

# Đặc điểm kiến trúc - cấu tạo và thành phần của ilmenit và magnetit trong lherzolit và gabbroit khối Suối Cùn: dấu hiệu về điều kiện hình thành thể xâm nhập

Trần Trọng Hòa<sup>1,\*</sup>, Svetliskaya T.<sup>2</sup>, Izokh A.<sup>2,3</sup>,  
Nevolko P.<sup>2,3</sup>, Trần Tuấn Anh<sup>1</sup>, Shelepaev R.<sup>2,3</sup>, Ngô Thị Phượng<sup>1</sup>,  
Phạm Thị Dung<sup>1</sup>, Phạm Ngọc Cẩn<sup>1</sup>, Vũ Hoàng Ly<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>*Viện Địa chất, Viện HLKHCN Việt Nam, 84 Chùa Láng, Đống Đa, Hà Nội, Việt Nam*

<sup>2</sup>*Viện Địa chất - Khoáng vật học VS Sobolev, Phân viện Siberi, Viện HLKH Nga,  
Đại lộ Koptchug 3, Novosibirsk 630090, Nga*

<sup>3</sup>*Đại học tổng hợp Quốc gia Novosibirsk, Pirogova 2, Novosibirsk 630090, Nga*

Nhận ngày 16 tháng 8 năm 2017

Chỉnh sửa ngày 20 tháng 9 năm 2017; Chấp nhận đăng ngày 10 tháng 12 năm 2017

**Tóm tắt:** Các đặc điểm hình thái cấu trúc tinh thể, mối tương quan về kiến trúc - cấu tạo và thành phần hóa học của ilmenit và magnetit trong đá siêu mafic chứa đựng nhiều thông tin có giá trị cho việc luận giải nguồn magma, quá trình hình thành và tiến hóa magma trong lò trung gian. Tổ hợp cộng sinh khoáng vật quặng trong plagiolherzolit và melanogabbroit khối Suối Cùn bao gồm: sulfit và các khoáng vật oxyt chủ yếu là chromspinel, ilmenit và magnetit. Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu chi tiết về (i) đặc điểm hình thái, (ii) mối quan hệ kiến trúc - cấu tạo và (iii) thành phần hóa học của ilmenit và magnetit trong plagiolherzolit và melanogabbro olivin ở phân khối bắc khối Suối Cùn. Kết quả nghiên cứu cho thấy: a/ có thể xác lập được bốn biến loại kiến trúc của ilmenit thuộc về hai kiểu thành phần: ilmenit giàu Mg được hình thành ở giai đoạn sớm trong buồng trung gian và ilmenit giàu Mn hình thành ở giai đoạn cuối trong buồng kết tinh; b/ dung thể ban đầu của khối Suối Cùn liên quan nguồn gốc với magma từ thạch quyển manti kiểu á lục địa; c/ đa số magnetit trong lherzolit và melanogabbroit có nguồn gốc thứ sinh liên quan tới serpentin hóa và quá trình biến cải tổ hợp sulfit magma sớm.

*Từ khóa:* Ilmenit, magnetit, lherzolit, gabbroit, Suối Cùn.

## 1. Mở đầu

Ilmenit và magnetit là các khoáng vật quặng oxyt thường gặp trong các đá magma. Trong các đá siêu mafic, ilmenit và magnetit thường có mặt cùng với các khoáng vật sulfit (pyrotin,

chalcopyrit,...) với một lượng nhỏ, nhưng trong gabbroit, đôi khi chúng là thành phần khoáng vật quặng chính, về số lượng trội hơn so với sulfit. Nghiên cứu khoáng vật tạo đá (olivin, pyroxen) và tạo quặng chính (sulfit) trong các đá siêu mafic cho nhiều thông tin có giá trị về nguồn magma và điều kiện thành tạo của chúng, đồng thời cho phép đánh giá triển vọng của các tụ khoáng sulfit Ni-Cu liên quan. Vì thế, trong nghiên cứu thạch luận các đá siêu

\*Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-912108161.

Email: trantrunghoavn@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4219>

mafic, người ta thường quan tâm đến các khoáng vật sulfit mà ít chú ý đến các khoáng vật oxyt như ilmenit hoặc magnetit. Tuy nhiên, nhiều công trình nghiên cứu đã chỉ ra rằng, các đặc điểm hình thái cấu trúc tinh thể, mối tương quan về kiến trúc - cấu tạo và thành phần hóa học của ilmenit và magnetit trong đá siêu mafic cũng chứa đựng nhiều thông tin có giá trị cho việc luận giải nguồn magma, quá trình hình thành và tiến hóa magma trong lò trung gian [1].

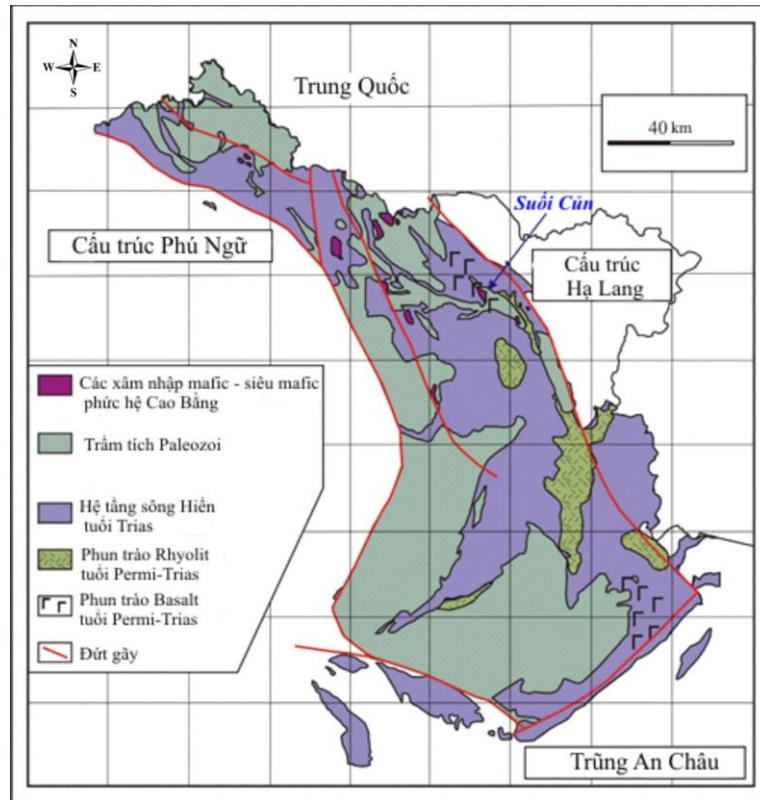
Trong cấu trúc rift Sông Hiến (miền bắc Việt Nam) phát triển các khối xâm nhập siêu mafic nhỏ có tuổi Permi-Trias, trong đó khối có thành phần phân dị phức tạp là khối Suối Cùn đã được nghiên cứu khá chi tiết về thành phần khoáng vật, địa hóa và đồng vị [2-12]. Tổ hợp cộng sinh khoáng vật quặng trong plagiolherzolit và melanogabroit bao gồm: sulfit và các khoáng vật oxyt chủ yếu là chromspinel, ilmenit và magnetit. Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu chi tiết về (i) đặc điểm hình thái, (ii) mối quan hệ kiến trúc - cấu tạo và (iii) thành phần hóa học của ilmenit và magnetit trong plagiolherzolit và melanogabbro olivin ở phân khối bắc khối Suối Cùn nhằm góp phần làm sáng tỏ các dấu hiệu về nguồn dung thể magma, tiến hóa magma và quá trình kết tinh thành tạo khối Suối Cùn.

## 2. Sơ lược về đặc điểm địa chất khu vực và khối Suối Cùn

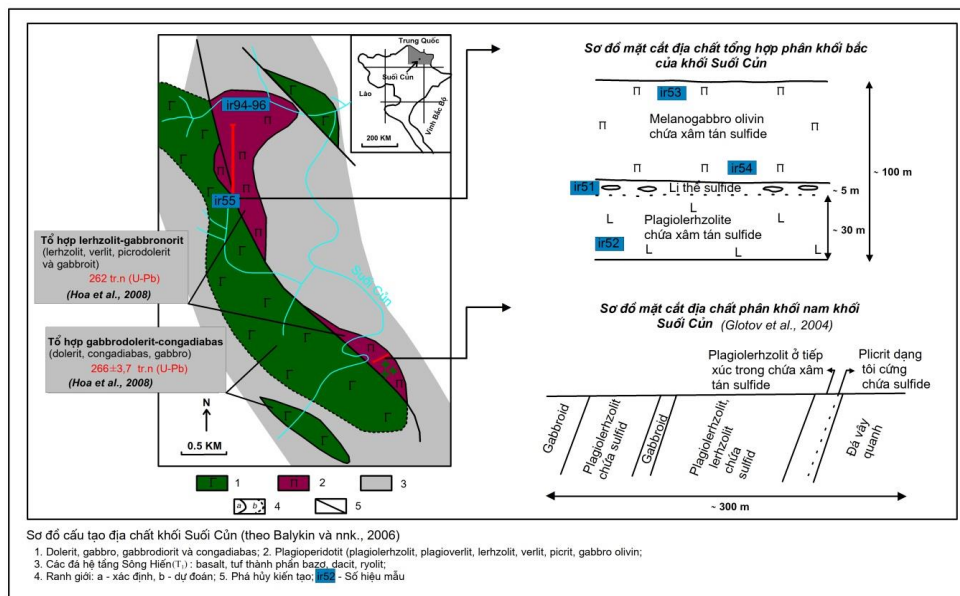
Cấu trúc Sông Hiến nằm về phía đông bắc cấu trúc Lô Gâm-Phú Ngừ (Hình 1), là một trũng lục nguyên - núi lửa kéo dài hơn 200 km theo hướng TB-ĐN từ Mèo Vạc (Hà Giang) đến Lộc Bình (Lạng Sơn). Về phía đông bắc, trũng Sông Hiến được giới hạn bởi cấu trúc Paleozoi Hạ Lang, còn phía đông nam nó bị phủ bởi trũng chồng Mesozoi muộn An Châu [13]. Trũng Sông Hiến được lấp đầy chủ yếu bằng các thành tạo lục nguyên tuổi Trias, trong đó khá phát triển đá phiến sét giàu vật chất hữu cơ. Trong trũng cũng xuất lộ các trầm tích lục nguyên tuổi Devon cũng như phổ biến các đá núi lửa kiểu tương phân bazan - ryolit tuổi Permi-Trias. Các đá á núi lửa thành phần mafic

(gabrodolerit) và felsic (granit - granophyr) đi kèm các phun trào này. Rất phổ biến các xâm nhập thành phần siêu mafic-mafic (lherzolit, picrit, gabronorit, gabrodolerit) được xếp vào phức hệ Cao Bằng. Trên ranh giới tây nam của cấu trúc Sông Hiến phát triển các granit cao nhôm chứa Sn-W phức hệ Pia Oắc tuổi Creta [7].

Trong phạm vi cấu trúc Sông Hiến, các xâm nhập siêu mafic hình thành các khối riêng biệt. Các khối xâm nhập siêu mafic đồ tụ tập với nhau thành dải kéo dài trong phần trung tâm của trũng Sông Hiến. Trong đó, được nghiên cứu chi tiết hơn cả là khối Suối Cùn, nằm về phía đông bắc Tp. Cao Bằng. Khối có dạng thấu kính kéo dài theo hướng tây bắc - đông nam khoảng 4 km và chiều rộng trong khoảng 0,4 đến 1,5 km (Hình 2). Trên bình đồ hiện đại, khối được phân chia thành hai mảng (block). Mảng phía đông cấu thành từ hai thể tách biệt nhau có thành phần plagiolherzolit, plagioverlit, picrit và melanogabro olivin (tổ hợp lherzolit - gabronorit). Các thể riêng biệt này được quy ước gọi là phân khối bắc và phân khối nam của khối Suối Cùn (Hình 2). Các đá mảng phía tây bao gồm chủ yếu là dolerit, dolerit thạch anh và gabroit không chứa olivin (tổ hợp gabrodolerit - dolerit thạch anh). Nét đặc trưng của các đá peridotit thuộc tổ hợp lherzolit - gabronorit là sự có mặt các xâm nhập sulfit, trong khi các đá thuộc tổ hợp gabrodolerit - dolerit thạch anh không chứa sulfit mà đôi chỗ lại khá giàu ilmenit. Kết quả phân tích tuổi thành tạo của lherzolit phân khối bắc Suối Cùn (U-Pb, zircon, SHRIMP) cho giá trị 262 triệu năm, còn tuổi thành tạo của gabrodolerit là 266 triệu năm [14]. Đối tượng nghiên cứu được trình bày trong bài báo này là các đá siêu mafic thuộc phân khối bắc. Tại đây đã xác lập được mặt cắt phân lớp chiều dày khoảng 100m với phần thấp là plagiolherzolit (dày khoảng 30m) và phần trên chủ yếu bao gồm melanogabro olivin (khoảng 65m); giữa hai lớp, đã ghi nhận được sự có mặt của các li thể sulfit tập trung trong khoảng 5 m chiều dày (Hình 2). Ranh giới giữa hai biến loại đá thuộc lớp dưới và lớp trên là chuyển tiếp từ từ và chỉ phân biệt được khi nghiên cứu chi tiết trong phòng thí nghiệm.



Hình 1. Sơ đồ phân bố bazan, rhyolit và các xâm nhập mafic - siêu mafic Permi-Trias trong cấu trúc Sông Hiến [6].

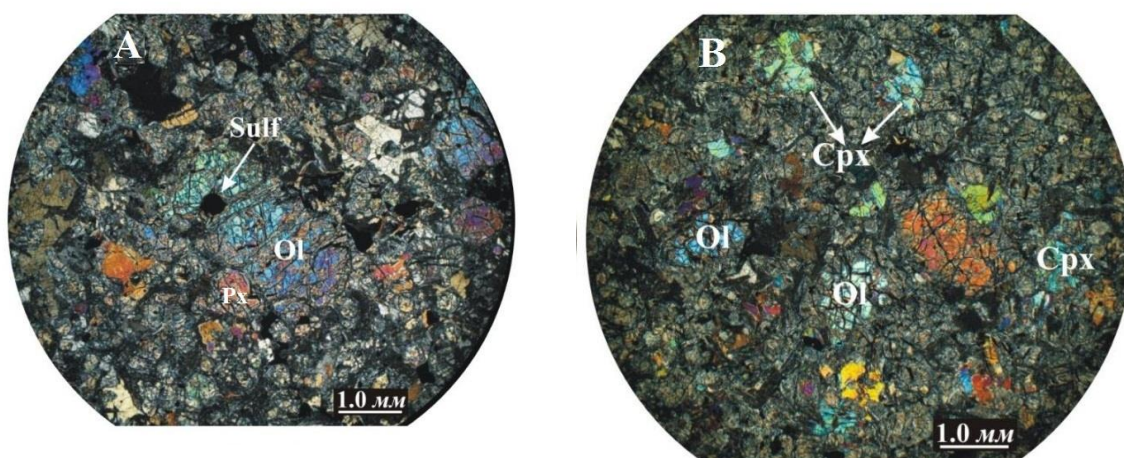


Hình 2. Sơ đồ địa chất khối Suối Cùn và sơ đồ mặt cắt tổng hợp của khối tây Suối Cùn cùng với vị trí các điểm lấy mẫu [10, 14].

### 3. Mẫu và phương pháp phân tích

Mẫu nghiên cứu được thu thập theo mặt cắt thể hiện trên hình 2, trong đó: IR52 – lherzolit chứa xâm tán sulfit thuộc phần thấp của lớp lherzolit; IR51 – các li thể sulfit được phát hiện ở ranh giới lherzolit - melanogabro; IR54 – phần đáy, IR53 – phần trên của tầng melanogabro olivin trong mặt cắt này (Hình 2B). Plagiolherzolit có kiến trúc hạt trung, nhỏ, màu xám sẫm, đôi khi xanh lục nhẹ; thành phần

khoáng vật bao gồm: olivin (50-60%), pyroxen (20-30%), plagiocla (5-10%) và sulfit (3-7%, đôi chỗ đến 10-15%) (Hình 3A). Ngoài ra, trong lherzolit còn gặp biotit, chromspinel, ilmenit và magnetit. Dọc theo các khe nứt trong olivin thường phát triển serpentin. Melanogabro olivin khác với plagiolherzolit ở chỗ chứa hàm lượng plagiocla cao hơn (15-30%), hàm lượng pyroxen tăng cao (30-40%), trong khi hàm lượng olivin giảm xuống đến 30-40% (Hình 3B).



Hình 3. Plagiolherzolit (3A) và melanogabro olivin (3B). Phân khối bắc khối Suối Cùn. Trong plagiolherzolit thấy rõ các tinh thể olivin (Ol) bị serpentin hóa yếu, các li thể sulfit (Sulf). Trên nền melanogabro olivin thấy rõ các tinh thể Ol và clinopyroxen (Cpx). Nicol (+).

Các đặc điểm hình thái tinh thể và mối tương quan kiến trúc - cấu tạo của ilmenit và magnetit với các khoáng vật khác (olivin, pyroxen, sulfit, chromspinel) được nghiên cứu dưới kính hiển vi phản xạ. Thành phần của chúng được phân tích bằng máy vi dò (EPMA - Jeol JXA-8100) tại Viện Địa chất và Khoáng vật, phân viện Siberi (viện HLKH Nga). Các phân tích được thực hiện ở điện thế 20 kV, chùm electron có cường độ 20 nA và đường kính 1  $\mu\text{m}$ , thời gian đọc là 20 s. Đặc trưng tia X để phân tích các nguyên tố Al, Ti, Mn, Mg, Fe, Zn, Ni, Cr, và V là K $\alpha$ . Mẫu chuẩn để xác định hàm lượng các nguyên tố trên lần lượt là Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeTiO<sub>3</sub>, MnO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaMgSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Zn kim loại, Ni kim loại, Cr kim loại, và

V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Các kết quả phân tích được tính toán và hiệu chỉnh dựa trên chương trình hiệu chỉnh ma trận ZAF cho oxit. Công thức thực tế của ilmenit và magnetit được tính toán dựa trên tổng số oxy lần lượt là 3 và 4. Tỷ lệ Fe<sup>2+</sup>/Fe<sup>3+</sup> được tính toán dựa theo điều kiện cân bằng lý thuyết.

## 4. Kết quả và thảo luận

### 4.1. Ilmenit

Ilmenit trong các đá mafic-siêu mafic thuộc phân khối bắc khối Suối Cùn có hàm lượng khá thấp (<1%) trong plagiolherzolit, melanogabro olivin và picrit. Có thể phân biệt được một số biến loại kiến trúc của chúng. 1/ Biến loại thứ

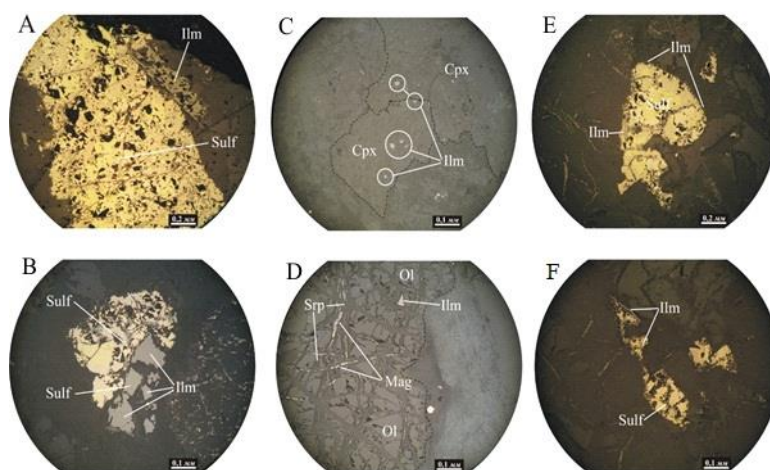


nhất bao gồm các hạt dạng đẳng thước kích thước rất nhỏ (thường là 0,0n mm) hoặc thậm chí nhỏ hơn; đôi khi là các “tinh thể” tha hình ở ven rìa của chromspinel Ti-Cr-Fe (hình 4D). Trong trường hợp này, ranh giới của chúng với chromspinel thường khá sắc nét. 2/ Biến loại thứ hai là các hạt hình lưỡi giáo, dạng tấm, lăng trụ, hiếm hơn là tha hình có kích thước khác nhau, trung bình khoảng 0,2-0,3 mm; tuy nhiên cũng thấy có những hạt nhỏ hơn (0,0n mm) hoặc lớn hơn (đến 1,5-2,0 mm), tổ hợp với các ban tinh sulfit (hình 4A-B). Thường thì ilmenit dạng này được quan sát thấy ở phần rìa của các tích tụ sulfit; hoặc đôi khi trong phần trung tâm của các ban tinh. Quan hệ giữa chúng với các sulfit khá phức tạp: một mặt chúng chứa các bao thể sulfit nhỏ, mặt khác, chúng lại bị “lôi kéo”, chia cắt và thay thế bởi sulfit. 3/ Biến loại thứ ba bao gồm các hạt có dạng lăng trụ mảnh, hình tam giác, dạng đẳng thước với kích thước khác nhau (0,0n-0,n mm), thường có ranh giới gò ghề (dạng răng cưa) và phân bố phân tán trong đá. Đồng thời, ilmenit loại này có thể tồn tại bên trong các silicat tạo đá (trong olivin, pyroxen hoặc plagiocla), cũng như nằm ở khe giữa các khoáng vật này (Hình 4C-D; 5A-B). 4/

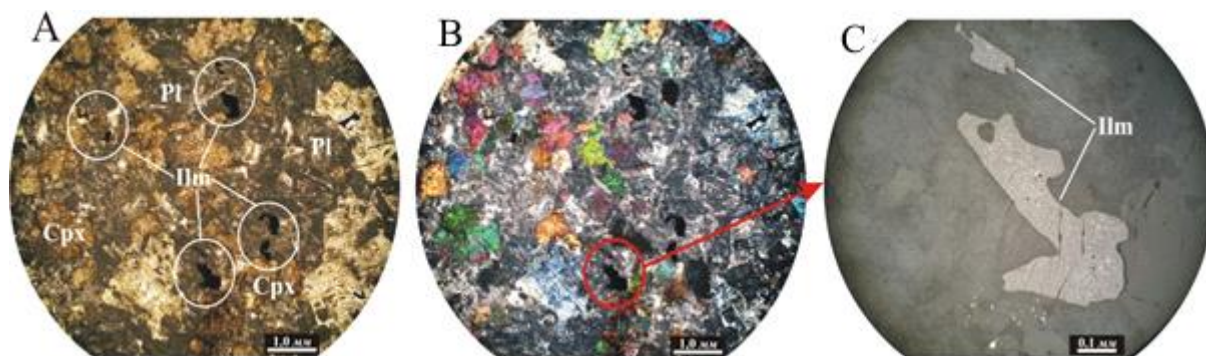
Biến loại thứ tư là các hạt dạng sợi cong, rất mảnh bao viền từng đoạn quanh ban tinh sulfit (Hình 4E-F).

Hàm lượng ilmenit giảm theo hướng từ dưới lên trên mặt cắt, từ plagioperidotit đến melanogabro olivin (gabro sẫm màu). Trong các biến loại thạch học này đều gặp cả bốn dạng kiến trúc của ilmenit mô tả trên. Trong picrit, ilmenit hiếm gặp và nếu có gặp chỉ thấy ở ven rìa tinh thể ban tinh sulfit. Ở phần trên của mặt cắt, các hạt ilmenit trong melanogabro olivin nằm trong khe trống giữa các khoáng vật khác (Hình 5A-B). Chúng bị thay thế mạnh mẽ bởi các khoáng vật silicat và chứa nhiều thể tù nhỏ sulfit dạng tha hình, (chẳng hạn chalcopyrit) (Hình 5C). Những biến đổi như vậy không chỉ đối với các hạt nằm giữa khoảng trống mà cả những hạt ilmenit đẳng thước trong clinopyroxen thuộc phần trên của tầng melanogabro olivin cũng bị thay thế mạnh mẽ bởi silicat (Hình 4C).

Kiến trúc bên trong của ilmenit (ngoại trừ các hạt bị thay thế bởi silicat) thường khá đồng nhất. Không thấy cấu tạo phân đới, vành thay thế hoặc kiến trúc phân hủy.



Hình 4. Các biến loại kiến trúc của ilmenit từ các biến loại thạch học chính thuộc block bắc khối Suối Cùn (ánh sáng phản xạ; A-D: tấm mài láng; E-F: mẫu mài láng). A - Hạt ilmenit (Ilm) dạng giáo, tổ hợp với ban tinh sulfit (Sulf) trong plagioclazolit. Pyrotin thay thế ilmenit. B - Hạt Ilm bị phân tách tổ hợp với ban tinh sulfit trong plgiolherzolit. Trong hạt Ilm có bao thể sulf dạng đẳng thước. C - Hạt ilmenit đẳng thước trong clinopyroxen (Cpx) trong phần trên của melanogabro olivin. Ilmenit bị thay thế mạnh mẽ bởi silicat. D. Hạt Ilm hình tam giác trong olivin (Ol) từ melanogabro olivin. Olivin bị chia cắt bởi các gân mạch serpentin (Srp) và magnetit (Mag). E-F. Hạt ilmenit dạng sợi mảnh trên ranh giới ban tinh sulfit với plagiolherzolit vây quanh (E) và gabroit olivin (F).



Hình 5. Ilmenit nằm xen trong melanogabro olivin thuộc phần trên của phân khối bắc Suối Cùn (tấm mài láng). Hạt ilmenit (Ilm) nằm trùng với khu vực phát triển plagiocla (Pl) trong đá (A: nicol (-); B: nicol (+)). Chúng bị biến đổi mạnh và thay thế bởi silicat và chứa nhiều bao thể nhỏ sulfit dạng tha hình (chủ yếu là chalcopyrit) (C: ánh sáng phản xạ).

Dựa vào thành phần hóa học, có thể phân chia ilmenit trong phân khối bắc Suối Cùn thành hai nhóm (Bảng 1; Hình 6). Nhóm thứ nhất là những ilmenit chứa Mg với hàm lượng MgO 3,1-4,1 % tl; 0,47-1,22 % tl MnO; 0,45-0,86 % tl Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,39-0,73 % tl V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,11-0,16 % tl Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> và 0,10-0,16 % tl NiO; nhóm thứ hai bao gồm các ilmenit chứa Mn với hàm lượng MnO 1,57-3,08 % tl; 0,42-0,65 % tl MgO; 0,81-1,27 % tl Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,32-0,52 % tl V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> và < 0,09 % tl NiO.

Việc phân tích vị trí kiến trúc (sự có mặt các hạt ilmenit trong olivin, tổ hợp với Ti-Cr-Fe chromspinel, quan hệ với ban tinh sulfit) cho phép giả thiết rằng ilmenit trong các đá khối Suối Cùn được kết tinh ở giai đoạn tương đối sớm - có thể là sau khi thành tạo Ti-Cr-Fe chromspinel, nhưng trước khi kết tinh olivin - trước và/hoặc trong quá trình tách ly sulfit. Mặt khác, hình thái nằm xen của các hạt ilmenit trong melanogabbro olivin ở phần trên của mặt cắt cho thấy ilmenit trong các đá này được hình thành ở giai đoạn muộn, sau khi kết tinh plagiocla và clinopyroxen. Như vậy, trong quá trình hình thành khối Suối Cùn, ilmenit có thể đã được hình thành ở hai giai đoạn riêng biệt. Ở giai đoạn sớm trong lò trung gian, trước khi kết tinh các silicat tạo đá chính và Al-Fe-Cr chromspinel; Ở giai đoạn muộn trong lò tạo khối

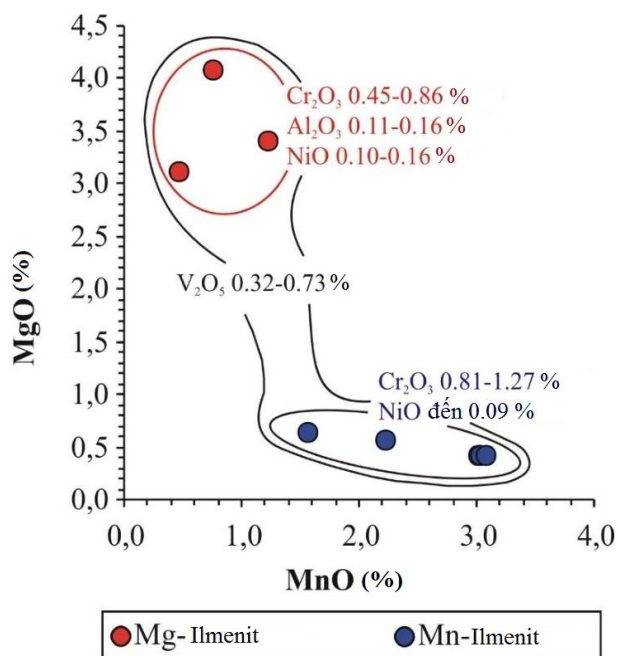
xâm nhập, sau khi kết tinh khối lượng silicat chủ yếu từ dung thể dư thừa giàu Fe và Ti.

Dựa vào thành phần hóa học, các ilmenit giai đoạn sớm là các biến loại chứa Mg và Mn (Bảng 1) với hàm lượng Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dao động trong khoảng 2,5-8,03 % đối với biến loại thứ nhất (chứa Mg) và 5,3-6,7 % đối với biến loại thứ hai (chứa Mn). Hàm lượng oxyt sắt (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> < 6,0 % mol) như vậy thường đặc trưng cho các ilmenit “khử” [15].

Các thí nghiệm cho thấy hàm lượng MgO trong ilmenit được kết tinh là một hàm số phức tạp của sự tương tác giữa một loạt yếu tố [1], trong đó chủ yếu là: (i) Áp suất (đã xác định được mối liên quan tuyến tính của hàm lượng MgO trong ilmenit vào áp suất ở gần đường pha lỏng trong hệ “picrit - ilmenit” và sự giảm đơn điệu hàm lượng MgO trong ilmenit cùng với sự tăng áp suất trong hệ “basalt kiềm - ilmenit”); (ii) Nhiệt độ (ilmenit nhiệt độ cao thường chứa hàm lượng MgO cao hơn); (iii) Độ dễ bay hơi (fugat) của oxy (sự gia tăng áp suất riêng phần của oxy trong khoảng 1-2 bậc sẽ dẫn tới sự giảm độ Mg của ilmenit và gia tăng hàm lượng hematit trong dung dịch cứng); (iv) Thành phần dung thể ban đầu (trong cùng một điều kiện hóa lý, ilmenit chứa Mg sẽ được kết tinh từ dung thể ban đầu giàu Mg hơn).

Bảng 1. Thành phần hóa học của ilmenit trong block bắc khối Suối Cùn (% tl).

Mẫu	ir52	ir52	ir52	ir52	ir52	ir53	ir51a	ir51a
	Plagiolherzolit					Melanogabro olivin	Ly thể sulfit	
	1	2	3	4	5	6	7	8
TiO <sub>2</sub>	49,73	51,10	51,01	50,79	50,29	50,09	53,09	52,44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,04	0,00	0,00	0,00	0,16	0,03	0,11	0,14
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,27	0,81	0,79	0,87	0,55	1,16	0,86	0,45
FeO*	47,53	45,60	45,68	45,52	46,32	47,03	41,72	41,31
MnO	1,57	3,01	3,03	3,08	0,47	2,23	1,22	0,76
MgO	0,65	0,43	0,42	0,42	3,11	0,56	3,45	4,09
NiO	0,07	0,04	0,01	0,02	0,10	0,09	0,10	0,16
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,52	0,43	0,42	0,36	0,39	0,32	0,47	0,73
Tổng	101,38	101,42	101,36	101,07	101,39	101,52	101,01	100,06
Số lượng cation/3 oxy, Fe <sup>3+</sup> và Fe <sup>2+</sup> được tính theo tỉ lệ trong công thức lý thuyết								
Ti	0,92	0,94	0,94	0,94	0,92	0,93	0,97	0,96
Al	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
Fe <sup>3+</sup>	0,14	0,11	0,12	0,12	0,16	0,13	0,05	0,08
Fe <sup>2+</sup>	0,84	0,84	0,84	0,84	0,77	0,85	0,80	0,76
Mn	0,03	0,06	0,06	0,06	0,01	0,05	0,03	0,02
Mg	0,02	0,02	0,02	0,02	0,11	0,02	0,13	0,15
Ni	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01



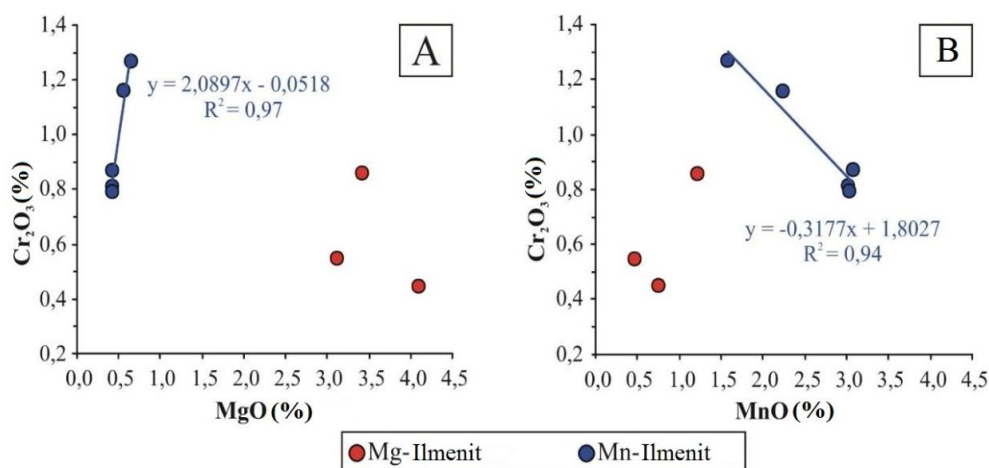
Hình 6. Thành phần hóa học của ilmenit, phân khối bắc khối Suối Cùn trên biểu đồ MgO-MnO.

Hàm lượng  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  trong ilmenit là hàm số đơn giản nhất của nhiệt độ và thành phần đá [1]. Đồng thời, hàm lượng MgO trong ilmenit sẽ không ảnh hưởng đến sự gia nhập của  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  vào dung dịch cứng. Quy luật tương tự hoàn toàn đặc trưng cho các ilmenit chứa Mg, nhưng đối với các biến loại ilmenit chứa Mn, có lẽ, mối tương quan dương rõ rệt giữa hàm lượng MgO và  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (hình 7A). Mối tương quan âm rõ rệt đã được xác lập giữa MnO và  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  trong ilmenit (Hình 7B).

Ilmenit có hàm lượng MgO tương tự như ilmenit giai đoạn sớm của khối Suối Cùn cũng ghi nhận được trong các xâm nhập chứa quặng và không chứa quặng vùng Norinsk, phức hệ Insizva, trong xâm nhập Jinchuan (Trung Quốc), bazan picrit thuộc trap Decan (Ấn Độ),... [16]. Chúng khá phổ biến nhưng chỉ là khoáng vật phụ của nhiều thể xâm nhập tổ hợp với tholeit lục địa giàu Ti. Sự có mặt của ilmenit Mg như mô tả trên trong giai đoạn sớm của quá trình thành tạo các khối mafic-siêu mafic chứa olivin chứng tỏ: (a) dung thể ban đầu của khối Suối Cùn có mối liên quan nguồn gốc với magma thạch quyển manti á lục địa [17] và (b) ilmenit kết tinh trong điều kiện nhiệt độ cao từ dung thể basalt có hàm lượng magne vừa phải [16]. Điều này phù hợp với tính toán mô hình thành tạo khối Suối Cùn [18], theo đó,

khối này được thành tạo do sự xâm nhập của magma microbazan cao nhôm ở khoảng nhiệt độ 1260-1090°C, áp suất 1-3 kbar và hoạt độ oxy gần với đệm (buffer). Thành phần hóa học trung bình của khối Suối Cùn được tính tích hợp theo mặt cắt tổng hợp của khối cũng cho thấy nó gần gũi với microbazan:  $\text{SiO}_2 = 48.75$  % tl,  $\text{TiO}_2 = 0.92$  % tl,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 12.16$  % tl,  $\text{FeO}^* = 10.69$  % tl,  $\text{MgO} = 15.43$  % tl,  $\text{CaO} = 9.66$  % tl,  $\text{Na}_2\text{O} = 1.71$  % tl,  $\text{K}_2\text{O} = 0.52$  % tl,  $\text{P}_2\text{O}_5 = 0.16$  % tl ( $\text{FeO}^*$  - tổng sắt quy về FeO) [18].

Đặc điểm thành phần hóa học của ilmenit chứa Mn, thấp Mg thuộc giai đoạn sớm như sau: (i) Có tương quan âm giữa hàm lượng MgO và MnO (Hình 6), chứng tỏ  $\text{Mn}^{2+}$  thay thế  $\text{Mg}^{2+}$  trong cấu trúc của ilmenit; (ii) “Đặc trưng khử” trong khoảng hàm lượng  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , nằm trong khoảng hàm lượng  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  của các biến loại chứa Mg chứng tỏ sự thành tạo ilmenit thấp Mg không phải do sự tăng độ fuga của oxy; (iii) Mối tương quan dương giữa hàm lượng  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  và MgO (Hình 7A) trong khi mối tương quan âm giữa  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  và MnO (Hình 7B), chứng tỏ sự gia tăng hàm lượng MnO trong ilmenit thấp Mg kèm theo sự giảm một cách có quy luật hàm lượng MgO và  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  trong chúng cho phép giả thiết rằng ilmenit chứa Mn được thành tạo do phản ứng của các biến loại chứa Mg giai đoạn sớm với dung thể silicat đã tiến hóa.



Hình 7. Tương quan hàm lượng giữa  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  với MgO (A) và MnO (B) trong ilmenit, block bắc khối Suối Cùn.



Các tài liệu hiện có về thành phần hóa học của ilmenit giai đoạn muộn cho thấy chúng là các biến loại chứa Mn với hàm lượng MgO (0,56 % tl) và khá cao Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1,16 % tl) (Bảng 1). Thành phần này có lẽ là thuộc biến loại ilmenit nằm xen kẽ giữa các hạt plagiocla ở phần trên của lớp gabro nên khó có thể chứa MgO hàm lượng cao. Hàm lượng tăng cao của Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, có lẽ, chứng tỏ sự gia tăng tương đối hàm lượng Cr trong dung thể silicat tiến hóa và xu hướng này cũng đặc trưng cho xu hướng kết cấu Al-Fe-Cr của chromspinel [10].

Dựa theo hàm lượng của oxyt sắt (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 6,0 % ~ 3,0 % mol) các ilmenit giai đoạn muộn tương ứng với các biến loại “khử” [15]. Như vậy, có lẽ, sự biến đổi ilmenit từ phần trên của lớp melanogabro olivin, thể hiện ở sự thay thế bởi silicat và sulfit của các hạt nằm xen cũng như khảm trong pyroxen là do các quá trình thứ sinh, sau magma.

Các vành ilmenit dạng sợi mảnh xung quanh ban tinh (fenocryst) sulfit đã được xác định trong plagioperidotit và gabroit olivin khối Suối Cùn (Hình 4E-F). Rất khó cho rằng sự xuất hiện của chúng là do hỗn nhiễm đá chứa quặng bởi dung thể sulfit như một số giả thuyết khác [19]. Giả thuyết về đặc điểm kiến trúc - cấu tạo như vậy là do oxyt Fe-Ti được kết tinh từ dung thể silicat có sử dụng các giọt (globus) sulfit với vai trò là tâm kết tinh [20] còn thiếu tin cậy hơn. Vì thế, có lý hơn cả là giả thuyết về các vành ilmenit quanh ban tinh sulfit được hình thành do phản ứng giữa các pha sulfit và silicat [21]. Tình trạng tương tự có thể xuất hiện khi mà dung dịch silicat và sulfit tồn tại không cân bằng với nhau. Mặc dù cơ chế hình thành ilmenit trong trường hợp này chưa rõ ràng (do phản ứng gần rắn - subsolidus hay được kết tinh trực tiếp từ dung thể), thì sự có mặt của các tương quan kiến trúc - cấu tạo kiểu này trong các đá khối Suối Cùn, có thể được xem như là dấu hiệu của hệ động (chảy), bởi lẽ sự hình thành các vành ilmenit phải được xảy ra trực tiếp trong buồng thành tạo khối xâm nhập. Trong trường hợp này, xuất phát từ thực tế sự biểu hiện phân mảnh (từng đoạn) của chúng, có thể giả thiết rằng thành phần của dung thể

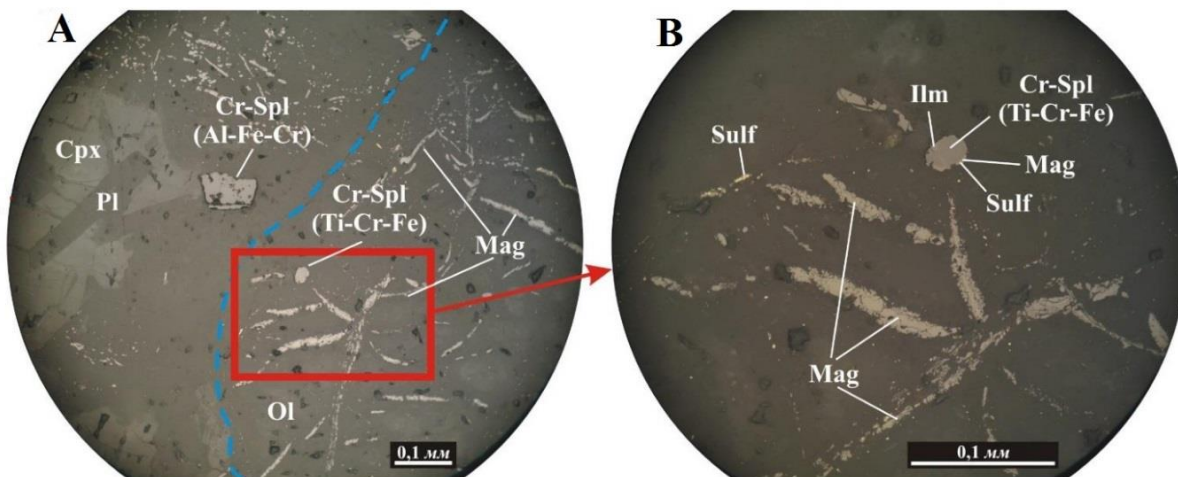
silicat không cân bằng không khác biệt một cách đáng kể với thành phần của magma đã tách ly sulfit.

#### 4.2. Magnetit

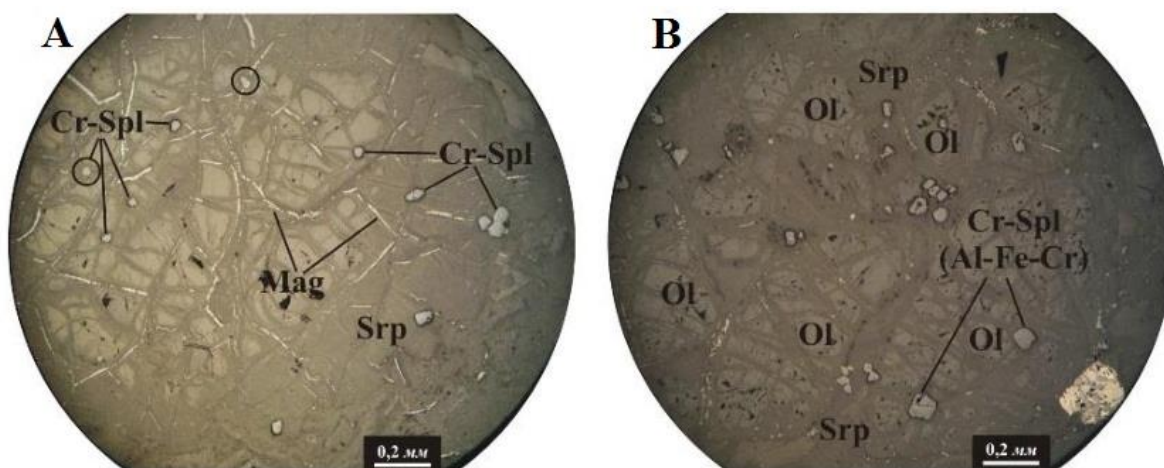
Hàm lượng magnetit trong các biến loại đá ở phân khối bắc Suối Cùn chỉ chiếm khoảng 2-3 %. Chúng bao gồm một số biến thể kiến trúc: (i) Hạt có hình thái khác nhau (từ tự hình đến tha hình) và kích thước khác nhau (thường từ 0, n mm và nhỏ hơn đến 0,0n mm), tạo thành các mạch nhỏ và tập hợp dạng thừng trong phần nhân của các gân mạch serpentinit hoặc phân tán khá đồng đều trong các khu vực có serpentinit (Hình 8A-B; 9A-B), đôi khi, tổ hợp với magnetit dạng gân mạch là các hạt chalcopyrit và pyrit (Hình 10B). Sự thành tạo magnetit kiểu kiến trúc này là do quá trình serpentinit hóa, với sự gia tăng kích thước hạt do quá trình tái kết tinh chọn lọc; (ii) các vành đầy đủ hoặc vành phân mảnh dọc theo rìa hạt chromspinel (Hình 8B), hiếm hơn có thể gặp các gân mạch mảnh dạng xuyên cắt. Đồng thời, như đã nêu trên, sự phát triển các vành magnetit xung quanh hạt chromspinel cũng như các gân mạch xuyên cắt chủ yếu là được không chế bởi các đới serpentinit hóa. Đối với một số ít hạt spinel trong ban tinh sulfit thì rất đặc trưng sự có mặt các vành magnetit (Hình 10); (iii) các khối tha hình, hiếm hơn là các hạt có mức độ tự hình khác nhau tổ hợp với các ban tinh sulfit. Magnetit kiểu này thường thấy có nhiều bao thể sulfit tha hình (pyrotin, pentlandit, chalcopyrit; Hình 10D-E-F). Đôi chỗ trong gabro olivin ở phần dưới magnetit hầu như thay thế toàn bộ ban tinh violarit (Hình 10F). Mức độ “magnetit hóa” sulfit, về cơ bản, gia tăng theo hướng từ dưới lên trên mặt cắt, từ plagiolherzolit đến gabroit (Hình 10C-E). Trong picrit và melanogabro olivin thì phần magnetit trong ban tinh sulfit không lớn. Các đặc trưng kiến trúc - cấu tạo của magnetit: đặc điểm tinh thể, quan hệ xuyên cắt đối với ranh giới hạt khoáng vật bên trong ban tinh sulfit, sự có mặt bên trong magnetit các bao thể tinh thể đơn khoáng hoặc đa khoáng, ... cho phép coi magnetit của biến loại kiến trúc này là thứ sinh được thành tạo sau khi ban tinh sulfit đã kết tinh.

Dựa vào thành phần hóa học, magnetit khối Suối Cùn khá đồng nhất (Bảng 2). Mức độ oxy hóa khác nhau dẫn đến tương quan khác nhau của sắt hóa trị hai và sắt hóa trị ba trong thành phần của chúng và hệ quả là dẫn đến sự biến thiên tổng chung của kết quả phân tích trên máy vi dò (EPMA). Magnetit tổ hợp với sulfit đặc

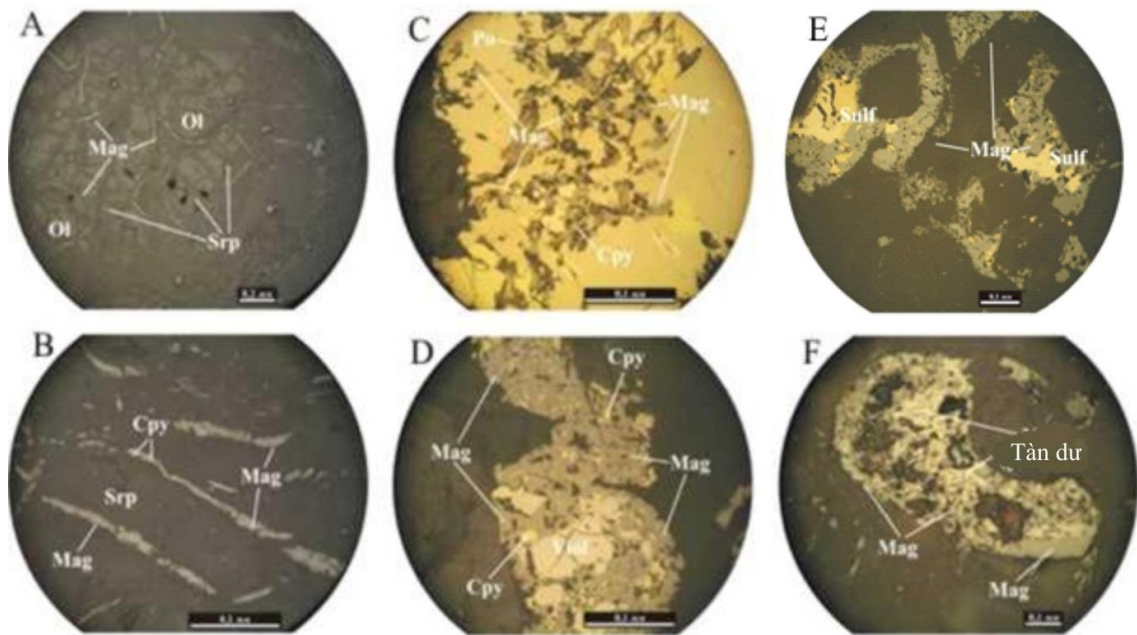
trung chứa tạp chất Ni (đến 0,5 %; kết quả phân tích 1-3 trong Bảng 2). Trong magnetit được hình thành do quá trình serpentin hóa, dưới dạng tạp chất thấy có Al (đến 0,46 % t.l Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Mg (đến 1,65 % t.l MgO) và Ni (đến 0,11 % t.l NiO) (các kết quả 4-5 trong bảng 2).



Hình 8. A- Al-Fe-Cr chromspinel (Cr-Spl (Al-Fe-Cr)) trong nền serpentin không có vành magnetit; B- Ti-Cr-Fe chromspinel (Cr-Spl (Ti-Cr-Fe)) trong olivin. Ở phần rìa của chromspinel thấy có ilmenit (Ilm). Hạt chromspinel được bao quanh bởi các vành magnetit (Mag). Trong magnetit là hạt sulfit (có thể là pyrit) (Sulf). Trong olivin bị serpentin hóa thấy nhiều gân mạch magnetit (Mag) cùng với các hạt sulfit (Sulf) (pyrit, chalcopyrit).



Hình 9. A- Bên trong mạch nhỏ serpentin (Srp) trong olivin thấy các gân mạch magnetit (Mag); Cr-Spl: chromspinel. B- Al-Fe-Cr chromspinel (Cr-Spl) trong olivin từ picrit, khá đồng nhất, không thấy riềm magnetit. Ánh sáng phân xạ.



Hình 10. Các biến loại kiến trúc của magnetit trong các biến loại thạch học chính khối Suối Cùn (ánh sáng phản xạ; A-B: tấm mài láng; C-F: mẫu mài láng). A: Magnetit dạng gân mạch và dạng sợi (Mag) từ phần dưới của melanogabro olivin nằm trong trung tâm mạch serpentin. Serpentin (Srp) tạo thành mạng mà trong nút của nó là các hạt olivin tàn dư (Ol); B: Magnetit dạng gân mạch trong plagiolherzolit. Các hạt chalcopyrit (Cpy) tha hình nhỏ tổ hợp với magnetit. C-E: Hạt magnetit có mức độ tự hình khác nhau tổ hợp với sulfit trong plagiolherzolit (C), thuộc phần dưới mặt cắt (D) và phần trên mặt cắt melanogabro olivin (E). Trong magnetit thấy nhiều bao thể nhỏ pyrotin tha hình (Po), chalcopyrit và violarit (Viol). F: Magnetit thay thế ban tinh violarit. Phần thấp mặt cắt melanogabro olivin.

Bảng 2. Thành phần hóa học của magnetit trong block bắc khối Suối Cùn (% tl).

Mẫu	ir52	ir51a	ir54	ir54	ir53
	Plagiolherzolit	Ly thể sulfit	Phần dưới của tầng melanogabro olivin		Phần trên của tầng melanogabro olivin
	magnetit tổ hợp với sulfide			magnetit tổ hợp với gân mạch serpentin	
	1	2	3	4	5
TiO <sub>2</sub>	0.02	0.05	0.03	0.01	0.07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.03	0.00	0.46	0.02
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.04	0.01	0.01	0.04
FeO	95.31	82.04	93.98	89.24	91.36
MnO	0.06	0.09	0.06	0.05	0.05
MgO	0.07	0.05	0.03	1.65	0.24
NiO	0.06	0.50	0.11	0.06	0.11
ZnO	0.00	0.14	0.00	0.00	0.05

V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.01	0.05	0.00	0.01	0.02
Tổng	95.53	82.99	94.22	91.49	91.96
Số lượng cation / 4 oxy, Fe <sup>3+</sup> và Fe <sup>2+</sup> được tính theo tỉ lệ trong công thức lý thuyết					
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Fe <sup>3+</sup>	2.00	2.00	2.00	1.98	1.99
Fe <sup>2+</sup>	0.99	0.97	0.99	0.90	0.98
Ni	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00

## 5. Kết luận

Việc nghiên cứu các đặc điểm hình thái, mối tương quan kiến trúc - cấu tạo và đặc điểm thành phần của ilmenit và magnetit trong plagiolherzolit và melanogabro olivin (và picrit) ở phân khối bắc khối Suối Cùn cho phép đưa ra những kết luận sau:

- Dung thể ban đầu của khối Suối Cùn liên quan nguồn gốc với magma từ thạch quyển manti kiểu á lục địa;

- Trong quá trình hình thành khối Suối Cùn, ilmenit được kết tinh hai lần: a) ở giai đoạn sớm trong buồng trung gian, sau khi chromspinel Ti-Cr-Fe kết tinh, song trước khi hình thành các silicat tạo đá chính và chromspinel Al-Fe-Cr, đã xảy ra kết tinh ilmenit chứa Mg. Sau đó, phản ứng giữa các ilmenit này với dung thể silicat tiến hóa đã dẫn tới sự giảm hàm lượng MgO trong chúng đồng thời với sự tăng MnO và hình thành các biến loại ilmenit chứa Mn; b) ở giai đoạn cuối, trong buồng tạo khối, sau khi hình thành khối lượng chủ yếu các silicat tạo đá từ dung thể dư thừa giàu Fe và Ti, ilmenit chứa Mn nằm xen kẽ được kết tinh;

- Sự tái cân bằng giữa dung dịch sulfit được tách ly từ magma ban đầu với các phần mới của dung thể silicat (về thành phần gần với dung thể ban đầu) thì trong buồng tạo khối (kết tinh) Suối Cùn đã dẫn đến sự hình thành các vành ilmenit phân đoạn xung quanh ban tinh sulfit.

- Nghiên cứu tương quan kiến trúc - cấu tạo và đặc điểm địa hóa - khoáng vật của magnetit trong các đá khối Suối Cùn cho phép giả thiết rằng nếu như không phải toàn bộ magnetit thì ít

nhất đa phần chúng có nguồn gốc thứ sinh liên quan tới serpentinit hóa và quá trình biến cải tổ hợp sulfit magma sớm.

## Lời cảm ơn

Bài báo là một phần kết quả nghiên cứu của đề tài hợp tác với Quỹ nghiên cứu cơ bản Nga (RFFI) năm 2016-2017, mã số: VAST.HTQT.NGA.07/16-17 và 16-55-54003. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam và Phân viện Siberi - Viện Hàn lâm Khoa học Nga đã tài trợ cho nghiên cứu này.

## Tài liệu tham khảo

- [1] Ю.С. Геншафт, В.А. Цельмович, А.К. Гапеев, Г.М. Солодовников, Значение Fe-Ti оксидных минералов в науках о Земле, Вестник ОИГГН РАН, 1 (1999) 3.
- [2] G.V. Polyakov, P.A. Balykin, A.E. Izokh, V.A. Aminsev, Ngo Thi Phuong, Tran Trong Hoa, Hoang Huu Thanh, Bui An Nien, Vu Van Van, Tran Quoc Hung, Hoang Viet Hang, Tran Tuan Anh, The mineralogy of Platinum group elements (PGE) in Permian - Triassic mafic-ultramafic associations of North Vietnam, Proceeding of the International Symposium: "Geology of Southeast Asia and adjacent areas, Ha Noi, (1995) 406.
- [3] P.A. Balykin, Hoang Huu Thanh, Tran Quoc Hung, Tran Trong Hoa, Ngo Thi Phuong, Petrological peridotite-gabbroid's types and their distribution in structures of North Vietnam, Vietnam Journal of Geology, 5-6 B (1995) 429.



- [4] П.А. Балыкин, Г.В. Поляков, Т.Е. Петрова, Р.А. Шелепаев, Чан Чонг Хоа, Нго Тхи Фьонг, Хоанг Хыу Тхань, Чан Куок Хунг, Составы исходных расплавов пермо-триассовых и триассово-юрских ультрамафит-мафитовых комплексов северного Вьетнама. Доклады РАН, 378 (2001) 225.
- [5] A.I. Glotov, G.V. Polyakov, Tran Trong Hoa, Ngo Thi Phuong, A.E. Izokh, S.V. Kovyazin, P.A. Balykin, Hoang Huu Thanh, Bui An Nien, Pham Thi Dung, The late Permian Cao Bang PGE-Cu-Ni-bearing complex of the Song Hien structure, Northeastern Vietnam, Vietnam Journal of Geology, 23 B (2004.) 89.
- [6] G.V. Polyakov, Nguyễn Trọng Yêm (Đồng chủ biên), P.A. Balykin, Trần Trọng Hòa, Hoàng Hữu Thành, Trần Quốc Hùng, Ngô Thị Phương, Т.Е. Петрова, Vũ Văn Vấn, Bùi Ân Niên, Trần Tuấn Anh, Hoàng Việt Hằng, Các thành tạo mafic-siêu mafic Permi-Triat miền Bắc Việt Nam, NXB KH&KT, Hà Nội, 1996.
- [7] Г.В. Поляков, Чан Чонг Хоа, В.А. Акимцев, П.А. Балыкин, Нго Тхи Фьонг, Хоанг Хыу Тхань, Чан Куок Хунг, Буй Ан Ньен, Н.Д. Толстых, А.И. Глотов, Т.Е. Петрова, Ву Ван Ван, Рудно-геохимическая специализация пермо-триассовых ультрамафит – мафитовых комплексов Северного Вьетнама. Геология и Геофизика, 40 (1999), 1474.
- [8] A.E. Izokh, G.V. Polyakov, Tran Trong Hoa, P.A. Balykin, Ngo Thi Phuong, Permian-Triassic ultramafic-mafic magmatism of Northern Vietnam and Southern China as expression of plume magmatism, Russian Geology and Geophysics, 46 (2005) 942.
- [9] Чан Чонг Хоа, Внутриплитный магматизм Северного Вьетнама и его металлогения: Диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Институт Геологий и Минералогии, СО РАН, Новосибирск, 2007.
- [10] Trong-Hoa Tran, G.V. Polyakov, Tuan-Anh Tran, A.S. Borisenko, A. E. Izokh, P.A. Balykin, Thi-Phuong Ngo, Thi-Dung Pham, Intraplate Magmatism and Metallogeny of North Vietnam, Modern Approaches in Solid Earth Sciences, V.11, Springer, 2016.
- [11] Т.В. Светлицкая, Состав и условия формирования рудной минерализации массива суойкун (Северо-восточный Вьетнам). Диссертация на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук. Институт Геологий и Минералогии, СО РАН, Новосибирск, 2012.
- [12] T.V. Svetliskaya, P.A. Nevolko, Thi Phuong Ngo, Trong Hoa Tran, A.E. Izokh, R.A. Shelepaev, An Nien Bui, Hoang Ly Vu, Small-intrusion - hosted Ni-Cu-PGE sulphide deposits in northeastern Vietnam: Perspectives for regional mineral potential, Ore Geology Reviews, 86 (2017) 615.
- [13] Trần Văn Trị, Vũ Khúc (chủ biên), Địa chất và Tài nguyên Việt Nam (Chuyên khảo nhiều tác giả), NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội, 2010.
- [14] Tran Trong Hoa, A.E. Izokh, G.V. Polyakov, A.S. Borisenko, Ngo Thi Phuong, P.A. Balykin, Tran Tuan Anh, S.N. Rudnev, Vu Van Van, Bui An Nien, Permo-Triassic magmatism and metallogeny of North Vietnam in relation to Emeishan's Plume, Russian Geology and Geophysics, 49 (2008) 480.
- [15] J.J. Ague, G.H. Brimhall, Regional variations in bulk chemistry, mineralogy, and the compositions of mafic and accessory minerals in the batholiths of California, Geological Society of America Bulletin, 100 (1988) 891.
- [16] S.J. Barnes, Chromite in komatiites: II. Modification during greenschist to mid-amphibolite facies metamorphism, Journal of Petrology, 41 (2000) 387.
- [17] D.I. Groves, S.E. Ho, N.M.S. Rock, M.E. Barley, M.T. Muggerridge, Archean cratons, diamond and platinum: evidence for coupled long-lived crust-mantle systems, Geology, 15 (1987) 801.
- [18] П.А. Балыкин, Г.В. Поляков, Чан Чонг Хоа, А.В. Лавренчук, А.Э. Изох, Нго Тхи Фьонг, А.И. Глотов, Хоанг Хыу Тхань, Т.Е. Петрова, Е.А. Васюкова, Состав и условия формирования позднепермского платиноидно-медь-никеленосного лерцолит-габбронорит-долеритового комплекса Каобанг (Северо-Восточный Вьетнам), Геология и геофизика, 47 (2006) 825.
- [19] Э.Г. Конников, А.А. Цыганков, Д.А. Орсов, Чайское медно-никелевое месторождение - Месторождения Забайкалья, Под ред. Н.П. Лаврова. – М.: Геоинформмарк, 1 (1995) 3947.
- [20] E.A. Mathez, Sulfit relations in Hole 418A flows and sulfur contents of glasses - Initial Reports of the DeepSea Drilling Project, U.S. Gov't Printing Office, Washington, 53 (1979) 1069.
- [21] J.M. Ade-Hall, L.K. Fink, H.P. Johnson, Petrography of opaque minerals, in R.S. Yeats, S.R. Hart, Initial Reports of Deep Sea Drilling Project, U.S. Government Printing Office, Washington, 34 (1976) 349.

## Modes of Occurrences and Geochemical Characteristics of Ilmenite and Magnetite of the North Suoi Cun Lherzolite and Gabbroid

Tran Trong Hoa<sup>1</sup>, T.V. Svetliskaya<sup>2</sup>, A.E. Izokh<sup>2,3</sup>,  
P.A. Nevolko<sup>2,3</sup>, Tran Tuan Anh<sup>1</sup>, R.A. Shelepaev<sup>2,3</sup>, Ngo Thi Phuong<sup>1</sup>,  
Pham Thi Dung<sup>1</sup>, Pham Ngoc Can<sup>1</sup>, Vu Hoang Ly<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Geological Sciences, VAST, 84 Chua Lang, Dong Da, Hanoi, Vietnam*

<sup>2</sup>*VS Sobolev Institute of Geology and Mineralogy Siberian Branch Russian Academy of Sciences,  
3 Koptiyuga Avenue, Novosibirsk 630090, Russia*

<sup>3</sup>*Novosibirsk State University, 2 Pirogova str., Novosibirsk 630090, Russia*

**Abstract:** Modes of occurrences and geochemical characteristics of ilmenite and magnetite in the North Suoi Cun ultramafic rocks were studied to understand source, formation and evolution of magma chamber. The northern Suoi Cun ultramafic block consists of plagiolherzolite and olivine melano-gabbro. The Plagiolherzolite and olivine melano-gabbro consist of large amounts of olivine and pyroxene, while lesser amounts of plagioclase and sulfit minerals and small amounts of biotite, chromspinel, ilmenite and magnetite were found. The results suggest that: a/ There are two types of ilmenite formed in two distinct stages: Early Mg-rich ilmenite was formed at intermediate magma chamber and latter Mn-rich ilmenite was formed at crystallized magma chamber; b/ Original magma of Suoi Cun plagiolherzolite and melano gabbroid was derived from sub-continental lithospheric mantle; c/ magnetite was formed at latter stage by two processes: serpentinization and alteration of early sulfit minerals.

**Keywords:** Ilmenite, magnetite, lherzolite, gabbroid, Suối Cùn.