

MỐI LIÊN QUAN GIỮA KHOÁNG HÓA THIẾC, WOLFRAM VỚI GRANITOID PHỨC HỆ SA HUỖNH VÀ ANKROET Ở NAM VIỆT NAM

MAI KIM VINH, PHẠM VĂN HUỒNG, TRẦN NGỌC KHAI, TRẦN DUẬN, NGUYỄN CÔNG CẦU

Liên đoàn Bản đồ địa chất miền Nam, 200 Lý Chính Thắng, Q.3, Tp. Hồ Chí Minh

Tóm tắt: Granitoid phức hệ Sa Huỳnh và Ankroet Nam Việt Nam lần lượt lộ ra chủ yếu ở Quảng Ngãi và đời Đà Lạt. Granitoid phức hệ Sa Huỳnh có thành phần phần thạch học gồm granit biotit, granit hai mica hạt vừa đến lớn, ít hơn là granit hạt nhỏ sáng màu. Đá có cấu tạo khối, kiến trúc dạng porphy. Về mặt địa hóa, granitoid phức hệ Sa Huỳnh thuộc loạt bão hòa nhôm, có tổ hợp khoáng vật phụ là topaz, zircon, granat, silimanit, casiterit đặc trưng cho kiểu S-granit. Đá thường bị greisen hóa ở phần vòm các khối nhỏ granit và rìa các mạch granit hạt nhỏ. Thành phần khoáng vật chính ở các đời greisen gồm muscovit, feldpat kali, thạch anh và khoáng vật phụ là casiterit, topaz đặc trưng cho kiểu greisen giàu nguyên tố F. Trái lại, granit phức hệ Ankroet thuộc loại sáng màu, phân dị cao, thành phần thạch học chủ yếu là granit hạt vừa, kiến trúc dạng porphy. Đặc điểm địa hóa và các khoáng vật phụ cho thấy chúng thuộc kiểu S-granit. Đá thường bị greisen hóa ở phần vòm các khối granit và tổ hợp khoáng vật phụ trong các đời vòm greisen hóa gồm casiterit, wolframit, tourmalin, chỉ thị cho greisen giàu nguyên tố B. Nghiên cứu đặc điểm của các đời greisen cao F và B trong trường granit giúp cho việc dự báo tiềm năng và tìm kiếm khoáng hóa thiếc, wolfram có hiệu quả hơn.

I. MỞ ĐẦU

Khoáng hóa thiếc, wolfram liên quan với xâm nhập granitoid ở Nam Việt Nam đã được nhiều tác giả nghiên cứu gồm: phức hệ Đèo Cả và phức hệ Định Quán- Ankroet (Dương Đức Kiêm và nnk, 1986); phức hệ Quế Sơn, Vân Canh, Định Quán- Ankroet (Trần Văn Dương, 1997); Bà Nà (Nguyễn Xuân Bao và nnk, 2001); Ankroet (Đặng Trung Thuận, 1984; Huỳnh Trung, 1991; Nguyễn Xuân Bao, 2001; Nguyễn Tiên Túy, 2003; Vũ Như Hùng, 1999, 2006). Các công trình nêu trên đã định hướng tốt cho công tác tìm kiếm khoáng sản thiếc, wolfram ở Nam Việt Nam. Tuy nhiên, tập thể tác giả nhận thấy khoáng hóa thiếc, wolfram liên quan granitoid có những đặc trưng riêng về cấu trúc của vòm granit greisen và kiểu hệ greisen giàu flo (F) hoặc hệ greisen giàu bo (B). Bài viết này trình bày khái quát về hệ greisen giàu F và hệ greisen giàu B (theo Pollar P.J và nnk 1987); đặc điểm địa chất, thạch học - khoáng vật, thạch địa hóa, điều kiện thành tạo granitoid và mô tả các kiểu khoáng hoá thiếc, wolfram liên quan với granit greisen hóa của phức hệ Sa Huỳnh, phức hệ Ankroet và đối sánh với hai kiểu hệ greisen giàu F và greisen giàu B. Trên cơ sở các tiền đề, dấu hiệu khoáng hóa đã phát hiện, dự báo các khu vực có khả năng phát hiện khoáng hóa thiếc, wolfram liên quan các kiểu greisen nêu trên ở Nam Việt Nam.

II. KHÁI QUÁT VỀ HỆ GREISEN GIÀU F VÀ HỆ GREISEN GIÀU B

Trong quá trình nghiên cứu hệ greisen, Pollar P.J và nnk (1987) đã mô tả hai kiểu hệ greisen giàu F và giàu B với đặc trưng phân biệt khá rõ về đá chủ granitoid và bối cảnh thành tạo; về cấu trúc vòm greisen và các kiểu đá biến đổi chủ yếu; về thành phần nguyên tố quặng chính và các nguyên tố đi kèm [13].

1. Hệ greisen giàu F

Hệ greisen giàu F liên quan với các thành tạo granitoid giàu kiềm, giàu nhôm được hình thành trong bối cảnh kiến tạo sau tạo núi, phi tạo núi. Hệ greisen giàu F đặc trưng bằng sự có mặt của các khoáng vật fluorit, hoặc topaz, mica giàu Li (lepidolit, protolithionit). Cấu trúc vòm greisen

phổ biến: apogranit-greisen (dạng khối); mạng mạch hoặc hệ mạch nhiệt dịch. Các kiểu đá biến đổi chủ yếu trong granit: fenspat hóa, greisen hóa, silic hóa.

Thành phần nguyên tố quặng chính gồm: Sn, W, Ta, Nb; các nguyên tố đi kèm: Li, Be (Zr, REE, Zn, As, Cu). Hệ greisen giàu F có 2 kiểu cấu trúc là: vòm greisen hệ mở và hệ đóng “apogranit”.

Cấu trúc vòm greisen của hệ mở (Hình 1a): phần vòm khối xâm nhập là granit bị albit hóa, đỉnh vòm là đới greisen hóa, tại rìa tiếp xúc với đá vây quanh là đới pegmatit; chuyển sang đới ngoại tiếp xúc phổ biến là hệ mạch nhiệt dịch.

Cấu trúc vòm greisen hệ đóng “apogranit” (Hình 1b): phần vòm khối xâm nhập là đới granit albit hóa chứa pegmatit rạn buồng, ổ với thể tích hạn chế; ngoại tiếp xúc hiếm gặp các mạch, hệ mạch nhiệt dịch.

2. Hệ greisen giàu B

Hệ greisen giàu B liên quan với các thành tạo granit giàu nhôm được hình thành trong bối cảnh kiến tạo sau tạo núi. Hệ greisen giàu B đặc trưng bằng sự có mặt của các khoáng vật tourmalin đi cùng muscovit; cấu trúc vòm greisen phổ biến trụ (ống) dăm kết, mạch hoặc hệ mạch nhiệt dịch. Các kiểu đá biến đổi chủ yếu của granit: fenspat hóa, chlorit hóa, silic hóa. Thành phần nguyên tố quặng chính gồm: Sn, W; các nguyên tố đi kèm: As, Cu, (Ta, Nb). Hệ greisen giàu B có 2 kiểu cấu trúc vòm greisen: greisen hệ mở với trụ (ống) dăm kết và hệ đóng kiểu xâm tán.

Cấu trúc vòm greisen hệ mở với kiểu ống dăm kết (Hình 2a) gồm: ở phần đỉnh vòm xâm nhập là granit bị biến đổi mạnh chứa các buồng, ổ tourmalin; nội khối xâm nhập gặp đới đá biến đổi dạng trụ chứa tourmalin và muscovit; chuyển tiếp ra đới ngoại tiếp xúc của khối xâm nhập là các trụ dăm kết; các mạng mạch, hệ mạch nhiệt dịch.

Cấu trúc vòm greisen của hệ đóng kiểu xâm tán (Hình 2b): ở phần đỉnh vòm xâm nhập là granit bị biến đổi chứa các mạch pegmatit; nội khối xâm nhập là đới đá biến đổi chứa tourmalin và muscovit, ngoại tiếp xúc hiếm gặp các mạch, hệ mạch nhiệt dịch.

III. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT, THẠCH - ĐỊA HÓA VÀ ĐIỀU KIỆN THÀNH TẠO GRANITOID PHỨC HỆ SA HUỖNH

Phức hệ Sa Huỳnh (Dương Văn Cầu và nnk, 2004) được xác lập để mô tả các thành tạo granitoid liên quan với khoáng hoá thiếc, kim loại hiếm, phân bố tại phía Đông Bắc đới Kon Tum (thuộc địa phận tỉnh Quảng Ngãi).

1. Đặc điểm địa chất

Được xếp vào phức hệ Sa Huỳnh gồm 3 khối granitoid có diện tích lớn (khối Đồng Rằm, khối Ngọc Bóc, khối Nước Lang) và một số thể xâm nhập nhỏ dạng vệ tinh với diện tích tổng cộng khoảng 600 km². Các thành tạo granitoid thuộc phức hệ Sa Huỳnh gồm có hai pha chính và pha đá mạch:

Pha 1 có thành phần thạch học gồm: granit biotit, granit 2 mica hạt trung-lớn, granit dạng porphyry; Pha 2 thành phần thạch học gồm: granit biotit, granit 2 mica hạt nhỏ sáng màu; Pha đá mạch thành phần thạch học gồm: pegmatit, apatit.

2. Đặc điểm thạch học - khoáng vật

a) Nhóm granit biotit, granit 2 mica hạt trung-lớn:

Chiếm khối lượng chủ yếu của phức hệ, có mặt rộng rãi trong 3 khối xâm nhập với thành phần chủ yếu là granit biotit, granit 2 mica chiếm khối lượng ít hơn. Đá có kiến trúc hạt nửa tự hình, cấu tạo định hướng yếu hoặc dạng khối. Một số nơi đá có kiến trúc dạng porphyr với các ban tinh fenspat hạt lớn màu trắng. Thành phần khoáng vật chủ yếu gồm plagioclas, fenspat kali, thạch anh, biotit, muscovit. Tổ hợp khoáng vật phụ đặc trưng là ilmenit, granat, monazit, apatit, zircon, casiterit, silimanit.

b) Nhóm granit biotit, granit 2 mica hạt nhỏ sáng màu:

Nhóm đá này đặc trưng cho pha 2, trong đó granit 2 mica phổ biến hơn. Đá có kiến trúc hạt nửa tự hình, cấu tạo định hướng yếu hoặc dạng khối. Thành phần khoáng vật chủ yếu gồm plagioclas, fenspat kali, thạch anh, biotit, muscovit. Nhóm này có sự tăng cao hàm lượng các khoáng vật thạch anh, muscovit. Tổ hợp khoáng vật phụ có sự tăng cao hơn về hàm lượng các khoáng vật monazit, granat. Các thành tạo granitoid phức hệ Sa Huỳnh có thành phần khoáng vật phụ đặc trưng cho kiểu S-granit.

3. Đặc điểm thạch địa hóa

a) Thành phần nguyên tố chính:

Thành phần các oxyt tạo đá chính của granitoid trong 3 khối xâm nhập phức hệ Sa Huỳnh khá đồng nhất. Độ biến thiên hàm lượng SiO₂ rất nhỏ. Hàm lượng SiO₂ tăng dần từ pha 1 (70,57 %) đến pha đá mạch (74,36 %), đồng thời có sự giảm dần của hàm lượng TiO₂, CaO, MgO, Fe₂O₃. Số ít mẫu có hàm lượng SiO₂ dao động từ 66,24% đến 68,72%. Các đá granitoid của phức hệ thuộc loại vôi kiềm cao kali. Thành phần thạch hóa thuộc loại bão hòa nhôm với chỉ số ASI>1,1, cao silic; tương đối thấp Na

b) Thành phần nguyên tố vết: Kết quả phân tích 21 mẫu nguyên tố vết (ICP-MS) cho thấy hàm lượng lớn hơn trị số clark là: Sn, Li, Ta, Th, Rb, Hf, B, w, Mo, Zn, Pb. Đặc biệt nguyên tố Sn có hàm lượng tăng dần từ pha 1 đến pha đá mạch, lớn hơn trị số clark từ 21,13 đến 32,87 lần. Các nguyên tố có hàm lượng nhỏ hơn trị số clark là: La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Nb, Be, Zr. Các thành tạo granitoid pha 1 và 2 có thành phần nguyên tố (ppm) vết gần gũi với granit chứa thic: Sn (45,6); Li (57,7); B (140,1); Sr (259,5-283,7). Đặc biệt pha đá mạch có hàm lượng (ppm) nguyên tố vết đặc trưng cho granit chứa thic với các chỉ số: Sn = 8,62; Li = 25,31; B = 497,47; Sr = 16,18.

Bảng 1: Hàm lượng trung bình theo ppm của các nguyên tố granit pha 1 và 2

Hàm lượng	La	Ce	Ta	Nb	Zr	Hf	Sn	Li	Be	W	Mo	B	F
Max	126,5	531,0	13,6	39,4	168,0	9,6	112,8	114,0	10,1	3,7	2,2	308,8	na
Min	8,6	14,7	0,2	1,3	7,6	0,4	4,7	8,6	0,0	0,5	0,4	2,9	na
TB	46,6	134,1	3,3	13,4	79,8	3,0	45,6	57,7	2,8	2,3	1,6	140,1	na

Ghi chú: na - không có số liệu.

c) Đặc điểm chuyên hóa sinh khoáng:

Các thành tạo granitoid phức hệ Sa Huỳnh có thành phần thạch hóa của granit chứa thic như: giàu Sn, B, W, Rb và nghèo Sr, Ti. Trong đó Sn, B có xu thế tăng dần từ pha đầu đến pha cuối.

Các nguyên tố: Sn, B có hàm lượng cao gấp 9 đến 33 lần clark; Hf cao gấp 1,75 đến 3,18 lần clark. Đặc biệt, granitoid khối Đồng Rằm có chỉ số tập trung các nguyên tố granitofil (INC) trung bình là 37,3 và tăng dần từ pha 1 (27,3) đến pha đá mạch (53,7). Trong các thành tạo granitoid pha 1 và 2 có thành phần nguyên tố chính gần gũi với granit chứa thiếc, cụ thể: SiO_2 (70,57-72,19%); TiO_2 (0,28-0,37%); MgO (0,48-0,65%); CaO (1,15-1,69%); $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ (1,43-1,83); $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ (0,45-0,43); $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ (0,41- 0,38). Pha đá mạch có thành phần nguyên tố chính đặc trưng của granit chứa thiếc với các chỉ số: $\text{SiO}_2 = 74,36\%$; $\text{TiO}_2 = 0,16\%$; $\text{MgO} = 0,21\%$; $\text{CaO} = 0,16\%$; $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 1,11$; $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO} = 0,39$; $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe} = 0,35$.

d) Điều kiện thành tạo và vị trí tuổi: Granitoid phức hệ Sa Huỳnh có nhiệt độ và áp suất thành tạo biến thiên khá rộng: áp suất từ 0,5 kbar đến 4,0 kbar; nhiệt độ từ 650°C đến 685°C và thành tạo trong bối cảnh va húc đồng kiến tạo [7]. Tuổi thành tạo của granitoid này được xác định bằng đồng vị K-Ar và Rb-Sr có giá trị từ 230,7±8,6 đến 251,1±9,4 Tr.n, tương ứng với Trias sớm - giữa

3. Các kiểu khoáng hoá liên quan với granitoid phức hệ Sa Huỳnh

Các công trình nghiên cứu trước đã chỉ ra rằng khoáng hóa liên quan với granitoid phức hệ Sa Huỳnh là thiếc và kim loại hiếm. Khoáng hóa thiếc phân bố trong các đới greisen ở phần vòm khối granitoid thuộc pha 2 và tại rìa các mạch granit hạt nhỏ, mạch pegmatit.

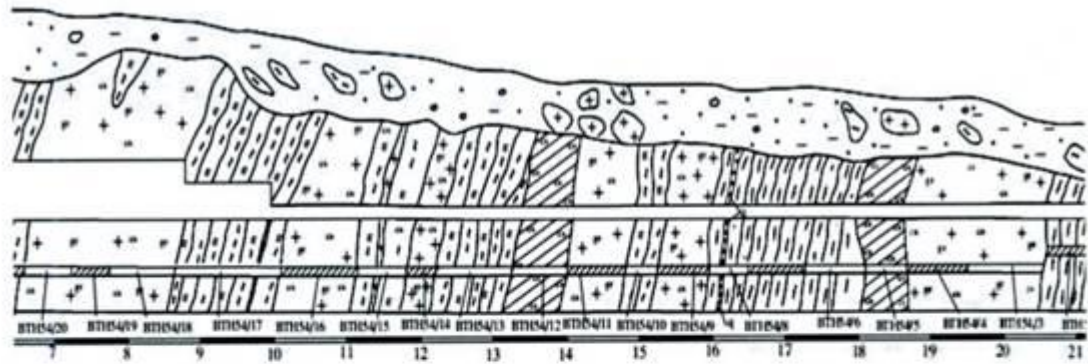
Các đới greisen ở phần vòm khối granitoid pha 2 (Ảnh 3) có diện tích rộng 0,1-0,2km². Đá vây quanh là metapelit thuộc phức hệ Kan Nack. Thành phần khoáng vật của đá biến đổi gồm: plagioclas (20-22%), thạch anh (44-45%), muscovit (30-35%), feldspat kali (0-5%), granat (1-2%). Kết quả giải đãi cho hàm lượng khoáng vật (g/t): casiterit=0,17; anatas=0,68; granat=7,5; ilmenit=125,0; monazit=3,73; rutil=0,04; andaluzit=0,03; silimanit=0,1; cyrtolit=0,05; zircon=0,36.




Các đới greisen ở rìa mạch granit hạt nhỏ, mạch pegmatit có chiều rộng từ 0,6 m đến 2,5 m, phân bố tại nội tiếp xúc của mạch (Hình 3, Ảnh 1, 2). Thành phần khoáng vật của đới gồm: thạch anh (34- 57%), muscovit (25-43%), plagioclas (5- 13%), granat (1 -2%), casiterit (1 -5%). Kết quả giải đãi cho hàm lượng khoáng vật (g/t): casiterit (4,0-4511,4); tantalit- columbit (ít-27,4); granat (ít- 6,9); ilmenit (ít - 12,1); monazit (ít-0,47); topaz (0- 17,5); wolframit (0-3,7); cyrtolit (ít-1,99).

Các hệ mạch, thấu kính greisen có chiều dày từ 0,05 m đến 0,15 m; nằm chỉnh hợp, hoặc cắt ngang mặt phân phiến của các tập metapelit phức hệ Kan Nack.

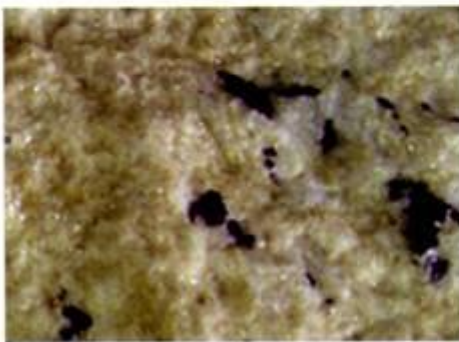
Chúng tạo thành hệ mạch có chiều dày tổng cộng từ 0,8 m đến trên 1,0 m; tập trung cao tại đới ngoại tiếp xúc của granit pha 2. Thành phần khoáng vật chủ yếu gồm: thạch anh, muscovit, casiterit. Kết quả giải đãi cho hàm lượng casiterit 2,74- 1137,6 g/t

Khoáng hóa kim loại hiếm phân bố trong mạch pegmatit, granit hạt nhỏ sáng màu bị biến đổi albit hóa chứa lepidolit (Ảnh 4), chiều dày từ 1,0 m đến 1,5 m. Thành phần khoáng vật của đá biến đổi gồm: plagioclas (44 -45%), thạch anh (30 -32%), muscovit (15-14%), feldspat kali (8-10%), granat (1-2%), topaz (2-3%). Kết quả mẫu giải đãi cho hàm lượng các khoáng vật tantalit-columbit 5,81 g/t; granat 270 g/t; apatit 0,63 g/t; và ít casiterit, topaz.

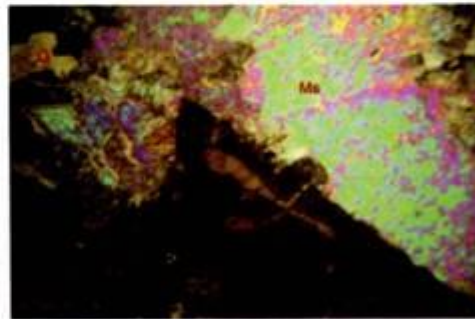


 Granit greisen hóa ;
  Thân quặng thiếc,
  Đá phiến thạch anh-mica

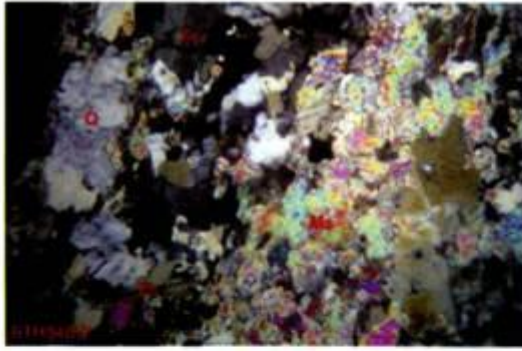
Hình 3. Thân quặng thiếc phân bố tại rìa các mạch granit hạt nhỏ greisen hóa [6].



Ảnh 1. Granit greisen hóa chứa casiterit tại vùng La Vi [7].



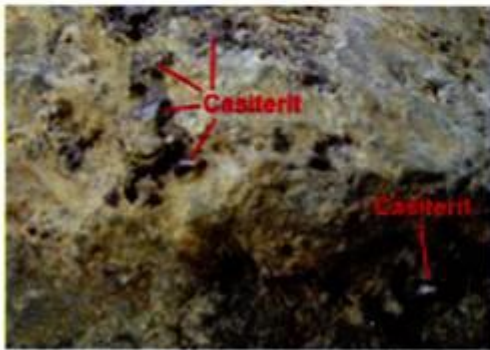
Ảnh 2. Tổ hợp khoáng vật thạch anh (Q), muscovit (Ms), casiterit (Cas) trong đá greisen chứa casiterit tại vùng La Vi (N+, 80X) [7].



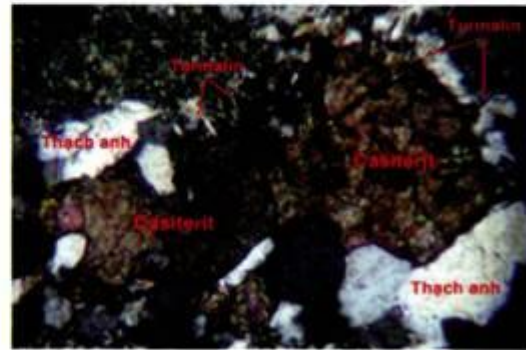
Ảnh 3. Granit hạt nhỏ pha 2, phức hệ Sa Huỳnh bị greisen hóa mạnh. BTH54B/2. N+, 80X. Q= thạch anh, Fs= felspat, Ms= muscovit [7].



Ảnh 4. Lepidolit dạng vẩy màu tím nhạt tại đới albit hóa trong mạch pegmatoit Phức hệ Sa Huỳnh. Ảnh chụp mẫu quặng tại vết lộ BT27586/1 [7].



Ảnh 5. Đới mạch thạch anh-tourmalin bị cả nát chứa casiterit, xuyên trong tuf dacit tại đới ngoại tiếp xúc granit sáng màu (khối Đà Lạt) [20].



Ảnh 6. Casiterit, thạch anh, tourmalin trong đới mạch thạch anh-tourmalin bị cả nát, xuyên trong tuf dacit tại đới ngoại tiếp xúc với granit sáng màu cao nhôm khối Đà Lạt (N+, 60X) [20].

Trong diện phân bố của khối granitoid Đồng Rằm (khu vực La Vi) đã xác định được 20 thân quặng kim loại hiếm (Li), thiếc. Các thân quặng có dạng mạch, mạch phân nhánh, chuỗi thấu kính, dạng ô, đới vi mạch, kéo dài từ 160 m đến 600 m ; chiều dày trung bình từ 0,4 m đến 5,8 m. Hàm lượng Sn từ 0,1% đến 0,91%; hàm lượng Li_2O từ 0,21% đến 1,44%.

Tuổi quặng hóa xác định bằng đồng vị K/Ar trong khoáng vật muscovit tách từ greisen chứa casiterit tại rìa mạch granit hạt nhỏ cho tuổi Trias giữa ($232,6 \pm 8,7$ Tr.n).

IV. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT, THẠCH - ĐỊA HÓA VÀ ĐIỀU KIỆN THÀNH TẠO GRANITOID PHỨC HỆ ANKROET

Phức hệ Ankroet được xác lập trong quá trình lập bản đồ địa chất tỷ lệ 1:500,000 miền Nam Việt Nam (Huỳnh Trung, Ngô Văn Khải và nnk, 1979); sau này được nghiên cứu bởi các nhà địa chất: Izokh (1981), Nguyễn Đức Thắng (1984), Nguyễn Văn Cường (1995); Nguyễn Xuân Bao và nnk (2001) đã tách riêng granit sáng màu cao nhôm của đới Đà Lạt vào kiểu Ankroet. Năm 2006, Vũ Như Hùng đã nghiên cứu «Thạch luận các thành tạo granit sáng màu cao nhôm chứa thiếc Mesozoi muộn đới Đà Lạt»

1. Đặc điểm địa chất

Các thành tạo granitoid phức hệ Ankroet gồm các khối có kích thước vừa và nhỏ tương đối đẳng thước, phân bố chủ yếu trong đới Đà Lạt, tập trung dọc theo các đứt gãy phương đông bắc-tây nam, á kinh tuyến tại các khu vực: Đà Lạt, Tây Bảo Lộc, đông nam Di Linh, Đatanh, Nam

Nung, Chứa Chan, Núi Ông, Ma Ty. Các thành tạo xâm nhập granitoid phức hệ Ankroet gồm có hai pha xâm nhập và pha đá mạch:

Pha xâm nhập chính gồm: granit biotit hạt vừa đến lớn, granit biotit hạt vừa đến lớn, kiến trúc dạng porphy, ít hơn có adamellit, granodiorit biotit; Pha xâm nhập phụ gồm: granit biotit, granit sáng màu hạt nhỏ và pha đá mạch: granit aplit, granit pegmatit.

2. Đặc điểm thạch học - khoáng vật

a) Nhóm granit biotit hạt vừa đến lớn, granit biotit hạt vừa đến lớn dạng porphy:

Đá màu xám sáng, xám trắng kiến trúc hạt vừa đến lớn dạng porphy, nền có kiến trúc nửa tự hình, cấu tạo khối; các khoáng vật dạng ban tinh (5-10%) chủ yếu gồm feldpat kali và plagioclas. Thành phần khoáng vật (% trọng lượng): plagioclas (20- 25), feldpat kali (30-40), thạch anh (25-30), biotit (2-8), muscovit (0-1); khoáng vật phụ thường gặp: zircon, apatit, orthit, sphen, monazit, xenotim, ilmenit, magnetit, granat, tourmalin, casiterit, bismut.

b) Nhóm granit biotit, granit sáng màu hạt nhỏ:

Đá màu xám sáng, xám trắng, kiến trúc hạt nhỏ không đều, đôi khi có kiến trúc dạng porphy, cấu tạo khối; các khoáng vật dạng ban tinh gồm feldpat kali và plagioclas. Thành phần khoáng vật (% trọng lượng): plagioclas (15-25), feldpat kali (30-45), thạch anh (30-40), biotit (1- 5), muscovit (0-2); khoáng vật phụ thường gặp: zircon, apatit, monazit, xenotim, orthit, sphen, tourmalin, casitert, ilmenit, magnetit.

c) Nhóm granit aplit, granit pegmatit:

Đá màu xám sáng, xám nhạt, cấu tạo khối. Thành phần khoáng vật (% trọng lượng): plagioclas (20-25), feldpat kali (37-40), thạch anh (30-35), biotit (1-3), muscovit (0-2); khoáng vật phụ thường gặp: apatit, zircon, orthit, tourmalin, ilmenit, fluorit, monazit, casitert, sheelit, arsenopyrit, pyrit, hematit, chalcopyrit. Đặc điểm biến đổi hậu magma chủ yếu: greisen hóa, albit hóa, tourmalin hóa, thạch anh hóa, chlorit hóa, serixit hóa.

3) Đặc điểm địa hóa

a) Thành phần nguyên tố chính:

Granitoid của phức hệ có hàm lượng SiO₂ biến thiên trong khoảng hẹp (70- 76%), thuộc loại bão hòa nhôm (ASI>1,1), tổng lượng kiềm trung bình, trong đó K thường trội hơn Na (K₂O/Na₂O ~ 1,4); Đá thuộc loại kiềm vôi cao kali, tương ứng với leucogranit, granit 2 mica, granit biotit.

b) Thành phần nguyên tố vết:

Granitoid của phức hệ thuộc 2 nhóm: nhóm giàu Nb, Ta, Zr, Hf và nhóm tương đối nghèo Nb, Ta, Zr, Hf. Tuy nhiên, cả hai nhóm đều có hàm lượng Sr, Ba, Y và các nguyên tố đất hiếm gần gũi nhau (Bảng 2).

Bảng 2. Hàm lượng trung bình các nguyên tố trong granit của pha xâm nhập chính

Hàm lượng (ppm)	La	Ce	Ta	Nb	Zr	Hf	Sn	Li	Be	B	W	Mo	F
Max	43,90	102,00	4,20	19,00	98,00	7,30	2,78	86,00	21,00	32,00	6,00	4,00	794,00
Min	26,10	55,90	1,30	7,00	85,00	3,80	0,61	9,00	4,00	10,00	1,00	1,00	158,00
TB	34,80	79,51	2,75	12,00	90,50	4,86	65,65	42,50	9,14	13,00	2,50	1,38	449,88

4. Đặc điểm chuyên hóa sinh khoáng

Các thành tạo granitoid phức hệ Ankroet có đặc điểm thành phần địa hóa gần gũi với granit chứa thiếc với hàm lượng cao của SO_2 (74,24%), thấp TiO_2 (0,22) và MgO (0,44), trơ kali ($\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 1,5$). Hàm lượng các nguyên tố (ppm) $\text{Sn} = 65,6$; $\text{F} = 449$; $\text{B} = 13,0$; $\text{Ba} = 155,14$; $\text{Sr} = 86,7$; $\text{INC} = 47,8$; $\text{K}/\text{Rb} = 136,5$; $\text{Ba}/\text{Rb} = 0,50$ [21]. Các nguyên tố Sn , Rb , Li , Th , U có hàm lượng cao hơn Clark từ 1,5 đến 3,4 lần, các nguyên tố Sr , Ba có hàm lượng thấp (0,2- 0,3 lần Clark), hàm lượng các nguyên tố F , B , Cl , đất hiếm, thấp hơn đến xấp xỉ Clark; hàm lượng các nguyên tố Ta , Nb không cao [11].

5. Điều kiện thành tạo và vị trí tuổi

Granitoid của phức hệ thuộc kiểu granit sau tạo núi, được thành tạo trong điều kiện nhiệt độ của dung the magma ban đầu là 981 -1085°C, nhiệt độ kết tinh 650-700°C; áp suất địa tĩnh 3,06-6,88 kbar [20]. Granitoid của phức hệ xuyên cắt gây biến chất tiếp xúc trầm tích hệ tầng La Ngà (J_2ln), granitoid phức hệ Định Quán - Đèo Cả, phun trào felsic hệ tầng Đơn Dương (K_2dd), đồng thời bị phủ bởi basalt Neogen - Đệ Tứ. Tuổi đồng vị phóng xạ $\text{Rb-Sr} = 85-96$ Tr.n (Phan Lưu Anh, 2001; 96-97 Tr.n và U-Pb : 93,4-96,1 Tr.n (Nguyễn Thị Bích Thủy, 2003), tương ứng với Creta muộn.

V. CÁC KIỂU KHOÁNG HOÁ THIẾC LIÊN QUAN GRANITOID PHỨC HỆ ANKROET

Kiểu khoáng hóa liên quan granitoid Ankroet gồm: (1) mạch thạch anh - tourmalin - casiterit; thạch anh-casiterit; thạch anh- sulfur-casiterit phân bố trong granit greisen hóa tại đới nội và ngoại tiếp xúc của khối xâm nhập granit hạt nhỏ sáng màu. Thân quặng dày trên 2 m, kéo dài trên 100 m, thể nằm gần như dốc đứng; đá vây quanh thân quặng là ryolit porphyr thường bị thạch anh hóa, tourmalin hóa và bị cà nát, đập vỡ khá mạnh mẽ [20]; (2) thân quặng thiếc kiểu khoáng trụ (Comish) thành tạo trong các đới đập vỡ, chiều rộng khoáng trụ 20-100 m, dài 40-200 m, phân bố trong rìa tiếp xúc của granit với trầm tích bột kết, sét kết hệ tầng La Ngà (Hình 4).

Tổ hợp khoáng vật chính trong quặng: thạch anh, tourmalin, casiterit (Ảnh 5, 6). Trong các thân quặng thạch anh - tourmalin - casiterit, thạch anh - sulphur - casiterit bị cà nát tại khu vực bắc Đà Lạt hàm lượng (%): Sn (0,14-3,57), hàm lượng các nguyên tố đi kèm (%): As (0,02-0,7); Cu (0,002-0,01); Bi (0,0003- 0,039); Pb (0,001-0,05); Zn (0,0019-0,007); Au (0,1 g/t) [20], Trong thân quặng thạch anh - casiterit - wolframit ở Lộc Lâm có hàm lượng trung bình của các nguyên tố (%): Sn (> 1,0); W (0,09); Mo (0,001); Bi (0,004) [11]

VI. THẢO LUẬN

Trên cơ sở những đặc điểm khái quát về hệ greisen giàu F và hệ greisen giàu B (theo Pollar P.J và nnk 1987), đặc điểm địa chất, thạch - địa hóa, điều kiện thành tạo granitoid và các kiểu khoáng hoá thiếc, wolfram liên quan với granit greisen hóa phức hệ Sa Huỳnh, Ankroet đồng thời trên cơ sở số liệu từ các điểm khoáng hóa thiếc, wolfram đã được nhiều tác giả nghiên cứu trước đây [2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22] ở Nam Việt Nam có thể thấy:

Granit bị greisen hóa phức hệ Sa Huỳnh có nhiều điểm khá gần gũi với hệ greisen giàu F như: chúng thuộc loại granitoid cao nhôm, thành tạo trong bối cảnh tạo núi; biến đổi đá vây quanh chủ yếu là greisen hóa, anbit hóa và có thành phần nguyên tố quặng chính là Sn , Li , các nguyên tố đi kèm: Ta , Nb , Be , Zr , La , Ce ; các khoáng vật đi kèm đặc trưng bằng sự có mặt thường xuyên của khoáng vật giàu F (topaz), mica giàu Li (lepidolit). Khoáng hóa ưu thế là kim loại hiếm (Li , Be , Ta , Nb) và thiếc. Trên cơ sở các tiền đề, dấu hiệu tìm kiếm đã phát hiện, dự đoán một số khu vực có thể phát hiện khoáng hóa thiếc-wolfram liên quan với greisen giàu F ở Nam Việt Nam: (1) khu vực Đông Giang - Đại Lộc, Tiên Phước - Bắc Trà My (Quảng Nam). Trong khu vực này có sự

hiện diện của các thành tạo xâm nhập kiểu S-granit (phức hệ Đại Lộc, Bà Nà); đã phát hiện các đới pegmatit (Hiên, Hà Thanh, Đại An) và vành phân tán trọng sa của các khoáng vật casiterit, cyrtolit, zircon, ilmenit, rutil, monazit, (tantalit-columbit); (2) khu vực Đak Tô (Kon Tum) - Nam Trà My (Quảng Nam). Trong khu vực này có sự hiện diện các thành tạo xâm nhập kiểu S-granit (phức hệ Hải Vân, Bà Nà); đã phát hiện vành phân tán trọng sa của các khoáng vật casiterit, sheelit, monazit, cyrtolit, zircon, rutil, ilmenit, (wolframit) và vành phân tán nguyên tố Be, Sn, W; (3) khu vực Ba Tơ - Đức Phổ (Quảng Ngãi). Trong khu vực này có sự hiện diện các thành tạo xâm nhập kiểu S-granit (phức hệ Sa Huỳnh, Hải Vân), đã phát hiện vành phân tán trọng sa của các khoáng vật casiterit, sheelit, monazit, (cyrtolit), zircon, rutil, ilmenit, vành phân tán nguyên tố Sn; (4) khu vực KBang - An Khê (Gia Lai), An Lão - Tây Sơn (Bình Định). Trong khu vực này có sự hiện diện các thành tạo xâm nhập granitoit (phức hệ Vân Canh, Bà Nà ?), đã phát hiện các đới mạch pegmatit (tại Chư Sa, Vĩnh Thịnh), phát hiện granit greisen hóa chứa wolfram, vành phân tán các khoáng vật casiterit, topaz, sheelit, monazit, zircon; (5) khu vực Me Pu (Bình Thuận) - Đa Hoai (Lâm Đồng), Ma Ty- Du Long (Ninh Thuận). Trong khu vực này có sự hiện diện các thành tạo granit sáng màu cao nhôm phức hệ Ankroet, đã phát hiện các đới granit greisen hóa, vành phân tán các khoáng vật: casiterit, wolframit, sheelit, cyrtolit, thorit, zircon, topaz, (fluorit), vành phân tán của các nguyên tố Sn, w, Li, Be, Ce.

Granit greisen hóa liên quan phức hệ Ankroet tại khu vực Đà Lạt có nhiều điểm khá gần gũi với hệ greisen giàu B: granitoid của phức hệ thuộc loại kiềm vôi cao K, bão hòa nhôm; được thành tạo trong bối cảnh sau tạo núi; cấu trúc vòm greisen tương tự vòm greisen giàu B (hệ mở); các kiểu đá biến đổi chủ yếu: Greisen hóa, feldspat hóa, tourmalin hóa, silic hóa với thành phần nguyên tố quặng chính: Sn, (W), As; các nguyên tố đi kèm: Cu, Be, (Ta, Nb, La, Ce); các khoáng vật đi kèm đặc trưng tourmalin, muscovit. Khoáng hóa liên quan có ưu thế là Sn, As, Bi, (W). Trên cơ sở các tiền đề, dấu hiệu tìm kiếm đã phát hiện, dự đoán một số khu vực có thể phát hiện khoáng hóa thiếc-wolfram liên quan với greisen giàu B, ở Nam Việt Nam:

Khu vực Đà Lạt – Di Linh (Lâm Đồng): Trong khu vực này có sự hiện diện các thành tạo xâm nhập granit sáng màu cao nhôm phức hệ Ankroet; đã phát hiện các đới granit greisen hóa chứa Sn; đới đá biến đổi thạch anh hóa, tourmalin hóa, chlorit hóa, sericit hóa; vành phân tán các khoáng vật: casiterit, wolframit, cyrtolit, sheelit, monazit, zircon, ilmenit, (tantalit-columbit); vành phân tán của các nguyên tố Sn, Sr, Y.

Khu vực Đông Bắc Đa Chay (Lâm Đồng) – Khánh Dương (Khánh Hòa). Trong khu vực này có sự hiện diện các thành tạo xâm nhập granit sáng màu cao nhôm phức hệ Ankroet; đã phát hiện các đới granit greisen hóa chứa Sn; đới đá biến đổi thạch anh hóa, tourmalin hóa, chlorit hóa, sericit hóa; vành phân tán các khoáng vật: casiterit, wolframit, cyrtolit, sheelit, monazit, zircon, ilmenit, (tantalit- columbit); vành phân tán của các nguyên tố Sn, As, Sr, Y.

VII. KẾT LUẬN

Granitoid phức hệ Sa Huỳnh phân bố ở Quảng Ngãi có thành phần phần thạch học gồm granit biotit, granit hai mica hạt vừa đến lớn, ít hơn là granit hạt nhỏ sáng màu. Đặc điểm địa hóa cho thấy chúng thuộc loại bão hòa nhôm, có tổ hợp khoáng vật phụ là topaz, zircon, granat, silimanit, casiterit đặc trưng cho kiểu S- granit. Hiện tượng greisen hóa thường xảy ra ở phần vòm các khối granitoid và rìa các mạch granit hạt nhỏ. Thành phần khoáng vật chính ở các đới greisen gồm muscovit, feldspat kali, thạch anh và khoáng vật phụ là casiterit, topaz đặc trưng cho kiểu greisen giàu nguyên tố F.

Granit phức hệ Ankroet trên đới Đà Lạt thuộc loại sáng màu, phân dị cao, thành phần thạch học chủ yếu là granit hạt vừa, kiến trúc dạng porphyr. Đặc điểm địa hóa và các khoáng vật phụ

cho thấy chúng thuộc kiểu S-granit. Đá thường bị greisen hóa ở phần vòm các khối granit và tổ hợp khoáng vật phụ trong các đới vòm greisen hóa gồm casiterit, wolframit, tourmalin, chỉ thị cho greisen giàu nguyên tố B.

VĂN LIỆU

1. **Anthony M. Evans, 1996.** Ore Geology and Industrial Minerals. *Blachwell Science*, pp154-156.
2. **Duong Văn Cầu (Chủ biên) và nnk, 2004.** Báo cáo kết quả đo vẽ địa chất và điều tra khoáng sản nhóm tờ Ba Tư tỷ lệ 1:50.0000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
3. **Franco Pirajno, 1992.** Hydrothermal Mineral Deposits. *Springer-Verlag*, pp 280-324.
4. **Hatcher M.I., Clynick G., 1990.** Greenbushes Tin-Tantalum-Lithium deposit.
5. **Lê Văn Thân, 1982.** Những thành hệ quặng thiếc ở Việt Nam. Vài nét về quy luật phân bố và triển vọng của chúng. Địa chất và khoáng sản, Tuyển tập- tập 1: 117-129.
6. **Mai Kim Vinh và nnk, 2004.** Các kiểu khoáng và triển vọng khoáng sản thiếc, kim loại hiếm trong vùng La Vi. Địa chất Tài nguyên và Môi trường Nam Việt Nam, Tp. Hồ Chí Minh, trang 167-177.
7. **Mai Kim Vinh và nnk, 2005.** Đặc điểm chuyên hóa sinh khoáng của granitoid phức hệ Sa Huỳnh: Một dẫn liệu mới về tiềm năng sinh khoáng thiếc kim loại hiếm của các thành tạo granitoid tuổi Trias ở Nam Việt Nam. *Tuyển tập báo cáo hội nghị khoa học 60 năm địa chất Việt Nam, Hà Nội: 878-886.*
8. **Nguyễn Xuân Bao và nnk, 2000.** Nghiên cứu Kiến tạo và Sinh khoáng Nam Việt Nam. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
9. **Nguyễn Quang Lộc và nnk, 1998.** Báo cáo kết quả đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản nhóm tờ Đak Tô, tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
10. **Nguyễn Văn Trang và nnk, 1998.** Báo cáo kết quả đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản nhóm tờ M'Đrăc, tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
11. **Nguyễn Tiến Túy, 2003.** Các thành hệ quặng thiếc và khoáng sản đi cùng ở đới Đà Lạt và ý nghĩa công nghiệp của chúng. Luận án Tiến sỹ Địa chất. *Lưu trữ Viện Nghiên cứu Địa chất Khoáng sản. Hà Nội.*
12. **Ngô Văn Bắc và nnk, 1985.** Báo cáo trọng sa và kim lượng bùn đáy Nam Việt Nam tỷ lệ 1:500.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
13. **Pollard P.J., Pichavant M. and Charoy B., 1987.** Contrasting evolution of fluorine - and boron-rich tin systems. *Mineral deposita 22: 315-321.*
14. **Phan Lưu Anh và nnk, 1995.** Điều kiện thành tạo của granitoid kiểu Hải Vân, Bà Nà trên cơ sở những số liệu mới về nguyên tố hiếm và đồng vị. *TC Các Khoa học Trái đất": 151-155. Hà Nội.*
15. **Phạm Văn Thông, Võ Quang Bình, Mai Kim Vinh, 2010.** Cấu trúc địa chất đới quặng kim loại hiếm vùng La Vi và những nhận định bước đầu về tiềm năng kim loại hiếm đới Kon Tum. *TC Địa chất, A, 320:414-422. Hà Nội.*
16. **Thân Đức Duyệt và nnk, 1999.** Báo cáo kết quả đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản nhóm tờ Quảng Ngãi, tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
17. **Trần Dương Lễ và nnk, 1989.** Báo cáo kết quả trọng sa và quang phổ bùn đáy nhóm tờ Kon Tum - Buôn Ma Thuột tỷ lệ 1:200.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

18. Trần Văn Dương, 1997. Phân chia theo tiềm năng chứa quặng kim loại hiếm (Sn, W, Mo) một số khối granit sáng màu miền Nam Việt Nam. *TC Các Khoa học về Trái đất*, số 19/3: 196-202. Hà Nội.

19. Trần Văn Trị, Vũ Khúc (Đồng Chủ biên), 2009. Địa chất và Tài nguyên Việt Nam. Nxb Khoa học Tự nhiên và Công Nghệ: 285-288. Hà Nội.

20. Vũ như Hùng và nnk, 2002. Một số nét về đặc điểm địa chất khu vực điểm quặng thiếc Đông Núi Khôn - Cap Hirt (Bắc Đà Lạt). Địa chất Tài nguyên và Môi trường Nam Việt Nam, TP. Hồ Chí Minh: 123-135.

21. Vũ như Hùng, 2006. Thạc luận các thành tạo granit sáng màu cao nhôm chứa thiếc Mesozoi muộn đới Đà Lạt. *Luận án Tiến sỹ địa chất*.

22. Trương Khắc Vi và nnk, 1997. Báo cáo kết quả đo vẽ địa chất và tìm kiếm khoáng sản nhóm tờ Tuy Hòa tỷ lệ 1: 50.000. *Lưu trữ Địa chất*. Hà Nội.