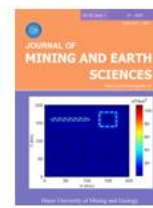




## Journal of Mining and Earth Sciences

Website: <http://jmes.humg.edu.vn>



# Geological setting of the Phu Khanh Basin based on updated geological-geophysical data



Long Van Hoang <sup>1,\*</sup>, Hoang Huy Bui <sup>1</sup>, Tuan Quang Nguyen <sup>1</sup>, Anh Van Thi Ngo <sup>1</sup>, Dam Hoang Mai <sup>2</sup>, Lan Tuyet Thi Nguyen <sup>1</sup>, Lan Phuong Thi Phung <sup>1</sup>, Thanh Thi Ho <sup>1</sup>, Huong Thi Tran <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vietnam Petroleum Institute, Hanoi, Vietnam

<sup>2</sup> VPI-Lab, Vietnam Petroleum Institute, Hanoi, Vietnam

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 26<sup>th</sup> Sept. 2023

Revised 22<sup>th</sup> Nov. 2023

Accepted 15<sup>th</sup> Dec. 2023

#### Keywords:

Geological structure,  
Magneto-gravity,  
Phu Khanh Basin,  
Seismic.

### ABSTRACT

*The Phu Khanh Basin is a Tertiary sedimentary basin located in deep a water area adjacent to the continental shelf of Central Vietnam, which has been begun to form since the Eocene(?)/Oligocene to the Quaternary. This area has previously only been briefly studied based on satellite magnetic, gravity data and some 2D multichannel seismic lines. In this article, the authors present the most recently interpreted and merged gravity data to update the research results on geological structure, tectonics and the history of geological evolution of the Phu Khanh Basin, which are considered significant contributions for hydrocarbon exploration campaigns in the future. Our new results show that mechanism of the the Phu Khanh Basin formation was started by a rifting process with most of it located in the central basin, controlled by four main fault systems, including the NW - NE system, the NE - SW system, sub-meridian system and less active is the sub-latitude system. The evolution of the basin has undergone through four main phases of different tectonic deformation, which are characterized by its typical geodynamic regimes and tectonic activities. These evolutionary phases can be briefly described as follows: (i) Paleocene peneplanation phase, (ii) The active rifting phase in Eocene/Oligocene-Early Miocene, (iii) The Middle Miocene thermal subsidence phase and finally (iv) The Late Miocene-Quaternary shelf building phase. However, the issue of determining the Eocene age at the bottom of the basin has so far remained unclear and elucidated by the lack of deep wells penetrating the deepest region of the basin.*

Copyright © 2024 Hanoi University of Mining and Geology. All rights reserved.

\*Corresponding author

E - mail: [longhv@vpi.pvn.vn](mailto:longhv@vpi.pvn.vn)

DOI: 10.46326/JMES.2024.65(1).01



## Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



# Đặc điểm địa chất bể Phú Khánh dựa trên những kết quả minh giải địa chất - Địa vật lý mới

Hoàng Văn Long <sup>1,\*</sup>, Bùi Huy Hoàng <sup>1</sup>, Nguyễn Quang Tuấn <sup>1</sup>, Ngô Thị Vân Anh <sup>1</sup>, Mai Hoàng Đảm <sup>2</sup>, Nguyễn Thị Tuyết Lan <sup>1</sup>, Phùng Thị Lan Phương <sup>1</sup>, Hồ Thị Thành <sup>1</sup>, Trần Thị Hường <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Viện Dầu khí Việt Nam, Hà Nội, Việt Nam

<sup>2</sup> VPI-Lab, Viện Dầu khí Việt Nam, Hà Nội, Việt Nam

### THÔNG TIN BÀI BÁO

#### Quá trình:

Nhận bài 26/9/2023

Sửa xong 22/11/2023

Chấp nhận đăng 15/12/2023

#### Từ khóa:

Bể Phú Khánh,  
Cấu trúc địa chất,  
Địa chấn,  
Từ - trọng lực.

### TÓM TẮT

Bể Phú Khánh là một bể trầm tích Đệ Tam nằm ở vùng nước sâu kế cận thềm lục địa miền Trung Việt Nam, được bắt đầu hình thành từ Eocen(?)/Oligocen cho đến Đệ Tứ. Khu vực này trước đây mới chỉ được nghiên cứu một cách sơ lược dựa trên tài liệu từ - trọng lực vệ tinh và một số tuyến địa chấn 2D. Trong bài báo này, tập thể tác giả tổng hợp những số liệu minh giải mới gần đây để cập nhật những kết quả nghiên cứu về cấu trúc-kiến tạo và lịch sử phát triển địa chất bể Phú Khánh phục vụ cho công tác tìm kiếm thăm dò dầu khí. Những kết quả mới cho thấy bể Phú Khánh được hình thành theo cơ chế tách giãn kiểu rift với phần lớn nằm ở trung tâm, được khống chế bởi 4 hệ thống đứt gãy chính gồm: hệ thống tây bắc - đông nam, hệ thống đông bắc - tây nam, hệ thống á kinh tuyến và kém hoạt động hơn là hệ thống đứt gãy á vĩ tuyến. Quá trình tiến hóa của bể trải qua 4 pha biến dạng kiến tạo khác nhau dựa theo các thay đổi về chế độ địa động lực và hoạt động kiến tạo gồm: (i) Pha tạo mặt san bằng Paleocen, (ii) Pha tách giãn tạo rift (Eocen?/Oligocen-Miocen sớm), (iii) Pha sụt lún nhiệt Miocen giữa và cuối cùng là (iv) Pha tạo thềm Miocen muộn-Đệ Tứ. Tuy nhiên, vấn đề định tuổi Eocen ở đáy bể cho đến nay vẫn còn chưa được làm sáng tỏ do thiếu các giếng khoan sâu xuyên qua được vùng sâu nhất của bể.

© 2024 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

\*Tác giả liên hệ

E - mail: [longhv@vpi.pvn.vn](mailto:longhv@vpi.pvn.vn)

DOI: 10.46326/JMES.2024.65(1).01

## 1. Mở đầu

Bể Phú Khánh là một trong số các bể trầm tích Kainozoi lớn phân bố trên thềm lục địa và vùng đặc quyền kinh tế của Việt Nam với phần lớn diện tích của bể nằm ở vùng nước sâu bên ngoài ranh giới thềm lục địa (Chungkha, 2004). Phần phía bắc bể Phú Khánh tiếp giáp với bể Sông Hồng qua đới đứt gãy Đà Nẵng, phần phía nam được giới hạn bởi đới trượt Tuy Hòa, phía đông chuyển tiếp ra vùng biển Đông và giới hạn phía tây là thềm Đà Nẵng, thềm Phan Rang (Hình 1) (Ngô và nnk. 2019; Fyhn và nnk., 2009; Nguyễn và nnk., 2009; Lê và nnk., 2019, Trần và nnk., 2019; Nguyễn và nnk., 2022).

Bể Phú Khánh là bể nước sâu nằm kế cận thềm lục địa miền Trung có đặc điểm là hẹp và dốc, bị phân cắt mạnh bởi đứt gãy kinh tuyến 110° (Trần và Chu, 2016) (Hình 1). Do vậy, các hoạt động điều tra địa chất, tìm kiếm thăm dò dầu khí ở khu vực này còn rất hạn chế cả về tài liệu địa chấn và giếng khoan. Sự hạn chế về các công trình nghiên cứu sâu đã làm cho những hiểu biết về đặc điểm cấu trúc - kiến tạo, tướng thạch học và môi trường trầm tích còn nhiều vấn đề chưa được làm sáng tỏ, gây ảnh hưởng đến hiệu quả công tác tìm kiếm thăm dò dầu khí của bể này (Nielsen và Abatzis, 2004). Nguyễn và nnk. (2022) đã sử dụng số liệu tài liệu từ - trọng lực hợp nhất để minh giải những cấu trúc lớn và làm sáng tỏ vai trò của đứt gãy kinh tuyến 110° và

đới trượt Tuy Hòa đối với sự hình thành bể Phú Khánh.

Trong những năm gần đây, đã có thêm một số chương trình thăm dò địa chấn 2D đa kênh với công nghệ thu nổ tiên tiến, các giếng khoan thăm dò cũng như tài liệu từ - trọng lực hàng không mới được thu đo. Những số liệu mới này đã góp phần quan trọng trong luận giải địa chất của bể được chi tiết hơn.

Bài báo này cập nhật các kết quả nghiên cứu về cấu trúc địa chất và địa tầng của bể Phú Khánh dựa trên kết quả minh giải mới của các nguồn số liệu nêu trên.

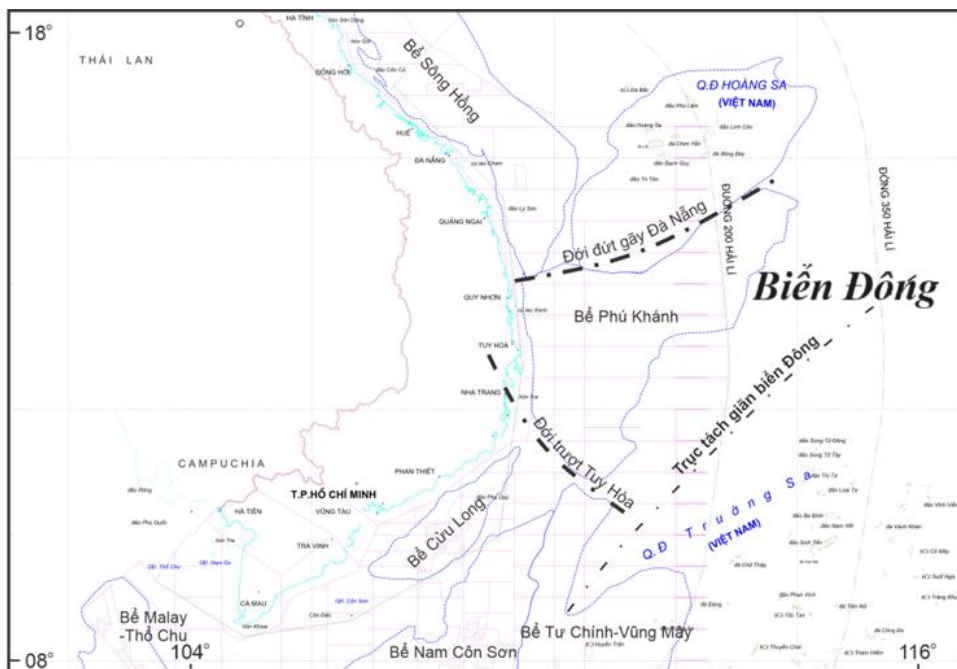
## 2. Cơ sở tài liệu và phương pháp nghiên cứu

Bài báo này cập nhật những kết quả nghiên cứu mới dựa trên các nguồn tài liệu sau:

- Kết quả minh giải tài liệu địa chấn đa kênh 2D thuộc các chương trình thu nổ địa chấn trong những năm gần đây (PV12 và PV15) (Bùi và nnk., 2023);

- Kết quả phân tích thạch học, cổ sinh và địa vật lý giếng khoan của các giếng thăm dò trong phạm vi bể Phú Khánh (Nguyễn và nnk., 2009; Bùi và nnk., 2023);

- Kết quả minh giải tài liệu từ - trọng lực hợp nhất phủ trên toàn bộ diện tích bể Phú Khánh và vùng lân cận.



Hình 1. Sơ đồ vị trí khu vực nghiên cứu và vùng kế cận (Trần và nnk., 2019).

Bài báo này được trình bày dưới dạng một nghiên cứu tổng quan với mục đích tổng hợp và cập nhật những kết quả nghiên cứu mới về cấu trúc địa chất và tiến hóa kiến tạo dựa trên những minh giải của tài liệu mới được thu đo ở phần trên nhằm góp phần hiểu biết rõ hơn về cấu trúc, lịch sử tiến hóa và hệ thống dầu khí của bể Phú Khánh so với các nghiên cứu trước đây, định hướng cho công tác tìm kiếm thăm dò dầu khí được hiệu quả hơn. Vì vậy, phương pháp nghiên cứu chủ đạo là thu thập và tổng hợp số liệu đi kèm với công tác phân tích, đánh giá kết quả luận giải địa chất của tập thể tác giả.

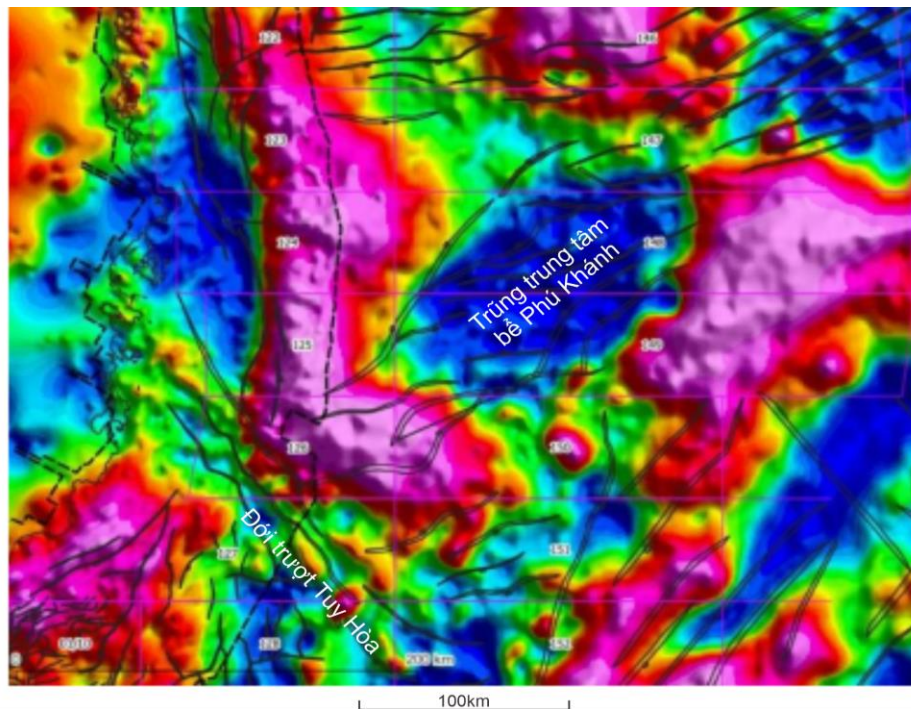
### 3. Cập nhật những kết quả mới về cấu trúc - kiến tạo bể Phú Khánh

#### 3.1. Bối cảnh kiến tạo khu vực

Trong các nghiên cứu trước đây về bối cảnh kiến tạo và cơ chế hình thành bể Phú Khánh đều nhất trí cho rằng bể được hình thành do quá trình tách giãn rìa lục địa thụ động đi kèm với quá trình mở biển Đông trong Kainozoi, tuy nhiên nhận định này vẫn còn ở mức độ khá sơ bộ mà thiếu những dẫn chứng cụ thể. Những số liệu minh giải từ - trọng lực hợp nhất do nhóm tác giả thực hiện gần đây đã

thể hiện được rõ hơn những yếu tố cấu trúc chính khống chế quá trình hình thành và phát triển của bể (Hình 2). Hình 2 cho thấy phần lớn diện tích bể Phú Khánh được phân bố ở vùng nước sâu và ngăn cách với thềm lục địa phía tây bởi đứt gãy chạy theo phương kinh tuyến 110°. Qua đứt gãy này, trường trọng lực có sự thay đổi rất rõ rệt, cụ thể là vùng trũng sâu có lớp vỏ lục địa mỏng, trong khi vòm manti bên dưới phân bố khá nông và vùng thềm lục địa có chiều dày lớp vỏ lớn, bề mặt manti hạ thấp hơn. Vì vậy, mật độ trung bình của đá móng trước Kainozoi ở khu vực bể Phú Khánh cao hơn hẳn so với khu vực thềm lục địa Phú Khánh (Hình 2).

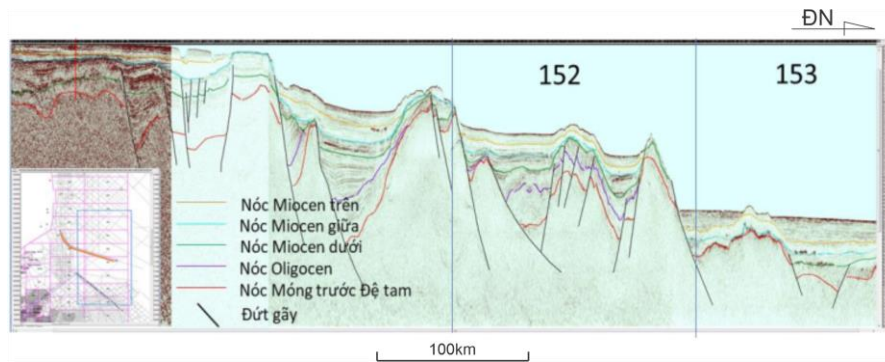
Kết quả minh giải tài liệu địa chấn mới cho thấy rõ hơn về hình thái, cấu trúc bể. Trong đó bể Phú Khánh là một bể trầm tích được hình thành theo cơ chế tách giãn kiểu rift thực thụ dựa trên quá trình phá hủy đá móng trước Kainozoi bằng một loạt các đứt gãy thuận và cong thuận (listric faults) cắm ngược chiều nhau (Hình 3). Tuy nhiên, quá trình tách giãn không phát triển sâu vào thềm lục địa do bị chặn bởi đứt gãy kinh tuyến 110° mà nó đóng vai trò như một đứt gãy khống chế rìa phía tây của bể. Khống chế cấu trúc của bể là các hệ thống



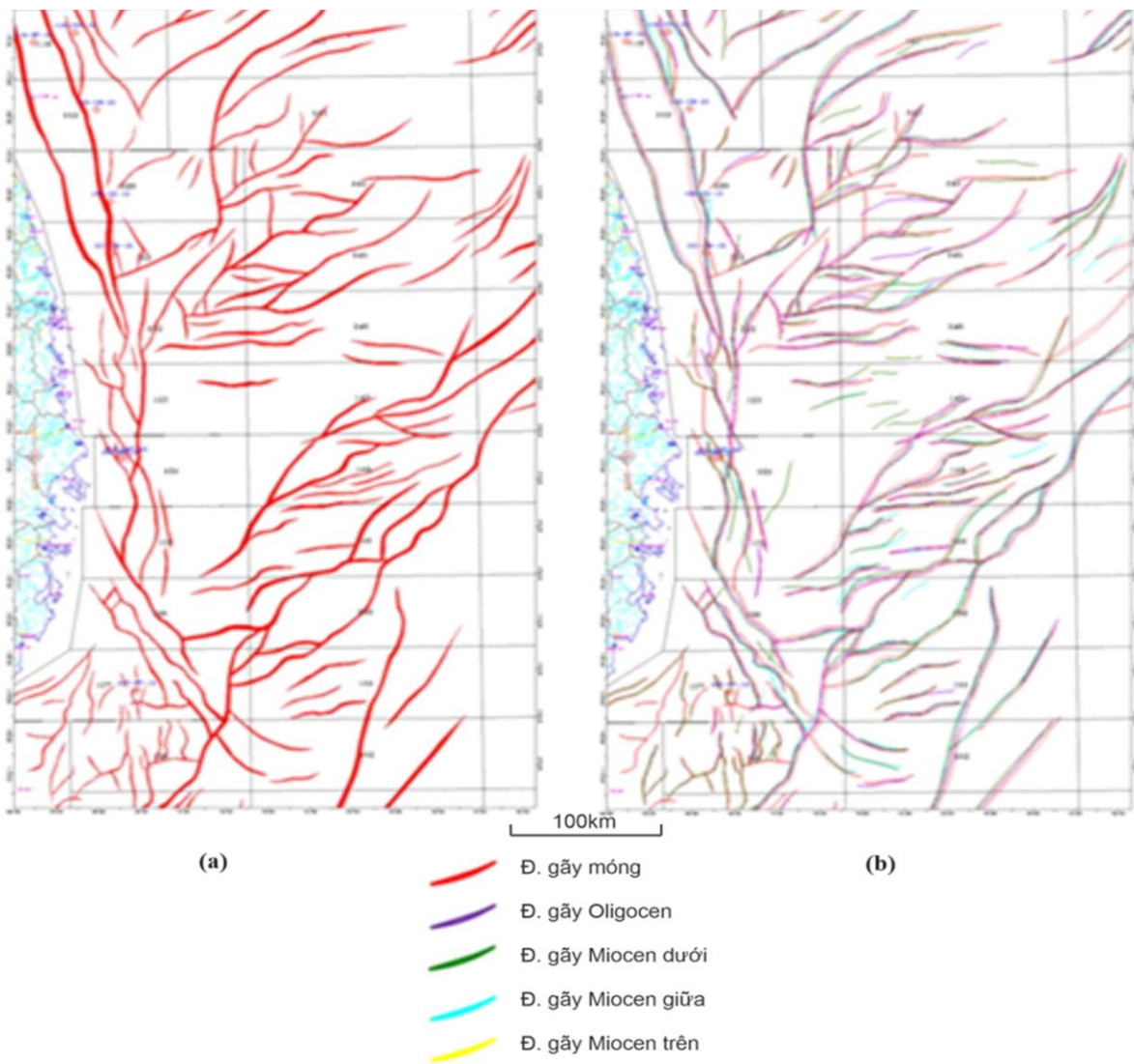
Hình 2. Các yếu tố cấu trúc chính của bể Phú Khánh và khu vực kế cận được xác định dựa trên tài liệu trọng lực hợp nhất (Nguyễn và nnk., 2023).

đứt gãy thuận, cong thuận (listric fault) có phương kéo dài á kinh tuyến, đông bắc - tây nam (ĐB - TN)

và á vĩ tuyến, tạo lên một số cấu trúc kiểu tụt bậc, và sâu dần về trung tâm (các Hình 3, 4).



Hình 3. Mặt cắt liên kết cấu trúc bể Phú Khánh thể hiện các cấu trúc tụt bậc và các hệ thống đứt gãy thuận/cong thuận kế cận nhau (Nguyễn và nnk., 2009, Dung và nnk., 2019).



Hình 4. Sơ đồ cấu trúc và đứt gãy bể Phú Khánh: a - Đứt gãy trước Kainozoi, b - Đứt gãy trong Kainozoi (Nguyễn và nnk., 2009; Bùi và nnk., 2023).

Trong phạm vi bể Phú Khánh, các đới trung tâm chiếm hầu hết diện tích của bể. Kết quả minh giải tài liệu địa chấn cho thấy, chiều dày trầm tích Kainozoi ở khu vực trung tâm đạt trên 8.000 m (Nguyễn và nnk., 2009; Bùi và nnk., 2023) và đới này được phân chia thành các khối cấu trúc dựa trên các hệ thống đứt gãy chính mà chúng tạo thành các khối nâng (địa lũy) và khối sụt (địa hào) xen kẽ nhau (Hình 3). Dựa vào các bản đồ đẳng dày và đẳng sâu (Nguyễn và nnk., 2009) cho thấy phần trung tâm bể Phú Khánh bị sụt lún mạnh nhất trong giai đoạn Miocen giữa, tạo thành một miền võng kéo dài theo phương bắc - nam. Trên bản đồ cấu trúc nóc tầng móng (Hình 4), bể được phân chia thành hai phụ trũng với cấu trúc rất phức tạp, gồm nhiều hố sụt sâu có diện tích không lớn và xen kẽ với chúng là các khối nhô của móng trước Kainozoi theo một dải nâng có hướng tây bắc - đông nam (TB - ĐN). Do khu vực nghiên cứu chịu tác động của nhiều trường ứng suất và chế độ địa động lực khác nhau mà cấu trúc của bể có hình thái hết sức phức tạp. Phần phía đông bắc xuất hiện nhiều các dải nâng/hạ cục bộ kéo dài theo phương á vĩ tuyến; Phần trung tâm của đới trung tâm bao gồm các dải nâng/hạ kéo dài phương ĐB - TN (song song với trục tách giãn biển Đông). Trong khi đó, phần phía nam được giới hạn bởi đới trượt Tuy Hòa và vì vậy cấu trúc đặc trưng ở đây được định

hình theo phương TB - ĐN là chủ đạo (Hình 2, 3, 4). Đới trượt Tuy Hòa được cho là ranh giới phía nam của bể Phú Khánh song trên tài liệu địa chấn được thể hiện khá mờ nhạt nhưng lại được nhận diện khá rõ dựa trên các di thường trọng lực Bouguer (Nguyễn và nnk., 2022) (Hình 2).

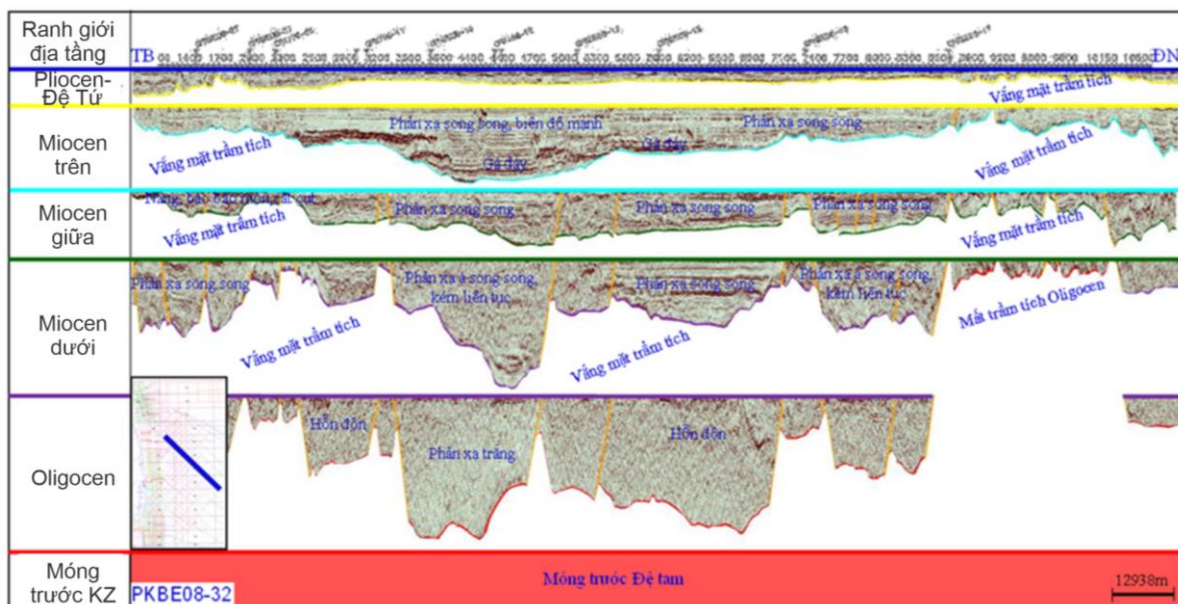
**3.2. Lịch sử phát triển địa chất bể Phú Khánh**

Trên cơ sở kết quả minh giải tài liệu từ - trọng lực, tài liệu địa chấn và cổ sinh - địa tầng cho thấy lịch sử tiến hóa bể Phú Khánh đã được hình thành và phát triển qua các pha kiến tạo chính được thể hiện trong các Hình 5, 6.

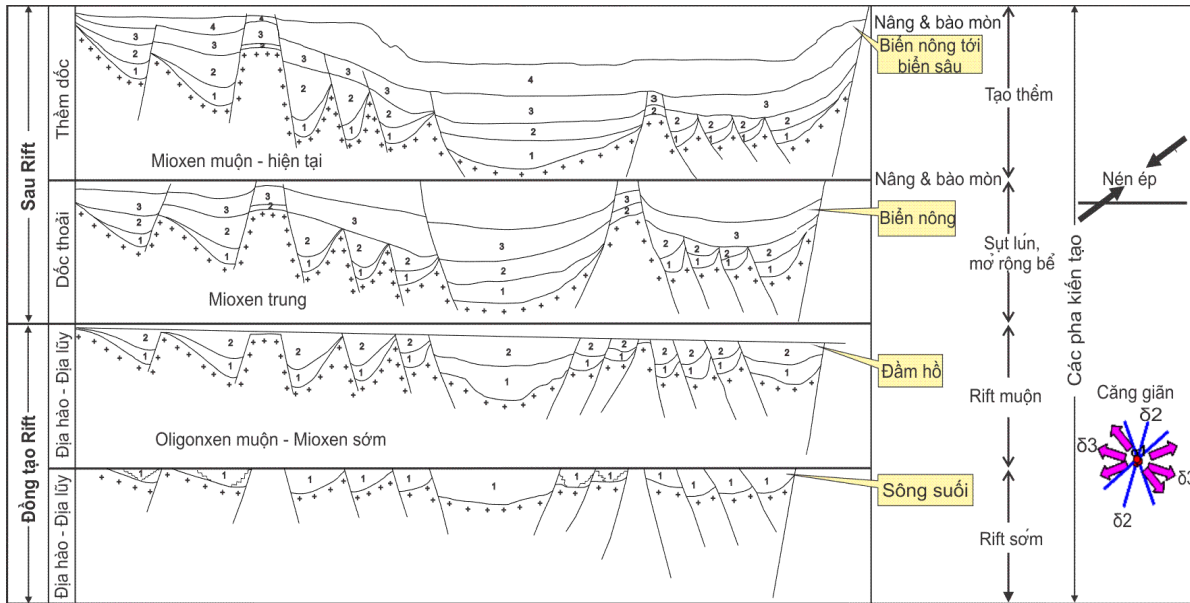
**3.2.1. Pha I: Tạo bề mặt san bằng Paleocen**

Trên cơ sở minh giải tài liệu địa chấn và đối sánh với tài liệu các giếng khoan thăm dò (dù còn ít giếng khoan), có thể thấy không có mặt trầm tích Paleocen trong khu vực bể Phú Khánh, thay vào đó là hoạt động bào mòn xâm thực tạo thành mặt bất chỉnh hợp giữa các thành tạo trầm tích tuổi Eocen (?) - Oligocen và trẻ hơn nằm phủ bất chỉnh hợp trên bề mặt đá móng trước Kainozoi. Mặt bào mòn và bất chỉnh hợp góc có thể quan sát thấy rõ trên các mặt cắt địa chấn sâu (Hình 2).

**3.2.2. Pha II: Tách giãn tạo rift (Eocen(?)/Oligocen - Miocen sớm)**



Hình 5. Mặt cắt phục hồi lịch sử phát triển địa chất bể Phú Khánh dọc theo tuyến địa chấn PKBE08-32 (Nguyễn và nnk., 2009).



Hình 6. Sơ đồ mô phỏng (phi tỉ lệ) lịch sử phát triển bể Phú Khánh (Nguyễn và nnk., 2009).

Giai đoạn tách giãn Eocen(?)/Oligocen - Miocen sớm được nhận biết bởi sự có mặt của các đứt gãy thuận và cong thuận cắt qua các thành tạo trầm tích đồng tách giãn cùng tuổi. Mặc dù tài liệu cổ sinh còn rất hạn chế, việc đối sánh địa chất khu vực cho phép dự đoán hoạt động tách giãn được bắt đầu từ Eocen(?)/Oligocen và kéo dài cho đến Miocen sớm. Các đứt gãy này có biên độ dịch chuyển giữa các tầng không đồng nhất (Hình 2) đã cho thấy hoạt động đứt gãy và sụt lún được tái hoạt động trong nhiều thời kỳ khác nhau. Giai đoạn này có tốc độ sụt lún mạnh nhất nên được cho là pha tạo rift chính của bể và còn được phân chia ra 2 giai đoạn là: tách giãn sớm và tách giãn muộn; hình thành lên các trũng được lấp đầy bởi trầm tích sông - hồ có chiều dày đạt đến 500÷8.000 m (Hình 5).

Giai đoạn tách giãn muộn được tái hoạt động vào đầu Miocen sớm và kết thúc vào cuối Miocen sớm, các đứt gãy đã được sinh thành từ trước và tái hoạt động lại trên nền cấu trúc cổ (các Hình 3, 6). Đồng thời xuất hiện hàng loạt đứt gãy thuận mới phát triển theo phương tây bắc - đông nam ở phía nam của bể và nằm gần gũi với đới trượt Tuy Hòa (Hình 5).

### 3.2.3. Pha III: Sụt lún nhiệt và mở rộng bể (Miocen giữa)

Trong pha này, hoạt động đứt gãy tách giãn và tạo rift gần như đã ngừng nghỉ hoàn toàn, thay vào đó là quá trình sụt lún do co rút nhiệt (thermal

subsidence) (Nguyen và Nguyen, 2021). Quá trình sụt lún chìm có xu hướng nghiêng tăng dần về phía Đông, được minh chứng bởi bản đồ cấu trúc nóc Miocen giữa, nghiêng về hướng này cũng như trung tâm tích tụ trên bản đồ đẳng dày cũng dịch chuyển về hướng đông. Đi kèm với quá trình sụt lún nhiệt là sự mở rộng diện tích của bể về các hướng cũng tăng lên đáng kể (Hình 5).

### 3.2.4. Pha IV: Tạo thêm (Miocen muộn đến Đệ Tứ)

Trong giai đoạn Miocen muộn đến Đệ Tứ, các hoạt động kiến tạo và manti cũng như chế độ địa nhiệt bên dưới bể Phú Khánh đã yếu đi đáng kể. Các mặt phản xạ địa chấn nằm trên cùng của mặt cắt đều có đặc điểm song song nằm ngang (song song với bề mặt địa hình đáy biển hiện tại) (các Hình 2, 6) cho thấy tốc độ lún chìm theo chiều thẳng đứng gần như rất ít. Tuy nhiên, do không gian tích tụ được mở rộng khi mực nước biển tương đối dâng cao mạnh mẽ là điều kiện thuận lợi để trầm tích Miocen muộn - Đệ Tứ được lấp đầy với chiều dày rất lớn trong giai đoạn này.

Đây là giai đoạn phát triển kiểu thêm lục địa của bể Phú Khánh và các vùng kề cận, làm xoá nhòa ranh giới giữa các bể (các Hình 5, 6), đồng thời phủ chồng lên các pha hoạt động kiến tạo đã xảy ra trước đó làm tăng tính thống nhất trong toàn bộ thêm lục địa Việt Nam (Lê và nnk., 2019, Trần và nnk., 2019).

## Kết luận

Trên cơ sở tổng hợp các kết quả minh giải mới về từ - trọng lực, địa chấn và một số giếng khoan đã được thực hiện trong phạm vi bể Phú Khánh tập thể tác giả rút ra một số kết luận sau:

Bể Phú Khánh là bể trầm tích Đệ Tam nằm ở vùng nước sâu kế cận thềm lục địa miền Trung Việt Nam và được ngăn cách với thềm lục địa qua hệ thống đứt gãy kinh tuyến 110<sup>0</sup>. Trên cơ sở các dải dị thường trọng lực âm kéo dài dạng lineament đã cho phép nhận diện rõ hơn về vị trí phân bố của đới trượt Tuy Hòa (ranh giới phía Nam của Bể) và các hệ thống đứt gãy chính trong khu vực.

Phần lớn diện tích của bể nằm ở trung tâm được khống chế bởi 4 hệ thống đứt gãy chính là hệ thống đứt gãy phương á kinh tuyến (sườn tây của bể), hệ thống đứt gãy phương đông bắc - tây nam (trung tâm và sườn đông của bể), Hệ thống đứt gãy phương tây bắc - đông nam (sườn nam của bể) và hệ thống đứt gãy phương á vĩ tuyến kém phát triển hơn phân bố rải rác ở trung tâm.

Qua phân tích tài liệu cổ sinh, minh giải cấu trúc và tài liệu địa chấn từ các công trình nghiên cứu trước đây cho thấy lịch sử phát triển của bể trải qua 4 giai đoạn chính: (i) Giai đoạn tạo bề mặt san bằng Paleocen); (ii) Giai đoạn tách giãn tạo rift (Eocen(?)/Oligocen - Miocen sớm; (iii) Giai đoạn sụt lún nhiệt và mở rộng bể; (iv) Giai đoạn tạo thềm Miocen muộn - Đệ Tứ.

Những đóng góp chính của tập thể tác giả là tổng hợp, phân tích và hệ thống hóa các kết quả cập nhật nêu trên để góp phần làm sáng tỏ hơn về cơ chế hình thành, đặc điểm cấu trúc kiến tạo phục vụ cho công tác tìm kiếm - thăm dò dầu khí của bể Phú Khánh trong tương lai.

## Đóng góp của các tác giả

Hoàng Văn Long - xây dựng ý tưởng khoa học, bố cục và hoàn thiện bài báo; Bùi Huy Hoàng - thu thập và phân tích tài liệu từ - trọng lực; Nguyễn Quang Tuấn - thu thập và phân tích tài liệu cấu trúc địa chất, kiến tạo của khu vực nghiên cứu; Ngô Thị Vân Anh - thu thập và đánh giá tài liệu địa chấn; Mai Hoàng Đảm - thu thập và đánh giá tài liệu địa chấn; Nguyễn Thị Tuyết Lan - thu thập, tổng hợp tài liệu cho phần đánh giá tổng quan; Phùng Thị Lan Phương - thu thập, tổng hợp tài liệu cho phần đánh giá tổng quan; Hồ Thị Thành - biên tập sơ đồ cấu

trúc - kiến tạo; Trần Thị Hường - biên tập hình vẽ, tài liệu tham khảo.

## Tài liệu tham khảo

- Bùi, H. H., Phùng, T. L. P., Hoàng, V. L., Nguyễn, T. T. L., Ngô, T. V. A., Nguyễn, H. A., Trần, T. H., Mai, H. Đ. và Hồ, T. T. (2023). *Tổng hợp, hệ thống hóa và đánh giá các kết quả nghiên cứu Địa chất - Địa vật lý và tiềm năng dầu khí đã thực hiện ở bể Phú Khánh*. Hà Nội, Viện Dầu khí Việt Nam: 217.
- Chungkha, P. (2004). Phu Khanh Basin, a Frontier Deepwater Basin in Vietnam. PGCE 2004, European Association of Geoscientists & Engineers.
- Dung, T., N. Tran, V. N. Chu và T. H. T. Nguyen (2019). Evolution of Geological Structural and Sedimentary Environment Change in Miocene of Phu Khanh Basin. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, 35(1).
- Fyhn, M. B. W., Nielsen, L. H., Boldreel, L. O. (2009). Geological evolution, regional perspectives and hydrocarbon potential of the northwest Phu Khanh Basin, offshore Central Vietnam. *Marine and Petroleum Geology*, 26, 1-24.
- Lê, V. C., Hoàng, N. Đ., Trần, V. T. và Nguyễn, Q. T. (2019). *Cơ chế hình thành và các kiểu bể trầm tích Kainozoi Việt Nam*. Địa chất và Tài nguyên Dầu khí Việt Nam. Nguyễn Hiệp, Ngô Thường San, Hoàng Ngọc Đăng và nnk., Hà Nội, Nhà Xuất bản Khoa học và Kỹ thuật: 129-160.
- Ngô, T. S., Lê, V. T., Cù, M. H., Trần, V. T. (2019). *Kiến tạo Việt Nam trong khung cấu trúc Đông Nam Á*. Địa chất và Tài nguyên Dầu khí Việt Nam. Nguyễn Hiệp, Ngô Thường San, Hoàng Ngọc Đăng và nnk., Hà Nội, Việt Nam, Nhà Xuất bản Khoa học và Kỹ thuật: 73-128.
- Nguyen, H. X. and Nguyen, T. T. T. (2021). Distribution of Present Heat Flow in the Phu Khanh Basin, Offshore Vietnam" *VNUHCM Journal of Engineering and Technology*, 4(S13): SI184-SI192.
- Nguyễn, M. H., Nguyễn, T. H., Nguyễn, V. P., Nguyễn, Q. H., Phạm, T. C., Tống, D. C., Nguyễn, T. T. L., Đỗ, M. T., Lê, H. N., Nguyễn, T. L., Hoàng, T. L., Phùng, V. P. và Nguyễn, T. Q. (2009). *Nghiên cứu cấu trúc địa chất và tiềm năng dầu khí bể Phú Khánh trên cơ sở tài liệu địa chất, địa vật lý, khoan thăm*



- dò tới tháng 12 năm 2009. Hà Nội, Viện dầu khí Việt Nam: 118.
- Nguyễn, T. T., Hoàng, V. L., Nguyễn, T. H., Nguyễn, D. L., Đào, N. H., Nguyễn, Q. T., Bùi, H. H., Bùi, Q. H., Vũ, Đ. T., Văn, T. H., Ngô, T. V. A., Phạm, N. H., Nguyễn, T. H., Nguyễn, M. H., Cao, Đ. T., Dương, V. T., Nguyễn, M. L., Phan, T. H., Trần, D. H., Kiều, D. T. và Phạm, N. S. (2022). *Báo cáo công tác thành lập bản đồ cấu trúc địa chất vùng biển và Hải đảo Việt nam trên cơ sở tài liệu Địa vật lý thu thập*. Hà Nội, Viện Dầu khí Việt Nam: 132.
- Nielsen, L. H. và Abatzis, I. (2004). Petroleum potential of sedimentary basins in Vietnam: long-term geoscientific co-operation with the Vietnam Petroleum Institute. *GEUS Bulletin*, 4: 97-100.
- Trần, N. T., Nguyễn, H. M., Nguyễn, T. H. và Nguyễn, A. Đ. (2019). *Bể trầm tích Phú Khánh và Tài nguyên Dầu khí*. Địa chất và tài nguyên Dầu khí Việt Nam. Nguyễn Hiệp, Ngô Thường San, Hoàng Ngọc Đang và nnk., Hà Nội, Nhà Xuất bản Khoa học và Kỹ thuật: 283-318.
- Trần, T. D. và Chu, V. N. (2016). Cơ chế hình thành bể Phú Khánh. *Tạp chí Các khoa học Trái đất và Môi trường*, Trường ĐH. Quốc gia Hà Nội 32(2S): 59-68.