

ĐÁNH GIÁ ĐỘ SÂU BỐC MÒN QUẶNG CHÌ-KẼM CHỢ ĐIỀN - CHỢ ĐỒN TRÊN CƠ SỞ NGHIÊN CỨU ĐỊA HÓA VÀ TIỀM NĂNG QUẶNG ẨN SÂU

NGUYỄN ANH TUẤN¹, NGUYỄN VĂN NIỆM², TĂNG ĐÌNH NAM², MAI TRỌNG TÚ¹
ĐỖ ĐỨC NGUYỄN², NGUYỄN MINH LONG², PHẠM VĂN CHUNG³

¹Tổng Cục Địa chất và Khoáng sản, ²Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản;

³Trường Đại học Mở - Địa chất Hà Nội.

Tóm tắt: Các nguyên tố tạo quặng và liên quan ở Chợ Điền - Chợ Đồn phân bố khác với dãy phân bố chuẩn trong quặng nhiệt dịch, chúng phân bố từ trên xuống dưới như sau: $SbSnBaCo(AgBeGaGeVW)AsMoCuPbBiCdZnNi$; tổ hợp cộng sinh các nguyên tố gồm $ZnCdBiPbAg$; $CuMo(Sn)As$; $NiCoCr$; $LaCeYBa$. Đặc điểm này cùng với tính chất thân khoáng và cấu trúc địa chất đặc trưng cho khả năng trao đổi bất đẳng hóa giữa dung dịch tạo quặng với đá vây quanh đã diễn ra mạnh mẽ.

Mức độ bóc mòn thân quặng ở Chợ Điền - Chợ Đồn thấp với tỷ lệ $(Pb.Zn.Ba)/(Co.Ni.Sn)$ rất cao; phân chia chi tiết các đới cấu trúc để khảo sát và lấy mẫu nghiên cứu địa hóa bổ sung đã xác định dấu hiệu quặng ẩn ở vùng đèo từ Phia Khao tới mỏ Bình Chai.

I. MỞ ĐẦU

Hiện nay, vấn đề về nguồn gốc của dung dịch tạo quặng chì-kẽm ở Chợ Điền - Chợ Đồn đã được nghiên cứu bằng các số liệu định lượng, đặc điểm phân bố quặng hóa ở từng điểm riêng biệt cũng đã khá rõ. Tuy nhiên, quy luật phân bố chung của quặng hóa trong vùng chưa được thể hiện rõ ràng trên cơ sở đồng bộ các dữ liệu địa hóa, khoáng vật, cấu trúc - kiến tạo, các quá trình biến đổi.

Để làm sáng tỏ thêm điều này, ngoài các số liệu đồng vị bền, sự phân bố nhiệt độ thành tạo theo không gian của quặng hóa, sự phân bố của kim loại theo bối cảnh chung của khu mỏ và từng điểm mỏ, chúng tôi đã khảo sát và lấy mẫu bổ sung theo từng đới cấu trúc - kiến tạo, nghiên cứu chi tiết các đới quặng hóa đặc trưng v.v... Tập mẫu đã có và lấy bổ sung đảm bảo tính đặc trưng về không gian và đối tượng nghiên cứu: đới trên cùng của thân quặng (bắt đầu từ đới xâm nhiễm nằm ngay dưới đới quặng oxyt), phần mạch chính của thân quặng (04 mẫu để xác định tính phân đới, 18 mẫu xác định độ bóc mòn); các đới dăm kết kiến tạo chứa xâm nhiễm sulfur (01 mẫu), căng dẫn kiến tạo có biểu hiện của xâm nhiễm sulfur (02 mẫu); đá vây quanh (02 mẫu đá carbonat bị hoa hóa, 02 mẫu đá vôi màu xám, 01 mẫu đá vôi silic màu xám đen, 02 mẫu đá phiến, 36 mẫu xác định tính tương quan các nguyên tố). Mẫu được phân tích bằng phương pháp ICP đồng thời.

II. ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC ĐỊA CHẤT MỎ CHÌ - KẼM CHỢ ĐIỀN - CHỢ ĐỒN

Vùng mỏ chì-kẽm Chợ Điền - Chợ Đồn phân bố trong hai đới cấu trúc ngăn cách nhau bởi đới đứt gãy sâu phân đới hình vòng cung kéo dài từ Hà Giang qua Bắc Kạn đến Tuyên Quang.

- Đới Chợ Điền - Chợ Đồn chủ yếu gồm các thành tạo carbonat - lục nguyên hình thành trong giai đoạn Silur-Devon, theo thứ tự từ trên xuống gồm: đá phiến thạch anh - sericit màu đen, bột kết vôi xen lớp đá vôi chứa bitum, đá vôi silic và dolomit (hệ tầng Mía Lé - D₁ ml). Phía dưới là các thành tạo trầm tích thuộc hệ tầng Pia Phương (có tài liệu tách ra hệ tầng Phia Khao) gồm: tập cát kết dạng quarzit, cát bột kết màu xám sáng xen đá phiến thạch anh - sericit; tiếp theo là đá phiến thạch anh - sericit - clorit, đá phun trào axit, đá phiến silic, đá vôi silic, đá vôi sét; tập đá hoa màu trắng hạt

đều, phân lớp dày đến dạng khối, màu xám xen màu trắng; dưới cùng là tập đá vôi hoa hóa màu xám, xám đen phân lớp mỏng có bitum. Nét đặc trưng là các thành tạo trầm tích carbonat - lục nguyên ở đây có sự xen kẽ và thay đổi về tướng cũng như thành phần thạch học theo các lớp, các tập, chúng đóng vai trò quan trọng trong quá trình thành tạo quặng chì-kẽm.

- Đới Phú Ngũ gồm các đá trầm tích lục nguyên xen ít trầm tích phun trào, cấu tạo dạng flash tuổi Ordovic muộn - Silur giữa (hệ tầng Phú Ngũ - O₃-S₂ pn), bị các mạch thạch anh rất nghèo sulfur xuyên cắt và hầu như không thấy biểu hiện khoáng hóa chì-kẽm.

Ngoài ra, ở khu Chợ Đồn còn gặp các thể magma axit tuổi Devon (phức hệ Ngân Sơn) - Trias (phức hệ Phia Bioc) - E (phức hệ Chợ Đồn), gabroid tuổi Permi - Trias (phức hệ Núi Chúa).

Hệ thống đứt gãy chứa quặng chủ yếu phân bố theo phương đông bắc - tây nam. Các đứt gãy này được mở rộng ở phía trên cùng với sự xuất hiện của các nếp uốn (nếp lồi) địa phương, tạo ra không gian mở thuận lợi cho quá trình di chuyển lên của các dung dịch tạo quặng.

Hoạt động kiến tạo trong vùng đã hình thành nên các đới dập vỡ, khe nứt, theo không gian phân bố như sau:

- Phần trung tâm các nếp lồi thứ cấp xuất hiện khá nhiều các đới căng giãn - nén ép cùng các đứt gãy tách giãn. Đới căng giãn xuất hiện quá trình calcit hóa, hoa hóa, đôi khi xuất hiện xâm nhiễm sulfur. Đới nén ép các đá phân lớp mỏng hơn nhiều so với đới căng giãn, biến dạng. Điều đáng quan tâm, tại khu mỏ Mán, sau khi khai thác hết lớp quặng oxyt đã để lộ ra các lớp chứa sulfur chì-kẽm xâm nhiễm trong các tầng đá nứt nẻ thuận lợi cùng các vi uốn nếp, đứt gãy phương đông bắc - tây nam, đồng thời vị trí mỏ Mán nằm ngay trên mỏ chì-kẽm lớn Nam Lũng Hoài (khai thác từ thời Pháp thuộc). Vấn đề này còn xuất hiện ở khu mỏ Bắc Lũng Hoài và mỏ Tây Bó Luông (trên cùng là quặng oxyt, tiếp theo là đới sulfur xâm nhiễm và phía dưới là quặng sulfur đặc xít chính hợp với phân lớp địa tầng).

- Trong phạm vi các nếp lồi thứ cấp: thường tạo ra các đới dập vỡ, tách lớp, xuất hiện các lớp đá có thành phần khác nhau xen kẽ (đá vôi phân lớp khá dày xen các lớp phiến sét-vôi màu xám, thường chứa vật chất hữu cơ, các lớp đá vôi bị hoa hóa, calcit hóa) cùng hệ thống đứt gãy chính phương đông bắc - tây nam. Những khu này thể hiện đầy đủ các yếu tố kênh dẫn, đới thuận lợi để tích tụ quặng do hoạt động kiến tạo. Cấu trúc này gặp ở các mỏ Tây Bó Luông, Bình Chai, Nà Bóp, Ba Bò.... Tại mỏ Tây Bó Luông, ở phần trên gặp các đới nứt nẻ xâm nhiễm sulfur, xuyên cắt đá vây quanh, tiếp theo là các đới nứt tách thuận lợi cho việc tạo các đới quặng đặc xít khá chính hợp với phân lớp địa tầng. Xuống sâu gặp các đứt gãy cắt đá vây quanh, có độ dốc lớn (70-75⁰) với phương chung 10-50⁰ chứa quặng sulfur đặc xít như các mỏ Bắc Lũng Hoài, Nam Lũng Hoài, Bình Chai. Bên cạnh đó còn gặp các vi uốn nếp do nén ép.

- Trong phạm vi các đứt gãy theo mặt lớp: phân bố ở phần cánh của nếp lồi kết hợp cùng các vi uốn nếp và hiện tượng dolomit hóa đá vôi tạo nên không gian chứa quặng chì-kẽm với chiều dày 2-3 m.

III. ĐẶC ĐIỂM KHOÁNG VẬT QUẶNG

Ở vùng mỏ Chợ Đồn - Chợ Đồn, các khoáng vật tạo quặng chủ yếu gồm sphalerit, galenit, pyrit; khoáng vật thứ yếu gồm arsenopyrit, chalcopyrit, pyrotin và các khoáng vật chứa Ag gặp ở Đèo An [5].

- *Sphalerit* có thể chia làm ba loại thuộc ba thể hệ: 1/ *Sphalerit I* màu nâu xám kích thước hạt lớn, đạt tới 15 đến 20 mm, kiến trúc hạt tự hình, không hoặc rất ít nhũ tương pyrotin và chalcopyrit,

thường bị cà nát vỡ vụn. Chủ yếu phát triển ở Đèo An, liên quan với các mạch dốc thoải theo mặt lớp của đá “kiểu giả tầng”. 2/ *Sphalerit II* màu đen thường có kích thước hạt trung bình khoảng 5 mm, kiến trúc hạt tha hình, xâm tán nhiều như tương pyrotin và chalcopyrit, hoặc phân bố theo mặt cắt khai tạo thành các mạng lưới, thường bị cà nát vỡ vụn, chủ yếu bắt gặp ở Mán Suốc, Lũng Hoài, Bình Chai, Bó Luông. Tại đây không gặp sphalerit thể hệ I và không có cleophan. 3/ *Sphalerit III* màu vàng lục (cleophan) khác hẳn với hai loại trên về màu sắc, kích thước hạt đạt tới 30 mm, đôi khi kiến trúc hạt tự hình, không chứa như tương, không bị cà nát, thường rất sạch đi kèm chặt chẽ với barit và thường lấp đầy lỗ hổng. Hiện chỉ mới phát hiện trong những lỗ hổng gần thân quặng ở Bó Luông và Lũng Hoài (mẫu quan sát bằng mắt thường, năm 2010) đi cùng calcit. Cùng với arsenopyrit và pyrit, sphalerit tạo thành kiến trúc hạt nửa tự hình có pyrotin, chalcopyrit và galenit thể hệ I, thường sphalerit dạng hạt tha hình, nhưng tự hình hơn galenit.

- *Galenit* dạng hạt tha hình tạo thành đám, ổ, một số nơi tạo thành đám ổ hạt lớn kích thước hạt đạt tới 10 mm. Phần lớn galenit đi kèm chặt chẽ với sphalerit trong các đám, ổ, mạch hoặc dạng giọt nằm trong các hạt sphalerit gồm ba thể hệ: 1/ *Galenit I* cộng sinh chặt chẽ với pyrotin và sphalerit I, điều đó chứng tỏ sự kết tinh của chúng là đồng thời hoặc gần như đồng thời, thường tạo thành tinh thể lớn đến 2,5 mm ít nhiều bị cà nát. 2/ *Galenit II* lấp đầy khe nứt của sphalerit, kết tinh muộn hơn sphalerit II bị cà nát có dấu vết biến dạng dẻo. Các bao thể galenit trong pyrit thể hệ II cũng được xếp vào thể hệ này, thường gặp trong các thân mạch và các ổ, thấu kính thâm thấu, phân bố ở phần cánh treo của các thân quặng dạng mạch. Loại galenit II ít bị cà nát, trong chúng thường chứa các bao thể sulphur arsenit và sulphur antimonit chì (khu vực Bình Chai). Trong galenit hạt lớn bị cà nát ở Đèo An ngoài các khoáng vật trên còn có bismut tự sinh. 3/ *Galenit III* thường cộng sinh chặt chẽ với sphalerit màu vàng lục (cleophan). Cùng với pyrit, arsenopyrit, thạch anh và các khoáng vật khác tạo thành kiến trúc nửa tự hình. Trong đới oxy hoá, galenit được thay thế bằng xerisit và anglezit.

- *Pyrit* là khoáng vật phát triển rộng rãi gặp thường xuyên trong các mẫu. Chúng phát triển trong các thân quặng thâm thấu và thân quặng dạng mạch thoải theo mặt lớp với hàm lượng cao (Đèo An, Bó Luông), nhưng trong các mạch dốc thì pyrit ít hơn (Bắc Lũng Hoài), thường có dạng hạt tự hình. Pyrit có ba thể hệ: 1/ *Pyrit thể hệ I* thường là hạt lớn, tạo thành ổ hạt lớn, chuỗi hạt hoặc các mạch thẳng dạng tấm kéo dài, thường bị dập vỡ, rạn nứt tạo thành kiến trúc cà nát, đôi khi có khảm các hạt arsenopyrit nhỏ và bản thân pyrit dạng hạt nhỏ tự hình khảm trong sphalerit, một số hạt bị sphalerit găm mòn thay thế, các khe nứt được lấp đầy bởi chalcopyrit và galenit. Kiến trúc hạt tha hình hơn so với arsenopyrit nhưng tự hình hơn sphalerit và các sulfur khác, phát triển chủ yếu ở Đèo An. 2/ *Pyrit thể hệ II* là những hạt tinh thể lớn bị cà nát yếu, thường cấu tạo dài, dạng xâm tán tự hình trong sphalerit, đôi khi có chứa bao thể galenit. Dọc theo khe nứt của pyrit thể hệ II đôi khi thấy galenit nhưng không bao giờ thấy sphalerit. 3/ *Pyrit thể hệ III* dạng hạt nhỏ đều, phân bố trong khe nứt của sphalerit hoặc carbonat, không chứa bao thể galenit. Kiến trúc thường là nửa tự hình.

* *Thành phần khoáng vật phụ gồm:* arsenopyrit, pyrotin, chalcopyrit, đồng xám, stephanit, rutil, magnetit, hematit

- Arsenopyrit là khoáng vật phụ, dạng hạt tự hình xen lẫn trong pyrit, kích thước đến 2,5mm, chủ yếu ở Đèo An, Bình Chai, Tây Bó Luông thường bị cà nát mạnh, chứng tỏ arsenopyrit kết tinh sớm nhất (arsenopyrit I). Ngoài ra arsenopyrit hạt lớn kết tinh sớm còn có arsenopyrit hạt rất nhỏ (0,2 mm) và thường xâm tán dạng khảm trong pyrit thể hệ II, bởi vậy arsenopyrit này kết tinh muộn hơn arsenopyrit hạt lớn và được liệt vào thể hệ II. Arsenopyrit cộng sinh chặt chẽ với pyrotin, chalcopyrit, sphalerit, sulphurantimonit chì, sulphurarsenit, burnonit trên khu Đèo An.

- *Pyrotin* hiếm gặp, dạng hạt tự hình, gồm hai thể hệ: 1/ *Pyrotin thể hệ I* tạo thành hạt tha hình, kích thước 2-3mm, chủ yếu gặp ở Đèo An, cộng sinh chặt chẽ với arsenopyrit và chalcopyrit, kiến trúc hạt tha hình, bị cã nát mạnh, đôi khi xâm tán trong galenit thể hệ I. 2/ *Pyrotin thể hệ II* gồm các bao thể nhũ tương nhỏ trong sphalerit. Pyrotin dạng xâm tán nhũ tương phát triển ở nhiều nơi trong sphalerit thể hệ II, mặc dù trong sphalerit thể hệ I cũng có nhưng ít.

- *Chalcopyrit*: kết hợp chặt chẽ với pyrotin, nhưng xuất hiện rất ít, gồm hai thể hệ: 1/ *Chalcopyrit thể hệ I* là các hạt phân tách lốm đốm, dạng hạt tha hình, kích thước tới 3 mm. Chalcopyrit thể hệ I thường tự hình hơn galenit thể hệ I, nhưng tha hình hơn sphalerit, đôi khi thấy gân mạch chalcopyrit trong sphalerit I. 2/ *Chalcopyrit II* phần lớn dạng nhũ tương nằm ở phần trung tâm các hạt sphalerit, cá biệt có một vài mẫu dạng lấp đầy khe nứt của pyrit. Trong sphalerit thường chứa cả nhũ tương pyrotin và chalcopyrit.

- *Burnonit* là khoáng vật hiếm, dạng bao thể nhỏ trong galenit (0,25 mm). Cùng với galenit burnonit có kiến trúc tha hình.

- *Bronhiastit* cộng sinh chặt chẽ với galenit, dạng bao thể phân tách trong galenit.

- *Bulangerit* cũng là khoáng vật hiếm gặp, cộng sinh chặt chẽ với arsenopyrit, galenit, sphalerit, kiến trúc tha hình, xâm tán trong galenit thể hệ I.

- *Bismut tự sinh* dạng bao thể trong galenit ở Đèo An và trong các mạch calcit xuyên cắt sphalerit II (khu Bình Chai), được kết tinh sau cùng của quá trình nhiệt dịch.

- *Marcisit* phát triển chủ yếu dọc theo các khe nứt và riềm ngoài của các hạt pyrotin dạng hạt nhỏ, cộng sinh chặt chẽ với pyrit thể hệ III.

- *Covelin* là khoáng vật thứ sinh của đồng, thường cộng sinh với hydroxyt Fe

- *Đồng xám* chỉ gặp trong 1 mẫu dạng hạt tha hình kích thước < 0,1 mm.

- *Stephanit* chỉ bắt gặp trong 2 mẫu, dạng hạt méo mó kích thước nhỏ < 0,1 mm phân bố trong galenit.

- *Pyracgyrit* và *canfieldit* dạng hạt đẳng thước, dạng giọt kích thước < 0,1 mm nằm trong galenit, chỉ gặp trong 1 mẫu ở Bó Luông.

* *Khoáng vật mạch*: chủ yếu là dolomit, siderit, calcit và thạch anh. Các khoáng vật khác như sericit, chlorit và barit. Tuy nhiên, ở Chợ Điền đặc trưng nhất là calcit, dolomit còn ở Chợ Đồn là thạch anh, dolomit.

* *Nhiệt độ thành tạo*: quặng hóa Chợ Điền - Chợ Đồn được thành tạo ở nhiệt độ trung bình và có xu hướng tăng dần từ nếp lồi Phía Khao kéo xuống cánh đông nam [9]. Tập hợp các khoáng vật tạo quặng cũng thể hiện tính phân bố theo không gian: phía cánh Đông nếp lồi Phía Khao gặp tồn tại các khoáng vật có nhiệt độ thành tạo cao hơn phía trung tâm nếp lồi. Ví dụ ở Bó Luông và Đèo An, trong sphalerit màu nâu và đen (thể hệ I và II) có hàm lượng Cu, Fe và đôi khi In tăng cao so với Bắc Lũng Hoài ..., nhiệt độ kết tinh cũng tăng lên đáng kể (ở Bó Luông từ 225-250°C, mẫu BL28/1; Đèo An lên tới 365-385°C, mẫu ĐA68); hàm lượng nguyên tố Bi, In ở Bó Luông cao hơn Lũng Hoài, Bi trong galenit mỏ Bó Luông 1,63-2,34%, mỏ Lũng Hoài 0,039-1,61%; trong sphalerit ở mỏ Bó Luông có hàm lượng In khá cao đạt tới 0,41% (thường từ 0,093-0,105%), còn các khu vực khác chỉ gặp rải rác với hàm lượng thấp 0,02-0,04%. Hàm lượng Fe trong sphalerit ở mỏ Bó Luông (10-11%) cũng cao hơn các khu phía trung tâm nếp lồi, ví dụ ở mỏ Bình Chai hàm lượng này chỉ đạt 4-5%.

- So sánh với mỏ Chợ Điền, các mỏ ở Chợ Đồn (gần các khối xâm nhập hơn) cũng thể hiện nhiệt độ thành tạo quặng cao hơn chì-kẽm Chợ Điền qua thành phần Fe, Sn, Bi trong các khoáng vật quặng giàu hơn.

* Các khoáng vật được thành tạo theo 3 giai đoạn khác nhau (Bảng 1):

- Giai đoạn I: Thạch anh - Arsenopyrit I - Pyrit I - Sphalerit I. Tổ hợp cộng sinh khoáng vật gồm: arsenopyrit, pyrit, sphalerit, galenit.

- Giai đoạn II: Calcit - Pyrit II - Sphalerit II - Galenit II. Tổ hợp cộng sinh khoáng vật pyrit, sphalerit, galenit, chalcopirit, pyrotin, arsenopyrit, stephanit, đồng xám, burnonit.

- Giai đoạn III: Barit (Calcit) - Sphalerit III - Galenit III - Pyrit III. Tổ hợp cộng sinh khoáng vật cleopha, galenit, pyrit, bismut tự sinh.

III. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA QUẶNG

1. Một số nguyên tố đi kèm khoáng vật quặng

Ag là nguyên tố có mặt khá thường xuyên trong quặng (mỏ Bó Luông - 21 ppm, Đèo An - 18 ppm, Bắc Lũng Hoài - 44 ppm), trong galenit gặp ở hầu hết các mẫu với hàm lượng 0,017-0,361%, hàm lượng cao nhất đạt tới 1,67%. Giá trị này tương tự với kết quả nghiên cứu của [10], hàm lượng Ag trong galenit ở Chợ Điền đạt 0,089%.

Au xuất hiện trong arsenopyrit - 0,175%, trong pyrotin- 0,129%, chalcopirit - 0,016%. Trong pyrit đạt 2,297% [7].

Sn cũng là nguyên tố khá phổ biến ở Chợ Điền nhưng thấp hơn trong quặng chì-kẽm ở Chợ Đồn với hàm lượng Sn từ 0,02% đến 0,09%.

Cu tồn tại dưới dạng khoáng vật độc lập (chalcopirit) ít, nó chủ yếu tồn tại trong các khoáng vật như: pyrit (0,37%), pyrotin (0,01%), tetradrit (17,46%), arsenopyrit (0,01%) nhưng trong sphalerit chưa phát hiện được Cu [2].

Se phân bố rải rác nhưng là dấu hiệu quan trọng của khoáng hóa dưới sâu, Se cũng gặp trong vài ba mẫu ở Bắc Lũng Hoài và Đèo An, hàm lượng đạt tới 0,118%. Khoáng vật Ag trong quặng cũng có ý nghĩa chỉ thị quan trọng (Ảnh 1). Kết quả nghiên cứu trước đây đã xác định tỷ số đồng vị bền S đặc trưng cho nguồn magma đối với quặng chì-kẽm Chợ Điền - Chợ Đồn [9].

Ngoài các nguyên tố đi kèm nói trên, quặng chì-kẽm Chợ Điền - Chợ Đồn còn có Cd, In, Bi, Ga, Ni, Mn, Fe...

2. Tính phân đới và đặc điểm phân bố các nguyên tố

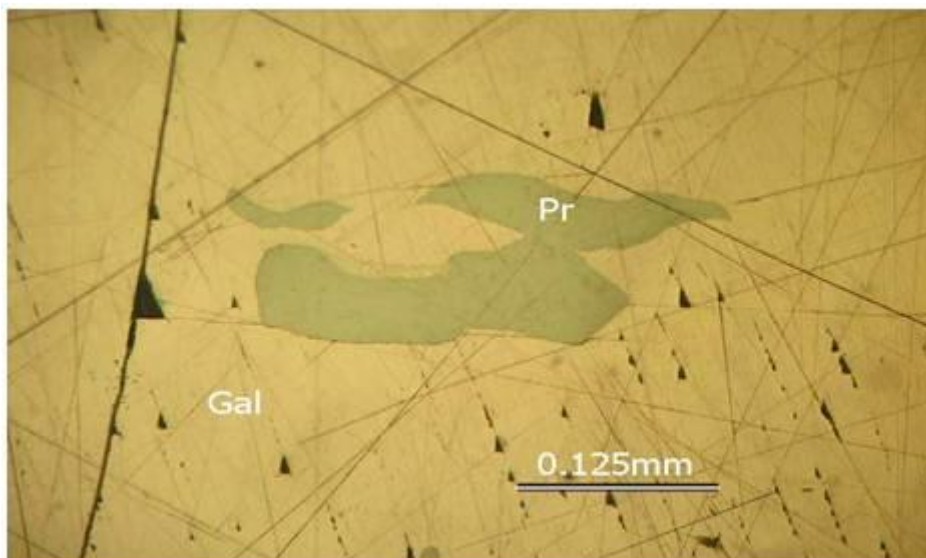
Trên cơ sở tính toán cho thấy dãy phân đới các nguyên tố trong quặng dạng mạch mỏ Chợ Điền từ trên xuống như sau: SbSnBaCo(AgBeGaGeVW)AsMoCuPbBiCdZnNi (Bảng 1).

Với tính phân đới này có sự khác thường của nguyên tố Sn, W, Co, Mo nếu so với dãy phân đới chuẩn trong quặng nhiệt dịch có thể được lý giải cùng với mối tương quan giữa các nguyên tố.

Tại mỏ chì-kẽm Chợ Đồn xác định được mối tương quan các nguyên tố như sau ZnCdBiPbAg; CuMo(Sn)As; NiCoCr; LaCeYBa (Bảng 2).

Điều này cho thấy Sn hầu như không có tương quan với nguyên tố nào, chỉ có tương quan trung bình với Mo nên có thể quá trình trao đổi vật chất của dung dịch quặng với đá vây quanh đã diễn ra và có thể làm ảnh hưởng đến tính phân đới các nguyên tố hoặc Sn xuất hiện ở pha sau cùng với việc hàm lượng Pb lại tăng cao ở cánh nếp lồi và hàm lượng galenit tăng cao hơn sphalerit ở khu vực

Chợ Đồn (nơi gần các khối magma xâm nhập và nhiệt độ thành tạo quặng cũng cao) so với khu Chợ Điền. Như vậy quặng hóa Pb-Zn tập trung ở đới dưới sâu cần được chú ý.



Ảnh 1. *Pyracirit (Pr) dạng bao thể nằm trong nền galenit (Gal). Nicol (-). Chợ Điền, Bắc Kạn (Nguồn: Lê Thị Thanh Hương, 2012)*

Bảng 1. **Chỉ số phân đới dãy nguyên tố trong quặng chì-kẽm dạng mạch mỏ Chợ Điền**

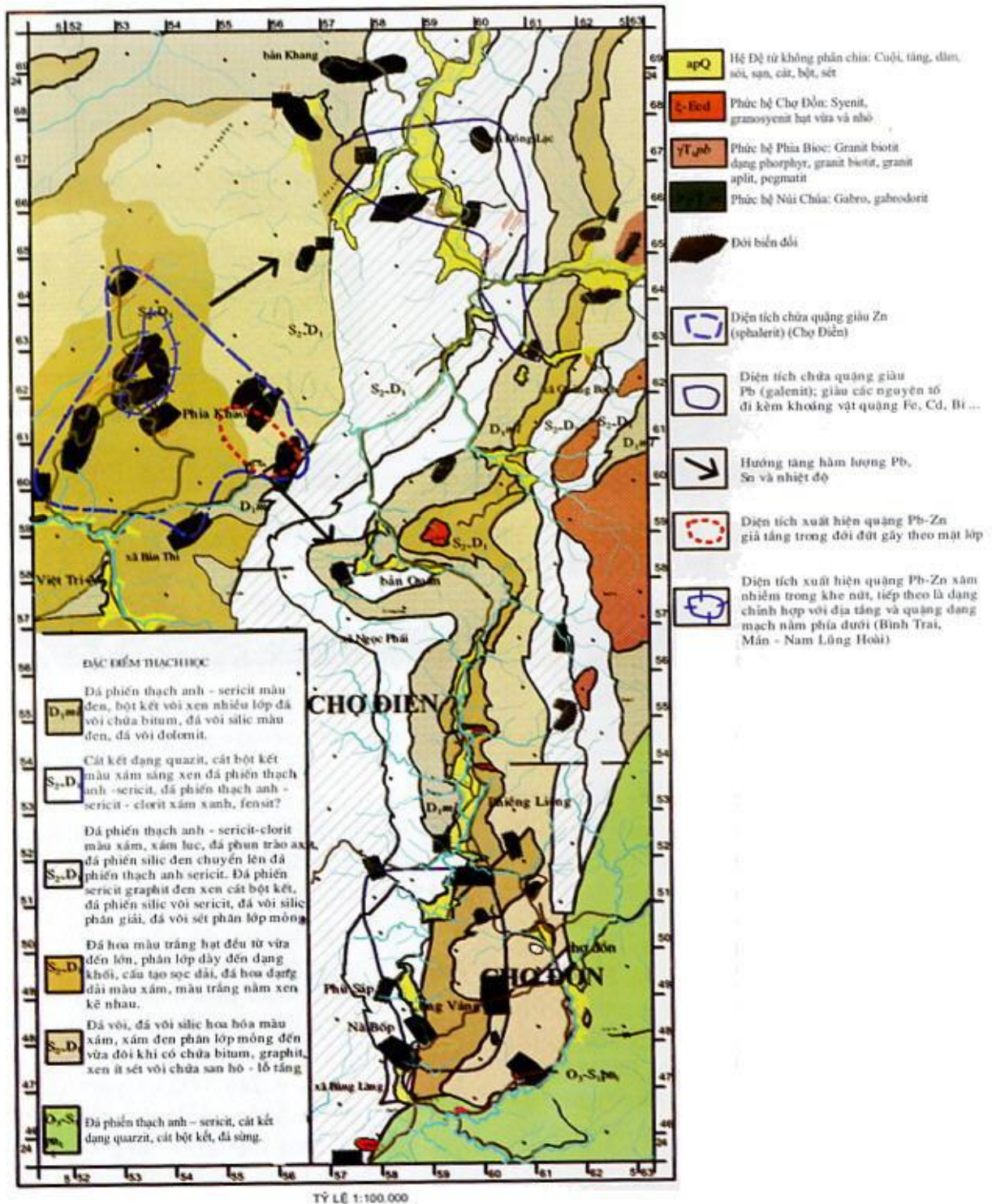
Nguyên tố	Lượng suất (ppm)		Chỉ số phân đới	
	Đới I	Đới II	Đới I	Đới II
Ag	1,0	1,0	0,00005	0,00003
As	335,3	347,3	0,01589	0,01121
B	34,6	21,6	0,00164	0,00070
Ba	34,6	26,0	0,00164	0,00084
Be	2,5	2,5	0,00012	0,00008
Bi	24,2	158,3	0,00115	0,00511
Cd	700,3	1.878,0	0,03320	0,06061
Co	28,0	22,1	0,00133	0,00071
Cr	73,6	85,5	0,00349	0,00276
Cu	984,9	1.182,0	0,04669	0,03814
Ga	5,0	5,0	0,00024	0,00016
Ge	10,0	10,0	0,00047	0,00032
Mo	8,4	9,3	0,00040	0,00030
Ni	14,0	24,2	0,00066	0,00078
Pb	1.467,0	2.028,0	0,06954	0,06545
Sb	25,3	5,0	0,00120	0,00016
Sn	201,1	101,8	0,00953	0,00329
V	20,0	15,3	0,00095	0,00049
W	10,0	10,0	0,00047	0,00032
Zn	16.940,0	30.000,0	0,80300	0,96800

Bảng 2. Tương quan giữa các nguyên tố vùng mỏ chì-kẽm Chợ Đồn (36 mẫu)

Ag	As	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	La	Li	Mo	Nb	Ni	Pb	Sb	Sn	Sr	V	W	
1																					
-0,04	1																				
-0,53	0,21	1																			
-0,16	-0,19	0,16	1																		
0,87	-0,10	-0,39	0,03	1																	
0,64	0,59	-0,14	-0,24	0,56	1																
-0,15	0,22	0,58	-0,14	-0,37	0,18	1															
-0,49	0,10	0,08		-0,49	-0,17	-0,04	1														
-0,34	0,03	-0,10	-0,45	-0,47	0,02	0,36	0,21	1													
-0,14	0,74	0,29	0,38	0,72	0,38	-0,08	0,11	-0,34	1												
-0,28	0,07	0,52	-0,23	-0,35	-0,14	0,71	0,17	0,40	-0,29	1											
-0,35	0,25	-0,03	0,00	-0,25	-0,04	0,04	-0,02	0,60	0,28	0,02	1										
-0,15	0,88	0,24	-0,09	-0,12	0,42	-0,04	0,14	-0,07	0,87	-0,19	0,36	1									
-0,33	-0,30	-0,04	-0,19	-0,27	-0,33	-0,37	0,62	-0,11	-0,25	-0,24	-0,29	-0,11	1								
-0,50	0,24	0,27	-0,06	-0,39	-0,25	0,17	0,73	0,30	0,12	0,49	0,06	0,21	0,27	1							
0,90	-0,05	-0,49	-0,16	0,69	0,76	-0,08	-0,46	-0,24	-0,10	-0,29	-0,37	-0,17	-0,34	-0,53	1						
0,39	0,25	-0,47	-0,23	0,30	0,41	0,07	-0,05	0,18	-0,07	0,31	-0,06	-0,06	-0,33	0,21	0,39	1					
0,42	0,01	-0,24	-0,15	-0,14	0,13	0,38	-0,10	0,08	-0,22	0,05	-0,24	-0,20	-0,06	-0,31	0,23	0,31	1				
-0,25	-0,01	-0,05	-0,15	-0,29	-0,05	-0,29	0,84	-0,06	-0,01	-0,11	-0,15	0,10	0,77	0,32	-0,24	-0,23	-0,10	0,16	1		
-0,10	-0,10	-0,19		-0,02	0,02	-0,61	0,46	-0,47	-0,06	-0,24	-0,25	-0,05	0,59	-0,03	-0,05	-0,08	-0,27	-0,16	0,79	1	
-0,13	0,10	0,50	-0,20	-0,26	0,07	0,83	0,29	0,40	-0,12	0,65	0,07	-0,08	-0,02	0,33	-0,10	0,07	0,22	0,63	0,10	-0,29	
0,85	-0,10	-0,40	-0,08	0,98	0,78	-0,34	-0,45	-0,40	-0,09	-0,24	-0,23	-0,09	-0,19	-0,34	0,62	0,33	0,13	-0,07	-0,24	0,09	-0

Tại mỏ Đèo An hàm lượng Zn (Zn/Pb) tăng tương đối theo chiều sâu; Zn và Pb đều tăng khi tiến về trung tâm nếp lồi, phạm vi đá vây quanh bị dập vỡ, nứt nẻ tăng đáng kể [9]. Mặt khác, ở trung tâm Phía Khao, tỷ lệ Zn/ Pb = 4 - 5, cao hơn khu vực Đèo An (Zn/Pb = 3). Đồng thời, sự phân bố Pb trong đá vây quanh mỏ Chợ Đồn với hàm lượng tăng về phía cánh nếp lồi (Hình 1). Như trên đã nói, tính phân đối về nhiệt độ thành tạo thể hiện ngược lại; ranh giới thân quặng ở trung tâm các nếp lồi cũng phức tạp hơn. Điều này cho thấy khả năng trao đổi thành phần vật chất giữa dung dịch quặng với đá carbonat xảy ra mạnh mẽ ở đới thuận lợi (nứt nẻ nhiều, đá cacboant bị hoa hóa, dolomit hóa rộng rãi) - trung tâm nếp lồi, làm cho hàm lượng Zn tăng lên đáng kể. Sự xuất hiện với hàm lượng cao của Sn chưa thể khẳng định do quá trình bóc mòn thân quặng.

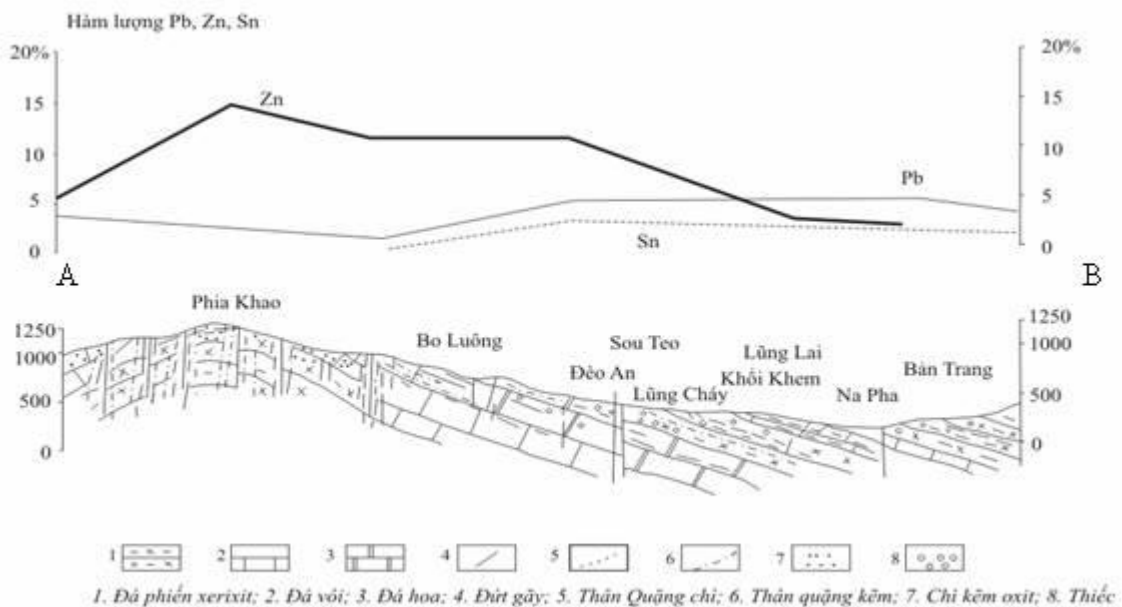
Trong môi trường đá vây quanh, sự phân bố thành phần Pb, Zn thể hiện rất rõ. Đá carbonat bị hoa hóa thường có hàm lượng thấp với Pb = 10-20 ppm, Zn = 26-63 ppm [5]. Đá vôi màu xám Pb = 107,3-122,7 ppm, Zn = 289,3-923,9 ppm (khu vực mỏ Tây Bó Luông). Đá vôi silic màu xám đen có hàm lượng Zn tăng cao đạt 2.049 ppm và Pb = 122,8 ppm (khu Bình Chai - Núi Tam Tao). Trong đá phiến sét, phiến sét vôi hàm lượng Pb, Zn cũng khá cao: Pb = 138,1-2.626 ppm, Zn = 122,6-1.477 ppm.



Hình 1. Sơ đồ khái quát quy luật phân bố thành phần khoáng hóa chì-kẽm Chợ Điện, Chợ Đồn.



Ảnh 2. Đứt gãy biểu hiện khoáng hóa tại đèo Phia Khao đi mỏ Bình Chai
(Nguồn: Nguyễn Văn Niệm, 2012)



Nguồn: Nguyễn Đình Cẩn, 1981

Hình 2. Mặt cắt địa chất - địa hóa vùng mỏ chì-kẽm Chợ Điền.

Thành phần các nguyên tố Pb, Zn còn được xác định ở đứt gãy như sau: tại đứt gãy ở mỏ Mán hàm lượng hai nguyên tố này tăng lên đáng kể với Pb = 459,5 ppm, Zn = 12.550 ppm (phạm vi bị nén ép). Đáng chú ý, bên cánh treo (cách mặt trượt đứt gãy khoảng 20-40 m) còn xuất hiện các sulfur xâm nhiễm, phía trên là quặng oxit đã khai thác, các vi uôn nếp (mỏ Mán) nằm ngay phía dưới là mỏ Nam Lũng Hoài.

Ở đới đứt gãy khu đèo từ Phia Khao đến mỏ Bình Chai (Ảnh 2) cũng thấy sự tăng rất cao hàm lượng Pb, Zn: đới dăm kết kiến tạo với Pb = 1.249 ppm, Zn > 200.000 ppm, ngoài ra Cd = 1.308 ppm, Cu = 974,4 ppm; đới căng giãn (cánh hạ) thì Pb = 2.440 ppm, Zn = 333 ppm; sulfur xâm nhiễm ở đây thấy rất ít, khó phát hiện nhưng phát triển đới calcit rộng rãi với tinh thể lớn cùng với việc giảm hàm lượng sắt ($Fe_2O_3 = 15,15\%$ ở đới dăm kết so với $1,54\%$ ở đới calcit). Như vậy, những đới đứt gãy cùng những biểu hiện trên là dấu hiệu tốt của quặng Ắn và khu Phia Khao - Bình Chai cần được nghiên cứu chi tiết.

3. Độ sâu bóc mòn

Trên cơ sở đặc điểm phân bố của các nguyên tố, có thể sử dụng tỷ số (Pb.Zn.Ba)/(Co.Ni.Sn) để xác định chiều sâu tồn tại của các thân quặng như sau: 90.958,7 (Tây Bó Luông), 10.907,4- 29.054,1 (Bắc Lũng Hoài), 2.681.272,3 (Đèo An). Với kết quả này cho thấy quặng chì-kẽm Chợ Điền - Chợ Đồn đặc trưng cho phần trên thân quặng (Hình 2).

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1/ Thành phần vật chất tạo quặng chì-kẽm và các thành phần liên quan mỏ Chợ Điền - Chợ Đồn không theo dãy phân đới chuẩn do yếu tố cung cấp nguồn vật chất, chuẩn bị nguồn vật chất tại chỗ nên lựa chọn tỷ (Pb.Zn.Ba)/(Co.Ni.Sn) xác định tiềm năng quặng Ắn. Tỷ số này đặc trưng cho mức độ bóc mòn thấp của các thân quặng chì-kẽm Chợ Điền - Chợ Đồn.

2/ Đặc điểm phân bố hàm lượng cao các nguyên tố tạo quặng chì-kẽm tại các đới đứt gãy - đập vỡ, vi uốn nếp do kiến tạo đi cùng các nếp lồi địa phương và hiện tượng biến đổi đá vây quanh (hoa hóa, dolomit hóa) là dấu hiệu tốt tìm kiếm tiềm năng quặng Ắn.

3/ Quặng oxyt Chợ Điền - Chợ Đồn có nguồn gốc tại chỗ, được hình thành do quá trình biến đổi các mạch quặng sulfur xâm nhiễm (xuyên cắt) đá vây quanh, chúng tập trung với khối lượng lớn tại phần trên các vòm nếp lồi, nơi đá vây quanh bị nứt nẻ mạnh.

4/ Diện tích giữa đèo Phia Khao và mỏ Bình Chai và các khu tương tự cần được nghiên cứu chi tiết, có thể thiết kế khoan kiểm tra tiềm năng quặng dưới sâu.

VĂN LIỆU

1. **Đỗ Văn Doanh và nnk, 1981.** Báo cáo “Địa chất hai tờ Phia Khao, Đại Thị tỷ lệ 1: 50.000”. Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.

2. **Lê Thanh Hải và nnk, 2007.** Một số ý kiến về dị thường từ hàng không liên quan đến quặng sắt ở Đông Bắc Bộ. TC Địa chất A/301 : 7-8. Hà Nội.

3. **Nguyễn Anh Tuấn và nnk, 2010.** Cấu trúc địa chất và tiềm năng quặng Pb - Zn dạng tầng miền Đông Bắc Bộ. TC Địa chất A/320 : . Hà Nội.

4. **Nguyễn Văn Học, 1995.** Luận án Phó Tiến sĩ Địa chất “Đặc điểm các thành hệ Pb-Zn vùng Đông Bắc Việt Nam và quy luật phân bố”. Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản. Hà Nội.

5. **Nguyễn Văn Niệm và nnk, 2010.** Báo cáo “Nghiên cứu xác lập cơ sở khoa học để xây dựng các mô hình thành tạo quặng chì-kẽm ở miền Bắc Việt Nam”. Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản. Hà Nội.

6. **Nguyễn Văn Niệm và nnk, 2011.** Mô hình thành tạo quặng chì-kẽm nhiệt dịch trong đá cacbonat Chợ Điền. TC Địa chất A/323 : 66-77. Hà Nội.

7. Nguyễn Văn Phổ và nnk, 2006. Báo cáo “Nghiên cứu mức độ phân tán của chì và đánh giá hiện trạng ô nhiễm chì tại khu mỏ chì-kẽm Chợ Điền, Bắc Cạn”. *Viện Địa chất - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Hà Nội.*

8. Peter K. M. Megaw, Joaquin Ruiz, Spencer R. Titley. High - temperature, cacbonate - hosted Ag-Pb-Zn (Cu) deposits of northern Mexico. *Courtesy of AGI/GeoRef.*

9. Trần Tuấn Anh và nnk, 2011. Đặc điểm khoáng vật - địa hóa và nguồn gốc các mỏ chì - kẽm cấu trúc Lô Gâm, miền Bắc Việt Nam. *TC Các Khoa học về Trái đất, 33 : 393-408. Hà Nội.*

10. K. A. Vlasov, 1966. Genetic types of rare - element deposits. Volume III. *Thư viện Đại học Tổng hợp Hà Nội.*

11. Vũ Ngọc Hải, 1976. Về thành hệ quặng chì-kẽm Việt Bắc. *Nội san KHKT. Hà Nội.*