

# ĐẶC ĐIỂM THẠCH HỌC TRẦM TÍCH VÀ KHẢ NĂNG CHỨA CỦA CÁC THÀNH TẠO ĐỊA CHẤT TUỔI PALEOZOI - MESOZOI KHU VỰC TRÙNG AN CHÂU, ĐÔNG BẮC VIỆT NAM

ThS. Hoàng Anh Tuấn<sup>1</sup>, ThS. Nguyễn Hữu Nam<sup>2</sup>, ThS. Ngô Kiều Oanh<sup>1</sup>  
 KS. Hoàng Hữu Hiệp<sup>2</sup>, TS. Bùi Việt Dũng<sup>1</sup>, KS. Nguyễn Mạnh Linh<sup>1</sup>  
 KS. Ngô Xuân Vinh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Viện Dầu khí Việt Nam

<sup>2</sup>Công ty Dầu khí Sông Hồng (PVEP Sông Hồng)

<sup>3</sup>Hội Dầu khí Việt Nam

## Tóm tắt

**Kết quả nghiên cứu trùng Mesozoi An Châu cho thấy trong khu vực tồn tại các thành tạo địa chất tuổi Paleozoi - Mesozoi bao gồm: đá trầm tích hạt vụn, đá carbonate và đá phun trào. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu tổng hợp về đặc điểm thạch học trên 52 mẫu vụn khoan và mẫu đào hào thu thập được trong quá trình khảo sát địa chất, với các chỉ tiêu phân tích chi tiết về thạch học lát mỏng (thin section), hiển vi điện tử quét (SEM) và nhiễu xạ rơnghen (XRD), kết hợp với nghiên cứu tương và môi trường ngoài thực địa, nhằm làm sáng tỏ các đặc điểm về thành phần khoáng vật, nguồn cung cấp vật liệu, môi trường thành tạo, quá trình hình thành, biến đổi thứ sinh... và đưa ra các nhận định về khả năng chứa của từng loại đá theo các phân vị địa tầng trong bể.**

**Từ khóa:** Trùng An Châu, bể rift nội lục, Paleozoi, Mesozoi, đá vụn clastic, carbonate, phun trào, kiến trúc, mảnh vụn, xi măng, biến đổi thứ sinh, độ rỗng, khả năng chứa, thạch học lát mỏng.

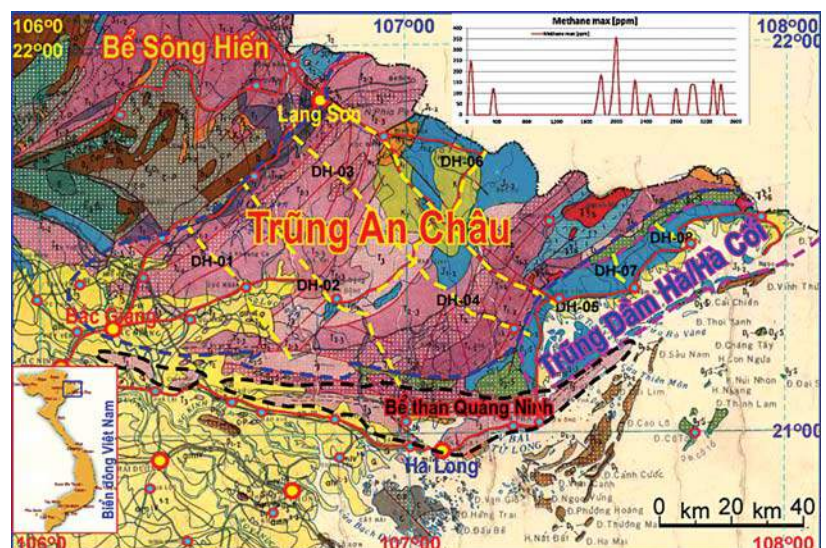
## 1. Mở đầu

Trùng Mesozoi An Châu nằm ở vùng Đông Bắc Việt Nam, được coi là một phần của bể rift nội lục [11, 13], có phạm vi phân bố thuộc địa phận các huyện phía Đông Nam tỉnh Lạng Sơn, phía Đông tỉnh Bắc Giang và phía Tây tỉnh Quảng Ninh, với diện tích đo được khoảng 10.000km<sup>2</sup> (Hình 1). Trước đây, khu vực này chủ yếu tập trung các nghiên cứu sơ bộ về địa chất trên mặt, chưa có những nghiên cứu, đánh giá về triển vọng dầu khí. Năm 2012, Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam đã giao cho PVEP Sông Hồng triển khai để án tìm kiếm thăm dò, nghiên cứu chi tiết hơn về cấu trúc địa chất, địa tầng trầm tích, chất lượng đá sinh, đá chứa, đá chắn, hệ thống dầu khí... nhằm đánh giá tổng quan về đặc điểm địa chất và triển vọng dầu khí của khu vực, phục vụ công tác tìm kiếm thăm dò tiếp theo. Đây là chủ trương có ý nghĩa đặc biệt quan trọng, trong bối cảnh nhiều công ty dầu khí trong và ngoài nước không chỉ tập trung tìm kiếm nguồn dầu khí truyền thống, mà còn quan tâm mở rộng tìm kiếm các nguồn năng lượng phi truyền thống như khí than và khí sét tại Việt Nam.

## 2. Đặc điểm địa chất khu vực

Các đơn vị thuộc Tổng cục Địa chất Việt Nam đã nghiên cứu địa chất khu vực dựa trên các khảo sát đo vẽ bản đồ địa chất tỷ lệ 1/500.000, 1/200.000 và 1/50.000 kết hợp với các khảo sát thực địa và đo địa vật lý. Tổng hợp các kết quả nghiên cứu trước đây [11, 13, 14] cho thấy:

Trùng An Châu là một phần của bể rift nội lục Mesozoi Thập Vạn Đại Sơn, có lịch sử phát triển lâu dài và phức



Hình 1. Sơ đồ vị trí địa lý khu vực trùng An Châu [14]

tạp, đã trải qua nhiều pha biến dạng khác nhau. Rift có dạng phức nếp lồi đối xứng, với đầu mút là khu vực sườn Đông Bắc dãy Tam Đảo, kéo dài theo hướng Đông, Đông Nam tới khu vực dãy Yên Tử và sau đó phát triển, mở rộng về phía Đông Bắc trên địa phận các tỉnh Lạng Sơn và Quảng Ninh. Trùng được khống chế về phía Tây Bắc bởi đứt gãy Sông Thương, về phía Nam và Đông Nam bởi đứt gãy Thanh Mai - Bình Liêu (kéo dài theo sườn Bắc dãy Yên Tử qua Tiên Yên đến Móng Cái).

Địa tầng của bể gồm các thành tạo móng Paleozoi (bao gồm tầng cấu trúc dưới và giữa) có thành phần vật chất đa dạng, không đồng nhất, phủ bên trên chủ yếu bởi

các thành tạo Mesozoi (tầng cấu trúc trên), với bề dày thay đổi từ 5.000 - 7.500m.

Móng lộ nhiều ở rìa Bắc và rìa Nam của bể, bao gồm các đá kết tinh, biến chất được thành tạo trong chu kỳ kiến tạo Caledoni tuổi Cambri đến Silur và đá vôi Devon, C-P hình thành trong chu kỳ kiến tạo Hexini.

Các trầm tích của tầng cấu trúc trên hình thành trong chu kỳ kiến tạo Indosini, có tuổi P-T-J (chủ yếu là Trias), thuộc các hệ tầng: (1) hệ tầng Lạng Sơn ( $T_1 ls$ ); (2) hệ tầng Khôn Làng ( $T_2 a kl$ ); (3) hệ tầng Bình Liêu ( $T_2 a bl$ ); (4) hệ tầng Nà Khuất ( $T_2 nk$ ); (5) hệ tầng Mẫu Sơn ( $T_3 c ms$ ); (6) hệ tầng Văn Lãng ( $T_3 n-r vl$ ); (7) hệ tầng Hòn Gai ( $T_3 n-r hg$ ); (8) hệ tầng Hà Cối ( $J_{1-2} hc$ ); (9) hệ tầng Bản Hang ( $K bh$ ).

**3. Đặc điểm thạch học trầm tích trung An Châu**

Nghiên cứu đặc điểm thành phần thạch học các loại đá được tiến hành trên 52 mẫu thu thập tại các khu vực khác nhau ở trung An Châu (Bảng 1), với các chỉ tiêu phân tích về lát mỏng (thin section), hiển vi điện tử quét (SEM) và nhiễu xạ Rơnghen (XRD). Qua phân tích, nhóm tác giả thuộc Phòng Địa tầng - Trầm tích, Trung tâm Nghiên cứu Tìm kiếm Thăm dò và Khai thác Dầu khí (EPC), Viện Dầu khí Việt Nam (VPI) đã xác định được 41 mẫu là các đá vụn (clastic) gồm cát kết, bột kết và sét kết; 6 mẫu là đá carbonate và 5 mẫu là đá phun trào. Nghiên cứu về tương và môi trường thành tạo có sự kết hợp giữa kết quả phân tích trong phòng thí nghiệm với kết quả nghiên cứu thực địa (thực hiện bởi PVEP Sông Hồng) tại các mặt cắt điển hình lộ ra ở nhiều khu vực khác nhau của trùng.

**3.1. Các đá trầm tích vụn cơ học**

Thành phần thạch học các đá vụn cơ học được xác định và trình bày chi tiết tại Bảng 2 [4, 6, 7].

Phân loại đá cát kết theo R.L. Folk (1974), được thể hiện trong Hình 3 [1, 5].

| GIỚI     | HỆ         | THỐNG      | BẠC        | HỆ TẦNG                                   | KÝ HIỆU    | ĐỊA TẦNG  | CHIỀU DÀY  | MÔ TẢ THẠCH HỌC  |  |   |
|----------|------------|------------|------------|---|------------|---|--|--|--|---|
| CENOZOIC | NEOGEN     | PLOCEN     | MIOCEN     | RINH CHÙA                                 | $N_{rc}$   | Q   | 5-10   | Cát, cuối, sỏi   |  |   |
|          |            |            |            | ĐÔNG HỒ                                   | $N_{dh}$   | 270   | 270  | Cuối kết, sét kết, bột kết, cát kết màu nâu, hạt vụn thô.                                  |  |   |
| MESOZOIC | CRETACEOUS | CRETACEOUS | CRETACEOUS | PIA OAC                                   | $K_{po}$   | Q   | 100-185  | Phức hệ Pia Oac: granit biotit hạt nhỏ, applit.  |  |   |
|          |            |            |            | TAM DANH                                  | $K_{td}$   | 100-185   | 290  | Bezau, variolit, tuf, thau kính sét kết và bột kết.  |  |   |
|          |            |            |            | BẢN HANG                                  | $K_{bh}$   | 290   | Cuối kết, sạn kết, bột kết phân lớp dày, màu đỏ xen vài lớp cát kết. |  |  |   |
|          | JURASSIC   | JURASSIC   | JURASSIC   | TAM LUNG                                  | $J_{tl}$   | Q   | 550-600  | Cuối kết, sạn kết, cát kết tufozen, bột kết tím đỏ, ryolit, ryodacit, ryotrachyt.          |  |   |
|          |            |            |            | HÀ CỐI                                    | TRÊN       | $J_{hc}$  | 700-800  | Cát kết, bột kết màu đỏ, thau kính vôi sét.  |  |   |
|          |            |            |            |   | DƯỚI       | $J_{hc}$  | 250-300  | Cuối kết, sạn kết thạch anh, silic.  |  |   |
|          | TRIASSIC   | TRIASSIC   | TRIASSIC   | NORI                                      | HÒN GAI    | $T_{hg}$  | Q  | 277  | Sạn kết, cát kết, đá phiến sét và lớp than mỏng.   |   |
|          |            |            |            |   | VĂN LÃNG   | $T_{vl}$  | 395-426  | Sạn kết, bột kết xen sét than, thau kính sét vôi.  |  |   |
|          |            |            |            | CABEĐI                                    | MẪU SƠN    | TRÊN  | $T_{ms}$   | 700  | Sạn kết, cát kết, sét vôi, cát bột kết màu đỏ.   |   |
|          |            |            |            |   | DƯỚI       | $T_{ms}$  | 500  | Bột kết xen cát kết màu đỏ.  |  |   |
|          |            |            |            | ANHỈ                                      | NÀ KHUẤT   | TRÊN  | $T_{nk}$   | 500-600  | Cát kết, cát kết dạng quarriz, thau kính cuối kết, bột kết màu đỏ.   |   |
|          |            |            |            |   |            | DƯỚI  | $T_{nk}$   | 900-1100   | Sét vôi, bột kết, cát kết, đá phiến sét, đá vôi.   |   |
|          |            |            |            | TRÊN                                      | PHASE 2    | PHASE 2   | $T_{p2}$   | Phức hệ Núi Đèo-Phase 2: đá mạch applit, granit applit                                     |  |   |
|          |            |            |            |   |            | PHASE 1   | $T_{p1}$   | Phức hệ Núi Đèo-Phase 1: granit porphyry, granophy, granodiorit porphyry                   |  |   |
|          |            |            |            |   |            | TRÊN  | $T_{kl}$   | 600-700  | T2ab1: Ryolit porphyry, dacit porphyry, đôi nơi xen đá phiến sét, cát kết tuf.   |   |
|          |            |            |            |   |            | DƯỚI  | $T_{kl}$   | 1000   | T2ab1: Bột kết, cát kết tufozen xám tím, cát kết dạng quarriz, thau kính cuối kết sạn kết tufozen xám vàng, đôi nơi có thau kính sét than. |   |
|          | DƯỚI       | LANG SƠN   | TRÊN       | $T_{ls}$                                  | 280-330    | T2ab2: Cuối kết, sạn kết, cát kết, bột kết, đá phiến sét, ryolit, ryodacit. |  |  |  |   |
|          |            |            | DƯỚI       | $T_{ls}$                                  | 220        | Cát kết, bột kết, đá phiến sét, đá vôi sét, sét vôi.                        |  |  |  |   |
|          | PALEOZOIC  | PREMI      | PREMI      | PREMI                                     | ĐÔNG ĐĂNG  | $P_{dd}$  | Q  | 200  | Hệ tầng Đông Đăng: Bauxit, bột kết, đá vôi, sét silic.   |   |
|          |            |            |            |   | BÀI CHÁY   | $P_{bc}$  | 550  | Hệ tầng Bài Cháy: đá silic, cát bột kết màu xám đen xen lớp mỏng hoặc thau kính vôi silic. |  |   |
| CÁT BÀ   |            |            |            |   | $C_{cb}$   | ?   | Đá vôi dạng khối, đá vôi trứng cá, đá vôi sét.                       |  |  |   |
| CARBON   |            | CARBON     | CARBON     | CARBON                                    | TAM HOA    | $D_{th}$  | Q  | 250-300  | Cuối kết, sạn kết, cát kết arkos, đá phiến sét, đá vôi, đá vôi dolomit.  |   |
|          |            |            |            |   | NGÂN SƠN   | $D_{ns}$  | ?  | Granit mica, granit sáng màu chứa turmalin   |  |   |
|          |            |            |            |   | BẢN PÁP    | $D_{bp}$  | ?  | Đá vôi phân lớp mỏng đến dày, màu xám xen silic, silic vôi, đá vôi sét                     |  |   |
|          |            |            |            |   | DƯƠNG ĐÔNG | $D_{dd}$  | ?  | Cát kết thạch anh, cát kết dạng quarriz, bột kết, đá phiến sét, đá phiến silic             |  |   |
|          |            |            |            |   | NÀ QUẢN    | $D_{nq}$  | Q  | 160-250  | Đá vôi dolomit, đá vôi, đá silic, silic vôi.   |   |
|          |            |            |            |   | MIA LỄ     | $D_{ml}$  | Q  | 150-300  | Đá sét vôi, bột kết.   |   |
| DEVON    |            | DEVON      | DEVON      | DEVON                                     | SÔNG CẦU   | $D_{sc}$  | Q  | 370  | Cuối kết dày, sạn kết, cát kết, bột kết, đá phiến sét vôi  |   |
|          |            |            |            |   | SILUR      | TRÊN  | $O_{s1}$   | 700  | Bột kết phân dải, cát sét kết, xen kẽ dạng nhíp vôi đá phiến sét, phylit, đá phiến silic, đá phiến sericit, cát kết tufozen.               |   |
|          |            |            |            |   |            | DƯỚI  | $O_{s2}$   | 900-1000   | Cát kết thạch anh, cát kết tufozen, đá phiến thạch anh-sericit sạn kết tufozen, bột kết.   |   |
|          | ORDOVIC    |            |            |   | ORDOVIC    | ORDOVIC   | TRÊN   | $O_{o1}$   | 350  | Cát kết đa khoáng, đá phiến sét màu xám.  |
|          |            |            |            |   |            |   | DƯỚI   | $O_{o2}$   | 500  | Đá phiến sét, lớp mỏng cát kết đa khoáng. |
|          | CAMBRI     |            |            |   | CAMBRI     | CAMBRI  | CAMBRI   | TRÊN   | $C_{cm1}$  | 350                                       |
| DƯỚI     |            | $C_{cm2}$  | 500        | Đá phiến sét, lớp mỏng cát kết đa khoáng. |            |   |  |  |  |   |

Hình 2. Cột địa tầng tổng hợp trung An Châu [3]

**Bảng 1.** Danh sách mẫu và chỉ tiêu phân tích thạch học trung An Châu

| Số thứ tự | Số hiệu mẫu | Loại đá          | Tuổi địa chất | Phân tích lát mỏng | Phân tích SEM | Phân tích XRD |
|-----------|-------------|------------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|
| 1         | SH 17       | Cát kết          | J1-2hc2       | x                  | x             | x             |
| 2         | SH 25       | Cát kết          | J1-2hc2       | x                  | x             | x             |
| 3         | SH 12       | Cát kết          | J1-2hc1       | x                  | x             | x             |
| 4         | SH 23       | Cát kết          | J1-2hc1       | x                  | x             |               |
| 5         | SH 40       | Cát kết          | J1-2hc1       | x                  | x             |               |
| 6         | SH 41       | Cát kết          | J1-2hc1       | x                  | x             | x             |
| 7         | SH 42       | Cát kết          | J1-2hc1       | x                  | x             |               |
| 8         | SH 43       | Sét kết chứa bột | J1-2hc1       | x                  | x             |               |
| 9         | SH 49       | Sét kết chứa cát | J1-2hc1       | x                  | x             |               |
| 10        | SH 50       | Cát kết          | J1-2hc1       | x                  | x             |               |
| 11        | SH 13       | Phun trào        | T3n-rv1       | x                  | x             | x             |
| 12        | SH 14       | Sạn kết          | T3n-rv1       | x                  | x             |               |
| 13        | SH 15       | Cát kết          | T3n-rv1       | x                  | x             | x             |
| 14        | SH 16       | Cát kết          | T3n-rv2       | x                  | x             | x             |
| 15        | SH 10       | Cát kết          | T3cms3        | x                  | x             | x             |
| 16        | SH 11       | Cát kết          | T3cms3        | x                  | x             | x             |
| 17        | SH 31       | Cát kết          | T3cms3        | x                  | x             | x             |
| 18        | SH 34       | Cát kết          | T3cms3        | x                  | x             |               |
| 19        | SH 35       | Cát kết          | T3cms3        | x                  | x             | x             |
| 20        | SH 36       | Cát kết          | T3cms3        | x                  | x             |               |
| 21        | SH 1        | Cát kết          | T3cms2        | x                  | x             | x             |
| 22        | SH 30       | Cát kết          | T3cms2        | x                  | x             |               |
| 23        | SH 32       | Cát kết          | T3cms2        | x                  | x             |               |
| 24        | SH 18       | Cát kết          | T3cms1        | x                  | x             | x             |
| 25        | SH 37       | Sét kết          | T3cms1        | x                  | x             |               |
| 26        | SH 38       | Sét kết chứa cát | T3cms1        | x                  | x             | x             |
| 27        | SH 39       | Bột kết          | T3cms1        | x                  | x             |               |
| 28        | SH 2        | Cát kết          | T2nk          | x                  | x             |               |
| 29        | SH 9        | Cát kết          | T2nk          | x                  | x             | x             |
| 30        | SH 19       | Cát kết          | T2nk          | x                  | x             |               |
| 31        | SH 24       | Cát kết          | T2nk          | x                  | x             | x             |
| 32        | SH 44       | Cát kết          | T2nk          | x                  | x             | x             |
| 33        | SH 45       | Cát kết          | T2nk          | x                  | x             |               |
| 34        | SH 46       | Cát kết          | T2nk          | x                  | x             |               |
| 35        | SH 47       | Cát kết          | T2nk          | x                  | x             | x             |
| 36        | SH 48       | Cát kết          | T2nk          | x                  | x             |               |
| 37        | SH 3        | Cát kết          | T2akl         | x                  | x             |               |
| 38        | SH 7        | Cát kết          | T2akl         | x                  | x             |               |
| 39        | SH 8        | Cát kết          | T2akl         | x                  | x             | x             |
| 40        | SH 20       | Phun trào        | T2ab1         | x                  | x             |               |
| 41        | SH 21       | Phun trào        | T2ab1         | x                  | x             |               |
| 42        | SH 22       | Phun trào        | T2ab2         | x                  | x             |               |
| 43        | SH 51       | Sét kết          | T2ab1         | x                  | x             |               |
| 44        | SH 52       | Phun trào        | T2ab1         | x                  | x             |               |
| 45        | SH 5        | Cát kết          | T1ls          | x                  | x             |               |
| 46        | SH 33       | Cát kết          | T1ls          | x                  | x             | x             |
| 47        | SH 4        | Đá vôi           | C-Pbs         | x                  | x             |               |
| 48        | SH 6        | Đá vôi           | C-Pbs         | x                  | x             |               |
| 49        | SH 26       | Đá vôi           | C-Pbs         | x                  | x             |               |
| 50        | SH 27       | Đá vôi           | C-Pbs         | x                  | x             |               |
| 51        | SH 28       | Đá vôi           | C-Pbs         | x                  | x             |               |
| 52        | SH 29       | Đá vôi           | C-Pbs         | x                  | x             |               |

3.1.1. Đá vụn thô

Đá vụn thô bao gồm cuội kết, sạn kết đa khoáng màu xám trắng, xám xanh, xám vàng, gắn kết yếu; độ hạt có kích thước trung bình vài centimet cho đến hàng chục centimet (Hình 4). Cuội sạn kết đa khoáng phân lớp dày, có cấu tạo xiên chéo (Hình 5), thành tạo trong các môi trường lục địa chuyển tiếp sang biển nông. Thành phần cuội chủ yếu là mảnh vụn thạch anh, phiến sét, độ chọn lọc trung bình, độ mài tròn tương đối tốt. Đôi chỗ có một số lớp cuội kết nằm xen kẽ giữa các lớp cát kết, sét kết và bột kết.

3.1.2. Cát kết

Cát kết, cát - bột kết là một trong những đối tượng chứa chính tại khu vực nghiên cứu. Ở đây bắt gặp chủ yếu các loại cát kết hạt nhỏ (kích thước 0,1 - 0,25mm) hoặc cát kết hạt rất nhỏ (kích thước 0,063 - 0,1mm). Đa phần cát kết hạt nhỏ có độ chọn lọc từ trung bình đến tốt, độ mài tròn trung bình, mảnh vụn chủ yếu có dạng tiếp xúc bán góc

chạm đến bán tròn chạm. Một số ít các mẫu phân tích là cát hạt thô, với kích thước hạt vụn từ 0,5 - 2,0mm và cát kết hạt trung, với kích thước trung bình 0,25 - 0,5mm.

Hầu hết các đá đều bị nén kết rất mạnh, tạo nên tiếp xúc dạng đường cong và dạng răng cưa (stylonite) giữa các hạt vụn. Ảnh chụp mẫu SH3, tuổi T<sub>2a</sub> k/ cho thấy cát kết litharenite hạt nhỏ dạng quartzite có độ chọn lọc và mài tròn trung bình, tiếp xúc hạt dạng đường cong/răng cưa. Thành phần giàu thạch anh (Q), ít mảnh feldspar (O), nhiều mảnh đá phiến (S), quartzite (Qz), đá phun trào (V) và đá silic (Si). Xi măng sét (mũi tên) và thạch anh (q) lấp đầy không gian rỗng giữa các hạt (Hình 7). Xi măng và khoáng vật tại sinh gồm thạch anh (q), kaolinite (K) và sét khác lấp đầy lỗ hổng nguyên sinh giữa các hạt (mũi tên) (Hình 6) [7].

Theo phân loại của R.L.Folk (1974) thì các mẫu nghiên cứu chủ yếu là cát kết sublitharenite, litharenite chứa felspar, litharenite và một ít là lithic arkose (Hình 3).



Cát kết tại khu vực nghiên cứu được thành tạo trong môi trường từ lục địa đến biển ven bờ, với các loại tướng khác nhau như bãi triều, lòng sông, đê cát ven bờ, biển nông, châu thổ...

3.1.3. Bột kết

Bột kết thường có màu xám vàng, đôi chỗ có màu xám trắng hoặc nâu đậm, chứa nhiều mảnh vụn đá vôi (Hình 8), gắn kết chặt, phân lớp trung bình; đôi chỗ độ dày đạt đến 100m (hệ tầng Bình Liêu - T<sub>2</sub>a bl). Thành phần gồm vụn thạch anh (Q), mảnh đá vôi (C), ít mảnh phun trào (V) nổi trên nền hỗn hợp khoáng vật sét (S) và calcite vi hạt. Có thể quan sát được sự có mặt các vi mạch calcite (mũi tên) của mẫu SH40, tuổi J<sub>1-2</sub> hc (Hình 8). Thành phần nền và xi măng chủ yếu là calcite, sét illite/sericite và khoáng vật khác; khoáng vật nặng xuất hiện các loại thuộc nhóm sắt như limonite, hematite. Cấu tạo thường thấy là phân lớp xiên, gợn sóng, đôi chỗ phân lớp ngang song song.

3.2. Các đá trầm tích sét

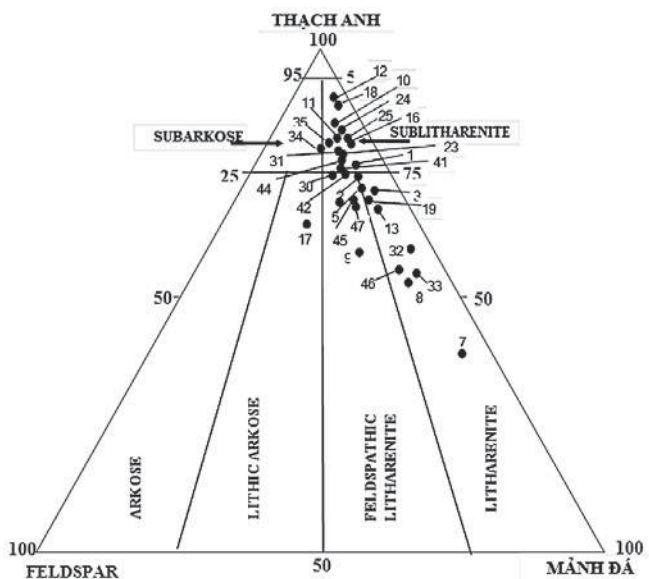
Các đá trầm tích sét bao gồm sét kết, sét than, sét vôi có màu xám xanh, xám đen, đen (Hình 9), hoặc nâu đậm do bị ngấm và tẩm đậm đặc bởi các khoáng vật nhóm oxide sắt. Các tập sét than và sét vôi bắt gặp nhiều trong các hệ tầng Mẫu Sơn (T<sub>3</sub>c ms) và hệ tầng Văn Lãng (T<sub>3</sub>n-r vl). Đá gắn kết chắc, có kiến trúc sét, sét - bột, cấu tạo phân lớp mỏng, phân phiến và phân lớp ngang song song, chứa lượng lớn sét hydromica (> 50%) và lượng ít hơn khoáng vật trương nở, chúng tỏ chúng được thành tạo trong môi trường lục địa, oxy hóa, (thể hiện thông



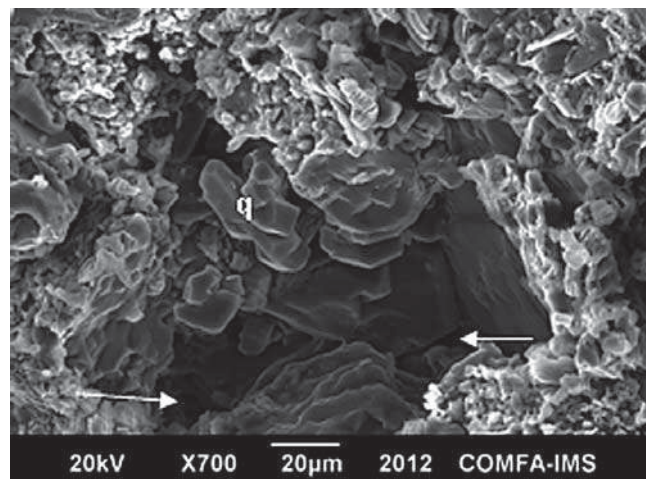
Hình 4. Cuội, sạn kết đa khoáng tương lòng sông, hệ tầng Khôn Làng (T<sub>2</sub>kl)



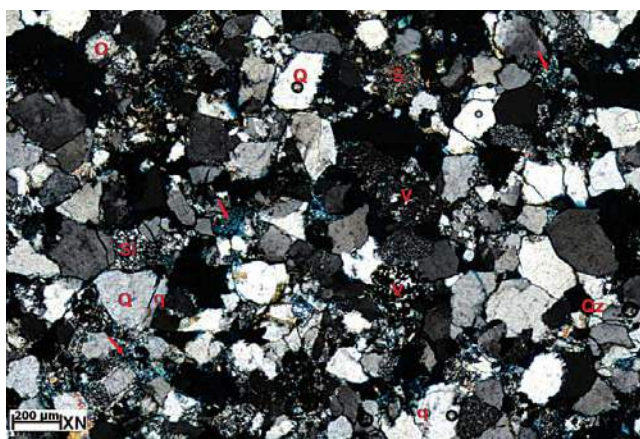
Hình 5. Cuội, sạn kết cấu tạo xiên chéo tương lòng sông, hệ tầng Văn Lãng (T<sub>3</sub>n-r vl)



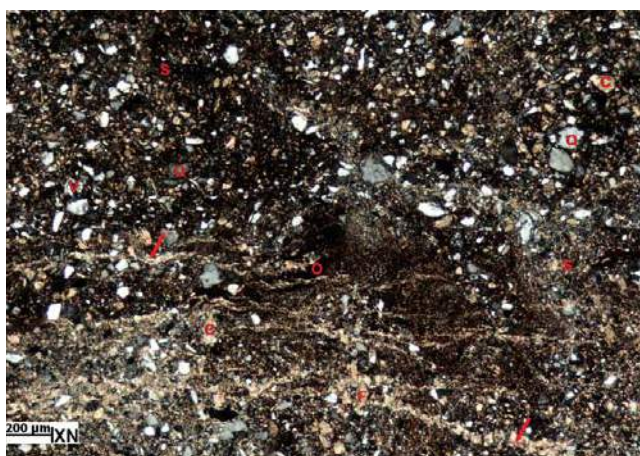
Hình 3. Sơ đồ phân loại đá cát kết trung An Châu theo [5]



Hình 6. Ảnh SEM chụp ở độ phóng đại 700 lần (mẫu SH3, tuổi T<sub>2</sub>a kl)



Hình 7. Ảnh chụp mẫu cát kết dưới Nicol + (mẫu SH3, tuổi T<sub>2a</sub> kl)



Hình 8. Ảnh chụp mẫu bột kết chứa vôi dưới Nicol + (mẫu SH40, tuổi J<sub>1-2</sub> hc)

qua thành phần đáng kể của xi măng nhóm oxide sắt), hoặc môi trường chuyển tiếp, vũng vịnh.

Kết quả xác định thành phần và hàm lượng khoáng vật sét bằng phương pháp nhiễu xạ rơnghen được trình bày ở Bảng 3.

Kết quả phân tích cho thấy, thành phần sét chủ yếu là illite (thường chiếm > 50%, nhiều mẫu đạt đến 89%, như mẫu SH37 trong hệ tầng Mẫu Sơn - T<sub>3c</sub> ms), chlorite (trung bình khoảng 20%), một vài mẫu chứa kaolinite (hệ tầng Khôn Làng - T<sub>2a</sub> kl) và lượng nhỏ hơn là khoáng vật hỗn hợp lớp trương nở illite-smectite (thường < 10%). Cá biệt còn xuất hiện pyrophyllite với hàm lượng lên đến 72%. Khoáng vật pyrophyllite (P) lấp đầy lỗ hổng giữa các hạt làm giảm đáng kể độ rỗng của đá trong mẫu SH25 thuộc hệ tầng Hà Cối (J<sub>1-2</sub> hc) (Hình 10, 11).



Hình 9. Tập sét gốc màu đen thuộc hệ tầng Văn Lãng (T<sub>3n-r</sub> vl) gập ở lỗ khoan LK45 thuộc địa phận Văn Sơn - Sơn Động - Bắc Giang. Góc dốc đo được khoảng 45°

Bảng 3. Thành phần khoáng vật sét khu vực trung An Châu [9]

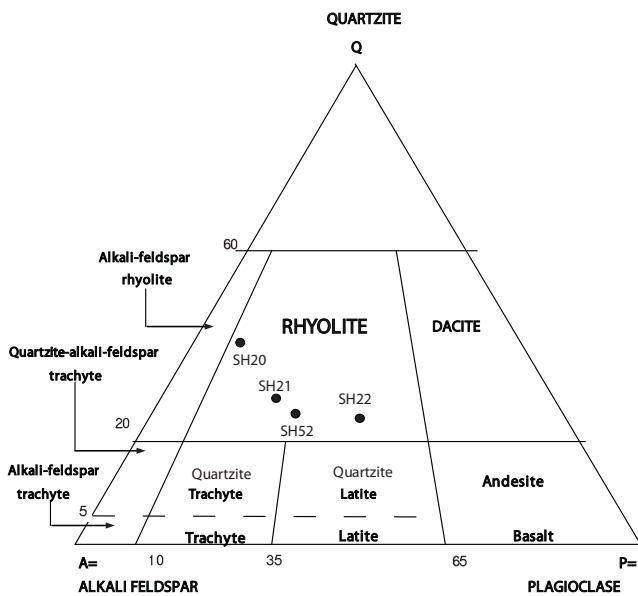
| TT | Số hiệu mẫu | Tuổi địa chất | Thành phần khoáng vật sét (%) |          |        |              |                 |
|----|-------------|---------------|-------------------------------|----------|--------|--------------|-----------------|
|    |             |               | Kaolinite                     | Chlorite | Illite | Pyrophyllite | Illite-Smectite |
| 1  | SH1         | T3cms2        | 0,0                           | 11,2     | 83,8   | 0,0          | 5,1             |
| 2  | SH8         | T2akl         | 0,0                           | 6,5      | 89,0   | 0,0          | 4,5             |
| 3  | SH9         | T2akl         | 0,0                           | 12,4     | 81,7   | 0,0          | 5,8             |
| 4  | SH10        | T3cms3        | 46,0                          | 12,8     | 32,6   | 0,0          | 8,7             |
| 5  | SH11        | T3cms3        | 65,1                          | 0,0      | 34,9   | 0,0          | 0,0             |
| 6  | SH12        | J1-2hc1       | 10,0                          | 35,0     | 55,0   | 0,0          | 0,0             |
| 7  | SH13        | T3n-rvl1      | 0,0                           | 10,0     | 76,3   | 0,0          | 13,7            |
| 8  | SH15        | T3n-rvl1      | 0,0                           | 11,2     | 77,5   | 0,0          | 11,3            |
| 9  | SH16        | T3n-rvl2      | 0,0                           | 18,3     | 68,9   | 0,0          | 12,8            |
| 10 | SH17        | J1-2hc2       | 0,0                           | 17,9     | 74,6   | 0,0          | 7,5             |
| 11 | SH18        | T3cms1        | 0,0                           | 34,2     | 58,2   | 0,0          | 7,6             |
| 12 | SH24        | T2nk          | 4,0                           | 3,5      | 89,5   | 0,0          | 3,0             |
| 13 | SH25        | J1-2hc1       | 3,4                           | 2,2      | 10,2   | 77,2         | 7,0             |
| 14 | SH31        | T3cms2        | 0,0                           | 20,5     | 75,6   | 0,0          | 3,9             |
| 15 | SH33        | T1ls          | 0,0                           | 29,3     | 66,9   | 0,0          | 3,8             |
| 16 | SH35        | T3cms3        | 0,0                           | 8,0      | 88,0   | 0,0          | 4,0             |
| 17 | SH38        | T3cms1        | 0,0                           | 11,0     | 86,0   | 0,0          | 3,0             |
| 18 | SH41        | J1-2hc1       | 0,0                           | 37,8     | 57,0   | 0,0          | 5,2             |
| 19 | SH44        | T2nk          | 0,0                           | 35,0     | 52,0   | 0,0          | 13,0            |
| 20 | SH47        | T2nk          | 0,0                           | 40,5     | 54,2   | 0,0          | 5,3             |



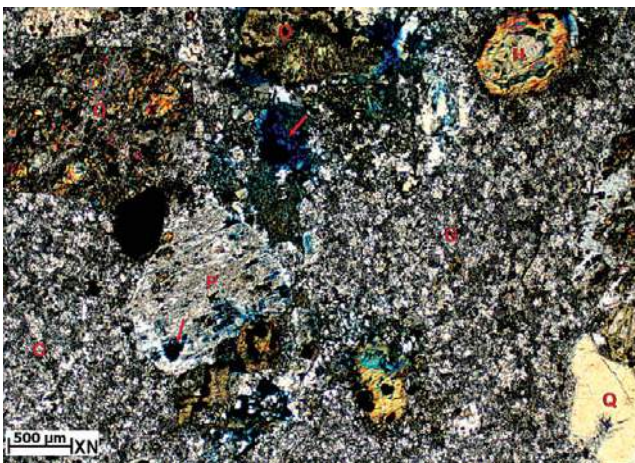




**Hình 13.** Sét vôi có cấu tạo phân lớp mỏng thuộc hệ tầng Mẫu Sơn ( $T_3c ms$ )



**Hình 14.** Sơ đồ phân loại đá phun trào bề An Châu (theo Streckeis, 1976)



**Hình 15.** Ảnh chụp mẫu phun trào rhyolite dưới Nicol + (Mẫu N<sup>o</sup> SH21, tuổi  $T_2a bl$ )

xuyên xuất hiện một lượng đáng kể xi măng là các khoáng vật thuộc nhóm oxide sắt (limonite, hematite...). Điều đó chứng tỏ trầm tích của hệ tầng Hà Cối ( $J_{1-2} hc$ ) và hệ tầng Mẫu Sơn ( $T_3c ms$ ) thành tạo trong môi trường lục địa khô nóng và oxy hóa.

Một số mẫu bị biến đổi thứ sinh mạnh còn gặp cả xi măng feldspar (< 1,5%) và pyrophyllite.

Xi măng anhydrite đặc trưng cho môi trường khô nóng cũng được phát hiện ở một số mẫu (SH31, SH46).

Như vậy, điều kiện thành tạo của cát kết hạt vụn khu vực nghiên cứu có thể khái quát như sau:

- Nguồn cung cấp vật liệu chính cho các trầm tích có tuổi từ Jura sớm - Jura giữa đến Trias sớm ở trung An Châu chủ yếu đến từ các khối đá biến chất và phun trào cổ hơn Trias sớm. Một số nơi của hệ tầng Hà Cối (khu vực lấy mẫu SH41, SH42), hệ tầng Mẫu Sơn (khu vực lấy mẫu SH30 đến SH35), hệ tầng Nà Khuất (vùng lấy mẫu SH44 đến SH47)..., ngoài các nguồn cung cấp kể trên, vật liệu trầm tích khu vực này còn được cung cấp từ các khối đá vôi cổ tuổi carbon - permi hiện lộ ra rất phổ biến ở rìa Tây Nam và Tây Bắc của trung An Châu.

- Trầm tích Trias sớm hệ tầng Lạng Sơn và Trias giữa thuộc các hệ tầng Nà Khuất, Khôn Làng thường có kích thước độ hạt nhỏ hơn, phần nhiều thuộc cát kết hạt nhỏ đến rất nhỏ, độ lựa chọn và mài tròn tốt hơn so với các hệ tầng khác. Chúng tỏ những trầm tích này được hình thành trong điều kiện khá xa bờ, xa nguồn cung cấp vật liệu hơn so với trầm tích hệ của các hệ tầng khác.

- Cát kết thuộc các hệ tầng Hà Cối, Văn Lãng, Mẫu Sơn với độ hạt không đồng đều thay đổi từ cát hạt nhỏ đến hạt rất thô (đôi khi sạn hoặc cuội kết), độ lựa chọn và mài tròn cũng kém hơn cho thấy những trầm tích này được hình thành ở điều kiện gần nguồn cung cấp vật liệu hơn và mang nhiều tính lục địa, oxy hóa, khô nóng.

- Môi trường thành tạo trầm tích hệ tầng Lạng Sơn ( $T_1ls$ ) khá giàu vật chất hữu cơ với bằng chứng cả 2 mẫu cát kết phân tích đều chứa từ 1,4 - 2,8% thành phần vật chất hữu cơ phân tán màu nâu đen đậm (do bị biến đổi cao) và những dấu vết của bitum tàn dư (?).

#### 4.1.4. Biến đổi thứ sinh

Quá trình xi măng hóa xảy ra rất mạnh trong tất cả các mẫu phân tích. Thành phần xi măng phổ biến là khoáng vật sét, thạch anh, carbonate và một lượng ít hơn xi măng feldspar, pyrophyllite... Xi măng sét có thành phần chủ yếu là illite, với lượng ít hơn là chlorite, kaolinite và sét hỗn

hợp lớp trương nở illite - smectite. Chúng thường có mặt dưới dạng xi măng cơ sở, riềm mỏng và lấp đầy một phần hoặc gần như toàn bộ những lỗ hổng nguyên sinh giữa các hạt.

Quá trình nén kết (compaction) cũng tác động mạnh và rộng khắp đối với hầu hết các mẫu phân tích. Kết quả đã làm phần lớn hạt vụn bị biến dạng, nén ép xít vào nhau để hình thành nên những tiếp xúc hạt vụn thứ sinh ở dạng đường cong và dạng răng cưa (stylonite). Khi bị nén mạnh, ranh giới các hạt vụn hòa lẫn vào nhau, nên một số mẫu đá cát kết đã biến thành cát kết dạng quartzite (mẫu SH1, SH3, SH10, SH11, SH15, SH24). Phần lớn các đá sét kết, sét chứa bột hoặc chứa cát đều có cấu tạo định hướng khá rõ và thường bị phân phiến nhẹ. Hiện tượng nén kết trong các mẫu cát kết tuổi Trias nhìn chung xảy ra mạnh hơn so với các đá cát kết của hệ tầng Hà Cối ( $J_{1-2}/hc$ ). Cùng với quá trình xi măng hóa, sự nén kết xảy ra với cường độ mạnh như vậy cũng là một trong những nguyên nhân chính làm giảm phần lớn thể tích các lỗ hổng nguyên sinh trong đá cát kết và bột kết phân tích.

Quá trình hòa tan, rửa lũa các khoáng vật kém vững bền cũng xảy ra tương đối mạnh nhưng không đồng đều giữa các mẫu của mỗi hệ tầng. Hiện tượng hòa tan xảy ra mạnh hơn cả với cát kết của hệ tầng Nà Khuất và hệ tầng Mẫu Sơn (mẫu SH1, SH2, SH3, SH10, SH11, SH18, SH24...). Trong khi với hệ tầng Hà Cối, sự hòa tan dường như yếu hơn (SH17, SH25). Kết quả của quá trình hòa tan khoáng vật kém bền vững này đã tạo ra một lượng nhất định những lỗ hổng hòa tan trong hạt và lỗ hổng dạng vi hang hốc có kích thước khác nhau.

Ngoài 2 quá trình biến đổi thứ sinh trên, trong khá nhiều mẫu phân tích cũng thường quan sát thấy đá còn bị tác động ở mức độ khác nhau của quá trình phong hóa xảy ra ở trên bề mặt hoặc gần bề mặt. Đây là quá trình biến đổi thứ sinh lùi (quá trình biểu sinh) với sự hình thành một số khoáng vật đặc trưng bao gồm nhóm sét hỗn hợp illite - smectite (montmorillonite), siderite và các khoáng vật nhóm oxide sắt. Dưới tác động của nước bề mặt/gần bề mặt hoặc nước ngầm, xảy ra hiện tượng hòa tan, rửa trôi một phần các khoáng vật kém vững bền như feldspar, carbonate... để tạo ra một phần các lỗ hổng thứ sinh dạng hòa tan nói trên.

Từ những yếu tố biến đổi ở trên, có thể kết luận rằng: các trầm tích tuổi Trias đều đã bị biến đổi thứ sinh rất mạnh, tương đương với giai đoạn biến đổi từ cuối của đới hậu sinh muộn (late katagenes) đến đầu của giai đoạn biến chất sớm (early metagenes). Riêng với trầm tích Jura,

mức độ biến đổi thứ sinh có yếu hơn, tương đương với giai đoạn hậu sinh muộn. Những đặc tính biến đổi thứ sinh nói trên là những yếu tố ảnh hưởng quyết định đến đặc tính thẩm chứa của đá.

#### 4.1.5. Đặc tính chứa

Kết quả tính toán độ rỗng trong lát mỏng được trình bày chi tiết ở Bảng 2. Do bị xi măng hóa và nén kết mạnh, nên hầu hết các mẫu đá cát kết có độ rỗng nguyên sinh giữa các hạt từ rất thấp đến thấp. Phần lớn các mẫu cát kết tuổi Trias đều có độ rỗng rất thấp (< 2,5 - 3,0%). Ngoại trừ 2 mẫu cát kết thuộc hệ tầng Hà Cối (SH17, SH23) tồn tại độ rỗng giữa hạt khá cao (12,4 - 16,0%), với sự liên thông giữa các lỗ hổng khá tốt.

Độ rỗng thứ sinh trong nhiều mẫu phân tích đóng vai trò đáng kể và thường lớn hơn độ rỗng nguyên sinh giữa hạt. Độ rỗng thứ sinh bao gồm độ rỗng bên trong hạt và độ rỗng dạng vi hang hốc (do hòa tan những khoáng vật kém vững bền) cùng ít lỗ rỗng dạng khe nứt/vi khe nứt (do tác động mạnh của quá trình nén kết và chuyển động kiến tạo).

Sự lưu thông giữa các lỗ rỗng nhìn chung là kém (đặc biệt với những mẫu có độ rỗng < 3,0%) và một số mẫu thuộc loại trung bình đến tốt (với các mẫu có tổng độ rỗng > 10,0%).

Một điều dễ nhận thấy là độ rỗng của các mẫu cát kết lấy tại các giếng khoan nhìn chung thấp hơn hẳn so với các mẫu cát kết thu thập từ các hào đào. Sự khác nhau về giá trị độ rỗng này có thể thấy ngay chính trên mẫu của cùng một hệ tầng. Thí dụ các mẫu cát kết lấy trong hào đào của hệ tầng Nà Khuất (SH2, SH9, SH19, SH24) có độ rỗng các loại cao hơn so với các mẫu lấy tại giếng khoan (SH44, SH45, SH46 và SH47...). Do vậy, không loại trừ một phần trong số những lỗ rỗng hòa tan gặp trong các mẫu lấy ở hào đào gần bề mặt có thể được hình thành do quá trình phong hóa (biểu sinh) xảy ra gần bề mặt.

Một điều lưu ý khác là theo kết quả phân tích thành phần khoáng vật sét trong xi măng đá cát (trong mục phân tích bằng phương pháp nhiễu xạ rơnghen) có mặt rất cao của sét illite, cũng như thường xuyên có mặt của sét có tính trương nở illite-smectite. Thành phần khoáng sét cao như trên có ảnh hưởng xấu đến tính chất lưu thông (đặc tính thẩm) của chất lưu trong đá chứa.

Như vậy, nếu dựa vào giá trị độ rỗng xác định được cùng với đặc tính xi măng hóa và nén kết xảy ra rất mạnh như nói ở trên có thể nhận xét rằng tiềm năng chứa của đá cát kết Trias tại các khu vực lấy mẫu phân tích thuộc loại

trung bình kém đến kém. Riêng một số mẫu cát kết của hệ tầng Hà Cối (khu vực lấy mẫu SH17, SH23) có tiềm năng chứa thuộc loại trung bình.

Tuy nhiên, xét về quan điểm kiến tạo tại vùng trũng An Châu, không loại trừ ở dưới sâu tại một số khu vực đã bị tác động mạnh của những phá hủy kiến tạo, đứt gãy, hoặc tại những khu vực trầm tích được nâng lên, bóc mòn, phong hóa rồi sau đó lại bị chôn vùi và được phủ bởi các trầm tích trẻ hơn, sẽ gặp được các lớp đá vụn có tiềm năng chứa tốt hơn những mẫu vừa phân tích. Phát hiện dầu trong đá cát kết dạng quartzite ở giếng khoan 103-HR-1X (phía Bắc bể trầm tích Sông Hồng) là một minh chứng mà các nhà nghiên cứu cần chú ý khi tìm kiếm các đối tượng triển vọng chứa ở vùng trũng An Châu.

## 4.2. Đá carbonate

### 4.2.1. Thành phần

Kết quả phân tích thành phần đá carbonate được trình bày ở Bảng 4. Hầu hết các mẫu đều chứa một lượng lớn các khung xương sinh vật, thay đổi từ 34,0 - 80,8%. Thành phần hóa đá rất đa dạng cả về kích thước lẫn giống loài. Các hóa đá thường gặp hơn cả gồm: Benthonic foraminifera (Fusulinid, Miliolid...), Coral, Microfossils (gặp nhiều Oligostegina và Pithonella), Red algae và nhiều dạng không xác định khác. Ngoài ra một số mẫu còn gặp với lượng ít hơn giống Echinoderm. Kích thước các khung xương sinh vật thay đổi từ 0,1 - 0,3mm (gặp nhiều ở các giống Microfossil) đến 1 - 5mm, đôi khi > 5mm (gặp phổ biến ở Coral, Echinoderm, Red algae). Mức độ bảo tồn của sinh vật từ trung bình đến kém do phần lớn các buồng và vách ngăn đã bị tái kết tinh, lấp đầy hoặc thay thế ở mức độ khác nhau bằng tập hợp các khoáng vật thứ sinh gồm nhiều calcite, dolomite và khoáng vật quặng.

Các tập hợp calcite vi hạt (matrix) trong các đá packstone có tỷ lệ dao động trong khoảng 5,4% - 20,4%, riêng mẫu wackestone hàm lượng calcite vi hạt lên tới 51,2%.

Kết quả Bảng 4 cho thấy, các mẫu phân tích đều là carbonate dạng thềm (platform carbonate) hình thành trong điều kiện biển nhiệt đới nằm xa bờ và bể trầm tích hầu như không chịu tác động của những nguồn cung cấp vật liệu đến từ lục địa.

### 4.2.2. Biến đổi thứ sinh

Phần nhiều các mẫu đá vôi mới bị biến đổi thứ sinh ở mức trung bình yếu. Hiện tượng biến đổi thường gặp là

calcite vi hạt bị tái kết tinh và dolomite hóa ở mức độ vừa phải, tạo ra một lượng đáng kể (dao động 15,2 - 32,6%) những tinh thể calcite và dolomite thứ sinh có kích thước từ 0,05 - 0,5mm (phổ biến 0,1 - 0,25mm). Chúng lấp đầy, thay thế các khung xương sinh vật hoặc tập trung thành các mạch và ổ riêng biệt (kích thước 0,3mm đến > 3,0mm), đôi khi lấp đầy một phần vào các khe nứt và hang hốc có trước.

Tất cả các mẫu đá vôi phân tích mới bị biến đổi thứ sinh ở mức độ thấp, đặc trưng bởi sự tái kết tinh của tập hợp calcite vi hạt xảy ra chưa mạnh. Tỷ lệ calcite thứ sinh mới được hình thành nhìn chung là không cao, hầu hết nhỏ hơn 20,0% (trừ mẫu SH28, calcite thứ sinh lên tới 36,4%). Các tinh thể calcite và dolomite thứ sinh có kích thước từ 0,05 - 0,5mm (phổ biến 0,1 - 0,25mm), lấp đầy, thay thế các khung xương sinh vật hoặc tập trung thành các mạch và ổ riêng biệt (kích thước 0,3mm đến lớn hơn 3,0mm). Hiện tượng dolomite hóa calcite hầu như xảy ra rất yếu đối với tất cả các mẫu phân tích.

### 4.2.3. Tiềm năng chứa

Số liệu phân tích trong Bảng 4 cho thấy độ rỗng hở quan sát được của các mẫu phân tích nhìn chung rất thấp, với ít lỗ rỗng dạng vi khe nứt dao động từ 0,5 - 1,4%. Do vậy, các đá carbonate đã phân tích không có tiềm năng chứa. Tuy nhiên, do đặc điểm khi lấy mẫu, những mẫu có độ nứt nẻ cao thường bị vỡ vụn và chỉ lấy được những mẫu dạng khối, nên kết quả phân tích mẫu thường kém và có thể không phản ánh chính xác cho độ rỗng nứt nẻ của hệ tầng.

## 4.3. Đá phun trào

### 4.3.1. Thành phần và kiến trúc

Thành phần thạch học các đá phun trào được mô tả chi tiết ở Bảng 5.

Các đá rhyolite có kiến trúc pocfia với kích thước của ban tinh từ 0,2 - 2,0mm, thành phần gồm thạch anh (dao động từ 6,2 - 15,0%), K-feldspar (5,0% - 17,0%), plagioclase (1,0 - 14,6%) và đôi khi hocblende nổi trên nền vi tinh (< 0,02mm) là hỗn hợp của thạch anh và feldspar kali (Hình 12). Đá tuf tro núi lửa có kiến trúc dạng trachyte với sự sắp xếp bán song song của các tinh thể dạng que kéo dài (chiều dài 0,05 - 0,25mm, rộng 0,01 - 0,03mm) của thạch anh và K-feldspar theo cùng một phía của dạng dòng chảy.

Thành phần ban tinh gồm thạch anh (dao động từ 6,2 - 15,0%), K-feldspar (5,0 - 17,0%), plagioclase (1,0 - 14,6%) đôi khi có mặt một lượng nhỏ hocblend và pyroцен. Nền

vi tinh của các đá phun trào này chiếm tỷ lệ từ 44,0 - 59,0% bao gồm hỗn hợp của các vi tinh thạch anh, feldspar kali, trong đó feldspar kali đã bị sét hóa khá mạnh.

Khoáng vật thứ sinh gồm chủ yếu là khoáng vật sét, ít thạch anh, calcite và khoáng vật quặng. Khoáng vật sét gồm chủ yếu là tập hợp sét kaolinite/illite, có thể có hỗn hợp illite/smectite (?) ở dạng thay thế mạnh feldspar của ban tinh và feldspar của nền vi tinh/tro bụi núi lửa. Khoáng vật quặng gồm nhiều ilmenite, limonite và ít pyrite. Phần lớn các mẫu phân tích đều đã bị biến đổi mạnh bởi quá trình phong hóa ở các mức độ khác nhau.

#### 4.3.2. Tiềm năng chứa

Độ rỗng của các mẫu phân tích gần như vắng mặt hoặc có mặt với tỷ lệ rất nhỏ (0,6 - 0,8%). Vì vậy, cả 5 mẫu mẫu đá phun trào đã phân tích đều có tiềm năng chứa tương đối kém.

### 5. Kết luận

Tổng hợp các kết quả nghiên cứu đưa đến một số kết luận như sau:

Trùng Mesozoi An Châu là một phần của bể rift nội lục, đã trải qua các giai đoạn biến đổi phức tạp, tương ứng với các chu kỳ kiến tạo Caledoni, Hexini và Indosini. Địa tầng của bể gồm các thành tạo đá móng tuổi Paleozoi có thành phần vật chất đa dạng, không đồng nhất, phủ bên trên chủ yếu bởi các thành tạo Mesozoi thuộc các hệ tầng: 1) Hệ tầng Lạng Sơn ( $T_{1l}$ ); 2) Hệ tầng Khôn Làng ( $T_{2a}kl$ ); 3) Hệ tầng Bình Liêu ( $T_{2a}bl$ ); 4) Hệ tầng Nà Khuất ( $T_{2nk}$ ); 5) Hệ tầng Mẫu Sơn ( $T_{3c}ms$ ); 6) Hệ tầng Văn Lãng ( $T_{3n-r}vl$ ); 7) Hệ tầng Hòn Gai ( $T_{3n-r}hg$ ); 8) Hệ tầng Hà Cối ( $J_{1-2}hc$ ); 9) Hệ tầng Bản Hang ( $Kbh$ ).

Đá vôi dạng thềm (platform carbonate) tuổi Devon giữa và Carbon-Permi chứa phong phú các mảnh sinh vật, được hình thành trong điều kiện biển nhiệt đới xa bờ, với năng lượng sóng trung bình. Đá vôi bị biến đổi thứ sinh chưa cao, đặc trưng bởi mức độ tái kết tinh yếu và quá trình dolomite hóa rất yếu. Các đá vôi đã phân tích hầu như không có tiềm năng chứa.

Cát kết Trias sớm của hệ tầng Lạng Sơn ( $T_{1l}$ ) có kích thước hạt rất nhỏ, độ lựa chọn và mài tròn tốt, được hình thành trong điều kiện xa bờ và nằm cách khá xa nguồn cung cấp vật liệu là các khối đá phun trào và biến chất cổ. Cát kết đã bị biến đổi thứ sinh rất mạnh, tương ứng với cuối giai đoạn hậu sinh muộn đến biến chất sớm. Tiềm năng chứa của đá được đánh giá tương đối kém.

Cát kết Trias giữa của các hệ tầng Nà Khuất ( $T_{2nk}$ ), Khôn Làng ( $T_{2kl}$ ) và Bình Liêu ( $T_{2bl}$ ) thuộc loại cát kết sublitharenite và litharenite, hạt nhỏ đến rất nhỏ, độ lựa chọn tốt, độ mài tròn trung bình đến tốt. Phần lớn cát kết đã phân tích được hình thành trong điều kiện bề trầm tích nằm khá xa bờ, xa nguồn cung cấp vật liệu chính là các khối biến chất và phun trào cổ. Cát kết đã bị biến đổi thứ sinh mạnh ở cuối giai đoạn hậu sinh muộn đến biến chất sớm. Đá có tính chất chứa thuộc loại kém, ít mẫu thuộc loại trung bình kém, trong đó tính chất thấm chứa thứ sinh đóng vai trò chủ đạo. Tuy nhiên, không loại trừ ở dưới sâu, tại những khu vực bị tác động mạnh của phá hủy kiến tạo, hoặc tại những nơi trầm tích được nâng lên, bóc mòn, phong hóa... sau đó tái trầm tích, bị chôn vùi và được phủ trên bởi các trầm tích trẻ hơn, sẽ bắt gặp các lớp đá cát kết tuổi Trias giữa có tiềm năng chứa tốt hơn.

Một số mẫu đá Trias giữa hệ tầng Bình Liêu ( $T_{2bl}$ ) là các đá phun trào acid thuộc nhóm đá rhyolite còn khá tươi, đặc sít, ít bị nứt nẻ và biến đổi, nên hoàn toàn không có tiềm năng chứa.

Trầm tích Trias muộn, hệ tầng Mẫu Sơn ( $T_{3c}ms$ ) và hệ tầng Văn Lãng ( $T_{3n-r}vl$ ) gồm các đá cát kết hạt từ nhỏ đến rất thô, độ mài tròn trung bình, độ lựa chọn trung bình đến kém. Nguồn cung cấp vật liệu chính cho trầm tích trong thời kỳ này được vận chuyển đến từ các khối đá biến chất, đá phun trào và đá carbonate cổ. Trầm tích được hình thành trong điều kiện lục địa, oxy hóa. Phần lớn cát kết đã bị xi măng hóa và nén kết rất mạnh, làm giảm hầu hết các lỗ rỗng nguyên sinh giữa hạt. Do vậy tiềm năng chứa của cát kết Trias muộn thuộc loại kém.

Trầm tích Jura sớm, hệ tầng Hà Cối ( $J_{1-2}$ ) gồm nhiều cát kết, ít bột kết và sét kết màu đỏ đến nâu đỏ. Cát kết hạt rất nhỏ đến hạt trung, độ lựa chọn mài tròn trung bình kém. Nguồn cung cấp vật liệu chính cho trầm tích ở thời kỳ này được đưa đến từ các khối đá biến chất, đá carbonate và đá phun trào cổ. Trầm tích được hình thành trong điều kiện lục địa, khô nóng và oxy hóa mạnh. Cát kết bị biến đổi thứ sinh ở giai đoạn hậu sinh muộn, nên một số mẫu vẫn còn tồn tại độ rỗng giữa hạt. Đặc tính chứa của đá thay đổi mạnh, từ tương đối tốt đến trung bình và kém.

#### Tài liệu tham khảo

1. A.D.Miall. *Principles of sedimentary basin analysis (third updated and enlarged edition)*. Springer, Berlin - Heidelberg - New York. 2000.

2. A.R. Philpotts, *Petrography of igneous and metamorphic rocks*, Waveland Press, Illinois-USA, 1989.
3. Công ty Dầu khí Sông Hồng, Đề án "Điều tra, khảo sát tài nguyên Dầu khí khu vực Trũng An Châu - giai đoạn 1", Đề án cấp Ngành, 2012.
4. F.Jerry Lucia. *Carbonate reservoir characterization (second edition)*. Springer, Bureau of Economic Geology, Texas, USA. 2007.
5. R.L.Folk. *Petrology of sedimentary rocks*. Austin, Tex.: Hemphill's Book Store, 1968.
6. F.J.Pettijohn. *Sedimentary rocks (second edition)*. New York: Harper & Brothers. 1957.
7. Joan E.Welton. *SEM petrology atlas*. The American Association of Petroleum Geologists. Tulsa, Oklahoma 74101, USA. 1984.
8. Wentworth C.K. *A scale of grade and class term for clastic sediments*. Journal of Geology. 1922; 30: p. 377 - 392.
9. Hoàng Anh Tuấn. *Báo cáo phân tích thạch học vùng trũng An Châu*. Lưu trữ Viện Dầu khí Việt Nam. 2013.
10. Hoàng Anh Tuấn, Đỗ Văn Nhuận. *Đặc điểm trầm tích, hệ thống dầu khí địa hào Krong Pa và mối liên quan với bể trầm tích Phú Khánh*. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học - Công nghệ Viện Dầu khí Việt Nam 30 năm phát triển và hội nhập. 2008: trang: 167 - 178.
11. Tống Duy Thanh, Vũ Khúc và nnk. *Các phân vị địa tầng Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. 2005: trang 512.
12. Trần Nghi. *Trầm tích học*. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội. 2012.
13. Tran Van Tri, Vu Khuc. *Geology and earth resources of Vietnam (first edition)*. Publishing house for Science and Technology. 2011: p. 118 - 133.
14. Vũ Trụ. *Tổng hợp các kết quả nghiên cứu địa chất - địa vật lý và đề xuất kế hoạch nghiên cứu các bể trầm tích trước Đề tam phục vụ công tác tìm kiếm thăm dò dầu khí ở Việt Nam*. Lưu trữ Viện Dầu khí Việt Nam. 2013: trang 114 - 119.

## Petrographic characteristics and reservoir quality of Paleozoic-Mesozoic formations in An Chau Trough, North East of Vietnam

**Hoang Anh Tuan<sup>1</sup>, Nguyen Huu Nam<sup>2</sup>, Ngo Kieu Oanh<sup>1</sup>  
Hoang Huu Hiep<sup>2</sup>, Bui Viet Dung<sup>1</sup>, Nguyen Manh Linh<sup>1</sup>  
Ngo Xuan Vinh<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Vietnam Petroleum Institute

<sup>2</sup>PVEP Song Hong

<sup>3</sup>Vietnam Petroleum Association

### Summary

**The main objectives of this study are to contribute to the interpretation of the depositional environment, diagenetic history and reservoir quality of the rocks in Mesozoic An Chau trough by using the results of petrographic thin section, scanning electron microscope (SEM) and X-Ray diffraction (XRD) analyses in combination with outcrop studies. A total of 52 samples were selected for these analyses. The integrated results from lithology, SEM and XRD analyses, as well as outcrop studies indicate that clastic, carbonate and volcano-plutonic rocks exist in the investigated area. The obtained results from combined studies suggest a poor to good reservoir quality of clastic rocks, whereas carbonate and volcano-plutonic rocks are not considered reservoirs in the area.**

**Key words:** An Chau trough, Paleozoic, Mesozoic, clastic, carbonate, tuff, packstone, wackstone, thin section analysis, scanning electron microscope (SEM), X-ray diffraction (XRD), porosity, rock classification, mineral, texture, rock fragment, quartz, k-feldspar, plagioclase, illite, chlorite, kaolinite.