

TẠP CHÍ

ISSN0868-7052

CÔNG NGHIỆP MỎ

MINING INDUSTRY JOURNAL

CƠ QUAN NGÔN LUẬN CỦA HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXXII SỐ 3-2023



- » TOÀN CẢNH CHUỖI CUNG ỨNG NGUYÊN LIỆU CHIẾN LƯỢC VÀ VẤN ĐỀ ĐỊA CHÍNH TRỊ
- » MỘT SỐ VẤN ĐỀ TRAO ĐỔI VỀ QUY HOẠCH KHOÁNG SẢN CỦA VIỆT NAM
- » NGUỒN GỐC MỎ OXIT SẮT- ĐỒNG- VÀNG (IOCG) SİN QÜYỀN, VIỆT NAM

MỤC LỤC

TIÊU ĐIỂM

❖ Toàn cảnh chuỗi cung ứng nguyên liệu chiến lược và vấn đề địa chính trị	Phùng Quốc Huy	4
❖ Một số vấn đề trao đổi về Quy hoạch Khoáng sản của Việt Nam	Nguyễn Thành Sơn	10

KHAİ THÁC MỎ

❖ Nghiên cứu đánh giá độ nứt nẻ của đá trên các mỏ khai thác đá ốp lát khu vực Nam Trung Bộ, Việt Nam	Phạm Văn Việt, Trương Bá Vinh	16
❖ Đánh giá ảnh hưởng của nước trong lỗ khoan đến hiệu quả nổ mìn bằng phương pháp mô hình số	Đoàn Văn Thanh và nnk	24

CƠ KHÍ, CƠ ĐIỆN MỎ

❖ Nghiên cứu tính toán thiết kế gối đàn hồi của cấp liệu rung	Nguyễn Văn Xô	32
❖ Nghiên cứu ảnh hưởng của góc nghiêng cánh xoắn tang máy khâu than đến hiệu quả chuyển tải than lên máng cào	Nguyễn Khắc Lĩnh, Phạm Văn Tiến	37
❖ Nghiên cứu xây dựng bộ điều khiển đặc tính cho máy xúc EKG-8I	Khổng Cao Phong	42
❖ Phương pháp tính toán kiểm tra điều kiện an toàn điện giật khi thiết kế các mạng điện khu vực mỏ hầm lò	Kim Ngọc Linh và nnk	47

ĐỊA CƠ HỌC, ĐỊA TIN HỌC, ĐỊA CHẤT, TRẮC ĐỊA

❖ Nguồn gốc mỏ oxit sắt- đồng- vàng (IOCG) Sin Quyền, Việt Nam	Ngô Xuân Đắc và nnk	54
❖ Nghiên cứu xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò quặng chì- kẽm khu vực Nà Bống- Pù Sáp, Bắc Kạn	Khương Thế Hùng, Nguyễn Quốc Chiến	64

KINH TẾ, QUẢN LÝ

❖ Nghiên cứu đề xuất cơ chế, chính sách về xã hội hóa trong quản trị và phát triển tài nguyên nước ở Việt Nam	Nguyễn Chí Nghĩa và nnk	72
---	-------------------------	----

SÁNG KIẾN- CÔNG NGHỆ, THIẾT BỊ MỚI

❖ Kinh nghiệm chuyển đổi số trong thiết kế Nhà máy tuyển than	Bùi Huyền Trang, Trần Tiên Tuệ	81
---	--------------------------------	----

TIN TỨC, SỰ KIỆN

❖ Chặng đường 20 năm xây dựng và phát triển của Công ty than Quang Hanh- TKV	Trần Ngọc Dũng	86
❖ Thông báo số 1- Hội nghị Khoa học và Kỹ thuật Mỏ toàn quốc năm 2023	CNM	87
❖ Tin ngành mỏ Việt Nam	CNM	88
❖ Tin ngành mỏ thế giới	CNM	95

PHỤ TRÁCH TẠP CHÍ
TS. TẠ NGỌC HẢI

ỦY VIÊN PHỤ TRÁCH TRỊ SỰ
KS. TRẦN VĂN TRẠCH

ỦY VIÊN BAN BIÊN TẬP
TS. NGUYỄN BÌNH
PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC
TSKH. ĐÌNH NGỌC ĐĂNG
PGS.TS. NGUYỄN. HỒ SĨ GIAO
GS.TS. NGUYỄN. VÕ TRỌNG HÙNG
TS. NGUYỄN HỒNG MINH
GS.TS. NGUYỄN. VÕ CHÍ MỸ
PGS.TS. NGUYỄN CẢNH NAM
KS. ĐÀO VĂN NGÂM
TS. ĐÀO ĐẮC TẠO
GS.TS. NGUYỄN. TRẦN MẠNH XUÂN

TÒA SOẠN

Số 655 Phạm Văn Đồng
Bắc Từ Liêm - Hà Nội
Điện thoại: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: tccongnghiepmo@gmail.com
Website: http://vinamin.vn

Giấy phép xuất bản số:

376/GP-BTTTT
của Bộ Thông tin và Truyền thông
ngày 13/7/2016

Ảnh Bìa 1: Sàng quay đánh tơi
SQT 75x22 do Viện KHCN Mỏ thiết kế, Công
ty Chế tạo máy- Vinacomin chế tạo cho Nhà
máy tuyển Boxit Nhân Cơ
(Ảnh Ngọc Kiên)

* In tại Công ty TNHH In và Thương mại Trần Gia
Điện thoại: 02437326436
* Nộp lưu chiểu: Tháng 6 năm 2023

CONTENTS

□ FOCUS

- | | | |
|---|------------------|----|
| ❖ Overview of strategic materials supply chains and geopolitical problems | Phung Quoc Huy | 4 |
| ❖ Some issues of discussion on Vietnam's Mineral Planning | Nguyen Thanh Son | 10 |

□ MINING

- | | | |
|--|-------------------------------|----|
| ❖ Research on evaluation of rock fracture for dimension-stone quarries in Southern Central Region of Vietnam | Pham Van Viet, Truong Ba Vinh | 16 |
| ❖ Assessment of the influence of water in boreholes on blasting efficiency by numerical modeling method | Doan Van Thanh et al | 24 |

□ MECHANICAL ENGINEERING, MINING ELECTROMECHANICS

- | | | |
|--|---------------------------------|----|
| ❖ Research on design calculation of elastic bearings of vibrating feeders | Nguyen Van Xo | 32 |
| ❖ Study on the influence of the inclination angle of the shearer drum spiral blade on the efficiency of coal conveying to the scrap conveyor | Nguyen Khac Linh, Pham Van Tien | 37 |
| ❖ Research on setting the characteristic system drive for shovel EKG-8I | Khong Cao Phong | 42 |
| ❖ Method for calculation and checking electric shock safety condition when designing precinct power network in underground coal mines | Kim Ngoc Linh et al | 47 |

□ GEOMECHANICS, GEOMATICS, GEOLOGY, GEODESY

- | | | |
|--|------------------------------------|----|
| ❖ The origin of the iron oxide- copper- gold (IOCG) Sin Quyen deposit, Vietnam | Ngo Xuan Dac et al | 54 |
| ❖ Investigating the mining group configuration and exploration grid for lead-zinc ore in the Na Pop- Pu Sap, Bac Kan | Khuong The Hung, Nguyen Quoc Chien | 64 |

□ ECONOMY, MANAGEMENT

- | | | |
|--|------------------------|----|
| ❖ Research on proposal of mechanisms and policies on socialization in water resource management and development in Vietnam | Nguyen Chi Nghia et al | 72 |
|--|------------------------|----|

□ INNOVATION- NEW TECHNOLOGY AND EQUIPMENT

- | | | |
|---|--------------------------------|----|
| ❖ Experiences of digital transformation in coal processing plant design | Bui Huyen Trang, Tran Tien Tue | 81 |
|---|--------------------------------|----|

□ NEWS AND EVENTS

- | | | |
|--|----------------|----|
| ❖ 20 years of construction and development of Vinacomin- Quang Hanh Coal Company | Tran Ngoc Dung | 86 |
| ❖ Announcement No. 1- National Mining Science and Technology Conference in 2023 | CNM | 87 |
| ❖ Vietnam mining industry's news | CNM | 88 |
| ❖ World mining industry's news | CNM | 95 |

EDITOR MANAGER

DR. TA NGOC HAI

EDITOR - ADMINISTRATOR

ENG. TRAN VAN TRACH

EDITORIAL BOARD

DR. NGUYEN BINH
ASSOC. PROF. DR. PHUNG MANH DAC
DR.SC. DINH NGOC DANG
ASSOC. PROF. DR. HO SI GIAO
PROF. DR. VO TRONG HUNG
DR. NGUYEN HONG MINH
ASSOC. PROF. VO CHI MY
ASSOC. PROF. DR. NGUYEN CANH NAM
ENG. DAO VAN NGAM
DR. DAO DAC TAO
PROF. DR. TRAN MANH XUAN

EDITORIAL OFFICE

655 Pham Van Dong St.,
Bac Tu Liem Dist., Hanoi
Phone: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: tccongnghepmo@gmail.com
Website: http://vinamin.vn

License

376/GP-BTTTT Ministry of Information and Communications, issued on July 13 th, 2016

NGHIÊN CỨU XÁC LẬP NHÓM MỎ VÀ MẠNG LƯỚI THĂM DÒ QUẶNG CHÌ - KẼM KHU VỰC NÀ BỐP - PÙ SÁP, BẮC KẠN

Khương Thế Hùng

Trưởng Đại học Mỏ - Địa chất

Nguyễn Quốc Chiến

Liên đoàn Địa chất Trung Trung Bộ

Email: khuongthehung@humg.edu.vn

TÓM TẮT

Khu vực Nà Bốp-Pù Sáp, tỉnh Bắc Kạn nằm về phía Đông Bắc Việt Nam, thuộc đới cấu trúc Lô Gâm, là khu vực có tiềm năng lớn về khoáng sản chì-kẽm của nước ta. Trên cơ sở dữ liệu thu thập và tổng hợp, bài báo sử dụng phương pháp toán để xử lý tài liệu, nhận dạng đối tượng nghiên cứu và mô tả các thuộc tính định lượng đối tượng nghiên cứu, là cơ sở để xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng: Quặng chì-kẽm khu vực Nà Bốp-Pù Sáp phân bố trong các đá vôi bị biến đổi thuộc hệ tầng Cốc Xô, các thân quặng có chiều dày mỏng, dạng thấu kính, dạng mạch. Hàm lượng Pb+Zn trong thân quặng TQ.1 (có quy mô nhất) trung bình đạt 7,48%, biến đổi thuộc loại không đồng đều ($V_c = 63,22\%$) và phân bố thống kê dạng hàm phân bố loga chuẩn. Chiều dày thân quặng TQ.1 trung bình 6,6m, biến đổi không ổn định ($V_m = 71,74\%$). Quặng chì-kẽm khu vực Nà Bốp-Pù Sáp thuộc nhóm mỏ thăm dò loại III, để thăm dò phát triển mỏ, tốt nhất sử dụng mạng lưới thăm dò dạng tuyến. Đối với trữ lượng cấp 122 mạng lưới thăm dò phù hợp là tuyến cách tuyến 60 ÷ 70m, công trình trên tuyến 20 ÷ 30m. Kết quả nghiên cứu là những cứ liệu cho phép đề xuất mạng lưới thăm dò quặng chì-kẽm khu vực nghiên cứu và những khu vực khác có điều kiện địa chất khoáng sản tương tự.

Từ khóa: Nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò, quặng chì-kẽm, Nà Bốp-Pù Sáp.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khi bắt đầu công tác thăm dò một khoáng sản nào đó người ta thường áp dụng mạng lưới thăm dò định hướng theo nguyên tắc tương tự địa chất [1, 3, 4, 6, 9]. Tuy nhiên, việc áp dụng nguyên tắc này gặp một số vấn đề khi các thân quặng không hoàn toàn giống nhau về kích thước, chiều dày, thành phần vật chất và cấu trúc nội bộ của thân quặng. Do vậy, ứng dụng mô hình toán địa chất trong xử lý số liệu thăm dò được xem như một giải pháp hiệu quả cho việc xác lập nhóm mỏ và lựa chọn mạng lưới thăm dò phù hợp. Nhiều công trình nghiên cứu [4, 6, 9] đã thành công trong việc ứng dụng các phương pháp toán để xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò; điều đó khẳng định đây là bước quan trọng trong đánh giá hiệu quả và độ tin cậy của hoạt động thăm dò khoáng sản. Khu mỏ chì-kẽm Nà Bốp-Pù Sáp có các thân quặng biến đổi đột ngột theo đường phương và hướng dốc, cho nên mạng lưới định hướng quy định trong [10] không phát huy hết hiệu quả, có những khu vực

thân quặng phình to hoặc tắt đột ngột, gây nhiều khó khăn cho công tác thăm dò. Chính vì vậy, nghiên cứu xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò phù hợp với đặc điểm quặng hóa dựa trên phương pháp toán là thực sự cần thiết.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

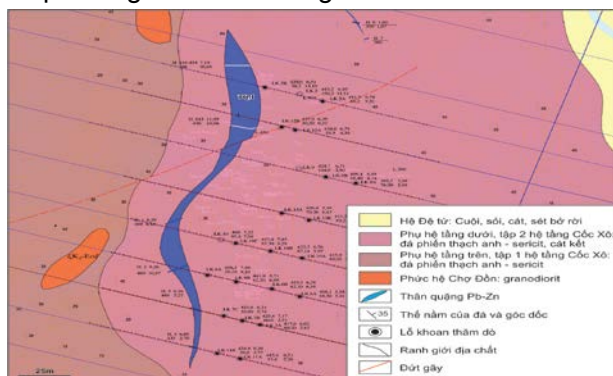
2.1. Khái quát về đặc điểm địa chất khoáng sản khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu được cấu thành bởi các đá phiến thạch anh-sericit xen các lớp cát kết, cát kết dạng quarzit, đá lục nguyên carbonat, đá vôi, đá vôi bị hoa hóa màu trắng của hệ tầng Cốc Xô (D_1-D_2cx) và các trầm tích bờ rời hệ Đệ tứ [5] (Hình H.1). Các thành tạo hệ tầng Cốc Xô phát triển kéo dài theo phương Tây Bắc-Đông Nam, chiều dày khoảng 800-1500m. Ở những vùng địa hình thấp và dọc sông suối là các thành tạo cát, cuội, sỏi, bột sét và mùn thực vật hệ Đệ tứ, chiều dày khoảng 3-10m.

Các thể magma thuộc phức hệ Chợ Đồn ($\xi K_2-Ecđ$) có mặt trên diện tích nghiên cứu với kích



thước nhỏ, phân bố thành chuỗi hoặc kéo dài trùng với phương cấu trúc chung.



H.1. Sơ đồ địa chất khu vực Nà Bóp - Pù Sáp, Bắc Kạn và vị trí thân quặng TQ1 [5]

Theo Nguyễn Kinh Quốc và cộng sự (1974) [5], khu vực nghiên cứu thuộc đới cấu trúc Lô Gâm và nằm về phía Đông - Đông Nam nếp lồi Phia Khao. Cấu trúc chung của khu vực Nà Bóp - Pù Sáp là cấu trúc dạng đơn nghiêng, kéo dài theo phương gần kinh tuyến. Quặng chì-kẽm ở khu vực Nà Bóp - Pù Sáp thường phân bố trong các đá của hệ tầng Cốc Xô. Trong khu mỏ đã xác định được 3 thân quặng (TQ.1, TQ.2, TQ.4) và một số thân khoáng hoá chì-kẽm, tuy nhiên chỉ có thân quặng TQ.1 được nghiên cứu chi tiết hơn cả. Thân quặng TQ.1 phân bố ở phía Nam khu vực nghiên cứu, chiều dài khoảng 700m, kéo dài theo phương á vĩ tuyến, cắm về Đông với góc dốc thay đổi từ 25-55°, có thể nằm gần chính hợp với mặt lớp của đá vây quanh. Ranh giới tiếp xúc giữa thân quặng và đá vây quanh tương đối rõ ràng, bề dày thân quặng thay đổi mạnh từ 3,85 m đến 10,34m. Do vậy, thân quặng TQ.1 được lựa chọn để xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò chung cho khu vực nghiên cứu.

2.2. Phương pháp thu thập, tổng hợp, xử lý và phân tích tài liệu

Thu thập số liệu là một việc rất quan trọng trong nghiên cứu khoa học. Mục đích của thu thập số liệu từ các công trình trước [2], [5] để làm cơ sở khoa học hay luận cứ tài liệu thực tế để minh chứng cho giả thuyết hay các vấn đề nghiên cứu đặt ra. Phương pháp chủ yếu tập trung 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. 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 quặng hóa, là cơ sở để xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò quặng chì-kẽm khu vực nghiên cứu.

2.3. Một số phương pháp toán địa chất xác lập nhóm mỏ thăm dò

Phương pháp toán địa chất được sử dụng để đánh giá đặc điểm phân bố thống kê của các thông số địa chất công nghiệp thân quặng, các phương pháp đánh giá định lượng hình thái cấu trúc thân quặng là các dữ liệu có vai trò quyết định trong việc xác lập nhóm mỏ.

2.3.1. Thống kê một chiều: Mô hình được sử dụng xử lý tài liệu phân tích hóa, plasma để mô tả sự phân bố thống kê của các thông số địa chất như hàm lượng các thành phần hóa, chiều dày, tính chất kỹ thuật, các tham số vật lý của 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 công nghiệp 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 Nguyễn Phương (2006) [6], Wellmer (1998) [11].

2.3.2. Phương pháp đánh giá định lượng đặc điểm hình thái - cấu trúc thân quặng

Để đánh giá định lượng hình thái - cấu trúc thân quặng trong khu vực Nà Bóp - Pù Sáp, bài báo tập trung tính toán hệ số chứa quặng (K_p) theo chiều dày, theo diện tích, theo đoạn thân quặng; hệ số gián đoạn quặng (K_{np}); hệ số dị hướng hình thái (λ) của thân quặng trên bình đồ; hệ số giàu quặng (β); modun chu tuyến; và chỉ tiêu hình dạng thân quặng (ϕ). Nội dung chi tiết của phương pháp được trình bày trong Prokofiev (1973) [8]. Kết quả nghiên cứu này là cơ sở để lựa chọn nhóm mỏ thăm dò phù hợp.

2.4. Phương pháp toán địa chất sử dụng để xác định mạng lưới thăm dò

2.4.1. Phương pháp thống kê

Sai số xác định trữ lượng kim loại được xác định theo công thức:

$$\Delta_p = \sqrt{\Delta_m^2 + \Delta_c^2 + \Delta_d^2 + \Delta_s^2} \quad (1);$$

$$\Delta_x = \frac{t \cdot V_x}{\sqrt{N}} \quad (2);$$

$$\Delta_s = \frac{S_2}{4S_1} \cdot 100\% \quad (3)$$

Trong đó: Δ_m , Δ_c , Δ_d , Δ_s - sai số tương đối xác định chiều dày trung bình, hàm lượng trung bình (Pb + Zn), diện tích thân quặng và thể trọng trung bình của quặng (%); S_1 - diện tích thân quặng nội suy (m^2); S_2 - diện tích thân quặng ngoại suy (m^2); t - hệ số xác suất (chọn $t = 2$); N - số công trình cắt qua thân quặng; V_x - hệ số biến thiên theo chiều dày (m), hoặc hàm lượng (%), thể trọng (T/m^3), diện tích thân quặng (m^2).

Sai số tương đối của thể trọng trong đa số trường hợp rất nhỏ có thể bỏ qua. Kết quả phân tích hàm lượng chì - kẽm theo tài liệu thăm dò thường có sai số ngẫu nhiên lớn trong trường hợp này sai số hàm lượng trung bình xác định theo công thức: $\Delta_{cr} = \sqrt{\Delta_c^2 + \Delta_{pt}^2}$ (4); với Δ_{pt} - sai số ngẫu nhiên trong phân tích mẫu hóa cơ bản.

Theo Kazdan (1997) [3], kết quả thăm dò đạt yêu cầu về độ tin cậy khi sai số của các thông số tính trữ lượng không vượt quá giới hạn cho phép, cụ thể:

$$\sum \Delta = \sqrt{\Delta_m^2 + \Delta_c^2 + \Delta_d^2 + \Delta_s^2} \leq \Delta_{cp} \quad (5)$$

Theo Prokofiev (1973) [8], số lượng công trình thăm dò cần thiết để khống chế thân quặng xác định theo công thức:

$$N \geq \frac{(V_m^2 + V_c^2)t^2}{\Delta_{cp}^2}; \quad (6)$$

Trong đó: V_m , V_c , V_q - hệ số biến thiên chiều dày, hàm lượng và trữ lượng điểm của thân quặng cần đánh giá (%); Δ_{cp} - sai số cho phép; t - hệ số xác suất ($t = 2$ tương ứng $P = 0,95$).

Thực tế công tác thăm dò thường gặp thân quặng dạng méo mó, vì vậy nhiều nhà nghiên cứu [6], [7] đề nghị bổ sung hệ số méo mó thân quặng và lấy giá trị 0,15. Do vậy, số công trình cụ thể là:

$N_{TD} = 1,15N$. Trong đó: N - số công trình tính toán theo công thức (6).

Đối với nhóm mỏ thăm dò III, yêu cầu trong thăm dò phải đạt trữ lượng cấp 122 và theo đa số các nhà địa chất thăm dò thì sai số cho phép (Δ_{cp}) đối với trữ lượng cấp 122 thường chọn là 30 ÷ 50%.

Theo Prokofiev (1973) [8], khi các mỏ khoáng có hệ số biến thiên (chiều dày, hàm lượng) trên 80 ÷ 100% thì số lượng công trình tính theo phương

pháp thống kê thường lớn hơn thực tế. Ngược lại, khi hệ số biến thiên dưới 40% thì số lượng công trình tính toán sẽ nhỏ hơn thực tế. Trường hợp hệ số biến thiên dao động trong khoảng 60 ÷ 80% thì phương pháp thường cho kết quả tốt. Khi đó, mật độ mạng lưới thăm dò (S_0) tính theo công thức:

$$S_0 = \frac{S}{N}; S_0 = a \times b; a = 0,93\sqrt{S_0}; b = 1,07\sqrt{S_0} \quad (7)$$

Trong đó: S - diện tích thân quặng (m^2); N - số lượng công trình thăm dò; a - khoảng cách theo hướng dốc (m); b - khoảng cách theo đường phương (m).

2.4.2. Phương pháp dựa trên cơ sở lý thuyết hàm ngẫu nhiên

Hàm ngẫu nhiên ổn định được đặc trưng bởi hàm tương quan ký hiệu $K_x(h)$ phụ thuộc bước quan sát, hướng quan sát và hệ số tương quan định mức $R(h)$. Hàm tương quan xác định theo công thức:

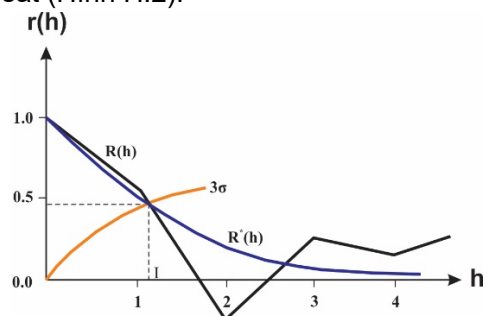
$$K_x(\bar{h}) = \frac{1}{N-h} \sum_{i=1}^{N-h} [f(x_i) - E(X)][f(x_{i+h}) - E(X)] \quad (8)$$

Hệ số tương quan định mức xác định theo công thức:

$$R(h) = \frac{K_x(\bar{h})}{\sigma_x^2} \quad (8a)$$

Để xác định kích thước đới ảnh hưởng (H), nói cách khác xác định miền cho phép nội suy, miền dao động và miền biến đổi ngẫu nhiên, người ta phải tiến hành xây dựng đồ thị trị tương quan.

$R_{(h)}^* = e^{-\alpha \cdot h}$ (8b) với α - hằng số và được xác định theo công thức: $\alpha = \frac{\sum_{i=1}^k \ln |R(h_i)|}{\sum_{i=1}^k h_i}$; h - bước quan sát (Hình H.2).



H.2. Đồ thị hàm tương quan không gian $R(h)$ và $R'(h)$

Xây dựng đồ thị hàm:



$$3\sigma_r = \frac{3[1-R_h^2]}{\sqrt{N}}$$

Hệ số dị hướng ký hiệu I , xác định theo công thức:

$$I = \frac{H_{hd}}{H_{dp}} \quad (8c)$$

Trong đó: H_{dp} - kích thước đới ảnh hưởng xác định theo đường phương (m); H_{hd} - kích thước đới ảnh hưởng xác định theo hướng dốc (m).

Mật độ mạng lưới thăm dò ký hiệu S_0 , xác định theo công thức: $S_0 = H_{hd} \times H_N$ (9)

Số lượng công trình thăm dò cần thiết đối với thân quặng cần đánh giá:

$$N = \frac{S}{S_0} \quad (10)$$

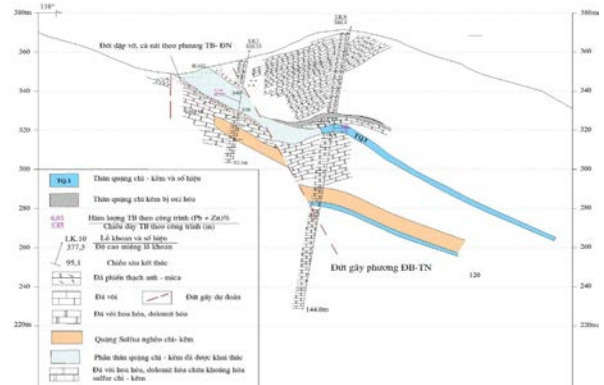
Do công trình thăm dò khống chế thân quặng TQ.1 còn hạn chế và phân bố không theo mạng lưới hình học nhất định, do vậy tác giả sử dụng phương pháp nội suy không gian để dự báo chiều dày thân quặng và hàm lượng Pb, Zn theo từng điểm của ô mạng được sử dụng để nội suy không gian [6]. Kích thước ô mạng lựa chọn tùy thuộc đặc điểm địa hình và phương phát triển của thân quặng. Thông thường, người ta chọn kích thước ô mạng nội suy không lớn hơn kích thước đới ảnh hưởng; trường hợp tài liệu còn hạn chế thường chọn theo kinh nghiệm. Trong bài báo, kích thước ô mạng được lựa chọn là 40 x 80 m.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm hình thái-cấu trúc thân quặng chì-kẽm khu vực nghiên cứu

Dựa trên các tài liệu nghiên cứu trước [2, 5] kết hợp các dữ liệu thu thập bổ sung, cho phép làm rõ thêm đặc điểm phân bố, cấu trúc và hình thái, các mối quan hệ và độ sâu tồn tại thân quặng chì-kẽm trong khu vực nghiên cứu. Khu vực Nà Bốp-Pù Sáp đã xác định được 3 thân quặng (TQ.1, TQ.2, TQ.4) và một số thân khoáng hóa khác, trong số đó thân quặng TQ.1 có quy mô lớn và được nghiên cứu chi tiết nhất. Thân quặng TQ.1 phân bố ở phía Nam khu vực nghiên cứu, thân quặng được kéo dài theo đường phương khoảng 700 m (phương gần Bắc Nam), cắm về đông với góc dốc thay đổi từ 25-55° gần như chính hợp với mặt lớp của đá vôi bị biến đổi. Thân quặng TQ.1 có chiều dày thay đổi từ 10,34m đến 3,85m, biến đổi nhiệt dịch liên quan

đến quặng đặc trưng là dolomit hóa, chlorit hóa. Thân quặng bị cắt và dịch chuyển bởi đứt gãy thuận có phương Đông Bắc-Tây Nam (Hình H.3).



H.3. Mặt cắt theo hướng dốc thân quặng TQ.1 khu vực mỏ Nà Bốp-Pù Sáp [2]

3.2. Xác lập nhóm mỏ thăm dò cho quặng chì-kẽm

3.2.1. Đặc trưng thống kê của các thông số thân quặng chì-kẽm

Xử lý thống kê chiều dày và hàm lượng Pb+Zn cho 39 công trình cắt qua thân quặng TQ.1 mỏ Nà Bốp-Pù Sáp được thể hiện ở Bảng 1 và Bảng 2.

Bảng 1. Đặc trưng thống kê hàm lượng Pb+Zn trong thân quặng TQ.1

Hàm lượng Pb+Zn					Mô hình phân bố
Trung bình (%)	Phương sai (σ^2)	Hệ số biến thiên (V_c , %)	t_A	t_E	
7,48	1,44	63,22	1,95	1,83	Log chuẩn

Kết quả tính toán từ Bảng 1 chỉ ra rằng hàm lượng Pb+Zn trong thân quặng TQ.1 đạt 7,48%, hệ số biến thiên hàm lượng (V_c) là 63,22% thuộc loại không đồng đều. Sự biến đổi của hàm lượng Pb+Zn trong thân quặng TQ.1 biến đổi tuân theo luật phân bố loga chuẩn.

Bảng 2. Đặc trưng thống kê chiều dày thân quặng TQ.1 mỏ Nà Bốp-Pù Sáp

Các thông số chiều dày thật					Mô hình phân bố
Trung bình (m)	Phương sai (σ^2)	Hệ số biến thiên (V_m , %)	t_A	t_E	
6,6	21,46	71,74	0,43	0,07	Log chuẩn

Như trình bày ở Bảng 2, chiều dày trung bình của thân quặng TQ.1 là 6,6 m, hệ số biến thiên chiều dày (V_m) đạt 71,74% và sự biến đổi chiều dày thân quặng thuộc loại không ổn định. Chiều dày

thân quặng TQ.1 biến đổi tuân theo luật phân bố loga chuẩn.

3.2.2. Đặc trưng tính liên tục của khoáng hóa

Tính liên tục của khoáng hóa là một trong những thông số chính ảnh hưởng đến mức độ khó dễ của công tác thăm dò địa chất. Do vậy, nghiên cứu định lượng sự liên tục của quặng hóa chì-kẽm được thực hiện bởi các công thức áp dụng trong [4], [7] và kết quả tổng hợp dưới đây.

Bảng 3. Kết quả tính toán hệ số chứa quặng chì-kẽm mỏ Nà Bốp-Pù Sáp

	K_p^m	K_p^s	K_p^L
Thân quặng TQ.1	0,38	0,0018	0,025

Áp dụng các công thức theo đề xuất của Porotov (1977) [7], cho phép tính toán mức độ gián đoạn quặng, dị hướng hình thái và hệ số làm giàu quặng trong thân quặng TQ.1.

Bảng 4. Kết quả tính toán hệ số gián đoạn quặng chì-kẽm thân quặng TQ.1

Hệ số gián đoạn quặng	Hệ số dị hướng hình thái	Hệ số làm giàu quặng
2,63	0,44	1,98

Kết quả từ Bảng 3 & 4 chỉ ra rằng thân quặng chính thuộc loại không liên tục, hệ số gián đoạn quặng phức tạp ($K_{np}=2,63$). Thân quặng thường có dạng dị hướng hình thái. Hàm lượng Pb+Zn trong thân quặng TQ.1 thuộc loại trung bình với hệ số làm giàu quặng đạt 1,98.

3.2.3. Độ phức tạp của modul chu tuyến và chỉ số hình dạng thân quặng

Hình dạng, thể nằm, mức độ phức tạp cấu trúc thân quặng TQ.1 được nghiên cứu và đánh giá. Kết quả tính toán mức độ phức tạp của modul chu tuyến và chỉ số hình dạng thân quặng TQ.1 trình bày ở Bảng 5.

Bảng 5. Mức độ phức tạp của modul chu tuyến và chỉ số hình dạng thân quặng TQ.1

	Diện tích (m ²)	Chu vi thân quặng	Mức độ phức tạp	Chỉ số hình dạng
Thân quặng TQ.1	6.564	1.025	0,65	0,246

Bảng 5 cho thấy mức độ phức tạp của thân quặng TQ.1 thay đổi từ đơn giản đến phức tạp, với chỉ số hình dạng thân quặng thuộc loại trung bình. Nhìn chung, việc nghiên cứu sự thay đổi định lượng

của quặng chì-kẽm cho thấy chiều dày thân quặng thuộc loại trung bình với kích thước nhỏ, chỉ số hình dạng của nó tương đối trung bình. Hệ số biến đổi chiều dày của thân quặng thuộc loại không ổn định và khoáng hóa không liên tục. Hàm lượng Pb+Zn mỏ Nà Bốp-Pù Sáp biến đổi thuộc loại không đồng đều, thuộc loại hàm lượng trung bình và bị phủ bởi lớp vỏ phong hóa, thân quặng có thể nằm tương đối dốc. Dựa vào những đặc điểm nêu trên, cho phép xếp mỏ chì-kẽm Nà Bốp- Pù Sáp vào nhóm mỏ thăm dò loại III [10].

3.3. Xác định mạng lưới thăm dò cho mỏ chì-kẽm Nà Bốp-Pù Sáp

Việc xác định mạng lưới thăm dò hợp lý cũng được biết đến như việc tối ưu hóa mạng lưới thăm dò, chúng được thực hiện dựa trên những số liệu thu thập từ công tác thăm dò địa chất, đặc trưng cho đối tượng thăm dò và phụ thuộc vào đặc điểm cấu trúc địa chất khu mỏ. Trong hầu hết trường hợp, trữ lượng điểm (m, %) có thể được sử dụng như chìa khóa của các thông số địa chất. Nếu chiều dày hoặc hàm lượng thành phần có ích của thân quặng biến đổi lớn nhất thì cơ sở cho việc lựa chọn mạng lưới thăm dò sẽ dựa vào thông số của thân quặng có đặc trưng biến đổi lớn nhất.

+ Đánh giá hiệu quả hệ thống thăm dò

Phương pháp thống kê: Sai số tương đối của thân quặng chính được tính toán theo đề xuất của Kazdan (1997) [3], Nguyễn Phương (2006) [6]. Kết quả tính toán trình bày ở Bảng 6.

Kết quả chỉ ra trữ lượng chì-kẽm thân quặng chính có sai số dưới 50% đối với cấp trữ lượng 122. Do vậy, thông số mạng lưới thăm dò được xây dựng cho quặng chì-kẽm mỏ Nà Bốp-Pù Sáp đảm bảo độ tin cậy cho cấp trữ lượng 122 [2].

Bảng 6. Sai số tương đối của trữ lượng quặng chì-kẽm thân quặng TQ.1

	Sai số tương đối (%), t = 2			
	Δ_s	Δ_m	Δ_c	Δ_p
Thân quặng TQ.1	1,31	26,64	23,48	35,54

+ Đánh giá mật độ mạng lưới thăm dò

Phương pháp thống kê: Mật độ mạng lưới thăm dò được đánh giá theo các công thức được đề cập trong công trình Nguyễn Phương (2006) [6] và một số công trình áp dụng [4], kết quả tính toán được thể hiện ở Bảng 7.



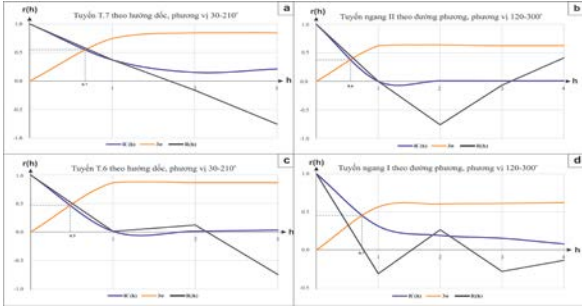
Bảng 7. Mật độ mạng lưới thăm dò dựa theo phương pháp thống kê

	Khoảng cách công trình (m)		Mật độ (m ²)	Số lượng công trình thăm dò/km ²
	a - đường phương	b - hướng dốc		
Thân quặng TQ.1	60	30	1800	555

Kết quả tính toán chỉ ra rằng mạng lưới thăm dò cho mỏ chì-kẽm Nà Bốp-Pù Sáp được kiến nghị dùng mạng lưới dạng tuyến. Khoảng cách giữa các tuyến thăm dò là 60 m, công trình trên tuyến cách nhau 30 m. Số công trình thăm dò là 555 công trình/km².

Kết quả xác lập mạng lưới thăm dò theo kết quả phân tích hàm ngẫu nhiên ổn định: Các thông số địa chất thân quặng có một mối quan hệ nhất định và liên quan mật thiết với khoảng cách giữa các công trình thăm dò. Dựa trên thuộc tính này, việc lựa chọn khoảng cách giữa các công trình có một ý nghĩa cho việc lựa chọn mạng lưới thăm dò phù hợp cho đối tượng thăm dò cụ thể. Do điều kiện thăm dò (như vị trí điểm quan sát, vết lộ dọn sạch và công trình thăm dò) không phân bố đồng đều theo mạng lưới hình học; vì vậy, cần chuyển những giá trị thu thập từ công trình thăm dò thành những điểm cơ sở của ô mạng lựa chọn cho từng vùng theo đề xuất của Porotov (1977) [7]. Trên cơ sở các tài liệu gốc và tài liệu đã chuyển đổi, để đảm bảo độ chính xác của phương pháp, bán kính tự tương quan $R(h)$ được thực hiện tính toán theo đường phương và hướng dốc cho các thông số chiều dày và hàm lượng chì-kẽm của thân quặng TQ.1.

Sau khi xác lập bán kính tự tương quan thực nghiệm $R(h)$, các công thức theo đề xuất của Porotov (1977) [7], Nguyễn Phương (2006) [6] được áp dụng cho xây dựng hàm ngẫu nhiên. Sau đó, tiến hành chuyển đổi các đường thực nghiệm ($R(h)$) thành đường lý thuyết ($R^*(h)$) theo công thức (8b) và thể hiện trên Hình H.5. Dựa vào các biểu đồ này, xác định kích thước đới ảnh hưởng (H) theo đường phương và hướng dốc thân quặng.



H.5. Biểu đồ hàm ngẫu nhiên ổn định theo chiều dày (a, b), hàm lượng Pb+Zn (c, d) của thân quặng TQ.1 khu vực mỏ Nà Bốp - Pù Sáp

Kết quả thu được cho thấy khoảng cách giữa các tuyến thăm dò được chọn là 60÷70m, khoảng cách giữa các công trình trên tuyến là 20÷30 m. Số lượng công trình thăm dò thay đổi từ 476 đến 555 công trình/km².

Kết hợp số liệu tính toán từ phương pháp thống kê và phương pháp hàm ngẫu nhiên cho phép xác định mạng lưới thăm dò cho cấp trữ lượng 122, khoảng cách giữa các tuyến thăm dò được chọn trong khoảng 60÷70m, khoảng cách giữa các công trình trên tuyến thay đổi trong khoảng 20÷30m.

4. KẾT LUẬN

➤ Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng các thân quặng chì-kẽm mỏ Nà Bốp-Pù Sáp có dạng thấu kính, phân bố trong thành tạo đá vôi hệ tầng Cốc Xô. Hàm lượng chì-kẽm trung bình 7,48%, phân bố theo hàm phân bố thông kê loga chuẩn, hệ số biến thiên (V_c) là 63,22% thuộc loại không đồng đều. Chiều dày trung bình thân quặng TQ.1 là 6,6m; hệ số biến thiên chiều dày (V_m) là 71,74% thuộc loại không ổn định.

➤ Kết quả tính toán định lượng các thông số nghiên cứu được đối sánh với Thông tư 06/2017/QĐ-BTNMT của Bộ Tài nguyên và Môi trường, cho phép xếp mỏ chì-kẽm Nà Bốp-Pù Sáp vào nhóm mỏ thăm dò loại III, để thăm dò loại hình khoáng sản này nên sử dụng mạng lưới thăm dò dạng tuyến. Mạng lưới thăm dò thích hợp cho đánh giá cấp trữ lượng 122 của quặng chì-kẽm Nà Bốp - Pù Sáp là (60÷70) m × (20÷30) m, cụ thể khoảng cách giữa các tuyến thăm dò được chọn từ 60 m đến 70 m; khoảng cách giữa các công trình trên tuyến là 20 m đến 30 m.

➤ Kết quả tính toán cho phép đề xuất nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò quặng chì-kẽm ở khu vực Chợ Đồn nói riêng và các khu vực chì-kẽm khác có điều kiện địa chất tương tự □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Battalgaży N., Madani N. (2019). Categorization of Mineral Resources Based on Different Geostatistical Simulation Algorithms: A Case Study from an Iron Ore Deposit. Natural Resources Research.
2. Bùi Viết Sáng và nnk (2010). Báo cáo kết quả thăm dò quặng chì - kẽm khu vực Nà Bốp-Pù Sáp, huyện Chợ Đồn, tỉnh Bắc Kạn. Trung tâm thông tin Lưu trữ và Bảo tàng Địa chất, Hà Nội.
3. Kazdan A.B. (1997). Cơ sở phương pháp luận thăm dò. Nhà xuất bản Nedra (Bản tiếng Nga).
4. Khuong The Hung, Luong Quang Khang, Pham Nhu Sang, Hoang Van Vuong (2021). Establishing a Tungsten Deposit Group and a Pattern Grid Exploration in the Nui Phao Area, Northeastern Vietnam. In: Proceedings of the International Conference on Innovations for Sustainable and Responsible Mining, Springer International Publishing, pp. 58-78
5. Nguyễn Kinh Quốc và nnk (1974). Địa chất và khoáng sản từ Bắc Kạn tỷ lệ 1:200.000. Trung tâm thông tin Lưu trữ và Bảo tàng Địa chất, Hà Nội.
6. Nguyễn Phương (2006). Mô hình hóa các tính chất của khoáng sản và phương pháp thăm dò. Bài giảng dùng cho học viên cao học và nghiên cứu sinh ngành Kỹ thuật Địa chất, Trường Đại học Mở - Địa chất.
7. Porotov G.X. (1977). Phương pháp toán trong tìm kiếm và thăm dò khoáng sản. Nhà xuất bản Leningrad, 106 trang (Bản tiếng Nga).
8. Prokofiev A.P. (1973). Cơ bản về tìm kiếm-thăm dò khoáng sản rắn. Nhà xuất bản Nedra (Bản tiếng Nga).
9. Saikia K., Sarkar B.C. (2006). Exploration drilling optimization using geostatistics: A case in Jharia Coalfield. India. Appl. Earth Sci. 115(1), pp. 13-25.
10. Thông tư số 06/2017/QĐ-BTNMT (2017). Thông tư Quy định về phân cấp trữ lượng và tài nguyên khoáng sản rắn. Bộ Tài nguyên và Môi trường, ban hành ngày 08 tháng 12 năm 2017.
11. Wellmer F.W. (1998). Statistical evaluations in exploration for mineral deposits. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Printed in Germany.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo được hỗ trợ từ kết quả nghiên cứu của đề tài cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo, mã số B2023-MDA-08.

INVESTIGATING THE MINING GROUP CONFIGURATION AND EXPLORATION GRID FOR LEAD-ZINC ORE IN THE NA BOP - PU SAP AREA, BAC KAN PROVINCE

Khuong The Hung, Nguyen Quoc Chien

ABSTRACT

The Na Bop-Pu Sap area, Bac Kan province is located in Northeastern Vietnam and is part of the Lo Gam structural zone, well-known for its rich lead-zinc mineral deposits. Based on data collection and compilation, the paper using statistical methods were applied to analyze the data and determine the characteristics of the lead-zinc ore bodies. The study found that the lead-zinc deposits in the Na Bop-Pu Sap area are primarily of the vein type and are located in the carbonatic rocks of the Coc Xo formation. The ore bodies are characterized by small thickness, a vein-like structure, and a layered form, and have been extensively explored by a comprehensive network of drilling and mining facilities. Statistical analysis revealed that the average Pb+Zn content in the TQ.1 ore body reach 7.48% (the largest scale of lead-zinc ore body), with a coefficient of variation (V_c) of 63.22% (unequal), and follows a standard logarithmic distribution. The average thickness of the TQ.1 ore body was found to be 6.6m, with a coefficient of



variation (V_m) of 71.74% (unstable). The results of the quantification study led to the classification of the Na Bop-Pu Sap lead-zinc mine as a type III exploration mine. It is recommended that exploration activities be conducted using a transect exploration network, with exploration grids of size $(60\div 70) \text{ m} \times (20\div 30) \text{ m}$, and a reserve level of 122. These results provide a foundation for suggesting a mining group and exploration grid pattern for lead-zinc ore in the Cho Don area and other lead-zinc deposits in similar geological settings.

Keywords: Mining exploration group, exploration grid pattern, lead-zinc ore, Na Bop-Pu Sap area.

Ngày nhận bài: 18/02/2023;

Ngày gửi phản biện: 20/02/2023;

Ngày nhận phản biện: 15/3/2023;

Ngày chấp nhận đăng: 20/3/2023.

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.