

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU MỚI VỀ TUỔI ĐỒNG VỊ U-Pb TRÊN ZIRCON TỪ KHỐI GRANITOID CHU VA, PHỨC HỆ MƯỜNG HUM

NGUYỄN THỊ XUÂN¹, BÙI THẾ ANH¹,
PHẠM TRUNG HIỆU², NGUYỄN THỊ BÍCH THÙY¹

¹ Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Km 9, Thanh Xuân, Hà Nội;

² Viện Địa chất và Địa vật lý - Viện HLKH Bắc Kinh.

Tóm tắt: Khối granitoid Chu Va, phức hệ Mường Hum nằm ở rìa phía tây của đới cấu trúc Phan Si Pan. Đá thuộc loại granosyenit á kiềm có thành phần và cấu trúc tương tự granitoid phức hệ Yên Yên Sun. Thành phần khoáng vật chủ yếu là feldspat kali (microclin), plagioclas axit (albit, oligoclas), thạch anh. Khoáng vật màu chỉ có horblend thường và biotit. Đá có kiến trúc hạt không đều, cấu tạo định hướng dạng gneis.

Kết quả nghiên cứu xác định tuổi đồng vị U-Pb trên zircon tách ra từ granitoid Chu Va cho giá trị là $234,7 \pm 1,9$ Tr.n.. Kết quả này hoàn toàn khác so với các giá trị tuổi của phức hệ Mường Hum từ trước tới nay và nó tương ứng với tuổi của phức hệ Yên Yên Sun trong các kết quả nghiên cứu gần đây với tuổi dao động từ 220 đến 250 Tr.n.. Granitoid khối Chu Va được thành tạo trong giai đoạn hoạt động magma xâm nhập rộng rãi trên toàn lãnh thổ Việt Nam, tương ứng với sự kiện tạo núi Indosini (Indosinian Orogeny).

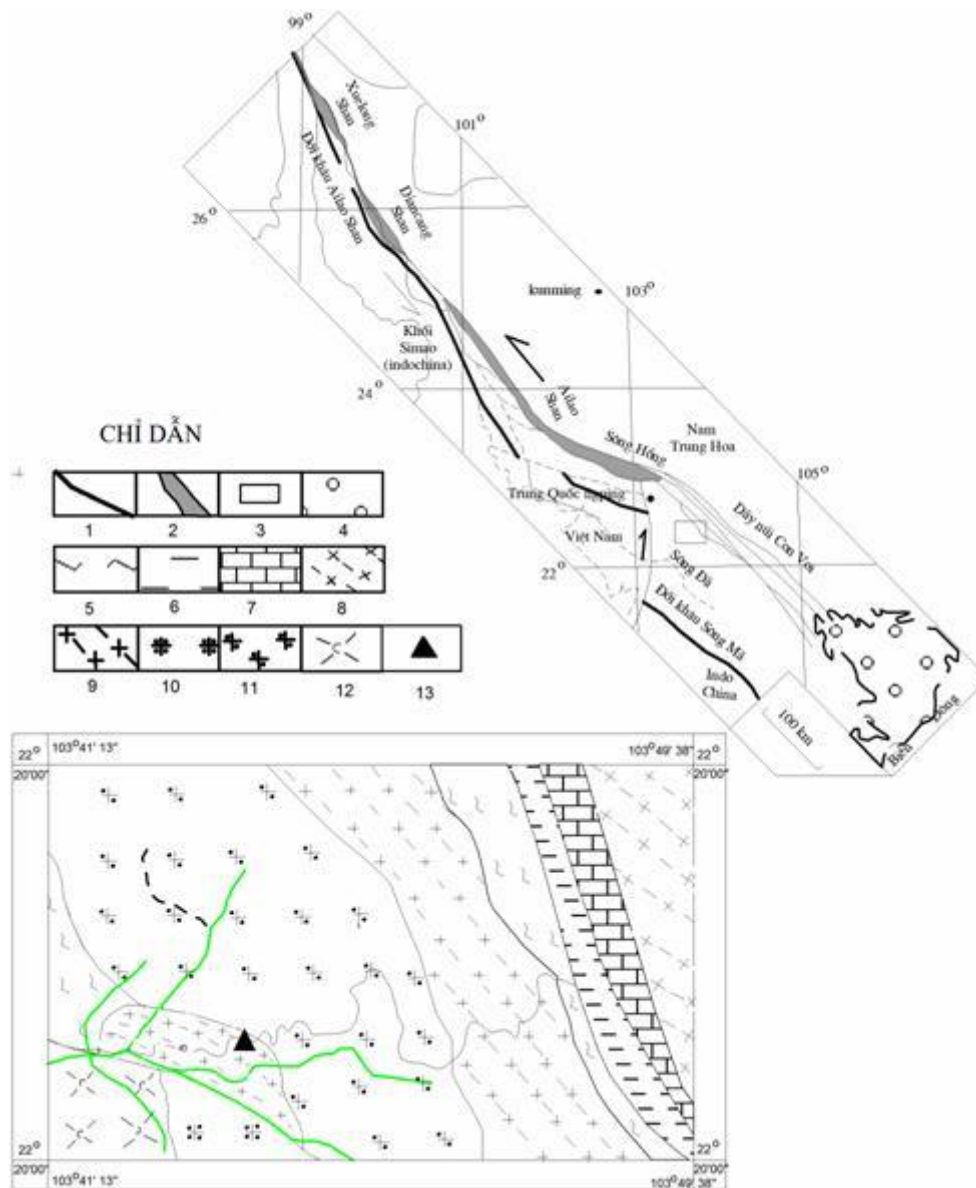
MỞ ĐẦU

Đới cắt trượt Ailao Shan - Sông Hồng chạy dài trên 1000 km, bắt đầu từ phía ĐN của cao nguyên Tây Tạng, Trung Quốc kéo qua biên giới Việt-Trung đến tận Biển Đông. Đây là một đới kiến tạo quan trọng và hình thành do sự va chạm giữa hai mảng lục địa Ấn Độ và Âu-Á [2, 5-7, 10, 12, 13]. Dọc theo đới cắt trượt này xuất hiện bốn đai biến chất, kéo dài theo phương TB-ĐN bao gồm Xuelong Shan, Diancang Shan, Ailao Shan và Dãy Núi Con Voi (đới cắt trượt Sông Hồng). Đới Phan Si Pan là phần kéo dài về phía nam của đới biến chất Ailao Shan [6, 12] (Hình 1a) gồm các đá biến chất Tiền Cambri và các đá granitoid. Ở phần rìa tây nam của đới biến chất Ailao Shan - Phan Si Pan phát triển mạnh mẽ hoạt động magma xâm nhập, sản phẩm đặc trưng là granitoid của các phức hệ Yên Yên Sun và Mường Hum. Thành phần thạch học, khoáng vật và địa hóa các nguyên tố chính, nguyên tố vết của các granitoid này đã được nhiều nhà địa chất trong và ngoài nước nghiên cứu. Tuy nhiên, tuổi thành tạo của chúng mới chỉ được xác định bằng đồng vị K-Ar trên horblend, ít hơn, bằng đồng vị Rb-Sr và Sm-Nd. Các giá trị tuổi thu được bằng các phương pháp đồng vị nêu trên rất khác nhau, dao động từ Archei đến Paleogen.

Khối granitoid Chu Va nằm ở thượng nguồn suối Nậm Gie, trên đường Sa Pa đi Bình Lư, được xếp vào phức hệ Mường Hum [4]. Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu về thạch học, khoáng vật và địa hóa của granitoid dọc đèo Ô Quy Hồ, Nguyễn Trung Chí [8] cho rằng các đá này thuộc kiểu I-S-granit và xếp vào phức hệ Yên Yên Sun. Tuy nhiên, tuổi kết tinh của khối granit Chu Va có tương đồng với tuổi kết tinh của phức hệ Yên Yên Sun hay không vẫn còn là vấn đề bỏ ngỏ.

Mục đích nghiên cứu của chúng tôi nhằm làm sáng tỏ thời gian thành tạo của khối granitoid Chu Va, đồng thời kết hợp với kết quả phân tích thạch học chi tiết nhằm xác định sự tương đồng giữa granitoid khối Chu Va và granitoid phức hệ Yên Yên Sun. Để đạt được mục tiêu

trên, chúng tôi thu thập 5 mẫu granitoid hạt nhỏ sẫm màu, cấu tạo dạng gneis để nghiên cứu. Mẫu đá mang số hiệu YS.01/1 được chọn để phân tích tuổi bằng đồng vị U-Pb trên zircon.



Hình 1. Sơ đồ địa chất đới cắt trượt Ailao Shan - Sông Hồng và vùng Ô Quy Hồ (dựa vào [1-3, 11, 12]). 1- Đới khô; 2- Đới biến chất Ailao Shan - Sông Hồng; 3- Đới Tú Lệ; 4- Trâm tích Đệ tứ; 5- Đá phiến thạch anh biotit hệ tầng Sin Quyền; 6- Đá phiến sét, đá phiến sét vôi hệ tầng Bản Nguồn; 7- Đá vôi hệ tầng Bản Páp; 8- Granodiorit phức hệ Po Sen; 9- Granit biotit hạt vừa đến nhỏ cấu tạo định hướng dạng gneis; 10- Granosyenit porphyr phức hệ Pu Sa Phìn; 11- Granit biotit có amphibol, granit biotit; 12- Phức hệ Tú Lệ; 13- Vị trí lấy mẫu.

I. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT, KHOÁNG- THẠCH HỌC KHỐI GRANITOID CHU VA

Trên bình đồ kiến tạo khu vực, đới cấu trúc Phan Si Pan là phần kéo dài về phía nam của đới cấu trúc Ailao Shan (Hình 1a), ranh giới phía đông là đứt gãy Sông Hồng, ranh giới phía tây tiếp

giáp với rift nội lục Permi-Trias Sông Đà và trũng núi lửa Jura-Creta Tú Lệ bằng các đứt gãy khu vực có phương TB-ĐN (Hình 1a).

Các đá magma xâm nhập phát triển mạnh mẽ trên toàn đới cấu trúc Phan Si Pan. Phần phía bắc đới chủ yếu phát triển các hoạt động magma xâm nhập Neoproterozoi và Kainozoi. Dựa theo đặc điểm thạch địa hoá, đá magma xâm nhập tuổi Proterozoi được chia thành hai phức hệ, là granitoid phức hệ Po Sen và đá kiềm phức hệ Mường Hum. Thành phần thạch học chủ yếu của granitoid phức hệ Mường Hum là granit kiềm và granosyenit dạng gneis phân bố ở phía bắc đới Phan Si Pan. Thành phần khoáng vật của đá gồm feldspat kali, ít hơn có plagioclas (chủ yếu là albit) và thạch anh. Khoáng vật màu gồm amphibol kiềm (arfvedsonit), đôi nơi có pyroxen kiềm (aegirin) dạng lăng trụ ngắn, sắp xếp định hướng. Biotit cũng khá phổ biến và thường đi cùng với amphibol và pyroxen. Về thời gian thành tạo phức hệ Mường Hum còn có khá nhiều tranh luận: Đào Đình Thục và Huỳnh Trung [4] xếp tuổi phức hệ vào Neoproterozoi; Đovjikov và *nnk* [1965] xếp vào Kainozoi, còn tuổi Rb-Sr xác định cho phức hệ là 75 Tr.n. [8].

Ở phần rìa tây của đới cấu trúc Phan Si Pan phát triển mạnh hoạt động magma xâm nhập, điển hình là phức hệ Yê Yê Sun (Hình 1b). Phức hệ này là một thể batholit duy nhất, kéo dài theo phương TB-ĐN sang biên giới Việt-Trung. Cấu thành nên khối này là một tổ hợp đá có thành phần phức tạp, bao gồm một dãy liên tục từ plagiogranit, granodiorit, granit đến granit feldspat kiềm và từ diorit thạch anh, monzodiorit thạch anh, monzonit thạch anh đến syenit thạch anh - feldspat kiềm [4].

Khối Chu Va nằm ở rìa phía tây của đới cấu trúc Phan Si Pan, có kích thước nhỏ, nằm hoàn toàn trong đá biến chất Tiền Cambri. Thành phần đá chủ yếu là syenitodiorit, granit amphibol và granosyenit. Đá sáng màu và có cấu tạo dạng gneis tương tự như granitoid phức hệ Yê Yê Sun.

Mẫu đá để phân tích tuổi đồng vị U-Pb trên zircon được lấy ở vách phải đèo Ô Quy Hồ theo hướng từ Sa Pa đi Bình Lư, tại tọa độ GPS: 22°21'30" B ; 103°43'22" Đ. Đá thuộc loại granosyenit sẫm màu vừa, bị ép mạnh với kiến trúc hạt không đều, cấu tạo định hướng dạng gneis. Thành phần khoáng vật tạo đá chính gồm (%): feldspat kali = 35-40; plagioclas = 25-30; thạch anh = 15-20; amphibol = 5-7, chỉ gặp horblend thường với màu đa sắc từ lục sẫm (Ng) đến vàng nhạt phớt lục (Np), dấu kéo dài dương; biotit = ~3. Mẫu rất giàu khoáng vật phụ (%): sphen (5), zircon (1-2), apatit (ít) và quặng (5).

II. QUY TRÌNH GIA CÔNG VÀ PHÂN TÍCH MẪU

1. Quy trình tách zircon

Mẫu đá dùng để xác định tuổi thành tạo bằng đồng vị phóng xạ U-Pb trên zircon được lấy ở khối granitoid Chu Va, thuộc phức hệ Mường Hum. Mẫu tươi có khối lượng khoảng từ 3 kg được cắt và nghiền đến kích thước 0,5 mm, sau đó cho qua bàn đãi Wilfley để loại bỏ phần có kích thước nhỏ hơn và các khoáng vật có tỷ trọng nhẹ. Phần khoáng vật nặng được sấy khô rồi cho qua máy tách từ động lực Frantz để loại phần khoáng vật có từ tính ra khỏi mẫu. Zircon ở phần khoáng vật không từ tính được làm giàu bằng cách sử dụng dung dịch nặng bromoform và diomethan. Cuối cùng, zircon được lựa chọn bằng tay dưới kính hiển vi nhằm loại bỏ các hạt có chứa bao thể và một số các đặc điểm khác như nhân tàn dư (zircon core) v.v. bởi những điều đó có thể gây ảnh hưởng đến kết quả phân tích và đương nhiên, ảnh hưởng đến tuổi của zircon.

2. Quy trình phá mẫu, làm giàu và chiết tách U-Pb

Zircon không từ tính được chọn để xác định tuổi. Loại có cùng màu sắc, hình dạng và kích thước được phân thành một nhóm và tẩy rửa bằng axit HCl và HNO₃ loãng, sau đó rửa sạch bằng

nước cất vài lần. Tiếp theo, mỗi nhóm zircon được cho vào một ống nghiệm nhỏ bằng teflon và thêm vào đó 8-9 μg dung dịch Spike (chứa hỗn hợp ^{207}Pb - ^{235}U). Các ống nghiệm chứa zircon và Spike được đặt trên một giá tròn bằng nhựa teflon ; giá này đặt vào bom teflon với phần đáy bom là axit HF. Bom nhựa được đặt vào trong một bom bằng hợp kim chịu nhiệt độ cao và áp suất cao. Zircon hoà tan bằng hơi axit HF ở nhiệt độ 180-200°C trong thời gian 6 ngày. Dung dịch thu được cho bay hơi ở nhiệt độ 80-90°C; phần rắn thu được cho hoà tan bằng axit HCl ở nhiệt độ 180°C trong vòng 1 ngày để chuyển hoá muối fluorur thành muối chlorur linh động và dễ hoà tan hơn. Các axit HCl và HNO₃ siêu sạch với nồng độ khác nhau được dùng để chiết tách U-Pb. Dung dịch U và Pb thu được đem sấy khô ở nhiệt độ thấp từ 75 đến 85°C. Toàn bộ quy trình thực nghiệm trên được thực hiện tại Phòng Thí nghiệm Địa chất đồng vị, Viện Địa chất - Địa vật lý thuộc Viện HLKH Trung Quốc, Bắc Kinh.

Song song với việc chuẩn bị mẫu zircon, một mẫu trắng (blank) tức không có zircon mà chỉ có Spike ^{207}Pb - ^{205}U cũng được chuẩn bị với mục đích để kiểm tra độ sạch của phòng thí nghiệm và sự ô nhiễm trong quá trình chiết tách U-Pb.

3. Phương pháp đo thành phần đồng vị U và Pb

Mẫu U và Pb cùng được nạp vào một cuộn sợi nung bằng kim loại rheni với chất đệm là silicagel đối với Pb và nước đối với U. Các tỉ số đồng vị của U và Pb được đo trên khối phổ kế Finnigan Mat 262. Mỗi tỉ số đồng vị của Pb được đo từ 80 đến 100 lần, của U đo 20-30 lần tùy thuộc vào giá trị sai số phân tích đạt được. Hàm lượng của U-Pb trong mẫu blank tương ứng là 1-5 pg và 8-10 pg, chứng tỏ rằng không có sự hỗn nhiễm trong quá trình gia công, chiết tách và phân tích mẫu. Sai số của các tỷ số đồng vị là 1-sigma.

III. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH

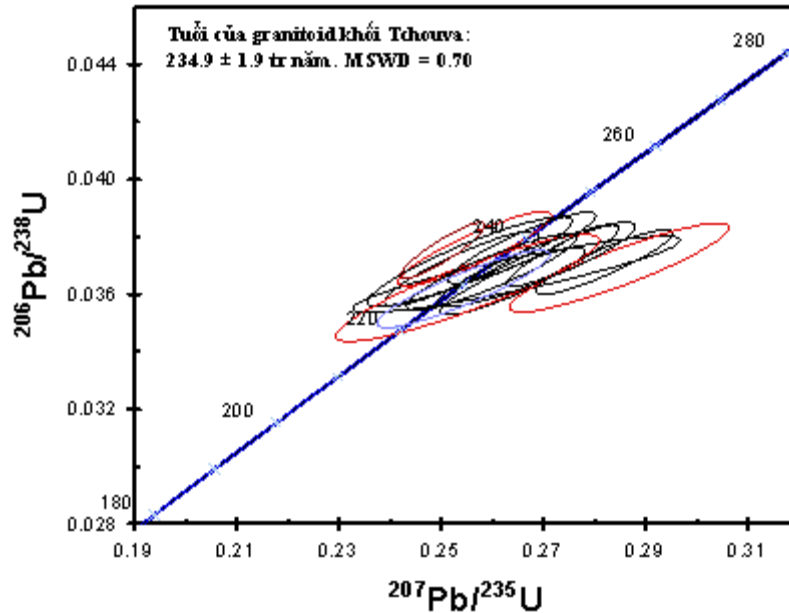
Hàm lượng Pb ban đầu của Stacey and Kramers được dùng để hiệu chỉnh các tỷ số Pb đo được trong mẫu. Các kết quả phân tích được thể hiện trong Bảng 1 và Hình 2 dưới đây.

1. Mẫu YS.01/1 (granosyenit hornblend-biotit): Mẫu rất giàu zircon, các hạt zircon thường có dạng lăng trụ, màu nâu nhạt và ít bao thể. 14 nhóm zircon được chọn để phân tích, kết quả thể hiện trên biểu đồ dưới đây. Trong số 14 nhóm phân tích thì có đến 10 nhóm nằm trùng trên đường cong concordia và cho giá trị tuổi trung bình $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ là $234,9 \pm 1,9$ Tr.n., đồng thời các giá trị tuổi này cũng khá gần nhau, dao động trong khoảng 229-238 Tr.n.. Giá trị 234,9 Tr.n. được cho là tuổi thành tạo của granitoid khối Chu Va.

Bảng 1. Kết quả phân tích đồng vị U-Pb trên zircon tách từ granitoid khối Chu Va

SH mẫu	Tỷ số	Sai số	Tỷ số	Sai số	Tuổi (Tr.n.)	Sai số	(Tuổi Tr.n.)	Sai số
	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 σ
YS01/1	0,26470	0,01307	0,03669	0,00054	238	10	232	3
	0,28186	0,00564	0,03712	0,00046	252	4	235	3
	0,26394	0,00575	0,03645	0,00048	238	5	231	3
	0,28470	0,00877	0,03692	0,00063	254	7	234	4
	0,27371	0,00446	0,03733	0,00044	246	4	236	3
	0,25391	0,00613	0,03689	0,00053	230	5	234	3
	0,25649	0,00612	0,03758	0,00053	232	5	238	3

0,25020	0,00338	0,03751	0,00040	227	3	237	2
0,25558	0,00817	0,03713	0,00064	231	7	235	4
0,25517	0,01050	0,03621	0,00076	231	8	229	5
0,26566	0,00589	0,03761	0,00051	239	5	238	3
0,26863	0,00788	0,03703	0,00060	242	6	234	4
0,25981	0,00678	0,03677	0,00054	235	5	233	3
0,25430	0,00689	0,03618	0,00065	230	6	229	3



Hình 2. Biểu đồ concordia U-Pb zircon tách từ khối granitoid khối Chu Va.

IV. THẢO LUẬN

Kết quả phân tích đồng vị U-Pb zircon tách từ khối granitoid Chu Va cho thấy trong số 14 nhóm zircon được chọn phân tích thì có 10 nhóm cho giá trị tuổi nằm trùng trên đường concordia, đồng thời các điểm này nằm rất gần nhau, thể hiện độ chính xác cao. Giá trị tuổi trung bình của $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ là $234,9 \pm 1,9$ Tr.n. được coi là tuổi kết tinh của granitoid khối Chu Va. Giá trị này thường gặp trong các kết quả định tuổi gần đây của các phức hệ magma granitoid trên lãnh thổ Việt Nam như: phức hệ Yên Yên Sun, Pu Si Lung, Trường Sơn, Bà Nà, Vân Canh, ...

Kết quả định tuổi cho khối granitoid Chu Va là $234,9 \pm 1,9$ Tr.n, giá trị này hoàn toàn khác so với các tuổi của phức hệ Mường Hum đã được xác định từ trước đến nay:

1. Theo các tài liệu nghiên cứu trước đây, phức hệ Mường Hum với tuổi thành tạo khác biệt, từ Archean cho tới Paleogen, tùy thuộc vào quan điểm và sự luận giải của từng tác giả, song chủ yếu dựa trên các quan hệ địa chất. Fromaget (1952) và Lacroix (1933) xếp các thành tạo này vào “Orthogneis Phan Si Pan” tuổi Archei và biến chất vào thời Huroni (Proterozoi). Phan Viết Kỳ, Bùi Phú Mỹ (1971); Đào Đình Thục [4] xếp vào thành tạo xâm nhập tuổi Proterozoi. Izokh E.P. (1965) xếp vào loạt Phan Si Pan tuổi Paleogen.

2. Kết quả nghiên cứu gần đây của Nguyễn Trung Chí [8] là 75 ± 1 Tr.n bằng phương pháp phân tích đồng vị Rb-Sr (ứng với tuổi Creta muộn - K₂).

Mặt khác, khi so sánh với các kết quả tuổi đồng vị U-Pb và Hf của zircon từ khối granit biotit bị biến dạng phân bố phía đông đèo Ô Quy Hồ, Lào Cai của Trần Mỹ Dũng, Liu Junlai và Nguyễn Quang Luật (2009) ta thấy: tuổi U-Pb trên zircon tách từ granit biotit phía đông đèo Ô Quy Hồ là $224,8 \pm 0,63$ Tr.n.; Phạm Trung Hiếu và nnk [9] phân tích 2 mẫu granit biotit sẫm màu lấy ở phía đông đèo Ô Quy Hồ bằng phương pháp đồng vị U-Pb trên zircon cho tuổi 252-253 Tr.n.. Điều đó cho thấy tuổi của granitoid khối Chu Va ($234,9$ Tr.n.) khá gần với tuổi của phức hệ Yên Yên Sun.

Ngoài ra, theo kết quả phân tích thạch học chi tiết thì granitoid khối Chu Va gần gũi với granitoid Yên Yên Sun cả về thành phần khoáng vật lẫn kiến trúc, cấu tạo: đá thuộc loại granosyenit á kiềm thường với khoáng vật màu chỉ có biotit và hornblend thường, không có khoáng vật màu kiềm và feldspat kiềm. Đá có kiến trúc hạt không đều và cấu tạo định hướng dạng gneis.

Từ những điều trình bày trên, chúng tôi đi đến nhận định: có thể granitoid khối Chu Va thuộc phức hệ granitoid Yên Yên Sun. Để khẳng định chính xác điều này, cần phải có những nghiên cứu chi tiết và đồng bộ hơn về thành phần thạch địa hóa của cả 2 khối granitoid này.

V. KẾT LUẬN

Kết quả phân tích tuổi bằng phương pháp xác định đồng vị TIMS U-Pb trên zircon cho granitoid khối Chu Va là $234,9 \pm 1,9$ Tr.n..

Kết quả phân tích thạch học chi tiết cho thấy đá granitoid khối Chu Va thuộc loại granosyenit á kiềm thường với thành phần và cấu trúc tương tự granitoid phức hệ Yên Yên Sun: thành phần chủ yếu là feldspat kali (microclin), plagioclas axit (albit, oligoclas), thạch anh. Khoáng vật màu chỉ có hornblend thường và biotit. Đá có kiến trúc hạt không đều, cấu tạo định hướng dạng gneis.

Tuổi của granitoid khối Chu Va là $234,9$ Tr.n., giá trị này tương ứng với giai đoạn hoạt động tạo núi Indosini.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành với sự giúp đỡ của TS. Nguyễn Trung Chí, KS. Phạm Hồng Thanh, KS. Trương Minh Toàn trong quá trình thu thập mẫu ngoài thực địa. Việc gia công mẫu do KS. Ngô Thị Bích Hằng thực hiện. Phân tích và xác định tuổi đồng vị U-Pb được tiến hành tại Phòng Thí nghiệm Địa hoá đồng vị, Viện Địa chất - Địa vật lý, Viện HLKH Trung Quốc dưới sự chỉ đạo của GS. Fukun Chen. Tập thể tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới các cá nhân và tập thể nêu trên.

VĂN LIỆU

1. Bùi Phú Mỹ (Chủ biên), 2001. Bản đồ địa chất tỷ lệ 1/200.000 tờ Lào Cai - Kim Bình. Cục ĐC&KS, Hà Nội.

2. Chung Sun-lin, Lee Tung-yi, Lo Ching-hua, Wang Pei-ling, Chen Chin-yu, Nguyễn Trọng Yêm, Trần Trọng Hòa, Wu Ge-nyao, 1997. Intraplate extension prior to continental extrusion along the Ailao Shan - Red River Shear Zone. *Geology*, 25/4 : 311-314. Washington

3. Dương Quốc Lập, 2002. Bản đồ địa chất tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Lào Cai. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

4. Đào Đình Thục, Huỳnh Trung, 1995. Địa chất Việt Nam. Tập II: Các thành tạo magma. Cục ĐCVN, Hà Nội.

5. **Leloup P.H., Lacassin R., Tapponnier P., Scharer U., Zhong D., Liu X., Zhang L., Ji S., Phan Trọng Trinh, 1995.** The Ailao Shan - Red River Shear zone (Yunnan, China), Tertiary transform boundary of Indochina. *Tectonophysics*, 251 : 3-84.

6. **Leloup P.H., Arnaud N., Lacassin R., Kienast J.R., Harrison T.M., Phan Trong Trinh, Replumaz A., Tapponnier P., 2001.** New constraints on the structure, thermochronology and timing of the Ailao Shan - Red River Shear zone. *J. of Geophys. Res.*, 106 : 6683-6732.

7. **Leloup P.H., Lacassin R., Tapponnier P., Searle M.P., 2007.** Discussion on the role of the Red River Shear zone, Yunnan and Vietnam, in the continental extrusion of SE Asia. *J. of the Geol. Soc.*, 164 : 1253-1260. London.

8. **Nguyễn Trung Chí, 2003.** Nghiên cứu thạch luận và sinh khoáng các thành tạo magma kiềm miền bắc Việt Nam. *Viện Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.*

9. **Phạm Trung Hiếu, Fukun Chen, Lê Thanh Mẽ, Vũ Lê Tú, Nguyễn Thị Bích Thủy, 2009.** Tuổi đồng vị U-Pb zircon trong granit phức hệ Yên Yên Sun Tây bắc Việt Nam và ý nghĩa của nó. *TC Các KH về TĐ*, 31/1 : 23-29. Hà Nội.

10. **Searle M.P., 2006.** Role of the Red River Shear zone, Yunnan and Vietnam, in the continental extrusion of SE Asia. *J. of the Geol. Soc.*, 163 : 1025-1036. London.

11. **Trần Tuấn Anh, Trần Trọng Hoà, Phạm Thị Dung, 2002.** Granites of the Yên Yên Sun Complex and their significance in tectonic interpretation of the early Cenozoic stage in West Bắc Bộ. *J. of Geology*, B/19-20 : 43-53. Hà Nội.

12. **Wang P.L., Lo C.H., Chung S.L., Lan C.Y., Nguyen Trong Yem, 1998.** Thermochronological evidence for the movement of the Ailao Shan - Red River Shear zone: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating constraint from the Nam Dinh area, Northeast Vietnam. *J. of Asian Earth Sci.*, 18 : 281-292.

13. **Wang P.L., Lo C.H., Lee T.Y., Chung S.L., Lan C.Y., Thang T.V., 2000.** Onset timing of left-lateral movement along the Ailao Shan - Red river Shear zone: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating constraint from the Nam Dinh area, Northeast Vietnam. *J. of Asian Earth Sci.*, 18 : 281-292.