

# ĐẶC ĐIỂM HÓA - LÝ CỦA DUNG DỊCH NHIỆT DỊCH TẠO QUẶNG VÀNG VÙNG ĐAK RÔNG - A LƯỚI TRÊN CƠ SỞ LUẬN GIẢI KẾT QUẢ PHÂN TÍCH NHIỆT BAO THỂ

NGUYỄN QUANG LUẬT<sup>1</sup>, TRẦN MỸ DŨNG<sup>2</sup>, LÊ XUÂN TRƯỜNG<sup>1</sup>,  
LÊ THỊ THU<sup>1</sup>, NGUYỄN TIỀN THÀNH<sup>2</sup>

1: Trường Đại học Mỏ - Địa chất

2: Tổng cục Địa chất & Khoáng sản Việt Nam

**Tóm tắt:** Kết quả phân tích nhiệt bao thể từ khoáng vật thạch anh trong quặng vàng vùng Đak Rông - A Lưới cho thấy rõ 2 dải nhiệt độ kết tinh khác biệt, tương ứng với hai giai đoạn tạo khoáng vàng. Ở giai đoạn thứ nhất, các khoáng vật kết tinh do sự hỗn nhiễm của dung dịch nguồn gốc biến chất (chủ đạo) và dung dịch nguồn magma (thứ yếu) trong dải nhiệt độ trung bình cao (220-380°C), độ muối (trung bình-thấp) <16,3%, độ sâu lớn (2-3,8km) và mật độ dung dịch thấp (0,65-0,9g/cm<sup>3</sup>). Trong giai đoạn nhiệt dịch sau, các khoáng vật kết tinh do sự hỗn nhiễm của dung dịch nguồn gốc biến chất và nước khí tượng ở điều kiện gần bề mặt hơn (1-2km), trong môi trường nhiệt độ thấp (125-200°C), độ muối thấp (<10%) và mật độ dung dịch ở mức trung bình (0,9-1g/cm<sup>3</sup>).

## 1. Mở đầu

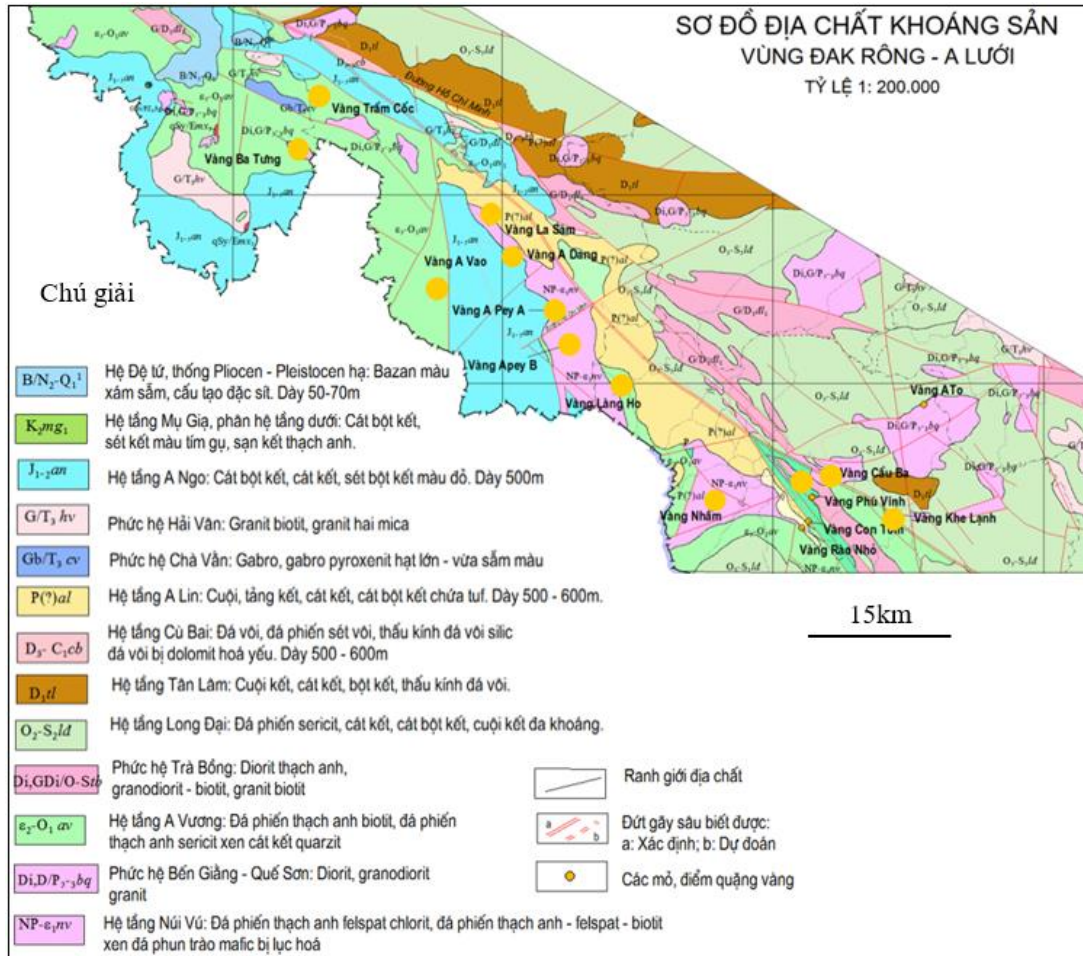
Vùng quặng vàng Đak Rông - A Lưới nằm trọn trong đai tạo núi Paleozoi muộn-Mesozoi sớm Trường Sơn [3], phân bố kéo dài theo phương Tây Bắc - Đông Nam từ huyện Đak Rông (Quảng Trị) đến huyện A Lưới (Thừa Thiên Huế) (hình 1) [1]. Cho đến nay đã thống kê được 11 tụ khoáng Au có tiềm năng lớn trong vùng nghiên cứu, gồm các tụ khoáng Trầm Cốc, Ba Tung, La Sam, A Đang, A Pey 1, A Pey 2, A Vao, Làng Ho, Vàng Nhâm, Cầu Ba, Khe Lạnh [1]. Ngoài ra, còn phát hiện được nhiều điểm quặng hóa Au khác ở phía nam vùng nghiên cứu.

Trong vùng nghiên cứu, các yếu tố địa chất, cấu trúc- kiến tạo không chế quặng hóa vàng, thành phần khoáng vật, thứ tự sinh thành của các giai đoạn tạo khoáng và nguồn gốc của dung dịch mang quặng đã được nghiên cứu làm rõ. Tuy nhiên vẫn chưa có công trình khoa học nào xác định được môi trường hóa-lý của quặng hóa. Trong bài báo này, điều kiện hóa-lý của dung dịch nhiệt dịch khi kết tinh và nguyên nhân kết tinh của chúng được luận giải rõ ràng dựa trên các kết quả nghiên cứu nhiệt độ đồng hóa bao thể trong các tinh thể thạch anh giai đoạn tạo quặng. Những kết quả nghiên cứu này sẽ góp phần làm sáng tỏ thêm cơ chế thành tạo quặng hóa vàng trong vùng Đak Rông - A Lưới.

## 2. Khái quát đặc điểm địa chất các hệ tầng vây quanh quặng và các yếu tố cấu trúc - kiến tạo cục bộ không chế quặng vàng vùng Đak Rông - A Lưới

### 2.1. Khái quát đặc điểm địa chất các hệ tầng vây quanh quặng vàng vùng Đak Rông-A Lưới

Trong vùng Đak Rông-A Lưới, gặp các đới mạch thạch anh-sulfua-vàng phân bố trong hai phân vị địa tầng, gồm tập dưới của hệ tầng Núi Vú (NP-ε<sub>2</sub>nv) và hệ tầng A Vương (ε<sub>2</sub>-O<sub>1av</sub>) (hình 1) [1]. Tập dưới của hệ tầng Núi Vú có thành phần chủ yếu là các đá phun trào mafic bị biến chất tương phiến lục. Tập trên của hệ tầng là đá phiến sét màu đen xen đá phiến thạch anh mica, đá phiến thạch anh - sericit - chlorit, đá phiến thạch anh - amphibol - plagioclas và lớp mỏng đá phiến thạch anh - biotit - carbonat. Các đá hệ tầng A Vương gồm trầm tích lục nguyên biến chất tương đá phiến lục, song do tác động nhiệt chùng của các khối magma và xiết ép của các hệ thống phá huỷ nên đôi nơi đá có dạng gneis và biến chất tương epidot-amphibolit. Các đá chủ yếu của hệ tầng gồm đá phiến thạch anh - biotit - muscovit, đá phiến thạch anh - plagioclas - biotit - muscovit xen trong đó các lớp đá phiến thạch anh - biotit - muscovit phân bố ở phân mái, vòm các thể xâm nhập ẩn thường bị vỡ nhàu, dập vỡ mạnh và bị biến đổi nhiệt dịch thạch anh hoá và sericit hoá trên diện rộng [2].



Hình 1. Sơ đồ địa chất khoáng sản vàng vùng Đak Rông-A Lưới [10]

## 2.2. Các yếu tố cấu trúc-kiến tạo cục bộ khống chế quặng vàng vùng Đak Rông-A Lưới

Theo Nguyễn Tiến Thành [1], các tụ khoáng vàng trong vùng nghiên cứu tạo thành dải phát triển theo phương tây bắc - đông nam, được khống chế bởi đứt gãy khu vực Đak Rông-A Lưới kéo dài hơn 500km theo phương tây bắc - đông nam có độ sâu hơn 40km, rộng hơn 10km, hình thành trước Mesozoi và tái hoạt động nhiều lần trong Mesozoi và Kainozoi. Đứt gãy quy mô khu vực này sinh ra các đứt gãy kéo theo (đứt gãy cấp II, III) và các đới dập vỡ có vai trò khống chế các trường quặng.

Trong vùng nghiên cứu, các cấu trúc - kiến tạo cục bộ quy mô nhỏ rất phát triển, điển hình là các đới khe nứt, các nếp uốn nhỏ và các cấu trúc thuận lợi khác.

Khác với các đứt gãy có vai trò khống chế quặng hoá trên phạm vi rộng lớn, các đới khe nứt khống chế sự phân bố các thân quặng vàng trong vùng [1], bao gồm:

+ Đới khe nứt tách hoặc đới khe nứt kéo theo hình thành do hoạt động của các đứt gãy khống chế các thân quặng vàng.

+ Đới khe nứt hình thành ở phần vòm các khối xâm nhập cũng có vai trò khống chế các thân quặng.

+ Đới khe nứt tách ở phần vòm các nếp uốn hoặc trong các nếp uốn của đá.

+ Nơi giao nhau của các đứt gãy hoặc nơi giao nhau của đứt gãy với tầng đá có thành phần thạch học hoặc đặc tính cơ lý thuận lợi.

## 3. Đặc điểm hóa-lý của dung dịch nhiệt dịch

Nghiên cứu các bao thể hình thành trong quá trình kết tinh của một số khoáng vật sẽ cho biết các đặc điểm hóa-lý của dung dịch nhiệt dịch thành tạo nên các khoáng vật đó [11]. Phương pháp phân tích nhiệt đồng hóa bao thể được sử dụng nhằm xác định nhiệt độ tạo quặng, độ muối của dung dịch mang quặng, mật độ và độ sâu của dung dịch nhiệt dịch, đồng thời luận giải nguyên nhân kết tinh của dung dịch [10].

Roedder [9] và Wilkinson [11] chia bao thể thành 3 loại, gồm: (1) bao thể nguyên sinh bị bắt giữ tại bề mặt của các tinh thể trong quá trình kết tinh; (2) bao thể thứ sinh hình thành sau quá trình kết tinh của khoáng vật và (3) bao thể giả nguyên sinh nhưng được hình thành từ dung dịch liên quan đến quá trình phá hủy kiến tạo trước khi quá trình kết tinh của các tinh thể kết thúc. Các bao thể nguyên sinh thể hiện các đặc điểm hóa lý của giai đoạn nhiệt dịch thành tạo nên các tinh thể bắt giữ chúng còn các bao thể thứ sinh hoặc giả thứ sinh cho biết thông tin về điều kiện hóa lý của dung dịch các giai đoạn sau tạo quặng. Trong bài báo này, các bao thể nguyên sinh được lựa chọn phân tích nhằm xác định môi trường kết tinh của dung dịch mang quặng.

### 3.1. Phương pháp phân tích

Có tổng số 8 mẫu lát mỏng với 156 bao thể nguyên sinh trong các tinh thể thạch anh giai đoạn tạo quặng Au được chọn phân tích. Các mẫu được lấy tại 4 tụ khoáng Au thuộc khu trung tâm của đới quặng hóa Au Đak Rông-A Lưới, gồm tụ khoáng A Vao, A Đang, A Pey 1 và A Pey 2. Các bao thể nguyên sinh được xác định dưới kính hiển vi phân cực ZEIS dựa trên các đặc điểm tiêu hình của bao thể nguyên sinh như phân bố định hướng trong các mặt lớp tinh thể hoặc tồn tại dưới dạng bao thể độc lập nằm xa các vi khe nứt. Các bao thể có kích thước tương đối lớn, dễ quan sát với phần viền bao thể có hình thái rõ ràng, bao thể khí và bao thể lỏng có ranh giới rõ ràng. Hình thái, kích thước và tỉ lệ khí/lỏng của các bao thể được mô tả cùng với các ảnh chụp minh họa cụ thể.

Sau khi lát mỏng bao thể được tách ra khỏi lớp kính, phần chứa bao thể đã được đánh dấu sẽ được cắt thành các mảnh (được gọi là chíp) có đường kính < khoảng 1cm. Sau đó, các chíp bao thể này được đưa vào thiết bị THMSG600 của hãng Linkam để xác định nhiệt độ đồng hóa bao thể. Nhiệt độ khống chế của thiết bị là -196°C~600°C, tốc độ đông băng/tăng nhiệt là 0.01°C/phút tương đương với 130°C/phút, sai số của thiết bị nằm trong khoảng 0.1°C. Các phân tích được hoàn thành tại Phòng Thí nghiệm Tài nguyên và Khoáng sản, Viện Địa chất và Tài nguyên, Đại học Địa chất Trung Quốc (Bắc

Kinh). Dưới đây là mô tả tóm tắt các kỹ thuật phân tích và đo các thông số nhiệt. Để biết thêm chi tiết, đề nghị tham khảo tài liệu của Roedder [9].

#### 3.1.1. Xác định nhiệt độ bằng phương pháp nhiệt độ đồng nhất

Trong quá trình thực hiện xác định nhiệt độ, tốc độ tăng nhiệt độ được tiến hành một cách từ từ, ổn định. Bắt đầu quá trình tốc độ tăng nhiệt 10°C/phút, mỗi lần tăng 5°C, đến khoảng nhiệt độ gần đến có sự chuyển của bao thể pha khí (trong các phân tích này được lựa chọn trong khoảng 120~350°C) tăng nhiệt 1°C/phút. Sau khi bao thể khí - lỏng đã đồng nhất, tăng và giảm nhiệt 5°C/phút xung quanh điểm nhiệt độ ban đồng nhất ban đầu rồi điều chỉnh tốc độ tăng nhiệt về 1°C/phút để quan sát kiểm tra lại chi tiết và đưa ra quyết định về nhiệt độ đồng nhất.

#### 3.1.2. Xác định nhiệt độ điểm đóng băng và độ muối

Nhiệt độ điểm đóng băng được xác định thông qua quá trình giảm nhiệt độ. Đầu tiên nhiệt độ giảm xuống -30°C với tốc độ 20°C/phút, sau đó tăng nhiệt độ đến từ -30°C đến 5°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 (điểm đóng băng -  $T_m$ ).

Độ muối (W) được xác định theo công thức của Hall và nnk. [6]:

$W = 0.00 + 1,78T_m - 0.0442T_m^2 + 0,000557T_m^3$   
trong đó: W là độ muối (tính theo trọng lượng phần trăm NaCl),  $T_m$  là điểm đóng băng khi giảm nhiệt độ (°C) (giá trị được lấy theo trị tuyệt đối của giá trị điểm đóng băng). Kết quả được kiểm tra lại bằng bảng tra giá trị tương ứng giữa giá trị điểm đóng băng và độ muối của Bodnar [4].

#### 3.1.3. Xác định mật độ dung dịch

Mật độ dung dịch được tính bằng công thức của Liu và Shen [8]:

$\rho = A + B \cdot T_h + C \cdot T_h^2$   
trong đó: A, B, C là những thông số thực nghiệm

$$\begin{aligned} A &= A_0 + A_1 W + A_2 W^2; A_0 = 0,993531, \\ A_1 &= 8,72147 \times 10^{-3}, A_2 = -2,43975 \times 10^{-5} \\ B &= B_0 + B_1 W + B_2 W^2; B_0 = 7,11652, \end{aligned}$$

$$B_1 = -5,2208 \times 10^{-5}, B_2 = 1,26656 \times 10^{-6}$$

$$C = C_0 + C_1 W + C_2 W^2; C_0 = -3,4997,$$

$$C_1 = 2,12124 \times 10^{-7}, C_2 = -4,52318 \times 10^{-9}$$

W là độ muối

Các số liệu được kiểm tra trên biểu đồ của Bodnar [4].

### 3.1.4. Xác định áp suất và chiều sâu tạo quặng

Áp suất dung dịch được tính theo công thức của Shao [7]

$$P = P_0 \times T_H / T_0 \quad (10^5 \text{Pa})$$

trong đó:  $P_0 = 219 + 2620 \times W$ ,  $T_0 = 374 + 920 \times W$

Các số liệu được kiểm tra trên biểu đồ của Bodnar và nnk. [5].

Chiều sâu tạo quặng dự đoán  $H = P \times 1/270$  (theo chỉ số gradient áp suất trung bình trong vỏ trái đất).

### 3.2. Hình thái bao thể

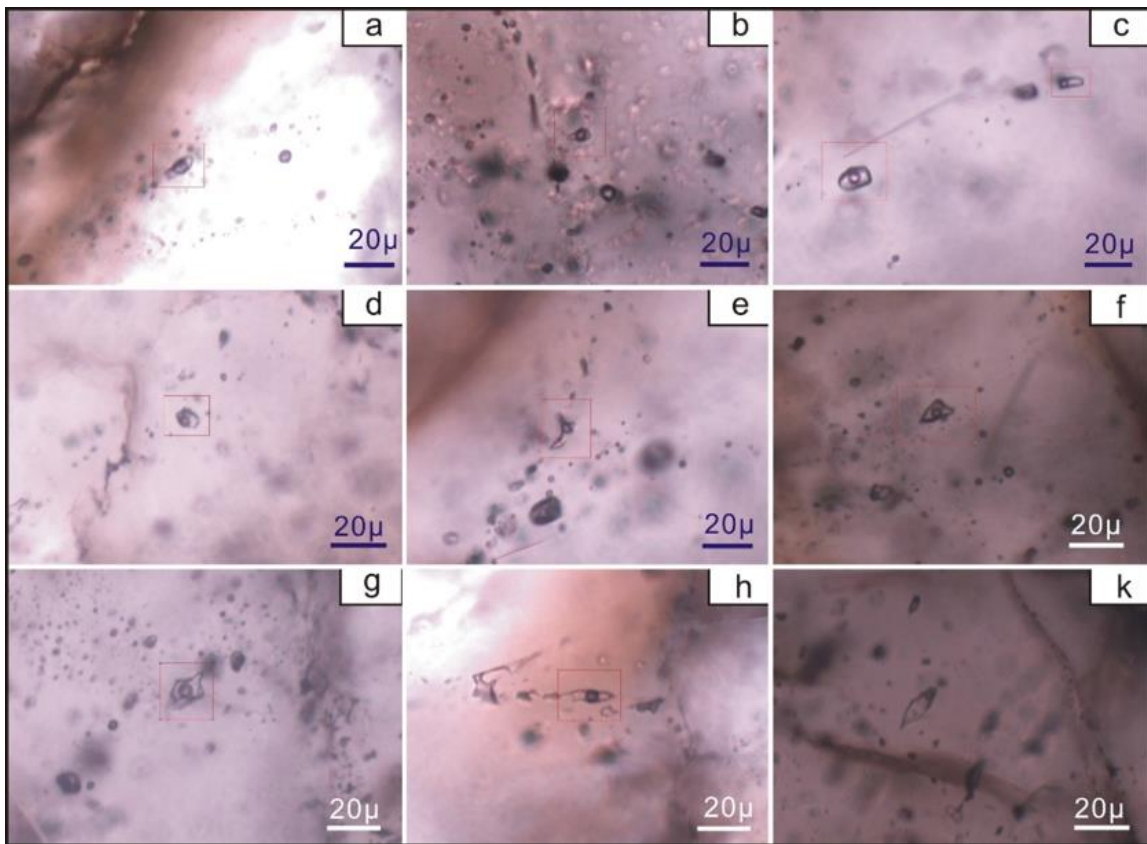
Quan sát dưới kính hiển vi cho thấy các bao thể trong mạch thạch anh sulphur chứa vàng chủ yếu là loại bao thể 2 pha (gồm 1 pha lỏng và 1 pha khí), số ít bao thể 3 pha (gồm 2 pha lỏng và 1 pha khí) có kích thước nhỏ không thuận lợi cho tiến hành thí nghiệm. Bao thể 2

pha với pha khí trong bao thể đại bộ phận chiếm 10~50%, số ít bao thể pha khí chiếm 55~60% thể tích của toàn bao thể. Kích thước bao thể không đồng đều, có thể phân thành 2 nhóm, nhóm kích thước trung bình kích thước tập trung trong khoảng 4~7μm và nhóm kích thước tương đối lớn đến lớn 9~21μm. Phần lớn các bao thể có dạng cầu, elip với hình thái khá rõ ràng (hình 2a,b,c,d), số ít có dạng tam giác (hình 2e,f) hoặc hình ovan dạng kéo dài (Hình 2g,h,k). Các bao thể này chủ yếu tồn tại độc lập trong các hạt thạch anh thể hiện chúng là các bao thể nguyên sinh.

Các bao thể thứ sinh có kích thước nhỏ không có hình dạng nhất định tạo thành những quần thể phân bố dọc theo các khe nứt trong các khoáng vật, sắp xếp thành dạng đường không rõ quy tắc phân bố và không được tiến hành phân tích trong nghiên cứu này.

### 3.3. Kết quả phân tích

Kết quả phân tích các giá trị nhiệt độ của bao thể được tổng hợp trong bảng 1 và được biểu đồ hóa trong các hình từ 3 đến 7.



Hình 2. Một số dạng hình thái bao thể dưới kính hiển vi

Bảng 1. Bảng tổng hợp kết quả phân tích nhiệt bao thể quặng Au khu vực Đak Rông - A Lưới

Dải nhiệt độ	Khoáng vật mẹ	Số lượng bao thể (°C)	Nhiệt độ đồng hóa (°C)	Nhiệt độ điểm đóng băng (°C)	Độ muối (wt%)
Thấp	Thạch anh	81	125-200	-0,2 => -8,2	0,35-11,93
Cao	Thạch anh	75	220-380	-0,3 => -15,5	0,53-16,43

### 3.3.1. Nhiệt độ đồng hóa bao thể và độ muối của dung dịch

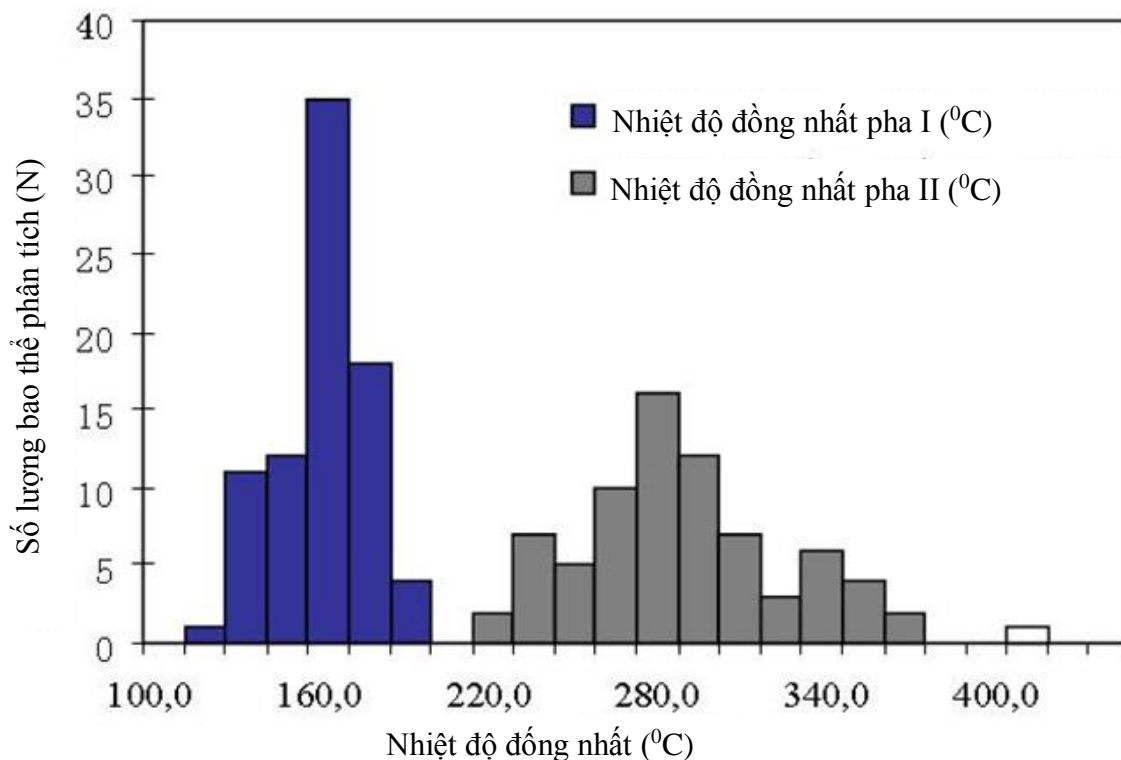
Kết quả phân tích 156 bao thể trong 8 lát mỏng cho thấy nhiệt độ đồng hóa của chúng gồm hai dải nhiệt độ, dải nhiệt độ thấp 125-200°C (n=81) và dải nhiệt độ cao 220-380°C (n=75). Ở dải nhiệt độ thấp, nhiệt độ đồng hóa phổ biến xung quanh 160°C trong khi ở dải nhiệt độ cao, nhiệt độ đồng hóa phổ biến là trên dưới 280°C (hình 3). Một bao thể cho kết quả nhiệt độ đồng hóa 415°C được coi là một dị thường, không được đưa vào tính toán.

Độ muối của dung dịch tạo quặng biến thiên trong khoảng 0,35~16,43wt% (hình 4). Độ muối của dung dịch kết tinh ở hai dải nhiệt độ thấp và cao tương ứng là 0,35-9 wt %

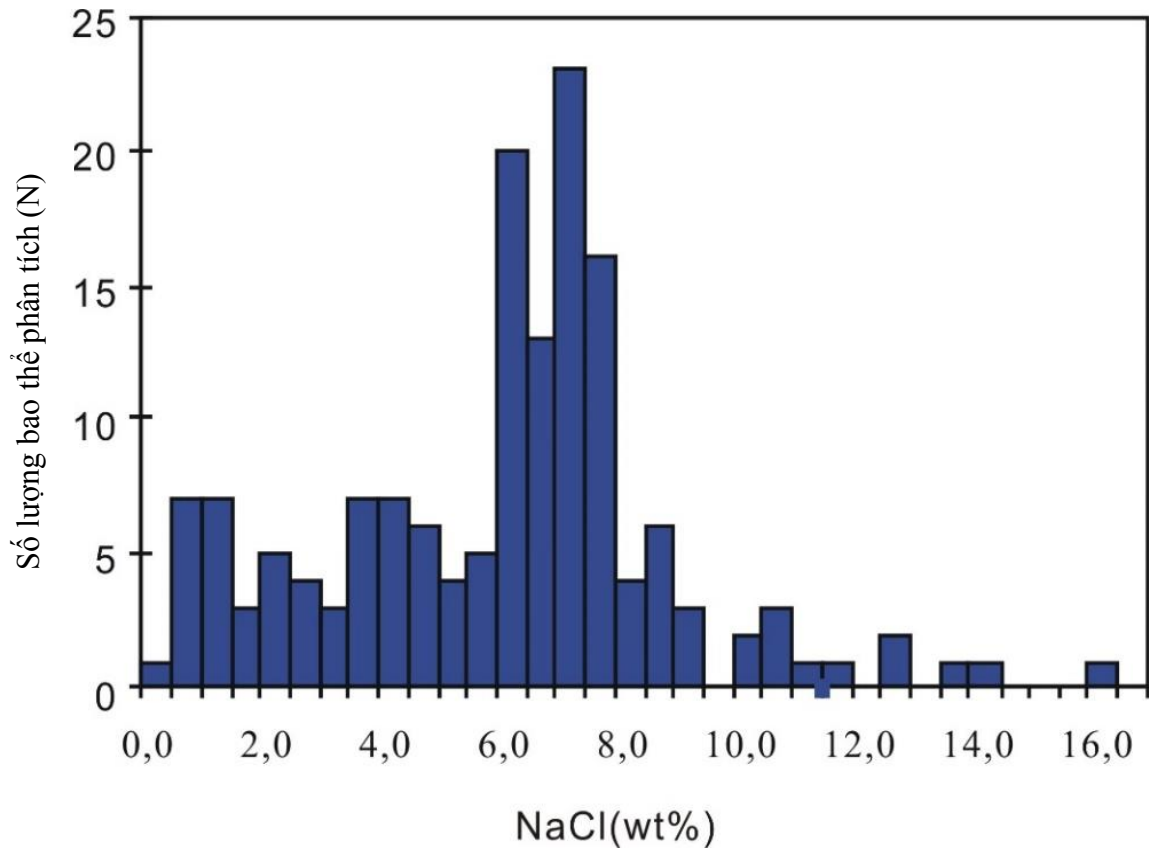
(ngoại trừ 1 bao thể đạt 11,93) và 0,53-16,43 wt %.

### 3.3.1. Mật độ, áp suất của dung dịch và độ sâu kết tinh

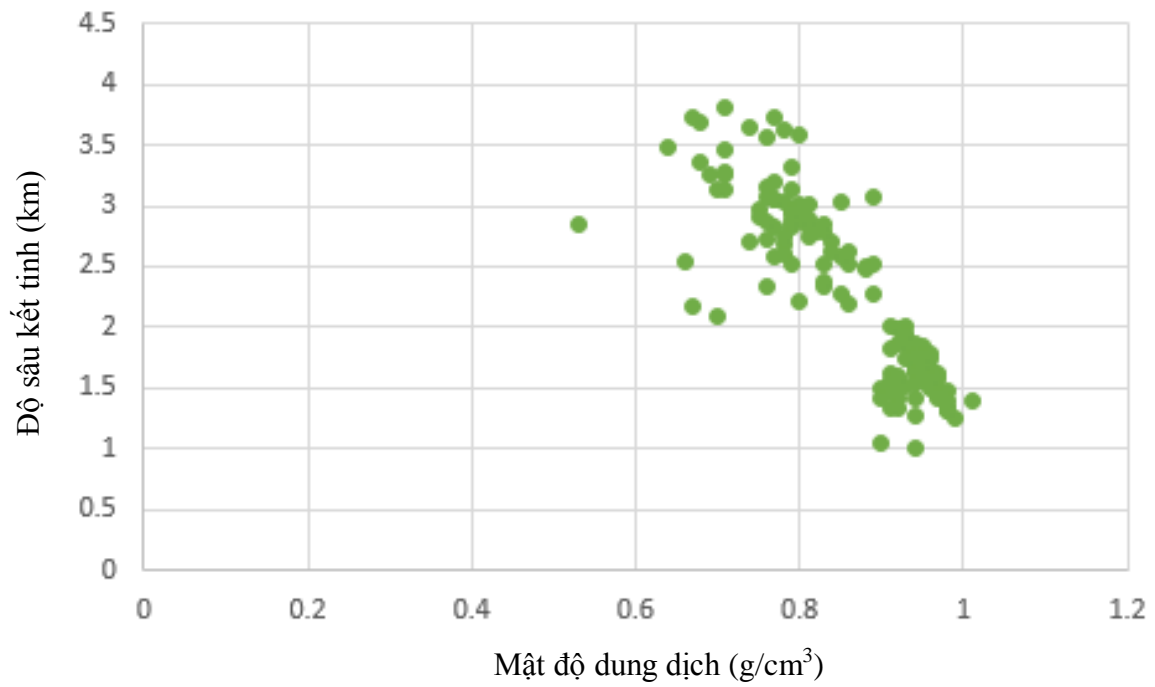
Kết quả tính mật độ bằng công thức của Liu và Shen [8] cho thấy mật độ dung dịch tạo quặng nằm trong khoảng 0,53~1,01 g/cm<sup>3</sup>, chủ yếu trong khoảng 0,64~0,98g/cm<sup>3</sup> (hình 5). Kết quả này hoàn toàn tương ứng với kết quả xác định mật độ dung dịch bằng biểu đồ của Bodnar [4] (hình 6). Mật độ của dung dịch kết tinh có quan hệ tương nghịch với nhiệt độ của dung dịch. Ở hai dải nhiệt độ thấp và cao, kết quả phân tích các bao thể có mật độ dung dịch cũng phân bố thành hai dải rõ ràng, tương ứng là 0,9-1,01g/cm<sup>3</sup> và 0,53-0,8901g/cm<sup>3</sup> (hình 5).



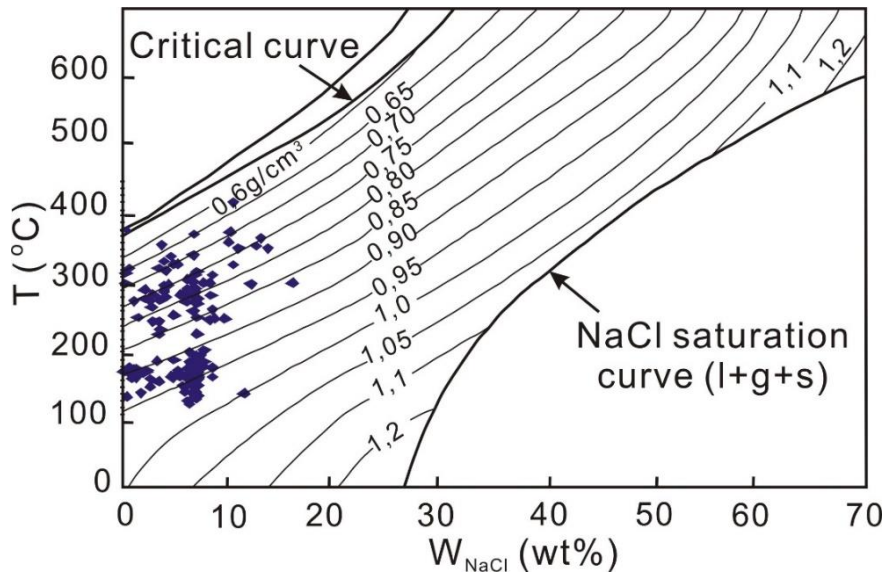
Hình 3. Kết quả phân tích nhiệt độ đồng nhất bao thể



Hình 4. Kết quả tính toán độ muối

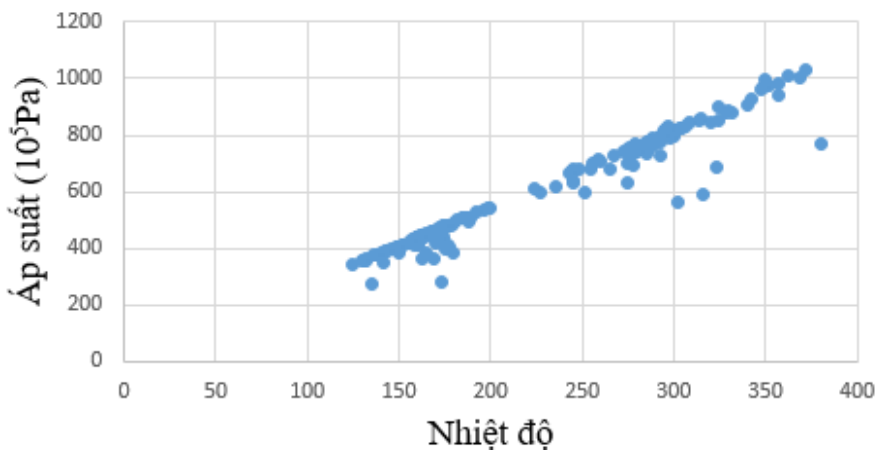


Hình 5. Biểu đồ tương quan nhiệt độ với độ sâu kết tinh và mật độ dung dịch



Hình 6. Biểu đồ tương quan nhiệt độ - độ muối - mật độ

Kết quả tính áp suất bằng công thức của Shao [7] cho áp suất của dung dịch tạo quặng ở hai dải nhiệt độ thấp và cao tương ứng là 339-543,7 ( $10^5$ Pa) (có 2 bao thể cho kết quả 273 đến  $283 \cdot 10^5$ Pa) và 563,5-1028,4 ( $10^5$ Pa) (hình 7). Tương tự, độ sâu kết tinh của 2 loại dung dịch nhiệt dịch có nhiệt độ đồng hóa bao thể thấp và cao tương ứng là 1,01-2,01km và 2,09-3,81km (hình 5).



Hình 7. Biểu đồ tương quan nhiệt độ - áp suất của dung dịch

#### 4. Thảo luận

Hai dải nhiệt độ đồng hóa bao thể gồm dải nhiệt độ thấp (125-200°C) và dải nhiệt cao (220-380°C) thể hiện hai dải nhiệt độ kết tinh (nhiệt độ thành tạo quặng) tương ứng. Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu về các giai đoạn tạo khoáng, có thể thấy hai dải nhiệt độ tạo quặng trên hoàn toàn tương ứng với với 2 giai đoạn quặng hóa của vùng nghiên cứu. Giai đoạn thứ nhất có nhiệt độ biến thiên trong khoảng 224~380°C, trung bình 296°C, đặc trưng cho nhiệt dịch nhiệt độ cao-trung bình. Giai đoạn tạo quặng thứ hai xảy ra trong điều kiện nhiệt

độ thấp hơn khá nhiều tập trung trong khoảng 125~200°C, trung bình 165°C, đặc trưng cho nhiệt dịch nhiệt độ thấp.

Độ muối của dung dịch tạo quặng ở hai giai đoạn nhiệt dịch chủ yếu tập trung trong khoảng 0,35~9,21wt%, trung bình 6,05wt%, phần lớn tương đồng với độ muối của dung dịch biến chất. Kết hợp với bối cảnh địa chất và quặng hóa chung của khu vực nghiên cứu, số ít bao thể có độ muối >10% trong giai đoạn nhiệt dịch thứ nhất có thể là kết quả của một lượng ít dung dịch nhiệt dịch nguồn gốc magma. Mặc dù giữa hai giai đoạn nhiệt dịch khác nhau nhiều về

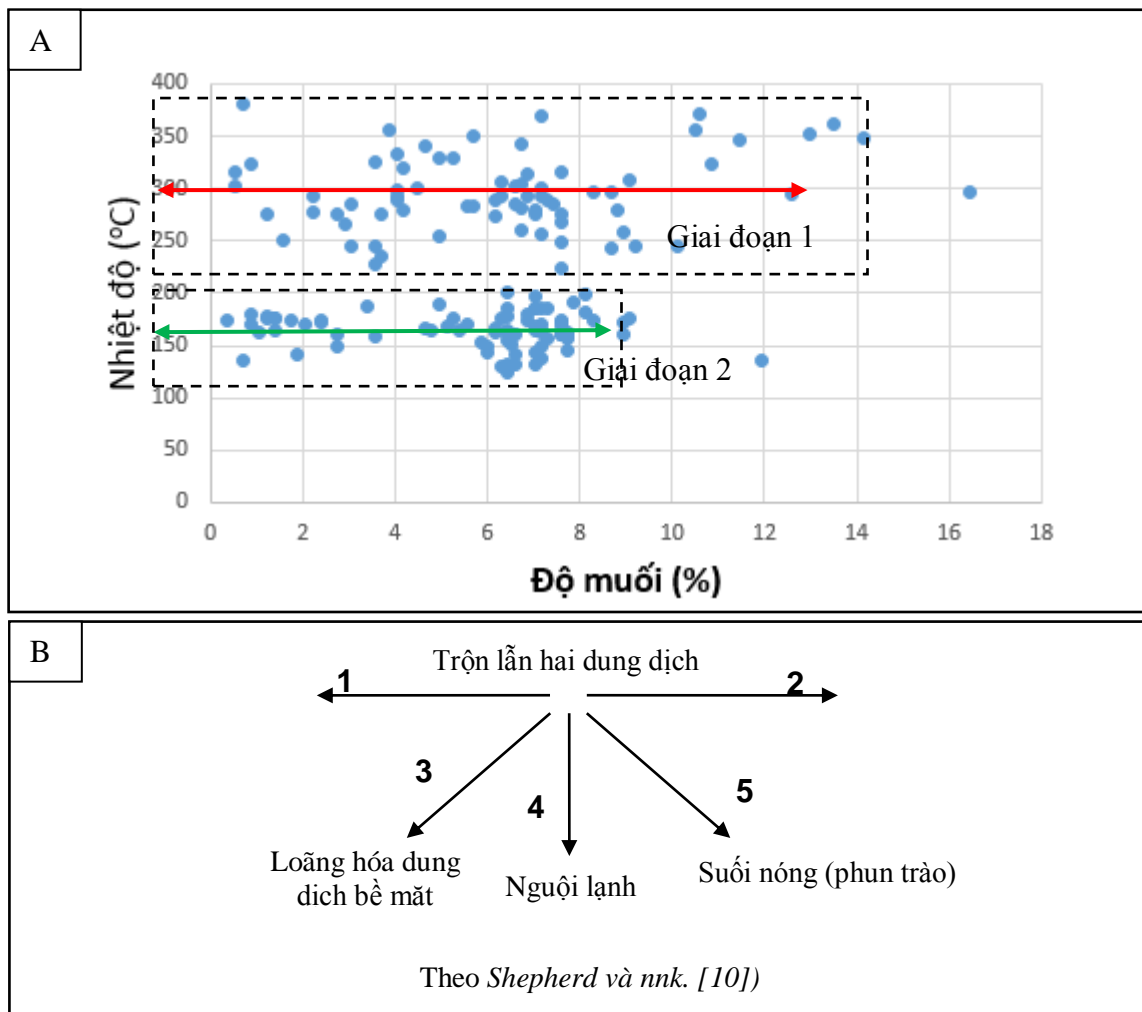
nhệt độ kết tinh song phần lớn độ muối của dung dịch giữa hai giai đoạn tạo quặng tương tự nhau. Kết quả này cho thấy hai giai đoạn tạo quặng có thể có chung một nguồn gốc dung dịch chủ đạo.

Theo mô hình tiến hóa hóa magma của Shepherd và nnk. [10], quá trình kết tinh của các hợp chất trong dung dịch diễn ra chủ yếu do sự pha trộn giữa hai nguồn dung dịch khác nhau. Ở giai đoạn thứ nhất, có thể là do sự pha trộn giữa nguồn dung dịch biến chất (chính) với nguồn dung dịch magma (thứ yếu-với một số lượng nhỏ bao thể có độ muối từ ~10-16%), tạo ra sự mất cân bằng hóa học, gây nên quá trình kết tinh ở nhiệt dịch nhiệt độ cao. Ở giai đoạn nhiệt dịch sau, đặc trưng bởi nhiệt độ kết tinh thấp và độ muối thấp đến rất thấp, các tinh thể có thể được kết tinh khi dung dịch nguồn

gốc biến chất kết hợp với dung dịch nguồn gốc khí quyển ở độ sâu 1-2km.

Kết quả áp suất tương ứng với độ sâu thành tạo được chia thành 2 nhóm, từ 2 đến 3,8km tương ứng giai đoạn nhiệt dịch sâu nhiệt độ cao và áp suất cao; từ 1 đến 2km tương ứng với giai đoạn nhiệt dịch nhiệt độ thấp, áp suất thấp, độ sâu trung bình.

Kết quả tính toán mật độ dung dịch tạo quặng có thể cho thấy dung dịch nhiệt dịch ở giai đoạn đầu (đặc trưng bởi nhiệt độ và áp suất cao) có mật độ dung dịch thấp hơn so với mật độ dung dịch của giai đoạn sau (đặc trưng bởi nhiệt độ và áp suất thấp). Kết quả này hợp lý với sự tiến hóa của dung dịch. Khi ở nhiệt độ cao, một bộ phận lớn của dung dịch tồn tại ở thể khí vì vậy mật độ dung dịch thấp hơn và ngược lại.



Hình 8. Biểu đồ nhiệt độ - độ muối kết tinh của dung dịch mang quặng vùng Đak Rông-A Lưới (A), đối chiếu với mô hình tiến hóa dung dịch nhiệt dịch của Shepherd và nnk. [10] (B)



## 5. Kết luận

Dựa trên kết quả phân tích nhiệt bao thể có thể kết luận có ít nhất hai giai đoạn tạo quặng. Môi trường tạo quặng của mỗi giai đoạn nhiệt dịch có một số đặc điểm hóa-lý của dung dịch nhiệt dịch như sau:

*Giai đoạn 1:* Dung dịch nhiệt dịch kết tinh ở điều kiện nhiệt độ 220-380°C, độ muối <16,3%, độ sâu từ 2 đến 3,8km và mật độ dung dịch ở mức trung bình (0,65-0,9g/cm<sup>3</sup>). Trên cơ sở đó có thể luận giải sự kết tinh của các khoáng vật trong giai đoạn này diễn ra chủ yếu là do sự pha trộn của 2 dung dịch nhiệt dịch có nguồn gốc khác nhau gồm dung dịch nguồn biến chất (chủ đạo) và dung dịch nguồn magma (thứ yếu).

*Giai đoạn 2:* Dung dịch nhiệt dịch kết tinh trong dải nhiệt độ 125-200°C, độ muối <10%, độ sâu 1-2km và mật độ dung dịch trong khoảng 0,9-1g/cm<sup>3</sup>. Các vật chất được lắng đọng chủ yếu do sự hỗn nhiễm của dung dịch nguồn gốc biến chất và dung dịch nguồn gốc khí quyển.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Tiến Thành, 2010. Đặc điểm quặng hóa vàng vùng Đak Rông-A Lưới. Luận án Tiến sĩ Địa chất. Lưu trữ Thư viện Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
- [2]. Tống Duy Thanh, Vũ Khúc (đồng chủ biên), 2005. Các phân vị địa tầng Việt Nam. Nhà Xuất bản ĐHQG HN, Hà Nội.

[3]. Trần Văn Trị & Vũ Khúc (đồng chủ biên) và nnk, 2009. Địa chất và Tài nguyên Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.

[4]. Bodnar, RJ, 1993. Revised equation and table for determining the freezing point depression of H<sub>2</sub>O-NaCl solutions. *Geochimica et Cosmochimica acta*. 57(3), pp. 683-684.

[5]. Bodnar, RJ and Vityk, Maxim O, 1994. Interpretation of microthermometric data for H<sub>2</sub>O-NaCl fluid inclusions. *Fluid inclusions in minerals: methods and applications*, pp. 117-130.

[6]. Hall, Donald L, Sterner, S Michael, and Bodnar, Robert J, 1988. Freezing point depression of NaCl-KCl-H<sub>2</sub>O solutions. *Economic Geology*. 83(1), pp. 197-202.

[7]. L.J., Shao, 1988. *Prospecting Mineralogy of Gold Deposits*. China University of Geosciences Publishing House, Wuhan.

[8]. Liu, Bin and Shen, Kun, 1999. *Fluid inclusion thermodynamics*. Beijing: Geol. Pub. House, pp. 1-290.

[9]. Roedder, E., 1984. *Fluid inclusions*. *Reviews in Mineralogy* 12. Mineral. Soc. America.

[10]. Shepherd, Tom J, Rankin, Andy H, and Alderton, DHM, 1985. *A practical guide to fluid inclusion studies*, Blackie.

[11]. Wilkinson, JJ, 2001. *Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits*. *Lithos*. 55(1), pp. 229-272.

## SUMMARY

### Physico-chemical characteristics of Au ore-bearing fluids in Dak Rong-A Luoi district interpreted from microthermometric analyses of fluid inclusions

Nguyen Quang Luat<sup>1</sup>, Tran My Dzong<sup>2</sup>, Le Xuan Truong<sup>1</sup>,  
Le Thi Thu<sup>1</sup>, Nguyen Tien Thanh<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hanoi University of Mining and Geology

<sup>2</sup>General Department of Geology and Minerals of Vietnam

The microthermometric analysis results of fluid inclusions trapped in Au-mineralized quartz in Dak Rong-A Luoi district show two homogenisation temperature assemblages which indicate two mineralisation stages. In the first stage, the ore accumulation occurs as the result of a mixture between metamorphic (majority) and magmatic (minority) fluids, in conditions of high temperature (220-380°C), low-medium salinity (<16.3%), high depth (2-3.8km) and low fluid density (0.65-0.9g/cm<sup>3</sup>). In the later stage, the ore accumulated as the result of a mixture between metamorphic fluids (majority) and meteoric water (minority), which is characterized by low temperature (125-200°C), low salinity (<10%), low-medium depth (1-2km) and high fluid density (0,9-1g/cm<sup>3</sup>).