

# NGHIÊN CỨU ĐỊA TẦNG PHÂN TẬP KHU VỰC TƯ CHÍNH - VŨNG MÂY

TRẦN NGHI, TRẦN THỊ DUNG, NGUYỄN TÚ ANH, CHU VĂN NGỢI

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

TRẦN HỮU THÂN, NGUYỄN THỊ TUYẾN, PHẠM THỊ THU HẰNG

Trung tâm Nghiên cứu Biển và Đảo

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

Khu vực bể Tư Chính - Vũng Mây có lịch sử phát triển địa chất phức tạp, trải qua 6 giai đoạn trong Kainozoi tương ứng với 6 phức tập: Phức tập 1 ( $Sq_1$ ) có tuổi Oligocen sớm -  $E_3^1$ ; Phức tập 2 ( $Sq_2$ ) có tuổi Oligocen muộn -  $E_3^2$ ; Phức tập 3 ( $Sq_3$ ) có tuổi Miocen sớm -  $N_1^1$ ; Phức tập 4 ( $Sq_4$ ) có tuổi Miocen giữa -  $N_1^2$ ; Phức tập 5 ( $Sq_5$ ) có tuổi Miocen muộn -  $N_1^3$ ; Phức tập 6 ( $Sq_6$ ) có tuổi Pliocen - Đệ tứ ( $N_2-Q$ ).

Mỗi phức tập đều có 3 miền hệ thống (LST, TST, HST). Mỗi miền hệ thống được xác định nhờ các tổ hợp cộng sinh tương:  $LST = ar LST + ml/amr LST + (amr+mr) LST$ ;  $TST = Mt TST + amr/ml TST + mt TST$ ;  $HST = amr HST + mt/amr HST + mr HST$ .

**Từ khóa:** miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST), miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST), miền hệ thống trầm tích biển cao (HST).

## SEQUENCE STRATIGRAPHY OF TU CHINH - VUNG MAY AREA

### Summary

Geological developing history of Tu Chinh - Vung May has been complicated with 6 stages corresponding to 6 sequences as follows: Sequence 1 ( $Sq_1$ ) corresponding to early Oligocene ( $E_3^1$ ); Sequence 2 ( $Sq_2$ ) corresponding to Late Oligocene ( $E_3^2$ ); Sequence 3 ( $Sq_3$ ) corresponding to Early Miocene ( $N_1^1$ ); Sequence 4 ( $Sq_4$ ) corresponding to Middle Miocene ( $N_1^2$ ); Sequence 5 ( $Sq_5$ ) corresponding to Late Miocene ( $N_1^3$ ); Sequence 6 ( $Sq_6$ ) corresponding to Pliocene - Quaternary ( $N_2-Q$ ).

Each sequence is composed of 3 systems tracts - lowstand systems tract LST, transgressive systems tract TST and highstand systems tract HST. Each systems tract of Cenozoic sediments in Tu Chinh - Vung May area has been expressed by the formula of lithofacies association and systems tract:  $LST = ar LST + ml/amr LST + (amr+mr) LST$ ;  $TST = Mt TST + amr/ml TST + mt TST$ ;  $HST = amr HST + mt/amr HST + mr HST$ .

**Keywords:** lowstand systems tract (LST), transgressive systems tract (TST) and highstand systems tract (HST).

### Mở đầu

Nghiên cứu địa tầng phân tập khu vực Tư Chính - Vũng Mây gặp khá nhiều khó khăn, bởi các bề thế cấp bị biến dạng hết sức mạnh mẽ. Các kiểu biến dạng các đá trầm tích của khu vực Tư Chính - Vũng Mây là:

- Đứt gãy sau trầm tích bao gồm các đứt gãy thuận cánh chức và đứt gãy trượt bằng do quá trình căng giãn, nén ép xoay trượt dưới tác dụng của sụt lún nhiệt không đồng đều, nén ép và trôi trượt do tác động của đối tách giãn Trung tâm Biển Đông.
- Uốn nếp và oằn võng các lớp đá trầm tích do nén ép từ nhiều phía.
- Ép trôi móng tạo nên cấu trúc địa lũy và bán địa hào của bề thế cấp Miocen. Các "mảnh vỡ" của trầm tích Oligocen nguyên thủy được tạo ra dưới tác dụng nhiều lần của các hoạt động kiến tạo nêu trên.
- Hoạt động núi lửa trẻ xuyên cắt làm

phân chia các bề thế cấp có quy mô lớn thành các "mảnh nhỏ" như các địa hào, thực chất cũng là "giả địa hào" tương tự hiện tượng ép trở móng.

Kết quả của quá trình biến dạng đã dẫn đến những thông tin rất dễ nhầm lẫn của khu vực Tư Chính - Vũng Mây:

1/ Cấu tạo "ngiêng song song" là do các lớp đá trầm tích có cấu tạo "ngang song song" nhưng do bị đứt gãy sau trầm tích làm nghiêng thể nằm của đất đá.

2/ Cấu tạo "giả kể áp" do uốn nếp oằn võng của các lớp đá trầm tích nằm giữa 2 khối móng bị ép trở hoặc giữa khối núi lửa xuyên cắt sẽ dễ nhầm lẫn với tương hổ hoặc vũng vịnh.

Vì vậy, phân tích địa tầng phân tập các bề thế cấp khu vực Tư Chính - Vũng Mây, chúng tôi áp dụng triệt để phương pháp minh giải tích hợp mặt cắt địa chấn theo quy trình 4 bước:

**Bước 1:** phân tích ranh giới các phức tập: trầm tích khu vực Tư Chính - Vũng Mây được phân chia thành 6 phức tập:  $S_1$ ; Oligocen sớm ( $E_1^1$ );  $S_2$ ; Oligocen muộn ( $E_2^2$ );  $S_3$ ; Miocen sớm ( $N_1^1$ );  $S_4$ ; Miocen giữa ( $N_2^2$ );  $S_5$ ; Miocen muộn ( $N_3^3$ );  $S_6$ ; Pliocen - Đệ tứ ( $N_4$ -Q).

**Bước 2:** mỗi phức tập được phân chia thành 3 miền hệ thống trầm tích: miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST); miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST); miền hệ thống trầm tích biển cao (HST).

**Bước 3:** phân tích dãy cộng sinh tương (nhóm tương đơn và phức hệ tương kép) theo từng miền hệ thống trầm tích: biển thoái: ar, (ar + amr), (amr + mr) và mr; biển tiến: at, (at + amt), (amt + mt), mt và Mt.

**Bước 4:** thành lập công thức tích hợp giữa dãy cộng sinh tương và miền hệ thống trầm tích đối với khu vực Tư Chính - Vũng Mây.

Cuối cùng, công thức tích hợp của 3 miền hệ thống trầm tích khu vực Tư Chính - Vũng Mây như sau:  $HST = amr + mt/amr + m/mr$ ;  $TST = Mt + amr/amt + mr/mt$ ;  $LST = ar + mt/amr + m/mr$  (trong đó, ar: nhóm tương đơn aluvi biển thoái; amr: nhóm tương đơn châu thổ biển thoái; amt: nhóm tương đơn châu thổ biển tiến; mt: nhóm tương đơn biển tiến; m/amr: nhóm tương kép biển dâng xen kẽ nhóm tương châu thổ biển thoái; amr/mt: nhóm tương kép châu thổ biển thoái xen kẽ nhóm tương biển tiến; m/mr: nhóm tương kép bao gồm nhóm tương biển dâng biên độ ngắn xen kẽ với nhóm tương biển tiến).

### Kết quả và thảo luận

#### Phức tập thứ 1 ( $S_1$ ) - Oligocen sớm ( $E_1^1$ )

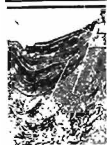
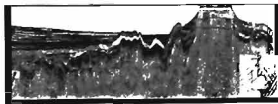
Trên mặt cắt địa chấn tuyến TC-93-04, TC-93-15, mặt

cắt địa chấn cấu tạo A, B, C, STC 06-60, STC 06-65 có thể xác định phức tập 1 tương ứng với tuổi Oligocen sớm ( $E_1^1$ ) nằm phủ trực tiếp trên đá móng. Trên mặt cắt địa chấn các trường sóng đồng pha có 3 tập biểu hiện có 3 dãy cộng sinh tương tương ứng với 3 miền hệ thống trầm tích:

**Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST):** biểu hiện các trường sóng thô nét, đứt đoạn, phản xạ trắng phân lớp xiên chéo đồng hướng đặc trưng cho môi trường lòng sông có dòng chảy 1 chiều bị phủ bởi trường sóng xiên mịn sẫm màu hơn đặc trưng cho tương bột sét bãi bồi thuộc nhóm tương aluvi. Theo không gian trên mặt cắt địa chấn trường sóng thô xiên chéo chuyển dần sang trường sóng xiên mịn và cấu tạo xích ma của nhóm tương châu thổ, cuối cùng chuyển sang trường sóng ngang song song với bề dày trầm tích tăng lên đột ngột đặc trưng cho nhóm tương kép xen kẽ giữa 2 nhóm tương là nhóm tương biển tiến dâng biên độ ngắn với nhóm tương châu thổ biển thoái (mt/amr) (hình 1). Cuối cùng công thức tích hợp giữa tương và miền hệ thống như sau:

$$LST = arLST + mt/amrLST + m/mrLST$$

Tại độ sâu 2705 m GK PV 94-2X gặp tương sét vôi vũng vịnh giàu vật chất hữu cơ có nguồn gốc hạ đẳng (sapropen) chuyển tương từ nhóm tương châu thổ của miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST). Đá có cấu tạo phân phiến do nén ép kiến tạo xảy ra vào cuối  $E_2^2$  (hình 1, hình 8).



Hình 1: phức tập  $S_1$  - Oligocen sớm ( $E_1^1$ ). Bột kết hạt nhỏ, bị nén ép và phiến hoá mạnh, nền chủ là xi măng canxit (C) và vật chất hữu cơ tương sét đầm lầy ven biển thuộc hệ thống trầm tích biển tiến (TST). Mẫu ở độ sâu 2705 m;  $E_1^1$ : tuổi Oligocen; N: x125 (PV-94-2X) bề Tư Chính - Vũng Mây

**Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST):** trên các mặt cắt địa chấn, các trường sóng biểu hiện 2 lớp: lớp dưới: trường sóng tương đối thô, xếp định hướng đặc trưng cho phức hệ tương kép bao gồm nhóm tương bột sét châu thổ biển xa biên độ ngắn xen nhóm tương bùn biển tiến (amr/mt); lớp trên: trường sóng mịn liên tục, cấu tạo nằm ngang song

song đặc trưng cho tương bùn biển nông của đồng bằng ngập lụt (M). Công thức tích hợp giữa đây công sinh tương trầm tích và miền hệ thống biển tiến khu vực Tư Chính - Vũng Mây như sau:

$$TST = M1 TST + (amt + mt) TST$$

**Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST):** có thể nhận thấy rất rõ các trường sóng địa chấn đồng pha của miền hệ thống biển cao có cấu tạo nềm tầng trưởng xen kẽ với cấu tạo ngang song song đặc trưng cho phức hệ lưỡng kép cát bột sét châu thổ biển thoái xen kẽ với bột sét biển nông (amr + mr).

**Phức tập thứ 2 (S<sub>2</sub>) - Oligocen muộn (E<sub>2</sub>)**

Phức tập thứ 2 có khối lượng không lớn nằm bất chính hợp trên phức tập thứ nhất. Tương tự phức tập S<sub>1</sub>, phức tập S<sub>2</sub> có 3 miền hệ thống trầm tích: LST, TST và HST (hình 8).

**Giai đoạn LST:** năng lượng môi trường trầm tích mạnh nhất chủ yếu là môi trường sóng và châu thổ, làm nhiệm vụ cung cấp vật liệu trầm tích lục nguyên từ các vùng xâm thực kế cận. Trên các mặt cắt địa chấn thấy rõ các trường sóng đồng pha thô nét có cấu tạo đỉnh hướng phản xạ trắng, đặc trưng cho cấu tạo phân lớp xiên chéo đồng hướng của cát lỏng sóng xen kẽ các trường sóng thanh nét định hướng đặc trưng cho phức hệ lưỡng bột sét châu thổ biển thoái. Có hai môi trường xen kẽ này tạo nên một phức hệ lưỡng kép có công thức như sau:

$$LST = ar LST + am/amr LST + mt/mr LST$$

**Giai đoạn TST:** năng lượng môi trường yếu dần, đường bờ dịch chuyển từ trung tâm của bể đến hai bên rìa. Miền nước biển đạt vị trí cao nhất. Trầm tích bao gồm hai phức hệ lưỡng phát triển theo thời gian: phức hệ lưỡng bột sét pha cát châu thổ biển tiến (nằm dưới) và nhóm tương bùn biển nông biển tiến cục đại (nằm trên).

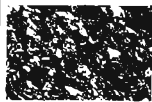
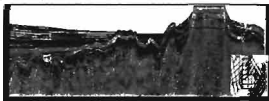
$$TST = M1 TST + amr/amt TST + mr/mt TST$$

**Giai đoạn HST:** năng lượng môi trường lại bắt đầu mạnh dần lên. Miền nước biển hạ dần từ vị trí cao nhất đến vị trí trung bình của chu kỳ dao động mực nước biển. Miền tích tụ trầm tích trải dài từ ven rìa đến trung tâm bể thứ cấp Oligocen muộn. Trên mặt cắt địa chấn khu vực ven rìa, các trường sóng đồng pha xen kẽ giữa các lớp thô nềm ngang song song và nềm tầng trưởng đặc trưng cho phức hệ lưỡng kép cát aluvi và bột sét pha cát châu thổ biển thoái. Chuyển dần vào trung tâm bể các trường sóng đồng pha có cấu tạo thanh nét nằm ngang song song đặc trưng cho phức hệ lưỡng kép bột sét biển dâng có biên độ ngắn và nhóm lưỡng sét bột châu thổ biển thoái.

$$HST = amr HST + mt HST$$

Tại độ sâu 2650 m GK PV-94-2X gặp tương bột sét

đầm lầy châu thổ biển thoái giàu vật chất hữu cơ thượng đẳng. Đá bị nén ép phiến hóa do pha nén ép cuối Oligocen (E<sub>2</sub>) (hình 2).



Hình 2: phức tập S<sub>2</sub> - Oligocen trên (E<sub>2</sub>). Bột kết hạt mịn màu xám, xám tro chứa vật chất hữu cơ hoá than tương sét than đầm lầy ven biển, bị phiến hoá yếu, thuộc hệ thống trầm tích biển cao (HST). Mẫu ở độ sâu 2650 m; E<sub>2</sub>; N°: x125 (PV-94-2X) bề Tư Chính - Vũng Mây

**Phức tập thứ 3 (S<sub>3</sub>) - Miocen sớm (N<sub>1</sub>)**

Phức tập thứ 3 nằm phủ bất chính hợp trên phức tập thứ 2. Bề mặt bào mòn của nóc Oligocen muộn là minh chứng cho quá trình nén ép nâng trôi móng biển dạng mạnh 2 bề thứ cấp E<sub>1</sub> và E<sub>2</sub>. Phần lớn diện tích của khu vực Tư Chính - Vũng Mây được nâng cao khỏi mặt nước và quá trình xâm thực bóc mòn xảy ra mạnh mẽ.

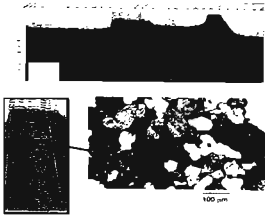
Như vậy, bình đồ cảnh quan cổ địa lý giữa miền xâm thực và miền tích tụ đã căn bản thay đổi so với giai đoạn Oligocen. Các khối nhỏ móng bị bào mòn tạo nên các vùng cung cấp vật liệu trầm tích lục nguyên địa phương xuống các bồn trũng lân cận. Tuy nhiên, khối lượng trầm tích lục nguyên chủ yếu lấp đầy bề thứ cấp Miocen sớm vẫn được chuyển tải từ các cơn sóng bắt nguồn từ khối nâng miền Côn Sơn và thềm lục địa Sunda.

Phức tập Miocen sớm có cấu trúc 3 nhịp tương ứng với 3 miền hệ thống trầm tích: LST, TST và HST (hình 8).

**Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST):** bao gồm 2 phức hệ lưỡng đặc trưng. Phức hệ lưỡng cát ít khoáng aluvi phân bố rộng rãi xung quanh các khối nâng móng. Cát có thành phần thạch anh 60-70%, feldpat 1-5%, mảnh đá phun trào andezit, đaxit và tuf 15-20%. Hạt vụn có độ mài tròn trung bình đến tốt (R<sub>z</sub> > 0,6), đá có độ chọn lọc trung bình (S<sub>0</sub> ≤ 2,5) (hình 3). Điều đó chứng tỏ các khối nâng xâm thực có thành phần đa nguồn: granitoid, đá phun trào trung tính, đaxit và các loại tuf của chúng. Môi trường thành tạo thay đổi rất nhanh từ aluvi lục địa đến nềm quạt cửa sông có sóng hoạt động (aluvi fan), đến môi trường biển

nồng vũng vịnh. Vì vậy công thức biểu diễn mối quan hệ giữa dây cộng sinh tương và miền hệ thống trầm tích như sau:

$$LST = ar LST + am/amr LST + m/mr LST$$



Hình 3: phức tập  $S_2$  ( $N_1$ ) khu vực Tư Chính - Vũng Mây. Cát kết với thành phần chủ yếu là thạch anh (Q), K-felspat (F), mảnh đá phun trào (V) chọn lọc, mài tròn tốt, phiến sét (S), ít mica (xanh). Xi măng sét lấp đầy lỗ hổng giữa hạt đặc trưng lưỡng trầm tích sóng (LST) Mẫu ở độ sâu 2320 m;  $N_1$ ; PV-94-2X;  $N_1$ ; x125 bề Tư Chính - Vũng Mây

**Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST):** giai đoạn biển tiến một số khối nhỏ móng vốn là vùng xâm thực nay biến thành các đảo ngầm thuận lợi cho môi trường phát triển các ám tiêu san hô.

Trên mặt cắt địa chấn các trường sóng đồng pha của miền hệ thống trầm tích biển tiến thể hiện 3 kiểu cấu tạo khác nhau: cấu tạo phủ chống tiến hay còn gọi là kê áp (onlap) đặc trưng cho phức hệ lưỡng bột sét pha cát châu thổ biển tiến (amt); cấu tạo phủ chống song song đặc trưng cho phức hệ bùn sét, bùn với biển nông giai đoạn biển tiến cực đại (Mt); cấu tạo phân lớp dày thành một khối nhỏ đặc trưng cho các khối ám tiêu san hô có cấu tạo phân nhip.

Công thức tích hợp dây cộng sinh tương và miền hệ thống trầm tích biển tiến:

$$TST = Mt TST + amr/amt TST + mr/mt TST$$

**Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST):** bao gồm 3 phức hệ tương cộng sinh với nhau theo không gian từ ven rìa ra trung tâm bể: phức hệ tương cát bột sét aluvi biển thoái biểu hiện các trường sóng thô phản xạ trắng, sắp xếp định hướng về phía trung tâm bể xen kẽ với phức hệ tương bột sét châu thổ biển thoái tạo nên phức hệ lưỡng kép  $m/amr$ , phức hệ tương bột sét châu thổ biển thoái xen kẽ với phức hệ tương sét bột, sét với biển nông biển thoái tạo nên một phức hệ lưỡng kép ( $amr + mr$ ); phức hệ tương ám tiêu san hô biển nông biển thoái ( $C_0R$ ).

Công thức tích hợp dây cộng sinh tương và miền hệ thống trầm tích biển cao:

$$HST = amr HST + m/amr HST + m/mr HST$$

**Phức tập thứ 4 ( $S_4$ ) - Miocen giữa ( $N_2$ )**

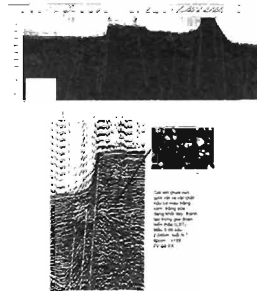
Phức tập thứ 4 phủ bất chỉnh hợp địa tầng trên phức tập thứ 3, có 2 dạng cấu trúc đặc trưng cho 2 loại hình phức hệ tương khác nhau: loại hình trầm tích lục nguyên; loại hình các khối đá vôi ám tiêu san hô.

Đối với loại hình trầm tích lục nguyên các trường sóng địa chấn có 3 tập phân định rõ ràng tương ứng với 3 miền hệ thống trầm tích: LST, TST và HST (hình 8). Riêng đối với các khối ám tiêu san hô có một lịch sử và cơ chế hình thành riêng biệt.

**Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST):** các trường sóng thô, dứt đoạn, sắp xếp định hướng đặc trưng cho nhóm tương cát bột aluvi. Đồng thời có thể tìm thấy nhiều trường sóng có cấu tạo nằm ngang trường xen kẽ với môi trường sóng thô định hướng phân xạ trắng. Đó là phức hệ tương kép cát aluvi xen bột sét châu thổ biển thoái.

$$LST = ar LST + am/amr LST + m/mr LST$$

Tại độ sâu 2045 m của GK PV 94-2X gặp trầm tích cát kết thạch anh - litic chứa vụn sinh vật. Các hạt vụn mài tròn tốt, chọn lọc trung bình, chúng tỏ có vai trò hoạt động của sóng yếu thuộc tương bãi triều châu thổ biển thoái (hình 4).



Hình 4 phức tập  $S_4$  ( $N_2$ ) giai đoạn biển thấp (LST)

**Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST):** trong mặt cắt phát triển trầm tích lục nguyên liên tục sẽ xuất hiện phức hệ tương bột sét pha cát châu thổ biển tiến xen kẽ với phức hệ tương bùn biển nông biển tiến (nằm dưới) và phức hệ tương bùn biển nông biển tiến (phủ trên) đặc trưng cho giai đoạn biển tiến cực đại.

Trên mặt cắt địa chấn, các trường sóng có 2 lớp: lớp dưới cấu tạo phù chồng tiến (kế áp) và lớp trên có cấu tạo ngang song song mịn.

Công thức tích hợp giữa dây cộng sinh tương và miền hệ thống biển tiến là:

$$TST = Mt TST + amr/amt TST + mr/mt TST$$

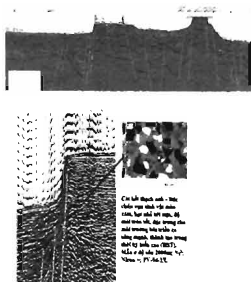
**Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST):** được đặc trưng là trường sóng có cấu tạo nềm tầng tương của tương bùn cát châu thổ ngấm xen kẽ với cấu tạo phân lớp xiên chéo đồng hướng của tương cát aluvi rời chuyển dần ra phức hệ tương bùn châu thổ xen sét với biển nông:

$$HST = amr HST + amt/amr HST + mt/mr HST$$

Để minh họa cho tương amr của miền hệ thống biển cao phức tạp  $S_4$ , tại độ sâu 2000 m GK PV 94-2X gặp cát kết thạch anh - litic chứa vụn sinh vật xi măng cơ sở canxit vi hạt, cấu trúc khảm. Hạt vụn được mài tròn tốt do sóng bãi triều. Canxit được kết tụ thứ sinh làm nhiệm vụ xi măng gắn kết. Vì vậy, chúng không phải kết tụ từ bùn vôi của môi trường biển nông.

Đối với các khối ám tiêu san hô rất khó phân chia ranh giới các phức tạp. Tuy nhiên, theo nguyên lý thành tạo của ám tiêu san hô và mối quan hệ giữa cấu tạo nhịp san hô với sự thay đổi mực nước biển có thể giải thích địa tầng phân tập của các khối ám tiêu san hô như sau:

- Tầng đá vôi ám tiêu dạng khối đặc trưng cho giai đoạn phát triển rõ của quần thể san hô. Đó là giai đoạn biển tiến (TST) hoặc giai đoạn biển cao (HST) (hình 5).



Hình 5: phức tạp  $S_4$  ( $N_2$ ) giai đoạn biển cao (HST)

- Tầng đá vôi vụn sinh vật giả đầm kết, sạn kết và cát kết có thành phần phức tạp bao gồm hạt vụn trầm tích lục nguyên trộn lẫn mảnh vụn san hô và vụn vỏ sò, sinh vật đặc trưng cho giai đoạn biển thoái của miền hệ thống trầm

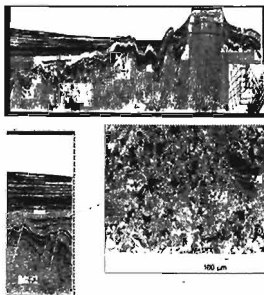
tích biển thấp (LST). Giai đoạn này các khối ám tiêu lộ ra trên mặt biển, sóng làm nhiệm vụ phá hủy và san bằng ám tiêu san hô tạo nên thêm san hô.

**Phức tạp thứ 5 ( $S_5$ ) - Miocen muộn ( $N_3$ )**

Phức tạp thứ 5 phù bất chỉnh hợp trên bề mặt bào mòn của phức tạp thứ 4 và có 3 miền hệ thống trầm tích: LST, TST và HST (hình 8).

**Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST):** giai đoạn này mực nước biển hạ thấp, các khối nhỏ của móng lộ ra trên mực nước biển và chịu quá trình phá hủy, bào mòn xâm thực. Tầng trầm tích lót đáy của phức tạp thứ 5 chính là trầm tích LST, bao gồm dây cộng sinh tương sau đây:

- Nhóm tương cát aluvi biển thoái (ar).
- Phức hệ tương bột sét pha cát châu thổ biển thoái (amr) xen kẽ nhóm tương bùn cát biển nông biển thoái (mr).
- Nhóm tương cát kết vụn sinh vật, xi măng canxit thứ sinh (hình 6). Nhóm tương này phủ trực tiếp trên bề mặt bào mòn các khối ám tiêu san hô được thành tạo do sóng hoạt động phá hủy và san phẳng các khối ám tiêu thành thêm san hô hoặc được vận chuyển ra khỏi vùng có khối xây ám tiêu và lắng đọng tại những đới bãi triều, ven biển của vùng trũng kế cận.



Hình 6: phức tạp  $S_5$  ( $N_3$ ). Đá vôi ám tiêu, bao gồm canxit, aragonite vi hạt. Đá có nhiều lỗ hổng tàn dư của ám tiêu san hô. Mẫu ở độ sâu 1860 m;  $N_3$ ; N: x125

Công thức tích hợp giữa dây cộng sinh tương và miền hệ thống trầm tích biển thấp là:

$$LST = ar LST + amt/amr LST + mt/amr LST$$

**Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST):** là giai đoạn tiếp tục phát triển ám tiêu san hô trên các khối ám tiêu đã

có trước và trên các thềm san hô bị biển tiến nhấn chìm. Chuyển tương sang các khối ám tiêu biển tiến là phức hệ tương bột sét lục nguyên châu thổ xen tương bùn biển nông biển tiến:

$$TST = MI\ TST + mr/am\ TST + mr/mt\ TST$$

Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) bao gồm 4 phức hệ tương cơ bản:

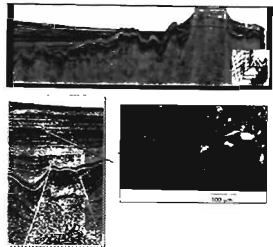
- Phức hệ tương kẹp cát bột aluvi xen phức hệ tương bùn cát châu thổ biển thoái.
- Phức hệ tương kẹp bùn cát châu thổ biển thoái xen nhóm tương bùn sét, sét vôi biển thoái.
- Phức hệ tương ám tiêu san hô biển thoái.
- Phức hệ tương sạn - cát hỗn hợp vật liệu lục nguyên và vụn sinh vật (vụn san hô và vụn vỏ động vật thân mềm) bãi triều và biển ven bờ.

Công thức tích hợp giữa dãy cộng sinh tương và miền hệ thống trầm tích biển tiến là:

$$HST = (ar + amr) HST + (amr + mr) HST + C_{or} HST + amr HST$$

**Phức tập thứ 6 (S<sub>6</sub>) - Pliocen - Đệ tứ**

Phức tập thứ 6 được tách ra thành một phức tập độc lập là dựa trên đặc điểm cấu trúc trong loan bộ cấu trúc địa chất thẳng đứng của trầm tích Kainozoi. Tuy nhiên, trong Pliocen Đệ tứ, trầm tích khu vực Tứ Chính Vũng Mây có một lịch sử cổ địa lý thành tạo riêng do ảnh hưởng của 8 pha biển thoái và biển tiến liên quan đến băng hà và gian băng. Vì vậy, chúng ta chia làm 8 phụ phức tập: N<sub>2</sub><sup>1</sup>, N<sub>2</sub><sup>2</sup>, N<sub>2</sub><sup>3</sup>, Q<sub>1</sub><sup>1</sup>, Q<sub>1</sub><sup>2a</sup>, Q<sub>1</sub><sup>2b</sup>, Q<sub>1</sub><sup>3a</sup>, Q<sub>1</sub><sup>3b</sup> - Q<sub>2</sub> (hình 7).



Hình 7: phức tập S<sub>6</sub> (N<sub>2</sub>-Q). Lát mỏng chỉ ra ranh giới giữa cát kết thạch anh xi măng canxit vi hạt với cát kết lục nguyên chứa vụn vỏ sinh vật. Đá thuộc tương bãi triều ven biển có sóng hoạt động mạnh thành tạo trong pha biển thoái của biển thấp (LST) (amr LST). Mẫu ở độ sâu 1160 m, N. x125

Hệ	Thùng	Phụ tầng	Hệ tầng	Chiều sâu (m)	Cột địa tầng GK PV-94-2X	Đặc điểm thạch học	Hệ thống trầm tích	Các phức tập và đường cong thay đổi MNB						
ĐỆ TỨ	PLIOCEN		Biển Đông	500		Đá vôi san hô, đá vôi sinh vật dạng khối trắng, trắng phớt hồng, chứa nhiều khung xương sinh vật (san hô, tạo, trắng lỗ và các loại khác), nhiều hang hốc, độ rỗng rất tế	TST							
				750		LST								
NEOGEN	MIOCEN	Miocen trên	Phúc Tân	1000		Cát kết vụn sinh vật, xi măng cơ vôi, môi trường bãi triều có sóng hoạt động mạnh.	TST							
				1014										
				1160										
				1300										
				1700										
		Miocen giữa	Tứ Chính	1800		Đá vôi ám tiêu san hô dạng nén, màu trắng, trắng xám, dạng khối rắn chắc xen cát kết hạt nhỏ chứa vôi chất dẻo cơ	HST TST LST							
				1840										
				2045										
				2052										
				2200										
Miocen dưới	Phúc Nguyên	2320		Cát kết hạt nhỏ, độ lưa chọn sỏi, xi măng carbonate, có ít mảnh than, xen bột kết, sét kết các lớp đá vôi mỏng.	HST TST LST									
		2430												
		PALEOGEN					OLIGOCEN	Vùng Mây	VM b	2630		Sét bột kết chứa than chiều thô biến cao Bột sét kết chứa thô biến tiến	HST TST	
										2705				
										2820				
Móng trước Kz				2820		Cát kết ven biển biển thoái Sét bột kết chứa than chiều thô biến cao Bột sét kết chứa thô biến tiến Cát kết đá không sạn - chứa thô biến thoái	LST HST TST LST							
						Rolite, rufrolite, xen ti ruf, sulfit và sulfidat màu xám, xám đen, đá bị nứt nẻ và biến đổi mạnh								

Hình 8: cột địa tầng phân tập theo LK PV-94-2X khu vực Tứ Chính - Vũng Mây

**Kết luận**

1. Bài báo đã có những đóng góp quan trọng về lý luận phân tích bể (basin analysis), phân tích địa tầng phân lớp trên cơ sở giải quyết mối quan hệ nhân quả giữa công sinh tương trầm tích, sự thay đổi mực nước biển và chuyển động kiến tạo.

- Phát hiện các kiểu biến dạng cơ bản của bề thừ cấp: đứt gãy đồng trầm tích, đứt gãy sau trầm tích, uốn nếp, oằn vồng, ép trôi móng, bào mòn cắt xén địa phương.

- Xây dựng quy trình thành lập mặt cắt phục hồi các bề thừ cấp.

- Thành lập được công thức tích hợp giữa tương trầm tích và các miền hệ thống của địa tầng phân lớp:  $LST = ar LST + mt/amr LST + (amr + mr) LST$ ;  $TST = Mt TST + amr/mt TST + mt TST$ ;  $HST = amr HST + mt/amr HST + mr HST$ .

2. Phân tích tương trên mặt cắt địa chấn đã bị biến dạng đóng vai trò quyết định khôi phục bề trầm tích nguyên thủy. Những hoạt động biến dạng làm thay đổi bề dày các lớp trầm tích, oằn vồng các cấu tạo của đá trầm tích vốn có cấu tạo nằm ngang song song đặc trưng cho môi trường biển nông và tiến châu thổ chủ yếu là các hoạt động ép trôi móng đã tạo nên một đới tiếp xúc giữa trầm tích với đá móng bị phá hủy và rất dễ nhầm với cấu tạo kếp áp (onlap).

3. Giới hạn của hai mặt phần xạ mạnh có bề mặt bào mòn do sóng được lấy làm ranh giới các phức lớp. Nằm trên bề mặt ranh giới này là các tương trầm tích thuộc miền hệ thống biển thấp (LST) và có thành phần độ hạt dưới thô trên mịn khi mặt cắt trầm tích kiểu châu thổ và biển nông thành tạo trong thời gian biển thoái. Ranh giới phần xạ yếu nằm giữa hai mặt phần xạ mạnh là bề mặt bào mòn biển tiến. Bề mặt này chia hai miền hệ thống biển thấp (LST) nằm dưới và biển tiến (TST) nằm trên.

4. Trầm tích Kainozoi bề Tư Chính - Vũng Mây có thể chia ra 6 phức tập (sequence):  $Sq_1$ : Oligocen sớm -  $E_3^1$ ;  $Sq_2$ : Oligocen muộn -  $E_3^2$ ;  $Sq_3$ : Miocen sớm -  $N_1^1$ ;  $Sq_4$ : Miocen giữa -  $N_1^2$ ;  $Sq_5$ : Miocen muộn -  $N_1^3$ ;  $Sq_6$ : Pliocen - Đệ tứ -  $N_2$ -Q.

5. Triển vọng dầu khí bao gồm cả dầu và khí liên quan với các tương và môi trường trầm tích nguyên thủy. Các pha ép trôi muộn là điều kiện hết sức thuận lợi phân hủy vật chất hữu cơ đến cửa sổ tạo dầu, đồng thời tạo các play đá chứa móng nứt nẻ và

play các đá chứa lục nguyên tương cát ven biển và biển nông ven bờ  $\llcorner$

**Tài liệu tham khảo**

- Bai Do, Phan Huy Quynh et al. (1992), *Tertiary stratigraphy of continental shelf of Vietnam*, First International Seminar on Stratigraphy of the Southern shelf Vietnam, Ho Chi Minh city.
- Gwang H. Lee and Joel S. Watkins (1998), *Seismic Sequence Stratigraphy and Hydrocarbon Potential of the Phukhanh Basin, Offshore Central VietNam, South China Sea*, AAPG Bull.v. 82, pp.1711-1735
- Principles of sequence stratigraphy* (2006), O. Catuneanu, Department of Earth and Atmospheric sciences - University of Alberta, Canada.
- Chương trình điều tra nghiên cứu biển KHCN.06, *Biển Đông - Chuyển khảo tập III, Địa chất - địa vật lý biển* (2003), NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
- Vũ Văn Kính, Nguyễn Văn Đắc, Nguyễn Trọng Tín và nkk (2000-2002), *Tổng hợp đánh giá kết quả tìm kiếm, thăm dò, khai thác dầu khí thêm lục địa CHXHCN Việt Nam giai đoạn 1998-2000*, Đề tài cấp ngành, Viện Dầu khí.
- Nguyễn Huy Quý, Lê Văn Dung, Nguyễn Trọng Tín và nkk (2002-2004), *Nghiên cứu địa động lực các bể Phú Khánh, Tư Chính, Vũng Mây và thềm Tây Nam Việt Nam*, Đề tài cấp nhà nước - Viện Dầu khí.
- Trần Nghi (2010), *Trầm tích luận trong địa chất biển và dầu khí*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
- Trần Nghi (chủ nhiệm) (2010), *Nghiên cứu địa tầng phân lớp bề Sông Hồng, Cửu Long, Nam Côn Sơn và khoáng sản liên quan*, KC.09.20/06-10.
- Trần Nghi (2012), *Trầm tích học (tái bản lần thứ nhất)*, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
- Trần Nghi (2013), *Nghiên cứu địa tầng phân lớp - lượng đá cổ địa lý các thành tạo trầm tích bề Phú Khánh, Nam Côn Sơn và khu vực Tư Chính - Vũng Mây để xác định tình đồng nhất, phân dị của tương trầm tích qua các thời*, Đề tài nghiên cứu khoa học cấp ngành.
- Trần Nghi và nkk (2013), *Nghiên cứu cơ chế kiến tạo hình thành các bề trầm tích vùng nước sâu Nam Biển Đông và mối liên quan đến triển vọng dầu khí*, Đề tài nghiên cứu khoa học cấp ngành.
- Tập đoàn Dầu khí Việt Nam, 2008. *Địa chất và tài nguyên dầu khí*.
- Mai Thanh Tân, 2007. *Thăm dò địa chấn trong địa chất dầu khí*.
- Ta Trong Thăng, 2009. *Bài giảng Địa chất dầu khí đại cương*.
- Nguyễn Trọng Tín (chủ nhiệm), 2010. *Nghiên cứu cấu trúc địa chất và đánh giá tiềm năng dầu khí các khu vực Trường Sa và Tư Chính - Vũng Mây*, KC.09.25/06-10.