

## Đặc điểm địa chất và khả năng hình thành bể phi cấu tạo tại lô 09-1, Bồn trũng Cửu Long

Nguyễn Lâm Anh<sup>1</sup>, Nguyễn Thanh Tùng<sup>2</sup>, Hoàng Văn Long<sup>2\*</sup>, Nguyễn Danh Lam<sup>2</sup>, Bùi Huy Hoàng<sup>2</sup>, Bùi Việt Dũng<sup>2</sup>, Nguyễn Trung Hiếu<sup>2</sup>, Nguyễn Quang Tuấn<sup>2</sup>, Nguyễn Tuấn Anh<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Liên doanh Việt-Nga (Vietsovpetro) - 105 Lê Lợi, Phường Thắng Nhì, TP. Vũng Tàu

<sup>2</sup> Viện Dầu khí Việt Nam (VPI) - 167 Trung Kính, Phường Yên Hòa, Quận Cầu Giấy, TP. Hà Nội

\* Tác giả liên hệ: longhv@vpi.pvn.vn

Ngày nhận bài: 15/03/2021

Ngày chấp nhận đăng: 20/05/2021

**Từ khóa:** Bể Cửu Long, cấu trúc-kiến tạo, bể phi cấu tạo, thuộc tính địa chấn.

**Tóm tắt:** Bồn trũng Cửu Long là bể trầm tích Đệ Tam có tiềm năng dầu khí lớn nhất trong số các bồn trũng chứa hydrocarbon trên thềm lục địa Việt Nam. Trong nghiên cứu này, các kết quả nghiên cứu chi tiết về minh giải, phân tích thuộc tính địa chấn 2D/3D, kết hợp với tài liệu địa vật lý giếng khoan, phân tích thành phần thạch học, mô hình địa chất của lô 09-1 đã góp phần làm chi tiết hóa 03 giai đoạn phát triển chính của bể gồm: (i). Giai đoạn tách giãn tạo rift Eocen-Oligocen, (ii). Giai đoạn nghịch đảo kiến tạo Oligocen muộn-Miocen sớm và (iii). Giai đoạn sụt lún nhiệt sau Miocen sớm.

Những kết quả nghiên cứu mới về phân tích dị thường thuộc tính địa chấn đã làm sáng tỏ hơn các đặc trưng trầm tích môi trường sông-hồ tuổi Oligocen và đã nhận diện được sự có mặt của các thân cát dạng quạt trầm tích nằm kề áp trên các sườn nghiêng của các khối nâng tại lô 09-1. Những thân cát này bước đầu được nhận định có khả năng là các bể phi cấu tạo và là đối tượng tìm kiếm dầu khí quan trọng trong tương lai.

### Mở đầu

Bể Cửu Long nằm trên thềm lục địa Đông Nam Việt Nam, đây là bể trầm tích có trữ lượng dầu khí lớn nhất trong số các bể trầm tích chứa dầu ở Việt Nam cho đến nay (Trần Lê Đông và nnk., 2019). Bể được cho là hình thành do quá trình phá hủy đá móng trước Kainozoi theo cơ chế rift nội lục, bắt đầu từ Eocene cho đến nay (Fyhn et al., 2009; Hoang, 2012; Schmidt et al., 2019; Trần Lê Đông và nnk., 2019). Sản lượng dầu khí khai thác từ bể Cửu Long đã đóng góp phần lớn nhất cho tổng sản lượng mà Việt Nam đã khai thác từ trước đến nay và hiện tại vẫn được coi là bể có nhiều mỏ dầu và khí đang được khai thác. Tuy nhiên, phần lớn sản lượng dầu khai thác được đều từ các vỉa chứa là đá móng granit và granitoid tuổi trước Kainozoi bị nứt nẻ mạnh hoặc trong

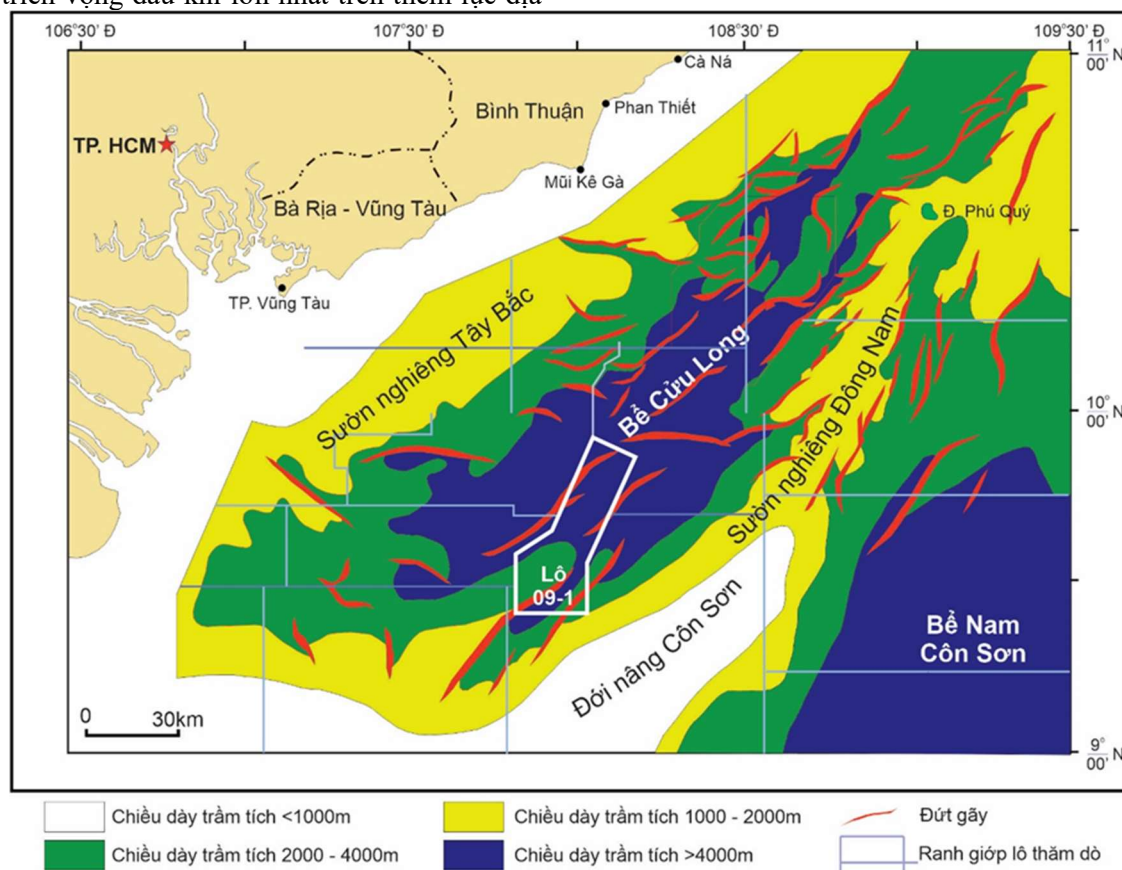
các vỉa chứa là tầng cát kết tuổi Oligocen trong các bể cấu tạo truyền thống. Ngược lại, các thân cát turbidite ở trung tâm bồn trũng hoặc các thân cát nằm trong các tập trầm tích kề áp vào sườn các khối nâng có tiềm năng đối với bể phi cấu tạo gần như chưa được quan tâm nghiên cứu một cách chi tiết. Vì vậy mà tính đến nay chưa có một mỏ dầu khí nào được phát hiện trong bể phi cấu tạo tại bồn trũng Cửu Long.

Trong bài báo này, tập thể tác giả sẽ tiến hành đánh giá lại các yếu tố cấu trúc địa chất và khả năng tồn tại các bể phi cấu tạo tại lô 09-1 của bồn trũng Cửu Long.

### 1. Vị trí địa lý và đặc điểm địa tầng lô 09-1 bồn trũng Cửu Long

Khu vực nghiên cứu thuộc lô 09-1, nằm về phía Đông Nam bồn trũng Cửu Long (Hình 1).

Đây là một trong những bồn trũng Đệ Tam có triển vọng dầu khí lớn nhất trên thềm lục địa Việt Nam.



Hình 1. Vị trí địa lý và hình thái cấu trúc khu vực nghiên cứu theo Hoàng Ngọc Đông, 2012 (Hoàng Ngọc Đông, 2012)

Phân tích tài liệu giếng khoan thăm dò và khai thác dầu khí, kết hợp đối sánh tài liệu địa chất trên đất liền và tài liệu địa chấn 2D, 3D Đỗ Bạt và nnk. (2019) đã xác định các thành tạo trầm tích Kanozoi cổ nhất có mặt trong bể Cửu Long có tuổi Eocen. Các tập trầm tích này hình thành trong giai đoạn đầu của quá trình mở bể, bắt đầu từ Eocen và được phân chia thành hệ tầng Cà Cối, hệ tầng Trà Cú, hệ tầng Trà Tân, hệ tầng Bạch Hổ, hệ tầng Côn Sơn, hệ tầng Đồng Nai và hệ tầng Biển Đông (Đỗ Bạt và nnk., 2019) (Hình 2).

Về mặt kiến tạo thì bể Cửu Long được hình thành theo cơ chế tách giãn tạo rift nội lục trải qua ba giai đoạn chính là tách giãn tạo rift (Eocen-Oligocen sớm, nghịch đảo kiến tạo (Oligocen muộn-Miocen sớm) và sụt lún từ từ do co rút địa nhiệt (Sau Miocen sớm) (Lê Văn Cự và nnk., 2019). Tương ứng với các giai đoạn này là sự hình thành các tập trầm tích

đồng tách giãn, mặt bất chỉnh hợp khu vực và trầm tích hậu tách giãn.

## 2. Cơ sở tài liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Cơ sở tài liệu

Để thực hiện nghiên cứu này, tập thể tác giả sử dụng tài liệu của các giếng khoan thăm dò và khai thác dầu khí và tài liệu địa chấn 2D/3D đã được thực hiện tại lô 09-1 bồn trũng Cửu Long (Hình 3). Ngoài ra các kết quả nghiên cứu về thành phần thạch học, cổ sinh, tương và môi trường trầm tích đã được thực hiện trong các nghiên cứu trước đây cũng được tham khảo bổ sung cho kết quả luận giải và dự báo bẫy phi cấu tạo của khu vực nghiên cứu.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Phương pháp địa chấn địa tầng

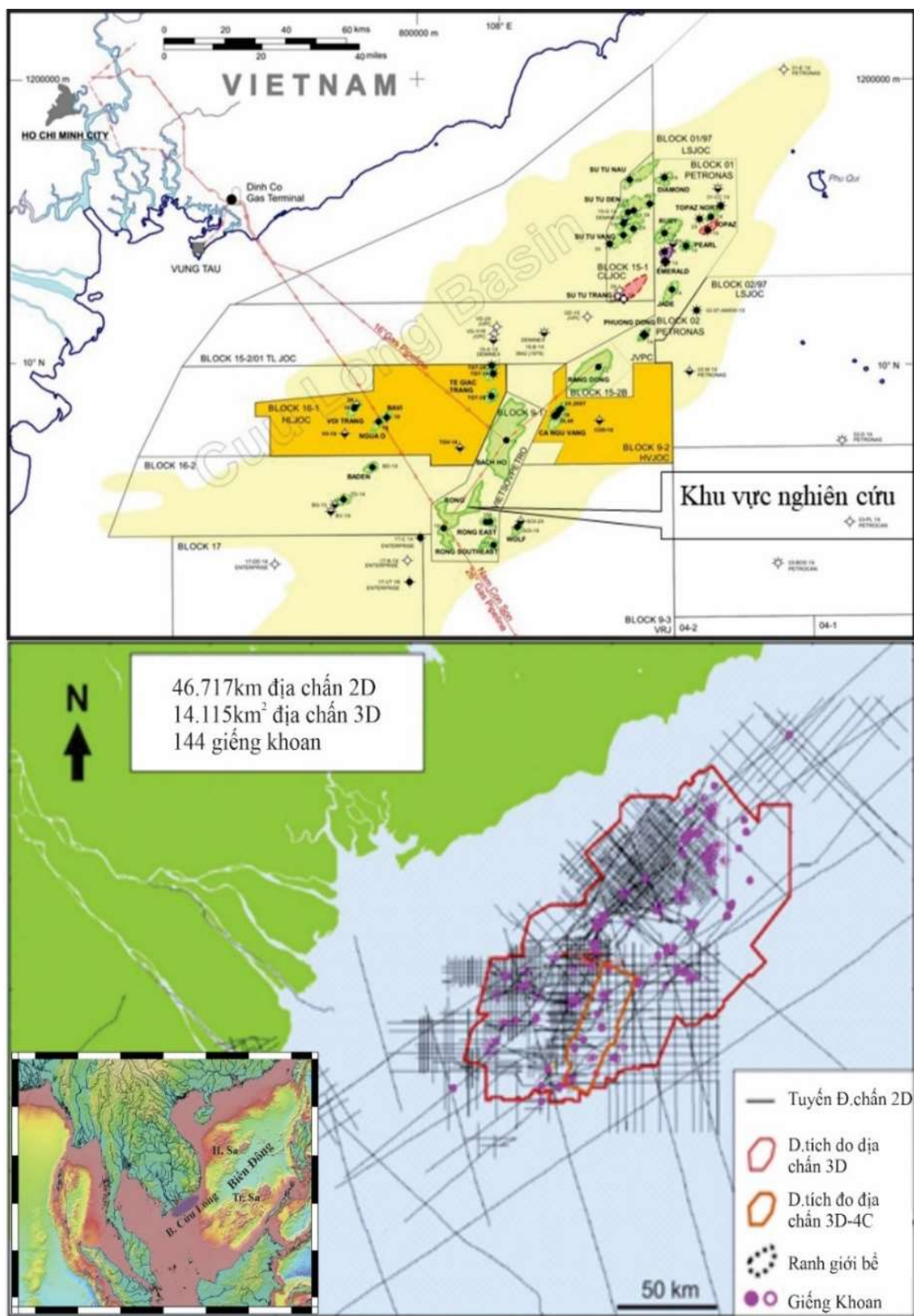
Bản chất của phương pháp địa chấn địa tầng là phân chia các mặt cắt địa chấn thành

các tập địa chấn địa tầng có cùng nguồn gốc thành tạo. Ranh giới giữa các tập địa chấn có thể trùng với ranh giới tập (sequence) hoặc các tập hệ thống (Systems tracts) (Posamentier et al., 1991). Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả

sử dụng hệ tiêu chuẩn xác định các mặt gián đoạn phản xạ địa chấn kiểu truyền thống như kiểu chống đáy, gá đáy, chống nóc, mặt bào mòn, bất chỉnh hợp,... như trong hình 4 làm cơ sở cho việc xác định ranh giới các tập.

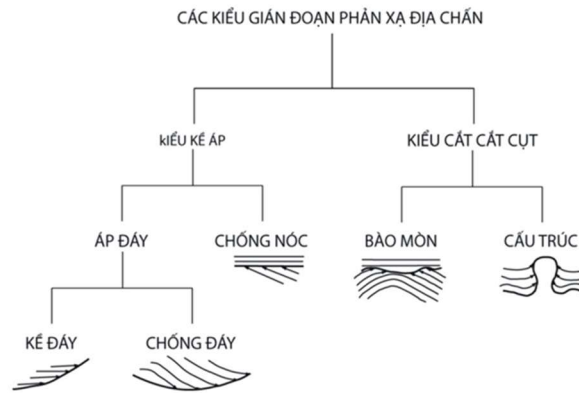
| KAINOZOI |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|----------|-------|---------|--------|-----------|---------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|------|---------|-------|-----------------------------|
| GIỚI     | HỆ    |         | THỐNG  | PHỤ THỐNG | HỆ TẦNG | THẠCH HỌC | Tập địa chấn                                                                                                                                                                                                                     | Tầng s. phẩm | Loại VCHC tầng sinh | MÔ TẢ THẠCH HỌC | MT TRÂM TÍCH                                                         | kiến tạo                 |      |         |       |                             |
|          | ĐỆ TỬ | PLIOCEN |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
| NEOGEN   |       |         | MIOCEN |           | TRÊN    | ĐÔNG NAI  | A                                                                                                                                                                                                                                | SH1          | B3                  | SH1             | B2                                                                   | SH3                      |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          | GIỮA | CÓN SƠN |       |                             |
|          |       |         |        |           | DƯỚI    | BẠCH HỒ   |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         | ●     | Chủ yếu loại III ít loại II |
|          |       |         |        |           |         |           | TRÊN <td rowspan="2">ĐÔNG NAI</td> <td rowspan="3">SH5</td> <td rowspan="3">B1.1</td> <td rowspan="3">Cát thô - mịn, sét, các vỉa carbonate, than, hóa thạch.</td> <td rowspan="3">Đồng bằng, ven biển nông</td>                 | ĐÔNG NAI     | SH5                 | B1.1            | Cát thô - mịn, sét, các vỉa carbonate, than, hóa thạch.              | Đồng bằng, ven biển nông |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           | DƯỚI    | BẠCH HỒ   |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          | SH7  | SH8     |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           | TRÊN <td rowspan="2">TRÀ TẦN</td> <td rowspan="3">●</td> <td rowspan="3">Chủ yếu loại II ít loại I</td> <td rowspan="3">Cát kết, bột kết và sét kết chứa hóa thạch.</td> <td rowspan="3">Đầm lầy, vũng vịnh, đầm hồ, alluvi</td> | TRÀ TẦN      |                     |                 |                                                                      |                          |      |         | ●     | Chủ yếu loại II ít loại I   |
|          |       |         |        |           | DƯỚI    | TRÀ CÚ    |                                                                                                                                                                                                                                  |              | SH10                | E2              | Sét kết, bột kết và sét kết xen kẽ chứa hóa thạch.                   | Đầm hồ, alluvi           |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           | TRÀ CÚ                                                                                                                                                                                                                           |              |                     |                 |                                                                      |                          | SH11 | E1      |       |                             |
|          |       |         |        |           | CÀ CỎI  |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         | SH12? | F                           |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              | SHB                 |                 | Móng granite, granodiorite, đá biến chất nứt nẻ tuổi trước Kainozoi. |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          | M    | ●       |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |
|          |       |         |        |           |         |           |                                                                                                                                                                                                                                  |              |                     |                 |                                                                      |                          |      |         |       |                             |

Hình 2. Cột địa tầng theo tài liệu giếng khoan khu vực mỏ Rông, lô 09-1 (Nguyễn Hoài Chung và nnk., 2019a, b)



Hình 3. Vị trí các giếng khoan và diện tích khảo sát địa chấn 2D/3D ở khu vực lô 09-1 và bồn trũng Cửu Long

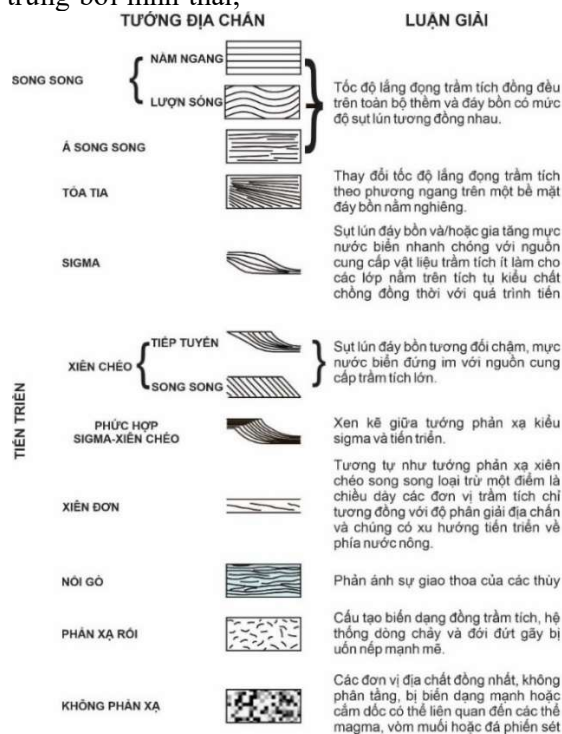




Hình 4 Hệ thống phân loại các kiểu gián đoạn phản xạ địa chấn theo Vail và nnk., 1997 (Vail et al., 1977; Veenken, 2013)

Bên cạnh việc xác định các ranh giới địa chấn địa tầng, phân tích tướng và thuộc tính địa chấn cũng được tiến hành với mục đích khai thác các thông tin địa chấn để làm sáng tỏ hình thái, tướng và môi trường trầm tích. Các tướng địa chấn được đặc trưng bởi hình thái,

tính liên tục và quan hệ không gian của các mặt phản xạ địa chấn. Trong đó mỗi tướng địa chấn có mối quan hệ với một số các chế độ kiến tạo và môi trường trầm tích nhất định và được tổng hợp trong hình 5 dưới đây:

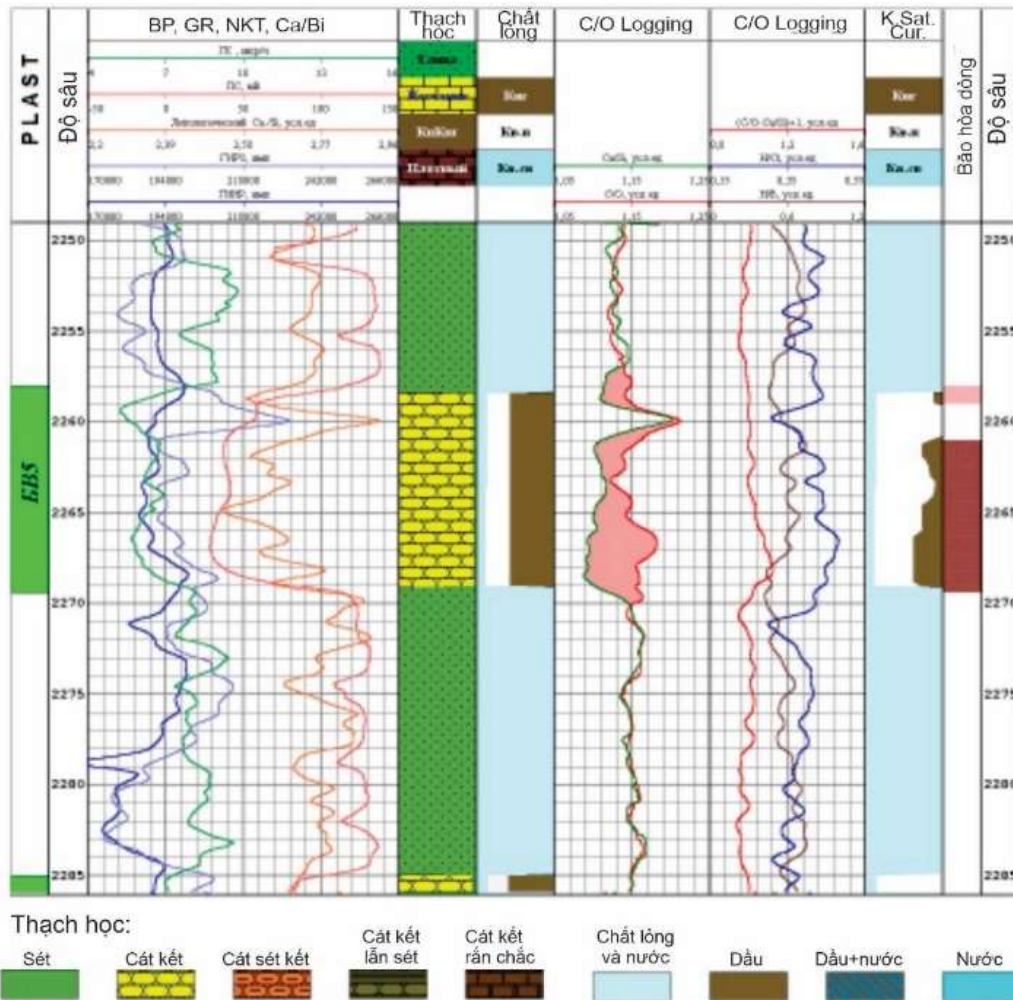
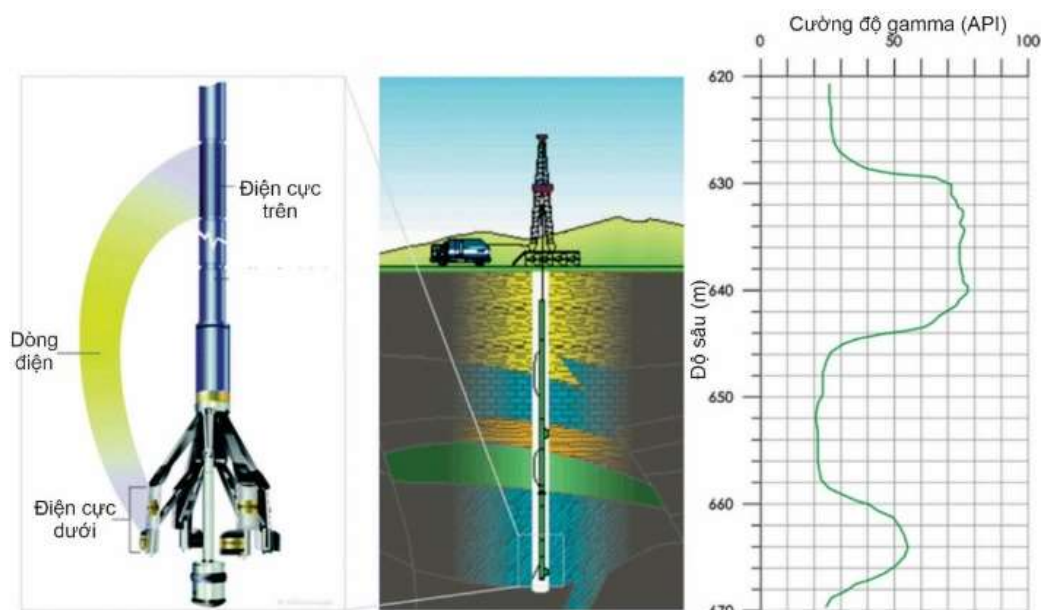


Hình 5. Mối quan hệ giữa tướng địa chấn và động lực bồn trầm (Veenken, 2013)

### 2.2.2. Phương pháp minh giải địa vật lý giếng khoan

Địa vật lý giếng khoan là một trong những phương pháp nghiên cứu chủ đạo trong địa chất dầu khí nói riêng và trong nghiên cứu địa chất tầng phủ nói chung. Bản chất của phương pháp là đo đạc và minh giải các tham số vật lý

của các tầng địa chất theo độ sâu giếng khoan bằng cách thả một hệ thống các cảm biến (sensor) có thể thu nhận các tham số vật lý của đất đá như điện trở suất, mật độ, gamma tự nhiên, gamma nhân tạo, tốc độ truyền sóng âm, địa nhiệt,... (Hình 6).



Hình 6. Sơ đồ (trên) và hình thái các đường cong ĐVL. Giếng khoan và minh giải thạch học đi kèm (dưới) (Bjørlykke, 2015).

Mục đích của phương pháp địa vật lý giếng khoan là để xác định các ranh giới và đặc trưng thạch học của các tầng đá phục vụ cho việc phân chia, liên kết địa tầng và đánh giá tính chắn, chứa của một hệ thống dầu khí.

### 2.2.3. Phương pháp giải đoán cấu trúc

Phương pháp giải đoán cấu trúc địa chất được thực hiện trên cơ sở phân tích các tài liệu giếng khoan và tài liệu địa chấn 2D và 3D của khu vực nghiên cứu, tiến hành đo đạc và nhận diện các dạng cấu trúc địa chất (Đứt gãy, nếp uốn các bề mặt bất chỉnh hợp, ...) có mặt trong khu vực nghiên cứu. Việc phân tích và giải đoán cấu trúc – kiến tạo được thực hiện theo các nội dung sau:

- (i). Nhận diện và phân chia các pha biến dạng đứt gãy, nếp uốn;
- (ii). Phân tích bề mặt bất chỉnh hợp và gián đoạn trầm tích;

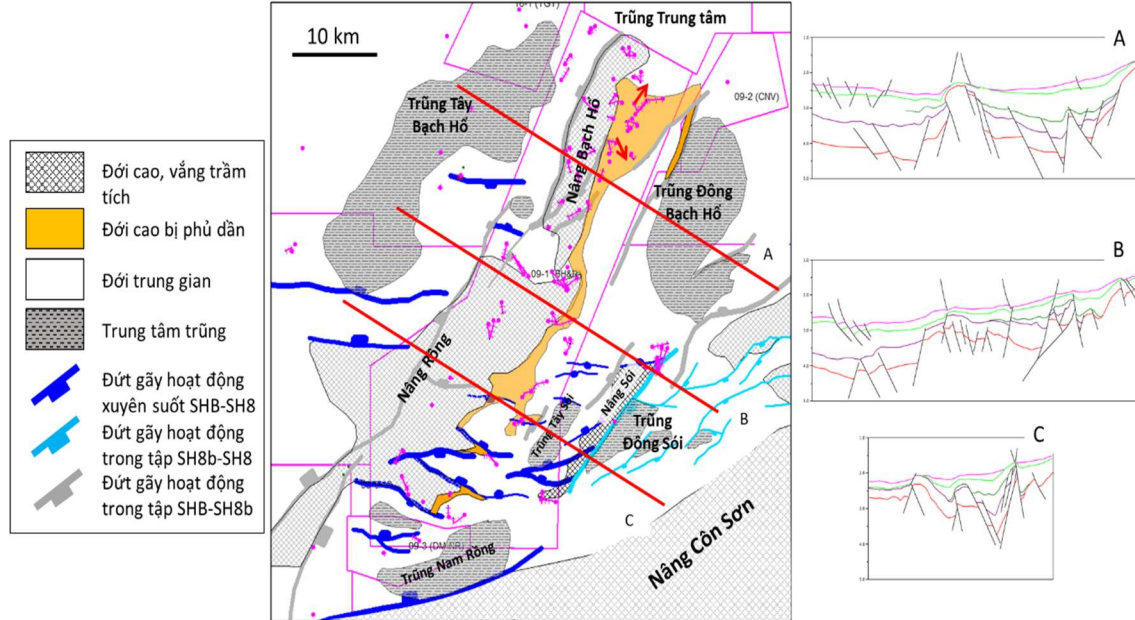
(iii). Phân tích chiều dày và phục hồi mặt cắt;

(iv). Phương pháp xây dựng mô hình địa chất

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Đặc điểm và lịch sử phát triển cấu trúc – kiến tạo lô 09-1 bồn trũng Cửu Long

Trên cơ sở phân tích các tài liệu địa chất-địa vật lý hiện có, khu vực nghiên cứu có thể phân chia thành các đơn vị cấu trúc như trong hình 7. Trong đó, đới Nâng Côn Sơn là đơn vị cấu trúc lớn phân tách bể Cửu Long với bể Nam Côn Sơn, còn dải nâng Bạch Hồ-Rồng, Trũng Đông Bạch Hồ và Trũng Tây Bạch Hồ là các đơn vị cấu trúc nhỏ hơn bên trong bể Cửu Long. Ngoài ra Trũng Tây Sỏi và Nâng Sỏi là các đơn vị cấu trúc địa phương phân bố giữa Nâng Rồng và Nâng Côn Sơn (Võ Việt Văn, 2010).



Hình 7. Sơ đồ cấu trúc-kiến tạo lô 09-1 và lân cận

Tương tự như các khu vực khác ở bể Cửu Long, khu vực nghiên cứu trải qua 3 giai đoạn kiến tạo chính sau đây:

#### 3.1.1. Giai đoạn tách giãn trong Eocen-Oligocen sớm

Dựa trên phân tích đặc điểm cấu trúc, bề mặt bất chỉnh hợp và sự thay đổi bề dày qua các cấu trúc biến dạng, có thể thấy hoạt động tách giãn diễn ra mạnh mẽ dọc theo các đứt gãy thuận phát triển từ móng có phương BDB-NTN và phương TTB-ĐĐN. Đặc điểm cấu trúc khu vực nghiên cứu có sự thay đổi mạnh

từ Bắc xuống Nam (**Error! Reference source not found.**). Ở khu vực phía Bắc, cấu trúc trũng có dạng địa hào, được khống chế hai bên bởi các hệ thống đứt gãy sụt bậc từ đới nâng Bạch Hồ và đới nâng Côn Sơn (**Error! Reference source not found.**). Các đứt gãy khu vực này chủ yếu có phương BDB-NTN. Trong khi đó ở phía Nam, cấu trúc trũng có dạng bán địa hào, được khống chế bởi đứt gãy biên ở phía Tây khu vực Sỏi-Cá Tầm có phương BDB-NTN (**Error! Reference source not found.**). Ngoài ra, khu vực này còn

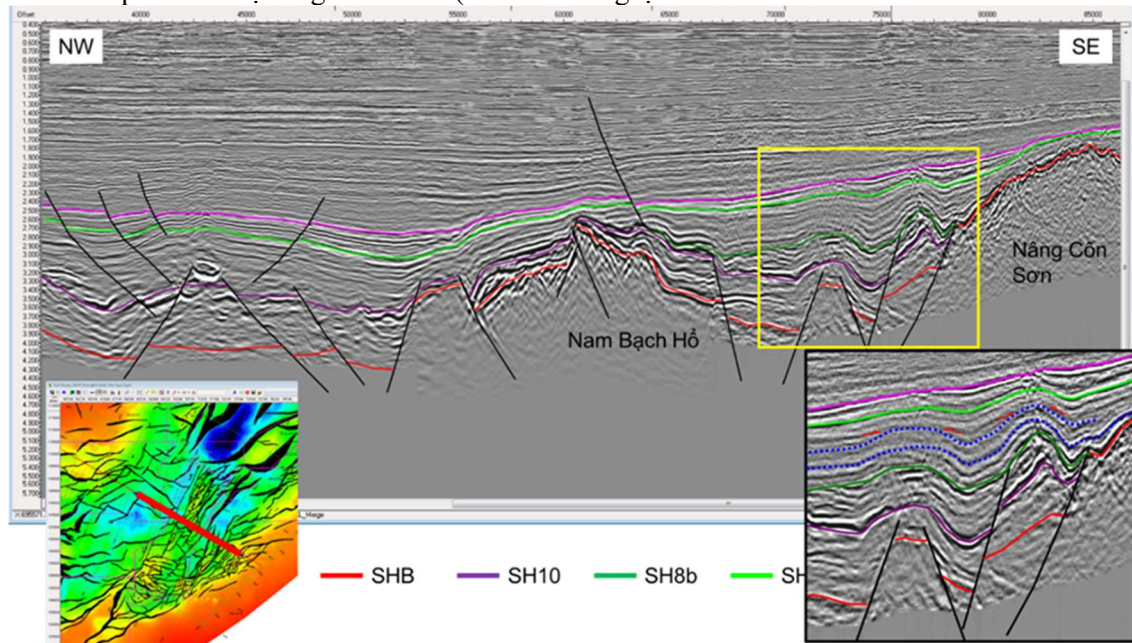


có các đứt gãy phương TTB-DDN hoạt động mạnh hình thành các dải nâng địa phương có cùng phương với đứt gãy (**Error! Reference source not found.7**). Đi kèm với hoạt động kiến tạo này là hình thành lên các tập trầm tích đồng tách giãn.

### 3.1.2. Giai đoạn nén ép nghịch đảo Oligocen muộn – Miocen sớm

Bằng chứng cho thời gian bắt đầu pha nén ép có thể thấy trên hầu hết các mặt cắt phương TB-DDN qua khu vực nghiên cứu (**Error!**

**Reference source not found.8**). Trên mặt cắt địa chấn, các nếp uốn nội tầng tập SH8 có bề dày tương đối ổn định, hoặc nếu có thay đổi bề dày thì chủ yếu phản ánh hệ thống trầm tích trước nén ép. Biên độ nếp uốn và bề dày trầm tích thay đổi liên quan đến hoạt động uốn nếp chỉ quan sát được ở gần cuối tập SH8 (Hình 8). Ngoài ra trên một số mặt cắt còn có thể quan sát được các dấu hiệu phủ chòm của các phản xạ địa chấn lên bề mặt đánh dấu bắt đầu pha nghịch đảo.



Hình 8. Hoạt động uốn nếp, bào mòn bất chỉnh hợp và tái hoạt động của các đứt gãy thuận hình thành trong giai đoạn tách giãn trước đó nhưng theo chiều ngược lại là dấu hiệu của giai đoạn nghịch đảo kiến tạo.

### 3.1.3. Giai đoạn sụt lún do co rút nhiệt Miocen sớm – hiện tại

Đây là giai đoạn phát triển muộn nhất của bồn trũng Cửu Long. Các hoạt động kiến tạo trong giai đoạn này trở lên bình ổn, bằng chứng là các hoạt động đứt gãy chính không cắt qua các trầm tích từ sau Miocen sớm. Hoạt động sụt lún diễn ra từ, chủ yếu được gây ra bởi quá trình co rút địa nhiệt. Các tập trầm tích hậu tách giãn hình thành trong giai đoạn này có chiều dày và thể nằm ít thay đổi từ ven rìa bồn về trung tâm và phủ lên toàn bộ diện tích của bể Cửu Long (Hình 8).

### 3.2. Đánh giá khả năng hình thành bể phi cấu tạo của khu vực nghiên cứu

Bể phi cấu tạo là những bể chứa dầu khí mà trên thực tế không xác định được bằng cấu

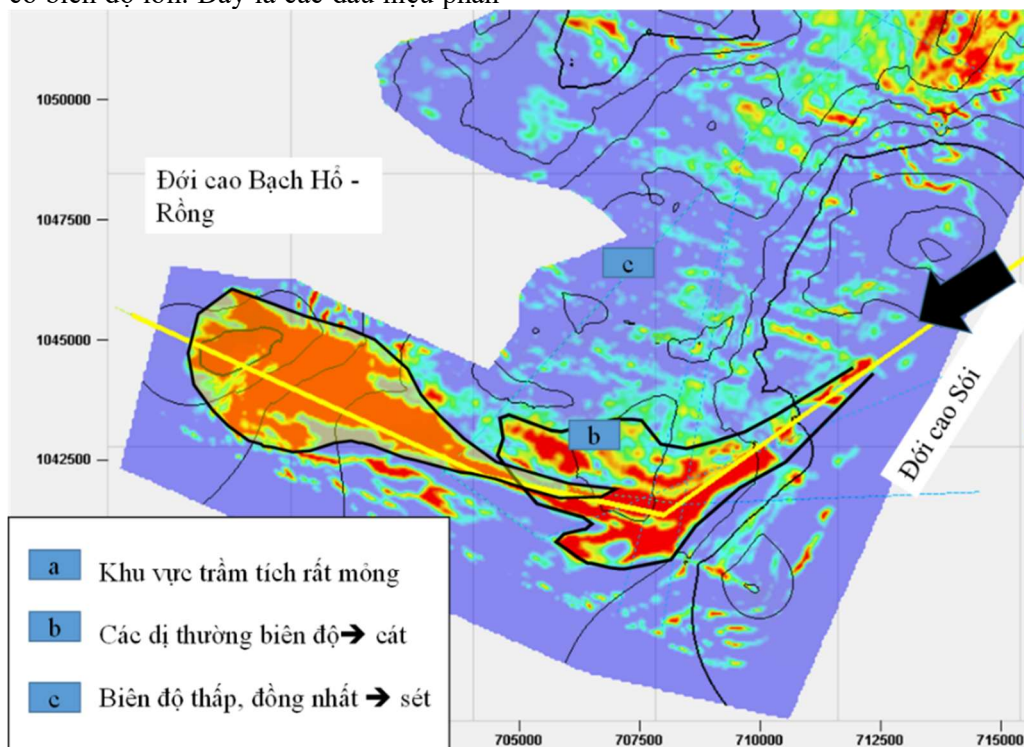
trúc đóng. Tuy nhiên theo thống kê trên thế giới, chúng cũng đóng một vai trò đáng kể cho sự tích tụ nguồn tài nguyên dầu khí toàn cầu. Nhiều mỏ lớn trên thế giới đã được phát hiện trong các bể phi cấu tạo dưới dạng các bể địa tầng hoặc hỗn hợp (Allan et al., 2006).

Một vấn đề quan trọng đối với sự hình thành bể phi cấu tạo là phải có được đầy đủ các tầng chắn đáy, tầng chắn nóc và tầng chắn biên hoàn thiện để đảm bảo không cho hydrocarbon thoát ra và gi chuyển đi xa khỏi bể. Vai trò của các yếu tố chắn nóc, chắn đáy và chắn biên (hình 11) sẽ được thảo luận ở phần dưới của bài báo. Hầu hết các phản xạ trong giai đoạn SH-8.1 đến SH-8 có tính chất liên tục, biên độ thấp. Tuy nhiên, ở giai đoạn đầu, các mặt cắt địa chấn và bản đồ thuộc tính

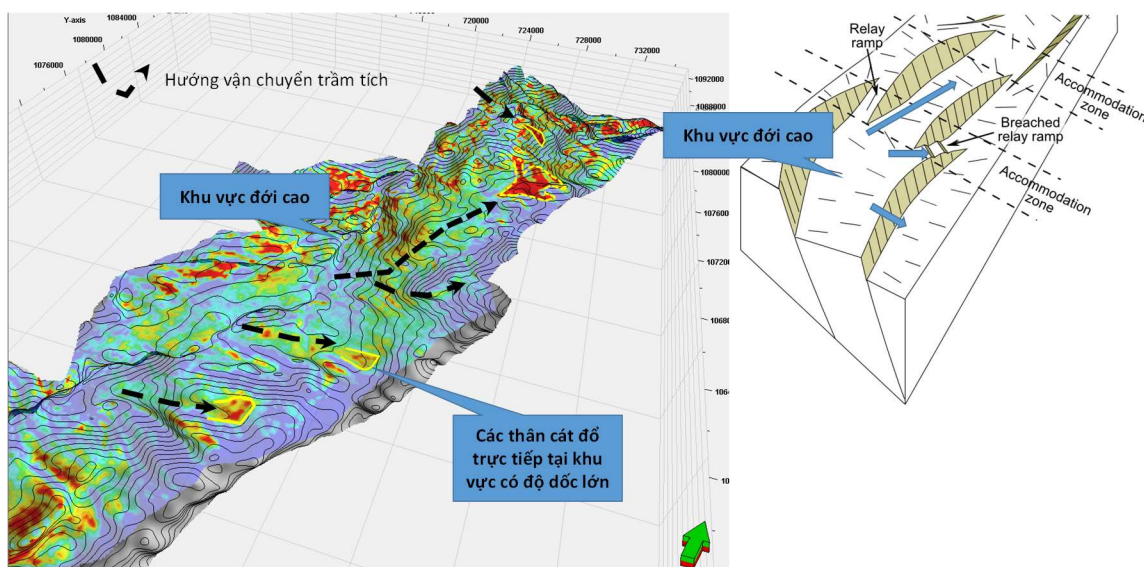


xuất hiện một số khu vực có biên độ địa chấn khác biệt (**Error! Reference source not found.**&10). Các dị thường thuộc tính địa chất có diện tích nhỏ, tập trung chủ yếu ở phần trung tâm và phía Bắc của lô; các dị thường này nằm sát chân của các khối cao, hoặc đứt gãy có biên độ lớn. Đây là các dấu hiệu phản

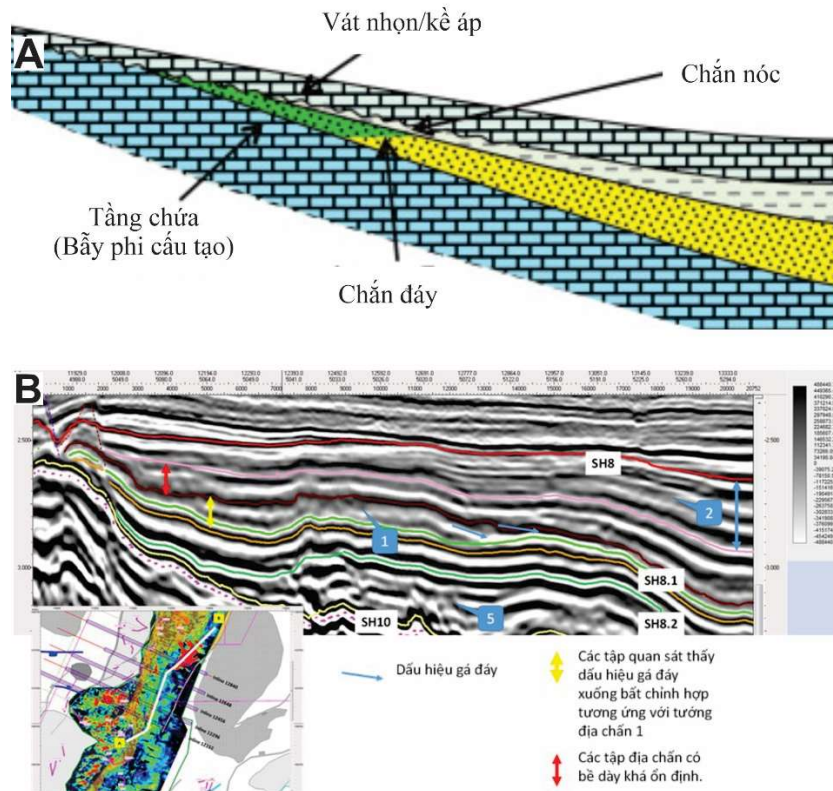
ánh các thân cát được đổ trực tiếp từ các khối cao Bạch Hổ (theo bản đồ của địa hình). Trong giai đoạn này, khối cao ở phía Bắc không nhỏ cao so với mực nước, dẫn đến giới hạn về nguồn trầm tích và năng lượng cũng không cao.



Hình 9. Bản đồ thuộc tính biên độ phản ánh các thân cát (tầng chứa) có nguồn từ khu vực phía Đông giai đoạn đầu SH-8.1



Hình 10. Bản đồ thuộc tính địa chấn và bản đồ cấu trúc thể hiện các thân cát và hướng vận chuyển trầm tích



Hình 11. Các yếu tố hình học của bẫy phi cấu tạo: A-Mô hình bẫy phi cấu tạo (Jager et al., 2020); B Thân cát tại lô 09-1 tương tự tầng chứa trong mô hình

Xét về tầng chấn đối với bẫy phi cấu tạo thì ba yếu tố chấn nóc, chấn biên và chấn đáy đóng vai trò quan trọng đảm bảo cho sự hình thành một bẫy phi cấu tạo hoàn chỉnh (hình 11). Hình 11B cho thấy ở các mặt cắt địa chấn đều xuất hiện các “nêm” dị thường thuộc tính biên độ mạnh nằm kề áp vào sườn các khối nâng. Phủ lên trên và bên dưới các “nêm” dị thường này là các tập trầm tích có đặc phản xạ địa chấn liên tục và song song với mặt ranh giới của “nêm dị thường” và trên cùng của các khối nâng cũng được phủ chòm bởi các trầm tích trẻ hơn. Những dấu hiệu ban đầu này cho thấy các tập trầm tích nằm trên, nằm dưới và kề áp vào khối nâng có thể là các tầng chấn nóc, chấn đáy và chấn biên tương ứng. Trong khi đó “nêm” dị thường thuộc tính biên độ là dấu hiệu của tầng chứa có thân phần thạch học chủ yếu là cát với đặc trưng độ rỗng và độ thấm cao hơn. Đánh giá tổng hợp cả hai yếu tố trên có thể thấy những cấu tạo kiểu này có thể là những bẫy phi cấu tạo chứa dầu khí với mức

độ tin cậy tương đối cao.

Từ những dấu hiệu địa chấn nêu trên có thể thấy, ngoài tầng chứa dầu khí là các đá móng granit nứt nẻ đã được phát hiện và khai thác trong nhiều thập kỷ qua, trong khu vực nghiên cứu có thể tồn tại các thân cát là các quạt trầm tích có chiều dày tương đối lớn nằm kề áp vào các sườn địa hình cổ và các khối nâng. Những đối tượng thân cát này được đặc trưng bởi các dị thường thuộc tính địa chấn và chúng được cho là có thể hội tụ đủ các yếu tố chứa và chấn để trở thành các bẫy phi cấu tạo trong khu vực nghiên cứu.

### Kết luận và kiến nghị

Dựa trên phân tích tổng hợp các tài liệu địa chất và địa vật lý của khu vực lô 09-1, bồn trũng Cửu Long, tập thể tác giả có một số kết luận và kiến nghị sau đây:

- Lô 09-1 bể Cửu Long là một cấu tạo địa chất được hình thành trên cơ sở phá hủy đá móng là các đá xâm nhập trung tính – acid

được cho là bắt đầu từ Eocen, trải qua các giai đoạn tách giãn tạo rift từ Eocen đến Oligocen sớm. giai đoạn nghịch đảo kiến tạo trong Oligocen muộn – Miocen sớm và sụt lún nhiệt sau Miocen sớm. Các thành tạo trầm tích lắng đọng trong bể Cửu Long trong gian đoạn Eocen-Oligocen đã được làm sáng tỏ về môi trường trầm tích là môi trường sông – hồ và đây là đá tượng có nhiều triển vọng dầu khí nhất sau đối tượng đá móng nứt nẻ;

Sự thay đổi hoạt động kiến tạo và bề mặt cổ địa lý liên quan cũng đã gây ra sự thay đổi về hướng nguồn trầm tích, không gian tích tụ và hình thành lên các quạt trầm tích nằm kề áp vào các sườn dốc địa cổ địa hình hay các thân cát được vận chuyển ra phần trung tâm bồn trũng dưới tác dụng của dòng trọng lực (gravity flow) hay dòng chảy rối (turbidity flow). Những thân cát dưới dạng các quạt trầm tích hay các thân cát nằm ở vùng nước sâu khi được tiếp xúc với các tầng chắn nóc, chắn đáy và chắn biên sẽ có tiềm năng trở thành các bẫy phi cấu tạo mà trước đây chưa được quan tâm nghiên cứu đầy đủ.

- Những phát hiện ra các thực thể địa chất được dự báo là các bẫy phi cấu tạo tiềm năng cho lô 09-1, tuy nhiên trong thời gian tới cần phải có những nghiên cứu chi tiết hơn để đánh giá tính liên tục, chiều dày và chất lượng của tầng chắn không khép kín như trong bẫy cấu tạo; đặc biệt cần nghiên cứu chi tiết các yếu tố chắn biên và chắn đáy để giảm thiểu tính rủi ro của các bẫy phi cấu tạo đã được dự báo;

#### Văn liệu tham khảo

**Allan, J. R., Sun, S. Q., and Trice, R., 2006**, The deliberate search for stratigraphic and subtle combination traps: where are we now?: *Geological Society of London*, v. 254, p. 57-103.

**Bjørlykke, K., 2015**, Petroleum Geoscience: From Sedimentary Environments to Rock Physics, *Oslo, Norway, Springer*.

**ĐỗBAT, Nguyễn Đình Dĩ, Phan Huy Quỳnh, Phạm Hồng Quê, Nguyễn Quý Hùng, Đỗ Việt Hiếu, and Chu Đức Quang, 2019**, Địa tầng các bể trầm tích Kainozoi Việt Nam, trong Nguyễn Hiệp, Ngô Thường San, Hoàng Ngọc Đang, Nguyễn Trọng Tín, Nguyễn Văn Minh, and Phan Tiến Viễn, eds., Địa chất và Tài nguyên dầu khí Việt Nam: *Hà Nội, Việt Nam, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật*, p. 161-208.

**Fyhn, M. B. W., Boldreel, L. O., and Nielsen, L. H., 2009**, Geological development of the Central and South Vietnamese margin: implications for the establishment of the South China Sea, Indochinese escape tectonics and Cenozoic volcanism. : *Tectonophysics*, v. 478, no. 3-4 p. 184-214.

**Jager, J. D., 2020**. Concepts of conventional petroleum systems in Regional Geology and Tectonics; 2<sup>nd</sup> ed.; *Elsevier*, 687-720pp.

**Hoang, N. D., 2012**, Eocene-Oligocene Tectonic-Geological settings of the NE Cuu Long Basin [PhD: *Hanoi University of Mining and Geology*, 171 p.

**Hoàng Ngọc Đông, 2012**, Đặc điểm địa chất - kiến tạo phần Đông Bắc bồn trũng Cửu Long trong thời kỳ Eocen - Oligocen [Luận án Tiến sĩ: *Trường ĐH. Mô - Địa chất*, 158 p.

**Lê Văn Cự, Hoàng Ngọc Đang, Trần Văn Trị, and Nguyễn Quang Tuấn, 2019**, Cơ chế hình thành và các kiểu bể trầm tích Kainozoi Việt Nam, trong Nguyễn Hiệp, Ngô Thường San, Hoàng Ngọc Đang, Nguyễn Trọng Tín, Nguyễn Văn Minh, and Phan Tiến Viễn, eds., Địa chất và Tài nguyên dầu khí Việt Nam: *Hà Nội, Việt Nam, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật*, p. 128-160.

**Nguyễn Hoài Chung, Nguyễn Thị Thắm, Nguyễn Thanh Tuyền, Mai Hoàng Đam, Nguyễn Văn Sử, Bùi Thị Ngọc Phương, Nguyễn Tấn Triệu, Phạm Thị Toan, and Lê Thị Việt Phương, 2019a**, Báo cáo phân tích cổ sinh địa tầng giếng khoan R-55: *VPI-Lab, Viện Dầu khí Việt Nam*.

**-, 2019b**, Báo cáo phân tích cổ sinh địa tầng giếng khoan R-60: *VPI-Lab, Viện Dầu khí Việt Nam*.

**Posamentier, H. W., Erskine, R. D., and Mitchum, R. M., 1991**, Submarine fan deposition within a sequence stratigraphic framework, in Weimer, P., and Link, M. H., eds., Seismic facies and sedimentary processes of submarine fans and turbidite systems: *New York, Springer-Verlag*, p. 127-136.

**Schmidt, W. J., Hoàng, B. H., Handschy, J. W., Hai, V. T., Cuong, T. X., and Tung, N. T., 2019**, Tectonic evolution and regional setting of the Cuu Long Basin, Vietnam: *Tectonophysics*, v. 757, p. 36-57.

**Trần Lê Đông, Phùng Đắc Hải, and Đỗ Quang Đối, 2019**, Bể trầm tích Cửu Long và tiềm năng dầu khí, trong Nguyễn Hiệp, Ngô Thường San, Hoàng Ngọc Đang, Nguyễn Trọng Tín, Nguyễn Văn Minh, and Phan Tiến Viễn, eds., Địa chất và Tài nguyên dầu khí Việt Nam: *Hà Nội, Việt*



Nam, *Nhà Xuất bản Khoa học và Kỹ thuật*, p. 318-389.

**Vail, P. R., Mitchum, R. M. J., and Thompson, S. I., 1977**, Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 4: global cycles of relative changes of sea level, *in* Payton, C. E., ed., *Seismic Stratigraphy — Applications to Hydrocarbon Exploration, Volume 26: Tulsa, OK, American Association of Petroleum Geologists*, p.

83–98.

**Veenken, P. C. H., 2013**, *Seismic Stratigraphy and Depositional Facies Models, Netherlands, Academic Press.*

**Võ Việt Văn, 2010**, Cơ chế hình thành và đối sánh hai bồn trũng chứa dầu khí Cửu Long và Nam Côn Sơn [*Luận án tiến sĩ: Trường Đại học Bách khoa TP. Hồ Chí Minh*, 183 p.

---

## Summary

### Geological setting and possibility of nonstructural traps in the 09-1 Block, Cuu Long Basin

Nguyễn Lâm Anh<sup>1</sup>, Nguyễn Thanh Tùng<sup>2</sup>, Hoàng Văn Long<sup>2\*</sup>, Nguyễn Danh Lam<sup>2</sup>, Bùi Huy Hoàng<sup>2</sup>, Bùi Việt Dũng<sup>2</sup>, Nguyễn Trung Hiếu<sup>2</sup>, Nguyễn Quang Tuấn<sup>2</sup>, Nguyễn Tuấn Anh<sup>2</sup>

The Cuu Long Basin is a Tertiary sedimentary basin demonstrating the highest oil and gas potential among the hydrocarbon-bearing basins on the Vietnamese continental shelf. While hydrocarbon production from the pre-Cenozoic fractured basement reservoir is gradually decreased, the studies on new findings of structural traps become an essential task for the coming years.

Results obtained from our detail studies on seismic interpretation, attribute analysis together with well-logging interpretation, lithology and geological modelling of the 09-1 Block allowed us to specify geological evolution of the basin into three more detail stages, namely: (i). Eocene-Oligocene rifting, (ii). Late Oligocene-Early Miocene inversion, and (iii). post-Middle Miocene thermal subsidence.

The new data from seismic attribute anomaly analysis contributed to better define characteristics of the Oligocene alluvial-lacustrine sediments as well as to identify fan-shaped bodies onlapping on the slopes of the high structures with in the 09-1 Block. These sand bodies are considered to be potential stratigraphic traps, which are important target for hydrocarbon exploration in the future.

**Key words:** *Cuu Long Basin, tectonostructure, nonstructural trap, seismic attribute.*