

ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT VÀ QUẶNG HÓA CHÌ - KẼM VÙNG CẨM NHÂN, YÊN BÁI

Nguyễn Phương^{1,*}, Nguyễn Phương Đông², Hoàng Hải Yến³,
Lê Thị Hương³, Nguyễn Phúc Tú³

¹Tổng hội Địa chất Việt Nam, 6 Phạm Ngũ Lão, Hà Nội, Việt Nam

²Trường Đại học Mô-Địa chất, 18 Phố Viên, Hà Nội, Việt Nam

³Công ty Cổ phần Tư vấn triển khai công nghệ Mỏ - Địa chất, 91 Nguyễn Chí Thanh, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 21/3/2025

Ngày nhận bài sửa: 15/5/2025

Ngày chấp nhận đăng: 18/5/2025

^{1,*} Tác giả liên hệ

Email: phuong_mdc@yahoo.com

TÓM TẮT

Trên cơ sở sử dụng phối hợp phương pháp phân tích thành phần khoáng vật, hóa học, kết hợp phương pháp mô hình hóa rút ra một số kết luận về điểm địa chất và quặng hóa chì - kẽm vùng Cẩm Nhân như sau:

Vùng nghiên cứu có cấu trúc địa chất khá phức tạp, với sự có mặt của các thành tạo thuộc hệ tầng Hà Giang; hệ tầng Mia Lé và các trầm tích bờ rời thống Holocen, hệ Đệ tứ. Các thành tạo magma acid thuộc pha 1 phức hệ Phía Bioc và các đá mafic phức hệ Mậu A phân bố trên diện tích khá lớn ở phía Tây và ít ở trung tâm vùng.

Các thân quặng chì - kẽm phân bố không liên tục tạo thành đới khoáng hoá kéo dài phương Đông Bắc - Tây Nam và á kinh tuyến. Đới khoáng hoá chì - kẽm chứa các thân quặng đạt yêu cầu công nghiệp liên quan chủ yếu với các đứt gãy phương Đông Bắc - Tây Nam và á kinh tuyến. Quặng phân bố tập trung trong đá hoa, đá hoa dolomit bị biến đổi thuộc tập 3, hệ tầng Hà Giang.

Các thân quặng trong vùng có dạng mạch, hoặc mạch thấu kính, cắm đơn nghiêng về tây, tây bắc với góc dốc từ 20 - 70°; chiều dày biến đổi từ 0,80 đến 3,40m; hàm lượng Pb, Zn dao động từ 0,048% đến 16,500%, trung bình 0,124 - 3,343% và biến đổi thuộc loại đặc biệt không đồng đều.

Khoáng vật quặng nguyên sinh có galenit, sphalerit, pyrit; ngoài ra, còn có chalcopyrit, pyrotin, magnetit; khoáng vật phi quặng gồm calcit, dolomit, diopsit, phlogopit, thạch anh. Biến đổi nhiệt dịch đặc trưng là dolomit hoá, calcit hoá, thạch anh hóa và talc hóa.

Quặng có nguồn gốc nhiệt dịch nhiệt độ trung bình thấp, với tổ hợp cộng sinh khoáng vật đặc trưng cho giai đoạn tạo quặng công nghiệp là pyrit - sphalerit - galenit.

Từ khóa: Đặc điểm địa chất, quặng hóa chì - kẽm, Cẩm Nhân, Yên Bái.

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quặng chì - kẽm phân bố tại vùng Cẩm Nhân, huyện Yên Bình, tỉnh Yên Bái được Hoàng Thái Sơn (1997) phát hiện khi tiến hành công tác đo vẽ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1: 50.000 nhóm tờ Đoan Hùng - Yên Bình và được đánh giá chi tiết trong đề tài “Đánh giá triển vọng quặng chì - kẽm vùng Cẩm Nhân - Mỹ Gia, Yên Bình, Yên Bái” của Liên đoàn Địa chất Tây Bắc [6]. Năm 2014, Công ty Cổ phần khoáng sản Tây Giang Yên Bình đã phối hợp với Liên đoàn

Intergeo lập “Đề án thăm dò mỏ khoáng sản quặng chì - kẽm khu Làng Rầy - Núi Ngàng”, là một phần diện tích của vùng quặng Cẩm Nhân. Mặc dù đã được nghiên cứu, điều tra đánh giá từ năm 1994 -1997, nhưng đến nay, vẫn chưa có công trình nghiên cứu chi tiết và toàn diện về đặc điểm địa chất và quặng hóa chì - kẽm liên quan trong vùng. Vì vậy, việc nghiên cứu về đặc điểm địa chất và quặng hóa, làm cơ sở để đánh tiềm năng và định hướng thăm dò quặng chì - kẽm và khoáng sản đi cùng trong vùng Cẩm Nhân là cần thiết.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

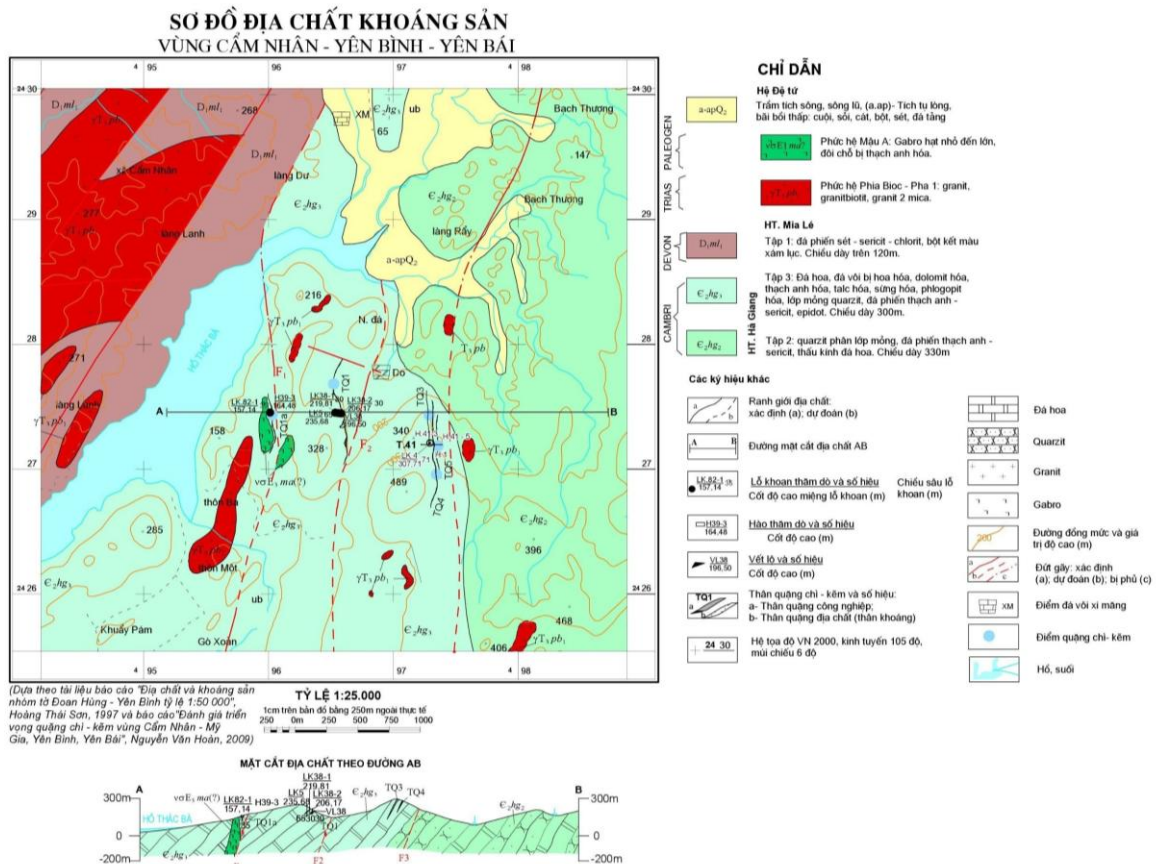
2.1. Khái quát về đặc điểm địa chất

Vùng Cẩm Nhân thuộc đới cấu trúc Sông Chảy, gồm các đá trầm tích carbonat và lục nguyên carbonat; trong vùng, các hoạt động magma và kiến tạo xảy ra mạnh mẽ và khá phức tạp. Cấu thành nên cấu trúc địa chất vùng nghiên cứu có các thành tạo từ Paleozoi đến Đệ tứ. Chiếm diện tích chủ yếu là các thành tạo thuộc tập 2 (E_2hg_2) và tập 3 (E_2hg_3); của hệ tầng Hà Giang (E_2hg); hệ tầng Mia Lé (D_1ml) phân bố tập trung ở phần Tây Bắc; các trầm tích Đệ tứ bờ rời thống Holocen ($a-apQ_2$) phân bố dọc thung lũng sông, suối lớn (Hình 1) [1,5,6].

Các thành tạo granit biotit, granit 2 mica thuộc pha 1 phức hệ Phia Bioc (γT_3pb) và các thành tạo

mafic gồm Iherzolit spinel, websterit chứa olivin - spinel và gabro, gabro amphibol thuộc phức hệ Mậu A (vsE_3ma) phân bố trên diện tích khá lớn ở phía Tây và ít ở trung tâm vùng. Theo Nguyễn Văn Hoàn (2009), phức hệ Phia Bioc có quan hệ với thành tạo corindon có kèm theo đá quý và liên quan với quặng hoá galena, pyrit?. Tổng hợp tài liệu mới thu nhận được trong quá trình thi công đề án thăm dò [5] và các kết quả nghiên cứu bổ sung, tác giả cho rằng với tài liệu hiện có chưa đủ cơ sở xác định mối liên quan của quặng hóa chì - kẽm với thành tạo magma có mặt trong vùng.

Trong vùng có mặt 3 hệ thống đứt gãy phương khác nhau (Hình 1); các đứt gãy thuộc hệ thống phương Đông Bắc - Tây Nam và á kinh tuyến đóng vai trò khống chế cấu trúc chứa quặng và tạo quặng chì - kẽm trong vùng [5,6].



Hình 1. Sơ đồ địa chất khoáng sản vùng Cẩm Nhân - Yên Bình - Yên Bái (thu từ tỷ lệ 1: 25.000 - [6]; có chỉnh sửa bổ sung)

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp địa chất truyền thống, kết hợp thu thập, tổng hợp và xử lý tài liệu

- Thu thập tài liệu phân tích hóa cơ bản, hóa toàn diện, ICP, mẫu phân tích lát mỏng, khoáng tướng, tài liệu đo địa vật lý, ... từ các công trình

nghiên cứu trước [5,6]; tổng hợp và đánh giá khả năng sử dụng nguồn tài liệu này.

- Tiến hành lộ trình địa chất nghiên cứu chi tiết trên một số tuyến (Tuyến 38 và tuyến 42 - khu Làng Rẫy - Núi Ngang, tuyến 43 - khu Cẩm Nhân và tuyến 73 khu Xuân Lai). Trên các tuyến tiến hành khảo sát chi tiết các vết lộ dọn sạch, hào cũ, kết hợp xem xét mẫu lõi khoan để xác định quan hệ

giữa đá và quặng, kết hợp lấy mẫu lát mỏng và mẫu khoáng tương.

2.2.2. Nghiên cứu thành phần vật chất quặng

Lấy bổ sung và gửi phân tích 06 mẫu khoáng tương và 04 mẫu lát mỏng tại trường Đại học Mỏ - Địa chất để xác định thành phần, cấu tạo, kiến trúc của quặng và đá vây quanh.

2.2.3. Phương pháp trong phòng

- Phương pháp hình học mỏ: Phương pháp hình học mỏ hay hình học hóa lỏng đất được sử dụng nhằm nhận thức chung về đặc điểm hình thái - cấu trúc, thể nằm của các thân quặng và mối quan hệ giữa chúng với đá vây quanh [12]. Bài báo sử dụng hệ thống mặt cắt địa chất theo tuyến thăm dò để nhận thức về đặc điểm biến đổi, hình thái - cấu trúc thân quặng chì - kẽm và quan hệ của các thân quặng với các yếu tố kiến tạo và đá vây quanh [3,4].

- Phương pháp toán thống kê: Gồm phương pháp thống kê một chiều và hai chiều. Phương pháp thống kê một chiều sử dụng để xử lý tài liệu phân tích hóa cơ bản và hóa toàn diện. Nội dung của phương pháp đề cập chi tiết trong [8,9,10,11,14].

Thống kê hai chiều sử dụng để xác định mức độ tương quan giữa các nguyên tố trong các thân quặng Pb - Zn. Tài liệu sử dụng để nghiên cứu là các kết quả phân tích hóa nhóm. Phương pháp thống kê hai chiều đề cập chi tiết trong [2,7,9,11].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc điểm quặng hóa chì - kẽm vùng Cẩm Nhân

a. Đặc điểm hình thái - cấu trúc các thân quặng chì - kẽm

Các thân quặng chì - kẽm phân bố không liên tục tạo thành đới khoáng hoá kéo dài phương Đông Bắc - Tây Nam và á kinh tuyến. Đới khoáng hoá chì - kẽm chứa các thân quặng đạt yêu cầu công nghiệp liên quan chủ yếu với các đứt gãy phương Đông Bắc - Tây Nam y nam và á kinh tuyến (Hình 1). Dựa vào tài liệu thăm dò [5] và các tài liệu có trước [1,6] đã xác định được 06 thân quặng công nghiệp ký hiệu TQ1 (khu Làng Rầy - Núi Ngang), TQ3, TQ4, TQ5 (khu Cẩm Nhân) và TQ6, TQ7 (khu Xuân Lai); 02 thân quặng địa chất (thân khoáng) ký hiệu TQ1a, TQ2 và một số thấu kính nhỏ không đặt tên (hình 1, 2). Hầu hết các thân quặng phân bố trùng với đới dăm hoặc đới khe nứt tách theo mặt lớp phát triển trong đá hoa, đá hoa dolomit bị biến đổi thuộc tập 3, hệ tầng Hà Giang ($E_2 hg_3$) (hình 1), kéo dài theo phương á kinh tuyến [5,6]. Các thân quặng chủ yếu dạng mạch, mạch thấu kính, dạng giả tầng (Hình 2), có ranh giới rõ ràng hoặc không rõ ràng với đá vây quanh; đường lộ thân quặng uốn lượn phụ thuộc vào sự phân cắt địa hình nơi thân quặng cắt qua. Các thân quặng cắm đơn nghiêng về phía Tây và Tây - Tây Bắc với góc dốc từ 20° đến 70° . Theo tài liệu thăm dò [6], các thân quặng khu Làng Rầy - Núi ngàng đã khổng chế đến cột +100m (LK37 - 1), khu Cẩm Nhân đến cột +210m (Hình 3) và khu Xuân Lai đến cột +240m (Hình 3) hoặc hơn. Đặc điểm chung của các thân quặng, thân khoáng chì - kẽm tổng hợp trong Bảng 1.

Bảng 1. Đặc điểm các thân quặng, thân khoáng chì - kẽm Vùng Cẩm Nhân [5,6]

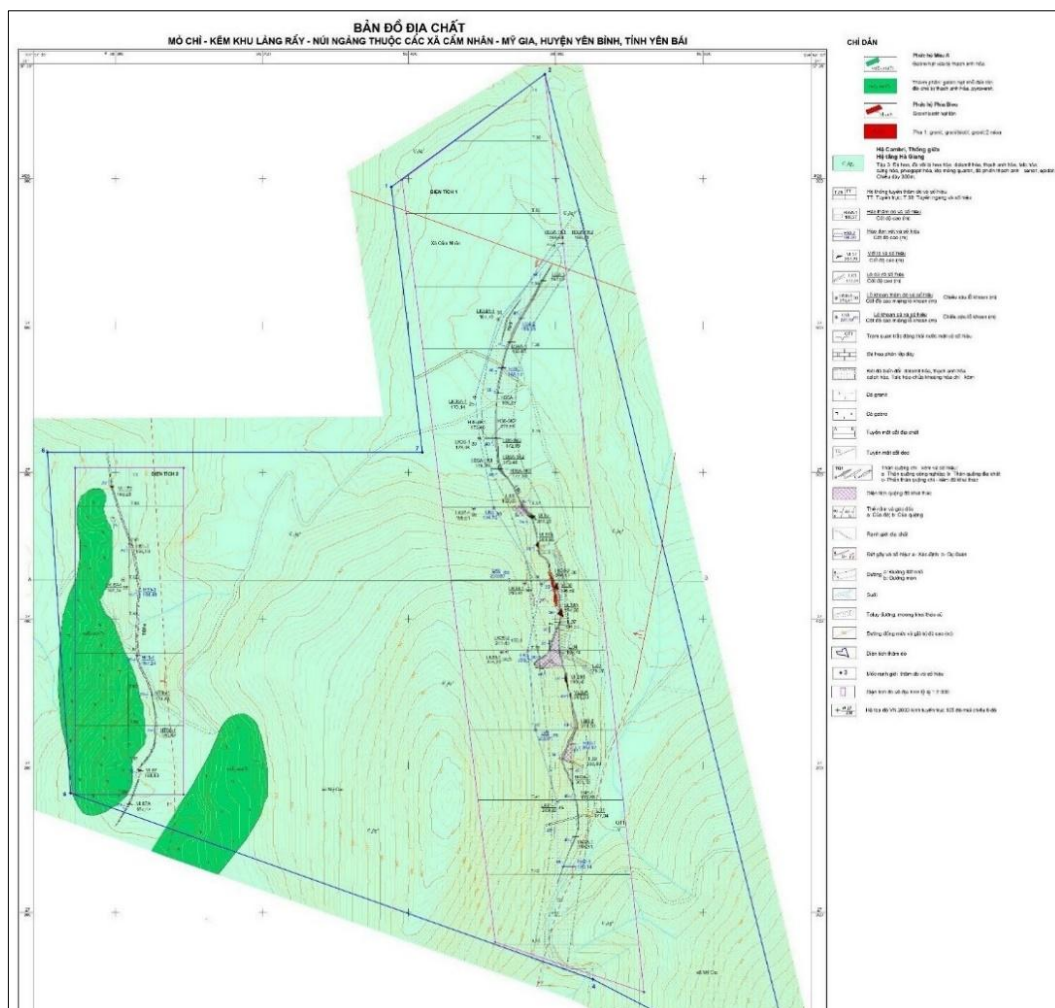
Số hiệu thân quặng	Chiều dài (m)	Thế nằm	Hàm lượng (%)			Chiều dày (m)
			Từ-đến Trung bình			Từ-đến
			Pb	Zn	Pb + Zn	Trung bình
TQ1	850	260-290∠ 20-40 ⁰	<u>0,095-9,920</u> 2,590	<u>0,007-14,080</u> 0,754	<u>1,008-16,500</u> 3,343	<u>0,80-3,14</u> 1,71
TQ1a	470	255-290∠ 65-70 ⁰	<u>0,013-0,384</u> 0,068	<u>0,019-0,159</u> 0,056	<u>0,048-0,484</u> 0,124	<u>0,98-2,61</u> 1,38
TQ2	70	290∠ 35 ⁰	<u>0,012-0,390</u> 0,082	<u>0,010-0,621</u> 0,120	<u>0,022-1,011</u> 0,202	<u>0,00-5,16</u> 2,60
TQ3	450	260-280∠ 30-50 ⁰	<u>2,330-19,210</u> 9,070	<u>0,030-4,920</u> 1,010	<u>2,440-19,490</u> 9,640	<u>1,00-2,00</u> 1,360



Số hiệu thân quặng	Chiều dài (m)	Thế nằm	Hàm lượng (%) Từ-đến Trung bình			Chiều dày (m) Từ-đến Trung bình
			Pb	Zn	Pb + Zn	
TQ4	860	260-280 $\angle$ 30-50 $^{\circ}$	$\frac{1,230-16,910}{8,190}$	$\frac{0,120-4,340}{0,870}$	$\frac{1,620-18,970}{9,030}$	$\frac{0,90-2,80}{1,63}$
TQ5	510	260-280 $\angle$ 50-55 $^{\circ}$	-	-	$\frac{10,640-18,208}{14,980}$	$\frac{1,00-1,90}{1,43}$
TQ6	560	280-290 $\angle$ 35-50 $^{\circ}$	-	-	$\frac{4,770 - 26,79}{13,20}$	$\frac{1,20-2,80}{1,88}$
TQ7	800-1000	260-290 $\angle$ 45-50 $^{\circ}$	$\frac{0,500-11,050}{3,360}$	$\frac{0,330-8,640}{3,830}$	$\frac{5,080- 15,940}{7,190}$	$\frac{1,20-5,20}{2,43}$

Tại một số vị trí, gặp các vi mạch lấp đầy khe nứt phát triển dọc đứt gãy t xuyên cắt đá vây quanh và thường đi cùng với thân quặng giả tầng, tạo nên thân quặng có hình thái phức tạp hơn các thân quặng dạng giả tầng thuần túy.

Quy luật chung là hàm lượng chì, kẽm, bạc và chiều dày thân quặng giảm mạnh theo độ sâu và từ trung tâm ra hai đầu các thân quặng.



Hình 2. Bản đồ địa chất mỏ chì – kẽm khu Làng Rẫy – Núi Ngàng (Thu từ tỷ lệ 1: 2000) [5]

TUYẾN 38 VÀ TUYẾN 82 - KHU LÀNG RẦY - NÚI NGÀNG

TUYẾN 38

0°
A Diện tích thăm dò

H39-3
LK82-1
260,70
35
C_v/g_c
F1
LK38-1
235,68
219,81
LK38-2
206,17
VL38
260,35
T₁, p_h
B Diện tích thăm dò

F2

TUYẾN 73 - KHU XUÂN LAI

CHI DẪN

- Phân hệ Mậu A (?)
- Thảm phần: gabbro hạt nhỏ đến lớn; đôi chỗ bị thạch anh hóa.
- Phân hệ Phú Sơc - Phú 1' granit;
- granibiotit; granit 2 mica.
- Hệ CAMBRI Thượng giữa
- Hệ tầng Hà Giang
- Tào 2: Đá đen, đá vôi bị hóa học, dolomit hóa, thạch anh hóa, talc hóa, sừng hóa, phlogopit hóa lấp mỏng quartz; đá phân thành anit - calcit, opat, Chert cục 30cm.
- LK38-3
219,81'
- Cột đơn và số hiệu
- Cột đơn các trường: ở khoan (m)
- Chiều sâu lỗ khoan (m)
- Hồ thám dò và số hiệu
- Vết ó và số hiệu
- Đá hoa phân tập dày
- Dải đá hoa dolomit hóa, thạch anh hóa
- calcit hóa. Talc hóa chừa khoảng từ chỉ - kim
- Thôn quặng đồng niken và sắt hiệu
- Thôn quặng của chất (than khoáng); và số hiệu
- Dầu gầy và số hiệu
- Xảo định; b- Dự đoán

TUYẾN 41 - KHU CẨM NHÂN

90°

LK.4
H.41 - 3
307,71
H.1
H.41 - 5

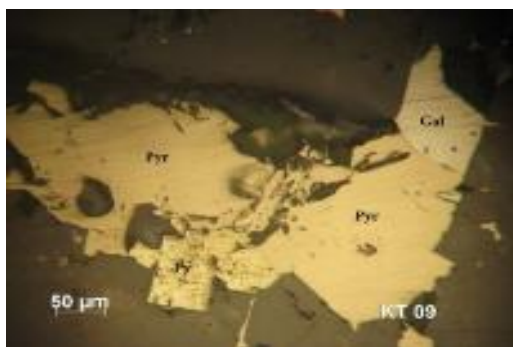
C_v/g_c
T₀-3
T₀-1
T₀-5
T₁(p)
F1

Theo tài liệu Nguyễn Văn Hoán và nnk, 2009

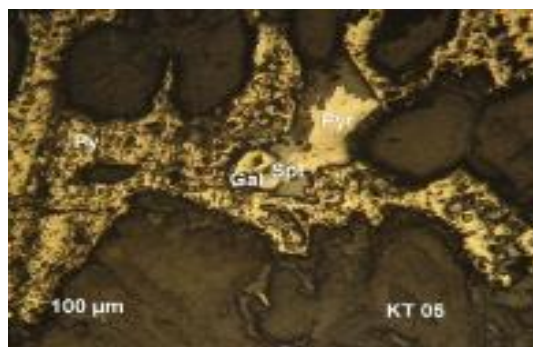
b. Thành phần vật chất quặng

+ Đặc điểm các khoáng vật quặng nguyên sinh:

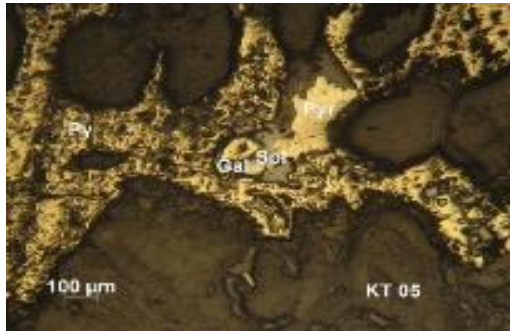
Galenit (PbS): Có hàm lượng dao động từ 1% đến 3%, chủ yếu hạt tha hình có kích thước 0,05 - 0,2mm, phân bố xâm tán không đều, xâm tán tản mạn hoặc đôi khi tạo ổ nhỏ trên nền đá hoặc cùng pyrotin xâm tán trong đá với kích thước hạt <0,1mm và có tiếp xúc khá rõ với pyrotin (Ảnh 1); có ít dạng vi mạch lấp đầy các vi khe nứt phát triển trong đá (Ảnh 4). Một số vị trí pyrit bị galenit, sphalerit, pyrotin tạo ổ nhỏ thay thế gắn kết (Ảnh 2).



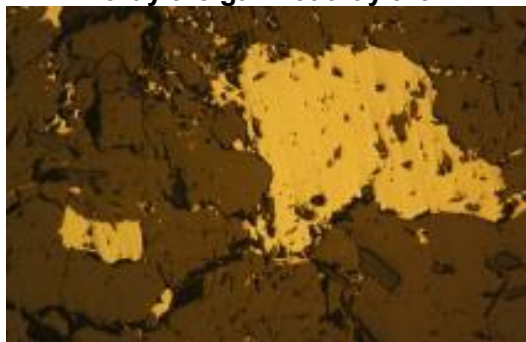
Ảnh 1. Galenit (Gal), pyrotin (Pyr) có quan hệ tiếp xúc phẳng tạo ổ cùng pyrit (Py) xâm tán trong đá



Ảnh 2. Pyrit (Py) hạt tha hình bị galenit (Ga), sphalerit (Sph), pyrotin(Py) tạo ổ nhỏ thay thế gắn kết

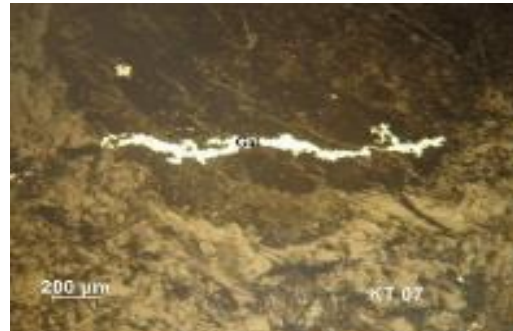


Ảnh 3. Pyrit (Py) hạt tha hình bị galenit (Ga), sphalerit (Sph), pyrotin (Pyr) tạo ổ nhỏ thay thế gắn kết thay thế

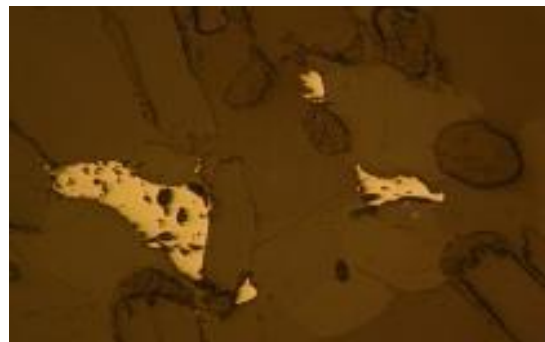


Ảnh 5. KT.40-3. Phóng đại 100X : Chalcopyrit hạt tha hình xâm tán trong đá, với kích thước khác nhau.

(Nguồn: Nguyễn Quang Luật, 2009 trong [5])



Ảnh 4. Galenit (Gal) dạng vi mạch lấp đầy khe nứt phát triển trong đá



Ảnh 6. KT.H43-1. Phóng đại 100X: Pyrotin hạt tha hình xâm tán trong đá

(Nguồn: Nguyễn Quang Luật, 2009 trong [5])

Sphalerit: Dạng hạt tha hình, có từ vài hạt đến 1,5%, các hạt có kích thước chủ yếu 0,02 - 0,3mm, xâm tán cùng pyrotin, galenit trong nền phi quặng (Ảnh 3), đôi chỗ xâm tán thành mạch không liên tục trên nền khoáng vật tạo đá.

Pyrit (FeS_2): Hàm lượng dao động từ vài hạt đến 0,2% đến 1%, dạng hạt tha hình, đôi khi nửa tự hình đến tự hình, xâm tán thưa hoặc tạo thành ổ xâm tán trên nền phi quặng. Đôi chỗ pyrit hạt tha hình bị galenit, sphalerit, pyrotin tạo ổ nhỏ thay thế gắn kết thay thế (Ảnh 3).

Chalcopyrit (CuFeS_2): Có hàm lượng $\leq 0,3\%$, dạng hạt tha hình với kích thước 0,02 - 0,03mm, xâm tán rất thưa trên nền phi quặng (Ảnh 5), đôi khi gặp dưới dạng emuxi trên nền sphalerit.

Pyrotin (FeS): Hàm lượng dao động từ 0,3% đến $\sim 3\%$, pyrotin tồn tại ở dạng hạt tha hình với kích thước thay đổi từ 0,02- 0,5mm, chúng phân bố xâm tán không đều trong nền phi quặng (Ảnh 6) hoặc xâm tán thành các đám hạt nhỏ cùng với chalcopyrit, đôi khi tạo ổ xâm tán cùng sphalerit, galenit với ranh giới tiếp xúc phẳng (Ảnh 1).

Magnetit: Hàm lượng ít, dạng hạt tha hình đến nửa tự hình, hạt mịn đến 0,07mm, đa số các hạt magnetit tồn tại dưới dạng đám, hoặc xuyên lấp trong

các cụm hạt pyrit; một phần magnetit tạo đám nhỏ với các khoáng vật sulfur khác như pyrotin, galenit, sphalerit, chalcopyrit; số ít magnetit có dạng hạt riêng lẻ hoặc vài hạt nằm độc lập trong nền phi quặng.

+ Khoáng vật quặng thứ sinh:

Serusit chiếm hàm lượng nhỏ, bám ngoài rìa hạt, có khi phát triển dọc theo khe nứt của hạt galenit, chủ yếu dạng tập hợp keo hoặc vi hạt, thay thế gặm mòn từng phần một số hạt galenit.

Covelin là khoáng vật thay thế khoáng vật chalcopyrit, dạng vi tinh thay thế gặm mòn tạo thành riềm bao ngoài khoáng vật chalcopyrit. Một số đám covelin còn có dạng liên tinh tỏa tia thay thế hoàn toàn các hạt chalcopyrit.

Melnicovit với hàm lượng ít, dạng thay thế phần rìa hạt hoặc một phần hạt pyrotin.

Kết quả xử lý thống kê cho thấy hàm lượng Pb, Zn trong thuộc loại nghèo đến trung bình và phân bố đặc biệt không đồng đều trong các thân quặng (Bảng 2). Từ Bảng 3 cho thấy, ngoài Pb, Zn, trong thân quặng còn có Cd, As, Cu, T.Fe, S, Au, Ag; nhìn chung các nguyên tố kim loại quý hiếm có hàm lượng rất thấp, chỉ có Ag là các nguyên tố đi kèm có ý nghĩa, có thể cả Au (?).

**Bảng 2. Bảng kết quả tính thống kê hàm lượng Pb, Zn Trong các thân quặng khu Làng Rầy - Núi Ngang**

Nguyên tố	Pb	Zn	Pb+ Zn
Trung bình (%)	1,158	0,362	1,520
Quân phương sai	1,900	1,370	2,390
Phương sai	3,600	1,880	5,720
Độ nhọn	4,300	77,300	11,400
Độ lệch	2,130	8,370	2,850
Min (%)	0,007	0,005	0,012
Max (%)	9,920	14,080	16,500
Tổng mẫu	143	143	143
Hệ số biến thiên (%)	163,9	378,7	157,4

Bảng 3. Tổng hợp hàm lượng các nguyên tố theo kết quả phân tích hóa toàn diện

	Hàm lượng (g/T)		Hàm lượng chỉ tiêu phân tích (%)							
	Ag	Au	As	Cu	Pb	Zn	Pb+Zn	Cd	T.Fe	S
Min	0,10	1,00	0,002	0,002	0,016	0,016	0,031	0,001	0,87	0,15
Max	0,30	117,00	0,006	0,115	3,844	3,991	7,835	0,007	4,84	2,23
Trung bình	0,13	26,00	0,003	0,024	1,262	0,405	1,667	0,002	2,05	0,90

- Hệ số tương quan cặp giữa các nguyên tố trong quặng chì kẽm khu vực Làng Rầy - Núi Ngang: kết quả tính hệ số tương quan cặp của các nguyên tố trong quặng chì kẽm khu vực Làng Rầy - Núi Ngang tổng hợp trong Bảng 4.

Bảng 4. Hệ số tương quan cặp giữa các nguyên tố trong quặng khu Làng Rầy - Núi Ngang

	Au	Ag	As	Cu	Pb	Zn	Cd	Te	T.Fe	S
Au	1,00									
Ag	0,18	1,00								
As	-0,03	0,84	1,00							
Cu	-0,08	0,28	0,04	1,00						
Pb	0,28	0,77	0,49	0,70	1,00					
Zn	-0,15	0,22	-0,06	0,00	0,10	1,00				
Cd	-0,17	0,21	-0,07	0,06	0,13	0,99	1,00			
Te	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00		
T.Fe	-0,01	0,75	0,61	0,66	0,73	0,13	0,11	0,00	1,00	
S	0,27	0,50	0,11	0,39	0,59	0,69	0,65	0,00	0,57	1,00

Từ Bảng 4 nhận thấy Pb, Ag, Cu, As, S và T.Fe có tương quan thuận khá chặt với nhau ($R > 0,70$); đặc biệt Zn có tương quan rất chặt chẽ với Cd ($R = 0,99$); Đây là dấu hiệu quan trọng cần lưu ý trong tuyển làm giàu quặng chì - kẽm.

c. Cấu tạo và kiến trúc quặng

Quặng chì - kẽm vùng Cẩm Nhân lấp đầy các khe nứt hoặc đới dập vỡ phát triển trong tầng đá hoa bị biến đổi theo phương thức lắng đọng vật

chất, kết tinh từ dung dịch quặng và phương thức thay thế, trao đổi, găm mòn khoáng vật có trước. Quặng có cấu tạo chủ yếu cấu tạo dạng xâm tán, dạng ổ, mạch, găm mòn, thay thế. Trong đó, cấu tạo xâm tán phổ biến ở hầu hết các mẫu phân tích. Các khoáng vật galenit, sphalerit, pyrit, chalcopirit, pyrotin phân bố không đều trên nền phi quặng, đôi khi gặp sự thay thế gắn kết của các khoáng vật thứ sinh.



Pyrit thường gặp kiến trúc hạt tự hình, nửa tự hình, xâm tán trong nền đá hoa bị biến đổi. Galenit, sphalerit, chalcopirit... phổ biến nhất là kiến trúc hạt tha hình, kích thước thay đổi khá lớn; kiến trúc xen lấp đặc trưng là các khoáng vật như galenit, sphalerit, chalcopirit xen lấp vào các khe nứt của các hạt pyrit, pyrotin và nền đá. Kích thước, hình dạng của hạt khoáng vật phụ thuộc vào hình dạng, kích thước của khe nứt; kiến trúc khá phổ biến là dạng găm mòn, hoặc thay thế. Một số mẫu phân tích, thấy rõ galenit, sphalerit, pyrotin găm mòn thay thế một phần các hạt pyrit hoặc nền đá (Ảnh 2). Kiến trúc phân hủy dung dịch cứng (emuxi) đặc trưng cho khoáng vật sphalerit và chalcopirit; ngoài ra, trong quặng còn gặp kiến trúc cả nát, đập vỡ.

Các kiến trúc đới keo, vi tinh, tàn dư, hạt giả hình đặc trưng cho quặng oxy hoá, đặc trưng bởi các khoáng vật quặng thứ sinh (covelin, serusit, melnicovit).

d. Đặc điểm đá biến đổi cạnh mạch

Tổng hợp tài liệu từ các công trình trước [5,6], kết hợp tài liệu nghiên cứu bổ sung cho thấy các hiện tượng biến đổi đá vây quanh thân quặng chì - kẽm trong vùng khá phức tạp và xảy ra ở nhiều giai đoạn khác nhau.

- Dolomit hoá: Là hiện tượng phổ biến phát triển trong đá vôi bị hoa hoá, đá hoa bị sùng hóa, phân bố dọc theo đứt gãy phương đông bắc - tây nam tạo nên một đới biến đổi có chiều rộng từ 50-200m. Cường độ dolomit hoá cũng rất khác nhau từ một vài hạt xâm tán thưa trong nền calcit đến kết tinh tập trung những tinh thể dolomit hạt lớn, hạt tự hình chiếm phần lớn trong đá, có nơi dolomit hoá gần như hoàn toàn. Trong đó ít nhiều có xâm tán các khoáng vật quặng chì - kẽm như galenit, sphalerit. Điều đó chứng tỏ hiện tượng dolomit hóa liên quan chặt chẽ với quá trình tạo quặng.

- Calcit hóa: Đây là hiện tượng biến đổi nhiệt dịch diễn ra làm cho các đá được làm giàu bằng các khoáng vật carbonat dưới tác dụng của nước chứa acid và carbonat từ nhiệt độ trung bình đến thấp.

- Thạch anh hóa: Là quá trình biến đổi nhiệt dịch phổ biến nhất trong khu mỏ, tạo nên các ổ, đám thạch anh thay thế dạng dải xuyên cắt các khoáng vật quặng, đôi chỗ xâm tán hoặc khảm trên nền calcit, dolomit.

- Hiện tượng talc hóa: Talc hóa là hiện tượng ít phổ biến, phát triển trong các đá vôi bị hoa hoá, đá hoa phân bố dọc theo đứt gãy phương đông bắc - tây nam, nhưng không thể hiện hình dạng thành một đới rõ rệt. Chúng thường thành tạo dưới dạng vi vẩy hoặc vẩy nhỏ tha hình, sắp xếp định hướng xen kẽ trong các tập calcit. Talc dạng vẩy ẩn tinh

đến vi vẩy tha hình, kích thước 0,001 - 0,1mm, dưới 1 nicol không màu, cắt khai rất hoàn toàn, dưới 2 nicol giao thoa xanh bậc 2.

Những chỗ có talc thường không thấy hoặc rất hiếm thấy hiện tượng thạch anh hoá, chứng tỏ talc được thành tạo theo con đường nhiệt dịch, có thể SiO_2 của dung dịch nhiệt dịch đã tác dụng với dolomit để tạo thành talc và calcit, là hiện tượng biến đổi nhiệt dịch sinh thành sau quá trình dolomit hoá, tuy không thấy mối liên quan trực tiếp, nhưng hiện tượng talc hoá cũng là một dấu hiệu đới biến đổi dolomit hoá có liên quan chặt chẽ với quá trình tạo quặng chì - kẽm trong vùng.

- Serpentin hóa: Serpentin hóa là hiện tượng Olivin nguyên thủy dạng lăng trụ ngắn tha hình, kích thước 0,3-1,5mm bị serpentin thay thế hoàn toàn. Serpentin dạng vẩy tha hình, kích thước 0,01 - 0,5mm, dưới 1 nicol không màu, cắt khai hoàn toàn, dưới 2 nicol tắt đứng, giao thoa xám sáng bậc 1.

e. Thời kỳ và giai đoạn tạo quặng

Tổng hợp tài liệu phân tích thành phần vật chất quặng, đặc điểm phân bố và hình thái cấu trúc thân quặng, thứ tự sinh thành các khoáng vật tạo quặng, đặc điểm cấu tạo và kiến trúc quặng [5,6]; dựa vào nguyên tắc phân chia các giai đoạn tạo khoáng của Bechechin A.G, đã phân chia quá trình tạo khoáng Pb - Zn trong vùng thành các thời kỳ và giai đoạn khác nhau (Bảng 5) như sau:

- Giai đoạn trước tạo quặng: Các thành tạo biến chất hoa hóa, sùng hóa trước tạo quặng khá phổ biến. Theo tài liệu phân tích mẫu lát mỏng, trong vùng có mặt các loại đá hoa chứa diopsit, đá hoa chứa phlogopit, đá hoa chứa olivin và phlogopit, calciphyr diopsid - wolastonit - graphit; đây là sản phẩm của quá trình biến chất nhiệt động, tương amphibolit được hình thành từ các loại đá vôi không thuần khiết, đá vôi sét hoặc sét vôi (đá silicat calcit) theo phân loại của Oleg Rosen 2007 [5]. Các khoáng vật có độ hạt vừa đến lớn. Giai đoạn này chưa có ý nghĩa đối với quá trình tạo quặng chì - kẽm, nhưng tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình tạo quặng về sau.

- Thời kỳ nhiệt dịch: Được chia thành 02 giai đoạn sau:

+ Giai đoạn I (Giai đoạn tạo quặng): Thành tạo quặng sulfur chì - kẽm quan trọng, được đặc trưng bởi tổ hợp cộng sinh khoáng vật pyrit - sphalerit - galenit. Các khoáng vật đi cùng gồm chalcopirit, pyrotin. Kiến trúc đặc trưng hạt tha hình hoặc xen lấp. Quặng thành tạo trong giai đoạn này là quặng sulfur mang tính tổng hợp, với hàm lượng Pb + Zn khá cao; nguyên tố đi cùng đáng chú ý là Ag, có thể cả Au?

+ Giai đoạn II (Giai đoạn sau tạo quặng): Đặc trưng bởi tổ hợp khoáng vật thạch anh - calcit - talc



- serpentin. Thạch anh và calcit trong giai đoạn này thường ở dạng các mạch nhỏ với bề dày 0,02 - 5mm đôi khi lớn hơn, chúng xuyên cắt qua toàn bộ đá, các tổ hợp cộng sinh khoáng vật thành tạo ở các giai đoạn trước. Đây là giai đoạn kết thúc thời kỳ tạo quặng nhiệt dịch.

- Thời kỳ phong hóa, giai đoạn III: Giai đoạn tạo quặng ngoại sinh có quy mô nhỏ, không có ý nghĩa, được đặc trưng bởi các khoáng vật geothit, melnicovit. Cấu tạo đặc trưng là keo, lỗ hổng; kiến trúc giả hình, đới, riềm bao quanh.

f. Sơ bộ về nguồn gốc tạo quặng Pb - Zn trong vùng Cẩm Nhân

Tổng hợp các kết quả nghiên cứu [5,6] về cấu trúc địa chất, đặc điểm phân bố, hình thái - cấu trúc thân quặng, đặc điểm đá biến đổi nhiệt dịch, đặc điểm tổ hợp cộng sinh khoáng vật tạo quặng và các kết quả nghiên cứu trình bày trên, theo tác giả quặng chì - kẽm phân bố ở vùng Cẩm Nhân có nguồn gốc nhiệt dịch nhiệt độ trung bình thấp, với nhiệt độ thành tạo trong khoảng 170 - 300°C [6].

Bảng 5. Thứ tự sinh thành và tổ hợp cộng sinh khoáng vật quặng chì - kẽm vùng Cẩm Nhân

Thời kỳ tạo khoáng	Giai đoạn trước tạo quặng	Nhiệt dịch		Phong hóa
Giai đoạn tạo khoáng		Giai đoạn I	Giai đoạn II	Giai đoạn III
Tổ hợp cộng sinh khoáng vật	Diopsit, phlogopit, plagioclas, wolastonit	Pyrit, galenit, sphalerit, pyrotin, chalcopyrit, magnetit	Thạch anh, talc, serpentin	Gothit, Melnicovit
Diopsit				
Plagioclas				
Wolastonit				
Calcit				
Dolomit				
Phlogopit				
Thạch anh				
Talc				
Pyrit				
Galenit				
Sphalerit				
Chalcopyrit				
Pyrotin				
Magnetit				
Serpentin				
Geothit				
Melnicovit				
Các nguyên tố đặc trưng	Si, Al, Mg, O, Ca	Pb, Zn, Cu, S, Fe	Si, Ca, Mg, O	Fe, O
Cấu tạo đặc trưng		Xâm tán, mạch, ổ đặc xít	Mạch, dải	Keo, lỗ hổng



Kiến trúc đặc trưng	Hạt tự hình, nửa tự hình	Nửa tự hình, tha hình, xen lấp, găm mòn, thay thế, gắn kết, emuxi	Hạt nửa tự hình, tha hình	Hạt giả hình, đới, riềm bao quanh
Nhiệt độ thành tạo		170 ⁰ - 300 ⁰ C		Nhiệt độ thường
Biến đổi nhiệt dịch	Sùng hóa, hoa hóa	Dolomit hoá, calcit hoá	Thạch anh hóa, calcit hoá, talc hoá, serpentinit hóa	Oxy hoá

Ghi chú: Kv: Khoáng vật Kv chủ yếu: ———

Kv thứ yếu: ———

Kv ít gặp: ---

3.2. Tiền đề và dấu hiệu tìm kiếm quặng

Tiền đề và dấu hiệu tìm kiếm quặng chì - kẽm vùng nghiên cứu được xác lập trên cơ sở tổng hợp tài liệu của các công trình trước [1,5,6] và tài liệu nghiên cứu bổ sung của tác giả. Dưới đây trình bày tóm tắt các tiền đề và dấu hiệu tìm kiếm quặng chì - kẽm trong vùng Cẩm Nhân.

a. Tiền đề tìm kiếm

- Tiền đề thạch địa tầng: Trong vùng, quặng chì - kẽm phân bố chủ yếu trong đá hoa, đá hoa dolomit bị biến đổi, thuộc tập 3 hệ tầng Hà Giang (C₂hg₃). Đây là các thành tạo rất thuận lợi cho quá trình tạo quặng Pb - Zn; các thành tạo này nằm kẹp giữa 2 đứt gãy lớn kéo dài phương Đông Bắc - Tây Nam. Tại đây đã khoan định được 02 diện tích chứa quặng Pb - Zn có ý nghĩa đã được điều tra đánh giá hoặc thăm dò.

- Tiền đề cấu trúc - kiến trúc: Yếu tố cấu trúc kiến tạo có ý nghĩa quan trọng trong quá trình phân bố và tập trung quặng chì - kẽm trong vùng. Trong vùng phát triển các nếp uốn nhỏ đi cùng các khe nứt phát triển dọc hệ thống đứt gãy phương Đông Bắc - Tây Nam và á kinh tuyến, rất thuận lợi cho tích tụ quặng Pb - Zn trong vùng. Quy mô thân quặng ở nơi có phát triển nếp uốn hoặc nếp uốn nhỏ đi cùng hệ thống khe nứt theo mặt lớp (dạng bong lớp) thân quặng có quy mô lớn hơn thân quặng phân bố ở nơi có cấu trúc đơn nghiêng thuần túy.

Trong vùng có 03 hệ thống đứt gãy phát triển theo các phương khác nhau, nhưng hệ thống phương Đông Bắc - Tây Nam và á kinh tuyến là yếu tố quan trọng nhất (Hình 1). Hầu hết các thân quặng đã phát hiện có phương kéo dài theo phương của các đứt gãy thuộc hệ thống này.

Khe nứt: Khe nứt cùng đứt gãy rất có ý nghĩa trong tìm kiếm quặng nội sinh; đặc biệt là quặng

dạng mạch, mạng mạch. Hệ thống khe nứt, vi khe nứt phát triển trong lớp đá hoa, hoa dolomit bị biến đổi thuộc tập 3, hệ tầng Hà Giang là hệ thống khe nứt có vai trò quan trọng trong tích tụ khoáng hóa chì kẽm trong vùng nghiên cứu.

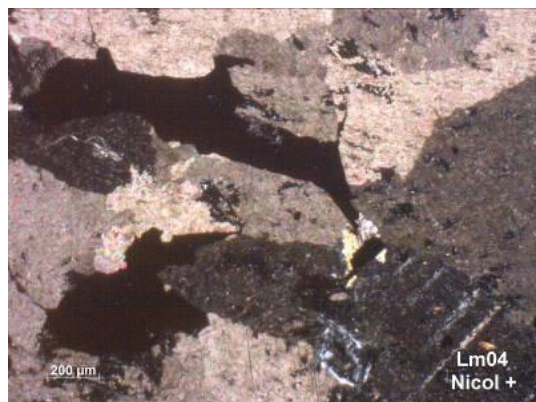
b. Dấu hiệu tìm kiếm

- Vết lộ thân khoáng: Từ việc quan sát, nghiên cứu vết lộ, cho phép dự đoán khái quát về phương phát triển và chất lượng quặng; là cơ sở định hướng bố trí các công trình điều tra đánh giá hoặc thăm dò ở các bước tiếp theo.

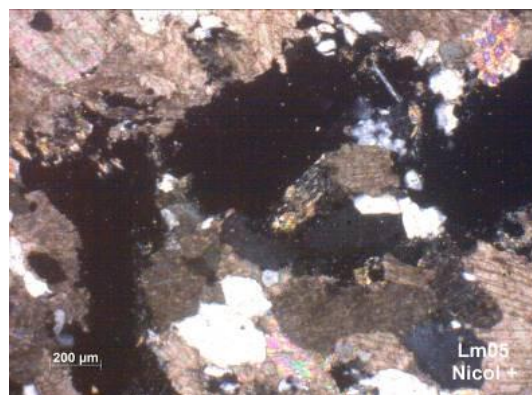
- Vành phân tán tầng lẫn: Tại một số nơi địa hình thấp nằm phía dưới các thân quặng chì - kẽm thường gặp các tầng lẫn chứa khoáng hóa sulphur, với kích thước từ 0,05 - 0,1m³ đến 0,2 m³ hoặc hơn. Do đó, dựa vào mật độ phân bố, hình dạng và kích thước của tầng lẫn, cũng như độ mài tròn của chúng có thể suy đoán vị trí phân bố thân quặng gốc.

+ Dấu hiệu các công trình cũ: Một số công trình do dân khai thác tự phát (moong, lò cũ), các công trình khai đào là dấu hiệu trực tiếp cần sử dụng để sơ bộ đánh giá về hình dạng, kích thước, chất lượng quặng, mối quan hệ giữa quặng với đá vây quanh; là cơ sở để dự đoán hướng phát triển của các thân quặng, thân khoáng hóa chì - kẽm trong vùng.

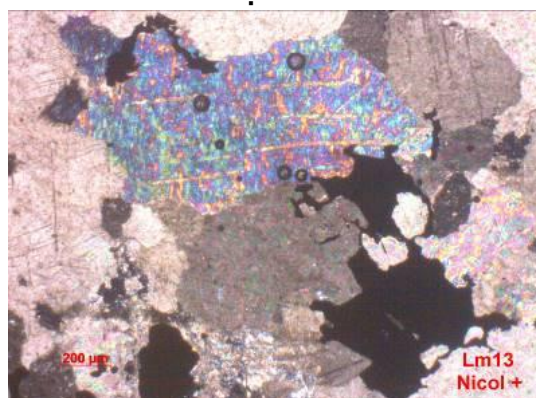
+ Đá biến đổi cạnh mạch: Bao gồm các đá biến đổi nhiệt dịch cạnh thân quặng như dolomit hóa, calcit hóa, thạch anh hóa, talc hóa, serpentinit hóa (Ảnh 7, 8, 9, 10). Các đá biến đổi này thường phân bố thành đới với diện tích bao trùm diện phân bố thân quặng, mạch quặng (Hình 2, Hình 3). Đây là các dấu hiệu gián tiếp, nhưng rất có ý nghĩa trong tìm kiếm, thăm dò chì - kẽm trong vùng; đặc biệt đối với các thân quặng chưa lộ trên mặt.



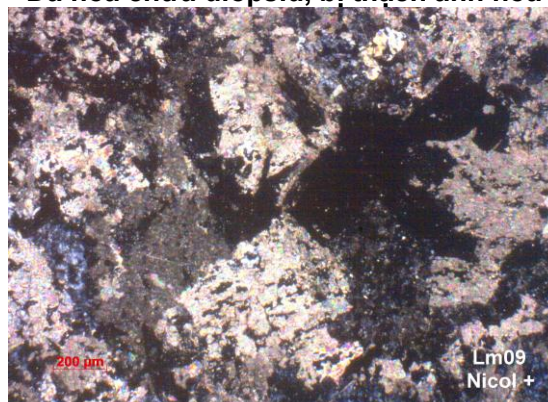
Ảnh 7. LM04 dưới 2 nicol vuông góc, Đá hoa bị dolomit hóa



Ảnh 8. LM05 dưới 2 nicol vuông góc. Đá hoa chứa diopsid, bị thạch anh hóa



Ảnh 9. LM13 dưới 2 nicol vuông góc, Đá hoa chứa phlogopit, bị talc hóa



Ảnh 10. LM09 dưới 2 nicol vuông góc, Đá hoa chứa olivin, bị serpentin hóa

+ Dị thường địa vật lý: Theo tài liệu đo địa vật lý [6] cho thấy các dị thường địa vật lý có liên quan với các biểu hiện khoáng hóa sulphur; trong đó có khoáng hóa chì - kẽm thường liên quan với các dải dị thường phân cực kích thích. Dựa vào các dị thường này có thể suy đoán các thành tạo địa chất có khả năng chứa quặng chì - kẽm; đặc biệt đối với thân quặng ẩn, sâu. Như vậy, các dị thường địa vật lý phân cực kích thích cần sử dụng khi tiến hành công tác điều tra đánh giá hoặc thăm dò quặng chì - kẽm tại vùng Cẩm Nhân.

+ Vành phân tán địa hóa: Các thân quặng chì - kẽm đã xác định trong vùng nằm trùng các dị thường địa hóa thứ sinh bậc III của các nguyên tố Pb, Zn [6]. Do đó, vành phân tán địa hóa thứ sinh của các nguyên tố Pb, Zn là dấu hiệu trực tiếp để phát hiện các thân quặng chì - kẽm bằng phương pháp tìm kiếm, thăm dò địa hóa, là cơ sở để bố trí công trình khai đào. Ngoài ra, cũng cần chú ý vành phân tán nguyên sinh của Pb, Zn và các nguyên tố đi cùng (Cu, As,...).

c. Dự báo độ sâu tồn tại quặng chì - kẽm vùng Cẩm Nhân

Độ sâu tồn tại quặng chì kẽm trong vùng được dự báo dựa vào các yếu tố sau:

- Kết quả điều tra đánh giá [6] và tài liệu thăm dò [5] đã xác định các thân quặng chì - kẽm phân bố trong các thành tạo đá hoa, đá hoa dolomit bị biến đổi thuộc tập 3, hệ tầng Hà Giang ($E_2 hg_3$); đây là môi trường thuận lợi cho quá trình thành tạo quặng chì - kẽm trong vùng. Vì vậy, độ sâu tồn tại của các thành tạo này là cơ sở để dự đoán độ sâu tối đa có khả năng tồn tại quặng chì - kẽm trong vùng. Theo tài liệu hiện có độ sâu tồn tại của các thành tạo chứa quặng (tập 3, hệ Tầng Hà Giang) khá lớn (> 300 m) so với bề mặt địa hình hiện tại.

- Theo tài liệu đo sâu phân cực kích thích trên vùng Cẩm Nhân [6], các dị thường địa vật lý có liên quan với các biểu hiện khoáng hóa sulphur tồn tại đến độ sâu hơn 80 - 100m so với địa hình hiện tại.

- Theo L.N Ovchinnikov (1968) [13], chiều dài các thân quặng theo đường phương trên bề mặt và độ sâu theo hướng dốc của các thân quặng tuân theo tỷ lệ nhất định; đối với các mỏ chì - kẽm dạng



mạch. Từ kết quả tổng hợp tài liệu ở nhiều mỏ, ông đã xác định được chiều dài theo đường phương (l) của các thân quặng trên bề mặt trung bình 850m, theo hướng dốc (h) là 244m, theo tỷ lệ $k = h/l = 0,3$. Phương pháp đánh giá độ sâu theo hướng dốc của thân quặng theo độ dài đường phương đã được các nhà địa chất Nga sử dụng hiệu quả trong thực

tế nghiên cứu, đánh giá tài nguyên các mỏ quặng nhiệt dịch trên lãnh thổ Cộng hòa Liên bang Nga, Mông Cổ và một số nước thuộc Liên Xô trước đây. Đối với vùng nghiên cứu, dựa theo tài liệu [5,6], đã xác định được kích thước trung bình (l , h) và tỷ lệ k ($k = h/l$) như Bảng 6.

Bảng 6. Kích thước trung bình và tỷ lệ giữa chiều dài với độ sâu tồn tại các thân quặng Pb - Zn vùng Cẩm Nhân

Diện tích nghiên cứu	Số hiệu thân quặng	Cốt cao lộ thân quặng (m)	Cốt độ sâu không chế (m)	Chiều dài theo đường phương (m)	Độ sâu tồn tại theo hướng dốc h (m)	Tỷ lệ h/l theo thực tế
Khu Làng Rẫy - Núi Ngang	TQ.1	+ 210	+ 100	850	110	0,13
	TQ.1a	+ 180	+ 110	470	70	0,15
	TQ.2	+ 165	+ 145	70	20	0,29
Khu Cẩm Nhân	TQ.3	+ 310	+ 210	450	100	0,22
	TQ.4	+ 380	+ 210	860	130	0,15
	TQ.5	+ 325	+ 210	510	115	0,23
Khu Xuân Lai	TQ6	+ 350	+ 240	560	110	0,20
	TQ7	+ 394	+270	800 - 1.000	124	0,14
Trung bình				584	97,4	0,17

Từ Bảng 6, cho thấy tỷ lệ giữa độ sâu tồn tại với chiều dài thân quặng đã xác định trong vùng Cẩm Nhân dao động từ 0,13 - 0,29, trung bình 0,17; so với tài liệu của L.N Ovchinnikov, 1968 ($k < 0,3$), thì trong vùng nghiên cứu có khả năng xảy ra 02 trường hợp sau:

+ Trường hợp thứ nhất: Có thể các thân quặng chì - kẽm đã bị bóc mòn khá nhiều, nên độ sâu tồn tại các thân quặng còn lại không lớn, dao động từ 20 m đến 130 m, trung bình 97,4m, nên độ sâu tồn tại trung bình còn lại nhỏ hơn nhiều so với số liệu do L.N Ovchinnikov, năm 1968 (trong [13]) đưa ra là 244m.

+ Trường hợp thứ 2: Giả sử quặng hóa chì kẽm trong vùng Cẩm Nhân phù hợp với quy luật do L.N Ovchinnikov xác lập năm 1968 [13], thì các thân quặng Pb - Zn trong vùng có thể còn tồn tại sâu hơn; nhưng các công trình điều tra đánh giá hoặc thăm dò đã thực hiện chưa khổng chế hết độ sâu

tồn tại của các thân quặng (?); nghĩa là trong vùng có thể còn tồn tại quặng ẩn sâu hiện chưa xác định được.

- Tại khu vực Làng Rẫy - Núi Ngang (TQ1, TQ1a, TQ2) tỷ lệ Pb/Zn = 3,12; khu Cẩm Nhân tỷ lệ Pb/Zn = 16,56; khu Xuân Lai tỷ lệ Pb/Zn = 1,27. Hàm lượng Ag trong các thân quặng TQ1, TQ1a, TQ2 trung bình 26g/T; khu Cẩm Nhân (TQ3, TQ4, TQ5) là 106,3g/T; khu Xuân Lai (TQ6, TQ7) là 74,8g/T [6]; điều đó có thể dự báo, mức độ bóc mòn các thân quặng khu Làng Rẫy - Núi Ngang và khu Xuân Lai lớn hơn khu Cẩm Nhân.

Theo [13], độ sâu tồn tại của thân quặng thường tương quan thuận với chiều dài thân quặng trên bình đồ theo công thức: $h = 0,6 \cdot l$, với h là độ sâu tồn tại thân quặng, hoặc đới quặng, l - chiều dài thân quặng/hoặc đới quặng. Kết quả dự báo theo [13] trình bày trong Bảng 7 (có làm tròn).

Bảng 7. Kết quả dự báo độ sâu tồn tại quặng chì - kẽm trong vùng Cẩm Nhân dự đoán theo Lir lu.V

Khu vực nghiên cứu	Thân quặng	Chiều dài trên bình đồ (m)	Độ sâu tồn tại tính theo Lir lu.V (m)	Độ sâu tồn tại dự đoán có tính đến mức độ bóc mòn và phân cắt theo địa hình hiện tại $h = 0,6 \cdot I^{1/2}$ (m)
Khu Làng Rẫy - Núi Ngang	TQ.1	850	510	255
	TQ.1a	470	280	140
	TQ.2	70	40	20
Khu Cẩm Nhân	TQ.3	450	270	270
	TQ.4	860	520	260
	TQ.5	510	310	155
Khu Xuân Lai	TQ6	560	340	170
	TQ7	800 – 1.000	540	270
Trung bình		584	350	175

Ghi chú: $\frac{1}{2}$ là hệ số điều chỉnh tính đến mức độ bóc mòn và sự phân cắt theo địa hình thực tế

Từ các dẫn liệu trên, cho thấy có nhiều khả năng các thân quặng chì - kẽm trong vùng Cẩm Nhân có thể tồn tại đến độ sâu 250 - 270m so với bề mặt địa hình hiện tại; nghĩa là còn có khả năng tồn tại thân quặng ẩn sâu mà các công trình khoan đã tiến hành trong giai đoạn điều tra đánh giá hoặc thăm dò chưa khống chế được.

4. KẾT LUẬN

➤ Vùng nghiên cứu có cấu trúc địa chất khác phức tạp, với sự có mặt của các thành tạo trầm tích biến chất thuộc hệ tầng Hà Giang; hệ tầng Mia Lé và các trầm tích bờ rời thống Holocen, hệ Đệ tứ. Các thành tạo magma acid thuộc pha 1 phức hệ Phia Bioc và các đá mafic phức hệ Mậu A phân bố trên diện tích khá lớn ở phía tây và ít ở trung tâm vùng.

➤ Các thân quặng đã được điều tra đánh giá hoặc thăm dò có quy mô nhỏ đến trung bình. Thân quặng dạng mạch, mạch thấu kính, nằm giả chỉnh hợp với đá vây quanh (dạng giả tầng), phát triển trong cấu trúc đơn nghiêng, thuộc rìa tây đới cấu trúc Sông Chảy. Tại một số vị trí, gặp các vi mạch lấp đầy khe nứt phát triển dọc đứt gãy xuyên cắt đá vây quanh thường, đi cùng với thân quặng giả tầng, tạo thành thân quặng có hình thái phức tạp hơn các thân quặng dạng giả tầng thuần túy. Quy luật chung là hàm lượng chì, kẽm, bạc và chiều dày thân quặng giảm mạnh theo độ sâu và từ trung tâm ra hai đầu các thân quặng.

➤ Khoáng vật quặng nguyên sinh chủ yếu là sphalerit, galenit, pyrit, ít chalcopyrit, pyrotin; khoáng vật thứ sinh có serusit, covelin, melnicovit. Khoáng vật phi quặng chủ yếu là calcit, dolomit, thạch anh, talc. Trong các thân quặng, Pb có quan hệ khá chặt chẽ Ag, Cu, As, T.Fe; Zn có mối tương quan rất chặt chẽ với Cd. Quặng Pb - Zn trong vùng Cẩm Nhân có nguồn gốc nhiệt dịch nhiệt độ trung bình thấp (170 - 300°C), đặc trưng cho giai đoạn tạo quặng công nghiệp là tổ hợp cộng sinh khoáng vật: pyrit - sphalerit - galenit.

➤ Hệ thống đứt gãy phương Đông Bắc - Tây Nam và á kinh tuyến và đặc điểm thạch địa tầng (đá hoa, đá hoa dolomit bị biến đổi thuộc tập 3, hệ tầng Hà Giang) là các yếu tố liên quan và khống chế quặng hóa chì - kẽm trong vùng. Các đá biến đổi cạnh mạch liên quan quặng hóa chì - kẽm là dolomit hóa, calcit hóa, thạch anh hóa, talc hóa.

➤ Các thân quặng chì - kẽm có thể tồn tại đến độ sâu 250 m - 270 m so với bề mặt địa hình. Kết quả này phù hợp với số liệu do L.N Ovchinnikov công bố năm 1968 (trong [13]). Ngoài các thân quặng lộ trên mặt đã được điều tra đánh giá hoặc thăm dò, trong vùng còn có khả năng tồn tại các thân quặng hiện chưa xuất lộ trên mặt, cần được quan tâm.

➤ Trong thăm dò và khai thác quặng chì - kẽm, cần nghiên cứu thu hồi khoáng sản đi kèm; đáng chú ý là Ag và có thể cả Au để nâng cao giá trị kinh tế mỏ, bảo đảm mục tiêu sử dụng triệt để nguồn tài nguyên không tái tạo □



TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hoàng Thái Sơn (Cb), 1997. *Địa chất khoáng sản nhóm tò Đoan Hùng - Yên Bình tỷ lệ 1: 50.000*, Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.
- [2]. Lương Quang Khang, Nguyễn Phương, Khương Thế Hùng, Bùi Hoàng Bắc, Nguyễn Văn Lâm, 2018. *Phương pháp xử lý thông tin địa chất*. NXB Giao thông vận tải, (ISBN: 978- 604- 76- 1760), 144 trang.
- [3]. Nguyễn Phương, Đỗ Văn Định, 2018. Nghiên cứu đề xuất phương pháp tính trữ lượng quặng đa kim, thiếc - wolfram có chứa nguyên tố có ích đi kèm. *Tạp chí Công nghiệp Mỏ*, số 5, trang 92 - 99.
- [4]. Nguyễn Phương, Nguyễn Phương Đông, Nguyễn Thị Hương, Lê Thị Hương, Đỗ Văn Định, 2020. Đặc điểm quặng hóa chì - kẽm khu vực Phía Đám - Khuổi Mạn. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất*, tập 61, kỳ 5 (2020), trang 121-134.
- [5]. Nguyễn Phương (Cb), 2023. *Báo cáo kết quả thăm dò khoáng sản quặng chì - kẽm khu vực Làng Rầy - Núi Ngang thuộc các xã Cẩm Nhân và Mỹ Gia, huyện Yên Bình, tỉnh Yên Bái*. Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.
- [6]. Nguyễn Văn Hoàn (Cb), 2009. *Báo cáo kết quả “Đánh giá triển vọng quặng chì - kẽm vùng Cẩm Nhân - Mỹ Gia, Yên Bình, Yên Bái”*. Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.
- [7]. A. B. Kazdan, 1974. *Cơ sở phương pháp thăm dò các mỏ khoáng sản*. Bản tiếng Nga, 272 c.
- [8]. F. W. Wellmer, 1998. *Statistical Evaluations in Exploration for Mineral Deposits*. 30655 Hannover, Germany, pp. 1- 159. ISBN 3-540-61242-4 Springer - Verlag Berlin Heidelberg New York. Trang Web <https://www.springer.de>.
- [9]. John C. Davis, 2002. *Statistics and Data Analysis in Geology Third Edition*, pp.11 - 158. ISBN 0-471 -17275-8.
- [10]. J. F. Hair, Anderson R.E., Tatham R.L. and Black W.C., 1998. *Multivariate data analysis. 5th Edition*. Prentice Hall, Inc. Upper Saddle River. New Jersey. 730 pp.
- [11]. P. A. Rujov, V. M. Gudkov, 1966. *Áp dụng phương pháp toán trong thăm dò lòng đất*. “Nedra”, Moskva. Bản tiếng Nga, 234 c.
- [12]. I. N. Usakov, 1962. *Hình học mỏ (Hình học hóa lòng đất)*. Moskva. Bản tiếng Nga, 453 c.
- [13]. V. Lir lu. ,1984. *Nguyên tắc và phương pháp đánh giá độ sâu tồn tại các mỏ nguồn gốc nhiệt dịch của kim loại màu và hiếm*. Leningrad. Bản tiếng Nga, 69 c.
- [14]. Y. Dodge, 2006. *The Oxford Dictionary of Statistical Terms*, OUP. ISBN 0-19-920613-9.

LỜI CẢM ƠN

Tác giả cảm ơn Công ty CP khoáng sản Tây Giang Yên Bình đã cho phép tham khảo và sử dụng một số tài liệu trong “Báo cáo kết quả thăm dò khoáng sản quặng chì - kẽm khu vực Làng Rầy - Núi Ngang thuộc các xã Cẩm Nhân và Mỹ Gia, huyện Yên Bình, tỉnh Yên Bái”.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND LEAD-ZINC MINERALIZATION IN THE CAM NHAN AREA, YEN BAI

Nguyen Phuong^{1,*}, Nguyen Phuong Dong², Hoang Hai Yen³, Le Thi Huong³, Nguyen Phuc Tu³

¹Vietnam Union of Geological Sciences, 6 Pham Ngu Lao, Ha Noi, Vietnam

²Hanoi University of Mining and Geology, 18 Vien Str., Ha Noi, Vietnam

³Mining and Geologic technology consulting and expanding JSC, 91 Nguyen Chi Thanh, Ha Noi, Vietnam

ARTICLE INFOR

TYPE: Research Article

Received: 21/3/2025

Revised: 15/5/2025

Accepted: 18/5/2025

^{1,*} Corresponding author:

Email: phuong_mdc@yahoo.com



ABSTRACT

Based on the combined use of mineralogy and chemical analysis methods, combined with modeling methods, some conclusions are drawn about the geological and lead-zinc mineralization points in the Cam Nhan area as follows:

The study area has a complex geological structure, with the presence of formations belonging to the Ha Giang formation; the Mia Le formation and unconsolidated sediments of the Holocene and Quaternary systems. Acidic magma formations belonging to phase 1 of the Phia Bioc complex and mafic rocks of the Mau A complex are distributed over a fairly large area in the west and less in the center of the region.

Lead-zinc ores are distributed discontinuously, forming a mineralized zone extending from the Northeast to the Southwest and sub-meridional. The lead-zinc mineralized zone contains ore bodies that meet industrial requirements and are mainly related to faults in the northeast to the southwest and sub-meridional directions. The ores are concentrated in marble and altered dolomite marble belonging to group 3 of the Ha Giang formation.

The ore bodies primarily occur as veins, lens veins, and monoclines, predominantly towards the west and northwest with slopes ranging from 20 - 70°; the thickness varies from 0.80 to 3.40m. The concentrations of lead (Pb) and zinc (Zn) in the ore bodies ranges from 0.048% to 16.5%, with averages of 0.124% to 3.343%, exhibiting significant and uneven variations.

The primary ore minerals include galena, sphalerite, pyrite, and lesser amounts of chalcopyrite, pyrrhotite, and magnetite; the non-ore minerals include calcite, dolomite, diopside, phlogopite, and quartz. The characteristic thermal metasomatism includes dolomitization, calcitization, quartzization, and talcization.

The ore has a low-medium temperature hydrothermal origin, with the symbiotic mineral assemblage, characterized by pyrite-sphalerite-galena during the industrial ore-forming phase

Keywords: geological characteristics, lead-zinc mineralization, Cam Nhan, Yen Bai.

@ Vietnam Mining Science and Technology Association