

ĐẶC ĐIỂM BIẾN DẠNG KIẾN TẠO VÙNG TẠ KHOA, HUYỆN BẮC YÊN, TỈNH SƠN LA

VŨ XUÂN LỰC¹, TRẦN THANH HẢI², ĐINH HỮU MINH³, TRẦN QUANG PHƯƠNG¹

¹Liên đoàn Bản đồ Địa chất Miền Bắc, Long Biên, Hà Nội;

²Đại học Mỏ- Địa chất, Đông Ngạc, Từ Liêm, Hà Nội;

³Công ty TNHH mỏ Nickel Bản Phúc

Tóm tắt: Vùng Tạ Khoa nằm ở huyện Bắc Yên, Sơn La, thuộc miền cấu trúc Tây Bắc Bộ. Đây là nơi có cấu trúc địa chất hết sức phức tạp, bao gồm nhiều thành tạo địa chất có thành phần, tuổi, nguồn gốc và đặc điểm biến dạng, biến chất khác nhau, nhưng có nhiều biểu hiện khoáng sản phong phú, trong đó có tụ khoáng đồng-nickel Bản Phúc có ý nghĩa kinh tế. Kết quả phân tích đặc điểm biến dạng kiến tạo trên cơ sở xác định bản chất các loại cấu tạo, phân lập các thể hệ cấu tạo cũng như mối quan hệ chồng lấn giữa chúng cho thấy vùng nghiên cứu có lịch sử biến dạng rất phức tạp và mang tính đa kỳ. Các tổ hợp đá trong vùng nghiên cứu chịu những tác động biến dạng khác nhau trong đó các đá cổ nhất chịu tác động của ít nhất 5 pha biến dạng kiến tạo. Mỗi pha biến dạng được đặc trưng bởi một loại hoặc một tổ hợp các cấu tạo có cùng nguồn gốc, hình thành trong cùng một thời gian, cùng chế độ biến dạng và đại diện cho một giai đoạn phát triển địa chất mang tính khu vực. Các pha sớm (pha 1 và 2) diễn ra trong môi trường dẻo hoàn toàn, các pha tiếp theo (pha 3 và 4) diễn ra trong môi trường dẻo tới giòn-dẻo, các pha muộn nhất diễn ra trong chế độ giòn. Một số loại cấu tạo có mối liên quan chặt chẽ và có ý nghĩa khống chế với các thành tạo quặng hoá đồng-nickel trong khu vực, trong đó pha biến dạng 1 khống chế sự thành tạo các tích tụ Cu-Ni trong các đới cắt trượt vây quanh khối siêu mafic Bản Phúc. Pha biến dạng 3 dẫn tới sự tái tập trung quặng hóa trong một số đới cắt trượt giòn-dẻo phương TB-ĐN ở ĐN vùng. Việc luận giải cấu trúc chi tiết và có hệ thống không chỉ có ý nghĩa quan trọng trong luận giải lịch sử địa chất khu vực và còn có vai trò quan trọng trong dự đoán tiềm năng sinh khoáng và định hướng tìm kiếm khoáng sản đồng-nickel ở Tạ Khoa và các vùng lân cận.

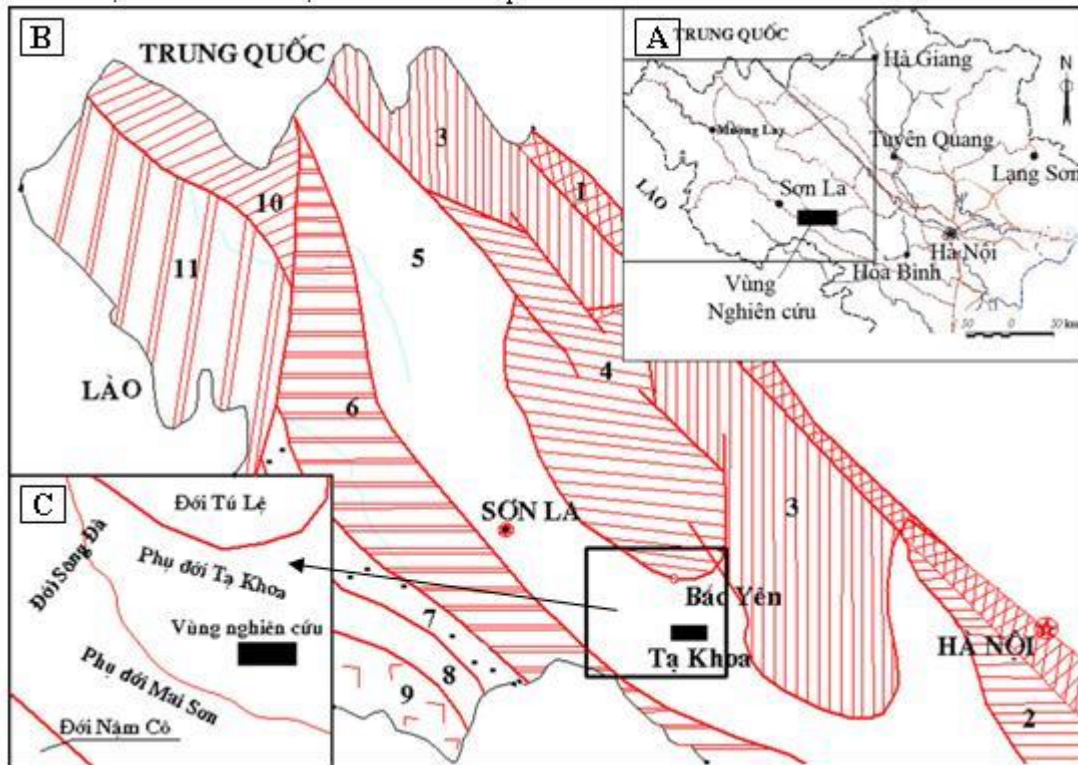
MỞ ĐẦU

Vùng Tạ Khoa thuộc huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La, nằm trong đới cấu trúc Sông Đà, miền cấu trúc Tây Bắc Bộ (Hình 1A). Đây là nơi có cấu trúc địa chất hết sức phức tạp, bao gồm nhiều thành tạo địa chất có thành phần, tuổi, nguồn gốc và đặc điểm biến dạng, biến chất phức tạp.

Vùng Tạ Khoa đã được nhiều nhà địa chất quan tâm nghiên cứu, trong đó có các công trình sớm nhất do các nhà địa chất Pháp tiến hành từ đầu thế kỷ 20. Deprat (1914) đã cho vùng nghiên cứu là "móng kết tinh cổ". Jacob (1921) dựa vào các thành tạo biến chất cao ở vùng này mà gọi vùng là "cửa sổ Tạ Khoa". Fromaget (1939, 1941) xếp vùng nghiên cứu vào một phần Địa khối Indosinia và cho đây là một cấu trúc địa di lớn.

Trong những năm 1960-1980, hàng loạt khảo sát và nghiên cứu địa chất khu vực đã được tiến hành trên vùng nghiên cứu và Tây Bắc Bộ nói chung, trong đó bình đồ cấu trúc khu vực được luận giải chủ yếu theo quan điểm của thuyết địa mảng. Theo quan điểm này, vùng nghiên cứu được xếp vào nhiều đơn vị cấu trúc kiến tạo khác nhau: Đovjikov [2] xem vùng nghiên cứu thuộc miền uốn nếp Tây Việt Nam và được xếp vào đới cấu trúc Sông Đà. Nguyễn Xuân Bao và nnk [11] xem

vùng nghiên cứu nằm trong hệ uốn nếp Tây Bắc Việt Nam và đã xếp vào “máng phức Sông Đà” thuộc phân đới Indosinia muộn; Trần Văn Trị và nnk [16] xếp vùng nghiên cứu vào "Rift nội lục Permi muộn - Trias" thuộc Miền uốn nếp Bắc Bộ. Nguyễn Văn Hoành và nnk [10] trên cơ sở tổng hợp và phân chia chi tiết khu vực Tây Bắc Bộ đã xếp vùng nghiên cứu vào "Đới Sông Đà, phụ đới cấu trúc Tạ Khoa". Lê Thanh Hựu và nnk [6, 18] đã xếp vùng nghiên cứu vào khối cấu trúc Sông Đà, phụ khối cấu trúc Tạ khoa (Hình 1B, 1C).



Hình 1. A) Vị trí vùng Tả Khoa ở miền Bắc Việt Nam. B) Vị trí vùng Tả 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; 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 [10]). C) Vị trí vùng nghiên cứu trên bình đồ phân chia chi tiết trong đới cấu trúc Sông Đà: 1. Phụ đới cấu trúc Mai Sơn; 2. Phụ đới cấu trúc Tả Khoa.

Một số công trình nghiên cứu của các nhà địa chất trong nước và quốc tế theo quan điểm kiến tạo mảng [5, 7] đã xem các thực thể địa chất ở khu vực Tây Bắc Bộ là các bộ phận khác nhau của phần rìa mảng và hình thành từ sự ghép nối của hai địa mảng Đông Dương và Hoa Nam vào giai đoạn Paleozoi muộn - Mezozoi sớm dọc theo đới khâu Sông Mã, trong đó vùng nghiên cứu được xếp vào "Các thành tạo bồn sau cung" [7].

Gần đây, kết quả đo vẽ địa chất tỷ lệ 1:50.000 vùng Yên Châu - Bắc Yên của Lê Thanh Hựu và nnk [6] và các nghiên cứu chuyên đề của Trần Thanh Hải và nnk [13-15, 18] đã đưa ra các bằng chứng cho thấy vùng nghiên cứu trải qua lịch sử biến dạng kiến tạo và biến chất đa kỳ, mà bình đồ cấu trúc hiện đại là hậu quả của sự chồng lấn và giao thoa của hàng loạt cấu tạo có bản chất, hình thái, nguồn gốc và thời gian thành tạo khác nhau. Một số kết quả nghiên cứu và thăm dò khoáng sản đồng và nickel trên vùng nghiên cứu [1, 4, 8, 9] đã bổ sung các tư liệu mới về mối liên quan của cấu trúc với quá trình khoáng hoá đồng-nickel.

Các kết quả nghiên cứu chi tiết của chúng tôi ở vùng nghiên cứu cho phép xác định các yếu tố cấu trúc cơ bản cũng như quan hệ giữa chúng một cách định lượng, trong đó có việc nhận dạng và phân lập được các loại cấu tạo do biến dạng cũng như quan hệ giữa chúng trong vùng một cách tương đối có hệ thống. Trong bài báo này, chúng tôi sẽ giới thiệu tóm tắt đặc điểm cấu trúc biến dạng vùng Tạ Khoa, trên cơ sở các kết quả luận giải cấu trúc địa chất chi tiết mới thu nhận được, cũng như mối liên quan của chúng với quặng hoá đồng-nickel trong vùng này.

I. KHÁI QUÁT ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG SÀN

1. Các tổ hợp thạch kiến tạo

Trên cơ sở về đặc điểm thành phần vật chất, nguồn gốc, môi trường thành tạo, cũng như quan hệ không gian và đặc điểm biến dạng của các thành tạo địa chất [6, 18] ta có thể phân chia các thành tạo địa chất trong vùng thành các tổ hợp thạch kiến tạo chính sau.

1.1. Tổ hợp thạch - kiến tạo rìa lục địa thụ động Paleozoi giữa: gồm các đá của hệ tầng Nậm Sập ($D_{1-2 ns}$), Bản Cải ($D_3 bc$) [6] bao gồm các tổ hợp đá sau. *Tổ hợp đá lục nguyên - silic biến chất* gồm đá phiến thạch anh - feldpat-biotit-sillimanit-cordierit, quartzit, đá phiến thạch anh - feldpat - hai mica - sillimanit. *Tổ hợp đá lục nguyên-carbonat* gồm các đá phiến thạch anh - mica, quartzit, đá phiến sét vôi, đá vôi. *Tổ hợp đá silic - lục nguyên - carbonat biến chất* gồm đá phiến thạch anh - feldpat-diopsid-epidot-calcit, đá phiến calcit-feldpat-diopsid, đá phiến thạch anh - feldpat-mica. *Tổ hợp đá lục nguyên-silic-carbonat* gồm cát bột kết, sét bột kết, đá phiến sét, đá phiến sét-silic, đá phiến silic-sét, đá vôi, đá vôi-sét.

1.2. Tổ hợp thạch - kiến tạo rìa lục địa tích cực Paleozoi muộn: gồm các đá xâm nhập siêu mafic, mafic phức hệ Bản Xang ($\sigma P_3 bx$), Ba Vì ($\sigma v P_3 bv$), liên quan tới sự hình thành của một bồn sau cung. Tổ hợp gồm các loại đá dunit, pyroxenit, pyroxenit olivin, peridotit, gabbro, diabas đi cùng với các đá núi lửa Permi muộn [17].

1.3. Tổ hợp thạch kiến tạo đồng tạo núi Paleozoi muộn - Mesozoi: gồm các đá xâm nhập có thành phần pegmatit granit, aplit granit của phức hệ Phia Bioc ($\gamma P_3-T pb$) [17].

2. Đặc điểm khoáng hoá

Hiện đã ghi nhận được nhiều biểu hiện quặng hoá trong vùng nghiên cứu gồm: sulfur đồng-nickel, feldpat [6], trong đó đáng chú ý nhất là các khoáng hóa sulfur đồng-nickel. Quặng hoá đồng - nickel trong vùng tồn tại 2 kiểu chính là các tích tụ Cu-Ni phân bố trong phần đáy và vách của các khối xâm nhập siêu mafic, và các thân quặng sulfur đặc sít chứa Ni-Cu nằm trong các đới biến dạng cao phân bố trong các đá trầm tích biến chất [4, 6, 1].

2.1. Các thành tạo Cu-Ni phân bố trong phần đáy và vách của các khối xâm nhập siêu mafic: Thân quặng thường phân bố dưới sâu thể xâm nhập siêu mafic và ở ven rìa đường tiếp xúc mạch dunit bị serpentin hoá hoàn toàn. Các khoáng vật quặng gồm (%): pyrrotin (35), pentlandit (30), magnetit (15), sphalerit (0,5), chalcopirit, valerit, cobaltit (6); pyrit (7), ilmenit (0,5), galena (0,5). Hàm lượng nickel, đồng như sau (%): Ni (0,32-0,85); Cu (0,06-0,34) [1].

2.2. Các thành tạo sulfur nickel-đồng nằm trong các đới biến dạng cao: bao gồm các thân khoáng nằm trong các đới biến dạng cao phân bố ở rìa ĐN khối Bản Phúc và một số vùng khác (Hình 2). Các đới này cắt qua các đá lục nguyên - carbonat bị biến chất, nằm ngoài và cách đới tiếp xúc giữa thể xâm nhập với đá trầm tích từ vài đến hàng trăm mét. Thân quặng kéo dài theo phương TB-ĐN, nằm trong đới biến dạng với chiều dài hàng chục đến hàng ngàn mét, sâu hàng trăm mét, dày từ vài chục cm tới hàng chục mét. Các khoáng vật quặng gồm (%): pyrrotin (70),

pentlandit (10), chalcopyrit (5) magnetit (4), pyrit (3), violarit (2,5), siderit, galena, sphalerit (<1). Hàm lượng nickel, đồng trong mạch chính (phần quặng đặc sít) (%): Cu = 0,38-3,32, trung bình = 1,63; Ni = 2,2-8,2, trung bình = 6,42; phần ven rìa Cu = 0,05-1,44, trung bình = 0,75; Ni = 0,09-1,61, trung bình = 0,49; Cu+Ni = 0,52-2,92, trung bình = 1,25 [1].

II. ĐẶC ĐIỂM BIẾN DẠNG KIẾN TẠO

1. Khái quát đặc điểm biến dạng

Các kết quả nghiên cứu hiện có cho thấy vùng nghiên cứu có cấu trúc khá phức tạp và được thể hiện trên bình đồ cấu trúc với những quan điểm khác nhau như. Fromaget [3] coi "lớp phủ địa di Sông Đà" bao gồm cả vùng nghiên cứu liên quan tới các đới trượt chòm trên đó các thể địa di dịch chuyển với các khoảng cách lớn từ vị trí nguyên thủy của chúng. Đovjikov [2] gọi vùng là "nếp lồi Tạ Khoa" có trục cắm về ĐN. Nguyễn Xuân Bao [11] coi nó thuộc một phần của "nếp vòng Tạ Khoa", trên đó phát triển một số đứt gãy nghịch và trượt bằng, đi kèm là các đới biến chất có cường độ giảm dần từ trung tâm tới phần rìa ngoài. Lê thanh Hựu và *nnk* [6, 18] đã nhận dạng được nhiều dạng cấu tạo thuộc nhiều thể hệ biến dạng khác nhau, trong đó nếp lồi Tạ Khoa được cho là hình thành bởi một pha uốn nếp khá muộn.

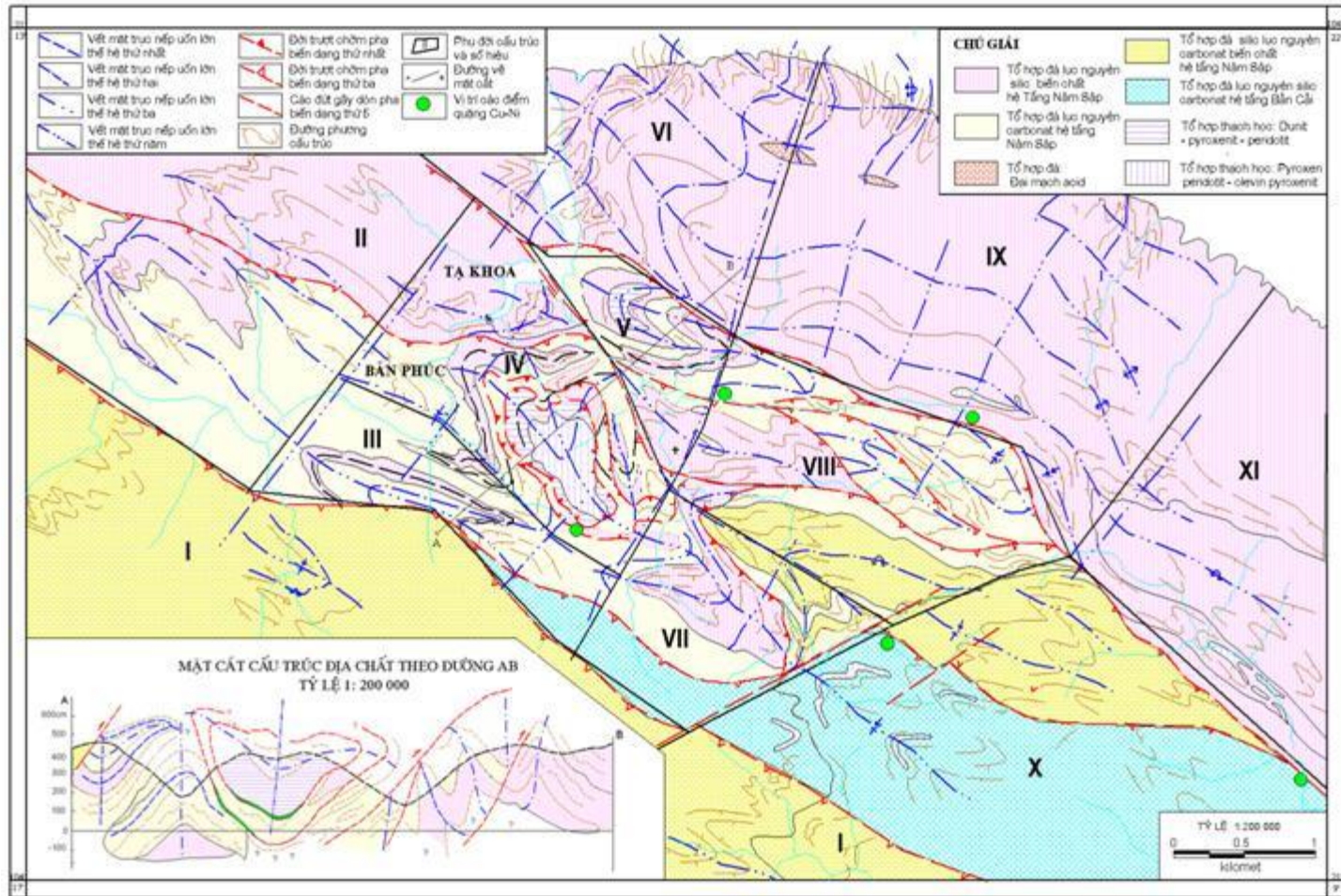
2. Các pha biến dạng

Chúng tôi đã phân lập được 5 pha biến dạng kiến tạo tác động lên các đá của vùng nghiên cứu (Hình 2, 3). Các cấu tạo của các pha muộn hơn thường tác động và làm biến dạng các cấu tạo sớm hơn và tạo thành sự giao thoa cấu trúc phức tạp (Hình 3, 4). Dưới đây là đặc điểm cơ bản của các cấu tạo hình thành trong từng pha biến dạng khác nhau.

2.1. Pha biến dạng thứ nhất (B1)

Pha này được đặc trưng bởi sự biến dạng dẻo phát triển rất rộng rãi trong tất cả các đá có trong vùng thể hiện cấu tạo phiến khu vực (S1) đi cùng các nếp uốn đẳng cánh, các đới trượt chòm và biến chất khu vực tương amphibolit. Các lớp trầm tích ban đầu thường bị ép dẹt và song song với các phiến đi cùng và là mặt trục của các nếp uốn thể hệ 1 (U1). Các thể siêu mafic và các đai mạch mafic trong vùng, trong đó có khối lớn Bản Phúc bị tác động mạnh mẽ bởi pha biến dạng này. Chúng được bao quanh bởi các đới trượt dẻo có quy mô lớn, mà dọc theo đó đá bị biến dạng hết sức mạnh mẽ. Các đới trượt trong pha này quan sát được rộng rãi ở nhiều tỷ lệ khác nhau, từ vết lộ tới các mẫu lỗ khoan. Chúng đều là các đới trượt dạng chòm nghịch có hình thái đa dạng, gồm những trượt dẻo riêng rẽ hoặc một tập hợp của hàng loạt đới nhỏ, tạo thành những đới lớn với chiều dày từ vài tới hàng chục mét, dọc theo đó các đá già thường bị trượt chòm lên đá trẻ hơn. Bên trong các đới này, các đá nguyên thủy khác nhau kể cả các thể xâm nhập thường bị mylonit hoá hoàn toàn hoặc bị ép dẹt, kéo đứt, tạo thành các cấu tạo khúc dôi (Hình 5A). Các cấu tạo phiến khu vực (S1) thường song song với mặt trục của các nếp uốn dạng đẳng cánh, hoặc các nếp uốn dạng vò/bao kiếm (U1) (Hình 5B). Hoạt động dịch chuyển dọc hệ thống đới trượt chòm nghịch, đi cùng là các nếp uốn U1 đã tạo nên các cấu tạo phủ chòm mang tính khu vực, và làm gia tăng đáng kể chiều dày của các thành tạo trầm tích khác nhau, vùi sâu các lớp trầm tích xuống độ sâu lớn và dẫn tới sự biến chất mức độ cao tương amphibolit (Hình 5C). Ranh giới tiếp xúc giữa khối Bản Phúc và các khối siêu mafic khác với các đá vây quanh thường là ranh giới kiến tạo, được đặc trưng bằng các đới biến dạng cao có chiều dày hàng mét tới hàng chục mét (Hình 5D). Các đới này bao gồm một hỗn hợp các bao thể kiến tạo của các đá xâm nhập và đá trầm tích với nhiều kích thước khác nhau bị ép dẹt, kéo dài, uốn nếp hoặc xoay, vây quanh bởi các đới phiến mylonit, chứng tỏ chúng là các đới trượt có quy mô lớn. Những cấu tạo đặc biệt này chứng tỏ các thể siêu mafic trong vùng Tạ Khoa, trong đó có khối Bản Phúc, là các thể kiến tạo ngoại lai (allochthons) di

chuyển đến vị trí hiện tại bởi các hoạt động kiến tạo, chứ không phải là các thể xâm nhập bản địa (autochthons) [4].



Hình 2. Sơ đồ cấu trúc địa chất khái quát vùng Tạ Khoa, huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La

2.2. Pha biến dạng thứ hai (B2)

Pha này diễn ra trong chế độ dẻo và phát triển rộng rãi trong hầu hết các thành tạo địa chất có trong vùng ở nhiều kích thước khác nhau. Pha biến dạng này tạo ra sự tái sắp xếp các phiến S1 và hình thành cấu tạo phiến khu vực mới S2 song song với mặt trượt các nếp uốn thể hệ 2 (U2) (Hình 4, 6A). Các nếp uốn thể hệ 2 thường là các nếp uốn kéo theo kiểu tương tự đẳng cánh nghiêng tới đảo và làm tái uốn nếp các cấu tạo nếp uốn và đới trượt chồm nghịch hình thành trong pha 1 (Hình 2, 4, 6A). Nhiều nếp uốn lớn thuộc thể hệ này có thể xác định được trên cơ sở phân tích cấu trúc trên bình đồ (Hình 2). Sự giao thoa của các nếp uốn thuộc pha này lên các nếp uốn thể hệ 1 thường tạo thành kiểu giao thoa nếp uốn kiểu 2 hoặc 3 [12] (Hình 6A). Các thể mafic, siêu mafic, trong đó có khối lớn Bản Phúc và các khối khác trong vùng đã bị uốn nếp bởi các nếp uốn thể hệ này, với sự phát triển của cấu tạo phiến mặt trượt S2 (Hình 6B). Phần vòm của một nếp uốn lớn thể hệ 2 đã quan sát được ở phần cuối phía ĐN khối Bản Phúc (Hình 2). Các đới trượt hình thành trong pha biến dạng 1 cũng bị uốn nếp bởi pha biến dạng này (Hình 2). Các khoáng vật biến chất cao trong pha 1, trong đó có sillimanit bị biến dạng mạnh mẽ bởi pha này (Hình 6C). Bên cạnh đó, một số khoáng vật sillimanit cũng phát triển chồng lên cấu tạo phiến S1 (xem phần trên, Hình 5B) chứng

tỏ pha biến dạng 2 trong vùng nghiên cứu vẫn diễn ra ở nhiệt độ tương đối cao, thuộc tương amphibolit.

2.3. Pha biến dạng thứ ba (B3)

Diễn ra trong chế độ dẻo đến giòn-dẻo với sản phẩm là các đới trượt chòm nghịch/nghịch (Ảnh 4A, 4C). Pha biến dạng này kéo dài theo phương TB-ĐN và các nếp uốn có mặt trực thẳng đứng tới đơn nghiêng (Hình 7B), đi cùng với các cấu tạo phiến mặt trực thể hệ 3 (S3) và đồng phương với các đới trượt. Sự phát triển rộng rãi của các nếp uốn và các đứt gãy của pha biến dạng thứ 3 đã góp phần vào sự tạo thành phương cấu trúc hướng TB-ĐN.

Các đới trượt hình thành trong giai đoạn này có chiều dày hàng chục cm tới hàng mét và cắt qua tất cả các cấu tạo thuộc các pha biến dạng từ 1 tới 2. Nhiều đới trượt có quy mô lớn hình thành trong giai đoạn này tạo ra các đới xáo trộn (mélange) kiến tạo, trong đó các đá bị đứt đoạn và bị ép kéo dài hoặc xoay trượt (Hình 7A). Trong nhiều trường hợp, các đới trượt thể hệ 3 lặp lại và làm các đới trượt pha biến dạng thứ nhất tái hoạt động. Một số khoáng hoá đồng-nickel trong khu vực bị khống chế bởi các đới trượt thể hệ 3, chứng tỏ quặng hóa ở đây đã được tái tập trung trong các cấu trúc này (Hình 2, 7A).

Các nếp uốn thể hệ thứ 3 phát triển rộng rãi ở các tỷ lệ và quy mô khác nhau; trên vết lộ, chúng thường tạo thành các nếp uốn có hình thái thay đổi giữa dạng nếp uốn song song và nếp uốn tương tự, khá cân xứng, vòm mở mặt trực gần thẳng đứng tới thẳng đứng (Hình 7B). Các nếp uốn thể hệ thứ 3 thường làm tái uốn nếp các cấu trúc thuộc pha biến dạng thứ 1 và thứ 2 (Hình 4, 7B). Giao thoa của chúng với các nếp uốn thể hệ 1 và 2 thường tạo nên kiểu giao thoa 2 hoặc 3 [12], tạo nên sự giao thoa cấu trúc khu vực rất phức tạp (Hình 2, 4). Các thể siêu mafic khối Bản Phúc đã bị tái uốn nếp bởi pha biến dạng 3, tạo ra một hệ thống phức nếp uốn lớn trong phần trung tâm khu vực nghiên cứu (Hình 2). Pha biến dạng thứ 3 cũng làm biến dạng các thân quặng sulfur Cu-Ni đặc sít thuộc pha biến dạng thứ nhất (Hình 7B).

2.4. Pha biến dạng thứ tư (B4)

Pha biến dạng này diễn ra trong chế độ dẻo tới giòn-dẻo, đặc trưng bởi các nếp uốn thể hệ 4 (U4) có dạng nếp uốn mở hoặc uốn gãy (Hình 8A), với mặt trực gần thẳng đứng, phương kéo dài theo hướng ĐB-TN. Các nếp uốn có thớ chẻ mặt trực yếu, chủ yếu dạng thớ rộng. Chúng làm biến dạng tất cả các đá có mặt trong vùng và các cấu tạo hình thành trong pha từ 1 đến 3. Ở một số nơi, các nếp uốn thể hệ 4 (U4) giao thoa với các nếp uốn cổ hơn, tạo nên giao thoa kiểu 1 cấu tạo vòm và bồn trũng hoặc kiểu 2 (Hình 2), nhưng phần lớn các nếp uốn này không làm thay đổi đáng kể sự định hướng của các cấu tạo có trước.

2.5. Pha biến dạng thứ năm (B5)

Tất cả các hệ thống đứt gãy và dập vỡ giòn, có độ dốc lớn tới thẳng đứng trong vùng được xếp chung vào pha biến dạng thứ năm. Các cấu tạo này được đặc trưng bởi các mặt trượt, vết xước, đới dăm kết, hoặc các đới biến đổi. Các dấu hiệu động học bao gồm các vết xước và các dấu hiệu dịch chuyển cho thấy các đứt gãy thuộc pha này là các đứt gãy thuận hoặc trượt bằng với nhiều phương phát triển khác nhau (Hình 2, 8B). Các đới dập vỡ phát triển rộng rãi và cắt qua tất cả các thành tạo địa chất và các cấu tạo thuộc từ pha 1 tới pha 4 mô tả trên (Hình 2), chứng tỏ chúng là những cấu tạo muộn nhất trong vùng. Sự dịch chuyển của một số dạng địa hình hiện đại như các nhánh sông, hoặc nhiều hiện tượng trượt lở liên quan tới một số đứt gãy trong vùng chứng tỏ một số đứt gãy có tuổi rất trẻ.

III. ĐẶC ĐIỂM BIẾN CHẤT ĐI CÙNG BIẾN DẠNG

Quá trình biến dạng trong vùng kéo theo các sự kiện biến chất khá phức tạp. Các kết quả khảo sát của chúng tôi cho thấy, hầu hết các đá nằm trong phần nhân của nếp vòng Tạ Khoa đều bị biến chất tương đối cao tới tương amphibolit, trong đó các đá trầm tích sét đã bị biến chất thành đá phiến pelit chứa tổ hợp khoáng vật đặc trưng cho tương amphibolit như sillimanit.

Như trên đã trình bày, 2 thể hệ sillimanit được nhận dạng (Hình 5C, 9A), trong đó fibrolit thuộc thể hệ 1 hình thành đồng quá trình tạo phiến S1 (Hình 5C, 6D) đi cùng là hiện tượng migmatit hoá cục bộ. Các khoáng vật này bị tái uốn nếp bởi pha biến dạng 2 (Hình 6D). Đặc điểm này chứng tỏ pha biến dạng 1 diễn ra trong điều kiện nhiệt độ biến dạng khá cao. Các tổ hợp khoáng vật của pha 1 lại bị chùng lún hoặc thay thế bởi sillimanit thể hệ 2 song song với đá phiến S2 (Hình 9A) hoặc đôi nơi là staurolit (Hình 9B), chứng tỏ nhiệt độ duy trì ở mức cao trong giai đoạn biến dạng tiếp theo, mặc dù bắt đầu có sự giảm nhiệt (từ sillimanit tới staurolit).

Tổ hợp khoáng vật biến chất cao nói trên lại bị thay thế bởi các khoáng vật nhiệt độ thấp hơn, gồm có muscovit, tourmalin hoặc chlorit, do quá trình biến chất giạt lùi diễn ra trong các pha biến dạng D3 và muộn hơn (Hình 9C), chứng tỏ các pha biến dạng này diễn ra trong điều kiện nhiệt áp giảm dần, có thể do nâng lên và bào mòn của vỏ Trái đất. Biến đổi mang tính cục bộ chủ yếu dọc theo các đới biến dạng cao, điển hình là các hiện tượng sericit hoá, calcit hoá, epidot hoá và đôi chỗ là chlorit hoá.

IV. MỐI LIÊN QUAN GIỮA CẤU TRÚC KHU VỰC VÀ CÁC THỂ SIÊU MAFIC VỚI KHOÁNG HOÁ ĐỒNG-NICKEL

Các kết quả nghiên cứu gần đây [1, 4, 6] đã chỉ ra rằng quặng hoá đồng-nickel trong vùng tồn tại với 2 kiểu khoáng hoá chính. Kiểu 1 là các thành tạo quặng silicat-nickel phân bố dạng xâm tán trong phần đáy và vách của các khối xâm nhập siêu mafic bị serpentin hoá. Kiểu 2 gồm các thân quặng sulfur đặc sít chứa Ni-Cu nằm trong các đới biến dạng cao phân bố trong các đá trầm tích biến chất cạnh với các khối xâm nhập siêu mafic lớn. Hiện nay, ta thấy các thân quặng đạt hàm lượng công nghiệp đều thuộc kiểu 2, trong đó các cấu trúc biến dạng có vai trò quan trọng trong việc khống chế sự di chuyển và tích tụ quặng hóa. Các bằng chứng thực địa của chúng tôi cho thấy có sự tập trung quặng hóa trong các thân sulfur đặc sít liên quan mật thiết với 2 pha biến dạng 1 và 3.

1. Các khoáng hóa đồng-nickel liên quan tới pha biến dạng thứ nhất

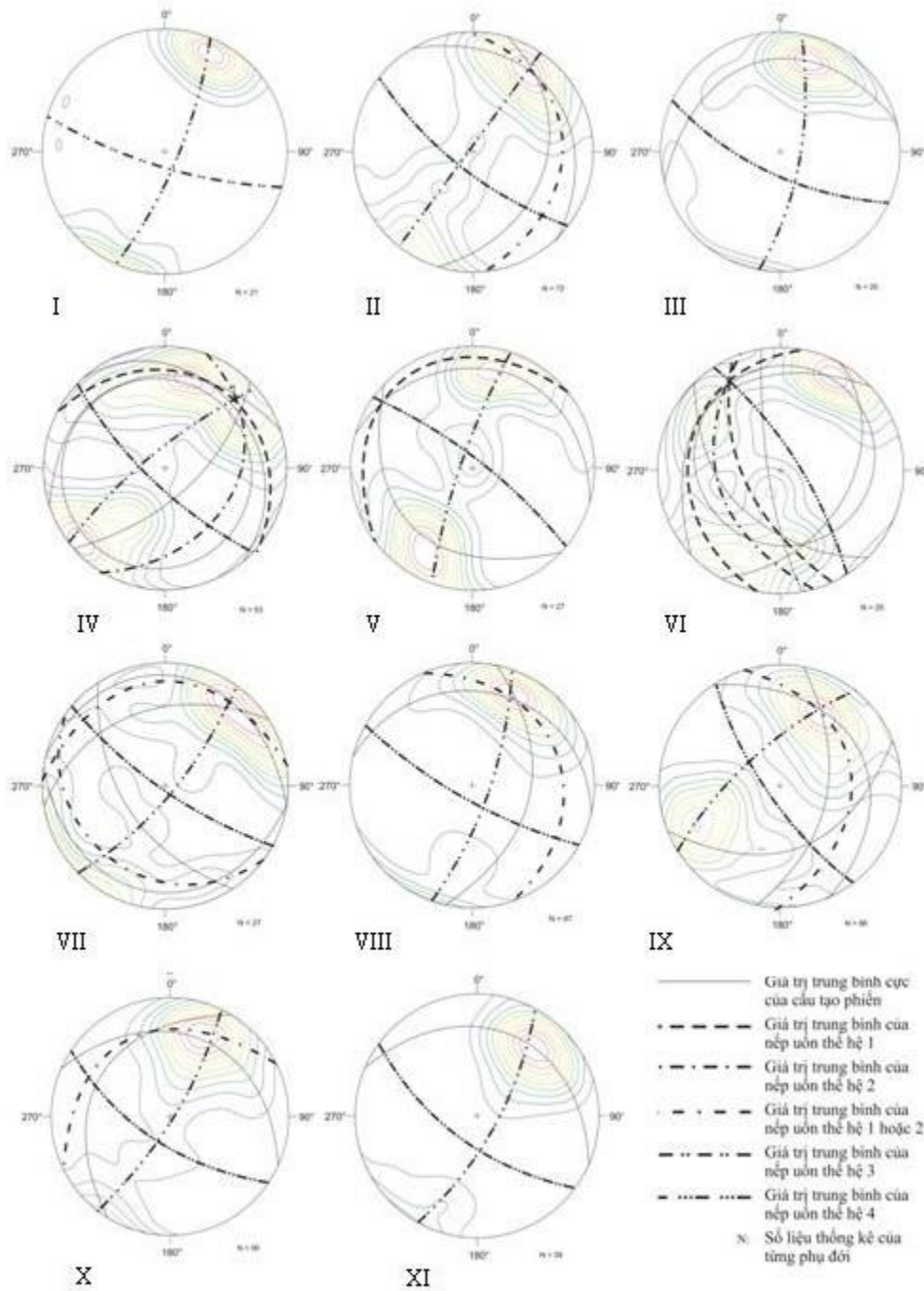
Phân bố chủ yếu ở rìa phía TN khối xâm nhập lớn Bản Phúc. Khoáng hóa đồng-nickel nằm trong các đới trượt có quy mô lớn, gần ranh giới và song song với phương kéo dài của khối xâm nhập (Hình 10A). Các kết quả nghiên cứu hiện tại cho thấy ranh giới tiếp xúc giữa thân siêu mafic Bản Phúc và các đá vây quanh là các đới trượt dẻo (xem phần trên [4], Hình 5D), trong đó có các tích tụ sulfur đặc sít tập trung và tạo thành các thân quặng có ý nghĩa công nghiệp. Trong các đới này, quặng hóa thường tập trung dạng các vi mạch hoặc khối đặc sít nằm giữa các thể dăm, xáo trộn hoặc khúc dòi (Hình 10A) hoặc xuyên cắt vào tường của các cánh của đới trượt. Đôi nơi, chúng bị uốn nếp bởi pha biến dạng 2, chứng tỏ chúng được thành tạo đồng thời với pha biến dạng D1 (Hình 10C).

Có lẽ sự hình thành các đới trượt lớn dọc theo ranh giới khối siêu mafic có xâm tán quặng trong pha biến dạng thứ nhất đã tạo ra các đới dập vỡ và các đường dẫn thuận lợi cho quá trình di chuyển, tập trung để tạo thành các thân quặng. Trong những điều kiện hoá lý thuận lợi, quặng xâm tán đã bị hòa tan và di chuyển dễ dàng ra khỏi khối siêu mafic dọc theo đới biến dạng cao và tái tập trung khoáng hóa Ni-Cu trong các đới trượt ở những vị trí thuận lợi. Do các đới chứa quặng này đã bị tác động mạnh mẽ của các pha biến dạng về sau, sự uốn nếp của các thể sulfur đặc sít và các đới

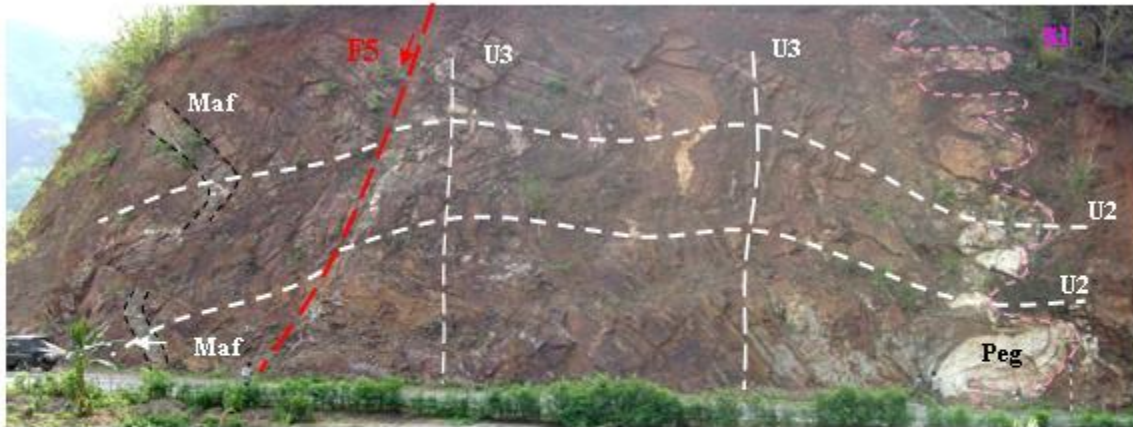
trượt thuộc pha 1 bởi pha 2 và muộn hơn (Hình 2, 10C) nên hình thái, sự phân bố không gian, và thể tích của các thân quặng sẽ bị chi phối bởi các cấu tạo muộn hơn, làm cho dạng nằm không gian của chúng bị phức tạp hoá.

2. Các khoáng hóa đồng-nickel liên quan tới pha biến dạng thứ 3

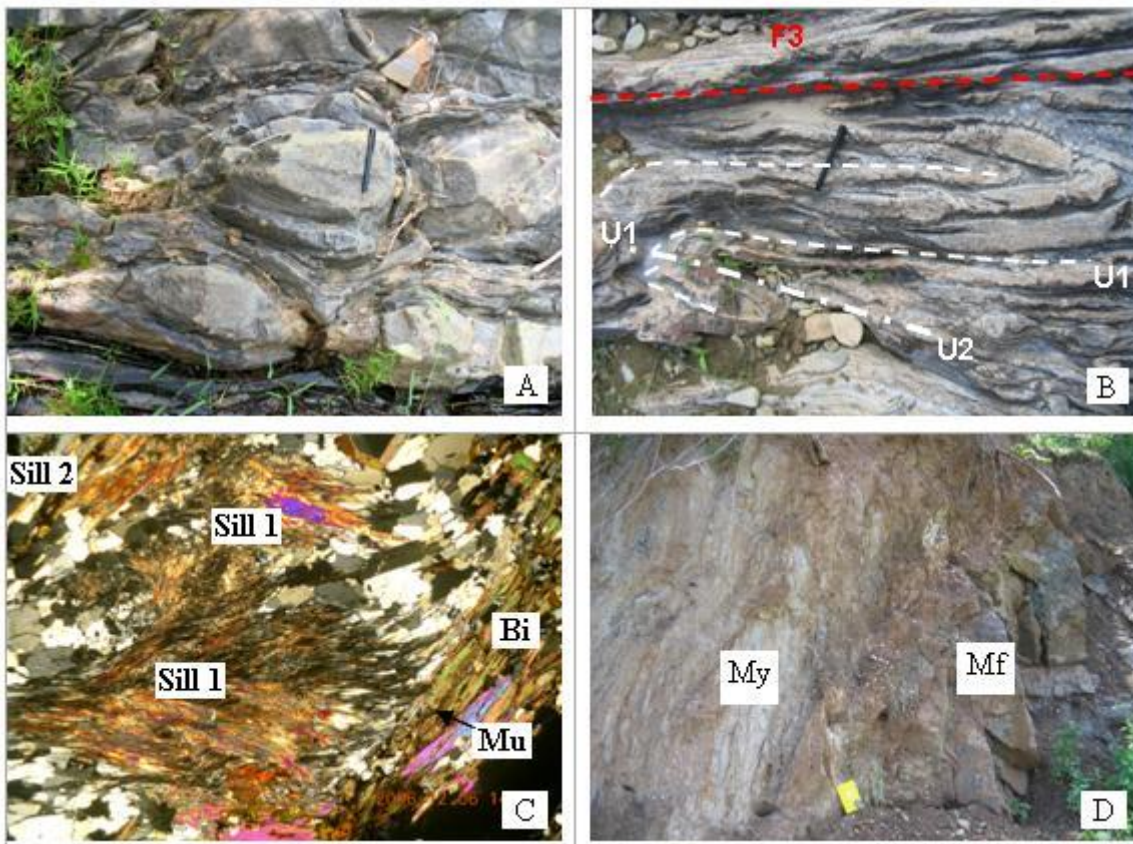
Nằm trong các đới trượt giòn-dẻo phương TB-ĐN thuộc pha biến dạng 3 và lộ ra ở một số vùng như Suối Đán, Bản Trạng và Suối Tào. Các khoáng hóa Ni-Cu tập trung ở trong các đới xi măng gắn kết các thể khúc dồi hoặc dăm kiến tạo trong các đới trượt nói trên (Hình 7A). Vai trò của các đới trượt này có lẽ cũng tương tự như đới với các đới trượt trong pha 1, trong đó chúng vừa là các đường dẫn, vừa là cấu trúc chứa quặng. Đới nơi, khoáng hóa tập trung với hàm lượng cao, tạo thành các thân quặng công nghiệp nhưng có quy mô nhỏ hơn so với kiểu trong đới trượt pha 1, có lẽ do các đới trượt này nằm xa các khối siêu mafic hoặc sự biến dạng diễn ra trong điều kiện hóa-lý kém thuận lợi hơn. Các thân quặng này cũng bị tác động bởi các pha biến dạng 4 hoặc 5, biểu hiện bởi sự uốn nếp yếu hoặc cắt xén, dịch chuyển bởi các đứt gãy giòn. Tuy nhiên những tác động của các pha biến dạng sau là không lớn nên phương cấu trúc chung của chúng ít bị thay đổi (Hình 2).



Hình 3. Hình chiếu lập thể đẳng diện tích xuống bán cầu dưới của các số liệu cấu tạo mặt (mặt lớp và mặt phiến S1) của các phụ đới cấu trúc đồng nhất tương đối ở Hình 2. Các phụ đới II, IV đến X có sự giao thoa nếp uốn hết sức phức tạp. Sự chồng lấn giữa các nếp uốn U1 hoặc U2 và U3 thường cho kiểu giao thoa kiểu 2 và 3 [12], trong khi đó giữa các nếp uốn U3 với U4 thường tạo nên giao thoa kiểu 1 [12].

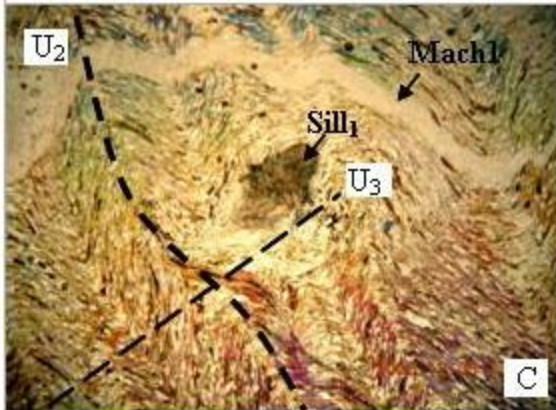
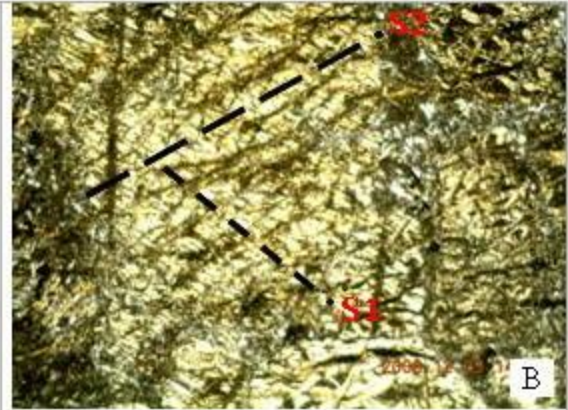
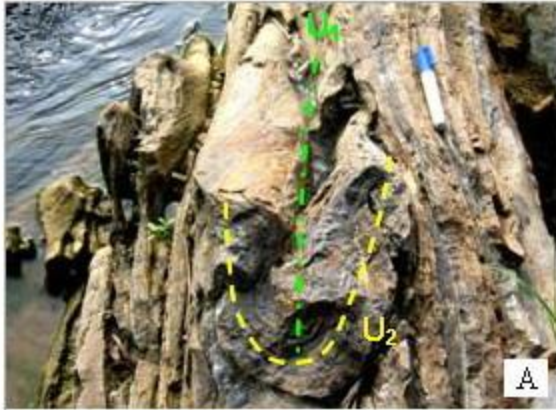


Hình 4. Sự giao thoa cấu tạo do hậu quả chồng lấn của nhiều cấu tạo hình thành trong nhiều biến dạng khu vực, quan sát được gần cầu Tạ Khoa. Tại đây các đá trầm tích và cả các đai mạch mafic và pegmatit bị xoay song song với cấu tạo phiến khu vực S1 và sau đó bị uốn nếp bởi nhiều thế hệ uốn nếp khác nhau, tất cả lại bị một đứt gãy thuận muộn cắt và làm dịch chuyển. Maf: đai mạch mafic; U2: nếp uốn thế hệ thứ 2; U3: nếp uốn thế hệ thứ 3, F5: đứt gãy pha biến dạng thứ 5 (đứt gãy thuận).

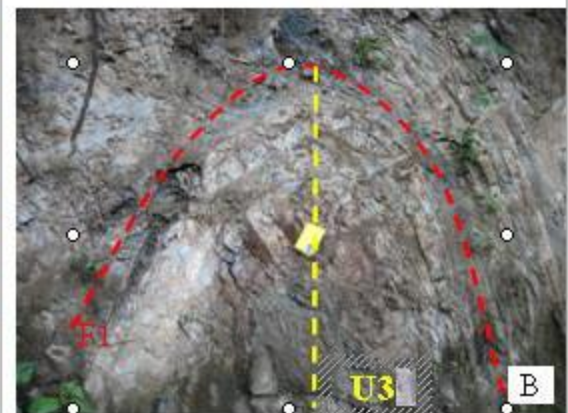


Hình 5. A) Các bao thể kiến tạo hình thành trong pha biến dạng thứ nhất, trong đó các lớp đá cứng bị đứt và ép kéo dài được bao quanh bởi phiến mylonit; B) Các nếp uốn đẳng tà U1 phát triển trong các đá trầm tích biến chất bị tái uốn nếp bởi một nếp uốn thế hệ thứ 2 (U2) (nếp uốn hẹp tới đẳng tà). Tất cả lại bị một đới trượt pha biến dạng thứ 3 (F3) cắt và làm dịch chuyển. C) Đá phiến sillimanit chứa các tập hợp fibrolit thế hệ thứ nhất có sự định hướng song song với phiến S1, sillimanit thứ 2 bao gồm các tinh thể đơn lẻ dạng

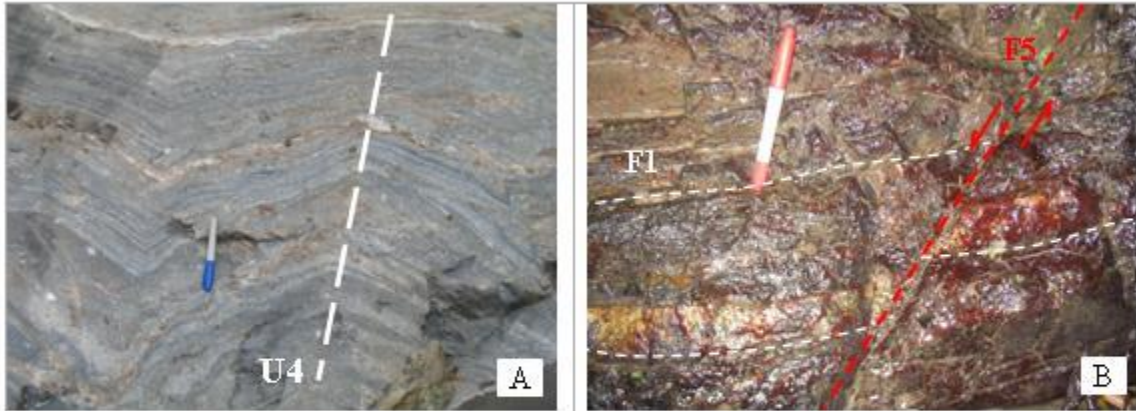
kim mọc chồng lên cầu tạo S1 (góc trái phía trên của ảnh), chứng tỏ chúng hình thành muộn hơn. D) Một đới trượt (My) thuộc pha biến dạng thứ nhất dọc theo ranh giới giữa thân siêu mafic (Mf) và trầm tích lục nguyên biến chất vùng ĐN khối Bản Phúc.



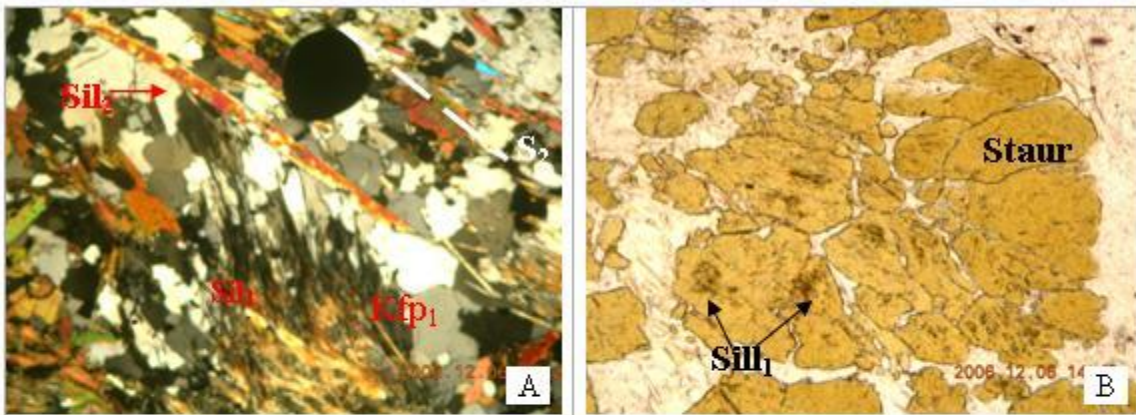
Hình 6. A) Nếp uốn pha biến dạng thứ 2 (U_2) làm tái uốn nếp các nếp uốn pha biến dạng thứ nhất (U_1) tạo giao thoa uốn nếp kiểu 2 vùng TB khối bản Phúc. B) Ảnh lát mỏng 2 thể hệ cấu tạo phiến S_1 và S_2 giao thoa nhau trong đá siêu mafic bị serpentin hóa thuộc khối Bản Phúc. C) Ảnh lát mỏng cấu tạo phiến S_1 cấu tạo bởi sillimanit và biotit bị uốn nếp bởi nếp uốn U_2 và U_3 trong đá phiến sillimanit. Một phần của biotit và sillimanit bị thay thế bởi muscovit do hậu quả của biến chất giết lử.



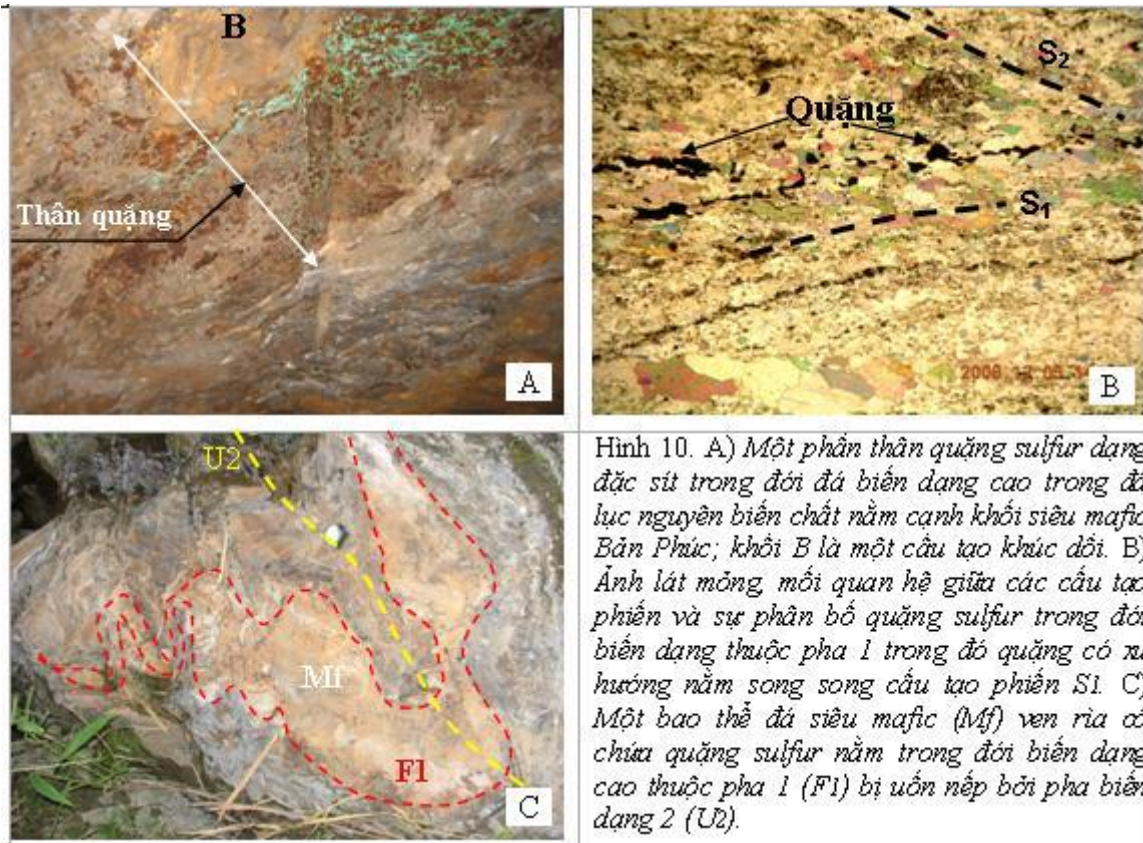
Hình 7. A) Một phần thân quặng sulfur đặc sít hình thành trong đới biến dạng cao thuộc pha biến dạng thứ 3 vùng Suối Đán. Mũi tên chỉ hướng dịch chuyển. B) Nếp uốn thể hệ thứ 3 (U_3) làm tái uốn nếp đới trượt chứa sulfur của pha biến dạng thứ nhất (F_1), vùng ĐB khối Bản Phúc. C) Đới đứt gãy nghịch của pha biến dạng thứ 3 (F_3) cắt qua và làm biến dạng các đá trầm tích biến chất vùng ĐB khối Bản Phúc (mũi tên chỉ hướng dịch chuyển của đá).



Hình 8. A) Nếp uốn vòm mở pha biến dạng thứ 4 (U4) làm uốn nếp các đá trầm tích biên châu vùng phía đông khối Bản Phúc. B) Đứt gãy thuận pha biến dạng thứ 5 (F5) cắt và làm dịch chuyển đổi biến dạng pha thứ nhất (F1) phía ĐB khối Bản Phúc.



Hình 9. A) Hai thể hệ sillimanit phát triển trong đá phiến sillimanit, thể hệ 1 tạo thành tinh đám đi cùng feldspat kali. Thể hệ 2 phát triển chống lên cả sillimanit 1 và feldspat kali và song song phiến S2. B) Staurolit mọc thay thế fibrolit trong đá phiến sillimanit. Sự thay thế có thể đánh dấu sự bắt đầu của biến chất giết lửa. C) Sự thay thế hoàn toàn của sillimanit bởi muscovit và sau đó sự mọc chống của tourmalin trên nền muscovit là sản phẩm của biến chất giết lửa liên tục.



Hình 10. A) Một phần thân quặng sulfur dạng đặc sít trong đới đá biến dạng cao trong đá lục nguyên biến chất nằm cạnh khối siêu mafic Bản Phúc; khối B là một cấu tạo khúc đới. B) Ảnh lát mỏng mô tả mối quan hệ giữa các cấu tạo phiến và sự phân bố quặng sulfur trong đới biến dạng thuộc pha 1 trong đó quặng có xu hướng nằm song song cấu tạo phiến S1. C) Một bao thể đá siêu mafic (Mf) ven rìa có chứa quặng sulfur nằm trong đới biến dạng cao thuộc pha 1 (F1) bị uốn nếp bởi pha biến dạng 2 (U2).

KẾT LUẬN

Những kết quả luận giải cấu trúc trên đây cho thấy vùng Tạ Khoa đã trải qua ít nhất 5 pha biến dạng, mỗi pha được đặc trưng bởi một tổ hợp các cấu tạo xác định, được hình thành trong một môi trường và không gian và thời gian biến dạng khác nhau, và đi kèm là một chế độ biến chất khác nhau, chồng lấn lên nhau, tạo ra sự giao thoa cấu trúc hết sức phức tạp. Biến dạng thuộc pha 1 là biến dạng điển hình của chế độ tạo núi do va chạm kiến tạo với sự hình thành các cấu tạo chòm nghịch và sự dịch chuyển trong những khoảng cách lớn của các thể ngoại lai, trong đó có khối Bản Phúc, với các cấu tạo nếp uốn đi cùng. Sự biến dạng này đã làm dày đáng kể vỏ Trái đất, làm cho các đá bị vùi sâu và biến chất tới tướng amphibolit. Các quá trình biến dạng tiếp theo (các pha 2-4) xảy ra trong môi trường từ dẻo tới giòn-dẻo, dẫn tới sự giao thoa cấu tạo, điển hình là các nếp uốn có thể nằm khác nhau, sự làm dày cục bộ của vỏ Trái đất, cũng như sự hình thành bình đồ cấu trúc hiện tại của khu vực. Pha biến dạng giòn diễn ra muộn nhất, tạo thành các đới dập vỡ cục bộ, nhưng không tác động nhiều tới dạng nằm của các cấu trúc có trước cũng như bình đồ cấu trúc khu vực.

Các cấu trúc khu vực còn có vai trò quyết định tới sự tích tụ các khoáng hóa đồng-nickel trong vùng Tạ Khoa. Các thân khoáng có giá trị công nghiệp ở đây hầu hết đều được khống chế bởi các đới trượt dẻo đến giòn-dẻo hình thành trong 2 pha biến dạng 1 và 3. Các thân quặng ở đây thường bị phức tạp hóa bởi các biến dạng chồng lấn, đặc biệt là các hoạt động uốn nếp ở các pha 2, 3 và 4, làm cho hình thái và dạng nằm của chúng trở nên phức tạp.

Như vậy, việc nhận dạng đúng đắn các cấu trúc địa chất trong những vùng bị biến dạng nhiều lần và phức tạp như vùng Tạ Khoa không những có ý nghĩa quan trọng trong việc khôi phục lại

lịch sử biến dạng và tiến hóa địa chất khu vực, mà còn có vai trò quyết định trong định hướng tìm kiếm khoáng sản ở đây.

VĂN LIỆU

1. Đinh Hữu Minh, 2003. Cấu trúc địa chất và đặc điểm quặng hóa sulfur nickel-đồng mỏ Bản Phúc, Sơn La. *Luận án TS ĐC. Thư viện ĐH M-ĐC, Hà Nội.*

2. Đovjikov A.E. (Chủ biên), 1965. Địa chất miền Bắc Việt Nam. *Nxb KH&KT, Hà Nội, 1971 (bản tiếng Việt).*

3. Fromaget J., 1941. L'Indochine Française, sa structure géologiques, ses mines et leur relation possible avec tectonique. *Bull. SGI, 26. Hanoi.*

4. Hellman P.L., 2005. Mineral resource update: Bản Phúc nickel-copper prospect. *Report prepared for Asian Min. Res. Ltd.; Ban Phuc Nickel Mines. Hà Nội.*

5. Hutchison C., 1989. Geological evolution of Southeast Asia. *Clarendon Press.*

6. Lê Thanh Hựu (Chủ biên), 2008. Địa chất và khoáng sản nhóm tờ Yên Châu tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

7. Metcalfe I., 2005. Southeast Asia. *In Elsevier Encycl. of Geol., Elsevier Ltd.*

8. Nguyễn Ngọc Liên, 1995. Báo cáo Nghiên cứu quy luật phân bố và dự báo triển vọng đồng-nickel và khoáng sản quý hiếm đi kèm Tây Bắc Việt Nam, chi tiết hoá một số vùng có triển vọng. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

9. Nguyễn Thanh Liêm, 2007. Dự án đầu tư mỏ nickel Bản Phúc. *Xí nghiệp Liên doanh mỏ Nickel Bản Phúc. Hà Nội.*

10. Nguyễn Văn Hoàn (Chủ biên), 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.*

11. Nguyễn Xuân Bao (Chủ biên), 2004. Địa chất và khoáng sản tờ Vạn Yên. *Thuyết minh tờ Bản đồ địa chất và khoáng sản Vạn Yên tỷ lệ 1:200.000. Cục ĐC&KS VN, Hà Nội.*

12. Ramsay J., 1967. Folding and fracturing of rocks. *McGraw-Hill Book Co., New York.*

13. Trần Thanh Hải, Nguyễn Văn Nguyên, Hoàng Quang Chi, Nguyễn Văn Can, Trần Văn Trị, K. Ansdell, 2005. Biến dạng uốn nếp - chòm nghịch và kiến tạo phủ chòm trong quá trình tạo núi ở Tây Bắc Bộ: Sự hiện diện và tác động của chúng lên bình đồ cấu trúc khu vực. *Tuyển tập BC HNKH 60 năm ĐCVN, Cục ĐC&KS VN, Hà Nội.*

14. Trần Thanh Hải, Nguyễn Quang Luật, Nguyễn Văn Nguyên, Hoàng Quang Chi, 2002. Phát hiện mới về sự tồn tại một pha biến dạng sớm liên quan tới đứt gãy chòm nghịch ở vùng Lai Châu và tác động của nó lên bình đồ cấu trúc Tây Bắc Việt Nam. *Báo cáo HNKH 15, trường ĐH M-ĐC, 2 : 54-62. Hà Nội.*

15. Trần Thanh Hải, Nguyễn Văn Nguyên, 2006. Vị trí kiến tạo của một số thành tạo magma xâm nhập khu vực lân cận thị xã Mường Lay, tỉnh Điện Biên. *TC KHKT Mỏ-Địa chất, 14. Trường ĐH M-ĐC, Hà Nội.*

16. Trần Văn Trị (Chủ biên), 1977. Địa chất Việt Nam. Phần miền Bắc. *Nxb KH&KT, Hà Nội.*

17. Trần Văn Trị, Vũ Khúc (Đồng chủ biên), 2008. Địa chất và tài nguyên Việt Nam. Nxb KHTN&CN. Hà Nội.

18. Vũ Xuân Lực, Trần Thanh Hải, Lê Thanh Hựu, 2009. Đặc điểm cấu trúc biến dạng kiến tạo vùng Yên Châu - Bắc Yên, Sơn La. *Địa chất và Khoáng sản VN*, 5 : 113-129. Hà Nội.