

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

Hoàng Văn Hiệp

NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM VÀ NGUỒN GỐC
CỦA NGUỒN ĐỊA NHIỆT MỸ LÂM,
TỈNH TUYÊN QUANG

Chuyên ngành: Khoáng vật học và Địa hóa học

Mã số: 9440201.02

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA CHẤT

Hà Nội – 2024

Công trình được hoàn thành tại: *Bộ môn Khoa học và Công nghệ
Địa chất - Khoa Địa chất - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên,
ĐHQGHN*

Người hướng dẫn khoa học:

- PGS.TS Vũ Văn Tích
- PGS.TS Nguyễn Văn Phổ

Phản biện:

Phản biện:

Phản biện:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án
tiến sĩ họp tại Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - ĐHQGHN vào
hồi h giờ ngày tháng năm 20...

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam;
- Trung tâm Thư viện và Tri thức số, ĐHQGHN

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của luận án

Nước khoáng nóng từ các nguồn địa nhiệt được biết đến là loại hình khoáng sản với đặc điểm đặc trưng thành phần hóa học giàu khoáng và nguồn nhiệt năng mà chúng mang lại (Ármannsson và Ólafsson, 2016). Đối với một số quốc gia như Mỹ, Iceland hay Philippine khai thác năng lượng địa nhiệt phục vụ sản xuất đóng góp đáng kể vào nhu cầu năng lượng của nền kinh tế (Briais và nnk, 1993).

Nước ta không thuộc vùng có chế độ địa nhiệt cao nhưng đã phát hiện được gần 400 điểm xuất lộ nước khoáng nóng phân bố trên khắp phạm vi lãnh thổ. Các nghiên cứu được triển khai thực hiện theo các chủ đề có liên quan về đặc điểm và nguồn gốc các nguồn địa nhiệt hiện nay chưa nhiều. Phần lớn các nghiên cứu trước đây tập trung vào nghiên cứu, xác định đặc điểm nước khoáng và nước nóng theo các khu vực, vùng lãnh thổ (Võ Công Nghiệp và nnk, 1999; Cao Duy Giang và nnk, 2004, 2013). Các nghiên cứu liên quan đến việc xác định nguồn nhiệt, quá trình hình thành và nguồn gốc thành tạo của nguồn địa nhiệt để xác định rõ vị trí, độ sâu phân bố, bản chất và quy mô của nguồn nhiệt vẫn chưa được xem xét một cách chi tiết hoặc mang tính tổng hợp từ các yếu tố đặc điểm địa chất, cấu trúc, kiến tạo, địa hoá... Theo đánh giá của luận án, các nghiên cứu về địa nhiệt được triển khai từ quá khứ trở lại đây tại Việt Nam trên thực tế mới chỉ tập trung vào hai hướng: (1) Thống kê số lượng, vị trí đặc điểm của các nguồn nước khoáng, tại các lỗ khoan khai thác nước khoáng; (2) Nghiên cứu đặc điểm, nguồn gốc cơ bản tại từng mỏ nước khoáng, từng vị trí khai thác nước khoáng. Ngoài ra, các mỏ nước khoáng thường được phát hiện trong quá trình triển khai các đề án, dự án điều tra cơ bản về địa chất, địa chất thủy văn, đo vẽ bản đồ các tỷ lệ; thăm dò tìm kiếm nước dưới đất và dầu khí... mà chưa có các nghiên cứu chi tiết về nguồn gốc nguồn địa nhiệt cho từng khu vực. Điều này đưa đến nhận định rằng, các

ngiên cứu về địa nhiệt tại Việt Nam hiện nay mới chỉ đáp ứng yêu cầu của giai đoạn điều tra sơ bộ của chương trình điều tra, thăm dò các nguồn địa nhiệt.

Việc đánh giá chi tiết các đặc điểm địa chất, cấu trúc kiến tạo khu vực, các đặc điểm địa hoá dung dịch nhiệt từ đó xác định nhiệt độ nguồn cấp dưới sâu và nguồn gốc, cơ chế xuất lộ, đặc điểm bồn chứa của chúng có ý nghĩa quan trọng không chỉ đối với nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm mà còn có ý nghĩa đối với các nguồn địa nhiệt khác trong khu vực và lân cận.

Các vấn đề nêu trên chính là lý do luận án thực hiện nghiên cứu với chủ đề: ***“Nghiên cứu đặc điểm và nguồn gốc của nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm, tỉnh Tuyên Quang”***.

2. Mục tiêu của luận án

- Xác lập được đặc điểm địa chất địa nhiệt, địa hóa địa nhiệt của nguồn xuất lộ dung dịch nhiệt (nước khoáng nóng) Mỹ Lâm.

- Luận giải được nguồn gốc của nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm.

3. Nhiệm vụ của luận án

- Nghiên cứu, phân tích các đặc điểm: địa chất, thành phần hóa học dung dịch địa nhiệt phục vụ xác định các đặc điểm địa hóa, đặc trưng vật lý của nguồn nước địa nhiệt Mỹ Lâm.

- Nghiên cứu, luận giải nguồn gốc thành tạo, cơ chế vận động dung dịch nhiệt của nguồn nước nóng Mỹ Lâm.

4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Các đối tượng chính được thực hiện trong luận án bao gồm:

- Bối cảnh địa động lực hiện đại của khu vực: động cơ chính phát sinh nhiệt và các hoạt động địa nhiệt.

- Nước khoáng nóng xuất lộ trên bề mặt và trong các lỗ khoan khai thác, thăm dò tại khu vực Mỹ Lâm, tỉnh Tuyên Quang.

- Hệ thống các đứt gãy, hoạt động kiến tạo trẻ phục vụ xác định cơ chế vận động, mô hình bồn chứa của hệ thống địa nhiệt Mỹ Lâm.

5. Luận điểm bảo vệ

Luận điểm của nghiên cứu này gồm hai vấn đề chính như sau:

- Luận điểm 1: Hệ thống địa nhiệt Mỹ Lâm (nguồn nhiệt, bồn chứa, kênh dẫn, dung dịch nhiệt) được hình thành do: (1) nhiệt từ các thành tạo biến chất (đá hoa chứa ruby, spinel) và magma trẻ (25-16 triệu năm, xuất lộ tại An Phú, Minh Tiến) trong phạm vi đới Lô Gâm, có liên quan tới đới đứt gãy sâu Sông Hồng trong khoảng thời gian từ Kainozoi trở lại đây; (2) sự phá hủy kiến tạo hiện đại (từ 5 triệu năm trước - nay) tạo hệ thống đứt gãy hiện đại quy mô nhỏ (phương á kinh tuyến và phương Đông Bắc-Tây Nam) làm kênh dẫn nước bề mặt đi xuống khu vực đới dập vỡ biến dạng giòn quy mô lớn (bồn chứa); (3) bồn chứa địa nhiệt được nung nóng do nhiệt từ khối magma và biến chất trẻ thuộc đới Lô Gâm tỏa ra, từ đó tạo thành dung dịch nhiệt với nhiệt độ cao (trung bình 208°C), do nhiệt độ cao, áp suất từ hơi nước xuất hiện tạo cơ chế để dung dịch nhiệt được đẩy lên bề mặt và xuất lộ tại Mỹ Lâm với nhiệt độ của nước khoáng nóng tại bề mặt 65,5°C.

- Luận điểm 2: Nước khoáng nóng Mỹ Lâm có nguồn gốc khí tượng (do nước lạnh trên bề mặt cung cấp). Khi nước khí tượng đi xuống vị trí bồn chứa, nhiệt tỏa ra từ các khối magma, biến chất làm nước nóng lên đồng thời hòa tan các đá (phiến sét, macnơ) của bồn chứa và mang theo các chất bốc có thành phần Sulfur-Hydrosilic-Fluor từ bồn chứa dưới sâu đi lên. Khi đi lên bề mặt các chất bốc này bay vào không khí để lại các thành phần khoáng hòa tan nhưng không bay hơi tạo nên nước khoáng nóng Mỹ Lâm với kiểu hoá học là Bicarbonat-Natri.

6. Những điểm mới của luận án

Khác với các nghiên cứu đã thực hiện trước đó đối với khu vực nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm, luận án đã tiến hành nghiên cứu, xác định rõ:

1) Luận án xác lập mô hình bồn địa nhiệt đi với cấu trúc địa chất - hệ địa hóa đặc trưng theo nhiệt độ của dung dịch nhiệt khu vực nghiên

cứu theo cách tiếp cận mới với hai yếu tố chính địa chất cấu trúc và địa hoá, được gọi là mô hình 2G (Geology - Geochemistry).

2) Lần đầu tiên tính toán về nhiệt độ của nguồn địa nhiệt tại bồn chứa dưới sâu khu vực này dựa theo các phương pháp địa nhiệt kế khác nhau. Theo đó, nhiệt độ trung bình bồn chứa địa nhiệt Mỹ Lâm là 208oC.

3) Xác lập được nguồn gốc của dung dịch nhiệt tại khu vực nghiên cứu có nguồn gốc khí tượng, chúng được nung nóng từ hoạt động của các đá magma và biến chất trẻ trong Kainozoi.

7. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

- Ý nghĩa khoa học: góp phần hoàn thiện cơ sở lý luận minh chứng cho mô hình 2G về địa chất - địa hóa (Geology - Geochemistry) trong nghiên cứu, đánh giá đặc điểm; luận giải nguồn gốc cho một nguồn địa nhiệt tồn tại trong đới dập vỡ quy mô lớn trong vỏ Trái đất - đới cấu trúc địa nhiệt Sông Hồng. Trên cơ sở đó đề xuất hướng nghiên cứu địa nhiệt và có phương án khai thác và sử dụng bền vững.

- Về mặt kinh tế xã hội: Nước khoáng nóng và nhiệt năng cung cấp bởi nước khoáng nóng hiện nay đang được coi như một nguồn năng lượng tái tạo, là nguồn lợi cho phát triển kinh tế gắn với ngành du lịch như tắm khoáng, sauna (chữa bệnh), sản xuất nước khoáng, nuôi trồng thủy sản-cây nông nghiệp chất lượng cao hay sản xuất điện năng. Do vậy, không chỉ Việt Nam mà nhiều nước trong khu vực cũng như trên thế giới đã rất quan tâm đến các nguồn tài nguyên địa nhiệt (mỏ xuất lộ).

- Về mặt thực tiễn: các kết quả nghiên cứu của luận án là cơ sở giúp cho địa phương có thêm phương án khai thác nguồn năng lượng địa nhiệt theo cả hai góc độ: nước khoáng và nước nóng (năng lượng), đặc biệt là năng lượng dưới sâu có thể sử dụng để phát điện.

8. Cơ sở tài liệu

Luận án được xây dựng trên cơ sở tài liệu tự thu thập của nghiên cứu sinh, các kết quả từ việc triển khai các hoạt động khảo sát thực tế và trong quá trình tham gia các đề tài, dự án khác nhau, cụ thể:

- Nghiên cứu sinh kết hợp với các nhà khoa học thuộc Khoa Địa chất-Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (ĐHQGHN), Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản (Bộ Tài nguyên và Môi trường), Viện Địa chất (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam) tiến hành khảo sát thực địa tại khu vực lỗ khoan 13 (tại thời điểm khảo sát năm 2017), nơi đang tiến hành khai thác nước khoáng nóng cho sử dụng trực tiếp trong tắm khoáng, sản xuất nước uống đóng chai, chữa bệnh, dùng thay nước uống của người dân, chính quyền khu vực. Các mẫu nước khoáng thu thập tại khu vực nghiên cứu dùng cho xác định các đặc điểm hoá học, địa hoá của dung dịch nhiệt tại đây;

- Các số liệu thu thập thông qua quá trình khảo sát, phỏng vấn, thu thập dữ liệu từ Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Tuyên Quang, Ủy ban Nhân dân khu vực xã Mỹ Lâm, huyện Phú Lâm và lân cận;

- Triển khai phân tích các mẫu nước theo các chỉ tiêu tại Viện Hoá học - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam; Phòng Thí nghiệm trọng điểm cấp Đại học Quốc gia Hà Nội “Địa chất môi trường và Thích ứng Biến đổi Khí hậu” của Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN thông qua các hệ thống thiết bị đo cầm tay hiện trường, hệ thống Quang phổ hấp thụ nguyên tử AAS, hoặc hệ thống ICP-OES;

- Các số liệu phân tích đồng vị bền từ mẫu thu thập tại hiện trường và gửi đi phân tích tại Reykjavik, Iceland;

- Các số liệu từ quá trình tham gia đề tài cấp nhà nước: “Nghiên cứu, đánh giá tổng thể tiềm năng các bồn địa nhiệt vùng Tây Bắc” mã số KHCN-TB.01T/13-18. Trong đó, nghiên cứu sinh tham gia với tư cách thư ký khoa học.

Trong quá trình thực hiện luận án, nghiên cứu sinh đã tham gia nghiên cứu trong các công trình công bố trong 02 bài báo khoa học đăng trên hội thảo Quốc tế uy tín có phản biện, 01 chương sách của tạp chí Springer, 01 bài trên hội thảo địa nhiệt thế giới, 02 bài báo đăng tại tạp chí Khoa học của Đại học Quốc gia Hà Nội, 01 đơn hợp lệ và đã được đồng ý cấp bằng độc quyền giải pháp hữu ích của Cục sở hữu trí tuệ-Bộ Khoa học Công nghệ.

Ngoài ra, nghiên cứu sinh còn tham khảo một số các công trình nghiên cứu về vấn đề địa nhiệt trong và ngoài nước khác nhau - những công trình đã được nghiên cứu sinh đã liệt kê trong phần tài liệu tham khảo của luận án.

9. Cấu trúc của luận án

Luận án được trình bày gồm 48 hình, 16 bảng minh họa. Ngoài phần mở đầu, kết luận, tài liệu tham khảo cấu trúc của luận án gồm 04 chương:

Chương 1: Hệ thống địa nhiệt, bối cảnh địa chất và cơ chế phát sinh nguồn nhiệt trong khu vực

Chương 2: Cách tiếp cận và các phương pháp nghiên cứu

Chương 3: Đặc điểm địa nhiệt nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm

Chương 4: Nguồn gốc nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm

Chương 1:

HỆ THỐNG ĐỊA NHIỆT, BỐI CẢNH ĐỊA CHẤT VÀ CƠ CHẾ PHÁT SINH NGUỒN NHIỆT TRONG KHU VỰC

1.1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ HỆ THỐNG ĐỊA NHIỆT

Sự vận động của các hệ thống địa nhiệt bị chi phối bởi hai chế độ truyền nhiệt chính đó là cơ chế đối lưu hoặc dẫn nhiệt. Các hệ thống địa nhiệt được hình thành và được kiểm soát chặt chẽ bởi các hoạt động địa chất, kiến tạo.

1.1.1. Địa nhiệt

Địa nhiệt là nguồn năng lượng dạng nhiệt tập trung một cách dị thường trong vỏ Trái Đất (Toth và Bobok, 2017). Nguồn nhiệt lượng này được thoát ra và lộ lên mặt đất khi chúng được truyền dẫn qua các tầng đất đá và di chuyển lên phía trên bề mặt đất dưới dạng khối đất đá nóng, bùn nóng, hơi nóng hoặc nước nóng (dung dịch nhiệt).

Các biểu hiện xuất lộ trên bề mặt của địa nhiệt là rất đa dạng, có thể chỉ là một điểm bùn nóng, có thể chỉ là điểm nước khoáng nóng hoặc hơi khí nóng phun lên từ dưới mặt đất.

1.1.2. Nguồn gốc của địa nhiệt

Các kết quả nghiên cứu tổng quan cho thấy địa nhiệt là nhiệt lượng được phát sinh và lưu giữ tại các tầng chứa gần bề mặt đất với các nguồn gốc như sau:

- Nhiệt tàn dư tự nhiên của Trái đất
- Nhiệt được phát sinh do quá trình hoạt động và nguội lạnh của magma.
- Nhiệt được sinh ra do quá trình phân rã của các quá trình phóng xạ của các nguyên tố phóng xạ trong các đá.
- Hoạt động của đứt gãy hiện đại là kênh dẫn dòng nhiệt và hơi nóng trong lòng đất lên bề mặt (Bell và Ramelli, 2009).

1.1.3. Các cơ chế xuất lộ địa nhiệt

Các hoạt động của các hệ thống địa nhiệt được chiếm ưu thế bởi quá trình đối lưu được kiểm soát bởi sự vận động của magma ở các khu vực núi lửa hoặc các đới đứt gãy sâu quy mô lục địa hoặc bao gồm cả hai hoạt động này.

Hình 1.2. Sơ đồ mô hình khái niệm về hệ thống địa nhiệt
(Hochstein, 1990)

1.1.5. Các vấn đề địa hóa địa nhiệt

1.1.5.1. Bản chất dung dịch nhiệt theo địa hoá nguồn gốc

Dung dịch nhiệt đóng vai trò quan trọng trong quá trình vận hành của hệ thống địa nhiệt (không tính các hệ thống đá khô nóng) vì chúng cần thiết cho việc truyền dẫn nhiệt từ bồn địa nhiệt lên các lớp vật chất phía trên và trên bề mặt.

1.1.5.2. Hành vi của dung dịch nhiệt trong phạm vi hệ thống địa nhiệt

Dung dịch nhiệt với nhiệt độ cao trong hệ thống địa nhiệt thông thường là kết quả từ sự tuần hoàn của nước khí tượng di chuyển đến độ sâu của nguồn nhiệt, nơi chúng được làm nóng và đi lên bề mặt do áp suất tăng, nhiệt độ tăng và mật độ chất lỏng giảm. Phạm vi phân bố của khu vực xuất lộ bề mặt và không gian bồn chứa địa nhiệt dưới sâu phụ thuộc phần lớn vào các đặc điểm cấu trúc địa chất khu vực (Dempsey và nnk, 2012). Thông thường, các hệ thống thủy nhiệt này tồn tại ở độ sâu lớn (1-3 km). Đôi khi, nhiệt độ của dung dịch nhiệt trong tầng chứa xốp, có tính thấm cao bị ảnh hưởng mạnh mẽ bởi cấu trúc và hình dạng lưu vực phân bố của dung dịch nhiệt (Zimmermann và nnk, 2008).

1.2. CÁC THÀNH TỰU VỀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG KHAI THÁC ĐỊA NHIỆT

1.2.1. Nghiên cứu địa nhiệt trên thế giới

Các nghiên cứu về địa nhiệt trên thế giới đã được triển khai thực hiện từ những năm đầu của thế kỷ 20. Tại một số nước như Mỹ và Nhật Bản, các công trình nghiên cứu về địa nhiệt theo góc độ tiếp cận về địa chất, địa hóa địa nhiệt phần lớn bắt đầu từ việc nghiên cứu các biểu hiện của các mạch nước khoáng nóng trong khoảng thời gian từ những năm 1905 trở về đây.

1.2.2. Các hiểu biết về địa nhiệt tại Việt Nam

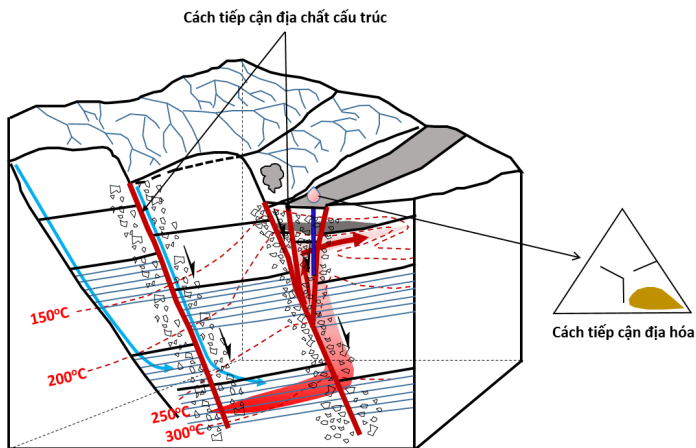
So với thế giới, thực trạng nghiên cứu về địa nhiệt tại Việt Nam còn ít, các dữ liệu theo các nguồn địa nhiệt còn chưa được đánh giá đầy đủ. Một phần vì tiềm năng của dạng năng lượng tái tạo này tại Việt Nam hiện chỉ được đánh giá ở mức trung bình và chưa có nhiều dự án đầu tư khảo sát, thăm dò tại các điểm xuất lộ. Tại nước ta hiện nay, các công trình nghiên cứu được triển khai liên quan đến lĩnh vực địa nhiệt hầu hết mới chỉ chủ yếu tập trung vào hai nhóm đối tượng chính đó là nghiên cứu về nước khoáng nóng, và nghiên cứu năng lượng từ địa nhiệt dưới dạng một nguồn năng lượng tái tạo mới.

1.2.3. Lịch sử nghiên cứu nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm

Các nghiên cứu về địa nhiệt tại Mỹ Lâm như chưa tiến hành luận giải một cách chi tiết, chuyên sâu về một số vấn đề quan trọng của hệ thống địa nhiệt Mỹ Lâm như nhiệt độ nguồn cấp, các đặc điểm địa hóa, địa chất và nguồn gốc cũng như bản chất cơ chế xuất lộ của nguồn địa nhiệt.

1.3. BỐI CẢNH KIẾN TẠO, ĐỊA ĐỘNG LỰC KHU VỰC NGHIÊN CỨU VÀ CƠ CHẾ PHÁT SINH NGUỒN NHIỆT

Khu vực nghiên cứu theo ghi nhận có xuất lộ nước khoáng nóng được nhận định theo phạm vi không gian dọc theo đới đứt gãy sâu Sông Hồng, và phản ánh có sự hiện diện của nguồn nhiệt dưới sâu. Nguồn nhiệt này liên quan tới magma hay dị thường gradient là một câu hỏi nghiên cứu lớn đối với bối cảnh địa chất, kiến tạo và địa động lực hiện đại trong khu vực. Cũng theo một số tài liệu kiến tạo đã được công bố, khu vực nghiên cứu thuộc vị trí quan trọng trong bối cảnh địa động lực của khu vực Đông Nam Á.



Hình 1.3. Sơ đồ cấu tạo thúc trời và một số đứt gãy lớn khu vực phía Đông Á và Đông Nam Á (Tapponnier và nnk, 1982).

Chương 2: CÁCH TIẾP CẬN VÀ CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. CÁCH TIẾP CẬN

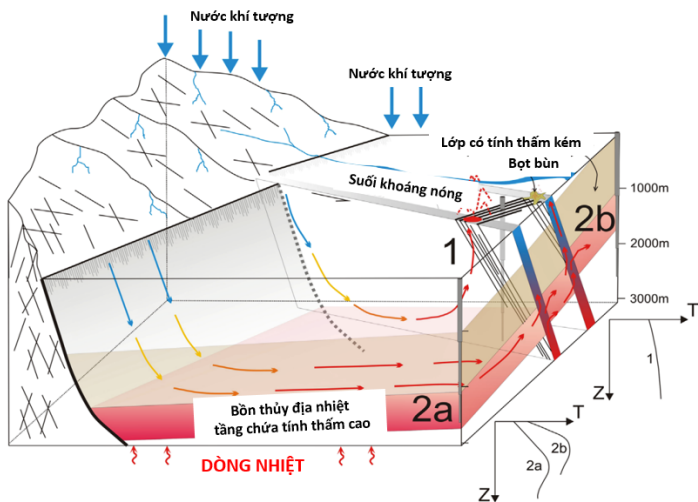
Để trả lời câu hỏi đặt ra, NCS đã tổng hợp mô hình của các hệ thống địa nhiệt, và lựa chọn một mô hình lý thuyết phù hợp để tập trung đưa ra các giải pháp/phương pháp khác nhau nhằm giải quyết vấn đề đặt ra.

2.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU - KỸ THUẬT SỬ DỤNG

2.2.1. Hệ phương pháp triển khai phục vụ xác định các đặc điểm địa chất, địa hóa địa nhiệt

2.2.1.1. Phương pháp nghiên cứu địa chất cấu trúc

Mô hình địa chất cấu trúc áp dụng cho luận giải quá trình thành tạo của hệ địa nhiệt không liên quan trực tiếp tới hoạt động magma được trình bày mô phỏng ở hình 2.1.



Hình 2.1. Mô hình địa chất cấu trúc cho nguồn địa nhiệt liên quan tới đới đứt gãy kiến tạo khu vực Mỹ Lâm.

- **Phương pháp phân tích kiến tạo - địa động lực**

- **Phương pháp địa nhiệt kế phục vụ tính toán nhiệt độ bồn nhiệt**

a) Địa nhiệt kế SiO_2

b) Địa nhiệt kế cation (Na^+ , K^+ , Ca^+)

- **Phương pháp nghiên cứu mô hình pha trộn**

- **Các phương pháp địa hóa nguồn gốc**

- **Phương pháp xác định các loại dung dịch nhiệt theo biểu đồ tương quan ba hợp phần**

a) Biểu đồ ba hợp phần $\text{Cl}^- - \text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^-$

b) Biểu đồ 3 hợp phần $\text{K} - \text{Na} - \text{Mg}^{1/2}$

c) Biểu đồ tương quan 3 hợp phần 3 thành phần $\text{Na}-(\text{K}/\text{Mg})-\text{Ca}$

Phương pháp nghiên cứu nguồn gốc dung dịch nhiệt dựa trên chỉ thị đồng vị bền

- **Phương pháp đối sánh địa hóa**

- Các phương pháp, kỹ thuật phân tích trong phòng thí nghiệm

a) Kỹ thuật phân tích từ phương pháp Quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS)

b) Kỹ thuật phân tích từ phương pháp ICP-OES phân tích các ion Na^+ , K^+ , Li^+

c) Phân tích Sắc ký ion: phân tích các anion

d) Phân tích Silic

e) Phân tích đồng vị

Chương 3: ĐẶC ĐIỂM ĐỊA NHIỆT NGUỒN ĐỊA NHIỆT MỸ LÂM

3.1. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT NGUỒN ĐỊA NHIỆT MỸ LÂM

3.1.1. Đặc điểm địa tầng khu vực nghiên cứu

Theo không gian, địa tầng khu vực nghiên cứu có biểu hiện và xuất lộ các thành tạo (xem Hình 3.1) với sự phân bố không gian như sau:

- Hệ tầng Hà Giang (E_2hg).

- Hệ tầng đệ tứ (a-apQ_{IV}).

...

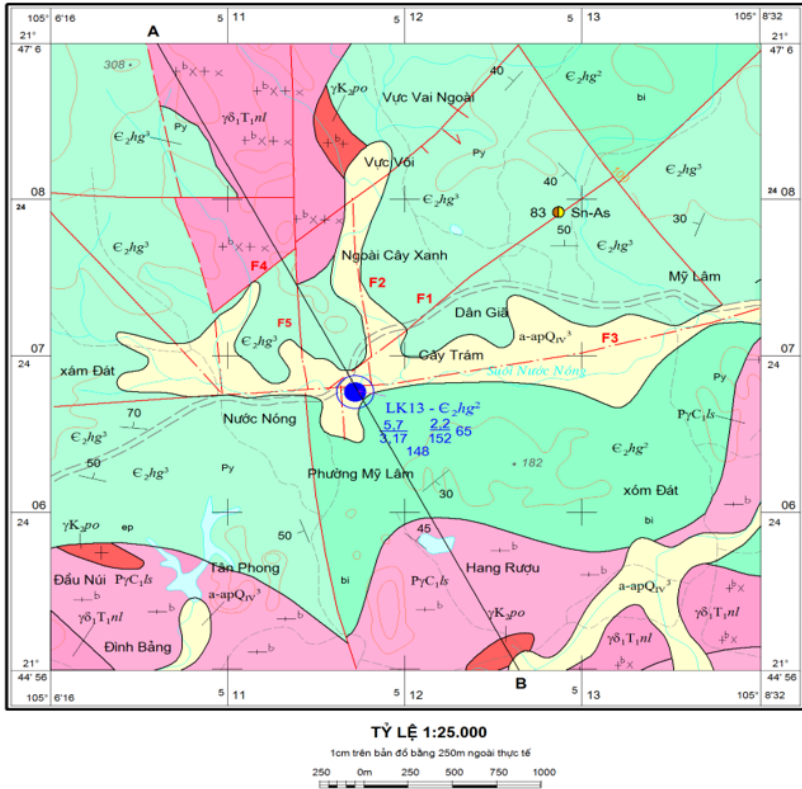
3.1.2. Đặc điểm magma khu vực nghiên cứu

Về thành phần thạch học, phát hiện thấy các thành tạo magma xâm nhập trẻ cụ thể: Các magma có thành phần axit kiềm bao gồm: granit 2 mica, granit dạng porphyry, plagiogranit dạng gneis. Các thành tạo thuộc pha 2 gồm có đá mạch aplit, pegmatit, có màu sáng, giàu kiềm đi với các muscovit chứa Liti phát hiện tại khu vực Minh Tiến (Jolivet và nnk, 2001; Maluski và nnk, 2001).

3.1.3. Đặc điểm đứt gãy

Căn cứ theo các tài liệu và các kết quả nghiên cứu về địa chất - kiến tạo khu vực, có thể thấy rằng, khu vực phân bố và biểu hiện của nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm là nơi giao nhau của khá nhiều hệ thống đứt gãy thứ sinh.

Theo phương phát triển của các đứt gãy này, có thể xếp các đứt gãy vào các hệ thống chính như sau:

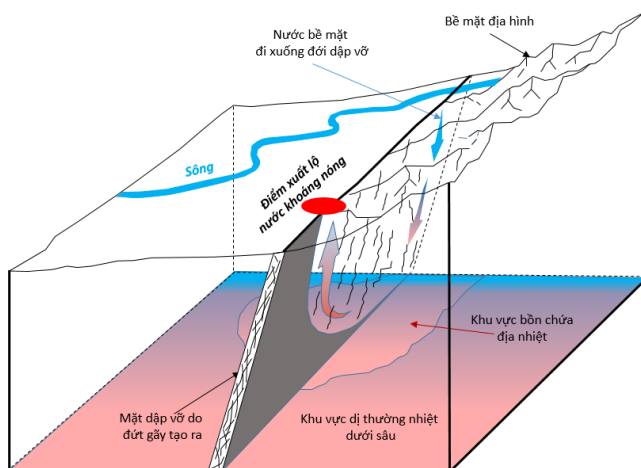


Hình 3.1. Bản đồ địa chất cấu trúc khu vực nghiên cứu tỉ lệ 1:25.000

+ Hệ thống đứt gãy theo phương á vĩ tuyến, trong đó có đứt gãy (F3) đây là hệ thống đứt gãy sâu trong vùng, sự phát triển của chúng định hình cấu trúc khu vực..

+ Hệ thống đứt gãy theo phương á kinh tuyến (F2, F5) là hệ thống đứt gãy trẻ trong khu vực, sự phát triển của chúng làm thay đổi kiến trúc khu vực đã định hình trước.

+ Hệ thống phương Tây Bắc-Đông Nam, là hệ thống đứt gãy sâu á vò và có qui mô lớn, có vai trò phân chia đối cấu trúc trong vùng, hoạt động mạnh mẽ và lâu dài, tạo thành những địa hào được lấp đầy bởi trầm tích Neogen-Đệ tứ;



Hình 3.2. Sơ đồ mô phỏng cơ chế hoạt động dung dịch nhiệt dọc theo đới đứt gãy khu vực Mỹ Lâm

+ Hệ thống đứt gãy theo phương Đông Bắc - Tây Nam, (đứt gãy F1, F4) đây là hệ thống đứt gãy trẻ trong khu vực. Chúng thường làm dịch chuyển các đứt gãy và các cấu trúc có trước.

3.1.3. Đặc điểm địa chất thủy văn

Trên cơ sở tổng hợp các tài liệu đã thu thập về các yếu tố địa tầng, thành phần thạch học, điều kiện lưu trữ, tính chất vật lý, thành phần hoá học của nước dưới đất khu vực nghiên cứu (Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Quốc Gia, 2018); căn cứ các dữ liệu nghiên cứu từ các hệ thống bản đồ, viễn thám khu vực nghiên cứu theo các phân vị địa chất thủy văn (ĐCTV) cụ thể như sau:

- + Tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Đệ tứ (qh)
- + Phức hệ chứa nước khe nứt trầm tích Cambri, thống giữa, hệ tầng Hà Giang
- + Đới chứa nước khe nứt vỏ phong hóa đá magma Phức hệ Núi Là

3.2. ĐẶC ĐIỂM DUNG DỊCH NHIỆT NGUỒN ĐỊA NHIỆT MỸ LÂM

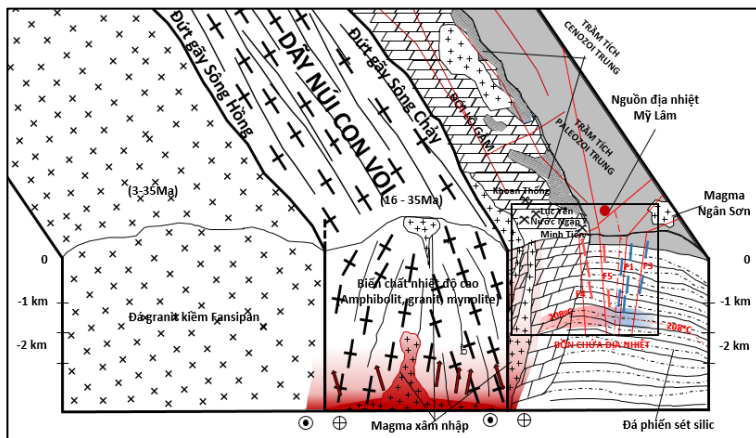
3.2.1 Đặc điểm thành phần hóa học Mỹ Lâm

Các kết quả phân tích thành phần hàm lượng các ion trong nước

khoáng nóng Mỹ Lâm tại lỗ khoan LK13 sau khi được áp dụng bởi công thức Kurlov cũng đưa đến kết quả xếp loại nước khoáng nóng Mỹ Lâm có kiểu hóa học Bicarbonat - Natri, thuộc loại nước khoáng sulfua hydro-silic-flo, nóng.

3.2.2. Nhiệt độ bồn chứa dưới sâu của hệ thống địa nhiệt Mỹ Lâm

Dung dịch nhiệt xuất lộ tại nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm theo các kết quả đo trực tiếp tại hiện trường có nhiệt độ 65,5°C. Trên cơ sở các kết quả tính toán nhiệt độ bồn chứa dưới sâu từ các địa nhiệt kế, nhiệt độ bồn chứa dưới sâu của hệ thống Mỹ Lâm được xác định nằm trong khoảng từ 159°C đến 258°C. Nếu tính nhiệt độ trung bình theo nhiệt độ thu được từ các địa nhiệt kế, nhiệt độ bồn chứa dưới sâu của hệ thống địa nhiệt Mỹ Lâm đạt mức 208°C.



Hình 3.3. Cơ chế hình thành, vận động của hệ địa nhiệt Mỹ Lâm (theo lát cắt địa chất mô phỏng)

Chương 4: NGUỒN GỐC NGUỒN ĐỊA NHIỆT MỸ LÂM

4.1. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA DUNG DỊCH NHIỆT MỸ LÂM

Dung dịch nhiệt Mỹ Lâm có tổng độ khoáng hóa đạt 293.4 g/l gần giá trị với nguồn địa nhiệt Nà Chì (Xín Mần, Hà Giang) khoảng 311,3 g/l, và Quảng Ngần (Vị Xuyên, Hà Giang) khoảng 317.60 g/l.

Độ pH của nước khoáng nóng Mỹ Lâm đo được là 6,9 và được xác định tương đương với một số nguồn khu vực như nguồn Nà Chì (Xín Mần, Hà Giang), Quảng Ngần (Vị Xuyên, Hà Giang), Quảng Nguyên (Xín Mần, Hà Giang), Thông Nguyên (Đồng Văn, Hà Giang).

Tỉ lệ Na/Ca (45,2) của nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm được tính toán tương đương với các nguồn Quảng Ngần (39,2), Quảng Nguyên (38,3), Tongonan (Philippines). Hai nguồn Quảng Ngần, Quảng Nguyên được đánh giá là nguồn nhiệt với phân loại nước Bicarbonat-Natri (Cao Duy Giang và nnk, 2013).

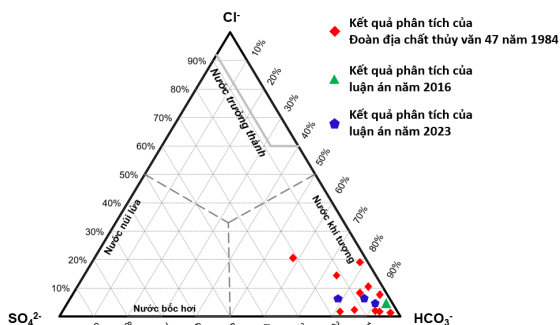
Tỷ số Na/K (46,0) của nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm tương đương với nguồn Quảng Nguyên, Bình Châu, nguồn Tu Bông, và cao hơn các nguồn khác ở Tây Bắc Bắc Bộ (Cao Duy Giang và nnk, 2004, 2013).

Tỷ số Cl/B (129,4) của khu vực nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm có giá trị thấp hơn tất cả các nguồn địa nhiệt thuộc vùng Nam Trung Bộ, nguồn Barturaden (Indonesia) và thấp hơn nguồn Quỳnh Châu, nguồn Dương Hòa (Hương Thủy- Huế).

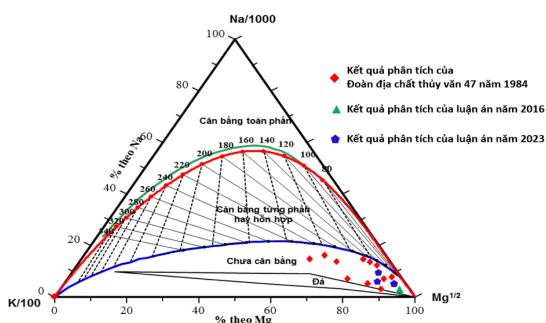
4.2. NGUỒN GỐC DUNG DỊCH NHIỆT MỸ LÂM

4.2.1. Nguồn gốc nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm dựa theo các chỉ thị địa hóa

Theo kết quả biểu thị trên biểu đồ tương quan của ba hợp phần Cl⁻ - SO₄²⁻ - HCO₃⁻, dung dịch nhiệt Mỹ Lâm được biểu thị thuộc phân vùng của nước khí tượng (hay còn gọi là nước ngoại vi) được cung cấp từ bề mặt.



Hình 4.1. Biểu đồ ba hợp phần Cl^- - SO_4^{2-} - HCO_3^- biểu thị các kết quả luận giải nguồn gốc của dung dịch nhiệt Mỹ Lâm

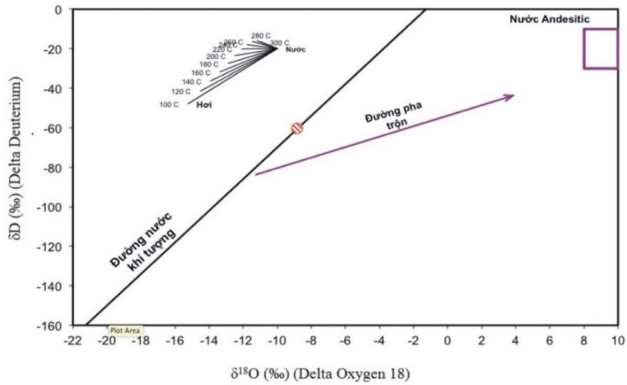


Hình 4.2. Biểu đồ ba hợp phần K - Na - $\text{Mg}^{1/2}$ biểu thị các kết quả luận giải nguồn gốc của dung dịch nhiệt Mỹ Lâm

Dựa theo các căn cứ này, có thể khẳng định nguồn gốc tổng thể của dung dịch khoáng nóng Mỹ Lâm có sự pha trộn và không liên quan nhiều đến các thành tạo magma hoặc biến chất trong phạm vi khu vực nghiên cứu.

4.2.2. Nguồn gốc của dung dịch nhiệt Mỹ Lâm dựa theo chỉ thị đồng vị

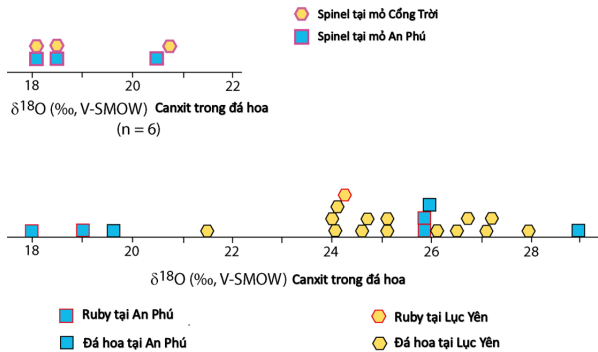
Các kết quả thể hiện mối tương quan của cặp đồng vị δD và $\delta^{18}\text{O}$ đã chỉ ra rằng, điểm biểu diễn vị trí nguồn gốc của dung dịch nhiệt Mỹ Lâm nằm trên đường nước có nguồn gốc khí tượng (meteoric trend line).



Hình 4.3. Biểu đồ thể hiện mối tương quan δD (‰) và $\delta^{18}O$ (‰) của dung dịch nhiệt Mỹ Lâm dựa theo kết quả đo đồng vị bền của Luận án

Dung dịch nhiệt Mỹ Lâm không phải được hình thành từ sự phân hủy phóng xạ trong đất đá của lớp vỏ Trái đất. Năng lượng nhiệt sinh ra do phóng xạ đo từ các mẫu đá tại khu vực Mỹ Lâm là $8,7 \text{ kW/km}^3$ (xem Bảng 4.3) (theo Cao Duy Giang và nnk, 2013), nhiệt lượng này nhỏ hơn thông lượng nhiệt trung bình của vỏ Trái đất là 10 kW/km^3 .

Sự tương đồng về thành phần đồng vị $\delta^{18}O$ trong các dung dịch tồn tại trong các bao thể đá hoa chứa spinel và trong trầm tích carbonat tại khu vực cho thấy dung dịch trong các bao thể của đá hoa của các thành tạo biến chất tại khu vực có nguồn gốc khí tượng. Chúng được pha trộn với nước có nguồn gốc khí tượng tồn tại trong các thành tạo trầm tích carbonat di chuyển xuống. Cũng từ quá trình pha trộn và tích tụ này, nhiệt lượng từ các hoạt động biến chất được dẫn truyền cho các tầng trầm tích phía trên thông qua chất lỏng lưu thông giữa các thành tạo địa chất này.



Hình 4.4. Chỉ thị đồng vị oxy trong ruby, canxit, spinel từ trong đá hoa từ khu vực khai thác mỏ Lục Yên và An Phú minh chứng nguồn gốc trầm tích (Garnier, 2003; Garnier và cộng sự, 2008).

4.2.3. Kết quả nghiên cứu mức độ trộn lẫn

Tỉ lệ pha trộn giữa nước lạnh đi từ bề mặt, hoặc tại các tầng chứa dưới đất) và tỉ lệ nước nóng-dung dịch nhiệt là 0,715:0,285. Nhiệt độ dung dịch nhiệt dưới sâu ước tính nhiệt độ 208°C và hàm lượng tại thời điểm pha trộn của SiO_2 tương ứng là 167,755mg/l.

4.2.4. Nguồn gốc dung dịch nhiệt Mỹ Lâm theo các dữ liệu kiến tạo, địa động lực

Các hoạt động magma và biến chất trẻ vào Miocen sớm, từ 32 tới 17 triệu năm (Tapponnier và nnk, 1982; 1986) dọc đới đứt gãy sông Hồng và trong phạm vi thực hiện của luận án là đới Lô Gâm là tác nhân sinh nhiệt và truyền nhiệt cho bồn chứa của hệ thống địa nhiệt Mỹ Lâm. Bên cạnh nhiệt được cung cấp từ các thành tạo magma trẻ, các hoạt động biến chất trẻ khu vực biểu hiện là sự hình thành các đá hoa chứa ruby, spinel tại Việt Nam (Lepvrier và nnk, 1997; Giuliani và nnk, 2003; Ngụy Tuyết Nhung và nnk, 2005, 2008) chính là nguyên nhân chính sinh nhiệt và truyền nhiệt cho các tầng chứa dưới sâu khi chúng tích tụ nước từ các tầng phía trên di chuyển xuống và/hoặc do các tầng chứa xung quanh cung cấp. Sự gia tăng áp suất, nhiệt độ, theo đó, tạo động năng để dung dịch nhiệt tại bồn chứa dưới sâu đi lên trở lại mặt đất theo cơ chế tuần hoàn.

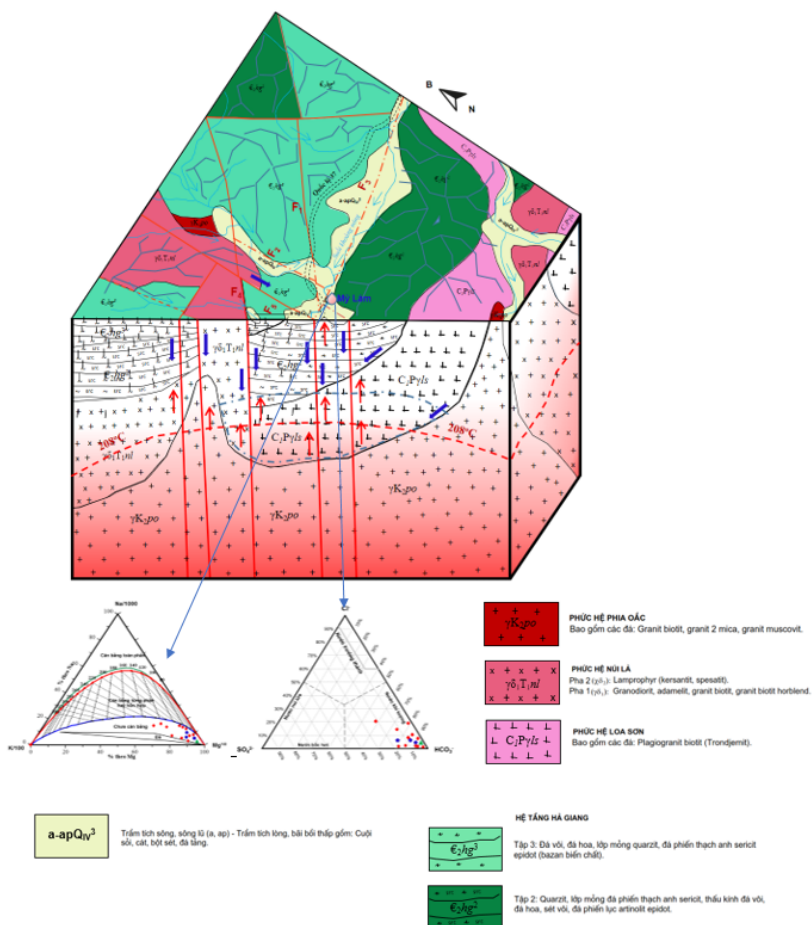
Hoạt động của đới đứt gãy Sông Hồng gây biến chất ở nhiệt độ cao được minh chứng bởi sự hình thành ruby trong đá hoa tại khu vực Minh Tiến, An Phú (thuộc đới Lô Gâm) trong khoảng thời gian từ 27 đến 32 triệu năm trước ở nhiệt độ 500°C - 600°C, áp suất 3-5 kbars. Ngoài ruby, spinel tồn tại trong các bao thể đá hoa nghiên cứu tại khu vực cũng chính là dấu hiệu của biến chất ở nhiệt độ cao đồng thời có ảnh hưởng đến chính đặc điểm thành phần đá hoa (Garnier, 2008, Hauzenberger, 2001). Các kết quả nghiên cứu ước tính, spinel tại khu vực các mỏ sa khoáng tại vùng Lục Yên-An Phú (tại các mỏ Khoang Thông, Nước Ngập, Lục Yên, Minh Tiến) được hình thành trong điều kiện biến chất P-T ước tính là $3 < P < 6,5$ Kbar và $610^{\circ}\text{C} < T < 750^{\circ}\text{C}$ (Garnier và nnk, 2008).

4.3. MÔ HÌNH, CƠ CHẾ HOẠT ĐỘNG CỦA BỒN ĐỊA NHIỆT MỸ LÂM

- Các hoạt động magma và biến chất trẻ vào Miocen sớm, từ 32 tới 17 triệu năm (Tapponnier và nnk, 1982; 1986) dọc đới đứt gãy sông Hồng và trong phạm vi nghiên cứu của luận án tại đới Lô Gâm là nguồn gốc sinh nhiệt, hình thành hệ thống địa nhiệt Mỹ Lâm.

- Dung dịch nhiệt được hình thành từ nước lạnh có nguồn gốc trên bề mặt hoặc các tầng chứa nước phía trên gần bề mặt. Nước từ bề mặt được ngấm xuống thông qua các hệ thống đứt gãy, khe nứt, hay lỗ hổng của các tầng đất - đá phía trên bồn chứa địa nhiệt.

Dung dịch nhiệt sau khi được làm nóng, gia tăng áp suất được đưa trở lại lên bề mặt theo cơ chế tuần hoàn sâu (xem tại Hình 4.10). Các đứt gãy thuận là các đứt gãy thứ sinh trong khu vực chính là kênh dẫn đưa dung dịch nhiệt từ bồn chứa đi lên bề mặt. Do vậy, hệ thống địa nhiệt Mỹ Lâm được xếp loại vào dạng bồn chứa hờ. Trong quá trình đi lên, dung dịch nhiệt hòa tan một số thành phần - nguyên tố hóa học và suy giảm nhiệt độ. Các kết quả tính toán nhiệt độ bằng cách nội suy dựa theo các thành phần hóa học của dung dịch nhiệt chỉ ra rằng nhiệt độ nguồn cấp dưới sâu của nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm nằm trong khoảng từ 159°C đến 258°C, trung bình khoảng 208°C. Đây là khoảng nhiệt độ đủ điều kiện để dung dịch nhiệt sôi và bốc hơi.



Hình 4.10. Mô phỏng cơ chế hình thành, vận động của hệ địa nhiệt Mỹ Lâm dựa theo kết quả luận giải địa hóa nguồn gốc của luận án.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

1- Nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm với các biểu hiện của nước khoáng nóng xuất lộ bề mặt đạt $65,5^{\circ}\text{C}$ được bắt nguồn từ bồn chứa có sức nóng từ 159°C đến 258°C (trung bình khoảng 208°C). Về thành phần hóa học nước nóng Mỹ Lâm thuộc loại nước khoáng thiên nhiên có độ khoáng hóa thấp, sulfuahydro-silic-flo, nóng; và có kiểu hóa học Bicarbonat - Natri.

2- Dung dịch nhiệt Mỹ Lâm có một số đặc điểm hóa học như tổng độ khoáng hóa của chất lỏng khoảng 293.4 g/l gần với giá trị với một số nguồn địa nhiệt Nà Chì (311,3 g/l), Quảng Ngần (317.60 g/l); hoặc có độ pH (6,9) tương đương với một số nguồn khu vực như nguồn Nà Chì, Quảng Ngần, Quảng Nguyên, Thông Nguyên. Các cặp tỷ số địa hóa Na/K, Na/Ca, Cl/Ca, Cl/B, Cl/Li... của dung dịch nhiệt Mỹ Lâm đưa đến kết quả tương đồng với một số nguồn địa nhiệt khác trong phạm vi khu vực Đông Bắc Bộ, Tây Bắc Bộ như Bình Ca, Quảng Ngần, Quảng Nguyên, Thông Nguyên, Bó Đước. Cùng với đó là một số nguồn địa nhiệt khác trên thế giới như Tongonan (Philippines), Ohaiki, nguồn Wairakei (New Zealand), Barturaden (Indonesia).

3- Nhiệt lượng được cung cấp cho nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm để bồn chứa đạt mức nhiệt độ trung bình khoảng 208°C từ các hoạt động magma và biến chất trẻ vào Miocen sớm (từ 32 tới 17 triệu năm) dọc đới đứt gãy sông Hồng. Theo đó, hoạt động của đới đứt gãy Sông Hồng tại khu vực nghiên cứu (trong đới Lô Gâm) gây biến chất ở nhiệt độ cao đồng thời tạo cơ chế để chúng được trôi lộ lên, truyền nhiệt cho các thành tạo chứa nước nằm gần mặt đất. Điều này được minh chứng bởi sự hình thành ruby trong đá hoa tại khu vực Minh Tiến, An Phú ở nhiệt độ 500°C - 600°C , áp suất 3-5 kbars và spinel tại khu vực các mỏ sa khoáng tại vùng Lục Yên-An Phú trong điều kiện biến chất nhiệt độ

610°C-750°C và áp suất P-T 3-6,5 Kbar. Các kết quả nghiên cứu, đối sánh thành phần đồng vị $\delta^{18}\text{O}$ tương tự nhau trong bao thể đá hoa chứa Spinel tại khu vực An Phú và Lục Yên và trầm tích cacbonat tại khu vực chỉ ra rằng nước được di chuyển từ các tầng trầm tích cacbonat xuống các thành tạo biến chất khu vực và có dấu hiệu trộn lẫn (biểu thị trong bao thể của Spinel và Ruby). Đồng thời, quá trình trộn lẫn này chính là câu trả lời cho việc nhiệt được dẫn truyền thông qua dung dịch và sự di chuyển của chúng qua các tầng trầm tích, biến chất.

4- Dung dịch nhiệt Mỹ Lâm có nguồn gốc từ nước khí tượng, nước khí tượng từ trên bề mặt ngấm xuống thông qua các kênh dẫn là các đứt gãy thứ sinh tồn tại trong phạm vi phân bố của nguồn địa nhiệt. Nước khoáng nóng Mỹ Lâm thuộc phân loại nước chưa trưởng thành hay chưa đạt được trạng thái cân bằng hoàn toàn. Tỷ lệ pha trộn giữa nước lạnh từ trên bề mặt ngấm xuống và nước khoáng nóng từ dưới sâu đi lên được xác định là 0,715:0,285. Điều này được chứng minh bởi các dữ liệu từ các biểu đồ địa hóa theo các hợp phần ion (Cl^- - SO_4^{2-} - HCO_3^- , K - Na - $\text{Mg}^{1/2}$), các kết quả nghiên cứu đồng vị bền và các mô hình pha trộn mà luận án sử dụng.

2. Kiến nghị

Kết quả nghiên cứu trong luận án này cũng như các đề án trước đây theo đánh giá của Nghiên cứu sinh mới chỉ đáp ứng được yêu cầu của giai đoạn đánh giá sơ bộ về nguồn địa nhiệt Mỹ Lâm. Do vậy, cần đầu tư việc triển khai các giai đoạn tiếp theo của chương trình địa nhiệt trong nghiên cứu, thăm dò, đánh giá hệ thống địa nhiệt Mỹ Lâm để có cơ sở dữ liệu đầy đủ hơn về tiềm năng sử dụng nguồn năng lượng sạch, tái tạo này cho phát triển kinh tế xã hội khu vực và lân cận.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. **Hoàng Văn Hiệp**, Trần Trọng Thắng, Đặng Mai, Vũ Văn Tích, Nguyễn Đình Nguyên, Phạm Xuân Ánh, Nguyễn Thị Oanh, Vũ Việt Đức (2016), “Đặc điểm địa hóa và nguồn gốc dung dịch địa nhiệt Mỹ Lâm, Tuyên Quang”, *Tạp chí khoa học ĐHQGHN: Các khoa học trái đất và môi trường*, Vol. 32, No. 2S, trang 81-95.
2. Trần Trọng Thắng, Vũ Văn Tích, Đặng Mai, **Hoàng Văn Hiệp**, Phạm Hùng Thanh, Phạm Xuân Ánh (2016), “Một số kết quả đánh giá tiềm năng năng lượng của các nguồn địa nhiệt triển vọng ở vùng trung du và miền núi phía Bắc”, *Tạp chí khoa học ĐHQGHN: Các khoa học trái đất và môi trường*, Vol. 32, No. 2S, trang 225-235.
3. V V Tich, T T Thang, N V Vuong, D X Thanh, **H V Hiep**, P H Thanh, P X Anh, V V Duc, N H Giang, N T Oanh (2019), “Active Tectonic Controls on Hydrothermal Flow in the Northern Part of Vietnam: Implications for The Geothermal Exploration at Uva geothermal reservoir in Dien Bien Phu Basin”, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 249 012027.
4. **Van Hiep Hoang**, Van Tich Vu, Trong Thang Tran, Xuan Anh Pham, Thanh Tung Phan (2019), “Geothermal renewable energy in Vietnam: A current status overview and proposing solutions for development”, *Proceeding of the 1st International Conference on Economics, Development and Sustainability (EDESUS Proceeding 2019)*, https://doi.org/10.1007/978-3-030-81443-4_29. Online ISBN978-3-030-81443-4.
5. **Hoang Van Hiep**, Pham Xuan Anh, Phung Thi Nga (2019), “Tourism development on the basis of exploiting and utilizing geothermal renewable energy in the Northern part of Vietnam”. *Thanh Do University*.
6. Tran Trong Thang, Vu Van Tich, Pham Xuan Anh, **Hoang Van Hiep** (2020), “Quynh Phu-Hung Ha Geothermal System in Red river Delta, Vietnam: Geothermal Potential and Conceptual Model”, *Proceedings World Geothermal Congress 2020*, Reykjavik, Iceland, link online: <https://pangea.stanford.edu/ERE/db/WGC/papers/WGC/2020/11091.pdf>.
7. **Hoàng Văn Hiệp**, Vũ Văn Tích, Trần Quốc Cường, Đoàn Văn Tuyền (2023), Quy trình tính toán và lắp đặt hệ thống điều hoà không khí tiết kiệm điện sử dụng bơm nhiệt đất, *Bằng độc quyền Giải pháp hữu ích số 3375 (số đơn 2-2021-00537) theo Quyết định cấp bằng số 70467/QĐ-SHTT ngày 20/9/2023*.