

THÀNH PHẦN VẬT CHẤT VÀ ĐIỀU KIỆN NHIỆT ĐỘ - ÁP SUẤT THÀNH TẠO GRANIT KHU VỰC CHIÊM HÓA, TỈNH TUYÊN QUANG

Phạm Thị Dung¹, Trần Trọng Hòa¹, Trần Quốc Công¹, Trần Hồng Lam¹,
Đào Thái Bắc², Phạm Ngọc Cẩn¹, Bùi Ân Niên¹, Phạm Thị Phương Liên¹

¹Viện Địa chất, Viện HLKH&CNVN, Ngõ 84, phố Chùa Láng, Đống Đa, Hà Nội;

²Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam

Tác giả liên hệ: ptdung1978@yahoo.com

Tóm tắt: Các thành tạo granit Chiêm Hóa phân bố thành những khối nhỏ tại khu vực huyện Chiêm Hóa, tỉnh Tuyên Quang. Chúng có các biến loại chính bao gồm các đá granit sáng màu và granit hai mica hạt nhỏ - vừa, aplit, thuộc loại granit quá bão hòa nhôm với $ASI > 1,1$. Kết quả tính toán nhiệt độ bằng phương pháp bão hòa zircon và thành phần nguyên tố chính cho nhiệt độ thành tạo dao động trong khoảng rộng từ khoảng 787 đến 740°C; áp suất thành tạo được tính toán dựa vào thành phần nguyên tố chính, dao động trong khoảng < 5 Kbar (tương ứng với độ sâu thành tạo < 15 km). Các kết quả nghiên cứu về thành phần thạch học, địa hóa nguyên tố chính cho thấy granit Chiêm Hóa mang đặc điểm granit kiểu S, có nguồn gốc vỏ và được hình thành ở độ sâu vừa-nông, khá tương đồng với granit Phia Bioc.

1. Mở đầu

Khu vực nghiên cứu thuộc Huyện Chiêm Hóa, tỉnh Tuyên Quang. Tại đây lộ một số khối nhỏ các đá granit sáng màu, hạt nhỏ có vị trí khá gần với các mỏ antimon - vàng Làng Vài, Khuôn Phục (Hình 1). Theo bản đồ địa chất Việt Nam tỷ lệ 1:500,000 (Lương và nnk, 1988) và bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200,000 tờ Bắc Kạn (Quốc, 1974), các thành tạo granit này được xếp vào phức hệ Ngân Sơn có tuổi Devon muộn, trong khi đó, bản đồ địa chất tỷ lệ 1:50,000 nhóm tờ Đại Thị - Phia Khao (Doanh và nnk, 1984) xếp chúng vào phức hệ Sông Cháy có tuổi Paleozoi giữa. Năm 1988, Lilia và Đỗ Hải Dũng cho rằng các granit khu vực này tương đồng với granit phức hệ Phia Bioc - hiện được xếp vào tuổi P_3-T_1 (Hòa và nnk, 2008; Roger và nnk, 2012; Chen và nnk, 2014). Kết quả phân tích tuổi đồng vị U-Pb zircon bằng phương pháp LA-ICP-MS của granit khu vực Chiêm Hóa (tài liệu chưa công bố của Đào Thái Bắc) khoảng 249-251 Tr.n, ứng với Permi-Trias. Các nghiên cứu chi tiết, đồng bộ về thành phần vật chất (nguyên tố chính, hiếm vết, đặc điểm đồng vị, tuổi đồng vị) cũng như điều kiện thành tạo của các khối granit này hầu như chưa được đề cập trong các công trình nghiên cứu trước đây, ngoại trừ một số tài liệu chuyên đề (Bình, 2008) có mô tả thành phần thạch học và rất ít số liệu địa hóa nguyên tố chính của các đá granit này.

Trong khuôn khổ bài báo này, các tác giả trình bày một số kết quả nghiên cứu mới về thành phần vật chất và điều kiện thành tạo của granit khu vực Chiêm Hóa bao gồm cả các thông số áp suất và nhiệt độ. Nhiệt độ kết tinh của đá được tính toán theo các phương pháp khác nhau, dựa vào đặc điểm hình thái tinh thể của zircon, nhiệt độ bão hòa zircon hoặc thành phần hóa học của đá.

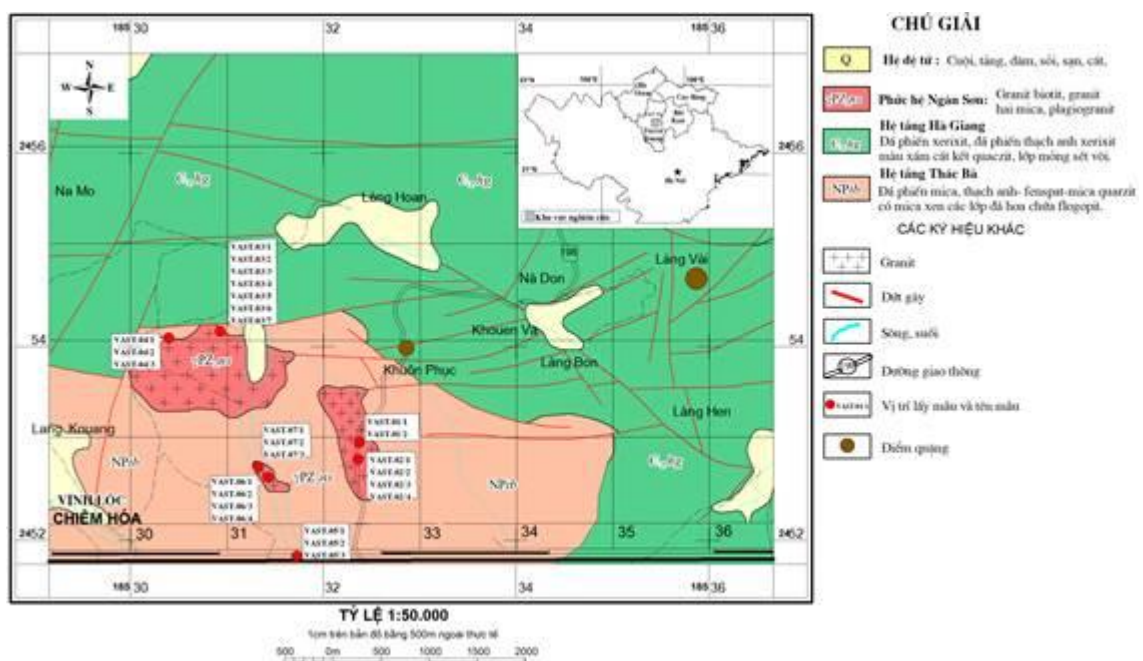
2. Đặc điểm địa chất vùng nghiên cứu và vị trí lấy mẫu

Vùng nghiên cứu thuộc địa phận hai xã Ngọc Hội và Xuân Quang, huyện Chiêm Hóa, tỉnh Tuyên Quang (Hình 1).

Vùng Chiêm Hóa nằm trong đới Lô Gâm chiếm phần đông bắc của vòm biến chất Chiêm Hóa (Vasilevskaia trong Dovjikov và nnk, 1965). Vòm biến chất Chiêm Hóa có dạng khối nâng khá đẳng thước, được cấu thành từ các đá biến chất cao có tuổi Neoproterozoi - Cambri sớm, nhân là các khối granit nhỏ với các đới biến chất đồng tâm (các đới biến chất giảm dần: từ disten - staurolit, andalusit - almadin, granat đến biotit và sericit - chlorit) (Bình, 2008). Tại khu

vực này, phần lớn các mỏ và điểm quặng antimon - vàng tập trung ở phần rìa các kiến trúc dạng vòm trong đới biotit và sericit - chlorit, trong đó có mỏ Làng Vài và Khuôn Phục (Hình 1).

Trong diện tích nghiên cứu, các thành tạo granit phân bố rải rác xung quanh thị trấn Vĩnh Lộc huyện Chiêm Hóa, tỉnh Tuyên Quang, các thành tạo này phổ biến ở phần Tây Nam của tờ bản đồ (Hình 1). Chúng gồm những khối kích thước nhỏ lộ trên bề mặt với chiều dài chưa đến 1 km, chiều rộng khoảng 300-400 m. Các biến loại chính là: granit hai mica bị ép, granit muscovit bị ép, granit biotit sẫm màu, granit biotit dạng porphyr. Ngoài ra còn có các thể xâm nhập nhỏ gabrodiorit, gabrodiabas và các đá mạch diabas, pegmatit. Các khối granit trên xuyên cắt hoặc xuyên chỉnh hợp và gây sừng hóa các đá trầm tích biến chất hệ tầng Thác Bà tuổi Neoproterozoi muộn. Các khối bị ép ở mức độ khác nhau: phần rìa bị ép mạnh tạo ra cấu tạo dạng gneis với phương ép cắm về phía đông nam, góc dốc 40°, có nơi phương tây nam, góc dốc 55°, ở phần trung tâm đá có cấu tạo định hướng yếu. Thành phần khoáng vật tạo đá granit chủ yếu là thạch anh, fenspat kali, plagioclas, biotit, muscovit. Các khoáng vật phụ là zircon, apatit và khoáng vật quặng.



Hình 1. Sơ đồ địa chất khu vực nghiên cứu (thành lập từ bản đồ địa chất 1:50,000 nhóm tờ Đại Thị - Phía Khao (Doanh, 1984)

Các mẫu nghiên cứu được thu thập chủ yếu từ 3 khối nhỏ ở Chiêm Hóa với thành phần đá chính là granit sáng màu, granit hai mica hạt nhỏ-vừa có ký hiệu từ VAST 01 đến VAST 07 với tổng số là 26 mẫu (Hình 1). Mẫu hầu như không hoặc ít bị biến đổi được lựa chọn cho phân tích địa hóa các nguyên tố chính bằng phương pháp huỳnh quang tia X (Bảng 1).

3. Phương pháp phân tích

Các nguyên tố chính được phân tích bằng phương pháp huỳnh quang tia X (XRF) trên thiết bị Rigaku ZSX Primini tại trường Đại học Akita theo quy trình nội bộ với sai số <2%. Đá cục được đập và nghiền tới kích thước hạt < 0,074 mm, sấy khô ở nhiệt độ 110-120°C. Sau đó cân 1,0 gam mẫu trộn đều với 5,0 gam bột lithiumtetraborat và thủy tinh hóa hỗn hợp này bằng cách nung nóng chảy ở nhiệt độ 1150°C. Để tính toán hàm lượng mất khi nung,

cân 1,0 gam mẫu bột đã sấy khô vào chén thạch anh chịu nhiệt và nung ở nhiệt độ 1000°C trong vòng 1 giờ. Các kết quả phân tích được thể hiện trong Bảng 1.

Để nghiên cứu đặc điểm hình thái của zircon, đã tiến hành gia công và tách zircon từ 5 mẫu (trong đó có 3 mẫu VAST2/1, VAST4/1, VAST4/3 và 2 mẫu CH1, CH2). Quy trình tách zircon có thể tóm tắt như sau: (1) mẫu được đập, nghiền đến cấp hạt 1 mm, sau đó rây ở các cấp hạt khác nhau; (2) phần cấp hạt nằm trên rây 0,15 mm và dưới rây 0,315 mm được rửa sạch, đãi bằng nước ấm để tách bớt phần nhẹ; (3) phần mẫu thu được sấy khô để tiếp tục tách từ bằng nam châm vĩnh cửu; (4) Zircon được làm giàu bằng cách dùng dung môi nặng bromoform, sau đó nhặt thủ công dưới kính trọng sa soi nổi (Stemi 2000C) để chọn những hạt zircon tốt nhất cho phân tích, đồng thời mô tả đặc điểm hình thái, màu sắc của chúng. Các tinh thể zircon sau đó được gắn trên nhựa epoxy, mài cho tới khi lộ phần trung tâm và chụp ảnh phát quang âm cực để nghiên cứu cấu trúc bên trong của chúng. Toàn bộ quy trình này được thực hiện tại Phòng thí nghiệm kính hiển vi điện tử quét (SEM) và microsond (EPMA) của Viện khoa học Trái đất, Đà Loan.

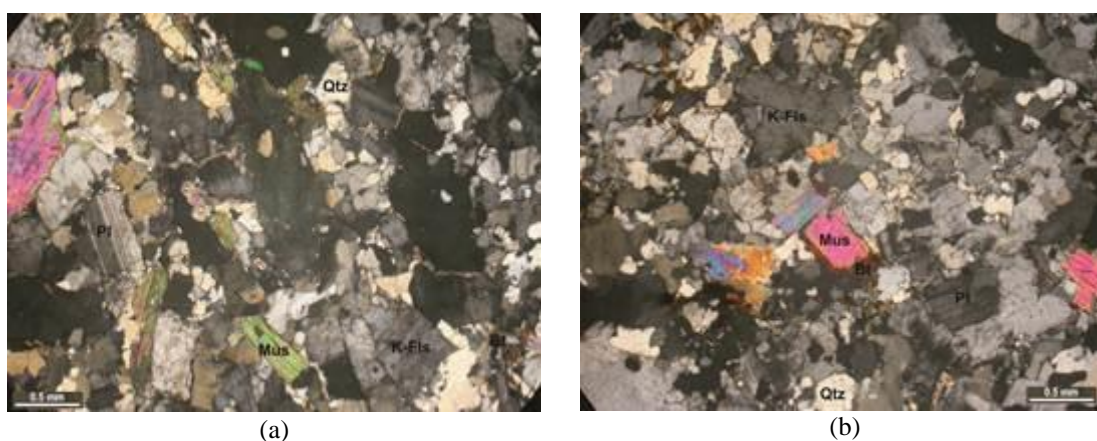
4. Kết quả phân tích

4.1. Đặc điểm thạch học

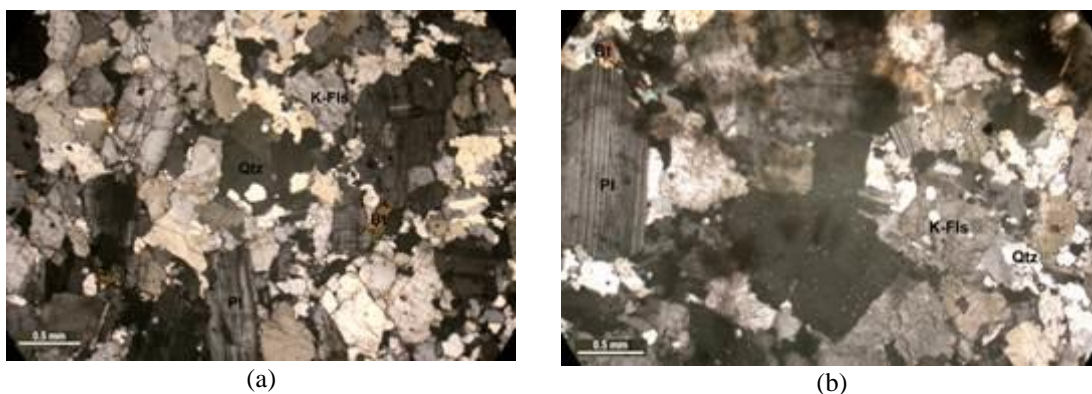
Granit khu vực Chiêm Hóa có thành phần khá đơn giản, bao gồm chủ yếu là granit sáng màu và granit hai mica hạt nhỏ - vừa, có cấu tạo định hướng, kiến trúc tàn dư nửa tự hình, đôi khi có kiến trúc dạng porphyr.

Granit sáng màu hạt nhỏ đến vừa, thành phần khoáng vật (%) gồm: thạch anh (30-35), plagiocla (25-30), felspat kali (25-30), biotit khoảng 2%. Khoáng vật phụ: apatit, zircon, quặng. Đá có kiến trúc hạt không đều, chuyển từ nửa tự hình đến tha hình (Hình 2 a, b).

Granit hai mica sáng màu, hạt nhỏ - vừa (Hình 3a, b). Thành phần khoáng vật (%) gồm: plagiocla (25-30), felspat kali (20-25), thạch anh (30-33), biotit (2-5), muscovit (5-7). Khoáng vật phụ: apatit, zircon, quặng. Đá có kiến trúc tàn dư nửa tự hình. Nhìn chung, chúng đều bị biến đổi từ mức độ nhẹ đến vừa, trong đó plagioclas bị sericit hóa, biotit bị clorit hóa.



Hình 2. Granit hai mica sáng màu, hạt nhỏ, nicol (+). a- mẫu VAST 1/1; b- Mẫu VAST5/2



Hình 3, Granit sáng màu, nicol (+). a- Mẫu VAST 1/2; b- Mẫu VAST 4/2
 Ghi chú: Qtz- Thạch anh, Pl- Plagiocla, K-Fls - Felspat kali, Mus - Muscovit, Bt - Biotit

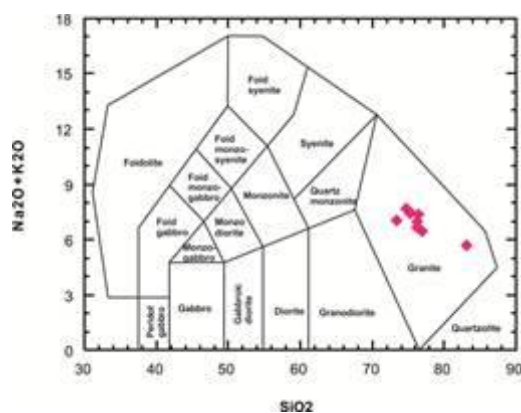
4.2. Đặc điểm địa hóa các nguyên tố chính

Kết quả phân tích hàm lượng các nguyên tố chính của các đá granit khu vực Chiêm Hóa, tỉnh Tuyên Quang được trình bày trong Bảng 1. Trên biểu đồ phân loại $SiO_2 - (Na_2O+K_2O)$ (Middlemost, 1994) (Hình 4), có thể thấy các mẫu phân tích đều rơi vào trường granit với hàm lượng SiO_2 khá cao, dao động trong khoảng 73,5-83,1% (Bảng 1), sắt tổng thấp, dao động trong khoảng 0,36-1,53%, tổng kiềm trong khoảng 5,69-7,69%, trong đó, natri thường trội hơn kali, $K_2O/Na_2O < 1$, dao động trong khoảng từ 0,07-0,78 (ngoại trừ một mẫu duy nhất có $K_2O/Na_2O = 1,26$), chủ yếu thuộc loạt sodic. Đa số các mẫu phân tích đều có chỉ số nhôm cao, dao động trong khoảng 1,05-1,30, trung bình là 1,22 (Bảng 1), rơi vào trường quá bão hòa nhôm (Hình 5). Đặc điểm bão hòa nhôm của các đá granit nghiên cứu cho phép áp dụng các phương pháp tính toán nhiệt độ và áp suất dựa vào độ bão hòa Zr và thành phần nguyên tố chính.

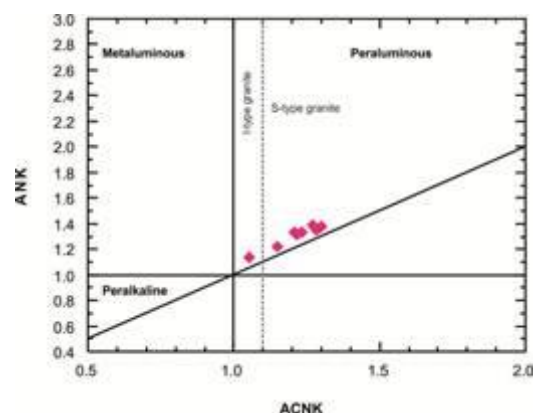
Bảng 1. Thành phần hóa học các nguyên tố chính (%t) của granit khu vực Chiêm Hóa

KHM	VAST-1/1	VAST-1/2	VAST-2/1	VAST-2/3	VAST-2/4	VAST-4/1	VAST-4/2	VAST-4/3
SiO ₂	76,2	83,1	75,3	75,3	76,3	76,5	77,0	74,7
TiO ₂	0,16	0,12	0,14	0,14	0,15	0,13	0,16	0,15
Al ₂ O ₃	13,6	10,3	13,8	13,5	13,6	13,9	13,5	13,6
Fe ₂ O ₃ T	1,17	0,28	1,22	1,37	1,05	0,36	0,48	1,53
MnO	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,06
MgO	0,46	0,09	0,23	0,33	0,29	0,24	0,38	0,15
CaO	0,32	0,40	0,45	0,30	0,58	0,39	0,33	0,51
Na ₂ O	4,75	5,12	4,27	3,40	4,71	6,16	4,95	2,63
K ₂ O	1,93	0,58	3,23	4,05	2,26	1,17	1,51	5,05
P ₂ O ₅	0,11	0,10	0,11	0,07	0,11	0,05	0,03	0,12
H ₂ O-	0,13	0,07	0,11	0,11	0,08	0,10	0,18	0,09
mkn	0,94	0,25	0,74	0,99	0,88	0,48	1,05	0,73
Tổng	99,75	100,33	99,61	99,55	100,02	99,55	99,57	99,24
Zr (ppm)	113	80	89	100	94	95	121	100
Na ₂ O+K ₂ O	6,68	5,69	7,50	7,44	6,98	7,33	6,46	7,69
K ₂ O/Na ₂ O	0,27	0,07	0,50	0,78	0,32	0,12	0,20	1,26
ASI	1,30	1,05	1,22	1,28	1,21	1,15	1,30	1,27
M	1,07	1,22	1,16	1,09	1,15	1,22	1,06	1,11
T _{Zr} (°C)	780,13	740,81	754,03	768,54	758,80	754,72	786,99	767,30

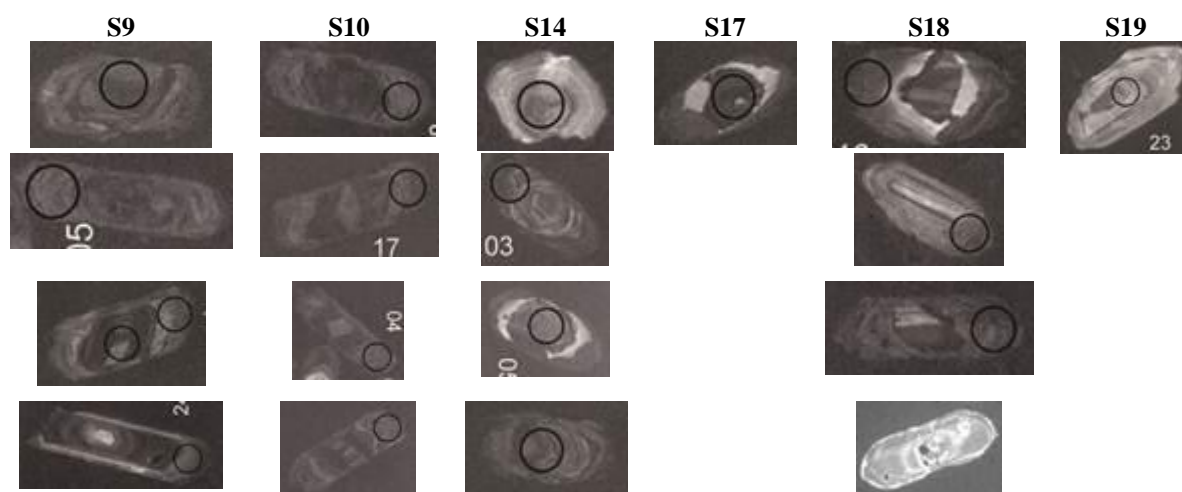
Qtz	40,66	50,35	37,58	39,70	39,27	35,54	41,86	39,69
Ab	40,67	43,24	36,55	29,18	40,19	52,65	42,55	22,58
Or	11,57	3,43	19,35	24,33	13,50	7,00	9,09	30,34
Corindon	3,39	0,73	2,72	3,16	2,60	1,92	3,24	3,17



Hình 4. Biểu đồ phân loại granit Chiêm Hóa theo tương quan $SiO_2 - (Na_2O + K_2O)$ (theo Middlemost, 1994)



Hình 5. Biểu đồ tương quan $Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O) - Al_2O_3 / (Na_2O + K_2O)$ của granit Chiêm Hóa (theo Maniar và Piccoli, 1989)



Hình 6. Các tinh thể zircon tách từ granit khu vực Chiêm Hóa và phân loại hình thái của chúng theo Pupin (1980)

4.3. Đặc điểm hình thái của zircon

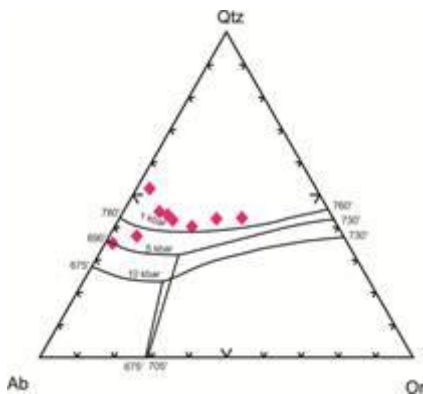
Zircon được tách và nhặt từ granit sáng màu và granit hai mica hạt vừa - nhỏ. Tổng hợp đặc điểm hình thái từ 125 hạt zircon được tách ra từ các mẫu granit nêu trên cho thấy: (1) Dạng tinh thể: chủ yếu là tinh thể lăng trụ tứ phương $\{110\}$ và lưỡng tháp tứ phương $\{111\}$. Các hạt zircon ở đây khá nguyên vẹn, giữ nguyên hình dạng tinh thể, phổ biến chủ yếu là dạng hạt đẳng thước, có ít hạt ngắn, tương ứng với kiểu S9, S10, S14, S17, S18 và S19 trong Hình 6; (2) Màu sắc: từ không màu, nâu vàng đến đỏ sẫm nâu, phổ biến loại có màu nâu vàng; (3) Ánh: kim cương; vết vỡ không bằng phẳng hoặc vỏ sò; (4) Kích thước: các hạt zircon có kích thước dao động trong khoảng $0,1 \times 0,05$ mm - $0,03 \times 0,015$ mm.

5. Thảo luận

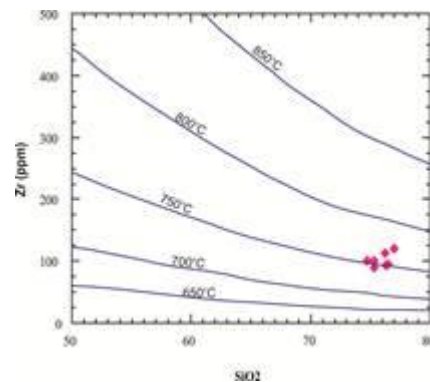
5.1. Áp suất và nhiệt độ thành tạo của granit

Nghiên cứu đặc điểm kiến trúc và thành phần địa hóa của các đá granit có thể giúp chúng ta nhận thức được các thông số nhiệt độ và áp suất. Thành phần địa hóa có thể được sử dụng để

xác định điều kiện hóa lý và nguồn magma của các thành tạo, chẳng hạn, mối tương quan giữa vật liệu cổ và trẻ trong nguồn magma (Douce, 1999). Áp suất và nhiệt độ thành tạo của granit khu vực Chiêm Hóa ở đây được xác định dựa vào thành phần nguyên tố chính (Bảng 1). Phương pháp này được đưa ra dựa trên kết quả thực nghiệm của hàng loạt các tác giả như: Tuttle, 1958; Luth et al, 1964; Huang, 1975; Ebadi, 1991; Holtz, 1992; Holtz et al, 1995; Merrill et al, 1970. Các thực nghiệm về nhiệt độ và áp suất kết tinh của hệ Qtz-Ab-Or (Haplogranite) (trong đó là Qtz- thạch anh; Ab- albit; Or - Orthoclas) được tiến hành trong điều kiện bão hòa nước và với các mức áp suất: 0,5, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 30 Kbar. Tổng hợp các kết quả này cho phép Johannes (1996) xây dựng nên biểu đồ hóa lý (Hình 7). Xem các đá granit Chiêm Hóa được hình thành từ dung thể bão hòa nước (đặc điểm này thể hiện ở sự có mặt với lượng đáng kể các khoáng vật chứa nhóm OH như biotit, muscovit trong thành phần như mô tả ở phần thạch học), các thông số được tính toán chuyển đổi thành phần nguyên tố chính (bằng phương pháp CIPW) sang thành phần các khoáng vật chuẩn (normative) thạch anh (Qtz) - albit (Ab) - Orthoclas (Or). Kết quả tính toán được thể hiện trong Bảng 1. Nhiệt độ kết tinh của granit ở đây được xác định thông qua biểu đồ SiO₂ và Zr (Hình 8) theo Watson et al, 1983. Đưa các kết quả này lên biểu đồ ở Hình 7 và 8 có thể thấy các đá nghiên cứu được hình thành ở nhiệt độ khoảng 750 đến 800 °C, áp suất dao động trong khoảng 5 đến 1 Kbar, nghĩa là chúng được thành tạo ở mức vỏ nông trong khoảng từ 15-3,3 km.



Hình 7. Biểu đồ ba cấu tử thạch anh (Qtz) - Albit (Ab) - Orthoclas (Or) (theo Johannes and Holtz, 1996)



Hình 8. Biểu đồ thực nghiệm dựa trên thành phần SiO₂ (%) và Zr (ppm) (theo Watson and Harrison, 1983)

5.2. Nhiệt độ thành tạo granit dựa trên hình thái tinh thể zircon

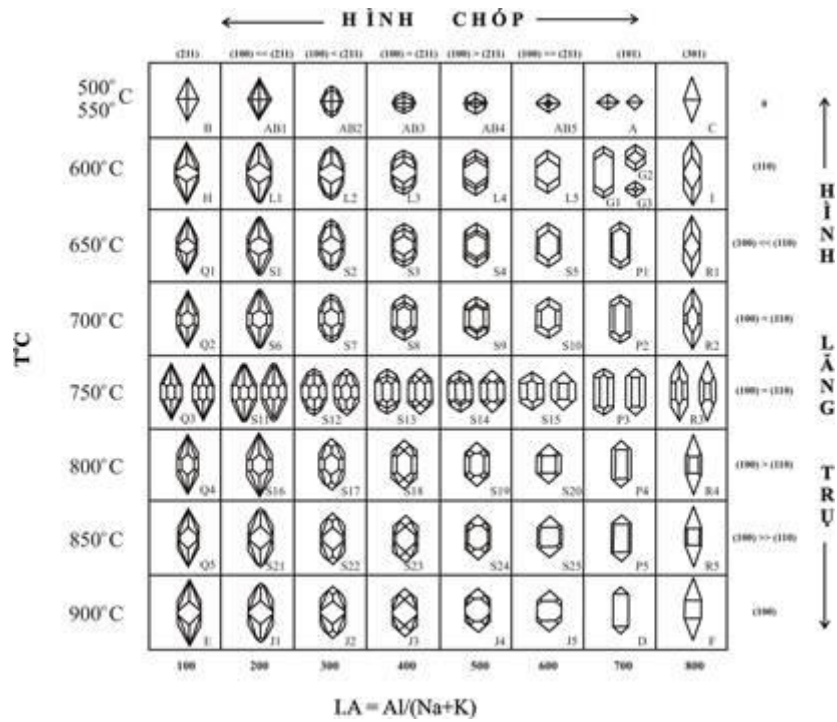
Zircon là khoáng vật phụ thường gặp trong các biến loại đá magma. Nó khá bền vững đối với các quá trình địa chất như bào mòn, vận chuyển hay biến chất cao, vì vậy nó có thể đóng vai trò như dấu hiệu chỉ thị thạch học và có khả năng lưu giữ các đặc điểm nguyên thủy của đá nguồn. Nhiều nghiên cứu đã cho thấy, hình thái của tinh thể zircon và các đặc trưng hóa học của nó là những dấu hiệu hữu ích cho việc nhận dạng đặc trưng miền nguồn của các thành tạo đá, điều kiện hóa lý, vai trò của pha fluid, quá trình trộn lẫn và hỗn nhiễm (Fleischer, 1955; Brooks, 1970; Lipova và nnk, 1971; Correia Neves và nnk, 1974; Erlank và nnk, 1978; Gottfried và nnk, 1986; Pupin, 2000; Belousova và nnk, 2002; Cecilia và nnk, 2007; Sturm, 2009). Quá trình phân loại nguồn gốc hình thái zircon được đề xuất và được ứng dụng thành công trong thạch luận các đá magma, biến chất và trầm tích (Pupin, 1980) và trong phân loại nguồn gốc các đá granit (Pupin, 2000). Nghiên cứu hình thái cho thấy zircon có thể kết tinh trong các giai đoạn thành tạo magma, tùy thuộc chủ yếu vào thành phần magma và hoạt động của pha fluid (do hành vi của zircon là nguyên tố thể hiện tính không tương thích cao). Tùy theo môi trường kết tinh mà zircon có các hình thái khác nhau, tương ứng với nó là nhiệt độ khác nhau và sự cân bằng giữa tỷ lệ nhôm -

kiềm cũng khác nhau. Hình dạng tinh thể zircon thay đổi còn tùy thuộc vào tổ hợp các khoáng vật cộng sinh với nó (Pupin và nnk, 1972a, 1975; Pupin, 2000). Hơn nữa, hình dạng bên ngoài và kiến trúc bên trong của các tinh thể zircon còn có thể giúp xem xét lịch sử địa chất của chúng. Corfu (2003) và Erdmann cùng (2013) đã chứng minh sự phân đới của các tinh thể zircon có thể giúp hiểu các quá trình magma, biến chất và tái kết tinh. Nhiều công trình nghiên cứu đã chỉ ra rằng có mối tương quan giữa hình thái của tinh thể zircon với nguồn gốc, các quá trình, thành phần hóa học và vị trí địa chất của magma ban đầu (Wang, 1998; Berezhnaya, 1999). Lần đầu tiên, Pupin đã phân loại tinh thể zircon dựa vào sự tăng trưởng tương đối của zircon hình lăng trụ mặt {100} so với mặt {110} và hình chóp mặt {211} với mặt {101}. Theo tác giả, sự tăng trưởng tương đối của hình chóp có liên quan mật thiết với thành phần hóa học (tỷ lệ $Al/(Na+K)$), trong khi đó, sự tăng trưởng tương đối của hình lăng trụ liên quan trực tiếp với nhiệt độ kết tinh. Dựa vào sự phân loại này, các hạt zircon được kết tinh từ dung thể bão hòa nhôm sẽ có hình chóp với mặt {211} được phát triển mạnh mẽ, trái với các hạt zircon được kết tinh từ dung thể bão hòa kiềm chủ yếu tạo ra hình lăng trụ, phát triển chủ yếu mặt {101}. Nước đóng vai trò quan trọng trong sự kết tinh zircon, cụ thể zircon trong pegmatit và granit bão hòa nước chủ yếu phát triển mặt {101} và {110}. Trong magma với lượng nước nhỏ, zircon kết tinh ngay ở giai đoạn magma ban đầu, với magma giàu nước, zircon bắt đầu kết tinh ngay sau khi sự kết tinh bắt đầu và tiếp tục với sự kết tinh của zircon giàu các nguyên tố vết như Y, U và Th (Pupin, 1980; Corfu và nnk, 2003). Pupin (1980) phân biệt 3 nhóm granit qua nghiên cứu hình thái của các tinh thể zircon như sau:

1. Zircon của granit nhiệt độ cao, tương ứng với grantit kiểu I hoặc magma nguồn manti (kiểu tholeiit và kiềm);
2. Zircon của các đá granit nguồn pha trộn, thường có nhiệt độ trung bình thuộc magma nguồn manti và vỏ (granit loạt kiềm vôi và loạt á kiềm);
3. Zircon của granit nhiệt độ thấp liên quan với magma kiểu S (được tách từ vỏ hoặc grantit cao nhôm).

Theo Pupin, nhiệt độ của magma là nhân tố quan trọng nhất trong việc kiểm soát sự phát triển của tinh thể zircon hình lăng trụ. Hơn nữa, ngoài ứng dụng hình dạng zircon để phân biệt thành phần magma, các tinh thể zircon này còn được sử dụng như là nhiệt kế cho biết nhiệt độ kết tinh magma.

Hình dạng tinh thể của các hạt zircon trong các thành tạo granit được thu thập tại khu vực Chiêm Hóa (Hình 6) cho thấy chúng phổ biến tương ứng với kiểu S9, S10, S14, S17, S18 và S19 trong Hình 9, trong đó, phổ biến nhất là các tinh thể lăng trụ tứ phương kiểu S10, S14, các loại còn lại ít phổ biến hơn. Theo phân loại hình thái hạt zircon của Pupin, các kiểu hình thái trên của zircon gợi ý chúng được hình thành từ magma có nguồn gốc hỗn hợp, nghĩa là có nguồn gốc từ manti và vỏ, như ở trường hợp thứ hai nêu trên, tương ứng với nhiệt độ thành tạo trong khoảng từ 750-800°C (Hình 9).



Hình 9. Hình thái của zircon và thang địa nhiệt tương ứng (Pupin, 1980)

5.3. Nhiệt độ thành tạo granit dựa trên nhiệt độ bão hòa zircon

Watson và nmk (1983) đã chứng minh mối tương quan giữa zircon hòa tan, nhiệt độ và thành phần nguyên tố chính của dung thể magma theo công thức:

$$\ln D_{Zr}^{zircon/dung\ thể} = \{-3,18 - [0,85 (M-1)]\} + 12,900/T$$

Từ công thức trên, có công thức tính nhiệt độ bão hòa zircon như sau:

$$T_{Zr} = 12,900 / [2,95 + 0,85M + \ln(496,000 / Zr^{dung\ thể})]$$

Trong đó: $D_{Zr}^{zircon/dung\ thể}$ là tỷ lệ của hàm lượng Zr trong khoáng vật zircon (xấp xỉ 476,000 ppm) với hàm lượng Zr trong dung thể magma; M: tỷ lệ của các cation phụ thuộc vào tỷ lệ hòa tan của Zr với SiO_2 cũng như độ bão hòa nhôm của dung thể magma. M được tính theo công thức:

$$M = (Na + K + 2 \times Ca) / (Al \times Si)$$

T(K) là nhiệt độ, thông số nhiệt độ này là nhiệt độ Kelvin, tuy nhiên, nhiệt độ trong bài được tính chuyển về °C theo công thức:

$$T (°C) = T (K) - 273,15$$

Áp dụng công thức tính toán nhiệt độ của Watson nêu trên cho thấy nhiệt độ bão hòa zircon của granit khu vực Chiêm Hóa nằm trong khoảng 740,81 đến 786,99°C, chi tiết xem trong Bảng 1. Các kết quả này cũng khá tương đồng với khoảng giá trị nhiệt độ của zircon khi xem xét dưới góc độ hình thái của zircon. Từ kết quả này có thể nhận định, quá trình kết tinh magma granit Chiêm Hóa xảy ra với tiến hóa nhiệt độ từ ~787°C đến ~740°C.

5.4. Nguồn gốc và điều kiện thành tạo

Từ kết quả xác định nhiệt độ thành tạo dựa trên mức độ bão hòa zircon có thể nhận định rằng quá trình kết tinh của granit Chiêm Hóa diễn ra với tiến hóa nhiệt độ từ 787°C đến khoảng 740 °C và áp suất thành tạo của chúng chủ yếu <5 kbar. Các kết quả tính toán nhiệt độ và áp suất nêu trên chứng tỏ các thành tạo này được hình thành ở mức vỏ nông.

Thành phần thạch học, địa hóa nguyên tố chính của granit Chiêm Hóa cho thấy chúng tương ứng với kiểu S granit, đặc trưng cho granit có nguồn gốc vỏ, cụ thể: (1) về mặt khoáng vật, trong đá có mặt các khoáng vật cao nhôm như muscovit, thành phần khoáng vật định mức theo CIPW thường xuyên có mặt corindon (dao động từ 2-3%) (Bảng 1); (2) về địa hóa nguyên tố chính, chúng được đặc trưng bởi độ nhôm cao (đa số các mẫu đều có ASI>1,1), thuộc loại granit quá bão hòa nhôm. Nguồn gốc vỏ của các thành tạo granit này còn được khẳng định qua các giá trị đồng vị của chúng như tỷ lệ $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ là 0,71564-0,77624, giá trị ϵNd (t) từ -6,2 đến -5,4 (số liệu chưa công bố). Như vậy, nguồn vật liệu ban đầu của các thành tạo granit này có nguồn gốc vỏ và trong suốt quá trình thành tạo nó có sự tham gia rất ít vật liệu nguồn manti. Nhận định này cũng khá phù hợp với kết quả phân loại hình thái các hạt zircon được tách ra từ các thành tạo granit Chiêm Hóa ở phần trên. Kết quả phân tích tuổi đồng vị U-Pb zircon bằng phương pháp LA-ICP-MS của granit khu vực Chiêm Hóa (tài liệu chưa công bố của Đào Thái Bắc) cho khoảng tuổi 249-251 Tr.n, ứng với Permi-Trias. Các kết quả nêu trên cho thấy các thành tạo granit Chiêm Hóa khá tương đồng cả về thành phần khoáng vật, địa hóa nguyên tố chính cũng như tuổi thành tạo với các đá granit Permi-Trias Phía Bioc (có khoảng tuổi 254-245 Tr.n (Chen và nnk, 2014; Tri và nnk, 2009), là thành tạo được cho liên quan với hoạt động magma nội mảng Emeishan hoặc sự đóng Paleothethys trong suốt quá trình tạo núi Indosini (Roger và nnk, 2012). Khoảng tuổi này khá gần gũi với tuổi của khoáng hóa vàng - antimon mỏ Làng Vài, Khuôn Pục có vị trí khá gần với các thể xâm nhập này (sericit tách từ mạch quặng mỏ vàng-antimon được phân tích bằng phương pháp $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ cho khoảng tuổi 240,8 - 235,9 Tr.n (Nhevolko và nnk, 2018).

6. Kết luận

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu về đặc điểm thạch học, địa hóa nguyên tố chính cũng như các tính toán về nhiệt độ bão hòa zircon, áp suất, có thể rút ra một số nhận định sau:

Các khối nhỏ granit khu vực Chiêm Hóa có các biến loại chính là granit sáng màu và granit hai mica hạt nhỏ-vừa. Chúng có đặc trưng thành phần khoáng vật và địa hóa khá tương đồng với granit Phía Bioc, là granit kiểu S có nguồn gốc vỏ.

Các thành tạo granit Chiêm Hóa được hình thành ở mức vỏ nông với nhiệt độ kết tinh bắt đầu khoảng 787 °C và kết thúc vào khoảng 740 °C. Áp suất thành tạo của chúng được xác định vào khoảng <5 Kbar tương ứng <15 km dưới sâu.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí từ các đề tài VAST05,01/17-18 và đề tài NAFOSTED mã số 105,01-2016,07. Các tác giả chân thành cảm ơn TS. Tadashi Usuki (Viện KHTĐ, Academy Sinica, Đài Loan) đã hỗ trợ trong quá trình phân tích zircon.

Văn liệu

Belousova E.A, et al, 2002. Igneous zircon: trace element composition as an indicator of source rock type. *Contrib Mineral Petrol* 143: 602-622.

Berezhnaya N,G, 1999. Criteria for the genetic typification of zircon from metamagmatic associations of the Aldan Shield. *Doklady Earth Sciences*, 368:982-984.

Nguyễn V Bình, 2008. Quặng hóa antimon miền Bắc Việt Nam. Bộ sách chuyên khảo Tài nguyên Thiên nhiên và Môi trường Việt Nam. *Nxb Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.*

Brooks C.K, 1970. The concentrations of zirconium and hafnium in some igneous and metamorphic rocks and minerals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 34:411-16.

Cecilia, 2007. The composition of zircon in the peraluminous hercynian granites of the Spanish central system batholith. *The Canad, Mineral* 45:509-527.

Chen Z, Lin W, Faure M, Lepvrier C, Vuong N.V, Tich V.V, 2014. Geochronology and isotope analysis of the Late Paleozoic to Mesozoic granitoids from northeastern Vietnam and implications for the evolution of the South China block. *J Asian Earth Sci* 86:131-150.

Đỗ V Doanh, 1981. Bản đồ địa chất và khoáng sản tờ Đại Thị, Phía Khao, Chiêm Hóa, Chợ Đồn tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

Dovjikov A.E, (Chủ biên), 1965. Địa chất miền Bắc Việt Nam, Bản thuyết minh cho bản đồ địa chất miền Bắc Việt Nam 1:500.000. *Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.*

Ebadi A, Johannes W, 1991. Beginning of melting and composition of first melts in the system Qz-Ab-Or-H₂O-CO₂. *Contrib Mineral Petrol* 106:286-295.

Fleischer M, 1955. Hafnium content and hafnium-zirconium ratio in mineral and rocks. *US Geological Survey Bulletin* 1021-A.

Gottfried, 1986. Variation of Nb-Ta, Zr-Hf, Th-U and K-Ca in two diabase-granophyre suites. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 32:925-47.

Hart C., R, Goldfarb R.J, 2005. Distinguishing intrusion-related from orogenic gold systems. *Proceedings of Scientific Conference on Minerals, New Zealand, pp, 125-133.*

Hoa T.T, Izokh A.E, Polyakov G.V, Borisenko A.S, Anh T.T, Balykin P.A, Phuong N.T, Rudnev S.N, Van V.V, Nien B.A, 2008. Permo-Triassic magmatism and metallogeny of Northern Vietnam in relation to the Emeishan plume. *Russ, Geol and Geophys* 49:480-491.

Holtz F, Pichavant M, Barbey P, Johannes W, 1992. Effects of H₂O on liquidus phase relations in the haplogranite system at 2 and 5 kbar. *Am, Mineral* 77:1223-1241.

Holtz F, Behrens H, Dingwell D.B, Johannes W, 1995. Water solubility in haplogranitic melts, Compositional, pressure and temperature dependence. *Am, Mineral* 80:94-108.

Huang W.L, Wyllie P.J, 1975. Melting reactions in the system NaAlSi₃O₈ - KAlSi₃O₈-SiO₂ to 35 kilobars, dry and with excess water. *J Geol* 83:737-748.

Johannes W, Holtz F, 1996. Petrogenesis and Experimental Petrology of Granitic Rocks, *Springer-Verlag Berlin Heidelberg, DOI: 10,1007/978-3-642-61049-3.*

Krasnobayev A.A, 1986. Zircon as an Indicator of Geological Processes (in Russian). *Moscow, Nauka, 146 p.*

Lang J.R, Baker T, Hart C.J.R, Mortensen J.K, 2000. An exploration model for intrusion-related gold systems. *Society of Economic Geologists Newsletter* 40:1-15.

Lilia Chodynietcka, Đỗ Hải Dũng, 1988. Các kiểu khoáng hóa vàng nhiệt dịch và mối liên quan của chúng với một vài thành tạo granitoid ở Bắc Việt Nam. *TC Địa chất, A/184-186:8-14.*

Lipova I.M, Mayeva M.M, 1971, The relation of Zr/Hf ratio in zircon to crystal morphology, *Geochemistry International* 8, 785,

Luth W.C, Jahns R.H, Tuttle O.F, 1964. The granite system at pressures of 4 to 10 kilobars. *J, Geophys Res* 69:759-773.

Merrill R.B, Robertson J.K, Wyllie P.J, 1970. Melting reactions in the system NaAlSi₃O₈- KAlSi₃O₈-SiO₂-H₂O to 20 kilobars compared with results for other feldspar-quartz-H₂O and rock-H₂O systems. *J Geol, 78: 558-569.*

Nhevolko P.A, Pham T Dung, Tran T Hoa, Tran T Anh, Ngo T Phuong, Pavel A, Fominykh, 2018. Intrusion-related Lang Vai gold-antimony district (Northeastern Vietnam): geology, mineralogy, geochemistry and 40Ar/39Ar age, *Ore Geology Reviews, DOI: https://doi.org/10,1016/j.oregeorev,2018,04,017.*

Patiño Douce, A.E, 1999. What do experiments tell us about the relative contributions of crust and mantle to the origin of granitic magmas? Understanding Granites: Integrating New and Classical Techniques: *In: Castro, A., Fernandez, C., Vigneresse, J.L, (Eds.), Geological Society Special Publications, vol, 168:55-75.*

Pupin J.P, Turco G, 1972a. Une typologie originale du zircon accessoire. *Bulletin de la Societe francaise de Mineralogie et de Cristallographie* 95 :348-59.

Pupin J.P, Turco G, 1972b. Le zircon accessoire en geothermometrie. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences de Paris Ser, D 274, 2121-4.*

Pupin J.P, Turco G, 1975. Typologie du zircon accessoire dans les roches plutoniques dioritiques, granitiques et syenitiques, Facteurs essentiels determinant les variations typologiques. *Petrologie* 1:139-56.

Pupin J.P, 1980. Zircon and Granite petrology. *Contrib, Mineral, Petrol, 73 :207-220.*

Pupin J,P, 2000. Granite genesis related to geodynamics from Hf-Y in zircon. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences, 91:245-256,*

Roger F, Maluski H, Lepvrier C, Vu V.T, Paquette J,L, 2012. LA-ICPMS zircons U/Pb dating of Permo-Triassic and Cretaceous magmatisms in Northern Vietnam-Geodynamical implication. *J Asian Earth Sci* 48:72-82.

Sillitoe R,H, 1991. Intrusion-related gold deposits. In: *Gold Metallogeny and Exploration*, Foster R,P, ed, pp, 165-209, Blackie, Glasgow.

Sillitoe R.H, and Thompson J,F,H, 1998. Intrusion-related vein gold deposits: types, tectono-magmatic settings and difficulties of distinction from orogenic gold deposits. *Resource Geology* 48:237-250.

Sturm R, 2009. Morphology and growth trends of accessory zircons from various granitoids of the South-western Bohemian massif (Moldanubicum, Austria). *Jour, Chemie der Erde (Geochemistry)*, Elsevier.

Trần V Trị và Vũ Khúc (Đông Chủ biên), 2009. Địa chất và tài nguyên Việt Nam. *Nxb Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*.

Tuttle O.F, Bowen N,L, 1958. Origin of granite in the light of experimental studies in the system $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8\text{-KAlSi}_3\text{O}_8\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$. *Geol, Soc, Am Mem* 74, 153 pp.

Wang X, 1998. Quantitative description of zircon morphology and its dynamics analysis, *Science in China*. 41:422-428.

Wang X, Kienast J.R, 1999. Morphology and geochemistry of zircon: a case study on zircon from the microgranitoid enclaves. *Science in China* 42:544-552.

Watson E.B, and Harrison T.M, 1983. Zircon saturation revisited temperature and composition effects in a variety of crustal magma types. *Earth and Planetary Science Letters* 64:295-304.

Từ khóa: *granit Chiêm Hóa, áp suất, nhiệt độ.*