng mất hết lượng ESR tồn tại trước đó, quá trình này được gọi là quá trình đưa về 0 (zeroing). Tuy nhiên tín hiệu ESR trên các hạt thạch anh quay về 0 khi đứt gãy hoạt động lại phụ thuộc rất nhiều yếu tố, điển hình như biên độ dịch chuyển của đứt gãy để tạo nhiệt và áp suất đủ lớn và quá trình “zeroing” diễn ra, quá trình này cũng phụ thuộc vào cỡ hạt thạch anh trong mìn đứt gãy, thông thường cỡ hạt càng nhỏ thì quá trình “zeroing” diễn ra càng dễ kể cả khi đứt gãy hoạt động yếu... [1, 3,4,9]. Mỗi pha hoạt động của đứt gãy cũng chỉ tạo đối “zeroing” trên thạch anh ở mỗi bán kính nhất định phụ thuộc vào cường độ dịch trượt của đứt gãy. Ariyama (1985) [1] cho rằng nếu một đứt gãy hoạt động với áp lực khoảng 2Mpa dịch chuyển khoảng 50cm thì sẽ tạo nên đối “zeroing” cho thạch anh (<0,01mm) trong đới mìn đứt gãy dày khoảng 0,5mm. Như vậy các kết quả khác nhau trên cùng một mẫu sử dụng kích thước thạch anh khác nhau để định tuổi có thể được giải thích là do quá trình “zeroing” không hoàn toàn trên kích thước mẫu có độ hạt lớn hơn. Trong khi đó khoảng tuổi ghi nhận được trong các mẫu sử dụng hạt thạch anh kích thước nhỏ hơn có thể được coi là gần gũi với pha hoạt động gần đây nhất của đứt gãy. Tuy nhiên đối với tuổi ESR, như đã nói trên, hoạt động của đứt gãy cần phải đủ lớn mới có thể tạo quá trình “zeroing” trong thạch anh được hoàn toàn. Đối với những dịch chuyển nhỏ (có thể là dưới 50cm, Ariyama, 1985) thì rất khó ghi nhận được bằng mẫu phân tích ESR. Như vậy tuổi Pleitocen muộn – Hollocen sớm trong các mẫu nghiên cứu có thể tin tưởng là kết quả của các hoạt động dịch trượt lớn gần đây dọc theo các đứt gãy nghiên cứu. Các khoảng tuổi trẻ nhất ghi nhận được trên mỗi mẫu xác nhận có ít nhất có 02 lần trong Pleitocen muộn và lần cuối diễn ra vào khoảng Hollocen sớm.

4.3. Ứng dụng kết quả trong luận giải hoạt động của đứt gãy hiện đại



Hình 10. Sơ đồ thống kê mẫu và tuổi ghi nhận được (trục tung thể hiện giá trị tuổi theo ngàn năm)

Quá trình hoạt động đứt gãy và hiện tượng “zeroing” là điều kiện quan trọng để xác định tuổi của đứt gãy hoạt động trong các pha gần nhất, và để đảm bảo độ chính xác thì các công tác lấy mẫu và chọn kích thước độ hạt phân tích là rất quan trọng, kết quả gần gũi nhất với pha hoạt động mạnh gần đây nhất lấy ở các mẫu có độ hạt nhỏ nhất có thể. Tuy nhiên các mẫu có độ hạt lớn trong nghiên cứu này liệu có ý nghĩa trong luận giải địa chất không? Trong nghiên cứu này các mẫu nghiên cứu ở các cỡ hạt khác nhau ghi nhận được các giá trị tuổi khác nhau rõ ràng trong các mẫu và trên cùng 1 mẫu nghiên cứu. Mặc dù lý do này được giải thích là do quá trình “zeroing” không hoàn toàn trên các mẫu kích thước lớn. Tuy nhiên toàn bộ mẫu được lấy để nghiên cứu nằm trong các đới mùn kiến tạo hình thành do dịch trượt của đứt gãy, phản ánh chúng là sản phẩm của các pha hoạt động của đứt gãy. Như đã nói trên, giới hạn phương pháp ESR có thể xác định cho tuổi cổ nhất đến 5 hoặc 10 năm. Các mẫu nghiên cứu được lấy từ các đá có tuổi hình thành cổ (Triat muộn và Paleozoi muộn), nếu tuổi các cỡ hạt lớn là hoàn toàn không bị ảnh hưởng của hoạt động đứt gãy thì tuổi của chúng ít nhất phải khoảng 5 triệu năm. Tuy nhiên các kết quả này rất trẻ (Pleistocen muộn – Hollocene), chứng tỏ các thạch anh trong đới mùn kiến tạo đã bị tác động và quá trình “zeroing” đã xảy ra trong các pha kiến tạo đó. Do mẫu được lấy trong các đới mùn đứt gãy vì vậy quá trình “zeroing” xảy ra ở đây hoàn toàn do các pha hoạt động đứt gãy tác động vào. Trên cơ sở lý luận này nhóm tác giả cho rằng các tuổi khác nhau ghi nhận được trên cùng một mẫu ở các cỡ hạt khác nhau nếu có tuổi đủ trẻ thì chúng là các khoảng tuổi phản ánh các pha hoạt động khác nhau của một đứt gãy. Diễn hình như các mẫu nghiên cứu, tuổi Pleistocen – Hollocen ghi nhận được ở đây trẻ hơn rất nhiều so với tuổi giới hạn có thể định bằng phương pháp ESR trên đá gốc khu vực lấy mẫu, và các tuổi ghi nhận được này phản ánh các pha hoạt động kiến tạo của các đứt gãy nghiên cứu.

Kết luận

- Phương pháp định tuổi ESR cho mùn đứt gãy cho hiệu quả cao trong nghiên cứu hoạt động đứt gãy pha gần nhất cũng như luận giải các pha hoạt động sớm hơn của đứt gãy. Tuy nhiên việc ứng dụng phương pháp đòi hỏi quy trình nghiêm ngặt từ cách lấy mẫu, bảo quản mẫu cũng như quy trình phân tích, kích thước mẫu đưa vào phân tích.
- Tác động của quá trình hoạt động của đứt gãy và đưa tín hiệu ESR về 0 (zeroing) phụ thuộc vào kích thước hạt và cường độ của đứt gãy.
- Các kết quả phân tích trên các mẫu kích thước nhỏ nhất (dưới $75\mu\text{m}$) cho phép luận giải tương đồng với pha chuyển động lớn của đứt gãy, trong khi đó các kết quả thu được ở những cỡ hạt lớn hơn có thể luận giải cho các pha hoạt động khác nhau của đứt gãy nếu số liệu gần gũi với kết quả tuổi trẻ nhất xác định được và không quá cỡ so với khoảng thời gian tối đa của phương pháp.

Lời cảm ơn

Đề hoàn thành nghiên cứu này tập thể tác giả trân trọng cảm ơn sự hợp tác, giúp đỡ của Giáo sư Shin Toyoda và Ai Uchida thuộc Khoa Ứng dụng vật lý trường đại học Khoa học Okayama.

Tài liệu tham khảo

- Ariyama T., 1985. Conditions of resetting the ESR clock during faulting; In: ESR dating and dosimetry. *Ionics, Tokyo*, 249-256.
- Blackwell, B. A., 1995a. Electron spin resonance dating. In Rutter, N. W., N. R. Catto (eds.) *Dating Methods for Quaternary Deposits. Geological Association of Canada, St. John's, Geotext 2*: 209–251.

- Buhay W. M, Schwarcz H. P. and Grun R., 1988. ESR dating of fault gouge: the effect of grain size. *Quaternary Science Reviews* 7, 515-522.
- Bonnie A. B. Blackwell, 2006, Electron spin resonance (ESR) dating in karst environments, *Acta carsologica* 35/2, 123–153.
- Emilia B. Fantong. Assessment of the Relationship between ESR Signal Intensity and Grain Size Distribution in Shear Zones within the Atotsugawa Fault System, Central Japan. *International Journal of Geosciences*, Vol.05 No.11
- Fei Han, 2018. Coupled ESR and U-series dating of Middle Pleistocene hominin site Bailongdong cave, China. *Quaternary Geochronology*, In press, available online 19 February 2018.
- Gerhard Schellmann, Koen Beerten and Ulrich Radtke, 2008, Electron spin resonance (ESR) dating of Quaternary materials. *Eiszeitalter und Gegenwart Quaternary Science Journal*.
- Hancock, P. L. and Williams, G. D., 1986. "Neotectonics". *Journal of the Geological Society*; v. 143, p. 325-326; doi: 10.1144/gsjgs.143.2.0323.
- H.K.Lee, H.P.Schwarcz, 1994. Criteria for complete zeroing of ESR signals during faulting of the San Gabriel fault zone, southern California. *Tectonophysics*, Volume 235, Issue 4, 15 September 1994, Pages 317-337
- Hiroshi Matsumoto, Chihiro Yamanaka, Motoji Ikeya, 2014. ESR analysis of the Nojima fault gouge, Japan, from the DPRI 500 m borehole. *International Journal of Geosciences* Vol.05 No.11, Article ID:50735,17 pages, DOI: 10.4236/ijg.2014.511106
- Huang, P. H., Z. C. Peng, S. Z. Jin, R. Y. Liang & Z. R. Wang, 1985. An attempt to determine the archaeological doses of the travertine and the deer horn with ESR. In Ikeya, M. & T. Miki (eds.) ESR Dating and Dosimetry. *Ionics, Tokyo*: 321–324.
- Shenglian Ren, Chuanzhong Song, Jiahao Li, 2016. Application of electron spin resonance (ESR) dating to ductile shearing: Examples from the Qinling orogenic belt, China. *Journal of Structural Geology*, Volume 85, Pages 12-17.
- Sumiko Tsukamoto, Naomi Porat, Christina Ankjærgaard, 2017. Dose recovery and residual dose of quartz ESR signals using modern sediments: Implications for single aliquot ESR dating. *Radiation Measurements*, Volume 106, Pages 472-476
- Trần Thanh Hải (chủ nhiệm) 2015. *Nghiên cứu đánh giá kiến tạo hiện đại khu vực ven biển miền Trung Việt Nam và vai trò của nó đối với các tai biến thiên nhiên phục vụ dự báo và phòng tránh thiên tai trong điều kiện biến đổi khí hậu*. Đề tài thuộc chương trình Khoa học và Công nghệ phục vụ chương trình mục tiêu Quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu, mã số BDKH.42.
- Tatsuro Fukuchi, 1996. Direct ESR dating of fault gouge using clay minerals and the assessment of fault activity. *Engineering Geology*, Volume 43, Issues 2–3, Pages 201-211.
- T K Gundu Rao, C P Rajendran*, George Mathewy and Biju Johnz, Electron spin resonance dating of fault gouge from Desamangalam, Kerala: Evidence for Quaternary movement in Palghat gap shear zone. *Proc. Indian Acad. Sci. (Earth Planet. Sci.)*, 111, No. 2, June 2002, pp. 103-113
- Tatsuro Fukuchi, Chie Miyakawa, Ayako Hayakawa, Akito Tsutsumi, Ryuji Nakano, Yuka Namiki, Hiroataka Iida, 2017. ESR technique for the assessment of fault activity; an approach from frictional tests using the Asano fault gouge collected by a trenching survey. *JpGU-AGU Joint Meeting 2017*

ABSTRACT

The effect of mineral grain size in ESR dating on the faults gouge, application on samples in Quang Nam area.

Vu Anh Dao, Nguyen Quoc Hung, Tran Thanh Hai, Bui Thi Thu Hien, Ngo Xuan Thanh
Hanoi University of Mining and Geology

The results of the ESR analysis in this research show that the age range from large grain size to the smaller grain size decreases gradually from 33577 to 10282 (Late Pleistocene to Early Holocene). This result shows that the size of quartz particles using ESR analysis affects the results of determining the real age of the fault activity in the last phase. The age results recorded in the larger grain size samples were higher than the small one. This is explained by the fact that larger grain size particles are not "completely zero". Therefore, to determine the active age of the most recent slurry of the fault zone, the size of the quartz particles used for the analysis should be less than 75 μm .

Keywords: ESR, fault gouge, Quang Nam

Các yếu tố địa chất không chế quặng vàng gốc Vùng tây nam cấu trúc Bù Khạng

Đông Văn Giáp^{1,1}

¹ Liên đoàn INTERGEO, 442 Phạm Văn Đồng, Bắc Từ Liêm Hà Nội)

TÓM TẮT

Vùng nghiên cứu nằm ở rìa tây nam cấu trúc Bù Khạng, là một phần nhỏ thuộc đới cấu trúc Sông Cả, hệ uốn nếp tây Việt Nam. Đây là vùng có cấu trúc địa chất phức tạp và biểu hiện khoáng sản vàng phong phú. Các kết quả nghiên cứu trước đây đã phát hiện được 8 đới khoáng hoá sulfur chứa vàng và đã khoan nổi được 10 thân quặng. Tuy nhiên, mức độ nghiên cứu chuyên sâu về đặc điểm quặng hóa vàng; đặc biệt là các yếu tố địa chất không chế quặng còn hạn chế. Để làm sáng tỏ các yếu tố địa chất không chế quặng hóa vàng trong vùng, tác giả sử dụng các phương pháp là khảo sát thực địa, phân tích mẫu, xử lý và tổng hợp số liệu. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng quặng vàng gốc trong vùng nghiên cứu được không chế bởi các yếu tố magma, yếu tố cấu trúc kiến tạo, yếu tố thạch học địa tầng và yếu tố biến chất trao đổi.

Từ khóa: Cấu trúc địa chất; quặng vàng; yếu tố không chế quặng vàng gốc Bù Khạng

1. Đặt vấn đề

Vùng nghiên cứu nằm ở rìa tây nam cấu trúc Bù Khạng, là một phần nhỏ thuộc Đai tạo núi Paleozoi muộn - Mesozoi sớm Trường sơn (theo Trần Văn Trị và nnk, 2008), được không chế bởi các đứt gãy lớn Mường Lâm - Quý Hợp ở phía đông bắc, Sông Cả ở phía tây nam. Bình đồ kiến trúc hiện tại của vùng là một phức nếp lồi có trục kéo dài theo phương tây bắc - đông nam. Hệ thống đứt gãy chủ đạo chi phối bình đồ kiến trúc chung của vùng là hệ thống phương tây bắc - đông nam, trùng với phương cấu trúc chung. Theo các kết quả nghiên cứu trước đây (Trần Quang Hoà và nnk, 1992; Nguyễn Văn Hoàn, 1978; Trịnh Đình Huân, 2017; Nguyễn Bá Minh, 2004; Bùi Việt Sáng, 2014, 2015, Vương Mạnh Sơn, 2008 - 2015), ở vùng nghiên cứu có mặt các lớp trầm tích tuổi Ordovic muộn - Silur hệ tầng Sông Cả, tuổi Silur muộn - Devon sớm hệ tầng Huồi Nhi, tuổi Devon sớm - giữa hệ tầng Huồi Lô, tuổi Devon giữa hệ tầng Nậm Cắn, trầm tích - phun trào tuổi Trias trung thuộc hệ tầng Đồng Trâu, trầm tích Đệ tứ và các thành tạo xâm nhập granitoid có tuổi Trias giữa thuộc phức hệ Sông Mã, các đá mạch chưa rõ tuổi (Gb, Db/?). Các đá phun trào axít đến trung tính như ryolit, ryodacit, dacit, andesit và tuf của chúng của hệ tầng Đồng Trâu thường bị ép và biến đổi prophyllit hoá, berezit hóa, thạch anh hoá, sericit hoá, chlorit hoá, calcit hoá, actinolit hoá, epidot hoá, trong các đá bị biến đổi mạnh thường chứa khoáng hóa sulfur - vàng.

Trong vùng nghiên cứu đã phát hiện được 8 đới khoáng hoá sulfur chứa vàng, trong đó đã khoan nổi được 10 thân quặng. Các đới khoáng hoá và thân quặng phân bố trong các đá phun trào axít đến trung tính kéo dài không liên tục khoảng 20 km, theo phương á vĩ tuyến từ bản Huồi Cọ thuộc xã Hữu Khuông, huyện Tương Dương qua bản Huồi Mây đến bản Tang (thuộc xã Cẩm Muộn, huyện Quế Phong, tỉnh Nghệ An), các đá bị dập vỡ, cà nát và biến đổi. Tuy nhiên mức độ nghiên cứu về đặc điểm quặng hóa vàng gốc trong vùng còn hạn chế, đặc biệt chưa làm sáng tỏ các yếu tố địa chất liên quan và không chế quặng, để xác định quy luật phân bố và đánh giá triển vọng làm cơ sở khoa học phục vụ công tác điều tra, đánh giá, thăm dò và khai thác quặng vàng gốc trong vùng nghiên cứu.

Trong bài báo này, tác giả trình bày kết quả nghiên cứu bước đầu về đặc điểm các yếu tố địa chất không chế quặng vàng gốc dựa trên cơ sở nghiên cứu đặc điểm địa tầng, magma, biến chất, khoáng sản và mối quan hệ giữa các yếu tố địa chất với quặng hóa vàng gốc trong vùng nghiên cứu.

2. Tổng quan về đặc điểm cấu trúc địa chất vùng nghiên cứu

2.1. Vị trí vùng nghiên cứu trong bình đồ cấu trúc - kiến tạo khu vực

Vùng nghiên cứu nằm ở rìa tây nam khối nâng Bù Khạng, là một phần nhỏ thuộc Đai tạo núi Paleozoi muộn - Mesozoi sớm Trường sơn (theo Trần Văn Trị và nnk, 2008) và được không chế bởi các đứt gãy lớn Mường Lâm - Quý Hợp ở phía đông bắc, Sông Cả ở phía tây nam. Bình đồ kiến trúc hiện tại của vùng là một phức nếp lồi có phương trục uốn nếp tây bắc - đông nam. Hệ thống đứt gãy chủ đạo chi phối bình đồ kiến trúc chung của đới là hệ thống phương tây bắc - đông nam trùng với phương cấu trúc chung (Hình 1).

* Tác giả liên hệ

Email: dongvangiap@gmail.com

- Phương pháp toán thống kê, kết hợp tin học: Xử lý các tài liệu thạch - địa hoá và tính sinh khoáng của các đá magma trên các biểu đồ.

- Phương pháp xử lý và tổng hợp số liệu: Trên cơ sở các tài liệu thu thập được và các kết quả phân tích mẫu cũng như các nguồn tài liệu có trước, tiến hành tổng hợp và xử lý các nguồn tài liệu thu thập được; xác lập mối quan hệ giữa các yếu tố địa chất với quặng hóa vàng gốc trong vùng nghiên cứu.

4. Kết quả và thảo luận

Kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy quặng hóa vàng trong thành tạo phun trào rìa tây nam cấu trúc Bù Khạng được khống chế bởi các yếu tố địa chất sau:

4.1. Yếu tố magma khống chế quặng hóa

- Các thành tạo magma rìa tây nam cấu trúc Bù Khạng:

+ *Phun trào axit - trung tính trong hệ tầng Đồng Trầu (T_{2a} dt)*: Lộ thành hai dải lớn với chiều rộng khoảng 4,5-9km, dài khoảng 21-35km theo phương á vĩ tuyến, với tổng diện tích khoảng 331km². Phần dưới gồm ít thấu kính phun trào axit và tuf của chúng, nằm xen kẹp trong các trầm tích lục nguyên chiếm ưu thế với thành phần gồm cuội kết, cuội - sạn kết, cát kết, bột kết màu tím gụ đặc trưng xen ít lớp đá vôi sét, đá phiến sét vôi mỏng, các lớp đá phiến sét màu lục; Phần trên gồm các đá phun trào có thành phần từ axit đến trung tính như ryolit, ryodacit, dacit, andesit và tuf của chúng xen ít các lớp trầm tích lục nguyên với thành phần là cát kết, bột kết, sét kết, đá phiến sét, đá phiến sét vôi. Các đá xen phun trào trên thường bị ép và biến đổi propylit hoá, berezit hóa, thạch anh hoá, sericit hoá, chlorit hoá, calcit hoá, actinolit hoá, epidot hoá. Trong các đá phun trào bị ép và biến đổi mạnh thường chứa khoáng hoá sulfur - vàng. Thành phần hóa học nhóm nguyên tố chính và nguyên tố vết của các đá phun trào hệ tầng Đồng Trầu được thể hiện trong bảng 1, 2, 3.

+ *Xâm nhập phức hệ Sông Mã (G^p/T_{2sm})*: Phân bố thành các khối nhỏ xuyên cắt các đá của hệ tầng Đồng Trầu ở phía Tây Nam bản Tang và dọc theo ranh giới kiến tạo giữa các đá của hệ tầng Đồng Trầu và hệ tầng Nậm Cắn, hệ tầng Huồi Lôi. Khối lớn nhất có diện tích khoảng 25km² nằm ở phía tây nam bản Tang khoảng 3,5km, còn lại là các khối khác có diện tích nhỏ hơn. Thành phần thạch học của khối chủ yếu là granodiorit và granit. Thành phần hóa học nhóm nguyên tố chính và nguyên tố vết của các thành tạo granitoid phức hệ Sông Mã được thể hiện trong bảng 4, 5, 6.

+ *Các đá mạch chưa rõ tuổi (Gb, Db/?)*: Gồm các đai mạch diabas, gabrodiabas phân bố rải rác trong vùng, các đai mạch này dày từ một vài mét đến hàng chục mét. Đá thường có cấu tạo khối hoặc bị ép và biến đổi.

- *Mối liên quan giữa magma với quặng hóa vàng gốc*:

+ *Mối liên quan về không gian và đặc điểm phân bố*: Các thân quặng vàng gốc, phức hệ granitoid á núi lửa Sông Mã và thành tạo núi lửa của hệ tầng Đồng Trầu đều phân bố trong cùng một cấu trúc và được khống chế bởi đứt gãy sâu Bản Chiềng - Bản Cuôn.

+ *Đặc tính chuyên hoá địa hoá của magma*: Trên biểu đồ A-F-M thể hiện các thành tạo granitoid phức hệ Sông Mã thuộc loạt kiềm - vôi (hình 2a). Kết quả phân tích các nguyên tố đất hiếm, vết (bảng 5, 6) cho thấy granitoid phức hệ Sông Mã khá giàu nguyên tố đất hiếm nhóm nhẹ (LREE), có biểu hiện dị thường âm Eu (hình 3a). Trên biểu đồ chuẩn hóa với basalt sống núi giữa đại dương kiểu bình thường (N-MORB) (hình 4a), granitoid phức hệ Sông Mã tương đối giàu Ba đồng thời nghèo Sr, Ti đã thể hiện một phần đặc tính kiềm vôi của thành tạo này. Những đặc điểm này chứng minh thêm cho đá granit porphyr phức hệ Sông Mã trong vùng nghiên cứu thuộc loạt kiềm vôi (kiểu I-granit) có hàm lượng Cu, Pb, Sn, Zn trội cao, có tính chuyên hoá, địa hoá của Au, Ag.

+ *Đánh giá khả năng sinh vàng của các thành tạo magma*:

Theo phương pháp tương quan số lượng nguyên tử Mg - Na, Mg - K và K - Na, phức hệ Sông Mã có xu thế tập trung cao trong trường sinh vàng (Au) (hình 5 a, b, c).

Theo phương pháp của M.M.Konstantinov (1984), trên biểu đồ tương quan hàm lượng Na₂O - K₂O - CaO, các đá phun trào phân bố trong trường thạch địa hoá chứa quặng vàng (hình 5 d).

Biến thiên hàm lượng các nguyên tố vết giữa đá magma và quặng vàng trong vùng nghiên cứu khá tương đồng, phản ánh mối liên quan nguồn gốc mật thiết giữa đá và quặng (hình 6).

Bảng 3. Hàm lượng (ppm) các nguyên tố vết trong các đá phun trào của hệ tầng Đồng Trầu

STT	Số hiệu mẫu	Tên đá	Nguyên tố vết													
			Ba	Sr	Zr	Cr	Ni	Nb	Co	Sc	Ta	V	Hf	Rb	U	Th
1	KS. ĐBT.246	Bazan andesit	503.00	157.03	12.92	391.00	120.00	7.93	<10	34.30	0.96	297.00	0.47	58.31	0.95	4.44
2	KS. ĐBT.335	Bazan andesit	242.00	235.22	14.96	961.00	119.00	5.38	<10	26.12	0.48	250.00	0.42	34.58	1.13	2.94
3	KS. ĐBT.336	Bazan andesit	267.00	232.81	11.93	718.00	126.00	7.03	10.00	29.57	0.78	317.00	0.42	36.79	0.86	3.00
4	KS. ĐBT.340	Bazan andesit	261.00	90.50	11.49	656.00	100.00	6.26	10.00	27.31	0.45	307.00	0.27	32.99	0.98	3.17
5	KS.ĐBT.342	Bazan andesit	159.00	255.48	15.47	570.00	81.00	5.28	<10	28.53	0.43	230.00	0.42	21.25	1.13	3.64
6	KS 2576	Porphyrit thạch anh	878	46	74.97	58	41	20.47	417	14.31	2.22	27	1.92	332	10.94	23.37
7	KS 2578	Ryolit porphyrit	866	40	80.23	50	31	17.9	36	15.56	2.01	30	2.27	273	7.1	24.04
8	KS 5071	Ryolit	990	117	89.31	52	30	20.67	28	13.92	1.85	48	3.25	287	6.53	22.37
9	KS 5072	Ryolit porphyrit	838	92	115.39	59	30	19.89	43	13.22	1.69	29	2.98	257	10.47	24.21
10	KS 5073	Ryolit porphyrit	985	71	87.36	64	32	20.29	31	12.46	1.94	<10	3.14	338	6.6	21.57

Bảng 4. Hàm lượng (%) các oxit chính trong các đá xâm nhập phức hệ Sông Mã

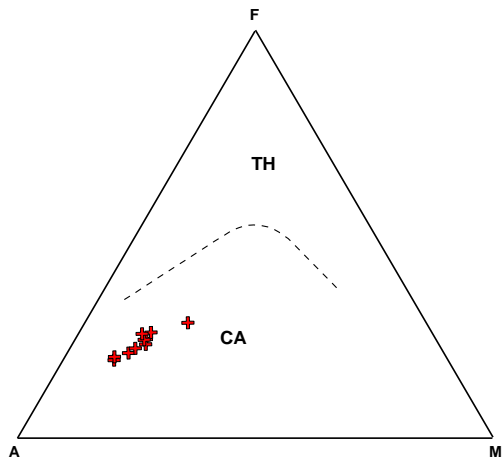
S TT	Số hiệu mẫu	Tên đá	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O-	MKN
1	KS 2322	Granit hạt lớn - vừa	66.63	0.4	16.57	1.42	1.42	0.05	1.61	3.17	4.54	2.21	0.12	0.12	1.29
2	KS 2323	Granit hạt lớn - vừa	69.96	0.31	15.02	1.21	1.07	0.05	1.29	2.47	4.61	2.28	0.1	0.08	1.12
3	KS 2325	Granit hạt lớn - vừa	66.80	0.38	15.35	1.31	1.52	0.05	1.51	3.13	4.16	1.93	0.14	0.11	3.2
4	KS 2330	Granit hạt lớn - vừa	68.31	0.35	15.9	1.45	1.14	0.05	1.61	2.55	4.36	2.26	0.11	0.19	1.28
5	KS 2333	Granit hạt lớn - vừa	68.46	0.38	15.72	1.63	1.1	0.05	1.53	2.73	4.48	2.17	0.12	0.11	1.18
6	KS 2334	Granit hạt lớn - vừa	69.26	0.34	15.44	1.34	1.04	0.05	1.37	2.78	4.65	1.98	0.11	0.07	1.06
7	KS 2335	Granit hạt vừa	66.79	0.46	15.53	2.09	1.45	0.06	2.54	2.87	4.17	1.83	0.22	0.07	1.45
8	KS 2337	Granit hạt vừa	69.83	0.34	15.33	1.19	0.92	0.06	1.07	2.31	4.52	2.87	0.09	0.12	0.99
9	KS 2338	Granit hạt lớn - vừa	67.5	0.36	16.98	1.44	1.27	0.04	1.31	2.72	4.66	1.49	0.11	0.21	1.48
10	KS 2339	Granit hạt vừa	70.13	0.3	16.71	1.21	0.79	0.05	0.95	1.09	5.02	1.68	0.06	0.26	1.46

Bảng 5. Hàm lượng (ppm) các nguyên tố đất hiếm trong các đá xâm nhập phức hệ Sông Mã

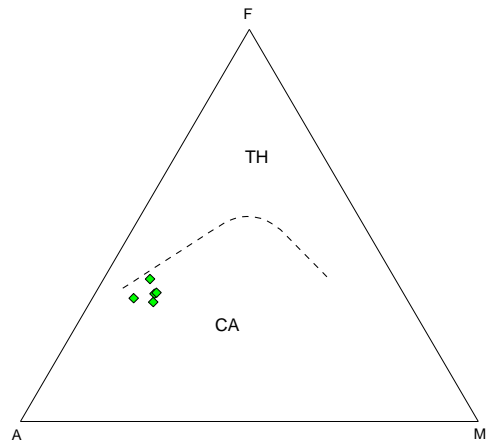
STT	Số hiệu mẫu	Tên đá	Nguyên tố đất hiếm														
			Ce	Dy	Er	Eu	Gd	Ho	La	Lu	Nd	Pr	Sm	Tb	Tm	Y	Yb
1	KS 2322	Granit hạt lớn - vừa	52.51	1.88	0.97	0.9	2.43	0.33	32.52	0.13	17.02	5.6	3.08	0.34	0.13	10.58	0.96
2	KS 2323	Granit hạt lớn - vừa	52.81	1.83	1.04	0.9	2.71	0.38	33.13	0.17	18.62	5.65	2.87	0.37	0.17	11.93	1.0
3	KS 2325	Granit hạt lớn - vừa	35.13	1.55	0.86	0.7	1.93	0.3	21.47	0.15	12.65	3.66	2.41	0.32	0.16	9.25	0.9
4	KS 2330	Granit hạt lớn - vừa	32.34	1.8	0.99	0.9	2.18	0.4	19.62	0.15	11.94	3.6	2.54	0.33	0.13	11.68	0.83
5	KS 2333	Granit hạt lớn - vừa	33.76	2.08	1.25	0.95	2.27	0.34	20.78	0.19	12.75	3.74	2.68	0.4	0.17	13.14	1.25
6	KS 2334	Granit hạt lớn - vừa	38.42	1.82	1.26	0.79	2.38	0.34	23.35	0.22	14.94	4.27	2.89	0.33	0.19	13.32	1.19
7	KS 2335	Granit hạt vừa	114.17	3.22	1.76	1.18	5.72	0.55	69.68	0.24	41.12	12.44	6.74	0.71	0.2	18.52	1.36
8	KS 2337	Granit hạt vừa	43.02	1.73	0.94	0.88	2.22	0.29	26.6	0.15	14.37	4.55	2.53	0.28	0.13	10.57	0.87
9	KS 2338	Granit hạt lớn - vừa	26.08	2.65	1.67	0.73	6.29	0.53	17.95	0.37	11.92	3.45	3.54	0.48	0.37	13.97	1.77
10	KS 2339	Granit hạt vừa	28.44	1.87	1.26	0.86	2.14	0.39	16.71	0.2	10.66	3.16	2.17	0.32	0.16	13.12	1.4

Bảng 6. Hàm lượng (ppm) các nguyên tố vết trong các đá xâm nhập phức hệ Sông Mã

STT	Số hiệu mẫu	Tên đá	Nguyên tố vết														
			Ba	Sr	Zr	Cr	Ni	Nb	Co	Sc	Ta	V	Hf	Rb	U	Th	Ba
1	KS 2322	Granit hạt lớn - vừa	697	339	23.07	20	19	8.75	86	9.48	1.32	63	0.96	85	5.35	8.69	697
2	KS 2323	Granit hạt lớn - vừa	673	349	21.65	32	18	5.11	70	8.06	0.88	73	0.56	92	3.72	8.74	673
3	KS 2325	Granit hạt lớn - vừa	632	350	20.71	52	19	6.04	70	8.39	0.85	60	0.9	91	4.44	6.68	632
4	KS 2330	Granit hạt lớn - vừa	665	320	19.61	25	20	11.23	126	11.15	1.96	72	0.81	94	6.15	5.99	665
5	KS 2333	Granit hạt lớn - vừa	624	332	13.49	33	18	10.37	71	13.01	1.98	64	0.6	97	2.47	6.33	624
6	KS 2334	Granit hạt lớn - vừa	646	352	19.81	16	16	12.57	71	12.55	2.5	71	0.76	68	3.06	6.53	646
7	KS 2335	Granit hạt vừa	450	234	31.51	32	23	11.4	56	10.7	1.43	51	0.91	114	3.19	19.77	450
8	KS 2337	Granit hạt vừa	760	272	12.28	22	20	10.57	250	9.33	1.85	66	0.42	103	2.19	7.61	760
9	KS 2338	Granit hạt lớn - vừa	508	416	21.84	18	19	10.66	83	19.79	1.94	58	0.87	70	2.74	5.38	508
10	KS 2339	Granit hạt vừa	583	306	15.33	10	13	7.82	69	6.21	1.39	66	0.54	75	4.56	6.62	583

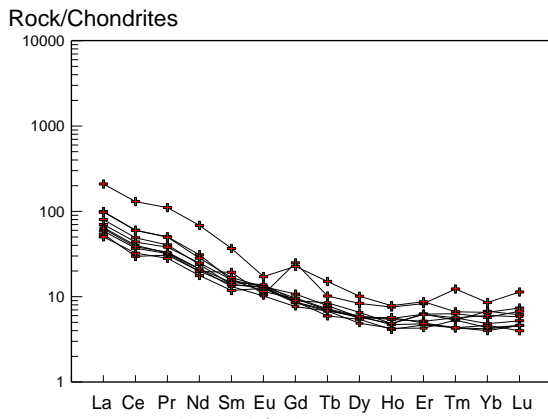


Hình 2a. Phức hệ Sông Mã

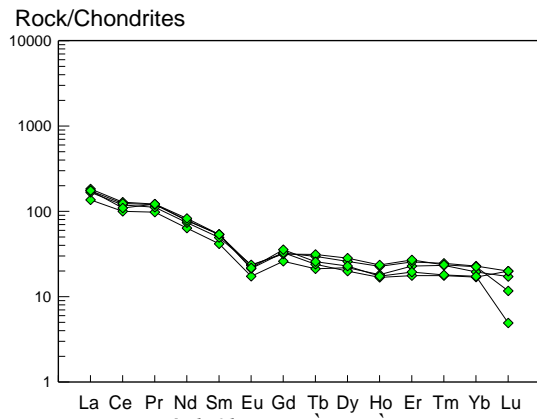


Hình 2b. HT Đồng Trâu

Hình 2. Biểu đồ phân chia các loại magma (theo Irvine - Baragar, 1971) (TH: loại tholeit; CA: loại kiềm vôi)

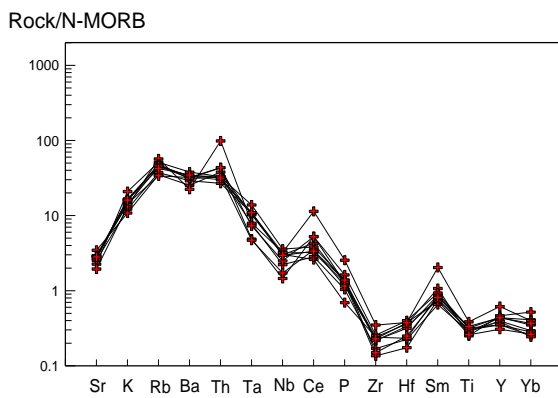


Hình 3a. Phức hệ Sông Mã

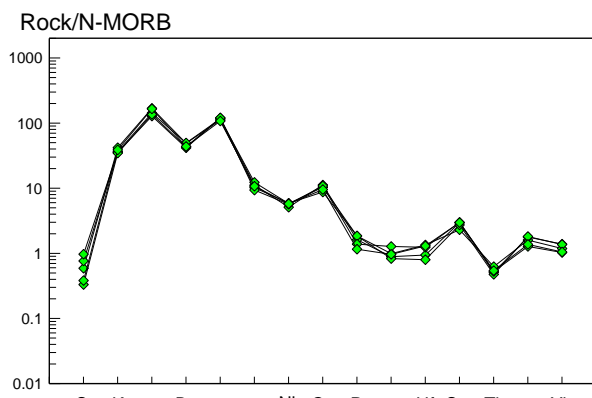


Hình 3b. HT Đồng Trâu

Hình 3. Biểu đồ phân bố địa hóa các nguyên tố đất hiếm chuẩn với Chondrit (theo Haskin., 1968)

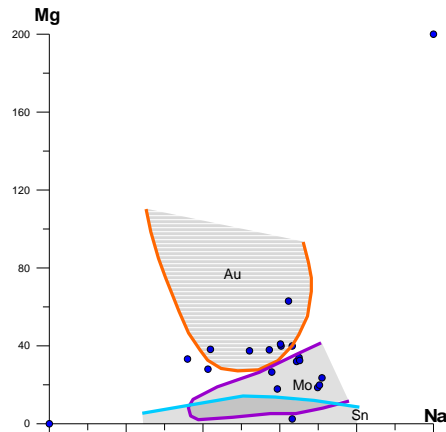


Hình 4a. Phức hệ Sông Mã

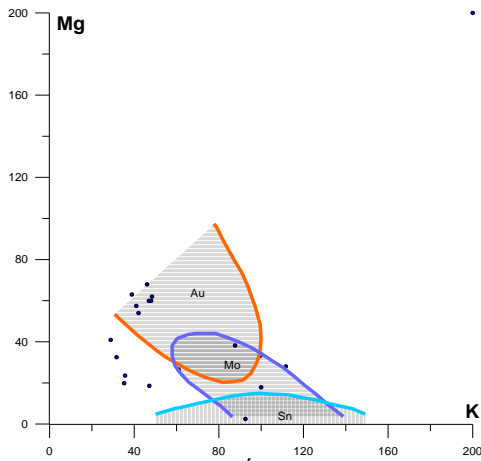


Hình 4b. HT Đồng Trâu

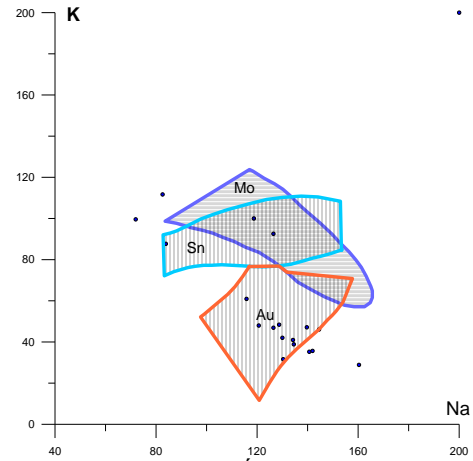
Hình 4. Biểu đồ phân bố địa hóa các nguyên tố không tương hợp chuẩn với N-MORB (theo Pearce J.A., 1983)



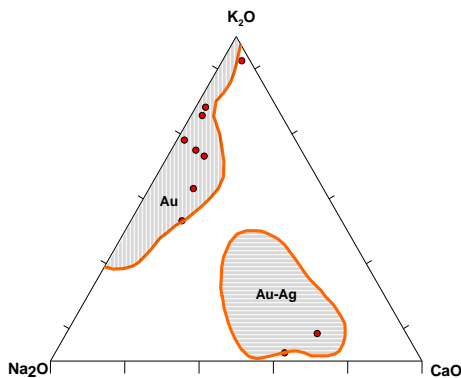
Hình 5a. Tương quan số lượng nguyên tử Mg-Na



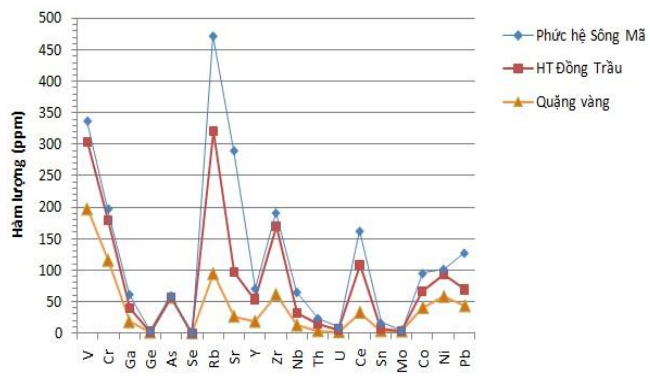
Hình 5b. Tương quan số lượng nguyên tử Mg-K



Hình 5c. Tương quan số lượng nguyên tử K-Na



Hình 5d. Tương quan số lượng Na₂O - K₂O - CaO, các đá phun trào HT. Đồng Trầu



Hình 6. Biến thiên hàm lượng nguyên tố vết giữa đá magma và quặng vàng

Theo phương pháp của B.N. Permiacov (1983), kết quả tính toán các modul thạch hoá độ silic (q), độ calci (c), độ kiềm (α), độ sắt (f) và kiểu kiềm (n) đối sánh với các đại lượng modul thạch hoá của các đá granitoid thuộc tổ hợp magma sinh quặng tiềm năng vùng Zabaican (Liên bang Nga) cho thấy các thành tạo xâm nhập phức hệ Sông Mã có 46% nằm trong tổ hợp đá liên quan đến khoáng hoá vàng và vàng đá kim (bảng 7).

Bảng 7. Giá trị các modul thạch hoá của đá magma vùng Tây Nam cấu trúc Bù Khạng đối sánh với tổ hợp đá magma sinh quặng vùng Zabaican

Tổ hợp đá magma	q	c	α	f	n
Liên quan khoáng hoá Au, Au - đá kim*	0,49-0,56	0,235-0,31	0,65-0,72	0,32-0,53	0,59-0,76
	0,55-0,60	0,12-0,26	0,69-0,80	0,32-0,40	0,59-0,64
Liên quan khoáng hoá Au-Mo*	0,62-0,68	0,15-0,24	0,72-0,80	0,32-0,44	0,49-0,56
Xâm nhập phức hệ Sông Mã (30 mẫu)	0,49-0,6 = 56%	0,12-0,31 = 42%	0,65-0,80 = 51%	0,31-0,53 = 44%	0,59-0,76 = 40%

* Các đại lượng Modul thạch hoá của các đá granitoid thuộc các tổ hợp magma sinh quặng tiềm năng vùng Zabaican.

Tỷ lệ giữa các nguyên tố vết bền vững trong các quá trình địa chất như Ti, Zr, Y, Nb trong quặng vàng và đá magma phức hệ Sông Mã, hệ tầng Đồng Trầu (bảng 8), thể hiện giữa chúng có thể có mối liên quan nguồn gốc với nhau ?.

Bảng 8. Tỷ lệ nguyên tố vết bền vững trong đá magma và quặng

Loại đá	Tỷ lệ giữa các nguyên tố			
	Ti/Zr	Zr/Y	Nb/Pb	Nb/Y
Xâm nhập phức hệ Sông Mã	119.8	1.3	0.6	2.0
Phun trào hệ tầng Đồng Trầu	45.7	3.1	0.7	0.5
Quặng vàng	84.6	3.3	0.3	0.7

Từ những dẫn liệu nêu trên cho thấy các thành tạo magma (phức hệ Sông Mã và phun trào hệ tầng Đồng Trầu) trong vùng Tây Nam cấu trúc Bù Khạng có vai trò khống chế quặng vàng trong khu vực nghiên cứu.

4.2. Yếu tố thạch học - địa tầng

Thành phần thạch học của tập 2, hệ tầng Đồng Trầu (T_2a đ t_2) gồm các đá phun trào có thành phần từ axit đến trung tính như ryolit, ryodacit, dacit, andesit và tuf của chúng. Ít hơn là trầm tích lục nguyên với thành phần cát kết, bột kết, sét kết, đá phiến sét, đá phiến sét vôi. Các đá xen phun trào trên thường bị ép và biến đổi propylit hoá, thạch anh hoá, sericit hoá, chlorit hoá, calcit hoá, actinolit hoá, epidot hoá tạo thành đá phiến thạch anh - sericit - chlorit - calcit, đá phiến chlorit, đá phiến sericit - chlorit, đá phiến chlorit - calcit, đá phiến thạch anh - sericit, đá phiến actinolit - epidot - chlorit. Các biểu hiện quặng vàng phân bố trong các đới đá phun trào axit đến trung tính bị nén ép và biến đổi.

Trên biểu đồ Na_2O-K_2O-CaO cho thấy các đá phun trào của hệ tầng Đồng Trầu thuộc các loạt potasic (Hình 7). Trên biểu đồ A-F-M thể hiện các đá núi lửa hệ tầng Đồng Trầu thuộc loạt magma kiềm vôi có các khoáng hoá sulfur đa kim và vàng liên quan (hình 2b). Theo đường phân bố hàm lượng các nguyên tố đất hiếm chuẩn hóa với chondrit các đá núi lửa hệ tầng Đồng Trầu nhìn chung có đất hiếm nhóm nhẹ (LREE) cao hơn so với đất hiếm nhóm nặng (HREE), đường biểu diễn dốc từ trái qua phải và có dị thường âm Eu (hình 3b). Đối sánh với basalt sống núi giữa đại dương kiểu bình thường (N-MORB) chúng có hàm lượng cao của các nguyên tố ưa đá ion lớn (K, Ba) so với các nguyên tố bền vững cao (P, Zr, Ti) (hình 4b). Về bối cảnh kiến tạo trên biểu đồ tương quan Zr/Y - Ti/Y phân chia các kiểu magma (Pearce et al., 1977) thì các đá phun trào hệ tầng Đồng Trầu rơi vào trường bazan rìa mảng (hình 8).

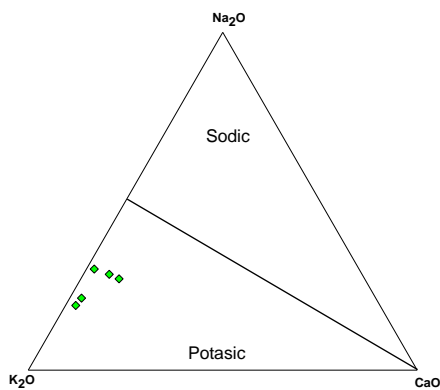
Với đặc điểm thành phần khoáng vật, thành phần hoá học như trên, các đá phun trào felsic đến trung tính (ryolit, andesit) và tuf của chúng khi bị chèn ép, dập vỡ, biến đổi propylit hoá, thạch anh hoá, sericit hoá... là môi trường thuận lợi cho quá trình tích tụ, tạo khoáng hoá vàng.

- Các lớp đá phiến lục, đá phiến sét, sét bột kết nằm xen kẹp trong hệ tầng Đồng Trầu đóng vai trò là các màn chắn, thuận lợi hơn cho sự tập trung khoáng hoá vàng.

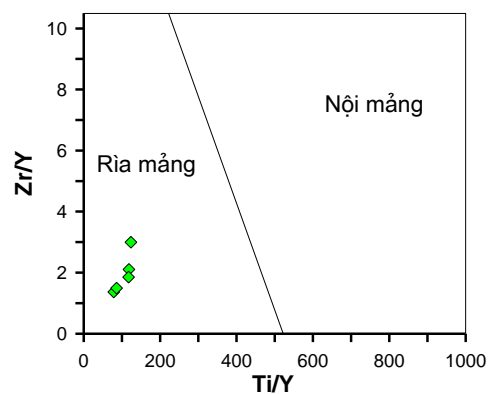
Ngoài ra, sự phân bố xen kẹp giữa các đá trầm tích lục nguyên và các đá phun trào cũng có thể xem là những bẫy tập trung quặng hoá vàng với các lý do sau:

- Do tính cơ lí khác nhau giữa các lớp đá nên trong quá trình hoạt động kiến tạo phát triển nhiều hệ thống khe nứt, đới cà nát, dập vỡ là những khoảng trống thuận lợi cho tập trung quặng.

- Do tính phân bố xen nhau giữa các lớp đá nên trong quá trình biến chất, sự co rút của các đá khác nhau cũng là nguyên nhân tạo ra các khoảng trống thuận lợi cho tập trung quặng.



Hình 7. Biểu đồ $Na_2O - K_2O - CaO$ phân chia các loạt magma (theo Green J & Poldvalrt A., 1958) cho các đá phun trào hệ tầng Đồng Trâu. (Sodic: loạt Natri; Potasic: loạt kali).



Hình 8. Biểu đồ tương quan $Zr/Y - Ti/Y$ (theo Pearce & Gale, 1977) phân basalt nội mảng và rìa mảng.

Yếu tố thạch học địa tầng đóng vai trò rất quan trọng trong việc thành tạo các đới khoáng hoá sulfur chứa vàng trong vùng nghiên cứu. Các đới khoáng hoá thể hiện tính chất chọn lựa khá rõ ràng, chúng chỉ phát triển trong các đá phun trào ryolit, andesit và tuf của chúng bị nén ép, cà nát, đập vỡ, biến đổi mạnh.

4.3. Yếu tố cấu trúc - kiến tạo

- **Đứt gãy:** Trong vùng nghiên cứu có đứt gãy phân chia các đới tương cấu trúc và các đứt gãy nhỏ chỉ giới hạn trong nội bộ của các đới, chúng đóng vai trò làm kênh dẫn, tích tụ, khống chế và phá huỷ quặng hoá trong vùng:

+ **Đứt gãy rìa đới:** Đứt gãy Bản Chiềng - Bản Cuôn (theo Dovijicov, 1965) [12] là ranh giới giữa đới cấu trúc Sông Cả và đới cấu trúc Phú Hoạt. Đây là đứt gãy đóng vai trò dẫn quặng. Đi kèm với đứt gãy chính này là các đứt gãy tỏa tia, lông chim, các khe nứt nhỏ, chúng đóng vai trò chứa và khống chế quặng hóa trong vùng. Trên diện tích vùng nghiên cứu liên quan với hệ thống đứt gãy này còn có các điểm khoáng hoá như: sắt, thiếc, đạ kim, molipden, vàng... phân bố dọc theo hệ đứt gãy Đứt gãy Bản Chiềng - Bản Cuôn.

+ **Đứt gãy nội đới:** Gồm hai hệ thống đứt gãy chính khống chế cấu trúc toàn vùng nghiên cứu:

Hệ thống đứt gãy phương tây bắc - đông nam là các đứt gãy lớn, đóng vai trò chính trong việc hình thành các đới cà nát, đập vỡ, biến đổi có khoáng hoá sulfur chứa vàng.

Hệ thống đứt gãy phương đông bắc - tây nam hình thành muộn hơn, có quy mô nhỏ hơn, chúng gần như không có ý nghĩa tạo quặng mà chỉ làm phức tạp hoá các thành tạo có trước, làm dịch chuyển và phần nào phá vỡ bình đồ cấu trúc vốn được tạo nên bởi các giai đoạn trước đó.

- **Khe nứt:** Diện tích có mật độ khe nứt cao tập trung chủ yếu theo đứt gãy rìa đới và hệ thống đứt gãy nội đới có phương tây bắc - đông nam thuận lợi cho tập trung quặng hoá nhiệt dịch vàng trong vùng nghiên cứu.

- **Uốn nếp:** Theo phân tích cấu trúc của các nhà địa chất cho thấy vùng nghiên cứu là cánh phía nam của nếp lồi lớn Bản Chiềng - Kim Sơn. Nếp lồi có dạng hình elip lớn với phương trục chính tây bắc-đông nam. Các cánh được cấu thành bởi các thành tạo biến chất của hệ tầng Bù Khạng với phần nhân bị các khối granitoid xuyên cắt. Ở phần phía nam, hoạt động uốn nếp thường chỉ xảy ra mạnh trong một địa tầng nhất định, thường tạo nên các nếp uốn trong tầng có đường trục uốn lượn theo phương chủ đạo là tây bắc - đông nam với hai cánh không cân xứng.

4.5. Yếu tố biến chất trao đổi

Kết quả nghiên cứu cho thấy các yếu tố biến chất trao đổi nhiệt dịch liên quan với quá trình tạo quặng vàng gồm có:

- **Prophyilit hoá:** Phát triển trong đá phun trào trung tính andesit và tuf andesit, đặc biệt là ở những nơi đá bị nén ép, đập vỡ, nứt nẻ có các mạch thạch anh nhiệt dịch xuyên cắt, đá bị biến đổi gần như hoàn toàn bởi tổ hợp cộng sinh khoáng vật: calcit + albit + chlorit + sericit + thạch anh + pyrit đặc trưng cho kiểu prophyilit calcit - albit - chlorit ở nhiệt độ trung bình và thấp. Quá trình prophyilit hoá đã tạo ra hai đới đá phun trào andesit và tuf andesit biến đổi chứa khoáng hoá sulfur - vàng rộng 30 - 150m, dài 1000 - 1150m ở khu vực bản Tang - xã Cẩm Muộn.

- **Beresit hóa:** Phát triển trong các đá phun trào axít ryolit, dazit và tuf của chúng, đặc biệt là ở những

nơi đá bị nén ép, dập vỡ, nứt nẻ có các mạch thạch anh nhiệt dịch xuyên cắt, tạo thành các đới bersit hoá gắn bó chặt chẽ với các đới khoáng hoá sulfur chứa vàng, các thân quặng vàng ở khu vực Huổi Mây, Bản Tang. Tổ hợp khoáng vật đặc trưng: thạch anh + sericit + chlorit + ankerit + sulfur.

- **Thạch anh hóa:** Phát triển mạnh mẽ trên các đá phun trào ryolit và tuf ryolit ở đới khoáng hoá thuộc khu vực Huổi Mây, Na Quya. Hiện tượng thạch anh hoá đi cùng với sericit hoá tạo nên các đới đá phun trào felsic biến đổi sáng màu có thành phần chính là các hạt thạch anh tái kết tinh có kích thước rất nhỏ (<0,04mm), không màu, đa hình biến tinh, ven rìa méo mó, và xen không đều cùng thạch anh có các vi vảy sericit, rải rác có các vi hạt quặng. Các khoáng vật trên xen kẽ không đều nhau, liên kết chặt chẽ với nhau sắp xếp định hướng theo một phương. Hiện tượng thạch anh hoá còn là quá trình tạo nên các ô, đám, vi mạch, mạng mạch thạch anh nghèo sulfur chứa vàng xuyên cắt trong các đá biến đổi trên.

- **Sericit hoá:** Quan sát được ở tất cả các đới khoáng hoá trong khu vực. Theo kết quả phân tích lát mỏng thạch học, ở các đới khoáng hoá thuộc khu vực bản Tang, các đá phun trào andesit và tuf andesit có thành phần thủy tinh trung tính bị biến đổi sericit hoá tạo ra các khoáng vật sericit dưới dạng vi vảy đa hình, liên kết chặt chẽ với định hướng theo một phương. Ở khu vực Na Quya, hiện tượng sericit hoá phát triển mạnh mẽ hơn ở các đá phun trào ryolit và tuf của chúng, tạo ra hai đới đá biến đổi sáng màu có khoáng hoá sulfur chứa vàng dài 2200 - 3800m, rộng 50 - 280m.

- **Chlorit hoá:** Quan sát được ở các đá phun trào trung tính andesit và tuf của chúng nằm trong các đới khoáng hoá ở khu Huổi Cọ - bản Sắn và bản Tang. Các đá phun trào này có thành phần thủy tinh bị biến đổi chlorit hoá tạo ra các vi vảy chlorit. Các vi vảy chlorit liên kết chặt chẽ với các vi vảy sericit và sắp xếp theo một phương. So với các đá phun trào trung tính trên thì ở các đá phun trào ryolit và tuf ryolit hiện tượng chlorit hoá ít phổ biến hơn và thường đi kèm với sericit hoá và thạch anh hoá.

Ngoài các hiện tượng biến đổi nhiệt dịch nêu trên, còn quan sát thấy hiện tượng calcit hoá, epidot hoá.

5. Kết luận

Kết quả nghiên cứu đã xác định được 4 yếu tố địa chất khống chế quặng hoá vàng gốc trong vùng tây nam cấu trúc Bù Khạng như sau:

- **Yếu tố magma:** Đã xác định mối quan hệ nguồn gốc giữa các thân quặng vàng với các thành tạo granitoid phức hệ Sông Mã qua các mối quan hệ: gắn gũi về mặt không gian phân bố; các thành tạo granitoid phức hệ Sông Mã có đặc điểm địa hóa gắn gũi với granit chứa vàng.

- **Yếu tố cấu trúc kiến tạo:** Đã làm rõ vị trí vùng nghiên cứu trong bình đồ cấu trúc khu vực; các tổ hợp thạch kiến tạo; vai trò của các yếu tố cấu trúc-kiến tạo đối với quá trình tạo khoáng hóa vàng trong vùng. Cấu trúc vùng nghiên cứu có phương chung là tây bắc - đông nam; hệ thống đứt gãy, khe nứt phương tây bắc - đông nam đóng vai trò khống chế quặng hoá, hệ thống khe nứt phương đông bắc - tây nam gây dịch chuyển, phức tạp hoá thân quặng.

- **Yếu tố biến chất trao đổi:** Kết quả nghiên cứu cho thấy các thành tạo trong vùng đã chịu sự tác động của quá trình biến chất trao đổi nhiệt dịch liên quan với quá trình tạo quặng vàng (gồm prophylyt hóa, thạch anh hóa, sericit hóa, chlorit hóa, epidot hóa, beresit hóa).

- **Yếu tố thạch học địa tầng:** Các đá phun trào có thành phần từ axit đến trung tính như ryolit, ryodacit, dacit, andesit và tuf của chúng thuộc hệ tầng Đồng Trâu có vai trò quan trọng trong sự hình thành và khống chế quặng hóa vàng trong vùng.

Trong quá trình điều tra, tìm kiếm thăm dò quặng vàng trong vùng nghiên cứu cần chú ý các đới đá dập vỡ, cà nát và biến đổi propylit hoá, thạch anh hoá, sericit hoá, chlorit hoá, calcit hoá, epidot hoá dọc theo các đứt gãy có phương tây bắc - đông nam cắt qua các đá ryolit, ryolit xen bột kết, cát bột kết tuf ryolit, ryodacit, tuf ryodacit xen cát kết thạch anh hạt nhỏ, andesit và tuf andesit... thuộc tập 2 của hệ tầng Đồng Trâu (T_{2a dt₂}).

Tài liệu tham khảo

Đồng Văn Giáp (2018). Báo cáo Nghiên cứu đặc điểm khoáng hoá vàng trong thành tạo phun trào rìa Tây Nam cấu trúc Bù Khạng. Lưu trữ Liên đoàn Intergeo.

Trần Quang Hoà và nnk (1992), Báo cáo kết quả tìm kiếm vàng sa khoáng vùng Cẩm Muộn, Nghệ An, Lưu trữ Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.

Nguyễn Văn Hoàn (1978), Báo cáo Địa chất và khoáng sản vùng Sông Cà, tỷ lệ 1:200.000, Lưu trữ Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.

Trịnh Đình Huân (2017). Thuyết minh nhiệm vụ khoa học và Công nghệ theo nghị định thư “Nghiên cứu tiến hóa kiến tạo - magma và sinh khoáng Sn, W, Au, đa kim vùng Tây Bắc Nghệ An và Sầm Nưa”, Lưu trữ Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Bắc.

Nguyễn Bá Minh (2004), Báo cáo Địa chất và khoáng sản nhóm tờ Mường Xén, tỷ lệ 1:50.000, Lưu trữ Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.

Bùi Viết Sáng (2014), Báo cáo kết quả công tác điều tra chi tiết biểu hiện khoáng sản vàng bản Huổi Cọ. Liên đoàn Intergeo.

Bùi Viết Sáng (2015), Báo cáo kết quả công tác điều tra sơ bộ biểu hiện khoáng sản vàng bản Huổi Mây, Liên đoàn Intergeo.

Vương Mạnh Sơn (2009), Báo cáo kết quả công tác điều tra chi tiết biểu hiện khoáng sản vàng Bản Tang, Liên đoàn Intergeo.

Vương Mạnh Sơn (2008 - 2015), Đề án lập bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Kim Sơn thuộc tỉnh Nghệ An, Liên đoàn Intergeo.

Nguyễn Văn Thu (2013), Đặc điểm quặng hóa và triển vọng vàng vùng Cẩm Muôn - Quế Phong, Nghệ An, Luận văn Thạc sĩ Địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

Nguyễn Khắc Vĩnh (2012), Báo cáo kết quả công tác điều tra chi tiết biểu hiện khoáng sản vàng bản Na Quya, Liên đoàn Intergeo.

Dovjikov A.E và nkk (1965), Địa chất miền Bắc Việt Nam, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội

ABSTRACT

The geological factors controlling the primary gold ore in the southwestern of Bu Khang structure area

Dong Van Giap
INTERGEO Division

The study area is located in the southwest margin of Bu Khang structure, it is a small part of the Ca river structural zone, folded system of west Viet Nam. This area has complex geological structure and rich gold mineral indication. The results of the previous researches have discovered 8 gold bearing sulfide mineralization zones and delineated 10 ore bodies. However, the level of researches on characteristics of gold mineralization is limited, especially the geological factors controlling the gold ore. To elucidate the geological factors controlling the ore, the studied methods such as field survey, sample analysis, data process and synthesis. The research results showed that the primary gold ore in the study area is controlled by the geological factors such as magma factor, structural - tectonic factor, lithostratigraphy factor and metasomatism factor.

Keywords: geological structure; gold ore; the factors controlling the primary gold ore in Bu Khang area

Đặc điểm cấu trúc và tiềm năng tài nguyên than dải than Hòn Gai - Cẩm Phả, Quảng Ninh

Nguyễn Hoàng Huân^{1,2}, Nguyễn Tiến Dũng², Trần Văn Miên²

¹Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam

²Trường Đại học Mỏ Địa Chất; ³Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam

TÓM TẮT

Dải than Hòn Gai - Cẩm Phả là một phần của Bể than Quảng Ninh đã được nghiên cứu, điều tra đánh giá, thăm dò và khai thác trải qua gần 200 năm (1840÷2018). Tuy nhiên, việc nghiên cứu làm sáng tỏ về đặc điểm kiến tạo; đặc biệt là các hệ thống đứt gãy lớn (BB; Bắc Huy; AA...) cũng như công tác thống kê đánh giá điều kiện trữ lượng tài nguyên, đặc biệt phần dưới mức - 350m vẫn còn nhiều tồn tại, hạn chế, chủ yếu mang tính dự đoán, bằng việc kết hợp các phương pháp nghiên cứu hiện đại và truyền thống như phương pháp khảo sát nghiên cứu thực địa, tổng hợp, xử lý tài liệu, phương pháp tiệm cận hệ thống, phương pháp mô hình hoá phương pháp đánh giá và dự báo tài nguyên... tập thể tác giả sẽ đánh giá và đưa ra một số quan điểm mới, cũng như đưa ra các nhận định mới góp phần làm sáng tỏ cấu trúc địa chất cũng như đánh giá triển vọng trữ lượng tài nguyên cho toàn dải than Hòn Gai - Cẩm Phả nói riêng cũng như bể than Đông Bắc nói chung.

Từ khóa: Dải than; Hòn Gai; Cẩm Phả; cấu trúc; trữ lượng; tài nguyên

1. Đặt vấn đề

Với lịch sử nghiên cứu thăm dò và khai thác gần 200 năm, kết quả đạt được là một khối lượng rất lớn các công trình nghiên cứu về dải than Hòn Gai - Cẩm Phả, đến nay đã có khoảng 260 báo cáo kết quả nghiên cứu, tìm kiếm, thăm dò ở khu vực này được thành lập. Hiện tại, khu vực nghiên cứu là một công trường khai thác khổng lồ với sản lượng khoảng 30 triệu tấn than/năm, hàng triệu khối đất đá được bóc xúc, hàng trăm ngàn mét lò được đào cùng hàng trăm ngàn mét khoan được đầu tư thăm dò, đem lại một nguồn thông tin vô cùng đồ sộ. Trên cơ sở tổng hợp, xử lý kết quả điều tra đánh giá, thăm dò và khai thác, bài báo đưa ra một số nhận định mới về một số đặc điểm kiến tạo kiến tạo và đánh giá về tiềm năng tài nguyên than; từ đó giúp các nhà quy hoạch, quản lý định hướng công tác thăm dò, khai thác đạt hiệu quả hơn.

Với lịch sử nghiên cứu thăm dò và khai thác gần 200 năm, kết quả đạt được là một khối lượng rất lớn các công trình nghiên cứu về dải than Hòn Gai - Cẩm Phả, đến nay đã có khoảng 260 báo cáo kết quả nghiên cứu, tìm kiếm, thăm dò ở khu vực này được thành lập. Hiện tại, khu vực nghiên cứu là một công trường khai thác khổng lồ với sản lượng khoảng 30 triệu tấn than/năm, hàng triệu khối đất đá được bóc xúc, hàng trăm ngàn mét lò được đào cùng hàng trăm ngàn mét khoan được đầu tư thăm dò, đem lại một nguồn thông tin vô cùng đồ sộ. Trên cơ sở tổng hợp, xử lý kết quả điều tra đánh giá, thăm dò và khai thác, bài báo đưa ra một số nhận định mới về một số đặc điểm kiến tạo kiến tạo và đánh giá về tiềm năng tài nguyên than; từ đó giúp các nhà quy hoạch, quản lý định hướng công tác thăm dò, khai thác đạt hiệu quả hơn.

2. Khái quát về đặc điểm cấu trúc địa chất và tiềm năng trữ lượng tài nguyên dải than Hòn Gai - Cẩm Phả

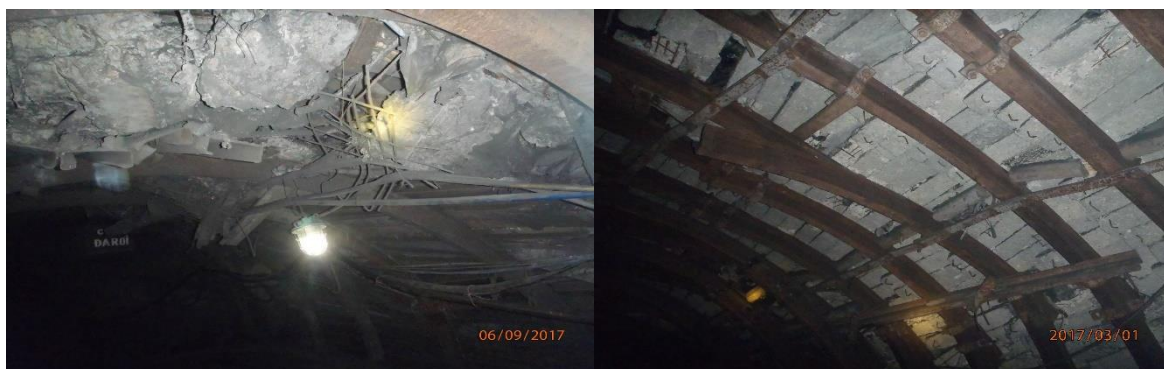
Dải than Hòn Gai - Cẩm Phả nằm ở Đông Bắc Việt Nam. Phía bắc men theo quốc lộ 18B; phía tây giáp Vịnh Cốc Bê; phía nam giáp giáp vịnh Hạ Long, Vịnh Bái Tử Long, phía đông giáp luồng Cửa Ông, sông Voi Lớn. Tham gia vào cấu tạo địa chất vùng chứa than Hòn Gai - Cẩm Phả có các thành tạo trầm tích và biến chất có tuổi từ Paleozoi (Hệ tầng Tấn Mài; Hệ tầng Bắc Sơn; Hệ tầng Bãi Cháy); Mesozoi (Hệ tầng Hòn Gai) đến Kainozoi (Hệ Neogen). Về cấu tạo kiến trúc khu vực nghiên cứu Hòn Gai - Cẩm Phả nhìn chung có kiến tạo uốn nếp và đứt gãy phức tạp, với Uốn nếp lớn nhất khu vực nghiên cứu là Nếp lồi bậc I, thuộc một phần của nếp lồi dài nhất bể than Quảng Ninh (Nếp lồi Phả Lại - Mạo

* Tác giả liên hệ

Email: huannh1604@gmail.com

100m; biên độ dịch chuyển khoảng 800-1300m (Mai Ân, Trosenco, 1985). về đường phương của các vỉa than tại khu Đông Bắc Ngã Hai các vỉa phía trên gồm các vỉa (6;7) có đường phương của vỉa theo hướng Tây Bắc - Đông Nam, nhưng khi khai thác đến các vỉa phía dưới (5;4;3) thì đường phương của vỉa lại theo phương Đông - Tây, điều đó chỉ có thể giải thích do sự ảnh hưởng của đứt gãy BB gây ra sự thay đổi này, đó là cơ sở minh chứng về sự tồn tại của đứt gãy BB.

Trong các báo cáo nghiên cứu trước đây, đều cho rằng đứt gãy Bắc Huy và BB cho rằng đứt gãy Bắc Huy là một phân nhánh của đứt gãy BB (Mai Ân, Trosenco, 1985); tuy nhiên, từ tài liệu khai thác cho thấy về đường phương của hai đứt gãy là khá trong đồng, các đặc điểm biểu hiện khá giống nhau, nên chúng tôi đưa ra nhận định, thực ra hai đứt gãy này không có sự phân nhánh mà tồn tại liên tục chỉ là một.



Hình 3. Thành lò Khe Chàm III bị nén ép dập vỡ do ảnh hưởng của đứt gãy Bắc Huy

Phía Tây của dải than Hòn Gai - Cẩm Phả là đứt gãy Sông Man, đứt gãy này được các nhà nghiên cứu trước đây phân định dựa vào các tài liệu phân tích ảnh máy bay và các số liệu quan sát thực địa (điểm quan sát ĐL.45, 46, 47 trên bờ trái Sông Man). Các vết lộ đá Silic thuộc hệ tầng Bãi Cháy tại mũi Bãi Cháy dịch chuyển về phía bắc so với các vết lộ của hệ tầng này tại mũi Hòn Gai (trong vùng Bến Phả) được ghi nhận một cách rõ ràng. Xét các vết xước trên mặt gương trượt, đứt gãy này có đặc điểm của đứt gãy thuận ngang. Phần phía Đông của khu vực nghiên cứu được giới hạn bởi đứt gãy Cửa Ông, đứt gãy này mang tính giả thiết trên bản đồ, nằm trùng với eo biển cùng tên, cắt rời đảo chứa than Kế Bào với dải Hòn Gai - Cẩm Phả (Mai Ân, Trosenco, 1985).

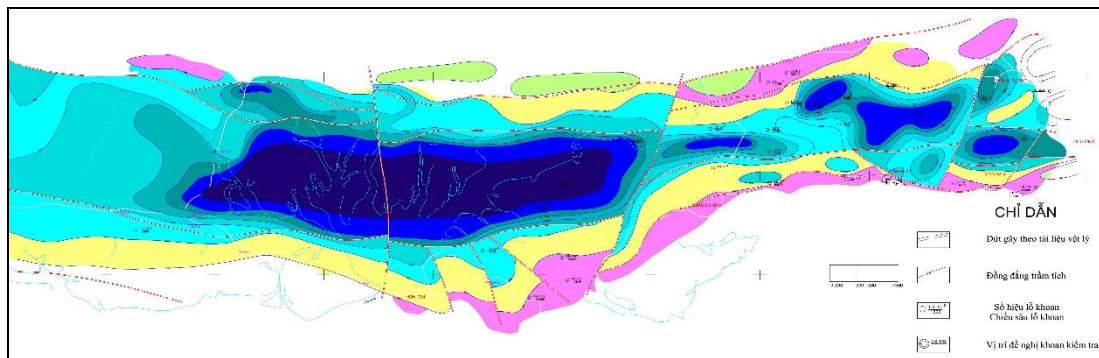
Được giới hạn bởi bốn đứt gãy lớn nêu trên, song dải than Hòn Gai - Cẩm Phả lại được chia cắt bởi đứt gãy A-A, đây là đứt gãy lớn có quan hệ mật thiết đối với quá trình thành tạo than, cũng như định hình kiến tạo của cả dải than, đứt gãy A-A được V.M. Trêremnuc xác lập lần đầu vào năm 1964; sau đó một số công trình của tác giả Mai Ân 1985 và Vũ Văn Xoan năm 1987 có khai quát sơ bộ Đứt gãy A-A là một đứt gãy cổ, tái hoạt động trong thời kỳ thành tạo than và kết thúc vào sau Reti. Quá trình hình thành của nó giữ vai trò khống chế các trầm tích chứa than dải Hòn Gai - Cẩm Phả. Đứt gãy A-A liên quan trực tiếp với một cấu trúc uốn nếp phức tạp, tuy tài liệu trên mặt không phát hiện được dấu hiệu rõ ràng nào (điều này có thể giải thích với giả thuyết đứt gãy A-A kết thúc quá trình thành tạo trước Jura và bị các thành tạo lục địa này phủ lên (Mai Ân, Trosenco, 1985).

Về hướng phát triển của đứt gãy A-A, cũng còn nhiều ý kiến khác nhau, theo các nghiên cứu trước, khu vực giáp ranh giữa Hòn Gai - Cẩm Phả (khu Bắc Bàng Danh), đứt gãy A-A vẫn giữ phương á vĩ tuyến nhưng đới phá hủy giảm đi, một số báo cáo thăm dò ở khu vực này, các tác giả đã đặt tên là đứt gãy F.K-K (cấm Nam với góc dốc $70^{\circ} \div 75^{\circ}$) và xem F. K-K là phần kéo dài của đứt gãy F.AA về phía Tây (Đào Như Chức và nnk, 2004). Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu đã được tập thể tác giả công bố tại Hội nghị khoa học Quốc tế “Các khoa học trái đất và phát triển bền vững nguồn tài nguyên Địa chất” năm 2015 tác giả nhận định đứt gãy A-A không phải cấm về Nam mà cấm về Bắc (Nguyễn Hoàng Huân và nnk, 2015). Từ nhận định đó, kết hợp với nghiên cứu đặc điểm của đứt gãy thuận Hà Tu, có đới phá hủy rộng và cấm về Tây - Bắc, đều là ranh giới phân chia khu vực chứa than thành 2 khối với đặc điểm tương đồng về số lượng vỉa, cấu tạo vỉa và chiều dày các vỉa than (Mai Ân, Trosenco, 1985). Từ các dẫn liệu trên có thể nhận định đứt gãy thuận Hà Tu thực chất là sự phát triển tiếp theo của đứt gãy A-A về phía Tây, hay nói cách khác đứt gãy A-A ở khu Bắc Bàng Danh không còn giữ phương á vĩ tuyến, mà chuyển hướng về phía Tây Nam và kết thúc khi gặp đứt gãy Nam.

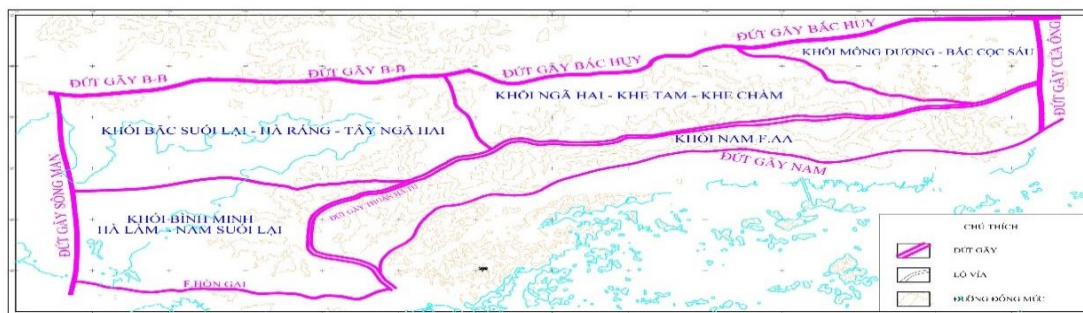
2.2. Đánh giá triển vọng tài nguyên dải than Hòn Gai - Cẩm Phả

Theo Báo cáo “Thành lập Bản đồ cấu trúc Địa chất đáy trầm tích chứa than, phần Đông bể than Đông bắc” của tác giả Nguyễn Văn Giáp năm 1986 (Hình 4), trầm tích chứa than của dải Hòn Gai - Cẩm Phả có thể đạt đến độ sâu -2800m (Nguyễn Văn Giáp, 1986). Trên cơ sở tổng hợp các kết quả thăm dò và tài

liệu thu thập từ các lỗ khoan sâu (đến mức -600m; -800m; -1000m...), bước đầu đưa ra dự báo về quy luật biến đổi các thông số (Số lượng vỉa; mật độ chứa than; đặc điểm phân bố các vỉa than...) vỉa than theo các khối địa chất, khoanh định các khu vực, các mức cao có triển vọng làm cơ sở quy hoạch đầu tư thăm dò và khai thác tiếp. Để giải quyết nhiệm vụ này, tác giả dựa trên cơ sở so sánh sự tương đồng về số lượng, hình thái vỉa, mật độ chứa than. Kết quả bước đầu cho phép chia dải than Hòn Gai - Cẩm Phả thành 5 khối (hình 5).



Hình 4. Bản Đồ dày trầm tích dải than Hòn Gai - Cẩm Phả (Nguyễn Văn Giáp, 1986)



Hình 5. Bản Đồ Phân Khối dải than Hòn Gai - Cẩm Phả

Để đánh giá triển vọng tài nguyên than của các khối, đối với tài nguyên được xác định (trữ lượng và tài nguyên dự tính) dùng phương pháp bình đồ đẳng trụ chiếu bằng đối với phương pháp secang và bình đồ đẳng trụ chiếu đứng đối với phương pháp cosecang, trên đó phân chia thành các khối tính trữ lượng/tài nguyên cho từng vỉa. Đối với tài nguyên dự báo sử dụng một số phương pháp dự báo sinh khoáng định lượng (phương pháp tính thẳng hoặc dự báo theo hệ số chứa than (mức độ chứa than), thực tế là sử dụng thông số độ chứa than xác định theo tài liệu các lỗ khoan tìm kiếm dưới sâu đã tiến hành trên từng khu mỏ, đối sánh với tài liệu độ chứa than phần trên mức -300m được xác định theo tài liệu thăm dò, khai thác ở từng khu mỏ từ lộ vỉa đến mức -300m. Đặc điểm chi tiết của các khối, như sau:

2.2.1. Khối Bình Minh - Hà Lâm - Nam Suối Lại:

Có diện tích khoảng 45 km², được giới hạn ở phía Bắc là đứt gãy K; phía Tây là đứt gãy Sông Mạn; phía Nam là đứt gãy L và về phía Đông là đứt gãy A-A (Hà Tu). Trong khối tồn tại 25 ÷ 30 vỉa than. Trong đó có 7÷8 vỉa có triển vọng chiều dày lớn, chất lượng than tốt, khoảng cách địa tầng giữa các vỉa than là khá lớn 50m-100m, vỉa nằm khá thoải và nghiêng. Các công trình thăm dò không chế dưới sâu điển hình của khối tổng hợp ở bảng 1.

2.2.2. Khối Bình Minh - Hà Lâm - Nam Suối Lại:

Có diện tích khoảng 62Km², được giới hạn ở phía Bắc là đứt gãy B-B; phía Tây là đứt gãy Sông Mạn; phía Nam là đứt gãy K kéo dài đến đứt gãy A-A; về phía Đông là đứt gãy F.5. Trong khối tồn tại 25 ÷ 27 vỉa than, Các vỉa than có chiều dày mỏng, chỉ có 4÷5 vỉa có giá trị công nghiệp, nhiều chỗ dốc đứng, chất lượng than kém, nhiều sét than và than bần. Các công trình thăm dò không chế dưới sâu điển hình của khối tổng hợp ở bảng 2.

Bảng 1. Các công trình thăm dò không chế dưới sâu điển hình của khối

Tên LK	Chiều sâu	Cốt cao đáy lỗ khoan	Mức cao									
			-150		-300		-450		-600		-750	
			CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa
GK83	715	-647	2,19	2	5,39	2	6,93	2	13,49	3	11,60	1
TBM131	766	-649	8,88	3	19,65	2	15,77	2	7,18	2	4,53	1
TBM102	689	-652	12,98	2	10,01	1	4,64	1	6,75	3	1,15	1
TBM100	693	-682	0,00	0	0,82	1	6,87	2	15,31	1	7,20	2
TK16	700	-700	16,91	3	11,87	1	24,96	1	7,27	3	1,08	2
1781	923.1	-839	23,39	2	10,21	2	14,83	1	1,20	1	0,00	0
TK15	950	-883	11,38	1	17,10	2	24,63	1	4,85	2	5,07	2
SL02	998	-943	5,44	1	3,04	1	5,26	1	9,54	1	5,87	2
1761	1127.3	-1102	8,95	2	5,23	1	0,00	0	16,32	1	2,54	2

Bảng 2. Các công trình thăm dò xuống sâu điển hình của khối

Tên LK	Chiều sâu	Cốt cao đáy lỗ khoan	Mức cao											
			-150		-300		-450		-600		-750		-1000	
			CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa
HR76	940	-707	0,00	0	3,66	2	0,00	0	5,82	1	0,00	0		
NH245	743	-715	4,66	2	3,28	1	5,82	1	0,59	1	5,98	1		
HR161	1020	-715	6,13	1	4,22	2	8,04	1	0,69	1	0,00	0		
GK179	860	-719	0,26	1	0,45	1	3,82	1	0,00	0	0,00	0		
GK148	863	-748	0,23	1	2,73	2	0,00	0	8,63	2	4,93	1		
HR162	989	-761	0,47	1	0,00	0	2,91	2	0,00	0	14,46	2		
HR98	792	-796	1,97	1	6,56	2	0,98	1	1,06	1	12,21	2	1,99	1
HR108	920	-803	2,98	4	0,29	1	10,09	2	29,95	1	3,60	1		
GK200	870	-820	0,51	1	0,00	0	11,35	3	7,19	2	0,00	0		

2.2.3. Khối Ngã Hai - Khe Tam - Khe Chàm:

Có diện tích khoảng 42Km². Khối được giới hạn phía tây là đứt gãy F.5. Giới hạn phía Đông là đứt gãy F.L. Giới hạn phía Bắc là Đứt Gãy Bắc Huy, giới hạn phía Nam là đứt gãy F.A. Tập trung nhiều vỉa than có giá trị công nghiệp 40÷45 vỉa; các vỉa tồn tại khá liên tục trên toàn khối, khoảng cách địa tầng giữa các vỉa than khá ổn định trong khoản 30-60m, chiều dày vỉa và khoảng cách giữa chúng giảm dần từ Nam đến Bắc. Các công trình thăm dò không chế dưới sâu điển hình của khối tổng hợp ở bảng 3.

Bảng 3. Các công trình thăm dò xuống sâu điển hình của khối

Tên LK	Chiều sâu	Cốt cao đáy LK	Mức cao											
			-150		-300		-450		-600		-750		-1000	
			CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa
TK7	1200	-1029	4,97	2	12,48	4	9,28	4	9,88	4	7,48	2	2,44	3
TK6	1200	-1047	6,93	3	12,75	4	7,79	4	3,89	3	0	0		
16	1161	-1061	4,74	3	4,67	3	5,05	2	7,03	4	1,72	2		
TK10	1200	-1061	4,01	2	7,13	3	0,95	1	0,57	1	0	0	0	
TK9	1200	-1066	1,97	2	3,6	1	1,91	1	0,35	1	0,63	1	13,93	6
TK8	1200	-1068	4,1	2	3,67	2	4,16	3	3,15	2	1,39	1	5,62	6
NVTD7	1200	-1091	10,15	2	8,72	2	8,15	2	7,22	2	8,14	6		
2525	1200	-1092	12,21	3	3,07	1	5,32	1	12,37	5	1,79	2	3,25	3
2575	1200	-1093	8,54	1	23,42	3	2,72	2	4,96	3	1,47	2	0,64	1
TK4	1200	-1095	9,4	2	8,12	4	8,27	3	5,98	3	1,99	2	2,44	3

2.2.4. Khối Mông Dương - Bắc Cọc Sáu:

Có diện tích khoảng 25Km², khối được giới hạn phía tây là đứt gãy F.L. Giới hạn phía Bắc là đứt gãy Bắc Huy, giới hạn phía Nam là đứt gãy F.A, về phía Đông là Cửa Ông. Mang nhiều tính tương đồng như khối Ngã Hai - Khe Tam - Khe Chàm nhưng có số lượng vỉa ít hơn và mức độ biến đổi chiều dày các vỉa lớn hơn. Các công trình thăm dò không chế dưới sâu điển hình của khối tổng hợp ở bảng 4.

Bảng 4. Các công trình thăm dò xuống sâu điển hình của khối

Tên LK	Chiều sâu	Cốt cao đáy lỗ khoan	Mức cao											
			-150		-300		-450		-600		-750		-1000	
			CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa
MD274	840	-793	5,74	4	3,30	4	0,00	1	2,96	4	1,54	3		
MD233	850	-798	5,67	2	3,05	1	11,44	3	6,79	5	1,50	3	2,35	1
BS86	815	-799	7,63	3	9,47	3	6,61	4	3,95	2	3,94	3	0,75	1
MD253	924	-823	10,99	3	4,63	2	5,58	4		1	2,51	3	2,25	1
BCS1235	1029	-926	6,21	3	8,04	3	3,34	6	4,15	3	0,68	1	0,97	1
TK5	12000	-1075	10,89	4	5,16	2	5,06	6	2,81	2	3,48	4	3,26	1
4K	1200	-1116	1,18	1	8,42	3	1,85	2	1,32	1	2,20	1		
TK1	1150	-1126	9,11	2	4,89	2	4,72	3	0,83	2	3,17	3		
TK3	1200	-1183	7,82	3	8,18	3	4,51	3	3,38	4	3,01	3		

2.2.5. Khối Nam F.AA:

Bao gồm toàn bộ khu vực nằm phía Nam của đứt gãy F.AA. Đặc trưng nổi bật ở đây các vỉa than có chiều dày lớn có thể nói là những tập vỉa, bao gồm nhiều vỉa nhỏ, tồn tại không liên tục trong toàn khối và có xu hướng nhỏ dần về phía Tây. Các công trình thăm dò không chế dưới sâu điển hình của khối tổng hợp ở bảng 5.

Bảng 5. Các công trình thăm dò xuống sâu điển hình của khối

Tên LK	Chiều sâu	Cốt cao đáy lỗ khoan	Mức cao							
			-150		-300		-450		-600	
			CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa	CD than	SL vỉa
1092	650	-591	7,42	1	12,02	2	3,60	1	0,00	0
1080B	953.8	-613	30,89	14	3,19	1	2,79	1	5,73	5

Từ những kết quả tổng hợp phân tích ở trên cho chúng ta đưa ra một số nhận định, rõ ràng có sự phân bố không đồng đều của số lượng, mật độ chứa than và trữ lượng của các vỉa than thuộc các khối khác nhau và trong một khối thì tại những mức cao khác nhau các thông số trên cũng biến đổi rất nhanh. Từ biểu đồ so sánh trữ lượng tại các khối cho thấy:

- Trữ lượng thuộc khối Bình Minh - Hà Lâm - Nam Suối Lại có trữ lượng tài nguyên lớn nhất khoảng 2 tỷ tấn, tập trung chủ yếu từ mức -300m ÷ -600m chiếm 65% trữ lượng toàn khối, xuống dưới sâu trữ lượng giảm dần và kết thúc khi xuống dưới mức -750m.

- Trữ lượng thuộc Ngã Hai - Khe Tam - Khe Chàm có trữ lượng nhiều thứ 2 với 1.65 tỷ tấn, tập trung nhiều nhất từ trên mặt xuống mức -150m, sau đó ổn định xuống đến mức -600m và có xu hướng càng xuống sâu thì giảm dần.

- Hai khối Bắc Suối Lại - Hà Ráng và Mông Dương – Bắc Cọc Sáu có trữ lượng khá tương đồng nhau, gần 500 triệu tấn, cả hai khối này trữ lượng tập trung chủ yếu từ mức -450m ÷ -700m, cùng với khối Ngã Hai - Khe Tam - Khe Chàm thì khối Bắc Suối Lại - Hà Ráng là một trong hai khối trữ lượng còn tồn tại khá nhiều xuống đến -1000m.

- Khối Nam FA có trữ lượng nhỏ nhất, tập chung chính từ trên mặt xuống đến -150m, và xuống đến -450m là không còn tồn tại.

Theo tài liệu “Thành lập Bản đồ cấu trúc Địa chất đáy trầm tích chứa than, phần Đông bể than Đông bắc”, trầm tích chứa than của Khu vực Hòn Gai - Cẩm Phả thì có thể đạt đến độ sâu -2800m(Nguyễn Văn Giáp,1986). Tuy nhiên từ các kết quả tổng hợp đánh giá nghiên cứu như đã trình bày ở trên, chúng tôi nhận định, tiềm năng than của khu vực Hòn Gai - Cẩm Phả chỉ tồn tại chủ yếu đến mức -1000m, dưới mức này gần như không còn.

Bảng 6. Tổng hợp trữ lượng tài nguyên dải than Hòn Gai - Cẩm Phả (Nguyễn Văn Sao, 2012)

Khối kiến tạo	Trữ lượng, tài nguyên than						
	-150	-300	-450	-600	-750	-1000	Tổng
Bình Minh - Hà Lâm - Nam Suối Lại	164 459	313 369	748 796	590 374	223 969		2 040 968
Bắc Suối Lại - Hà Ráng	34 194	22 675	124 422	156 013	129 808	72 007	539 117
Ngã Hai - Khe Tam - Khe Chàm	384 005	325 341	326 863	337 840	150 077	150 394	1 674 521
Mông Dương - Bắc Cọc Sáu	85 269	69 418	131 142	79 671	67 016	5 153	437 668
Nam Đút gãy FA	88 284	73 186	33 271	30 633			194 741
Tổng cộng	756 211	803 989	1 364 495	1 194 530	570 870	227 554	4 917 648

3. Kết luận

Việc nghiên cứu làm sáng tỏ các đặc điểm về kiến tạo, đánh giá tài nguyên than dải than Hòn Gai - Cẩm Phả có ý nghĩa rất quan trọng, làm cơ sở định hướng công tác thăm dò và khai thác dưới sâu (dưới mức - 300m), nhằm đảm bảo an toàn, hiệu quả đầu tư phát triển mỏ. Trên cơ sở tổng hợp, xử lý tài liệu mới nhất trong thời gian gần đây, bài báo đưa ra một số kết luận sau:

- Sự tồn tại của hệ thống các kiến tạo đứt gãy theo phương á vĩ tuyến (Đứt gãy AA; BB; Bắc Huy...) trong dải than là có cơ sở. - Đứt gãy F.AA không chạy theo phương á vĩ tuyến như các nhận định trước đây, mà có khả năng khi đến khu vực Hòn Gai sẽ chuyển hướng và nhập với đứt gãy thuận Hà Tu và chạy về phía Tây Nam tới đứt gãy Nam.

- Kết quả xác định khu vực Hòn Gai - Cẩm Phả có khoảng 4,8 tỷ tấn than, cho thấy tiềm năng to lớn về triển vọng tài nguyên khu vực này, con số này tăng rất nhiều so với các dự báo trước đây (Nguyễn Huy Hình năm 1982 là 3,9 tỷ tấn; Nguyễn Văn Sao năm 2012 là 2,6 tỷ tấn).

- Ngoại trừ khối Ngã Hai - Khe Tam - Khe Chàm có xu hướng tập trung trữ lượng, tài nguyên lớn từ trên mặt đến mức -150m, còn lại các khối còn lại đều có xu hướng tập trung ở mức -300m ÷ -600m, nhưng các khối đều có đặc điểm chung là xuống sâu dưới mức -600m là giảm dần và đến mức -1000m là hầu như các vỉa than không còn tồn tại.

- Khu vực Hòn Gai - Cẩm Phả có tiềm năng tài nguyên than là rất lớn, tuy nhiên chỉ tập trung ở một số khối và trong các khối cũng chỉ tập trung ở một số mức cao nhất định; vì vậy, trong quá trình thăm dò trong các giai đoạn tiếp theo cần tập trung làm rõ điều kiện địa chất và trữ lượng tài nguyên trong các khu vực và mức cao được đánh giá có triển vọng, tránh tình trạng dần trải kém hiệu quả, lãng phí.

Tài liệu tham khảo

V.M. Trêremnuc và nnk, 1964. Báo cáo kết quả nghiên cứu địa chất, các điều kiện tích tụ trầm tích và đồng danh các vỉa than. Lưu trữ Trung tâm tư liệu Địa chất.

Nguyễn Huy Hình và nnk, 1982. Báo cáo kết quả thông tin tìm kiếm sâu dưới -300 khu vực Hòn Gai – Cẩm Phả, Lưu trữ Trung tâm tư liệu Địa chất.

Mai Ân, Trosenco, 1977. Tổng hợp chính lý thành lập bản đồ 1:10.000 vùng than Hòn Gai – Cẩm Phả. Lưu trữ Trung tâm tư liệu Địa chất.

Nguyễn Văn Giáp, 1986. Thành lập bản đồ cấu trúc địa chất đáy trầm tích chứa than, phần Đông bể than Đông Bắc bằng tài liệu Địa vật lý tỷ lệ 1:50.000. Lưu trữ TKV.

Vũ Văn Xoan, 1987. Bản đồ cấu trúc kiến tạo tỷ lệ 1:5000 phần Nam Cẩm Phả. Lưu trữ Trung tâm tư liệu Địa chất.

Đào Như Chức và nnk, 2004. Báo cáo lập bản đồ địa chất công nghiệp bể than Quảng Ninh. Lưu trữ Công ty Địa chất mỏ - TKV.

Công ty VITE, 2009-2016, Tổng Hợp Báo cáo Tổng hợp, tính lại và chuyển đổi Tài nguyên trữ lượng các khu mỏ Than thuộc bể than Quảng Ninh. Lưu trữ Trung tâm tư liệu Địa chất.

Nguyễn Văn Sao, 2012, Báo cáo điều tra đánh giá tiềm năng than dưới mức -300, bể than Quảng Ninh. Lưu trữ Trung tâm tư liệu Địa chất.

Nguyễn Hoàng Huân; Nguyễn Tiên Dũng; Trần Văn Miến, 2015, Một số nhận thức mới về đứt gãy A-A và những ảnh hưởng đến công tác thăm dò, khai thác than khu vực Đông Cẩm Phả, Quảng Ninh. Hội nghị khoa học Quốc tế “Các KH trái đất và phát triển bền vững nguồn tài nguyên Địa chất”, Trang 235.

ABSTRACT

Structural characteristics and potential of coal resource in Hon Gai - Cam Pha, Quang Ninh

Nguyen Hoang Huan^{1,3}, Nguyen Tien Dung², Tran Van Mien²

¹ *Vietnam National Coal - Mineral Industries Group*

² *Hanoi University of Mining and Geology;*

³ *General Department of Geology and Minerals of Vietnam*

Hon Gai - Cam Pha coal is a part of Quang Ninh coal basin which has been studied, surveyed and exploited for nearly 200 years (1840 ÷ 2018). However, the study clarifies the tectonic characteristics; In particular, the large fault systems (BB, Bac Huy, AA ...) as well as the statistic evaluation of the condition of the resource reserve, especially below 350m, still exist. Predictably, the combination of modern and traditional research methods such as field survey, synthesis, document processing, asymptotic approach, modeling assessment methods and resource forecasting ... collective authors will evaluate and give some new perspectives, as well as provide new insights that contribute to clarifying geological structures as well as assessing the storage potential. The resources for the entire Hon Gai - Cam Pha coal belt as well as the Northeast coal basin in general.

Keywords: Hon Gai; Cam Pha; structural geology; reserves; resources

Phát hiện mới về tuổi của các đứt gãy trẻ khu vực trung lưu sông Thu Bồn: bằng chứng về hoạt động kiến tạo trong Pleitoxen muộn – Holoxen

Nguyễn Quốc Hưng¹, Vũ Anh Đạo¹, Trần Thanh Hải¹, Đặng Văn Bát¹, Đặng Ngọc Sơn¹,
Ngô Xuân Thành^{1,*}
Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Lưu vực dòng chính của hệ thống sông Thu Bồn chảy qua địa phận các huyện Nam Trà My, Bắc Trà My, Hiệp Đức, Nông Sơn, Duy Xuyên, Điện Bàn, Hội An và đổ ra biển tại Cửa Đại. Sông Thu Bồn có hình thái dòng chảy khá phức tạp, nhiều đoạn lòng sông bị biến dạng và đổi dòng bất thường. Bên cạnh đó, dọc hệ thống sông này còn xảy ra nhiều tai biến địa chất liên quan tới biến đổi dòng chảy, sạt lở bờ, bồi tụ lòng sông.... Kết quả nghiên cứu của tập thể tác giả đã nhận dạng được hàng loạt hệ thống đứt gãy tồn tại trong khu vực nghiên cứu, trong đó có nhiều hệ thống đứt gãy lớn, phát triển kéo dài hàng chục km qua toàn bộ vùng nghiên cứu. Kết quả phân tích đặc điểm động học cho thấy có 4 hệ thống đứt gãy trong vùng nghiên cứu là bộ phận của hệ thống trượt bằng phải kiểu Riedel có quy mô khu vực. Kết hợp với các phân tích về tuổi ESR cho mòn đứt gãy trong một số đứt gãy chính trong vùng nghiên cứu cho thấy chuyển động của các đứt gãy trong khu vực trung lưu sông Thu Bồn diễn ra trong thời kỳ Pleitocen muộn – Holoxen, trong đó pha hoạt động gần đây nhất xảy ra ít nhất khoảng 10000 năm trước. Sự dịch chuyển kiến tạo và hoạt động của các đứt gãy hiện đại này có vai trò quan trọng trong việc thay đổi hình thái của sông Thu Bồn, gây ra các và các hiện tượng tai biến địa chất phức tạp trong lịch sử phát triển tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại khu vực.

Từ khóa: Quảng Nam; Sông Thu Bồn; ERS; Mòn đứt gãy;

1. Giới thiệu

Đồng bằng ven biển Quảng Nam (Hình 1) là một vùng phát triển kinh tế trọng điểm của Miền TRUNG và cả nước. Trong những năm gần đây, vùng này đang phát triển nhanh và chịu ảnh hưởng mạnh bởi thiên tai bao gồm thảm họa trực tiếp hoặc gián tiếp liên quan đến phong trào địa chất như xói lở bờ sông, bờ biển, sụt lún và động đất [6].

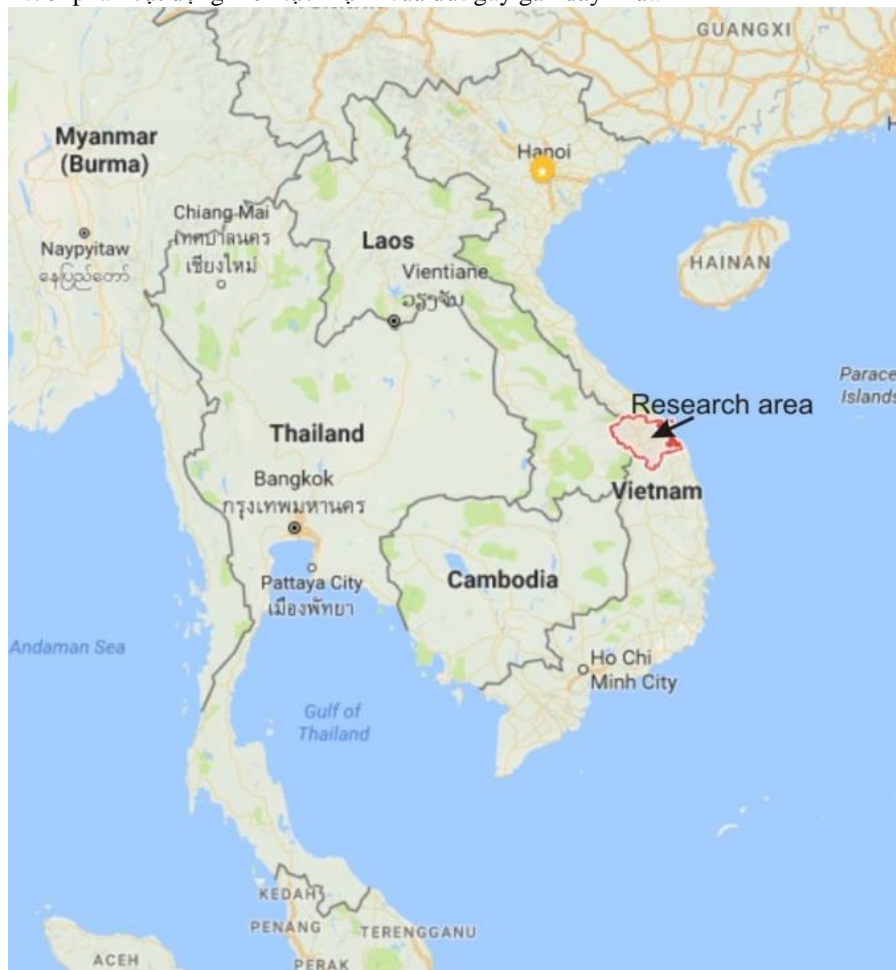
Khu vực nghiên cứu chủ yếu các đá trầm tích, magma xâm nhập tuổi Pecmi - Triat tập trung chủ yếu ở phần phía Tây, phần phía Đông các đá này bị sụt lún chìm xuống sâu dạng địa hào địa lũy và bị các trầm tích trẻ hơn tuổi Neogen, đôi nơi có thể có lớp phủ bazan Neogen-Đệ Tứ, trầm tích Đệ Tứ lấp đầy. Ở phần trung và hạ lưu, các thành tạo trên bị các tập trầm tích tương sông, hồ, đầm lầy và biển tuổi Đệ Tứ bao phủ (Nguyễn Văn Trang và nnk., 1997; Trần Văn Trị và Vũ Khúc, 2009) [4,5]. Những thành tạo địa chất này bị cắt bởi một loạt các hệ thống đứt gãy khác nhau và có lịch sử hoạt động phức tạp. Hoạt động kiến tạo hiện đại ở khu vực xảy ra khá mạnh và là nguyên nhân chính tạo nên hiện tượng nâng hạ địa hình, thay đổi hướng dòng chảy của các con sông, tạo ra sạt lở đất, lũ lụt và động đất trong khu vực (Trần Thanh Hải, 2015) [6]. Xói lở bờ biển dọc theo các khu vực Thu Bồn, Cửa Đại và ven biển đang diễn ra mạnh mẽ và liên tục. Đặc biệt ở Cửa Đại, nơi có sự biến dạng bờ biển rất phức tạp, trong đó khu vực cửa Đại là nơi có địa hình biến động rất phức tạp đồng thời là nơi tập trung dân cư, các công trình dân sinh lớn. Cũng trong khu vực những hiện tượng xói lở, bồi tụ, sụt lún, biến đổi địa hình... phát triển mạnh mẽ trong những năm gần đây. Hiện tượng nâng kiến tạo cục bộ dọc theo các đới đứt gãy cũng đang được cho là nguyên nhân gây ra hiện tượng tắc nghẽn do bồi lắng và suy thoái dần dần của sông Trường Giang và hiện tượng cướp dòng của dòng sông Thu Bồn với dòng sông Vu Gia (Trần Thanh Hải, 2015) [6]. Tại khu vực Quảng Nam năm 1991, một trận động đất rung động với cường độ 4.1 đã được ghi lại. Trong những năm gần đây đã có trận động đất ở Bắc Trà My, gây ra bồi hồ chứa của hồ thủy điện Sông Tranh... Các trận động đất này có khả năng xảy ra dọc theo các đới kiến tạo và nên được nghiên cứu như là một

* Tác giả liên hệ

Email: ngoxuanthanh@humg.edu.vn

biểu hiện của hoạt động kiến tạo của các hệ thống đứt gãy trong khu vực.

Nhằm có những số liệu phân tích định lượng minh chứng cho các hoạt động kiến tạo hiện đại của các đứt gãy liên quan đến hệ thống sông Vu Gia để bổ sung số liệu cho các kịch bản về nguy cơ tai biến địa chất trong khu vực, trong nghiên cứu này nhóm tác giả đã khảo sát các hệ thống đứt gãy vùng trung lưu sông Vu Gia và thu thập mẫu trong các đới mùn đứt gãy để nghiên cứu định tuổi ESR [1,3] trên thạch anh để xác định tuổi pha hoạt động kiến tạo mạnh của đứt gãy gần đây nhất.



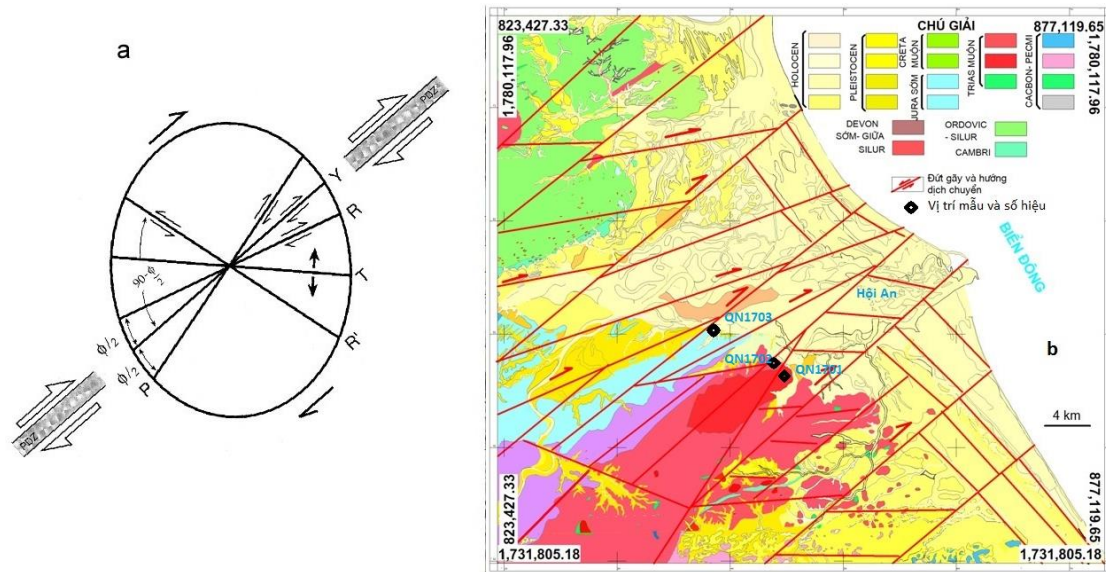
Hình 1. Sơ đồ vị trí địa lý vùng Quảng Nam

2. Đặc điểm cấu tạo

Lưu vực dòng chính của hệ thống sông Thu Bồn chảy qua địa phận các huyện Nam Trà Mi, Bắc Trà Mi, Hiệp Đức, Nông Sơn, Duy Xuyên, Điện Bàn, Hội An và đổ ra biển tại Cửa Đại [6]. Sông Thu Bồn có hình thái dòng chảy khá phức tạp, nhiều đoạn bị biến dạng lòng sông và đổi dòng bất thường. Bên cạnh đó, dọc hệ thống sông này còn xảy ra nhiều tai biến địa chất liên quan tới động đất, biến đổi dòng chảy, sạt lở bờ, bồi tụ lòng sông. Sự thay đổi hình thái và các hiện tượng địa chất liên quan tới biến đổi nói trên có nguồn gốc phức tạp trong đó các hoạt động địa chất nội sinh như sự dịch chuyển kiến tạo và hoạt động của các đứt gãy trẻ có vai trò quan trọng.

Kết quả nghiên cứu thực địa tại vùng trung lưu sông Vu Gia (Hình 1) đã nhận dạng được hàng loạt hệ thống đứt gãy tồn tại trong khu vực nghiên cứu, trong đó có nhiều hệ thống lớn, phát triển kéo dài hàng chục km qua toàn bộ vùng nghiên cứu. Có thể nhóm các đứt gãy này vào 4 hệ thống sau: i) Hệ thống I kéo dài theo phương Đông Bắc – Tây Nam (gồm 2 tập hợp Ia khoảng 045° - 225° và Ib khoảng 055° - 235°). Hệ thống đứt gãy này có tính chất là những đứt gãy trượt chéo phải thuận với góc dốc mặt đứt gãy dao động từ 70° - 75° , đổ về phía tây bắc với góc cắm của đường trượt khoảng 25 - 28° về Đông Bắc; ii). Hệ thống II bao gồm các đứt gãy kéo dài theo phương gần Đông Tây (85 - 265), thường các đứt gãy nghiêng trượt thuận hoặc thuận trái yếu với góc dốc mặt trượt biến đổi khoảng 50° - 70° , mặt trượt đổ cả về phía Đông Bắc và Tây Nam. Ngoài ra trong khu vực cũng ghi nhận sự có mặt của hệ thống đứt gãy phương á kinh tuyến (Hệ thống III) với phương kéo dài khoảng $160(\pm 5)$ - $340(\pm 5)$ với góc dốc mặt trượt 70 - 80° , đổ

về phía đông bắc điển hình là các đứt gãy trượt trái. Các hệ thống đứt gãy quan sát được thể hiện trên (Hình 2b).



Hình 2. (a) Mô hình động học Reidel shear và các đứt gãy liên quan (theo Bartlett và nkk., 1981 và Woodcock, Schubert, 1994)[2,7]. (b) Sơ đồ cấu tạo thể hiện các đới đứt gãy chính trung lưu sông Vu Gia và sự phân bố của các hệ thống đứt gãy.

Để phân tích đặc điểm động học và hiểu được sự tiến hóa của chúng, cấu trúc của đới trượt, chúng tôi phân tích cấu tạo dựa trên hệ thống trượt Reidel. Theo Bartlett và nkk., (1981) [2] và Woodcock, Schubert (1994) [7], hệ thống trượt Reidel gồm một loạt các đứt gãy khác nhau (Hình 2a): Hệ thống trượt chính Y là hệ thống trượt chủ đạo, sự trượt này tạo nên hệ thống trượt R và P là hệ thống trượt cùng tính chất với đứt gãy chính nhưng lệch góc 15° so với hệ thống chính. Hệ thống tách giãn T lệch góc khoảng 45° so với Y và điển hình là hệ thống tách giãn vì vậy dọc theo hệ thống này thường có các bồn sụt lún, trong khi hệ thống R' lại là hệ thống đứt gãy có tính chất trượt ngược với hệ thống trượt chính Y và lệch góc khoảng 75° so với hệ thống trượt chính.

Phân tích đặc điểm động học cho thấy các hệ thống đứt gãy này là bộ phận của hệ thống trượt bằng trái kiểu Riedel có quy mô khu vực trong đó đới trượt trái chính phương $045^\circ - 225^\circ$ (Ia) là hệ thống chính Y, hệ thống $055^\circ - 235^\circ$ (Ib) là các đứt gãy kiểu R. Hệ thống đứt gãy ngắn kéo dài theo phương gần đông tây ($85^\circ - 265^\circ$) trượt thuận hoặc thuận trái yếu tương đồng với kiểu đứt gãy tách giãn kiểu T. Quan sát địa hình địa mạo cho thấy dọc theo các hệ thống đứt gãy này thường có sự xen kẽ giữa địa hình bồn trũng và đồi núi có phương kéo dài trùng với phương của đứt gãy hệ thống II, tương đồng với kiểu cấu trúc địa hào địa lũy. Hệ thống đứt gãy III với phương kéo dài khoảng $160(\pm 5) - 340(\pm 5)$ và có góc dốc mặt trượt $70^\circ - 80^\circ$, trượt trái hoàn toàn tương đồng với kiểu đứt gãy R' trong hệ thống động học mô hình Reidel (Hình 2b).

Như vậy, các hệ thống đứt gãy trong khu vực có phương và tính chất dịch trượt khác nhau, tuy nhiên có thể chúng là một loạt các hệ thống đứt gãy được sinh thành từ dịch trượt chính phương Đông Bắc – Tây Nam ($045^\circ - 225^\circ$) (Hệ thống Ia).

3. Một số biểu hiện của đứt gãy hoạt động và thu thập mẫu ESR

Khu vực nghiên cứu lộ ra chủ yếu các đá granit sáng màu, hạt thô không bị biến dạng. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã nghiên cứu thực địa dọc đường cao tốc Đà Nẵng – Quảng Ngãi với các vách taluy mới mở cắt các sườn núi. Các đứt gãy gặp được trong khảo sát này cho thấy xuất hiện phổ biến các mùn đứt gãy trong các đá granit tuổi Paleozoi muộn phức hệ Bến Giằng – Quế Sơn và đá trầm tích Triat muộn hệ tầng Nông Sơn với chiều rộng đới mùn khác nhau, từ 5-6m đến những đới đứt gãy chỉ tạo đới mùn 10-20cm. Nhiều hệ thống đứt gãy có những biểu hiện như cắt qua lớp phong hóa phía trên và làm dịch chuyển chúng, trong đới mùn có các hệ thống đứt gãy sắc nét cắt qua (Hình 3a). Phân tích cấu tạo hình thái cho thấy các hệ thống này kéo dài xuống phần đồng bằng Quảng Nam và làm biến dạng các trầm tích trẻ, dịch chuyển các hệ thống thủy văn hiện đại và có các biểu hiện động đất... Các minh chứng trên cho phép chúng tôi dự đoán các đứt gãy này có khả năng là các đứt gãy hoạt động trong hiện đại.

Mẫu phân tích được lấy trong các mùn đứt gãy để định tuổi bằng phương pháp ESR trên khoáng vật

thạch anh. Các mẫu được lấy từ các đới mùn, chú trọng tập trung trong các đới trượt nhỏ, các mặt trượt còn sắc nét trong đới mùn đứt gãy (bán kính khoảng 2cm từ mặt trượt). Cách lấy này nhằm đảm xác định pha hoạt động gần đây nhất của đứt gãy nếu đứt gãy có nhiều pha dịch trượt. Trước khi lấy mẫu, vết lộ được dọn sạch và đào xuống sâu khoảng 1m kể từ bề mặt để tránh tối đa tác động của dòng chảy trên mặt ảnh hưởng đến kết quả phân tích. Mẫu lấy bằng dụng cụ đục nhỏ đảm bảo bán kính không quá 2cm từ các mặt trượt cắt qua đới mùn. Mỗi mẫu lấy trọng lượng khoảng 1-2kg tùy thuộc vào đá gốc giàu hay nghèo thạch anh. Dụng cụ lấy mẫu được rửa sạch sau mỗi lần lấy để tránh tác động hỗn nhiễm giữa các mẫu.

Tại các vết lộ QN1701 thuộc đứt gãy hệ thống Ia thể hiện hoạt động của đứt gãy khá mạnh mẽ, bao gồm các đới dăm mùn kiến tạo có chỗ rộng đến 5-6m, các mặt trượt và đường trượt rất sắc nét, rõ ràng để lại trên các mặt đứt gãy. Trong các đới mùn kiến tạo hệ thống này đôi khi còn gặp các đới trượt sắc nét cắt qua và tạo đới mùn mới rộng khoảng 3-4cm (Hình 3a). Đới trượt trong hệ thống đứt gãy Ib thể hiện yếu hơn tạo nên các mặt trượt, đường trượt rất rõ ràng tuy nhiên các đới dăm, mùn kiến tạo ở đây khá hạn chế và chỉ gặp được một ít điểm lộ điển hình dăm mùn kiến tạo dày khoảng 30-40cm (Hình 3b). Trong hệ thống đứt gãy II tại khu vực nghiên cứu vết lộ khá hạn chế, gặp chủ yếu các đới trượt nhỏ tạo dăm mùn kiến tạo chỉ khoảng 15-20cm (Hình 3c). Mẫu QN1701 được lấy trên đứt gãy thuộc hệ thống I, mẫu QN1702 trên hệ thống đứt gãy II và mẫu QN1703 được lấy trên hệ thống đứt gãy III (Hình 3a, b, c).



Hình 3. Ảnh các vết lộ thể hiện đứt gãy và vị trí lấy mẫu (a) Vị trí mẫu QN1701 thể hiện đới mùn đứt gãy cắt qua lớp phong hóa phía trên và các đường đứt gãy cắt qua đới mùn, (b) và (c) Vết lộ và vị trí lấy mẫu QN1702, QN1703

Mẫu sau khi được lấy được bảo quản trong túi nilon kín để tránh mất nước trong mẫu cũng như hỗn nhiễm với vật chất xung quanh, sau đó mẫu được gửi đi phân tích tại trường đại học Khoa học Okayama, Nhật Bản. Tại phòng phân tích, mẫu được đưa ra tính toán hàm lượng nước. Lượng mẫu còn lại được đưa ra sàng ướt ở các kích thước hạt khác nhau, tách thạch anh. Để phân tích tín hiệu ESR [1,3] chúng tôi tách mỗi mẫu thành các cỡ hạt khác nhau để phân tích. Các quy trình cụ thể sẽ được chúng tôi mô tả trong các công trình sau.

4. Kết quả tuổi ESR và thảo luận

4.1. Kết quả phân tích

Kết quả phân tích 3 mẫu ESR [1,3] cho các giá trị tuổi như bảng 1. Mẫu QN1701 cho kết quả 10282 năm, mẫu QN1702 cho kết quả tuổi 15409 năm và mẫu QN1703 cho kết quả tuổi 17689 năm.

Bảng 1. Kết quả phân tích tuổi ESR trên 3 mẫu QN1701, QN1702 và QN1703

Mẫu	Cỡ hạt	Tổng tín hiệu ESR	ESR mỗi năm	Tuổi
QN1701	<45	102.4090	9.96	10282
	45-75	188.9400	8.54	22124
QN1702	45-75	144.0750	9.35	15409
	75-125	189.9760	8.74	21736
QN1703	<45	140.6280	7.95	17689
	45-75	124.5380	6.62	18812

4.2. Thảo luận

a. Tuổi hoạt động của đứt gãy

3 mẫu lấy từ mùn đứt gãy của các hệ thống đứt gãy trên được xác định tuổi ESR [1,3] trên khoáng vật thạch anh tại trường Đại học Khoa học Okayama, Nhật Bản. Kết quả phân tích đã xác định được tuổi của chúng theo thứ tự là 10282 năm, 15409 năm, 17689 năm trên hệ thống đứt gãy Ia, Ib và II ở các cỡ hạt nhỏ. Ở các cỡ hạt lớn hơn cho tuổi già hơn và chúng gần như theo quy luật cỡ hạt càng lớn thì kết quả càng già, kết quả này được giải thích là do hiện tượng đưa tín hiệu ESR trong thạch anh về 0 khi đứt gãy hoạt động. Về nguyên tắc [1,3], tuổi ESR được xác định trên cơ sở đo tổng lượng tín hiệu ESR tự nhiên có trong mẫu thạch anh từ khi thạch anh bắt đầu hình thành hoặc đứt gãy tác động làm chúng mất hết lượng ESR tồn tại trước đó, quá trình này được gọi là quá trình đưa về 0 (zeroing). Tuy nhiên tín hiệu ESR trên các hạt thạch anh quay về 0 khi đứt gãy hoạt động lại phụ thuộc rất nhiều yếu tố, điển hình như biên độ dịch chuyển của đứt gãy để tạo nhiệt và áp suất đủ lớn và quá trình “zeroing” diễn ra, quá trình này cũng phụ thuộc vào cỡ hạt thạch anh trong mùn đứt gãy, thông thường cỡ hạt càng nhỏ thì quá trình “zeroing” diễn ra càng dễ kể cả khi đứt gãy hoạt động yếu... (Buhay và nnk., 1988) [3]. Mỗi pha hoạt động của đứt gãy cũng chỉ tạo đối “zeroing” trên thạch anh ở mỗi bán kính nhất định phụ thuộc vào cường độ dịch trượt của đứt gãy. Như vậy các kết quả khác nhau trên cùng một mẫu sử dụng kích thước thạch anh khác nhau để định tuổi có thể được giải thích là do quá trình “zeroing” không hoàn toàn trên kích thước mẫu có độ hạt lớn hơn. Trong khi đó khoảng tuổi ghi nhận được trong các mẫu sử dụng hạt thạch anh kích thước nhỏ hơn có thể được coi là gần gũi với pha hoạt động gần đây nhất của đứt gãy. Tuy nhiên đối với tuổi ESR, như đã nói trên, hoạt động của đứt gãy cần phải đủ lớn mới có thể tạo quá trình “zeroing” trong thạch anh được hoàn toàn. Đối với những dịch chuyển nhỏ (có thể là dưới 50cm, Ariyama, 1985) thì rất khó ghi nhận được bằng tín hiệu ESR. Như vậy tuổi Pleitocen muộn – Hollocen sớm trong các mẫu nghiên cứu cho phép nhóm tác giả khẳng định rằng các hệ thống đứt gãy trong khu vực có lịch sử phát triển địa chất khá lâu dài, bao gồm nhiều pha dịch trượt trong các giai đoạn khác nhau. Trong số đó, các pha hoạt động mạnh gần đây ít nhất có 03 lần trong Pleitocen muộn và lần cuối diễn ra vào khoảng Hollocen sớm. Các hoạt động yếu hơn trong thời gian gần đây cần có sự nghiên cứu kết hợp với các số liệu địa vật lý, giải đoán cấu trúc cũng như các hoạt động động đất, magma liên quan đến các hệ thống đứt gãy trong khu vực.

b. Ý nghĩa của các tuổi ESR thu được

Phân tích đặc điểm động học của các hệ thống đứt gãy cho thấy các hệ thống Ia, Ib và II theo thứ tự thuộc các đới trượt chính (Y), trượt Reidel (R) và đới tách giãn (T). Như vậy loạt đứt gãy Ib, II là những hệ thống được thành tạo do dịch trượt chính của hệ thống Ia, hay nói cách khác khi Ia dịch trượt sẽ kéo theo sự chuyển động của Ib và II. Tuy nhiên tuổi ESR xác định trên các đứt gãy này cho tuổi cổ dần từ 10282 năm, 15409 năm, 17689 năm trên hệ thống đứt gãy Ia, Ib và II. Sự khác biệt tuổi này phản ánh các giai đoạn dịch trượt chính của 3 hệ thống đứt gãy này xảy ra ở thời điểm khác nhau. Khi nghiên cứu về đứt gãy và tuổi ESR, Ariyama (1985) [1] cho rằng nếu một đứt gãy được tính toán với áp lực khoảng 2Mpa thì đứt gãy cần phải dịch chuyển khoảng 50cm để tín hiệu ESR thạch anh (<0,01mm) trong đới mùn đứt gãy dày khoảng 0,5mm quay về 0. Như đã nói trên, trong các đới mùn đứt gãy lớn của các hệ thống đứt gãy tồn tại các đới trượt nhỏ cắt qua tạo nên đới mùn chồng lấp đới mùn có trước, phản ánh các đứt gãy có nhiều pha hoạt động trong thời kỳ hiện đại. Tuy nhiên cự ly dịch chuyển của các đứt gãy trong hệ thống sẽ không đồng đều, trong đó dịch chuyển trong các hệ thống Ia sẽ là mạnh và chủ đạo nhất. Điều này dẫn đến việc các pha hoạt động không đủ lớn sẽ chỉ có thể gây nên hiện tượng “zeroing” chủ đạo trên đứt gãy chính trong khi trên các đứt gãy đồng sinh khác thì hiện tượng này yếu hơn. Trong trường hợp này mặc dù mẫu lấy tập trung dọc theo đới trượt nhỏ tuy nhiên tuổi lại phản ánh sự trộn lẫn tuổi của các pha dịch trượt trước và pha dịch trượt sau cùng. Thực tế cho thấy đứt gãy tách giãn T cho tuổi già nhất so với các đứt gãy trượt trái đồng sinh, điều này cũng phản ánh mức độ tác động khác nhau của áp suất, nhiệt độ lên đới mùn dọc theo các hệ thống đứt gãy nghiên cứu. Như vậy sự khác nhau về tuổi của 3

hệ thống đứt gãy như đã nói trên cũng là minh chứng quan trọng cho thấy các đứt gãy này có nhiều pha hoạt động trong thời kỳ hiện đại, trong đó có ít nhất 3 pha hoạt động mạnh tác động lên hệ thống tuổi ESR trên thạch anh trong mùn đứt gãy. Khoảng tuổi ghi nhận trên khẳng định rằng tất cả các hệ thống đứt gãy Ia, Ib, II trong khu vực có hoạt động dịch trượt trong hiện đại, trong đó pha hoạt động mạnh gần đây nhất xảy ra khoảng 10000 năm trước đây.

Kết luận

- Hệ thống sông Thu Bồn hiện tại đang có sự biến động lớn gây ra những hiện tượng tai biến cho vùng hạ lưu, sự biến động dòng dẫn đến các tai biến này có nguyên nhân trực tiếp từ các chuyển động của các hệ thống đứt gãy liên quan.

- Nghiên cứu động học cho thấy vùng trung lưu sông Thu Bồn gồm một loạt các đứt gãy phương khác nhau thuộc hệ thống động học Reidel.

- Kết quả ESR xác định các đứt gãy này có nhiều pha dịch chuyển trong Pleitocen-Hollocen, trong đó có dấu hiệu cho thấy pha dịch trượt mạnh nhất gần đây xảy ra trong Hollocen sớm.

Lời cảm ơn

Để hoàn thành nghiên cứu này tập thể tác giả trân trọng cảm ơn sự hợp tác, giúp đỡ của Giáo sư Shin Toyoda và Ai Uchida thuộc Khoa Ứng dụng vật lý trường đại học Khoa học Okayama, Nhật Bản.

Tài liệu tham khảo

Ariyama T., 1985. Conditions of resetting the ESR clock during faulting; In: ESR dating and dosimetry, (eds) M Ikeya and N Miki *Ionics, Tokyo*, 249-256.

Bartlett, W.L., Friedman, M., Logan, J.M., 1981. Experimental folding and faulting of rocks under confining pressure, Part IX: Wrench faults in limestone layers. *Tectonophysics* 79, 255±277.

Buhay W. M, Schwarcz H. P. and Grun R., 1988. ESR dating of fault gouge: the effect of grain size. *Quaternary Science Reviews* 7, 515-522.

Nguyễn Văn Trang và nnk., 1997. *Bản đồ Địa chất và Khoáng sản tỷ lệ 1:200.000 từ Hội An. Tổng cục Địa chất và Khoáng sản.*

Trần Văn Trị và Vũ Khúc (chủ biên), 2009. *Địa chất và Tài nguyên Việt Nam.* Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.

Trần Thanh Hải (chủ nhiệm) 2015. *Nghiên cứu đánh giá kiến tạo hiện đại khu vực ven biển miền Trung Việt Nam và vai trò của nó đối với các tai biến thiên nhiên phục vụ dự báo và phòng tránh thiên tai trong điều kiện biến đổi khí hậu.* Đề tài thuộc chương trình Khoa học và Công nghệ phục vụ chương trình mục tiêu Quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu, mã số BDKH.42.

Woodcock, N., Schubert, C., 1994. Continental strike-slip tectonics. In: Hancock, P. (Ed.), *Continental deformation. Pergamon Press, New York*, pp. 251±263.

ABSTRACT

ESR dating of fault gouge in the midstream Thu Bon River: New evidence of fault movements during late Pleistocene-Holocene

Nguyen Quoc Hung, Vu Anh Dao, Tran Thanh Hai, Dang Van Bat, Dang Ngoc Son, Ngo Xuan Thanh*
Hanoi University of Mining and Geology

The mainstream of the Thu Bon river system flows through Nam Tra Mi, Bac Tra Mi, Hiep Duc, Nong Son, Duy Xuyen, Dien Ban and Hoi An. The river system has been changing drastically its flow in recent years causing landslide erosion, sediment accumulation, droughts and floods occur quite frequently in the river system. The river system changing and well as its consequences have a complex origin in which endogenous geological activities such as tectonic displacement and the activity of young faults play an important role. Field studies have identified a number of fault systems that exist in the study area, including many large systems, spanning dozens of kilometers across the entire study area. Dynamic analysis shows that four fault systems in the area are part of a regional Riedel right-sided slip system. Three samples in the fault gouge of the fault systems that cut through the midstream Thu Bon River were collected to determine their faulting age by tElectron Spin Resonance (ESR) method, yielding 10282 years, 15409 years and 17689 year. These results show that the movement of the fault systems in the midstream Thu Bon River occurred during Late Pleistocene - Holocene, in which the last active phase occurred at least 10,000 years ago.

Keywords: Quang Nam; Thu Bon River; ERS; Fault gouge

Đặc điểm phân bố và chất lượng quặng sắt deluvi khu vực Cây Nhãn, tỉnh Tuyên Quang

Lương Quang Khang^{1,*}, Khương Thế Hùng¹
¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

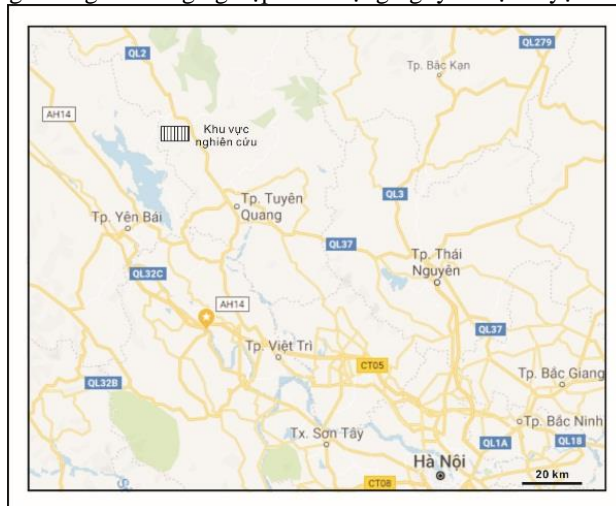
TÓM TẮT

Khu vực Cây Nhãn thuộc địa phận xã Hùng Đức, huyện Hàm Yên và xã Tứ Quận, huyện Yên Sơn, tỉnh Tuyên Quang và là khu vực có tiềm năng khá lớn về quặng sắt deluvi. Tuy nhiên, việc đầu tư nghiên cứu, đánh giá chất lượng và khả năng khai thác, sử dụng trong công nghiệp còn hạn chế. Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu và tổng hợp tài liệu, bài báo giới thiệu đặc điểm phân bố và chất lượng quặng sắt deluvi khu vực Cây Nhãn làm cơ sở khoa học định hướng cho công tác thăm dò, khai thác và nghiên cứu công nghệ tuyển, luyện quặng một cách hợp lý. Kết quả nghiên cứu cho thấy quặng sắt deluvi khu vực Cây Nhãn phân bố trên diện tích khoảng 0,5km² tập trung trong tầng phong hóa trên bề mặt đá phiến thạch anh sericit thuộc hệ tầng Hà Giang. Thân quặng có dạng nằm ngang, nằm gần song song với bề mặt địa hình hiện tại và có chiều dày thay đổi từ 0,8m đến 3,9m, trung bình 2,3m. Thân quặng nằm dưới lớp phủ có chiều dày thay đổi từ 0,2m đến 2,0m, trung bình 0,8m. Hàm suất quặng đạt từ 306kg/m³ đến 1.053kg/m³, trung bình đạt 585kg/m³, biến đổi thuộc loại đồng đều với hệ số biến thiên V= 34%. Quặng sắt deluvi có kích thước phần lớn ở cỡ hạt <3cm chiếm tỷ lệ 61,1%. Thành phần khoáng vật quặng chủ yếu là magnetit đi cùng limonit màu xám đen, xám thép. Quặng có hàm lượng T.Fe đạt trung bình 53,21%, biến đổi thuộc loại rất đồng đều (V= 10,91%); hàm lượng Mn dao động từ 0,35% đến 0,68%, trung bình 0,59%, biến đổi thuộc loại rất đồng đều (V= 15,25%). Nhìn chung, quặng sắt deluvi khu vực Cây Nhãn thuộc loại quặng trung bình đến giàu, các tạp chất có hại thấp và rất thuận lợi cho việc khai thác, tuyển luyện.

Từ khóa: “Quặng sắt deluvi”, “hàm suất”, “khu vực Cây Nhãn”.

1. Đặt vấn đề

Quặng sắt phong hóa là một trong những khoáng sản phân bố tương đối rộng và có tiềm năng lớn ở nước ta, trong đó phải kể đến vùng Hàm Yên - Yên Sơn, tỉnh Tuyên Quang, Văn Bàn, tỉnh Lào Cai, Vũ Quang - Hương Đại, tỉnh Hà Tĩnh,...(Trần Văn Trị và nnk, 2000). Hiện nay, quặng sắt phong hóa được sử dụng rất rộng rãi trong các ngành công nghiệp dưới dạng nguyên liệu luyện kim hoặc phụ gia xi măng.



Hình 1. Sơ đồ vị trí địa lý và giao thông khu vực nghiên cứu

* Tác giả liên hệ

Email: luongquangkhang@humg.edu.vn

Quặng sắt deluvi khu vực Cây Nhãn, tỉnh Tuyên Quang phân bố chủ yếu trong tầng phong hóa nằm trên bề mặt đá phiến thạch anh sericit thuộc hệ tầng Hà Giang có chất lượng tốt, điều kiện khai thác khá thuận lợi. Tuy nhiên, việc đầu tư nghiên cứu, đánh giá chất lượng và khả năng khai thác, sử dụng trong công nghiệp còn hạn chế. Do vậy, để định hướng cho công tác thăm dò, khai thác và nghiên cứu công nghệ tuyển, luyện quặng một cách hợp lý thì việc nghiên cứu làm sáng tỏ đặc điểm phân bố và chất lượng quặng sắt deluvi trong khu vực nghiên cứu là rất cần thiết. Bài báo giới thiệu các kết quả nghiên cứu trên cơ sở tổng hợp, phân tích tài liệu mới nhất thu thập được trong quá trình thi công công tác điều tra và khoan vùng triển vọng quặng sắt deluvi khu vực Cây Nhãn, tỉnh Tuyên Quang do tác giả thực hiện trong thời gian từ năm 2015 đến năm 2017.

2. Khái quát đặc điểm địa chất khu vực nghiên cứu

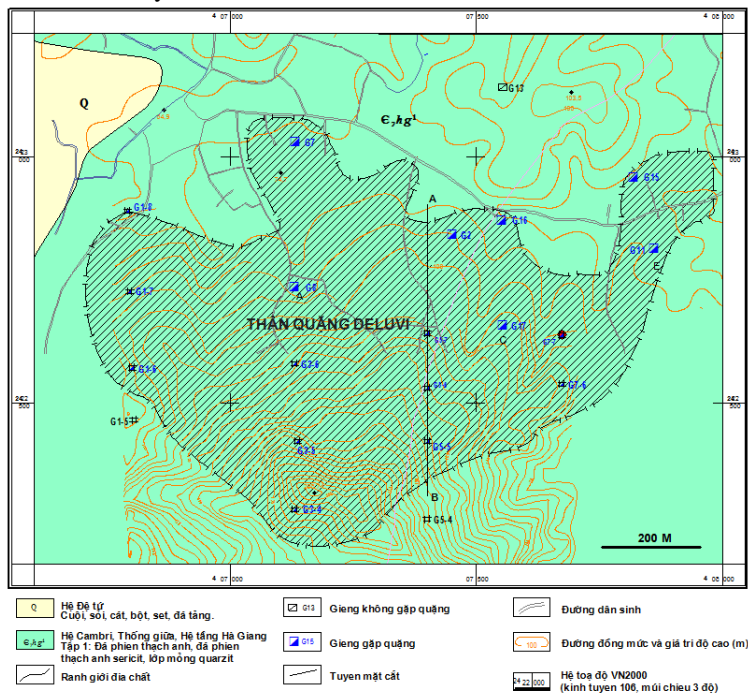
Khu vực nghiên cứu thuộc địa phận xã Hùng Đức, huyện Hàm Yên và xã Tứ Quận, huyện Yên Sơn, tỉnh Tuyên Quang, cách thành phố Tuyên Quang khoảng 20 km về phía tây bắc. Theo Nguyễn Văn Hoàn và đồng nghiệp (2000) thì tham gia vào cấu trúc địa chất khu vực nghiên cứu bao gồm các thành tạo trầm tích biến chất thuộc hệ tầng Hà Giang (ϵ_2hg^1) và trầm tích bờ rời hệ Đệ tứ. Quặng sắt deluvi phân bố chủ yếu trong tầng phong hóa trên bề mặt thành tạo trầm tích biến chất thuộc hệ tầng Hà Giang (hình 2). Thành phần thạch học chủ yếu của hệ tầng là đá phiến thạch anh sericit, đá phiến thạch anh sericit và lớp mỏng quazit. Đá có màu xám, xám xanh, phong hoá có màu nâu vàng, cấu tạo phân phiến rõ, kiến trúc vẩy hạt biến tinh. Vỏ phong hóa trên các đá thuộc hệ tầng có chứa quặng sắt magnetit.

Trong diện tích nghiên cứu, các thành tạo trầm tích bị biến chất hệ tầng Hà Giang có cấu tạo phân phiến, kéo dài theo phương tây bắc - đông nam. Toàn bộ diện tích nghiên cứu đá gốc bị phủ. Do vậy, việc nghiên cứu kiến tạo hết sức khó khăn, theo đó tại một số công trình chi xác định được các hệ thống khe nứt, có lẽ chúng được hình thành cùng với các thành tạo đứt gãy tây bắc - đông nam nằm về phía đông bắc diện tích nghiên cứu, liên quan đến các thân quặng gốc.

Dựa vào đặc điểm bề mặt địa hình, lịch sử phát triển địa chất vùng, quá trình bóc mòn, tích tụ, khu vực nghiên cứu có các kiểu địa hình sau:

- Địa hình bóc mòn xâm thực: Đây là kiểu địa hình phân bố trên các đồi cao (từ 70m đến 207m) nằm về phía tây và chiếm khoảng 2/3 diện tích khu vực nghiên cứu. Bề mặt hình thái sườn dốc từ $10 - 20^{\circ}$, tới $25 - 30^{\circ}$, đỉnh tương đối bằng. Địa hình có xu hướng thấp dần về phía đông, cấu thành nên kiểu địa hình này là đá phiến thạch anh sericit thuộc hệ tầng Hà Giang. Quá trình bóc mòn xâm thực chủ yếu xảy ra trên bề mặt vỏ phong hoá.

- Kiểu địa hình tích tụ: Kiểu địa hình này phân bố về phía nam và phía tây khu vực nghiên cứu dọc theo các thung lũng giữa núi có độ cao từ 65m đến 70m. Địa hình này được thành tạo chủ yếu do tác động của dòng nước trên mặt vận chuyển và tích tụ lại.



Hình 2. Sơ đồ địa chất khu vực Cây Nhãn, tỉnh Tuyên Quang (Lương Quang Khang và nnk, 2017)

3. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

3.1. Thu thập, tổng hợp, xử lý tài liệu cũ, kết hợp khảo sát thực địa

Tác giả tiến hành thu thập, tổng hợp và tiến hành đánh giá độ tin cậy của các nguồn tài liệu thu thập được từ các công trình nghiên cứu trước; đồng thời tiến hành khảo sát thực địa. Trên cơ sở đó lựa chọn nguồn tài liệu bảo đảm độ tin cậy để xử lý nhằm nâng cao hiệu quả đánh giá đặc điểm phân bố và chất lượng quặng sắt deluvi trong khu vực nghiên cứu.

3.2. Phương pháp nghiên cứu thành phần vật chất quặng

Lấy phân tích một số mẫu lát mỏng, hàm suất quặng, độ hạt, trọng sa, hóa cơ bản và hóa toàn diện để xác định về đặc điểm thành phần vật chất, chất lượng quặng sắt deluvi và đá vây quanh khu vực nghiên cứu.

3.3. Phương pháp xử lý thông tin địa chất

Dựa trên cơ sở mô hình thống kê và sử dụng các phần mềm khác nhau trên máy vi tính để xử lý thông kê các tập mẫu, nội suy khoanh định các trường địa vật lý từ và bằng cách đối sánh các đối tượng để chỉ ra những dị thường các khả năng liên quan đến quặng sắt deluvi. Đồng thời mô tả sự phân bố thống kê của các thông số địa chất như hàm suất, độ hạt quặng, hàm lượng các thành phần hóa, chiều dày thân quặng. Mục đích của bài toán là xác định các giá trị trung bình, phương sai, hệ số biến thiên của các thông số địa chất nhằm đảm bảo tính sát thực, hiệu quả và không chệch trong xử lý số liệu, bảo đảm độ tin cậy; đồng thời dựa vào hàm phân bố xác suất, cho phép xác định xác suất xuất hiện các trị số ngẫu nhiên trong khoảng lựa chọn tùy ý. Nội dung phương pháp đề cập chi tiết trong Lương Quang Khang và nnk, 2015.

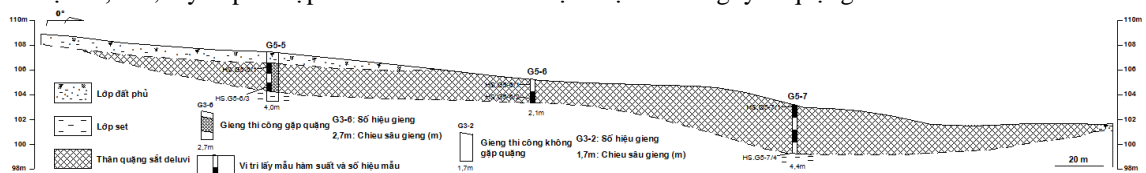
4. Kết quả và thảo luận

4.1. Đặc điểm phân bố thân quặng sắt deluvi

Kết quả nghiên cứu cho thấy thân quặng sắt deluvi phân bố với diện tích khoảng 0,8 km² (Đình Đức Anh và nnk, 2006; Lương Quang Khang và nnk, 2017), thân quặng phân bố phù hợp với diện tích dị thường từ đã xác định. Trên mặt cắt địa chất thân quặng có dạng nằm ngang, chiều dày thân quặng thay đổi từ 0,8m đến 3,9m, trung bình là 2,3m, thân quặng có xu thế vát nhọn về 2 phía bắc và nam khu vực nghiên cứu. Thân quặng nằm dưới lớp phủ có chiều dày thay đổi từ 0,2m đến 2,0m, trung bình là 0,8m (hình 3).

Hàm suất quặng thay đổi khá lớn ở các công trình từ thấp nhất là 306kg/m³ đến cao nhất là 1.053kg/m³, trung bình là 585kg/m³.

Vấn đề cần được lưu ý khi khai thác sau này là quặng sắt deluvi có kích thước chủ yếu là hạt nhỏ. Theo Lương Quang Khang và cộng sự (2017) thì phần lớn quặng deluvi có kích thước <3cm chiếm tỷ lệ 61,1%, phần chọn tay được (>3cm) chỉ chiếm khoảng 38,9% so với tổng hàm suất, có nghĩa là cần phải có sự đãi, rửa, tuyển phù hợp mới có thể thu hồi được triệt để tài nguyên quặng.



Hình 3. Mặt cắt địa chất theo đường AB (Lương Quang Khang và nnk, 2017)

4.2. Đặc điểm chất lượng quặng sắt deluvi

4.2.1. Đặc điểm thành phần khoáng vật quặng

Quặng sắt deluvi khu vực Cây Nhãn có thành phần khoáng vật không phức tạp, thuộc loại quặng magnetit có chứa amphibol. Thành phần khoáng vật chủ yếu của quặng là magnetit, ít hematit, hydroxyt sắt, psilomelan. Trong quặng deluvi tỷ lệ hydroxyt sắt cao hơn quặng gốc do quặng bị phá hủy trong điều kiện ngoại sinh. Magnetit bị mactit hoá khá mạnh. Đồng thời với sự phá hủy các khoáng vật quặng thì các khoáng vật giàu sắt (amphibol, chlorit...) cũng bị phá hủy tạo thành limonit. Chính vì vậy, trong quặng deluvi hàm lượng sắt thường giàu hơn rất nhiều so với quặng gốc, đồng thời với sự tăng lên của hàm lượng sắt thì hàm lượng Al₂O₃, SiO₂ cũng giảm đi.

4.2.2. Đặc điểm hàm suất quặng và độ hạt quặng

Để đánh giá hàm suất quặng, chúng tôi đã lấy và phân tích mẫu hàm suất. Mẫu hàm suất được lấy liên tục theo phương pháp mẫu rãnh tại các công trình giếng. Kết quả xử lý thống kê mẫu hàm suất quặng được tổng hợp ở bảng 1 và 2.

Bảng 1. Bảng tổng hợp kết quả tính thống kê hàm suất quặng theo mẫu đơn

Giá trị	Hàm suất quặng phần hạt có kích thước >3cm (kg/m ³)	Hàm suất quặng phần hạt có kích thước 1-3cm (kg/m ³)	Hàm suất quặng phần hạt có kích thước <1cm (kg/m ³)	Tổng hàm suất quặng (kg/m ³)
Nhỏ nhất	30	79	40	221
Lớn nhất	600	390	340	1.090
Trung bình	244	222	165	627
Hệ số biến thiên (%)	57	41	53	34

Từ kết quả xử lý thống kê ở bảng 1 cho phép rút ra một số nhận xét sau: Hàm suất quặng trong khu vực nghiên cứu dao động từ 221kg/m³ đến 1.090kg/m³, trung bình 627 kg/m³. Hàm suất quặng biến đổi thuộc loại đồng đều với hệ số biến thiên V= 34%. Thành phần độ hạt quặng tập trung chủ yếu với kích thước hạt <3cm chiếm tỷ lệ 61,1% và quặng có kích thước hạt >3cm chiếm tỷ lệ 38,9%.

Bảng 2. Bảng tổng hợp kết quả tính thống kê hàm suất quặng theo công trình giếng

TT	Số hiệu công trình giếng	Hàm suất quặng trung bình theo công trình giếng (kg/m ³)
1	G1-6	675
2	G1-7	560
3	G1-8	306
4	G3-4	467
5	G3-5	713
6	G3-6	446
7	G8	540
8	G5-5	515
9	G5-6	673
10	G5-7	1.053
11	G7-6	570
12	G7-7	500
Nhỏ nhất		306
Lớn nhất		1.053
Trung bình		585

Kết quả xử lý thống kê ở bảng 2 cho thấy hàm suất quặng trong các công trình giếng thay đổi từ 306 kg/m³ đến 1.053 kg/m³, trung bình 585 kg/m³.

4.2.3. Đặc điểm thành phần hóa học

Kết quả xử lý thống kê mẫu hóa cơ bản và các mẫu hóa toàn diện được trình bày ở bảng 3, 4 và 5.

Bảng 3. Bảng tổng hợp kết quả tính thống kê hàm lượng T.Fe và Mn theo mẫu đơn

Giá trị	Hàm lượng (%)	
	T.Fe	Mn
Nhỏ nhất	40,65	0,35
Lớn nhất	63,12	0,68
Trung bình	53,43	0,59
Hệ số biến thiên	10,91	15,25

Theo bảng 3 cho phép rút ra một số nhận xét sau: Hàm lượng T.Fe trong khu vực nghiên cứu dao động từ 40,65% đến 63,12%, trung bình 53,43%. Hàm lượng T.Fe biến đổi thuộc loại rất đồng đều với hệ số biến thiên $V= 10,91\%$. Hàm lượng Mn trong khu vực nghiên cứu dao động từ 0,35% đến 0,68%, trung bình 0,59%. Hàm lượng Mn biến đổi thuộc loại rất đồng đều với hệ số biến thiên $V= 15,25\%$.

Bảng 4. Bảng tổng hợp kết quả tính thống kê hàm lượng T.Fe và Mn theo công trình

TT	Số hiệu công trình giếng	Hàm lượng (%)	
		T.Fe	Mn
1	G1-6	59,24	0,60
2	G1-7	51,35	0,63
3	G1-8	57,80	0,57
4	G3-4	47,42	0,48
5	G3-5	56,30	0,47
6	G3-6	48,87	0,64
7	G8	56,38	0,30
8	G5-5	52,96	0,59
9	G5-6	47,08	0,62
10	G5-7	50,37	0,62
11	G7-6	59,08	0,65
12	G7-7	51,62	0,66
Nhỏ nhất		47,08	0,30
Lớn nhất		59,24	0,66
Trung bình		53,21	0,57

Từ kết quả xử lý thống kê ở bảng 4 cho thấy hàm lượng T.Fe trong các công trình giếng thay đổi từ 47,08% đến 59,24%, trung bình 53,21%. Hàm lượng Mn trong các công trình giếng dao động từ 0,30% đến 0,66%, trung bình 0,57%.

Bảng 5. Bảng tổng hợp kết quả tính thống kê hàm lượng thành phần hóa học theo mẫu hóa toàn diện

TT	Số hiệu mẫu	Hàm lượng (%)									
		T.Fe	Mn	Al ₂ O ₃	Pb	Zn	Cu	S	P	As	SiO ₂
1	HTD-01	57,36	0,59	0,64	0,00	0,00	0,02	0,26	0,03	0,00	6,02
2	HTD-02	51,62	0,54	0,98	0,00	0,01	0,04	0,24	0,02	0,00	7,45
3	HTD-03	53,11	0,52	0,76	0,00	0,00	0,03	0,25	0,04	0,00	6,72
4	HTD-04	50,34	0,64	1,04	0,00	0,00	0,02	0,22	0,02	0,00	9,42
5	HTD-05	54,50	0,62	0,88	0,00	0,01	0,02	0,27	0,02	0,00	6,87
Nhỏ nhất		50,34	0,52	0,64	0,00	0,00	0,02	0,22	0,02	0,00	6,02
Lớn nhất		57,36	0,64	1,04	0,00	0,01	0,04	0,27	0,04	0,00	9,42
Trung bình		53,39	0,58	0,86	0,00	0,00	0,03	0,25	0,03	0,00	7,30

Từ kết quả phân tích được trình bày trong bảng 5 cho thấy hàm lượng T.Fe nhỏ nhất 50,34%, lớn nhất 57,36%, trung bình đạt 53,39%; hàm lượng Mn nhỏ nhất 0,52%, lớn nhất 0,64%, trung bình 0,58%. Các tạp chất có hại thấp, thuộc loại quặng trung bình đến giàu.

5. Kết luận

Quặng sắt deluvi khu vực Cây Nhãn phân bố trên diện tích khoảng 0,8 km² thuộc tầng phong hóa trên bề mặt đá phiến thạch anh sericit thuộc hệ tầng Hà Giang. Thân quặng có dạng nằm ngang nằm gần song song với bề mặt địa hình hiện tại và có chiều dày thay đổi từ 0,8m đến 3,9m, trung bình là 2,3m. Thân quặng nằm dưới lớp phủ có chiều dày thay đổi từ 0,2m đến 2,0m, trung bình là 0,8m.

Thành phần khoáng vật chủ yếu của quặng là magnetit, ít hematit, hydroxyt sắt, psilomelan. Trong quặng deluvi tỷ lệ hydroxyt sắt cao hơn quặng gốc do quặng bị phá hủy trong điều kiện ngoại sinh. Magnetit bị mactit hoá khá mạnh.

Hàm suất quặng đạt từ 306kg/m³ đến 1.053kg/m³, trung bình đạt 585kg/m³. Quặng sắt deluvi có kích thước phần lớn ở cỡ hạt <3cm chiếm tỷ lệ 61,1%. Thành phần khoáng vật quặng chủ yếu là magnetit đi cùng limonit màu xám đen, xám thép. Quặng có hàm lượng T.Fe đạt trung bình 53,21%, các tạp chất có hại thấp.

Nhìn chung, quặng sắt deluvi khu vực Cây Nhãn thuộc loại quặng trung bình đến giàu, các tạp chất có hại thấp và rất thuận lợi cho việc khai thác, tuyển luyện. Vì vậy, cần sớm có kế hoạch thăm dò và đưa mỏ vào khai thác.

Tài liệu tham khảo

Đinh Đức Anh và nnk, 2006. Báo cáo kết quả công tác tìm kiếm các điểm quặng sắt tỉnh Tuyên Quang. *Báo cáo nghiên cứu*. Lưu trữ Liên đoàn Bản đồ địa chất Miền Bắc, Hà Nội.

Nguyễn Văn Hoàn và nnk, 2000. Báo cáo kết quả đo vẽ bản đồ địa chất tỷ lệ 1: 200.000 tờ Tuyên Quang. Hiệu đính lần thứ 2. *Báo cáo nghiên cứu*. Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.

Lương Quang Khang và nnk, 2017. Báo cáo kết quả điều tra và khoanh vùng triển vọng quặng sắt deluvi khu vực Cây Nhãn, tỉnh Tuyên Quang. *Báo cáo sản xuất*. Lưu trữ Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Tuyên Quang.

Lương Quang Khang và nnk, 2015. Phương pháp xử lý thông tin địa chất. Bài giảng. Lưu trữ trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

Trần Văn Trị và nnk, 2000. Tài nguyên khoáng sản Việt Nam. *Báo cáo nghiên cứu chuyên đề*. Cục Địa chất và khoáng sản Việt Nam, Hà Nội.

ABSTRACT

Quality characteristics of diluvial iron ore deposit in Cay Nhan area, Tuyen Quang province

Luong Quang Khang¹, Khuong The Hung¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

Cay Nhan area is located in Hung Duc village, Ham Yen district and Tu Quan village, Yen Son district, Tuyen Quang province and has large potential of diluvial iron resources. However, investment in research and assessment of quality and ability to exploit and use in industry is limited. Based on the results of research and synthesis documents, the paper introduces characteristic distribution and quality of diluvial iron ore in Cay Nhan area as a scientific basis for exploration, exploitation and technologic research for selecting and refining ores in a rational manner. Research results show that diluvial iron ore in Cay Nhan area is distributed on an area of about 0.5 km² concentrated in the weather layer on the surface of quartz sandstone sericite of the Ha Giang formation. The ore body is horizontal, lying close to the current terrain surface and has a thickness of 0.8 to 3.9 meters, averaging 2.3 meters. Ore body under the cover thickness varies from 0.2 m to 2.0 m, average 0.8 m. The ore content is from 306kg/m³ to 1.053kg/m³, average 585kg/m³, the variation is uniform with variable coefficient V = 34%. Diluvial iron ore is mostly in grain size <3 cm, accounting for 61.1%. The mineral composition of the ore is mainly magnetite accompanied limonite gray black, gray steel. Ore has an average content of 53.21%, variation is very uniform (V = 10.91%); Mn content ranged from 0.35% to 0.68%, average 0.59%, variation was very uniform (V = 15.25%). In general, the diluvial iron ore in Cay Nhan area is medium to rich ores, impurities are low harmful and very convenient for exploitation and recruitment

Keywords: Diluvial iron ore, content rate, Cay Nhan area.

Tiềm năng tài nguyên vàng gốc khu vực Attapeu miền nam nước CHDCND Lào

Houmphavanh Phatthana^{1,2}, Nguyễn Phương^{1,*}, Nguyễn Tiến Dũng¹
1. Trường ĐH Mỏ - Địa chất. 2. NCS nước CHDCND Lào.

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu một số kết quả nghiên cứu mới đạt được trên cơ sở tổng hợp tài liệu từ các công trình trước và áp dụng phối hợp bài toán toán thông tin logic với phương pháp dự báo sinh khoáng định lượng (phương pháp tính thẳng theo thông số quặng hóa, phương pháp tương tự địa chất) để đánh giá tiềm năng tài nguyên vàng gốc khu vực Attapeu, Miền nam nước CHDCND Lào. Kết quả nghiên cứu rút ra một số kết luận sau:

Khu vực nghiên cứu tồn tại 2 kiểu thân quặng chính là kiểu thân quặng dạng mạch và kiểu thân quặng dạng đới mạch. Thân quặng dạng mạch là tập hợp các mạch, vi mạch thạch anh - sulfur chứa vàng, có ranh giới tương đối rõ ràng với đá vây quanh. Thân quặng dạng đới mạch là tập hợp các vi mạch, hoặc các vi mạch thạch anh thường bị dập vỡ, nằm xen kẽ các đá biến đổi thạch anh hoá, chlorit hoá. Hàm lượng vàng trong các thân quặng thay đổi từ < 0,2 - 43,8 g/T.

Tiềm năng tài nguyên vàng gốc trong khu vực Attapeu khá lớn và phân bố tập trung trong đới cấu trúc Nam Trường Sơn - Sekong, thuộc phía đông diện tích nghiên cứu. Kết quả đã khoanh định được 01 diện tích rất triển vọng (3km²); 05 diện tích triển vọng (518km²) và các diện tích chưa rõ triển vọng (48 km²). Tổng tài nguyên vàng gốc đã xác định (cấp 122 + 333) là 4.750 Kg (Au); tổng tài nguyên dự báo (cấp 334) đạt khoảng 102.000 – 101.740 kg Au. Ngoài vàng, trong các thân quặng còn có các nguyên tố có ích đi kèm là Ag, Cu, Pb, Zn, cần được quan tâm nghiên cứu khi tiến hành công tác điều tra đánh giá và thăm dò vàng gốc trong khu vực.

Từ khóa: Tài nguyên; toán logic; Attapeu; CHDCND Lào

1. Đặt vấn đề

Khu vực nghiên cứu thuộc tỉnh Attapeu, miền Nam nước Cộng hòa dân chủ Nhân dân Lào, phía bắc và tây bắc giáp tỉnh Sekong và Champasak, phía đông giáp biên giới Việt Nam, phía tây nam giáp biên giới Campuchia. Khu vực Attapeu được đánh giá là diện tích có tiềm năng về khoáng sản nội sinh; đặc biệt là vàng gốc. Tuy nhiên, các tài liệu nghiên cứu còn hạn chế, hầu hết còn mang tính riêng lẻ, chủ yếu tập trung vào công tác điều tra đánh giá cho từng điểm quặng nhằm phục vụ trực tiếp cho việc khai thác của các doanh nghiệp. Đến thời điểm hiện tại, vẫn chưa có công trình nghiên cứu nào đề cập một cách đầy đủ và toàn diện về đặc điểm phân bố, chất lượng; đặc biệt là nghiên cứu đánh giá tiềm năng tài nguyên vàng gốc và các khoáng sản đi kèm trong khu vực. Vì vậy, việc nghiên cứu áp dụng phối hợp phương pháp truyền thống với các phương pháp nghiên cứu hiện đại (bài toán thông tin logic, phương pháp tính thẳng theo thông số quặng hóa, phương pháp tương tự địa chất) để đánh giá tiềm năng và phân vùng triển vọng vàng gốc khu vực Attapeu; từ đó đề xuất công tác tìm kiếm thăm dò tiếp theo là rất cần thiết.

2. Tổng quan khu vực nghiên cứu

2.1. Vị trí khu vực nghiên cứu trên bình đồ cấu trúc chung

Khu vực nghiên cứu là một bộ phận của trung tâm bán đảo Đông Dương, có các thành tạo địa chất tiền Cambri và Phanerozoic. Trong đó khu vực nghiên cứu thuộc địa khu liên hợp Đông Dương (gồm craton Indosinia, các đai tạo núi Paleozoic sớm Huế - Sekong, Paleozoic muộn Việt - Lào, Permi - Trias Đông Dương và các cấu trúc nội lục Meso - Kainozoic có nguồn gốc khác nhau) (Trần Văn Trị và nnk, 1986, 2007; Nguyễn Xuân Bao và nnk, 2001). Theo Metcalfe I (2006), khu vực Attapeu có nguồn gốc từ Gondwana bồi kết trong Paleozoic - Mesozoic thuộc mảng thạch quyển Á - Âu tiếp giáp với các mảng Ấn Độ - Australia ở phía tây nam, Thái Bình Dương ở phía đông qua các ranh giới hội tụ. Theo Trần Văn Trị và nnk (2007), khu vực nghiên cứu bao gồm các địa khu liên hợp Việt - Trung, Đông Dương, Sibumasu, trong đó có các craton Tiền Cambri, các đai tạo núi và các cấu trúc chồng gối có tuổi khác nhau.

2.2. Đặc điểm địa chất và khoáng sản khu vực Attapeu

* Tác giả liên hệ

Email: phuong_mdc@yahoo.com

2.2.1. Đặc điểm địa chất

a. Địa tầng

Khu vực nghiên cứu có mặt các thành tạo từ Proterozoi đến Đệ tứ (hình 3) (Gastinski và nnk, 1977).

- Các thành tạo Proterozoi phân bố ở phía đông và đông nam khu vực Attapeu, thành phần gồm các đá gneis biotit, phiến thạch anh – biotit và phiến kết tinh.

- Các thành tạo giới Paleozoi, gồm:

+ Hệ Cambri, thống trung - hệ Ordovic, thống dưới ($\epsilon_2 - O_1$): phân bố ở phía đông khu vực nghiên cứu, gồm đá phiến sericit, phiến thạch anh- sericit, phiến thạch anh- muscovit, phiến thạch anh, cát kết bị biến đổi.

+ Hệ Ordovic, thống thượng - Hệ Silur (O_3-S): phân bố ở phía đông bắc và đông nam khu vực, gồm các đá phiến sericit, đá phiến thạch anh - sericit, cát sạn kết, cát kết, bột kết, đá vôi silic, đá phiến thạch anh - calcit.

+ Hệ Carbon, thống dưới (C_1): phân bố ở phía đông bắc gồm cát kết, bột kết, sét kết, đá phiến sét, đá phiến sét than và các vỉa than, chứa hoá thạch thực vật.

+ Hệ Carbon, thống thượng - hệ Permi, thống hạ (C_2-P_1): phân bố ở đông bắc, gồm đá vôi vi hạt, đá vôi sét xen ít lớp bột kết và đá phiến sét.

- Các thành tạo, gồm:

+ Hệ Trias, thống hạ, thống trung (T_{1-2}): phân bố rộng rãi ở vùng trung tâm, kéo dài từ phía bắc xuống nam. Thành phần gồm cuội kết, sạn kết, cát kết, bột kết, sét kết, đá phiến sét xen các lớp phun trào ryolit và tuf.

+ Hệ Jura, thống hạ - thống trung (J_{1-2}): phân bố từ trung tâm xuống phía tây nam khu vực nghiên cứu, gồm cát kết màu xám, nâu đỏ, bột kết màu nâu đỏ, tím xen ít sét kết màu nâu, cát kết có vôi, bột kết có vôi và khoáng hóa đồng.

+ Hệ Jura, thống thượng - hệ Creta (J_3-K): lộ ra ở rìa ranh giới phía tây bắc và một phần ở phía tây, gồm có sạn kết, cát sạn kết, cát kết hạt nhỏ đến vừa màu xám sáng.

- Giới Kainozoi, gồm các thành tạo trầm tích hệ Neogen và các trầm tích bờ rời hệ Đệ tứ.

+ Hệ Neogen, thống Pliocen (N_2): phân bố trong diện tích nhỏ ở trung tâm và phía đông của khu vực nghiên cứu; gồm cuội kết, sạn kết, cát kết, bột kết gắn kết yếu.

+ Hệ Neogen, thống Pliocen - Hệ Đệ tứ, thống Pleistocen (N_2-Q_1): phân bố ở phía tây và đông bắc, thành phần gồm bazan oliovin, bazan porphyr và tuf của chúng.

+ Hệ Đệ tứ, thống Holocen (apQ_2): gồm trầm tích sông, sông lũ, phân bố dọc theo các thung lũng sông, sỏi thuộc phía đông bắc khu vực nghiên cứu; thành phần gồm cuội, cát, bột, sét.

b. Hoạt động magma xâm nhập

Trong khu vực nghiên cứu hoạt động magma xảy ra khá đa dạng và phức tạp, gồm:

- Thành tạo tuổi Paleozoi giữa (PZ_2): phân bố trong đới cấu trúc Nam Trường Sơn - Sekong (hình 3), bao gồm các đá diorit thạch anh, tonalit, granodiorit, granit biotit - hornblend và granit biotit.

- Thành tạo tuổi Paleozoi muộn-Mesozoi sớm (PZ_3-MZ_1): phân bố trong đới cấu trúc Nam Trường Sơn - Sekong (Phan Cự Tiên và nnk 1989). Thành phần từ bazơ đến acid, gồm gabrodiorit, diorit, granodiorit và granit, gồm 3 pha xâm nhập và pha đá mạch.

- Thành tạo tuổi Mesozoi sớm (MZ_1): gồm các khối nhỏ phân bố rải rác trong khu vực nghiên cứu. Thành phần chủ yếu là granit biotit, granit hai mica, granit sáng màu hạt nhỏ và granit aplit, gồm hai pha xâm nhập.

- Các thành tạo magma xâm nhập chưa rõ tuổi: các đá xâm nhập xếp vào nhóm này bao gồm các thể diabas và đai mạch lamprophyr. Chúng phân bố rải rác và xuyên cắt các thành tạo địa chất có tuổi từ Paleozoi đến Mesozoi sớm (Phan Cự Tiên, 1989).

c. Đặc điểm kiến tạo

- Hoạt động uốn nếp: trên cơ sở phân tích cấu trúc địa chất và tổng hợp tài liệu hiện có, hệ thống nếp uốn khu vực nghiên cứu được chia thành hai phức nếp uốn chính và một số nếp uốn như: Phức nếp lõm Tây Nam Lào; Phức nếp lõm Kaleum; Nếp lõm bản Nong Viat - bản Bang Ha Noy.

- Hoạt động đứt gãy: trong khu vực nghiên cứu có 03 hệ thống đứt gãy phát triển theo phương tây bắc - đông nam, á kinh tuyến, đông bắc – tây nam. Trong đó hệ thống đứt gãy tây bắc - đông nam là các đứt gãy nghịch hoặc chờm nghịch, chúng phát triển mạnh mẽ và có vai trò khống chế quặng hóa vàng gốc trong khu vực. Các hệ thống đứt gãy khác hình thành sau tạo quặng, xuyên cắt các thành tạo địa chất có tuổi từ Paleozoi đến Mesozoi sớm (Phan Cự Tiên, 1989).

2.2.2. Đặc điểm phân bố quặng vàng gốc khu vực Attapeu

Vàng gốc khu vực nghiên cứu có liên quan chặt chẽ với các yếu tố cấu trúc địa chất, các hoạt động kiến tạo. Sự phát triển của các hệ thống đứt gãy phương tây bắc đông nam đóng vai trò quan trọng trong việc khống chế, tích tụ khoáng sản vàng trong khu vực. Đặc điểm các đới quặng được tổng hợp từ các công trình trước (Houmphavan Phatthana, 2018; Đỗ Quốc Bình và nnk, 2012) và thể hiện trong bảng 1.

Từ bảng 1 cho thấy, các đới khoáng hóa vàng là tập hợp các mạch thạch anh sulfur chứa vàng, có kích thước, hàm lượng và mức độ nghiên cứu khác nhau.

Bảng 1. Tổng hợp đặc điểm các đới vàng gốc khu vực nghiên cứu và mức độ nghiên cứu

TT	Đới quặng	Kiểu quặng	Chiều dài (m)	Chiều dày (m)	Hàm lượng (g/T)	Mức độ nghiên cứu
1	Vang Tat	Thạch anh- sulfur-vàng	~400	0,4- 26,6	0,1- 43,8	Điều tra, thăm dò
		Sulfur-vàng	~400	1,6- 4,2	0,2- 15,0	
2	Houaypeak	Sulfur-vàng	~1-12	~1- 12,0	0,4- >1,0	Điều tra
3	Dakkanat	Sulfur-vàng	~100	0,2- 10,0	<0,04- 2,6	Điều tra
4	Antoum	Sulfur-vàng	100- 300	1,5- 2,0	1,3- 2,2	Điều tra
		Thạch anh- sulfur-vàng	~100	~10- 25,0	2,2- 76,2	
5	Xexou	Sulfur-vàng	~200	~1- 15,0	0,1- 3,0	Điều tra
6	Namxuan	Thạch anh- sulfur-vàng	~100	~10- 15,0	0,2- 2,0	Điều tra
7	Namlay	Thạch anh- sulfur-vàng	~300	~20- 35,0	1,4- 30,0	Điều tra

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Phương pháp địa chất truyền thống

Khảo sát thực địa, kết hợp thu thập, xử lý và tổng hợp tài liệu có trước. Đây là phương pháp dựa trên nguồn thông tin sơ cấp và thứ cấp thu thập được từ các tài liệu nghiên cứu trước, kết hợp khảo sát thực địa để xây dựng luận cứ khoa học và là cơ sở dữ liệu đầu vào cho các phương pháp nghiên cứu tiếp sau.

3.2. Phương pháp đánh giá tài nguyên

a. Tài nguyên xác định

Căn cứ vào đặc điểm hình thái, cấu trúc, thể nằm và phương thức bố trí các công trình tìm kiếm, thăm dò, các nhà địa chất Việt Nam và Lào đã sử dụng phương pháp mặt cắt song song thẳng đứng (Đỗ Quốc Bình và nnk (2012) để tính tài nguyên vàng gốc xác định cho từng diện tích khu mỏ đã thăm dò hoặc tìm kiếm chi tiết hóa.

b. Tài nguyên chưa xác định

Để đánh giá tiềm năng tài nguyên vàng gốc trong khu vực, tác giả sử dụng phương pháp tính thẳng theo thông số quặng hóa và phương pháp tương tự địa chất. Đây là hai trong số các phương pháp dự báo sinh khoáng định lượng được nhiều nhà địa chất trên thế giới và Việt Nam sử dụng để dự báo tài nguyên trong công tác điều tra, đánh giá khoáng sản (Đặng Xuân Phong, Nguyễn Phương, 2008).

➤ Phương pháp tính thẳng theo thông số quặng hóa

Phương pháp tính thẳng theo thông số quặng hóa là phương pháp được áp dụng nhiều nhất để dự báo tài nguyên trong vùng quặng, trường quặng hoặc cho đới khoáng hóa (đới quặng) nhất định. Tài nguyên dự báo được tính theo công thức:

$$Q_q = M_{sp} \cdot S_{sp} \cdot d \cdot K_q \quad (1)$$

$$P = Q_q \cdot C_q = M_{sp} \cdot S_{sp} \cdot d \cdot K_q \cdot C_q \quad (2)$$

Trong đó: Q_q - Tài nguyên quặng; P - Tài nguyên vàng; M_{sp} - Chiều dày trung bình của đới quặng; S_{sp} - Diện tích phân bố đới quặng; d - Thể trọng của đá chứa quặng; C_q - Hàm lượng trung bình của Au trong đới quặng. K_q - Hệ số chứa quặng, xác định theo công thức:

$$K_q = \frac{\sum_{i=1}^N K_{qi}}{N} \quad (3)$$

Trong đó: K_{qi} là hệ số chứa quặng xác định trên một số mặt cắt chuẩn, được tính theo công thức:

$$K_{qi} = \frac{M_{qi}}{M_{Sfi}} \quad (4)$$

M_{qi} là tổng chiều dày thân quặng, mạch quặng trên cắt chuẩn thứ i ; M_{Sfi} là chiều dày đới quặng/hoặc đới khoáng hóa trên mặt cắt chuẩn thứ i .

➤ Phương pháp tương tự địa chất

Tài nguyên dự báo (tài nguyên suy đoán hay phỏng đoán) tính theo công thức sau:

$$Q_q = S_{sp} \cdot q_c \cdot E_{ij} \quad (5); \quad P = Q_q \cdot C_q = S_{sp} \cdot q_c \cdot E_{ij} \cdot C \quad (6)$$

Trong đó: q_c - Độ chứa quặng trong một đơn vị diện tích chuẩn; E_{ij} - hệ số mức độ tương tự của khu vực cần tính toán tài nguyên so với khu vực chuẩn tính theo công thức (7).

$$E_{ij} = cov(X_i, X_j) = \frac{\sum_{p=1}^k a_{ip} a_{jp}}{\sqrt{\sum_{p=1}^k a_{ip}^2 \sum_{p=1}^k a_{jp}^2}} \quad (7)$$

Với: i, j - đối tượng so sánh; N - số dấu hiệu; a_{ip}, a_{jp} - Giá trị của dấu hiệu p thuộc đối tượng i và j .

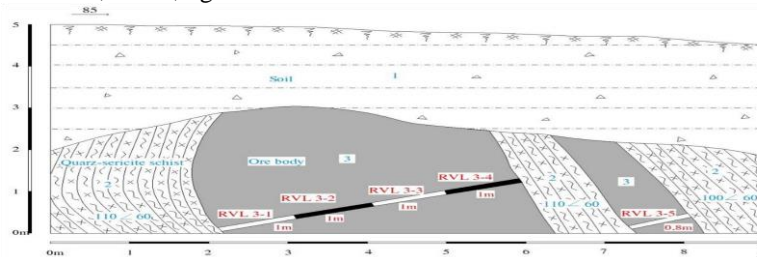
4. Kết quả và thảo luận

4.1. Đặc điểm các thân quặng

Trong khu vực nghiên cứu, các thân quặng vàng gốc trong tồn tại 2 kiểu hình thái - cấu trúc chính là thân quặng dạng mạch đơn lẻ và dạng đới mạch.

a. Thân quặng dạng mạch đơn lẻ

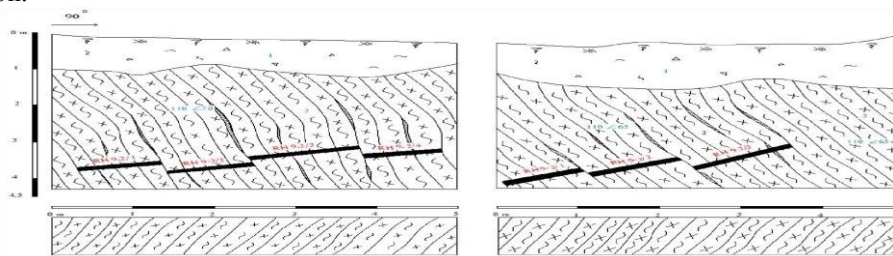
Thân quặng gồm phần giữa là tập hợp các mạch, vi mạch thạch anh - sulfur chứa vàng, có chiều dày từ 0,2m - 8m, có nơi dày hơn 14m, kéo dài từ hàng chục mét đến vài trăm mét. Bao quanh thân quặng là đới đá biến đổi thạch anh hóa có chiều dày từ 0,1m - 0,2m. Các mạch thạch anh chủ yếu hình thành theo kiểu lấp đầy khe nứt dạng bong lóp, gần như nằm chính hợp với các đá vây quanh và các mạch thường nằm riêng biệt (hình 1). Ranh giới giữa mạch quặng với đá vây quanh tương đối rõ ràng, kích thước của mạch thạch anh - sulfur chứa vàng biến đổi tương đối phức tạp. Thành phần các mạch khá đơn giản, chủ yếu là thạch anh màu trắng đục, trắng xám; pyrit và các khoáng vật sulfur. Tại khu mỏ Vang Tat phát hiện một thân quặng dạng mạch có hàm lượng sulfur cao tới 60 - 70%. Hàm lượng vàng trong thân quặng phân bố không đồng đều từ $0,2 - 43,8 \text{ g/T}$.



Hình 1. Thân quặng vàng gốc dạng mạch tại VL3, mỏ Vang Tat (Đỗ Quốc Bình, 2012).

b. Thân quặng dạng đới mạch

Thân quặng gồm tập hợp các vi mạch, mạch nhỏ thạch anh tập trung thành đới dày 0,5 - 10m, chiều dài từ vài mét đến hàng chục mét. Vi mạch thạch anh có màu trắng đục, trắng xám, chứa khoáng hóa sulfur, thành phần đa dạng. Các đá nằm giữa các vi mạch bị đập vỡ, biến đổi thạch anh hoá, chlorit hoá và chứa vàng. Hàm lượng vàng từ 0,2 - 2 g/T. Thân quặng dạng đới mạch có cấu trúc rất phức tạp, phụ thuộc vào đặc điểm cấu trúc các khe nứt trước khi bị quặng lấp đầy. Thân quặng thường có một vài vi mạch thạch anh phân nhánh phức tạp (hình 2). Các thân quặng dạng đới mạch thường đi cùng các thân quặng chính là thân quặng dạng mạch. Thân quặng dạng đới mạch gặp ở hầu hết các điểm và đới quặng vàng gốc trong khu vực nghiên cứu. So với thân quặng dạng mạch, thân quặng dạng đới mạch thường có quy mô nhỏ hơn.



Hình 2. Thân quặng vàng gốc dạng đới mạch H9-T11, mỏ Vang Tat (Đỗ Quốc Bình, 2012).

4.2. Tiềm năng vàng gốc khu vực Attapeu

a. Phân vùng triển vọng

Dựa trên các tiêu chuẩn về yếu tố liên quan và không chế quặng hóa, cũng như các tiền đề và dấu hiệu đã xác lập từ các công trình trước (Houmphavanh Phatthana và nnk, 2018; Đỗ Quốc Bình và nnk, 2012), kết hợp các dữ liệu địa vật lý, trọng sa và các công trình điều tra đánh giá, đặc điểm phân bố các đới khoáng hóa đã trình bày trên để phân vùng triển vọng và xếp hạng các diện tích theo 3 mức triển vọng vàng gốc khác nhau. Dựa vào nguyên tắc trên để phân khu vực nghiên cứu thành các diện tích có triển vọng theo cấp A, B và C (hình 3), cụ thể:

➤ Diện tích rất triển vọng (cấp A): Khu mỏ Vang Tat với diện tích 3 km², là diện tích rất có triển vọng quặng vàng gốc, tập trung các tiền đề và dấu hiệu tìm kiếm thuận lợi, có các thân quặng đã được đầu tư đánh giá hoặc thăm dò. Tại đây, đã thi công công trình khai đào trên mặt và thi công công trình khoan để nghiên cứu sự tồn tại các thân quặng dưới sâu, đã lấy mẫu nghiên cứu thành phần vật chất quặng vàng.

➤ Diện tích triển vọng (cấp B): Bao gồm các khu Vang Tat Nhạy; Antoum; Namxuan; Namlay và

Sexou với tổng diện tích 518 km². Đây là diện tích có thông tin thấp hơn diện tích triển vọng A. Trong diện tích có xuất lộ một số điểm, mạch quặng, đới khoáng hóa vàng gốc, nhưng mức độ nghiên cứu còn thấp. Trong diện tích có tiền đề về kiến tạo, magma và tầng đá thuận lợi cho quá trình tạo khoáng, có nhiều nét tương đồng với diện tích triển vọng A.

➤ Diện tích chưa rõ triển vọng (cấp C): gồm khu Dakkanat với diện tích 48 km², là diện tích chưa rõ triển vọng về quặng vàng gốc. Đây là diện tích có biểu hiện về khoáng hóa vàng, trong diện tích có tiền đề thuận lợi cho quá trình tạo khoáng hóa vàng có mặt các vành phân tán trọng sa, địa hóa bậc thấp đến trung bình.

b. Tiềm năng tài nguyên quặng vàng gốc vùng Attapeu

➤ Tài nguyên xác định

Căn cứ vào đặc điểm hình thái, cấu trúc, thể nằm và phương thức bố trí các công trình tìm kiếm, thăm dò, các nhà địa chất Việt Nam và Lào đã sử dụng phương pháp mặt cắt song song thẳng đứng để tính tài nguyên cấp 333 và trữ lượng cấp 122. Kết quả đánh giá tài nguyên vàng gốc xác định cho khu mỏ Vàng Tat là **4.750 kg Au**; trong đó cấp 122 là **3.340 kg Au** và cấp 333 là **1.410 kg Au**.

➤ Tài nguyên dự báo

- *Phương pháp tính thẳng theo hệ số chứa quặng*: Dựa vào tài liệu thu thập được từ các báo cáo kết quả tìm kiếm đánh giá quặng vàng gốc vùng Attapeu tỷ lệ 1:25.000; 1:10.000, 1:2.000 do công ty Cổ phần Việt - Lào thực hiện năm 2012 và báo cáo kết quả điều tra khoáng sản vàng vùng Attapeu tỷ lệ 1:10.000 do Liên đoàn Intergeo thực hiện năm 2010, tiến hành xác định các thông số phản ánh về hệ số chứa quặng; thể trọng của hàm lượng Au trung bình trong các đới quặng, điểm quặng, cũng như độ sâu tồn tại quặng hóa để dự báo theo phương pháp tính thẳng theo thông số quặng hóa. Áp dụng công thức 3, 4 để xác định các thông số quặng hóa và công thức 1, 2 để tính tài nguyên quặng và tài nguyên kim loại Au. Kết quả tổng hợp ở bảng 2.

Bảng 2. Kết quả dự báo tài nguyên vàng gốc bằng phương pháp tính thẳng theo hệ số quặng hóa

TT	Khu vực nghiên cứu	Mức triển vọng	Thể trọng (d)	Độ sâu tồn tại	Hàm lượng (g/T)	Diện tích (Km ²)	Hệ số chứa quặng K _q	Tài nguyên Au (kg)
1	Vang Tat Noi	A	2,7	100	2,28	3	0,00157	1.450
2	Vang Tat Nhay - Houaypeak	B	2,5	100	1,8	121	0,00157	42.740
3	Namlay - Antoum	B	2,3	100	1,05	191	0,00123	28.370
4	Namxuan	B	2,3	100	1,03	143	0,00119	20.160
5	Xexou	B	2,3	100	0,74	63	0,00108	5.790
6	Dakkanat	C	2,3	100	0,62	48	0,00102	3.490
	Tổng					569		102.000

- *Phương pháp tương tự địa chất*: Để dự báo tài nguyên vàng gốc trong khu vực theo phương pháp tương tự địa chất, tác giả sử dụng khu mỏ Vàng Tat là diện tích “chuẩn”, tại đây đã tìm kiếm chi tiết hóa tỷ lệ 1: 25.000; trong đó có diện tích 3km² đã được thăm dò (diện tích triển vọng A). Đây là diện tích được chọn làm cơ sở dự báo đánh giá cho các diện tích còn lại (diện tích triển vọng B và C). Sử dụng công thức 5, 6 để dự báo tài nguyên theo phương pháp tương tự địa chất, 7. Kết quả tổng hợp ở bảng 3.

Bảng 3. Kết quả dự báo tài nguyên vàng gốc

TT	Khu vực nghiên cứu	Mức triển vọng	Hàm Lượng (g/T)	Diện tích (Km ²)	Độ chứa quặng DT chuẩn q _c (T/m ²)	Hệ số tương tự E _{ij}	Tài nguyên Au (kg)
1	Vang Tat Noi	A	2,28	3	0,000212	0.9	1.300
2	Vang Tat Nhay - Houaypeak	B	1,8	121		0.85	49.700
3	Namlay - Antoum	B	1,05	191		0.55	22.930
4	Namxuan	B	1,03	143		0.60	18.550
5	Xexou	B	0,74	63		0.65	6.420
6	Dakkanat	C	0,62	48		0.45	2.840
	Tổng			569			101.740

Từ bảng 3 cho thấy tổng tài nguyên vàng gốc khu vực Attapeu là khá lớn, đạt khoảng 101.740 - 102.000 kg Au (101 – 102 tấn Au).

Gastinski và nnk, (1977). *Bản đồ địa chất và khoáng sản nước CHDCND Lào, tỷ lệ 1:500.000*. Lưu trữ Cục Địa chất – CHDCND Lào.

Houmphavanh Phatthana, Nguyễn Phương, Nguyễn Tiến Dũng (2018). Đặc điểm quặng hóa và phân vùng triển vọng quặng vàng gốc khu vực San Xay-Attapeu-CHDCND Lào. *Tạp chí công nghiệp mỏ*. Số kỷ niệm 40 năm thành lập Bộ môn Tìm kiếm - Thăm dò. trường Đại học Mỏ - Địa chất.

Motomu Goto và nnk (2008). *Bản đồ địa chất và khoáng sản tờ D - 48 - XI và D - 48 - XII* (dự án JICA - Nhật Bản).

Department of Geology and Mine of Lao PDR. *Minerals year look 2010 – 2020*. DGM. Vientiane, Laos.

ABSTRACT

Native gold resource potentials in Attapeu region southern Lao people's democratic republic

Houmphavanh Phatthana^{1,2}, Nguyen Phuong¹, Nguyen Tien Dung¹

1. *University of Mining and Geology.*

2. *PhD student of Lao People's Democratic Republic*

The article introduces some recent findings based on the combination of previous research's documents summary and application of logical informational mathematics in coordination with quantitative biochemical prediction method (the method of straight calculation according to the parameters of the ore, similar geological method, etc.) to evaluate native gold resource potentials in Attapeu region, Southern Lao People's Democratic Republic. Findings can be concluded as follows:

There exists 2 main types of orebody which are vein-shaped orebody and stockwork orebody in the research area. Vein-shaped orebody is an assembly of gold-bearing quartz-sulphur minor lodes and veins which are clearly defined from the wall rocks. Stockwork orebody is an assembly of minor lodes, or broken quartz lodes, interlaced with quartz-modified, chlorinated stones. Gold grade in orebody ranges from < 0,2 to 43,8 g/T. The native gold resource in Attapeu region is highly potential and concentrates mainly in the structural zone of Southern Truong Son – Sekong, eastern side of the research area. The results delineate 01 highly potential area (3km²), 05 potential areas (518km²) and unknown-potential areas (48 km²). Total defined native gold reserves (grade 122 + 333) is 4.750 Kg (Au); total inferred reserves (grade 334) is approximately 102.000 – 101.740 kg Au. Apart from gold, there are useful components in the orebody including Ag, Cu, Pb, Zn which demand further research during native gold inspection and exploration in the region.

Keywords: resource; logical mathematics; Attapeu; Lao People's Democratic Republic

Nguồn gốc quặng sericit Sơn Bình, Hà Tĩnh trên quan điểm của sự biến đổi nhiệt dịch

Nguyễn Thị Thanh Thảo^{1,*}
¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Sericit Sơn Bình là khoáng sản không kim loại, thuộc huyện Hương Sơn, tỉnh Hà Tĩnh. Sericit được phát hiện thuộc đới khoáng hóa phát triển theo phương tây bắc – đông nam, nằm trọn trong các đá tuf ryolit của hệ tầng Đồng Trâu. Thành phần khoáng vật chính của quặng bao gồm sericit, thạch anh, khoáng kaolin (kaolinit), cùng với pyrophyllit và sulfide đi kèm. Sericit được thành tạo do quá trình biến đổi feldspat kali và plagioclaz ở nhiệt độ trung bình - thấp, quá trình này cũng tạo ra kaolinit khi nhiệt độ giảm dần. Kết quả phân tích mẫu cho thấy có sự tăng cao hàm lượng Al_2O_3 , K_2O , giảm hàm lượng SiO_2 và TFe từ đá tuf ryolit sang sericit. Đồng thời, từ đá chứa sericit đến các mạch quặng chứa kaolinit, hàm lượng SiO_2 và TFe giảm, trong khi Al_2O_3 và K_2O tăng, phù hợp với sự có mặt của khoáng kaolin và pyrophyllit trong các mẫu nghiên cứu. Kết quả phân tích nhiệt độ tạo khoáng cùng với tổ hợp khoáng vật đi kèm cho thấy nhiệt độ tạo khoáng sericit trong khoảng từ 150- 285°C, với tuần tự thành tạo theo nhiệt độ giảm dần từ sericit hóa đến kaolinit hóa. Như vậy, sericit Sơn Bình là quặng sericit trong argilit, được hình thành do quá trình biến chất trao đổi nhiệt dịch argilit hóa xảy ra trên các thành tạo phun trào axit là ryolit và tuf của chúng.

Từ khóa: sericit Sơn Bình; biến đổi nhiệt dịch; tuf ryolit

1. Đặt vấn đề

Quặng sericit Sơn Bình nằm ở huyện Hương Sơn, tỉnh Hà Tĩnh. Sericit được phát hiện trong đá núi lửa của hệ tầng Đồng Trâu có tuổi Trias giữa (T_{2a} đt) (Trần Văn Trị, Vũ Khúc, 2009). Quan sát cấu trúc khu vực tại thực địa cho thấy sự hình thành đới khoáng hóa sericit trong đá ryolit có liên quan mật thiết với hệ thống đứt gãy cùng phương. Từ nghiên cứu về tập hợp khoáng vật xuất hiện trong đới khoáng hóa có sự biến đổi rõ ràng từ đá gốc sang quặng sericit dưới tác dụng của nhiệt dịch. Quá trình biến đổi nhiệt dịch xảy ra dọc theo các đới gãy trong đá ryolit với các khoáng vật được thành tạo khác như kaolinit và pyrophyllit.

Tuy nhiên, để làm rõ hơn về quá trình biến đổi này, đã có một số nghiên cứu về các đặc điểm thành phần khoáng vật, hóa học, cơ chế thay đổi từ tuf ryolit → sericit → kaolinit, hành vi địa hóa các nguyên tố. Trong bài báo này, trên cơ sở kết quả nghiên cứu tổ hợp thành phần khoáng vật, thành phần hóa học và các đặc điểm địa hóa của đá nguyên thủy và quặng, nhiệt độ thành tạo quặng để nhận định sericit Sơn Bình có nguồn gốc biến chất trao đổi nhiệt dịch và thuộc kiểu quặng argilit hóa.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở lý thuyết

Sericit được hình thành trong điều kiện nội sinh chủ yếu có hai nguồn gốc tạo nên những mỏ có quy mô công nghiệp: Nguồn gốc biến chất khu vực và biến chất trao đổi nhiệt dịch. Sericit có nguồn gốc biến chất khu vực là những loại được hình thành liên quan đến các đới biến chất nhiệt động có phạm vi khu vực. Phần lớn các biến chất khu vực thường liên quan đến các giai đoạn kiến tạo tạo núi như hút chìm, va chạm lục địa. Sericit có nguồn gốc biến chất trao đổi nhiệt dịch được hình thành do biến chất trao đổi giữa dung dịch nhiệt dịch và các đá aluminosilicat sáng màu, xảy ra ở đới nông, gần mặt đất, trong điều kiện nhiệt độ trung bình - thấp, áp suất thấp. Những nghiên cứu trước đây đã xác định được một số loại hình quặng sericit biến chất trao đổi nhiệt dịch: Quặng sericit berezit; quặng sericit trong quarzit thứ sinh; quặng sericit trong argilit.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp tổng hợp, xử lý các tài liệu liên quan

Phương pháp này nhằm thu thập, xử lý, hệ thống hóa các tài liệu và xác định cấu trúc địa chất khu Sơn Bình, làm rõ về vị trí phân bố, đặc điểm địa chất khu mỏ.

2.2.2. Phương pháp nghiên cứu thành phần vật chất

Sử dụng tổ hợp các phương pháp phân tích mẫu lát mỏng thạch học, phương pháp nhiễu xạ tia X

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenthithanhthao@hmg.edu.vn

(XRD), phương pháp huỳnh quang roenghen (XRF), phương pháp quang phổ plasma -Inductively Coupled Plasma (ICP-MS), phương pháp hấp thụ nguyên tử (AAS). Việc sử dụng các phương pháp này nhằm xác định tổ hợp khoáng vật tạo đá cũng như sự biến đổi của các khoáng vật; xác định hàm lượng các oxit, thành phần các nguyên tố trong mẫu nghiên cứu.

2.2.3. Phương pháp nhiệt độ đồng hóa bao thể

Phương pháp này nhằm xác định nhiệt độ thành tạo của các bao thể có trong mẫu nghiên cứu. Mẫu được phân tích tại phòng thí nghiệm của Viện Khoa học Địa chất và khoáng sản.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đặc điểm địa chất quặng hóa

Vùng nghiên cứu nằm trong đới cấu trúc Hoàng Sơn thuộc đai tạo núi Trường Sơn. Các đá cấu thành nên đới cấu trúc gồm trầm tích lục nguyên, lục nguyên - phun trào hệ tầng Sông Cả, hệ tầng Huồi Nhị, hệ tầng Đồng Trâu và các trầm tích Đệ tứ; đá xâm nhập chỉ gặp phức hệ Sông Mã (Ciullo và Peter, 1996; Collins, Lorence, 1997).

Các đá của hệ tầng Sông Cả ($O_3-S_2 sc$) phân bố khá rộng với thành phần vật chất tương đối đồng nhất, chủ yếu gồm các trầm tích lục nguyên dạng fliş bị biến chất yếu. Hệ tầng Huồi Nhị ($S_4 - D_1 hn$) có thành phần chủ yếu là cát kết, đá phiến sét, bột kết, cát kết, đá phiến thạch anh sericit. Hệ tầng Đồng Trâu nằm không chính hợp trên các thành tạo cổ hơn và được chia thành hai phân hệ tầng: a/ Phân hệ tầng dưới ($T_2 a dt_1$) chủ yếu là các đá phun trào rhyolit, cuội kết tuf, tuf rhyolit, cuội kết thạch anh. Chiều dày của phân hệ tầng dưới 250-950 m ; b/ Phân hệ tầng trên ($T_2 a dt_2$) gồm chủ yếu là bột kết, đá phiến sét màu nâu, nâu phớt tím, phân lớp mỏng, xen các lớp mỏng cát, sạn kết màu xám nâu. Chiều dày của phân hệ tầng 700-800 m. Phủ lên trên là các thành tạo trầm tích Đệ tứ gồm cát, bột, sét lẫn các thấu kính cuội.

Trong vùng nghiên cứu có mặt các thành tạo magma xâm nhập phức hệ Sông Mã pha 1 ($\tau T_2 sm_1$), thành phần gồm đá granit dạng porphyry lộ ra ở phần Tây Nam của vùng. Trong vùng nghiên cứu phát triển chủ yếu hệ thống đứt gãy theo phương TB-ĐN với góc dốc khá lớn ($60-70^\circ$). Các hệ thống đứt gãy này khống chế cấu trúc địa chất và đóng vai trò là đường dẫn của các thành tạo magma cũng như đới quặng hóa trong vùng. Đới khoáng hoá sericit kéo dài theo phương TB-ĐN, dài hơn 4.000 m, rộng 50÷150 m phát triển trong các đá trầm tích, trầm tích phun trào axit - trung tính thuộc phân hệ tầng dưới của hệ tầng Đồng Trâu. Đới khoáng hoá này phát triển song song với hệ thống đứt gãy chính trong vùng theo phương TB-ĐN, đới quặng nằm trọn trong đá rhyolit của hệ tầng Đồng Trâu. Hàm lượng sericit trong đới khoáng hoá biến đổi từ 10 - 60%.

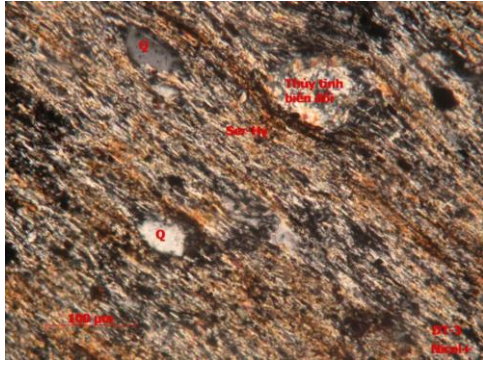
3.2. Đặc điểm thành phần vật chất quặng sericit và đá chứa quặng

3.2.1. Đặc điểm thành phần khoáng vật

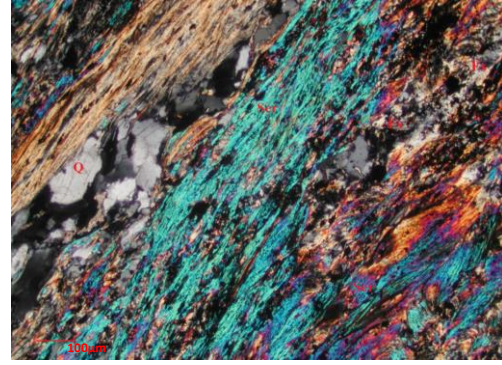
Thành phần khoáng vật quặng sericit: Kết quả phân tích thạch học lát mỏng, XRD và roenghen đã xác định được quặng sericit Sơn Bình có tổ hợp khoáng vật chủ yếu gồm sericit, pyrophyllit, thạch anh, kaolinit và feldspat, chlorit, ngoài ra ít pyrit, arsenopyrit, sphalerit, goetit, zircon, boemit, hematit.

Thành phần khoáng vật đá tuf rhyolit chứa quặng: Quá trình sericit hóa từ các hạt khoáng vật feldspat và mảnh thủy tinh nguyên thủy của các đá phun trào hệ tầng Đồng Trâu được quan sát rất rõ dưới kính hiển vi phân cực. Quá trình biến đổi đó có thể một phần hoặc hoàn toàn không để lại hình dạng ban đầu của khoáng vật hoặc mảnh thủy tinh nguyên thủy (Ảnh 1). Đôi khi tồn tại một số khoáng vật feldspat chưa bị biến đổi hoàn toàn và còn giữ lại một phần hình dạng hạt feldspat trong đá gốc (Ảnh 2). Sự thay thế khoáng vật sericit trên các khoáng vật feldspat hoặc mảnh thủy tinh thường đi kèm với hiện tượng chlorit hóa và epidot hóa, điển hình cho kiểu biến đổi nhiệt dịch nhiệt độ thấp đến trung bình. Đặc biệt quan sát trong nhiều lát mỏng thấy có sự xuất hiện của thạch anh (dạng mạch hoặc xâm tán) không bị biến dạng hoặc biến dạng yếu, khác biệt hoàn toàn với thạch anh mảnh vụn sắc cạnh nằm lẫn lộn với khoáng vật sericit trong mẫu. Điều đó chứng tỏ đây là những mạch thạch anh được hình thành thế hệ sau do sự xuyên lên của các dòng nhiệt dịch của magma dưới sâu hoặc bản thân chúng là sản phẩm do giải phóng silic trong quá trình biến đổi sericit hóa.

Những quan sát trên hoàn toàn phù hợp với các nghiên cứu trước đây về biến đổi sericit thay thế khoáng vật feldspat hoặc mảnh vụn thủy tinh trong đá axit phổ biến trên thế giới, như sericit phát triển trên đá granit khu Rosses của Ai len (Que và nnk, 1996), khối xâm nhập granit Skidoo, California (Mỹ) (Collins và Lorence, 1997).



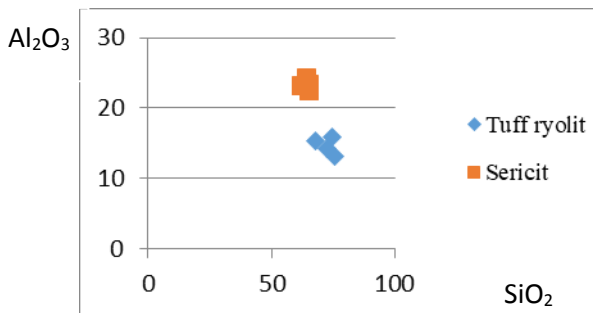
Ảnh 1. Tuff rhyolit bị biến đổi sericite hóa



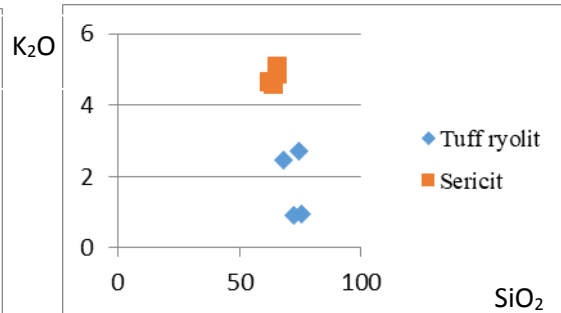
Appendix A. Ảnh 2. Hạt feldspat (Fs) bị thay thế gập mòn bởi sericite (Ser); vì mạch thạch anh (Q) nhiệt dịch muộn xuyên cắt

3.2.2. Đặc điểm thành phần hóa học của đá tuff rhyolit và quặng sericite

Phân tích thành phần hóa học của đá tuff rhyolit và quặng sericite nhằm làm sáng tỏ sự thay đổi hàm lượng các oxit trong đá và quặng. Hàm lượng các oxit chính trong tuff rhyolit có SiO₂ dao động từ 68,02 đến 75,66%; Al₂O₃ từ 13,20 đến 15,94%; K₂O từ 0,91 đến 2,73%, hàm lượng các oxit này trong quặng sericite lần lượt là 62,30- 65,46%; 22,37- 24,22%; 4,58- 5,07%. Kết quả phân tích mẫu cho thấy có sự tăng cao hàm lượng Al₂O₃, K₂O, giảm hàm lượng SiO₂ và TFe từ đá tuff rhyolit sang sericite (Hình 1, Hình 2).



Hình 1. Biểu đồ so sánh hàm lượng Al₂O₃ của rhyolit Đồng Trầu và sericite Sơn Bình trong quan hệ với hàm lượng SiO₂



Hình 2. Biểu đồ so sánh hàm lượng K₂O của rhyolit Đồng Trầu và sericite Sơn Bình trong quan hệ với hàm lượng SiO₂

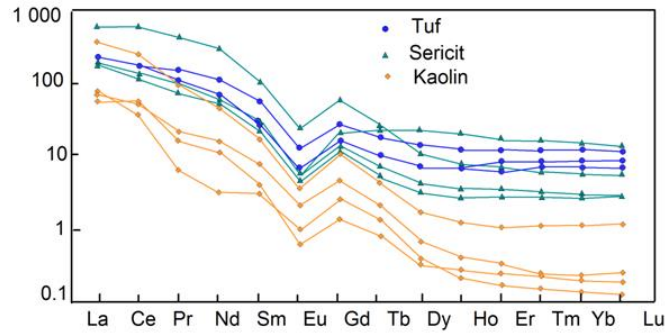
Những biến đổi về thành phần từ tuff rhyolit đến sericite phản ánh sự mang đi của SiO₂, Fe₂O₃ và thêm vào hàm lượng K⁺ và Al⁺ trong sericite.

3.2.3. Thành phần các nguyên tố vết trong tuff rhyolit và quặng sericite

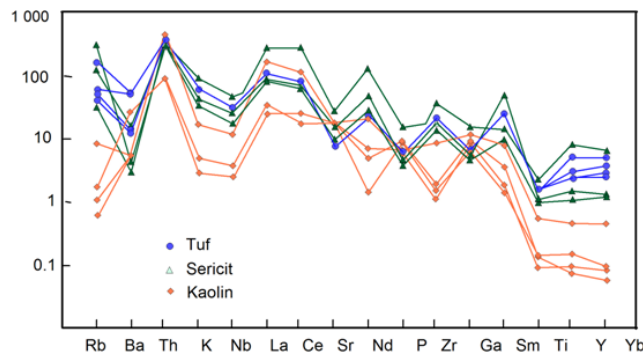
Kết quả nghiên cứu, đối sánh thành phần các nguyên tố đất hiếm và các nguyên tố vết của đá phun trào (tuff rhyolit) chưa bị biến đổi (ít bị biến đổi) với các sản phẩm biến đổi chính là sericite và kaolinit. Tuff rhyolit có dạng đồ thị REE được chuẩn hóa chondrit cho thấy sericite có hình dạng đồ thị gần như cùng dạng của tuff (Hình 3). Hàm lượng của các nguyên tố vết, như Rb, Ba, Th, Zr là tương đối cao (Hình 4)

Theo đó, tỷ lệ trung bình LREE/HREE (7,36 - 11,45 - 29,88) và tỷ lệ trung bình (La/Y)_N (25,26 - 61,98 - 363,22) tăng từ các đá tuff sang sericite tới kaolinit cho thấy có sự tăng dần về mức độ phân đoạn REE trong quá trình biến đổi. Tổng hàm lượng REE của các đá tuff và các thành tạo sericite (trung bình lần lượt là 287,36ppm và 438,42ppm) tương ứng với các sản phẩm kaolinit hóa (trung bình =143,08ppm) cũng cho thấy có sự mang đi đáng kể của REE, chúng có thể mang đi cùng với SiO₂. Các đồ thị tương tự của REE chuẩn (Hình 3) có thể nói lên mối quan hệ nhân quả giữa các đá tuff ban đầu với quá trình sericite hóa và kaolinit hóa với sự mang đi đồng nhất REE.

Đối với các nguyên tố vết Rb, Nb, Nd, Zr, Ti và Y bị nghèo đi đáng kể trong quá trình biến đổi phản ánh sự mang đi tương ứng của chúng trong quá trình hình thành sericite và kaolinit từ tuff và quá trình này có thể có liên quan với các đặc điểm địa hóa.



Hình 3. Giản đồ REE chuẩn hóa theo chondrit đối với các đá và quặng sericit Sơn Bình. Trị số quy chuẩn chondrit từ Sun và McDonough (Sun và McDonough, 1989)

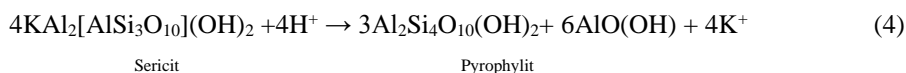
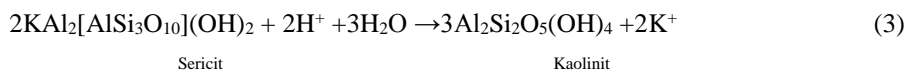
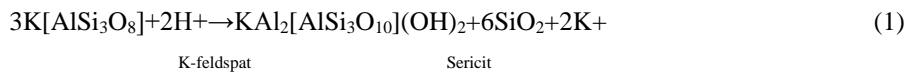


Hình 4. Đồ thị các nguyên tố vết chuẩn hóa theo manti nguyên thủy đối với các đá và quặng sericit Sơn Bình. Các trị số chuẩn hóa từ Sun và McDonough (Sun và McDonough, 1989)

3.3. Luận bàn về điều kiện thành tạo sericit Sơn Bình

3.3.1. Nhận định về quá trình biến đổi tạo quặng sericit Sơn Bình

Thành phần khoáng vật chính của quặng sericit Sơn Bình là thạch anh, sericit, nhóm kaolinit và pyrophyllit. Từ các đá nguyên sinh biến đổi thành sericit và sau đó là kaolinit, hàm lượng của SiO₂ giảm đi, còn hàm lượng của Al₂O₃ tăng, phù hợp với sự tăng hàm lượng kaolinit (đickit). Sự mang đi rõ nét của K, Na và Ca, cùng với sự giảm đi Fe và Mg cho thấy đây là hệ địa hóa mở đối với dung dịch nhiệt dịch và có liên quan với biến chất trao đổi tạo ra sericit và kaolinit từ đá ban đầu là tuf ryolit. Dung dịch nhiệt dịch được cho là dung dịch axit như Koch và nnk đã đề xuất (Koch và Zinkernagel, 2004). Sự xuất hiện của các khoáng vật bị biến đổi có thể được sinh ra thông qua các phản ứng theo các nghiên cứu của Hemley và Jones (Hemley, 1980). Thông thường, sericit là pha trung gian từ feldspat thành kaolinit và pyrophyllit, như thể hiện ở các phản ứng (1), (2), (3) và (4).



Các phản ứng trên liên quan đến sự mang đi đáng kể SiO₂, phù hợp với những nghiên cứu địa hóa. Ngoài ra, kaolinit có thể được hình thành trực tiếp từ feldspat qua phản ứng (5), cùng với sự mang đi đáng kể SiO₂. Kết hợp với SiO₂, kaolinit có thể được chuyển thành pyrophyllit thông qua phản ứng (6) khi nhiệt độ tăng.

- Sericite Sơn Bình được hình thành do biến đổi nhiệt dịch của tuf ryolit, với nhiệt độ thành tạo khoảng 150- 285⁰C, thuộc kiểu quặng sericite trong argilit.

Tài liệu tham khảo

- Ciullo, Peter A. 1996. *Industrial minerals and their uses: a handbook and formulary*, William Andrew.
- Collins, Lorence G. 1997. "Sericitization in the Skidoo pluton, California: a possible end-stage of large-scale K-metasomatism".
- Frank-kamenetski, VA, Kotov, NV và Rjumin, AA. 1979. "The transformation of feldspars and muscovite to clay minerals in (ca, m6)-carbonate bearing hydrothermal media".
- Fromaget, J. 1929. Notes preliminaires sur la stratigraphie des formations secondaires et sur l'age des mouvements majeurs en Indochine. Bandoeng. CR IV, *Pacific Sci. Congress et Bull. Serv. Geol. Indoch.*
- Hemley, JJ. 1980. "Equilibria in the system Al₂O₃-SiO₂-H₂O and some general implications for alteration/mineralization processes", *Economic Geology*. 75(2), tr. 210-228.
- Trần Trọng Hòa và nnk, 2010. "Nghiên cứu tiềm năng, giá trị sử dụng khoáng sản sericite trong các thành tạo biến chất Neoproterozoi - Paleozoi hạ và phun trào Jura - Creta Tây Bắc Việt Nam", *Viện Khoa học Địa chất - Khoáng sản*.
- Koch, R và Zinkernagel, U. 2004. "The relationship between spatial distribution of hydrothermal silicification in Keuper sandstone, primary facies and early diagenesis (The Wendelstein-Quarzit near Nuremberg)", *Dimension Stone*, tr. 57-62.
- Lantenais, Honoré. 1907. *Note sur la géologie de l'Indo-Chine*, Au siège de la géologique de France.
- Meffre, Sebastien. 2008. "Age and pyrite Pb-isotopic composition of the giant Sukhoi Log sediment-hosted gold deposit, Russia", *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 72(9), tr. 2377-2391.
- Que, Meideno và Allen, Alistair R. 1996. "Sericitization of plagioclase in the Rosses granite complex, Co. Donegal, Ireland", *Mineralogical Magazine*. 60(403), tr. 927-936.
- Sun, S-S và McDonough, WF. 1989. "Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes", *Geo. Society, London, Special Publications*. 42(1), tr. 313-345.
- Đào Đình Thục, 1982. "Các seri đá núi lửa axit và nguồn gốc của chúng", *Bản đồ Địa chất*. 54(47-58), tr. Liên đoàn bản đồ Địa chất, Hà Nội.
- Trần Văn Trị, Vũ Khúc, 2009. Địa chất và tài nguyên Việt Nam. *Nhà xuất bản KHTN và công nghệ*.

ABSTRACT

The origin of Son Binh sericite ore in Ha Tinh on point of views of hydrothermal alteration

Nguyen Thi Thanh Thao
Hanoi University of Mining and Geology

Son Binh sericite is a non-metallic mineral in Huong Son district, Ha Tinh province. Sericite is found in the northwestern-southeastern mineralization zone in the tuff rhyolite of the Dong Trau formation. The ore includes mainly sericite, quartz, and kaolinite, along with pyrophyllite and sulfide. Sericite is formed by the transformation of potassium feldspar and plagioclase at medium to low temperatures, which also produces kaolinite as the temperature decreases. Sample analysis results showed a high content of Al₂O₃ and K₂O, with reduced SiO₂ and TFe content from tuff rhyolite to sericite. Simultaneously, from the rock containing sericite to kaolinite ore, the content of SiO₂ and TFe₂O₃ decreased, while Al₂O₃ and K₂O increased, consistent with the presence of kaolin and pyrophyllite. The results of mineralization temperature analysis together with the accompanying mineral complexes show that the temperature of the sericite formation is from 150 to 285⁰C, with the formation of gradually decreasing temperature from sericitization to kaolinization. Therefore, sericite in Son Binh is the sericite ore in argillite, and it is formed by the process of metamorphic exchange of argillized fluid occurring on the acidic eruption formations of rhyolite and tuff.

Keywords: Son Binh sericite; hydrothermal alteration; rhyolitic tuff

Đặc điểm thạch địa hóa granitoid Phức hệ Mường Lát

Trần Văn Thành^{1,4}, Đỗ Văn Nhuận^{2,*}, Nguyễn Kim Long², Lê Thị Thu²,

Phạm Trung Hiếu³, Thiềm Quốc Tuấn⁴

¹Liên đoàn Bản đồ Địa chất Miền Bắc

²Trường Đại học Mở - Địa chất

³Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – ĐHQG – Tp. Hồ Chí Minh

⁴Trường Đại học Tài nguyên Môi trường TP Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Granitoid phức hệ Mường Lát có cấu tạo định hướng, kiến trúc hạt nửa tự hình đặc trưng, thành phần thạch học gồm: granit biotit, granit muscovit và granit 2 mica; thành phần khoáng vật trung bình gồm: thạch anh (25-30%), plagioclas (28-46%), felspat kali (25-38%), biotit (1-8%), muscovit (1-10%), các khoáng vật phụ zircon, apatit. Đặc điểm địa hóa đặc trưng với hàm lượng SiO₂ cao và dao động hẹp (71,08- 74,06%), tổng lượng kiềm cao (Na₂O + K₂O = 6,74– 9,85%); chỉ số bão hòa nhôm - ASI (Al₂O₃/CaO+Na₂O+K₂O) đều lớn hơn 1,04. Đã có sự làm giàu của các nguyên tố lithophil với chỉ số U, Rb, K, và Th; dị thường âm Ba, Sr, Ti và đặc biệt là Eu rất mạnh, chỉ số Eu/Eu* thấp (0,19-0,9) <1. Các đặc điểm thạch học khoáng vật và thạch địa hóa đều cho thấy granitoid phức hệ Mường Lát mang đặc điểm S-granit, rất gần gũi với những loại đá nóng chảy vô điển hình và có thể được hình thành do quá trình va chạm giữa hai mảng (khối) lục địa Nam Trung Hoa và Đông Dương trong giai đoạn cuối Pecmi – đầu Trias.

Từ khóa: Phức hệ Mường Lát, granitoid, S-granit

1. Đặt vấn đề

Tây Bắc Việt Nam có lịch sử phát triển lâu dài, phức tạp, ghi nhận nhiều sự kiện địa chất, magma, kiến tạo và gắn liền với một số khoáng sản có giá trị. Các thành tạo granitoid, granit aplit, và granit pegmatit phân bố rộng rãi tại đây cung cấp những thông tin quan trọng có thể xác định được quá trình tiến hoá vỏ lục địa, hiểu biết về lịch sử tiến hoá của vỏ Trái đất và khoáng sản có ích đi kèm. Chúng là sản phẩm của quá trình tạo núi, tách giãn vỏ lục địa, và cũng là sản phẩm của quá trình hỗn nhiễm giữa vỏ lục địa và manti (Phạm. T. Hiếu, 2009; 2013; 2015). Phức hệ Mường Lát từ trước đến nay đã được nhiều nhà địa chất trong và ngoài nước nghiên cứu. Trước kia khi thành lập bản đồ địa chất Đông Dương tỉ lệ 1/2.000.000 xuất bản năm 1952 Fromagie đã phân ra các đá bị cà nát có tuổi Caledoni trong đó có khối Mường Lát. Sau này khi thành lập bản đồ địa chất miền Bắc Việt Nam tỉ lệ 1/500.000 (1965) E.P.Izok trên cơ sở so sánh các đặc tính chung về thạch học, thạch địa hoá, màu sắc khoáng vật biotit, ông đã xếp khối Mường Lát vào phức hệ Phía Bioc tuổi Trias muộn. Trong quá trình thành lập bản đồ địa chất Việt Nam phần miền Bắc tỉ lệ 1 : 1.000.000 (Trần. V. Trị và ntk, 1977) đã xếp khối Mường Lát vào giai đoạn tạo núi Caledoni có tuổi Paleozoi sớm. Ngoài ra (Đào. Đ. Thục và ntk, 1995) trong Địa chất Việt Nam - tập II, xếp phức hệ vào carbon muộn thông qua tuổi tuyệt đối là 285 và 295 triệu năm. Dựa trên mối quan hệ địa chất với các thành tạo vây quanh, trong công trình đo vẽ bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản tỉ lệ 1:50.000 nhóm từ Mường Lát (Đinh. C. Hùng, 1999); và nhóm từ Mộc Châu (Đỗ. V. Thanh, 2015) do Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Bắc tiến hành, các granitoid phức hệ Mường Lát được mô tả khá chi tiết, đầy đủ. Thành phần thạch học các granitoid khá đa dạng bao gồm: granit biotit, granit muscovit và granit 2 mica, granit aplit, granit pegmatit (Đỗ. V. Thanh, 2015). Ngoài ra phức hệ Mường Lát còn được đề cập trong công trình nghiên cứu (Trần. V. Trị và Vũ. Khúc, 2009; Bùi. M. Tâm và ntk 2008), tuy nhiên trong các nghiên cứu đó về đặc điểm thạch địa hóa granitoid phức hệ Mường Lát còn nhiều quan điểm khác nhau. Với kết quả nghiên cứu thạch địa hóa mang tính chất đồng bộ đại diện cho các mẫu granitoid phức hệ Mường Lát. Tập thể tác giả sử dụng kết quả nhằm xác định kiểu granit, luận giải nguồn vật liệu ban đầu, đồng thời so sánh các đặc điểm này với các thành tạo khác có cùng tuổi trong khu vực phụ cận đưa ra nhận định ban đầu về điều kiện thành tạo các granitoid thuộc phức hệ Mường Lát.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Nghiên cứu cấu trúc địa chất khối magma xâm nhập

2.1.1. Phương pháp nghiên cứu ngoài thực địa

Khảo sát thực địa và phân tích chi tiết các vết lộ địa chất: phương pháp này nhằm thu thập các tài liệu nguyên thủy về thành phần vật chất, đặc điểm cấu tạo của đá, lấy các loại mẫu, xác định mối quan hệ giữa

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenvannhuan@gmail.com

granit phức hệ Mường Lát với các thành tạo địa chất trong toàn bộ mặt cắt địa chất.

2.1.2. Phương pháp nghiên cứu thạch học - khoáng vật

Các mẫu đá được mài lát mỏng và phân tích dưới kính hiển vi phân cực để xác định kiến trúc, cấu tạo, thành phần, đặc điểm khoáng vật tạo đá, các quá trình biến đổi, thay thế xảy ra trong đá. Qua các nghiên cứu chi tiết thạch học lát mỏng NCS đã tiến hành mô tả và xác định tên đá, phân chia các giai đoạn thành tạo khoáng vật cho các khối granitoid trong khu vực nghiên cứu.

2.2. Nghiên cứu thành phần thạch địa hóa

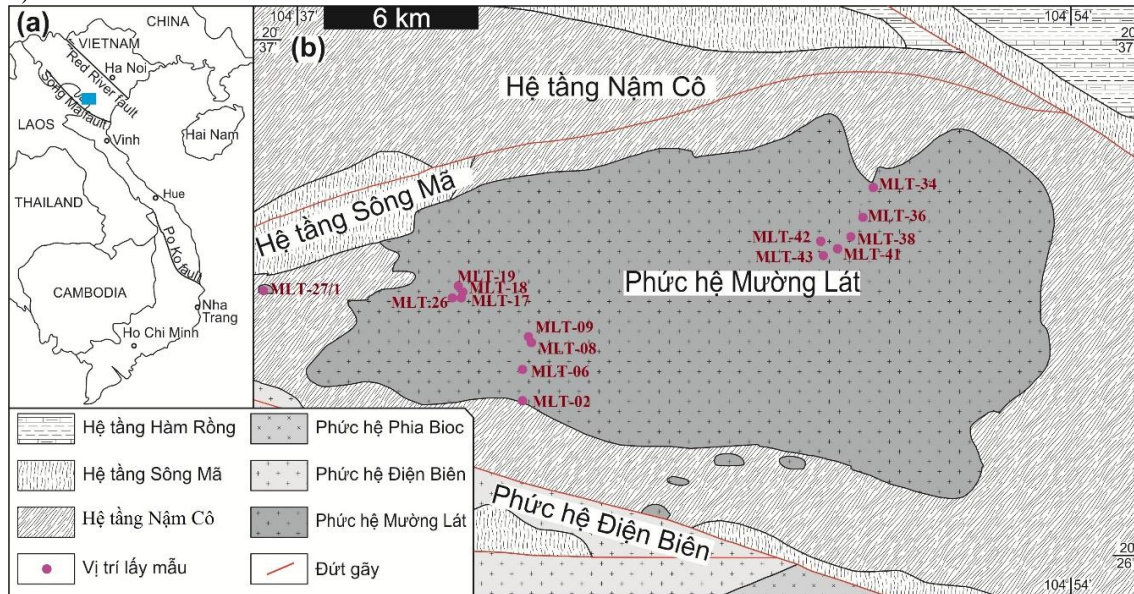
Nhằm giải quyết những vấn đề đặt ra, tác giả sử dụng 15 mẫu thạch học lát mỏng và 15 mẫu tiêu biểu của khối phân tích nguyên tố chính và nguyên tố vết (được phân tích tại Viện Vật lý Địa cầu và Địa chất viện Hàn lâm khoa học Trung Quốc). Các nguyên tố chính (bảng 1) được xác định bằng phương pháp huỳnh quang tia X (X-Ray Fluorescence Analysis-XRF), đây là phương pháp được sử dụng rộng rãi để xác định hàm lượng của các nguyên tố chính trong đá hiện nay. Các nguyên tố vết (bảng 2) được phân tích dựa vào phương pháp quang phổ khối plasma cảm ứng (Inductively Coupled Plasma emission Mass Spectrometry), phân tích được hầu hết các nguyên tố chính, vết và các nguyên tố đất hiếm với độ chính xác và độ nhạy cao và thời gian phân tích nhanh (Thompson and Walsh, 1983). Các khoáng vật tiêu chuẩn CIPW được tính từ kết quả phân tích hóa silicat (bảng 3).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả

3.1.1. Đặc điểm địa chất

Phức hệ Mường Lát gồm các khối khác nhau nhưng tập trung nhất là khối Mường Lát. Khối Mường Lát phân bố dọc theo sông Mã từ địa phận xã Tam Chung đến xã Trung Sơn, huyện Quan Hoá, tỉnh Thanh Hóa. Chúng tập trung kéo dài khoảng 30km, rộng trung bình 8-10km với diện tích ~ 300km² (hình 1).



Hình 1. Sơ đồ địa chất khu vực nghiên cứu và vị trí lấy mẫu

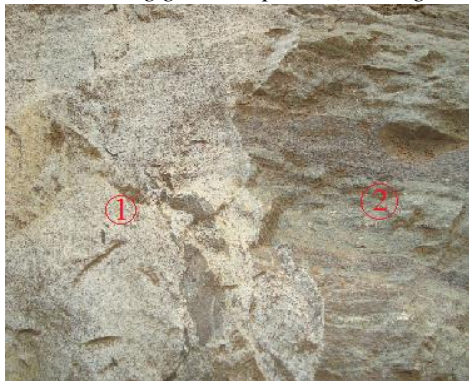
Trung tâm của khối Mường Lát đến phía đông, đá lộ khá tốt, hầu hết các đỉnh núi cao là đá granit, có một số nơi thấy các thể tù của đá vây quanh là các đá biến chất của hệ tầng Nậm Cồ (hình 2: a, b) nhưng quy mô không lớn, điều đó cho thấy mức độ bóc mòn phần vòm của khối khá mạnh. Phía bắc khối thuộc diện lộ của hệ tầng Nậm Cồ và Sông Mã lộ khá nhiều các đai mạch granit aplit, cho thấy có thể tồn tại các thể granit của phức hệ ở dưới sâu. Phía tây của phức hệ, thuộc khu vực xã Tam Chung lộ các đá granit xuyên cắt và bắt tù đá trầm tích của hệ tầng Nậm Cồ (hình 2: c), các đá của hệ tầng bị migmatit hóa và gnei hóa (hình 2: d). Ngoài ra còn gặp một số thể granit của phức hệ có diện tích 0,3-5km² dạng vệ tinh của khối Mường Lát, cho thấy mức độ bóc mòn ở khu vực này kém hơn. Granitoid khối Mường Lát có cấu tạo định hướng, kiến trúc hạt nửa tự hình đặc trưng. Qua khảo sát thực địa, thành phần thạch học đặc trưng gồm: granit biotit, granit muscovit và granit 2 mica, ngoài ra còn có các mạch granit aplit, granit pegmatit (hình 2: e, f, g, h).



Hình 2: a) thể tù đá phiến thạch anh biotit hệ tầng Nậm Cô trong granitoid phức hệ Mờng Lát



Hình 2: b) thể tù đá phiến thạch anh biotit hệ tầng Nậm Cô (1) và trong granitoid phức hệ Mờng Lát (2)



Hình 2: c) đá granit hai mica hạt vừa (1) xuyên cắt đá phiến thạch anh-biotit (2) hệ tầng Nậm Cô tại MLT-27/1.



Hình 2: d) đá hệ tầng Nậm Cô tại MLT-01 bị migmatit hóa, nhiều khả năng do các thành tạo granit Mờng Lát xuyên cắt tạo nên.



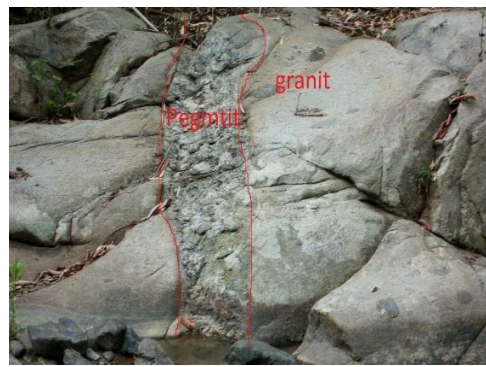
Hình 2: e) đá granit biotit hạt nhỏ (1) và granit 2 mica (2) hạt nhỏ tại MLT-26



Hình 2: f) đá granit biotit tại MLT-09



Hình 2: g) đá mạch granit aplit (1) xuyên cắt đá granit 2 mica (2) tại MLT-27



Hình 2: h) pegmatit ngoài thực địa có quan hệ xuyên cắt granit tại MLT-42a

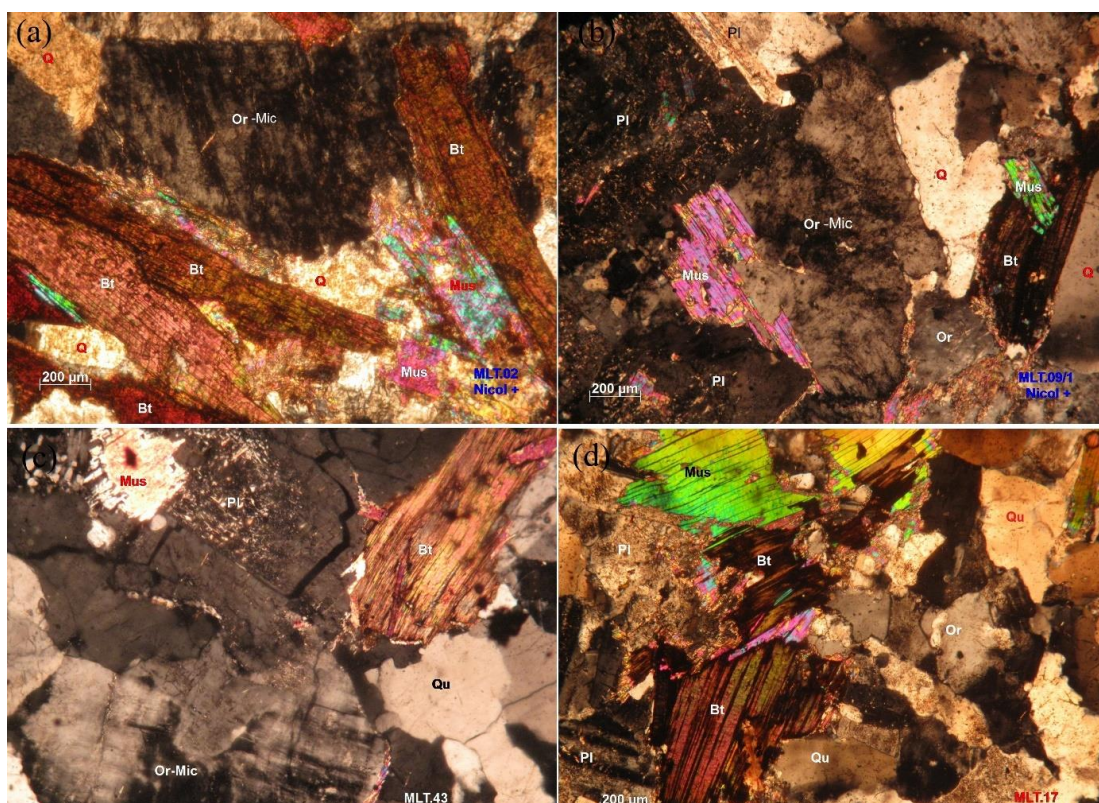
3.1.2. Đặc điểm thạch học - khoáng vật

- Granit hai mica hạt lớn (MLT.02, MLT.06, MLT.08): chiếm khối lượng chủ yếu trong tổ hợp thạch học của phức hệ, đá có kích thước vừa đến thô. Đá sáng màu đến sẫm màu, cấu tạo khối, kiến trúc hạt vừa - lớn và nửa tự hình. Các khoáng vật sắp xếp không định hướng. Thành phần khoáng vật (%): thạch anh: 25 - 35; plagioclas: 20 - 30; muscovit: 3 - 8; biotit: 1 - 5; felspat kali (orthoclas, microclin): 30 - 38; tuarmalin: 0 - 5; zircon: 0 - ít; silimanit: 0 - 5; ilmenit: 0,5 - 1 (hình 3:a).

- Granit biotit (MLT.09): kém phổ biến trong phức hệ. Đá sẫm màu, cấu tạo khối, kiến trúc hạt vừa - lớn và nửa tự hình. Các khoáng vật sắp xếp không định hướng. Thành phần khoáng vật (%): thạch anh: 25 - 33; plagioclas: 25 - 33; biotit: 5 - 10; felspat kali (orthoclas, microclin): 30 - 35; zircon: 0 - ít; ilmenit: 0,5 - 1 (hình 3:b).

- Granit muscovit (MLT.43) khá phổ biến trong thành phần của phức hệ, đá sáng màu, cấu tạo định hướng, kiến trúc hạt nửa tự hình. Thành phần khoáng vật (%): plagioclas: 29-38; felspat kali (orthoclas, microclin): 37-38 (bị microclin); thạch anh: 22-27; muscovit: 7-10; zircon, apatit: vài hạt; ilmenit: ít (hình 3:c).

- Granit hai mica hạt nhỏ (MLT.17, MLT.27/1, MLT.34,...) khá phổ biến trong thành phần của phức hệ. Đá có kiến trúc hạt nhỏ và nửa tự hình, cấu tạo khối. Các khoáng vật sắp xếp không định hướng. Thành phần khoáng vật (%): plagioclas: 25 - 28; felspat kali (orthoclas, microclin): 35 - 40; thạch anh: 28 - 35; muscovit: 3 - 5; biotit: 1 - 2; zircon: 0 - ít; ilmenit: 0,05 - 0,3 (hình 3:d).



Hình 3: a) Lát mỏng MLT.02; b) MLT.09; c) MLT.43; d) MLT.17 các granitoid phức hệ Mường Lát. Chụp dưới hai nicol, phóng đại 40 lần.

3.1.3. Đặc điểm thạch địa hóa

Bảng 1. Thành phần khoáng vật định mức (CIPW) (%) của granitoid phức hệ Mường Lát

Mẫu	MLT-02	MLT-06	MLT-08	MLT-09	MLT-17	MLT-18	MLT-19	MLT-26	MLT.27/1	MLT-34	MLT-36	MLT-38	MLT-41	MLT-42	MLT-43
Q	36.15	36.57	37.60	20.03	34.05	27.46	23.24	28.40	29.70	29.43	35.74	25.00	27.21	32.23	31.18
C	3.05	3.65	3.34	2.96	3.53	0.37	1.16	1.08	0.93	2.62	2.74	0.14	2.22	1.99	2.72
Or	25.72	23.92	27.99	24.90	28.62	25.77	28.57	27.50	24.42	28.76	26.36	24.74	22.82	21.88	29.72
Ab	24.21	23.75	25.44	39.78	28.60	35.17	42.70	38.12	33.99	31.44	27.58	36.19	43.10	38.52	28.68
An	4.31	4.39	1.69	0.69	1.33	8.04	1.66	2.76	6.50	3.10	3.54	7.70	1.72	3.11	3.32
Hy(MS)	1.72	1.57	0.76	2.67	0.74	1.56	1.25	0.55	0.90	1.32	0.78	1.56	1.28	0.53	1.10
Hy(FS)	3.50	4.86	2.18	7.33	2.04	0.47	0.78	0.00	2.73	2.32	2.15	3.40	0.72	0.76	2.28
Mt	0.36	0.47	0.22	0.69	0.20	0.08	0.08	0.00	0.27	0.23	0.22	0.34	0.09	0.10	0.23
Il	0.55	0.37	0.25	0.28	0.23	0.55	0.15	0.96	0.31	0.35	0.37	0.35	0.40	0.44	0.33
Ap	0.44	0.45	0.53	0.68	0.67	0.52	0.42	0.53	0.23	0.42	0.54	0.61	0.42	0.45	0.44

Bảng 2. Hàm lượng các nguyên tố chính (%) các granitoid phức hệ Mường Lát

Mẫu	MLT-02	MLT-06	MLT-08	MLT-09	MLT-17	MLT-18	MLT-19	MLT-26	MLT.27/1	MLT-34	MLT-36	MLT-38	MLT-41	MLT-42	MLT-43
SiO ₂	72.42	72.21	73.71	67.07	72.62	71.09	72.68	74.02	71.73	71.56	74.06	71.08	72.68	71.77	74.02
TiO ₂	0.28	0.19	0.13	0.15	0.12	0.28	0.08	0.56	0.16	0.18	0.19	0.18	0.21	0.17	0.23
Al ₂ O ₃	13.76	14.02	13.72	15.14	14.50	14.50	15.25	14.56	14.06	14.87	14.10	14.40	15.25	14.65	14.46
FeO	2.19	2.89	1.30	4.15	1.21	0.49	0.47	0.41	1.63	1.41	1.37	2.06	0.58	1.40	0.59
Fe ₂ O ₃	0.24	0.32	0.14	0.46	0.14	0.06	0.05	0.05	0.18	0.16	0.15	0.23	0.06	0.16	0.07
MnO	0.04	0.03	0.04	0.09	0.04	0.03	0.05	0.04	0.04	0.06	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05
MgO	0.68	0.62	0.30	1.05	0.29	0.61	0.50	0.22	0.35	0.52	0.31	0.62	0.51	0.43	0.21
CaO	1.09	1.12	0.63	0.51	0.64	1.87	0.57	0.86	1.41	0.85	1.01	1.88	0.58	0.90	0.87
Na ₂ O	2.80	2.76	2.94	4.59	3.31	4.05	5.03	4.51	3.92	3.65	3.23	4.24	5.04	3.32	4.50
K ₂ O	4.26	3.98	4.63	4.11	4.74	4.25	4.82	4.66	4.04	4.78	4.42	4.15	3.82	4.93	3.66
P ₂ O ₅	0.18	0.19	0.23	0.29	0.28	0.22	0.18	0.23	0.10	0.18	0.23	0.26	0.18	0.19	0.19
LOI	0.11	0.23	0.43	1.21	0.40	0.78	1.26	0.87	1.17	1.37	0.78	1.78	1.22	1.32	1.25
Total	98.06	98.56	98.19	98.80	98.28	98.23	100.94	100.99	98.80	99.59	99.88	100.92	100.16	99.26	100.10
K ₂ O/Na ₂ O	1.52	1.44	1.58	0.90	1.43	1.05	0.96	1.03	1.03	1.31	1.37	0.98	0.76	0.81	1.48
A/CNK	1.23	1.29	1.25	1.17	1.24	0.99	1.05	1.04	1.05	1.17	1.18	0.97	1.13	1.18	1.12
A/NK	1.49	1.58	1.39	1.26	1.37	1.29	1.13	1.17	1.30	1.33	1.40	1.25	1.23	1.36	1.27

Bảng 3. Thành phần nguyên tố vi lượng (ppm) của các granitoid phức hệ Mường Lát

Mẫu	MLT-02	MLT-06	MLT-08	MLT-09	MLT-17	MLT-18	MLT-19	MLT-26	MLT.27/1	MLT-34	MLT-36	MLT-38	MLT-41	MLT-42	MLT-43
Sc	3.57	2.30	3.08	3.70	2.93	4.54	1.98	0.16	2.56	5.12	2.09	4.54	1.98	5.44	0.16
V	11.46	12.60	5.04	5.31	3.89	272.00	34.30	1899	7.15	18.99	615.00	272.00	34.30	20.19	1899
Cr	15.72	16.76	9.84	11.83	9.79	241.00	30.90	1928	10.56	24.37	624.00	241.00	30.90	23.43	1928
Co	1.94	2.10	0.83	2.90	0.54	47.10	0.88	455	1.11	3.11	110.00	47.10	0.88	3.19	455
Ni	4.93	6.80	2.41	2.56	2.01	113.00	2.70	1102	2.66	8.18	267.00	113.00	2.70	8.26	1102
Cu	8.22	9.60	1.85	1.59	16.57	38.90	22.60	39.30	11.13	5.42	29.60	38.90	22.60	5.55	39.30
Zn	34.75	36.70	32.74	34.31	25.89	52.30	14.90	44.70	15.44	70.56	61.90	52.30	14.90	72.38	44.70
Ga	8.74	9.20	8.57	12.54	8.43	20.60	18.40	20.40	8.37	14.24	19.10	20.60	18.40	14.42	20.40
Rb	109.28	112.80	185.67	85.63	169.02	193.00	215.00	515.00	83.75	194.50	227.00	193.00	215.00	175.60	515.00
Sr	42.45	46.70	18.96	36.02	26.37	92.50	42.40	15.70	89.40	23.44	41.20	92.50	42.40	24.03	15.70
Zr	90.54	102.10	35.69	42.43	33.46	111.00	68.80	17.00	69.85	86.38	59.80	111.00	68.80	86.03	17.00
Nb	9.49	8.90	10.50	12.94	10.52	16.70	12.50	28.40	6.57	22.92	13.70	16.70	12.50	22.89	28.40
Cs	6.51	3.50	17.50	2.99	21.72	19.60	26.40	180.00	4.23	46.50	30.00	19.60	26.40	47.28	180.00
Ba	279.57	321.80	129.21	255.04	179.31	337.00	294.00	25.30	621.69	129.67	196.00	337.00	294.00	132.08	25.30
Hf	3.08	3.20	1.40	1.71	1.32	3.18	2.39	1.66	2.33	3.16	2.06	3.18	2.39	3.17	1.66
Ta	0.93	1.20	1.99	2.50	2.41	2.22	2.71	15.00	1.11	3.84	2.01	2.22	2.71	3.88	15.00
Pb	30.27	31.20	27.96	3.78	24.22	36.80	48.50	18.10	13.84	18.72	46.00	36.80	48.50	19.32	18.10
Th	14.85	16.80	5.46	6.03	4.20	14.30	12.80	1.18	13.70	18.81	8.71	14.30	12.80	19.73	1.18
U	4.29	4.20	8.81	7.85	7.53	6.93	6.00	3.85	18.75	8.80	7.50	6.93	6.00	9.61	3.85
La	25.90	23.20	9.11	9.84	8.01	22.80	13.30	1.47	23.52	31.92	13.60	22.80	13.30	33.12	1.47
Ce	51.68	51.90	18.65	20.84	16.05	51.40	31.26	2.82	37.11	64.21	30.40	51.40	31.26	67.44	2.82
Pr	6.06	8.20	2.21	2.44	1.84	5.60	3.16	0.34	3.69	7.71	3.27	5.60	3.16	8.05	0.34
Nd	21.91	22.30	8.02	8.97	6.59	21.00	11.60	1.58	12.22	28.33	12.10	21.00	11.60	29.52	1.58
Sm	4.67	4.90	2.05	2.23	1.71	4.78	2.85	0.65	2.01	5.91	3.15	4.78	2.85	6.20	0.65
Eu	0.53	0.60	0.28	0.32	0.29	0.68	0.42	0.10	0.59	0.36	0.49	0.68	0.42	0.37	0.10
Gd	4.21	4.80	2.12	2.25	1.86	4.25	2.65	1.21	2.02	5.51	2.92	4.25	2.65	5.67	1.21
Tb	0.56	0.70	0.37	0.39	0.35	0.63	0.42	0.24	0.29	0.84	0.45	0.63	0.42	0.87	0.24
Dy	2.65	2.90	1.92	1.99	1.94	3.27	2.27	1.46	1.57	4.56	2.18	3.27	2.27	4.70	1.46
Ho	0.40	0.50	0.32	0.32	0.32	0.58	0.41	0.28	0.29	0.82	0.35	0.58	0.41	0.83	0.28
Er	1.02	1.10	0.80	0.84	0.78	1.47	1.03	0.64	0.81	2.26	0.80	1.47	1.03	2.30	0.64
Tm	0.13	0.10	0.10	0.12	0.10	0.21	0.15	0.08	0.12	0.32	0.11	0.21	0.15	0.33	0.08
Yb	0.83	0.70	0.66	0.79	0.63	1.41	1.04	0.49	0.76	2.16	0.74	1.41	1.04	2.19	0.49
Lu	0.12	0.10	0.09	0.12	0.09	0.21	0.16	0.06	0.11	0.31	0.11	0.21	0.16	0.31	0.06
Y	8.33	8.90	6.94	6.69	6.92	18.60	12.50	12.80	6.26	17.53	11.00	18.60	12.50	17.57	12.80
Eu/Eu*	0.37	0.38	0.41	0.44	0.49	0.46	0.47	0.35	0.90	0.20	0.50	0.46	0.47	0.35	0.19

3.2. Thảo luận

3.2.1. Đặc điểm thạch địa hóa granitoid phức hệ Mường Lát

* Đặc điểm các nguyên tố chính

Các thành phần nguyên tố chính của granitoid phức hệ Mường Lát được thể hiện trong bảng 1. Granitoid phức hệ Mường Lát thể hiện thành phần nguyên tố chính, với hàm lượng SiO₂ (67,07 - 74,06%). Trên biểu đồ Q-A-P (hình 4) của (Le Maitre et al. 1989), các granitoid phức hệ Mường Lát tương ứng với trường monzogranite và granodiorit. Hàm lượng Na₂O+K₂O trong các mẫu cao (6,74-9,85%), trong khi đó chỉ số Lacroix-LI (1993): K₂O/Na₂O(0,76-1,58) , cho thấy các granitoid của phức hệ Mường Lát khá gần với granit loạt kiềm vôi phổ biến cao kali (hình5). Chỉ số bão hòa nhôm A/CNK (0,97-1,29) cho thấy các granitoid phức hệ Mường Lát là loại granitoid cao nhôm, thuộc loại S₂ granit (hình 6). Các thông số hóa học hàm lượng nguyên tố chính của phức hệ mang đặc tính hóa học mạnh của loại S₂ granit Chapell, B.W và White, A.J.R. (1974, 1963) và Frost et al (2001). Ngoài ra thấp hàm lượng nguyên tố TiO₂ (0,08- 0,56%), MgO (0,21-1,05%), CaO (0,51-1,88%). Qua các số liệu tính toán các khoáng vật định mức CIPW (bảng 3) cho thấy: thạch anh ~ 20 - 37,6%, orthoclase: 21,9 - 29,7%; anbit: 23,8 - 40,1; anocit: 0,69 - 8,04%; ilmenit: 0,15 - 0,96%; manhetit: 0 - 0,69%. Chỉ số Corindon tiêu chuẩn (C) cao hầu hết lớn hơn 1 đến cao nhất là 3,65. Dùng biểu đồ 3 hợp phần Q, Or, Pl (hình 7) cho kết quả granitoid phức hệ Mường Lát đều rơi vào trường granit.

* Đặc điểm các nguyên tố vết.

Phần Nguyên tố vết mô tả đặc trưng của các dị thường âm và dương, ý nghĩa của các dị thường đó. Tổng hàm lượng các nguyên tố đất hiếm (Σ REE) trong các mẫu khác nhau dao động từ (71-391ppm), trung bình 219ppm). Biểu đồ các mẫu nguyên tố đất hiếm chuẩn hóa chondrite (theo Sun&McDonough, 1989) cho thấy một xu hướng phụ song song với dị thường âm Eu và phân đoạn mạnh mẽ giữa các nguyên tố đất hiếm nhẹ và đất hiếm nặng (hình 8). Với đồ hình dốc từ trái sang phải cho thấy hàm lượng đất hiếm nặng (HREE) nghèo hơn so với đất hiếm nhẹ (LREE). Dị thường âm Eu thể hiện ở giá trị (Eu/Eu*) thay đổi (0,19-0,9) <1 và tỷ lệ Rb/Sr dao động từ 7,5-28, 7 (trung bình là 17,73), (La/Yb)_n = 2,15-23,77. Hàm lượng thấp của các nguyên tố Ba, Ta, Nb, Ti, P, và Sr, hàm lượng cao của các nguyên tố linh động như U, Rb, K, và Th (hình 9). Các nguyên tố Rb, Th, K có hàm lượng cao và thấp Sr, P, và Ti rất tương thích với những loại đá nóng chảy vô điển hình (Harris et al.1986; Chappell and White 1992; Bea et al. 2011).

Đặc điểm phân bố các nguyên tố vết trong granitoid phức hệ Mường Lát chuẩn hóa theo thành phần của manti nguyên thủy của (Sun & McDonough,1989) (hình 10) thể hiện các dị thường âm: Ba, Nb, Sr, Ti. Dị thường Ti phản ánh sự có mặt của apatit và ilminit. Dị thường Ba và cao các nguyên tố linh động phản ánh nguồn gốc vô của dung thể magma.

3.2.2. Nguồn gốc vật liệu ban đầu tạo nên granitoid phức hệ Mường Lát

- Với các đặc trưng địa hóa khá cao Al₂O₃, K₂O, chỉ số Lacroix-LI (1993): K₂O/Na₂O > 1; Rb/Sr dao động từ 7,5-28, 7 (trung bình là 17,73); (La/Yb)_n = 2,15-23,77; các nguyên tố Rb, Th, K có hàm lượng cao và thấp Sr, P, và Ti; dị thường âm Eu, Ba; các đá granitoid phức hệ Mường Lát tương ứng với granitoid kiềm-vôi cao kali rất tương thích với những loại đá nóng chảy vô điển hình (Harris et al.1986; Chappell and White 1992; Bea et al. 2011).

- Phân loại theo bối cảnh kiến tạo của Pearce, 1984 (hình 11, 12) các mẫu granitoid phức hệ Mường Lát đều rơi vào các bối cảnh kiến tạo của granit đồng va chạm (VAG+syn-COLG).

- Phân loại theo bối cảnh kiến tạo của dựa biểu đồ R1-R2 của Batchelor và Bowden (1985) cho thấy các đá granitoid phức hệ Mường Lát đều thuộc kiểu granit cung và granit đồng va chạm (VAG+syn-COLG) (hình 13).

- Thành phần vật chất dựa trên các biểu đồ tương quan La/Yb-La; Rb/Sr-Rb/Ba (Sylvester, 1998); Al₂O₃/TiO₂-CaO/Na₂O (Sylvester, 1998) đối sánh với các granit vùng Yangtze và Cathaysia (hình 14, 15, 16) cho thấy nguồn vật liệu ban đầu tạo ra các granitoid phức hệ Mường Lát có thể giàu sét, quá trình kết tinh tạo ra các khoáng vật chủ yếu plagioclaz, biotit, ilmenit và khoáng vật phụ monazite, apatite, granit cao nhôm. Nguồn vật liệu ban đầu tạo nên granit Mường Lát khá tương đồng với vật liệu tạo nên các đá Paleozoi sớm mảng Dương Tử Nam Trung Hoa.

- Đối sánh granitoid phức hệ Mường Lát với các đá S-granit phức hệ Hải Vân (là các thành tạo tiêu biểu trong giai đoạn Permi muộn - Triat sớm, Phạm. T. Hiếu, 2015), cho thấy đặc điểm các nguyên tố vết được chuẩn hóa theo thành phần Chondrite và Manti nguyên thủy của granitoid phức hệ Mường Lát khá tương đồng với các đặc điểm của thành tạo granit Hải Vân. Tuổi thành tạo U-Pb zircon của granit Mường Lát (250-235 Ma) (kết quả của tác giả) khá gần gũi với tuổi thành tạo của granit Hải

Vân. Cho thấy chúng có cùng thời gian thành tạo và nhiều khả năng được thành tạo trong cùng bối cảnh kiến tạo, về nguồn vật liệu thành tạo ban đầu thông qua đồng vị Hf (MLT09: $\epsilon\text{Hf}(t)$ có giá trị trung bình $=-11,4\pm 1,1$, $\text{MSWD}=0,17$ và TDM_2 có giá trị trung bình $=1995 \pm 30$, $\text{MSWD} = 6,7$), Sr-Nd ($^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ (0,1260-0,1511) và $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (0,511643-0,511855); ϵNd (-13,1 đến -0,94) và TDM_2 (1,8-2,12 Ga) (bảng 4,5), cũng khá tương đồng với nhau. Như vậy có thể kết luận rằng granit Mường Lát được thành tạo nhiều khả năng liên quan đến quá trình va chạm giữa hai mảng nam Trung Hoa và Đông Dương trong giai đoạn Pecmi muộn – Triass sớm (Phạm. T. Hiếu, 2015).

Bảng 4. Kết quả tuổi đồng vị Hf các đá phức hệ Mường Lát

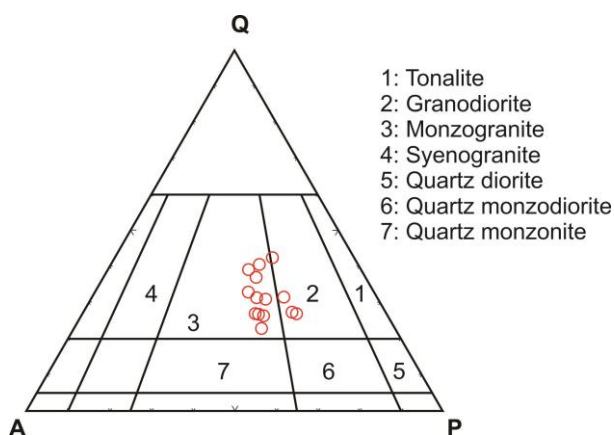
Số hiệu	$^{176}\text{Yb}/^{177}\text{Hf}$	$^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	$\pm 2\sigma$	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	$\epsilon\text{Hf}(t)$	$\pm 2\sigma$	TDM1	TDM2
					(t)			(Ma)	(Ma)
MLT09									
-01	0,025019	0,000878	0,282287	23	0,282281	-11,9	0,8	1361	2030
-02	0,027441	0,000925	0,282305	18	0,282298	-11,3	0,6	1339	1993
-03	0,028500	0,001045	0,282359	21	0,282353	-9,4	0,7	1266	1872
-04	0,033129	0,001066	0,282321	20	0,282314	-10,8	0,7	1320	1957
-05	0,013208	0,000447	0,282289	19	0,282285	-11,8	0,7	1344	2022
-06	0,013572	0,000559	0,282271	29	0,282266	-12,5	1,0	1372	2064
-07	0,037268	0,001191	0,282353	23	0,282345	-9,7	0,8	1281	1889
-08	0,029722	0,001193	0,282309	20	0,282302	-11,2	0,7	1342	1985
-09	0,032214	0,001051	0,282349	16	0,282342	-9,8	0,6	1281	1896
-10	0,035346	0,001302	0,282290	20	0,282282	-11,9	0,7	1373	2029
-11	0,011310	0,001111	0,282279	56	0,282272	-12,3	2,0	1381	2051
-12	0,027816	0,000903	0,282353	19	0,282346	-9,6	0,7	1271	1886
-13	0,016728	0,000494	0,282288	19	0,282284	-11,8	0,7	1346	2025
-14	0,024605	0,000892	0,282277	39	0,282271	-12,3	1,4	1375	2053
-15	0,030514	0,001150	0,282290	40	0,282282	-11,9	1,4	1368	2028
-16	0,024218	0,000855	0,282266	37	0,282260	-12,7	1,3	1389	2077
-17	0,026985	0,000936	0,282297	30	0,282291	-11,6	1,0	1349	2009
-18	0,018908	0,000682	0,282278	23	0,282273	-12,2	0,8	1367	2049
-19	0,032504	0,001135	0,282328	22	0,282320	-10,6	0,8	1314	1944
-20	0,029216	0,000941	0,282287	22	0,282280	-12,0	0,8	1364	2032
MLT42									
-01	0,021926	0,000946	0,282313	15	0,282307	-11,3	0,5	1328	1981
-02	0,021934	0,000920	0,282306	18	0,282300	-11,5	0,6	1336	1995
-03	0,021640	0,000910	0,282311	16	0,282305	-11,4	0,6	1329	1985
-04	0,021074	0,000901	0,282286	17	0,282281	-12,2	0,6	1363	2039
-05	0,024684	0,001037	0,282318	15	0,282312	-11,1	0,5	1324	1970
-06	0,024814	0,001044	0,282306	16	0,282299	-11,6	0,6	1342	1998
-07	0,023272	0,000983	0,282285	16	0,282279	-12,3	0,6	1368	2044
-08	0,019519	0,000820	0,282332	15	0,282327	-10,6	0,5	1296	1937
-09	0,028942	0,001188	0,282300	16	0,282293	-11,8	0,6	1354	2012
-10	0,018500	0,000779	0,282330	16	0,282325	-10,7	0,6	1298	1941
-11	0,022503	0,000955	0,282303	16	0,282297	-11,6	0,6	1341	2002
-12	0,025979	0,001084	0,282343	19	0,282337	-10,2	0,7	1290	1915
-13	0,036695	0,001401	0,282428	18	0,282420	-7,3	0,6	1181	1730
-14	0,021779	0,000950	0,282283	17	0,282277	-12,3	0,6	1369	2047
-15	0,028069	0,001202	0,282315	18	0,282308	-11,3	0,7	1333	1978
-16	0,023562	0,001007	0,282315	18	0,282308	-11,3	0,6	1328	1978
-17	0,023445	0,001026	0,282319	16	0,282312	-11,1	0,6	1322	1969
-18	0,022374	0,000972	0,282296	15	0,282289	-11,9	0,5	1353	2020
-19	0,023238	0,001014	0,282297	16	0,282291	-11,9	0,6	1352	2016
-20	0,022220	0,000965	0,282322	17	0,282316	-11,0	0,6	1316	1962
-21	0,026965	0,001181	0,282328	21	0,282320	-10,8	0,7	1316	1951
-22	0,026550	0,001170	0,282342	18	0,282335	-10,3	0,6	1295	1919
-23	0,025279	0,001107	0,282329	17	0,282322	-10,7	0,6	1310	1946

Số hiệu	$^{176}\text{Yb}/^{177}\text{Hf}$	$^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	$\pm 2\sigma$	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	$\epsilon\text{Hf}(t)$	$\pm 2\sigma$	TDM1	TDM2
					(t)			(Ma)	(Ma)
MLT34									
-01	0,097973	0,002434	0,282383	15	0,282370	-8,9	0,5	1281	1837
-02	0,065977	0,001653	0,282362	15	0,282353	-9,5	0,5	1283	1875
-03	0,095169	0,002304	0,282353	12	0,282341	-9,9	0,4	1319	1902
-04	0,129811	0,003373	0,282397	14	0,282380	-8,6	0,5	1293	1815
-05	0,093544	0,002263	0,282327	13	0,282315	-10,9	0,5	1355	1959
-06	0,070352	0,001746	0,282370	13	0,282360	-9,3	0,5	1275	1858
-07	0,092662	0,002204	0,282260	16	0,282248	-13,2	0,6	1450	2107
-08	0,085360	0,002080	0,282352	14	0,282340	-10,0	0,5	1313	1902
-09	0,092901	0,002238	0,282325	17	0,282313	-10,9	0,6	1357	1963
-10	0,098040	0,002427	0,282421	15	0,282408	-7,6	0,5	1225	1753
-11	0,129434	0,003331	0,282453	15	0,282436	-6,6	0,5	1207	1689
-12	0,054454	0,001352	0,282223	18	0,282214	-14,4	0,6	1469	2181
-13	0,059958	0,001574	0,282374	14	0,282364	-9,1	0,5	1264	1849
-14	0,074783	0,001827	0,282307	17	0,282297	-11,5	0,6	1368	1999
-15	0,120321	0,003078	0,282385	20	0,282369	-8,9	0,7	1300	1838
-16	0,087755	0,002163	0,282373	17	0,282361	-9,2	0,6	1286	1857

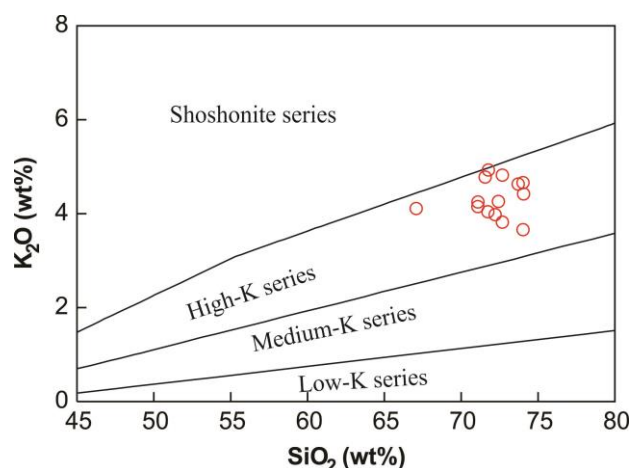
t= 247 Ma mẫu MLT.09, t= 235 Ma mẫu MLT.42, t= 242 Ma mẫu MLT.34

Bảng 5. Kết quả phân tích đồng vị Rb - Sr; Sm - Nd các đá phức hệ Mường Lát

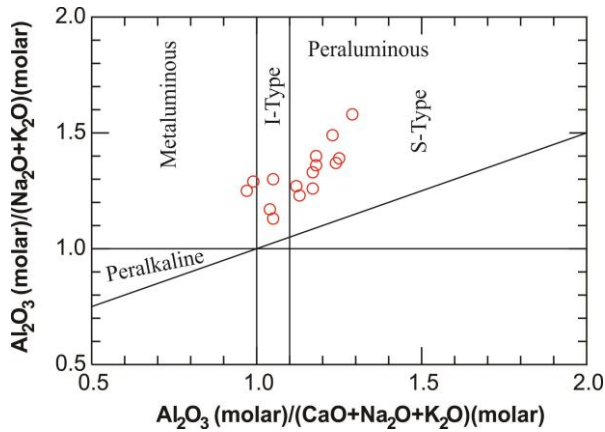
Số hiệu mẫu	Rb	Sr	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	Sm	Nd	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_m$	$(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i$	$\epsilon\text{Nd}(t)$	T-DM2 (Ga)
	(ppm)	(ppm)		($\pm 2s$)	(ppm)	(ppm)		($\pm 2s$)			
MLT.02	109,3	42,4	7,497	0,761233 \pm 12	4,7	21,9	0,1297	0,512036 \pm 8	0,511832	-9,7	1,83
MLT.08	185,7	19,0	28,65	0,844543 \pm 16	2,0	8,00	0,1511	0,511890 \pm 11	0,511643	-13,1	2,12
MLT.09	85,6	36,0	6,911	0,754268 \pm 14	2,2	9,00	0,1478	0,511957 \pm 14	0,511718	-11,7	2,01
MLT.34	194,5	23,4	24,26	0,796725 \pm 42	5,9	28,3	0,1260	0,511955 \pm 12	0,511755	11,1	1,95
MLT.42	175,6	24,0	21,31	0,777464 \pm 12	6,2	29,5	0,1271	0,512050 \pm 7	0,511855	9,4	1,80



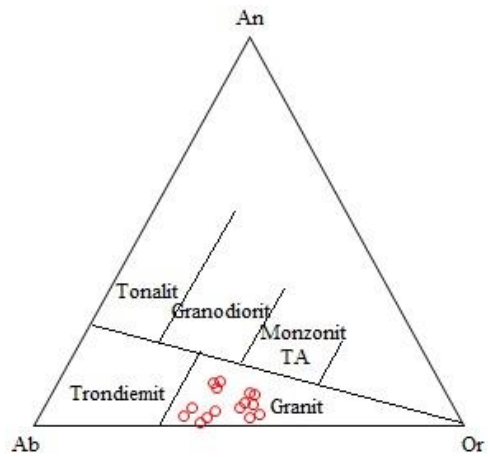
Hình 4. biểu đồ Q-A-P của (nomenclature taken from Le Maitre et al. 1989) phân loại và gọi tên magma



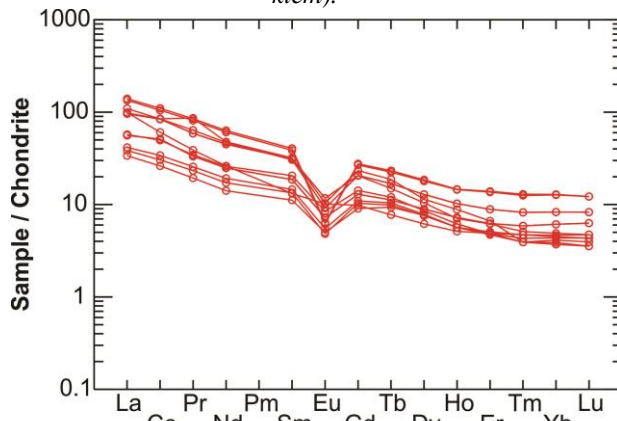
Hình 5. Biểu đồ tương quan giữa K_2O và SiO_2 (theo Rickwood P.C, 1989)



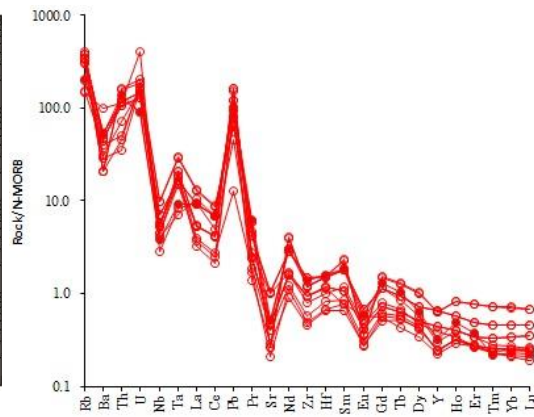
Hình 6. Biểu đồ tương quan giữa A/NK và A/CNK phân chia các loại magma (Manniar và Piccolli, 1984) ($A/NK = Al_2O_3 / (Na_2O + K_2O)$; $A/CNK = Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O)$; Metaluminous = nhôm trung bình; Peraluminous = bão hòa nhôm; Peralkaline = bão hòa kiềm).



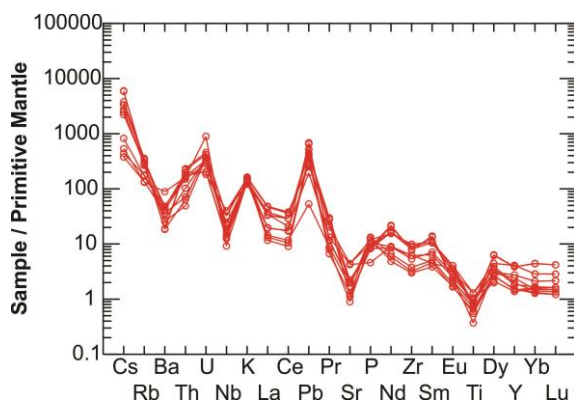
Hình 7. Phân loại các đá granitoid trên cơ sở thành phần định mức của feldspar Ab-An-Or (theo O'Connor, 1965 và được điều chỉnh bởi Barker F, 1979)



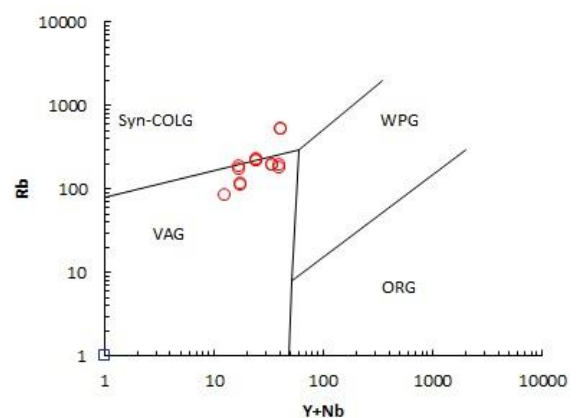
Hình 8. Biểu đồ các mẫu nguyên tố đất hiếm chuẩn hóa chondrite (theo Sun & McDonough, 1989)



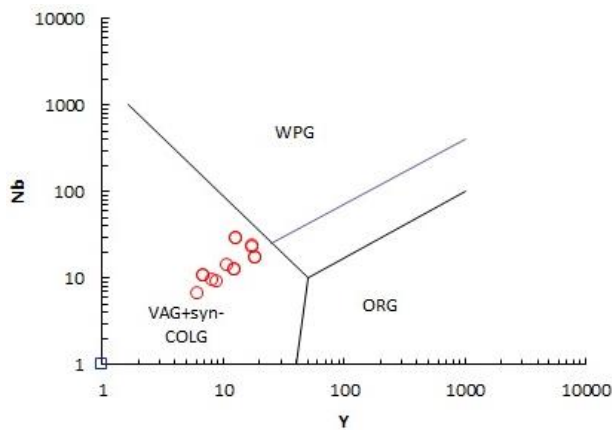
Hình 9. Biểu đồ so sánh các nguyên tố vi lượng với N-MORB của Sun and McDonough (1989)



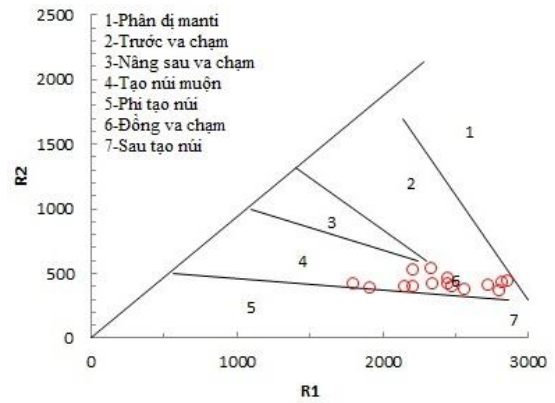
Hình 10. Biểu đồ so sánh các nguyên tố vi lượng với manti nguyên thủy của (Sun & McDonough, 1989)



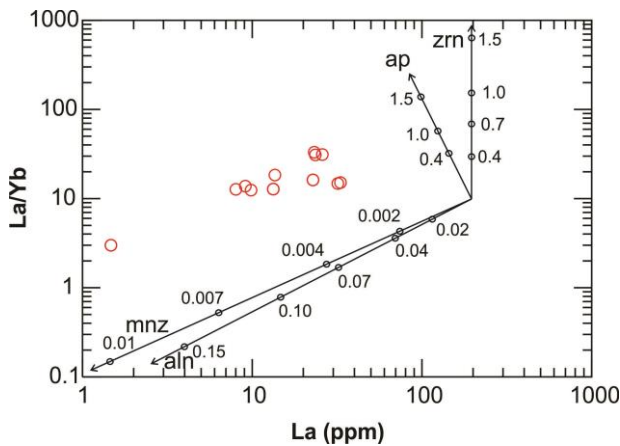
Hình 11. Biểu đồ phân chia kiểu granitoid theo bối cảnh kiến tạo theo Pearce, 1984 VAG – granit cung núi lửa; syn – COLG – granit đồng va chạm; WPG – granit nội mảng; ORG – granit dãy núi giữa đại dương; Post-COLG – granit sau va chạm



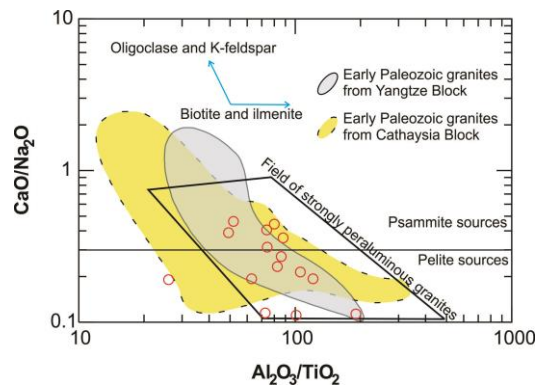
Hình 12. Biểu đồ phân chia kiểu granitoid theo bối cảnh kiến tạo theo Pearce, 1984 VAG – granit cung núi lửa; syn – COLG – granit đồng va chạm; WPG – granit nội mảng; ORG – granit dãy núi giữa đại dương; Post-COLG – granit sau va chạm



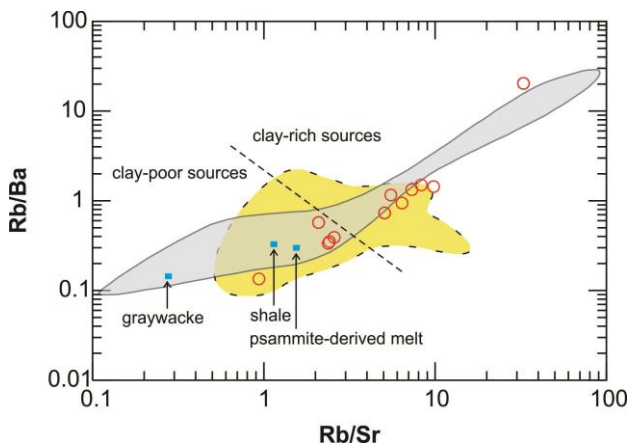
Hình 13. biểu đồ R1-R2 của Batchelor và Bowden (1985); $R1=4Si-11(Na+K)-(Fe+Ti)$; $R2=6Ca+2Mg+Al$



Hình 14. Biểu đồ tương quan La- La/Yb (ap: apatite, mnz: monazite; aln: alanit, zrn: zircon): xác định khoáng vật phụ của đá



Hình 15. Biểu đồ tương quan Al_2O_3/TiO_2 - CaO/Na_2O (Sylvester, 1998): xác định độ bão hòa nhôm



Hình 16. Biểu đồ tương quan Rb/Sr-Rb/Ba (Sylvester, 1998); xác định nguồn vật liệu ban đầu tạo đá

4. Kết luận

Tất cả các đặc điểm thạch học, thạch địa hóa của các thành tạo granitoid phức hệ Mường Lát thấy:

- 1) Granitoid phức hệ Mường Lát mang đặc điểm của granit kiểu S.
- 2) Nguồn vật liệu ban đầu của khối có thể là các đá trầm tích lục địa cổ, chúng có thể là các vật liệu bị tái nóng chảy sau đó kết tinh thành tạo nên granit Mường Lát.
- 3) Bối cảnh kiến tạo có thể liên quan quá trình đồng chạm giữa hai mảng lục địa Nam Trung Hoa và Đông Dương trong giai đoạn cuối Pecmi - Trias.

Lời cảm ơn

Kết quả nghiên cứu trong bài báo được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG Tp.HCM) trong khuôn khổ đề tài mã số B2017-18-06. Trong quá trình thực hiện thí nghiệm xin cảm ơn GS Wang Wei, Đại học Địa chất Trung Quốc đã giúp đỡ tập thể tác giả.

Tài liệu tham khảo

Bea, F., Mazhari, A., Montero, P., Amini, S., and Ghalamghash, J, 2011. Zircon dating, Sr and Nd isotopes, and element geochemistry of the Khalifan pluton, NW Iran: Evidence for Variscan magmatism in a supposedly Cimmerian superterrane, *Journal of Asian Earth Sciences*, v. 40, p. 172–179.

Chappell, B.W., and White, A.J.R, 1992. I- and S-type granites in the Lachlan Fold belt, Transactions of the Royal Society of Edinburgh: *Earth Sciences*, v. 83, p. 1–26.

Dovjikov A. E. (Chủ biên), 1965. Địa chất Miền Bắc Việt Nam. *Tổng cục Địa chất, Hà Nội 1965, 668tr. (tiếng Nga). Nxb Khoa học & Kỹ thuật, Hà Nội 1971, 538 tr. (tiếng Việt).*

Harris, N.B.W., Marzouki, F.M.H., and Ali, S, 1986. The Jabel Sayid complex, Arabian shield: Geochemical constraints on the origin of peralkaline and related granites, *Journal of the Geological Society*, v. 143, p. 287–295.

P.T Hiều, Fukun Chen, L.T Mễ và nnk, 2009. Tuổi đồng vị U-Pb zircon trong granit phức hệ Yên Yên Sơn Tây Bắc Việt Nam và ý nghĩa của nó. *Tạp chí các Khoa học về Trái đất*, T. 31, 1, 23-29.

P.T Hieu, Fukun Chen, Xiyan Zhu, Wang Wei, N.T.BThuy, B.M.Tam, N.Q Luat, 2009. Zircon U-Pb ages and Hf isotopic composition of the Posen granite in northwestern Vietnam. *Acta Petrologica Sinica*, 25(12) 3141-3152.

P.T Hieu, Fukun Chen, Nguyen Thi Bich Thuy, Nguyen Quoc Cuong, 2013. Zircon U-Pb ages and Hf isotopic and geochemical characteristics of alkali granitoids in northwestern Vietnam. *Journal of Geodynamics*. 69, 106-121.

P.T Hieu., Yi-Zeng Yang, Do Quoc Binh, Thi Bich Thuy Nguyen, Le Tien Dung & Fukun Chen Late, 2015. Permian to Early Triassic crustal evolution of the Kontum massif, central Vietnam: zircon U–Pb ages and geochemical and Nd–Hf isotopic composition of the Hai Van granitoid complex, *International Geology Review*, 57.

P.T. Hiều, 2015. Tuổi đồng vị U-Pb zircon granodiorit phức hệ Định Quán Đèo Cả khu vực Trường Xuân Khánh Hòa và ý nghĩa địa chất. *Tạp chí Phát Triển Khoa học và Công Nghệ*. T17(4), 42-48.

P. T Hieu, N. T Dung, N. T. B Thuy, N. T Minh, & P Minh, 2016. U-Pb ages and Hf isotopic composition of zircon and bulk rock geochemistry of the Dai Loc granitoid complex in Kontum massif: Implications for early Paleozoic crustal evolution in Central Vietnam. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 111(5), 326-336.

Đinh Công Hùng và nnk, 1997. Địa chất và khoáng sản nhóm tờ Mường Lát, tỷ lệ 1: 50.000. *Trung tâm Thông tin - Lưu trữ địa chất, Hà Nội.*

Liu, Y.-S., Hu, Z.-C., Gao, S., Günther, D., Xu, J., Gao, C.-G., and Chen, H.-H, 2008. In situ analysis of major and trace elements of anhydrous minerals by LA-ICP-MS without applying an internal standard. *Chemical Geology*, v. 257, p. 34-43.

Ludwig, K.R., 2003. User's manual for Isoplot 3.0: A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. *Berkeley Geochronology Center, Special Publication*, v.4, p.1-71.

B.M Tâm và nnk, 2010. Báo cáo hoàn thiện thang magma theo quan điểm kiến tạo toàn cầu. *Trung tâm Thông tin - Lưu trữ Địa chất, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.*

Đ.V. Thanh (chủ biên), 2015. Địa chất và khoáng sản nhóm tờ Mộc Châu tỷ lệ 1: 50.000. *Trung tâm Thông tin - Lưu trữ Địa chất, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.*

Đ.Đ Thục, H.Trung, 1995. Địa chất Việt Nam, tập II- Các thành tạo magma. *Cục Địa chất Việt Nam, Hà Nội.*

Trần Văn Trị (Chủ biên), 1997. Địa chất Việt Nam Phần miền Bắc. Thuyết minh kèm theo Bản đồ ĐC VN – Phần miền Bắc 1: 1.000.000. *Nxb KH và KT, Hà Nội.*

T.V. Trị, V. Khúc (Đồng Chủ biên) và nnk, 2009. Địa chất và Tài nguyên Việt Nam. *Nhà xuất bản khoa học tự nhiên và Công nghệ.*

ABSTRACT

Geochemistry granitoid of Muong Lat plutons

Trần Văn Thành¹, Đỗ Văn Nhuận^{2,*}, Nguyễn Kim Long², Lê Thị Thu²,
Phạm Trung Hiếu³, Thiem Quốc Tuấn⁴

¹*North Vietnam Geological Mapping Division,*

²*University of Mining and Geology, Ha Noi, Viet Nam*

³*Faculty of Geology, University of Science VNU-HCM, Viet Nam*

⁴*University of Natural Resources and Environment of Ho Chi Minh City*

Muong Lat granitoid is characterized by trending massive structure and subhedral texture. It consists mainly of biotite granite, muscovite granite, and two-mica granite. The mineral assemblage is composed mainly of quartz (25-30%), plagioclase (28-46%), K-feldspar (25-38%), biotite (1-8%), and muscovite (1-10%). The accessory minerals include zircon, apatite, and ilmenite. Geochemically, the Muong Lat granitoid is high in SiO₂ (71.08- 74.06%) and high alkali contents (Na₂O+K₂O from 6.74 to 9.85 wt.%). Its A/CNK (Al₂O₃/CaO+Na₂O+K₂O) values are more than 1.04. It indicates enrichments in U, Rb, K, and Th, but depletions in Ba, Sr, and Ti. It also shows Eu negative anomalies (Eu/Eu*=0.19-0.9<1). The petrographical and geochemical characteristics of Muong Lat granitoid are S-type granite and were derived from partial melting of crustal material. It was formed by the collision between the Indochina and South China blocks during the late Permian to early Triassic.

Keywords: Muong Lat granitoid, S-type granite, geochemistry

Khái quát đặc điểm cấu trúc Bồn trầm tích An Châu và triển vọng dầu khí liên quan

Nguyễn Văn Thắng¹, Trần Thanh Hải^{2,*}, Phạm Trung Hoài¹, Đào Văn Nghiêm³

¹ Công ty Dầu khí Sông Hồng, Tập đoàn Dầu khí quốc gia Việt Nam

² Bộ môn Địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

³The Pheasant Memorial Laboratory for Geochemistry and Cosmochemistry, Institute for Planetary Materials, Okayama University

TÓM TẮT

Bồn trầm tích An Châu là một cấu trúc địa chất khá đặc biệt phân bố ở đông bắc Việt Nam. Bồn này được cấu tạo bởi 2 phần: móng Paleozoi và lớp phủ Mesozoi. Phần móng là các thành tạo trầm tích lục nguyên, lục nguyên carbonat, carbonat và silic bị biến chất yếu đến không biến chất tuổi từ Ordovic đến Permian muộn. Các đá móng bị các tập trầm tích lục nguyên xen ít carbonat tương biến nông, phun trào, molas xám chứa than tuổi Trias ở phần dưới và các thành tạo lục địa kiểu molas đỏ tuổi Jura-Kreta lần lượt lấp đầy. Các tập magma phun trào từ mafic đến axit thường phân bố ở rìa bồn trầm tích và xen kẹp với các tầng trầm tích. Tuổi của các thành tạo này gồm nhiều khoảng khác nhau gồm khoảng 250, 130-116 và 85-78 tr. năm, cho thấy sự phức tạp của sự tiến hóa bồn trầm tích. Phủ trên cùng là các thành tạo trầm tích Kainozoi bao gồm các tập mỏng trầm tích lục nguyên xen kẹp các vỉa than nâu tuổi Paleogen tới Neogen, phân bố trên phạm vi hẹp, chủ yếu dọc theo các tiêu bồn trung khổng chế bởi các đứt gãy. Các thành tạo lấp đầy trung An Châu bị biến dạng địa chất mạnh mẽ dưới tác động của nhiều sự kiện biến dạng khác nhau, trong đó có các pha biến dạng tạo núi do va chạm địa mảng tạo nên các đứt gãy chồm nghịch, đi kèm là các nếp uốn quy mô lớn. Các cấu tạo này lại bị biến dạng chùng bởi các đứt gãy được hình thành trong các sự kiện kiến tạo muộn hơn. Hoạt động biến dạng diễn ra liên tục trong suốt Mesozoi và kéo dài đến hiện tại đã tạo nên sự giao thoa cấu trúc khu vực hết sức phức tạp, đồng thời tạo nên các cấu trúc dạng vòm lớn thuận lợi cho sự tích tụ dầu khí. Mặc dù tiềm năng chứa của cát kết Mesozoi và cacbonat C-P₂ thuộc loại kém đến trung bình, sự tồn tại của các thành tạo địa chất Paleozoi và Mesozoi sớm với chỉ số TOC đạt giá trị trung bình đến tốt và vượt ngưỡng tạo dầu khí (Ro~1,24-1,37) là những biểu hiện sinh dầu tiềm năng. Trong khi đó, sự tồn tại của các tầng chắn là trầm tích hạt mịn Trias, kết hợp với các cấu trúc dạng vòm Mesozoi muộn là các yếu tố thuận lợi cho sự hình thành và tồn tại các hệ thống dầu khí của Bồn An Châu. Sự phức tạp của cấu trúc khu vực và vai trò của chúng với tiềm năng dầu khí của bồn này trong bối cảnh của tiến hóa kiến tạo khu vực còn là vấn đề tồn tại và cần tiếp tục nghiên cứu chi tiết và định lượng.

Từ khóa: Bồn trầm tích, Đặc điểm địa chất, Bồn An Châu, Đông bắc Việt Nam

1. Giới thiệu chung

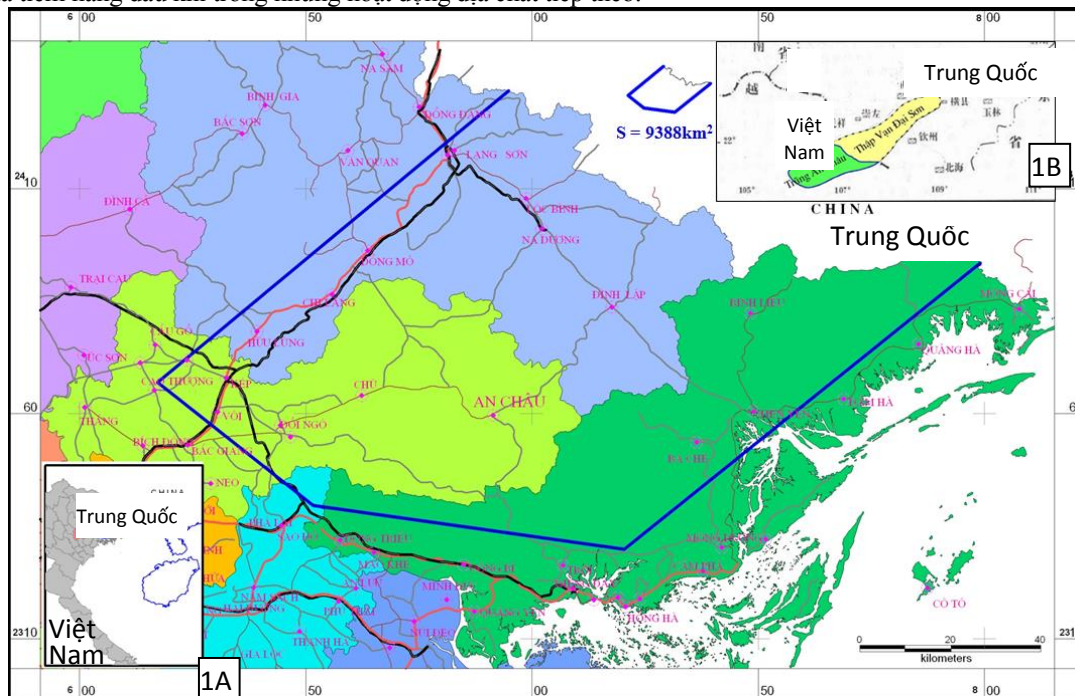
Bồn trầm tích An Châu (hay Bồn An Châu) phân bố chủ yếu trên các tỉnh Lạng Sơn, Bắc Giang và Quảng Ninh, thuộc khu vực Đông Bắc Việt Nam với diện tích gần 10.000 km². Bồn An Châu là phần kéo dài về phía tây nam của Bồn Thập Vạn Đại Sơn thuộc rìa đông nam mảng Hoa Nam (hay Nam Trung Hoa) với phần lớn diện tích thuộc lãnh thổ Trung Quốc (Hình 1).

Công tác nghiên cứu địa chất khu vực và đánh giá tiềm năng dầu khí trong khu vực bồn An Châu và vùng phụ cận đã được quan tâm từ những năm đầu thế kỷ 20 đến hiện tại bởi nhiều nhà địa chất trong và ngoài nước, trong đó có nhiều công trình được thực hiện từ những năm 1950 đến nay (Borrett, 1922; Fromaget, 1941; Dovjikov, 1965; Nguyễn Hiệp, 1970; Ngô Thường San, 1970; Nguyễn Quang Hạp, 1971; Phương Văn Hạp, 1973; Nguyễn Nghiêm Minh, 1986; Trần Văn Trị, 1977; Trần Đức Lương và Nguyễn Xuân Bao, 1982; Hsü et al., 1988; Nguyễn Công Lượng, 1999; Đỗ Bạt và nnk., 2007; Phạm Đình Trường, 2009; Trần Văn Trị và Vũ Khúc, 2009; Tổng Duy Thanh và Vũ Khúc, 2005; Li et al., 2006; Đặng Trần Huyền, 2007; Hoàng Văn Long, 2015; Công ty Dầu khí Sông Hồng, 2014a, b; Hall, 2012; Halpin et al., 2016; Li et al., 2017) đã đưa ra bức tranh tổng thể và nhiều tồn tại trong nghiên cứu cấu trúc địa chất khu vực.

* Tác giả liên hệ

Email: tranthanhhai@himg.edu.vn

Bên cạnh đó, nhiều công trình nghiên cứu đã đưa ra những nhận định bước đầu về triển vọng dầu khí của bồn trầm tích này (ch. Đoàn Thiện Tích, 1971, 1973; Nguyễn Biểu, 1974; Ngô Thường San, 1975; Nguyễn Quang Hạp, 1975; Đỗ Văn Hân, 1977; Lê Trọng Cán, 1996). Trong những năm từ 2012 đến nay, nhiều hoạt động tìm kiếm thăm dò dầu khí mới với những phương pháp mang tính định lượng hơn như phân tích mẫu địa hóa, thạch học, cơ lý, khảo sát địa hóa khí bề mặt, khảo sát từ - trọng lực hàng không độ phân giải cao đã được triển khai (Công ty Dầu khí Sông Hồng, 2014a, b) nhằm nghiên cứu và đánh giá chi tiết hơn về cấu trúc địa chất và xác định các yếu tố thuận lợi của hệ thống dầu khí, từ đó nhận định về tiềm năng dầu khí của khu vực. Bài báo này sẽ trình bày khái quát đặc điểm địa chất và cấu trúc khu vực trung tâm Bồn trầm tích An Châu và bước đầu đưa ra những nhận định về mối quan hệ địa chất-cấu trúc với khả năng tồn tại và tiềm năng của nguồn tài nguyên dầu khí ở đây dựa trên những kết quả khảo sát mới cũng như nhận dạng một số tồn tại cơ bản trong nghiên cứu hiện nay để định hướng cho các nghiên cứu về cấu trúc và đánh giá tiềm năng dầu khí trong những hoạt động địa chất tiếp theo.



Hình 1. Sơ đồ vị trí khu vực Bồn trầm tích An Châu (phần diện tích thảo luận trong bài báo giới hạn trong khung màu xanh). Hình 1A là vị trí tương đối của Bồn An Châu ở Đông bắc Việt Nam; Hình 1B là vị trí Bồn An Châu so với Bồn Thập Vạn Đại Sơn ở đông nam Trung Quốc.

2. Khái quát đặc điểm địa chất, cấu trúc khu vực trung tâm Bồn trầm tích An Châu

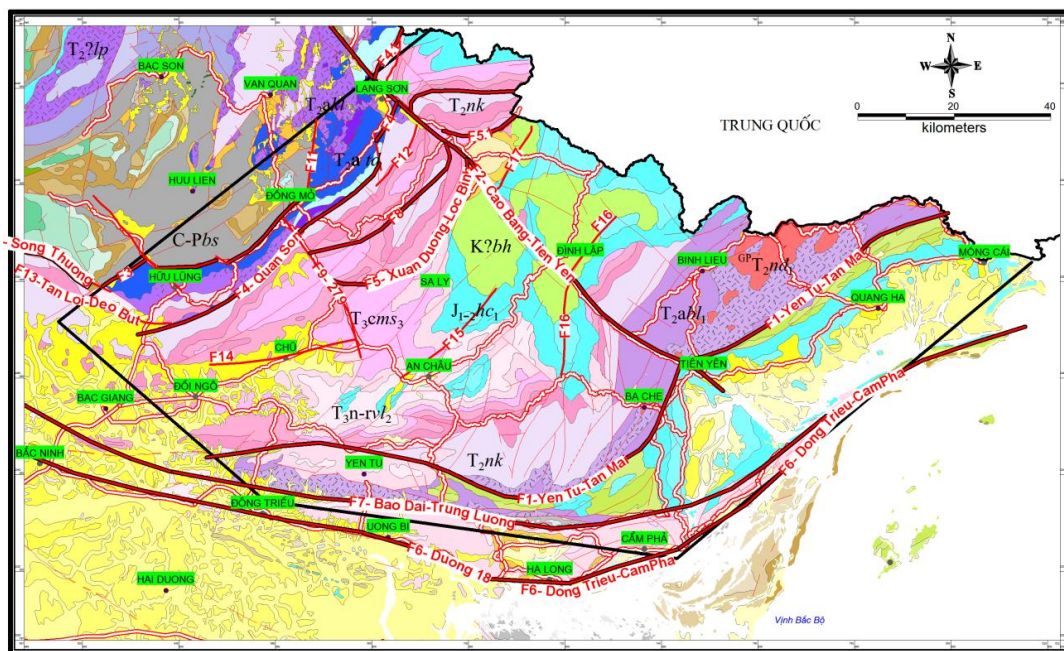
2.2. Đặc điểm thành phần vật chất

Các kết quả nghiên cứu cho đến nay (xem danh mục tài liệu tham khảo ở đây) đã xác định được Bồn trầm tích An Châu là 1 cấu trúc Mesozoi phát triển trên móng Paleozoi và bị phá hủy liên tục bởi các hoạt động kiến tạo trong Mesozoi muộn-Kainozoi. Cấu hình Bồn trầm tích An Châu bao gồm lớp phủ là các trầm tích tuổi Mesozoi và ít hơn là trầm tích Kainozoi nằm trên móng là các thành tạo trầm tích Paleozoi (Hình 2).

2.1.1. Các thành tạo địa chất ở đáy Bồn trầm tích An Châu

Đáy của Bồn trầm tích An Châu được cấu thành bởi các thành tạo Paleozoi gồm tổ hợp các đá trầm tích có tuổi từ Ordovic đến Perm được hình thành trong nhiều môi trường và vị trí kiến tạo khác nhau. Cổ nhất là các trầm tích lục nguyên bị biến dạng mạnh và biến chất yếu của Hệ tầng Tân Mài (O_3-Stm) phân bố thành một dải không liên tục hàng trăm kilomet dọc theo rìa phía đông nam bồn trũng và bị giới hạn bởi đới đứt gãy Yên Tử - Tiên Yên - Tân Mài (Hình 2). Các thành tạo Devon sớm lộ ra ở rìa tây bắc Bồn An Châu bao gồm các thành tạo trầm tích lục nguyên ở phần dưới và lục nguyên-carbonat ở phần trên của Hệ tầng Mia Lé (D_1ml). Nằm bất chỉnh hợp trên các thành tạo Devon sớm là các thành tạo carbonat gồm đá vôi, đôi nơi bị dolomit hóa phân lớp dày và dạng khối tuổi Carbon-Perm giữa của Hệ tầng Bắc Sơn ($C-P_2bs$). Phủ giả chỉnh hợp trên đá vôi hệ tầng Bắc Sơn là các thành tạo carbonat, carbonat-silic phân lớp mỏng thuộc Hệ tầng Đồng Đăng (P_3dd) phân bố chủ yếu phần rìa tây bắc bồn này.

Ở những nơi lộ ra, các thành tạo Paleozoi mô tả ở trên thường có quan hệ kiến tạo với các thành tạo Mesozoi lấp đầy Bồn An Châu (Hình 2).



Hình 2. Sơ đồ địa chất khái quát cho thấy sự phân bố của các thành tạo địa chất và các hệ thống đứt gãy chính khu vực Bồn trầm tích An Châu. Các đứt gãy lớn được đánh dấu bằng các đường đồ nét đậm với ký hiệu Fn, các đứt gãy nhỏ đánh dấu bằng các đường đồ nét mảnh. Chữ và ký hiệu viết tắt chỉ các phân vị địa chất chính được mô tả trong bài (Tổng hợp từ nhiều nguồn văn liệu khác nhau).

2.1.2. Các thành tạo địa chất lấp đầy Bồn trầm tích An Châu

Lấp đầy Bồn trầm tích An Châu chủ yếu là các thành tạo Mesozoi, bao gồm các thành tạo trầm tích lục phun trào có nguồn gốc và môi trường thành tạo khá phức tạp (Hình 2). Phần đáy của bồn trầm tích lộ ra ở rìa tây bắc của bồn từ Hữu Lũng đến Lạng Sơn, được đặc trưng bởi sự có mặt của các trầm tích lục nguyên gồm các đá phiến sét, bột kết và cát kết, đôi nơi xen kẽ các lớp mỏng carbonat hoặc các tập trầm tích dạng flysch được xếp vào Hệ tầng Lạng Sơn tuổi Indi (T_{1ils} , xem Trần Văn Trị và Vũ Khúc, 2009). Các thành tạo này bị xuyên cắt hoặc phủ bất chỉnh hợp bởi các thành tạo trầm tích và phun trào axit và trầm tích vụn núi lửa trước đây được xếp vào các hệ tầng Sông Hiến (T_{1sh}) hoặc Khôn Làng (T_{2akl}) lộ ra ở rìa tây bắc bồn trung hoặc ở vùng Bình Liêu (T_{2abl}) lộ dọc rìa đông nam của Bồn An Châu (Hình 2). Đặc biệt, một số định tuổi tuyệt đối gần đây ở khu vực Lạng Sơn (Halpin et al., 2016) cho thấy, các đá phun trào trước đây xếp vào Hệ tầng Khôn Làng (xem Phạm Đình Trường, 2009) xuyên cắt vào Hệ tầng Lạng Sơn có tuổi khoảng 250 tr. năm, tương ứng với giai đoạn chuyển từ Permi sang Trias và sớm hơn tuổi Anisi trong các văn liệu trước đây (Tổng Duy Thanh và Vũ Khúc, 2005). Bên cạnh đó, việc định tuổi các đá bazan được xếp vào Tập 2 của Hệ tầng Khôn Làng tại khu vực Tân Thành (Cao Lộc, Lạng Sơn) bằng phương pháp K-Ar lại cho tuổi tuyệt đối khoảng 130-116 tr. năm (Hình 3, Bảng 1). Hơn thế, vì các đá này xuyên cắt vào các trầm tích Hệ tầng Lạng Sơn tại khu vực Lạng Sơn nên việc cho rằng tuổi của hệ tầng này là Indi cũng cần phải được xem xét lại. Như vậy, việc phân chia địa tầng của các đá phun trào dọc rìa tây bắc của Bồn An Châu vẫn là vấn đề cần được tiếp tục nghiên cứu.

Phần trung tâm của Bồn trầm tích An Châu được bao phủ chủ yếu bởi các thành tạo trầm tích lục nguyên lớp bột kết, cát kết và đá phiến sét, đôi nơi xen ít thấu kính vôi sét hoặc sét vôi chứa các hóa thạch đặc trưng cho môi trường nước mặn của hệ tầng Nà Khuất (T_{2nk}). Hệ tầng này bị Hệ tầng Mẫu Sơn (T_{3cms}) phủ chỉnh hợp (Dovjikov và nnk., 1965) với thành phần chủ yếu gồm tập trầm tích lục nguyên có thành phần cuội kết các lớp cát kết xen bột kết phân lớp dày và có màu hồng đến tím, xen ít đá phiến sét và sét vôi chứa các hoá thạch tương nước ngọt-lợ. Hệ tầng Mẫu Sơn phân bố rải rác trong phạm vi đới cấu trúc An Châu ở các vùng Mẫu Sơn, An Châu và Ba Chẽ.

Bảng 1. Kết quả phân tích tuổi đồng vị K-Ar cho các đá bazan thu thập từ các thành tạo phun trào ở rìa tây bắc Bồn trầm tích An Châu. Vị trí lấy mẫu và số hiệu mẫu như trong Hình 3. Mẫu được gia công và phân tích tại Phòng thí nghiệm Địa hóa và Hóa học vũ trụ Pheasant Memorial, Viện Các vật liệu hành tinh, Đại học Okayama, Nhật Bản.

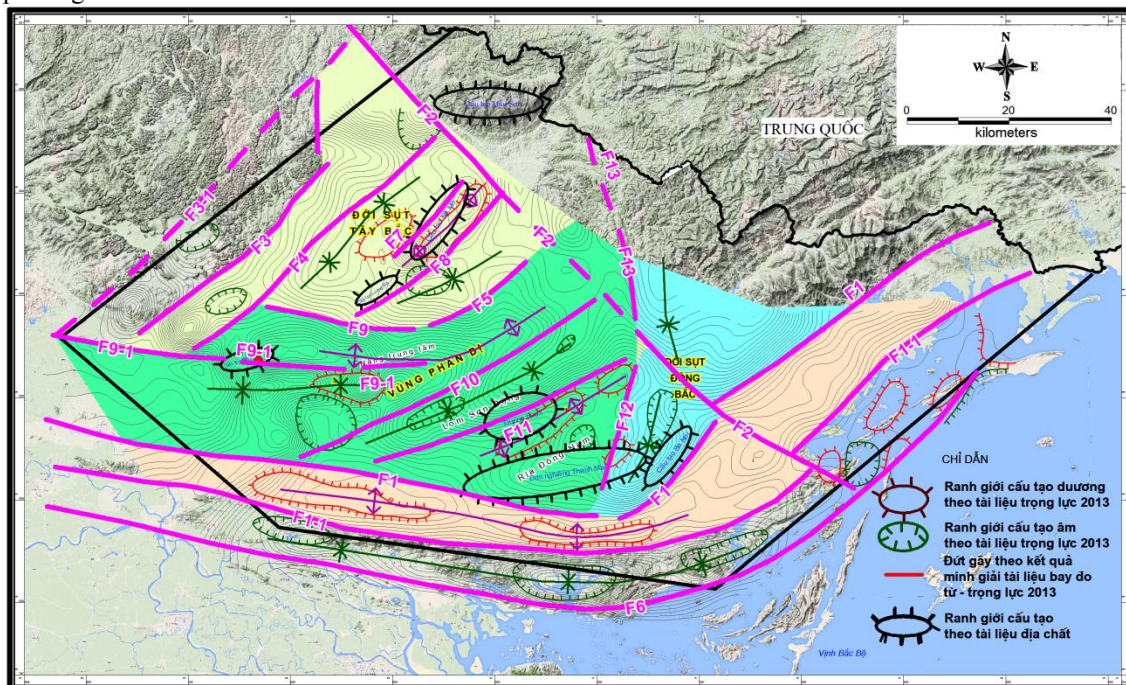
Số TT	Phân vị	Loại đá	Số hiệu mẫu	[K] ^{cg-g-1}	⁴⁰ Ar/ ³⁶ Ar	[³⁶ Ar] ^{nccSTP/g}	[⁴⁰ Ar _{rad}] ^{nccSTP/g}	Air fraction (%)	Tuổi (tr. năm)
1	H. tầng	Bazan	AC-BZ1-1	0.4572	1437.853±11.35	2.03±0.03	2400.6±29.23	20	130.34±2.94
2	Khôn Làng	Bazan	AC-BZ1-2	0.4572	1328.785±12.07	2.27±0.03	2411.1±30.98	21.8	130.90±3.00
TB									131±2
3	H. tầng	Bazan	AC-BZ1.1-1	1.5941	6690.263±38.91	1.21±0.02	8355.9±105.96	4.1	130±3
4	Khôn Làng	Bazan	AC-BZ1.1-2	1.5941	6458.636±85.08	1.27±0.02	8452.6±102.80	4.3	132±3
TB									131±2
5	H. tầng	Bazan	AC-BZ1.2-1	0.6419	2154.069±14.88	1.54±0.02	2994.4±36.77	13.2	116±3
TB	Khôn Làng								116±3
7	H. tầng	Bazan	AC-BZ2-1	0.8912	1813.915±20.33	1.73±0.03	2700.7±39.71	15.9	76.37±1.86
8	Tam Lung	Bazan	AC-BZ2-2	0.8912	1482.190±19.35	2.32±0.04	2809.8 ±41.99	19.6	79.39±1.94
TB									78±2
9	H. tầng	Bazan	AC-BZ3-1	1.3173	2438.333±13.89	1.96±0.03	4368.1±51.80	11.7	83.40±1.90
10	Tam Lung	Bazan	AC-BZ3-2	1.3173	2480.470±16.77	2.01±0.03	4545.6±59.25	11.6	86.72±2.02
TB									85±2
11	H. tầng	Bazan	AC-BZ4-1	0.8619	1957.912±16.60	1.56±0.02	2706.8±35.35	14.6	79.09±1.85
12	Tam Lung	Bazan	AC-BZ4-2	0.8619	1738.292±9.46	1.80±0.02	2701.6 ±31.89	16.4	78.94±1.80
TB									79±2

Ghi chú: TB là giá trị tuổi trung bình của các mẫu thu thập tại cùng một vị trí lấy mẫu.

2.2. Đặc điểm cấu trúc biến dạng

Các kết quả đo vẽ địa chất và nghiên cứu chuyên đề hiện có (xem tài liệu tham khảo ở đây) cho thấy Bồn trầm tích An Châu là phần có cấu trúc địa chất khá phức tạp do bị tác động của nhiều sự kiện địa chất khác nhau trong Mesozoic và Kainozoic (ch. Li et al., 2006; Đặng Văn Bát, 2007; Phạm Đình Chương, 2009; Halpin et al., 2016; Li et al., 2017). Theo Li et al. (2017), Bồn An Châu là phần kéo dài về phía tây nam của bồn Thập Vạn Đại Sơn (Shiwandashan) phân bố ở rìa đông nam Trung Quốc (Hình 1), thuộc dạng một bồn trũng trước núi sau cung (retroarc foreland basin) và chịu ảnh hưởng của ít nhất 2 sự kiện kiến tạo hút chìm và tạo núi vuông góc nhau dọc rìa nam Trung Hoa trong cuối Paleozoic đến cuối Mesozoic (Đặng Văn Bát, 2007; Li et al., 2017). Li et al. (2017) cho rằng cấu trúc Shiwandashan trong đó có Bồn An Châu là kết quả của nhiều sự kiện kiến tạo bồn trước núi sau cung Shiwandashan được hình thành do sự hút chìm của Paleo-Pacific xuống dưới Nam Trung Hoa, sau đó tiến hóa thành đai tạo núi Shiwandashan phương đông bắc – tây nam trong giai đoạn Permi. Cấu trúc này lại bị biến cải dưới dạng một bồn sau cung của đới hút chìm giữa Đông Dương và rìa tây nam của Nam Trung Hoa và sau đó bị phá hủy do sự va chạm địa mảng này vào Nam Trung Hoa trong Mesozoic. Theo Đặng Văn Bát (2007), Hall (2003, 2012), bồn này cũng như rìa đông nam của Nam Trung Hoa hoặc đông bắc của Đông Dương nói chung bị tác động bởi 2 sự kiện hút chìm và sau đó va chạm của mảng Đông Dương và Paleo-Pacific lần lượt vào rìa tây nam và đông nam của Nam Trung Hoa và trong cả 2 trường hợp thì bồn này đều là các bồn có vị trí sau cung. Sau đó rìa lục địa Đông Dương-Nam Trung Hoa lại tiếp tục bị tác động bởi sự hút chìm của Luzonia-Trường Sa (Hall, 2012). Halpin et al. (2016) cho rằng sự tiến hóa của Paleotethys có vai trò quyết định đến cấu hình của trũng An Châu với vai trò vừa là 1 cấu trúc tách giãn lục địa, vừa là 1 bồn sau cung và sau đó lại tái hoạt động trong Mesozoic. Sự va chạm của mảng Đông Dương vào Nam Trung Hoa dẫn đến sự phá hủy của Paleotethys và tạo thành đai tạo núi uốn nếp - chõm nghịch phương tây bắc – đông nam vào Trias. Như vậy, có thể thấy rằng, hiện nay chưa có một nghiên cứu tổng thể và đưa ra một mô hình cấu trúc có ý nghĩa thuyết phục về cấu hình và lịch sử tiến hóa của cấu trúc An Châu ở Việt Nam. Tuy nhiên, những kết quả nghiên cứu gần đây đều thống nhất rằng ít nhất có vài sự kiện tạo núi do va chạm đã tác động tới Bồn An Châu nói riêng và vùng Đông Bắc Bộ nói chung theo cả hướng

đông bắc – tây nam và tây bắc- đông nam. Hiện nhiên là hậu của của các biến dạng tạo núi này sẽ là sự phổ biến của các cấu trúc uốn nếp-đứt gãy chồm nghịch trong khu vực nghiên cứu. Bên cạnh đó, sự va chạm lần lượt của 2 hệ thống địa mảng có phương gần vuông góc nhau vào rìa Nam Trung Hoa dẫn tới sự giao thoa cấu trúc phức tạp trong khu vực với sự hình thành các cấu trúc nếp uốn phức tạp dạng vòm và bồn trũng cũng như sự phân cắt phức tạp của các cấu trúc bởi các hệ thống đứt gãy (chồm nghịch) nhiều phương khác nhau.



Hình 3. Sơ đồ cấu trúc sâu khái quát của nóc các thành tạo Paleozoi trong phạm vi Bồn trầm tích An Châu cho thấy các cấu trúc vòm (dương) và vòm (âm), các vết mặt trượt nếp uốn lớn và các đứt gãy không chế trong khu vực nghiên cứu được nội suy từ kết quả khảo sát từ - trọng lực hàng không phân dải cao.

Chính vì vậy, Trên bình đồ cấu trúc khu vực, khu vực bồn trầm tích An Châu có cấu trúc địa chất khá phức tạp, được cấu thành bởi hàng loạt cấu trúc đứt gãy và nếp uốn quy mô lớn và các cấu trúc thứ cấp đi cùng chúng với quy mô nhỏ hơn. Các cấu trúc này có sự phân bố khá phức tạp, gồm nhiều thể hệ, xuyên cắt, chồm lún và giao thoa nhau tạo nên sự giao thoa cấu trúc phức tạp (Hình 3). Do đó, trong Bồn An Châu tồn tại nhiều hệ thống đứt gãy theo các phương đông bắc – tây nam và tây bắc – đông nam trong đó hệ thống phương đông bắc – tây nam có tính chất chi phối và phân vùng cấu trúc khu vực (Hình 3). Nhiều đứt gãy này gần đây đã được nhận dạng là các đứt gãy chồm nghịch và nghịch (Shu et al., 1988; Trần Thanh Hải và nnk., 2007; Đặng Văn Bát, 2007; Phạm Đình Trường, 2009; Hoàng Văn Long, 2015; Halpin et al., 2016; Li et al., 2017). Đi cùng các đứt gãy này là nhiều phức nếp uốn lớn (Hình 3). Rất nhiều cấu trúc nếp uốn dạng vòm và bồn trũng được hình thành trong khu vực có thể là hậu quả của sự giao thoa nếp uốn. Sự vận động kiến tạo khu vực trong Kainozoi tiếp tục phá hủy các cấu trúc nói trên bằng các hệ thống đứt gãy dịch bằng, trong đó có hệ thống đứt gãy Cao Bằng – Tiên Yên và nhiều đứt gãy nhỏ hơn (Hình 2). Kết quả của phương pháp khảo sát từ - trọng lực hàng không độ phân dải cao cũng đã làm rõ hơn về cấu trúc dưới sâu của trũng trong đó có các hệ thống đứt gãy lớn cũng như các cấu trúc vòm và bồn trũng và các khối nâng và hạ tương đối trong khu vực (Hình 3).

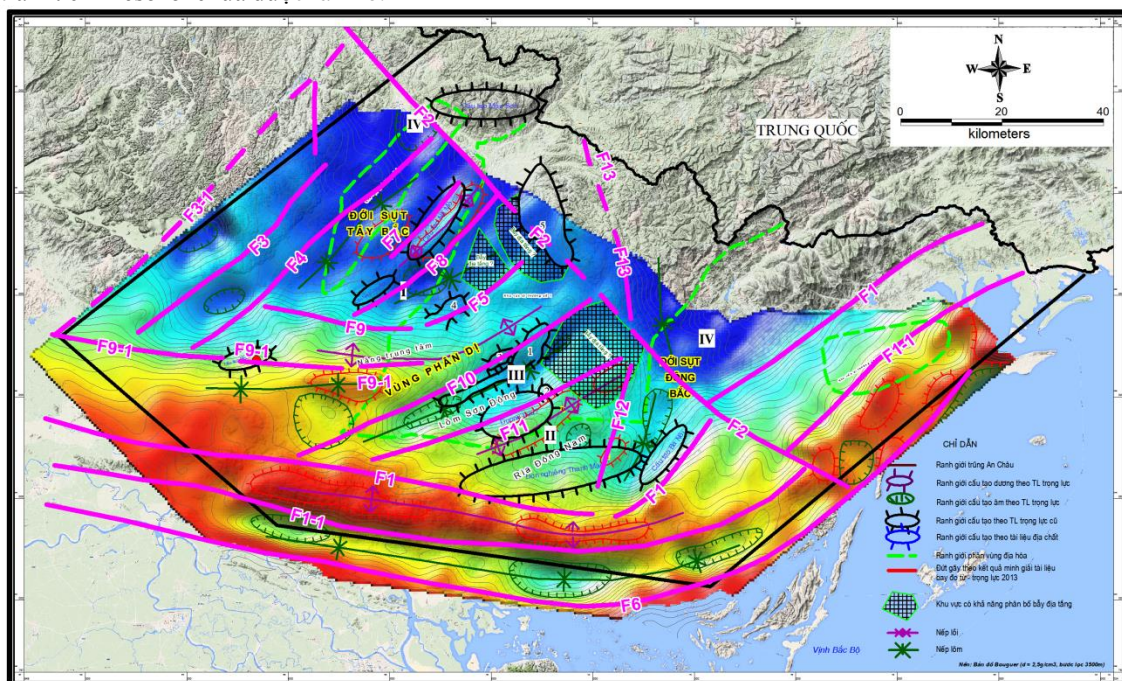
Như vậy, có thể thấy rằng Bồn An Châu là một cấu trúc phức tạp mà cấu hình hiện tại của nó được hình thành bởi nhiều sự kiện biến dạng. Tuy nhiên, các nghiên cứu chi tiết về đặc điểm biến dạng để nhận dạng dạng nằm, sự phân bố không gian, bản chất, và mối quan hệ giữa các thể hệ cấu tạo, đặc biệt là các cấu tạo nếp uốn-chồm nghịch trong khu vực này chưa được nghiên cứu chi tiết, cần được tiếp tục nghiên cứu trong thời gian tới.

3. Dự đoán triển vọng dầu khí khu vực Bồn trầm tích An Châu

Như trên đã đề cập, việc nghiên cứu về tiềm năng và triển vọng dầu khí trong các trầm tích thuộc Bồn An Châu từ lâu đã được quan tâm. Nhiều công trình nghiên cứu (ch. Đoàn Thiện Tích, 1971, 1973; Nguyễn Biểu, 1974; Ngô Thường San, 1975; Nguyễn Quang Hạp, 1975; Đỗ Văn Hân, 1977; Lê Trọng

Cán, 1996) đã bước đầu đưa ra những nhận định sơ bộ về khả năng tồn tại và triển vọng dầu khí của bồn trầm tích này, trong đó có một số ý kiến cho rằng trong khu vực có thể tồn tại hai hệ thống dầu khí (HTDK) là HTDK Paleozoi và HTDK Mesozoi. Trên cơ sở đó từ 2012 đến nay nhiều hoạt động tìm kiếm thăm dò dầu khí mới với những phương pháp mang tính định lượng hơn như phân tích mẫu địa hóa, thạch học, cơ lý, khảo sát địa hóa khí bề mặt, khảo sát từ - trọng lực hàng không độ phân giải cao đã được triển khai (Công ty Dầu khí Sông Hồng, 2014a, b) nhằm nghiên cứu và đánh giá chi tiết hơn về cấu trúc địa chất và xác định các yếu tố thuận lợi của hệ thống dầu khí, từ đó nhận định về tiềm năng dầu khí của khu vực.

Kết quả nghiên cứu mới đã phát hiện một số cấu tạo, bẫy địa tầng và cấu trúc thuận lợi trong các thành tạo Mesozoi (Hình 4). Ngoài ra, kết quả minh giải tài liệu từ - trọng lực hàng không cũng đã phát hiện một số cấu tạo triển vọng trong lát cắt trầm tích Trias. Một số nghiên cứu định lượng về khả năng tạo dầu đối với một số thành tạo trầm tích trong khu vực này cho thấy chỉ số TOC trong các Hệ tầng Lạng Sơn và Văn Lãng (tuổi Trias), Mía Lẻ (tuổi Devon) đạt giá trị trung bình – tốt và đã vượt quá ngưỡng tạo dầu khí ($R_o \sim 1,24-1,37$). Kết quả các phân tích mẫu địa hóa cho thấy khu vực đã tồn tại các tầng đá sinh với độ giàu VCHC chủ yếu trung bình đến tốt. Kết quả này cũng được khẳng định thêm nhờ các biểu hiện dầu khí trực tiếp trên mặt theo kết quả phân tích mẫu địa hóa khí bề mặt. Tuy nhiên, tiềm năng chứa của cát kết Mesozoi, đá cacbonat tuổi Carbon-Permi (Hệ tầng Bắc Sơn) thuộc loại kém đến trung bình. Các tập trầm tích hạt mịn trong Trias có khả năng chắn địa phương. Tuy nhiên khả năng chắn của các thành tạo trầm tích Mesozoi chưa được làm rõ.



Hình 4. Sơ đồ phân vùng triển vọng dầu khí trong khu vực Bồn trầm tích An Châu.

Với các tài liệu hiện có chưa thể khẳng định rõ về tiềm năng dầu khí của khu vực. Tuy nhiên, có thể sơ bộ phân chia các vùng có thể có tiềm năng dầu khí (Hình 4) như: Vùng I: Dải nâng trung tâm; Vùng II: Dải nâng đông nam; Vùng III: Lôm Sơn Động - Đình Lập; và Vùng IV: gồm Đới sụt tây bắc và Đới sụt đông bắc (Hình 4).

4. Kết luận và kiến nghị

Khu vực Bồn trầm tích An Châu có đặc điểm cấu trúc và lịch sử địa chất khá phức tạp do nằm ở vị trí giao nhau của các đai biến dạng tạo núi trong Paleozoi. Sự phát triển chồng lấn của các thành tạo địa chất trong quá trình tiến hóa của bồn trầm tích theo rìa lục địa tích cực của 2 đới hút chìm phát triển liên tiếp nhau đã dẫn tới một cấu hình bồn trầm tích phức tạp, trong đó có sự phân bố các thành tạo trầm tích nhiều nguồn gốc mà cấu hình và tuổi của chúng, trong đó có các thành tạo phun trào xen kẽ hiện vẫn đang có những tồn tại cần giải quyết.

Sự biến dạng kiến tạo do va chạm mảng diễn ra trong các giai đoạn khác nhau dẫn tới sự hình thành các cấu trúc điển hình cho tạo núi và chạm là uốn nếp-chòm nghịch chồng lấn nhau, tạo nên sự giao thoa cấu trúc phức tạp trong đó những tác động khu vực dẫn tới sự hình thành và phá hủy của bồn trầm tích Mesozoi

chịu tác động trực tiếp của chế độ kiến tạo sau cung và va mảng. Tuy nhiên, mặc dù nhiều công trình nghiên cứu được triển khai gần đây tại khu vực Bồn trầm tích An Châu dẫn tới những hiểu biết mới hơn về cấu trúc khu vực, vẫn còn một vấn đề tồn tại lớn là những luận giải về cấu trúc Bồn An Châu hiện nay còn rất mơ hồ và không phù hợp với và thậm chí mâu thuẫn với những hiểu biết mới về tiến hóa địa chất khu vực. Số liệu cấu trúc và những luận giải hiện có không phù hợp với bản chất biến dạng kiến tạo khu vực và không đối sánh được với các số liệu mới trong các vùng lân cận, đặc biệt là khi đối sánh với cấu trúc của Bồn trầm tích Thập Vạn Đại Sơn, là phần kéo dài về phía đông bắc của bồn nay. Rõ ràng là việc xác định được chính xác các cấu trúc điển hình, đặc biệt là các cấu trúc lớn mang tính chất khống chế cấu hình bồn trũng cả trên mặt và dưới sâu, đặc biệt là cấu trúc tác động tới các thành tạo Paleozoi, Mesozoi và quan hệ giữa chúng cũng như tác động giao thoa giữa các cấu trúc để tạo nên bình đồ cấu trúc khu vực hiện tại. Việc luận giải này đòi hỏi có những khảo sát và phân tích cấu trúc một cách toàn diện với việc nhận dạng đúng đắn bản chất biến dạng, phân chia được các sự kiện biến dạng ở cả quy mô nhỏ, vừa, và khu vực và trên cơ sở đó thiết lập được mô hình biến dạng hợp lý nhất.

Bên cạnh đó, do mới chỉ có một số nghiên cứu sơ bộ nên chưa thể đưa ra được kết luận về hệ thống dầu khí trong khu vực. Do đó, cần tiếp tục nghiên cứu làm rõ sự tồn tại và triển vọng của Hệ thống dầu khí trong Bồn trầm tích An Châu, trong đó việc làm rõ tiềm năng sinh của các thành tạo Paleozoi (như Hệ tầng Mía Lẻ) và Mesozoi (các hệ tầng Lạng Sơn và Văn Lãng), tiềm năng chứa trong các thành tạo cacbonat (Hệ tầng Bắc Sơn) và trong cát kết Trias. Việc nghiên cứu đúng đắn cấu trúc địa chất và bản chất biến dạng cũng có tầm quan trọng đối với việc xác định cấu hình của các cấu trúc có tiềm năng dầu khí và khả năng tàng trữ dầu khí (nếu có) dưới tác động mạnh mẽ của nhiều pha biến dạng chồng lấn trong lịch sử kiến tạo khu vực.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được trợ giúp bởi Công ty Dầu khí Sông Hồng, Tập đoàn Dầu khí quốc gia Việt Nam; Các mẫu định tuổi tuyệt đối được phân tích với sự giúp đỡ của Phòng thí nghiệm Địa hóa và Hóa học vũ trụ Pheasant Memorial, Viện Các vật liệu hành tinh, Đại học Okayama (Pheasant Memorial Laboratory for Geochemistry and Cosmochemistry, Institute for Planetary Materials, Okayama University).

Tài liệu tham khảo

- Bourret, R., 1922. Etudes géologiques sur le Nord-Est du Tonkin. *Bull. Serv. Géol. Indoch.*, Hanoi, vol. XI, fasc. 1, 326p.
- Công ty Dầu khí Sông Hồng, 2014a. *Báo cáo kết quả minh giải tài liệu Tì-Trọng lực hàng không, giai đoạn I, Đề án An Châu.*
- Công ty Dầu khí Sông Hồng, 2014b. *Báo cáo tổng kết Giai đoạn I Đề án An Châu và phương hướng tìm kiếm thăm dò tiếp theo.*
- Đặng Trần Huyền, 2007. *Địa tầng các trầm tích Phanerozoi ở Đông Bắc Bộ.* Báo cáo Tổng kết đề tài Cấp Bộ. Lưu trữ Viện KH Địa chất và Khoáng sản.
- Đặng Văn Bát (chủ nhiệm), 2007. Đặc điểm địa chất và sinh khoáng đông bắc Việt Nam - đông nam Trung Quốc trong Mesozoi – Kainozoi. *Báo cáo tổng kết đề tài Hợp tác Quốc tế về khoa học và công nghệ theo nghị định thư Việt Nam – Trung Quốc, MS 5-310J.* Lưu trữ Trường ĐH Mỏ - Địa chất.
- Đỗ Bạt, Nguyễn Dịch Dỹ, Phan Huy Quỳnh, Phạm Hồng Quế, Nguyễn Quý Hùng, Đỗ Việt Hiếu, 2007. Địa tầng các bể trầm tích Kainozoi Việt Nam. *Địa chất và tài nguyên Dầu khí Việt Nam.* NXB Khoa học và Kỹ thuật, tr. 141-182.
- Đỗ Tuyết, Nguyễn Thế Thân, Phùng Ngọc Đĩnh, 1971. Về giai đoạn địa mạo ở vùng núi thấp trung An Châu. *Tạp chí Địa chất*, 96 (6), tr. 20-23.
- Đỗ Văn Hân, 1977. *Báo cáo tổng kết công tác nghiên cứu địa chất dầu khí Vùng Trũng An Châu.* Lưu trữ Viện Dầu khí.
- Đoàn Kỳ Thụy (chủ biên), 1976. *Báo cáo Địa chất từ Lạng Sơn tỷ lệ 1:200 000.* Lưu trữ Tổng cục ĐC và KS Việt Nam.
- Đoàn Thiện Tích, 1971. *Báo cáo thông tin kết quả nghiên cứu tầng sinh dầu và chứa dầu trong cổ sinh giữa và trên khối Bắc Sơn.* Lưu trữ Viện Dầu khí.
- Đoàn Thiện Tích, 1973. *Báo cáo kết quả nghiên cứu tầng sinh dầu khối Bắc Sơn.* Lưu trữ Viện Dầu khí.
- Dovjikov, A.E. (chủ biên), 1965. *Bản đồ Địa chất Miền bắc Việt Nam tỷ lệ 1:500.000.* NXB Khoa học-Kỹ thuật.
- Fromaget, J., 1941. L'Indochine Française sa structure géologique, ses mines et leurs relation possibles avec tectonique. *Bull. Geol. de l'Ind.*, vol. 26, Hanoi.
- Hall R., 2003. Cenozoic geological and plate tectonic evolution of SE Asia and the SW Pacific: computer-based reconstructions and animations. *J. Asian Earth Sci.* 20, p. 353-434.

- Hall R., 2012. Late Jurassic-Cenozoic reconstructions of the Indonesian region and the Indian Ocean. *Tectonophysics* 570-571, p. 1-41.
- Halpin, J.A., Tran, H.T., Lai, C.K, Meffre, S., Crawford, A.J., Khin Zaw, 2016. U–Pbzircon geochronology and geochemistry from NE Vietnam: A ‘tectonically disputed’ territory between the Indochina and South China blocks. *Gondwana Research* 34, p. 254–273.
- Hoàng Văn Long, 2015. Đặc điểm biến dạng kiến tạo bề An Châu: Bằng chứng cho hoạt động nghịch chồm trong giai đoạn tạo núi Indosini. *Tạp chí Dầu khí*, số 8, tr. 22 – 26.
- Hsü, K. J., Sun, S., Li, J., Chen, H., Pen, H., Sengor, A. M. C., 1988. Mesozoic overthrust tectonics in south China, *Geology* 16 (5), p. 418-421.
- Lê Trọng Cán, 1996. *Sơ bộ đánh giá tiềm năng dầu khí Vùng Trũng An Châu, dải Sơn La - Ninh Bình và các vùng lân cận trên cơ sở thu thập, hệ thống tài liệu, số liệu địa chất - địa vật lý và các công trình nghiên cứu*. Lưu trữ Viện Dầu khí.
- Li, J., Zhao, G., Johnston, S.T., Dong, S., Zhang, Y., Xin, Y., Wang, W., Sun, H., Yu, Y., 2017. Permo-Triassic structural evolution of the Shiwandashan and Youjiang structural belts, South China, *Journal of Structural Geology*, doi: 10.1016/j.jsg.2017.05.004.
- Li, X.H., Li, Z.X., Li, W.X., Wang, Y., 2006. Initiation of the Indosinian orogeny in South China: Evidence for a Permian magmatic arc on Hainan Island. *Journal of Geology* 114 (3), p. 341 - 353.
- Lưu Hải Thống, 1973. *Báo cáo tổng kết dải cấu tạo Chũ - Lương Mã - Giao Liêm*. Lưu trữ Viện Dầu khí.
- Ngô Thường San, 1970. *Báo cáo cấu trúc địa chất và triển vọng chứa dầu Vùng Trũng An Châu*. Lưu trữ Viện Dầu khí.
- Ngô Thường San, 1975. Nên nhận định về triển vọng dầu khí ở trũng An Châu như thế nào? *Tạp chí Địa chất* 122(11 - 12), tr. 6.
- Nguyễn Biểu, 1974. *Báo cáo đời và tương biến đổi thứ sinh trong các thành hệ lục nguyên và độ chứa dầu của chúng, Vùng Trũng An Châu*. Lưu trữ Viện Dầu khí.
- Nguyễn Công Lượng (chủ biên), 1999. *Bản đồ Địa chất và Khoáng sản Việt Nam 1:200.000 - Tờ Hạ Long*. Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam. Hà Nội.
- Nguyễn Hiệp, 1970. *Tổng kết công tác nghiên cứu trọng lực Vùng Trũng An Châu*. Lưu trữ Viện Dầu khí.
- Nguyễn Nghiêm Minh, 1986. Về mối liên quan trong quá trình hình thành rift Sông Hiến với vùng chõng An Châu và đặc điểm khoáng hóa liên quan ở Đông Bắc Bắc Bộ. *Tạp chí Các khoa học Trái đất* 8 (7).
- Nguyễn Quang Hạp, 1965. *Công tác nghiên cứu địa chất và triển vọng dầu khí vùng Đông Bắc Việt Nam*. Lưu trữ Viện Dầu khí.
- Nguyễn Quang Hạp, 1971. *Báo cáo lập sơ đồ cấu tạo Vùng Trũng An Châu tỷ lệ 1:200.000*. Lưu trữ Viện Dầu khí.
- Nguyễn Quang Hạp, 1975. Triển vọng dầu khí ở trũng An Châu. *Tạp chí Địa chất* 120 (7 - 8), tr. 1-9.
- Nguyễn Văn Bình, 2005. Về chu kỳ kiến tạo Indosini ở Miền Bắc Việt Nam. *Tạp chí Địa chất*.
- Nguyễn Xuân Bao, Phạm Đình Long, Trần Đức Lương, 1979. Những nét khái quát về địa chất Việt Nam. *Tạp chí Địa chất* 146 (5), tr. 3-4.
- Petersen, H.I. Vu, T., Nielsen, L.H., Nguyen, D.A., Nytoft, H.P., 2005. Source rock properties of lacustrine mudstones and coals (Oligocene Dong Ho Formation), Onshore Song Hong Basin, Northern Vietnam. *Journal of Petroleum Geology* 28 (1), p. 19 – 38.
- Phạm Đình Trường (chủ biên), 2009. *Bản đồ Địa chất và Khoáng sản nhóm tờ Lạng Sơn tỷ lệ 1:50.000*. Lưu trữ Tổng cục ĐC và KS Việt Nam.
- Phương Văn Hạc, 1970. *Báo cáo tổng kết cấu tạo địa chất vùng Nà Mò*. Lưu trữ Viện Dầu khí.
- Phương Văn Hạc, 1973. *Báo cáo tổng kết lỗ khoan 301, cấu tạo Chũ - Hà Bắc*. Lưu trữ Viện Dầu khí.
- Rodgers, J., 1989. Comment on “Mesozoic overthrust tectonics in south China”. *Geology* 17, p. 384 - 387.
- Tổng Duy Thanh và Vũ Khúc (biên tập), 2006. *Các phân vị địa tầng Việt Nam*. Nhà xuất bản ĐH Quốc gia Hà Nội.
- Tran, D.H., 2003. *Geology and raw materials of northern Vietnamese Tertiary basins*. Unpubl. PhD thesis, Neoben University.
- Tran, D.N., and Trinh, D., 1975. *New results of study on biostratigraphy of Neogene sediments of the NE Vietnam, in Collection of stratigraphical works on NE Vietnam*. Research and Survey Works 1975. Publishing House of Science and Technology: Hanoi, p. 244-283.
- Trần Đăng Lãm, 1976. *Lập sơ đồ cấu tạo và triển vọng dầu khí vùng Bản Chung*. Lưu trữ Viện Dầu khí.

Trần Đức Lương và Nguyễn Xuân Bao (chủ biên), 1982. *Bản đồ địa chất Việt Nam tỷ lệ 1:500.000*, Tổng cục Địa chất, Hà Nội.

Trần Thanh Hải, Đặng Văn Bát, Đỗ Đình Toát, Nguyễn thị Bích Thủy, Fukun Chen, Trần Văn Trị, 2007. Sự tồn tại của các thành tạo basalt cấu gôi vùng Cao Bằng-Lạng Sơn và ý nghĩa của chúng trong bình đồ cấu trúc Đông bắc Việt Nam. *Tạp chí Địa chất* 299, tr. 10-24.

Trần Văn Trị, 1977. *Thuyết minh bản đồ địa chất Việt Nam 1:1.000.000 phần miền Bắc*. NXB Khoa học và Kỹ thuật.

Trần Văn Trị và Vũ Khúc (chủ biên), 2009. *Địa chất và Tài nguyên Việt Nam*. NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.

ABSTRACT

General structural features of the An Châu Sedimentary Basin and associated petroleum potential

Nguyễn Văn Thắng¹, Trần Thanh Hải², Phạm Trung Hoài¹, Đào Văn Nghiêm^{2,3}

¹ *Song Hong Petroleum Company, Petrovietnam*

² *Department of Geology, Hanoi University of Mining and Geology*

³ *The Pheasant Memorial Laboratory for Geochemistry and Cosmochemistry, Institute for Planetary Materials, Okayama University*

The An Châu Sedimentary Basin, which is located in northeastern Vietnam, is a unique structural entity. This basin is represented by 2 portions including a Paleozoic basement complex and a Mesozoic sedimentary cover. The basement comprises weakly to unmetamorphosed siliciclastics, calcareous, carbonate, and siliceous successions ranging in age from Ordovician to Late Permian. The basement complex is overlain by Mesozoic deposits, including a lower portion of siliciclastics intercolate with minor shallow water carbonate and volcanic rocks, coal-bearing grey molasses of Triassic in age. The upper portion comprises Jurassic to Cretaceous continental red-bed style deposits. The volcanic rocks occur along the margin of the basin and are commonly interbedded with sedimentary layers. Age of the volcanic members are variable, including several age ranges of ca. 250, 130-116, and 85-78 Ma, which indicate a complicated history of basin formation. The uppermost portion of the sedimentary cover is Cenozoic deposits, which comprise thin terrigenous deposits intercalated with lignite seams occurring in narrow, mostly fault-controlled intracontinental basins. The basin-fill successions within the An Chau Basin were strongly deformed as consequence of numerous overprinting deformational events that were taken place continually from Mesozoic to present, including major Mesozoic plate collision-induced orogenies, which produced extensive thrust faulting and associated large-scale folds. These structures, in turn, were overprinted and modified by the effects of several phases of faulting caused by younger tectonic events. The successive structural overprinting has created complicated regional interference pattern. This structural interference has also produced major domal structures, which are favourable for petroleum systems. Despite the potential for reservoirs of the Mesozoic sandstone and/or C-P₂ carbonate is poor to moderate, the presence of Paleozoic and Early Mesozoic sedimentary units with intermediate to good TOC and Ro (1.24-1.37) numbers are indicative for good source rocks and petroleum potential. The fine-grained Triassic sequences on the other hands are favourable caprocks. These, together with the presence of Late Mesozoic domal structures, are positive factors for the formation of petroleum systems within the An Chau Basin. The complicated regional structure and its role for the petroleum potential within a regional tectonic evolution, however remain obscure and as such guarantee a comprehensive and detailed regional study.

Từ khóa: Sedimentary Basin, Geological feature, An Châu Basin, Northeastern Vietnam

Đặc điểm thành phần vật chất và điều kiện hóa lý thành tạo quặng đồng nguyên sinh dải Biển Động - Quý Sơn Bồn trũng An Châu

Lê Thị Thu^{1,*}, Đỗ Văn Nhuận¹, Trần Ngọc Thái², Hoàng Thị Thoa¹

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

² Tổng hội Địa chất Việt Nam

TÓM TẮT

Quặng hóa đồng dải Biển Động-Quý Sơn nói riêng và Bồn trũng An Châu nói chung đã được nhận dạng nhưng loại hình nguồn gốc thành tạo quặng và quy luật phân bố của quặng vẫn chưa được làm rõ. Gần đây, qua những nghi nhận mới về quy luật phân bố của quặng Cu trong các đá trầm tích ở dải Biển Động-Quý Sơn có thể thấy các thân quặng đồng trong khu vực nghiên cứu chủ yếu phân bố trong các đới dập vỡ, vỏ nhàu thuộc phân hệ tầng Mẫu Sơn trên (T3cms₃). Trong báo cáo này, bằng các phương pháp nghiên cứu truyền thống như khảo sát thực địa, lát mỏng, khoáng tương,... kết hợp với các phương pháp nghiên cứu hiện đại như IC-PMS, SEM, bao thể, đồng vị... cho thấy thành phần khoáng vật, hóa học quặng đồng nguyên sinh dải Biển Động-Quý Sơn gồm tennantit, bornit, chalcocin, chalcopyrit với hàm lượng đồng dao động trong khoảng lớn từ 0,01 đến 29,01%, trung bình 1,44%. Ngoài ra còn gặp pyrit, galenit, sphalerit, vàng tự sinh. Cấu tạo, kiến trúc quặng đồng chủ yếu là cấu tạo xâm tán, cấu tạo dải,... kiến trúc hạt tha hình, hạt nửa tự hình, hạt găm mòn.... Kết quả phân tích nhiệt bao thể cho thấy nhiệt độ thành tạo quặng hóa đồng dải Biển Động-Quý Sơn nằm trong khoảng 200-2800C. Kết quả đạt được tạo cơ sở khoa học cũng như thực tế cho các nhà đầu tư tiến hành thăm dò và khai thác nguồn tài nguyên đồng quý giá trong vùng nghiên cứu.

Từ khóa: Quặng đồng; Biển Động-Quý Sơn; Đới An Châu

1. Đặt vấn đề

Từ những năm 60 của thế kỷ trước, trong các văn liệu địa chất, vùng Biển Động được biết đến với các mỏ và điểm quặng đồng kiểu nguồn gốc trầm tích “cát kết ngậm đồng” [Nguyễn Xuân Bao và nnk (1979); Nguyễn Trí Vát và nnk (1997)], thuật ngữ này vẫn tồn tại cho đến bây giờ trong các giáo trình, bài giảng ở các trường đại học và viện nghiên cứu [Trần Bình Chur và nnk (2013)]. Khu vực nghiên cứu đã được các nhà địa chất Pháp khảo sát từ đầu thế kỷ XX, sau đó được các nhà địa chất Việt Nam, Liên Xô (cũ), Trung Quốc tiếp tục nghiên cứu từ những năm 60 đến những năm 90 của thế kỷ trước [Nguyễn Xuân Bao và nnk (1979); Nguyễn Văn Hoàn và nnk (1986)]. Từ năm 2016 đến nay nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu, khảo sát khá chi tiết, kỹ lưỡng, kết hợp phân tích truyền thống và hiện đại, đặc biệt là địa hóa đồng vị nhằm xác định cấu trúc các mỏ đồng đang khai thác, cũng như thành phần vật chất, nguồn gốc và điều kiện thành tạo quặng. Với các kết quả nghiên cứu, bước đầu khẳng định quặng đồng ở đây có nguồn gốc nhiệt dịch. Tuy nhiên nguồn gốc ban đầu của đồng và đa kim đi kèm là magma hay trầm tích còn là vấn đề cần được đầu tư nghiên cứu kỹ hơn.

2. Cơ sở lý luận và phương pháp nghiên cứu

Quặng đồng là một trong những khoáng sản kim loại có vai trò quan trọng trong nền kinh tế quốc dân, chúng được sử dụng ngày càng nhiều trong các lĩnh vực công nghiệp khác nhau. Đồng có số thứ tự 29 trong bảng hệ thống tuần hoàn của Mendeleev, trọng lượng nguyên tử là 63,54. Đồng có hai đồng vị là Cu 63 và Cu 65, trị số Clark của đồng là 4,7.10³. Hàm lượng đồng trong đá mafic 1%, trong đá trung tính 0,35%, trong đá axit 0,2% và trong thực vật lên tới 0,65%. Đồng là nguyên tố ưa lưu huỳnh. Trong điều kiện nội sinh đồng có hóa trị 0;1;2 liên quan chặt chẽ với các đá xâm nhập và phun trào mafic, trung tính và axit. Tuy trị số Clark của đồng nhỏ nhưng hệ số tập trung cao cho nên khả năng tạo thành những mỏ lớn cao. Trong điều kiện ngoại sinh, đồng tồn tại dưới dạng dung dịch keo, dung dịch thật và hợp chất phức. Thành phần khoáng vật chính của đồng gồm: Chancopyrit, bornit, covelin, chalcozil, malachit, azurit... [Trần Bình Chur và nnk (2013)].

Các phương pháp nghiên cứu được áp dụng gồm: Phương pháp tổng hợp tài liệu; khảo sát nghiên cứu

* Tác giả liên hệ

Email: lethithu@humg.edu.vn

ngoài thực địa, phương pháp phân tích thạch học, khoáng tương, SEM, đồng vị, phân tích nhiệt độ đồng hóa bao thể....

2.1. Đặc điểm phân bố và hình thái các thân quặng đồng

Trên diện tích nhóm tờ Thanh Mọi (Chi Lăng, Bản Tó, Chũ, An Châu) có thể thấy khoáng hoá đồng phát triển phong phú, phân bố rộng khắp trên diện tích gần 750km², chủ yếu là các mỏ và điểm mỏ thuộc hai huyện Lục Ngạn và Sơn Động tỉnh Bắc Giang như mỏ Đồng Bua, Khuôn Mươi, Trại Bấu, Gốc Sấu, Đông Đông, Giáo Liêm.... Sự phân bố của các mỏ khoáng này thường liên quan chặt chẽ với các yếu tố cấu trúc địa chất, các hoạt động kiến tạo cũng như sự phát triển của Bồn trũng Mesozoi An Châu. Sau đây sẽ mô tả cấu trúc một số mỏ điển hình trong khu vực nghiên cứu:

2.1.1 Cấu trúc mỏ Đồng Bua

Mỏ đồng Đồng Bua do Công ty Cổ phần Tập đoàn Khoáng sản Á Cường quản lý và khai thác. Tham gia vào cấu trúc địa chất khu mỏ là các đá phiến sét, đá phiến sét - vôi, đá phiến vôi - sét, xen ít lớp đá vôi vi hạt, đá vôi - sét chứa bột, đá vôi dolomit hóa, ... thuộc phân hệ tầng Mẫu Sơn trên (T_{3cms3}). Các đá chủ yếu có màu xám lục, xám tro, xám sẫm, khi bị phong hóa có màu nâu vàng, tím hồng, tím nâu, cấu tạo phân lớp trung bình đến mỏng, đôi khi phân phiến. Khu mỏ thuộc cánh Đông Nam của nếp lồi Đồng Bua với góc dốc 20⁰ - 30⁰, càng gần đứt gãy các lớp có góc dốc càng lớn (ảnh 1). Có rất nhiều hệ thống đứt gãy trong khu mỏ trong đó hệ thống đứt gãy Tây Bắc - Đông Nam đóng vai trò khống chế thân quặng, hệ thống đứt gãy Đông Bắc - Tây Nam đóng vai trò phá hủy thân quặng.



Ảnh 1. Đới vỏ nhàu dập vỡ chứa quặng đồng mỏ Đồng Bua



Ảnh 2. Các vi mạch thạch anh, calcit có xâm tán sulfur trong đá phiến vôi - sét màu xám, xám sẫm ở mỏ Đồng Bua

Thân quặng phát triển theo đới vỏ nhàu, dập vỡ của đứt gãy theo phương Tây Bắc - Đông Nam, chiều dài khoảng 800m, chiều rộng 20 - 80m, góc dốc thân quặng 45⁰ - 50⁰. Trong đới vỏ nhàu, dập vỡ các lớp đá bị uốn lượn phức tạp (ảnh 1), thể nằm gần như dốc đứng, phát triển nhiều dịch trượt, đôi chỗ có thể nằm đảo ngược. Khoáng vật quặng xâm tán trong các vi mạch thạch anh, calcit màu trắng (ảnh 2) hoặc trong các đới dolomit hóa, thạch anh hóa, đôi khi xâm tán, xuyên lấp theo các thớ lớp, thớ phiến.

2.1.2. Cấu trúc mỏ Khuôn Mươi

Mỏ đồng Khuôn Mươi do Công ty Cổ phần Tập đoàn Khoáng sản Á Cường quản lý và khai thác. Tham gia vào cấu trúc địa chất khu mỏ chủ yếu là cát kết hạt nhỏ, bột kết, đá phiến sét, đá phiến sét - vôi, ... của phân hệ tầng Mẫu Sơn trên (T_{3cms3}). Các đá chủ yếu có màu xám, xám tro, xám sẫm, khi bị phong hóa có màu nâu vàng, tím hồng, tím gan gà, cấu tạo phân lớp trung bình đến mỏng, đôi khi phân phiến. Khu mỏ thuộc cánh Tây Bắc của nếp lồi Khuôn Mươi với góc dốc các cánh 25⁰ - 35⁰, càng gần đứt gãy các lớp có góc dốc càng lớn. Hệ thống đứt gãy Tây Bắc - Đông Nam đóng vai trò khống chế thân quặng, hệ thống đứt gãy Đông Bắc - Tây Nam đóng vai trò phá hủy thân quặng.

Thân quặng phát triển theo đới vỏ nhàu, dập vỡ của đứt gãy theo phương Tây Bắc - Đông Nam, chiều dài gần 700m, chiều rộng 10-70m, góc dốc thân quặng chính 75⁰ - 85⁰, ngoài ra có hai phân nhánh giả tầng theo lớp và theo đứt gãy nghịch có góc dốc nhỏ 20⁰ - 30⁰. Trong đới vỏ nhàu, dập vỡ các lớp đá bị uốn lượn phức tạp (ảnh 3), thể nằm gần như dốc đứng, phát triển nhiều dịch trượt nhỏ. Khoáng vật quặng xâm tán trong các vi mạch thạch anh, calcit màu trắng, đôi khi xâm tán, xuyên lấp theo các thớ lớp, thớ phiến. Đặc biệt các khoáng vật đồng thứ sinh còn thấm đọng trong các lớp cát kết, bột kết (ảnh 4).



Ảnh 3. Đồi vò nhàu dập vỡ chứa quặng mỏ Khuôn Mươi.



Ảnh 4. Các lớp bột kết, cát kết hạt nhỏ có thắm đọng các khoáng vật đồng thứ sinh, thể nằm dốc thoải cạnh đồi vò nhàu dập vỡ chứa quặng ở mỏ Khuôn Mươi.

2.1.3. Cấu trúc mỏ Góc Sấu

Mỏ đồng Góc Sấu do Công ty Cổ phần Anh Phong quản lý và khai thác. Tham gia vào cấu trúc địa chất khu mỏ là các đá phiến sét, đá phiến sét - vôi, đá phiến vôi - sét, xen ít lớp đá vôi vi hạt, đá vôi - sét chứa bột, đá vôi dolomit hóa, ... thuộc phân hệ tầng Mẫu Sơn trên (T_3cms_3). Các đá chủ yếu có màu xám lục, xám tro, xám sẫm, xám đen, khi bị phong hóa có màu nâu vàng, tím hồng, tím nâu, tím sẫm, cấu tạo phân lớp trung bình đến mỏng, đôi khi phân phiến. Khu mỏ ở trung tâm của nếp lồi Giáo Liêm, với góc dốc hai cánh 30° - 40° , càng gần đứt gãy các lớp có góc dốc càng lớn. Hệ thống đứt gãy Tây Bắc - Đông Nam đóng vai trò không chế thân quặng, hệ thống đứt gãy Đông Bắc - Tây Nam đóng vai trò phá hủy thân quặng.



Ảnh 5. Đồi vò nhàu dập vỡ, thể nằm dốc đứng chứa quặng ở mỏ Góc Sấu



Ảnh 6. Mạch chalcocin đặc sít màu xanh tím xuyên cắt chéo góc các lớp đá phiến sét - vôi phong hóa màu xám vàng mỏ Góc Sấu

Thân quặng phát triển theo đồi vò nhàu, dập vỡ của đứt gãy theo phương Tây Bắc - Đông Nam, chiều dài gần 2000m, chiều rộng 20 - 100m, góc dốc thân quặng 85° - 90° . Trong đồi vò nhàu, dập vỡ các lớp đá bị uốn lượn phức tạp, thể nằm gần như dốc đứng, phát triển nhiều dịch trượt, đôi chỗ có thể nằm đảo ngược (ảnh 5). Khoáng vật quặng xâm tán trong các vi mạch thạch anh, calcit màu trắng hoặc trong các đồi dolomit hóa, thạch anh hóa, đôi khi xâm tán, xuyên lấp theo các thớ lớp, thớ phiến, khe nứt (ảnh 6).

Ngoài ba mỏ nêu trên, dải Biên Động - Quý Sơn còn có hàng chục điểm quặng và biểu hiện quặng. Kết quả nghiên cứu toàn vùng cũng cho cấu trúc mỏ tương tự như ba mỏ này.

2.2. Đặc điểm thành phần khoáng vật, cấu tạo, kiến trúc quặng đồng nguyên sinh khu vực nghiên cứu. [Lê Thị Thu và nnk (2018)]

Kết quả phân tích khoáng tướng, thạch học dưới kính hiển vi phân xạ và thấu quang kết hợp với các kết quả phân tích SEM tại Trường Đại học Mỏ-Địa chất cùng với việc tổng hợp các kết quả nghiên cứu trước đây cho thấy thành phần khoáng vật quặng đồng nguyên sinh dải Biên Động - Quý Sơn gồm chủ yếu các khoáng vật tennantit, bornit, chalcocin, chalcopyrit. Ngoài ra còn gặp một số các khoáng vật quặng nguyên sinh khác như: pyrit, sfalerit, glenit, molipdenit, vàng.

Tennantit($\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$) là khoáng vật phổ biến trong tập mẫu với hàm lượng khoảng 10 %, chúng chủ yếu tồn tại dưới dạng hạt tha hình kích thước 0,1-0,4 mm tạo đám ô xâm tán cùng chalcocin, bornit trên nền phi quặng hoặc đôi khi đi cùng chalcopyrit lấp đầy trong các vi khe nứt. (ảnh 7;8;9;14)

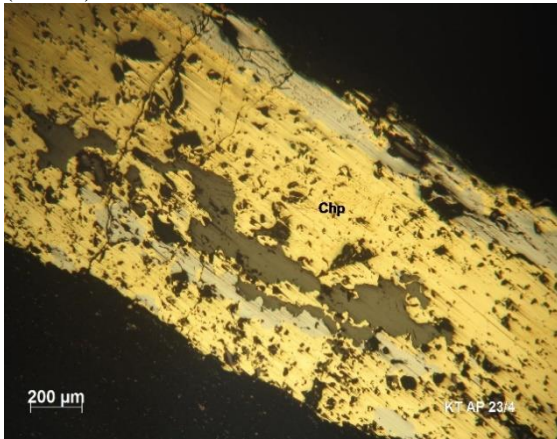
Bornit (Cu_5FeS_4): là khoáng vật có tần suất xuất hiện khá nhiều trong mẫu mặc dù hàm lượng không cao, chỉ khoảng 5 %. Bornit thường có dạng hạt tha hình với kích thước hạt dao động (0,1÷0,2) mm xâm tán không đều trên nền phi quặng hoặc tạo đám ô cùng chalcocin, tennantit xâm tán trên nền phi quặng. (ảnh 9;14)

Chalcocin (Cu_2S): có hàm lượng khoảng 3 %, chúng thường phân bố thành ô, mạch, khối đặc sít đi cùng các khoáng vật bornit, tennantit. Qua quan sát thấy chalcocin thường có dạng hạt tha hình với kích thước hạt (0,05÷0,2) mm (ảnh 9;14)

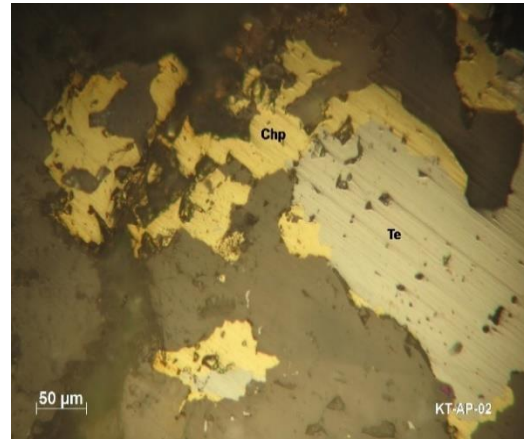
Chalcopyrit (CuFeS_2): xuất hiện với tần suất thấp, chỉ gặp trong 2 mẫu với hàm lượng khoảng 2 %, chúng tồn tại dưới dạng đám ô hoặc lấp đầy trong các vi khe nứt của khoáng vật phi quặng với kích thước hạt (0,02÷0,05) mm, kích thước mạch >1 mm. (ảnh 7;8)

Pyrit (FeS_2): gặp phổ biến trong quặng, dưới dạng các hạt tha hình đến nửa tự hình kích thước từ 0,1-0,2mm. Chúng thường cộng sinh với thạch anh, hoặc đôi khi phân bố dưới dạng các đám ô nhỏ xâm tán trên nền phi quặng. (ảnh 11)

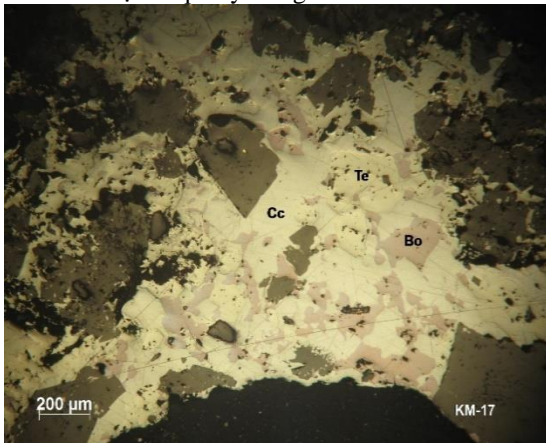
Galenit (PbS_2) và **sphalerit** (ZnS_2): là hai khoáng vật nguyên sinh của chì và kẽm trong quặng gặp không nhiều, dưới dạng các hạt tha hình đến nửa tự hình, tập trung thành từng đám, ô xâm tán. Chúng gặp không nhiều trong quặng, xấp xỉ 1-2%. Thường cộng sinh với chalcocin, chalcopyrit, tetraedrit, bornit... (ảnh 12)



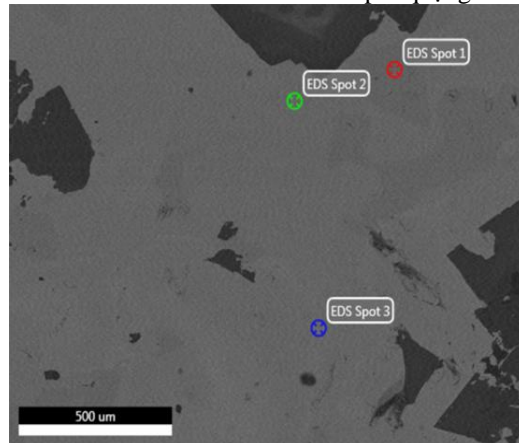
Ảnh 7. Chalcopyrit (Chp) và tennantit (Te) tạo mạch lấp đầy trong các vi khe nứt



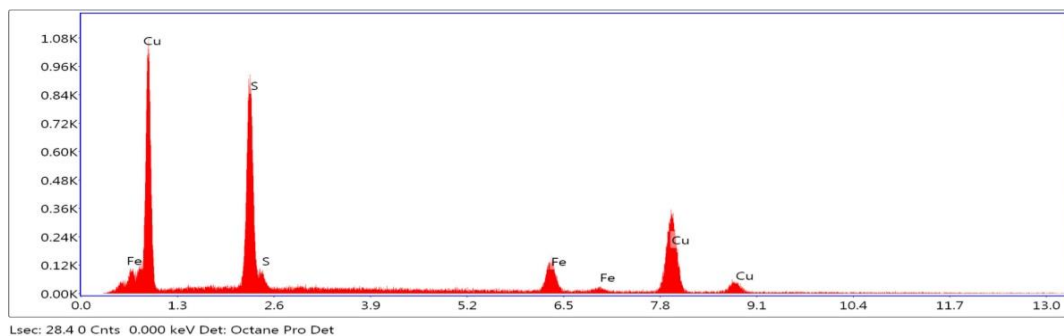
Ảnh 8. Chalcopyrit (Chp) và tennantit (Te) hạt tha hình xâm tán trên nền phi quặng



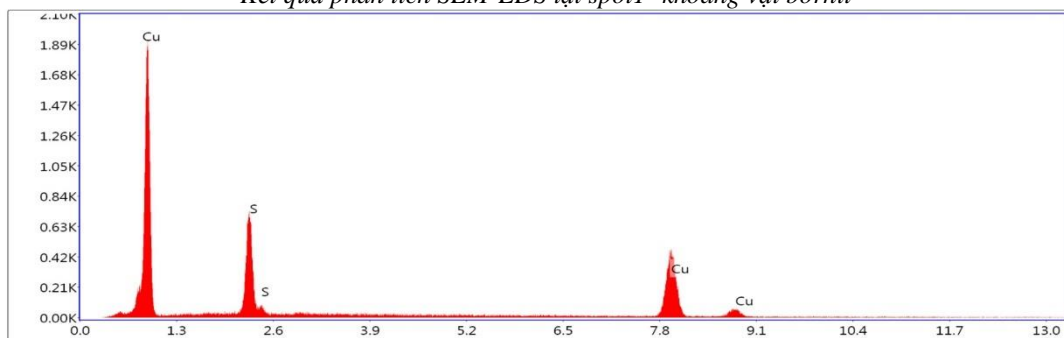
Ảnh 9. Bornit (Bo), chalcocin (Cc), Teannantit (Te) tạo đám ô xâm tán trên nền phi quặng



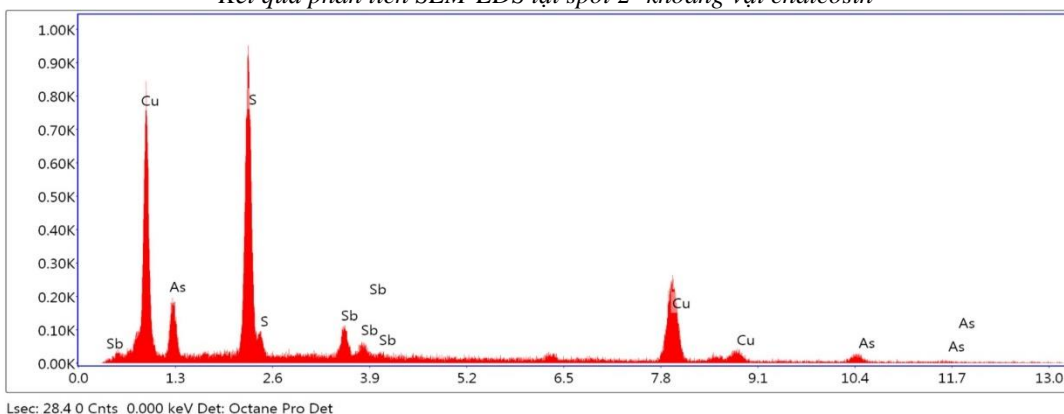
Ảnh 10. Các khoáng vật mẫu KT-17 chụp dưới kính hiển vi điện tử quét SEM và các điểm xác định thành phần các nguyên tố khoáng vật



Kết quả phân tích SEM-EDS tại spot 1- khoáng vật bornit



Kết quả phân tích SEM-EDS tại spot 2- khoáng vật chalcocin

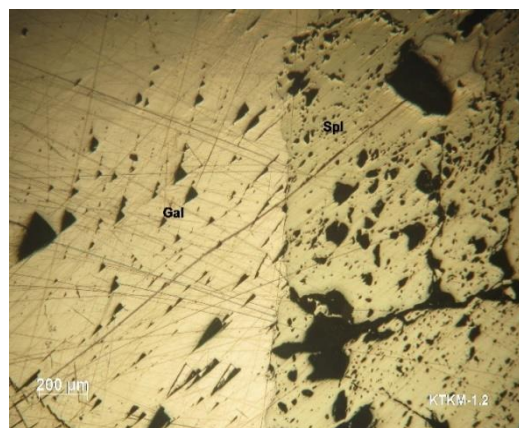


Kết quả phân tích SEM-EDS tại spot 3- Khoáng vật tennantit

Vàng tự sinh (Au): gặp 2-3 vi hạt, chúng thường tồn tại dưới dạng các bao thể nhỏ, xâm tán trên nền pyrit với kích thước hạt 0,01-0,02mm. (ảnh 11)

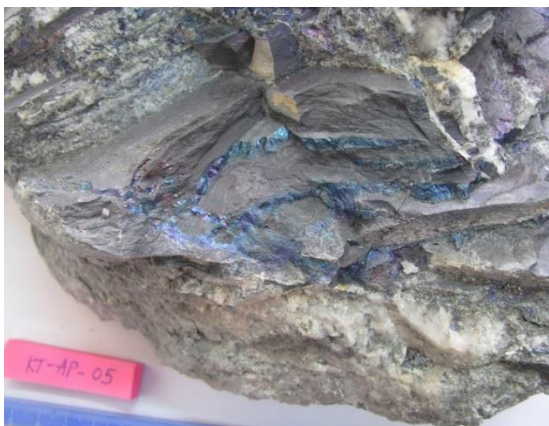


Ảnh 11. Vàng tự sinh (Au) xâm tán trên nền pyrit (Py)

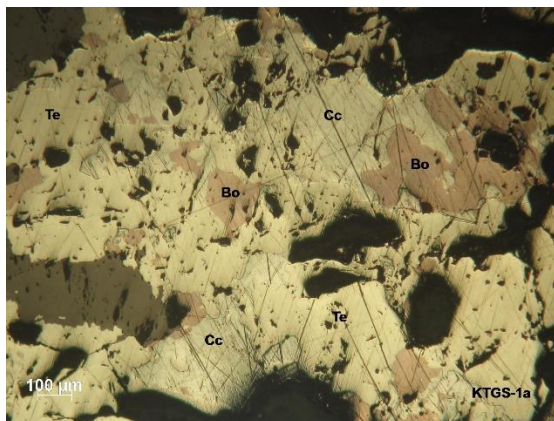


Ảnh 12. Ranh giới phẳng giữa sphalerit (Spl) và galenit (Gal)

Đặc điểm cấu tạo quặng: Kết quả nghiên cứu cho thấy, quặng đồng nguyên sinh trong dải Biển Động - Quý Sơn có các dạng cấu tạo đặc trưng là: cấu tạo ổ, cấu trúc xâm tán, cấu tạo dải...



Ảnh 13. Chalcocin tạo mạch trong đá phiến sét-vôi mỏ Góc Sáu (Anh Phong)



Ảnh 14. Bornit (Bo), chalcocin (Cc), tennantit (Te) hạt tha hình, tạo đám ổ xâm tán trên nền phi quặng

Đặc điểm kiến trúc quặng: Kiến trúc phổ biến của quặng đồng nguyên sinh trong khu vực nghiên cứu là kiến trúc hạt tha hình, ít hơn là kiến trúc hạt nửa tự hình, kiến trúc hạt gặm mòn. (ảnh 8;9;11;14)

2.3. Đặc điểm các bao thể trong thạch anh của quặng đồng khu vực nghiên cứu

Trong thạch anh của tập mẫu phân tích chỉ gặp các bao thể nguyên sinh, gồm chủ yếu là bao thể lỏng-khí, ít hơn có bao thể khí- lỏng, bao thể khí (Bảng 1)

Bảng 1. Kết quả phân tích bao thể trong thạch anh

Số hiệu mẫu	Nhiệt độ đồng hóa bao thể theo kiểu quặng thạch anh -đồng-sulfur đa kim (0C)
ĐB 02	200-254
GS 01	220-245
ĐĐ 02	205-280
KM 01	220-253
GS 1b	207-248
GS 05	200-240

Kết quả phân tích bao thể cho thấy nhiệt độ thành tạo quặng đồng trong khu vực nghiên cứu không cao, dao động trong khoảng 200-280⁰C.

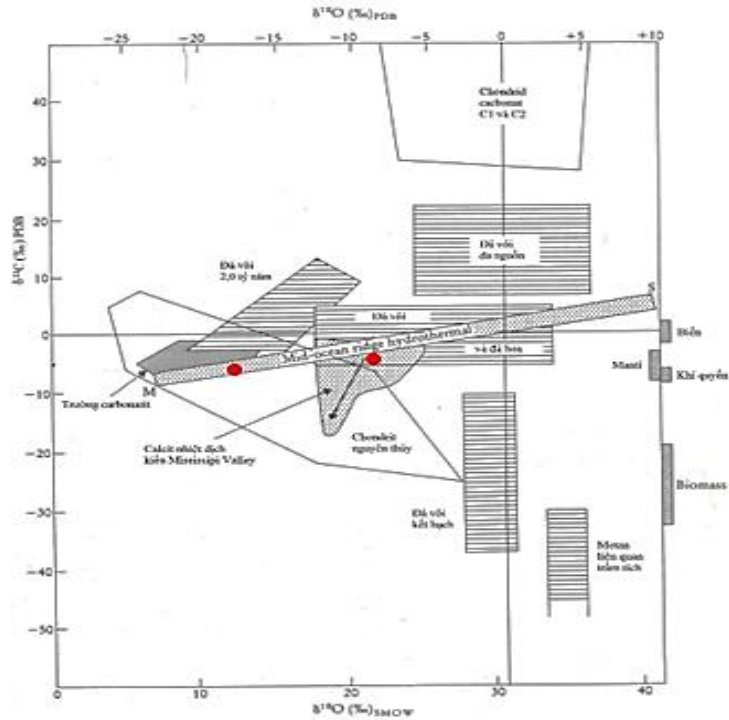
2.4. Kết quả phân tích đồng vị

Khu vực nghiên cứu cho tới thời điểm này chưa có công trình nghiên cứu nào đề cập đến kết quả phân tích đồng vị S, O hay C. Kết quả nghiên cứu bước đầu về đồng vị $\delta^{13}\text{C}$ và $\delta^{18}\text{O}$ trong khu vực nghiên cứu được thể hiện trong bảng (2)

Bảng 2. Kết quả phân tích đồng vị $\delta^{13}\text{C}$ và $\delta^{18}\text{O}$

Số hiệu mẫu	Khoáng vật	Đồng vị	Kết quả
ĐB 12	Canxit	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$, ‰	-3.5
ĐB 34	Canxit	$\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$, ‰	-5.4
ĐB 12	Canxit	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$, ‰	21.4
ĐB 34	Canxit	$\delta^{18}\text{O}_{\text{VPDB}}$, ‰	13.9

Kết quả phân tích trên được đối sánh trên biểu đồ tương quan giữa $\delta^{13}\text{C}$ và $\delta^{18}\text{O}$ phân loại carbonat theo nguồn gốc thành tạo (của Rollinson, 1993) (Hình 1) đã cho thấy tổ hợp cộng sinh khoáng vật nguyên sinh thuộc kiểu nhiệt dịch Mississpi Valley và kiểu nhiệt dịch Sóng núi giữa Đại dương.



Hình 1. Biểu đồ tương quan giữa $\delta^{13}\text{C}$ và $\delta^{18}\text{O}$ phân loại cacbonat theo nguồn gốc thành tạo (theo Rollinson, 1993)

2. Kết quả và thảo luận

Kết quả nghiên cứu về cấu trúc mỏ khoáng, hình thái thân quặng, thành phần khoáng vật, thành phần hóa học, nhiệt độ thành tạo cũng như cấu tạo, kiến trúc quặng đồng trong vùng nghiên cứu mang đặc trưng của mỏ nhiệt dịch. Hệ thống đứt gãy phương Tây Bắc - Đông Nam ở dưới sâu có thể đóng vai trò kênh dẫn dung dịch quặng, còn nhánh của chúng và các đới dập vỡ phía trên đóng vai trò chứa quặng. Các trầm tích lục nguyên carbonat hạt mịn đóng vai trò chứa và chắn quặng.

3. Kết luận

Các đá tham gia vào cấu trúc các mỏ quặng đồng dải Quý Sơn - Biển Động chủ yếu là cát kết, bột kết, đá phiến sét, đá phiến sét - vôi, đá phiến vôi - sét, xen ít lớp đá vôi vi hạt, đá vôi - sét chứa bột, đá vôi dolomit hóa, ... thuộc phân hệ tầng Mẫu Sơn trên (T_3cms_3). Các thân quặng dạng mạch, mạng mạch, thấu kính, ổ, ... được khống chế chặt chẽ bởi hệ thống đứt gãy Tây Bắc - Đông Nam còn bị hệ thống đứt gãy Đông Bắc - Tây Nam chia cắt, phá hủy. Thành phần khoáng vật quặng nguyên sinh gồm tennantit, bornit, chalcocin, chalcopyrit. Ngoài các khoáng vật trên còn gặp pyrit, galenit, sphalerit, vàng tự sinh. Cấu tạo, kiến trúc quặng đồng chủ yếu là cấu tạo xâm tán, cấu tạo dải, ... kiến trúc hạt tha hình, hạt nửa tự hình, hạt gặm mòn, ... Kết quả phân tích nhiệt bao thể cho thấy nhiệt độ thành tạo quặng hóa đồng dải Biển Động - Quý Sơn nằm trong khoảng 200-280⁰C tương đương với kiểu mỏ nhiệt dịch nhiệt độ trung bình. Kết quả phân tích đồng vị $\delta^{13}\text{C}$ và $\delta^{18}\text{O}$ cũng đã chứng tỏ về tổ hợp cộng sinh khoáng vật nguyên sinh được thành tạo trong quá trình quặng hóa nhiệt dịch. Còn nguồn cung cấp vật chất nguyên thủy cho việc thành tạo quặng đồng trong khu vực nghiên cứu sẽ được tập thể tác giả tiếp tục đầu tư nghiên chi tiết và sẽ công bố trong các bài báo tiếp theo.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả bài báo trân trọng cảm ơn Ban giám đốc, các nhà chuyên môn, công nhân ở các mỏ Gốc Sấu, Khuôn Mười, Đồng Bura, vì những giúp đỡ trong quá trình khảo sát, nghiên cứu và thu thập mẫu.

Tài liệu tham khảo

Nguyễn Xuân Bao, Phạm Đình Long, Trần Đức Lương (1979), "Những nét khái quát về địa chất Việt Nam", *Tạp chí địa chất* 146:5.

Nguyễn Văn Bình, Phạm Văn Trường (2003), "Về chu kỳ kiến tạo Indosini ở miền Bắc Việt Nam" *Tạp chí Địa chất*, loạt A, Số 291/11- 12/2005, 21-26.

Trần Bình Chư (Chủ biên), Đinh Hữu Minh (Đồng chủ biên) và nnk, 2013. Giáo trình "Địa chất các

mỏ khoáng công nghiệp kim loại”. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.

Nguyễn Văn Hoàn và ntk, 1986. *Hiệu đính loạt tờ bản đồ địa chất Đông Bắc Việt Nam, tỷ lệ 1:200.000*. Lưu Cục Địa chất, Hà Nội.

Lê Thị Thu, Đỗ Văn Nhuận, Hoàng Thị Thoa (2018), “*Đặc điểm thành phần khoáng vật, cấu tạo, kiến trúc quặng đồng dải Biển Đông-Quý Sơn*”, *Tạp chí Công nghiệp mỏ*, Số 5/2018, 49-56.

Trần Văn Trị & Vũ Khúc (Đồng chủ biên) và ntk, 2009. *Địa chất và Tài nguyên Việt Nam*, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.

Trần Văn Trị, Nguyễn Xuân Bao, 2008. *Các đơn vị kiến tạo chính ở Việt Nam*.

Đoàn Kỳ Thụy và ntk, 1976. *Báo cáo kết quả đo vẽ tờ Địa chất và khoáng sản tờ Lạng Sơn, tỷ lệ 1:200.000*. Trung tâm thông tin lưu trữ Địa chất, Hà Nội.

Nguyễn Trí Vát và ntk, 1997. *Báo cáo kết quả đo vẽ địa chất và tìm kiếm khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Thanh Mội*. Trung tâm thông tin lưu trữ Địa chất, Hà Nội.

ABSTRACT

Characteristics of material composition and physical-chemical conditions for forming primary copper ore in Bien Dong -Quy Son stretch of An Chau basin

Le Thị Thu^{1*}, Đỗ Văn Nhuận¹, Trần Ngọc Thái², Hoàng Thị Thoa¹

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

² *General Geology of Vietnam*

Copper ore of Bien Dong - Quy Nhon in particular and An Chau Basin in general have been identified but type of created origin of the ore and its distribution hasn't been clarified. Recently, new assumptions have mentioned regarding to distribution of the copper ore in sedimentary rocks of Dong Son- Quy Son can identify that copper ore bodies in the study area were mainly distributed in sand-powdered rocks, clay, clay-silt in third assise of Mau Son formation (T₃cms₃). In this paper combination between traditional and modern research methods such as fieldwork, section, mineralography, ICPMS and SEM showed that ore mineral composition, structure of copper ore in Bien Dong - Quy Son stretch included, etc. The mineralogical composition of the Bien Dong-Quy Son copper ore consists of tennantite, bornite, chalcocine, chalcopyrite with copper content ranging from 0.01 to 29.01%, average 1.44 %. There are also pyrite, galenite, sphalerite, gold. The structure of copper ores are mainly dissipation, stretch structure, Ore texture allomorphism , hypidioblast, corrosion. Thermal analysis results showed that temperature created copper ore in Bien Dong-Quy Son was range from 200 to 280°C. In addition to the above results, some isotope analyzes will be published. The results provide a scientific basis to attract geological and mineral investors to explore and exploit valuable copper ore resources in the study area.

Keywords: Copper ore; Bien Dong-Quy Son; An Chau basin

Đặc điểm địa hóa trầm tích tầng mặt khu vực đầm Sam, Phú Vang, Thừa Thiên Huế

Nguyễn Thị Thủy^{1,*}, Lê Duy Đạt¹, Nguyễn Thị Lệ Huyền¹, Hồ Trung Thành¹,
Hồ Thanh Trung² Nguyễn Thị Hồng Nụ³

¹Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế;

²Đại học Kiến trúc, Đà Nẵng; ³Đại học Đông Á, Đà Nẵng

TÓM TẮT

Tiểu khu đầm Sam thuộc hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai (Thừa Thiên Huế) có dạng lõm sâu vào đất liền về phía Tây Nam, giới hạn ngoài với đầm Thanh Lam bởi đường nổi mũi Đông Miếu và mũi Hàn. Kết quả nghiên cứu đặc điểm địa hóa (gồm nguyên tố chính, nguyên tố vết và pH) của trầm tích tầng mặt đầm Sam cho thấy hàm lượng SiO₂ trong trầm tích khá cao, tỉ lệ nghịch với hàm lượng Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO và K₂O, và giảm dần từ cát trung (78.2 %) sang cát nhỏ (75.6 %) và bột (68.5 %). Hàm lượng CaO (0.46-0.75 %), Na₂O (0.37-0.60 %), MnO (0.04-0.07 %) và Fe tổng (3.08-4.77 %) thấp đi cùng với sự có mặt của lưu huỳnh (0.78-1.21 %) và tính axit của pH trầm tích (5.27-5.40) phản ánh môi trường khử - yếu khí của trầm tích, khả năng trao đổi kém với môi trường bên ngoài và đặc trưng cho môi trường trầm tích đầm kiểu cửa sông đã ngừng hoạt động. Nguyên tố vết tích lũy trong trầm tích không đáng kể, từ 782 ppm đến 1876 ppm, trung bình 1174 ppm, và có xu hướng tập trung cao trong trầm tích hạt mịn. Chất lượng môi trường trầm tích nhìn chung còn khá tốt, giá trị trung bình của phần lớn các nguyên tố (Ba, Cu, Cr, Zn, Zr, Sr, Y, As, Pb, Hg...) đều biểu hiện không ô nhiễm theo QCVN 43:2012/BTNMT, ngoại trừ có sự tăng cao Cr, Cu, Zn và Zr ở một số điểm khu vực phía Tây và Tây Nam đầm.

Từ khóa: Đầm Sam, địa hóa, trầm tích tầng mặt

1. Đặt vấn đề

Tam Giang - Cầu Hai là hệ thống đầm phá lớn nhất khu vực Đông Nam Á, điển hình cho khu vực nhiệt đới ẩm gió mùa nên từ lâu đã thu hút được sự quan tâm của các nhà khoa học trong các lĩnh vực khác nhau như sinh thái, đa dạng sinh học, địa chất, địa hóa, môi trường, địa động lực đới bờ... (ví dụ: Nguyễn Hữu Cử và cộng sự, 1996; Trần Đình Lâm và cộng sự, 1996; Võ Văn Đạt, 1998; Lê Xuân Tài, 2002; Nguyễn Hữu Cử, 2010). Gần đây nhất, công trình "Tiền hóa và động lực hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai" của Trần Đức Thạnh và cộng sự (2010) đã giới thiệu tổng hợp các thông tin về chế độ địa động lực, thành phần vật chất (thành phần hạt, thành phần khoáng vật và đặc điểm địa hóa) của khu đầm Sam. Tuy nhiên, do quan niệm đầm Sam bao gồm toàn bộ phần phía nam của sông Hương (đầm Thanh Lam, đầm Sam - An Truyền) (Hình 1), nên hệ thống lấy mẫu và nghiên cứu trong công trình trên chỉ tập trung ở phần ngoài thuộc đầm Thanh Lam (giáp cửa Hòa Duân, xã Phú Thuận), phần lõm ăn sâu vào đất liền (khu vực đầm Sam của nghiên cứu này) vẫn chưa được đề cập. Do đó, bài báo này sẽ giới thiệu chi tiết đặc điểm địa hóa trầm tích tầng mặt khu vực đầm Sam, gồm nguyên tố chính, nguyên tố vết và pH trầm tích để bổ sung nguồn số liệu trầm tích tầng mặt hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai.

2. Đặc điểm khu vực nghiên cứu

Tiểu khu đầm Sam nằm ở phần trung tâm của hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai, có dạng lõm vào đất liền về phía Tây Nam với diện tích khoảng 10 km², thuộc địa phận các xã Phú An (phần phía Tây), Phú Xuân (phía Đông Nam) và Phú Mỹ (phía Tây Nam), phần Bắc Đông Bắc giáp đầm Thanh Lam. Mực nước trong đầm dao động từ 0.4-0.5 m (khu vực sát bờ) đến 1.2-1.3 m, có nơi đạt 1.45 m (khu vực giữa mũi Hàn và Đông Miếu).

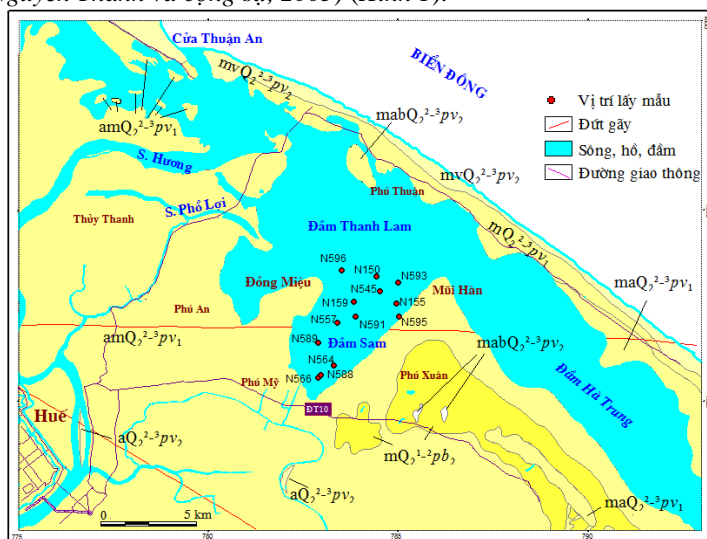
Theo nghiên cứu của Trần Đức Thạnh và cộng sự (2010), hình dạng lõm sâu của đầm Sam là do chi lưu Phú Vang bị ách tắc gây thiếu hụt bồi tích. Tiểu khu đầm Sam đặc trưng cho dạng môi trường cửa sông ngừng hoạt động (thuộc phụ kiểu môi trường cửa sông châu thổ). Hiện tại, hình thái lạch triều ở đầm Sam đang hoạt động mạnh, các lạch hẹp và dốc dần về phía cửa Thuận An, độ mặn của đầm Sam biến

* Tác giả liên hệ

Email: thithuy.nt@gmail.com; ntthuy.geo@husc.edu.vn

động từ 8-25 %, chế độ bán nhật triều đều.

Tham gia vào cấu trúc địa chất tiêu khu đầm Sam và phụ cận có các trầm tích biển tuổi Holocen sớm - giữa hệ tầng Phú Bài ($Q_2^{1-2}pb$) và trầm tích nguồn gốc sông biển, biển và biển gió tuổi Holocen giữa - muộn hệ tầng Phú Vang ($Q_2^{2-3}pv$). Các trầm tích biển hệ tầng Phú Bài lộ ra ở phía Nam Đông Nam, thuộc khu vực xã Phú Xuân, thành phần chủ yếu gồm cát thạch anh có độ hạt nhỏ lẫn ít bột, độ mài tròn và chọn lọc tốt. Bao trùm trên phần lớn diện tích nghiên cứu là các thành tạo bột sét, bột sét pha cát màu xám xanh, xám đen nguồn gốc sông - biển hệ tầng Phú Vang ($amQ_2^{2-3}pv$) (Nguyễn Văn Trang, 1995). Trầm tích biển và biển gió phân bố dọc các dải cát ven biển ở dạng các cồn, đụn cát, chứa nhiều ilmenit, thành phần gồm cát hạt nhỏ đến hạt trung, cát hạt thô chỉ chiếm 5-7 %, lẫn ít bột màu xám trắng, nâu vàng, cát có độ chọn lọc trung bình và mài tròn kém; trầm tích nguồn gốc sông-biển-đầm lầy ($ambQ_2^{2-3}pv$) chỉ xuất hiện ở dạng các cồn hoặc lạch nhỏ; trầm tích sông ($aQ_2^{2-3}pv$) ở dạng các bãi bồi nhỏ dọc sông (Nguyễn Văn Trang, 1995; Nguyễn Thanh và cộng sự, 2005) (Hình 1).



Hình 1. Sơ đồ địa chất tiêu khu đầm Sam và phụ cận (chính biên theo Nguyễn Văn Trang, 1995).

3. Tài liệu mẫu và phương pháp nghiên cứu

Trầm tích tầng mặt đầm Sam được lấy bằng gầu lấy mẫu trầm tích đáy chuyên dụng, tới độ sâu 20-25 cm so với bề mặt đáy. Vị trí lấy mẫu được định vị bằng GPS cầm tay hiệu Garmin 62SJ và được phân bố tương đối đều trên toàn bộ diện tích đầm với 27 mẫu (Hình 1). Chiều sâu mực nước tại thời điểm lấy mẫu (tháng 8/2016) dao động từ 0.45 m đến 1.30 m. Các mẫu có màu xám đen, chủ yếu là cát bùn, một số chứa ít vỏ sò, mùi nồng đặc trưng của H_2S . Dựa trên số liệu thành phần hạt, trầm tích tầng mặt đầm Sam được chia thành: cát trung, cát nhỏ và bột (Nguyễn Thị Thủy, 2018).

Phương pháp lấy mẫu và bảo quản mẫu được tuân thủ theo quy định của Quy chuẩn Việt Nam ISO 5667-12:1995 về Chất lượng nước - Lấy mẫu (Phần 12: Hướng dẫn lấy mẫu trầm tích đáy) của Bộ Khoa học và Công nghệ (2004) và TCVN 6663-14: 2000 về Chất lượng nước - Lấy mẫu - Hướng dẫn đảm bảo chất lượng lấy mẫu và xử lý mẫu nước môi trường của Bộ Tài nguyên và Môi trường (2004).

Phân tích thành phần hóa học của trầm tích (nguyên tố chính và nguyên tố vết) được thực hiện theo phương pháp mẫu bột nén trên máy huỳnh quang tia X hiệu S4 Pioneer ở Viện Địa chất (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam). Nồng độ $pH_{(KCl)}$ của trầm tích được phân tích bằng máy đo pH để bàn hiệu Extech WQ510 tại phòng thí nghiệm Thổ nhưỡng (Đại học Khoa học Huế).

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Địa hóa nguyên tố chính

Hàm lượng trung bình các nguyên tố chính của các kiểu trầm tích được thể hiện ở bảng 1. Nhìn chung, SiO_2 trong các mẫu trầm tích chiếm hàm lượng khá cao, đặc biệt trong các mẫu cát trung, 62.2-95.8 %, trung bình 78.2 %. Hàm lượng SiO_2 trong các mẫu cát hạt nhỏ và bột thấp hơn, lần lượt chiếm 74.6 % và 68.5 % (Hình 2). Biến thiên hàm lượng của Al tương quan thuận với Mg, K và Fe, tương quan nghịch với Si. Điều này được quan sát rất rõ trong các mẫu có hàm lượng SiO_2 cao (chẳng hạn N162 - 92.7 % và N163 - 95.8 %) thì hàm lượng Al, Mg, K và Fe đồng loạt thấp đáng kể, lần lượt Al chiếm 3.13 % và 1.85 %; Mg chiếm 0.58 % và 0.24 %; K chiếm 0.43 % và 0.21 %; Fe chiếm 0.82 % và 0.41 % (Bảng 1).

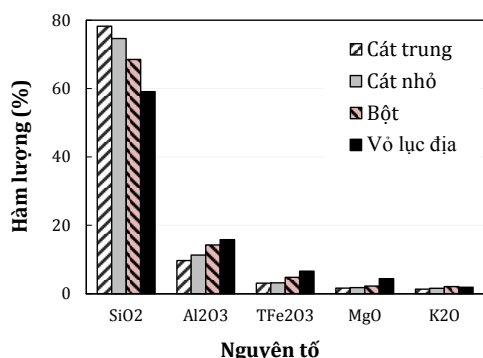
Trong số các chỉ tiêu phân tích, SiO_2 trong trầm tích đầm Sam (cát trung: 78.2 %, cát nhỏ: 74.6 %, bột:

68.5 %) cao hơn nhiều so với hàm lượng SiO₂ trong vỏ lục địa (59.1 %); hàm lượng Al₂O₃, TFe₂O₃, MnO và MgO thấp hơn, K₂O xấp xỉ các giá trị tương ứng của vỏ lục địa (Bảng 1). Chỉ có CaO và Na₂O, là hai hợp phần kiềm đặc trưng của trầm tích, chiếm hàm lượng rất thấp: CaO chỉ đạt trung bình từ 0.46 % (cát nhỏ) đến 0.75 % (bột). Hàm lượng Ca trung bình trong toàn hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai cũng chỉ đạt 0.07 % (Lê Xuân Tài, 2002). Điều này chứng tỏ rằng trong suốt thời gian tích lũy trầm tích, lượng canxi ít ỏi này phản ánh nguồn cung cấp rất hạn chế bởi quá trình phong hóa từ các đá chứa các khoáng vật giàu canxi (calcit, dolomit của các loại đá vôi, hay hornblend, diopsit... trong các đá mafic); hoặc lượng canxi bị phong hóa đã tham gia vào các quá trình địa chất khác thay vì tích lũy trong trầm tích ở khu vực nghiên cứu. Nguồn cung cấp vật liệu chủ yếu cho trầm tích có lẽ là các đá axit hoặc các đá giàu hợp phần aluminosilicat như granit, đá phiến sét, cát kết, bột kết... từ lục địa.

Bảng 1. Hàm lượng trung bình (%) các nguyên tố chính trong trầm tích đầm Sam

Oxit	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	TFe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	S	LOI
Cát trung (n=9)												
Nhỏ nhất	62.2	0.20	1.85	0.44	0.01	0.24	0.20	0.11	0.21	0.03	0.21	0.94
Lớn nhất	95.8	0.71	16.51	6.06	0.09	2.46	0.90	2.00	2.18	0.16	1.58	5.23
Trung bình	78.2	0.46	9.65	3.08	0.06	1.59	0.52	0.60	1.32	0.09	0.78	3.48
Cát nhỏ (n=11)												
Nhỏ nhất	65.1	0.32	7.73	1.99	0.03	1.45	0.21	0.03	0.94	0.03	0.75	3.3
Lớn nhất	81.3	0.73	14.25	4.49	0.05	2.20	0.73	0.59	2.28	0.07	1.79	6.16
Trung bình	74.6	0.56	11.30	3.21	0.04	1.78	0.46	0.37	1.59	0.05	1.27	4.25
Bột (n=7)												
Nhỏ nhất	59.2	0.54	9.96	3.06	0.04	1.84	0.43	0.27	1.53	0.05	0.36	2.87
Lớn nhất	78.0	0.87	18.04	6.95	0.14	2.72	1.25	0.68	2.58	0.20	2.03	7.40
Trung bình	68.5	0.70	14.22	4.77	0.07	2.22	0.75	0.49	2.06	0.10	1.19	5.40
Vỏ lục địa ^(*)	59.1	0.70	15.80	6.60	0.11	4.40	6.40	3.20	1.88	0.20		

(*) Hàm lượng trung bình nguyên tố trong vỏ lục địa (Taylor and Mc Lennan, 1995).



Hình 2. Hàm lượng trung bình các nguyên tố chính trong các kiểu trầm tích tầng mặt đầm Sam.

Sự nghèo kiệt canxi và natri trong trầm tích đầm Sam so với vỏ lục địa, cũng như so với trầm tích biển ven biển một số khu vực như vịnh Quy Nhơn (CaO: 3.36-4.33 %) và vùng biển ven bờ miền Trung (CaO: 4.20-6.48 %) (Nguyễn Đình Đán, 2004) thể hiện môi trường axit của trầm tích, phù hợp với giá trị pH thấp của khu vực này (cát trung: pH 6.27, cát nhỏ: pH 5.40, bột: pH 6.48, bảng 3), đồng thời phản ánh khả năng trao đổi trầm tích kém với môi trường biển bên ngoài các đê cát. Hơn nữa, hàm lượng sắt tổng (3.08-4.77 %) và mangan (0.04-0.07 %) trong trầm tích đầm Sam rất thấp so với vỏ lục địa (Fe: 6.60 %, Mn: 0.11 %), phản ánh môi trường khử đặc trưng của khu vực.

4.2. Địa hóa nguyên tố vết

Kết quả phân tích thành phần nguyên tố vết của trầm tích tầng mặt đầm Sam được thể hiện ở bảng 2.

Đặc điểm chung của các nguyên tố vết trong trầm tích tầng mặt đầm Sam là hàm lượng thấp, dao động từ 782 ppm (N595) đến 1876 ppm (N566), trung bình 1174 ppm; đồng thời chúng có mối tương quan chặt chẽ với thành phần hạt và kiểu trầm tích. Tất cả các nguyên tố đều thể hiện tương quan nghịch với đường kính trung bình của trầm tích với hệ số tương quan $R^2 = 0.007 - 0.347$, đặc biệt là Zn ($R^2 = 0.347$), Zr ($R^2 = 0.275$) và Ni ($R^2 = 0.239$) với xu hướng tích lũy cao trong các hạt sét, bột và cát nhỏ (Nguyễn Thị Thủy, 2018). Tổng hàm lượng trung bình nguyên tố vết trong cát trung chiếm 1085 ppm, trong khi trong cát nhỏ là 1112 ppm và bột là 1581 ppm (Bảng 2).

Dưới đây là mô tả một số nguyên tố vết trong trầm tích tầng mặt đầm Sam:

Ba trong trầm tích tầng mặt đầm Sam có hàm lượng dao động từ 118 ppm đến 480 ppm, trong đó mẫu có mức tập trung cao nhất (N566: 480 ppm) phân bố ở phía Nam đầm phá (xã Phú Mỹ).

Sr phân bố tương đối đều trên toàn diện tích nghiên cứu. So với vỏ lục địa, hàm lượng Sr trong trầm tích đầm Sam thấp (vỏ lục địa: 325 ppm, đầm Sam: trung bình 87 ppm). So với giá trị trung bình của đầm phá Tam Giang - Cầu Hai (Ca: 0.072%, Lê Xuân Tài, 2002), hàm lượng Ca trong trầm tích đáy đầm Sam cao hơn (0.56 %), nhưng so với trị số Clarke (2.96 %) và vỏ lục địa (6.40 %) thì giá trị hàm lượng này thấp hơn rất nhiều. Nguyên nhân là do Ca²⁺ có tích có tích số tan lớn, nó chỉ tích tụ trong trầm tích khi môi trường bão hòa kiềm - vôi. Mức độ tập trung thấp của Ca trong trầm tích khu vực nghiên cứu chỉ thị

cho tính axit của môi trường trầm tích và không có trao đổi hoặc trao đổi không đáng kể với môi trường biển phía ngoài đầm phá.

Bảng 2. Hàm lượng nguyên tố vết trong trầm tích tầng mặt đầm Sam (ppm)

Loại trầm tích	KH mẫu	Cr	Cu	Zn	Zr	Ba	Sr	Ni	Nb	Rb	Y	Tổng
Cát trung	N150	64	32	72	222	242	83	28	40	90	34	907
	N155	65	29	74	210	212	81	23	35	80	31	840
	N546	101	37	100	296	367	80	35	43	115	43	1217
	N557	117	63	124	284	406	87	43	40	137	42	1343
	N564	89	37	81	271	325	89	32	44	109	41	1118
	Trung bình	87	40	90	257	310	84	32	40	106	38	1085
Cát nhỏ	N588	89	35	87	359	232	77	36	46	105	51	1117
	N589	87	33	147	412	248	83	38	44	115	53	1260
	N591	78	29	108	259	201	71	33	42	98	48	967
	N593	98	63	97	284	270	93	39	47	121	51	1163
	N595	89	30	76	188	118	77	31	45	81	47	782
	N596	106	35	106	337	397	109	43	47	152	52	1384
	Trung bình	91	38	104	307	244	85	37	45	112	50	1112
Bột	N159	109	43	108	275	399	93	40	45	130	44	1286
	N566	388	62	159	350	480	109	55	53	163	57	1876
	Trung bình	249	53	134	313	440	101	48	49	147	51	1581

(*) Tổng lượng nguyên tố vết không bao gồm Mn và Ca, hàm lượng Ca tính theo %.

Nb và Y có tương quan đồng biến chặt chẽ và phân bố tương đối đều trên toàn diện tích đầm Sam. Hàm lượng của Nb và Y lần lượt là 35-53 ppm, trung bình 44 ppm và 31-57 ppm, trung bình 46 ppm.

Cr trong trầm tích đầm Sam tập trung ở mức độ trung bình và dao động trong khoảng rộng (64-388 ppm, trung bình 114 ppm), cao hơn hẳn so với hàm lượng trung bình của Cr trong đầm phá Tam Giang - Cầu Hai (88 ppm, Lê Xuân Tài, 2002). Kết quả thống kê các mẫu phân tích Cr cho thấy, 8 mẫu có hàm lượng dưới 100 ppm, 4 mẫu có hàm lượng 100-200 ppm, đáng lưu ý có 1 mẫu (N566) hàm lượng Cr đạt 388 ppm và vượt ngưỡng cho phép của Quy chuẩn QCVN 43:2012/BTNMT về chất lượng trầm tích nước lợ (160 ppm).

Cu phân bố khá đều trên diện tích đầm Sam, hàm lượng thay đổi từ 29 ppm đến 63 ppm, xấp xỉ giá trị trung bình của đầm phá Tam Giang - Cầu Hai (66 ppm) (Lê Xuân Tài, 2002) và trị số Clarke (55 ppm) (Clarke, 1889), nhưng cao hơn giá trị hàm lượng trung bình trong trầm tích đầm phá miền Trung (Cu: 19 ppm, Nguyễn Hữu Cừ và cộng sự, 2010). So sánh với QCVN 43:2012/BTNMT về chất lượng trầm tích nước lợ (Cu: 108 ppm), tất cả các mẫu phân tích đều có hàm lượng Cu dưới ngưỡng cho phép.

Zn có hàm lượng 72-159 ppm, trung bình 103 ppm, cao hơn không đáng kể so với giá trị trung bình của hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai (97 ppm, Lê Xuân Tài, 2002) và trầm tích đầm phá miền Trung (93 ppm, Nguyễn Hữu Cừ và cộng sự, 2010). Các giá trị hàm lượng này đều dưới ngưỡng cho phép của Quy chuẩn QCVN 43:2012/BTNMT (271 ppm). Tương tự Cr và Cu, hàm lượng Zn tăng cao hơn ở khu vực mũi Đồng Miếu và phía Nam đầm Sam (xã Phú Mỹ).

Zr phân bố không đều trên diện tích nghiên cứu, hàm lượng tăng cao ở mũi Đồng Miếu, phía Tây (xã Phú An) và phía Nam đầm Sam. Tương tự Cu, hàm lượng Zr cũng tăng - giảm đồng biến với Cr với hàm lượng cao hơn trong các mẫu N566, N588, N589.

Ngoài các nguyên tố trên, hàm lượng As và Pb của các mẫu đều dưới giới hạn dò của thiết bị phân tích (As < 10 ppm, Pb < 20 ppm). Theo kết quả nghiên cứu của Trần Tiến Dũng (2017), hàm lượng As, Pb và Hg ở đầm Sam (As: 3.3 ppm, Pb: 9.5 ppm; Hg: 0.4 ppm) đều thấp hơn so với Quy chuẩn QCVN 43:2012/BTNMT của Bộ Tài nguyên và Môi trường về chất lượng trầm tích nước lợ (As: 41.6 ppm, Pb: 112 ppm; Hg: 0.7 ppm). Điều này cho thấy, ngoài một số vị trí mẫu có hàm lượng Cr cao đột biến, nhìn chung chất lượng trầm tích ở tiểu khu đầm Sam vẫn duy trì ở mức khá tốt. Các mẫu có hàm lượng Cr, Cu, Zn và Zr cao tập trung phần lớn ở phía Tây (xã Phú An) và Tây Nam (xã Phú Mỹ) của đầm (N557, N566, N588, N589 và N596), có lẽ liên quan đến (1) trao đổi nước với hệ thống kênh từ khu dân cư qua cống Sáu Cửa cắt Tỉnh lộ ĐT10 (xã Phú Mỹ), (2) hoạt động của hệ thống nhà hàng ở An Truyền và Đồng Miếu (xã Phú An), và (3) rác thải sinh hoạt ở thôn Định Cư (xã Phú Mỹ).

4.3. pH của trầm tích

Kết quả phân tích pH của trầm tích đầm Sam (Bảng 3) cho thấy chúng biến động không theo quy luật, cả theo diện lẫn chiều sâu. Giá trị pH trong trầm tích cát trung, cát nhỏ và bột của các mẫu phân tích lần lượt đạt 3.35-6.88 (trung bình 5.40), 2.17-7.86 (trung bình 5.29) và 3.95-6.86 (trung bình 5.27), thấp hơn

nhieu so với giá trị pH đo được trong trầm tích tầng mặt phá Tam Giang - Cầu Hai (trung bình 7.29, đầm Thủy Tú: 7.48, đầm Cầu Hai: 6.74, Lê Xuân Tài, 2002) cũng như môi trường biển nông hoặc vụng hồ: biển Phan Thiết - Hồ Tràm 7.5-8.5 (Mai Trọng Nhuận và cộng sự, 2007), vịnh Quy Nhơn 7.5-7.8 (Nguyễn Đình Đán, 2004), nhưng khá tương đồng với môi trường bùn châu thổ bị đầm lầy hóa ở vùng ven biển Ninh Bình 5.0-6.0 (Đặng Thị Vinh, 2014). Thậm chí có một số vị trí giá trị pH chỉ đạt 2.17 (cát nhỏ, N595), 3.34 (cát trung, N160), 3.95 (bột, N600). Đặc điểm này phù hợp với môi trường trầm tích lục địa theo nghiên cứu của Trần Nghi (2010) về tương và môi trường trầm tích lục địa: “Độ pH của môi trường nước sông, hồ và đầm lầy luôn luôn nhỏ hơn 7”. Ngoài ra, theo nghiên cứu của Trương Văn Đán và Vũ Ngọc Út (2015), có sự sai khác lớn về nhu cầu oxy sinh hóa BOD, coliform tổng TC, tổng chất rắn hòa tan TDS giữa khu vực gần bờ và xa bờ ở đầm Sam Chuồn, pH môi trường nước ở đây cũng biến động lớn theo không gian và có giá trị rất thấp: 4.92-6.03, đặc biệt là các điểm ven bờ. Về mặt nhân sinh, các mẫu trầm tích có pH thấp có lẽ liên quan mật thiết đến hoạt động của các ao nuôi thủy hải sản, mặc dù nuôi môi trường tự nhiên, nhưng do được đắp bờ hoặc rào chắn sáo lâu ngày khiến môi trường yếm khí mạnh, trao đổi lưu thông dòng nước kém. Ngoài ra, ảnh hưởng của các loại chất thải từ các hoạt động sinh hoạt của dân cư (đặc biệt là xã Phú Mỹ) cũng là nguyên nhân làm nhiễm bẩn nước và trầm tích khu vực gần bờ.

Bảng 3. Nồng độ pH trong trầm tích tầng mặt khu vực đầm Sam

Cát trung (n=9)	pH	Cát nhỏ (n=11)	pH	Bột (n=7)	pH
Nhỏ nhất	3.34	Nhỏ nhất	2.17	Nhỏ nhất	3.95
Lớn nhất	6.88	Lớn nhất	7.86	Lớn nhất	6.86
Trung bình	5.40	Trung bình	5.29	Trung bình	5.27

Các chỉ tiêu oxy hòa tan DO, nhu cầu oxy sinh hóa BOD, nitrat NO_3^- , phosphat PO_4^{3-} , tổng chất rắn hòa tan TDS và hàm lượng coliform tổng TC của nước đầm Sam (khu vực xã Phú Mỹ) đều nằm trong ngưỡng cho phép so với các quy chuẩn của Bộ Tài nguyên và Môi trường cho thấy chất lượng nước ở đây còn khá tốt và vẫn phù hợp với hoạt động nuôi trồng thủy sản (T.V Đán và Vũ Ngọc Út, 2015).

5. Kết luận

Hàm lượng SiO_2 trong trầm tích khá cao và giảm dần từ cát trung (78.2 %) sang cát nhỏ (75.6 %) và bột (68.5 %). Phân bố của Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO và K_2O trong trầm tích tỉ lệ nghịch với SiO_2 và tỉ lệ thuận với hàm lượng cấp hạt bột - sét. Hàm lượng CaO và Na_2O rất thấp đi cùng với sự nghèo kiệt Fe (3.08-4.77 %) và Mn (0.04-0.07 %) của trầm tích so với vỏ lục địa thể hiện môi trường khử và khả năng trao đổi kém với môi trường biển bên ngoài. Nguồn cung cấp vật liệu chủ yếu cho trầm tích có lẽ là các đá axit hoặc các đá giàu hợp phần aluminosilicat như granit, đá phiến sét... từ lục địa.

Nguyên tố vết tập trung trong trầm tích từ 782 ppm đến 1876 ppm, trung bình 1174 ppm, trong đó các mẫu bột và cát nhỏ có xu hướng tích lũy cao nguyên tố vết hơn các mẫu cát trung. Chất lượng môi trường trầm tích của khu vực nhìn chung còn khá tốt, giá trị trung bình của phần lớn các nguyên tố được phân tích đều biểu hiện không ô nhiễm theo QCVN 43:2012/BTNMT. Các mẫu có hàm lượng tăng cao Cr, Cu, Zn và Zr (mẫu N557, N566 và N589) phân bố ở phía Tây và Tây Nam của đầm Sam liên quan đến các hoạt động nhân sinh (rào chắn sáo, đắp bờ ao nuôi thủy sản, chất thải sinh hoạt).

pH trầm tích thấp và dao động trong khoảng rộng (cát trung: 3.34-6.88, cát nhỏ: 2.17-7.86, bột: 3.95-6.86). Sự có mặt của goitit và pyrit tái sinh đi cùng với sự có mặt của lưu huỳnh phản ánh đặc điểm môi trường khử - yếm khí chiếm ưu thế, đặc trưng cho môi trường trầm tích đầm kiểu cửa sông đã ngừng hoạt động.

Tài liệu tham khảo

Bộ Khoa học và Công nghệ, 2004. *Tiêu chuẩn Việt Nam về Chất lượng nước - lấy mẫu, phần 12: Hướng dẫn lấy mẫu trầm tích đáy ISO 5667-12:1995*. Hà Nội.

Bộ Khoa học và Công nghệ, 2004. *Tiêu chuẩn Việt Nam về Chất lượng nước - lấy mẫu, phần 15: Hướng dẫn bảo quản và xử lý mẫu bùn và trầm tích TCVN 6663-15:2004*. Hà Nội.

Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012. *Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng trầm tích QCVN 43:2012/BTNMT*. Hà Nội.

Clarke F. W., 1889. The relative abundance of the chem. elements. *Phil.Soc.Washingt Bull.* XI, 131-142.

Nguyễn Hữu Cừ, 1996. *Đặc điểm địa chất hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai (Thừa Thiên Huế) trong Holocen và phức hệ Trùng lỗ chứa trong chúng*. Luận án phó tiến sĩ. Hà Nội.

Nguyễn Hữu Cừ (chủ nhiệm), 2010. Báo cáo tổng kết dự án *Đánh giá chất lượng môi trường, lịch sử và xu thế của một số thủy vực quan trọng làm cơ sở quản lý: các đầm phá ven bờ miền Trung Việt Nam và một số hồ có liên quan*. Báo cáo đề tài Nghị định thư. Mã số đề tài: 12EE6. Hải Phòng. 312 trang.

Nguyễn Đình Đán, 2004. *Đặc điểm địa hóa trầm tích và địa hóa trầm tích tầng mặt của đáy vịnh Quy Nhơn*. Luận văn thạc sĩ chuyên ngành Địa chất học, trường Đại học khoa học Huế.

Trương Văn Đán và Vũ Ngọc Út, 2015. Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) trong nghiên cứu hiện trạng hữu cơ và vi sinh nước ở đầm Sam Chuồn thuộc xã Phú Mỹ, huyện Phú Vang, tỉnh Thừa Thiên Huế phục vụ hoạt động nuôi tôm. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế: chuyên san Nông nghiệp và Phát triển nông thôn*, số 104 (5). DOI: <http://dx.doi.org/10.26459/jard.v104i5.2956>.

Võ Văn Đạt, 1978. *Đặc điểm địa hóa trầm tích các đầm phá nam Bình Trị Thiên*. Báo cáo khoa học lưu trữ tại Trường Đại học Khoa học Huế.

Trần Tiến Dũng, 2017. *Đánh giá mức độ ô nhiễm As, Hg và Pb trong trầm tích đầm Sam - chuồn, Huyện Phú Vang, Tỉnh Thừa Thiên Huế*, Luận văn thạc sĩ, trường Đại học Khoa học - Đại học Huế, Huế, 2017.

Ho Huu Hieu, Rudy Swennen, Valerie Cappuyns, elvira Vassilleva, Gerda Neyens, Mustafa Rajabali and Tran Van Tan, 2013. Geogene versus anthropogene origin of trace metals in sediments in Cua Luc estuary and Ha Long bay, Vietnam. *Estuaries and Coasts*. Vol.36 : 203-219.

Trần Đình Lân và cộng sự, 1996. *Đặc điểm môi trường trầm tích hiện đại đầm phá Tam Giang - Cầu Hai. Tài nguyên và môi trường biển, tập 3*. NXB Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội.

Trần Nghi, 2010. *Trầm tích luận trong địa chất biển và dầu khí*. NXB ĐHQG Hà Nội. HNội. 328 trang.

Mai Trọng Nhuận, 2001. *Địa hóa môi trường*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội. 340 trang.

Lê Xuân Tài, 2002. *Đặc điểm địa hóa trầm tích và môi trường nước của hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai, Thừa Thiên Huế*. Luận án tiến sĩ chuyên ngành Địa chất. Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội. Hà Nội. 143 trang.

Taylor SR. and Mc Lennan SM., 1995. *The continental crust : Its composition and evolution*. Geochemical Earth Reference Model. <http://erda.sdsc.edu/bgfiles/aaaa/aaaa0000005tab03.jpg>

Nguyễn Thanh, Lê Văn Thăng, Hà Ngọc Khanh, Nguyễn Khoa Lạnh, Trương Văn Lối, Bùi Văn Nghĩa, Mai Văn Phô, Võ Văn Phú, Lê Đình Phúc, Lê Xuân Tài, Trần Đức Thạnh, Hoàng Đức Triêm, Nguyễn Việt, 2005. *Địa chí Thừa Thiên Huế, phần Tự nhiên*. NXB Khoa học xã hội. Hà Nội.

Trần Đức Thạnh, Trần Đình Lân, Nguyễn Hữu Cừ, Đình Văn Huy, 2010. *Tiến hóa và động lực hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai*. NXB Khoa học tự nhiên và công nghệ. Hà Nội. 225 trang.

Nguyễn Thị Thủy, Hồ Thanh Trung, Lê Duy Đạt, Nguyễn Thị Lệ Huyền, Hồ Trung Thành, Hoàng Ngô Tự Do, 2018. *Đặc điểm trầm tích và địa hóa trầm tích tầng mặt khu vực đầm Sam, huyện Phú Vang, tỉnh Thừa Thiên Huế*. Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Đại học Huế. Trường ĐHQG Khoa học Huế.

Nguyễn Văn Trang (chủ biên), 1995. *Bản đồ địa chất khoáng sản Việt Nam, nhóm tờ Hương Hóa - Huế - Đà Nẵng*, Cục Địa chất và Khoáng sản. Hà Nội.

Đặng Thị Vinh, 2014. *Các thành tạo trầm tích tầng mặt và mối liên quan với địa hoá môi trường trên địa bàn tỉnh Ninh Bình*. Luận án Tiến sĩ Địa chất. Trường Đại học Mở - Địa chất. Hà Nội.

ABSTRACT

Geochemical characteristics of the Sam lagoon surficial sediments, Phu Vang, Thua Thien Hue

Nguyen Thi Thuy¹, Le Duy Dat¹, Nguyen Thi Le Huyen¹, Ho Trung Thanh¹,
Ho Thanh Trung² Nguyen Thi Hong Nu³

¹Hue University of Sciences, Hue University; ²Danang Architecture University; ³Dong A University

The Sam lagoon is located in the middle part of the Tam Giang - Cau Hai lagoon system (Thua Thien Hue), characterized by a elongated concave-shape towards the shore. Geochemical analysis including pH, major and trace elements the lagoon surficial sediments has revealed that SiO₂ contents are relatively high, uncorrelated with Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO và K₂O contents, and gradually decrease from medium sand (78.2 %) to fine sand (75.6 %) and silt (68.5 %). Concentrations of CaO (%), Na₂O (%), MnO (%) and total Fe (%) are all together low compared with those of continental crust, accompanying with a noticeable accumulation of sulfur (0.78-1.21 %) and very acidic pH values (5.27-5.40) manifesting a reducing atmosphere - anaerobic condition, low exchange ability of the lagoon with open sea, and a depositional regime of stop-working river mouth (sub-type of delta river mouth - lagoon). Trace element concentrations are negligible, varying from 782 ppm to 1876 ppm, 1174 ppm in average, and tend to accumulate in fine-grained sediments. The Sam lagoon sediments is generally unpolluted by analyzed heavy metals (Ba, Cu, Cr, Zn, Zr, Sr, Y, As, Pb, Hg...) since their concentrations are less than those proposed by QCVN 43:2012/BTNMT, excepting a few sites with suddenly high accumulations of Cr, Cu, Zn and Zr (samples N557, N566 and N589), which are located in the west and southwest of the lagoon.

Keywords: Sam lagoon, geochemical, surficial sediment.

Các yếu tố khống chế quặng liti khu vực La Vi vùng Đức Phổ - Sa Huỳnh

Dương Ngọc Tinh^{1,*}, Nguyễn Quang Luật², Đỗ Văn Nhuận²

¹ Liên đoàn Địa chất Trung Trung Bộ

² Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Quá trình hình thành, phát triển và phân bố quặng hoá được khống chế chặt chẽ bởi các yếu tố địa chất. Bởi vậy, để xác lập các căn cứ khoa học cho việc dự báo và tìm kiếm các mỏ khoáng đạt hiệu quả cao; đặc biệt là các mỏ nguồn gốc nội sinh cần thiết phải nghiên cứu làm sáng tỏ bản chất, vai trò của các yếu tố địa chất liên quan và khống chế quá trình thành tạo và tích tụ quặng trong vùng nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu cho thấy quặng Li khu vực La Vi vùng Đức Phổ - Sa Huỳnh được khống chế bởi các yếu tố địa chất sau: Yếu tố magma: magma xâm nhập phức hệ Sa Huỳnh có vai trò là nguồn gốc cung cấp vật chất, đồng thời là yếu tố cung cấp năng lượng cho quá trình tạo khoáng, gây ra các quá trình biến chất trao đổi đá vây quanh. Yếu tố cấu trúc kiến tạo: hệ thống đứt gãy phương tây bắc - đông nam khống chế toàn bộ quặng hoá Li vùng Đức Phổ - Sa Huỳnh. Các đứt gãy và cấu trúc sinh kèm đóng vai trò là đường dẫn, đồng thời là nơi chứa, định vị các thân quặng. Yếu tố biến chất trao đổi: liên quan trực tiếp đến quặng hoá Li là các quá trình biến chất trao đổi kiềm (microclin hoá, albit hoá) và bị greisen hoá chồng lên. Yếu tố thạch học - địa tầng: tổ hợp đá phiến kết tinh phức hệ Kan Nack là môi trường chứa các thân pegmatit chứa Li. Các tiền đề tìm kiếm quặng liti: magma xâm nhập granit kiểu S; cấu trúc địa chất như các vị trí vòm magma tiếp xúc với các đá biến chất; biến chất trao đổi kiềm và greisen hoá. Các dấu hiệu tìm kiếm: các trường pegmatit; các đới đá biến đổi; các vành phân tán trọng sa casiterit, tantalit, elbait...; các vành phân tán địa hoá Be, Sn, Nb-Ta, Rb, Cs, Li

Từ khóa: quặng Li; granitoid phức hệ Sa Huỳnh; biến chất trao đổi

1. Đặt vấn đề

Đới khoáng hoá chứa kim loại hiếm liti khu vực La Vi vùng Đức Phổ - Sa Huỳnh nằm ở rìa phía đông Địa khối Kon Tum. Các thân quặng bao gồm các đai mạch pegmatoid bị biến đổi anbit hoá, greisen hóa phân bố gần nơi tiếp xúc giữa các đá granitoid phức hệ Sa Huỳnh và các đá biến chất phức hệ Kan Nack.

Đây là kiểu khoáng hoá pegmatit liti khá điển hình, chứa nhiều khoáng sản quý hiếm có giá trị cao, trong đó đặc biệt là Li, Sn đạt giá trị công nghiệp, đi kèm còn có Ta, Nb, Rb, Cs, Be...

Việc nghiên cứu, làm sáng tỏ các yếu tố khống chế quặng liti trong vùng; từ đó xác định tiền đề, dấu hiệu tìm kiếm có ý nghĩa rất lớn trong việc điều tra, đánh giá kim loại hiếm liti trong đới Kon Tum nói riêng và Việt Nam nói chung.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đặc điểm địa hóa, khoáng vật học của liti (Li)

Liti được nhà hóa học Johan August Arfwedson người Thụy Điển tìm ra lần đầu tiên vào năm 1817. Liti được xếp vào nhóm I trong bảng hệ thống tuần hoàn là một kim loại kiềm, theo phân loại địa hóa liti được xếp vào nhóm litophil (nguyên tố ưa đá). Liti phát hiện được trong hơn 150 khoáng vật, nhưng những khoáng vật thực sự của Li thì chỉ có khoảng 30, trong đó phổ biến nhất là 3 khoáng vật chính spodumen, lepidolit và zinwaldit.

2.2. Các kiểu mỏ liti

Các kiểu mỏ nguồn gốc liti bao gồm mỏ pegmatit granit kiểu Na - Li; mỏ nhiệt dịch khí thành; mỏ muối trầm tích; mỏ sét hectorit (Donald E. Garrett, 2004).

2.3. Các phương pháp nghiên cứu và số liệu

2.3.1. Các phương pháp nghiên cứu ngoài thực địa

* Tác giả liên hệ

Email: ngoctinhdc@gmail.com

a- Tiến hành một số hành trình khảo sát các mặt cắt tiêu biểu nhằm xác định mối quan hệ về không gian phân bố giữa các thân quặng với các thực thể địa chất vây quanh khống chế sự thành tạo của chúng.

b- Nghiên cứu đặc điểm cấu trúc, kiến tạo: đặc điểm uốn nếp, biến dạng, khe nứt, gãy đới dập vỡ khống chế quặng hoá. Nghiên cứu đặc điểm hình thái, cấu trúc, của các thân quặng.

c- Lấy mẫu các loại một cách hệ thống phục vụ cho các nội dung nghiên cứu.

2.3.2. Các phương pháp nghiên cứu trong phòng

a- Phương pháp tổng hợp, hệ thống hóa các tài liệu liên quan:

- Tổng hợp các tài liệu nghiên cứu kim loại hiếm liti trên thế giới và ở Việt Nam.

- Tổng hợp các tài liệu nghiên cứu về địa chất - khoáng sản trong vùng nghiên cứu, trong đó có 3 công trình chính là Đo vẽ bản đồ ĐCKS tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Ba Tư (Dương Văn Cầu, 2004); Đánh giá thiếc và kim loại hiếm (Ta, Li, Be) vùng La Vi Quảng Ngãi (Phạm Văn Thông, 2009); Đề tài KHCN cấp Bộ TNMT.03.52 (Dương Ngọc Tình, 2017).

- Xử lý, minh giải các kết quả phân tích mẫu.

b- Các phương pháp phân tích:

* Phương pháp phân tích lát mỏng thạch học: Xác định thành phần khoáng vật, đặc điểm cấu tạo, kiến trúc của quặng liti và các loại đá magma, biến chất trong vùng; Đặc biệt với kết quả phân tích lát mỏng kết hợp với kết quả khảo sát thực địa và hỗ trợ của các phương pháp phân tích khác đã xác định được và phân chia các kiểu biến chất trao đổi metasomatit.

* Phương pháp phân tích khoáng tương: Nghiên cứu thành phần khoáng vật, cấu tạo, kiến trúc quặng, tổ hợp cộng sinh khoáng vật, thứ tự sinh thành khoáng vật, phục vụ phân chia thời kỳ và giai đoạn tạo khoáng.

* Phương pháp phân tích bao thể: Nghiên cứu nhiệt độ đồng hóa bao thể khí - lỏng, xác định nhiệt độ thành tạo khoáng phục vụ nội dung nghiên cứu điều kiện hóa lý thành tạo và hỗ trợ phân chia các giai đoạn tạo khoáng.

* Phương pháp phân tích microsonde: Xác định thành phần hóa học của các khoáng vật quặng và các tạp chất, nguyên tố phân tán trong quặng. Đặc biệt với phương pháp này đã xác định được nguyên tố hiếm Rb có hàm lượng cao trong quặng liti mà các phân tích trước đây chưa chỉ ra.

* Phương pháp phân tích QPHTNT: Nghiên cứu thành phần nguyên tố chính và các nguyên tố quý hiếm có giá trị đi kèm.

* Phương pháp quang phổ plasma ICP-MS nghiên cứu thành phần các nguyên tố hiếm, phân tán cho quặng hóa liti và các đới biến đổi vây quanh quặng.

* Phương pháp phân tích đồng vị bền: Phân tích đồng vị δO^{18} & δD trong thạch anh của pegmatit chứa lepidolit phục vụ xác định nguồn dung dịch (fluid) tạo quặng.

* Phương pháp phân tích tuổi đồng vị:

- Phân tích tuổi quặng liti bằng phương pháp Rb/Sr đá tổng. Các bộ mẫu quặng liti được phân tích tại Khoa Địa chất và Vật lý, Đại học Ryukyuu, Okinawa, Nhật Bản, sử dụng máy khối phổ đa hệ Neptune Plus MC-ICP-MS (Thermo Scientific). Sai số các tỉ số $^{87}Sr/^{86}Sr$ là $\pm 0,00001$. Biểu đồ tương quan $^{87}Rb/^{86}Sr$ và $^{87}Sr/^{86}Sr$ cho kết quả tuổi của bộ mẫu quặng liti là $264 \pm 3,6$ triệu năm.

- Phân tích tuổi tuyệt đối đá granitoid phức hệ Sa Huỳnh bằng phương pháp đồng vị U-Pb trong zircon. Mẫu được gia công, phân tích tại Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Địa chất và các Quá trình tạo khoáng - Đại học Khoa học Địa chất Trung Quốc (Bắc Kinh). Kết quả phân tích và tính toán tuổi tuyệt đối cho giá trị tuổi là $259,4 \pm 7,9$ (mẫu SH3) và $251,6 \pm 3$ mẫu (SH4) triệu năm.

c- Phương pháp chuyên gia

Phương pháp chuyên gia được thực hiện thông qua các buổi hội thảo, trao đổi nhóm với các chuyên gia trong lĩnh vực nghiên cứu chuyên sâu, liên quan đến lĩnh vực nghiên cứu. Các vấn đề chính như đặc điểm thành phần vật chất quặng; điều kiện hoá- lý thành tạo; các quá trình biến chất trao đổi; kiểu mỏ, kiểu quặng; các yếu tố khống chế; các phương pháp nghiên cứu, luận giải.

3. Các yếu tố không chế quặng hóa

Khu vực nghiên cứu được cấu thành chủ yếu bởi các thành tạo biến chất phức hệ Kan Nack (A-PPkn), đá xâm nhập granitoid phức hệ Sa Huỳnh (γP_3-T_1 sh), phủ lên trên là các thành tạo bazan và các trầm tích phun trào tuổi Neogen - Đệ tứ (Hình 1).

Các thân quặng là các mạch pegmatoid phân bố trong đá phiến kết tinh thuộc phức hệ Kan Nack, gần ranh giới tiếp xúc với các thành tạo granitoid phức hệ Sa Huỳnh. Kích thước dài từ 200 - 600m, chiều dày từ 0,6 m đến 11,5 m, chiều dày trung bình các thân quặng từ 0,6-4,8m. Phương kéo dài chung của các thân quặng chủ yếu là tây bắc - đông nam và cắm chủ yếu về tây nam với góc dốc từ $40-75^{\circ}$, có khi cắm thẳng đứng hoặc bị uốn đảo ngược.

Khu vực nghiên cứu trải qua nhiều giai đoạn hoạt động magma, kiến tạo, sinh khoáng; các thành tạo địa chất bị biến chất trao đổi mạnh mẽ, phức tạp do quá trình hoạt động qua nhiều giai đoạn chồng lên nhau trong cùng một cấu trúc không chế quặng. Kết quả nghiên cứu cho thấy có ít nhất 3 quá trình biến chất trao đổi xảy ra trong 3 giai đoạn: kiềm hóa (anbit hoá, microlin hoá), greisen hóa và biến đổi nhiệt dịch nhiệt độ trung bình đến thấp (sericit hoá, thạch anh hoá, chlorit hoá).

Các kết quả nghiên cứu chỉ rõ quặng Li khu vực La Vi, vùng Đức Phổ - Sa Huỳnh được không chế bởi các yếu tố địa chất sau:

3.1. Yếu tố magma - Phức hệ Sa Huỳnh

Yếu tố magma là yếu tố quyết định sự hình thành quặng hoá nội sinh, có vai trò là nguồn cung cấp vật chất cho quá trình tạo khoáng. Kết quả nghiên cứu đã xác lập được mối quan hệ chặt chẽ về không gian, thời gian và nguồn gốc giữa quặng hoá với các thể xâm nhập granitoid phức hệ Sa Huỳnh thông qua các yếu tố sau:

Sự gắn bó chặt chẽ về mặt không gian: Các thân quặng lixi gắn bó chặt chẽ về mặt không gian với các đá xâm nhập phức hệ Sa Huỳnh. Chúng phân bố trong đá phiến kết tinh thuộc phức hệ Kan Nack (A-PPkn), gần ranh giới tiếp xúc (tại đới ngoại tiếp xúc giữa) giữa các thành tạo granitoid phức hệ Sa Huỳnh (γP_3-T_1 sh) với các đá biến chất trên, tại đây có đới biến đổi albit hoá, greisen hóa phát triển mạnh mẽ.

Về thời gian thành tạo: Các kết quả nghiên cứu cho thấy tuổi thành tạo quặng lixi và đá granitoid phức hệ Sa Huỳnh là tương đương nhau, cùng tuổi thành tạo vào Permi muộn đến Trias sớm (P_3-T_1). Tuổi khoáng hoá kim loại hiếm lixi vùng Đức Phổ - Sa Huỳnh được phân tích bằng phương pháp Rb/Sr đá tổng cho kết quả là $264 \pm 3,6$ triệu năm. Tuổi đồng vị đá granitoid phức hệ Sa Huỳnh được phân tích bằng phương pháp đồng vị U-Pb trong zircon. Kết quả phân tích và tính toán tuổi đồng vị cho giá trị tuổi là $259,4 \pm 7,9$ triệu năm (mẫu SH3) và $251,6 \pm 3$ triệu năm (mẫu SH4), tương ứng với Permi muộn đến Trias sớm (P_3-T_1).

Về mối quan hệ nguồn gốc: Qua kết quả nghiên cứu cho thấy nguồn vật chất tạo quặng được các đá magma mẹ cung cấp và chúng liên quan chặt chẽ với nhau qua các biểu hiện như:

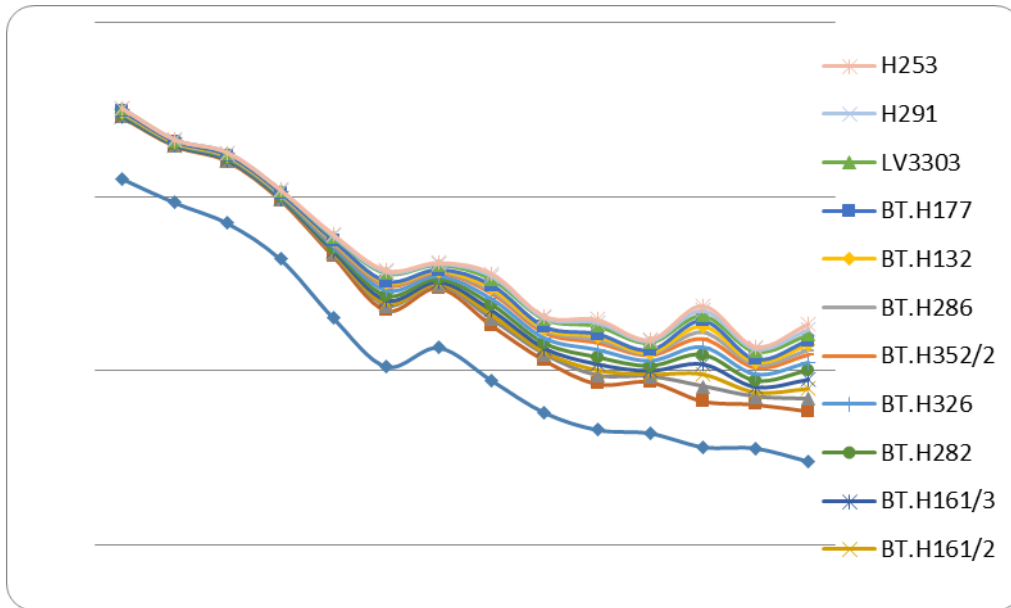
Thành phần khoáng vật phụ đặc trưng của đá và quặng có sự tương đồng: ilmenit, granat, monazit, tantalit-columbit, casiterit.

Đặc điểm thạch địa hoá: Các thành tạo granitoid phức hệ Sa Huỳnh có đặc điểm địa hóa gần gũi với granit chứa thiếc, kim loại hiếm. Có thành phần khoáng vật phụ đặc trưng của kiểu S-granit (ilmenit, granat, monazit). Thuộc kiểu S-granit, bão hoà nhôm, thành tạo trong bối cảnh va húc đồng kiến tạo, có mức độ tiến hoá mạnh chuyển sang phân đoạn. Các nguyên tố có hàm lượng lớn hơn trị số clark là: Sn, Li, Ta, Th, Rb, Hf, B, W, Mo, Zn, Pb.

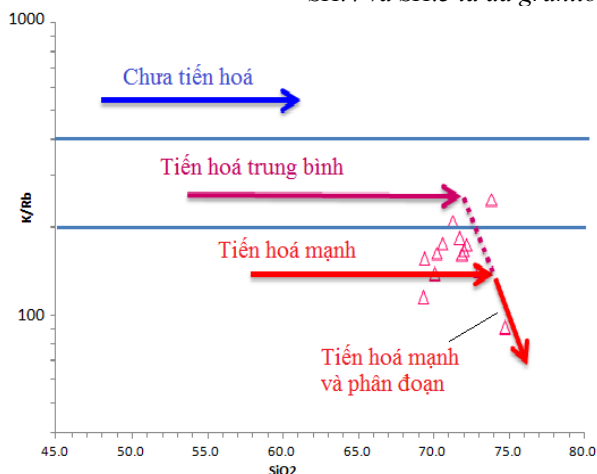
- Trên biểu đồ biến thiên các nguyên tố vết chuẩn với Chondrit cho thấy các nguyên tố đất hiếm trong quặng lixi biến thiên gần giống với các mẫu granit pha 2 của phức hệ Sa Huỳnh.

- Tiềm năng sinh khoáng: Đặc điểm địa hóa từ pha 1 tới pha đá mạch và các đá biến đổi greisen hóa, Clark tập trung của các nguyên tố Sn, Li, Be, Ta tăng mạnh. Clark tập trung của Sn trong pha 1 là 0,21, pha 2: 1,38, pha đá mạch (aplit, pegmatit): 9,95, trong các đá biến đổi greisen hóa: 48,19. Clark tập trung của Li trong các pha tương ứng là 1,04, 7,34, 10,14, 9,02, của Be: 0,08, 0,96, 2,29, 4,37; của Ta: 0,95, 1,23.

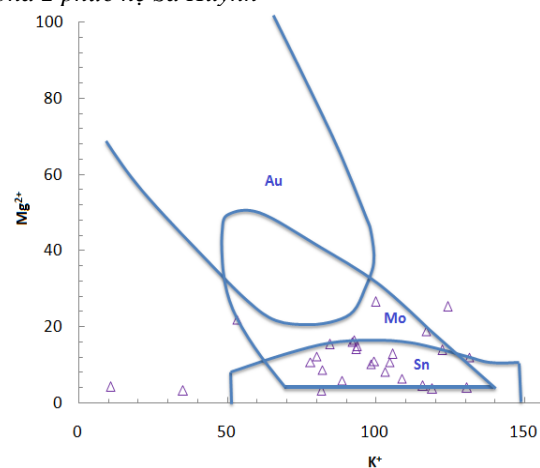
Chuyên hoá sinh khoáng: Trên các biểu đồ tương quan $K^+ - Na^+$, $Mg^{2+} - K^+$ và $Mg^{2+} - Na^+$ phân loại chuyên hoá sinh khoáng các đá magma granit thì các mẫu chủ yếu rơi vào trường Mo-Sn (hình 4).



Hình 2. Biểu đồ biến thiên các nguyên tố vết trong các quặng اللي và đá granitoid phức hệ Sa Huỳnh chuẩn với Chondrit (Taylor và McLennan, 1985)
Ghi chú: Các mẫu từ H253 đến BT.H131/2 là quặng اللي; SH.4 và SH.3 là đá granitoid pha 2 phức hệ Sa Huỳnh



Hình 3. Biểu đồ tương quan K/Rb-SiO₂ phản ánh mức độ tiến hoá của magma granitoid phức hệ Sa Huỳnh (theo P.L. Blevin 2004)



Hình 4. Biểu đồ phân loại chuyên hoá sinh khoáng đá magma granitoid phức hệ Sa Huỳnh (theo Sattran, 1977)

Kết quả phân tích đồng vị bền $\delta^{18}\text{O}$ & δD cho thấy dung dịch tạo khoáng có nguồn gốc magma nguyên sinh nhưng đã bị hỗn nhiễm do các hoạt động kiến tạo, các hoạt động biến chất trao đổi xảy ra mạnh mẽ trong vùng nghiên cứu (hình 5).

3.2. Yếu tố cấu trúc - kiến tạo

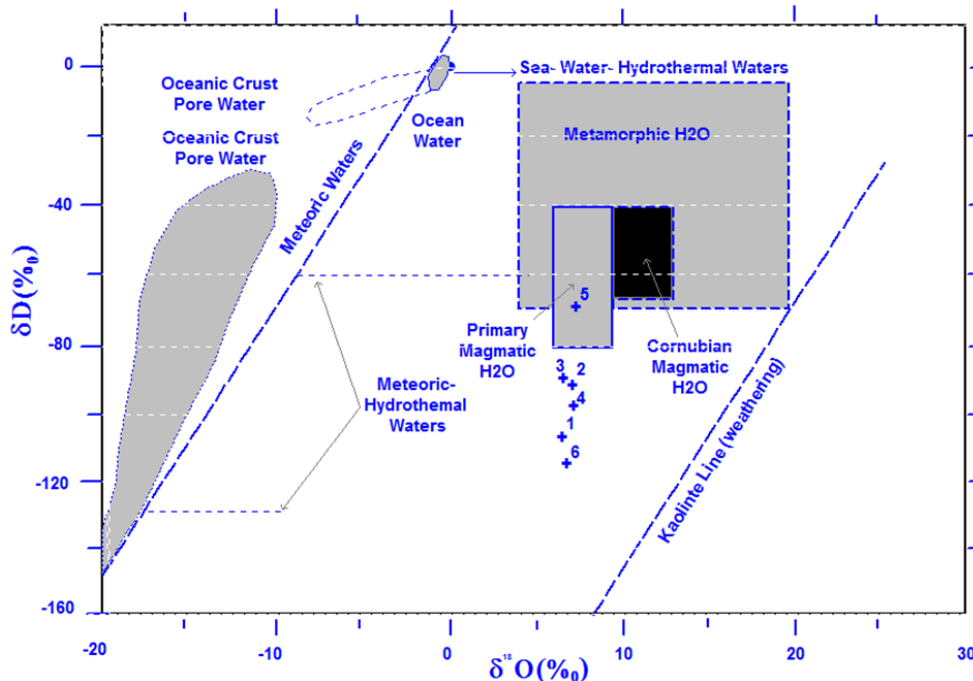
Yếu tố cấu trúc - kiến tạo đóng vai trò là đường dẫn và là nơi tích tụ vật chất tạo quặng, có ý nghĩa quyết định sự tập trung và phân bố quặng.

- **Đứt gãy:** trong vùng nghiên cứu các đứt gãy triển theo 4 hệ thống chính: phương đông bắc - tây nam; tây bắc - đông nam; kinh tuyến - á kinh tuyến; vĩ tuyến - á vĩ tuyến. Trong đó, hệ thống đứt gãy phương tây bắc - đông nam đóng vai trò định vị các thân pegmatoid chứa Li, Sn. Hệ đứt gãy đóng vai trò chi phối và khống chế các mạch khoáng hóa Li, Sn cắm chủ yếu về phía tây nam ở khu vực Đồng Dăm - La Vi. Chúng là những hệ khe nứt cắt sinh kèm có trước giai đoạn tạo khoáng và là hệ khe nứt tách sinh kèm trong pha hoạt động thuận của hệ đứt gãy Ba Trang - Núi Chúa vào giai đoạn tạo khoáng Li, Sn.

- **Khe nứt:** Các hệ mạch khoáng hóa chứa thiếc là những kiến trúc tách phương tây bắc - đông nam, rộng từ vài centimet đến hàng mét, cắm chủ yếu về phía tây nam với góc dốc phổ biến 50° . Chúng là các hệ khe nứt tách sinh kèm (cắm ngược hướng với hệ đứt gãy chính) của hệ đứt gãy Ba Trang-Núi Chúa,

điều đó chỉ ra thời kỳ tập trung khoáng hóa thiếc - kim loại hiếm là căng giãn cục bộ liên quan đến động học nâng vòm gây ra bởi lực đẩy từ dưới lên có thể là các khối magma chứa khoáng hóa Li, Sn (?).

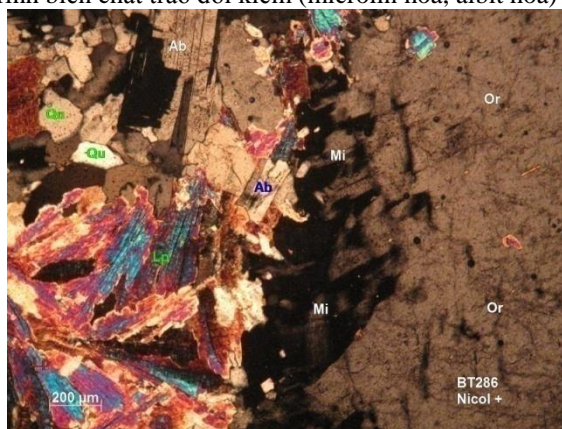
- *Uốn nếp*: Chúng có vai trò làm phức tạp hóa bình đồ cấu trúc khu vực nghiên cứu. Đặc trưng cơ bản nhất của các kiến trúc nếp uốn trong khu vực là kiểu uốn nếp sâu (ví uốn nếp kiểu migmatit dạng chảy dẻo) hình thành trong điều kiện áp suất cao.



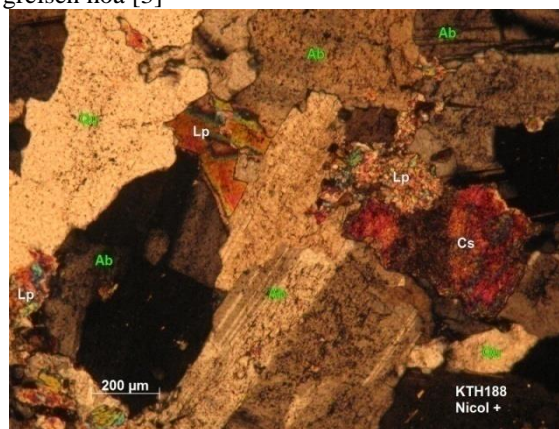
Hình 5. Biểu đồ thực nghiệm xác định nguồn gốc nước trong dung dịch tạo khoáng kim loại hiếm liti theo đồng vị $\delta^{18}O$ - δD vùng Đức Phổ - Sa Huỳnh theo Sheppard (1986)

3.3. Yếu tố biến chất trao đổi

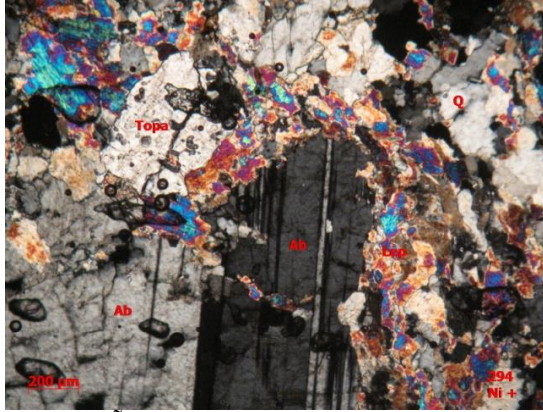
Vùng nghiên cứu trải qua nhiều giai đoạn hoạt động magma, kiến tạo, sinh khoáng nên các thành tạo địa chất bị biến chất trao đổi mạnh mẽ, phức tạp nhiều giai đoạn chồng lên nhau trong cùng một cấu trúc không chế quặng. Kết quả nghiên cứu cho thấy có ít nhất là 3 quá trình biến chất trao đổi xảy ra trong 3 giai đoạn: kiềm hóa (albit hoá, microlin hoá), greisen hóa và biến đổi nhiệt dịch nhiệt độ trung bình đến thấp (sericit hoá, thạch anh hoá, chlorit hoá). Trong đó, liên quan trực tiếp đến quặng hoá liti là các quá trình biến chất trao đổi kiềm (microlin hoá, albit hoá) và greisen hoá [3]



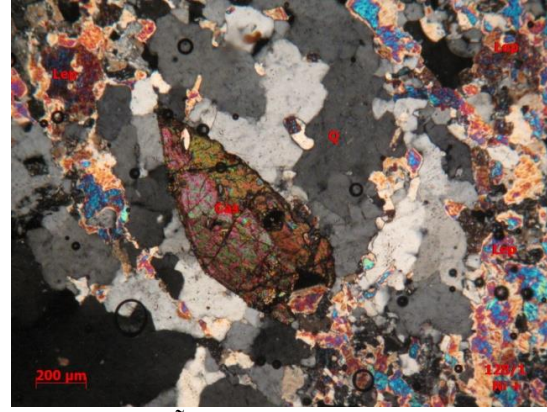
Hình 6. Mẫu H286 pegmatit bị microclin hóa, albit hóa, greisen hóa. Microlin (Mi) thay thế orthoclas (Or) và bị albit (Ab), tập hợp lepidolit (Lp) + thạch anh (Qu) thay thế.



Hình 7. Mẫu H188 albit hoá có thành phần albit (Ab) + thạch anh (Qu) + lepidolit (Lp) + casiterit (Cs).



Hình 8. Mẫu LmH294 albitit bị greisen hóa. Albit bị tập hợp thạch anh (Q) + lepidolit (Lp) + topaz (Topa) thay thế.



Hình 9- Mẫu H128 greisen thạch anh (Q) - lepidolit (Lep) - casiterit (Cas).

3.4. Yếu tố thạch học - địa tầng

Các đai mạch pegmatoid chứa اللي trong vùng gập chủ yếu trong tổ hợp đá phiến kết tinh xen đá hoa, quartzit (f-h/A-PPkn) xen lẫn tổ hợp gabroamphibolit phân bố trong đới tiếp xúc với các đá magma granitoid phức hệ Sa Huỳnh.

4. Tiền đề, dấu hiệu tìm kiếm dự báo

4.1. Tiền đề tìm kiếm

- Tiền đề magma xâm nhập

Qua nghiên cứu trong vùng Đức Phở - Sa Huỳnh cho thấy các thành tạo magma granitoid phức hệ Sa Huỳnh có mối liên quan chặt chẽ với các thành tạo pegmatoid chứa اللي trong vùng. Các magma này thuộc kiểu S-granit, bão hoà nhôm; hình thành trong bối cảnh va chạm đồng kiến tạo; mức độ tiến hoá mạnh đến phân đoạn. Tiềm năng sinh khoáng là Li, Sn, Be, Ta, Mo [1, 2].

- Tiền đề cấu trúc, kiến tạo

Các cấu trúc địa chất như các vị trí vòm magma, tiếp xúc với các đá biến chất, phát triển các cấu trúc uốn nếp, phân phiến, khe nứt tách tạo ra các không gian trống thuận lợi cho việc hình thành quặng.

- Tiền đề biến chất trao đổi

Albit hoá là kiểu biến chất trao đổi đặc trưng của khoáng vật chứa natri, liên quan đến sự thay thế các khoáng vật magma nguyên sinh. Sự phát triển của đá giàu albit thường liên quan đến khoáng hóa kim loại hiếm (Nb, Ta, Sn, W, Li, Be). Sự làm giàu Na-đi kèm với sự tập trung của Fe, U, Th, Zr, Nb, Sn, Zn và HREE [6].

Biến chất trao đổi microlin hóa liên quan đến K thay thế cho Na và thường được thể hiện bằng việc thay thế plagiocla albit bởi microclin và orthoclas. Trong biến chất trao đổi K Rb, Li, Zn được làm giàu và Na cạn kiệt [6].

Liên quan với greisen hoá là các tích tụ công nghiệp của Sn, W, Mo, Be, Li, Bi. Khoáng hóa Ta-Nb, Zr, TR trong greisen chủ yếu liên quan với quá trình albit hóa sớm hơn. Các khoáng vật đặc trưng nhất là: casiterit, molipđenit, wolframit, sheelit, bismutin, berill, bertrandit, fenakit, taffeit, crizoberill, evclaz [11].

- Tiền đề thạch học - địa tầng

Pegmatit chứa اللي xâm nhập vào trong đá trầm tích, biến chất và xâm nhập nhưng chủ yếu trong đá biến chất, mức độ biến chất tương amphibolit áp suất thấp hoặc trên tương đá phiến lục (Černý, 1992) [8], theo A. Ginsburg (1961) thì mức độ biến chất của trầm tích trong mọi trường hợp đều đạt tới phụ tương antofilit-cordierit của tương amphibolit. Trong khu vực nghiên cứu, các thân pegmatit chứa اللي xâm nhập trong đá phiến thạch anh mica có cordierit, granat.

4.2. Dấu hiệu tìm kiếm

Các trường pegmatit: các pegmatit chứa اللي trong khu vực nghiên cứu nằm trong trường pegmatit kéo dài theo phương tây bắc đông nam bị khống chế bởi hệ đứt gãy cùng phương.

Các đới tầng lẩn: Các đới tầng lẩn chứa اللي, thiếc là những dấu hiệu trực tiếp liên quan đến quặng gốc.

Các đới đá biến đổi: Các đá biến đổi albit hoá, microlin hoá, greisen hóa chúng thường phân bố ở phần vòm khối xâm nhập granitoid, ở rìa các mạch pegmatit và ở các mạch nhiệt dịch.

Các vành phân tán trọng sa: Tổ hợp vành phân tán trọng sa của các khoáng vật casiterit, tantalit, elbait, spesartin, monazit.

Các vành phân tán địa hóa thứ sinh: Tổ hợp vành phân tán của các nguyên tố As, Be, Sn có thể tạo thành khoảng cách xa 10-20km; Nb-Ta không 1-5km; trong khi đó Li, Rb, Cs có xu hướng linh động cao có thể phát hiện trong các trầm tích dòng giàu sét (Li, Rb, Cs được hấp thụ trong sét) [8].

Với những tiền đề dấu hiệu tìm kiếm dự báo nêu trên, trên lãnh thổ Việt Nam nhiều vùng có tiền đề, dấu hiệu và cấu trúc thuận lợi rất có tiềm năng phát hiện pegmatit chứa Li. Một số vùng cụ thể như vùng Pia Oắc, Cao Bằng (Nguyễn Đắc Đồng, 1990) đã xác định được các thân quặng اللي, beryli nằm trong đới quặng chứa uran, fluorit liên quan đến khối magma phức hệ Pia Oắc; Nguy Tuyết Nhung (2016) đã phát hiện một số thân chứa đá quý turmalin các màu, feldpat màu lục, thạch anh ám khói và lepidolit màu tím trong vùng Lục Yên, Yên Bái, dựa trên các kết quả phân tích các tác giả đã xếp pegmatit ở đây vào họ pegmatit LCT (pegmatit giàu Li, Cs và Ta); trong công trình nghiên cứu Li đới Kon Tum (Đề tài KHCN mã số TNMT.03.52) cũng đã chỉ ra các vùng có triển vọng phát hiện quặng Li đó là Ba Tơ, Kan Nack, Nam Chư Sing thuộc đới Kon Tum.

Kết luận

Các kết quả nghiên cứu cho thấy quặng Liti trong khu vực La Vi, vùng Đức Phỏ - Sa Huỳnh có mối liên quan chặt chẽ với các đá magma xâm nhập granitoid phức hệ Sa Huỳnh (γP_3-T_1sh). Các đá này thuộc kiểu S-granit, bão hoà nhôm; hình thành trong bối cảnh va chạm đồng kiến tạo; mức độ tiến hoá mạnh đến phân đoạn; tiềm năng sinh khoáng là Li, Sn, Be, Ta, Mo. Các thân quặng phân bố tại vòm magma, tiếp xúc với các đá biến chất, phát triển các cấu trúc uốn nếp, phân phiến, khe nứt tách ra các không gian trống thuận lợi cho việc hình thành quặng. Các hiện tượng biến chất trao đổi liên quan quặng hoá là albit hoá, microlin hoá và greisen hoá. Trong đới Kon Tum nói riêng và Việt Nam nói chung, nhiều vùng có tiền đề, dấu hiệu và rất có tiềm năng phát hiện kiểu mỏ công nghiệp này, cần đầu tư nghiên cứu điều tra đánh giá, nhất là tại những vùng có cấu trúc địa chất thuận lợi cho tạo quặng, trong đó một số khu vực như: khu vực Lục Yên, Yên Bái; Pia Oắc, Cao Bằng; đới Phú Hoạt, Nghệ An; các vùng Ba Tơ, Kan Nack, Nam Chư Sing thuộc đới Kon Tum.

Tài liệu tham khảo

- Dương Văn Cầu chủ biên, 2004. *Địa chất và khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Ba Tơ*; Bđ.280.
- Dương Ngọc Tinh, 2017. Báo cáo kết quả “Nghiên cứu quy luật phân bố quặng hóa kim loại hiếm Liti trong đới Kon Tum, định hướng cho công tác điều tra, phát hiện quặng kim loại hiếm”. Đề tài KHCN mã số TNMT.03.52.
- Dương Ngọc Tinh, Đỗ Văn Nhuận, 2016. Metasomatism related to lithium mineralization in Duc Pho - Sa Huynh area. ESASGD 2016. International Conference on Geology and Geo-resources (GAG).
- Phạm Văn Thông (chủ biên), 2009. Báo cáo Đánh giá triển vọng quặng thiếc và kim loại hiếm (Ta, Li, Be) vùng La Vi, tỉnh Quảng Ngãi; Tc.85.
- Tổng cục địa chất (1981). Những đòi hỏi của công nghiệp về chất lượng nguyên liệu khoáng Liti, Phụ trương tập san “địa chất” xuất bản năm 1981.
- Franco Pirajno, 2009. Hydrothermal Processes and Mineral Systems. Springer. Geological Survey of Western Australia.
- Donald E. Garrett, 2004. Handbook of Lithium and natural Calcium Chloride; Academic Press.
- Dwight Bradley and Andrew McCauley, 2013. A Preliminary Deposit Model for Lithium-Cesium-Tantalum (LCT) Pegmatit; U.S. Geological Survey.
- Phillip Blevin. Metalogeny of Granitic Rocks; © Geoscience Australia.
- Robert L. Linnen, Marieke Van Lichtenvelde, and Petr Černý, 2012. Granitic Pegmatit as Sources of Strategic Metals.
- Е.В. Плющев, В.В. Шатов, С.В. Кашин, 2012. Металлогения гидротермально-метасоматических образований.

ABSTRACT

Factors controlling lithium ore in La Vi area, Duc Pho - Sa Huynh region

Duong Ngoc Tinh¹, Nguyen Quang Luat², Do Văn Nhuận²

¹Mid-Central Geological Division, Quy Nhon, Binh Dinh, Viet Nam

²Hanoi University of Mining and Geology

The formation, development and distribution of the products of the mineralization are strictly controlled by geological factors. Therefore, the nature and roles of geological factors to the formation and accumulation of ore in the research region are necessarily clarified to establish scientific bases for the

effective forecasting and prospecting of mineral deposits, especially for mines of endogenous origin.

Research results show that the lithium ore in La Vi area, Duc Pho - Sa Huynh region is controlled by geological factors including:

Magmatic factors: igneous rock of the Sa Huynh complex is a source of material supply and the energy supplier for mineralization, causing metamorphic processes with surrounding rocks. Based on the establishment of relationships: the spatial knitting attachment; age of creation; geochemical and mineral characteristics; variable characteristics of trace elements; origin of the mineral solution, the authors have established the relationship between the origin of lithium ore and granitoid of Sa Huynh complex.

Tectonic - structural factors: the northwestern - southeastern fault system controls the whole Lithium mineralizing process of Duc Pho - Sa Huynh region. The faults and sub-resulting structures are the path as well as the reservoir, which locate the ore bodies.

Metasomatism factors: alkaline metasomatism (microclinization and albitization) and greisenization directly relate to lithium mineralization.

Lithological - stratigraphic factors: crystalline schists combination of Kan Nack complex is an environment containing lithium pegmatoid bodies.

The premises for lithium ore prospecting: the S - type granite intrusive magma; geological structures such as the magmatic domed positions contacted with the metamorphic rocks; alkali metasomatism and greisenization. The prospecting signs: pegmatite fields; altered rock zones; heavy-grained dispersion haloes of cassiterite, tantalite, elbaite...; geochemical dispersion haloes of Be, Sn, Nb-Ta, Rb, Cs, Li...

Keywords: Complex Sa Huynh, granitoid, metasomatism.

Nghiên cứu nâng cao độ dẻo đất sét làm vật liệu nung khu vực Bình Lư, Tam Đường, Lai Châu

Tạ Thị Toán^{1*}, Phạm Thị Thanh Hiền¹, Phạm Như Sang¹
¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Đất sét ở các vùng đồi núi thường có độ dẻo thấp gây khó khăn cho việc tạo hình sản phẩm và các công đoạn khác làm cho chất lượng và hiệu quả sản xuất thấp, vì vậy việc nghiên cứu giải pháp nhằm nâng cao độ dẻo cho đất sét khu vực Bình Lư, Tam Đường, Lai Châu là rất cần thiết. Việc sử dụng các phương pháp thực nghiệm tại phòng thí nghiệm và kết hợp với các phương pháp phân tích hóa, phân tích nhiễu xạ Ronghen, phương pháp phân tích thành phần hạt để nghiên cứu đặc điểm, tính chất nguyên liệu từ đó biết được các thông tin cơ bản về chất lượng nguyên liệu tại khu vực nghiên cứu để có các định hướng nghiên cứu nâng cao độ dẻo đất sét này. Các giải pháp để xử lý sét khu vực này là ủ và sử dụng thêm phụ gia tinh lỏng với hàm lượng 0,8-1,0% đã cải thiện được rất nhiều tính chất của đất sét khu vực này và tăng được đáng kể độ dẻo làm giảm phế phẩm khi tạo hình cũng như khi sản xuất. Độ dẻo của đất sét ban đầu rất thấp với chỉ số dẻo 13, sau khi xử lý chỉ số dẻo đã tăng lên 14, lực dính kết tăng từ 52 lên 110 g/cm². Các sản phẩm sau khi tạo hình không còn nứt vỡ, chất lượng sản phẩm sau khi nung được nâng cao.

Từ khóa: Đất sét; Độ dẻo; Phụ gia

1. Đặt vấn đề

Sét nhờ có tính dẻo mà được sử dụng làm nguyên liệu chủ yếu cho ngành sản xuất gốm sứ. Nhưng trong nguyên liệu sét có chứa một số tạp chất khác không phải là khoáng vật sét làm ảnh hưởng ít nhiều đến độ dẻo của đất sét vì vậy nguyên liệu sét sử dụng trong các sản phẩm gốm sứ làm lượng phế phẩm tăng lên ít nhiều. Đặc biệt trong các loại sét đồi núi ngoài chứa các khoáng vật sét như kaolinit, montmorilonit, illit... nó còn chứa các khoáng vật mica, cuội sỏi, thạch anh... làm cho nguyên liệu này khi sử dụng để sản xuất gạch đất sét nung lượng phế phẩm do nứt vỡ sản phẩm có thể lên tới 70% (Trần Văn Cẩn, 2007).

Tại nhiều nước trên thế giới đã nghiên cứu vai trò của axit humic đối với độ dẻo của sét (Ohashi and Nakazawa, 1996), cấu trúc của sét montmorilonit có chứa axit humic (Rebecca và nnk, 2016) đã đưa ra vai trò của axit humic làm tăng độ dẻo.

Ở Việt Nam, việc nâng cao độ dẻo tăng độ dính kết các cấu tử khi tạo hình hoặc làm sản phẩm không bị nứt vỡ sau nung đã được thực hiện bằng các giải pháp như: Tăng cường ngâm ủ sét để đồng nhất độ ẩm, cải thiện tính dẻo; Tăng cường thiết bị nghiền trộn nguyên liệu để cải thiện thành phần hạt và tính dẻo; Phối trộn với các nguồn nguyên liệu khác để cải thiện thành phần nguyên liệu và Nghiên cứu bổ sung phụ gia hoá học để cải thiện tính dẻo và tăng cường độ liên kết của đất sét Lai Châu (Trần Văn Cẩn, 2007). Với các phương án này đã làm tăng độ dẻo và làm giảm lượng phế phẩm xuống 10%, tuy nhiên với lượng phế phẩm này vẫn cao vì vậy cần có các giải pháp làm giảm lượng phế phẩm hơn nữa. Ngoài ra còn các nghiên cứu các yếu tố tác động chủ yếu lên độ dẻo của sét như: Nguồn gốc thành tạo và thành phần khoáng sét; số lượng các gia công đã thực hiện ở phối liệu; thời gian tiếp xúc giữa phối liệu và nước hay nhiệt môi trường, hàm lượng nước trong phối liệu, loại và hàm lượng chất điện giải.

Với mục tiêu làm giảm lượng phế phẩm khi sản xuất các sản phẩm gạch đất sét nung, tăng độ dẻo sét khu vực đồi núi thay cho sét ruộng để làm nguyên liệu, việc nghiên cứu đưa phụ gia và các giải pháp công nghệ vào nguyên liệu sét đồi kém dẻo là rất cần thiết. Việc nghiên cứu nâng cao độ dẻo của đất sét khu vực Bình Lư, Tam Đường, Lai Châu làm vật liệu nung không nằm ngoài mục tiêu trên.

2. Cơ sở lý thuyết

Khi trộn một ít nước vào nguyên liệu sét, nước chui vào hệ thống chằng chịt của các ống mao quản giữa các hạt sét để tách không khí ra và thấm ướt bề mặt các hạt sét. Đi kèm theo quá trình hydrat hóa các hạt sét là quá trình trương nở thể tích của chúng. Càng tăng lượng nước nguyên liệu sét dần chuyển sang

* Tác giả liên hệ

Email: toantaslc@gmail.com

trạng thái dẻo và có một độ ẩm cần thiết để tạo hình dẻo (gọi tắt là độ ẩm tạo hình dẻo hay là độ ẩm làm việc). Độ ẩm tạo hình dẻo của đa số nguyên liệu sét từ 18-25%.

Trong công nghệ gốm sứ người ta quan tâm nhiều đến tính dẻo của nguyên liệu sét, nghĩa là khả năng của nguyên liệu đã nhồi luyện với nước nhất định, do tác dụng của ngoại lực nên có một hình dạng cần thiết mà không bị rơi, đứt và giữ nguyên hình dạng như thế sau khi ngừng tác dụng lực.

Tính dẻo của nguyên liệu sét liên quan chặt chẽ với khả năng liên kết của nó. Độ dẻo càng cao khả năng liên kết càng lớn. Chính vì vậy mà tính dẻo của nguyên liệu sét không những quan trọng cho tạo hình dẻo mà cả cho tạo hình bán khô và tạo hình đồ rót, vì rằng nó không những đảm bảo khả năng tạo hình cần thiết cho các loại phối liệu khác nhau mà còn đảm bảo được cường độ cơ học cho sản phẩm sau khi tạo hình và sau khi sấy (Huỳnh Đức Minh và Nguyễn Thành Đông, 2009).

Các yếu tố ảnh hưởng đến độ dẻo của nguyên liệu sét (Huỳnh Đức Minh và Nguyễn Thành Đông, 2009).

Hệ sét nước ở thể dẻo thuộc về hệ cấu trúc keo tụ. Cấu trúc keo tụ là cấu trúc có khung không gian được tạo nên bằng lực liên kết Vandervaals giữa các phân tử cấu trúc—các hạt khoáng phân tán mịn. Các hạt khoáng trong cấu trúc keo tụ được phân bố vô trật tự trong khung không gian.

Trong hệ sét - nước các hạt khoáng hấp phụ các phân tử nước và chung quanh bề mặt các hạt tạo nên một màng nước hấp phụ liên tục—màng nước hydrat hóa. Tại chỗ tiếp xúc giữa các hạt khoáng trong hệ do lực hút Vandervaals nên màng nước hấp phụ này không bị phá hủy mà vẫn còn một màng nước trung gian với chiều dày bằng một số phân tử nước. Màng nước này bền, khó tách ra và vẫn gắn kết các hạt sét lại với nhau. Chiều dày của màng nước trung gian tại các điểm tiếp xúc (đỉnh-cạnh, đỉnh-mặt, mặt-cạnh, cạnh-cạnh...) và có bao nhiêu điểm tiếp xúc giữa các hạt tính cho một đơn vị thể tích hoặc đơn vị bề mặt trong trong hệ sét nước chỉ phụ thuộc vào tính ưa nước của bề mặt hạt khoáng và bề mặt riêng của nó. Số lượng các điểm tiếp xúc càng cao khi bề mặt riêng các hạt khoáng càng lớn, nghĩa là kích thước các hạt khoáng càng nhỏ. Sự có mặt trong hệ cấu trúc keo tụ với số lượng càng lớn của các điểm tiếp xúc—liên kết động giữa các hạt khoáng thông qua màng nước trung gian càng làm tăng độ dẻo của hệ, nghĩa là các hạt có khả năng trượt tương đối với nhau tối đa nhưng không bị chia tách nhau. Tác dụng của màng nước trung gian giữa các hạt khoáng dạng vi vảy có thể so sánh với tác dụng của nước giữa hai tấm kính phẳng: màng nước làm cho hai tấm không thể tách rời ra được theo phương trực giao bề mặt tấm, trường hợp tốt nhất là hai tấm chỉ trượt với nhau.

Sức căng bề mặt của nước cũng góp phần tăng tính dẻo của nguyên liệu sét. Nước có sức căng bề mặt lớn hơn (72dyn/cm) so với các chất lỏng khác. Giống như trường hợp một giọt nước, sức căng bề mặt có xu hướng ép nước trong khối thể sét thành hạt tròn và do vậy nó tạo nên một lực ép các hạt sét riêng lẻ liên kết lại với nhau.

Như vậy, độ dẻo của nguyên liệu sét phụ thuộc chủ yếu vào độ mịn và hình dạng các hạt khoáng sét, vào độ bền của màng nước hấp phụ và sức căng bề mặt của nước.

Một số biện pháp nâng cao tính dẻo cho nguyên liệu sét (phối liệu sét) ((Huỳnh Đức Minh và Nguyễn Thành Đông, 2009).

Điều mong muốn nhất trong sản xuất sản phẩm gốm sứ là nguyên liệu, phối liệu có tính dẻo cao để tạo hình dễ dàng, nhưng đồng thời vẫn đảm bảo trong phối liệu có một lượng phụ gia gây thích hợp nhằm nâng cao một số tính chất cần thiết cho phối liệu và sản phẩm.

Thêm nguyên liệu dẻo vào phối liệu ít dẻo;

Nghiền mịn và nhào luyện phối liệu làm tăng đáng kể độ dẻo do đã làm tăng bề mặt riêng các nguyên liệu, làm tăng độ đồng nhất thành phần hạt và độ ẩm để cho khả năng thấm ướt các hạt rắn tốt hơn;

Đưa vào phối liệu một lượng các phụ gia;

Ủ nguyên liệu và phối liệu.

3. Nguyên liệu sử dụng và phương pháp nghiên cứu

3.1. Sét Bình Lư, Tam Đường, Lai Châu

Nguyên liệu được lấy tại khu vực Bình Lư, Tam Đường, Lai Châu. Các kết quả phân tích thành phần hóa, thành phần hạt, thành phần khoáng, chỉ số dẻo, độ ẩm tạo hình, chỉ tiêu cơ lý được thực hiện theo các phương pháp nghiên cứu đã được trình bày ở trên và kết quả được thể hiện ở bảng 1,2,3,4.

Bảng 1. Kết quả thành phần hóa sét Bình Lư, Tam Đường, Lai Châu

Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị tính	Kết quả	Tiêu chuẩn thử nghiệm
MKN	%	10,25	TCVN 7131:2002
SiO ₂	%	44,01	TCVN 7131:2002
Fe ₂ O ₃	%	13,77	TCVN 7131:2002
Al ₂ O ₃	%	21,14	TCVN 7131:2002

CaO	%	0,56	TCVN 7131:2002
MgO	%	2,19	TCVN 7131:2002
K ₂ O	%	3,56	TCVN 7131:2002
Na ₂ O	%	1,16	TCVN 7131:2002
TiO ₂	%	1,8	TCVN 7131:2002

Bảng 2. Thành phần khoáng sét Bình Lư, Tam Đường, Lai Châu

Khoáng vật	Quartz	Kaolinit	Muscovit	Microlin	Hecmatit	Gibbsit
Hàm lượng (%)	16,23	3,52	25,63	55,65	1,35	Ít

Bảng 3. Kết quả thành phần hạt sét Bình Lư, Tam Đường, Lai Châu

Mẫu sét	Thành phần hạt (%)		
	Hạt sét	Hạt bụi	Hạt cát
	15,09	61,89	23,02

Bảng 4. Chỉ tiêu cơ lý sét Bình Lư, Tam Đường, Lai Châu

Chỉ tiêu	Mẫu nguyên liệu	
Giới hạn chảy (%)	36	
Giới hạn dẻo (%)	23	
Chỉ số dẻo	13	
Lực kết dính (g/cm ²)	52	
Độ nhay khi sấy	0,370	
Co sấy (%)	5,50	
Co nung (%)	950°C	5,47
	1000°C	6,8
KLTT (g/cm ³)	950°C	1,692
	1000°C	1,813
Hp (%)	950°C	17,84
	1000°C	14,82
Rn (N/mm ²)	950°C	10,8
	1000°C	13,7

3.2. Thủy tinh lỏng

Thành phần hóa học của thủy tinh lỏng: SiO₂ = 30,9%; Na₂O = 11,05%; H₂O = 56,6%, Tỷ trọng = 1,37 g/cm³, Độ pH = 11,3.

3.3. Phương pháp thực nghiệm

Các mẫu thí nghiệm được tiến hành với tỷ lệ sử dụng phụ gia như bảng 5:

Bảng 5. Tỷ lệ sử dụng phụ gia trong sét Bình Lư, Tam Đường, Lai Châu

Ký hiệu mẫu	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Tỷ lệ Phụ gia (%)	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6

Tiến hành đưa phụ gia thủy tinh lỏng vào trong nguyên liệu sét với các tỷ lệ phối hợp như bảng 4

Nguyên liệu được làm ẩm tại độ ẩm 16%, sau đó ngâm ủ 72 giờ. Sau đó mẫu được sấy tự nhiên trong khoảng 4-5 ngày và cuối cùng được sấy trong lò sấy tại nhiệt độ 110±5°C đến khối lượng không đổi. Các mẫu được nung tại nhiệt độ 950°C.

Mẫu nguyên liệu và mẫu sau nung được tiến hành xác định các chỉ tiêu dựa vào các tiêu chuẩn TCVN.

3.3. Phương pháp phân tích

Phương pháp nhiễu xạ tia X để xác định thành phần khoáng của sét được thực hiện tại Viện vật liệu xây dựng.

Phương pháp phân tích thành phần hạt bằng phương pháp tán xạ Laser được thực hiện tại Viện sành sứ thủy tinh.

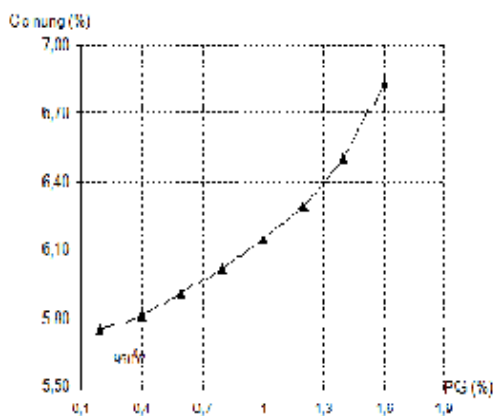
4. Kết quả và thảo luận

Các kết quả thử nghiệm mẫu được thể hiện ở bảng 6.

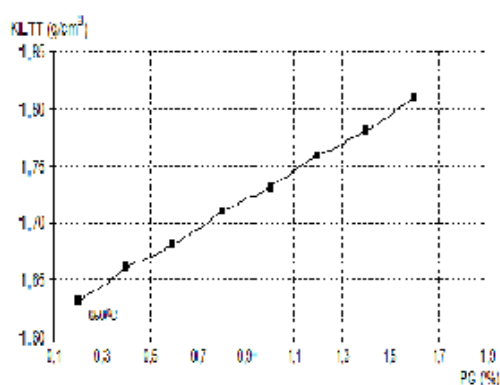
Bảng 6. Chỉ tiêu cơ lý mẫu sét có phụ gia t*i* 950°C

Các chỉ tiêu	Lượng phụ gia (%)							
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Độ ẩm phối liệu (%)	20,05	20,58	20,46	20,32	20,21	20,10	19,85	19,70
Chỉ số dẻo	13	13	13	14	14	14	14	13
Lực kết dính (g/cm²)	52	71	106	125	165	150	150	110
Co sấy (%)	5,20	4,98	4,87	4,75	4,60	4,37	4,04	3,63
Co nung (%)	5,74	5,81	5,93	6,01	6,13	6,29	6,50	6,83
KLTT (g/cm³)	1,63	1,66	1,68	1,71	1,73	1,76	1,78	1,81
H_p (%)	14,31	14,12	13,72	13,45	13,26	13,01	12,79	12,64
R_n (N/mm²)	12,0	13,1	13,7	14,5	14,7	15,8	16,0	16,2

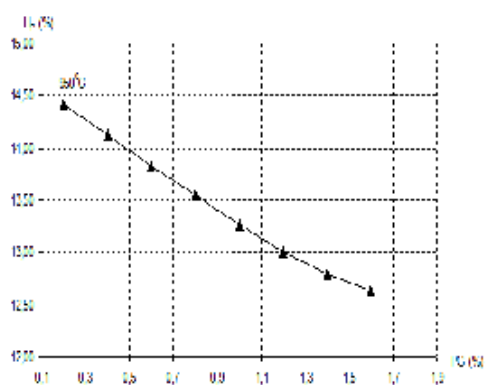
Khi lượng phụ gia nhỏ thì các chỉ tiêu chưa thay đổi nhiều so với khi không sử dụng phụ gia, khi tăng hàm lượng thủy tinh lỏng lên 0,8-1,0% thì đây là lượng tối ưu nhất vì ở hàm lượng này thì chỉ số dẻo, lực dính kết (độ dẻo) lớn nhất, còn khi tăng tiếp hàm lượng phụ gia lên thì chỉ số dẻo, lực dính kết lại giảm vì khi này lượng phụ gia vào làm tăng khoảng cách giữa các phân tử sét.



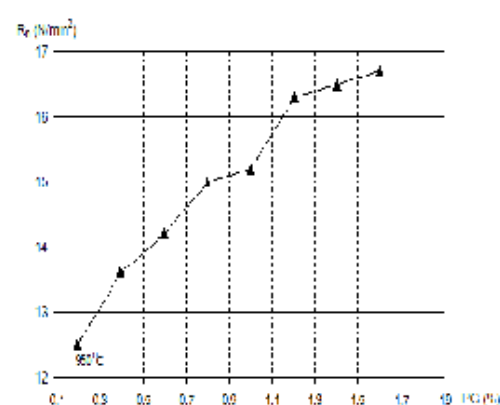
Hình 3. Sự ảnh hưởng của phụ gia với co nung ở nhiệt độ 950°C



Hình 4. Sự ảnh hưởng của phụ gia với khối lượng thể tích ở nhiệt độ 950°C



Hình 5. Sự ảnh hưởng của phụ gia đến khối lượng thể tích ở nhiệt độ 950°C



Hình 6. Sự ảnh hưởng của phụ gia với cường độ uốn thể tích ở nhiệt độ 950°C

Như vậy, mẫu sau khi tạo hình đã giảm đáng kể nứt vỡ. Lực dính kết của mẫu tăng do tác dụng của phụ gia điện giải thủy tinh lỏng, lượng nước tạo hình giảm. Quan trọng là cường độ liên kết giữa các hạt

tăng. Khi bổ xung thêm lượng phụ gia thì khi lượng phụ gia tăng thì độ ẩm tạo hình và độ co sây giảm. Tính dẻo được cải thiện bằng việc bổ xung phụ gia hóa học, khi sây, lượng nước thoát ra ít nên độ co sây của mẫu giảm so với độ co sây của mẫu nguyên liệu sét ban đầu. Độ co khi nung tăng khi lượng phụ gia tăng. Điều này được giải thích bằng việc phụ gia thủy tinh lỏng tại nhiệt độ cao tạo thành pha thủy tinh gây co rút sản phẩm. Khối lượng thể tích tăng khi tăng hàm lượng phụ gia. Độ hút nước giảm khi tăng hàm lượng phụ gia, pha thủy tinh tạo ra lấp dần các lỗ rỗng, cải thiện cấu trúc sản phẩm. Cường độ nén tăng khi đưa thêm lượng phụ gia vào nguyên liệu sét. Khi tăng lượng phụ gia thủy tinh lỏng thì độ co nung tăng và sản phẩm nứt vỡ nhiều hơn, có thể do khi làm nguội sản phẩm xuất hiện sự chênh lệch ứng suất giữa pha thủy tinh và pha tinh thể lớn.

5. Kết luận

Khi bổ xung thêm lượng chất phụ gia thủy tinh lỏng vào nguyên liệu sét Bình Lu, Tam Đường, Lai Châu vào thì tính chất tạo hình các mẫu phối liệu được cải thiện (độ co sây giảm). Lượng phế phẩm do nứt vỡ giảm xuống còn 5%. Chỉ số dẻo tăng từ 13 lên 14. Lượng thủy tinh sử dụng phù hợp từ 0,8-1,0%. Cần nghiên cứu thêm một số vùng nguyên liệu sét đồi có nguồn gốc thành tạo khác và ở các vùng khác để có thể áp dụng triển khai cho loại sét đồi núi.

Tài liệu tham khảo

1. Ohashi H. and Nakazawa H., 1996. The Microstructure of humic acid-montmorillonite composites. *Clay Minerals* , 31, 347-354.
2. Rebecca A. Chotzen, Tamara Polubesova, Benny Chefetz and Yael G. Mishael, 2016. Adsorption of Soil -derived humic acid by seven clay minerals: A systemamtic study. *Clay and clay minerals*, Vol.64, No 5, 628-638.
3. Đại học xây dựng, *Tính dẻo phối liệu gốm*
4. Huỳnh Đức Minh, Nguyễn Thành Đông, 2009. *Công nghệ gốm sứ* . Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
5. Trần Văn Cần, 2007, Nghiên cứu xử lý đất đồi Lai Châu để sản xuất gạch nung trong lò tuynel.

ABSTRACT

Reseaching to improve ductility of clay raw materials for brick in Binh Lu, Tam Duong, Lai Chau

Ta Thi Toan^{1,5}, Pham Thi Thanh Hien¹, Pham Nhu Sang¹

¹ Hanoi University of mining and geology

Clay in mountainous areas is often low in plasticity which makes it difficult to create products and other processes that make the quality and production efficiency low, so researching solutions to improve plasticity. Clay in Binh Lu, Tam Duong, Lai Chau is very necessary. The use of experimental methods in the laboratory and combined with methods of analysis, analysis of Rhoenh rhythm, method of analysis of grain composition to study the characteristics and properties of raw materials from which to know. basic information on the quality of raw materials in the study area for the orientation of study to improve the plasticity. The solutions used as composting, combined with other types of clay with higher plasticity in the other or the use of additives have greatly improved the properties of clay in the area and increased the worth. The plasticity decreases defect during shaping as well as production. The plasticity of the clay was very low with the plasticizer index 13, after the plasticizer index was increased to 14, the adhesive strength increased from 52 to 110 g / cm². The product after shaping is no longer cracking, the product quality after firing is enhanced

Key word: Clay; ductility; Additives

Chemical and mineralogical weathering indices applied to weathering crust developed on the Dai Loc granitoids in A Luoi area, Central Vietnam

Phan Văn Trung^{1,*}, Nguyễn Thị Thủy²

¹Geology Master student K2015, Hue University of Sciences

²Hue University of Sciences

ABSTRACT

This paper presents a compilation of mineralogical weathering indices (X_d values, a quantitative mineralogical measure of decomposition of feldspar against quartz) and chemical weathering indices including Ruxton Ratio (R), Weathering Index of Parker (WIP), Chemical Index of Alteration (CIA), Chemical Index of Weathering (CIW), Plagioclase Index of Alteration (PIA), Silica-Titania Index (STI), Product Index (PI) and Mobile Index (I_{mob}) for a weathering crust developed on the Dai Loc granitoids in A Luoi area (Central Vietnam). The granitoids exposed as narrow bands along the Dakrong - A Luoi fault system have been moderately to highly altered due to effects of weathering conditions. Mineralogical composition of the weathered layers essentially includes illite, quartz, kaolinite, feldspar, goethite and chlorite. Total silica, aluminum and iron oxide contents of the altered products vary from 88.9 wt.% to 91.0 wt.% indicating a sialferit-typed weathering crust. The results reveal that these indices could be basically applied to characterize grade of weathering by incorporating major element chemistry and mineral distribution. X_d values of all examined layers are greater than 0.5, ranging from 0.66 (saprolite layer) to 0.92 (clayey mottled layer), implying that weathering and leaching has sharply reduced the feldspar content of the original rock. R, WIP, STI, PIA and W_p indices decrease whilst CIA, CIW, PI and I_{mob} increase corresponding to a gradual alteration from saprolite layer to surface soil layer.

Keywords: A Luoi, Dai Loc granitoids, weathering indices.

1. Introduction

Weathering is generally defined as the process of alteration and breakdown or dissolving of rocks and minerals on Earth's surface by physical, chemical and/ or bio-effects (Selby, 1993).

Chemical weathering indices are based on whole rock major element compositions and referred to as indices of alteration. Most of them are expressed as molecular or weight percentage ratios between various groups of major oxides. These indices have facilitated research on the geochemistry of the Earth's surface environment over geologic time, evaluation soil fertility and development and so on, and have been widely used to characterize a certain systematic alteration of weathering profiles at depths (eg. Tugrul and Gurpinar, 1997; Price and Velbel, 2003; Haskins, 2006; Ceryan, 2008). Ideally, a chemical index should permit comparison between studies performed at different localities, on different materials and on weathering profiles of different ages. Common chemical weathering indices are Ruxton Ratio (R, Ruxton, 1968), Weathering Index of Parker (WIP, Parker, 1970), Chemical Index of Alteration (CIA, Nesbitt and Young, 1982), Chemical Index of Weathering (CIW, Harnois, 1988), Plagioclase Index of Alteration (PIA, Fedo et al., 1995), Silica-Titania Index (STI), Product Index (PI, Reiche, 1943) and Mobile Index (I_{mob} , Irfan, 1996)...

In a similar manner to chemical weathering indices, mineralogical indices can be an effective tool to assess the weathering of rocks based on ratios of sustainable and sensitive minerals. Lumb (1962) proposed a quantitative mineralogical measurement of decomposition degree called X_d value, which is defined as follows:

$$X_d = \frac{N_q - N_{q0}}{1 - N_{q0}} \quad N_q = \frac{\% Quartz}{\% Quartz + \% Feldspar} (soil) \quad N_{q0} = \frac{\% Quartz}{\% Quartz + \% Feldspar} (freshrock)$$

As X_d less than 0.5, the microfabric consists of an interlocking granular aggregate enclosing isolated

* Tác giả liên hệ

Email: vantrungdcctk35@gmail.com

decomposed minerals (granular framework). As X_d approaches 0.5, the microfabric develops into a framework of fresh rocks containing decomposition products. As X_d is greater than 0.5, the microfabric is dominated by the decomposition products which enclose remnant original rocks. If $X_d = 1$, weathering and leaching has reduced the feldspar content to zero, and the soil can be considered to be in a state of advanced weathering.

Vietnam belongs to humid tropical monsoon climate, exposed rocks thus have been strongly weathered generating diverse products, which reflect different types and degrees of weathering. The A Luoi area is widely covered by magmatic rocks of the Dai Loc complex including granite, gneissogranite, granite aplite and pegmatite, which spread as narrow bands along the Dakrong - A Luoi fault zone (Nguyen Van Trang et al., 1995; Hoang Hoa Tham et al., 2009; Tran Van Tri and Vu Khuc, 2009; Quach To Kim, 2010). Under weathering conditions, the rocks have been undergone an alteration, which is revealed in color, grain-size, texture, mineral and chemical compositions. The aims of this work is to provide typical characteristics involving mineral and chemical compositions of the Dai Loc granitoids in A Luoi area, and an employment of weathering indices for evaluating their grade of weathering.

2. Study area

The A Luoi area is located in the South-western part of Thua Thien Hue province (Central Vietnam). It is mostly covered by soil and represents highly dissected topography with moderate to dip slopes. In the geological map, A Luoi has a thick stratigraphic succession of Neoproterozoic - Cambrian and Cambrian - Ordovician schists; Ordovician - Silurian shale, siltstone, sandstone and tuff; and Permian sedimentary rocks. Quaternary sediments predominantly distribute along streams and rivers. Nearly all magmatic rocks in the area is acidic, of which the Dai Loc complex is the most predominant. The rocks are exposed as narrow bands along the Dakrong - A Luoi fault zone and composed of three phases. The first phase includes medium-grained porphyritic two-mica gneissogranite, melanocratic coarse-to medium-grained two-mica gneissogranite; the second phase includes fine- to medium-grained two-mica gneissogranite; the last phase mainly includes veins of aplite granite, pegmatite bearing large mica and aplite (Fig. 1) (Nguyen Van Trang et al., 1995; Hoang Hoa Tham et al., 2009; Tran Van Tri and Vu Khuc, 2009; Quach To Kim, 2010).

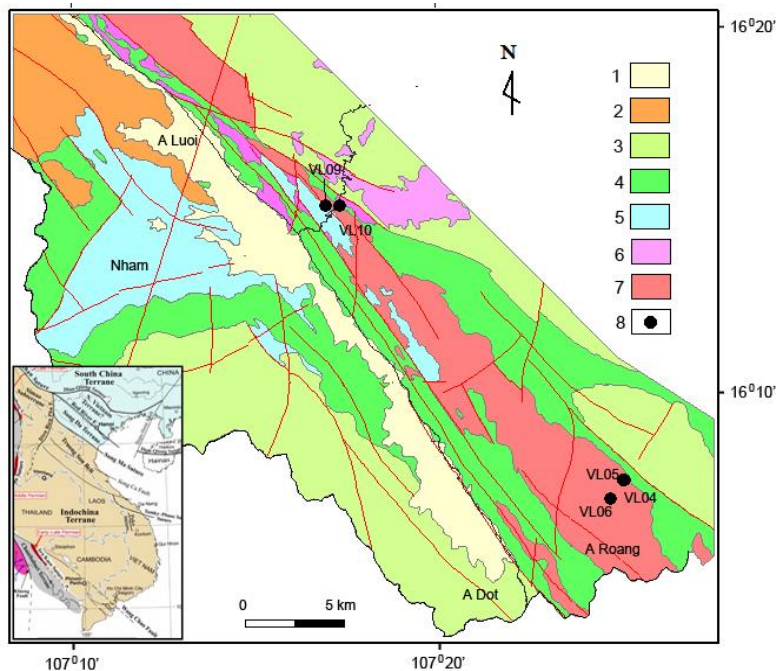


Fig. 1. Geological map of A Luoi area and sampling sites (modified after Nguyen Van Trang et al., 1995), the inset was modified from Metcalfe (2011).

1. Quaternary sediments;
2. Permian sedimentary rocks;
3. Ordovician - Silurian shale, siltstone, sandstone and tuff;
4. Cambrian - Ordovician schists;
5. Neoproterozoic - Cambrian schists;
6. Permo-Triassic gabbrodiorite, diorite;
7. Silurian - Devonian gneissogranite, granite aplite;
8. Sampling sites.

Climatically, the area is humid tropical monsoon with hot dry summers and cool wet winters characterized by annual average temperature of 26-28 °C and 20-24 °C in summer and in winter, respectively. The monsoon is the main cause of high precipitation in winter, which starts from September to February of next year with about 60-70 % of the annual rainfall. Landslide phenomena in the area often occur from October to December due to tropical low-pressures or storm/ typhoons.

3. Methodology

3.1. Field investigation

Geological and geomorphological investigations were executed at weathering crust outcrops developed on the Dai Loc granitoids, which were mostly found along slope cuts. Sampling locations were selected to obtain a range of materials through the profiles and sampling intervals within the profiles was basically determined due to difference in color, texture of each layer.

3.2. Lab work

Grain size distribution of soil materials was determined at the Geotech laboratory (Hue University of Sciences) using a combination of sieve analysis for sand fractions and pipette method for mud fractions as followed by a Vietnamese standard TCVN 4198:1995 for Laboratory methods of determination of grain size distribution.

Mineralogical and chemical analyses were carried out at Institute of Geology (Vietnam Academy of Sciences and Technology). About 400 grams of dried bulk samples was broken by a small hammer and hand crusher primarily to reduce the rock aggregate to smaller particles and finally to get the powder samples. Mineral composition of different weathering stages was determined using an Empyrea Panalytical X-ray diffraction. Concentrations of major and trace elements were determined by a S4 Pioneer wavelength-dispersive X-ray fluorescence spectrometer using a powder-bead method.

4. Results and discussions

4.1. Description of weathering profile developed on the Dai Loc granitoids

Field observation has revealed that the examined outcrops developed on the gneissogranites provide clearly differentiated layers (VL04, VL06 and VL10), of which the VL10 is the most typical weathering profile since it presents a relatively complete weathering sequence from fresh rock to completely weathered soil. Hence, in this paper the description was only made for the VL10 profile.

The VL10 is exposed on a talus of the route No. 49 from Hue city to A Luoi, which has been developed over the medium-grained porphyritic two-mica gneissogranite, melanocratic coarse-to medium-grained two-mica gneissogranite of the Dai Loc complex. Slope dip is about 40 degrees. Based on visual characteristics such as color, texture and grain size of the weathered products, the profile can be divided into five weathering layers (Fig. 2).

VL10-L1 (Top layer): Completely weathered products have a yellow color, lying beneath plant layer and containing some tree roots. The soil is moderately smooth and soft since comprising an amount of small grained quartz. Thickness 0.3-1.0 meters.

VL10-L2: The weathered products have a brownish-yellow color and contain a number of yellow spots altered from large feldspar crystals. At places, there have hard darkish brown iron-rich curds. Nevertheless, the soil is generally more smooth and softer than that of the VL10-L1. Thickness 2.0-2.5 meters.

VL10-L3: This is likely a lens comprised a number of coarse hard curds.

VL10-L4: This is a highly weathered layer and is slightly similar to the VL10-L2 since the weathered materials are brownish yellow in color and have yellow clusters of completely altered feldspars. Residual fragments are also coeval and somewhat retain texture of the mother rocks. Thickness 1.0-1.5 meters.

VL10-L5: Slightly to moderately weathered gneissogranites composed of large greyish yellow blocks of 10-15 cubic meters. The products retain porphyritic gneiss texture of the mother rocks. Thickness 4.0-5.0 meters or more.

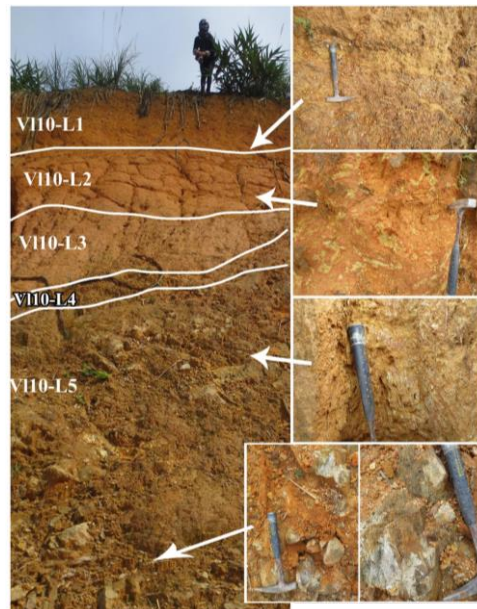


Fig. 2. Weathering profile of VL10.

Grain size distribution of the VL10 profile's layers is characterized by a high concentration of fine-grained fractions (silt and clay) of above layers compared with below ones. Grain size concentration is closely related to weathering intensity (Fridland, 1973; Nguyen Thanh Van, 1984; Pecsli and Richter, 1996; Nguyen Van Pho, 2013) which is expressed by soil weathering index K_d . Low K_d values

correspond to a strongly weathered grade; inversely, a high K_d value states a weakly weathering (Pecsi and Richter, 1996). As can be seen in Table 1, K_d index of the VL10 increases from 0.45 (completely weathered grade - VL10-L1) to 2.32 (highly weathered grade - VL10-L4) supporting a common alteration of weathering crust developed on magmatic rocks.

Table 1. Grain size distribution (wt.%) of weathered layers developed on the Dai Loc granitoids

Sample	Grain size (mm)							K _d
	10-2	2-0.5	0.5-0.25	0.25-0.1	0.1-0.05	0.05-0.005	<0.005	
VL10-L1	0.40	5.00	2.70	0.10	23.1	67.5	1.30	0.45
VL10-L2	1.90	8.00	3.40	0.30	22.8	58.7	4.90	0.57
VL10-L3	3.70	19.3	9.60	1.30	30.4	33.9	1.70	1.81
VL10-L4	3.90	19.9	9.10	1.00	36.0	24.4	5.70	2.32

4.2. Chemical weathering indices for the Dai Loc weathering crust

From chemical compositions and chemical weathering indices of the Dai Loc weathering crust presented in Table 2, it was found that significant chemical changes have occurred during weathering for all the major elements. Particularly, the altered materials are distinguished by a high concentration of Si, Al and Fe compared with mother rocks. Total SiO₂, Al₂O₃ and TFe₂O₃ contents are up to 88.9-91.0 wt.%, and plotted within Sialferit field in a chemical ternary diagram for weathering crust types reported by Nguyen Thanh Van (1984) (see Tran Van Tri and Vu Khuc, 2009).

Table 2. Chemical composition and weathering indices of weathered layers developed on the Dai Loc granitoids.

Chemical composition						Weathering Index					
Sample	VL10-L1	VL10-L2	VL10-L3	VL10-L4	DLG (*)	Sample	VL10-L1	VL10-L2	VL10-L3	VL10-L4	DLG (*)
SiO ₂	63.19	52.32	62.17	62.94	69.49	R (Si/Al)	3.00	1.84	2.45	2.62	4.83
TiO ₂	1.05	0.69	0.54	0.90	0.39	WIP	-0.76	-4.41	-2.38	-2.09	10.37
Al ₂ O ₃	21.03	28.48	25.4	24.06	14.40	CIA	85.80	90.59	88.50	88.29	60.45
TFe ₂ O ₃	6.77	8.13	2.88	3.42	6.34	CIW	84.12	89.89	87.31	86.86	53.48
MnO	0.01	0.01	0.01	0.04	0.08	PIA	95.44	97.05	97.42	99.01	64.93
MgO	0.02	0.02	0.01	0.02	1.06	STI	72.32	63.75	69.94	70.44	81.02
CaO	0.87	0.79	0.59	0.20	2.92	PI	68.65	58.38	68.33	68.92	76.68
Na ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	2.93	Wp	27.78	24.15	28.17	29.86	1708.2
K ₂ O	2.60	2.16	2.70	2.98	3.57	I _{mob}	0.63	0.69	0.65	0.66	0
P ₂ O ₅	0.06	0.03	0.03	0.04	0.11						
SO ₃	0.04	0.07	0.04	0.04	-						
LOI	4.23	7.06	5.55	5.19	-						

(*) DLG - Fresh gneissogranite of the Dai Loc complex reported by Tran Van Tri and Vu Khuc (2009).

The chemical change among layers of the VL10 profile shows that SiO₂ and K₂O contents gradually increase from VL10-L2 (52.32 wt.% and 2.16 wt.%, respectively) to VL10-L4 (62.94 wt.% and 2.98 wt.%, respectively); whereas Al₂O₃ content reduces progressively from 28.48 wt.% (VL10-L2) to 24.06 wt.% (VL10-L4) (Tab. 2, Fig. 3). SiO₂ content of the mother rock is significantly higher than that of altered materials.

It also can be seen that a relationship exists between the weathering indices and grade of weathering. In general, values of R, WIP, STI and Wp increase from top layers to saprolite and fresh rock layers, corresponding to a progressively weak weathering grade towards the beneath (Tab. 2, Fig. 4). Excepting the top layer, probably due to a relative enrichment of residual quartz since a relative movement of clay fraction, variation of all weathering indices manifests a weathering grade. This suggests that titanium has been accumulated during weathering, whereas most of Mg²⁺, Na⁺ and Ca²⁺ cations were leached and moved out during weathering process, only a moderate amount of Mg²⁺ was remained to form chlorite and clay minerals.

Contrary to R, WIP, STI, PIA and Wp, CIW, CIA and I_{mob} values gradually decrease with depth implying that calcium, sodium and potassium are generally removed from the feldspars during weathering by aggressive soil solutions. In addition, the proportion of alumina to alkalis is typically increase in the weathered products, ranging from 4.0 (fresh rock) to 8.1 (saprolite layer) and 13.2 (clayey mottled layer). This agrees with a decline trend of potassium, sodium and calcium contents during weathering caused by an alkalis adsorption on clays through ion exchange, whilst sodium and calcium cations were steadily dissolved and taken out of the weathering crust (Tab. 2, Fig. 4).

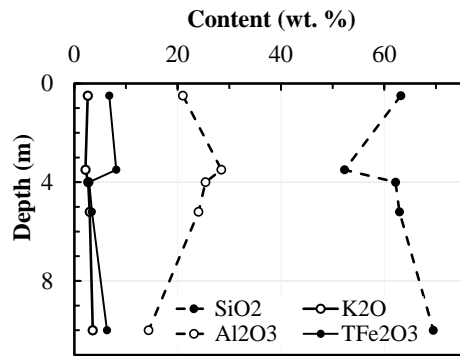


Fig. 3. Variation of oxide contents at depths.

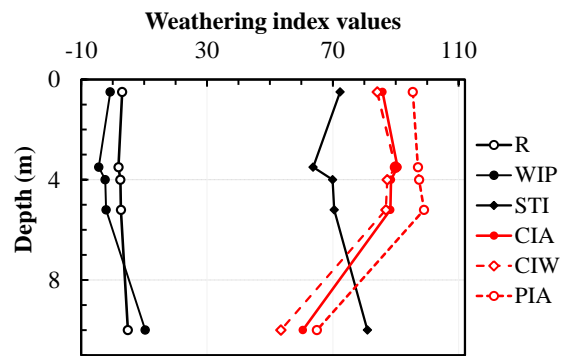


Fig. 4. Variation of weathering indices at depths

4.3. Mineralogical weathering indices for the Dai Loc weathering crust

Table 3 and Figure 5 provides a summary of mineralogical composition and mineralogical weathering indices for the Dai Loc granitoids and its products at various depths.

XRD data for all analyzed samples give a major mineral composition of illite (12-15 wt.%), kaolinite (12-35 wt.%), quartz (38-58 wt.%), feldspar (2-11 wt.%), chlorite and goethite (6-7 wt.%). In comparison with mineral constituent of the Dai Loc gneissogranites, which mainly include feldspar, quartz, plagioclase, biotite and muscovite (Tran Van Tri and Vu Khuc, 2009), this modification indicates that the illite and kaolinite are generated from feldspar and muscovite. An increasing quartz content (58 wt.%) of VL10-L1 is probably attributed to partial erosion of kaolinite and goethite out of the top layer due to surface water.

N_q and X_d values obviously tends to rise from the saprolite (0.79 and 0.66, respectively, VL10-L4) to the top layer (0.94 and 0.89, respectively, VL10-L1). This trend is commonly observed in weathering products of acidic bedrocks (eg. Haskin, 2006). The high N_q and X_d values of VL10-L2 (0.95 and 0.92, respectively) correspond to a low concentration of feldspar as a result of alteration into clay minerals.

Table 3. Mineral composition (wt.%) of weathered layers developed on the Dai Loc granitoids.

Sample	VL10-L1	VL10-L2	VL10-L3	VL10-L4	DLG (*)
Quartz	58	38	46	42	20-25
Feldspar	4	2	7	11	30-40
Illite	15	12	15	15	
Kaolinite	12	35	22	22	
Chlorit	4	4	5	4	
Goethite	2	3	2	3	
N_q	0.94	0.95	0.87	0.79	
N_{qo}					0.39
X_d	0.89	0.92	0.78	0.66	

(*) DLG - Fresh granites of the Dai Loc complex reported by Tran Van Tri and Vu Khuc (2009).

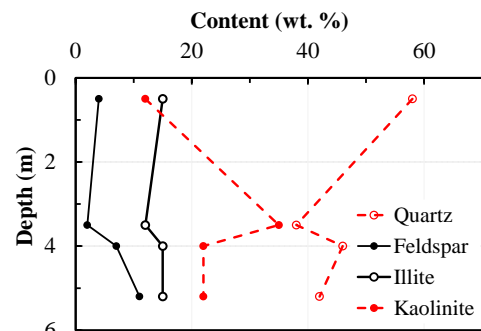


Fig. 5. Variation of mineral contents at depths.

5. Conclusions

The study of weathering profile developed on the Dai Loc granitoids (A Luoi area, Central Vietnam) involving chemical and mineralogical weathering indices could lead to the following major conclusions:

1. The described profile is typical for weathering crust on Dai Loc granitoids in A Luoi area, consistin of fresh rock, weakly weathered zone and strongly weathered zone. The weathering crust belongs to sialferit, characterized with high Si-Al-Fe oxide contents (88.0-91.0 wt.%). Mineral compositions of altered layers mainly consist of illite, kaolinite, quartz, feldspar, chlorite and goethite.

2. Chemical weathering indices that could be effectively applied to evaluate weathering grade of the Dai Loc granitoids include R, WIP, STI, Wp, CIW, CIA and I_{mob} . Among them, R, WIP, STI and Wp increase, whereas CIW, CIA and I_{mob} decrease from top layers to saprolite and fresh rock layers, corresponding to a progressively weak weathering grade towards the beneath. Similarly, N_q and X_d values obviously tends to rise from the saprolite (0.79 and 0.66, respectively, VL10-L4) to the top layer (0.94 and 0.89, respectively).

Acknowledgements. We would like to thank Hue University of Sciences for financial support and grain size distribution analysis.

References

- Ceryan S. (2008). New chemical weathering indices for estimating mechanical properties of rocks: A case study from the Kurtun granodiorite, NE Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17: 197-207.
- Fedo C.M., Nesbitt H.W. and Young G.M. (1995). Unraveling the effects of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleoweathering conditions and provenance. *Geology*, 23: 921-924.
- Fridland V.M. (1973). *Soils and humid tropical weathering (a case of North Vietnam)*. Science - Technology Publishing House. Hanoi. 318 pages.
- Harnois L. (1988). The CIW index: A new chemical index of weathering. *Sedimentary Geology*, 55: 319-322.
- Haskins D. (2006). Chemical and mineralogical weathering indices as applied to a granite saprolite in South Africa. *The IAEG 2006 paper No. 45*. The Geological Society of London.
- Haskins D. (2006). Chemical and mineralogical weathering indices as applied to a granite aprolite in South Africa. *The 10th Congress of the International Association for Engineering Geology and the Environment - IAEG*. Page number 465.
- Irfan T.Y. (1996). Mineralogy, fabric properties and classification of weathered granites in Hong Kong. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 29: 5-35.
- Kim Q.T. (2010). Distribution of kaolin in A Luoi area, Thua Thien Hue province. *Journal of Geology*, series A, 319 (7-8). Vietnamese with an English abstract.
- Lumb P. (1962). The properties of decomposed granite. *Geotechnique*, 12: 226-243.
- Metcalf I. (2011). *Paleozoic – Mesozoic history of South East Asia*. From Hall R., Cottam M.A. and Wilson M.E.J. (eds) *The SE Asian Gateway: History and Tectonics of the Australia - Asia Collision*. Geological Society, London, Special Publications, 335p, 7-35.
- Nesbitt H.W. and Young G.M. (1982). Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. *Nature*, 299: 715-717.
- Parker A. (1970). An index of weathering for silicate rocks. *Geological Magazine*, 107: 501-504.
- Pecsi M. and Richter G. (1996). Loss Herkunft – Gliederung – Landscape – Zeitschrift for Geomorphology N.F., *Supplementband* 98: 391 pp.
- Pho N.V. (2013). *Vietnam humid tropical weathering crust*. Natural Science and Technology Publishing House. Hanoi. 365 pages.
- Price J.R. and Velbel M.A. (2003). Chemical weathering indices applied to weathering profiles developed on heterogeneous felsic metamorphic parent rocks. *Chemical geology*, 202: 397-416.
- Reiche P. (1943). Geographic presentation of chemical weathering. *Journal of Sedimentary Petrology*, 13: 58-68.
- Ruxton B.P. (1968). Measures of the degree of chemical weathering of rocks. *Journal of Geology*, 76: 518-527.
- Selby M.J. (1993). *Hillslope materials and processes*. The second edition. Oxford University Press. Oxford.
- Tham H.H. And Thuy N.T. (2009). Distribution of magmatic rocks in Thua Thien Hue area and related mineral resources. *Hue University Journal of Sciences*, 53: 89-99.
- Trang N.V. (ed) (1995). *Map of Geology and Minerals of Vietnam scale 1:200,000*. Department of Geology and Minerals. Hanoi.
- Tri T.V. and Khuc V. (eds) (2009). *Geology and mineral resources of Vietnam*. Science - Technology Publishing House. Hanoi. 598 pages.
- Tugrul A. and Gurpinar O. (1997). The effect of chemical weathering on the engineering properties of Eocene basalts in northeastern Turkey. *Environmental & Engineering Geoscience*, 3: 225-234.
- Van N.T. (1984). Allite-type weathering crust in South Vietnam and related mineral resources. *Geology and Mineral resources of Vietnam, Vol. 2: 331-349*. Department of Geology and Minerals. Hanoi.

Modelling of Land Subsidence Evolution Resulted from Groundwater Exploitation in some Areas in Hanoi

Ngoc Dung Nguyen^{1,*}, Viet Ha Nhu¹, Truong Son Bui¹, Phung Huu Hai¹,
Van Hung Nguyen¹, Phan Tu Huong³
¹Hanoi University of Mining and Geology,
²Ecole Polytechnique Montreal, Montreal, Canada
³Hanoi Architectural University, Hanoi, Vietnam

Abstract

This study aims to clarify the relation between land subsidence and the concentrated groundwater pumping in MaiDich and PhapVan water plants during the course from 2000 to 2005. The city of Hanoi is lying in the Red River delta, which is composed of highly compressible clay, silts, organic materials interbedded with sand, and gravel. The groundwater exploitation, which was originally generated from 1909, chiefly took place in those sandy gravel sediments. Such removal of groundwater caused the increment in terms of effective stresses for the adjacent fined-grained sediments, which is subjected to compaction. Estimation of potential settlement was carried out by integrating the groundwater flow model with the simulation means of compaction – Interbed Storage Package (IBS1) in the Processing Modflow (PMWIN). The settlement could reach to 20 cm in some areas, especially ones that consist of soft soil medium. The result of compaction simulation was clearly connected to the lowering of piezometric head in the research area. In addition, the role of geotechnical properties was also illustrated to play a primary role in the quantities and evolution of compaction of the layer.

Keywords: Intensive groundwater pumping, Landsubsidence, Soft clays, IBS1

1. Introduction

Hanoi is located in the Red River delta, overlying soft soils formations which are considerably high in compressibility. Groundwater has been heavily exploited for decades and it is predicted that the total rate of pumping might increase progressively in the near future. Manifestation of damages to the constructions have been reported (fig. 1). Tung and Donald (1995) indicated that settlement happened more in the center of Hanoi urban area, at locations adjacent to water plants where the lowest level of the depression cone of piezometric head is observed.

The evidence of land settlement was first measured during 1988-1989 (Nguyen & Donald, 1995). It pointed out that some roads, buildings, and other structures within vicinity of pumping wells have been damaged by surface settlement. The level and the rate of settlements seem to be closely related to the rate of groundwater pumping and geotechnical characteristics of stratigraphic formation in the research area (Thu & Delwyn, 2000). Several tools have been applied to simulate the amount of surface settlement, such as groundwater modeling and consolidation settlement analysis by the means of TZIP program (Giao & Ovaskainen, 2000). Apart from that, a combination of seepage analysis and stress-deformation analysis also performed by Thu & Delwyn (2000), who made use of computer software programs Seep/W² and Sigma/W³. The obtained results, however, were still limited due to difficulties in collecting relevant data, and choice of a suitable model tool. Therefore, it is necessary to get an insight into the evolution of land subsidence in the areas, i.e. Maidich and Phapvan water plants, which are most affected by intensive water pumping, based on a reliable and effective simulation tool as well as an adequate hydrological and geotechnical data base.



Figure 1. Location of Hanoi city

(Source:

<http://geography.about.com/library/cia/blc-vietnam.htm>)

* Tác giả liên hệ

Email: ngoc-dung.nguyen@polymtl.ca



Figure 2. Damage to structures due to land subsidence in Hanoi

(Source: <http://ngoisao.net/tin-tuc/thoi-cuoc/24h/khu-chung-cu-bi-sut-lun-o-ha-noi-2587763.html>)

Study areas

The location and shape of the two considered water plants are indicated by two rectangles presented in figure 3. The first water plant is Maidich, which is in the west of the city. This area has the dimension of 3500 m by 5000 m and the area of more or less 15.5 km². The northern section is virtually oriented parallel with the Red River, and is about 3 km far from the river. The eastern segment is 5000 m in length and is around 1.5 km from West Lake. The west boundary-north section is running along Nhue River and is located around 300 m east of it. Phapvan, the second water plant, is located in the south of the city. It has the dimension of 2500 m by 3000 m, and area of 7.5 km². It is positioned approximately 4.5 km west of the Red River.

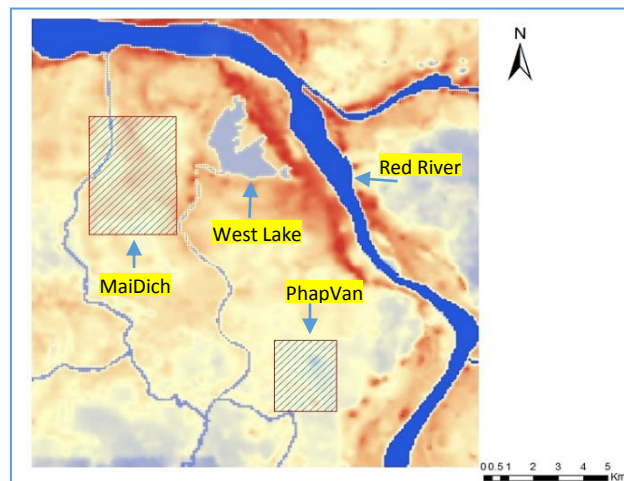


Figure 3. Locations of Maidich and PhapVan water plants

2. Methodology

Land subsidence definitions

In this study, land subsidence or compaction is herein defined as the vertical changes in thickness related to the alteration of stresses on the aquifer system. Positive values indicate reduction in the thickness, while negative value signifies the expansion of the sediments. Compaction might be elastic (recoverable) subsidence, or in-elastic (permanent) subsidence, depending on the degree of stress changing and stress history of the formations.

Integrating storage changes into groundwater flow equation and package selection

Due to the necessity to simulate the permanent compaction of the sediments in response to concentrated groundwater pumping, a package was developed with the ability to be integrated into a computer program simulation of three dimensional groundwater flow. As such, a package called the Interbed-Storage Package, version 1 (IBS1) which is composed of five modules has been incorporated into the Modflow program of McDonald and Harbaugh (1988). The package has the ability to simulate not only the change in storage but also the compaction of the aquifer system in accordance with the storage changes.

The change in the storage of a saturated aquifer system chiefly involves three essential processes: drainage of pore water corresponding to a decline in the water table, compaction of the aquifer's material

skeleton due to the increment of effective stress, and the expansion of water caused by the relaxation of water pressure. For water released from the compression of aquifer skeleton, it could be replaced when level head of the aquifer increases if the compaction does not result in permanent rearrangement of the solid matrix. In contrast, water removed from storage cannot be replaced if the rearrangement of the skeleton is unrecoverable. The general formula that describes the groundwater flow is:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) - W = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \quad \text{eq 1}$$

To take into account the changes in storage induced by the compaction of compressible fined-grained sediments, an additional term needs to be considered in the groundwater flow equation (Leak & Prudic, 1991):

$$q_i = S'_{sk} \frac{\partial h}{\partial t} \quad \text{eq 2}$$

Where

q_i is the flow rate per unit volume of water flowing into storage in compressible deposits [T^{-1}],

S'_{sk} is skeleton component of specific storage of compressible sediments [L^{-1}], depending upon head change and stress history which is represented by the value of the so-called pre-consolidation head, h_{min} , (previous maximum effective stress):

$$S'_{sk} = \begin{cases} S'_{ske} & \text{for } h > h_{min} \\ S'_{skv} & \text{for } h \leq h_{min} \end{cases} \quad \text{eq 3}$$

S'_{sk} is elastic skeleton specific storage, S'_{ske} , if the value of groundwater head in a cell is higher than the value of pre-consolidation head. Conversely, when the head is less than the pre-consolidation head, S'_{sk} is inelastic skeleton specific storage, S'_{skv} . The value of the pre-consolidation head will be continuously updated at the end of each time step during simulation, and it would be assigned the most up-to-date lowest head value (Leak & Prudic, 1991).

The storage term q_i associated with compressible sediments could be either added to the right hand side of the groundwater flow equation or combined with the source term W.

The program requires determination of the skeleton storage coefficient for the considered fined-grained materials, S'_k . The method of calculating the value of S'_k is indicated in the previous section. Similar to the skeleton specific storage, storage coefficient could be either elastic, S'_{ke} , or inelastic, S'_{kv} , depending on the relation between head value and pre-consolidation head. Those storage values could be used to compute the value of storage changes as well as recoverable and permanent component of compaction of the deposits.

To allow for switch from elastic to inelastic storage within a time step, approximation of the storage term in the finite difference equation could be carried out by the following expression:

$$q_i^m = \frac{S_{sk}^m}{\Delta t} (h^m - H^{m-1}) + \frac{S_{ske}^m}{\Delta t} (H^{m-1} - h^{m-1}) \quad \text{eq 4}$$

Where

q_i^m is the total flux flowing into storage in compressible sediments during time step m [T^{-1}],

Δt is the length of the time step [T],

h^m is the head value at the end of the time step m [L],

H^m is the pre-consolidation head at the end of the time step [L], and

S_{sk}^m is the specific storage in time step m, with:

$$S_{sk}^m = \begin{cases} S_{ske} & \text{for } h^m > H^{m-1} \\ S_{skv} & \text{for } h^m \leq H^{m-1} \end{cases}$$

With this method, the program will automatically select the appropriate specific storage at the end of a time step, and take into account storage changes caused by both elastic and inelastic components. Compaction during the time step is calculated by multiplying the equation 10 with the thickness of the sediments, b_0 , and the length of the time step, Δt (Leak & Prudic, 1991). That is to say, this method of calculation does not create any inconsistency with equation 6 and 7. Moreover, the IBS1 package primarily assumes that the head changes through all the compressible beds equilibrate instantaneously

with head changes in the surrounding aquifers. In other words, a unit increase in effective stress would correspond to a unit decline in groundwater head. Additionally, skeletal storage properties are supposed to remain constant during model simulation.

Subsidence simulation

In the two water plants, the less permeable layers, which are supposed to be susceptible to compaction accompanying the groundwater withdrawal in the underlying aquifers are the first and second layer. In the simulation, the package of Interbed Storage is only available in the transient model. The following parameters need to be specified in the model:

- Pre-consolidation head [L],
- Elastic and inelastic storage factor [-], and
- Starting compaction [L].

Based on previous research (Theodore, et al., 1992; Dunnhydrogeo, 2015; Poland, 1984; Interpore, 2015) and land subsidence observation data in the two water plants, those above parameters were assigned as follows:

Table 1. Parameters for subsidence calculation in the two water plants

	MaiDich plant		PhapVan plant	
	Layer 1	Layer 2	Layer 1	Layer 2
Pre-consolidation head (m)	-6	-15	-6	-25
Elastic storage factor (m^{-1})	2E-05	5E-05	0.002	7E-05
Inelastic storage factor (m^{-1})	2E-04	5E-04	0.02	7E-04
Starting compaction, m	0	0.003	0.112	0.003

It is important to note that the value of elastic and inelastic specific storage needed to be multiplied by the thickness of such layers to obtain the value of storage coefficients for the estimation of compaction.

3. Result and discussion

The result of compaction simulation was presented in figures 4 and 5, and the observation data on the land subsidence of two water plants are indicated in figures 6 and 7.

It could be seen from the figures 4 and 5 that intensive pumping in the aquifers has induced settlement for the fine-grained sediments in the area adjacent to the aquifers. In addition to change in applied stresses, the quantities of settlement chiefly depend upon the geotechnical properties of the layers. For instance, although the amount of head decline in the second layer in PhapVan plant was much higher compared to the value of first layer, the maximum amount of compaction in the latter at the end of the simulated period was about 5.6 cm, whereas the figure for the former in this wells field is considerably lower, at around 0.29 cm. This could be justified by the fact that the skeleton storage coefficient which represents the compressibility of the materials in the first layer is remarkably higher than the one in the second layer. In the first layer, the content of organic materials, as well as interbeds of peat and soft clay are substantially high, which makes the sediment extremely susceptible to the alteration of stresses. Thus, these sediments are supposed to be subjected to the vigorous compaction when lowering of piezometric surface takes place in the areas.



Figure 4. Simulation of compaction in the Layer 1 and Layer 2 in MaiDich water plant

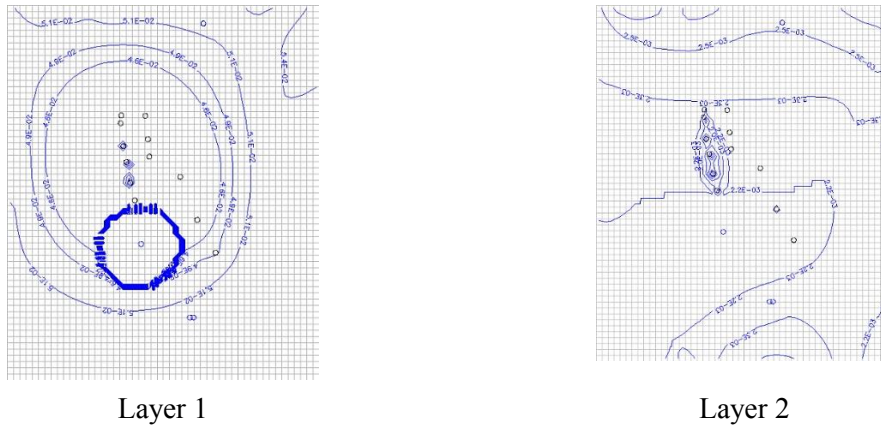


Figure 5. Simulation of compaction in the Layer 1 and Layer 2 in PhapVan water plant

On the contrary, in the second layer in PhapVan plant, and two of the clayey layers in MaiDich plant, it could be observed that the amount of compaction was insignificant, just more or less 3 mm throughout the considered period. This could be explained by the fact that the geotechnical properties of those layers are rather prober. The state of the clay in the plant was firm, stiff to very stiff, with almost no presence of highly compressible materials such as soft silty clay, costal swamp deposits, or plant remains. From those simulation results, the compressibility of the layers was demonstrated to play a crucial role in the compaction behaviour of the materials under stresses.

The simulation compaction results also manifested fairly satisfactory agreement with the observation data. It should also be further pointed out that the observation data is the value of ground subsidence which is the summation of compaction of all the compressible layers in the area. Further analysis was conducted in PhapVan plant, where notable compaction of the materials occurred due to the decline of the piezometric level. The observed values from December 2000 to December 2003 were nearly 5.1 cm. The difference between simulated values was teeny in 2001, and 2002, and the figure was slightly higher in 2003 (figure 6). Finally, the simulated compaction in this study was slightly less than those conducted by Thu & Delwyn (2000). While the average rate of compaction in the PhapVan plant calculated by IBS1 was around 1.5 cm per year, the figure for the former varies from 1.6 cm to 2.2 cm per year.

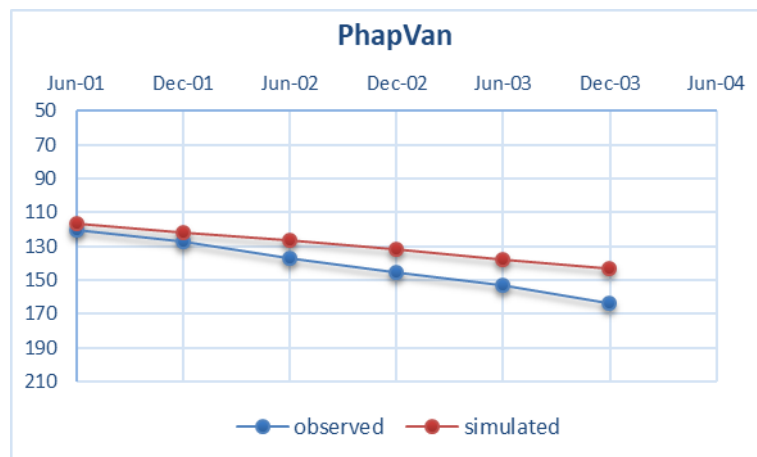


Figure 6. Comparison between observed and calculated settlement in PhapVan wells field

4. Conclusion

Settlement of the land surface owing to groundwater exploitation in some areas of Hanoi was explored in this study. Evolution of groundwater head and the presence of highly compressible fined-grained materials are principal to the evaluation of surface settlement. The situation might be getting more severe since the soft soil layers were not that deep. The study was focused on incorporating the IBS package into existing groundwater flow model to estimate the quantities of both elastic and inelastic compaction as well as the role of geotechnical properties in the rate of compression. The compressibility parameters

were suitably assigned to the silty, clayey sediments in the package. The rate of settlement in PhapVan plant was roughly 1.5 cm per year. This rate was marginally less compared to the in-situ measurement. With regards to materials which have high content of soft soils, organic materials were also proved in the study to be immensely sensitive to compaction. This study could be used as a preliminary assessment where calculation of settlement was integrated with the groundwater flow. As a result, administrators can propose a long-term policy development for the groundwater extraction Hanoi to control and mitigate the consequence of the land subsidence issue.

Reference

Dassargues, A., & Zhan, J. (1992). Land subsidence in Shanghai: Hydrogeological conditions and subsidence measurements. *The International Association of Engineering Geology*, 46, 25-34.

Dassargues, A., Schroeder, C., & Li, X. L. (1993). Applying the lagamine model to compute land subsidence in ShangHai. *The International Association of Engineering Geology*, 47, 51-64.

Duong, T. T. (2012). *Application of MODFLOW to groundwater abstractions in Urban Centre zone of Hanoi, Vietnam*. Unpublished Master Thesis, Vrije Universiteit Brussel.

Dung, N. N., (2015). *Assessment of Land Subsidence due to groundwater extraction in MaiDich and PhapVan water plants, Hanoi*. Unpublished Master Thesis, Vrije Universiteit Brussel, Brussels, Belgium

Giao, P. H., & Ovaskainen, E. (2000). Preliminary assessment of Hanoi land subsidence with reference to groundwater development. *Lowland technology international*, 2(2), 17-29.

Nguyen, T. Q., & Donald, H. C. (1995). Land subsidence due to groundwater withdrawal in Hanoi, Vietnam. *International Symposium on Land Subsidence*. 234, pp. 55-60. The Hague: IAHS

Simcore. (2012, July 5). Processing Modflow - An integrated Modeling Environment for the Simulation of Groundwater Flow, Transport and Reactive Processes.

Smedt, F. D., (2012). *Groundwater modelling*. Vrije Universiteit Brussels, Belgium

Thu, T. M., & Delwyn, F. G. (2000). Modelling subsidence in the Hanoi City area, Vietnam. *Canadian Geotech Journey*, 37(3), 621 - 637.

A novel approach for detailed spatio-temporal land subsidence prediction coupling 3D engineering geological modeling in Hanoi city

Nhữ Việt Hà^{1,*}

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

ABSTRACT

Land subsidence as one of the geohazards, land subsidence causes various damages to roads, bridges, buildings, underground infrastructures, and may alter groundwater flows and rivers. Various methods and techniques have been proposed for land subsidence prediction that commonly used categorised as: empirical methods, semi-theoretical approach, and theoretical approach. Land subsidence predictions all use engineering geological conditions as principles because the compaction and expansion of compressible sediments induce subsurface deformations and subsidence of the ground surface. However, the engineering geological conditions are commonly represented in traditional way as drilling records, cross sections, and 2D maps. Several engineering geological characteristics are still not so well estimated in these traditional representations, especially for detailed spatio-temporal land subsidence predictions. Overcome this, a 3D engineering geological model is constructed based on 2D maps and more than 1500 engineering geological drilling records with physico-mechanical properties of 11000 samples and 17000 in-situ tests from constructive projects in Hanoi city during the last 20 years. The exhaustive engineering geological conditions are reproduced with total 21 high-resolution engineering geological layers, the bottom one is the Neogene sediment bedrock. They are integrated to groundwater information to provide input data for detailed spatio-temporal land subsidence prediction using a self-developed tool of 3D SubPro 2015. With calculated capacity of big data, it was applied to all soil columns entire Hanoi city, at every time-step of fluctuating water table within 34 year from 12/1995. The spatio-temporal land subsidence prediction was validated based on monitoring data at stations for reliable results. This approach could be determined as a novel approach for a detailed assessment and prediction of spatio-temporal land subsidence in the study area. The tool of 3D SubPro 2015 could also be applied to other study areas.

Keywords: Geological Engineering Model, Spatio-Temporal Land Subsidence; Hanoi; 3D SubPro 2015

1. Introduction

Land subsidence could be defined as a gradual lowering or deformation of the ground surface due to subsurface compaction, consolidation, and collapse (Bartolino and Cole 2002). It has become a global problem that many parts of the world have to face. As one of the geohazards, land subsidence causes various damages to roads, bridges, buildings, underground infrastructures, and may alter groundwater flows and rivers. Various methods and techniques have been proposed for land subsidence prediction. They consist of three commonly used categories as: empirical methods, semi-theoretical approach, and theoretical approach.

In fact, the compaction and expansion of compressible sediments induce subsurface deformations and subsidence of the ground surface. Thus, engineering geological conditions of the Quaternary sediments play an important role in land subsidence predictions. However, the engineering geological conditions are commonly represented in traditional way as drilling records, cross sections, and 2D maps. Normally, several engineering geological characteristics are still not so well estimated in these traditional representations. To can predict of detailed spatio-temporal land subsidence, it is necessary a novel approach as coupling with a 3D model by high-resolution engineering geological conditions.

2. Land subsidence and engineering geological study in Hanoi city

There were some researched projects of land subsidence in Hanoi, but they are most used the empirical methods and the semi-theoretical approach. The first one was conducted based on the land subsidence monitoring from 1989-1995 and 1995-2015 (HIBT 2006, 2007, 2014). Some other ones using numerical

* Tác giả liên hệ

Email: nhuvietha@hmg.edu.vn

methods have also been adopted for some sites as Phapvan well field in 2000, Phapvan and Maidich well fields in 2004. One other use multifactorial correlation analysis for sites of Phapvan, Luongyen, and Thanhcong well field in 2013. All projects were based on site-specific engineering geological conditions with predicted capabilities were reasonable. However, they were difficult to apply for spatio-temporal land subsidence due to be lack detailed engineering geological conditions for entire Hanoi city.

Hanoi engineering geological conditions have been studied for whole city in projects of the Urban geological survey. However, due to the surveyed data, despite the use of geological survey boreholes, most of engineering geological drills are not large in depth, thus the results are limited in both depth and resolution. The results are also only reproduced by traditional methods such as drilling records, cross sections, and 2D engineering geological maps. Based on the demand for underground space exploitation, a study was prompted by Nguyen Duc Manh and Nguyen Ngoc Lan (2010) but it's initial results are not high due to base on the traditional 2D materials that updated from some of the city's new infrastructure projects. In the past, a direct approach to determine the distribution of soft-soil within the Quaternary sediment, Phuong et al. (2004) carried out the research project "Collecting, verifying existing documents, supplementing research to mapping of Hanoi soft-soil for sustainable development of the Capital". This is the key project of Hanoi city that using the largest number of engineering geological investigated data up to that time. The spatial variation of the soft soil layers and the engineering geological conditions were expressed in detail through cross sections and 2D maps. Although a large amount of collected data are classified but did not apply information technologies for processing, digitizing and storage that data.

3. A novel approach for detailed spatio-temporal land subsidence prediction coupling 3D engineering geological model in Hanoi city

In recent years, with the development of information technology, 3D Geo-models has been strengthened research and development. It could provide continuously spatial structures with comprehensive and high resolution. Modeling technologies are geared towards the ability to store information in large quantities, the models are updated rapidly with new data. In this way, many experts have used it to validate structured assumption processes in many cases. The 3D Geo-models gradually become the foundation conditions for solutions of engineering geological problems and geohazards (including infrastructure development, land subsidence, liquefaction, ...) at the 3D level. Initially, the 3D Geo-models were mainly used to solve problems in hydrological geology, resource protection, or in the oil and gas industry to simulate and predict the distribution of oil and ore (Lelliott et al. 2006, Robins, Davies and Dumbleton 2008, Roy and Robinson 2009, Lelliott, Cave and Wealthall 2009). Then expanded to serve for other fields such as construction engineering, engineering geological, numerical analysis, etc. The 3D engineering geological model is defined as a powerful tool for the reproduction and analysis of underground space and geohazards as land subsidence.

As well as international research, the studies of 3D Geo-model in Hanoi city are primarily used to solve the problems of geohydrology or in the oil and gas industry. The software incorporates 3D modeling features incorporated into 3D groundwater models (Thu and Fredlund 2000). Input data for models is extracted from geohydrological survey projects thus stratigraphic structures have low resolution. Stratigraphic layers do not meet the standards of engineering geological unit (homogeneity in constructive properties). These models have been developed mainly for the purpose of calculating the groundwater resources, assessing the balance of underground water, etc., thus it is difficult to use for engineering geological problems. In order to meet the increasing demand for urbanization, many authors have also begun to approach modeling technologies for 3D Geo-models, some ones have been conducted to build 3D city using GIS technology (Yonezawa 2008, Yonezawa 2009). The 3D engineering geological models are still in the reach stage due to the need for large collected data and technologies for processing, storage, and analysis are still expensive. However, in the face of detailed spatio-temporal land subsidence prediction, the 3D engineering geological model with high-resolution are necessary to be developed as a new approach in this field.

Since exhaustive engineering geological conditions for 3D engineering geological model, all available traditional engineering geological data are collected and analyzed in a systematic way to integrate into the model by an elaborate data analysis. The 3D engineering geological model is constructed with three components are ground surface, subsurface, and attributes. Data for 3D engineering geological modeling and comprise: (i) national topographic maps; (ii) Quaternary sedimentary map; (iii) more than 1500 engineering geological drilling records with physico-mechanical properties of 11000 samples and 17000 in-situ tests. These drilling records were coming from more than 350 engineering geological investigated projects during the last 20 years at Hanoi city. From these data, a total of 21 engineering geological layers (EGLs) were defined and interpreted and assigned from 1 to 21 by downward stratigraphic order and are correlated to the geological formations. Statistical evaluation metrics is used to validate the model for

every EGL. The 3D engineering geological model was built from longitudes 105°41'E to 105°56'E and from latitudes 20°53'N to 21°07'N with the area of about 700 km². In the vertical direction, the domain is bounded on top by the ground surface so that it includes the Quaternary sediments. The bottom limit of the domain consists of the Neogene sediment bedrock. Since the study area is part of the Red River delta, stratification is defined as conformity with continuous sediment deposition. The completed 3D engineering geological model of the Hanoi city as perspective figure in Fig1.

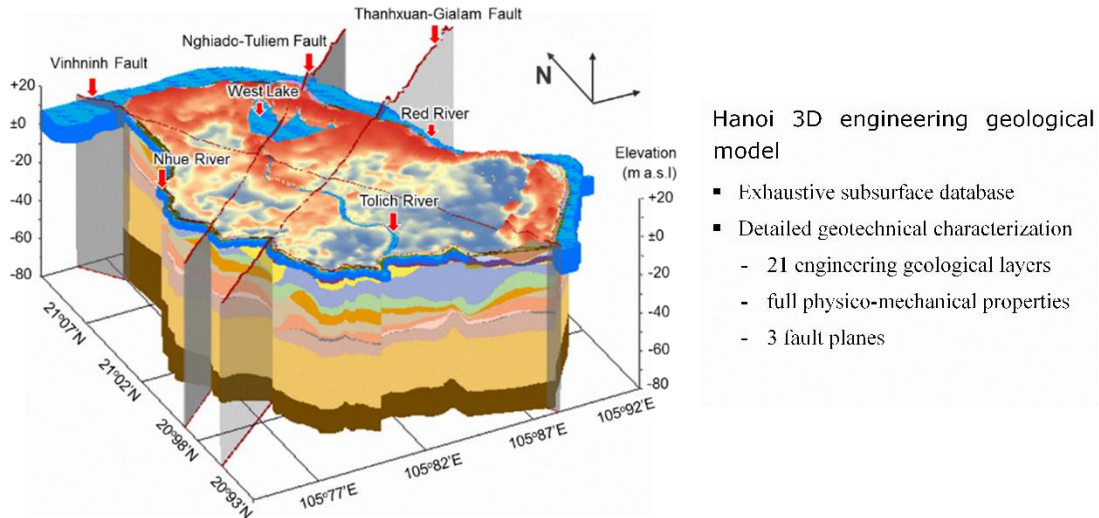


Fig. 1. The 3D engineering geological model with engineering geological layers and fault system of Hanoi city

This model was couple with groundwater information for developing a 3D detailed spatio-temporal land subsidence model according to the compressible of consolidation theory (Terzaghi, Peck and Mesri 1996). A tool using Python code (3D SubPro 2015) was developed for calculation and visualization of the 3D detailed spatio-temporal land subsidence. With calculated capacity of big data, it was applied to all soil columns entire Hanoi city, at every time-step of fluctuating water table within 34 year from 12/1995 (fig. 2). The spatio-temporal land subsidence prediction was validated based on monitoring data at stations for reliable results.

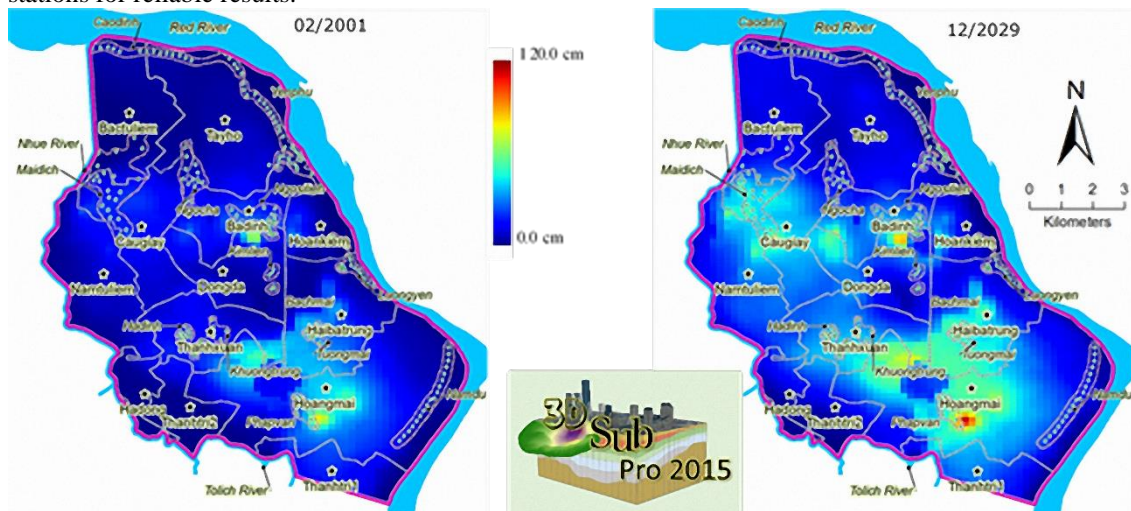


Fig. 2. The tool of 3D SubPro 2015 and results of predicted spatio-temporal land subsidence of Hanoi city at 02/2001 and 12/2029

4. Conclusions

The resultant 3D engineering geological model is consistent and separate volumetric modeling allows to analyze the engineering-geological behavior of each desired EGL. It is possible to generate different derivative models or maps for specific demands. For example, a conceptual groundwater model could be generated through grouping EGLs for each hydrogeological unit; interpolation of engineering geological

and hydrological properties with every individual unit is more continuous and reliable; thickness maps of different material types could be generated by accumulation of volume in the same lithology, etc.

From the resultant 3D engineering geological model, challenges were solved such as (i) the complexity of engineering geological conditions have been transited to a computational representation; (ii) the complexity of subsurface was constructed by systematic geostatistical analysis; and (iii) the model allows to perform complex analyses and computations on the engineering geological framework for different land subsidence models and detailed spatio-temporal land subsidence prediction.

From application for Hanoi city, detailed spatio-temporal land subsidence prediction coupling 3D engineering geological model in a period of 34 years for reliable results. This approach could be determined as a novel approach for a detailed assessment and prediction of spatio-temporal land subsidence in the study area. The tool of 3D SubPro 2015 could also be applied to other study areas.

5. Acknowledgement

This work has been partially funded by the Hanoi University of Mining and Geology (HUMG) through the university-level research project 2018 (Ref: T18-08).

6. References

Bartolino, J. R. & J. C. Cole. 2002. Ground-water resources of the Middle Rio Grande Basin, New Mexico. *Scientific Report*. US Geological Survey.

HIBT. 2006. Final Report of fifteen years for building, management and exploitation of land subsidence stations due to groundwater level changing at Hanoi city (1991-2006). *Scientific Report*. Hanoi Institute of Building Technology - 33D Cat Linh, HaNoi: Hanoi Institute of Building Technology.

HIBT. 2007. Report of monitoring at ten stations of land subsidence due to groundwater level changing at Hanoi city 2003-2006. *Scientific Report*. 486. Hanoi Institute of Building Technology - 33D Cat Linh, HaNoi: Hanoi Institute of Building Technology.

HIBT. 2014. Report of monitoring at ten stations of land subsidence due to groundwater level changing at Hanoi city 2008-2012. *Scientific Report*. 382. Hanoi Institute of Building Technology - 33D Cat Linh, HaNoi: Hanoi Institute of Building Technology.

Lelliott, M., D. M. Bridge, H. Kessler, S. Price & K. Seymour (2006) The application of 3D geological modelling to aquifer recharge assessments in an urban environment. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 39, 293-302.

Lelliott, M., M. Cave & G. Wealthall (2009) A structured approach to the measurement of uncertainty in 3D geological models. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 42, 95-105.

Nguyen Duc Manh & Nguyen Ngoc Lan (2010) Địa môi trường với khai thác và sử dụng hiệu quả không gian ngầm đô thị Hà Nội.

Phuong, N. H., T. D. Thinh, P. V. Ty, D. T. Tuong, N. Hong, N. V. Tinh, T. X. Vu, H. V. Hai, D. V. Bat, N. H. Long, N. H. Quang, N. V. Phong, D. D. Phuc, T. T. Binh, P. M. Tuan, P. T. Huong, P. V. Minh, P. T. V. Nga, N. T. Long, N. T. Nu, N. V. Hung, P. H. Hai, N. M. Hung & V. D. Thong. 2004. Thu thập, kiểm chứng các tài liệu đã có, nghiên cứu bổ sung lập bản đồ phân vùng đất yếu Hà Nội phục vụ phát triển bền vững Thủ đô (Mã số: TC-ĐT/06-02-03).

Robins, N., J. Davies & S. Dumbleton (2008) Groundwater flow in the South Wales coalfield: historical data informing 3D modelling. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 41, 477-486.

Roy, D. & K. E. Robinson (2009) Surface settlements at a soft soil site due to bedrock dewatering. *Engineering Geology*, 107, 109-117.

Thu, T. M. & D. G. Fredlund (2000) Modelling Subsidence in the Hanoi City area, Vietnam. *Canadian Geotechnical Journal*, 37, 621-637.

Yonezawa, G. (2008) Developing of 3D Urban Modeling of Hanoi. *Intriguing ASIA*, 113, 168-174.

Yonezawa, G. (2009) 3D Topographical Analysis of Hanoi, Vietnam. *東南アジア研究*, 46, 519-531.

ABSTRACT

A novel approach for detailed spatio-temporal land subsidence prediction coupling 3D engineering geological modeling in Hanoi city

Nhu Viet Ha¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

Land subsidence as one of the geohazards, land subsidence causes various damages to roads, bridges, buildings, underground infrastructures, and may alter groundwater flows and rivers. Various methods and techniques have been proposed for land subsidence prediction that commonly used categorised as:

empirical methods, semi-theoretical approach, and theoretical approach. Land subsidence predictions all use engineering geological conditions as principles because the compaction and expansion of compressible sediments induce subsurface deformations and subsidence of the ground surface. However, the engineering geological conditions are commonly represented in traditional way as drilling records, cross sections, and 2D maps. Several engineering geological characteristics are still not so well estimated in these traditional representations, especially for detailed spatio-temporal land subsidence predictions. Overcome this, a 3D engineering geological model is constructed based on 2D maps and more than 1500 engineering geological drilling records with physico-mechanical properties of 11000 samples and 17000 in-situ tests from constructive projects in Hanoi city during the last 20 years. The exhaustive engineering geological conditions are reproduced with total 21 high-resolution engineering geological layers, the bottom one is the Neogene sediment bedrock. They are integrated to groundwater information to provide input data for detailed spatio-temporal land subsidence prediction using a self-developed tool of 3D SubPro 2015. With calculated capacity of big data, it was applied to all soil columns entire Hanoi city, at every time-step of fluctuating water table within 34 year from 12/1995. The spatio-temporal land subsidence prediction was validated based on monitoring data at stations for reliable results. This approach could be determined as a novel approach for a detailed assessment and prediction of spatio-temporal land subsidence in the study area. The tool of 3D SubPro 2015 could also be applied to other study areas.

Keywords: Geological Engineering Model, Spatio-Temporal Land Subsidence; Hanoi; 3D SubPro 2015

Tiềm năng khai thác địa nhiệt tầng nông vùng Tây Bắc cho sưởi ấm và làm mát

Nhữ Việt Hà^{1,*}, Nguyễn Mỹ Linh²

¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

² Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản

TÓM TẮT

Địa nhiệt tầng nông là nguồn năng lượng sạch, được tích tụ dưới dạng nhiệt lượng ở các lớp đất đá nằm ngay dưới mặt đất. Việc khai thác nguồn năng lượng sạch và vô tận này có ý nghĩa rất lớn về kinh tế, xã hội, và môi trường. Địa nhiệt tầng nông khai thác cho nhu cầu sưởi ấm và làm mát thường đi kèm với các công nghệ hỗ trợ mà phổ biến nhất là công nghệ bơm địa nhiệt (GSHP). Mục đích của bài báo này là làm rõ tiềm năng khai thác địa nhiệt tầng nông vùng Tây Bắc cho sưởi ấm và làm mát, thông qua các tiêu chí: nhu cầu sưởi ấm và làm mát theo đặc điểm kinh tế và điều kiện khí hậu, khả năng thi công lắp đặt và tính hiệu quả của bộ phận trao đổi nhiệt đất trong hệ thống GSHP. Các tiêu chí này được phân tích dựa trên: điều kiện khí hậu và nhu cầu sưởi ấm/làm mát; đặc điểm thành phần, bề dày và đặc tính nhiệt lớp đất phủ; và điều kiện địa chất thủy văn vùng nghiên cứu. Kết quả cho thấy 1/3 diện tích là “không có tiềm năng”, 2/3 diện tích còn lại là “có tiềm năng” đến “tiềm năng cao” cho khai thác địa nhiệt tầng nông. Một nửa diện tích tỉnh Lai Châu thuộc diện “không có tiềm năng” nhưng tỉnh Hòa Bình lại có phần lớn diện tích là “có tiềm năng” đến “tiềm năng cao”. Các khu vực “có tiềm năng” đến “tiềm năng cao” chủ yếu tập trung vào các khu vực có mật độ dân cư tương đối cao.

Từ khóa: Địa nhiệt tầng nông; tiềm năng khai thác, GSHP, sưởi ấm và làm mát

1. Đặt vấn đề

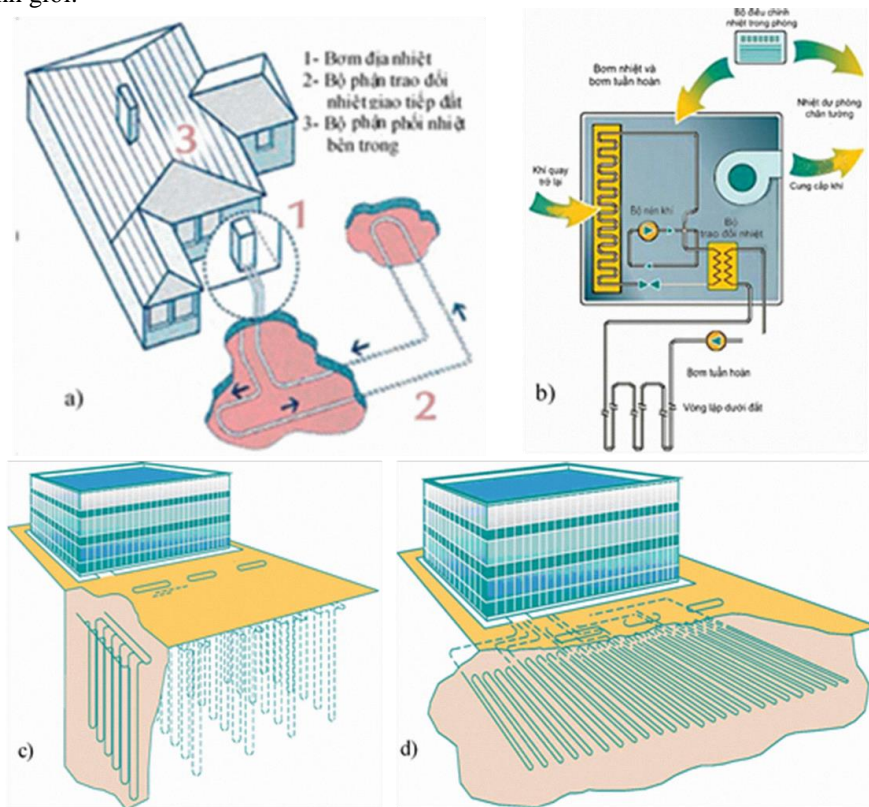
Địa nhiệt tầng nông là nguồn năng lượng sạch, được tích tụ dưới dạng nhiệt lượng ở các lớp đất đá nằm ngay dưới mặt đất. Khoảng 46% năng lượng mặt trời hấp thụ xuống vỏ trái đất tạo nên địa nhiệt tầng nông. Do tính dẫn nhiệt thấp của các loại đất đá, địa nhiệt lượng tồn tại và chuyển hóa theo thời gian, phụ thuộc vào độ sâu. Độ chênh truyền nhiệt của đất đá là một cơ sở quan trọng để tạo thành vòng tuần hoàn nhiệt giữa nhiệt độ không khí và nhiệt độ đất đá bên dưới. Sự thay đổi nhiệt cần làm mát trong mùa hè và nhiệt cần sưởi ấm trong mùa đông được thực hiện thông qua hệ thống điều hòa không khí, sưởi ấm của các công trình, tòa nhà, phục vụ đời sống dân sinh. Các vòng tuần hoàn nhiệt có chi phí hợp lý do các quãng đường từ nguồn nhiệt không khí đến phạm vi khai thác địa nhiệt tầng nông không dài. Tuy nhiên, để vượt qua sự chênh lệch nhiệt độ thấp giữa không khí và địa nhiệt tầng nông một cách hiệu quả, các công nghệ hỗ trợ thường được tích hợp đi kèm. Có nhiều công nghệ hỗ trợ như bơm địa nhiệt, thu tích nhiệt, hút địa nhiệt, v.v. đã được phát triển, trong đó công nghệ bơm địa nhiệt hay bơm nhiệt đất là phổ biến hơn cả. Trong hai thập kỷ qua, địa nhiệt tầng nông đã được nghiên cứu để khai thác cho mục đích sưởi ấm và làm mát tại rất nhiều nơi trên thế giới, tập trung chủ yếu tại các nước phương Tây và Nhật Bản.

Hệ thống khai thác địa nhiệt tầng nông bằng công nghệ bơm địa nhiệt phục vụ sưởi ấm và làm mát được gọi là GSHP. Hệ thống GSHP cấu tạo gồm ba phần chính: (1) Bơm địa nhiệt, (2) Bộ phận trao đổi nhiệt tiếp xúc đất, và (3) Hệ thống phân phối nhiệt bên trong cho sưởi ấm/làm mát (Hình 1). Thay vì sử dụng điện để tập trung và thay đổi nhiệt độ, GSHP sẽ thu thêm nhiệt lượng từ đất hoặc nước dưới đất vào các ống dẫn nhiệt của hệ thống sưởi ấm và điều hòa thông thường. Công nghệ này cho phép lượng tiêu thụ điện năng giảm tới 30-70% ở chế độ sưởi ấm và 20-50% ở chế độ làm mát (Anh and Hiền 2013). Bộ phận trao đổi nhiệt tiếp xúc đất là nơi diễn ra quá trình trao đổi nhiệt giữa GSHP và đất đá, cấu tạo phổ biến là các ống chôn trong hào ngang hoặc lỗ khoan thẳng đứng, hoặc ngâm ngập chìm trong các hồ, ao ... Theo phương thức tuần hoàn trao đổi nhiệt, hệ thống tiếp xúc đất được phân thành 2 loại “vòng lặp kín” và “vòng lặp mở”. Hệ thống tiếp xúc đất “vòng lặp kín” sử dụng hỗn hợp chất truyền nhiệt (nước/chất lỏng chống đông) lưu thông tuần hoàn từ máy bơm địa nhiệt qua hệ thống ống xung quanh và quay về máy bơm địa nhiệt. Hệ thống giao tiếp “vòng lặp mở” sử dụng nước từ giếng hoặc tầng chứa nước, chuyển nhiệt đến hoặc từ nước, và sau đó mang ngược trở lại đất hoặc tầng chứa nước. Theo

* Tác giả liên hệ

Email: nhuvietha@humg.edu.vn

phương thức lắp đặt bộ phận tiếp xúc đất, hệ thống GSHP được phân thành GSHP thẳng đứng và GSHP nằm ngang. GSHP thẳng đứng thích hợp cho các khu vực tập trung dân cư lớn nơi mà đá gốc nằm gần mặt đất hoặc những khu vực có diện tích lắp đặt eo hẹp. GSHP nằm ngang thường phù hợp hơn với các khu dân cư và tòa nhà thương mại nhỏ hoặc có diện tích lắp đặt lớn, đất ở độ sâu vài mét từ bề mặt dễ dàng khai đào. Các hệ thống GSHP “vòng lặp kín” phù hợp cho các điều kiện địa chất nhưng tiềm năng khai thác sẽ khác nhau phụ thuộc vào các vấn đề như tính chất nhiệt, khoan thi công. Các hệ thống GSHP “vòng lặp mở” (bơm nước ngầm) sẽ phù hợp với các điều kiện địa chất có tồn tại các tầng chứa nước ngầm. Các điều kiện địa chất thủy văn trong thực tế sẽ điều chỉnh thiết kế của bất kỳ hệ thống “vòng lặp mở” nào, phụ thuộc: loại tầng nước ngầm, hình thái, mực nước ngầm, thành phần cấu tạo, tính chất thủy lực, ranh giới.



Hình 1. Cấu tạo điển hình hệ thống GSHP (a), bơm địa nhiệt (b), bộ phận trao đổi nhiệt tiếp xúc đất thẳng đứng (c) và nằm ngang (d)

2. Đặt vấn đề

Tiềm năng khai thác địa nhiệt tầng nông vùng Tây Bắc cho sưởi ấm và làm mát sử dụng GSHP được đánh giá trên cơ sở phân tích các yếu tố: (i) điều kiện khí hậu và nhu cầu sưởi ấm/làm mát; (ii) đặc điểm thành phần, bề dày và đặc tính nhiệt lớp đất phủ và (iii) điều kiện địa chất thủy văn vùng nghiên cứu. Điều kiện khí hậu đóng vai trò ảnh hưởng rất lớn tới các hệ thống GSHP do nhiều yếu tố nhưng chủ yếu là nhiệt độ môi trường xung quanh được phản xạ bởi nhiệt độ trung bình trong không khí. Sanner (2011) đã đưa ra bảng tham khảo loại khí hậu khả thi trong việc sử dụng một số hệ thống GSHP. Đặc điểm thành phần, bề dày và đặc tính nhiệt lớp đất phủ liên quan đến hiệu quả trao đổi nhiệt và tính tối ưu khai thác liên quan loại và phương pháp lắp đặt GSHP. Thực tế, hiệu quả của các hệ thống GSHP liên quan mật thiết đến độ dẫn nhiệt của đất đá. Độ dẫn nhiệt của đất đá biến đổi theo chiều sâu; phụ thuộc vào cấu trúc địa chất, các yếu tố về độ ẩm, dung trọng khô, thành phần khoáng chất và nhiệt độ của đất (Salomone and Marlowe 1989) do quá trình truyền nhiệt trong đất đá là sự kết hợp đồng thời của dẫn truyền, đối lưu, bức xạ và vận chuyển không gian. Khi đất đá chưa bão hòa, độ ẩm đất đá tăng dần đến phát sinh ra màng nước mỏng giữa các hạt. Đây là "cầu nối" làm gia tăng diện tích tiếp xúc hiệu quả giữa các hạt, lưu lượng nhiệt và tính dẫn nhiệt. Đất đá có dung trọng khô cao, nhiều hạt đất đá được nén vào một đơn vị khối lượng thì số lượng các điểm tiếp xúc giữa các hạt tăng lên, làm gia tăng các dòng chảy nhiệt và tính dẫn nhiệt của đất đá. Tính dẫn nhiệt của đất đá cũng phụ thuộc vào thành phần khoáng vật, ví dụ các loại cát có hàm lượng thạch anh cao nói chung có độ dẫn nhiệt lớn hơn so với cát có chứa feldspat plagioclaz cao

và pyroxene. Tiêu chuẩn Đức (VDI4640 2010) là một tài liệu có giá trị tin cậy được sử dụng rộng rãi trong đánh giá, lựa chọn độ dẫn nhiệt cho các loại đất đá có thể tham khảo. Phương pháp chuyên gia đánh giá tiềm năng khai thác địa nhiệt tầng nông vùng Tây Bắc cho sưởi ấm và làm mát sử dụng GSHP thông qua giá trị chỉ số tiềm năng (PI) (công thức (1)).

$$PI = E_w E_p + T_w T_p + G_w G_p + K_w K_p \quad (1)$$

Giá trị này được tính toán dựa trên mức độ quan trọng của các thông số ảnh hưởng tới khả năng khai thác, bao gồm: (i) E - nhu cầu sưởi ấm và làm mát theo đặc điểm kinh tế - xã hội (định lượng hóa theo mật độ dân số); (ii) T - nhu cầu sưởi ấm và làm mát theo điều kiện khí hậu; (iii) G - khả năng thi công lắp đặt hệ thống trao đổi nhiệt đất theo điều kiện địa chất (bề dày vỏ phong hóa) và (iv) K - tính hiệu quả của bộ phận trao đổi nhiệt đất (đánh giá theo độ dẫn nhiệt của đất đá). Mỗi thông số được phân chia thành các khoảng giá trị đặc trưng và lượng hóa bởi hai yếu tố đặc trưng là: trọng số (W) và điểm số (P). Trọng số là một hằng số được gán cho từng yếu tố tùy theo tầm quan trọng tương đối của yếu tố đó, có thang điểm tăng dần từ ít quan trọng) đến Quan trọng nhất. Điểm số đại diện cho tiềm năng khai thác địa nhiệt, cũng là một hằng số được gán cho từng yếu tố theo thang điểm từ tiềm năng áp dụng thấp nhất đến cao nhất) (bảng 1).

Bảng 1. Bảng định lượng các thông số xác định giá trị chỉ số tiềm năng

STT	Thông số	Ký hiệu	Trọng số (W)	Điểm số (P)
1	Nhu cầu sưởi ấm và làm mát theo đặc điểm kinh tế - xã hội (định lượng hóa theo mật độ dân số)	E	1	1-6
2	Nhu cầu sưởi ấm và làm mát theo điều kiện khí hậu	T	3	1-8
3	Khả năng thi công lắp đặt hệ thống trao đổi nhiệt đất theo điều kiện địa chất (bề dày vỏ phong hóa)	G	2	1-5
4	Tính hiệu quả của bộ phận trao đổi nhiệt đất (đánh giá theo độ dẫn nhiệt của đất đá)	K	2	1-5

3. Đặt vấn đề

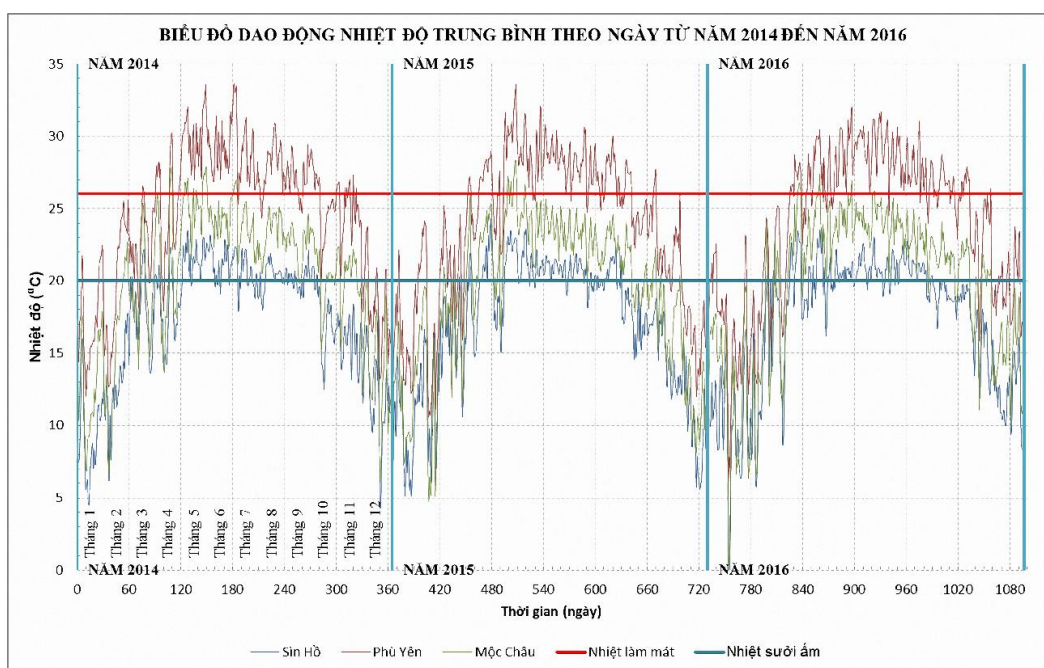
Tiềm năng khai thác địa nhiệt tầng nông vùng Tây Bắc cho sưởi ấm và làm mát được nghiên cứu dựa trên cơ sở dữ liệu từ: (1) thu thập, tổng hợp, phân tích và xử lý dữ liệu; (2) khảo sát thực địa bổ sung; (3) phân tích mẫu đất trong phòng thí nghiệm và (4) phương pháp chuyên gia. Các tài liệu thu thập, tổng hợp liên quan đến địa chất, địa chất thủy văn, địa hóa, vỏ phong hóa, địa nhiệt, khí tượng thủy văn, ... vùng nghiên cứu. Công tác khảo sát thực địa bổ sung nhằm mục đích kiểm chứng và khẳng định tính xác thực của các tài liệu được thu thập và nghiên cứu chi tiết về nhiệt độ, độ dẫn nhiệt của đất. Tiến hành tại 11 vị trí ngoài thực địa gồm các dạng công tác: (1) thí nghiệm xuyên động, (2) xác định nhiệt độ đất theo chiều sâu và (3) lấy mẫu đất nguyên dạng phục vụ thí nghiệm trong phòng.

Thí nghiệm xuyên động được tiến hành với mục đích tạo lỗ thí nghiệm xác định nhiệt độ đất và xác định cường độ kháng xuyên đơn vị (chỉ tiêu liên quan tới độ bền vững của đất), chiều sâu xuyên từ 1,5-2,0 m. Thiết bị sử dụng là bộ dụng cụ thí nghiệm xuyên động 16-T0013 (Controls Inc., Italia), khả năng xuyên sâu 12 m. Nhiệt độ đất được xác định tại các độ sâu 1 m và 2 m trong mỗi hố xuyên động, tổng cộng 20 lần đo. Thiết bị sử dụng là Nhiệt kế AMT-108 (Máy đo nhiệt độ kỹ thuật số - cảm biến điện tử) với khả năng phân tích nhanh và độ chính xác cao. Các mẫu nguyên dạng được lấy tại các điểm khảo sát, tại các hố đào trong lớp phong hóa hoàn toàn, khối lượng 3 mẫu đất nguyên dạng và 18 mẫu đất không nguyên dạng. Các mẫu nguyên dạng được lấy tại độ sâu cách mặt đất 2 m, mẫu không nguyên dạng chủ yếu lấy tại các điểm lộ tại vị trí nghiên cứu để xác định độ dẫn nhiệt của đất. Các mẫu được bao gói, bảo quản và vận chuyển tuân thủ theo tiêu chuẩn Việt Nam hiện hành. Công tác phân tích độ dẫn nhiệt các mẫu đất được tiến hành tại Phòng Thí nghiệm Nhiệt động và Truyền nhiệt (Khoa cơ khí, Đại học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh) cho 03 mẫu đất nguyên dạng. Xác định độ ẩm của mẫu đất cho 18 mẫu đất không nguyên dạng tại Phòng thí nghiệm LAS-XD 1445 (Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản).

Vùng Tây Bắc được phân bố bởi các thành tạo trầm tích, biến chất và nguồn gốc núi lửa phát triển rộng rãi, thành phần đa dạng. Mức độ phong hóa từ trên xuống dưới gồm (1) lớp sườn tàn tích (edQ) dày 1,0-5,0 m, thành phần là sét, sét pha, lẫn dăm sạn và mảnh vụn, tầng đá gốc (nằm tại chỗ hoặc vận chuyển từ trên xuống) chứa mùn thực vật, rễ cây; (2) đới phong hóa hoàn toàn dày 1,0-10,0 m, thành phần chủ yếu là sét pha, cát pha, cát, dăm sạn chứa tầng lẫn phong hoá sót của đá gốc, trạng thái của lớp thay đổi từ dẻo mềm đến cứng và phụ thuộc trực tiếp vào nước mặt; và (3) đới phong hóa mạnh với thành phần chủ yếu là dăm, cục, tầng chứa sét pha, cát pha, sạn, chất lấp nhét là cát, sạn, sét. Lớp đất phủ bề mặt thuộc đới edQ, có độ ẩm 10-20% (vào mùa khô) và 15-35% (vào mùa mưa), dung trọng 1,82-1,92 (g/cm³). Dựa

trên hướng dẫn theo tiêu chuẩn Đức (VDI4640 2010), độ dẫn nhiệt cho các thành tạo đất đá khu vực Tây Bắc được đề xuất có giá trị biến đổi từ 0,5 đến 5,5 W/m.K.

Vùng Tây Bắc thuộc dạng khí hậu lục địa, ít chịu ảnh hưởng của gió mùa đông bắc do có sự ngăn cách của dãy Hoàng Liên Sơn. Tuy nhiên, từ tháng 3 đến tháng 5 hàng năm, hầu hết các địa phương vùng Tây Bắc đều ít nhiều chịu ảnh hưởng của gió tây (gió Lào), khô và nóng. Nằm trong vành đai khí hậu nhiệt đới, một năm chia thành 4 mùa (xuân, hạ, thu và đông), số ngày nắng nhiều, tổng nhiệt hàng năm cao nhưng khoảng cách cực nhiệt độ giữa mùa hạ và mùa đông khá lớn; độ ẩm cao, lượng mưa nhiều và hàng năm mưa thường tập trung trong khoảng thời gian từ tháng 5 đến tháng 9. Đây là những điều kiện khí hậu lục địa đặc trưng, khả thi cho việc lắp đặt hệ thống GSHP theo Sanner (2011). Biểu đồ dao động nhiệt độ không khí trung bình ngày từ 2014 đến 2016 theo số liệu Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu cho vùng Tây Bắc được thể hiện trên hình 2.



Hình 2. Biểu đồ dao động nhiệt độ trung bình vùng Tây Bắc theo ngày từ 2014 đến 2016

Dựa trên điều kiện nhiệt độ này, tổng nhu cầu năng lượng tiêu thụ (E) cho sưởi ấm và làm mát được tính toán cho từng khu vực trong vùng Tây Bắc (TT). Kết quả cho thấy, nhu cầu làm mát vào mùa hè và sưởi ấm vào mùa đông cho vùng nghiên cứu là tương đối cao, thuận lợi cho áp dụng GSHP để điều hòa không khí. Nhu cầu làm mát vào mùa hè là 322,659 °C*giờ và nhu cầu sưởi ấm vào mùa lạnh là 166.912 °C*giờ với tổng năng lượng E tiêu thụ toàn vùng là 470.672 °C*giờ. Các khu vực có nhiệt độ ngày và đêm chênh nhau càng nhiều thì nhu cầu làm mát và sưởi ấm càng cao, lượng tiêu thụ E càng lớn.

Bảng 2. Bảng kết quả tính toán năng lượng tiêu thụ cho nhu cầu sưởi ấm và làm mát các khu vực vùng Tây Bắc từ 2014 đến 2016

T T	Trạm khí tượng	Tỉnh / thành phố	Nhiệt độ trung bình tháng (°C)			Nhu cầu năng lượng (°C x giờ)		
			TB	Max	Min	Sưởi ấm	Làm mát	Tổng cộng
1	Mường Tè	Lai Châu	23,3	34,4	13,1	8.185	7.509	15.694
2	Sin Hồ	Lai Châu	17,1	25,6	6,4	40.513	85	40.598
3	Tam Đường	Lai Châu	20,4	29,7	9,8	20.685	2.169	22.854
4	Than Uyên	Lai Châu	21,7	32,3	10,0	16.551	4.823	21.374
5	Mường Lay	Lai Châu	24,1	34,5	14,0	6.415	9.388	15.803
6	Tuần Giáo	Điện Biên	22,4	33,1	10,8	12.931	5.961	18.892
7	Pha Đin	Điện Biên	17,9	26,3	8,6	33.618	168	33.786
8	Điện Biên	Điện Biên	23,3	33,2	12,3	9.130	7.050	16.180
9	Phiêng Lanh	Sơn La	23,4	33,4	12,7	9.839	7.793	17.632

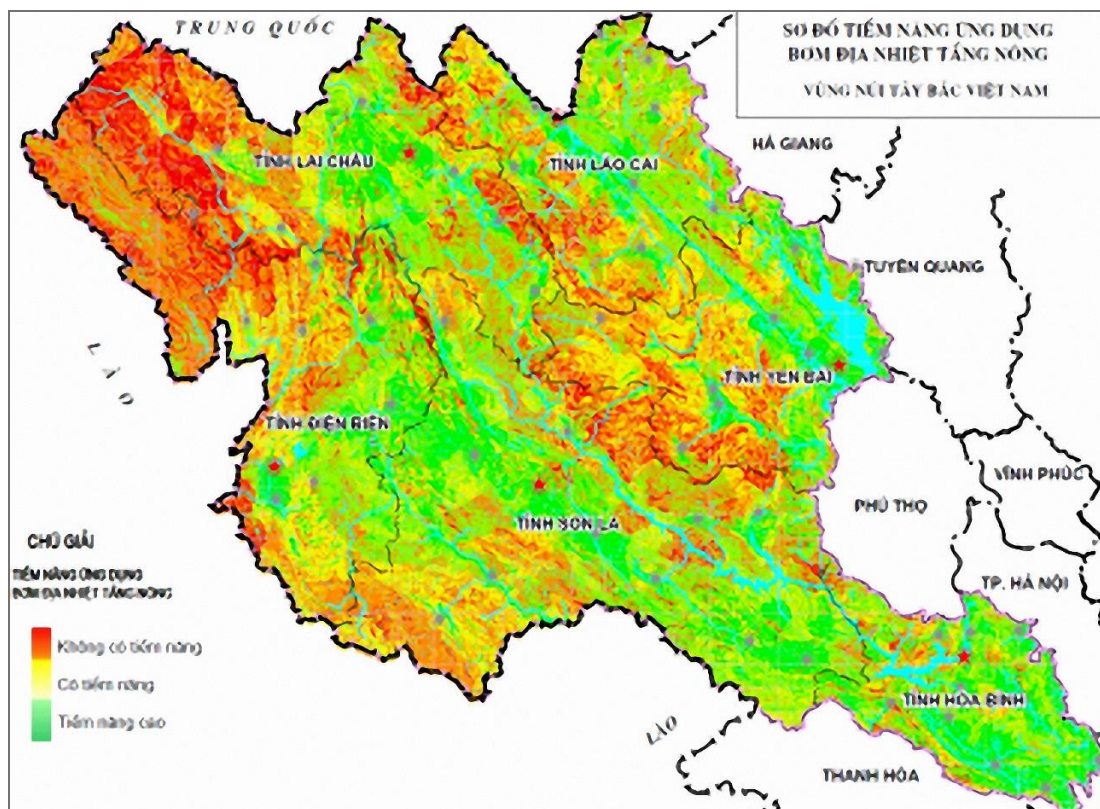
10	Mường La	Sơn La	24,9	36,3	12,9	6.856	14.356	21.213
11	Sơn La	Sơn La	22,2	32,3	10,1	14.908	5.622	20.530
12	Sông Mã	Sơn La	24,0	35,2	12,3	8.666	10.440	19.106
13	Cò Nòi	Sơn La	21,9	32,8	9,8	16.905	5.286	22.191
14	Yên Châu	Sơn La	24,1	36,0	11,6	9.849	11.980	21.829
15	Bắc Yên	Sơn La	21,7	32,5	11,2	18.899		
16	Phù Yên	Sơn La	24,1	35,4	12,8	10.142	11.861	22.003
17	Mộc Châu	Hòa Bình	19,7	30,0	8,5	27.697	1.830	29.526
18	Mai Châu	Hòa Bình	24,0	35,5	12,8	9.411	10.682	20.092
19	Kim Bôi	Hòa Bình	23,8	35,0	12,6	11.108	10.792	21.900
20	Chi Nê	Hòa Bình	24,2	35,1	13,3	10.996	12.703	23.699
21	Lạc Sơn	Hòa Bình	24,0	35,4	12,5	10.428	11.427	21.855
22	Hòa Bình	Hòa Bình	24,7	35,9	13,3	8.927	14.988	23.915

Kết quả tổng hợp tài liệu toàn vùng Tây Bắc cho thấy, mật độ dân cư chủ yếu tập trung ở các thị trấn, thành phố, nơi có mức thu nhập tương đối cao cho tiềm năng khai thác và sử dụng địa nhiệt nông bằng bơm địa nhiệt. Bên cạnh đó là đặc điểm cấu tạo địa chất với 2/3 diện tích tồn tại lớp vỏ phong hóa có độ dẫn nhiệt khá ổn định, bề dày 2-30 m hoặc > 30 m, nhiều nơi độ dốc thấp, đất đá phong hóa mạnh đến hoàn toàn. Đây là điều phù hợp cho các khả năng lắp đặt các hệ thống bơm nhiệt “vòng lặp kín” nằm ngang. Vùng có các tầng chứa nước khe nứt trong vùng phân bố dạng dải từ Lai Châu qua Sơn La, Hòa Bình (theo hướng Tây Bắc – Đông Nam) hoặc phân bố thành nhiều diện nhỏ. Các tầng khe nứt giàu nước là các đá vôi dạng khối, phân lớp dày xen kẹp sét vôi và đá vôi bị hoa hóa. Các tầng khe nứt giàu nước trung bình có thành phần chủ yếu là trầm tích lục nguyên xen lẫn ít đá vôi, sét vôi với nguồn cấp chủ yếu là nước mưa và nước ở các địa tầng cao hơn xung quanh. Các tầng khe nứt nghèo nước phân bố rộng nhất trong vùng nghiên cứu, chiếm khoảng 1/2 diện tích vùng, kéo dài từ Tây Bắc xuống Đông Nam thuộc phạm vi tỉnh Lai Châu, Điện Biên, Sơn La và Hòa Bình. Các tầng chứa nước này đa phần có mực nước xuất lộ sâu, có nơi lên đến 100 m. Ngoài ra, vùng cũng tồn tại một tầng chứa nước lỗ hổng với mức độ giàu nước trung bình trong các trầm tích bờ rời, xen kẹp các thành tạo hạt mịn nghèo hoặc không chứa nước. Hệ số dẫn nước (Km) từ 100 – 400 m²/ng, tỷ lưu lượng q = 0,1 – 0,6 l/sm, nước nhạt (M < 1,0 g/l). Đây là tầng cung cấp nước quan trọng cho một số khu vực như Hòa Bình nên có thể bị ảnh hưởng đối với các hệ thống bơm nhiệt “vòng lặp kín”. Do đó, với các tầng chứa nước sâu, lưu lượng không lớn nên để áp dụng bơm địa nhiệt “vòng lặp kín” (hoặc “vòng lặp hở”) thẳng đứng thì chi phí khoan đặt ống cao, khó lắp đặt. Thích hợp nhất theo điều kiện địa chất vùng nghiên cứu là sử dụng các hệ thống bơm địa nhiệt “vòng lặp kín” nằm ngang, dự kiến đặt sâu 1-2 m; nằm trong lớp vỏ phong hóa hoàn toàn, chiều dày lớn, dễ thi công.

Các bản đồ thông số phục vụ tính toán giá trị chỉ số tiềm năng khai thác địa nhiệt tầng nông cho sưởi ấm và làm mát được thiết lập cho toàn vùng Tây Bắc. Dựa theo mật độ dân số, thông số E được phân thành các vùng: < 50 người/km², 50-200 người/km², 200-500 người/km², 500-2.000 người/km², > 2000 người/km². Tương ứng là mức độ ảnh hưởng có điểm số từ 1 đến 6. Thông số T được lượng hóa từ 2014 đến 2016, thông qua tổng nhu cầu năng lượng tiêu thụ cho sưởi ấm và làm mát trong một năm, được phân thành các vùng: < 10.000 °C.giờ, 50-200 °C.giờ, 200-500 °C.giờ, 500-2.000 °C.giờ, 2.000-50.000 °C.giờ, và > 50.000 °C.giờ. Tương ứng với thang điểm từ 1-8. Tương tự, dựa vào bề dày vỏ phong hóa, thông số G được phân thành các vùng: < 2 m, 2-10 m, 10-40 m, > 40m và trầm tích Đệ tứ. Tương ứng là mức độ ảnh hưởng có điểm số từ 1 đến 5. Khu vực có bề dày lớp vỏ phong hóa < 2 m chiếm diện tích rất nhỏ, lớn nhất là khu vực có bề dày 2-10 m (chiếm 70% so với diện tích toàn vùng. Một số tỉnh có lớp vỏ phong hóa tương đối dày trên một diện tích rộng như tỉnh Hòa Bình, phía Bắc của Yên Bái hay trung tâm tỉnh Lào Cai. Thông số K được lượng hóa từ 2014 đến 2016, thông qua độ dẫn nhiệt của đất đá, được phân thành các vùng: < 0,5 W.m⁻¹.°C⁻¹, 0,5-1,5 W.m⁻¹.°C⁻¹, 1,5-2,5 W.m⁻¹.°C⁻¹, và > 2,5 W.m⁻¹.°C⁻¹. Tương ứng với thang điểm từ 1-5.

4. Kết quả nghiên cứu

Kết quả tính toán chỉ số PI bằng phần mềm ArcGIS thể hiện qua bản đồ phân vùng tiềm năng khai thác địa nhiệt tầng nông cho sưởi ấm và làm mát. Tiềm năng khai thác địa nhiệt được phân chia tự động, bằng công cụ “Natural Break”, thành 3 mức: (i) tiềm năng cao, (ii) có tiềm năng, và (iii) không có tiềm năng. Vùng tiềm năng khai thác địa nhiệt tầng nông chủ yếu tập trung vào các thị trấn, huyện, tỉnh, thành phố nơi có mật độ dân cư tương đối cao. Toàn bộ vùng nghiên cứu có khoảng 1/3 diện tích là “không có tiềm năng” địa nhiệt, 2/3 diện tích còn lại là diện tích “có tiềm năng” đến “có tiềm năng cao”. Đặc biệt như diện tích của tỉnh Lai Châu có đến 50% diện tích là “không có tiềm năng” địa nhiệt. Hòa Bình là tỉnh mà đa phần là diện tích “có tiềm năng” đến “tiềm năng cao”.



Hình 3. Bản đồ phân vùng tiềm năng khai thác địa nhiệt tầng nông cho sưởi ấm và làm mát vùng Tây Bắc

5. Kết luận và kiến nghị

Đánh giá tiềm năng khai thác địa nhiệt tầng nông vùng Tây Bắc cho sưởi ấm và làm mát sử dụng công nghệ GSHP cho thấy vùng “có tiềm năng” khai thác địa nhiệt nông chủ yếu tập trung vào các thị trấn, huyện, tỉnh, thành phố nơi có mật độ dân cư tương đối cao. Vùng “không có tiềm năng” chiếm 1/3 diện tích, các vùng “có tiềm năng” đến có “tiềm năng cao” chiếm 2/3 diện tích còn lại. Tỉnh Lai Châu có đến 50% diện tích là “không có tiềm năng”. Ngược lại tỉnh Hòa Bình có đa phần là diện tích “có tiềm năng” đến “tiềm năng cao” trong khai thác địa nhiệt tầng nông cho sưởi ấm và làm mát.

Phần lớn những tiêu chí và thông số đánh giá tiềm năng mới được nghiên cứu ở tỷ lệ vùng, hệ số dẫn nhiệt của đất đá mới được phân tích ở mức đơn giản, chủ yếu vận dụng theo các tiêu chuẩn nước ngoài và tài liệu thu thập. Do đó, tiềm năng khai thác địa nhiệt tầng nông vùng Tây Bắc cho sưởi ấm và làm mát cần được nghiên cứu chi tiết ở các tỷ lệ lớn hơn, đáp ứng được nhu cầu sử dụng nguồn năng lượng địa nhiệt sạch, vô tận, cho phát triển kinh tế, xã hội, và môi trường bền vững.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Viện khoa học Địa chất và Khoáng sản trong đề tài khoa học và công nghệ “Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn khai thác, sử dụng địa nhiệt tầng nông bằng công nghệ bơm nhiệt đất (GSHP) phục vụ sưởi ấm và làm mát ở vùng núi Tây Bắc, Việt Nam”.

Tài liệu tham khảo

Anh, N. T. & N. T. Hiền (2013) Sử dụng địa nhiệt tầng nông sưởi ấm và làm mát công trình. *Tạp chí năng lượng nhiệt*.

Salomone, L. & J. Marlowe. 1989. *Soil and rock classification according to thermal conductivity: Design of ground-coupled heat pump systems*. Electric Power Research Inst., Palo Alto, CA (USA); STS Consultants Ltd., Chantilly, VA (USA).

Sanner, B. (2011) *Overview of shallow geothermal systems. Geotrainer Training Manual for Designers of Shallow Geothermal Systems*; McCorry, M., Jones, GLL, Eds, 7-14.

VDI4640. 2010. *Thermal Response Test*. In German guideline - Part 1.

ABSTRACT

Exploited Potential of Shallow Geothermal Energy for Heating and Cooling at the Northern West (Vietnam) Zone

Nhu Viet Ha¹, Nguyen My Linh²

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

² *Vietnam Institute of Geosciences and Mineral Resources*

The shallow geothermal energy is a source of clean energy, accumulated as heat energy in the subsoils at a depth of 1-150 m. The exploitation of this clean and endless energetic source has a great significance economic, social and environment. The exploitation of the shallow geothermal energy for heating and cooling is often accompanied by supportive technologies that the most common is Ground-Source Heat Pump (GSHP). The purpose of this paper is to survey the exploited potential of shallow geothermal energy for heating and cooling at the Northern West (Vietnam) zone, through criteria as: demands of heating and cooling according to economic characteristics and climate conditions, the ability to install the and the efficiency of the geo-exchange items in the GSHP systems. These criteria are analyzed based on conditions of climate and demands of heating/cooling; characteristics of materials, thickness and geothermal of subsoils; and geological and hydrological conditions of the study area. The results show that, 1/3 area as "none exploited potential", 2/3 of the remaining area from "exploited potential" to "high exploited potential" for shallow geothermal energy exploitation. Half of Lai Chau's area is "none exploited potential" but Hoa Binh province has a the most areas from "exploited potential" to "high exploited potential". The zones from "exploited potential" to "high exploited potential" mainly focus on areas with relatively high population density.

Keywords: Shallow Geothermal Energy; Exploited Potential, GSHP, Heating and Cooling

Đánh giá lựa chọn mô hình, giải pháp công nghệ khai thác sử dụng bền vững nguồn nước Karst vùng núi cao, khan hiếm nước khu vực Bắc Bộ

Nguyễn Văn Lâm^{1,*}, Đỗ Ngọc Ánh², Nguyễn Văn Trãi², Dương Thị Thanh Thủy¹,
Nguyễn Thị Thanh Thủy¹, Đào Đức Bằng¹

¹Trường Đại học Mở - Địa chất

²Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

TÓM TẮT

Các mô hình, giải pháp công nghệ khai thác sử dụng nguồn nước nói chung, nước karst nói riêng bền vững phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, trong đó chủ yếu là các yếu tố tự nhiên (nguồn nước, sự biến đổi khí hậu...) và các yếu tố nhân tạo (công nghệ áp dụng, ý thức bảo vệ nguồn nước, chế độ duy tu, bảo dưỡng...). Việc lựa chọn được các mô hình, giải pháp công nghệ khai thác nước mới, phù hợp và bền vững lâu dài là một bài toán khó khăn hiện nay, nhất là đối với vùng núi cao khan hiếm nước. Để hóa giải một phần khó khăn của bài toán này, tập thể tác giả đã nghiên cứu và đưa ra 5 nhóm tiêu chí: tiêu chí về nguồn nước; tiêu chí về điều kiện khai thác; tiêu chí về kỹ thuật công nghệ; tiêu chí về kinh tế và tiêu chí về văn hóa xã hội, đánh giá theo cách tính điểm để lựa chọn, áp dụng mô hình, giải pháp công nghệ khai thác nước bền vững cụ thể cho từng xã khan hiếm nước vùng núi cao khu vực Bắc bộ. Ví dụ tại Lạng Sơn, kết quả đã xác định được mô hình bền vững nhất là khai thác nước từ các giếng khoan, tiếp đến là mạch nước, giếng đào, sau đó mới đến hang động karst.

Từ khóa: Tiêu chí, mô hình, giải pháp công nghệ; nguồn nước.

1. Đặt vấn đề

Vùng núi cao karst khan hiếm nước khu vực phía Bắc là khu vực phân bố các thành tạo Carbonat có tính hòa tan cao, nên có khả năng hình thành các hệ thống khe nứt, hang hốc karst tạo điều kiện thấm nước tốt. Tuy nhiên, do có địa hình cao, phân cắt mạnh, sâu và dốc làm cho khả năng tàng trữ nước kém do bị thoát rất nhanh theo hệ thống khe nứt, hang hốc karst thoát ra mạng lưới xâm thực địa phương tạo nên sự khan hiếm nước rất nghiêm trọng, gây khó khăn cho đời sống của nhân dân. Trong những năm qua, Đảng và Nhà nước đã quan tâm và đầu tư thích đáng để giải quyết vấn đề cấp nước sinh hoạt cho người dân vùng núi cao thông qua nhiều Chương trình, Dự án khác nhau, do nhiều Bộ, Ngành khác nhau và các tổ chức Quốc tế thực hiện. Nhiều giải pháp khai thác sử dụng các nguồn nước được triển khai áp dụng, như xây bể, lu chứa nước mưa; xây dựng các hồ treo chứa nước, đập ngăn nước; xây dựng các công trình lấy nước tự chảy; khảo sát khoan thăm dò tìm kiếm, khai thác nước từ các giếng đào, giếng khoan... Đến nay, các công trình đó đã và đang mang lại hiệu quả nhất định, giải quyết những khó khăn trong cuộc sống thường ngày của người dân, góp phần cải thiện nâng cao chất lượng cuộc sống cho đồng bào dân tộc ở vùng núi cao. Tuy nhiên, do những tác động của quá trình phát triển kinh tế xã hội và tác động của biến đổi khí hậu, tình trạng thiếu nước vẫn xảy ra thường xuyên, nhất là vào mùa khô hạn. Nhiều hồ treo, bể chứa nước, công trình cấp nước đã xuống cấp hoặc bị cạn kiệt không đáp ứng nhu cầu cấp nước sinh hoạt cho người dân và phục vụ phát triển kinh tế xã hội.

Như vậy, vấn đề ở đây là giải pháp, mô hình khai thác, sử dụng nguồn nước như thế nào là hợp lý, hiệu quả và bền vững đáp ứng nhu cầu cấp nước cho người dân vùng núi cao khan hiếm nước ở khu vực phía Bắc lãnh thổ Việt Nam. Chính vì vậy, để có cơ sở đề xuất các định hướng xây dựng các mô hình, giải pháp khai thác sử dụng bền vững nguồn nước cần có bộ tiêu chí cụ thể. Xuất phát từ lý do đó, trong bài báo này các tác giả nghiên cứu đề xuất các tiêu chí lựa chọn mô hình, giải pháp khai thác sử dụng nước dưới đất vùng karst núi cao khan hiếm nước đảm bảo bền vững.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

Hiệu quả bền vững của công trình khai thác, sử dụng nguồn nước là phần giao thoa của bền vững về mặt văn hóa - xã hội, bền vững về mặt kỹ thuật và bền vững về mặt kinh tế tài chính. Bền vững về mặt văn hóa - xã hội đảm bảo sự xây dựng và vận hành công trình không gây ra những vấn đề tiêu cực, như:

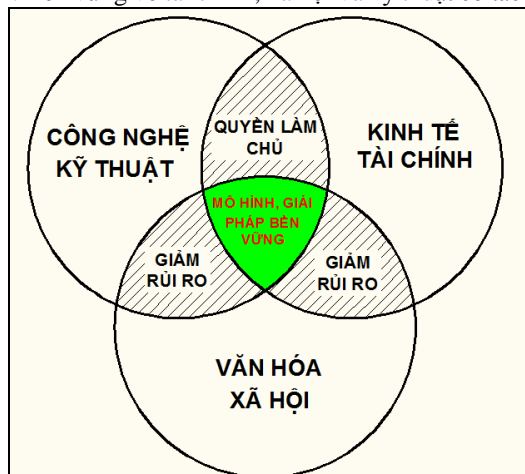
* Tác giả liên hệ

Email: lamdctv@gmail.com

mâu thuẫn nội bộ; bất bình đẳng trong việc tiếp cận dịch vụ cung cấp nước của công trình... hay tạo ra những tác động tích cực như nâng cao trình độ dân trí, nâng cao hiểu biết về sức khỏe, vệ sinh môi trường...

Đối với công trình khai thác sử dụng nguồn nước bền vững về mặt kinh tế - tài chính đạt được khi suất đầu tư của công trình rẻ, giá thành cho một mét khối nước thấp và các khoản chi phí quản lý, vận hành sửa chữa và nâng cấp đảm bảo thu bù chi.

Bền vững về công nghệ kỹ thuật đạt được khi cộng đồng nhân dân khu vực hoặc đơn vị quản lý công trình khai thác, sử dụng nguồn nước làm chủ được kỹ thuật vận hành công trình, các sự cố kỹ thuật của công trình được khắc phục kịp thời. Bền vững về tài chính, xã hội và kỹ thuật có tác động qua lại với nhau [1].



Hình 1. Mối quan hệ giữa các yếu tố đảm bảo tính bền vững của các mô hình, giải pháp khai thác sử dụng tài nguyên nước

Việc đánh giá xác định các mô hình, giải pháp khai thác sử dụng nước dưới đất ở vùng karst núi cao khan hiếm nước có thể có tính chất định tính và định lượng. Đánh giá định tính được dựa trên các yếu tố tự nhiên, đánh giá định lượng dựa trên cả các yếu tố tự nhiên lẫn nhân tạo. Khi đánh giá thường được tiến hành trên cơ sở 5 chỉ tiêu: 1) - Nguồn nước; 2) - Điều kiện khai thác; 3) - Văn hóa - Xã hội ; 4) - Kinh tế và 5) - Kỹ thuật - công nghệ.

Việc đánh giá, lựa chọn mô hình, giải pháp khai thác sử dụng nước có thể được tiến hành theo cách tính điểm đối với từng chỉ tiêu. Từ kết quả tính điểm này áp dụng cho từng vùng cụ thể sẽ xác định và lựa chọn được mô hình, giải pháp công nghệ khai thác sử dụng nước bền vững. Cụ thể là:

Trên cơ sở tổng hợp các tài liệu về đánh giá tính bền vững của các công trình khai thác sử dụng nước trên Thế giới và Việt Nam, căn cứ vào hiện trạng, hiệu quả hoạt động của các mô hình, giải pháp khai thác nước karst vùng núi cao khan hiếm nước và các nguyên nhân ảnh hưởng tới sự bền vững các mô hình, chúng tôi đề xuất cách đánh giá mức độ bền vững của mô hình, giải pháp công nghệ khai thác nước như sau:

$$BV = V_{nn} * W_{nn} + V_{dkkt} * W_{dkkt} + V_{xh} * W_{xh} + V_{kt} * W_{kt} + V_{cn} * W_{cn}$$

Trong đó: BV- Tổng số điểm của mô hình, giải pháp; V_{nn} - giá trị bền vững của chỉ tiêu nguồn nước; V_{dkkt} - giá trị bền vững của chỉ tiêu điều kiện khai thác; V_{xh} - giá trị bền vững của chỉ tiêu văn hóa - xã hội; V_{kt} - giá trị bền vững của chỉ tiêu kinh tế - tài chính; V_{cn} - giá trị bền vững của chỉ tiêu kỹ thuật - công nghệ; W_{nn} , W_{dkkt} , W_{xh} , W_{kt} và W_{cn} là trọng số của các chỉ tiêu tương ứng ở trên.

Trên cơ sở kết quả điều tra khảo sát thực tế, phân tích đánh giá hiệu quả và nguyên nhân làm cho các mô hình cấp nước ở khu vực miền núi phía Bắc từ trước tới nay kém bền vững, hiệu quả không cao, phần lớn là do nguồn nước không đảm bảo; công nghệ áp dụng chưa phù hợp, công tác vận hành, quản lý còn nhiều bất cập. Vì vậy, các tác giả đề xuất: trong số các tiêu chí trên thì nguồn nước đóng vai trò quan trọng số 1, tiếp đến là điều kiện khai thác vận hành, kỹ thuật công nghệ và cuối cùng là văn hóa xã hội. Vì vậy, việc xác định trọng số của các tiêu chí được tập thể tác giả đề xuất như sau: $W_{nn} = 5$; $W_{dkkt} = 3$; $W_{cn} = 3$, $W_{kt} = 1$ và $W_{xh} = 1$.

2.1. Tiêu chí nguồn nước

Đây là một trong những tiêu chí quan trọng bậc nhất, quyết định tới sự bền vững của mô hình, giải pháp khai thác sử dụng nước. Nếu như thì cũng chẳng có giải pháp, mô hình nào áp dụng để khai thác cả. Nguồn nước nhiều hay ít sẽ quyết định đến việc lựa chọn giải pháp mô hình nào. Ví dụ như, nếu nguồn

nước phong phú, điều kiện khai thác thuận lợi, thì có thể có nhiều giải pháp, mô hình khai thác được lựa chọn đảm bảo tính bền vững và ổn định. Còn trường hợp nguồn nước ít, hoặc không đều, thì việc lựa chọn và thực thi xây dựng mô hình khai thác bền vững rất khó khăn... Để đảm bảo mô hình, giải pháp công nghệ khai thác sử dụng nước karst vùng núi cao khan hiếm một cách bền vững, chúng tôi đánh giá tiêu chí nguồn nước theo hai đại lượng là mức độ phong phú của nguồn nước thông qua khả năng đáp ứng của nguồn nước so với nhu cầu và mức độ ổn định bền vững của nguồn nước thông qua mức độ bảo vệ và phát triển nguồn nước. Cụ thể như sau:

$$V_{nn} = V_{tnn} * V_{bv}$$

Trong đó: V_{nn} - giá trị tiêu chí về nguồn nước của mô hình, giải pháp công nghệ khai thác sử dụng nước; V_{tnn} - giá trị biến đánh giá về khả năng đáp ứng của nguồn nước so với nhu cầu; V_{bv} - giá trị biến mức độ bảo vệ phát triển nguồn nước và bảo vệ công trình, thiết bị khai thác nước. Cách đánh giá, tính điểm cụ thể như sau (xem bảng 1):

Bảng 1. Thang điểm phân chia tiêu chí bền vững về nguồn nước

Đánh giá về khả năng đáp ứng nguồn nước so với nhu cầu									
Khả năng đáp ứng nguồn nước so với nhu cầu	Đáp ứng tốt			Đáp ứng một phần			Không đáp ứng		
	Điểm	3	2	3	2	1	3	2	1
Đánh giá về mức độ bảo vệ và phát triển nguồn nước									
Mức độ bảo vệ	Tốt	Trung bình	Kém	Tốt	Trung bình	Kém	Tốt	Trung bình	Kém
Điểm	3	2	1	3	2	1	3	2	1
TỔNG ĐIỂM	9	6	3	6	4	2	3	2	1

Với tiêu chí này, mô hình, giải pháp công nghệ nào áp dụng đạt 6-9 điểm là mô hình, giải pháp khai thác bền vững; 3-6 điểm là bền vững có điều kiện, 1-3 điểm là kém bền vững.

2.2. Tiêu chí về điều kiện khai thác

Thể hiện khả năng áp dụng các mô hình, giải pháp khai thác nào được thuận lợi, nó phụ thuộc vào điều kiện địa hình, địa mạo; chiều sâu phân bố tầng chứa nước hay chiều sâu mực nước ngầm. Nếu chiều sâu tầng chứa nước hay mực nước ngầm nằm nông (sát mặt đất) có thể khai thác bằng việc khơi dẫn mạch nước, nhưng nếu mực nước, hang động chứa nước nằm sâu thì phải khai thác bằng giếng khoan... Vì vậy, chiều sâu phân bố tầng chứa nước hay chiều sâu mực nước ngầm sẽ quyết định điều kiện, hay mô hình, giải pháp khai thác nước thuận lợi hay không thuận lợi. Do đó, việc xác định giá trị cho chỉ số này được lựa chọn như sau: Khu vực có mực nước dưới đất phân bố nông hoặc xuất lộ trên mặt đất ($H < 10m$), đạt giá trị 3 điểm; Khu vực có mực nước dưới đất phân bố ở độ sâu ($10m < H < 50m$), đạt 2 điểm; Khu vực có mực nước dưới đất phân bố ở độ sâu ($H > 50m$), đạt 1 điểm.

Ngoài điều kiện về chiều sâu mực nước thì độ dốc địa hình cũng ảnh hưởng đến việc thi công thuận lợi hay khó khăn. Theo TCVN 4449: 1987 về thiết kế xây dựng công trình thì mức độ ảnh hưởng của độ dốc địa hình đến công trình xây dựng được phân ra 3 mức là thuận lợi, ít thuận lợi và không thuận lợi (tương ứng là $<10\%$, $10-30\%$, $>30\%$). Do vậy, để đánh giá biến về điều kiện địa hình chúng tôi đưa ra 3 mức: Khu vực có độ dốc nhỏ hơn 10% đạt 3 điểm; Khu vực có độ dốc từ $10-30\%$ đạt 2 điểm; Khu vực có độ dốc trên 30% đạt 1 điểm. Như vậy, tiêu chí về điều kiện khai thác được đánh giá như sau:

$$V_{đkkt} = V_{mn} * V_{đh}$$

Trong đó: $V_{đkkt}$ - giá trị bền vững của tiêu chí điều kiện khai thác; V_{mn} - giá trị biến chiều sâu mực nước; $V_{đh}$ - giá trị biến độ dốc địa hình. Chi tiết về tiêu chí điều kiện khai thác như bảng sau:

Bảng 2. Thang điểm phân chia tiêu chí bền vững về điều kiện khai thác

Đánh giá về độ dốc địa hình									
Độ dốc địa hình (%)	≤ 10			10-30			≥ 30		
Điểm	3			2			1		
Đánh giá về chiều sâu mực nước									
Chiều sâu mực nước (m)	≤ 10	10 - 50	≥ 50	≤ 10	10 - 50	≥ 50	≤ 10	10 - 50	≥ 50
Điểm	3	2	1	3	2	1	3	2	1
Tổng điểm	9	6	3	6	4	2	3	2	1

Với tiêu chí này, mô hình, giải pháp công nghệ nào áp dụng đạt 6-9 điểm là mô hình, giải pháp khai thác bền vững; 3-6 điểm là bền vững có điều kiện, 1-3 điểm là kém bền vững.

2.3. Tiêu chí văn hóa - xã hội

Theo kết quả điều tra, khảo sát thực tế ở 3 khu vực Đông bắc, Tây bắc và Việt bắc cho thấy các mô hình, giải pháp khai thác nước hiện nay bị suy thoái liên quan đến yếu tố văn hóa - xã hội chủ yếu thông qua 2 chỉ số, đó là phong tục tập quán của người dân các dân tộc thiểu số sinh sống trên các vùng núi cao và văn hóa chi trả, đóng góp kinh phí phục vụ cho công tác duy tu, bảo dưỡng và vận hành các mô hình, giải pháp khai thác nước. Từ thực tế này, các tác giả đề xuất cách đánh giá và tính điểm cho tiêu chí này như sau:

$$V_{xh} = V_{pt} * V_{ct}$$

Trong đó: V_{xh} - giá trị bền vững của tiêu chí văn hóa - xã hội;

V_{pt} - giá trị biến phong tục tập quán khai thác sử dụng nước;

V_{ct} - giá trị biến nhận thức về mức độ hỗ trợ của Nhà nước

Cách đánh giá theo thang điểm như sau:

Bảng 3. Thang điểm phân chia tính bền vững của tiêu chí về văn hóa - xã hội

Đánh giá về phong tục tập quán									
Phong tục tập quán	Phù hợp với phong tục tập quán của người dân			Phù hợp 1 phần với phong tục tập quán của người dân			Không phù hợp với phong tục tập quán của người dân		
Điểm	3			2			1		
Đánh giá nhận thức về mức độ hỗ trợ của Nhà nước									
Khả năng chi trả	Mất phí 1 phần	Không mất phí	Mất phí toàn bộ	Mất phí 1 phần	Không mất phí	Mất phí toàn bộ	Mất phí 1 phần	Không mất phí	Mất phí toàn bộ
Điểm	3	2	1	3	2	1	3	2	1
TỔNG ĐIỂM	9	6	3	6	4	2	3	2	1

Với tiêu chí này, mô hình, giải pháp công nghệ nào áp dụng đạt 6-9 điểm là mô hình, giải pháp khai thác bền vững; 3-6 điểm là bền vững có điều kiện, 1-3 điểm là kém bền vững.

2.4. Tiêu chí kinh tế

Mô hình, giải pháp công nghệ khai thác, sử dụng nguồn nước được hình thành bởi hai thành phần chính:

Phần cứng (công trình) và phần mềm (quản lý vận hành). Công trình phải đáp ứng được nhu cầu của người sử dụng cả về số lượng, chất lượng vệ sinh phù hợp với phong tục tập quán văn hóa, sinh hoạt và đối tượng phục vụ... Một thực tế đã cho thấy, một mô hình khai thác sử dụng nước cấp cho khu dân cư có thu nhập ổn định ở mức khá hoặc trung bình trở lên (khu tập trung dân cư của xã, thị tứ...), có cơ chế tài chính ổn định sẽ khác với công trình khai thác, sử dụng nguồn nước cấp cho khu dân cư có thu nhập thấp không ổn định (xóm, bản vùng sâu, vùng núi cao...). Chất lượng công trình và yếu tố bền vững của công trình chịu ảnh hưởng bởi khả năng đáp ứng kịp thời và đầy đủ của các nguồn vốn đầu tư, cũng như khả năng chi trả của người sử dụng. Chi phí cho các yếu tố phi công trình (tuyên truyền về nước, đào tạo nâng cao nhận thức, kỹ năng quản lý cho cán bộ quản lý, cán bộ kỹ thuật...) ở các vùng núi cao là rất nhỏ so với tổng giá trị đầu tư công trình, nhưng lại góp phần lớn vào việc duy trì khả năng vận hành của công trình.

Ngoài việc đảm bảo kinh phí cho công tác quản lý, vận hành duy tu bảo dưỡng công trình, vấn đề chi phí đầu tư xây dựng các công trình cũng có sự liên quan và ảnh hưởng tới việc thu phí hoàn vốn đầu tư. Suất đầu tư (tính cho 27 năm) đối với mô hình khai thác, sử dụng nước bằng giếng khoan tại Đồng Văn, Hà Giang là 412 đồng/m³ nước, còn đối với mô hình khai thác sử dụng nước bằng hồ treo trên núi, suất đầu tư đạt tới 1.852 đồng/m³ nước. Như vậy, có thể thấy suất đầu tư của mô hình khai thác, sử dụng nước bằng giếng khoan nhỏ hơn hồ treo. Mô hình khai thác nước bằng giếng đào và mạch lộ là nhỏ nhất, do được đầu tư đơn giản, chi phí thấp [2].

Theo cách phân tích trên để đánh giá tính bền vững của mô hình, giải pháp khai thác, sử dụng nước tại các vùng núi cao karst khan hiếm nước theo tiêu chí kinh tế, tập thể tác giả xác định các mức đánh giá theo mức độ đầu tư và khả năng thu phí. Cụ thể xem bảng 4.

Bảng 4. Thang điểm phân chia bền vững về tiêu chí kinh tế

Đánh giá về suất đầu tư (đồng/m ³)									
Suất đầu tư (đồng/m ³)	< 500			500 - 1.000			> 1.000		
Điểm	3			2			1		
Đánh giá về khả năng chi trả									
Khả năng chi trả	Đáp ứng tốt	Đáp ứng một phần	Không đáp ứng	Đáp ứng tốt	Đáp ứng một phần	Không đáp ứng	Đáp ứng tốt	Đáp ứng một phần	Không đáp ứng
Điểm	3	2	1	3	2	1	3	2	1
TỔNG ĐIỂM	9	6	3	6	4	2	3	2	1

Với tiêu chí này, mô hình, giải pháp công nghệ nào áp dụng đạt 6-9 điểm là mô hình, giải pháp khai thác bền vững; 3-6 điểm là bền vững có điều kiện, 1-3 điểm là kém bền vững.

2.5. Tiêu chí kỹ thuật - công nghệ

Như trên đã nêu, bền vững về công nghệ kỹ thuật đạt được khi cộng đồng dân cư khu vực hoặc đơn vị quản lý công trình khai thác, sử dụng nguồn nước làm chủ được kỹ thuật vận hành công trình, các sự cố kỹ thuật của công trình được khắc phục kịp thời. Căn cứ vào tình hình thực tiễn ở Việt nam nói chung và vùng núi cao karst khan hiếm nước phía Bắc nói riêng, chỉ số đánh giá tính bền vững về kỹ thuật công nghệ như sau:

Bảng 5. Thang điểm phân chia tính bền vững của tiêu chí kỹ thuật – công nghệ

Đánh giá về tính hiện đại của kỹ thuật công nghệ									
Tính hiện đại của kỹ thuật công nghệ	Hiện đại, tiên tiến			Hiện đại kết hợp truyền thống			Truyền thống		
Điểm	3			2			1		
Đánh giá về khả năng làm chủ kỹ thuật									
Khả năng làm chủ kỹ thuật	Làm chủ	Làm chủ một phần	Không làm chủ	Làm chủ	Làm chủ một phần	Không làm chủ	Làm chủ	Làm chủ một phần	Không làm chủ
	Điểm	3	2	1	3	2	1	3	2
TỔNG ĐIỂM	9	6	3	6	4	2	3	2	1

Với tiêu chí này, mô hình, giải pháp công nghệ nào áp dụng đạt 6-9 điểm là mô hình, giải pháp khai thác bền vững; 3-6 điểm là bền vững có điều kiện, 1-3 điểm là kém bền vững

Từ cách đánh giá, tính điểm như trên, sau khi tổng hợp chung 5 tiêu chí đánh giá, tương ứng với các trọng số, thì điểm cao nhất đạt 117 điểm, điểm thấp nhất là 13 điểm. Căn cứ vào đây chúng tôi phân chia mức độ bền vững của mô hình, giải pháp khai thác sử dụng nước vùng karst núi cao khan hiếm nước khu vực phía Bắc như sau:

Cấp I: từ 91 điểm đến 117 điểm xếp vào loại bền vững;

Cấp II: từ 55 điểm đến 90 điểm xếp vào loại bền vững có điều kiện;

Cấp III: dưới 55 điểm xếp vào loại kém bền vững.

3. Kết quả đạt được và thảo luận

3.1. Kết quả đạt được

Trên cơ sở các tiêu chí đã đề xuất, áp dụng tính cho 96 xã thuộc vùng karst núi cao, khan hiếm nước khu vực phía Bắc. Tuy nhiên, trong khuôn khổ của bài báo này, các tác giả chỉ thể hiện minh chứng cho các xã thuộc tỉnh Lạng Sơn, kết quả cho thấy các tiêu chí đề xuất và áp dụng đánh giá lựa chọn mô hình, giải pháp khai thác sử dụng bền vững nước karst vùng núi cao khan hiếm là hoàn toàn phù hợp với thực tế. Kết quả đánh giá chi tiết trong bảng 6 và bản đồ định hướng khai thác, sử dụng nguồn nước.

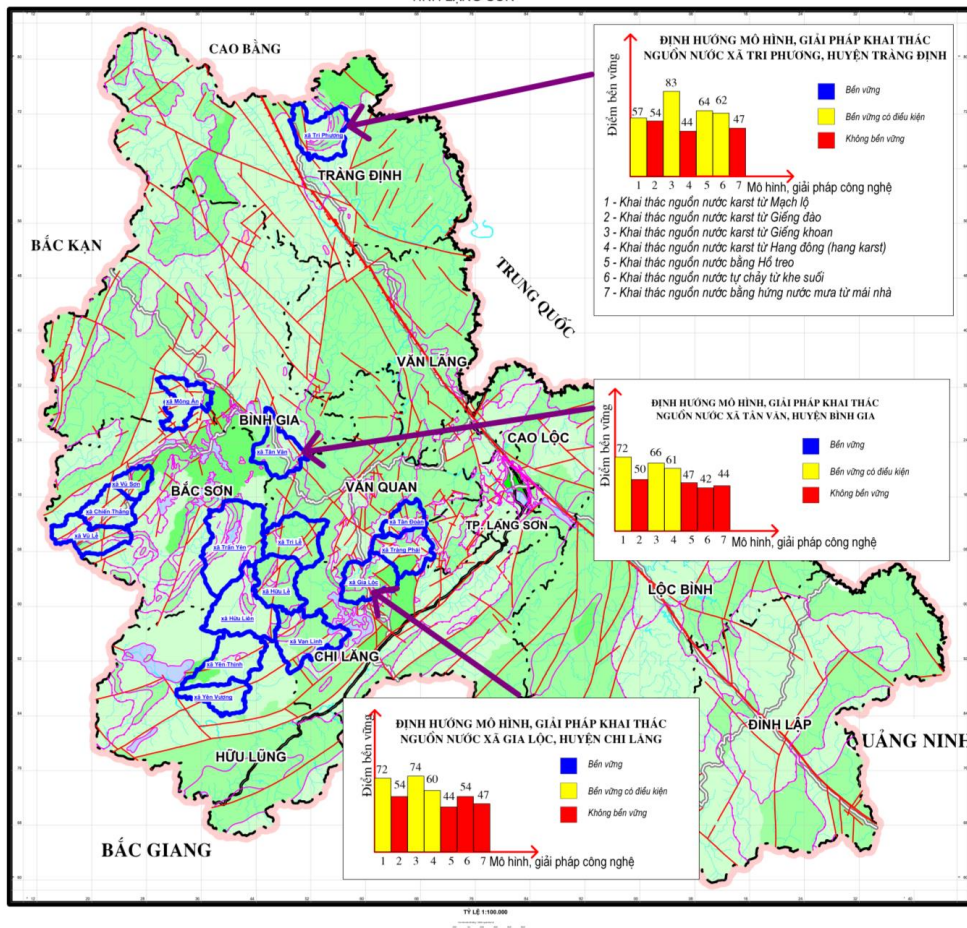
Bảng 6. Kết quả đánh giá tính bền vững mô hình, giải pháp khai thác tại các xã vùng núi cao, khan hiếm nước tỉnh Lạng Sơn

Xã	Tổng điểm và Đánh giá	Mô hình, giải pháp công nghệ khai thác nước						
		Mạch lộ	Giếng đào	Giếng khoan	Hang động	Hồ treo	Nước tự chảy từ khe suối	Thu hứng nước mưa
Tri Phương	Điểm	57	54	83	44	64	62	47
	Đánh giá	BVCĐK	KBV	BVCĐK	KBV	BVCĐK	BVCĐK	KBV
Vũ Lễ	Điểm	75	45	83	44	54	42	47
	Đánh giá	BVCĐK	KBV	BVCĐK	KBV	KBV	KBV	KBV
Chiến Thắng	Điểm	66	63	82	63	49	43	48
	Đánh giá	BVCĐK	BVCĐK	BVCĐK	BVCĐK	KBV	KBV	KBV
Vũ Sơn	Điểm	72	67	89	50	54	52	47
	Đánh giá	BVCĐK	BVCĐK	BVCĐK	KBV	KBV	KBV	KBV
Trần Yên	Điểm	72	69	89	50	45	52	47
	Đánh giá	BVCĐK	BVCĐK	BVCĐK	KBV	KBV	KBV	KBV
Mông Ân	Điểm	65	62	89	44	48	52	44
	Đánh giá	BVCĐK	BVCĐK	BVCĐK	KBV	KBV	KBV	KBV
Tân Văn	Điểm	72	50	66	61	47	42	44
	Đánh giá	BVCĐK	KBV	BVCĐK	BVCĐK	KBV	KBV	KBV
Tri Lễ	Điểm	75	50	68	59	49	40	47

	Đánh giá	BVCĐK	KBV	BVCĐK	BVCĐK	KBV	KBV	KBV
Hữu Lễ	Điểm	63	53	63	60	38	31	38
	Đánh giá	BVCĐK	KBV	BVCĐK	BVCĐK	KBV	KBV	KBV
Tràng Phái	Điểm	75	54	69	50	46	60	47
	Đánh giá	BVCĐK	KBV	BVCĐK	KBV	KBV	BVCĐK	KBV
Tân Đoàn	Điểm	65	62	89	44	48	52	47
	Đánh giá	BVCĐK	BVCĐK	BVCĐK	KBV	KBV	KBV	KBV
Gia Lộc	Điểm	72	54	74	60	44	54	47
	Đánh giá	BVCĐK	KBV	BVCĐK	BVCĐK	KBV	KBV	KBV
Vạn Linh	Điểm	75	72	91	60	48	44	50
	Đánh giá	BVCĐK	BVCĐK	BV	BVCĐK	KBV	KBV	KBV
Hữu Liên	Điểm	63	72	80	37	39	35	38
	Đánh giá	BVCĐK	BVCĐK	BVCĐK	KBV	KBV	KBV	KBV
Yên Vượng	Điểm	62	81	74	46	38	44	47
	Đánh giá	BVCĐK	BVCĐK	BVCĐK	KBV	KBV	KBV	KBV
Yên Thịnh	Điểm	63	72	65	37	32	35	38
	Đánh giá	BVCĐK	BVCĐK	BVCĐK	KBV	KBV	KBV	KBV

(Ghi chú: BV: Bền vững, BVCĐK: Bền vững có điều kiện, KBV: Kém bền vững)

BẢN ĐỒ ĐỊNH HƯỚNG MÔ HÌNH, GIẢI PHÁP KHAI THÁC SỬ DỤNG NGUỒN NƯỚC BỀN VỮNG
TỈNH LANG SON



Hình 2. Bản đồ định hướng khai thác sử dụng nước dưới đất tại các xã khan hiếm nước tỉnh Lạng Sơn

3.2. Thảo luận

Bài viết đã đưa ra các tiêu chí đánh giá lựa chọn mô hình, giải pháp khai thác nguồn nước karst vùng núi cao, khan hiếm nước khu vực Bắc Bộ. Trên cơ sở các tiêu chí đề xuất, áp dụng cho các xã thuộc vùng

núi cao, khan hiếm nước tỉnh Lạng Sơn, kết quả hoàn toàn phù hợp.

Từ các tiêu chí đã đưa ra, để áp dụng rộng rãi cho các xã thuộc vùng núi cao, khan hiếm nước khu vực Bắc Bộ cần điều tra chi tiết, xác định cụ thể từng tiêu chí để có kết quả sát với thực tế nhất.

4. Kết luận

Hiệu quả bền vững của mô hình, giải pháp khai thác, sử dụng nguồn nước karst ở vùng núi cao khan hiếm nước khu vực Bắc bộ là phân tổ hợp và giao thoa của bền vững về mặt nguồn nước, bền vững về mặt kỹ thuật - công nghệ, bền vững về mặt kinh tế tài chính, bền vững về mặt văn hóa - xã hội và phải đáp ứng được các điều kiện khai thác khốc liệt của địa hình, khí hậu thời tiết, đảm bảo sự xây dựng và vận hành công trình không gây ra những vấn đề tiêu cực, như: mâu thuẫn nội bộ; bất bình đẳng trong việc tiếp cận dịch vụ cung cấp nước của công trình... hay tạo ra những tác động tích cực như nâng cao trình độ dân trí, nâng cao hiểu biết về sức khỏe, vệ sinh môi trường...

Việc lựa chọn mô hình, giải pháp công nghệ khai thác sử dụng bền vững nguồn nước karst ở vùng núi cao khan hiếm nước cần được thực hiện theo phương pháp tính điểm cho 5 nhóm tiêu chí: nguồn nước; điều kiện khai thác; kinh tế; kỹ thuật - công nghệ và văn hóa xã hội và được phân làm 3 cấp: cấp I đạt từ 91 điểm đến 117 điểm xếp vào loại bền vững; cấp II đạt từ 55 điểm đến 90 điểm xếp vào loại bền vững có điều kiện và cấp III đạt dưới 55 điểm xếp vào loại kém bền vững.

Tài liệu tham khảo

Bùi Học và nnk, 2005. *Đánh giá tính bền vững trong khai thác nước ngầm lãnh thổ Việt Nam. Định hướng khai thác, sử dụng và bảo vệ nước ngầm đến năm 2020*. Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp Nhà nước. Lưu trữ trường đại học Mỏ - Địa chất;

Phạm Bá Quyền, 2017. *Nghiên cứu giải pháp khai thác, sử dụng bền vững nguồn nước tại các vùng núi cao karst Đông bắc Việt Nam. Áp dụng thử nghiệm tại vùng cao nguyên đá Đồng Văn*. Báo cáo tổng hợp kết quả khoa học công nghệ đề tài cấp Bộ. Mã số: 2015.02.06;

Bonacci O: *"Karst Hydrology"*. Berlin: Springer Verlag. 1987;

Canter and D.A. Sabatani, *Aquifers Map Vulnerability in water management*, International conference on Groundwater resources management, BANGKOK - THAILAND 5-7-1990;

Guidelines on Drinking water protection areas, part 1, 2006. Groundwater protection areas, Technical rule, Code of practice W101, DVGW German Technical and Scientific Association for gas and water.

ABSTRACT

Technology solution and model assessment for sustainable exploitation and development of karstic groundwater in mountain areas, Northern Vietnam

Nguyen Van Lam¹, Do Ngoc Anh², Nguyen Van Trai², Duong Thi Thanh Thuy¹, Nguyen Thi Thanh Thuy¹, Dao Duc Bang¹

¹Hanoi University of Mining and Geology

²Vietnam Academy for Water Resources

Technology solution and model of groundwater exploitation and supply depends on many natural factors, such as source of water, climate change, and also artificial factors including applied technology, water protection consciousness, maintenance conditions... Select of new technology solution and model of water exploitation for sustainable exploitation and development is difficult, especially for the karstic area and high mountain area.. To solve this challenge, the authors have been research and present 5 factor groups, including: water resources factors, exploitation condition factors, technology factors, economy factors and social cultural factors. Base on the estimated point, the technology solution and model of difference commune in the Northern mountain areas. In Lang Son, for example, the most sustainable model has been defined as the exploitation of water from wells, springs, drug wells, and later to karst caves.

Tiềm năng nước dưới đất vùng núi cao, khan hiếm nước khu vực Bắc Bộ

Nguyễn Văn Lâm^{1,*}, Đào Đức Bằng¹, Kiều Thị Vân Anh¹, Vũ Thu Hiền¹, Nguyễn Trọng Hào²,

Lê Văn Tới³, Phạm Hồng Kiên³

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

² Liên đoàn Địa chất và khoáng sản biển

³ Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Bắc

TÓM TẮT

Việt Nam là quốc gia có nguồn tài nguyên nước dưới đất khá phong phú, tuy nhiên lại phân bố không đều, nhiều nơi thiếu nước trầm trọng, đặc biệt ở khu vực núi cao Bắc Bộ. Để có được các giải pháp khai thác nước bền vững cấp nước sinh hoạt cho đồng bào dân tộc vùng núi cao, trước tiên cần có những nghiên cứu, đánh giá đúng đắn nguồn tài nguyên nước, trong đó có nước dưới đất. Vì vậy, trong bài báo này, trên cơ sở triển khai đề tài nghiên cứu khoa học cấp Nhà nước mã số ĐTĐL.CN – 61/15, từ các kết quả điều tra, khảo sát thực địa, kết hợp với phân tích, tổng hợp tài liệu khu vực miền núi phía Bắc và áp dụng cách tính toán mới, tập thể tác giả đã xác định được tiềm năng nước dưới đất 14 tỉnh khu vực Bắc Bộ là 25.548.887 m³/ngày, tổng trữ lượng có thể khai thác tại 96 xã thuộc vùng núi cao, khan hiếm nước là 173.557,8 m³/ngày. Với tiềm năng và trữ lượng có thể khai thác như vậy, có thể đáp ứng được nhu cầu cấp nước cho người dân, nhưng điều kiện khai thác rất khó khăn, phức tạp, đòi hỏi các nhà khoa học cần nghiên cứu giải pháp khoa học hiệu quả và bền vững hơn.

Từ khóa: Tiềm năng nước dưới đất; Trữ lượng có thể khai thác; vùng núi cao.

1. Đặt vấn đề

Khu vực nghiên cứu bao gồm 14 tỉnh miền núi Bắc Bộ: Lai Châu, Điện Biên, Sơn La, Hòa Bình, Lào Cai, Yên Bái, Phú Thọ, Tuyên Quang, Hà Giang, Bắc Cạn, Thái Nguyên, Bắc Giang, Lạng Sơn, Cao Bằng. Theo 264/QĐ-TTg có 96 xã có thành tạo cacbonat thuộc vùng núi cao, khan hiếm nước của 14 tỉnh trên. Khu vực nghiên cứu có diện tích 95.267 km², cao độ địa hình biến đổi mạnh từ +5 m đến +3.143 m, cấu trúc Địa chất, Địa chất thủy văn (ĐCTV) khá phức tạp với 03 tầng chứa nước (TCN) lỗ hổng, 25 TCN khe nứt và 05 TCN khe nứt – karst, do đó việc tính toán tiềm năng nước dưới đất rất phức tạp. Đến thời điểm hiện tại, tiềm năng nước dưới đất của một số tỉnh trong khu vực nghiên cứu đã được tính toán trong một số đề tài, dự án, tuy nhiên kết quả chỉ dừng lại số liệu chung cho một tỉnh, chưa tính toán cụ thể cho các thành tạo ĐCTV trong mỗi lưu vực và chưa có kết quả tổng hợp cho toàn khu vực miền núi Bắc Bộ. Chính vì vậy, chúng tôi đề xuất một cách tính toán mới, cụ thể cho các thành tạo ĐCTV trong mỗi lưu vực, tổng hợp kết quả tính tiềm năng nước dưới đất cho 14 tỉnh miền núi Bắc Bộ và trữ lượng có thể khai thác nước dưới đất tại 96 xã thuộc vùng núi cao, khan hiếm nước.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Quan điểm về tiềm năng nước dưới đất

Theo Đoàn Văn Cảnh (2015), khi nói đến tài nguyên nước dưới đất ta nói đến hai nguồn: nguồn tích chứa trong lỗ hổng, khe nứt của tầng chứa nước (lượng tích chứa) và nguồn bổ cập tự nhiên. Từ đó, tác giả đã đưa ra khái niệm Tiềm năng nước dưới đất (có thể gọi là Tài nguyên dự báo nước dưới đất) bao gồm phần tích chứa trong đó và phần bổ cập tự nhiên, là lượng nước có chất lượng và giá trị xác định có thể nhận được trong giới hạn một cấu trúc địa chất thủy văn, một lưu vực sông hay một vùng lãnh thổ có tiềm năng khai thác sử dụng sau này. Trong bài viết này chúng tôi sử dụng những thuật ngữ về tiềm năng nước dưới đất như trên.

2.2. Xác định tiềm năng nước dưới đất

Tiềm năng nước dưới đất được xác định như sau (Đoàn Văn Cảnh, 2015):

$$Q_{tn} = V_t/10.000 + Q_d \quad (1)$$

Trong đó: Q_{tn} : Tiềm năng nước dưới đất (tài nguyên nước dưới đất dự báo) (m³/ngày);

V_t : Lượng tích chứa (m³)

* Tác giả liên hệ

Email: lamdctv@gmail.com

Q_d : Lượng bổ cập cho nước dưới đất ($m^3/ngày$).

a. Xác định lượng tích chứa

Lượng tích chứa là lượng nước tích chứa trong các lỗ hổng, khe nứt của đất đá tầng chứa nước trong điều kiện tự nhiên. Các tầng chứa nước thuộc vùng nghiên cứu hầu hết là tầng chứa nước không áp, do vậy lượng tích chứa được xác định như sau:

$$V_t = \mu * H * F \quad (m^3) \quad (2)$$

Trong đó: μ là hệ số nhả nước trọng lực, H là bề dày tầng chứa nước (m), F là diện tích phân bố của tầng chứa nước (m^2).

b. Xác định lượng bổ cập

Hiện tại, có 2 nhóm đánh giá lượng bổ cập đó là: xác định lưu lượng dòng ngầm và xác định lượng cung cấp ngầm; trong mỗi nhóm lại có nhiều phương pháp khác nhau (Đặng Đình Phúc, 2013). Căn cứ vào những tài liệu thu thập của các đề tài, dự án đã có trong vùng, kết quả điều tra, khảo sát thực địa, đối với vùng nghiên cứu, chúng tôi đề nghị hai cách tính toán lượng bổ cập, đó là: tính toán dựa theo Modun dòng ngầm và tính toán theo lượng mưa (đối với những khoảnh không có tài liệu về Modun dòng ngầm). Chi tiết cách xác định như sau:

*Tính lượng bổ cập theo Modun dòng ngầm

Như mọi người vẫn biết vào mùa khô, lượng mưa rất ít, có tháng gần như không có mưa, lượng cung cấp từ nước mưa cho nước dưới đất có thể coi như bằng không; vì thế, lưu lượng đo được ở các sông suối vào mùa kiệt chính là lưu lượng dòng chảy dưới đất trong lưu vực thoát ra (đây cũng chính là lượng bổ cập theo quan điểm ở trên). Với giả thiết lưu vực dòng chảy mặt trùng lưu vực dòng chảy ngầm thì Modun dòng chảy ngầm chính là Modun dòng chảy mặt mùa kiệt. Do vậy, đối với một lưu vực, tổng lượng bổ cập của tất cả các thành tạo ĐCTV được tính như sau:

$$Q_T = M \cdot F \quad (3)$$

Trong đó: Q_T – Lượng bổ cập của tất cả các thành tạo ĐCTV trong lưu vực, l/s.

M - Modun dòng chảy dưới đất trung bình (bằng Modun dòng chảy mặt mùa kiệt), l/s.km².

F - Diện tích lưu vực, km²

Trong một lưu vực nhất định sẽ có nhiều thành tạo ĐCTV cùng tồn tại, do vậy cần xác định được tỷ lệ đóng góp lượng nước chảy ra của mỗi thành tạo ĐCTV.

Trong thời kỳ hạ thấp mực nước, lưu lượng nước chảy ra (lưu lượng dòng ngầm) của mỗi thành tạo trong lưu vực có dạng (Đặng Đình Phúc, 2013):

$$Q_i = \frac{\mu_i \cdot \Delta H \cdot F_i}{\Delta t} \quad (4)$$

Lưu vực có n thành tạo ĐCTV thì phương trình cân bằng của toàn lưu vực như sau:

$$Q_T = \frac{\mu_{tb} \cdot \Delta H \cdot F}{\Delta t} = \frac{\Delta H \sum_{i=1}^n \mu_i F_i}{\Delta t} \quad (5)$$

Ở đây: Q_i là lưu lượng dòng ngầm của thành tạo thứ i, ΔH là độ hạ thấp mực nước trong khoảng thời gian Δt ; F, F_i là diện tích toàn lưu vực và diện tích của thành tạo thứ i; μ_{tb} , μ_i là hệ số nhả nước trung bình của toàn lưu vực và của thành tạo thứ i.

Chia 2 vế của phương trình (4) và (5) ta có:

$$\frac{Q_i}{Q_T} = \frac{\mu_i F_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i F_i} \quad (6)$$

$$\Rightarrow Q_i = \frac{\mu_i F_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i F_i} Q_T \quad (7)$$

Như vậy, lượng bổ cập của tầng thành tạo ĐCTV trong một lưu vực sẽ được xác định theo công thức (7) và (3).

**Tinh lượng bổ cập theo lượng mưa*

Trong vùng nghiên cứu có những khoảnh không có tài liệu về Modun dòng ngầm, vì thế những khoảnh này chúng tôi tính toán lượng bổ cập theo lượng mưa và diện tích của tầng chứa nước. Lượng bổ cập của mỗi thành tạo chứa nước được xác định như sau:

$$Q_a = \frac{\eta \cdot F \cdot X}{365} \text{ (m}^3\text{/ngày)} \quad (8)$$

Trong đó: η là hệ số cung cấp ngầm của nước mưa cho nước dưới đất;

F là diện tích của tầng chứa nước (m²);

X là tổng lượng mưa năm của trung bình nhiều năm (m).

Các nghiên cứu trước đây thì hệ số cung cấp ngầm η thường được xác định theo kinh nghiệm từ 0,2 đến 0,3, tuy nhiên đối với vùng núi Bắc Bộ, địa hình phân cắt mạnh, khi mưa rơi xuống thì lượng cung cấp cho nước dưới đất không nhiều. Chính vì thế chúng tôi đề xuất tính giá trị hệ số η theo thành phần thạch học của TCN và theo độ dốc địa hình. $\eta = L \times S$, với L là hệ số ảnh hưởng của thành phần thạch học tầng chứa nước, S là hệ số ảnh hưởng của độ dốc địa hình.

Hệ số ảnh hưởng của thành phần thạch học chúng tôi tham khảo đề án “Điều tra đánh giá nguồn nước dưới đất khu vực trung du và miền núi Bắc Bộ” (Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Bắc, 2007) và đề xuất giá trị như sau: (xem bảng 1)

Bảng 1. Cách tính toán và cho điểm hệ số ảnh hưởng của thành phần thạch học (L).

STT	Thành phần thạch học	Hệ số ảnh hưởng
1	Trầm tích lục nguyên, lục nguyên xen phun trào	0,01 - 0,02
2	Đá carbonat	0,01 - 0,03
3	Trầm tích bờ rời Đệ tứ	0,03 – 0,05

Hệ số ảnh hưởng tham khảo Bảng giá trị Slope and Vegetation trong đánh giá yếu tố Concentration of fow của phương pháp đánh giá khả năng tự bảo vệ các tầng chứa nước Karst COP (Vias, J. M., Andreo, B., Perles, M. J., Carrasco, F., Vadillo, I., Jim'enez, P. 2006) như sau:

Bảng 2. Cách tính toán và cho điểm hệ số ảnh hưởng của độ dốc địa hình (S)

STT	Độ dốc địa hình (%)	Hệ số ảnh hưởng
1	≤ 8	1,00
2	8 – 31	0,95
3	31 – 76	0,85
4	> 76	0,75

Độ dốc địa hình (%) được tính toán bằng công cụ 3D Analyst tool/Raster surface/Slope trong phần mềm Arcgis sau khi xây dựng bản đồ DEM từ bản đồ địa hình.

2.3. Xác định trữ lượng có thể khai thác nước dưới đất

Trữ lượng có thể khai thác (hay trữ lượng khai thác an toàn) là lượng nước có thể lấy ra được mà không gây tác động xấu đến môi trường và được lấy bằng 30% tiềm năng nước dưới đất (Đoàn Văn Cảnh, 2015) (đối với vùng đồng bằng Bắc bộ và Nam bộ). Qua khảo sát thực tế tại các xã khan hiếm nước, các tác giả thấy rằng tại những khu vực này địa hình cao, dốc, mực nước ngầm nằm sâu, việc khoan khai thác nước khá khó khăn; kết quả đo đạc cho thấy lưu lượng mạch lộ không lớn, mùa khô giảm xuống rất thấp, thậm chí có mạch lộ còn bị khô kiệt. Chính vì thế đối với các xã thuộc vùng núi cao, khan hiếm nước chúng tôi lấy trữ lượng có thể khai thác bằng 10% tiềm năng nước dưới đất.

3. Kết quả đạt được và thảo luận

3.1. Tiềm năng nước dưới đất

Trên cơ sở lý thuyết vừa đưa ra kết hợp với tài liệu điều tra thực địa, tài liệu thu thập trong khu vực nghiên cứu, tập thể tác giả đã tính toán tiềm năng nước dưới đất cho 14 tỉnh thuộc khu vực nghiên cứu.

a. Số liệu đưa vào tính toán

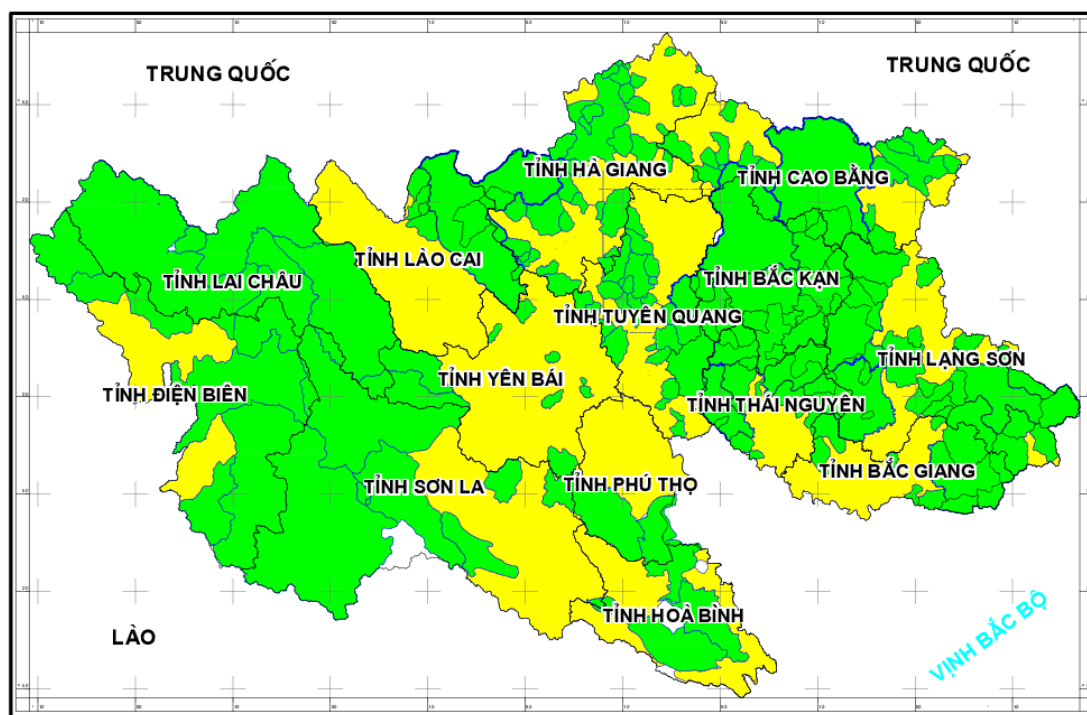
- Hệ số nhà nước được lấy theo các tài liệu nghiên cứu trước đây, tại những khu vực nào chưa có kết quả thí nghiệm thì được xác định theo phương pháp tương tự hoặc tra bảng theo thành phần đất đá như I. K. Gavitr – 1995.

Bảng 1. Giá trị nhà nước trọng lực theo thành phần đất đá của I.K.Gavitr – 1995

Đất đá bờ rời	Hệ số nhà nước trọng lực	Đá cứng nứt nẻ	Hệ số nhà nước trọng lực
Cát hạt thô, sạn sỏi lẫn cát	0,3 - 0,2	Đá vôi nứt nẻ - karst hóa	0,15-0,1
Cát hạt trung, thô	0,2 - 0,1	Đá vôi, cát kết nứt nẻ mạnh	0,1-0,05
Cát hạt nhỏ, đa hạt, á cát	0,1 - 0,05	Cát kết, phiến sét, đá vôi nứt nẻ	0,05 - 0,01
Á sét, á cát	0,05-0,01	Đá phiến sét và đá biến chất nứt nẻ	0,01 - 0,005
Cát sét	<0.01	Đá phiến sét và biến chất nứt nẻ yếu	0,005

- Bề dày tầng chứa nước được xác định theo các tài liệu lỗ khoan trong các công trình, dự án đã thi công trong vùng, những vị trí nào chưa có lỗ khoan thì bề dày được xác định theo phương pháp tương tự (lấy kết quả của một khu vực có đặc điểm ĐCTV tương tự). Đối với khu vực khan hiếm nước, bề dày tầng chứa nước được lấy theo kết quả khảo sát thực địa tại các khu vực này: lấy theo chiều sâu lỗ khoan hoặc chiều sâu mực xâm thực địa phương.

- Lưu vực và giá trị Modun dòng chảy mùa kiệt lấy theo kết quả tính toán giá trị lưu lượng trung bình tháng tối thiểu ứng với tần suất 95% của các trạm thủy văn Quốc gia và các điểm đo dòng kiệt của các đề án “Điều tra đánh giá nguồn nước dưới đất khu vực trung du miền núi Bắc Bộ- Hợp phần tính toán và xây dựng bản đồ đặc trưng dòng chảy kiệt”. Các lưu vực tính theo Modun dòng ngầm và những khoảng tính theo lượng mưa được thể hiện trên hình 1.



CHÚ GIẢI:

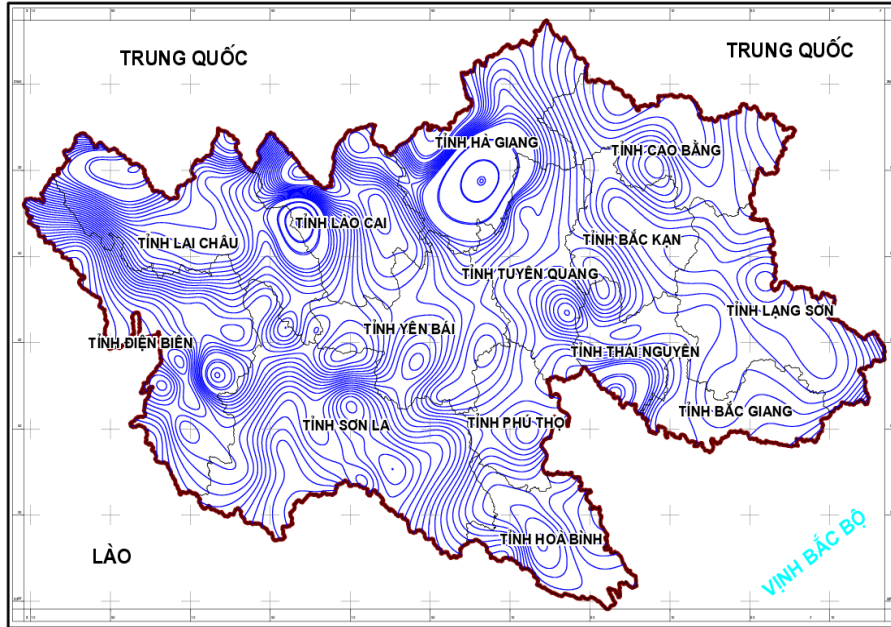
LƯU VỰC TÍNH LƯỢNG BỔ CẬP THEO MODUN DÒNG NGẦM

KHOẢNG TÍNH LƯỢNG BỔ CẬP THEO LƯỢNG MƯA

Hình 1. Bản đồ các lưu vực tính lượng bổ cập theo Modun dòng ngầm và theo lượng mưa

trong khu vực nghiên cứu

- Giá trị lượng mưa phục vụ tính toán đối với những khoảnh không có giá trị Modun dòng ngầm lấy theo kết quả mưa trung bình nhiều năm miền Bắc của Trung tâm khí tượng thủy văn Quốc gia. (xem hình 2).



Hình 2. Bản đồ đẳng mưa trung bình nhiều năm khu vực nghiên cứu

b. Kết quả tính tiềm năng nước dưới đất

Trong khu vực nghiên cứu, chúng tôi phân chia ra 265 lưu vực (tính theo Modun mùa kiệt) và 28 khoảnh (tính theo lượng mưa). Kết quả tính toán cho thấy tổng tiềm năng nước dưới đất của 14 tỉnh là 25.548.887 m³/ngày, trong đó, lượng bổ cập tự nhiên là 20.561.973 m³/ngày, lượng tích chứa là 49.869.139.990 m³ (tương ứng 4.986.914 m³/ngày). Tổng tiềm năng nước dưới đất trong các TCN chứa nước lỗ hổng là 526.726,5 m³/ngày, TCN khe nứt là 18.753.626,1 m³/ngày, TCN khe nứt – karst là 6.268.534,5 m³/ngày.

Theo thông tư 16/2013/TT-BTNMT, phân loại mức độ chứa nước theo Modun tiềm năng thì đa số các tầng chứa nước xếp vào loại chứa nước trung bình đến nghèo, số ít TCN xếp vào loại giàu nước tập trung vào các TCN khe nứt – Karst trong các thành tạo Cacbon-Permi (c-p), Devon (d), TCN khe nứt trong các thành tạo Devon dưới (d₁), Cambri (ε). Kết quả tính toán thể hiện trong bảng 3 và bảng 4.

Bảng 3. Kết quả tính toán tiềm năng nước dưới đất khu vực nghiên cứu theo tỉnh

STT	Tỉnh	Lượng bổ cập trong một ngày Q _d (m ³ /ngày)	Lượng tích chứa V _t (m ³)	Lượng tích chứa dự báo khai thác trong một ngày sau 27 năm khai thác (Tài nguyên tính dự báo) (m ³ /ngày)	Tiềm năng nước dưới đất hay Tài nguyên nước dưới đất dự báo Q _{in} (m ³ /ngày)
1	Lai Châu	3.772.556	12.719.607.780	1.271.961	5.044.517
2	Điện Biên	2.510.288	5.099.513.051	509.951	3.020.239
3	Sơn La	2.577.329	5.771.869.918	577.187	3.154.516
4	Hòa Bình	698.803	2.529.665.028	252.967	951.770
5	Lào Cai	1.295.019	1.024.950.560	102.495	1.397.514
6	Yên Bái	653.698	4.156.253.840	415.625	1.069.324
7	Phú Thọ	446.899	696.418.694	69.642	516.540
8	Tuyên Quang	1.320.217	202.861.758	20.286	1.340.503
9	Hà Giang	1.787.505	960.571.679	96.057	1.883.562

STT	Tỉnh	Lượng bổ cập trong một ngày Q_d ($m^3/ngày$)	Lượng tích chứa V_t (m^3)	Lượng tích chứa dự báo khai thác trong một ngày sau 27 năm khai thác (Tài nguyên tính dự báo) ($m^3/ngày$)	Tiềm năng nước dưới đất hay Tài nguyên nước dưới đất dự báo Q_m ($m^3/ngày$)
10	Bắc Cạn	1.683.397	2.085.187.042	208.519	1.891.916
11	Thái Nguyên	573.603	1.023.116.000	102.312	675.914
12	Bắc Giang	332.810	2.805.991.895	280.599	613.409
13	Lạng Sơn	956.237	8.242.389.745	824.239	1.780.476
14	Cao Bằng	1.953.613	2.550.743.001	255.074	2.208.687
Tổng		20.561.973	49.869.139.990	4.986.914	25.548.887

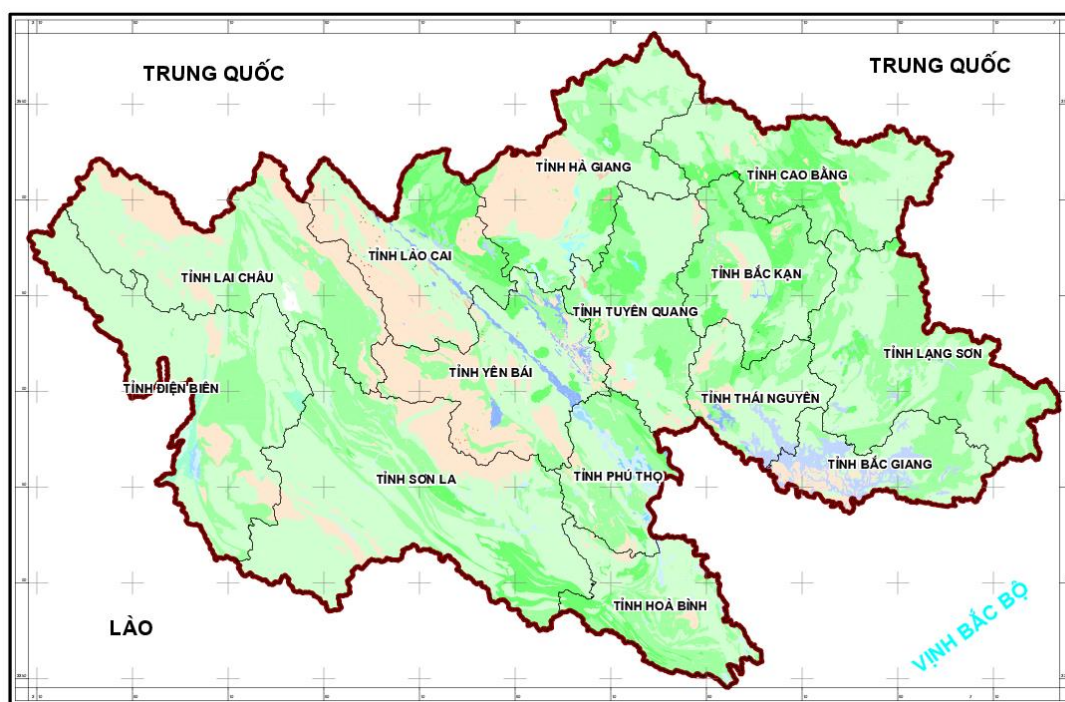
Bảng 4. Kết quả tính toán tiềm năng nước dưới đất theo tầng chứa nước

STT	Dạng tồn tại	Tầng chứa nước	Lượng bổ cập trong một ngày Q_d ($m^3/ngày$)	Lượng tích chứa V_t (m^3)	Lượng tích chứa dự báo khai thác trong một ngày sau 27 năm khai thác (Tài nguyên tính dự báo) ($m^3/ngày$)	Tiềm năng nước dưới đất hay Tài nguyên nước dưới đất dự báo Q_m ($m^3/ngày$)
1	Nước lỗ hổng	q	174.806,3	14.073.606,6	1.407,4	176.213,7
2		qh	133.959,7	70.826.881,7	7.082,7	141.042,4
3		qp	172.625,2	368.451.877,8	36.845,2	209.470,4
4	Nước khe nứt	$\beta n-q$	32,1	715,0	0,1	32,1
5		n	89.791,1	299.476.253,5	29.947,6	119.738,7
6		e	8.165,7	16.945.600,0	1.694,6	9.860,3
7		k-e	987,5	10.561.575,0	1.056,2	2.043,6
8		k	529.872,4	1.612.444.465,7	161.244,4	691.116,9
9		j-k	204.231,3	2.239.508.148,0	223.950,8	428.182,1
10		j	695.342,4	1.943.145.479,6	194.314,5	889.656,9
11		t_3	898.660,7	4.684.687.511,0	468.468,8	1.367.129,4
12		$t_{2,3}$	1.291.532,7	4.818.297.052,7	481.829,7	1.773.362,4
13		t_2	608.836,0	3.774.930.030,6	377.493,0	986.329,0
14		t_1	1.174.107,8	2.571.004.246,7	257.100,4	1.431.208,2
15		t_1vn	229.045,4	896.472.425,0	89.647,2	318.692,7
16		p_3yd	72.974,2	301.494.830,0	30.149,5	103.123,7
17		p_3ct	304.733,8	559.689.726,7	55.969,0	360.702,8
18		p_{1-2}	1.421.977,0	3.085.525.799,4	308.552,6	1.730.529,6
19		c_{1lk}	832,7	1.753.655,4	175,4	1.008,1
20		d_3	6.075,5	38.185.070,0	3.818,5	9.894,0
21		d_1	3.052.626,0	2.892.217.886,5	289.221,8	3.341.847,8
22		s- d_1	1.590.338,7	4.044.149.799,2	404.415,0	1.994.753,7
23		o_3-s	256.371,1	191.734.345,3	19.173,4	275.544,5
24		o	42.553,1	63.431.794,9	6.343,2	48.896,2
25		$\epsilon-o$	245.788,3	172.075.458,6	17.207,5	262.995,8
26		ϵ	1.459.425,1	1.152.364.117,1	115.236,4	1.574.661,5
27		$np-\epsilon_1$	368.531,0	1.091.093.383,7	109.109,3	477.640,3
28	pr	487.711,6	669.640.431,5	66.964,0	554.675,7	
29	Nước khe nứt - karst	t	1.184.387,6	4.043.152.190,5	404.315,2	1.588.702,8
30		c-p	1.698.152,4	5.744.241.010,3	574.424,1	2.272.576,5
31		d	1.695.631,8	2.018.887.920,9	201.888,8	1.897.520,6

STT	Dạng tồn tại	Tầng chứa nước	Lượng bổ cập trong một ngày Q_d ($m^3/ngày$)	Lượng tích chứa V_t (m^3)	Lượng tích chứa dự báo khai thác trong một ngày sau 27 năm khai thác (Tài nguyên tĩnh dự báo) ($m^3/ngày$)	Tiềm năng nước dưới đất hay Tài nguyên nước dưới đất dự báo Q_n ($m^3/ngày$)
32		o-s	159.888,9	301.164.402,0	30.116,4	190.005,4
33		ϵ -o	301.978,1	177.512.298,8	17.751,2	319.729,3
Tổng			20.561.973	49.869.139.990	4.986.914	25.548.887

c. Cách thể hiện tiềm năng nước dưới đất trên bản đồ

Sau khi tính toán tiềm năng nước dưới đất, kết quả thể hiện cho từng thành tạo ĐCTV trong mỗi lưu vực dựa theo thông tư số 16/2013/TT-BTNMT của Bộ Tài nguyên và Môi trường ngày 21 tháng 6 năm 2013 về Quy định kỹ thuật lập bản đồ Tài nguyên nước dưới đất tỷ lệ 1: 100.000. Theo đó, tiềm năng nước dưới đất được thể hiện bằng giá trị Modun tiềm năng M_d ($m^3/ngày/km^2$) với M_d xác định bằng tỷ số giữa Tiềm năng nước dưới đất của các thành tạo ĐCTV và diện tích của chúng. (xem hình 3)



CHÚ GIẢI

Dạng tồn tại	Các tầng chứa nước	Ký hiệu ĐCTV	Bề dày (m)	Gồm các địa tầng	Thành phần đất đá	Tiềm năng nước dưới đất ($m^3/ngày/km^2$)		
						Giàu $M_d > 500$	Trung bình $M_d = 200 - 500$	Nghèo $M_d < 200$
Nước lỗ hổng	Đệ tứ không phân chia	q	3 - 20	Q	Cát, sỏi, sạn, bột, lẫn dăm tảng			
Nước khe nứt	Neogen	n	50-100	N_2^{rc} N_1^{nd}	Cuội kết, sét kết, bột kết, cát kết, sét than, vữa và thấu kính than			
Nước khe nứt - karst	Carbon-Perm	c-p	30-80	C-Pbs	Đá vôi dạng khối, đá vôi trứng cá, đá vôi sét			

Vùng không có khả năng khai thác

Hình 3. Bản đồ tiềm năng nước dưới đất khu vực nghiên cứu

3.2. Trữ lượng có thể khai thác nước dưới đất tại các xã vùng núi cao, khan hiếm nước

Trữ lượng có thể khai thác nước dưới đất tại các xã vùng núi cao, khan hiếm nước khu vực Bắc Bộ lấy bằng 10% tiềm năng nước dưới đất, kết quả cho thấy tổng trữ lượng có thể khai thác tại 96 xã là 173.557,8 m³/ngày, trong đó trữ lượng có thể khai thác tại các xã không lớn và có sự khác biệt rõ ràng. Trong số 96 xã, có 76 xã có trữ lượng có thể khai thác khá lớn, hoàn toàn đáp ứng được nhu cầu (điển hình như xã Bình Lư – tỉnh Lai Châu, xã Chung Chải, Leng Su Sìn – tỉnh Điện Biên, xã Tú Sơn – tỉnh Hòa Bình, xã Đồng Sơn- tỉnh Phú Thọ); 20 xã với trữ lượng có thể khai thác chưa đáp ứng nhu cầu (điển hình như xã Hồ Mít – tỉnh Lai Châu, xã Chiềng Tương, Tô Múa – tỉnh Sơn La, xã Đồng Lạc, Ngọc Đồng – tỉnh Phú Thọ, xã Lũng Táo, Lũng Phìn – tỉnh Hà Giang).

Bảng 5. Trữ lượng có thể khai thác nước dưới đất tại 96 xã thuộc vùng núi cao, khan hiếm nước

STT	Tỉnh	Số xã thuộc vùng núi cao, khan hiếm nước	Trữ lượng có thể khai thác Q _{ctkt} (m ³ /ngày)
1	Lai Châu	5	17.203,1
2	Điện Biên	6	51.278,1
3	Sơn La	4	1.653,3
4	Hòa Bình	3	2.862,4
5	Lào Cai	5	7.064,7
6	Yên Bái	2	2.142,6
7	Phú Thọ	6	6.414,5
8	Tuyên Quang	9	21.950,9
9	Hà Giang	9	2.536,2
10	Bắc Cạn	2	4.005,0
11	Thái Nguyên	6	4.039,1
12	Bắc Giang	5	6.483,7
13	Lạng Sơn	14	14.849,3
14	Cao Bằng	20	31.074,7
Tổng		96	173.557,8

3.3. Thảo luận

Bài viết đã đưa ra một cách tính toán mới về lượng bổ cập cho từng thành tạo trong mỗi lưu vực dựa theo Modun dòng chảy kiệt hoặc theo lượng mưa. Đây là những nghiên cứu bước đầu, là cơ sở căn bản để các nghiên cứu sau này hoàn thiện cách tính toán tiềm năng nước dưới đất đạt kết quả tin cậy nhất;

Các số liệu phục vụ tính toán như hệ số nhà nước, bề dày tầng chứa nước, tài liệu quan trắc lưu lượng mùa kiệt, tài liệu mưa trong khu vực còn ít, có những tầng chứa nước phải lấy theo tương tự hoặc kinh nghiệm, do đó kết quả tính toán tại một số vùng còn chưa phản ánh thật chính xác với bản chất của tầng chứa nước. Trong khuôn khổ kết quả điều tra khảo sát, nguồn tài liệu, mức độ nghiên cứu hiện nay, các kết quả này có thể chấp nhận được

Trữ lượng có thể khai thác nước dưới đất trong bài viết này chúng tôi tạm lấy bằng 10% tiềm năng nước dưới đất, trong thời gian tới cần có những nghiên cứu chi tiết hơn để hoàn thiện cách tính toán trữ lượng có thể khai thác nước dưới đất.

4. Kết luận

- Trong 14 tỉnh có 96 xã thuộc vùng núi cao, khan hiếm nước khu vực Bắc Bộ có mặt 03 tầng chứa nước chính;

- Trên cơ sở giá trị Modun dòng ngầm, lượng mưa với cách tính mới đã xác định được tổng tiềm năng nước dưới đất trong toàn khu vực là 25.548.887 m³/ngày, trong đó, lượng bổ cập là 20.561.973 m³/ngày, lượng tích chứa là 49.869.139.990 m³ (tương ứng 4.986.914 m³/ngày).

- Tổng trữ lượng có thể khai thác tại của 96 xã thuộc vùng núi cao, khan hiếm nước là 173.557,8 m³/ngày, trữ lượng có thể khai thác của các xã về cơ bản đáp ứng được nhu cầu của nhân dân trong vùng núi cao, khan hiếm nước nhưng trong điều kiện thực tế khai thác khó khăn vì vậy cần có những giải pháp khoa học công nghệ phù hợp;

- Dựa vào bản đồ tiềm năng nước dưới đất, các địa phương có thể tham khảo xây dựng phương án khai thác nước dưới đất phục vụ sinh hoạt cộng đồng dân cư một cách hiệu quả, phù hợp và bền vững.

Tài liệu tham khảo

Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2013, Thông tư số 16/2013/TT-BTNMT của Bộ TNMT ngày 21 tháng 6 năm 2013 về *Quy định kỹ thuật lập bản đồ Tài nguyên nước dưới đất tỷ lệ 1: 100.000*;

Đoàn Văn Cảnh, 2015, “*Nghiên cứu đề xuất các tiêu chí và phân vùng khai thác bền vững, bảo vệ Tài nguyên nước dưới đất vùng đồng bằng Bắc Bộ và đồng bằng Nam Bộ*”, năm 2015;

Cục quản lý Tài nguyên nước, 2007, “*Điều tra đánh giá nguồn nước dưới đất khu vực trung du và miền núi Bắc Bộ*”

Đặng Đình Phúc, 2013, *Cơ sở thủy động lực và phương pháp đánh giá trữ lượng nước dưới đất*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội;

Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước miền Bắc, 2007, đề án “*Điều tra đánh giá nguồn nước dưới đất khu vực trung du miền núi Bắc Bộ- Hợp phần tính toán và xây dựng bản đồ đặc trưng dòng chảy kiệt*”;

Quyết định số 264/QĐ-TTg của Thủ tướng chính phủ, ngày 02/03/2015, Phê duyệt *Chương trình điều tra, tìm kiếm nước dưới đất để cung cấp nước sinh hoạt ở các vùng núi cao, vùng khan hiếm nước*;

Vias, J. M., Andreo, B., Perles, M. J., Carrasco, F., Vadillo, I., Jimenez, P. 2006. *Proposed Method for Groundwater Vulnerability Mapping in Carbonate (Karstic) aquifers: the COP method: Application in Two Pilot Sites in Southern Spain, Hydr. J. 14 (6), 1-14.*

ABSTRACT

Groundwater potential in northern high mountain areas

Lam Van Nguyen ¹, Bang Duc Dao ¹, Hien Thu Vu ¹, Anh Van Thi Kieu ¹, Hao Trong Nguyen ²,
Toi Van Le ³, Kien Hong Pham ³

¹ *Faculty of Geosciences and Geo-engineering, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*

² *Marine Geology and Minerals division, Vietnam*

³ *Northern division for Water resources planning and Investigation, Vietnam*

Vietnam, which is a country with high potential of groundwater resources but the distribution is not evenly and periodically, therefore many areas face the water resources lack, especially in the Northern high mountain area. To identify solutions of sustainable groundwater development for the ethnics people in this area, water resources assessment, including both surface and groundwater, is needed. Base on many investigation activities and data collection/assessment, the authors have estimated groundwater reserve for 14 northern provinces with about 25.548.887 m³/day, safe yield of 96 estimated communes is about 173.557,8 m³/day. This estimated amount could meet the requirement of drinking and sanitary water but the exploitation conditions are very complicated and require to identify the solution for sustainable development.

Đặc điểm địa chất công trình khu vực ven biển Bắc Trung Bộ và ảnh hưởng ngập do biến đổi khí hậu

Tô Hoàng Nam^{1,**}, Nguyễn Tiến Thành, Vũ Tất Tuấn, Lý Quang Hiếu
Liên đoàn Địa chất và Khoáng sản biển

TÓM TẮT

Kết quả nghiên cứu, thực hiện dự án “Điều tra, đánh giá đặc điểm cấu trúc địa chất, địa chất công trình, đề xuất các giải pháp khai thác, sử dụng lãnh thổ, phục vụ xây dựng và phát triển hạ tầng dải ven bờ biển Việt Nam” của Liên đoàn Địa chất và Khoáng sản biển thuộc được thực hiện từ 2016 - 2017 cho thấy, đặc điểm địa chất công trình (ĐCCT) khu vực ven biển Bắc Trung Bộ như sau:

Địa hình địa mạo gồm có: kiểu địa hình kiến tạo - bóc mòn; kiểu địa hình karst, kiểu địa hình tích tụ. Các kiểu địa hình được chia thành nhiều phụ kiểu khác nhau theo nguồn gốc;

Địa tầng: đã xác nhận 11 hệ tầng trước Đệ tứ, 10 phức hệ magma; các thành tạo Đệ tứ được phân chia theo tuổi và nguồn gốc trong một chu kỳ dao động mực nước biển, gồm 5 chu kỳ khác nhau.

Theo quan điểm ĐCCT, khu vực ven biển Bắc Trung Bộ có 12 loạt thạch học, mỗi loạt thạch học gồm nhiều phức hệ thạch học theo tuổi địa chất, có đặc điểm về tính chất xây dựng khác nhau;

Thủy văn, địa chất thủy văn: có nguồn nước mặt phong phú, ven bờ biển có độ mặn cao, là nơi chùng lún giữa nước lợ và nước mặn; nước dưới đất có các tầng chứa nước: vỉa lỗ hồng; khe nứt; khe nứt - lỗ hồng; nước khe nứt hang hốc karst;

Các hiện tượng địa chất động lực chủ yếu gồm: lũ quét, lũ bùn đá; trượt lở, đá đổ; phong hóa; mương xói; xói lở - bồi tụ; ngập và bán ngập; lầy hóa, mặn hóa.

Bài báo đã đánh giá chung về đặc điểm địa chất công trình khu vực ven biển Bắc Trung Bộ (phạm vi từ bờ biển vào đất liền khoảng 10km) ảnh hưởng ngập do biến đổi khí hậu.

Từ khóa: đặc điểm ĐCCT Bắc Trung Bộ, ven biển Bắc Trung Bộ, ngập do biến đổi khí hậu.

1. Đặt vấn đề

Theo quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050 đã được Chính phủ phê duyệt, khu vực ven biển Bắc Trung Bộ (BTB), bao gồm: Thanh Hóa; Nghệ An; Hà Tĩnh; Quảng Bình; Quảng Trị và Thừa Thiên Huế sẽ là khu vực phát triển kinh tế trọng điểm. Nhằm phục vụ cho quy hoạch xây dựng, phát triển bền vững kinh tế - xã hội, việc nghiên cứu, đánh giá về đặc điểm địa chất công trình (ĐCCT) khu vực ven biển Bắc Trung Bộ trở nên rất cần thiết.

Trong thời gian từ năm 2016 đến 2017, Liên đoàn Địa chất và Khoáng sản Biển đã tiến hành nghiên cứu lập bản đồ ĐCCT tỷ lệ 1:100,000 khu vực ven biển từ Quảng Ninh đến Thừa Thiên Huế. Đây là nguồn tài liệu mới (Liên đoàn Địa chất và khoáng sản biển, 2016), là một phần nằm trong tổng thể dự án 47, cho phép làm căn cứ đánh giá tổng hợp đặc điểm ĐCCT khu vực ven biển Bắc Trung Bộ.

2. Đặc điểm ĐCCT khu vực ven biển Bắc Trung Bộ

2.1. Địa hình, địa mạo tân kiến tạo

+ Kiểu địa hình kiến tạo - bóc mòn đồi núi thấp

Kiểu địa hình này chiếm một số diện tích nhỏ trên khu vực nghiên cứu, được hình thành và phát triển trên các thành tạo rắn chắc của các hệ tầng trước Đệ tứ. Trên bề mặt xảy ra quá trình phong hóa mạnh, tạo lớp vỏ phong hóa dày, độ dốc địa hình lớn, trên nó có hệ thống sông suối ngắn và dốc, tiềm ẩn nguy cơ trượt lở, đổ lở, lũ quét, lũ bùn đá. Ngoài ra, các thành tạo phân bố trên địa hình này cũng là nơi có triển vọng lớn nguồn vật liệu phục vụ cho xây dựng, san lấp. Theo cao độ bề mặt có thể chia ra:

- Bề mặt bóc mòn đỉnh tại các bậc độ cao: < 200m; 200 - 400m; 400 - 600m; 600 - 800m; 800 - 1000m; > 1000m;

- Đồi núi thấp bóc mòn rửa trôi - ven biển có độ dốc < 10⁰, cao độ địa hình < 100m;

- Các bề mặt trũng địa hình do kiến tạo;

- Các bề mặt sườn với độ dốc và quá trình thành tạo khác nhau.

+ Kiểu địa hình karst

* Tác giả liên hệ

Email: hoangnamldb@gmail.com

Bao gồm các dạng đỉnh và sườn rửa lữa - hòa tan có độ dốc > 45°, các phế u và thung lũng karst, karst dạng nón, ... chiếm diện tích trên 80km², phân bố rải rác ở Bim Sơn - Thanh Hóa. Được thành tạo, phát triển trên đá vôi của hệ tầng Đồng Giao.

+ Kiểu địa hình đồng bằng tích tụ

Cấu tạo nên kiểu địa hình này bao gồm các thành tạo có nguồn gốc khác nhau: sông; sông - đầm lầy; sông - biển - đầm lầy; sông - dòng chảy; sông - biển; biển; biển - đầm lầy; biển - gió. Địa hình này chiếm diện tích lớn nhất trong phạm vi nghiên cứu, tạo thành các bề mặt tích tụ ven biển trong các giai đoạn khác nhau, độ cao từ 0,5 đến trên 10m. Trên kiểu địa hình này có các bề mặt:

- Bề mặt thềm nguồn gốc sông - biển, biển có tuổi từ Holocen đến Pleistocen tạo thành các dải không liên tục ở một số diện tích nhỏ tại địa phận các tỉnh Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế. Bề mặt nghiêng thoải, bị chia cắt, độ cao dao động từ 2 - 4m đến trên 20m. Địa hình này có nền móng địa hình ổn định, có triển vọng về nguồn vật liệu khoáng tự nhiên.

- Bề mặt tích tụ nguồn gốc sông - biển, có tuổi Holocen tương đối bằng phẳng độ nghiêng nhỏ, độ cao trên 2m, phân bố chủ yếu khu vực ven biển Thanh Hóa - Huế, phát triển chủ yếu trên các thành tạo Đệ tứ nguồn gốc sông, sông - biển, biển. Các thành tạo địa hình này phân bố tập trung, diện tích lớn kéo dài, bề mặt bằng phẳng, tạo điều kiện thuận lợi quy hoạch phát triển lãnh thổ. Tuy nhiên, tiến hóa địa hình dựa trên các thành tạo trầm tích Đệ tứ độ dày lớn, có nơi lên tới trên 200m, nền đất yếu, vì vậy quy hoạch lãnh thổ cần phải có giải pháp hợp lý cho nền móng công trình.

- Bề mặt tích tụ hỗn hợp tàn tích - sườn tích - lũ tích chiếm diện tích nhỏ, hẹp, dạng dải, phân bố trong lưu vực thung lũng sông miền núi. Trầm tích cấu tạo nên đơn vị địa mạo này gồm bột sét, cát, dăm, sạn, cuội tảng, sản phẩm phong hóa từ đá gốc - triển vọng nguồn vật liệu phục vụ xây dựng công trình.

- Các bề mặt thềm tích tụ cát biển có tuổi Holocen đến Pleistocen phân bố thành dải hẹp sát với bãi biển hiện đại kéo dài song song với đường bờ biển. Thành tạo địa hình này có các bậc độ cao: 2 - 3m; 4 - 6m và 8 - 15m, phân bố chủ yếu khu vực Quảng Bình, Quảng Trị, Thừa Thiên Huế.

Đáng chú ý, các bề mặt địa hình này là nguồn phát sinh, cung cấp cát bay, cát lún vào đồng ruộng do gió, bão, ... gây ra tình trạng mất đất của từng địa phương. Việc nghiên cứu, đưa ra các giải pháp định hướng bảo tồn quy hoạch các bề mặt thềm cát này có ý nghĩa không nhỏ trong nghiên cứu ĐCCT cũng như quy hoạch bảo vệ lãnh thổ. Ngoài ra, các thành tạo địa hình này còn là kho tàng lưu giữ nguồn nước ngầm phong phú có chất lượng tốt phục vụ trồng trọt, sinh hoạt cho các địa phương ven biển.

2.2. Đặc điểm địa tầng

+ Các thành tạo trước Đệ tứ có phạm vi phân bố rất hẹp, tập trung ở phía tây khu vực nghiên cứu gồm có: trầm tích lục nguyên (chủ yếu là cát, bột, sét kết), trầm tích cacbonat (đá vôi), các đá mac ma xâm nhập (granite), mac ma phun trào (bazan) và đá biến chất (đá phiến). Do mục đích nghiên cứu phục vụ xây dựng, các thành tạo trước Đệ tứ đều là đá gốc, có chất lượng xây dựng tốt, nên không trình bày chi tiết ở đây.

+ Các thành tạo Đệ tứ: Theo GS.TS. Trần Nghi, địa tầng trầm tích Đệ tứ khu vực nghiên cứu được phân chia theo chu kỳ dao động của mực nước biển (bảng 1).

Bảng 1. Địa tầng trầm tích Đệ tứ khu vực ven biển Bắc Trung Bộ

TT	Chu kỳ	Diện phân bố	Hệ tầng đặc trưng
1	Chu kỳ 1 - Pleistocen sớm (Q ₁ ¹)	Thanh Hóa đến Quảng Bình	Hoàng hóa (Q ₁ ¹ hh)
		Quảng Bình đến Thừa Thiên Huế	Tân Mỹ (Q ₁ ¹ tm).
2	Chu kỳ 2 - Pleistocen giữa-muộn (Q ₁ ²⁻³)	Thanh Hóa đến Quảng Bình	Hệ tầng Nghi Xuân (Q ₁ ¹⁻² nx)
		Quảng Bình đến Thừa Thiên Huế	Hệ tầng Quảng Điền (Q ₁ ²⁻³ qd)
3	Chu kỳ 3 - Pleistocen muộn (Q ₁ ³)	Thanh Hóa đến Quảng Bình	Hệ tầng Yên Mỹ (Q ₁ ³ ym)
		Quảng Bình đến Thừa Thiên Huế	Hệ tầng Phú Xuân (Q ₁ ³ px)
4	Chu kỳ 4 - Holocen sớm-giữa (Q ₂ ¹⁻²)	Thanh Hóa đến Quảng Bình	Hệ tầng Thiệu Hóa (Q ₂ ¹⁻² th), hệ tầng Can Lộc (Q ₂ ¹⁻² cl)
		Quảng Bình đến Thừa Thiên Huế	Hệ tầng Phú Bài (Q ₂ ¹⁻² pb)
5	Chu kỳ 5 - Holocen muộn (Q ₂ ³)	Thanh Hóa đến Quảng Bình	Hệ tầng Thái Bình (Q ₂ ³ tb)
		Quảng Bình đến Thừa Thiên Huế	Hệ tầng Phú Vang (Q ₂ ³ pv)

2.3. Đặc điểm phân bố và tính chất cơ lý của các loại đất đá

Theo tài liệu bản đồ ĐCCT tỷ lệ 1: 100.000, đất đá khu vực nghiên cứu được phân chia theo nguyên tắc thạch học - nguồn gốc (Ban Bản đồ địa chất công trình (IAEG), 1976), gồm 12 loại thạch học và 55 phức hệ thạch học khác nhau (bảng 2).

Bảng 2. Phân loại đất đá theo nguyên tắc thạch học - nguồn gốc khu vực ven biển Bắc Trung Bộ

TT	Loại thạch học	Phức hệ thạch học
1	Nguồn gốc sông	$aQ_2^3, aQ_1^3, aQ_1^{2-3}$
2	Nguồn gốc biển	$mQ_2^3, mQ_1^{1-2}, mQ_1^3$
3	Nguồn gốc sông - biển	$amQ_2^3, amQ_1^{1-2}hh, amQ_1^3, amQ_1^{2-3}, amQ_1^1$
4	Trầm tích sông - biển - đầm lầy, biển - đầm lầy	$ambQ_2^3, mbQ_2^{1-2}$
5	Biển gió	mvQ_2^3, mvQ_2^{1-2}
6	Sông lũ tích	apQ
7	Tàn-sườn tích, bồi tích-sườn tích, bồi tích-lũ tích, sườn tích-lũ tích, sườn tích	edQ, adQ, apQ, dpQ, dQ
8	Trầm tích lục nguyên	$N_1^3dh, N_1^3dh^2, N_1^3dh^1; K_2yc, K; J_{1-2}dt; T_{3n-rdd_2}, T_{3n-rdd_1}; T_2adt; D_2ebg_3, D_2ebg_2; D_1tl; S_2-D_1dg; \epsilon_2sm$
9	Trầm tích sinh hóa	$T_2adg_2, T_2adg_1, C-Plbs, C_1lk_1$
10	Magma xâm nhập	$\gamma\tau T_{2sm_1}, \gamma aT_{3npb_1}, vcrP_2, T_2ahs, \gamma aC_{1ts_1}, \gamma aC_{1ts_2}, \gamma\tau T_{2sm}$
11	Magma phun trào	$\beta Q_2, \beta N_2-Q_1^1, P_{3ct}, T_2adt_2$
12	Đá biến chất	$O_3-S_1sc_3, O_3-S_1sc_2; O_3-S_1ld_3, O_3-S_1ld_2, O_3-S_1ld_1$

+ *Loại thạch học trầm tích sông (aQ)* gồm các phức hệ thạch học $aQ_2^3, aQ_1^{2-3}, aQ_1^3$ phân bố chủ yếu dọc theo các sông suối lớn như sông Đáy, sông Càn, sông Trường Giang, sông Long Đại, sông Thạch Vãn, sông Hương. Chúng tạo nên địa hình hẹp, bề mặt khá bằng phẳng:

- Phức hệ aQ_2^3 : thành phần gồm tầng, cuội, sạn lẫn cát đa màu sắc; á cát, sét, á sét, cát bụi màu xám nâu, xám vàng nhạt.

- Phức hệ aQ_1^{2-3}, aQ_1^3 : thành phần là cát hạt thô và mịn lẫn cuội sỏi, á cát, á sét và sét.

+ *Loại thạch học trầm tích biển (mQ)* gồm các phức hệ $mQ_2^3, mQ_2^{1-2}, mQ_1^3$, phân bố rộng ở Diễn Châu (Nghệ An), Quảng Trị, Hà Tĩnh một vài diện nhỏ ở ven biển Thừa Thiên Huế):

- Phức hệ mQ_2^3 : phân bố dọc bờ biển với chiều ngang từ 50 - 200m. Bề dày 3 - 20m, thành phần chủ yếu là cát hạt nhỏ đến hạt trung lẫn vỏ sò, ốc màu xám nâu, xám trắng.

- Phức hệ mQ_2^{1-2} : phân bố tại vùng có địa hình bằng phẳng tiếp giáp phía trong với địa hình cồn dãi biển gió hiện đại, khu vực từ Quỳnh Bảng đến Quỳnh Nghĩa. Thành phần chủ yếu cát hạt nhỏ đến trung lẫn bụi màu nâu vàng, loang lổ.

- Phức hệ mQ_1^3 : thường không lộ trên bề mặt địa hình, có thành phần là á sét, sét màu nâu, nâu vàng, xám ghi loang lổ, dày 10 - 20m.

+ *Loại thạch học trầm tích hỗn hợp sông - biển (amQ)* gồm các phức hệ thạch học $amQ_1^1, amQ_1^{2-3}, amQ_1^3, amQ_2^{1-2}, amQ_2^3$. có diện phân bố rộng rãi ở phần đất liền ven biển từ Thanh Hóa đến Thừa Thiên Huế, chúng tạo nên những bề mặt địa hình bằng phẳng:

- Phức hệ amQ_2^3 : chiếm diện tích chủ yếu của vùng nghiên cứu, bề mặt khá bằng phẳng. Thành phần gồm bột sét màu xám nâu, xám sẫm đôi nơi có màu xám sáng có mùn thực vật màu đen. Chiều dày 3 - 20m.

- Phức hệ amQ_2^{1-2} : phân bố rộng khắp khu vực nghiên cứu, bề dày từ vài m đến trên 20m, thành phần là á sét pha, sét, bùn sét lẫn ít cát, hữu cơ, màu xám tro, xám nâu, xám ghi lẫn vỏ sò.

- Phức hệ amQ_1^3 : phân bố ở độ sâu khoảng 20m trở xuống, thành phần là sét pha, sét, kẹp cát pha màu xám vàng, xám ghi, nâu đỏ loang lổ.

- Phức hệ amQ_1^{2-3} : phân bố ở độ sâu khoảng 40m trở xuống, thành phần chủ yếu là cát hạt nhỏ, sét pha, cát pha lẫn sỏi cuội, xám nâu, xám vàng.

- Phức hệ thạch học amQ_1^1 : phân bố ở độ sâu khoảng 40m trở xuống. Thành phần gồm cát lẫn cuội sỏi, sạn, cát pha, màu xám, xám ghi, xám vàng.

+ *Loại thạch học trầm tích hỗn hợp biển - đầm lầy, sông - biển - đầm lầy, sông - đầm lầy* gồm các phức hệ $ambQ_2^3, mbQ_2^{1-2}$, phân bố rải rác ở Thanh Hóa; Quảng Trị, Thừa Thiên Huế và tạo thành các bãi triều lầy, trong đó trầm tích sông - biển - đầm lầy thường nằm chuyển tiếp trên trầm tích biển hoặc trầm tích sông - biển cùng hệ tầng.

- Phức hệ $ambQ_2^3$: Phân bố diện hẹp dưới dạng đồng bằng thấp ngập triều khu vực Thanh Hóa, Thừa Thiên Huế. Thành phần trầm tích gồm cát, sét màu xám đen, có nhiều di tích thực vật, đôi chỗ gặp than bùn màu đen chủ yếu là thân gỗ và lá cây hóa than. Thường lộ trên bề mặt, chiều dày 4 - 25m.

- Phức hệ mbQ_2^{1-2} : Thành phần là bùn sét, bùn sét pha, sét pha dẻo chảy lẫn hữu cơ, xen kẹp cát mịn xám đen.

+ *Loại thạch học trầm tích biển - gió (mvQ)* gồm phức hệ mvQ_2^3, mvQ_2^{1-2} , phân bố tập trung chủ yếu

Bến Hải, Thạch Hãn và Hương, ... cùng với hệ thống ao, hồ, đầm, phá, kênh mương thủy lợi phát triển rất mạnh. Đây là nguồn tàng trữ và cung cấp nước mặt phong phú. Do các sông này ngắn, độ dốc lớn, chảy qua đồng bằng hẹp ven biển nên hầu hết phần chảy qua đồng bằng thường bị mặn. Kết quả đo độ mặn tại những điểm khảo sát cho thấy, giá trị độ mặn thay đổi trong khoảng từ 0,01ppt đến 35,9ppt, trung bình 18ppt. Phần lớn có giá trị nhỏ hơn 0,5ppt (nước nhạt). Phần nước mặt ven biển có độ mặn cao, từ 18ppt đến 35,9ppt. Đây là khu vực chông lán giữa nước lợ mặn và nước mặn. Tại những đầm phá gần biển (chủ yếu là đầm tôm), nước có độ mặn từ 10ppt - 25ppt. Càng tiến sâu vào phía đất liền thì độ mặn càng giảm, đặc biệt một số nơi ao hồ có nước không lưu thông, thường là nước nhạt.

Để xác định sự ảnh hưởng của thủy triều đến sự thay đổi độ mặn của sông, dự án đã tiến hành đo độ mặn theo mặt cắt dọc một số sông trong vùng nghiên cứu. Các điểm đo được thiết kế từ cửa sông vào sâu trong đất liền, thời điểm đo là lúc triều cường, kết quả đo được thể hiện trong bảng 4:

Bảng 4. Kết quả đo độ mặn theo mặt cắt dọc sông

Sông đo độ mặn	Độ mặn tại cửa sông (ppt)	Độ mặn tại điểm đo cuối (ppt)	Khoảng cách từ cửa sông đến điểm cuối
Sông Lam	24,8	6,73	22 km
Sông Cửa Sốt	35,9	14,2	15 km
Sông Gianh	29,1	11,7	15 km
Sông Thạch Hãn	30,8	9,3	13 km

Qua kết quả trên chứng tỏ, vào thời gian triều cường, sự xâm nhập của nước biển vào nước sông rất mạnh, độ mặn nước sông sâu vào trong đất liền từ 13 - 15km vẫn lên tới 6,73ppt đến 14,2ppt.

Kết quả phân tích mẫu nước ở các sông Lam, Cửa Sốt, Gianh, Thạch Hãn cho thấy: nước sông có tính ăn mòn Sunfat (SO_4^{2-}) với mức độ ăn mòn mạnh, hàm lượng của Sunfat trong nước sông thường lớn hơn 500 mg/l, còn lại với các chỉ tiêu khác như độ pH, CO_2 xâm thực, ion Mg^{2+} , NH_4^+ có mức độ ăn mòn không đáng kể, chỉ xảy ra cục bộ và yếu.

2.4.2. Đặc điểm địa chất thủy văn

Trong khu vực nghiên cứu, gặp ba đơn vị chứa nước chủ yếu:

+ *Phức hệ chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Đệ tứ:*

Các tầng chứa nước gồm: Đệ tứ không phân chia (q), trầm tích Holocen (qh) và trầm tích Pleistocen (qp); mức độ chứa nước từ nghèo đến giàu nước; nước thuộc loại không áp hoặc có áp nhẹ. Giữa các tầng chứa nước trong phức hệ này cũng như giữa nước mặt và nước biển có mối quan hệ thủy lực với nhau rất phức tạp. Chất lượng nước không ổn định, diện phân bố mặn nhạt biến đổi không theo quy luật, nhiều nơi biến đổi từ ngọt đến mặn theo kiểu da báo. Có thể khái quát sự phân bố mặn nhạt của nước dưới đất như sau: phía Nam tỉnh Thanh Hóa, phía Bắc huyện Quỳnh Lưu, huyện Kỳ Anh, tỉnh Quảng Bình, tỉnh Quảng Trị, tỉnh Thừa Thiên Huế là nước nhạt; các huyện Gio Linh, Phong Điền, Phú Vang, phía Nam Quảng Trạch và phần còn lại của các tỉnh Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, phần lớn bị nhiễm mặn, đôi chỗ tồn tại các thấu kính nước nhạt nhưng không đáng kể.

Các tầng chứa nước ngầm q hoặc qh thường có quan hệ chặt chẽ với nước mặt và nước mưa. Về mùa mưa, sau mỗi trận mưa lớn, tầng chứa nước ngầm gần như đã bão hòa, mực nước trong giếng nhiều nơi đo được ngang bằng với mặt đất. Về mùa khô, mực nước giếng thường cách mặt đất từ 2 - 3m, biên độ dao động giữa 2 mùa từ 0,5 - 2m. Nước trong các tầng này chủ yếu có tính ăn mòn cacbonic (CO_2 xt), giá trị thay đổi trong khoảng rất rộng, nhỏ nhất $CO_2xt_{Min} = 1,1mg/l$, lớn nhất $CO_2xt_{Max} = 1016,4mg/l$, trung bình $CO_2xt_{tb} = 508,7mg/l$. Sự ăn mòn của cacbonic (CO_2 xt) xuất hiện trên toàn bộ khu vực nghiên cứu với mức độ từ yếu đến trung bình. Các chỉ tiêu khác như độ pH, ion Mg^{2+} , NH_4^+ , SO_4^{2-} trên toàn vùng nghiên cứu mức độ ăn mòn không đáng kể, chỉ xảy ra cục bộ đến yếu.

+ *Phức hệ chứa nước khe nứt, khe nứt - lỗ hổng trong trầm tích lục nguyên, phun trào, biến chất:*

Các tầng chứa nước bao gồm: βq , $\beta(n-q)$, n, k, j_{1-2} , t_3 , t_2 , p_3 , p_2 , d_2 , d_1 , s_2-d_1 , o_3-s , $\epsilon-o$, np- ϵ . Diện lộ chủ yếu của các tầng chứa nước này là ở phía Nam Thanh Hóa, Quỳnh Lưu, Diễn Châu, Nghi Lộc, Kỳ Anh, Quảng Trạch, Đồng Hới, Vĩnh Linh, Gio Linh, ... Phần lớn là nước nhạt, đôi chỗ gần biển nước bị nhiễm mặn nhưng không đáng kể. Nước thuộc loại không áp đến có áp cục bộ.

Ngoài ra, còn có tầng chứa nước Neogen (n) (bị phủ bởi các tầng chứa nước lỗ hổng bên trên), có diện phân bố lớn tại các đồng bằng khắp khu vực nghiên cứu, chiều dày từ vài trăm mét tới hàng nghìn mét, mức độ chứa nước từ trung đến giàu nước, nước thuộc loại có áp. nhiều nơi nước đã bị nhiễm mặn, diện phân bố mặn nhạt trong tầng này biến đổi rất phức tạp.

+ *Phức hệ chứa nước khe nứt - karst nằm trong các trầm tích cacbonat:*

Các tầng chứa nước bao gồm có: t_2^2 , c-p, c_1 , d, d_3-c_1 ; hành phần đá chứa nước gồm đá vôi, đá vôi trũng cá, đá vôi silic xen kẹp các lớp sét vôi, màu xám sáng đến xám đen; phân bố chủ yếu ở phạm vi phía Tây Bắc của huyện Nga Sơn tỉnh Thanh Hóa; mức độ chứa nước từ trung bình đến giàu, nhưng không đều

theo cả diện và chiều sâu. Chất lượng nước trong tầng này tương đối tốt, chủ yếu là nhạt, biên độ dao động hàm lượng các nguyên tố hòa tan trong nước rất lớn, đôi chỗ bị xâm nhập mặn.

2.5. Các hiện tượng địa chất động lực

Các hiện tượng địa chất động lực xảy ra chủ yếu gồm: xói lở - bồi tụ bờ biển; trượt lở, đá đổ; phong hóa; nương xói; ngập và bán ngập; lầy hóa, mặn hóa.

+ *Hiện tượng Xói lở - bồi tụ bờ biển*: Theo kết quả nghiên cứu (Phạm Huy Tiến và nnk, 2002; Lê Phước Trình và nnk, 2000), xói lở bờ biển Bắc Trung Bộ từ Thanh Hóa (Cửa Lạch Trường) đến Thừa Thiên Huế được xác định trên nhiều đoạn bờ biển với tổng chiều dài hơn 200 km, tốc độ phổ biến dưới 5 m/năm, nhưng ngày càng gia tăng. Nhiều nơi, xói lở xảy ra với tốc độ lớn, 40 - 60m/năm, thậm chí 150 - 250m/năm. Xói lở thường diễn ra ở kiểu bờ lồi, thẳng hướng sóng gió và vật chất tạo bờ chủ yếu là cát.

Bồi tụ xảy ra chủ yếu ở các cửa sông lớn phía Bắc Thanh Hóa. Quá trình bồi tụ có tính chất lấp đầy bồn tích tụ sau các doi cát chắn cửa, tốc độ mở lấn lâu dài thường chỉ 2 - 5m/năm, hiếm khi đạt 10m/năm. Một quá trình bồi tụ đặc biệt, có tính phi địa đới của quá trình bồi tụ Việt Nam là hiện tượng các cồn cát di động về phía lục địa gây bồi lấp, tạo nên các cồn cát cao 10 - 30m, nhiều nơi cao 50 - 80m, phân bố trên dọc chiều dài bờ khoảng 400km từ Hà Tĩnh đến Thừa Thiên Huế.

+ *Hiện tượng ngập và bán ngập*: phát triển vào mùa mưa, chủ yếu xảy ra ở các đồng bằng ven biển, khu vực cửa sông, cửa biển các tỉnh Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Thừa Thiên Huế. Nguyên nhân của hiện tượng ngập là do triều cường, nước dâng do bão. Khu vực từ Nghệ An đến Hà Tĩnh, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là trên 4,4m. Khu vực từ Quảng Bình đến Thừa Thiên - Huế, nước dâng do bão cao nhất đã xảy ra là 3,9m.

+ *Hiện tượng trượt lở*: xảy ra chủ yếu ở sườn các thung lũng, ven theo quốc lộ, khu vực Cửa Sót (Hà Tĩnh). Liên quan đến các hệ tầng Đồng Trụ. Một số khu vực có sự định hướng theo đứt gãy.

+ *Hiện tượng đá đổ* xảy ra trên các khối núi đá vôi do tác động của quá trình karst hóa, tạo ra những khối đá bị chia cắt, trong điều kiện địa hình karst dốc đứng, gặp nhiều ở Thanh Hóa.

+ *Hiện tượng phong hóa*: chủ yếu xảy ra ở khu vực Nghệ An đến Thừa Thiên Huế trên các thành tạo hệ tầng Đồng Đô, Phú Bài, Hoành Sơn. Chiều dày đới phong hóa hoàn toàn từ 0,5m đến hàng chục mét.

+ *Hiện tượng nương xói*: phát triển mạnh trên các mái taluy đường giao thông (Thanh Hóa đến Hà Tĩnh). Kết quả của nương xói là bề mặt địa hình bị biến dạng, các rãnh xói rộng và sâu tới hàng mét, dài từ vài mét đến hàng chục mét.

+ *Hiện tượng lầy hóa*: phát triển mạnh ở địa hình trũng thấp (V.Đ. Lômtadze, 1982), hình thành các bãi lầy sù vẹt ven biển và ven rìa các vũng vịnh, tạo nên lớp bùn lầy hữu cơ (mbQ_2^3) với mức độ phân hủy khác nhau, chiều dày lớp bùn trung bình từ 1,5 - 2,0m.

2.6. Đánh giá chung về ĐCCT khu vực

- Khu vực ven biển Bắc Trung Bộ có địa hình tương đối bằng phẳng, độ dốc nhỏ, chênh lệch độ cao không lớn, diện tích đồi núi với độ dốc và chênh lệch độ cao lớn chiếm diện tích nhỏ trong khu vực. Ngập lụt lãnh thổ dễ có điều kiện xảy ra ở những nơi có địa hình trũng thấp. Xâm nhập mặn phát triển ở cửa sông và có nguy cơ bị xâm lấn bởi nước biển.

- Địa tầng phức tạp, phân bố nhiều phức hệ thạch học, một số loại đất yếu ở khu vực Thanh Hóa, Nghệ An, dày hơn 3m, cần phải có biện pháp cải tạo hoặc các loại móng đặc biệt để đảm bảo sự ổn định của các công trình xây dựng.

- Nước mặt phong phú, nhiều sông có tính chất ăn mòn sunfat (SO_4^{2-}) với mức độ ăn mòn mạnh. Nước ngầm nằm nông, nhưng động thái biến đổi không nhiều, đôi nơi gặp nước có áp, nước không có tính chất ăn mòn hoặc ăn mòn yếu. Cần thiết có các biện pháp chuyên môn để đảm bảo điều kiện xây dựng, sự ổn định và khai thác các công trình (hạ thấp mực nước, tháo khô, chống ăn mòn, ...).

- Khu vực cửa sông có dòng chảy không ổn định, các quá trình xói lở, bồi tụ bờ biển xảy ra khá mạnh nhiều, có chỗ ảnh hưởng trực tiếp đến chân công trình, gây bồi lắng các bến cảng, ...

- Đất yếu trong giới hạn chiều sâu nghiên cứu có thể nằm khá ổn định, bề dày tương đối lớn, diện phân bố không rộng rãi (tập trung ở đồng bằng Thanh Hóa, Nghệ An), ảnh hưởng nhiều đến việc lựa chọn các giải pháp thiết kế nền móng công trình.

3. Ảnh hưởng ngập do biến đổi khí hậu

Theo các kịch bản về biến đổi khí hậu được Bộ Tài nguyên và Môi Trường xây dựng và công bố năm 2016 (Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, 2016), đến năm 2100, trong điều kiện phát thải cao, ở khu vực ven biển Bắc Trung Bộ, nhiệt độ trung bình sẽ tăng thêm từ 1,5°C - 1,6°C, lượng mưa tăng trên 20% và kèm theo đó là mực nước biển dâng cao 100cm, dẫn đến nguy cơ ngập lụt lãnh thổ trên diện tích khá lớn. Trong điều kiện đó, theo tính toán trên nền bản đồ địa hình tỷ lệ 1: 100.000 thì

khoảng 1,47% diện tích các tỉnh ven biển Bắc Trung Bộ sẽ bị ngập, trong đó tỉnh Thừa Thiên Huế có diện tích ngập lớn nhất lên đến 7,69%.

Ảnh hưởng gây ngập lãnh thổ do biến đổi khí hậu, nước biển dâng có vai trò quan trọng đặc biệt, có thể làm thay đổi lớn điều kiện ĐCCT khu vực Bắc Trung Bộ. Bởi tác động này không những làm mất diện tích sử dụng đất đai cho mục đích xây dựng mà còn mở rộng phạm vi ảnh hưởng, thúc đẩy sự phát sinh, phát triển của các hiện tượng địa chất như xói lở - bồi tụ ven biển, phong hóa, trượt lở, lầy hóa lãnh thổ, xâm nhập mặn, biến đổi tính chất cơ lý đất đá,

Ngoài nguyên nhân gây ngập lãnh thổ do biến đổi khí hậu và nước biển dâng, còn có thể có những yếu tố khác ảnh hưởng đến nguy cơ ngập lụt lãnh thổ như vận động nâng hạ địa chất, sự thay đổi địa hình, sụt lún đất do khai thác nước ngầm,

4. Kết luận và kiến nghị

Kết luận:

+ Khu vực ven biển Bắc Trung Bộ có điều kiện ĐCCT rất phức tạp:

- Địa hình gồm 3 kiểu, trong đó có thể phân biệt các phụ kiểu, dạng khác nhau theo đặc điểm hình thái, nguồn gốc. Nhìn chung, đặc điểm địa hình, địa mạo khu vực không thuận lợi cho hoạt động xây dựng công trình;

- Theo quan điểm ĐCCT, địa tầng khu vực nghiên cứu được chia ra 12 loại thạch học, và 55 phức hệ thạch học. Chúng có tính chất xây dựng rất khác nhau. Trong đó, các phức hệ thuộc Chu kỳ 5 (hệ tầng Thái Bình, hệ tầng Phú Vang) có nguồn gốc sông (aQ_2^3), biển (mQ_2^3), sông biển (amQ_2^3), sông biển đầm lầy ($ambQ_2^3$) thường phân bố đất yếu, đặc biệt là phức hệ nguồn gốc sông biển đầm lầy có bề dày đất yếu lớn, biến đổi mạnh (4 - 25m), rất không thuận lợi cho ổn định công trình, khi xây dựng cần phải có biện pháp cải tạo, xử lý và giải pháp nền móng phù hợp.

- Khu vực có nguồn nước mặt phong phú. Tuy nhiên, ở biển, nước thường có độ mặn cao. Đây là nơi chông lán giữa nước lợ mặn và nước mặn. Nước dưới đất có các tầng chứa nước: vỉa lỗ hồng; khe nứt; khe nứt - lỗ hồng; nước khe nứt hang hốc Karst.

- Các hiện tượng địa chất động lực chủ yếu gồm có: lũ quét, lũ bùn đá; trượt lở, đá đổ; phong hóa; mương xói; xói lở - bồi tụ; ngập và bán ngập; lầy hóa, mặn hóa. Trong đó, phổ biến nhất gây ảnh hưởng đến hoạt động kinh tế - công trình là các hiện tượng: xói lở - bồi tụ bờ biển, mặn hóa và trượt lở đất.

+ Dự báo đến năm 2100, theo kịch bản phát thải cao, ảnh hưởng của biến đổi khí hậu sẽ gây ngập khoảng 1,47% diện tích các tỉnh ven biển Bắc Trung Bộ, trong đó tỉnh Thừa Thiên Huế có nguy cơ ngập cao nhất (7,69%), tác động rất lớn đến đặc điểm ĐCCT khu vực.

Kiến nghị:

- Đặc điểm ĐCCT khu vực Bắc Trung Bộ được phân tích, đánh giá trên cơ sở tài liệu bản đồ ĐCCT tỷ lệ 1: 100.000. Để có cơ sở đánh giá cụ thể và chi tiết hơn, cần thiết phải thành lập bản đồ ĐCCT tỷ lệ lớn hơn (1:50.000 hay 1: 25.000);

- Ảnh hưởng ngập của biến đổi khí hậu đến điều kiện ĐCCT lãnh thổ nói chung, khu vực BTB nói riêng là một vấn đề phức tạp. Muốn làm sáng tỏ vấn đề này, cần phải có những nghiên cứu chuyên sâu.

Tài liệu tham khảo

Bản đồ địa chất công trình (IAEG), 1976. *Bản đồ địa chất công trình - Hướng dẫn cách thành lập*. Pari.

Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2016. *Quy định kỹ thuật công tác lập bản đồ địa chất công trình tỷ lệ 1:100.000*. Hà Nội.

Lê Phước Trình và nnk, 2000. Nghiên cứu quy luật và dự đoán xu thế bồi tụ - xói lở vùng ven biển và cửa sông Việt Nam. Đề tài mã số KHCN-06.08.

Liên đoàn Địa chất và khoáng sản biển, 2016. Báo cáo kết quả thực hiện Dự án “*Điều tra, đánh giá đặc điểm cấu trúc địa chất, địa chất công trình, đề xuất các giải pháp khai thác, sử dụng lãnh thổ, phục vụ xây dựng và phát triển hạ tầng dải ven bờ biển Việt Nam*”, Hà Nội.

Phạm Huy Tiến và nnk, 2002. *Các kết quả nghiên cứu xói lở và bồi tụ vùng cửa sông ven biển Việt Nam*. Khoa học và Công nghệ biển.

Trần Hữu Tuyên, 2003. *Nghiên cứu quá trình bồi tụ, xói lở đới ven biển Bình Trị Thiên và kiến nghị các giải pháp phòng chống*. Luận án Tiến sĩ Địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

V.Đ. Lômtadze, 1982. *Địa chất động lực công trình*, Nxb Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội.

Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, 2016. *Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng cho Việt Nam*. Nhà xuất bản Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.

ABSTRACT

Characteristics of engineering geology of the North Central Vietnam coastal area and the flooding due to climate change

To Hoang Nam, Nguyen Tien Thanh, Vu Tat Tuan, Ly Quang Hieu

General Department of Geology and Minerals of Vietnam

Research results of the project "Investigation and assessment of geological structure and engineering geological structure, proposals for solutions to exploit and use the territory, serving the construction and development of strip infrastructure on the coast of Vietnam of the General Department of Geology and Minerals from 2016 to 2017 showed that the characteristics of engineering geology of the North Central coastal area are very complex. It is as follows:

- Topography: including tectonic - terrain type, karst topography type, deposit terrain type. The deposit type is divided into different sub-types of origin;

- Stratigraphy: including 11 pre-Quaternary formations, 10 magmatic complexes in this area. Quaternary formations are divided by age and origin in a fluctuating sea level cycle, consisting of 5 different cycles.

- According to the engineering geological standpoint, the coastal area of North Central Coast has 12 series of petrography, which consists of geological age with different construction characteristics;

- Hydrography, hydrogeology: This area has abundant surface water, high salinity near the shore line area, which is the overlapping area between brackish water and salt water. Underground water, including water formation: seam gaps; cracks; cracks - holes; karst cavity crack water.

- The main geo-dynamical phenomena include flash flood, mudflat; landslide, rockfall; weathering; ditch; erosion-deposition; flooded and semi-flooded; swollen, salty.

The article has evaluated the characteristics of engineering geology of the North Central coast coastal area (10 km inland from the coast) and the flooding due to climate change.

Key words: The characteristics of engineering geology, the North Central Vietnam coastal area, the flooding due to climate change.

Cơ sở khoa học và nội dung xây dựng TCCS sử dụng tro xỉ nhiệt điện trong xây dựng đường giao thông

Nguyễn Thị Nụ^{1,*}, Bùi Trường Sơn¹, Nhữ Việt Hà¹, Phùng Hữu Hải¹
¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Báo cáo giới thiệu nội dung xây dựng tiêu chuẩn cơ sở (TCCS) sử dụng tro xỉ nhiệt điện trong xây dựng đường giao thông. Xây dựng TCCS được xuất phát từ yêu cầu cần có những căn cứ pháp lý để nghiên cứu loại vật liệu mới (tro xỉ) của nhóm nghiên cứu về chất thải rắn, được biên soạn và công bố tại phòng thí nghiệm LAS –XD 928. TCCS có đầy đủ các nội dung về phạm vi áp dụng; tài liệu viện dẫn; thuật ngữ và định nghĩa; quy trình lấy mẫu và thử nghiệm trong phòng với mẫu tro xỉ nhà máy nhiệt điện; quy trình thiết kế và thực nghiệm trong phòng sử dụng xỉ thay thế cốt liệu mịn, thô và tro bay thay thế xi măng trong thành phần bê tông xi măng; quy trình thiết kế và thực nghiệm trong phòng sử dụng tro xỉ kết hợp với xi măng, đá dăm làm lớp móng trong kết cấu áo đường giao thông; quy trình thiết kế và thực nghiệm trong phòng sử dụng tro bay kết hợp xi măng trộn với đất làm lớp móng trong kết cấu áo đường; quy trình thử nghiệm đoạn đường thử tại hiện trường và kiểm tra, đánh giá chất lượng; quy trình thi công đại trà tuyến đường giao thông nông thôn. TCCS là cơ sở và là căn cứ pháp lý để nghiên cứu và tái sử dụng tro xỉ các nhà máy nhiệt điện đốt than đối với các đề tài nghiên cứu được thực hiện tại cơ sở.

Từ khóa: Tiêu chuẩn cơ sở; tro xỉ; xây dựng; đường giao thông.

1. Đặt vấn đề

Tại Việt Nam, việc xây dựng và phát triển nhiệt điện đốt than đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp điện cho mạng lưới quốc gia. Tuy nhiên, các nhà máy này cũng thải ra một khối lượng rất lớn chất thải rắn (tro xỉ). Mặc dù theo thiết kế các nhà máy nhiệt điện đốt than đều có các bãi chứa xỉ thải chứa đựng được hàng chục năm, nhưng những vấn đề về môi trường không hề giảm khi phát sinh hàng loạt các vấn đề ô nhiễm như ô nhiễm khói bụi, nước rò rỉ và kim loại nặng. Bởi vậy, vấn đề hết sức cấp bách hiện nay là cần tái sử dụng nguồn vật liệu này, nhằm giảm lượng tro xỉ thải và giải quyết hàng loạt các vấn đề về môi trường phát sinh.

Trên thế giới, tro xỉ thải có thể ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau, đặc biệt trong lĩnh vực xây dựng đường giao thông. Hiệp hội tro bay của Mỹ [American Coal Ash Association, 2003] đã đưa ra những ứng dụng của tro bay trong lĩnh vực giao thông cũng như các phương pháp nghiên cứu chúng. Hiệp hội phát triển tro bay Australia [Ash Development Association of Australia – ADAA, 2009] cũng đưa ra hướng dẫn việc sử dụng tro bay trong thành phần bê tông. Có thể thấy, việc tái sử dụng tro xỉ các nhà máy nhiệt điện đốt than đã và đang đẩy mạnh trên thế giới.

Tại Việt Nam, đã có những nghiên cứu về việc sử dụng chúng [Bùi Anh Tuấn, 2016; Chu Thị Hồng Nhạn, Trần Ngọc Huy and Nguyễn Hữu Trí, 2014; Đỗ Văn Nụ, 2010; Nguyễn Mạnh Thủy và Đỗ Đức Tuấn, 2005, Hoàng Minh Đức, Nguyễn Kim Thịnh, 2015, Đặng Công Hường, 2017], tuy nhiên vẫn chưa có những hướng dẫn kỹ thuật về việc sử dụng tro xỉ trong xây dựng đường giao thông. Chính vì vậy, việc xây dựng tiêu chuẩn cơ sở để hướng dẫn việc nghiên cứu tái sử dụng tro xỉ trong xây dựng giao thông là hết sức cần thiết.

2. Cơ sở khoa học và các căn cứ để xây dựng TCCS

Các phòng thí nghiệm thuộc lĩnh vực xây dựng khi thực hiện các phép thử hoặc các nghiên cứu tro xỉ chưa có tiêu chuẩn để thực hiện, có thể xây dựng các TCCS để áp dụng trong đơn vị của mình. Việc xây dựng TCCS dựa trên cơ sở pháp lý là Thông tư 21/2007/TT-BKHHCN ngày 28 tháng 9 năm 2007 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ về việc Hướng dẫn xây dựng và áp dụng tiêu chuẩn. Còn TCCS là tiêu chuẩn sản phẩm, hàng hóa, dịch vụ, môi trường do cơ sở xây dựng và công bố để áp dụng trong các hoạt động cơ sở. Do vậy, TCCS do phòng thí nghiệm lập ra là tiêu chuẩn nghiên cứu tro xỉ để áp dụng trong hoạt động tại phòng thí nghiệm.

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenthinu@humg.edu.vn

TCCS có thể được dựa trên việc xây dựng mới hoặc lựa chọn tiêu chuẩn quốc tế hay trong nước tương ứng; hoặc xây dựng dựa vào những kết quả nghiên cứu khoa học và công nghệ; hoặc sửa đổi tiêu chuẩn hiện hành.

Quy trình xây dựng TCCS theo sơ đồ sau:

- Ký hiệu: TCCS A:B/XXX; A-số hiệu TCCS; B- Năm ban hành TCCS; XXX- chữ viết tắt tên cơ sở công bố;

- Nội dung TCCS: Mục lục; phần thông tin mở đầu; phần thông tin cơ bản (phần khái quát, phần kỹ thuật); phần thông tin bổ sung.

- Trình tự, thủ tục xây dựng TCCS gồm việc lập kế hoạch xây dựng, biên soạn dự thảo, tổ chức lấy ý kiến cho dự thảo, tổ chức hội nghị chuyên đề về dự thảo; xử lý ý kiến và hoàn chỉnh dự thảo; lập hồ sơ dự thảo; thẩm tra dự thảo; công bố và in ấn TCCS.

Cơ sở khoa học của việc lập TCCS:

- Dựa trên kết quả nghiên cứu tính chất tro xỉ của nhà máy nhiệt điện Cao Ngạn, An Khánh và một số tài liệu nghiên cứu của một số các tác giả [Bùi Anh Tuấn, 2016; Chu Thị Hồng Nhạn, Trần Ngọc Huy và Nguyễn Hữu Trí, 2014; Đỗ Văn Nụ, 2010; Nguyễn Mạnh Thủy và Đỗ Đức Tuấn, 2005, Hoàng Minh Đức, Nguyễn Kim Thịnh, 2015; Đặng Công Hường, 2017]. Thành phần tro bay gần giống với thành phần xỉ măng, còn xỉ đáy lò có thể tương ứng với cấp phối cát hoặc đá dăm trong xây dựng.

Các kết quả nghiên cứu của Nhóm nghiên cứu cho thấy có thể sử dụng các tiêu chuẩn tương ứng với cát, đá tự nhiên để thí nghiệm phân tích tro xỉ.

3. Nội dung TCCS sử dụng tro xỉ nhiệt điện trong xây dựng đường giao thông

TCCS sử dụng tro xỉ nhiệt điện trong xây dựng đường giao thông được phòng thí nghiệm Địa kỹ thuật công trình LAS –XD 928, Bộ môn Địa chất công trình, trường Đại học Mỏ - Địa chất ban hành mang ký hiệu TCCS 01:2017/Hung và được xây dựng theo quy định tại khoản 3 Điều 11; Điều 20 - Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật của Việt Nam [Số 68/2006/QH11].

Nội dung chủ yếu của TCCS 01:2017/Hung gồm 9 nội dung.

1) Phạm vi áp dụng trong việc tái sử dụng các chất thải tro xỉ nhiệt điện đốt than thay thế thành phần của vật liệu để xây dựng đường giao thông.

2) Tài liệu viện dẫn liên quan đến các tiêu chuẩn thiết kế đường giao thông và các yêu cầu kỹ thuật của đường giao thông; các tiêu chuẩn thí nghiệm TCVN trong phòng xác định các tính chất kỹ thuật của đất, cốt liệu, cát, phụ gia khoáng, tro bay đã được ban hành; các tiêu chuẩn nước ngoài liên quan đến lĩnh vực nghiên cứu.

3) Thuật ngữ và định nghĩa được sử dụng là tro xỉ gồm hai sản phẩm tro bay là các phế phụ phẩm sinh ra từ quá trình hoạt động của các nhà máy nhiệt điện đốt than và được thu hồi tại đường thải khí; xỉ đáy lò được thu hồi tại đáy lò đốt.

4) Quy trình lấy mẫu và thử nghiệm trong phòng với mẫu tro xỉ thải nhà máy nhiệt điện. Mẫu tro xỉ được lấy với nguyên tắc lựa chọn đảm bảo tính đại diện, số lượng mẫu tùy thuộc vào mục đích nghiên cứu. Xi nhà máy nhiệt điện có thể sử dụng làm cấp phối thiên nhiên hoặc đá dăm, cát gia cố xỉ măng, thành phần chế tạo bê tông. Tro bay được nghiên cứu sử dụng trong thành phần bê tông, gia cố đất tại chỗ hoặc cấp phối đã dăm và cát làm kết cấu áo đường.

5) Quy trình thiết kế và thực nghiệm trong phòng sử dụng xỉ thay thế cốt liệu mịn, thô và tro bay thay thế xỉ măng trong thành phần bê tông. Xác định các yêu cầu kỹ thuật của áo đường cứng (bê tông xỉ măng), điều kiện thi công của tuyến đường. Xi được xác định các chỉ tiêu kỹ thuật gồm các chỉ tiêu đối với cốt liệu trong tiêu chuẩn TCVN 7572:2006 -1:20, cốt liệu cho bê tông và vữa – phương pháp thử. Tro bay được xác định các chỉ tiêu kỹ thuật gồm độ ẩm, khối lượng thể tích, khối lượng riêng, độ mịn, thành phần hóa học. Lựa chọn phương pháp thiết kế thành phần bê tông (phương pháp Bolomey và Scramtaev) kết hợp với thử độ sụt để đạt yêu cầu thiết kế và tăng hàm lượng nước và xỉ măng cho đạt yêu cầu thiết kế. Mẫu được đúc, bảo dưỡng và thử cường độ kháng nén, kháng uốn và độ mài mòn ở các ngày tuổi theo quy định.

6) Quy trình thiết kế và thực nghiệm trong phòng sử dụng tro xỉ kết hợp với xỉ măng, đá dăm để làm lớp móng trong kết cấu đường giao thông. Các chỉ tiêu kỹ thuật của xỉ được xác định đáp ứng yêu cầu kỹ thuật của tiêu chuẩn TCVN 8857: 2011, TCVN 8859: 2011. Tro bay được nghiên cứu các chỉ tiêu kỹ thuật như ở bước 5). Xác định được tỷ lệ trộn hợp lý trong các hỗn hợp xỉ + xỉ măng; xỉ + xỉ măng + đá dăm; xỉ + xỉ măng + đá dăm + tro bay; tro bay + xỉ măng + đá dăm để đảm bảo các yêu cầu kỹ thuật theo tiêu chuẩn TCVN 10186: 2014 hoặc TCVN 8858 : 2011. Hỗn hợp gia cố được xác định độ ẩm tối ưu và khối lượng thể tích khô lớn nhất. Đúc mẫu xác định các chỉ tiêu kỹ thuật, đối với xỉ, tro bay gia cố xỉ măng trong kết cấu áo đường ô tô theo TCVN 10186: 2014 hoặc cấp phối xỉ thô và xỉ đạt cấp phối thiên nhiên gia cố xỉ măng, đá dăm kết hợp tro bay (hoặc tro bay + xỉ thải) và xỉ măng trong kết cấu áo đường

ôtô theo TCVN 8858 : 2011. Ngoài ra, cần xác định chỉ tiêu cường độ xác định chỉ số CBR của hỗn hợp gia cố xi theo 22TCN 332-06.

7) Quy trình thiết kế và thực nghiệm trong phòng sử dụng tro bay kết hợp xi măng trộn với đất làm lớp móng trong kết cấu áo đường. Mẫu đất được xác định các chỉ tiêu thành phần hạt, khối lượng thể tích, độ ẩm, các giới hạn Atterberg, độ ẩm tối ưu và khối lượng thể tích khô lớn nhất. Tro bay được xác định các chỉ tiêu kỹ thuật như ở bước 5). Hỗn hợp gia cố được xác định tỷ lệ trộn tối ưu; xác định độ ẩm tối ưu và khối lượng thể tích khô lớn nhất. Đúc mẫu xác định các chỉ tiêu kỹ thuật đáp ứng TCVN 10379:2014 gồm độ bền nén ở 7 và 28 ngày, độ bền ép chế ở 28 ngày và mô đun đàn hồi của hỗn hợp gia cố.

8) Quy trình thử nghiệm đoạn đường thử tại hiện trường, kiểm tra và đánh giá chất lượng đoạn đường có sử dụng tro xi.

Đối với lớp gia cố tro bay kết hợp với xi măng và đất lớp móng áo đường tuân theo các bước: Tập kết và rải đất; làm tơi đất; rải tro thải và xi măng; trộn khô tro thải và xi măng với đất; làm ẩm hỗn hợp trộn để đạt được độ ẩm tối ưu và trộn hỗn hợp; san phẳng và đầm lu lèn; dưỡng hộ và thi công lớp phủ. Trong quá trình thi công và sau khi bảo dưỡng đến ngày tuổi xác định, tiến hành đánh giá thử nghiệm hiện trường trong quá trình thi công và thí nghiệm trên mặt đường hoàn thành. Quá trình thi công kiểm tra độ chặt, lấy mẫu để kiểm tra độ chịu nén, cường độ ép chế, xác định mô đun đàn hồi và chỉ số CBR sau khi lu lèn. Thí nghiệm trên mặt đường hoàn thành gồm việc đo độ bằng phẳng của mặt đường, cường độ mặt đường bằng cần Benkelman.

Đối với lớp gia cố đá dăm hoặc cát làm lớp móng trong kết cấu áo đường tuân theo các bước: Chuẩn bị vật liệu và thiết bị máy móc, thiết bị thử nghiệm, nhân lực; xác định các chỉ tiêu kỹ thuật đầu vào; chuẩn bị mặt bằng thi công và tổ chức thi công. Công tác tổ chức thi công gồm trộn hỗn hợp, san gạt bằng vị trí thử nghiệm đến vị trí cần rải và tiến hành lu lèn. Sau khi thi công xong tiến hành bảo dưỡng 7 ngày liên tiếp và thực hiện các thí nghiệm hiện trường đánh giá chất lượng đoạn đường cần thử nghiệm (độ chặt, thí nghiệm CBR, mô đun đàn hồi E, thí nghiệm ép chế và cường độ kháng nén).

Đối với lớp bê tông xi măng có thành phần tro xi trong kết cấu áo đường: Lập kế hoạch thi công, lựa chọn công nghệ thi công, chuẩn bị máy móc, thiết bị trộn bê tông xi măng, chuẩn bị nguyên vật liệu; chuẩn bị nền móng trước khi rải bê tông, chuẩn bị máy trộn bê tông và vận chuyển bê tông; rải bê tông, đầm chặt hỗn hợp bê tông và tạo phẳng bề mặt; bảo dưỡng lớp mặt bê tông và lấy mẫu thí nghiệm kiểm tra chất lượng mặt đường bê tông xi măng có sử dụng tro xi (cường độ kéo khi uốn, cường độ ép chế và cường độ kháng nén của mẫu khoan hiện trường).

9) Quy trình thi công đại trà tuyến đường giao thông nông thôn: sau khi tiến hành thử nghiệm tại hiện trường, kiểm tra đạt các yêu cầu kỹ thuật của các lớp trong thành phần áo đường, đưa ra cấp phối tối ưu của hỗn hợp gia cố và chuyên giao kết quả thử nghiệm hiện trường để thi công đại trà tuyến đường theo đúng các tiêu chuẩn thi công hiện hành như TCVN 8857:2011, TCVN 8859:2011 hoặc TCVN 10379-2014.

4. Kết luận

Qua kết quả nghiên cứu rút ra một số kết luận sau:

- Cơ sở xây dựng TCCS gồm căn cứ pháp lý là thông tư của Bộ khoa học và công nghệ. Các kết quả nghiên cứu của các tác giả khác nhau đã nghiên cứu về tro xi cũng như các kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả được thực hiện đối với loại vật liệu tro xi cũng như các tiêu chuẩn quốc gia, tiêu chuẩn ngành, tiêu chuẩn quốc tế đối với các vật liệu có thành phần hạt tương tự.

- TCCS gồm đầy đủ các nội dung về phạm vi áp dụng, tiêu chuẩn viện dẫn, các quy trình thực hiện trong phòng và ngoài trời trong việc tái sử dụng tro xi phục vụ xây dựng đường giao thông nông thôn cũng như đánh giá và nghiệm thu chúng.

- Nội dung TCCS có ý nghĩa rất lớn trong việc tái sử dụng tro xi các nhà máy nhiệt điện đốt than, là cơ sở và là căn cứ pháp lý để nghiên cứu và tái sử dụng tro xi các nhà máy nhiệt điện đốt than đối với các đề tài nghiên cứu được thực hiện tại phòng thí nghiệm của bộ môn Địa chất công trình, trường Đại học Mỏ - Địa chất cũng như là tài liệu tham khảo tốt cho các đơn vị có nhu cầu nghiên cứu tái sử dụng chúng.

Tài liệu tham khảo

Bùi Anh Tuấn, 2016. *Nghiên cứu sử dụng hợp lý tro thải của nhà máy nhiệt điện đốt than trong xây dựng đường ô tô*. Luận án tiến sỹ kỹ thuật, Đại học Giao thông vận tải, Hà Nội.

Chu Thị Hồng Nhạn, Trần Ngọc Huy và Nguyễn Hữu Trí, 2014. Cấp phối đá dăm gia cố xi măng tro bay phủ vữa nhựa dùng cho đường giao thông nông thôn. *Hội nghị Khoa học Công nghệ thường niên, Viện Khoa học và Công nghệ GTVT*.

Đỗ Văn Nụ, 2010. *Nghiên cứu ứng dụng công nghệ và vật liệu mới trong xây dựng đường giao thông nông thôn*. Sở Khoa học công nghệ tỉnh Hưng Yên.

Nguyễn Mạnh Thủy và Đỗ Đức Tuấn, 2005. Một số kết quả nghiên cứu gia cố vật liệu đất tại chỗ bằng

xi măng tro bay làm móng trong kết cấu áo đường tại tỉnh Tây Ninh. *Hội nghị khoa học và công nghệ lần thứ 9, trường Đại học Bách Khoa Tp Hồ Chí Minh.*

Hoàng Minh Đức, Nguyễn Kim Thịnh, 2015. Sử dụng tro bay có lượng mất khi nung lớn trong chế tạo bê tông đầm lăn cho đường. *Tạp chí KHCN Xây dựng - số 2/2015.*

Đặng Công Hường, 2017. *Nghiên cứu cơ sở khoa học để xuất kết cấu mặt đê đảm bảo chống lũ và kết hợp giao thông.* Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Hà Nội

Thông tư 21/2007/TT-BKHCN ngày 28 tháng 9 năm 2007 của Bộ trưởng Bộ Khoa học và Công nghệ về việc *Hướng dẫn xây dựng và áp dụng tiêu chuẩn.*

Số 68/2006/QH11, *Luật tiêu chuẩn và quy chuẩn kỹ thuật*

American Coal Ash Association, 2003. *Fly ash facts for highway engineers.* US Department of Transportation, Federal Highway Administration.

Ash Development Association of Australia (ADAA), 2009. *Guide to the Use of Fly Ash in Concrete in Australia.* Fly Ash Reference Data Sheet No.1, Available from <http://www.adaa.asn.au/refdatasheets.htm>, August, 2009, 4p.

ABSTRACT

Introduction the basic standard of using coal fly ash and bottom ash of thermal power plant for constructing of rural roads

Nguyen Thi Nu¹, Bui Truong Son¹, Nhu Viet Ha¹, Phung Huu Hai¹

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

This paper introduces the basic standard of using coal fly ash and bottom ash of thermal power plant for constructing of rural roads. The basic standard is based on the need for a legal basis for new material of the solid wastes, which was compiled and published at LAS – XD 928. The basic standard has all the contents of the scope of application; document cited; terminology and definitions; sampling and in-room testing with fly ash and bottom ash; design and experiment in the use of coal bottom ash as aggregate replacement and fly ash as partial replacement in concrete; design and experiment in the room using fly ash combined with cement, coarse aggregate as the foundation in the structure of roads; design and experiment in the room using fly ash, cement mixed soil as foundation in pavement road; test procedures on the field trial and quality inspection and evaluation; construction process of rural roads. The basic standard is the legal basis for the research and reuse of coal fly ash and bottom ash for research projects conducted at the laboratory.

Keywords: basic standard; fly ash and bottom ash; thermal power plant; rural roads.

Tổng quan về nghiên cứu xỉ đáy lò nhiệt điện đốt than trong thành phần bê tông

Nguyễn Thị Nu^{1,*}

Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Báo cáo tổng quan việc nghiên cứu sử dụng chất thải xỉ đáy lò của các nhà máy nhiệt điện đốt than trên thế giới và Việt Nam trong thành phần bê tông trong những năm gần đây. Xi đáy lò thay thế cát để chế tạo bê tông. Khi thay thế cát bằng xỉ đáy lò trong thành phần bê tông thì bê tông xỉ có những tính chất: Khối lượng thể tích, tính dẻo nhỏ và càng giảm khi hàm lượng xỉ tăng; cường độ kháng nén, kháng kéo khi ép chế, cường độ kháng uốn nhỏ hơn; độ hấp thụ nước nhỏ hơn so với của bê tông sử dụng cát tiêu chuẩn. Bê tông xỉ có những đặc điểm nổi trội là sau 90 ngày cường độ kéo khi ép chế đạt tương đương so với bê tông thông thường, cường độ kháng nén sau 28 ngày tuổi không có sự khác biệt so với bê tông thông thường. Các nghiên cứu cũng xác định được tỉ lệ xỉ đáy lò tối ưu sử dụng thay thế trong khoảng 30 đến 50% tùy thuộc vào loại xỉ. Các tính chất của bê tông xỉ được cải thiện rõ rệt khi thêm cốt sợi, sử dụng xỉ đáy lò sản xuất được bê tông cường độ cao >75MPa. Các nghiên cứu này đã chứng tỏ khả năng tái sử dụng chúng trong việc thay thế cát trong bê tông. Đây là triển vọng rất lớn trong việc nghiên cứu sử dụng xỉ đáy lò làm thành phần bê tông tại Việt Nam, góp phần hạn chế sử dụng lượng cát tự nhiên và giảm lượng xỉ đáy lò, giảm thiểu tác động đến môi trường và giúp phát triển bền vững kinh tế - xã hội của mỗi địa phương.

Từ khóa: Xi đáy lò; tính dẻo của bê tông; cường độ kháng nén; cường độ kháng kéo khi uốn; cường độ kháng uốn.

1. Đặt vấn đề

Trên thế giới, nhiệt điện đốt than được xây dựng ở nhiều nơi như Mỹ, Australia, Ấn Độ, Trung Quốc,.... Việc xây dựng các nhà máy nhiệt điện đốt than góp phần phát triển kinh tế đồng thời cũng thải ra môi trường một số lượng khá lớn chất thải rắn là tro xỉ thải (tro bay và xỉ đáy lò), gây những vấn đề nhức nhối về môi trường. Xi đáy lò thải ra một khối lượng lớn tương đương với 30% tổng nguồn tro xỉ thải.

Nhiệt điện đốt than không những đã được xây dựng ở nhiều nơi trên thế giới mà còn đã và đang được mở rộng đầu tư xây dựng tại Việt Nam. Hiện nay, Việt Nam có khoảng 21 nhiệt điện đốt than đang vận hành, tiêu thụ khoảng 45 triệu tấn than/năm, thải ra hàng năm hơn 16 triệu tấn tro xỉ và diện tích các bãi xỉ thải khoảng 700 ha. Theo quy hoạch điện VII điều chỉnh được chính phủ phê duyệt (QĐ 428/QĐ-TTg ngày 18/3/2016), đến năm 2025 số lượng nhà máy quy hoạch là khoảng 47 nhà máy nhiệt điện đốt than, công suất khoảng 26000MW, sản xuất khoảng 131 tỷ kWh điện, tiêu thụ khoảng 63 triệu tấn than/năm và tăng tiếp các nhà máy nhiệt điện đốt than để tổng công suất khoảng 55300MW đến năm 2030, số nhiệt điện đốt than tăng lên và tiêu thụ khoảng 129 triệu tấn than/năm. Như vậy, lượng tro xỉ thải của các nhà máy nhiệt điện đốt than tích trữ tại các hồ chứa là rất lớn và sẽ gây ra hàng loạt các vấn đề môi trường về diện tích bãi chứa, lượng bụi ô nhiễm và chất rò rỉ từ bãi thải.

Do vậy, việc tái sử dụng nguồn chất thải rắn là hết sức cần thiết, vừa giảm việc sử dụng các vật liệu truyền thống, vừa giảm các vấn đề về ô nhiễm môi trường. Trên thế giới hiện nay, có nhiều hướng nghiên cứu để tái sử dụng nguồn vật liệu này đặc biệt là nghiên cứu sử dụng xỉ thải trong thành phần bê tông. Hướng sử dụng xỉ thải trong thành phần bê tông đóng vai trò quan trọng trong việc giảm nguồn xỉ thải tại bãi thải và giúp giảm lượng cát tự nhiên sử dụng trong thành phần bê tông. Chính vì vậy, rất cần có việc tổng quan về tình hình sử dụng xỉ thải trong thành phần bê tông trên thế giới góp phần định hướng nghiên cứu tái sử dụng chúng tại Việt Nam.

2. Khái niệm về tro xỉ

Tro xỉ các nhà máy nhiệt điện là phần phế thải thu được sau quá trình đốt cháy nhiên liệu than đá, tồn tại dưới hai dạng: phần xỉ thu được từ đáy lò và phần tro gồm các hạt rất mịn bay theo các khí ống khói được thu hồi bằng các hệ thống thu gom của nhà máy nhiệt điện. Khái niệm về tro bay (fly ash) được

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenthinu@humg.edu.vn

dùng phổ biến trên thế giới hiện nay để chỉ phần thải rắn thoát ra cùng với các ống khói ở các nhà máy nhiệt điện. Còn phần xỉ thu được từ đáy lò gọi là xỉ đáy lò (bottom ash). Như vậy, tùy thuộc và đặc trưng của xỉ đáy lò hoặc tro bay có thể sử dụng nhiều trong lĩnh vực khác nhau. Phần xỉ đáy lò chiếm khoảng 30% trong tổng số tro xỉ thải ra.

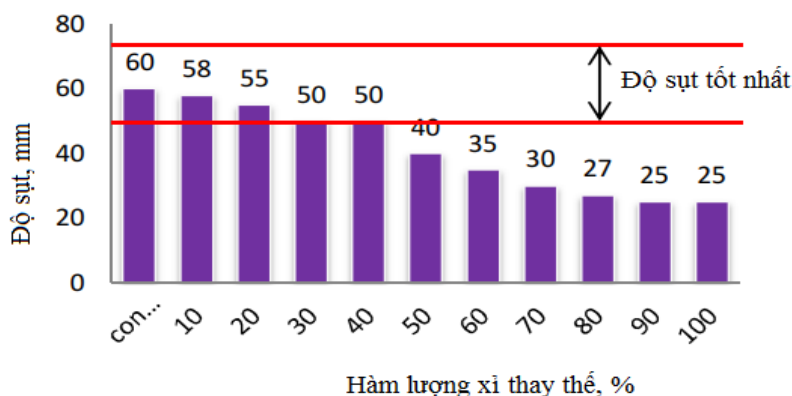
3. Tình hình nghiên cứu sử dụng xỉ đáy lò làm thành phần bê tông.

Trên thế giới đã có một loạt các nghiên cứu về sử dụng xỉ đáy lò trong lĩnh vực xây dựng. Xỉ đáy lò có thể sử dụng trong các lĩnh vực xây dựng đường, vật liệu nền móng, cốt liệu cho bê tông và vữa.

Khi sử dụng cốt liệu làm bê tông, các nghiên cứu thể hiện về ảnh hưởng của xỉ đáy lò đến độ dẻo, khối lượng thể tích, cường độ kháng nén, cường độ kháng kéo, cường độ kháng kéo khi ép chế và khả năng hấp phụ nước của vật liệu. Vikas R Nadig và nnk (2015) cũng đã đưa ra tổng kết về các nghiên cứu về xỉ đáy lò thay thế từng phần cát trong thành phần bê tông xi măng.

Andrade (2004); Andrade và nnk (2003)[A.S.Cadersa, 2014] đã khẳng định xỉ đáy lò tương ứng với cốt liệu mịn, thay thế một phần cát thiên nhiên để làm cốt liệu mịn cho bê tông.

P. Aggarwal và nnk (2007) đã đưa ra kết luận hàm lượng xỉ đáy lò càng lớn thì độ dẻo của hỗn hợp bê tông giảm. Kết quả cũng tương tự với các nghiên cứu của Abdulhameed Umar Abubaka và nnk (2012), độ dẻo của hỗn hợp bê tông giảm khi hàm lượng xỉ đáy lò tăng. P.Tang và nnk (2013) sử dụng chất thải rắn đô thị MSWI (giống như xỉ đáy lò mịn) làm cốt liệu cho bê tông và cũng nhận thấy, khi hàm lượng thay thế cát tăng thì tính công tác của hỗn hợp bê tông giảm. Điều này cũng thể hiện trong các kết quả nghiên cứu của Remya Raju và nnk (2014) khi thay thế hàm lượng xỉ đáy lò cho cát, K.N. Virendra Kumar và nnk (2015), Malkit Singh và nnk (2015) khi sử dụng hàm lượng xỉ đáy lò khác nhau. Saurabh Kaja và nnk (2017) cũng nhận xét khi thêm xỉ đáy lò thì tính dẻo giảm xuống. Các nghiên cứu của F.Ahmad Maliki và nnk, 2017 cũng thể hiện rõ ảnh hưởng của hàm lượng xỉ đáy lò tới độ sụt của hỗn hợp bê tông xi (hình 1).



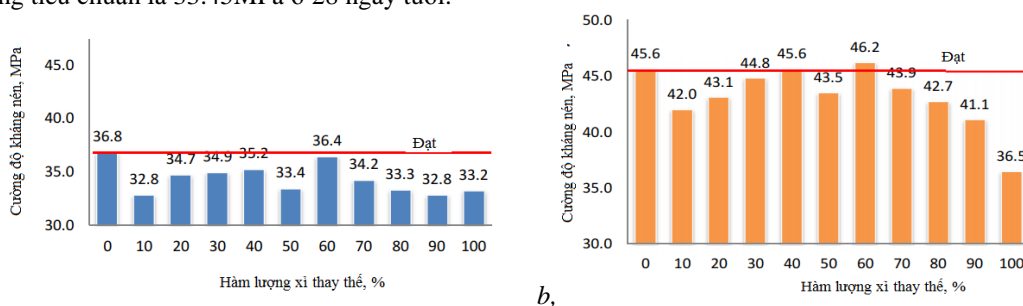
Hình 1. Ảnh hưởng của hàm lượng xỉ thay thế cát tới độ sụt (cm) của hỗn hợp bê tông (F.Ahmad Maliki và nnk, 2017)

Khối lượng thể tích của bê tông có sử dụng tro xỉ thay thế giảm khi sử dụng hàm lượng xỉ đáy lò tăng (P.Aggarwal và nnk, 2007; Abdulhameed Umar Abubakar và nnk, 2012; M.P. Kadam và nnk, 2013; K.N. Virendra Kumar và nnk, 2015; Andrade và nnk, 2007; Kim và Lee, 2011).

Ghafoori và Bucholc, 1997; Andrade và nnk, 2007 [A.S.Cadersa, 2014] đã chỉ ra cường độ kháng nén giảm khi tăng hàm lượng xỉ đáy lò sử dụng trong bê tông. P. Aggarwal (2007) khẳng định cường độ kháng nén của bê tông có thay thế xỉ đáy lò nhỏ hơn so với cường độ bê tông tiêu chuẩn, nhưng sau 28 ngày tuổi thì sự khác biệt không lớn. Kết quả cường độ của mẫu bê tông ở 90 ngày tuổi sử dụng 30%, 40% xỉ đáy lò bằng 108% và 105% cường độ bê tông thường ở 28 ngày tuổi. Các kết quả nghiên cứu Mohd Syahrul Hisyam bin Mohd Sani và nnk (2010) khi xác định cường độ của bê tông có sử dụng hàm lượng tro đáy lò khác nhau làm cốt liệu mịn ở các ngày tuổi 3, 7, 28 và 60 ngày nhỏ hơn cường độ mẫu bê tông sử dụng cát tiêu chuẩn. P.Tang và nnk (2013) khẳng định cường độ kháng nén và cường độ kháng uốn của bê tông sử dụng tro xỉ giảm so với bê tông tiêu chuẩn khi tăng hàm lượng tro đáy (10, 20 và 30%). M.P Kadam và nnk (2013) cũng nghiên cứu cường độ kháng nén của mẫu bê tông kích thước 15cmx15cmx15cm khi thay thế cát bằng tro xỉ với các hàm lượng khác nhau. Cường độ kháng nén ở 7, 28, 56 và 112 ngày tăng khi thay thế đến 20% xỉ đáy lò và giảm khi thay thế 100% xỉ đáy lò. Cường độ kháng kéo khi uốn ở 7, 28, 56 và 112 ngày tăng khi thay thế 10 và 30% xỉ đáy lò và giảm khi thay thế nhiều hơn. Cường độ kháng uốn cũng tăng khi thay thế 10 và 30% xỉ đáy lò và sau đó nếu thay thế nhiều hơn thì giảm. K. Soman và nnk (2014) nghiên cứu hàm lượng thay thế xỉ cho cát ở 10%, 20%, 30%, 40% và 50% đã chỉ ra rằng khi thay thế 30% xỉ đáy lò bằng cát thì cường độ kháng nén đạt giá trị lớn nhất là

38.43 MPa. Cường độ kháng kéo khi ép chèn khi sử dụng 30% xi đáy lò đạt 3.695MPa lớn hơn so với bê tông thông thường là 3.5MPa và khi sử dụng 50MPa thì đạt giá trị nhỏ nhất là 2.87MPa. Cường độ kháng uốn khi bê tông chứa 30% xi đáy lò cũng đạt giá trị lớn nhất là 6.66MPa so với 10% là 6.59MPa và 50% là 5.99MPa. A.S.Cadersa (2014) chỉ ra hàm lượng tro bay thay thế 20% cho giá trị tối ưu để đạt được cường độ tối ưu.

F.Ahmad Maliki và nnk (2017) đã nghiên cứu thay cường độ kháng nén và cường độ kháng uốn của bê tông sử dụng xi đáy lò thay thế cho 10%, 20%, 30%,...,90%,100% cát. Kết quả cho thấy cường độ kháng nén cho giá trị lớn nhất ở 7 ngày và 28 ngày là 36.4MPa và 46.2MPa khi thay thế 60% xi đáy lò (hình 2a, 2b). Tuy nhiên, cường độ kháng uốn cho giá trị lớn nhất khi thay thế 70% xi đáy lò với các giá trị lần lượt ở 7 ngày và 29 ngày tuổi là 3.03MPa và 3.63MPa. Malkit Singh và nnk (2015) nghiên cứu hàm lượng thay thế xi đáy lò ở các hàm lượng 20, 30, 40, 50, 75 và 100% xi đáy lò. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi sử dụng cát có mô đun độ lớn bằng 1.97 thay thế bằng xi đáy lò thì cường độ kháng nén, kháng kéo khi ép chèn không thay đổi so với bê tông thông thường. Còn cát có mô đun độ lớn bằng 2.58 thì cường độ kháng nén, kháng kéo khi ép chèn giảm so với bê tông thông thường. Ở 90 ngày tuổi, thì cường độ của loại bê tông sử dụng xi đáy lò và bê tông thông thường không thay đổi. Saurabh Kaja và nnk (2017) đã nghiên cứu cường độ kháng nén của bê tông sử dụng 10%, 15%, 20% và 25% xi đáy lò thay thế cho cát và kết quả nghiên cứu cho thấy cường độ kháng nén ở các ngày tuổi 7, 14, 28 và 56 ngày tuổi đều tương đương hoặc cao hơn so với bê tông tiêu chuẩn và đạt được yêu cầu kỹ thuật từ 32.35MPa đến 38.41MPa so với bê tông tiêu chuẩn là 33.45MPa ở 28 ngày tuổi.



a, b, Hình 2. a, Cường độ kháng nén ở 7 ngày tuổi; b, Cường độ kháng nén ở 28 ngày tuổi (F.Ahmad Maliki và nnk, 2017)

S.Loveley Kumari, S.Thandavamoorthy (2017) đã nghiên cứu cường độ kháng nén và cường độ kháng uốn của bê tông cường độ cao sử dụng xi đáy lò với tỷ lệ thay thế cát là 25, 50 và 75%. Kết quả nghiên cứu cho thấy, ở 7 ngày tuổi cường độ kháng nén đạt từ 73.7 đến 67.8MPa và ở 28 ngày tuổi đạt từ 92.1 đến 78.2MPa. Cường độ kháng uốn ở 7 ngày tuổi đạt từ 6.05 đến 4.85MPa và 28 ngày tuổi đạt 8.12 đến 5.56MPa. Khi hàm lượng xi tăng thì cường độ giảm dần, đạt giá trị lớn nhất khi sử dụng 25% xi đáy lò. Kết quả cho thấy khi thay thế đều đạt được mac của bê tông cường độ cao.

Remya Raju và nnk (2014) đã nghiên cứu khả năng hấp phụ nước của bê tông sử dụng xi đáy lò ở 28 ngày tuổi tăng khi hàm lượng sử dụng xi đáy lò tăng.

4. Nhận xét các kết quả nghiên cứu

Qua các kết quả nghiên cứu về xi đáy lò, có thể thấy:

Xi đáy lò được thay thế cốt liệu mịn trong thành phần bê tông, điều này có thể thấy thành phần hạt của xi đáy lò tương ứng với thành phần của đất cát (cốt liệu mịn) trong bê tông. Do vậy, hoàn toàn có khả năng sử dụng xi đáy lò trong thành phần bê tông.

Một số đặc trưng của bê tông sử dụng xi đáy lò thay thế cát so với bê tông sử dụng cát tiêu chuẩn (bê tông tiêu chuẩn).

- Khối lượng thể tích nhỏ hơn. Khối lượng thể tích càng giảm khi hàm lượng xi đáy lò tăng.
- Tính dẻo nhỏ hơn. Tính dẻo càng giảm khi hàm lượng xi đáy lò tăng lên.
- Cường độ kháng nén, cường độ kéo khi ép chèn, cường độ kháng uốn nhỏ hơn.
- Độ hấp thụ nước nhiều hơn;

Tuy nhiên, có sự ưu việt của bê tông xi đáy lò là:

Sau 90 ngày thì cường độ kháng kéo khi ép chèn của bê tông sử dụng xi đáy lò đạt tương đương giá trị của bê tông thông thường.

Cường độ của bê tông sử dụng xi đáy lò và bê tông thông thường không có sự khác biệt sau 28 ngày.

Hàm lượng thay thế tối ưu tro đáy lò chủ yếu trong khoảng 30 đến 50%; ở 90 ngày tuổi, cường độ kháng nén và kháng uốn lớn hơn với bê tông thông thường ở 28 ngày tuổi.

Tính chất của bê tông sẽ được cải thiện nhiều hơn khi thêm cốt sợi hoặc vật liệu khác.

Sử dụng xi đáy lò để sản xuất được bê tông cường độ cao đạt trên 75MPa.

5. Kết luận và định hướng nghiên cứu tại Việt Nam

Qua kết quả nghiên cứu rút ra một số kết luận sau:

- Xi đáy lò ảnh hưởng đến các tính chất kỹ thuật của bê tông như khối lượng thể tích nhỏ hơn và càng giảm khi hàm lượng xi tăng; tính dẻo nhỏ hơn và giảm khi tăng lượng xi đáy lò; cường độ kháng nén, kháng kéo khi ép chế, cường độ kháng uốn nhỏ hơn; độ hấp thụ nước nhỏ hơn so với của bê tông tiêu chuẩn. Cường độ kéo khi ép chế ở 90 ngày tuổi của bê tông xi đáy tương đương so với bê tông thông thường, cường độ kháng nén sau 28 ngày tuổi ít có sự khác biệt so với bê tông thông thường. Các nghiên cứu cũng xác định được tỉ lệ xi đáy lò tối ưu sử dụng thay thế trong khoảng 30 -50% xi đáy lò. Các tính chất của bê tông xi được cải thiện rõ rệt khi thêm cốt sợi. Xi đáy lò có thể được sử dụng để sản xuất bê tông cường độ cao >75MPa

Định hướng cho công tác nghiên cứu tái sử dụng xi đáy lò tại Việt Nam như sau:

- Xi đáy lò có thành phần hạt tương đương cốt liệu mịn (cát) để chế tạo bê tông. Khi nghiên cứu cần xác định thành phần hạt, mô đun độ lớn và các chỉ tiêu kỹ thuật khác của tro xi tương ứng với cát đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật của bê tông.

- Xi đáy lò là một loại cát nhân tạo, do đó khi chế tạo cần lượng nước yêu cầu nhiều hơn so với cát tiêu chuẩn. Điều này thể hiện khi thiết kế, lượng dùng xi măng và nước sẽ nhiều hơn nếu cùng muốn đạt một giá trị cường độ thiết kế.

- Khi nghiên cứu xi đáy lò thay thế hàm lượng cát cần nghiên cứu hàm lượng tối ưu để đạt đường cường độ lớn nhất. Theo thống kê, hàm lượng tối ưu đạt khoảng 30-50% xi đáy lò được thay thế cho cát.

- Thời gian xác định cường độ của bê tông xi đáy lò cần phải xác định không những ở 28 ngày tuổi mà còn nghiên cứu đến 56 hoặc 90 ngày.

Tài liệu tham khảo

- Quyết định 428/QĐ-TTg ngày 18/3/2016, Quy hoạch điện VII điều chỉnh được Chính phủ phê duyệt.
- Abdulhameed Umar Abubakar and Khairul Salleh Baharudin, 2012. Properties of Concrete Using Tanjung Bin Power Plant Coal Bottom Ash and Fly Ash. *International Journal of Sustainable Construction Engineering & Technology (IJSCET)*. ISSN: 2180-3242, Volume 3, Issue 2, 2012, pp.56-69.
- Aggarwal P, Aggarwal Y, Gupta SM, 2007, Effect of bottom ash as replacement of bottom ash as replacement of fine aggregates in concrete. *Asian Journal of Civil Engineering*. Vol. 8 no. 1 (2007) 49-6.
- A S Cadessa, 2014. Use of Unprocessed Coal Bottom Ash as Partial Fine Aggregate Replacement in Concrete. *University of Mauritius research journal*. Volume 20 – 2014
- F.Ahmad Maliki et al, 2017. Compressive and tensile strength for concrete containing coal bottom ash. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.
- K. Soman, Divya Sasi and K.A. Abubaker, 2014. Strength properties of concrete with partial replacement of sand by bottom ash. *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE)*, ISSN: 2349-2163, Volume 1, Issue 7, August 2014, pp.223-227.
- K.N.Virendra Kumar. B R Hemalatha and S. B. Anadinni, 2015. Study on Strength of Concrete using Fly Ash and Bottom Ash as a Partial Replacement for Cement and Sand. *International Journal of Informative & Futuristic Research (IJIFR)*, ISSN (e): 2347-1697, Volume 2, Issue7, March 2015, pp.2344-235.
- M.P. Kadam and Y.D. Patil, 2013. Effect of Coal Bottom Ash as Sand Replacement on the properties of Concrete with different W/C ratio. *International Journal of Advanced Technology in Civil Engineering*, ISSN: 2231-5721, Volume 2, Issue 1, 2013, pp.45-50.
- Malkit Singh, Rafat Siddique, 2015. Effect of coal bottom ash as partial replacement of sand on workability and strength properties of concrete. *Journal of Cleaner Production xxx (2015) 1-11*.
- Mohd Syahrul Hisyam bin Mohd Sani, Fadhluhartini bt Muftah and Zulkifli Muda, 2010. The Properties of Special Concrete Using Washed Bottom Ash (WBA) as Partial Sand Replacement. *International Journal of Sustainable Construction Engineering & Technology (IJSCET)*. ISSN: 2180-3242, Volume 1, No. 2, December 2010, pp.65-76.
- Remya Raju, Mathews M. Paul and K. A. Aboobacker, 2014. Strength Performance of Concrete using Bottom Ash as Fine Aggregate. *International Journal of Research in Engineering & Technology (IJRET)*, ISSN (e): 2321-8843, ISSN (p): 2347-4599, Volume 2, Issue 9, September 2014, pp.111-122.
- S. Loveley Kumari, .S. Thandavamoorthy, 2017. Development of high performance concrete using bottom ash as fine aggregate. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*. Volume 8, Issue 12, December 2017, pp. 354–361.
- Saurabh Kaja et al, 2017. Strength performance of concrete using bottom ash as fine aggregate. *International Journal of Latest Research in Science and Technology*. Volume 6, Issue 5: Page No. 17-20, September-October 2017.

ABSTRACT

A summary of studying in concrete using coal bottom ash as fine aggregate

Nguyen Thi Nu

Hanoi University of Mining and Geology

This paper represents a summary of studying in concrete using coal bottom ash from thermal power plants in the world and in Vietnam as fine aggregate in recent years. In the world, thermal power stations are built in many places like the United States, Australia, India, China, ... The construction of thermal power plants contributes to economic development while also emitting a large amount of solid waste as a fly ash and bottom ash, causing environmental problems. Bottom ash discharges as much as 30% of the total ash. Research results in the world on the use of bottom ash replacement as fine aggregate in concrete: workability of the concrete mix, density, water absorption, compressive strength, split tensile strength, flexural strength. These studies have demonstrated the ability to reuse bottom ash as fine aggregate in concrete. This is a great opportunity to study the use of bottom ash as fine aggregate in concrete in Vietnam, contributing to reducing the use of sand in the natural and reducing the bottom ash to minimize the impact on the environment and help generate Socio-economic sustainability of each locality.

Keywords: coal bottom ash; workability of concrete; compressive strength; split tensile strength; flexural strength.

Nghiên cứu phân chia cấu trúc nền khu vực Hà Nội theo tính chất động học phục vụ thiết kế kháng chấn

Nguyễn Văn Phóng^{1,*}
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu cơ sở phân chia loại đất và cấu trúc nền đất theo tính chất động học và đưa ra các kết quả nghiên cứu thực nghiệm tính chất động học của tám loại đất phân bố phổ biến ở Hà Nội. Trong đó, đưa ra các thông số động học đặc trưng cho mỗi loại đất phục vụ tính toán ổn định và thiết kế kháng chấn, bao gồm tỷ sức kháng động, khả năng hóa lỏng, hệ số giảm chấn và mô đun động theo mức độ biến dạng. Đồng thời, bài báo đã đưa ra đánh giá mức độ nhạy cảm của mỗi loại đất khi chịu tải trọng động trên cơ sở phân tích tính chất động học của chúng. Trên cơ sở đó, cấu trúc nền đất khu vực nội thành Hà Nội được chia thành 4 kiểu và biểu diễn trên bản đồ cũng như chú giải cần thiết cho công tác thiết kế, quy hoạch công trình chịu tải trọng động khu vực nghiên cứu.

Từ khóa: Tính chất động học; biến dạng động; hóa lỏng; thiết kế kháng chấn; cấu trúc nền Hà Nội.

1. Đặt vấn đề

Hoạt động xây dựng công trình ở Hà Nội những năm gần đây rất phát triển, ngày càng có nhiều công trình quy mô lớn và rất lớn như nhà cao tầng, hệ thống giao thông trên cao và ngầm cũng đang được xây dựng và quy hoạch xây dựng. Trong khi đó, Hà Nội nằm trong vùng động đất mạnh. Quy mô công trình càng lớn thì ảnh hưởng của động đất đến công trình càng cao. Do vậy, khi tính toán thiết kế loại công trình này đều kể tới tải trọng do động đất. Trong tính toán công trình chịu động đất, các thông tin về cấu trúc và thông số động học của nền đất được sử dụng để giải quyết bài toán mô hình ứng xử nền đất chịu tải trọng động, bao gồm xác định phổ phản ứng và đánh giá ổn định.

Hiện nay, ở Việt Nam nói chung và Hà Nội nói riêng, việc tính toán công trình chống động đất theo TCVN 9386: 2012 (Design of structures for earthquake resistance). Trong đó, nội dung quan trọng là xác định phổ phản ứng đàn hồi dựa theo tiêu chuẩn Eurocode 8 với 5 loại nền (A, B, C, D, E). Như vậy, có thể nói việc tính toán công trình chịu động đất ở Việt Nam chưa sử dụng trực tiếp thông tin về cấu trúc và thông số động học của nền đất tại vị trí xây dựng, dẫn tới kết quả có độ tin cậy không cao.

Trong vài năm gần đây, một số công trình nghiên cứu về tính chất động học của đất nền Hà Nội đã được công bố. Tuy nhiên, các kết quả này mới chỉ dừng lại ở việc đưa ra các đặc trưng cho một số loại đất mà chưa được xem xét trong cấu trúc nền. Trong khi đó, cấu trúc nền khu vực Hà Nội đã được nghiên cứu khá chi tiết. Vì vậy, việc phân vùng cấu trúc nền Hà Nội dựa trên các kết quả xác định trực tiếp các chỉ tiêu động học vừa có ý nghĩa khoa học, vừa có ý nghĩa thực tiễn cao.

2. Cơ sở phân chia cấu trúc nền Hà Nội theo tính chất động

Việc phân chia cấu trúc nền dựa vào trật tự sắp xếp trong không gian các loại đất khác nhau bởi tính chất động học của chúng và nằm trong phạm vi tác động của công trình. Mặt khác, tính chất động học của đất được quyết định bởi thành phần, trạng thái và điều kiện ứng suất. Vì vậy, cơ sở phân chia cấu trúc nền theo tính chất động học bao gồm: 1) Diện và độ sâu nghiên cứu được xác định theo khả năng chịu tải động của ứng suất động; 2) Đặc điểm cấu trúc nền đất khu vực nghiên cứu; 3) Phân loại đất theo tính chất động học trong điều kiện ứng suất (độ sâu phân bố) thực tế.

2.1. Xác định phạm vi nghiên cứu

Diện nghiên cứu được xác định trong giới hạn các quận nội thành Hà Nội, đó là nơi tập trung các công

* Tác giả liên hệ

Email: nvphongdcct@gmail.com

trình quy mô lớn cần tính toán chống động đất, chủ yếu đó là nhà cao tầng sử dụng giải pháp móng cọc. Độ sâu nghiên cứu được giới hạn theo độ sâu phân bố của lớp cuội sỏi thuộc hệ tầng Hà Nội, vì hầu hết các công trình quy mô lớn đều đặt móng đến lớp này hoặc nông hơn.

Nguồn gây tải trọng động lớn nhất trong khu vực nghiên cứu là động đất. Vì vậy, việc xác định độ sâu nghiên cứu dựa vào tỷ số ứng suất động (CSR) gây ra bởi động đất, đó là tỷ số giữa ứng suất động (τ_d) với ứng suất nén hiệu quả (σ'_{vo}). Ứng suất động do động đất phụ thuộc vào trọng lượng công trình và trọng lượng của các lớp đất bên trên (lực quán tính), được xác định theo Seed (1971):

$$\tau_d = 0,65 \cdot r_d \cdot a_{gr} \cdot (\sigma_{vo} + \sigma_v) \quad (1)$$

Trong đó, σ_v là ứng suất thẳng đứng do công trình gây ra, được tính bằng khả năng chịu ứng suất tối đa của đất (xác định theo độ bền tĩnh); σ_{vo} là ứng suất bản thân; a_{gr} là tỷ số gia tốc nền, được xác định theo bảng phân vùng gia tốc nền khu vực Hà Nội. Khi tính toán, a_{gr} được lấy theo giá trị lớn nhất, $a_{gr} = 0,1097$.

Từ đó, xác định được tỷ số ứng suất động CSR do động đất lớn nhất ở độ sâu khác nhau như bảng 1.

Bảng 1. Xác định biên độ ứng suất thí nghiệm lớn nhất cho đất loại sét và cát (Tính cho điều kiện bất lợi nhất - nước ngầm nông nhất ở độ sâu 3m)

Z (m)	r_d	σ_{vo} (kPa)	U (kPa)	σ'_{vo} (kPa)	τ_d (kPa)	CSR
3	0.964	54	0	54	17	0.32
5	0.94	90	20	70	18	0.26
10	0.88	180	70	110	19	0.18
15	0.82	270	120	150	20	0.14
20	0.76	360	170	190	21	0.11
25	0.7	450	220	230	21	0.09
30	0.64	540	270	270	21	0.08

2.2. Đặc điểm phân bố các lớp đất nền trong phạm vi nghiên cứu

Từ các kết quả nghiên cứu về địa chất Đệ tứ và địa chất công trình (Nguyễn Huy Phương, ntk, 2004), đất nền khu vực Hà Nội được chia theo tính chất địa chất công trình bao gồm 21 loại đất. Khi xét tới đặc tính động học và mục đích nghiên cứu, đất nền trong phạm vi nghiên cứu được chia thành 8 loại đất đặc trưng theo thứ tự từ trên xuống dưới, như sau:

- Hệ tầng Thái Bình (Q_2^3tb)

1. Trầm tích nguồn gốc sông ($aQ_2^3tb_1$): Sét, sét pha màu xám nâu, nâu vàng, trạng thái dẻo cứng đến nửa cứng (ký hiệu là lớp 1);

2. Trầm tích nguồn gốc sông - hồ - đầm lầy ($albQ_2^3tb_1$): Sét, sét pha màu xám nâu, xám đen, trạng thái dẻo chảy, lẫn ít hữu cơ (lớp 2);

3. Trầm tích nguồn gốc sông ($aQ_2^3tb_1$): Cát mịn màu xám đen, xám nâu, trạng thái xốp đến chặt vừa (lớp 3);

- Hệ tầng Hải Hưng ($Q_2^{1-2}hh$)

4. Trầm tích nguồn gốc biển ($mQ_2^{1-2}hh_2$): Sét màu xám xanh, trạng thái dẻo mềm đến dẻo cứng (lớp 4);

5. Trầm tích nguồn gốc hồ - đầm lầy ($lbQ_2^{1-2}hh_1$): Sét, sét pha màu xám đen lẫn hữu cơ, trạng thái dẻo chảy đến chảy (lớp 5);

- Hệ tầng Vĩnh Phúc (Q_1^3vp)

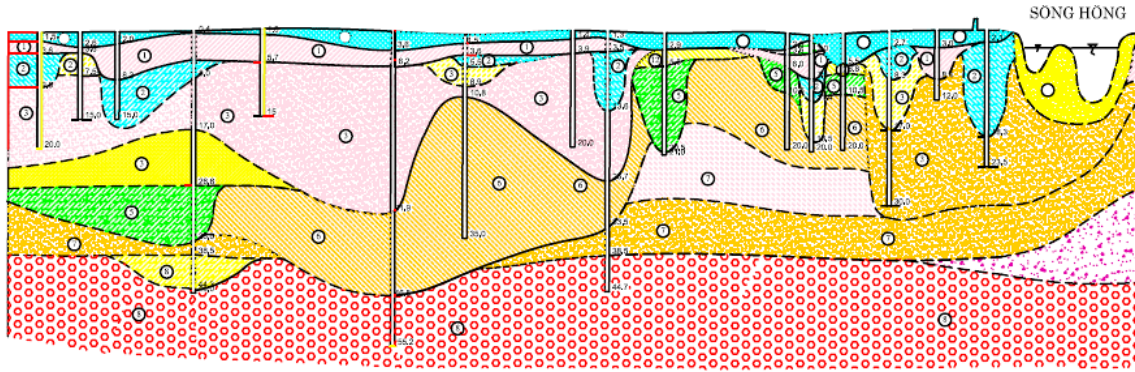
6. Trầm tích nguồn gốc sông ($aQ_1^3vp_2$): Sét pha màu xám vàng, xám trắng, nâu đỏ loang lổ, trạng thái dẻo cứng đến nửa cứng (lớp 6);

7. Trầm tích nguồn gốc sông ($aQ_1^3vp_1$): Cát vừa màu xám vàng, trạng thái chặt vừa đến chặt (lớp 7).

- Hệ tầng Hà Nội ($ap, amQ_1^{2-3}hn$)

8. Cuội, sỏi lẫn cát màu xám, xám vàng (lớp 8).

Đặc điểm phân bố của các lớp đất nền được tổng hợp trong bảng 2 và biểu diễn trên mặt cắt ĐCCT như hình 1. Theo đó, có thể thấy đặc điểm phân bố (độ sâu và bề dày) của các lớp đất nền khu vực Hà Nội biến đổi rất lớn: các loại đất nguồn gốc liên quan đến đầm lầy (lớp 2, 5) biến đổi mạnh nhất; tiếp theo là đất nguồn gốc sông (các lớp 1, 3, 6, 7); các lớp có nguồn gốc liên quan đến biển (lớp 4, 8) có độ sâu phân bố và chiều dày tương đối ổn định, đặc biệt lớp cuội sỏi (lớp 8) có chiều dày lớn nhất (trung bình là 34m) nhưng lại phân bố ở độ sâu lớn hơn 35m, lớp 4 thường có chiều dày nhỏ.



Hình 1. Mặt cắt ĐCCT đặc trưng khu vực Hà Nội theo hướng từ Tây sang Đông
(Nguyễn Huy Phương, ntk, 2004)

Bảng 2. Đặc điểm phân bố của các loại đất nền đặc trưng khu vực Hà Nội
(Nguyễn Huy Phương, ntk, 2004)

TT	Loại đất	Diện phân bố phổ biến	Độ sâu phân bố/ trung bình (m)	Chiều dày/ trung bình (m)
1	Lớp 1	Khu vực trung tâm, phía Tây và phía Nam thành phố Hà Nội.	(1÷10)/5	(2÷16)/8
2	Lớp 2	Khu vực phía Nam (Hoàng Mai, Thanh Trì) và trung tâm thành phố Hà Nội.	(3 ÷ 20)/10	(1,2÷20)/12
3	Lớp 3	Khu vực phía Nam thành phố Hà Nội (Hoàng Mai, Thanh Trì)	(3÷30)/12	(4÷30)/14
4	Lớp 4	Phân bố rải rác ở trung tâm, phía Tây (Nam Từ Liêm) và phía Đông (Gia Lâm).	(3÷6)/4	(1÷3)/2
5	Lớp 5	Phân bố rất phổ biến, từ Tây sang Đông và phát triển xuống phía Nam thành phố Hà Nội, ít gặp ở phía Bắc.	(2÷30)/16	(2÷20)/12
6	Lớp 6	Khu vực phía Bắc và phía Tây của thành phố Hà Nội.	(1÷17)/10	(5÷10)/7
7	Lớp 7	Phân bố rất phổ biến ở hầu hết khu vực thành phố Hà Nội, trừ khu phía Nam.	(10÷35)/18	(6÷16)/10
8	Lớp 8	Phân bố rất phổ biến ở hầu hết khu vực thành phố Hà Nội.	(35÷>50)/40	(20÷37)/34

2.3. Tính chất động học của các loại đất trong phạm vi nghiên cứu

2.3.1. Các chỉ tiêu động học cần thiết cho thiết kế kháng chấn

Trong thực tế, cùng một nguồn gây tải trọng động nhưng cường độ ứng suất động thay đổi tùy theo vị trí của điểm đang xét. Nói cách khác, mức độ biến dạng động của đất khác nhau tùy theo vị trí phân bố. Ứng suất động do động đất thường có cường độ lớn và có thể gây ra biến dạng phá hủy tại những điểm gần móng công trình, mức độ biến dạng giảm dần theo khoảng cách của điểm đang xét đến nguồn tải trọng. Dựa theo mức độ biến dạng động và quan hệ ứng suất biến dạng, có thể chia biến dạng động thành 4 pha và như bảng 2 (Nguyen Van Phong, 2018).

Bảng 2. Các pha biến dạng động và chỉ tiêu đặc trưng

Mức độ biến dạng	Quan hệ ứng suất – biến dạng	Giả thiết và mô hình	Chỉ tiêu đặc trưng
Rất nhỏ $\varepsilon < 10^{-4}\%$	Đàn hồi	Nền biến dạng đàn hồi	$G_{\max}(D=0)$
Nhỏ $10^{-4}\% < \varepsilon < \varepsilon_{IV}$	Tuyến tính	Nền biến dạng tuyến tính	G_1, D_1
Trung bình $\varepsilon_{IV} < \varepsilon < \varepsilon_{SI}$	Phi tuyến	Nền biến dạng phi tuyến; nền biến dạng tuyến tính tương đương	G_{nl}, D_{nl}
Lớn	Trượt	Đèo	CRS_{gh}

* ε - biến dạng tương đối; ε_{IV} - giới hạn biến dạng thể tích; ε_{SI} - giới hạn biến dạng trượt

Trong đó, ba pha đầu thuộc về bài toán biến dạng động với các chỉ tiêu đặc trưng là mô đun động (G) và hệ số giảm chấn (D); Ở pha thứ tư, đất bị phá hủy nếu ở mức độ biến dạng lớn nên thuộc bài toán độ bền động, có chỉ tiêu đặc trưng là tỷ số ứng suất động giới hạn (CSR_{gh}). Như vậy, một cách tổng quát có thể thấy, để tính toán kháng chấn cần thiết phải xác định các chỉ tiêu động học đặc trưng cho mỗi pha biến dạng động. Tuy nhiên, trong thực tế cần dựa vào kết quả xác định tỷ số ứng suất lớn nhất (bảng 1), đặc điểm phân bố (bảng 2) và tính chất của đất để xác định khả năng biến dạng động.

Số liệu trong bảng 1 cho thấy, ở độ sâu lớn hơn 25m (lớp 7, lớp 8) thì tỷ số CSR nhỏ hơn 0,1, đó là tỷ số ứng suất không gây ra biến dạng lớn và phá hủy đất, chủ yếu là biến dạng nhỏ và rất nhỏ. Vì vậy, chỉ tiêu động học cần thiết cho thiết kế kháng chấn chủ yếu là G_{max} . Còn ở độ sâu nhỏ hơn 25m, tỷ số CSR lớn có thể gây ra bị biến dạng cho đất ở nhiều mức độ khác nhau nên cần thiết phải xác định tất cả các chỉ tiêu động học đối với các lớp đất nằm nông.

2.3.2. Các chỉ tiêu tính chất động học của các loại đất trong phạm vi nghiên cứu

Để xác định các chỉ tiêu động học của các loại đất trong phạm vi nghiên cứu, phương pháp xác định các chỉ tiêu động học của đất trong phạm vi nghiên cứu được thực hiện như sau:

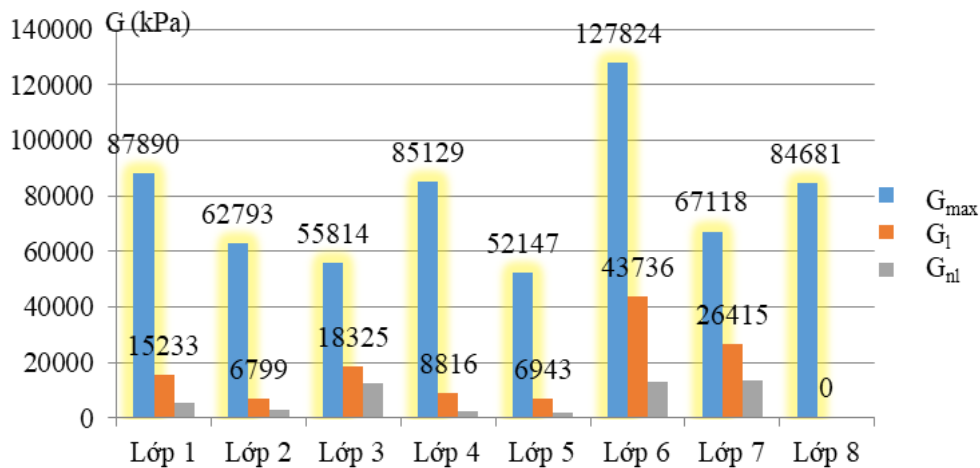
- Ở giai đoạn biến dạng rất nhỏ, G_{max} được xác định từ kết quả thí nghiệm SPT;
- Các giai đoạn biến dạng nhỏ và trung bình, các chỉ tiêu đặc trưng biến dạng động (G_l , D_l và G_{nl} , D_{nl}) được xác định từ kết quả thí nghiệm ba trục động;
- Đặc trưng cho độ bền động là tỷ số ứng suất động giới hạn CSR_{gh} được xác định bằng thí nghiệm ba trục động.

Khối lượng nghiên cứu được xác định nhằm đảm bảo mục đích và nội dung nghiên cứu, thí nghiệm ba trục động được tiến hành với 88 mẫu biến dạng động và 47 mẫu nghiên cứu độ bền động trong 7 loại đất (không thí nghiệm trong lớp 8). Vị trí lấy mẫu được xác định theo diện phân bố phổ biến của đối tượng nghiên cứu: đất hệ tầng Thái Bình phân bố phổ biến ở phía Nam, Tây Nam; hệ tầng Hải Hưng phân bố phổ biến ở trung tâm và phía Nam; hệ tầng Vĩnh Phúc phân bố đặc trưng ở phía Bắc và phía Tây. Độ sâu lấy mẫu được xác định theo độ sâu phân bố đặc trưng của đối tượng nghiên cứu (ở các diện phân bố phổ biến – bảng 1). Tất cả các điểm lấy mẫu đều thu thập số liệu thí nghiệm SPT.

Kết quả xác định các chỉ tiêu động học được trình bày trong bảng 3. Theo đó, có thể thấy các lớp đất 2, 3, 5 có tính chất động học thấp, thể hiện ở các trị số CSR_{gh} và G đều thấp (so sánh 3 giá trị mô đun ở 3 pha – hình 2). Đặc biệt, lớp 3 (cát mịn) có khả năng hóa lỏng ở $CSR \geq 0.16$. Các lớp đất số 2 và 5 là các lớp đất yếu của hệ tầng Thái Bình và Hải Hưng, đồng thời cũng là các lớp đất có độ bền động thấp, tính biến dạng động lớn. Các lớp đất còn lại trong điều kiện phân bố thực tế, nhìn chung là các lớp đất có khả năng kháng chấn tốt.

Bảng 3. Tổng hợp các chỉ tiêu động học của các loại đất nền

Loại đất	Tỷ số ứng suất giới hạn	Ngưỡng biến dạng		Chỉ tiêu động học ở các pha biến dạng				
				Đàn hồi (theo SPT)	Tuyến tính		Phi tuyến	
					G_{max}	G_l (kPa)	D_l	G_{nl} (kPa)
Lớp 1	0.231	ϵ_{tv} 0.018	ϵ_{sl} 2.4	87890	15233	0.112	5195	0.194
Lớp 2	0.194	0.025	1.5	62793	6799	0.092	2769	0.182
Lớp 3	0.16	0.01	0.5	55814	18325	0.089	12545	0.128
Lớp 4	0.243	0.03	2.5	85129	8816	0.112	2429	0.176
Lớp 5	0.167	0.036	4.1	52147	6943	0.115	1787	0.200
Lớp 6	0.636	0.025	-	127824	43736	0.101	13177	0.141
Lớp 7	0.30	-	-	67118	26415	0.114	13701	0.120
Lớp 8	>0.6	-	-	84681	-	-	-	-



Hình 2. So sánh trị mô đun của các lớp ở 3 pha biến dạng động

3. Kết quả phân chia cấu trúc nền

Dựa vào khả năng chịu ứng suất động theo độ sâu (bảng 1) và tính chất động học của mỗi loại đất (bảng 3), có thể đánh giá được mức độ nhạy cảm của các loại đất trong cấu trúc nền Hà Nội đối với động đất (bảng 4). Kết quả đánh giá trình bày trong bảng 4 là cơ sở quan trọng cho việc phân vùng cấu trúc nền theo tính chất động.

Bảng 4. Tổng hợp kết quả đánh giá mức độ nhạy cảm với động đất của các loại đất trong cấu trúc nền Hà Nội

Loại đất	Độ bền động – khả năng hóa lỏng (với cát)	Khả năng kháng chấn - theobiến dạng động	Đánh giá
Lớp 1	Có khả năng mất ổn định ($CSR_{gh}=0.231 < 0.26$)	Tương đối tốt	Ít nhạy cảm
Lớp 2	Có khả năng mất ổn định ($CSR_{gh}=0.194 \approx 0.18$)	Kém	Nhạy cảm
Lớp 3	Khả năng hóa lỏng cao ($CSR_{gh}=0.16 < 0.18$)	Kém	Rất nhạy cảm
Lớp 4	Có khả năng mất ổn định ($CSR_{gh}=0.243 < 0.26$)	Tương đối tốt	Ít nhạy cảm
Lớp 5	Có khả năng mất ổn định ($CSR_{gh}=0.167 \approx 0.14$)	Kém	Nhạy cảm
Lớp 6	Độ ổn định cao ($CSR_{gh}=0.636 > 0.18$)	Rất tốt	Không nhạy cảm
Lớp 7	Độ ổn định cao ($CSR_{gh}=0.30 > 0.11$)	Trung bình	Ít nhạy cảm
Lớp 8	Độ ổn định rất cao ($CSR_{gh} > 0.6 >> 0.08$)	Tốt	Không nhạy cảm

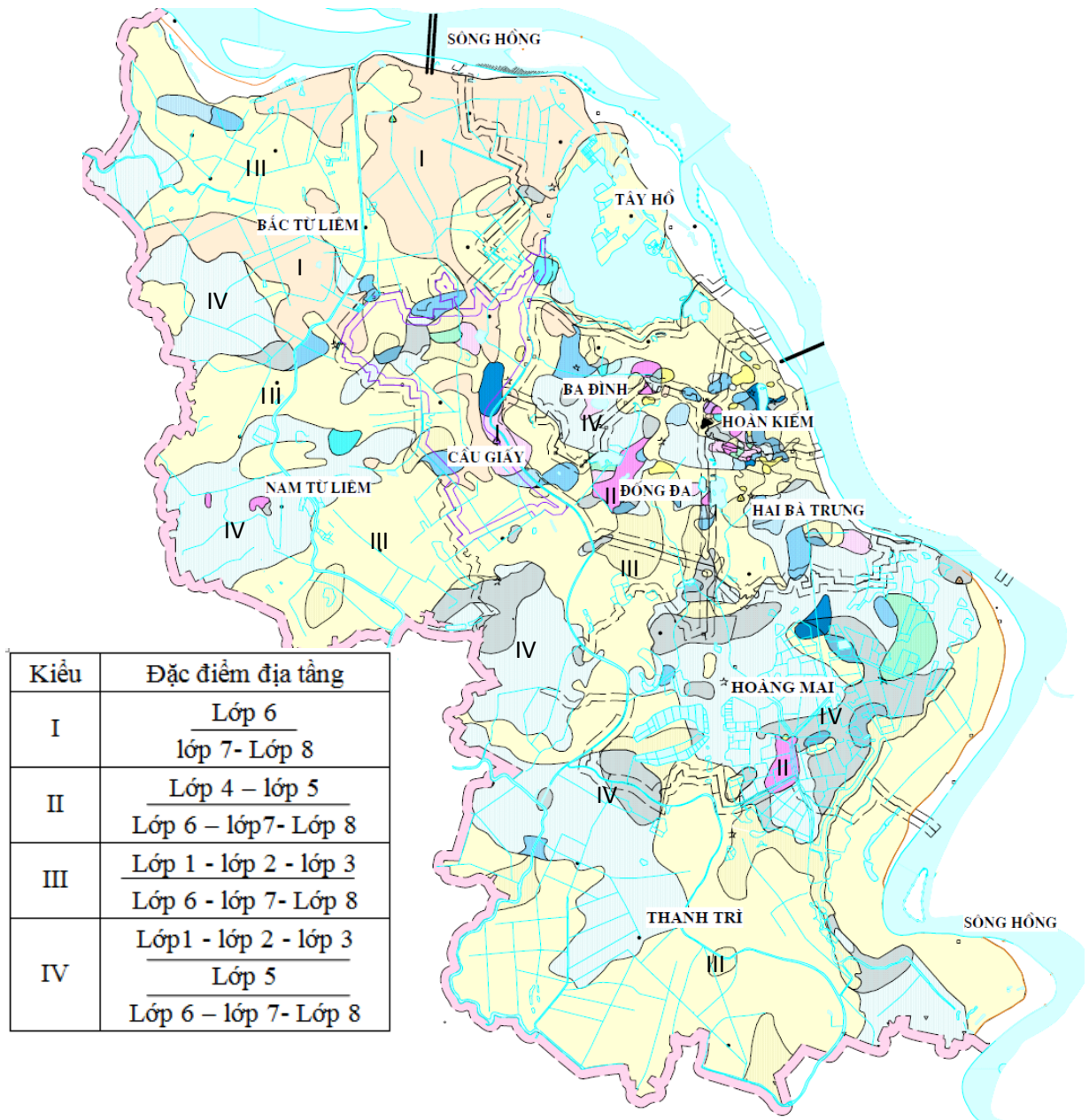
Dựa vào kết quả phân vùng cấu trúc nền khu vực Hà Nội ([1]) và đặc điểm tính chất động học của các loại đất trong phạm vi nghiên cứu, cấu trúc nền đất khu vực nghiên cứu được chia thành 4 kiểu:

- Kiểu I: không có mặt lớp đất nhạy cảm với tải trọng động. Kiểu này chỉ có mặt các lớp đất của hệ tầng Vĩnh Phúc (Lớp 6, 7) và Hà Nội (Lớp 8), phân bố chủ yếu ở quận Bắc Từ Liêm và Tây Hồ (hình 3);

- Kiểu II: Chỉ có mặt 1 lớp đất nhạy cảm với tải trọng động (Lớp 5). Kiểu này phân bố chủ yếu ở trung tâm với đặc điểm đất hệ tầng Hải Hưng lộ trên mặt;

- Kiểu III: Có mặt 2 loại đất nhạy cảm với tải trọng động, trong đó một loại đất có khả năng hóa lỏng cao (Lớp 3) và một loại là đất yếu của hệ tầng Thái Bình (Lớp 2). Kiểu III có diện phân bố rộng rãi ở phía Tây và phía Nam khu vực nghiên cứu.

- Kiểu IV: Có tất cả các loại đất nhạy cảm với tải trọng động, trong đó một loại đất có khả năng hóa lỏng cao (Lớp 3) và hai loại là đất yếu của hệ tầng Thái Bình (Lớp 2) và Hải Hưng (Lớp 5). Kiểu này có mặt nhiều loại đất thuộc tất cả các hệ tầng, phân bố thành những diện lớn ở phía Tây và Nam.



Hình 3. Sơ đồ cấu trúc nền đất khu vực nội thành Hà Nội theo tính chất động học
(Dựa theo Bản đồ cấu trúc nền Hà Nội và Bản đồ phân vùng đất yếu Hà Nội – Nguyễn Huy Phương, Nguyễn Văn Phóng, 2004)

Dựa vào sự có mặt của các loại đất nhạy cảm với tải trọng động trong mỗi kiểu cấu trúc nền, có thể đánh giá mức độ thuận lợi khi xây dựng công trình kháng chấn trong mỗi kiểu cấu trúc nền (bảng 5).

Bảng 5. Tổng hợp kết quả đánh giá mức độ thuận lợi khi xây dựng công trình ngầm theo kiểu cấu trúc nền

Kiểu	Đặc điểm địa tầng	Đặc điểm cấu trúc nền	Đánh giá
I	<u>Lớp 6</u> lớp 7- Lớp 8	Không có mặt các loại đất nhạy cảm với tải trọng động	Thuận lợi
II	<u>Lớp 4 – lớp 5</u> Lớp 6 – lớp 7- Lớp 8	Chỉ có mặt 1 lớp đất nhạy cảm với tải trọng động (Lớp 5)	Ít thuận lợi
III	<u>Lớp 1 - lớp 2 - lớp 3</u> Lớp 6 - lớp 7- Lớp 8	Có mặt lớp cát mịn có khả năng hóa lỏng cao (Lớp 3) và 1 lớp đất yếu nhạy cảm với	Không thuận lợi

		tải trọng động của hệ tầng Thái Bình (Lớp 2).	
IV	<u>Lớp 1 - lớp 2 - lớp 3</u> <u>Lớp 5</u> Lớp 6 – lớp 7- Lớp 8	Có mặt lớp cát mịn có khả năng hóa lỏng cao (Lớp 3) và 2 lớp đất yếu nhạy cảm với tải trọng động (Lớp 2 và lớp 5).	Rất không thuận lợi

3. Kết luận và kiến nghị

Đất nền khu vực Hà Nội được chia thành tám loại đất có đặc trưng động học khác nhau. Các lớp đất phân bố ở độ sâu lớn (chủ yếu là lớp 7 và 8) khi được sử dụng làm nền cho công trình chịu động đất có tỷ số ứng suất CSR không gây ra phá hủy động. Những lớp đất còn lại phân bố ở độ sâu nhỏ hơn đều có nguy cơ bị mất ổn định khi được sử dụng làm nền cho công trình trong điều kiện có động đất. Khi xem xét tính chất động học của các loại đất ở các mức độ biến dạng khác nhau, đã xác định được ba loại đất nhạy cảm với tải trọng động, trong đó có lớp cát mịn (lớp 3) của hệ tầng Thái Bình có nguy cơ hóa lỏng cao, là loại đất đặc biệt nhạy cảm với tải trọng động.

Cấu trúc nền đất khu vực nội thành Hà Nội được chia thành 4 kiểu theo sự xuất hiện của các lớp đất nhạy cảm với tải trọng động, trong đó kiểu III và IV có mặt loại đất nguy cơ hóa lỏng cao.

Kết quả nghiên cứu có thể được sử dụng làm cơ sở để giải quyết bài toán mô hình nền đất chịu tải trọng động, đặc biệt là khi thiết kế kháng chấn cho nhà cao tầng, đồng thời là cơ sở quy hoạch và quản lý đô thị. Thông tin trong bài báo còn có ý nghĩa định hướng cho những nghiên cứu tiếp theo về động học trong khu vực nghiên cứu.

Để nâng cao hiệu quả của việc phân chia cấu trúc nền theo tính chất động học, cần thiết phải có nghiên cứu chi tiết hơn, phân chia các phụ kiểu dựa theo độ sâu và bề dày của các loại đất nhạy cảm với tải trọng động.

Tài liệu tham khảo

Nguyen Van Phong, 2016. *Research on mechanical properties of Quaternary sediments distributed in Hanoi area under dynamic loads*. PhD thesis, Hanoi University of Mining and Geology, 152.

Nguyen Van Phong, Le Trong Thang, 2016. Research on liquefaction resistance of fine sand distributing in Hanoi by density. *Proceedings of the ESASGD 2016*, International Conference on Geology and Geo-resources (GAG), p 174-178.

Nguyen Van Phong, 2018. Research on characteristics of cyclic deformation phases of soils distributed in urban area Hanoi for seismic design. *Proceedings of the 4th International Conference VietGeo 2018*.

Nguyễn Huy Phương, Tạ Đức Thịnh, Nguyễn Văn Phóng, nnk ..., 2004. Thu thập, kiểm chứng các tài liệu đã có, nghiên cứu bổ sung lập bản đồ phân vùng đất yếu Hà Nội phục vụ phát triển bền vững Thủ đô. *Đề tài trọng điểm thành phố Hà Nội*.

Nguyễn Huy Phương, Nguyễn Văn Phóng, 2006. Quy luật phân bố và biến đổi các đặc trưng địa chất công trình của đất yếu hệ tầng Hải Hưng phân bố ở khu vực Hà Nội. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất*, số 14, tr 46 – 50.

ABSTRACT

Ground structure of Hanoi area based on soil dynamical properties for seismic design

Nguyen Van Phong

Hanoi University of Mining and Geology

This paper introduces the divided basis of soil types and soil structures based on soil dynamical properties and the experimental results of the dynamic properties of eight soil types distributed popularly in Hanoi area. The paper also given dynamical properties of the soils for each deformation phase, include modulus (G), damping ratios (D) and soil liquefaction potential. In addition, the assessment of soil sensitivity with dynamical loads was proposed based on analysis of soil properties. Then, the ground structure of Hanoi area was divided into 4 structural types and represented on the zoning map to serve the designers and planners of structures with dynamic loads.

Keywords: dynamical properties; liquefaction potential; Hanoi ground structure.

Nghiên cứu đặc tính cơ lý đá vôi Sebastopol phục vụ sửa chữa, bảo tồn lâu đài cổ ở nước Pháp

Bùi Trường Sơn^{1,*}
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Hiện nay, nhiều lâu đài cổ như Amboise, Chambord hay Chenonceau,... tại thung lũng sông Loire, Cộng hòa Pháp xuống cấp nghiêm trọng. Nguyên nhân là đá vôi trắng Tofus dùng xây dựng các lâu đài này bị phong hóa mãnh liệt, màu sắc, tính chất cơ lý suy giảm làm ảnh hưởng đến sức chịu tải của công trình, ảnh hưởng đến vẻ đẹp thẩm mỹ của công trình dẫn đến không thu hút được nhiều khách du lịch đến tham quan. Tuy nhiên, vật liệu đá vôi trắng Tofus ngày một khan hiếm do đã khai thác quá mức, vì vậy việc tìm kiếm một loại vật liệu mới có tính chất tương tự đá vôi trắng Tofus để sửa chữa, bảo tồn các lâu đài cổ tại vùng thung lũng sông Loire là hết sức cần thiết. Kết quả nghiên cứu cho thấy loại đá Sebastopol có màu sắc, thành phần khoáng vật, hóa học và các đặc tính cơ học như cường độ kháng nén, mô đun đàn hồi và cường độ kháng kéo được thí nghiệm với độ bão hòa khác nhau có thể thay thế cho đá vôi trắng Tofus phục vụ công tác sửa chữa, bảo tồn các lâu đài cổ của nước Pháp.

Từ khóa: đá vôi Tofus; đá vôi Sebastopol; tính chất cơ lý; lâu đài; thung lũng sông Loire.

1. Đặt vấn đề

Nước Pháp được biết đến là nơi có rất nhiều lâu đài cổ kính, phần lớn được xây dựng từ thời Trung Cổ đến thế kỉ 15. Vào thời kỳ trung tâm quyền lực của nước Pháp đặt ở vùng thung lũng sông Loire đã có 42 lâu đài được xây dựng ở đây. Phần lớn các lâu đài có kiến trúc đặc trưng của thời kì Phục Hưng, trong đó có các lâu đài rất nổi tiếng như Amboise, Chambord hay Chenonceau,...



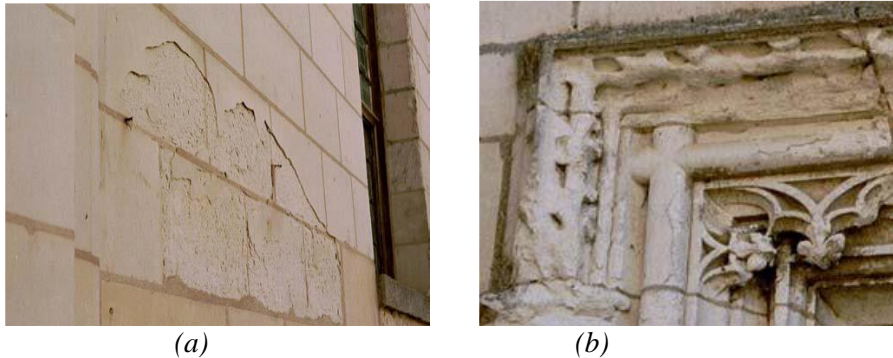
Hình 1. Lâu đài Chambord nhìn từ phía sau, đang được tiến hành sửa chữa

Các lâu đài chủ yếu được xây dựng bằng loại đá vôi trắng Tofus (tiếng Latin) được thành tạo từ kỷ Creta. Loại đá này có đặc điểm cơ bản nhìn bên ngoài tòa lâu đài có màu trắng ngà đặc trưng, tuy nhiên lại có độ rỗng cao, dễ dàng bị thấm nước và dễ bị phong hóa (Beck K., Al-Mukhtar M., 2017). Chính vì các đặc tính này đã làm cho các lâu đài cổ xây bằng các vật liệu đá Tofus nhanh chóng bị xuống cấp, các khối xây giảm khả năng chịu tải, mất thẩm mỹ cần phải thường xuyên tu bổ sửa chữa. Mặt khác, để phục vụ nhu cầu xây dựng ngày càng tăng, vật liệu đá vôi trắng Tofus ngày một khan hiếm, do đó cần thiết phải tìm kiếm một loại vật liệu mới có màu sắc và tính chất tương đương để thay thế sửa chữa, bảo tồn các lâu đài cổ vùng thung lũng sông Loire là nhiệm vụ hết sức cần thiết.

Trong báo cáo này sẽ trình bày đặc tính cơ học của đá vôi Sebastopol nhằm thay thế cho đá vôi trắng Tofus trong công tác sửa chữa, bảo tồn các lâu đài cổ ở vùng thung lũng sông Loire của nước Pháp.

* Tác giả liên hệ

Email: buitruongson@humg.edu.vn

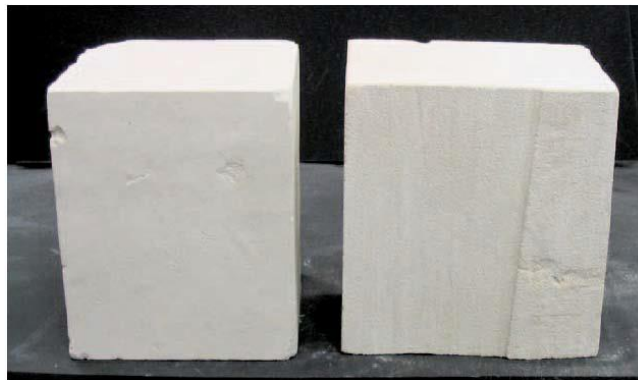


(a) (b)
 Hình 2. Hiện tượng ăn mòn trên các vật liệu đá Tofus
 a. Một phần bức tường của lâu đài Chambord; b. Khung cửa của khách sạn Effiat

2. Nội dung và các kết quả nghiên cứu

2.1. Các tính chất vật lý của đá Tofus và đá Sebastopol

- **Màu sắc:** Quan sát bên ngoài của khối đá Tofus và Sebastopol trên hình 3, về màu sắc 2 loại đá này có sự khác biệt không nhiều. Đá vôi Tofus có màu trắng, mịn trong khi đó đá vôi Sebastopol có màu trắng be tương ứng với màu của đá Tofus khi chịu tác động của các tác nhân phong hóa.



(a) (b)

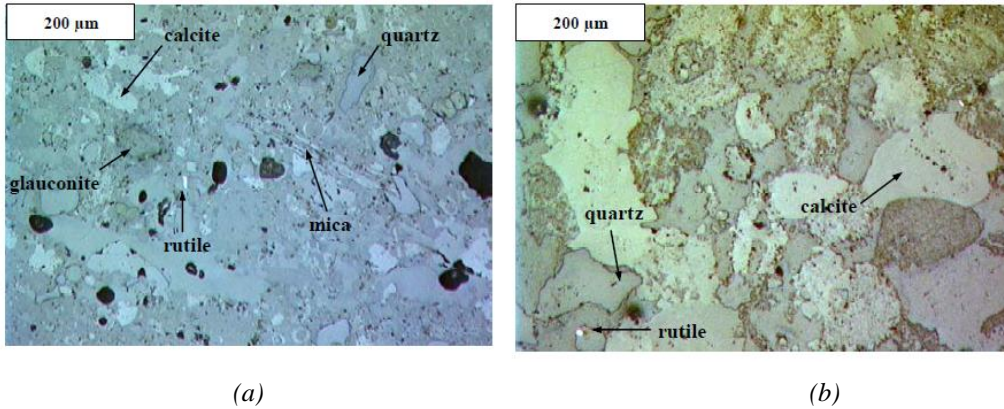
Hình 3. Màu sắc bên ngoài của đá Tofus (a) và đá Sebastopol (b)

- **Thành phần hóa học:** Chúng tôi sử dụng phương pháp nhiệt, thực hiện trên máy LECO (model SC144) để phân tích thành phần hóa học của 2 loại đá. Kết quả phân tích thành phần hóa học của đá Tofus và đá Sebastopol thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả phân tích thành phần hóa học của 2 loại đá

Tên đá	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MKN
Tofus	41,78	27,74	1,99	0,88	0,23	00	0,54	0,14	0,09	24,26
Sebastopol	18,07	45,79	0,42	0,10	0,42	0,00	0,15	0,06	0,00	35,58

- **Thành phần khoáng vật:** Nghiên cứu thành phần khoáng vật được thực hiện trên kính hiển vi điện tử tại phòng thí nghiệm đa ngành của Trường Bách khoa Orleans, kết quả trên kính hiển vi điện tử cho phép xác định được thành phần khoáng vật và kích thước các khoáng vật tạo đá. Từ kết quả hình ảnh và kích thước các khoáng vật tạo đá (hình 4), các khoáng vật tạo đá chủ yếu bao gồm thạch anh, canxit, mica,...trong đó kích thước của các khoáng vật tạo đá Sebastopol lớn hơn so với đá Tofus.



Hình 4. Hình ảnh và kích thước các khoáng vật của đá Tofus (a) và đá Sebastopol (b) trên kính hiển vi điện tử quét (x200)

- **Khối lượng riêng và độ rỗng của đá:** Khối lượng riêng của đá được xác định theo phương pháp bình tỷ trọng, độ rỗng của đá xác định theo phương pháp bão hòa. Kết quả xác định khối lượng riêng và độ rỗng của đá trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả xác định khối lượng riêng và độ rỗng của đá Tofus và đá Sebastopol

Các chỉ tiêu	Đá Tofus	Đá Sebastopol
Độ rỗng (%)	48,40	42,60
Khối lượng riêng $\gamma_s(g/cm^3)$	2,64	2,68

2.2. Các tính chất cơ học và tính chất đối với nước của đá Tofus và đá Sebastopol

- **Cường độ kháng nén một trục:** Phương pháp được sử dụng phổ biến nhất để mô tả các tính chất cơ học của đá là cường độ nén đơn trục. Độ bền cơ học của đá phụ thuộc vào thành phần khoáng vật học, hình dạng và kích thước của các hạt cấu thành, độ xốp, tính dị hướng và có thể bị ảnh hưởng bởi sự hiện diện của nước (Anne S., 2014). Cường độ kháng nén một trục được xác định theo công thức (1):

$$R_c = \frac{F_{\max}}{S} = \frac{F_{\max}}{\pi R^2} \quad (1)$$

trong đó: R_c - cường độ kháng nén một trục của mẫu đá thí nghiệm, MPa; F_{\max} - tải trọng phá hủy, MPa, S - diện tích tiết diện mẫu thí nghiệm, cm^2 ; R - bán kính tiết diện mẫu hình trụ tròn, cm.

Bảng 3. Kết quả xác định cường độ kháng nén một trục của đá Tofus và đá Sebastopol

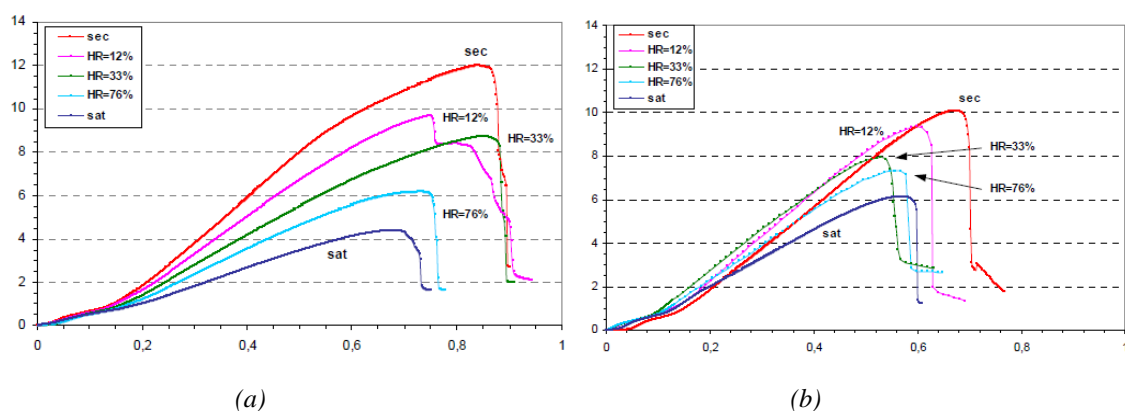
Loại đá	Phương đo	Cường độ kháng nén một trục, R_c (MPa)		Hệ số bất đẳng hướng
		Trạng thái khô	Trạng thái bão hòa	
Đá Tofus	Vuông góc	11,67	4,83	21%
	Song song	9,13	3,86	
Đá Sebastopol	Vuông góc	9,88	6,28	15%
	Song song	8,43	5,41	

Bảng 4. Kết quả xác định Môđun đàn hồi của đá Tofus và đá Sebastopol

Loại đá	Phương đo	Môđun đàn hồi, E (MPa)		Hệ số bất đẳng hướng
		Trạng thái khô	Trạng thái bão hòa	
Đá Tofus	Vuông góc	2037	988	29%
	Song song	1481	687	
Đá Sebastopol	Vuông góc	1968	1500	10%
	Song song	1806	1342	

Thí nghiệm xác định cường độ kháng nén một trục được tiến hành theo tiêu chuẩn AFNOR P94-420. Các mẫu đá được chế tạo dạng hình trụ, đường kính 4cm, chiều cao 8cm. Các mẫu này được lấy theo phương vuông góc và song song với mặt lớp. Hệ thống máy nén đơn trục sẽ kiểm soát việc gia tải với tốc

độ 0,05MPa/phút. Quá trình gia tải được tiến hành liên tục đến khi mẫu thí nghiệm bị phá hủy hoàn toàn. Các mẫu được thí nghiệm ở trạng thái khô, độ bão hòa (HR) lần lượt là 12%, 33%, 76% và 100%. Kết quả thí nghiệm xác định cường độ kháng nén một trục, mô đun đàn hồi, hệ số bất đẳng hướng trình bày trong các bảng 3,4 và hình 5.



Hình 5. Biểu đồ quan hệ ứng suất - biến dạng thí nghiệm nén một trục của mẫu đá Tofus (a) và đá Sebastopol (b) ứng với các trạng thái khô (sec), độ bão hòa HR = 12%, HR = 33%, HR=76% và HR=100% (sat)

- **Cường độ kháng kéo:** Theo tác giả Andreev G.E (2011), cường độ kháng kéo của đá có thể xác định theo phương pháp gián tiếp, thông qua thí nghiệm Brazilian được tiến hành theo đề xuất phương pháp thử của Hội cơ học đá quốc tế (ISRM) và tiêu chuẩn AFNOR P94-422. Mẫu thí nghiệm hình trụ có đường kính 40mm, chiều cao 40mm được nén tới khi phá hoại theo phương pháp tốc độ gia tải không đổi 0,002Mpa/phút (hình 6). Mẫu thí nghiệm được đặt vào bàn nén sao cho bàn nén tiếp xúc với mẫu dọc theo đường sinh của mẫu. Thí nghiệm được tiến hành cho đến khi mẫu bị phá hoại.

Cường độ kháng kéo của mẫu theo thí nghiệm Brazilian được xác định theo công thức (2):

$$\sigma_K = \frac{2P_{max}}{\pi DL} \quad (2)$$

trong đó: P - tải trọng phá hủy, MPa; D - đường kính mẫu thí nghiệm, mm; L - chiều dài của mẫu thí nghiệm, mm.

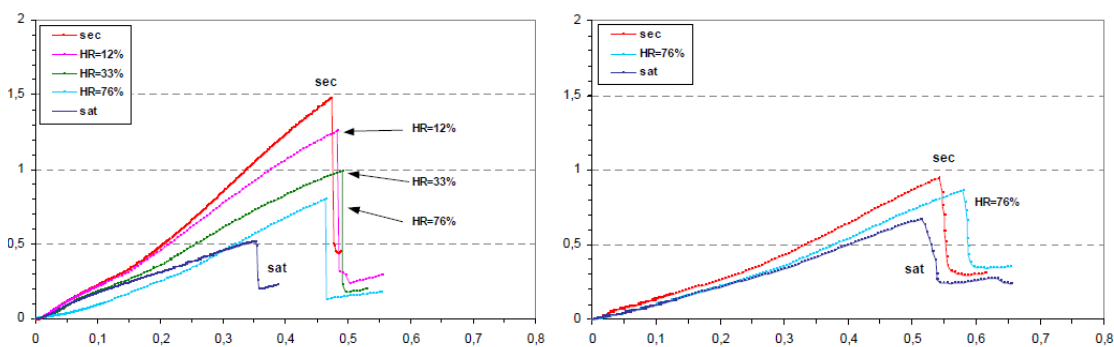
Ảnh hưởng của độ bão hòa đến cường độ kháng kéo cũng được xét đến thông qua các mẫu có độ bão hòa ở trạng thái khô (sec), HR = 12%, HR = 33%, HR=76% và HR=100% (sat). Kết quả thí nghiệm xác định cường độ kháng kéo, mô đun đàn hồi, hệ số bất đẳng hướng trình bày trong bảng 5 và các hình 7.



Hình 6. Xác định cường độ kháng kéo theo phương pháp gián tiếp, thông qua thí nghiệm Brazilian

Bảng 5. Kết quả xác định cường độ kháng kéo của đá Tofus và đá Sebastopol

Loại đá	Phương đo	Cường độ kháng kéo, σ_k (MPa)		Hệ số bất đẳng hướng
		Trạng thái khô	Trạng thái bão hòa	
Đá Tofus	Vuông góc	1,3	0,38	19%
	Song song	1,48	0,51	
Đá Sebastopol	Vuông góc	0,92	0,52	13%
	Song song	0,98	0,66	

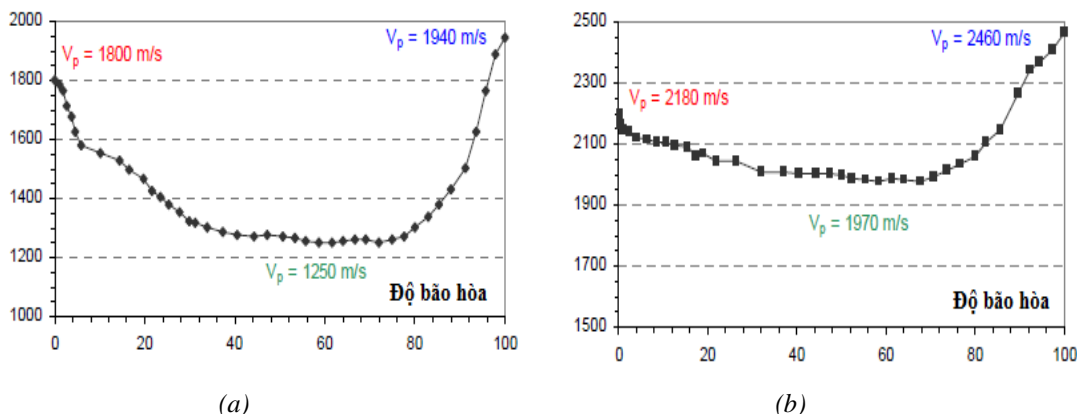


Hình 7. Biểu đồ quan hệ ứng suất - biến dạng thí nghiệm Brazilian của mẫu đá Tofus (a) và đá Sebastopol (b) ứng với các trạng thái khô (sec), độ bão hòa HR = 12%, HR = 33%, HR=76% và HR=100% (sat)

- **Vận tốc sóng siêu âm:** Để xác định vận tốc sóng siêu âm truyền qua các mẫu đá, chúng tôi sử dụng hệ thống siêu âm hiện đại của hãng Diagnostic Sonar có thể đo được vận tốc sóng dọc theo 2 phương vuông góc và song song với mặt phân lớp. Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng phương pháp đo trực tiếp với đầu đo siêu âm loại P143-01, có kích thước (10x10x7,5)mm của hãng Physics Instruments, tần số hoạt động 150Khz. Kết quả đo vận tốc sóng dọc theo các phương vuông góc và song song với mặt phân lớp và theo độ bão hòa trình bày trong bảng 6 và hình 8.

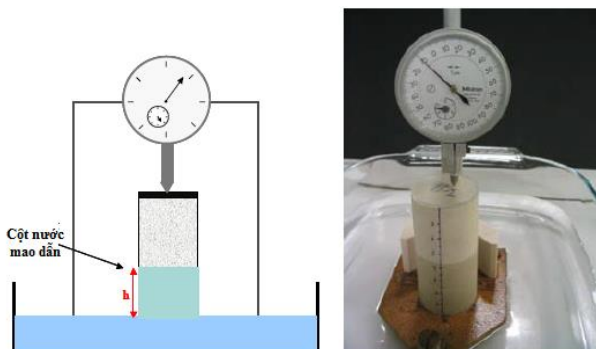
Bảng 6. Kết quả xác định vận tốc sóng dọc V_p của đá Tofus và đá Sebastopol

Loại đá	Phương đo	Vận tốc sóng dọc, V_p (m/s)	
		Trạng thái khô	Trạng thái bão hòa
Đá Tofus	Vuông góc	1800	1940
	Song song	1870	1950
Đá Sebastopol	Vuông góc	2180	2460
	Song song	2200	2450

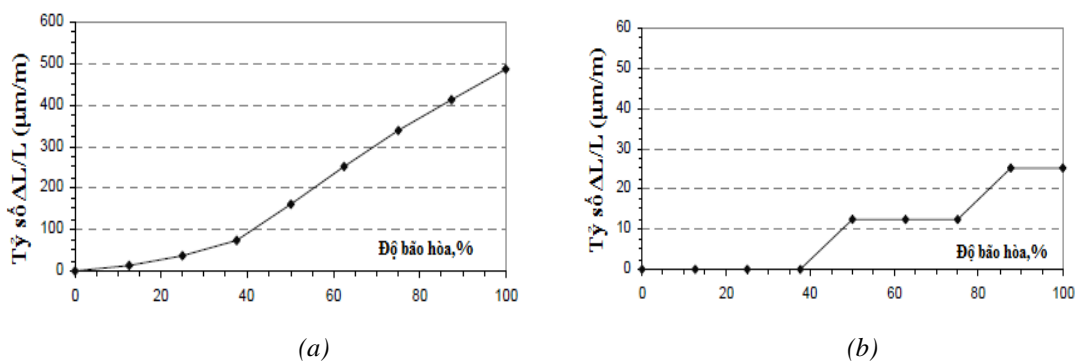


Hình 8. Biểu đồ quan hệ vận tốc sóng dọc V_p và độ bão hòa của mẫu đá Tofus (a) và đá Sebastopol (b)

- **Tính chất đối với nước của đá:** Một số tác giả như Schrefler & Delage (2010); Dessandier (2010) đã nghiên cứu tính chất đối với nước của đá thông qua thí nghiệm đơn giản đó là đặt mẫu đá có dạng trụ tròn (đường kính 4cm, chiều cao 8cm) trên một viên đá thấm trong thiết bị mô tả như hình 5 để nước thấm vào mẫu thí nghiệm, dưới tác dụng của nước sẽ làm thay đổi kích thước chiều cao của mẫu. Lượng thay đổi chiều dài mẫu đá khi tác dụng đối với nước được tính bằng tỷ số $\Delta L/L$, trong đó ΔL là chiều dài mẫu đá (μm), L chiều dài ban đầu của mẫu đá thí nghiệm (m). Kết quả thí nghiệm xác định tính chất trương nở của đá đá Tofus và Sebastopol được trình bày trong hình 9 và hình 10.



Hình 9. Sơ đồ thí nghiệm tính chất đối với nước của mẫu đá



Hình 10. Biểu đồ quan hệ giữa tỷ số $\Delta L/L$ ($\mu\text{m}/\text{m}$) của mẫu đá Tofus (a) và Sebastopol (b)

Từ các kết quả thí nghiệm trên có thể nhận xét như sau:

- Đá Tofus và Sebastopol có màu sắc tương tự nhau, đá Sebastopol có màu trắng ngà hoàn toàn có thể thay thế cho đá Tofus mà không dễ dàng nhận ra bằng mắt thường trên các khối xây thay thế đá vôi Tofus bằng đá vôi Sebastopol.

- Thành phần hóa học và khoáng vật của 2 loại đá có sự chênh lệch khá lớn, đá vôi Sebastopol có hàm lượng CaO gần gấp đôi đá Tofus, kích thước các khoáng vật tạo đá vôi Sebastopol cũng lớn hơn đá Tofus.

- Các chỉ tiêu cơ học, bao gồm cường độ kháng nén một trục, cường độ kháng kéo, mô đun đàn hồi của đá vôi Sebastopol thấp hơn không nhiều so với đá vôi Tofus. Tuy nhiên đá vôi Sebastopol có sự biến đổi các tính chất cơ học theo phương vuông góc và song song mặt lớp (tính bất đẳng hướng) thấp hơn đá vôi Tofus. Các chỉ tiêu cơ học của 2 loại đá đều giảm khi độ bão hòa tăng, nhưng mức độ giảm của đá đá vôi Sebastopol nhỏ hơn so với đá vôi Tofus.

- Thông qua kết quả thí nghiệm tính chất đối với nước, đá vôi Sebastopol không nhạy cảm đối với nước bằng đá vôi Tofus, điều này cho thấy khi trong cùng điều kiện độ ẩm môi trường như nhau, đá vôi Sebastopol ít bị tác động hơn so với đá vôi Tofus.

3. Kết luận

Việc lựa chọn loại vật liệu đá thay thế đá vôi trắng Tofus trong công tác sửa chữa bảo tồn các lâu đài cổ là rất cần thiết để đảm bảo sức chịu tải của công trình và vẻ đẹp thẩm mỹ của công trình. Trong đó đá vôi Sebastopol được ưu tiên lựa chọn với ưu điểm là trữ lượng lớn, phân bố nhiều trong thung lũng sông Loire, thuận tiện cho công tác khai thác. Đá vôi Sebastopol có màu sắc tương tự với đá vôi trắng Tofus,

nên khi thay thế các khối xây đá Tofus bằng đá Sebastopol vẫn đảm bảo tính thẩm mỹ, không tạo sự khác biệt khi nhìn bằng mắt thường.

Các chỉ tiêu cơ học, bao gồm cường độ kháng nén một trục, môđun biến dạng, cường độ kháng kéo của đá vôi Sebastopol ở trạng thái khô thấp hơn so với đá vôi Tofus. Nhưng chúng lại có ưu điểm đó là khi độ bão hòa tăng và đạt giá trị 100%, thì các chỉ tiêu này của đá vôi Sebastopol lớn hơn so với đá vôi Tofus. Đây là yếu tố rất quan trọng vì các khối xây các tòa lâu đài không có lớp vữa bảo vệ bên ngoài, chúng thường xuyên chịu tác động trực tiếp của các yếu tố khí hậu như nhiệt độ, độ ẩm và các tác nhân khác.

Lời cảm ơn:

Tác giả xin chân thành cảm ơn GS Dashnor HOXHA, TS Kevin Beck và Nhóm nghiên cứu Xây dựng của Trường Bách khoa Orleans đã tài trợ kinh phí và cung cấp số liệu để hoàn thành bài báo này.

Tài liệu tham khảo:

Andreev G.E., 2011. *A review of the Brazilian test for rock tensile strength determination. Part I: calculation formula*. Mining Science and Technology, vol. 13, p. 445-456.

Anne S., 2014. *Analyse de l'altération d'un tuffeau mis en oeuvre : les données de la microscopie et de la microanalyse chimique*. Mémoire de maîtrise des Sciences de la Terre, Université d'Orléans, 48p.

Beck K., Al-Mukhtar M., 2017. *Formulation and characterization of an appropriate lime-based mortar for use with a porous limestone*. Accepted à : Journal of Building and Environment. Enpresse.

Dessandier D., Bromblet P., Mertz J.D., 2010. *Role of the clays in the modification of hygric properties: consequence on the mechanism of plates exfoliation of tuffeau*. Proceedings of the 9th International congress on the deterioration and conservation of stone, Venice.

Schrefler B. & Delage P., 2010. *Géomécanique environnementale, risques naturels et patrimoine (Traité MIM, série géomatériaux)*, Hermès Science publications, 334 p.

ABSTRACT

Study on physic-mechanical properties of Sebastopol limestone for repairing, conserving the ancient castles in France

Bui Truong Son

Hanoi University of Mining and Geology

Many ancient castles now in the Loire valley, France like Amboise, Chambord or Chenonceau... are severely degraded. The main reasons are due to the serious weathering of Tofus limestone. The weathering leads to change the color, decrease the physic-mechanical properties, and then affect the bearing capacity and the beauty of these constructions. These phenomena result in decline the number of tourist to visit these places. However, the white-Tofus limestone material is now scarce due to the overexploitation. Therefore, finding a new material that has the same color and properties as Tofus limestone for repairing and preservation of ancient castles in the Loire valley is urgent. This paper presents the physico-mechanical properties of Sebastopol limestone which can be used to replace the Tofus limestone in repairing and preserving these ancient castles in France.

Keywords: Tofus limestone; Sebastopol limestone; Physico-mechanical properties; Castle; the Loire valley.

Apply electromagnetic approach to study saltwater intrusion in Crau coastal aquifers, France

Nguyễn Bách Thảo^{1,2*}

¹ Faculty of Geosciences and Geo-engineering, Hanoi University of Mining and Geology

² Centre for Excellence in Analysis and Experiment (CEAE), Hanoi University of Mining and Geology

ABSTRACT

Coastal aquifers constitute an important high-quality freshwater resource exploited for agriculture, industry and human consumption. An increase in salinity occurs close to the sea, highlighting the need to investigate the water balance and groundwater behavior. Normally, this task could be solved by using monitoring and groundwater modeling. The main difficulty is to parameterize and calibrate/validate the variable-density modeling. This requires adequate information on aquifer parameters and concentration distribution in groundwater. To solve this problem, we propose to use geophysical investigations to describe and image the transition zone of the freshwater/saltwater. Such investigations can help to setup and validate the variable-density flow models. Electromagnetic method has been used to determine saltwater intrusion in groundwater in this aquifer by using EM34 equipment (Geonics Ltd). This method has been applied successful in Crau aquifer, southeastern France, where hydrological characteristics are similar to coastal aquifers in Vietnam.

Từ khóa: Electromagnetic, EM34, Saltwater intrusion, Coastal aquifer

1. Introduction

One of the most popular geophysical methods currently used to provide information about the spatial variation of soil properties is electromagnetic (EM) induction (Triantafilis and Monteiro Santos, 2013). EM methods were originally developed for mine exploration and have been widely used over the last decades for engineering purposes (McNeill, 1980) and for groundwater investigations (Fitterman and Deszcz-Pan, 2004) and its cost effective, reliable. These techniques have been described in geophysical handbooks and scientific papers (McNeill, 1980, Stewart, 1982, Stewart and Gay, 1986, Borne, 1990, Triantafilis et al., 2003, Santos, 2004). Then, despite the qualitative nature of the provided information, this method is widely applied for hydrogeological and environmental investigations. Many applications of EM surveys have been applied for resources management in coastal aquifer (Stewart, 1982, Goldman et al., 1991, Frohlich et al., 1994)

With the development of the EM31 and the EM34-3 (Geonics Ltd) it is possible to map terrain conductivity virtually as fast as the operators can walk and at low costs. The interpretation of EM data by using some modeling programs is qualitative even their inversion can be done for layered models.

2. Methodology

2.1. Principle of operation

In this study, we employed an EM34-3 of Geonics (Figure 1) to directly measure bulk conductivity. This equipment consists of two coils. One is the transmitter which is energized with an alternating current at a specific frequency and other is the receiver. The transmitter creates a magnetic field in the subsurface while the receiver detects and records the magnetic field. These two coils can be operated with different spacing of 10, 20 and 40m to vary the depth of exploration. Changing the orientation of transmitter/receiver loops from the vertical to the horizontal (Figure 2) also varies the depth of exploration by increasing the 70% response from 0.75 to 1.5 time the intercoil spacing (McNeill, 1980). The use of different intercoil spacing with different frequencies (6400, 1600 and 400 Hz) and different loops orientation vertical and horizontal allows to construct an image of subsurface electrical conductivity distribution from 7.5 meters to a maximum of 60 meters (Santos, 2004).

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenchthao@humg.edu.vn



Figure 1. Geonics Electromagnetic EM34-3 instrument applied in study area

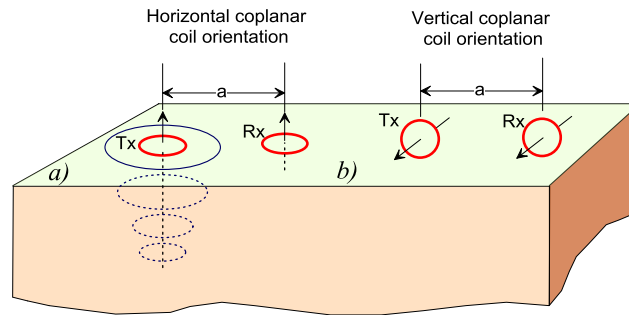


Figure 2. Relative response versus depth for (a) vertical dipoles and (b) horizontal dipoles

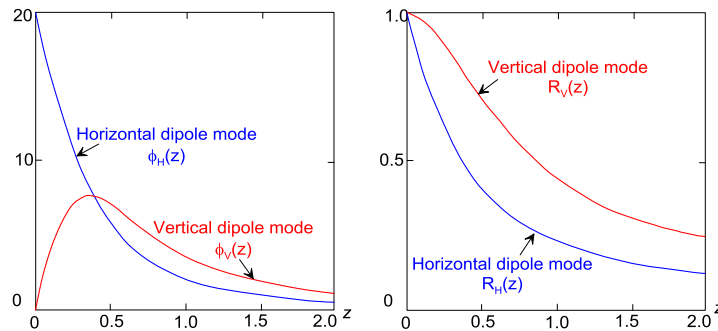


Figure 3. Comparison of relative responses for vertical and horizontal dipole modes. Note x axis = depth/intercoil spacing. (reproduced from McNeill, 1986)

Consider to Figure 3, in which a transmitter coil T_x energized with an alternating current at an audio frequency, is placed on the earth and a receiver coil R_x is located a short distance s away.

The time-varying magnetic field arising from the alternating current in the transmitter coil induces very small currents in the earth which generates a secondary magnetic field H_s which is sensed, together with the primary field, H_p , by the receiver coil. In general, this secondary magnetic field is a complicated function of the intercoil spacing s , the operating frequency, f , and the ground conductivity σ . Under certain constraints, technically defined as “operation at low values of induction number”, the secondary magnetic field is a very simple function of these variables. These constraints are incorporated in the design of the EM31 and EM34-3 whence the secondary magnetic field is shown to be

$$\frac{H_s}{H_p} \cong \frac{i\omega\mu_0\sigma s^2}{4}$$

Where:

H_s : secondary magnetic field at the receiver coil

H_p : primary magnetic field at the receiver coil

$$\omega = 2\pi f$$

f = frequency (Hz)
 μ_0 = permeability of free space
 σ = groundwater conductivity (mho/m)
 s = intercoil spacing (m), $i = \sqrt{-1}$

The ratio of the secondary to the primary magnetic field is now linearly proportional to the terrain conductivity, a fact which makes it possible to construct a direct-reading, linear terrain conductivity meter by simply measuring this ratio. Given H_s/H_p the apparent conductivity indicated by the instrument is defined from equation as below:

$$\sigma_s = \frac{4}{\omega \mu_0 s^2} \left(\frac{H_s}{H_p} \right)$$

2.2. Interpretation

Usually the interpretation of the EM34-3 data is qualitative. One-dimensional modeling or inversion is possible (Santos et al., 2002).

A mesh of prismatic blocks centered at each measurement point, as is usual in three-dimensional modeling, make up the earth model. The program inverts all the data set jointly, using the cumulative response (McNeill, 1980) approach at each site of the grid of measurements to calculate the forward response and derivatives. Spatial smoothness constraints are introduced during the inversion procedure in order to construct a conductivity model, which represents the main features contained in the data. Two inversion algorithms are given by Sasaki. The least square solution of such a non-linear smoothing problem is (Sasaki, 1989):

$$\left[\left(J^T J + \lambda C^T C \right) \right] \delta p = J^T b$$

And in the second algorithm (Sasaki, 2001), the equation is :

$$\left[\left(J^T J + \lambda C^T C \right) \right] \delta p = J^T b + \lambda C^T C (p - p_o)$$

Here δp is the vector containing the corrections applicable to the model parameters, p_o is a reference model, b is the vector of the differences between the logarithm of the observed and the calculated σ_a , J is the Jacobian matrix, the superscript T is the transpose operation and λ is a Lagrange multiplier that controls the amplitude of the parameter corrections and the elements of the matrix C are the coefficients of the values of the roughness in each parameter which is defined in term (Sasaki, 1989). Although the final result obtained applying such a method is only a rough approach of a three-dimensional model and, for this reason it is designated as quasi-three-dimensional model, it can be very useful in the global interpretation of surveys.

Therefore, we have some difference methods of interpretation:

- i) Direct interpretation using multiple EM readings at selected locations apply (empirical) formulae and using EMIX34 computer software;
- ii) Analysis of relative readings (shows area of saline water and fresher water);
- iii) Correlation of results with other more direct techniques:
 - Salinity profiles from boreholes on same island;
 - Salinity profiles from islands with similar geology;
 - Electrical resistivity soundings.

3. Research area

The Crau coastal plain is a paleo-delta of the Durance River, located in the Southeastern of France, East of the present delta of the Rhône River, which is also known under the name of Camargue. The Crau aquifer delimited by Alpilles mountains in the North and by the Mediterranean sea in the South, forming a triangular area of about 600 km² between Arles, Salon-de-Provence and Fos. The aquifer is mostly recharged by direct infiltration of rainfall, irrigation practices and lateral groundwater flows. The irrigation of about 15,000 ha of meadow is done using water from the Durance supplied by a dense network of channels (Oliosio et al., 2013). Groundwater naturally discharges into the marshes and the Rhône River. Intensive withdrawal occurs from pumping wells. The Crau aquifer is the main resource of domestic water for more than 300,000 inhabitants. It is important to notice that there is no natural river over the Crau plain and that all the surface water transfers occur through artificial canals.

In this study, our approach was applied on an area of about 140 km², is situated in downstream part of the Crau coastal plain, what is now called “Study area” where located the salt/fresh water interface shown in Figure 4.

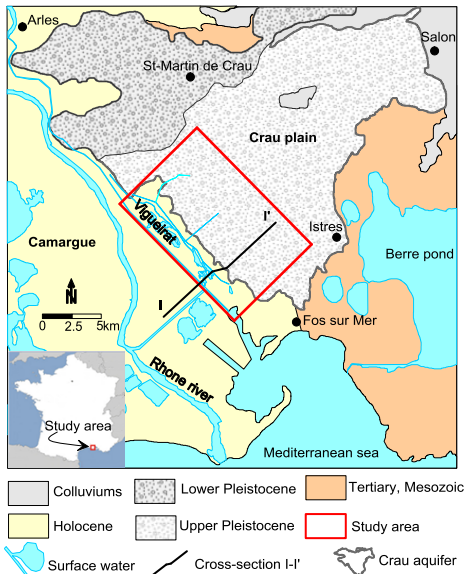


Figure 4. Location of Crau coastal plain and the study area.

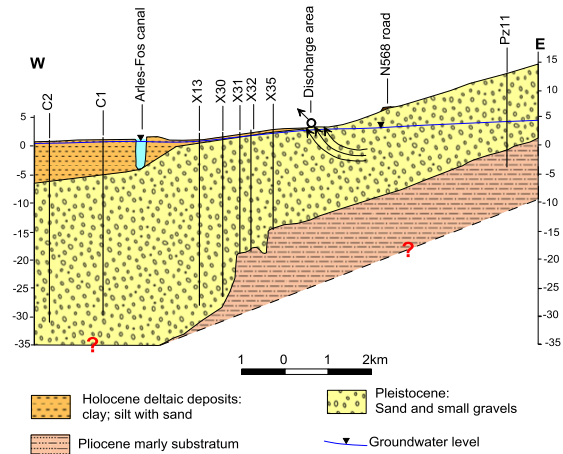


Figure 5. Schematic of hydrogeological cross section I-I' (BRGM, edited)

The study area was considered a suitable case of study area because: (i) it is an important aquifer in the South of France, highly vulnerable to salinization due to its coarse nature; (ii) groundwater salinity problems have occurred due to a great number of groundwater extraction wells for irrigation and the changes in the water management; (iii) the groundwater abstraction for domestic/industrial use caused significant variation of water heads; (iv) a dataset over a 20 year period is available for the site.

The Crau aquifer is globally unconfined, but becomes semi-confined to confined in the marsh area of Vigueirat and Landre ponds (Figure 5), due to the presence of semi-pervious material (Rhone River sediment and lacustrine deposits). This material has low hydraulic conductivity (between 3.7×10^{-5} and 8.7×10^{-3} m/s) and its thickness in the study area varies from 0m at the limit of Crau aquifer to more 7m near Arles-Fos canal. The specific yield of aquifer obtained from pumping tests is in the range of 0.01 to 0.18 attesting the unconfined to semi-confined (leaky) behavior of aquifer.

4. Results and discussion

Two campaigns of EM surveys have been conducted (Figure 6) in marsh area around the saltwater front which was defined by electrical conductivity measurements .

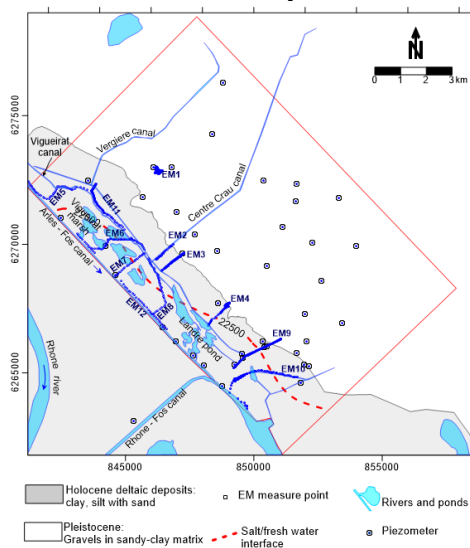


Figure 6. Position of electromagnetic (EM34) measurement points

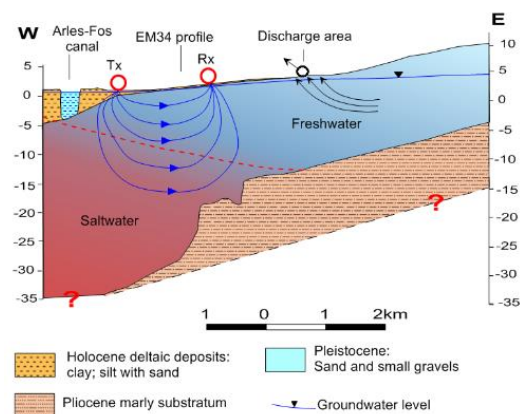


Figure 7. Principle of EM34 profile with regard to interface between fresh and salt water of cross section I-I'.

Principle EM profile with regard to saltwater front is shown in Figure 7. The first campaign have been carried out in four sectors northeastern side of the canal Colmatage (sectors 1-4) and the second campaign in eight sectors on the other side of canal (sectors 5-12). The transmitter-receiver separation was 10m (EM34-10) and 20m (EM34-20) with both vertical dipole (VD) and horizontal dipole (HD). Distance between sectors varies from about 600 m to 11 km. 480 points were measured with EM34-10, 853 points with EM34-20 and 30 points with EM34-40 (Table 1). The topography in marsh area is flat at a level between 0-1 m.asl in the marsh zone and 2-3 m.asl in the sector 1-4. In several sectors, some measurements with an intercoil separation of 40m (EM34-40) have been added in order to image the apparent electrical conductivity distribution at the difference depths. These surveys have covered distances of more than 30km (Figure 6, Table 1).

Table 1. EM34 profiles in research area

Sector	Location	Distance (m)	Measurements (point)	
			EM34-10	EM34-20
1	Center Crau (nearby P21, P21bis)	1,600	90	73
2	Along Center Crau canal	909		22
3	Nearby X20 piezometer	1,153		32
4	Nearby X26 piezometer	1,235	29	36
5	Northern of Vigueirat Center of	1,977	57	57
6	Vigueirat, nearby XB Center of	2,028		40
7	Vigueirat, nearby X19	1,426	33	33
8	Southern of Vigueirat	2,598		121
9	Sector Pissarotte, nearby X13, X31	2,236	117	96
10	Sector Tonkin	2,599	28	83
11	Along Colmatage canal	5,849		107
12	Along canal Arles-Fos	6,800	126	153
	Total	30,410	480	853



Figure 8. EM34 measurement in study area

After two campaigns of EM survey, 12 profiles of EM34 have been done (Figure 6 and Table 1) in the marsh area, with 10 profiles perpendicular with salt-freshwater limit and two others along the canals. The spatial distribution of apparent soil electrical conductivity (σ_a - mS/m) of EM34-20 have been compared with a spatial distribution of electrical conductivity (EC) measurements from in pore water at 10 m depth. The small σ_a (<30 mS/m) characterize the freshwater zone in the center and northeast of Crau. In the zone along the Colmatage canal in center of marsh area, σ_a varies from 30-80 mS/m characterize a saline intrusion zone, equivalent to EC from 6000-18000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. In the southwest area, σ_a is very high (>100 mS/m) characterize the saltwater zone.

The EM34 data have been interpreted by using the software EM4Soil - a software package which was developed to enable the inversion of electromagnetic (EM) conductivity data σ_a acquired at low induction numbers (EMTOMO, 2015). The inversion algorithm is based upon the Occam regularization method (Sasaki, 1989, Sasaki, 2001) was described and applied in several studies (Santos et al., 2010, Triantafilis and Monteiro Santos, 2013, Triantafilis et al., 2013). With the inverse model, EM34 apparent

conductivity (σ_a) were inverting using a 1-D spatially constrained algorithm for quasi-3D conductivity imaging, then a map of spatial distribution of estimated electrical conductivity σ have been done would help to better understand in term of geology (structure, lithology,...) and hydrogeology (saline groundwater interface, ...).

The first campaign, studying the thickness and geometry of depositional systems, using intercoil spacing of 10 and 20 m, has been applied on 4 sectors in the NE of the Colmatage canal. This sector contains freshwater and is far from salt-freshwater limit as determined by electrical conductivity measured in piezometers. The second campaign have been developed around the salt intrusion zone described by previous studies (SAFEGE, 2006). This campaign was dedicated to understand the current distribution of salt and brackish water in this aquifer.

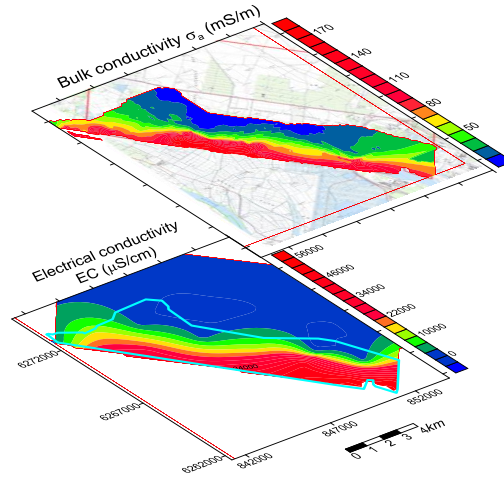


Figure 9. Spatial distribution of appaent electrical conductivity σ_a (mS/m) with EM34-20m HDM (upper) and electrical conductivity ECe (μ S/cm) in groundwater at -10m depth from groundwater level in piezometers (lower), red and blue colors represent the conductive and resistive layers, respectively.

Table 2. EM-34 survey measurement statistics

Sensor	Readings	Mean+ 1std dev.	Std dev.	Min	Max
VDM-10m	435	77.38	64.83	7.13	201.30
HDM-10m	435	29.17	24.74	3.80	93.34
VDM-20m	774	58.99	38.30	10.50	198.07
HDM-20m	774	60.12	48.75	9.70	232.65
VDM-40m	30	62.32	13.65	49.00	112.60
HDM-40m	30	42.97	2.87	38.60	48.00

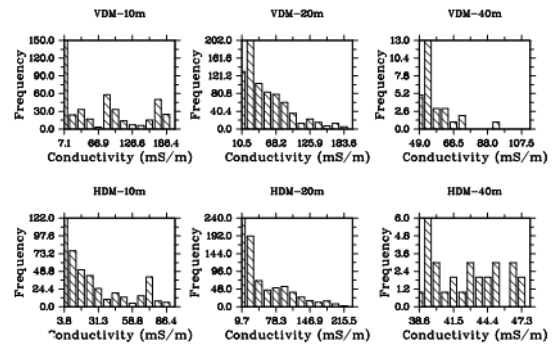


Figure 10. EM34 data statistic of all measurements

To interpret the spatial distribution of electrical conductivity σ within these sectors, one campaign of electrical conductivity ECe profiling in boreholes has been done at the same period of geophysical campaign. Two perpendicular sectors of ECe have been investigated, one along the road N286 (Figure 11) and the other along the canal from Arles-Fos (Figure 12). On both profiles, spatial distribution of ECe is clear. Spatial maps of estimated σ from electromagnetic EM34 were compared to the spatial maps of

ECe. The spatial, vertical distribution of ECe measured in piezometers (Figure 11) shows that the saltwater comes from SW to NE. Saltwater (with $EC_e > 2250$ mS/m) from -10 m in X4415, and from -14 m in X13 but in X33, EC_e at -20 m is only 2030 mS/m. The spatial distribution map of σ (Figure 11) shows a similar pattern with higher conductivity in the SW, and decrease to the NE. High value of electrical conductivity $\sigma > 150$ mS/m is observed at about 10 m depth in X13 but disappears even at -20 m depth in X31.

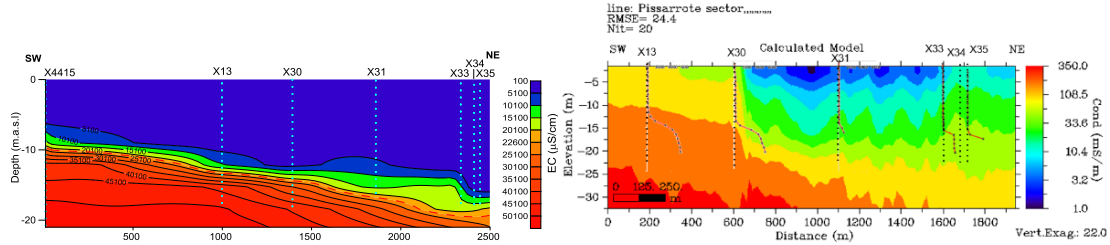


Figure 11. Spatial distribution of upper) electrical conductivity water in piezometers ($EC_e - \mu S/cm$) and below) estimated electrical conductivity from EM34 apparent electrical conductivity ($\sigma_a - mS/m$) in sector EM9 (Pissarrote)

It is similar for the sector along the Arles-Fos Canal. A spatial distribution of σ was obtained from the apparent survey electricity with root mean square error (RMSE) of 28.0%. The 2-D estimated σ profile shows that the higher σ are distributed in SE and decrease to NW direction. From Figure 12 the depth of saline groundwater with $EC_e > 2250$ mS/m have been found at 14 m depth in L1 and are not present in X21 (at 18m). Comparing the pattern of two sectors, the saline groundwater zone from Figure 12 has the pattern of $\sigma > 150$ mS/m and fresh water zone with σ between 5 and 40 mS/m. From the pattern of the distribution of the estimated electrical conductivity and electrical conductivity of water in piezometers from Figure 11 and Figure 12, the inverse models compared favorably with the electrical conductivity profiles obtained from piezometer measurements. It is obvious that the distribution of σ confirms the presence of saline groundwater.

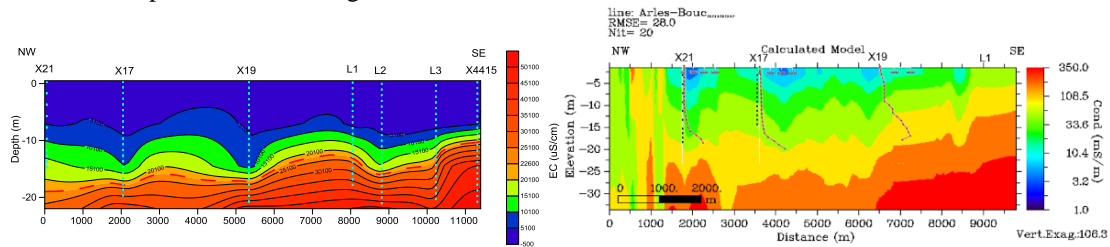


Figure 12. Spatial distribution of a. electrical conductivity water in piezometers ($EC_e - \mu S/cm$) and b. estimated electrical conductivity from EM34 apparent electrical conductivity ($\sigma_a - mS/m$) in sector EM12 along the canal from Arles-Fos.

In sector 1, the small σ (less than 2 mS/m) have been found from top to about 4 m depth. One can distinguish the water table in the aquifer (water table in Pz21 is 3.15 m). In some sectors, σ of the top soil (few meters depth) is very high ($\sigma > 150$ mS/m) and compares to the values of EC_e smaller than 20 mS/m (fresh water). These zones coincide with the clay layer described in piezometers XB, X19, L1. The electrical conductivity is high in some places because: 1) water table is very low about 0.3 m to 0.7 m from the surface; 2) saltwater table is shallow (less than 10 m); 3) surface water is not connected to pond or canals and 4) effect of evapo-transpiration that concentrates salt in water. In comparison, the saturated sand and gravels layer with fresh water ($EC_e < 200$ mS/m) is characterized by σ ranging between 5 and 40 mS/m.

In sector EM12 along the Arles to Fos canal, the value of RMSE is 28% and could be due to the low resolution of σ_a along this sector. The sector is too long (>10km), and data of EM34 is discontinue in some parts because of the security regulation of Vigueirat (cows and bulls grazing).

Despite these comparisons and validations, electrical conductivity σ appears to sign the presence of saltwater and the difference of lithology. Therefore, the spatial distribution of σ from quasi 3-D imaging have been done to validate and calibrate at difference depths the saltwater model (Figure 13).

Figure 13 shows the spatial pattern of estimated electrical conductivity from EM34 data at difference depths. All distributions show a high conductivity zone in the southwestern part of the area. These

conductive zone can potentially present saltwater intrusion. Coupled with 2-D cross sections (Figure 11, Figure 12), interpretation for the different depth has been done. With the respect to soil type and conductivity, the depth of clay layer and the interface of salt-fresh water have been determined.

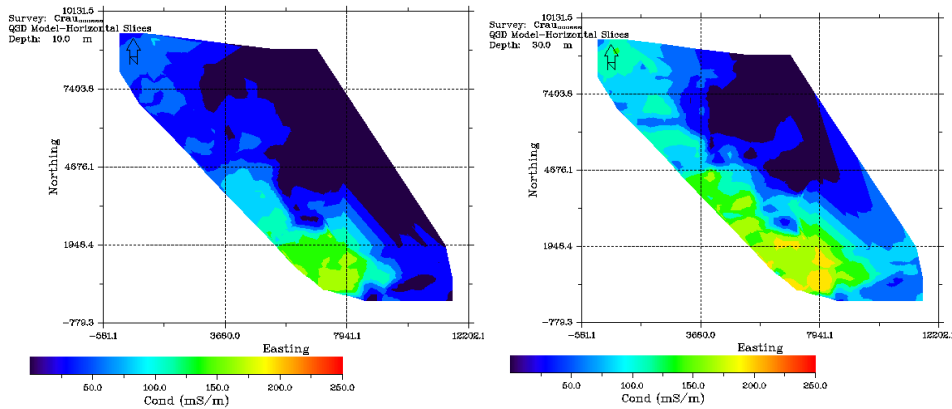


Figure 13. Spatial distribution of estimated EC (ms/m) at 10m and 30m depth from a joint inversion of EM34-10, EM34-20 and EM34-40 data using a 1-D laterally constrained algorithm for quasi-3D conductivity imaging;

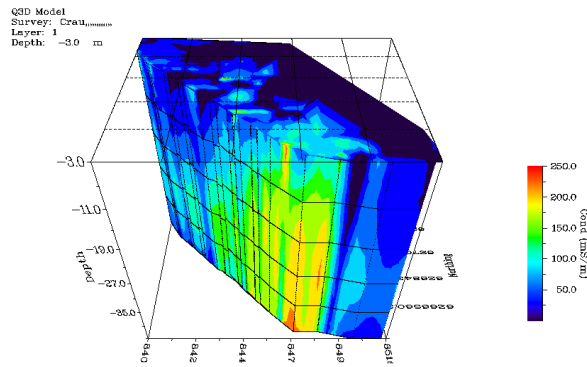


Figure 14. 3D distribution of estimated EC (σ - ms/m) from a joint inversion of EM34-10, EM34-20 and EM34-40 data using a 1-D laterally constrained algorithm for quasi-3D EC imaging

Resistivity distributions from EM and ERT methods show four different layers. i) A superficial unsaturated layer made of coarse sand and gravel (thickness of about 6 m) in the northeastern part of marsh area (center of research area) with very low $\sigma < 2$ mS/m; ii) a saturated coarse sand and gravel layer with fresh water where σ ranges from 2 to 30 mS/m; iii) a superficial fine sand and clay layer found in marsh area where σ varies from 100 to more than 300 mS/m and iv) a conductive ($\sigma > 80$ mS/m) coarse sand and gravel layer saturated by brackish or saltwater observed between 3-7 and 30 m depth in sector Pissarotte and between 15-20 and 30 m depth in Vigueirat area (Figure 11 and Figure 12).

The electrical conductivity of aquifer increases with depth and towards SW due to saltwater. The most conductive area is found in sector Pissarotte (Figure 11) and in sector along the Arles-Fos canal (Figure 12) with $\sigma > 150$ mS/m at a depth less than 10 m. This characteristic is observed for all other sectors in the marsh area.

The variation of electrical conductivity also corresponds to the variation of lithology. The thickness of superficial fine sand and clay layer increases to SW from 0 m in center to 5-7 m along the Arles-Fos canal. On the other hand, water level decreases to SW from 2-3 m in the NE of marsh area to 0.3-0.7 m SW of marsh. Therefore the thickness of high conductive (low resistivity) superficial layer also increases to SW due to: i) influence of clay content and ii) increase of dissolved salt due to evaporation.

5. Conclusion

Geophysical methods are very useful techniques to inform on the hydrogeological characteristics and calibrate models. Inversed 2D and 3D geophysical models provide high resolution datasets of subsurface structure at a low cost and in a short time. However, this technique still faces difficulty while different resistivity models may produce the same apparent geophysical effect. Therefore, to reduce the errors and

uncertainties in geoelectrical models, it is necessary to compare these models with geological and hydrogeological data.

In the study area, the saltwater front is located around the marsh area where it is distributed in a dense network of ponds, canals and the bulls grazing fields of the bull husbandry industry. Because space for geophysical measurements is very constrained, electromagnetic methods appear useful and need little measurement space. An electromagnetic method using a EM34 device have been applied for mapping the saltwater intrusion with a total investigation length of more than 30km. This method is very simple and rapidly operated at a low cost and on a restrained surface. In order to reduce the errors and uncertainties and to validate results of EM method, a combination of difference geophysics techniques is strongly recommended. Electrical Resistivity Tomography (ERT) was the second choice and developed within this study in three profiles. The advantage of the ERT method is the quality of the electrical resistivity data obtained with relatively high spatial resolution. Both the EM and ERT can be coupled to obtain a continuous coverage of the underground in 2D and 3D spaces. The EM34 data have been interpreted using the software EM4Soil and ERT resistivity interpretation have been done with RES2DINV.

Based on the apparent resistivity/conductivity values obtained from ERT and EM investigations, 3D saltwater distribution was characterized. The low resistivity area is located in the southwest of the study area. Low resistivities were found from 4-5 m.asl close the southwest boundary to more than 20 m.asl near X34, X35 (about 1.7km from the boundary). Observations of water in wells and boreholes also indicate brackish water. In marsh area, low resistivity was found near the surface confirming the presence of a top clay layer and the salinity of surface water caused by evaporation. Outside this area no indication of saltwater or saltwater intrusion has been found.

Based on ERT results, porosity of the aquifer was estimated using the Archie's law for each layers of the aquifer. Data provide detailed information on geometry of the aquifer that can be further interpreted using the lithological descriptions from boreholes.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work has been supported by the Project 322 of Ministry of Training and Education (Vietnam) and France government (French-Vietnamese cooperation).

Tài liệu tham khảo

- Archie, G. E. (1942, December 1). The Electrical Resistivity Log as an Aid in Determining Some Reservoir Characteristics. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/942054-G
- Borne, V. 1990. La méthode électromagnétique EM 34-3 pour la prospection de sub-surface. Bulletin of the International Association of Engineering Geology - Bulletin de l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur, 42, 11-20.
- BRGM 1995. MARTCRAU: Actualisation du modèle de la nappe de la Crau. 94-D-211, 73.
- EMTOMO 2015. EM4Soil-v2.03 – a program for 1D Laterally Constrained Inversion. In: EMTOMO (ed.).
- Fitterman, D. V. & Deszcz-Pan, M. 2004. Characterization of saltwater intrusion in South Florida using electromagnetic geophysical methods. 18 SWIM. Cartagena 2004, Spain.
- Frohlich, R. K., Urish, D. W., Fuller, J. & O'Reilly, M. 1994. Use of geoelectrical methods in groundwater pollution surveys in a coastal environment. Journal of Applied Geophysics, 32, 139-154.
- Goldman, M., Gilad, D., Ronen, A. & Melloul, A. 1991. Mapping of Seawater Intrusion into the Coastal Aquifer of Israel by the Time Domain Electromagnetic Method. Geosurveying, 28, 153-174.
- McNeill, J. D. 1980. Electromagnetic terrain conductivity measurement at low conduction numbers. Geonics.
- Nguyen Bach Thao, 2016. Coupling geophysical and Isotopic approaches to better simulate saltwater intrusion into coastal aquifers: A case study in the Crau aquifer. *PhD thesis*. University of Avignon, France.
- Olioso, A., Lecerf, R., Baillieux, A., Chanzy, A., Ruget, F., Banton, O., Lecharpentier, P., Trolard, F. & Cognard-Plancq, A.-L. 2013. Modelling Modeling of Drainage and Hay Production over the Crau Aquifer for Analysing Impact of Global Change on Aquifer Recharge. Procedia Environmental Sciences, 19, 691-700.
- Santos, F. A. M., Triantafyllis, J., Taylor, R. S., Holladay, S. & Bruzgulis, K. E. 2010. Inversion of Conductivity Profiles from EM Using Full Solution and a 1-D Laterally Constrained Algorithm. Journal of Environmental and Engineering Geophysics, 15, 163-174.
- Santos, F. A. M., Almeida, E. P., Castro, R., Nolasco, R. & Mendes-Victor, L. 2002. A hydrogeological investigation using EM34 and SP surveys. Earth Planets and Space, 54, 655-662.
- Santos, F. A. M. 2004. 1-D laterally constrained inversion of EM34 profiling data. Journal of Applied Geophysics, 56, 123-134.

- Stewart, M. T. 1982. Evaluation of Electromagnetic Methods for Rapid Mapping of Salt-Water Interfaces in Coastal Aquifers. *Ground Water*, 20, 538-545.
- Sasaki, Y. 2001. Full 3-D inversion of electromagnetic data on PC. *Journal of Applied Geophysics*, 46, 45-54.
- SAFEGE 2006. Evolution de la salinité dans le secteur de la Pissarotte. Report 7/2006.
- Triantafilis, J., Terhune, C. H. & Santos, F. A. M. 2013. An inversion approach to generate electromagnetic conductivity images from signal data. *Environmental Modelling & Software*, 43, 88-95.
- Triantafilis, J. & Monteiro Santos, F. A. 2013. Electromagnetic conductivity imaging (EMCI) of soil using a DUALEM-421 and inversion modelling software (EM4Soil). *Geoderma*, 211–212, 28-38.

Intergration of SWAT and MODFLOW model to assess the surface and ground water availability in Dong Nai basin

Nguyễn Bách Thảo^{1,2,*}, Đỗ Xuân Khánh²

¹ Faculty of Geosciences and Geo-engineering, Hanoi University of Mining and Geology

² Centre for Excellence in Analysis and Experiment (CEAE), Hanoi University of Mining and Geology

² Thủy lợi University

ABSTRACT

Water is one of the most essential natural resource on Earth. A good assessment of both surface and ground water always leads to an effective and sustainable water resources management. In Vietnam, the management of water resources has mainly focused on surface water, the problems related to ground water have not been manage in a rigorous manner. This study aims to assess surface and groundwater availability in Dongnai river basin by integrating SWAT and MODFLOW models. These models were run individually and integrated through the recharge rates. The simulation results were then compared and showed good agreement with observed data. The results showed Tuyen Lam, Da Huoai and Dak Song districts are the locations which have high surface water potential which is in the range of 40-50 l/s/km². The ground water simulation indicated the areas having high ground water availability are located at the same places with the regions having high surface water availability. Dak Song is also the region having the highest ground water availability with around 9 l/s/km².

Từ khóa: Surface water, groundwater, SWAT, MODFLOW, Dongnai, recharge rate

1. Introduction

These days, water scarcity is a widespread problem around the world. Water availability becomes a matters of interest in everywhere, especially in arid or semiarid areas. Traditionally, management of water resources has concentrated on surface water or ground water as if they were separate entities (Winter et al., 1998). However, surface water and ground water are not separate components in the hydrological cycle (Dowlatabadi et al., 2015). In Vietnam, water resources management has mainly focus on the surface water (Chau and Khanh, 2017, Au et al., 2013; Phung et al., 2014), while problems related to groundwater have not been managed in a rigorous manner. In most of the studies have been done, modelling is the most suitable method for simulating surface and groundwater availability.

The Soil and Water Assessment Tool (SWAT) and MODFLOW are 2 well-known and widely-used surface and groundwater models, respectively. These two models represent two different environments and each is limited in its simulation domain with their corresponding strong points and drawbacks. In one side, SWAT is a basin scale, semi-distributed model and is often used to simulate hydrological processes in surface and in shallow aquifer. Its calculation is based on hydrological response units (HRUs), which are conceptual units of homogeneous land use, management, slope, and soil characteristics that extend below the surface to a soil profile depth (Arnold et al., 1998). SWAT model can only simulate shallow ground water flow in a restricted layer, around 6 m below ground surface, in which the seepage below it is assumed to be lost and out of the system (Neitsh et al., 2011). In the other side, MODFLOW presents as a three dimensional, distributed finite-difference ground water model and it can simulate ground water flow for variably saturated subsurface systems including shallow and deep aquifers. However the model is limited to investigating ground water-surface interaction, as it cannot simulate surface process. On the other words, the ground water model was not adequately linked to surface water model (Anh et al., 2009; Hiep et al., 2012; Quynh et al., 2014). In those study, ground water recharge, an important input for ground water model, could not be calculated from hydrological components, which are precipitation, evapotranspiration and surface runoff, however it was determined through trial and error method during calibration process.

In recent decades, there were some conjunctive simulations of surface water and ground water using SWAT and MODFLOW (Putthividya et al., 2017; Kim et al., 2008; Guzman et al., 2015; Dowlatabadi et al., 2015). In those studies, there were several methods to integrate SWAT and MODFLOW, however the

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenchthao@humg.edu.vn

integration through recharge rate between HRUs in SWAT and cells in MODFLOW is the most feasible method. Those studies were successful in evaluation of water availability in various regions of the world and became a useful data to support the water management policy.

Dong Nai river basin is one of four major river basin in Central Highland in Vietnam. This region were dominated by many ethnic populations whose have low standard of living. Their income mostly comes from agricultural products including perennial tree such as coffee, rubber and pepper or annual trees which are much dependent on water resources. The role of surface and ground water in this area are both very important. Therefore an adequate assessment of water availability for surface and ground water is really necessary. This study aims to integrate SWAT and MODFLOW model to assess the surface and ground water availability in Dong Nai river basin. The model accuracy was ensured through the calibration and validation process with observed data.

2. SWAT, MODFLOW and their integrated structure

2.1. SWAT model

SWAT is a physically based and semi-distributed model developed by Agricultural Research Services of United States Department of Agriculture. It is a basin scale model using to simulate: hydrology of basin, water quality, climate change, crop growth, sediment yield and impact of land management practices (Fadil et al. 2011). In SWAT the basin is divided into sub-basin and the sub-basin are further divided into Hydrologic Response Units (HRUs) which present as units with similar land use, slope and soil type. The model calculates the water balance for each HRU base on the following equation (Eq. 1) (SWAT user manual)

$$SW_t = SW_o + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{qw})_i \quad (1)$$

Where SW_t is the final soil water content at time t (mm), SW_o is the initial soil water content (mm), R_{day} is precipitation in day i (mm), Q_{surf} is the amount of surface runoff in day i (mm), E_a is the amount of return flow in day i (mm), Q_{seep} is the amount of water entering the vadose zone from soil profile in day i (mm) và Q_{qw} is the amount of return flow in day i (mm).

Recharge to both shallow and deep aquifers is estimated

$$w_{rchrg,i} = \left(1 - \exp\left[-1/\delta_{gw}\right]\right) \cdot w_{seep} + \exp\left[-1/\delta_{gw}\right] \cdot w_{rchrg,i-1} \quad (2)$$

where: $w_{rchrg,i}$ is the amount of recharge entering the aquifer on day i (mm); δ_{gw} is the delay time or drainage time of the overlying geologic formations (days); w_{seep} is the total amount of water exiting the bottom of the soil profile on day i (mm); and $w_{rchrg,i-1}$ is the amount of recharge entering the aquifer on day $i-1$ (mm).

The basic input required for SWAT simulation are topography, land use map, soil map and weather data. Figure 1 and 2 show some important features in Dongnai river basin. Out of the total study area, 56.5% is covered by forest, 36.2 % is covered by agriculture land and the rest is shared by other classes. The elevation ranges from 59 m to 2282 m. Fluvisols, Acrisols and Ferralsols are the major soil association of Dong Nai basin. The locations of 7 rain gauge stations including Dak Nong, Duc Xuyen, Dai Nga, Dai Ninh, Lien Khuong and Da Lat were presented in Figure 1a. There were two water level stations in Dong Nai basin. They are Dak Nong and Thanh Binh station with daily time series will be used for calibration and validation process.

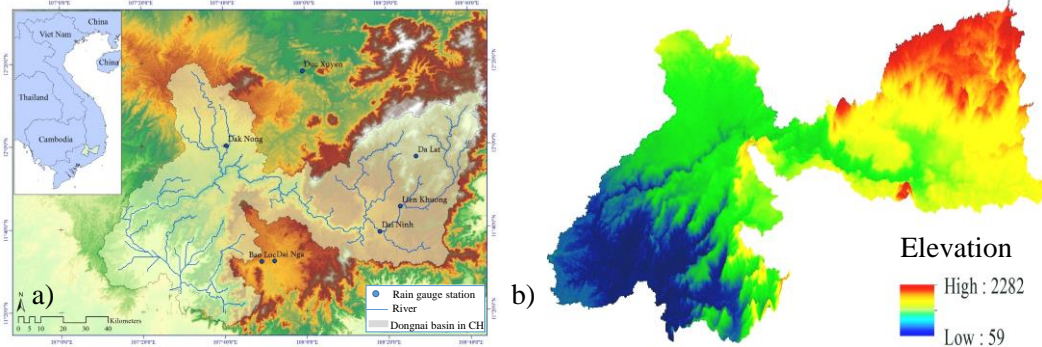


Figure 1 a) Location and b) topography data in Dongnai river basin

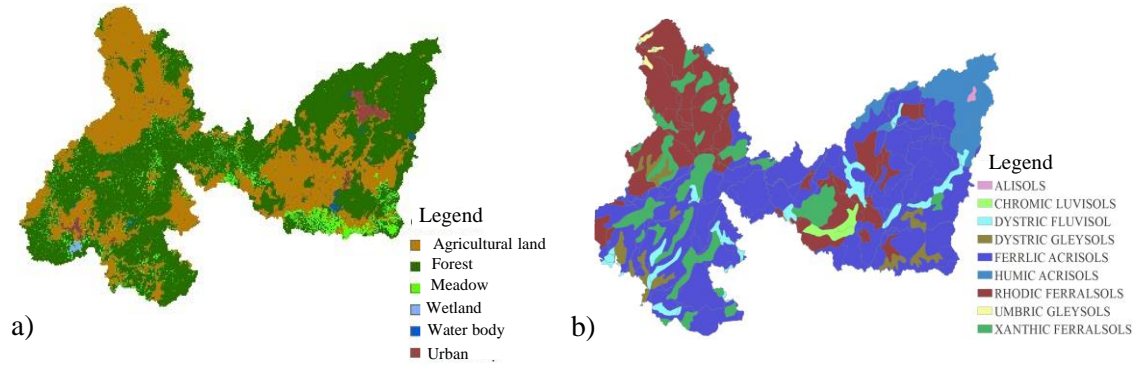


Figure 2 a) Land-cover and b) soil data in Dongnai river basin

2.2. MODFLOW model

MODFLOW is a three-dimensional finite-difference ground water model developed by Waterloo Hydrogeologic. It can simulate steady and non-steady flows in a saturated system, in which aquifer layers can be confined, unconfined, or a combination of confined and unconfined (Dowlatabadi et al., 2015). The model can consider all common boundary conditions including fixed pressure head, groundwater recharge, variable or constant fluxes and etc. In MODFLOW, the aquifer system is meshed by a discretized domain consisting of an array of node and associated finite difference cells (Chiang and Kinzelbach, 1998). Its governing equation is based on Darcy's law which is described by the following partial differential equation

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) - W = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \quad (3)$$

Where K_{xx} , K_{yy} and K_{zz} are the hydraulic conductivities along the x , y and z axes parallel to the major axes of hydraulic conductivities, h is the piezometric head, W is a volumetric flux per unit volume representing sources/sink of water, S_s is the specific storage of the porous medium, and t is time.

The ground surface of basin has been created by using the 30 m resolution Digital Elevation Map (DEM) (Figure 3a). The main geometric-structure and hydrogeological characteristics of the study area were based on the geological and lithological descriptions of 400 boreholes located in Central Highland areas. Their characteristics are very complex, however they can be categorized in to four main geological layers (Table 1). The grid size of the model is 1 km x 1 km (Figure 3b) and the boundary condition are river network, recharge rate and pumping wells.

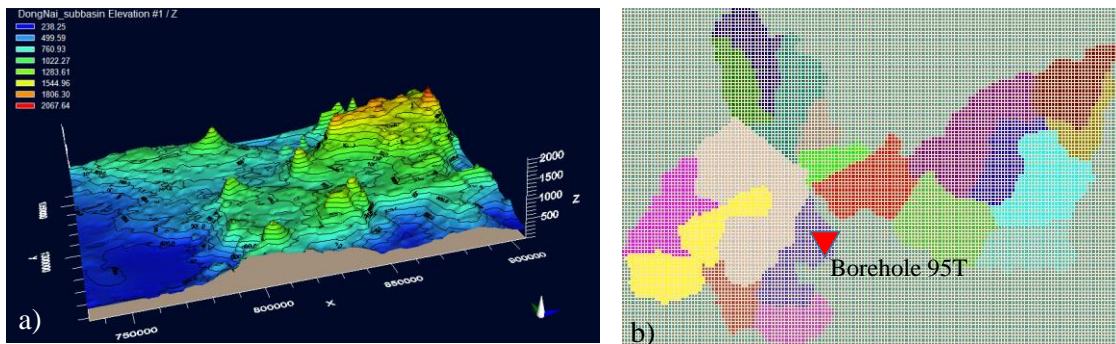


Figure 3 Three dimensional visualization of model

Table 1 Geometric-structure and hydrogeological characteristics of basin

Layer in model/ Geological type	Lithological description	Average Thickness (m)	Hydraulic Conductivity (K, cm/s)		Storage (S)			
			Range of K (cm/s)	Average K (cm/s)	Specific Yield: S_y (-)	Specific Storage Coefficient : S_s (1/m)	Effective porosity (-)	Total porosity (-)
Layer1: Quaternary (Q)	Alluvium sand, silty clay, gravel	5 ÷ 10	2.3E-05 ÷ 1.8E-02	1.90E-03	9.30E-02	1.00E-05	7.50E-02	9.40E-02
Layer 2: Neogen (N)	Sandstone, gravelstone, agrilitxe with peat, diatomit and tholeit basalt	50	3.0E-05 ÷ 1.5E-02	2.10E-03	8.80E-02	1.00E-05	7.10E-02	8.90E-02
Layer 3: Basalt Pleistocene (Q _{II})	Weathering basalt and porous basalt with tuf	70	1.2E-07 ÷ 6.9E-01	8.80E-03	8.80E-02	1.00E-05	7.00E-02	8.80E-02
Layer 4: Basalt Neogen-lower Pleistocene (bN ₂ -Q _I)	Basalt compact alternate with porous basalt	30	4.6E-05 ÷ 9.9E-03	1.70E-03	7.50E-02	1.00E-05	6.00E-02	7.60E-02

2.2. Structure of integrated SWAT and MODFLOW model

Figure 4a shows the schematic diagram of combined surface water model (SWAT) and groundwater model (MODFLOW). The upper layers including root zone, vadose zone and shallow aquifer are belong to SWAT model, and the lower layer – deep aquifer is belong to MODFLOW model.

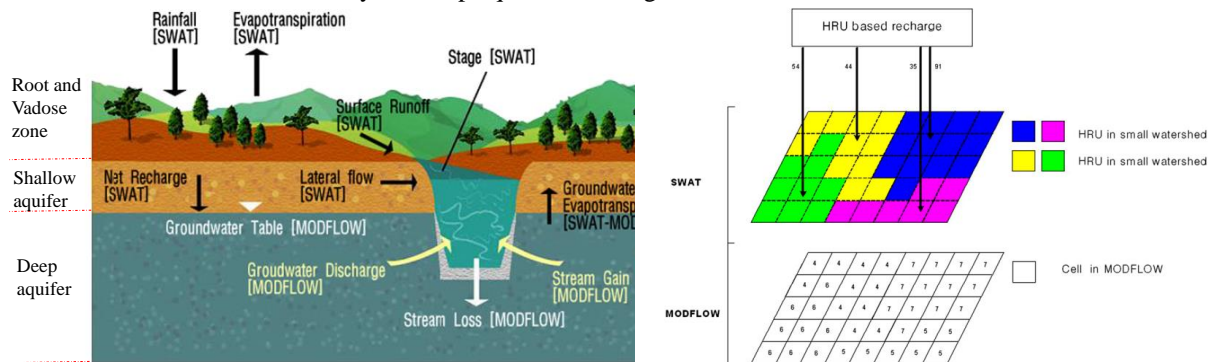


Figure 4 Schematic diagram of a) combining SWAT and MODFLOW b) exchange recharge rate from SWAT to MODFLOW (Kim et al., 2008)

In this study, SWAT and MODFLOW were setup to run individually and integrated through the recharge rates. These recharge rates were firstly estimated by SWAT model and presented as groundwater recharge values in HRUs level. In the integration process, the recharge rate of the HRU should be exchanged with cells, spatial location of each HRU in sub basins cannot be determined. Thus, to reflect HRU locations, one HRU is created for each sub basin by dominant land use, soil and slope option (Dowlatabadi et al., 2015)

3. Results and Discussions

3.1. Surface water availability in Dongnai river basin

Dong Nai river basin was divided into 19 sub basins as shown in Figure 3b. Figure 5 shows the comparison between simulated and observed monthly stream flow from 1986 to 2010 in Dak Nong and Thanh Binh stations. There were a good agreement between simulated and observed in term of graph's shape and their corresponding peaks. The NSE and R^2 coefficient in calibration process are shown in table 2. Table 3 presents some major parameters as hydrology component of SWAT that much affect to the simulation results. The best ranges of these parameters were found through the calibration process and were used for validation step. Figure 6 shows the validated results in 2015/2016 year in Dak Nong and Thanh Binh station, respectively. Their NSE and R^2 coefficient also were presented in Table 2. According to Moriasi et al. 2007, with the value of R^2 is larger 0.5 and NSE is greater than 0.75 the simulation results can be judged very well.

Table 2 Results of calibration and validation

Station	R^2		NSE	
	Calibration	Validation	Calibration	Validation
Dak Nong	0.83	0.93	0.82	0.94
Thanh Binh	0.74	0.81	0.74	0.80

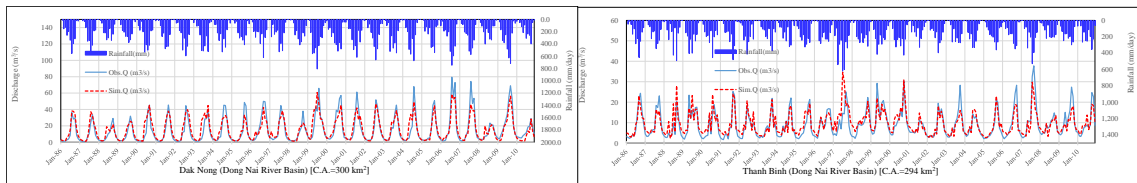


Figure 5. Comparison between simulated and observed monthly stream flow in calibration process (1986-2010)

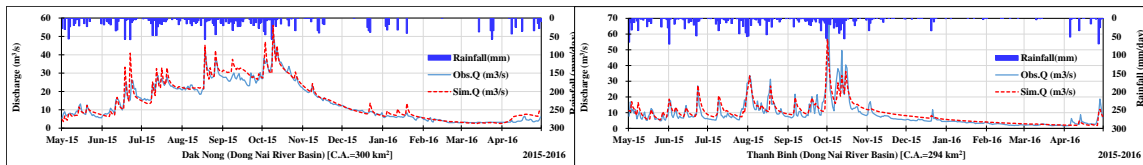


Figure 6. Comparison between simulated and observed monthly stream flow in validation process (2015/16 year)

Table 2 Calibrated SWAT parameters, their description and best range value

No	Parameters	Definition	Range
1	ALPHA_BF	Base flow alpha factor (<i>days</i>)	0.1-0.2
2	GW_DELAY	Ground water delay time (<i>days</i>)	31-51
3	CN2	SCS runoff curve number of moisture condition II	60-70
4	ESCO	Soil evaporation compensation factor	0.5-0.9
5	REVAPMIN (<i>mm</i>)	Threshold water depth in the shallow aquifer for revap to the deep aquifer	300-500
6	GW_REVAP	Ground water revap coefficient	0.02-0.2
7	QWQMIN (<i>mm</i>)	Threshold water depth in shallow aquifer required for return flow to occur	600-800
8	SOL_AWC	Soil available water storage capacity(<i>mm H2O/mm soil</i>)	0.2-0.4
9	R_RCHRG	Ground water recharge coefficient for deep aquifer	0.05-0.4
10	SOL_K	Soil conductivity (<i>mm/hr</i>)	15-50

The surface water availability in Dong Nai river basin in 2015/16 was presented in Figure 7. The areas which have high surface water potential are Tuyen Lam, Da Huoai and Dak Song districts in which flow module are in the range of 40-50 l/s/km². In contrast, the Proh and Phuoc Trung communes are the locations that having lowest flow module with around 15-20 l/s/km².

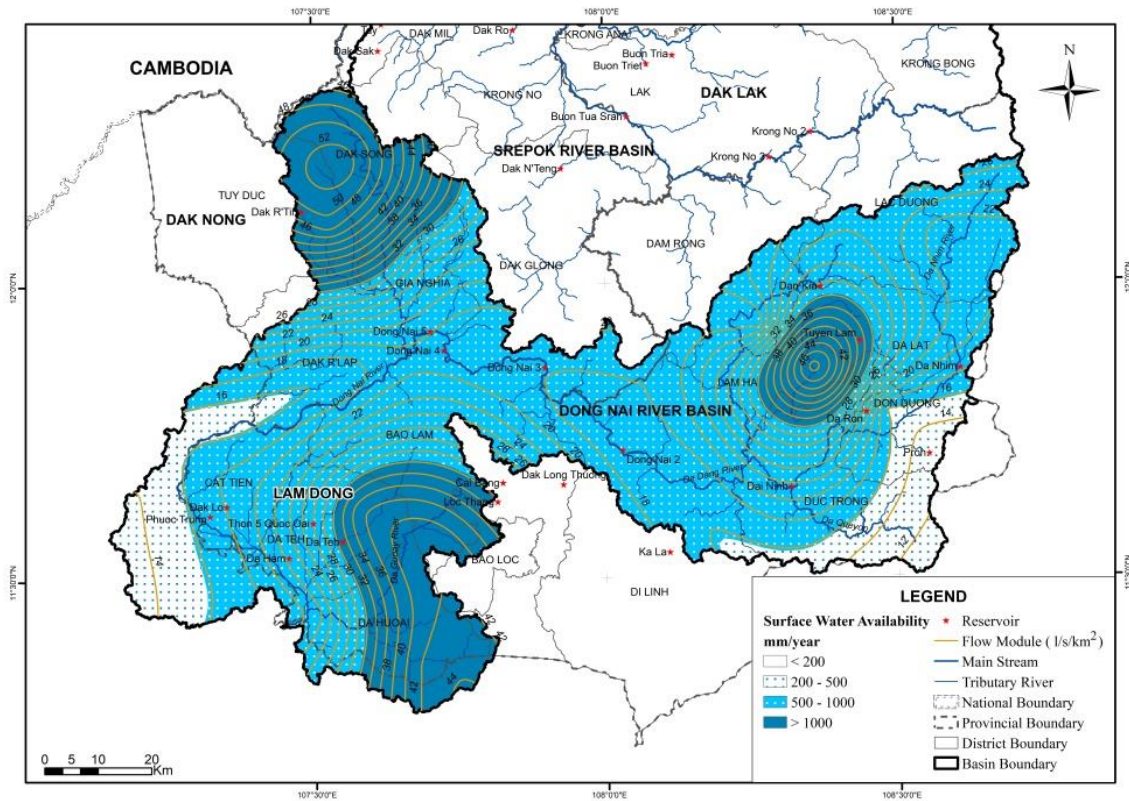


Figure 7. Surface water availability in Dong Nai river basin in 2015/16

3.2. Ground water availability in Dong Nai river basin

The ground water model was setup to run in turn in 2 conditions of flow a) steady state to get the initial water head for transient state and b) transient state to get ground water availability. The model was first calibrated to fit the observed ground water levels until it reached to an acceptance normalized root mean square (RMS). Figure 8a shows the scatter diagram of calculated and observed head. The RMS was 3,062%, indicated a good simulation results. Figure 8b shows the comparison between simulated and observed ground water level from 2008 to 2016 in borehole 95T. The graph showed a good match between observed and simulation result in term of the the graph's shape and their corresponding peaks.

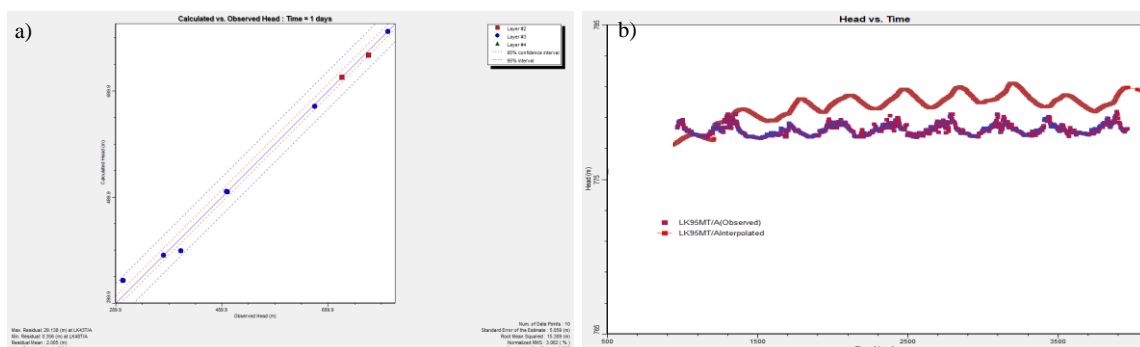


Figure 8. Comparison between observed and simulation ground water level in borehole 95T

Figure 9 illustrates the ground water level and availability in Dong Nai river basin in 2015/16. It showed that the areas having high ground water availability locate at the same places with the areas having high surface water availability. Dak Song is the region having the highest ground water availability with around 9 l/s/km². The other districts such as Da Hoai and Tuyen Lam also have high water potential with approximately 1.2 l/s/km².

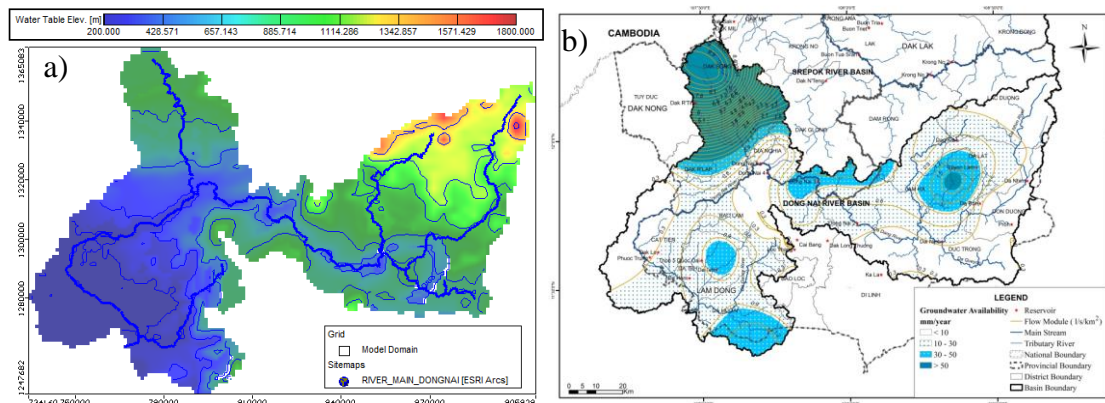


Figure 9. Ground water a) level and b) availability in Dong Nai river basin in 2015/16

4. Conclusion

In this study, the SWAT and MODFLOW models were used for combined simulation of surface and ground water in the Dong Nai basin. The SWAT and MODFLOW were run individually and linked together with recharge rates. The recharge values extracted from the HRUs of SWAT model were used in the cells of MODFLOW as the hydrological input. The simulation results including the stream flow and ground water level of two corresponding models were then compared and showed good agreements with observed data. The results showed Tuyen Lam, Da Huoai and Dak Song districts are the locations which have high surface water potential which is in the range of 40-50 l/s/km². In contrast, the Proh and Phuoc Trung communes are the regions that having lowest surface flow module with around 15-20 l/s/km². The ground water simulation indicated the areas having high ground water availability are located at the same places with the regions having high surface water availability. Dak Song is the region having the highest ground water availability with around 9 l/s/km². Da Hoai and Tuyen Lam are also the areas which have high water potential with approximately 1.2 l/s/km².

References

- Anh, T. N., Hoang, N. T., Son, N. T., Giang, N. T. (2009). Khả năng áp dụng mô hình MODFLOW tính toán và dự báo trữ lượng nước dưới đất miền đồng bằng tỉnh Quảng Trị. Tạp chí khoa học DHQG. Vol. 25, No. 3, 372-380
- Au, N. T. T., Liem, N. D., Loi, N. K. (2013). Applying GIS technique and SWAT model to assessing water discharge in Dakbla watershed. Journal of National University, Vol. 29, No. 3, 1-13.
- Arnold, J. G., Srinivasan, R., Mutiah, R. S., William, J. R. (1998). Large area hydrologic modeler and assessment part I: model development. J. Am. Water Resources. As. No. 34, 73-89.
- Chau, T. K. and Khanh, D. X. (2017) Study on water balance in Sesan river basin in drought year 2015/2016. Journal of Meteorological. Vol. 678, 44-53.
- Chiang, W. H., Kinzelbach, W. (1998). Processing mudflow: a simulation system for modeling ground water flow and pollution. Humburg, Zurich, p. 325.
- Dowlatabadi, S., Zomorodian, S. M. A. (2015). Conjunctive simulation of surface water and ground water using SWAT and MODFLOW in Firoozabad watershed. KSCE, 1-12.
- Fadil, A., Rhinane, H., Kaoukaya, A. Kharchaf, Y., Bachir, A. (2011). Hydrologic modeling of the Bouregreg watershed (Morocco) using GIS and SWAT model. Vol. 3, 279-289.
- Hiep, H. V., Ty, T. V. (2012). Đánh giá tài nguyên nước dưới đất tỉnh Trà Vinh sử dụng mô hình MODFLOW. Tạp chí khoa học DH Cần Thơ. Vol. 23, 42-51.
- Kim, N. W., Chung, I. M., Won, Y. S., Arnold, J. G. (2008). Development and application of the integrated SWAT-MODFLOW model. Journal of Hydrology. Vol. 356, 1-16.
- Moriassi, D. N., Arnold, J. G., Liew, V., Bingner, R. L., Harmel, R. D., Veith, T.L. (2007). Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed in simulations. Trans. ASBE, Vol. 50, No.3, 885-99.
- Neitsch, S. L., Arnold, J. G., Kiniry, J. R., William, J. R. (2011). Soil and water assessment toll theoretical documentation version 2009. Texas water resources institute technical report No. 406. College station, Texas.
- Putthividhya, A., Laonamsai, J. (2017). SWAT and MODFLOW modelling of spatial-temporal runoff

- and ground water recharge distribution. World environmental and water resources congress, 51-65.
- Quan, N. H. and Thang, M. T. (2014). Application of swat model in assessment water resources of upper stream of Thinaï lagoon serving sustainable development of Binhđinh province, Journal of Science and Technology, Vol. 17, No 14, 109- 118.
- Quynh, T. T. N., Tien, N. D. (2014). Đánh giá trữ lượng khai thác tiềm năng các tầng chứa nước dưới đất tại thành phố Tam Kỳ, tỉnh Quảng Nam bằng phần mềm Visual Modflow. Tạp chí khoa học và công nghệ, trường DH Huế. Vol. 1, 110-122.
- Winter, T. C., Harvey, J. W., Franke, O. L. and Alley, W. M. (1998). Ground water and surface water a single resources. U. S. Geological survey circular 1139, Denver Colorado 79.

Nghiên cứu địa chất công trình lũ bùn đá và các giải pháp phòng chống

Lê Trọng Thắng*
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Nội dung báo cáo khoa học đã giới thiệu những vấn đề chung về hiện tượng lũ bùn đá và những tác động phá hoại của chúng xảy ra trên thế giới và ở các vùng miền núi của nước ta; làm rõ bản chất của hiện tượng lũ bùn đá và điều kiện cần và đủ để có thể làm phát sinh hiện tượng. Báo cáo đã giới thiệu các giải pháp phòng chống dòng lũ bùn đá và chỉ rõ những nội dung nghiên cứu về địa chất công trình cần được tiến hành đối với hiện tượng lũ bùn đá để có cơ sở dự báo và đề xuất giải pháp xử lý thích hợp. Đặc biệt trong báo cáo tác giả đã kiến nghị giải pháp bấy ngậm để phòng chống lũ bùn đá cũng như chỉ ra điều kiện thích hợp để áp dụng giải pháp này.

Từ khóa: lũ bùn đá, phòng chống lũ bùn đá, bấy ngậm.

1. Đặt vấn đề

Lũ bùn đá là hiện tượng địa chất động lực công trình thường xuyên xảy ra hàng năm trên thế giới cũng như ở hầu hết các vùng miền núi của nước ta, gây nên những thiệt hại to lớn về vật chất cũng như con người và có lúc gây nên những thảm họa. Trên thế giới lũ bùn là hiện tượng phổ biến xảy ra ở hầu hết các châu lục. Ở các nước như Mỹ, các nước Nam Mỹ, Nga, Thụy Sĩ, Trung Quốc, Ấn Độ, Indonesia, Philipin... hầu như hàng năm đều xảy ra các trận lũ tuyết và lũ bùn đá và gây nhiều thiệt hại. Những trận lũ bùn đá trên thế giới điển hình gần đây có thể kể đến là xảy ra ở Colombia ngày 1.4.2017 làm hơn 234 người thiệt mạng, 202 người bị thương và 220 người mất tích và gây nhiều thiệt hại về vật chất (Nguồn mạng <https://thanhnien.vn>). Trận lũ bùn đá xảy ra ngày 9.1.2018 tại Nam California Mỹ làm ít nhất 17 người chết (Nguồn mạng <https://dantri.com.vn>).



Hình 1. Lũ bùn đá ở Nam California với khối tảng lẫn bùn sét cát (nguồn mạng)

Ở nước ta hàng năm đều xảy ra hàng chục trận lũ bùn đá ở các địa phương vùng núi Tây bắc như Sơn La, Lai Châu, Hà Giang; Đông Bắc như Cao Bằng, Bắc Cạn, Thái Nguyên, Quảng Ninh, các tỉnh miền trung như Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị và vùng Tây nguyên. Ngày 28.7.2015, tại Quảng Ninh đã xảy ra trận lũ bùn đá làm 17 người thiệt mạng.

* Tác giả liên hệ

Email: letrongthangdt@yahoo.com



Hình 2. Lũ bùn đá với hành phần chủ yếu là bùn đất ở Cẩm Phả Quảng Ninh (nguồn mạng)

Ngày 3.8.2017 xảy ra trận lũ quét, lũ bùn đá tại Yên Bái, Lai Châu, Sơn La làm 7 người chết, 27 người mất tích và 12 người bị thương... Có thể nói ở nước ta lũ bùn đá là hiện tượng địa chất ngoại sinh xảy ra rất phổ biến và tác động phá hoại khủng khiếp gây nhiều thiệt hại về người và của, ảnh hưởng đến đời sống dân sinh ở các vùng miền núi. Bởi vậy, việc nghiên cứu hiện tượng lũ bùn đá một cách đầy đủ nhằm làm rõ bản chất của hiện tượng cũng như cơ chế và điều kiện làm phát sinh, từ đó đề ra các biện pháp phòng chống đã được các nhà khoa học trên thế giới và các nhà khoa học Việt Nam đề cập và mang lại những kết quả đáng kể. Tuy nhiên, do tính chất và quy mô của hiện tượng rất khác nhau nên mỗi giải pháp cũng chỉ có tác dụng nhất định trong những điều kiện cụ thể và phần lớn nhằm hạn chế tác động bất lợi của hiện tượng.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

Hiện nay trong giới học thuật nước ta thường sử dụng các thuật ngữ lũ quét và lũ bùn đá để chỉ hiện tượng dòng nước có lưu lượng lớn tràn qua một khu vực địa hình thấp xảy ra trong một khoảng thời gian ngắn với tốc độ rất lớn và gây nên những phá hoại lớn trên đường vận chuyển của chúng. Dòng nước này có thể mang theo những lượng vật chất là đất đá với mật độ khác nhau. Lũ quét là một loại lũ có tốc độ mực nước lên rất nhanh khi một khối lượng nước khổng lồ di chuyển nhanh từ địa hình cao xuống thấp (<https://vi.wikipedia.org/wiki/luquet>). Ở nước ta, lượng nước lớn này thường do mưa với cường độ lớn, tập trung vào một miền thu nước có lưu vực lớn. Trong địa chất động lực công trình, lũ bùn đá là những trận lũ xảy ra ở các sông suối miền núi và các dòng chảy tạm thời, mang theo nhiều vật liệu như đất mềm rời, cát, cuội, sỏi, dăm, tảng có mức độ góc cạnh khác nhau (Địa chất động lực công trình- Loomtadze V.D 1982). Theo G.K. Bondaric, lũ bùn đá là những dòng chảy đột ngột của sông suối miền núi có chứa các vật liệu hòn mảnh cứng và đất đá mềm rời, xảy ra ở một số lưu vực sông do những trận mưa lớn hoặc do tuyết tan mạnh mẽ gây nên (Địa chất động lực công trình- G.K.Bondaric; V.V. Pendin; L.A. Iarg 2015). Theo V.D. Lomtadze, cũng như bất kỳ trận lũ nào, lũ bùn đá xảy ra đột ngột và nhanh chóng, có tốc độ chảy lớn hoặc tương đối lớn, xảy ra trong khoảng thời gian từ 3-5 giờ trở lại. Quá trình xảy ra lũ bùn đá thường kèm theo những đợt sóng do dòng chảy bị tắc nghẽn sau khi được khai thông dưới sức ép của khối vật chất tích tụ tầng dần hình thành nên. Trường hợp như vậy, dòng lũ bùn đá có thể diễn biến kéo dài từ 8 đến 12 giờ. Lượng chứa bùn đá của lũ bùn đá có thể thay đổi từ 10-15% đến 10-60%. Theo N.V. Kolomenxki, 1956, dòng lũ bùn đá có thể đạt tốc độ vận động 6-7 m/s và diễn ra trong thời gian 4-6 giờ, mật độ 1,8 T/ m³ và bán kính ảnh hưởng có thể đạt 20 đến 30 km (I.V. Popov, Địa chất động lực công trình, 1959)

Như vậy, có thể hiểu lũ bùn đá thực chất mang tính chất của một trận lũ quét nhưng có mức công phá lớn hơn, do trong dòng chảy có chứa một lượng đất đá lớn tạo nên động năng dòng chảy lớn để gây nên mức tàn phá ghê gớm.

3. Điều kiện xảy ra lũ bùn đá

Lũ bùn đá chỉ xảy ra trong những điều kiện nhất định. Việc nghiên cứu đầy đủ điều kiện xảy ra lũ bùn đá cho phép đưa ra những dự báo cần thiết để có biện pháp phòng tránh thích hợp, nhằm giảm bớt những tác động phá hoại của hiện tượng lũ bùn đá.

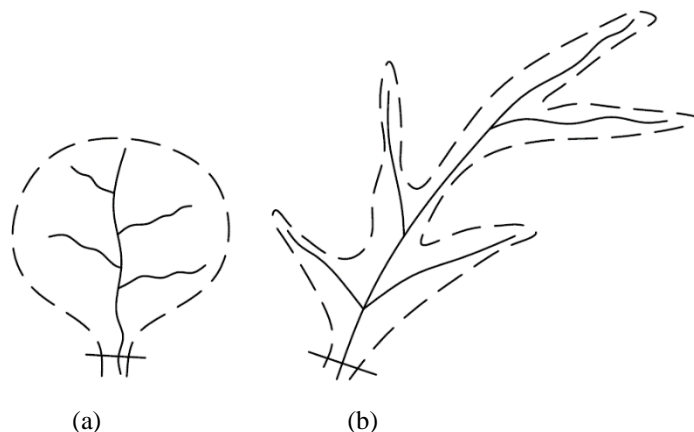
- Nguồn nước để hình thành nên dòng chảy: Để có được nguồn nước tạo nên dòng chảy với tốc độ lớn đòi hỏi phải có lượng mưa lớn và tập trung trong thời gian nhất định. Tuy vậy, để hình thành nên dòng chảy lớn và tập trung thì yếu tố địa hình và diện tích lưu vực tập trung nước là những yếu tố không thể thiếu được. Nơi có lưu vực thu nước với diện tích lớn, độ dốc địa hình lớn thì khi có những trận mưa

cường độ lớn và tập trung trong thời gian ngắn hoặc kéo dài đều là những tiền đề có thể gây nên hiện tượng lũ bùn đá. Lượng nước Q tạo nên dòng lũ bùn đá có thể xác định theo công thức cân bằng nước:

$$Q = X - (Z + U) \quad (1)$$

Trong đó: X – lượng nước mưa rơi xuống lưu vực; Z – lượng nước thấm xuống đất và U là lượng nước bốc hơi.

Tốc độ và khả năng tập trung nước đến dòng chảy chính phụ thuộc vào kích thước, hình dạng và độ dốc địa hình của lưu vực. Trường hợp địa hình lưu vực có cấu trúc đối xứng thì nước sẽ dồn về dòng chính nhanh hơn dạng cấu trúc bất đối xứng (Hình 3).



Hình 1. a- lưu vực cấu trúc đối xứng; b- lưu vực có cấu trúc không đối xứng

- Nguồn vật liệu: đối với dòng lũ thông thường thì lượng nước và yếu tố địa hình là điều kiện căn bản để hình thành dòng lũ. Tuy nhiên, đối với lũ bùn đá thì điều kiện hình thành nguồn vật liệu là điều kiện không thể thiếu để hình thành nên dòng lũ bùn đá. Nguồn vật liệu đất đá của lũ bùn đá được hình thành từ việc hòa tan, rửa lũa và phá vỡ đất đá trên đường di chuyển của dòng chảy. Nguồn vật liệu đất đá của lũ bùn đá chủ yếu được hình thành từ nguồn đất đá phong hóa và từ các khối trượt lở phát triển trong khu vực xảy ra trên các sườn dốc. Hiện tượng phong hóa và trượt lở có liên quan với nhau và đều là những nguồ cung cấp vật liệu đất đá chính cho dòng lũ bùn đá. Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa ở nước ta, cường độ phong hóa đất đá phụ thuộc rất nhiều vào đặc điểm thành phần và cấu tạo đất đá cũng như mức độ nứt nẻ do các hoạt động kiến tạo gây nên. Khu vực phong hóa mạnh có bề dày phong hóa lớn sẽ tạo nên nguồn vật liệu lớn cho lũ bùn đá. Khu vực đất đá bị nứt nẻ, phân cắt lớn sẽ tạo nên nhiều khối vật liệu có kích thước lớn.

- Đường vận chuyển của lũ bùn đá: Lũ bùn đá cũng vận động theo quy luật dòng chảy do tác động của trọng lực nên chúng được vận chuyển chủ yếu từ nơi có độ cao lớn đến nơi có độ cao thấp hơn theo cấu tạo địa hình khu vực. Dự đoán được con đường vận chuyển sẽ cho phép đề xuất biện pháp phòng tránh sự phá hoại của dòng lũ bùn lụt.

4. Kết quả và thảo luận

Các biện pháp phòng chống lũ bùn đá

Việc chọn biện pháp phòng chống lũ bùn đá phụ thuộc nhiều vào việc đánh giá quy mô cũng như tính chất của dòng lũ bùn đá có thể phát sinh tại một khu vực nào đó. Biện pháp phòng chống lũ bùn đá còn phụ thuộc diện tích và tầm quan trọng của khu vực bảo vệ. Để chọn giải pháp phòng chống lũ bùn đá cần xác định một số đặc trưng cơ bản của dòng lũ bùn đá. Theo I.I. Kherkheulidze (I.V. Popov. Địa chất công trình, NXB đại học tổng hợp Moxcva, 1959), trọng lượng thể tích của khối bùn đá được tính:

$$\gamma_c = \frac{100 \cdot \gamma_H}{\gamma_H (100 - p) + p} \quad (1)$$

Trong đó: γ_H - trọng lượng thể tích của vật liệu rắn (T/m^3) và p - hàm lượng vật liệu cứng của dòng lũ bùn đá tính theo % trọng lượng.

Lưu lượng vận chuyển của dòng cứng Q_H xác định:

$$Q_H = \frac{p}{\gamma_H (100 - p)} Q_B = \left[\frac{100}{\gamma_C (100 - p)} - 1 \right] Q_B \quad (2)$$

Trong đó: Q_B – lưu lượng nước trong dòng lũ bùn đá; γ_C – Trọng lượng thể tích của khối bùn đá.

Lưu lượng của dòng lũ bùn đá Q_C xác định:

$$Q_C = aQ_B \quad (3)$$

$$a = \frac{p}{\gamma_H(100-p)} + 1 = \frac{100}{\gamma_C(100-p)} \quad (4)$$

Vận tốc giới hạn (V_{gh}) để vận chuyển hạt đất đá xác định như sau:

$$V_{gh} = 3 \sqrt{d} \sqrt{(\gamma_H - 1)(1 - 0,01p)} \quad (5)$$

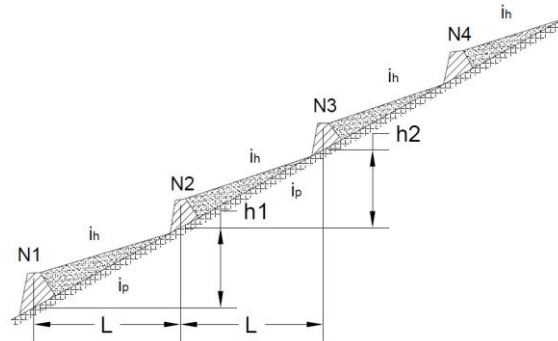
Trong đó: d – đường kính hạt được vận chuyển, m

Hiện nay, ngoài các biện pháp phòng ngừa phi công trình như trồng cây chống xói mòn đất, người ta thường áp dụng một số giải pháp sau:

1. Điều tiết dòng nước mặt: có thể sử dụng các biện pháp dẫn dòng để không tập trung nguồn nước vào dòng chính, làm giảm guy cơ hoặc hạn chế quy mô xảy ra lũ bùn đá. Để áp dụng giải pháp này đòi hỏi phải tiến hành công tác đo vẽ thực địa để xác định lưu vực cung cấp cho dòng lũ bùn đá; dự đoán đường vận chuyển, từ đó xác định vị trí địa hình thích hợp để xây dựng hệ thống kênh dẫn nước phân tán ra ngoài các khu vực nguy hiểm. Giải pháp này tuy đơn giản nhưng có thể áp dụng ở khu vực miền núi khi có điều kiện cho phép và mang lại hiệu quả rất tốt. Giải pháp này còn được kết hợp sử dụng để dẫn dòng mặt ra khỏi khu vực sườn dốc có nguy cơ xảy ra trượt lở, nhằm hạn chế nguồn bổ sung vật liệu đất đá cho dòng lũ bùn đá.

2. Biện pháp xây dựng hồ chứa: chọn địa điểm thích hợp để xây dựng hồ chứa và dòng lũ bùn đá sẽ chảy vào hồ và sẽ bị ngăn lại. Giải pháp này có quy mô xây dựng khá lớn và có thể sử dụng để bảo vệ khu vực rộng lớn khỏi tác động của dòng lũ bùn đá. Ở khu vực miền núi nước ta, lũ bùn đá thường xảy ra ở những nơi có dân cư thưa thớt và ít các công trình quan trọng nên giải pháp này thường khó được áp dụng, do hạn chế về nguồn lực đầu tư và hạn chế hiệu quả đầu tư.

3. Biện pháp xây dựng đập chắn: trên cơ sở nghiên cứu xác định đường vận chuyển của dòng lũ bùn đá và đánh giá đặc điểm tính chất và quy mô của dòng lũ bùn đá để chọn vị trí thích hợp để xây dựng đập chắn ngăn dòng lũ bùn đá. Đập chắn có thể được thiết kế theo một bậc hoặc nhiều bậc. Biện pháp này khá hiệu quả và có thể áp dụng rộng rãi ở miền núi nước ta. Tuy nhiên do giá thành cao nên cũng khó khăn cho việc lựa chọn giải pháp này.



Hình 4. Đập chắn ngăn dòng lũ bùn đá và cách xác định khoảng cách của chúng

Tùy theo quy mô cụ thể của dòng lũ bùn đá mà người ta có thể xây dựng một hay nhiều đập chắn trên đường vận chuyển của dòng lũ bùn đá. Góc nghiêng của bề mặt dòng lũ bùn sau đập I_n được xác định theo công thức của A. Brilinkki:

$$I_n = 0,093 \frac{b}{R} \quad (6)$$

Trong đó: b – đường kính hạt rắn trung bình và R là bán kính thủy lực;

I_p – góc nghiêng bề mặt địa hình của đáy dòng lũ bùn đá; h – Chiều cao đập, m;

l – khoảng cách của các đập chắn.

4. Biện pháp sử dụng rào lưới: Biện pháp này được các nhà khoa học Thụy sỹ áp dụng và làm thử nghiệm và cũng có hiệu quả khi ngăn dòng lũ bùn đá có khối lượng đất đá khá lớn. Biện pháp này nhìn chung có thể áp dụng ở miền núi nước ta, nhưng chỉ thích hợp để ngăn dòng lũ bùn đá ở đầu nguồn với vật liệu đá có kích thước khá lớn. Việc chọn vị trí xây dựng rào lưới cũng đòi hỏi phải nghiên cứu và đánh giá khả năng xảy ra lũ bùn đá và đường vận chuyển của nó.



Hình 5. Rào lưới ngăn lũ bùn đá của hãng Geobrugg Thụy sỹ

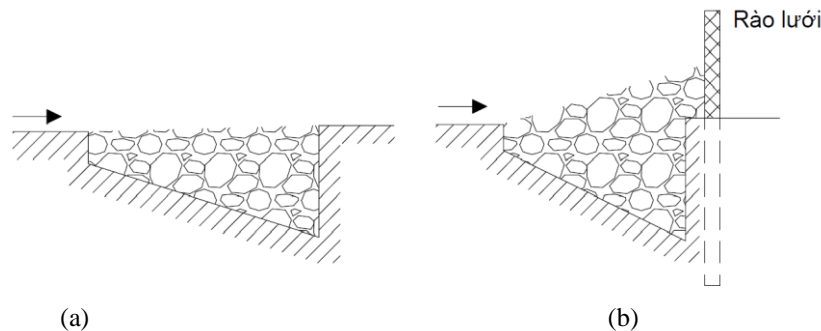
5. Biện pháp bẫy ngậm để phòng chống lũ bùn đá (Biện pháp kiến nghị)

Nguyên lý của giải pháp là tạo nên những bẫy ngậm để giữ lại những vật liệu đá có kích thước khối lớn ở phần đầu nguồn, nhằm hạn chế khả năng phá hoại của dòng lũ bùn đá. Những khối đá có ích thước lớn khi vận động cùng dòng lũ bùn đá có trọng lượng lớn nên tạo động năng lớn và có sức phá hoại lớn. Việc hạn chế thành phần khối đá lớn trong dòng lũ bùn đá cho phép hạn chế khả năng phá hoại của chúng.

Việc tạo bẫy ngậm có thể thực hiện theo một số dạng như hồ ngậm đơn hoặc bãi hồ ngậm.

Hồ ngậm đơn có kích thước lớn, chiếm hầu hết diện tích mặt cắt ngang của dòng chảy lũ bùn đá. Để bảo đảm an toàn cho người và gia súc, nên thiết kế hồ có chiều sâu lớn ở phần hạ lưu dòng chảy và nông dần về phía thượng lưu. Thể tích chứa của hồ ngậm đơn được tính trên cơ sở dự báo khối lượng vật liệu của dòng lũ bùn đá

Bãi hồ ngậm được thiết kế gồm nhiều hồ ngậm có kích thước nhỏ, được bố trí rải đều trên một diện tích khá lớn của dòng chảy lũ bùn đá. Giải pháp này có thể được sử dụng khi mặt cắt ngang của dòng lũ bùn đá lớn. Kích thước của các hồ ngậm nhỏ được xác định trên cơ sở tính tổng thể tích của nó phù hợp với khối lượng đất đá dự báo của dòng lũ bùn đá.



Hình 5. Mặt cắt đứng của bẫy ngậm (a) và Mặt cắt đứng của bẫy ngậm kết hợp rào lưới

Giải pháp bẫy ngậm có ưu điểm là đơn giản, dễ thi công và có thể sử dụng nguồn nhân lực địa phương để thi công. Để áp dụng giải pháp bẫy ngậm phòng chống dòng lũ bùn đá, điều quan trọng là phải đánh giá được khả năng và đặc điểm địa chất của khu vực, xác định được đường vận chuyển của dòng lũ bùn đá và chỉ nên áp dụng ở khu vực đầu nguồn để ngăn chặn vật liệu rắn khối lớn của dòng lũ bùn đá nhằm hạn chế tác động phá hoại của chúng. Để nâng cao hiệu quả phòng chống lũ bùn đá có thể sử dụng giải pháp kết hợp như bẫy ngậm kết hợp rào lưới (Hình 5 – b).

Nghiên cứu Địa chất công trình lũ bùn đá để chọn giải pháp phòng chống

Để thiết kế giải pháp phòng chống lũ bùn đá hiệu quả, cần tiến hành công tác nghiên cứu địa chất công trình khu vực có khả năng phát sinh hiện tượng. Nội dung nghiên cứu gồm:

- * Nghiên cứu sự hình thành nguồn nước dựa vào bản đồ địa hình khu vực để xác định diện tích lưu vực của dòng lũ bùn đá có thể hình thành và ảnh hưởng đến khu vực nghiên cứu.
- * Xác định đường di chuyển của dòng lũ bùn đá
- * Nghiên cứu nguồn vật liệu đất đá
 - Nghiên cứu nguồn gốc, thành phần đất đá cấu tạo nên địa hình lưu vực, đặc biệt là đất đá của các sườn dốc, mái dốc tại những khu vực có khả năng tập trung lượng nước và tốc độ vận động lớn;
 - Nghiên cứu thành phần đất đá phong hóa, đặc biệt là tính chất cơ lý, tính thấm và khả năng tan rã của đất, dự đoán bề dày phong hóa;

- Nghiên cứu hệ thống đứt gãy và khe nứt phát triển trong các vết lộ đá, đánh giá khả năng vỡ vụn và kích thước vỡ của khối đá;
- Dự báo thành phần và hàm lượng theo kích thước vật liệu có thể của dòng lũ bùn đá.
- * Chọn biện pháp và vị trí phòng chống lũ bùn đá thích hợp
- Tính vận tốc giới hạn để vận chuyển các thành phần hạt lớn và xác định quãng đường vận chuyển.
- Xác định vận tốc dòng nước chảy tập trung vào khu vực, dự đoán đường vận động của dòng lũ và so sánh với vận tốc giới hạn để xác định khả năng di chuyển của vật liệu rắn kích thước lớn.
- Xác định giải pháp phòng chống thích hợp; vị trí xây dựng giải pháp phòng chống là đập, rào lưới hay bẫy ngầm hoặc biện pháp hỗn hợp.

4. Kết luận

1. Lũ bùn đá là hiện tượng địa chất động lực công trình phổ biến và thường xuất hiện ở vùng miền núi ở tất cả các châu lục trên thế giới, nơi có chế độ khí hậu mưa nhiều hoặc tuyết tan đối với vùng lạnh đóng băng. Lũ bùn đá gây nên nhiều thảm họa cho con người.

2. Điều kiện hình thành lũ bùn đá gồm sự hình thành và tập trung nguồn nước với lưu lượng lớn, nơi có địa hình phân cắt mạnh, có đất đá bị phong hóa, vỡ vụn, có tính tan rữa, khối đá phát triển nhiều khe nứt... địa hình tạo thành dòng chảy tập trung.

3. Để lựa chọn được giải pháp phòng chống lũ bùn đá phù hợp cần tiến hành công tác nghiên cứu địa chất công trình khu vực liên quan nhằm đánh giá được đặc điểm, tính chất và quy mô của dòng lũ bùn đá cũng như xác định được giải pháp và vị trí đặt công trình phòng chống hợp lý mới nâng cao được hiệu quả của giải pháp phòng chống. Đối với lũ bùn đá có quy mô và tác dụng phá hoại lớn, để giảm thiểu tác dụng phá hoại của chúng, cần lựa chọn giải pháp phòng chống nhằm hạn chế sự vận động của các khối đá có kích thước lớn.

Tài liệu tham khảo

Đại học Giao thông vận tải. 2017. Các giải pháp phòng chống sạt trượt mái dốc, đá lăn, lũ quét tại Việt Nam sử dụng lưới thép cường độ cao của công ty Geobrugg-Thụy sỹ. *Tài liệu Hội thảo*.

V.D. Lomtadze. 1982. *Địa chất công trình- Địa chất động lực công trình*. NXB Đại học và THCN

Г.К. Бондарик, в.в. Пендинн, Л.А. Ярг. 2015. *Инженерия Геодинамика. Издательство КДУ*,

И.В. Попов. 1959. *Инженерия Геология Издательство Московского Университета*

ABSTRACT

Research on Engineering Geological Debris Flow and Preventing Solutions

Le Trong Thang

Hanoi University of Mining and Geology

This study introduces common problems of debris flow phenomenon that including their influences on the world and mountainous areas of Vietnam. It is made clarifying the mechanism and critical conditions to trigger debris flow occurs. The study also introduces preventing solutions, indicate studied contents in engineering geology need to be performed to receive basis for predictions. Specially, the study proposals the underground trapping solution to prevent debris flow with suitable conditions for application

Nghiên cứu quá trình tiến hóa trầm tích Holocene vùng Đan Phượng, Thạch Thất, Hà Nội

Đặng Trần Trung^{1,*}, Phạm Quý Nhân², Flemming LARSEN³, Jolanta KAZMIERCZAK³,
Andreas Elmelund Hass³, Andreas Hvam Hoffmann³

¹Trung tâm Cảnh báo và Dự báo tài nguyên nước

²Đại học tài nguyên nước môi trường Hà Nội

³Cục khảo sát Địa chất Đan Mạch (GEUS)

TÓM TẮT

Kết quả nghiên cứu nồng độ As ở các giếng khoan của Winkle (2011) và Larsen (2012) cho thấy đối với hệ thống cấu trúc chịu ảnh hưởng của sông khoảng giữa phía nam sông Hồng và sông Đáy hàm lượng Asen trong nước rất cao, vượt quá nhiều lần tiêu chuẩn cho phép của WHO. Nghiên cứu gần đây nhất cho thấy hàm lượng Asen trong nước dưới đất có liên quan tới tuổi của trầm tích Holocen vùng đồng bằng sông Hồng, điều này có liên quan đến quá trình tiến hóa trong trầm tích Holocen (Postma, 2012). Thời kỳ sau biến tiến cực đại quá trình thành tạo trầm tích chịu tác động của sông, trong đó sự dịch chuyển lòng sông có ý nghĩa rất lớn trong quá trình tiến hóa trầm tích Holocen (Trần Nghi, 2004).

Để làm sáng tỏ quá trình tiến hóa trong thời kỳ Holocen các phương pháp nghiên cứu được tiến hành bao gồm phương pháp viễn thám, phương pháp địa vật lý, phương pháp xác định thành phần vật chất và tuổi của đất. Kết quả nghiên cứu đã xác định được hình thái của 6 giai đoạn lòng sông cổ, trong đó đa số các trầm tích sông cổ có tuổi dao động trong khoảng 3,5 nghìn năm, giai đoạn già nhất có tuổi từ 3,5÷5 nghìn năm và giai đoạn trẻ nhất của tuổi khoảng 0,4÷0,6 nghìn năm.

Từ khóa: “tiến hóa trầm tích Holocen”, “ô nhiễm Asen”, “Sông Hồng”, “Đan Phượng Thạch Thất”.

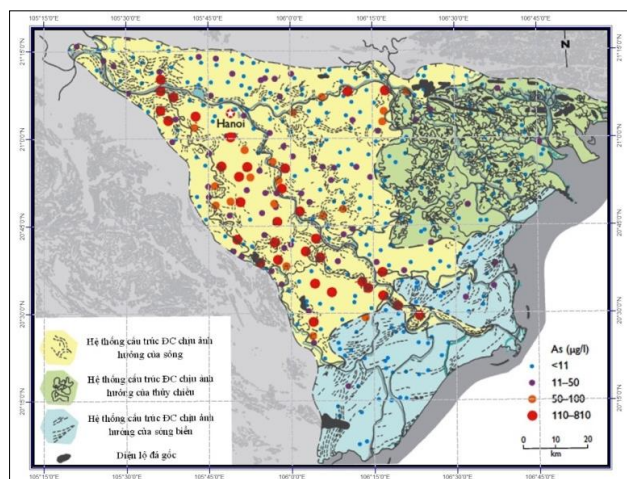
1. Đặt vấn đề

Một số tác giả Mather và Zalasiewicz (1999) đã ứng dụng công nghệ viễn thám trong nghiên cứu địa chất (ĐC) và đã chia cấu trúc đồng bằng sông Hồng (ĐBSH) thành 3 hệ thống cấu trúc ĐC chính: hệ thống cấu trúc ĐC chịu ảnh hưởng của sông, hệ thống cấu trúc ĐC chịu ảnh hưởng của thủy triều và hệ thống cấu trúc ĐC chịu ảnh hưởng của sóng biển (hình 1).

Khi trùng khớp kết quả từ ảnh vệ tinh của Mather và Zalasiewicz (1999) với kết quả nghiên cứu nồng độ Asen (As) ở các giếng khoan của Winkle (2011) và Larsen (2012) cho thấy đối với khu vực hệ thống cấu trúc ĐC chịu ảnh hưởng thủy triều và hệ thống cấu trúc chịu ảnh hưởng của sóng biển có hàm lượng As trong nước dưới đất (NDĐ) thấp, đối với hệ thống cấu trúc chịu ảnh hưởng của sông (alluvial - dominated system) có thể thấy khoảng giữa phía nam sông Hồng và sông Đáy hàm lượng As trong NDĐ rất cao (hình 1).

Kết quả nghiên cứu As gần đây (Postmal, 2012) cho thấy mối liên quan giữa tuổi ĐC và nồng độ As trong nước dưới đất, đối với trầm tích có tuổi càng cao thì hàm lượng As trong nước càng thấp và ngược lại trầm tích có tuổi càng trẻ thì hàm lượng As càng cao. *Giai đoạn aluvi bắt đầu từ cuối Holocen giữa - đầu Holocen muộn lúc này động lực sông chiếm ưu thế do đó ảnh hưởng của sông và sự dịch chuyển lòng của lòng sông cổ qua từng giai đoạn có thể là nguyên nhân chính ảnh hưởng đến hàm lượng của As trong nước dưới đất.*

Khu vực nghiên cứu chi tiết quá trình dịch chuyển lòng sông cổ được lựa chọn là khu vực Thạch Thất – Đan Phượng, nằm trên địa bàn 3 huyện phía Tây thành phố Hà Nội, bao gồm: Thạch Thất, Phúc Thọ và Đan Phượng.



* Tác giả liên hệ

Email: dtrung@gmail.com

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

Để làm sáng tỏ quá trình tiến hóa trong thời kỳ Holocen các phương pháp nghiên cứu được tiến hành bao gồm phương pháp viễn thám, phương pháp địa vật lý, phương pháp xác định thành phần vật chất và tuổi của đất. Trong đó chủ đạo là phương pháp viễn thám xác định các dấu vết của lòng sông cổ trên bề mặt và phương pháp ĐVL đo ảnh điện liên tục để xác định dấu vết lòng sông cổ ở bên dưới mặt đất.

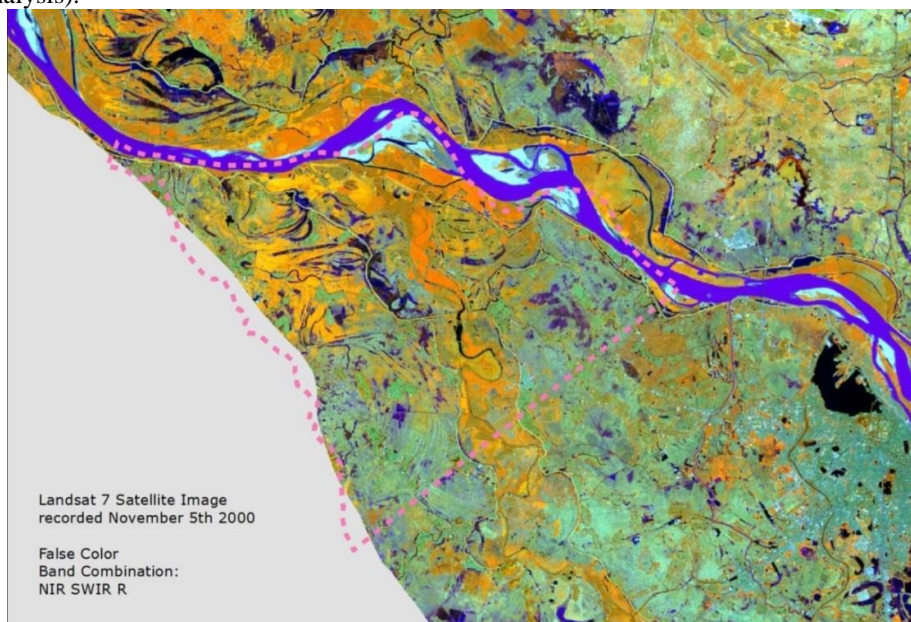
2.1. Phương pháp viễn thám

Trên cơ sở các ảnh viễn thám trước đây để tìm hiểu và xây dựng lại các đặc điểm hình thái của sông ở trong quá khứ. Để làm được điều này cần phải nghiên cứu các dấu hiệu về sự hoạt động của sông, dòng chảy của sông trong quá khứ như thế nào. Các dấu hiệu này có thể thấy được trên bề mặt đất và có thể nhìn thấy trong các ảnh vệ tinh Landsat trước đây để có thể phân loại các dấu vết chuyển động của lòng sông cổ.

Chúng ta có thể nhận ra con sông hoạt động như thế nào dựa vào các khúc uốn của con sông ở trên bề mặt đất trong không gian. Ngoài ra còn có thể nhận thấy mặt cắt không cân xứng ở hai bên bờ sông do ảnh hưởng của quá trình xói mòn và lắng đọng, tạo ra những điểm máng trượt dốc nhẹ tại các khúc cua, điểm uốn lượn của sông và các đê dốc ở phía ngoài. Bên cạnh đó thông qua những đợt lũ lụt (vỡ đê) vẫn tạo thành một yếu tố hình thái quan trọng là các thanh trượt liên quan đến đợt lũ đó.

Bên cạnh đó do ảnh hưởng của lũ lụt làm tăng sự lắng đọng trầm tích và làm lòng sông cao hơn so với lòng sông trước bị lũ, có khả năng là các chỗ uốn khúc của lòng sông sẽ được tách ra và tạo thành các hồ móng ngựa (Boggs Jr., 1987). Sự dịch chuyển theo chiều ngang của sông góp phần loại bỏ đi các vị trí uốn khúc của các lòng sông cổ nhưng điều này thì cần một quá trình lâu dài tuy nhiên những đặc điểm này đều có điểm chung là phần lớn các trường hợp đều có cấu trúc bề mặt tương đồng bao gồm: vết tích những đoạn uốn khúc sót lại điều đó minh chứng cho lịch sử của các sông cổ

Đối với phương pháp phân tích và nội suy ảnh được tiến hành bởi (Andreas Elmelund Hass, Andreas Hvam Hoffmann, 2016) theo 2 phương pháp chính là phương pháp phân loại theo pixel (Pixel-by-Pixel Classifiers) và phương pháp phân loại theo định hình đối tượng GEOBIA (Geographic Object-Based Image Analysis).



Hình 1. Ảnh Landsat 7 được chụp ngày 5 tháng 11 năm 2000 vùng Đan Phương – Thạch Thất (Andreas, 2016)

2.2. Phương pháp Địa vật lý

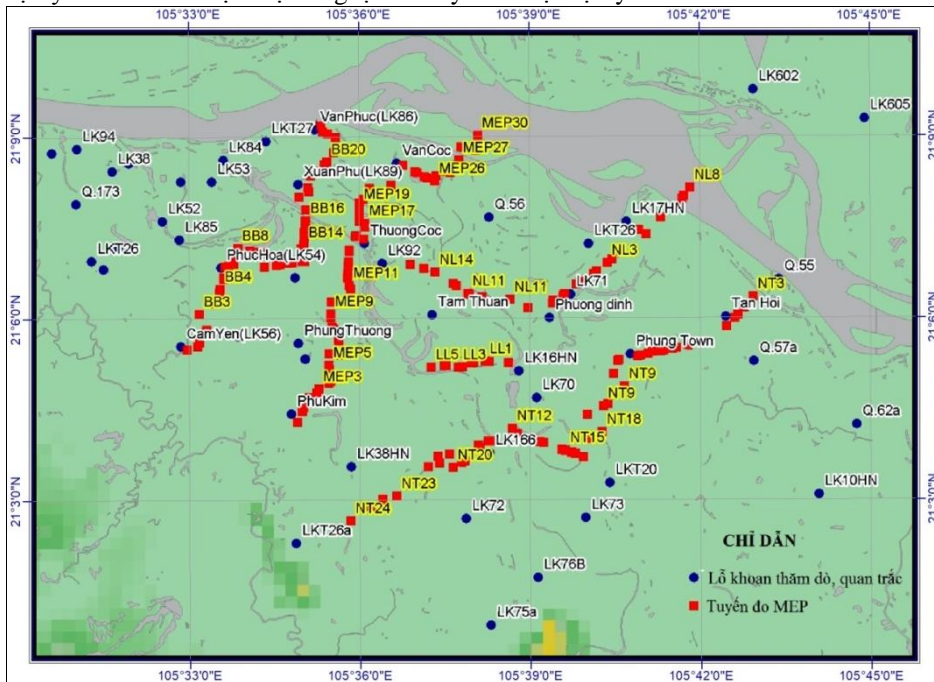
Để nghiên cứu quá trình dịch chuyển lòng sông cổ, phương pháp đo địa vật lý theo phương pháp ảnh điện MEP liên tục và phương pháp đo Gamma giếng khoan được tiến hành đối với khu vực Đan Phương-Thạch Thất, Hà Nội.

Đo ĐVL bằng phương pháp ảnh điện MEP: được thực hiện theo 4 tuyến: tuyến BB (dài 10,5km), tuyến MEP (dài 12,7km), tuyến NL (10,33km) và tuyến NT (16,02km) như trên hình 3.3. Tuyến địa vật lý đi qua các bãi giếng thí nghiệm của dự án như tuyến BB đi qua các bãi giếng Vân Phúc, Xuân Phú, Phúc Hòa, Cẩm Yên; tuyến MEP đi qua các bãi giếng như Vân Cốc, Thượng Cốc, Phụng Thượng, Phú Kim; tuyến NL đi qua các bãi giếng như Phương Đình; tuyến NT đi qua các bãi giếng như Tân Hội,

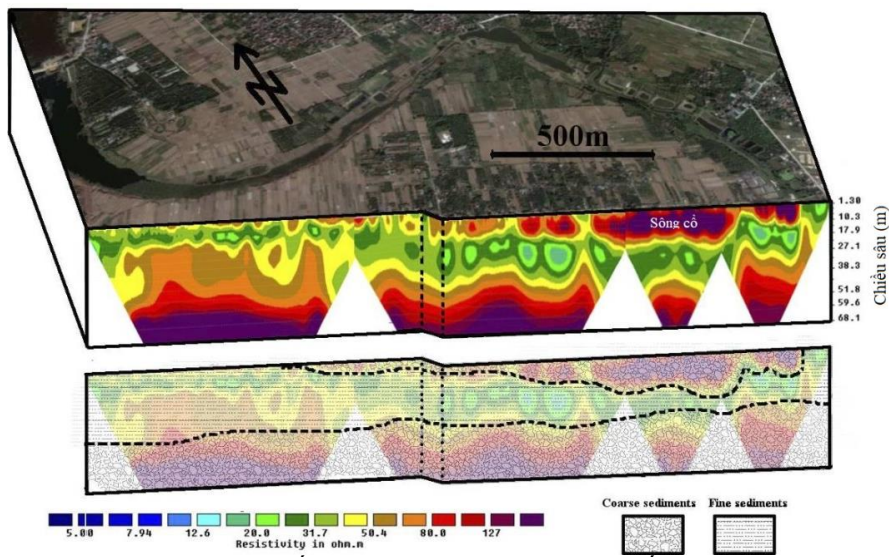
Phùng (hình 2).

Bên cạnh đó trên các tuyến MEP có đi qua một số lỗ khoan (LK) thăm dò giai đoạn trước. Do đó, thông tin về thành phần thạch học của các lỗ khoan chủ yếu dùng để xác định thành phần thạch học được sử dụng để giải đoán kết quả của các tuyến đo MEP. Sau khi nội suy chúng ta sẽ được 4 mặt cắt liên tục có chiều dài hơn 10km. Kết quả giải đoán cấu trúc địa chất sẽ được đối chiếu với kết quả giải đoán ảnh viễn thám để đối chiếu lẫn nhau. Mục đích của kết quả địa vật lý là tìm được ra các thể địa chất là cát ở trong trầm tích Holocene vì đây có thể là do thời kỳ lắng đọng trầm tích của sông cổ.

Đo Gamma giếng khoan: Phương pháp đo Gamma giếng được dựa trên nguyên tắc các loại trầm tích khác nhau phát ra các lượng bức xạ gamma khác nhau. Các bức xạ gamma sinh ra bởi sự phân rã của các nguyên tố phóng xạ xuất hiện tự nhiên trong lớp trầm tích; những yếu tố đóng góp nhiều nhất cho sự bức xạ gamma có potassium (40K) từ micas, fenspat, và khoáng chất đất sét, và một lượng lớn thori (232Th) và urani (238U) (Kearey et al., 2002). Sét của thiên nhiên có hàm lượng gama cao hơn so với các loại trầm tích khác (Nichols, 2009). Do đó việc đo bức xạ gamma trong trầm tích từ các giếng khoan độ sâu khác nhau với mục đích phát hiện các lớp sét theo phương ngang được sử dụng để hỗ trợ cho phương pháp địa vật lý MEP để xác định địa tầng tại các tuyến đo địa vật lý.



Hình 2. Vị trí tuyến đo địa vật lý và các LK thăm dò và các LK quan trắc vùng Đan Phương – Thạch Thất



Hình 3. Kết quả đo địa vật lý ảnh điện tuyến NT13, 15-17

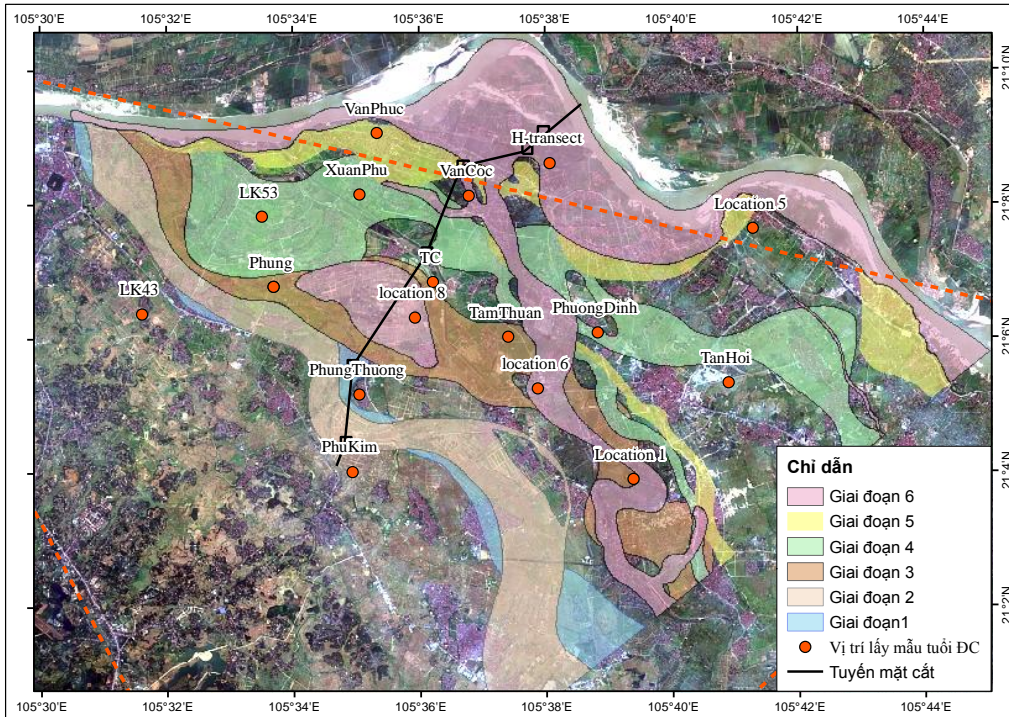
2.3. Phương pháp xác định thành phần vật chất và tuổi của đất đá

Để nghiên cứu quá trình tiến hành của trầm tích ĐBSH cần phải lấy mẫu định tuổi địa chất. Việc lấy mẫu đất xác định tuổi địa chất được thực hiện tại 23 giếng khoan. Để trầm tích không bị xáo trộn và giữ được nguyên trạng sau khi lấy mẫu. Mẫu trầm tích tầng chứa nước được lấy theo phương pháp piston corer - cải tiến từ phương pháp coring tube được phát triển bởi Kullenberg (1947). Ống mẫu dài 3m này sẽ được cắt thành những đoạn có chiều dài khoảng 60cm, các đầu ống core chứa trầm tích được đậy bằng nắp nhựa chuyên dụng sau đó quấn kín bằng giấy nhôm và băng dính nhằm tránh sự tiếp xúc của trầm tích với oxy không khí. Mẫu trầm tích này giữ nguyên hiện trạng cho tới lúc phân tích bằng cách bảo quản trong tủ lạnh lạnh sâu ở -20°C và được vận chuyển tới phòng thí nghiệm tại Đan Mạch. Tuổi của các mẫu trầm tích được xác định bằng phương pháp tuổi tuyệt đối (OSL) phân tích bởi phòng thí nghiệm của GEUS, Đan Mạch. Phương pháp OSL dựa trên đo liều chiếu tích lũy trong mẫu đất dưới tác động của bức xạ của môi trường, thường gọi là phóng xạ. Phóng xạ gồm có bức xạ vũ trụ và bức xạ từ các đồng vị phóng xạ tự nhiên urani, thori, rubidi và kali. Đồng vị phóng xạ có mặt trong đất đá với hàm lượng rất khác nhau theo loại đất đá và vùng. Kết quả phân tích tuổi tuyệt đối được thể hiện trong bảng 1, vị trí lấy mẫu thể hiện ở hình 5.

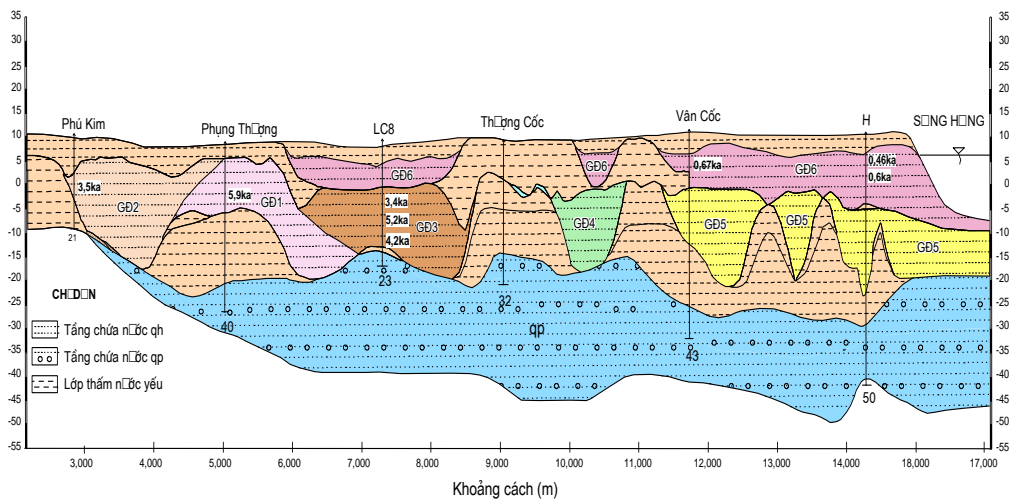
Bảng 1. Kết quả phân tích tuổi tuyệt đối bằng phương pháp OSL tại các giếng khoan và bãi giếng

STT	Vị trí	Chiều sâu lấy mẫu (m)	Tuổi ĐC (nghìn năm)
1	Phuc Hoa (PH)	9,50	2,94±0,17
2	Phuc Hoa (PH)	14,70	3,22±0,18
3	Phuc Hoa (PH)	26,10	3,4±0,3
4	Xuan Phu (XP)	13,50	1,74±0,13
5	Van Phuc (VP)	14,20	0,55±0,04
6	Van Phuc (VP)	20,10	0,8±0,1
7	Van Phuc (VP)	25,50	3,19±0,17
8	Tam Thuan (TT)	20,70	1,72±0,11
9	Tam Thuan (TT)	24,70	4,2±0,2
10	Phuong Dinh (PD)	14,70	3,1±0,2
11	Phuong Dinh (PD)	19,10	5±0,3
12	Phuong Dinh (PD)	23,50	4,1±0,2
13	Phuong Dinh (PD)	28,70	3,1±0,6
14	Phung (P)	25,55	7,6±0,4
15	Phung (P)	38,15	11,2±0,7
16	Tan Hoi (TH)	9,50	74±5
17	Tan Hoi (TH)	13,50	72±5
18	Tan Hoi (TH)	20,60	128±11
19	Tan Hoi (TH)	27,10	67±4
20	Location 1	10,10	1,1±0,11
21	Location 1	14,10	0,61±0,04
22	Location 1	18,10	3,4±0,2
23	Location 1	22,10	4,1±0,2
25	Location 5	26,30	40±3
26	Location 5	27,60	67±5
27	Location 6	9,50	3,3±0,3
28	Location 8	10,10	3,4±0,3
29	Location 8	16,10	5,2±0,4
30	Location 8	22,10	4,2±0,4
31	LK53	9,50	0,69±0,04
32	LK53	10,70	0,72±0,04
33	Thuong Cat	17,10	78±6
34	H-transect*	10,00	0,46 ± 0,030
35	H-transect*	12,76	0,6 ± 0,070
36	Van Coc*	8,20	0,67±0,06
37	Phu Kim*	8,30	3,5 ± 0,13
38	Phu Kim*	15,1	3,56 ± 0,12
39	Phung Thuong*	10,7	5,9 ± 0,4

Ghi chú: * là các lỗ khoan nghiên cứu tuổi địa chất của dự án VietAs cũ [4]



Hình 5. Các giai đoạn sông cổ từ giai đoạn 1 (trên 5 nghìn năm) đến giai đoạn 6 (0,4÷0,6 nghìn năm)



Hình 6. Các giai đoạn sông trên tuyến mặt cắt vuông với sông Hồng

Ghi chú: ka = nghìn năm trước hiện tại.

4. Kết luận

Kết quả nghiên cứu bằng viễn thám kết hợp các phương pháp địa vật lý, khoan lấy mẫu địa chất thủy văn, đo gamma trong giếng đã chứng minh được sự dịch chuyển của các lòng sông cổ có thể chia ra làm 6 giai đoạn trong thời kỳ +/- 5900 năm trước so với hiện tại.

Dựa trên kết quả khoan, lấy mẫu đất xác định tuổi địa chất có thể thấy các trầm tích phân bố trẻ dần từ Tây Nam sang hướng Đông Bắc tương ứng với chiều dịch chuyển của sông cổ từ trái qua phải. Tương ứng với các giai đoạn sông, giai đoạn 6 được gồm các trầm tích có tuổi khá trẻ từ 0,4 đến 0,6 nghìn năm trở về trước, từ giai đoạn 2 đến giai đoạn 5 trầm tích có tuổi vào khoảng 3,5 nghìn năm, và trầm tích có tuổi già hơn trên 5 nghìn năm thuộc giai đoạn 1.

Lời cảm ơn

Các dữ liệu trong bài báo được thực hiện trên sự hỗ trợ của dự án PREAS “Predicting the arsenic content in groundwater of the floodplains in SE Asian” ký kết giữa Cục địa chất khảo sát Đan Mạch GEUS (Geological Survey of Denmark and Greenland), Trường đại học khoa học tự nhiên (HUS) và

Trường đại học Mỏ Địa chất (HUMG), thời gian thực hiện dự án từ 1.1.2014 đến 31.12.2017.

Tài liệu tham khảo

Mathers S, Zalasiewicz J, “Holocene sedimentary architecture of the Red River Delta, Vietnam,” *J Coast Res*, pp. 314-325, 1999

Mathers SJ, Davis J, McDonald A, Zalasiewicz JA, Marsh S, “The Red River Delta of Vietnam,” Technical Report WC/96/02, British Geological Survey, UK, 1996.

Andreas Elmelund Hass, Andreas Hvam Hoffmann, “A Methodological Study to a Multifaceted Approach to the Classification of Recent and Historical Fluvial Structures in the Alluvial Plain of the Red River Delta, Vietnam,” 2016.

Dieke Postma, Flemming L, Nguyen Thi Thai, Pham Thi Kim Trang, Rasmus Jakobsen, Pham Quy Nhan, Tran Vu Long, Pham Hung Viet và Andrew S. Murray, “Groundwater Arsenic concentrations in Vietnam controlled by sediment age,” *Nature geoscience*, nr. DOI:10.1038/NCEO1540, 8 2012.

Winkel, L. E., Trang, P.T.K., Lan, V. M., Stengel, C., Amini, M., Ha, N. T., Viet, P. H., Berg, M., “Arsenic pollution of groundwater in Vietnam exacerbated by deep quifer exploitation for more than a century,” 2011.

Søren Jessen, Flemming Larsen, Dieke Postma, Pham Hung Viet, Nguyen Thi Ha, Pham Quy Nhan, Dang Duc Nhan, Mai Thanh Duc, Nguyen Thi Minh Hue, Trieu Duc Huy, Tran Thi Luu, Dang Hoang Ha, Rasmus Jakobsen, “Palaeo-hydrogeological control on groundwater As levels in Red River delta, Vietnam.,” *Applied Geochemistry*, vol. 23, pp. 3116-3126, 2008.

Luminescence Dating. School of Archaeology.

ABSTRACT

Holocene sedimentary evolution controlling Arsenic mobilization in ground water in Dan Phuong - Thach That, Hanoi, Vietnam

Dang Tran Trung^a, Pham Quy Nhan^b, Flemming LARSEN^c, Jolanta KAZMIERCZAK^c, Andreas Elmelund Hass^c, Andreas Hvam Hoffmann^c

^a *Centre for Water Resources Warning and Forecasting*

^b *Hanoi University of Natural Resources and Environment*

^c *Geological Surveys of Denmark and Greenland*

According to the Arsenic previous researches conducted by Winkle (2011) and Larsen (2012), in the area surrounding by the south of Hanoi and Dan Phuong, the concentrations of arsenic in groundwater of alluvial dominated systems are very high, exceeds the WHO's permissible. Other research has shown the correlation between the arsenic concentrations in ground water and the age of Holocene sediment as a key controlling groundwater arsenic concentration in the Red river delta (Postma, 2012). After the maximum transgression period, the formation of Holocene sediment was effected by the river movement. Specifically, the river-bed displacement was acting the significance to the evolution of Holocene aquifer (Tran Nghi, 2004).

In order to understand the evolution of sediments in the Holocene, a combination of methods is implemented including: remote sensing, multi-electrode profiling (MEP), gamma-logging, drilling, water and soil samples. The results of the study have identified the shape of the six ancient rivers periods. In detail, the average age of mostly ancient rivers is fluctuated from 3,5 thousand years; the oldest one is ranged from 3,5 to 5 thousand years, and the fluctuation of the youngest one is from 0,4 ÷ 0,6 thousand years.

Keywords: Holocene evolution, Arsenic pollution, Red river, Dan Phuong Thach That province.

Research on the sustainability indexes for land and water resources in Integrated Water Resources Management

Le Thi Mai Van^{1,*}, Nguyen Quang Huong¹, Pham Binh Thuan¹, Vu Thi Hai Ha¹, Tran Thi Huong¹
¹National Center for Water Resources Planning and Investigation

ABSTRACT

“Sustainable Development” is the priority target in river basin research, planning and development. It is necessary to consider the relationship between land and water resources in a comprehensive way through the integration of the sustainable use of water and land resources indicators to integrated river basin management.

This indicator is based on the key issues that affect the sustainable development of the river basin including the issues of water, land, environment, social life, institutions and policies impacted on river basins. This will help scientists, analysts and policymakers know the current status of the river basin and provide solutions to sustain or restore the sustainability of the river basin. The study calculates the sustainability indicators for Cong River in Thai Nguyen province.

Key word: sustainable development; integrated indicators; river basin

1. Introduction

Land and water resources in river basins are under unprecedented pressure resulting from population growth, socio-economic development (e.g., the liberalization of the world food markets), socio-cultural developments (e.g., changes in lifestyle and diet), and climate change. These developments are leading to increasing competition for land and water resources. To deal effectively with these competing claims, there must be good communication between stakeholders in river basins to be able to manage integrated sustainability river basin management.

It is important to consider the relationship between two important resources, land and water resources, in a comprehensive way through the integration of indicators on sustainable use of water and land. Those indexes is based on the key issues that affect the sustainable development of the river basin, including water and soil issues, environment, social life, and policy institutions. This will allow scientists and analysts to devise a policy on the status of the river basin and identify what solutions to sustain or restore the sustainability of the river basin. Study on pilot calculation of sustainable index for Cong river- Thai Nguyen.

2. Theoretical background and Research methodology

Land and water resources sustainability indexes (LWSI), including integrated basin sustainability indexes, spanning different socio-economic and environmental issues and responses, would be helpful to access the level of sustainability of river basins, allowing not only for a comparison framework, but also a tool to identify bottlenecks to achieve basin sustainability.

On the other hand, as we know, hydrological regimes and the availability of water resources largely depend on land use and management in the river basin. Land development in upstream areas impact on the availability and quality of water in downstream areas, and may thus limit the development potential of the latter areas. As land use is generally not planned and managed at the river basin level, suboptimal conditions often emerge. That is, the favorable economic or ecological prospects of downstream areas are not being fully utilized due to water scarcity or pollution, while less favorable areas located upstream use the water resources sub-economically or sub-ecologically. This is especially valid for transboundary river basins such as the Vietnamese river basins. Integrated water and land management at the river basin scale is therefore imperative to deal effectively with competing claims on land and water.

Our approach focuses on environmental issues because we have to identify the concrete individual problems of water and land use and to derive concrete measures for improvement.

* Tác giả liên hệ

Email: lethimaivantnn@gmail.com

Table 1: Sustainable land and water index

Category	Subcategory	A Indexes on R, U (R - Resources Status; U: Impacts of water and land Uses)	B Indexes on Evaluation (R + U = Prioritization of Problem Intensities and Action Needs)	C Action / Response
Surface water	Surface water quality	R -Surface water quality status U - Waste water discharge (point sources) U - Contaminated water runoff (nonpoint sources)	Surface water quality: prioritization of problem intensity (contamination, contamination risk etc.) and action need (waste water treatment etc.)	Measures to treat wastewater...
	Surface water quantity	R - Surface water quantity status U - Surface water uses (irrigation, public water supply etc.)	Surface water quantity: prioritization of problem intensity (decrease of runoff, salinity intrusion etc.) and action need (storage, reduction of extraction etc.)	Store, reduce the amount of exploitation use
Ground water	Ground water quality	R - Ground water quality U - Infiltration due to land use (point sources, nonpoint sources)	Ground water quality: prioritization of problem intensity (contaminant infiltration, contaminant infiltration risk etc.) and action needs (reduction of fertilizer use etc.)	Reduce the use of fertilizer
	Ground water quantity	R - Ground water quantity (yield) U - Ground water use (water extraction)	Ground water quantity: prioritization of problem intensity (ground water over exploitation, land subsidence etc.) and action need (reduction of extraction etc.)	Reduce the amount of mining use
Land use	Sustainability of land use	R - Close to nature reference status of land U - Impacts by land use (agriculture, industry, urban areas etc.)	Sustainability of land use: prioritization of problem intensity (unsustainable ecobalance) and action need (improving resource efficiency etc.)	Improve resource efficiency

3. Results and discussion

3.1. Introduction Cong river

Cong river is one of the important tributaries of Cau river, flowing through the territory of Thai Nguyen province. The Flow in Cong river varies unequally in space and time; Land cover and land distribution change from upper upstream to downstream.

At present, in term of outstanding environmental issues, especially land and water resources on LVS are as follows: It is appears an increasingly tension in the exploitation and use of water resources; Water pollution points flowing through Cong river town, Thai Nguyen province. About land environment, local pollution occurs in industrial areas, mines, agricultural land caused by pesticide chemicals. According to measurements at some air monitoring stations, the air environment in urban areas is polluted by smoke, dust, and mercury.

The upstream area of the Cong river basin is rich with abundant forest. In the upstream and middle areas as perennial trees that grow well. The river basin, flow regime as well as the quality of river and stream water are affected. In the middle and downstream of the Cong River (including Tay Canal, No. 11, Cau Trien Stream, Da Trang River, Trai Trau Stream), the area is relatively flat, urban living and agricultural cultivation (wet rice cultivation, vegetables) on the banks of the river. The river and stream areas in this area are often affected, changing river morphology, river bank erosion, river flow erosion, changing flow regime, water quality decreases due to receiving more pollutant load from daily life as well as traditional farming activities of local people.

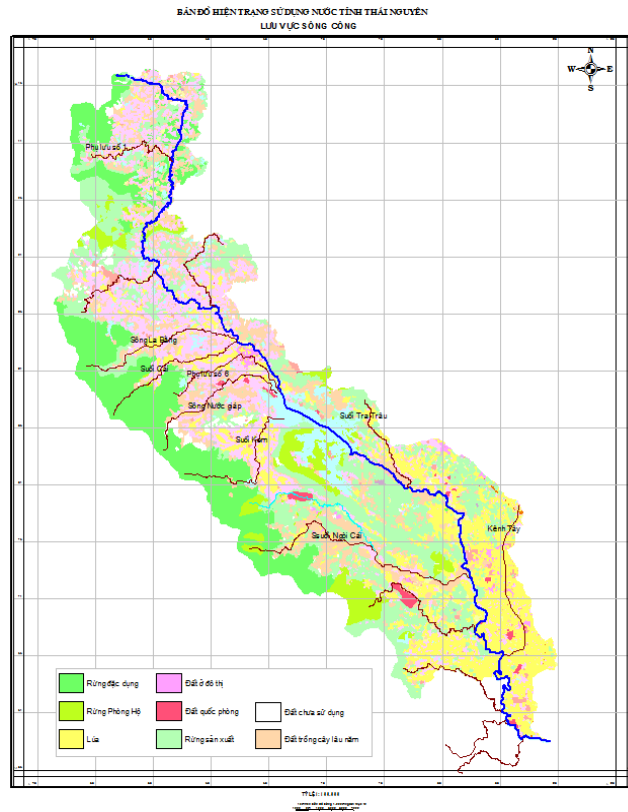


Figure 1. Land Use Map of Cong River

3.2. Calculation results

Category	Indexes on R, U		Symbol	Value	Score
	R - Resources Status	U - Impacts of water and land Uses			
Surface water quality	R - Surface water quality status	R1	5250 m ³ /person. year	0.5	
	U - Waste water discharge (point sources)	U1	less	0.25	
	U - Contaminated water runoff (non-point sources)	U2	lots	0.25	
Surface water quantity	R - Surface water quantity status	R2	WQI =60	0.5	
	U - Surface water uses (irrigation, public water supply etc.)	U3	Medium	0.5	
Ground water quality	R - Ground water quality	R4	Medium	0.5	
	U - Infiltration due to land use (point sources, non-point sources)	U4	Good	0.75	
Ground water quantity	R - Ground water quantity (yield)	R5	Medium	0.5	
	U - Ground water use (water extraction)	U5	Good	0.75	
Sustainability of land	R - Close to nature reference status of land	R6	Good	0.75	
	U - Impacts by land use (agriculture, industry, urban areas etc.)	U6	Medium	0.5	

The score of the parameters in the Cong river shows that: Some parameters of surface water quality are valued at 0.57 which below the average. Surface water quantity parameters, groundwater quantity and quality parameters achieve average sustainability however they scored low. Hence, some strong measures must be taken to maintain sustainability. For the parameters of land use, it can reach sustainability in this score range.

4. Conclusion

Land and water resources sustainability indexes (LWSI) is a useful tool for assessing the sustainability of river basins, particularly in terms of land and water resources, which are the two most important resources that have a profound effect on the sustainable development of the entire basin. Based on this calculation, appropriate solutions should be tackled to improve the sustainability of the Cong river. LWSI can be applied for different river basins in Vietnam.

References

Walter, C., Stützel, H., 2009. A new method for assessing the sustainability of land-use systems (I): Identifying the relevant issues. *Ecol. Econ.* 68, 1275–1287.

World Wildlife Fund (WWF), 2007. World 's top 10 rivers at risk. Gland, Switzerland.

Xuan, W., Quan, C., Shuyi, L., 2012. An optimal water allocation model based on water resources security assessment and its application in Zhangjiakou Region, Northern China. *Resour. Conserv. Recycl.* 69, 57–65.

Yang, Z.F., Sun, T., Cui, B.S., Chen, B., Chen, G.Q., 2009. Environmental flow requirements for integrated water resources allocation in the Yellow River Basin, China. *Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul.* 14, 2469–2481.

Zhou, D., Zhang, R., Liu, L., Gao, L., 2009. Evaluation of the sustainable land use status of the North China Plain. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.* 16, 253–259.

Tai biến trượt lở ở khu vực miền núi tỉnh Bắc Giang, phương pháp phân vùng dự báo

Tô Xuân Vu^{1,*}
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Khu vực miền núi tỉnh Bắc Giang bao gồm các huyện: Lục Nam, Lục Ngạn, Sơn Động và Yên Thế là một trong những nơi thường xảy ra tai biến trượt lở. Với mục đích làm rõ đặc điểm trượt lở, phân vùng trượt lở để dự báo, dựa trên các phương pháp nghiên cứu như khảo sát thực địa, địa chất, mô hình hóa, ... bài báo đi sâu phân tích hiện trạng trượt lở, điều kiện phát sinh, phát triển, nguyên nhân gây trượt lở và xây dựng mô hình phân vùng trượt lở ở khu vực nghiên cứu. Kết quả cho thấy: tai biến trượt lở trong khu vực xảy ra chủ yếu trên các mái taluy đường giao thông, bờ mố với quy mô và mức độ rất khác nhau; có nhiều yếu tố hỗ trợ, thúc đẩy quá trình phát sinh, phát triển trượt lở, trong đó nước mưa có vai trò quan trọng đặc biệt, vừa là yếu tố hỗ trợ vừa là nguyên nhân chủ yếu gây ra trượt lở. Có thể chia khu vực nghiên cứu thành 4 vùng theo mức độ nhạy cảm trượt lở: rất cao; cao; trung bình và thấp.

Từ khóa: tai biến trượt lở Bắc Giang, hiện trạng tai biến trượt lở, phân vùng trượt lở Bắc Giang.

1. Mở đầu

Trượt lở là một trong những tai biến địa chất thường xảy ra ở những khu vực có địa hình phân cắt mạnh. Trong những năm gần đây, hiện tượng này ngày càng trở nên phổ biến do tác động của hoạt động kinh tế - công trình của con người và biến đổi khí hậu làm xuất hiện những hình thái thời tiết cực đoan gây mưa lớn, kéo dài, ảnh hưởng nghiêm trọng đến phát triển kinh tế và đời sống dân sinh.

Nằm ở vùng núi phía bắc nước ta, các huyện miền núi tỉnh Bắc Giang có điều kiện tự nhiên thuận lợi cho trượt lở phát sinh, phát triển. Trong những năm qua, tại khu vực này, đặc biệt là trên các tuyến đường giao thông, bờ mố, hiện tượng trượt lở đã xảy ra khá mạnh. Vì thế, rất cần có những nghiên cứu, đánh giá tổng thể về tai biến trượt lở, phân vùng dự báo để xây dựng cơ sở khoa học định hướng cho quy hoạch, phát triển bền vững kinh tế - xã hội, chủ động phòng chống tác hại của tai biến trượt lở ở địa phương.

2. Đặc điểm trượt lở ở khu vực miền núi tỉnh Bắc Giang

2.1. Hiện trạng tai biến trượt lở trong khu vực

Kết quả khảo sát thực địa ở khu vực nghiên cứu (Tạ Đức Thịnh, Tô Xuân Vu và nnk, 2009) đã cho thấy, tai biến trượt lở phát triển khá mạnh với đặc điểm và quy mô rất khác nhau (quy mô lớn: > 1.000m³, quy mô vừa: từ 100m³ - 1.000m³, quy mô nhỏ: < 100m³).

+ Tại Sơn Động, đã phát hiện 33 điểm trượt lở, quy mô từ rất lớn cho đến nhỏ.

- Trượt quy mô rất lớn hình thành từ phần nửa quả đồi nằm sát khu di dân trường bản xã Tuấn Đạo, có chiều dài tới trên 100m, khối lượng đất đá ước tính trên 10.000m³, đang có nguy cơ đe dọa nghiêm trọng khu dân cư. Tại đây, thảm thực vật nghèo, chủ yếu là cây bụi, thân cỏ, tán lá che phủ mỏng, địa hình đồi, dạng bát úp với độ dốc sườn từ 30 - 40⁰. Khối trượt hình thành trong đới đất phân tán.

- Trượt lở quy mô vừa với khối lượng đất đá hàng trăm m³ được thấy có 6 điểm trên các mái taluy đường giao thông quốc lộ, tỉnh lộ và bờ sông, suối. Các khối trượt lở ở ven đường giao thông thường xảy ra ở những mái taluy cao và dốc (chiều cao từ 8 - 15m, độ dốc từ 50 - 70⁰). Đất đá trượt chủ yếu thuộc đới sét hoá và đới đất phân tán. Trượt lở ở đây đã phá huỷ mái taluy, gây tắc nghẽn các tuyến đường giao thông. Trượt lở ở bờ sông, suối thường xuất hiện ở bờ lõm đoạn sông cong, có thành phần đất đá chủ yếu là sét pha, cát pha và cát sạn sỏi, nguồn gốc bồi tích, cũng có nơi là đới phong hoá mạnh của vỏ phong hóa. Quá trình trượt lở xảy ra sau khi lượng nước đầu nguồn đổ về với lưu lượng lớn làm tốc độ dòng chảy tăng mạnh, xói vào chân bờ. Hậu quả của trượt lở bờ sông là làm mất ổn định, có chỗ gây phá huỷ các công trình ven bờ như đường, cầu, cống, nhà cửa, ...

- Trượt lở quy mô nhỏ gồm 26 điểm trượt với khối trượt đất đá khoảng vài m³ đến hàng chục m³, xảy ra ở mái taluy đường giao thông và các bờ mố khai thác vật liệu xây dựng, khoáng sản. Các mái dốc hình thành trượt lở có chiều cao từ 5 - 10m, độ dốc từ 55 - 80⁰, thành phần đất đá chủ yếu là sét pha lẫn dăm sạn, dăm sét, trạng thái cứng - sản phẩm phong hoá đới sét hoá và đới đất phân tán, một số nơi có cả đới

* Tác giả liên hệ

Email: vudcct@yahoo.com.vn

laterit và đới thổ nhưỡng. Mức độ thiệt hại do các khối trượt này gây ra không nhiều, chủ yếu là phá huỷ mái taluy, cản trở giao thông, gây khó khăn cho công tác khai thác vật liệu xây dựng, khoáng sản.



Hình 1. Một số khối trượt điển hình ở Sơn Động

- + Tại Lục Ngạn, không có trượt lở quy mô lớn, mà chỉ thấy 19 điểm trượt lở quy mô vừa và nhỏ.
 - Trượt lở quy mô vừa có 6 điểm xảy ra ở mái taluy đường giao thông, có độ dốc từ $55 - 60^{\circ}$, chiều cao từ 8 - 20m. Đất đá bị trượt lở chủ yếu là đới phong hoá mạnh đến hoàn toàn (đới sét hóa, đới đất phân tán và đới thổ nhưỡng), chiều dày đới phong hoá khá dày, có chỗ tới hàng chục mét. Các khối trượt này thường có khối lượng từ trên một trăm tới vài trăm mét khối. Tác hại của chúng chủ yếu là gây phá huỷ mái taluy và làm tắc nghẽn hoạt động giao thông.
 - Trượt lở quy mô nhỏ được phát hiện gồm 16 điểm, trên các mái taluy đường giao thông và bờ mố khai thác vật liệu xây dựng, khoáng sản. Chúng xảy ra trên các mái dốc cao từ 6 - 8m đến 12 - 15m, độ dốc thay đổi từ $50 - 75^{\circ}$. Đất đá hình thành khối trượt là sét dăm, dăm sét, sét, sét pha lẫn dăm sạn, thuộc các đới phong hoá mạnh đến phong hoá hoàn toàn. Mức độ thiệt hại mà các khối trượt này gây ra không nhiều, chủ yếu là gây cản trở giao thông, mất đất canh tác ở mức độ thấp.
- + Tại Lục Nam, hiện tượng trượt lở ít phổ biến, chỉ thấy 4 điểm trượt lở quy mô vừa và nhỏ. Trong đó, có 1 khối trượt quy mô vừa và 3 khối trượt quy mô nhỏ.
 - Trượt lở quy mô vừa xảy ra ở bờ mố khai thác vật liệu đất xây dựng xã Trường Sơn, trên mái dốc cao 12m, độ dốc $45 - 50^{\circ}$. Đất đá khối trượt là sản phẩm phong hoá hoàn toàn (đới đất phân tán) với khối lượng đất đá khoảng $500 - 600m^3$. Thời điểm xảy ra trượt lở vào lúc nghỉ trưa nên không gây thiệt hại.
 - Trượt lở quy mô nhỏ xuất hiện tại các mỏ khai thác vật liệu đất xây dựng và mái taluy đường giao thông, không gây thiệt hại đáng kể về kinh tế. Đất đá khối trượt thuộc đới sét hóa và đới đất phân tán.
- + Tại Yên Thế, ít thấy trượt lở trên các mái taluy đường giao thông. Thực tế chỉ bắt gặp hiện tượng trượt lở xảy ra khá mạnh ở ven bờ sông Thương, nơi có dòng chảy xói vào. Tại những đoạn sông này, tác dụng xâm thực gây trượt lở bờ có nguy cơ ảnh hưởng nghiêm trọng đến nhà cửa và đất canh tác của nhân dân. Ngoài ra, ở khu khai thác mỏ than lộ thiên Bồ Hạ, đã xảy ra một số điểm trượt theo bề mặt phân lớp của trầm tích chứa than có thể nằm nghiêng $65 - 75^{\circ}$, ở bờ mố dốc đứng (góc dốc $80 - 85^{\circ}$, cao trên 30m). Khối trượt có quy mô vừa và lớn (khối lượng đất đá từ vài trăm đến trên $1.000m^3$). Đất đá khối trượt chủ yếu thuộc đới đá mảnh và đới đá nứt nẻ trong vỏ phong hoá. Hậu quả của trượt lở ở đây chưa gây tổn thất về người nhưng đã gây khó khăn rất lớn cho công tác thi công khai thác mỏ.



Hình 2. Một số khối trượt điển hình ở Lục Ngạn, Lục Nam và Yên Thế

2.2. Điều kiện phát sinh, phát triển trượt lở

1- Khí hậu: Khu vực nghiên cứu có nền nhiệt độ cao, sự chênh lệch nhiệt độ khá lớn theo chu kỳ giữa ngày và đêm, giữa mùa nóng và mùa lạnh, độ ẩm đất và không khí lớn là những điều kiện thuận lợi cho các hiện tượng địa chất phát triển như phong hoá, mương xói, xói lở bờ sông suối, lũ bùn đá, ... thúc đẩy trượt lở hình thành và phát triển. Vào mùa mưa, đất đá thường xuyên bị ẩm ướt, bão hoà, độ bền suy giảm, lực gây trượt tăng lên, rất thuận lợi cho trượt lở hình thành và phát triển.

2- Địa hình: Khu vực nghiên cứu có địa hình chủ yếu là đồi và núi, thuộc kiểu địa hình xâm thực - bóc mòn và bóc mòn tổng hợp. Các sườn dốc tự nhiên tồn tại ở những kiểu địa hình này thường khá ổn định. Tuy nhiên, tại những sườn dốc mà con người tác động vào như xây dựng công trình giao thông, thủy lợi, khai thác mỏ, ... tạo ra mái dốc có góc dốc lớn thì nguy cơ trượt lở là rất cao, chỉ cần có thêm tác động nào đó thì trượt lở có thể xảy ra. Thực tế đã cho thấy, hầu hết các điểm trượt lở phát hiện thấy trong quá trình khảo sát thực địa ở khu vực nghiên cứu đều xảy ra ở mái taluy đường giao thông hay bờ mố.

3- Thủy văn: Khu vực nghiên cứu có hệ thống sông suối khá dày đặc, trong đó hệ thống sông Lục Nam

và sông Thương chi phối toàn bộ mạng lưới thủy văn ở đây. Chế độ thủy văn của các hệ thống sông suối trong khu vực phụ thuộc rất lớn vào điều kiện khí hậu. Vào mùa khô mực nước trên các sông, suối rất thấp do lượng bốc hơi thường lớn hơn lượng mưa, nguồn cung cấp chủ yếu là nước dưới đất. Nhưng vào mùa mưa, lượng mưa lớn đã trở thành nguồn cung cấp chủ yếu và rất dồi dào cho các sông suối, làm cho mực nước các sông suối dâng cao, dòng chảy có lưu lượng, tốc độ lớn gây xâm thực, bào xói bờ sông, chân sườn dốc, mái dốc và dẫn đến trượt lở.

4- Cấu trúc địa chất: Các thành tạo địa chất phân bố ở khu vực nghiên cứu có nguồn gốc trầm tích lục địa và trầm tích sinh hóa, tuổi rất khác nhau, từ Cambri, Ocrđovic, Silua, Đevon, Triat, Jura đến Đệ tứ. Thành phần trầm tích không đồng nhất, chủ yếu là cát kết, bột kết, phiến sét, sét vôi, sạn kết, cuội kết, cấu tạo phân lớp mỏng đến dày. Đá thường có thể nằm nghiêng 30- 60⁰, nhiều nơi bị uốn nếp vò nhàu. Hệ thống đứt gãy phát triển mạnh, chủ yếu theo phương Đông Bắc- Tây Nam và Tây Bắc- Đông Nam, tạo ra các đới phá hủy, khe nứt dày đặc chia cắt khối đá. Những đặc điểm trên là điều kiện thuận lợi để hình thành và phát triển các hiện tượng địa chất nói chung, trượt lở nói riêng.

5- Thành phần và tính chất cơ lý đất đá: Thành phần và tính chất cơ lý của đất đá trên các sườn dốc, mái dốc được quyết định bởi quá trình hình thành và tồn tại của chúng. Trong đó, quá trình phong hóa đá có vai trò quan trọng đặc biệt. Quá trình này tạo ra các đới vò phong hoá có mức độ ổn định khác nhau trên sườn dốc, mái dốc. Đới sét mỏng và đới đất phân tán, đới laterit và đới thổ nhưỡng là những đới nằm ở trên đã bị phong hoá mạnh và triệt để, có độ bền, độ ổn định rất thấp so với đá gốc, có tính ưa nước mạnh, dễ thay đổi trạng thái vật lý và trở nên mất ổn định, thuận lợi cho sự hình thành trượt lở trên các sườn dốc, mái dốc, đới đá nứt nẻ và đới đá mảnh nằm ở dưới, có mức độ biến đổi về thành phần, kiến trúc, cấu tạo chưa nhiều, đặc trưng vẫn là liên kết kết tinh nên độ bền và ổn định khá lớn, ít xảy ra trượt lở, nếu trượt lở xảy ra thì chủ yếu theo bề mặt phân lớp và khe nứt.

6- Các hiện tượng địa chất động lực: Với điều kiện tự nhiên, địa hình, địa chất ở khu vực nghiên cứu, các hiện tượng địa chất khá phát triển. Kết quả khảo sát cho thấy, các hiện tượng địa chất, đặc biệt là hiện tượng có liên quan với hoạt động của nước mặt và nước dưới đất như phong hoá, mương xói, xâm thực, bờ sông suối xuất hiện ở nhiều nơi. Các hiện tượng địa chất phát triển làm suy giảm độ bền đất đá, tạo ra các mặt, đới yếu trên các sườn dốc, mái dốc, tăng độ cao, độ dốc của sườn dốc, mái dốc từ đó, tạo điều kiện cho trượt lở có thể phát sinh.

7- Hoạt động kinh tế, công trình của con người: Cũng như các tỉnh miền núi khác, ở khu vực nghiên cứu, để phục vụ cho phát triển kinh tế và đời sống dân sinh, việc xây dựng các tuyến đường giao thông, cầu cống, công trình thủy lợi, thủy điện, khai thác mỏ vật liệu, mỏ khoáng sản đã và đang diễn ra rất mạnh mẽ. Những hoạt động này không thể tránh khỏi làm thay đổi điều kiện môi trường tự nhiên như chặt phá rừng, cắt xén sườn dốc, thi công mái dốc có góc dốc, chiều cao lớn, thay đổi chế độ dòng chảy, tạo ra dòng chảy mặt và ngầm, ... từ đó, thúc đẩy trượt lở phát sinh, phát triển.

2.3. Điều kiện phát sinh, phát triển trượt lở

Kết quả nghiên cứu (Tạ Đức Thịnh, Tô Xuân Vu và nnk, 2009) cho thấy, tai biến trượt lở ở khu vực có thể xảy ra bởi nhiều nguyên nhân:

1- Nước mưa ngấm xuống làm giảm độ bền của đất đá, tăng lực gây trượt: Đây là nguyên nhân rất phổ biến gây ra tai biến trượt lở. Trong khu vực nghiên cứu, hầu hết đất đá trên các sườn dốc, mái dốc đều có nguồn gốc tàn tích và sườn tích, mức độ phong hoá khác nhau. Chúng được hình thành từ đá gốc là các loại đá trầm tích thuộc hệ tầng Nà Khuất, Mẫu Sơn, Văn Lãng, với thành phần chủ yếu là bột, sét, cát, sỏi sạn, cuội kết, phiến sét, sét vôi. Thành phần, kiến trúc, cấu tạo và các tính chất của chúng bị biến đổi mạnh đến hoàn toàn so với đá gốc, khoáng vật sét xuất hiện nhiều, hạt nhỏ và mịn được hình thành đáng kể, thậm chí chiếm chủ yếu. Đất đá có khả năng thấm nước mạnh và tính ưa nước cao. Trong điều kiện như vậy, khi có nước mưa thấm vào, làm giảm độ bền kháng cắt của đất đá, tăng trọng lượng phối trượt, tạo ra áp lực thủy tĩnh, thủy động và gây ra trượt lở. Kết quả nghiên cứu thực địa vào mùa khô (tháng 1) và mùa mưa (tháng 7) ở khu vực đã cho thấy rõ vai trò quan trọng của nước mưa gây ra tai biến trượt lở. Nếu như ở mùa khô chỉ thấy xuất hiện lẻ tẻ những điểm trượt lở có quy mô nhỏ thì ở mùa mưa đã phát hiện thêm hàng loạt điểm trượt lở có quy mô vừa và lớn xảy ra. Điển hình như ở Sơn Động, ngoài 8 khối trượt phát hiện trong mùa khô, vào mùa mưa xuất hiện thêm 25 khối trượt ở các điểm khảo sát.

2- Dòng chảy bào xói, xâm thực chân mái dốc: Hoạt động của dòng chảy thường xuyên hay tạm thời trong mùa mưa lũ ở khu vực nghiên cứu xảy ra khá mạnh. Do đặc điểm các sông, suối thuộc hệ thống sông Lục Nam và sông Thương phát triển dày đặc với nhiều phụ lưu uốn khúc quanh co, nhiều chỗ có độ dốc lòng thay đổi đột ngột, bờ và lòng sông suối được hình thành bởi các loại đất đá kém ổn định nên rất dễ bị dòng chảy tác dụng xâm thực, đặc biệt là ở những đoạn song cong, gây bào xói làm tăng cao độ dốc ở chân mái dốc, hình thành khối trượt có hệ số ổn định giảm mạnh và gây ra trượt lở.

3- Thi công mái taluy đường giao thông, bờ mỏ khai thác vật liệu, khoáng sản có góc dốc, chiều cao quá lớn, vượt quá giới hạn ổn định của chúng: Trong khu vực nghiên cứu, các hoạt động khai thác kinh tế

lãnh thổ diễn ra rất mạnh mẽ và đóng một vai trò quan trọng gây ra trượt lở. Đó là hoạt động xây dựng tạo ra mái taluy đường giao thông, khai thác vật liệu xây dựng ở các mỏ đất đá, khai thác khoáng sản ở các mỏ đồng, mỏ than, mỏ sắt, Do nhu cầu giảm thiểu chi phí kinh tế khi xây dựng các công trình hoặc do điều kiện kỹ thuật, thi công sử dụng đất đai không cho phép, các hoạt động cắt xén sườn dốc thường có xu hướng làm tăng độ dốc địa hình ở phía dưới hay tạo ra các mái dốc có độ dốc lớn, dẫn đến tăng cường lực gây trượt, giảm hệ số ổn định của khối đất đá trên các mái dốc, sườn dốc và gây trượt lở trong quá trình thi công hay ngay sau khi thi công.

Để định hướng cho thiết kế, thi công mái dốc khi xây dựng các tuyến đường giao thông hay khai thác mỏ, có thể xác định góc dốc ổn định tương ứng với chiều cao giới hạn đối với các loại đất tồn tại phổ biến, đặc trưng trong khu vực, có độ bền, ổn định thấp, dễ bị trượt lở trên các mái dốc, đặc biệt là trong điều kiện bão hoà nước như đới sét hoá và đới đất phân tán, kết quả thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Góc dốc ổn định của mái dốc (tính theo số liệu thực tế bằng phần mềm Geo-Slope V5)

STT	Chiều cao mái dốc (m)	Góc dốc ổn định của mái dốc tương ứng với chiều cao và trạng thái khác nhau							
		Góc dốc ổn định tính toán				Góc dốc ổn định an toàn (F = 1,5)			
		Đới sét hóa		Đới đất phân tán		Đới sét hóa		Đới đất phân tán	
		Tự nhiên	Bão hoà	Tự nhiên	Bão hoà	Tự nhiên	Bão hoà	Tự nhiên	Bão hoà
1	4	-	86 ⁰	-	82 ⁰	-	57 ⁰	-	55 ⁰
2	6	90 ⁰	67 ⁰	85 ⁰	53 ⁰	60 ⁰	45 ⁰	57 ⁰	39 ⁰
3	8	85 ⁰	53 ⁰	70 ⁰	45 ⁰	57 ⁰	35 ⁰	47 ⁰	30 ⁰
4	10	69 ⁰	44 ⁰	60 ⁰	37 ⁰	46 ⁰	29 ⁰	40 ⁰	25 ⁰
5	12	61 ⁰	39 ⁰	52 ⁰	31 ⁰	41 ⁰	26 ⁰	35 ⁰	21 ⁰
6	15	-	-	43 ⁰	27 ⁰	-	-	29 ⁰	18 ⁰

3. Phân vùng trượt lở khu vực nghiên cứu

Hiện nay, có nhiều phương pháp phân vùng trượt lở. Xây dựng mô hình phân vùng trượt lở theo xác suất thống kê là một phương pháp có nhiều ưu điểm, do có độ chính xác cao và phù hợp với thực tế. Phương pháp này dựa vào phân tích các yếu tố đóng vai trò hỗ trợ quá trình phát sinh, phát triển trượt lở trong khu vực từ dữ liệu thu thập được để xác định phạm vi có mức độ nhạy cảm trượt lở khác nhau.

3.1. Cơ sở lý thuyết xây dựng mô hình phân vùng

Cơ sở của phương pháp xây dựng mô hình phân vùng trượt lở theo xác suất thống kê là dựa vào việc tổng hợp, thống kê các yếu tố hỗ trợ hình thành các khối trượt đã xảy ra để dự báo định lượng những nơi mà hiện tại chưa xảy ra trượt lở nhưng tồn tại những điều kiện tác động trượt lở tương đồng. Mối quan hệ không gian giữa khả năng xảy ra trượt lở ở một nơi nào đó với các yếu tố hỗ trợ trượt liên quan được suy ra từ mối tương quan giữa hiện trạng trượt lở đã xảy ra với các yếu tố hỗ trợ gây ra trượt lở tương ứng và được đặc trưng bằng tỷ số tần suất trượt (Fr). Fr được xác định qua diện tích trượt lở đã xảy ra và diện tích chưa xảy ra trượt lở trong khu vực nghiên cứu đối với từng yếu tố hỗ trợ trượt lở, biểu thị quan hệ định lượng về khả năng xảy ra trượt lở trong tương lai và được xác định theo công thức:

$$Fr_{ij} = \frac{f_{ij}^*}{f_{ij}^{**}} = \frac{\frac{A_{ij}^*}{A^*}}{\frac{A_{ij} - A_{ij}^*}{A - A^*}} = \frac{A_{ij}^*}{A^*} \times \frac{A - A^*}{A_{ij} - A_{ij}^*} \quad (1)$$

Trong đó: f_{ij} - tỷ số tần suất của lớp i, tham số j; f_{ij}^* - tần suất xuất trượt trong lớp i, tham số j; f_{ij}^{**} - tần suất xuất trượt không thấy trong lớp i, tham số j; A_{ij}^* - diện tích trượt quan sát được; A_{ij} - diện tích của lớp i, tham số j; A^* - tổng diện tích trượt trong khu vực; A - diện tích khu vực nghiên cứu.

Tỷ số này càng lớn, khả năng xuất hiện trượt lở và các yếu tố hỗ trợ, thúc đẩy càng có liên quan chặt chẽ với nhau và ngược lại. Tổng hợp các giá trị tần suất xác định được hình thành hệ số thuộc tính đặc trưng cho mức độ nhạy cảm trượt lở (hay còn gọi là hệ số nhạy cảm trượt lở - LSI) ở mỗi diện tích nghiên cứu:

$$LSI = \sum_{j=1}^n Fr_{ij} \quad (2)$$

Sử dụng công nghệ GIS cho phép liên kết các tham số hỗ trợ trượt lở và giá trị hệ số thuộc tính đặc trưng cho mức độ nhạy cảm trượt lở ứng với mỗi đơn vị diện tích thuộc khu vực nghiên cứu, từ đó phân chia các diện tích có mức độ nhạy cảm trượt lở khác nhau trên cơ sở phân tích các giá trị thuộc tính và vị trí xảy ra trượt lở trong toàn bộ không gian nghiên cứu.

3.2. Lựa chọn các tham số phân vùng

Các yếu tố chủ yếu (các tham số) để phân vùng trượt lở ở khu vực nghiên cứu được sử dụng bao gồm: độ dốc địa hình; cao độ địa hình; chiều dày vỏ phong hoá; thảm thực vật; thành phần thạch học; mật độ đứt gãy; khoảng cách từ đường giao thông, bờ mỏ; khoảng cách từ sông suối. Tỷ số tần suất trượt được tính toán theo mức độ ảnh hưởng của mỗi tham số phân vùng, theo diện tích bản đồ tương ứng kết hợp với bản đồ hiện trạng trượt lở khu vực nghiên cứu, với sự trợ giúp của các phần mềm chuyên dụng

Bảng 2. Kết quả xác định tỷ số tần suất theo độ dốc và cao độ địa hình

Độ dốc địa hình					Cao độ địa hình				
STT	Độ dốc (độ)	Diện tích(m ²)	DT trượt (m ²)	Fr	STT	Cao độ (m)	Diện tích(m ²)	DT trượt (m ²)	Fr
1	< 5	1.040.767.200	18.000	0,51	1	< 100	1.426.780.800	77.400	1,59
2	5-15	625.295.700	26.100	1,23	2	100-200	714.526.200	15.300	0,63
3	15-25	581.425.700	27.900	1,12	3	200-300	356.268.600	2.700	0,22
4	25-35	378.851.400	16.200	1,26	4	300-400	167.840.100	0	0,00
5	35-45	116.658.900	7.200	1,81	5	400-500	77.139.900	0	0,00
6	>45	61.057.300	2.700	4,53	6	500-600	35.846.100	0	0,00
					7	>600	25.654.500	0	0,00

Bảng 3. Kết quả xác định tỷ số tần suất theo chiều dày vỏ phong hoá và thảm thực vật

Chiều dày vỏ phong hoá					Thảm thực vật				
STT	Chiều dày VPH (m)	Diện tích(m ²)	DT trượt (m ²)	Fr	STT	Thảm thực vật	Diện tích(m ²)	DT trượt (m ²)	Fr
1	>3	812.287.800	8.100	0,29	1	Rừng giàu	71.790.300	0	0,00
2	3-6	503.153.100	37.800	0,81	2	Giàu TBình	759.102.300	18.000	0,70
3	6-9	203.014.800	10.800	1,56	3	Rừng nghèo	770.045.400	32.400	1,23
4	9-12	501.966.900	4.500	1,26	4	Đất trống	309.607.200	9.000	0,85
5	12-15	428.221.800	32.400	2,22	5	Dân cư	40.057.200	900	0,66
6	>15	355.411.800	1.800	1,15	6	Nông nghiệp	803.241.900	31.500	1,15
					7	Ngập nước	50.211.900	3.600	1,10

Bảng 4. Kết quả xác định tỷ số tần suất theo thành phần thạch học và mật độ đứt gãy

Thành phần thạch học	Mật độ đứt gãy
----------------------	----------------

STT	TPhân thạch học	Diện tích(m ²)	DT trượt (m ²)	Fr	STT	Mật độ đứt gãy (m/km ²)	Diện tích(m ²)	DT trượt (m ²)	Fr
1	Đệ tứ	550.307.700	21.600	1,15	1	<500	2.348.753.400	72.000	0,90
2	Cát kết	1.651.622.400	31.500	1,56	2	500-1000	172.904.400	18.900	3,21
3	Cuội kết	501.364.800	42.300	1,48	3	1000-1500	229.567.500	3.600	0,46
4	Biển chất	100.725.300	0	0,00	4	>1500	52.830.900	900	0,50

Bảng 5. Kết quả xác định tỷ số tần suất theo khoảng cách từ đường giao thông, bờ mỏ và từ sông suối

Khoảng cách từ đường giao thông, bờ mỏ					Khoảng cách từ sông suối				
STT	KC từ ĐGT (m)	Diện tích(m ²)	DT trượt (m ²)	Fr	STT	KC từ sông suối (m)	Diện tích(m ²)	DT trượt (m ²)	Fr
1	< 50	40.158.900	21.600	15,82	1	< 30	50.566.500	12.600	7,33
2	50-100	3.978.900	15.300	6,31	2	30- 60	41.353.200	12.600	8,96
3	> 100	2.724.108.300	58.500	0,63	3	> 60	2.712.136.500	70.200	0,76

3.3. Xác định ranh giới phân vùng

Trên cơ sở các giá trị LSI xác định được, tiến hành phân chia chúng thành nhóm giá trị khác nhau. Mỗi nhóm giá trị đặc trưng cho mức độ nhạy cảm trượt lở trong khu vực nghiên cứu. Cơ sở để phân chia nhóm giá trị LSI là kết quả thống kê các điểm trượt lở theo diện tích trong thực tế. Tức là dựa vào diện tích trượt lở đã xảy ra tương ứng trên các diện tích chứa các giá trị hệ số thuộc tính đặc trưng cho mức độ nhạy cảm trượt lở. Một cách tuyến tính, mức độ nhạy cảm trượt lở càng cao khi trên diện tích đó tồn tại nhiều điểm trượt lở đã và đang hình thành.

Ranh giới phân vùng được xác định trên cơ sở so sánh tương đối về sự tồn tại các khối trượt đã xảy ra trong diện tích nghiên cứu. Theo đó, diện tích các khối trượt quan sát được thuộc nhóm LSI đặc trưng cho mức độ nhạy cảm trượt lở cao hơn được lấy gấp đôi diện tích các khối trượt quan sát được thuộc nhóm LSI đặc trưng cho mức độ nhạy cảm trượt lở thấp hơn liền kề. Tương quan này được so sánh 2 chiều với mỗi yếu tố là 100% diện tích trượt lở đã xảy ra trong diện tích nghiên cứu và 100% giá trị tích lũy LSI đặc trưng cho mức độ nhạy cảm trượt lở của tất cả các nhóm thuộc khu vực nghiên cứu.

3.4. Kết quả phân vùng

Theo nguyên tắc phân loại trên, với sự trợ giúp của phần mềm ILLWIS 3.4, LSI được chia thành 4 nhóm tương ứng với các diện tích (vùng) có mức độ nhạy cảm trượt lở khác nhau trên bản đồ. Chúng được phân biệt bằng màu (từ nóng đến lạnh biểu thị cho mức độ nhạy cảm trượt lở từ cao đến thấp).

- Vùng có mức độ nhạy cảm trượt lở rất cao (LSI > 20,34): Những diện tích mà hiện tại các khối trượt xuất hiện nhiều nhất, có điều kiện rất thuận lợi về các yếu tố hỗ trợ cho sự hình thành và phát triển trượt. Vùng này chỉ chiếm diện tích ít ỏi trong khu vực nghiên cứu.

- Vùng có mức độ nhạy cảm trượt lở cao (LSI = 14,08 ÷ 20,34): Những diện tích xuất hiện trượt lở không nhiều, các yếu tố hỗ trợ cho sự hình thành và phát triển trượt lở ở mức độ khá thuận lợi. Vùng này chiếm diện tích trung bình ở khu vực nghiên cứu

- Vùng có mức độ nhạy cảm trượt lở trung bình (LSI = 13,29 ÷ 14,08): Những diện tích mà trong thực tế hầu như chưa xảy ra trượt lở nhưng tồn tại một số yếu tố hỗ trợ cho sự hình thành và phát triển trượt. Vùng này thường nằm dưới hoặc đan xen với vùng có mức độ nhạy cảm trượt lở cao, chiếm diện tích không nhiều trong khu vực nghiên cứu.

- Vùng có mức độ nhạy cảm trượt lở thấp (LSI < 13,29): Những diện tích chưa bao giờ xảy ra trượt lở, có ít hoặc không có yếu tố hỗ trợ cho sự hình thành và phát triển trượt lở. Đây là vùng có diện tích nhiều nhất, chiếm phần lớn diện tích khu vực nghiên cứu

Trong số các vùng phân chia, vùng có mức độ nhạy cảm trượt lở rất cao là đối tượng cần được đặc biệt chú ý trong công tác quy hoạch, phát triển bền vững kinh tế- xã hội cũng như áp dụng các giải pháp phòng chống nhằm giảm thiểu tác hại của tai biến trượt lở trong khu vực, bởi vùng này chỉ chiếm diện tích rất ít nhưng tập trung ở những nơi mà hoạt động kinh tế đã, đang và sẽ diễn ra rất mạnh mẽ như xây dựng đường giao thông, khai thác mỏ hay xây dựng các công trình ở ven các sông suối.

4. Kết quả và thảo luận

Từ những kết quả nghiên cứu, có thể rút ra một số kết luận sau:

1. Tai biến trượt lở xảy ra khá phổ biến ở khu vực nghiên cứu, tập trung chủ yếu ở các mái taluy quốc lộ, tỉnh lộ, các bờ mố khai thác vật liệu xây dựng, khai thác than với quy mô rất khác nhau, ảnh hưởng lớn đến hoạt động kinh tế công trình và đời sống dân sinh. Có nhiều yếu tố hỗ trợ và nguyên nhân gây ra trượt lở, trong đó mưa là nguyên nhân chính và cũng là nguồn gốc phát sinh của nhiều yếu tố hỗ trợ cho quá trình hình thành và phát triển trượt lở.

2. Dựa trên cơ sở kết quả nghiên cứu hiện trạng tai biến trượt lở cùng với các yếu tố hỗ trợ phát sinh, phát triển trượt, theo hệ số nhạy cảm trượt lở (LSI), có thể chia khu vực nghiên cứu thành 4 vùng. Trong đó, vùng có mức độ nhạy cảm trượt lở rất cao là vùng rất nguy hiểm đối với hoạt động kinh tế công trình và đời sống dân sinh nên cần phải có các giải pháp phòng chống và quy hoạch, xây dựng công trình, khai thác kinh tế lãnh thổ hợp lý để đảm bảo phát triển bền vững kinh tế- xã hội ở địa phương.

Tài liệu tham khảo

- A.B. Fadeev, 1995. *Phương pháp phân tử hữu hạn trong Địa cơ học*. Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
- Tạ Đức Thịnh, Tô Xuân Vu và nnk, 2009. Nghiên cứu đặc điểm hình thành và phát triển các tai biến địa chất (lũ quét, trượt lở) tại các huyện Lục Nam, Lục Ngạn, Sơn Động, Yên Thế tỉnh Bắc Giang làm cơ sở khoa học định hướng chiến lược quy hoạch phát triển bền vững kinh tế- xã hội. *Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp tỉnh*, Hà Nội
- Trần Văn Tư, 2005. Cơ sở khoa học phân vùng dự báo lũ quét sòn. *Tạp chí các khoa học về Trái Đất, chuyên san*. Hà Nội.
- V.Đ. Lômтаđze, 1982. *Địa chất động lực công trình*. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội.
- Vũ Cao Minh và nnk, 1986. Điều tra đánh giá hiện trạng trượt lở- lũ bùn đá ở Lai Châu và đề xuất biện pháp phòng chống. *Đề tài điều tra cơ bản cấp nhà nước*, Hà Nội.

ABSTRACT

Landslide hazard in Bac Giang mountainous area and method of predicted zoning

To Xuan Vu

Hanoi University of Mining and Geology

Bac Giang mountainous area includes Luc Nam, Luc Ngan, Son Dong and Yen The districts, where landslide hazard occurs regularly. The purpose of this study is to clarify the sliding characteristics and zone out areas of landslides for prediction based on the methods of field survey, geology, modeling, ... The article analyzed the current landslides, the causes and also the conditions of landslide for building up the zoning model of landslide in study area. The results show that: landslide hazard in the area occurs mainly on the slope of the roads and the mine edge with different levels; there are many supporting and accelerating factors for process of landslide; in which, rainwater plays an important role in the support and as the main cause of sliding. It is possible to divide the study area into 4 regions according to the degree of sliding sensitivity: very high; high; medium and low.