

# LỊCH SỬ NHIỆT ĐỘNG CỦA CÁC THÀNH TẠO TRẦM TÍCH BIẾN CHẤT VÙNG TRUNG TÂM NẾP LÒI TẠ KHOA VÀ Ý NGHĨA CỦA CHÚNG TRONG TIẾN HÓA KIẾN TẠO TÂY BẮC BỘ\*

VŨ XUÂN LỰC<sup>1</sup>, TRẦN THANH HẢI<sup>2</sup>, LƯƠNG QUANG KHANG<sup>2</sup>, YOONSUP KIM<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Bắc, Nguyễn Văn Cừ, Long Biên, Hà Nội

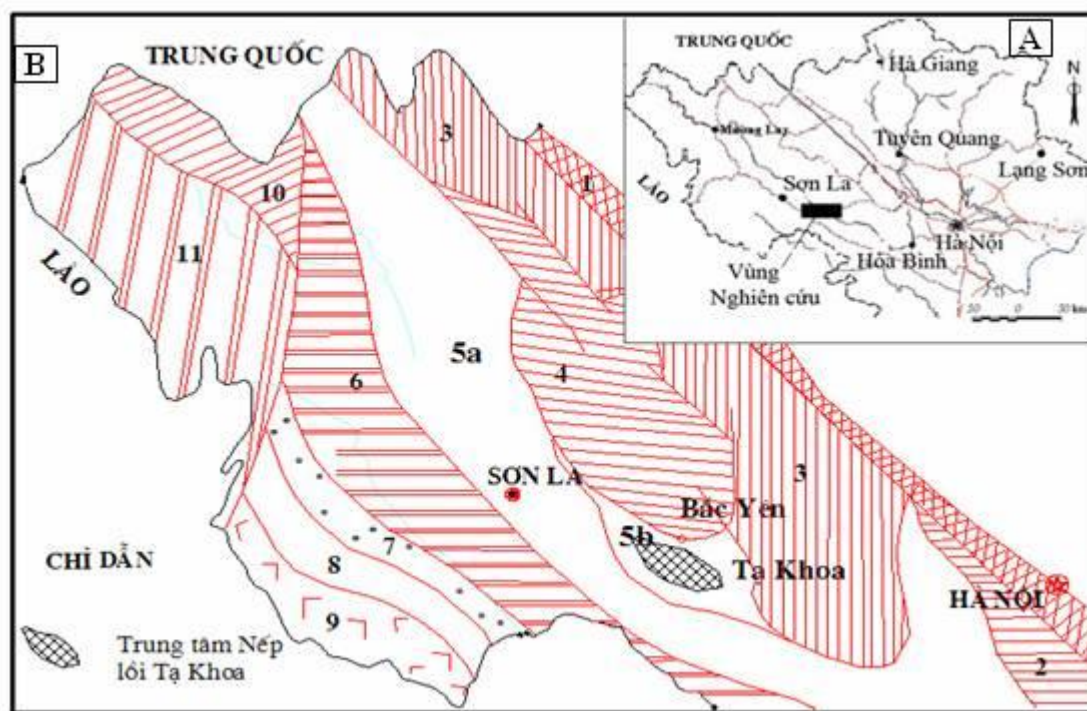
<sup>2</sup>Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Đông Ngạc, Từ Liêm, Hà Nội

<sup>3</sup>Chungbuk National University (CBNU), Republic of Korea

**Tóm tắt:** Khu vực trung tâm phức nếp lồi Tạ Khoa thuộc huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La. Đây là vùng có cấu trúc địa chất hết sức phức tạp, được cấu tạo bởi nhiều loại đá, nhưng chủ yếu là các thành tạo trầm tích biến chất cao, tạo nên phần nhân của phức nếp lồi, phủ trên là các thành tạo biến chất và các thành tạo nguồn phun trào trẻ hơn. Các đá này bị các thể magma có thành phần và nguồn gốc đa dạng xuyên cắt, gây biến đổi mạnh mẽ. Các đá trầm tích biến chất trong khu vực bị tác động bởi ít nhất 5 pha biến dạng và 2 pha biến chất chính, trong đó pha biến dạng 1 là pha biến dạng mạnh mẽ nhất, đi kèm sự kiện biến chất thứ nhất ( $M_1$ ), đạt tương amphibolit với sự hình thành rộng rãi của fibrolit. Pha biến dạng 2 diễn ra trong điều kiện nhiệt áp duy trì từ pha 1 và tạo nên sự kết tinh cục bộ của silimanit. Pha biến dạng 3 liên quan tới sự kiện biến chất 2 ở mức độ thấp hơn, dẫn tới sự thay thế giết lùi của tổ hợp khoáng vật nhiệt độ cao hơn bằng tổ hợp khoáng vật biến chất thấp hơn. Các pha biến dạng muộn hơn có mức độ biểu hiện yếu ớt và không tác động đáng kể tới bình đồ cấu trúc khu vực. Kết quả định tuổi U-Pb của các hạt zircon và monnazit trong các đá trầm tích biến chất và pegmatitic magma bằng phổ khối ion độ nhạy phân giải cao (SHRIMP) cho thấy đá trầm tích biến chất được hình thành muộn nhất vào đầu kỷ Devon (411 Tr.n). Pha biến dạng sớm nhất ( $B_1$ ) tác động lên chúng có thể bắt đầu từ giữa Carbon và kéo dài ít nhất đến đầu Trias (tương ứng với 250 Tr.n) khi kịch điểm biến chất của pha biến chất 1 ( $M_1$ ) xảy ra. Quá trình biến dạng tiếp tục với Pha 2 diễn ra ở chế độ nhiệt áp cao được duy trì từ Pha 1 trong thời gian khoảng từ 230-240 Tr.n. Pha biến dạng thứ 3 diễn ra tương đồng với quá trình biến chất ở nhiệt độ thấp hơn, có thể do sự nâng cao tạo núi và bóc mòn, tạo ra thể hệ khoáng vật biến chất thấp thay thế các khoáng vật biến chất cao. Các pha biến dạng muộn hơn đều diễn ra trong điều kiện giảm nhiệt-áp, tương ứng với sự nâng lên dần và bóc mòn của vỏ Trái đất nhưng không làm ảnh hưởng lớn đến bình đồ cấu trúc khu vực.

## I. MỞ ĐẦU

Cấu trúc Tạ Khoa được đặc trưng bởi một phức nếp vòng lớn, lộ ra ở khu vực huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La. Các nghiên cứu trước đây thường xem cấu trúc này là một phần của đới cấu trúc Sông Đà (Hình 1). Chúng lộ ra dưới dạng một cấu trúc vòm với nhiều nếp uốn phức tạp, tạo nên một phức nếp uốn có dạng elip trên bề mặt địa hình (trong bài báo này được gọi là Nếp lồi Tạ Khoa). Cấu trúc địa chất của trung tâm Nếp lồi Tạ Khoa hết sức phức tạp, bao gồm nhiều thành tạo địa chất có thành phần, tuổi và nguồn gốc. Phần nhân của phức nếp lồi Tạ Khoa được cấu tạo bởi các đá trầm tích giàu alumosilicat và carbonat bị biến chất tương amphibolit, vây quanh là các thành tạo biến chất yếu với thành phần đa dạng tuổi Paleozoi muộn đến Mesozoi. Chúng đã trải qua một chế độ nhiệt động phức tạp, các đá bị biến dạng và biến chất với các mức độ khác nhau, phản ánh lịch sử phát triển địa chất lâu dài và phức tạp. Vùng đã được nhiều nhà địa chất quan tâm nghiên cứu với nhiều quan điểm về chế độ nhiệt động và lịch sử phát triển địa chất khu vực khác nhau [5, 6, 12, 18, 21, 22].



Hình 1. **A:** Vị trí cấu trúc Tạ Khoa ở miền Bắc Việt Nam. **B:** Vị trí khu vực trung tâm cấu trúc Tạ Khoa trong mối quan hệ với các yếu tố cấu trúc lớn của Tây Bắc Bộ:

1- Đới Sông Hồng; 2- Đới Hà Nội; 3- Đới Phan Si Pan; 4- Đới Tú Lệ; 5- Đới Sông Đà (5a- Phụ đới Mai Sơn, 5b- Phụ đới Tạ Khoa); 6- Đới Nậm Cồ;

7- Đới Sông Mã; 8- Đới Sầm Nưa; 9- Đới Điện Biên; 10- Đới Pu Si Lung; 11- Đới Mường Tè.

(theo Nguyễn Văn Hoàn và nnk, 2005).

Một số nghiên cứu chi tiết trong từng bộ phận của vùng [4, 19, 21, 22] bước đầu đã xác định sự tồn tại của các yếu tố cấu trúc cơ bản, nguồn gốc cũng như vai trò của chúng trong quá trình phát triển địa chất khu vực. Tuy nhiên, thời gian hình thành các đá và cấu trúc địa chất khu vực cũng như các điều kiện nhiệt động liên quan đến chúng trong khu vực Tạ Khoa vẫn chưa được làm rõ, hoặc còn thiếu cơ sở. Trong bài báo này, tác giả sẽ thảo luận chi tiết về quá trình phát triển địa chất khu vực Nếp lõi Tạ Khoa trên cơ sở các kết quả định tuổi tuyệt đối của các đá và các sự kiện kiến tạo chủ yếu, kết hợp với các giải đoán cấu trúc địa chất chi tiết để khôi phục các quá trình nhiệt động và lịch sử tiến hóa địa chất khu vực.

\* Một số nội dung của bài báo đã được đăng trong bài Tiến hóa kiến tạo của các thành tạo trầm tích biến chất vùng Trung tâm Nếp lõi Tạ Khoa và ý nghĩa của chúng trong lịch sử địa chất Tây Bắc Bộ. Tuyển tập các báo cáo Hội nghị Khoa học lần thứ 20 Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

## II. KHÁI QUÁT ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT KHU VỰC NẾP LỐI TẠ KHOA

### 1. Đặc điểm thành phần vật chất

Khu vực trung tâm Nếp lõi Tạ Khoa được đặc trưng chủ yếu bởi các thành tạo trầm tích biến chất ở các mức độ khác nhau, từ tương phiến lục đến amphibolit tuổi Devon sớm, bị phủ bởi các thành tạo trầm tích lục nguyên-carbonat-silic biến chất yếu, tuổi Devon giữa - Carbon sớm và các đá phun trào và nguồn phun trào tuổi Permi muộn - Trias sớm và đôi chỗ bị xuyên cắt bởi các thành tạo xâm nhập có thành phần từ siêu mafic đến axit (Hình 2). Các tài liệu nghiên cứu gần đây xếp chúng vào các phân vị sau:

- **Hệ tầng Nậm Sập** ( $D_{1-2NS}$ ): Lộ ra ở trung tâm và tạo thành nhân của Nếp lõi Tạ Khoa (Hình 2) [10], gồm các thành tạo lục nguyên carbonat bị biến chất tới tương amphibolit: đá phiến thạch anh hai mica chứa silimanit, phiến thạch anh-felspat-biotit - silimanit +/-cordierit xen ít quazit,

calci silicat chứa mica, đá hoa, đá phiến thạch anh fenspat diopsid, các lớp đá phiến chứa epidot và calcit, actinolit.

- **Hệ tầng Bản Cãi** ( $D_3 bc$ ): Nằm ở các cánh của Nếp lồi Tạ Khoa (Hình 2) [10], gồm các đá trầm tích lục nguyên, silic, lục nguyên carbonat, carbonat bị biến chất yếu: cát, sét kết, đá phiến sét có chứa di tích Vỏ nón, đá phiến silic và lớp mỏng mangan, đá vôi và đá vôi sét.

- **Hệ tầng Đa Niêng** ( $C_1 đn$ ): Phân bố ở phần rìa của Nếp lồi Tạ Khoa, gồm chủ yếu là đá vôi vi hạt tới hạt nhỏ, đá vôi dạng khối xen ít đá vôi sét, đá vôi silic phân lớp mỏng.

- **Hệ tầng Viên Nam** ( $T_1 vn$ )<sup>[1]</sup>: Bao gồm các thành tạo phun trào và trầm tích phun trào phân bố xung quanh Nếp lồi Tạ Khoa (Hình 2) [10], gồm bazan, bazan hạnh nhân, bazan porphyr, andesitobazan; tuf bazan màu xám xanh; trachydacit porphyr, ryodacit. Hệ tầng này phủ bất chỉnh hợp lên các đá cổ hơn trong khu vực nghiên cứu.

- **Phức hệ Ba Vì** ( $\sigma, \nu, \mu T_1 bv$ ): Bao gồm các đá xâm nhập có thành phần đa dạng từ siêu mafic đến mafic gồm dunit, verlit, peridotit, gabro peridotit, gabro, gabrodiabas, diabas ở dạng các khối nhỏ, xuyên cắt vào tất cả các thành tạo có trong vùng (Hình 2) [10]. Trong khu vực Nếp lồi Tạ Khoa, các đá thuộc phức hệ Ba Vì thường bị biến dạng mạnh mẽ, ranh giới của chúng với đá vây quanh thường là các ranh giới kiến tạo với biểu hiện các đới trượt có chiều dày hàng mét tới hàng chục mét. Điều đó chứng tỏ chúng đã bị biến dạng mạnh mẽ bởi các quá trình biến dạng hậu xâm nhập.

- **Phức hệ Phía Bioc** ( $\gamma T_{3n} pb$ ): Bao gồm granit biotit, granit biotit dạng porphyr, granit hai mica, granit-pegmatit, aplit granit, tạo thành các thể nhỏ xuyên cắt vào tất cả các thành tạo có trong vùng (Hình 2) [10, 19]. Trong các đá này thường có các thể tàn dư của đá vây quanh.

---

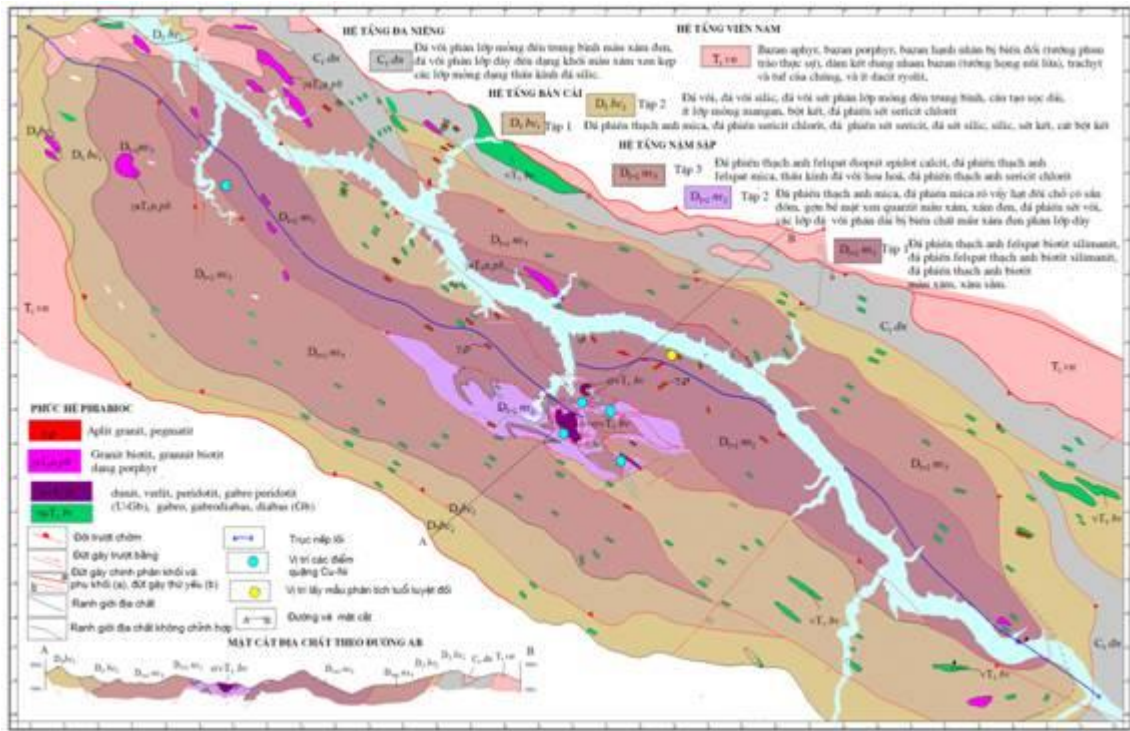
[1] Hệ tầng Viên Nam được xếp vào Permi muộn ( $P_3 vn$ ) trên cơ sở tuổi đồng vị 250-260 Tr.n của bazan trong hệ tầng (xem: Địa chất và Tài nguyên Việt Nam. Nxb KHTN và CN, Hà Nội, 2009; tr. 92-93). BBT.

## 2. Đặc điểm biến dạng kiến tạo và biến chất liên quan

### a) Các pha biến dạng kiến tạo

Theo kết quả nghiên cứu của Vũ Xuân Lực và nnk [20-22] và các kết quả nghiên cứu mới nhất của tác giả, Nếp lồi Tạ Khoa được hình thành bởi sự giao thoa cấu trúc phân dị từ nhiều sự kiện biến dạng khác nhau. Các kết quả khảo sát thực địa cho thấy, có ít nhất 5 pha biến dạng kiến tạo tác động lên các đá của vùng nghiên cứu (Ảnh 1).





Hình 2. Sơ đồ địa chất vùng trung tâm Nếp lồi Tạ Khoa (Theo Lê Thanh Hựu, 2008).



Ảnh 1. Sự giao thoa cấu tạo do sự chùng lún của nhiều cấu tạo được hình thành trong nhiều biến dạng khu vực, quan sát được gần cầu Tạ Khoa.

Tại đây, các đá trầm tích và cả các đai mạch mafic và pegmatit bị xoay song song với cấu tạo phiến khu vực S1 và sau đó bị uốn nếp bởi nhiều thể hệ uốn nếp khác nhau, tất cả lại bị một đứt gãy thuận muộn cắt và làm dịch chuyển. Maf: đai mạch mafic; U2: nếp uốn thể hệ thứ 2;

U3: nếp uốn thể hệ thứ 3, F5: đứt gãy pha biến dạng thứ 5 (đứt gãy thuận).

- **Pha biến dạng thứ nhất (B1):** Được đặc trưng bởi sự biến dạng dẻo phát triển rất rộng rãi trong các đá có tuổi trước Trias giữa. Cấu tạo đặc trưng là các phiến khu vực thể hệ 1 (S<sub>1</sub>) đi cùng các nếp uốn đẳng cánh, các đới trượt cùng phương, đá bị biến chất cao tới tương amphibolit, thể hiện ở sự kết tinh của các khoáng vật silimanit dọc theo cấu tạo phiến S<sub>1</sub> cũng như sự hình thành của các thể pegmatit dạng nóng chảy tại chỗ trong các đá pelit. Pha biến dạng này được ghi nhận khá rõ ở tâm Nếp lồi Tạ Khoa.

- **Pha biến dạng thứ hai (B2):** Diễn ra trong chế độ dẻo và phát triển rộng rãi trong các thành tạo địa chất có tuổi trước Jura. Cấu tạo đặc trưng là các cấu tạo phiến khu vực dạng thớ nhú (S2), đi cùng các nếp uốn nằm đẳng nghiêng và các đới trượt chòm dẻo.

- **Pha biến dạng thứ ba (B3):** Đặc trưng bởi các đới trượt chòm nghịch/ngịch kéo dài theo phương tây bắc - đông nam và các nếp uốn mở đến hẹp, có mặt trục thẳng đứng tới nghiêng, đi cùng với các cấu tạo phiến mặt trục thể hệ 3 (S3) đồng phương với các đới trượt.

- **Pha biến dạng thứ tư (B4):** Tạo nên các nếp uốn mở hoặc dạng uốn gãy (U4) có mặt trục gần thẳng đứng, nếp uốn gãy kéo dài theo hướng đông bắc - tây nam. Các nếp uốn thể hệ 4 thường có biểu hiện yếu, đặc trưng mặt trục là các thớ vỡ và không làm ảnh hưởng lớn tới cấu trúc chung của khu vực.

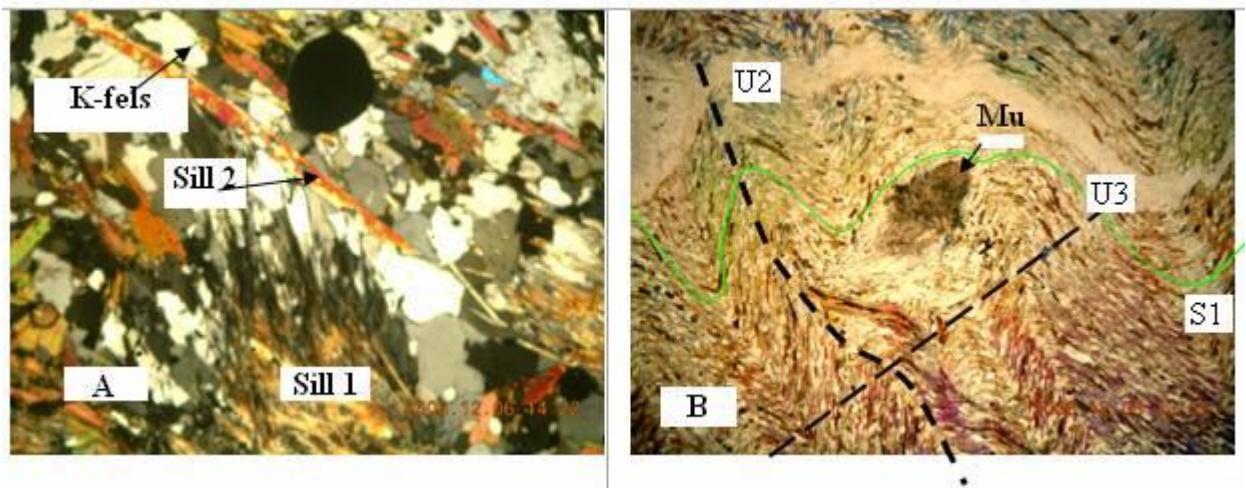
- **Pha biến dạng thứ năm (B5):** Tạo các dập vỡ dòn và các hệ thống đứt gãy thuận hoặc dịch bằng với nhiều phương phát triển khác nhau, phát triển rộng rãi và cắt qua tất cả các thành tạo địa chất có trong vùng.

### **b) Đặc điểm biến chất**

Các đá trong khu vực trung tâm Nếp lồi Tạ Khoa bị biến chất mạnh mẽ, thể hiện ở sự có mặt của tổ hợp các khoáng vật gồm silimanit trình độ biến chất tới tướng amphibolit trong các đá pelit [1, 22, 23]. Trên cơ sở nghiên cứu mối quan hệ giữa biến dạng kiến tạo và sự hình thành tổ hợp khoáng vật biến chất, có thể nhận thấy khu vực nghiên cứu bị biến chất chòm bởi 2 pha biến chất sau:

- **Pha biến chất 1 (M1):** Được đặc trưng bởi sự có mặt của tổ hợp khoáng vật biến chất cao như biotit+fibrolit (silimantit) trong các đá pelit (Ảnh 2A). Các khoáng vật này thường phát triển dọc theo cấu tạo phiến S1 và góp phần tạo nên sự định hướng của cấu tạo phiến này, chứng tỏ sự hình thành của khoáng vật đi cùng sự biến dạng hoặc vào cuối giai đoạn biến dạng đầu tiên của đá (Pha biến dạng 1). Pha biến chất này tiếp tục được duy trì cùng với sự kiện biến dạng thứ 2, trong điều kiện nhiệt độ của tướng amphibolit, thể hiện bởi sự uốn nếp mạnh mẽ của tổ hợp khoáng vật biến chất cao tạo thành các thớ nhú và nếp uốn U2 phát triển rộng rãi trong đá (Ảnh 2B) và sự mọc chòm cục bộ của các tinh thể silimanit thể hệ 2 lên các khoáng vật thể hệ 1 (Ảnh 2A). Pha biến chất này còn dẫn tới sự nóng chảy cục bộ đá trầm tích pelit và hình thành các thân granit-pegmanit (trước đây được xếp vào phức hệ Phia Bioc) (Ảnh 1). Như vậy, quá trình biến chất thứ nhất diễn ra trong điều kiện của Pha biến dạng 1 và duy trì ở Pha biến dạng 2, nơi nhiệt độ biến chất đạt cực đại.

- **Pha biến chất 2 (M2):** Là pha biến chất diễn ra ở nhiệt độ thấp hơn, làm chuyển hóa hầu hết các khoáng vật biotit thành muscovit và sự thay thế silimanit bởi thạch anh và muscovit. Các tinh thể muscovit thay thế giả hình các khoáng vật thể hệ 1 và thường không làm thay đổi đáng kể kiến trúc của đá. Đôi nơi, các khoáng vật muscovit mọc chòm lên các cấu tạo thể hệ 1 và 2, tạo nên cấu tạo định hướng song song mặt trục của nếp uốn thể hệ 3 (Ảnh 2B). Bên cạnh đó, sự xuất hiện của turmalin đẳng thớ chòm lên các khoáng vật của Pha 1 cho thấy Pha biến chất này diễn ra trong điều kiện giảm áp và giảm nhiệt, có thể diễn ra vào cuối Pha biến dạng thứ 3.



Ảnh 2. **A:** Hai thế hệ silimanit được hình thành trong đá pelit của hệ tầng Nậm Sập. Trong đó, tổ hợp K-felspat và fibrolit silimanit được hình thành trước và bị chôn lên bởi silimanit dạng tinh thể kéo dài của thế hệ 2, chứng tỏ thế hệ sau mọc muộn hơn kiến trúc biến chất đã hình thành. **B:** Muscovit thay thế tổ hợp silimanit-biotit trong đá pelit. Trong đó, muscovit có kiến trúc giả hình phát triển trên các khoáng vật có trước bị uốn nếp bởi các nếp uốn thế hệ 2 (U2). Muscovit bị uốn nếp nhẹ bởi nếp uốn thế hệ 3 (U3).

Như vậy có thể thấy, sự kiện biến chất cao trong khu vực liên quan tới pha biến dạng 1 và 2 và sau đó, biến chất ở nhiệt độ thấp hơn diễn ra trong các pha biến dạng muộn hơn.

## 2. Đặc điểm hình thái và tuổi các khoáng vật zircon và monazit qua kết quả phân tích tuổi tuyệt đối bằng phương pháp SHRIMP

Như đã mô tả ở trên, sự kiện biến dạng/biến chất quan trọng nhất là các pha biến dạng 1, 2, 3 và các sự kiện biến chất M1 và M2. Pha biến dạng và biến chất 1 đã tạo nên sự nóng chảy cục bộ và hình thành các thể pegmatit (trước đây được xếp vào phức hệ Phia Bioc). Do vậy, một số khoáng vật như zircon, monazit, có thể được hình thành trong quá trình biến chất cao và granit hóa. Ngoài ra, do mức độ bền vững của zircon dưới điều kiện biến chất cao, trong các hạt zircon bị biến chất thường mang tính phân đới trong đó phần lõi là các thể tàn dư của kết tinh nguyên thủy và phần rìa thường là dấu vết của hoạt động nhiệt động về sau. Do đó định tuổi của chúng không chỉ xác định tuổi của đá mà còn có thể giúp xác định thời gian biến dạng và biến chất. Các mẫu đã được lấy phân tích từ các tập đá giàu silimanit hệ tầng Nậm Sập (Ảnh 3A) và các thể pegmatit (Ảnh 3B) kết quả phân tích cho thấy:

### - Hình thái các khoáng vật

Kết quả phân tích CL cho thấy cả trong đá pelit và pegmatit các hạt zircon thường có độ mài tròn tốt, có tính phân đới rõ rệt trong đó phần nhân thường có tính phân đới đồng tâm, tạo thành các đới sáng và sẫm màu phân bố đều đặn từ ngoài vào tâm hạt (Ảnh 4A). Tính phân đới này là kết quả kết tinh trong quá trình đông nguội magma. Ngược lại, phần rìa của các hạt zircon thường tạo ra các rìa phân bố không đều đặn vây quanh phần nhân của hạt. Các đới này thường sẫm màu, đồng nhất và không có tính phân dị đồng tâm. Chúng thường là hậu quả của quá trình biến chất. Bên cạnh đó, trong đá pegmatit còn có một số hạt zircon nhỏ, tự hình, màu sáng có thể là kết quả của quá trình kết tinh mới trong quá trình thành tạo pegmatit. Sự phổ biến của zircon trong đá pegmatit và sự tương đồng về cấu tạo và hình thái của zircon trong chúng so với đá trầm tích biến chất vây quanh cho thấy pegmatit là sản phẩm tái nóng chảy của đá vây quanh.





Ảnh 3. Các loại đá chủ yếu được thu thập để định tuổi tuyệt đối trong khu vực trung tâm Nếp lồi Tạ Khoa **A**: Tập đá pelit giàu silimanit thuộc hệ tầng Nậm Sập. **B**: Thể pegmatit được hình thành cùng pha biến dạng 1 (S1) có tuổi 249-250 Tr. n, sau đó chúng lại bị uốn nếp bởi pha biến dạng muộn hơn (U2).

Các hạt monazit thường tự hình và không có tính phân đôi đồng tâm. Tuy nhiên chúng bị biến đổi mạnh mẽ, tạo thành các đới loang lỗ và chỉ còn lại một số khu vực trong hạt còn bảo tồn thành phần nguyên thủy (Ảnh 4C).

*- Kết quả định tuổi*

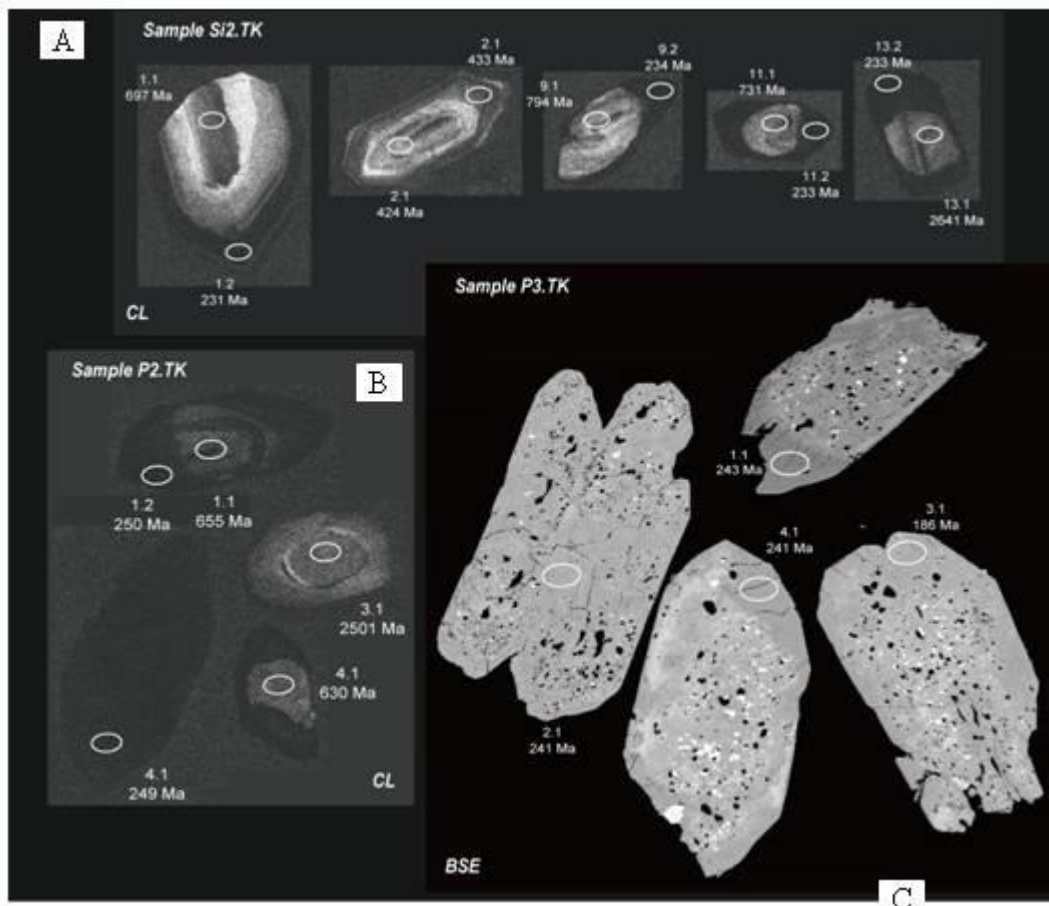
Kết quả phân tích và định tuổi các mẫu được tổng hợp trên các đồ thị concordia (Hình 3). Nhìn chung, các tập hợp zircon trong các mẫu pegmatit và pelit đều có tính đa dạng về tuổi, trong đó phần nhân và phần rìa có các dị biệt khác nhau về tuổi (Hình 3).

Mẫu Si1.TK gồm 12 điểm phân tích, hầu hết cho tuổi  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  dao động từ 239 - 259 Tr.n và một hạt cho tuổi 586 Tr.n. Mẫu Si2.Tk gồm 30 điểm phân tích cho tuổi từ 424 - 2.641 Tr.n đối với phần nhân và từ 231 - 256 Tr.n đối với phần rìa. Tương tự, mẫu Si3.TK gồm 27 điểm được phân tích, hầu hết cho tuổi từ 427 - 1539 Tr.n. Có hai hạt cho tuổi khá trẻ 29 Tr.n, quá khác biệt về tuổi so với các hạt khác.

Trong pegmatit, tuổi của 15 điểm phân tích zircon trong mẫu P1.TK dao động từ 246 - 262 Tr.n (cho phần rìa và 411 - 1757 Tr.n cho phần nhân của các hạt). Mẫu P2.TK có 28 điểm được phân tích cho tuổi 630 - 2501 Tr.n ở phần nhân, còn phần rìa cho tuổi từ 248 - 250 Tr.n. Trong mẫu P3.TK, 12 điểm zircon được phân tích và cho tuổi dao động từ 239 - 380 Tr.n.

Do mỗi loại mẫu đều lấy từ cùng một loại đá trong một khu vực nghiên cứu nên kết quả phân tích tuổi của các mẫu có thể được thống kê chung trong một đồ thị cho từng loại đá (Hình 4). Kết quả thống kê cho thấy có ba khoảng tuổi chính thu được từ các hạt zircon và monazit:

+ *Khoảng tuổi 1*: Dao động từ 411 Tr.n đến 2,5? tỷ năm có mặt trong phần nhân của các hạt zircon là tuổi kết tinh của zircon trong quá trình thành tạo magma.

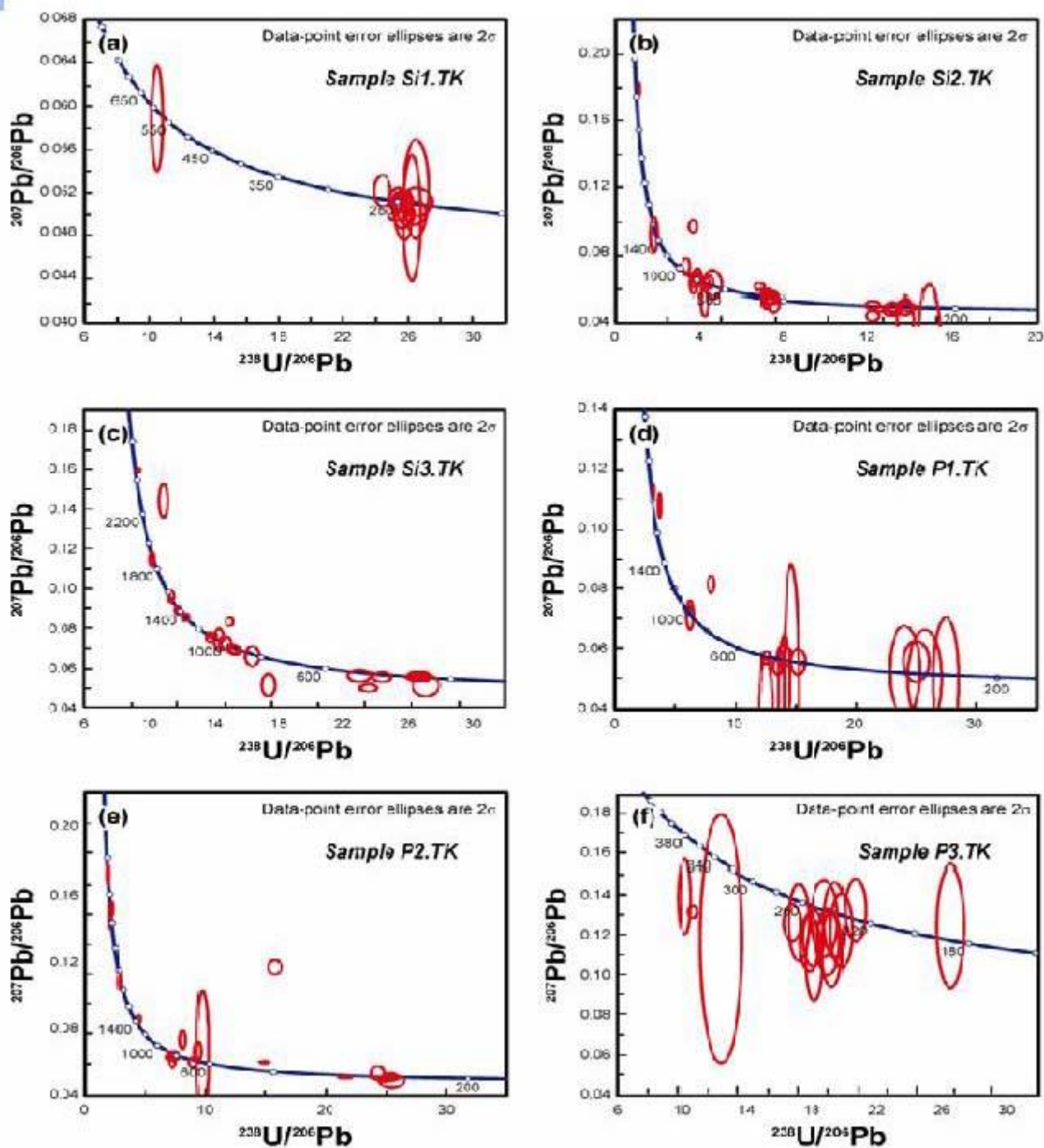


Ảnh 4. Ảnh chụp CL cho thấy hình thái của các hạt zircon và monazit điển hình trong các mẫu định tuổi tuyệt đối ở vùng Tạ Khoa và các vị trí định tuổi của chúng (các hình elip). **A:** zircon trong các đá pelit bị biến chất tương amphibolit với tính phân đới rõ ràng trong đó phần nhân là phân đới đồng tâm do kết tinh magma còn phần rìa có tính phân đới bất thường, sẫm màu, do quá trình biến chất và biến đổi. Phần nhân thường cho tuổi già hơn nhiều so với phần rìa. **B:** các hạt zircon trong đá pegmatit cũng có hình thái tương tự trong đá pelit mặc dù một số hạt bị tái kết hình gần hoàn toàn. **C:** Các hạt monazit bị biến đổi mạnh mẽ và chỉ còn sót lại một số phần nhỏ đồng nhất có thể định tuổi.

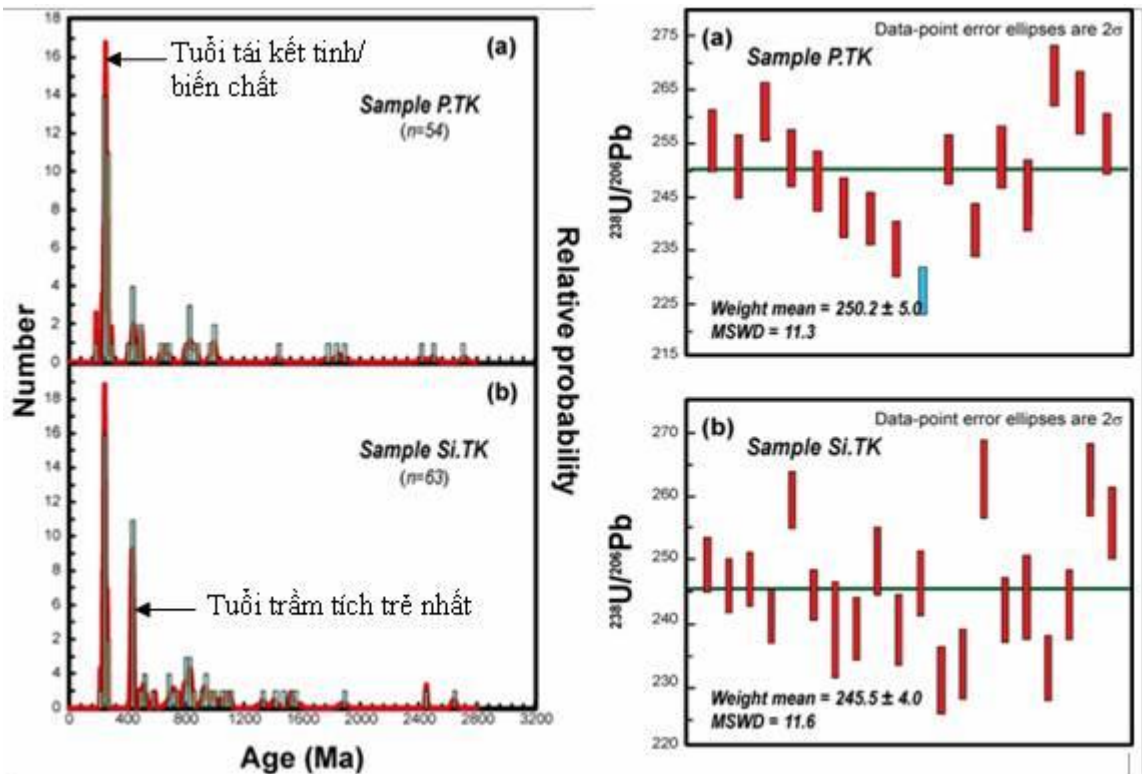
+ *Khoảng tuổi 2:* Gồm các tuổi thu được từ phần rìa của các hạt zircon và trong một số hạt monazit, Giá trị trung bình khoảng tuổi này trong các đá pegmatit là  $250 \pm 5$  Tr.n còn trong các mẫu đá pelit là  $245,5 \pm 4$  Tr.n. Như vậy, có thể thấy tuổi biến chất của đá trong khu vực ở khoảng 245-250 Tr.n, ứng với giai đoạn cuối cùng của Permi.

+ *Khoảng tuổi 3:* Gồm các kết quả phân tích có tuổi trẻ hơn 246 Tr.n, thường rìa của các hạt zircon hoặc monazit có tuổi phổ biến từ 230 - 240 Tr.n và do đó thể hiện sự tiếp tục tái kết tinh của các hạt này khi quá trình biến chất chùng tiếp tục diễn ra dưới điều kiện nhiệt - áp, duy trì ở mức độ cao hoặc tác dụng cục bộ của các pha biến dạng về sau. Tuy nhiên, do mức độ ít phổ biến của các tuổi này trong các mẫu nên không thể xác định được quy luật phân bố tuổi của các giai đoạn biến dạng muộn hơn.





Hình 3. Đồ thị concordia thể hiện kết quả phân tích tuổi tuyệt đối U-Pb cho các đá trong khu vực nghiên cứu: a, b, c là các mẫu trong đá pelit còn d, e, f là các mẫu trong đá pegmatit.



Hình 4. **a.** Kết quả tổng hợp thống kê tuổi cho các mẫu pegmatit (trên) và pelit (dưới) cho thấy sự đa dạng về tuổi của các hạt zircon. Tuy nhiên có thể nhận thấy rõ khoảng tuổi khác biệt ở các mốc thời gian khác nhau, được luận giải là tuổi của các hạt zircon trầm tích và tuổi tái kết tinh trong quá trình biến chất và thành tạo pegmatit, trong đó khoảng tuổi trầm tích dao động từ mốc 411 Tr.n đến cổ hơn còn các tuổi trẻ hơn là tuổi biến chất hoặc tái kết tinh. **b.** Thống kê tuổi của phần rìa các hạt zircon và tuổi của các hạt monazit trong đá cho thấy tuổi trung bình của chúng ở khoảng 250 Tr.n cho đá pegmatit và 246 Tr.n cho đá pelit.

### III. NHẬN ĐỊNH VÀ KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu thảo luận trên đây, có thể đưa ra một số nhận định về đặc điểm nhiệt - kiến tạo liên quan tới các thành tạo magma - biến chất trong khu vực trung tâm Nếp lồi Tạ Khoa như sau:

- Phân tích mối quan hệ giữa biến dạng và biến chất của các đá trong khu vực trung tâm Nếp lồi Tạ Khoa cho thấy, pha biến chất khu vực sớm nhất và quan trọng nhất xảy ra ở tương amphibolit là sản phẩm trực tiếp của Pha biến dạng 1. Do Pha biến dạng 1 có đặc điểm của biến dạng tạo núi uốn nếp - chòm nghịch điển hình liên quan tới quá trình đùn độ kiến tạo do va mảng [3, 11, 14] nên đã dẫn tới sự thành tạo rộng rãi các nếp uốn đi cùng các đới trượt kiểu chòm nghịch trong các đá có tuổi cổ hơn Trias trong khu vực này [10, 18, 20, 21] và tạo nên các thành tạo biến chất liên quan. Quá trình biến dạng thuộc Pha biến dạng 2 tiếp tục diễn ra trong điều kiện nhiệt độ và áp suất cao đã dẫn tới sự thành tạo các nếp uốn đẳng nghiêng và uốn nếp các khoáng vật mới được hình thành trong pha biến dạng thứ nhất, tạo nên hệ thống nếp uốn đẳng nghiêng và các đới trượt chòm phát triển rộng rãi trong Pha biến dạng 2. Pha biến chất muộn hơn xảy ra ở điều kiện nhiệt độ và áp suất thấp hơn nhiều so với pha biến chất đầu tiên và liên quan tới các sự kiện biến dạng thuộc pha biến dạng 3 và muộn hơn.

- Các đá granit-pegmatit trước đây được xếp vào phức hệ Phia Bioc trong khu vực nghiên cứu, là kết quả tái nóng chảy của quá trình biến chất các đá pelit ở nhiệt độ cao, ứng với tương amphibolit. Pha biến chất này là hậu quả của sự làm dày và vùi sâu các đá dưới tác động của biến

dạng uốn nếp-chòmer nghịch thuộc Pha biến dạng sớm nhất ghi nhận được trong các đá trầm tích biến chất ở phần nhân của nếp lồi Tạ Khoa. Sự tồn tại của các thể tàn dư trầm tích biến chất hệ tầng Nậm Sập trong các đá pegmatit này chứng tỏ chúng là kết quả của quá trình nóng chảy tại chỗ của đá trầm tích biến chất vây quanh. Sự tương đồng về hình thái và tuổi của zircon trong các mẫu phân tích ở đây cũng cho thấy permatit được tái nóng chảy từ đá trầm tích biến chất vây quanh.

- Các đá granit pegmatit trước đây được xếp vào phức hệ Phia Bioc có tuổi 250 Tr.n và tương đồng với tuổi biến chất trong đá pelit. Như vậy, có thể các thành tạo này không thuộc phức hệ Phia Bioc mà chỉ là sản phẩm của quá trình biến chất khu vực và nóng chảy tại chỗ của đá pelit trong quá trình biến dạng và biến chất sớm trong khu vực.

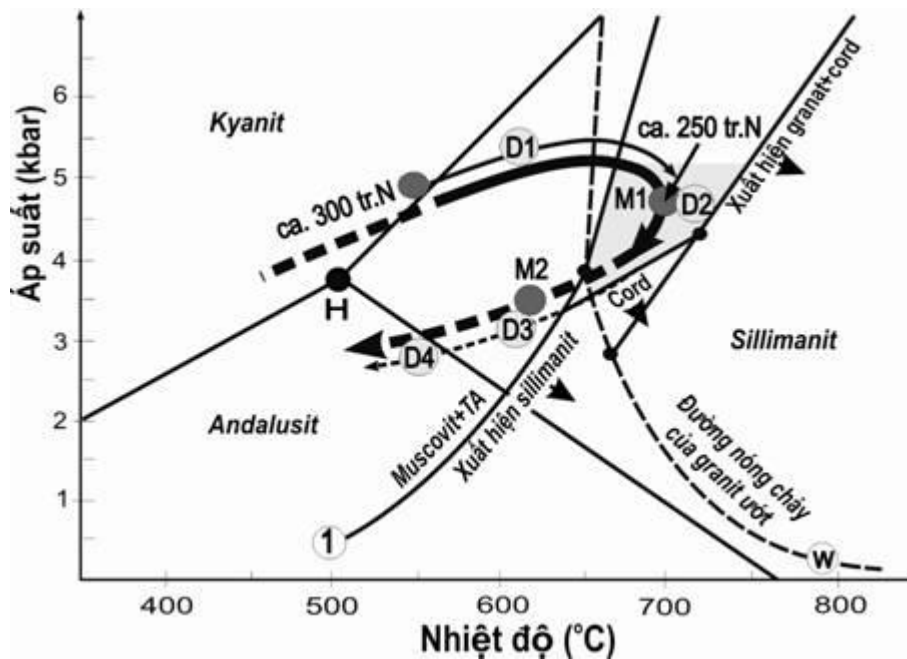
- Cực đại biến chất khu vực tương amphibolit dẫn tới sự tái kết tinh của đá và tạo thành các thể magma nóng chảy tại chỗ và làm tái kết tinh một phần các khoáng vật zircon xảy ra tương đồng với quá trình thành tạo pegmatit (trong khoảng 246-260 Tr.n). Điều kiện nhiệt áp trong khu vực tiếp tục được duy trì do tác động của pha biến dạng thứ 2 và dẫn tới sự tái kết tinh của một số hạt zircon trong giai đoạn muộn hơn.

- Có thể khẳng định tuổi của pha biến dạng thứ nhất trong khu vực nghiên cứu là trước 250 Tr.n vì cực đại biến chất luôn xảy ra muộn hơn cực điểm biến dạng từ vài triệu đến hàng chục triệu năm do sự nóng chảy các đá trầm tích trong các đai tạo núi thường chỉ diễn ra sau khi chúng bị vùi sâu do biến dạng và có đủ thời gian để nguồn nhiệt dưới sâu làm nóng chúng [1, 13, 17]. Quá trình biến dạng sớm nhất của các đá trong khu vực tương ứng với khoảng trống trầm tích và tạo bất chỉnh hợp giữa hệ tầng Đa Niêng tuổi Carbon sớm và hệ tầng Viên Nam tuổi Trias sớm. Vì vậy có thể suy đoán rằng, pha biến dạng 1 có thể đã diễn ra ít nhất là từ giai đoạn Carbon giữa đến đầu Trias (250 Tr.n). Các thành tạo phun trào của hệ tầng Viên Nam, trước đây được giải đoán có tuổi Permi muộn - Trias sớm là chưa hợp lý mà phải là Trias sớm, do chúng phủ bất chỉnh hợp lên các thành tạo bị biến dạng và biến chất cao đề cập ở trên [10].

- Mọi quan hệ và lịch sử nhiệt kiến tạo trong khu vực Nếp lồi Tạ Khoa được tóm tắt trong Hình 5. Trong đó, giai đoạn biến dạng sớm có thể diễn ra từ giữa Carbon (khoảng 300 Tr.n) và kéo dài tới khoảng 250 Tr.n, đi cùng là cực điểm biến chất tiến triển tới tương amphibolit với sự phản ứng phá hủy muscovit và thạch anh và xuất hiện của silimanit (fibrolit) đạt cực đại ở khoảng 246-250 Tr.n. Sau đó, pha biến dạng 2 vẫn diễn ra trong điều kiện nhiệt áp cao sau 250 Tr.n và tiếp tục dẫn tới sự hình thành cục bộ các tinh thể silimanit. Pha biến chất 2 (M2) diễn ra trong điều kiện giảm nhiệt áp so với pha M1 và dẫn tới sự hình thành muscovit thế hệ 2 chồng lên các khoáng vật biến chất cao của thế hệ 1. Pha này tương ứng với sự kiện biến dạng thứ 3 trong vùng nghiên cứu. Các pha biến dạng muộn hơn diễn ra trong điều kiện nhiệt độ và áp suất thấp và không có ảnh hưởng đáng kể tới sự thay đổi của bình đồ cấu trúc khu vực.

Những phát hiện mới về tuổi của sự kiện nhiệt kiến tạo quan trọng nhất trong khu vực Nếp lồi Tạ Khoa cho thấy, biến dạng khu vực liên quan đến hoạt động tạo núi khu vực, đáng kể nhất tác động vào các đá cổ nhất trong khu vực nghiên cứu, diễn ra ít nhất là từ giữa Kỷ Carbon tới đầu Trias. Sự kiện tạo núi này cổ hơn nhiều so với tuổi của biến dạng tạo núi Indosinian diễn ra trong Trias mà nhiều nhà Địa chất trước đây đã giải đoán [6, 9]. Như vậy, việc xem xét lại các giai đoạn biến dạng và mốc thời gian liên quan đến chúng bằng các nghiên cứu địa chất định lượng và đồng bộ hơn, trong đó có việc xác định tuổi của các sự kiện nhiệt kiến tạo là hết sức cần thiết để luận giải lịch sử tiến hóa địa chất của khu vực Tây Bắc Bộ nói riêng và lãnh thổ Việt Nam nói chung.





Hình 5. Đồ thị điều kiện nhiệt áp tóm tắt mối quan hệ giữa biến dạng, biến chất và tuổi tương đối của chúng tác động tới các đá trầm tích biến chất thuộc phần nhân phức Nếp lồi Tạ Khoa. Điểm giao cắt của các trường  $Al_2SiO_5$  (H) theo Holdaway and Mukhopadhyay (1993). Đường cong phản ứng 1 thể hiện ranh giới phản ứng phá hủy muscovit (+thạch anh) để tạo sillimanit + magma theo Carmichael (1978), đường ranh giới phản ứng tạo cordierit theo Holdaway and Lee(1977) và đường ranh giới phản ứng tạo cordierit + granat + K-felspat + magma theo Spear et al. (1999).

Những phát hiện mới về tuổi của sự kiện nhiệt kiến tạo quan trọng nhất trong khu vực Nếp lồi Tạ Khoa cho thấy, biến dạng khu vực liên quan đến hoạt động tạo núi khu vực, đáng kể nhất tác động vào các đá cổ nhất trong khu vực nghiên cứu, diễn ra ít nhất là từ giữa kỷ Carbon tới đầu Trias. Sự kiện tạo núi này cổ hơn nhiều so với tuổi của biến dạng tạo núi Indosinian diễn ra trong Trias mà nhiều nhà Địa chất trước đây đã giải đoán [6, 9]. Như vậy, việc xem xét lại các giai đoạn biến dạng và mốc thời gian liên quan đến chúng bằng các nghiên cứu địa chất định lượng và đồng bộ hơn, trong đó có việc xác định tuổi của các sự kiện nhiệt kiến tạo là hết sức cần thiết để luận giải lịch sử tiến hóa địa chất của khu vực Tây Bắc Bộ nói riêng và lãnh thổ Việt Nam nói chung.

## VĂN LIỆU

1. Bucher K. and Frey M., 1994. Petrogenesis of Metamorphic Rocks: Springer-Verlag, 318 p.
2. Carmichael D.M., 1978. Metamorphic bathozones and bathograds: a measure of the depth of post-metamorphic uplift and erosion on the regional scale: American Journal of Science, v. 278, p. 769-797.
3. Condie, K.C., 1997. Plate Tectonics and Crustal Evolution: Butterworth-Heinemann, 282 p.
4. Đinh Hữu Minh, 2003. Cấu trúc địa chất và đặc điểm quặng hóa sulfur nickel-đồng mỏ Bản Phúc, Sơn La. Luận án tiến sĩ địa chất. Thư viện trường Đại học Mỏ-Địa chất. Hà Nội.
5. Đovjikov A.E. (Chủ biên), 1965. Địa chất miền Bắc Việt Nam, NXB Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội.
6. Fromaget J., 1941. L'Indochine Francaise sa structure geologiques ses mines et leurs relation possibles avec tectonique. Bull. Geol. De l'Ind., vol. 26. Hanoi.

7. **Holdaway M.J., Lee S.M., 1977.** Fe-Mg cordierite stability in high-grade pelitic rocks based on experimental, theoretical, and natural observations: *Contrib. Mineral. Petrol.*, v. 63, p. 175-198.
8. **Holldaway M.J., Mukhopadhyay B., 1993.** A reevaluation of the stability relations of anadaluite: thermochemical data and phase diagram for the aluminum silicates: *Am. Mineral.*, v. 78, p. 289-315.
9. **Lepvrier C., Vuong N.V., Maluski H., Thi P.T., Tich V.V., 2008.** Indosinian tectonics in Vietnam. *Comptes Rendus Geoscience* 340, 94-111.
10. **Lê Thanh Hựu, 2006.** Địa chất và khoáng sản nhóm tờ Yên Châu tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
11. **McCly K.R. (Ed.), 1992.** Thrust Tectonics: *Chapman &Hall*, 447 p.
12. **Metcalf I., 2005.** Southeast. In Elsevier Encyclopedia of Geology, Elsevier Ltd.
13. **Miyashiro A., 1994.** Metamorphic Petrology: *Oxford University Press, New York*, 404 p.
14. **Moore E.M., Twiss R.J., 1995.** Tectonics: Freeman and Company, 415 p.
15. **Nguyễn Văn Hoàn, 2005.** Kết quả hiệu đính loạt Bản đồ địa chất và khoáng sản Tây Bắc, tỷ lệ 1:200.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
16. **Spear F.S., Kohn M.J., and Cheney J.T., 1999.** P-T paths from anatectic pelites: *Contrib. Mineral Petrol.*, v. 134, p. 17-32.
17. **Thompson A.B., England P.C., 1984.** Pressure-temperature-time paths of regional metamorphism II. Their inference and interpretation using mineral assemblages in metamorphic rocks: *J. Petrology*, v. 25, p. 929-955.
18. **Trần Thanh Hải, Nguyễn Văn Nguyên, Hoàng Quang Chí, Nguyễn Văn Can, Trần Văn Trị, Kevin Ansdell, 2005.** Biến dạng uốn nếp - chòem nghịch và kiến tạo phủ chòem trong quá trình tạo núi ở Tây Bắc Việt Nam: sự hiện diện và tác động của chúng lên bình đồ cấu trúc khu vực. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học Địa chất kỷ niệm 60 năm thành lập ngành Địa chất Việt Nam*, tr. 49-62.
19. **Trần Trọng Hòa, 1998.** Các tổ hợp bazantoit cao titan Permi-Trias rift Sông Đà, thành phần vật chất và điều kiện địa động lực hình thành. *TC Địa chất*, A/244:7-14. Hà Nội.
20. **Vũ Xuân Lực, Lê Thanh Hựu, Trần Thanh Hải, 2009.** Đặc điểm cấu trúc biến dạng kiến tạo vùng Yên Châu - Bắc Yên, Sơn La. Địa chất và khoáng sản Quyển 5. *Công trình kỷ niệm 50 năm thành lập Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Bắc.*
21. **Vũ Xuân Lực, Trần Thanh Hải, Đinh Hữu Minh, Trần Quang Phương, 2010.** Đặc điểm biến dạng kiến tạo vùng Tạ Khoa, huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Địa chất kỷ niệm 65 năm Ngành Địa chất Việt Nam.*
22. **Vũ Xuân Lực, Trần Thanh Hải, Lương Quang Khang, Yoonsup Kim., 2012.** Tiến hóa kiến tạo của các thành tạo trầm tích biến chất vùng Trung tâm Nếp lồi Tạ Khoa và ý nghĩa của chúng trong lịch sử địa chất Tây Bắc Bộ. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học lần thứ 20, trường Đại học Mỏ - Địa chất.*
23. **Yardley B.W., 1989.** An Introduction to Metamorphic Petrology: Longman Scientific & Technical.