



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 12 - 11 - 2020

ERSD 2020



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI



EARTH SCIENCES AND
NATURAL RESOURCES FOR
SUSTAINABLE DEVELOPMENT

TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC
KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN
VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

TIỂU BAN

TÀI NGUYÊN ĐỊA CHẤT
VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

ĐƠN VỊ TỔ CHỨC

Trường Đại học Mở - Địa chất (HUMG)

CÁC ĐƠN VỊ PHỐI HỢP TỔ CHỨC

Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam

Tập đoàn Dầu khí Việt Nam

Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam

Tổng hội Địa chất Việt Nam

Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam

Hội Khoa học Công nghệ Mỏ Việt Nam

Hội Công trình ngầm Việt Nam

Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam

Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam

Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam

Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam

Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam

Viện Địa chất và Địa vật lý biển

Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản

Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai

Trường Đại học Đông Á

Trường Đại học Thủ Dầu Một

BAN TỔ CHỨC

Trưởng ban

GS.TS Trần Thanh Hải, *Trường Đại học Mở Địa - chất*

Phó Trưởng ban

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Triệu Hùng Trường, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TS Võ Chí Mỹ, *Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam*

GS.TS Nguyễn Quang Phích, *Hội Công trình ngầm Việt Nam*

PGS.TS Trần Tuấn Anh, *Viện Địa chất, Viện HLKH&CN Việt Nam*

PGS.TS Đoàn Văn Cảnh, *Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam*

PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*

PGS.TS Nguyễn Như Trung, *Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Hội Khoa học kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam*

TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TS Trần Xuân Hòa, *Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam*

TS Hoàng Văn Khoa, *Tổng hội Địa chất Việt Nam*

TS Đỗ Hồng Nguyên, *Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam*

TS Nguyễn Văn Nguyên, *Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam*

TS Lê Văn Quyền, *Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam*

TS Trịnh Hải Sơn, *Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Bộ Tài nguyên và Môi trường*

TS Nguyễn Quốc Thập, *Tập đoàn Dầu khí quốc gia Việt Nam*

TS Đặng Kim Triết, *Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai*

TS Trần Văn Trung, *Trường Đại học Thủ Dầu Một*

TS Đỗ Trọng Tuấn, *Trường Đại học Đông Á*

TS Nguyễn Thanh Tùng, *Viện Dầu khí Việt Nam*

BAN KHOA HỌC

Trưởng ban

GS.TS Bùi Xuân Nam, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó trưởng ban

PGS.TS. Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

GS.TSKH Hoàng Ngọc Hà, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

GS.TS Võ Trọng Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

GS.TS Trương Xuân Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

GS.TS Đỗ Như Tráng, *Trường Đại học Công nghệ GTVT*

PGS.TS Bùi Hoàng Bắc, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Đỗ Văn Bình, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phùng Mạnh Đắc, *Hội KHCN Mở Việt Nam*

PGS.TSKH Hà Minh Hòa, *Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ*

PGS.TS Phạm Văn Hòa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Lê Văn Hưng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Hoàng Văn Long, *Viện Dầu khí Việt Nam*

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Quang Minh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phạm Xuân Núi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Khổng Cao Phong, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Văn Sáng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Ngô Xuân Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Đặng Trung Thành, *Trường Đại học Mở - Địa chất*
PGS.TS Tạ Đức Thịnh, *Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam*

PGS.TS Nguyễn Thế Vinh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Lê Hồng Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Trần Quốc Cường, *Viện Địa chất, Viện HLKH&CN Việt Nam*

TS Công Tiến Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Trần Tuấn Dũng, *Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện HL KH&CN Việt Nam*

TS Nguyễn Đại Đồng, *Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam*

TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Bùi Thị Thu Thủy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Thế Truyền, *Viện NC Điện tử, Tin học, Tự động hóa*

TS Nguyễn Văn Xô, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN BIÊN TẬP

Trưởng ban

TS Nguyễn Việt Nghĩa, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Bùi Hoàng Bắc, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Trần Tuấn Minh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Bùi Ngọc Quý, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Đỗ Như Ý, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Thị Mai Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Phạm Trung Kiên, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

BAN THƯ KÝ

Trưởng ban

PGS.TS Đỗ Ngọc Anh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Phó Trưởng ban

TS Nguyễn Thạc Khánh, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

Ủy viên

PGS.TS Phạm Văn Luận, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

PGS.TS Nguyễn Văn Sáng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Tô Xuân Bản, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Trọng Dũng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Lê Quang Duyệt, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Duy Huy, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Quốc Phi, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Ngô Thanh Tuấn, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

TS Nguyễn Mạnh Hùng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Nguyễn Ngọc Dung, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Hoàng Thu Hằng, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Nguyễn Thanh Hải, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

ThS Phạm Đức Nghiệp, *Trường Đại học Mở - Địa chất*

LỜI NÓI ĐẦU

Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững - ERSD được Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) và các đối tác tổ chức 2 năm một lần để các nhà chuyên môn trong và ngoài nước tụ hội, giới thiệu những kết quả và hướng nghiên cứu khoa học mới, thảo luận về các xu thế phát triển, thách thức và cơ hội mới đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của Khoa học Trái đất, Tài nguyên và các ngành khác có liên quan.

Tiếp nối thành công của Hội nghị lần thứ nhất năm 2018 (ERSD 2018) và được sự cho phép của Bộ Giáo dục và Đào tạo, Hội nghị Toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững lần thứ hai (ERSD 2020) được Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG) đăng cai tổ chức với sự phối hợp đồng tổ chức của nhiều đơn vị quản lý, nghiên cứu khoa học, đào tạo và sản xuất có uy tín trong nước gồm Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai, Trường Đại học Đông Á, Trường Đại học Thủ Dầu Một, Tổng hội Địa chất Việt Nam, Hội Khoa học Công nghệ Mỏ Việt Nam, Hội Công trình ngầm Việt Nam, Hội Địa chất Thủy văn Việt Nam, Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Kỹ thuật Nổ mìn Việt Nam, Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam, Hội Trắc địa - Bản đồ - Viễn thám Việt Nam, và với sự tham gia của nhiều tổ chức và cá nhân khác.

Các chủ đề chính của Hội nghị lần này tập trung vào thảo luận các kết quả khoa học công nghệ và hướng nghiên cứu mới của Khoa học Trái đất và Tài nguyên thiên nhiên, Khai thác và sử dụng tài nguyên địa chất, Môi trường và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan như Cơ - Điện, Công nghệ Thông tin, Xây dựng, ... cũng như việc ứng dụng chúng vào phát triển bền vững đối với nhiều lĩnh vực khác nhau của khoa học công nghệ, kinh tế và xã hội.

Trong quá trình tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức đã nhận được sự quan tâm của đông đảo các nhà khoa học, chuyên môn và quản lý trong và ngoài nước, trong đó có hơn 300 báo cáo khoa học liên quan tới các chủ đề của Hội nghị đã được gửi tới Ban biên tập. Trên cơ sở đó, 255 báo cáo có chất lượng đã được lựa chọn và xuất bản trong Tuyển tập tóm tắt các báo cáo và Tuyển tập các báo cáo toàn văn của Hội nghị. Báo cáo toàn văn được tập hợp thành 16 tập, mỗi tập ứng với một chủ đề khoa học sau:

1. *Địa chất khu vực*
2. *Địa chất công trình - Địa chất thủy văn*
3. *Tài nguyên địa chất và phát triển bền vững*
4. *Môi trường trong khai thác tài nguyên và phát triển bền vững*
5. *An toàn mỏ*
6. *Công nghệ và thiết bị khai thác*
7. *Thu hồi và chế biến khoáng sản*
8. *Công trình ngầm và Địa kỹ thuật*
9. *Vật liệu và kết cấu*
10. *Kỹ thuật dầu khí tích hợp*
11. *Trắc địa*
12. *Bản đồ, Viễn thám và Hệ thống thông tin địa lý*
13. *Khoa học Cơ bản trong lĩnh vực Khoa học Trái đất và Môi trường*
14. *Cơ khí, điện và Tự động hóa*
15. *Công nghệ thông tin*
16. *Phân tích dữ liệu và học máy*

Toàn bộ thông tin khoa học về hội nghị, trong đó có Tuyển tập các báo cáo toàn văn, được đưa lên trang Website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <http://ersd2020.humg.edu.vn/>.

Ban tổ chức xin trân trọng cảm ơn Trường Đại học Mỏ - Địa chất, với tư cách là đơn vị đăng cai tổ chức Hội nghị, cùng các đơn vị đồng tổ chức đã hợp tác và góp phần quan trọng vào sự thành công của Hội nghị này. Cảm ơn các nhà khoa học đã đóng góp các công bố khoa học có giá trị cho Hội nghị. Ban tổ chức cũng đánh giá cao sự nỗ lực của Ban biên tập và các chuyên gia biên tập để nâng cao chất lượng của các báo cáo khoa học cũng như sự cố gắng lớn của Ban thư ký trong việc chuẩn bị và tổ chức hội nghị này.

Ban tổ chức mong muốn tiếp tục nhận được sự hợp tác chặt chẽ và góp ý chân thành của các đơn vị và cá nhân đối với việc chuẩn bị, tổ chức, biên tập, và xuất bản các báo cáo khoa học, nhằm nâng cao chất lượng của các hội nghị tiếp theo, góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của các hoạt động nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ thuộc các lĩnh vực Khoa học Trái đất và Tài nguyên và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan.

TRƯỞNG BAN TỔ CHỨC

GS.TS Trần Thanh Hải

MỤC LỤC

TIỂU BAN TÀI NGUYÊN ĐỊA CHẤT VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Đặc điểm hình thái - cấu trúc các vỉa than và ảnh hưởng của chúng tới công tác thăm dò, khai thác mỏ Bình Minh, Quảng Ninh <i>Đỗ Mạnh An, Nguyễn Khắc Du, Nguyễn Thị Thanh Thảo, Tạ Thị Toán, Phạm Thị Thanh Hiền, Hoàng Thị Thoa, Nguyễn Hoàng Huân</i>	1
Tiềm năng tài nguyên di sản địa chất khu vực đảo Lý Sơn, Quảng Ngãi và giải pháp bảo tồn <i>Đỗ Mạnh An, Nguyễn Phương, Nguyễn Thế Phong, Nguyễn Tiến Dũng, Bùi Hoàng Bắc, Khương Thế Hùng, Nguyễn Thị Thanh Thảo, Nguyễn Xuân Nam</i>	7
Bối cảnh hình thành và sự tiến hóa nguồn vật chất tham gia tạo quặng chì - kẽm của phụ đới cấu trúc Khâu Lộc, đông bắc Việt Nam trên cơ sở kết quả phân tích đồng vị Pb/Pb và Sđ³⁴ <i>Đỗ Quốc Bình, Tạ Đình Tùng, Nguyễn Thị Hoàng Linh</i>	13
Ứng dụng phương pháp tỷ số tàn suất, chỉ số thống kê và chỉ số entropy xây dựng bản đồ nguy cơ trượt lở đất trên quốc lộ 27C (Đoạn qua đèo Khánh Lê, huyện Khánh Vĩnh, tỉnh Khánh Hòa) <i>Nguyễn Thanh Danh</i>	20
Một số kết quả nghiên cứu địa chất mới về khu vực Đồng Văn, Hà Giang thuộc đới cấu trúc Sông Hiến <i>Hoàng Văn Dũng, Hoàng Thị Thoa</i>	26
Vài nét về đặc điểm chất lượng ngọc học khoáng vật Spinel trong đá gốc và sa khoáng khu vực Lục Yên, Yên Bái <i>Nguyễn Quang Duy, Nguyễn Khắc Du, Bùi Hoàng Bắc</i>	32
Đặc điểm thạch địa hóa, nguồn gốc nhóm khoáng amphibol trong các đá plagiogranit sông núi Tây Nam Ấn Độ Dương <i>Nguyễn Khắc Du, Tomoaki Morishita</i>	38
Đặc điểm hình thái-cấu trúc các vỉa than và vấn đề thăm dò than dưới mức -300m khu mỏ Ngã Hai-Khe Tam <i>Nguyễn Tiến Dũng, Khương Thế Hùng, Bùi Thanh Tịnh, Đỗ Mạnh An, Nguyễn Hoàng Huân</i>	44
Điều kiện hóa-lý thành tạo và nguồn gốc dung dịch tạo quặng vàng trong thành tạo phun trào rìa Tây Nam cấu trúc Bù Khạng <i>Đông Văn Giáp, Nguyễn Đình Luyện</i>	51
Sự tích lũy các kim loại nặng (As, Cd, Cu, Pb và Zn) trong đất bãi thải các mỏ khai thác khoáng sản tại tỉnh Thái Nguyên <i>Nguyễn Ngọc Sơn Hải, Nguyễn Ngọc Nông Nguyễn Khắc Giảng, Nguyễn Thanh Hải, Peter Sanderson, Ravi Naidu</i>	58
Khảo sát quy trình phân tích mẫu đá vôi trên hệ máy phân tích huỳnh quang tia X thế hệ S2 Ranger <i>Khương Thế Hùng, Phạm Như Sang, Đỗ Mạnh An, Tạ Thị Toán, Phạm Thị Thanh Hiền</i>	64
Thực trạng khai thác, chế biến quặng chì-kẽm ở tỉnh Bắc Kạn và khả năng thu hồi thành phần có ích đi kèm <i>Phạm Việt Huy, Nguyễn Tiến Dũng, Phan Viết Sơn</i>	70
Nghiên cứu xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò cho kiểu quặng Wonfram khu vực Núi Pháo, Thái	

Nguyên	
<i>Luong Quang Khang, Khương Thế Hùng, Hoàng Văn Vương</i>	76
Đặc điểm thạch địa hóa và khoáng hóa liên quan các đá granitoid khối Ngọc Tụ, Kon Tum	
<i>Đỗ Đức Nguyên, Nguyễn Văn Niệm, Đinh Công Tiến, Hoàng Thị Thoa</i>	83
Nghiên cứu xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò urani kiểu mỏ Bình Đường, Cao Bằng	
<i>Nguyễn Phương, Trịnh Đình Huân, Nguyễn Trường Giang</i>	90
Nghiên cứu xác lập chỉ tiêu tính trữ lượng, tài nguyên than trong bể than Quảng Ninh-Lý luận và thực tiễn	
<i>Nguyễn Phương, Nguyễn Tiến Dũng, Đỗ Mạnh An, Phạm Tuấn Anh, Nguyễn Hoàng Huân</i>	97
Mối quan hệ giữa yếu tố cấu trúc kiến tạo với quặng hóa vàng gốc trường quặng Trà Dương - Tiên Phước, đới Tam Kỳ - Phước Sơn	
<i>Bùi Viết Sáng, Chu Văn Dũng, Nguyễn Văn Vũ</i>	103
Đặc điểm chất lượng tinh quặng sericit Sơn Bình, Hà Tĩnh và khả năng sử dụng của chúng	
<i>Nguyễn Thị Thanh Thảo</i>	104
Đặc điểm thành phần khoáng vật, cấu tạo và kiến trúc quặng đồng vùng Vi Kê, Bát Xát, Lào Cai	
<i>Lê Thị Thu, Đỗ Văn Nhuận, Ngô Xuân Đắc, Hoàng Thị Thoa</i>	109
Ứng dụng mạng nơron nhân tạo (ANN) trong phân vùng triển vọng khoáng sản wolfram cho vùng Plei Meo, Kon Tum	
<i>Bùi Thanh Tịnh, Bùi Hoàng Bắc, Đỗ Mạnh An, Nguyễn Tiến Dũng, Lê Thị Thu</i>	121
Thành phần vật chất và điều kiện thành tạo Liti khu vực La Vi, vùng Đức Phổ-Sa Huỳnh	
<i>Dương Ngọc Tình, Nguyễn Quang Luật, Đỗ Văn Nhuận</i>	127
Đặc tính và khả năng sử dụng đất basalt vùng Xuân Lộc, Đồng Nai	
<i>Thiêm Quốc Tuấn, Đỗ Văn Nhuận, Trần Bình Chư, Lê Thị Thu</i>	133

Đặc điểm hình thái - cấu trúc các vỉa than và ảnh hưởng của chúng tới công tác thăm dò, khai thác mỏ Bình Minh, Quảng Ninh

Đỗ Mạnh An^{1,*}, Nguyễn Khắc Du¹, Nguyễn Thị Thanh Thảo¹, Tạ Thị Toán¹, Phạm Thị Thanh Hiền¹,
Hoàng Thị Thoa¹, Nguyễn Hoàng Huân²
¹Khoa KH&KT Địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất
²Công ty Cổ phần, tin học, công nghệ, môi trường - Vinacomin

TÓM TẮT

Đặc điểm hình thái - cấu trúc vỉa than là thông số thể hiện mức độ phức tạp của vỉa như sự biến thiên chiều dày vỉa, hệ số cấu tạo vỉa, đặc điểm hình dạng vỉa, ... Những thông số này ảnh hưởng đến việc phân chia nhóm mỏ và lựa chọn mạng lưới thăm dò cũng như nói lên mức độ khó dễ của công tác khai thác. Nhằm góp phần làm sáng tỏ đặc điểm hình thái - cấu trúc các vỉa than mỏ Bình Minh, định hướng cho công tác thăm dò và khai thác, phương pháp đánh giá thống kê chiều dày vỉa, hình dạng và mức độ biến đổi hình dạng vỉa, phân tích đặc điểm biến hóa không gian các vỉa than được áp dụng. Kết quả nghiên cứu cho thấy hầu hết các vỉa than mỏ Bình Minh có cấu tạo đơn giản đến tương đối phức tạp ($K_{cc} = 0,89$; $K_k = 0,18$); hình dạng vỉa rất phức tạp ($\mu = 1,97$; $\Phi = 1,44$), các vỉa than bị uốn cong với chiều dày biến đổi mạnh dưới sâu. Kết quả phân tích mô hình Trend bề mặt trụ vỉa cho thấy các vỉa than khu mỏ có cấu trúc kiến tạo phức tạp, ngoài các đứt gãy chính, trong mỏ còn bao gồm nhiều đứt gãy phụ và đới phá hủy nhỏ, các nếp uốn nối tiếp nhau và bị chia cắt bởi các đứt gãy, làm cho các vỉa than bị phân cắt thành các khối cấu trúc địa chất khác nhau. Những điều trên gây ra không ít khó khăn cho công tác thăm dò và khai thác mỏ, làm tăng tổn thất và giảm hiệu quả kinh tế của các vỉa than.

Từ khóa: Mỏ than Bình Minh; hình thái - kiến trúc vỉa; thăm dò; khai thác.

1. Mở đầu

Mỏ than Bình Minh thuộc bể than Quảng Ninh được xem là một trong những khu vực có cấu tạo địa chất phức tạp, gồm các nếp uốn liên tiếp nhau và hầu hết bị chia cắt bởi các đứt gãy. Các vỉa than bị chia cắt theo các khối địa chất, có góc dốc thoải (có nơi gần nằm ngang), chiều dày vỉa giảm dần từ khối Đông sang khối Tây, phần từ -350m trở lên chiều dày khá ổn định, càng xuống dưới sâu vỉa có xu hướng mỏng dần, số lượng vỉa than giảm so với phần trên mặt. Những năm gần đây, do việc triển khai công tác khai thác xuống sâu đã phát hiện những thay đổi về điều kiện địa chất mỏ cũng như hình thái - cấu trúc các vỉa than khiến cho công tác khai thác gặp nhiều khó khăn (Nguyễn Văn Cư và nnk., 2001). Chính vì vậy, thực tế đã đặt ra những yêu cầu cấp thiết phải có các tài liệu địa chất tổng hợp, đánh giá lại cấu trúc địa chất mỏ, điều kiện địa chất thủy văn, địa chất công trình, khí mỏ và sự phân bố các vỉa than, trữ lượng khu mỏ, đặc biệt phần dưới sâu.

Kết quả nghiên cứu ở giai đoạn trước cho thấy, các vỉa than ở các khối Tây và khối Trung tâm khu mỏ, gần các đứt gãy lớn còn ít công trình khống chế, nên diện phân bố và mức độ biến đổi chiều dày vỉa còn nhiều nghi vấn. Đa số các lỗ khoan chỉ khống chế đến mức -350m nên các phần vỉa phân bố dưới mức đó mật độ thăm dò rất thưa, phạm vi vỉa phía Tây gần các đứt gãy F₁₄, F_{HG} mức độ nghiên cứu còn sơ bộ chưa đảm bảo làm sáng tỏ hình thái - cấu trúc các vỉa than (Nguyễn Văn Sao và nnk., 2012).

Hiện nay công tác khai thác than đang tiến hành chủ yếu bằng phương pháp hầm lò đến mức -220m ở khu vực trung tâm và một phần ở phía Đông, còn ở khu vực phía Tây mức độ thăm dò còn sơ bộ, hầu hết công tác khai thác hầm lò vẫn chưa được tiến hành. Trong quá trình xây dựng cơ bản chuẩn bị đưa vào khai thác cho thấy những vấn đề về đặc điểm địa chất mỏ, đặc điểm địa chất thủy văn - địa chất công trình và điều kiện khai thác mỏ còn nhiều tồn tại và hạn chế; đặc biệt các yếu tố phản ánh đặc điểm về hình thái - cấu trúc vỉa than và ảnh hưởng của chúng tới công tác thăm dò, khai thác than chưa được quan tâm nghiên cứu (Nguyễn Văn Cư và nnk., 2001). Vì vậy, việc nghiên cứu làm sáng tỏ đặc điểm hình thái - cấu trúc vỉa than và đánh giá mức độ ảnh hưởng của chúng đến công tác thăm dò, khai thác than là hết sức cần thiết.

* Tác giả liên hệ

Email: domanhana@humg.edu.vn

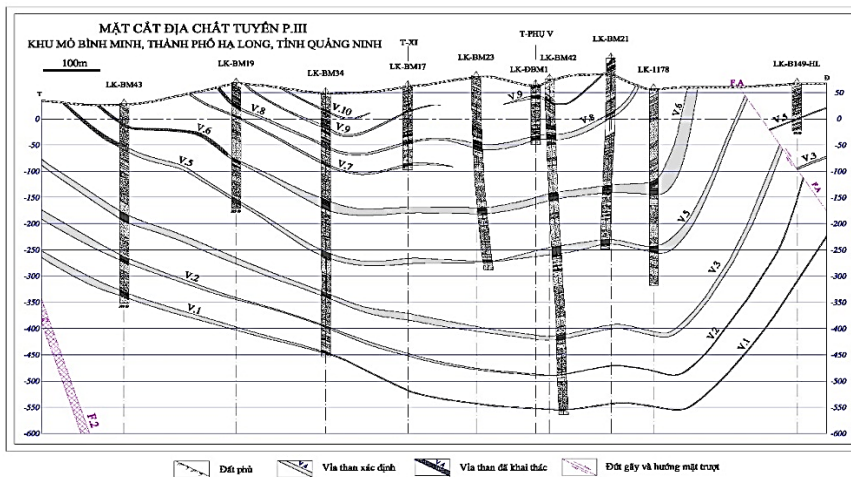
2. Các phương pháp nghiên cứu

Để mô tả đặc điểm hình thái - cấu trúc các vỉa than và đánh giá mức độ ảnh hưởng của chúng đến công tác thăm dò, khai thác tại mỏ than Bình Minh, tổ hợp các phương pháp nghiên cứu được sử dụng gồm: (1) Mô hình hóa các vỉa than bằng hệ thống mặt cắt địa chất theo tuyến thăm dò; (2) Đánh giá phân bố thống kê chiều dày vỉa căn cứ vào hệ số biến thiên chiều dày vỉa (V_m): Các đặc trưng thống kê xác định theo các công thức được đề xuất bởi các nhà khoa học người Nga (Rujov and Gudkov, 1966; Kajdan 1974); (3) Đánh giá đặc điểm hình dạng và mức độ biến hóa hình dạng vỉa: dựa vào mức độ biến hóa chiều dày vỉa và kết quả tính toán các thông số Modun chu tuyến (μ), chỉ tiêu hình dạng vỉa (ϕ) và hệ số phức tạp cấu tạo vỉa (K_{cc}) theo các công thức được nghiên cứu trong các văn liệu trước đây (Kuzomin, 1972); (4) Mô hình Trend nghiên cứu các đặc điểm biến hóa không gian các vỉa than: dựa vào bản đồ độ lệch Trend để phát hiện các dị thường cấu tạo Trend nhằm khoanh ranh giới và xác định các diện tích dị thường địa hoá, địa vật lý, sự biến đổi chiều dày các vỉa than, sự xuất hiện cục bộ các lớp kẹp tại các khu vực có cấu trúc từ phức tạp đến rất phức tạp hoặc các cấu tạo địa chất như các uốn nếp bậc cao, các đứt gãy nhỏ. Các phân tích bề mặt Trend của vỉa than được nghiên cứu đầu tiên từ những năm 1960 (Read W.A. and Dean J.M., 1968; Cook A.C, 1969; Gomez M. and Hazen K., 1970).

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Đặc điểm các vỉa than khu mỏ Bình Minh

Các vỉa than hầu hết phân bố rộng khắp trên toàn diện tích khu mỏ, các đầu lộ vỉa chủ yếu ở phần phía Bắc - Đông Bắc khu mỏ. Các vỉa than có giá trị công nghiệp đều phân bố có quy luật, thường bị vát mỏng, ít có giá trị ở khối Đông Bình Minh. Sự thay đổi của vỉa than theo đường phương nhỏ, phần lớn là những vỉa dày và trung bình với cấu tạo đơn giản đến tương đối phức tạp (Hình 1).



Hình 1. Mặt cắt địa chất tuyến P.III mỏ than Bình Minh (Phạm Tuấn Anh, 2010)

Bảng 1. Đặc điểm cơ bản các vỉa than mỏ Bình Minh

Tên vỉa than	Chiều dày toàn vỉa (m)	Chiều dày riêng than (m)	Chiều dày đá kẹp (m)	Số lớp kẹp (số lớp)	Độ dốc vỉa (độ)	Phân loại cấu tạo
V.9	<u>0,1-6,75</u> 2,26(64)	<u>0,1-6,75</u> 2,15	<u>0-1,16</u> 0,16	<u>0-7</u> 1	<u>5-70</u> 31	Đơn giản
V.8	<u>0,6-31,27</u> 4,73(113)	<u>0,6-13,91</u> 3,75	<u>0-8,58</u> 0,89	<u>0-15</u> 2	<u>5-60</u> 31	Tương đối phức tạp
V.7	<u>0,2-32,94</u> 3,59(99)	<u>0,2-17,54</u> 2,88	<u>0-15,4</u> 0,68	<u>0-10</u> 1	<u>5-70</u> 31	Đơn giản
V.6	<u>0,34-28,01</u> 7,71(138)	<u>0,34-21,93</u> 6,36	<u>0-8,17</u> 1,34	<u>0-18</u> 2	<u>5-74</u> 30	Tương đối phức tạp
V.5	<u>0,31-33,2</u> 6,41(163)	<u>0,31-23,78</u> 5,56	<u>0-13,56</u> 0,85	<u>0-10</u> 1	<u>5-70</u> 30	Đơn giản

3.2. Đặc điểm hình dạng vỉa và mức độ biến hóa hình dạng vỉa

Nhìn chung các vỉa than được nghiên cứu thuộc mỏ than Bình Minh có cấu tạo nội bộ từ đơn giản đến tương đối phức tạp, số lượng lớp đá kẹp trung bình trong các vỉa than nhỏ ($1 \div 2$ lớp đá kẹp), chiều dày trung bình toàn vỉa biến đổi từ $2,26 \div 7,71$ m, chiều dày trung bình các lớp đá kẹp trong mỗi vỉa than không lớn $0,16 \div 1,34$ m,

trung bình 0,78m (Bảng 1). Đồng thời, điều kiện thành tạo ban đầu cũng làm thay đổi hình dạng các vỉa than như dạng vỉa, thấu kính. Hình dạng các vỉa than trong khu mỏ chủ yếu bị vát mỏng, ít bào mòn hoặc phân nhánh. Tuy nhiên, bản thân các vỉa than trong khu mỏ được cấu thành bởi cấu trúc phức tạp uốn và chịu ảnh hưởng của nhiều hệ thống đứt gãy lớn nhỏ theo các phương khác nhau đã làm cho các vỉa than bị phân cắt, chiều dày biến đổi mạnh làm phức tạp hóa cấu trúc vỉa (Bùi Văn Sang và nnk., 1997, Phạm Tuấn Anh và nnk., 2010).

Bảng 2. Kết quả xử lý thống kê thông số chiều dày vỉa than mỏ Bình Minh (N=499)

STT	Tên vỉa (Tổng số liệu)	Thông số nghiên cứu	Đặc trưng thống kê			Hàm phân bố
			Trung bình (m)	σ_m^2	V_m (%)	
1	V.9 (51)	M_{RT}	2,15	4,41	97,67	loga chuẩn
2	V.8 (99)	M_{RT}	3,75	4,84	58,67	loga chuẩn
3	V.7 (93)	M_{RT}	2,88	2,37	53,45	loga chuẩn
4	V.6 (112)	M_{RT}	6,36	13,69	58,18	loga chuẩn
5	V.5 (144)	M_{RT}	5,56	11,97	62,23	loga chuẩn

Bảng 3. Kết quả hệ số biến đổi góc dốc các vỉa than mỏ Bình Minh (N = 137)

STT	Tên vỉa (N)	Góc dốc vỉa			Phân loại nhóm mỏ theo K_α
		Trung bình (độ)	σ_α	K_α	
1	V.9 (33)	30	12,45	0,441	Vỉa khai thác phức tạp
2	V.8 (42)	29	12,24	0,457	Vỉa khai thác phức tạp
3	V.7 (20)	31	13,28	0,379	Vỉa khai thác phức tạp
4	V.6 (12)	29	12,52	0,436	Vỉa khai thác phức tạp
5	V.5 (30)	29	14,41	0,294	Vỉa khai thác phức tạp

Bảng 4. Kết quả hệ số biến đổi độ tro các vỉa than mỏ Bình Minh (N = 675)

TT	Tên vỉa (N)	Độ tro TB của than theo mẫu đơn (%)	Phương sai độ tro than (σ^2)	Hệ số biến thiên độ tro than V^A (%)	Phân loại nhóm mỏ theo độ tro than (V^A)
1	V.9 (35)	18,82	10,55	56%	Tương đối ổn định
2	V.8 (143)	14,46	9,65	67%	Tương đối ổn định
3	V.7 (100)	15,62	9,48	61%	Tương đối ổn định
4	V.6 (203)	12,61	8,63	68%	Tương đối ổn định
5	V.5 (194)	12,58	9,38	75%	Tương đối ổn định

Từ kết quả trình bày ở các Bảng 2, 3, 4 cho thấy: các vỉa than mỏ Bình Minh thuộc nhóm vỉa trung bình và dày, chiều dày toàn vỉa biến đổi phức tạp, hầu hết vỉa có chiều dày biến đổi thuộc loại không ổn định; góc dốc vỉa biến đổi thuộc loại ổn định; độ tro than tương đối ổn định. Qua kết quả xác định phương sai và hệ số biến thiên cho thấy các vỉa than trên thuộc nhóm vỉa cấu tạo đơn giản đến tương đối phức tạp, có ít lớp đá kẹp.

Bảng 5. Tổng hợp kết quả tính toán hệ số phức tạp cấu trúc vỉa

STT	Tên vỉa	Chiều dày trung bình (m)		Số lớp than TB	Số lớp đá kẹp TB	K_{cc}	K_k
		M_k	M_{RT}				
1	V.9	0,16	2,15	2	1	0,96	8%
2	V.8	0,89	3,75	3	2	0,84	24%
3	V.7	0,68	2,88	2	1	0,88	24%
4	V.6	1,34	6,36	3	2	0,86	21%
5	V.5	0,85	5,56	2	1	0,92	15%

Bảng 6. Kết quả tính toán chỉ tiêu mô đun chu tuyến và hình dạng các vỉa than

STT	Tên vỉa	Chỉ tiêu nghiên cứu						
		$L\phi$ (m)	$S\phi$ (m ²)	a (m)	V_m (%)	K_{cc}	μ	ϕ
1	V.9	18 506	3 985 787	2 250	97,67	0,96	1,91	1,94
2	V.8	23 003	5 403 181	2 477	58,67	0,84	2,13	1,49
3	V.7	25 288	7 352 817	2 932	53,45	0,88	1,98	1,20
4	V.6	26 913	8 959 851	3 260	58,18	0,86	1,90	1,29
5	V.5	32 234	11 586 684	3 905	62,23	0,92	1,92	1,30

Kết quả tính toán trình bày ở các Bảng 5, 6 cho phép rút ra một số nhận xét sau: các chỉ tiêu phản ánh mức độ phức tạp cấu trúc vỉa: K_{cc} thay đổi từ $0,84 \div 0,96$, K_k từ $8 \div 24\%$, M_k : $0,16 \div 1,34m$, như vậy các vỉa than mỏ Bình Minh thuộc nhóm vỉa có mức độ phức tạp từ đơn giản đến tương đối phức tạp. Theo chỉ tiêu hình dạng của vỉa và đặc điểm kiến tạo khu mỏ các vỉa than thuộc nhóm vỉa có hình dạng rất phức tạp ($\varphi=11,44$), cấu trúc địa chất khu mỏ phức tạp ($P_{bv} = 55$), các vỉa bị uốn cong biến đổi mạnh do ảnh hưởng của các nếp uốn (Hình 1). Từ đó gây ảnh hưởng lớn đến công tác thăm dò và khai thác than.

3.3. Đặc điểm biến hóa không gian các vỉa than

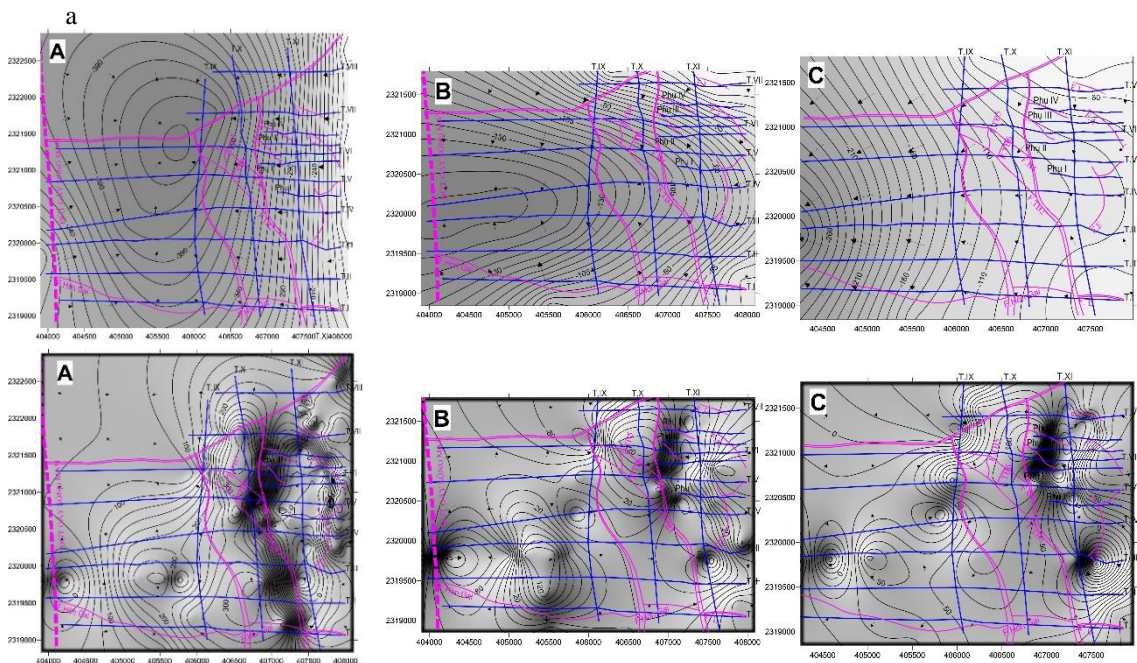
Từ kết quả phân tích các thông tin về vị trí trụ vỉa, vách vỉa, độ dốc của vỉa, số lượng các lớp đá kẹp, tổng chiều dày các lớp kẹp cũng như chiều dày thật, chiều dày riêng của than cho các vỉa từ V.5 đến V.9 khu mỏ Bình Minh. Kết quả nghiên cứu với sự trợ giúp của phần mềm thống kê và chương trình tính toán GeoTools được lập trình trên ngôn ngữ Visual Basic, chúng tôi đã tiến hành xây dựng được các mô hình Trend bậc 2 và bậc 3 cho số liệu vị trí trụ các vỉa than, đóng vai trò chỉ thị trực tiếp hoặc gián tiếp phản ánh sự biến đổi trong không gian của các vỉa, với mục tiêu làm sáng tỏ đặc điểm hình thái cấu trúc các vỉa than và là cơ sở khoa học cho việc đánh giá ảnh hưởng của chúng đến thăm dò, khai thác than dưới mức -350m. Kết quả thiết lập các mô hình Trend và đánh giá mức độ tương ứng của các mô hình Trend với thực tế được trình bày trong các bảng sau.

Bảng 7. Các giá trị đặc trưng Trend bậc II của thông số trụ vỉa than (N=428)

STT	Tên vỉa (N)	SS _T	SS _R	SS _D	100R ²	R
1	V.9 (34)	184450	135449	49001	73,43	0,85
2	V.8 (66)	247805	136222	111583	54,97	0,73
3	V.7 (67)	395686	67889	327796	17,16	0,41
4	V.6 (117)	905162	208641	696522	23,05	0,48
5	V.5 (144)	2219445	714991	1504454	32,21	0,56

Bảng 8. Các giá trị đặc trưng Trend bậc III của thông số trụ vỉa than (N=428)

STT	Tên vỉa (N)	SS _T	SS _R	SS _D	100R ²	R
1	V.9 (34)	184450	135681	48769	73,56	0,86
2	V.8 (66)	247805	131162	116643	52,93	0,74
3	V.7 (67)	395686	73523	322163	18,58	0,43
4	V.6 (117)	905162	248685	656478	27,47	0,52
5	V.5 (144)	2219445	719229	1500216	32,41	0,57



Hình 2: Bình đồ đẳng trị Trend (bên trên) và sơ đồ độ lệch Trend bậc III (bên dưới) của trụ vỉa than

A- Vỉa 5 B- Vỉa 7 C- Vỉa 8

Trên sơ đồ Trend ta nhận thấy: diện tích nghiên cứu hình thái các vỉa than dạng nếp lồi với trục nếp uốn nghiêng về phía đông, hình thái của các vỉa than tương đối đơn giản, do đó có thể mô hình hóa bằng hàm Trend bậc 2, 3.

Qua phân tích sơ đồ độ lệch Trend trụ vỉa than khu mỏ Bình Minh cho thấy: các vỉa đều bị các đứt gãy chia thành các khối rời rạc. Cơ bản các đứt gãy ở khu vực phía Đông Bình Minh thể hiện trên sơ đồ độ lệch Trend bậc 2,3 đều tương đối trùng với các đứt gãy trong tài liệu thăm dò. Ngược lại khu vực trung tâm và phía Tây mức độ nghiên cứu còn sơ lược, chưa khống chế được các yếu tố kiến tạo ảnh hưởng đến công tác thăm dò và khai thác mỏ. Trên diện tích nghiên cứu phát triển các uốn nếp bậc cao (có thể là bậc 2, bậc 3). Trên sơ đồ độ lệch Trend các nếp uốn cũng tương đối phù hợp với các nếp uốn đã nghiên cứu, đánh giá trong các tài liệu đã báo cáo.

Nhìn chung các mô hình Trend và độ lệch Trend đều mô tả tương đối chính xác sự biến hóa về tọa độ trụ của các vỉa than trong khu vực nghiên cứu. Hầu hết các bản đồ Trend có thể coi là có quy luật (có trend) với $R > 0,3$, trong đó các hàm Trend bậc 2, 3 vỉa 8, 9 có hệ số tương quan bội $R > 0,7$ có thể coi là bậc Trend rất lý tưởng. Các mô hình này có thể sử dụng để nghiên cứu các dị thường của vỉa, phân tích xu hướng biến đổi trong không gian của các vỉa than, giúp phát hiện và khoanh định các diện tích có các dị thường cấu tạo, đặc biệt những vị trí có độ lệch Trend dương lớn, góp phần định hướng cho công tác thăm dò, khảo sát và lập kế hoạch khai thác đạt hiệu quả cao trong tương lai.

3.4. Đánh giá ảnh hưởng của hình thái - cấu trúc các vỉa than đến công tác thăm dò, khai thác

Do điều kiện thành tạo ban đầu, lịch sử phát triển địa chất trong quá trình hình thành các vỉa than và do ảnh hưởng các hoạt động kiến tạo trong và sau tạo than mà các vỉa than có rất nhiều hình dạng từ đơn giản đến phức tạp và bị biến dạng. Trong đó các yếu tố uốn nếp, đứt gãy, đặc điểm biến đổi thế nằm, chiều dày, góc dốc vỉa than là những yếu tố quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến công tác thăm dò, khai thác than, quyết định đến việc lựa chọn phương pháp, hệ thống công trình thăm dò cũng như khai thác mỏ. Căn cứ vào kết quả nghiên cứu đặc điểm hình thái cấu trúc các vỉa than mỏ Bình Minh cho thấy:

- Các vỉa than mỏ Bình Minh có chiều dày tăng dần từ Tây sang Đông; chất lượng than của các vỉa than trong mỏ là tương đối ổn định, có chất lượng tốt.

- Các vỉa than có hình dạng tương đối phức tạp đến phức tạp. Thế nằm và góc dốc của các vỉa than luôn thay đổi, gây khó khăn trong quá trình thăm dò và khai thác.

- Mỏ có cấu trúc kiến tạo phức tạp, ngoài các đứt gãy chính, trong mỏ còn bao gồm nhiều đứt gãy phụ có đối phá hủy nhỏ. Trong đứt gãy đá đá bị vỡ nhàu, nứt nẻ mạnh, độ liên kết yếu, đá đá là các mảnh cuội, sạn kết, cát kết, sét...nằm lẫn lộn dễ bị sụt đổ khi có đường lò đi qua, đây là nguyên nhân gây khó khăn trong công tác xây dựng và khai thác hầm lò. Ngoài ra chúng còn gây ảnh hưởng tới sự phân bố áp lực mỏ, đặc biệt ở khu vực gương lò chợ; làm thay đổi đặc trưng di động của đá mỏ, gây tổn thất và làm nghèo khoáng sản trong khai thác.

- Khu mỏ gồm các nếp uốn liên tiếp nhau và hầu hết bị chia cắt bởi các đứt gãy, tạo cho khu vực có đặc điểm cấu trúc địa chất phức tạp, các vỉa than bị chia cắt theo các khối địa chất. Hiện tượng bong lớp và các hệ thống khe nứt phát triển ở vòm nếp uốn tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình tạo vỉa, song lại ảnh hưởng không tốt đến thăm dò, khai thác mỏ, làm thay đổi vị trí vỉa than dẫn tới việc bố trí các công trình thăm dò khống chế, đồng danh vỉa than gặp nhiều khó khăn, ngoài ra hoạt động uốn nếp còn làm thay đổi cục bộ chiều dày các vỉa than và tác động trực tiếp đến độ ổn định nóc công trình ngầm gây khó khăn trong thiết kế khai thác hầm lò.

4. Kết luận

Mỏ than Bình Minh có đặc điểm cấu trúc địa chất phức tạp, gồm các nếp uốn liên tiếp nhau và hầu hết bị chia cắt bởi các đứt gãy. Các vỉa than bị chia cắt theo các khối địa chất, có góc dốc thoải (có nơi gần nằm ngang), chiều dày vỉa giảm dần từ khối Đông sang khối Tây, phần từ -350m trở lên chiều dày khá ổn định, càng xuống dưới sâu vỉa có xu hướng mỏng dần, số lượng vỉa than giảm so với phần trên mặt.

Hầu hết các vỉa than đều có dạng vỉa, chủ yếu bị vát mỏng, ít bào mòn hoặc phân nhánh. Vỉa có cấu tạo chủ yếu thuộc nhóm cấu tạo vỉa đơn giản đến tương đối phức tạp, chiều dày vỉa biến đổi tương đối phức tạp, chất lượng than của các vỉa than trong mỏ là tương đối ổn định, có chất lượng tốt.

Những chỉ tiêu phản ánh về đặc điểm hình thái - cấu trúc vỉa than được đề cập trong bài báo là nguyên nhân cơ bản gây khó khăn cho công tác thăm dò và khai thác mỏ, làm tăng độ tổn thất than trong quá trình khai thác, làm giảm giá trị kinh tế và hiệu quả trong khai thác các vỉa than.

Các vỉa than ở các khối Tây và khối Trung tâm khu mỏ Bình Minh, gần các đứt gãy lớn còn ít công trình không chế, nên diện phân bố và mức độ biến đổi chiều dày vỉa còn nhiều nghi vấn. Đa số các lỗ khoan chỉ không chế đến mức -350m nên các phần vỉa phân bố dưới mức đó mật độ thăm dò rất thưa. Do vậy cần bố trí bổ sung các lỗ khoan ở khối Trung tâm, khối Tây Bình Minh, phạm vi vỉa gần đứt gãy F₁₄, F_{HG} và ở những nơi công trình thăm dò còn thưa.

Lời cảm ơn

Kết quả nghiên cứu của bài báo được hoàn thành từ sự hỗ trợ của đề tài nghiên cứu cấp cơ sở mã số T20-27 do Trường Đại học Mỏ - Địa chất tài trợ.

Tài liệu tham khảo

- Bùi Văn Sang và nnk, 1997. Báo cáo địa chất kết quả thăm dò sơ bộ than khu mỏ Bình Minh. *Lưu trữ Tổng cục địa chất, Hà Nội*.
- Cook A. C., 1969. Trend-surface analysis of structure and thickness of Bulli Seam, Sydney Basin, New South Wales. *Journal of the International Association for Mathematical Geology* 1, pp 53-78.
- Gomez M. and Hazen K., 1970. Evaluating sulfur and ash distribution in coal seams by statistical response surface regression analysis. *US Department of the Interior, Bureau of Mines. Washington*.
- Kajdan, A.B., 1974. Cơ sở phương pháp thăm dò khoáng sản. *Nedra, Moskva (Bản tiếng Nga)*.
- Kuzmin, V.I., 1972. Hình học hóa và tính trữ lượng khoáng sản rắn. *Nedra, Moskva (Bản tiếng Nga)*.
- Lê Kính Đức và nnk, 1978. Báo cáo kết quả công tác chỉnh lý bản đồ địa chất bề than Quảng Ninh tỷ lệ 1: 250.000. *Lưu trữ Tổng cục địa chất, Hà Nội*.
- Nguyễn Văn Cư và nnk, 2001. Báo cáo địa chất kết quả thăm dò khai thác mỏ than Đông Bình Minh. *Lưu trữ Tổng cục địa chất, Hà Nội*.
- Nguyễn Văn Sao và nnk, 2012. Báo cáo kết quả điều tra giai đoạn I đề án điều tra, đánh giá tiềm năng than dưới mức -300m bề than Quảng Ninh. *Lưu trữ Tổng cục địa chất, Hà Nội*.
- Phạm Tuấn Anh và nnk, 2010. Báo cáo kết quả tính, chuyển đổi cấp trữ lượng và cấp tài nguyên khu mỏ than Bình Minh - Hạ Long - Quảng Ninh. *Báo cáo sản xuất. Công ty cổ phần tin học, công nghệ, môi trường - Vinacomin*.
- Read W. A., and Dean J. M., 1968. A quantitative study of a sequence of coal-bearing cycles in the Namurian of central Scotland. *Sedimentology* 10, pp 121-136.
- Rujov, P.A., Gudkov, V.M., 1966. Áp dụng mô hình thống kê trong thăm dò tài nguyên khoáng sản. *Nedra, Moskva. (Bản tiếng Nga)*.

ABSTRACT

Morphological and structural features of coal beds and the influence on the exploration and exploitation of Binh Minh Mine, Quang Ninh

Do Manh An^{1,*}, Nguyen Khac Du¹, Nguyen Thi Thanh Thao¹, Ta Thi Toan¹, Pham Thi Thanh Hien¹, Hoang Thi Thoa¹, Nguyen Hoang Huan²

¹Department of Prospecting and Exploration, Hanoi University of Mining and Geology

²Vinacomin Informatics, Technology, Environment Joint stock Company

Morphological and structural features represent the complexity of coal beds including variations in thickness, structure, etc. These parameters play key roles in selecting the exploration group and grid as well as the effects of mining. To clarify the morphological characteristics of coal beds of the Binh Minh mine, and orientation toward exploration and exploitation, the methods including statistical evaluation of beds thickness and the transformation coal beds are applied. Results show that the structure and morphology of the coal beds in the Binh Minh mine are simple to relatively complicated, representing by $K_{cc} = 0.89$; $K_k = 0.18$ and $\mu = 1.97$; $\Phi = 1.44$, with the bent seams at various thickness at depth. The Trend modeling results show that the Binh Minh mine has a complex structure, including main fault systems, fracture zones, folds fragmented by minor faults, making a lot of difficulties in exploration and exploitation. These also increase the loss of coal in the mining process, reducing the economic values of coal seams.

Keywords: Binh Minh Mine; coal beds; Morphology - Structure; exploration.

Tiềm năng tài nguyên di sản địa chất khu vực đảo Lý Sơn, Quảng Ngãi và giải pháp bảo tồn

Đỗ Mạnh An^{1,*}, Nguyễn Phương¹, Nguyễn Thế Phong², Nguyễn Tiến Dũng¹, Bùi Hoàng Bắc¹,
Khương Thế Hùng¹, Nguyễn Thị Thanh Thảo¹, Nguyễn Xuân Nam³

¹ Trường Đại học Mở - Địa chất, ² Liên đoàn Địa chất Trung Trung Bộ, ³ Viện Địa chất Khoáng sản

TÓM TẮT

Đảo Lý Sơn là khu vực còn bảo tồn nhiều giá trị đặc biệt về địa chất, địa mạo, cảnh quan thiên nhiên, là tiềm năng để phát triển địa chất du lịch, cơ hội để phát triển kinh tế của tỉnh Quảng Ngãi. Kết quả nghiên cứu cho thấy khu vực đảo Lý Sơn tích hợp nhiều loại hình di sản giá trị trong đó nổi bật nhất là di sản địa chất, được hình thành do hoạt động phun trào núi lửa nhiều giai đoạn kế tiếp nhau từ 25 ÷ 30 triệu năm đến trên dưới 3.000 năm trước. Chúng thể hiện một cách đa dạng và tiêu biểu cho các hoạt động núi lửa trẻ ven biển Việt Nam và có thể cho cả thềm lục địa vùng biển Đông Nam Á. Bài báo giới thiệu một số giá trị về tiềm năng tài nguyên di sản địa chất, các giá trị về môi trường, cảnh quan thiên nhiên, hệ sinh thái và đề xuất các giải pháp bảo tồn, khai thác hợp lý tài nguyên di sản địa chất trong khu vực. Các di sản địa chất khu vực nghiên cứu được phân thành 3 vùng là: vùng các đảo núi lửa, vùng đáy biển và vùng ven biển. Trên cơ sở đó đề xuất 2 tuyến tham quan các di sản địa chất trong khu vực nghiên cứu. Giá trị nội trội của di sản địa chất trong khu vực là tiềm năng vô cùng to lớn để lập hồ sơ công viên địa chất toàn cầu Lý Sơn - Sa Huỳnh, góp phần phát triển kinh tế - xã hội khu vực đảo Lý Sơn nói riêng cũng như tỉnh Quảng Ngãi và miền Trung nước ta nói chung.

Từ khóa: Di sản địa chất; tiềm năng tài nguyên; giải pháp bảo tồn; Lý Sơn; Quảng Ngãi.

1. Đặt vấn đề

Quảng Ngãi là tỉnh duyên hải miền Trung Việt Nam có nhiều bãi biển đẹp với bờ biển dài 130km, địa hình khá đa dạng với đầy đủ các đặc điểm của vùng núi, trung du, đồng bằng ven biển và hải đảo. Huyện đảo Lý Sơn có 5 ngọn núi lửa đã tắt, gồm núi Thới Lới, núi Giếng Tiên, hòn Vung, hòn Sỏi, hòn Tai, được hình thành do sự phun trào nham thạch của núi lửa cách đây khoảng 25 ÷ 30 triệu năm. Địa hình núi lửa chiếm tới 70% diện tích huyện đảo. Cũng do cấu tạo địa hình núi lửa, nên tại đây có nhiều thắng cảnh thiên nhiên tuyệt đẹp như vách đá, hang động, công đá và bãi đá..., chứa đựng nhiều huyền tích bí ẩn và hấp dẫn. Về giá trị địa chất, cụm núi lửa đảo Lý Sơn và các vùng phụ cận có nhiều loại đặc trưng cho nhiều chế độ phun khác nhau, các loại đá biến chất đa dạng thuộc các phức hệ và hệ tầng khác nhau được thành tạo cách đây hàng trăm triệu năm.

Nói đến tài nguyên di sản địa chất là nói đến quá trình thành tạo của lớp vỏ trái đất qua nhiều năm lịch sử đã hình thành nên và để lại những hình dạng kiến tạo thật độc đáo và có nét đẹp kì tích. Những di sản địa chất đã được tìm thấy bởi các nhà địa chất có tâm huyết khảo sát và nghiên cứu, đánh giá rất cao về giá trị của di sản địa chất và đã được bảo tồn, phát huy, gìn giữ đến ngày hôm nay và cho mai sau. Sau những cuộc khảo sát thực địa, các nhà nghiên cứu trong và ngoài nước đều cho rằng các thành tạo địa chất tại các địa phương trong khu vực nghiên cứu rất có giá trị (Lê Đức An và nnk., 2005; 2013, Phạm Hùng và nnk., 2001, Nguyễn Thế Phong, 2019). Khu vực đảo Lý Sơn, ven biển Bình Châu và vùng phụ cận có những tầng lớp địa chất độc đáo, phong phú. Tại đây có dấu tích của nhiều đợt kiến tạo của vỏ Trái đất cách đây hàng triệu năm, các thời kỳ phun trào núi lửa khác nhau đã tạo nên những tuyệt phẩm tự nhiên từ sự tương tác giữa biển và núi lửa. Di sản địa chất ở khu vực đảo Lý Sơn và vùng phụ cận được ví như bảo tàng tự nhiên về hoạt động núi lửa hiếm có trên thế giới, và có khả năng trở thành Công viên địa chất toàn cầu. Vì vậy, UBND tỉnh Quảng Ngãi đã đề cập đến tính cần thiết của vùng đảo Lý Sơn về mặt phát triển các di sản địa chất, cũng như việc cần phải bảo tồn các di sản đã được tìm thấy và cần phải tìm kiếm phát hiện thêm các di sản địa chất trong khu vực. Vì vậy, việc nghiên cứu làm rõ đặc điểm phân bố và tiềm năng tài nguyên di sản địa chất khu vực đảo Lý Sơn, làm cơ sở khoa học và thực tiễn cho định hướng phát triển công viên địa chất khu vực nghiên cứu nói riêng, tỉnh Quảng Ngãi nói chung.

* Tác giả liên hệ

Email: domanhan@humg.edu.vn

2. Các phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở lý luận

- Tổng quan về di sản địa chất (DSĐC): DSĐC là phần tài nguyên địa chất có giá trị nổi bật về khoa học, giáo dục, thẩm mỹ và kinh tế. Chúng bao gồm các cảnh quan địa mạo, các miệng núi lửa đã tắt hoặc đang hoạt động, các hang động, hẻm vực sông, hồ tự nhiên, thác nước, các diện lộ tự nhiên hay nhân tạo của đá và quặng, các di chỉ cổ sinh; các thành tạo, cảnh quan còn ghi lại những biến cố, bối cảnh địa chất đặc biệt; các địa điểm mà tại đó có thể quan sát được các quá trình địa chất đã và đang diễn ra hàng ngày, thậm chí cả các khu mỏ đã ngừng khai thác,... DSĐC là di sản quan trọng hàng đầu trong số các di sản thiên nhiên. Cũng như các di sản khác, DSĐC là tài nguyên không tái tạo, do đó cần được bảo tồn, quản lý và khai thác sử dụng hợp lý cho sự phát triển bền vững của đất nước (Trần Tân Văn và nnk, 2019).

- Công viên địa chất (geopark): là một khu vực tự nhiên, độc đáo, có ranh giới rõ ràng, trong đó chứa đựng một tập hợp các di sản địa chất có giá trị khoa học, phân bố trong phạm vi nhất định, hài hòa với cảnh quan thiên nhiên, đồng thời chứa đựng các giá trị về đa dạng sinh học, khảo cổ, lịch sử, văn hóa xã hội và có diện tích lớn để phát triển kinh tế địa phương, thông qua hình thức phát triển du lịch và các dịch vụ phụ trợ khác (Trần Tân Văn và nnk, 2019). Một công viên địa chất quốc gia khi có đủ điều kiện sẽ được UNESCO công nhận là Công viên địa chất toàn cầu.

- Tiêu chí xếp di sản địa chất: Hiện chưa có hệ thống tiêu chí đánh giá thống nhất. Mỗi quốc gia phát triển một hệ thống đánh giá của riêng mình. Dựa vào bảng hệ thống đánh giá định lượng DSĐC được đề nghị áp dụng ở Việt Nam. Theo đó, các DSĐC cùng kiểu loại của từng khu vực được chuyên gia cho điểm trên cơ sở so sánh tương đối giữa chúng với nhau và với các DSĐC ở các khu vực khác. Tổng số điểm tối đa một DSĐC có thể đạt là 100. Trên cơ sở điểm đánh giá, các DSĐC được đề nghị xếp hạng thành:

+ Di sản cấp quốc gia: có các hoạt động kiến tạo địa chất, địa mạo hoặc địa lý tự nhiên có giá trị nổi bật xét theo quan điểm thẩm mỹ hoặc khoa học, giáo dục và kinh tế, có ranh giới được xác định chính xác.

+ Di sản cấp địa phương: có các hoạt động kiến tạo địa chất, địa mạo hoặc địa lý tự nhiên có giá trị về mặt khoa học, giáo dục, có ranh giới được xác định chính xác.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Để đánh giá tiềm năng tài nguyên di sản địa chất khu vực đảo Lý Sơn, Quảng Ngãi và đưa ra được các giải pháp bảo tồn DSĐC, nhóm tác giả đã sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau: (1) Phương pháp khảo sát thực địa, điều tra di sản địa chất: Tiến hành thu thập các loại mẫu, nghiên cứu cấu tạo, phân bố và quan hệ của các đối tượng địa chất ngoài thực địa; (2) Phương pháp mô hình hóa nhằm luận giải và đánh giá đặc điểm phân bố của các DSĐC, giúp đánh giá tiềm năng tài nguyên DSĐC khu vực trên trên cơ sở một số mặt cắt chi tiết được lựa chọn cắt qua các điểm DSĐC; (3) Phương pháp tổng hợp, xử lý tài liệu, kết hợp ý kiến chuyên gia: Trên cơ sở tổng hợp tài liệu của các nghiên cứu trước, kết hợp tài liệu khảo sát và nghiên cứu bổ sung, tiến hành xử lý tài liệu thu được để luận giải đặc điểm địa mạo, trầm tích Đệ tứ, cổ sinh - địa tầng,... kết hợp ý kiến chuyên gia nhằm đưa ra các tiêu chí để xếp hạng các kiểu DSĐC trong khu vực; từ đó đánh giá tiềm năng và đề xuất quy hoạch, khoanh vùng bảo tồn và khai thác hợp lý nhằm phát huy giá trị tài nguyên di sản địa chất trong khu vực đảo Lý Sơn, tỉnh Quảng Ngãi.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Tiềm năng tài nguyên di sản địa chất khu vực nghiên cứu

Trên cơ sở tổng hợp các tài liệu từ các công trình trước, kết hợp tài liệu thực tế thu thập từ các lộ trình khảo sát thực địa, đã xác định khu vực đảo Lý Sơn có địa hình núi lửa chiếm 70% diện tích, có 6 miệng núi lửa trên bờ gồm: Thới Lới (2 miệng núi lửa kép), Giếng Tiên, Hòn Sỏi, Hòn Vung, Hòn Tai. Đặc biệt, “miệng núi lửa kép” trên đỉnh núi Thới Lới có đường kính hơn 1.000 m còn nguyên vẹn được xem là di sản độc đáo hiếm hoi trên thế giới (Nguyễn Thế Phong, 2019). Qua quá trình khảo sát thực tế và tổng hợp tài liệu, các tác giả đã xác định nhiều di sản địa chất - địa mạo độc đáo, tạo nên cảnh quan kỳ thú có sức thu hút khách du lịch.

3.1.1. Di sản địa hình núi lửa kiểu nón xỉ (cinder cone, scoria cone)

➤ Núi lửa hai tầng nón (Hang Câu - Chù Hang và Thới Lới)

Miệng Thới Lới là miệng núi lửa lớn nhất ở đảo Lý Sơn, có thể nhìn rõ trên ảnh vệ tinh với hướng nghiên dòng chảy dung nham cổ về phía gần nam. Miệng nằm ở phía đông đảo Lý Sơn, có đường kính đáy khoảng 1,4km và đường kính của miệng núi lửa là 0,35km, bờ miệng núi lửa cao 20 ÷ 40m, dài 1250 m, có cấu trúc nón xỉ rất rõ, tường phía trong miệng núi lửa có dạng bậc thang dốc đứng, ở giữa tạo thành hồ nước và các bãi cỏ. Điểm cao nhất của ngọn núi lửa là 169m, cũng là điểm cao nhất của đảo Lý Sơn. Miệng núi lửa và

dòng dung nham phun ra đã xuyên và phủ lên các trầm tích nguồn núi lửa có tuổi cổ hơn. Thực chất đây là hai nón núi lửa có cùng họng phun, nón Thới Lới nhỏ hơn nằm chõng trên nón Hang Câu - Chùa Hang (Ảnh 1) (Google Map). Trũng và gờ miệng Hang Câu - Chùa Hang nghiêng về phía bắc, trong khi đó trũng và gờ miệng Thới Lới nghiêng về phía nam (Ảnh 2) (Nguyễn Thế Phong, 2018). Các lớp cát kết, bột kết tuf cấu tạo sườn nón Thới Lới có độ dốc lớn hơn cắm trên trũng và gờ miệng nón Hang Câu - Chùa Hang, tạo nên cảnh quan khá ngoạn mục.

➤ *Miệng núi lửa Giếng Tiên*

Miệng núi Giếng Tiên là miệng lớn thứ hai trên đảo lớn, miệng có dạng trũng lòng chảo. Phần sườn và gờ miệng phía bắc đã bị sập, hình thành vách biển cổ, tạo nên cảnh quan tháp đá ngoạn mục. Vách biển Giếng Tiên dài 1050 m, miệng rộng hàng trăm mét, cao 20 ÷ 40 m để lộ các lớp cát kết, bột kết tuf chứa các mảnh đá, khối đá cắm dốc từ miệng về xung quanh, với sườn trong lõm thoải và thành miệng khá dốc. Miệng núi lửa nghiêng về phía bắc, vành của miệng núi lửa cấu tạo từ đá trầm tích phun trào tương tự như vách núi Thới Lới (Ảnh 3).

➤ *Miệng núi lửa Hòn Sỏi, Hòn Tai, Hòn Vung*

Miệng núi lửa Hòn Sỏi có hình dạng trăng khuyết, phần khuyết là nơi dung nham trào ra khỏi họng núi lửa. Miệng núi lửa này còn nhiều di vết của bazan dạng si, cục bột xốp. Mặc dù không lộ vách, nhưng vẫn quan sát được cấu trúc phân lớp của nón quanh miệng trên ảnh vệ tinh và tại vết lộ.



Ảnh 1. Núi lửa hai tầng nón trên ảnh vệ tinh. Đường mũi tên là ranh giới 2 nón núi lửa



Ảnh 2. Ranh giới địa hình tại thực địa giữa nón Thới Lới và Hang Câu - Chùa Hang



Ảnh 3. Vách núi lửa giếng tiên cấu tạo từ đá phun trào

Trên ảnh 2: A - gờ miệng nón Thới Lới, B - sườn nón Thới Lới với các lớp cắm dốc 40°, D - chân sườn nón Thới Lới, C - gờ miệng nón Hang Câu - Chùa Hang, E: deluvi chân sườn nón Thới Lới (Ảnh NT Phong, 2018)

Núi lửa Hòn Tai thuộc xã An Vĩnh, huyện Lý Sơn. Đây là dạng núi lửa phun nghen có dạng đồi cao 30m, tại sườn bắc đã bị sập lở lộ đá bazan dạng cục, mảnh, dăm, màu xám đen, xám nâu, gắn kết yếu. Đất phong hóa từ đá này có màu nâu. Núi lửa Hòn Tai là miệng núi lửa dương hình thành vào giai đoạn Pleistocen giữa - muộn.

Núi lửa Hòn Vung là dạng núi lửa phun nghen, tạo thành đồi cao 50m, trên đỉnh có đá bazan màu xám, hình dạng cầu, kiểu á phun trào. Tại đây đất phong hóa có màu nâu đỏ, không có kết vón dạng khung xương laterit đá ong. Núi lửa Hòn Vung cũng là một di sản để đối sánh với núi lửa Thới Lới và Hòn Sỏi.



Ảnh 4. Cảnh quan miệng núi lửa Hòn Sỏi (Nguồn: Internet)



Ảnh 5. Cấu trúc phân lớp sườn nón Hòn Tai (NT Phong, 2018)



Ảnh 6. Tuf dung nham bờ biển nam Hòn Vung (NT Phong, 2018)

3.1.2. Nghĩa địa san hô Cối Xay

Các khối san hô trong Nghĩa địa san hô Cối Xay (Ảnh 7, 8, 9) nằm tại vị trí góc phía đông bắc đảo Lớn Lý Sơn. Các khối san hô này phát triển hình đồng tâm, đường kính từ 1 ÷ 2,5m. Nhân của các khối san hô này là các hòn cuội đá núi lửa bazan được san hô bám vào và phát triển lớn dần, càng vòng ngoài càng trẻ. Các khối san hô này rất đẹp và có kích thước lớn, thuộc kiểu di sản cổ sinh, địa mạo, cổ môi trường. Các san hô này hình thành vào khoảng Holocen giữa, cách nay khoảng từ 6000 ÷ 4000 năm, chúng là minh chứng cho giai đoạn biển tiến và biển lùi. Đây là một di sản địa chất cấp quốc tế, có giá trị toàn cầu.



Ảnh 7,8,9. Các khối san hô hình cối xay trong nghĩa địa san hô nằm trên nền đá bazan và khu vực sát bờ biển (NT Phong, 2018)

3.1.3. Đá bãi biển và các dấu vết của hoạt động kiến tạo hiện đại

Đá bãi biển được tạo thành khi lớp trầm tích bãi biển trở nên rắn chắc nhờ tích tụ thứ sinh của cacbonat calci (calcit, aragonit) kết tủa từ nước ngầm trong đới dao động của thủy triều (Eric Bird, 2008). Đá bãi biển khá phổ biến, tập trung nhất ở bờ phía bắc đảo Lý Sơn và phía nam đảo Bé, diện tích rộng khoảng 5 ÷ 20 m, dài hàng chục đến hàng trăm mét. Đá có màu xám trắng, cấp hạt chủ yếu là cát hạt trung đến thô, lẫn sạn, sỏi; có khi lẫn nhiều dăm, cuội, vỏ hầu hà, san hô... gắn kết bởi vật chất vôi cát, chúng là nơi lưu giữ bộ sưu tập sinh vật biển phong phú (Ảnh 10). Đá bãi biển làm tăng thêm cảnh sắc và tính đa dạng địa chất cho huyện đảo Lý Sơn, hấp dẫn đối với du lịch, ngoài ra chúng còn có giá trị như những cơn nổi, kê chắn và móng cứng sát bờ để bảo vệ bờ và bãi cát biển phía trong, tránh xói lở do sóng (Nguyễn Thanh Sơn, Trần Đức Thạnh, 2017). Các dấu vết của hoạt động kiến tạo hiện đại thể hiện bởi đứt gãy á vĩ tuyến cắt qua đá bãi biển ở đảo Bé Lý Sơn (Ảnh 11), tại đảo lớn cũng đứt gãy phương này cắt qua phần phía bắc núi lửa Giếng Tiên và núi lửa Thới Lới, tạo thành vách đá kỳ vĩ (Ảnh 12).



Ảnh 10. Đá bãi biển ở đảo Bé Lý Sơn (NT Phong, 2018)



Ảnh 11. Đứt gãy cắt qua đá bãi biển ở đảo lớn Lý Sơn (NT Phong, 2018)



Ảnh 12. Mặt trượt đứt gãy đồ lờ qua trầm tích phun trào trên đảo Lớn Lý Sơn (NT Phong, 2018)

3.1.4. Di sản bãi biển

Bãi tắm bắc Cù lao Bờ Bãi (Đảo Bé): Tại bãi tắm lộ ra đá bazan màu xám đen, cấu tạo lỗ rỗng, bột, xi, vết lộ dạng thành vách dài 500m, rộng 50m, cao 10m, có đứt gãy á vĩ tuyến cắt qua tầng đá. Bãi tắm dài hơn 100m, có cát san hô tạo bãi tắm mini, phát triển trên nền đá bazan với tích tụ cát trắng hạt mịn. Địa hình vùng biển với nhiều cảnh quan đẹp, hình thái lạ tạo cảnh trên đá bazan. Ở đây có các mức thềm biển mài mòn: 1m, 4m, 10 ÷ 12m, thành tạo trong các khoảng tuổi Q_2^3 , Q_2^2 , Q_1^3 (Ảnh 13, 14, 15) (Nguồn Internet).



Ảnh 13: Bãi tắm với cát trắng hạt mịn và vách núi ở đông bắc đảo Bé



Ảnh 14: Bãi tắm với cát trắng hạt mịn ở phía bắc Cù lao Bờ Bãi



Ảnh 15: Cảnh quan đẹp với nhiều hình thái lạ tạo cảnh trên đá bazan

3.2. Định hướng bảo tồn và khai thác hợp lý tài nguyên di sản địa chất khu vực nghiên cứu

3.2.1. Khoanh vùng bảo tồn và xếp cấp DSĐC khu vực nghiên cứu

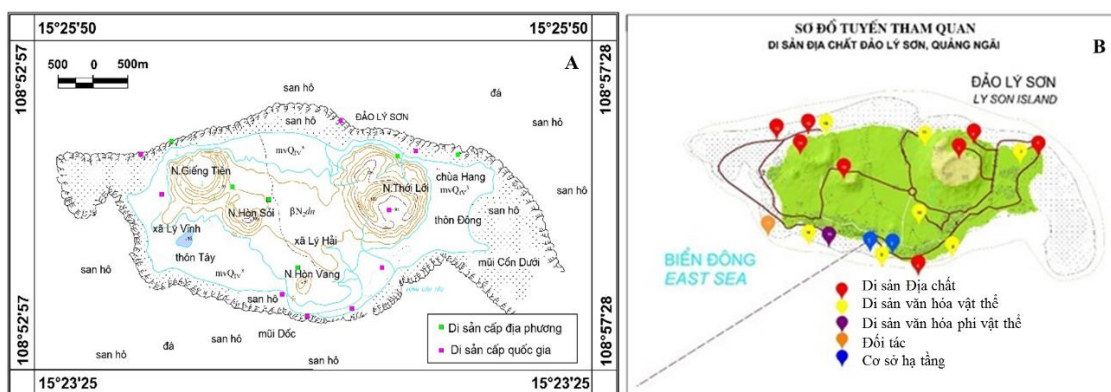
a. Đề xuất khoanh vùng bảo tồn

Đề đảo Lý Sơn trở thành một tâm điểm về di sản địa chất với nhiều tiềm năng và giá trị đạt chuẩn cấp quốc gia cũng như quốc tế, xứng đáng để được công nhận là công viên địa chất toàn cầu, việc khoanh định

các vùng nhằm bảo tồn và phát huy giá trị là hết sức cần thiết. Vì vậy, cần có các biện pháp bảo tồn di sản địa chất trong khu vực như tuyên truyền để cho người dân bản địa và du khách hiểu rõ về DSĐC trong khu vực, trong đó các tiêu chí địa chất - địa mạo có vai trò quyết định. Trên cơ sở đó, các nhà địa chất thuộc Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản đã đề xuất khoanh vùng bảo tồn và phát huy giá trị DSĐC khu vực đảo Lý Sơn. Vị trí các DSĐC đề xuất khoanh vùng bảo tồn và phát huy giá trị được tổng hợp trong Bảng 1 và thể hiện trên hình 1-A.

Bảng 1. Di sản địa chất khu vực đảo Lý Sơn, Quảng Ngãi (Trần Tân Văn, 2019)

TT	Tên di sản	Kiểu di sản	TT	Tên di sản	Kiểu di sản
I: Di sản cấp Quốc gia			9	Đá bãi biển (beach rock)	A, B, D - (Cổ sinh, địa mạo, đá)
1	Miệng núi lửa Thới Lới	B - Địa mạo	II: Di sản cấp địa phương		
2	Núi lửa Hòn Tai	B - Địa mạo	1	Đỉnh Hòn Vung	D - Đá
3	Núi lửa Hòn Sỏi	B - Địa mạo	2	Thác nước Giếng Tiên	B - Địa mạo
4	Công Tò Vò	B - Địa mạo	3	Vách biển - cliff	B - Địa mạo
5	Chùa Hang	B - Địa mạo, hang động	4	Bề mặt thềm biển	B, C - (Địa mạo, cổ môi trường)
6	Ngán nước biển cổ ở Hang Câu	B, C - (Địa mạo, cổ môi trường)	5	Thềm mài mòn	B, C - (Địa mạo, cổ môi trường)
7	Vách miệng núi lửa Giếng Tiên	B - Địa mạo	6	Thác nước Hang Câu	B - Địa mạo
8	Nghĩa địa hóa thạch san hô	A, B - (Cổ sinh, địa mạo)			



Hình 1. Sơ đồ phân bố (A) tiềm năng DSĐC và (B) tham quan DSĐC khu vực đảo Lý Sơn, Quảng Ngãi

b. Các giải pháp bảo tồn và phát huy giá trị di sản địa chất

- Cần đầu tư cho công tác nghiên cứu các DSĐC và thành lập các khu bảo tồn địa chất, từ đó xây dựng để khu vực đảo Lý Sơn - Sa Huỳnh trở thành công viên địa chất toàn cầu. Đây là bước khai thác bền vững tiềm năng DSĐC, bởi vì CVĐC được thành lập sẽ là nơi lưu giữ, bảo tồn, quản lý và khai thác hợp lý DSĐC cho sự phát triển bền vững kinh tế xã hội của đất nước.

- Công tác bảo tồn và quản lý DSĐC cần được đầu tư nghiên cứu để bảo quản, phòng ngừa nhằm giảm thiểu tác hại, thiên tai, cần ban hành rộng rãi các văn bản pháp quy với chế tài đủ mạnh, đi đôi với việc tuyên truyền giáo dục, nâng cao nhận thức cộng đồng.

- Để phát triển nền kinh tế - xã hội có hiệu quả dựa trên di sản địa chất nhân tạo, cần phải có quy hoạch đối với các khu vực có hoạt động khai thác khoáng sản, bảo đảm khi kết thúc khai thác, sẽ cải tạo thành khu du lịch nhằm phát huy giá trị của các DSĐC.

3.2.2. Định hướng khai thác du lịch và phát huy giá trị di sản địa chất

Khu vực đảo Lý Sơn và huyện Bình Châu, Quảng Ngãi là một trong những khu vực nằm trong diện tích của Công viên địa chất Lý Sơn - Sa Huỳnh đang được đề nghị để UNESCO công nhận là công viên địa chất toàn cầu. Từ đặc điểm phân bố, loại hình các điểm tham quan và hệ thống giao thông trên đảo, tập thể tác giả đề xuất 2 tuyến tham quan du lịch địa chất - sinh thái trên đảo Lý Sơn nhằm nâng cao khả năng thu hút du khách. Vị trí các tuyến tham quan du lịch địa chất - sinh thái được thể hiện trên Hình 1-B như sau:

- **Tuyến phía Đông:** bao gồm các điểm di sản địa chất: mặt trượt đứt gãy Hang Cò (4), nghĩa địa san hô cổ xây hóa thạch (6), thác nước Hang Câu (8), miệng núi lửa Thới Lới (9); các điểm di sản văn hóa vật thể: giếng Xó La (3), đỉnh làng An Hải (5), nhà pha Lý Sơn (7), đỉnh Bà An Hải (10) và di tích Chùa Hang (11).

- **Tuyến phía Tây:** bao gồm các điểm di sản địa chất: núi lửa Hòn Sỏi (12), công Tò Vò (13), miệng núi lửa và vách núi Giếng Tiên (14), đá bãi biển - beach rock (15); các điểm di sản văn hóa vật thể và phi vật thể: khu vực tàu đắm (16), cơ sở sản xuất đặc sản tỏi Lý Sơn (17), đỉnh làng An Vĩnh (18) và di tích Lăng Tân (19).

4. Kết luận

1. Di sản địa chất - địa mạo trong khu vực đảo Lý Sơn, tỉnh Quảng Ngãi có tiềm năng lớn để phát triển kinh tế - xã hội. Kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy các DSĐC trong khu vực được chia thành 3 vùng có đặc điểm riêng về DSĐC: (a) vùng các đảo núi lửa, (b) vùng đáy biển, và (c) vùng ven biển.

2. Có thể thành lập 2 tuyến du lịch địa chất sinh thái (tuyến phía Đông và tuyến phía Tây) kết hợp với thưởng ngoạn cảnh quan - văn hóa - xã hội - lịch sử; đặc biệt là mở mới nhằm kết hợp các tuyến du lịch địa chất loại hình núi lửa, hang động, cảnh quan địa mạo, thềm san hô với các tuyến du lịch đang hoạt động trên địa bàn.

3. Để bảo tồn và phát huy giá trị của DSĐC khu vực đảo Lý Sơn, cơ chế quản lý chặt chẽ và hoạt động có hiệu quả cần được xây dựng tương tự cơ chế quản lý khu di sản thiên nhiên vịnh Hạ Long, Quảng Ninh.

Tài liệu tham khảo

Eric Bird, 2008. *Coastal Geomorphology*. 2ed. Edition. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester.

Lê Đức An, 2005. Đảo Lý Sơn - một di sản thiên nhiên hiếm có. *Tuyển tập báo cáo KNKH 60 năm Địa chất Việt Nam*, tr 569-576. Bộ TNMT, Hà Nội.

Lê Đức An, Trần Đức Thanh, Nguyễn Hữu Cừ, 2013. Kỳ quan địa mạo - địa chất biển đảo Việt Nam. *Tạp chí Địa chất loại A*, số 336-337, tr 139-149, Hà Nội.

Nguyễn Thanh Sơn, Trần Đức Thanh, 2017. Di sản địa chất Beach rock ở đảo Lý Sơn. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*; Tập 17, Số 4; 2017: 98-500. DOI:10.1562/1859-3097/17/4/11055.

Nguyễn Thế Phong, 2019. *Tiềm năng tài nguyên di sản Địa chất khu vực Đảo Lý Sơn - Bình Châu, Quảng Ngãi và giải pháp bảo tồn*. Luận văn Thạc sỹ Kỹ thuật địa chất. Lưu trữ thư viện trường Đại học Mở Địa chất, Hà Nội.

Phạm Hùng, Ngô Quang Toàn, Nguyễn Ngọc, Phạm Quang Trung, 2001. Một số nét về đặc điểm địa chất và địa mạo đảo Lý Sơn. *TC Địa chất loại A*, số 262, tr 12-19. Hà Nội.

Trần Tân Văn và nnk, 2019. *Điều tra, khảo sát, nghiên cứu bổ sung, đánh giá, xếp hạng các giá trị di sản, xác định phạm vi, quy mô để xây dựng hồ sơ trình UNESCO công nhận Công viên địa chất toàn cầu Lý Sơn, Quảng Ngãi*. Đề tài KHCN cấp tỉnh. Lưu trữ Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.

ABSTRACT

Geological heritage potential of the Ly Son island area, Quang Ngai province and conservation solutions

Do Manh An^{1,*}, Nguyen Phuong¹, Nguyen The Phong², Nguyen Tien Dung¹, Bui Hoang Bac¹, Khuong The Hung¹, Nguyen Thi Thanh Thao¹, Nguyen Xuan Nam³

¹ Hanoi University of Mining and Geology, ² Mid-central Geological Division,

³ Vietnam Institute of Geosciences and Mineral resources

Ly Son island in the conservation area of the particular values on geology, geomorphology, natural landscapes for geo-tourism developments, it is an opportunity for the development of the Quang Ngai economics. The results show that Ly Son island area is integrated kinds of heritage values in which geological heritage is the most famous one, they are formed by the volcanic eruption of multiple periods in between 25-30 and 3000 Ma ago. They present diversity and high young volcanic in the coastal sea of Vietnam and the continental shelf of Southeast Asia. The paper introduces to some geological heritage potentials, environmental values, natural landscapes, ecological systems and proposed conservation solutions, reasonable exploitation of geological heritage potentials in the studied area. Geological heritages are distinguished 3 sub-areas, and they are a volcanic island, seabed, and littoral sea sub-areas. Based on this one, the authors propose 02 observed lines through geological heritage occurrences in the studied area. Highlight value of the geological heritages are high potentials as basing for foundation documents establishing geological park of the Ly Son - Sa Huynh, that is highly evaluated as the importance for economics - societies in the Quang Ngai province and Central Vietnam in generally.

Keywords: Geological heritage; mineral resource potentials; conservation solutions; Ly Son; Quang Ngai.

Bối cảnh hình thành và sự tiến hóa nguồn vật chất tham gia tạo quặng chì - kẽm của phụ đới cấu trúc Khâu Lộc, Đông Bắc Việt Nam trên cơ sở kết quả phân tích đồng vị Pb/Pb và Sr^{87}/Sr^{86}

Đỗ Quốc Bình^{1,*}, Tạ Đình Tùng¹, Nguyễn Thị Hoàng Linh¹
¹ Viện Địa chất và Khoáng sản

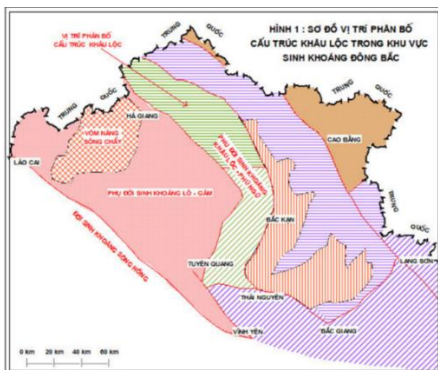
TÓM TẮT

Phụ đới cấu trúc Khâu Lộc bao rìa phần phía đông đới cấu trúc-sinh khoáng Việt Bắc, tiếp giáp với đới Sông Hiến, được xem là một phần của nền cổ Hoa Nam. Trên cơ sở kết quả phân tích các giá trị đồng vị Pb/Pb và Sr^{87}/Sr^{86} trong khu vực cho thấy Khâu Lộc là cấu trúc của một nền động, có sự tăng trưởng chiều dày vỏ lục địa liên tục từ Neoproterozoi tới Kainozoi. Sự tăng trưởng của phụ đới cấu trúc thể hiện ở sự tiến hóa nguồn vật chất tham gia tạo quặng chì - kẽm thông qua các giá trị đồng vị Pb/Pb và Sr^{87}/Sr^{86} của các mỏ, điểm quặng chì-kẽm. Kết quả nghiên cứu đồng vị Sr^{87}/Sr^{86} và Pb/Pb cho thấy ở phụ đới này rõ ràng nguồn vật chất tham gia tạo quặng ngày càng xuống sâu hơn, chuyển từ lớp vỏ trên xuống lớp vỏ dưới, phản ánh sự tăng trưởng dần của vỏ lục địa của phụ đới cấu trúc Khâu Lộc qua các thời đại phát triển khác nhau.

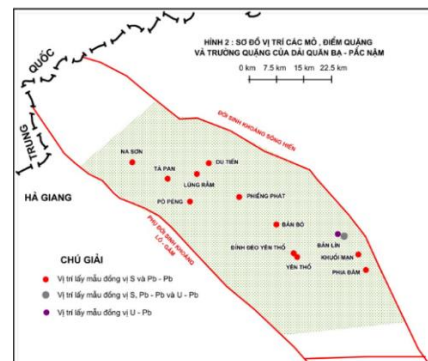
Từ khóa: Quặng chì-kẽm; phụ đới cấu trúc Khâu Lộc; Việt Nam.

1. Đặt vấn đề

Nghiên cứu đồng vị bên trong các vỉa quặng, mỏ quặng trên thế giới đã có nhiều công trình công bố, song trên lãnh thổ Việt Nam vấn đề này chưa được quan tâm và nếu có thì các số liệu chưa có tính hệ thống và cụ thể hóa các mỏ, điểm quặng cũng như trường quặng. Với những kết quả nghiên cứu chi tiết các mỏ, các vỉa quặng chì-kẽm trong phụ đới cấu trúc Khâu Lộc-Đông Bắc Việt Nam đã cho thấy sự tiến hóa của vỏ lục địa Hoa Nam trong lãnh thổ Việt Nam qua các thời đại kiến tạo và bối cảnh hình thành quặng hóa trong chúng theo không gian và thời gian từ Neoproterozoi tới Meso-Kainozoi qua các kết quả định lượng các đồng vị bên như Pb/Pb, và Sr^{87}/Sr^{86} .



Hình 1. Sơ đồ vị trí phân bố phụ đới cấu trúc Khâu Lộc trong khu vực sinh khoáng Đông Bắc



Hình 2. Sơ đồ vị trí các điểm mỏ, khu mỏ và trường quặng trong dải Quần Ba-Pắc Nam

Phụ đới Khâu Lộc là một bộ phận của đới cấu trúc-sinh khoáng Việt Bắc, được ngăn cách bởi đứt gãy sâu Quần Ba-Ba Bể về phía tây và phía đông-ngăn cách với đới cấu trúc-sinh khoáng Sông Hiến là đứt gãy sâu Sông Năng-Ba Bể. Phía nam là đứt gãy ngang Ba Bể chia cấu trúc này với cấu trúc Phú Ngũ (Hình 1). Để giải quyết những nội dung thể hiện sự tiến hóa nguồn vật chất tham gia tạo quặng chì - kẽm và thể hiện bối cảnh kiến tạo hình thành chúng; trên cơ sở các mẫu thu thập trong các vỉa quặng của các mỏ, trường quặng, điểm quặng đã được phân tích các giá trị đồng vị bên như nêu trên (Đỗ Quốc Bình và nnk, 2005, 2009, 2015, 2018) tại các phòng phân tích như ở Canada, Trung Quốc bằng phương pháp LA-ICP-MS (Đỗ Quốc Bình và

* Tác giả liên hệ
Email: binhdq2004@gmail.com

nnk, 2015). Các kết quả phân tích có được để sử dụng các giản đồ luận giải loại hình nguồn gốc, bối cảnh hình thành chúng và bản chất của các nguồn vật chất tham gia tạo quặng trong đó:

Kết quả giá trị đồng vị Sr^{87}/Sr^{86} về nguồn gốc quặng hóa được sử dụng giản đồ của Kerridge và nnk, 1988; Ohmoto và Rye, 1979; Halbach và nnk, 1989; còn về nguồn vật chất tham gia tạo quặng được dùng các giản đồ thể hiện của Sakai và nnk, 1982, 1984. Các kết quả phân tích các giá trị đồng vị Pb/Pb như Pb^{206}/Pb^{207} , Pb^{207}/Pb^{204} , Pb^{208}/Pb^{204} thể hiện bản chất nguồn vật chất tham gia tạo quặng, được sử dụng giản đồ của Allegre và nnk, 1988 và Newsom và nnk, 1986. Còn bối cảnh hình thành và nguồn cung cấp vật chất tạo quặng sử dụng các giản đồ của Zartman và Haines, 1988.

2. Đặc điểm chung về địa chất phụ đới cấu trúc Khâu Lộc

2.1. Cấu trúc địa chất

- Tổng quan về di sản địa chất (DSDC): DSDC là phần tài nguyên địa chất có giá trị nổi bật về khoa học, giáo dục, thẩm mỹ và kinh tế. Chúng bao gồm các cảnh quan địa mạo, các miệng núi lửa đã tắt hoặc đang hoạt động, các hang động, hẻm vực sông, hồ tự nhiên, thác nước, các diện lộ tự nhiên hay nhân tạo của đá và quặng, các di chỉ cổ sinh; các thành tạo, cảnh quan còn ghi lại những biến cố, bối cảnh địa chất đặc biệt; các địa điểm mà tại đó có thể quan sát được các quá trình địa chất đã và đang diễn ra hàng ngày, thậm chí cả các khu mỏ đã ngừng khai thác,... DSDC là di sản quan trọng hàng đầu trong số các di sản thiên nhiên. Cũng như các di sản khác, DSDC là tài nguyên không tái tạo, do đó cần được bảo tồn, quản lý và khai thác sử dụng hợp lý cho sự phát triển bền vững của đất nước (Trần Tân Văn và nnk, 2019).

- Công viên địa chất (geopark): là một khu vực tự nhiên, độc đáo, có ranh giới rõ ràng, trong đó chứa đựng một tập hợp các di sản địa chất có giá trị khoa học, phân bố trong phạm vi nhất định, hài hòa với cảnh quan thiên nhiên, đồng thời chứa đựng các giá trị về đa dạng sinh học, khảo cổ, lịch sử, văn hóa xã hội và có diện tích lớn để phát triển kinh tế địa phương, thông qua hình thức phát triển du lịch và các dịch vụ phụ trợ khác (Trần Tân Văn và nnk, 2019). Một công viên địa chất quốc gia khi có đủ điều kiện sẽ được UNESCO công nhận là Công viên địa chất toàn cầu.

- Tiêu chí xếp di sản địa chất: Hiện chưa có hệ thống tiêu chí đánh giá thống nhất. Mỗi quốc gia phát triển một hệ thống đánh giá của riêng mình. Dựa vào bảng hệ thống đánh giá định lượng DSDC được đề nghị áp dụng ở Việt Nam. Theo đó, các DSDC cùng kiểu loại của từng khu vực được chuyên gia cho điểm trên cơ sở so sánh tương đối giữa chúng với nhau và với các DSDC ở các khu vực khác. Tổng số điểm tối đa một DSDC có thể đạt là 100. Trên cơ sở điểm đánh giá, các DSDC được đề nghị xếp hạng thành:

+ Di sản cấp quốc gia: có các hoạt động kiến tạo địa chất, địa mạo hoặc địa lý tự nhiên có giá trị nổi bật xét theo quan điểm thẩm mỹ hoặc khoa học, giáo dục và kinh tế, có ranh giới được xác định chính xác.

+ Di sản cấp địa phương: có các hoạt động kiến tạo địa chất, địa mạo hoặc địa lý tự nhiên có giá trị về mặt khoa học, giáo dục, có ranh giới được xác định chính xác.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phụ đới cấu trúc Khâu Lộc trước đây được xem như là một cấu trúc bao rìa nhân cổ Việt Bắc, phổ biến các thành tạo lục nguyên, lục nguyên-cacbonat chủ yếu có tuổi Paleozoi sớm-giữa (Nguyễn Kinh Quốc và nnk, 2000; Hoàng Xuân Tình và nnk, 2000) trong khoảng Silur và Devon với khối lượng lớn, còn khối lượng các thành tạo cacbonat tuổi Carbon-Permi chiếm khối lượng nhỏ phân bố ở phía tây bắc của phụ đới. Kết quả phân tích các giá trị đồng vị U-Pb của zircon trong các thành tạo phun trào xen kẹp các địa tầng lục nguyên của các thành tạo phun trào thực thụ, cũng như tuổi mô hình các vĩa chì-kẽm-barit (Bảng 2) cho thấy, trong phụ đới cấu trúc này các thành tạo Neoproterozoi chiếm một khối lượng lớn; sau là các thành tạo Cambri, Oedovic và Silur, còn các thành tạo tuổi Devon có khối lượng không nhiều, chúng chỉ là các trũng nhỏ lấp đầy bởi các thành tạo cacbonat trên nền cấu trúc Neoproterozoi-Cambri sớm.

Khống chế chung toàn bộ phụ đới cấu trúc-sinh khoáng là hệ thống đứt gãy sâu bao rìa dạng cánh cung chuyển từ tây bắc về tây nam. Ngoài ra là hệ thống đứt gãy sâu ở trung tâm của phụ đới mang đặc trưng là một đứt gãy mở trong Paleozoi muộn-Mesozoi sớm để hình thành các thành tạo xâm nhập của phức hệ Phia Bioc tuổi Trias theo kết quả phân tích U/Pb của zircon trong các đá thuộc phức hệ. Các hệ thống đứt gãy ngang như Sông Gâm, Du Già-Minh Sơn đóng vai trò chia phụ đới cấu trúc Khâu Lộc thành ba khối cấu trúc khác nhau, đồng thời cũng thể hiện các biểu hiện khoáng hóa trong từng khối cũng khác nhau.

2.3. Đặc điểm khoáng hóa chì-kẽm trong phụ đới cấu trúc Khâu Lộc

Khoáng sản trong phụ đới cấu trúc-sinh khoáng Khâu Lộc bao gồm vàng, antimon, chì-kẽm và vonfram, song chủ yếu là khoáng hóa chì-kẽm, barit, sắt với nhiều loại hình nguồn gốc, cũng như có tuổi hình thành khác nhau. Thuộc nội dung thể hiện, là khoáng hóa chì-kẽm; toàn bộ vị trí các điểm quặng, mỏ và các biểu

hiện quặng được thu thập các mẫu đồng vị tổng hợp lại trong Hình 2. Chi tiết về đặc điểm loại hình nguồn gốc khoáng hóa chì-kẽm và thời gian thành tạo chính như sau

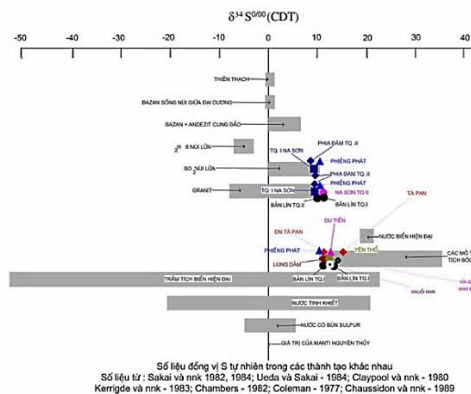
a. Đặc điểm các loại hình nguồn gốc quặng hóa chì-kẽm

+ Các thành tạo quặng chì-kẽm-barit nguồn gốc nhiệt dịch-trầm tích: Đây là thành tạo quặng chì-kẽm-barit, chì-kẽm chiếm chủ yếu trong phụ đới cấu trúc Khâu Lộc, chúng tập trung chính trong các khối cấu trúc trung tâm và phía nam với đặc trưng là khoáng hóa dạng vĩa trong phiến thạch anh-sericit và vôi-dolomit của các địa tầng Neoproterozoi và Paleozoi sớm, và một khối lượng nhỏ tuổi Carbon sớm phủ chồng lên các thành tạo này. Tuổi thành tạo được xác lập trên cơ sở tuổi mô hình quặng hóa Pb/Pb, U/Pb trong các thành tạo phun trào chứa chúng; và nguồn gốc của chúng được xác lập trên các giá trị đồng vị S³⁴ như ở Bảng 1 và 2.

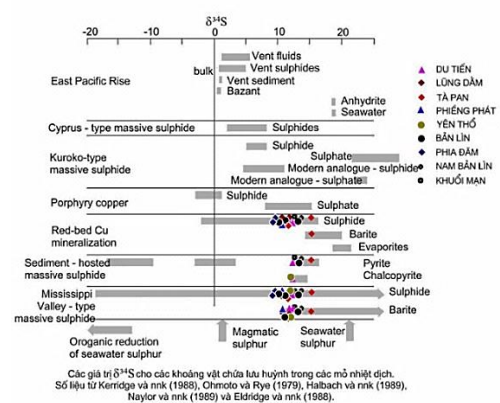
Trên các giá trị đồng vị S³⁴ thể hiện về nguồn vật chất tham gia tạo quặng được thể hiện trên giản đồ xác lập nguồn cung cấp vật chất tạo quặng như Hình 3. Trên giản đồ thể hiện các giá trị đồng vị để luận giải nguồn vật chất tạo quặng, chúng cơ bản rơi vào trường các thành tạo các mỏ trầm tích-bốc hơi và có nguồn vật chất từ xâm nhập và núi lửa giàu SO₂. Trên giản đồ Hình 4 thể hiện loại hình nguồn gốc chính của quặng hóa, cho thấy chúng cơ bản mang nguồn gốc của loại hình hình thành trong điều kiện nông, cơ bản liên quan với các yếu tố mỏ trầm tích như Red bed, Sedimentary-hotsted, Missixipi-valey type.

Bảng 1. Giá trị đồng vị S³⁴ (0/00) ở các mỏ, điểm quặng chì-kẽm trong phụ đới cấu trúc Khâu Lộc

Số hiệu mẫu	δ ³⁴ S (‰)	Sai số (1σ)	Vị trí lấy mẫu	Ghi chú
GD. 2631	11.876	0.009	Du Tiên	Các mẫu phân tích tại viện Địa chất và Địa vật lý Viện Hàn lâm Khoa học Bắc Kinh - Trung Quốc
GD.2630	12.303	0.005		
GD.2120	10.809	0.002	Lũng Dầm	
GD.3137	11.808	0.006		
GD.2108	15.106	0.006	Tà Pan	
GD.2124	11.665	0.008	ĐN Tà Pan	
GD.1015	10.706	0.005	Phiêng Phát	
GD.3182	12.015	0.008	Yên Thô	
NS.TQ.I	9.687	0.004	Na Sơn	
NS.TQ.II	11.034	0.006		
VL 3679*	11.1	Via quặng I – Bản Lìn	Bản Lìn	Các mẫu phân tích tại đại học tổng hợp Kasaschawan – Canada
VL 3679-1*	13.3			
VL 3594-2*	10.1	Via quặng II – Bản Lìn		
H3-R3	9.5			
H2-2.5 A	9.0	Via quặng II – Phía Đăm		
KL. 2000 A	13.632	0.005	Via quặng phía nam Bản Lìn – Lũng Thôm	Các mẫu phân tích tại viện Địa chất và Địa vật lý Viện Hàn lâm Khoa học Bắc Kinh - Trung Quốc - 2017
KL. 1502	12.703	0.006	Khuổi Mạn – Bằng Thành	
KL. 1506	11.678	0.006	Via quặng barit – chì – kẽm phần thấp Phía Đăm	



Hình 3. Giản đồ thể hiện nguồn vật chất tham gia quặng Pb-Zn-Ba, Pb-Zn trong phụ đới Khâu Lộc



Hình 4. Giản đồ thể hiện liên quan về nguồn gốc với các mỏ

+ Các thành tạo chì-kẽm-bạc nguồn gốc núi lửa: Thành tạo nguồn gốc nhiệt dịch-phun trào trong phụ đới cấu trúc Khâu Lộc có biểu hiện không rộng, tập trung chính trong thành tạo phun trào Na Sơn và một phần nhỏ trong phun trào riolit ở Bản Lìn. Đặc trưng cho thành tạo này là quặng hóa chì-kẽm-bạc. Kết quả phân tích đồng vị S và Pb/Pb cho thân quặng trong phun trào Na Sơn và U/Pb cho phun trào riolit Bản Lìn chúng có tuổi tương đồng nhau (Bảng 2). Kết quả phân tích đồng vị S³⁴ cho quặng Na Sơn như trên Hình 3 cho thấy chúng có nguồn gốc vật chất là nguồn núi lửa, cũng như nguồn liên quan với xâm nhập. Theo đặc trưng phân bố, cho thấy chúng liên quan với nguồn phun trào của phức hệ Na Sơn.

+ Các thành tạo quặng nguồn gốc nhiệt dịch: Các thành tạo nguồn gốc nhiệt dịch biểu hiện không nhiều, chủ yếu chúng phân bố kế thừa trên cơ sở các đường dẫn cũ của các thời đại sinh khoáng có trước, liền kề với các trường quặng, điểm quặng và mỏ quặng. Quy mô chúng nhỏ như thấy ở thân quặng II Na Sơn, Pó Pèng, chân đèo Yên Thổ. Kết quả phân tích các giá trị đồng vị S³⁴ đều thể hiện chúng vẫn là các nguồn nhiệt dịch nông và bản chất liên quan với các thành tạo xâm nhập và núi lửa. Các thành tạo này chúng được hình thành trong Mesozoi muộn (Jura tới Kreta) (Bảng 4).

b. Bối cảnh hình thành và nguồn cung cấp vật chất tạo khoáng

Trên cơ sở các kết quả phân tích các giá trị đồng vị Pb/Pb ở các mỏ, trường quặng, điểm quặng và các biểu hiện quặng trong cấu trúc như thể hiện trong Bảng 2. Trên các số liệu giá trị này, được tổng hợp và xây dựng các giản đồ về đặc điểm hình thành và phát triển của quặng hóa chì-kẽm qua các thời đại tạo khoáng.

Bảng 2. Kết quả giá trị phân tích đồng vị Pb/Pb ở các mỏ, điểm quặng trong phụ đới Khâu Lộc (1)

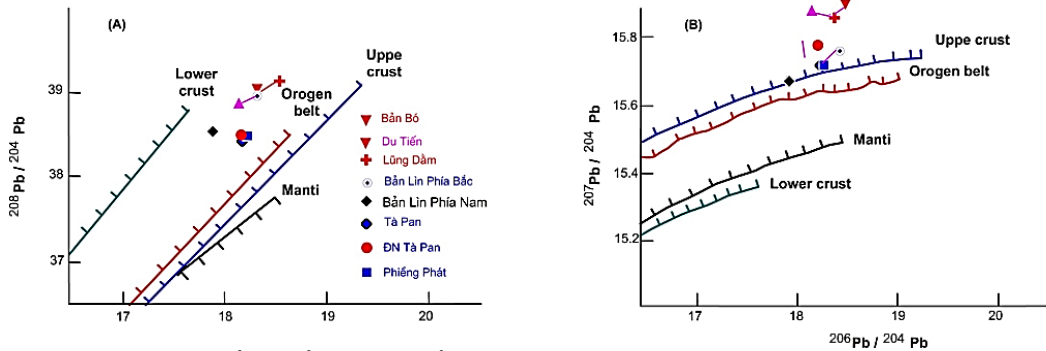
Mẫu	Pb ^{206/204}	Sai số (2σ)	Pb ^{207/204}	Sai số (2σ)	Pb ^{208/204}	Sai số (2σ)	Tuổi mô hình	μ	Điểm quặng
GD.2782	18.3293	0.0034	15.8930	0.00047	39.0144	0.0149	764	11.05	Bản Bó
VL.2631	18.3082	0.0011	15.8624	0.0011	38.9018	0.0031	727	10.91	Du Tiên
GD.3146	18.3414	0.0014	15.8596	0.0014	38.9708	0.0035	700	10.88	Lũng Dầm
GD.2126	18.1617	0.0012	15.7257	0.0011	38.4684	0.0030	590	10.32	ĐN Tà Pan
GD.2108	18.1608	0.0016	15.7177	0.0015	38.4420	0.0038	573	10.28	mỏ Tà Pan
VL. 3590/3	18.3106	0.0014	15.7720	0.0014	38.9714	0.0013	569	10.48	Tq.III Bản Lìn
KL. 2000 A	17.8908	0.0012	15.6785	0.0013	38.5320	0.0042	521	9.36	Lũng Thôm
VL. 1521	18.3928	0.0009	15.7373	0.0008	38.7995	0.0021	448	10.29	Bản Lìn - Phiến
GD.2738	18.2087	0.0007	15.7119	0.0006	38.4546	0.0015	531	10.24	Phiêng Phát
NS.TQ II	18.5641	0.0013	15.7968	0.0012	39.2118	0.0020	438	10.51	Tq.II Na Sơn
KL. 1502	17.9626	0.0013	16.1025	0.0012	38.5283	0.0031	393	9.25	Khuổi Mạn -Bằng Thành
VL.1314	18.4365	0.0013	15.7129	0.0011	38.8642	0.0024	370	10.17	đỉnh đèo Yên Thổ
VL.1552/3	18.6012	0.0011	15.7733	0.0009	39.1024	0.0026	368	10.40	Tq.II Phía Đăm
KL. 1506	18.1073	0.0012	15.7526	0.0007	38.8136	0.0032	312	10.12	vía quặng I Phía Đăm
VL. 3537	18.3362	0.0008	15.6030	0.0008	38.7951	0.0016	224	9.71	phần thấp Tà Pan
VL.8131	18.3085	0.0008	15.5794	0.0010	38.8992	0.0018	195	9.61	chân đèo Yên Thổ
NS.TQ.I	18.4615	0.0011	15.6138	0.0011	39.0015	0.0014	151	9.73	Tq.I Na Sơn
VL.3303	18.4459	0.0008	15.5887	0.0007	38.8426	0.0014	110	9.26	Pó Pèng

Chú giải: (1) Các mẫu đồng vị Pb-Pb và U-Pb được phân tích bằng phương pháp LA-ICP-MS tại Phòng thí nghiệm MC-LA-ICP-MS Viện Địa chất và Địa Vật lý Viện Hàn lâm Khoa học Trung Quốc. Để xác định tỷ lệ đồng vị U-Pb trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng khoảng 50 mg đá tổng, với đồng vị Pb-Pb lựa chọn 50mg galenit. Các mẫu được phá hủy trong một hỗn hợp của HF-HClO₄ trong cốc Teflon và được đặt trong cốc thép dày kín ở 180°C trong 6 ngày để đảm bảo quá trình phá mẫu hoàn toàn. Pb được tách và tinh chế bằng kỹ thuật trao đổi cation thường với pha loãng với HBr, được đo trên một khối phổ kế Finnigan

MAT-262 tại trường Đại học Khoa học Kỹ thuật Trung Quốc. Mẫu chuẩn NBS SRM-981 đã được phân tích trong quá trình phân tích và mang lại $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18,640-18,708$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15,741-15,758$ và $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 39,160-39,336$.

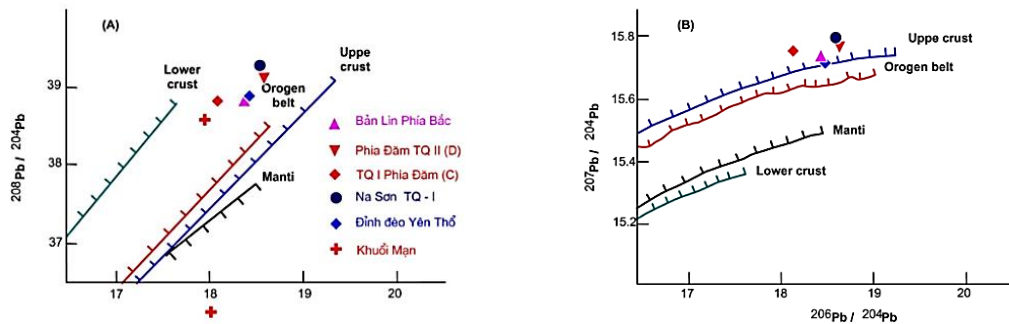
Các kết quả giá trị đồng vị $\text{Pb}^{206}/\text{Pb}^{204}$, $\text{Pb}^{207}/\text{Pb}^{204}$ và $\text{Pb}^{208}/\text{Pb}^{204}$ của mỏ điểm quặng, trường quặng trong cấu trúc với giản đồ của Zartman và Haines, 1988 (White, W., 1998) về bối cảnh hình thành và vị trí nguồn cung cấp vật chất tạo quặng qua các thời đại sinh khoáng từ Neoproterozoi-Cambri tới Paleozoi và Mesozoi cụ thể như sau:

+ Thời đại tạo khoáng Neoproterozoi-Cambri phát triển khá rộng với nhiều mỏ và trường quặng như Du Tiến, Lũng Dầm, Tà Pan, Bản Bó, Bản Lìn-Lũng Thôm, Phiêng Phát như thể hiện trên Hình 5.



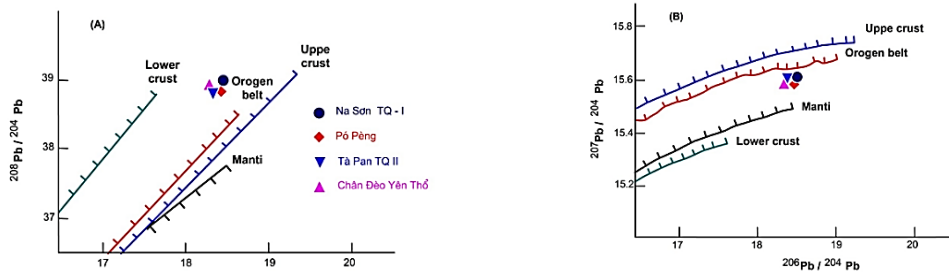
Hình 5. Đường cong đồ thị tiến hóa của đồng vị Pb cho lớp vỏ trên, vỏ dưới, manti và tạo núi của (A) – $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ & $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ và (B) $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ & $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ cho kiến tạo Plum (Theo Zartman và Haines, 1988). Các đường nhỏ trên đường cong giản đồ cách nhau 100 Ma cùng các giá trị tỷ lệ đồng vị tương ứng của các mỏ, điểm quặng của phụ đới Khâu Lộc trong thời đại tạo khoáng Neoproterozoi-Cambri

+ Thời đại tạo khoáng Paleozoi với các mỏ và biểu hiện quặng như Na Sơn, Bản Lìn trong phun trào, đỉnh đèo Yên Thổ, Khuổi Mạn, Phia Đầm như thể hiện trong Hình 6.



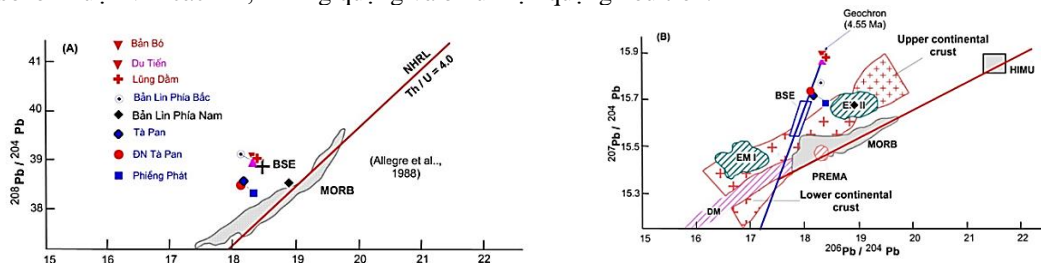
Hình 6. Đường cong đồ thị tiến hóa của đồng vị Pb cho lớp vỏ trên, vỏ dưới, manti và tạo núi của (A) – $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ & $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ và (B) $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ & $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ cho kiến tạo Plum (Theo Zartman và Haines, 1988). Các đường nhỏ trên đường cong giản đồ cách nhau 100 Ma cùng các giá trị tỷ lệ đồng vị tương ứng của các mỏ, điểm quặng của phụ đới cấu trúc Khâu Lộc trong thời đại tạo khoáng Paleozoi

+ Thời đại tạo khoáng Mesozoi muộn với các biểu hiện quặng phân thấp mỏ Na Sơn, Tà Pan, Pó Pèng, chân đèo Yên Thổ được thể hiện trong Hình 7.

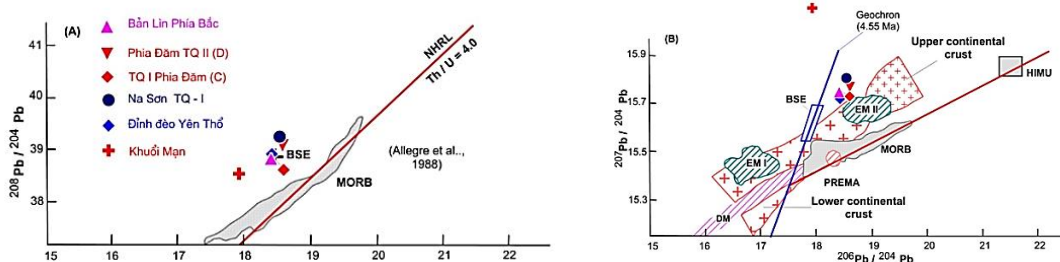


Hình 7. Đường cong đồ thị tiến hóa của đồng vị Pb cho lớp vỏ trên, vỏ dưới, manti và tạo núi của (A) – $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ & $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ và (B) $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ & $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ cho kiến tạo Plum (Theo Zartman và Haines, 1988). Các đường nhỏ trên đường cong giản đồ cách nhau 100 Ma cùng các giá trị tỷ lệ đồng vị tương ứng của các mỏ, điểm quặng của phụ đới cấu trúc Khâu Lộc trong Mesozoi muộn

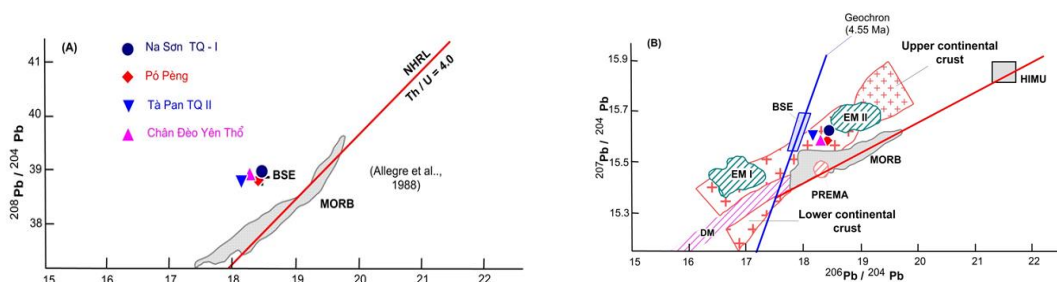
Với những giản đồ này rõ ràng cho thấy có sự tiến hóa về nguồn cung cấp vật chất chuyển dần tới những nguồn sâu của vỏ dưới và hình thành trong bối cảnh tạo núi. Cùng với đó thể hiện qua giản đồ của Allegre và nnk, 1988 biểu hiện về bản chất nguồn vật chất hình thành quặng hóa chì-kẽm trong phụ đới cấu trúc Khâu Lộc như các Hình 8, 9, 10 với các thời đại tạo khoáng từ Neoproterozoi-Cambri tới Paleozoi và Mesozoi muộn với các mỏ, trường quặng và biểu hiện quặng nêu trên.



Hình 8. Giản đồ tương quan đồng vị $Pb_{207}/204-Pb_{206}/204$ (B) và $Pb_{206}/204-Pb_{208}/204$ (A) ở vị trí của đường tham chiếu phía bắc bán cầu có tỷ số $Th/U = 4.0$ (Allegre và nnk, 1988) và vị trí tương ứng của các điểm, mỏ quặng Pb-Zn trong phụ đới cấu trúc Khâu Lộc trong thời đoạn Neoproterozoi-Cambri. Các thuật ngữ dùng trong hình: BSE-Lượng silicat lớn trong trái đất; MORB-Bazan sống núi giữa đại dương; NHRL-Đường tham chiếu ở phía bắc bán cầu; DM-Nguồn manti nghèo; PREMA-nguồn manti phổ biến chứa thường xuyên; HIMU-tỷ số U/Pb cao trong manti; EM and EM I and EM II-nguồn manti giàu



Hình 9. Giản đồ tương quan đồng vị $Pb_{207}/204-Pb_{206}/204$ (B) và $Pb_{206}/204-Pb_{208}/204$ (A) ở vị trí của đường tham chiếu phía bắc bán cầu có tỷ số $Th/U = 4.0$ (Allegre và nnk, 1988) và vị trí tương ứng của các điểm, mỏ quặng Pb-Zn trong phụ đới cấu trúc Khâu Lộc trong thời đoạn Paleozoi



Hình 10. Giản đồ tương quan đồng vị $Pb_{207}/204-Pb_{206}/204$ (B) và $Pb_{206}/204-Pb_{208}/204$ (A) ở vị trí của đường tham chiếu phía bắc bán cầu có tỷ số $Th/U = 4.0$ (Allegre và nnk, 1988) và vị trí tương ứng của các điểm, mỏ quặng Pb-Zn trong phụ đới cấu trúc Khâu Lộc trong thời đoạn Mesozoi muộn

3. Kết luận

Trên những kết quả thể hiện về chì-kẽm trong phụ đới cấu trúc Khâu Lộc, cho thấy những vấn đề chính như sau: 1) Phụ đới cấu trúc Khâu Lộc là một phần của rìa động đới cấu trúc Việt Bắc với những hoạt động kiến tạo diễn ra liên tục trong suốt quá trình hình thành và phát triển từ Neoproterozoi tới Mesozoi muộn với nhiều thời đoạn khác nhau; 2) Hoạt động tạo khoáng liên quan với tạo khoáng chì-kẽm diễn ra ngay từ Neoproteroi-Cambri sớm tới Mesozoi muộn với ba thời đại sinh khoáng chính là Neoproterozoi - Cambri có quy mô lớn nhất, thứ tới là Paleozoi với khoảng thời gian Ocdovic, Silur, Devon và Carbon có quy mô nhỏ hơn và sau cùng là thời đại tạo khoáng Mesozoi muộn diễn ra trong Jura và Kreta với những hiệu ứng quặng phát triển chồng lên các cấu trúc chứa quặng có trước; 3) Kết quả nghiên cứu các đồng vị Sd^{34} và Pb/Pb cho thấy rõ ràng nguồn vật chất tham gia tạo quặng ngày càng sâu hơn chuyển từ lớp vỏ trên xuống

lớp vỏ dưới, phản ánh sự tăng trưởng dần của vỏ lục địa của phụ đới cấu trúc Khâu Lộc qua các thời đại phát triển khác nhau.

Tài liệu tham khảo

Đỗ Quốc Bình và nnk, 2005. *Nghiên cứu xác lập triển vọng quặng chì-kẽm, vàng và các khoáng sản khác đi kèm vùng Phía Dạ-Nà Cang, các tỉnh Cao Bằng và Bắc Kạn*. Lưu trữ viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản.

Đỗ Quốc Bình và nnk, 2009. *Nghiên cứu triển vọng quặng đồng, chì-kẽm và các khoáng sản khác đi kèm dải quặng Quán Bạ-Pắc Nặm, các tỉnh Hà Giang, Cao Bằng, Bắc Kạn*. Lưu trữ viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản.

Đỗ Quốc Bình và nnk, 2018. *Nghiên cứu xác lập các chỉ tiêu phân đới cho quặng chì – kẽm – barit có nguồn gốc nhiệt dịch trầm tích để xác định những đặc điểm bóc mòn và dự báo triển vọng quặng ẩn sâu trong cấu trúc Khâu Lộc, Đông Bắc Việt Nam*. Lưu trữ viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản.

Đỗ Quốc Bình, Dương Hồng Sơn, Bùi Đình Công, Phạm Trung Hiếu, Fukun Chen, 2015. Nguồn gốc quặng hóa Pb – Zn dải Quán Bạ (Hà Giang)-Pắc Nặm (Bắc Kạn) trên cơ sở số liệu đồng vị $\delta^{34}\text{S}$ (o/oo) và Pb 206/204, Pb 207/204, Pb 208/204. *Địa chất và Khoáng sản Tập 11*.

Đỗ Quốc Bình, Phạm Trung Hiếu, Fukun Chen, 2015. Các thời đại sinh khoáng chì-kẽm trong cấu trúc Khâu Lộc-Đông Bắc Việt Nam. *Địa chất và Khoáng sản Tập 11*.

Nguyễn Kinh Quốc và nnk, 2000. *Bản đồ địa chất và khoáng sản tỷ lệ 1/200.000 từ Bắc Kạn*. Xuất bản Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.

Hoàng Xuân Tinh và nnk, 2000. *Bản đồ địa chất và khoáng sản tỷ lệ 1/200.000 từ Bảo Lạc*. Xuất bản Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.

Hugh R. Rollinson, 1993. *Using Geochemical data Evaluation, Presentation, Interpretation*. Longman - Group UK Limited 1993

White, W., 1998. *Isotope geochemistry, Geological sciences course 656-Earth & Atmosphere science department, Cornell University-UK*.

ABSTRACT

Forming settings and the Provenance material evolution involved generating lead-zinc ore based on Pb/Pb and $\text{S}\delta^{34}$ isotopes in the Khau Loc sub-structural zone, northeastern Vietnam

Do Quoc Binh^{1,*}, Ta Dinh Tung¹, Nguyen Thi Hoang Linh¹

¹ Vietnam Institute of Geosciences and Mineral Resources

The Khau Loc sub-structural zone surrounds the eastern margin of the Viet Bac zone, adjacent to the Song Hien zone; it is considered as a part of the South China Craton. Based on the analytical results of Pb/Pb and $\delta^{34}\text{S}$ isotopes, which show that this structure is the activated continent and growth in thickness during Neoproterozoic to Cenozoic time. This event indicates the Provenance material evolution involved forming lead-zinc ores through Pb/Pb and $\text{S}\delta^{34}$ isotopes from the lead-zinc deposits and ore occurrences in the studied area. The results of the Pb/Pb and $\delta^{34}\text{S}$ isotopes performed that the Provenance material evolution involved forming lead-zinc ores are changing from supra to under crustal rocks. It indicates the growth earth crust of the Khau Loc sub-structure via development periods.

Keywords: Lead-zinc ore deposit; the Khau Loc sub-structural zone; Vietnam.

Ứng dụng phương pháp tỷ số tần suất, chỉ số thống kê và chỉ số entropy xây dựng bản đồ nguy cơ trượt lở đất trên quốc lộ 27C (Đoạn qua đèo Khánh Lê, huyện Khánh Vĩnh, tỉnh Khánh Hòa)

Nguyễn Thanh Danh^{1,*}
Trường Đại học Xây dựng Miền Trung (MUCE)

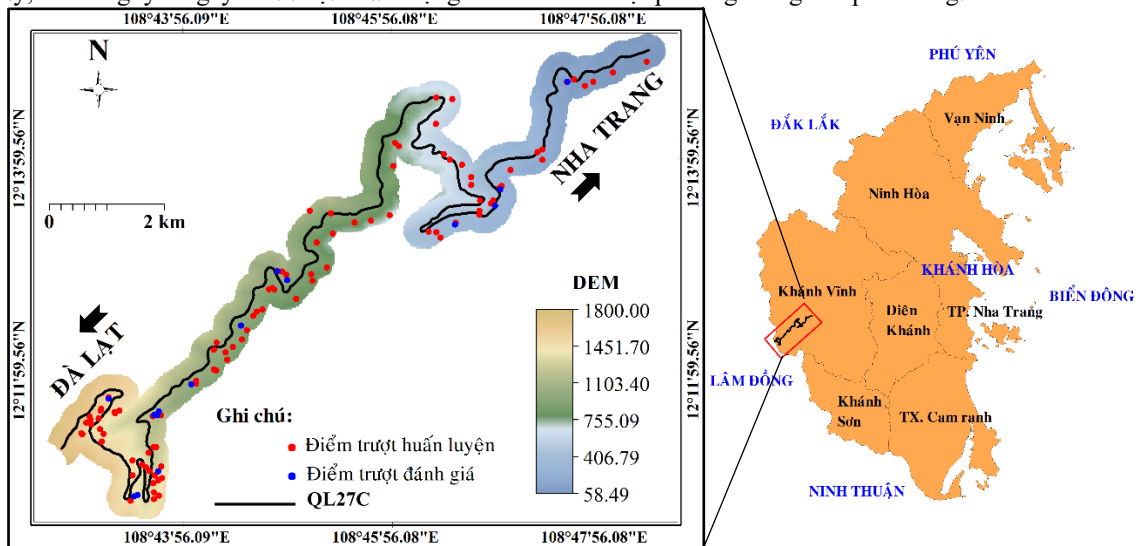
TÓM TẮT

Trong bài báo phương pháp tỷ số tần suất (FR), chỉ số thống kê (SI) và chỉ số Entropy (IOE) tích hợp với GIS được ứng dụng để thành lập bản đồ nguy cơ trượt lở đất trên quốc lộ 27C (Đoạn qua đèo Khánh Lê, huyện Khánh Vĩnh, tỉnh Khánh Hòa). Mối liên hệ không gian giữa sự phân bố các điểm trượt lở với các yếu tố ảnh hưởng như địa hình, thạch học, thực vật, lượng mưa lớn nhất năm và khoảng cách đến đường giao thông, sông suối, đút gây được nghiên cứu sử dụng. Bản đồ nguy cơ trượt lở đất được phân chia thành các diện tích có mức nguy cơ khác nhau như nguy cơ rất thấp, thấp, trung bình, cao và rất cao. Đường cong tỷ lệ dự báo (prediction rate) được sử dụng để đánh giá độ chính xác các phương pháp FR, SI và IOE. Kết quả cho thấy các phương pháp này có độ chính xác dự báo khá tốt ($AUC = 0,7-0,8$). Phương pháp IOE cho biết các yếu tố thạch học, độ ẩm ướt địa hình, góc dốc và khoảng cách đến đường giao thông có ảnh hưởng quan trọng đối với trượt lở đất. Các phương pháp FR, SI và IOE đơn giản trong tính toán và hiệu quả trong việc đánh giá nguy cơ trượt lở đất.

Từ khóa: Trượt lở; tỷ số tần suất; chỉ số thống kê; chỉ số entropy.

1. Đặt vấn đề

Quốc lộ 27C nối liền Nha Trang với Đà Lạt, đoạn qua đèo Khánh Lê dài 29 km nằm trong ranh giới hành chính huyện Khánh Vĩnh, tỉnh Khánh Hòa (Hình 1). Do địa hình cao, sườn dốc và cấu tạo địa chất phức tạp nên các mái dốc, sườn dốc dọc hai bên tuyến đường này thường xuyên xảy ra trượt lở đất nghiêm trọng vào mùa mưa bão, phá hủy đường, gây ách tắc giao thông, mỗi năm có thể gây thiệt hại tới hàng trăm tỷ, và có nguy cơ gây thất thiệt nhân mạng cho nhân dân địa phương và người qua đường.



Hình 1. Vị trí nghiên cứu và phân bố điểm trượt lở

Việc nghiên cứu phòng tránh giảm nhẹ thiệt hại do nguy cơ trượt lở đất gây ra trên tuyến quốc lộ 27C, đoạn qua đèo Khánh Lê chưa được chú trọng trong những năm qua. Một vài công trình đã nghiên cứu nhưng trên phạm vi rộng (vùng, miền), mức độ chi tiết chưa cao. Do đó, những kết quả đạt được còn những hạn chế nhất định. Trước yêu cầu bức xúc của thực tiễn đòi hỏi, nghiên cứu này bước đầu đã xây dựng bản

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenthandanh@muce.edu.vn

đồ phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất làm cơ sở khoa học cho quy hoạch xây dựng các công trình cảnh báo, chặn giữ bền vững phục vụ phát triển kinh tế – xã hội và bảo vệ môi trường.

Hầu hết các bản đồ dự báo nguy cơ trượt lở đất được thành lập theo một trong các phương sau: phương pháp trực tiếp; phương pháp tính toán địa kỹ thuật và phương pháp xác suất thống kê (Regmi, Giardino, & Vitek, 2010; Youssef, Pourghasemi, El-Haddad, & Dhahry, 2015). Nghiên cứu này sử dụng các phương pháp xác suất thống kê gồm: tỷ số tần suất (Frequency Ratio – FR); chỉ số thống kê (Statistical Index – SI) và chỉ số entropy (Index of Entropy – IOE).

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp tỷ số tần suất (FR)

Nhìn chung, để xác định trượt lở xảy ra cần phải dựa vào các yếu tố ảnh hưởng đến trượt lở. Những trượt lở trong tương lai sẽ xảy ra khi có những điều kiện tương tự với những điều kiện gây ra trượt lở trong quá khứ. FR được định nghĩa là tỷ số giữa diện tích xảy ra trượt lở với tổng diện tích của vùng nghiên cứu hay tỷ số giữa xác suất xảy ra trượt lở với xác suất không xảy ra trượt lở (Bonham-Carter, 1994; Lee & Talib, 2005). Chỉ số nguy cơ trượt lở (Landslide Susceptibility Index – LSI) là tổng tỷ số tần suất của các yếu tố ảnh hưởng được xác định theo các công thức (1), (2).

$$LSI = \sum FR \quad (1) \quad FR = [(Lpix / \sum Lpix) / (Cpix / \sum Cpix)] \quad (2)$$

Trong đó:

$Lpix$: số pixel trượt lở trong mỗi phân nhóm; $Cpix$: số pixel trong mỗi phân nhóm.

Tỷ số tần suất FR cho biết mối tương quan không gian giữa các điểm trượt lở với các yếu tố ảnh hưởng. Nếu tỷ số FR bằng 1 thể hiện mối tương quan trung bình, FR lớn hơn 1 thể hiện mối tương quan cao và FR nhỏ hơn 1 thể hiện mối tương quan thấp.

2.2. Phương pháp chỉ số thống kê (SI)

Phương pháp chỉ số thống kê lần đầu tiên được đề xuất bởi Van Westen (1997) và được nhiều tác giả khác sử dụng để thành lập bản đồ nguy cơ trượt lở đất đá (Bui, Lofman, Revhaug, & Dick, 2011). Theo phương pháp này, trọng số cho mỗi phân nhóm của yếu tố ảnh hưởng được tính bằng logarit tự nhiên của tỷ số giữa mật độ trượt lở trong mỗi phân nhóm và mật độ trượt lở trong toàn khu vực nghiên cứu. Trọng số mô hình này (W_{ij}) và chỉ số nguy cơ trượt lở (LSI) được xác định theo các công thức (3), (4).

$$W_{ij} = \ln[(Lpix / Cpix) / (\sum Lpix / \sum Cpix)] \quad (3) \quad LSI = \sum W_{ij} \quad (4)$$

Trong đó: $Lpix$, $Cpix$ được xác định như công thức (2). Giá trị của chỉ số thống kê thể hiện mối tương quan không gian giữa yếu tố ảnh hưởng với trượt lở. Nếu phân nhóm của yếu tố không có điểm trượt lở thì phân nhóm đó không có tương quan với trượt lở.

Trọng số W_{ij} của phân nhóm là số dương thể hiện mật độ trượt lở cao hơn bình thường và ngược lại nếu trọng số W_{ij} là số âm.

2.3. Phương pháp chỉ số entropy (IOE)

Entropy chỉ mức độ mất ổn định, mất cân bằng và không chắc chắn của lượng thông tin hay một hệ thống. Entropy của hiện tượng trượt lở đất cho biết mức độ ảnh hưởng khác nhau của các yếu tố đến sự phát triển trượt lở đất. Do đó, mô hình chỉ số entropy có thể được sử dụng để tính toán trọng số của các yếu tố ảnh hưởng trong hệ thống (Devkota et al., 2012). Các phương trình (5)...(12) được sử dụng để tính toán giá trị trọng số các yếu tố ảnh hưởng (W_j) và chỉ số nguy cơ trượt lở (LSI).

$$P_{ij} = b / a \quad (5) \quad (P_{ij}) = P_{ij} / \sum_{j=1}^{S_j} P_{ij} \quad (6)$$

$$H_j = -\sum_{i=1}^{S_j} (P_{ij}) \log_2 (P_{ij}), j = 1, \dots, n \quad (7) \quad H_{jmax} = \log_2 S_j \quad (8)$$

$$I_j = (H_{jmax} - H_j) / H_{jmax}, j = 1, \dots, n \quad (9) \quad P_j = \frac{1}{S_j} \sum_{i=1}^{S_j} (P_{ij}) \quad (10)$$

$$W_j = I_j P_j \quad (11) \quad LSI = \sum W_j C_j \quad (12)$$

Trong đó:

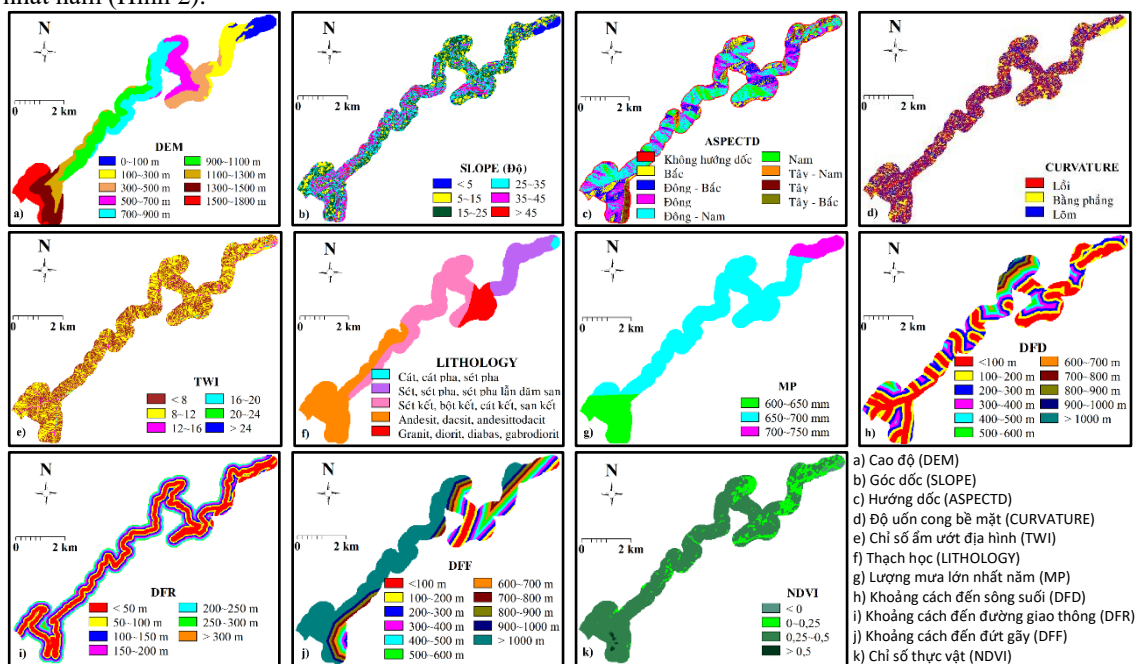
a : phần trăm giữa số pixel của mỗi phân nhóm với tổng số pixel trong khu vực nghiên cứu; b : phần trăm giữa số pixel xảy ra trượt lở trong mỗi phân nhóm với tổng số pixel xảy ra trượt lở trong khu vực nghiên cứu; P_{ij} : mật độ trượt lở; (P_{ij}) : xác suất mật độ trượt lở; H_j , H_{jmax} : giá trị entropy, giá trị entropy lớn nhất; S_j : số phân nhóm của yếu tố ảnh hưởng; I_j : chỉ số thông tin, $I_j = (0-1)$; C_j mật độ trượt lở.

Trọng số W_j thể hiện mối tương quan giữa trượt lở với yếu tố ảnh hưởng, nếu trọng số W_j lớn cho thấy yếu tố ảnh hưởng có tác động quan trọng đối với trượt lở. Ngược lại, nếu trọng số W_j nhỏ cho thấy yếu tố ảnh hưởng ít có tác động đối với trượt lở.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Phân bố điểm trượt lở và các yếu tố ảnh hưởng

Bản đồ phân bố trượt lở là tập hợp các điểm trượt lở xảy ra trong một vùng xác định (Quốc lộ 27C, đoạn qua đèo Khánh Lê dài 29 km có bán kính mở rộng từ tim đường ra mỗi bên 300m) thể hiện mối liên quan không gian giữa trượt lở với các yếu tố ảnh hưởng. Bản đồ phân bố điểm trượt lở được xây dựng dựa vào các phương pháp thu thập dữ liệu lịch sử trượt lở đã có; phương pháp đi thực địa, xác định tọa độ vị trí trượt lở bằng máy GPS cầm tay (GARMIN eTrex30) có độ chính xác ± 5 m; phương pháp phân tích ảnh viễn thám và ảnh Google Earth kết hợp với kiểm tra ở hiện trường. Trong vùng nghiên cứu có 115 điểm trượt lở được ghi nhận (Hình 1). Các yếu tố ảnh hưởng được lựa chọn chủ yếu dựa vào dữ liệu sẵn có và kinh nghiệm chuyên gia đối với vùng nghiên cứu. Nghiên cứu này lựa chọn 11 yếu tố ảnh hưởng đến trượt lở: góc dốc, hướng dốc, cao độ, chỉ số ẩm ướt, độ uốn cong bề mặt mái dốc, thạch học, khoảng cách đến đường giao thông, khoảng cách đến sông suối, khoảng cách đến đứt gãy, chỉ số thực vật và lượng mưa lớn nhất năm (Hình 2).



Hình 2. Bản đồ phân nhóm các yếu tố ảnh hưởng

3.2. Trọng số các yếu tố ảnh hưởng

Tổng số 115 điểm trượt lở được chia ngẫu nhiên thành hai nhóm dữ liệu: nhóm điểm trượt huấn luyện chiếm 80% (91 điểm trượt); nhóm điểm trượt đánh giá chiếm 20% (24 điểm trượt). Dữ liệu điểm trượt huấn luyện dùng để tính toán; dữ liệu điểm trượt đánh giá dùng để đánh giá độ chính xác các phương pháp. Tất cả các bản đồ yếu tố ảnh hưởng đã được phân nhóm chuyển sang dạng raster với kích thước mỗi pixel là $20 \times 20 \text{ m}^2$ và được phủ lên bởi bản đồ phân bố của 91 điểm trượt lở huấn luyện để tính toán trọng số của các yếu tố ảnh hưởng (Bảng 1).

Bảng 1. Trọng số các yếu tố ảnh hưởng theo các phương pháp FR, SI và IOE

Yếu tố ảnh hưởng	Phân nhóm	(a)	(b)	$FR(b/a), P_{ij}$	W_{ij}	(P_{ij})	H_j	H_{jmax}	I_j	W_j
Cao độ (DEM)	0~100 m	5,74	3,31	0,58	-0,54	0,07	3,07	3,17	0,03	0,03
	100~300 m	11,48	6,36	0,55	-0,60	0,06				
	300~500 m	10,77	12,72	1,18	0,17	0,13				
	500~700 m	11,31	6,36	0,56	-0,58	0,06				
	700~900 m	16,24	13,99	0,86	-0,15	0,10				
	900~1100 m	17,10	21,63	1,26	0,23	0,14				
	1100~1300 m	7,30	7,38	1,01	0,01	0,11				
	1300~1500 m	10,28	18,07	1,76	0,57	0,20				
>1500 m	9,78	10,18	1,04	0,04	0,12					

Yếu tố ảnh hưởng	Phân nhóm	(a)	(b)	FR (b/a), P_{ij}	W_{ij}	(P_{ij})	H_j	H_{jmax}	I_j	W_j
Góc dốc (SLOPE)	< 5°	4,83	2,05	0,43	-0,84	0,00	2,19	2,58	0,15	0,15
	5~15°	15,87	8,97	0,57	-0,56	0,10				
	15~25°	34,10	37,69	1,11	0,10	0,19				
	25~35°	25,26	29,74	1,18	0,17	0,20				
	35~45°	16,24	15,90	0,98	-0,02	0,17				
	> 45°	3,70	5,64	1,52	0,42	0,26				
Hướng dốc (ASPECTD)	Không hướng dốc	10,03	0,76	0,08	-2,53	0,01	2,88	3,17	0,09	0,11
	Bắc	7,99	7,12	0,89	-0,12	0,08				
	Đông – Bắc	13,27	11,96	0,90	-0,11	0,08				
	Đông	21,89	23,41	1,07	0,07	0,09				
	Đông – Nam	28,62	31,30	1,09	0,09	0,10				
	Nam	10,84	10,94	1,01	0,01	0,09				
	Tây – Nam	1,65	3,05	1,85	0,62	0,16				
	Tây	2,19	6,87	3,14	1,14	0,28				
Tây – Bắc	3,53	4,58	1,30	0,26	0,11					
Chỉ số ẩm ướt địa hình (TWI)	< 8	45,06	47,44	1,05	0,05	0,25	1,89	2,58	0,27	0,19
	8~12	50,34	45,38	0,90	-0,11	0,21				
	12~16	4,08	6,92	1,70	0,53	0,40				
	16~20	0,47	0,26	0,54	-0,62	0,13				
	20~24	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00				
	> 24	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00				
Thạch học (LITHOLOGY)	Cát, cát pha, sét pha	0,96	0,76	0,79	-0,24	0,00	1,83	2,32	0,21	0,20
	Sét, sét pha, sét pha lẫn dăm sạn	16,78	9,41	0,56	-0,58	0,12				
	Sét kết, bột kết, cát kết, sạn kết, cuội kết	37,27	34,35	0,92	-0,08	0,19				
	Andesit, dacsit, andesittodacit	34,53	42,24	1,22	0,20	0,26				
	Granit, diorit, diabas, gabrodiorit	10,46	13,23	1,27	0,24	0,27				
Lượng mưa lớn nhất năm (MP)	600~650 mm	20,39	34,35	1,68	0,52	0,52	1,47	1,58	0,07	0,08
	650~700 mm	70,89	59,54	0,84	-0,17	0,26				
	700~750 mm	8,72	6,11	0,70	-0,36	0,22				
Chỉ số thực vật (NDVI)	< 0	2,27	1,02	0,45	-0,80	0,11	1,90	2,00	0,05	0,05
	0~0,25	16,83	19,34	1,15	0,14	0,29				
	0,25~0,5	80,35	78,88	0,98	-0,02	0,25				
	> 0,5	0,55	0,76	1,39	0,33	0,35				
(...)										

Trượt lở đất xảy ra tăng dần từ cao độ lớn hơn 900 m và xảy ra nhiều nhất là ở khoảng cao độ từ 1300~1500 m. Đối với những góc dốc lớn hơn 25°, trượt lở đất tăng dần theo sự tăng của góc dốc và xảy ra nhiều nhất khi góc dốc lớn hơn 45°. Hướng trượt phổ biến là các hướng Tây, Tây – Nam và Tây – Bắc.

Chỉ số ẩm ướt địa hình cho thấy trượt lở chủ yếu xảy ra ở phân nhóm giá trị thấp và trung bình (< 8, 12~16), điều này có nghĩa rằng mức độ xảy ra trượt lở không tỷ lệ thuận với sự tăng chỉ số ẩm ướt địa hình, lý do những nơi mặc dù có chỉ số ẩm ướt địa hình lớn nhưng lại có độ dốc địa hình nhỏ hoặc gần như bằng phẳng nên trượt lở rất ít xảy ra.

Thành phần thạch học có ảnh hưởng rất quan trọng đến trượt lở, phần lớn trượt lở xảy ra trong vỏ phong hóa dày của các nhóm andesit, dacsit, granit và diorit.

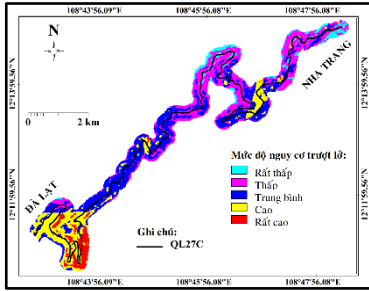
Lượng mưa lớn nhất năm là yếu tố ảnh hưởng quan trọng kích thích trượt lở xảy ra. Kết quả tính toán cho thấy ứng với lượng mưa từ 600~650 mm thì nguy cơ xảy ra trượt lở là rất cao.

Phần lớn trượt lở xảy ra trong phạm vi nhỏ hơn 150 m khoảng cách đến đường giao thông và xảy ra mạnh nhất trong phạm vi 50~100 m. Khoảng cách đến đứt gãy có xảy ra trượt lở tập trung trong phạm vi từ 400~600 m.

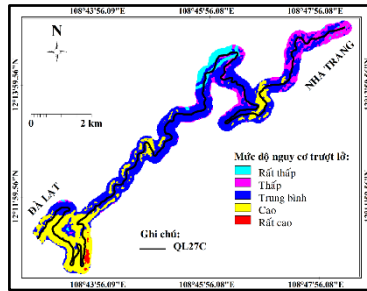
Kết quả tính trọng số theo phương pháp IOE cho biết các yếu tố thạch học, độ ẩm ướt địa hình, góc dốc và khoảng cách đến đường giao thông có ảnh hưởng quan trọng đối với trượt lở đất.

3.3. Bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở

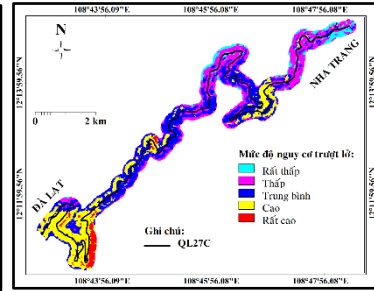
Bản đồ chỉ số nguy cơ trượt lở được thành lập dựa vào sự kết hợp của 11 bản đồ trọng số của các yếu tố ảnh hưởng theo các phương trình (1), (4) và (12). Để thuận tiện trong việc trình bày và đánh giá kết quả, bản đồ chỉ số nguy cơ trượt lở được phân vùng theo các mức độ khác nhau. Có 5 mức độ phân vùng trượt lở được áp dụng: rất thấp, thấp, trung bình, cao và rất cao. Dựa vào biểu đồ histograms của trị số nguy cơ trượt lở, sử dụng phương pháp độ lệch chuẩn để phân vùng. Bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở đất được thành lập theo các phương pháp FR, SI và IOE như Hình 4, 5, 6.



Hình 4. Bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở phương pháp FR



Hình 5. Bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở phương pháp SI



Hình 6. Bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở phương pháp IOE

3.4. Đánh giá phương pháp

Một phương pháp sử dụng phổ biến hiện nay là dựa vào các đường cong tỷ lệ thành công (success rate) và đường cong tỷ lệ dự báo (prediction rate) (Chung & Fabbri, 1999; Pradhan & Lee, 2010; Youssef et al., 2015). Đường cong tỷ lệ thành công dùng để đánh giá mức độ phù hợp của phương pháp so với dữ liệu quan sát, đường cong tỷ lệ dự báo dùng để đánh giá mức độ chính xác dự báo của phương pháp (Hình 7, 8). Đường cong tỷ lệ thành công được thành lập từ bản đồ chỉ số nguy cơ trượt lở với các điểm trượt dùng để huấn luyện (91 điểm trượt). Đường cong tỷ lệ dự báo được thành lập từ bản đồ chỉ số nguy cơ trượt lở với các điểm trượt dùng để đánh giá (24 điểm trượt).

Giá trị của phần diện tích bên dưới các đường cong tỷ lệ (Areas Under Curves – AUC) được sử dụng như một thông số định lượng để kiểm chứng các phương pháp. Giá trị AUC thay đổi từ 0,5~1, phương pháp tốt nhất là phương pháp có giá trị AUC gần bằng 1. Quan hệ giữa AUC và chất lượng phương pháp có thể phân chia như sau (Pourghasemi, Pradhan, Gokceoglu, Mohammadi, & Moradi, 2013): AUC = 0,5~0,6: kém; AUC = 0,6~0,7: trung bình; AUC = 0,7~0,8: tốt; AUC = 0,8~0,9: rất tốt; AUC = 0,9~1,0: xuất sắc.

Các phương pháp đều có giá trị AUC gần như nhau, giá trị AUC của các đường cong tỷ lệ thành công ở mức trung bình (AUC = 0,6~0,7) nên có mức độ phù hợp ở mức chấp nhận được. Giá trị AUC của các đường cong tỷ lệ dự báo ở mức tốt nên khả năng dự báo khá tốt. Tuy nhiên, trong ba phương pháp dự báo, thì phương pháp IOE có độ chính xác dự báo cao nhất (AUC = 0,760), tiếp theo là các phương pháp FR và SI (AUC = 0,754 và 0,752).

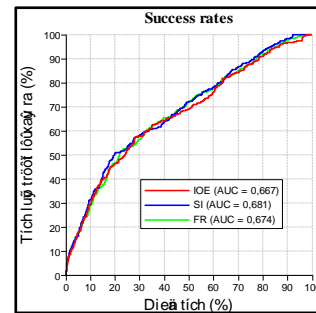
4. Kết luận

Trượt lở đất trên tuyến quốc lộ 27C, đoạn qua đèo Khánh Lê thường xuyên xảy ra vào mùa mưa. Trượt lở chủ yếu xảy ra ở cao độ từ 1300~1500 m; góc dốc từ lớn hơn 45°; hướng dốc Tây; trong vỏ phong hóa dày của nhóm đá andesit, dacsit, granit; vùng phân bố lượng mưa lớn nhất năm từ 600~650 mm; trong phạm vi khoảng cách đường giao thông từ 50~100 m và khoảng cách đến đứt gãy từ 400~600 m.

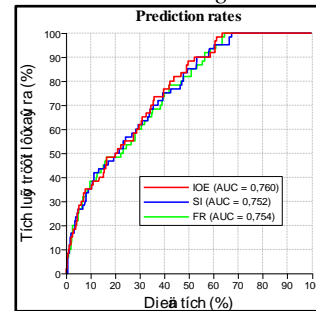
Kết quả dự báo có mức độ phù hợp chấp nhận và độ chính xác khá tốt (AUC của đường cong tỷ lệ thành công lần lượt là 0,674; 0,681 và 0,667; AUC của đường cong tỷ lệ dự báo lần lượt là 0,754; 0,752 và 0,760).

Phương pháp FR và SI xem xét vai trò các yếu tố ảnh hưởng là như nhau. Trong khi đó, phương pháp IOE cho thấy mức độ ảnh hưởng khác nhau đến trượt lở của các yếu tố ảnh hưởng. Có 4 yếu tố ảnh hưởng quan trọng đối với trượt lở đất: thạch học, độ ẩm ướt địa hình, góc dốc và khoảng cách đến đường giao thông.

Nguyên nhân chính của hiện tượng trượt lở dọc quốc lộ 27C là do xây dựng các taluy đường quá cao, không phù hợp với góc dốc taluy; lượng mưa khá lớn và tập trung trong thời gian ngắn. Do đó, cần áp dụng các giải pháp ổn định trượt lở đất taluy gồm: cắt xén phân cao và tạo bậc thang trên sườn dốc; làm hệ thống thoát nước và trồng cỏ Vetiver; khắc phục bào xói chân dốc gần đường bộ, gia cố cơ học. Ngoài ra, cần xây dựng các hệ thống cảnh báo sớm trượt lở đất đá ở những nơi có nguy cơ trượt lở cao và rất cao.



Hình 7. Đường cong tỷ lệ thành công



Hình 8. Đường cong tỷ lệ thành công

Lời cảm ơn

Tác giả chân thành cảm ơn trường Đại học Xây dựng Miền Trung (MUCE) đã hỗ trợ kinh phí thực hiện đề tài “Đánh giá hiện trạng và xây dựng bản đồ nguy cơ trượt lở đất đá trên tuyến quốc lộ 27C (Nha Trang – Đà Lạt) – Đoạn qua đèo Khánh Lê, huyện Khánh Vĩnh, tỉnh Khánh Hòa”, mã số GV.02.19.01.

Tài liệu tham khảo

Bonham-Carter, G. F. (1994). *Geographic information systems for geoscientists: modelling with GIS* (Vol. 13). New York: Pergamon.

Bui, D. T., Lofman, O., Revhaug, I., & Dick, O. (2011). Landslide susceptibility analysis in the Hoa Binh province of Vietnam using statistical index and logistic regression. *Nat Hazards*. doi: 10.1007/s11069-011-9844-2

Chung, C.-J. F., & Fabbri, A. G. (1999). Probabilistic prediction models for landslide hazard mapping. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 65(12), 1389-1399.

Devkota, K. C., Regmi, A. D., Pourghasemi, H. R., Yoshida, K., Pradhan, B., Ryu, I. C., . . . Althuwaynee, O. F. (2012). Landslide susceptibility mapping using certainty factor, index of entropy and logistic regression models in GIS and their comparison at Mugling–Narayanghat road section in Nepal Himalaya. *Nat Hazards*, 65, 135-165. doi: 10.1007/s11069-012-0347-6

Lee, S., & Talib, J. A. (2005). Probabilistic landslide susceptibility and factor effect analysis. *Environ Geol*, 47, 982-990. doi: 10.1007/s00254-005-1228-z

Pourghasemi, H. R., Pradhan, B., Gokceoglu, C., Mohammadi, M., & Moradi, H. R. (2013). Application of weights-of-evidence and certainty factor models and their comparison in landslide susceptibility mapping at Haraz watershed, Iran. *Arab J Geosci*, 6, 2351-2365. doi: 10.1007/s12517-012-0532-7

Pradhan, B., & Lee, S. (2010). Delineation of landslide hazarda reason Penang Island, Malaysia, by using frequency ratio, logisticregression, and artificial neural network models. *Environ Earth Sci*, 60, 1037–1054. doi: 10.1007/s12665-009-0245-8

Regmi, N. R., Giardino, J. R., & Vitek, J. D. (2010). Modeling susceptibility to landslides using the weight of evidence approach: Western Colorado, USA. *Geomorphology*, 115, 172-187.

Youssef, A. M., Pourghasemi, H. R., El-Haddad, B. A., & Dhahry, B. K. (2015). Landslide susceptibility map using different probabilistic and bivariate statistical models and comparison of their performance at Wadi Itwad Basin, Asir Region ,Saudi Arabia. *Bull Eng Geol Environ*. doi: 10.1007/s10064-015-0734-9

ABSTRACT

Landslide susceptibility mapping on the national highway 27C using frequency ratio, statistical index and index of entropy (Section crossing Khanh Le pass, Khanh Vinh district, Khanh Hoa province)

Nguyen Thanh Danh,^{1,*}

¹ *MienTrung University of Civil Engineering (MUCE), Ministry of Construction*

The purpose of this study is to produce landslide susceptibility map on the national highway 27C, section crossing Khanh Le pass, Khanh Vinh district, Khanh Hoa province using frequency ratio (FR), statistical index (SI) and index of entropy (IOE) methods integrated with GIS analytical tools. The spatial relationship between landslide-related factors such as topography, lithology, vegetation, maximum precipitation in year, distance from roads, distance from drainages, distance from faults and the distribution of landslides were used in the landslide susceptibility analyses. Landslide susceptibility maps are divided into five class: very low, low, medium, high and very high. Using prediction rate curves assess the accuracy of FR, SI and IOE methods. The results show that these methods have a reasonably good predictive capability (AUC = 0.7 ~ 0.8). From the IOE method, it is seen that the lithology, topographic wetness index, slope and distance from road play a dominant role in the landslide susceptibility. Input process, calculations and output process are very simple in the FR, SI and IOE methods. Therefore, the FR, SI and IOE methods can be used as simple tools in assessment of landslide susceptibility.

Keywords: Landslide; frequency ratio; statistical index; index of entropy.

Một số kết quả nghiên cứu địa chất mới về khu vực Đồng Văn, Hà Giang thuộc đới cấu trúc Sông Hiến

Hoàng Văn Dũng^{1,*}, Hoàng Thị Thoa²

¹ Liên đoàn Địa chất Xạ - Hiếm

² Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Vùng Đồng Văn, Hà Giang với vị trí kiến tạo đặc biệt đã được nhiều nhà địa chất trong và ngoài nước nghiên cứu qua nhiều giai đoạn khác nhau. Các kết quả nghiên cứu trước đây cho thấy hầu như trong vùng vắng mặt hoặc không đề cập đến các thành tạo magma xâm nhập cũng như các biểu hiện quặng hoá nội sinh. Gần đây công tác lập bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Đồng Văn bước đầu đã phát hiện một số kết quả mới về địa chất và khoáng sản của vùng Đồng Văn. Kết quả nghiên cứu thực địa, kết hợp với các phương pháp phân tích thạch học bước đầu đã phát hiện được các thể magma có diện tích nhỏ đến trung bình, có thành phần từ mafic cho đến axit thuộc phức hệ Cao Bằng và các thể đai mạch granit chưa rõ tuổi (chủ yếu là các đá gabrodiabas, diabas và granit granophyr). Ngoài ra, kết quả phân tích hóa đã xác định được các điểm có các biểu hiện khoáng hóa khác nhau trong vùng nghiên cứu, trong đó có Sn, W. Các kết quả nghiên cứu ban đầu trên là những thông tin hữu ích, góp phần mở ra những hướng tìm kiếm khoáng sản nội sinh mới trong vùng nghiên cứu.

Từ khóa: Đồng Văn; gabrodiabas - diabas; phức hệ Cao Bằng; thiếc - wolfram.

1. Đặt vấn đề

Vùng Đồng Văn, Hà Giang là nơi địa đầu của tổ quốc thuộc vùng núi cao hiểm trở, địa hình bị phân cắt mạnh. Phần lớn diện tích của vùng nằm trong diện tích của Công viên địa chất Cao nguyên đá Đồng Văn. Vùng này đã được nhiều nhà địa chất quan tâm nghiên cứu. Vào những năm đầu Thế kỷ 20, việc nghiên cứu chủ yếu do các nhà địa chất Pháp tiến hành; trong đó đáng chú ý là các công trình của Bourret R. và Fromaget J., Bourret R. (1922). Vào đầu những năm 1960 tới những năm 1970 vùng đã được nghiên cứu một cách có hệ thống hơn bởi một số công trình nghiên cứu khu vực và nhiều công trình nghiên cứu chuyên đề ở các mức độ khác nhau đã xác định khu vực Đồng Văn nằm trong hai đới cấu trúc Sông Hiến và Sông Lô, thuộc hệ chuẩn uốn nếp đông Việt Nam (Dovjikov A.E., 1965). Những đặc điểm địa chất của khu vực Đồng Văn mang nét đặc trưng của các đới cấu trúc này. Các thể địa chất trong vùng bao gồm chủ yếu các thành tạo trầm tích lục nguyên, lục nguyên - phun trào Mesozoi phủ lên các trầm tích lục nguyên - hay trầm tích carbonat tuổi Paleozoi giữa - muộn.

Trong những năm 1976, Hoàng Xuân Tình và nnk đã hoàn thành công tác đo vẽ bản đồ địa chất tờ Bảo Lạc tỷ lệ 1: 200.000 và được Phan Sơn, Vũ Ngọc Hải hiệu đính năm 2000. Tuy nhiên, các thành tạo magma xâm nhập cũng như các biểu hiện quặng hóa nội sinh chưa từng được phát hiện, đề cập đến trong khu vực Đồng Văn, tỉnh Hà Giang.

Các kết quả điều tra cơ bản về địa chất, khoáng sản mới đây cho phép khẳng định sự tồn tại của các thành tạo magma mafic, siêu mafic (có thành phần tương đồng với các đá thuộc phức hệ Cao Bằng), các đai mạch á xâm nhập granitoid và các biểu hiện khoáng sản Sn, W trong khu vực nghiên cứu. Sơ bộ đặc điểm phân bố, đặc điểm thạch học và địa hóa các thể địa chất được mô tả chi tiết dưới đây.

2. Khái quát về đặc điểm địa chất khu vực Đồng Văn

Vị trí kiến tạo của khu vực Đồng Văn nằm trong "miền chuẩn uốn nếp Đông Việt Nam" (Dovjikov A. E. và nnk, 1965; Trần Văn Trị và nnk, 1977). Kết quả đo vẽ 1: 200.000 năm 1976 và 2000 [2,3] đã xác lập về địa tầng và cấu trúc địa chất cho phép phân chia thành tầng cấu trúc sau: 1. Tầng cấu trúc Cambri giữa - Ordovic sớm chủ yếu là các thành tạo thành tạo carbonat và lục nguyên của hệ tầng Chang Pung (ϵ_{3cp}), hệ tầng Lutxia (O_{1lx}); 2. Tầng cấu trúc Devon được cấu thành bởi các thành tạo lục nguyên, carbonat của loạt Sông Cầu (D_{1sc}), hệ tầng Mía Lẻ (D_{1ml}), Nà Quân (D_{1-nq}), Tộc Tát (D_{3tt}); 3. Tầng cấu trúc Carbon - Permi (C - P): phân bố rộng rãi trong vùng đặc trưng bởi các thành tạo carbonat của hệ tầng Bắc Sơn (C - Pbs);

* Tác giả liên hệ

Email: dunghv1980@gmail.com

4. Tầng cấu trúc Permi muộn - Trias muộn gồm Permi thượng - Trias hạ (P_2-T_1): phát triển ở trung tâm và phía Đông Nam của vùng, gồm các hệ tầng Đồng Đăng ($P_2đđ$) và Hồng Ngải (T_1hn) và tầng cấu trúc Trias hạ - trung (T_1-T_2): phát triển rộng rãi ở phía Nam, Đông Nam của vùng, được cấu thành bởi các đá trầm tích lục nguyên xen phun trào hệ tầng Sông Hiến ($T_{1-2}sh$).

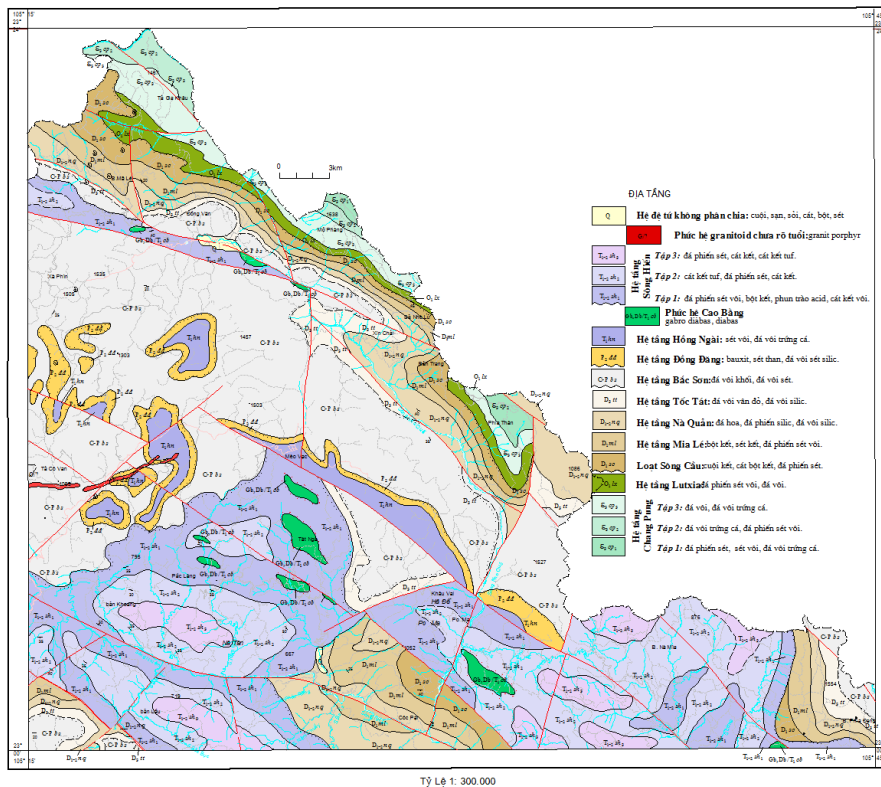
3. Phương pháp nghiên cứu

Các tuyến lộ trình nghiên cứu địa chất tự do dọc các đường mòn, đường quốc lộ, dọc bờ sông suối kết hợp với các lộ trình được định sẵn, kế thừa các kết quả nghiên cứu của giai đoạn trước được tiến hành bao phủ vùng nghiên cứu. Tại các vết lộ đá gốc, mẫu được quan sát nhận định ngay tại ngoài thực địa, đồng thời mẫu được lấy theo tiêu chuẩn quy định và được đem về gia công để phục vụ công tác phân tích thạch học và các phân tích khác. Để nghiên cứu đặc điểm thạch học, khoáng vật các đá, phương pháp được sử dụng gồm phân tích thạch học lát mỏng dưới kính hiển vi phân cực. Phương pháp phân tích hóa kết hợp phân tích SEM-EDS được sử dụng để xác định thành phần hóa học các nguyên tố, cũng như hình thái, kích thước khoáng vật chứa quặng. Ngoài ra các phương pháp phân tích hóa như ICP-MS, XRF được sử dụng nhằm xác định thành phần hóa học của các đá và các mẫu địa hóa.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Về magma

Các kết quả đo vẽ bản đồ tỷ lệ 1: 200.000 (Hoàng Xuân Tinh và nkk, 1976; Phan Sơn, Vũ Ngọc Hải 2000) vùng Đồng Văn cho thấy sự vắng mặt hoàn toàn các đá magma. Tuy nhiên, trong quá trình tiến hành công tác đo vẽ bản đồ địa chất và khoáng sản tỷ lệ 1:50.000, (Hoàng Văn Dũng và nkk, 2019) đã phát hiện diện sự có mặt của các thể magma mafic, siêu mafic tương tự như thành phần của phức hệ Cao Bằng, cũng như sự có mặt của các thể granitoid á xâm nhập ở dạng các đai mạch trong vùng nghiên cứu (Hình 1).



Hình 1. Sơ đồ địa chất và khoáng sản vùng Đồng Văn, Hà Giang (Hoàng Văn Dũng và nkk, 2019)

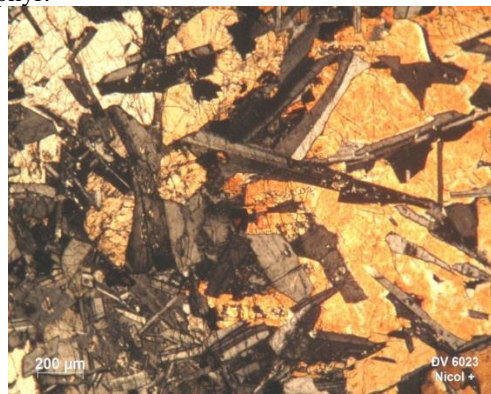
Phức hệ Cao Bằng? (Gb, Db/T₁ cb?)

Tại vùng Đồng Văn, kết quả nghiên cứu thực địa với phân tích thạch học lát mỏng đã phát hiện và khoan định diện lộ các đá magma xâm nhập có thành phần tương tự như các đá thuộc phức hệ Cao Bằng. Chúng phân bố rải rác ở các khu vực Đồng Văn, Mèo Vạc và Đức Hạnh. Tại khu vực Đồng Văn, các khối magma lộ ra 4 khối nhỏ kéo dài theo phương tây bắc - đông nam dọc theo đứt gãy sông Nho Quế. Chiều dài diện tích lộ các đá này trung bình khoảng 1km và chiều rộng từ 100-200m. Các khối nằm ở khu vực

bản Sảng Ma Sao, Quyết Tiến, xóm Mới và bản Mã Lũ B. Thành phần các đá chủ yếu là gabrodiabas, diabas. Ranh giới giữa các đá gabrodiabas với đá phiến sét không rõ. Khu vực Mèo Vạc phát hiện được các đá của phức hệ lộ không liên tục theo phương tây bắc - đông nam. Diện tích lộ các đá này thay đổi không đồng đều. Khối đá lộ Tô Đức có diện tích lớn nhất khoảng 8km², một số khối nhỏ có diện tích khoảng 0,5km² phân bố ở Nà Poòng, Nà Chà, Khuổi Roài và Vị Pi. Ngoài ra, còn lại phần lớn là các khối có diện tích rất nhỏ nằm rải rác khắp trong khu vực. Tại diện lộ của các khối đá chủ yếu được bao quanh bởi các thành tạo đá phiến sét, bazan aphyr của hệ tầng Sông Hiến. Thành phần chủ yếu của các đá là đá gabrodiabas, diabas (Ảnh 1, 2). Ranh giới giữa các đá gabrodiabas với đá phiến sét, bazan aphyr không rõ ràng. Tại khu vực Đức Hạnh, các đá của phức hệ lộ ra thành nhiều khối có diện tích khác nhau, trong đó khối Đức Hạnh có diện tích lớn nhất khoảng 7km². Các đá của khối phân bố theo phương á kinh tuyến và có thành phần gồm diabas, gabrodiabas và granit granophyr.

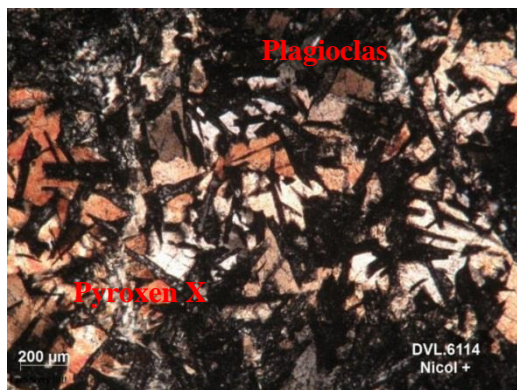


Ảnh 1. Vết lộ DV 6023: Đá Gabrodiabas

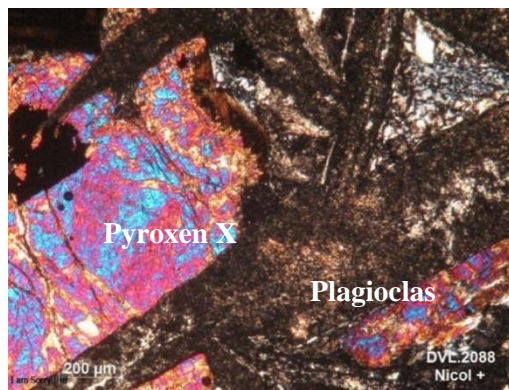


Ảnh 2. Mẫu DVL.6023: Đá Gabrodiabas.
Kiến trúc: khảm ophit, Cấu tạo: Khối

Kết quả nghiên cứu thạch học và khoáng vật các đá của phức hệ Cao Bằng tại vùng nghiên cứu được xác định chủ yếu như sau: Gabrodiabas có kiến trúc hạt vừa, ophit, khảm ophit, cấu tạo khối. Thành phần khoáng vật bao gồm pyroxen xiên (43%), hornblend (3%), plagioclas (50%). Trong đá chứa khoáng vật quặng khoảng 4% (Ảnh 4). Đá diabas có kiến trúc Ophit (diabas) và cấu tạo khối, Thành phần khoáng vật trong đá gồm pyroxen xiên 45%, plagioclas 51% và khoáng vật quặng 4% (Ảnh 3). Congadiabas có kiến trúc Ophit (diabas), cấu tạo khối, với thành phần khoáng vật pyroxen xiên 40%, plagioclas 48%, thạch anh 7%, khoáng vật quặng 5%.



Ảnh 3. Mẫu DVL.6114: Đá Diabas.
Kiến trúc Ophit (diabas), cấu tạo khối.



Ảnh 4. Mẫu DVL.2088: Đá Gabrodiabas.
Kiến trúc: Ophit (diabas), cấu tạo khối

Đặc điểm khoáng vật các đá chủ yếu là gabrodiabas, pyroxen, hornblend, plagioclas và thạch anh. Gabrodiabas có thành phần chủ yếu là plagioclas và pyroxen xiên, độ hạt vừa. Các khoáng vật sắp xếp không định hướng. Đá bị biến đổi thứ sinh nhẹ. Pyroxen xiên dạng lăng trụ tha hình có kích thước 0,5-2,3mm. Đá bị actinolit hóa, chlorit hóa nhẹ cục bộ. Dưới 1 nicol đá có màu phớt lục, cắt khai hoàn toàn; dưới 2 nicol tắt xiên C^Ng = 40-430, giao thoa xanh bậc 2, bị chlorit hóa nhẹ, cục bộ. Hornblend có dạng lăng trụ tha hình, kích thước 0,1-0,5mm, dưới 1 nicol màu lục, đa sắc rõ, cắt khai hoàn toàn, dưới 2 nicol tắt xiên C^Ng = 20-300, giao thoa xanh bậc 2, thay thế cục bộ cho pyroxen. Plagioclas dạng tấm dày tự hình, kích thước 0,5-2mm, dưới 1 nicol không màu, cắt khai hoàn toàn, dưới 2 nicol giao thoa sáng bậc 1, bị sausrít hoá nhẹ, trung bình đến hoàn toàn. Thạch anh dạng hạt tha hình, kích thước 0,05 - 0,5 mm.

Khoáng vật quặng dạng hạt tự hình, găm mòn, kích thước 0,1-0,5mm, không thấu quang, một số bị leucoxen hóa nhẹ đến trung bình (Ảnh 3, 4).

Thành phần hóa học của các nhóm mafic và axit thay đổi khác nhau. Các đá mafic (%): SiO₂: 46,66-50,38; FeO: 2,97-7,47; Fe₂O₃: 5,62- 9,96; Al₂O₃: 9,40- 16,99; CaO: 5,43-10,25; MgO: 5,71-6,83; TiO₂: 0,58-5,70; Na₂O+K₂O = 2,79-5,56. Các đá axit (%): SiO₂: 60,24- 67,90; FeO: 1,46-2,83; Fe₂O₃: 5,57- 7,55; Al₂O₃: 12,36- 13,90; CaO: 1,14-1,99; MgO: 0,60-1,6; TiO₂: 0,47-1,18; Na₂O+K₂O = 2,05-5,11. Hàm lượng SiO₂, Al₂O₃ và tổng kiềm tăng từ nhóm đá mafic đến nhóm đá axit, còn MgO và FeO thay đổi theo chiều ngược lại (SiO₂: 46,66-67,90 %; Al₂O₃: 9,40-16,99 %; Na₂O+K₂O: 2,05-5,57 %; MgO: 0,60-6,83%; FeO: 1,46-7,47 %). Nhìn chung các đá của phức hệ thuộc loại thấp titan (TiO₂: 0,47-1,18 %), đột biến ở khối nhỏ trên Đồng Văn có TiO₂: 5,70%.

Khoáng sản liên quan đã phát hiện điểm quặng sắt magnetit nằm ở ranh giới tiếp xúc giữa các đá xâm nhập mafic phức hệ Cao Bằng với các đá tập 1 hệ tầng Sông Hiến, thuộc địa danh Phố Mỹ, xã Tát Ngà, huyện Mèo Vạc. Bước đầu có thể cho thấy điểm quặng sắt Phố Mỹ có liên quan về mặt không gian với các thành tạo magma xâm nhập phức hệ Cao Bằng.

Granitoid á xâm nhập (G/?)

Các đá granitoid á xâm nhập trong vùng nghiên cứu lộ không liên tục dạng đai mạch kéo dài theo phương á vĩ tuyến bắt đầu từ mỏ Giang Sơn (Hồ Quảng Phìn) (Ảnh 5, 6) đến Quán Thê Lũng với chiều dài khoảng 7- 8km và rộng 10-30m. Vây quanh các đá là đá vôi của hệ tầng Bắc Sơn (C-Pbs) (Ảnh 5). Tại rìa tiếp xúc với các đá granit, đá vôi thường bị hoa hóa.



Ảnh 5: Đai mạch granit kéo dài theo phương á vĩ tuyến. Vây quanh là đá vôi hệ tầng Bắc Sơn



Ảnh 6: Phần lộ nhô cao của khối granit tại mỏ Giang Sơn (Hồ Quảng Phìn)

Các đá được xác định chủ yếu là granit porphy, ryolit porphy. Thành phần thạch học gồm hai phần là ban tinh và nền hạt mịn. Ban tinh gồm thạch anh (13-20%), feldpat kali (11-17%), biotit (3-4%), và ít khoáng vật phụ (zircon, quặng). Phần nền bao gồm biotit (5-7%), plagioclas (20%), feldpat kali (22-25%), và thạch anh (15-18%).

Khoáng vật bao gồm chủ yếu thạch anh, feldpat kali, biotit, muscovit, zircon. Thạch anh có dạng lăng trụ tự hình, găm mòn nhẹ, đôi chỗ tròn cạnh, lõi lõm, kích thước 0,5 - 3,5 mm, dưới 1 nicol không màu, không cắt khai, dưới 2 nicol giao thoa sáng trắng bạc 1, tắt đều đến làn sóng rất nhẹ. Feldpat kali (orthoclas) có dạng tấm dày tự hình, đôi chỗ găm mòn nhẹ, kích thước 1 - 4 mm, dưới 1 nicol không màu, cắt khai hoàn toàn, dưới 2 nicol giao thoa sáng bạc 1, một số có cấu tạo song tinh đơn giản luật carbad, bị sét hóa nhẹ dạng diện, hơi nhám bản. Biotit dạng tấm tự hình, găm mòn, kích thước 0,3 - 2 mm, dưới 1 nicol màu nâu, đa sắc rõ, cắt khai rất hoàn toàn, dưới 2 nicol giao thoa xanh bạc 3, bị muscovit hóa rất nhẹ. Muscovit và sericit dạng tấm nhỏ, vây tha hình, kích thước 0,05 - 0,25 mm, thay thế chồng khá đều. Zircon dạng vi lăng trụ tự hình, găm mòn, kích thước 0,03 - 0,05 mm, dưới 1 nicol không màu, dưới 2 nicol giao thoa đỏ bạc 3, là khoáng vật phụ, thành tạo trước và khảm trong biotit. Khoáng vật quặng dạng hạt tự hình, găm mòn, kích thước 0,05 - 0,1 mm, không thấu quang, có thể là magnetit, là khoáng vật phụ, thành tạo trước và thường khảm trong biotit.

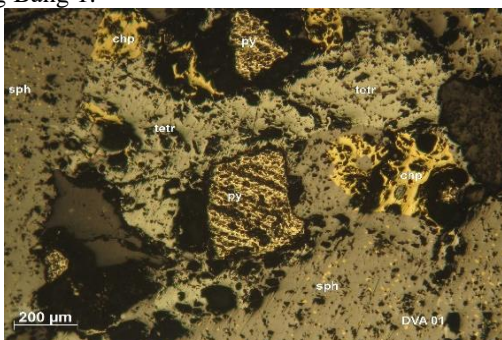
Thành phần hóa học của đá bao gồm (%) SiO₂:69,56-76,12; TiO₂:1,17-1,32; Al₂O₃: 12,35-13,94; Fe₂O₃: 0,12-0,81; FeO: 0,04-0,79; MnO:0,01-0,02; MgO: 0,40-0,48; CaO: 1,34 - 2,86; Na₂O: 0,11-0,36; K₂O: 0,53-2,88; P₂O₅: 0,25-0,77; SO₃: 0,09-0,10; MKN: 3,41-5,83.

4.2. Về khoáng sản

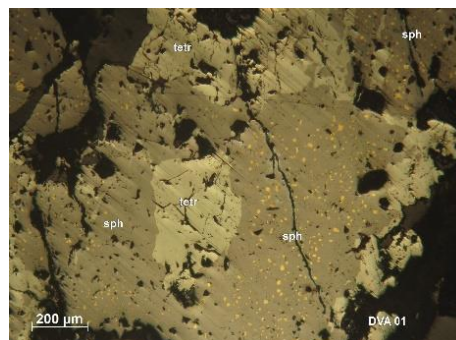
Khoáng sản kim loại liên quan đến các thể magma xâm nhập trong vùng nghiên cứu khá phong phú và dạng. Các kết quả nghiên cứu mẫu trọng sa, địa hóa cho thấy khu vực này tập trung các vành phân tán khoáng vật và nguyên tố của các loại khoáng sản như thiếc, wolfram, đồng, molipden, chì, kẽm. Đặc biệt là các vành phân tán sa khoáng cassiterit, wolframit, sheelit và các vành địa hóa nguyên tố Sn, W bậc cao

trong khu vực Hồ Quang Phìn, có khả năng liên quan về nguồn gốc tới các thể granitoid trong vùng. Hiện nay, sa khoáng thiếc - wolfram tại khu vực Hồ Quang Phìn đang được khai thác với hàm lượng từ 478,3 đến 12.063,4g/m³. Đây là tiền đề quan trọng để nghiên cứu, đánh giá triển vọng quặng hóa các kim loại nội sinh trong khu vực Đồng Văn, Hà Giang.

Kết quả phân tích mẫu khoáng tương cho thấy các khoáng vật quặng gồm: wolframit, sphalerit, hematit, sheelit, chalcopyrit, pyrit, tetraedrit, galena, bornit, fluorit và các khoáng vật covelin, goethit (Ảnh 7-10). Thành phần hóa học các nguyên tố tạo quặng kim loại (Cu, Pb, Zn, Sn, W, Ag, Au, Cd, ...) được thể hiện trong Bảng 1.



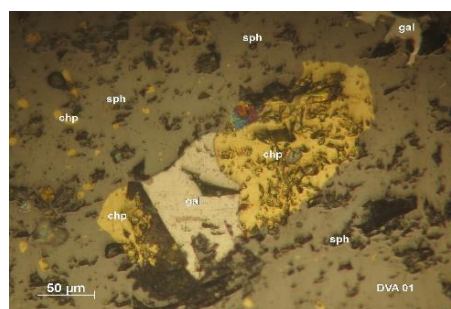
Ảnh 7: Chalcopyrit (chp), pyrit (py), tetraedrit (tetr), sphalerit (sph). Cấu tạo xâm tán. Kiến trúc hạt tha hình, hạt nửa tự hình



Ảnh 8: Chalcopyrit (chp), tetraedrit (tetr), sphalerit (sph). Cấu tạo xâm tán. Kiến trúc hạt tha hình



Ảnh 9: Wolframit (wf), hematit (hmt). Kiến trúc tấm, dạng tha hình



Ảnh 10: Chalcopyrit (chp), galena (gal), sphalerit (sph). Cấu tạo ô, xâm tán. Kiến trúc hạt tha hình

Bảng 1. Hàm lượng các nguyên tố tạo quặng

Số hiệu mẫu	Hàm lượng (%)						Hàm lượng (ppm)				
	As	Cu	Pb	Sn	Zn	W	Au	Ag	Cd	In	Mo
DVA-01	4,35	10,89	0,115	1,81	15,17	9,12	< 0,1	2550	201	11	60
DVA-02	1,18	1,05	0,010	1,22	2,21	0,24	0,8	4	16	< 10	15

Các nghiên cứu trước đây ở khu vực này chỉ đề cập đến sa khoáng thiếc (cassiterit) và wolfram (wolframit). Tuy nhiên, các nghiên cứu của nhóm tác giả đã khẳng định ngoài wolframit còn tồn tại sheelit.

5. Kết luận và kiến nghị

5.1. Kết luận

Các kết quả nghiên cứu cho phép tác giả rút ra một số nhận định sau:

- Các thành tạo magma xâm nhập có thành phần từ mafic cho đến axit chưa rõ tuổi xuất hiện trong vùng Đồng Văn, Hà Giang thuộc đới cấu trúc Sông Hiến có nhiều đặc điểm tương đồng với các đá thuộc phức hệ Cao Bằng và do đó có khả năng được xếp vào phức hệ xâm nhập này.

- Các khoáng sản kim loại nội sinh trong vùng (nổi bật gồm thiếc, wolfram) có khả năng được bắt nguồn từ/ có liên quan đến các đai mạch granitoid được khoanh định trong khu vực.

5.2. Kiến nghị

Các thành tạo địa chất có thành phần mafic và các đai mạch granitoid mới được phát hiện nên chưa có những nghiên cứu đồng bộ về các đặc điểm thành phần vật chất, tuổi thành tạo và tiềm năng sinh khoáng

của chúng. Vì vậy, các nghiên cứu chuyên đề chuyên sâu hơn cần được thực hiện trong tương lai nhằm làm sáng tỏ các vấn đề còn tồn tại nêu trên.

Tài liệu tham khảo

Hoàng Văn Dũng, 2019. *Đề án Lập bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50,000 nhóm tờ Đồng Văn*.

Phan Sơn, Vũ Ngọc Hải, 2000. *Bản đồ Địa chất và khoáng sản tỷ lệ 1:200,000 tờ Bảo Lạc (Hiệu đính)*. Cục địa chất và khoáng sản Việt Nam.

Đào Đình Thực, 1995. *Địa chất Việt Nam, Tập II: Các thành tạo magma*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.

Hoàng Xuân Tình và nnk, 1976. *Báo cáo Địa chất và khoáng sản tờ Bảo Lạc tỷ lệ 1:200,000*. Lưu trữ Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.

Nguyễn Văn Tường, 2008 và 2012. *Báo cáo thăm dò sa khoáng thiếc - wolfram tại khu vực Tả Phìn và Tả Cô Ván, xã Hồ Quang Phìn, huyện Đồng Văn, tỉnh Hà Giang*.

Trần Văn Trị và nnk, 1977. *Địa chất Việt Nam (Phần miền Bắc) tỉ lệ 1:1.000.000*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.

Jingwen Mao, 2014. A Late Cretaceous tin metallogenic event in Nanling W–Sn metallogenic province: Constraints from U–Pb, Ar–Ar geochronology at the Jiapingling Sn–Be–F deposit, Hunan, China.

ABSTRACT

Some new geological results from Dong Van area, Ha Giang, belonging to the Song Hien structural zone

Hoang Van Dung^{1,*}, Hoang Thi Thoa²

¹ *Geological Division for Radioactive and Rare Elements*

² *Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*

Dong Van region, Ha Giang province with special tectonic characteristics has been studied by many domestic and oversea geologists through many different periods. The previous studies indicated that the region did not show the presence of intrusive magma formations as well as endogenous minerals. Recently, results of geological mapping and mineral survey at scale 1: 50,000 in Dong Van region initially discovered some new evidences on geology and minerals in this area. Field survey, combined with petrographic analysis methods, have found magma blocks with different size from small to medium. Their compositions are from mafic to acid, similar to Cao Bang complex as well as unknown age granite dykes (mainly gabrodiabas, diabas and granophyr granite). In addition, the results of chemical analysis have identified outcrops with the mineralization of Sn, W in the study area. This is useful information, can help to open new directions for finding new endogenous minerals in the study area.

Keywords: Dong Van; gabrodiabas - diabas; Cao Bang complex; Sn - W.

Vài nét về đặc điểm chất lượng ngọc học khoáng vật Spinel trong đá gốc và sa khoáng khu vực Lục Yên, Yên Bái

Nguyễn Quang Duy^{1,2}, Nguyễn Khắc Du^{1,*}, Bùi Hoàng Bắc¹

¹ Bộ môn Tìm kiếm - Thăm dò, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

² Viện Nghiên cứu Đá Quý và Vàng VINAGEMS

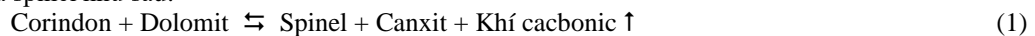
TÓM TẮT

Spinel là khoáng vật thuộc nhóm đá bán quý dùng làm đồ trang sức được nhiều người yêu thích và mang lại giá trị kinh tế tương đối cao. Trên thế giới, spinel có chất lượng ngọc được tìm thấy trong các thể địa chất khác nhau như cuội kết, đá vôi, đá hoa, sa khoáng tại nhiều quốc gia và vùng lãnh thổ. Từ những năm cuối ở thế kỷ 20, các mỏ ngọc spinel đã được ghi nhận trên địa bàn tỉnh Yên Bái. Chúng tồn tại, phân bố chủ yếu dưới 2 dạng chính như sau: (1) nguyên sinh gồm spinel-calcit cộng sinh trong hệ tầng Thác Bà và (2) thứ sinh tạo thành các mỏ sa khoáng. Trong bài báo, hệ thống các phương pháp phân tích dưới kính hiển vi ngọc học, SEM-EDX được sử dụng, kết hợp với các số liệu EPMA đã công bố để trình bày rõ hơn về chất lượng ngọc học của spinel theo các dạng nguồn gốc này. Nghiên cứu cho thấy ngọc spinel khu vực huyện Lục Yên có những đặc trưng riêng so với ngọc spinel trên thế giới, tiêu biểu là sự xuất hiện của các khoáng vật spinel màu xanh cobalt - loại ngọc hiếm có ít xuất hiện trên thế giới. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng chất lượng ngọc học của khoáng vật spinel trong đá gốc và sa khoáng khu vực Lục Yên - Yên Bái có sự khác nhau nhất định. Các khoáng vật spinel đáp ứng được yêu cầu chất lượng ngọc tốt chủ yếu bắt nguồn từ sa khoáng.

Từ khóa: Spinel; Lục Yên - Yên Bái; ngọc học; nguyên sinh - sa khoáng.

1. Đặt vấn đề

Ngọc spinel là khoáng vật thuộc phụ nhóm nhôm spinel với công thức hóa học là $A^{2+}B^{3+}_2O_4$, trong đó A bao gồm các nguyên tố hóa trị 2 như Mg, Fe^{2+} , Zn, Mn, Ni, Co, Cu; và B chủ yếu gồm các nguyên tố như Al, Fe^{3+} , Cr, V, Ti (Bowles và nnk, 2011). Khoáng vật được đặt tên vào năm 1546 theo tiếng la tinh “*spinella*” có nghĩa là cái gai nhỏ, để minh họa cho hình dạng tinh thể tám mặt có đỉnh nhọn đặc trưng của khoáng vật này. Tùy thuộc vào tỷ lệ các ion nguyên tố hóa trị 2 (chủ yếu Fe^{2+} , Co^{2+}) và hóa trị 3 (Fe^{3+} , Cr^{3+} và V^{3+}) trong cấu trúc mạng tinh thể, màu sắc của nhóm khoáng vật spinel thay đổi rất phong phú. Trong khu vực Lục Yên, tỉnh Yên Bái các khoáng vật spinel có màu sắc đa dạng từ không màu tới đen, từ sắc hồng tới đỏ, nâu cam tới vàng, tím nhạt tới xanh, tím đậm, hoặc xanh lam, còn có thể là xanh cobalt. Ở Việt Nam, spinel đã được tìm thấy trên địa bàn huyện Lục Yên, tỉnh Yên Bái. Các khoáng vật được tìm thấy ở 2 dạng chính sau: (1) nguyên sinh (trong đá hoa); và (2) thứ sinh (dạng sa khoáng). Theo các kết quả nghiên cứu trước đây (Garnier và nnk, 2008; Hauzenberger và nnk, 2001; Phạm Văn Long và nnk, 2018), các khoáng vật này được hình thành trong quá trình biến chất, thể hiện qua phản ứng cân bằng hai chiều giữa coridon và spinel như sau:



Với độ cứng cao $7.5 \div 8$ và độ bền cơ học cao nên các khoáng vật spinel thường được dễ dàng tìm thấy trong các mỏ sa khoáng cùng với ruby và saphir, tuy vậy, hiếm khi quan sát thấy spinel và corindon cộng sinh trong quy mô một mẫu quan sát. Hiện nay tại Lục Yên, spinel đang được khai thác bởi người dân địa phương với quy mô nhỏ lẻ, đơn giản và thiếu quy hoạch. Mặc dù spinel được khai thác ở nhiều nơi trên thế giới như Srilanka, Myanmar, Thailand, Afghanistan nhưng spinel khu vực huyện Lục Yên, tỉnh Yên Bái, Việt Nam vẫn có những nét đặc trưng riêng về đặc điểm ngọc học liên quan tới các trạng thái biểu hiện và nguồn gốc thành tạo. Trong công trình này, dựa vào các kết quả phân tích, các tác giả sẽ nghiên cứu làm sáng tỏ đặc điểm ngọc học spinel trong đá hoa và trong sa khoáng, góp phần định hướng công tác tìm kiếm, thăm dò và khai thác trong khu vực huyện Lục Yên, tỉnh Yên Bái.

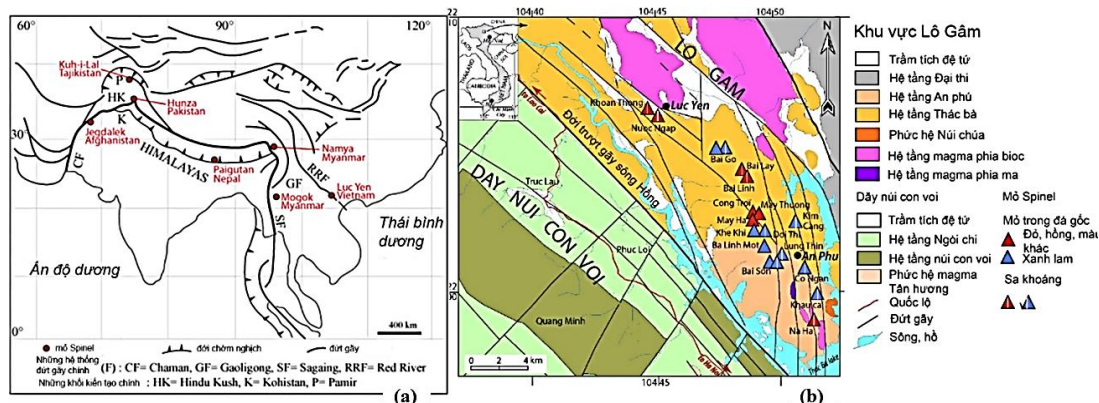
2. Đặc điểm địa chất các mỏ ngọc spinel trên thế giới và Việt Nam

Trên thế giới, các mỏ Spinel có giá trị kinh tế chủ yếu phân bố dọc theo vành đai tạo núi Himalaya từ Đông Nam Á tới khu vực phía đông Châu Phi trong điều kiện biến chất ở nhiệt độ và áp suất cao (tương amphibolit)

* Tác giả liên hệ

Email: nguyengkacdu@humg.edu.vn

có liên quan đến các đá carbonat (Garnier và nnk, 2008; Giuliani và nnk, 2017) (Hình 1.a). Ở khu vực Châu Á, các mỏ spinel nguồn gốc nguyên sinh thường phân bố trong đá hoa xen các đá biến chất cao dạng gneiss thuộc đới cấu trúc Lô Gâm; đới biến chất cao Mogok (Myranma); đai biến chất tây nam Pamirs (Tajikistan); thung lũng Hunza (Pakistan); và Navakot ở Nepal (Giuliani và nnk, 2017; Garnier và nnk, 2006; Searle và nnk, 2007). Ở Đông Phi, các mỏ spinel nằm ở đai biến chất cổ Mozambique và được hình thành trong thời kỳ tạo núi ở Đông Phi, Kenya, Tanzania (Giuliani và nnk, 2017; Balmer và nnk, 2017).



Hình 1. (a). Sơ đồ phân bố các mỏ Spinel chính ở khu vực châu Á (theo Mattauer và nnk, 1999).
(b). Sơ đồ địa chất mỏ Spinel khu vực Lục Yên, Yên Bái (theo Phạm Văn Long và nnk, 2018)

Khu vực huyện Lục Yên thuộc đới cấu trúc Lô Gâm, nằm về phía đông của đứt gãy Sông Chảy. Các thành tạo địa chất trong khu vực bao gồm hai phân vị địa tầng là hệ tầng Thác Bà và hệ tầng An Phú. Hệ tầng Thác Bà bao gồm chủ yếu là các đá phiến thạch anh hai mica xen kẹp các đá phiến thạch anh biotit bị migmatit hóa và gneis hóa ở các mức độ khác nhau, đôi chỗ xen kẹp các thấu kính vôi hoặc cát kết dạng quartzit. Hệ tầng An Phú chủ yếu là đá hoa calcit có xen đá hoa dolomit, các khoáng vật phụ gồm phlogopit, fuchsit, graphit.

Trên địa bàn huyện Lục Yên, spinel có nhiều màu khác nhau. Trong đó, spinel màu xanh lam gặp nhiều ở Khau Ca, Cồ Ngạn. Spinel màu đỏ, hồng và màu tím được khai thác nhiều trong sa khoáng các khu vực Mây Thượng, Công Trời và Minh Tiên. Spinel màu xanh da trời được khai thác nhiều ở khu vực Lũng Thịn và Bãi Sơn (Hình 1.b). Spinel vùng Lục Yên được khai thác trong cả hai kiểu nguồn gốc là trong đá gốc và trong sa khoáng (đọc theo hệ thống sông, suối và các bãi bồi) (Phạm Văn Long và nnk, 2014). Spinel trong đá hoa được khai thác ở nhiều nơi trong khu vực như Công Trời, Mây Hạ và Mây Thượng.

3. Phương pháp nghiên cứu

Để cho làm sáng tỏ đặc điểm ngọc học các nhóm khoáng vật spinel, các mẫu vật thu thập được từ thực địa sẽ chia thành 2 nhóm cơ bản sau: (1) Nhóm 1: mẫu được thu thập trong đá hoa hoặc trong phạm vi mỏ đang khai thác, (2) Nhóm 2: mẫu được thu thập tại các lòng sông, suối dưới dạng sa khoáng. Hai nhóm này được phân tích, so sánh đặc điểm ngọc học tại Viện Nghiên cứu Đá quý và Vàng (VINAGEMS). Các thiết bị được sử dụng bao gồm kính ngọc học (Hãng Amscope); các máy đo chiết suất, tỷ trọng và máy xác định tính chất quang học dùng riêng trong ngọc học. Thành phần định tính các nguyên tố và cấu trúc bề mặt của ngọc spinel được xác định bằng thiết bị hiển vi điện tử quét kết hợp quang phổ tán xạ năng lượng tia X (SEM-EDX, Quanta 450, Công ty FEI, Hillsboro, OR, Hoa Kỳ) tại Trung tâm Phân tích Thí nghiệm Công nghệ cao, trường Đại học Mỏ - Địa chất. Các số liệu nghiên cứu được kết hợp với kết quả định lượng các nguyên tố chính, phụ bằng thiết bị vi phân tích hiển vi đầu dò (EPMA- CAMECA SX100) của Phạm Văn Long và nnk, 2018 nhằm đưa ra những luận giải về đặc điểm ngọc học liên quan đến các trạng thái biểu hiện các nhóm khoáng spinel khu vực mỏ An Phú và Công Trời, huyện Lục Yên, tỉnh Yên Bái.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Đặc điểm ngọc học

Để nghiên cứu đặc điểm ngọc học spinel, tập mẫu được phân loại theo trạng thái biểu hiện, sau đó được gia công, chế tác để so sánh, đánh giá theo các tiêu chuẩn ngọc học như màu sắc, độ tinh khiết, chiết suất, độ cứng, tỷ trọng, tính đa sắc, phổ hấp thụ quang học.

***Màu sắc và kích thước:** Trong tập mẫu thu thập được, kích thước các tinh thể spinel dao động mạnh, thay đổi từ 2 mm cho đến 7 cm. Màu sắc chủ yếu của tập mẫu là các màu hồng tới đỏ, nâu đỏ, một số màu violet, tím đậm ít, và đen, với tông màu từ sáng tới tối, số ít có màu xanh cobalt (màu hiếm, chỉ có ở spinel Lục Yên, trên thế giới ít khi tìm được). Trong đó, các hạt spinel sa khoáng chủ yếu có màu nâu đỏ, tím đậm

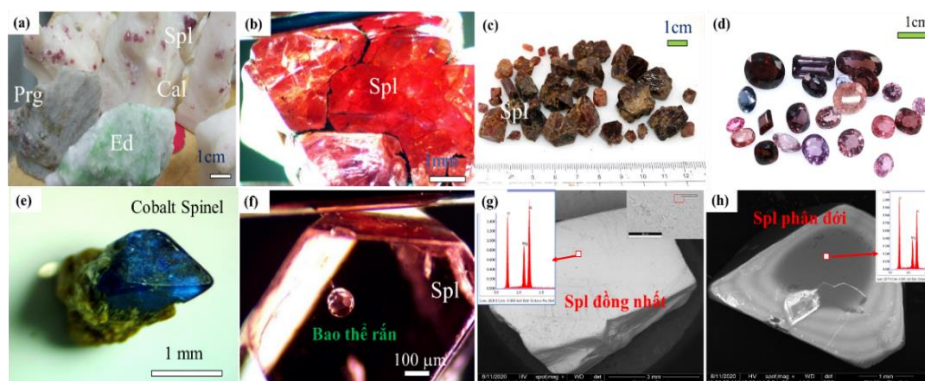
tối đen; spinel trong đá hoa chủ yếu có màu hồng tới đỏ đậm (Hình 2. a, b, c). Trên thực tế, các tinh thể spinel trong đá hoa thường đục hơn so với spinel dạng sa khoáng và chỉ thích hợp cho việc làm mẫu sưu tập, hoặc làm tranh đá quý. Trong khi đó, spinel trong sa khoáng thường bị mài tròn, mảnh vỡ sắc cạnh, gồm các màu khác nhau như đỏ, hồng, nâu đỏ, tím, xanh lam và xanh da trời,... Các sản phẩm ngọc khai thác từ sa khoáng thường có độ trong suốt cao và có giá trị kinh tế cao hơn (Phạm Văn Long và nnk, 2014).

* **Độ tinh khiết:** Spinel thường rất trong do ít bao thể, chất lượng đảm bảo làm đồ trang sức, tuy nhiên độ trong thường tốt nhất ở những tinh thể có kích thước nhỏ, tự hình. Những tinh thể có kích thước lớn thì lớp bên ngoài có thể có độ tinh khiết cao, nhưng tâm hạch tinh thể thường khá đục. Bên cạnh đó, tinh thể lớn thường có nhiều vết nứt, vỡ ảnh hưởng trực tiếp đến độ tinh khiết. Những tinh thể tối màu hoặc màu violet thường nứt nẻ nhiều và có độ tinh khiết thấp. Các tinh thể spinel trong đá gốc thường rạn nứt nên độ tinh khiết thấp hơn, ngược lại nhiều viên spinel trong sa khoáng có độ tinh khiết cao, thỏa mãn tiêu chuẩn làm trang sức (Hình 2. d).

* **Tỷ trọng:** Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ trọng của spinel Lục Yên dao động từ 3.51 ÷ 3.55, giá trị này phụ thuộc nhiều vào độ nứt nẻ của mẫu và chủng loại bao thể bên trong các khoáng vật. Những viên có độ tinh khiết cao thường có tỷ trọng thấp, ngược lại những mẫu đục và nhiều bao thể lại có giá trị tỷ trọng cao hơn. Trong sa khoáng giá trị tỷ trọng trung bình của tập mẫu là 3.54. Giá trị tỷ trọng trung bình của spinel trong đá gốc là 3.53 do độ nứt nẻ tinh thể spinel trong đá gốc cao hơn so với các mẫu sa khoáng.

* **Chiết suất và tính đẳng hướng:** Spinel có tính đẳng hướng do kết tinh ở tinh hệ lập phương, và giá trị chiết suất của spinel trong đá gốc và trong sa khoáng ở khu vực Lục Yên dao động trong khoảng 1.716 ÷ 1.720 (được đo bởi chiết suất kế FABLE model FRG - 002). Kết quả nghiên cứu cho thấy giá trị chiết suất của spinel có mối quan hệ với màu sắc của chúng, trong đó những viên tối màu và màu tím thường có giá trị chiết suất cao hơn.

* **Phổ hấp thụ quang học:** Spinel Lục Yên có giá trị vạch phổ hấp thụ ở 400 - 500, 700 hoặc 450 - 500, 700 cho các màu từ hồng đến đỏ, hoặc tím. Các hạt spinel không có tính đa sắc, phát quang yếu dưới tia UV ở một số viên có màu đỏ.



Hình 2. Spinel khu vực Cống Trôi và An phú. (a, b) spinel trong đá hoa; (c, d) spinel thô và thương phẩm từ sa khoáng; (e) spinel màu xanh cobalt hiếm trên thế giới; (f) bao thể khí và bao thể rắn trong các khoáng vật spinel; (g, h) Ảnh SEM spinel có thành phần hóa học đồng nhất và dạng phân dơi. Spinel (Sp), edenit (Ed), calcit (Cal), pargasit (Prg)

* **Bao thể:** Các bao thể trong spinel có kích thước từ 50 - 150 μm , thành phần khá đa dạng: (1) bao thể rắn gồm nhiều loại khoáng vật khác nhau từ không màu đến có màu; (2) bao thể khí (Hình 2. e, f), và (3) hiếm hơn là bao thể lỏng. Trong đó, bao thể dạng chùm pháo hoa đặc trưng cho spinel Việt Nam là các bao thể thuộc nhóm pyroxen và một số khoáng vật silicat khác.

* **Nhận xét chung:** Kết quả nghiên cứu đặc điểm ngọc học spinel Lục Yên cho thấy chất lượng ngọc của Spinel trong sa khoáng tốt hơn nhiều so với spinel trong đá gốc. Tổng hợp các kết quả so sánh đặc điểm các nhóm ngọc spinel được tổng hợp trong Bảng 1.

Bảng 1. Tổng hợp đặc điểm chất lượng ngọc học của spinel trong sa khoáng và trong đá gốc khu vực Lục Yên, Yên Bái

TT	Thông số	Spinel trong đá gốc	Spinel trong sa khoáng
1	Kích thước	5 mm – 5 cm	2mm – 7cm
2	Độ tinh khiết	Có nhiều khe nứt, độ tinh khiết thấp	Ít khe nứt hơn spinel trong đá gốc, có bao thể, độ tinh khiết trung bình tới cao
3	Màu sắc	Thường màu sắc tươi sáng hơn	Màu sắc sẫm và đậm hơn
4	Tỷ trọng trung bình	3,54	3,53
5	Chiết suất	1,716 ÷ 1,720, đẳng hướng	

4.2. Đặc điểm địa hóa các nguyên tố chính, phụ và mối liên quan đến màu sắc của spinel

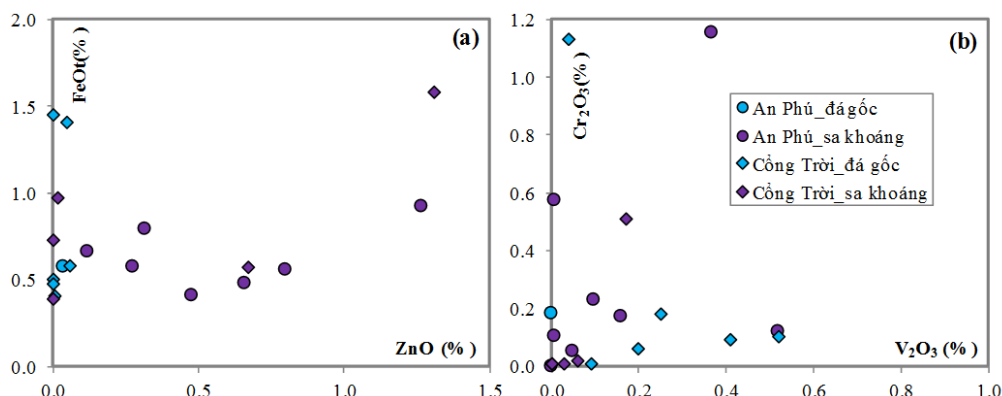
Kết quả phân tích định tính (SEM-EDX – Hình 2. g, h) và kết quả định lượng (EPMA) thành phần hóa học (Phạm văn Long và nnk, 2018) cho thấy thành phần chính của spinel khu vực Lục Yên, Yên Bái gồm chủ yếu Al_2O_3 (70.25 – 72.62%) và MgO (25.97 – 28.97%) (Bảng 2).

Thành phần các nguyên tố vi lượng quyết định màu sắc của spinel Lục Yên gồm chủ yếu Fe, Zn, Cr, V; các nguyên tố vết khác có hàm lượng rất thấp (dưới giới hạn phân tích của thiết bị vi dò). Thành phần V, Zn có hàm lượng đáng kể trong các khoáng vật spinel khu vực Lục Yên nhưng lại không có vai trò tạo màu cho spinel. Spinel màu hồng và đỏ là do sự có mặt của Fe^{3+} và Cr^{3+} ; màu xanh cobalt chủ yếu được tạo ra do Co^{2+} thay thế cho Mg^{2+} trong cấu trúc mạng tinh thể. Trong trường hợp hàm lượng Co không đáng kể, các sắc thái màu xanh nhạt hơn được tạo ra do sự chuyển đổi điện tử $Fe^{2+} - Fe^{3+}$ trong mạng tinh thể spinel (D'ippolito và nnk, 2015). Dựa vào hệ Zn-Cr-V cho phép phân biệt spinel có màu đỏ và hồng ở khu vực Công Trời và An Phú (Phạm văn Long và nnk, 2018).

Bảng 2. Kết quả phân tích định lượng thành phần hóa học các khoáng vật spinel màu hồng, đỏ tại các mỏ An Phú, Công Trời (Theo Phạm Văn Long và nnk, 2018)

Mỏ	Nguồn	Mẫu	Màu sắc	MgO	Al_2O_3	FeO	TiO_2	V_2O_3	Cr_2O_3	MnO	ZnO	CoO	NiO	Tổng
(Hàm lượng %)														
An Phú	Đá gốc	AP4	Đỏ	27,64	70,86	0,57	0	0	0,18	0	0,4	0	0	99,29
	Sa khoáng	VIET1	Đỏ	27,55	70,25	0,55	0,2	0,37	1,15	0	0,80	0	0	100,69
	Sa khoáng	VIET2	Đỏ nhạt	27,56	71,10	0,41	0,2	0,52	0,12	0	0,48	0	0	100,21
	Sa khoáng	VIET3	Đỏ	27,92	70,64	0,92	0	0,10	0,23	0,1	1,27	0	0	101,08
	Sa khoáng	VIET8	Hồng nhạt	28,34	70,91	0,48	0,1	0,16	0,17	0	0,66	0	0	100,73
	Sa khoáng	ANP5	Tím lavender	27,77	71,61	0,66	0,1	0,5	0,5	0,1	0,12	0	0	100,28
	Sa khoáng	VIET23	Tím tới nâu	27,39	71,69	0,79	0	0	0	0,1	0,32	0	0	100,20
	Sa khoáng	VIET24	Tím tới nâu	25,97	71,89	3,41	0	0,1	0,10	0,2	0,5	0	0	101,5
	Sa khoáng	VIET27	Cam tới phớt nâu	27,74	71,46	0,57	0,1	0,1	0,57	0,9	0,28	0	0	100,7
Công Trời	Đá gốc	VIET32	Nâu tối	28,10	70,88	1,45	0,2	0,41	0,9	0,1	0	0	0	101,0
	Đá gốc	CT1	Hồng	28,54	70,75	0,50	0,1	0,20	0,6	0,1	0	0	0	100,13
	Đá gốc	CT4	Hồng	28,12	70,34	1,41	0,2	0,52	0,10	0,1	0,5	0	0	100,71
	Đá gốc	VIET31	Hồng	27,70	71,83	0,41	0,2	0,25	0,18	0	0,1	0	0	100,41
	Đá gốc	VIET33	Hồng	27,43	71,32	0,58	0	0,4	1,13	0,2	0,6	0	0	100,58
	Đá gốc	VIET1	Tím nhạt	28,97	71,27	0,48	0	0,9	0,1	0,1	0	0	0	100,9
	Sa khoáng	VIET9	Hồng	27,36	72,62	0,97	0	0	0,1	0	0,2	0	0	100,98
	Sa khoáng	VIET11	Tím	28,33	70,58	0,57	0,1	0,17	0,51	0	0,67	0	0	100,8
	Sa khoáng	VIET14	Tím	28,41	71,55	0,73	0	0,6	0,2	0	0	0	0	100,8
	Sa khoáng	VIET15	Tím đậm	27,03	70,95	1,58	0	0	0,1	0,1	1,31	0	0	100,9
	Sa khoáng	VIET16	Tím nhạt	28,89	72,19	0,39	0	0,3	0,1	0	0	0	0	101,5

Nhìn chung, thành phần các nguyên tố chính, phụ trong spinel nguồn sa khoáng và trong đá hoa đều có dải biến thiên rộng, có sự chồng lấn về thành phần hóa học trong cả hai khu vực mỏ. Tuy nhiên, hàm lượng Zn trong đá gốc thấp hơn so với sa khoáng ở các mỏ An Phú và Công Trời (Hình 3); đây chính là đặc điểm nổi bật, quan trọng nhất để phân biệt hai loại hình nguồn gốc của spinel khu vực huyện Lục Yên, tỉnh Yên Bái.



Hình 3. Tương quan thành phần các oxit $ZnO - FeO$ (tổng sắt) (a), và $V_2O_3 - Cr_2O_3$ (b) của spinel nguồn sa khoáng và trong đá gốc tại mỏ Công Trời, An Phú (số liệu từ Phạm Văn Long và nnk, 2018)

5. Kết luận

Tổng hợp các kết quả nghiên cứu cho phép rút ra một số kết luận chính như sau:

- Các khoáng vật spinel khu vực Lục Yên, Yên Bái được tìm thấy dưới 2 dạng chủ yếu, bao gồm: (1) Sa khoáng và (2) cộng sinh cùng calcit trong đá hoa hệ tầng Thác Bà và hệ tầng An Phú, trong đó nổi bật là sự xuất hiện của ngọc spinel có màu hiếm - xanh cobalt.

- Nhóm khoáng vật spinel nguồn gốc sa khoáng thường có chất lượng tốt hơn nhóm khoáng vật spinel trong đá hoa, đáp ứng tiêu chuẩn đá quý và được sử dụng, tiêu thụ rộng rãi trên thị trường trong nước và quốc tế.

Tài liệu tham khảo

Balmer, W.A., Hauenberger, C.A., Fritz, J., Sutthirat, C., 2017. Marblehosted deposits of the Morogoro region. *Tanzania. J. Afr. Earth Sci.* 134, 626–643.

Bowles, J.F.W., Howie, R.A., Vaughan, D.J., & Zussman, J. (2011). *Rock-forming minerals. Volume 5A, Non-silicates: oxides, hydroxides and sulphides. 2nd Edition.* The Geological Society, London, England, 920 pp.

D’ippolito, V., Andreozzi, G.B., Halenius, H., Skogby, H., Hametner, K., & Gunther, D. (2015) Colour mechanisms in spinel: cobalt and iron interplay for the blue colour. *Physics and Chemistry of Minerals* 42, 431–439.

Garnier, V., Giuliani, G., Ohnenstetter, D., Fallick, A.E., Dubessy, J., Banks, D., Hoang, Q.V., Lhomme, TH., Maluski, H., Pecher, A., Bakhash, K.A., Pham, V.L., Phan, T.T., & Scharz, D. (2008) Marble-hosted ruby deposits from central and Southeast Asia: towards a new genetic model. *Ore Geology Reviews* 34, 169–191.

Garnier, V., Maluski, H., Giuliani, G., Ohnenstetter, D., Schwarz, D., 2006. Ar-Ar and U-Pb ages of marble-hosted ruby deposits from central and Southeast Asia. *Can. J. Earth Sci.* 43, 509–532.

Giuliani, G., Fallick, A.E., Boyce, A.J., Pardieu, V., Pham, V.L., 2017. Pink and red spinels in marble: trace elements, oxygen isotopes, and sources. *Can. Mineral.* 55, 743–761.

Hauenberger, C.A., Hager, T., Baumartner, L.P., & Hofmeister, W. (2001) High-grade metamorphism and stable isotope geochemistry of N-Vietnamese gembearing rocks. *In Proceedings of the Workshop on gems and minerals of Vietnam, Hanoi 2001* (124–138).

Mattauer, M., Matte, P., Jolivet, J.L., 1999. A 3D model of the India-Asia collision at large scale. *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. IIA* 328, 499–508.

Pham Van Long, Gaston Giuliani, Anthony E. Fallick, Andrian J. Boyce, Vincent Pardieu, 2018. *Trace elements and oxygen isotopes of gem spinel in marble from the Luc Yen – An Phu areas, Yen Bai province, North Vietnam.*

Phạm Văn Long, Vincent Pardieu, Gaston Guiliani, Nguyễn Tuyết Nhung, Phạm Thị Thanh Hiền, Phạm Đức Anh, Nguyễn Ngọc Khôi, Hoàng Quang Vinh, 2014. Một số đặc điểm ngọc học của spinel vùng Lục Yên – Yên Bái. *Tạp chí ĐỊA CHẤT*, loạt A, số 340, 11-12/2014, tr.29-36.

Searle, M.P., Noble, S.R., Cottle, J.M., Waters, D.J., Mitchell, A.H.G., Hlaing, T., Horstwood, M.S.A., 2007. Tectonic evolution of the Mogok meta-morphic belt, Burma (Myanmar) constrained by U-Th-Pb dating of metamorphic and magmatic rocks. *Tectonics* 26, TC3014, <http://dx.doi.org/10.1029/2006TC002083>.

ABSTRACT

Gemological features of Spinel in marble and placer in Luc Yen, Yen Bai province

Nguyen Quang Duy^{1,2}, Nguyen Khac Du^{1,*}, Bui Hoang Bac¹

¹ *Department of Prospecting and Exploration Geology, Hanoi University of Mining and Geology*

² *Institute for Gems and Gold Research of Vinagems*

Spinel belongs to semi-precious stone group having relatively high economic value, and they have widely been used. They are found in various geological units such as conglomerate, limestone, marble, and sandstone in many countries and regions worldwide. In Vietnam, gem spinel mines had been recorded in Yen Bai province since the last years of the 20th century. They occur in 2 main types: (1) primary including spinel associated with calcite in Thac Ba metamorphic formation, and (2) secondary forming placer deposits. Analysis methods of gemological microscopy, SEM-EDX in combination with EPMA data were systematically applied to interpret the gemological quality related to their origin. Results show that Luc Yen gem spinels own unique characteristics compared to those recovered from other places, typically the presence of blue cobalt spinel that has never been discovered before. The gemological quality of spinels are different depending on their formation, in which placer spinels commonly have higher economic values due to their better quality. On the other hand, spinels in metamorphic rocks do not satisfy the gem standards on the market, therefore they should be used for other purposes.

Keywords: Spinel; Luc Yen - Yen Bai; gem quality; primary - placer.

Đặc điểm thạch địa hóa, nguồn gốc nhóm khoáng amphibol trong các đá plagiogranit sông núi Tây Nam Ấn Độ Dương

Nguyễn Khắc Du^{1,*}, Tomoaki Morishita²

¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

² Trường Đại học Kanazawa, Ishikawa, Nhật Bản

TÓM TẮT

Các đai mạch plagiogranit thường xuất hiện với khối lượng nhỏ (1-2 %), xuyên cắt các đá gabro trong kiểu vỏ đại dương thực thụ ở khu vực sông núi tây nam Ấn Độ Dương. Trong khi lớp vỏ gabro được thành tạo từ nguồn magma basalt mẹ có đặc trưng khô nóng (MORB); các khoáng vật nhóm amphibol - thành phần chính trong các đá plagiogranit được thành tạo từ dung thể magma muôn khá giàu H₂O (4-6%). Vì vậy đặc điểm địa hóa, điều kiện thành tạo nhóm khoáng vật này có ý nghĩa lớn trong việc nghiên cứu cơ chế thành tạo các đai/mạch và bản chất quá trình tiến hóa magma bên dưới sông núi giữa đại dương. Hệ thống các phương pháp phân tích dưới kính hiển vi phân cực, đo vẽ X-ray, EPMA, Laser ICP-MS được sử dụng để nghiên cứu các đặc tính quang học, đặc điểm địa hóa, và luận giải nguồn gốc nhóm khoáng vật này. Tổng hợp các kết quả phân tích thạch học, địa hóa cho thấy: (1) Các khoáng vật amphibol màu nâu đỏ khá giàu thành phần TiO₂ (1-3%) và các nguyên tố vết, đất hiếm (gấp 200-1000 lần chondrit) là sản phẩm kết tinh từ dung thể magma muôn; (2) các khoáng vật có màu lục/không màu nghèo các thành phần TiO₂, REEs là sản phẩm biến đổi nhiệt dịch từ nhóm amphibol nâu đỏ. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng ngoài cơ chế kết tinh trực tiếp từ dung thể magma đã tiến hóa giàu các thành phần SiO₂, H₂O, TiO₂, các khoáng vật nhóm amphibol có thể là sản phẩm thay thế đồng hình từ khoáng vật pyroxen có trước trong các đá gabro.

Từ khóa: Vỏ gabro; plagiogranit; amphibol nguồn magma - nhiệt dịch; kết tinh; thay thế đồng hình.

1. Đặt vấn đề

Các đai mạch plagiogranit chiếm hàm lượng nhỏ trong số các loại đá thu hồi từ khu vực núi ngầm Atlantis, sông núi tây nam Ấn Độ Dương (MacLeod et al., 2017). Tuy nhiên các thể địa chất này xuất hiện khá phổ biến, xuyên cắt các đá gabro và dễ dàng được phân biệt với gabro bởi màu sắc sáng màu của chúng. Thành phần chủ yếu của các đá gồm plagioclas (albit đến andesin), amphibol nâu đỏ, các oxit Fe-Ti, ±thạch anh. Khoáng vật phụ gồm zircon, apatit, ±titanit, ±biotit, ±felspat-K. Các khoáng vật thứ sinh gồm amphibol xanh lục đến không màu, ±cacbonat, ± sét. Theo hệ thống phân loại đá sâu của Hiệp hội Địa chất Quốc tế (IUGS) đề xuất bởi (W. Le Maitre et al., 2002), các đai mạch plagiogranit này là hornblend gabro, anorthosit chứa hornblend và anorthosit chứa thạch anh. Trên biểu đồ Q-A-P (thạch anh - felspat kali - plagioclas), chúng được xếp vào diorit, diorit thạch anh, và tonalit.

Trước đây, nhiều nhà địa chất cho rằng các đai mạch plagiogranit có nguồn gốc nhiệt dịch hoặc có liên quan đến hoạt động nhiệt dịch hậu magma. Ngay cả khi các đai mạch này được coi là có nguồn gốc magma thực thụ, ít nhất 3 mô hình khác nhau có thể được áp dụng để giải thích cho sự thành tạo dung thể magma giàu SiO₂ từ dung thể magma basalt mẹ (MORB), bao gồm: (1) Nóng chảy từng phần các đá gabro bị biến đổi (Koepke et al., 2006; Koepke et al., 2007; Koepke et al., 2005; Koepke et al., 2004); (2) phân đoạn kết tinh sau chuỗi gabro (Niu et al., 2002); và (3) dung ly magma: Trong đó plagiogranit và gabro giàu oxit Fe-Ti có thể lần lượt là sản phẩm kết tinh của 2 dung thể giàu SiO₂ và giàu FeO*. Tuy nhiên mô hình magma dung ly mới chỉ được chứng minh bằng các kết quả thí nghiệm ở 1atm của một số tác giả (Charlier and Grove, 2012; Charlier et al., 2011; Dixon and Rutherford, 1979; Philpotts, 1979). Do đó, việc khẳng định nguồn gốc cũng như xác lập cơ chế thành tạo các đai mạch này có ý nghĩa vô cùng to lớn trong việc nghiên cứu bản chất của quá trình tiến hóa magma tại các sông núi giữa đại dương (MORB).

Dựa vào đặc điểm thạch học và thành phần địa hóa nhóm khoáng amphibol, tác giả sẽ luận giải về nguồn gốc, điều kiện và cơ chế thành tạo của chúng, từ đó góp phần hiểu biết hơn về nguồn gốc các đai mạch plagiogranit nêu trên.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp nghiên cứu thành phần khoáng vật

Để nghiên cứu đặc điểm thạch học, khoáng vật các đá, phương pháp được sử dụng gồm phân tích thạch học lát mỏng dưới kính hiển vi phân cực kết hợp với đo vẽ X-ray trên thiết bị M4-Tornado, Bruker tại Viện

* Tác giả liên hệ

Email: nguyengkacdu@humg.edu.vn

Khoa học Công nghệ Địa chất Nhật Bản. Các phép đo sử dụng dòng điện 50 kV với cường độ 600 μ A; chùm tia X có đường kính là 25 μ m, mỗi điểm ảnh được đo vẽ có kích thước 20 μ m x 20 μ m trong thời gian 1 mili giây. Cuối cùng, sử dụng phần mềm ImageJ, ảnh các nguyên tố riêng lẻ được chồng ghép lên nhau tạo bản đồ phân bố các khoáng vật trên toàn bộ mẫu hoặc được sử dụng trực tiếp phục vụ tính toán định lượng thành phần thạch học các đá.

2.2. Phương pháp nghiên cứu địa hóa khoáng vật

2.2.1. Địa hóa nguyên tố chính và phụ

Thành phần chính, phụ của amphibol được xác định bằng thiết bị vi phân tích hiển vi đầu dò (EPMA) JEOL JXA-8800 sử dụng phần mềm hiệu chỉnh ZAF tại Đại học Kanazawa, Nhật Bản. Các phân tích được thực hiện trong điều kiện điện áp 20 kV, chùm tia electron có cường độ 20nA, đường kính 3 μ m. Tại các vị trí điểm cao và phòng nền của tia X, các nguyên tố được phân tích lần lượt trong 20 giây và 10 giây, ngoại trừ Ni trong 30 giây và 15 giây. Các mẫu chuẩn quốc tế bao gồm mẫu tự nhiên và mẫu tổng hợp có thành phần đã được công bố trên các tạp chí quốc tế uy tín.

2.2.2. Địa hóa các nguyên tố vết và đất hiếm

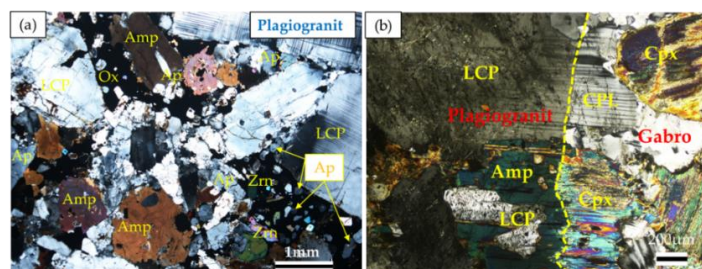
Thành phần các nguyên tố vết bao gồm nhóm đất hiếm (REEs) của amphibol được xác định bằng phương pháp LA-ICP-MS (MicroLas GeoLas Q-plus 193nm ArF excimer laser system and Agilent 7500s) tại Đại học Kanazawa. Các phân tích được thực hiện trong điều kiện 6Hz, 8 J/cm² bằng chùm tia Laser có đường kính 60 μ m. Mẫu chuẩn quốc tế số hiệu NIST 612 được phân tích đầu tiên và cuối cùng trong mỗi mẻ (gồm ≤ 7 điểm phân tích). Thời gian tích hợp tín hiệu lần lượt là 50 giây cho phòng nền và 50 giây cho khoảng bắn Laser (tương ứng 250-300 lần bắn phá mẫu). Mẫu chuẩn số hiệu NIST 614 được phân tích cùng trong mỗi mẻ để quản lý chất lượng phân tích. Các phép tính hàm lượng sử dụng ²⁹Si làm nguyên tố chuẩn.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đặc điểm thạch học

Amphibol là nhóm khoáng vật có hàm lượng phong phú thứ 2 (chỉ ít hơn plagioclas) trong các đai mạch plagiogranit. Chúng tồn tại dưới các dạng khác nhau tương ứng với các loại đai mạch có đặc điểm riêng biệt. Trong các đai mạch có ranh giới rõ ràng với gabro, các khoáng vật amphibol thường có dạng hạt tự hình, nửa tự hình với kích thước từ hạt nhỏ đến vừa. Ngược lại, trong các đai mạch mang đặc trưng của quá trình thay thế, sự xuất hiện của các khoáng vật nhóm amphibol có liên quan mật thiết với các khoáng vật pyroxen trong gabro.

Dựa vào màu sắc, sự xuất hiện và mối quan hệ với khoáng vật pyroxen trong đá gabro, các khoáng vật amphibol trong plagiogranit được chia làm 3 loại sau: (1) các hạt amphibol riêng rẽ, tự hình đến nửa tự hình, màu nâu đến nâu sẫm (Hình 1. a); (2) amphibol màu nâu do thay thế/mọc ghép liên quan đến sự tiêu thụ khoáng vật pyroxen trong gabro dọc theo ranh giới đai mạch (Hình 1. b), và (3) actinolit màu xanh lục đến không màu.



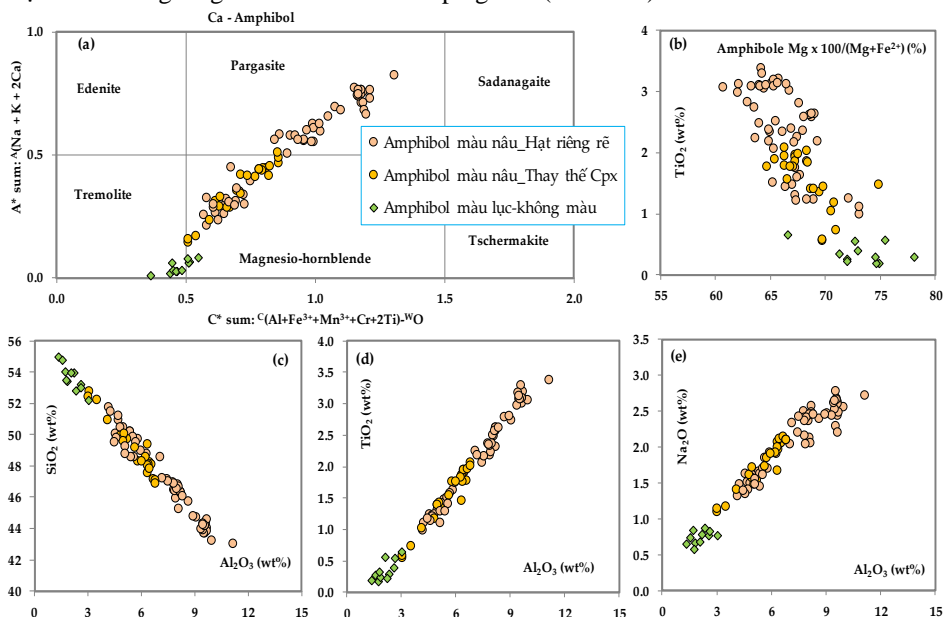
Hình 1. Trạng thái xuất hiện của amphibol trong các đai mạch plagiogranit. (a). Dạng hạt tự hình - nửa tự hình; (b). Kiến trúc liên tục từ khoáng vật pyroxen xiên trong gabro (Nguyen et al., 2018).

Apm: Amphibol; Cpx: Pyroxen xiên; CPL: Plagioclas giàu calci; LCP: Plagioclas nghèo calci; Ap: Apatit; Zrn: Zircon; Ox: Oxit Fe-Ti

3.2. Đặc điểm địa hóa

Công thức hóa học của các khoáng vật amphibol được tính toán chính xác bằng cách áp dụng phương pháp của Ridolphi trong tác phẩm (Ridolfi et al., 2018). Các kết quả tính toán được sử dụng để phân loại amphibol theo bảng phân loại quốc tế (IMA) đề xuất bởi (Hawthorne et al., 2012), với tên của các khoáng vật trong các phụ nhóm thu được bằng cách sử dụng bảng tính của Locock trong (Locock, 2014). Toàn bộ các khoáng vật amphibol khu vực núi ngầm Atlantis thuộc phụ nhóm Ca-Amphibol. Trong đó, amphibol màu lục đến không màu là actinolit và được biểu diễn trên trường tremolit. Các khoáng vật amphibol màu nâu - nâu sẫm gồm

magnesio-hornblende, magnesio-ferri-hornblende, magnesio-hastingsite và magnesio-hastingsite giàu Ti, và được thể hiện trên trường magnesio-hornblende và pargasite (Hình 2. a).

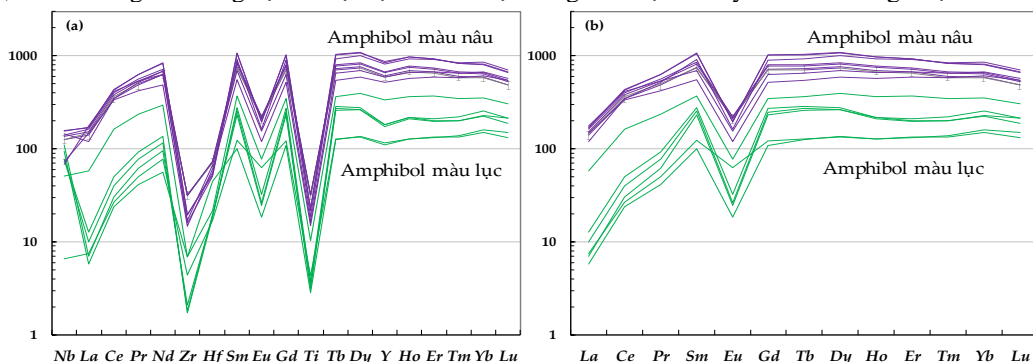


Hình 2. Phân loại phụ nhóm amphibol (a) và biến thiên thành phần hóa học (b, c, d, e) các khoáng vật amphibol khu vực núi ngầm Atlantis, sống núi tây nam Ấn Độ Dương (Nguyen et al., 2018)

Sự đa dạng màu sắc của amphibol được thể hiện qua hàm lượng TiO_2 và Al_2O_3 . Nếu thành phần chứa $\text{TiO}_2 < 0,5\%$ và $\text{Al}_2\text{O}_3 < 3\%$, chúng là amphibol lục đến không màu. Trường hợp với amphibol màu nâu, thành phần chứa $\text{TiO}_2 = 0,5-1,5\%$ và $\text{Al}_2\text{O}_3 = 3-6\%$. Trong khi đó, amphibol màu nâu sẫm thường có $\text{TiO}_2 > 1,5\%$ và $\text{Al}_2\text{O}_3 > 6\%$. Các hạt amphibol có nhân màu nâu và rìa ngoài màu lục đến không màu cũng thường xuyên được quan sát thấy. Nhìn chung, quan hệ giữa hàm lượng Al_2O_3 và TiO_2 , Na_2O , SiO_2 ; và giữa Mg\# (60-75%) và TiO_2 của khoáng vật amphibol là quan hệ tuyến tính tương đối chặt chẽ (Hình 2. b, c, d, e).

Thành phần các nguyên tố vết và đất hiếm của các khoáng vật amphibol có dải biến thiên khá rộng, trong đó các khoáng vật amphibol màu nâu, nâu sẫm được làm giàu từ 200 đến 1000 lần so với chondrit. Tất cả các đường cong được đặc trưng bởi các dị thường âm của Eu và các nguyên tố có trường lực mạnh (Zr, Hf, Ti) so với các nguyên tố đất hiếm liền kề (Hình 3). Mặc dù các đường cong chẵn nhẹn song song nhau, tuy nhiên các khoáng vật amphibol màu nâu, nâu sẫm thường giàu các thành phần nguyên tố vết và đất hiếm hơn nhiều so với các khoáng vật amphibol màu xanh lục đến không màu, ngay cả khi 2 loại này có mặt trên cùng một khoáng vật. Điều này gợi ý rằng các khoáng vật amphibol màu lục và không màu là sản phẩm biến đổi nhiệt dịch từ amphibol màu nâu đỏ.

Thêm vào đó, các khoáng vật amphibol màu nâu trong các đai mạch plagiogranit có hàm lượng Nb tương đối cao; với tỷ số Nb/La thấp, dao động từ 0.39 đến 1.26, là đặc trưng để nhận biết amphibol có nguồn gốc magma thực thụ trong lớp vỏ đại dương (Coogan et al., 2001). Trong khi đó, các khoáng vật amphibol màu lục đến không màu có tỷ lệ Nb/La rất cao (0.86-16.59) so với nhóm amphibol màu nâu đỏ. Bởi lẽ nguyên tố Nb rất giàu trong các dung thể magma thực thụ, nhưng là nguyên tố linh động trong các dung dịch nhiệt dịch, ám chỉ rằng các dung dịch nhiệt dịch đã tồn tại trong các loại đá này sau khi chúng được hình thành.

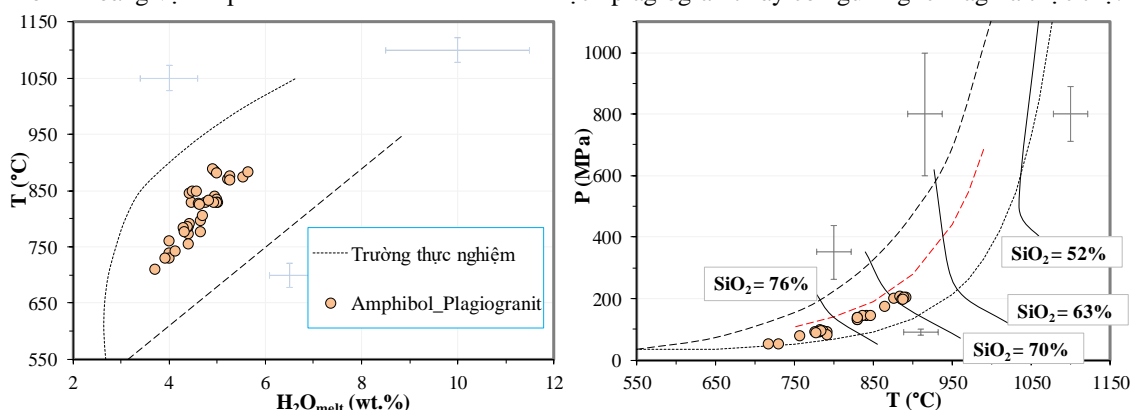


Hình 3. Thành phần các nguyên tố vết (a) và đất hiếm (b) của khoáng vật amphibol trong các đai mạch plagiogranit. Số liệu từ (Nguyen et al., 2018) được chuẩn hóa theo chondrit

3.3. Điều kiện và cơ chế thành tạo

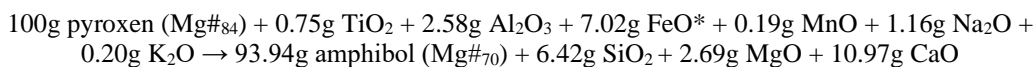
Để hiểu rõ hơn về điều kiện thành tạo các khoáng vật amphibol, các đá plagiogranit và đặc điểm dung thể magma, tác giả đã tính toán điều kiện nhiệt độ, áp suất, thành phần của dung thể magma bão hòa SiO_2 cân bằng với các khoáng vật amphibol theo mô hình thực nghiệm của (Ridolfi and Renzulli, 2012; Ridolfi et al., 2010). Kết quả nghiên cứu cho thấy, để kết tinh được các khoáng vật này, dung thể magma ở nhiệt độ 700 - 900 °C, áp suất 50 - 200 Mpa (ứng với độ sâu thành tạo <11km) phải có hàm lượng $\text{SiO}_2 \geq 70\%$, $\text{H}_2\text{O} = 4 - 6\%$ (Hình 4).

Tuy nhiên dung thể magma basalt mẹ (MORB) có đặc tính nóng và rất khô (chỉ 0,2-0,4% H_2O), do đó việc luận giải cơ chế thành tạo dung thể bão hòa SiO_2 – nguồn gốc các đai mạch plagiogranit này còn là vấn đề gây nhiều tranh cãi, cần thêm nhiều nghiên cứu chuyên sâu hơn trong tương lai. Mặc dù vậy, căn cứ vào đặc điểm kiến trúc các khoáng vật, cấu tạo các đá, các số liệu địa hóa đã trình bày cho phép khẳng định nhóm khoáng vật amphibol màu nâu đỏ và các đai mạch plagiogranit này có nguồn gốc magma thực thụ.



Hình 4. Điều kiện thành tạo khoáng vật amphibol và các đai mạch plagiogranit.

Ngoài ra trong các đai mạch mang đặc trưng của quá trình thay thế, amphibol màu nâu đến nâu sẫm luôn xuất hiện tại ranh giới mạch, có kiến trúc liên tục từ pyroxen trong các đá gabro. Bên cạnh đó, kiến trúc tạo ra bởi nhiều hạt plagioclas nghèo calci được bao chứa trong amphibol màu nâu được bảo tồn từ kiến trúc khảm ophit thường quan sát thấy trong các đá gabro (Hình 1. b). Đây là minh chứng rõ ràng cho sự thay thế đồng hình từ các đá gabro để tạo nên các đai mạch plagiogranit với cơ chế hòa tan - tái kết tinh thường được quan sát thấy trong các đá biến chất (Putnis, 2002; Putnis, 2009; Putnis and Austrheim, 2013; Putnis and John, 2010; Putnis and Putnis, 2007; Ruiz-Agudo et al., 2014). Do đó, tác giả đề xuất rằng khoáng vật pyroxen trong đá gabro đã phản ứng với dung thể magma muộn tạo ra amphibol màu nâu đến nâu sẫm, đồng thời với sự thành tạo của plagioclas nghèo calci từ plagioclas giàu calci trong gabro (chi tiết xem thêm trong Nguyen et al., 2018) để thành tạo các đai mạch plagiogranit. Quá trình tái cân bằng giữa dung thể magma muộn với pyroxen trong gabro tạo thành các khoáng vật amphibol màu nâu, nâu sẫm được tính toán định lượng bằng công thức của Gresens trong (Gresens, 1967), và được thể hiện thông qua phương trình sau:



Đây là quá trình tái cân bằng giữa khoáng vật/đá có trước - dung thể magma bão hòa SiO_2 với cơ chế hòa tan - tái kết tinh (Putnis, 2002; 2007; 2009; 2010;) diễn ra phức tạp hơn nhiều so với quá trình kết tinh các khoáng vật thông thường.

4. Kết luận

Các kết quả nghiên cứu chính có thể được tóm gọn lại như sau:

- Các khoáng vật amphibol màu nâu đến nâu sẫm có hàm lượng TiO_2 tương đối cao (1-3%), giàu các nguyên tố vết và nhóm đất hiếm (gấp 200 đến 1000 lần so với chondrit) và do đó cả các đai mạch plagiogranit có nguồn gốc từ dung thể magma muộn.
- Các khoáng vật amphibol màu lục đến không màu là sản phẩm biến đổi từ các khoáng vật amphibol màu nâu, chứng tỏ hoạt động nhiệt dịch xảy ra sau khi các đai mạch plagiogranit được thành tạo, góp phần làm xóa nhòa nguồn gốc magma thực thụ của các đai mạch.
- Ngoài cơ chế kết tinh trực tiếp từ dung thể magma giàu H_2O , SiO_2 (chẳng hạn ở các khe nứt trong đá có trước), các khoáng vật amphibol màu nâu đến nâu sẫm còn được thành tạo bằng quá trình thay thế đồng hình của khoáng vật pyroxen trong các đá gabro.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu sử dụng mẫu lõi khoan thuộc Chương trình Khám phá Đại dương (IODP, Lỗ khoan U1473A, <https://www.iodp.org/about-iodp>). Công tác gia công, phân tích mẫu được thực hiện tại trường Đại học Kanazawa, với sự giúp đỡ tận tình của Yumiko Harigane tại Viện Khoa học và Công nghệ Địa chất Nhật Bản trong công tác đo vẽ X-ray, và Akihiro Tamura trong công tác phân tích ICP-MS. Bên cạnh đó, những trao đổi, thảo luận của tác giả với giáo sư Biswajit Ghosh (Đại học Kolkata, Ấn Độ) rất hữu ích để hoàn thiện công trình này. Tác giả xin chân thành cảm ơn các sự hỗ trợ nêu trên.

Tài liệu tham khảo

- Coogan, L.A., Wilson, R.N., Gillis, K.M., MacLeod, C.J., 2001. Near-solidus evolution of oceanic gabbros: insights from amphibole geochemistry. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 65(23): 4339-4357.
- Charlier, B., Grove, T.L., 2012. Experiments on liquid immiscibility along tholeiitic liquid lines of descent. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 164(1): 27-44.
- Charlier, B. et al., 2011. Large-scale silicate liquid immiscibility during differentiation of tholeiitic basalt to granite and the origin of the Daly gap. *Geology*, 39(10): 907-910.
- Dixon, S., Rutherford, M.J., 1979. Plagiogranites as late-stage immiscible liquids in ophiolite and mid-ocean ridge suites: An experimental study. *Earth and Planetary Science Letters*, 45(1): 45-60.
- Gresens, R.L., 1967. Composition-volume relationships of metasomatism. *Chemical Geology*, 2: 47-65.
- Hawthorne, F.C. et al., 2012. Nomenclature of the amphibole supergroup. *American Mineralogist*, 97(11-12): 2031.
- Koepke, J., Berndt, J., Feig, S.T., Holtz, F., 2006. The formation of SiO₂-rich melts within the deep oceanic crust by hydrous partial melting of gabbros. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 153(1): 67-84.
- Koepke, J., Berndt, J., Feig, S.T., Holtz, F., 2007. The formation of SiO₂-rich melts within the deep oceanic crust by hydrous partial melting of gabbros. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 153(1): 67-84.
- Koepke, J., Feig, S., Snow, J., 2005. Late stage magmatic evolution of oceanic gabbros as a result of hydrous partial melting: Evidence from the Ocean Drilling Program (ODP) Leg 153 drilling at the Mid-Atlantic Ridge. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 6(2): 27 pages.
- Koepke, J., Feig, S.T., Snow, J., Freise, M., 2004. Petrogenesis of oceanic plagiogranites by partial melting of gabbros: an experimental study. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 146(4): 414-432.
- Locock, A.J., 2014. An Excel spreadsheet to classify chemical analyses of amphiboles following the IMA 2012 recommendations. *Computers & Geosciences*, 62(Supplement C): 1-11.
- MacLeod, C.J. et al., 2017. Site U1473. Proceedings of the International Ocean Discovery Program, 360: 136.
- Niu, Y., Gilmore, T., Mackie, S.M., Bach, W., 2002. Mineral chemistry, whole-rock compositions, and petrogenesis of Leg 176 gabbros; data and discussion. *Proceedings of the Ocean Drilling Program; scientific results; return to Hole 735B; covering Leg 176 of the cruises of the drilling vessel JOIDES Resolution, Cape Town, South Africa, to Cape Town, South Africa; Site 735, 8 October-9 December 1997*, 176: 60.
- Nguyen, D.K. et al., 2018. Occurrence of Felsic Rocks in Oceanic Gabbros from IODP Hole U1473A: Implications for Evolved Melt Migration in the Lower Oceanic Crust. *Minerals*, 8(12): 583.
- Putnis, A., 2002. Mineral replacement reactions: From macroscopic observations to microscopic mechanisms. *Mineralogical Magazine*, 66(5): 689-708.
- Putnis, A., 2009. Mineral Replacement Reactions. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 70(1): 87-124.
- Putnis, A., Austrheim, H., 2013. *Mechanisms of Metasomatism and Metamorphism on the Local Mineral Scale: The Role of Dissolution-Reprecipitation During Mineral Re-equilibration*. In: Harlov, D.E., Austrheim, H. (Eds.), *Metasomatism and the Chemical Transformation of Rock: The Role of Fluids in Terrestrial and Extraterrestrial Processes*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 141-170.
- Putnis, A., John, T., 2010. Replacement Processes in the Earth's Crust. *Elements*, 6(3): 159-164.
- Putnis, A., Putnis, C.V., 2007. The mechanism of reequilibration of solids in the presence of a fluid phase. *Journal of Solid State Chemistry*, 180(5): 1783-1786.
- Philpotts, A.R., 1979. Silicate Liquid Immiscibility in Tholeiitic Basalts. *Journal of Petrology*, 20 (1): 99-118.
- Ridolfi, F., Renzulli, A., 2012. Calcic amphiboles in calc-alkaline and alkaline magmas: thermobarometric and chemometric empirical equations valid up to 1,130°C and 2.2 GPa. *Contributions to*

Mineralogy and Petrology, 163(5): 877-895.

Ridolfi, F., Renzulli, A., Puerini, M., 2010. Stability and chemical equilibrium of amphibole in calc-alkaline magmas: an overview, new thermobarometric formulations and application to subduction-related volcanoes. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 160(1): 45-66.

Ridolfi, F. et al., 2018. AMFORM, a new mass-based model for the calculation of the unit formula of amphiboles from electron microprobe analyses. *American Mineralogist*, 103(7): 1112-1125.

Ruiz-Agudo, E., Putnis, C.V., Putnis, A., 2014. Coupled dissolution and precipitation at mineral–fluid interfaces. *Chemical Geology*, 383(Supplement C): 132-146.

W. Le Maitre, R. et al., 2002. *Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms*. Cambridge University Press., New York, United States, 236, pp.

ABSTRACT

Petro-geochemical characteristics of amphiboles in the plagiogranites recovered from Atlantis Bank, Southwest Indian Ridge

Nguyen Khac Du^{1,*}, Tomoaki Morishita²

¹ Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

² Kanazawa University, Japan

Plagiogranites appear in small quantities (1-2%), penetrating gabbroic rocks in oceanic crust at ultraslow spreading Southwest Indian Ridge. While the gabbros are crystallized from hot-dry parental MORB; the amphiboles - the main component in plagiogranites, are formed from SiO₂ saturated magmas rich in H₂O (4-6 wt%). Therefore, the geochemical characteristics, forming conditions of these minerals play key roles in studying the formation of plagiogranites and the nature of magmatic evolution at mid-oceanic ridge. The analytical methods including microscopic observations, X-ray mapping, EPMA, LA-ICP-MS were applied in this study systematically. Results show that: (1) Brownish amphiboles rich in TiO₂ (1-3%) and trace elements including REEs (200-1000 times higher than in chondrite) are crystallization products at the late stage of magmatic evolution; (2) Green - colorless amphiboles are hydrothermal products from the brown amphiboles; (3) In addition to the crystallization mechanism from highly evolved melts, the amphiboles could be formed by pseudomorphic replacement processes from earlier clinopyroxene in the gabbros

Keywords: Oceanic crust; plagiogranite; magmatic - hydrothermal amphiboles; crystalization; pseudomorphic replacement.

Đặc điểm hình thái-cấu trúc các vỉa than và vấn đề thăm dò than dưới mức -300m khu mỏ Ngã Hai-Khe Tam

Nguyễn Tiến Dũng^{1,*}, Khương Thế Hùng¹, Bùi Thanh Tịnh¹, Đỗ Mạnh An¹, Nguyễn Hoàng Huân²

¹ Trường Đại học Mỏ-Địa chất

² Công ty CP Tin học Công nghệ Môi trường-Vinacomìn

TÓM TẮT

Khu mỏ Ngã Hai-Khe Tam đã được thăm dò và đưa vào khai thác từ năm 1994. Hiện nay mỏ đang khai thác xuống sâu dưới mức -100m, một số nơi ở Trung tâm Ngã Hai đã khai thác đến mức -300m. Hầu hết trữ lượng thăm dò của mỏ từ cấp 122 trở lên đều đã được huy động vào khai thác, phần còn lại mới chỉ được nghiên cứu đánh giá rất sơ lược, đặc biệt là dưới mức -300m. Vì vậy, để đảm bảo cho công tác phát triển mỏ, đặc biệt là khai thác xuống sâu dưới mức -300m, thì vấn đề thăm dò đánh giá trữ lượng than dưới mức -300m phục vụ cho khai thác trong thời gian tới là hết sức cấp bách. Trên cơ sở báo cáo kết quả thăm dò, các tài liệu thực tế khai thác tại mỏ, bằng phương pháp mô hình hóa đối tượng nghiên cứu dưới dạng các bình đồ và các mặt cắt địa chất, phương pháp toán địa chất, phương pháp toán thống kê, bài báo đã làm rõ về đặc điểm hình thái-cấu trúc các vỉa than và những vấn đề cần giải quyết khi thăm dò than dưới mức -300m khu mỏ Ngã Hai-Khe Tam.

Từ khóa: Đặc điểm hình thái-cấu trúc, tiềm năng tài nguyên, trữ lượng, thăm dò.

1. Đặt vấn đề

Bể than Quảng Ninh nói chung, khu mỏ Ngã Hai-Khe Tam (NH-KT) nói riêng là nơi tập trung than lớn của cả nước. Trong những năm gần đây, nhu cầu khai thác than phục vụ cho các ngành kinh tế Quốc dân ngày một tăng cao. Để đáp ứng được sản lượng khai thác than trong những năm tới thì công tác thăm dò chuẩn bị nguồn trữ lượng than cho thiết kế khai thác có ý nghĩa hết sức quan trọng. Theo các kết quả nghiên cứu địa chất, địa vật lý, thi công các công trình khoan thăm dò trong các giai đoạn trước đây kết hợp với các tài liệu thu thập được trong quá trình khai thác cho thấy khu mỏ NH-KT là một trong những khu mỏ có cấu trúc địa chất khá phức tạp. Khu mỏ NH-KT có dạng một nếp lồi lớn, trục nếp lồi phát triển theo phương á vĩ tuyến; Hai bên cánh của nếp lồi cấu thành bởi các thành tạo trầm tích của phân hệ tầng Hòn Gai dưới. Nhân của nếp lồi được cấu thành bởi các thành tạo trầm tích của hệ tầng Hòn Gai giữa và trên. Nếp lồi bị phức tạp hoá bởi sự phát triển của các nếp uốn nhỏ và đứt gãy kiến tạo có phương khác nhau, chúng phân cắt nếp lồi thành các khối riêng rẽ. Đây là khu vực mỏ có tiềm năng than lớn thuộc dải than Hòn Gai-Cẩm Phả, tuy nhiên, mức độ nghiên cứu mới chủ yếu tập trung ở phần từ lộ vỉa đến mức -300m, phần dưới mức -300m trở xuống hiện mức độ nghiên cứu còn khá sơ lược, chưa đủ cơ sở đánh giá và làm rõ về đặc điểm hình thái kiến trúc vỉa, đặc điểm biến đổi các vỉa than để giải quyết đúng đắn vấn đề thăm dò và tính trữ lượng than ở khu mỏ nói riêng, bể than Quảng Ninh nói chung. Trên cơ sở tổng hợp các tài liệu thăm dò, đặc biệt là tài liệu khai thác tại mỏ, bài báo đã làm rõ về đặc điểm hình thái cấu trúc các vỉa than và tiềm năng tài nguyên than dưới mức -300m, đây là cơ sở khoa học quan trọng trong định hướng công tác thăm dò, khai thác than trong thời gian sắp tới.

2. Phương pháp nghiên cứu

Để nghiên cứu, làm rõ về đặc điểm hình thái-cấu trúc các vỉa than và đánh giá mức độ ảnh hưởng của chúng đến công tác thăm dò dưới mức -300m khu mỏ NH-KT, các phương pháp nghiên cứu được sử dụng chủ yếu gồm: Phương pháp tổng hợp và xử lý các tài liệu địa chất, phương pháp mô hình hóa đối tượng nghiên cứu dưới dạng các bình đồ và các mặt cắt địa chất, một số phương pháp toán địa chất, toán thống kê cho phép nhận thức bản chất địa chất của đối tượng nghiên cứu, mức độ biến đổi chiều dày, mức độ phức tạp về cấu tạo vỉa; hình dạng vỉa và mức độ biến đổi hình dạng vỉa; đặc điểm cấu trúc, kiến tạo vỉa than.

2.1. Phương pháp thống kê

Để đánh giá định lượng sự biến đổi chiều dày, độ tro và góc dốc vỉa cần căn cứ và hệ số biến thiên chiều dày vỉa (V_m), độ tro, góc dốc vỉa. Các đặc trưng thống kê xác định theo công thức được Rujov and Gudkov, 1966; Kajdan, 1974 đề xuất. Tùy thuộc vào đặc trưng phân bố của các thông số nghiên cứu theo từng mỏ

* Tác giả liên hệ

Email: nguyentindung@humg.edu.vn

hình phân bố thống kê cụ thể để xác định giá trị trung bình, phương sai và hệ số biến thiên cho phù hợp, trên cơ sở đó đánh giá về mức độ biến đổi của chúng.

2.2. Phương pháp đánh giá về mức độ phức tạp về cấu tạo vỉa

Để đánh giá định lượng mức độ phức tạp cấu tạo vỉa than, tác giả sử dụng chỉ tiêu hệ số cấu tạo vỉa K_{cc} (V.I. Kuzomin, 1972), tính theo công thức:

$$K_{cc} = 1 - \frac{\overline{M}_k}{\overline{M}_t} \cdot \frac{\overline{N}_k}{\overline{N}_t} \quad (1)$$

trong đó: $\overline{M}_k, \overline{M}_t$ lần lượt là chiều dày trung bình cộng lớp đá kẹp và các lớp than; $\overline{N}_k, \overline{N}_t$ lần lượt là số lượng lớp đá kẹp và số lượng các lớp than.

Mức độ phức tạp về cấu tạo vỉa còn được đánh giá qua chỉ tiêu tỷ lệ đá kẹp trong vỉa (K_k). Tỷ lệ % đá kẹp được tính theo công thức:

$$K_k = \frac{\overline{M}_k}{\overline{M}_t} \cdot 100\% \quad (2)$$

trong đó: \overline{M}_k chiều dày trung bình của các lớp đá kẹp; \overline{M}_t chiều dày trung bình của các lớp than

2.3. Đánh giá về đặc điểm hình dạng và mức độ biến đổi hình dạng vỉa than

Để đánh giá đặc điểm hình dạng và mức độ phức tạp cần phải xem xét chỉ tiêu modun chu tuyến (μ) và chỉ tiêu hình dạng vỉa. Modun chu tuyến (μ) được xác định bằng công thức:

$$\mu = \frac{IC}{4,7a + 1,5 \frac{SC}{a} - 1,77\sqrt{SC}} \quad (3)$$

trong đó: IC - Chu vi chu tuyến (chiều dài chu vi thực của vỉa); SC - Diện tích của vỉa theo chu vi thực IC; a là giá trị $\frac{1}{2}$ chiều dài của hình dạng chu vi thực của vỉa.

Theo A.V. Vonukov và R.A. Karpov (1976), chỉ tiêu hình dạng vỉa (Φ) là chỉ tiêu tổng hợp thể hiện mức độ phức tạp về hình dạng vỉa than, được tính bằng công thức:

$$\phi = \frac{V_m \mu_k}{K_{cc}} \quad (4)$$

trong đó: V_m Hệ số biến thiên chiều dày vỉa, %; μ Modun chu tuyến của vỉa; K_{cc} Hệ số cấu tạo vỉa.

2.4. Phương pháp nghiên cứu đặc điểm cấu trúc, kiến tạo các vỉa than

Để đánh giá định lượng mức độ phức tạp về cấu trúc, kiến tạo mỏ, tác giả sử dụng một số chỉ tiêu như: mật độ đứt gãy (P_F), hoặc chỉ tiêu tổng hợp tính biến vị (P_{bv}), hoặc chỉ tiêu tỷ lệ đối phá hủy (P_p). Chỉ tiêu tính biến vị (P_{bv}) được tổng hợp từ các hệ số mật độ đứt gãy (P_F), mật độ các khối kiến tạo (P_k), mật độ các cánh nếp uốn phụ (P_c) và chỉ tiêu đặc tính nếp uốn (P_u)

Theo M. Niec (1992) mật độ đứt gãy (P_F) thể hiện bằng tổng chiều dài các đứt gãy trên một đơn vị diện tích đánh giá, xác định theo công thức:

$$P_F = \frac{\sum L_F}{S} \quad (5)$$

trong đó: $\sum L_F$ tổng chiều dài các đứt gãy đo trên bản đồ lộ vỉa; S diện tích đánh giá (km^2)

Hệ số mật độ các khối kiến tạo (P_k) thể hiện số lượng các khối kiến tạo giới hạn bởi các đứt gãy trên một diện tích đánh giá, tính bằng công thức:

$$P_k = \frac{\sum N_k}{S} \quad (6)$$

trong đó: $\sum N_k$ tổng số lượng các khối kiến tạo được xác định trên bản đồ lộ vỉa; S diện tích đánh giá (km^2).

Hệ số mật độ các nếp uốn phụ (P_c) thể hiện số lượng các cánh nếp uốn phụ xác định trên bản đồ lộ vỉa trên một đơn vị diện tích mỏ, tính bằng công thức:

$$P_c = \frac{\sum N_c}{S} \quad (7)$$

trong đó: $\sum N_c$ - Số lượng các nếp uốn phụ; S - Diện tích đánh giá (km^2).

Hệ số đặc tính uốn nếp (P_u) thể hiện số lượng các điểm uốn nếp, kể cả nếp oằn trên một đơn vị chiều dài các mặt cắt địa chất, được tính bằng công thức:

$$P = \frac{\sum N_u}{\sum L} \quad (8)$$

trong đó : $\sum N_u$ tổng số lượng các điểm uốn via được xác định trên các mặt cắt địa chất; $\sum L$ tổng chiều dài các mặt cắt được dùng để xác định số lượng các điểm uốn.

Theo Marphutov và nnk (1980), chỉ tiêu tổng hợp tính biến vị (P_{bv}) thể hiện mức độ phức tạp về cấu trúc, kiến tạo mô, được xác định từ các kết quả tính toán trên bằng công thức kinh nghiệm:

$$P_{bv} = 10(P_F + P_K) + 5(P_C + P_U) + 0,1\alpha \quad (9)$$

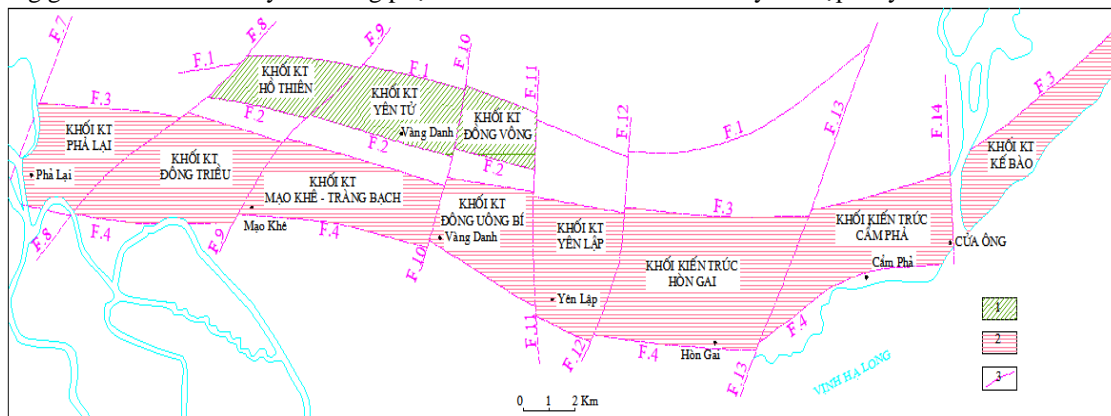
trong đó: P_F hệ số mật độ đứt gãy; P_K hệ số mật các khối kiến tạo; P_C hệ số mật độ các nếp uốn phụ; P_U hệ số đặc tính uốn nếp; α góc dốc trung bình của các vỉa than.

3. Khái quát về đặc điểm địa chất, khoáng sản khu mỏ Ngã Hai-Khe Tam

3.1. Đặc điểm địa chất khu mỏ Ngã Hai-Khe Tam

Khu mỏ than NH-KT nằm về phía bắc khối kiến trúc bậc IV Cẩm Phả (Trần Văn Trị và nnk, 1990), trên bình đồ cấu trúc khu mỏ có dạng một nếp lồi lớn, phát triển theo phương á vĩ tuyến. Phía đông tiếp giáp với mỏ than Khe Chàm, phía tây tiếp giáp mỏ Hà Ráng, phía nam giới hạn bởi đứt gãy nam (đứt gãy Quang Hanh-Cửa Ông), phía bắc giới hạn bởi đứt gãy Bắc Huy. Hai bên cánh của nếp lồi cấu thành bởi các thành tạo trầm tích của phân hệ tầng Hòn Gai dưới. Tham gia vào cấu trúc địa chất khu mỏ NH-KT chủ yếu là các thành tạo hệ tầng Hòn Gai (T_{3n-rhg}) và trầm tích bờ rời hệ Đệ tứ. Các trầm tích hệ tầng Hòn Gai phân bố hầu hết trên toàn bộ diện tích của khu mỏ và được chia làm ba phân hệ tầng: dưới, giữa và trên.

Phân hệ tầng Hòn Gai dưới ($T_{3n-r hg_1}$): Phân bố ở phần sâu của địa tầng chứa than, thành phần thạch học gồm: cuội kết, cát kết đa khoáng, màu từ xám sáng, xám đến xám đen, hạt vụn đa khoáng chủ yếu là thạch anh, silic, calcit; xi măng sét, cacbonát, silic có độ mài tròn, chọn lọc kém. Các lớp đá có chiều dày không ổn định, thành phần và đặc điểm thạch học luôn biến đổi theo đường phương và hướng dốc có chứa rất ít lớp than mỏng, không duy trì và không có giá trị công nghiệp. *Phân hệ tầng Hòn Gai trên ($T_{3n-r hg_2}$):* Phân hệ tầng có mặt chủ yếu trong vùng NH-KT với tổng chiều dày khoảng 1630-1740m, gồm các lớp đất đá, các vỉa than nằm xen kẽ nhau. Tập thứ 1 gồm trầm tích, các vỉa than từ trụ via 2^a trở xuống, vỉa than có chiều dày, chất lượng, diện phân bố không liên tục, không ổn định; khoảng cách giữa các vỉa thay đổi từ 30 đến 50m, chiều dày của tập thay đổi từ 420m ÷ 450m. Tập thứ 2 phân bố từ trụ via 2^a đến trụ via 8, các vỉa than này có giá trị công nghiệp với chiều dày, chất lượng, diện phân bố khá ổn định. Khoảng cách các vỉa thay đổi từ 58 đến 100m. Chiều dày của tập thay đổi từ 600m ÷ 650m. Tập thứ 3 xuất hiện từ trụ via 8 đến trụ via 14, các vỉa than trong tập này ổn định nhất so với các tập vỉa khác. Chiều dày trung bình của các vỉa than thay đổi trong phạm vi không lớn, từ 1.93m (Vĩa 10) đến 2.95m (Vĩa 11). Tập vỉa thứ 3, chứa các vỉa than có triển vọng trữ lượng lớn nhất. Chiều dày của tập thay đổi từ 300m ÷ 320m. Tập thứ 4 gặp từ trụ via 14 đến vỉa 17, các vỉa than có chiều dày, cấu tạo và chất lượng thay đổi bất thường. Riêng các vỉa 14, 17 có chiều dày lớn, ổn định, nhưng cấu tạo phức tạp, triển vọng trữ lượng tốt. Khoảng cách địa tầng giữa các vỉa than thay đổi trong phạm vi lớn từ 30-130m. Chiều dày của tập thay đổi từ 310m ÷ 320m.



Hình 1. Sơ đồ phân khối kiến trúc bể than Quảng Ninh (Trần Văn Trị và nnk, 1990)

(1. Địa hào Bảo Đài; 2. Địa hào Hòn Gai. 3. Đứt gãy phân khối kiến trúc: F1- Đứt gãy Yên Tử, F2- Đứt gãy Lương Kỳ, F3- Đứt gãy Trung Lương, F4- Đứt gãy Nam, F7-Đứt gãy sông Thái Bình, F8-Đứt gãy Cỗ Kênh-Đôi Chè, F9-Đứt gãy Khe Chuối, F10-Đứt gãy Ưông Bí, F11-Đứt gãy Sông Mít, F12-Đứt gãy Hoành Bồ, F13-Đứt gãy Hà Ráng, F-14- Đứt gãy Cửa Ông)

Về kiến tạo, khu mỏ NH-KT thuộc khối kiến trúc Cẩm Phả (Hình 1), có dạng một nếp lồi lớn, phát triển theo phương á vĩ tuyến. Hai bên cánh của nếp lồi cấu thành bởi các thành tạo trầm tích của phân hệ

tầng Hòn Gai dưới. Nhân của nếp lồi được cấu thành bởi các thành tạo trầm tích của hệ tầng Hòn Gai giữa và trên. Nếp lồi bị phức tạp hoá bởi sự phát triển của các nếp uốn nhỏ và đứt gãy kiến tạo có phương khác nhau, chúng phân cắt nếp lồi thành các khối riêng rẽ. Trong khu mỏ NH-KT tồn tại hai hệ thống đứt gãy chính đó là: hệ thống đứt gãy phương á kinh tuyến và hệ thống đứt gãy phương á vĩ tuyến với các đứt gãy điển hình: Đứt gãy nghịch (F.A-A); đứt gãy Bắc Huy (F.BH); đứt gãy nghịch F.B; đứt gãy nghịch F.A1; đứt gãy nghịch F.C; đứt gãy thuận F.C1; đứt gãy nghịch F.5; đứt gãy thuận F.M,...

3.2. Đặc điểm các vỉa than khu mỏ Ngã Hai-Khe Tam

Khu mỏ NH-KT tồn tại khoảng 35 vỉa than. Các vỉa được đánh số từ 1 đến 19, đa số các vỉa có từ 1 đến 3 vỉa phụ đi kèm. Các vỉa phụ được đánh số thứ tự theo vỉa chính kèm theo ký hiệu a, b hoặc c. Nhóm vỉa ổn định và có giá trị công nghiệp gồm: V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V10, V11, V12, V13, V14, V18, V19. Nhóm vỉa không ổn định, ít có giá trị công nghiệp gồm: V1c, V1b, V1a, V2c, V2b, V2a, V3a, V4a, V6a, V6b, V7a, V7b, V12a, V14a, V15, V15a, V16, V17 và các thấu kính than khác.

Về chất lượng than khu mỏ NH-KT được đánh giá trên cơ sở các kết quả phân tích mẫu hóa trong quá trình thăm dò, khai thác như sau: Hàm lượng A_{tbc}^k thay đổi từ $3,33 \div 39,82\%$; hàm lượng A_{HH}^k thay đổi từ $3,33 \div 45,28\%$; nhiệt lượng Q_{tbc}^k thay đổi từ $4549 \div 8053$ Kcal/kg; hàm lượng $V_{ch_{tb}}$ thay đổi từ $2,61 \div 11,79\%$; độ ẩm W_{tb}^{pt} thay đổi từ $1,03 \div 4,31\%$; hàm lượng S_{tb}^{ch} thay đổi từ $0,11 \div 0,89\%$. Các kết quả phân tích mẫu than cho thấy than khu mỏ NH-KT thuộc loại than có nhiệt lượng cao; nhân hiệu bán antraxit và antraxit; có hàm lượng cacbon cao, hydro và nitơ thấp.

3.3. Tiềm năng trữ lượng, tài nguyên than khu mỏ Ngã Hai-Khe Tam

Trên cơ sở tổng hợp tài liệu và kết hợp với việc cập nhật hiện trạng khai thác than tại mỏ, kết quả thi công các công trình khoan sâu của Tập đoàn TKV, các tài liệu đo vẽ địa chất, địa vật lý trọng lực, tác giả đã tiến hành đánh giá tiềm năng than từ lộ vỉa đến đáy tầng than, trong đó đặc biệt là tiềm năng than dưới mức -300m. Kết quả đánh giá tiềm năng than khu mỏ NH-KT được tổng hợp ở Bảng 1.

Bảng 1. Tổng hợp trữ lượng, tài nguyên than mỏ NH-KT (nghìn tấn)

TT	Mức tính	Trữ lượng		Tài nguyên			Tổng cộng
		111	122	222	333	334a	
1	Từ lộ vỉa đến mức -300m	26 709	206 933	36 838	112 375	5 257	388 112
2	Dưới mức -300m đến đáy tầng chứa than (-1100m)	103	11 194	19 576	100 967	130 291	262 131
Tổng cộng		26 812	218 127	56 414	213 342	135 548	650 243

Từ kết quả đánh giá ở trên cho thấy tiềm năng than ở khu mỏ NH-KT là rất lớn với tổng trữ lượng, tài nguyên than từ lộ vỉa đến đáy tầng than là 650,243 triệu tấn; riêng trữ lượng, tài nguyên than dưới mức -300m là: 262,131 triệu tấn (trữ lượng 111+122: 11,297 triệu tấn, chiếm 4,3%; tài nguyên 333: 100,967 triệu tấn, chiếm 38,52%; tài nguyên 334a: 130,291 triệu tấn, chiếm 49,70%) và tập trung dưới -300m chiếm tới trên 40,31%, tuy nhiên mức độ tin cậy là rất thấp, tài nguyên 333 và 334a dưới mức -300m chiếm tới 88,22%. Vì vậy, vấn đề thăm dò gia tăng trữ lượng than của mỏ là một yêu cầu cấp bách nhằm đáp ứng nhu cầu khai thác than trong những năm tới.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Kết quả nghiên cứu hình thái-cấu trúc các vỉa than dưới mức -300m khu mỏ Ngã Hai-Khe Tam

Đặc điểm chiều dày và mức độ biến đổi chiều dày vỉa than: Kết quả nghiên cứu các vỉa than dưới mức -300m cho thấy các vỉa than có chiều dày từ mỏng đến dày với chiều dày nhỏ nhất là 0,38m và chiều dày lớn nhất 10,28m. Kết quả tính toán hệ số biến đổi chiều dày các vỉa than dưới mức -300m V_m thay đổi từ 53% đến 76%; trung bình là 65,25% thuộc loại vỉa có mức độ biến đổi không ổn định. Kết quả tính hệ số gián đoạn vỉa K_d cho thấy các chúng thuộc loại vỉa có hệ số gián đoạn ổn định và ít bị bào mòn ($K_d=2 \div 5\%$).

Mức độ phức tạp về cấu tạo vỉa: Kết quả tính toán hệ số cấu tạo vỉa dưới mức -300m cho kết quả $K_{cc} = 0,07 \div 0,08$. Như vậy, dưới mức -300m các vỉa than ở khu NH-KT biến đổi thuộc nhóm có cấu tạo tương đối đơn giản. Kết quả tính toán các hệ số quyết định mức độ phức tạp về cấu tạo vỉa cũng cho thấy các vỉa than có cấu tạo tương đối đơn giản với $K_k = 2\%$ (khu Ngã Hai); $K_k = 3\%$ (khu Khe Tam).

Đặc điểm hình dạng và mức độ biến đổi hình dạng vỉa than: Kết quả tính toán modun chu tuyến các vỉa than dưới mức -300m khu mỏ NH-KT có $\mu = 1,72 \div 1,8$ (Ngã Hai $\mu = 1,8$; Khe Tam $\mu = 1,72$), có thể thấy các vỉa than dưới -300m khu mỏ NH-KT có modun chu tuyến thuộc loại tương đối phức tạp. Kết quả tính toán chỉ tiêu hình dạng vỉa các vỉa than dưới mức -300m khu mỏ NH-KT có $\Phi = 3,33 \div 18,56$ (Khe Tam $\Phi = 3,33$, Ngã Hai $\Phi = 18,56$). Như vậy, khi xuống sâu dưới -300 m các vỉa than khu mỏ NH-KT có hình dạng thay đổi mạnh từ đơn giản đến rất phức tạp.

Đặc điểm cấu trúc, kiến tạo các vỉa than: Kết quả tính toán cho thấy khu mỏ NH-KT có hệ số mật độ đứt gãy P_F là 4,116; hệ số mật độ các khối kiến tạo P_k là 1,687; hệ số mật độ các nếp uốn phụ P_c là 1,375; hệ số đặc tính nếp uốn P_u là 3,223 và chỉ tiêu tổng hợp tính biến vị P_{bv} là 107,75, các chỉ số này cho thấy các vỉa than dưới mức -300m khu mỏ NH-KT thuộc mỏ có cấu trúc kiến tạo thuộc loại tương đối phức tạp.

Đặc điểm thể nằm và mức độ biến đổi thể nằm của các vỉa than: Kết quả tính toán cho thấy quân phương sai góc dốc vỉa khu mỏ NH-KT là: $12,77 \div 14,80$. Hệ số biến đổi góc dốc vỉa $K_\alpha = 0,26 \div 0,41$; $\sigma_\alpha = 12,77 \div 14,80$ và thuộc nhóm III thể hiện thể nằm của các vỉa than luôn thay đổi, thăm dò và khai thác sẽ khá phức tạp.

Bảng 2. Tổng hợp các chỉ tiêu nghiên cứu hình thái-cấu trúc vỉa than mỏ Ngã Hai-Khe Tam

TT	Chỉ tiêu nghiên cứu	Giá trị tính toán	Mức độ biến đổi vỉa
1	Hệ số biến thiên chiều dày $V_m\%$	65,25	Vỉa có chiều dày biến đổi không ổn định
2	Hệ số gián đoạn vỉa K_d	$2 \div 5$	Vỉa có hệ số gián đoạn ổn định và ít bị bào mòn
3	Hệ số cấu tạo vỉa, K_{cc}	$0,07 \div 0,08$	Vỉa có cấu tạo tương đối đơn giản
4	Hệ số quyết định mức độ phức tạp về cấu tạo vỉa K_k (%)	$2 \div 3$	Vỉa than có cấu tạo tương đối đơn giản
5	Modun chu tuyến các vỉa than dưới mức -300m, μ	$1,72 \div 1,8$	Vỉa có modun chu tuyến thuộc loại tương đối phức tạp
6	Chỉ tiêu hình dạng vỉa, Φ	$3,33 \div 18,56$	Vỉa có hình dạng thay đổi mạnh từ đơn giản đến rất phức tạp
7	Chỉ tiêu tổng hợp tính biến vị P_{bv}	107,75	Vỉa có cấu trúc kiến tạo tương đối phức tạp
8	Hệ số biến đổi góc dốc vỉa K_α	$0,26 \div 0,41$	Thể nằm của các vỉa than luôn thay đổi
9	Hệ số biến đổi góc dốc vỉa σ_α	$12,77 \div 14,80$	Thể nằm của các vỉa than luôn thay đổi

Đặc điểm chất lượng và mức độ ổn định chất lượng: Kết quả tính toán cho thấy các vỉa than dưới mức -300m khu mỏ NH-KT có hệ số biến thiên độ tro $V_A = 34 \div 45\%$, thuộc nhóm có độ tro cao, biến đổi ổn định đến tương đối ổn định. Như vậy, căn cứ vào kết quả nghiên cứu đặc điểm hình thái-cấu trúc các vỉa than dưới mức -300m khu mỏ NH-KT (Bảng 2) cho thấy: Các vỉa than dưới mức -300m có chiều dày từ mỏng đến trung bình, mức độ biến đổi chiều dày không ổn định nhưng ít bị bào mòn, chúng có hình dạng tương đối phức tạp đến phức tạp. Thể nằm và chiều dày các vỉa than biến đổi tương đối mạnh, gây khó khăn trong quá trình thăm dò, khai thác. Nhìn chung, các vỉa than ở đây có cấu trúc, kiến tạo tương đối phức tạp, chất lượng than thuộc loại than có độ tro cao, mức độ biến đổi từ ổn định đến tương đối ổn định.

4.2. Vấn đề thăm dò các vỉa than dưới mức -300m khu mỏ than Ngã Hai-Khe Tam

Kết quả nghiên cứu cho thấy các vỉa than khu mỏ có chiều dày không ổn định và duy trì trên mặt xuống dưới sâu (tới khoảng -1100m), vỉa than ít bị bào mòn, chủ yếu thuộc dạng vỉa đơn, không có dạng vỉa chập, cấu tạo vỉa từ đơn giản đến tương đối phức tạp, có chất lượng than ổn định. Mỏ có cấu trúc địa chất tương đối phức tạp, trong phạm vi mỏ chủ yếu là các đứt gãy nhỏ; phần từ trên mức -300m đến lộ vỉa có nhiều đứt gãy nhỏ, uốn nếp phức tạp, phần dưới mức -300m có ít đứt gãy hơn, uốn nếp đơn giản hơn. Tính chất cơ lý đá ở phần dưới mức -300m có độ ổn định cao hơn so với phần trên mức -300m đến lộ vỉa. Các vỉa than dưới mức -300m có diện phân bố hẹp hơn so với phần lộ vỉa.

Kết quả tính toán ở trên cho thấy các vỉa than khu mỏ NH-KT dưới mức -300m tương ứng nhóm mỏ thăm dò II theo quy phạm. Theo Quyết định 25/2007/QĐ-BTNMT 31/12/2007 của Bộ trưởng Bộ TN và MT về việc Ban hành Quy định về thăm dò, phân cấp trữ lượng và tài nguyên than thì mạng lưới công trình thăm dò đánh giá trữ lượng, tài nguyên than dưới mức -300m khu mỏ NH-KT như Bảng 3.

Bảng 3. Mạng lưới công trình thăm dò than dưới mức -300m khu mỏ Ngã Hai-Khe Tam

Độ tin cậy địa chất	Chắc chắn (cấp 121)		Tin cậy (cấp 122)		Dự tính (cấp 333)	
	Tuyến cách tuyến (m)	Công trình cách công trình (m)	Tuyến cách tuyến (m)	Công trình cách công trình (m)	Tuyến cách tuyến (m)	Công trình cách công trình (m)
Nhóm mỏ						
Tương đối phức tạp (II)	$125 \div 250$	$75 \div 125$	$250 \div 500$	$125 \div 250$	$500 \div 1000$	$250 \div 500$

Kết quả thăm dò từ mức -300m lên đến lộ vỉa về cơ bản đã làm sáng tỏ cấu trúc địa chất, đặc điểm các vỉa than và xác định trữ lượng cấp 121, 122 để huy động vào khai thác. Tuy nhiên, từ dưới mức -300m trở xuống mức độ nghiên cứu còn rất sơ lược, mạng lưới tuyến và công trình thăm dò còn thưa; từ mức -300m đến mức -600m rất ít diện tích có mạng lưới tuyến và công trình thăm dò đạt mức thăm dò chi tiết, chủ yếu mới chỉ đạt mức thăm dò sơ bộ. Còn từ mức -600m trở xuống đến đáy tầng than nhìn chung có mức độ

nghiên cứu rất hạn chế. Do đó để công tác thăm dò đạt hiệu quả, tránh lãng phí trước mắt nên tập trung thăm dò từ mức -300m đến mức -600m và tập trung vào từng khu vực cụ thể nhằm gia tăng trữ lượng phục vụ cho thiết kế khai thác trong những năm tới. Còn từ mức -600m đến đáy tầng than chủ yếu sẽ bố trí một số lỗ khoan sâu kết hợp với công tác địa vật lý nhằm không chế hết các vỉa than, đồng thời làm rõ cấu trúc vỉa ở dưới sâu.

Thực tế công tác thăm dò và khai thác than khu mỏ NH-KT cho thấy vị trí vỉa than thường có sự sai lệch, thậm chí khá lớn so với tài liệu thăm dò, điều này được chứng minh bằng các đường lò thi công trong quá trình khai thác không gặp than, gây tổn kém và ảnh hưởng đến thiết kế quy hoạch khai thác chung của mỏ. Trong quá trình khai thác thường phải tiến hành thăm dò bổ sung hoặc thăm dò khai thác với mạng lưới công trình khoan khá lớn. Một thực tế thường đặt ra cho các nhà địa chất mỏ là cần bố trí bao nhiêu công trình thăm dò bổ sung (hoặc thăm dò khai thác) và bố trí ở đâu là hợp lý. Trong thăm dò tỷ mỉ và thăm dò khai thác các mỏ than ở Quảng Ninh, trong đó có khu mỏ NH-KT, theo tác giả thì giải pháp tốt nhất là sử dụng phương pháp thăm dò dạng tuyến kết hợp phi tuyến (20÷30% số lượng công trình phi tuyến). Hệ thống thăm dò mới phù hợp với đặc điểm hình thái, kiến trúc vỉa, đặc điểm nếp uốn, đứt gãy khu mỏ NH-KT. Số lượng công trình thăm dò cần thiết và lựa chọn vị trí cụ thể phải dựa vào đặc điểm trường hình học cục bộ của vỉa than trong từng khối đồng nhất yếu tố được giới hạn bởi ô mạng thăm dò, như vậy sẽ nâng cao độ tin cậy trên từng khối kích thước nhỏ. Mật độ mạng lưới thăm dò được phân bố tùy thuộc vào mức độ tỷ mỉ của từng khối thăm dò và đặc điểm riêng của từng trường moong, trường mỏ hoặc tập vỉa than, đảm bảo vừa kế thừa và phát triển trên cơ sở hệ thống thăm dò cũ, song tránh được sự phân bố rải đều trên từng tuyến mặt cắt địa chất, tuyến thăm dò.

5. Kết luận và kiến nghị

Khu mỏ NH-KT có đặc điểm cấu trúc địa chất và đặc điểm hình thái-kiến trúc các vỉa than dưới mức -300m đơn giản hơn phần từ -300m đến lộ vỉa, các vỉa than có góc dốc thay đổi khá phức tạp. Tuy có sự phát triển các nếp uốn bậc cao nhưng quy mô nhỏ hơn phần trên mức -300m, nên ảnh hưởng không lớn đến đặc điểm hình thái các vỉa than, cũng như công tác thăm dò và khai thác. Kết quả tổng hợp tài liệu cho thấy số lượng vỉa than dưới mức -300m giảm so với phần trên mặt, nhưng chiều dày ổn định hơn. Kết quả cũng cho thấy tiềm năng tài nguyên than khu mỏ là rất lớn với tổng trữ lượng, tài nguyên đạt 650,243 triệu tấn (dưới mức -300m là 262,131 triệu tấn; với cấp 111+122 đạt 11,287 triệu tấn, chiếm 4,3%; cấp 333 +334a đạt 231,258 triệu tấn, chiếm 88,22%). Căn cứ vào đặc điểm cấu trúc địa chất, hình thái, kích thước, thế nằm và mức độ ổn định về chiều dày các vỉa than cho thấy phần các vỉa than dưới mức -300m khu mỏ NH-KT tương ứng với nhóm mỏ thăm dò loại II, đây là cơ sở xác định mạng lưới công trình thăm dò dưới mức -300m khu mỏ NH-KT.

Khi tiến hành công tác tìm kiếm, thăm dò than dưới sâu (dưới mức -300m), cần tập trung nghiên cứu làm sáng tỏ đặc điểm cấu trúc địa chất, đặc biệt là các cấu trúc nếp uốn bậc cao. Chiều sâu địa tầng chứa than, đặc điểm hình thái cấu trúc vỉa, cũng như mức độ ổn định của các vỉa than. Giai đoạn thăm dò đầu tiên chỉ nên thăm dò đến mức tin cậy (cấp 122), trong những giai đoạn thăm dò tiếp theo sẽ đan dày mạng lưới thăm dò vào các khu vực vỉa có triển vọng công nghiệp, nâng cấp trữ lượng, tránh lãng phí. Trình tự thi công các công trình thăm dò là hết sức quan trọng và cần thiết khi thăm dò than dưới -300m khu mỏ NH-KT nói riêng và bể than Quảng Ninh nói chung. Cần kết hợp và phát triển công nghệ khoan thăm dò trong lò để giảm thiểu chi phí giá thành đối với những khu vực đã có lò khai thác đến mức -300m cho phạm vi các vỉa cục bộ chưa đạt mạng lưới thăm dò

Tài liệu tham khảo

Phạm Tuấn Anh và nnk, 2011. *Báo cáo tổng hợp tài liệu, tính lại trữ lượng và chuyển đổi cấp trữ lượng và cấp tài nguyên than khu mỏ Đông Ngã Hai, Quảng Ninh*. Lưu trữ Trung tâm thông tin lưu trữ Địa chất, Hà Nội.

Nguyễn Hoàng Huân và nnk, 2010. *Báo cáo tổng hợp tài liệu, tính lại trữ lượng và chuyển đổi cấp trữ lượng và cấp tài nguyên than mỏ Tây Ngã Hai, xã Hòa Bình, huyện Hoàn Bô, tỉnh Quảng Ninh*. Lưu trữ Trung tâm thông tin lưu trữ Địa chất, Hà Nội.

Nguyễn Hoàng Huân và nnk, 2011. *Báo cáo tổng hợp tài liệu, tính lại trữ lượng và chuyển đổi cấp trữ lượng và cấp tài nguyên than khu mỏ Khe Tam, Cẩm Phả, Quảng Ninh*. Lưu trữ Trung tâm thông tin lưu trữ Địa chất, Hà Nội.

Trần Văn Trị và nnk, 1990. *Bản đồ cấu trúc địa chất và khoáng sản bể than Quảng Ninh tỷ lệ 1: 50.000*. Lưu trữ Trung tâm thông tin lưu trữ Địa chất, Hà Nội.

Nguyễn Văn Vĩ, 2013. *Đặc điểm phân bố các vỉa than và định hướng công tác thăm dò than dưới mức -300m vùng Ngã Hai-Khe Tam, Quảng Ninh*. Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật địa chất, Hà Nội.

Quy định về phân cấp trữ lượng và tài nguyên than QĐ 25/2007/QĐ-BTNMT ngày 31/12/2007-Bộ TNMT.

ABSTRACT

Morphological and structural features of coal beds and explored problems under level -300m of the Nga Hai-Khe Tam mine area

Dung Tien Nguyen^{1,*}, Hung The Khuong¹, Tinh Thanh Bui¹, An Manh Do¹, Huan Hoang Nguyen²

¹ Faculty of Geosciences and Geoengineering, Hanoi University of Mining and Geology

² Vinacomin Informatics, Technology, Environment Joint Stock Company

The Nga Ha-Khe Tam mine area has explored and exploited from 1994 until the present, and nowadays, the mine is mining under depth level -100m and under level -300m in some places of the central studied area. Most reserves of level 122 and higher one are exploited, and other coal resources are just investigated very simple and unidentified, especially under level -300m. Wherefore, in order to limit the risks are mentioned above, an analysis of morphological and structural features of coal beds and explored problems under level -300m of the Nga Hai-Khe Tam mine area is carried out. Based on the previous synthetic documents, the combination of the data processing and geo-mathematic methods, the paper was clarified the morphological and structural features of coal beds and solved problems of the exploration coal beds under level -300m in the Nga Hai-Khe Tam mine.

Keywords: Morphological and structural features; coal resource potential; coal reserves; exploration.

Điều kiện hóa-lý thành tạo và nguồn gốc dung dịch tạo quặng vàng trong thành tạo phun trào rìa Tây Nam cấu trúc Bù Khạng

Đông Văn Giáp^{1*}, Nguyễn Đình Luyện²

¹ Liên đoàn Intergeo

² Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Việc nghiên cứu nhằm mục đích góp phần xác lập kiểu mỏ quặng vàng trong thành tạo phun trào rìa tây nam cấu trúc Bù Khạng, dựa trên các số liệu khoa học định lượng, được tiến hành bởi các phương pháp phân tích hiện đại như: Phương pháp xác định nhiệt độ đồng hóa bao thể; Phương pháp Nghiệm lạnh; Phương pháp quang phổ Raman; Phương pháp xác định đồng vị Oxy và Hydro. Kết quả nghiên cứu đã xác định được các thông số hóa-lý của sự thành tạo 2 kiểu quặng vàng trong vùng nghiên cứu như sau: Sự thành tạo kiểu quặng thạch anh-arsenopyrit-vàng được bắt đầu ở nhiệt độ 290-350 °C và áp suất 950-1883 bar ứng với độ sâu kết tinh 3,90÷5,34 km từ dung dịch clorua nhiệt độ cao có chứa CO₂, nồng độ muối trung bình (3.39-5.86 wt% NaCl); Sự thành tạo kiểu quặng thạch anh-sulfua đa kim-vàng xảy ra ở nhiệt độ trung bình 197-270 °C, áp suất 940-1052 bar ứng với độ sâu kết tinh 3,30÷3,90 km từ dung dịch clorua có độ muối thấp (3.06-4.18 wt% NaCl). Sự có mặt của khí Nitơ trong thành phần pha khí của các bao thể chất lưu trong thạch anh của cả 2 kiểu quặng chứng minh chất lưu có nguồn gốc magma. Nhiệt độ và độ muối trong quá trình tạo quặng giảm một cách từ từ do có sự pha loãng chất lưu bởi nước khí quyển. Tỷ lệ các đồng vị oxy ($\delta^{18}\text{O}$) và hydro (δD) của nước trong bao thể của cả 2 kiểu quặng vàng trong vùng nghiên cứu cũng cho thấy nguồn nước của dung dịch nhiệt dịch tạo 2 kiểu quặng đều có nguồn gốc magma bị pha loãng bởi nước khí quyển. Các kết quả về điều kiện hóa-lý thành tạo và nguồn gốc của dung dịch tạo quặng vàng đã góp phần khẳng định quặng vàng trong thành tạo phun trào rìa tây nam cấu trúc Bù Khạng thuộc kiểu mỏ nhiệt dịch pluton.

Từ khóa: Quặng vàng; điều kiện hóa-lý; nguồn gốc dung dịch tạo quặng; thành tạo phun trào, Bù Khạng.

1. Đặt vấn đề

Vùng nghiên cứu nằm ở rìa tây nam khối nâng Bù Khạng, là một phần nhỏ thuộc Đại tạo núi Paleozoi muộn-Mesozoi sớm Trường sơn (theo Trần Văn Trị và nnk, 2009). Đây là vùng có cấu trúc địa chất phức tạp và biểu hiện khoáng sản vàng phong phú. Tham gia vào cấu trúc vùng nghiên cứu gồm có các thành tạo lục nguyên bị biến chất tuổi Np hệ tầng Bù Khạng, các thành tạo lục nguyên tương biến sâu tuổi Ordovic muộn-Devon sớm (hệ tầng Sông Cả, Hệ tầng Huồi Nhi), các thành tạo lục nguyên-carbonat tương hỗn hợp biến nông-sâu trung bình tuổi Devon sớm-Carbon sớm (hệ tầng Huồi Lôi, hệ tầng Nậm Kẩn), và Tổ hợp trầm tích-phun trào-xâm nhập axit tuổi Trias giữa (hệ tầng Đồng Trâu, hệ tầng Quy Lăng, phức hệ Sông Mã). Quá trình thành tạo quặng vàng trong vùng nghiên cứu được khống chế bởi các yếu tố: yếu tố magma xâm nhập là các thành tạo granitoid phức hệ Sông Mã (G^p/T_2sm); yếu tố cấu trúc kiến tạo là hệ thống đứt gãy tây bắc-đông nam và các cấu trúc sinh kèm; yếu tố thạch học-địa tầng là các đá phun trào ryolit, ryodacit, andesit và tuf của chúng thuộc tập 1 hệ tầng Đồng Trâu (T_2adt_1) đóng vai trò vây quanh quặng. Các nhà địa chất Liên đoàn Intergeo đã phát hiện được 8 đới khoáng hoá sulfur chứa vàng, trong đó đã khoan nổi được 10 thân quặng. Các đới khoáng hoá và thân quặng phân bố trong các đá phun trào axit đến trung tính bị dập vỡ, cấn nát và biến đổi, kéo dài không liên tục khoảng 20 km theo phương á vĩ tuyến từ bản Huồi Cọ thuộc xã Hữu Khuông, huyện Tương Dương qua bản Huồi Mây đến bản Tang thuộc xã Cẩm Muộn, huyện Quế Phong, tỉnh Nghệ An. Tuy phân bố trong các thành tạo phun trào nhưng quặng hóa vàng trong vùng nghiên cứu thuộc kiểu mỏ nhiệt dịch liên quan xâm nhập (nhiệt dịch pluton) và được đặc trưng bởi 2 kiểu quặng sản phẩm: thạch anh-arsenopyrit-vàng và thạch anh-sulfua đa kim-vàng. Tập thể tác giả sử dụng các phương pháp nghiên cứu định lượng hiện đại để làm rõ điều kiện hóa-lý thành tạo của từng kiểu quặng cũng như nguồn gốc của dung dịch tạo quặng vàng trong vùng nghiên cứu.

2. Các phương pháp nghiên cứu

Việc xác định điều kiện hóa-lý tạo quặng và nguồn gốc của dung dịch tạo quặng vàng trong vùng nghiên cứu được thực hiện tại Phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia của trường Đại học Nam Kinh, Trung Quốc bằng các phương pháp phân tích chính sau:

* Tác giả liên hệ

Email: dongvangiapp@gmail.com

* **Phương pháp xác định nhiệt độ đồng hóa bao thể:** Bao thể nhiều pha (lỏng-rắn-khí) hoặc hai pha (lỏng-khí) tồn tại trong khoáng vật được sử dụng rộng rãi nhất để xác định nhiệt độ thành tạo khoáng vật bằng phương pháp đồng hóa. Khi tiến hành phương pháp đồng hóa, các pha trong bao thể biến đổi dần cho đến khi thành một pha (nghĩa là làm ngược lại quá trình kết tinh của khoáng vật trong tự nhiên). Giá trị nhiệt độ tại thời điểm đồng pha là nhiệt độ đồng hóa bao thể, *nhiệt độ đồng hóa bao thể được xem là nhiệt độ tối thiểu kết tinh khoáng vật*. Việc xác định nhiệt độ đồng nhất được thực hiện bằng cách tăng nhiệt độ từ 0-500 °C với tốc độ 10 °C/phút, quan sát có sự chuyển của bao thể pha khí thì điều chỉnh với tốc độ 1 °C/phút để dễ dàng quan sát, sau khi bao thể khí-lỏng đã đồng nhất thì xác định được nhiệt độ đồng hóa.

* **Phương pháp xác định nhiệt độ điểm đóng băng (Phương pháp Nghiệm lạnh):** Khi làm lạnh bao thể thấp hơn nhiệt độ trong phòng tới mức nhất định sẽ gây ra sự biến đổi bên trong bao thể. Nghiên cứu bao thể ở miền nhiệt độ âm này là nhằm xác định những thông số biến đổi đó (như xác định nhiệt độ đóng băng, thăng hoa, kết tinh otecti và ngưng tụ khí bên trong bao thể). Tùy thuộc giữa nhiệt độ kết tinh và nồng độ muối trong bao thể khi làm lạnh, quan sát dưới kính hiển vi có thể xác định được thành phần, nồng độ muối (NaCl, Na₂CO₃, NaHCO₃...) và các loại khí (CO₂, SO₂, H₂S, NH₄...). Nhiệt độ điểm đóng băng được xác định thông qua quá trình giảm nhiệt độ. Đầu tiên nhiệt độ giảm xuống -190 °C với tốc độ 30 °C/phút, sau đó tăng nhiệt độ từ -190 °C đến 0 °C với tốc độ 5 °C/phút. Quan sát kỹ sự đóng băng hoàn toàn đồng nhất của pha lỏng và pha khí, cũng như sự chuyển pha của pha khí khỏi pha lỏng. Việc nghiên cứu nhiệt độ điểm đóng băng được thực hiện bằng máy vi nhiệt kế THMSG-600 của hãng Linkam (Vương quốc Anh). Độ muối và tỷ trọng dung dịch trong các bao thể được tính toán theo nhiệt độ điểm đóng băng cuối cùng theo phương pháp của Bodnar và Vityk, 1994.

* **Phương pháp phổ Raman xác định thành phần bao thể:** Thành phần của pha khí trong các bao thể chất lưu được xác định bằng phương pháp quang phổ Raman, sử dụng máy phổ kế Ramanor U-1000 và bộ dò Horiba DU 420E-OE-323 hãng Jobin Yvon, đầu laser Millennia pro hãng Spectra-Physics; Kính hiển vi Raman Confocal alpha 300R hãng WTTec. Cũng có thể xác định thành phần bao thể trong thạch anh bằng cách sử dụng thiết bị Renishaw RM 2000 Raman gắn với laser Ar-ion có công suất bề mặt 5 m W với bức xạ (514,5 nm), bộ phát thiết bị điện tích với diện tích là 20 μm². Dải quét được cài đặt từ 1000-4000 cm⁻¹, thời gian mỗi lần quét là 30s và độ phân dải phổ là ± 2 cm⁻¹.

* **Phương pháp phân tích đồng vị bền δ¹⁸O và δD:** Việc sử dụng các tỷ số đồng vị oxy và hydro để luận giải mô khoáng là so sánh các tỷ số ¹⁸O/¹⁶O (δ¹⁸O) và D/H (δD) của dung dịch tạo quặng với các tỷ số đó của các loại nước nguồn gốc khác nhau, từ đó có thể biết được nguồn nước của dung dịch tạo quặng và khả năng có sự pha trộn của các nguồn nước khác nhau trong quá trình di chuyển của dung dịch tạo quặng.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Về điều kiện hóa - lý tạo quặng

Các thông số hóa-lý tạo quặng được nghiên cứu bao gồm nhiệt độ tạo quặng (T°C); áp suất tạo quặng (P bar) và độ sâu tương ứng (km); tỷ trọng dung dịch tạo quặng (g/cm³); nồng độ muối của dung dịch tạo quặng (wt% NaCl). Các thông số này được xác định bằng phương pháp nghiên cứu nhiệt độ đồng hóa bao thể chất lưu khí-lỏng hoặc lỏng-khí và phương pháp xác định nhiệt độ điểm đóng băng của pha lỏng trong bao thể (phương pháp Nghiệm lạnh). Các bao thể chất lưu được nghiên cứu trong các lát mỏng dùng cho cả ánh sáng truyền qua và ánh sáng phản xạ. Các bao thể chất lưu trong thạch anh của cả 2 kiểu quặng đều là bao thể khí-lỏng nguyên sinh hình dạng đẳng thước tròn cạnh, oval, ống kéo dài và có kích thước gần tương tự nhau: các bao thể của kiểu quặng thạch anh-arsenopyrit-Au có kích thước 3x÷10x5μm; các bao thể của kiểu quặng thạch anh-sulfua đa kim-Au có kích thước 2x2÷10x4μm; Nhiệt độ đồng hóa hoàn toàn các bao thể thành chất lỏng đối với kiểu quặng thạch anh-arsenopyrit-Au là 290 ÷350°C; đối với kiểu quặng thạch anh-sulfua đa kim-Au là 197÷270°C. Nồng độ muối đối với kiểu quặng thạch anh-arsenopyrit-Au là 3,39÷5,86 wt% NaCl; đối với kiểu quặng thạch anh-sulfua đa kim-Au là 3,06÷4,18 wt% NaCl. Theo các số liệu nhận được thì tỷ trọng của CO₂ được đánh giá đối với kiểu quặng thạch anh-arsenopyrit-Au là 0,733÷0,905 g/cm³ và áp suất thành tạo 950÷1883 bar tương ứng với độ sâu kết tinh 3,90÷5,34 km; đối với kiểu quặng thạch anh-sulfua đa kim-Au là 0,693÷0,857 g/cm³ và áp suất thành tạo 940÷1052 bar tương ứng với độ sâu kết tinh 3,30÷3,90 km. Kết quả nghiên cứu các thông số hóa-lý của 2 kiểu quặng được tổng hợp ở Bảng 1. Các thông số hóa-lý và mối tương quan của chúng đối với từng kiểu quặng được thể hiện ở các hình 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Căn cứ vào các số liệu đã nhận được có thể kết luận rằng sự lắng đọng quặng sản phẩm (giai đoạn sản phẩm I) được bắt đầu ở nhiệt độ và áp suất tương đối cao (950-1883 bar, ~ 290-350 °C) từ dung dịch clorua có chứa CO₂, nồng độ muối trung bình (3.39-5.86 wt% NaCl). Sau đó do áp suất giảm (940-1052 bar) - dung dịch khác pha, kèm theo sự giảm nhiệt độ và nồng độ của dung dịch và sự lắng đọng quặng của giai đoạn sản phẩm II xảy ra từ dung dịch clorua có nhiệt độ trung bình (197-270 °C) và độ muối thấp (3.06-4.18 wt% NaCl).

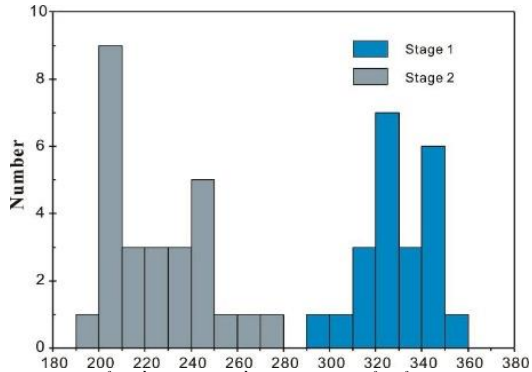
3.2. Về nguồn gốc của dung dịch tạo quặng

Kết quả phân tích xác định thành phần của pha khí trong các bao thể chất lưu bằng phương pháp quang phổ Raman được thể hiện ở Hình 8. Có thể nhận thấy sự có mặt của khí Nitơ trong thành phần pha khí của các bao thể chất lưu trong thạch anh của cả 2 kiểu quặng (Hình 8), điều này nhanh chóng chứng minh rằng chất lưu có nguồn gốc magma. Theo dõi được sự giảm từ từ của nhiệt độ và độ muối trong quá trình tạo quặng do có sự pha loãng chất lưu bởi nước khí quyển.

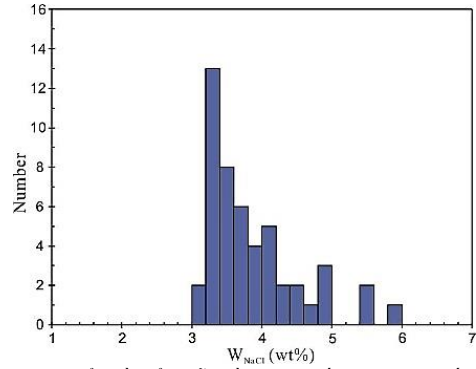
Kết quả phân tích đồng vị bền đã xác định được tỷ lệ các đồng vị $\delta^{18}\text{O}$ và δD của nước trong bao thể của cả 2 kiểu quặng vàng trong vùng nghiên cứu (Bảng 2) được biểu diễn trên biểu đồ (Hình 7) cho thấy nguồn nước của dung dịch nhiệt dịch tạo quặng có nguồn gốc magma bị pha loãng bởi nước khí quyển (Meteoritic water).

Bảng 1. Kết quả các thông số hóa-lý khi phân tích bao thể trong thạch anh của 2 kiểu quặng Au khu vực rìa tây nam cấu trúc Bù Khạng

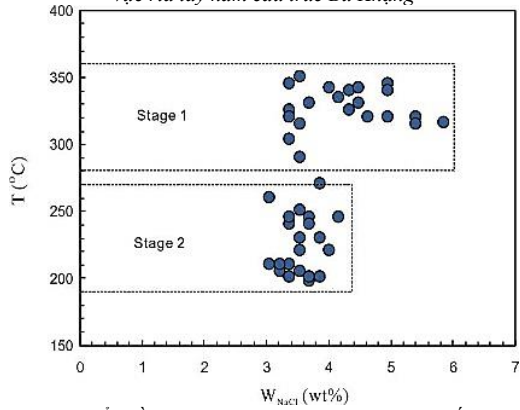
Ký hiệu mẫu	Bao thể	Kích thước (μm)	Điểm đóng băng ($^{\circ}\text{C}$)	Nhiệt độ đồng hóa ($^{\circ}\text{C}$)	Độ muối (Wt %)	Tỷ trọng (g/cm^3)	Áp suất (bar)	Độ sâu kết tinh (km)
BT LK 01/2	1	4x3	-2,3	200	3,87	0,693	950	3,38
	2	5x4	-2,2	197	3,71	0,673	940	3,30
	3	3x2	-2,3	245	3,71	0,834	991	3,71
	4	3x2	-2,1	230	3,55	0,837	972	3,52
	5	7x2	-2	240	3,39	0,841	984	3,64
	6	5x3	-2,1	250	3,55	0,828	1012	3,75
	7	6x5	-1,9	205	3,23	0,726	958	3,40
	8	10x3	-2	200	3,39	0,693	950	3,38
	9	5x4	-2,1	220	3,55	0,827	967	3,50
	10	3x2	-2	210	3,39	0,820	961	3,45
	11	5x2	-2	200	3,39	0,693	950	3,38
	12	5x2	-2,1	205	3,55	0,725	957	3,40
	13	5x4	-2,3	230	3,87	0,837	972	3,52
	14	5x3	-2,2	200	3,71	0,694	951	3,38
	15	10x3	-2,1	230	3,55	0,837	972	3,52
	16	5x2	-2,4	220	4,03	0,827	967	3,50
	17	10x2	-2,2	200	3,71	0,693	950	3,38
	18	2x2	-1,8	260	3,06	0,849	1027	3,86
	19	6x2	-2,4	270	3,87	0,857	1052	3,90
	20	6x2	-2	245	3,39	0,834	991	3,71
	21	6x2	-2,3	200	3,87	0,693	950	3,38
	22	3x3	-2,4	220	4,03	0,827	967	3,50
	23	5x4	-2	200	3,39	0,693	950	3,38
	24	4x3	-1,8	210	3,06	0,819	960	3,45
	25	5x2	-1,9	210	3,23	0,820	961	3,45
	26	6x4	-2,5	245	4,18	0,836	992	3,72
	27	10x4	-2,3	240	3,71	0,841	984	3,64
BT LK 01/1	1	5x4	-2	303	3,39	0,733	1099	4,07
	2	6x2	-3,3	320	5,41	0,887	1255	4,62
	3	3x2	-3,3	315	5,41	0,745	950	4,02
	4	10x5	-3	345	4,96	0,883	1251	4,63
	5	3x2	-2,7	330	4,49	0,879	1248	4,65
	6	4x3	-2,6	340	4,34	0,905	1883	5,07
	7	7x3	-3	320	4,96	0,883	1251	4,63
	8	7x3	-2,8	320	4,65	0,880	1249	4,63
	9	2x3	-2,6	325	4,34	0,881	1250	4,62
	10	3x2	-2	320	3,39	0,883	1251	4,63
	11	5x2	-2,1	315	3,55	0,745	950	4,02
	12	5x3	-2	345	3,39	0,879	1439	5,33
	13	10x5	-2,4	342	4,03	0,880	1440	5,33
	14	7x3	-2	325	3,39	0,881	1250	4,62
	15	7x3	-2,2	350	3,55	0,881	1441	5,34
	16	5x4	-2	320	3,39	0,881	1250	4,62
	17	8x5	-2,5	334	4,18	0,875	1244	4,65
	18	4x3	-3,6	316	5,86	0,745	950	4,02
	19	6x4	-3	340	4,96	0,905	1883	5,07
	20	4x3	-2,7	342	4,49	0,880	1440	5,33
	21	3x2	-2,1	290	3,55	0,857	1052	3,90
	22	2x3	-2,2	330	3,71	0,875	1244	4,65



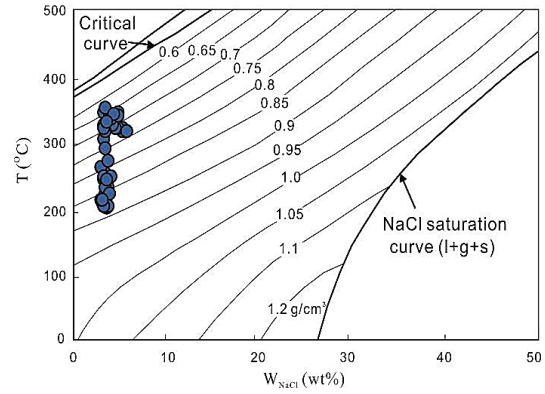
Hình 1. Biểu đồ nhiệt độ đông hóa bao thể thể hiện rõ 2 giai đoạn tạo quặng sản phẩm ứng với 2 kiểu quặng Au của khu vực rìa tây nam cấu trúc Bù Khạng



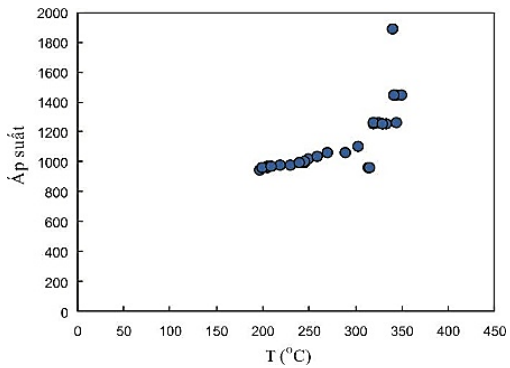
Hình 2. Biểu đồ biểu diễn nồng độ muối NaCl của chất lưu (fluid) trong các bao thể thạch anh thuộc 2 kiểu quặng Au của khu vực rìa tây nam cấu trúc Bù Khạng



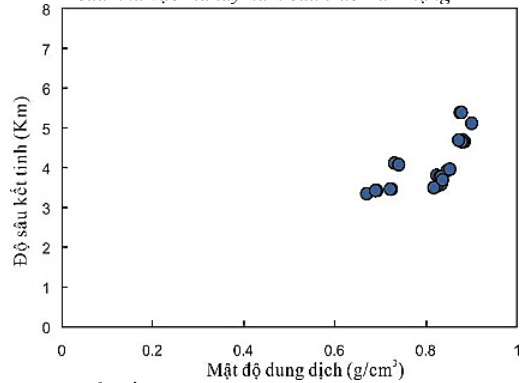
Hình 3. Biểu đồ tương quan giữa nhiệt độ và độ muối NaCl của chất lưu (fluid) trong các bao thể thạch anh thuộc 2 kiểu quặng Au của khu vực rìa tây nam cấu trúc Bù Khạng



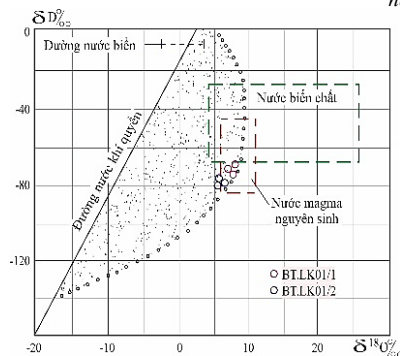
Hình 4. Biểu đồ tương quan giữa nhiệt độ, độ muối và tỷ trọng dung dịch trong các bao thể thạch anh thuộc 2 kiểu quặng Au của khu vực rìa tây nam cấu trúc Bù Khạng



Hình 5. Biểu đồ tương quan giữa nhiệt độ và áp suất dung dịch tạo quặng Au khu vực rìa tây nam cấu trúc Bù Khạng



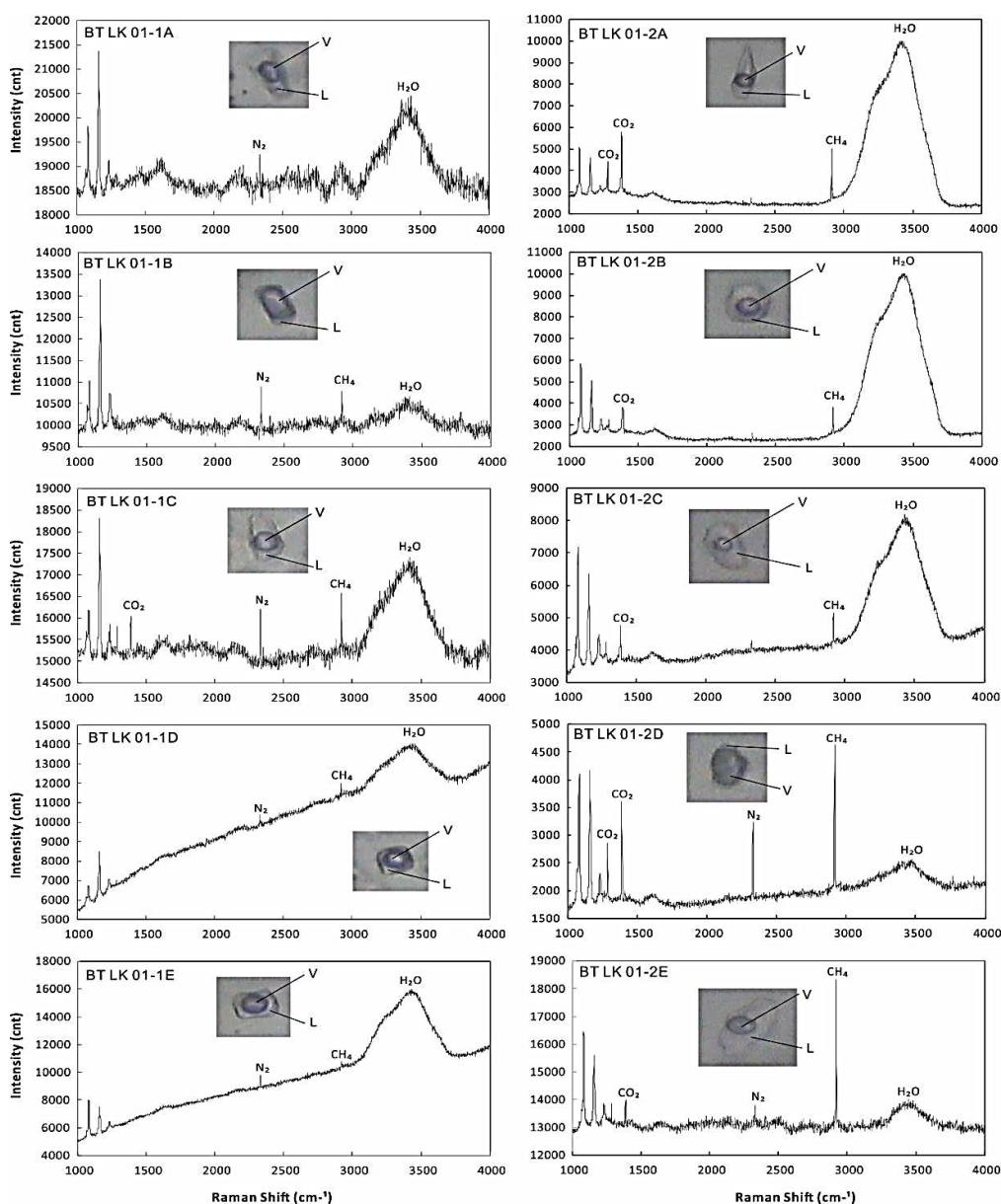
Hình 6. Biểu đồ tương quan giữa mật độ (tỷ trọng) dung dịch và độ sâu kết tinh của dung dịch tạo quặng Au khu vực rìa tây nam cấu trúc Bù Khạng



Hình 7. Biểu đồ xác định nguồn nước của dung dịch tạo quặng từ các kết quả phân tích đồng vị bền δD và δ¹⁸O của dung dịch tạo quặng vàng khu vực rìa tây nam cấu trúc Bù Khạng. (Sử dụng biểu đồ của V.I.Xmirnov, 1982)

Bảng 2. Kết quả phân tích đồng vị $\delta D\%$ và $\delta^{18}O\%$ trong bao thể thạch anh 2 kiểu quặng vàng khu vực Rìa Tây nam cấu trúc Bù Khạng

STT	Số hiệu mẫu	Kết quả phân tích đồng vị	
		$\delta D\%$	$\delta^{18}O\%$
1	BT.LK-01/1a	-68	+5.6
2	BT.LK-01/1b	-70	+5.4
3	BT.LK-01/1c	-73	+5.5
4	BT.LK-01/2a	-75	+5.2
5	BT.LK-01/2b	-78	+5.3
6	BT.LK-01/2c	-79	+5.1



Abbreviations: L-aqueous liquid phase; V-aqueous vapor phase.

Hình 8. Đặc điểm hình thái các bao thể và kết quả phân tích thành phần pha khí của bao thể trong thạch anh thuộc 2 kiểu quặng vàng khu vực rìa tây nam cấu trúc Bù Khạng. (Sử dụng phương pháp quang phổ Raman, thực hiện tại Phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia, Đại học Nam Kinh, Trung Quốc)

4. Kết luận

* Sự lắng đọng quặng sản phẩm ứng với kiểu quặng thạch anh-arsenopyrit-vàng (giai đoạn sản phẩm I) được bắt đầu ở nhiệt độ 290-350 °C và áp suất 950-1883 bar ứng với độ sâu kết tinh 3,90 ÷ 5,34 km từ dung dịch clorua nhiệt độ cao có chứa CO₂, nồng độ muối trung bình (3.39-5.86 wt% NaCl). Sau đó dung dịch có sự chuyển pha, kèm theo sự giảm nhiệt độ và nồng độ của dung dịch và sự lắng đọng quặng của giai đoạn sản phẩm II ứng với kiểu quặng thạch anh-sulfua đa kim-vàng xảy ra từ dung dịch clorua có độ muối thấp (3.06-4.18 wt% NaCl), nhiệt độ trung bình 197-270 °C, áp suất 940-1052 bar ứng với độ sâu kết tinh 3,30 ÷ 3,90 km.

* Sự có mặt của khí Nitơ trong thành phần pha khí của các bao thể chất lưu trong thạch anh của cả 2 kiểu quặng chứng minh chất lưu có nguồn gốc magma. Nhiệt độ và độ muối trong quá trình tạo quặng giảm một cách từ từ do có sự pha loãng chất lưu bởi nước khí quyển. Tỷ lệ các đồng vị oxy (δ^{18O}) và hydro (δD) của nước trong bao thể của cả 2 kiểu quặng vàng trong vùng nghiên cứu cũng cho thấy nguồn nước của dung dịch nhiệt dịch tạo 2 kiểu quặng vàng trong vùng nghiên cứu đều có nguồn gốc magma bị pha loãng bởi nước khí quyển (Meteoric water).

* Các kết quả về điều kiện hóa-lý thành tạo và nguồn gốc của dung dịch tạo quặng vàng đã góp phần khẳng định quặng vàng trong thành tạo phun trào rìa tây nam cấu trúc Bù Khang thuộc kiểu mỏ nhiệt dịch pluton (nhiệt dịch nguồn xâm nhập sâu).

Tài liệu tham khảo

Bùi Viết Sáng và n.n.k., 2014. *Báo cáo kết quả công tác điều tra chi tiết biểu hiện khoáng sản vàng bản Huổi Cọ*. Liên đoàn Intergeo.

Bùi Viết Sáng và n.n.k., 2015. *Báo cáo kết quả công tác điều tra sơ bộ biểu hiện khoáng sản vàng bản Huổi Mây*, Liên đoàn Intergeo.

Vương Mạnh Sơn và n.n.k., 2009. *Báo cáo kết quả công tác điều tra chi tiết biểu hiện khoáng sản vàng Bản Tang*, Liên đoàn Intergeo.

Vương Mạnh Sơn, Nguyễn Khắc Vịnh, Bùi Viết Sáng và n.n.k, 2008 - 2015. *Đề án lập bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Kim Sơn thuộc tỉnh Nghệ An*, Liên đoàn Intergeo.

Trần Văn Trị, Vũ Khúc (đồng chủ biên), 2009. *Địa chất và Tài nguyên Việt Nam*. Bộ Tài nguyên và Môi trường. NXB Khoa học Tự nhiên & Công nghệ, Hà Nội.

Buryak V.A, Bakulin Yu.I, 1998. *Metallogeny of Gold*. Vladivostok Dalnauka. 403 p.

Laurence Robb., 2005. *Introduction to Ore-Forming Processes*. 374 pp., by Blackwell Publishing. Printed and bound in the United Kingdom.

Taylor, H.P., 1974. The application of oxygen and hydrogen isotope studies to problems of hydrothermal alteration and ore deposition. *Econ. Geol.* 69 (6), 843–883.

Борисенко А.С., 1982. *Анализ солевого состава растворов газово-жидких включений в минералах методом криометрии / Использование методов термобарогеохимии при поисках и изучении рудных месторождений*. Ред.: Лавров Н.П. М: Недра, С. 37–46.

Рёддер Э., 1987. *Флюидные включения в минералах*. М.: Мир. 632 с.

Смирнов В.И., 1982. *Геология полезных ископаемых*. 4-е изд., перераб и доп. Издательство “Недра”, Москва. 669 с.

ABSTRACT

Physico-chemical conditions of formation and genesis of the solution to create gold ore in erupted formation at the Southwestern edge of Bu Khang structure

Dong Van Giap^{1,*}, Nguyen Dinh Luyen²

¹ Intergeo Division

² Hanoi University of Mining and Geology

The research aims to contribute to the establishment of the type of gold ore mine in the southwestern edge erupting formation of Bu Khang structure, based on quantitative scientific data, conducted by modern analytical methods such as: Method of determining the temperature of homogenization; Cryotherapy; Raman spectroscopic method; Method for the determination of oxygen and hydrogen isotopes. The results of the study have determined the physico-chemical parameters of the formation of two types of gold ores in the study area as follows: The formation of quartz-arsenopyrite-gold ore type started at 290-350°C. and pressure 950-1883 bar corresponding to

crystallization depth of 3.90 ÷ 5.34 km from high temperature chloride solution containing CO₂, average salt concentration (3.39-5.86 wt% NaCl); The formation of quartz-sulfide multi-metallic-gold ore type occurs at an average temperature of 197-270 °C, a pressure of 940-1052 bar with a crystallization depth of 3.30 ÷ 3.90 km from chloride solution. low salinity (3.06-4.18 wt% NaCl). The presence of nitrogen gas in the gaseous composition of the quartz-fluid inclusions of both types of ore proves that the fluid is of magma genesis. The temperature and salinity in the ore-forming process decrease gradually due to the dilution of the fluid by atmospheric water. The ratio of oxygen ($\delta^{18}\text{O}$) and hydrogen (δD) isotopes of water in the inclusions of both types of gold ore in the study area also shows that the water source of the hydrothermal solution creating two types of ore are of magma genesis. diluted by atmospheric water. The results on the physico-chemical condition of formation and the genesis of the gold ore forming solution have contributed to confirm the gold ore in the southwestern edge eruption formation of the Bu Khang structure in the pluton hydrothermal mine type.

Keywords: Gold ore; physico-chemical conditions; genesis of ore-forming solution; erupting formations; Bu Khang.

Sự tích lũy các kim loại nặng (As, Cd, Cu, Pb và Zn) trong đất bãi thải các mỏ khai thác khoáng sản tại tỉnh Thái Nguyên

Nguyễn Ngọc Sơn Hải^{1,3,*}, Nguyễn Ngọc Nông¹, Nguyễn Khắc Giảng²,
Nguyễn Thanh Hải¹, Peter Sanderson³, Ravi Naidu³

¹ Trường Đại học Nông lâm Thái Nguyên (TUA),

² Trường Đại học Mỏ - Địa chất (HUMG),

³ Trung tâm toàn cầu về cải tạo môi trường (GCER), Đại học Newcastle, Úc

TÓM TẮT

Nghiên cứu nhằm đánh giá sự tích lũy kim loại nặng (As, Cd, Cu, Pb, Zn) trong đất bãi thải của 3 khu khai thác khoáng sản bị ô nhiễm ở tỉnh Thái Nguyên, gồm mỏ thiếc Hà Thượng (HT), mỏ sắt Trại Cau (TC) và mỏ chì kẽm Làng Hích (LH). Các mẫu đất được phân tích bằng XRD, SEM và EDS. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng hàm lượng As, Cd, Cu, Pb và Zn trong đất thay đổi tương ứng từ 4 đến 2605, từ 0 đến 124, từ 6 đến 603, từ 45 đến 5008 và từ 64 đến 31789 mg/kg. Thành phần khoáng chất đất có ảnh hưởng đến độ pH và hàm lượng các kim loại nặng (KLN) trong đất. Theo đó, đất mỏ thiếc Hà Thượng chứa các khoáng vật asenopyrit (FeAsS), franklinit ($\text{ZnFe}^{3+}_2\text{O}_4$) và pyrit (FeS_2), góp phần tạo ra As, Zn và Fe cao, đặc biệt là trong môi trường đất chua ($\text{pH} < 5$). Các khoáng vật dolomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, canxit (CaCO_3) và aragonit (CaCO_3) có mặt trong đất bãi thải của mỏ chì kẽm LH, góp phần làm môi trường đất có tính kiềm ($\text{pH} 8,28$) và tăng hàm lượng Pb, Zn trong đó. Phân tích tương quan Pearson cho thấy có sự tương quan rõ ràng giữa hàm lượng KLN và tính chất đất, trong đó pH đất có ảnh hưởng rất lớn.

Từ khóa: Sự tích lũy; đất ô nhiễm; kim loại nặng; bãi thải mỏ.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay ô nhiễm đất đang là vấn nạn toàn cầu. Theo Naidu và các cộng sự (2015), ước tính có hơn ba triệu điểm ô nhiễm trên toàn cầu, gây thiệt hại kinh tế rất lớn và rủi ro lớn cho môi trường cũng như sức khỏe con người. Sự tích lũy và ô nhiễm KLN như As, Cd, Cu, Pb và Zn trong đất đang được quan tâm rộng rãi trên thế giới. Hàm lượng của KLN tích lũy tăng cao và tiếp tục tồn tại một thời gian dài sau khi được đưa vào đất. Có nhiều nguyên nhân dẫn đến tích lũy KLN trong đất, trong đó hoạt động của con người đóng vai trò nổi bật. Khai thác mỏ khoáng sản được coi là một trong những nguyên nhân chính gây ô nhiễm môi trường bởi KLN. Cùng với sự hiểu biết xã hội tốt hơn cũng như nhận thức về tác động của đất bị ô nhiễm đối với sức khỏe con người, các nhà khoa học hiện đang tập trung nghiên cứu và áp dụng công nghệ hiện đại để đánh giá hiện trạng môi trường đất và phục hồi các vị trí bị ô nhiễm.

Trong nghiên cứu này tập trung đánh giá hiện trạng phân bố các KLN và các nhân tố ảnh hưởng đến sự tích lũy KLN trong đất bãi thải ở 3 mỏ khoáng sản tại tỉnh Thái Nguyên. Từ đó có định hướng cho việc cải tạo, sử dụng bền vững các bãi thải mỏ sau khai thác và giảm thiểu ô nhiễm.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 3/2016 đến tháng 8/2019. Các địa điểm nghiên cứu được chọn là các bãi thải của mỏ thiếc HT (huyện Đại Từ), mỏ sắt TC (huyện Đồng Hỷ) và mỏ chì kẽm LH (huyện Đồng Hỷ) (Hình 1). Mỏ thiếc HT bao gồm các mạch quặng thiếc-sulfua nằm trong các đá granit. Quặng có thành phần khoáng vật chủ yếu là casiterit (SnO_2), asenopyrit (FeAsS), pyrit (FeS_2). Mỏ chì kẽm LH có các thân quặng phân bố trong các tập đá vôi với thành phần khoáng vật quặng chủ yếu là galenit (PbS), sphalerit (ZnS), pyrit (FeS). Mỏ sắt TC có thành phần khoáng vật quặng chủ yếu là magnetit (Fe_3O_4), hematit (Fe_2O_3); ngoài ra còn có pyrit (FeS_2), chancopyrit (CuFeS_2), galenit (PbS), sphalerit (ZnS). Các mỏ này đã được khai thác từ hàng chục năm nay, để lại một khối lượng lớn đất đá thải có kèm theo các khoáng vật sulfua chứa các KLN lẫn trong đá thải ở các bãi thải của mỏ.

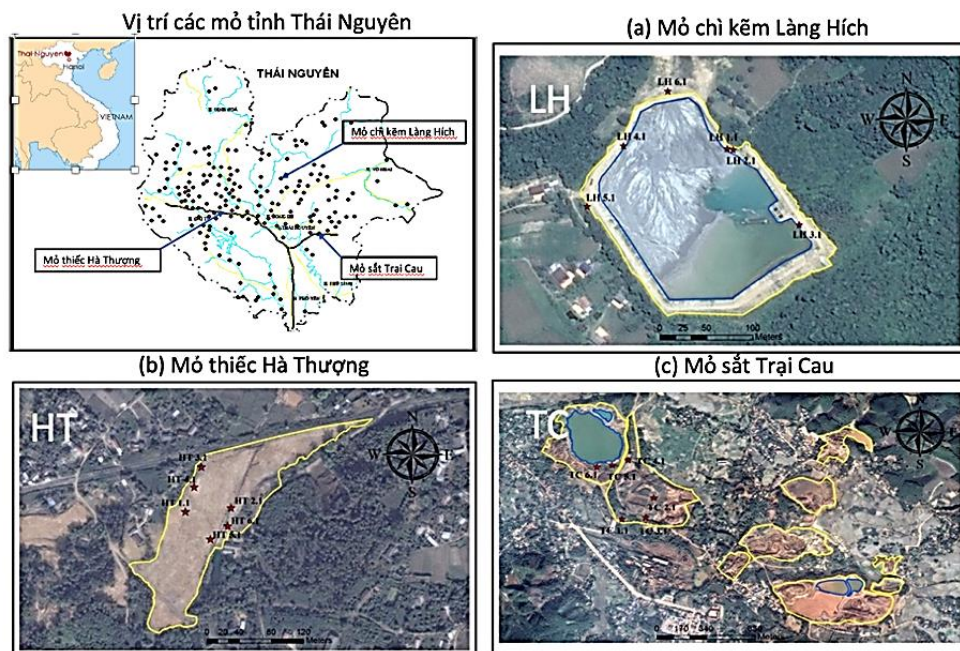
2.2. Lấy mẫu và chuẩn bị mẫu

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenngocsonhai@tuaf.edu.vn

Tổng số 18 mẫu đất đã được thu thập từ mỏ thiếc HT, mỏ sắt TC và mỏ chì kẽm LH. Mỗi mỏ 6 vị trí và mẫu được lấy ở tầng đất mặt 0-20 cm. Vị trí các mẫu đất được xác định bằng phương pháp ô tiêu chuẩn sinh thái (Nirola và cộng sự, 2016). Các mẫu đất theo phương pháp thông thường, loại bỏ sỏi, để khô tự nhiên trong không khí nhiệt độ phòng (23-30°C) trong 120 giờ và được sàng qua rây 2 mm, sau đó được lưu trữ trong các thùng chứa bằng polypropylen.

Toàn bộ mẫu đất được xử lý chiếu tia X để kiểm dịch và bảo quản ở nhiệt độ phòng tại Trung tâm toàn cầu về cải tạo môi trường (GCER), Đại học Newcastle, Úc.



Hình 1. Vị trí lấy mẫu: (a) Bãi thải mỏ chì kẽm Làng Hích, (b) Bãi thải mỏ thiếc Hà Thượng và (c) Bãi thải mỏ sắt Trại Cau

2.3. Phương pháp phân tích mẫu đất

Mẫu đất (phần <math>< 2\text{ mm}</math>) được phân tích theo các phương pháp phân tích tiêu chuẩn (Nirola và cộng sự, 2016). Phương pháp phân tích xác định các thuộc tính hoá học và KLN trong đất (Hải và cộng sự, 2020). Hàm lượng KLN (As, Cd, Cu, Pb, Zn) tổng số trong đất được phân tích bằng máy ICP MS 7900 và ICP EOS Perkin.

2.4. Phân tích thành phần khoáng vật của đất

Các mẫu đất được phân tích sâu hơn bằng cách sử dụng các thiết bị phân tích hiện đại xác định bản chất của khoáng silicat, sesquioxit và nguồn gốc khoáng chất, dạng tồn tại của các KLN. Các mẫu được phân tích bằng nhiễu xạ tia X (XRD), sử dụng máy đo nhiễu xạ Panalytical XPert Pro. Các kết quả XRD được xử lý bằng phần mềm XPert HighScore, phiên bản 4.6a. Cuối cùng, mẫu được phân tích bằng kính hiển vi điện tử quét (SEM) Zeiss Sigma gắn với máy dò phổ phân tán năng lượng tia X (EDS) trên các mảnh kim loại nặng được cố định trên băng cacbon và được phủ cacbon.

2.5. Xử lý số liệu và phân tích thống kê

Phân tích thống kê Pearson được thực hiện để đánh giá mối tương quan giữa hàm lượng KLN trong đất và các tính chất đất khác, bao gồm: pH, EC, CECB, TC, TOC, DOC, hàm lượng sét, limon và cát. Phân tích thống kê xác định sự khác biệt có ý nghĩa (ở mức ý nghĩa ít nhất 95%) giữa các công thức với các biến cụ thể sử dụng SPSS (phiên bản 26).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Tính chất đất và sự tích lũy kim loại nặng trong đất bãi thải các mỏ nghiên cứu

Kết quả phân tích của nhóm tác giả cho thấy độ pH trung bình của đất thay đổi từ axit yếu (5,00) tại mỏ thiếc HT đến trung tính (6,96) tại mỏ sắt TC và kiềm (8,28) tại mỏ chì kẽm LH (Bảng 2). Độ dẫn điện (EC) dao động trong khoảng từ 15,09 đến 320 $\mu\text{S/cm}$ ở HT, 97,85 đến 850,5 $\mu\text{S/cm}$ ở LH và 26 đến 355 $\mu\text{S/cm}$ ở TC (tương tự như ở HT). Ngược lại, khả năng trao đổi cation cơ bản (CEC-B) tại TC rất cao (2,68-17,95 cmol/kg) đi kèm với đất bãi thải có hàm lượng sét rất cao so với HT và LH. Bảng 2 cũng cho thấy đất của

3 bãi thải có các tính chất như kết cấu đất, lượng đất sét, cát và limon khác nhau. Hàm lượng các oxit Fe, oxit Al và oxit Mn lần lượt là 0,28-12,49 g/kg, 0,5-12,6 g/kg và 0,025-0,02 g/kg.

Theo kết quả phân tích tại Bảng 2, tại HT hàm lượng As rất cao (trung bình 1515,91 mg/kg), cao hơn nhiều so với hai bãi thải mỏ TC và LH. Cụ thể, nồng độ As ở HT dao động từ 430,49 mg/kg đến 2604,62 mg/kg, trong khi ở LH và TC trung bình lần lượt là 44,35 mg/kg và 43,31 mg/kg. Điều đó cho thấy có mối liên quan trực tiếp giữa As trong bãi thải mỏ HT với hàm lượng khoáng vật asenopyrit rất cao trong quặng của mỏ thiếc này. Tuy nhiên, hàm lượng ôxít sắt và ôxít nhôm trong LH nhỏ hơn HT và TC, trong khi hàm lượng chì trong mỏ TC ($720,91 \pm 539,80$ mg/kg) thấp hơn ở các vị trí HT và LH (Bảng 1).

Ngoài As, hàm lượng cao của KLN khác (Cd, Cu, Pb và Zn) thể hiện rõ ràng trong hầu hết các mẫu đất bãi thải của mỏ thiếc HT, mỏ sắt TC và mỏ chì kẽm LH. Hàm lượng Cd trung bình 36,87 mg/kg (lên tới 123,7 mg/kg Cd) tại LH; hàm lượng Cu là 312,33mg/kg tại TC, lên đến 602,95 mg/kg tại HT; hàm lượng Pb cao lên tới 5.008 mg/kg tại LH và 41.401 mg/kg tại HT; hàm lượng Zn rất cao, trung bình là 7099 mg/kg (lên đến 31,79 g/kg).

Bảng 1. Tính chất đất và sự tích lũy kim loại nặng trong đất bãi thải của 3 mỏ nghiên cứu

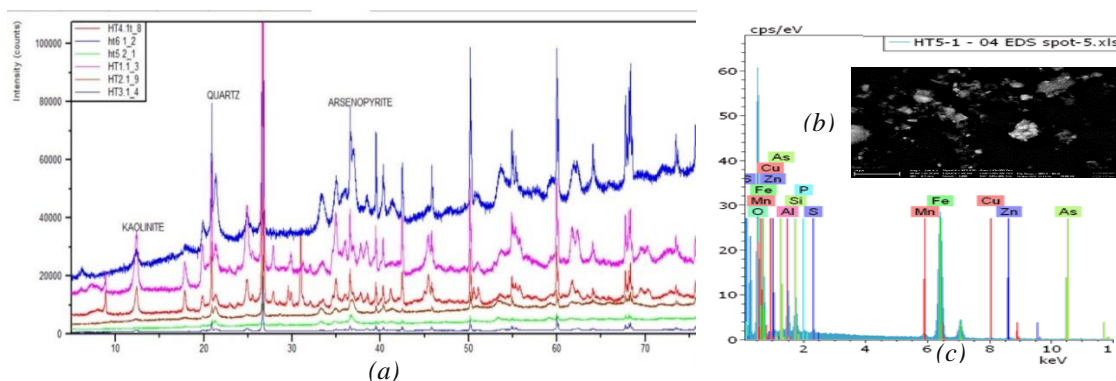
	Mỏ thiếc Hà Thượng (HT)	Mỏ chì kẽm Làng Hích (LH)	Mỏ sắt Trại Cau (TC)
Vị trí GPS	(21°40'N 105°50'E)	(21°43'30"N 105°51'23"E)	(21°35'39"N 105°57'06"E)
pH	5,00 ± 0,63 (4,12-5,95)	8,28 ± 0,37 (7,43 – 8,72)	6,96 ± 0,61 (6,01 – 7,74)
EC (µS/cm)	102,11 ± 86,60	227,7 ± 200,95	166,13 ± 121,87
CEC _B (cmol/kg)	2,44 ± 0,54 (1,74 – 3,29)	2,71 ± 1,38 (1,20 – 4,67)	9,51 ± 5,17 (2,68 – 17,95)
Cát (%) > 0,05 mm	53,75 ± 9,22 (42,50 – 67,50)	66,88 ± 15,49 (47,50 – 87,50)	29,17 ± 16,93 (10,00 – 47,50)
Limon (%) 0,05-0,002 mm	25,29 ± 4,52 (18,75 – 30,00)	16,67 ± 6,50 (7,50 – 26,25)	34,25 ± 7,84 (24,25 – 43,75)
Sét (%) < 0,002 mm	20,96 ± 9,68 (7,50-35,00)	16,46 ± 11,22 (5,00-32,50)	36,58 ± 11,91 (22,50-52,50)
Kết cấu đất	Cát pha	Cát pha	Sét
Khả năng giữ nước WHC (%)	46,87 ± 0,53 (46,13 – 47,91)	29,82 ± 13,33 (19,43 – 39,82)	55,21 ± 9,95 (47,28 – 62,50)
Độ ẩm (%)	37,86 ± 12,28 (29,17 - 46,54)	22,48 ± 23,00 (6,22 – 38,74)	38,23 ± 4,13 (35,31 – 41,15)
Cacbon tổng số, TC (%)	5,41 ± 5,27 (0,24-10,98)	0,57 ± 0,28 (0,20-0,94)	0,40 ± 0,43 (0,05-1,21)
Tổng cacbon hữu cơ, TOC (%)	4,50 ± 4,59 (0,21-9,51)	0,28 ± 0,11 (0,12-0,45)	0,25 ± 0,16 (0,09-0,49)
Nitơ tổng số, TN (%)	0,02 ± 0,01 (0,02-0,04)	0,04 ± 0,02 (0,02-0,07)	0,04 ± 0,03 (0,01-0,10)
Lưu huỳnh tổng số, TS (%)	1,81 ± 3,82 (0,00-9,58)	0,12 ± 0,22 (0,00-0,54)	0,25 ± 0,16 (0,10-0,53)
Cacbon tổng số, TC (mg/l)	8,70 ± 8,8 (1,74-24,08)	12,22 ± 8,10 (3,15-22,99)	3,59 ± 1,51 (2,37-6,38)
Cacbon hữu cơ hòa tan, DOC (mg/l)	9,48 ± 9,16 (2,26-25,26)	25,33 ± 10,35 (15,92-39,74)	6,28 ± 4,21 (3,16-14,28)
Cacbon vô cơ, IC (mg/l)	0,78 ± 0,40 (0,35-1,30)	13,13 ± 4,19 (8,54-19,44)	2,67 ± 2,89 (0,52-7,90)
As (mg/kg)	1516 (430,5 – 2604,62)	44,35 (0,95 – 184,02)	43,31 (3,89 – 242,79)
Cd (mg/kg)	2,93 (0,00 - 10,20)	36,87 (0,00 – 123,71)	2,52 (0,00 – 7,65)
Cu (mg/kg)	292,9 (151,39-602,95)	18,67 (3,18 - 36,04)	208,7 (146,37-312,33)
Pb (mg/kg)	1224 (270,1 – 41401)	1801 (53,60 – 5007,99)	720,9 (238,3 – 2092,32)
Zn (mg/kg)	1853 (46,69 – 7863)	7099 (63,93 – 31788)	1464 (566,7 – 2962,55)
Ôxít sắt (g/kg)	1,78 (0,35 - 4,23)	1,25 (0,44 – 2,05)	1,54 (1,43 – 1,84)
Ôxít nhôm (g/kg)	1,12 (0,56 – 1,55)	0,31 (0,11 – 0,48)	0,87 (0,73 – 1,02)
Ôxít mangan (g/kg)	3,51 (1,54 – 7,59)	1,40 (1,25 – 1,59)	3,85 (1,99 – 6,04)

Hàm lượng KLN trong đất cao hơn nhiều so với ngưỡng tham chiếu được sử dụng cho kim loại trong đất bề mặt ở Việt Nam và thế giới (Cd 3mg/kg, Cu 60 mg/kg, Pb 300 mg/kg, Zn 200 mg/kg (Nirola và cộng sự, 2016). So với Quy chuẩn môi trường đất của Việt Nam đối với loại đất Công nghiệp (QCVN03-MT:2015-BTNMT) quy định hàm lượng các KLN (mg/kg đất khô) As-25, Cd-10, Cu-300, Pb-300, Zn-300 thì hàm lượng KLN tổng số như trên nói chung là cao, không phân biệt vị trí mẫu đất bãi thải mỏ và có nguy cơ đáng kể đối với môi trường và sức khỏe con người. Những kết quả này tương tự với kết quả nghiên cứu bởi các tác giả khác tại tỉnh Thái Nguyên liên quan đến hàm lượng KLN (As, Cd, Cu, Pb và Zn), độ pH và hàm lượng dinh dưỡng thấp (Phả và cộng sự, 2014).

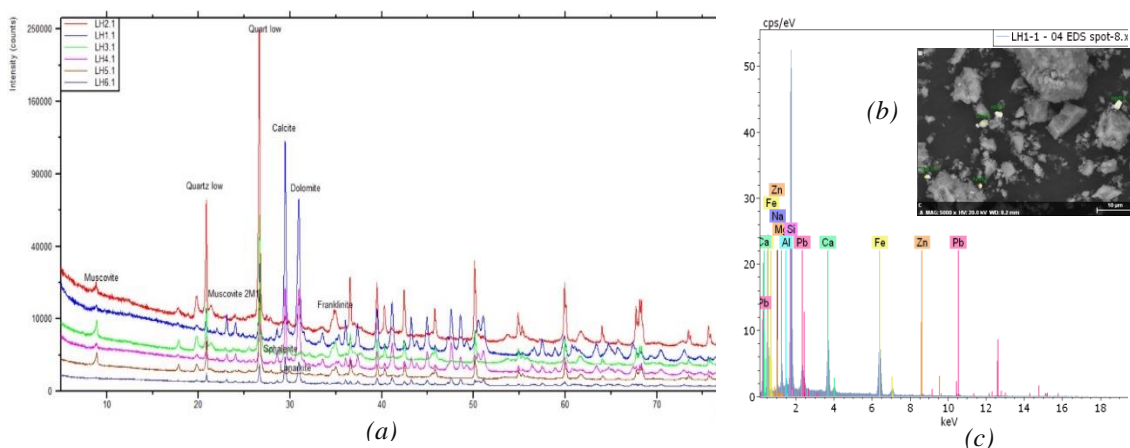
Việc thiếu nước và khả năng giữ nước kém của đất dẫn đến độ dẫn điện thấp và đất có tính axit. Kết quả phân tích đất ở Bảng 2 cho thấy pH và EC tại bãi thải HT thấp hơn so với bãi thải của LH và TC. Sự linh động của các KLN bị ảnh hưởng bởi các yếu tố: Khả năng trao đổi cation, pH và hàm lượng chất hữu cơ. Das và cộng sự (2013) đã chỉ ra mối tương quan thuận rõ ràng giữa Cu và pH đất khi sự hấp phụ các ôxít Fe được tăng cường trong điều kiện đất chua. Điều này đã xảy ra tại bãi thải mỏ HT. Do điểm TC có nhiều

sét hơn, khả năng linh động sinh học của As có thể giảm, nhưng phân tích tương quan Pearson không xác nhận điều này (Das và cộng sự, 2013).

3.2. Đặc điểm khoáng vật đất



Hình 2. Kết quả XRD (a), SEM (b) và EDS (c) mẫu đất tại mỏ thiếc Hà Thượng (HT)
Ka = kaolinite, Q = quartz, Ar = arsenopyrite, Fr = franklinite



Hình 3. Kết quả XRD (a), SEM (b), EDS (c) cho mẫu đất tại mỏ chì-kẽm Làng Hích. Q = quartz, Ca = calcite, Fr = franklinite, Mu = muscovite, Sp = sphalerite, La = lanarkite, Do = dolomite

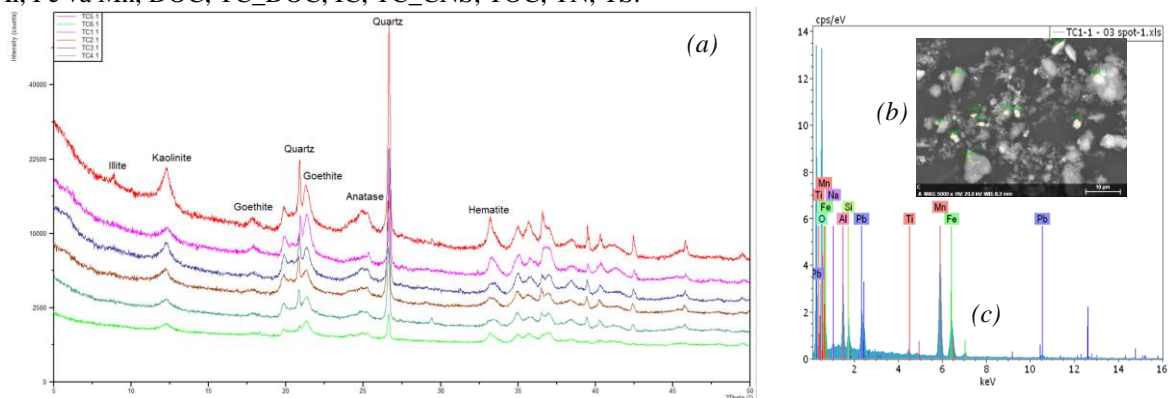
Theo kết quả phân tích XRD, đất mỏ thiếc HT bao gồm chủ yếu kaolinit $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})$, thạch anh (SiO_2), arsenopyrit (FeAsS) và franklinit (ZnFe_2O_4) (Hình 2). Sự hiện diện phong phú của arsenopyrit trong đất HT giải thích nguyên nhân độ pH thấp (5,0), đồng thời cũng lý giải hàm lượng As, Zn và Fe cao là do quá trình phong hóa khoáng vật này sẽ giải phóng ra axit sunfuric và các KLN có trong khoáng vật quặng. Kết quả phân tích hàm lượng Cu, Zn, As, Fe và Mn trong các mẫu đất được trình bày ở Bảng 1.

Về thành phần khoáng vật, đất bãi thải của mỏ chì-kẽm LH bao gồm chủ yếu là thạch anh, canxit/aragonit (CaCO_3), dolomit $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, franklinit (ZnFe_2O_4), muscovit ($\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$), sphalerit (Zn,FeS) và lanakit ($\text{Pb}_2(\text{SO}_4)\text{O}$) (Hình 3). Do đất giàu dolomit và canxit/aragonit chứa CaCO_3 nên có tính kiềm rõ rệt với độ pH 8,28. Môi trường đó không thuận lợi lưu giữ các KLN như Cu, Zn, As dẫn tới hàm lượng các nguyên tố này trong đất không cao; còn hàm lượng Fe và Mn thấp có thể liên quan đến đặc tính nghèo hai kim loại này trong quặng và đá gốc.

Đất bãi thải mỏ sắt TC chủ yếu bao gồm kaolinit ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$), Goethit ($\alpha\text{-Fe}^{3+}\text{O}(\text{OH})$), thạch anh (SiO_2), anataza (TiO_2) và hematit Fe_2O_3 (Hình 4). Illit ($\text{K}_{0,65}\text{Al}_{2,0}[\text{Al}_{0,65}\text{Si}_{3,35}\text{O}_{10}](\text{OH})_2$) và kaolinit ($\text{Al}_4(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$) chỉ xuất hiện trong các mẫu TC 5.1 (tầng 0-20 cm). Goethit ($\text{FeO}(\text{OH})$) và hematit (Fe_2O_3) trong môi trường pH trung tính tăng cường liên kết với KLN, nhưng chúng sẽ giải phóng KLN trong môi trường axit, đặc biệt là tại bãi thải mỏ sắt TC. Goethit và hematit phong phú có tương quan với tổng nồng độ cation Fe cao được đo bằng ICP-MS. Kết quả này giải thích tại sao hàm lượng KLN tổng số cao trong các mẫu đất.

3.3. Mối tương quan giữa hàm lượng kim loại nặng (As, Cd, Cu, Pb và Zn) trong đất và tính chất đất bãi thải các mỏ nghiên cứu

Phân tích thống kê Pearson được thực hiện để đánh giá mối tương quan giữa hàm lượng KLN trong đất và các thông số khác của đất, bao gồm: pH, EC, CECB, TC, TOC, DOC, hàm lượng cát, limon và sét, ôxit Al, Fe và Mn, DOC, TC_DOC, IC, TC_CNS, TOC, TN, TS.



Hình 4. Kết quả phân tích XRD (a), SEM (b) và EDS (c) mẫu mô sắt Trại Cau (TC)
Ka = kaolinite, Go = goethite, Q = quartz, A = anatase, He = hematite, Il = ilite

Bảng 3. Tương quan Pearson giữa hàm lượng KLN và tính chất đất

	Cu	Zn	As	Cd	Pb
Cu	1	-0,296	0,714**	-0,383	0,021
Zn	-0,296	1	-0,101	0,932**	0,747**
As	0,714**	-0,101	1	-0,175	0,125
Cd	-0,383	0,932**	-0,175	1	0,822**
Pb	0,021	0,747**	0,125	0,822**	1
pH	-0,645**	0,39	-0,682**	0,515*	0,33
EC	-0,35	0,109	-0,482*	0,114	-0,002
CEC _B	0,082	-0,255	-0,379	-0,271	-0,342
Sét	0,099	-0,415	-0,198	-0,515*	-0,530*
Limon	0,496*	-0,441	0,033	-0,581*	-0,438
Cát	-0,291	0,471*	0,114	0,599**	0,544*
Al oxalat	0,755**	-0,315	0,684**	-0,514*	-0,226
Fe oxalat	0,566*	0,238	0,526*	0,177	0,578*
Mn oxalat	0,275	-0,143	0,247	-0,316	-0,191
DOC_TOC	-0,453	-0,019	-0,105	-0,05	-0,109
TC_TOC	-0,693**	0,134	-0,341	0,16	-0,041
IC_TOC	-0,747**	0,273	-0,509*	0,359	0,055
TC_CNS	-0,489*	0,730**	-0,288	0,842**	0,750**
TOC_CNS	-0,481*	0,700**	-0,268	0,831**	0,750**
TN_CNS	0,173	-0,11	0,015	-0,334	-0,295
TS_CNS	-0,242	0,356	-0,111	0,588*	0,598**

** Tương quan ý nghĩa ở mức 99% (2 chiều)

* Tương quan ý nghĩa ở mức 95% (2 chiều)

Hàm lượng Cu trong đất tương quan thuận khá chặt với hàm lượng As (0,714) ở mức ý nghĩa 99% và tương quan nghịch rõ ràng với độ pH (-0,645) ở mức ý nghĩa 99%. Khi hàm lượng Cu trong đất cao thì pH trong đất giảm (và ngược lại) ở mức độ thống kê ý nghĩa 99%. Hàm lượng Zn trong đất tương quan thuận rất chặt với hàm lượng Cd (0,932) và hàm lượng Pb (0,747) ở mức ý nghĩa 99%. Hàm lượng As trong đất cũng tương quan thuận khá chặt với hàm lượng Cu trong đất (0,714) ở mức ý nghĩa 99% và tương quan thuận rõ ràng với hàm lượng Fe (0,526) trong đất ở mức ý nghĩa 95%. Ngoài ra, hàm lượng As tương quan nghịch khá chặt với pH đất (-0,682) ở mức ý nghĩa 99% và tương quan nghịch mạnh với EC (-0,482) và cacbon vô cơ IC_TOC (-0,509) trong đất ở mức ý nghĩa 95%. Độ pH có ảnh hưởng rất lớn tới hàm lượng

KLN trong đất. Cụ thể, pH tương quan thuận rõ ràng (0,515) với hàm lượng Cd trong đất ở mức ý nghĩa 95% và tương quan nghịch khá chặt với hàm lượng Cu ở mức ý nghĩa 99%. Hàm lượng Pb trong đất tương quan thuận khá chặt với hàm lượng Zn (0,747) và hàm lượng Cd (0,822) (và ngược lại) ở mức ý nghĩa 99%.

4. Kết luận

Có sự tích lũy rất cao của các KLN (As, Cd, Cu, Pb and Zn) trong đất bãi thải của 3 mỏ khoáng sản tại Thái Nguyên. Hàm lượng cao của KLN (As, Cd, Cu, Pb và Zn) thể hiện rõ ràng trong hầu hết các mẫu đất bãi thải mỏ của mỏ thiếc HT, mỏ sắt TC và mỏ chì kẽm LH. Hàm lượng As, Cd, Cu, Pb và Zn trong đất thay đổi từ 4 đến 2605, từ 0 đến 124, từ 6 đến 603, từ 45 đến 5008 và từ 64 đến 31789 mg/kg. Các mẫu đất đã được phân tích bằng XRD, SEM và EDS chỉ ra rằng đặc điểm khoáng vật ảnh hưởng đến độ pH và nồng độ KLN trong đất. Theo kết quả XRD, đất mỏ HT chứa các khoáng vật bao gồm arsenopyrit (FeAsS), franklinit ($ZnFe_2O_4$) góp phần tạo ra As, Zn và Fe cao, đặc biệt là trong môi trường đất axit (pH <5). Các khoáng vật dolomit $CaMg(CO_3)_2$, canxit/aragonit ($CaCO_3$) có mặt trong bãi thải của mỏ chì kẽm LH góp phần làm môi trường đất kiềm (pH 8,28) và Pb, Zn cao. Phân tích tương quan Pearson cho thấy có sự tương quan rõ ràng giữa hàm lượng các KLN và tính chất đất, trong đó pH đất có ảnh hưởng rất lớn.

Tài liệu tham khảo

Das, S., Jean, J.-S. & Kar, S., 2013. Bioaccessibility and health risk assessment of arsenic in arsenic-enriched soils, Central India. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 92: 252-257.

Nguyễn Ngọc Sơn Hải, Nguyễn Ngọc Nông, Nguyễn Khắc Giảng, Peter Sanderson, Ravi Naidu, 2020, Sự tích lũy các kim loại nặng (As, Cd, Cu, Pb, Zn) trong đất bãi thải các mỏ khai thác khoáng sản tại tỉnh Thái Nguyên. *Khoa học đất* 59: 16-24.

Naidu, R., Wong, M.H. & Nathanail, P., 2015. Bioavailability-the underlying basis for risk-based land management. *Environmental Science and Pollution Research*, 22: 8775-8778.

Nirola, R., Megharaj, M., Aryal, R. & Naidu, R., 2016. Screening of metal uptake by plant colonizers growing on abandoned copper mine in Kapunda, South Australia. *International Journal of Phytoremediation*, 18: 399-405.

Pha, T. T., Minh, D.V., Van, D.X. & Duc, L., 2014. Growth and absorbance of heavy metals of reed plants (*Phragmites australis*) in soil after mineral mining in Thai Nguyen province of Vietnam. *Journal of Agricultural & Biological Science*, 9: 264-269.

QCVN 03-MT:2015/BTNMT: Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia về giới hạn cho phép của một số kim loại nặng trong đất. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội, 2015.

ABSTRACT

Evaluation of heavy metals (As, Cd, Cu, Pb and Zn) accumulation in contaminated soils in Thai Nguyen mining sites

Nguyen Ngoc Son Hai^{1,3,*}, Nguyen Ngoc Nong¹, Nguyen Khac Giang²,
Nguyen Thanh Hai¹, Peter Sanderson³, Ravi Naidu³

¹ *Thainguyen University of Agriculture and Forestry (TUAF)*

² *Hanoi University of Mining and Geology (HUMG)*

³ *Global Center for Environmental Remediation (GCER), University of Newcastle, Australia*

This study evaluate the accumulation of heavy metals (As, Cd, Cu, Pb, Zn) in spoil bank of three polluted mining sites in Vietnam, including: Ha Thuong lead-zinc mine (HT), Trai Cau iron mine (TC), and Lang Hich lead-zinc mine (LH) in Thai Nguyen province. Soil samples were carefully examined using XRD and SEM-EDS techniques. The concentrations of As, Cd, Cu, Pb and Zn vary widely from 4 - 2.605, 0 - 124, 6 - 603, 45 - 5.008, and 64 - 31.789 mg/kg, respectively. Results suggest that mineral composition strongly affect soil pH and heavy elements concentration. Based on XRD results, HT soil samples contain the minerals including arsenopyrite (FeAsS), franklinite ($ZnFe^{3+}_2O_4$), leading to the high As, Zn and Fe contents, and an acidic environment (pH <5). On the other hand, the presence of dolomite $CaMg(CO_3)_2$, calcite ($CaCO_3$) and aragonite ($CaCO_3$) play important roles in making alkaline environment (pH 8.28) and increasing Pb, Zn concentrations in LH lead-zinc deposit. Statistical results (Pearson correlation) show linear correlations among the concentration of heavy metals and soil properties, in which soil pH has a great influence.

Keywords: Accumulation; contaminated soil; heavy metals; mining site.

Khảo sát quy trình phân tích mẫu đá vôi trên hệ máy phân tích huỳnh quang tia X thế hệ S2 Ranger

Khương Thế Hùng^{1,*}, Phạm Như Sang¹, Đỗ Mạnh An¹, Tạ Thị Toán¹, Phạm Thị Thanh Hiền¹
¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Quy trình phân tích mẫu đá vôi bằng phương pháp huỳnh quang tia X bao gồm các công đoạn từ thiết bị sử dụng, chuẩn bị mẫu, quá trình đo và thiết lập đường chuẩn phân tích mẫu. Trong đó, thiết bị sử dụng là máy huỳnh quang tia X, thế hệ S2 Ranger, chuẩn bị mẫu là phương pháp nén mẫu bằng thiết bị ép thủy lực; chất phụ gia PVA và mẫu chuẩn chế tạo ở Việt Nam đã được khảo sát và đánh giá. Tuy nhiên, trong bài báo, công đoạn chuẩn bị mẫu được kế thừa từ các mẫu đá vôi của nghiên cứu trước. Bằng việc áp dụng tổ hợp các phương pháp nghiên cứu như phương pháp thu thập, tổng hợp số liệu, phương pháp lập đường phân tích chuẩn và phương pháp chuyên gia, các kết quả nghiên cứu được so sánh với kết quả phân tích bằng phương pháp hóa học. Độ chính xác được xác định đối với CaO, MgO trong đường chuẩn đá vôi lần lượt là 0,54 và 0,28. Độ lệch chuẩn tương đối là 0,23% và 0,41% khá tốt. Kết quả phân tích cho thấy sai số của phép phân tích huỳnh quang tia X bằng đường chuẩn xây dựng và phân tích hóa là rất thấp, điều đó khẳng định sự ổn định và tin cậy của đường chuẩn và thiết bị phân tích.

Từ khóa: Đá vôi; quy trình phân tích; huỳnh quang tia X; S2 Ranger.

1. Đặt vấn đề

Đá vôi là nguồn nguyên liệu được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp như xi măng, sơn, chống ăn mòn sản phẩm, xử lý môi trường nước,... Mỗi lĩnh vực sử dụng nguyên liệu đá vôi với thành phần và hàm lượng khác nhau. Ngay trong các nghiên cứu địa chất, các mẫu địa chất có dải hàm lượng nguyên tố trong mẫu rất rộng. Về nguyên tắc, đối với phương pháp phân tích huỳnh quang tia X (XRF), để phân tích chính xác thành phần hóa học của các mẫu có hàm lượng biến đổi lớn ta cần rất nhiều các mẫu chuẩn tương tự để xác lập các đường chuẩn phân tích.

Phương pháp phân tích huỳnh quang tia X có nhiều cách chuẩn bị mẫu như thủy tinh hóa mẫu và nén mẫu. Thủy tinh hóa mẫu được sử dụng để giảm ảnh hưởng của thành phần khoáng vật và kích thước hạt của mẫu. Phương pháp này được sử dụng phổ biến khi phân tích đá silicat (Mori, 2007). Đối với mẫu đá cacbonat, phương pháp nén mẫu được sử dụng phổ biến hơn phương pháp thủy tinh hóa mẫu. Lý do là trong mẫu cacbonat hàm lượng Ca và CO₂ cao, do đó dẫn đến việc kết tinh và tạo bọt trong các đĩa mẫu thủy tinh. Một số tác giả đã tìm cách khắc phục hiện tượng này bằng cách nung mẫu và bổ sung SiO₂ để thủy tinh hóa mẫu (Imai, 1995; Taggart và nnk, 2002; Goto, 2002). Tuy nhiên, mẫu đá cacbonat hút ẩm nhanh, do vậy, rất khó khăn thực hiện và quá trình chuẩn bị mẫu trở nên phức tạp hơn. Việc nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng trong quá trình phân tích mẫu cacbonat với phương pháp nén mẫu được Bradner (1999) tiến hành và đưa ra tương đối chi tiết về ảnh hưởng của quá trình nghiền mẫu và quá trình ép mẫu như thời gian nghiền, kích thước hạt và lực ép phù hợp.

Thông thường, việc xây dựng các đường chuẩn sử dụng các mẫu chuẩn quốc tế. Tuy nhiên, việc chọn lựa được các mẫu chuẩn phù hợp cũng như giá thành của các mẫu chuẩn quốc tế rất cao khiến cho công tác phân tích gặp nhiều khó khăn. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày quy trình phân tích mẫu đá vôi trên hệ máy S2 Ranger, một số các thông số trong quá trình chuẩn bị mẫu được kế thừa từ các nghiên cứu khác như lực ép, thời gian nghiền. Các yếu tố khác như chất phụ gia hay mẫu chuẩn sử dụng là khác biệt. Các mẫu được sử dụng làm mẫu chuẩn là các mẫu phân tích bằng phương pháp hóa học và phương pháp chuẩn bị mẫu trong bài viết này là phương pháp nén mẫu. Việc chủ động đối với các mẫu chuẩn cũng như khảo sát quy trình phân tích cho từng đối tượng không những nâng cao trình độ cho các cán bộ phân tích mà còn góp phần khẳng định năng lực nghiên cứu của đơn vị.

2. Số liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Mẫu chuẩn

Trên cơ sở các mẫu kế thừa từ nghiên cứu trước, nhóm tác giả sử dụng để thành lập bộ mẫu chuẩn cho việc xây dựng đường chuẩn phân tích trên máy XRF của đơn vị.

* Tác giả liên hệ

Email: khuongthehung@humg.edu.vn

Các đường chuẩn được thiết lập sử dụng 15 mẫu bao gồm: DV1, DV2, DV3, DV4, DV5, DV6, DV7, DV8, DV9, DV10, DV11, DV12, DV13, DV14, DV15 là các mẫu đá vôi được lựa chọn, phân tích bằng phương pháp hóa học và các phương pháp khác tại Trung tâm phân tích thí nghiệm địa chất, Bộ Tài nguyên và Môi trường.

Mẫu JLs-1 từ Sở Địa chất Nhật Bản được sử dụng trong quá trình khảo sát độ lặp lại của phép đo sử dụng đường chuẩn thiết lập.

Hệ số hiệu chỉnh và chông chập phổ được tính toán theo phương pháp tham số cơ bản dựa trên phần mềm Spectral EDX đi kèm hệ thiết bị.

2.2. Thiết bị

Hệ máy S2 Ranger của hãng Bruker - Đức thực hiện phân tích nhiều nguyên tố từ Na đến U với dải hàm lượng trong khoảng từ 100% xuống đến mức ppm trong vật liệu rắn, bột hoặc chất lỏng, và gần như không cần chuẩn bị mẫu. Hiệu suất phân tích cao được đảm bảo bằng cách sử dụng công suất cao nhất trong hình học kích thích trực tiếp. Máy áp dụng công suất tia X lên tới 50 W trực tiếp cho mẫu, sử dụng máy dò hạt silicon (SDD) để đo và phân tích năng lượng của tia X phát ra. Ưu điểm chính của máy dò này là nó có thể hoạt động ở hoặc gần với nhiệt độ trong phòng với độ phân giải hợp lý. Ở -25°C, một máy dò điện hình có độ phân giải hiệu chỉnh 150 eV cho Mn K- α (5895 eV), so sánh một máy dò Si (Li) với hiệu suất tương tự, cần được vận hành ở nhiệt độ -196°C trong môi trường nitơ lỏng. Hơn nữa, S2 Ranger có những ưu điểm như không cần phải di chuyển các bộ phận (như quang học chính hoặc bộ đơn sắc); các nguyên tố ở mức độ tập trung hàm lượng rất thấp được kích thích, nếu mức độ tập trung cao hơn thường cho độ chính xác gần như tối đa. Do làm mát bằng Peltier (không cần nitơ lỏng) điều này giảm thiểu rắc rối và giảm đáng kể chi phí vận hành.

2.3. Phương pháp phân tích

2.3.1. Các điều kiện phân tích

Quá trình đo trên hệ thiết bị S2 Ranger đối với các oxit SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, Fe₂O₃, CaO, MgO, K₂O, Na₂O, P₂O₅, MnO, SO₃ mẫu đá vôi được thực hiện trong các điều kiện đo chỉ ra trong Bảng 1.

Bảng 1. Các điều kiện đo trong phân tích mẫu đá vôi trên thiết bị S2 Ranger

Nguyên tố	Si	Al	Ti	Fe
Vạch đo	K- α 1 Mn	K- α 1 Mn	K- α 1 Mn	K- α 1 Mn
Thế-dòng	20kV -373 μ A	20kV-373 μ A	40kV-819 μ A	40kV-819 μ A
Lọc sơ cấp	None	None	Al 500 μ m	Al 500 μ m
Hiệu chỉnh hấp thụ	Không	Không	Góc thay đổi và hiệu chỉnh hình học	Góc thay đổi và hiệu chỉnh hình học
Mô hình cường độ	Cường độ mạng	Cường độ mạng	Cường độ mạng	Cường độ mạng
Chế độ đo	Chân không	Chân không	Chân không	Chân không
Thời gian (s)	30	30	30	30
Nguyên tố	Ca	Mg	K	P
Vạch đo	K- α 1 Mn	K- α 1 Mn	K- α 1 Mn	K- α 1 Mn
Thế-dòng	40kV-819 μ A	20kV-373 μ A	40kV-819 μ A	20kV-373 μ A
Lọc sơ cấp	Al 500 μ m	None	Al 500 μ m	None
Hiệu chỉnh hấp thụ	Góc thay đổi và hiệu chỉnh hình học	Không	Góc thay đổi và hiệu chỉnh hình học	Không
Mô hình cường độ	Cường độ mạng	Cường độ mạng	Cường độ mạng	Cường độ mạng
Chế độ đo	Chân không	Chân không	Chân không	Chân không
Thời gian (s)	30	30	30	30

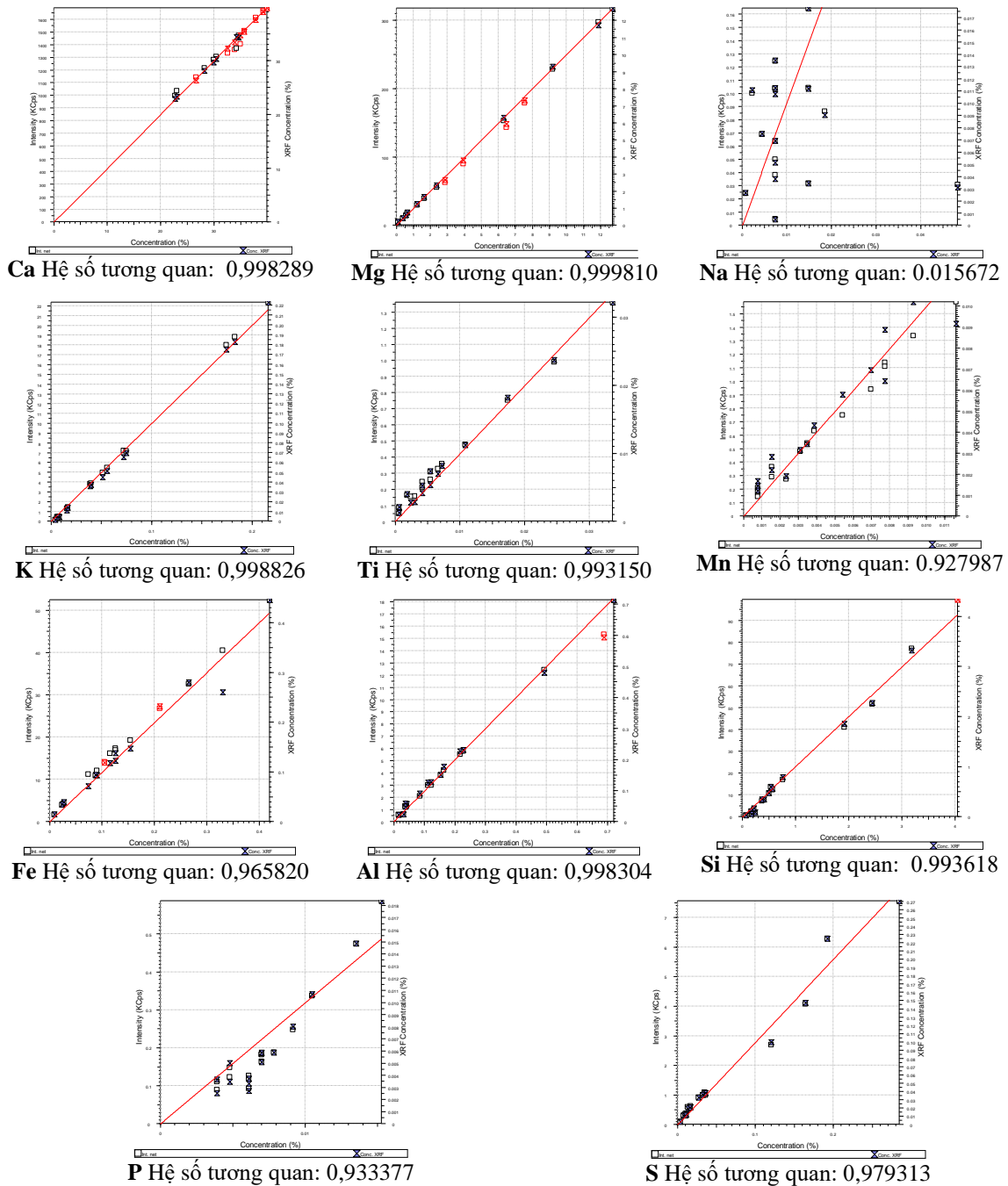
2.3.2. Xây dựng đường chuẩn phân tích

Một đường cong hiệu chuẩn được tạo ra bằng cách sử dụng phương pháp thực nghiệm để xác định nồng độ hóa học cho các nguyên tố trong mẫu từ dữ liệu đếm năng lượng XRF đã xử lý. Nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp tham số cơ bản (FP) lần đầu tiên được Jacob giới thiệu vào năm 1955. Các đường cong

hiệu chuẩn được tạo ra theo hướng dẫn của Application Wizard trên thiết bị S2 để thiết lập phương pháp phân tích (Started và nnk, 2008). Kiến thức về các thông số vật liệu và vật liệu như cường độ chùm tia X lý thuyết, góc chùm và máy dò, hiệu ứng liên nguyên tố và nền quang phổ để ước tính nồng độ nguyên tố được sử dụng trong phương pháp. Các mô hình FP đòi hỏi tính toán và không thực tế cho các ứng dụng gần thời gian thực. Tuy nhiên, các phương pháp FP yêu cầu ít nhất một mẫu tham chiếu để tạo ra kết quả hiệu chuẩn chấp nhận được. Ngoài ra, mẫu tham chiếu không phải khớp chính xác với các thuộc tính của mẫu chưa biết.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Xác định độ chính xác của các đường chuẩn



Hình 1. Các đường chuẩn xây dựng cho phân tích mẫu đá vôi

Sau khi thiết lập các đường chuẩn phân tích cho các oxit (Hình 1), chúng tôi tiến hành đo lại các mẫu chuẩn trên và kết quả thu được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả phân tích kiểm tra đối với các mẫu chuẩn đá vôi (%)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	SO ₃
DV1	0,150	0,030	0,001	0,013	55,80	0,15	0,005	0,001	0,009	0,001	0,010
Đo	0,070	0,042	0,003	0,022	55,83	0,38	0,002	0,004	0,006	0,002	0,010
	-0,080	0,012	0,002	0,009	0,03	0,23	-0,003	0,003	-0,003	0,001	-0,001
DV2	4,100	0,410	0,012	0,180	45,55	6,50	0,090	0,020	0,024	0,009	0,410
Đo	3,992	0,426	0,014	0,198	45,62	6,32	0,084	0,007	0,023	0,009	0,372
	-0,108	0,016	0,002	0,018	0,07	-0,18	-0,006	-0,013	-0,001	0,000	-0,038
DV3	8,650	1,300	0,041	0,380	47,86	0,95	0,260	0,010	0,021	0,007	0,300
Đo	9,324	1,132	0,040	0,403	48,06	1,02	0,273	0,015	0,019	0,007	0,255
	0,674	-0,168	-0,001	0,023	0,20	0,07	0,013	0,005	-0,002	0,000	-0,045
DV4	0,790	0,160	0,007	0,180	37,29	15,21	0,020	0,010	0,016	0,005	0,040
Đo	0,759	0,175	0,007	0,177	37,21	15,47	0,017	ND	0,013	0,004	0,054
	-0,031	0,015	0,000	-0,003	-0,08	0,26	-0,003	ND	-0,003	-0,001	0,014
DV5	1,080	0,290	0,009	0,125	49,90	3,90	0,062	0,010	0,014	0,002	0,033
Đo	1,027	0,289	0,013	0,137	50,19	3,95	0,055	0,011	0,008	0,003	0,050
	-0,053	-0,001	0,004	0,012	0,29	0,05	-0,008	0,001	-0,006	0,001	0,017
DV6	0,480	0,070	0,004	0,472	31,70	21,05	0,008	0,065	0,011	0,015	0,090
Đo	0,377	0,115	0,005	0,378	32,41	21,12	0,006	ND	0,012	0,012	0,098
	-0,103	0,045	0,001	-0,094	0,71	0,07	-0,002	ND	0,001	-0,003	0,008
DV7	5,220	1,360	0,056	0,600	47,40	2,70	0,210	0,020	0,031	0,012	0,710
Đo	4,944	1,368	0,054	0,650	47,66	2,79	0,216	0,024	0,034	0,013	0,693
	-0,276	0,008	-0,002	0,050	0,26	0,09	0,006	0,004	0,003	0,001	-0,017
DV8	1,220	0,310	0,011	0,220	41,85	10,45	0,067	0,025	0,018	0,005	0,087
Đo	1,235	0,339	0,012	0,215	42,16	10,58	0,063	0,016	0,014	0,005	0,098
	0,015	0,029	0,001	-0,005	0,31	0,13	-0,004	-0,009	-0,004	0,000	0,011
DV9	1,140	0,430	0,018	0,150	48,42	4,73	0,087	0,020	0,014	0,002	0,041
Đo	1,293	0,437	0,019	0,173	48,91	4,45	0,080	0,012	0,008	0,003	0,054
	0,153	0,007	0,001	0,023	0,49	-0,28	-0,007	-0,008	-0,006	0,001	0,013
DV10	0,380	0,060	0,001	0,039	54,80	0,62	0,010	0,003	0,014	0,001	0,025
Đo	0,114	0,046	0,004	0,058	55,33	0,74	0,006	0,014	0,008	0,002	0,029
	-0,266	-0,014	0,003	0,019	0,53	0,12	-0,004	0,011	-0,006	0,001	0,004
DV11	0,520	0,080	0,005	0,106	32,18	19,70	0,007	0,010	0,009	0,010	0,020
Đo	0,197	0,111	0,005	0,106	33,18	19,64	0,005		0,007	0,009	0,028
	-0,323	0,031	0,000	0,000	1,00	-0,06	-0,002	-0,010	-0,002	-0,001	0,008
DV12	1,620	0,230	0,009	0,165	39,45	12,50	0,048	0,010	0,016	0,004	0,081
Đo	1,733	0,245	0,010	0,174	40,00	12,30	0,046	0,010	0,014	0,004	0,091
	0,113	0,015	0,001	0,009	0,55	-0,20	-0,002	0,000	-0,002	0,000	0,010
DV13	0,880	0,210	0,007	0,129	42,50	10,70	0,047	0,010	0,016	0,003	0,068
Đo	0,759	0,237	0,009	0,137	42,73	9,91	0,045	0,007	0,012	0,003	0,082
	-0,121	0,027	0,002	0,008	0,23	-0,79	-0,003	-0,003	-0,004	0,000	0,014
DV14	0,360	0,070	0,003	0,034	52,90	2,01	0,019	0,006	0,011	0,001	0,029
Đo	0,236	0,092	0,006	0,052	53,61	2,13	0,014	0,010	0,009	0,002	0,033
	-0,124	0,022	0,003	0,018	0,71	0,12	-0,005	0,004	-0,002	0,001	0,004
DV15	6,800	0,930	0,029	0,301	48,80	1,05	0,220	0,010	0,035	0,010	0,480
Đo	7,251	0,925	0,031	0,337	49,56	1,28	0,225	0,018	0,044	0,011	0,578
	0,451	-0,005	0,002	0,036	0,760	0,226	0,005	0,008	0,009	0,001	0,098

Để đánh giá độ chính xác (Δ) của đường chuẩn vừa thiết lập, chúng tôi sử dụng công thức của Timothy (1989):

$$\Delta = \sqrt{\frac{\sum_i^n (C_i - C_i^*)^2}{n - k}} \quad (1)$$

trong đó: C_i - Giá trị đo được của mẫu chuẩn; C_i^* - Giá trị chấp nhận của chuẩn; n - Số lượng mẫu chuẩn; k - hệ số bậc tự do.

Trong trường hợp với số lượng mẫu chuẩn nhỏ và khác nhau, do vậy hệ số $k=2$ (Rigaku Corporation).

$$\Delta = \sqrt{\frac{\sum_i^n (C_i - C_i^*)^2}{n - 2}} \quad (2)$$

Từ các kết quả và tính toán theo công thức trên, chúng tôi thống kê theo Bảng 3.

Bảng 3. Các kết quả của quá trình thiết lập đường chuẩn (%)

Oxit	Vùng hàm lượng các oxit của đường chuẩn		Độ chính xác (Δ)
SiO ₂	0,15	- 8,65	0,28
Al ₂ O ₃	0,03	- 1,36	0,052
TiO ₂	0,001	- 0,056	0,0021
Fe ₂ O ₃	0,013	- 0,600	0,034
CaO	31,70	- 55,80	0,54
MgO	0,15	- 21,05	0,28
K ₂ O	0,005	- 0,260	0,006
Na ₂ O	0,001	- 0,065	0,0078
P ₂ O ₅	0,009	- 0,035	0,0045
MnO	0,001	- 0,015	0,0012
SO ₃	0,010	- 0,710	0,033

Từ Bảng 2, ta thấy các kết quả phân tích bằng phương pháp XRF sau khi thiết lập đường chuẩn và kết quả của các mẫu chuẩn có sự sai lệch có thể chấp nhận được. Đối với CaO, sai lệch lớn nhất là 1%. Đối với MgO, sai lệch lớn nhất là 0,79%. So sánh với kết quả nghiên cứu của các tác giả (Ramasamy và nnk, 2009), với độ chính xác đối với CaO và MgO lần lượt là 0,2% và 0,42%, trong nghiên cứu này là 0,54% và 0,28%. Như vậy, các đường chuẩn vừa thiết lập có độ chính xác tương đương mặc dù ở đây, chúng tôi sử dụng các mẫu làm mẫu chuẩn là các mẫu tại Việt Nam và các kết quả phân tích được thực hiện bằng phân tích hóa học tại Việt Nam. Trong khi đó, các tác giả (Ramasamy và nnk, 2009) sử dụng 07 mẫu chuẩn quốc tế bao gồm: 02 mẫu chuẩn NIST SRM1d và mẫu 88; 02 mẫu chuẩn GSJ (JDo-1 và JLS-1); 02 mẫu chuẩn BAS (BCS-CRM368 và 393; 01 mẫu chuẩn ECISS (CRM782-1); cùng với 07 mẫu chuẩn NIST (SRM 1881a, 1884a, 1885a, 1886a, 1887a, 1888a và 1889a) để mở rộng dải hàm lượng các oxit trong các đường chuẩn.

3.2. Khảo sát độ lặp lại và độ lệch chuẩn tương đối

Bảng 4. Kết quả phân tích độ lặp lại đối với mẫu đá vôi (%)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	MnO	SO ₃
JLS-1	<i>0,12</i>	<i>0,02</i>	<i>0,002</i>	<i>0,0168</i>	<i>55,09</i>	<i>0,61</i>	<i>0,0029</i>	<i>0,0019</i>	<i>0,0295</i>	<i>0,00209</i>	<i>123ppm</i>
1	0,1517	0,0476	0,0020	0,0288	54,93	0,7438	0,0047	0,0163	0,0279	0,0016	0,0486
2	0,1490	0,0495	0,0020	0,0287	55,05	0,7468	0,0048	0,0198	0,0277	0,0018	0,0492
3	0,1517	0,0483	0,0020	0,0293	55,31	0,7486	0,0048	0,0186	0,0276	0,0016	0,0572
4	0,1512	0,0489	0,0030	0,0289	55,32	0,7424	0,0045	0,0167	0,0269	0,0019	0,0572
5	0,1520	0,0485	0,0030	0,0296	55,30	0,7506	0,0047	0,0185	0,0272	0,0018	0,0594
6	0,1510	0,0494	0,0020	0,0295	55,31	0,7457	0,0045	0,0183	0,0279	0,0020	0,0553
7	0,1509	0,0473	0,0030	0,0294	55,31	0,7494	0,0046	0,0181	0,0279	0,0018	0,0575
8	0,1528	0,0489	0,0020	0,0291	55,31	0,7494	0,0047	0,0186	0,0274	0,0018	0,0566
9	0,1537	0,0497	0,0030	0,0290	55,31	0,7465	0,0047	0,0173	0,0273	0,0019	0,0577
10	0,1528	0,0486	0,0030	0,0292	55,30	0,7509	0,0047	0,0183	0,0274	0,0017	0,0590
11	0,1518	0,0483	0,0030	0,0289	55,32	0,7419	0,0046	0,0145	0,0277	0,0019	0,0595
12	0,1515	0,0493	0,0030	0,0292	55,31	0,7479	0,0046	0,0184	0,0277	0,0021	0,0603
Trung bình	0,1517	0,0487	0,0026	0,0291	55,26	0,7470	0,0047	0,0178	0,0276	0,0018	0,0565
Giá trị lớn nhất	0,1537	0,0497	0,0030	0,0296	55,32	0,7509	0,0048	0,0198	0,0279	0,0021	0,0603
Giá trị nhỏ nhất	0,1490	0,0473	0,0020	0,0287	54,93	0,7419	0,0045	0,0145	0,0269	0,0016	0,0486
Khoảng sai lệch	0,0047	0,0024	0,0010	0,0009	0,39	0,0090	0,0003	0,0053	0,0010	0,0005	0,0117
Độ lệch chuẩn	0,0012	0,0007	0,0005	0,0003	0,13	0,0031	0,0001	0,0014	0,0003	0,0001	0,0038
Độ lệch chuẩn tương đối %	0,7756	1,5305	19,9327	0,9141	0,23	0,4085	2,1385	7,8280	1,1426	8,1357	6,7266

Bảng 4 cho thấy độ lệch chuẩn đối với hầu hết các oxit đều rất nhỏ, đều đó thể hiện sự ổn định của đường chuẩn, của mẫu chuẩn cũng như thiết bị phân tích là tương đối tốt. So sánh với kết quả của Ramasamy (2009) hầu hết đối với các nguyên tố là tương đương, riêng đối với CaO, độ ổn định kết quả của Ramasamy (2009) là 0,08 cao hơn so với kết quả trong nghiên cứu này (0,13). Điều này có thể lý giải do sự ổn định của mẫu chuẩn giữa hai nghiên cứu là khác nhau. Đối với độ lệch chuẩn tương đối, đối với các nguyên tố có hàm lượng nhỏ, độ lệch chuẩn tương đối lớn nhất < 20% so với các tác giả (Ramasamy và nnk, 2009) độ lệch chuẩn tương đối < 16%. So với kết quả Mori (2007), độ lệch chuẩn tương đối đối với MgO và CaO của mẫu Đá vôi JLS-1 là 0,4 và 0,5, các kết quả trong nghiên cứu này có giá trị tốt hơn.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã đưa ra quy trình phân tích mẫu đá vôi bằng phương pháp nén mẫu trên hệ thiết bị phân tích huỳnh quang tia X - S2 Ranger. Kết quả cho thấy, đối với qui quy trình phân tích đá vôi, độ chính xác cao thể hiện tương đối tốt.

Cường độ và sự tập trung của hàm lượng các oxit chính trong đường chuẩn thể hiện một sự tương quan chặt. Các mẫu chuẩn dùng để kiểm tra chỉ ra một dãy hẹp của độ lệch phân tích. Hơn thế nữa, độ chính xác của các đường chuẩn cũng chỉ ra các mức tương đồng với các phương pháp phân tích khác (như phân tích hóa). Những gợi ý này cho thấy các đường chuẩn xây dựng là ổn định.

Các kết quả nghiên cứu, khảo sát được đánh giá, so sánh với các giá trị chuẩn (giá trị chấp nhận được) của các mẫu chuẩn cũng như đối sánh với các nghiên cứu khác. Cụ thể, cùng mẫu chuẩn JLs-1 kết quả phân tích từ đường chuẩn xây dựng có độ chính xác khá tương đồng với các nghiên cứu của các nhà khoa học khác trên thế giới, thậm chí một số ôxit (CaO) còn có độ chính xác tốt hơn.

Lời cảm ơn

Tập thể tác giả xin gửi lời cảm ơn tới ThS Cù Sĩ Thắng, phó Giám đốc Trung tâm phân tích, Viện Địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã cung cấp 15 mẫu đá vôi.

Tài liệu tham khảo

ASTM C1271-99 (reapproved 2012). *Standard test method for X-ray spectrometric analysis of lime and limestone*.

Bradner D. Wheeler, PHD., 1999. Analysis of limestone and dolomites by X-ray fluorescence. *The Rigaku Journal* Vol.16/Number 1.

Goto A., Horie T., Ohba T., & Fujimaki H., 2002. XRF analysis of major and trace elements for wide compositional ranges from silicate rocks to carbonat rocks using low dilution glass beads. *Japanese Magazine of Mineralogical and Petrological Sciences*, 33:162-173.

Imai N., S. Terashima S. Itoh & Ando A., 1996. Compilation of analytical data for nine GSJ Geochemical Reference Samples, "Sedimentary rock series". *Geostandards Newsletter*, 20: 165-216.

Rigaku Corporation. Quantitative analysis of dolomite and limestone by pressed powder method with Supermini200. *Application Note*. XRF 1058.

Taggart, Joseph E, Jr. and David F. Siems., 2002. *Major element analysis by wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometry*. USGS open file 02-223-T.

Timothy E. La Tour, 1989. Analysis of rocks using X-ray fluorescence spectrometry. *The Rigaku Journal* Vol. 6, No 1.

Ramasamy V., Ponnusamy V., Sabari S., Anishia S. R. & Gomathi S. S., 2009. Effect of grinding on the crystal structure of recently excavated dolomite. *Indian Journal of Pure & Applied Physics*. Vol.47, pp.586-591.

Yasushi Mori, 2007. X-ray fluorescence analysis of major and trace elements in carbonate rocks using glass bead samples. *Bill. Kitakyushu Mus. Nat. Hist. Hum. Hist., Ser, A*, 5:1-12.

ABSTRACT

Investigation of quantitative analysis procedure of limestone by X-ray fluorescence by the S2 Ranger instrument

Khuong The Hung^{1,*}, Pham Nhu Sang¹, Do Manh An¹, Ta Thi Toan¹, Pham Thi Thanh Hien¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

Quantitative Analysis of limestone by X-ray fluorescence consists of the instrument, sample preparation, measurement, standards and calibration sections. Therein, instrument is Ranger S2, sample preparation of pressed powder pellets by the hydraulic press oil, however, in this research we use the samples from previous study. Addition of PVA solution and standard samples of Vietnam have been investigated and evaluated. Using combined investigation methods as data collecting, standard calibration curve, and knowledge-driven, research results are compared with other results by chemical methods. The accuracy is determined for CaO, MgO in the limestone calibration curves are 0.54 and 0.28, respectively. The relative standard deviations are 0.23 and 0.41. The analysis results show that the error of X-ray fluorescence analysis (XRF) and chemical analysis are very low, which confirms the stability and reliability of standard calibration curve and analytical instruments.

Keywords: Quantitative analysis; limestone; X-ray fluorescence; wavelength dispersive; S2 Ranger instrument.

Thực trạng khai thác, chế biến quặng chì-kẽm ở tỉnh Bắc Kạn và khả năng thu hồi thành phần có ích đi kèm

Phạm Việt Huy^{1,*}, Nguyễn Tiến Dũng², Phan Việt Sơn²

¹ Văn phòng Bộ Tài nguyên và Môi trường

² Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Hà Nội

TÓM TẮT

Trong các mỏ khoáng sản chì-kẽm, đi kèm với các khoáng sản chính (chì-kẽm) còn có rất nhiều nguyên tố kim loại có ích khác, đặc biệt là các kim loại quý hiếm. Nhiều kim loại quý hiếm gặp trong các mỏ này không hình thành tụ khoáng độc lập mà chỉ tồn tại dưới dạng là thành phần đi kèm trong các mỏ quặng của kim loại khác. Đồng thời không phải tất cả các thành phần đi kèm đều có ích, mà có những hợp phần có hại. Vì thế, việc nghiên cứu và đánh giá đầy đủ các thành phần đi kèm, nghiên cứu khả năng thu hồi các hợp phần có ích trong quặng,...có ý nghĩa thực tiễn quan trọng làm tăng thêm giá trị kinh tế của mỏ khoáng, góp phần giải quyết vấn đề khan hiếm nguồn kim loại quý hiếm đang cạn dần, giảm thiểu tổn thất tài nguyên và ô nhiễm môi trường. Trên cơ sở áp dụng các phương pháp phân tích, tổng hợp và xử lý tài liệu thăm dò, kết quả nghiên cứu mẫu công nghệ kết hợp với khảo sát thực địa, thu thập mẫu bổ sung tại các mỏ chì-kẽm trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn, báo cáo sẽ làm rõ về thực trạng khai thác, chế biến quặng chì - kẽm ở tỉnh Bắc Kạn và khả năng thu hồi các thành phần có ích đi kèm trong quá trình khai thác và chế biến quặng chì-kẽm.

Từ khóa: Quặng chì - kẽm; thành phần có ích; tỉnh Bắc Kạn.

1. Đặt vấn đề

Khoáng sản là nguồn tài nguyên không tái tạo, việc khai thác, sử dụng tổng hợp tài nguyên khoáng đang là mục tiêu chiến lược của nhiều quốc gia trên thế giới. Điều đó đối với nước ta lại càng quan trọng hơn, bởi lẽ phần lớn các mỏ khoáng kim loại cơ bản và kim loại quý hiếm đều có quy mô nhỏ và trung bình. Thực tế cho thấy các mỏ khoáng sản chì-kẽm thường là các tích tụ khoáng đa kim, trong đó đi kèm với các khoáng sản chính (chì-kẽm) còn có rất nhiều nguyên tố kim loại có ích khác, đặc biệt là kim loại quý hiếm. Nhiều kim loại quý hiếm trong các mỏ này không hình thành tụ khoáng độc lập mà chỉ tồn tại dưới dạng là thành phần đi kèm trong các mỏ quặng của kim loại khác. Vì thế, việc phát hiện và đánh giá đầy đủ các thành phần đi kèm, nghiên cứu khả năng thu hồi các hợp phần có ích trong quặng,...có ý nghĩa thực tiễn quan trọng làm tăng thêm giá trị kinh tế của mỏ khoáng, góp phần giải quyết vấn đề khan hiếm nguồn kim loại quý hiếm đang cạn dần, giảm thiểu tổn thất tài nguyên và ô nhiễm môi trường. Trên cơ sở các kết quả thăm dò, khai thác, chế biến khoáng sản tại các mỏ chì-kẽm, báo cáo sẽ làm rõ về thực trạng khai thác, chế biến quặng chì-kẽm ở tỉnh Bắc Kạn và khả năng thu hồi các thành phần có ích đi kèm trong quá trình khai thác và chế biến.

Bắc Kạn là địa phương có nguồn lực tài nguyên quặng chì, kẽm đứng đầu cả nước; theo đó quặng được chia làm 02 loại gồm: quặng ôxyt và quặng sulfur được phân bố tập trung cao ở huyện Chợ Đồn, ngoài ra còn tập trung rải rác ở các huyện khác như Ngân Sơn, Pác Nặm, Bạch Thông, Chợ Mới. Trong 02 loại quặng này tùy thuộc vào điều kiện thành tạo địa chất của quặng mà khoáng sản có ích đi kèm cũng khác nhau về thành phần, số lượng, chất lượng.

2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp khảo sát thực địa và thu thập mẫu: nhằm thu thập bổ sung tài liệu về hiện trạng thăm dò, khai thác, chế biến quặng chì-kẽm và tác động của hoạt động khoáng sản đến môi trường. Phương pháp kế thừa, tổng hợp, phân tích, xử lý tài liệu có trước. Để giải quyết nhiệm vụ nghiên cứu, tác giả đã tiến hành thu thập, tổng hợp, phân tích và xử lý tài liệu từ các công trình nghiên cứu trước, kết quả phân tích mẫu, tài liệu nghiên cứu mẫu công nghệ, các tài liệu thực tế khai thác, chế biến quặng chì - kẽm trong khu vực nghiên cứu. Phương pháp kinh nghiệm kết hợp với ý kiến chuyên gia để đánh giá khả năng thu hồi thành phần có ích đi kèm trong các mỏ chì-kẽm ở Bắc Kạn.

* Tác giả liên hệ

Email: phamviethuy206@gmail.com

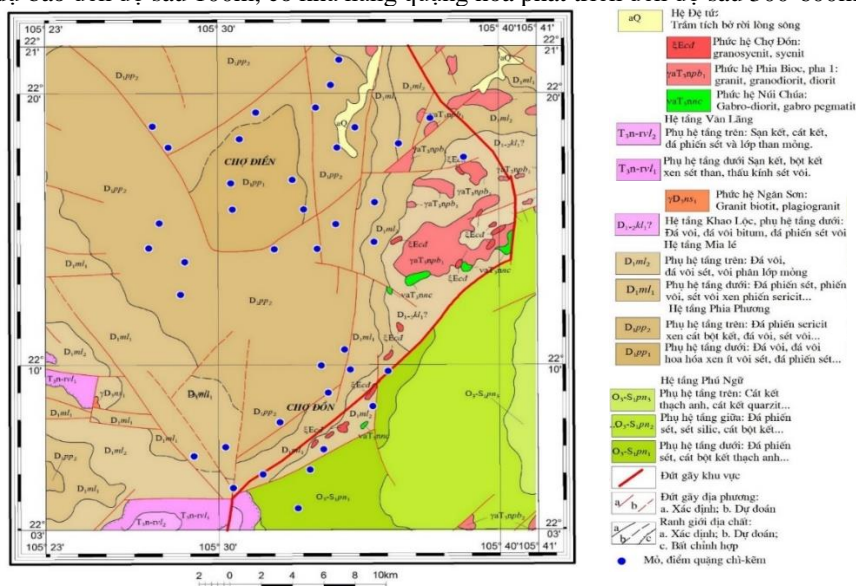
3. Đặc điểm địa chất và quặng hóa chì-kẽm tỉnh Bắc Kạn

3.1. Vùng quặng Chợ Điền- Chợ Đồn

Vùng quặng Chợ Điền- Chợ Đồn có dạng đẳng thước phân bố gần trùng với một nếp lồi doãn, được thành tạo chủ yếu bởi trầm tích lục nguyên-carbonat của hệ tầng Phia Phương (D_{1pp}) và hệ tầng Mia Lé (D_{1ml}). Trên bình đồ cấu trúc, vùng quặng là một khối nâng kiến tạo (Đào Thái Bắc, 2011). Vùng quặng có diện tích khoảng 600km² và đã được nghiên cứu tương đối kỹ. Vùng quặng được chia làm hai trường quặng:

- Trường quặng Chợ Điền phân bố ở phía tây bắc gồm các điểm mỏ đáng chú ý là: Phia Khao, Đèo An, Bình Chai, Lũng Hoài, Bó Pen, La Poanh, Than Tàu... chúng có cấu tạo địa chất và thành phần khoáng vật gần gũi nhau. Khoáng hóa chì- kẽm được tích tụ trong các đới dập vỡ của hệ thống khe nứt phương á kinh tuyến và đông bắc- tây nam. Các thân quặng lớn phân bố tập trung ở vị trí giao nhau của các hệ thống đứt gãy có phương khác nhau. Chiều dài các thân quặng khoảng 200m, có khi đạt tới 800m. Chiều dày từ 0,2m đến 9m. Quặng tập trung chủ yếu trong đá vôi đôi khi ở đới tiếp xúc giữa đá vôi và đá phiến. Kết quả thăm dò cho thấy trữ lượng cấp 121+122+333 là 2.211.500 tấn quặng, trong đó Pb+Zn là 360.400 tấn, Ag 100 tấn và Cd 500 tấn.

- Trường quặng Chợ Đồn nằm ở phía đông nam nếp lồi Phia Khao có đặc điểm địa chất tương đối giống trường Quặng Chợ Điền: phát triển trầm tích lục nguyên-carbonat hệ tầng Phia Phương (D_{1pp}) và hệ tầng Mi Lé (D_{1ml}) và một ít trầm tích lục nguyên-carbonat-silic hệ tầng Phú Ngũ (O_2-S_{1pn}). Các đứt gãy chính khống chế quặng hóa gồm: Hệ thống đứt gãy phương đông bắc - tây nam, đặc biệt là đứt gãy chòm nghịch Huấn Phong-Nà Cát, đi kèm với nó có các thể xâm nhập và hệ thống đứt gãy phương á kinh tuyến (đứt gãy Ba Bò). Quặng chì-kẽm phát triển chủ yếu tập trung trong trầm tích lục nguyên-carbonat hệ tầng Phia Phương (D_{1pp}) nằm kẹp giữa hai hệ thống đứt gãy phương á kinh tuyến và đông bắc- tây nam. Tài nguyên dự tính cho quặng chì-kẽm ở Chợ Đồn 333+334 là 2.934.438 tấn Pb+Zn (Nguyễn Xuân Trường, 1995). Tuy vậy đây chỉ là số liệu dự báo đến độ sâu 100m, có khả năng quặng hoá phát triển đến độ sâu 300-600m.



Hình 1. Sơ đồ phân bố các mỏ, điểm quặng chì - kẽm vùng Chợ Điền - Chợ Đồn (nguồn: Nguyễn Anh Tuấn, 2015)

3.2. Vùng quặng Ngân Sơn-Bạch Thông

Vùng quặng Ngân Sơn-Bạch Thông: Bao gồm diện tích thuộc các xã Trung Hoà, Vân Tùng, Thượng Quan, thị trấn Nà Phặc, xã Lãng Ngâm, Bằng Vân, Đức Vân, Sỹ Bình. Gồm 20 điểm quặng phân bố ở cánh đông nam nếp lồi Ngân Sơn và dọc cánh đông đứt gãy phân đới cấu tạo (đứt gãy quốc lộ 3, Đào Thái Bắc, 2011). Quặng chì, kẽm vùng Ngân Sơn-Bạch Thông chủ yếu dạng lấp đầy các đới dập vỡ (đới cà nát). Hàm lượng chì kẽm thay đổi với biên độ lớn, quy mô các thân quặng qua đo vẽ tỷ lệ 1/50000 chưa được làm rõ. Các điểm quặng chì kẽm ở huyện Bạch Thông có chiều dài khá ổn định, tuy nhiên hàm lượng và chiều dày thay đổi khá lớn.

3.3. Vùng quặng Pác Nặm

Gồm 6 điểm quặng mới được phát hiện trong quá trình khảo sát phổ tra như chì, kẽm Khuôn Túng, Nhận Môn thuộc xã Nhận Môn; Khuổi Nạn, Lũng Páng, Phia Đăm thuộc xã Bằng Thành; Nà Mun xã An Thắng.

Các điểm này đang được Liên đoàn Địa chất Đông Bắc tiến hành điều tra, thăm dò, kết quả bước đầu cho thấy triển vọng quặng chì, kẽm khá tốt. Ngoài 3 vùng quặng trên còn một số điểm chì kẽm ở huyện Na Rì: Côn Minh, Trà Lầu, Lũng Soòm, Cốc Keng thuộc xã Côn Minh. Huyện Chợ Mới có 2 điểm là: Cao Kỳ, xã Cao Kỳ và điểm Quảng Cố, xã Quảng Chu. Ngoài ra còn một số mỏ ở dạng phân tán, nhỏ lẻ gồm: Cốc Lóp, Cốc Chặng; Sáo Sào thuộc thị trấn Nà Phặc; Pác Á, Nà Diều, xã Thượng Quan; Bản Kết, xã Lãng Ngâm. Hàm lượng chì, kẽm từ 3% đến 6%; hàm lượng Au dao động từ 0,1 đến 0,5g/tấn; hàm lượng Ag từ 4 đến 50kg/tấn.

4. Hiện trạng khai thác, chế biến quặng chì-kẽm tỉnh Bắc Kạn

4.1. Hiện trạng công tác khai thác quặng chì - kẽm

Tỉnh Bắc Kạn hiện có 13 mỏ quặng chì -kẽm được cấp phép khai thác, trong đó 06 mỏ được Bộ Công nghiệp, Bộ Tài nguyên và Môi trường cấp phép khai thác gồm: Mỏ Chợ Điện; Nà Bốp-Pù Sáp, Lũng Vàng, Nà Lặng - Nà Cà, Nà Tùm và mỏ Ba Bờ; 07 mỏ do UBND tỉnh Bắc Kạn cấp gồm mỏ Pù Quếng, Nà Khắt, Pác Á, Khuổi Giang, Sáo Sào, Nà Duồng, Nà Quán. Tổng trữ lượng được huy động vào khai thác là 2.636.050 tấn, trong đó, quặng Oxyt 264.452 tấn, quặng sulfur là 2.371.598 tấn. Tổng sản lượng khai thác là 282.890 tấn/năm. Phương pháp khai thác quặng chì - kẽm tại các mỏ đều khai thác bằng phương pháp hầm lò với công nghệ thủ công là chính.

4.2. Hiện trạng công tác chế biến quặng chì- kẽm

a. Chế biến quặng sulfur với công nghệ tuyển nổi

- Hoạt động chế biến quặng chì, kẽm sulfur giai đoạn trước năm 2005 chủ yếu là tuyển nổi sản xuất tinh quặng kẽm Zn ($\geq 50\%$) và tinh quặng chì Pb ($\geq 50\%$). Quặng sau khi khai thác được chuyên chở về xưởng tuyển bằng ô tô và được tập chung tại bãi chứa; sau đó quặng được sàng qua sàng song có kích thước 200x200mm sau khi quặng đã được đập vỡ bằng búa tạ (đập tay), tất cả quặng có kích thước 200x200mm và nhỏ hơn, quặng thô tiếp tục được đập nhỏ bởi máy đập hàm để kích thước tiếp tục giảm xuống cấp đường kính 15mm sau đó quặng được đưa vào bunke qua cấp liệu lác xuống băng tải cấp liệu cho máy nghiền bi, nghiền theo sơ đồ kín một giai đoạn với máy phân cấp ruột xoắn. Bùn tràn qua phân cấp ruột xoắn đạt tới 75% quặng có kích cỡ 0,074mm cho vào máy khuấy 1 để tuyển tách chì. Vòng tuyển chì gồm 1 khâu tuyển chính; 3 khâu tuyển tinh; 2 khâu tuyển vét. Tinh quặng tuyển vét và đuôi khâu tuyển tinh quay lại khâu trước đó; tinh quặng ở khâu tuyển tinh được đưa vào bể lắng chì. Cuối tuyển vét sẽ được đưa vào thùng khuấy 1 để tuyển kẽm. Vòng tuyển kẽm gồm 1 khâu tuyển chính; 3 khâu tuyển tinh; 3 khâu tuyển vét. Tinh quặng tuyển vét 3 khâu tuyển tinh quay lại khâu trước đó, tinh quặng của khâu tuyển tinh 2 vào bể lắng kẽm; đuôi tuyển vét 3 được chuyển ra bãi thải.

b. Chế biến quặng ôxyt

Quặng ôxyt kẽm nguyên khai hàm lượng từ 10 đến 30% (trung bình 20% ZnO) được trộn với nguyên liệu (than cám) đưa vào buồng đốt (đạt đến nhiệt độ 1.100°C). Kim loại kẽm được làm nguội và thu lại dưới dạng bột kẽm ôxyt khi nhiệt độ trong lò thiêu đạt đến điểm tới hạn, kim loại kẽm chuyển từ thể rắn sang thể khí. Khi làm nguội sẽ sử dụng không khí đưa vào và sản phẩm thu được là ZnO có hàm lượng từ 50 - 90% (trung bình 70% ZnO).

c. Chế biến quặng đa kim

- Hoạt động chế biến quặng đa kim được thực hiện từ những năm 2003 do Công ty TNHH Hoàng Giang thực hiện với quy mô nhỏ 2.500 tấn quặng nguyên khai/năm (nguồn quặng chủ yếu từ mỏ chì, kẽm Pác Á, thị trấn Nà Phặc, huyện Ngân Sơn được cấp phép khai thác tận thu). Công nghệ chế biến là tuyển nổi, tuyển trọng lực, nung luyện và kết hợp với chiết tách hóa học thu hồi kim loại quý đi kèm không sử dụng hóa chất độc hại. Sơ đồ công nghệ chế biến quặng chì, kẽm đa kim: Hiện tại mô hình và công nghệ chế biến này đang được áp dụng phổ biến tại các điểm quặng có nguồn quặng đa kim gồm: (1) quặng ôxyt kẽm, chì; (2) quặng sắt mangan và kẽm, chì tại các điểm mỏ và điểm khoáng sản đa kim hiện đã được cấp phép thăm dò hoặc khai thác trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn.

d. Chế biến chì thỏi

- Hiện tại trên địa bàn tỉnh có 01 dự án chế biến chì thỏi với công suất 5.000 tấn/năm đều sử dụng công nghệ thiêu kết - luyện hoàn nguyên trong lò quạt gió (lò đứng) để sản xuất chì thô 96 - 98%; để sản phẩm có giá trị cao cũng như tận thu được các kim loại đi kèm có trong tinh quặng chì (Ag hoặc Au) thì cần phải chế biến sâu hơn nữa hay nói cách khác là phải điện phân tinh luyện ra chì sạch 99,99%. Tinh quặng chì được thiêu kết bằng băng tải xích. Tinh quặng đã thiêu kết sau đó được phân cấp, cục lớn được đưa vào lò quạt gió để

hoàn nguyên chì bằng than cốc, chì thô thu được có hàm lượng từ 96-98%. Thiêu kết phẩm vụn được quay lại khu vực chuẩn bị nguyên liệu để phối liệu cho mẻ thiêu kết mới. Khí khối của quá trình thiêu kết và quá trình luyện chì trong lò đứng được thu bụi và sau đó xử lý bằng nước vôi để thu hồi sản phẩm phụ là thạch cao. Bụi thu được làm hồi liệu cho khâu thiêu kết cùng với tinh quặng.

4.3. Một số tồn tại, hạn chế từ hoạt động khai thác, chế biến quặng chì-kẽm ở tỉnh Bắc Kạn

Trên cơ sở các kết quả khảo sát thực tế và phân tích mẫu tại các Dự án khai thác, chế biến quặng chì-kẽm trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn cho thấy hoạt động khai thác, chế biến còn một số tồn tại sau: - Sản lượng các nhà máy tuyển được cấp phép lớn hơn so với sản lượng quặng nguyên khai dẫn đến mất cân đối nguyên liệu cho các Dự án chế biến, gây nên tình trạng tranh chấp nguyên liệu đầu vào là quặng nguyên khai, gây lãng phí về đầu tư xây dựng, khó khăn trong quản trị tài nguyên khoáng sản. - Công nghệ chế biến quặng chì, kẽm chủ yếu là của Trung Quốc, thiết bị cũ và lạc hậu nên chất lượng quặng tinh thấp, hiệu quả kinh tế không cao. Đặc biệt là chưa thu hồi được các nguyên tố kim loại đi kèm trong quặng nên không nâng cao được giá trị kinh tế của mỏ gây lãng phí tài nguyên. - Chưa chú ý khai thác triệt để được quặng nghèo, tài nguyên khoáng sản chưa được sử dụng hợp lý, tiết kiệm, có hiệu quả, cụ thể là khối lượng quặng ôxít có chứa sắt-mangan và khoáng sản Ag, Au rất lớn tại mỏ Nà Tùm.

5. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

5.1. Thành phần đi kèm trong các mỏ chì-kẽm tỉnh Bắc Kạn

a. Vùng quặng Chợ Điền - Chợ Đồn

Nhìn chung, các mỏ quặng chì-kẽm ở Chợ Điền – Chợ Đồn thì ngoài các nguyên tố quặng chính là Pb, Zn thì thường có các nguyên tố đi kèm Ag, Au, Cd, Fe, S,... Các nguyên tố đi kèm chủ yếu tồn tại trong các khoáng vật dưới các dạng khác nhau và hàm lượng cũng khác nhau. Ag chủ yếu tồn tại trong các khoáng vật prustit, pyracgirit, canfidit và trong galenit (đạt tới 3%). Cd tập trung trong sphalerit, ngoài ra còn có bismut. Kết quả phân tích thành phần hóa học quặng chì – kẽm mỏ Nà Bốp cho thấy các nguyên tố có ích đi kèm trong quặng chì - kẽm gồm Cu, Sn, As, Au, Ag, Sb và Cd khá cao.

Các phân tích bằng phương pháp khuếch tán năng lượng - phổ huỳnh quang Ronghen (XRF - ED) và hấp thụ nguyên tử cho thấy (Trần Trọng Hòa và nnk, 2000) các kim loại đi kèm quặng chì - kẽm ở các mỏ Nà Bốp, Ba Bô và Nà Tùm có hàm lượng đáng chú ý gồm: Cu, Sn, Au, Ag, Cd, In, Sb, Se, Bi. Hàm lượng Cu, Sn, Ag, Cd, In, Se và Bi trong quặng chì - kẽm khá cao ở mỏ Nà Bốp và Ba Bô, trong khi ở mỏ Nà Tùm thấp hơn. Au, Sb có mặt trong quặng chì - kẽm và có hàm lượng khá cao ở mỏ Nà Tùm và Ga và Ge không đặc trưng cho quặng chì - kẽm các mỏ Chợ Đồn (Bảng 1).

Bảng 1. Hàm lượng kim loại phân tán (ppm) trong quặng chì - kẽm ở một số mỏ Chợ Đồn

Nguyên tố	Nà Bốp			Nà Tùm	Ba Bô
	NB02 - 1	NB02 - 6	NB02 - 8	NT02 - 3	BB02 - 1a
Cu	1160	19592	2044	65	2912
Sn	304	188	84	36,5	683
Au	0,16*	0,061*	0,013*	0,53*	0,23*
Ag	843	346	150	50,2	1941
	681*	341*	101*	40,7*	657*
Cd	432	290	337	37,8	365
In	325	382	142	5,25	5,32
Ge	-	-	-	-	-
Ga	-	-	16,1	-	-
Sb	186	95	28,9	8,96	1884
Te	-	-	-	-	29,6
Se	1186	996	-	59	12395
Bi	2793	2218	189	152	19417

Ghi chú: Phân tích tại Viện LHĐC - ĐVL - KV Novosibirsk, CHLB Nga bằng phương pháp XRF - ED.

(*) số liệu được phân tích bằng phương pháp hấp thụ nguyên tử. (Trần Trọng Hòa và nnk, 2004)

b. Vùng quặng Ngân Sơn-Bạch Thông

Vùng quặng Ngân Sơn-Bạch Thông nhìn chung mức độ nghiên cứu còn sơ lược, chủ yếu mới được đánh giá khi đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản tỷ lệ 1:50.000. Hiện tại mới chỉ có mỏ Nà Lặng - Nà Cà được thăm dò với trữ lượng ở cấp 122 là 56.211 tấn quặng sulfur chì-kẽm.

Kết quả phân tích cho thấy quặng chì-kẽm mỏ Nà Lặng – Nà Cà có hàm lượng Pb, Zn thấp nhưng hàm lượng các nguyên tố đi kèm Au, Ag, Sn lại khá cao hoàn toàn có thể thu hồi trong quá trình khai thác và tuyển quặng chì-kẽm (Bảng 2).

Bảng 2. Kết quả phân tích mẫu hóa nhóm mỏ quặng chì-kẽm Nà Lặng - Nà Cà, huyện Bạch Thông

Số hiệu TQ	Hàm lượng										
	Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb (g/t)	Zn (g/t)	Cd (%)	As (%)	Sb (%)	Cu (%)	Bi (%)	Fe (%)	Sn (%)
TQ.1	0,11	102,60	1,65	1,58	0,01	0,003	0,008	0,03	0,004	2,65	0,050
TQ.3	0,10	45,00	5,501	3,977	0,021	0,002	-	0,043	0,009	1,877	0,040
TQ.4	0,10	162,71	3,57	3,54	0,02	0,002	0,01	0,009	0,001	1,935	0,075
TQ.5	0,10	62,833	1,823	4,450	0,027	0,004	0,020	0,016	0,001	3,010	0,055
TQ.6	0,107	152,14	3,162	3,494	0,013	0,002	0,006	0,012	0,009	1,707	0,050
TB	0,103	99,66	3,14	3,41	0,018	0,003	0,011	0,022	0,005	2,236	0,054

5.2. Nhận định về các khoáng sản có ích đi kèm

- **Cadimi (Cd):** Hàm lượng Cd trong quặng từ các thân quặng dao động khá lớn phụ thuộc vào hàm lượng của Zn trong quặng. Theo các kết quả phân tích thu được thì Cd giàu nhất là quặng chì-kẽm khu vực Chợ Điền. Quặng chì - kẽm khu vực Chợ Đồn có hàm lượng Cd thấp hơn. Các giá trị hàm lượng Cd trong tinh quặng Zn ở các mỏ chì - kẽm ở Bắc Kạn đều có chất lượng tương đương ở các mỏ có hàm lượng Cd thuộc loại giàu - trung bình. Hàm lượng Cd trong sphalerit trong các mỏ Pb - Zn khu vực Chợ Đồn dao động trong khoảng 0,11 - 0,26% (trung bình là 0,17%); khu mỏ Chợ Điền: 0,17 - 0,53%. Như vậy, các mỏ chì - kẽm ở Bắc Kạn đều là nguồn cung cấp Cd công nghiệp và rõ ràng, kim loại này cần được tính đến trong khi tính toán tiềm năng tài nguyên đối với các mỏ cần được thu hồi trong khai thác quặng chì - kẽm.

- **Indi (In):** Theo các kết quả phân tích, hàm lượng của In trong quặng nguyên khai (Zn=4 - 5%) của xưởng tuyển khu vực Chợ Đồn tương đương với hàm lượng In trong các mỏ chì - kẽm đa kim khu vực Meng'entaolegai Trung Quốc (Trần Trọng Hòa và nnk, 2004). Hàm lượng In trong tinh quặng kẽm khu vực Chợ Đồn (83 - 588 g/t) cũng thuộc loại khá giàu. In cũng có mặt trong tinh quặng chì với hàm lượng 7,3 - 45g/t. Như vậy, triển vọng của In liên quan tới quặng chì - kẽm ở Bắc Kạn trước hết phải kể đến là các mỏ khu vực Chợ Đồn và Chợ Điền, trong đó vai trò của sphalerit là quan trọng; thêm vào đó, In cũng có mặt trong galenit trong tổ hợp với sphalerit. Đồng thời có thể coi hàm lượng cao của Fe và Sn trong sphalerit là các dấu hiệu về triển vọng của In liên quan tới các mỏ chì - kẽm ở Bắc Kạn.

- **Bạc (Ag):** Hàm lượng Ag trong các mỏ chì-kẽm Bắc Kạn khá gần gũi nhau và ở mức từ vài chục đến 200g/t. Sự có mặt của Ag thường liên quan đến galenit. Xét về độ chứa Ag, galenit của các khu vực Chợ Đồn và Chợ Điền không khác nhau. Hàm lượng Ag trong galenit từ hai khu vực này thường dao động trong khoảng từ 140 - 200g/t. Hàm lượng Ag trong galenit từ các mỏ chì - kẽm Bắc Kạn thuộc loại giàu.

- **Đồng (Cu):** hàm lượng Cu trung bình từ quặng nguyên khai ở khu vực Chợ Đồn khoảng 0,1%, khu vực Chợ Điền 0,05%. Khoáng vật chứa Cu chủ yếu là chalcopirit, thường xuyên có mặt trong quặng ở các mỏ. Hàm lượng Cu trong tinh quặng kẽm và chì: khu vực Chợ Đồn: 0,56% và 0,43%; khu vực Chợ Điền: 0,16 và 0,62%. Như vậy, Cu trong các mỏ chì - kẽm ở Bắc Kạn, cũng là thành phần cần được tính đến trong tài nguyên đi kèm và cần được thu hồi như là sản phẩm phụ.

- **Thiếc (Sn):** Hàm lượng Sn trung bình trong quặng nguyên khai 307 ppm; trong tinh quặng kẽm 1.457ppm; trong tinh quặng chì 321ppm. Sự có mặt của các khoáng vật chứa thiếc (cassiterit, stanin) trong các khoáng vật quặng chính là nguyên nhân của sự giàu Sn, đặc biệt là tinh quặng kẽm. Mối tương quan Sn - Zn khá chặt chẽ đối với quặng khu mỏ Chợ Đồn. Với giá trị hàm lượng Sn trong quặng nguyên khai và tinh quặng nêu trên, cần coi thiếc là một trong những kim loại đi kèm có ích cần được thu hồi ở khu vực Chợ Đồn.

- **Gali (Ga):** Hàm lượng Ga trung bình trong sphalerit ở các kiểu mỏ chì - kẽm là khác nhau: kiểu mỏ dạng mạch 43 - 140ppm; kiểu mỏ dạng tầng 10 - 65ppm. Đối với các mỏ chì - kẽm Bắc Kạn, xét theo độ chứa Ga, các mỏ khu vực Chợ Đồn là có triển vọng nhất. Hàm lượng Ga: trong quặng nguyên khai 18,15ppm, trong tinh quặng kẽm 83ppm, tinh quặng chì 5,23ppm và trong đuôi thải tuyển 10ppm. Như vậy, hàm lượng Ga trong quặng chì - kẽm khu vực Chợ Đồn chủ yếu nằm trong tinh quặng kẽm.

Theo số liệu thống kê trong các báo cáo điều tra đánh giá, thăm dò quặng chì - kẽm trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn, thì tài nguyên dự báo các loại khoáng sản đi kèm quặng chì - kẽm là: 1.273 tấn Ag; 4.842 tấn Cd; 4.058 kg Au; 4.730 tấn Cu.

6. Kết luận và kiến nghị

6.1. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu trên cho phép rút ra một số kết luận như sau:

Thực trạng khai thác, sản lượng chế biến tại các nhà máy tuyển được cấp phép lớn hơn so với sản lượng quặng nguyên khai khai thác dẫn đến mất cân đối nguyên liệu cho các Dự án chế biến, gây lãng phí về đầu tư xây dựng và khó khăn trong quản trị tài nguyên khoáng sản. Công nghệ chế biến quặng chì - kẽm đã

phần cũ và lạc hậu nên chất lượng quặng tinh thấp, hiệu quả kinh tế không cao. Đặc biệt là chưa thu hồi được các nguyên tố kim loại đi kèm trong quặng nên không nâng cao được giá trị kinh tế của mỏ gây lãng phí tài nguyên. Kết quả nghiên cứu cho thấy ngoài các thành phần chính là Pb, Zn, trong quặng còn có các thành phần có ích đi kèm như: In, Sn, Cd, Cu, Au, Ag, Ga, Ge, Sb, Se, Te, As, Rb, Sr, Re, Fe, Ba. Hàm lượng quặng Pb+Zn và các nguyên tố đi kèm phụ thuộc vào từng kiểu quặng nguồn gốc và từng khu vực khác nhau. Tinh quặng Pb, Zn sau tuyển đuôi quặng và bùn thải ở các mỏ quặng chì-kẽm khu vực Chợ Điền - Chợ Đồn cho thấy các nguyên tố đi kèm có hàm lượng cao cần được tính đến trong đánh giá giá trị tài nguyên của mỏ như: In, Cu, Sn, Cd, Ag, Ga,...

6.2. Kiến nghị

- Cần tiếp tục đầu tư nghiên cứu và đánh giá về dạng tồn tại của các nguyên tố kim loại đi kèm trong các mỏ quặng chì-kẽm, xác định đầy đủ các thành phần đi kèm và tiềm năng tài nguyên từng nguyên tố kim loại đi kèm trong các mỏ quặng chì-kẽm ở Bắc Kạn. - Nghiên cứu công nghệ tuyển và thu hồi đối với từng nguyên tố kim đi kèm, xác định chi phí tuyển và giá trị của chúng trong các sản phẩm hàng hóa khi giao dịch thương mại để làm rõ hiệu quả kinh tế mỏ khi thu hồi các thành phần đi kèm. - Cần có các cơ chế, chính sách khuyến khích hoặc ưu đãi các Doanh nghiệp đầu tư công nghệ chế biến khoáng sản đặc biệt là chế biến quặng nghèo; quặng đa kim thu hồi tối đa khoáng sản có ích đi kèm.

Tài liệu tham khảo

Trần Tuấn Anh và nkk, 2010. *Nghiên cứu thành phần đi kèm trong các kiểu tụ khoáng kim loại cơ bản và kim loại quý, hiếm có triển vọng ở miền Bắc Việt Nam nhằm nâng cao hiệu quả khai thác chế biến khoáng sản và bảo vệ môi trường*. Đề tài KC08.24/06-10, Lưu trữ Viện Địa chất, Hà Nội.

Đào Thái Bắc, 2011. *Nghiên cứu đặc điểm và qui luật phân bố thành hệ sinh khoáng chì - kẽm vùng Việt Bắc*. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật địa chất, Hà Nội.

Đỗ Quốc Bình và nkk, 2005. *Nghiên cứu xác lập triển vọng quặng chì - kẽm, vàng và các khoáng sản khác đi kèm vùng Phía Dạ - Nà Cang, các tỉnh Cao Bằng và Bắc Kạn*. Lưu trữ Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội.

Đỗ Quốc Bình và nkk, 2009. *Nghiên cứu triển vọng quặng đồng, chì - kẽm và các khoáng sản khác đi kèm dải quặng Quán Bạ - Pắc Nặm các tỉnh Hà Giang, Cao Bằng và Bắc Kạn*. Lưu trữ Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội.

Trần Trọng Hòa và nkk, 2004. *Điều tra đánh giá tiềm năng khoáng sản đi kèm trong một số mỏ chì - kẽm và đồng ở MBVN*. Lưu trữ Viện Địa chất, Hà Nội.

Nguyễn Anh Tuấn, 2015. *Đặc điểm quặng hoá và định hướng công tác tìm kiếm thăm dò quặng chì - kẽm vùng Đông Bắc Việt Nam*. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật địa chất, Hà Nội.

ABSTRACT

Mining situation, lead-zinc ore processing, and their recovered capacity of the accompanying components in the Bac Kan area

Pham Viet Huy^{1,*}, Nguyen Tien Dung², Phan Viet Son²

¹ Ministry of Natural Resource and Environment

² Hanoi University of Mining and Geology

Lead-zinc deposits are often in polymetallic modules, which is consisted of many efficient metallic elements, especially in rare-precious metals, which are highly technical engineering supplies. Most rare-precious metals are not formed independent ore deposits, and they are only accompanied elements of other metallic deposits, some of them are harmful elements. Therefore, research and estimation of the whole accompanied efficient elements, mineral resource forecasting, the recovered capacity of the efficient and deleterious components, etc. have the importance of the different mining economics, avoid loss of mineral resources and contamination environments. Based on the analytical method, synthetic and exploration data processing combining with field works, collected samples of the lead-zinc deposits in the Bac Kan province, the paper is going to clarify the characteristics of ore minerals, accompanied by efficient elements, and their recovered capacity during exploitation and lead-zinc ore process.

Keywords: Lead-zinc ore; efficient components; Bac Kan area.

Nghiên cứu xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò cho kiểu quặng Wonfram khu vực Núi Pháo, Thái Nguyên

Lương Quang Khang^{1,*}, Khương Thế Hùng¹, Hoàng Văn Vương²

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

² Công ty Sông Đà 5

TÓM TẮT

Khu vực Núi Pháo, tỉnh Thái Nguyên được đánh giá là khu vực có tiềm năng khá lớn về quặng wonfram, phân bố trong các thành tạo đá granit. Trên cơ sở dữ liệu thu thập, bài báo này đã tổng hợp và xử lý số liệu địa chất, đặc biệt là ứng dụng phương pháp toán vào nhận dạng đối tượng nghiên cứu và mô tả thuộc tính định lượng. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng các thân quặng wonfram khu vực Núi Pháo chủ yếu có dạng thấu kính, phân bố trong các đá granit khối Đá Liền thuộc phức hệ Phia Bioc. Nhìn chung, các thân quặng có chiều dày nhỏ, có dạng thấu kính, dạng mạch ngoại trừ thân quặng chính có kích thước tương đối lớn và được thăm dò khá chi tiết bởi mạng lưới công trình khoan và khai đào. Do vậy, để xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò cho kiểu quặng wonfram khu vực Núi Pháo, bài báo tập trung đánh giá cho thân quặng chính. Kết quả đánh giá thống kê cho thấy, hàm lượng wonfram trong thân quặng chính trung bình từ 0,20% đến 1,11%, với hệ số biến thiên (V_c) đạt 91,2% (không đồng đều), và được quy nạp về hàm phân bố loga chuẩn. Chiều dày thân quặng chính trung bình đạt 56,7m, với hệ số biến thiên (V_m) 61,2% (không ổn định). Kết quả tính toán định lượng đã giúp cho xác lập mỏ wonfram Núi Pháo thuộc nhóm mỏ thăm dò loại III, để thăm dò kiểu mỏ wonfram này nên sử dụng mạng lưới thăm dò dạng tuyến, đối với cấp trữ lượng 122 mạng lưới thăm dò phù hợp là $(50 \div 60)m \times (30 \div 35)m$. Đây là những cứ liệu cho phép đề xuất được phương tiện kỹ thuật thăm dò quặng wonfram trong khu vực và các khu vực có điều kiện địa chất khoáng sản tương tự.

Từ khóa: Nhóm mỏ thăm dò; mạng lưới thăm dò; quặng wonfram; Núi Pháo.

1. Đặt vấn đề

Khu vực Thái Nguyên được đánh giá là khá phong phú về tài nguyên khoáng sản và là một khu vực thuận lợi cho phát triển công nghiệp khai thác và luyện kim. Quá trình đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản đã phát hiện ra nhiều điểm quặng và mỏ quặng wonfram ở Thái Nguyên. Tuy nhiên, hầu hết những mỏ này được nhận định có quy mô nhỏ và trung bình, ngoại trừ mỏ wonfram Núi Pháo được đánh giá khá triển vọng (Dudka, 2003; Hải, 2003; Ke, 1991). Nhìn chung, trong số các thân quặng wonfram mỏ Núi Pháo, chỉ có thân quặng chính có kích thước tương đối lớn và được khống chế bởi nhiều công trình thăm dò và khai thác, đủ điều kiện để đánh giá định lượng các thông số thống kê; trong khi đó các thân quặng còn lại có kích thước nhỏ và quy mô khá bé, được khống chế bởi ít công trình thăm dò, không đủ điều kiện cho việc đánh giá thống kê định lượng các thông số quặng hóa. Hơn thế nữa, cho đến hiện nay chưa có bất kỳ một công trình nào đề cập, hệ thống hóa về đặc điểm địa chất và khoáng hóa wonfram khu vực, cũng như xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò phù hợp cho công tác thăm dò quặng wonfram trong vùng. Để đảm bảo độ tin cậy và tạo ra các tài liệu hữu ích cho công tác thăm dò quặng wonfram, xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò wonfram ở khu vực Núi Pháo, các kết quả thu thập, tổng hợp, xử lý dữ liệu địa chất và phương pháp toán thống kê được áp dụng cho thân quặng chính để điều tra đối tượng thăm dò, mô tả quy trình và định lượng chúng được thực hiện.

2. Khái quát về đặc điểm địa chất khu vực Núi Pháo, Thái Nguyên

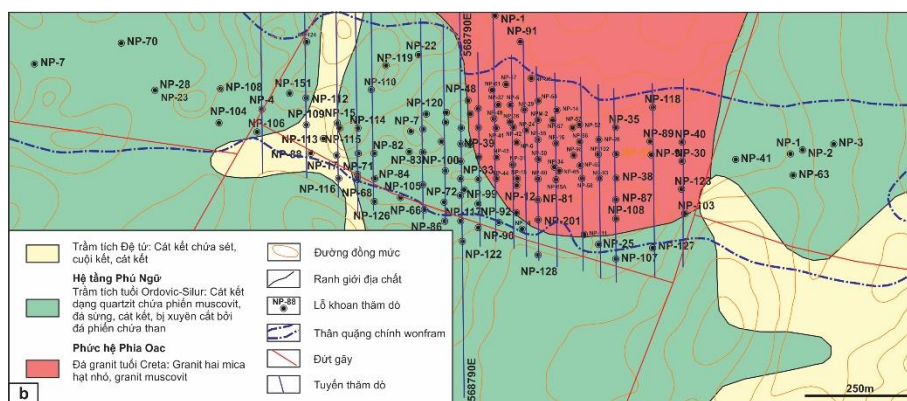
Địa tầng khu vực Núi Pháo có thành phần chủ yếu gồm đá phiến sét, sét pha cát kết; cát kết xen các đá phiến sét than tuổi Ordovic-Silur hệ tầng Phú Ngũ (Ke, 1991). Về phía bắc khu vực nghiên cứu, đá xâm nhập granit lộ ra có dạng khối, có tên gọi là khối Đá Liền (Hình 1). Trầm tích Đệ tứ phân bố ven sông và thung lũng.

Ba hệ thống đứt gãy đã được xác lập ở khu vực Núi Pháo ((Dudka, 2003; Hải, 2003), chúng có phương Tây Bắc-Đông Nam, Đông Bắc-Tây Nam và gần một hệ thống có xu hướng Tây-Đông. Trong đó, đứt gãy phương Tây Bắc - Đông Nam được đánh giá là đứt gãy lớn và chi phối cấu trúc chính của khu vực Núi Pháo. Hầu hết các quặng

* Tác giả liên hệ

Email: luongquangkhang@humg.edu.vn

wonfram được phát hiện ở khu vực Núi Pháo đều liên quan đến hệ thống đứt gãy này và khối granit Đá Liền (Anh, 2003; Hai, 2003).



Hình 1. Sơ đồ địa chất vùng Núi Pháo, Thái Nguyên (mô phỏng theo Dudka, 2003; Dung, 2017).

3. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

3.1. Phương pháp thu thập, tổng hợp, phân tích xử lý tài liệu địa chất

Phương pháp chủ yếu 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 khoáng hóa wonfram trong khu vực.

3.2. Áp dụng một số phương pháp toán địa chất

3.2.1. Các phương pháp sử dụng để xác lập nhóm mỏ thăm dò

a. 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 Wellmer (1998), Khang và nnk (2018).

b. Đặc điểm hình thái - cấu trúc thân quặng

Để đánh giá định lượng hình thái - cấu trúc thân quặng wonfram chính trong khu vực Núi Pháo, tác giả tập trung đi tính toán các hệ số chứa quặng (K_p) theo chiều dày, theo diện tích, theo đoạn thân quặng; hệ số gián đoạn quặng (K_{np}); hệ số dị hướng hình thái (λ) của thân quặng trên bình đồ; hệ số giàu quặng (β); modun chu tuyến; và chỉ tiêu hình dạng thân quặng (ϕ). Nội dung chi tiết của phương pháp được trình bày trong Khang và nnk (2020).

3.2.2. Phương pháp xác định mạng lưới thăm dò

a. Phương pháp thống kê

Sai số xác định trữ lượng kim loại được xác định theo công thức:

$$\Delta_p = \sqrt{\Delta_m^2 + \Delta_c^2 + \Delta_d^2 + \Delta_s^2} \quad (1); \quad \Delta_x = \frac{t.V_x}{\sqrt{N}} \quad (2); \quad \Delta_s = \frac{S_2}{4S_1} \cdot 100\% \quad (3)$$

trong đó: Δ_m , Δ_c , Δ_d , Δ_s - sai số tương đối xác định chiều dày trung bình, hàm lượng trung bình, diện tích thân quặng và thể trọng trung bình của quặng; S_1 - diện tích thân quặng nội suy; S_2 - diện tích thân quặng ngoại suy.

Sai số tương đối của thể trọng trong đa số trường hợp rất nhỏ có thể bỏ qua. Kết quả phân tích hàm lượng chì - kẽm theo tài liệu thăm dò thường có sai số ngẫu nhiên lớn trong trường hợp này sai số hàm lượng trung bình xác định theo công thức: $\Delta_{cr} = \sqrt{\Delta_c^2 + \Delta_{pt}^2}$ (4); với Δ_{pt} - sai số ngẫu nhiên trong phân tích mẫu.

* Phân tích mật độ mạng lưới thăm dò theo phương pháp toán thống kê

Theo Kazdan (1997), ông cho rằng kết quả thăm dò đạt yêu cầu về độ tin cậy khi sai số của các thông số tính trữ lượng.

$$\sum \Delta = \sqrt{\Delta_m^2 + \Delta_c^2 + \Delta_d^2 + \Delta_s^2} \leq \Delta_{cp} \quad (5)$$

Đối với nhóm mỏ thăm dò loại III, để đạt yêu cầu tính trữ lượng ở cấp 122 bảo đảm an toàn, cần chọn sai số trữ lượng tương đối cho phép theo quy định hiện nay trong khoảng 30 ÷ 50%. Do đó, có thể xác định số lượng công trình thăm dò cần thiết để khống chế thân quặng theo công thức:

$$N \geq \frac{(V_m^2 + V_c^2)t^2}{\Delta_{cp}^2} \quad (6) \text{ hoặc theo trữ lượng điểm: } N \geq \frac{V_q^2 t^2}{\Delta_{cp}^2} \quad (6a)$$

trong đó: V_m, V_c, V_q - hệ số biến thiên chiều dày, hàm lượng và trữ lượng điểm của thân quặng cần đánh giá; Δ_{cp} - sai số cho phép (30 ÷ 50%); t - hệ số xác suất ($t = 2$ tương ứng $P = 0,95$). Thực tế công tác thăm dò thường gặp thân quặng hay bị méo mó, vì vậy nhiều nhà nghiên cứu đề nghị bổ sung hệ số méo mó cho thân quặng và lấy giá trị 0,15. Do vậy, số công trình cụ thể là 1,15N.

Theo Pogrebiski (1973), khi các mỏ khoáng có hệ số biến thiên (chiều dày, hàm lượng) trên 80 - 100% thì số lượng công trình tính theo phương pháp thống kê thường lớn hơn thực tế. Ngược lại, khi hệ số biến thiên dưới 40% thì số lượng công trình tính toán sẽ nhỏ hơn thực tế. Trường hợp hệ số biến thiên dao động trong khoảng 60 ÷ 80% thì phương pháp thường cho kết quả tốt. Khi đó, mật độ mạng lưới thăm dò (S_0) tính theo công thức:

$$S_0 = \frac{S}{N} \quad (15b) \text{ với } S_0 = a.b; a = 0,93 \sqrt{S_0}; b = 1,07 \sqrt{S_0}$$

trong đó: S - diện tích thân quặng; N - số lượng công trình thăm dò; a - theo đường phương; b - theo hướng dốc

b. Phương pháp dựa trên cơ sở lý thuyết hàm ngẫu nhiên

Hàm ngẫu nhiên ổn định được đặc trưng bởi hàm tương quan ký hiệu $K_x(h)$ phụ thuộc bước quan sát và hướng quan sát và hệ số tương quan định mức ký hiệu $R(h)$. Hàm tương quan xác định theo công thức:

$$K_x(\vec{h}) = \frac{1}{N-h} \sum_{i=1}^{N-h} [f(x_i) - E(X)][f(x_{i+h}) - E(X)] \quad (7)$$

Hệ số tương quan định mức xác định theo công thức: $R(h) = \frac{K_x(\vec{h})}{\sigma_x^2} \quad (7a)$

Để xác định kích thước đới ảnh hưởng (H) nói cách khác xác định miền cho phép nội suy, miền dao động và miền biến đổi ngẫu nhiên tiến hành xây dựng đồ thị trị tương quan.

$$R_{(h)}^* = e^{-\alpha \cdot h} \text{ với } \alpha - \text{ hệ số biến thiên trong miền dao động; } h - \text{ bước quan sát.}$$

Xây dựng đồ thị hàm: $2\sigma_r = \frac{2[1-R_h^*]}{\sqrt{N}}$

Hệ số dị hướng ký hiệu I , xác định theo công thức: $I = \frac{H_{hd}}{H_{dp}} \quad (7b)$

trong đó: H_{dp} - kích thước đới ảnh hưởng xác định theo đường phương; H_{hd} - kích thước đới ảnh hưởng xác định theo hướng dốc.

Mật độ mạng lưới thăm dò ký hiệu S_0 , xác định theo công thức: $S_0 = H_{hd} \times H_N \quad (8)$

Số lượng công trình thăm dò cần thiết đối với thân quặng cần đánh giá: $N = \frac{S}{S_0} \quad (9)$

Điểm thu thập tài liệu có tọa độ (x_i, y_i) cần chuyển về ô mạng có tọa độ (x_k, y_k) thì việc chuyển đổi được thực hiện theo công thức:

$$Z_k = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i D_i}{\sum_{i=1}^n D_i} \quad (10)$$

với: Z_k là giá trị trung bình của thông số nghiên cứu tại điểm k của ô mạng cơ sở đã thiết lập; D_{ik} là khoảng cách từ điểm k đến điểm gần kề có giá trị Z_i .

4. Kết quả và thảo luận

4.1 Đặc điểm các thân quặng wonfram

Dựa trên các tài liệu tổng hợp trước đây (Dudka, 2003; Dung, 2017; Hai, 2003; Ke, 1991), và kết hợp các dữ liệu nghiên cứu thêm vào, các tác giả cho phép làm rõ thêm đặc điểm phân bố, đặc điểm cấu trúc và hình thái, các mối quan hệ và độ sâu tối tại các thân quặng wonfram trong vùng nghiên cứu.

Thân quặng vonfram chính (lớn nhất) được khai thác bởi công ty Núi Pháo, thân quặng được kéo dài theo đường phương khoảng 2 km (từ đông nam sang tây bắc), chiều rộng thay đổi từ 200m đến 400m. Chiều dày của thân quặng có thể lên tới 159m về phía đông và 43m về phía tây. Phần phía trên của thân vonfram bị ôxy hóa mạnh, tạo thành đới mù sắt giàu thạch anh và sắt, mù sắt phát triển theo hướng Tây Bắc - Tây Bắc, nó phủ trên bề mặt của đới quặng vonfram đa kim nguồn gốc skarn hoặc greisen.

4.2 Đánh giá nhóm mỏ thăm dò cho quặng vonfram

4.2.1 Đặc trưng thống kê của các thông số thân quặng vonfram

Xử lý thống kê chiều dày cho 102 công trình thăm dò cắt qua thân quặng chính và hàm lượng cho 200 mẫu hóa ở mỏ Núi Pháo được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Đặc trưng thống kê hàm lượng WO_3 trong thân quặng chính

Đối tượng Nghiên cứu	Hàm lượng WO_3					Mô hình phân bố
	Trung bình (%)	Phương sai (σ^2)	Hệ số biến thiên (V_c , %)	t_A	t_E	
Thân quặng chính	0,41	0,14	91,3	1,82	1,63	Log chuẩn

Kết quả tính toán từ Bảng 1 chỉ ra rằng hàm lượng vonfram trong thân quặng chính đạt 0,41%, hệ số biến thiên hàm lượng (V_c) là 91,3% thuộc loại không đồng đều đến rất không đồng đều. Sự biến đổi của hàm lượng vonfram trong thân quặng chính biến đổi tuân theo luật phân bố chuẩn.

Bảng 2. Đặc trưng thống kê chiều dày thân quặng chính mỏ Núi Pháo

Các thông số chiều dày thật					Mô hình phân bố
Trung bình (m)	Phương sai (σ^2)	Hệ số biến thiên (V_m , %)	t_A	t_E	
56,7	124,1	61,2	2,23	2,61	Phân bố chuẩn

Như trình bày ở Bảng 2, chiều dày trung bình của thân quặng vonfram chính là 56,7 m, hệ số biến thiên chiều dày (V_m) đạt 61,2%, và sự biến đổi chiều dày thân quặng thuộc loại ổn định đến rất không ổn định. Chiều dày thân quặng chính biến đổi tuân theo luật phân bố chuẩn.

4.2.2 Đặc trưng tính liên tục của khoáng hóa

Đặc trưng tính liên tục của khoáng hóa là một trong những thông số chính ảnh hưởng đến mức độ khó dễ công tác thăm dò địa chất. Do vậy, một nghiên cứu định lượng sự liên tục của quặng hóa vonfram được thực hiện bởi ứng dụng các công thức (5), (6), và (7) và được trình bày dưới đây.

Bảng 3. Kết quả tính toán hệ số chứa quặng vonfram mỏ Núi Pháo

	K_p^m	K_p^s	K_p^L
Thân quặng chính	0,35	0,041	0,39

Áp dụng các công thức (8), và các công thức được trình bày trong Khang và nnk (2020), cho phép tính toán mức độ gián đoạn quặng, dị hướng hình thái và hệ số làm giàu quặng trong thân quặng vonfram chính.

Bảng 4. Kết quả tính toán hệ số gián đoạn quặng vonfram thân quặng chính

	Hệ số gián đoạn quặng	Hệ số dị hướng hình thái	Hệ số làm giàu quặng
Thân quặng chính	11,43	0,2	2,05

Kết quả từ Bảng 3 & 4 chỉ ra rằng thân quặng chính thuộc loại liên tục đến không liên tục, hệ số gián đoạn quặng khá phức tạp ($K_{np}=11,43$). Thân quặng thường có dạng dị hướng hình thái. Hàm lượng vonfram trong thân quặng thuộc loại trung bình với hệ số làm giàu quặng đạt 2,05.

4.2.3 Độ phức tạp của modul chu tuyến và chỉ số hình dạng thân quặng

Ứng dụng các công thức đề cập trong công trình Khang và nnk (2020) hình dạng, thể nằm, mức độ phức tạp cấu trúc thân quặng được đánh giá. Kết quả tính toán mức độ phức tạp của modul chu tuyến và chỉ số hình dạng thân quặng vonfram chính được trình bày ở Bảng 5.

Bảng 5. Mức độ phức tạp của modul chu tuyến và chỉ số hình dạng thân quặng vonfram chính.

	Diện tích (m^2)	Chu vi thân quặng	Mức độ phức tạp	Chỉ số hình dạng
Thân quặng chính	809.100	5.927	1,42	0,32

Bảng 5 cho thấy mức độ phức tạp của thân quặng vonfram chính thay đổi từ đơn giản đến phức tạp, với chỉ số hình dạng thân quặng thuộc loại trung bình. Nhìn chung, việc nghiên cứu sự thay đổi định lượng của quặng vonfram cho thấy chiều dày thân quặng thuộc loại trung bình với kích thước nhỏ, chỉ số hình dạng

của nó tương đối trung bình. Hệ số biến đổi chiều dày của thân quặng thuộc loại ổn định đến không ổn định và khoáng hóa không liên tục. Hàm lượng wonfram mỏ Núi Pháo biến đổi thuộc loại đồng đều đến không đồng đều, chúng thuộc loại hàm lượng trung bình và bị phủ bởi lớp vỏ phong hóa, thể nằm thân quặng tương đối dốc. Dựa vào những đặc điểm nêu trên, cho phép xếp mỏ wonfram Núi Pháo vào nhóm mỏ thăm dò loại III (theo thông tư 06/2017/QĐ-BTNMT của Bộ tài nguyên và môi trường).

4.2.4 Xác định mạng lưới thăm dò cho mỏ wonfram Núi Pháo

Việc xác định mạng lưới thăm dò hợp lý cũng được biết đến như việc tối ưu hóa mạng lưới thăm dò, chúng được thực hiện dựa trên những số liệu thu thập từ công tác thăm dò địa chất. Chúng đặc trưng cho đối tượng thăm dò và phụ thuộc vào đặc điểm cấu trúc địa chất khu mỏ. Trong hầu hết trường hợp, trữ lượng điểm (met, %) có thể được sử dụng như chìa khóa của các thông số địa chất. Nếu chiều dày hoặc nguyên tố quang trọng của thân quặng là biến đổi lớn nhất thì cơ sở cho việc lựa chọn mạng lưới thăm dò sẽ dựa vào dạng trung của thân quặng lớn nhất (thân quặng chính).

a. Đánh giá hiệu quả hệ thống thăm dò

Phương pháp thống kê: Sai số tương đối của thân quặng chính được tính toán theo đề xuất của Khang và nnk (2020). Kết quả tính toán trình bày ở Bảng 6.

Kết quả chỉ ra trữ lượng wonfram thân quặng chính có sai số dưới 50% đối với cấp trữ lượng 122. Do vậy, thông số mạng lưới thăm dò được xây dựng cho quặng wonfram mỏ Núi Pháo đảm bảo độ tin cậy cho cấp trữ lượng 122 theo tiêu chuẩn của Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam (2017).

Bảng 6. Sai số tương đối của trữ lượng quặng wonfram thân quặng chính

	Sai số tương đối (%), $t = 2$			
	Δ_s	Δ_m	Δ_c	Δ_p
Thân quặng chính	1,28	12,6	26,5	28,5

b. Đánh giá mật độ mạng lưới thăm dò

Phương pháp thống kê: Mật độ mạng lưới thăm dò được đánh giá theo các công thức được đề cập trong công trình Khang và nnk (2020) và kết quả tính toán được thể hiện ở Bảng 7.

Bảng 7. Mật độ mạng lưới thăm dò dựa theo phương pháp thống kê

	Khoảng cách công trình (m)		Mật độ (m ²)	Số lượng công trình thăm dò/km ²
	a – đường phương	b – hướng dốc		
Thân quặng chính	60	35	2100	476

Kết quả tính toán chỉ ra rằng mạng lưới thăm dò cho mỏ wonfram Núi Pháo được kiến nghị dùng mạng lưới dạng tuyến. Khoảng cách giữa các tuyến thăm dò là 60 m, công trình trên tuyến cách nhau 35 m. Số công trình thăm dò là 476 công trình/km².

Lý thuyết hàm ngẫu nhiên ổn định: Các thông số địa chất thân quặng có một mối quan hệ chắc chắn và liên quan mật thiết với khoảng cách giữa các công trình thăm dò. Dựa trên thuộc tính này, việc lựa chọn mật độ khoảng cách giữa các công trình có một ý nghĩa cho việc ban hành một mạng lưới thăm dò phù hợp. Bởi vậy, điều kiện thăm dò (như mật độ điểm quan sát, vết lộ và công trình thăm dò) là không phân bố đồng đều trên một mạng lưới hình học, do vậy nó là cần thiết để chuyển những giá trị thu thập cần thiết thành những điểm cơ sở của ô mạng thăm dò cho từng vùng theo đề xuất của Khang và nnk (2020). Khoảng cách giữa các tuyến được chọn là 50-60 m, khoảng cách giữa các công trình trên tuyến là 30-35 m.

Trên cơ sở các tài liệu gốc và tài liệu đã chuyển đổi, để đảm bảo độ chính xác của phương pháp, nhóm tác giả thực hiện tính toán bán kính tự tương quan $R(h)$ theo đường phương và hướng dốc cho các thông số hàm lượng wonfram của thân quặng chính, vì nó là thân quặng lớn nhất trong khu mỏ Núi Pháo.

Sau khi xác lập bán kính tự tương quan thực nghiệm $R(h)$ xử lý cho thân quặng chính, các công thức đề xuất của Khang và nnk (2020) được áp dụng cho xây dựng mô hình. Sau đó, chúng tôi chuyển đổi các đường thực nghiệm ($R(h)$) thành đường lý thuyết ($R^*(h)$), chúng đưa đến kích thước ảnh hưởng của đới (H) được xác định theo đường phương và hướng dốc thân quặng.

Kết quả thu được cho thấy khoảng cách giữa các tuyến thăm dò được chọn là 60 m hoặc thậm chí tốt hơn là 70 m, và khoảng cách giữa các công trình trên tuyến là 35 m hoặc tốt hơn là 30 m. Số lượng công trình thăm dò thay đổi từ 476 đến 667 công trình/km².

Kết hợp số liệu tính toán từ phương pháp thống kê và phương pháp hàm ngẫu nhiên cho phép xác định mạng lưới thăm dò cho cấp trữ lượng 122, khoảng cách giữa các tuyến thăm dò được chọn trong khoảng $50 \div 60$ m, khoảng cách giữa các công trình trên tuyến thay đổi trong khoảng $30 \div 35$ m.

5. Kết luận

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng thân quặng vonfram chính mỏ Núi Pháo có dạng thấu kính, phân bố trong đá granitoid phức hệ Phia Oac (khối Đá Liền) và các đá trầm tích hệ tầng Phú Ngũ. Hàm lượng vonfram trung bình thay đổi từ 0.20% đến 1.11%, với hệ số biến thiên (Vc) đạt 91.2% thuộc loại không đồng đều, hầu hết chúng đều thuộc luật phân bố loga chuẩn. Chiều dày trung bình thân quặng chính là 56,7m; hệ số biến thiên chiều dày (Vm) đạt 61.2% thuộc loại không ổn định về chiều dày. Đây là thân quặng chính, đại diện và đặc trưng cho quặng vonfram khu mỏ Núi Pháo và được lựa chọn sử dụng xác lập mạng lưới thăm dò chung cho cả khu mỏ.

Trên cơ sở kết quả tính toán định lượng các thông số nghiên cứu và đối chiếu với Thông tư của Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam (06/2017/QĐ-BTNMT), cho phép xếp mỏ vonfram Núi Pháo vào nhóm mỏ thăm dò loại III. Để thăm dò loại hình khoáng sản này, nên sử dụng mạng lưới thăm dò dạng tuyến. Mạng lưới thăm dò thích hợp cho đánh giá cấp trữ lượng 122 của quặng vonfram Núi Pháo là $(50 \div 60) \text{ m} \times (30 \div 35) \text{ m}$. Có nghĩa là khoảng cách giữa các tuyến thăm dò được chọn là 60 m hoặc tốt hơn là 50 m và khoảng cách giữa các công trình trên tuyến là 35 m hoặc cao hơn 30 m. Đây là cứ liệu cho phép đề xuất nhóm mỏ thăm dò và mạng lưới thăm dò quặng vonfram ở khu vực Núi Pháo và các mỏ vonfram khác được hình thành trong các điều kiện địa chất tương tự.

Tài liệu tham khảo

- Anh, P.L., 2003. The petrologic genesis of high aluminum granitoid Pia Oac massive based on petrologic and geochemical isotope analysis. *Journal of Geosciences*, 25/2, 134-141 (in Vietnamese)
- Dudka, S. (ed.), 2003. *Report on the exploration results of W, Sn, Bi ores in Nui Phao mine*. General Department of Geology and Minerals of Vietnam
- Dung, V.T., 2017. *Characteristics of polymetallic W-Pb-Zn ores in Nui Phao deposit, Dai Tu, Thai Nguyen province*. Doctor thesis. Hanoi University of Mining and Geology (in Vietnamese)
- Hai, T.T., Farmar, M., and Stemler, J., 2003. The structural controls on mineralization at the Nui Phao polymetallic (W-F-Cu-Au-Bi) deposit, Northern Vietnam. *Geological Association of Canada/Mineralogical Association of Canada Annual Meeting*, Abstracts, 28, p. 64
- Kazdan, A.B., 1997. *Prospecting and exploration of mineral deposits*. Nedra Publishers, Moscow (in Russian)
- Ke, N.D. (ed.), 1991. *Report on the prospective evaluation of W, Sn, Bi ores, and accompanying minerals in Dai Tu – Bac Thai province*. General Department of Geology and Minerals of Vietnam (in Vietnamese)
- Khang, L.K., Phuong, N., Bắc, B.H., Dũng, N.T., Hùng, K.T., 2018. *Giáo trình Phương pháp xử lý thông tin địa chất*. Nhà xuất bản Giao thông vận tải.
- Khang, L.K., Hùng, K.T., Tường, N.V., Thu, L.T., 2020. Study on establishing a mining group of deposit and an exploration grid pattern for lead - zinc ore in Ban Lim area, Cao Bang province, *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất*, số 61, kỳ 3, tr. 38-50.
- Pogrebiski, E.O., 1973. *Prospecting and exploration of mineral deposits*. Nedra Publishers, Moscow (in Russian)
- Vietnam Ministry of Natural Resources and Environment., 2017. *The Circular of Promulgating the Regulation on the classification of solid-mineral deposits and resources (Number: 06/2017/QĐ-BTNMT)*, Hanoi, December 08, 2017 (in Vietnamese)
- Wellmer, F.W., 1998. *Statistical evaluations in exploration for mineral deposits*. Springer - Verlag Berlin Heidelberg, Printed in Germany.

ABSTRACT

Study on establishing a mining group of deposit and an exploration grid pattern for tungsten ore in Nui Phao area, Thai Nguyen province

Luong Quang Khang^{1,*}, Khuong The Hung¹, Hoang Van Vuong²

¹ Hanoi University of Mining and Geology

² Song Da 5 joint-stock company

Nui Phao area, Thai Nguyen province has proposed high potential of tungsten resources, and they occur in granitic rocks. In this paper, based on the collecting, synthetics and processing geological data, especially applied the mathematical method to recognize studied objects of exploration process and quantitative description. The results show that the tungsten ore bodies in the Nui Phao area are mainly occurred in lens-shaped and distributed in granitic rocks of Da Lien complex. Generally, orebodies are small in thickness,

often formed as the lens, and vein-shapes excluded the major orebody, that one is more extensive and has explored quite details by the grid of exploration works. Therefore, to establish a mining group of deposit and an exploration grid pattern for tungsten ore in the Nui Phao area, the paper was concentrated on the major orebody. The results indicate that tungsten contents of the ore bodies are in a range from 0.20% to 1.11%, its coefficient of variation (Vc) is 91.2% (unevenly). On the whole, tungsten contents of the orebodies in the Nui Phao area mainly comply with the lognormal standard distribution. The average thickness of the orebodies is 56.7 m; its coefficient of variation (Vm) is 61.2% (unstable). Quantitative calculation results have shown that Nui Phao tungsten deposit belongs to III type of mining exploration groups. For an exploration of this type of minerals, it is recommended to use a linear grid pattern. Appropriate exploration grid pattern for reserve level 122 is $(50 \div 60) \text{ m} \times (30 \div 35) \text{ m}$. These calculated results are documented foundations that allow suggesting a mining group of deposit and an exploration grid pattern for tungsten ore in Nui Phao area and other tungsten deposits occurring in similar geological settings.

Keywords: Mining exploration group; exploration grid pattern; tungsten ore; Nui Phao area.

Đặc điểm thạch địa hóa và khoáng hóa liên quan các đá granitoid khối Ngọc Tụ, Kon Tum

Đỗ Đức Nguyễn^{1,*}, Nguyễn Văn Niệm¹, Đinh Công Tiên¹, Hoàng Thị Thoa²

¹ Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản

² Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Khối granitoid Ngọc Tụ có dạng đẳng thước với diện tích khoảng 120 km². Thành phần thạch học của khối gồm các đá granitoid biotit sáng màu, hạt vừa dạng porphyr được xếp vào pha 1 và đá granitoid sáng màu hạt nhỏ của pha 2, đi cùng là một số khối nhỏ phân bố dọc theo các đứt gãy phương đông bắc-tây nam. Hàm lượng SiO₂ của granitoid khối Ngọc Tụ dao động trong khoảng 69,78-74,44%; tổng lượng kiềm trung bình cao K₂O+Na₂O từ 7,80 đến 8,71%. Hàm lượng kali thường trội hơn natri với tỷ số K₂O/Na₂O từ 1,36-2,16%, trung bình 1,57 thuộc loại magma potassic, có tỷ lệ Rb/Sr cao, Sm/Nd thấp. Triển vọng khoáng hóa liên quan của granitoid khối Ngọc Tụ là Mo, Mo-W đi cùng một số biến đổi bezerit hóa, chlorit hóa, anbit hóa. Kết quả phân tích tuổi đồng vị U-Pb trên zircon trong granitoid biotit bằng phương pháp SHRIMP (phân tích tại Viện Địa chất Liên bang Nga-SEVGEI) cho các giá trị tuổi 241±4 triệu năm và 242-253±4 triệu năm.

Từ khóa: Granitoid Ngọc Tụ; thạch học; địa hóa; khoáng hóa.

1. Đặt vấn đề

Các thành tạo granitoid khối Ngọc Tụ phân bố trong phạm vi đới cấu trúc Pô Cô, khối Kon Tum thuộc địa khối (block) Indosinia. Thành tạo granitoid khối Ngọc Tụ đã được đề cập trong nhiều công trình: Nguyễn Văn Trang (1985); Dương Đức Kiên (2004); Nguyễn Trung Minh (2005); Trần Hoàng Vũ, (2015). Theo đó, khối Ngọc Tụ được đối sánh với khối chuẩn Bà Nà và xếp vào phức hệ Bà Nà (Huỳnh Trung, 1980). Tuy nhiên, các số liệu nghiên cứu gần đây cho thấy, so với granit Bà Nà thì khối granitoid Ngọc Tụ có nhiều điểm khác biệt về thành phần đá và khoáng sản liên quan. Điều đó được thể hiện ở sự tồn tại của loại đá granitoid porphyr, trong đó các tinh thể feldspat có kích thước lớn và phân bố khá định hướng, minh chứng cho môi trường thành tạo ở điều kiện rất nóng, cũng như sự có mặt của khoáng hóa Mo-W dạng mạch trong các đới bezerit. Ngoài ra, kết quả phân tích tuổi đồng vị U/Pb trên zircon cho tuổi 240 triệu năm và sự định vị trong đới đứt gãy Pô Cô cho thấy dường như khối granitoid này được hình thành trong điều kiện khác.

Để làm sáng tỏ bản chất của thành tạo granitoid khối Ngọc Tụ, điều kiện thành tạo và triển vọng sinh khoáng thì cần nghiên cứu sâu về thành phần vật chất và thạch địa hóa. Tập thể tác giả đã lấy mẫu từ rìa tới trung tâm khối, các tướng của granitoid, đới biến đổi, cấu trúc địa chất liên quan. Trên cơ sở dữ liệu định lượng gồm: 1) Phân tích 12 mẫu lát mỏng đá granitoid; 2) Phân tích 10 mẫu địa hóa các nguyên tố chính, hiếm vết. Các mẫu được lát mỏng phân tích tại Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, mẫu địa hóa bằng phương pháp ICP-MS tại Viện Địa chất Viễn đông - FEGI, CHLB Nga.

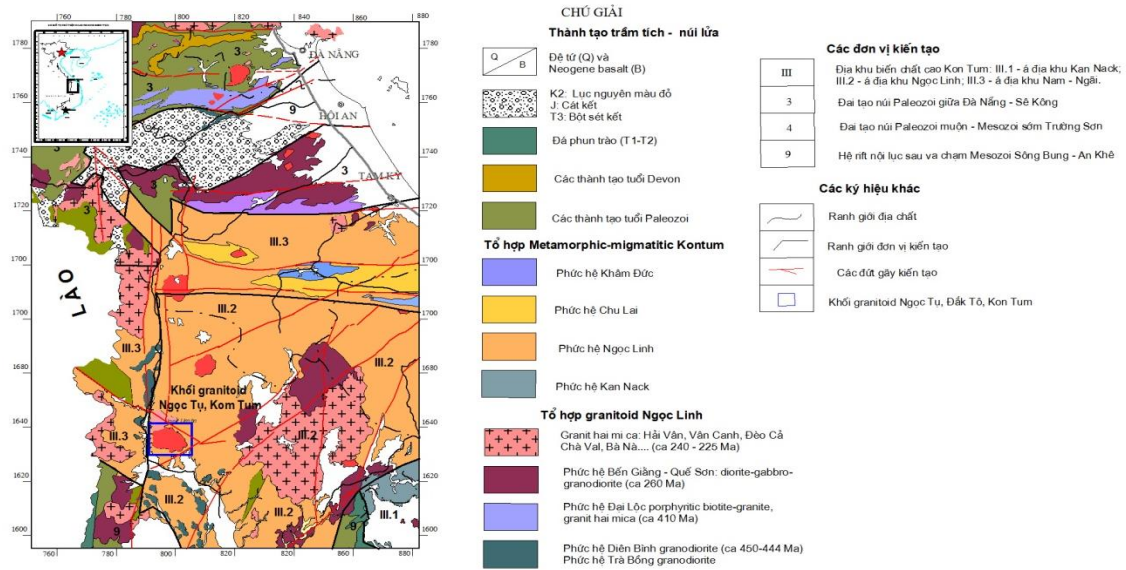
2. Đặc điểm địa chất khối Ngọc Tụ

2.1. Đặc điểm địa chất

Khối granitoid Ngọc Tụ có dạng đẳng thước với diện tích khoảng 120 km² (Hình 1) là một trong những đỉnh núi cao nhất trong vùng, cách huyện Đăk Tô, tỉnh Kon Tum khoảng 16 km về phía tây bắc. Trong khối có các 2 pha xâm nhập và đá mạch. Trong pha 1 còn có thể phân chia ra tướng trung tâm với đặc trưng đá hạt lớn tương đối đều hạt và tướng rìa với các đá có kiến trúc dạng porphyr rõ rệt. Các thành tạo pha 2 dưới dạng những khối nhỏ, đẳng thước phân bố ở cả đới nội, ngoại tiếp xúc có ranh giới không rõ ràng, các kết quả đo địa vật lý trong khối thể hiện rất rõ trường phổ gama dạng bao quanh nổi bật các dị thường phóng xạ có cường độ phóng xạ 10-12mR/h, hàm lượng kali 3-5%, uran 18-20ppm, thori 30- 35ppm (Nguyễn Trường Giang, 2000). Các đá mạch thường tập trung ở đới rìa. Khối granitoid xuyên cắt qua các đá gneis bioti, plagioclas hệ tầng Tắc Pô và ở rìa tiếp xúc phổ biến hiện tượng anbit hoá và các đá sừng; đá sừng thạch anh - felspat - mica, sừng thạch anh - biotit - cordierit. Đới biến đổi sừng hóa này có chiều rộng từ 5-15m.

* Tác giả liên hệ

Email: nguyen180@gmail.com



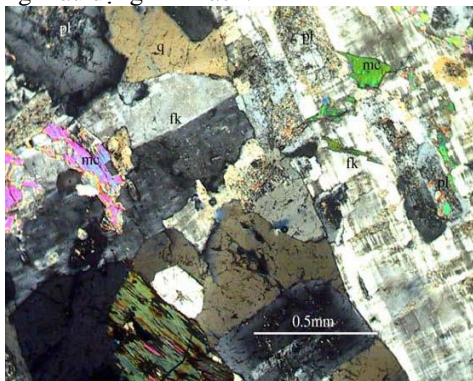
Hình 1. Sơ đồ khối granitoid Ngọc Tú trong khu vực miền Trung và Tây Nguyên

2.2. Đặc điểm thạch học

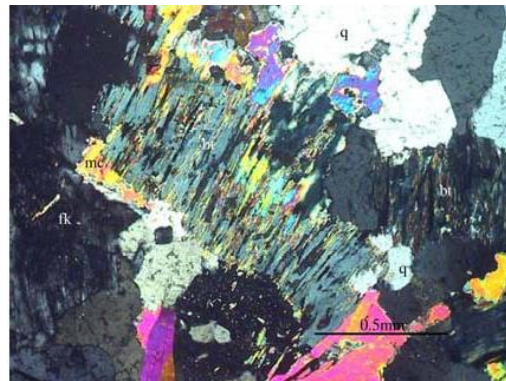
Thành phần thạch học của khối được đặc trưng chủ yếu là granit biotit hạt lớn dạng porphyr pha 1 và granit biotit hạt nhỏ pha 2.

- Pha 1 có dạng đá granit biotit hạt lớn dạng porphyr, sáng màu, cấu tạo khối. Thành phần khoáng vật gồm thạch anh, feldpat, ít biotit, ban tinh feldpat lớn - rất lớn, có nơi quan sát rõ ban tinh thạch anh. Có các ô pegmatit bị biến đổi không đối xứng, chlorit hóa, sericit hóa, thạch anh hóa, anbit hóa, .v.v...

Thành phần khoáng vật: các khoáng vật chính gồm (Ảnh 1): Plagioclas chiếm 40-42%, có dạng tấm tự hình với kích thước đạt (0,45x0,7) đến (2,2x3,5)mm, đa phần plagioclas bị sét-sericit hoá yếu, có tấm bị muscovit hoá yếu, song tinh đa hợp thanh nét đến tắt đứt. Feldpat kali (32 - 34%) có dạng tấm nửa tự hình có kích thước dao động trong khoảng rất rộng từ (0,5 x 0,8)mm đến vài cm quan sát thấy bằng mẫu cục), feldpat kali có cấu trúc vân pertit, có tấm khảm các vi tinh plagioclas tự hình biến đổi, có hạt bị carbonat hoá yếu. Thạch anh (23-25%) tha hình phân bố không đều trong mẫu, có chỗ tạo đám, kích thước thay đổi từ 0,3 đến 0,7mm, mặt sạch, tắt làn sóng yếu. Biotit (~ 2%) dạng tấm ngắn bị chlorit hoá hoặc muscovit hoá loãng lỗ phân bố rải rác. Biotit màu lục đậm có đa sắc mạnh. Rải rác gặp vài tấm nhỏ muscovit (4-5%) không màu dạng lưới rách.



Ảnh 1. Granit dạng porphyr. 2Nicon. fk - feldpat kali, pl - plagioclas, mc - muscovit, q - thạch anh



Ảnh 2. Granit giàu biotit hạt nhỏ. 2Nicon. fk - feldpat kali, pl - plagioclas, mc - muscovit, q - thạch anh

Khoáng vật phụ có vài hạt zircon, monazit và apatit dạng méo mó thường đi cùng biotit. Quặng màu đen dạng hạt nhỏ méo mó phân bố rải rác, phản chiếu ánh kim mạnh.

- Pha 2 có dạng đá granit hạt nhỏ đến vừa, tương đối sẫm màu, cấu tạo khối. Thành phần chủ yếu gồm feldpat, thạch anh, muscovit, biotit.

Thành phần khoáng vật: các khoáng vật chủ yếu là plagioclas (20-31%), feldpat kali (orthoclas + microclin): 34-49%, thạch anh từ 26-30%, biotit : 1-2%, muscovit từ 1-2 %. Biotit thường bị chlorit hóa (Ảnh 2). Feldpat kali từ 34-49%, có bề mặt mờ đục do bị biến đổi sét hoá, một số tấm rõ vân pertit, một số

có song tinh mạng lưới (microclin). Felspat có dạng tấm tự hình và nửa tự hình kích thước không đều thay đổi trong phạm vi rộng từ (0,35x0,5)(3x4)mm, phân bố đều khắp trong mẫu, một số tấm lắng trụ plagioclas nhỏ khá tự hình nằm khảm trên tấm felspat kali lớn. Plagioclas từ 20-31%, thường bị biến đổi sét hoá, sericit hoá khá dày bề mặt, một số bị muscovit hoá yếu, một số bị saururit hoá yếu. Plagioclas còn tàn dư song tinh đa hợp, một số có hiện tượng tắt đối mờ. Thạch anh (26-30%), có dạng tha hình méo mó lấp đầy khoảng trống giữa các khoáng vật. Mica bao gồm cả biotit (1-2%) và muscovit (1-2%), chúng có dạng tấm kéo dài với 2 cạnh ngắn nham nhở không rõ ràng, phân bố rải rác khá đều trong mẫu, một số chỗ tập trung thành đám ô. Các khoáng vật phụ: zircon, apatit, monazit, ít sphen. Apatit có dạng trụ kéo dài không màu, bề mặt lấm tấm bẩn, nổi cao, giao thoa xám ghi, tắt đứng kéo dài âm. Zircon có dạng hạt gạo có riềm đen bao quanh, một số hạt méo mó nằm khảm trên biotit. Khoáng vật quặng hạt nhỏ méo mó màu đen không thấu quang phản chiếu ánh kim mạnh.

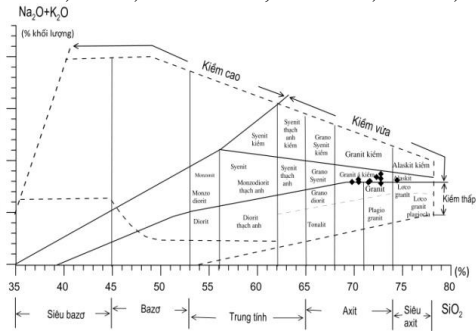
- Đối biến đổi berezit hóa có chiều rộng vài chục mét (35 - 40m) với đặc điểm thạch học khoáng vật như sau: 1/ Phần đá gốc tàn dư là felspat kali (52 - 53%) dạng tấm lớn, phân bố rất không đều, bề mặt mờ đục, dọc theo cát khai của felspat kali phát triển dày đặc sericit dạng vẩy, bề mặt sạch; felspat kali một số hạt có song tinh đơn. 2/ Phần nhiệt dịch: phân bố rất không đều; thành phần là thạch anh (35 - 37%) dạng hạt lớn méo mó, không màu, tắt làn sóng yếu; muscovit (3 - 4%) dạng tấm, dạng méo mó, không màu, giao thoa cao; sericit (7 - 9%) dạng vẩy, bề mặt sạch, thường tạo đám - ô không đều. 3/ Quặng gặp vài tấm ilmenit, rutin xâm tán rải rác trong nền mẫu hoặc tạo đám méo mó.

2.3. Đặc điểm địa hoá

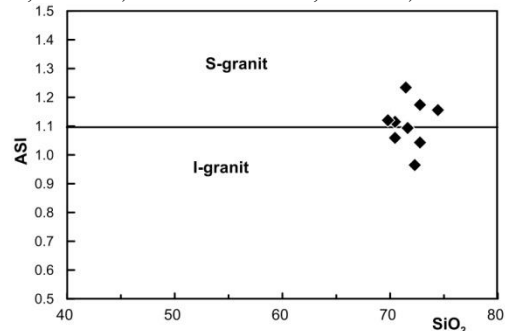
a. Đặc điểm địa hóa các nguyên tố chính trong granitoid khối Ngọc Tú (Bảng 1), hàm lượng các oxit cho thấy các đá granit của khối là dạng cao silic, với $SiO_2 = 69,78-74,44\%$, một số rất ít mẫu có $SiO_2 < 70\%$, trung bình $71,88\%$ với tổng lượng kiềm trung bình cao ($Na_2O+K_2O = 7,80-8,71\%$). Trong đó lượng kali thường trội hơn natri ($K_2O/Na_2O = 1,36-2,16\%$ nhưng thường > 1 , trung bình $1,85$ thuộc loại magma potassic. Các đá thuộc loại granitoid có độ acid cao với khoảng dao động hẹp tương đồng với granit, locogranit, granit á kiềm (pha xâm nhập) và alaskit (pha đá mạch) theo phân loại của Bogachiov (Hình 2) và theo phân loại của LeMaitre cho thấy thành phần của khối là granit (Hình 4).

Các đặc trưng địa hóa nêu trên thường chỉ thị cho loại magma kiềm-vôi (CA) điển hình. Theo mối tương quan giữa Si-K, thì granitoid thuộc khối Ngọc Tú biến đổi hàm lượng K_2O rộng nhất và thuộc loại kiềm-vôi và kiềm-vôi cao K (Hình 5) và trong hai kiểu I-granit, S-granit (Hình 3).

b. Đặc điểm địa hóa các nguyên tố vết và đất hiếm: Với nhóm các nguyên tố lithophyl có hàm lượng Cs, Rb, Pb cao hơn, hàm lượng Ba, Sr thấp hơn clark. Tỷ số K/Rb dao động từ 95,27 đến 141,1 lần; Rb/Sr dao động từ 4,08 đến 11,29 lần, Sm/Nd từ 0,042 đến 0,227 lần, Ba/Sr từ 1,96 đến 5,51 lần. Ba/Rb từ 0,17 đến 1,5.



Hình 2. Phân loại đá magma khối Ngọc Tú theo Bogachiov, 2001

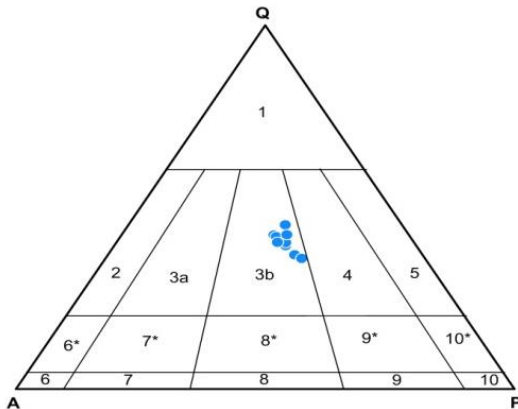


Hình 3. Phân loại granitoid Ngọc Tú theo Chappel và White, 1974

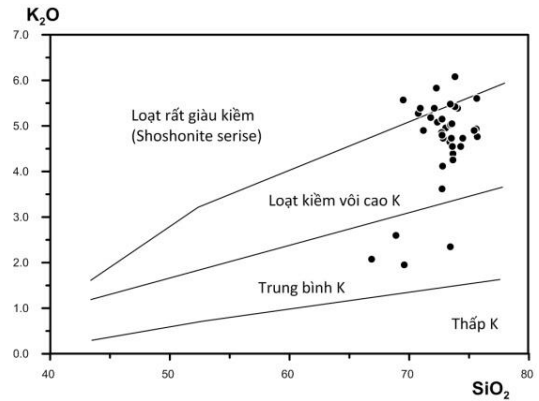
Các tỷ số đất hiếm nhẹ trên đất hiếm nặng cao ($La/Yb=11.84$ lần, $Ce/Yb=4.78$ lần). Dị thường âm của Eu nhẹ ($Eu/Eu^*=0.28$). Các nguyên tố đất hiếm được chuẩn hóa với chondrite cho đường biểu diễn có độ nghiêng âm, độ dốc lớn ở các nguyên tố đất hiếm nhẹ (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu) và nhóm các nguyên tố đất hiếm trung bình (MREE) (Gd, Tb, Dy, Ho) và xuất hiện dị thường âm Eu mạnh. Hình dạng đường phân bố này thường phản ánh/ chỉ thị cho các thành tạo magma được hình thành trong môi trường địa động lực “ria mảng hội tụ”. Tuy nhiên, hình dạng cũng như độ dốc của những đường biểu diễn của các khối granitoid Ngọc Tú có một số khác biệt (Hình 7) và được phản ánh qua tỷ số $(Ce/Yb)_{cn}$ trên biểu đồ tương quan số $(Ce/Yb)_{cn} \sim (\Sigma REE)_{cn}$ (Hình 8). Trên biểu đồ này điểm biểu diễn đặc trưng địa hóa đất hiếm của khối granitoid Ngọc Tú (granit hạt nhỏ) có tỷ số trung bình $(Ce/Yb)_{cn} = 4.78$ lần chỉ thị cho tính cùng magma (comagmatic), có nghĩa chúng được quan niệm như là sản phẩm kết tinh từ cùng một dung thể magma ban đầu (Henderson, 1982).

Trên các biểu đồ phân loại theo bối cảnh kiến tạo của Pearce (Hình 9), các đá granitoid khối Ngọc Tú

roi vào trường WPG, syn-COLG, nhưng tập trung chủ yếu và rõ nhất là trường WPG (granitoid nội mảng), syn-COLG (granitoid va chạm đồng kiến tạo).



Hình 4. Phân loại đá magma khối Ngọc Tụ theo LeMaitre, 1989

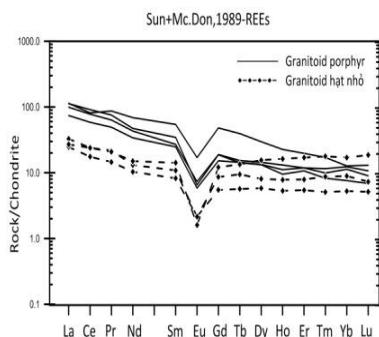


Hình 5. Biểu đồ phân chia loạt magma granitoid khối Ngọc Tụ

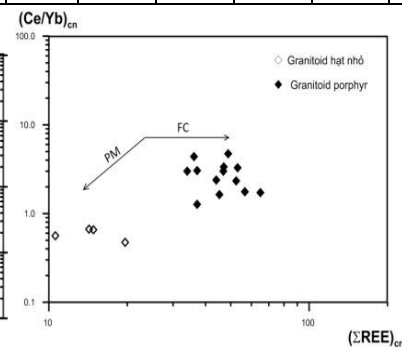
1: Quarzolit; 2: Granit felspat kali; 3a: Syenogranit; 3b: Granit; 4: Granodiorit; 5: Tonalit; 6: Syenit felspat kali; 6*: Syelit thạch anh – felspat kali; 7: Syelit; 7*: Syenit thạch anh; 8: Monzonit; 9: Monzodiorit TA; 9*: Monzodiorit TA; 10: Diorit; 10*: Diorit

Bảng 1. Thành phần hàm lượng nguyên tố chính (%) granitoid Ngọc Tụ

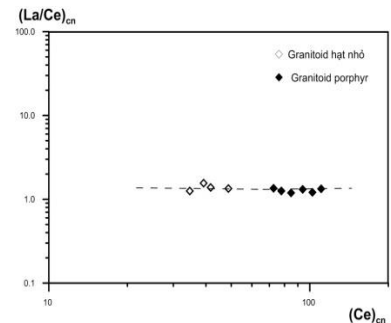
STT	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		Min	Max	Tb
	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H			
Pha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
SiO ₂	72,30	72,76	74,44	72,76	71,46	70,44	71,62	69,78	70,46	72,76	69,78	74,44	71,88										
TiO ₂	0,14	0,16	0,20	0,21	0,22	0,17	0,28	0,22	0,17	0,23	0,14	0,28	0,20										
Al ₂ O ₃	11,73	11,95	13,70	13,62	13,70	12,98	12,67	13,11	12,67	13,73	11,73	13,73	12,99										
Fe ₂ O ₃	1,91	1,05	0,55	0,16	0,62	0,64	0,93	1,91	0,90	0,66	0,16	1,91	0,93										
FeO	0,63	0,24	1,04	1,16	1,16	0,84	1,41	0,63	1,59	1,38	0,24	1,59	1,01										
MnO	0,04	0,01	0,05	0,05	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02	0,04	0,01	0,05	0,03										
MgO	0,24	0,27	0,33	0,30	0,38	0,32	0,31	0,36	0,47	0,34	0,24	0,47	0,33										
CaO	0,84	0,83	0,90	0,89	0,56	0,63	0,72	0,72	0,81	0,65	0,56	0,90	0,75										
Na ₂ O	2,69	3,08	2,56	2,69	2,68	2,87	2,83	3,17	3,36	2,77	2,56	3,36	2,87										
K ₂ O	5,72	5,63	5,53	5,11	5,22	5,31	5,19	4,76	4,57	5,49	4,57	5,72	5,25										
P ₂ O ₅	0,10	0,04	0,10	0,10	0,09	0,07	0,06	0,05	0,03	0,08	0,03	0,10	0,07										
MKN	2,00	0,70	1,00	0,86	1,01	0,42	1,96	0,57	0,68	0,68	0,42	2,00	0,99										
Tổng	98,34	98,71	100,40	97,90	97,15	98,71	98,00	97,31	97,73	98,81	97,15	100,40	98,31										
Na ₂ O+K ₂ O	8,41	8,71	8,10	7,80	7,90	8,18	8,02	7,93	7,93	8,26	7,80	8,71	8,12										
K ₂ O/Na ₂ O	2,13	1,83	2,16	1,90	1,95	1,85	1,84	1,50	1,36	1,98	1,36	2,16	1,85										



Hình 6. Biểu đồ so sánh đặc điểm phân bố nhóm nguyên tố đất hiếm của granitoid porphyry với granitoid hạt nhỏ



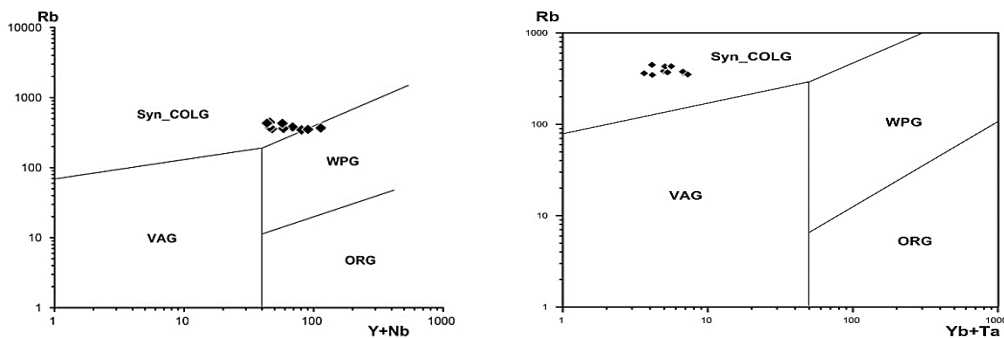
Hình 7. Biểu đồ tương quan giữa đất nhiễm nhẹ - đất hiếm nặng và tổng đất hiếm



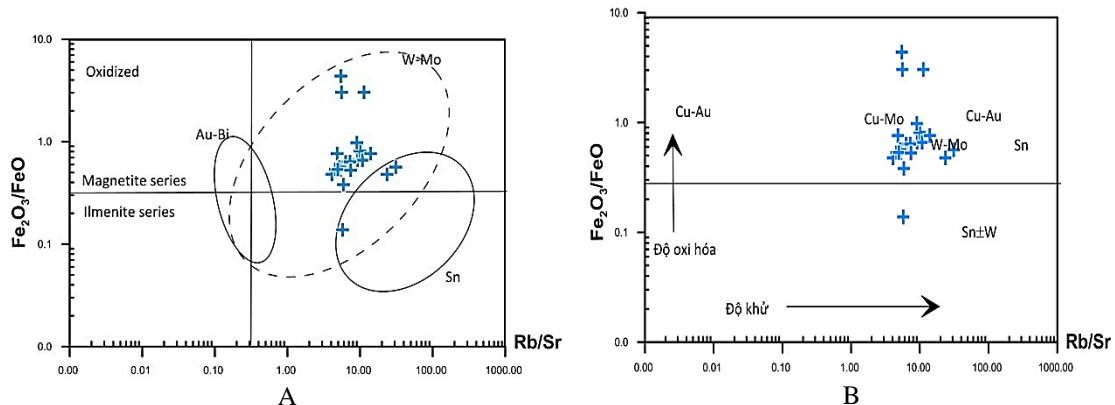
Hình 8. Biểu đồ tương quan giữa các nguyên tố nhóm đất hiếm nhẹ và granitoid khối Ngọc Tụ

Bảng 2. Các chỉ số địa hóa của các đá granitoid khối Ngọc Tụ

Tham số	DH 2405	DH 2341	DH 2423	DH 2439	DH 2416	DH 2109	DH 2108	DH 2109	DH 2305/3b	Trung bình
Pha	1	1	1	1	1	2	2	2	2	
K/Rb	115,6	115,5	103,4	95,27	95,48	101,8	117,2	141,1	122,4	112
Rb/Sr	5,456	4,585	6,313	9,03	9,968	11,29	6,895	10,91	4,082	7,614
Ba/Rb	0,794	0,855	0,841	0,585	0,466	0,172	0,8	0,681	1,527	0,747
Ba/Sr	4,335	3,921	5,31	5,286	4,641	1,946	5,517	7,429	6,231	4,957
Th/U	2,049	4,922	6,925	0,898	1,597	0,742	4,495	0,603	5,896	3,125
Zr/Hf	40,45	32,18	31,62	37,13	37,06	22,79	10,97	24,1	38,35	30,52
Nb/Ta	4,613	7,113	6,305	4,914	5,923	1,402	5,883	7,944	5,818	5,546
Sm/Nd	0,205	0,214	0,215	0,212	0,227	0,099	0,082	0,075	0,042	0,146



Hình 9. Biểu đồ phân chia bối cảnh kiến tạo granitoid khối Ngọc Tụ (theo Pearce, 1984)



Hình 10. Khả năng sinh quặng của granit theo độ oxy hóa khử (A) và trong biểu đồ sinh khoáng magma (B) (theo Blevin, 2004)

Biểu diễn các kết quả này lên biểu đồ oxy hóa khử (Hình 10) của các thành tạo granitoid để luận giải tính sinh khoáng cho thấy vị trí của khối Ngọc Tụ khá phù hợp với khả năng sinh khoáng W-Mo.

c. Đặc điểm đồng vị

Theo kết quả nghiên cứu của Nguyễn Văn Niệm (2018) là phân tích trên hai dạng đá gồm hạt nhỏ và granit porphyr hạt lớn có ranh giới chuyên tiếp với nhau ở Ngọc Tụ cho hai khoảng tuổi 241 ± 4 tr.n (đá granitoid hạt nhỏ) và $242 - 253 \pm 4$ tr.n (đá granit porphyr hạt lớn và gân đá hạt nhỏ) sâu vào nội khối (Bảng 3).

Bảng 3. Các giá trị tuổi đồng vị U-Pb của granitoid hạt nhỏ và granit porphyr hạt lớn khối Ngọc Tụ

Spot	% ²⁰⁶ Pbc	U	Th	²⁰⁶ Pb*	$\frac{^{232}\text{Th}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{232}\text{U}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}^*}{^{206}\text{Pb}^*}$	$\frac{^{207}\text{Pb}^*}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}^*}{^{238}\text{U}}$	errcorr
DV2109 (granitoid hạt nhỏ)												
DV2109_6.1	0,04	552	184	18,1	0,35	241±3	232±44	26	0,0508	0,27	0,038	0,6
DV2109_7.1	-	372	336	12,1	0,93	241±3	220±44	26	0,0505	0,27	0,038	0,5

Spot	% ²⁰⁶ Pbc	U	Th	²⁰⁶ Pb*	$\frac{^{232}\text{Th}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{232}\text{U}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}^*}{^{206}\text{Pb}^*}$	$\frac{^{207}\text{Pb}^*}{^{235}\text{U}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}^*}{^{238}\text{U}}$	errcorr
DV-2109_10.1	0,58	833	586	27,5	0,73	243±9	155±44	26	0,0492	0,26	0,038	0,9
DV2105/1 (granitoid porphyr)												
DV2105/1_1.1	-	1858	69	63,7	0,04	252±3	239±22	25	0,0510	0,28	0,040	0,8
DV2105/1_8.1	-	1994	377	68,6	0,20	253±3	243±21	25	0,0510	0,28	0,040	0,8
DV2109/2 (granitoid porphyr có ranh giới với granitoid hạt nhỏ)												
DV2109/2_2.1	0,38	510	354	16,5	0,72	239±9	112±63	27	0,0483	0,25	0,038	0,8
DV2109/2_5.1	0,09	948	1003	30,9	1,09	240±3	98,7±33	26	0,0480	0,25	0,038	0,7
DV2109/2_4.1	0,08	207	234	6,77	1,17	241±3	240±65	26	0,0510	0,27	0,038	0,4
DV2109/2_10.1	0,12	2475	342	82,3	0,14	245±4	206±20	26	0,0502	0,27	0,039	0,9

Tuổi này tương ứng với T₂ và tương đồng với kết quả của Trần Hoàng Vũ và nnk (2015), granitoid khối Ngọc Tụ có tuổi tương tự nhau và xếp vào T₂ là hợp lý.

3. Kết luận

Trên cơ sở nghiên cứu đặc điểm thành phần vật chất cho thấy granitoid khối Ngọc Tụ gồm hai dạng đá chính là granitoid porphyr và granitoid hạt nhỏ.

- Theo thành phần khoáng vật gồm: Granit porphyr với ban tinh hạt lớn, sáng màu. Các khoáng vật chính là plagioclas (40-42%), feldpat kali (orthoclas + microclin): 32-34%, thạch anh từ 23-25%, biotit: ~2 %, muscovit: 4-5%. Cùng khoáng vật phụ có vài hạt zircon, monazit và apatit dạng méo mó. Granit hạt nhỏ và vừa, sẫm màu do hàm lượng bitoit và các khoáng vật màu tăng cao. Khoáng vật chủ yếu là plagioclas (20-31%), feldpat kali (orthoclas + microclin): 34-49%, thạch anh từ 26-30%, biotit: 1-2%, muscovit từ 1-2 % Các khoáng vật phụ: zircon, apatit, monazit, ít sphen.

- Theo thành phần hóa học nhóm nguyên tố chính thì đặc trưng khối granitoid Ngọc Tụ là dạng đá granit giàu silic (SiO₂ = 69,78-74,44%, trung bình 71,88%); tổng lượng kiềm trung bình cao (Na₂O + K₂O = 7,80-8,71%). Trong đó lượng kali thường trội hơn natri (K₂O/Na₂O = 1,36-2,16%) nhưng thường > 1, trung bình 1,57 thuộc loạt magma potassic.

- Đặc điểm các nguyên tố vết và đất hiếm: nhóm các nguyên tố lithophyl có hàm lượng Cs, Rb, Pb cao hơn, hàm lượng Ba, Sr thấp hơn clark. Tỷ số K/Rb dao động 95,27-141,1 lần; Rb/Sr dao động 4,08-11,29 lần trung bình 7,61; Sm/Nd từ 0,042 đến 0,227 lần; Ba/Sr từ 1,96 đến 5,51 lần; Ba/Rb từ 0,17 đến 1,5.

- Theo bối cảnh kiến tạo các đá granitoid khối Ngọc Tụ rơi tập trung chủ yếu và rõ nhất là trường WPG (granitoid nội mảng), syn – COLG (granitoid va chạm đồng kiến tạo). Các kết quả này lên biểu đồ oxy hóa khử của các thành tạo granitoid để luận giải tính sinh khoáng cho thấy vị trí của khối Ngọc Tụ khá phù hợp với khả năng sinh khoáng W-Mo. Chúng thành tạo trong giai đoạn (T₂), trong đó granit hạt nhỏ sáng màu có phần trẻ hơn (241 tr.n) granit porphyr hạt lớn có ranh giới chuyển tiếp với (240- 253 tr.n).

Tài liệu tham khảo

Nguyễn Trường Giang và nnk, 2001. *Kiểm tra chi tiết cụm dị thường địa vật lý máy bay vùng Ngọc Tụ, tỉnh Kon Tum*. Liên đoàn Địa chất Xạ hiếm – Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.

Trần Trọng Hòa, 2005. *Nghiên cứu điều kiện thành tạo và quy luật phân bố khoáng sản quý hiếm liên quan đến hoạt động magma khu vực miền Trung và Tây Nguyên*. Viện Địa chất. Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Hà Nội.

Dương Đức Kiêm và nnk, 2006. *Nghiên cứu sinh khoáng và dự báo triển vọng khoáng sản đời cấu trúc kiến tạo Pô Cô*. LTĐC. Hà Nội

Nguyễn Quang Lộc và nnk 1998. *Địa chất và khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Đắc Tô*. Liên đoàn Bản đồ Địa chất Miền Nam – Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.

Nguyễn Văn Niệm, Đỗ Đức Nguyên và nnk. 2018. *Nghiên cứu chuyên hóa địa hóa molipden các thành tạo granitoid kiểu Bà Nà và tiềm năng sinh khoáng Mo của chúng*. Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản. Hà Nội.

Nguyễn Văn Trang, Nguyễn Văn Quyền và nnk 1986. *Địa chất và khoáng sản 1:200.000 loạt tờ Thừa Thiên Huế - Quảng Ngãi*. Liên đoàn Bản đồ Địa chất Miền Nam – Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.

Trần Hoàng Vũ và nnk 2015. *Tuổi đồng vị U-Pb trong zircon của granit khối Ngọc Tụ, huyện Đăk Tô*,

ABSTRACT

Petro-geochemical characteristics and mineralization associated to Ngoc Tu granitoid block, Kontum province

Do Duc Nguyen^{1,*}, Nguyen Van Niem¹, Dinh Cong Tien¹, Hoang Thi Thoa²

¹ *Vietnam Institute of Geosciences and Mineral Resources*

² *Hanoi University of Mining and Geology*

Ngoc Tu granitoid block is an isometric form with an area of about 120km². The lithological compositions consist of light-coloured biotite granitoid, porphyry to medium grained, which is classified into phase 1 and light-coloured fine grained granitoid of phase 2, accompanied by a number of small blocks distributed along the northeastern-southwestern faults. The SiO₂ content of Ngoc Tu granitoid block is in the range of 69,78 to 74,44%, total content of alkaline K₂O+Na₂O is from 7,80 to 8,71%. Based on chemical analyses, all rocks belong to the potassic series which are characterized by the K₂O/Na₂O ratios of 1,36-2,16%, with an average of 1,57; high Rb/Sr and low Sm/Nd ratios. The mineralization prospect of Ngoc Tu granitoid includes Mo, Mo-W relating to bezeritization, chloritization and bitization processes. The U-Pb dating results on zircons in biotite granitoid using SHRIMP method (analysed at the Federal Russian Institute of Geology-SEVGEL) provide the values of 241±4 and 242-253±4 million years.

Keywords: Granitoid Ngoc Tu; petrography; geochemistry; mineralization.

Nghiên cứu xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò urani kiểu mỏ Bình Đường, Cao Bằng

Nguyễn Phương^{1,*}, Trịnh Đình Huân², Nguyễn Trường Giang³

¹ Trường Đại học Mỏ-Địa chất

² Liên đoàn Địa chất Xạ-Hiếm

³ Văn phòng HD ĐGTLKS quốc gia

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu kết quả xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò urani kiểu mỏ Bình Đường, Cao Bằng bằng tổ hợp phương pháp toán địa chất, kết hợp phân tích hàm ngẫu nhiên ổn định. Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng urani trong các thân quặng phân bố thuộc loại đồng đều đến không đồng đều; chiều dày và trữ lượng điểm của các thân quặng biến đổi thuộc loại không ổn định. Mức độ biến đổi của các thông số địa chất công nghiệp thân quặng khác nhau không nhiều. Nếu xét theo phương diện gây khó khăn trong thăm dò, khu mỏ urani Bình Đường được xếp vào nhóm mỏ thăm dò III. Mỏ có cấu trúc địa chất phức tạp, các thân quặng dạng thấu kính, hoặc dạng lớp nằm hơi nghiêng, kích thước nhỏ đến trung bình, chiều dày và trữ lượng điểm phân bố không ổn định, hàm lượng phân bố chủ yếu thuộc loại không đồng đều. Để thăm dò đạt yêu cầu tính trữ lượng ở cấp 122 cho các thân quặng urani kiểu mỏ Bình Đường, hợp lý nhất sử dụng mạng lưới dạng hình chữ nhật hoặc dạng tuyến, với khoảng cách tuyến cách 30-35 m, công trình trên tuyến 20-30 m. Mạng lưới thăm dò đề xuất trong bài báo có thể sử dụng để thăm dò các mỏ urani có đặc điểm địa chất khoáng sản tương tự kiểu mỏ urani Bình Đường.

Từ khóa: Nhóm mỏ urani; mạng lưới thăm dò; khu vực Bình Đường.

1. Đặt vấn đề

Việt Nam được đánh giá là một trong số các quốc gia có tiềm năng lớn về urani. Các mỏ, điểm quặng hoặc các biểu hiện khoáng hóa urani được hình thành trong các cấu trúc địa chất có mức độ phức tạp khác nhau, có tuổi từ Proterozoi đến Đệ tứ. Trong đó, quặng urani có triển vọng nhất tập trung chủ yếu ở Trung bộ và Bắc bộ, đây là các khu vực được đánh giá có tiềm năng nhất về urani của Việt Nam. Trong thời gian qua, đã có nhiều tổ chức trong và ngoài nước tiến hành công tác nghiên cứu, điều tra, tìm kiếm và thăm dò các mỏ urani trong cát kết ở trung Nông Sơn (Quảng Nam), khu mỏ Bình Đường (Cao Bằng) và một số mỏ khoáng sản có chứa phóng xạ khu vực Bắc Bộ (Lai Châu, Lào Cai, Yên Bái, ...). Mặt khác, nhu cầu về năng lượng ngày càng tăng, trong khi đó các nguồn năng lượng khác như than đá, dầu khí ngày càng cạn dần, năng lượng hạt nhân-điện nguyên tử nguồn năng lượng thay thế, một bộ phận không thể thiếu được trong công cuộc xây dựng và phát triển đất nước và vấn đề xây dựng nhà máy điện nguyên tử vì mục tiêu hòa bình ở nước ta vào những năm đầu của thế kỷ 21. Tuy nhiên, đến thời điểm hiện nay cơ sở tài liệu, kinh nghiệm điều tra đánh giá, thăm dò quặng urani của nước ta còn hạn chế và thiếu đồng bộ, là những cản trở không nhỏ trong việc sử dụng phương pháp đối sánh hoặc phương pháp tương tự để xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò. Để nâng cao hiệu quả và độ tin cậy của công tác thăm dò khoáng sản rắn nói chung, quặng urani nói riêng, việc nghiên cứu xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò là cần thiết, không chỉ có ý nghĩa khoa học mà còn có giá trị thực tiễn. Trong bối cảnh đó, việc nghiên cứu ứng dụng các tiến bộ khoa học để xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò, nhằm góp phần nâng cao hiệu quả công tác thăm dò urani trên lãnh thổ Việt Nam nói chung, khu mỏ Bình Đường, tỉnh Cao Bằng nói riêng là hết sức cần thiết. Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu xác lập nhóm mỏ và mạng lưới thăm dò kiểu mỏ urani Bình Đường (Cao Bằng).

2. Khái quát về các đối tượng nghiên cứu

Khu mỏ urani Bình Đường thuộc địa phận tỉnh Cao Bằng, trong phạm vi tờ bản đồ F48-5. Theo tài liệu thăm dò (Phùng Văn Cẩn, 1986), các thân quặng urani phân bố trong trầm tích bờ rời proluvi-deluvi cổ (hệ Neogen-N?), phân bố trên sườn núi, phía bắc tiếp giáp với thung lũng Bình Đường. Chiều dài khoảng 2.000m, rộng 500-700m, được chia làm 4 khu: Khu bắc, khu Đệm, khu Trung tâm và khu Nam. Trong diện tích đã thăm dò, các thân quặng được đánh giá gồm thân quặng I và thân quặng II khu Trung tâm, thân quặng III khu Bắc.

* Tác giả liên hệ

Email: phuong_mdc@yahoo.com

Trong diện tích thăm dò sơ bộ đã lấy hơn 3.000 mẫu phân tích các loại. Hầu hết các mẫu phân tích trong các thân quặng I và II khu Trung tâm và thân quặng III khu Bắc, hàm lượng urani chủ yếu tập trung ở bậc hàm lượng 0,01-0,05%.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Phương pháp khảo sát thực tế, kết hợp thu thập tài liệu

Xem xét toàn bộ tài liệu địa chất và các số liệu trong báo cáo thăm dò, tiến hành một số lộ trình khảo sát địa chất khu vực nghiên cứu. Kiểm tra lại toàn bộ mặt cắt địa chất thăm dò qua thân I và thân III khu mỏ Bình Đường lưu trữ ở Liên đoàn Địa chất Xạ-Hiếnm. Xem xét toàn bộ tài liệu phân tích các loại mẫu, thiết kế khoan, công trình hào, giếng, lò. Thu thập, tổng hợp tài liệu 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 bảo đảm độ tin cậy của các kết luận đưa ra. Sử dụng phương pháp phân tích đặc điểm cấu trúc địa chất khu mỏ, cấu trúc thân quặng và phân tích mặt cắt địa chất tuyến thăm dò.

3.2. Phương pháp trong phòng

➤ *Xử lý tài liệu:* Trong bài báo, tác giả sử dụng phương pháp thống kê một chiều để xử lý tài liệu. Nội dung chi tiết trình bày trong (Lương Quang Khang và nnk, 2018; Kazdan, A.B., 1984).

➤ *Các phương pháp sử dụng để xác lập nhóm mỏ*

Đánh giá đặc tính liên tục của quặng hoá:

+ Hệ số chứa quặng (K_p)

(1) Theo chiều dày thân quặng công nghiệp:

$$K_p^m = \frac{\sum_{i=1}^N m_{icn}}{\sum_{i=1}^N M_i} \quad (1)$$

trong đó: m_{icn} -Chiều dày quặng công nghiệp xác định ở lỗ khoan thứ I; M_i -Chiều dày tầng chứa quặng; N-Số công trình thăm dò (LK, giếng, hào).

(2) Theo diện tích quặng công nghiệp:

$$K_p^S = \frac{\sum_{i=1}^K S_p^{CN}}{S} \quad (2)$$

trong đó: $\sum_{i=1}^K S_p^{CN}$ -Tổng diện tích thân quặng công nghiệp trong giới hạn thăm dò. K số thân quặng công nghiệp; S-Diện tích của đối tượng thăm dò.

(3) Theo chiều dài đoạn quặng công nghiệp:

$$K_p^L = \frac{\sum_{i=1}^K L_p}{\sum_{i=1}^K L_c} \quad (3)$$

trong đó: $\sum_{i=1}^K L_p$ -Chiều dài tổng các đoạn quặng công nghiệp; $\sum_{i=1}^K L_c$ -Tổng chiều dài các tuyến thăm dò.

-Hệ số gián đoạn quặng (K_{np}):

$$K_{np} = \frac{i}{K_p^m} \quad (4)$$

trong đó: i-Số lượng gián đoạn quặng xác định theo mặt cắt thăm dò; K_p^m -Hệ số chứa quặng tính theo công thức 1.

+ Hệ số dị hướng hình thái thân quặng (λ):

Hệ số kéo dài của thân quặng trên bình đồ ký hiệu λ xác định theo công thức:

$$\lambda = \frac{A}{B} \quad (5)$$

trong đó: A-Chiều dày thân quặng xác định trên bình đồ; B-Chiều rộng thân quặng xác định trên bình đồ.

+ Hệ số giàu quặng (β)

$$\beta = \frac{e_{tb}}{C_{CN}} \quad (6)$$

trong đó: C_{tb} -Hàm lượng trung bình của urani trong thân quặng công nghiệp; C_{CN} -Hàm lượng công nghiệp tối thiểu.

- Đánh giá các đặc trưng về mức độ phức tạp của môđun chu tuyến và chỉ tiêu hình dạng các thân quặng urani:

+ Mức độ phức tạp của chu tuyến: Mức độ phức tạp của chu tuyến và đặc trưng hướng vượn dài của chu tuyến ký hiệu M_K , xác định theo công thức:

$$M_K = \frac{e \cdot \Phi}{4,7A + 1,5 \frac{L\Phi}{A} - 1,77\sqrt{L\Phi}} \quad (7)$$

trong đó: A là nửa chiều dài nhất của hình dạng chu tuyến (m); $L\Phi$ là chu vi diện tích của thân quặng được quy về dạng elip và $e\Phi$ là chu vi thực tế có thân quặng.

+ Chỉ tiêu hình dạng của thân quặng kí hiệu Φ xác định theo công thức:

$$\Phi = \frac{V \cdot M_K}{K_{CC}} \quad (8)$$

trong đó: V-Hệ số biến đổi chiều dày thân quặng công nghiệp; K_{CC} -Hệ số phức tạp cấu tạo của thân quặng và xác định theo công thức:

$$K_{CC} = 1 - \frac{m_k n_k}{m_q n_q} \quad (9)$$

trong công thức (9): m_k -Tổng chiều dày các lớp kẹp tại công trình thăm dò; n_k -Tổng số lớp kẹp tại công trình thăm dò; m_q -Tổng chiều dày các lớp quặng tại công trình thăm dò và n_q -Tổng số lớp quặng tại công trình thăm dò.

Các phương pháp sử dụng để xác lập mạng lưới thăm dò: Để giải quyết các yêu cầu trên, tác giả sử dụng các phương pháp sau:

➤ *Phân tích mật độ mạng lưới thăm dò theo phương pháp toán thống kê*

Nội dung chi tiết đề cập trong (Nguyễn Văn Hoai, 1990, Nguyễn Phương và nnk, 2008; Nguyễn Phương, 2008). Dưới đây đề cập một số phương pháp sử dụng trong bài báo này.

Số lượng công trình thăm dò cần thiết để không chế thân quặng được xác định theo công thức:

$$N \geq \frac{(V_m^2 + V_c^2) t^2}{(\Sigma \Delta)^2} \quad (10) \quad \text{hoặc} \quad N \geq \frac{V_q^2 t^2}{(\Sigma \Delta)^2} \quad (11)$$

trong đó: V_m, V_c, V_q , lần lượt là hệ số biến thiên chiều dày, hàm lượng và trữ lượng điểm của thân quặng cần đánh giá, tính theo công thức (4, hoặc 7); t-Hệ số xác suất.

Số lượng công trình N tính theo công thức (10) hoặc (11) chưa đề cập đến mức độ méo mó của hình dạng thân quặng trên bình đồ; chấp nhận đề nghị của nhiều nhà nghiên cứu cần thiết bổ sung 15% số công trình tính theo công thức (10, 11). Như vậy, số công trình thực tế:

$$N_{TD} = 1,15N \quad (12)$$

Mật độ mạng lưới thăm dò là diện tích do 01 công trình thăm dò không chế, ký hiệu S_0 , được xác định.

$$S_0 = \frac{S}{N} \quad (13)$$

trong đó: S-Diện tích thân quặng cần thăm dò trên bình đồ; N-số lượng công trình thăm dò tính toán theo công thức (12).

➤ *Phân tích mật độ mạng lưới thăm dò dựa trên cơ sở lý thuyết hàm ngẫu nhiên ổn định*

Các thông số địa chất thân quặng có mối quan hệ nhất định với khoảng cách giữa các công trình thăm dò (mối quan hệ không gian). Dựa vào tính chất đó, để lựa chọn khoảng cách hợp lý giữa các công trình thăm dò. Hàm ngẫu nhiên ổn định được đặc trưng bởi hàm tương quan không gian $K_x(h)$ và hệ số tương quan định mức $R(h)$, hai đại lượng này phụ thuộc vào khoảng cách giữa các công trình thăm dò và phương vị tuyến thăm dò.

Hàm tương quan không gian xác định theo công thức:

$$K_x(h) = \frac{1}{N-h} \sum_{i=1}^{N-h} [f(x_i) - E(X)][f(x_{i+h}) - E(X)] \quad (14)$$

Hệ số tương quan định mức còn gọi hệ số tự tương quan xác định theo công thức:

$$R(h) = \frac{K_x(h)}{\sigma_x^2} \quad (15)$$

trong công thức (14, 15): N-Số công trình trên tuyến thăm dò; h: bước quan sát. $f(x_i), f(x_{i+h})$ -Giá trị thông số nghiên cứu tại công trình (điểm) i và i + h; $E(X)$ -Giá trị trung bình của thông số nghiên cứu; σ_x^2 là phương sai của tổng số nghiên cứu.

Dựa vào $R(h)$ xác định kích thước đới ảnh hưởng (H) theo phương khảo sát nào đó (Nguyễn Văn Hoai, 1990; Nguyễn Phương, 2008). Để xác định tính dị hướng của khoáng sản, làm cơ sở lựa chọn hình dạng mạng lưới thăm dò, sử dụng hệ số dị hướng ký hiệu I, xác định theo công thức:

$$I = \frac{H_d}{H_N} \quad (16)$$

trong đó: H_d -Kích thước đới ảnh hưởng xác định theo tuyến trùng đường phương thân quặng (tuyến dọc); H_N -Kích thước đới ảnh hưởng xác định theo tuyến thăm dò (tuyến ngang).

➤ *Phương pháp mô hình hóa dưới dạng sơ đồ, bản đồ, mặt cắt địa chất theo tuyến thăm dò để xác định đặc điểm phân bố trong không gian của các đối tượng địa chất, các thân quặng.*

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Thiết lập cơ sở tài liệu

Các thông số địa chất thân quặng thu nhận từ các công trình thăm dò ở hai thân quặng I và thân quặng III được xét đến trong nghiên cứu gồm: Hàm lượng của urani (U_3O_8) ở thân quặng I và thân quặng III theo

mẫu đơn và giá trị trung bình ở công trình thăm dò; Chiều dày thân quặng ở các công trình thăm dò và trữ lượng điểm (chiều dày x hàm lượng) ở các công trình thăm dò cho thân I và thân III.

Các số liệu cơ sở thống kê địa chất chủ yếu thu nhận từ các công trình thăm dò gồm lỗ khoan thẳng đứng và công trình khai đào (hào, giếng) cắt qua thân quặng I và III.

4.2. Đặc trưng phân bố thống kê các thông số địa chất công nghiệp thân quặng urani

Tiến hành thiết lập toán đồ tần suất và tích lũy tần suất của các thông số hàm lượng urani theo mẫu đơn, theo giá trị trung bình ở công trình thăm dò, chiều dày công nghiệp, chiều dày chung và trữ lượng điểm. Kết quả tính toán các tham số đặc trưng thống kê của hàm lượng, chiều dày, trữ lượng điểm cho thân quặng TQ. I và TQ.III trình bày trong Bảng 1.

Bảng 1. Tổng hợp kết quả tính toán các tham số đặc trưng thống kê của TQ.I và TQ.III

Thân quặng	Chiều dày (m)		Hàm lượng theo mẫu đơn (%)		Hàm lượng TB theo công trình %		Trữ lượng điểm (m x c)	
	Trung bình	Phương sai	Trung bình	Phương sai	Trung bình	Phương sai	Trung bình	Phương sai
TQ I	7,16	24,601	0,075	0,001962	0,0736	0,001050	0,419	0,133218
TQIII	5,33	18,567	0,045	0,000280	0,0488	0,000702	0,282	0,073013

Kết quả kiểm nghiệm mô hình phân bố thống kê xác định được hàm lượng urani trong các thân quặng TQI, TQIII tuân theo hàm phân bố loga chuẩn; còn chiều dày và trữ lượng điểm tuân theo hàm phân bố chuẩn. Mức độ biến đổi các thông số hàm lượng, chiều dày và trữ lượng điểm của các thân quặng công nghiệp trong khu mỏ không có sự khác nhau nhiều. Từ Bảng 1 cho thấy hàm lượng urani trong TQ III phân bố đồng đều ($V_c = 37,18\%$), TQI phân bố không đồng đều ($V_c = 59,06\%$); chiều dày thân quặng biến đổi không ổn định ($V_m = 69,27\% - 80,84\%$), trữ lượng điểm biến đổi không ổn định ($V_q = 87,11\% - 95,82\%$).

4.3. Xác lập nhóm mỏ thăm dò

➤ Đánh giá các đặc trưng định lượng về sự biến hoá quặng hoá urani có ảnh hưởng quyết định đến mức độ khó dễ trong thăm dò

Kích thước và hình thái các thân quặng: Các thân quặng urani phân bố trong tầng trầm tích bờ rời proluvideluvi cổ, quặng hoá có nguồn gốc trầm tích thấm lọc (Phùng Văn Cán, 1986). Thân quặng dạng thấu kính, dạng lớp nằm hơi nghiêng không phụ thuộc vào bề mặt địa hình đá gốc. Kích thước nhỏ, hình thái phức tạp.

Trên bình đồ TQI và TQII có dạng elip kéo dài, trục dài của elip kéo dài theo phương tây bắc-đông nam, TQ III có dạng gần đẳng thước (Hình 3). Trên mặt cắt TQ I dạng thấu kính nằm nghiêng; TQII dạng phễu, kích thước thay đổi không có quy luật, phụ thuộc kích thước, hình dạng gianh giới tiếp xúc giữa đá hoa và đá granit; TQIII dạng thấu kính nằm nghiêng, uốn lượn theo hình dạng lớp trầm tích giàu photphat (Hình 4)

Kết quả xác định kích thước rút ra nhận xét sau: Hình thái thân quặng của thân quặng về cơ bản không phụ thuộc địa hình các bồn trũng chứa thân quặng, chỉ phụ thuộc ít nhiều vào lớp trầm tích giàu photphat chứa thân quặng urani công nghiệp. Kích thước thân quặng nhỏ, hình thái thuộc loại phức tạp và tương đối phức tạp. Trên bình đồ TQIII có dạng đẳng thước, TQI dạng kéo dài theo đường phương, với chiều dài lớn hơn 2,4 lần chiều rộng. Hệ số chứa quặng: Áp dụng các công thức từ (1 ÷ 6) để đánh giá đặc tính liên tục của quặng hoá urani trong khu mỏ. Kết quả tổng hợp trong Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả tính các hệ số chứa quặng và đặc tính liên tục của quặng hóa

Khu mỏ	Hệ số chứa quặng			Hệ số gián đoạn (K_{np})	Hệ số dị hướng hình thái (λ)	Hệ số giàu quặng (β)
	K_p^m	K_p^s	K_p^L			
Khu trung tâm	0,237	0,0321	0,037	0,666	2,44	1,815
Khu Bắc	0,068	0,050	0,030	1,84	1,19	1,195

Từ Bảng 3 nhận thấy: Quặng urani trong khu mỏ phân bố thuộc loại rất không liên tục ($K_p < 0,4$). Mức độ gián đoạn quặng thuộc loại đơn giản, hệ số gián đoạn nhỏ và ở khu Bắc phức tạp hơn khu Trung Tâm. Trên bình đồ, thân quặng ở khu Bắc có dạng đẳng thước, với hệ số dị hướng hình thái $\lambda \approx 1,0$; ở khu Trung Tâm thân quặng thể hiện tính dị hướng về hình thái khá rõ ($\lambda > 2,4$).

Đặc trưng về yếu tố thể nằm của các thân quặng: Góc cắm thân quặng thay đổi theo đường phương và hướng dốc, phụ thuộc hình thái và thể nằm của lớp trầm tích mảnh vụn giàu photphat (Bảng 3).

Bảng 3. Tổng hợp yếu tố thể nằm của các thân quặng urani

Thân quặng	Góc dốc (độ)	Độ sâu phân bố (m)	Kết luận
TQ I	15-20 đến 45-70	0 ÷ 5-15	Dốc thoải đến dốc đứng
TQ II	20-30	30-55	Dốc thoải đến dốc nghiêng
TQIII	15-45	38-80	Dốc thoải đến dốc nghiêng

Nhìn chung các thân quặng urani mỏ Bình Đường có thể nằm khá phức tạp, thể nằm dốc thoải đến dốc nghiêng, cá biệt có vị trí thuộc loại dốc đứng (TQI). và có sự biến đổi đột ngột theo đường phương và hướng dốc. Phần gần mặt đất thân quặng thường nằm dốc hơn phần dưới sâu.

Mức độ phức tạp của môđun chu tuyến và chỉ tiêu hình dạng các thân quặng: Mức độ phức tạp của chu tuyến và chỉ tiêu hình dạng thân quặng urani được tính toán theo công thức (7, 8, 9). Kết quả tính toán tổng hợp trong Bảng 4.

Bảng 4. Đặc trưng về mức độ phức tạp của môđun chu tuyến và chỉ tiêu hình dạng thân quặng

Thân quặng	Diện tích (m ²)	Chu vi thực tế (m)	Chu vi quy về hình elíp (m)	Mức độ phức tạp M_k	Chỉ tiêu về hình dạng
TQI	6893,0	630,0	366,8	1,22	0,86
TQIII	11815,0	492,0	399,4	1,46	1,20

➤ **Kết luận về nhóm mỏ thăm dò cho kiểu mỏ urani Bình Đường**

Kết quả nghiên cứu rút một số nhận xét sau: Hàm lượng urani trong thân quặng công nghiệp có thể mô hình hoá dưới dạng hàm phân bố loga chuẩn. Mức độ biến đổi hàm lượng urani trong các thân quặng ở khu Bắc thuộc loại không đồng đều, khu Trung Tâm thuộc loại không đồng đều đến rất không đồng đều. Chiều dày thân quặng có thể quy nạp về dạng hàm phân bố thống kê chuẩn, quặng có hình thái biến đổi thuộc loại không ổn định đến rất không ổn định. Sự biến hoá chiều dày theo đường phương và hướng dốc khác nhau. Thân quặng thuộc loại có chiều dày mỏng đến trung bình; Trữ lượng điểm trong thân quặng có thể mô hình hoá dưới dạng hàm phân bố chuẩn, mức độ biến đổi thuộc loại không ổn định; Các thân quặng urani trong khu mỏ có dạng thấu kính, dạng phễu phức tạp, bị uốn lượn theo cả đường phương và hướng dốc. Hình dạng thân quặng biến đổi không có quy luật, phình thóp khá đột ngột; Thân quặng có kích thước nhỏ đến trung bình hầu hết các thân quặng đã thăm dò có kích thước theo đường phương < 250 m, chiều rộng 30-100m, dạng kéo dài theo đường phương, nhưng đặc tính dị hướng về hình thái không lớn; Quặng thuộc loại rất không liên tục, thuộc loại quặng nghèo với hệ số giàu quặng nhỏ. Mức độ gián đoạn quặng đơn giản, hệ số gián đoạn nhỏ; các thân quặng ở khu Bắc phức tạp hơn khu Trung Tâm. Từ kết nghiên cứu định lượng các thông số đặc trưng về sự biến hoá quặng hoá urani khu mỏ Bình Đường trình bày trên, so sánh với bảng phân loại nhóm mỏ thăm dò [Thông tư số 60/2017/TT-BTNMT, 2017] cho phép xếp mỏ urani Bình Đường vào nhóm mỏ thăm dò III.

4.4. Xác định mạng lưới thăm dò

Để xác định mạng lưới thăm dò, tác giả sử dụng phương pháp thống kê, phương pháp dựa trên cơ sở lý thuyết ngẫu nhiên ổn định và địa thống kê.

➤ **Phân tích mạng lưới thăm dò theo phương pháp toán thống kê:** Đối với nhóm mỏ thăm dò loại III kiểu mỏ urani Bình Đường (Cao Bằng) để đạt yêu cầu tính trữ lượng 122 bảo đảm độ tin cậy, tác giả chọn sai số tương đối xác định trữ lượng (chỉ tính cho chiều dày và hàm lượng) là 25% (theo quy định hiện nay sai số cho phép đối với trữ lượng cấp 122 tối đa là 50%), tức chọn sai số giới hạn cận trên cho phép của sai số tính trữ lượng cấp 122. Dựa vào kết quả tính toán nêu trong Bảng 1, áp dụng công thức (10, 11) tính được số lượng công trình thăm dò và mật độ mạng lưới thăm dò cho 2 thân quặng chính thuộc khu Bắc và khu Trung Tâm mỏ Bình Đường. Kết quả tổng hợp trong Bảng 5.

Bảng 5. Kết quả xác định mạng lưới thăm dò urani khu mỏ Bình Đường

Thân quặng	Số lượng công trình (N _{TD})		Mật độ thăm dò (S ₀ , m ²)	
	Công thức (10)	Công thức (11)	Công thức (10)	Công thức (11)
TQI	15	14	460	492
TQIII	15	17	788	695

Từ Bảng 5 nhận thấy mật độ mạng lưới thăm dò hay diện tích do 01 công trình thăm dò không chế đối với thân quặng I nhỏ hơn nhiều so với thân quặng III.

➤ **Phân tích mật độ mạng lưới thăm dò dựa trên cơ sở lý thuyết hàm ngẫu nhiên ổn định**

Từ cơ sở tài liệu thu nhận được từ các công trình khoan trên các tuyến TD, TTBD và T2 theo báo cáo

thăm dò (Phùng Văn Cán, 1986), áp dụng công thức (14, 15, 16) xác định được kích thước đới ảnh hưởng (H) và hệ số dị hướng (I) (Nguyễn Phương, 2008).

Bảng 6. Kết quả xác định mạng lưới thăm dò theo hàm ngẫu nhiên ổn định

Hướng khảo sát	Kích thước đới ảnh hưởng (H, m)			Mật độ S_0 (m ²)
	theo chiều dày	theo hàm lượng	trữ lượng điểm	
Theo đường phương	20-25	35-40	25-30	875-1050
Theo hướng dốc	28-30	23-25	30-35	
Hệ số dị hướng I	1,2 -1,4	1,5-1,6	1,17-1,2	

Từ Bảng 6 nhận thấy kích thước đới ảnh hưởng theo đường phương thay đổi từ 20-40 m, trung bình 30-35 m; theo hướng dốc từ 23-35 m, trung bình 25-30 m; mật độ mạng lưới thăm dò (S_0) từ 875-1050 m²/01CT. Đặc điểm biến hóa không gian của chiều dày và hàm lượng trong các thân quặng công nghiệp theo đường phương và hướng dốc có sự khác nhau không lớn. Trong đó, hàm lượng thể hiện đặc tính dị hướng rõ hơn cả, còn mức độ dị hướng của chiều dày và trữ lượng điểm là không lớn và ngược với đặc tính dị hướng của hàm lượng.

➤ *Lựa chọn mạng lưới thăm dò urani kiểu mỏ Bình Đường*: Phương vị bố trí tuyến thăm dò được lựa chọn dựa trên các luận cứ sau: Trên bình đồ, hầu hết các thân quặng có dạng elip kéo dài theo đường phương. Trong trường hợp đó, mạng lưới thăm dò để đánh giá thể tích thân quặng hợp lý nhất sử dụng hình chữ nhật, kích thước giữa các cạnh cần bảo đảm yêu cầu: $\frac{a}{A} = \frac{b}{B}$; với A là cạnh dài (theo đường phương), B là cạnh ngắn (theo hướng dốc) của thân quặng đã được quy về dạng hình chữ nhật có diện tích tương đương diện tích thật của thân quặng trên bình đồ. Để không chế mức độ biến đổi của chiều dày các thân quặng, hợp lý nhất là bố trí mạng lưới chữ nhật, cạnh dài trùng hướng cắm của thân quặng; ngược lại, để không chế chính xác hàm lượng trong các thân quặng, cần sử dụng mạng lưới hình chữ nhật, cạnh dài trùng với đường phương thân quặng. Đặc điểm biến hóa của trữ lượng điểm có sự khác nhau không nhiều giữa đường phương và hướng dốc. Như vậy, để không chế đặc điểm biến hóa của trữ lượng điểm, tốt nhất sử dụng mạng lưới hình chữ nhật hoặc hình vuông.

Trong trường hợp hàm lượng và chiều dày thân quặng không có quan hệ tương quan và mức độ biến hóa trữ lượng điểm lớn, thì mạng lưới xác định chủ yếu dựa vào trữ lượng điểm. Theo quan điểm đó, đối với kiểu mỏ urani Bình Đường tốt nhất chọn khoảng cách bố trí công trình thăm dò theo kết quả đánh giá trữ lượng điểm. Từ các luận cứ trên, theo tác giả mạng lưới phù hợp nhất bảo đảm không chế mức độ biến đổi của các thân quặng urani kiểu mỏ Bình Đường là sử dụng mạng lưới hình chữ nhật hoặc dạng tuyến song song, cạnh dài có phương trùng đường phương thân quặng.

Lựa chọn mật độ mạng lưới thăm dò: Từ kết quả tính toán tổng hợp trong Bảng 6 và 7, theo tác giả mạng lưới thăm dò kiểu mỏ urani Bình Đường để đạt trữ lượng cấp 122 tốt nhất là mạng lưới hình chữ nhật; hoặc dạng tuyến song song; với khoảng cách tuyến (theo đường phương) từ 30-35 m, công trình trên tuyến (theo hướng dốc) là 20-30m. Mạng lưới đề xuất có ưu điểm là có khả năng kế thừa và phát triển trên cơ sở mạng lưới thăm dò cũ khi tiến hành thăm dò nâng cấp. Sai số đánh giá chiều dày và hàm lượng trung bình của urani của các thân quặng nhỏ hơn sai số cho phép đối với cấp trữ lượng 122. Kết quả trên phù hợp với mạng lưới thăm dò đã sử dụng ở một số mỏ urani trên thế giới (Quy phạm điều tra cơ bản urani của Trung Quốc, 2005) và mạng lưới định hướng các công trình thăm dò quặng urani Việt Nam.

5. Kết luận

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng hàm lượng urani trong các thân quặng phân bố thuộc loại đồng đều đến không đồng đều; chiều dày và trữ lượng điểm biến đổi thuộc loại không ổn định. Mức độ biến đổi của các thông số địa chất công nghiệp thân quặng theo đường phương và hướng dốc có sự khác nhau, nhưng không nhiều. Trên cơ sở phân tích đặc điểm cấu trúc địa chất mỏ, đặc điểm hình thái-kiến trúc của các thân quặng và đặc điểm biến hóa của các thông số địa chất công nghiệp, đã xác lập khu mỏ urani Bình Đường thuộc nhóm mỏ thăm dò loại III.

Để thăm dò đạt yêu cầu tính trữ lượng ở cấp 122 cho các thân quặng urani kiểu mỏ Bình Đường, hợp lý nhất sử dụng mạng lưới dạng hình chữ nhật hoặc dạng tuyến, với khoảng cách tuyến cách 30-35 m, công trình trên tuyến 20-30m. Khi tiến hành công tác thăm dò cần phải có khối lượng công trình dự phòng từ 10 đến 15 % tổng khối lượng dự kiến trong đề án. Các công trình dự phòng được sử dụng chủ yếu ở phạm vi thân quặng bị vát nhọn đột ngột, vị trí thân quặng có hình thái và cấu tạo phức tạp, vị trí thân quặng tách hoặc nhập.

Kết quả nghiên cứu bước đầu cũng chỉ ra rằng mật độ mạng lưới thăm dò có quan hệ với chỉ tiêu tính trữ lượng. Đối với kiểu mỏ Bình Đường mật độ mạng lưới thăm dò thay đổi khi thay đổi chỉ tiêu hàm lượng

công nghiệp tối thiểu và hàm lượng biên; chỉ tiêu tính trữ lượng càng cao thì khoảng cách các công trình thăm dò tham gia vào mạng lưới cơ bản càng giảm.

Mạng lưới thăm dò đề xuất trong bài báo có thể sử dụng để thăm dò các mỏ urani có đặc điểm địa chất khoáng sản tương tự kiểu mỏ urani Bình Đường

Tài liệu tham khảo

Bộ tài nguyên và Môi trường, 2017. *Thông tư số 60/2017/TT-BTNMT) ngày 8/12/2017 về phân cấp trữ lượng và tài nguyên khoáng sản rắn.*

Phùng Văn Cận (cb.), 1986. *Báo cáo địa chất về kết quả thăm dò sơ bộ khu Trung tâm và khu Bắc mỏ urani Bình Đường Cao Bằng.* Trung tâm thông tin, Lưu trữ và Tạp chí địa chất.

Nguyễn Tiến Dũng, Nguyễn Phương, Nguyễn Văn Lâm, 2018. *Phương pháp thăm dò mỏ.* NXB Giao thông vận tải.

Nguyễn Văn Hoai (cb.), 1990. *Đánh giá tiềm năng urani và một số nguyên liệu khoáng phục vụ cho công nghiệp năng lượng nguyên tử trên lãnh thổ nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam.* Đề tài cấp nhà nước, Mã số 44A-03-02. Lưu trữ Liên đoàn Địa chất Xạ-Hiếm.

Kazdan, A.B., 1974. *Cơ sở phương pháp luận thăm dò.* Bản tiếng Nga. NXB Nhedra.

Kazdan A. B., 1984. *Cơ sở phương pháp luận thăm dò.* Bản tiếng Nga. NXB Nhedra.

Luong Quang Khang, Nguyễn Phương, Bùi Hoàng Bắc, Nguyễn Tiến Dũng, Khương Thế Hùng, 2018. *Phương pháp xử lý thông tin địa chất.* NXB Giao thông vận tải.

Nguyễn Phương (cb.), 2008. *Nghiên cứu ứng dụng các giải pháp khoa học và công nghệ để nâng cao hiệu quả công tác tìm kiếm-thăm dò urani trên lãnh thổ Việt Nam phục vụ chương trình phát triển điện hạt nhân.* Đề tài thuộc dự án KHCN trọng điểm cấp bộ. Mã số B-2006-02-25 TĐ. Lưu trữ trường Đại học Mỏ-Địa chất.

Quy phạm điều tra cơ bản urani của Trung Quốc, 2005. Beijing. Bản tiếng Trung.

ABSTRACT

Study on the establishment of the uranium deposit group and mining exploration grid in the Binh Duong area, Cao Bang province

Nguyen Phuong^{1,*}, Trinh Dinh Huan², Nguyen Truong Giang³

¹ Hanoi University of Mining and Geology; ² Geological Division for Radioactive and Rare Elements

³ Council Office of the National Resources and Reserve Assessment

The paper introduces the results of establishing a uranium deposit group and the mining exploration grid of the Binh Duong, Cao Bang mine type what is carried out based on the combination of basic statistical, geo-mathematics and analysis of stable random function methodology. The results are shown that the uranium content in the ore bodies belongs to evenly to unevenly types; the point thickness and reserves of alteration ore bodies are unstable. The degree of alteration of the ore body industrial geological parameters is not much different. Considering in terms of causing difficulties in exploration, the Binh Duong uranium mine is classified into the group III. There is a complex geological structure; the ore bodies are lenticular, or inclined layer, small to medium in size. The point thickness and reserve are distributed unstably; the distributed content is mainly irregularly. To satisfy the requirement of reserves estimation at level 122 for the uranium ore bodies of Binh Duong mine type, it is most appropriate to use a rectangular grid or a linear grid, with a distance of each line from 30m to 35 m, each works on the dip format of the orebodies are from 20m to 30 m. The proposed exploration grid of the paper could be used to explore other uranium mines with the similar geological conditions of the Binh Duong mine.

Keywords: Uranium deposit group; mining exploration grid; Binh Duong area.

Nghiên cứu xác lập chỉ tiêu tính trữ lượng, tài nguyên than trong bể than Quảng Ninh-Lý luận và thực tiễn

Nguyễn Phương^{1,*}, Nguyễn Tiến Dũng¹, Đỗ Mạnh An¹, Phạm Tuấn Anh², Nguyễn Hoàng Huân²
¹ Trường Đại học Mô-Địa chất; ² Công ty CP Tin học Công nghệ Môi trường-Vinacomin

TÓM TẮT

Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu xác lập chỉ tiêu tính trữ lượng/tài nguyên than trên cơ sở tổng hợp tài liệu từ các công trình nghiên cứu trước, kết hợp tài liệu tính toán thử nghiệm tại một số mỏ thuộc bể than Quảng Ninh. Kết quả nghiên cứu đạt được như sau: Để khoanh nổi vỉa than tham gia tính trữ lượng/tài nguyên, cần sử dụng chỉ tiêu nhiệt lượng (Q_{qr}^d) ≥ 3500 Kcal/kg làm ranh giới phân biệt than với đá vây quanh; cụ thể, nếu dựa vào chỉ tiêu Q^{ch} của than nhiệt năng thấp (≥ 3500 Kcal/kg), thì A_{max}^k là 55% hoặc 60% vẫn đảm bảo yêu cầu về chỉ tiêu nhiệt năng đối với than năng lượng thấp; riêng mỏ Mao Khê chỉ tiêu độ tro tối đa đáp ứng yêu cầu về chỉ tiêu nhiệt lượng tối thiểu hợp lý là $A_{max}^k \leq 55\%$. Chiều dày công nghiệp tối thiểu được lựa chọn phải dựa trên cơ sở xây dựng mô hình công nghệ khai thác và phải tiến hành đánh giá về hiệu quả kinh tế theo các phương án lựa chọn. Hệ số bóc đất giới hạn trong khai thác lộ thiên cần tiến hành cho từng mỏ, cụm mỏ trên cơ sở so sánh hiệu quả kinh tế giữa khai thác hầm lò và lộ thiên, kết hợp vấn đề bảo vệ môi trường.

Từ khóa: Chỉ tiêu tính trữ lượng; tài nguyên than; bể than Quảng Ninh.

1. Đặt vấn đề

Trong thời gian qua, công tác tính trữ lượng than ở nước ta đều dựa vào hệ thống các chỉ tiêu tính trữ lượng do Ủy ban khoa học nhà nước ban hành trên cơ sở tham khảo chỉ tiêu tính trữ lượng các mỏ than của Liên Xô (cũ). Xét về khía cạnh khoa học và thực tiễn, thì các chỉ tiêu hiện đang áp dụng không còn phù hợp với nền kinh tế thị trường có định hướng XHCN đang diễn ra ở nước ta.

Các chỉ tiêu công nghiệp phụ thuộc vào điều kiện địa chất mỏ, đặc điểm địa lý tự nhiên-kinh tế xã hội, yếu tố kỹ thuật, công nghệ, môi trường đầu tư và các yếu tố khác. Vì vậy, chỉ tiêu tính trữ lượng được thiết lập trước đây chỉ có tính định hướng chung. Trong thực tiễn thăm dò, khai thác than Quảng Ninh cần được xem xét, tính toán lại, nhằm bổ sung kịp thời phục vụ công tác thăm dò, đánh giá lại trữ lượng, tài nguyên phục vụ quy hoạch khai thác ở từng mỏ, cụm mỏ hoặc toàn bể than (Lê Ái Thụy, 2004). Vì vậy, để tăng cường công tác quản lý nước về tài nguyên than, nhằm sử dụng hợp lý, tiết kiệm có hiệu quả, phục vụ cho công tác quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, rất cần thiết phải xây dựng lại chỉ tiêu tính trữ lượng cho các mỏ than ở nước ta nói chung, các mỏ than thuộc bể than Quảng Ninh nói riêng. Để giải quyết nhiệm vụ này, trước hết phải đánh giá lại tính phù hợp của các chỉ tiêu tính trữ lượng hiện hành và nghiên cứu xác lập các luận cứ khoa học để xây dựng các chỉ tiêu tính trữ lượng, tài nguyên cho các mỏ than Quảng Ninh.

2. Chỉ tiêu tính trữ lượng than ở Việt Nam và một số nước trên thế giới

2.1. Các chỉ tiêu tính tài nguyên trữ lượng than ở một số nước trên thế giới

Chỉ tiêu trữ lượng than trên thế giới được tập hợp ở Bảng 1 (của Mỹ) và Bảng 2 (Liên Xô cũ).

Bảng 1. Chỉ tiêu tính trữ lượng than của Mỹ (theo tiêu chuẩn ASTM)

Loại tài nguyên/ trữ lượng		Độ sâu tối đa (m)	Chiều dày lớp than tối thiểu (m)
1. Tài nguyên xác định và chưa xác định	- Anthracit và Bituminons	1800	0,35
	- Subbituminous và lignit	1800	0,75
2. Tài nguyên cận kinh tế	- Anthracit và Bituminons	0-300; 300-1800	0,35- 0,70; 0,35
	- Subbituminous	0-300; 300-1800	0,75-1,50; 0,75
	- Lignit	0-150 đến 150-1800	0,75-1,50 hoặc 0,75
3. Trữ lượng cơ sở	- Anthracite và Bituminons	300	0,70
	- Subbituminous	300	1,50
	- Lignit	150	1,50

* Tác giả liên hệ

Email: phuong_mdc@yahoo.com

Bảng 2. Chỉ tiêu tính trữ lượng ở một số bể than thuộc Liên Xô cũ

TT	Bể than	Chiều dày và độ tro				Độ sâu tối đa (m)
		Trong cân đối		Ngoài cân đối		
		Min(m)	A_{max}^{ch} (%)	Min(m)	A_{max}^{ch} (%)	
1	Đonhet	0.50	45	0.45	50	1800
2	Kuznhet	0.45	40	0.40	45	1200
3	Karagandin	0.60	45	0.45	50	1400
4	Petroski	0.50	40	-	-	1200
5	Lvopski	0.50	40	0.40	45	-

2.2. Chỉ tiêu tính trữ lượng các mỏ than đá của Việt Nam

Trong thực tế, trữ lượng, tài nguyên than ở Quảng Ninh đã tính đến độ sâu-600m đến -700m, các chỉ tiêu tính trữ lượng theo quyết định số 1132/UB/CNA ngày 9/6/1977 của UBKHNN tổng hợp ở Bảng 3, 4 (Ủy ban Khoa học kỹ thuật nhà nước, 1977). Các chỉ tiêu tính trữ lượng than ở nước ta hiện đang áp dụng còn mang nặng tính áp đặt; do đó, một số khối tính trữ lượng cấp 121, 122, nhưng khai thác không có hiệu quả kinh tế; ngược lại, một số khối tài nguyên cấp 333, nhưng hoàn toàn đáp ứng công nghệ khai thác hiện tại và khai thác chúng lại mang lại hiệu quả kinh tế.

Bảng 3. Các chỉ tiêu tính trữ lượng than

Chỉ tiêu tính trữ lượng	Đơn vị	Trữ lượng trong cân đối	Trữ lượng ngoài cân đối
1. Khai thác lộ thiên			
- Chiều dày tối thiểu	m	1.0	0.8
- Độ tro tối đa kể cả độ làm bản	%	≤40	≤45
- Hệ số bóc đất trung bình	m ³ /T	6/1	
2. Khai thác hầm lò			
- Chiều dày tối thiểu	m	0.8	0.6
- Độ tro tối đa kể cả độ làm bản	%	≤40	≤45

Bảng 4. Các chỉ tiêu tính trữ lượng than mỡ và than cốc

Mỏ than	Chỉ tiêu tính trữ lượng			
	Độ tro		Chiều dày	
	Trong cân đối	Ngoài cân đối	Trong cân đối	Ngoài cân đối
Na Sang-Lai Châu (LT)	≤40	≤45	≥0.40	≥0.20
Thanh An-Lai Châu (LT)	≤40		≥0.45	
Đầm Đùn-Ninh Bình (LT)	≤40	≤45	≥0.45	≥0.30
Ngọc Lương-Hòa Bình (LT)	≤40		≥0.30	
Khe Bó-Nghê An (LT)	≤40	40-45	≥0.45	≥0.40-0.45
Làng Cẩm-Thái Nguyên (LT)	≤40		≥0.45	
Đồi Hoa-Hòa Bình (LT)	≤40		≥0.40	

3. Cơ sở phương pháp luận để xây dựng chỉ tiêu tính trữ lượng/ tài nguyên than

Ở bể than Quảng Ninh nói riêng và các mỏ than đá ở nước ta nói chung, Tập đoàn Công nghiệp Than và Khoáng sản Việt Nam đã đưa ra tiêu chí than nhiệt lượng thấp là than khoáng có độ tro từ 40-50% và nhiệt lượng riêng làm việc thấp (Q_t^{lv}) từ 3500 đến 4000 Kcal/kg (Bùi Hoàng Kỳ và nnk, 1998). Chỉ tiêu này phù hợp với quy định của một số nước trên thế giới. Theo tiêu chuẩn ASTM D388-92 của Mỹ, quy định than LigniteB có nhiệt lượng riêng thấp trong trạng thái ẩm, không chất khoáng < 6300 Btu/Lb (3500 Kcal/kg), ở Ba Lan quy định than nâu có nhiệt lượng tối thiểu khi độ ẩm 50% là 6,5 MJ/kg (1550 kcal/kg), Pakistan từ 500-12000Btu/Lb (2700-6670 Kcal/kg) và của Ấn Độ là 3400 kcal/kg. Than nhiệt lượng thương phẩm có nhiệt lượng thấp của Việt Nam như sau: Than nâu Na Dương loại II (NP 020) là 3950 Kcal/kg, khi độ tro 37-24%. Than cám Mạo Khê (MK- 11B) là 4250 Kcal/kg và than cám Cẩm Phả-Hòn Gai (HG-11B) là 4400 Kcal/kg, tương ứng A^k là 40- 50%. Từ những dẫn liệu trên cho thấy, hợp lý hơn cả là lấy chỉ tiêu nhiệt lượng (Q_{qr}^d) ≥ 3500 Kcal/kg làm ranh giới phân biệt than với đá vôi quanh; bởi lẽ nhiệt lượng của than đá phụ thuộc vào nhiều yếu tố: Độ ẩm, độ tro, hàm lượng carbon, hydro,...; đặc biệt nhiệt lượng có mối quan hệ phụ thuộc vào độ tro (Lê Đỗ Bình và nnk, 2006).

4. Nghiên cứu xác lập chỉ tiêu tính trữ lượng/ tài nguyên than Quảng Ninh

4.1. Xác định độ tro tối đa để khoanh nổi vỉa than công nghiệp

➤ *Xác định độ tro tối đa (A_{max}^k) theo Q^{ch}* : Đối với than năng lượng, độ tro ảnh hưởng rất lớn đến nhiệt lượng của than. Giữa độ tro và nhiệt năng của than đã được Kiriacov (1989) xác lập khi nghiên cứu khả năng sử dụng

than có độ tro rất cao (than xấu sét than). Từ kết quả nghiên cứu, ông đã xác định được mối quan hệ giữa Q^{ch} và A^k ở bể than Donbat của Liên Xô cũ (Lê Đỗ Bình và nnk, 1998) dưới dạng công thức tổng quát: $Q^{ch} = a \cdot b \cdot A^k$ (1). Theo tài liệu của bể than Donbat, Kiriakov (1989) đã xác định được công thức thực nghiệm như sau: $Q^{ch} = 8065 - 88 \cdot A^k$ khi $A^k \leq 60\%$.

Từ tập hợp nhiều vỉa than có độ tro khác nhau ở bể than Quảng Ninh (Bùi Hoàng Kỳ và nnk, 1998), đã xác lập mối quan hệ giữa Q^{ch} với A^k dưới dạng tổng quát sau: $Q^{ch} = a - b \cdot A^k - c \cdot (A^k)^2$ (2). Trong đó: a, b, c là hệ số thực nghiệm, xác định theo phương pháp bình phương tối thiểu.

Dựa vào phương trình (2) có thể xác định chỉ tiêu độ tro tối đa tương ứng chỉ tiêu Q^{ch} tối thiểu. Kết quả tính toán cho các vỉa than: V10-Mạo Khê (V10-MK), vỉa dày Lộ trí (VD-LT), vỉa 14, vỉa 10, vỉa 7 Ngã Hai (V14-NH, V10-NH, V7-NH) và vỉa 5 Cánh Gà (V5-CG). Kết quả chỉ ra rằng, nếu chọn chỉ tiêu A^k_{max} là 55% thì giá trị trung bình độ tro toàn vỉa kể cả độ làm bản của các vỉa tăng lên nhiều so với chỉ tiêu A^k_{max} là 40% hoặc 45%; song giá trị trung bình độ tro của vỉa kể cả độ làm bản đều < 30% trừ V10-MK là vỉa thuộc loại độ tro cao. Khi chọn chỉ tiêu độ tro A^k_{max} là 60%, giá trị độ tro trung bình của các vỉa tăng lên từ 0,3- 2,28%, riêng các vỉa V7-NH và V10-MK tăng lên 9,49-11,5%.

Nhiệt năng Q^{ch} tương ứng với độ tro tối đa được chọn 55%, 60% đều lớn hơn Q^{ch}_{min} ($Q^{ch}_{min} \geq 3500$ Kcal/kg). Riêng V10-MK nếu chọn A^k_{max} là 55% thì Q^{ch} tương ứng là 4730 lớn hơn Q^{ch}_{min} cho phép, khi chọn A^k_{max} bằng 60% thì Q^{ch} nhỏ hơn Q^{ch}_{min} cho phép. Như vậy, nếu dựa vào chỉ tiêu Q^{ch} của than nhiệt năng thấp (≥ 3500 Kcal/kg) thì việc lựa chọn A^k_{max} là 55% hoặc 60% vẫn đảm bảo yêu cầu về chỉ tiêu nhiệt năng đối với than năng lượng thấp; riêng mỏ Mạo Khê chỉ tiêu độ tro tối đa đáp ứng yêu cầu về chỉ tiêu nhiệt lượng tối thiểu hợp lý là $A^k_{max} \leq 55\%$.

➤ *Xác lập A^k tối đa theo giá trị hàng hóa và giá thành khai thác*: Chỉ tiêu A^k_{max} được luận giải theo giá trị hàng hóa và giá thành khai thác than ở Quảng Ninh được thiết lập trên cơ sở tài liệu phân tích hiệu quả kinh tế sản xuất-kinh doanh (KTSX-KD) của Tập đoàn Công nghiệp than và Khoáng sản theo tổng sơ đồ phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2010 và dự báo đến năm 2030. Đối với than Quảng Ninh, đã xác định được phương trình tương quan diễn đạt sự phụ thuộc giữa giá bán than tính theo giá bán trung bình giai đoạn 1998-2003 (Lê Đỗ Bình và nnk, 2006) như sau: $G_b = 63,77 - 1,31A^k$ (3).

➤ *Ảnh hưởng của độ tro đến trữ lượng/tài nguyên than*: Độ tro có ảnh hưởng trực tiếp đến thể trọng (D) của than; do đó, chỉ tiêu độ tro có ảnh hưởng trực tiếp đến tính trữ lượng/tài nguyên của vỉa than, đây là một trong số thông số quan trọng trong tính trữ lượng/tài nguyên than.

Mối quan hệ giữa độ tro và thể trọng than đã được nhiều người quan tâm (Kler, 1975); ở Liên Xô cũ, trong quy phạm tính trữ lượng than đã đưa ra các công thức tổng quát xác định quan hệ giữa thể trọng (D) và độ tro A^k như sau: $\bar{D} = \bar{D}_0 + K \cdot \bar{A}^k$ (4). Trong đó: \bar{D}_0 – Thể trọng trung bình của than trong điều kiện lý tưởng $A^k = 0$; K-Hệ số biến đổi D khi A^k thay đổi 1%; \bar{A}^k -Giá trị độ tro trung bình của vỉa than trong diện tích đánh giá.

Ở mỏ than Quảng Ninh, mối quan hệ giữa thể trọng (D) và độ tro (A^k) đã được nhiều nhà địa chất quan tâm nghiên cứu (Lê Đỗ Bình và nnk, 2006). Dưới đây trích dẫn kết quả nghiên cứu ở một số mỏ than tiêu biểu:

Vỉa dày Lộ Trí: $D = 1,35 + 0,0032 (\bar{A}^k)^2$ (5); Vỉa 10-Mạo Khê: $D = 1,4501 + 0,0051 \bar{A}^k + 0,0001 (\bar{A}^k)^2$ (6). Kết quả tính D tính theo phương trình 5, 6 tổng hợp ở Bảng 5.

Bảng 5. Kết quả tính thể trọng than theo A^k

TT	Vỉa than	A^k_{tb} (%)	D (T/m ³)	TT	Vỉa than	A^k_{tb} (%)	D (T/m ³)
1	VD-LT	40	1,455	2	V 10-MD	40	1,603
		45	1,465			45	1,627
		50	1,466			50	1,696
		55	1,470			55	1,730
		60	1,473			60	1,878

Từ Bảng 5 nhận thấy, nếu tăng độ tro tối đa từ 40% lên 60% đối với các vỉa có độ tro trung bình thể trọng tăng lên không đáng kể, ngược lại đối với các vỉa có độ tro cao thể trọng tăng lên khá lớn. Sự gia tăng thể trọng đồng nghĩa với tăng trữ lượng/tài nguyên, nhưng làm giảm chất lượng của than. Khi thay đổi A^k_{max} , chiều dày vỉa than tham gia tính trữ lượng và diện tích của vỉa cũng sẽ thay đổi. Dưới đây trích dẫn kết quả tính toán thử nghiệm cho vỉa dày Lộ Trí và vỉa V10 Mạo Khê:

- Đối với vỉa dày Lộ Trí, nếu chỉ tiêu $A^k_{max} = 60\%$, chiều dày tối thiểu 0,8m, trữ lượng than được khoan nổi có diện tích trên bình đồ bằng trụ là 8.679×10^3 m².

Tổng tài nguyên than tính theo phương pháp Sécăng: $Q_0 = S_{bd} \cdot M_{TN} \cdot K_t \cdot D_0 \cdot Seca$ (7)

Với S_{bd} - Diện tích đo trên bình đồ đẳng trụ khoáng nối theo chỉ tiêu lựa chọn $A_{max}^k = 60\%$, $M_{CN} = 0,8m$; M_{TN} - Tổng chiều dày tự nhiên trung bình của vỉa (83,7m); K_t - Hệ số chứa than ($K_t = 0,37$); D - Thể trọng than ($D = 1,473 T/m^3$); α - Góc dốc trung bình của vỉa than ($\alpha = 35^\circ$). Tổng tài nguyên than (Q_0) của vỉa dày Lộ Trí tính toán theo công thức (7) là 475.488 ngàn tấn. Tương tự, V10-Mạo Khê tính được là 32.306,0 ngàn tấn.

Tổng tài nguyên than dự báo theo mô hình hàm phân bố gamma (Nguyễn Phương, Lê Đỗ Bình, 1998) tương ứng với các chỉ tiêu A^k lựa chọn tổng hợp ở Bảng 6, 7.

Bảng 6. Kết quả dự báo tài nguyên than VD-LT theo chỉ tiêu A_{max}^k lựa chọn

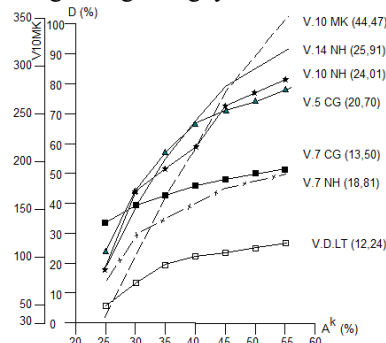
A_{max}^k (%) lựa chọn	Thông số hàm gamma		Giá trị $\gamma(z)$ tra bảng	$Q_i (A_{max}^k)$ (10^3T)
	α	β		
40	0,144	10,70	0,972	462,175
45			0,978	465,028
50			0,983	467,406
55			0,991	471,209
60			0,994	475,488

Bảng 7. Kết quả dự báo tài nguyên than vỉa V10-MK theo chỉ tiêu A_{max}^k lựa chọn

A_{max}^k (%) lựa chọn	Thông số hàm gamma		Giá trị $\gamma(z)$ tra bảng	$Q_i (A_{max}^k)$ (10^3T)
	α	β		
40	02,43	11,80	0,571	18.446,7
45			0,650	20.998,9
50			0,718	23.195,7
55			0,776	25.069,5
60			1,00	32.306,0

Từ Bảng 6, 7 rút ra một số nhận xét sau: Vỉa dày-LT: Nếu nâng chỉ tiêu độ tro (A_{max}^k) từ 40% lên 50%, tài nguyên than tăng lên 5.231 ngàn tấn (tăng 1,13%), nếu nâng độ tro tối đa lên 60% trữ lượng gia tăng 13.313 ngàn tấn (tăng 2,88%). V10-MK: Khi nâng chỉ tiêu A_{max}^k từ 40% lên 50%, tài nguyên tăng lên khá lớn (tăng 25,74%), nếu nâng A_{max}^k lên 60% tài nguyên tăng lên 75,13%.

Mức độ gia tăng tài nguyên theo độ tro của một số vỉa than thể hiện ở Hình 1.



Hình 1. Biểu đồ mức gia tăng tài nguyên theo

$$A_{max}^k \text{ (với } D = \frac{Q_i - Q_{min}}{Q_{min}} 100\%)$$

✓ **Độ tro quyết định giá trị kinh tế của than Quảng Ninh:** Thông thường trong cùng loại than, khi độ tro tăng lên, giá trị hàng hóa của than giảm xuống; do đó, trong tiêu chuẩn của than hàng hóa, người ta quy định rất chặt chẽ, độ tro tối đa cho phép của từng loại than. Có thể biểu diễn sự phụ thuộc của giá cả theo độ tro và mức độ biến hóa của chúng theo phương trình tổng quát sau: $G = f(A^k, \sigma_{A^k})$ (9).

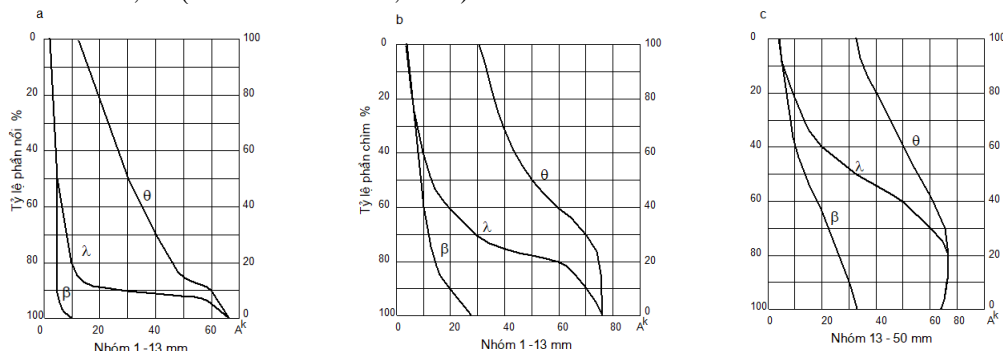
Giá trị trung bình của than hàng hóa có thể xác định theo công thức: $M = a\alpha + (a\beta - \alpha\beta)A^k - b\beta(A^k)^2 - b\beta\sigma_H^2$ (10). Trong đó: a, b, α, β - Các hệ số thực nghiệm, xác định theo phương pháp bình phương tối thiểu; A^k - Độ tro trung bình của than hàng hóa; σ_H^2 - Phương sai độ tro than hàng hóa được xác định theo công thức: $\sigma_H = \alpha + \beta A^k + \theta(A^k)^2$ (11). Với α, β, θ là hệ số thực nghiệm. Kipnisa (1970) đã xác định được công thức thực nghiệm đối với than hàng hóa theo tài liệu lấy mẫu tại các lô hàng vận chuyển than ở Quảng Ninh (khi $A^k < 40\%$) như sau: $\sigma_H = 0,33 + 0,11 A^k + 0,0026 (A^k)^2$ (12)

✓ **Độ tro và sự biến đổi của độ tro (σ_H) ảnh hưởng đến chi phí sản xuất và giá trị kinh tế của vỉa than**

Độ tro và sự biến đổi độ tro ảnh hưởng đến công nghệ khai thác, sàng tuyển than và do đó làm tăng chi phí sản xuất và làm giảm giá trị kinh tế của vỉa than (mỏ than). Trên Hình 2 là đồ thị biểu diễn sự tương quan các phần than sạch (β), đá thải (θ) và tính khả tuyển (λ) phụ thuộc vào độ tro (A^k) ở mỏ than Donhet (Liên Xô cũ) (Lê Đỗ Bình và nnk, 2006).

4.2. Xác định các chỉ tiêu về điều kiện khai thác mỏ và ảnh hưởng của chúng đến giá trị kinh tế vỉa than

Chiều dày vỉa: Chỉ tiêu về chiều dày nhỏ nhất của vỉa than là chỉ tiêu công nghiệp quan trọng, phụ thuộc rất chặt chẽ vào kỹ thuật khai thác, ảnh hưởng đến năng suất lao động và giá thành khai thác 1 tấn than. Ở Liên Xô (cũ) Ekben và Markus (1984) đã chứng minh trong cùng điều kiện thể nham, năng suất lao động sẽ tăng nhanh và giá thành khai thác một tấn than sẽ giảm đáng kể nếu chiều dày vỉa than được khai thác là 1 - 1,3m (Lê Đôn Bình và nkk, 2006).



Hình 2. Đồ thị tính khả tuyển của than Donhet (Theo Koykina và Obukhovski)
 a- Than dễ tuyển b- Tương đối khó tuyển c- Khó tuyển

Khi chọn chỉ tiêu chiều dày tính trữ lượng cần chú ý tỷ lệ giữa chiều dày các lớp kẹp và chiều dày riêng than và phải thỏa mãn điều kiện:

$$\frac{m_K}{m_{RT}} \leq \frac{Q_{gh}^d}{30} - 0,5 \quad (9)$$

$$M_{CN} \geq m_K + m_{RT}$$

Trong đó : m_K -Chiều dày các lớp kẹp (m);
 m_{RT} -Chiều dày lớp than (m); Q_{gh}^d -Giá trị nhiệt năng của than (MJ)

Từ hệ phương trình trên cho thấy, chỉ tiêu chiều dày vỉa không chỉ phụ thuộc vào công nghệ khai thác, mà còn có mối quan hệ chặt chẽ với chỉ tiêu giá trị nhiệt năng tối thiểu và chỉ tiêu độ tro tối đa cho phép.

Với điều kiện bể than Quảng Ninh, theo tác giả hợp lý nhất là kết hợp đồng thời hai giải pháp sau. - Bước 1: Áp dụng phương pháp toán địa chất trên cơ sở xác lập quy luật phân bố thống kê chiều dày vỉa để dự báo mức độ gia tăng tài nguyên (trữ lượng địa chất) của các vỉa than theo ngưỡng chiều dày tối thiểu. Dựa vào đồ thị diễn đạt sự phụ thuộc mức độ gia tăng trữ lượng với ngưỡng chiều dày, sơ bộ lựa chọn 02-03 phương án chiều dày tối thiểu, tương ứng vị trí có sự gia tăng trữ lượng đột biến. - Bước 2: Đánh giá tính phù hợp của chỉ tiêu chiều dày tối thiểu đã lựa chọn ở bước 1 trên cơ sở phân tích mô hình công nghệ theo phương pháp tương tự khu vực đã khai thác hoặc thiết kế sơ bộ quy trình khai thác đối với đối tượng chưa có khu vực khai thác.

➤ **Hệ số đất bóc giới hạn:** Hệ số bóc đất giới hạn để khoanh nổi trữ lượng cho phương pháp khai thác lộ thiên hay hầm lò được xác định theo hai trường hợp sau:

+ Trường hợp thứ nhất: Khi dùng hệ số bóc để xác định ranh giới hợp lý (kinh tế) giữa khai thác lộ thiên và khai thác hầm lò. Trong trường hợp này hệ số bóc giới hạn được xác định theo công thức:

$$K_g Z_{db} + Z_{lt} = Z_{hl} \quad (10); \quad \text{Từ công thức (10) ta có: } K_g = (Z_{hl} - Z_{lt}) / Z_{db}, m^3/T \quad (11)$$

Trong đó: K_g -Hệ số bóc đất giới hạn giữa khai thác lộ thiên và khai thác hầm lò, m^3/T ;

Z_{hl} -Giá thành khai thác một tấn than bằng phương pháp hầm lò, đ/t; Z_{lt} -Giá thành khai thác một tấn than bằng phương pháp khai thác lộ thiên chưa tính tới chi phí đất bóc, đ/t; Z_{db} -Giá thành toàn bộ tính cho $1m^3$ đất bóc, đ/ m^3 .

Kết quả tính toán theo số liệu năm 2004-2010, hệ số bóc đất trung bình ở vùng Hòn Gai là 6,5 (6-7) m^3/T , vùng Cẩm Phả là 8,4 (8-9) m^3/T . Như vậy, trong giai đoạn 2004-2010, hệ số bóc đất giới hạn đối với khai thác lộ thiên ở bể than Quảng ninh có thể thay đổi trong phạm vi từ 6- 9 m^3/T tùy thuộc vị trí và điều kiện khai thác của từng mỏ cụ thể.

+ Trường hợp thứ hai: Khi mở đánh giá chỉ phù hợp duy nhất cho khai thác lộ thiên. Trong trường hợp này hệ số bóc đất giới hạn được xác định theo công thức:

$$K_g Z_{db} = K_t (G_{tp} - Z_{tp}) \quad (12) \quad \text{Từ công thức (12) ta có: } K_g = K_t (G_{tp} - Z_{tp}) / Z_{db} \quad (13)$$

Trong đó: K_t -Hệ số thu hồi than thương phẩm từ than nguyên khai, $K_t \leq 1$; G_{tp} -Giá bán trung bình 01 tấn than thương phẩm, đ/T; Z_{tp} -Giá thành toàn bộ 1t than thương phẩm chưa tính chi phí đất bóc, đ/T. Các tham số khác đã chỉ dẫn ở công thức 10, 11.

5. Kết luận

1. Để tăng cường công tác quản lý nước về tài nguyên than, nhằm sử dụng hợp lý, tiết kiệm có hiệu quả, phục vụ cho công tác quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, cần phải xây dựng lại chỉ tiêu tính trữ lượng than nói chung, các mỏ than Quảng Ninh nói riêng. Tùy thuộc

vào tài liệu thực tế có thể sử dụng một hay một số phương pháp đã đề cập trong bài báo để xác định chỉ tiêu tính trữ lượng than đá nói chung, cho bể than Quảng Ninh nói riêng; trong đó, phần chi phí cho hoạt động khai thác cần tính bổ sung thêm chi phí liên quan đến cấp quyền khai thác khoáng sản theo Nghị định 203/2013/NĐ-CP ngày 28 tháng 11 năm 2013.

2. Để khoan nổi vỉa than tham gia tính trữ lượng/tài nguyên (vỉa than công nghiệp), tốt nhất là sử dụng chỉ tiêu nhiệt lượng ($Q_{qr}^d \geq 3500$ Kcal/kg) làm ranh giới phân biệt than với đá vôi quanh là hợp lý hơn, Kết quả nghiên cứu chỉ rõ, nếu tăng chỉ tiêu độ tro A^k từ 40% lên 55- 60%, độ tro trung bình ở hầu hết các vỉa than, kể cả độ làm bản ($A^{k_{hh}}$) đều nhỏ hơn 30%, nhỏ hơn chỉ tiêu $A^{k_{hh}}$ cho phép ($A^{k_{hh}} \leq 40\%$). Như vậy, nếu dựa vào chỉ tiêu Q^{ch} của than nhiệt năng thấp (≥ 3500 Kcal/kg), thì việc lựa chọn $A^{k_{max}}$ là 55% hoặc 60% vẫn đảm bảo yêu cầu; riêng mỏ Mạo Khê và các mỏ có chất lượng tương tự, chỉ tiêu độ tro tối đa ($A^{k_{max}}$) đáp ứng yêu cầu về chỉ tiêu nhiệt lượng tối thiểu là $\leq 55\%$.

3. Chỉ tiêu chiều dày vỉa than công nghiệp tối thiểu được xác định trên cơ sở xây dựng mô hình công nghệ khai thác phù hợp với từng đối tượng đánh giá và phải dựa vào kết quả phân tích hiệu quả kinh tế theo các phương án lựa chọn.

4. Hệ số bóc đất giới hạn trong khai thác lộ thiên, cần tiến hành riêng cho từng mỏ phù hợp từng giai đoạn nhất định, trên cơ sở so sánh hiệu quả kinh tế giữa khai thác hầm lò và lộ thiên chú trọng vấn đề bảo vệ môi trường và sinh thái khu vực khai thác. Kết quả tính toán bước đầu cho thấy, hệ số bóc đất trung bình trong giai đoạn 2004-2010 ở vùng than Hòn Gai là 6,5 (6-7) m³/T, vùng Cẩm Phả là 8,4 (8-9) m³/T.

Tài liệu tham khảo

Bùi Hoàng Kỳ, Lê Đỗ Bình, Nguyễn Phương, Lương Danh Thụ, Nguyễn Đồng Hưng, 1998. *Tiềm năng than nhiệt lượng thấp ở bể than Quảng Ninh*. Hội nghị khoa học Địa chất-Khai thác than. Hà Nội, 9/1998, tr 67-71. Lưu trữ Công ty Địa chất Mỏ, Quảng Ninh.

Kler, V. R., 1975. *Izutrenhie I Geologo-Ekonomitreckaia Osenka Katrestva Uglei Pri Geologorazvedotrnic Rabot*. Nhedra-Maxcova.

Lê Ai Thụ, 2004. Báo cáo kết quả đề tài “*Xác lập các luận cứ khoa học xây dựng các chỉ tiêu tính trữ lượng các mỏ than khoáng Việt Nam*”. Lưu trữ Trung tâm Thông tin lưu trữ và Tạp chí Địa chất.

Lê Đỗ Bình, Nguyễn Phương, Nguyễn Đồng Hưng, 2006. *Nghiên cứu ứng dụng mô hình toán học để mô tả sự phụ thuộc trữ lượng với các chỉ tiêu công nghiệp (chiều dày, độ tro) trong đánh giá tài nguyên-trữ lượng than Quảng Ninh*. Lưu trữ Công ty Địa chất Mỏ-TKV, Quảng Ninh.

Lê Đỗ Bình, Nguyễn Phương, Nguyễn Tư, Nguyễn Đồng Hưng, Lê Đỗ Trí, 1998. *Xác định đặc điểm biến đổi độ tro than (A^k). Thành lập các bình đồ đồng bộ tro của vỉa than làm cơ sở cho quy hoạch khai thác than*. Hội nghị khoa học Địa chất-Khai thác than. Hà Nội, 9/1998, tr 158-162. Lưu trữ Công ty Địa chất Mỏ, Quảng Ninh

Nguyễn Mai Quân, Dương Hồng Phi, Nguyễn Phương, Nguyễn Trọng Khiêm, Lê Đỗ Bình, 2003. *Nghiên cứu cơ sở khoa học để xây dựng Quy phạm sử dụng phân cấp trữ lượng, tài nguyên than khoáng Việt Nam*. Lưu Văn phòng HĐĐGTLKS quốc gia.

Ủy ban Khoa học kỹ thuật nhà nước, 1977. Quyết định số 1132/UB/CNA ngày 9/6/1977 về Quy định chỉ tiêu tính trữ lượng than.

ABSTRACT

Study on the establishment of coal resource/reserve criteria in the Quang Ninh coal basin - Theory and Practice

Nguyen Phuong^{1,*}, Nguyen Tien Dung¹, Do Manh An¹, Pham Tuan Anh², Nguyen Hoang Huan²

¹ Hanoi University of Mining and Geology

² Vinacomin Informatics, Technology, Environment Joint Stock Company

The paper introduces some results of an establishment of the coal resource/reserve criteria based on synthetic documents of previous data, combining tested data at some coal mine in the Quang Ninh province. The results are obtained as follows: To map coal beds for objective of resource/reserve estimation, we need to use the calorie criteria ($Q_{qr}^d \geq 3500$ Kcal/kg) as the basics for distinguished boundary to the countries rocks. If the thermal power (Q^{ch}) is low (≥ 3500 Kcal/kg) then the ash content ($A^{k_{max}}$) is 55% or 60%, it is still stratified requirements of the thermal power criteria responsible for thermal low power coals. In the Mao Khe mine, maximum ash criteria meet a reasonable the minimum calorie criterion of less than 55%. The minimum payable orebody thickness is given based on construction of the mining technical and establishing economic effects by selected plans. Coefficient of the limited excavating solids in the open mining is carry out for ever mine, mine group which are based on comparison economic efficiency between open and underground mining, and environment protection.

Keywords: Reserve criteria; coal resource; Quang Ninh coal basin.

Mối quan hệ giữa yếu tố cấu trúc kiến tạo với quặng hóa vàng gốc trường quặng Trà Dương - Tiên Phước, đới Tam Kỳ - Phước Sơn

Bùi Viết Sáng^{1,*}, Chu Văn Dũng¹, Nguyễn Văn Vũ²

¹ Liên đoàn INTERGEO

² Trung tâm Phân tích Thí nghiệm Địa chất

TÓM TẮT

Trường quặng Trà Dương - Tiên Phước thuộc đới quặng Tam Kỳ - Phước Sơn, đây là một trong những khu vực có tiềm năng quặng hóa vàng lớn của Việt Nam. Kết quả khảo sát thực địa, phân tích tổng hợp tài liệu đã xuất bản và mô hình hóa mối quan hệ giữa các yếu tố cấu trúc kiến tạo với quặng hóa vàng gốc khu vực nghiên cứu, đã xác định được 2 kiểu hình thái quặng nguồn gốc chính là kiểu vàng tạo núi (kiểu I) và kiểu vàng nhiệt dịch nhiệt độ trung bình (kiểu II). Kiểu quặng I bị khống chế bởi các đới trượt chồm nghịch liên quan đến hoạt động va chạm mảng xảy ra trong giai đoạn 430 tr.n trước đây, kiểu quặng II bị khống chế bởi các hệ thống đứt gãy phương Tây Bắc - Đông Nam, Đông Bắc - Tây Nam và á kinh tuyến có thể liên quan đến hoạt động kiến tạo giai đoạn Mesozoi muộn - Kainozoi.

Từ khóa: Tam Kỳ - Phước Sơn; Trà Dương - Tiên Phước; vàng tạo núi.

1. Đặt vấn đề

Đới quặng vàng Tam Kỳ - Phước Sơn (TKPS) nằm ở rìa bắc địa khu biến chất cao Kon Tum, thuộc á địa khu Nam - Ngãi. Á địa khu Nam Ngãi được cấu thành từ các thành tạo Paleozoi hạ - Mesozoi, hình thành có tính liên kỳ do sự va chạm giữa các địa khối Indosini và Sibumasu làm triệt tiêu Paleotethys vào giai đoạn kiến sinh Indosini (Trần Văn Trị và nnk, 1996). Dọc theo đai tạo núi này ghi nhận được một loạt các điểm mỏ quặng đồng-vàng lớn (Sepon, Phu Bia, Phước Sơn - Bồng Miêu....) (Hình 1a). Các nghiên cứu gần đây chỉ ra rằng có một mối quan hệ chặt chẽ giữa các hoạt động kiến tạo trong khu vực và các mỏ quặng lớn trong khu vực (Fan, 2000; Gatinsky, 2005; Khin Zaw et al., 2007a; Khin Zaw et al., 2009, 2010; Tran et al., 2014).

Trường quặng Trà Dương - Tiên Phước (TDTP) nằm trung tâm đới quặng Tam Kỳ - Phước Sơn (Hình 1b). Trường quặng có hướng kéo dài theo đông tây từ xã Hoà Hiệp đến xã Tam Trà, có chiều dài khoảng 70 km, rộng 20 km Trong trường quặng, nhiều điểm quặng đã được tìm kiếm đánh giá cũng như thăm dò và đưa vào khai thác như mỏ Bồng Miêu, Trà Dương. Tuy nhiên, những nghiên cứu về đặc điểm quặng hóa, quy luật phân bố hầu như chưa được tiến hành hoặc chỉ nghiên cứu sơ bộ. Đặc biệt, chưa có công trình nào làm rõ được các yếu tố khống chế quặng hóa vàng gốc trong khu vực.

2. Đặc điểm địa chất trường quặng Trà Dương - Tiên Phước

Tham gia vào cấu trúc địa chất của trường quặng bao gồm các đá trầm tích biến chất chủ yếu thuộc các phức hệ Khâm Đức - Núi Vú (NP₃ - C_{1kv}). Các magma xâm nhập gồm: granit biotit phức hệ Hải Vân (γP₃ - T_{1hv}), granitogneis phức hệ Chu Lai (γNP-PZ_{1cl}), granit hai mica dạng gneis của phức hệ Đại Lộc (γS₄-D_{1dl}), và một ít thau kính đá mafic của phức hệ Hiệp Đức-Plei Weik (σPZ_{1hp}), granodiorit phức hệ Bến Giằng - Quế Sơn (γδP_{2-3bq}), granosyenit phức hệ Măng Xim (γξT_{2mx}).

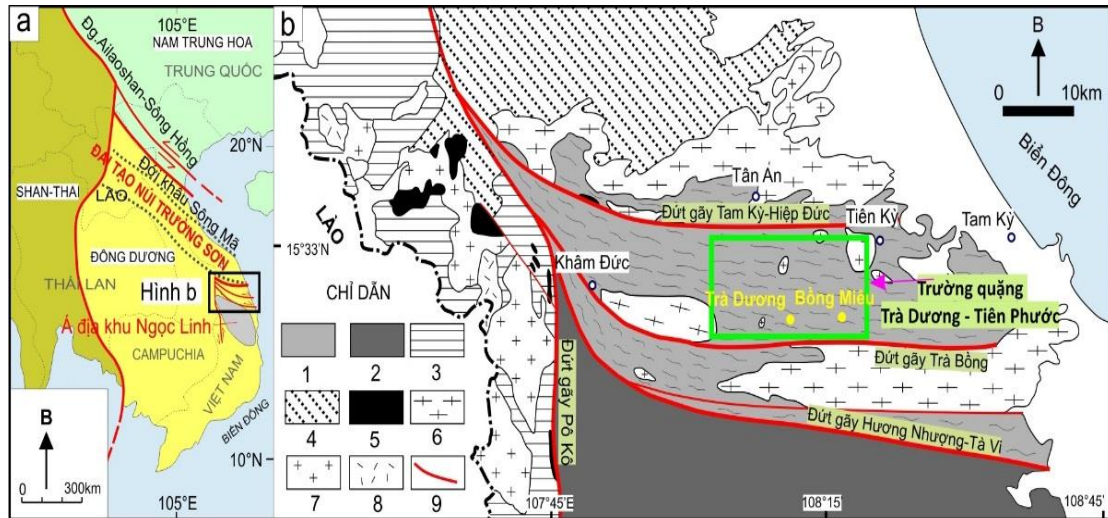
Trường quặng được khống chế bởi các đứt gãy á vĩ tuyến là đứt gãy Tam Kỳ - Hiệp Đức ở phía bắc trường quặng, đứt gãy này đi qua trường quặng có chiều dài khoảng 50km và cắt qua nhiều thành tạo thuộc nhiều hệ tầng khác nhau như hệ tầng Khâm Đức, Núi Vú. Đứt gãy được biểu hiện qua các đới tuyến vỡ vụn, granit hoá, chứa các mạch thạch anh thể tường; đứt gãy Trà Bồng - Trà My nằm phía nam trường quặng, trong phạm vi trường quặng dài khoảng 36km. Dọc theo đứt gãy các đá bị dập vỡ mạnh, đôi nơi gặp cả nát, milonit phát triển trùng với phương của đứt gãy. Các hệ thống đứt gãy phương tây bắc - đông nam phát triển mạnh làm cho phức tạp cấu trúc địa chất trong khu vực.

Trường quặng kéo dài theo phương vĩ tuyến, bao gồm mỏ quặng vàng Bồng Miêu và hàng loạt các điểm quặng (22 điểm): Tam Lãnh, Xuân Bình, Thanh Lam, Quế Phương, Tiên An (Thôn 1-2; Thôn 5-6), Tiên Lập (Hố Bứa, Hố Sơn, Bãi Cháy...), Tiên Hiệp, Tiên Minh, Trà Dương. Trong phạm vi trường quặng, các

* Tác giả liên hệ

Email: buivietsang1978@gmail.com

mỏ vàng gốc phân bố phần lớn trong các đá gneis biotit felspat, gneis silimanit biotit... thuộc phức hệ Khâm Đức – Núi Vú.



Hình 1. a- Vị trí khu vực nghiên cứu trên bản đồ kiến tạo khu vực (Trần Văn Trị và nkk, 1996; Metcalfe, I., 1999); b- Sơ đồ địa chất đới Tam Kỳ-Phước Sơn và vị trí vùng nghiên cứu (Lepvrier, C. et al, 2004); 1- Phức hệ đá biến chất Khâm Đức; 2- Phức hệ đá biến chất Ngọc Linh; 3- Đá phiến hệ tầng A Vương; 4- Các trầm tích tuổi Trias; 5- Đá mafic và siêu mafic; 6- Granitoid dạng gneis; 7- Granitoid tuổi Permi-Trias; 8- Bazan; 9- Đứt gãy.

3. Đặc điểm cấu trúc địa chất các mỏ quặng điển hình và mối liên quan giữa yếu tố cấu trúc kiến tạo với quặng hóa vàng gốc trường quặng Trà Dương - Tiên Phước

3.1. Điểm quặng Bồng Miêu

Tham gia vào cấu trúc địa chất của vùng gồm chủ yếu là các thành tạo biến chất Proterozoi muộn của phức hệ Khâm Đức - Núi Vú và khối lượng hạn chế magma xâm nhập phức hệ Chu Lai, Đại Lộc và Hải Vân. Quặng hóa vàng mỏ Bồng Miêu bị khống chế bởi các hệ thống đứt gãy chính gồm: hệ thống đứt gãy thoải theo mặt phiến gần trùng với cấu trúc vòm nếp lồi; và hệ thống đứt gãy dốc đứng (Hình 2).

Các hệ thống đứt gãy trên đóng vai trò chủ đạo trong sự định vị, hình thái phân bố các thân quặng. Có thể thấy rõ 2 loại hình thái phân bố thân quặng khác nhau:

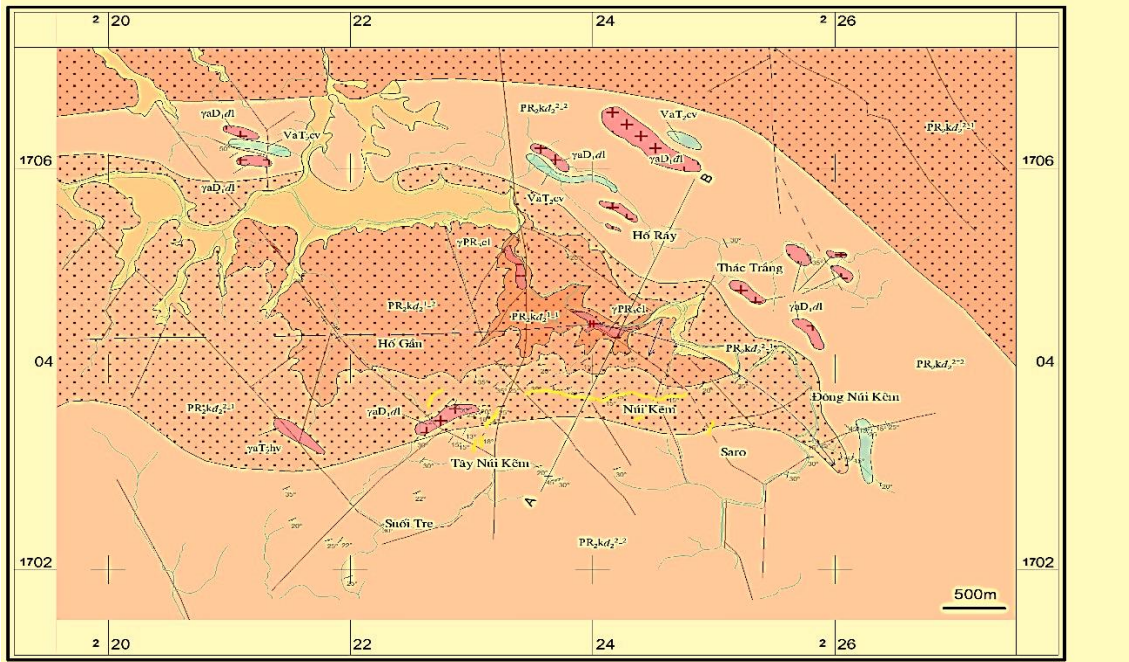
- Các thân quặng nằm khớp đều với đá vây quanh: Rất đặc trưng và phổ biến. Biểu hiện bằng các đới cà nát chứa đầy vật liệu vụn cùng các mạch vữa, tia mạch, thấu kính đôi khi là chuỗi mạch thạch anh mang khoáng hóa sulfur chứa vàng. Các thân quặng đều định vị tập trung ở nơi uốn cong của vòm nếp lồi. Dưới tác động của những hoạt động kiến tạo uốn nếp sau quặng, các thân quặng bị xô ép, nhiều nơi bị bóc mòn phân vòm để lộ ra các thân quặng. Kích thước các thân quặng thay đổi khá lớn từ 20-30cm đến 3-4m trung bình 0,5-1,5m, chiều dài từ 20-30m đến hàng km. Chúng là đối tượng chính khai thác vàng.

- Các thân quặng nằm cát đá vây quanh: Tiêu biểu cho các thân quặng này là các đới cà nát, mạch thạch anh có khoáng hóa sulfur phát triển ở khu Hồ Vĩ, ... Các thân quặng có xu hướng phát triển ở cánh đông bắc của nếp lồi cụt Bồng Miêu và cánh tây nam của nếp lồi hồ gần, là nơi hoạt động magma trẻ thể hiện khá mạnh mẽ. Chúng thuộc giai đoạn tạo khoáng khác so với thân quặng có thể nằm thoải.

3.2. Điểm quặng Trà Dương

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy mỏ vàng Trà Dương có cấu trúc của một vòm nếp lồi không cân xứng. Cánh phía bắc nằm thoải với góc dốc lớp đất đá biến đổi từ 10o đến 20o, cánh nam, đông nam thể nằm dốc, biến đổi từ 30o đến 50o. Tham gia vào cấu trúc địa chất của vùng gồm chủ yếu là các thành tạo biến chất Proterozoi muộn của phức hệ Khâm Đức – Núi Vú phát triển mạnh mẽ hiện tượng migmatit hóa, các thể nhỏ magma xâm nhập phức hệ Chu Lai và các đai mạch pegmatit chưa rõ tuổi (Hình 3).

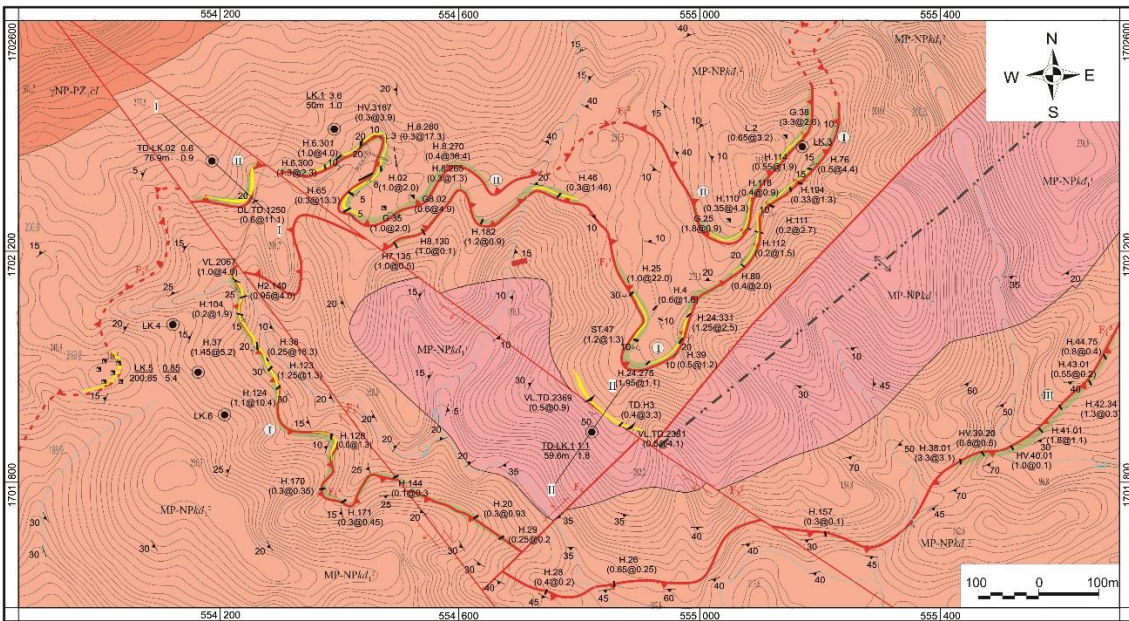
Quặng hóa vàng Trà Dương chịu chi phối của 02 hệ thống đứt gãy chính gồm: Hệ thống đứt gãy chòm nghịch, hệ thống đứt gãy thuận trượt bằng phương Tây Bắc - Đông Nam, Đông Bắc - Tây Nam.



CHỈ DẪN

<p>aQIV Đệ tứ: Bồi tích, cát sỏi, sét san, Interit, cuối tầng lớn hẹp, một số nơi chứa vàng sa khoáng</p> <p>PR₃kd₂²⁻³ Hệ tầng Khâm Đức: Phân trên: Đá phiến thạch anh mica xen kẹp với đá sikaen hoá (silicat calcit)</p> <p>PR₃kd₂¹ Phân dưới: Đá phiến biotit - cấu tạo gneiss</p> <p>PR₃kd₂²⁻¹ Phân trên: Đá phiến thạch anh - mica - silimanit - granat, đá phiến grafit và đá phiến thạch anh sericit xen lớp mỏng gneiss bị migmatit hoá</p> <p>PR₃kd₂¹⁻² Phân dưới: Đá phiến biotit - silimanit cấu tạo dạng gneiss</p>	<p>Magma</p> <p>VaT₃lv Phức hệ Hải Vân: Granit biotit hạt lớn, granit apit và pegmatit muscovit - turalina</p> <p>VaT₃cv Phức hệ Cha Val: Amphibolit, gabro pyroxenit</p> <p>VaD₃dl Phức hệ Đại Lọc: Granit hai mica sẫm màu cấu tạo dạng gneiss</p> <p>VaR₃vt Phức hệ Chu Lai: Plagiogranitogneiss bị migmatit hoá, granitogneiss</p>	<p>các ký hiệu khác</p> <p> Trục nếp lồi</p> <p> Thế nằm và góc dốc của đá</p> <p> Đứt gãy: a - hướng dịch chuyển b - hướng cấu và số hiệu</p> <p> Mạch thạch anh sulfua chứa vàng</p>
---	---	---

Hình 2. Bản đồ địa chất khu mỏ Bồng Miêu (Đỉnh Đức Hùng và nnk, 1983)



CHỈ DẪN

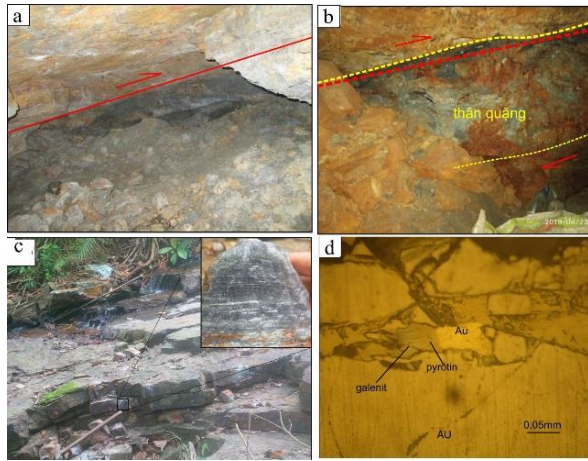
<p>MP-NP₃cd Phức hệ Chu Lai: Granitogneiss, granit-migmatit, granit biotit dạng gneiss</p> <p>Hệ tầng Khâm Đức MP-NPkd¹ Tập trên: Phiến thạch anh silimanit-biotit-graphit, thau kinh đã hoá, gneiss biotit. MP-NPkd² Tập dưới: Phiến thạch anh-felspat-biotit-silimanit phổ biến hiện tượng migmatit hoá</p> <p>P Mạch pegmatit</p>	<p>ST.47 Vết lộ gập quặng và số hiệu</p> <p>H.38 Hào gập quặng và số hiệu</p> <p>35 Thế nằm mặt phiến</p> <p>50 Thế nằm thân quặng</p> <p>TD-LK.1 Lò khoan gập quặng và số hiệu</p>	<p>TQ.1 Thân quặng và số hiệu</p> <p>A Ranh giới địa chất</p> <p>A/B Đường vẽ mặt cắt</p> <p>F¹ Đứt gãy chơng nghịch và số hiệu</p>	<p> Đứt gãy thuận và số hiệu</p> <p> Đứt gãy trượt bằng</p> <p> Đứt gãy dự đoán</p> <p> Mặt trục nếp lồi</p> <p>H.39, ST.03 Số hiệu công trình (0.5@1.2) chiều dày(m)/hàm lượng(g/t)</p>
---	--	--	---

Hình 3. Bản đồ địa chất khu mỏ Trà Dương (Mai Thát và nnk, 1991)

Các hệ thống đứt gãy trên đóng vai trò chủ đạo trong sự định vị, hình thái phân bố các thân quặng. Có thể thấy rõ 2 kiểu hình thái phân bố thân quặng khác nhau:

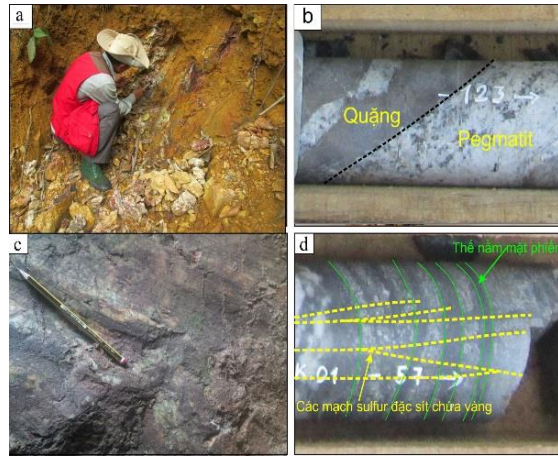
- Các thân quặng nằm khớp đều với đá vây quanh gắn liền với hệ thống đứt gãy chòm nghich: Biểu hiện bằng các đới cà nát chứa đầy vật liệu vụn cùng các mạch, tia mạch, thấu kính đôi khi là chuỗi mạch thạch anh mang khoáng hóa sulfur đi kèm các lớp graphit. Sự có mặt và mối liên quan mật thiết giữa quặng hóa và các tập graphit có thể minh chứng cho giai đoạn tạo quặng đồng thời với hoạt động dịch trượt chòm của hệ thống đứt gãy này. Mặt khác quá trình hoạt động của hệ thống đứt gãy này cũng sinh thành các cấu trúc nếp lồi, tạo thành các bẫy thuận lợi cho tích tụ quặng hóa vàng. Kích thước đới khoáng thay đổi khá lớn từ 20-30cm đến 3-5m, chiều dài không liên tục từ 20 đến 30m đến 3-4km. Chiều dày thay đổi từ 1,0 đến 5,0m. Hàm lượng Au từ 0,1 đến 22,3 (g/t). Những hoạt động kiến tạo uốn nếp sau quặng, chúng bị xô ép, bóc mòn và lộ ra ở các mức địa hình khác nhau (Ảnh 1, Hình 4).

- Các thân quặng cắt đá vây quanh gắn liền với hệ thống đứt gãy thuận trượt bằng: Chúng cắt qua, gây dịch chuyển hệ các đứt gãy chòm nghich có trước. Dọc theo đứt gãy đá bị dập vỡ, cà nát và phiến hóa mạnh, đôi chỗ vò nhàu uốn lượn với mức độ khác nhau. Đi cùng với chúng là các đai mạch granit aplit, pegmatit, thạch anh nhiệt dịch. Các thân quặng phân bố dọc theo đới cà nát, dập vỡ của đứt gãy này và thường có góc dốc lớn (từ 50-65°). Chiều dày thân quặng từ 0,2 đến 1,0m, trung bình 0,62m; hàm lượng vàng từ 0,9 đến 4,1 (g/t), trung bình 2,17 (g/t). Khoáng hóa theo chúng thường đa dạng thành phần (pyrit, galenit, chalcopyrit, sphalerit, vàng) (Ảnh 2, Hình 5).



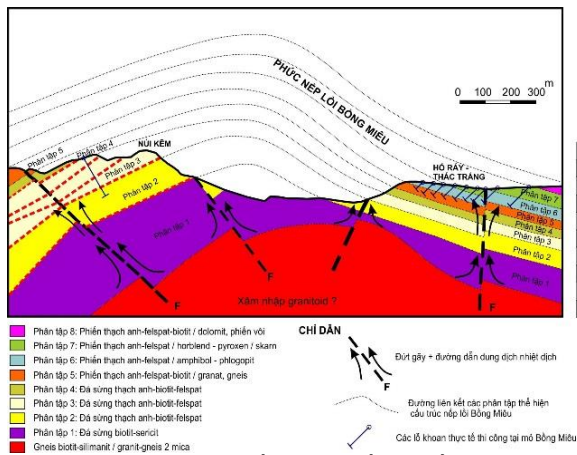
Ảnh 1. Quặng hóa vàng kiểu I

a- Thân quặng vàng cảm thoải, lộ ra tại bờ phải suối; b- Đới mạch thạch anh dày nghèo quặng phân bố rộng rãi khu vực phía đông mỏ Trà Dương; c- Đới quặng giàu đi cùng các thấu kính graphit phân bố dưới tập thạch anh nghèo quặng; e- Tổ hợp khoáng vật đặc trưng cho kiểu quặng I

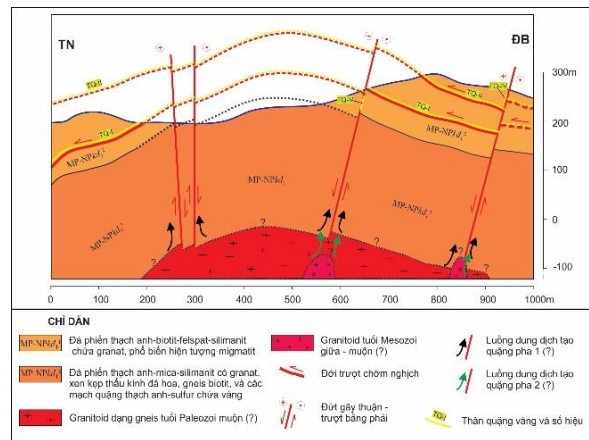


Ảnh 2. Đặc điểm các thân quặng vàng kiểu II

a- Thân quặng nằm trùng với đới dập vỡ, cà nát; b- Thân quặng có thể nằm khá dốc, cắt ngang mặt phân phiến của đá vây quanh; c- mặt trượt đứt gãy thuận, trượt phải ghi nhận được dọc theo thân kiểu quặng II; d- Quặng hóa quan sát tại lỗ khoan ở đới mạch thạch anh-sulfur (giàu galenit).



Hình 4. Mô hình cấu trúc không chế quặng vàng mỏ Bông Miêu



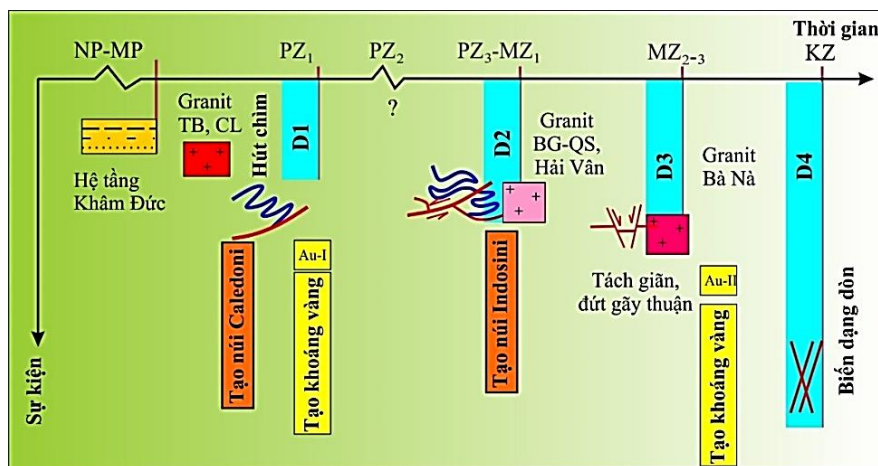
Hình 5. Mô hình cấu trúc không chế quặng vàng mỏ Trà Dương

4. Kết quả và thảo luận

Cấu trúc đới khâu TKPS gần đây đã được nghiên cứu bởi Tran et al (2014) và Faure et al (2018). Theo Tran et al (2014), khu vực đới khâu Tam Kỳ-Phước Sơn trải qua 5 pha kiến tạo tác động, trong đó pha sớm nhất (D1) là pha cấu tạo phiến dẻo trong khu vực diễn ra liên quan đến va chạm mảng dọc theo đới khâu khoảng 430tr.n trước đây, pha thứ hai (D2) tạo nên pha biến dạng dòn dẻo hình thành nên các nếp uốn khu vực phương TB-ĐN xảy ra cách đây khoảng 260÷245tr.n., pha biến dạng thứ ba (D3) có thể là một phần của giai đoạn kiến tạo pha D2, tạo nên các nếp uốn gấp một số nơi theo phương Đông Bắc-Tây Nam (ĐB-TN), và pha biến dạng dòn D4, D5 có thể hình thành trong quá trình nâng trôi tạo núi của khu vực tạo nên các đứt gãy phương Bắc-Nam (B-N).

Trong vùng nghiên cứu, hệ thống phiến phát triển chủ đạo theo phương TB-ĐN đến á vĩ tuyến. Dọc theo đới phiến này các hệ thống đứt gãy nghịch, chòm nghịch kèm theo các nếp uốn nghiêng, nếp uốn đảo vòm hẹp phát triển khá rõ, đặc biệt các quan hệ chòm nghịch giữa đá phiến và đá magma phức hệ Chu Lai, thế nằm của các đứt gãy khá thoải (30-45°). Cấu tạo phiến trong các đá của phức hệ Chu Lai có phương gần song song với phương của phiến trong các đá thuộc phức hệ Khâm Đức chứng tỏ chúng được hình thành cùng pha kiến tạo, có thể liên quan đến loạt D1, D2 (Tran et al., 2014). Ngoài ra, trong khu vực nghiên cứu còn phát triển các đứt gãy thuận phương TB-ĐN đến á kinh tuyến (B-N), các đứt gãy trượt bằng phải phương á vĩ tuyến (Đ-T), mặt đứt gãy cắm về phía tây nam với góc dốc lớn (70-75o). Các hệ thống đứt gãy, phiến phương TB-ĐN và các đứt gãy á kinh tuyến bị các đứt gãy phương TB-ĐN đến á kinh tuyến cắt qua và làm dịch chuyển.

Trên cơ sở các kết quả phân tích về đặc điểm cấu trúc, hình thái và phân bố thân quặng cũng như đặc điểm thành phần vật chất quặng, kết hợp với các tài liệu công bố trước đây, có thể đưa ra sơ đồ mối quan hệ giữa quặng hóa và các pha biến dạng trong khu vực như sau (Hình 6):



Hình 6. Biểu đồ mô tả khái quát trình tự phát triển của các sự kiện địa chất chính trong khu vực nghiên cứu theo thời gian và không gian cũng như mối quan hệ với khoáng hóa vàng gốc.

(CL: viết tắt Chu Lai; BG-QS: Bến Giằng-Quế Sơn; TB: Trà Bồng;)

- **Pha I (D₁):** xảy ra trong giai đoạn Paleozoi sớm, liên quan đến va chạm dọc theo đới Tam Kỳ - Phước Sơn. Có thể chia thành 4 pha phụ như sau:

+ Pha Ia: Hoạt động hút chìm dọc đới Tam Kỳ - Phước Sơn, tạo nên các đá mafic, granit tuổi Paleozoi sớm (phức hệ Hiệp Đức, Chu Lai)

+ Pha Ib: Va chạm dọc đới khâu Tam Kỳ - Phước Sơn tạo nên sự phiến hóa của các đá mafic, granit, pelit của hệ tầng Khâm Đức, phức hệ Chu Lai.

+ Pha Ic: Hoạt động chòm trượt tạo nên các biến dạng, nếp uốn dọc các đới chòm nghịch khu vực nghiên cứu.

+ Pha Id: Khoáng hóa sulfur chứa vàng đi lên và tập trung dọc theo đới dập vỡ liên quan với các chòm nghịch khu vực tạo thành các đới khoáng hóa dài hàng km chứa các thân quặng vàng đạt giá trị công nghiệp (quặng kiểu I).

- **Pha II (D₂):** Hoạt động kiến tạo giai đoạn này sinh ra hệ thống đứt gãy trượt bằng á vĩ tuyến và tạo nên pha biến dạng dòn dẻo hình thành nên các nếp uốn khu vực phương tây bắc-đông nam có thể vào giai đoạn Paleozoi muộn-Mesozoi sớm liên quan với quá trình tạo núi Indosinia. Hoạt động magma đi cùng gồm phức hệ Hải vân, Trà Bồng, Bến Giằng-Quế Sơn. Các cấu tạo chòm nghịch chứa khoáng hóa vàng có thể bị biến dạng tạo nên các cấu trúc nếp lồi như hiện nay.

- **Pha III (D₃):** Hoạt động tách giãn liên quan đến giai đoạn kiến tạo Mesozoi giữa-muộn (Jura-Kreta) tạo nên các đứt gãy thuận mở, hoạt động magma đi kèm (phức hệ Bà Nà, các hệ thống đai mạch). Khoáng hóa sulfur-vàng gồm tổ hợp (vàng+galenit, chalcopyrit, sphalerit) đi lên tích đọng dọc theo hệ thống đứt gãy tạo thành các thân quặng vàng có giá trị cao (quặng kiểu II).

- **Pha IV (D₄):** Hoạt động kiến tạo giai đoạn Kainozoi hình thành nên các đứt gãy trượt bằng trái phương á vĩ tuyến, đồng thời tái hoạt động các hệ thống đứt gãy có trước.

5. Kết luận

Những nghiên cứu của chúng tôi đề cập trên đây cho phép rút ra những kết luận sau:

- Cấu trúc không chế quặng hóa vàng gốc trường quặng Trà Dương - Tiên Phước khu vực chủ đạo là yếu tố cấu trúc - kiến tạo. Quặng hóa phân bố dọc theo các cấu trúc phá hủy liên quan đến các hệ thống đứt gãy chính trong vùng chủ đạo là đứt gãy phương á vĩ tuyến, tây bắc - đông nam, đông bắc - tây nam.

- Các kiểu hình thái nguồn gốc quặng chính được chia làm 2 kiểu: (1) Kiểu quặng I bị khống chế bởi các đới trượt chồm nghịch có thể liên quan đến hoạt động va chạm mảng xảy ra trong giai đoạn 430 tr.n trước đây; (2) kiểu quặng II bị khống chế bởi các hệ thống đứt gãy phương tây bắc - đông nam, đông bắc - tây nam và á kinh tuyến có thể liên quan đến hoạt động kiến tạo giai đoạn Mesozoi muộn - Kainozoi.

Tài liệu tham khảo

Đinh Đức Hùng và ntk, 2012. Báo cáo thăm dò vàng gốc tại khu vực Hồ Ráy, mỏ vàng Bồng Miêu, xã Tam Lãnh, huyện Phú Ninh, tỉnh Quảng Nam. *Lưu trữ Địa chất Hà Nội*.

Lê Văn Hải và ntk, 1997. Tìm kiếm Vàng vùng Nước Vin, Trà Giang, Trà Núi, Trà Cot TN Bồng Miêu, Quảng Nam - Đà Nẵng (Quảng Nam) CTKT vàng Bồng Miêu. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội*.

Mai Thất và ntk, 1991. Tìm kiếm đánh giá Vàng gốc Trà Dương, Trà My, Quảng Nam - Đà Nẵng (Quảng Nam). *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội*.

Manaka, T., Dinh, Sang Quang, Khin Zaw, Meffre, S., Halpin, J., Tran, Hai Thanh, Hai, Le Van, Hung, Nguyen Ba, 2010. Geology and mineralization of the Phuoc Son gold deposits, central Vietnam. *IAGOD meeting, Adelaide*, pp. 141-142.

Trần Trọng Hòa và ntk, 2005. Đề tài “Nghiên cứu điều kiện thành tạo và quy luật phân bố khoáng sản quý hiếm liên quan đến hoạt động magma khu vực Miền Trung và Tây Nguyên”. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội*.

Trần Văn Trị (chủ biên) và ntk, 1996. Báo cáo đánh giá tài nguyên khoáng sản Việt Nam. *Lưu trữ Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam*.

Võ Quang Bình và ntk, 2018. Nghiên cứu, dự báo tiềm năng khoáng sản vàng ẩn sâu ở các trường quặng vàng đới Tam Kỳ - Phước Sơn vùng Trung Trung Bộ. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội*.

ABSTRACT

Relationship between tectonic framework factors and the original gold ore in Tra Duong - Tien Phuoc ore field, Tam Ky - Phuoc Son zone

Bui Viet Sang^{1,*}, Chu Van Dung², Nguyen Van Vu²

¹ *Intergeo Division*

² *Analytical and Experimental Center for Geology*

Tra Duong - Tien Phuoc ore field belongs to Tam Ky - Phuoc Son ore zone, this is one of the regions with great gold ore potential of Vietnam. Results of field surveys, analysis and synthesis of published documents and modeling the relationship between tectonic framework factors and the original gold ore in the study area, 2 main types of ore morphology have been identified, including: (type I) the orogenic gold type and (type II) medium temperature hydrothermal type. Ore type I is controlled by the overthrust shear zones related to plate collision activity occurred in the period of 430 million years ago, Ore type II is controlled by the northwest - southeast, northeast - southwest fault systems and the submeridian might be related to the Late Mesozoic - Kainozoic tectonic activity.

Keywords: Tam Ky - Phuoc Son; Tra Duong - Tien Phuoc; the orogenic gold.

Đặc điểm chất lượng tinh quặng sericit Sơn Bình, Hà Tĩnh và khả năng sử dụng của chúng

Nguyễn Thị Thanh Thảo^{1,*}
¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Vùng Sơn Bình, Hà Tĩnh có tiềm năng lớn về quặng sericit, đã được nhiều nhà địa chất quan tâm nghiên cứu trong những năm gần đây. Trên cơ sở tổng hợp tài liệu, kết hợp với các kết quả phân tích như XRD, XRF, SEM-EDS, ICP-MS, bài báo đánh giá chất lượng của quặng thô và tinh quặng sericit vùng nghiên cứu một cách đầy đủ. Kết quả chỉ ra rằng quặng sericit Sơn Bình nằm trong các thành tạo thuộc phân hệ tầng dưới, hệ tầng Đồng Trâu thuộc nhóm khoáng vật sericit - thạch anh. Thành phần khoáng vật phi kim chủ yếu là sericit, thạch anh và pyrophyllit. Khoáng vật sericit trong quặng có độ hạt khá mịn, với khoảng 60% hạt có kích thước <20 μm . Sản phẩm tinh quặng sericit Sơn Bình được tuyển qua quy trình công nghệ từ nghiền chọn lọc, tách trọng lực và tuyển nổi. Các kết quả phân tích cho thấy tinh quặng sericit sau quá trình tuyển có chất lượng tốt, khá đồng đều với kích thước hạt trung bình <10 μm . Hàm lượng các nguyên tố kim loại có hại (Pb, As, Cd) trong sericit tinh quặng được xác định thấp hơn đáng kể so với quặng nguyên khai. Đối sánh với các tiêu chuẩn chất lượng chỉ ra rằng thành phần hóa học và các đặc tính kỹ thuật của tinh quặng sericit Sơn Bình hoàn toàn đáp ứng yêu cầu sử dụng của một số lĩnh vực hiện nay. Kết quả đạt được của bài báo góp phần làm sáng tỏ đặc điểm chất lượng của tinh quặng sericit vùng nghiên cứu và là thông tin hữu ích cho các đơn vị có nhu cầu sử dụng nguồn nguyên liệu khoáng này.

Từ khóa: Sericit; tinh quặng; nguyên liệu khoáng; hệ tầng Đồng Trâu; Sơn Bình.

1. Đặt vấn đề

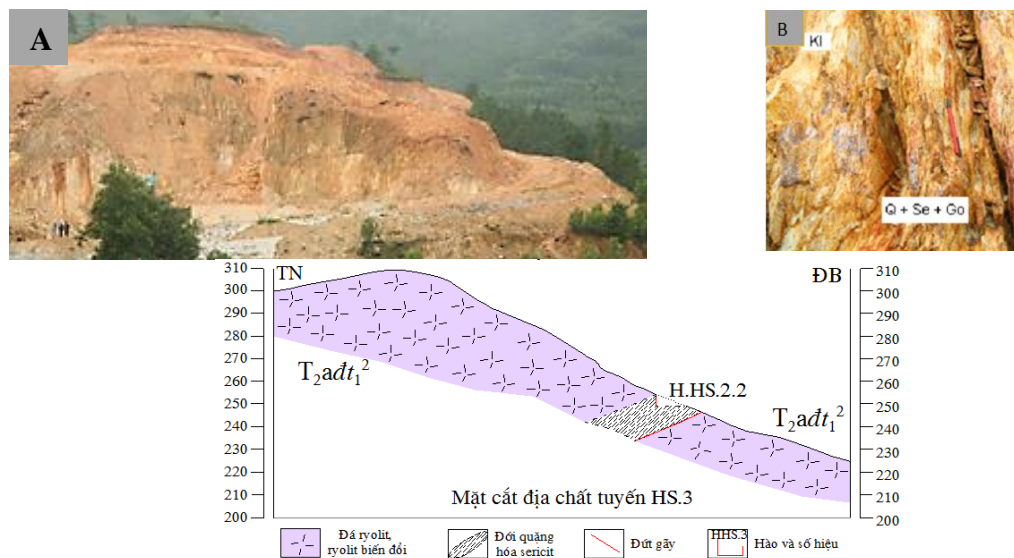
Sericit được biết đến như một nhóm khoáng chất alumosilicat đặc trưng bởi cấu trúc lớp mỏng. Công thức hóa học của sericit là $(\text{K,Na,Ca})(\text{Al,Fe,Mg})_2(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$. Thành phần hóa học của một khoáng vật sericit là $\text{SiO}_2 = 43 \div 49\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 27 \div 37\%$, $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} = 9 \div 11\%$, $\text{H}_2\text{O} = 4 \div 6\%$ (Ciullo, 1996). Các thành phần hóa học này thay đổi tùy theo thành phần của các khoáng chất trong sericit cũng như các nguyên tố tồn tại trong cấu trúc của các khoáng chất này. Sericit có nhiều tính chất đặc biệt như nhẹ, dẻo, cách điện, không thấm nước, không độc hại, trơ với môi trường hóa chất, ngăn tia tử ngoại. Vì vậy, sericit được coi là nguyên liệu công nghiệp quan trọng và được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như polyme, sơn, mỹ phẩm, gốm sứ chất lượng cao (Nguyễn Văn Hạnh và cộng sự, 2010). Nhiều nhà sản xuất nổi tiếng đang sử dụng sericite trên thế giới được biết đến như Shanshin Sericite, Myoshi Kasei, Nikko Toryo (Nhật Bản), CAS for mỹ phẩm (Hàn Quốc), Chuzhou Grea Mineral, Mitsui China (Trung Quốc). Nhiều mỏ sericit có trữ lượng và chất lượng tốt đã được khảo sát, thăm dò và khai thác trên thế giới như ở các nước Trung Quốc, Nga, Mỹ, Canada, Pháp, Brazil, Mexico, Ấn Độ, Nhật Bản (Sreenivas và nnk, 2001). Ở Việt Nam, khoáng hóa sericit được tìm thấy ở nhiều vùng như La Vang (Quảng Trị), Bình Liêu (Quảng Ninh), Hương Sơn (Hà Tĩnh) (Trần Trọng Huệ và Kiều Quý Nam, 2003; Phạm Tích Xuân và nnk., 2013; Nguyễn Thị Thanh Thảo và Ngô Xuân Thành, 2014). Trong số các mỏ sericit được tìm thấy, mỏ Sơn Bình nằm ở khu vực Hương Sơn (Hà Tĩnh) là một trong những mỏ có triển vọng lớn về sericit với chất lượng tốt. Trong những năm gần đây, mỏ sericit Sơn Bình đã được thăm dò và đang khai thác cung cấp nguyên liệu sericit cho thị trường trong và ngoài nước. Nhằm nâng cao chất lượng của nguyên liệu khoáng, quặng sericit nguyên khai đã được tuyển theo sơ đồ tuyển thích hợp để tạo ra sản phẩm tinh quặng sericit có chất lượng cao. Tuy nhiên, việc sử dụng sericit cho các lĩnh vực khác nhau cần phải có những nghiên cứu đầy đủ về chất lượng tinh quặng. Trong bài báo này, tác giả đã sử dụng các phương pháp phân tích mới, kết hợp với các số liệu nghiên cứu trước đây (Nguyễn Văn Phổ và nnk, 2014; Phạm Tích Xuân và nnk, 2014; Nguyễn Thị Thanh Thảo, 2016) nhằm tổng hợp đánh giá đầy đủ chất lượng của tinh quặng sericit Sơn Bình. Kết quả sẽ góp phần làm sáng tỏ đặc điểm chất lượng của tinh quặng sericit Sơn Bình, Hà Tĩnh, giúp các nhà sản xuất sử dụng nguyên liệu khoáng này một cách hiệu quả hơn.

* Tác giả liên hệ
Email: nguyenthithanhthao@humg.edu.vn

2. Khái quát về đặc điểm địa chất mỏ sericit Sơn Bình

Trong khu vực mỏ Sơn Bình, quặng hoá sericit nằm trong các đá của hệ tầng Đồng Trâu, phân hệ tầng dưới ($T_2adt_1^2$) với thành phần chủ yếu là các đá phun trào và trầm tích phun trào. Quặng hóa sericit kéo dài không liên tục tạo thành các thân khoáng khác nhau, chạy theo phương chủ đạo là tây bắc - đông nam với tổng chiều dài hơn 4.000m, rộng từ 50 ÷ 150m. Các thành tạo của phân hệ tầng dưới bị ép phiến mạnh, đôi chỗ bị vò nhàu, thể nằm chung cắm về tây nam với góc dốc từ 20-70⁰ (Hình 1). Đá bị biến đổi nhiệt dịch sericit hoá, pyrophyllit hoá mạnh mẽ, trong đó quá trình biến đổi sericit hoá đã hình thành các thân quặng sericit. Tổ hợp khoáng vật trong quặng sericit ở khu vực Sơn Bình khá đơn giản, chủ yếu bao gồm: thạch anh + sericit + pyrophyllit, hiếm gặp còn có epidot + chlorit + illit + dickit + pyrit + arsenopyrit.

Hình ảnh SEM cho thấy sericit có hình tấm, sắp xếp theo lớp cùng với các khoáng vật khác (Ảnh 1). Thành phần khoáng vật chính của quặng sericit nguyên khai Sơn Bình bao gồm thạch anh (41÷49%), sericit (32÷43%), pyrophyllit (10÷13%), kaolinit - clorit (3÷5%) và goethite (0÷3,0%) (phân tích XRD). Hàm lượng các oxit Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O trong quặng sericit nguyên khai được xác định tương ứng là 14,20%, 0,24% và 3,26%. Hàm lượng một số kim loại nặng ảnh hưởng đến chất lượng của sericit nguyên khai như As và Pb khá cao (As = 31,66 ppm, Pb = 36,82 ppm) (Nguyễn Thị Thanh Thảo, 2016).

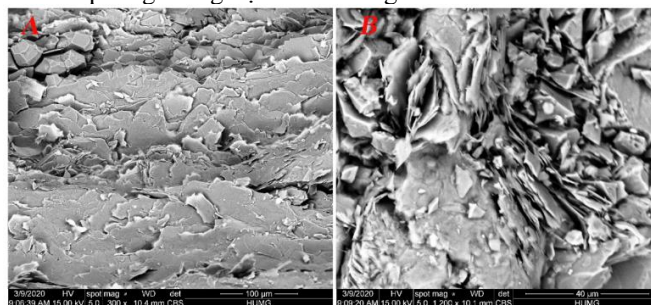


Hình 1. Moong khai thác sericit (A), quặng sericit (B) và mặt cắt tuyến thăm dò mỏ Sơn Bình (C).
Q - thạch anh; Se - sericit; Go -Gossan (hematit, goetit); Kl - kaolin.

3. Mẫu và phương pháp phân tích

Mẫu tinh quặng sericit được lấy tại nhà máy chế biến khoáng sản sericit Sơn Bình. Mẫu được sấy khô trong điều kiện nhiệt độ phòng và được sử dụng cho các phân tích tiếp theo. Để đánh giá so sánh chất lượng quặng sericit trước và sau khi tuyển, mẫu quặng sericit nguyên khai cũng được lấy tại moong đang khai thác của mỏ sericit Sơn Bình, tỉnh Hà Tĩnh (Hình 1).

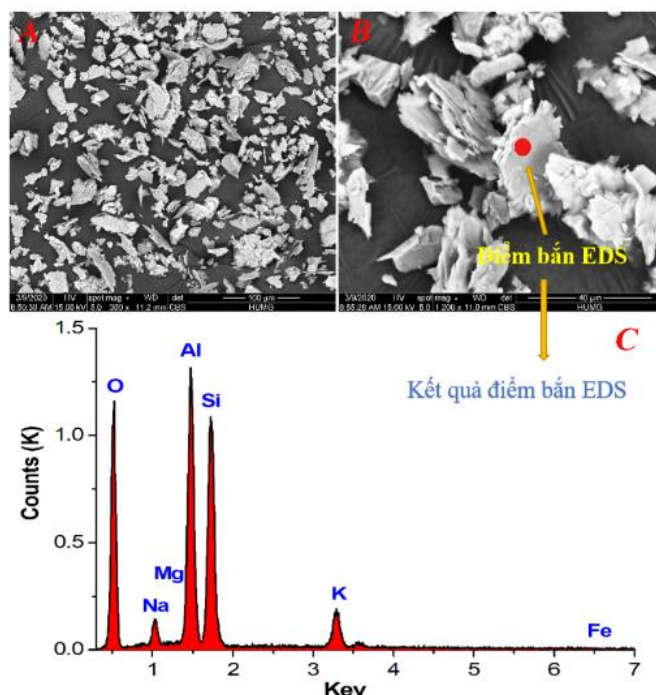
Các phương pháp phân tích, bao gồm phân tích nhiễu xạ tia X (XRD), huỳnh quang tia X (XRF), kính hiển vi điện tử quét - quang phổ tia X phân tán năng lượng (SEM-EDS), phổ khối lượng plasma cảm ứng (ICP-MS), được sử dụng để đánh giá chất lượng quặng sericit nguyên khai và tinh quặng Sơn Bình. Các phương pháp này được thực hiện tại Trung tâm Phân tích và Thí nghiệm Công nghệ cao (CEAE), Trường Đại học Mỏ - Địa chất và các phòng thí nghiệm khác trong nước.



Ảnh 1. Hình ảnh SEM của quặng sericit nguyên khai Sơn Bình. A. Độ phóng đại 300x; B. Độ phóng đại 1200x

4. Đặc điểm chất lượng sericit sau khi tuyển

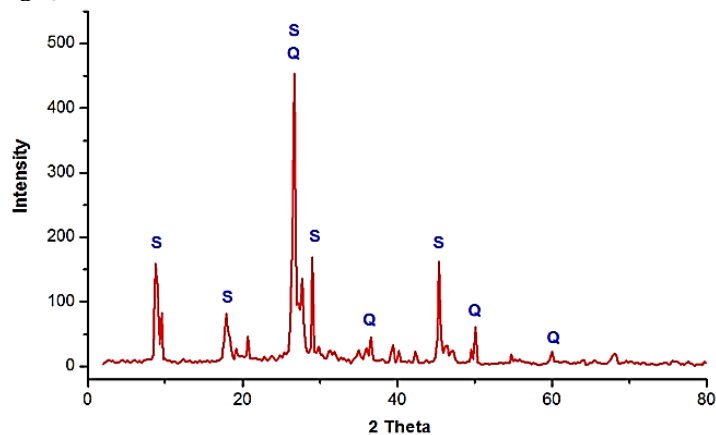
Hình ảnh hiển vi điện tử quét (SEM) và phổ EDS của tinh quặng sericit Sơn Bình được thể hiện trên Hình 2. Từ những hình ảnh này, có thể thấy độ hạt của tinh quặng sericit trong mẫu khá đồng đều với kích thước khoảng $<10\mu\text{m}$. Phổ EDS cho thấy các nguyên tố chính trong sericit đơn khoáng là Al, Si, O và hàm lượng oxit của chúng tương tự như công thức hóa học lý thuyết của khoáng sericit điển hình. Kết quả phân tích nhiễu xạ tia X (XRD) cho thấy thành phần khoáng vật trong tinh quặng sericit chủ yếu là sericit và ít thạch anh (Hình 3).



Hình 2. Ảnh SEM-EDS của tinh quặng sericit Sơn Bình
A. Ở độ phóng đại 300x; B. Ở độ phóng đại 1200x. C. Phổ EDS của sericit

Các tạp chất có hại gồm các kim loại nặng As, Pb và Cd tồn tại trong các hạt khoáng vật khác riêng rẽ như apatit, hematit, magnetit hoặc các hạt liên kết dung dịch đặc với kích thước hạt rất mịn, nhỏ hơn các hạt khoáng sericit trong tinh quặng sericit có thể loại bỏ bằng phương pháp hòa tách trong môi trường kiềm với nồng độ NaOH 10 %, nồng độ pha rắn 30 %, nhiệt độ phản ứng từ 40 °C và thời gian phản ứng là 120 phút. Kết quả phân tích ICP-MS cho mẫu tinh quặng sau hòa tách chứa 0,34 ppm Pb, 1,8 ppm As và 0,16 ppm Cd.

Kết quả phân tích 19 mẫu đã qua tuyển từ quặng sericit nguyên khai cho thấy hàm lượng các oxit đã có sự thay đổi đáng kể. Trong đó hàm lượng SiO_2 dao động từ 60,2% đến 69,6%, trung bình đạt 64,26%; hàm lượng Al_2O_3 dao động từ 21,7% đến 30,6%, trung bình 24,98%; hàm lượng K_2O dao động từ 5,0% đến 5,8%, trung bình 5,44%. Hàm lượng trung bình của các oxit TiO_2 là 0,25%. T.Fe là 0,13%, Na_2O là 1,54%. MKN là 2,82% (Bảng 1).



Hình 3. Giản đồ XRD của tinh quặng sericit Sơn Bình. S: Sericit; Q: Thạch anh

Bảng 1. Hàm lượng các oxit kim loại trong quặng sericit Sơn Bình

Sericit	Thành phần hóa $\frac{\text{min}+\text{max}}{\text{Trung bình}}$ (%)						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	T.Fe ^a	K ₂ O	Na ₂ O	MKN ^b
Nguyên khai	$\frac{71,6 \div 81,5}{76,7}$	$\frac{11,1 \div 17,5}{14,2}$	$\frac{0,06 \div 1,1}{0,53}$	$\frac{0,06 \div 1,2}{0,24}$	$\frac{0,7 \div 4,6}{3,26}$	$\frac{0,0 \div 6,6}{0,86}$	$\frac{0,3 \div 4,7}{2,31}$
	$\frac{60,2 \div 69,6}{64,26}$	$\frac{21,7 \div 30,6}{24,98}$	$\frac{0,09 \div 0,4}{0,25}$	$\frac{0,05 \div 0,2}{0,13}$	$\frac{5,0 \div 5,8}{5,44}$	$\frac{0,1 \div 2,7}{1,54}$	$\frac{1,2 \div 4,2}{2,82}$

Ghi chú: ^a: Tổng Fe; ^b: Mất khi nung

5. Khả năng sử dụng của sericit Sơn Bình

Trên cơ sở đối sánh các tiêu chuẩn về chất lượng nguyên liệu khoáng của từng ứng dụng, sericit Sơn Bình nguyên khai hoàn toàn có thể đáp ứng các lĩnh vực sản xuất thông thường như gốm sứ vệ sinh, gạch men mài, gạch ceramic, cao su, polyme, ... (Nguyễn Thị Thanh Thảo, 2016). Tuy nhiên, đối với những sản phẩm sử dụng có giá trị cao thì tinh quặng sericit là nguồn nguyên liệu được các nhà sản xuất quan tâm. Một số lĩnh vực sử dụng sử dụng tinh quặng sericit Sơn Bình được thử nghiệm phối hợp với các cơ sở sản xuất như sau:

5.1. Sericit để sản xuất gốm sứ cao cấp

Trong công nghiệp gốm sứ, sericit là nguyên liệu có tác dụng làm tăng độ kết dính, độ bóng, độ bền nhiệt và cách điện của sản phẩm nên nó luôn được sử dụng làm phụ gia hoặc chất độn trong sản xuất gốm sứ - thủy tinh. Hiện tại, ngành công nghiệp gốm sứ - thủy tinh của nước ta phát triển rất mạnh, đã tạo ra nhiều loại sản phẩm phục vụ trong nước và xuất khẩu. Để đánh giá khả năng sử dụng tinh quặng sericit Sơn Bình trong sản xuất gốm sứ cao cấp, nghiên cứu thử nghiệm với cơ sở sản xuất Công ty TNHH Minh Long I được tiến hành. Kết quả cho thấy tinh quặng sericit Sơn Bình có tác dụng làm giảm độ co nung, tăng độ trắng, tăng độ bóng, tăng độ bền sức nhiệt và tăng cường độ sản phẩm sau nung (Bảng 2).

Bảng 2. Kết quả sử dụng tinh quặng sericit Sơn Bình để sản xuất gốm sứ cao cấp

Tiêu chuẩn sericit của công ty Minh Long I	Chất lượng tinh quặng sericit Sơn Bình	Kết quả đặc tính kỹ thuật khi đưa vào ứng dụng
Al ₂ O ₃ >23%; T.Fe ≤ 0.18%; K ₂ O ≥ 5%; Ti ₂ O ≤ 0.3%	Al ₂ O ₃ : 24,98%; T.Fe: 0,13%; K ₂ O: 5,44%; Ti ₂ O: 0,25%	Giảm độ co nung; tăng độ trắng; tăng độ bóng; tăng độ bền sức nhiệt; tăng cường độ sản phẩm sau nung.

5.2. Sericit để sản xuất epoxy

Thí nghiệm nghiên cứu sử dụng tinh quặng sericit Sơn Bình trong sản xuất epoxy cho thấy sản phẩm có đặc tính kỹ thuật tốt khi đưa vào sử dụng (Bảng 3).

Bảng 3. Kết quả sử dụng tinh quặng sericit Sơn Bình để sản xuất epoxy

Tiêu chuẩn sericit của sơn epoxy_ Nippon Nhật Bản	Chất lượng tinh quặng sericit Sơn Bình	Đặc tính kỹ thuật khi đưa vào ứng dụng
Al ₂ O ₃ >23%; T.Fe ≤ 0.18%; K ₂ O ≥ 5%;	Al ₂ O ₃ : 24,98%; T.Fe: 0,13%; K ₂ O: 5,44%; Ti ₂ O: 0,25%	Khả năng chống nước, chống axit, độ bền va đập cũng như khả năng khuếch tán và thời gian nghiền đều được tăng cường so với mẫu sericit chưa được biến tính và bột talt

5.3. Sericit để sản xuất sơn vô cơ chịu nhiệt

Kết quả của thử nghiệm sử dụng tinh quặng sericit Sơn Bình để sản xuất sơn vô cơ chịu nhiệt cho thấy sản phẩm đưa vào ứng dụng có đặc tính kỹ thuật tốt như tăng độ bền va đập cho màng sơn, giúp màng sơn khô nhanh hơn, bền nhiệt, ánh mạnh, co dãn tốt và ít làm ảnh hưởng đến các tính chất cơ lý khác của màng sơn.

Bảng 4. Kết quả sử dụng tinh quặng sericit Sơn Bình để sản xuất sơn vô cơ chịu nhiệt

Tiêu chuẩn sericit của sơn vô cơ chịu nhiệt, Nippon Nhật bản	Chất lượng tinh quặng sericit Sơn Bình	Đặc tính kỹ thuật khi đưa vào ứng dụng
$Al_2O_3 > 23\%$; $TFe \leq 0.18\%$; $K_2O \geq 5\%$;	Al_2O_3 : 24,98%; TFe: 0,13%; K_2O : 5,44%; Ti_2O : 0,25%	Tăng độ bền và đập cho màng sơn, giúp màng sơn khô nhanh hơn, bền nhiệt, ánh mạnh, co giãn tốt và ít làm ảnh hưởng đến các tính chất cơ lý khác của màng sơn.

6. Kết luận và kiến nghị

6.1. Kết luận

Trên cơ sở tổng hợp các kết quả nghiên cứu và bổ sung các thí nghiệm mới, bài báo cho thấy rằng, quặng sericit Sơn Bình sau quá trình tuyển có chất lượng khá tốt. Kích thước hạt tinh quặng sericit đồng đều, nhỏ mịn với độ lớn trung bình khoảng $<10\mu m$. Thành phần khoáng vật chủ yếu là sericit và ít thạch anh. Quá trình xử lý tinh quặng sericit theo phương pháp hòa tách thích hợp trong môi trường kiềm với nồng độ NaOH 10 %, nồng độ pha rắn 30 %, nhiệt độ phản ứng từ 40 °C, thời gian phản ứng là 120 phút cho sản phẩm sericit chứa hàm lượng Pb, As và Cd thấp (0,34 ppm Pb, 1,8 ppm As và 0,16 ppm Cd) đáp ứng được tiêu chuẩn nguyên liệu cho sản xuất hóa mỹ phẩm (chỉ tiêu làm mỹ phẩm $Pb \leq 10$ ppm; $As \leq 3$ ppm).

Kết quả phân tích hóa cho thấy tinh quặng sericit có hàm lượng SiO_2 dao động từ 60,2% đến 69,6%, trung bình đạt 64,26%. Hàm lượng Al_2O_3 dao động từ 21,7% đến 30,6%, trung bình 24,98%. Hàm lượng K_2O dao động từ 5,0% đến 5,8%, trung bình 5,44%. Hàm lượng trung bình của các oxit TiO_2 là 0,25%, T.Fe là 0,13%, Na_2O là 1,54% và MKN là 2,82%. Ngoài tinh quặng sericit, quặng tinh thạch anh có hàm lượng $SiO_2 > 98$ % thu được trên 65 % có thể sử dụng làm nguyên liệu trong sản xuất gốm sứ.

Các kết quả thực nghiệm về khả năng sử dụng của tinh quặng sericit Sơn Bình cho thấy tinh quặng sericit Sơn Bình không chỉ được sử dụng để sản xuất các sản phẩm thông thường như gốm sứ vệ sinh, gạch men mài, gạch ceramic, cao su, polyme mà còn đáp ứng được các tiêu chuẩn để sản xuất các sản phẩm có giá trị cao như gốm sứ cao cấp, epoxy, sơn vô cơ chịu nhiệt và mỹ phẩm.

6.2. Kiến nghị

Tiếp tục nghiên cứu sơ đồ tuyển để có thể tuyển được tinh quặng sericit có chất lượng cao hơn. Nghiên cứu ứng dụng tinh quặng sericit Sơn Bình, Hà Tĩnh trong sản xuất các chế phẩm mỹ phẩm. Đặc biệt là khâu sản xuất và kiểm chứng về mặt y học đảm bảo các điều kiện lưu hành các sản phẩm mỹ phẩm sử dụng sericit biến tính. Triển khai dự án sản xuất thử nghiệm công nghệ tuyển và biến tính bột khoáng sericit để có thể tính toán đầy đủ hiệu quả kinh tế của khai thác và chế biến khoáng sản sericit Sơn Bình, đồng thời có đủ lượng sản phẩm để tiếp thị thị trường.

Tài liệu tham khảo

Ciullo P.A. (Ed.), 1996. Industrial minerals and their uses: a handbook and formulary. *Noyes Publications*.

Nguyen Thi Thanh Thao, 2016. PhD Thesis - Characteristics of sericite mineralization in Dong Trau formation in Son Binh area, Ha Tinh and its possibility of using. Hanoi University of Mining and Geology.

Nguyễn Thị Thanh Thảo và Ngô Xuân Thành, 2014. Đặc điểm khoáng hoá sericit khu vực Sơn Bình. huyện Hương Sơn. tỉnh Hà Tĩnh. mối liên quan với các pha magma. kiến tạo khu vực. *Tạp chí Địa chất. loạt A(số 340). tr. 1-2/2014*.

Nguyễn Văn Phở và nnk, 2014. "Hoàn thiện công nghệ tuyển và biến tính quặng sericit vùng Hương Sơn. Hà Tĩnh làm nguyên liệu cho ngành sơn và polyme" thuộc "Chương trình khoa học và công nghệ trọng điểm về công nghệ khai thác và chế biến khoáng sản" thực hiện Đề án "Đổi mới và hiện đại hoá công nghệ trong ngành công nghiệp khai khoáng đến năm 2015. tầm nhìn đến năm 2025". *Báo cáo tổng kết dự án. Lưu Bộ Công Thương(Hà Nội)*.

Pham Tich Xuan, Nguyen Van Pho, Doan Thu Tra, Hoang Tuyet Nga, Pham Thanh Dang, Nguyen Thi Lien, Nguyen Thi Thanh Thao, 2013. Sericite Ore Prospects in Huong Son - Ky Anh region (Ha Tinh Province). *Vietnam journal of earth sciences 35 (2), 97-106*.

Phạm Tích Xuân và nnk (2014), "Đánh giá tiềm năng sericit khu vực Bắc Trung Bộ", *Viện Địa chất - Viện HL KHCN Việt Nam*.

Sreenivas B., Roy A.B., Srinivasan R., 2001. Geochemistry of sericite deposits at the base of the Paleoproterozoic Aravalli Supergroup, Rajasthan, India: Evidence for metamorphosed and metasomatised Precambrian Paleosol. *Proc. Indian Acad. Sci. (Earth Planet. Sci.)*, 110, 1, 39-61.

Tran Trong Hue and Kieu Quy Nam, 2006. Sericite mineralization in Viet Nam and its economic significance. *Journal of Geology Series B*, 22, 61-69.

ABSTRACT

Study on quality characteristics of fine sericite ores in Son Binh area, Ha Tinh province

Nguyen Thi Thanh Thao^{1,*}

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

The Son Binh, Ha Tinh region has great potential for sericite ore, which has been interested in by many scientists in recent years. In this paper, previous documents and double checked results from XRD, XRF, SEM-EDS, ICP-MS were combined to fully assess the quality of the fine sericite ores in the study area. The analytical results indicate that the Son Binh raw sericite ore belongs to mineral group of sericites - quartz. Nonmetallic mineral compositions are mainly quartz, sericite and pyrophyllite. There are also a few other minerals with a small content of kaolinite, chlorite, and goethite. Son Binh sericite minerals have a fine grain size with the grain size < 20 μm , about 60%. An effective mineral processing was set up with many technological solutions such as selective grinding, gravity separation, flotation, and chemical processing to increase the quality of Son Binh sericite ore. The fine sericites after mineral processing have a good quality with uniform and small size, about < 10 μm . Contents of harmful metal elements in the fine sericite (0.34 ppm Pb, 1.8ppm As and 0.16ppm Cd) are lower than those in quality regulations. Chemical compositions and other characteristics of the Son Binh fine sericites after mineral processing completely meets quality standards for fields of paint, polymer and cosmetic production.

Keywords: Sericite; Mineral processing; Fine ore; Son Binh deposit.

Đặc điểm thành phần khoáng vật, cấu tạo và kiến trúc quặng đồng vùng Vi Kẽm, Bát Xát, Lào Cai

Lê Thị Thu^{1,*}, Đỗ Văn Nhuận², Ngô Xuân Đắc¹, Hoàng Thị Thoà¹

¹ Bộ môn Tìm kiếm - Thăm dò, Trường Đại học Mỏ - Địa chất;

² Bộ môn Môi trường cơ sở, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Vùng Vi Kẽm thuộc phân vùng V đới quặng Sin Quyên-Lào Cai có diện tích khoảng 314,74 ha. Đây là khu vực có cấu trúc địa chất khá phức tạp, được cấu thành bởi các thành tạo hệ tầng Sin Quyên, hệ tầng Cam Đường, các thành tạo Đệ tứ và các thành tạo magma xâm nhập có tuổi Proterozoi (phức hệ Cốc Mỹ) và các đá xâm nhập tuổi Pecmi. Trong báo cáo này, bằng các phương pháp nghiên cứu như khảo sát thực địa, lát mỏng, khoáng tương, ICPMS,... cho thấy khoáng vật tạo quặng chính của quặng đồng khu mỏ Vi Kẽm là chalcopyrit, pyrotin, magnetit và pyrit. Cấu tạo, kiến trúc quặng đồng chủ yếu là cấu tạo xâm tán, khối, tàn dư thay thế, mạch, vi mạch, rậm kết, vành riềm. Kiến trúc hạt tha hình, hạt nửa tự hình, hạt găm mòn, keo. Quá trình tạo quặng của mỏ đồng Vi Kẽm có thể chia ra 2 thời kỳ tạo quặng chính, thời kỳ trao đổi biến chất và thời kỳ nhiệt dịch.

Từ khóa: Quặng đồng; vi kẽm; Lào Cai.

1. Đặt vấn đề

Những nghiên cứu đã tiến hành cho thấy tồn tại một đới tạo khoáng đồng có giá trị công nghiệp phân bố dọc theo rìa đông bắc đới Fan Si Pan. Trong đới đã phát hiện được một loạt các vùng quặng đồng có trữ lượng lớn như: Sin Quyên, Vi Kẽm, Tả Phời và một loạt các điểm quặng đồng có tiềm năng khác như: Nậm Chạc, Trịnh Tường, Suối Thầu, Lũng Thàng, Lũng Pô ... (Tạ Việt Dũng, 1975). Vùng Vi Kẽm nằm kề cận phía đông nam và tây bắc mỏ đồng Sin Quyên (mỏ đồng Sin Quyên là mỏ đã được tìm kiếm, thăm dò và tính trữ lượng hiện đang được khai thác với tuổi thọ mỏ là 40 năm tính từ năm 2006). Do có vị trí quan trọng như vậy vùng mỏ này cần sớm được đầu tư nghiên cứu chuyên sâu về thành phần vật chất, cấu tạo, kiến trúc, điều kiện hóa lý tạo quặng và cấu trúc không chế quặng hóa để đánh giá chất lượng và trữ lượng nhằm hỗ trợ kết hợp khai thác với khu trung tâm Sin Quyên trong những năm sắp tới.

2. Cơ sở lý luận và phương pháp nghiên cứu

Quặng đồng là một trong những khoáng sản kim loại có vai trò quan trọng trong nền kinh tế quốc dân, chúng được sử dụng ngày càng nhiều trong các lĩnh vực công nghiệp khác nhau. Đồng là một trong những nguyên tố thuộc nhóm ưa lưu huỳnh. Trong điều kiện nội sinh đồng liên quan chặt chẽ với các đá xâm nhập và phun trào mafic, trung tính và axit. Tuy trị số Clark của đồng nhỏ nhưng trong quá trình tạo quặng, đồng có hệ số tập trung cao nên rất dễ thành tạo những loại hình mỏ có giá trị công nghiệp. Trong điều kiện ngoại sinh khoáng vật đồng tồn tại dưới dạng dung dịch keo, dung dịch thật và hợp chất phức. Đồng có độ hòa tan cao và hoạt hóa mạnh song nó cũng bền vững trong điều kiện dung dịch quá bão hòa SO_4^{2-} , Cl^- của các sunfur, cacbonat, photphat, vanadat, asenmat, hidroxit, và oxit chứa đồng. Thành phần khoáng vật chính của quặng đồng gồm: Chalcopyrit, bornit, covelin, chalcozil, malachit, azurit... (Tạ Việt Dũng, 1975).

Các phương pháp nghiên cứu gồm: Phương pháp tổng hợp tài liệu; Phương pháp khảo sát lấy mẫu nghiên cứu ngoài thực địa và phương pháp phân tích trong phòng như phương pháp phân tích thạch học, khoáng tương dưới kính hiển vi phân cực, phương pháp ronghen.

3. Đặc điểm địa chất quặng hóa đồng khu Vi Kẽm

3.1. Đặc điểm phân bố và hình thái các thân quặng đồng

Kết quả nghiên cứu cho thấy toàn vùng Vi Kẽm có 10 thân quặng và được chia làm 5 nhóm thân quặng, các thân quặng này được phân bố trong 5 đới vỡ vụn, cà nát.

+ Đới 1: phân bố ở đông bắc tuyến trục, nằm giữa thể đá granito gonai ở dưới và đá phiến thạch anh – hai mica ở trên, kéo dài suốt chiều dài của mỏ. Bề ngang của đới 50-80m. Trong đới này phân bố các thân quặng 2, 5 và 6, tồn tại chủ yếu từ độ cao +50m trở lên.

* Tác giả liên hệ

Email: lethithu@humg.edu.vn

+ Đới 2: phân bố ở trung tâm khu mỏ, giữa hai thể granito gonai, có bề rộng đến 100m, xung quanh các thân quặng có mức độ cà nát, vỡ vụn mạnh hơn. Đới này chứa các thân quặng 1, 1a, tồn tại chủ yếu ở độ sâu -50m trở lên. Xuống sâu hơn thì mức độ vỡ vụn giảm nên giảm dần sự tồn tại quặng đồng.

+ Đới 3: phân bố cạnh đới 2 về phía tây nam, kéo dài suốt đới quặng Sin Quyền, được giới hạn bởi 2 dải granito gonai, có bề rộng trung bình 20m, có cường độ vỡ vụn yếu, không liên tục, chứa các thân quặng 7 và 7a.

+ Đới 4: phân bố ven rìa tây nam của mỏ, có bề rộng 30÷40m, nằm trong cote độ cao -350 đến +200m, giới hạn bởi 2 dải granito gonai kích thước lớn. Nền đá vỡ vụn là gonai biotit bị migmatit hóa.

+ Đới 5: phân bố về phía tây nam đới 4. Đá gonai bị cà nát, vỡ vụn yếu, có bề rộng đến 50m, nằm tại trong cote -100 đến +300m. Trong đới có các thân quặng 10, 11, 12 có quy mô nhỏ

Các thân quặng phân bố gần song song với nhau, phương 320° cắm về phía đông bắc 70-80°, đới chỗ dốc đứng, có thể nằm chình hợp với đá vây quanh. Hình thái các thân quặng là dạng mạch, thấu kính phức tạp, thấu kính - ổ.

3.2. Đặc điểm biến đổi đá vây quanh

Nhìn chung, các đá vây quanh quặng khu mỏ Vi Kẽm phân bố theo phương tây bắc-đông nam, khoảng 300-310°, với độ dốc khá lớn khoảng 60-85°. Chúng thường phân bố xen kẽ nhau tạo thành những mạch, chuỗi mạch, thấu kính kéo dài đến hàng km. Trong khu mỏ có nhiều loại đá với thành phần khoáng vật, cấu tạo khá phức tạp, chủ yếu bao gồm các loại như đá magma, gonai, biến chất trao đổi, đá phiến, và đá mạch.

4. Đặc điểm thành phần khoáng vật, cấu tạo và kiến trúc quặng

4.1 Đặc điểm thành phần khoáng vật

Khoáng vật quặng trong tập mẫu nghiên cứu phần lớn là chalcopirit (CuFeS_2), thứ yếu có chalcocin (Cu_2S) tồn tại ở dạng hạt nhỏ tha hình. Chalcopirit thường tồn tại dưới dạng ổ, dải hoặc đôi khi chúng tồn tại dưới dạng các hạt đơn lẻ xâm tán tương đối đều trong nền khoáng vật tạo đá. Bên cạnh đó, trong các mẫu còn chứa một lượng đáng kể các khoáng vật sunfua và oxit của sắt như pyrotin (Fe_{1-x}S), pyrit (FeS_2), magnezit (Fe_3O_4).

Ngoài ra, trong quặng sunfua đồng tồn tại xen kẽ cùng với các khoáng vật quặng đồng ở dạng oxit và silicat với tỉ lệ Cu chiếm khoảng 5 đến 15 % tổng lượng Cu trong mẫu. Kết quả phân tích ronghen đã chứng minh điều đó, quặng Cu Vi Kẽm, Lào Cai có chứa một lượng đáng kể khoáng cacbonat chứa Cu như azurit [$\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$] và malachit [$\text{Cu}_2(\text{OH})_2(\text{CO})_3$].

Ngoài các khoáng vật chính được phát hiện trong mẫu nghiên cứu như đã trình bày ở trên, trong mẫu quặng Cu Vi Kẽm-Lào Cai còn phát hiện nhiều khoáng vật đi kèm có hàm lượng nhỏ ở dạng xâm nhiễm thưa như: limonit và gotit (FeOOH), sfalerit (ZnS), ilmenit (FeTiO_3), apatit [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$], menicovit và maccazit (FeS_2), chancozin (Cu_2S) và covelin (CuS) (Ma Kim Trung, và nnk, 2011).

Dưới đây, sẽ mô tả một số khoáng vật đồng tiêu biểu thường gặp trong khu mỏ theo thứ tự từ khoáng vật chủ yếu đến thứ yếu:

* Chalcopirit – CuFeS_2

Chalcopirit (Ch) là khoáng vật quặng đồng chủ yếu của khu mỏ Vi Kẽm, với tần suất xuất hiện 100% trong các mẫu mài láng. Chalcopirit phân bố rộng khắp các thân quặng và nằm trong nhiều tổ hợp cộng sinh khác nhau với hàm lượng trung bình 20÷25%. Nó có mặt trong đá trao đổi là chính, sau tới các loại đá gonai, rải rác ít trong các ổ mạch thạch anh, cacbonat.

* Chalcocin – Cu_2S

Chalcozin: là một trong những khoáng vật chứa Cu phổ biến trong khu mỏ. Chalcozin có màu xám tối đến đen với ánh kim loại. Chalcozin có độ cứng từ 2,5 - 3, kết tinh theo hệ tinh thể trực thoi. Chalcozin đôi khi được tìm thấy trong các mạch nhiệt dịch ở dạng khoáng vật nguyên sinh. Tuy nhiên, do trữ lượng không lớn nên chalcozin không được coi là nguồn quặng đồng chính của khu mỏ.

* Azurit [$\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$] và malachit [$\text{Cu}_2(\text{OH})_2(\text{CO})_3$]

Đây là những khoáng vật carbonat chứa đồng nằm trong khu mỏ. Chúng thường cộng sinh xen lẫn với nhau và xuất hiện trong khu mỏ với tỉ lệ ít, nằm rải rác trong các thân quặng. Bằng mắt thường có thể quan sát thấy màu sắc xanh đặc trưng của hai khoáng vật này.

* Menicovit và maccazit (FeS_2)

Hai khoáng vật này phân bố rải rác, không đều, số lượng trung bình 0,5÷1% và được thành tạo trong giai đoạn nhiệt dịch nhiệt độ thấp. Menicovit có dạng keo, phóng đại thấy những hạt hình cầu với kích thước rất nhỏ, tạo dạng ổ, mạch, dải nhỏ lấp đầy khe nứt của khoáng vật có trước. Dưới kính có màu vàng sáng, vàng nhạt, vàng nâu, có tính đẳng hướng, độ nổi thấp hơn pyrit.

Maccazit có màu phản quang sáng hơn, có tính dị hướng mạnh, độ cứng và độ nổi cao hơn menicovit, thường tạo thành mạch, ổ, dải xuyên cắt và bao viền menicovit.

*** Chancozin (Cu₂S) và covelin (CuS)**

Trong đới oxy hóa, chancozin và covelin là 2 khoáng vật thứ sinh của đồng, phân bố không đều với số lượng 0,1÷0,5%.

Dưới kính hiển vi, chancozin gặp dạng ổ nhỏ, đám nhỏ, tạo thành viền bao quanh chalcopyrit, bocnit, thay thế chalcopyrit. Có nơi quan sát thấy cả đám chalcopyrit đã bị biến đổi hoàn toàn thành chancozin qua các bước trung gian sang bocnit – covelin. Hiện tượng này tạo ra sự phân đới từ trong ra ngoài: chalcopyrit → bocnit → covelin (chancozin) → chancozin (covelin). Chancozin có màu trắng phớt lục, còn covelin phản quang màu xanh lam, Chancozin dị hướng yếu, covelin dị hướng mạnh, cả hai khoáng vật đều mềm.

Ngoài các khoáng vật đồng kể trên, trong vùng còn gặp vàng, bạc tự sinh với hàm lượng khoảng 0,1%.

Như vậy, có thể kết luận rằng quặng Cu Vi Kẽm- Lào Cai là quặng đồng sulfua, trong quặng ngoài khoáng vật chalcopyrit, chancozin còn có rất nhiều khoáng vật khác như pyrotin, magnetit, pyrit. Đây là những khoáng vật phổ biến và có mặt ở hầu hết các thân quặng. Những khoáng vật còn lại có số lượng rất ít hoặc hiếm gặp như vàng, bạc tự sinh... Tuy số lượng ít, phân bố hẹp và không đều song chúng mang lại những thông tin về ý nghĩa khoa học nhất định và góp phần làm rõ thêm bối cảnh thành tạo quặng trong khu mỏ. Ngoài ra, chúng làm tăng thêm giá trị của khoáng sàng về ý nghĩa công nghiệp, bổ sung giá trị của thành phần vật chất quặng cho công tác thăm dò khai thác sau này.

4.2. Cấu tạo, kiến trúc quặng

Quan sát ngoài thực tế, kết hợp với nghiên cứu dưới kính hiển vi trên mẫu mài láng tác giả thấy có những cấu tạo và kiến trúc điển hình sau :

4.2.1. Cấu tạo quặng

* Cấu tạo xâm tán: dạng cấu tạo này rất phổ biến ở hầu hết các thân quặng với những khoáng vật như chalcopyrit, pyrit, pyrotin, magnetit, sfalerit.

Những khoáng vật này thường tạo thành những hạt tự hình hay tha hình, có khi thành ổ, đám nhỏ, phân bố rải rác trong đá vây quanh theo hình dạng và mật độ phân bố, cấu tạo này có thể chia ra.

+ Cấu tạo xâm tán thưa: các khoáng vật phân bố phân tán thường xa nhau

+ Cấu tạo xâm tán dày: các hạt khoáng vật phân bố tương đối gần nhau, so với cấu tạo trên, với một khoảng cách không cố định hoặc trong một phạm vi giới hạn gần như giống nhau.

+ Cấu tạo xâm tán dạng dải: những hạt, đám khoáng vật phân bố rải rác theo phương này thì dày còn theo phương vuông góc với nó lại thưa hẳn đi tạo nên dạng dải theo phương nham thạch, có nơi dải dày bị uốn lượn

* Cấu tạo khối đặc xít: chiếm tỷ lệ không nhiều, nhưng tương đối phổ biến ở các thân quặng, với thành phần khoáng vật chính là magnetit, pyrotin, chalcopyrit...

Trong cấu tạo này, magnetit, pyrotin, ... dạng hạt tự hình hoặc tha hình tập hợp thành đám, khối đặc xít với kích thước đám từ vừa tới lớn. Cấu tạo khối đặc trung cho nguồn gốc trao đổi biến chất hoặc nhiệt dịch.

* Cấu tạo tàn dư thay thế: cấu tạo này không phổ biến lắm, các khoáng vật như chalcopyrit, magnetit, pyrit, pyrotin ... và các khoáng vật tạo đá khác bị các khoáng vật thành tạo sau thay thế một phần hoặc toàn bộ. Hiện tượng thay thế phát triển từ ngoài vào, lấy giả hình của khoáng vật bị chúng thay thế, còn khoáng vật bị thay thế mất hẳn đi hoặc chỉ còn sót lại một phần ở trung tâm.

* Cấu tạo keo: thường gặp menicovit tập hợp thành ổ, hoặc đám dạng keo kết do kết tinh từ những chất keo mà thành. Nguồn gốc có thể thuộc quặng nhiệt dịch thấm thấu muộn.

* Cấu tạo xen lấp: nhiều khoáng vật quặng sulfur như pyrotin, chalcopyrit, pyrit, sfalerit... theo các đường nứt nhỏ, các lỗ trống trong đá, theo ranh giới hạt, đường cắt khai của các khoáng vật có thể được lấp đầy vào, cấu tạo này còn được gọi là cấu tạo lấp đầy. Chúng có nguồn gốc nhiệt dịch.

* Cấu tạo vành riềm: các khoáng vật quặng sinh sau bao viền các ổ, đám khoáng vật có trước tạo nên một lớp bao viền quanh hạt hoặc ổ. Điển hình có pyrit dạng ổ, macazit tinh thể không rõ ràng thường thành bờ hoặc dải ngoằn ngoèo bao viền quanh menicovit.

4.2.2. Kiến trúc quặng

+ Kiến trúc hạt tự hình: đặc trưng cho các tinh thể được kết tinh ở giai đoạn sớm, trong một không gian rộng phát triển tự do, do vậy góc cạnh của hạt khoáng vật phát triển hoàn chỉnh trong các dung dịch nóng chảy của magma, dung dịch khí-hậu magma, dung dịch nước muối trong điều kiện ngoại sinh. Trong khu mỏ kiến trúc tự hình gặp không nhiều và đặc trưng cho các khoáng vật quặng ở thời kỳ trao đổi biến chất.

+ Kiến trúc hạt nửa tự hình: cũng như kiến trúc tự hình nhưng chúng thường bị các khoáng vật sinh sau gặm mòn, hòa tan, thay thế một phần hạt làm cho những tinh thể này bị thiếu hụt đi một vài góc cạnh. Thường gặp ở mẫu láng với các khoáng vật magnetit, pyrit, octit, uraninit .

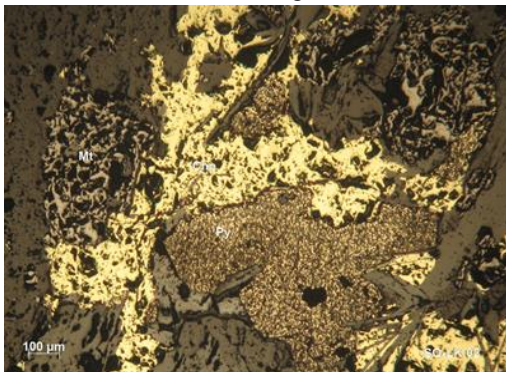
+ Kiến trúc hạt tha hình: có dạng tinh thể méo mó, góc cạnh không phát triển. Các tinh thể hầu như kết tinh cùng một lúc và cùng tốc độ. Sản phẩm kết tinh này là do kết quả kết tinh trong dung dịch nhiệt độ

cao và cũng có thể từ dung dịch keo. Trong khu mỏ những khoáng vật có kiến trúc kiểu này có thể kể đến như pyrotin, chalcopyrit, rutil, pyrit, sfalerit...

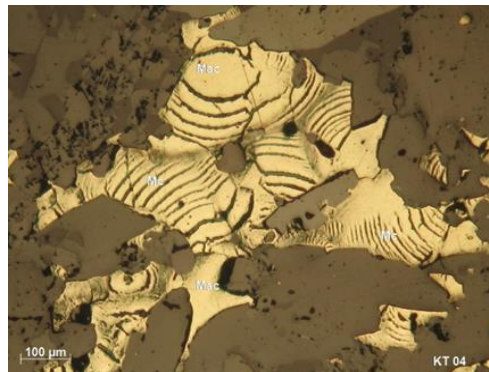
+ **Kiến trúc tàn dư:** những khoáng vật quặng sinh thành trước (chalcopyrit, pyrotin, pyrit, magnetit) bị các khoáng vật sinh sau tới gặm mòn, thay thế chỉ còn sót lại một phần. Ranh giới giữa các khoáng vật này vì thế mà bị thường bị lồi lõm, ít khi thẳng. Kiến trúc tàn dư thường thấy ở các khoáng vật quặng sinh thành sớm, ở thời kỳ trao đổi biến chất hoặc nhiệt dịch nhiệt độ cao và thấy khá phổ biến trong những thân quặng.

+ **Kiến trúc mảnh vụn:** các khoáng vật như magnetit, pyrit, octit, pyrotin, chalcopyrit .. ở gần kề các đới vỡ nát bị ảnh hưởng làm cho chúng bị vỡ nát thành những mảnh to nhỏ khác nhau, có khi bị bào mòn ít nhiều góc cạnh tạo nên kiến trúc cả nát hay kiến trúc mảnh vụn.

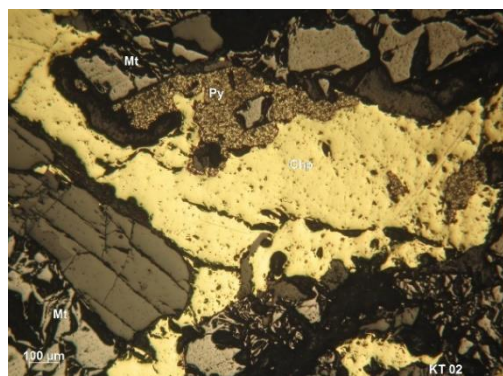
+ **Kiến trúc keo:** khi quan sát dưới kính hiển vi gặp menicovit có nguồn gốc nhiệt dịch nhiệt độ thấp, mang kiến trúc keo khá điển hình (có lẽ được tạo nên do tái kết từ chất keo). Nó thường tập hợp nhiều hạt tinh thể hình cầu nhỏ bé ở dạng cấu tạo đôi, vỏ đồng tâm.



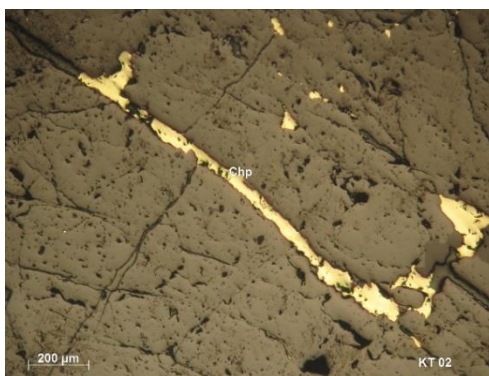
Ảnh 1. Chalcopyrit (Chp), magnetit (Mt), pyrit (Py) tạo đám ổ, xâm tán trên nền phi quặng



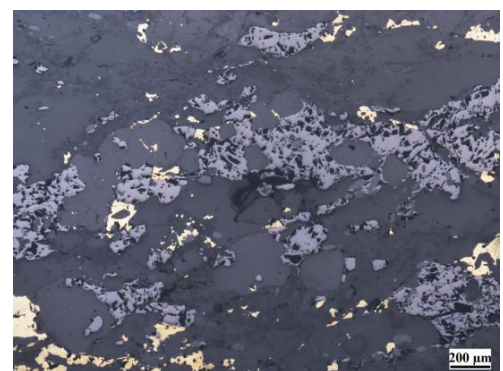
Ảnh 2. Macazit (Mac) bị bao viền bởi menicovit (Mc)



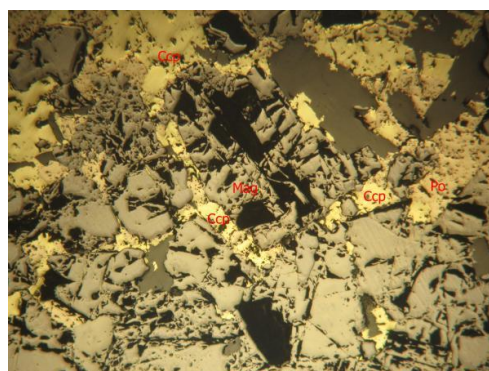
Ảnh 3. Magnetit (Mt), chalcopyrit (Chp), pyrit (Py) xâm tán trên nền phi quặng



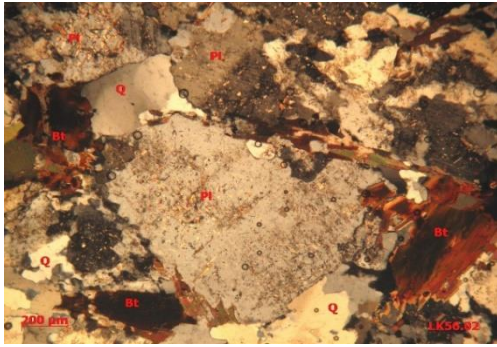
Ảnh 4. Chalcopyrit (Chp) cấu tạo mạch, xen lấp vào khe nứt



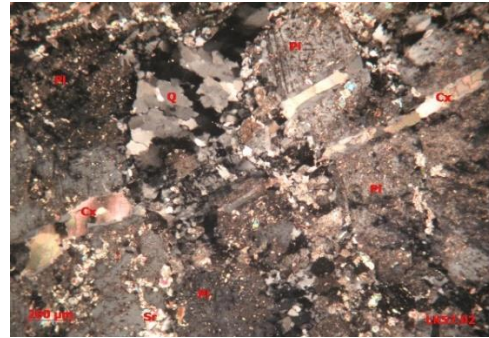
Ảnh 5. Magnetit (Mt), chalcopyrit (Chp) hạt tha hình xâm tán trên nền phi quặng



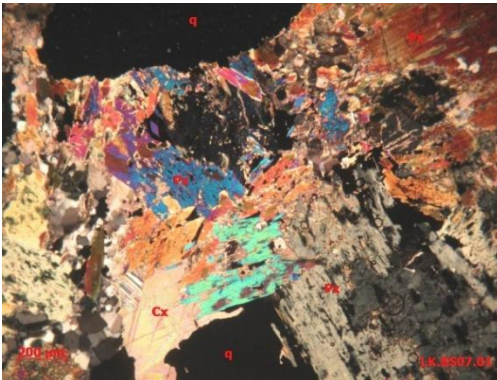
Ảnh 6. Chalcopyrit (Chp), pyrotin (Po) thể hệ sau xuyên lấp magnetit (Mt) sinh trước



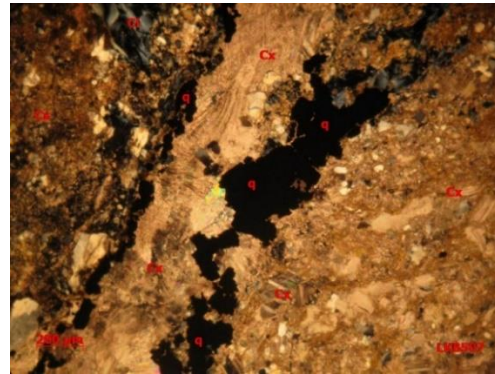
Ảnh 7. Sự phân bố của các khoáng trong mẫu nghiên cứu: Q: thạch anh, Pl: plagioclaz, bt: biotit



Ảnh 8. Sự phân bố của các khoáng trong mẫu nghiên cứu: Q: thạch anh, Pl: plagioclaz, Cx: canxit



Ảnh 9. Sự phân bố của các khoáng trong mẫu nghiên cứu: Px: pyroxen, q: quặng Cu; Cx: canxit



Ảnh 10. Sự phân bố của các khoáng trong mẫu nghiên cứu: qu: quặng Cu; Cx: canxit; cl: clorit

4.3. Thứ tự sinh thành và tổ hợp cộng sinh khoáng vật

Do trải qua nhiều giai đoạn nhiệt dịch và điều kiện địa chất, kiến tạo phức tạp nên quá trình tạo quặng diễn ra đa dạng và phong phú. Mỗi thời kỳ, giai đoạn tạo khoáng liên quan đến một giai đoạn kiến tạo nhất định mang tính chất khu vực (Dương Quốc Lập, 2003).

Quá trình tạo quặng của mỏ đồng Vi Kẽm có thể chia ra (Vũ Thị May, 2011).

***Thời kỳ trao đổi biến chất** : Có thể chia thành 2 giai đoạn:

+ Giai đoạn đầu: diễn ra trong cả đới quặng Sin Quyên, chủ yếu trao đổi các thành phần (Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Fe^{2+} ...) trong điều kiện nhiệt độ cao hình thành nên các đá trao đổi biến chất, với các hiện tượng anbit hóa, biotit hóa tương đối phổ biến.

+ Giai đoạn cuối: Diễn ra trong phạm vi hẹp hơn, tiếp tục tham gia thành tạo các thể trao đổi biến chất, có chứa quặng Fe, TR với các khoáng vật hatinxit, biotit, fenspat kali, magnetit, octit, apatit... Những khoáng vật này thường bị vỡ nát, đồng thời bị các khoáng vật sinh sau gặm mòn thay thế, xuyên cắt và gắn kết lại.

***Thời kỳ nhiệt dịch**: Đây là thời kỳ tạo quặng chính của mỏ.

Ngoài thành tạo quặng đồng là chủ yếu, dung dịch nhiệt dịch ở các giai đoạn kế tiếp nhau còn mang tới hoặc trao đổi với các thể đá xung quanh nhờ đó tạo nên nhiều loại đá và quặng khác nhau. Tùy thuộc vào mức độ và điều kiện thay thế trao đổi với đá vây quanh mà các tổ hợp quặng này được lắng đọng tích tụ, xâm tán hoặc lấp đầy theo các đường nứt, lỗ hổng của đá có trước.

Thời kỳ này quan sát được 3 giai đoạn chính:

+ Giai đoạn đầu: Đầu tiên là thành tạo các khoáng vật như thạch anh, graphit,... cùng các khoáng vật phụ như pyrotin, ilmenit tạo bao thể trong magnetit. Tiếp đó là giai đoạn quặng hóa sulfur thực sự với tổ hợp cộng sinh khoáng vật đặc trưng là pyrotin + chalcopyrit + pyrit cùng các khoáng vật phụ khác như: bocnit, cubanit, sfalerit (giai đoạn nhiệt dịch nhiệt độ cao).

+ Giai đoạn giữa: Trong giai đoạn này dung dịch nhiệt dịch trao đổi với đá vây quanh để tạo ra nhiều kim loại hơn từ đó tích tụ lại nhiều khoáng vật có giá trị, pyrit, chalcopyrit, pyrotin, vàng, bạc.. (giai đoạn nhiệt dịch nhiệt độ trung bình).

+ Giai đoạn cuối: Giai đoạn này kết thúc thời kỳ quặng hóa sulfur với tổ hợp cộng sinh khoáng vật pyrit + macazit + pyrotin + chalcopyrit + clorit. Giai đoạn này có macazit tái kết tinh và pyrit đang thay thế, xuyên cắt chalcopyrit, pyrotin có trước (giai đoạn nhiệt dịch nhiệt độ thấp).

* *Thời kỳ ngoại sinh*: Ở thời kỳ này quặng phát triển yếu, ít có giá trị, xuất hiện các khoáng vật như menicovit, mactit, chancozin, covelin, limonit, gotit, dọc theo đới vỡ vụn, hệ thống khe nứt kiến tạo.

5. Kết luận

Từ những kết quả nghiên cứu đã trình bày, cho phép tập thể tác giả rút ra một số kết luận chính sau:

- Các khoáng vật tạo quặng chính của quặng đồng khu mỏ Vi Kẽm là chalcopyrit và pyrotin, magnetit, pyrit.
- Nguyên tố tạo quặng chính trong khu mỏ Vi Kẽm là đồng (Cu), nguyên tố cộng sinh có thể thu hồi kết hợp là Fe, S, Au và TR_2O_3 . Hàm lượng Cu trung bình trong toàn khu mỏ 0,7591%.

- Cấu tạo, kiến trúc quặng đồng chủ yếu là cấu tạo xâm tán, khối, tàn dư thay thế, mạch, vi mạch, rãnh kết, vành riềm. Kiến trúc hạt tha hình, hạt nửa tự hình, hạt găm mòn, keo.

- Quá trình tạo quặng của mỏ đồng Vi Kẽm được chia ra 2 thời kỳ tạo quặng chính

Thời kỳ trao đổi biến chất được phân ra thành 2 giai đoạn:

+ Giai đoạn đầu: diễn ra trong cả đới quặng Sin Quyền giai đoạn này hình thành nên các đá trao đổi biến chất, với các hiện tượng anbit hóa, biotit hóa.

+ Giai đoạn cuối: thành tạo các thể trao đổi biến chất, có chứa quặng Fe, TR với các khoáng vật hatinxit, biotit, feldpat kali, magnetit, octit, apatit.

Thời kỳ nhiệt dịch: thời kỳ tạo quặng mang ý nghĩa công nghiệp của mỏ được chia thành 3 giai đoạn:

+ Giai đoạn đầu: thành tạo các khoáng vật như thạch anh, graphit tiếp đến thành tạo tổ hợp quặng hóa sulfur với các khoáng vật đặc trưng là pyrotin + chalcopyrit + pyrit.

+ Giai đoạn giữa: Trong giai đoạn này dung dịch nhiệt dịch trao đổi với đá vây quanh thành tạo tổ hợp khoáng vật có giá trị như: pyrit, chalcopyrit, pyrotin, vàng, bạc.

+ Giai đoạn cuối: Giai đoạn này kết thúc thời kỳ quặng hóa sulfur với tổ hợp cộng sinh khoáng vật pyrit + macazit + pyrotin + chalcopyrit + clorit.

Tài liệu tham khảo

Trần Bình Chur (cb.), Đinh Hữu Minh và nnk, 2013. *Giáo trình “Địa chất các mỏ khoáng công nghiệp kim loại”*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.

Tạ Việt Dũng, 1975. *Thăm dò tỉ mỉ khoáng sản đồng Sin Quyền, Lào Cai*, Lưu trữ địa chất, Hà Nội.

Dương Quốc Lập, 2003. *Đồ vẽ bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm từ Lào Cai*, Lưu trữ địa chất, Hà Nội.

Vũ Thị May, 2011. *Đặc điểm thành phần vật chất và quy luật phân bố quặng đồng khu Vi Kẽm, mỏ Sin Quyền Lào Cai*. Luận văn thạc sỹ kỹ thuật Địa chất, Trường đại học Mỏ-Địa chất.

Trần Văn Trị, Đặng Vũ Khúc và nnk, 2009. *Địa chất và tài nguyên Việt Nam*. Nxb Khoa học tự nhiên và Công nghệ.

Ma Kim Trung, và nnk, 2011. *Báo cáo thăm dò bổ sung quặng đồng và khoáng sản đi kèm vùng Vi Kẽm, xã Cốc Mỳ, huyện Bát Xát, tỉnh Lào Cai*, Lưu trữ địa chất, Hà Nội.

ABSTRACT

Characteristics of material composition, texture, and structure of copper ore in the Vi Kem area, Bat Xat mine, Lao Cai province

Le Thi Thu^{1,*}, Do Van Nhuan², Ngo Xuan Dac¹, Hoang Thi Thoa¹

¹Department of Prospecting and Exploration Geology, University of Mining and Geology;

²Department of Environment, University of Mining and Geology

The Vi Kem copper mine in sub-region V, Sin Quyen-Lao Cai ore zone, has an area of about 314.74 ha. This area has a rather complicated geological structure, it is composed of Sin Quyen, Cam Duong, Quaternary, and magma formations. The intrusion is in Proterozoic age (Coc My complex) and Pecmi age intrusive rocks. The main ore-forming minerals of copper ore in the Vi Kem mine are chalcopyrite, pyrite, magnetite, and pyrite. The structure and texture of copper ore are mainly disseminated structures, masses, replacement remnants, circuits, microchips, shafts, rim. Structure grain, semi-self shaped seeds, eroded seeds, glue. The ore-forming process of the Vi Kem copper mine can be divided into 2 main ore-forming periods, they are metabolic and hydrothermal periods.

Keywords: Copper ore, Vi Kem, Lao Cai.

Ứng dụng mạng nơ-ron nhân tạo (ANN) trong phân vùng triển vọng khoáng sản wolfram cho vùng Plei Meo, Kon Tum

Bùi Thanh Tịnh^{1,*}, Bùi Hoàng Bắc¹, Đỗ Mạnh An¹, Nguyễn Tiến Dũng¹, Lê Thị Thu¹

¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Mục tiêu chính của nghiên cứu này là cung cấp một phương pháp tiếp cận mới trong phân vùng triển vọng khoáng sản bằng xây dựng mô hình trí tuệ nhân tạo ở vùng Plei Meo, tỉnh Kon Tum. Vùng nghiên cứu được đánh giá có tiềm năng khoáng sản đa kim, trong đó có quặng wolfram. Nhưng hiện tại các tài liệu nghiên cứu về các loại quặng hóa trong khu vực còn hạn chế, địa hình và điều kiện đi lại trong vùng khá phức tạp và khó khăn. Trên cơ sở nguồn tài liệu thu thập được ở vùng nghiên cứu, tám lớp dữ liệu đầu vào gồm địa chất; các vành phân tán địa hóa các nguyên tố W, Bi, Mo, Sn; các dị thường địa vật lý U, Th, K; các hệ thống đứt gãy theo phương đông bắc tây nam, phương đông nam tây bắc, phương á kinh tuyến, và các điểm khoáng sản được sử dụng làm cơ sở dữ liệu GIS kết hợp với mô hình mạng thần kinh nhân tạo (ANN) xây dựng thành công mô hình dự báo triển vọng khoáng sản W, từ đó sử dụng mô hình dự báo này thành lập bản đồ phân vùng triển vọng khoáng sản W cho vùng Plei Meo. Kết quả cho thấy mô hình có hiệu suất cao với độ chính xác phân loại là 93,4% trên tập dữ liệu huấn luyện và 81,1% trên tập dữ liệu kiểm tra, khu vực Plei Meo được phân thành các diện tích có mức độ triển vọng wolfram khác nhau từ có triển vọng, triển vọng thấp và không có triển vọng. Các kết quả đạt được này là nguồn dữ liệu thông tin quan trọng góp phần cho việc định hướng, quy hoạch tìm kiếm khoáng sản có giá trị trong khu vực nghiên cứu trong các giai đoạn nghiên cứu địa chất tiếp theo.

Từ khóa: Mạng nơ-ron nhân tạo; GIS; wolfram; phân vùng triển vọng; Plei Meo.

1. Đặt vấn đề

Có rất nhiều các phương pháp nghiên cứu, điều tra phân vùng và dự báo triển vọng khoáng sản đã được đề xuất bởi các nhà địa chất liên xô và phát triển ở Việt Nam. Như phương pháp đo vẽ bản đồ địa chất, phương pháp địa chất - khoáng vật, phương pháp tìm kiếm địa hoá, phương pháp địa vật lý, phương pháp khoan - khai đào. Đây là những phương pháp nghiên cứu có độ chính xác rất cao. Tuy nhiên, Các phương pháp này đòi hỏi nhiều công sức, tiền bạc và thời gian thực hiện, yêu cầu số lượng lớn các kết quả phân tích mẫu. Đây thực sự là vấn đề lớn khi nghiên cứu trên một vùng có diện tích rộng lớn có địa hình phức tạp, điều kiện đi lại khó khăn. Hơn nữa đòi hỏi chi phí lớn cho phân tích các loại mẫu, đặc biệt là các mẫu kim loại quý, hiếm. Chính vì vậy việc nghiên cứu áp dụng các tiến bộ khoa học kỹ thuật mới trên cơ sở các nguồn tài liệu đã có nhằm phát hiện, đánh giá triển vọng và đặc biệt dự báo khả năng tồn tại của các khoáng sản cho một khu vực cụ thể là rất cần thiết làm cơ sở cho việc định hướng công tác điều tra, thăm dò khoáng sản giảm thiểu thời gian, chi phí nâng cao hiệu quả kinh tế.

Hiện nay, việc ứng dụng hệ thống tin địa lý (GIS), viễn thám (RS) và kỹ thuật máy học (ML) đã và đang được áp dụng phổ biến trên thế giới và có nhiều ứng dụng mang lại hiệu quả khả quan trong các lĩnh vực khoa học trái đất. Trong nghiên cứu địa chất khoáng sản, sự kết hợp GIS, RS và ML đã đem lại những thành công nhất định như trong các công bố của Carranza và nhiều người khác (Carranza và Laborte, 2015; Carranza, 2015). Các mô hình đã được sử dụng thành công trong nghiên cứu mô hình dự báo triển vọng khoáng sản như: mô hình nơ-ron nhân tạo đa lớp (McMillan và nnk, 2019), mô hình cây quyết định (Decision Tree), máy học hỗ trợ vector (Support Vector Machines), K- nearest neighbors và mô hình Random Forest (Zuo, Carranza, và Geosciences, 2011).

Để đánh giá rõ hơn phương pháp kết hợp GIS với các mô hình máy học hiện đại trong nghiên cứu địa chất khoáng sản. Trong nghiên cứu này tác giả đề xuất ứng dụng mô hình mạng trí tuệ nhân tạo (ANN) trong phân vùng triển vọng khoáng sản wolfram cho vùng Plei Meo, Kon Tum. Khu vực Plei Meo có các dấu hiệu thuận lợi cho sự thành tạo khoáng sản wolfram, có các các biểu hiện khoáng sản của Sn, Mo, Bi. Khu vực đã được đánh giá có tiềm năng quặng wolfram ở Chư Ya Krei nằm trong vùng Plei Meo thuộc xã

* Tác giả liên hệ

Email: buithanhtinh@hmg.edu.vn

Ya Xiêr, huyện Sa Thầy, theo kết quả nghiên cứu của Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam đã tiến hành điều tra chi tiết hóa ở tỷ lệ 1: 10.000.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Mạng nơ ron nhân tạo (ANN)

Là mô hình xử lý thông tin mô phỏng hoạt động của hệ thống thần kinh sinh vật, bao gồm số lượng lớn các nơ ron được gắn kết để xử lý thông tin. ANN hoạt động giống như cấu trúc của bộ não con người, là một hệ thần kinh gồm nhiều lớp, lớp đầu tiên là lớp các dữ liệu đầu vào, tiếp đến là các lớp thần kinh ẩn xử lý dữ liệu, mối quan hệ, sự ảnh hưởng của các dữ liệu với nhau. trong mỗi lớp có các nơ ron thần kinh, mỗi nơ ron thành kính lấy thông tin từ tất cả các nơ ron thần kinh ở lớp dữ liệu trước. lớp cuối cùng là lớp dữ liệu đầu ra đưa ra kết quả phân loại có hay không được mã hóa thành “1” và “0”. Đây là phương pháp học có giám sát. quá trình huấn luyện được lặp lại cho đến khi kết quả (output) của ANN đạt được giá trị mong muốn đã biết. Diễn hình cho kỹ thuật này là mạng nơ ron lan truyền ngược (back-propagation). Quá trình học có giám sát của ANN bao gồm các bước tính giá trị output Y; So sánh Y với giá trị mong muốn Z; Nếu chưa đạt giá trị mong muốn ($\Delta = Z - Y$ lớn) thì chỉnh trọng số (weights) và tính lại output cho đến khi $\Delta = 0$ hoặc nhỏ đến mức chấp nhận được. Bản chất của mô hình là đi tìm các giá trị trọng số weights sao cho sai số giữ giá trị dự đoán và giá trị mong muốn là nhỏ nhất.

2.2. Xây dựng mô hình

Để xây dựng mô hình dự báo triển vọng khoáng sản, việc xác định vị trí các điểm khoáng sản đã biết ở khu vực nghiên cứu là vô cùng quan trọng, đây là cơ sở cho việc xây dựng bộ dữ liệu để huấn luyện mô hình. Bên cạnh đó, việc quan trọng không kém đó là phải xác định được các yếu địa chất ảnh hưởng đến thành tạo các điểm khoáng sản. Đó là các tiền đề và các dấu hiệu địa chất là cơ sở cho việc điều tra khoáng sản. Theo nghiên cứu trước đây của tập thể tác giả và đã được công bố trong công trình của Đỗ Mạnh An (Đỗ Mạnh An và nkk, 2012; 2013). Tám yếu tố địa chất ảnh hưởng đến tìm kiếm quặng hóa wolfram ở khu vực nghiên cứu được lựa chọn để làm cơ sở dữ liệu gồm: Địa chất; 3 hệ thống đứt gãy theo các phương gồm Tây Bắc - Đông Nam, Đông Bắc – Tây Nam, Á kinh tuyến; Dị thường địa hóa của các nguyên tố W, Sn, Mo, Bi; 3 yếu tố dị thường địa vật lý Uran, Thori, và Kali, cụ thể ảnh hưởng của các yếu tố địa chất này ảnh hưởng đến việc phân vùng triển vọng khoáng sản được trình bày trong công bố (Đỗ Mạnh An và nkk, 2013), các yếu tố ảnh hưởng được thể hiện trong hình 1. Bộ dữ liệu sau khi xây dựng được chia làm 2 tập dữ liệu huấn luyện và kiểm tra được sử dụng để huấn luyện mô hình. Với tập dữ liệu huấn luyện chiếm 70% cơ sở dữ liệu và tập kiểm tra là 30% cơ sở dữ liệu.

2.3. Kỹ thuật thống kê đánh giá độ chính xác của mô hình

Hiệu suất dự báo triển vọng khoáng sản của mô hình được đánh giá bằng các chỉ số thống kê sau (Mohammadzadeh và nkk, 2014). Sử dụng đường cong ROC (van Erkel và Pattynama, 1998) để đánh giá hiệu suất tổng thể của mô hình, giá trị diện tích phía dưới đường cong (AUC) là chỉ số thống kê để đánh giá và so sánh định lượng hiệu suất dự báo tổng thể của mô hình (Khosravi *et al.*, 2018). Giá trị AUC giao động từ 0.0 đến 1.0. Mô hình có AUC càng gần với 1.0 thì có hiệu suất đánh giá triển vọng khoáng sản tổng thể càng cao (Dieu Tien Bui và nkk, 2016).

Để đánh giá chi tiết chất lượng của mô hình dự báo, có các tham số thống kê gồm độ nhạy (SST), độ đặc trưng (SPF), công suất dự báo dương (PPV) và công suất dự báo âm (NPV), mức độ phù hợp của mô hình và bộ dữ liệu (Kappa) và độ chính xác phân loại (ACC).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá độ chính xác của mô hình

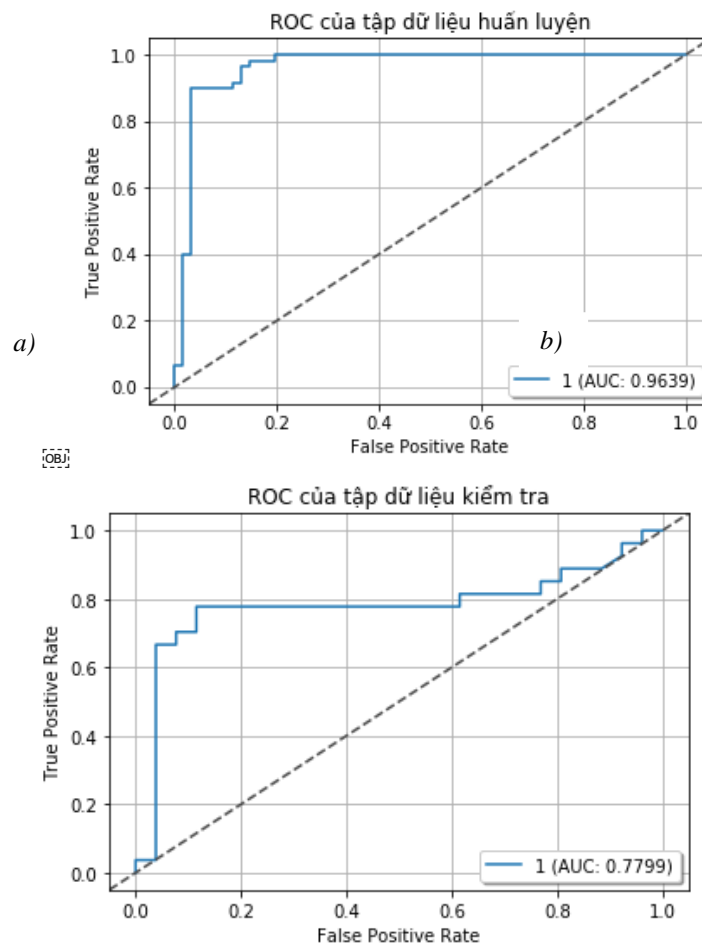
Mô hình phân vùng triển vọng được đào tạo bằng cách sử dụng tập dữ liệu huấn luyện với kỹ thuật xác nhận chéo 10 lần. Từ Bảng 1 kết quả huấn luyện mô hình cho thấy mô hình đã thực hiện rất tốt với tập dữ liệu đào tạo. Có thể thấy mức độ chính xác của mô hình với tập dữ liệu huấn luyện rất cao với giá trị ACC bằng 93,4%. Mức độ phù hợp của mô hình và bộ dữ liệu đào tạo rất tốt bằng 0,868 (Kappa). Chất lượng của mô hình phân vùng triển vọng khoáng sản wolfram còn được thể hiện qua các tham số, tỷ lệ phần trăm của các pixel không gặp khoáng sản được dự đoán chính xác với giá trị (SPF) của mô hình là 90,8%, tỷ lệ phần trăm cho các pixel có triển vọng khoáng sản được dự đoán đúng rất cao (SST) là 96,4%. Xác suất mô hình dự đoán chính xác các pixel có triển vọng khoáng sản là 90% (PPV), và xác suất mô hình dự đoán chính xác các pixel không gặp khoáng sản (NPV) là 96,7%.

Bảng 1. Đánh giá mô hình dự báo triển vọng khoáng sản Wolfram

Các chỉ số thống kê đánh giá mô hình	Tập huấn luyện	Tập kiểm tra
Dương thực	54	21
Âm thực	59	19
Dương giả	6	6
Âm giả	2	4
Công suất dự báo dương (%)	90.0	77.8
Công suất dự báo âm (%)	96.7	84.6
Độ nhạy (%)	96.4	84.0
Độ đặc trưng (%)	90.8	78.6
Độ chính xác phân loại (%)	93.4	81.1
Kappa	0.868	0.623
AUC	0.964	0.78

Sau khi mô hình phân vùng triển vọng khoáng sản được đào tạo với tập dữ liệu huấn luyện, mô hình này được tiếp tục đánh giá với tập dữ liệu kiểm tra. Cho thấy rằng kết quả dự đoán chính xác của mô hình là khá cao bằng 81,1% (ACC). Kappa của mô hình là 0,623. Xác suất mô hình dự đoán chính xác các pixel có triển vọng khoáng sản là 84,6% (PPV) và cho các pixel không gặp khoáng sản là 84,0% (NPV). tỷ lệ phần trăm các pixel có triển vọng khoáng sản được dự đoán chính xác là 78,6% (SST) và tỷ lệ phần trăm của các pixel không gặp khoáng sản được dự đoán chính xác (SPF) là 81,1%.

3.2. Đánh giá hiệu suất của mô hình



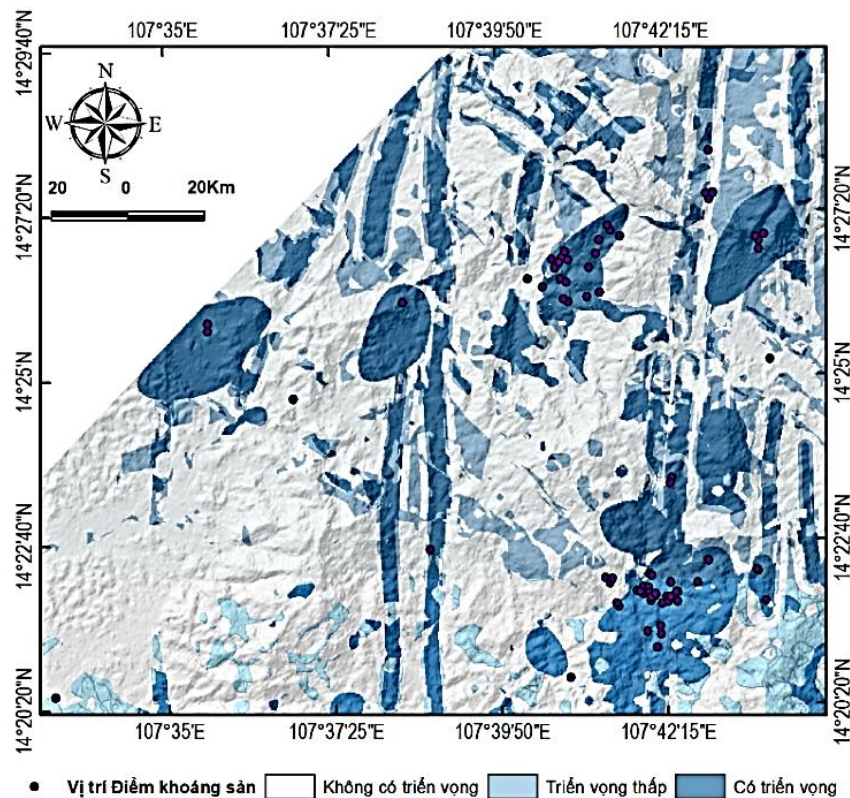
Hình 1. Phân tích ROC của mô hình: (a) tập dữ liệu huấn luyện và (b) tập dữ liệu kiểm tra

Khả năng dự đoán của mô hình phân vùng triển vọng khoáng sản wolfram được đo bằng đường cong ROC và AUC (Hình 1). Kết quả AUC của mô hình tính được trong tập dữ liệu huấn luyện là 0,964 và trong tập dữ liệu kiểm tra là 0,78. Từ kết quả trên có thể kết luận rằng mô hình được đề xuất có hiệu suất rất tốt với mức độ hoạt động xuất sắc trong ngưỡng từ 0,9 đến 1,0 với tập dữ liệu huấn luyện và đạt hiệu suất tốt với tập dữ liệu kiểm tra theo như phân loại chỉ số AUC của S. B. Cantor (2000). Cho thấy mô hình có đủ tin cậy để sử dụng cho xây dựng bản đồ phân vùng triển vọng khoáng sản wolfram khu vực Plei Meo.

3.3. Xây dựng bản đồ phân vùng triển vọng khoáng sản wolfram

Mô hình dự báo triển vọng khoáng sản W cuối cùng đã được huấn luyện xong được sử dụng để phân vùng triển vọng khoáng sản wolfram dự đoán các vị trí có khả năng tồn tại khoáng sản wolfram trong khu vực nghiên cứu. Theo đó, tất cả các yếu tố ảnh hưởng đã được chuyển đổi sang định dạng raster và sau đó được đưa vào mô hình dự báo triển vọng khoáng sản đã được huấn luyện để tạo ra các chỉ số nhạy cảm được gọi là chỉ số xác suất có khoáng sản W. Các chỉ số này được phân loại dựa trên mức độ ảnh hưởng của các yếu tố đến khả năng có W. Cuối cùng, bản đồ phân vùng triển vọng khoáng sản W cho khu vực Plei Meo được xây dựng bằng bản đồ bởi một loạt các chỉ số xác suất có gặp khoáng sản như Hình 2.

Khu vực nghiên cứu được chia thành 3 vùng bao gồm: có triển vọng, triển vọng thấp và không có triển vọng khoáng sản. Cụ thể, vùng không có triển vọng khoáng sản chiếm khoảng 65% diện tích nghiên cứu với diện tích là 199 km², vùng triển vọng khoáng sản thấp có diện tích là 49 km² chiếm 16% tổng diện tích và vùng có triển vọng khoáng sản có diện tích là 58 km² chiếm 19%. Các vùng có triển vọng tập trung ở phía đông nam, và một vùng nhỏ ở giữa khu vực Plei Meo. Những vùng này nằm chính xác trong các dị thường địa hóa và dọc theo hệ thống đứt gãy Á kinh tuyến. Các vùng triển vọng khoáng sản thấp nằm trong các hệ thống đứt gãy khác. Kết quả nghiên cứu cho thấy có 90% vị trí các điểm khoáng sản đã được phát hiện trong nghiên cứu trước đây nằm trùng trong vùng tiềm năng cao. Điều này chứng tỏ rằng mô hình dự báo triển vọng khoáng sản thực hiện tốt việc dự đoán triển vọng khoáng sản W ở Plei Meo.



Hình 2. Bản đồ phân vùng triển vọng khoáng sản W khu vực Plei Meo

3.4. Thảo luận kết quả nghiên cứu

Bài báo đề xuất hướng tiếp cận mới sử dụng trí tuệ nhân tạo vào phân vùng triển vọng khoáng sản, giới thiệu cách tiếp cận xử lý số liệu và đánh giá độ chính xác cũng như hiệu suất của mô hình được huấn luyện từ đó sử dụng mô hình phân vùng triển vọng khoáng sản Wolfram cho khu vực Plei Meo.

Trong nghiên cứu trước đây của tác giả Đỗ Mạnh An, phương pháp sử dụng toán địa chất kết hợp với GIS để phân vùng triển vọng khoáng sản. Cụ thể, phương pháp sử dụng WOE để tính trọng số cho từng yếu tố dữ liệu đầu vào dựa trên cơ sở tính tỷ lệ số lượng điểm khoáng hóa xuất hiện trên 1 yếu tố địa chất chia số diện tích của yếu tố địa chất đó. Sau đó gán trọng số này cho các bản đồ. Tiếp theo sử dụng phương pháp chồng ghép bản đồ để tạo ra các vùng chồng lẫn lên nhau từ các bản đồ thành phần. Sau đó tính trọng số cho các vùng chồng lẫn đó bằng cách tổng trọng số của các bản đồ thành phần. Cuối cùng phân vùng triển vọng trên cơ sở các khoảng giá trị theo phương pháp phân khoảng giá trị. Phương pháp này có ưu điểm là đưa ra được cơ sở trọng số của các yếu tố đầu vào. Tuy nhiên, mới thực hiện được 1 cách cơ học là chồng ghép các bản đồ thành phần, và chưa đưa ra được phương pháp đánh giá độ chính xác của phương pháp toán để kiểm tra lại độ chính xác của cả phương pháp nói chung. Trong khi đó quá trình tạo khoáng là quá trình phi tuyến tính và phức tạp. Các yếu tố địa chất cũng là phi tuyến không thể chỉ biến đổi đơn giản mà phương pháp chồng ghép bản đồ có thể giải quyết được vấn đề này.

Ngược lại, các phương pháp trí tuệ nhân tạo với ưu việt trong xử lý dữ liệu phi tuyến tính đã được kiểm chứng qua nhiều công bố và các ứng dụng thực tiễn khi không cần phải tự đi tính trọng số cho việc phân vùng triển vọng. Các dữ liệu được mã hóa để đưa vào huấn luyện mô hình. Việc huấn luyện còn chia tập mẫu thành tập huấn luyện và tập kiểm tra. Kết quả huấn luyện được đánh giá độ chính xác và hiệu suất của mô hình ở cả tập huấn luyện và kiểm tra, cụ thể mô hình sau khi huấn luyện thì được kiểm tra lại với dữ liệu gốc trong tập kiểm tra là các vị trí pixel đã được xác định là vị trí các điểm khoáng sản, để xác định độ chính xác của mô hình và tỷ lệ dự báo chính xác các điểm khoáng sản này và tỷ lệ dự báo chính xác các pixel không phải là các vị trí các điểm khoáng sản được thể hiện qua Bảng 1. Đây là cơ sở tin cậy hơn của phương pháp trí tuệ nhân tạo. Cuối cùng, việc xác định giá trị cho từng pixel trên bản đồ phân vùng triển vọng được tiến hành tự động và khách quan theo mô hình Machine Learning đã được huấn luyện và tối ưu hóa. Từ đó, cho thấy những ưu việt của phương pháp trí tuệ nhân tạo hơn so với phương pháp chồng ghép bản đồ truyền thống.

4. Kết luận

Bài báo đề xuất một cách tiếp cận sử dụng mô hình trí tuệ nhân tạo (ANN) xây dựng mô hình dự báo triển vọng khoáng sản wolfram ở khu vực Pleimeo. Đây là nghiên cứu đầu tiên sử dụng mô hình ANN cho phân vùng triển vọng khoáng sản tại Việt Nam. Mô hình được xây dựng trên bộ dữ liệu huấn luyện với kỹ thuật xác nhận chéo 10 lần và bộ dữ liệu kiểm tra với tám yếu tố dữ liệu đầu vào gồm: Địa chất; 3 hệ thống đứt gãy theo các phương gồm Tây Bắc - Đông Nam, Đông Bắc - Tây Nam, Á kinh tuyến; Dị thường địa hóa của các nguyên tố W, Sn, Mo, Bi; 3 yếu tố dị thường địa vật lý Uran, Thorium, và Kali. Các tham số độ nhạy (SST), độ đặc trưng (SPF), công suất dự báo dương (PPV) và công suất dự báo âm (NPV), mức độ phù hợp của mô hình với bộ dữ liệu (κ), độ chính xác phân loại (ACC) và chỉ số AUC đã được sử dụng để kiểm tra chất lượng của các mô hình dự báo triển vọng khoáng sản cuối cùng.

Kết quả trong nghiên cứu này đã chứng minh rằng các mô hình dự báo triển vọng khoáng sản có thể hoạt động tốt với độ chính xác phân loại ACC bằng 93,4% trên tập dữ liệu huấn luyện và 81,1% trên tập dữ liệu kiểm tra. Hiệu suất dự đoán và xác nhận định lượng của mô hình là xuất sắc bằng 0,964 trên tập huấn luyện và tốt trên tập kiểm tra bằng 0,78.

Kết quả từ lập bản đồ phân vùng triển vọng khoáng sản wolfram khu vực nghiên cứu được phân chia thành ba vùng: có triển vọng, triển vọng thấp và không có triển vọng khoáng sản. Vùng có triển vọng khoáng sản chiếm 19% tổng diện tích của khu vực, có 90% số lượng điểm khoáng sản đã biết nằm trong vùng này. Kết quả nghiên cứu đã khoanh được các vùng có triển vọng khoáng sản, đây là những vùng cần được chú ý nhiều hơn trong việc điều tra, thăm dò khoáng sản.

Tài liệu tham khảo

Đỗ Mạnh An, Bùi Hoàng Bắc, Nguyễn Tiến Dũng, Khương Thế Hùng, Trương Hữu Mạnh, Nguyễn Duy Hưng, 2013. "Ứng dụng phương pháp trọng số bằng chứng trong tìm kiếm khoáng Wolfram vùng Pleimeo, tỉnh Kon Tum," (in A), *Tạp chí các khoa học về Trái đất*, vol. 1, pp. 19-28.

Do Manh An, Bui Hoang Bac, Nguyen Tien Dung, Khuong The Hung, 2012. "Index overlay GIS modeling technique for tungsten exploration at Pleimeo area, Kontum province," (in A), *Advances in Mining and Tunneling. Hanoi*, pp. 15-19.

E. J. M. Carranza and A. G. J. O. G. R. Laborte, 2015. "Data-driven predictive mapping of gold prospectivity, Baguio district, Philippines: Application of Random Forests algorithm," (in E), vol. 71, pp. 777-787.

E. J. M. Carranza, A. G. J. C. Laborte, and Geosciences, 2015. "Random forest predictive modeling of mineral prospectivity with small number of prospects and data with missing values in Abra (Philippines),"

(in E), vol. 74, pp. 60-70.

M. McMillan, J. Fohring, E. Haber, and J. J. A. E. A. Granek, 2019. "Orogenic gold prospectivity mapping using machine learning," (in E), vol. 2019, no. 1, pp. 1-4.

R. Zuo, E. J. M. J. C. Carranza, and Geosciences, 2011. "Support vector machine: a tool for mapping mineral prospectivity," (in E), vol. 37, no. 12, pp. 1967-1975.

D. Mohammadzadeh, J. B. Bazaz, and A. H. Alavi, 2014. "An evolutionary computational approach for formulation of compression index of fine-grained soils," (in E), *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 33, pp. 58-68.

A. R. van Erkel and P. M. T. Pattinama, 1998. "Receiver operating characteristic (ROC) analysis: Basic principles and applications in radiology," (in E), *European Journal of Radiology*, vol. 27, no. 2, pp. 88-94.

K. Khosravi *et al.*, 2018. "A comparative assessment of decision trees algorithms for flash flood susceptibility modeling at Haraz watershed, northern Iran," (in E), *Science of The Total Environment*, vol. 627, pp. 744-755.

D. Tien Bui, B. Pradhan, H. Nampak, Q.-T. Bui, Q.-A. Tran, and Q.-P. Nguyen, 2016. "Hybrid artificial intelligence approach based on neural fuzzy inference model and metaheuristic optimization for flood susceptibility modeling in a high-frequency tropical cyclone area using GIS," (in E), *Journal of Hydrology*, vol. 540, pp. 317-330.

S. B. Cantor and M. W. J. M. D. M. Kattan, 2000. "Determining the area under the ROC curve for a binary diagnostic test," (in E), vol. 20, no. 4, pp. 468-470.

ABSTRACT

Application of artificial neural network (ANN) in mapping potential wolfram mineral regions for Pleimeo area, Kontum

Bui Thanh Tinh^{1,*}, Bui Hoang Bac¹, Do Manh An¹, Nguyen Tien Dung¹, Le Thi Thu¹

¹ *Hanoi University of Mining and Geology*

The main target of this study is providing a new approach for mineral prospect modelling using Artificial neural network (ANN) in Pleimeo, Kontum province. The study area is known to have potential of multi-metallic minerals, including wolfram ores. But the current researches on the types of mineralization in the area are limited, the terrain and travel conditions in the region are quite complicated and difficult. Based on data collected in the study area, eight factors of input data including geology; geochemical anomalies for elements W, Bi, Mo, Sn; geophysical anomalies of U, Th, K; fault systems according to the directions (northeast-southwest; northwest-southeast, meridian, sub-meridian), and mineral occurrence locations which are used as GIS database combine with ANN model to generate a model predicting W mineral prospect, then using this model for zoning prospect of W in Pleimeo area. The results show that the model has high efficiency with a classification accuracy of 93.4% on the train dataset and 81.1% on the test dataset, the Pleimeo area is divided into three different regions about wolfram prospects: mineral potential, low mineral potential, and no mineral potential. These results of the study are an important document source contributing to the orientation and planning for mineral exploitation in the study area. And providing data for the next further geological research.

Keywords: Artificial neural network; GIS; wolfram; mineral prospectivity modelling; Plei Meo.

Thành phần vật chất và điều kiện thành tạo Liti khu vực La Vi, vùng Đức Phổ-Sa Huỳnh

Dương Ngọc Tinh^{1*}, Nguyễn Quang Luật², Đỗ Văn Nhuận²

¹ Liên đoàn Địa chất Trung Trung Bộ

² Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Tại khu vực La Vi vùng Đức Phổ - Sa Huỳnh, các thân quặng thể hiện ở dạng tập hợp các mạch pegmatoid chứa liti phân bố tập trung trên diện tích chừng 40km². Trong quặng, Li tồn tại trong nhóm khoáng vật mica chứa liti, chủ yếu là lepidolit cộng sinh chặt chẽ với albit, topa, cassiterit, tantalit-columbit đặc trưng cho kiểu mỏ nguồn gốc công nghiệp là pegmatit granit kiểu Na-Li, phụ kiểu Pegmatit lepidolit và gồm 3 kiểu quặng: Li, Li-Sn và Sn. Vùng nghiên cứu trải qua nhiều giai đoạn hoạt động magma, kiến tạo, sinh khoáng nên các thành tạo địa chất bị biến chất trao đổi mạnh mẽ, phức tạp nhiều giai đoạn chồng lên nhau trong cùng một cấu trúc không chế quặng. Kết quả nghiên cứu cho thấy có ít nhất 3 quá trình biến chất trao đổi xảy ra trong 3 giai đoạn: kiềm hoá (anbit hoá, microlin hoá), greisen hoá và biến đổi nhiệt dịch nhiệt độ trung bình đến thấp. Dung dịch tạo khoáng có nguồn gốc magma nguyên sinh nhưng đã bị hỗn nhiễm do các hoạt động kiến tạo, các hoạt động biến chất trao đổi xảy ra mạnh mẽ trong vùng nghiên cứu. Các kết quả phân tích đồng vị cho thấy tuổi thành tạo quặng liti và đá granitoid phức hệ Sa Huỳnh là tương đương nhau, cùng tuổi thành tạo vào Permi muộn đến Trias sớm (P₃-T₁).

Từ khóa: Liti; LaVi; Đức Phổ-Sa Huỳnh.

1. Đặt vấn đề

Liti là một kim loại hiếm rất có giá trị, được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau: công nghệ hàng không vũ trụ, điện, điện tử; công nghệ môi trường, hạt nhân, hoá chất, luyện kim, y, dược... Các kiểu mỏ công nghiệp kim loại liti trên thế giới đã phát hiện bao gồm: pegmatit granit kiểu Na-Li; mỏ nhiệt dịch khí thành; mỏ muối trầm tích; sét hectorit. Trữ lượng liti trên thế giới khoảng 13 triệu tấn (Keith Evans R., 2008).

Trong các kiểu mỏ công nghiệp, kiểu mỏ pegmatit granit Na-Li rất có giá trị, đây nguồn cung cấp liti chủ yếu, ngoài ra còn có thể thu hồi các khoáng sản giá trị khác như Be, Ta, Nb, Sn, Rb, Cs,...“Sự thành tạo các khoáng vật liti gắn liền với các quá trình biến chất trao đổi trong pegmatit. Hơn nữa, trong tiến trình biến chất trao đổi được đặc trưng bởi sự thay thế quá trình biến chất trao đổi K bởi quá trình biến chất trao đổi Na, và sau đó là quá trình biến chất trao đổi Li” Theo Tatarinov và Kariakina (1975) (Franco Pirajno (2009).

Các thân quặng liti trong vùng nghiên cứu có những nét khá đặc trưng cho kiểu mỏ pegmatit granit kiểu Na-Li, phụ kiểu pegmatit lepidolit: khoáng vật liti chính là lepidolit, các khoáng vật có ích đi kèm là cassiterit, columbit, tantalit,... Quá trình tạo khoáng gắn liền với các quá trình biến chất trao đổi kiềm hoá (anbit hoá, microlin hoá), greisen hoá. Thời gian thành tạo vào Permi muộn đến Trias sớm (P₃-T₁).

2. Đặc điểm thành phần vật chất

Các thân quặng phân bố trong đá phiến kết tinh thuộc phức hệ Kan Năck, gần ranh giới tiếp xúc với các thành tạo granitoid phức hệ Sa Huỳnh. Kích thước dài từ 200 - 600m, bề dày trung bình từ 0,6-4,8m. Phương kéo dài chủ yếu là tây bắc - đông nam. Chúng cắm chủ yếu về tây nam với góc dốc từ 40-75°, có khi cắm thẳng đứng hoặc bị uốn đảo ngược. Hình thái các thân quặng chủ yếu dạng mạch, mạch phân nhánh, chuỗi thấu kính, dạng ổ, đôi vi mạch. Cấu trúc thân quặng có sự phân đới bao gồm các dải, thấu kính, ổ có màu sắc, kích thước và thành phần khoáng vật khác nhau: phần giữa là các dải thấu kính thạch anh, albit, lepidolit tinh thể lớn, ra hai bên là các dải, thấu kính thạch anh, albit xen các vảy nhỏ lepidolit, chuyển ra ngoài là phần mạch có cấu tạo đặc sít, thành phần chủ yếu là albit tinh thể nhỏ, thạch anh vi tinh và lepidolit dạng vảy nhỏ màu tím nhạt. Căn cứ thành phần có ích và giá trị công nghiệp của chúng trong các thân quặng, có thể phân chia ra các kiểu quặng như sau: quặng Li, quặng Li - Sn và quặng Sn.

2.1. Đặc điểm thành phần khoáng vật

2.1.1. Các thân quặng Li

* Tác giả liên hệ:

Email: ngoctinhdc08@gmail.com

Thành phần khoáng vật chủ yếu là: thạch anh 10-40%, lepidolit 15-42%, albit 30-75%, topaz 0-6%; khoáng vật quặng: casiterit từ một vài hạt đến <0,5%, pyrit ít, hematit ít. Ngoài ra còn có: polyilitonit: $K(AlFeLi)(Si_3Al)O_{10}(OH)F$, zinwaldit: $KAl(FeLi)(Si_3Al)O_{10}F_2$, taeniolit $K_{0,6}(Mg,Li)_3Si_4O_{10}F_2$, tantalit-columbit, beryl, cryzoberyl, amblygonit ($LiAlPO_4F$)-montebrasit ($LiAlPO_4OH$), goyazit $SrAl_3(PO_4)_2(OH)_5.H_2O$, herderit $CaBe-PO_4(F,OH)$, granat, monasit, zircon, turmalin, apatit.

Tổ hợp cộng sinh khoáng vật (THCSKV) đặc trưng: albit + thạch anh + lepidolit+topaz. Hiện tượng biến đổi chủ yếu là albit hóa, ở phần rìa các mạch quặng bị biến đổi greisen hóa yếu (Hình 2. a).

2.1.2. Các thân quặng Li-Sn

Thành phần khoáng vật chủ yếu là: thạch anh 23-50%; lepidolit 10-40%, albit 23-50%; feldspat kali 0-5%, topaz 0-3%. Ngoài ra còn có hornblend, epidot, pyroxen, zircon, monazit, granat, turmalin, sphen, apatit. Khoáng vật quặng có casiterit, tantalit - columbit, beryl + cryzoberyl.

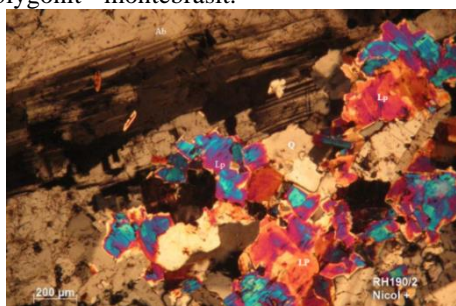
THCSKV đặc trưng: albit + thạch anh + lepidolit + topaz + casiterit, đặc trưng cho quá trình trao đổi thay thế kiềm sau magma nhiệt độ cao. Các thân quặng Li-Sn có thành phần thạch học đặc trưng là các đá biến đổi albit hoá, greisen hoá chứa Li và Sn. Hiện tượng biến đổi chủ yếu là greisen hóa (Hình 2. b).

2.1.3. Các thân quặng Sn

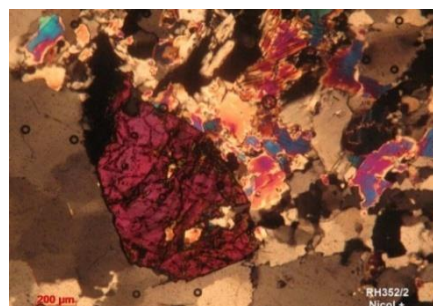
Các thân quặng Sn có thành phần đặc trưng là đá biến đổi greisen hóa chứa Sn. Thành phần khoáng vật chủ yếu là: thạch anh 20-70%; muscovit 10-35%, feldspat kali 10-15%, plagioclas 5-30%. Ngoài ra còn có biotit, octit, turmalin, zircon, apatit, anatas, granat, monazit. Khoáng vật quặng casiterit, tantalit-columbit. THCSKV đặc trưng: thạch anh + muscovit + casiterit (Hình 2. c, d).

2.1.4. Đặc điểm khoáng vật chứa liti

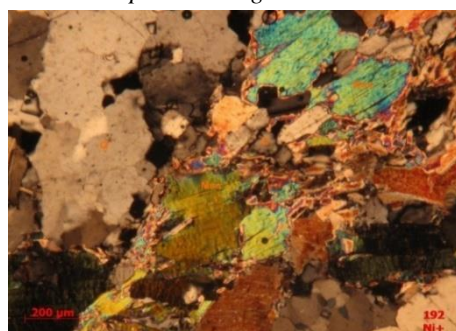
Khoáng vật chứa liti gồm chủ yếu là lepidolit, ngoài ra còn có: polyilitonit, zinwaldit, taeniolit, amblygonit - montebrasit.



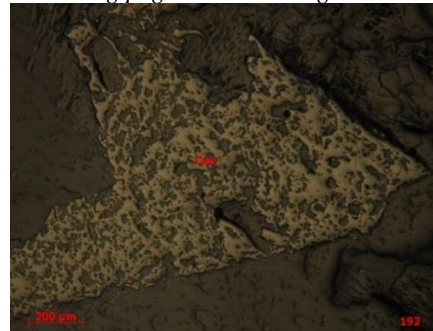
a- Mẫu Lm294: tổ hợp thạch anh + albit + lepidolit trong albitit



b- Mẫu Lm352/2: tổ hợp Lepidolit + casiterit trong pegmatit albitit – greisen



c- Mẫu Lm192: thạch anh+muscovit trong đá biến đổi greisen hóa



d- Mẫu KT.192: cassiterit trong đá biến đổi greisen hóa

Hình 2. Ảnh chụp các khoáng vật trong mẫu

Lepidolit không màu đến tím nhạt, phốt hồng, có chiết suất và màu giao thoa thấp hơn muscovit. Thường có dạng giả cánh hoa hồng hay dạng quạt xâu. Thành phần hóa học của các khoáng vật lepidolit: Li_2O 4,65-4,96%, SiO_2 47,15-57,62%; Al_2O_3 25,12-32,07%; Na_2O 0,27-4,1%; K_2O 6,45-9,28%; MgO 0,04-0,07%; F 0,901-8,705%. Đáng chú ý là hàm lượng khá cao của Rb_2O 0,598-2,415%, Cs_2O 0,036-0,357% (đây là những kim loại rất có giá trị và có khả năng thu hồi trong quá trình chế biến quặng liti).

2.1.5. Đặc điểm biến đổi đá vây quanh

Vùng nghiên cứu trải qua nhiều giai đoạn hoạt động magma, kiến tạo, sinh khoáng nên các thành tạo địa chất bị biến chất trao đổi mạnh mẽ, phức tạp nhiều giai đoạn chồng lên nhau trong cùng một cấu trúc không chế quặng. Kết quả nghiên cứu cho thấy có ít nhất của 3 quá trình biến chất trao đổi xảy ra trong 3 giai đoạn: kiềm hóa (anbit hoá, microlin hoá) greisen hóa và biến đổi nhiệt dịch nhiệt độ trung bình đến thấp (sericit hoá, thạch anh hoá, chlorit hoá) (Dương Ngọc Tinh, 2017; Dương Ngọc Tinh và nnk, 2018).

2.2. Đặc điểm thành phần hóa học

2.2.1. Các thân quặng Li

Thành phần hóa học các thân quặng Li được thống kê trong Bảng 1. trong đó nguyên tố chính là Li, các nguyên tố đi kèm gồm: Rb, Sn, Ta, Nb, Be. *Liti (Li)*: là nguyên tố phổ biến nhất, hàm lượng Li_2O trong các mẫu từ 0,10% đến 1,72%, trung bình 0,82%. Nguyên tố có ích đi kèm rất có giá trị là Rb với hàm lượng dao động trong khoảng 798-4320ppm, trung bình 2638ppm. Trong loại quặng này Li có quan hệ tương quan khá rõ ràng với Be, Nb, Ta, đặc trưng cho kiểu quặng pegmatit kim loại hiếm.

Bảng 1. Thống kê hàm lượng các nguyên tố trong thân quặng Li

Thông số thống kê	Hàm lượng %		Hàm lượng ppm (AAS)								Hàm lượng ppm (ICP-MS)			
	Li_2O	Sn	Be	Nb	Ta	Ce	Ga	La	Sr	Y	Rb	Cs	U	Th
Nhỏ nhất	0,10	0,03	10	13	10	4	12	7	12	3	798	42	4	1
Lớn nhất	1,72	0,19	227	104	104	128	54	98	97	29	4320	382	75	5
Trung bình	0,82	0,07	122	57	49	33	29	31	39	8	2638	194	31	3

2.2.2. Các thân quặng Li - Sn

Thành phần hóa học các thân quặng Li được thống kê trong Bảng 2, trong đó nguyên tố chính là Li và Sn, các nguyên tố đi kèm gồm: Rb, Ta, Nb, Be.

Liti (Li): là nguyên tố phổ biến nhất, hàm lượng Li_2O trong các mẫu thay đổi từ 0,08% đến 2,04%, trung bình 0,69%. *Thiếc (Sn)*: là nguyên tố phổ biến nhưng hàm lượng biến đổi rất không đều từ 0,04% đến 4,93%, trung bình 0,52%. Trong loại quặng này Li có tương quan nghịch với Sn, Be, Nb, Ta; Sn có tương quan chặt chẽ với Ta và Nb cho thấy trong quá trình greisen hoá hàm lượng Li có xu thế giảm, trong khi đó Sn, Ta, Nb tăng lên rõ rệt.

Bảng 2. Thống kê hàm lượng các nguyên tố trong thân quặng Li-Sn

Thông số thống kê	Hàm lượng (%)		Hàm lượng (ppm)							
	Li_2O	Sn	Be	Nb	Ta	Ce	Ga	La	Sr	Y
Nhỏ nhất	0,08	0,04	5	8	10	4	14	4	8	4
Lớn nhất	2,04	4,93	928	386	406	189	56	138	240	25
Trung bình	0,69	0,52	192	86	82	28	32	20	40	6

2.2.3. Các thân quặng Sn

Trong loại quặng này, nguyên tố chính là Sn, các nguyên tố đi kèm gồm: Li, Ta, Nb, Be. Hàm lượng Sn dao động từ 0,06% đến 5,77%, trung bình 0,62%. Trong loại quặng này Sn thể hiện mối tương quan rất chặt chẽ với Nb và tương quan với Ta, Be.

Bảng 3. Thống kê hàm lượng các nguyên tố trong thân quặng Sn

Thông số thống kê	Hàm lượng %		Hàm lượng ppm							
	Li_2O	Sn	Be	Nb	Ta	Ce	Ga	La	Sr	Y
Nhỏ nhất	0,01	0,06	5	5	10	7	8	8	6	4
Lớn nhất	0,68	5,77	272	165	322	93	65	178	95	22
Trung bình	0,11	0,62	95	53	45	43	29	50	31	11

2.3. Điều kiện hóa-lý thành tạo quặng liti

2.3.1. Nguồn gốc dung dịch tạo quặng

Phân tích đồng vị δO^{18} & δD trong khoáng vật thạch anh của pegmatit chứa lepidolit phục vụ xác định nguồn dung dịch tạo quặng. Mẫu được gia công, phân tích tại Trường Đại học Khoa học Địa chất Trung Quốc (Bắc Kinh) và được xử lý trên biểu đồ δO^{18} - δD (Sheppard 1986), để xác định nguồn gốc của nước

trong dung dịch tạo khoáng. Kết quả cho thấy thành phần δO^{18} khá ổn định trong khoảng $6,5 \div 7,3\%$, δD dao động mạnh từ $-70 \div -116\%$. Biểu đồ tương quan cho thấy có 1 mẫu rơi vào trường nước magma còn các mẫu khác nằm ở trường nước trung gian. Kết hợp với các kết quả nghiên cứu khác, nhất là kết quả nghiên cứu các quá trình biến chất trao đổi trong vùng có thể nhận định rằng dung dịch tạo khoáng có nguồn gốc magma nguyên sinh nhưng đã bị hỗn nhiễm do các hoạt động kiến tạo, các hoạt động biến chất trao đổi xảy ra mạnh mẽ trong vùng nghiên cứu.

2.3.2. Các giai đoạn tạo khoáng

Tổng hợp các kết quả phân tích bao thể cho thấy có 3 khoảng nhiệt độ như sau: từ $617-520^{\circ}C$; $445-360^{\circ}C$; $320-195^{\circ}C$ (Dương Ngọc Tinh, Đỗ Văn Nhuận, 2016).

Trên cơ sở tổng hợp các kết quả phân tích, trong vùng có thể chia ra 3 giai đoạn tạo nội sinh. Trong đó tạo khoáng liti nằm trong 2 giai đoạn I và II.

- Giai đoạn I: hình thành các mạch pegmatit chứa liti, có thành phần chủ yếu: thạch anh feldpat, mica kích thước lớn, hình thành khoáng hóa Li. THCSKV điển hình là: Thạch anh-albit-lepidolit (thể hệ 1). Giai đoạn này có sự biến chất trao đổi kiềm, trong đó biến đổi microlin hoá xảy ra trước và bị quá trình albit hoá chồng lên. Tiếp theo quá trình albit hoá là quá trình biến chất trao đổi tạo quặng liti.

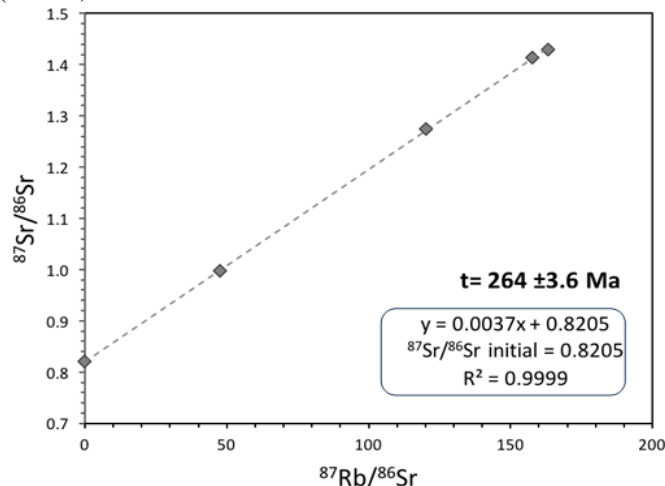
- Giai đoạn II: đây là giai đoạn biến chất trao đổi greisen hoá (biến chất trao đổi K muộn) chủ đạo liên quan đến khoáng hoá thiếc. Các thành tạo bao gồm mạch thạch anh feldpat có kích thước khác nhau, xuyên cắt, gặm mòn, thay thế các thành tạo giai đoạn I. Biến đổi nhiệt dịch cạnh mạch điển hình là greisen hoá liên quan chặt chẽ với quặng thiếc; cùng với chúng là albit hoá (albit thể hệ 2), gây biến đổi các thành tạo giai đoạn I và tái tổ hợp các khoáng vật albit, mica chứa liti có kích thước nhỏ hơn. Các biến đổi này có xu hướng phá huỷ và làm nghèo quặng liti. THCSKV điển hình là thạch anh + albit (thể hệ 2) + lepidolit (thể hệ 2) + topaz + cassiterit.

- Giai đoạn III: Là giai đoạn hình thành các mạch thạch anh - sulfur đa kim. Tổ hợp cộng sinh khoáng vật điển hình là thạch anh + pyrit + chalcopyrit.

2.4. Tuổi của khoáng hoá liti và các thành tạo granitoid phức hệ Sa Huỳnh

2.4.1. Tuổi khoáng hoá kim loại hiếm liti vùng Đức Phổ - Sa Huỳnh

Tuổi khoáng hoá kim loại hiếm liti vùng Đức Phổ - Sa Huỳnh được phân tích bằng phương pháp Rb/Sr. Các bộ mẫu quặng liti được phân tích tại Khoa Địa chất và Vật lý, Đại học Ryukyu, Okinawa, Nhật Bản, sử dụng máy khối phổ đa hệ Neptune Plus MC-ICP-MS (Thermo Scientific), sử dụng chương trình Isoplot v.4.1 (theo Ludwig, 2014) biểu đồ tương quan $^{87}Rb/^{86}Sr$ và $^{87}Sr/^{86}Sr$ cho kết quả tuổi của bộ mẫu quặng liti là $264 \pm 3,6$ triệu năm (Hình 2).

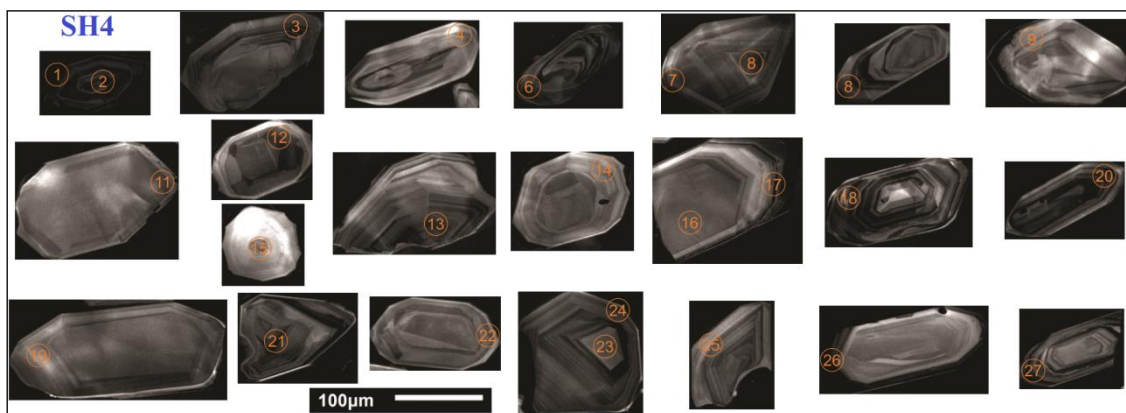


Hình 2. Đường đẳng thời xác định tuổi của bộ mẫu quặng liti

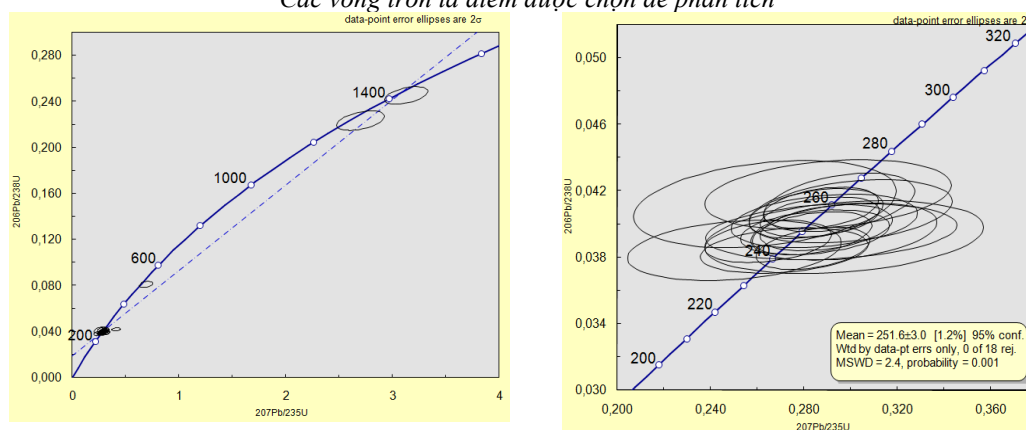
2.4.2. Tuổi đồng vị granitoid phức hệ Sa Huỳnh

Tuổi đồng vị đá granitoid phức hệ Sa Huỳnh được phân tích bằng phương pháp đồng vị U-Pb trong zircon. Mẫu được gia công, phân tích tại Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Địa chất và các Quá trình tạo khoáng - Đại học Khoa học Địa chất Trung Quốc (Bắc Kinh), khối lượng phân tích 2 bộ mẫu. Kết quả phân tích và tính toán tuổi đồng vị cho giá trị tuổi là $259,4 \pm 7,9$ triệu năm (mẫu SH3) và $251,6 \pm 3$ triệu năm (mẫu SH4- hình 3, hình 4) tương ứng với Permi muộn đến Trias sớm (P_3-T_1).

Các kết quả cho thấy tuổi thành tạo quặng اللي và đá granitoid phức hệ Sa Huỳnh là tương đương nhau, cùng tuổi thành tạo vào Permi muộn đến Trias sớm (P_3-T_1) (Phạm Văn Thông chủ biên, (2009)).



Hình 3: Hình ảnh cấu trúc bên trong của zircon mẫu và SH4. Các vòng tròn là điểm được chọn để phân tích



Hình 4: Đường cong Concordia hình thành trong tương quan giữa $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ và $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ mẫu SH4

3. Kết luận

1. Trên cơ sở làm sáng tỏ thành phần vật chất, điều kiện thành tạo có thể xếp quặng hoá Li trong vùng vào kiểu nguồn gốc công nghiệp là pegmatit granit kiểu Na-Li, phụ kiểu Pegmatit lepidolit: khoáng vật اللي chính là lepidolit, các khoáng vật có ích đi kèm là casiterit, columbit, tantalit,... Trong đó có các kiểu quặng: Li, Li – Sn và Sn.

2. Từ việc xác lập được các mối liên hệ: sự gắn bó chặt chẽ về mặt không gian; tuổi thành tạo; đặc điểm địa hoá, khoáng vật; sự giống nhau về đặc điểm biến thiên các nguyên tố vết; nguồn gốc dung dịch tạo khoáng. Có thể nhận định rằng các thành tạo kim loại hiếm اللي trong vùng có mối liên quan nguồn gốc với các thành tạo magma granitoid phức hệ Sa Huỳnh.

Tài liệu tham khảo

- Dương Văn Cầu chủ biên, 2004. *Địa chất và khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Ba Tư; Bđ.280.*
- Dinh Thi Thu Hien and others, 2017. Lithium-rich albite-topaz-lepidolite granite from Central Vietnam: a mineralogical and geochemical characterization. *Eur. J. Mineral.* 2017, page 35–52.
- Dương Ngọc Tình, 2017. Báo cáo kết quả “Nghiên cứu quy luật phân bố quặng hóa kim loại hiếm Li trong đới Kon Tum, định hướng cho công tác điều tra, phát hiện quặng kim loại hiếm”. *Đề tài KHCN mã số TNMT.03.52.*
- Dương Ngọc Tình, Đỗ Văn Nhuận, 2016. Metasomatism related to lithium mineralization in Duc Pho - Sa Huynh area. *ESASGD 2016. International Conference on Geology and Geo-resources (GAG).*
- Dương Ngọc Tình, Nguyễn Quang Luật, Đỗ Văn Nhuận, 2018. Các yếu tố khống chế quặng اللي khu vực La Vi vùng Đức Phổ - Sa Huỳnh. *Hội nghị toàn quốc khoa học trái đất và tài nguyên phát triển bền vững (ERSD2018).*

Phạm Văn Thông chủ biên, (2009); *Báo cáo Đánh giá triển vọng quặng thiếc và kim loại hiếm (Ta, Li, Be) vùng La Vi, tỉnh Quảng Ngãi*; Тс.85.

Franco Pirajno (2009). *Hydrothermal Processes and Mineral Systems*. Springer. Geological Survey of Western Australia.

Keith Evans R., 2008. Lithium Abundance - World Lithium Reserve.

Ж.В. Семинский, 2009. Геология полезных ископаемых. Учебное пособие.- Иркутск.: ИрГТУ. 106 с

П.М. Татаринов и А.Е. Карякина, (1975), КУРС Месторождений твердых полезных ископаемых. Издательство “Недра”, Ленинградское отделение.

ABSTRACT

The material compositions and conditions of Lithium formation in La Vi, Duc Pho-Sa Huynh

Duong Ngoc Tinh^{1,*}, Nguyen Quang Luat², Do Van Nhuan²

¹ *Mid-Central Geological Division, Quy Nhon city, Binh Dinh province*

² *Ha Noi University of Mining and Geology*

The ore bodies are the assemblages of lithium-bearing pegmatite dykes distributed in the area of about 40km² in Lavi, Duc Pho - Sa Huynh. Within the ore, the lithium exists in the group of lithium - bearing mica minerals, is mainly in close paragenesis with albite, topa, casiterite, tantanlite-columbite which characterise the types of industry - genesis deposits are Na-Li type pegmatite granite, pegmatite lepidolite sub-type and 3 types of ore: Li, Li-Sn and Sn.

The study area has undergone several magmatic, tectonic and metallogenic stages, consequently the geological formations were strongly metasomatized and complicated, many stages were stacked in the same ore controlling structures. The study results showed that at least 3 of metasomatic phases have occurred such as alkali metasomatism (albitization, microclinization), greisenization and hydrothermal metasomatism at medium to low temperature (sericitization, quartzitization and chloritization).

The mineralization solution primarily has magmatic origins; however, it has been subsequently mixed with other sources due to tectonic and metasomatic activities which strongly occurred in the study area. The isotope analyzing results showed that the ages of lithium formation and granitoid rocks, Sa Huynh Complex are equivalent, at the same age of Late Permian and early Triassic (P₃-T₁).

Keywords: Liti; La Vi; Duc Pho-Sa Huynh.

Đặc tính và khả năng sử dụng đất basalt vùng Xuân Lộc, Đồng Nai

Thiêm Quốc Tuấn^{1,*}, Đỗ Văn Nhuận², Trần Bình Chur², Lê Thị Thu²

¹ Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM

² Trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội

TÓM TẮT

Đất basalt phân bố khá rộng rãi và hầu như phủ kín khắp khu vực Xuân Lộc, tỉnh Đồng Nai. Nó có một số đặc tính địa chất công trình đặc biệt như: cấu tạo xốp, hệ số rỗng cao, tỷ trọng cao, dung trọng khô thấp, tan rã mạnh và có tính lún ướt. Để sử dụng loại đất này làm nền cho các công trình xây dựng dân dụng, công nghiệp, giao thông, làm môi trường xây dựng, vật liệu xây dựng... cần thiết phải tiến hành cải tạo. Nghiên cứu này cho thấy khả năng polyme hóa đất basalt bằng cách trộn vôi kết hợp với phụ gia, cho kết quả tốt về cường độ cũng như tính chất ổn định của đất đối với nước và thiết lập được công thức polyme hóa đất: Đất basalt + 4% Vôi + 0,31/m³ phụ gia.

Từ khóa: Đất basalt; Xuân Lộc; ứng dụng của basalt; polyme hóa.

1. Đặt vấn đề

Vùng nghiên cứu thuộc địa phận huyện Xuân Lộc - thành phố Long Khánh, nằm ở phía Đông Nam của tỉnh Đồng Nai, cách thành phố Hồ Chí Minh 80km về phía Đông Bắc và cách Bà Rịa Vũng Tàu 60km về phía Bắc. Trong những năm gần đây, với vị trí đặc biệt quan trọng là trung tâm kinh tế lớn của vùng và là đầu mối giao thông quan trọng, nối liền các khu công nghiệp Xuân Lộc, Trảng Bom, Biên Hòa, thành phố Hồ Chí Minh và khu dầu khí - du lịch Bà Rịa Vũng Tàu - Long Hải, cùng với tốc độ đô thị hóa rất nhanh, đòi hỏi phải phát triển cơ sở hạ tầng, xây dựng, giao thông, cũng như nhu cầu sử dụng vật liệu xây dựng rất lớn, đặc biệt là nguồn vật liệu đất basalt tại chỗ. Do đó, việc đánh giá tiềm năng sử dụng basalt tại chỗ với mục tiêu ứng dụng cho các lĩnh vực trên là hết sức cần thiết và cấp bách.

2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở lý thuyết

Khả năng sử dụng nguồn vật liệu xây dựng rất lớn, đặc biệt là nguồn vật liệu đất basalt tại chỗ, đáp ứng phát triển cơ sở hạ tầng, xây dựng, giao thông... cần thiết phải tiến hành cải tạo. Một trong những phương pháp được đề xuất là polyme hóa đất basalt. Phương pháp này cần các vật liệu thiết yếu như:

- Đất: dùng đất basalt

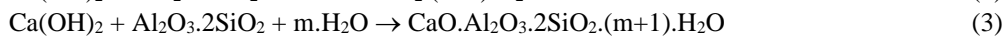
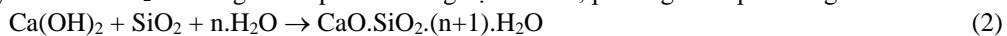
- Vôi: dùng vôi bột, tỷ lệ hỗn hợp là 2-4-6% vôi, tính theo khối lượng đất.

- Phụ gia: dùng hóa chất có đặc tính ion hóa cao, tỷ lệ hỗn hợp là 0,2-0,3-0,4 l/m³.

Để polyme hóa đất basalt có thể sử dụng vôi kết hợp với phụ gia, hình thành một chất kết dính có độ bền hóa học cao, nhờ chất kết dính này làm tăng độ bền của đất. Nếu trộn vôi vào đất thì phản ứng hóa học xảy ra đầu tiên là phản ứng giữa vôi và nước tồn tại trong các lỗ rỗng của đất theo phương trình sau:



Ca(OH)₂ được tạo ra sẽ tham gia vào quá trình lý hóa học trong hỗn hợp đất với vôi, đặc trưng bởi phản ứng thủy hóa với SiO₂ có trong thành phần khoáng vật của đất, phương trình phản ứng như sau:



Quá trình trên diễn ra liên tục và lâu dài tạo liên kết kiến trúc bền vững, làm cường độ tăng cao và ổn định với nước. Nếu làm tăng độ hòa tan các thành phần SiO₂, Al₂O₃.2SiO₂ trong đất thì sẽ làm tăng đáng kể độ bền của đất được polyme hóa.

Mặt khác, trong môi trường nước trong các lỗ rỗng của đất, Ca(OH)₂ được tạo thành sẽ phân ly theo phương trình sau:



Các cation Ca²⁺ được tạo thành hoàn toàn có khả năng trao đổi với các cation kim loại khác ở tầng khuếch tán của hạt keo sét và hấp phụ ngay trên bề mặt chúng. Kết quả làm cho bề dày tầng khuếch tán giảm đi, lực hút giữa các hạt keo sét tăng và tính háo nước giảm.

* Tác giả liên hệ:

Email: themquoctuan@gmail.com

Cùng với các quá trình trên, sự cacbonat hóa cũng xảy ra, có tác dụng gắn kết các hạt rắn lại với nhau, hình thành các mối liên kết kiến trúc bền vững hơn giữa các hạt rắn, góp phần làm tăng độ bền của đất được polyme hóa. Một phần vôi dư thừa theo phương trình (1) và Ca(OH)_2 được tạo thành lại tiếp tục tác dụng với CO_2 có thể có trong thành phần pha khí của đất tạo kết tủa CaCO_3 , chính CaCO_3 gắn kết các hạt rắn lại với nhau. Phương trình phản ứng như sau:



Như vậy các quá trình lý hóa học xảy ra giữa đất, vôi và phụ gia hóa chất có tác dụng tương hỗ nhau, hình thành nên độ bền của đất được polyme hóa.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp khảo sát thực địa

Khảo sát và mô tả các đặc điểm cấu trúc địa chất, địa hình địa mạo cũng như đặc điểm phân bố của các thành tạo basalt, lấy các loại mẫu cơ lý, mẫu chế bị... để phân tích, thí nghiệm phục vụ cho nghiên cứu.

2.2.2. Phương pháp phân tích thí nghiệm

Phương pháp này gồm các phân tích, thí nghiệm để xác định thành phần, tính chất cơ lý và khả năng polyme hóa đất basalt, cụ thể như sau:

Phân tích thành phần và tính chất cơ lý của đất basalt: xác định thành phần hạt, các chỉ tiêu tính chất vật lý và cơ học của đất như độ ẩm tự nhiên, dung trọng tự nhiên, khối lượng riêng, giới hạn chảy, giới hạn dẻo, lực dính kết, góc ma sát trong, hệ số nén lún, hệ số thấm và các chỉ tiêu dẫn xuất khác. Ngoài ra còn xác định đặc tính tan rã, lún ướt cũng như khả năng đầm chặt tiêu chuẩn của đất basalt.

Thí nghiệm đánh giá khả năng polyme hóa đất basalt: tiến hành các thí nghiệm xác định các chỉ tiêu về khả năng đầm chặt đất, cường độ kháng nén, tốc độ tan rã... Trình tự tiến hành các thí nghiệm được thực hiện như sau:

- Nghiền nhỏ và rây đất: 100% lọt qua rây 20mm, 80% lọt qua rây 10mm, 50% lọt qua rây 5mm;
- Xác định độ ẩm của đất đã nghiền nhỏ (W_D , %);
- Trộn đất với vôi (trộn khô) theo các tỷ lệ: 2%, 4%, 6%, cần kiểm tra mức độ trộn đều;
- Xác định độ ẩm của đất đã trộn đều với vôi (W_{DV} , %);
- Pha phụ gia tương ứng với liều lượng 0,2-0,3-0,4 l/m^3 vào nước rồi khuấy đều;
- Xác định lượng nước có phụ gia (V_{NPG}) cần tưới để các hỗn hợp Đ-V đạt độ ẩm tối ưu, theo công thức:

$$V_{NPG} = \frac{M_{DV}}{1 + W_{DV}} (W_i - W_{DV})$$

trong đó: M_{DV} - Khối lượng đất trộn vôi (g); W_i - Độ ẩm của đất trộn vôi cần đạt được (%)

- Đúc mẫu bằng khuôn, gồm hai loại mẫu: mẫu đối chứng và mẫu thực nghiệm, theo các công thức phối trộn đất - vôi - phụ gia ghi trong Bảng 1 (Hình 1. Tổ hợp mẫu thí nghiệm được chế bị).



Hình 1. Tổ hợp mẫu thí nghiệm được chế bị

Bảng 1. Các công thức phối trộn đất - vôi - phụ gia

Loại mẫu thí nghiệm	Công thức phối trộn đất - vôi - phụ gia		
Mẫu đối chứng	0% Vôi + 0,0 ÷ 0,2 ÷ 0,3 ÷ 0,4 lít Phụ gia		
Mẫu thực nghiệm	Công thức 1: 2% Vôi + 0,2 lít Phụ gia	Công thức 2: 4% Vôi + 0,2 lít Phụ gia	Công thức 3: 6% Vôi + 0,2 lít Phụ gia
	2% Vôi + 0,3 lít Phụ gia	4% Vôi + 0,3 lít Phụ gia	6% Vôi + 0,3 lít Phụ gia
	2% Vôi + 0,4 lít Phụ gia	4% Vôi + 0,4 lít Phụ gia	6% Vôi + 0,4 lít Phụ gia

Tổng số tổ hợp mẫu thí nghiệm là: 26, gồm có 8 tổ hợp mẫu đối chứng và 18 tổ hợp mẫu thực nghiệm. Mỗi tổ hợp mẫu thí nghiệm được chế bị 6 mẫu, gồm có: 2 mẫu lưu, 1 mẫu thí nghiệm tan rã và 3 mẫu thí nghiệm cường độ kháng nén theo thời gian lưu mẫu (2-3-4 ngày).

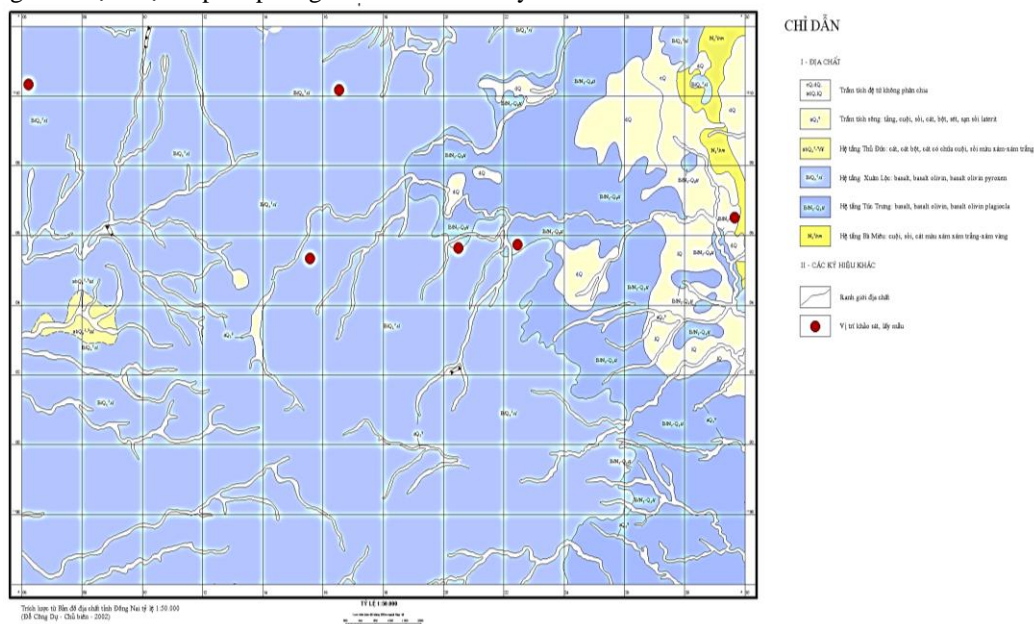
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Sự phân bố và đặc tính địa chất công trình của đất basalt Xuân Lộc, Đồng Nai

Căn cứ vào tài liệu bản đồ địa chất tỉnh Đồng Nai tỷ lệ 1:50.000 do Đỗ Công Dự (chủ biên, 2002 - 2004) (Hình 2. Sơ đồ địa chất vùng Xuân Lộc, tỉnh Đồng Nai), đồng thời kết hợp với việc khảo sát thực địa, lấy mẫu thí nghiệm thành phần, tính chất cơ lý cũng như khả năng đầm nén cho thấy: đất basalt vùng Xuân Lộc, Đồng Nai là sản phẩm phong hóa từ đá basalt thuộc hệ tầng Túc Trung ($\beta N_2 - Q_1^{1tt}$) và hệ tầng Xuân Lộc (βQ_1^{2xl}) phân bố rộng khắp, hầu như phủ kín diện tích vùng nghiên cứu.

Phun trào basalt hệ tầng Túc Trung ($\beta N_2 - Q_1^{1tt}$): phân bố ở phía Đông, chiếm khoảng 1/3 diện tích vùng nghiên cứu, nằm phủ trực tiếp lên các thành tạo trầm tích Jura thuộc hệ tầng La Ngà (J_2ln), thành tạo xâm nhập Mesozoi (phức hệ Định Quán γJ_3dq) và thành tạo trầm tích gần kết yếu Neogen - Pleistocen sớm thuộc hệ tầng Bà Miêu (N_2^{2bm}), chúng tồn tại ở dạng lớp phủ hoặc dạng vòm. Thành phần chủ yếu gồm basalt toleit và basalt olivin kiềm. Bề dày của lớp phủ thay đổi từ 10-15m tới 60-80m. Trên bề mặt basalt Túc Trung phát triển vỏ phong hóa laterit, bề dày lớn hơn 10m.

Phun trào basalt hệ tầng Xuân Lộc (βQ_1^{2xl}): chiếm hầu hết diện tích vùng nghiên cứu, nằm phủ trực tiếp lên các thành tạo trầm tích Jura thuộc hệ tầng Dray Linh (J_1dl) và hệ tầng La Ngà (J_2ln), thành tạo phun trào Jura muộn (hệ tầng Long Bình J_3lb), thành tạo xâm nhập Mesozoi (phức hệ Định Quán γJ_3dq , phức hệ Đèo Cả γKdc , phức hệ Cà Ná γK_2cn) và thành tạo trầm tích gần kết yếu Neogen - Pleistocen sớm thuộc hệ tầng Bà Miêu (N_2^{2bm}) và hệ tầng Trảng Bom (aQ_1^{1tb}). Thành phần chủ yếu gồm basanit, basalt kiềm và basalt thường, các đá vụn núi lửa và đá tù siêu mafic. Trên bình đồ chung, lớp phủ basalt Xuân Lộc cấu tạo nên địa hình khá bằng phẳng dạng bình nguyên, là đặc trưng của địa hình cấu thành từ các đá tương phun trào chảy tràn. Bề mặt địa hình vùng phủ basalt Xuân Lộc khá bằng phẳng, cao độ thay đổi từ 70-90m, bị phong hoá mạnh tạo lớp vỏ phong hóa đất đỏ khá dày.



Hình 2. Sơ đồ địa chất vùng Xuân Lộc, tỉnh Đồng Nai

Kết quả phân tích thành phần, tính chất cơ lý của đất basalt cho thấy theo nguyên tắc phân loại đất đá trong địa chất công trình đất basalt ở nơi đây được phân chia thành hai kiểu thạch học như sau:

- Kiểu thạch học sét lẫn sạn sỏi: là sản phẩm phong hóa từ đá basalt hệ tầng Túc Trung ($\beta N^2-Q_1^{1tt}$), có màu nâu đen, trạng thái cứng, thành phần hạt gồm sét chiếm 43,4%, bụi chiếm 13,6%, cát chiếm 41,0%, sạn sỏi chiếm 2,0%, độ ẩm tự nhiên $W=28,58\%$, dung trọng tự nhiên $\gamma_w=1,65g/cm^3$, dung trọng khô $\gamma_d=1,28g/cm^3$, khối lượng riêng $\gamma_s=2,93g/cm^3$, hệ số rỗng $e=1,28$, giới hạn chảy $W_l=54,44\%$, giới hạn dẻo $W_p=36,31\%$, chỉ số dẻo $I_p=18,13\%$, độ sệt $B=-0,43$, lực dính kết $C=0,422kG/cm^2$, góc ma sát trong $\varphi=19^{\circ}08'$, hệ số nén lún $a_{12}=0,040cm^2/kG$, hệ số thấm $K=3.5 \times 10^{-4} cm/s$, độ ẩm tối ưu $W_{op}=32,64\%$, dung trọng khô lớn nhất $\gamma_d^{max}=1,44g/cm^3$, chỉ số lún ướt $S=0,14$.

- Kiểu thạch học sét: là sản phẩm phong hóa từ đá basalt hệ tầng Xuân Lộc (βQ_1^{2xl}), có màu nâu đỏ, trạng thái cứng, thành phần hạt gồm sét chiếm 51,6%, bụi chiếm 15,7%, cát chiếm 32,7%, độ ẩm tự nhiên $W=33,467\%$, dung trọng tự nhiên $\gamma_w=1,58g/cm^3$, dung trọng khô $\gamma_d=1,18g/cm^3$, khối lượng riêng $\gamma_s=2,86g/cm^3$, hệ số rỗng $e=1,42$, giới hạn chảy $W_l=56,03\%$, giới hạn dẻo $W_p=37,73\%$, chỉ số dẻo $I_p=18,30\%$, độ sệt $B=-0,23$, lực dính kết $C=0,446kG/cm^2$, góc ma sát trong $\varphi=18^{\circ}44'$, hệ số nén lún $a_{12}=0,045cm^2/kG$, hệ số thấm $K=6.5 \times 10^{-5} cm/s$, độ ẩm tối ưu $W_{op}=36,75\%$, dung trọng khô lớn nhất $\gamma_d^{max}=1,34g/cm^3$, chỉ số lún ướt $S=0,08$.

Từ kết quả nghiên cứu trên có thể nhận thấy rằng đất basalt vùng Xuân Lộc, Đồng Nai có một số đặc tính địa chất công trình đặc biệt như cấu tạo xốp, hệ số rỗng cao, tỷ trọng cao, dung trọng khô thấp, tan rã mạnh và có tính lún ướt.

3.2. Khả năng đầm chặt đất

Để nghiên cứu đánh giá khả năng đầm chặt đất cần tiến hành thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn, để xác định các thông số dung trọng khô lớn nhất (γ_d^{max}) và độ ẩm tối ưu (W_{op}) ứng với công đầm tiêu chuẩn. Kết quả thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn của đất sau khi phối trộn được ghi trong Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn

Ký hiệu mẫu	W_{op} (%)	γ_d^{max} (g/cm ³)	Hàm lượng vôi	Ký hiệu mẫu	W_{op} (%)	γ_d^{max} (g/cm ³)	Hàm lượng vôi
XL0	36,84	1,35	0%	TT0	33,22	1,44	0%
XL0-0.2	36,64	1,35		TT0-0.2	32,57	1,45	
XL0-0.3	37,29	1,33		TT0-0.3	32,77	1,44	
XL0-0.4	36,25	1,34		TT0-0.4	32,01	1,44	
Trung bình	36,75	1,34		Trung bình	32,64	1,44	
XL2-0.2	38,12	1,30	2%	TT2-0.2	36,05	1,40	2%
XL2-0.3	37,93	1,30		TT2-0.3	36,35	1,39	
XL2-0.4	37,40	1,32		TT2-0.4	35,20	1,41	
Trung bình	37,82	1,31		Trung bình	35,87	1,40	
XL4-0.2	38,95	1,30	4%	TT4-0.2	36,36	1,40	4%
XL4-0.3	39,18	1,31		TT4-0.3	37,05	1,38	
XL4-0.4	39,21	1,29		TT4-0.4	36,45	1,39	
Trung bình	39,11	1,30		Trung bình	36,62	1,39	
XL6-0.2	40,02	1,29	6%	TT6-0.2	37,37	1,39	6%
XL6-0.3	40,26	1,30		TT6-0.3	37,98	1,39	
XL6-0.4	40,13	1,29		TT6-0.4	39,06	1,37	
Trung bình	40,14	1,29		Trung bình	38,14	1,38	

Từ kết quả thí nghiệm đầm chặt tiêu chuẩn thấy rằng đối với mỗi hỗn hợp Đ-V ta thu được giá trị độ ẩm tối ưu và dung trọng khô lớn nhất. Khi lượng vôi trong hỗn hợp Đ-V tăng thì độ ẩm tối ưu tăng và ngược lại dung trọng khô lớn nhất giảm. Cụ thể, khi tăng lượng vôi trong hỗn hợp Đ-V lần lượt từ 0-2-4-6% thì tương ứng độ ẩm tối ưu cũng tăng từ 36,75%-37,82%-39,11%-40,14% (đối với sét, nâu đỏ) và từ 32,64%-35,87%-36,62%-38,14% (đối với sét lẫn sạn sỏi, nâu đen). Sở dĩ khi lượng vôi tăng làm cho độ ẩm của hỗn hợp Đ-V tăng là vì vôi bột có tính hút nước mạnh, lượng vôi càng tăng đòi hỏi lượng nước càng nhiều, làm độ ẩm của hỗn hợp Đ-V tăng theo. Ngược lại, khi lượng vôi tăng từ 0-2-4-6% thì dung trọng khô lớn nhất của hỗn hợp Đ-V giảm lần lượt là 1,34-1,31-1,30-1,29g/cm³ (đối với sét, màu nâu đỏ) và 1,44-1,40-1,39-

1,38g/cm³ (đối với sét lẫn sạn sỏi, màu nâu đen). Nguyên nhân là do khối lượng riêng của vôi ($\gamma_v=2,32\text{g/cm}^3$) nhỏ hơn khối lượng riêng của đất ($\gamma_s=2,86-2,93\text{g/cm}^3$) nên dung trọng khô của các hỗn hợp Đ-V giảm xuống.

3.3. Cường độ kháng nén

Cường độ kháng nén (q_u , kG/cm²) đặc trưng cho độ bền của đất, nghĩa là đặc trưng cho khả năng chống lại sự phá hủy kết cấu của đất dưới tác dụng của ngoại lực và được biểu thị bằng giá trị tối đa của lực nén trên một đơn vị diện tích mà mẫu đất có thể chịu đựng được. Kết quả thí nghiệm cường độ kháng nén của đất sau khi phối trộn được ghi trong Bảng 3.

Bảng 3. Kết quả thí nghiệm cường độ kháng nén

Thời gian lưu mẫu (ngày)	Lượng phụ gia (l/m ³)	Mẫu	Cường độ kháng nén tương ứng với % vôi q_u (kG/cm ²)				Mẫu	Cường độ kháng nén tương ứng với % vôi q_u (kG/cm ²)			
			0	2	4	6		0	2	4	6
2	0,2	XL-0.2	5,22	5,90	6,31	6,25	TT-0.2	3,71	4,56	4,84	4,31
3	0,2		6,07	7,65	9,11	8,41		4,15	6,39	7,33	7,67
4	0,2		7,11	10,28	10,55	10,91		4,60	9,60	11,00	10,83
Trung bình			6,13	7,94	8,66	8,52		4,15	6,85	7,72	7,60
2	0,3	XL-0.3	5,39	6,57	7,46	8,13	TT-0.3	4,58	4,94	5,60	5,44
3	0,3		6,70	9,67	10,62	10,20		5,53	7,10	7,42	7,38
4	0,3		9,21	11,59	12,60	11,56		6,01	10,55	11,62	10,98
Trung bình			7,10	9,28	10,23	9,96		5,37	7,53	8,21	7,93
2	0,4	XL-0.4	5,68	6,78	8,03	8,00	TT-0.4	4,64	5,17	5,59	5,96
3	0,4		6,50	8,82	9,85	10,16		5,09	6,76	7,77	7,33
4	0,4		8,50	11,74	12,10	11,47		5,28	10,57	10,91	10,51
Trung bình			6,89	9,11	9,99	9,88		5,00	7,50	8,09	7,93

Từ kết quả thí nghiệm cường độ kháng nén của đất sau khi phối trộn được ghi trong Bảng 4 cho thấy:

- Khi lượng vôi tăng từ 0-2 đến 4% và lượng phụ gia tăng từ 0-0,2 đến 0,3l/m³ thì cường độ kháng nén đạt giá trị cực đại ($q_u^{\max}=10,23\text{kG/cm}^2$, với mẫu XL4-0.3 và 8,21kG/cm², với mẫu TT4-0.3).
- Thời gian lưu mẫu càng cao (2-3- 4 ngày) thì cường độ kháng nén của đất càng cao.

3.4. Độ tan rã

Tính tan rã của đất được đánh giá bằng tốc độ tan rã tự do khi ngâm liên tục trong nước. Kết quả cho thấy tất cả các mẫu đất polyme hóa đều không tan rã, riêng mẫu đối chứng, được chế bị ở độ ẩm tối ưu và dung trọng khô lớn nhất, tan rã 10% trong thời gian 5 ngày.

4. Kết luận

Cũng giống như các loại đất basalt khác, đất basalt vùng Xuân Lộc, Đồng Nai có một số đặc tính địa chất công trình đặc biệt như: cấu tạo xốp, hệ số rỗng cao, tỷ trọng cao, dung trọng khô thấp, tan rã mạnh và có tính lún ướt, do vậy cần thiết phải tiến hành cải tạo một khi sử dụng loại đất này làm nền cho các công trình xây dựng phát triển cơ sở hạ tầng, công nghiệp, giao thông, làm vật liệu xây dựng... Bước đầu đã chứng minh khả năng polyme hóa đất basalt vùng Xuân Lộc, Đồng Nai bằng cách trộn vôi kết hợp với phụ gia, cho kết quả rất tốt về phương diện cường độ cũng như tính chất ổn định của đất đối với nước và thiết lập được công thức polyme hóa đất là: Đất basalt + 4% Vôi + 0,3l/m³ phụ gia.

Tài liệu tham khảo

- Bộ Công nghiệp, 2000. Quy chế lập bản đồ địa chất công trình tỷ lệ 1:50.000 (1:25.000). Hà Nội
- Ma Công Cọ và nnk, 1994. Báo cáo kết quả đo vẽ lập Bản đồ Địa chất - Tìm kiếm khoáng sản tỷ lệ 1/50.000, nhóm tờ Thành phố Hồ Chí Minh. Lưu trữ Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam.
- Đỗ Công Dự và nnk, 2004. Biên hội bản đồ địa chất tỉnh Đồng Nai tỷ lệ 1:50.000. Liên đoàn Địa chất Thủy văn – Địa chất Công trình miền Nam, Thành phố Hồ Chí Minh.
- Lomtatze, V.Đ.,1978. Địa chất công trình - Thạc luận công trình. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp Hà Nội.
- Lomtatze, V.Đ.,1978. Phương pháp nghiên cứu tính chất cơ lý của đất đá trong phòng thí nghiệm. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp Hà Nội.
- Phân hội Khoa học và Kỹ thuật chuyên ngành địa chất công trình Việt Nam, 1984. Các vấn đề địa chất công trình. Nhà xuất bản Xây dựng Hà Nội.
- Nguyễn Đức Thắng và nnk, 1998. Bản đồ địa chất và khoáng sản Việt Nam, tỷ lệ 1:200.000, nhóm Gia Ray - Bà Rịa. Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam

Nguyễn Văn Thợ, Trần Thị Thanh, 2001. *Sử dụng đất tại chỗ để đắp đập ở Tây Nguyên, Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ*. Nhà xuất bản Nông nghiệp Hà Nội.

Trần Văn Trị, Vũ khúc và nnk, 2009. *Địa chất và tài nguyên Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.

Tsurinov, 1976. *Sách tra cứu địa chất công trình*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.

ABSTRACT

Properties and usability of the basaltic soil in the Xuan Loc, Dong Nai province

Thiem Quoc Tuan^{1,*}, Do Van Nhuan², Tran Binh Chu², Le Thi Thu²

¹ *HCMC University of Natural Resources and Environment*

² *Ha Noi University of Mining and Geology*

Basaltic soil is distributed spaciouly and covered by Xuan Loc, Dong Nai province. It has some special engineering geology properties such as mushy structure, high porosity coefficient, high specific gravity, low dry density, high disaggregation, and subsidence. It is necessarily improved to make the foundation of civil engineering, construction, industry, road, materials, and so on. In this study, we demonstrated polymerization of basaltic soil by mixing lime with additives, intensity. This indicated good results of insensity and stability of soil on water and formed the formula polymerization of basaltic soil: Basaltic soil + 4% Lime + 0,3l/m³ additives.

Keywords: Basaltic soil; Xuan Loc; basaltic application; polymerization.

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG



ISBN 978-604762277-1



9 786047 622771