

TUỔI ĐỒNG VỊ U-Pb ZIRCON CỦA GRANIT KHỐI NÚI PHÁO, VÙNG TAM ĐẢO VÀ Ý NGHĨA ĐỊA CHẤT CỦA NÓ

NGUYỄN THỊ BÍCH THỦY¹, PHẠM VĂN CHUNG²

¹Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Thanh Xuân, Hà Nội;

²Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Đông Ngạc, Từ Liêm, Hà Nội

Tóm tắt: Khối granit Núi Pháo thuộc phức hệ Núi Điện, phân bố ở vùng Tam Đảo, huyện Đại Từ, tỉnh Thái Nguyên. Thành phần thạch học của chúng thuộc loại granit hai mica, hạt vừa đến lớn. Đá khá sáng màu và có kiến trúc dạng porphy. Trước kia, tuổi của khối granit này được xác định dựa trên quan hệ địa chất với các thực thể đá vây quanh là Trias giữa-muộn. Để làm sáng tỏ và chính xác hóa tuổi thành tạo của khối Núi Pháo và ý nghĩa về lịch sử phát triển địa chất vùng nghiên cứu, zircon tách từ granit khối Núi Pháo được phân tích đồng vị U-Pb trên máy LA-ICPMS và cho tuổi kết tinh của granit này là 248 ± 9.9 Tr.n. Kết quả tuổi này chỉ ra sự tồn tại sự kiện nhiệt kiến tạo Indosini trong vùng nghiên cứu. Các giá trị tuổi cổ 840 tr.n và 447 Tr.n cũng có mặt trong mẫu phân tích, chứng tỏ vỏ lục địa vùng nghiên cứu có cả thành phần vật chất tuổi Neoproterozoi và Paleozoi sớm.

I. MỞ ĐẦU

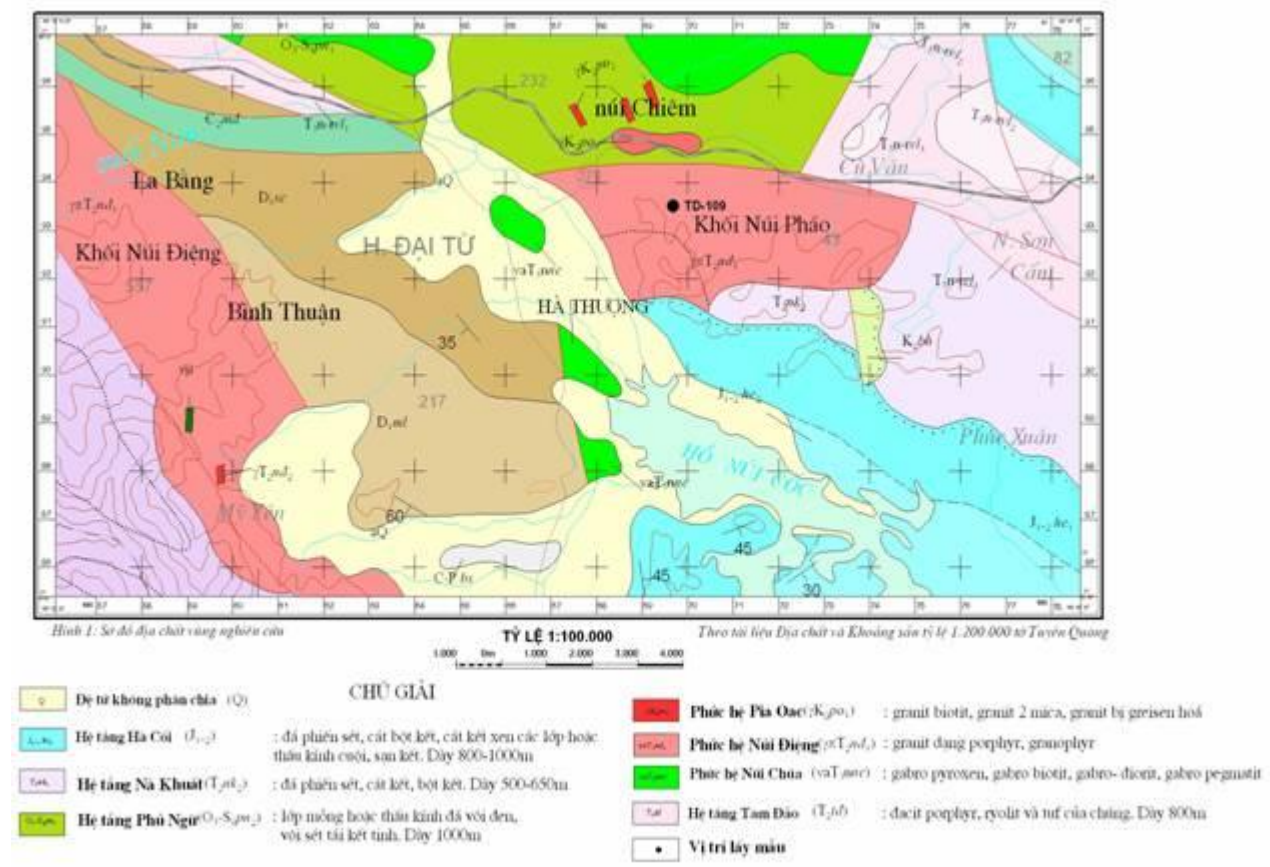
Vùng Tam Đảo thuộc huyện Đại Từ, tỉnh Thái Nguyên, nằm ở phần trung tâm khu vực Đông Bắc Bộ, là nơi giao nhau của ba đới cấu trúc Sông Lô, Sông Hiến, An Châu và thuộc miền uốn nếp Đông Việt Nam. Vùng Tam Đảo là nơi quy tụ của nhiều hệ đứt gãy khu vực quan trọng, có cấu tạo nôm khối rõ ràng, tạo điều kiện thuận lợi cho việc tạo quặng, đồng thời cũng nảy sinh những vấn đề phức tạp trong nghiên cứu địa chất. Các hoạt động magma trong vùng xảy ra chủ yếu vào giai đoạn Mesozoi, sinh thành các đá magma với thành phần và tuổi khác nhau, gồm các thành tạo mafic và siêu mafic của phức hệ Núi Chúa, granitoid phức hệ Pia Oắc, granitoid phức hệ Núi Điện và đá phun trào tương ứng của nó. Khoáng hóa thiếc, wolfram ở đây được cho là có liên quan với granit hai mica phức hệ Pia Oắc [9, 10].

Granitoid phức hệ Núi Điện vùng Tam Đảo lộ ra dưới dạng hai khối là khối Núi Pháo và khối Núi Điện. Thành phần thạch học, khoáng vật và địa hóa của granit này đã được nhiều nhà địa chất quan tâm nghiên cứu, song về tuổi thành tạo của chúng được xác định chủ yếu dựa trên quan hệ xuyên cắt các đá trầm tích vây quanh quan sát ngoài thực tế và xếp tuổi là Trias giữa-muộn [14, 15, 3, 4]. Nhằm góp phần chính xác hóa tuổi thành tạo của granitoid phức hệ Núi Điện, chúng tôi đã tiến hành khảo sát thực địa lấy mẫu granit ở khối Núi Pháo để phân tích tuổi bằng phương pháp đồng vị U-Pb trên zircon. Vị trí lấy mẫu được thể hiện trên Hình 1.

II. SƠ LƯỢC VỀ ĐỊA CHẤT VÀ THÀNH PHẦN THẠCH HỌC GRANIT KHỐI NÚI PHÁO

Khối Núi Pháo nằm ở phía đông huyện lỵ Đại Từ, tỉnh Thái Nguyên. Trên bình đồ, khối có dạng kéo dài theo hướng vĩ tuyến (từ vùng Huy Ngạc đến gần Cù Vân), bề rộng trung bình theo hướng kinh tuyến khoảng 3,5 km, diện tích đến 22 km² (Hình 1). Về phía bắc, khối tiếp giáp kiến tạo với các thành tạo trầm tích hệ tầng Phú Ngũ tuổi Ordovic muộn - Silur giữa [26] và trầm tích chứa than tuổi Nori - Ret thuộc hệ tầng Vân Lãng. Về phía tây, khối có quan hệ kiến tạo với tầng trầm tích tuổi Ladin. Tầng này có cấu tạo chủ yếu là các đá hạt thô, gồm chủ yếu cát kết hạt thô, sỏi kết, sạn kết có mảnh quartzit, đá silic, tuf và phun trào acid. Ở phía đông, khối Núi Pháo xuyên

cắt các trầm tích Ladin, phân bố kéo dài tiếp tục về phía nam. Ở phía tây nam, khối bị phủ bởi các trầm tích hạt thô Jura giữa thuộc phần dưới của hệ tầng Hà Cối.



Hình 1. Sơ đồ địa chất vùng nghiên cứu.

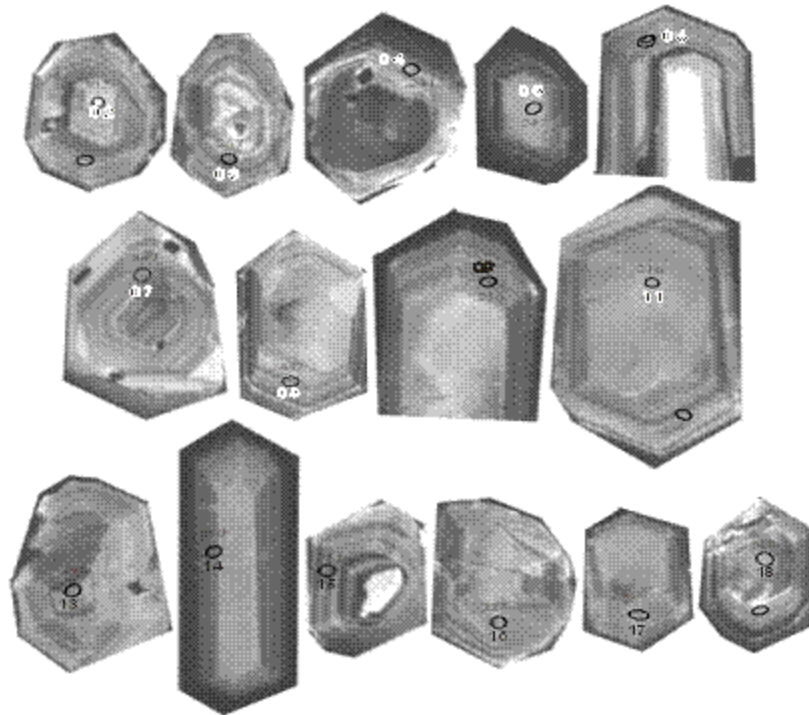
Thành phần thạch học khối Núi Pháo chủ yếu gồm: 1/ granit biotit, ít muscovit hạt vừa và nhỏ, nhiều nơi chuyển tiếp sang granophyr đặc trưng; chúng phân bố chủ yếu ở phần trung tâm và Đông Bắc khối. Đá có kiến trúc dạng porphyr tương đối rõ nét với các ban tinh thường là felspat kali, đôi khi có thạch anh. Độ sẫm màu của đá thay đổi tùy thuộc vào hàm lượng của khoáng vật màu (biotit); 2/ granit biotit hạt lớn, ít vảy nhỏ muscovit, sẫm màu vừa đến sáng màu. Đá có cấu tạo khối rắn chắc, kiến trúc dạng porphyr với ban tinh chủ yếu là felspat kali. Thành phần khoáng vật tạo đá chính của khối gồm felspat kali (30-35 %), plagioclas (25-33 %), thạch anh (25-30 %), muscovit (1-3%) và biotit (7-10%). Khoáng vật phụ phổ biến gồm zircon, apatit và ít khoáng vật quặng.

III. VỊ TRÍ LẤY MẪU

Mẫu granit với số hiệu TD-109 được lấy tại tọa độ: 21°38'04" độ vĩ Bắc, 105°40'23" độ kinh Đông, thuộc khối Núi Pháo ở vùng Đại Từ, tỉnh Thái Nguyên. Mẫu TD-109 thuộc loại granit biotit hạt vừa, màu xám sẫm, cấu tạo khối rắn chắc, kiến trúc dạng porphyr với ban tinh là felspat kali. Thành phần khoáng vật chủ yếu felspat kali, plagioclas, thạch anh, biotit. Các khoáng vật phụ là zircon, apatit và khoáng vật quặng.

IV. QUY TRÌNH GIA CÔNG VÀ PHÂN TÍCH MẪU

Mẫu đá dùng để phân tích có khối lượng khoảng 2 kg đến 3 kg được đập và nghiền đến kích thước 1 mm sau đó đãi để loại bỏ các khoáng vật có tỷ trọng nhẹ. Phân khoáng vật nặng được sấy khô rồi tách để loại bỏ phần khoáng vật có từ tính ra khỏi mẫu. Zircon ở phần khoáng vật không từ tính được tách ra bằng cách sử dụng dung dịch nặng bromoform. Cuối cùng, zircon được lựa chọn bằng tay dưới kính hiển vi hai mắt nhằm loại bỏ các hạt có chứa bao thể và nhân tàn dư. Zircon không từ tính được chọn để xác định tuổi bằng đồng vị U - Pb. Các hạt zircon có cùng kích thước được gắn trên nhựa epoxy, sấy khô, rồi đem mài cho đến khi lộ ra phần trung tâm của hạt zircon và đánh bóng để phân tích đặc điểm cấu trúc phân đới bên trong và chụp ảnh (CL) bằng phương pháp phát quang âm cực trên thiết bị microprob CAMECA SX51 tại Viện Hàn lâm khoa học Trung Quốc (IGG CAS). Sau đó đưa mẫu zircon này vào máy LA-ICP-MS để đo các tỉ số đồng vị của U và Pb. Các phân tích U-Pb được tiến hành tại phòng thí nghiệm của trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hợp Phì, Trung Quốc. Sai số của các tỉ số đồng vị là 1-sigma. Mẫu chuẩn zircon 91500 được đo trong quá trình phân tích, trước mỗi lần đo mẫu sẽ phân tích mẫu chuẩn zircon 91500 và GJ-1 để kiểm tra mức độ ổn định của thiết bị phân tích và dựa vào đó để hiệu chỉnh các sai số có tính hệ thống. Trong quá trình thực hiện phân tích này, mẫu chuẩn zircon 91500 được đo cho kết quả là $0,282315 \pm 6$, kết quả này hoàn toàn nằm trong phạm vi sai số cho phép. Kết quả phân tích đồng vị được xử lý bằng phần mềm Isoplot [13] và thể hiện trên Bảng 1.



Hình 2. Một số ảnh chụp cấu trúc bên trong các hạt zircon tách từ granit khối Núi Pháo (phức hệ Núi Điện). Hầu hết các hạt zircon phân tích có dạng hình lăng trụ, tự hình và phân đới đều, phản ánh nguồn gốc magma. Các vòng tròn nhỏ là vị trí phân tích trên máy LA-ICPMS, số trên vòng tròn thể hiện tuổi của zircon.

Bảng 1. Kết quả phân tích thành phần đồng vị U-Pb trên zircon tách từ granit khối Núi Pháo

SH mẫu	Các tỉ số đồng vị				Tuổi (Tr. n)			
	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	Sai số 1δ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	Sai số 1δ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	Sai số 1δ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	Sai số 1δ
TD-109								
TD-109/1	0,33499	0,04142	0,03776	0,00324	293	32	239	20
TD-109/2	0,43119	0,04775	0,04795	0,00380	364	34	302	23
TD-109/3	0,37654	0,04403	0,04234	0,00383	324	32	267	24
TD-109/4	0,30473	0,03649	0,03801	0,00321	270	28	241	20
TD-109/5	0,43659	0,05905	0,03899	0,00326	368	42	247	20
TD-109/6	0,43165	0,04709	0,04388	0,00348	364	33	277	22
TD-109/7	1,28898	0,15096	0,13915	0,01100	841	67	840	62
TD-109/8	0,51646	0,05752	0,07173	0,00554	423	39	447	33
TD-109/9	0,2308	0,03939	0,03058	0,00261	290	30	236	2
TD-109/10	0,33051	0,03455	0,04191	0,00323	290	26	265	20
TD-109/11	0,2791	0,03678	0,03403	0,00279	250	29	216	17
TD-109/13	0,29791	0,03665	0,03919	0,00325	265	29	248	20
TD-109/14	0,30078	0,03214	0,03959	0,00310	267	25	250	19
TD-109/15	0,33629	0,03023	0,03977	0,00304	294	23	251	19
TD-109/16	0,27809	0,03792	0,03577	0,00292	249	30	227	18
TD-109/17	0,3676	0,0402	0,04061	0,00315	318	30	257	20
TD-109/18	0,34732	0,04255	0,03899	0,00343	303	32	248	21

V. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH

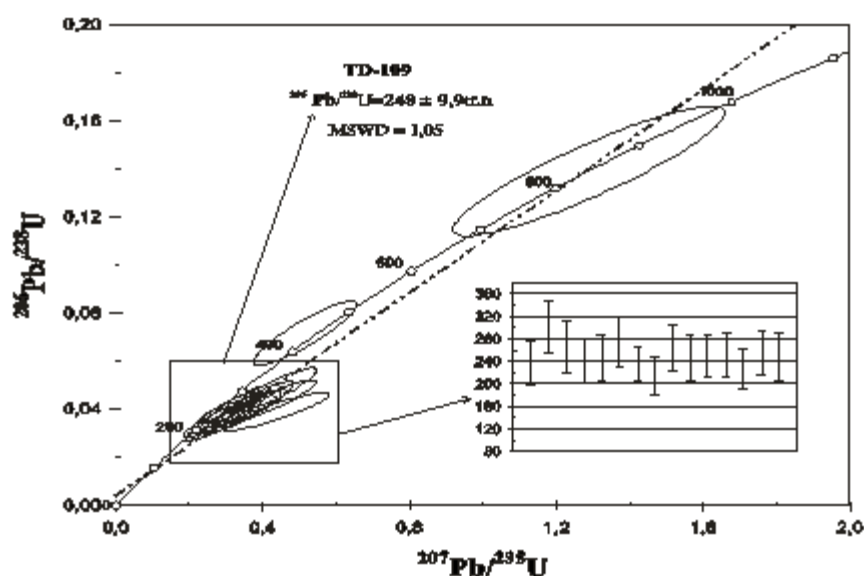
1. Cấu trúc bên trong các hạt zircon

Mẫu TD-109 (granit): Zircon tách từ mẫu này có màu nâu, trắng và có hình dạng khác nhau gồm các hạt lăng trụ dài, đẹp, có hạt ngắn và to. Các hạt zircon có dạng lăng trụ tứ hình, phân đới rất rõ và chứa ít bao thể màu đen được chọn để phân tích nhằm xác định tuổi kết tinh của chúng. Hình ảnh cấu trúc bên trong của các hạt zircon đại diện được thể hiện trong Hình 2 dưới đây.

Các hạt zircon đều có kích thước từ 80 đến 100 μm với tỉ lệ chiều dài và rộng là 1:2 đến 1:3,5. Các hạt zircon đem phân tích có dạng lăng trụ rất tự hình, điển hình là hạt số 06, 09, 11 và 14. Đa số phần nhân của các hạt zircon không có phân đới, còn phần rìa phân đới song song, thanh nét và rất đều chứng tỏ chúng được kết tinh từ dung thể magma [17, 18]. Hạt zircon 07 có dạng đẳng thước, cấu trúc bên trong khác hẳn so với các hạt khác và cho tuổi cổ 840 Tr.n. Đây có lẽ là zircon tồn tại trong vỏ và bị hỗn nhiễm vào dung thể magma trong quá trình magma di chuyển lên phần trên của vỏ Trái đất.

2. Kết quả phân tích đồng vị U-Pb trên zircon

Các kết quả phân tích đồng vị U-Pb trên zircon tách từ granit khối Núi Pháo được đưa ra trong Bảng 1 và thể hiện trên Hình 3. Hầu hết các hạt zircon phân tích đều cho giá trị tuổi Permi muộn đến Trias sớm - giữa (267 ± 216 Tr.n), hai trong số 17 hạt chọn phân tích có chứa thành phần đồng vị chì cổ hơn và cho tuổi lần lượt là 447 và 840 Tr.n (Bảng 1), 15 hạt zircon còn lại cho tuổi tập hợp trung quanh 250 Tr.n và nằm trên hoặc sát đường cong Concordia, tuổi trung bình $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ của kết quả phân tích là 248 ± 9.9 Tr.n. Giá trị tuổi này được xem là tuổi kết tinh của đá.



Hình 3. Biểu đồ Concordia U-Pb zircon tách từ granit khối Núi Pháo, vùng Tam Đảo.

VI. THẢO LUẬN

1. Tuổi thành tạo granit khối Núi Pháo

Trong nhiều văn liệu địa chất các thành tạo granit khối Núi Pháo nói riêng và phức hệ Núi Điện Biên nói chung được các nhà địa chất xếp tuổi Trias giữa-muộn dựa vào quan sát quan hệ địa chất ngoài trời [3, 4, 15].

Với các kết quả phân tích nêu trên, tuổi thành tạo của granit Núi Pháo lần đầu tiên được xác định bằng phương pháp đồng vị U-Pb trên zircon. Hình 3 cho thấy hầu hết các điểm phân tích đều nằm trên hoặc sát đường cong Concordia và có tuổi $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ dao động từ 267-216 Tr.n, chủ yếu tập trung xung quanh 250 tr.n, trung bình là 248 ± 9.9 Tr.n. Kết hợp với nghiên cứu cấu trúc bên trong của các hạt zircon đem phân tích (Hình 2), cho phép kết luận rằng tuổi thành tạo của mẫu granit này là 248 tr.n, tương ứng vào cuối Trias sớm. Giá trị tuổi này tương đồng với kết quả phân tích U-Pb zircon (248 ± 2 Tr.n) của đá phun trào rhyolit Tam Đảo [1].

2. Ý nghĩa địa chất

Kết quả nghiên cứu mới nêu trong bài báo này kết hợp với kết quả nghiên cứu của các công trình có trước đã chỉ ra rằng vùng nghiên cứu có tồn tại hoạt động magma xảy ra vào giai đoạn Permi-Trias với sự hình thành granitoid phức hệ Núi Đệng, trong đó có khối Núi Pháo và phun trào ryolit tương ứng phân bố ở phía tây nam vùng nghiên cứu. Đây là giai đoạn đặc biệt trong lịch sử phát triển địa chất vùng nghiên cứu nói riêng và của lục địa Châu Á nói chung. Các hoạt động magma giai đoạn này xảy ra mạnh mẽ trong nhiều cấu trúc địa chất khu vực khác nhau trên toàn lãnh thổ Việt Nam và các vùng lân cận, điển hình ở Hoa Nam. Sản phẩm giai đoạn hoạt động magma này là một loạt các thành tạo magma xâm nhập, phun trào tuổi Permi-Trias phân bố rộng khắp lãnh thổ Việt Nam [5, 6, 7, 16, 22, 23, 25] và địa khối Hoa Nam, nổi tiếng đó là tỉnh thạch học lớn Emeishan ở tỉnh Vân Nam, Trung Quốc [12, 19, 27]. Về thời gian, sự thành tạo granit Núi Pháo trùng với sự kiện nhiệt kiến tạo Indosini xảy ra chủ yếu dọc theo đai uốn nếp Trường Sơn và đã kết thúc vào Trias sớm [8, 10]. Song số liệu hiện của chúng tôi chưa đủ để kết luận granit Núi Pháo có phải là kết quả hoạt động tạo núi đồng va chạm Indosini hay không. Điều này cần phải tiếp tục nghiên cứu. Ngoài ra, trong mẫu phân tích còn gặp các giá trị tuổi cổ hơn là 840 Tr.n và 447 Tr.n phản ánh trong vỏ lục địa vùng nghiên cứu có các đá có tuổi Neoproterozoi và Paleozoi sớm. Các giá trị tuổi cổ hơn này cũng đã được công bố nhiều trong các công trình nghiên cứu granitoid miền Bắc Việt Nam [1, 24] và ở Hoa Nam [11, 21, 28, 29, 30].

VII. KẾT LUẬN

Granit khối Núi Pháo chủ yếu thuộc loại granit biotit hạt vừa đến lớn, ít muscovit. Đá có cấu tạo khối, kiến trúc dạng porphyr. Tuổi thành tạo của chúng được xác định theo đồng vị U-Pb zircon bằng kỹ thuật LA-ICP-MS là 248 Tr.n, tương ứng với cuối Trias sớm.

Granit khối Núi Pháo là sản phẩm minh chứng cho sự tồn tại một giai đoạn phát triển vỏ lục địa vùng nghiên cứu vào Permi-Trias. Các giá trị tuổi cổ hơn là 840 Tr.n và 447 Tr.n có mặt trong mẫu phân tích phản ánh vỏ lục địa vùng nghiên cứu có các đá tuổi Neoproterozoi và Paleozoi sớm.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành trên cơ sở Đề tài NCCB mã số 105.01.69.09 với sự hỗ trợ kinh phí từ Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) Việt Nam. Tập thể tác giả chân thành cảm ơn PGS.TSKH. Trần Trọng Hòa, người đọc nhận xét, về những ý kiến đóng góp và thảo luận để nâng cao chất lượng bài báo và PGS.TS. Fukun Chen về việc phân tích mẫu đồng vị.

VĂN LIỆU

1. Andrzej Zela'zniewiczza, Hoa Trong Tran, Alexander N. Larionovo, 2012. The significance of geological and zircon age data derived from the wall rocks of the Ailao Shan–Red River Shear Zone, NW Vietnam. *Journal of Geodynamics, GEOD-1144; No. 18.*

2. Dovjicov A.E., (Chủ biên), 1965. “Địa chất miền Bắc Việt Nam”. *Tổng cục Địa chất, Hà Nội.*

3. Dương Đức Kiêm, 1984. Phân loại granit miền Bắc Việt Nam theo chế độ kiến tạo. *TC Địa chất, 86: 9-15, Hà Nội*

4. Hoàng Sao và Dương Đức Kiêm, 2004. Phân loại granitoid miền Bắc Việt nam theo các bối cảnh kiến tạo. *Tạp chí Địa chất, Hà Nội, A/285 : 132-142. Hà Nội.*

5. Lan, Y.L, Chung, S.L, Trinh Van Long, Lo, C.H, Lee, T.Y, Mertzman, S.A, Shen, J.J.S, 2003. Geochemical and Sr-Nd isotopic constraints from the Kontum massif, central Vietnam on the crustal evolution of the Indochina block. *Precambrian Research 122, 7–27.*

6. Lepvrier, C, Maluski, H, Vu Van Tich, Leyreloup, A, Phan Truong Thi, Nguyen Van Vuong, 2004. The Early Triassic Indosinian orogeny in Vietnam (Truong Son Belt and Kontum Massif); implications for the geodynamic evolution of Indochina. *Tectonophysics* 87, 87–118.

7. Lepvrier C, Roger F, Thang T, 2008. The Triassic Indochina-South China collision in Vietnam. *13th Gondwana Conference, 14-21 September, Dali, Yunnan, China*.

8.

Lepvrier, C., Vuong, N.V., Maluski, H, Thi, P.T, Vu, T.V., 2008. Indosinian tectonics in Vietnam. *Comptes Rendus Geoscience* 340, 94-111.

9. Lê Văn Thân (*Chủ biên*), 1986. Báo cáo sinh khoáng thiếc vùng Cao Bằng và đánh giá độ chứa thiếc trường quặng Pia Oắc. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội*.

10. Li, Longming, 2010. The crustal evolutionary history of the Cathaysian Block from the Paleoproterozoic to Mesozoic. *Ph.D thesis, University of Hong Kong, 210pages 283, 105-127*.

11. Lin, T.-H., Chung, S.-L., Chiu, H.-Y., Wu, F.-Y., Yeh, M.-W., Searle, M.P., Iizuka, Y., 2012. Zircon U–Pb and Hf isotope constraints from the Ailao Shan–Red River shear zone on the tectonic and crustal evolution of southwestern China. *Chemical Geology* 291, 23–37.

12. Lo, C.H., Chung, S.L., Lee, T.Y., Wu, G., 2002. Age of the Emeishan flood magmatism and relations to Permian–Triassic boundary events. *Earth and Planetary Science Letter* 198, 449–458.

13. Ludwig, K.R., 2003. User’s Manual for Isoplot 3.0: A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center. *Special Publication 4: 1-71*.

14. Nguyễn Khắc Vinh và Đỗ Văn Phi, 1969. Địa hoá các đá magma vùng Tam Đảo. *Lưu trữ Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội*.

15. Nguyễn Xuân Tùng, 1970. Báo cáo đặc điểm thạch luận một số khối granitoid vùng Việt Bắc và mối quan hệ của chúng với khoáng hóa thiếc. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội*.

16. Phạm Trung Hiếu, Fukun Chen, Lê Thanh Mẽ, Vũ Lê Tú và Nguyễn Thị Bích Thủy, 2009. Tuổi đồng vị U-Pb zircon trong granit phức hệ Yên Sun Tây Bắc Việt Nam và ý nghĩa của nó. *TC các KH về Trái đất, T. 31, 1, 23-29*.

17. Pupil J.P, 1980. Zircon and granite petrology. *Contrib. Mineral.* 73: 207-220.

18. Pupin J. P, 1985. Magmatic zoning of Hercynian granitoid in France based on zircon typology. *Schweiz. Mineral. Petrolgr Mil, vol 65: 29-56*.

19. Thái Quý Lâm, 1985. Nghiên cứu điều kiện tập trung và quy luật phân bố khoáng hoá thiếc vùng Tam Đảo và thành lập các sơ đồ dự báo cho một số vùng riêng biệt. *Lưu trữ Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội*.

20. Shen, W.Z. Ling, H.F. Sun, T, 2007. Sr, Nd isotope geochemistry of Late Mesozoic granite and volcanic rocks in South China. In: Genesis of Late Mesozoic Granites and Lithospheric Dynamics in Nanling Region. *Science Press, Beijing (Chapter 6)*.

21. Thuy Nguyen Thi Bich, Hieu Pham Trung, Hai Tran Thanh, Anh Bui The, Xuan Nguyen Thi, Cung Dang My, Chen Fukun, 2013. Geochemistry and zircon U-Pb isotopic composition of Thien Ke granitic pluton in the Tam Dao region, NE Vietnam. *Submitted to Geochemical Journal of Japan*.

22. **Trần Trọng Hòa, Trần Tuấn Anh, Ngô Thị Phượng, Phạm Thị Dung, Trần Việt Anh, 2004.** Các tổ hợp bazan-rhyolit Permi-Trias cấu trúc Sông Hiến, Đông Bắc Bộ Việt Nam. *TC Các KH về Trái Đất, T.26/4* : 392-405.
23. **Trần Trọng Hòa, Trần Tuấn Anh, Ngô Thị Phượng, Phạm Thị Dung, Trần Việt Anh, Izokh A.E., 2004.** Các thành tạo magma Mesozoi - Kainozoi khối nâng Phansipan- Sông Hồng, Tây Bắc Việt Nam. Trong chuyên khảo: Đới đứt gãy Sông Hồng, đặc điểm địa động lực, sinh khoáng và tai biến thiên nhiên, *Nxb. KH&KT, 2004, tr.297-372.*
24. **Trần Trọng Hòa, Trần Tuấn Anh, Ngô Thị Phượng, Phạm Thị Dung, Trần Việt Anh, Andrey E. Izokh, Alexander S. Borisenko, C.Y. Lan, S.L. Chung, C.H. Lo, 2008.** Đá magma felsic giai đoạn Permo-Trias đới Trường Sơn, rìa đông Indochina. *TC các KH về Trái Đất, T. 30/4: 112-126.*
25. **Trần Trọng Hòa, Trần Tuấn Anh, Ngô Thị Phượng, Phạm Thị Dung, Polyakov G.V., Borisenko A.S., Izokh A.E., Balykin P.A., 2011.** Hoạt động magma và sinh khoáng nội mảng miền Bắc Việt Nam. *NXB KHTN & CN, 368tr.*
26. **Trần Văn Trị, Vũ Khúc (Đồng Chủ biên), 2009.** Địa chất và tài nguyên Việt Nam 590tr. *Nxb KH TN &CN, Hà Nội.*
27. **WANG Y.Jun, FAN Weiming, LIANG Xinquan, PENG Touping1 & SHI Yuruo, 2005.** SHRIMP zircon U-Pb geochronology of Indosinian granites in Hunan Province and its petrogenetic implications. *Chinese Science Bulletin 2005 Vol. 50 No. 13: 1395-1403*
28. **Wang, Y.J, Fan, W.M., Zhao, G.C, Ji, S.C. and Peng, T.P. 2007.** Zircon U-Pb geochronology of gneissic rocks in the Yunkai massif and its implications on the Caledonian event in the South China Block. *Gondwana Research 12, 404-416.*
29. **Wu, F.J. and Zhang, F.R. 2003.** Features and genesis of Caledonian granites in the Wugongshan in the eastern segment of the northern margin of South China Block. *Geology in China 30/2: 166-172 (in Chinese with English abstract).*
30. **Zeng, Y. and Liao, Q.A. 2000.** Caledonian granite in the western Wuyi area and inversion of the orogenic process. *Regional geology of China 19(4), 344-349 (in Chinese with English abstract).*