BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

LÊ THỊ THU

ĐẶC ĐIỂM QUẶNG HÓA ĐỒNG TRONG CÁC THÀNH TẠO TRẦM TÍCH VÙNG BIỂN ĐỘNG - QUÝ SƠN

Ngành: Kỹ thuật địa chất

Mã số: 9520501

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA CHẤT

Hà Nội - 2021

Công trình được hoàn thành tại: **Bộ môn Tìm kiếm - Thăm dò; Khoa Khoa học và Kỹ thuật địa chất; Trường Đại học Mỏ - Địa chất**

Người hướng dẫn khoa học:

TS Đỗ Văn Nhuận, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TS Trần Ngọc Thái, Tổng hội Địa chất Việt Nam

Phản biện 1: **PGS. TS Nguyễn Quang Luật**
Tổng Hội Địa Chất Việt Nam

Phản biện 2: **PGS. TSKH Trần Trọng Hòa**
Viện Hàn Lâm Khoa Học và Công Nghệ Việt Nam

Phản biện 3: **TS Nguyễn Văn Nguyên**
Tổng Cục Địa Chất và Khoáng Sản Việt Nam

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án cấp Trường họp tại Trường Đại học Mỏ - Địa chất vào hồi ….., ngày …. tháng …. năm 2021

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện: **Thư viện Quốc gia, Hà Nội hoặc Thư viện trường Đại học Mỏ - Địa chất**

DANH MỤC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ

NCS đã có 04 công trình công bố trên tạp chí, hội thảo khoa học chuyên ngành có uy tín. Chủ trì 02 đề tài nghiên cứu khoa học cấp Bộ đã nghiệm thu. Nội dung các công trình đều có liên quan đến lĩnh vực nghiên cứu của luận án.

1. Lê Thị Thu, Đỗ Văn Nhuận, Hoàng Thị Thoa, *Đặc điểm thành phần khoáng vật, cấu tạo, kiến trúc quặng hóa đồng dải Biển Động Quý Sơn*, Tạp Chí Công Nghiệp Mỏ, số 5, 2018.

2. Lê Thị Thu, Đỗ Văn Nhuận, Hoàng Thị Thoa (07/12/2018), *Đặc điểm thành phần vật chất và điều kiện hóa lý thành tạo quặng đồng dải Biển Động - Quý Sơn bồn trũng An Châu*, Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với phát triển bền vững.

3. Le Thi Thu, Do Văn Nhuan, Nguyen Kim Long, (2018) *Structural feature of some copper mines in Bien Dong-Quy Son strip of An Chau structural zone*, Vol.59, Issue 3.

4. Trần Anh Ngoan, Lê Thị Thu, Hoàng Thị Thoa, *Khoáng hóa đa kim liên quan với các đá vây quanh và biến đổi nhiệt dịch miền Đông bắc Việt Nam*, Tạp trí KHKT Mỏ- Địa chất, số 21, Tr 44-48, 01/2008.

5. Chủ trì đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ, mã số B2006-02-06. *Nghiên cứu Thành phần khoáng vật, cấu tạo kiến trúc quặng để thành lập bộ atlat chuẩn mẫu khoáng tướng quặng đa kim vùng Đông bắc Việt Nam*, đã nghiệm thu năm 2008.

6. Chủ trì đề tài khoa học và công nghệ cấp Bộ, mã số B2016-MDA-05ĐT, *Nghiên cứu điều kiện thành tạo quặng Đồng bồn trũng An Châu, Đông bắc Việt Nam*, đã nghiệm thu năm 2018.

MỞ ĐẦU

1- Tính cấp thiết của đề tài

Đồng là kim loại được sử dụng rộng rãi trong rất nhiều lĩnh vực của đời sống như sản xuất các loại dây dẫn điện, các thiết bị điện, các dụng cụ sử dụng trong cuộc sống của con người… Quặng đồng có mặt ở nhiều nơi trên thế giới, nhưng tập trung nhiều nhất ở châu Mỹ, hàng năm lượng quặng đồng được khai thác ở châu lục này (năm 2009 là 8.960.000 tấn) chiếm khoảng 50% quặng đồng khai thác trên toàn thế giới (15.757.800 tấn).

Theo các kết quả nghiên cứu trước đây, quặng đồng thường tập trung trong các kiểu mỏ có nguồn gốc như đồng porphyr, magma dung ly, carbonatit, skarn, nhiệt dịch phun trào, mỏ dạng tầng… Trong số các kiểu mỏ trên, kiểu mỏ đồng porphyr thường có quy mô và trữ lượng lớn, điển hình cho loại mỏ này là mỏ Kounrat ở Kazacstan…

Ở Việt Nam trong quá trình đo vẽ Bản đồ địa chất, các nhà khoa học đã phát hiện một số mỏ đồng có giá trị công nghiệp cao, hiện đã và đang đưa vào khai thác như mỏ đồng Sin Quyền, mỏ nickel đồng Bản Phúc, mỏ đồng Suối Chát, các mỏ đồng trong bồn trũng An Châu… Trong số các mỏ đồng nói trên, các thành tạo đồng phân bố trong tầng trầm tích thuộc bồn trũng An Châu nói chung và vùng Biển Động - Quý Sơn nói riêng đã được phát hiện từ lâu và hiện đang khai thác. Mặc dù vậy, việc nghiên cứu nguồn gốc, điều kiện thành tạo, quy luật phân bố, các yếu tố khống chế quặng hóa chưa được tiến hành và đầu tư đầy đủ.

Ngày nay với công nghệ nghiên cứu ngày càng phát triển, ngày càng đi sâu vào bản chất hơn, các vấn đề tồn tại nêu trên sẽ được nghiên cứu sinh (NCS) chứng minh bằng các kết quả nghiên cứu mới nhất của mình. Đó là lý do chính để lựa chọn đề tài luận án với tiêu đề "Đặc điểm quặng hóa đồng trong các thành tạo trầm tích vùng Biển Động-Quý Sơn".

2- Mục tiêu của luận án: Làm sáng tỏ đặc điểm địa chất, thành phần vật chất quặng, đặc điểm biến đổi đá vây quanh và điều kiện hóa lý dung dịch tạo quặng. Từ đó, xác định nguồn gốc và điều kiện thành tạo quặng đồng trong các thành tạo trầm tích vùng Biển Động - Quý Sơn.

3- Đối tượng nghiên cứu: Đối tượng nghiên cứu là quặng đồng và các thành tạo địa chất liên quan vùng Biển Động- Quý Sơn.

4- Phạm vi nghiên cứu: Vùng nghiên cứu nằm ở phía Đông - Đông Nam Bồn trũng An Châu, thuộc hai huyện Lục Ngạn và Sơn Động tỉnh Bắc Giang.

5- Nội dung nghiên cứu chính

- Nghiên cứu cấu trúc địa chất vùng Biển Động- Quý Sơn.

- Nghiên cứu đặc điểm thành phần vật chất: thành phần khoáng vật, THCSKV, cấu tạo, kiến trúc quặng; thành phần hoá học quặng đồng và tổ hợp thành phần có ích đi kèm.

- Nghiên cứu điều kiện thành tạo: nghiên cứu điều kiện địa chất, điều kiện hóa-lý thành tạo quặng đồng.

- Nghiên cứu các yếu tố khống chế quặng hoá đồng: nghiên cứu yếu tố thạch địa tầng khống chế quặng hóa đồng; nghiên cứu yếu tố cấu trúc kiến tạo khống chế quặng hóa đồng; nghiên cứu các đá biến đổi nhiệt dịch vây quanh quặng đồng.

- Xác lập kiểu nguồn gốc và tiến trình tạo quặng đồng vùng nghiên cứu.

- Xác lập các tiền đề và dấu hiệu tìm kiếm-dự báo.

6- Phương pháp nghiên cứu

**** Phương pháp thu thập, phân tích, so sánh, tổng hợp tài liệu***

**** Tổ hợp các phương pháp nghiên cứu tại thực địa:***

- Khảo sát, xác định vị trí các thân quặng trong các mặt cắt địa chất chính cắt qua khu mỏ;
- Xác định thành phần các đá vây quanh quặng;
- Xác định các điều kiện kiến tạo khống chế định vị thân quặng;
- Xác định hình thái, kích thước và thành phần của các thân quặng v.v..
- Thu thập các loại mẫu tại khai trường, vết lộ cũng như mẫu lõi khoan.

**** Tổ hợp các phương pháp nghiên cứu trong phòng:***

- Phương pháp phân tích khoáng tướng;
- Phương pháp phân tích thạch học lát mỏng;
- Phương pháp phân tích quang phổ plasma (ICP, ICP-MS);
- Phương pháp phân tích hiển vi điện tử quét (SEM);
- Phương pháp phân tích đồng vị S, O, C;
- Phương pháp phân tích nhiệt độ đồng hóa bao thể;
- Phương pháp nghiệm lạnh xác định độ muối trong bao thể;

- Phương pháp quang phổ Raman xác định thành phần bao thể;
- Phương pháp tổng hợp, xử lý, đối sánh và luận giải số liệu;

7- Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiến của luận án

Ý nghĩa khoa học: Kết quả nghiên cứu của luận án đã luận giải có cơ sở khoa học về nguồn gốc và điều kiện thành tạo quặng đồng vùng Biển Động - Quý Sơn là nhiệt dịch nhiệt độ trung bình - thấp. Đây là kết quả nghiên cứu mới quan trọng, đóng góp cho khoa học địa chất nói chung và cho công tác đào tạo của trường Đại học Mỏ - Địa chất nói riêng.

Ý nghĩa thực tiễn: Kết quả nghiên cứu của luận án, góp phần quan trọng cho công tác định hướng, tìm kiếm, thăm dò và khai thác quặng đồng trong vùng Biển Động - Quý Sơn và trong các khu vực lân cận có điều kiện địa chất tương tự.

8- Các luận điểm bảo vệ

Luận điểm 1: Quặng hóa đồng vùng Biển Động - Quý Sơn thuộc kiểu mỏ nhiệt dịch theo tầng, được thành tạo trong điều kiện nhiệt độ trung bình - thấp, với tổ hợp cộng sinh khoáng vật đặc trưng là tetrahedrit - tennantit - chalcosin - bornit -chalcopyrit.

Luận điểm 2: Quặng hóa đồng vùng Biển Động - Quý Sơn phân bố chủ yếu trong các đới dập vỡ kiến tạo phương á vĩ tuyến đến đông bắc - tây nam và bị khống chế bởi hai yếu tố:

- Yếu tố cấu trúc kiến tạo là hệ thống đứt gãy dạng vòng cung phương á vĩ tuyến đến đông bắc - tây nam đóng vai trò phân phối và chứa quặng.

- Yếu tố thạch - địa tầng là các đá trầm tích lục nguyên chứa vôi thuộc phân hệ tầng giữa và trên của hệ tầng Mẫu Sơn.

9- Các điểm mới của luận án

- Quặng đồng trong vùng có nguồn gốc nhiệt dịch nhiệt độ trung bình thấp, được hình thành từ dung dịch nhiệt dịch mà nguồn nước có sự pha trộn giữa nguồn magma, trầm tích carbonat biển và nước khí tượng.

- Phân chia quá trình tạo khoáng nhiệt dịch thành ba giai đoạn, trong đó quặng hóa đồng được hình thành ở giai đoạn 2 với tổ hợp cộng sinh khoáng vật đặc trưng Tetrahedrit - tennantit - chalcosin - bornit - chalcopyrit.

- Góp phần làm sáng tỏ thêm cấu trúc địa chất, đặc điểm tướng đá và kiến tạo vùng nghiên cứu;… làm cơ sở để xác định tiền đề tìm kiếm và các yếu tố khống chế quặng hóa…

- Đã xác định 03 kiểu biến đổi nhiệt dịch vây quanh quặng là dolomit hóa, thạch anh hóa, clorit hóa và đặc điểm phân bố của chúng trong vùng nghiên cứu.

- Cung cấp các tài liệu mới, có độ tin cậy cao về về nhiệt độ, áp suất, thành phần vật chất của các bao thể trong thạch anh và thành phần đồng vị bền (S, C, O) của các khoáng vật quặng, phi quặng lấy trong các mạch quặng đồng. Trên cơ sở đó đã xác định được nguồn gốc của dung dịch tạo quặng (nguồn nước và nguồn vật chất quặng).

10- Cơ sở tài liệu và khối lượng thực hiện nghiên cứu luận án

Luận án được xây dựng trên cơ sở những tài liệu tham khảo trong công tác đo vẽ Bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200.000, tờ Lạng Sơn, do Đoàn Kỳ Thụy và các tác giả đoàn địa chất 20G thực hiện năm 1976. Các tài liệu Bản đồ địa chất nhóm tờ Thanh Mọi, tỷ lệ 1:50.000, do các tác giả Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản thực hiện năm 1997. Các tài liệu tìm kiếm thăm dò quặng đồng trong vùng nghiên cứu từ năm 1960 đến nay.

Các tài liệu do NCS và các đồng nghiệp tiến hành khảo sát thực hiện đề tài khoa học công nghệ mã số B2016MDA-05ĐT, có tên "Nghiên cứu điều kiện thành tạo quặng đồng trong bồn trũng An Châu, đông bắc Việt Nam", do NCS làm chủ nhiệm, thực hiện trong 2 năm 2016 - 2017. Ngoài ra luận án còn tham khảo các công trình nghiên cứu Cu trong và ngoài nước khác.

11- Cấu trúc luận án

Ngoài phần mở đầu, kết luận và tài liệu tham khảo, luận án gồm 5 chương:

Chương 1: Đặc điểm cấu trúc địa chất vùng Biển Động - Quý Sơn

Chương 2: Cơ sở lý luận và phương pháp nghiên cứu

Chương 3: Đặc điểm địa chất quặng hóa đồng vùng Biển Động - Quý Sơn

Chương 4: Đặc điểm thành phần vật chất quặng hóa đồng vùng Biển Động - Quý Sơn

Chương 5: Các yếu tố khống chế quặng hóa và tiền đề, dấu hiệu tìm kiếm quặng đồng vùng Biển Động - Quý Sơn

12- Nơi Thực hiện đề tài và lời cảm ơn

Luận án được hoàn thành tại Bộ môn Tìm kiếm Thăm dò, Khoa Khoa học và Kỹ thuật Địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất dưới sự hướng dẫn khoa học của TS Đỗ Văn Nhuận và TS Trần Ngọc Thái. Tác giả xin được bày tỏ lòng cám ơn sâu sắc đến các cán bộ hướng dẫn đã tận tình, sâu sát hướng dẫn trong suốt thời gian học tập, xây dựng luận án.

Trong quá trình thực hiện luận án, tác giả đã nhận được sự quan tâm tạo điều kiện của các thầy - cô trong Bộ môn chủ quản Tìm kiếm Thăm dò và nhiều ý kiến đóng góp của các nhà khoa học như PGS.TS Nguyễn Quang Luật, PGS.TS Đỗ Đình Toát; PGS.TS Phạm Văn Trường, PGS.TS Đặng Xuân Phong; PGS.TS Nguyễn Phương; PGS. TS Nguyễn Văn Lâm; TS Đỗ Quốc Bình; TS Tô Xuân Bản; ThS Nguyễn Kim Long; ThS Phan Viết Nhân; cùng nhiều nhà khoa học và đồng nghiệp khác. Tác giả xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến các nhà khoa học nêu trên.

Tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ, giúp đỡ của Ban Giám hiệu Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Phòng Đào tạo sau đại học, BCN Khoa Khoa học và Kỹ thuật Địa chất; Bộ môn Khoáng Sản trước đây và Bộ môn Tìm kiếm Thăm dò trong suốt quá trình tác giả thực hiện luận án.

Tác giả xin cám ơn gia đình, người thân đã luôn động viên, sát cánh giúp đỡ, tạo động lực để tác giả hoàn thành luận án.

Chương 1: ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC ĐỊA CHẤT VÙNG BIỂN ĐỘNG - QUÝ SƠN

1.1. Vị trí vùng nghiên cứu trên bình đồ cấu trúc khu vực

Vùng Biển Động - Quý Sơn có diện tích chủ yếu nằm trong bồn trũng An Châu và chịu sự chi phối của các hoạt động kiến tạo liên quan đến quá trình hình thành, phát triển của bồn trũng này. Hiện tại, hầu hết các nhà địa chất Việt Nam đều cho rằng bồn trũng An Châu là bồn rift nội lục.

1.2. Sơ lược về lịch sử nghiên cứu địa chất và khoáng sản đồng vùng Biển Động - Quý Sơn

Khoáng hoá đồng khu vực nghiên cứu được biết đến từ trước Cách mạng tháng 8/1945. Năm 1955 - 1956 các chuyên gia Liên Xô đã tiến hành khảo sát và đo vẽ Bản đồ tỷ lệ 1:2.000; 1:1.000 mỏ Biển Động, Lân, Giáo Liêm. Năm 1959 các nhà địa chất Việt Nam và chuyên gia Trung Quốc tiến hành điều tra và đánh giá khu vực Biển Động. Năm 1960 - 1961, Đoàn 105 kết hợp với các chuyên gia Tiệp Khắc đã tiến hành thăm dò và tìm kiếm chi tiết một số mỏ và điểm quặng. Công tác đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản nhóm tờ Thanh Mọi năm 1997 đã tiến hành điều tra chi tiết các điểm quặng trong khu vực ...

Về nguồn gốc, các công trình nghiên cứu từ trước đến nay thể hiện các quan điểm và mức độ nghiên cứu khác nhau:

- Vào những năm 60 của thế kỷ trước, các nhà nghiên cứu Liên Xô, Trung Quốc và Việt Nam cho rằng quặng đồng vùng Biển Động có nguồn gốc trầm tích với tên gọi "cát kết ngậm đồng";
- Năm 1976 trong công trình đo vẽ lập Bản đồ địa chất tỷ lệ 1/200.000 tờ Lạng Sơn, Đoàn Kỳ Thụy cho rằng quặng đồng ở đây có nguồn gốc nhiệt dịch nhiệt độ trung bình - thấp;
- Năm 2013, Trần Bỉnh Chư cho rằng quặng đồng vùng Biển Động - Quý Sơn thuộc kiểu mỏ dạng tầng hay đồng trong cát kết (giáo trình Địa chất các mỏ khoáng công nghiệp kim loại).

Lịch sử nghiên cứu địa chất vùng cho thấy: Cấu trúc địa chất vùng đã được nghiên cứu tương đối chi tiết và đủ độ tin cậy để xây dựng luận án. Tuy nhiên các yếu tố cấu trúc kiến tạo khống chế quặng hóa cũng như đặc điểm của các thành tạo trầm tích chứa quặng đồng trong vùng chưa được nghiên cứu làm rõ. Kết quả nghiên cứu về nguồn gốc, điều kiện thành tạo quặng đồng còn thiếu số liệu, vì vậy còn tồn tại những quan điểm khác nhau. Trong đó cũng đã có ý kiến cho rằng quặng đồng trong vùng nghiên cứu có nguồn gốc nhiệt dịch nhiệt độ trung bình - thấp (Đoàn Kỳ Thụy và nnk 1976), nhưng chưa đưa ra được những tài liệu, số liệu chứng minh cho

nhận định này. Đó là những vấn đề quan trọng mà luận án cần tập trung nghiên cứu làm rõ.

1.3. Khái quát cấu trúc địa chất vùng Biển Động - Quý Sơn

1.3.1. Khái quát về địa tầng

Tham gia vào cấu trúc địa chất vùng nghiên cứu gồm có các phân vị địa tầng sau: Hệ tầng Tấn Mài (O_3 - S_2*tm*), Hệ tầng Mia Lé (D_1*ml*), Hệ tầng Hồ Tam Hoa ($D_{2\text{-}3}$*th*), Hệ tầng Bắc Sơn (C_{1V}-P_2*bs*), Hệ tầng Đồng Đăng (P_{3c} *đđ*), Hệ tầng Lạng Sơn (T_{1i} *ls*), Hệ tầng Bình Liêu (T_2a*bl*$_2$), Hệ tầng Khôn Làng (T_{2a} *kl*), Hệ tầng Nà Khuất (T_2*nk*), Hệ tầng Mẫu Sơn (T_3c*ms*), Hệ tầng Văn Lãng (T_3n-r*vl*), Hệ tầng Hà Cối ($J_{1\text{-}2}$*hc*), Hệ Tầng Bản Hang (K_1*bh*).

1.3.2. Magma

Trong khu vực nghiên cứu không quan sát thấy sự xuất lộ của magma xâm nhập nào tuy nhiên các biểu hiện magma xâm nhập quanh khu vực nghiên cứu đã được ghi nhận gồm Xâm nhập Trias giữa Phức hệ Núi Điệng γT_2nđ (Nguyễn Kinh Quốc, 1969) và Phức hệ Pia Oắc (γK_2 *po*). Tuy nhiên, theo các kết quả nghiên cứu cho thấy, các phức hệ magma xâm nhập này không có tính chuyên hóa sinh khoáng đồng.

1.3.3. Cấu trúc - kiến tạo

1.3.3.1 Các đơn vị cấu trúc - kiến tạo

Vùng Biển Động - Quý Sơn nằm ở phần đông, đông bắc rift nội lục An Châu, nơi giáp ranh với đai tạo núi nội lục Paleozoi sớm Đông Bắc Bắc Bộ và địa hào Quảng Ninh. Vì vậy, quá trình hình thành, phát triển địa chất của vùng gắn liền với sự hình thành, phát triển của rift nội lục An Châu, đồng thời chịu sự chi phối của các hoạt động kiến tạo trong đai tạo núi nội lục Paleozoi sớm Đông Bắc Bắc Bộ và địa hào Quảng Ninh.

Ranh giới giữa rift An Châu và đai tạo núi nội lục Đông Bắc Bắc Bộ trong vùng Biển Động - Quý Sơn là đới đứt gãy Sông Thương (F1) ở phía tây bắc; ranh gới giữa rift An Châu và địa hào Quảng Ninh đới đứt gãy Yên Tử - Tấn Mài (F7) ở phía nam.

Trên bình đồ cấu trúc - kiến tạo hiện tại, cho thấy 03 diện tích được ngăn cách bởi 02 đới đứt gãy F1, F7 có cấu trúc địa chất khác nhau. Vì vậy, có thể phân chia vùng nghiên cứu thành 03 khối cấu trúc; đó là: khối cấu trúc Chi Lăng, khối cấu trúc Biển Động - Quý Sơn và khối cấu trúc Lục Sơn - Tân Dân.

1.3.3.2 Các tổ hợp thạch - kiến tạo

Theo Trần Văn Trị và nnk (2009, 2015), các thành tạo trong vùng Biển Đông - Quý Sơn được xếp vào các tổ hợp thạch-kiến tạo (TH - TKT) sau:

- *TH - TKT kiểu aulacogen Cambri - Silur*
- *TH - TKT thềm cận lục địa thụ động Devon - Permi*
- *TH - TKT rift nội lục Permi muộn-Trias giữa*
- *TH - TKT molas lục địa Trias muộn-Kreta sớm*

1.3.3.3. Đặc điểm biến dạng kiến tạo

Nếp uốn: Trong vùng nghiên cứu các nếp uốn phát triển khá phong phú, chúng có vai trò quan trọng trong việc khống chế và là nơi cư trú của quặng hoá.

Hệ thống đứt gãy: Trên cơ sở các kết quả đã nghiên cứu cho thấy có thể phân chia các hệ thống đứt gãy trong vùng ra ba hệ thống chính: Hệ thống đứt gãy dạng vòng cung; Hệ thống đứt gãy phương tây bắc - đông nam; Hệ thống đứt gãy phương á kinh tuyến. Trong ba hệ thống đứt gãy trên, hệ thống đứt gãy dạng vòng cung là hệ thống đứt gãy lớn nhất, có lịch sử phát triển lâu dài nhất và là hệ thống khống chế quá trình hình thành, phát triển các khối cấu trúc, cũng như quá trình quặng hoá đồng trong vùng nghiên cứu.

1.3.4. Khoáng sản

Tổng hợp kết quả điều tra địa chất - khoáng sản khu vực và tìm kiếm khoáng sản từ trước đến nay cho thấy, khu vực nghiên cứu có nguồn tài nguyên khoáng sản tương đối phong phú và đa dạng như sắt, đồng, chì - kẽm, vàng, thuỷ ngân, barit, dầu mỏ...

Chương 2
CƠ SỞ LÝ LUẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đặc điểm địa hóa và khoáng vật học của đồng

Đồng có số thứ tự thứ 29 trong Bảng tuần hoàn của Mendeleev, trọng lượng nguyên tử 63,54. Đồng có 2 đồng vị là 63 và 65. Trị số Clark của đồng là $4,7x10^{-3}$. Hàm lượng đồng trong đá siêu mafic là 2.10^{-3}%, trong đá mafic là 1.10^{-2}%, trong đá trung tính là $3,5.10^{-2}$%, trong đá axit là 2.10^{-3}% . Hệ số tập trung đạt tới 200 lần, đồng là nguyên tố ưa lưu huỳnh.

Đặc điểm khoáng vật học của đồng : Hiện nay đã xác định được trên 240 khoáng vật đồng. Trong số đó có giá trị công nghiệp là những khoáng

vật như: Đồng tự sinh; Chalcopyrit; Bornit; Cubanit; Chalcozin; Covellit; Tennantit; Tetrahedrit; Enacgit; Cuprit; Domeykit; Tenorit; Malachit; Azurit; Chrysocolla.

2.2. Phân loại các kiểu mỏ đồng trên Thế giới và Việt Nam

Các mỏ đồng trên thế giới rất đa dạng, chúng thuộc về các nhóm nguồn gốc khác nhau. Trong số các mỏ công nghiệp của đồng người ta chia ra: mỏ magma, mỏ carbonatit, mỏ skarn, mỏ nhiệt dịch pluton (đồng porphyr), mỏ konchedan, mỏ stratiform (đá phiến và cát kết chứa đồng). Các kiểu mỏ này có giá trị kinh tế rất không đều nhau. Cụ thể là các mỏ đồng porphyr chiếm từ 65 -70% trữ lượng đã được xác nhận của thế giới, đá phiến và cát kết chứa đồng chiếm từ 15-20%; các mỏ konchedan chiếm 5-8%, các mỏ sulfua Cu-Ni chiếm 2-2,5%, các mỏ skarn chiếm 2-4%, mỏ carbonatit chiếm 0,5-0,75.

Các kiểu mỏ đồng ở Việt Nam: Các kết quả nghiên cứu từ trước đến nay đã phát hiện trên lãnh thổ Việt Nam có các kiểu mỏ công nghiệp của đồng như sau: Kiểu mỏ Cu - Ni nguồn gốc magma; Kiểu mỏ đồng nhiệt dịch; Kiểu mỏ Konchedan đồng; Kiểu mỏ đồng - thạch anh; Kiểu mỏ cát kết và đá phiến chứa đồng

2.3. Các phương pháp nghiên cứu được sử dụng trong luận án

Các phương pháp NCS sử dụng trong luận án gồm: Phương pháp thu thập, phân tích, so sánh, tổng hợp tài liệu; Phương pháp Khảo sát và lấy mẫu phân tích quặng; Phương pháp khoáng tướng; Phương pháp thạch học lát mỏng; Phương pháp hiển vi điện tử quét (SEM); Phương pháp ICP-MS; Phương pháp phân tích địa hóa đồng vị S, C-O; Phương pháp xác định nhiệt độ đồng hóa bao thể; Phương pháp nghiệm lạnh xác định độ muối trong bao thể; Phương pháp quang phổ Raman xác định thành phần bao thể.

2.4. Các khái niệm được sử dụng trong luận án gồm: Kiểu mỏ, kiểu quặng, thân quặng, quặng, tổ hợp khoáng vật, tổ hợp cộng sinh khoáng vật, vùng quặng, dải quặng, điểm quặng, điểm khoáng hóa, thời kỳ tạo khoáng, giai đoạn tạo khoáng.

Chương 3: ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT QUẶNG HÓA ĐỒNG VÙNG BIỂN ĐỘNG-QUÝ SƠN

3.1. Đặc điểm các thành tạo địa chất vây quanh quặng đồng

Đá chứa quặng đồng (đá vây quanh quặng đồng) duy nhất ở vùng là các đá trầm tích lục nguyên như cát kết arkos, bột kết tướng tiền châu thổ

(thuộc phân hệ tầng Mẫu Sơn giữa) và lục nguyên cacbonat hạt mịn tướng vũng vịnh biển nông (thuộc phân hệ tầng Mẫu Sơn trên). Riêng vùng Biển Đông - Quý Sơn gần giữa bồn trũng An Châu, mặt cắt đầy đủ gồm ba phân hệ tầng như sau:

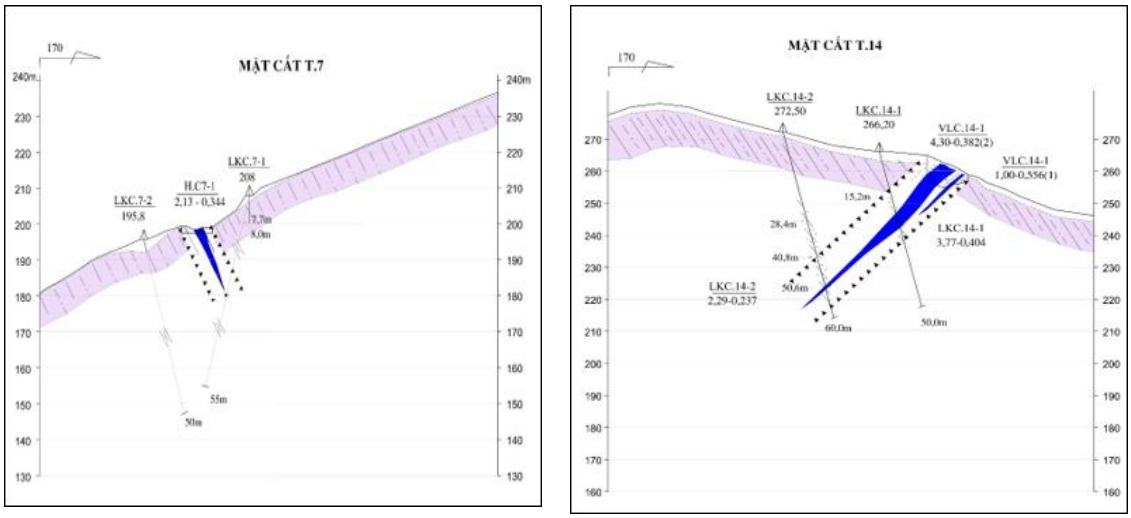
- Phân hệ tầng dưới gồm các tập cát kết, cát bột kết màu nâu đỏ, xen ít cát kết dạng quaczit, thấu kính cuội kết, sạn kết;
- Phân hệ tầng giữa gồm cát kết, bột kết màu nâu đỏ, xen ít đá vôi hạt mịn, sét vôi màu xám;
- Phân hệ tầng trên gồm sét bột kết, sét kết, sét vôi, đá vôi sét, đá vôi vi hạt, đá vôi dolomit hóa màu xám, sét than, sét vôi than màu xám đen, trên cùng là cát kết, bột kết xen ít sạn kết màu nâu đỏ.

3.2. Đặc điểm phân bố và hình thái, cấu trúc các thân quặng đồng

Kết quả nghiên cứu cho thấy, các thân quặng đồng vùng nghiên cứu phân bố chủ yếu trong các tổ hợp đá trầm tích lục nguyên như cát kết arkos, bột kết tướng tiền châu thổ (thuộc phân hệ tầng Mẫu Sơn giữa) và lục nguyên cacbonat hạt mịn tướng vũng vịnh biển nông (thuộc phân hệ tầng Mẫu Sơn trên). Thân quặng thường có dạng thấu kính, xuyên cắt hoặc phân bố trong các mặt bong lớp của hệ tầng, (hình 3.1). Các mỏ và điểm quặng này được giới hạn bởi bởi các hệ thống đứt gãy phương tây bắc-đông nam (F10, F12) và hệ thống đứt gãy phương á vĩ tuyến đến đông bắc-tây nam (F2, F6) trong khối cấu trúc Biển Đông-Quý Sơn. Căn cứ vào cấu trúc và sự phân bố của các mỏ và điểm quặng đồng vùng nghiên cứu cho thấy, khoáng hóa đồng tập trung thành hai dải quặng .

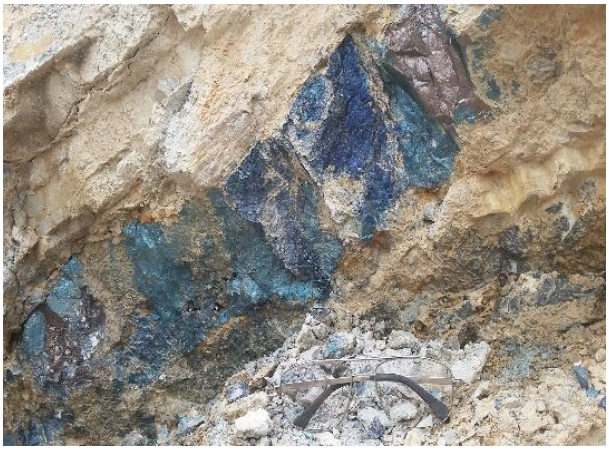
Dải quặng 1 gồm các mỏ và điểm quặng đồng phân bố dọc hai bên đứt gãy gần mặt trục phương á vĩ tuyến đến đông bắc-tây nam. Đây là dải quặng có phân bố phong phú các điểm quặng và khoáng hóa đồng nhất. Đại diện cho dải quặng này là các mỏ và điểm quặng như Cầu Nhạc, Làng Đình, Đèo Váng, làng Cải....

Dải quặng 2. gồm các mỏ và điểm quặng phân bố ở vị trí trung tâm vùng nghiên cứu, dọc theo đứt gãy cắt qua cánh bắc - tây bắc của nếp lõm Tân Hoa và một vài mỏ phân bố dọc theo hai cánh của nếp lồi nhỏ Giáo Liêm. Có thể kể đến các điểm quặng, điểm khoáng hóa như mỏ Đồng Bưa, mỏ Khuôn Mười, mỏ Giáo Liêm, mỏ Gốc Sấu, mỏ Lân, điểm quặng Suối Than,... (chi tiết về các điểm quặng trong dải quặng 1 và 2 được NCS mô tả trong luận án)



Hình 3.1.Mặt cắt địa chất T7 và T14 điểm quặng Cầu nhạc

Ảnh 3.1.Đới vò nhàu dập vỡ, thế nằm dốc đứng chứa quặng đồng mỏ Gốc Sấu



Ảnh 3.2. Mạch chalcosin đặc sít xuyên cắt chéo góc các lớp đá phiến sét - vôi

3.3. Đặc điểm các đá biến đổi nhiệt dịch gần quặng

Các hiện tượng biến đổi nhiệt dịch gặp trong vùng nghiên cứu gồm thạch anh hóa, clorit hóa, dolomit hóa, sericit hóa. Ngoài các hiện tượng trên, trong vùng nghiên cứu còn gặp các hiện tượng biến đổi nhiệt dịch calcit hóa, sericit hóa với mức độ yếu.

Chương 4: ĐẶC ĐIỂM THÀNH PHẦN VẬT CHẤT QUẶNG ĐỒNG VÙNG BIỂN ĐỘNG - QUÝ SƠN

4.1. Đặc điểm thành phần khoáng vật

Kết quả phân tích mẫu khoáng tướng, mẫu lát mỏng thạch học, kết hợp với các kết quả phân tích SEM tại Trường Đại học Mỏ - Địa chất cùng

với việc tổng hợp các kết quả nghiên cứu có trước cho thấy thành phần khoáng vật quặng vùng Biển Động - Quý Sơn được thống kê ở bảng 4.1.

Bảng 4.1.Thành phần khoáng vật quặng đồng vùng Biển Động - QuýSơn

Khoáng vật tạo quặng		**Khoáng vật phi quặng**	
Khoáng vật nguyên sinh	**Khoáng vật thứ sinh**	**Khoáng vật tạo đá biến đổi**	**Khoáng vật mạch**
Tetrahedrit	Azurit	Clorit	Thạch anh
Bornit	Malachit	Dolomit	Calcit
Chalcosin	Covelin	Sericit	
Chalcopyrit	Limonit		
Tennantit			
Đồng tự sinh			
Electrum			
Pyrit			
Galenit			
Sphalerit			
Vàng tự sinh			

4.2. Đặc điểm cấu tạo và kiến trúc quặng

4.2.1. Đặc điểm cấu tạo quặng

Các khoáng vật quặng trong vùng nghiên cứu được thành tạo chủ yếu theo phương thức lấp đầy các hệ thống khe nứt, đứt gãy, các đới dập vỡ cà nát, mặt tách phiến, bong lớp và phương thức trao đổi thay thế (gặm mòn, hòa tan) với các khoáng vật tạo trước.

Do có sự phân bố không đồng đều của các khoáng vật trong các thân quặng nên quặng có cấu tạo đa dạng. Các vi cấu tạo gặp dưới kính là mạch, mạng mạch, xâm tán, ổ, dải hạt, gặm mòn, vành riềm,...

4.2.2. Đặc điểm kiến trúc quặng

Trong vùng nghiên cứu tồn tại 2 nhóm kiến trúc nguyên sinh và thứ sinh. Nhóm kiến trúc nguyên sinh được hình thành đồng thời với quá trình tạo quặng do sự trao đổi thay thế các khoáng vật thành tạo trước với dung dịch nhiệt dịch. Nhóm kiến trúc thứ sinh của quặng nguyên sinh được hình

thành sau quá trình tạo quặng, liên quan tới sự phá huỷ kiến tạo sau quặng, quặng bị cà nát, dập vỡ, tái kết tinh, định hướng,... Các kết quả phân tích khoáng tướng các mẫu quặng trong vùng nghiên cứu gặp những kiến trúc sau: Kiến trúc hạt tự hình, nửa tự hình; Kiến trúc hạt tha hình; Kiến trúc gặm mòn thay thế; Kiến trúc liên tinh tỏa tia; Kiến trúc keo, vi tinh, giả hình; Kiến trúc xen lấp.

4.3. Đặc điểm thành phần hóa học quặng

Tổng hợp các kết phân tích của 1339 mẫu hóa quặng cho thấy hàm lượng đồng trong khu vực nghiên cứu dao động trong khoảng lớn từ 0,01 đến 29,01%, trung bình 1,44%.

Ngoài các kết quả phân tích hóa quặng đồng kể trên, tác giả đã tiến hành phân tích thêm một số mẫu địa hóa nguyên sinh trong khu vực nghiên cứu đối với đồng-chì - kẽm tại trung tâm phân tích thí nghiệm của Liên đoàn Địa chất Xạ Hiếm bằng máy RS-ICPMS. Kết quả cho thấy hàm lượng đồng dao động từ 0,02 đến 0,05%, trung bình 0,03% ; Zn từ 0,06 đến 0,1%, trung bình 0,08%; Pb từ 0,01 đến 0,02%, trung bình 0,012%.

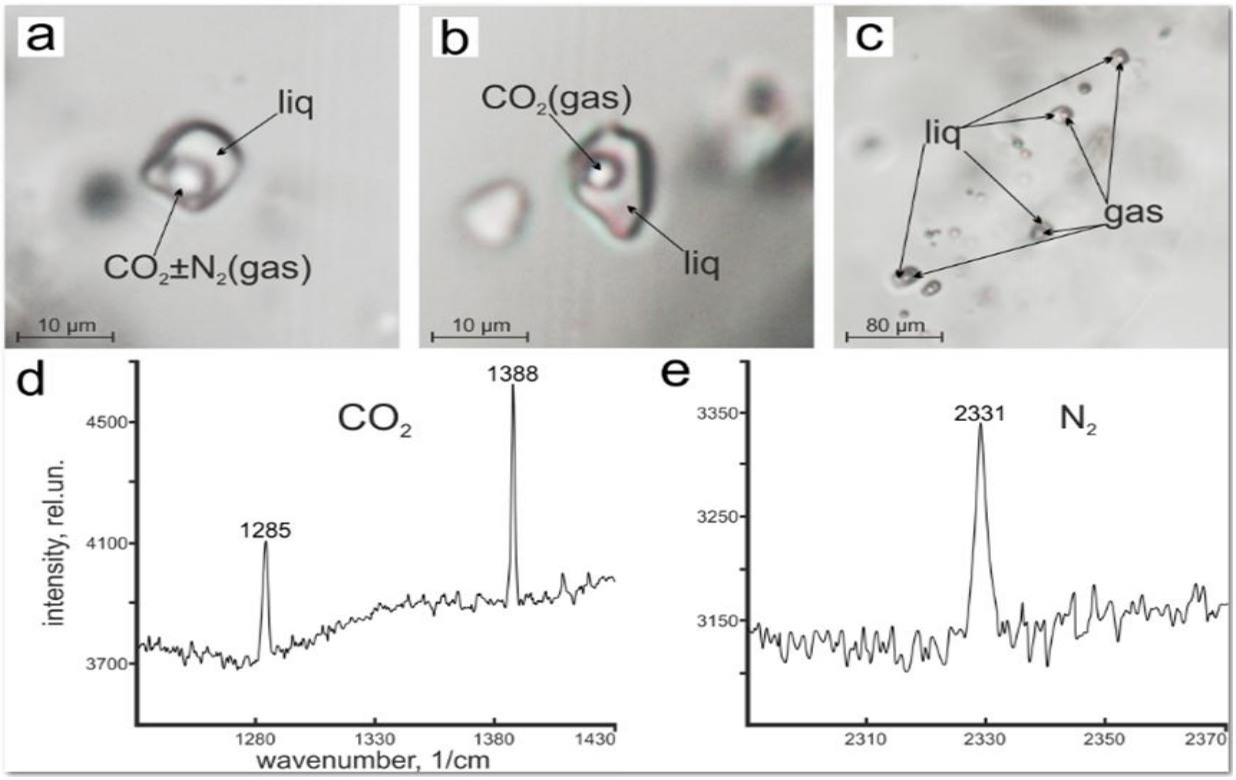
4.4. Nguồn gốc quặng hóa đồng

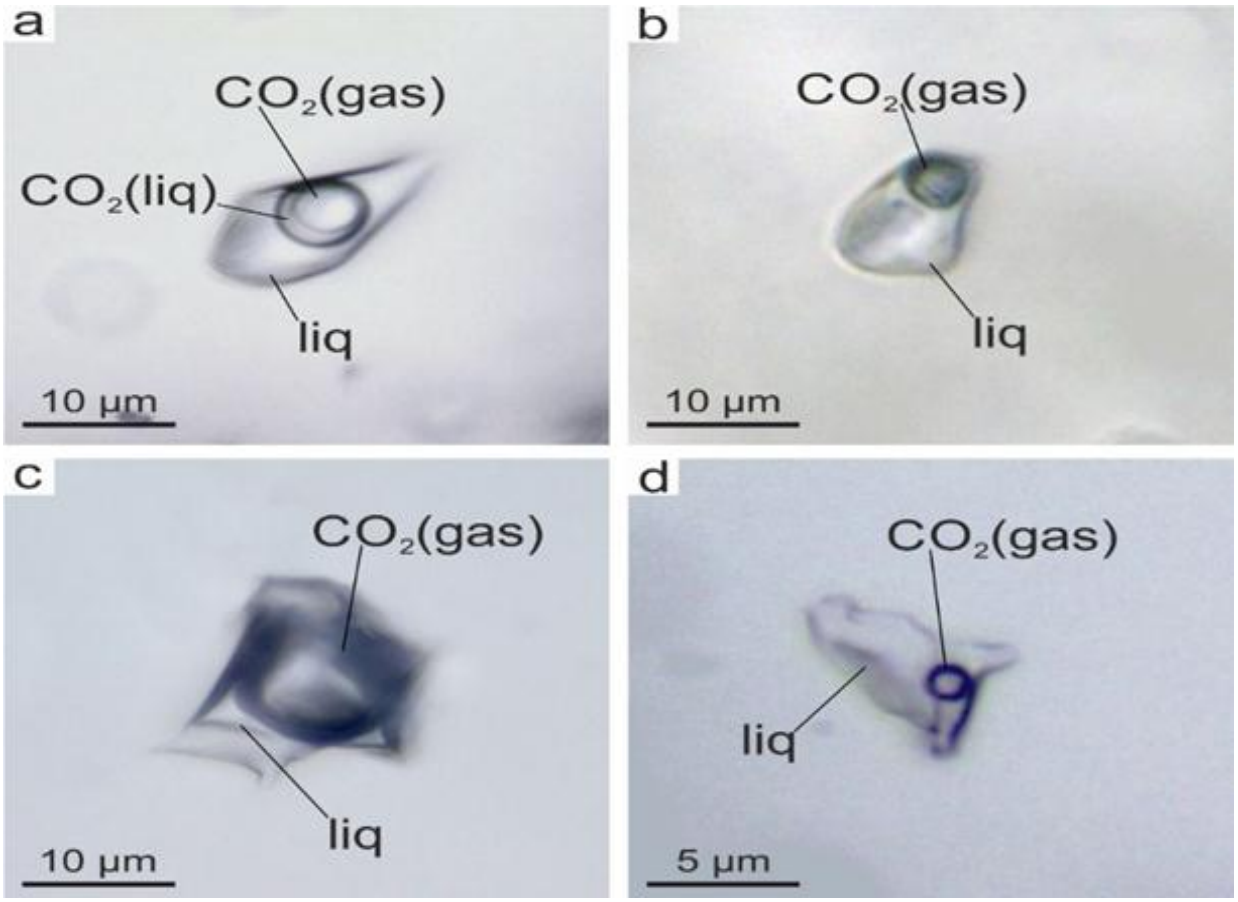
4.4.1. Mối liên quan với hoạt động magma

Trong vùng nghiên cứu, như đã nói ở phần trên không quan sát thấy sự xuất lộ của khối magma xâm nhập nào chính vì thế việc xác định mối liên quan giữa quặng hóa với magma trong vùng nghiên cứu theo những dấu hiệu trên là không có cơ sở. Tuy nhiên kết quả phân tích thành phần vật chất bao thể cho thấy dung dịch tạo quặng có nguồn gốc magma, hay nói một cách khác là quặng hóa trong vùng có quan hệ với magma về mặt nguồn gốc. Rất có thể quặng hóa trong vùng nghiên cứu liên quan đến magma ẩn sâu nào đó mà chưa phát hiện ra.

4.4.2. Nguồn nước và nguồn vật chất của dung dịch nhiệt dịch

Kết quả phân tích thành phần vật chất bao thể trong vùng nghiên cứu cho thấy dung dịch tạo khoáng là dung dịch nhiệt dịch, được hình thành ở độ sâu khá lớn, với nhiệt độ ban đầu khoảng 410^0C, áp suất lớn hơn 1300atm. Sự có mặt của N_2 trong thành phần chất lưu trong bao thể nguyên sinh cho thấy dung dịch có nguồn gốc magma với nhiệt độ dung dịch ban đầu khoảng 300-410^0C. Khi nhiệt độ của dung dịch giảm dưới 300^0C chất lưu bao thể không còn hoặc còn rất ít N_2, hàm lượng CO_2, NaCl cùng giảm. Hàm lượng H_2O tăng đến thời điểm nhiệt độ 170^0C cho thấy sự tham gia ngày càng nhiều của nước khí tượng khi nhiệt độ giảm.





Ảnh 4.1. Một số hình ảnh phân tích thành phần vật chất bao thể

Bảng 4.2 Kết quả phân tích thành phần vật chất bao thể

(Nguồn: Phân tích tại Viện Địa chất khoáng vật học Sobolev-Liên Bang Nga, 2019)

Số hiệu mẫu	Khoáng vật chủ	Kiểu bao thể	Nhiệt độ Ơtecti (-^{0}C)	Nhiệt độ đóng băng (-^{0}C)	Độ muối (wt.%NaCl-eq)	Nhiệt độ đồng hóa (^{0}C)	Pha khí
AP-02	Thạch anh	Khí Lỏng	-11 đến -15	-3,1 đến -3,5	5,11-5,71	360-410	CO_2+-N_2
	Thạch anh	Khí Lỏng		-1,5 đến -2	2,57-3,39	250-290	CO_2
DD-02	Thạch anh	Khí Lỏng lỏng		-0,2 đến -0,4	0,35-0,71	170-195	CO_2
	Thạch anh	Khí Lỏng, lỏng	-24 đến -18	-6,5 đến -0,8	1,4-9,68	230-320	CO_2
ĐB-13	Thạch anh	Khí Lỏng	-21,5 đến -21	-3 đến -0,5	4,96	210-225	CO_2

4.4.3. Nhiệt độ và áp suất thành tạo quặng

Kết quả phân tích nhiệt độ đồng hóa bao thể trong các mạch thạch anh chứa quặng trong vùng nghiên cứu cho thấy, chủ yếu chỉ gặp các bao thể nguyên sinh như bao thể lỏng - khí, bao thể khí-lỏng, ít hơn là bao thể khí, (bảng 4.3).

Bảng 4.3.Kết quả phân tích bao thể trong thạch anh

STT	Số hiệu mẫu	Nhiệt độ đồng hóa bao thể theo kiểu quặng Thạch anh -đồng-sulfur đa kim (^{0}C)
1	ĐB 02	200 - 254
2	GS 01	220 - 245
3	ĐĐ 03	205 - 280
4	KM 01	220 - 253
5	GS 1b	207 - 248

STT	Số hiệu mẫu	Nhiệt độ đồng hóa bao thể theo kiểu quặng Thạch anh -đồng-sulfur đa kim (^{0}C)
6	GS 05	200 - 240
7	DD 02	170 - 320
8	ĐB 13	210 - 225
9	AP 02a	250 - 290
10	AP 02b	360 - 410

(Nguồn: Phân tích tại Viện KH Địa chất & KS Việt Nam và Viện Địa chất khoáng vật học Sobolev-Liên Bang Nga, 2019)

Kết quả phân tích trên cho thấy nhiệt độ thành tạo quặng đồng trong khu vực nghiên cứu dao động trong khoảng 200 - 410^{0}C (chủ yếu 200-253^{0}C), áp suất 1050 - 1300 atm.

4.4.4. Kiểu nguồn gốc và tiến trình tạo quặng

4.4.4.1. Kiểu nguồn gốc

Kết quả nghiên cứu bước đầu về đồng vị ^{34}S, ^{13}C và ^{18}O trong khu vực nghiên cứu được thể hiện trong (bảng 4.4). Kết quả này được đối sánh trên Biểu đồ tương quan giữa δ^{13}C và δ^{18}O phân loại carbonat theo nguồn gốc thành tạo (theo Rollinson, 1993) đã cho thấy tổ hợp cộng sinh khoáng vật nguyên sinh được thành tạo trong điều kiện nhiệt dịch thuộc kiểu nhiệt dịch Mississpi Valley và kiểu nhiệt dịch Sống núi giữa Đại dương, (hình 4.1)

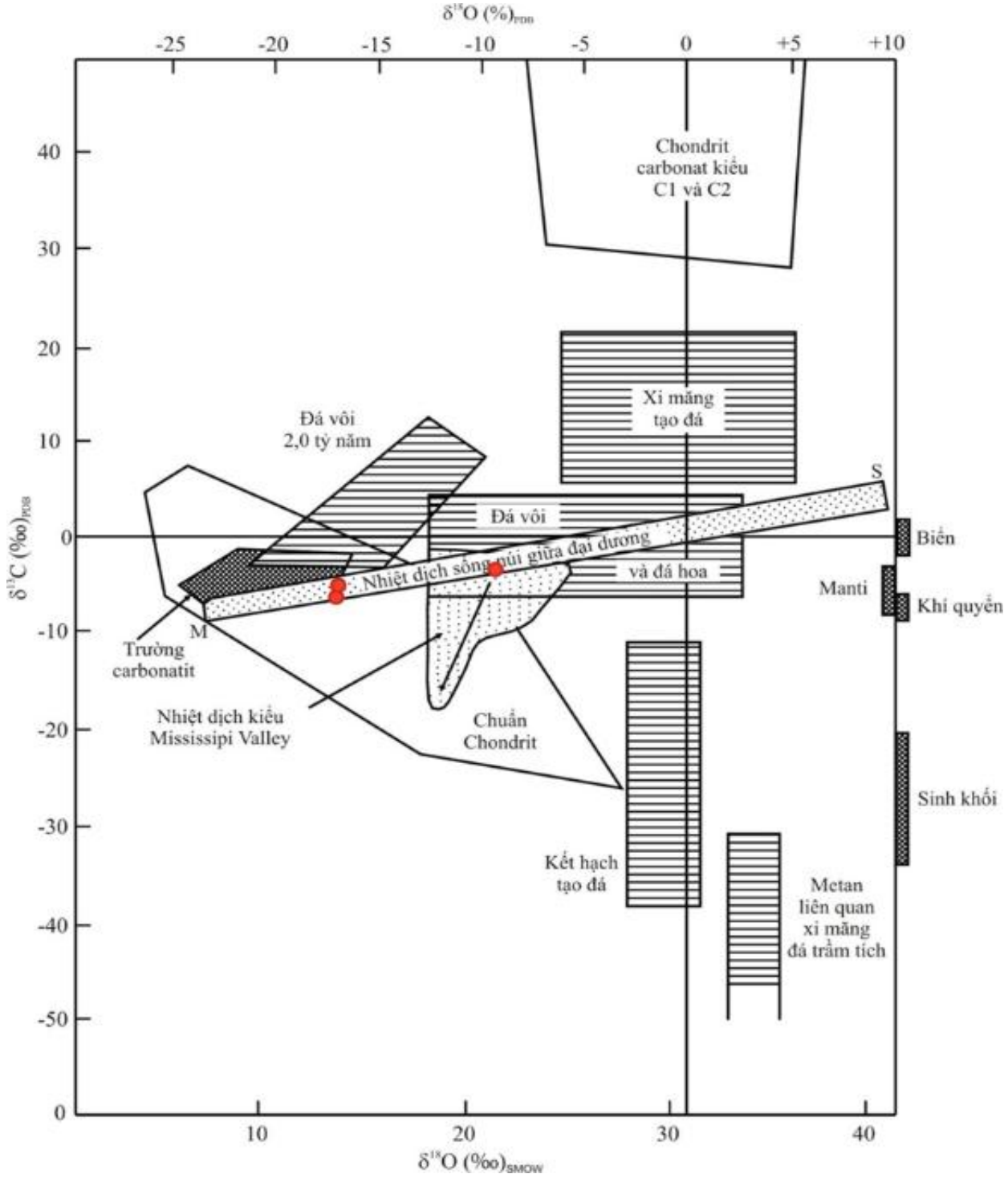
Bảng 4.4. Kết quả phân tích đồng vị 34S,13C và 18O

(Nguồn: Phân tích tại Viện Địa chất khoáng vật học Sobolev-Liên Bang Nga, 2019)

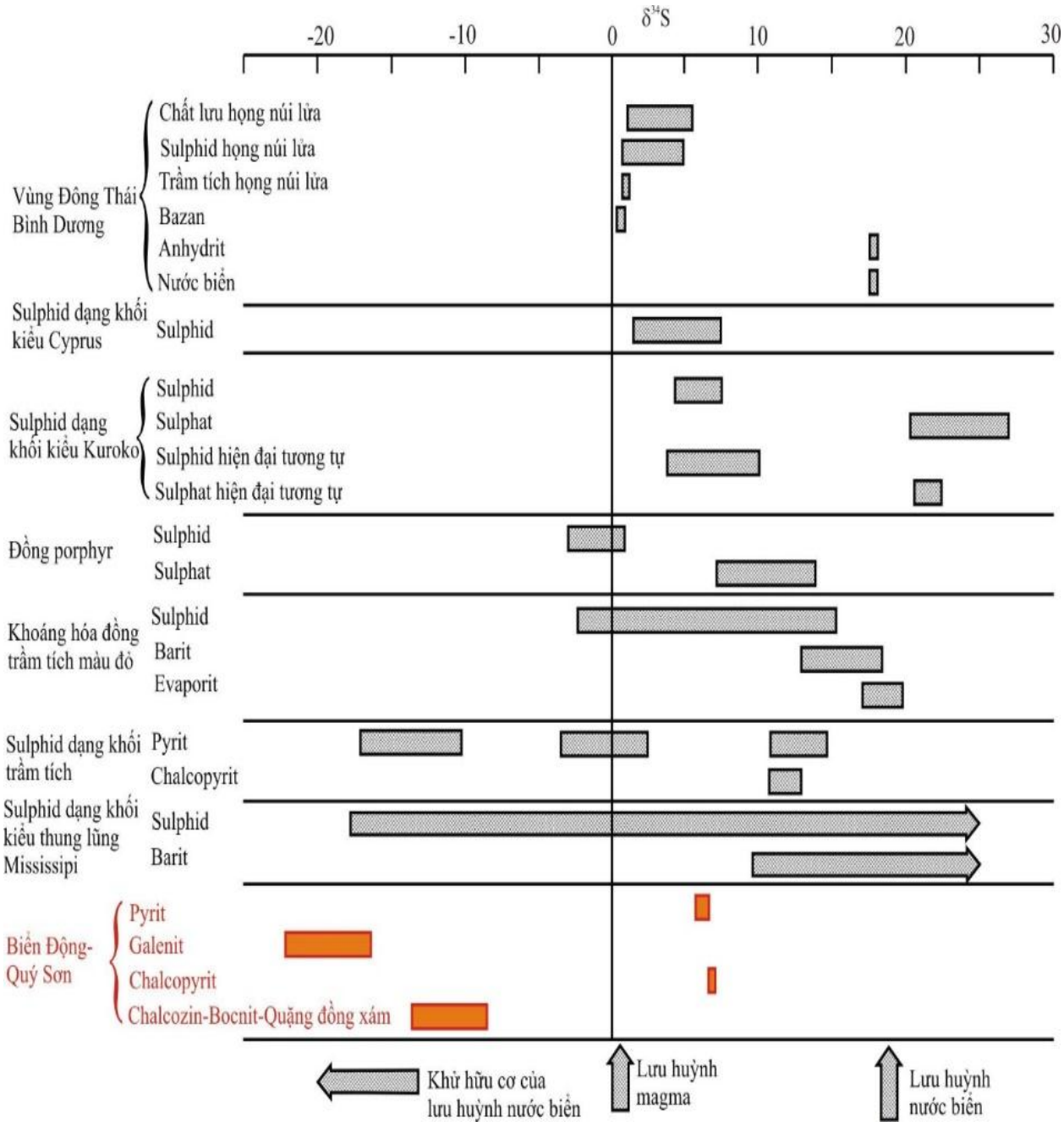
STT	Số hiệu mẫu	Khoáng vật	Đồng vị	Kết quả
1	ĐB 04	Pyrit	δ^{34}S, ‰ CDT	+6,6
2	ĐB 03	Galenit	δ^{34}S, ‰ CDT	-22,2
3	ĐB 04	Pyrit	δ^{34}S, ‰ CDT	5,7
4	KM 26	Galenit	δ^{34}S, ‰ CDT	-20,7
5	KM 2.6-2.9	Galenit	δ^{34}S, ‰ CDT	-16,4

STT	Số hiệu mẫu	Khoáng vật	Đồng vị	Kết quả
6	KM 1.2	Galenit	$\delta^{34}S$, ‰ CDT	-22,0
7	GS 23/3	Chalcopyrit	$\delta^{34}S$, ‰ CDT	6,8
8	GS 04	Sulfide'mix	$\delta^{34}S$, ‰ CDT	-13,6
9	GS 05	Sulfide'mix	$\delta^{34}S$, ‰ CDT	-8,5
10	ĐB 12	Calcit	$\delta^{13}C_{VPDB}$, ‰	-3,5
11	ĐB 34	Calcit	$\delta^{13}C_{VPDB}$, ‰	-5,4
12	TB 3/4	Calcit	$\delta^{13}C_{VPDB}$, ‰	-6,6
13	ĐB 12	Calcit	$\delta^{18}O_{VSMOW}$, ‰	21,4
14	ĐB 34	Calcit	$\delta^{18}O_{VSMOW}$, ‰	13,9
15	TB 3/4	Calcit	$\delta^{18}O_{VSMOW}$, ‰	13,8

Kết quả phân tích đồng vị 34S được đối sánh trên biểu đồ giá trị δ34S của các khoáng vật chứa lưu huỳnh trong các mỏ khoáng nhiệt dịch (theo Rollinson, 1995) đã cho thấy S tham gia tạo quặng trong vùng nghiên cứu là đa nguồn, gồm lưu huỳnh trong các thành tạo magma và S trong các thành tạo trầm tích biển hiện đại (hình 4.2). Từ kết quả phân tích đồng vị 13C, 18O trong calcit và đồng vị 34S trong các khoáng vật sulful, kết hợp với kết quả phân tích nhiệt độ đồng hóa và thành phần vật chất bao thể có thể thấy quặng đồng trong vùng nghiên cứu có nguồn gốc nhiệt dịch, nhiệt độ trung bình - thấp, được thành tạo từ dung dịch nhiệt dịch ban đầu có nguồn gốc magma trong điều kiện nhiệt độ từ 200 - 410, áp suất 1050 - 1300 atm.



Hình 4.1. Biểu đồ tương quan giữa $\delta^{13}C$ và $\delta^{18}O$ phân loại carbonat theo nguồn gốc thành tạo (theo Rollinson, 1993)



Hình 4.2. Giá trị $\delta^{34}S$ của các khoáng vật chứa lưu huỳnh trong các mỏ khoáng nhiệt dịch (theo Rollinson, 1993)

4.4.4.2. Qúa trình tạo quặng

Trên cơ sở tổng hợp kết quả phân tích khoáng tướng, lát mỏng, bao thể, đồng vị và các loại mẫu khác, có thể phân chia ra các thời kì và các giai đoạn tạo khoáng vùng Biển Động - Quý Sơn như sau, (bảng 4.5).

Thời kỳ tạo khoáng nhiệt dịch

Thời kỳ tạo khoáng nhiệt dịch xảy ra trong ba giai đoạn:

- *Giai đoạn nhiệt dịch sớm*: Dung dịch nhiệt dịch gây biến đổi nhiệt dịch thạch anh hóa trong đá biến đổi vây quanh mạch quặng với tổ hợp công sinh khoáng vật đặc trưng thạch anh I - pyrit.

Bảng 4.5: Bảng tổng hợp thứ tự sinh thành và tổ hợp cộng sinh khoáng vật quặng đồng vùng Biển Động - Quý Sơn

Thời kỳ tạo khoáng	Nhiệt dịch			Phong hóa
Giai đoạn tạo khoáng	I	II	III	IV
THCSV / Tên KV	TA -pyrit	Tetrahedrit-tennantit-chalcosin-bornit-chalcopyrit	TA-calcit	Malachit, azurit, covelin, limonit
Thạch anh	———	———	———	
Calcit		———	———	
Dolomit		———		
Clorit		——	- - - - - - - - - -	
Pyrit	- - - - - - - - - -	- - - - - - - - - -		
Tetrahedrit		———		
Tennantit		———		
Bornit		———		
Chalcosin		———		
Chalcopyrit		———		
Đồng tự sinh		- - - - - - - - - -		
Galenit		- - - - - - - - - -		
Sphalerit		- - - - - - - - - -		
Electrum		- - - - - - - - - -		
Vàng tự sinh	- - - - - - - - - -			
Malachit				———
Azurit				———
Covelin				———
Limonit				- - - - - - - - - -
Cấu tạo đặc trưng	Xâm tán	Ổ, mạch	Mạch, xâm tán	Vết bám, tản dư, vành riềm
Kiến trúc đặc trưng	Hạt tha hình, hạt nửa tự hình, hạt gặm mòn	Hạt tha hình, hạt gặm mòn	Hạt tha hình, hạt nửa tự hình	Keo, giả hình, gặm mòn, vi hạt
Biến đổi đá vây quanh	Thạch anh hóa	Thạch anh hóa, dolomit hóa, clorit hóa	Calcit hóa, thạch anh hóa	Oxy hóa, thủy phân, carbonat hóa

Ghi chú: ——— kv.chủ yếu; —— kv.thứ yếu; - - - - - - kv ít

- *Giai đoạn nhiệt dịch giữa*: Dung dịch nhiệt dịch gây biến đổi nhiệt dịch dolomit hóa, thạch anh hóa các đá vây quanh, thành tạo quặng thành phẩm với tổ hợp cộng sinh khoáng vật đặt trưng là thạch anh II- dolomit - tetrahedrit, tennantit- chalcosin - bornit - chalcopyrit - sphalerit - galenit. Quặng hóa trong giai đoạn này thường có cấu quặng trưng là ổ đặc xít, xâm tán dày, mạch, mạng mạch và kiến trúc hạt tha hình, hạt gặm mòn... Đây là giai đoạn tạo quặng chính trong vùng nghiên cứu.

- *Giai đoạn nhiệt dịch muộn*: được xem là giai đoạn kết thúc quá trình tạo quặng trong khu vực nghiên cứu với sự hình thành tổ hợp cộng sinh khoáng vật thạch anh III + calcit (bảng 4.5).

Thời kỳ phong hóa

Dưới các tác dụng oxy hóa, thủy phân, carbonat hóa của quá trình phong hóa trong vùng nghiên cứu làm cho các khoáng vật sulfur như tetrahedrit, tennantit, chalcopyrit, bornit, chalcosin, pyrit,… ở phần trên thân quặng bị biến đổi thành các khoáng vật thứ sinh malachit, azurit, covelin, limonit,… (bảng 4.5). Các khoáng vật ngoại sinh này có thể giữ nguyên ở phần trên thân quặng, cũng có thể di chuyển theo nước mặt hoặc nước ngầm lắng đọng ở các đá có độ thẩm thấu cao như cát kết, bột kết, các đá ở đới dập vỡ kiến tạo,… tạo nên các thân quặng kiểu phong hóa thấm đọng.

Chương 5: CÁC YẾU TỐ KHỐNG CHẾ QUẶNG HÓA VÀ TIỀN ĐỀ, DẤU HIỆU TÌM KIẾM QUẶNG ĐỒNG VÙNG BIỂN ĐỘNG QUÝ SƠN

5.1. Các yếu tố khống chế quặng hóa

Quặng hóa đồng vùng Biển Động - Quý Sơn phân bố chủ yếu trong các đới dập vỡ kiến tạo phương á vĩ tuyến đến đông bắc - tây nam và bị khống chế bởi hai yếu tố:

- Yếu tố cấu trúc kiến tạo là hệ thống đứt gãy dạng vòng cung phương á vĩ tuyến đến Đông Bắc - Tây Nam đóng vai trò phân phối và chứa quặng.

- Yếu tố thạch - địa tầng là các đá trầm tích lục nguyên chứa vôi thuộc phân hệ tầng giữa và trên của hệ tầng Mẫu Sơn.

5.2. Tiền đề và dấu hiệu tìm kiếm

5.3.1. Tiền đề tìm kiếm

Từ những vấn đề được trình bày về đặc điểm quặng hóa đồng vùng Biển Động - Quý Sơn có thể rút ra những tiền đề sau để tìm kiếm chúng.

- Tiền đề về thạch địa tầng: Các kết quả nghiên cứu cho thấy quặng hoá đồng chủ yếu phân bố ở phân hệ tầng Mẫu Sơn giữa và phân hệ tầng Mẫu Sơn trên, cụ thể là chúng chủ yếu tập trung trong các thành tạo sét bột kết, sét kết, sét vôi, đá vôi sét, đá vôi vi hạt, đá vôi dolomit hóa màu xám, sét than, sét vôi than màu xám đen.

- Tiền đề cấu trúc - kiến tạo: Các thân quặng đồng, thường phát triển mạnh ở những nơi đá dập vỡ, nứt nẻ, vò nhàu, phát triển các hệ thống khe nứt. Mức độ nứt nẻ, dập vỡ càng mạnh thì khả năng khoáng hóa càng nhiều. Các điểm quặng, thân quặng đồng được phát hiện phần lớn phân bố tập trung dọc theo các đới đá dập vỡ của các hệ thống đứt gãy phương á vĩ tuyến đến đông bắc - tây nam; tây bắc - đông nam và vòm các nếp lồi.

5.2.2. Dấu hiệu tìm kiếm

Trong vùng nghiên cứu có các dấu hiệu tìm kiếm sau:

- Những vết lộ quặng đồng nguyên sinh gồm tetraedrit, tennantit, bornit, chalcopyrit, chalcosin… thường bị phong hóa tạo ra các khoáng vật thứ sinh malachit, azurit, cuprit... liên quan tới các đá sét bột kết, sét kết, sét vôi, đá vôi sét, đá vôi vi hạt, đá vôi dolomit hóa màu xám, sét than, sét vôi than màu xám đen và các mạch thạch anh chứa quặng.

- Các dị thường địa hóa thứ sinh của đơn nguyên tố Cu và các nguyên tố đi kèm đặc trưng có giá trị tốt phục vụ công tác tìm kiếm: Cu và các khoáng sản khác như Pb, Zn, Au, Ag... trong vùng nghiên cứu.

- Các đới đá biến đổi nhiệt dịch như dolomit hóa, thạch anh hóa, clorit hóa, sericit hóa.

5.3. Phân vùng triển vọng quặng hóa đồng vùng Biển Động - Quý Sơn

Trên cơ sở tổng hợp và phân tích các yếu tố địa chất liên quan và khống chế quặng hóa đồng, các dấu hiệu tìm kiếm trực tiếp và gián tiếp (các điểm quặng, điểm khoáng hóa đã được phát hiện, các vành phân tán địa hóa, các đới đá biến đổi nhiệt dịch...) NCS khoanh định được 08 vùng triển vọng quặng đồng trong vùng Biển Động-Quý Sơn (chi tiết được trình bày trong Luận án)

KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu của đề tài có thể rút ra các kết luận sau:

1. Quặng hóa đồng vùng Biển Động - Quý Sơn phân bố chủ yếu trong các đới dập vỡ kiến tạo phương á vĩ tuyến đến đông bắc - tây nam và bị khống chế bởi hai yếu tố:

- Yếu tố cấu trúc kiến tạo là hệ thống đứt gãy dạng vòng cung phương á vĩ tuyến đến Đông Bắc - Tây Nam đóng vai trò phân phối và chứa quặng.

- Yếu tố thạch - địa tầng là các đá trầm tích lục nguyên chứa vôi thuộc phân hệ tầng giữa và trên của hệ tầng Mẫu Sơn.

2. Các thân quặng đồng vùng nghiên cứu thường có dạng mạch, mạng mạch, thấu kính, ổ... phân bố chủ yếu trong các tổ hợp đá trầm tích lục nguyên như cát kết arkos, bột kết tướng tiền châu thổ (thuộc phân hệ tầng Mẫu Sơn giữa) và lục nguyên cacbonat hạt mịn tướng vũng vịnh biển nông (thuộc phân hệ tầng Mẫu Sơn trên). Các thân quặng phong hóa thường có dạng thấu kính, lớp (tầng), ổ, mạch,…

3. Về thành phần vật chất, cấu tạo, kiến trúc quặng:

Nguyên tố có ích chính trong quặng là đồng, nguyên tố cộng sinh có thể thu hồi kết hợp là Pb, Zn, S, Ag, Au;

Thành phần khoáng vật quặng tương đối phức tạp, các khoáng vật quặng nguyên sinh gồm tetraedrit, tennantit, bornit, chalcosin, chalcopyrit, đồng tự sinh, pyrit, galenit, sphalerit, electrum, vàng tự sinh. Các khoáng vật quặng thứ sinh gồm malachit, azurit, covelin; cuprit, limonit.

Quặng nhiệt dịch có cấu tạo xâm tán, mạch, mạng mạch,… kiến trúc hạt tha hình, hạt nửa tự hình,…; Quặng phong hóa có cấu tạo vết bám, tàn dư, vành riềm, kết vỏ,... kiến trúc keo, giả hình, gặm mòn, vi hạt...

Các hiện tượng biến đổi nhiệt dịch gặp trong vùng nghiên cứu gồm thạch anh hóa, clorit hóa, dolomit hóa, sericit hóa.

4. Nhiệt độ thành tạo quặng đồng trong vùng nghiên cứu, dao động trong khoảng 200 - 410^{0}C, áp suất 1050 - 1300 atm. Dung dịch tạo quặng có sự pha trộn giữa nguồn magma, trầm tích cacbonat biển và nước khí tượng.

5. Kết quả nghiên cứu của luận án đã luận giải có cơ sở khoa học về nguồn gốc và điều kiện thành tạo quặng đồng vùng Biển Động - Quý Sơn là nhiệt dịch nhiệt độ trung bình - thấp với tổ hợp cộng sinh khoáng vật đặc trưng (Tetraedrit – chalcosin - bornit - tenantit - chalcopyrit). Đây là kết quả nghiên cứu mới quan trọng, đóng góp cho khoa học địa chất nói chung và cho công tác đào tạo của trường Đại học Mỏ - Địa chất nói riêng. Ngoài ra kết quả nghiên cứu của luận án còn giúp cho công tác định hướng, tìm kiếm, thăm dò và khai thác quặng đồng trong vùng Biển Động - Quý Sơn và trong các khu vực lân cận có điều kiện địa chất tương tự.

KIẾN NGHỊ

Cần đầu tư nghiên cứu tiếp tục về nguồn cung cấp vật chất nguyên thủy cho việc thành tạo quặng đồng nói riêng và các quặng đi kèm nói chung là magma hay trầm tích?

Trong thời gian nghiên cứu và hoàn thành luận án, NCS đã giải quyết được các nhiệm vụ cơ bản đề ra. Tuy nhiên, do các tài liệu địa chất, địa vật lý, địa hóa chưa đầy đủ và không đồng bộ nên luận án không thể tránh khỏi những tồn tại, khiếm khuyết. NCS rất mong nhận được sự góp ý của các nhà địa chất và bạn bè đồng nghiệp. Hy vọng sau khi bảo vệ luận án, các vấn đề thiếu sót, tồn tại sẽ được tiếp tục nghiên cứu và giải quyết để phục vụ cho công tác tìm kiếm, thăm dò và sử dụng hiệu quả quặng đồng tại vùng Biển Động- Quý Sơn.