

ĐẶC ĐIỂM QUẶNG CHỨA CHÌ-KẼM KHU VỰC LA HIỀN-CÚC ĐƯỜNG, THÁI NGUYÊN

LƯƠNG QUANG KHANG, KHƯƠNG THẾ HÙNG
Trường Đại học Mỏ-Địa chất

LÊ MANH HÙNG - Liên đoàn Địa chất Đông Bắc
Email: luongquangkhang@humg.edu.vn

1. Đặt vấn đề

Thái Nguyên là tỉnh đa dạng về khoáng sản, trong đó phải kể đến khoáng sản chì-kẽm. Kết quả của công tác điều tra địa chất và tìm kiếm khoáng sản chì-kẽm được tiến hành trong khu vực và các kết quả nghiên cứu gần đây đã phát hiện khu vực La Hiền-Cúc Đường có tích tụ quặng chì-kẽm với chất lượng khá tốt, quy mô tương đối lớn. Bước đầu, theo nhận định của các nhà địa chất, đây là khu vực có triển vọng về quặng chì-kẽm. Vì vậy, việc nghiên cứu đặc điểm quặng hóa và nguồn gốc thành tạo chúng không chỉ có ý nghĩa lớn trong công tác điều tra đánh giá khoáng sản mà còn góp phần nâng cao hiệu quả khai thác và tuyển, luyện quặng. Chính vì vậy, bài viết "Đặc điểm quặng hoá chì-kẽm khu vực La Hiền-Cúc Đường, Thái Nguyên" được đặt ra nhằm đáp ứng những yêu cầu cần thiết của nghiên cứu khoa học và thực tế sản xuất.

2. Khái quát đặc điểm cấu trúc địa chất khu vực nghiên cứu

2.1. Vị trí khu vực La Hiền-Cúc Đường trên bình đồ cấu trúc-kiến tạo khu vực

Khu vực La Hiền-Cúc Đường nằm trong phạm vi đới cấu trúc Sông Hiến thuộc miền kiến tạo đông bắc Bắc Bộ (Dovjikov A.E và nnk, 1963) [3]. Trên bình đồ cấu trúc khu vực, đới cấu trúc Sông Hiến được xếp vào vùng uốn nếp sát trước Nori, là các đới (âm) với trầm tích Trias dày.

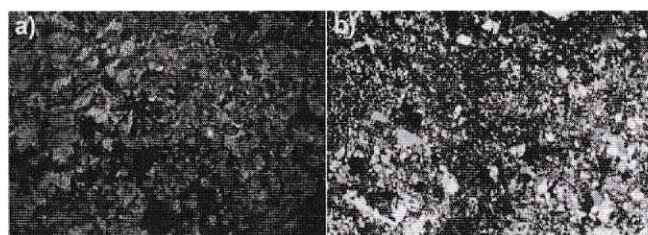
2.2. Đặc điểm địa tầng

Theo Đỗ Văn Vỹ và cộng sự (2003) [2], trong khu vực nghiên cứu phổ biến các thành tạo cát kết, bột kết, sét kết xen lớp mỏng đá phiến sét, sét-sericit và thấu kính đá vôi hệ tầng Sông Cầu, hệ tầng Mía Lé; đá vôi, đá vôi dolomit, đá vôi silic hệ tầng Bắc Sơn, hệ tầng Đồng Đăng; đá phiến sét màu đen, xám đen, xen kẹp các lớp mỏng cát bột

kết, cát kết hệ tầng Sông Hiến. Dưới đây đề cập chi tiết về đặc điểm các thành tạo trầm tích carbonat-lục nguyên tuổi Devon sớm thuộc hệ tầng Mía Lé và các thành tạo trầm tích lục nguyên xen phun trào axit thuộc hệ tầng Sông Hiến chứa quặng chì-kẽm trong khu vực nghiên cứu.

Trong khu vực La Hiền-Cúc Đường, thành phần đá hệ tầng Mía Lé chủ yếu là đá phiến sét, phiến sét-vôi xen các lớp mỏng và thấu kính đá vôi màu xám; đá vôi màu xám, cấu tạo phân lớp trung bình đến dày, xen kẹp lớp mỏng đá phiến sét. Riêng phía tây bắc khu Khuôn Vạc lộ ra chủ yếu đá vôi màu xám, cấu tạo phân lớp trung bình-dày.

Các thành tạo của hệ tầng Sông Hiến rất phức tạp, chủ yếu trầm tích lục nguyên xen phun trào axit và tuf của chúng. Đá có màu xám nâu, xám xanh, xám trắng. Đá rhyolit, tuf chưa bị biến đổi có màu xám xanh, xám đen (hình H.1).



H.1. Mẫu lát mỏng hệ tầng Sông Hiến: a - Đá biến đổi nhiều giai đoạn dolomit (chứa sắt)-thạch anh-sphalerit (độ phóng đại 35×Nikon); b - Tuf rhyolit cấu tạo dạng dòng chảy yếu (độ phóng đại 50×Nikon) [6]

Về kiến tạo, khu vực nghiên cứu có cấu trúc dạng đơn nghiêng kéo dài theo phương Đông-Bắc-Tây Nam, phần trung tâm của đới được lấp đầy bởi trầm tích lục nguyên xen phun trào axit của hệ tầng Sông Hiến. Vùng phổ biến 3 hệ thống đứt gãy chính, hệ thống phương Đông Bắc-Tây Nam, Tây Bắc-Đông Nam và phương á vĩ tuyến. Trong đó, hệ

thống đứt gãy phương Đông Bắc-Tây Nam đã phát hiện được các thân, mạch quặng chì-kẽm có giá trị công nghiệp.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Khảo sát thực địa, kết hợp lấy bổ sung mẫu lát mỏng và khoáng tương

Tác giả đã tiến hành khảo sát, thu thập chi tiết đặc điểm địa chất, xác định ranh giới thân quặng với đá vây quanh trên một số tuyến thăm dò và tại các vết lộ tự nhiên, từ đó có nhận thức tổng quan về đặc điểm địa chất, đặc điểm hình thái cấu trúc thân quặng và mối quan hệ giữa chúng với đá vây quanh trong khu vực nghiên cứu, đồng thời kết hợp lấy bổ sung một số mẫu lát mỏng, khoáng tương của quặng chì-kẽm ở các lõi khoan và công trình khai đào.

3.2. Phương pháp nghiên cứu trong phòng

3.2.1. Thu thập, tổng hợp, xử lý tài liệu, kết hợp khảo sát thực địa

Tập trung thu thập, tổng hợp và tiến hành đánh giá độ tin cậy của các nguồn tài liệu thu thập được từ các công trình nghiên cứu trước. Trên cơ sở đó lựa chọn nguồn tài liệu bảo đảm độ tin cậy để xử lý, nhằm nâng cao hiệu quả đánh giá đặc điểm quặng hóa chì-kẽm trong khu vực.

3.2.2. Phân tích mẫu

Các mẫu sau khi lấy được gửi gia công phân tích tại phòng phân tích thuộc Liên đoàn Địa chất Đông Bắc, Trường Đại học Mỏ-Địa chất và Trung tâm phân tích thí nghiệm Địa chất. Việc xác định thành phần, cấu tạo, kiến trúc của các loại đá trong khu vực dựa trên cơ sở tổng hợp tài liệu phân tích từ các công trình trước, kết hợp kết quả phân tích bổ sung một số mẫu lát mỏng lấy ở đá vách và trụ các thân quặng chính trong khu mỏ. Đặc điểm thành phần khoáng vật, cấu tạo, kiến trúc quặng được xác định từ tài liệu phân tích mẫu khoáng tương.

3.2.3. Mô hình toán thống kê

➤ Mô hình thống kê một chiều: mô hình được sử dụng xử lý tài liệu phân tích hóa, plasma để mô tả sự phân bố thống kê của 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. Mục đích của bài toán là xác định các giá trị trung bình, phương sai, hệ số biến thiên của các thông số địa chất nhằm đảm bảo tính sát thực, hiệu quả và không chệch trong xử lý số liệu, bảo đảm độ tin cậy; đồng thời 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. Nội dung phương pháp đề cập chi tiết trong [10].

➤ Mô hình thống kê hai chiều: đây là phương pháp sử dụng thông dụng trong nghiên cứu, dự

báo sinh khoáng định lượng khoáng sản; đặc biệt các nguyên tố có ích đi kèm [10]. Phương pháp sử dụng nhằm góp phần làm sáng tỏ mối quan hệ phụ thuộc giữa hai tính chất, quá trình, hiện tượng địa chất của đối tượng nghiên cứu; đồng thời có thể mô tả mối quan hệ phụ thuộc giữa chúng trong các thân quặng, đới quặng.

Trong bài báo này, tác giả sử dụng để xác định mối tương quan thống kê giữa Pb và Zn cũng như với các thành phần khác (có ích, có hại) đi kèm trong các thân quặng, thông qua kết quả xác định hệ số tương quan cặp. Hệ số tương quan giữa 2 thông số hay hai nguyên tố nào đó trong thân quặng được xác định theo công thức:

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

Trong đó: x_i, y_i - Các giá trị thông số nghiên cứu x, y tại mẫu (công trình) thứ i ; n - Số mẫu (công trình) tham gia tính toán.

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. Mối liên hệ tương quan thống kê giữa hai trị số ngẫu nhiên được xem là có thực, nếu hệ số tương quan r theo giá trị tuyệt đối khác 0. Để khẳng định sự có mặt hay không của mối quan hệ này, có thể kiểm tra theo tiêu chuẩn t :

$$t = \frac{|r|}{\sigma_r}; \quad \sigma_r = \frac{1-r^2}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

Nếu $t>3$ thì giữa x và y được khẳng định là có mối quan hệ tương quan.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Đặc điểm phân bố, hình thái, kích thước các thân quặng chì-kẽm khu nghiên cứu

Trên cơ sở tổng hợp tài liệu nghiên cứu trước [1], [5], [6], [7], [8], kết hợp tài liệu nghiên cứu bổ sung cho phép làm rõ hơn về đặc điểm phân bố, đặc điểm cấu trúc-hình thái, mối quan hệ và độ sâu tồn tại của các thân quặng khu vực nghiên cứu.

Khu vực Cúc Đường: các thân quặng chủ yếu dạng mạch, quy mô nhỏ đến trung bình, phân bố không liên tục, kéo dài theo phương ĐB-TN với chiều dài 400÷600 m, cắm đơn nghiêng về đông nam, góc cắm tương đối dốc, chủ yếu từ 70° đến 75°. Độ sâu tồn tại của các thân quặng cách bề mặt địa hình hiện tại khoảng 30,50÷82,20 m hoặc hơn. Chiều dày thân quặng biến đổi không đồng đều từ 0,31 m (TQVIII) đến 3,2 m (TQII). Hàm lượng Pb+Zn trung bình trong các thân quặng biến đổi rất

không đồng đều từ 4,74 đến 22,59 %.

Khu vực Sa Lung: các thân quặng có dạng mạch, quy mô nhỏ, phân bố không liên tục, kéo dài theo phương TB-ĐN với chiều dài 100-600 m, cắm đơn nghiêng về đông bắc, góc cắm tương đối dốc, chủ yếu từ 60° đến 75°. Thân quặng tồn tại xuống sâu so với bề mặt địa hình hiện tại khoảng 50,0 m. Chiều dày thân quặng biến đổi không đồng đều từ 0,43 m (TQXI) đến 1,76 m (TQX). Hàm lượng Pb+Zn trung bình trong các thân quặng biến đổi từ 13,26 đến 33,90 %.

Khu vực Khuôn Vạc: Đây là khu ít có ý nghĩa nhất về triển vọng quặng Pb-Zn so với hai khu trên, các thân quặng dạng mạch, lấp đầy khe nứt với quy

mô nhỏ, kéo dài theo phương Đông Bắc-Tây Nam với chiều dài khoảng 150÷200 m, góc cắm tương đối dốc, chủ yếu từ 50° đến 55°. Chiều dày thân quặng biến đổi không đồng đều từ 0,94 m (TQXIV) đến 1,82 m (TQXII), hàm lượng Pb+Zn trung bình khoảng 7,66 %.

4.2. Đặc điểm thành phần vật chất quặng chì-kẽm khu vực La Hiên-Cúc Đường

4.2.1. Thành phần khoáng vật quặng

Kết quả phân tích 75 mẫu khoáng tương cho thấy trong khu vực nghiên cứu có hai kiểu quặng chì-kẽm (kiểu Cúc Đường-Khuôn Vạc; kiểu Sa Lung), chúng khác nhau về thành phần khoáng vật, cấu tạo, kiến trúc và hàm lượng các nguyên tố (Bảng 1).

Bảng 1. Thành phần khoáng vật khu vực La Hiên-Cúc Đường

Khu vực	Các khoáng vật quặng		Các khoáng vật phi quặng	
	Khoáng vật quặng nguyên sinh	Khoáng vật quặng thứ sinh	Khoáng vật mạch	Khoáng vật của đá biến đổi
Cúc Đường-Khuôn Vạc	Pyrit, arsenopyrit, galenit, sphalerit, chalcopirit	Goetit, hydrogoetit, anglezit	Thạch anh, calcit, dolomit	Thạch anh, calcit, pyrit
Sa Lung	Pyrit, galenit, sphalerit	Anglezit, serucit	Calcit, ít thạch anh	Dolomit, calcit

Bảng 2. Bảng đối sánh đặc điểm giữa hai kiểu quặng

TT	Đặc điểm quặng	Kiểu thứ nhất (Cúc Đường-Khuôn Vạc)	Kiểu thứ hai (Sa Lung)
1	Diện phân bố	Thành đới kéo dài theo phương Đông Bắc-Tây Nam từ Cúc Đường đến Khuôn Vạc, dài khoảng 10 km	Các thân quặng có quy mô lớn, phân bố dạng đơn lẻ khá ổn định theo đường phương và hướng cắm.
2	Phương thức thành tạo	Lấp đầy khe nứt đứt gãy và trao đổi thay thế	Lấp đầy đứt gãy và trao đổi thay thế
3	Cấu trúc liên quan	Đứt gãy phương Đông Bắc-Tây Nam	Đứt gãy phương tây bắc-đông nam
4	Đất đá vây quanh	Trầm tích lục nguyên xen phun trào axit hệ tầng Sông Hiến.	Đá carbonat xen đá phiến sét-vôi hệ tầng Mía Lé
5	Đá biến đổi vây quanh	Dolomit, thạch anh, calcit, pyrit hoá mạnh	Dolomit hoá, calcit hoá
6	Số lượng thân quặng	Nhiều các thân mạch quặng	Ít thân quặng
7	Chất lượng quặng	Hàm lượng Pb, Zn đạt trung bình và thấp giàu Ag	Hàm lượng Zn cao, Pb thấp, Cd cao
8	So sánh với các mỏ		Mỏ Mê Tích, Mỏ Ba và Bắc Lâu

➤ Kiểu thứ nhất (Cúc Đường-Khuôn Vạc): bao gồm các thân quặng chì-kẽm có hàm lượng Pb+Zn trung bình, tỷ lệ giữa Pb và Zn tương đương nhau. Đặc trưng cho kiểu quặng này gồm các thân quặng I, II, III, IV, VIII. Khu Cúc Đường và các thân quặng XII, XIV khu Khuôn Vạc.

Các thân quặng liên quan đến đới đứt gãy, khe nứt kéo dài theo phương Đông Bắc-Tây Nam từ tiểu khu Xóm Cúc (khu Cúc Đường) qua Lịch Sơn đến phía nam khu Khuôn Vạc với chiều dài khoảng 10 km, chiều rộng thay đổi từ 300÷500 m, chiều

sâu tồn tại >140 m (theo kết quả nghiên cứu thành phần vật chất). Nhìn chung, các thân quặng có dạng mạch, thấu kính và trao đổi thay thế trong tập đá trầm tích lục nguyên xen phun trào axit của hệ tầng Sông Hiến, có chiều dài, chiều dày và độ sâu tồn tại không ổn định. Về chất lượng quặng, khoáng vật chủ yếu là galenit, sphalerit, pyrit, chalcopirit, arsenopyrit, hàm lượng Pb+Zn dao động từ 4,74÷22,59 % (trung bình %) Pb: 4,06, Zn: 2,96, Pb+Zn: 8,46), Ag: 117 g/t, Cd: 0,0015 %.

➤ Kiểu thứ hai (Sa Lung): bao gồm các thân quặng

chì-kẽm có hàm lượng cao, trong đó chủ yếu là kẽm. Đại diện cho kiểu quặng này gồm các thân quặng X, XI khu Sa Lung.

Khác với kiểu quặng trên, các thân quặng chì-kẽm liên quan đến đới đứt gãy, khe nứt kéo dài theo phương Tây Bắc-Đông Nam xuyên cắt trong tập đá trầm tích carbonat của hệ tầng Mía Lẻ. Trong phạm vi khu vực nghiên cứu đới có chiều dài khoảng 1 km, rộng 250÷300 m, chiều sâu không chế được theo lò và khoan tới 60 m. Các thân quặng có dạng mạch, thấu kính và trao đổi thay thế, tương đối ổn định theo đường phương, hướng dốc và chiều dày. Thành phần khoáng vật quặng chủ yếu là sphalerit, ít galenit, pyrit. Hàm lượng Pb+Zn dao động từ 13,26÷33,90 % (trung bình Zn: 23,58 %, Pb: 7,00 %, Pb+Zn: 32,52 %), Ag: 20 g/t, Ad: 0,1499 %. Kết quả đối sánh các đặc điểm chính giữa 2 kiểu quặng nêu trong Bảng 2.

Dưới đây mô tả một số thành phần khoáng vật tạo quặng chính:

➤ Khoáng vật nguyên sinh:

✦ Pyrit: là khoáng vật phổ biến ở khu Cúc Đường-Khuôn Vạc gặp đa số ở các mẫu, nhưng ít xuất hiện trong mẫu mài láng ở khu Sa Lung. Chúng tạo thành dạng xâm tán thưa thớt đôi chỗ xâm tán đều, đôi khi thành ổ đặc xít hoặc mạch nhỏ. Các hạt pyrit tồn tại ở dạng nửa tự hình đến tha hình với các tiết diện hình tứ giác, lục giác đến dạng hạt nửa tự hình, tha hình méo mó, lồi lõm. Các tập hợp pyrit thường thay thế găm mòn arsenopyrit nhưng đôi chỗ bị các khoáng vật sunphur muộn hơn như sphalerit, galenit, chalcopyrit xuyên lấp theo khe nứt, gắn kết và thay thế găm mòn;

✦ Arsenopyrit: Là khoáng vật thứ yếu trong mẫu ở khu Cúc Đường-Khuôn Vạc (<0,5 %) và không gặp ở khu Sa Lung. Arsenopyrit có kiến trúc hạt tự hình, hạt nửa tự hình với kích thước 0,1÷1,5 mm, phân bố xâm tán rải rác hoặc xâm tán thành mạch trong nền thạch anh và đá biến đổi, đôi khi xâm tán thành mạch nhỏ không liên tục hoặc tập trung tạo liên tinh tỏa tia trong thạch anh và nền đá. Dưới kính hiển vi quan sát rõ arsenopyrit được galenit và sphalerit thay thế găm mòn và gắn kết hoặc bị thay thế găm mòn;

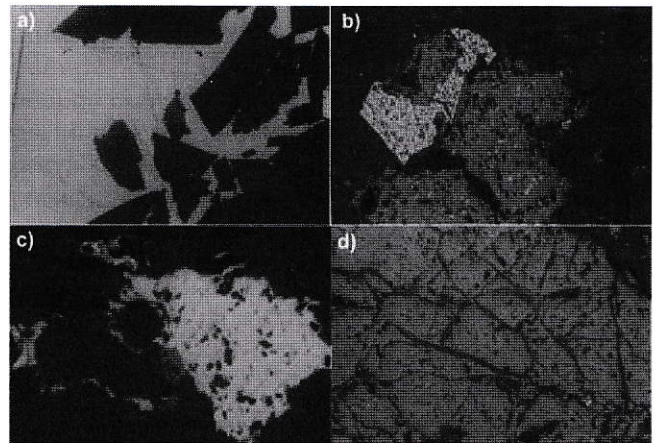
✦ Galenit: hàm lượng galenit trong các mẫu khoáng tương trung bình khoảng 5 % và phân bố xâm tán không đều dưới dạng các hạt, ổ đặc xít, mạch nhỏ. Galenit chiếm khoảng 3 % trong quặng chì-kẽm;

✦ Sphalerit: khá phổ biến với hàm lượng trung bình khoảng 15 % ở khu Cúc Đường-Khuôn Vạc và đạt 70 % ở khu Sa Lung. Sphalerit thường tồn tại dạng hạt tha hình với kích thước hạt khá phổ

biến 0,2÷2 mm, đôi khi >2 mm, xâm tán thành từng ổ, mạch không liên tục hoặc xâm tán thành từng đám nhỏ không đều trên nền đá. Trong nhiều hạt sphalerit còn tàn dư thạch anh và đá biến đổi chưa thay thế hết. Gặp nhiều mẫu sphalerit thay thế găm mòn pyrit hoặc bị galenit II thay thế găm mòn tạo riềm bao quanh hoặc bị calcit muộn xuyên lấp theo vi khe nứt nứt;

✦ Chalcopyrit: không gặp ở khu Sa Lung, ở khu Cúc Đường-Khuôn Vạc chalcopyrit chiếm số lượng ít (khoảng 0,06 %), phân bố không đồng đều trong quặng dưới dạng tấm nhỏ, hạt nhỏ tha hình với kích thước 0,03÷0,2 mm (cá biệt >2 mm), một phần nhỏ tồn tại ở dạng emuxi (kích thước 0,02 mm) phân bố không đều trong một số hạt sphalerit tạo kiến trúc phân hủy dung dịch cứng. Ở một số nơi còn gặp chalcopyrit phân bố dạng xâm tán không đều, xâm tán tập trung thành đám nhỏ, lấp đầy khe nứt, xâm tán thành mạch theo khe nứt và đá biến đổi hoặc xuyên lấp vào các khe nứt pyrit.

➤ Khoáng vật thứ sinh. Khu vực Cúc Đường-Khuôn Vạc khoáng vật thứ sinh là sản phẩm của quá trình oxy hoá các khoáng vật sulfur quặng chì-kẽm bao gồm chủ yếu goetit, hydrogoetit, thứ đến anglezit. Ngược lại, khu Sa Lung, chúng là sản phẩm của quá trình oxy hoá các khoáng vật galenit, bao gồm anglezit và serucit. Các khoáng vật này chiếm số lượng nhỏ và thường gặp ở các công trình hào.



H.2. Mẫu khoáng tương quặng chì-kẽm khu vực La Hiến-Cúc Đường: a - Galenit I thay thế, gắn kết khoáng vật của đá ở khu Cúc Đường; b - Sphalerit I thay thế găm mòn pyrit, chalcopyrit dạng emuxi tạo kiến trúc phân hủy dung dịch cứng khu Cúc Đường; c - Chalcopyrit và sphalerit I hạt tha hình xâm tán thay thế và lấp đầy vi khe nứt của đá khu Khuôn Vạc; d - Sphalerit I hạt lớn bị nứt nẻ và được calcit xuyên lấp theo vi khe nứt khu Sa Lung

4.2.2. Thành phần hóa học

Kết quả nghiên cứu cho thấy quặng chì-kẽm khu vực La Hiên-Cúc Đường là quặng sulfur. Theo các kết quả phân tích mẫu có thể chia ra thành các nguyên tố chính và các nguyên tố phụ đi kèm. Các nguyên tố chính chủ yếu là Pb và Zn, chúng có mặt hầu hết trong các mẫu lấy ở các thân quặng với hàm lượng giàu hơn hẳn so với các nguyên tố khác, đây là các nguyên tố có giá trị nếu tính theo chỉ tiêu công nghiệp. Kết quả xử lý thống kê phân tích mẫu hóa quặng cho hàm lượng các thành phần này như sau:

➤ Hàm lượng quặng theo mẫu đơn: Hàm lượng Pb: từ 1,05 đến 48,67 %, trung bình: 4,9 %; hàm lượng Zn: từ 1,12 đến 45,69 %, trung bình: 14,0 %; hàm lượng tổng Pb+Zn: từ 2,40 đến 62,93 %, trung

bình: 13,7 %. Hàm lượng các nguyên tố trên không phải đều như nhau trong các thân khoáng. Tính theo các thân quặng thì các hàm lượng này dao động như sau (Bảng 3);

➤ Thân khoáng nghèo Pb nhất có hàm lượng Pb=0,31 % (TQ.8); thân khoáng giàu Pb nhất có hàm lượng Pb=48,67 % (TQ.3); thân khoáng nghèo Zn nhất có hàm lượng Zn=0,05 % (TQ.8); thân khoáng giàu Zn nhất có hàm lượng Zn=43,57 % (TQ.10); thân khoáng nghèo Pb+Zn nhất có hàm lượng Pb+Zn=5,37 % (TQ.12); thân khoáng giàu Pb+Zn nhất có hàm lượng Pb+Zn=29,65 % (TQ.10). So với hàm lượng công nghiệp tối thiểu của quặng sulfur chì-kẽm đang được áp dụng là Pb+Zn=5 % thì thân quặng nghèo nhất cũng đạt chỉ tiêu này (TQ.12: 5,37 % Pb+Zn).

Bảng 3. Thành phần hóa học các thân quặng chì-kẽm theo mẫu cơ bản

Số hiệu TQ	Hàm lượng Pb (%)			Hàm lượng Zn (%)			Hàm lượng TB Pb+Zn (%)
	Min	Max	TB	Min	Max	TB	
1	1,16	4,68	2,92	1,15	5,84	3,495	6,42
2	1,2	7,2	4,2	1,67	7,05	4,36	8,56
3	1,18	48,67	24,925	1,34	7,05	4,195	29,12
4	1,08	3,95	2,515	1,83	9,5	5,665	8,18
8	0,31	26,79	13,55	0,05	0,18	0,115	13,67
10	1,68	12,88	7,28	1,17	43,57	22,37	29,65
11	1,02	2,18	1,6	1,01	11,08	6,045	7,65
12	3,6	4,04	3,82	1,13	1,97	1,55	5,37
14	1,06	10,77	5,915	1,5	2,97	2,235	8,15

Ngoài thành phần chính, trong quặng chì-kẽm khu vực La Hiên-Cúc Đường còn có mặt thành phần các nguyên tố đi kèm. Kết quả phân tích mẫu hóa nhóm và mẫu ICP cho thành phần các nguyên tố đi kèm cho thấy trong số nguyên tố đi kèm thì Ag có mặt trong hầu hết các mẫu với hàm lượng tương đối cao (Ag từ 0,01 g/t đến 2,5 g/t, trung bình là 0,5 g/t). Nguyên tố As là nguyên tố có hại cho việc thu hồi kim loại Pb-Zn. Tuy nhiên kết quả phân tích cho thấy chúng hầu như không phát hiện được trong các mẫu. Nguyên tố khác (Cd) tuy có mặt

trong tất cả các mẫu nhưng hàm lượng đều thấp.

Bảng 4. Hệ số tương quan giữa các nguyên tố khu Cúc Đường, phân đới ngang-Tuyến 26

Nguyên tố	As	Sb	Zn	Pb	Ag	Cd
As	1	0,867	0,924	0,998	1,000	0,851
Sb	0,867	1	0,803	0,883	0,867	0,767
Zn	0,924	0,803	1	0,911	0,924	0,978
Pb	0,998	0,883	0,911	1	0,998	0,841
Ag	1,000	0,867	0,924	0,998	1	0,851
Cd	0,851	0,767	0,978	0,841	0,851	1

Bảng 5. Hệ số tương quan giữa các nguyên tố khu Cúc Đường, phân đới đứng, lỗ khoan 1-Tuyến 30

Nguyên tố	As	Mo	Sb	Zn	Pb	Bi	Co	Ni	Cu	Ag
As	1	0,520	0,749	0,354	0,973	0,186	-0,269	-0,076	0,310	0,789
Mo	0,520	1	0,848	0,878	0,606	0,231	-0,189	0,167	0,868	0,863
Sb	0,749	0,848	1	0,807	0,814	0,039	-0,065	0,298	0,825	0,944
Zn	0,354	0,878	0,807	1	0,449	0,044	-0,314	0,074	0,956	0,831
Pb	0,973	0,606	0,814	0,449	1	0,173	-0,283	-0,047	0,447	0,868
Bi	0,186	0,231	0,039	0,044	0,173	1	-0,263	-0,226	0,003	0,145
Co	-0,269	-0,189	-0,065	-0,314	-0,283	-0,263	1	0,896	-0,136	-0,360
Ni	-0,076	0,167	0,298	0,074	-0,047	-0,226	0,896	1	0,263	0,001
Cu	0,310	0,868	0,825	0,956	0,447	0,003	-0,136	0,263	1	0,815
Ag	0,789	0,863	0,944	0,831	0,868	0,145	-0,360	0,001	0,815	1

Để xem xét mối quan hệ tương quan thống kê giữa các nguyên tố trong quặng, đã tiến hành tính hệ số tương quan theo (1). Kết quả tổng hợp ở Bảng 4, Bảng 5. Từ kết quả ở Bảng 4, Bảng 5 cho thấy Pb, Zn, Sb, Ag, Cd liên quan chặt chẽ với nhau; Bi, Co, Ni không có liên quan hoặc liên quan không chặt với quặng chì-kẽm. Kết quả tính tương quan thống kê giữa các nguyên tố theo tập mẫu phân tích hóa toàn diện cũng khá phù hợp với kết quả phân tích khoáng tương và tài liệu nghiên cứu mẫu công nghệ.

4.2.3. Đặc điểm cấu tạo, kiến trúc quặng chì-kẽm khu vực La Hiên-Cúc Đường

Cấu tạo và kiến trúc quặng được xác định thông qua kết quả phân tích khoáng tương cho thấy quặng cấu tạo mạch, xâm tán, ổ đặc xít, cấu tạo keo, bờ rời, ngăn ô. Cấu tạo mạch gặp ở hầu như tất cả các khoáng vật sulfur có chiều dày không ổn định (dao động từ 0,02 đến vài mm). Các tập hợp khoáng vật trong cấu tạo mạch thường có kiến trúc hạt tự hình, nửa tự hình, tha hình. Cấu tạo xâm tán là dạng cấu tạo phổ biến nhất, được tập trung bởi những tập hợp khoáng vật quặng cùng loại phân bố trong đá hoặc trong những tập hợp khoáng vật phi quặng. Quặng xâm tán gồm các khoáng vật có kiến trúc hạt tự hình và nửa tự hình, trong một số trường hợp có dạng tha hình và hầu như không bị biến tinh. Cấu tạo ổ đặc xít, xâm tán dày xuất hiện do sự thay thế giữa các khoáng vật quặng và đá (pyrit, arsenopyrit) và giữa các khoáng vật sinh sớm với các khoáng vật sinh muộn (galenit, sphalerit thay thế găm mòn pyrit, arsenopyrit). Cấu tạo keo, bờ rời, ngăn ô hình thành trong quá trình phong hoá cơ học và rửa lựa quặng, nhóm cấu tạo này đặc trưng cho quặng oxy hoá (ít gặp trong khu mỏ) với kiến trúc keo, ẩn tinh.

4.2.4. Đặc điểm đá biến đổi cạnh mạch

Đặc trưng đá biến đổi cạnh mạch ở khu Cúc Đường-Khuôn Vạc là calcit hóa, dolomit hóa, thạch anh hóa, argilit hóa, pyrit hóa; khu Sa Lung là dolomit hóa, calcit hóa, pyrit hóa.

4.2.5. Sơ bộ nhận định nguồn gốc thành tạo quặng chì-kẽm khu vực nghiên cứu

Ở khu vực La Hiên-Cúc Đường đã phát hiện 20 khoáng vật, các khoáng vật đặc trưng đã được giới thiệu ở trên và chúng được sinh thành theo thứ tự nhất định. Trên cơ sở tổng hợp tài liệu phân tích thành phần, cấu tạo kiến trúc quặng (mẫu khoáng tương) và đặc điểm đá biến đổi cạnh mạch (mẫu Lm) có thể rút ra các thời kỳ và giai đoạn tạo quặng chì-kẽm trong khu vực như sau:

➤ Thời kỳ nhiệt dịch: gồm 4 giai đoạn:

➤ Giai đoạn I: tổ hợp cộng sinh khoáng vật thạch anh-pyrit I; các khoáng vật khác đi cùng có

calcit, dolomit, clorit, hydrosericit, kaolinit. Khoáng vật quặng dạng hạt nằm xâm tán trong nền phi quặng. Kiến trúc quặng tha hình, tự hình. Quặng giai đoạn này không có ý nghĩa công nghiệp;

➤ Giai đoạn II: tổ hợp cộng sinh pyrit II-thạch anh II, khoáng vật đi cùng arsenopyrit. Đá chứa quặng: đá biến đổi nhiệt dịch thạch anh hóa. Quặng xâm tán, khối, mạch. Kiến trúc hạt tự hình, tha hình, xen lấp;

➤ Giai đoạn III: giai đoạn tạo khoáng sản phẩm chì-kẽm. Các khoáng vật được hình thành theo phương thức trao đổi thay thế với đá biến đổi vây quanh và các khoáng vật quặng của giai đoạn trước. Tổ hợp cộng sinh chủ yếu gồm galenit, sphalerit, chalcopyrit;

➤ Giai đoạn IV: giai đoạn cuối cùng tạo quặng nhiệt dịch, được đặc trưng bởi tổ hợp khoáng vật thạch anh, clorit và một lượng nhỏ pyrit, galenit;

➤ Thời kỳ biểu sinh-Giai đoạn V: các khoáng vật sulfur bị biến đổi mạch mẽ nhất là pyrit và arsenopyrit, thứ đến là galenit, sphalerit, chalcopyrit tạo nên tổ hợp cộng sinh chủ yếu goethit, hydrogoethit. Quặng tập hợp dạng keo, lỗ hồng, mạng mạch, kiến trúc đặc trưng có dạng hạt giải hình đới, vành riềm, keo. Quặng oxy hóa giai đoạn này không có ý nghĩa.

Thứ tự thành tạo khoáng vật quặng khu vực La Hiên-Cúc Đường tổng hợp ở Bảng 5. Tổng hợp các kết quả nghiên cứu trên cho phép rút ra một số nhận định sau: khoáng hoá chì-kẽm khu vực La Hiên-Cúc Đường có nguồn gốc nhiệt dịch nhiệt độ trung bình-thấp, dạng lấp đầy khe nứt, đới dập vỡ, quặng dạng mạch, mạch thấu kính. Nguồn cung cấp vật chất tạo quặng có thể là các thành tạo xâm nhập nằm ở dưới sâu (?). Khoáng hoá chì-kẽm trong khu vực thuộc kiểu quặng galenit-sphalerit-chalcopyrit, phân bố trong trầm tích lục nguyên xen phun trào axit thuộc hệ tầng Sông Hiến.

5. Kết luận

Các thân quặng chì-kẽm khu vực La Hiên-Cúc Đường phân bố trong các đá carbonat, carbonat xen lục nguyên của hệ tầng Sông Hiến và hệ tầng Mía Lé. Các thân quặng chủ yếu dạng mạch, mạch thấu kính, quy mô nhỏ đến trung bình, phân bố không liên tục. Các thân quặng chủ yếu cắm đơn nghiêng về Đông Nam (Cúc Đường-Khuôn Vạc), góc dốc khá dốc, từ 70° đến 75° hoặc cắm về đông bắc (Sa Lung), góc dốc tương đối dốc, từ 60° đến 75°. Chiều dày thân quặng biến đổi thuộc loại không ổn định, từ 0,31 m đến 3,2 m. Các thân quặng có độ sâu tồn tại so bề mặt địa hình hiện tại khá lớn, từ 30,5 m đến 82,2 m hoặc hơn.

Thành phần khoáng vật quặng khá phức tạp, khoáng vật quặng nguyên sinh phổ biến là pyrit,

arsenopyrit, galennit, sphalerit, chalcopirit. Khoáng vật thứ sinh phổ biến là geothit, hydrogeothit, anglezit, serucit. Hàm lượng Pb+Zn trung bình trong các thân quặng biến đổi rất không đồng đều, thay đổi từ 4,47 đến 22,59 %. Kết quả phân tích đặc điểm cấu trúc, quan hệ giữa quặng và đá vây quanh, cũng như đặc điểm biến đổi cạnh mạch, tổ hợp cộng sinh khoáng vật, đặc điểm cấu trúc kiến tạo của quặng, kết hợp các nghiên cứu giai đoạn trước cho phép nhận định khoáng hoá chì-kẽm khu vực La Hiên-Cúc Đường có nguồn gốc nhiệt dịch nhiệt độ trung bình-thấp, thuộc kiểu quặng galenit-sphalerit-chalcopirit, phân bố trong trầm tích lục nguyên xen phun trào axit thuộc hệ tầng Sông Hiến và Mía Lê.

Từ kết quả nghiên cứu, cho phép nhận định cần tập trung đầu tư thăm dò vào khu vực La Hiên-Cúc Đường, đây là khu vực đã được nghiên cứu khá chi tiết, xác định và khoanh nổi được một số thân quặng chì-kẽm có giá trị công nghiệp nhằm sớm đưa mỏ vào khai thác và phát triển cơ sở chế biến khoáng sản. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đặng Trần Quân, 2001. Báo cáo địa chất và khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 tờ Đình Cả, Thái Nguyên. Lưu trữ Cục Địa chất và Khoáng sản Việt nam.
2. Đỗ Văn Vỹ và nnk, 2003. Báo cáo đánh giá quặng chì-kẽm Đới La Hiên-Cúc Đường, Võ Nai, Thái Nguyên.
3. Dovjikov A.E và nnk, 1963. Bản đồ địa chất miền Bắc Việt Nam tỷ lệ 1:500.000. Lưu trữ Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt nam.
4. Dương Công Khiêm, 1986. Báo cáo tìm kiếm vàng gốc và các khoáng sản khác vùng Khau Âu-La Hiên, Thái Nguyên. Lưu trữ Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt nam.
5. Kusnir, 1960. Báo cáo tính trữ lượng và kết quả thăm dò địa chất vùng Lang Hít-Thái Nguyên. Lưu trữ Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.
6. Lê Mạnh Hùng, 2018. Đặc điểm quặng hóa và triển vọng chì-kẽm khu vực La Hiên-Cúc Đường, Thái Nguyên. Luận văn Thạc sĩ, Thư viện Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Hà Nội.
7. Nguyễn Huy Sinh, 1985. Báo cáo điều kiện phân bố quặng chì-kẽm vùng Việt Bắc. Lưu trữ Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt nam.
8. Nguyễn Thế Cường, 1979. Báo cáo địa chất và khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 tờ Lang Hít-Thái Nguyên. Lưu trữ Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.
9. Trần Văn Trị và Vũ Khúc, 2010. Địa chất và Tài nguyên khoáng sản Việt Nam. NXB Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.
10. Wellmer, F.W., 1998. Statistical evaluations in exploration for mineral deposits. Springer-Verlag

Berlin Heidelberg, Printed in Germany.

Ngày nhận bài: 29/03/2019

Ngày gửi phản biện: 11/05/2019

Ngày nhận phản biện: 15/12/2019

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/04/2020

Từ khóa: khoáng sản chì-kẽm; đặc điểm quặng hóa; nguồn gốc thành tạo; La Hiên-Cúc Đường, Thái Nguyên

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu một số kết quả nghiên cứu mới về đặc điểm quặng chì-kẽm ở vùng La-Cúc Đường dựa trên phân tích các phần mỏng, khoáng chất bổ sung, vv kết hợp xử lý các tài liệu nghiên cứu của các giai đoạn trước bằng phương pháp toán học và địa chất ứng dụng. Khoáng hóa chì-kẽm được hình thành từ nguồn gốc thủy nhiệt ở nhiệt độ thấp đến trung bình, theo kiểu galenite-sphalerite-chalcopirite, chúng cũng được phân bố trong các trầm tích xen kẽ đất có tính axit của các thành tạo Sông Sầu và Mía Lê. Đây là khu vực có tiềm năng lớn về chì-kẽm, cần tiếp tục điều tra và đánh giá giá trị công nghiệp để đưa các mỏ vào khai thác và phát triển các cơ sở chế biến khoáng sản.

Lead-zinc ore characteristics in La Hiên-Cúc Đường region, Thái Nguyên province

SUMMARY

Article introduces some new research results on lead-zinc ore characteristics in La Hiên-Cúc Đường region based on analyzing supplemented thin sections, minerals, etc. combining the processing of research documents of previous periods by applied mathematics and geological methods. Lead-zinc mineralization is formed from low to medium temperature hydrothermal origin, in the style of galenite-sphalerite-chalcopirite, they are also distributed in acidic terrigenous intercropped sediments of Sông Hiến and Mía Lê formations. This is a region with a great potential of lead-zinc, it is necessary to continue investigating and evaluating industrial value in order to put the mines into exploitation and develop mineral processing facilities.