

NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT VÙNG BIỂN QUẦN ĐẢO TRƯỜNG SA VÀ DKI

NGUYỄN ĐỨC MINH NGỌC¹, VĂN TIẾN HUNG¹,
VŨ THỊ THUỜNG¹ NGUYỄN BIỂU², TRẦN NGHI³

¹ TT Tư vấn điều tra và Dịch vụ địa chất khoáng sản biển, 125 Trung Kính, Cầu Giấy, Hà Nội

² Tổng hội Địa chất Việt Nam, 6 Phạm Ngũ Lão, Hoàn Kiếm, Hà Nội

³ Khoa Địa chất - Trường đại học Khoa học Tự nhiên, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

Tóm tắt: Năm 2009-2010, dự án nhánh “Điều tra đặc điểm địa hình, địa chất công trình vùng biển quần đảo Trường Sa và DKI” kí hiệu ĐTB11.1, do Bộ Tư lệnh Công binh chủ trì, được triển khai tại vùng biển một số đảo và bãi ngầm thuộc phạm vi quần đảo Trường Sa và DKI.

Trung tâm Tư vấn điều tra và Dịch vụ địa chất khoáng sản biển đã phối hợp với các cơ quan chuyên môn tổng hợp các tài liệu hiện có về đặc điểm địa chất khu vực này, kết hợp với các kết quả điều tra mới nhất do Trung tâm tiến hành khảo sát, qua đó đã đưa ra được cái nhìn tổng quan về bức tranh địa chất tại khu vực. Bài báo này sẽ đề cập đến các kết quả nghiên cứu về địa chất, trầm tích tầng mặt, địa chất công trình thu thập được trong khuôn khổ dự án. Hy vọng các kết quả này sẽ đóng góp thêm các dữ liệu khoa học, phục vụ cho các nghiên cứu khác sau này.

MỞ ĐẦU

Quần đảo Trường Sa (QĐTS) và khu vực DKI nằm về phía ĐN Biển Đông, gồm trên 100 đảo, đá, bãi cạn, cồn san hô và bãi ngầm. Vùng nghiên cứu được xác định theo Đề cương dự án được phê duyệt với diện tích 150.000 km² (tọa độ giới hạn xem Bảng 1 và Hình 1).

Bảng 1. Tọa độ giới hạn vùng nghiên cứu.

TT	X	Y
1	109° 11' 53,3"	07° 35' 39,8"
2	114° 18' 55,1"	11° 41' 08,7"
3	115° 29' 09,8"	10° 12' 35,4"
4	110° 26' 09,1"	06° 10' 16,8"

Đây là vùng có địa hình rất phức tạp. Trên bề mặt các bãi ngầm, nhìn chung, không bằng phẳng, phân bố rải rác các mỏm nhô, các hồ lõm, các khe rãnh và phát triển mạnh các quần thể san hô. Độ dốc sườn bao quanh các đảo, bãi cạn thay đổi nhanh với độ sâu lớn (xuống độ sâu lớn nhất khoảng 2.500 m). Do điều kiện tự nhiên khó khăn, các nghiên cứu địa chất tại đây chưa được tiến hành chi tiết và thiếu hệ thống. Do đó, việc triển khai Dự án nhánh ĐTB.11.1 đã góp phần làm sáng tỏ đặc điểm địa chất, trầm tích tầng mặt và địa chất công trình tại vùng này.

I. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT

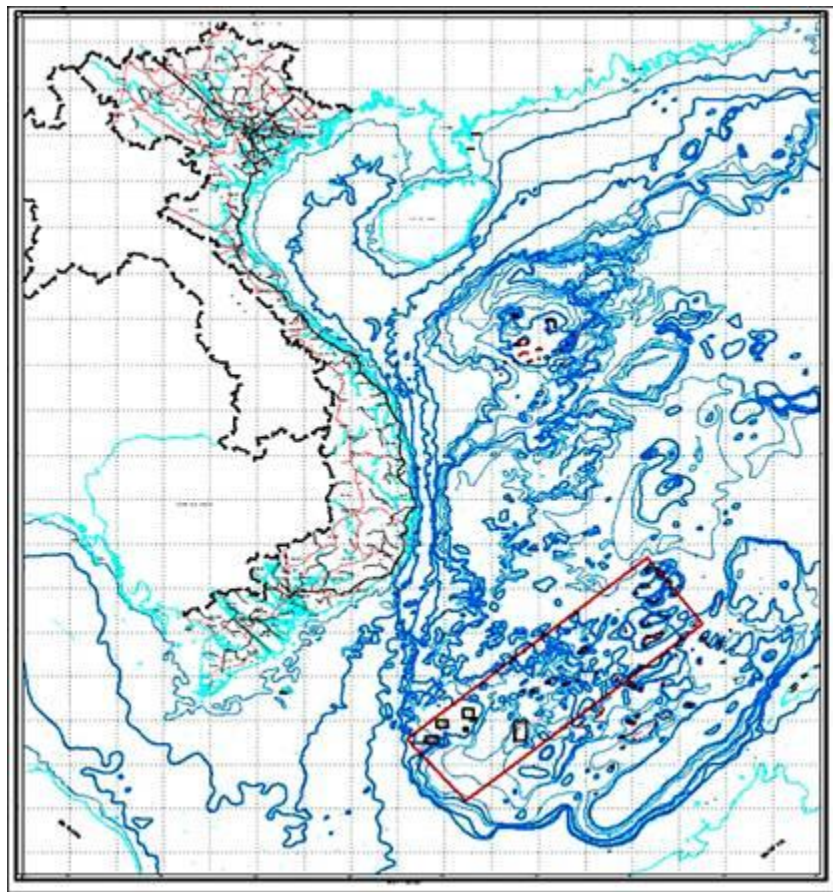
1. Địa tầng

1.1. Địa tầng trước Đệ tứ: Cột địa tầng vùng nghiên cứu được trình bày chi tiết cho toàn vùng [4, 6] và cho một số vùng của QĐTS đã được công bố như các bề Tư Chính - Vũng Mây [6],

Cửu Long, Nam Côn Sơn [1], vùng bể đông đảo Chữ Thập [9], các bể Palawan và Sarawak (Atlas do Trung Quốc xuất bản năm 2005). Đặc biệt trong công trình nghiên cứu mới nhất của mình, Nguyễn Trọng Tín và đồng nghiệp [8] đã hệ thống lại một cách hoàn chỉnh các tài liệu đã nêu trên, kết hợp với các kết quả điều tra mới nhất; qua đó, đã mô tả chi tiết các phân vị địa tầng trước Đệ tứ. Bài báo này chỉ giới thiệu một cách khái quát các kết quả nghiên cứu đó.

a/ Móng trước Đệ Tam:

- *Đá biến vị, biến chất:* Gặp tại lỗ khoan Sampaguita-1, chiều sâu 4.000 m phía ĐB quần đảo Trường Sa gồm cát kết, bột kết, sét sen kẽ nhau, bị biến chất, tuổi Creta.



Hình 1. Vùng biển quần đảo Trường Sa và DKI.

- *Đá magma:* Gặp tại giếng khoan PV-94-2X ở bể Tư Chính - Vũng Mây, ở chiều sâu 2820-3330 m (đáy khoan) đã gặp đá phun trào axit, chủ yếu là rhyolit xen một lượng nhỏ tuf ryolit và một vài lớp andesit. Tại lỗ khoan 122.CM-1X lô 121 đã gặp đá móng là đá phun trào. Magma xâm nhập đã gặp ở tại lỗ khoan 115 A-1X ở chiều sâu 3498-3538 m. Tuổi của các thành tạo magma chủ yếu cổ hơn Creta sớm.

- *Đá carbonat:* Đá carbonat với các mạch calcit đã gặp tại bắc Palawan được thành tạo trong môi trường biển nông. Quá về phía bắc tại lô 112 (112-BT-Radexpro-1X) đã gặp đá móng là đá vôi cứng chắc màu xám đen, tuổi Devon.

b/ Lớp phủ trầm tích Đệ tam:

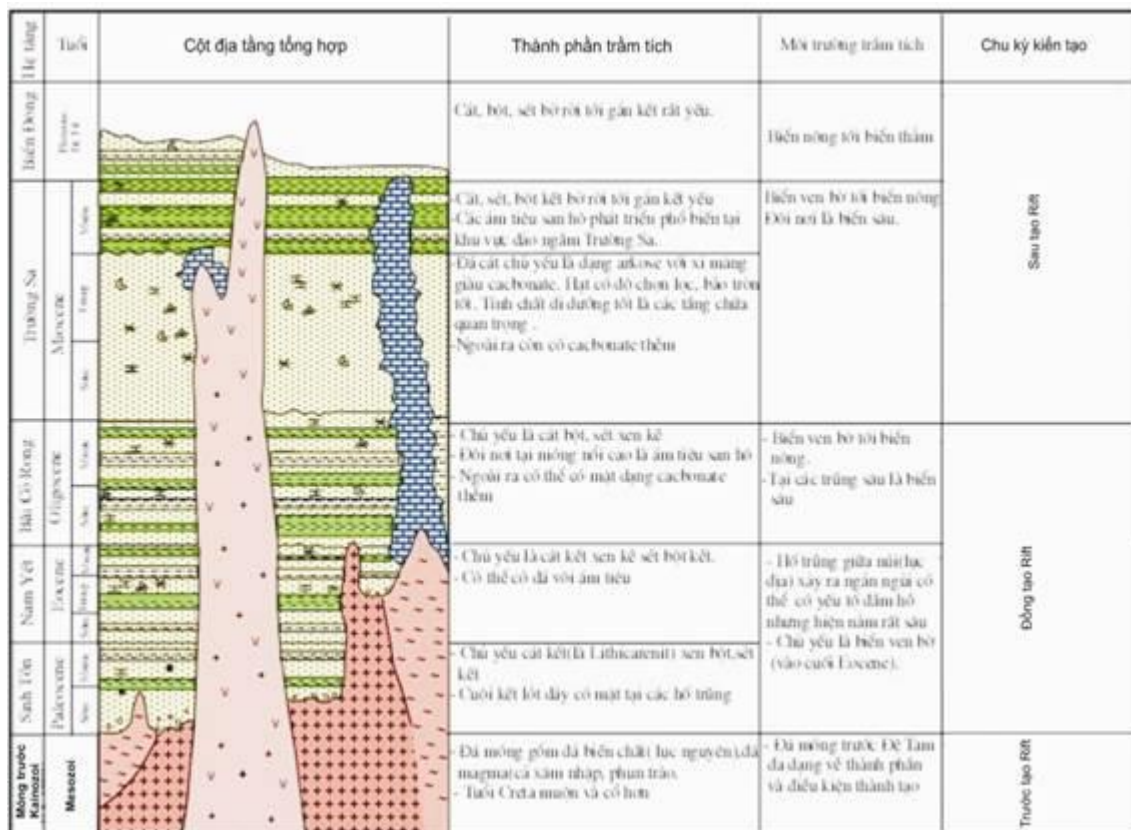
- *Trầm tích Paleocen (E_1)*: Hiện đã gặp trầm tích Paleocen tại lỗ khoan Sampaguita-1 bắc Palawan, gồm đá carbonat, các thành tạo vụn thô như cuội kết, cát kết hạt mịn tới vừa, xen kẽ sét bột kết và một vài vỉa than, được thành tạo trong môi trường lục địa, lấp đầy các trũng địa phương.

- *Trầm tích tuổi Eocen (E_2)*: Đã gặp tại lỗ khoan Sampaguita-1 ở bắc Palawan, gồm các trầm tích vụn thô, sét bột kết xen cát kết.

- *Trầm tích tuổi Oligocen (E_3)*: Gặp tại các lỗ khoan ở vùng Bãi Cỏ Rong, Tư Chính (PV-94-2X) bao gồm cả trầm tích vụn thô, cát kết, bột kết, sét kết màu xám, xám xanh xen kẽ với nhau và các lớp carbonat dạng ám tiêu. Các trầm tích Oligocen được thành tạo trong môi trường biển ven bờ - biển nông. Ngoài ra, còn có thể có carbonat dạng thềm tại các trũng sâu.

- *Trầm tích tuổi Miocen (N_1)*: Có thể gặp trong các lỗ khoan tại vùng LK. ODP-1143 [2]. Ở cả hai vùng Bãi Cỏ Rong - bắc Palawan và Tư Chính đã gặp các trầm tích tuổi Miocen. Tại bắc Palawan, các trầm tích Miocen gồm sét kết, bột kết xen một số lớp cát kết và đá vôi. Ở vùng Tư Chính trầm tích Miocen hạ gồm cát kết hạt nhỏ chứa glauconit, chuyển dần lên Miocen trung là đá vôi ám tiêu và đá vôi dạng nền, màu trắng, trắng xám, chứa các mảnh sinh vật calcit hóa.

Các ám tiêu san hô rất phát triển trong Miocen và Pliocen ở vùng quần đảo Trường Sa và bãi Tư Chính - Vũng Mây. Điều này phản ánh quần đảo Trường Sa luôn là vùng nổi cao trong suốt lịch sử phát triển địa chất của nó, với các bãi đá ngầm có hình hài tương tự hiện nay.



Hình 2. Cột địa tầng tổng hợp khu vực Trường Sa [8].

- *Hệ tầng Biển Đông (N_2 bđ)*: bao gồm các thành tạo vụn thô, cát, bột, sét xen kẽ. Các loại trầm tích kể trên đã gặp ở tất cả các lỗ khoan thuộc thềm lục địa Việt Nam. Ngoài đá vụn thô còn có carbonat dạng ám tiêu và dạng thềm. Trầm tích hệ tầng Biển Đông được thành tạo trong môi trường

biển nông, biển sâu tới biển thẳm. Trong các trầm tích vụn thô đáng quan tâm nhất là các tập cát bờ rời gắn kết yếu, có thể là các tầng chứa với sản phẩm chủ yếu là khí, như đã gặp ở trung tâm bể Sông Hồng, hoặc ở Brunei, ngay rìa phía nam vùng QĐTS.

1.2. Địa tầng trầm tích Đệ tứ: Dựa theo thành phần vật chất, cấu tạo lớp và hình thái địa mạo - nơi tích tụ trầm tích trong vùng, có thể chia vùng nghiên cứu thành 5 kiểu mặt cắt [4] như sau:

- Kiểu I: đảo và bãi cạn san hô ám tiêu;
- Kiểu II: sườn, bờ, đới nâng ngầm (các cao nguyên ngầm);
- Kiểu III: thung lũng giữa núi;
- Kiểu IV: các bể lún nhiệt; và
- Kiểu V: trên các núi nhô (đảo mồ côi ngầm hay đỉnh các núi lửa).

Tuy nhiên, trong quá trình khảo sát thực tế tại một số đảo và bãi ngầm thuộc vùng biển QĐTS và DKI chỉ gặp chủ yếu là mặt cắt dạng đảo và bãi cạn san hô ám tiêu. Do đó, dưới đây tập thể tác giả chỉ đề cập đến mặt cắt địa chất thuộc kiểu I.

- Hệ Đệ tứ, thống Pleistocen

a/ *San hô ám tiêu, đá vôi san hô tuổi Pleistocen sớm-giữa* (CoQ_I^{1-2}): Chủ yếu có thành phần là đá vôi dạng ám tiêu san hô, màu trắng, trắng xám tái kết tinh, cấu tạo rắn chắc, xen các lớp mỏng cuội kết có thành phần là khung xương san hô và các nhóm sinh vật khác. Các thành tạo này gặp trong lỗ khoan PV-94-2X. Tại các đảo thuộc QĐTS, dự đoán thành tạo này lộ ra tại sườn dốc quanh đảo ở độ sâu ngoài 100 m (?).

b/ *San hô ám tiêu tuổi Pleistocen muộn, phần trên* (CoQ_I^{3b}): là các thành tạo đá vôi rạn san hô dạng khối, cấu tạo rắn chắc, tái kết tinh nằm dưới lớp cuội, sỏi, sạn, cát kết màu trắng xám, xám vàng, mà bề mặt thường lộ ra thành dải hẹp (dao động trong khoảng 10-100 m nước) quanh các đảo nổi ở QĐTS.

c/ *Trầm tích nguồn gốc biển, tuổi Pleistocen muộn, phần trên* (mQ_I^{3b}): Trên mặt cắt, trầm tích Pleistocen thượng, phần trên thường phủ trực tiếp lên các san hô ám tiêu tuổi Pliocen. Diện phân bố không cố định, phụ thuộc vào địa hình các đảo và bãi ngầm, chủ yếu trong vùng nước khoảng 30-60 m. Thành phần bao gồm cát, cát sạn, sạn cát màu trắng, trắng đục và cuội, bùn-vôi vụn sinh vật. Cát có độ mài tròn trung bình đến kém.

d/ *San hô ám tiêu, tuổi Holocen sớm-giữa* (CoQ_{II}^{1-2}): San hô ám tiêu Holocen hạ-trung tạo nên các chỏm nổi trong vùng biển bao quanh các đảo nổi. Thành phần bao gồm san hô đĩa, san hô khối, san hô nhánh, ... dạng cứng chắc, màu nâu đỏ, trắng đục.

e/ *Trầm tích nguồn gốc hỗn hợp biển-gió, tuổi Holocen giữa-muộn* (mvQ_{II}^{2-3}): Thành tạo kiểu này phân bố chủ yếu tại các đảo nổi và trên các khối nhô san hô. Thành phần chủ yếu là cát, cát sạn màu trắng, trắng xám.

f/ *Trầm tích nguồn gốc biển, tuổi Holocen giữa-muộn* (mQ_{II}^{2-3}): Trên mặt cắt địa chất - địa vật lý, trầm tích này tương ứng với tập 1 và phủ trực tiếp lên trầm tích nguồn gốc biển tuổi Pleistocen muộn, phần trên (mQ_I^{3b}). Diện phân bố trong khoảng 60-100 m. Thành phần bao gồm cát, cát bùn chứa sạn màu trắng đục. Cát có độ mài tròn trung bình đến kém.

2. Kiến tạo

2.1. Các đơn vị cấu trúc chính: Trong chuyên san Biển Đông III, toàn bộ vùng nghiên cứu được gọi là địa khối quần đảo Trường Sa và chia thành nhiều đơn vị cấu trúc bao gồm các trũng và các đới nâng.

Trên bình đồ cấu trúc hiện đại của biển rìa Đông Việt Nam (Hình 3), địa khối quần đảo Trường Sa là hợp phần cấu trúc kiểu lục địa có móng uốn nếp trước Kainozoic. Có thể chia thành các khối cấu trúc: Trường Sa (Spratly-Dangerous Grounds), Bãi Cỏ Rong (Reed Bank), Bắc Palawan - Mindoro (Calamian) và Luconia [3].

a/ Khối cấu trúc Trường Sa: được giới hạn về phía bắc bởi trũng nước sâu Biển Đông. Về phía ĐB cấu trúc này khớp nối với cấu trúc Bãi Cỏ Rong thông qua một đới dạng địa hào phương kinh tuyến, được đặt tên là Bình Nguyên - Suối Ngọc. Về phía TN, khối cấu trúc Trường Sa tiếp giáp với khối Luconia thông qua hệ thống đứt gãy phương TB-ĐN, còn về phía ĐN nó tiếp nối với trũng biển sâu Palawan thông qua cấu trúc nâng rìa có phương ĐB-TN được đặt tên là Hoa Lau - Thảm Hiểm. Khối này gồm các trũng Kainozoic quy mô khác nhau được ngăn cách bởi các đới nâng hạ tương đối:

- Trũng Sơn Ca - Trũng Tiên Nữ;
- Trũng Châu Viên;
- Trũng địa hào Bình Nguyên - Suối Ngọc;
- Đới nâng rìa Đá Lát - Chữ Thập;
- Đới chuyển tiếp Bắc Trường Sa;
- Đới nâng rìa Hoa Lau - Thảm Hiểm;

b/ Khối cấu trúc Bãi Cỏ Rong (Reed Bank): là một cấu trúc lục địa bị lún chìm điển hình. Các trầm tích Đệ tam có bề dày từ 1000 đến hơn 4200 m.

c/ Khối cấu trúc Bắc Palawan - Mindoro (Calamian): nằm ở đầu mút ĐB của địa khối QĐTS. Bản chất lục địa của khối này đã được chứng minh bằng sự phát hiện các thành tạo móng uốn nếp gồm các đá trầm tích, phun trào biến chất tuổi Carbon giữa, bị phủ bởi các thành tạo carbonat Paleozoic thượng.

d/ Khối cấu trúc Luconia: Đặc điểm cấu trúc nội tại của khối Luconia là hệ thống các địa hào và địa lũy bị khống chế bởi hệ thống đứt gãy ĐB-TN. Hệ thống đứt gãy này liên quan đến cả phần móng và lớp phủ trầm tích Kainozoic. Trong quá trình hình thành á bệ Tây Nam Biển Đông vào Miocen, từ rìa lục địa Đông Dương - Trung Quốc khối này bị trượt về phía nam.

2.2. Đặc điểm hệ thống đứt gãy: Trên cơ sở các tài liệu địa vật lý hiện có, tại vùng nghiên cứu có 2 hệ thống đứt gãy sau:

a/ Hệ thống đứt gãy phương ĐB-TN: gồm các đứt gãy Tây Trường Sa và Nam Côn Sơn. Đứt gãy Tây Trường Sa đồng thời là ranh giới phía bắc QĐTS. Đứt gãy này phát triển từ ĐB bãi Cỏ Rong tới phía tây đảo Trường Sa và đi sâu vào thềm lục địa Việt Nam. Đứt gãy Nam Côn Sơn nằm ở phía nam dải nâng Côn Sơn có chiều dài hơn 1000 km.

b/ Hệ thống đứt gãy ngang: Có phương gần như B-N. Đây là các đứt gãy trượt ngang bị phân cắt thành các đoạn khác nhau.

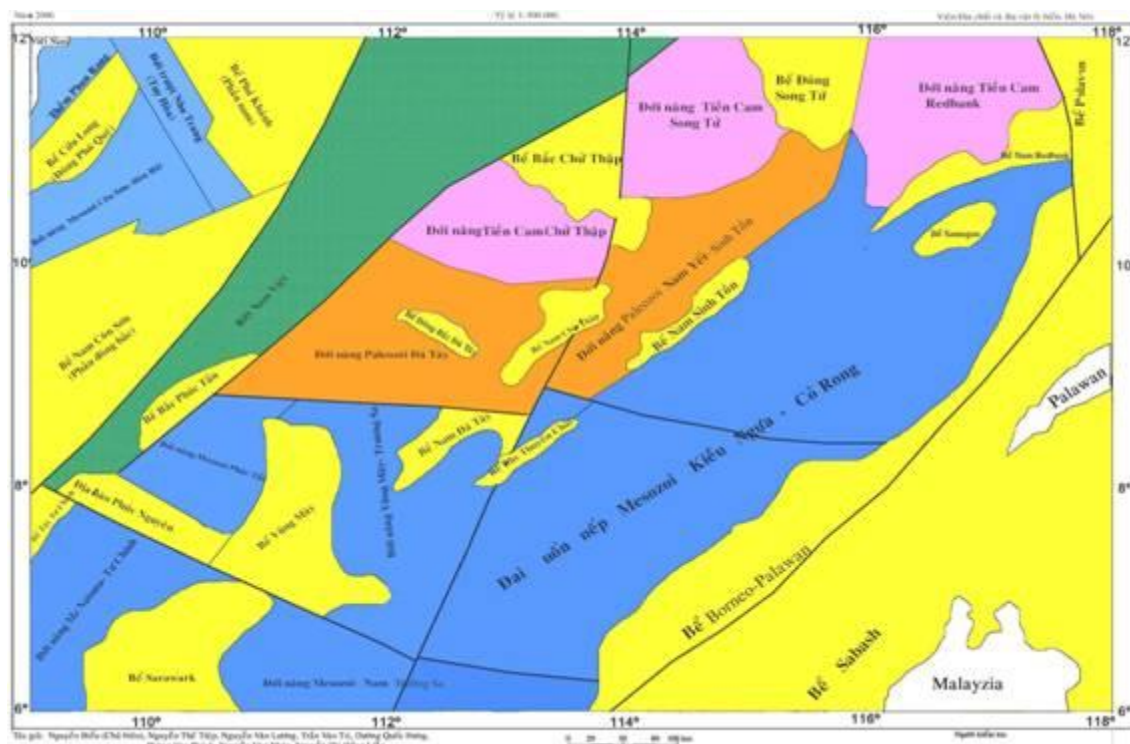
II. ĐẶC ĐIỂM TRẦM TÍCH TẦNG MẶT

Trên bản đồ trầm tích tầng mặt, ở vùng biển QĐTS-DK1 ta thấy, về tổng thể từ lục địa ra biển theo hướng TB đến ĐN, trầm tích tầng mặt đáy biển vùng nghiên cứu có cấp hạt thô dần, từ trường bùn chuyển sang bùn cát và đến cát. Tuy nhiên, những diện tích cục bộ trong vùng, tập trung chủ yếu ở các đảo nổi hay các khối nhô ngầm, có thành phần trầm tích tầng mặt không tuân theo quy luật này, do ở đó có sự xuất hiện của các thành tạo san hô hay các diện lộ bazan [11].

Trầm tích tầng mặt đáy biển vùng nghiên cứu gặp các kiểu trầm tích sau:

1. Trầm tích cát (S)

Trầm tích cát có diện tích khoảng 22.000 km², phân bố tại vùng tây nam QĐTS, ở độ sâu 200-2000 m nước. Trường trầm tích phát triển bao quanh các đảo Đá Tây, Đá Châu Viên, Trường Sa, bãi cạn Chim Biền, bãi Vụng Mây và có phương kéo dài về phía TN vùng nghiên cứu. Trầm tích có màu xám đến xám sẫm, thành phần hạt chủ yếu là cát, chiếm 90-95%; bùn: 0-10%, chứa hợp phần bột sét. Kích thước hạt trung bình của trầm tích Md thay đổi từ 0,111 đến 0,252, là loại cát mịn. Trầm tích có độ chọn lọc tốt, hệ số S₀ thay đổi từ 1,1 đến 1,4.



Hình 3. Sơ đồ các cấu trúc vùng biển QĐTS - DKI và kế cân [12].

2. Trầm tích bùn cát (sM)

Trầm tích bùn cát có diện phân bố lớn nhất trong tổng diện tích các trường trầm tích của vùng nghiên cứu (khoảng 93.000 km²). Trường trầm tích này phát triển kéo dài theo hướng ĐB-TN, nằm giữa 2 trường cát và bùn. Trầm tích có màu xám, xám nâu, xám xanh đến xám xanh sẫm; trong thành phần trầm tích bột chiếm ưu thế, thay đổi từ 45,5 đến 55,5 %; sét: 25-30%; cát: 20-30 %. Kích thước hạt trung bình Md = 0,01-0,03 mm. Độ chọn lọc trung bình đến kém, S₀ = 2,63-5,71.

3. Trầm tích bùn (M)

Trầm tích bùn chiếm một diện tích là 18.800 km², phân bố chủ yếu thành 2 vùng:

a/ Vùng 1: ở bãi Phúc Nguyên và bãi Tư Chính, nằm ở phía tây vùng nghiên cứu, ở độ sâu 200-1200 m nước. Trầm tích có màu xám nâu đến xám sẫm, thành phần độ hạt như sau: bột = 41,8-56,6%; sét = 35,4-51,8%; cát = 4,5-9,5%. Kích thước hạt trung bình Md khoảng: 0,0048-0,0098. Độ chọn lọc kém, So = 3,35. Chỉ tiêu địa hóa trầm tích pH = 7,11-8,23.

b/ Vùng 2: ở TN đảo Song Tử Tây và Song Tử Đông, dưới độ sâu 600-4200 m nước. Trầm tích có màu xám xanh đến xám sẫm, thành phần độ hạt như sau: bột = 39,9-61,1%; sét = 31,7-56,9%; cát = 3-9,1%. Kích thước hạt trung bình Md: trong khoảng 0,0035-0,015 mm. Độ chọn lọc kém, So = 2,63-3,55.

4. Sạn vụn san hô, cát (sG)

Trầm tích sạn vụn san hô hình thành dưới các ám tiêu san hô vòng (atoll) phát triển đối xứng qua trục dài của đảo, tạo nên một vụng khép kín hoặc liên thông với biển. Trường trầm tích này cũng phân bố theo hình thái các đảo ở vùng bãi Ba Kè, Vũng Mây có diện tích khoảng 776,4 km².

5. Basalt

Vùng nghiên cứu nằm ở phía N-ĐN của trục tách giãn Biển Đông; đây là vùng chịu nhiều ảnh hưởng của các hoạt động kiến tạo sâu, cũng như các hoạt động của các núi lửa. Trong vùng này xuất lộ các thành tạo basalt, phân bố ở các đảo chìm, sườn hay ở chân rìa các đảo nổi san hô ở độ sâu từ vài chục đến hàng nghìn mét trong vùng nghiên cứu.

6. San hô ám tiêu

Ở ngoài khơi, san hô ám tiêu tạo thành các đảo vòng rất lớn chủ yếu là nhóm san hô rạn (hermatypic). Bình đồ cấu trúc rạn san hô có dạng ellip; các rạn có dạng vành khuyên, vòng và được chia ra thành hai kiểu rạn:

- *Kiểu thứ nhất:* gồm 1 dãy các đảo nổi và đảo chìm bao quanh một vụng biển rộng và sâu. Các đảo thường tập hợp thành cụm đảo, như các cụm Sinh Tồn, Song Tử Tây.

- *Kiểu thứ hai:* là các kiểu đảo đơn lẻ với rạn san hô hình vành khăn, nhô không cao khỏi mặt nước, ôm lấy một vùng biển kín phổ biến là các đảo Đá Lát, Đá Đông...

III. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

1. Các phức hệ trầm tích

Ở vùng biển đảo Trường Sa và DKI, tương ứng với mỗi chu kỳ biến đổi mực nước biển tương đối do băng hà, tan băng và sụt lún kiến tạo đã hình thành các tập hợp trầm tích có tuổi địa chất khác nhau thuộc các tầng trầm tích như biên (m), sông biển (am), v.v.. Các thành tạo địa chất Pliocen-Đệ tứ trong vùng được phân chia thành 9 phức hệ địa tầng [6]:

a/ Phức hệ trầm tích hỗn hợp sông - sông-biển (m, am)Q₁^{2b}: phân bố ở vùng bãi Tư Chính, phía tây vùng nghiên cứu, trong khoảng độ sâu 200-1200 m nước. Phức hệ này nằm hoàn toàn trong trường trầm tích bùn của trầm tích tầng mặt. Thành phần chủ yếu là cát, cát bột, cát bùn, bùn sét..

b/ Phức hệ trầm tích biển (mQ₁^{2a}): thành phần chủ yếu là cát, cát bột, bùn sét. Cũng như phức hệ (m, am)Q₁^{2b}, phức hệ này nằm trên hai trường trầm tích tầng mặt là bùn và bùn cát. Phức hệ phân bố ở các bãi Phúc Nguyên và Phúc Tần, nằm trong trường trầm tích bùn; còn diện tích phức hệ phân bố ở các bãi Huyền Trân và Quê Đường nằm trong trường trầm tích bùn cát.

c/ Phức hệ trầm tích nón quạt cửa sông (aQ₁^{2a}): phân bố ở phía nam bãi Phúc Nguyên và phía bắc bãi Phúc Tần, nằm ở phía tây của vùng nghiên cứu. Diện tích phân bố ở phía bắc bãi Phúc Tần

và một phần nhỏ ở nam bãi Phúc Nguyên nằm trong trường trầm tích tầng mặt là bùn, còn diện tích phía nam bãi Phúc Nguyên chủ yếu nằm trong trường trầm tích tầng mặt là bùn cát. Thành phần chủ yếu của phức hệ là sạn, cát sạn và cát bùn.

d/ Phức hệ trầm tích biển (mQ_1^1): có thành phần chủ yếu là bùn sét, bột và cát. Phức hệ này chiếm phần lớn diện tích nghiên cứu, nằm trên cả 3 trường trầm tích tầng mặt của vùng là bùn, bùn cát và cát, nhưng chủ yếu trên trường trầm tích tầng mặt là bùn cát và cát, chỉ có một diện tích nhỏ phía bắc bãi Huyền Trân là trong trường bùn.

e/ Phức hệ trầm tích nón quạt cửa sông (aQ_1^1): phân bố thành các diện nhỏ, nằm ở phía tây, TB bãi đá Chữ Thập và phía ĐN đảo Đá Đông. Thành phần chủ yếu của phức hệ này là sạn, cát sạn và cát bùn. Phức hệ này nằm trong trường trầm tích tầng mặt là bùn cát, chỉ có một diện tích nhỏ ở phía ĐN đảo Đá Đông là nằm trong trường trầm tích cát.

f/ Phức hệ trầm tích turbidit, trầm tích biển sâu tuổi Pliocen - Đệ tứ (mD , mTN_2-Q): phân bố ở phía tây đảo Thị Tứ - phía bắc vùng nghiên cứu, tại vùng biển nước sâu, chủ yếu trong khoảng độ sâu trên 3000 m và hoàn toàn ở trong trường trầm tích tầng mặt là bùn. Thành phần chủ yếu của phức hệ là sạn, cát lẫn bùn núi lửa và bùn núi lửa.

g/ Phức hệ trầm tích nón quạt cửa sông tuổi Pliocen-Pleistocen sớm ($TfN_2-Q_1^1$): chỉ chiếm một diện tích nhỏ, phân bố ở phía bắc và TB bãi đá Đèn Cây Cỏ trong trường trầm tích tầng mặt là bùn và cát bùn, nằm ở khoảng độ sâu 1500-3500 m. Thành phần chủ yếu của phức hệ là sạn, cát sạn, cát bùn.

h/ Phức hệ trầm tích biển tuổi Pliocen-Pleistocen sớm ($mN_2-Q_1^1$): nằm ở phía đông và ĐB vùng nghiên cứu, trong trường trầm tích tầng mặt là bùn cát và cát, chủ yếu là bùn cát. Thành phần trầm tích chính của phức hệ này là sét, bột cát.

i/ Phức hệ trầm tích sạn, mảnh vụn san hô: hình thành dưới các ám tiêu san hô vòng (atoll), phát triển đối xứng qua trục dài của đảo tạo nên một vụng khép kín hoặc liên thông với biển. Trường trầm tích này cũng phân bố theo hình thái các đảo trên kiểu địa hình bậc thềm san hô ngầm, với nguồn vật liệu trầm tích chủ yếu là sản phẩm phá hủy các khối san hô dưới tác động của sóng biển. Trầm tích phân bố ở độ sâu 50-100 m nước, thành phần là cát, sỏi, sạn san hô màu trắng, trắng xám, bờ rời. Vật liệu có độ mài tròn từ khá đến tốt.

k/ San hô: Ở ngoài khơi, san hô QĐTS tạo thành các đảo vòng rất lớn, chủ yếu là nhóm san hô rạn (hermatypic corals). Bình đồ cấu trúc rạn san hô có dạng ellip, các rạn có dạng vành khuyên và được chia thành hai kiểu rạn:

- **Kiểu thứ nhất:** gồm một dãy các đảo nổi và đảo chìm bao quanh một vụng biển rộng và sâu. Các đảo thường tập hợp thành các cụm đảo, như các cụm Sinh Tồn, Song Tử Tây.

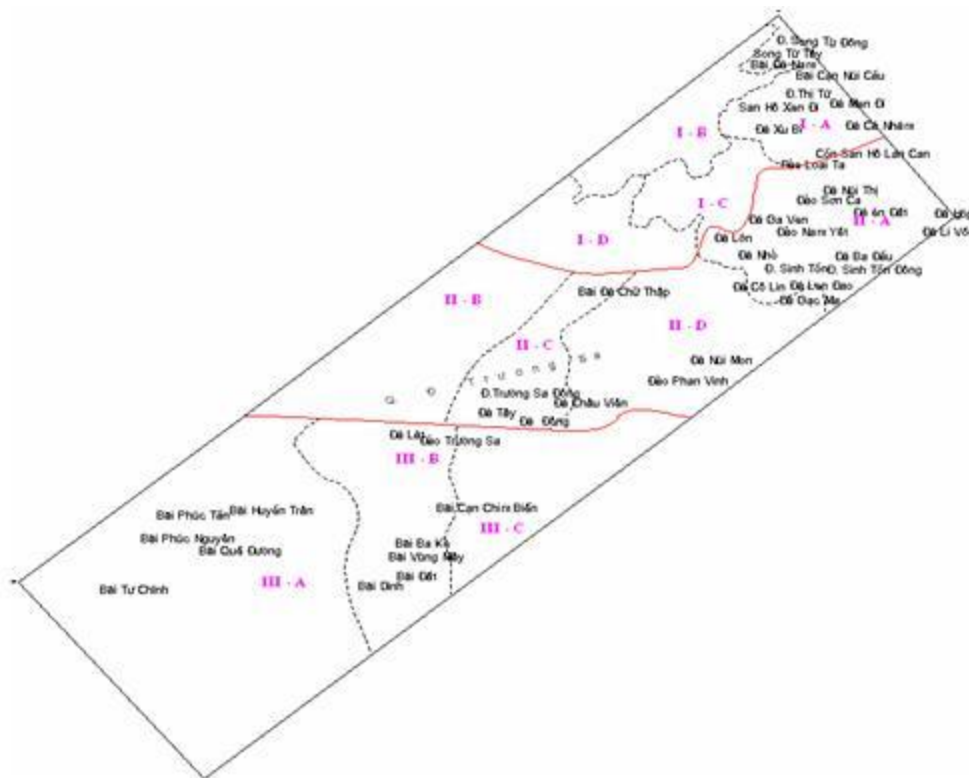
- **Kiểu thứ hai:** là các kiểu đảo đơn lẻ với rạn san hô hình vành khăn, nhô khỏi mặt nước không cao, ôm lấy một vùng biển kín, phổ biến là các đảo Đá Lát, Đá Đông, ...

Các thành tạo san hô tại QĐTS này thể hiện rõ nét quá trình sinh trưởng, phát triển và tàn lụi theo các cấu trúc nhịp và thềm các chu kỳ trầm tích [12]. Đây là hiện tượng khá phổ biến và là đặc tính tiêu biểu của các thành tạo san hô. San hô vùng QĐTS được thành tạo theo các nhịp trầm tích khá tương đồng với thời gian thành tạo của trầm tích trên thềm lục địa. Mặc dù, độ sâu của các chu kỳ san hô có sự chênh lệch, nhưng điều này còn phụ thuộc vào sự thay đổi biên độ nâng hạ kiến tạo theo từng khu vực khác nhau.

2. Phân vùng địa chất công trình

Nguyên tắc được lựa chọn để phân chia các thể địa chất trên bản đồ địa chất công trình (ĐCCT) tỷ lệ 1/500.000 vùng biển đảo Trường Sa và DKI là dựa vào địa tầng và nguồn gốc trầm tích; cấp bậc các thể địa chất được phân chia là thành tạo địa tầng - nguồn gốc. Ví dụ: ở các trầm tích trẻ, mức độ thành đá thấp, nguồn gốc thành tạo gần nhau thường có đặc tính ĐCCT không khác nhau nhiều. Trong trường hợp đó, chúng được ghép vào một thành tạo địa tầng - nguồn gốc. Các nghiên cứu về trầm tích Pleistocen trung-thượng (Q_1^{2-3}) còn hạn chế, các biểu hiện về nguồn gốc thành tạo trong sự hình thành đặc tính ĐCCT của chúng phần nào bị khóa lấp. Trong những điều kiện đó, các trầm tích này được hợp nhất trong một thể địa chất là m, am Q_1^{2-3} . Căn cứ vào đặc điểm và nguyên tắc trên, toàn bộ vùng biển đảo Trường Sa và DKI được chia thành 3 miền ĐCCT [7], theo thứ tự từ trên xuống dưới, từ trái qua phải như sau:

- Miền ĐCCT I: gồm 4 vùng: I-A; I-B; I-C; và I-D;
- Miền ĐCCT II: gồm 4 vùng: II-A; II-B; II-C; và II-D;
- Miền ĐCCT III: gồm 3 vùng: III-A; III-B; và III-C.



Hình 2. Sơ đồ phân vùng địa chất công trình vùng nghiên cứu

a/ Miền ĐCCT I: Miền này nằm ở phía bắc và TB vùng nghiên cứu, phía nam được giới hạn bởi ranh giới đới nâng Tiền Cambri. Miền này bao gồm các cấu trúc kiến tạo là đới nâng Tiền Cambri Chữ Thập, đới nâng Tiền Cambri Song Tử, kẹp giữa 2 đới nâng này là đới sụt Chữ Thập. Đới sụt Chữ Thập này đã được bồi lấp bởi vật liệu lắng đọng, phần nào cao bằng bề mặt địa hình. Góc ĐB của miền, từ xung quanh các đảo và bãi ngầm ra đến độ sâu khoảng 1500 m, bị phân dị mạnh, tạo thành các sườn dốc tương đối lớn. Ở phía ĐN của miền, địa hình khá thoải, ít bị biến đổi. Trong miền này, biểu hiện động đất không nhiều, có ít lòng sông cổ đã được bồi lấp bởi các

trầm tích có độ chặt sít tương đối cao. Miền ĐCCT I được chia thành các vùng ĐCCT theo thứ tự như sau:

- *Vùng ĐCCT I-A*: Vùng này nằm phía B-TB của miền ĐCCT I. Đáy biển dốc, phân dị mạnh. Trầm tích phân bố chủ yếu là thành tạo địa tầng - nguồn gốc $mN_2-Q_1^1$ và san hô coQ và chỉ có một diện nhỏ của của mTN_2-Q . Vùng này nằm hoàn toàn trong đới cấu trúc - kiến tạo là đới nâng Tiền Cambri Song Tử.

- *Vùng ĐCCT I-B*: Vùng này nằm phía tây của miền I. Địa hình đáy biển khá bằng phẳng, nhưng rất sâu (>3000 m). Vùng ĐCCT I-B thuộc yếu tố cấu trúc - kiến tạo bề bắc Chữ Thập (hay đới sụt Chữ Thập), một phần của đới nâng Tiền Cambri Song Tử và đới nâng Tiền Cambri Chữ Thập. Trầm tích của vùng chủ yếu thuộc thành tạo địa tầng - nguồn gốc mD, mTN_2-Q , một phần là $TfN_2-Q_1^1$ và $mN_2-Q_1^1$.

- *Vùng ĐCCT I-C*: nằm ở phần trung tâm phía đông miền I, thuộc hai yếu tố cấu trúc - kiến tạo là đới nâng Tiền Cambri Chữ Thập và bề bắc Chữ Thập. Địa hình thuộc đới nâng Tiền Cambri Chữ Thập phân dị tương đối lớn, độ dốc cao, địa hình đáy biển phần thuộc bề bắc Chữ Thập khá thoải. Trầm tích phân bố chủ yếu là thành tạo địa tầng - nguồn gốc mQ_1^1 , $mN_2-Q_1^1$ và một diện nhỏ của $TfN_2-Q_1^1$ và CoQ.

- *Vùng ĐCCT I-D*: Vùng này nằm ở phía nam của miền. Địa hình đáy biển tương đối bằng phẳng, các đường đẳng dày có dạng song song nhau xen kẽ với một số diện tích có dạng ellip kéo dài, tạo thành các dạng địa hình trũng hoặc cao ngầm dưới biển. Trầm tích của vùng chủ yếu là thành tạo địa tầng - nguồn gốc mQ_1^1 , $mN_2-Q_1^1$ và một diện tích nhỏ TfQ_1^1 và $TfN_2-Q_1^1$.

b/ Miền ĐCCT II: Miền ĐCCT II nằm giữa vùng nghiên cứu, kéo dài từ đông sang tây. Ranh giới phía bắc và phía nam là ranh giới của đới nâng Paleozoi, ranh giới phía đông và phía tây chính là diện tích nghiên cứu. Miền này thuộc cấu trúc đới nâng Paleozoi Đá Tây và đới nâng Paleozoi Nam Yết - Sinh Tồn, xen kẹp giữa các đới nâng này là các bề ĐB Đá Tây, Nam Chữ Thập và Nam Sinh Tồn. Địa hình đáy biển phân dị tương đối mạnh, dốc từ xung quanh đảo và các bãi ngầm cho đến độ sâu 1500 m, thoải hơn ở độ sâu lớn hơn 1500 m. Miền ĐCCT II ít có các biểu hiện của động đất; các đứt gãy trong phạm vi miền có phương kinh tuyến hoặc ĐB-TN. Trong miền có khá nhiều lòng sông cổ đã được các trầm tích trẻ hơn bồi lấp. Đáy biển lộ ra chủ yếu các thành tạo địa tầng - nguồn gốc mQ_1^1 ; $mN_2-Q_1^1$; và một diện nhỏ các thành tạo TfQ_1^1 , coQ, sạn và mảnh vụn san hô. Miền ĐCCT II chia ra thành các vùng:

- *Vùng ĐCCT II-A*: Vùng này nằm ở phía bắc của miền, giáp với vùng I-A ở phía bắc, vùng I-C và I-D ở phía tây. Địa hình của vùng phân dị khá mạnh, có những chỗ gần như dốc đứng. Các đường đẳng sâu có dạng bao quanh các quần thể đảo vòng, song song nhau và biến thiên rất lớn (từ vài chục tới khoảng 2000 m). Có hai hệ thống các đảo san hô phát triển, tạo nên các hệ thống đảo vòng san hô. Các thành tạo địa tầng - nguồn gốc phân bố trong vùng là mQ_1^1 ; $mN_2-Q_1^1$ và coQ. Vùng này chủ yếu thuộc yếu tố cấu trúc - kiến tạo đới nâng Paleozoi Nam Yết - Sinh Tồn, chỉ có một diện tích nhỏ thuộc bề Nam Sinh Tồn.

- *Vùng ĐCCT II-B*: nằm ở phía tây của miền, chủ yếu trên cấu trúc kiến tạo là đới nâng Paleozoi Đá Tây và một phần nhỏ trên đới sụt Đông Bắc Đá Tây. Đới sụt này đã được bồi lấp bởi các vật liệu trầm tích trẻ hơn. Địa hình của vùng tương đối phẳng và sâu (chủ yếu sâu hơn 1000 m). Các đường đẳng sâu thưa và có nhiều hình dạng khác nhau, địa hình một số diện tích nhỏ tạo thành các trũng hoặc cồn cao ngầm dưới biển. Trong vùng rất ít các lòng sông cổ, các đứt gãy chủ yếu kéo

dài theo phương ĐB-TN. Thành tạo địa tầng - nguồn gốc phân bố trong vùng chủ yếu là mQ_1^1 , ngoài ra còn có một phần nhỏ các thành tạo $mN_2-Q_1^1$ và TfQ_1^1 .

- *Vùng ĐCCT II-C*: Vùng ĐCCT này nằm ở giữa của miền, có địa hình tương đối dốc. Trong vùng còn có một số đảo nổi và bãi ngầm lớn, địa hình quanh các đảo và bãi ngầm này rất dốc. Các đường đẳng sâu có dạng ellip song song nhau bao quanh đảo và bãi ngầm khá dày. Các đứt gãy chủ yếu theo phương ĐB-TN, ít có các lòng sông cổ trong vùng. Các thành tạo địa tầng - nguồn gốc trong vùng là mQ_1^1 , $mN_2-Q_1^1$, coQ và TfQ_1^1 . Vùng này thuộc yếu tố cấu trúc kiến tạo đới nâng Paleozoi, chỉ có một diện tích nhỏ nằm trong đới sụt ĐB Đá Tây.

- *Vùng ĐCCT II-D*: Vùng này nằm ở trung tâm của miền. Đặc điểm địa hình khá giống vùng ĐCCT II-B, tương đối thoải, chủ yếu nằm trong khoảng độ sâu 1500-2000 m. Có khá nhiều lòng sông cổ phân bố trong vùng đã được bồi lấp bởi vật liệu trầm tích trẻ hơn tương đối chặt. Các đứt gãy có phương kinh tuyến. Các thành tạo trầm tích trong vùng chủ yếu là mQ_1^1 , $mN_2-Q_1^1$ và một diện tích nhỏ coQ . Vùng này chiếm hết phần còn lại của các đới nâng Paleozoi Đá Tây và Nam Yết - Sinh Tồn và toàn bộ đới sụt Nam Chữ Thập.

c/ Miền ĐCCT III: Miền ĐCCT này nằm ở phía nam và là miền lớn nhất trong vùng nghiên cứu, được giới hạn về phía bắc bởi ranh giới của đới nâng Paleozoi Đá Tây và đới nâng Paleozoi Nam Yết - Sinh Tồn; các phía còn lại được giới hạn bởi ranh giới vùng nghiên cứu. Miền này thuộc nhiều đới cấu trúc kiến tạo, gồm các đới nâng Mesozoi Phúc Tần, đới nâng Mesozoi Natuna - Tư Chính, đới nâng Vũng Mây - Trường Sa, các đới sụt Vũng Mây, Sarawak, Nam Đá Tây, Nam Thuyền Chài và địa hào Phúc Nguyên. Địa hình miền ít phân dị hơn hai miền ĐCCT I và II. Các đứt gãy chủ yếu kéo dài theo phương ĐB-TN. Trong miền có rất ít các lòng sông cổ; chúng đã được bồi lấp bởi các vật liệu trầm tích trẻ hơn. Các thành tạo trầm tích địa tầng - nguồn gốc có mặt hầu hết trong miền này. Miền ĐCCT III được chia làm 3 vùng, cụ thể như sau:

- *Vùng ĐCCT III-A*: Vùng này phân bố ở phía tây của miền. Đây là vùng ĐCCT có địa hình tương đối thoải, nhất là ở các đới sụt Vũng Mây và Sarawak. Địa hình gần như bằng phẳng. Các đứt gãy chủ yếu có phương ĐB-TN, có một số đứt gãy nhỏ kéo dài theo phương kinh tuyến. Vùng chủ yếu nằm trong miền động đất có $M_{max} < 4$; $I_0 = 5$; chỉ một diện tích nhỏ ở góc phía tây diện tích nghiên cứu nằm trong vùng động đất có $M_{max} = 5,5$; $I_0 = 7$. Trong vùng có nhiều bãi ngầm lớn, như các bãi ngầm Tư Chính, Phúc Nguyên, Phúc Tần và Huyền Trân. Kẹp giữa hai đới nâng Mesozoi Phúc Tần và Natuna - Tư Chính là địa hào Phúc Nguyên đã được bồi lấp bằng các vật liệu trầm tích trẻ hơn. Thành tạo địa tầng - nguồn gốc trong vùng gồm: m, amQ_1^{2b} , mQ_1^{2a} , TfQ_1^{2a} , mQ_1^1 và coQ .

- *Vùng ĐCCT III-B*: Vùng ĐCCT III-B phân bố ở trung tâm miền. Địa hình đáy biển phân dị tương đối mạnh, độ sâu biển biến thiên từ 10 đến khoảng 2000 m; một số chỗ sườn gần như dốc đứng, đặc biệt là các sườn nằm quanh các bãi ngầm, như Ba Kè, Vũng Mây, bãi cạn Chim Biển. Ngoài ra, trong vùng còn xuất hiện một số đảo như đảo Trường Sa, đảo Đá Lát. Trong vùng có rất ít các lòng sông cổ. Các đứt gãy chủ yếu có phương ĐB-TN và phương kinh tuyến. Lộ ra ở đáy biển chủ yếu là thành tạo địa tầng - nguồn gốc mQ_1^1 ; chỉ có một diện tích nhỏ chứa coQ và sạn, mảnh vụn san hô.

- *Vùng ĐCCT III-C*: Nằm ở phía ĐB và có diện tích nhỏ nhất miền. Địa hình sâu và tương đối thoải (trong khoảng 1000-2000 m). Có khá nhiều lòng sông cổ phân bố trong vùng đã được bồi lấp bởi các trầm tích trẻ hơn. Các đứt gãy có phương ĐB-TN. Phân bố ở đáy biển là các thành tạo địa tầng - nguồn gốc mQ_1^1 , $mN_2-Q_1^1$ và TfQ_1^1 .

KẾT LUẬN

Qua các kết quả nghiên cứu trên, có thể đưa ra một số kết luận sau:

1/ Trầm tích Đệ tứ phủ hầu hết diện tích vùng biển đảo Trường Sa và DKI với chiều dày thay đổi 0-300 m, song phần lớn đạt 100-200 m. Cột địa tầng Đệ tứ được chia thành 5 kiểu theo hình thái cấu trúc và thành phần, trong đó phổ biến là kiểu mặt cắt san hô phân bố trên các đảo nổi, đảo chìm dạng vòng của các ám tiêu san hô.

2/ Trầm tích vùng nghiên cứu được cấu tạo bởi vật liệu nguồn gốc sinh vật, chủ yếu là các quần thể san hô và các sản phẩm phá hủy của chúng (khung xương san hô chết, vật liệu vụn do phá hủy khung xương san hô,...). Trầm tích có tính phân lớp. Các lớp phân bố không đều trên bề mặt các đảo nổi và bãi ngầm. Trên mặt cắt cấu trúc, tính phân nhịp được thể hiện khá rõ, trong đó có nhịp thể hiện đầy đủ các lớp bao gồm: lớp cành vụn và cát san hô gắn kết yếu, san hô cứng lẫn cục, san hô khối tăng đặc sít hoặc có nhịp thiếu đi một vài lớp. Các thành tạo này có thể bị biến đổi, hóa đá ít nhiều. Các đá vôi san hô có độ rỗng lớn và rất không đồng đều, dao động từ 40 đến 50% (san hô cành), 10-40% (san hô dạng dăm, sạn) và 2-10% (san hô gốc), làm cho san hô thuộc loại vật liệu giòn, dễ bị phá hủy dưới tác dụng của lực.

3/ Điều kiện địa chất công trình các tầng nông không cao, không đồng nhất và không đồng đều theo diện và mặt cắt. Độ bền ĐCCT thay đổi theo xu thế tăng dần theo chiều sâu. Các lớp vật liệu vụn thô thường có điều kiện ĐCCT thấp hơn so với các lớp vật liệu có kích thước nhỏ hoặc san hô khối tăng.

VĂN LIỆU

1. Đỗ Bạt, Ngô Xuân Vinh, Nguyễn Quý Hùng, Nguyễn Thế Hùng, Đỗ Việt Hiếu, Nguyễn Trung Hiếu, 2003. Liên hệ địa tầng trầm tích Đệ tam biển Đông Việt Nam. *TC Dầu khí*, 6 : 2-7. Hà Nội.

2. Internet, 2007. Chương trình khoan đại dương.

3. Lê Duy Bách, Ngô Gia Thắng, 1999. Kiến tạo địa khối quần đảo Trường Sa. *Tuyển tập BCKH Hội nghị KH-CN Biển toàn quốc lần thứ IV*, 2 : 650-656. Hà Nội.

4. Nguyễn Biểu, Nguyễn Thế Tiệp, Trần Văn Trị, Nguyễn Văn Lương, Dương Quốc Hưng, Nguyễn Thị Hồng Liễu, Nguyễn Văn Nhân, 2008. Địa chất quần đảo Trường Sa và kế cận. *Địa chất và Khoáng sản*. 10 : 63-79. Viện KH ĐC&KS. Hà Nội.

5. Nguyễn Biểu (Chủ biên), 2009. Báo cáo Bản đồ địa chất Đệ tứ vùng biển quần đảo Trường Sa và DKI, tỷ lệ 1:500.000. *Lưu trữ ĐC*, Hà Nội.

6. Nguyễn Quang Bô, Nguyễn Du Hưng, Trần Quang Hoan, Nguyễn Văn Đắc, Trần Đức Chính, 1998. Bãi Tư Chính trong bình đồ cấu trúc thềm lục địa Đông Nam Việt Nam. *TC Dầu khí*. 5 : 25-43. Hà Nội.

7. Nguyễn Tiến Hải (Chủ biên), 1994. Báo cáo Địa tầng và địa chất công trình các đảo nổi và bãi ngầm Phúc Tần, Tư Chính, Ba Kè, Đá Tây và Trường Sa. *Lưu trữ Phân viện Hải dương học*, Hà Nội.

8. Nguyễn Trọng Tín (Chủ biên), 2010. Báo cáo Nghiên cứu cấu trúc địa chất và đánh giá tiềm năng dầu khí các khu vực Trường Sa và Tư Chính - Vũng Mây. *Lưu trữ Viện Dầu khí VN*, Hà Nội.

9. Phạm Huy Tiến (Chủ biên), 2002. Báo cáo Xác định địa chất - địa mạo, xây dựng phương án mở luồng vào một số đảo san hô. *Lưu trữ Trung tâm Thông tin*, Lưu trữ, Hà Nội.

10. Phạm Văn Ty, Trần Nghi và nnk., 2003. Mối quan hệ giữa cấu trúc nhip, đặc điểm trầm tích và tính chất cơ lý của san hô quần đảo Trường Sa. *Tuyển tập BC HNKH Địa kỹ thuật và địa chất biển, Đà Lạt.*

11. Trần Đức Chính, Lý Trường Phương, Nguyễn Hiệp, 2007. Nhóm bể trầm tích Trường Sa và tài nguyên dầu khí. *Địa chất và tài nguyên dầu khí Việt Nam, tr. 425-444. PetroVietnam, Hà Nội.*

12. Trần Nghi (Chủ biên), 2009. Báo cáo Bản đồ trầm tích tầng mặt vùng biển quần đảo Trường Sa và DKI, tỷ lệ 1:500.000. *Lưu trữ TT ĐC&ĐVL Biển, Hà Nội.*

13. Trịnh Nguyên Tính (Chủ biên), 2010. Báo cáo Lập bản đồ địa chất công trình vùng biển quần đảo Trường Sa và DKI. *Lưu trữ TT ĐC&ĐVL Biển, Hà Nội.*