

ĐẶC TRƯNG ĐỊA CHẤT CỦA THÀNH TẠO CARBONATE TUỔI MIOCEN, PHẦN NAM BỂ TRẦM TÍCH SÔNG HỒNG VÀ MỐI LIÊN QUAN TỚI HỆ THỐNG DẦU KHÍ

TS. Vũ Ngọc Diệp¹, KS. Hoàng Dũng¹, KS. Trần Thanh Hải¹, PGS.TS. Nguyễn Trọng Tín²
ThS. Hoàng Anh Tuấn³, TS. Trần Đăng Hùng⁴, ThS. Nguyễn Đức Hùng⁴, ThS. Ngô Sỹ Thọ⁵

¹Tập đoàn Dầu khí Việt Nam

²Hội Dầu khí Việt Nam

³Viện Dầu khí Việt Nam

⁴Công ty Điều hành Thăm dò Khai thác Dầu khí Nước ngoài

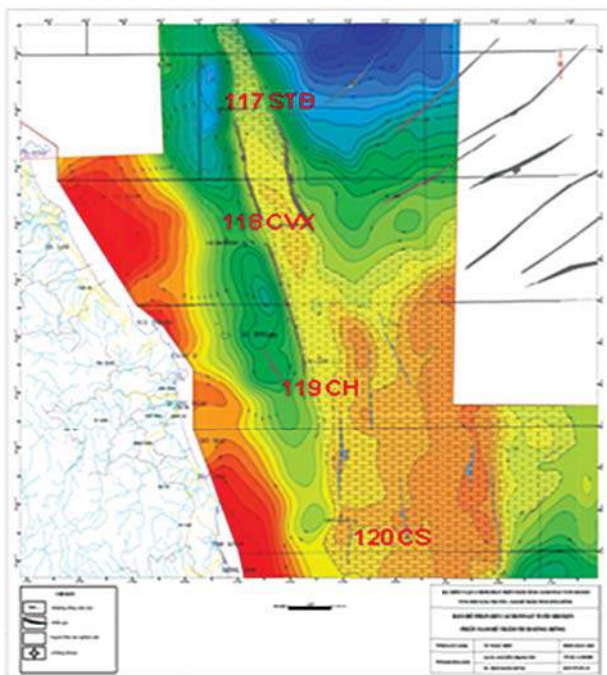
⁵Văn phòng Chính phủ

Tóm tắt

Bể trầm tích Sông Hồng là một trong những bể Kainozoi chứa khí có tiềm năng nhất trên thềm lục địa Việt Nam, với các mỏ khí mới được phát hiện như: Thái Bình, Hồng Long, Báo Vàng, Báo Đen... Hầu hết các vỉa khí có giá trị công nghiệp nằm trong đá chứa trầm tích lục nguyên tuổi Miocen hoặc Pliocen có liên quan tới các thân sét diapia. Tuy nhiên, có một số phát hiện khí mới ở khu vực phía Nam của bể (như 115A, Sư Tử Biển, Cá Heo...) lại nằm trong đá chứa carbonate tuổi Miocen giữa. Trong bài báo này, nhóm tác giả nghiên cứu sự hình thành và phát triển của trầm tích carbonate, khái quát các đặc điểm trầm tích và xem xét mối liên quan của chúng với hệ thống dầu khí trên cơ sở tổng hợp các tài liệu địa chất, địa vật lý về khu vực nghiên cứu. Đồng thời, nhóm tác giả phân tích tương địa chấn, hình thái cấu trúc, thành phần thạch học của toàn bộ chu kỳ thành tạo carbonate thềm (carbonate platform) thuộc hệ tầng Sông Hương, Tri Tôn, tuổi Miocen liên quan tới khả năng sinh, chứa, chắn dầu khí tại bể trầm tích Sông Hồng.

Từ khóa: Bể Sông Hồng, đới nâng Tri Tôn, hệ tầng Sông Hương, Tri Tôn

1. Giới thiệu



Hình 1. Sơ đồ vị trí, cấu trúc vùng nghiên cứu tại phần Nam bể trầm tích Sông Hồng [12]

Trong suốt thời kỳ Miocen và Pliocen - Đệ tứ, một số bể trầm tích Kainozoi tại khu vực Đông Nam Á xuất hiện phổ biến các loại trầm tích carbonate biển nông có nguồn gốc sinh - hóa. Sự phát triển của chúng bị chi phối, ảnh hưởng mạnh bởi hình thái cấu trúc riêng biệt, liên quan tới quá trình phát triển kiến tạo và biến đổi môi trường ở mức độ phức tạp khác nhau. Sự lắng đọng trầm tích, quá trình biến đổi thứ sinh của đá chịu chi phối bởi điều kiện cổ khí hậu và chế độ kiến tạo khu vực, có ảnh hưởng quyết định đến chất lượng đá chứa carbonate. Khu vực Đông Nam Á, nằm trong vùng nhiệt đới ẩm, với xu hướng khí hậu ẩm lên là điều kiện thuận lợi phát triển mạnh thêm san hô hay các sinh vật tạo vôi khác đã hình thành các đới trầm tích carbonate trong thời kỳ Miocen đến nay. Đặc biệt, carbonate thềm phát triển rộng tại khu vực phía Nam bể Sông Hồng, phía Tây bể Phú Khánh và phía Đông bể Nam Côn Sơn hay trong các cụm bể khác trên thềm lục địa Việt Nam. Thành tạo carbonate tuổi Miocen được hình thành và phát triển trong các chế độ kiến tạo, điều kiện cổ địa lý khác nhau và trở thành đối tượng chứa dầu khí quan trọng ở nhiều khu vực trên thế giới [1].

Kết quả nghiên cứu khu vực của BP, BHP trong giai đoạn 1990 - 1995 (từ 5 giếng khoan thăm dò trên đới nâng

Tri Tôn) đã xác định lát cắt carbonate (platform) với bề dày biểu kiến trung bình gần 700m, tuổi Miocen sớm - giữa (Hình 1 và 2). Theo tài liệu địa chấn, thành tạo carbonate phân bố chủ yếu trên đới nâng Tri Tôn được chia thành 2 phần tách biệt: phần trên là

đá vôi thuộc hệ tầng Tri Tôn tuổi Miocen giữa, có nhiều di tích sinh vật; phần dưới là đá dolomite thuộc hệ tầng Sông Hương tuổi Miocen sớm, ít nhiều bị ảnh hưởng của các quá trình biến đổi hóa học (điển hình như dolomite hóa [4]). Chúng bị phủ bất chỉnh hợp lên bởi trầm tích lục nguyên cát bột, sét kết xen kẹp có tuổi Miocen muộn tới Đệ tứ.

Sự nâng lên của mực nước biển tương đối vào thời kỳ Miocen giữa - muộn đã tạo ra đặc điểm phát triển giật lùi (backstepping) phổ biến không chỉ ở Nam bể trầm tích Sông Hồng mà còn ở khu vực khác của Đông Nam Á, như Tây Natuna [2, 3]. So sánh các bản đồ đẳng dày thời kỳ Miocen sớm và giữa, nhận biết được sự thu hẹp về diện tích của nền carbonate này (~ 7.500km²) trong khoảng thời gian từ 24 - 16 triệu năm trước, tương ứng với thời kỳ thành tạo phần dưới trầm tích Miocen giữa trong khoảng 16 - 13 triệu năm trước (~ 6.000km²) và cuối cùng còn lại khoảng 1.000km² vào thời kỳ 12 - 10 triệu năm trước. Quá trình sụt lún khu vực xảy ra trong khoảng 10 - 6 triệu năm trước, đan xen với sự nâng lên cục bộ mạnh trong giai đoạn Miocen giữa - muộn, đã chấm dứt sự thoái hóa (drowning) của thành hệ carbonate Tri Tôn. Cuối cùng, chúng bị chôn vùi bởi các thành hệ trầm tích Quảng Ngãi, Biển Đông trẻ hơn có thành phần cát kết, bột kết và sét kết xen kẹp nguồn gốc lục địa, tuổi Miocen muộn tới Đệ tứ [8].

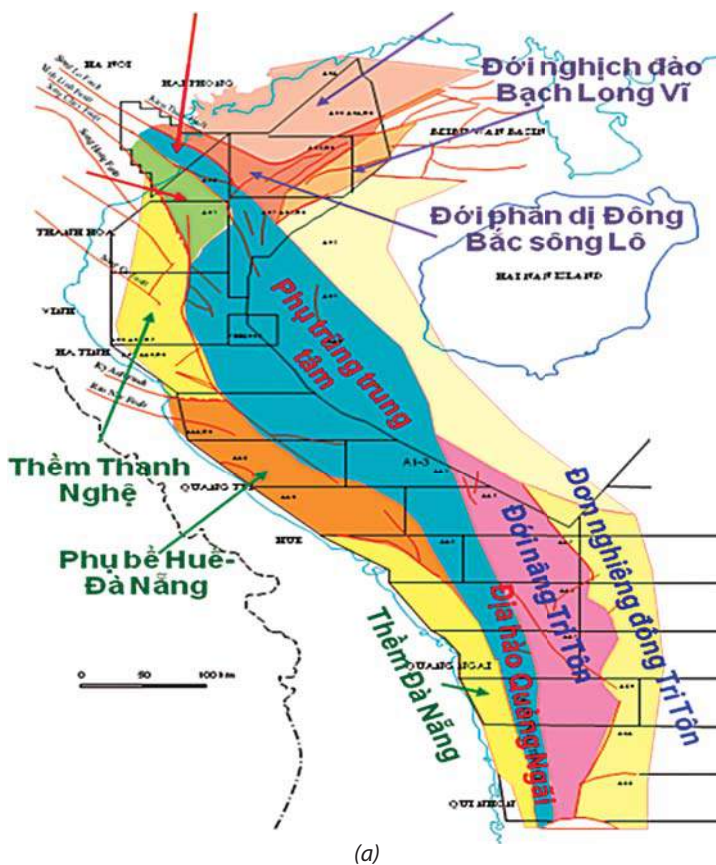
2. Đặc điểm địa chất

2.1. Đặc điểm kiến tạo

Đới nâng Tri Tôn là một địa lũy độc lập thành tạo và phát triển kế thừa trong Kainozoi, nằm xen kẹp giữa địa hào và trũng lớn có phương á Tây Bắc - Đông Nam. Lịch sử phát triển của Nam bể Sông Hồng có các đặc thù riêng được xác định qua các tài liệu thực tế và còn nhiều ý kiến khác nhau. Tuy nhiên, theo ý kiến của nhiều nhà nghiên cứu, đới nâng này bị tách ra một phần từ khối móng cổ Bắc Trung Bộ vào thời kỳ Eocen - Oligocen (khoảng 35 - 26 triệu năm trước) [10, 11, 12].

2.2. Thành phần thạch học

Carbonate phân bố trên đới nâng Tri Tôn là các tập nền carbonate tuổi Miocen sớm - giữa,



(a)

Tuổi	Hệ tầng	Chiều dày (m)	Cột địa tầng			Biểu hiện địa/ki	Kiến tạo
			Huế	Quảng Ngãi	Tri Tôn		
Pliocen - Đệ tứ	Biển Đông	400 - 1.000	[Green pattern]				Cát kết, bột kết, sét kết gắn kết kém. Trầm tích trong môi trường biển
Miocen	Muộn	500 - 800	[Green pattern]				Cát kết, bột kết, sét kết có xen kẽ các lớp đá vôi mỏng. Trầm tích trong môi trường đồng bằng ven biển, biển nông
	Giữa	300 - 1.000	[Green pattern]			●	Cát kết, bột kết, sét kết xen kẽ nhau, đới chỗ gặp các lớp đá vôi mỏng. Trầm tích trong môi trường biển nông
	Sớm	100 - 1.000	[Green pattern]				Cát kết hạt trung, đá vôi, bột kết, sét kết xen kẽ nhau. Lắng đọng trong môi trường đồng bằng ven biển biển nông
Oligocen	Bạch Trĩ	100 - 300	[Green pattern]			●	Đá sét bột kết có chứa than. Lắng đọng trong môi trường đồng bằng ven biển, đầm hồ
Trước Kainozoi	Đá móng		[Red pattern]			●	Đá Riodite, granite, quaczitơ bột kết, Acghi và cát kết hạt mịn màu đen, màu nâu đỏ, sét merisit, phiến chlorite, đá vôi nứt nẻ. Đá macno có nhiều mạch thạch anh xuyên cắt

Đá móng

(b)

Hình 2. Sơ đồ phân vùng cấu trúc (a) và cột địa tầng tổng hợp phía Nam bể trầm tích Sông Hồng (b) [5]

thuộc hệ tầng Sông Hương và Tri Tôn tương ứng. Bề dày của cả hai hệ tầng này thay đổi từ 0 - 1.000m, sơ bộ phân chia thành phụ tầng đá vôi ở bên trên và dolomite ở dưới theo tài liệu địa chấn và khoan (Hình 2, 3 và 5). Ranh giới giữa 2 hệ tầng này có thể xác định được theo tài liệu địa chấn 2D hiện tại, nhưng mức độ tin cậy không cao.

Trên cơ sở tổng hợp các kết quả phân tích mẫu cổ sinh, thạch học, well logs có thể nhận thấy, thành phần thạch học của hai hệ tầng trên gồm những sinh vật tạo vôi liên quan tới các đá có đặc điểm sau [11]:

- San hô, trùng lỗ bám đáy (coral, rhodolith - boundstone);
- Tảo đỏ, huệ biển (skeletal, equinoderm, packstone - grainstone);
- Tảo đỏ, chân miệng (bryozoa, mollusk, grainstone - packstone);
- Trùng lỗ trôi nổi, tảo đỏ (ostracode trôi nổi, grainstone - wackestone).

Để tìm hiểu đặc điểm tương trầm tích, xác định tính chu kỳ các thành tạo carbonate và suy đoán khả năng phân bố độ rỗng theo chiều sâu, đã tiến hành sử dụng tài liệu mẫu lõi, lát mỏng, kết hợp với tài liệu địa vật lý giếng khoan tại giếng khoan 118-CVX-1X (vị trí trung tâm đới nâng) và 119-CH-1X, 120-CS-1X (rìa Nam) trên đới nâng Tri Tôn tại khu vực phía Nam bể trầm tích Sông Hồng (Hình 2 và 5) nhằm phân tích, minh giải lát cắt carbonate. Các phân tích chi tiết khác đã xác định được kiến trúc trầm tích, các kiểu cỡ hạt, loại độ rỗng, mức độ biến đổi diagenesis của đá. Tổng hợp các kết quả mẫu lõi cơ lý đá, phân tích thạch học cho ta biểu đồ quan hệ độ rỗng, độ thấm trong đá. Kết quả nghiên cứu thu được có mức độ phù hợp nghiên cứu lý thuyết và tin cậy cao, phù hợp với kết quả khoan gần đây.

2.3. Đánh giá độ chọn lọc của hạt (sorted) và nhận biết tính chu kỳ

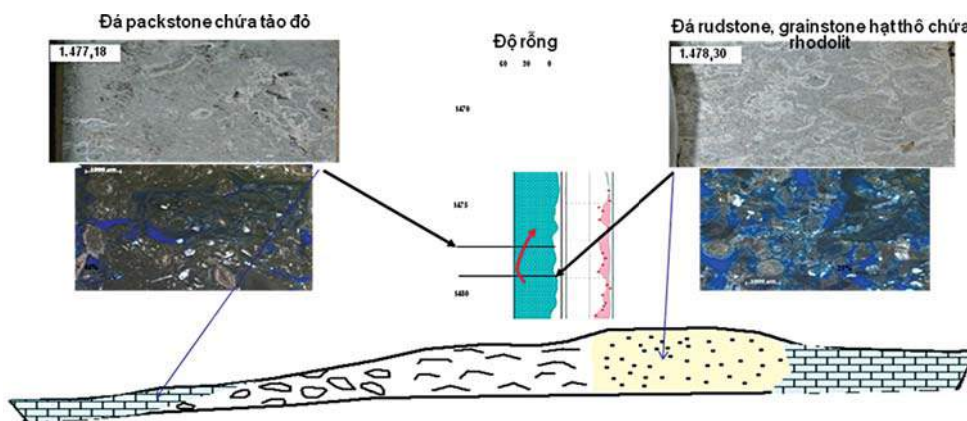
- Lô 118: Phân tích 18 mẫu thạch học lát mỏng, xác định được các kiến trúc đá vôi dạng hạt như rudstone, floatstone và grainstone. Có 2 trong 18 mẫu nghiên cứu cho biết kiến trúc đá dạng packstone chứa tảo đỏ, trùng lỗ bám đáy có độ hạt trung bình phổ biến ở cỡ 0,18 - 0,71mm, nhưng thay đổi trong khoảng khá rộng 0,06 - 0,30mm. Qua quan sát, nhóm tác giả đã xác định được quá trình phát triển của các lỗ rỗng thứ sinh (moldic, vuggy) và vi lỗ rỗng trong đá. Ngoài ra, các loại lỗ rỗng thứ sinh khác như nứt nẻ và styrolite khá phổ biến, đóng vai trò quan trọng đối với khả năng chứa của trầm tích carbonate.

Tại giếng khoan, khoảng lát cắt địa tầng 1.571 - 1.586m cho thấy phần trên cùng là khoảng sét lẫn trùng lỗ trôi nổi. Nhưng đến độ sâu 1.572 - 1.573m gặp các kết hạch, grainstone, packstone và sét vôi bị xen kẹp. Khoảng độ sâu tiếp theo 1.573 - 1.586m chứa tảo đỏ, phong phú rhodolith với ưu thế đá vôi dạng hạt grainstone mang di tích của trùng lỗ bám đáy. Qua nghiên cứu mô tả đã xác định một chu kỳ biển tiến tương ứng 15 - 17m dày, tách biệt với khoảng trầm tích hạt thô có độ chọn lọc kém hơn. Như vậy với kết quả nghiên cứu thạch học, đã xác định được các khoảng hạt mịn có độ chọn lọc tốt hơn có chứa ưu thế rhodolith mịn và xen kẹp mỏng hơn các tập trầm tích nằm bên dưới. Tuy nhiên, xu thế lặp lại chu kỳ tương này hiện tại không quan sát được tại phần mặt cắt bên trên hay toàn bộ khoảng bề dày giếng khoan.

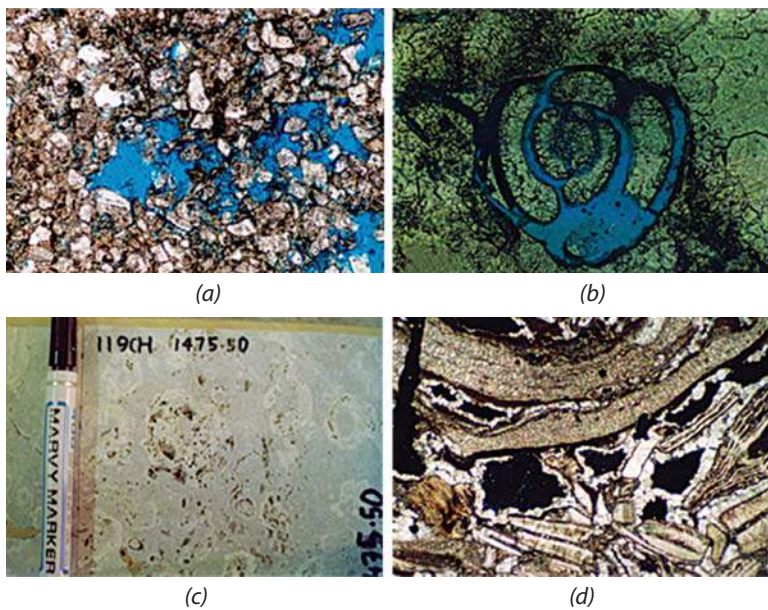
- Lô 119: Phân tích 36 mẫu thạch học lát mỏng cho thấy đá ở đây là đá vôi (trừ một mẫu là dolomite tại độ sâu 1.963m). Hầu hết các đá vôi này có kiến trúc ưu thế hạt như floatstone, rudstone, kém phổ biến hơn là packstone và

packstone chứa bùn. Đối chiếu với chiều sâu thực tế của giếng khoan, xác định được 3 khoảng mẫu được phân tích:

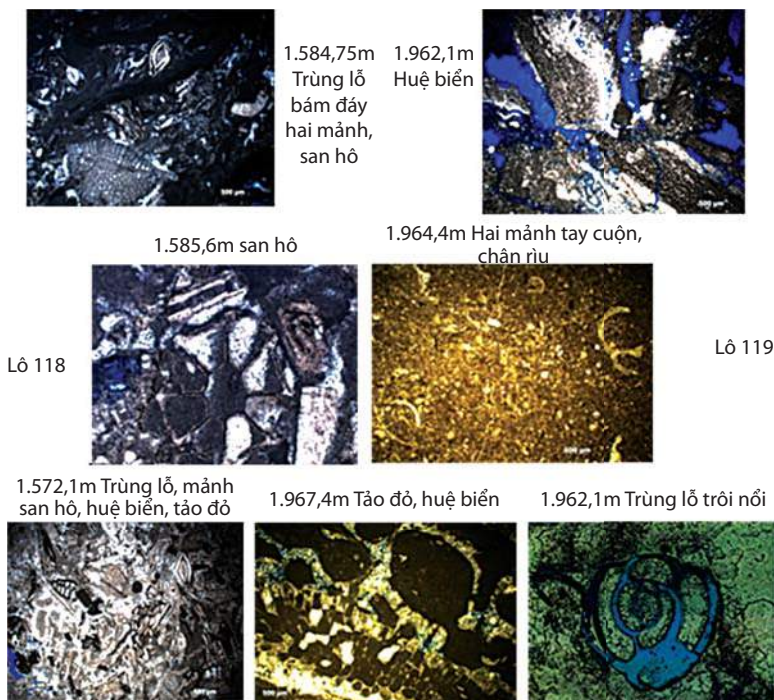
+ 1.456 - 1.458m: Là khoảng chuyển tiếp giữa đá vôi và sét đặc trưng cho carbonate thoái hóa và bắt đầu một chu kỳ lục nguyên hạt mịn. Tính chu kỳ thể hiện trong khoảng 2m khá rõ, bắt đầu do sự xuất hiện nhiều rhodolith



Hình 3. Kết quả phân tích mẫu thạch học xác định tên đá và độ rỗng carbonate tại khu vực phía Nam bể trầm tích sông Hồng (sơ đồ tương thạch học theo hướng từ Tây sang Đông, từ trái sang phải) [12]



Hình 4. Một số kiểu độ rỗng điển hình trong đá chứa carbonate tại Lô 119: intercrystalline (a), moldic (b), vuggy (c, d) [12]



Hình 5. Một số kết quả phân tích thạch học tương đá, cổ sinh tại Lô 118 và 119 [12]

chuyển sang đới giàu trùng lỗ và tảo đỏ ở phần trên cùng. Trong khoảng mẫu trên cùng từ 1.456 - 1.486m có nhiều tảo đỏ và trùng lỗ hơn so với phần dưới đáy đoạn 1.960 - 1.968m. Các mẫu ở dưới phong phú, giàu chân riu hơn phần bên trên. Độ hạt trung bình của khoảng mẫu này phổ biến từ 0,12 - 1,0mm. Điểm đặc biệt khi quan sát ảnh mô tả, nhận thấy các mảnh echinoid phong phú dẫn từ dưới lên trên.

+ 1.469 - 1.486m: Đặc trưng bằng sự có mặt của carbonate giàu pyrite và tảo đỏ, trùng lỗ bám đáy, packstone chứa echinoid. Độ bào tròn và chọn lọc tốt tại vị trí xuất hiện của tảo đỏ và trùng lỗ với đới

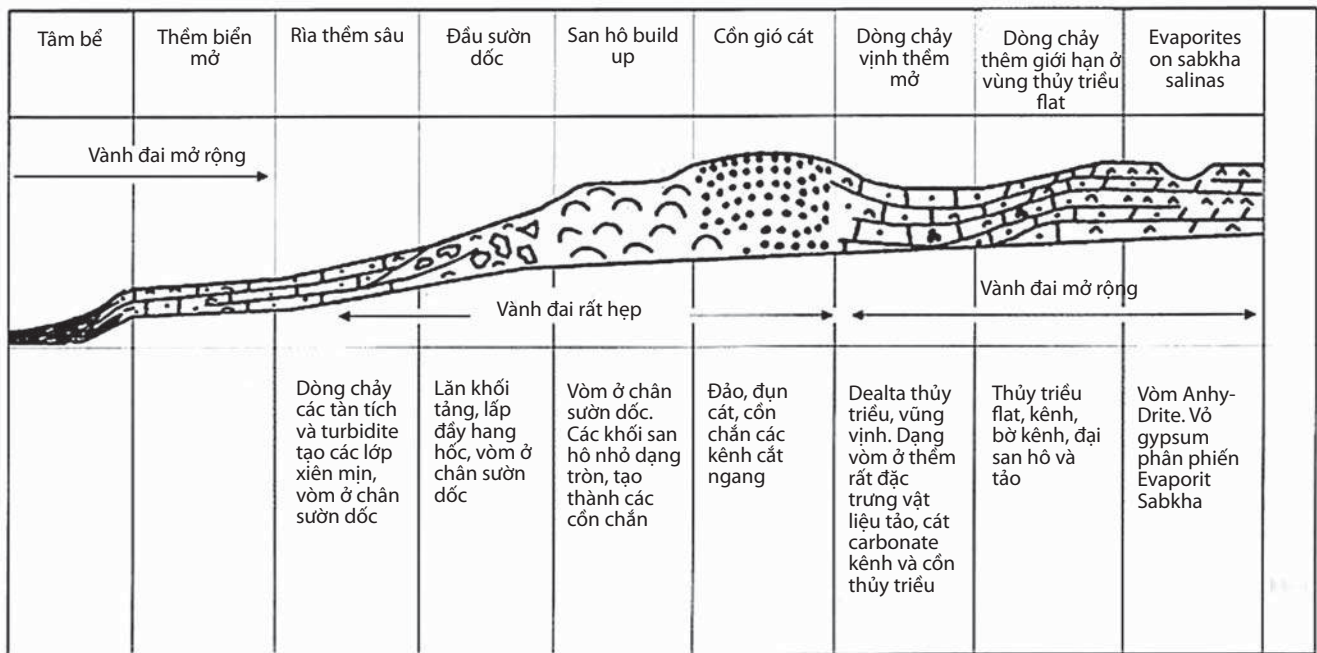
độ hạt thay đổi từ hạt thô chuyển dần sang hạt mịn.

+ 1.962 - 1.968m: Mang đặc điểm khác biệt với các tập trầm tích bên trên theo xu hướng phát triển tương carbonate dạng nền và tồn tại kiểu lỗ rỗng đa dạng hơn. Đặc trưng chủ yếu là packstone, grainstone với di tích của san hô (boundstone), đá phấn. Màu sắc đá từ trắng sáng chuyển tới các loại nâu sẫm sặc sỡ. Kết quả nghiên cứu cho thấy độ rỗng nứt nẻ (thứ sinh) và giữa hạt (nguyên sinh) tương đối phổ biến, với cỡ hạt trong khoảng 0,06 - 2,0mm. Độ rỗng liên thông thay đổi rất lớn giữa các mẫu trên lát mỏng. Các kiểu kiến trúc strolite hiếm gặp hơn so với ở Lô 118.

- Lô 120: Mặt cắt đá vôi trong các giếng khoan xác định được từ khoảng 1.138 - 1.521m đáy giếng khoan, bao gồm hai phần riêng biệt là đá vôi sinh vật (1.138 - 1.473m) và đá vôi bị dolomite hóa, xen kẽ với các lớp mỏng đá vôi khác. Tài liệu phân tích lát mỏng cho thấy, các mảnh đá vôi vụn (bioclastic) bao gồm mudstone, wackstone, packstone và grainstone, đôi chỗ bị tái kết tinh. Cấu thành đá bao gồm các khung xương san hô, tảo, trùng lỗ... và các mảnh echinoderm, bryozoa. Màu sắc các đá này thay đổi từ xám sáng, trắng sữa, trắng mờ có chứa sét, độ cứng trung bình và cấu tạo khối có độ rỗng chung thay đổi từ 15 - 30% (theo tài liệu logs). Đá vôi bị dolomite hóa (1.473 - 1.521m) có thể bị tái kết tinh từ đá vôi ban đầu, liên quan tới các quá trình biến đổi hóa học. Các đá dolomite nhìn chung có màu sắc nâu sáng, trắng sữa có độ cứng cao, đôi chỗ chứa calcite và xen kẹp các lớp đá vôi mỏng hơn.

2.4. Mối quan hệ giữa tương trầm tích carbonate và độ rỗng

Kết quả phân tích mẫu thạch học lát mỏng, tài liệu địa vật lý giếng khoan và phân tích cơ lý cho biết giá trị độ rỗng của đá carbonate tại độ sâu 1.469 - 1.486m ở Lô 119 là 30%, nhưng giá trị độ rỗng biến đổi từ cao (30 - 20%) xuống thấp (10 - 5%). Theo thống kê của nhóm tác giả, giá trị độ rỗng biến đổi dần từ cao xuống thấp theo chiều



Hình 6. Sơ đồ các đới tương chuẩn rìa thêm carbonate

sâu (từ trên xuống dưới). Tuy nhiên, có những khoảng độ sâu, độ rỗng biến đổi nhảy vọt từ thấp đến cao. Điều đó được nhận định có liên quan tới thành phần thạch học của hệ tầng carbonate. Đá có kích thước các hạt thô, độ chọn lọc kém, ưu thế giàu rhodolith sẽ tương ứng với độ rỗng cao hơn và ngược lại kích thước hạt mịn, độ chọn lọc kém hơn với sự có mặt của tảo đỏ, giàu trùng lỗ thì đới độ rỗng nhỏ hơn. Mặt khác, kết quả phân tích thành phần thạch học đá carbonate cho kết quả chính xác và phù hợp với sự biến thiên giữa hai đới độ rỗng thấp và cao theo tài liệu logs. Áp dụng phép so sánh tương tự đối với giếng khoan ở Lô 118 cho thấy kết quả nghiên cứu tương và độ rỗng hoàn toàn trùng khớp như giếng khoan ở Lô 119 (Hình 4 và 7).

Độ rỗng trung bình của hệ tầng Tri Tôn được xác định theo tài liệu giếng khoan từ 25 - 28% (thậm chí hơn 30%) ở Lô 118, 119 và 24 - 26% ở Lô 120. Các loại độ rỗng xác định theo tài liệu thạch học chủ yếu là dạng thứ sinh (moldic, vuggy) được thành tạo do quá trình hòa tan rửa trôi các hợp phần khung xương aragonite có trong san hô và tảo đỏ. Kết quả nghiên cứu sinh địa tầng ở đây đã được sử dụng hiệu quả trong việc liên kết các mặt ranh giới giữa các hệ tầng Sông Hương, Tri Tôn và Quảng Ngãi.

2.5. Luận giải tương theo kết quả phân tích mẫu lõi và thạch học lát mỏng

Từ các phân tích và mô tả ở trên, có thể chia trầm tích Miocen khu vực Lô 117 - 120 thành các phần sau [10, 11]:

- Đá carbonate tại các giếng khoan ở Lô 118 và 119: Nghiên cứu khoảng 50 mẫu lõi và thạch học lát mỏng

phần nóc carbonate Tri Tôn (chiều dài mẫu lõi trong giếng khoan ở các Lô 118 và 119 lần lượt là 14m và 18m) cho thấy: carbonate được hình thành trong môi trường từ nước nông tới rất nông, do ưu thế sự có mặt của san hô boundstone. Do nước biển dâng cao, có sự chuyển dần từ tương carbonate nhiều bùn (mudstone) sang sét. Phân tích thành phần thạch học tại phần trung tâm, xác định có tảo đỏ, rhodolith và foraminifera kích thước lớn [9]. Khác biệt giữa các tương này là sự chọn lọc lẫn kích thước độ hạt thay đổi. Mặt khác, các tương mịn hơn như packstone, grainstone bị thủy triều ảnh hưởng nên có thể quan sát được các di tích hoạt động của sinh vật. Đáng chú ý trong phần thô hơn tập này lại xuất hiện hỗn hợp rhodolith ở môi trường nông hơn, đôi chỗ nhận biết được boundstone liên quan tới nội thềm hay rìa thêm carbonate.

- Tương đá carbonate tương ứng độ sâu 1.962 - 1.968m ở giếng khoan ở Lô 119 được thành tạo trong môi trường biển rất nông tới tương back-reef, thành phần bounstone lớn hơn và thành tạo rìa thêm carbonate.

Như vậy, tính chu kỳ và phân tập địa tầng carbonate có đặc trưng rõ ràng, được minh chứng qua tài liệu mẫu lõi, lát mỏng và hình thái các đường logs tại khoảng 45 - 60m mẫu carbonate trên đới nâng Tri Tôn. Quan hệ độ rỗng qua đặc trưng mẫu lõi và đường cong logs của giếng khoan ở Lô 119, trong khoảng chiều sâu 1.828m (thu được mẫu lõi) tương đối phù hợp. Tính chu kỳ điển hình được bắt đầu bằng lớp đáy san hô boundstone chuyển dần lên trên theo loạt tương rhodolith thô dần, có độ chọn lọc

kém hơn; sau đó chuyển sang mịn dần lên trên và cuối cùng là hạt mịn nhất, có độ chọn lọc tốt, được cấu thành từ tảo đỏ và trùng lỗ. Theo đặc trưng phân bố của các tập tướng có thể suy luận rằng, sự có mặt của rhodolith kích thước lớn cùng các lớp tảo dày cho thấy chúng thành tạo trong môi trường năng lượng cao hơn so với rhodolith kích thước nhỏ và các lớp tảo mỏng ở môi trường năng lượng thấp hơn. Như vậy, các lớp hạt mịn và độ chọn lọc tốt hơn hay liên quan tới sự phổ biến của các lớp trùng lỗ có kích thước đồng đều.

Thống kê kết quả phân tích thạch học cho biết mối quan hệ giữa kích thước hạt và độ rỗng chung. Khi cỡ hạt trung bình nhỏ hơn 0,6mm, giá trị độ rỗng sẽ dao động trong khoảng 4 - 13%. Khi cỡ hạt trung bình lớn hơn 0,6mm, giá trị độ rỗng nằm trong khoảng 9 - 27%. Dựa vào phép phân tích cỡ hạt và độ rỗng theo tài liệu thạch học và cơ lý đá, kết hợp với giá trị độ rỗng tính bằng đường cong logs (sonic, density) có thể xác định các chu kỳ trầm tích, như tổng hợp ở trên.

3. Mối liên quan của trầm tích carbonate với hệ thống dầu khí

3.1. Khả năng sinh

Tiềm năng đá mẹ của các trầm tích hạt mịn có khả năng sinh dầu khí phụ thuộc vào các yếu tố quyết định sự giàu vật chất hữu cơ. Quá trình tăng khả năng bảo tồn vật chất hữu cơ phụ thuộc nhiều nhất vào các yếu tố: vị trí của nó trong không gian bể, thời tiết, nguồn sản sinh ra vật chất hữu cơ dưới biển, dòng tuần hoàn đại dương, tốc độ lắng đọng và độ sâu nước. Do vậy, rất nhiều loại đá mẹ trong các bể trên thế giới được hình thành từ các hệ thống carbonate biển, được phát triển cùng với sự thiếu oxy hoặc sự tăng lượng sinh vật ở tầng nước bề mặt. Điểm khác biệt của hệ thống carbonate so với hệ thống clastic là hệ thống carbonate có thể tạo ra các giới hạn địa hình thuận lợi cho việc hình thành ở điều kiện thiếu oxy và làm tăng khả năng bảo tồn vật chất hữu cơ khi mực nước biển dâng lên. Mặt khác, sự phát triển theo diện của của đá giàu vật chất hữu cơ trên khu vực lớn hàng chục nghìn km² sẽ là yếu tố quan trọng cho một tầng đá mẹ [6, 7].

Theo nguồn gốc phân loại, các đá carbonate có dạng trầm đọng như sau có thể được coi là đá mẹ:

- Đá mẹ giữa các khối xây (build up) carbonate: Mực nước biển lên nhanh có thể dẫn đến sự phát triển phân dị một khối đá vôi lớn thành nhiều khối đá vôi nhỏ hơn. Các khối đá vôi bắt đầu từ địa hình cao như rìa nền Tri Tôn, do sự tuần hoàn cột nước có giới hạn giữa các khối

carbonate, sẽ hình thành lớp nước thiếu oxy bên dưới lớp nước chịu ảnh hưởng của sóng. Các đá giàu vật chất hữu cơ được tích tụ trong hệ trầm tích biển tiến, ở thời điểm có độ sâu nước biển lớn nhất, cùng thời với các khối đá vôi bồi tụ lớn nhất. Lượng carbon hữu cơ có thể tăng lên khi tốc độ hòa tan đá vôi thấp. Trong hệ thống trầm tích highstand, hệ thống nôm lẩn dần dần lấp đầy địa hình được hình thành trong thời kỳ biển tiến (Hình 6 và 7).

- Đá mẹ hình thành bên trong của một khối đá vôi: Lún chìm phân dị bên trong khối carbonate sẽ hình thành một trũng tồn tại lâu dài, ở thời kỳ biển tiến. Trong thời kỳ biển cao, khi mực nước biển dâng chậm dần, carbonate nền tạo đủ trầm tích để lấp đầy các vùng trũng bên trong và giữ mặt trên ở mực nước nông. Trong thời gian mực nước biển dâng lên nhanh ở thời kỳ biển tiến, cả khối carbonate sẽ không theo kịp hết mực nước biển, dẫn đến hình thành một trũng bên trong khối. Sự tuần hoàn kém của cột bên trong vùng trũng đã tạo ra một trũng thiếu oxy trong nước, với trầm tích giàu vật chất hữu cơ. Ở ngoài rìa quá trình bồi tụ carbonate vẫn tiếp tục, dẫn đến sự hòa tan carbonate diễn ra ít nhất ở tâm trũng địa phương.

Khả năng sinh hydrocarbon: Mẫu nghiên cứu đá sinh carbonate được thu thập từ các khảo sát thực địa của Viện Dầu khí Việt Nam và từ các giếng khoan ở các Lô 115 - 120. Mẫu thực địa thu được khá phong phú và có diện phân bố rộng rãi, tuy nhiên chịu ảnh hưởng đáng kể của phong hóa, dẫn đến việc hydrocarbon trong chúng biến đổi sinh hóa từng phần, gây khó khăn cho công tác tổng kết minh giải tài liệu. Nhìn chung, trầm tích carbonate tuổi Miocen tại Việt Nam không lộ diện, nên rất hạn chế trong đánh giá các tiêu chuẩn đá mẹ. Các mẫu cổ hơn thu thập thực địa (như carbonate tuổi S, D, C-P, T...) rất phong phú, nhưng có sự phân bố không đồng đều trong các hệ tầng. Đến nay, ở Việt Nam chưa có công trình nghiên cứu đá carbonate có khả năng sinh hydrocarbua hay không. Vì vậy, trong bài báo này, nhóm tác giả chỉ đề cập đến các mẫu đã phân tích có tuổi Miocen sớm - giữa.

Như vậy, trên cơ sở quan điểm nguồn gốc đá mẹ như phân tích ở trên, carbonate thuộc hệ tầng Sông Hương, Tri Tôn có thể là đá mẹ nếu chúng đủ giàu vật chất hữu cơ, với tổng khối lượng đủ lớn và nằm trong ngưỡng trưởng thành.

- Đá vôi dolomite hệ tầng Sông Hương, tuổi Miocen sớm

Hai mẫu sét Lô 112, 118 thuộc hệ tầng Sông Hương đều có chung kết quả phân tích: hàm lượng vật chất hữu cơ trung bình 1,23% (0,20 - 6,90%), độ trưởng thành: S₂ =

0,97mg/g (0,28 - 5,89mg/g), HI = 52 - 196mg HC/g TOC, kerogen loại III. Như vậy, vật chất hữu cơ trong mẫu phân tích đạt tiêu chuẩn đá mẹ, có tiềm năng ở mức độ trung bình nhưng chưa trưởng thành, nên đá mẹ của hệ tầng này không có khả năng sinh dầu và khí. Kết quả này phù hợp với biểu đồ quan hệ TOC và S1 + S2.

- Đá vôi hệ tầng Tri Tôn, tuổi Miocen giữa

Nhìn chung, mẫu không giàu vật chất hữu cơ. Tại Lô 112, các giếng khoan gặp sét với TOC trung bình 0,22 - 0,40%; S2 từ 0,11 - 0,87mg/g, giá trị HI dao động từ 50 - 300mg HC/g TOC (trung bình 152mg/g) cho thấy vật chất hữu cơ trong mẫu hiện tại có khả năng sinh khí và hỗn hợp dầu khí. Tuy nhiên, trên biểu đồ quan hệ HI-Tmax, vật chất hữu cơ tồn tại cả dạng loại II và III, nghĩa là có khả năng sinh dầu và hỗn hợp khí dầu [7]. Điều này cho phép dự đoán vật chất hữu cơ ban đầu có khả năng sinh cả dầu và khí. Hơn nữa, tại Lô 120 - 121 xác định một mẫu nằm tại nóc tập Miocen giữa có giá trị TOC tới 0,49% với loại kerogen loại II và III, có khả năng sinh khí kém. Kết quả phân tích TTI (15 - 25) chỉ ra ngưỡng bắt đầu trưởng thành dưới độ sâu 2.960m và bắt đầu cửa sổ tạo dầu dưới 3.000m, với thời gian tương ứng từ 8,4 - 7,6 triệu năm trước.

Với số lượng hai mẫu đo giá trị phản xạ Ro tại giếng khoan ở Lô 119, kết quả thu được nhỏ hơn 0,45%, có thể kết luận: nóc tập carbonate trên đới nâng Tri Tôn chưa đạt ngưỡng trưởng thành. Kết quả mô hình cho thấy, tại các tập sét vôi, carbonate nằm sâu hơn trong các địa hào Đông, trung phía Tây đới nâng Tri Tôn. Các tập sét vôi giàu vật chất hữu cơ đã bước vào giai đoạn trưởng thành sớm, có khả năng sinh hydrocarbon trong giai đoạn 8,5 - 4 triệu năm trước (theo BHP [9], 1992).

Tóm lại, bằng cách xác định hệ thống trầm tích biển tiến, tướng condensed là tướng có độ dày lớn và phân bố khá rộng rãi, có thể nhận định: đá mẹ carbonate hệ tầng Sông Hương, Tri Tôn nghèo vật chất hữu cơ, chưa trưởng thành, không có khả năng sinh dầu mà chỉ có khả năng sinh khí ở mức độ yếu.

3.2. Khả năng chứa/bẫy

3.2.1. Đá chứa

Đá chứa trong khu vực Nam bể trầm tích Sông Hồng được nghiên cứu với mức độ còn rất khiêm tốn, đặc biệt là đối với đá móng trước Đệ tam và đá lục nguyên. Đối với đối tượng chứa carbonate, cho đến nay chưa có nhiều nghiên cứu chi tiết cụ thể, do số lượng các loại mẫu thạch học, cơ lý đá của các giếng khoan trong vùng chỉ dừng lại số lượng vài chục mẫu, chưa đủ để hệ thống hóa toàn

diện tính chất chứa của đá. Như vậy, quy luật biến đổi độ rỗng chung cho các thành tạo carbonate vẫn còn phải bàn luận, không chỉ riêng đối với các thành tạo ở đây, mà còn đối với các khu vực khác cũng có đá chứa loại này (Hình 5 và 7). Bề dày chung cho cả tầng carbonate thay đổi giảm dần theo hướng Đông Nam - Tây Bắc, từ 815m (Lô 119), 664m (Lô 118) đến 360m (Lô 115) hoặc chỉ là lớp kẹp vài mét trong các giếng khoan trung Huế [5]. Mặt khác, độ rỗng của chúng thay đổi khá rộng, từ 5 - 35%, không có quy luật giảm độ rỗng theo sự gia tăng chiều sâu. Tại giếng khoan Lô 115, đã xác định 15 tập vỉa chứa, trong đó có 3 vỉa dày 12 - 25m có độ rỗng thay đổi 17 - 23,5%. Giếng khoan Lô 118 gặp 7 vỉa dày 30 - 50m với độ rỗng 11 - 25,5%, nhưng cá biệt có khoảng độ rỗng rất tốt 26 - 39% (trong khoảng chiều sâu 1.573 - 1.607m) nhưng giếng khoan Lô 119 chỉ gặp 4 vỉa dày từ 5 - 35m với độ rỗng phổ biến trong khoảng 10 - 15% và 25 - 30%.

So sánh các vùng lân cận có cùng điều kiện địa chất như bể Nam Côn Sơn, Đông Natuna cho thấy đá chứa trong khu vực Nam bể trầm tích Sông Hồng có tính chất chứa rất tốt [3, 4]. Chúng bao gồm các dạng sau:

- Đá vôi dolomite hệ tầng Sông Hương tuổi Miocen sớm

Các tập đá vôi ở khu vực Lô 115-120 được xác định theo liên kết đặc trưng phản xạ Miocen sớm, chiều dày thay đổi từ 360m (Lô 115), 334m (Lô 118) đến 103m (Lô 119). Tuy có ba giếng khoan tới đối tượng này, với số mẫu phân tích còn rất thiếu tập trung, nên tính chất thấm chứa của đá dolomite vẫn còn là vấn đề cần nghiên cứu thêm. Kết quả nghiên cứu cho thấy, có khả năng đá vôi bị dolomite hóa làm giảm thể tích chung, tạo độ rỗng thứ sinh tốt hơn. Vì vậy, tập dolomite từng phần vẫn có thể được coi là đá chứa tiềm năng trong khu vực Nam bể trầm tích Sông Hồng [7, 8].

- Đá vôi hệ tầng Tri Tôn tuổi Miocen giữa

Tương tự như hệ tầng dolomite, các tập đá carbonate Miocen giữa được khoanh định theo các đặc trưng địa chấn phản xạ và theo quy mô chiều dày biến đổi, từ 10m (Lô 115), 330m (Lô 118) tới 712m (Lô 119); phần ngoài phía Đông địa lũy còn có bề dày lớn hơn. Đây là dạng đá chứa đã được chứng minh tại Nam bể trầm tích Sông Hồng với đối tượng chứa chính là khí. Đá vôi bị nứt nẻ, phong hóa (karst) tạo thành các hang hốc, lỗ hổng và là đối tượng chứa dầu khí rất tốt. Độ rỗng nứt nẻ và hang hốc của tầng carbonate khá phong phú, song phân bố phức tạp, phụ thuộc vào các đới đứt gãy cà nát và sự phát triển bề mặt hang động rửa lữa.

3.2.2. Bẫy chứa

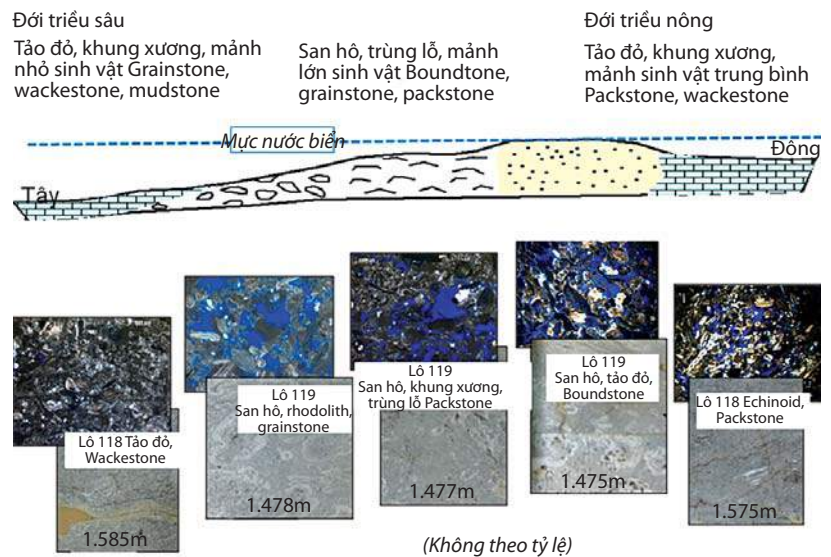
Theo kết quả nghiên cứu trước đây, đá chứa carbonate điển hình có thể trở thành bẫy chứa dầu khí tại khu vực phía Nam bể trầm tích Sông Hồng. Các bẫy chứa có độ rỗng tốt nhất có thể xác định theo tài liệu địa chấn [7]. Nhận định trên đã được khẳng định theo kết quả phân tích mẫu lõi, có đối chiếu với tài liệu logs.

Trên tài liệu mặt cắt địa chấn, bẫy chứa quan trọng nhất trong khu vực nghiên cứu là các khối đá carbonate có độ rỗng lớn liên quan đến nứt nẻ, hang hốc thuộc hệ tầng Tri Tôn tuổi Miocen giữa. Tuy nhiên, các bẫy chứa khác chưa phát hiện có thể được tạo ra bởi hoạt động phát triển nhanh các khối xây hay ám tiêu đá vôi (reef) trong vùng. Các bẫy này tuy cùng tuổi và môi trường thành tạo, nhưng rất khác nhau về khả năng chứa dầu khí do thành phần loại đá và độ hạt biến thiên nhiều phụ thuộc độ sâu nước biển ở thời kỳ đó. Cấu tạo STB (Lô 117), CVX (Lô 118), CH (Lô 119) là các ví dụ điển hình cho loại bẫy chứa trên đới nâng Tri Tôn [7, 8].

Ngoài ra, khi nghiên cứu độ rỗng thứ sinh, quá trình dolomite hóa làm giảm thể tích của đá, dẫn đến độ rỗng chung tăng theo tới 12 - 15%, rất có ý nghĩa đối với tầng chứa dầu khí. Tuy nhiên, tài liệu địa chấn sử dụng trong bài viết này chưa đạt mức độ phân giải tin tưởng nhất để làm cơ sở đặt giếng khoan tìm kiếm thăm dò hay thăm lượng cho bẫy chứa loại này.

3.3. Khả năng chắn

Trên thế giới, tầng chắn địa phương hay khu vực có thành phần là đá carbonate không hiếm. Nhưng ở khu vực phía Nam bể trầm tích Sông Hồng, đá chắn trong vùng phủ lên carbonate Tri Tôn là các tầng sét kết hình thành trong giai đoạn ngập lụt cực đại, dày vài trăm mét, đóng vai trò là những tầng chắn khu vực. Theo kết quả nghiên cứu của Shell năm 1995, tại trũng Huế - Quảng Đà,



Hình 7. Mô hình tương trầm tích carbonate trên đới nâng Tri Tôn [12]

có các tập mỏng carbonate (packstone chặt sít) với xi măng calcite dày khoảng 6 - 8m của hệ tầng Quảng Ngãi, đóng vai trò là những tầng chắn địa phương [6, 9].

Xét theo phương diện lý thuyết, các lớp sét vôi hoặc đá vôi có độ rỗng nhỏ, bề dày đủ lớn, phân bố đủ rộng, cụ thể là tầng đá vôi của hệ tầng này, với phạm vi địa phương, vừa đóng vai trò là tầng sinh dầu khí cho khu vực, vừa là tầng chắn tiềm năng. Ví dụ lớp đá vôi dày tại độ sâu 1.473 - 1.503m của giếng khoan Lô 120 có độ rỗng chung nhỏ 3 - 5% có thể chắn được dầu nặng ở bên dưới [9]. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu thạch học và địa vật lý tại giếng khoan Lô 118 và 119 đã chứng minh, các tầng sét vôi chưa đủ tiêu chí hoàn chỉnh để có thể kết luận là tầng chắn địa phương hay khu vực có ý nghĩa.

4. Kết luận

Với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học - công nghệ, việc khai thác, sử dụng các thông tin khi minh giải địa chấn, kết hợp với xử lý các thông số địa vật lý giếng khoan và tài liệu phân tích mẫu nhằm trực tiếp xác định sự tồn tại, đặc điểm quy luật phân bố và lịch sử hình thành của các đá chứa carbonate đã và đang được các công ty dầu khí trên thế giới quan tâm. Phân tích, luận giải khả năng sinh, chứa, chắn của hệ tầng carbonate, nhằm dự báo mô hình thăm dò phù hợp cần được tiếp tục nghiên cứu và thảo luận trong thời gian tới.

Đặc trưng của hệ tầng carbonate trên đới nâng Tri Tôn có nguồn gốc sinh hóa, thành tạo trên địa lũy độc lập, tách khỏi khối Trung bộ vào thời kỳ Oligocen muộn. Đặc điểm của các thành tạo carbonate thể hiện qua tài liệu địa chấn, địa vật lý giếng khoan và đặc biệt là các kết quả phân tích mẫu cho thấy: phần dưới hệ tầng Sông Hương là các thành tạo carbonate thêm bị dolomite hóa, có độ rỗng kém hơn, hình thành trong môi trường biển sâu mở; phần trên hệ tầng Tri Tôn là các thành tạo carbonate liên quan tới nguồn gốc sinh vật, khối xây và ám tiêu trong môi trường biển nông hơn. Phân tích đặc điểm mặt cắt địa chất - địa vật lý dọc theo đới nâng Tri Tôn

xác định được nhiều thể carbonate riêng lẻ, sau đó gộp lại thành tạo nên toàn bộ khối carbonate nền rộng lớn trên thềm lục địa miền Trung Việt Nam. Ranh giới giữa các thể carbonate độc lập là các kênh rãnh biển ngầm như phân cách các cấu tạo 115-A, 117-STB, 119-CH riêng biệt và khối lớn bao gồm diện tích còn lại [10, 12].

Do mật độ khoan còn thấp và các giếng đã khoan chưa qua các địa tầng carbonate dày nhất có tuổi Miocen - Đệ tứ (?) trong bể Sông Hồng, nên tuổi địa tầng trên đới nâng Tri Tôn không chỉ là Miocen sớm - giữa, mà còn có thể trẻ hơn như Miocen muộn.

Tài liệu tham khảo

1. Dennis E. Hayes. *The tectonic and geologic evolution of Southeast Asian Seas and Islands*. Published by the American Geophysical Union. 1991.
2. C.K. Morley. *A tectonic model for the Tertiary evolution of strike-slip faults and rift basins in SE Asia*. Tectonophysics. 2002; 347(4): p. 189 - 215.
3. Charles S. Hutchison. *Geological evolution of South-East Asia*. Published by the Oxford University Press, USA. 1989.
4. Chris Sladen. *Exploring the lake basins of East and Southeast Asia*. Geological Society, Special Publications. 1997; 126: p. 49 - 76.
5. Đỗ Bạt. *Địa tầng và quá trình phát triển trầm tích Đệ tam thềm lục địa Việt Nam*. Tuyển tập Báo cáo Hội nghị Khoa học - Công nghệ "Ngành Dầu khí Việt Nam: Trước thềm thế kỷ 21". 2000: trang 92 - 99.
6. Nguyễn Hiệp và nnk. *Địa chất và Tài nguyên Dầu khí Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật. 2007.
7. Nguyễn Văn Phòng. *Cấu trúc địa chất và tiềm năng dầu khí khu vực Hoàng Sa*. Viện Dầu khí Việt Nam. 2008.
8. Phan Trung Điền. *Một số biến cố địa chất Mesozoic muộn - Kainozoi và hệ thống dầu khí thềm lục địa Việt Nam*. Tuyển tập Báo cáo Hội nghị Khoa học - Công nghệ "Ngành Dầu khí Việt Nam: Trước thềm thế kỷ 21". 2000: trang 131 - 150.
9. BP và BHP Lô 117-119 và 120-121. Một số tài liệu Hội nghị và Hội thảo khoa học (1989 - 1995).
10. Vũ Ngọc Diệp, Nguyễn Trọng Tín, Nguyễn Văn Phòng, Trần Đăng Hùng. *Quá trình tiến hóa kiến tạo của đới nâng Tri Tôn, phần Nam bể trầm tích Sông Hồng*. Tạp chí Dầu khí. 2011; 3: trang 20 - 27.
11. Vũ Ngọc Diệp, Hoàng Ngọc Đăng, Trần Mạnh Cường, Nguyễn Trọng Tín. *Quá trình phát triển và thoái hóa của trầm tích carbonate tuổi Miocen trên đới nâng Tri Tôn, phần Nam bể trầm tích Sông Hồng*. Tạp chí Dầu khí. 2011; 7: trang 20 - 26.
12. Vũ Ngọc Diệp. *Đặc điểm và mô hình trầm tích carbonate tuổi Miocen phần Nam bể trầm tích Sông Hồng*. Luận án Tiến sĩ Địa chất. Lưu trữ Thư viện Quốc gia. 2012.

The geological characteristics of Miocene carbonate formation in the southern part of Song Hong basin and their relations to the hydrocarbon system

Vu Ngoc Diep¹, Hoang Dung¹, Tran Thanh Hai¹, Nguyen Trong Tin²
Hoang Anh Tuan³, Tran Dang Hung⁴, Nguyen Duc Hung⁴, Ngo Sy Tho⁵

¹Vietnam Oil and Gas Group

²Vietnam Petroleum Association

³Vietnam Petroleum Institute

⁴PVEP Overseas

⁵The Government Office

Summary

Song Hong basin is one of the best potential hydrocarbon Cenozoic basins in Vietnam, with new gas discoveries such as Thai Binh, Hong Long, Bao Vang, and Bao Den. Most commercial gas discoveries are in terrestrial Miocene – Pliocene reservoirs related to clastic and shale diapirs. Nevertheless, other recent large gas discoveries in the southern part of the basin such as 115-A, Su Tu Bien, and Ca Heo were made in Middle Miocene carbonates. Using updated geological and geographical data, the authors incorporated analyses including seismic facies, morphology, and petrography of all typical carbonate types belonging to Song Huong and Tri Ton formations to define the carbonate development and characteristics as well as its relation to the petroleum system in the study area such as source rock potential, reservoir and seal.

Key words: Carbonate, build up, platform, Miocene, grainstone