

Tuổi U-Pb và thành phần địa hóa zircon của đá granitoid khu vực Phước Thành, Quảng Nam: Ý nghĩa kiến tạo và sinh khoáng Cu-Au

Nguyễn Quốc Hưng¹, Ngô Xuân Thành^{1,*}, Ngô Thị Kim Chi¹, Khương Thế Hùng¹
¹ Trường Đại học Mô Địa chất

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này mẫu granodiorit nằm trong đới khâu Tam Kỳ - Phước Sơn (TPSZ) được thu thập và phân tích về đặc điểm thạch học, tuổi U-Pb zircon kết hợp với thành phần khoáng vật zircon để thảo luận về bản chất kiến tạo của đá. Tuổi U-Pb zircon của đá granodiorite của phức hệ Trà Bồng được xác định là 447.3 ± 3.8 tr.n. tương đồng với loạt magma Paleozoi sớm đã được xác định trong khu vực. Thành phần địa hóa zircon cho thấy chúng có tỷ số Sc/Yb, Nb/Yb và U/U cao, điển hình cho kiểu magma cung hút chìm. Các tỷ số địa hóa của đá được sử dụng để đánh giá khả năng kết tinh phân đoạn, mức độ bão hòa oxy của magma, các kết quả này cho thấy magma nghiên cứu không có đặc trưng điển hình của magma liên quan đến sinh khoáng Cu-Au.

Từ khóa: Tam Kỳ-Phước Sơn; quặng Cu-Au; G18; Zircon LA ICPMS.

1. Đặt vấn đề

Đới khâu Tam Kỳ-Phước Sơn (TKPS) được nhiều nhà địa chất trong và ngoài nước chú ý nghiên cứu trong những năm gần đây bởi chúng không những là chìa khóa để nghiên cứu tiến hóa kiến tạo khối Đông Dương mà đây còn là đới sinh khoáng Au quan trọng của Việt Nam. Đới khâu TKPS nằm ở rìa bắc địa khu biến chất cao Kon Tum, là một phần diện tích của á địa khu Nam-Ngãi với các đá biến chất tuổi Proterozoi-Paleozoi sớm thuộc khối kiến trúc Khâm Đức. Đới có phương cấu trúc phát triển theo phương á vĩ tuyến với bề rộng của đới khoảng 60km, dài 120km. Trong TPSZ có sự xuất hiện khá nhiều các thể magma có thành phần granit đến granodiorite với kích thước khác nhau (Hình 1a). Tuy vậy, nghiên cứu về tuổi và điều kiện thành tạo khả năng sinh khoáng của chúng còn ít được chú ý.

Để góp phần làm rõ hơn về đặc điểm magma của TPO, trong nghiên cứu này tập thể tác giả đã tiến hành nghiên cứu đá granit khu vực Phước Sơn (mỏ vàng G18) (Quảng Nam) nhằm làm rõ đặc điểm thạch học, tuổi kết tinh và bản chất kiến tạo của đá.

2. Đặc điểm địa chất

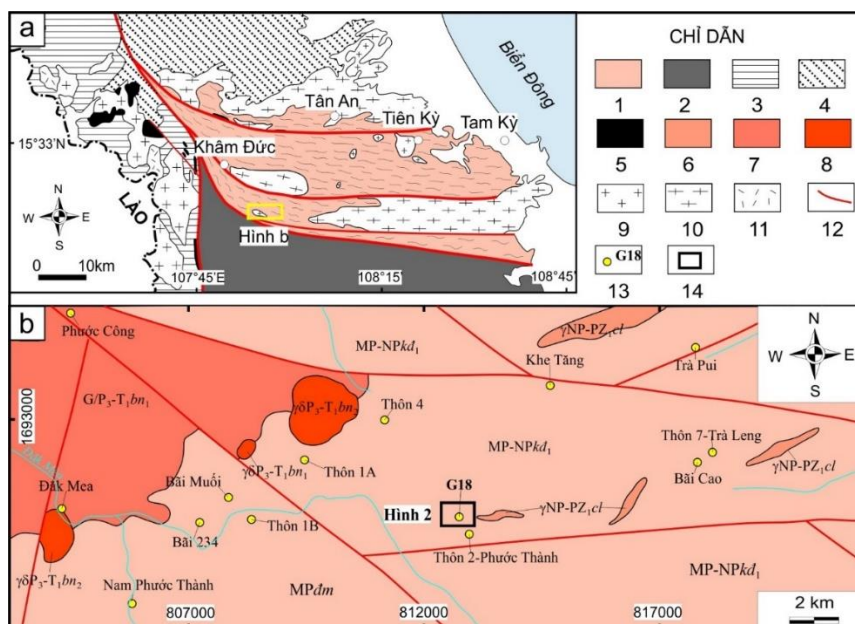
Các đá của phức hệ Khâm Đức phân bố khá rộng rãi, chiếm phần lớn diện tích vùng, thành phần chủ yếu là đá phiến thạch anh-biotit, gneis biotit-amphibolit, gneis biotit, phiến thạch anh 2 mica, đôi khi xen kẹp một ít lớp mỏng đá amphibolit dạng thấu kính. Thể nằm chung của phiến theo phương tây bắc-đông nam (TB-ĐN) với góc dốc 60-80°. Các đá granit được cho là thuộc phức hệ Chu Lai lộ thành diện lớn ở góc phía tây bắc và thành những khối nhỏ phân bố rải rác trong vùng nghiên cứu. Nghiên cứu các đá này ở phần đông nam đới khâu TKPS, khu vực Quảng Ngãi, Đinh Quang Sang (2017) cho rằng các đá granit phức hệ Chu Lai có thành phần khá phức tạp, gồm đá granite 2 mica, granite biotite, và granite sáng màu (leucogranite), tuổi thành tạo của chúng vào khoảng 426-444 tr.n. Trong khu vực cũng có sự xuất hiện của các thành tạo granit phức hệ Bà Nà xuất hiện dạng các khối nhỏ và đai mạch xuyên cắt các đá trong khu vực, thành phần chính bao gồm granit biotit, granit 2 mica hạt vừa đến lớn dạng porphyr sáng màu và granit alaskit hạt nhỏ, được cho là có tuổi đồng vị U-Pb zircon trong khoảng 240÷245 tr.n (Lê Đức Phúc, 2017) (Hình 1b).

Theo Trần Thanh Hải và nnk. (2014), các đá đới khâu Tam Kỳ-Phước Sơn trải qua 5 pha kiến tạo tác động, trong đó pha sớm nhất (D₁) là pha cấu tạo phiến dẻo trong khu vực diễn ra liên quan đến va chạm mảng dọc theo đới khâu khoảng 430tr.n trước đây. Trong vùng nghiên cứu, hệ thống phiến phát triển chủ đạo theo phương TB-ĐN đến á vĩ tuyến. Dọc theo đới phiến này các hệ thống đứt gãy nghịch, chồm nghịch kèm theo các nếp uốn nghiêng, nếp uốn đảo vòm hẹp phát triển khá rõ, đặc biệt các quan hệ chồm nghịch

* Tác giả liên hệ

Email: ngoxuanthanh@humg.edu.vn

giữa đá phiến và đá magma phức hệ Chu Lai, thể nằm của các đứt gãy khá thoải (30-45°). Cấu tạo phiến trong các đá của phức hệ Chu Lai có phương gần song song với phương của phiến trong các đá thuộc phức hệ Khâm Đức chứng tỏ chúng được hình thành cùng pha kiến tạo, có thể liên quan đến loạt D1, D2 (Trần Thanh Hải và nnk., 2014).



Hình 1. Sơ đồ địa chất đới khâu Tam Kỳ-Phước Sơn và vị trí vùng nghiên cứu (a); Sơ đồ địa chất và khoáng sản khu vực G18 và vùng lân cận (b)

1- Đá phiến thạch anh biotit, gneis amphybol, amphibolit phức hệ Khâm Đức; 2- Phức hệ đá biến chất Ngọc Linh; 3- Đá phiến phức hệ Sa Thầy; 4- Các trầm tích tuổi Trias; 5- Đá mafic, siêu mafic; 6- Granitoid phức hệ Chu Lai tuổi Ordovic-Silua; 7- Granit biotit pha 1 phức hệ Bà Nà tuổi Permi muộn-Trias sớm; 8- Granit hai mica, granit aplit pha 2 phức hệ Bà Nà tuổi Permi muộn-Trias sớm; 9- Granitoid tuổi Permi-Trias; 10- Granitoid dạng gneis; 11- Bazan; 12- Đứt gãy; 13- Điểm quặng vàng; 14- Diện tích khu mỏ G18 và vị trí lấy mẫu QN-676.

3. Vị trí lấy mẫu và kết quả phân tích

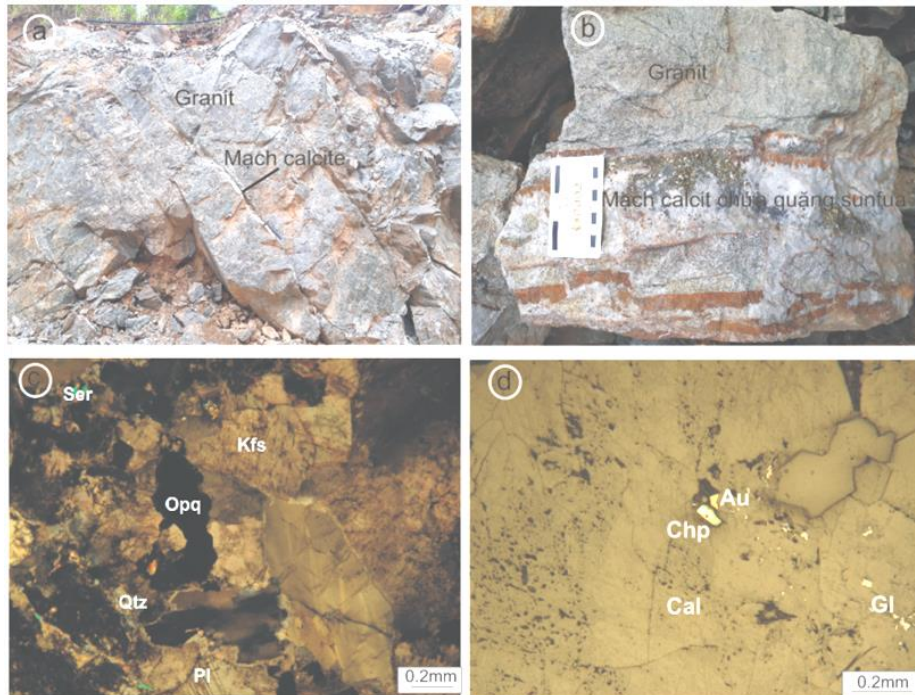
3.1. Vị trí lấy mẫu

Mẫu granit được lấy tại moong khai thác quặng khu vực mỏ quặng G18 nằm giữa đới khâu TKPS (Hình 2). Khu vực mỏ G18 lộ chủ yếu các đá biến chất của phức hệ Khâm Đức, phần trong tâm khu mỏ lộ một khối granit nhỏ cấu tạo khối đến phiến yếu, đá bị cắt qua bởi các đứt gãy và hệ thống khe nứt mở phương á kinh tuyến đến TB-ĐN. Các mạch quặng chủ đạo lấp đầy các đới dập vỡ phá hủy của các khe nứt đi kèm mạch calcit, thạch anh chứa quặng sulfur (Hình 2a, b).

3.2. Kết quả phân tích

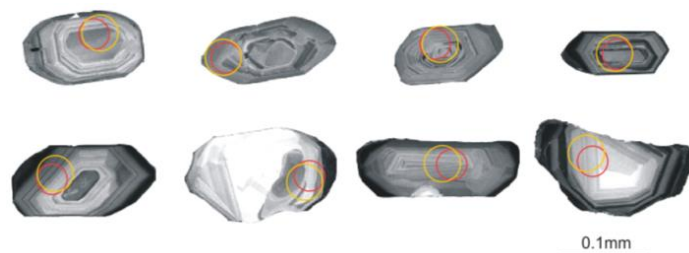
Kết quả phân tích thạch học: Thành phần thạch học của đá granit gồm chủ yếu thạch anh (~35-40%), feldspar-K (15-20%), plagioclas (30-35%), biotit (~5%), hocblend (3-5%) và khoáng vật phụ khác, sự xuất hiện khá phong phú hocblend có thể là chỉ dấu cho granit kiểu I. Các khoáng vật plagioclas bị biến đổi mạnh, hiện tượng thay thế sericit xảy ra phổ biến, đặc biệt phần đá dọc theo các mạch calcit (Hình 2c). Mạch calcit chứa quặng sunfua xuyên vào trong các đá magma tạo nên ranh giới rõ ràng (Hình 2b). Thành phần khoáng vật quặng chủ yếu là pyrit, chalcopirit, ascenopyrit, galenit, vàng xuất hiện dạng các hạt đơn lẻ, không tự hình (Hình 2d).

Kết quả phân tích tuổi U-Pb và thành phần zircon: Quan sát ảnh CL cho thấy zircon có kích thước chủ yếu khoảng 100-150µm, cấu trúc zircon cho thấy các riềm tăng trưởng phát triển đều đặn, sắc nét từ nhân ra riềm chứng tỏ chúng được thành tạo trong cùng một giai đoạn nhiệt kiến tạo (Hình 3). Đặc điểm cấu tạo zircon này thể hiện chúng được hình thành trong các quá trình liên quan đến magma.



Hình 2. Ảnh chụp vết lộ đá granit cho thấy chúng bị các đới đứt gãy cắt qua (a); Ảnh mẫu nghiên cứu cho thấy quặng đi theo mạch calcit (b); Ảnh thạch học lát mỏng của đá magma mẫu nghiên cứu (c) và khoáng vật quặng trong đới calcit (d)

(Pl: plagioclas, Kfs: feldspar K, Qtz: thạch anh, Bi: biotit; Ser: Sericit; Chp: chalcopyrit; Gl: galenit; Au: vàng; Cal: calcit)



Hình 3. Một số hình ảnh phát quang âm cực (CL) của khoáng vật zircon trong mẫu QN-676 thể hiện các điểm xác định tuổi (vòng tròn màu đỏ) và thành phần (vòng tròn màu vàng)

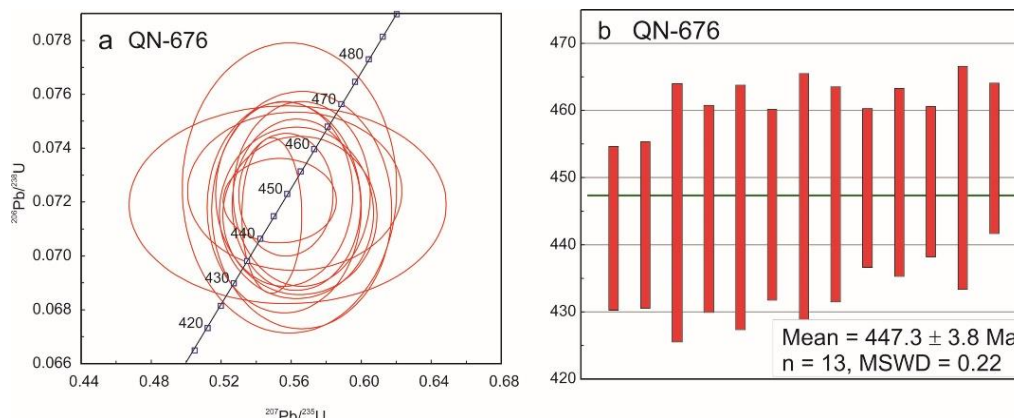
Các kết quả phân tích thành phần đồng vị U-Pb của zircon từ mẫu nghiên cứu được đưa lên trên biểu đồ Tera-Wasserburg concordia (Hình 4a), trên biểu đồ biểu diễn tuổi $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ và $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$, phần lớn các kết quả phân tích và sử dụng tính tuổi tập trung trên hoặc gần với đường cong Concordia, thể hiện tính phù hợp cao. Tất cả các kết quả phân tích đều cho tỷ số Th/U lớn hơn 0.1. 15 điểm phân tích từ khoáng vật zircon magma trong mẫu Qn-676 cho kết quả tuổi $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ trung bình tương ứng với 447.3 ± 3.1 tr.n với 95% phù hợp, trọng số (MSWD) 0,93 (Hình 4b).

4. Thảo luận

4.1. Tuổi thành tạo magma

Phân tích đặc điểm cấu trúc của zircon sử dụng định tuổi cho thấy cấu trúc riềm tăng trưởng của chúng điển hình với kiểu zircon hình thành liên quan đến hoạt động magma. Hơn nữa, các kết quả phân tích đều có tỷ số Th/U > 0,1 là tỷ số điển hình thành phần zircon kết tinh từ nguồn dung thể magma hoặc từ nguồn nhiệt dịch magma (Hoskin, 2005). Zircon là khoáng vật được kết tinh trong điều kiện nhiệt độ cao, theo Hoskin (2005), zircon trong các đá magma granit được hình thành ở điều kiện khoảng trên 680°C . Như vậy nhiệt độ này tương ứng với giai đoạn kết tinh sớm của các thể magma xâm nhập granit. Kết quả phân tích tuổi đồng vị U-Pb trên khoáng vật zircon từ các đá granit nghiên cứu cho kết quả tuổi trung bình là 447.3 ± 3.8 tr.n. Với các đặc điểm địa hóa và cấu trúc zircon như đã mô tả trên trên cho phép chúng tôi kết

luận đây là giá trị tuổi kết tinh của khối đá magma nghiên cứu khu vực mỏ vàng G18 thuộc đới cấu trúc Tam Kỳ-Phước Sơn (Quảng Nam).

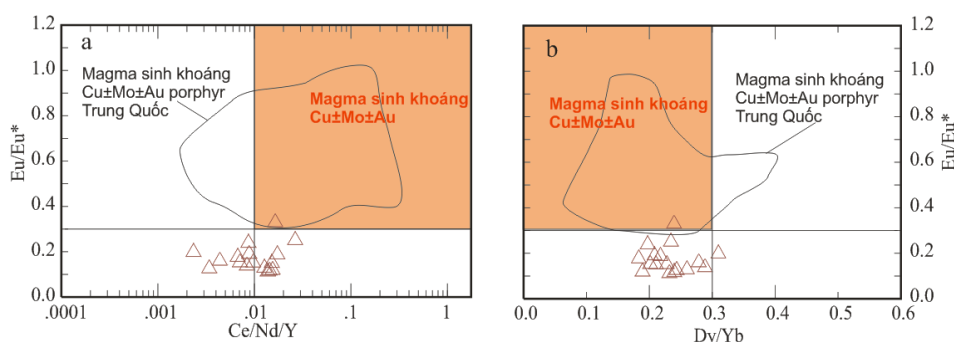


Hình 4: Biểu đồ Concordia xác định tuổi đồng vị U-Pb cho zircon trong mẫu QN-676 (a) và biểu đồ thể hiện tuổi trung bình của các kết quả nghiên cứu (b).

4.2. Đánh giá khả năng tạo khoáng Cu-Au của magma

Khả năng tạo khoáng Cu-Au của các khối xâm nhập granit được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm, trong đó Au có xu hướng tập trung trong pha hơi của chất lỏng ở nhiệt độ và áp suất cao. Thành phần magma ban đầu có vai trò quan trọng trong sinh khoáng nói chung và sinh khoáng Cu, Au nói riêng. Ballard và nnk. (2002) đã nghiên cứu magma liên quan đến sinh khoáng Cu-Au mỏ Chuquicamata-El Abra ở phía bắc Chile xác nhận zircon từ magma sinh khoáng Cu-Au có $Eu/Eu^* > 0.4$. Dilles và nnk. (2015) cũng cho rằng tỷ số $Eu/Eu^* > 0.4$ trong zircon magma là một dấu hiệu quan trọng để đánh giá khả năng sinh khoáng Cu, Au, Mo của các đá magma khu vực Salvador (Chile), Yanacocha (Peru), Yerington (Nevada, Mỹ). Tỷ số Ce^{4+}/Ce^{3+} trong zircon là số liệu phản ánh mức độ oxy hóa trong dung thể magma giai đoạn sớm, các magma có mức độ oxy hóa cao là yếu tố quan trọng để tạo điều kiện thuận lợi cho sinh khoáng Cu-Au (Ballard và nnk., 2002).

Sử dụng loạt biểu đồ tương quan giữa các tỷ số $(Ce/Nd)/Y$ và Dy/Yb với tỷ số Eu/Eu^* cũng như $(Ce/Nd)/Y$ và $(Eu/Eu^*)/Y$ cho thấy tất cả các số liệu nghiên cứu đều nằm trong trường có $Eu/Eu^* < 0.3$, $(Ce/Nd)/Y < 0.02$ (Hình 5a), Dy/Yb giao động trong khoảng 0,2 đến 0,3 (Hình 5b), tỷ số $(Eu/Eu^*)/Y < 0.001$ (Hình 5c). Như vậy magma nghiên cứu có thể có sự phân dị yếu của amphibol và plagioclas giai đoạn sớm của magma, tuy nhiên nếu đối sánh với kiểu magma sinh khoáng Cu-Au, Mo trên thế giới thì chúng không thuộc loại magma điển hình liên quan đến sinh khoáng Cu, Au, Mo.



Hình 5. Biểu đồ tương quan thành phần địa hóa zircon giữa Eu/Eu^* với tỷ số $(Ce/Nd)/Y$ (a) và Dy/Yb (b), giữa $(Eu/Eu^*)/Y$ với $(Ce/Nd)/Y$ ($Eu/Eu^* = (Eu_N / (Sm_N \times Gd_N))^{1/2}$, $Ce/Ce^* = (Ce_N / (La_N \times Pr_N))^{1/2}$)

4.3. Ý nghĩa địa chất khu vực nghiên cứu

Khối Kon Tum được coi là nhân cốt của địa khối Đông Dương với sự xuất hiện phong phú các đá magma và biến chất tuổi tiền Cambri đến Kainozoi (Trần Văn Trị, Vũ Khúc và nnk., 2009). Phía bắc khối Kon Tum được giới hạn bởi đới khâu Tam Kỳ-Phước Sơn kéo dài theo phương á vĩ tuyến, sự xuất hiện của các đá biến chất mafic, siêu mafic trong đới khâu được cho là những thể di sót của mảng đại dương cổ (ophiolit). Tuy nhiên nghiên cứu tuổi tuyệt đối của các thành tạo này hiện nay còn khá hạn chế.

Mẫu granit được lấy từ các thực thể chứa vàng trong mỏ G18 thuộc đới khô Tam Kỳ-Phước Sơn có sự xuất hiện khá phong phú các khoáng vật amphibol và biotit điển hình cho đá granit kiểu I, tuổi thành tạo của chúng được xác định là 447.3 ± 3.1 tr.n. Thành phần địa hóa zircon của các đá này cho thấy chúng có tỷ số Hf/Th (20 - 100), Sc/Yb (0.08 - 2), U/Yb (0.87 - 3.4) điển hình cho magma sinh thành liên quan đến các cung hút chìm. Đặc điểm kiến tạo và tuổi này tương đồng với loại đá magma xâm nhập giai đoạn Paleozoi sớm phân bố trong khu vực Kon Tum, đặc biệt là phần rìa bắc, điển hình như các đá magma phức hệ Trà Bồng, Diên Bình 415 ± 3 tr.n. (Nagy et al., 2001) và 444 ± 17 tr.n. (Carter và nnk., 2001). Như vậy, kết quả tuổi 447.3 ± 3.8 tr.n. của các đá granodiorit trong khu vực mỏ G18 thuộc đới TPO có tuổi cổ hơn so với một số kết quả nghiên cứu đã xác định trước đây các đá granit được hình thành có thể liên quan đến pha hút chìm vào Paleozoi sớm dọc theo đới hút chìm cổ Tam Kỳ-Phước Sơn. Đặc điểm địa hóa của mẫu nghiên cứu cho thấy chúng liên quan đến kiểu magma hút chìm, khá tương đồng với magma phức hệ Trà Bồng đã được nghiên cứu trước đây trong khu vực (Trị và Khúc, 2009). Như vậy, sự xuất hiện các đá liên quan đến hút chìm ở phần phía nam TPSZ là minh chứng quan trọng cho thấy hoạt động hút chìm này có thể liên quan đến hút chìm về phía nam của đới hút chìm cổ dưới lục địa Kon Tum trong giai đoạn Ordovic. Cho đến nay với các số liệu magma khu vực rìa bắc địa khối Kon Tum cho thấy sự tồn tại của tổ hợp magma kiểu cung đảo giai đoạn Cambri rìa bắc TPSZ (Quyền và nnk., 2019) và các magma liên quan đến hút chìm giai đoạn Ordovic (rìa nam TPSZ), tuy nhiên sự liên quan giữa hai tổ hợp đá này với các giai đoạn kiến tạo trong khu vực cần có những nghiên cứu chi tiết hơn.

5. Kết luận

- Đá magma granodiorit thuộc TPO khu vực mỏ vàng G18 mang đặc trưng của granit kiểu I, tuổi kết tinh của đá được xác định là 447.3 ± 3.8 tr.n., liên quan đến kiểu magma đới hút chìm.
- Khả năng sinh khoáng Cu-Au của các đá granodiorit này không tương đồng với kiểu magma tạo khoáng tương đương trên thế giới.
- Các thành tạo magma trong nghiên cứu này tương đồng với các đá liên quan đến hút chìm đã phát hiện trong địa khối Kon Tum, chúng tỏ có hoạt động hút chìm về phía nam dưới địa khối Kon Tum trong giai đoạn Ordovic.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo trong đề tài mã số B2019-MDA-562-14.

Tài liệu tham khảo

- Ballard J.R., Palin J.M., and Campbell I.H., 2002. Relative oxidation states of 689 magmas inferred from Ce(IV)/Ce(III) in zircon: Application to porphyry copper 690 deposits of northern Chile. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 144: 347-364.
- Carter A., Roques D., Bristow C., Kinny P., 2001. Understanding Mesozoic accretion in Southeast Asia: Significance of Triassic thermotectonism (Indosinian orogeny) in Vietnam. *Geology* (2001) 29 (3): 211-214.
- Đình Quang Sang, 2017. Đặc điểm thạch học và tuổi đồng vị U-Pb zircon các thành tạo granitogneiss tuổi Silur sớm khu vực Chu Lai - Khâm Đức (Quảng Nam). *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*, 1(6): 258-272.
- Trần Thanh Hải, Zaw K., Halpin J.A., Manaka T., Meffre S., Lai C.K., Lee Y., Hai L.V., Đình Quang Sang, 2014. The Tam Ky-Phuoc Son Shear Zone in central Vietnam: Tectonic and metallogenic implications. *Gondwana Research*, 26: 144-164.
- Hoskin P.W.O., 2005. Trace-element composition of hydrothermal zircon and the alteration of Hadean zircon from the Jack Hills, Australia. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 69: 637-648.
- Lê Đức Phúc, 2009. Đặc điểm thạch học - khoáng vật, thạch địa hóa các đá granitoid khối Bà Nà. *Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ*, 12(7): 58-71.
- Nagy E.A., Maluski H., Lepvrier C., Schärer U., Thi P.T., Leyreloup A., Tich V.V., 2001. Geodynamic Significance of the Kontum Massif in Central Vietnam: Composite $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and U-Pb Ages from Paleozoic to Triassic. *The Journal of Geology*, 109(6): 755-770.
- Nguyễn Thị Dung, Phạm Trung Hiếu, Nguyễn Trung Minh, 2015. Tuổi đồng vị U-Pb của zircon trong đá granitogneiss phức hệ Đại Lộc và ý nghĩa địa chất của chúng. *Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất*, 37 (1): 28-35.
- Quyên N.M., Feng Q.L., Zi J.W., Zhao T.Y., Hai T.T., Thanh N.X., Tran M.D., Hung N.Q., 2019. Cambrian intra-oceanic arc trondhjemite and tonalite in the Tam Ky-Phuoc Son Suture Zone, central Vietnam: Implications for the early Paleozoic assembly of the Indochina Block. *Gondwana Research*, 70: 151-170.

Mikucki, E.J. 1998. Hydrothermal transport and depositional processes in Archean lode-gold systems: a review. *Ore Geology Reviews*, 13, 307-321.

Ballard, J.R., Palin, J.M., and Campbell, I.H., 2002, Relative oxidation states of magmas inferred from Ce(IV)/Ce(III) in zircon: Application to porphyry copper deposits of northern Chile. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, v. 144, p. 347-364.

Dilles, J.H., Kent, A.J.R., Wooden, J.L., Tosdal, R.M., Koleszar, A., Lee, R.G., and Farmer, L.P., 2015, Zircon compositional evidence for sulfur-degassing from ore forming arc magmas. *Economic Geology*, v. 110, p. 241-251.

ABSTRACT

U-Pb age and compositions of zircon from granodioritic rock of Tam Ky-Phuoc Son ophiolitic complex and its significance in tectonics and Cu-Au genesis

Nguyen Quoc Hung¹, Ngo Xuan Thanh^{1,*}, Ngo Thi Kim Chi¹, Khuong The Hung¹
¹Hanoi University of Mining and Geology

In this study, we mentioned some structural characteristics of the G18 mine and related ore distribution characteristics, and a sample of granite containing veins of Cu-Au sulphide ore were collected and studied. The petrographic characteristics of granite show that they are weakly deformed, consisting of biotite-honblende in coarse-grained. The main ore component is chalcopyrite, pyrite, galanite, arsenopyrite and Au-Ag gold materials, they formed along with the late hydrothermal phase containing calcite and quartz that cut through the magmatic complex. U-Pb zircon age of the granite was determined to be 447.3 ± 3.8 Ma, similar with the early Paleozoic magma series of the Tra Bong complex which was identified in the area, possibly related to the magmatic activity of a southward subduction zone along the TKPS during the early Paleozoic period. Zircon compositions from the magma suggested that this magma is not high potential fertile magma generating Cu-Au porphyry.

Keywords: Tam Ky - Phuoc Son; Cu-Au genesis; G18; zircon LA ICPMS.