



Journal of Mining and Earth Sciences

Website: <http://jmes.humg.edu.vn>



Geochemical and geological characteristics indicate the wolframite mineralization for seeking the type of wolframite mine in Vau village and adjacent area (Dong Giang district, Quang Nam province)



Niem Van Nguyen ^{1,*}, Do Duc Nguyen ¹, Nam Van Nguyen ¹, Maksim Blokhin ²

¹ Vietnam Institute of Sciences and Mineral Resources, Vietnam

² Federal State Institution of Science Far East Geological Institute, Vladivostok, Russia

ARTICLE INFO

Article history:

Received 18th Mar. 2022

Revised 02nd July 2022

Accepted 12th Aug. 2022

Keywords:

Metallogical specialization,

Vau village,

W Skarn.

ABSTRACT

Wolfram mineralization in the area of Vau village (Dong Giang district, Quang Nam province) is distributed along the small stream together with other sulfide mineralizations in the form of small to large boulders. Ore minerals are mainly sheelite, pyrrhotite, arsenopyrite a little of chalcopyrite and pyrite. The ore is distributed in stockwork type in the gray, light gray metamorphic sedimentary rocks with quartz - mica composition alternated with quartz feldspar mica schist, sericite schist and sericitized schist of the A Vuong formation (Sequene 3). Sheelite exists in the area manifested by hornflization and bezeritization. Ajacent area have weak skarnation. They have manifestations of the wolframite deposit of skarn type. Geochemical characteristics: W in the ore reaches 2,323 ppm (0.023%), As - 110,366 ppm (1.10%), Co - 212.3 ppm, related granite (Ba Na block's granite) reaching 1,517 ppm wofram situated at the edge of the magma block (fine-grained alaskite, similar to the composition of boulders in the ore strip). There is small-grained granite with a content of 794 ppm at the center of mass. Thus, the two granite types have high level of metallogical specialization of wolframite (Ktt = 397 is fine-grained granite and Ktt = 758.7 is alaskite Granite). Besides, this rock has metallogical specialization of As (277.4 ppm in fine-grained granite, 29.9 ppm in alaskite).

Copyright © 2022 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

*Corresponding author

E - mail: niemnv78@gmail.com

DOI: 10.46326/JMES.2022.63(5).06



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>

Đặc điểm địa hóa, địa chất chỉ thị khoáng hóa Wolfram định hướng tìm kiếm kiểu mỏ Wolfram khu vực thôn Vầu - Đông Giang (Quảng Nam) và vùng lân cận

Nguyễn Văn Niệm ^{1,*}, Đỗ Đức Nguyên ¹, Nguyễn Văn Nam ¹, Maksim Blokhin ²

¹ Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội, Việt Nam

² Viện Địa chất Viễn đông, Vladivostok, Liên bang Nga

THÔNG TIN BÀI BÁO

TÓM TẮT

Quá trình:

Nhận bài 18/3/2022

Sửa xong 02/7/2022

Chấp nhận đăng 12/8/2022

Từ khóa:

Chuyên hóa sinh khoáng,

Kiểu mỏ wolfram,

Thôn Vầu.

Khoáng hóa Wolfram (W) khu vực thôn Vầu - Đông Giang (Quảng Nam) phân bố dọc theo suối nhỏ đi cùng với các khoáng hóa sulfua khác, ở dạng tầng lẫn từ nhỏ tới lớn. Thành phần khoáng vật quặng chủ yếu gặp sheelit, pyrotin, arsenopyrit; ít chalcopyrit, pyrit. Quặng phân bố kiểu mạng mạch trong các đá trầm tích biến chất màu xám, xám sáng thành phần thạch anh - mica xen đá phiến thạch anh feldpat mica, phiến sericit, phiến bị sericit hóa thuộc hệ tầng A Vương (Tập 3). Sheelit tồn tại khu vực biểu hiện sừng hóa, bezerit hóa; vùng lân cận gặp biểu hiện skarn yếu. Chúng có những biểu hiện của kiểu mỏ W skarn. Đặc điểm địa hóa với thành phần W trong quặng đạt tới 2323 ppm (0,023%), As - 110366 ppm (1,10%), Co - 212,3 ppm; đá granit liên quan (Granit khối Bà Nà) đạt 1517 ppm W thuộc rìa khối magma (Alaskit hạt nhỏ, giống với thành phần các tầng lẫn ở dải quặng), trung tâm khối là granit hạt nhỏ với hàm lượng 794 ppm. Như vậy, hai kiểu đá granit có tính chuyên hóa sinh khoáng rất cao W (Ktt = 397 (granit hạt nhỏ); Ktt = 758,7 (Granit Alaskit). Ngoài ra, các đá này còn có tính chuyên hóa sinh khoáng về As (277,4 ppm trong granit hạt nhỏ; 29,9 ppm trong alaskit).

© 2022 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

*Tác giả liên hệ

E - mail: niemnv78@gmail.com

DOI: 10.46326/JMES.2022.63(5).06

1. Mở đầu

Dải khoáng hóa dạng tầng lặn kéo dài khoảng 3 km dọc theo suối nhỏ thôn Vầu, đây cũng thuộc hệ thống đứt gãy phương tạo nên đới dập vỡ mạnh. Đá vây quanh là hệ tầng A Vương ($\epsilon_2 - O_1 av$), đá magma chính trong khu vực là granit của khối Bà Nà (Hình 1).

Về mặt không gian, khu vực này gần đới tiếp xúc giữa khối granit khối Bà Nà tuổi Trias (T) (Nguyễn Văn Niệm và nnk., 2019) và đá biến chất hệ tầng A Vương.

Trong khu vực nghiên cứu, trước đây chủ yếu quan tâm đến khoáng hóa của Sn, Sn-W, một số biểu hiện của khoáng hóa Cu. Tuy nhiên, hành vi địa hóa các nguyên tố tạo quặng và nguyên tố liên quan cũng như môi trường địa hóa của nguồn sinh quặng và của môi trường đá vây quanh chưa được quan tâm (hoặc thiếu dữ liệu định lượng).

Đới khoáng hóa thôn Vầu thuộc rìa cấu trúc của vòm xâm nhập granit gồm các khối xâm nhập granit porphyr hạt lớn, granit hạt nhỏ, granit alaskit, granit pegmatit (T) và các đai mạch aplit, các mạch nhiệt dịch đi kèm.

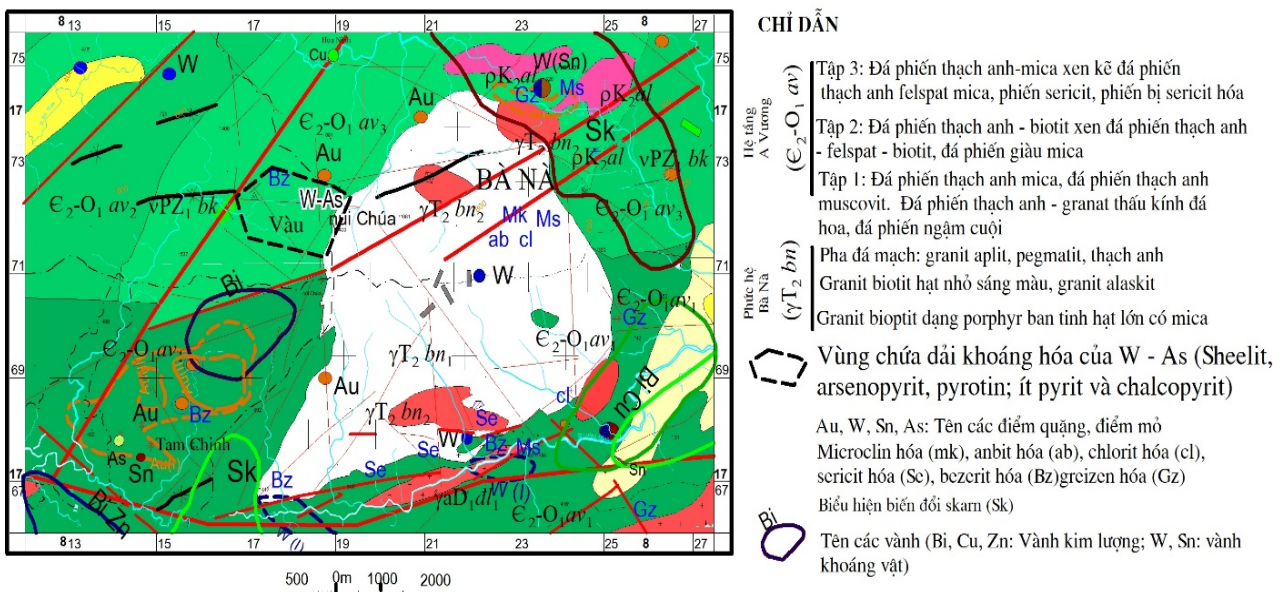
Các quá trình biến đổi liên quan quặng rất đa dạng, không chỉ greisen hóa mà còn cả quá trình berezit hóa, sericit hóa, chlorit hóa, muscovit hóa, sừng hóa, skarn hóa yếu. Đây là những quá trình địa chất thứ sinh ảnh hưởng trực tiếp đến hành vi

địa hóa các nguyên tố trong quá trình tạo quặng Wolfram (W).

Đá vây quanh là thành tạo địa chất của hệ tầng A Vương. Tập 1 gồm: đá phiến thạch anh mica, thạch anh muscovit, thạch anh - granat có chứa đá hoa, đá phiến ngậm cuội; tập 2: đá phiến thạch anh biotit xen phiến thạch anh - felspat - biotit, phiến giàu mica; tập 3: đá phiến thạch anh mica xen đá phiến thạch anh felspat mica, phiến sericit, phiến bị sericit hóa.

Các hệ thống đứt gãy gồm: Hệ đứt gãy đông bắc - tây nam, nhiều đứt gãy có chiều dài dao động từ 10 km đến trên 20 km. Hệ đứt gãy á vĩ tuyến tạo nên các khe nứt á vĩ tuyến phát sinh có thể từ Paleozoi, tái hoạt động mạnh trong Mesozoi và Cenozoi. Hệ đứt gãy tây bắc - đông nam bị phân cắt bởi các đứt gãy á vĩ tuyến. Các hệ thống đứt gãy nêu trên tạo nên các nút giao liên quan với đới quặng hóa.

Trong cấu trúc khu vực khoáng hóa khá phức tạp về các tổ hợp đá, sự phân bố các thể magma. Việc nhận định khả năng tồn tại kiểu mỏ dựa trên thành phần vật chất kết hợp với cấu trúc địa chất của trường quặng này chưa rõ ràng. Để giải quyết vấn đề này, bài báo đã sử dụng các tham số địa hóa kết hợp với đặc điểm thạch học, khoáng tướng, bao thể, đồng vị, đơn khoáng theo không gian và thời gian của nền cấu trúc địa chất liên quan dự báo kiểu mỏ W-As phục vụ công tác tìm kiếm tiếp theo.



Hình 1. Sơ đồ địa chất - địa hóa khu vực nghiên cứu và các vùng lân cận (Nguyễn, 2019; Cát, 1996; Nguyễn, 2000; Lê, 2009).

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

Nguồn tài liệu được nghiên cứu bao gồm các mẫu lát mỏng thạch học, khoáng tương, bao thể, các mẫu địa hóa của đá gốc đới biến đổi - quặng được nghiên cứu theo không gian. Để có nguồn dữ liệu hệ thống này, tập thể đã nghiên cứu khảo sát thực địa và xây dựng các tuyến lấy mẫu đại diện cho từng đới tượng cụ thể như: đá gốc, đá biến đổi, quặng hóa.

Các phương pháp phân tích thành phần vật chất và xử lý kết quả gồm: 4 mẫu đồng hóa bao thể (xác định nhiệt độ thành tạo); 15 mẫu thạch học (đặc điểm thành phần khoáng tạo đá, các quá trình biến đổi); 5 mẫu khoáng tương, 1 mẫu trọng sa (phát hiện các khoáng vật quặng, thứ tự thành tạo); khối phổ kế plasma cảm ứng - Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP - MS): bổ sung phân tích 4 mẫu địa hóa đại diện (Lấy gộp nhiều điểm đại diện cho kiểu đá, kiểu quặng sau khi nghiên cứu thạch học, khoáng tương,...) cho khoáng hóa, đá gốc liên quan (trên cơ sở khảo sát 8 tuyến chi tiết với kết quả của 50 mẫu địa hóa). Các mẫu này được phân tích tại Viện Địa chất Viễn đông, LB Nga. Bên cạnh đó nhiều loại mẫu đi kèm đã được phân tích để phục vụ xác định các mẫu đại diện này). 03 mẫu microsonde.

Thu thập các vành dị thường địa hóa, vành khoáng vật từ các bản đồ tỷ lệ 1:50.000.

Từ đó xác định thành phần các nguyên tố làm cơ sở nghiên cứu quy luật phân bố, điều kiện và nguồn gốc tạo quặng, khả năng sinh kim của đá gốc, quá trình biến đổi; bản chất các dị thường địa hóa, khoáng vật; môi trường địa hóa hệ magma - quặng,...

3. Nội dung và kết quả đạt được

3.1. Đặc điểm thạch học, khoáng vật của đá vây quanh và quặng

3.1.1. Granit có ba loại chính

Granit porphyr hạt lớn (tương ứng Pha I), chiếm diện tích chủ yếu của khối Bà Nà. Thành phần khoáng vật gồm các ban tinh feldpat kali có kích thước lớn (1÷2 cm) với màu xám trắng, nền hạt trung đến thô, càng vào trung tâm khối, lượng ban tinh càng lớn. Có nơi đá bị cà nát, cataclazit hoá tạo nên cấu tạo định hướng (nhất là phần rìa khối).

- Các khoáng vật chính là plagioclas (20,3÷43%), feldpat kali (orthoclas + microclin): 28,2÷50%, thạch anh từ 22,6÷45%, biotit: 2,3÷15,7%, muscovit từ < 1÷> 3%. Feldpat kali thường tạo thành các ban tinh ở các đá có kiến trúc porphyr. Các khoáng vật phụ đặc trưng: Ilmenit, zircon, orthit, sphen.

Granit hạt nhỏ, sáng màu - rất sáng màu (tương ứng Pha II): các đá này lộ thành các chỏm nhỏ ở trong và rìa khối Bà Nà (khu vực đỉnh núi Bà Nà, Núi Thần Tài, An Lợi, Suối Hoa, Núi Chúa). Tuy nhiên, ranh giới giữa chúng với granit porphyr hạt lớn chưa gặp. Thành phần các đá bao gồm granit bitoit, granosienit, granit alaskit, màu xám trắng, cấu tạo khối, kiến trúc nửa tự hình hạt nhỏ không đều, đôi nơi gặp đá rất giàu thạch anh, feldpat (không có biotit), rất sáng màu.

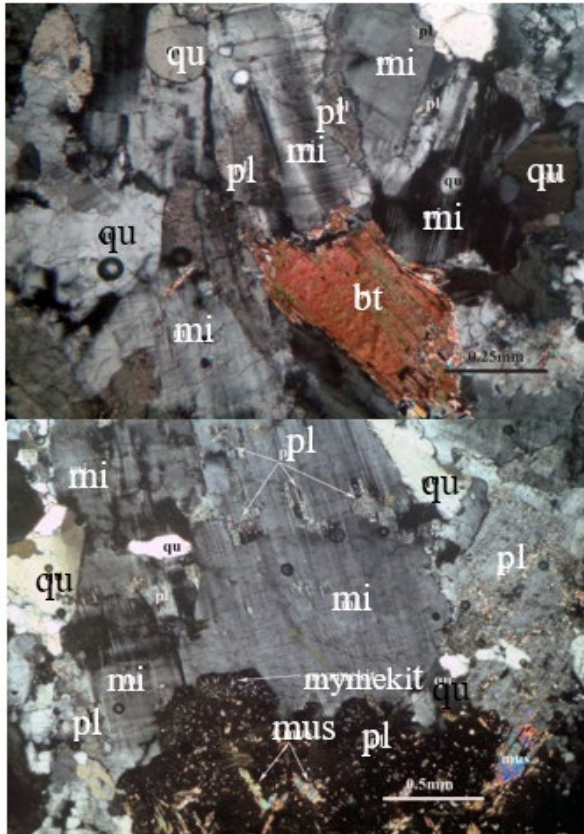
- Các khoáng vật tạo đá chính: feldpat kali 50%, plagioclas 25÷27%, biotit 1÷2%, ít muscovit. Feldpat kali chiếm ưu thế, có 2 thể hệ: Feldpat kali thể hệ 1 là orthoclas dạng tấm tự hình, bề mặt bị sét hóa rất yếu, một số hạt bề mặt có cấu trúc perthit rõ. Trên một số tấm orthoclas phát triển không đều microclin dạng méo mó, song tinh đa hợp rõ. Microclin thể hệ 1 dạng tấm lớn. Ở một số nơi, tại ranh giới tiếp giáp giữa plagioclas và feldpat kali xuất hiện hiện tượng mọc xen myrmekit. Feldpat kali thể hệ 2: là microclin dạng hạt - tấm méo mó, kích thước rất không đều, thay thế dần cho plagioclas. Plagioclas dạng tấm tự hình, bề mặt bị sericit hóa loang lổ, một số hạt bị microclin hóa. Thạch anh dạng hạt tha hình, mặt sạch. Biotit dạng tấm - vảy, tạo đám - ổ nhỏ, bị muscovit hóa yếu. Muscovit dạng tấm, mặt sạch, một số nơi phát triển không đều trên plagioclas. Trong mẫu gặp vài đám - ổ leucocen màu nâu, là sản phẩm biến đổi của khoáng vật quặng.

+ Tiến vào trung tâm (đỉnh Bà Nà) kiểu đá hạt nhỏ này giảm hẳn hàm lượng biotit (còn 5%, mẫu TH4335; Ảnh 1). Tuy nhiên, khu vực này thuộc đới biến đổi kiềm hóa, sericit hóa và có thể chịu tác động hoạt động nhiệt dịch.

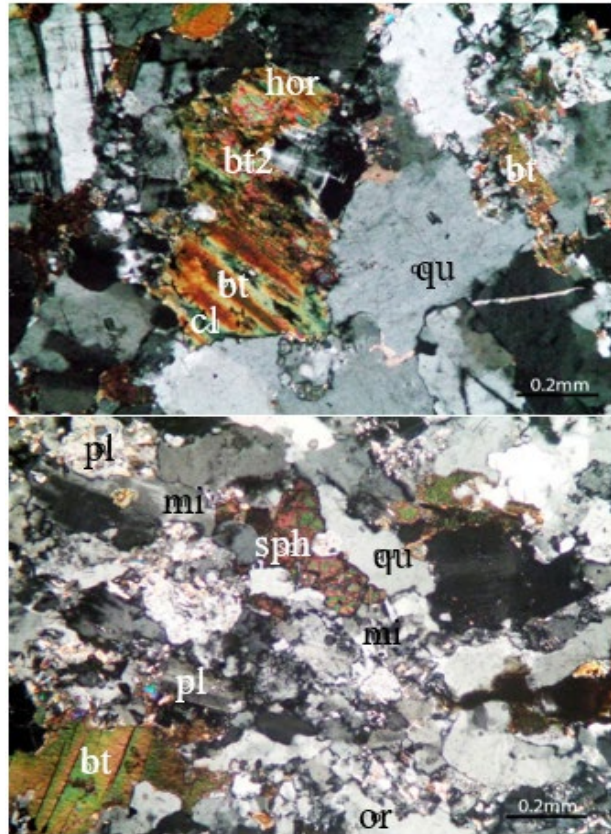
Núi Thần Tài, cũng không có ranh giới rõ ràng thuộc phần rìa khối Bà Nà. Thành phần thạch học: feldpat kali 30%, plagioclas 23÷24%, thạch anh 29÷30, biotit 13÷15% (LM153/1) (Ảnh 2).

3.1.2. Đặc điểm đới biến đổi

Liên quan với khối magma granit (trong khối Bà Nà và khu vực dải quặng) có các quá trình biến.



Ảnh 1. Granit chứa biotit, khá sáng màu, trung tâm khối Bà Nà: khoáng vật plagioclas (pl), thạch anh (q), biotit t (br), microclin(mi), quặng (qu), muscovit (mus) (Mẫu LM4335). Nikon (+).



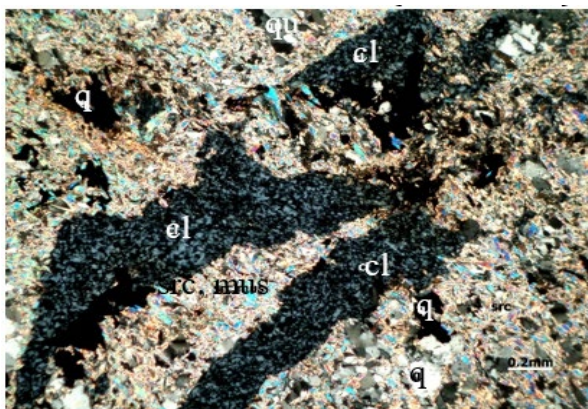
Ảnh 2. Granit biotit, sẫm màu, rìa khối Bà Nà: plagioclas (pl), orthoclas (or), thạch anh (q) biotit thể hệ 1 và 2 (bt1, bt2), microclin(mi), quặng (qu), sphen (sph), hor (hornblen), cl (Chlorit) (Mẫu LM151/3). Nikon (+).

đổi kiềm hóa và sericit hóa (argilit hóa), thạch anh hóa, chlorit hóa, epidot hóa. Quá trình microclin hóa phát triển mạnh mẽ và diễn ra trong tất cả các dạng đá của phức hệ Bà Nà, kết quả thành tạo feldspat kali thể hệ II (microclin) thay thế plagioclase thể hệ I và orthoclas. Thuộc phạm vi đá vây quanh, quá trình này đi kèm với turmalin méo mó, màu đỏ loang lổ và khoáng hóa sulfua, một số nơi vẫn còn tàn dư các khoáng vật của đá gốc (mẫu 4204/3) tạo nên đới bezerit hóa đặc trưng: sericit 27÷30%, thạch anh 63÷64%, plagioclas 2÷3%, muscovit ít 1%, turmalin ít, sulfua 5% (bị biến đổi).

Biến đổi liên quan trực tiếp quặng hóa của W khu vực thôn Vầu chủ yếu là quá trình berzit hóa và kiểu sùng hóa. Kiểu đá biến đổi thạch anh - sericit - chlorit rất đặc trưng gồm: thạch anh (39÷40%), sericit (27÷30%), muscovit (7÷9%), chlorit (10÷13%), sphen (5÷6%), epidot + zoisit

(5%), quặng (3÷4%) (Mẫu 4132, Ảnh 3). Ngoài ra, còn gặp các tầng lân thạch anh - turmalin chứa quặng, vi mạch sulfua (Mẫu 4136/1, Ảnh 4). Ngoài ra, quá trình graphit hóa gặp phổ biến trong dải khoáng hóa (đi kèm trong cả các mạng mạch sulfua và đá vây quanh) và một số khu vực xung quanh khối magma. Khoáng vật quặng ở đới biến đổi này gồm: scheelit, arsenopyrit, pyrotin; ít chalcopyrit, pyrit,...

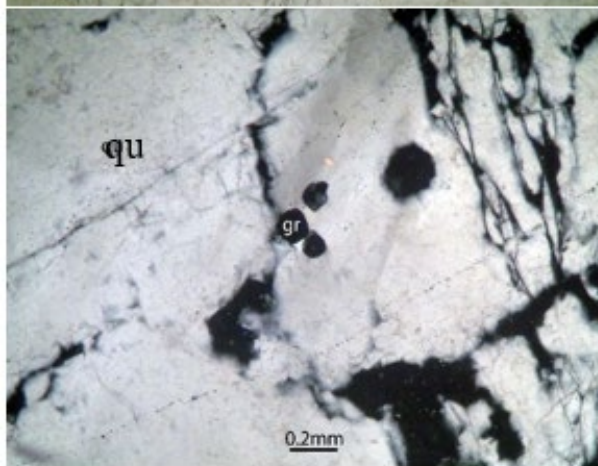
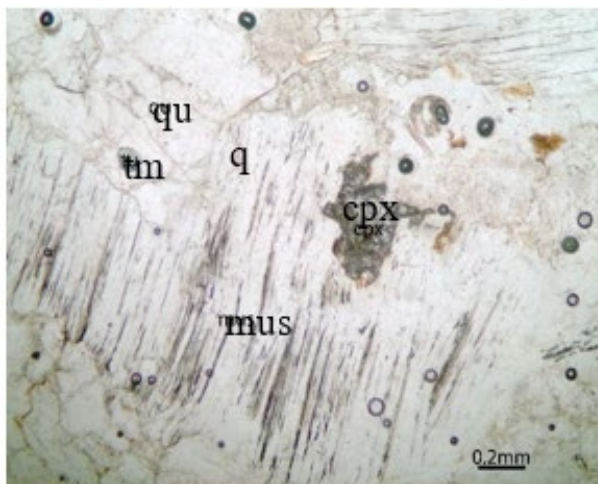
Ngoài ra, khu vực xa đới khoáng hóa W thôn Vầu gặp biểu hiện biến đổi skarn hóa yếu nhưng cũng thuộc phạm vi ranh giới tiếp xúc giữa khối magma granit Bà Nà và đá biến chất hệ tầng A Vương (xã Ba, Đông Giang, Quảng Nam). Chúng được đặc trưng bởi sự có mặt của clinopyroxen và granat (Ảnh 5): clinopyroxen dạng hạt đẳng thước; granat (grossular) dạng hạt nhỏ đẳng thước, một số dạng hình 6 cạnh, không màu, nổi cao, đẳng hướng quang học hoặc dị hướng yếu.



Ảnh 3. Đá biến đổi thạch anh - sericit - chlorit: thạch anh (q), sericit (src), chlorit (cl), quặng (qu). Nikon (+).



Ảnh 4. Đá thạch anh - turmalin chứa các vi mạch sulfua: thạch anh (q), tm (turmalin), quặng (qu). Nikon (+).



Ảnh 5. Clinopyroxen (cpx) dạng hạt đẳng thước; Granat (gr). Nikon (-).

3.1.3. Đặc điểm và nhiệt độ thành tạo khoáng vật quặng theo các giai đoạn:

Quặng hóa có dạng mạng mạch (Ảnh 6a), dạng mạch thạch anh sulfua (các Ảnh 6b, 7). Chúng đều đi kèm nhiều graphit

Sheelit: có dạng tấm hạt nhỏ xâm tán khá đều trên nền phi, phản chiếu bên trong màu phớt vàng nâu. Trong mẫu khoáng tương gặp vài hạt (Ảnh 8) Có thể nhìn bằng mắt thường (Ảnh 7); còn mẫu trọng sa gặp 15 hạt kích thước $0,02 \div 0,05$ mm (Ảnh 8)

Pyrotin: Hạt nhỏ tha hình xâm tán khá đều trên nền phi quặng ($3 \div 5\%$), thường bị biến đổi ven rìa (Ảnh 9). Ngoài ra, pyrotin còn lại ở dạng sót trong mackazit, hoặc dạng hạt nhỏ li ti xâm tán trong phi quặng

Arsenopyrit: là khoáng vật quặng chiếm chủ

yếu trong mẫu, thường có dạng nửa tự hình đến tha hình, kích thước nhỏ đến trung bình, phân bố dạng mạch, hạt lấp đầy khe nứt và xâm tán rải rác trên nền phi quặng (Ảnh 10).

Chalcopyrit: ít hạt nhỏ tha hình, thường đi cùng với pyrotin xâm tán rải rác trên nền phi quặng (Ảnh 9).

Pyrit gặp vài hạt nhỏ li ti ($< 0,1$ mm) xen lấp vào kẽ nứt của nền phi quặng.

Graphit: phổ biến, có dạng tấm, vẩy nhỏ tạo thành các ổ, cụm nhỏ phân bố trong nền mẫu. Kích thước các vẩy graphit $0,1 \div 1,5$ mm.

Quặng được thành tạo trong khoảng nhiệt độ $207 \div 268^\circ\text{C}$ (Bảng 1) trong pha lỏng - khí, mật độ cao. Pha khí - lỏng, nhiệt độ cao ($315 \div 360^\circ\text{C}$) nhưng mật độ bao thể rất ít, nên nhiệt độ này không đặc trưng cho giai đoạn tạo quặng ở khu vực thôn Vài (Ảnh 11).



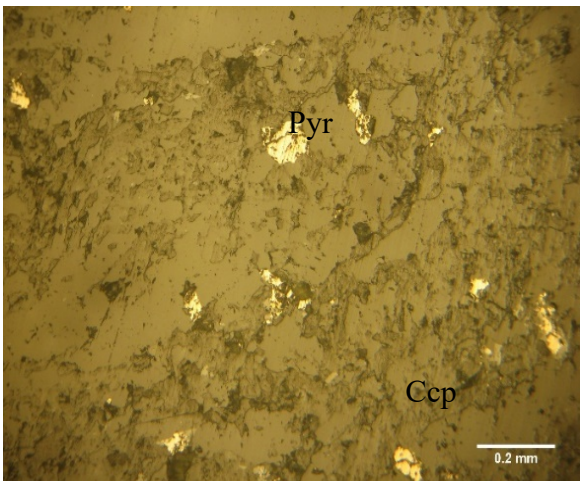
Ảnh 6. a) Các mạng mạch quặng; b) mạch thạch anh sulfua.



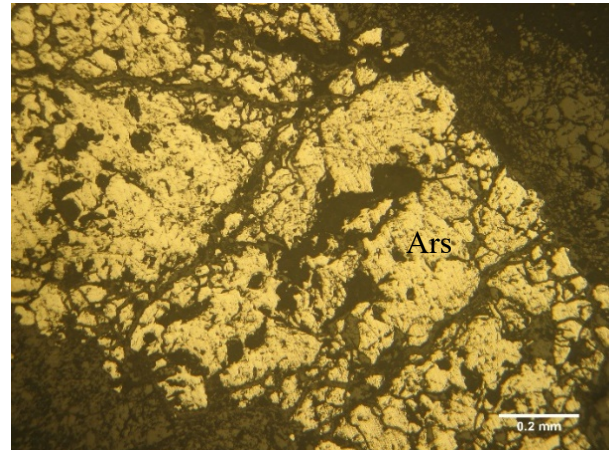
Ảnh 7. Các mẫu cục chứa sheelit và sulfua - arsenopyrit (Nguyễn, 2022)



Ảnh 8. Scheelit dạng tấm hạt thô tha hình xâm tán trên nền phi quặng và các hạt sheelit đơn khoáng



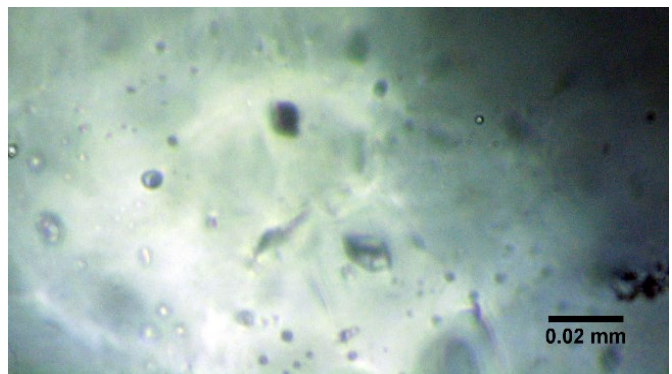
Ảnh 9. Pyrotin (Pyr) và chalcopyrit (Ccp) hạt nhỏ tha hình xâm tán rải rác trên nền phi quặng.



Ảnh 10. Arsenopyrit dạng hạt nửa tự hình, tha hình trên nền phi quặng

Bảng 1. Thứ tự và điều kiện thành tạo quặng hóa W.

Khoáng vật	Giai đoạn thành tạo		
	I	II	III
Phi quặng	[Solid line across I, II, III]		
Sheelit	[Dashed line across I, II]		
Pyrotin	[Solid line across I, II]		
Arsenopyrit		[Solid line across II, III]	
Chalcopyrit	[Dashed line across I, II]		
Hyroxit sắt			[Dashed line across III]
Nhiệt độ thành tạo	207 ÷ 268°C		



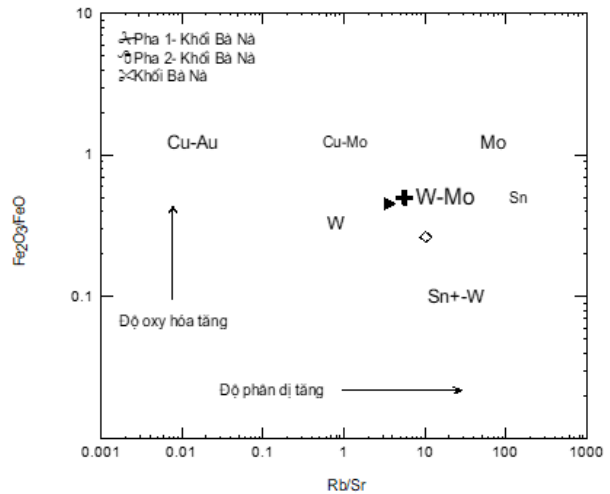
Ảnh 11. Bao thể lỏng khí và khí lỏng trong quặng hóa W.

3.2. Đặc điểm địa hóa các thành tạo địa chất khu vực khoáng hóa W

3.2.1. Đặc điểm địa hóa đá magma axit và quặng hóa W - sulfua liên quan

Môi trường địa hóa của granitoid, đặc điểm địa hóa, tính chuyên hóa địa hóa của Mo và các nguyên tố liên quan: granit Bà Nà có đặc tính oxy hóa vừa, granit hạt nhỏ (trước đây xếp vào pha 2) nghiêng về tính oxy hóa hơn granit porphyr hạt lớn. Granit có tính oxy hóa vừa sinh W hoặc W-Mo (các Hình 2, 3).

Kết quả phân tích định lượng bằng phương pháp ICP-MS (tại Viện Địa chất Viễn Đông, LB Nga) cho thấy: W và As có tính chuyên hóa sinh khoáng rất cao, tương ứng: $Ktt_w = 397$ (Granit hạt nhỏ ở trung tâm khối magma), $Ktt_w = 758,7$ (Granit alaskit rìa khối magma) (Bảng 3).



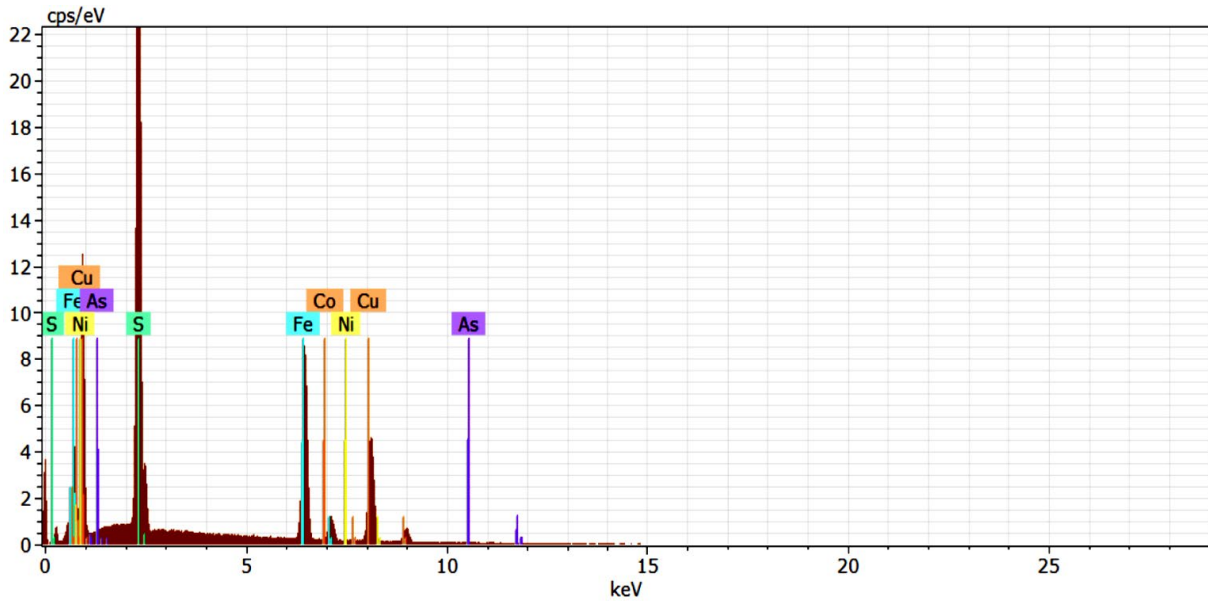
Hình 2. Biểu đồ tương quan giữa độ oxy hóa và độ phân dị magma, tiềm năng sinh khoáng của granit khối Bà Nà: pha 1, pha 2 và chung cho toàn khối (Blevin, 2004; Nguyễn, 2019).

Bảng 2. Thành phần khoáng vật quặng (Microsode, %wt).

Khoáng vật	S	Fe	Cu	Ni	As	Co	Mn	Tổng
Chalcopyrit	32,70	29,87	28,92	4,63	1,22	0,19	-	97,52
Pyrotin	45,51	43,00	-	1,19	0,22	0,13	-	90,05
Chalcopyrit	31,07	28,20	28,12	4,79	1,39	0,23	-	93,80

Bảng 3. Tham số địa hóa của W và nguyên tố trong granit và quặng hóa liên quan (ICP-MS tại Viện Địa chất Viễn đông, LB Nga).

TT	Tham số	Be	Co	Cu	Zn	Ga	As	Sr	Mo	Sn	Ba	W	Pb	Th	U
1	Granit hạt nhỏ rất sáng màu (Alaskit rìa khối Bà Nà)-ppm	29,67	94,69	35,04	8,30	21,76	29,09	55,50	1,29	3,35	79,82	1517,47	45,26	5,95	9,11
	Ktt	8,48	9,47	1,40	0,14	1,15	18,18	0,21	0,86	1,12	0,11	758,73	2,26	0,33	2,60
2	Granit hạt nhỏ (Khu vực đỉnh Núi Bà Nà)-ppm	7,39	65,34	12,68	156,70	20,95	277,44	43,90	0,31	18,33	412,17	793,97	56,15	20,61	6,83
	Ktt	2,11	6,53	0,51	2,70	1,10	173,40	0,16	0,21	6,11	0,59	396,98	2,81	1,15	1,95
3	Quặng mạng mạch. Các vi mạch chứa sulfua (Thôn Vầu)-ppm	2,17	212,32	22,99	18,75	4,01	110335,64	8,95	1,78	13,86	16,08	2323,47	5,77	0,49	0,38
	Độ tương phản dị thường quặng hóa	-	-	-	-	-	5749,64	-	-	-	-	115,88	-	-	-
	Đá axit (Nguyễn Văn Niệm, 2019)-ppm	3,5	10	25	58	19	1,6	270	1,5	3	700	2	20	18	3,5
	Dị thường tối thiểu (Nguyễn Văn Niệm, 2019)-ppm	-	-	-	-	-	19,19	-	-	-	-	20,05	-	-	-



Hình 3. Phổ các nguyên tố trong khoáng vật chalcopyrit khu vực thôn Vầu.

Tuy nhiên, tính chung cho toàn khối (60 mẫu) thì granit có tính chuyên hóa W cao ($K_{ttw} = 5,6$), rất cao đối với As ($K_{ttw} = 12$); kết quả này cao hơn với các nghiên cứu trước đây (Cát Nguyên Hùng và nnk., 1996) khi sử dụng phương pháp ICP với độ chính xác kém hơn nhiều.

Khu vực lân cận vùng nghiên cứu (xung quanh khối magma) có nhiều vành kim lượng của Bi, Bi-Zn, Bi-Cu và các vành khoáng vật của W, Sn, Au. Gần điểm khoáng hóa W trong nội khối granit cũng xuất vành khoáng vật của W

3.2.2. Đặc điểm địa hóa quặng

Dải quặng W - sulfua ngoài hai thành phần chính là W, As chỉ có Co khá cao (212,32 ppm - Bảng 3). Còn các thành phần khác đều thấp. Thành phần các khoáng vật sulfua khá giàu Ni, As (Bảng 2, Hình 3). Tính tương phản của dị thường quặng (So với dị thường tối thiểu khu vực) là rất cao, cụ thể: của W là 115,88 lần; As tương ứng 5.749,64 lần (Bảng 3).

3.3. Thảo luận

Dải quặng hóa W - As tăng dần khu vực thôn Vầu có diện phân bố rất rộng, kéo dài khoảng 3 km. Thành phần chủ yếu là sheelit và arsenopyrit, pyrotin. Tính tương phản của dị thường quặng rất cao. Đây sẽ là dấu hiệu quan trọng để tìm kiếm chi tiết và nghiên cứu chuyên sâu để làm rõ kiểu mỏ.

Các dấu hiệu về biến đổi liên quan đến quặng hóa W gồm sùng hóa (đới gặp trực tiếp sheelit), berezit hóa (xuất hiện nhiều sulfua: arsenopyrit, pyrotin), chúng còn chứa graphit (graphit hóa phổ biến). Các biến đổi chứa quặng này phân bố trong phạm vi đới tiếp xúc giữa magma granit (Khối Bà Nà) và đá biến chất hệ tầng A Vương (có tập giàu vôi). Các kiểu mỏ W skarn cũng thường xuất hiện đới sùng hóa (Einaudi, 1982a; Lawrence, 1997), ở Việt Nam gặp tại mỏ Núi Pháo - đới sùng hóa trong đá phiến thạch anh (Nguyễn, 2015); nhiều thành phần khoáng vật quặng cũng tương tự mỏ wolfram Núi Pháo. Ngoài ra, ngoài phạm vi dải quặng còn gặp biến đổi skarn yếu. Về đặc điểm địa hóa quặng và điều kiện thành tạo quặng cũng biểu hiện của quá trình biến chất trao đổi: thành phần các sulfua giàu cả Ni và As; nhiệt độ thành tạo quặng trung bình thấp - trung bình.

Nguồn nhiệt và nguồn sinh kim liên quan đến magma granit trong khu vực thể hiện bởi tính chuyên hóa sinh khoáng rất cao của W, As; magma granit nguyên sinh ở đây có oxy hóa vừa và thuộc trường sinh khoáng W hoặc W-Mo.

Các vành dị thường địa hóa (Hình 1: Cu-Bi, As, Bi-Zn) và vành khoáng vật cũng liên quan nhiều đến khả năng sinh khoáng W (vành khoáng vật wolfram; không ngoại trừ Au). Tuy nhiên, vành của Cu-Bi đi cùng vành của Sn (Hình 1) không thuận về hành vi địa hóa, có thể Sn ở đây tồn tại dưới dạng khoáng vật phụ liên quan đến granit

không có khả năng sinh thiếc (granit oxy hóa, tính chuyên hóa không cao) hay liên quan các mạch pegmatit phân tán hoặc khả năng phát hiện Sn bằng phương pháp plasma cảm ứng - inductively coupled plasma (ICP) trước đây chưa đảm bảo độ tin cậy, nhưng hiện nay bằng phương pháp ICP-MS phát hiện trong quặng của W-As với hàm lượng Sn thấp (13,86 ppm). Sự giàu Co trong quặng phần nào biểu hiện khả năng trao đổi thay thế đồng hình giữa Co và Ca trong quá trình thành tạo quặng do hai nguyên tố này có hành vi địa hóa tương đồng.

Các mỏ W nguyên sinh hiện nay trên thế giới chủ yếu liên quan với magma xâm nhập granit và các đá biến chất. Hơn 70% các mỏ W liên quan với xâm nhập thuộc giai đoạn Merozoic (251÷65 tr.n) (British Geological Survey, 2011). Điều này khá phù hợp với địa chất khu vực nghiên cứu. Mặt khác kiểu mỏ W skarn cũng thường liên quan đến đới sừng, các đá silicat trong khu vực dị thường nhiệt và liên quan các kiểu mỏ khác (Lawrence, 1997; Arab, 2019); ngoài đới đá cacbonat thì chúng còn gặp trong các đá phiến sét đen, phiến graphit chứa cacbonat.

Với các đặc điểm trên, dải khoáng hóa thôn Vàu có nhiều biểu hiện liên quan đến kiểu mỏ "skarn oxy hóa". Cùng nhiều vi mạch sulfua chứa quặng của As đặc trưng cho phần nông, độ bóc mòn thân quặng yếu

4. Kết luận

Quặng hóa W khu vực thôn Vàu có những dấu hiệu của kiểu mỏ "skarnoid oxy hóa" liên quan quá trình biến chất trao đổi giữa granit khối Bà Nà và các đá biến chất (Hệ tầng A Vương). Một số đặc điểm có tương đồng với mỏ Núi Pháo.

Magma granit tuổi Trias khối Bà Nà vừa là nguồn sinh nhiệt và sinh khoáng W. Bên cạnh đó, có sự trao đổi thành phần vật chất giữa dung dịch magma và đá biến chất vây quanh, đặc biệt vai trò của các tập đá giàu vôi.

Lời cảm ơn

Bài báo được hoàn thành dựa trên kết quả nghiên cứu trực tiếp và định hướng của đề tài KH-CN cấp Bộ: "Nghiên cứu chuyên hóa địa hóa molipden các thành tạo granitoid kiểu Bà Nà và tiềm năng sinh khoáng Mo của chúng", Mã số: TNMT.2016.03.05 đề tài: "Nghiên cứu đặc điểm

địa hóa các kiểu mỏ W làm cơ sở khoa học định hướng tìm kiếm khoáng sản ẩn, liên hệ với Việt Nam", Mã số TNMT.2021.03.04.

Đóng góp của các tác giả

Nguyễn Văn Niệm - thực hiện và chỉ định công tác lấy mẫu, định hướng phân tích, luận giải kết quả; Nguyễn Văn Nam - nghiên cứu khoáng tướng và phát hiện ra khoáng vật scheelit làm cơ sở lựa chọn mẫu phân tích bổ sung, tham gia luận giải các quá trình địa chất; Đỗ Đức Nguyên - triển khai thực địa, xây dựng các sơ đồ, biểu đồ, gia công mẫu sơ bộ, tính toán dữ liệu; Maksim Blokhin - phân tích mẫu ICP-MS, định hướng quy trình phân tích liên quan địa hóa.

Tài liệu tham khảo

- Blevin, P. (2004). Metallogeny of granite rocks. *The Ishihara Symposium: Granites and associated metallogenesis*. Geoscience Australia.
- British Geological Survey. (2011). *Tungsten*. Natural Environment Research Council. www.MineralsUK.com
- Cát, N.H. (Chủ biên) (1996). *Báo cáo đo vẽ bản đồ địa chất và khoáng sản nhóm tờ Hội An - Đà Nẵng tỷ lệ 1/50.000*. LTĐC, Hà Nội.
- Einaudi, M. T. (1982). Descriptions of skarns associated with porphyry copper plutons. In: Tittley SR (eds.). *Advances in geology of porphyry copper deposits, southwestern north America*, University of Arizona Press, pp. 185-210.
- Lawrence, D. M. (1997). Application of Skarn deposit zonation Model to mineral exploration. *Explo. Mining Geol.*, 6(2), 185-208.
- Lê, Đ. P. (2009). Thạc luận granitoid khối Hải Vân. *Science & Technology Development*, 12(05-2009).
- Nguyễn, V. N. (Chủ nhiệm) (2015). *Nghiên cứu xác lập các kiểu nguồn gốc thành tạo quặng wolfram ở Việt Nam*. Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản. Hà Nội.
- Nguyễn, V. N. (Chủ nhiệm) (2019). *Nghiên cứu chuyên hóa địa hóa molipden các thành tạo granitoid kiểu Bà Nà và tiềm năng sinh khoáng*

Mo của chúng. Mã số: TNMT.2016. 03.05. Bộ
Khoa học và Công nghệ. Hà Nội.

Nguyễn, X. B. (Chủ biên) (2000). *Nghiên cứu kiến
tạo và sinh khoáng Nam Việt Nam.* Liên đoàn
địa chất Miền Nam. TP HCM.