

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

**TRẦN VĂN THÀNH**

**THẠCH LUẬN CÁC THÀNH TẠO GRANITOID PHỨC HỆ  
MƯỜNG LÁT THUỘC ĐỐI TÂY BẮC BỘ  
VÀ KHOÁNG HÓA LIÊN QUAN**

**Ngành: Kỹ thuật địa chất**

**Mã số: 9520501**

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA CHẤT**

**Hà Nội - 2020**

Công trình được hoàn thành tại: **Bộ môn Tìm kiếm - Thăm dò;  
Khoa Khoa học và Kỹ thuật địa chất; Trường Đại học Mở - Địa chất**

Người hướng dẫn khoa học:

**PGS.TS. Phạm Trung Hiếu, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên,  
Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh**

**TS. Đỗ Văn Nhuận, Trường Đại học Mở - Địa chất**

Phản biện 1: **PGS.TSKH Trần Trọng Hòa**

Phản biện 2: **PGS.TS Đặng Xuân Phong**

Phản biện 3: **PGS.TS Nguyễn Quang Luật**

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án cấp trường tại Trường Đại học Mở - Địa chất vào hồi ....., ngày .... tháng .... năm 2020

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện: **Thư viện Quốc gia, Hà Nội hoặc  
Thư viện trường Đại học Mở - Địa chất**

## MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài nghiên cứu

Nghiên cứu thạch luận có ý nghĩa quan trọng, góp phần làm sáng tỏ các giai đoạn hoạt động magma - kiến tạo, làm sáng tỏ thành phần vật chất, quá trình tương tác giữa manti - vỏ, cũng như hiểu biết sâu sắc nguồn vật liệu ban đầu của các đá xuất lộ trên bề mặt Trái đất. Ngoài ra, góp phần hiểu biết quá trình hình thành các loại hình khoáng sản nội sinh, đánh giá tiềm năng sinh khoáng của chúng.

Theo các tài liệu hiện nay (Trần Văn Trị và nnk, 2009; Bùi Minh Tâm và nnk, 2010), đới Tây Bắc Bộ lộ ra khá phong phú các thành tạo granitoid của các phức hệ Chiềng Khương, Mường Lát, Điện Biên, Sông Mã, Phia Bioc. Các granitoid này chưa được nghiên cứu một cách hệ thống, đồng bộ theo hướng hiện đại và định lượng về thành phần vật chất, tuổi thành tạo, nguồn gốc, bối cảnh kiến tạo và ý nghĩa địa chất khu vực. Trong đó đáng chú ý là các thành tạo granit phức hệ Mường Lát còn nhiều vấn đề chưa được đầu tư nghiên cứu chi tiết. Quá trình địa động lực, nguồn vật liệu cung cấp, thời gian thành tạo và tính sinh khoáng của các thành tạo granit phức hệ Mường Lát còn nhiều vấn đề tồn tại cũng như mối quan hệ của chúng với các đá vây quanh và với bình đồ địa chất khu vực Tây Bắc Bộ.

Trong điều kiện như vậy, đề tài: “*Thạch luận các thành tạo granitoid phức hệ Mường Lát thuộc đới Tây Bắc Bộ và khoáng hóa liên quan*” nghiên cứu chi tiết về thành phần vật chất, quy luật phân bố, tuổi và nguồn gốc, cũng như đánh giá tiềm năng khoáng hóa liên quan đến các thành tạo granitoid phức hệ Mường Lát là một việc làm cần thiết, và hoàn toàn có cơ sở thực tế và ý nghĩa quan trọng trong việc lập lại lịch sử tiến hóa về kiến tạo, địa động lực địa chất vùng nghiên cứu.

### 2. Phạm vi và đối tượng nghiên cứu

- Phạm vi nghiên cứu: phức hệ Mường Lát thuộc đới Tây Bắc Bộ;

- Đối tượng nghiên cứu:

+ Các thành tạo granitoid phức hệ Mường Lát;

+ Khoáng hóa liên quan các thành tạo granitoid phức hệ Mường Lát.

### **3. Mục tiêu nghiên cứu**

Làm sáng tỏ đặc điểm cấu trúc địa chất, đặc điểm thạch học, thạch địa hóa, thành phần đồng vị, xác định thời gian thành tạo, bối cảnh kiến tạo, nguồn gốc và khả năng liên quan khoáng sản các thành tạo granitoid phức hệ Mường Lát thuộc đới Tây Bắc Bộ.

### **4. Nội dung nghiên cứu chính**

- Nghiên cứu đặc điểm địa chất, thành phần vật chất các thành tạo granitoid trong khu vực nghiên cứu: bao gồm quy luật phân bố không gian, thành phần thạch học, các tổ hợp cộng sinh khoáng vật tiêu biểu của các đá granitoid. Xác lập các bình đồ khối và các mặt cắt địa chất chi tiết thể hiện quan hệ giữa chúng với các thành tạo địa chất khác tại khu vực.

- Nghiên cứu các loại khoáng sản đi cùng với các thành tạo granitoid, sơ bộ đánh giá tiềm năng sinh khoáng của chúng. Làm rõ những đặc điểm của thành phần quặng, quy luật phân bố, dạng tồn tại, thời gian thành tạo (đồng, trước, sau) với đối tượng địa chất.

- Trên cơ sở các kết quả trên, giải đoán lịch sử tiến hoá vỏ Trái đất khu vực nghiên cứu, đưa ra những nhận định đúng đắn về nguồn gốc của các thành tạo này.

- Liên kết và so sánh lịch sử tiến hoá của các đối tượng nghiên cứu với các khu vực lân cận thuộc lãnh thổ Việt Nam như nền Dương Tử, Nam Trung Hoa và các thành tạo magma granitoid phía tây mảng Đông Dương để xây dựng bình đồ cấu trúc - kiến tạo khu vực trên quan điểm Kiến tạo Mảng.

### **5. Các luận điểm bảo vệ**

- Luận điểm 1: Granitoid phức hệ Mường Lát có thành phần khoáng vật và địa hóa đặc trưng của S\_granit, với tuổi 251 - 230tr.n và được hình thành từ magma có nguồn gốc vỏ trong bối cảnh gắn kết (va chạm) khối Bắc Việt Nam - Nam Trung Hoa và Đông Dương dọc theo đới khâu Sông Mã

- Luận điểm 2: Granitoid Mường Lát có các đặc trưng địa hóa của granitoid kim loại hiếm, có triển vọng về Sn, W.

## 6. Các điểm mới của luận án

- Khẳng định bản chất địa hóa kiểu S - granit và nguồn gốc vỏ của granitoid phức hệ Mường Lát trên cơ sở các phân tích định lượng về địa hóa và đồng vị;

- Xác định mức tuổi thành tạo của granitoid phức hệ Mường Lát kéo dài trong khoảng 251 - 230 tr.n trên cơ sở phân tích tuổi U - Pb zircon LA - ICP - MS;

- Cung cấp thêm tư liệu cho luận giải bối cảnh kiến tạo đồng va chạm của khối Bắc Việt Nam - Nam Trung Hoa và Đông Dương trong tiến trình tạo núi Indosini;

- Xác lập các chỉ tiêu địa hóa của granitoid phức hệ Mường Lát về triển vọng kim loại hiếm (Sn, W).

## 7. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

- **Ý nghĩa khoa học:** Kết quả nghiên cứu của luận án về xác lập các tổ hợp granitoid, tuổi, nguồn gốc magma và bối cảnh kiến tạo của chúng góp phần làm sáng tỏ lịch sử phát triển địa chất phức hệ Mường Lát thuộc đới Tây Bắc Bộ nói riêng, Tây Bắc Việt Nam nói chung trong bình đồ kiến tạo Châu Á. Đồng thời, các kết quả nghiên cứu góp phần xác định tiềm năng sinh khoáng của các thành tạo granitoid phức hệ Mường Lát.

- **Ý nghĩa thực tiễn:** Các kết quả nghiên cứu của luận án có thể sử dụng trong công tác đo vẽ, chỉnh lý bản đồ địa chất, các nghiên cứu chuyên đề về khoáng vật học, thạch luận magma và sinh khoáng, vừa là tiền đề mới cho công tác điều tra, tìm kiếm các khoáng sản. Là tài liệu định lượng có thể sử dụng trong giảng dạy chuyên môn và hướng dẫn nghiên cứu khoa học ở các trường đại học và viện nghiên cứu, và là cơ sở dữ liệu cho các bài báo khoa học và sách chuyên khảo thuộc lĩnh vực địa chất.

## 8. Cơ sở tài liệu và khối lượng thực hiện nghiên cứu của luận án

Luận án được xây dựng trên cơ sở tài liệu của bản thân nghiên cứu sinh thu thập qua các lần đi thực tế ngoài thực địa. Số liệu nghiên cứu của luận án chủ yếu được phân tích mới do bản thân nghiên cứu sinh đầu tư.

Bao gồm: 100 mẫu phân tích lát mỏng thạch học; 10 mẫu phân tích khoáng tương; 10 mẫu phân tích thành phần hóa học của

khoáng vật (phân tích tại trường Đại học Mỏ -Địa chất); 15 mẫu phân tích thành phần hóa học các nguyên tố chính và hàm lượng nguyên tố vết (bao gồm cả đất hiếm); 06 mẫu phân tích tuổi đồng vị phóng xạ U - Pb (zircon) bằng phương pháp LA - ICP - MS; 3 mẫu phân tích đồng vị Hf trong đơn khoáng zircon. 5 mẫu đồng vị Rb - Sr; 5 mẫu đồng vị Sm - Nd trong đá tổng (phân tích tại phòng thí nghiệm phân tích nguyên tố viện Vật lý Địa cầu và Địa chất - Viện Hàn lâm khoa học Trung Quốc).

Ngoài ra NCS tham khảo thêm tài liệu để án nhóm tờ Mộc Châu tỷ lệ 1: 50.000 (Đỗ Văn Thanh, 2015) do chính bản thân nghiên cứu sinh tham gia công tác thực địa và các tài liệu khác đã công bố, nguồn tài liệu lưu trữ.

### **9. Cấu trúc của luận án**

Ngoài phần mở đầu, kết luận và tài liệu tham khảo, luận án gồm 4 chương:

Chương 1. Tổng quan về khu vực nghiên cứu.

Chương 2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu.

Chương 3. Đặc điểm địa chất, thạch địa hóa granitoid phức hệ Mường Lát.

Chương 4. Nguồn gốc granitoid phức hệ Mường Lát và khoáng hóa liên quan.

## **NỘI DUNG CỦA LUẬN ÁN**

### **Chương 1**

## **TỔNG QUAN VỀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU**

### **1.1. Vị trí địa lý – kinh tế nhân văn**

Tây Bắc Bộ được giới hạn có tọa độ địa lý: 19° 31' 58" đến 22° 38' 57" vĩ độ Bắc; 102° 02' 40" đến 106° 00' 00" kinh độ Đông, với địa hình núi cao và chia cắt mạnh, khí hậu nhiệt đới, dân cư thưa thớt, kinh tế khó khăn và đời sống văn hóa xã hội thấp.

### **1.2. Lịch sử nghiên cứu**

Nhìn chung Phức hệ Mường Lát mới được nghiên cứu ở mức độ cơ bản trong tờ bản đồ địa chất Đông Dương tỉ lệ 1:2.000.000, 1952. Khi thành lập bản đồ địa chất Việt Nam phần miền Bắc tỉ lệ 1: 1.000.000 Trần Văn Trị và Nguyễn Xuân Tùng đã xếp Mường Lát vào giai đoạn tạo núi Caledoni có tuổi Paleozoi sớm. Đào Đình Thực và nnk (1995) trong Địa chất Việt Nam - tập II, xếp phức hệ có tuổi tuyệt

đổi là 285 và 295 triệu năm. Trong các đề án đo vẽ và lập bản đồ địa chất nhóm tờ Mường Lát tỷ lệ 1: 50.000, Đinh Công Hùng, 2003; nhóm tờ Mộc Châu tỷ lệ 1:50.000”, Đỗ Văn Thanh, 2015, đá của phức hệ thuộc kiểu S granit, kết quả phân tích tuổi đồng vị  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  cho giá trị  $257 \pm 2,6$  triệu năm.

### **1.3. Đặc điểm địa chất khu vực**

#### **1.3.1. Vòm biến chất phân đới đông tâm Mường Lát**

Từ trung tâm khối đi ra các đá vây quanh có các đới đá biến đổi sau: đới tái nóng chảy granit hóa; silimanit; staurolit; granat; biotit và clorit. Chúng được gây ra bởi biến chất nhiệt động trong khu vực.

#### **1.3.2. Địa tầng**

Hệ tầng Huồi Hào (NP $hh$ ); Nậm Ty (NP $nt$ ); Nậm Cô (NP $3nc$ ); Suối Lát (NP $3sl$ ); Sông Mã ( $\mathcal{E}_2sm$ ); Hàm Rồng ( $\mathcal{E}_3 - O_1hr$ ); Bản Páp (D $_{1-2bp}$ ).

#### **1.3.3. Magma**

Phức hệ Núi Nưa ( $\sigma\text{PZ}_{1nn}$ ): gồm harzburgit, dunit, peridotit.

Phức hệ Bó Xinh ( $\nu\text{PZ}_{1bx}$ ): gabro-amphibolit.

Phức hệ Chiềng Khương ( $\gamma\delta\text{PZ}_{1ck}$ ): tonalit biotit hornblend và granodiorit biotit.

Phức hệ Cẩm Thủy ( $\beta\text{P}_{3ct}$ ): basalt, basalt hạnh nhân.

Phức hệ Điện Biên (P $_3$ -T $_{1db}$ ): gabro, gabrodiorit, diorit, granodiorit, granodiorit hornblend, diorit thạch anh hornblend, monzodiorit thạch anh hornblend, granit, granit biotit, granit hornblend hạt vừa đến thô, đá mạch aplit granit, pegmatit granit.

Phức hệ Mường Lát ( $\gamma\text{T}_{2ml}$ ): granit biotit, granit hai mica sẫm màu, hạt vừa đến lớn, granit muscovit, granit hai mica sáng màu hạt nhỏ, aplit granit, pegmatit granit.

Phức hệ Sông Mã ( $\gamma\text{T}_{2sm}$ ): Pha 1 gồm granit biotit, granit biotit dạng porphyr, granit hornblend, granodiorit biotit, hornblend, diorit thạch anh; pha 2: Aplit granit.

### **1.4. Kiến tạo**

#### **1.4.1. Tổ hợp thạch kiến tạo (THTKT) khu vực nghiên cứu**

THTKT vỏ lục địa cổ tuổi Neoproterozoi muộn; THTKT vỏ đại dương (ophiolit) tuổi Paleozoi sớm và khoáng sản liên quan: Ni, Cr, đá mỹ nghệ; THTKT rìa thụ động tuổi Paleozoi và khoáng sản

liên quan: wolfram; THPTKT cung magma tuổi Permi muộn - Trias và khoáng sản liên quan: Pb; THPTKT va chạm mảng tuổi Permi muộn - Trias và khoáng sản liên quan: wolfram; THPTKT rift nội mảng tuổi Permi muộn - Trias và khoáng sản liên quan: vật liệu xây dựng.

#### 1.4.2. Đặc điểm các hoạt động đứt gãy chính

Khu vực nghiên cứu của luận án đã xác định được 3 hệ thống đứt gãy: tây bắc - đông nam; á vĩ tuyến; đông bắc - tây nam. Trong đó hệ thống tây bắc - đông nam có lịch sử phát triển lâu dài, đóng vai trò chính trong việc tạo nên cấu trúc địa chất khu vực.

#### 1.5. Đặc điểm khoáng sản khu vực nghiên cứu

Trong diện tích vùng nghiên cứu đã ghi nhận được 5 điểm biểu hiện khoáng sản và biểu hiện khoáng hóa. Có 2 biểu hiện khoáng sản wolfram (vàng) bản Ngà và Tà Lào, 1 biểu hiện khoáng hóa wolfram (vàng) bản Phát, 1 biểu hiện khoáng hóa wolfram (vàng) bản Lát, 1 biểu hiện khoáng hóa nickel suối Bo.

### Chương 2

## CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2. 1. Cơ sở lý thuyết

#### 2.1.1. Khái niệm

- **Granitoid**: theo (Pearce, 1996; của J. Winter, 2001): bao gồm một dãy đá biến thiên khá rộng (từ diorit cho đến granit), có chứa hơn 5% thạch anh và  $\text{SiO}_2 > 60\%$ .

- **Loại granit magnetit** (tương ứng với kiểu I). Được kết tinh từ dung thể magma có độ Fuga oxy lớn, nhiệt độ cao, với các đặc điểm sau: Hàm lượng magnetit khoảng 0,1 - 2%, có chứa ilmenit, hematit, pyrit, sphen. Độ oxy hóa lớn ( $\text{Fe}_2\text{O}_3/(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) > 0,35$ ), có liên quan chủ yếu với quặng Cu - Mo (Ishihara, 1977).

- **Loại granit ilmenit** (tương ứng với kiểu S). Được thành tạo do quá trình chảy từng phần từ các đá trầm tích, có độ Fuga oxy nhỏ, nhiệt độ thấp, có các đặc điểm chủ yếu sau: Hàm lượng ilmenit gần 0,1%, có chứa pyrit, pyrotin, graphit, muscovit. Độ oxy hóa nhỏ ( $\text{Fe}_2\text{O}_3/(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) < 0,35$ ), có liên quan chủ yếu với quặng Sn - W (Ishihara, 1977).

- **Các nguyên tố chính**: là nguyên tố chiếm chủ yếu trong tất cả các phân tích đá: Si, Ti, Al, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, P.



- **Nguyên tố vết:** Nguyên tố vết là nguyên tố có trong đá với hàm lượng nhỏ hơn 0,1% trọng lượng, có nghĩa là nhỏ hơn 1 phần triệu (ppm) đơn vị trọng lượng.

### 2.1.2. Nguồn granit

Nguồn: là các vật liệu ban đầu của manti hoặc vỏ cung cấp trực tiếp hay gián tiếp cho việc hình thành các dung thể magma.

### 2.1.3. Phân loại granit

#### Theo thành phần khoáng vật

- Granit kiềm - vôi và granit kiềm.

#### Theo thành phần hóa học

Dựa trên thành phần % các oxit của các nguyên tố chính trong đá là Si, Ti, Al, Fe, Mn, Ca, Na, K và P để phân loại và gọi tên các đá magma.

### 2.1.4. Phân chia các loại granit

Các đá granit được chia thường chia ra ba loại: tholeit, kiềm - vôi, kiềm.

### 2.1.5. Phân chia các kiểu granit

#### 2.1.5.1. Các kiểu nguồn gốc granit

Theo (B. Chappel và A.White, 1974; Loiselle M. và Wones D., 1979) phân chia granit thành 4 kiểu: *granit kiểu I, S, M, A*.

#### 2.1.5.2. Các kiểu kiến tạo granit

Pearce (1984) phân ra granit sống đại dương (ORG), granit nội mảng (WPG), granit cung núi lửa (VAG) và granit va chạm mảng (COLG), granit đồng va chạm (Syn - COLG), granit sau va chạm (Post - COLG).

### 2.1.6. Mối liên quan khoáng hóa với các kiểu granit

Đặc điểm kiểu granitoid và sinh khoáng liên quan (Tổng hợp theo Kent C. Condie, 2003 và Walter L. Pohl, 2011).

- Kiểu M: Khoáng sản liên quan Cu - Au porphyr và Au nhiệt dịch;

- Kiểu I: Khoáng sản liên quan U - REE, Cu - Mo Porphyr, Mo - W - Cu Skarn, Pb - Zn và đôi khi Au và Ag nhiệt dịch;

- Kiểu S: Khoáng sản liên quan Sn, W, Ta nhiệt dịch;

- Kiểu A: Khoáng sản liên quan

+ Với granit cao Kali:

Sn, W, Pb, Zn, CaF<sub>2</sub> trong nội greisen, pegmatit, porphyr

stockwork hoặc trong các trường mạch ở đá vây quanh;

+ Với granit cao Natri: Nb, U, REE, ít Sn trong albitit.

## **2.2. Phương pháp nghiên cứu**

### **2.2.1. Phương pháp nghiên cứu ngoài thực địa**

Khảo sát thực địa và phân tích chi tiết các vết lộ địa chất.

### **2.2.2. Phương pháp thu thập, tổng hợp tài liệu**

Tiến hành thu thập, phân tích và tổng hợp các tài liệu, kết quả nghiên cứu địa chất có trước.

### **2.2.3. Phương pháp nghiên cứu thạch học - khoáng vật**

Các mẫu đá được mài lát mỏng và phân tích dưới kính hiển vi phân cực để xác định kiến trúc, cấu tạo, thành phần, đặc điểm khoáng vật tạo đá, các quá trình biến đổi, thay thế xảy ra trong đá.

### **2.2.4. Phương pháp phân tích khoáng tướng**

Phân tích khoáng tướng nhằm xác định chính xác tên của các khoáng vật tạo quặng, mối tương quan và thứ tự thành tạo của các khoáng vật quặng.

### **2.2.5. Phương pháp nghiên cứu thạch địa hóa**

Nguyên tố chính và nguyên tố vi lượng được tiến hành phân tích trên đá và khoáng vật. Các mẫu phân tích được gửi phân tích tại những cơ sở phân tích có uy tín ở nước ngoài bằng các phương pháp phân tích như: XRF, ICP - MS.

Mẫu được phân tích tại phòng thí nghiệm phân tích nguyên tố vi lượng Vật lý Địa cầu và Địa chất - Viện Hàn lâm khoa học Trung Quốc.

### **2.2.6. Phương pháp phân tích thành phần, đồng vị phóng xạ**

Trong nghiên cứu này, việc sử dụng các đồng vị phóng xạ để giải quyết vấn đề nguồn gốc của đá và xác định tuổi tuyệt đối của chúng.

- Phương pháp nghiên cứu cấu trúc zircon: Zircon nhiệt độ đóng cao nhất (>9000°C), ngoài ra zircon là một trong những khoáng vật có tính chất hóa lý ổn định, không bị ảnh hưởng dưới tác dụng của trình độ biến chất thấp, thông thường tuổi của zircon U - Pb được cho là tuổi kết tinh của khối magma mà chúng ta cần nghiên cứu, chính vì thế mà zircon được cho là công cụ hữu ích trong định tuổi đồng vị.

- Xác định tuổi mô hình của đồng vị Hf bằng phương pháp MC - LA - ICP MS trong đơn khoáng zircon.

- Xác định tuổi mô hình của đồng vị Rb - Sr, Sm - Nd bằng phương pháp TIMS trên đá tổng.

- Phương pháp xác định tuổi đồng vị U - Pb zircon: Phương pháp này dựa trên sự phân rã hạt nhân U cho ra Pb.

### **2.2.7. Tính chuyên hóa địa hóa và sinh khoáng magma**

\* Tính chuyên hóa địa hóa:

Tính chuyên hóa địa hóa (và tạo khoáng) của magma là những đặc điểm về hành vi của các nguyên tố, hợp chất (và những kim loại) trong đá khi hàm lượng trung bình của chúng vượt quá hàm lượng Clark nhiều lần.

Các kiểu chuyên hóa địa hóa của phức hệ magma: liên quan với đặc điểm thạch địa hóa của magma ban đầu; do đồng hóa và do quá trình phân dị magma.

\* Mối quan hệ giữa magma và quặng hóa:

Để xác định mối quan hệ này đối với một mỏ bất kỳ trong một vùng nào đó thường dựa vào các tiêu chuẩn: về kiến trúc địa chất; về khoáng vật - thạch học; địa hoá.

Theo tính chất của mối quan hệ này, các nhà khoa học phân biệt: liên quan nguồn gốc; liên quan có tính chất cộng sinh; liên quan có tính chất không gian giữa quặng và đá magma.

\* Phân chia mức độ bóc mòn của thể xâm nhập granitoid

Khối magma hiện tại được phân làm bốn mức bóc mòn: magma ần, magma lộ đỉnh, magma bóc mòn phần thân và magma bóc mòn lộ phần chân.

### **2.2.8. Xử lý kết quả phân tích**

Các kết quả phân tích thành phần khoáng vật, địa hóa nguyên tố chính và hiếm vết, tuổi đồng vị được xử lý trên các phần mềm vi tính chuyên ngành như Excel, Minpet, Igpwin, Isoplot 3, Creldraw 12.

## **Chương 3**

### **ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT, THẠCH ĐỊA HÓA GRANITOD PHỨC HỆ MƯỜNG LÁT**

#### **3.1. Đặc điểm địa chất**

Phức hệ Mường Lát, khu vực đới khô Sông Mã, thuộc đới Tây Bắc Bộ Việt Nam, gồm các khối Mường Lát, Sầm Sơn, trong đó khối

Mường Lát chiếm diện tích lớn nhất của phức hệ Mường Lát. Trong nghiên cứu này, NCS tập trung nghiên cứu khối Mường Lát. Khối Mường Lát nằm về phía đông của bản cùng tên thuộc tỉnh Thanh Hóa, dọc theo trung lưu Sông Mã. Khối có dạng kéo dài 30 km theo hướng á vĩ tuyến, rộng 6 -16 km, diện tích khoảng 300 km<sup>2</sup>. Khối được cấu thành chủ yếu bởi granit hai mica, và gồm nhiều pha: pha 1-granit hai mica hạt vừa - lớn, porphyr yếu; pha 2-granit hai mica hạt nhỏ, từ sẫm màu đến xám sáng và granit turmalin-muscovit sáng màu; các đá mạch aplit và pegmatit. Granit Mường Lát xuyên cắt và gây biến chất tiếp xúc các đá vây quanh. Tại ranh giới phía tây, phía bắc và phía nam khối quan sát thấy granit Mường Lát xuyên cắt đá phiến thạch anh - mica - granat và gneis microlin dạng mắt thuộc hệ tầng Nậm Cô (PR<sub>2</sub>-Є<sub>1nc</sub>) có tuổi Proterozoic. Ở phía tây, granit Mường Lát xuyên cắt các hệ tầng Sông Mã Paleozoic.

### **3.2. Đặc điểm thạch học**

Các đá granitoid phức hệ Mường Lát gồm 2 pha:

Pha 1 ( $\gamma T_2 ml_1$ ) có 2 tướng

Tướng hạt thô: granit biotit, granit hai mica sẫm màu, hạt vừa đến lớn.

Tướng hạt nhỏ: granit muscovit, granit hai mica sáng màu hạt nhỏ.

Pha 2 ( $\gamma T_2 ml_2$ ): aplit granit, pegmatit granit khá sáng màu.

#### **3.2.1. Granit hai mica hạt lớn**

Granit hai mica hạt lớn: chiếm khối lượng chủ yếu trong tổ hợp thạch học của phức hệ, đá có kích thước vừa đến thô. Đá sáng màu đến sẫm màu, cấu tạo khối, kiến trúc hạt vừa - lớn và nửa tự hình. Các khoáng vật sắp xếp không định hướng.

#### **3.2.2. Granit biotit**

Granit biotit: kém phổ biến trong phức hệ. Đá sẫm màu, cấu tạo khối, kiến trúc hạt vừa - lớn và nửa tự hình. Các khoáng vật sắp xếp không định hướng.

#### **3.2.3. Granit muscovit**

Granit muscovit: khá phổ biến trong thành phần của phức hệ, đá sáng màu, cấu tạo khối, kiến trúc hạt nửa tự hình.

### 3.2.4. Granit hai mica hạt nhỏ

Granit hai mica hạt nhỏ: khá phổ biến trong thành phần của phức hệ. Đá có kiến trúc hạt nhỏ và nửa tự hình, cấu tạo khối. Các khoáng vật sắp xếp không định hướng.

### 3.2.5. Aplit granit

Aplit granit: ít phổ biến, gặp dạng mạch dày vài cm đến 20cm. Đá hạt nhỏ, sáng màu, cấu tạo định hướng yếu, kiến trúc hạt tha hình chuyển sang hạt vẩy biến tinh yếu.

### 3.2.6. Pegmatit granit

Pegmatit granit: ít phổ biến hơn aplit granit, có dạng mạch dày 20 - 25cm, kích thước các hạt tinh thể feldpat và mica khá lớn (0,5 - 1cm<sup>2</sup>).

## 3.3. Đặc điểm thành phần khoáng vật

Granit phức hệ Mường Lát sẫm màu đến sáng màu. Kiến trúc đá thay đổi từ hạt vừa - lớn với các ban tinh hạt lớn feldpat kali (20 - 30%), thạch anh (25 - 35%), biotit (<10%), muscovit, microclin (<5%) và sillimanit (<1%). Feldpat kali phần lớn có kiến trúc perthit. Ở phần rìa của ban tinh feldpat lớn thường có các hạt biotit và plagioclas tự hình bao quanh. Plagioclas là oligoclas và albit có kiến trúc song tinh mạng lưới theo luật albit. Thạch anh tha hình và bị biến dạng nhẹ. Biotit trong granit hai mica có màu nâu vàng hoặc nâu đậm, hiện tượng bạc màu từng phần ở biotit để chuyển sang muscovit rất phổ biến. Muscovit có kích thước rất thay đổi từ những tập hợp vẩy nhỏ đến những tấm lớn 3 - 5mm. Muscovit nguyên sinh thường tự hình và kết tinh đồng thời với biotit tạo nên những liên tinh với biotit. Muscovit thứ sinh thường thay thế biotit nguyên sinh. Ngoài ra muscovit còn nằm dọc theo khe cắt khai của feldpat. Microclin có cấu tạo song tinh mạng lưới và thường thay thế một phần hoặc toàn bộ orthoclas. Sillimanit dạng hình kim mảnh thường bị uốn cong và đi cùng với biotit. Khoáng vật phụ chủ yếu gồm có turmalin và zircon, silimanit, ilmenit.

## 3.4. Đặc điểm thạch địa hóa

### 3.4.1. Đặc điểm các nguyên tố chính

Hàm lượng SiO<sub>2</sub> trong khoảng 67,07 đến 74,06%; hàm lượng Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> từ 13,72 đến 15,25% và hàm lượng tổng kiềm Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O từ 6,74 đến 9,85 với tỷ lệ Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O>1. Trên biểu đồ

phân loại đá (Wilson, 1989), các mẫu đều rơi vào trường granit. Chúng hầu như cho thấy đặc điểm quá bão hòa nhôm và thuộc loại cao kali (Peccerillo and Taylo, 1976).

Tỷ lệ A/CNK từ 0,97 đến 1,29 (trung bình 1,14). Điều này cho thấy granitoid Mường Lát thuộc loại bão hòa nhôm, đặc trưng cho đặc điểm S-granit. Hơn nữa, trên biểu đồ phân loại đá granit, các mẫu phân tích đều rơi vào trường S<sub>1</sub> granit (Whalen et al., 1987; Chappell and White, 1974; 1992).

Các mẫu nghiên cứu đều có hàm lượng thấp của các nguyên tố TiO<sub>2</sub> (0,08- 0,56%), MgO (0,21 - 0,68%), CaO (0,51-1,88%), MnO (0,03 - 0,09%), Na<sub>2</sub>O (2,76 - 5,04%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,05 - 0,46%), tỷ số Fe<sup>3+</sup>/Fe<sup>2+</sup> cho giá trị các mẫu gần bằng nhau khoảng 0,11. Hàm lượng Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dao động trong khoảng từ 13,72 - 15,25% khá cao.

Biểu đồ Haker cơ bản hàm lượng của các nguyên tố chính Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, T.Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O và K<sub>2</sub>O cho thấy xu hướng giảm theo chiều tăng của thành phần SiO<sub>2</sub>, điều này cho thấy sự phân dị magma xảy ra trong quá trình kết tinh.

### **3.4.2. Đặc điểm các nguyên tố vi lượng**

Tổng hàm lượng nguyên tố vi lượng ( $\Sigma$  REEs) dao động trong khoảng từ 11,42 - 161,90ppm và thể hiện sự phân dị từ trung bình đến cao của các nguyên tố đất hiếm nặng (HREEs) và nguyên tố đất hiếm nhẹ (LREEs). Dị thường âm nguyên tố Eu mạnh thể hiện ở việc tỷ số (Eu/Eu\* dao động trong khoảng 0,19 - 0,90). Tỷ lệ (La/Yb)<sub>n</sub> và (Tb/Yb)<sub>n</sub> dao động tương ứng từ 2,15 - 23,77 và từ 1,73 - 4,55; tỷ lệ Rb/Sr dao động từ 7,497 - 28,65 (trung bình là 17,73).

Đặc điểm phân bố các nguyên tố vết trong granitoid phức hệ Mường Lát chuẩn hóa theo thành phần của manti nguyên thủy của (Sun & McDonough, 1989). Dị thường âm các nguyên tố Ba, Nb, Sr, Ti và dị thường dương các nguyên tố Rb, U, K, Pb. Những đặc trưng địa hóa của granit Mường Lát tương đồng với nguồn gốc vỏ lục địa cổ (Harris et al., 1986; Chappell and White 1992; Bea et al., 2011).

Trên biểu đồ phân loại bồi cảnh kiến tạo: biểu đồ phân chia kiểu granitoid theo bồi cảnh kiến tạo theo Pearce, 1984; biểu đồ R1-R2 của Batchelor và Bowden (1985); R1= 4Si - 11(Na + K) - (Fe + Ti); R2 = 6Ca + 2Mg + Al, hầu hết các mẫu đều rơi vào trường liên quan đến va chạm và cung núi lửa.

### 3.5. Tuổi thành tạo

#### 3.5.1. Vị trí lấy mẫu

NCS đã thu thập 06 mẫu đại diện cho phức hệ Mường Lát để tách zircon cho phân tích tuổi đồng vị phóng xạ bằng phương pháp U - Pb.

#### 3.5.2. Kết quả phân tích

##### a. Ảnh âm cực phát quang

Các tinh thể zircon chọn từ granitoid phức hệ Mường Lát có màu hồng nhạt đến không màu và trong suốt, hạt zircon chủ yếu có có dạng lăng trụ, tứ hình, cấu trúc bên trong quan sát thông qua ảnh âm cực phát quang CL có cấu tạo phân đới tương đối rõ ràng, điển hình kiểu magma và kích thước hạt zircon có chiều dài dao động 100 - 300  $\mu\text{m}$ , chiều dài và rộng có tỷ lệ khác nhau từ 2: 1 đến 3: 1.

Một số trung tâm hạt zircon chứa các tàn dư của vật liệu vỏ có tuổi cổ hơn như điểm phân tích 7, 8, 13, 20 và 16 mẫu MLT34, điểm phân tích 16 trong mẫu MLT.09, những hợp phần zircon di sót này thông thường có cấu trúc không đồng nhất với phần zircon bao quanh và thường có màu sắc khác so với zircon sinh thành trong giai đoạn thành tạo granitoid Mường Lát.

##### b. Tuổi U-Pb zircon

- Mẫu MLT.08: tỷ lệ Th/U trung bình 0,37 ( $>0,1$ ), điều này cho thấy chúng có nguồn gốc magma (Corfu et al., 2003). Tuổi trung bình của 17 hạt zircon là  $251 \pm 3$  Ma ( $n=17$ , MSWD=2,6), tuổi này được coi là tuổi kết tinh của mẫu MLT.08.

- Các hạt zircon mẫu MLT.09: tỷ lệ Th/U trung bình 0,34 ( $>0,1$ ), chúng tỏ chúng có nguồn gốc magma (Corfu et al., 2003). Tổng 20 hạt zircon đã được phân tích thành phần đồng vị U - Pb. 13 hạt zircon có tuổi trung bình là  $247,4 \pm 2,8$ tr.n ( $n=13$ , MSWD=0,66;), tuổi này được coi là tuổi kết tinh của mẫu MLT.09; 1 hạt zircon có tuổi cổ hơn (1.758tr.n), tương ứng với giai đoạn Paleoproterozoi.

- Các hạt zircon mẫu MLT.34: tỷ lệ Th/U trung bình 0,40 ( $>0,1$ ), theo Corfu et al., 2003 chúng có nguồn gốc magma. Tổng cộng 20 hạt zircon đã được phân tích thành phần đồng vị U - Pb. 14 hạt zircon có tuổi trung bình là  $242 \pm 2,6$  Ma ( $n=14$ , MSWD=0,79), tuổi này được coi là tuổi kết tinh của mẫu MLT.34; 6 hạt zircon có

tuổi cổ hơn (1.597, 759, 755, 705, 661 và 328tr.n) tương ứng với giai đoạn cuối Mesoproterozoi - đầu Paleoproterozoi, Neoproterozoi và cuối Carbon.

- Các hạt zircon mẫu MLT.42: tỷ lệ Th/U trung bình 0,32 ( $> 0,1$ ), điều này cho thấy chúng có nguồn gốc kiểu magma (Corfu et al., 2003). Tuổi trung bình của 19 hạt zircon là  $235 \pm 3,1$  Ma ( $n=19$ , MSWD=1,9), tuổi này khá tập trung, không xuất hiện hợp phần di sót. Tuổi này được coi là tuổi kết tinh của mẫu MLT.42.

- Mẫu MLT.42a: mẫu phân tích zircon MLT.42a có 20 điểm phân tích. Các kết quả phân tích tuổi  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  tập trung trên đường Concordia dao động trong khoảng từ 217 - 238tr.n, có thể thấy rằng đại bộ phận điểm phân tích cho tuổi chỉnh hợp tập trung tại giá trị trung bình là  $230 \pm 7$ tr.n. Ngoài ra trong mẫu phân tích còn tồn tại cho các giá trị tuổi cổ hơn tập trung trong 4 khoảng 2,8 tỷ năm, 2,4 tỷ năm, 1,8 tỷ năm, 850tr.n và 400tr.n.

- Mẫu MLT.02: mẫu phân tích zircon MLT.02 có 20 điểm phân tích. Tập trung ở các khoảng tuổi 1,2 - 1,6 tỷ năm; 583 - 985tr.n; 400 - 464tr.n.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi chọn 06 mẫu đại diện cho khối Mùòng Lát để xác định tuổi bằng phương pháp LA - ICP - MS U - Pb zircon. Tuổi của chúng tập trung từ 251 - 230tr.n, tuổi này chính là tuổi thành tạo của phức hệ Mùòng Lát (Trias sớm đến giữa). Như vậy có thể thấy rằng phức hệ Mùòng Lát được thành tạo trong khoảng 20tr.n.

## Chương 4

### NGUỒN GỐC GRANITOID PHỨC HỆ MÙÒNG LÁT VÀ KHOÁNG HÓA LIÊN QUAN

#### 4.1. Nguồn gốc và quá trình hình thành granitoid phức hệ Mùòng Lát

##### 4.1.1. Thành phần đồng vị Hf trong đơn khoáng zircon

Thành phần đồng vị Lu - Hf của ba mẫu MLT09, MLT34 và MLT42 được phân tích trên cùng một hạt zircon với phân tích tuổi. Hơn năm mươi điểm được phân tích trên các hạt zircon. Tất cả các zircon đều có tỷ lệ  $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$  (0,003373-0,000447) và tỷ lệ  $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$  (0,282283-0,282223). Tuổi 240 triệu năm trong nghiên cứu này được sử dụng để tính tỷ lệ đồng vị  $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$  ban đầu và giá



trị  $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$  từ (-12.7) đến (-7.3) và tuổi mô hình ( $T_{\text{DM2}}$ : từ 1872 đến 2077 triệu năm).

#### **4.1.2. Thành phần đồng vị Rb - Sr; Sm - Nd trong đá tổng**

Thành phần đồng vị Sm - Nd trong đá tổng của 5 mẫu granitoid phức hệ Mùòng Lát (MLT.02, MLT.08, MLT.09, MLT.34 và MLT.42). Thành phần đồng vị Nd ban đầu được tính theo giá trị 240 Ma của khối xâm nhập. 5 mẫu có tỷ lệ  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$  trong khoảng 0,1260 đến 0,1511, khá cao tỷ lệ  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  (0,71391 đến 0,745680, trung bình 0,72633 > 0,71) và giá trị  $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$  âm trong khoảng từ (-3,1) đến (-9,4), với giá trị tuổi mô hình  $T_{\text{DM2}}$  trong khoảng 1,8 Ga đến 2,1 Ga. Giá trị  $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$  và tuổi mô hình  $T_{\text{DM2}}$  trên đá tổng khá tương đồng với tuổi mô hình  $T_{\text{DM2}}$  của đồng vị Hf trên đơn khoáng zircon. Đặc điểm thành phần đồng vị Sm - Nd cho thấy chúng có nguồn gốc nóng chảy từng phần miền nguồn vỏ lục địa có tuổi Paleoproterozoi.

#### **4.1.3. Quá trình hình thành granitoid phức hệ Mùòng Lát**

##### **4.1.3.1. Thạch luận về granit kiểu S**

Thông qua kết quả nghiên cứu thạch địa hóa trong chương 3, kết hợp với các tiêu chuẩn về phân chia các kiểu granit I, S, M, A theo (B. Chappel và A. White, 1974; Loiselle M. và Wones D., 1979), các granitoid phức hệ Mùòng Lát có đặc điểm phù hợp với granit kiểu S:

- Thành phần thạch học granitoid phức hệ Mùòng Lát bao gồm: granit biotit, granit muscovit, granit hai mica hạt nhỏ đến thô, granit aplit, granit pegmatit khá sáng màu, cấu tạo chủ yếu khối và định hướng, kiến trúc nửa tự hình đến tự hình. Khoáng vật tạo đá chính: plagioclas, thạch anh, felspat, muscovit và biotit. Khoáng vật phụ: zircon, turmalin, silimanit, apatit và khoáng vật tạo quặng (ilmenit,...).

- Đặc điểm địa hóa:

- + Dựa trên thành phần các nguyên tố chính: thành phần  $\text{SiO}_2$  trong khoảng 67,07 đến 74,06%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  từ 13,72 đến 15,25% và tổng kiềm  $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$  từ 6,74 đến 9,85 (trung bình 8,21). Hầu hết tỷ lệ  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  đều lớn hơn 1 (trung bình 1,18). Tỷ lệ A/CNK từ 0,97 đến 1,29 (trung bình 1,14). Điều này cho thấy granitoid Mùòng Lát thuộc loại bão hòa nhôm, đặc trưng cho đặc điểm S - granit. Ngoài ra hàm

lượng CaO dao động (0,51 - 1,88%) tương đối thấp. Cơ bản hàm lượng của các nguyên tố chính  $Al_2O_3$ ,  $TiFe_2O_3$ , MgO, CaO,  $Na_2O$  và  $K_2O$  cho thấy xu hướng giảm theo chiều tăng của thành phần  $SiO_2$ , điều này cho thấy sự phân dị magma xảy ra trong quá trình kết tinh.

+ Ngoài ra, tỷ lệ đồng vị  $Sr^{87}/Sr^{86}$  dao động (0,71391 - 0,745680) > 0,71 khá cao.

Dị thường âm các nguyên tố Ba, Nb, Sr, Ti và thường dương các nguyên tố Rb, U, K, Pb. Đặc điểm thấp các nguyên tố Ba, Nb, Sr, Ti và cao các nguyên tố Rb, U, K, Pb phù hợp với nguồn gốc vỏ lục địa cổ (Harris et al. 1986; Chappell and White 1992; Bea et al. 2011).

Qua các thông số trên một lần nữa khẳng định granitoid phức hệ Mường Lát mang đặc trưng kiểu S-granit.

#### 4.1.3.2. Nguồn gốc

Các khoáng vật giàu nhôm như muscovit, silimanit, khá phổ biến trong granit phức hệ Mường Lát. Về thành phần địa hóa, tỷ lệ A/CNK (0,97 - 1,29), chủ yếu lớn hơn 1,1, thành phần  $SiO_2$ ,  $Na_2O$  +  $K_2O$ , và Zr của granitoid phức hệ Mường Lát cao.

Granitoid phức hệ Mường Lát chứa một số hạt zircon tuổi cổ khá tròn cạnh, có thể là phần di sót trong đá vây quanh, do nóng chảy chưa hoàn toàn. Về thành phần đồng vị, tỷ lệ đồng vị ( $^{87}Sr/^{86}Sr$ )<sub>i</sub> dao động (0,71391 đến 0,745680) của granitoid phức hệ Mường Lát khá cao. Thành phần đồng vị Hf các granitoid phức hệ Mường Lát nằm trong phạm vi đường tiến hóa của vỏ lục địa (Chen and Jahn., 1998; Wang et al, 2010, 2012; Xu et al., 2015).

Giá trị đồng vị  $\epsilon_{Hf}(t)$  trên đơn khoáng zircon và  $\epsilon_{Nd}(t)$  trong đá tổng gần gũi với nhau, dao động trong khoảng (-14,4 đến -6,6) và tuổi hình Hf-Nd (1,6 - 2,1 Ga). Ngoài ra, trên các biểu đồ tương quan Rb/Sr-Rb/Ba (Sylvester, 1998);  $Al_2O_3/TiO_2$  - CaO/ $Na_2O$  (Sylvester, 1998) đối sánh với các granit vùng Yangtze và Cathaysia, cho thấy nguồn vật liệu ban đầu tạo ra các granit phức hệ Mường Lát có thể giàu sét, bão hòa nhôm, khá tương đồng với vật liệu tạo nên các đá Paleozoi sớm mảng Dương Tử Nam Trung Hoa.

Ngoài thực địa, granitoid phức hệ Mường Lát chứa các thể từ của các đá trầm tích hệ tầng Nậm Cô, có tuổi tập trung chủ yếu trong

khoảng 1,7 -1,8 tỷ năm dựa trên các khoáng vật zircon mảnh vụn (Zhang et al. 2014), đây là các vật liệu nóng chảy còn sót lại trong quá trình hình thành granit phức hệ Mùòng Lát. Theo (Bùi Vinh Hậu, Ngô Xuân Thành, 2016) các trầm tích của hệ tầng Nậm Cô trẻ nhất có tuổi khoảng Neoproterozoi. Các tuổi này khá tương đồng với vật liệu di sót trong granitoid phức hệ Mùòng Lát.

Dựa trên các đặc điểm về thạch học, địa hóa cho thấy granitoid phức hệ Mùòng Lát khá tương đồng với S granit, được thành tạo do sự nóng chảy từng phần miền nguồn vỏ lục địa có tuổi cổ Paleoproterozoi.

#### **4.1.3.3. Bối cảnh kiến tạo**

Các thành tạo granitoid phức hệ Mùòng Lát thuộc kiểu S granit và có nguồn gốc vỏ lục địa tuổi cổ Paleoproterozoi, cùng với việc sử dụng các biểu đồ phân chia kiến tạo theo (Pearce et al. (1984); Batchelor và Bowden (1985)) đưa ra nhận định chung về bối cảnh sinh thành các granitoid phức hệ Mùòng Lát như sau:

Hàm lượng  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  trong các mẫu cao (6,74 - 9,85%), trong khi đó chỉ số Lacroix-LI (1993):  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  (0,76 - 1,58), cho thấy các granitoid của phức hệ Mùòng Lát khá gần với granit loạt kiềm vôi phổ biến cao kali.

Hơn nữa, dị thường âm nguyên tố Eu mạnh ( $\text{Eu}/\text{Eu}^*$  dao động trong khoảng 0,19 đến 0,90). Tỷ lệ  $(\text{La}/\text{Yb})_n$  và  $(\text{Tb}/\text{Yb})_n$  dao động tương ứng từ 2,15 đến 23,77 và từ 1,73 đến 4,55. Dị thường âm các nguyên tố Ba, Nb, Sr, Ti và thường dương các nguyên tố Rb, U, K, Pb. Đặc điểm thấp các nguyên tố Ba, Nb, Sr, Ti và cao các nguyên tố Rb, U, K, Pb phù hợp với kiểu nóng chảy vỏ (Harris et al., 1986; Chappell and White 1992; Bea et al., 2011).

Phân loại theo bối cảnh kiến tạo theo (Pearce, 1984), các mẫu granitoid phức hệ Mùòng Lát đều rơi vào các bối cảnh kiến tạo của granit đồng va chạm (VAG + syn - COLG) và cung magma VAG.

Phân loại theo bối cảnh kiến tạo của dựa biểu đồ R1 - R2 của (Batchelor và Bowden, 1985) cho thấy các đá granitoid phức hệ Mùòng Lát đều thuộc kiểu granit cung và granit đồng va chạm (VAG + syn -COLG).

Granitoid phức hệ Mường Lát thuộc granit kiểu S mang đặc điểm quá bão hòa nhôm, với muscovit và biotit là các khoáng vật đặc trưng nhất (granit hai mica), những yếu tố đó thường khẳng định phức hệ hình thành trong bối cảnh liên quan với va chạm lục địa - lục địa làm nóng chảy vỏ.

#### **4.1.3.4. Khái quát quá trình hình thành granitoid phức hệ Mường Lát**

Các nghiên cứu trước kia của các nhà địa chất trong và ngoài nước cho rằng khu vực Đông Nam Á được hình thành từ nhiều mảng lục địa và vi lục địa như Nam Trung Hoa, Sibumasu và Simao được tách ra từ siêu lục địa Gondwana (Lan et al. 2000; Hoa et al. 2008; Shu et al. 2008; Liu et al. 2012, Faure et al. 2014, Hieu et al. 2013, 2017). Đới khâu giữa mảng Nam Trung Hoa và mảng Đông Dương thường được cho là đới khâu Sông Mã (Hutchison 1989; Findlay and Trinh 1997; Lepvrier et al. 1997, 2008; Metcalfe 2013). Sự hiện diện các đá siêu mafic Núi Nưa và Bó Xinh dọc theo đới khâu được coi là di tích vỏ đại dương cổ của biển Paleotethy trước khi hai mảng va chạm (Thanh et al. 2011). Hầu hết các nhà địa chất đồng ý thời gian va chạm giữa hai mảng là Trias (Lepvrier et al. 2008; Nakano et al. 2008; Faure et al. 2014, Hieu et al. 2017). Tuy nhiên, Usuki et al. (2009) cho rằng thời gian va chạm xảy ra trong Paleozoi sớm khi nghiên cứu các amphibolit ở địa khu Kontum. Hơn nữa, Carter and Clift (2008) trình bày thời gian va chạm giữa mảng Đông Dương và Nam Trung Hoa là trước Devon, và giai đoạn tạo núi Indosinian trong Trias là sự kiện biến chất. Đới khâu Sông Mã, tây bắc Việt Nam được thành tạo bởi các đá biến chất tương amphibolit đến tương phiến lục của hệ tầng Nậm Cô, các thể peridotit bị serpentin hóa, gabro và granitoid của phức hệ Sông Mã, Chiềng Khương và Mường Lát. Ngoài thực địa, hệ tầng Nậm Cô bị uốn nếp và bị xuyên cắt bởi các xâm nhập có tuổi khoảng 255-230 triệu năm. Khoáng vật amphibol, biotit và muscovit trong các đá của hệ tầng Nậm Cô có tuổi trong khoảng 240-260 triệu năm bằng phương pháp đồng vị  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  (Lepvrier et al. 2004). Tuổi này là bằng chứng cho sự kiện biến chất địa nhiệt xảy ra trong khoảng 230 - 260 triệu năm dọc theo khu vực Sông Mã. Hơn nữa, sự hiện diện của eclogit và đá phiến granat hai mica trong đới Sông Mã được phân tích bằng phương

pháp SHRIMP trên khoáng vật zircon và monazit có tuổi  $230.5 \pm 8$  triệu năm (Zhang et al. 2013), và  $243 \pm 4$  triệu năm (Nakano et al., 2010). Đá eclogit là bằng chứng cho ranh giới va chạm và hút chìm của hai mảng xảy ra ở đới khô Sông Mã.

Nghiên cứu của NCS trên granitoid phức hệ Mường Lát cho thấy granitoid Mường Lát là S - granit và có tuổi kết tinh trong khoảng 230 đến 251 triệu năm. Kết quả nghiên cứu này là bằng chứng cho quá trình hút chìm - va chạm của hai mảng Đông Dương và Nam Trung Hoa xảy ra trong giai đoạn Permian - Trias. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với kết quả nghiên cứu (Faure et al., 2014), va chạm giữa hai mảng Đông Dương và Nam Trung Hoa được cho là kết quả của sự đóng biển Paleotethys trong giai đoạn Trias giữa. Do đó, granit Mường Lát có tuổi Permian - Trias được cho là sản phẩm của quá trình va chạm giữa hai mảng Đông Dương và Nam Trung Hoa.

## **4.2. Khoáng hóa liên quan granitoid phức hệ Mường Lát**

### **4.2.1. Khoáng hóa liên quan granitoid phức hệ Mường Lát trên cơ sở các kết quả nghiên cứu thạch luận và môi trường địa động lực**

Granitoid khối Mường Lát có: Thành phần  $\text{SiO}_2$  trong khoảng 67,07 đến 74,06%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  từ 13,72 đến 15,25 % và tổng kiềm  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  từ 6,74 đến 9,85 (trung bình 8,21). Tỷ lệ  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  đều lớn hơn 1 và đều rơi vào trường cao K (kiềm vôi) theo Meinert (1995) có khoáng hóa liên quan là Sn, W, hàm lượng calci thấp. Tỷ lệ A/CNK đều lớn hơn 1,1. Điều này cho thấy granitoid Mường Lát thuộc loại bão hòa nhôm, đặc trưng cho đặc điểm S granit. Nguồn vật liệu hình thành granitoid phức hệ Mường Lát do quá trình nóng chảy từ các đá trầm tích vỏ lục địa, trong quá trình đồng/sau va chạm giữa hai mảng ghép nối giữa giữa hai mảng (khối) lục địa Nam Trung Hoa và Đông Dương.

Như vậy với đặc điểm thạch luận và môi trường địa động lực hình thành mô tả ở trên đem đối sánh với kiểu granitoid và sinh khoáng liên quan (Kent C. Condie, 2003; Walter L. Pohl, 2011) thì các thành tạo granitoid phức hệ Mường Lát có tiềm năng sinh Sn, W.

### **4.2.2. Khoáng hóa liên quan granitoid phức hệ Mường Lát trên cơ sở các kết quả nghiên cứu thạch hóa**

#### **4.2.2.1. Đặc tính oxi hóa khử và chuyển hóa sinh khoáng theo khoáng vật phụ**

\* Dùng biểu đồ  $\text{FeO}^* - \log(\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO})$  xác định môi trường oxi hóa - khử của granitoid phức hệ Mường Lát cho thấy chúng tập trung chủ yếu trong môi trường khử, mà môi trường này có tiềm năng sinh Sn, W (theo Blevin, 2003).

\* Sử dụng biểu đồ oxy hóa  $\text{Fe}_2\text{O}_3/(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) - \text{SiO}_2$  của granitoid phức hệ Mường Lát, cho thấy granitoid phức hệ Mường Lát nằm trong vùng khử có tiềm năng sinh khoáng Sn, W theo Meinert, 1995.

\* Dựa trên biểu đồ tương quan hàm lượng Rb - Sc và V - Ni của Meinert, 1995 và các biểu đồ oxy hóa khử  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO} - \text{Rb}/\text{Sr}$  (Blevin, 2003; Cook, 2012) của các thành tạo granit để luận giải tính sinh khoáng cho thấy các thành tạo granitoid phức hệ Mường Lát khá phù hợp với khả năng sinh khoáng W, Sn  $\pm$  W.

\* Dựa trên biểu đồ tương quan  $\text{K}^+ - \text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+ - \text{Mg}^+$  theo Sattran 1977, cho thấy đá phức hệ Mường Lát liên quan tới khoáng hóa Sn.

\* Dựa trên biểu đồ mối quan hệ natri, kali, calci trong granit chứa quặng (theo V.Pokalov), cho thấy đá phức hệ Mường Lát có khả năng sinh Sn.

#### **4.2.2.2. Đặc điểm địa hóa nguyên tố vi lượng**

Thông qua kết quả số liệu phân tích về các nguyên tố vết và hiếm thành tạo granitoid phức hệ Mường Lát đem đối sánh với trị số clark (theo Vinogradov A.P. 1962), cho thấy hàm lượng các nguyên tố tạo quặng đều thấp hơn hoặc bằng trị số clark.

Theo bảng phân loại liên quan đến các mỏ wolfram với mối quan hệ hoạt động magma (Ishihara, 1977): mỏ Sn, W và Mo, W luôn có mặt các nguyên tố đi cùng gồm Cu, Pb, Zn,...; đối sánh với kết quả xử lý trên các thành tạo magma granitoid có quan hệ chặt với các nguyên tố mang tính chỉ thị tạo khoáng hóa như Cu, Pb, Zn. Như vậy có thể dẫn đến các thành tạo granitoid có khả năng liên quan khoáng hóa Sn, W.

Lấy kết quả phân tích về hàm lượng các nguyên tố Rb, Sc về đặc điểm các nguyên tố hiếm vết trong tạo khoáng mỏ skarn W- Mo cho thấy hàm lượng các nguyên tố này trong granitoid phức hệ Mường Lát cũng khá phù hợp với các kết quả nghiên cứu của (Lawrence D. Meinert, 2005).

### **4.2.2.3. Khoáng hóa liên quan granitoid phức hệ Mường Lát trên cơ sở các Modul thạch hóa**

Với kết quả tính toán dựa trên các nguyên tố chính cho:

Độ silic dao động từ  $q = 0,7 - 0,81$ , độ kiềm dao động từ  $\alpha = 0,72 - 0,88$ , độ canxi dao động từ  $c = 0,04 - 0,08$  và độ sắt dao động từ  $f = 0,92 - 0,98$ , kiểu kiềm dao động  $n = 0,41 - 0,65$ , đem đối sánh với các đại lượng modul thạch hóa các đá granitoid thuộc tổ hợp magma vùng quặng Zabaican (Liên Xô cũ) cho thấy: có thể tương ứng tổ hợp magma VI liên quan tới khoáng sản Sn; Sn - W.

### **4.2.3. Khoáng hóa liên granitoid phức hệ Mường Lát trên cơ sở kết quả nghiên cứu địa hóa khoáng vật**

- Qua kết quả phân tích lát mỏng và nghiên cứu ngoài thực địa cho thấy: các khoáng vật feldpat kali, muscovit, bitotit, slimanit, ilmenit,... các thể tù đá trầm tích biến chất nằm trong thành tạo granitoid. đối sánh đặc điểm kiểu granit và sinh khoáng liên quan theo (Kent C. Condie, 2003 và Walter L. Pohl, 2011), như vậy các granitoid phức hệ Mường Lát có tiềm năng sinh Sn, W.

- Theo tài liệu thu thập trong diện tích nghiên cứu tồn tại các vành phân tán trọng sa - trầm tích dòng Sn, W, Cu, Pb, Zn.

- Trong diện tích nghiên cứu của luận án có các biểu hiện khoáng hóa wolfram thuộc khu Bản Ngà, xã Tân Xuân, huyện Vân Hồ, tỉnh Sơn La. Quặng wolfram tồn tại dưới dạng khoáng vật sheelit xâm tán hoặc dạng ổ nhỏ trong các mạch, thấu kính thạch anh, đá hoa và đá phiến thạch anh - biotit.

### **4.2.4. Khoáng hóa liên quan granitoid phức hệ Mường Lát trên cơ sở kết quả đánh giá độ sâu thành tạo và mức độ bóc mòn**

- Granitoid phức hệ Mường Lát có diện tích đến  $300\text{km}^2$ , độ chênh cao lớn từ 250 - 1.300m, các đá vây quanh có góc dốc lớn. Ngoài ra, với 2 mặt cắt ngang chớ thấy phần ven rìa chủ yếu là đá hạt vừa - thô với độ dày lên đến hơn 2 km, sau đó mới lộ phân hạt nhỏ diện hẹp.

- Khoáng vật plagioclas có tính đới trạng khá rõ.

- Tỷ số Nb/V dao động 0,015 đến khoảng 2 nhưng có đến phần lớn mẫu đạt dưới 1, theo N.N. Amshinski (1970) các thành

tạo granitoid đã bị bóc mòn khá sâu lên đến hơn 4,5km, chỉ có biểu hiện quặng và nghèo.

Như vậy, granitoid phức hệ Mường Lát có khoáng hóa liên quan Sn, W, tồn tại ở các biểu hiện quặng và bị bóc mòn ở độ sâu lên đến lớn hơn 4,5km.

\* Như vậy: Khoáng hóa liên quan đến các thành tạo granitoid phức hệ Mường Lát được đánh giá trên kết quả nghiên cứu thạch luận và môi trường địa động lực; thạch - hóa; địa hóa; độ sâu thành tạo cho thấy granitoid phức hệ Mường Lát có khoáng hóa liên quan là Sn, W.

#### **4.2.5. Tiền đề và dấu hiệu tìm kiếm Sn, W trong khu vực nghiên cứu**

Trong khu vực nghiên cứu liên quan đến quặng Sn, W có các tiền đề và dấu hiệu cụ thể sau:

- Tiền đề tìm kiếm gồm: Tiền đề magma, thạch địa tầng, cấu trúc - kiến tạo.

- Dấu hiệu tìm kiếm: Dấu hiệu các vành phân tán khoáng vật - nguyên tố, các điểm lộ trực tiếp quặng gốc, các công trình khai đào, các dị thường địa vật lý và địa mạo.

## **KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ**

### **1. Kết luận**

1) Phức hệ Mường Lát thuộc khu vực đới khô Sông Mã, tây bắc Việt Nam, gồm các khối Mường Lát, Sầm Sơn và khối Làng Bông, trong đó khối Mường Lát chiếm diện tích lớn nhất của phức hệ Mường Lát khoảng  $\frac{3}{4}$  diện tích. Granitoid Mường Lát xuyên cắt đá phiến thạch anh-mica-granat và gneis microlin dạng mắt thuộc hệ tầng Nậm Cô ( $PR_2$ - $\epsilon_{1nc}$ ) và trầm tích Paleozoi hạ của điệp Sông Mã ( $\epsilon_{sm}$ );

2) Thành phần của granitoid phức hệ Mường Lát bao gồm: granit biotit, granit hai mica hạt vừa đến thô và granit 2 mica hạt nhỏ, ngoài ra còn có các mạch granit aplit, granit pegmatit. Thành phần khoáng vật chính gồm thạch anh (25 - 30%), plagioclas (28 - 45%), feldspat kali (22 - 36%), biotit (1 - 10%), muscovit 1 - 10%). Plagioclas chủ yếu là albit, oligiolas; feldspat kali chủ yếu là microlin. Khoáng vật phụ gồm có zircon, silimanit, turmalin, ilmenit,...



3) Granitoid Mường Lát có thành phần  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  và tổng kiềm cao nhưng thành phần  $\text{TiO}_2$  và  $\text{MgO}$  thấp, tỷ số  $A/\text{CNK} = 1,0 - 1,3$  đặc trưng kiểu S granit; Tỷ lệ đồng vị  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  của tất cả các mẫu trong khoảng từ 0,71391 đến 0,74568, nhưng giá trị  $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$  từ (-13,1) đến (-9,4) thấp và tuổi mô hình dao động trong khoảng từ 1,8 đến 2,1 tỷ năm và giá trị  $\epsilon_{\text{Hf}}$  âm từ (-12,7) đến (-7,3) của granitoid Mường Lát là bằng chứng cho nguồn vật liệu nóng chảy vỏ;

4) Tuổi thành tạo của granit phức hệ Mường Lát trong nghiên cứu này được xác định bằng phương pháp LA - ICP - MS U - Pb zircon từ 251 đến 230 tr.n tương ứng với giai đoạn Permian - Trias sớm. Granit phức hệ Mường Lát được hình thành liên quan tới quá trình ghép nối giữa giữa hai mảng (khô) lục địa Nam Trung Hoa và Đông Dương, phức hệ được hình thành trong khoảng 20 triệu năm.

5) Các thành phần đồng vị Sm - Nd trong đá tổng, đồng vị Hf trong zircon và Rb - Sr trong đá tổng cho thấy nguồn vật liệu thành tạo nên granit phức hệ Mường Lát từ các đá trầm tích vỏ lục địa. Chúng được thành tạo do quá trình tái nóng chảy, kết tinh từ các đá trầm tích tuổi Neoproterozoi.

6) Dựa trên kết quả nghiên cứu thạch địa hóa nguyên sinh; thạch luận và môi trường địa động lực; kết quả nghiên cứu địa hóa khoáng vật; kết quả đánh giá độ sâu thành tạo và mức độ bóc mòn. Cho thấy các thành tạo granitoid phức hệ Mường Lát có khoáng hóa liên quan: Sn, W.

## **2. Kiến nghị**

1) Vấn đề nghiên cứu thạch luận magma mang tính đồng bộ và phương pháp hiện đại cần được thực hiện trên quy mô rộng hơn.

2) Khu vực xuất lộ khoáng sản quặng sheelit bản Ngà có trong vùng nghiên cứu của luận án cần được tiếp tục điều tra đánh giá chi tiết hơn về mối quan hệ không gian và thời gian với granitoid Mường Lát.

## DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ

### *Các bài báo*

1. Trần Văn Thành, Đỗ Văn Nhuận, Phạm Minh, Phạm Trung Hiếu (2016), *A new discovery of an age (145Ma) of rhyolite formation in the north area of Muong Lat complex and geological*, Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững (ERSD 2018), Hà Nội, 2016, tr. 102 - 106.
2. Trần Văn Thành, Phạm Trung Hiếu (2018), *Tuổi đồng vị U-Pb của zircon trong pegmatit phức hệ Mường Lát*, Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, vol 2, no1, 2018, tr. 96 -101.
3. Trần Văn Thành, Đỗ Văn Nhuận, Nguyễn Kim Long, Lê Thị Thu, Phạm Trung Hiếu, Thiềm Quốc Tuấn (2018), *Đặc điểm thạch địa hóa granitoid phức hệ Mường Lát. Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững (ERSD 2018)*, Hà Nội, 2018, tr. 64 - 76.
4. Trần Văn Thành, Phạm Trung Hiếu, Phạm Minh, Do Van Nhuan & Nguyen Thi Bich Thuy (2019), *Late Permian-Triassic granitic rocks of Vietnam: the Muong Lat example*, International Geology Review, 61 (15): 1823-1841.

### *Hội thảo*

Phạm Trung Hiếu, Trần Văn Thành, Phạm Minh, Do Van Nhuan, Nguyen Thi Bich Thuy, *Geochemistry and zircon U - Pb geochronology of the Muong Lat granite in Song Ma suture, Northwest Vietnam: Implication for petrogenesis and regional geology*, 15th regional congress on geology, mineral and energy resources of southeast Asia, 16-17/10/2018.

### *Đề tài*

Thành viên đề tài cấp ĐHQG HCM loại B, tên đề tài: *Tiến hóa vỏ lục địa khu vực đới khô Sông Mã, Tây Bắc Việt Nam giai đoạn Paleozoi muộn - Mezozoi sớm*, đã nghiệm thu tháng 3/2019.

### *Sách chuyên khảo*

Phạm Trung Hiếu, Phạm Huy Long, Phạm Minh, Trần Văn Thành (2020), *Tiến hóa granitoid khu vực đới khô Sông Mã, Tây Bắc Việt Nam giai đoạn Paleozoi muộn - Mezozoi sớm*, Nhà xuất Bản Đại học Quốc Gia Tp. HCM.