

ĐẶC ĐIỂM QUẶNG HÓA VÀ TRIỂN VỌNG QUẶNG CHÌ-KẼM ẨN, SÂU KHU VỰC CHỢ ĐỒN-CHỢ ĐIỆN

NGUYỄN PHƯƠNG - *Trường Đại học Mỏ-Địa chất*

NGUYỄN THỊ THU HẰNG - *Liên đoàn Vật lý Địa chất*

TĂNG ĐÌNH NAM - *Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản*

ĐỖ VĂN ĐỊNH - *VPHĐĐGTLKS quốc gia*

Email: phuong_mdc@yahoo.com

Diện tích nghiên cứu nằm gần trọn trong nếp lồi Phia Khao, thuộc phần Đông Nam đới Lô Gâm [1], [2], [4]. Tham gia vào cấu trúc địa chất vùng có các thành tạo từ Paleozoi đến hiện tại, gồm hệ tầng Phú Ngũ (O_3-S_1 pn), hệ tầng Pia Phương (D_1 pp), hệ tầng Mía Lé (D_1 ml), hệ tầng Khao-Lộc (D_{1-2} kl), hệ tầng Văn Lãng ($T_3 \eta-r v_{11}$), hệ Đệ tứ không phân chia (Q). Hoạt động magma xâm nhập trong vùng khá phong phú, thành phần từ mafic đến acid, tuổi từ Paleozoi đến Paleogen, gồm phức hệ Pia Ma ($\xi PZ_2 pm_1$), phức hệ Ngân Sơn ($\gamma D_3 ns_1$), phức hệ Núi Chúa ($va T_3 n nc$), phức hệ Phia Bioc ($\gamma ma T_3 n pb$) và phức hệ Chợ Đồn ($\xi E cđ$).

1. Đặc điểm quặng hóa chì-kẽm khu vực Chợ Đồn-Chợ Điện

1.1. Đặc điểm hình thái kích thước, thế nằm các thân quặng chì-kẽm

Khu vực Chợ Đồn-Chợ Điện nằm gần trọn trong nếp lồi Phia Khao, có trục kéo dài theo phương Đông Bắc-Tây Nam, được cấu thành bởi các thành tạo chủ yếu carbonat của hệ tầng Khao Lộc, phần nhân là tập 1 chuyển dần ra tập 2 và ngoài cùng là tập 3. Nếp lồi được phức tạp hóa bởi các nếp uốn bậc cao hoặc các nếp oằn nhỏ. Đây là cấu trúc thuận lợi khổng chế và liên quan đến quặng hóa chì, kẽm trong khu vực. Trong đó, đứt gãy phát triển chủ yếu là hệ thống phương Đông Bắc-Tây Nam. Đây là hệ thống khổng chế quặng hóa chì-kẽm trong khu vực nghiên cứu.

a. Hình thái thân quặng

Nhìn chung các thân quặng chì-kẽm trong cùng một khu mỏ khá phức tạp và đa dạng. Hình thái thân quặng nguyên sinh và thân quặng thứ sinh có những đặc trưng riêng. Quặng thứ sinh chỉ phát

triển ở phần nông, quặng nguyên sinh phát triển từ trên mặt đến độ sâu khác nhau. Trong đó có nhiều thân quặng ẩn, sâu đã được phát hiện và ghi nhận trong các lỗ khoan thăm dò.

➤ Quặng nguyên sinh: dạng mạch, hệ mạch, thấu kính, chuỗi thấu kính, vỉa, ít hơn là dạng bứu, dạng ổ, đặc trưng cho kiểu quặng gốc. Ở các mỏ Bình Chài, mỏ Mán, Tây Bó Luông,... quặng phát triển chủ yếu dạng mạch, thấu kính, chuỗi thấu kính, ngược lại ở mỏ Đèo An quặng hóa phát triển chủ yếu theo dạng vỉa, chuỗi thấu kính, ít hơn là dạng mạch. Theo tài liệu đo địa vật lý và một số lỗ khoan sâu cho thấy trong khu vực có nhiều thân quặng ẩn, sâu (trên 200 m) [1].

➤ Quặng thứ sinh: dạng dồn tích trong lớp phủ hoặc lấp đầy trong các hang, phếu karst, quặng thứ cấp phân bố ở hầu hết các mỏ trong khu vực, nhưng tập trung hơn cả ở mỏ Bó Luông và mỏ Phia Khao.

b. Thế nằm thân quặng

Căn cứ vào mối quan hệ giữa quặng và đá vây quanh có thể chia các thân quặng thành 2 kiểu:

➤ Kiểu thứ nhất: gồm các thân quặng dạng mạch xuyên cắt đá vây quanh, thường phát triển dọc theo các đứt gãy nhỏ, đới dập vỡ, phân bố ở Phia Khao, Bô Pen, Cao Bình, Bình Chài, La Pointe, Suốc, Lũng Hoài;

➤ Kiểu thứ hai: gồm các thân quặng phát triển theo mặt lớp (dạng giả tầng), phát triển trong các cấu trúc đơn nghiêng, tập trung ở các khu mỏ khu Đèo An, Bó Luông.

Hai kiểu trên thường gắn bó mật thiết với nhau trong cùng một khu mỏ; tuy nhiên ở từng vị trí cấu trúc cụ thể, thì ưu thế về số lượng của từng kiểu trên khác nhau. Ở một số khu mỏ, các thân quặng

dạng mạch xuyên cắt đá vây quanh phát triển dọc các đứt gãy thường đi cùng với kiểu giả tầng tạo thành thân quặng có hình dạng răng lược.

1.2. Thành phần phần vật chất quặng

a. Thành phần khoáng vật quặng

Khoáng vật quặng nguyên sinh chủ yếu là sphalerit, galenit, pyrit, arsenopyrit, pyrotin, thứ sinh có smitsonit, cerussit, siderit, rodochrozit, limonit, gotit. Khoáng vật phi quặng chủ yếu là calcit, thạch anh [1], [2].

b. Thành phần hóa học

Theo tài liệu phân tích hóa, các nguyên tố tạo quặng chính gồm Zn, Pb, các nguyên tố đi kèm có Ag, Au và Sn. Kết quả phân tích hấp thụ nguyên tử [1], [2] ở một số mỏ, hàm lượng Pb dao động từ 0,18 % đến 64,1 %, trung bình 7,4 %, Zn dao động từ 2,28 % đến 43,61 %, trung bình 18,6 %.

Các nguyên tố đi kèm có Cd, Cu,... Kết quả phân tích ICP hàm lượng Cd nhiều mẫu đạt 1±2 %; Cu có nhiều mẫu đạt 0,005÷0,01 %. Hàm lượng các nguyên tố phân bố không ổn định cả theo diện và theo chiều sâu.

1.3. Cấu tạo quặng

Quặng có cấu tạo chủ yếu là dạng xâm tán, gân mạch, dải, đốm, dăm kết. Trong cấu tạo dải, các dải quặng giàu sphalerit xen pyrit phân bố trong đá gốc. Cấu tạo gân mạch thường tạo thành hệ mạch đặc sít, lấp đầy khe nứt hoặc mặt tách lớp. Cấu tạo dăm kết phát triển trong thân quặng liên quan đến đới dập vỡ; với cấu tạo xâm tán, các khoáng vật quặng nằm xâm tán trong đá vôi, đá sét vôi,....

f. Giai đoạn thành tạo quặng hóa

Theo tài liệu hiện có, ở các khu mỏ Tây Bô Luông, Nam Lũng Hoài có 3 giai đoạn tạo khoáng:

- Giai đoạn sớm thành tạo tổ hợp khoáng vật pyrit-arsenopyrit-pyrotin-sphalerit hạt nhỏ đến vừa;
- Giai đoạn giữa thành tạo sphalerit hạt lớn;
- Giai đoạn muộn thành tạo tổ hợp calcit-pyrit.

2. Phương pháp nghiên cứu

Áp dụng một số bài toán địa chất để luận giải và dự báo triển vọng quặng ẩn, sâu khu vực nghiên cứu.

a. Bài toán sử dụng ghép nhóm đối tượng để dự báo và đánh giá triển vọng khoáng sản

Một trong số thuật toán được các nhà địa chất Anh, Pháp, Mỹ và Liên Xô cũ sử dụng là phương pháp phân tích nhóm. B.H. Bondarenco (1986) sử dụng rất hiệu quả phương pháp này để so sánh và phân tích các thành hệ núi lửa dựa vào nhóm các thông tin thạch địa hoá. Ở Việt Nam phương pháp này đã được Đồng Văn Nhì, Nguyễn Phương và nnk [3] đã sử dụng để dự báo triển vọng quặng đất hiếm vùng Tây Bắc, quặng urani trong cát kết trứng

Nông Sơn,... cho kết quả khá khả quan. Nội dung bài toán tóm tắt như sau:

➢ Bước 1 - Xác định mức độ giống nhau $E(X_i, X_j)$ giữa từng cặp đối tượng. Mức độ giống nhau giữa từng đối tượng được đo bằng công thức:

$$E(X_i, X_j) = \text{cov}(X_i, X_j) = \frac{\sum_{p=1}^k a_{ip} \cdot a_{jp}}{\sqrt{\sum_{p=1}^k a_{ip}^2 \sum_{p=1}^n a_{jp}^2}}; \quad (1)$$

➢ Bước 2 - Tìm giá trị trung bình số học H từ những giá trị phản ánh về mức độ giống nhau E_{ij} ;

➢ Bước 3 - Chọn $E_t^* = (\max/t)E_{it}; t=1, 2, \dots, n; t \neq i.$ (2)

Trong đó: i - Số thứ tự hàng; t - Số thứ tự cột của ma trận Q;

➢ Bước 4 - Sau khi chọn được các trị số E_i^* , tiến hành so sánh các trị số E_i^* với H. (giá trị trung bình của E_{ij}), khi $E_i^* > H$ thì các đối tượng nghiên cứu xếp vào cùng một nhóm. Khi $E_i^* < H$ thì các đối tượng nghiên cứu không thể xếp vào cùng một nhóm;

➢ Bước 5 - Chọn các giá trị $t=t^*$, trong đó $E_{it}=E_i^*$ (tên cột có giá trị E_i^*);

➢ Bước 6 - Hình thành r tập có các dạng sau: $B_s = (t_s^*, i_1^s, \dots, i_\mu^s, \dots, i_{cs}^s; s=1, \dots, r).$ (3)

Trong đó: r - Số các giá trị khác nhau của t_i^* ; i_1^s, \dots, i_{cs}^s - Ký hiệu hàng chứa giá trị cực đại;

➢ Bước 7 - Tổng hợp B_1 bắt đầu từ hạng tử thứ hai i_1^1 , so với các hạng tử thứ nhất của t_2^*, \dots, t_r^* của các tổ hợp B_2, \dots, B_r . Nếu đối với tổ hợp $B_v, 2 \leq v \leq r, i_1^1 = t_v^*$ thì hình thành tổ hợp $B_1^1 = B_v, t_v^*$ có dạng sau:

$$B_1^1 = (t_1^*, i_1^1, \dots, i_1^1, i_v^v, \dots, i_v^v). \quad (4)$$

Tức là xoá tổ hợp B_v và chuyển sang hạng tử i_1^2 . Nếu các hạng tử thứ nhất của các tổ hợp B_2, \dots, B_r không có hạng tử nào giống với i_1^1 , thì tiếp tục so sánh với hạng tử i_1^2 , tiếp tục như vậy cho đến khi xem xét hết các hạng tử i_1^1, \dots, i_1^1 của tổ hợp B_1 ;

➢ Bước 8 - Số hiệu r' , trong đó r' - Số các tổ hợp còn lại sau khi thực hiện bước 7, được giành riêng cho tổ hợp B_1^1 . (B_1 - Nếu ở bước 7 các hạng tử mới không được đưa thêm vào).

Các số hiệu từ 1 đến $r'-1$ được giành riêng cho các tổ hợp còn lại và đối với tổ hợp có mã số mới $s=1$ sau khi đã hoàn thành bước 7. Các bước 7 và 8 lặp đi lặp lại cho đến khi nào nhận được r' tổ hợp

$$B_s^* \text{ có } t_s^* \neq i_{\mu, s}^k, k=1, \dots, \mu=1, \dots, 1_k; \quad (5)$$

➢ Bước 9 - So sánh các cặp của các tổ hợp $B^*u, B^*v; u, v=1, \dots, r'$, bắt đầu từ hạng tử thứ hai, $i_1^u (i_1^v)$. Thực hiện việc liên kết tất cả các tổ hợp có cùng hạng tử lại;

➢ Bước 10 - Tính đặc trưng của tổ hợp con $A_s, s=1, \dots, r'$.

$$\chi_s = (\alpha_{s1}, \alpha_{s2}, \dots, \alpha_{sv}) \quad (6)$$

Trong đó: α_{jsp} - Toạ độ thứ P của véc tơ X_{js} tương ứng với điều kiện a_{js} của tập hợp con A_s ; m_s - Số đối tượng trong tập hợp con;

$$\alpha_{sp} = \sum_{j=1}^{m_s} \alpha_{jsp} / m_s \quad (7)$$

➤ Bước 11 - Tính các giá trị mức độ giống nhau giữa các cặp tổ hợp con A_s và A_v với $s, v=1 \div r$ và thành lập được ma trận C với các hạng tử D_{sv} .

$$D_{sv} = \frac{1}{m_s m_v} \sum_{i_s=1}^{m_s} \sum_{j_v=1}^{m_v} E_{i_s j_v} \quad (8)$$

Tại đây: i_s và j_v - Số hiệu của điểm tổng các tổ hợp con A_s và A_v ; $E_{i_s j_v}$ - Giá trị mức độ giống nhau giữa các điểm a_{i_s} và a_{j_v} được tính ở bước 1; m_s và m_v - Số đối tượng trong các tổ hợp A_s và A_v .

b. Mô hình thống kê

➤ Mô hình thống kê một chiều. Mô hình thống kê một chiều cho phép mô tả sự phân bố các thông số địa chất như hàm lượng các thành phần hóa, chiều dày, tính chất kỹ thuật, các tham số vật lý của thân quặng, đới khoáng hóa trong một khu mỏ, vùng quặng, trường quặng,... Mục đích của bài toán là lựa chọn phương trình toán học để xác định các giá trị trung bình, phương sai, hệ số biến thiên của thông số địa chất nhằm đảm bảo tính sát thực, hiệu quả phù hợp với tài liệu thực tế. Dựa vào hàm phân bố xác suất, cho phép xác định xác suất xuất hiện các trị số ngẫu nhiên trong khoảng lựa chọn tùy ý [3].

➤ Mô hình thống kê hai chiều. Trong nghiên cứu, dự báo sinh khoáng định lượng khoáng sản; đặc biệt các nguyên tố có ích đi kèm, vấn đề đầu tiên là phải làm sáng tỏ mối quan hệ phụ thuộc giữa hai tính chất, quá trình, hiện tượng địa chất của đối tượng địa chất cần nghiên cứu; đồng thời có thể mô tả mối quan hệ phụ thuộc giữa chúng dưới dạng các hàm tương quan hồi quy. Hệ số tương quan giữa 2 thông số địa chất (hay nguyên tố nào đó trong thân quặng) được xác định theo công thức:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[\sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}} \quad (9)$$

Giá trị của r_{xy} nằm trong khoảng từ -1 đến +1. Nếu $r_{xy}=0$, thì mối quan hệ giữa x và y vắng mặt; khi $r_{xy}>0$ thì có mối quan hệ thuận; khi $r_{xy}<0$ thì có mối quan hệ nghịch. Giữa hai thông số nghiên cứu được xem là có quan, khi hệ số tương quan r_{xy} khác 0.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Dấu hiệu dự báo về quặng chì, kẽm ẩn sâu ở khu vực nghiên cứu

Tổng hợp kết quả nghiên cứu trước và tài liệu nghiên cứu của công trình [1] cho phép xác lập các tiền đề và dấu hiệu tìm kiếm quặng chì-kẽm ẩn, sâu trong khu vực Chợ Đồn-Chợ Điền.

a. Tiền đề tìm kiếm

➤ Yếu tố thạch địa tầng. Khu vực Chợ Đồn-Chợ Điền, quặng hóa chì-kẽm phân bố tập trung trong các thành tạo carbonat. Các tập đá vôi, đá vôi tái kết tinh màu xám là yếu tố chứa quặng Pb-Zn thuận lợi nhất, các thành tạo này chủ yếu tập trung ở nhân nếp lồi Phia Khao, ít hơn ở hai cánh của nếp lồi. Tầng chứa ít thuận lợi hơn là đá hoa màu trắng, đá phiến vôi, đá phiến vôi sericit, vôi-silic. Đá phiến đóng vai trò là tầng chắn dung dịch tạo quặng trong khu vực.

➤ Yếu tố cấu trúc kiến tạo:

+ Cấu trúc nếp lồi Phia Khao thuận lợi cho tập trung quặng hóa Pb-Zn, với quy mô lớn, hàm lượng cao. Các nếp oằn nhỏ nằm trong cấu tạo đơn nghiêng như Nà Tùm, Ba Bò, Nà Bốp,... là nơi thuận lợi cho tích tụ quặng hóa Pb-Zn;

+ Các nếp uốn, các vòm nâng nhỏ thường đi kèm với các hệ thống đứt gãy bậc 2, 3 tạo nên vị trí thuận lợi cho việc tập trung quặng, nhất là phần cánh của nếp uốn và rìa các vòm nâng. Thực tế cho thấy quy mô thân quặng ở trung tâm nếp lồi Phia Khao thường lớn hơn so với các thân quặng ở cánh. Đặc biệt tại khu vực nếp lồi Phia Khao, các đá carbonat giàu vật chất hữu cơ và đá hoa thường có thể nằm thoải $5 \div 15^\circ$, có chỗ gần như nằm ngang, hay bị uốn nếp là điều kiện thuận lợi để lắng đọng và tích tụ quặng chì-kẽm trong khu vực;

+ Các đứt gãy, đới dập trong khu vực đóng vai trò là kênh dẫn dung dịch tạo quặng, đồng thời các đứt gãy cũng là nơi tích tụ quặng.

Trong khu vực nghiên cứu, hệ thống đứt gãy phát triển theo các phương khác nhau, nhưng đóng vai trò quan trọng nhất đối với tạo quặng chì-kẽm là hệ thống đứt phương Đông Bắc-Tây Nam, thứ đến là á kinh tuyến.

➤ Yếu tố magma. Các đá magma granit thuộc phức hệ Phia Bioc có liên quan nguồn gốc với quặng chì-kẽm trong khu vực, theo kết quả nghiên cứu của dự án [1], các đá granit và granit aplit chứa các nguyên tố Pb, Zn, Ag tương ứng với tuổi granit Tam Tao. Dọc theo trục khối xâm nhập (phương Đông Bắc-Tây Nam), quặng hóa có tính phân đới ngang về phía tây khá rõ. Điều đó được minh chứng tại mặt cắt Chợ Đồn-Chiêm Hóa, thể hiện rõ tính phân đới từ khối granit Tam Tao là các điểm quặng đa kim chứa Sn (đới I), tiếp theo là các

mỏ và điển quặng thuộc thành hệ sfalenit-galenit-pyrit (đới II) [1].

b. Dấu hiệu dự báo về quặng chì, kẽm ẩn sâu ở khu vực Chợ Đồn-Chợ Điện

Kết quả tổng hợp tài liệu hiện có, cho phép xác lập tổ hợp các dấu hiệu tìm kiếm quặng chì-kẽm ẩn, sâu trong khu vực là:

➤ Quy mô quặng hóa: đới quặng ở La Point có quy mô khá lớn, phần lộ trên mặt có chiều dài trên dưới 5 km, chiều rộng khoảng 750 m. Trong diện tích này đã xác định được nhiều mỏ, điểm mỏ Pb-Zn có quy mô khác nhau như mỏ Bình Chài, Phia Khao, Đèo An. Theo Lu.V. Lir và nnk (1984) [5] độ sâu thân quặng tương quan thuận với quy mô thân quặng ($(h=0,6 \cdot l$, trong đó h là độ sâu tồn tại thân quặng, hoặc đới quặng theo hướng dốc, l chiều dài thân quặng/hoặc đới quặng), thì chiều sâu tồn tại các thân quặng (đới quặng) trong khu vực nghiên cứu khoảng 500 m hoặc hơn;

➤ Biểu hiện khoáng sản ẩn, sâu: nhiều thân quặng đã gặp được đến độ sâu trên 100 m, độ sâu gặp quặng lớn nhất trong các công trình khoan gần 300m (lỗ khoan LP88) ở Phia Khao;

➤ Độ sâu bóc mòn thân quặng: tỷ số $(Pb.Zn.Ba)/(Co.Ni.Sn)$ là 90.958,7 (Tây Bó Luông), 10.907,4÷29.054,1 (Bắc Lũng Hoài) và 2.681.272,3 (Đèo An). Với kết quả này cho thấy quặng chì kẽm khu vực Chợ Điện-Chợ Đồn đặc trưng cho phần trên thân quặng (đới quặng).

Trên cơ sở xác định tỷ lệ $K=Pb/(Pb+Zn)$ [6] ở các mỏ (Bảng 1), có thể xác định được mức độ bóc mòn quặng hóa.

Bảng 1. Hệ số $K=Pb/(Pb+Zn)$ của các mỏ ở khu Phia Khao [1]

No	Tên mỏ	Hệ số $K=Pb/(Pb+Zn)$
1	Mán-Suốc	0,00
2	Bắc Lũng Hoài	0,01
3	Nam Lũng Hoài	0,01
4	Tây Phia Khao	0,04
5	Bình Chài	0,26
6	Đèo An	0,44
7	Nà Khắt	0,17
8	Nà Bóp	0,60
9	Nà Tùm	0,66
10	Lũng Váng	0,73
11	Phủ Sáp	0,79
12	Ba Bò	0,88

Bảng 1 cho thấy: theo hướng từ trung tâm đỉnh nếp lồi Phia Khao (Mán-Suốc, Bắc Lũng Hoài, Nam Lũng Hoài, Tây Phia Khao) về phía cánh (Đèo An

và Bình Chài) mức độ bóc mòn giảm dần, đây là một trong những yếu tố ảnh hưởng đến triển vọng quặng ẩn, sâu ở từng khu mỏ.

➤ Các dấu hiệu về khoáng vật quặng: kết quả phân tích microsond và QPDL-EPMA trên các khoáng vật quặng mỏ Chợ Điện, mỏ Bó Luông trong sphalerit cho hàm lượng Fe khá cao (10÷11 %) chứng tỏ quặng được thành tạo ở nhiệt độ cao, mặt khác trong sphalerit In đạt tới 0,105 %, Bi là nguyên tố có hàm lượng cao trong galenit (mỏ Bó Luông 1,63÷2,34 %). Điều đó chứng tỏ quặng hóa thuộc đới dưới, đới trên đã bị bào mòn mạnh. Còn lại các mỏ khác như Bắc Lũng Hoài, La Point, Bình Chài, Tây Bó Luông, Mán Suốc thì quặng hóa thuộc đới giữa [1]. Các thân quặng đã xác định trên mặt ở khu mỏ Ba Bò thuộc đới trên, như vậy có thể nhận định trong các khu mỏ này rất có nhiều khả năng tồn tại các thân quặng ẩn, sâu.

➤ Dị thường địa vật lý: kết quả đo từ đã xác định được 13 dải dị thường địa phương yếu, với biên độ chủ yếu là 30 nT. Các dải dị thường này có thể liên quan với đứt gãy, đới biến đổi chứa quặng chì-kẽm. Kết quả đo trường chuyển đã xác định được 10 đới có giá trị điện trở suất chủ yếu nhỏ hơn 200 Ωm , phát triển đến độ sâu trên 300 m, chiều rộng của đới thay đổi từ 50 m đến 600 m [1]. Các đới dị thường điện trở suất thấp liên quan với đứt gãy, đới biến đổi, dập vỡ nứt nẻ có triển vọng chứa quặng chì-kẽm ẩn, sâu.

➤ Dị thường địa hóa: để tìm kiếm và dự báo khoáng sản bằng phương pháp địa hóa, trước hết phải thành lập bản đồ vành phân tán địa hóa của nguyên tố chỉ thị (bản đồ dị thường địa hóa).

Kết quả tính mối quan hệ tương quan (công thức 6) của Pb và Zn với các nguyên tố theo kết quả phân tích mẫu địa hóa thứ sinh ICP tổng hợp ở Bảng 2. Bảng 2 cho thấy Pb, Zn có mối quan hệ chặt chẽ với Ag, Cd, Sb, Cu và giữa chúng có quan hệ không chặt chẽ với W, Sn. Như vậy, các nguyên tố có vai trò chỉ thị cho tìm kiếm Pb, Zn bằng phương pháp địa hóa trong khu vực là Pb, Zn, Sb, Ag, Cu. Dựa vào kết quả lấy mẫu kim lượng thứ sinh, thành lập các sơ đồ dị thường địa hóa thứ sinh [1] của các nguyên tố Pb, Sb, Zn, As và Cu (do Ag có hàm lượng rất thấp và ít mẫu phát hiện, nên không xác định cho nguyên tố này). Các nguyên tố Pb, Zn, Sb, Cu có vai trò chỉ thị tìm kiếm quặng Pb-Zn trong khu vực. Thông thường, người ta thường phân các dị thường địa hóa theo 3 bậc: dị thường bậc 1 ($X_{d1}=X_f+\sigma$), dị thường bậc 2 ($X_{d2}=X_f+2\sigma$) và dị thường bậc 3 ($X_{d3}=X_f+3\sigma$). Kết quả tổng hợp ở Bảng 4.

Bảng 2. Hệ số tương quan cặp giữa các nguyên tố tạo quặng khu vực Chợ Đồn-Chợ Điện

Nguyên tố	Các nguyên tố									
	Ag	As	Ba	Cd	Cu	Pb	Sb	Sn	W	Zn
Ag	1,00									
As	-0,02	1,00								
Ba	-0,13	-0,08	1,00							
Cd	0,07	0,44	-0,27	1,00						
Cu	0,14	0,02	-0,23	0,50	1,00					
Pb	0,65	-0,02	-0,18	0,07	0,24	1,00				
Sb	0,87	0,01	-0,09	-0,01	0,12	0,60	1,00			
Sn	0,05	0,01	-0,13	0,17	0,27	0,24	0,10	1,00		
W	-0,01	0,06	0,09	0,09	0,32	0,12	0,04	0,26	1,00	
Zn	0,13	-0,04	-0,29	0,81	0,61	0,17	0,02	0,26	0,14	1,00

Bảng 3. Giá trị bậc dị thường các nguyên tố chỉ thị tìm kiếm Pb-Zn khu vực Chợ Đồn-Chợ Điện [1]

Nº	Nguyên tố	Max	Min	Trung bình	Bậc I	Bậc II	Bậc III
1	Pb	449.40	9.50	112.14	228.30	344.46	460.62
2	Sb	187.20	26.50	91.39	149.98	208.57	267.17
3	Zn	444.10	19.90	119.96	256.17	392.39	528.60
5	Cu	55.90	5.20	28.70	41.12	53.54	65.95

Bảng 4. Mức độ tương tự của các khu mỏ để dự báo triển vọng quặng chì-kẽm ẩn, sâu

Khu mỏ	Các khu mỏ														
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
I	1	0,88	0,85	0,88	0,29	0,44	0,60	0,62	0,29	0,82	0,80	0,75	0,76	0,81	0,83
II	0,88	1,00	0,91	0,72	0,30	0,31	0,51	0,56	0,30	0,69	0,72	0,65	0,71	0,75	0,72
III	0,85	0,91	1,00	0,80	0,30	0,34	0,65	0,74	0,30	0,83	0,84	0,76	0,80	0,85	0,78
IV	0,88	0,72	0,80	1,00	0,31	0,41	0,61	0,64	0,34	0,91	0,88	0,82	0,85	0,88	0,88
V	0,29	0,30	0,30	0,31	1,00	0,69	0,46	0,38	0,96	0,34	0,44	0,46	0,42	0,39	0,17
VI	0,44	0,31	0,34	0,41	0,69	1,00	0,71	0,51	0,77	0,46	0,56	0,65	0,49	0,58	0,23
VII	0,60	0,52	0,65	0,61	0,46	0,71	1,00	0,94	0,51	0,76	0,75	0,80	0,73	0,74	0,68
VIII	0,62	0,56	0,74	0,64	0,38	0,51	0,94	1,00	0,37	0,82	0,74	0,74	0,73	0,74	0,68
IX	0,29	0,30	0,30	0,34	0,96	0,77	0,51	0,37	1,00	0,35	0,51	0,53	0,47	0,47	0,18
X	0,82	0,69	0,83	0,91	0,34	0,46	0,76	0,82	0,35	1,00	0,94	0,89	0,90	0,89	0,91
XI	0,80	0,72	0,84	0,88	0,44	0,56	0,75	0,74	0,51	0,94	1,00	0,95	0,93	0,95	0,81
XII	0,75	0,65	0,76	0,82	0,46	0,65	0,80	0,74	0,53	0,89	0,95	1,00	0,96	0,92	0,75
XIII	0,76	0,71	0,80	0,85	0,42	0,49	0,73	0,73	0,47	0,90	0,93	0,96	1,00	0,85	0,67
XIV	0,81	0,75	0,85	0,88	0,39	0,58	0,76	0,74	0,47	0,89	0,95	0,92	0,85	1,00	0,68
XV	0,83	0,72	0,78	0,88	0,17	0,23	0,58	0,68	0,18	0,91	0,81	0,75	0,67	0,68	1,00

Dựa vào sự phân bố của các vành dị thường của các nguyên tố chỉ thị, kết hợp so sánh với cấu trúc địa chất và khoáng hóa đã phát hiện trong khu vực nghiên cứu, cho phép xác lập 5 trường dị thường địa hóa thứ sinh của các nguyên tố Pb, Sb, Zn và Cu [1], cụ thể:

- Phần phía Đông là các dị thường mạnh (Nà Tùm, Ba Bò, Nà Bốp) và rất mạnh (Lũng Vàng);
- Phần phía Tây là các dị thường yếu (Nà Quan, Lương Bằng), được thể hiện ở hàm lượng

dị thường thấp và đơn điệu (ít bậc). Mỗi trường dị thường và các dị thường riêng đều phản ánh được các đặc điểm cấu trúc địa chất, tính chất và mức độ khoáng hóa chì-kẽm khác nhau;

➢ Về biểu hiện khoáng sản trên mặt: các dấu hiệu tìm kiếm quan trọng là vết lộ quặng, các vành tầng lẫn quặng, các mũ sắt hay các đới limonit hoặc sắt mangan là các dấu hiệu tìm kiếm trực tiếp cho việc tìm kiếm các thân quặng chì, kẽm ẩn, sâu như đã phát hiện ở các khu Nà Tùm, Khuổi Khem,...

3.2. Kết quả áp dụng một số bài toán địa chất để luận giải và dự báo triển vọng quặng ẩn, sâu khu vực nghiên cứu

a. Kết quả ghép nhóm các đối tượng để dự báo triển vọng quặng ẩn sâu

Áp dụng công thức 1, 2, 3 để đánh giá mức độ tương tự của các khu mỏ trong khu vực nghiên cứu, làm cơ sở để dự báo triển vọng quặng chì-kẽm ẩn sâu ở khu vực Chợ Đồn-Chợ Điện. Kết quả tổng hợp ở Bảng 4. Trong Bảng 4: I - Bình Chai-Cao Bình; II - Phía Khao-Bô Pen La Pointe-Lũng Hoài-Mán-Suốc; III- Bô Luông-Đèo An; IV - Lũng Cháy-Suối Teo-Khuổi Khem; V - Đàm Vạn; VI - Than Tàu; VII - Khuổi Giang; VIII - Pu Quếng; IX - Bành Tượng; X - Phù Sáp; XI - Nà Tùm; XII - Ba Bò; XIII - Nà Bóp; XIV - Lũng Vàng; XV - Nà Khắt.

Từ Bảng 4 tiến hành ghép nhóm theo nguyên tắc nêu trên, kết quả ghép các khu mỏ thành 2 nhóm có đặc trưng riêng, cụ thể:

➢ Nhóm 1: gồm các khu mỏ I, II, III, IV, X, XI, XII, XIII, XIV và XV;

➢ Nhóm 2: gồm các khu mỏ V, VI, VII, VIII và IX.

b. Đặc điểm phân bố thống kê và mối quan hệ tương quan giữa các nguyên tố tạo quặng

➢ Đặc trưng phân bố thống kê. Để xác định đặc trưng phân bố thống kê của các nguyên tố Pb, Zn, tác giả lựa chọn khu Lũng Hoài và khu Bình Chải là 2 khu có tài liệu nghiên cứu khá chi tiết. Các đặc trưng phân bố thống kê của các nguyên tố được xác định theo các công thức trong [3] và xử lý bằng phần mềm EXCL, kết quả tổng hợp ở Bảng 5, 6.

Bảng 5. Kết quả xử lý đặc trưng thống kê của nguyên tố Pb

Khu mỏ	Số mẫu	Các thông số thống kê					Mô hình phân bố
		Min (%)	Max (%)	Trung bình (%)	Phương sai σ^2	Hệ số biến thiên (V %)	
Lũng Hoài	75	0	5,90	1,15	6,71	224,82	Loga chuẩn
Bình Chải	158	0	18,16	3,46	10,60	94,2	Loga chuẩn

Bảng 6. Kết quả xử lý đặc trưng thống kê của nguyên tố Zn

Khu mỏ	Số mẫu	Các thông số thống kê					Mô hình phân bố
		Min (%)	Max (%)	Trung bình (%)	Phương sai σ^2	Hệ số biến thiên (V %)	
Lũng Hoài	75	0,02	35,21	3,54	53,07	205,89	Loga chuẩn
Bình Chải	158	0	41,36	11,63	105,05	88,13	Hàm gamma

Bảng 5, Bảng 6 cho thấy hàm lượng chì trung bình khu Lũng Hoài thấp hơn khu Bình Chải, hàm lượng Pb phân bố thuộc loại không đồng đều đến đặc biệt không đồng đều. Hàm lượng Zn trung bình ở khu vực Bình Chải cao hơn 3 lần khu Lũng Hoài và phân bố đồng đều hơn.

Kết quả kiểm nghiệm mô hình phân bố thông kê $\ln(Pb)$ và $\ln(Zn)$ theo tiêu chuẩn $|t_A|$ và $|t_E|$ thì hàm lượng Pb, Zn khu Lũng Hoài, Ph khu Bình Chải đều tuân theo phân bố quy luật loga chuẩn; hàm lượng Zn ở khu vực Bình Chải phân bố theo hàm gamma.

c. Mối quan hệ tương quan giữa các nguyên tố với độ sâu tạo quặng

Để xác định mối quan hệ tương quan thống kê của các nguyên tố và giữa chúng với độ sâu tồn tại quặng hóa, tác giả tiến hành tính toán chi tiết cho 2 khu Lũng Hoài và Bình Chải. Hệ số tương quan thống kê của các thông số nghiên cứu được xác định theo công thức (4). Kết quả nghiên cứu thể hiện ở Bảng 7 cho khu mỏ Lũng Hoài và Bảng 8 cho khu mỏ Bình Chải.

Từ Bảng 8, 9 cho phép rút ra một số nhận xét sau:

➢ Đối với khu mỏ Lũng Hoài: các nguyên tố tạo quặng có quan hệ thuận khá chặt chẽ; trong đó As có quan hệ thuận với độ sâu tạo quặng, ngược lại Pb, Zn, S có quan hệ nghịch không chặt chẽ với độ sâu tạo quặng;

Bảng 7. Ma trận tương quan cặp giữa các nguyên tố với hệ số K và độ sâu tồn tại quặng khu mỏ Lũng Hoài

Thông số	H	Pb	Zn	S	As	$K=Pb/(Pb+Zn)$
H	1,00	-0,26	-0,43	-0,32	0,55	0,22
Pb	-0,26	1,00	0,68	0,53	0,11	-0,07
Zn	-0,43	0,68	1,00	0,77	0,20	-0,41
S	-0,32	0,53	0,77	1,00	0,67	-0,25
As	0,55	0,11	0,20	0,67	1,00	0,08
$K=Pb/(Pb+Zn)$	0,22	-0,07	-0,41	-0,25	0,08	1,00

Bảng 8. Ma trận tương quan cặp giữa các nguyên tố và với hệ số k và độ sâu tồn tại quặng khu mỏ Bình Chài

Thông số	H	Pb	Zn	S	K=Pb/(Pb+Zn)
H	1,000	0,286	0,367	0,367	-0,363
Pb	0,286	1,000	0,169	0,541	0,286
Zn	0,367	0,169	1,000	0,103	-0,624
S	0,367	0,541	0,103	1,000	0,042
K=Pb/(Pb+Zn)	-0,363	0,286	-0,624	0,042	1,000

➤ Đối với khu mỏ Bình Chài: các nguyên tố tạo quặng có quan hệ thuận kém chặt chẽ với độ sâu tạo quặng; S và Pb có quan hệ khá chặt chẽ với nhau, phù hợp với kết quả phân tích trên;

➤ Quặng hóa chì-kẽm ở các khu mỏ nghiên cứu đều thuộc đới giữa (mức độ bóc mòn trung bình) và phù hợp kết quả nghiên cứu đề cập ở phân trên.

d. Xác lập phương trình hồi quy diễn đạt sự phụ thuộc của các nguyên tố Pb, Zn theo độ sâu

Để dự báo độ sâu tồn tại quặng chì-kẽm trong khu vực nghiên cứu, tác giả tiến hành xây dựng phương trình hồi quy diễn đạt sự phụ thuộc của hàm lượng Pb, Zn theo độ sâu (H) cho 2 khu mỏ đặc trưng của khu vực nghiên cứu. Dựa vào tài liệu phân tích mẫu hóa cơ bản, xác lập được phương trình hồi quy và đồ thị diễn đạt sự phụ thuộc của hàm lượng Pb, Zn theo độ sâu tại khu mỏ Lũng Hoài và khu Bình Chài. Kết quả như sau:

❖ Khu Lũng Hoài:

➤ Đối với chì: mối quan hệ giữa hàm lượng Pb với độ sâu tồn tại có thể quy nạp dưới dạng phương trình hồi quy bậc 2: $Y=505,699-1,244+0,001.X^2$; với hệ số tương quan hồi quy $R=0,67$. Dựa vào phương trình hồi quy xác định được quặng Pb trong khu mỏ phân bố tập trung ở 2 mức: mức trên từ cốt +850 m trở lên bề mặt địa hình hiện tại (quặng lộ trên mặt) và mức dưới từ cốt +780 m đến cốt +700 m (các thân quặng ẩn, sâu);

➤ Đối với kẽm: phương trình hồi quy phản ánh sự phụ thuộc của kẽm (Y) theo độ sâu (H) là phương trình bậc 2: $Y=1813,96-4,44X+0,003 X^2$; với hệ số tương quan $R=0,76$. Từ phương trình hồi quy xác định được Zn phân bố tập trung tương tự chì, mức trên từ cốt+850 m trở lên và mức dưới từ cốt+780 m đến cốt+730 m.

❖ Khu Bình Chài:

➤ Đối với chì: mối quan hệ giữa hàm lượng Pb với độ sâu tồn tại có thể quy nạp về dạng phương trình hồi quy bậc 2: $Y=-384,0+0,84X-0,0005X^2$; với hệ số tương quan hồi quy $R=0,93$. Dựa vào phương trình hồi quy cho thấy, khác với khu Lũng Hoài, ở khu Bình Chài, quặng Pb chỉ phân bố

phân bố tập trung ở độ sâu từ cốt+900 m đến cốt+750 m;

➤ Đối với kẽm: phương trình hồi quy phản ánh sự phụ thuộc của kẽm (Y) theo độ sâu (H) dạng phương trình bậc 2: $Y=-1791,566+4,35X-0,0026X^2$; với hệ số tương quan $R=0,89$. Từ phương trình hồi quy cho thấy Zn phân bố tập trung tương tự chì từ cốt+880 m đến cốt +770 m.

Tóm lại: từ kết quả dự báo độ sâu tồn tại quặng chì-kẽm theo phương trình hồi quy cho thấy trong khu vực nghiên cứu, ngoài các thân quặng lộ trên mặt đã được phát hiện, đánh giá hoặc thăm dò, phần dưới sâu rất có triển vọng về quặng chì-kẽm, điều đó có nghĩa là trong khu vực có triển vọng về quặng ẩn, sâu.

4. Kết luận và kiến nghị

4.1. Kết luận

Kết quả nghiên cứu của chuyên đề cho phép rút ra một số kết luận sau:

❖ Trong khu vực nghiên cứu tồn tại hai kiểu hình thái thân quặng có những đặc điểm riêng:

➤ Kiểu thứ nhất: gồm các thân quặng dạng mạch xuyên cắt đá vây quanh, thường phát triển dọc theo các đứt gãy nhỏ, đới dập vỡ;

➤ Kiểu thứ hai: gồm các thân quặng phát triển theo mặt lớp (dạng giả tầng), phát triển trong các cấu trúc đơn nghiêng, tập trung ở các khu mỏ khu Đèo An, Bó Luông.

Hai kiểu trên thường gắn bó mật thiết với nhau trong cùng một khu mỏ; tuy nhiên ở từng vị trí cấu trúc cụ thể, thì ưu thế về số lượng của từng kiểu trên khác nhau.

❖ Khoáng vật quặng nguyên sinh chủ yếu là sphalerit, galenit, pyrit, arsenopyrit, pyrotin, thứ sinh có smitsonit, cerussit, siderit, rodochroxit, limonit, gofit. Khoáng vật phi quặng chủ yếu là calcit, thạch anh. Quặng có cấu tạo chủ yếu là dạng xâm tán, gân mạch, dải, đốm, dăm kết;

❖ Hầu hết các đới quặng (thân quặng) có mức độ bóc mòn thuộc phần trên đến phần giữa của thân quặng (hoặc đới quặng). Kết quả đo địa vật lý cũng chỉ ra rằng quặng chì-kẽm trong khu vực Chợ Đồn-Chợ Điền có thể tồn tại đến độ sâu từ 100 m

đến 500 m so với bề mặt địa hình hiện tại;

❖ Kết quả phân tích mối quan hệ giữa quặng hóa chì-kẽm với độ sâu tồn tại (H) theo các mô hình toán địa chất cũng cho thấy quặng chì-kẽm trong khu vực nghiên cứu chủ yếu tập trung từ cốt +900 m đến cốt+750 m (phần lộ trên mặt) và độ sâu dưới cốt +740 m, có thể đến độ cốt +300 m hoặc sâu hơn (phần quặng nằm ẩn, sâu);

❖ Kết quả nghiên cứu chỉ rõ khu vực Chợ Đồn-Chợ Điền rất có triển vọng về quặng chì-kẽm ẩn, sâu, cần tiếp tục nghiên cứu, điều tra đánh giá làm cơ sở lựa chọn diện tích thăm dò, góp phần gia tăng trữ lượng/tài nguyên Pb-Zn trong khu vực nói riêng và cho đất nước nói chung.

4.2. Kiến nghị

❖ Khu vực nghiên cứu có rất có triển vọng về quặng chì-kẽm của nước ta, cần tiếp tục đầu tư điều tra đánh giá; trước mắt, đối với quặng chì-kẽm cần tập trung nghiên cứu, điều tra đánh giá ở các khu Khao-Bô Pen, La Pointe-Lũng Hoài-Mán-Suốc, Bình Chai-Cao Bình, Bô Luông-Đèo An.

❖ Để điều tra đánh giá quặng ẩn, sâu cần áp dụng tổ hợp phương pháp địa hóa, địa vật lý, phân tích chuyên sâu về cấu trúc chứa quặng (thông qua tư liệu ảnh viễn thám) kết hợp một số bài toán địa chất như đã đề cập. Để khoanh định diện tích triển vọng quặng ẩn, sâu và lựa chọn diện tích thăm dò phát triển mỏ, cần thiết phải có một số lỗ khoan sâu để kiểm chứng các diện tích được đánh giá là có triển vọng quặng ẩn, sâu đã đề cập trong bài báo này. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tăng Đình Nam và nnk (2016). Đánh giá triển vọng khoáng sản ẩn, sâu (Pb-Zn, Au-Sb) và các khoáng sản khác ở các vùng có triển vọng thuộc đông nam đới Lô Gâm. Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản.
2. Nguyễn Văn Niệm, Mai Trọng Tú và nnk (2010). 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.
3. Đồng Văn Nhì, Nguyễn Phương và nnk (2006). Phương pháp xử lý thông tin địa chất. Bài giảng dung cho học viên cao học và nghiên cứu sinh ngành kỹ thuật địa chất, Trường Đại học Mỏ-Địa chất.
4. Trần Văn Trị, Thái Quý Lâm, Phan Cự Tiên và nnk, (2009). Tài nguyên khoáng sản Việt Nam, Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội.
5. Lir lu. V. (1984). Nguyên tắc và phương pháp đánh giá độ sâu tồn tại (phân bố) các mỏ nguồn gốc nhiệt dịch của kim loại màu và hiếm. Leningrad.

Bản tiếng Nga.

6. Trophimov N.N., Rurtkov A.I. (1999). Tìm kiếm các mỏ khoáng sản bằng phương pháp địa hóa. Bản tiếng Nga.

Ngày nhận bài: 24/02/2017

Ngày gửi phản biện: 15/04/2017

Ngày nhận phản biện: 18/06/2017

Ngày chấp nhận đăng bài: 25/07/2017

Từ khóa: đới quặng, đặc điểm quặng hóa, triển vọng quặng ẩn sâu, quặng hóa chì-kẽm, Chợ Đồn-Chợ Điền

SUMMARY

This paper presents the study results of the characteristics of lead-zinc ore deposits in Chợ Điền-Chợ Đồn area. Based on the results of the study, the article predicts the possibility of exploiting lead-zinc ores here.

XÁC ĐỊNH CHẾ ĐỘ...

(Tiếp theo trang 4)

SUMMARY

Mine ventilation purposes diluent and taken out of the pit of harmful gases released during the mining process and ensure the conditions suitable microclimate in the work place. Currently, in the underground coal mines in general and in particular Lộ Trí mine is in the process of moving deep exploitation, ensure ventilation requirements should be given special attention and become important tasks in the work ensure safety and response plans to increase coal production.

From research results, the calculation of the fan air flow needs to be made to meet the ventilation requirements of the mine, and based on the fan working capacity, the article has determined the proper working mode of the main fan of Lộ Trí coal mine, Thống Nhất coal company.