

CÁC TIỀN ĐỀ VÀ DẤU HIỆU ĐỊA CHẤT LIÊN QUAN ĐẾN TÀI NGUYÊN HYDRAT KHÍ Ở CÁC VÙNG BIỂN PHÚ KHÁNH VÀ TƯ CHÍNH - VŨNG MÂY

VŨ TRƯỜNG SƠN¹, NGUYỄN ĐỨC THẮNG², ĐỖ TỬ CHUNG¹,
TRỊNH NGUYỄN TÍNH¹, NGUYỄN BIỂU², HOÀNG ANH KHIỂN², TRẦN VĂN TRỊ²,
PHAN TRỌNG TRỊNH³, NGUYỄN THẾ HÙNG⁴, VĂN ĐỨC NAM¹,
LÊ ANH THẮNG¹, NGUYỄN ĐỨC MINH NGỌC¹

¹ Trung tâm Địa chất và Khoáng sản biển, Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam.

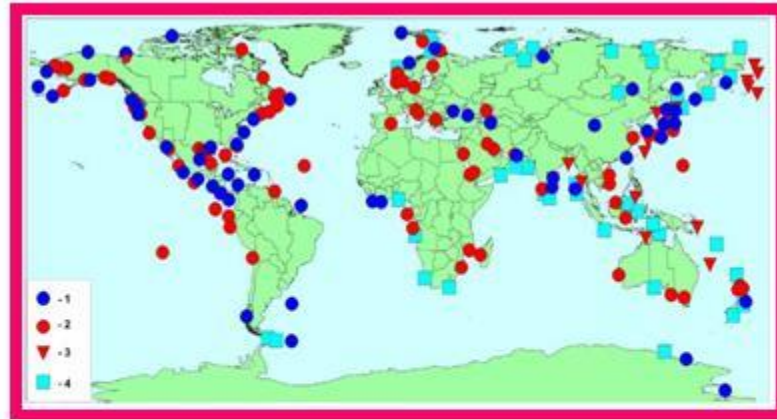
² Tổng hội Địa chất Việt Nam, ³ Viện Địa chất, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam,

⁴ Viện Dầu khí Việt Nam, Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam.

Tóm tắt: Hydrat khí (GH) là dạng tài nguyên năng lượng rất mới đối với hoạt động điều tra, nghiên cứu địa chất ở Việt Nam. Chính vì vậy việc xác định các tiền đề, dấu hiệu địa chất có liên quan đến GH tại biển Đông Việt Nam nói chung và vùng Phú Khánh và Tư Chính - Vũng Mây (PK-TCVM) nói riêng có ý nghĩa đặc biệt quan trọng. Xuất phát từ kinh nghiệm nghiên cứu, điều tra và thăm dò của các nước trên thế giới, cũng như số liệu điều tra từ những nước thuộc khu vực Đông Á ta thấy một bức tranh đầy đủ, sinh động về các điều kiện áp suất, nhiệt độ, độ sâu đáy biển, địa tầng, trầm tích tầng mặt, tầng nông, cấu trúc địa chất, bối cảnh kiến tạo, nguồn gốc ... và môi trường thành tạo, tích tụ GH. Những dữ liệu về các điều kiện trên là cơ sở liên hệ, đối sánh với bối cảnh của biển Đông Việt Nam và vùng nghiên cứu PK-TCVM, giúp ta dự đoán các diện tích có thể có triển vọng GH, định hướng cho công tác nghiên cứu, điều tra ở giai đoạn điều tra đánh giá tiềm năng GH.

I. TIỀM NĂNG GH TRÊN THẾ GIỚI

Trên thế giới, đã phát hiện hơn 172 vị trí có hydrat khí (GH) và dấu hiệu GH, phân bố rộng khắp trên các đại dương của Trái đất: Thái Bình Dương có 69 điểm: Đại Tây Dương - 33 điểm, Bắc Băng Dương - 16 điểm, Ấn Độ Dương - 22 điểm, biển Nam Cực - 3 điểm, còn lại phân bố trên lục địa và trên các vùng biển khác (Hình 1) [3].

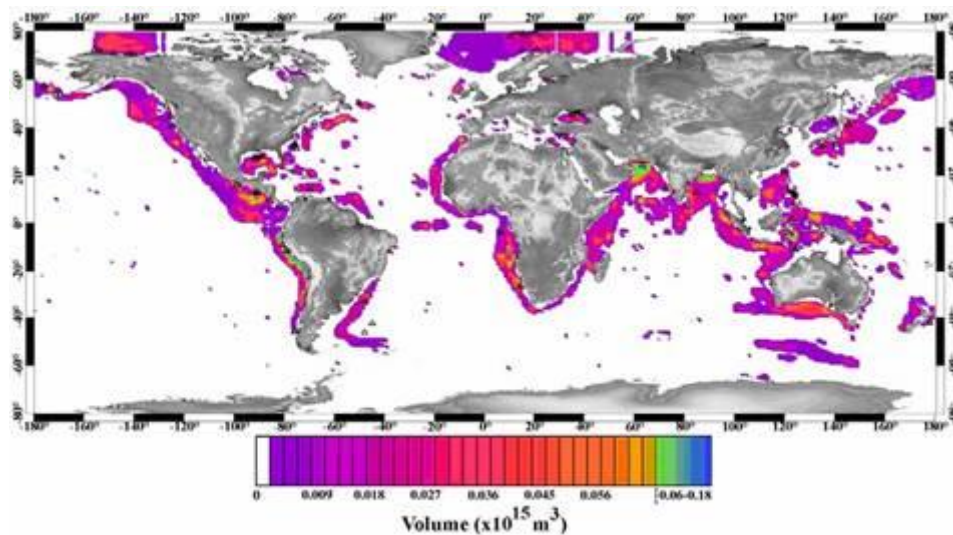


Hình 1. Sơ đồ phân bố các điểm GH trên thế giới

[<http://www.poi.dvo.ru>]

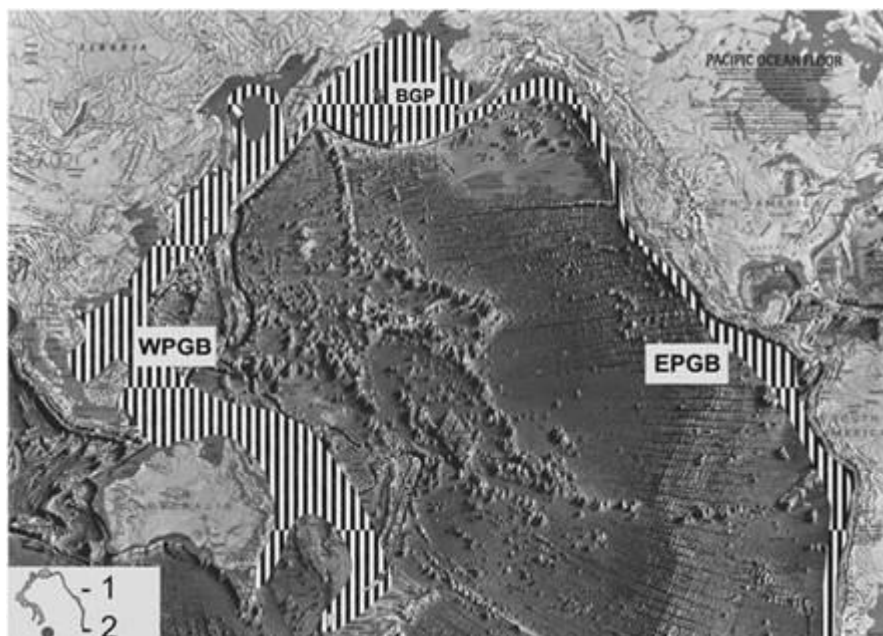
Ghi chú: 1/ Phát hiện thu hồi; 2/ Dấu hiệu trầm tích hydrat với rò rỉ khí methane; 3/ Dự báo; 4/ Tiềm năng (theo dấu hiệu BSR và các dị thường địa hóa).

Theo MacDonald (1990, trong [2]), tiềm năng GH trên toàn thế giới được dự báo là 400 GtC (gấp hai lần nhiên liệu hóa thạch) và khoảng 10.000-11.000 GtC ở các đại dương (MacDonald, 1990; Kvenvolden, 1998, trong [2]). Theo tính toán khác của các nhà khoa học CHLB Nga (V.A. Solobev, I.M. Mirtchinik, trong [2]), tài nguyên GH trên toàn thế giới khoảng từ 2.10^{14} đến $7.6.10^{18} \text{ m}^3$. Hiện nay đã xác định được các vị trí có tiềm năng lớn về GH, thí dụ: vùng đặc quyền kinh tế của Hoa Kỳ trên Thái Bình Dương và Đại Tây Dương: 90.10^{12} m^3 ; vùng xích đạo và xung quanh Nhật Bản: 40.10^{12} m^3 ; biển Bắc Canada: 50.10^9 m^3 ; vùng biển xung quanh Ấn Độ: 122.10^9 m^3 [2] và tiềm năng GH trên thế giới được mô phỏng trên Hình 2.



Hình 2. Sơ đồ mô phỏng tiềm năng GH trên toàn thế giới [3].

Đặc biệt Thái Bình Dương là nơi có tiềm năng lớn, tạo thành vành đai GH (Hình 3) trùng với “vành đai núi lửa” và đai sinh khoáng Thái Bình Dương.



Hình 3. Vành đai GH Thái Bình Dương [<http://www.poi.dvo.ru>].

Ghi chú: WPGB - Đai GH Tây Thái Bình Dương; EPGB - Đai GH Đông Thái Bình Dương;
BGP - Tỉnh GH biển Bering. 1/ Toàn cảnh GH đai Thái Bình Dương; 2/ Dự báo GH (ví dụ).

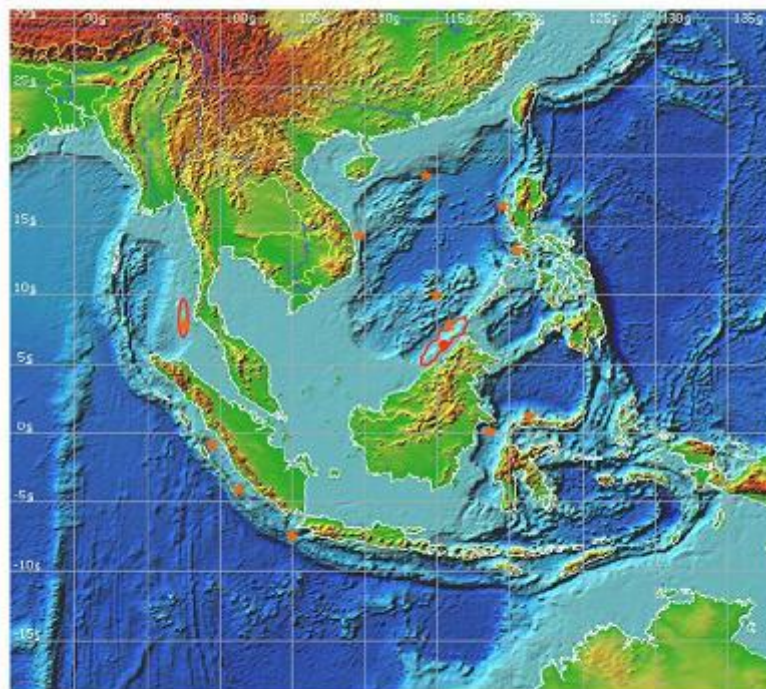
II. CÁC TIỀN ĐỀ VÀ DẤU HIỆU ĐỊA CHẤT LIÊN QUAN ĐẾN GH Ở CÁC VÙNG BIỂN PHÚ KHÁNH VÀ TỰ CHỈNH - VÙNG MÂY

Những biểu hiện GH được phát hiện trên thế giới thường tồn tại trên bề mặt hoặc gần bề đáy biển tại những nơi có đặc điểm địa hình địa mạo dưới dạng gò đồi (mound), hẻm vực (canyon), đồng bằng nghiêng và cấu tạo phức tạp, ở vùng biển nông Bắc Cực hoặc Nam Cực phát triển trên mặt thềm lục địa. GH có thể tạo thành vùng tồn tại bền vững trong khoảng giữa mặt đáy biển và mặt phản xạ mô phỏng đáy biển (bottom simulated reflection - BSR) ở vùng cực và dưới sườn lục địa. GH thường tồn tại ổn định trong điều kiện thềm biển sâu.

Theo dự báo của các nhà khoa học, biển Đông Việt Nam là một trong các vùng biển trên thế giới có tiềm năng GH [9, 11-18], theo đánh giá của Sở Địa chất Hoa Kỳ thì Việt Nam đứng thứ năm về tiềm năng GH ở châu Á. Biển Đông Việt Nam và các vùng kế cận nằm trong vùng có tiềm năng GH của thế giới (Hình 1, 2) và thuộc vành đai GH Thái Bình Dương (Hình 3). Hiện nay trên biển Đông và kế cận đã ghi nhận được khoảng 11 biểu hiện GH (Hình 6) [12].

1. Tiền đề địa chất

1.1. Độ sâu đáy biển và địa mạo đáy biển: Một phần diện tích khá lớn vùng biển Việt Nam có độ sâu từ 500 đến 3.000 m. Tại những khu vực này, nhiệt độ đáy biển dao động trong khoảng 7,6°-2,4°C. Đây là điều kiện khá lý tưởng để hydrocarbon (CH₄) hình thành GH [9, 16]. Phần lớn địa hình đáy biển có phương cấu trúc ĐB-TN và á vĩ tuyến, trùng với phương tách giãn của Biển Đông. Độ sâu đáy biển ở vùng nghiên cứu thuận lợi cho việc hình thành các cao nguyên ngầm, các đới nâng, turbidit, diapir bùn, núi bùn và các nê-m-tăng-trưởng, có thể có điều kiện địa hình thuận lợi tích tụ GH.



Hình 6. Sơ đồ phân bố GH trên Biển Đông [12].

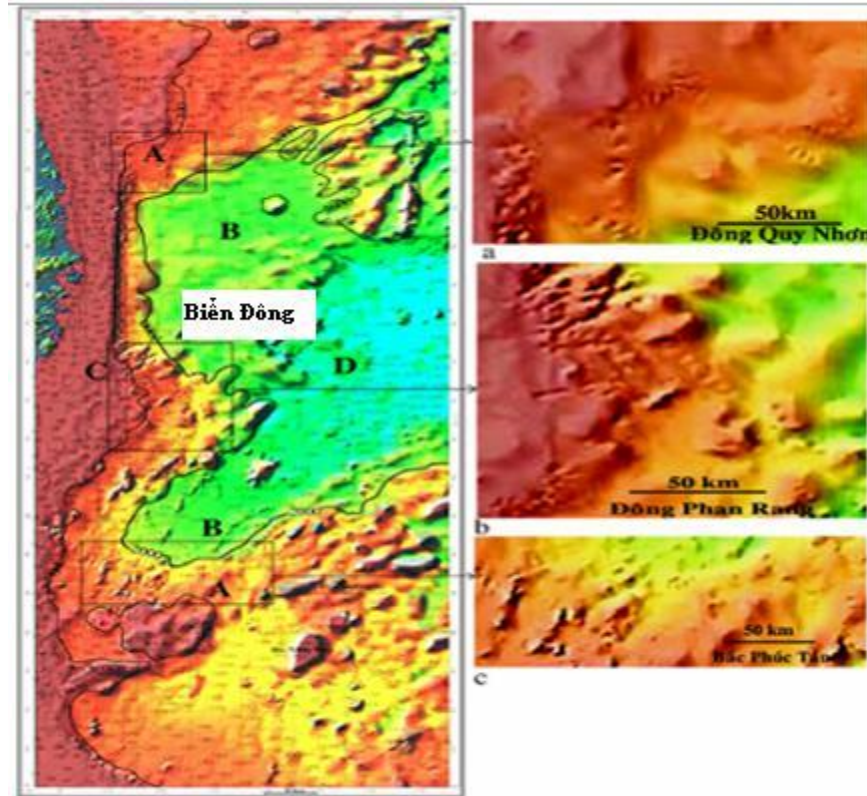
Như trên đã trình bày, phần lớn GH tích tụ và tồn tại ở cấu trúc sườn lục địa đại dương với trữ lượng lớn. Tại khu vực này thường phát triển các cấu trúc địa mạo khá đặc biệt: các rãnh cắt dạng tỏa tia, dạng lông chim, dạng ổ và dạng rò rỉ. Ở phía bắc Biển Đông, quanh đảo Đông Sa nơi đã phát hiện GH có các dạng địa mạo nêu trên tồn tại khá phổ biến trên đáy biển. Tuyến địa chấn cắt qua vùng cho thấy các ổ GH thường nằm trên các đỉnh đứt gãy.

Trên đáy biển vùng khảo sát đã phát hiện các cấu trúc địa mạo dạng túi, rãnh dạng lông chim tạo thành các trường khá lớn, thể hiện rõ trên bản đồ GTOPO-30. Riêng ở vùng biển phía đông Phan Rang các hẻm vực đổ về bể Phú Khánh theo hướng ĐB (Hình 7). Các rãnh, ổ... này có đường kính từ vài chục đến 500 m trên mặt đáy biển và độ sâu 50-300 m trên mặt cắt địa chấn [11] (Hình 9).

Đáy biển vùng biển PK-TCVM có các đơn vị địa mạo sau: đồng bằng bể dạng lòng máng, phân bố ở độ sâu 2000-2800 m, đồng bằng tích tụ nghiêng trong đới tích tụ trầm tích, phân bố ở độ sâu 1500-2000 m, đồng bằng bể tích tụ, phân bố ở độ sâu 1500-1900 m và kiểu đồng bằng gồ ghề phân cắt xâm thực - tích tụ, phân bố ở độ sâu 1000-1400 m [10]. Vùng sườn lục địa bể Tư Chính - Vũng Mây và phía ĐB bể Phú Khánh được dự báo là có triển vọng tích tụ GH [9, 11-13].

1.2. Tiền đề địa tầng, trầm tích và nguồn khí: Địa tầng vùng PK-TCVM khá đa dạng: móng trước Kainozoi (chủ yếu là các thành tạo Mesozoi), các thành tạo trầm tích Kainozoi có tuổi Eocen-Oligocen (hạ, trung, thượng), các thành tạo Neogen gồm Miocen hạ-trung; Miocen thượng, và Pliocen-Đệ tứ (Hình 8) [7, 11, 12].

a/ Thành tạo trước Kainozoi: Các thành tạo trước KZ trong vùng nghiên cứu được đặc trưng chủ yếu bởi các đá magma xâm nhập, phun trào và trầm tích lục nguyên. Các thành tạo núi lửa-pluton tuổi Mesozoi muộn được hình thành dọc ranh giới mảng hội tụ trong bối cảnh rìa lục địa tích cực [14].



Hình 7. Sơ đồ địa hình vùng biển tây và tây nam Biển Đông (tọa độ $109-113^{\circ}$ Đ; $6-16^{\circ}$ B) trên nền GTOPO30: A- độ sâu 500-2000 m; B- 2000-3000 m; C- <500 m và D- >3000 m. a/ Biển trước Quy Nhơn; b/ Biển Phan Rang; c/ Biển Bắc Phúc Tần.

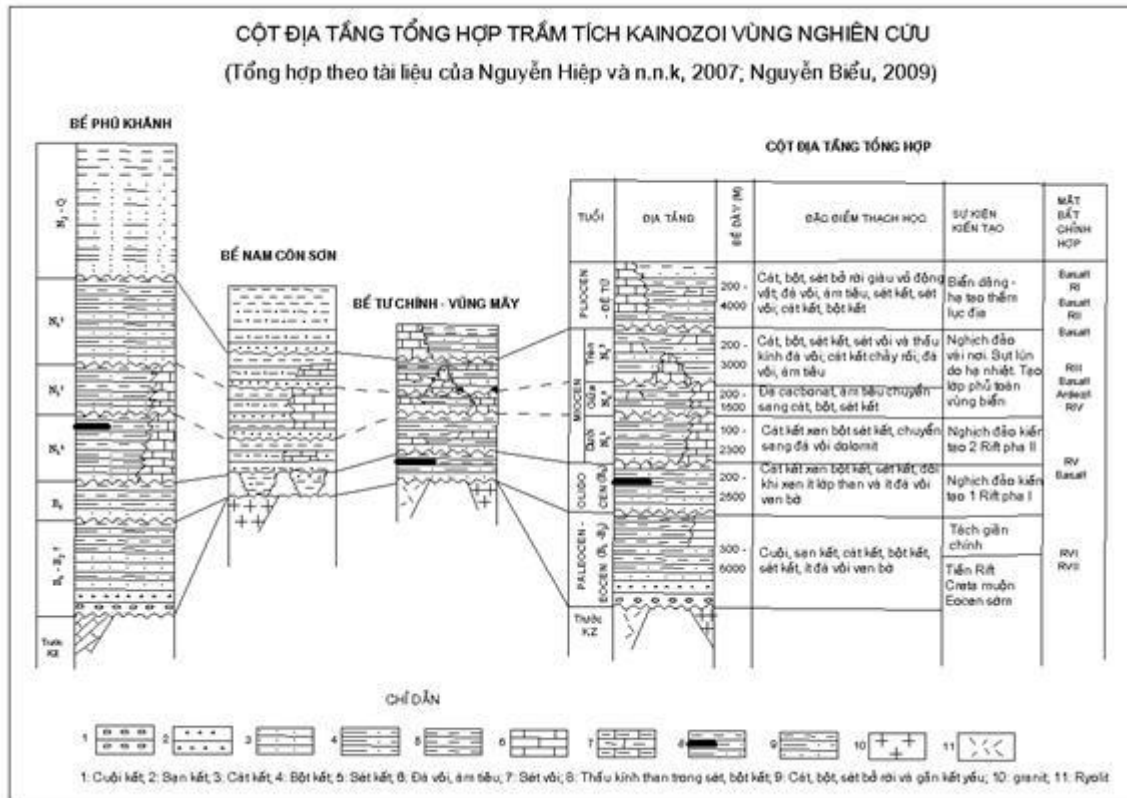
b/ Thành tạo Kainozoi: Các thành tạo trầm tích Kainozoi phát triển trong các bể Độ tam có chiều dày thay đổi từ 4000 đến 10.000 m; đó là dấu hiệu thuận lợi cho việc hình thành GH ở khu vực PK-TCVM. Trên hầu hết các thềm lục địa bao bọc xung quanh sườn lục địa PK-TCVM đều hình thành các bồn trũng Kainozoi có chiều dày trầm tích lớn và hàm lượng vật chất hữu cơ phong phú. Tại đây hình thành các bể dầu khí, bị chia cắt bởi các hệ thống đứt gãy trẻ [7]; đó cũng là một trong những tiền đề thuận lợi cho việc hình thành GH.

Ngoài ra, các trầm tích trẻ có chiều dày lớn được hình thành có tướng châu thổ và á biển phát triển khá phổ biến ở rìa lục địa Việt Nam cũng là một trong những tiền đề tốt cho việc hình thành GH.

Tại bể Phú Khánh, kết quả tìm kiếm, thăm dò dầu khí đã chỉ ra rằng có thể tồn tại hai tầng trầm tích có thành phần sét đầm hồ, than và sét than châu thổ có tuổi Oligocen, Miocen sớm, với tổng hàm lượng tích tụ vật chất hữu cơ từ trung bình đến giàu ($TOC = 0,2 - 0,8\%$). Kerogen loại II và III có khả năng sinh cả dầu lẫn khí. Tầng đá chắn ở khu vực này được đánh giá tương đối dày là các tầng sét Pliocene - Pleistocen [7, 9, 11].

Ở khu vực quần đảo Trường Sa và Tư Chính - Vũng Mây có hai lỗ khoan, một ở Tư Chính - Vũng Mây (lỗ khoan PV-94-2X) và một ở phía TB Trường Sa (Leg184-1143-ODP). Các kết quả ở các lỗ khoan cho thấy mức độ tích tụ trầm tích ở khu vực này khá cao vào các thời gian khác nhau [7]. Vào Miocen muộn, mức độ tích tụ trầm tích cao hơn hai lần Pleistocen và gần ba lần Pliocen. Mức độ tích tụ carbonat cho thấy có sự tăng rất mạnh từ Pleistocen đến Miocen muộn lên đến 11 lần [9]. Điều này

cho thấy, nguồn cung cấp khí nằm ở tầng Miocen thượng rất giàu. Kết quả phân tích đồng vị carbon của methan cho thấy hydrocarbon ở đây thuộc loại khí có nguồn gốc phân hủy nhiệt hoặc hỗn hợp. Các kết quả nghiên cứu gần đây về tiềm năng dầu khí ở các bể Phú Khánh, Nam Côn Sơn và Tư Chính - Vũng Mây cho thấy: ở khu vực này tồn tại các tập đá mẹ là các tập sét có khả năng sinh hydrocacbon, có tỷ lệ tập trung vật chất hữu cơ khả năng sinh dầu, khí [7]; đây là nguồn cấp quan trọng của quá trình tích tụ GH trong các thành tạo trầm tích Miocen thượng và Pliocen-Đệ tứ.

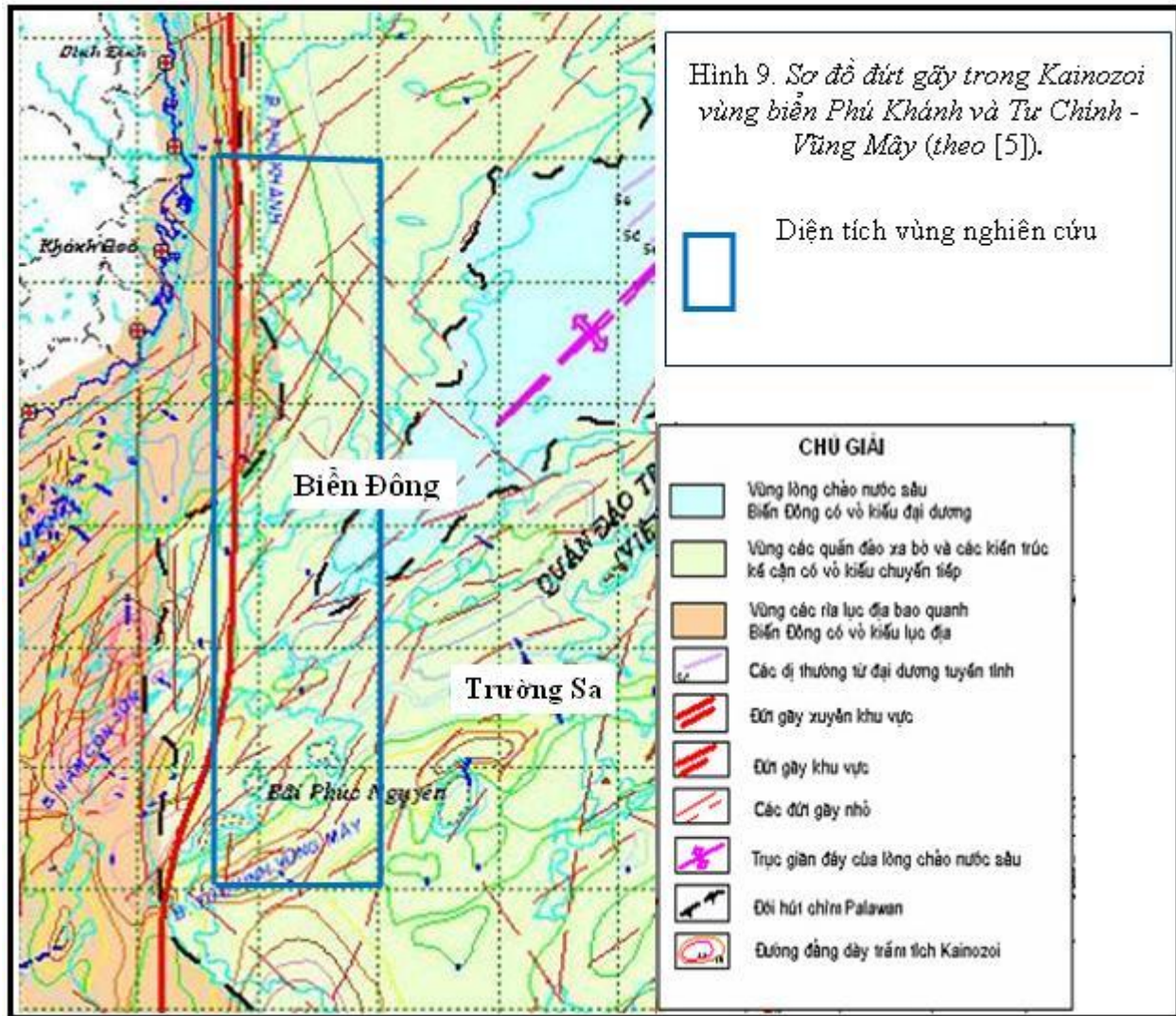


Hình 8. Đối sánh địa tầng các bể trầm tích Kainozoi thuộc vùng biển PK-TCVM [7, 11, 14].

c/ *Tiền đề cấu trúc địa chất*: Vùng PK-TCVM phân bố chủ yếu ở phần phía tây miền cấu trúc sót bị đại dương hóa Hoàng Sa - Macclesfield và Trường Sa - Reed Bank [5] hay còn gọi là vỏ chuyển tiếp [10] và không chế phần lớn diện tích các bể Kainozoi Phú Khánh, Tư Chính - Vũng Mây và phần phía đông của bể Nam Côn Sơn, tiếp giáp các bể Sông Hồng, Cửu Long, Malay - Thổ Chu, Hoàng Sa, Trường Sa.

Cấu thành nên các bể vùng nghiên cứu là thành tạo trầm tích Kainozoi lắng đọng trong môi trường châu thổ, đầm lầy ven biển, biển nông ven bờ đến biển sâu, chiều dày trầm tích thay đổi rất lớn: khoảng vài trăm mét ở phía tây đến 8.000 m ở phía đông bể Phú Khánh, còn ở phía Đ-ĐB bể Nam Côn Sơn có thể tới 14 km. Trầm tích Kainozoi hình thành theo cơ chế tách giãn vào thời kỳ Oligocen và phát triển trên móng đa sinh, bao gồm các thành tạo magma xâm nhập, phun trào và trầm tích có tuổi Mesozoi.

Hệ thống đứt gãy trong vùng biển PK-TCVM khá đa dạng và có quy mô rất khác nhau, tuy nhiên hệ thống đứt gãy trong Kainozoi (Hình 9) phát triển theo phương á kinh tuyến, ĐB-TN và TB-ĐN có ý nghĩa quan trọng, và là kênh dẫn khí methan từ dưới sâu lên tầng trầm tích phía trên, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình hình thành và tích tụ GH.

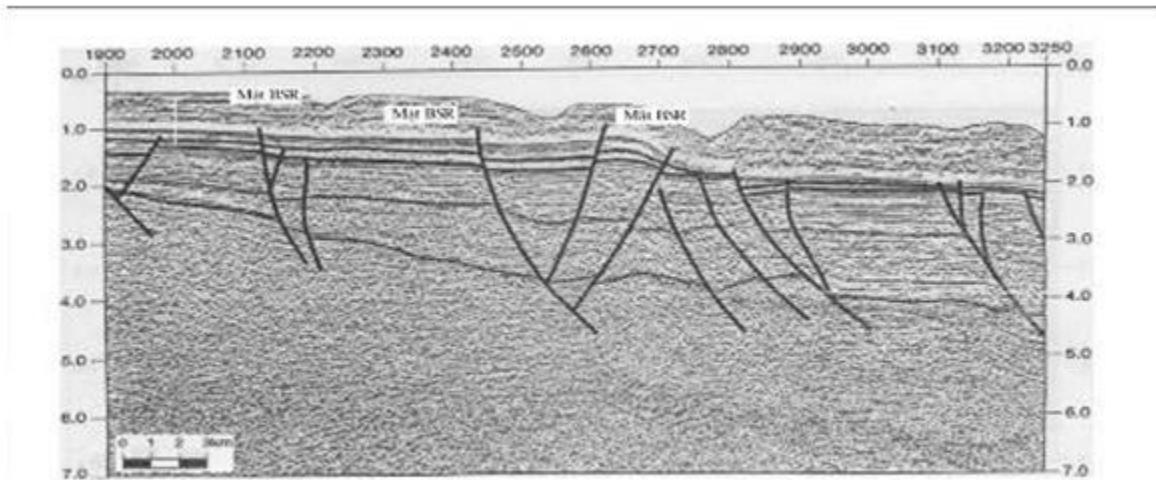


Đặc biệt, hệ thống đứt gãy Sườn dốc Đông Việt Nam có phương á kinh tuyến [13] có thể kéo dài từ Hải Nam đến eo biển Sunda trải dài theo dải kinh tuyến 110^0 [5]. Theo các tài liệu địa vật lý (trọng lực, từ, địa chấn tomography) cho thấy đây là đới đứt gãy sâu quy mô thạch quyển. Các tài liệu địa chất (động đất, núi lửa...) và địa chấn - địa động lực cho thấy, đới đứt gãy hình thành từ cuối Mesozoi và hoạt động mạnh trong Kainozoi. Sự tương tác của hệ thống đứt gãy này với tách giãn Biển Đông đã ảnh hưởng mạnh đến quá trình tiến hóa của các kiến trúc Kainozoi (các bể Phú Khánh, Cửu Long, Nam Côn Sơn, Tư Chính - Vũng Mây) và trũng nước sâu đại dương Biển Đông kế cận. Hệ thống đứt gãy này cũng là kênh dẫn khí methane quan trọng trong vùng biển PK-TCVM.

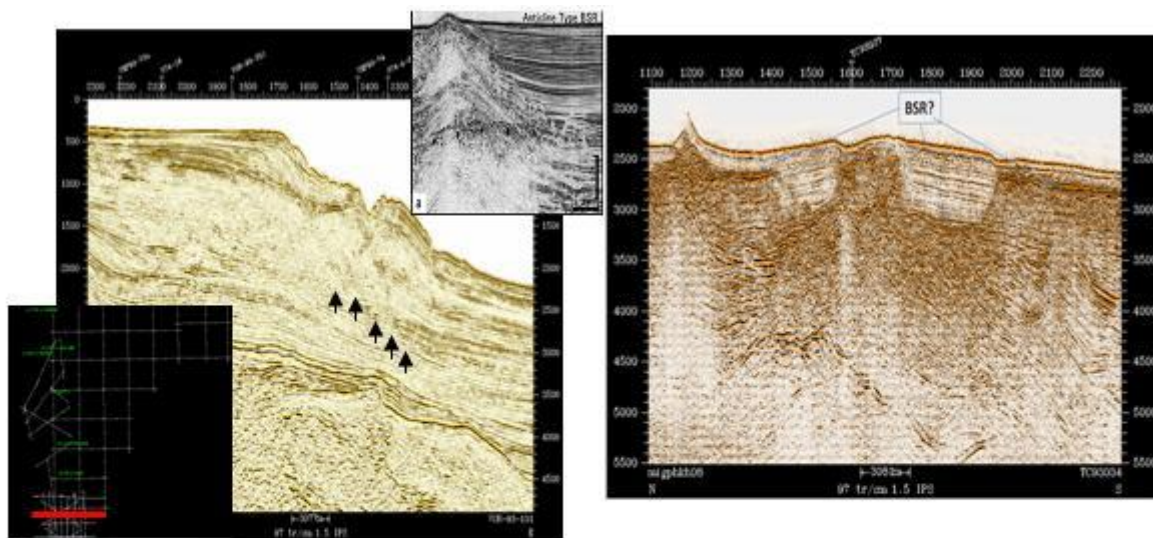
2. Các dấu hiệu địa vật lý - biểu hiện dị thường BSR trên tài liệu địa chấn

Lớp trầm tích chứa GH thường thể hiện khá rõ nét trên dị thường địa chấn bởi mặt phản xạ mô phỏng đáy (BSR) và khoảng trắng ngay trên mặt ranh giới này. Mặc dù cho đến nay, Việt Nam chưa có dự án nào đo địa chấn nhằm xác định dị thường BSR phục vụ cho công tác nghiên cứu GH trên vùng biển PK-TCVM, nhưng chúng ta có thể thấy được dị thường BSR này trên các mặt cắt địa chấn dầu khí đo ở vùng sườn lục địa Việt Nam.

a/ Vùng biển PK-TCVM: Tại vùng biển này, có thể bắt gặp dị thường BSR (?) trên một số tuyến địa chấn ở vùng độ sâu nước biển 300-1200 m trên một số mặt cắt địa chấn dầu khí do ở vùng bể Phú Khánh. Hình 10 là mặt cắt địa chấn tuyến VOR-93-113, mặt phản xạ BSR ở độ sâu từ 1 đến 2 giây và ngay trên mặt này là các dị thường khoảng trắng [9].



Hình 10. Mặt cắt địa chấn khu biển miền Trung thể hiện khoảng trắng trên mặt phản xạ BSR ở độ sâu 1-2 giây (TWT) [13].



Hình 11. Mặt cắt địa chấn tuyến VOR-093-101; bể Phú Khánh.

Hình 12. Mặt cắt địa chấn tuyến TC-93-034; bể Tư Chính - Vũng Mây.

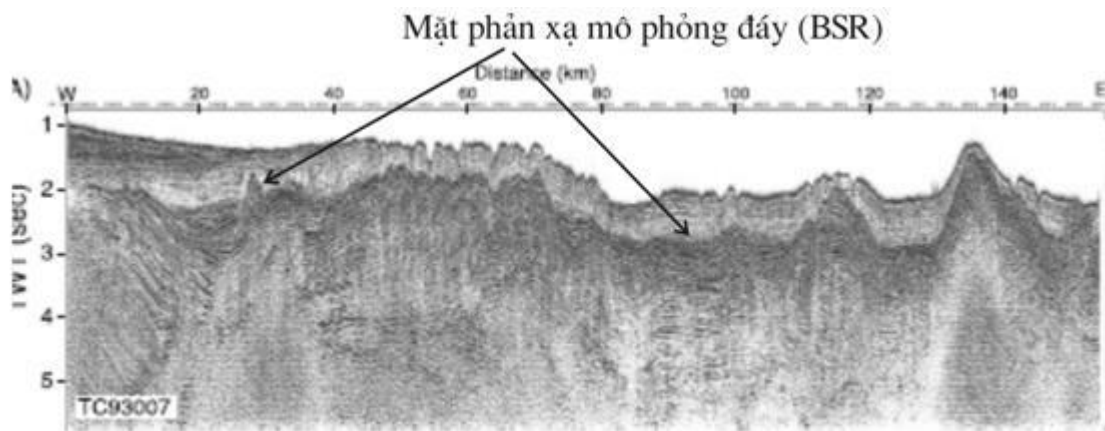
Phần đông bể Phú Khánh (Hình 11) là một vùng sườn lục địa điển hình, mực nước biển thay đổi nhanh từ vài chục mét gần bờ, xuống 200 m, 1000 m và xa hơn về phía ĐN gần 3000 m rồi thoải dần về phía đông, tạo thành một đồng bằng nghiêng thoải. Đây là một trũng cắt trượt dạng địa hào, phát triển theo phương á kinh tuyến. Sự liên kết tài liệu địa vật lý khu vực này với các vùng lân cận cho

thấy, ở khu vực này tồn tại các tập đá mẹ tuổi Oligocen và Miocen sớm, tương đầm hồ giàu vật chất hữu cơ, đã trưởng thành và có khả năng sinh dầu và khí, đặc biệt là khí. Đây là một trong những tiền đề để dự báo tiềm năng GH. Trên mặt cắt địa chấn tuyến VOR-093-101 tại bể Phú Khánh với các dấu hiệu có thể liên quan đến BSR biểu hiện đáy đối GH ổn định [10, 12].

Trong phạm vi bể Tư Chính - Vũng Mây đã ghi nhận được trên các mặt cắt địa chấn TC-93-034 và TC-93-007 dấu hiệu BSR(?) và khoảng trắng có thể liên quan đến sự có mặt của GH (Hình 12, 13).

3. Biểu hiện dị thường địa hoá khí

Ở vùng biển có GH thường xuất hiện dị thường methan, chlor, hydro và một số nguyên tố khác, cho nên việc nghiên cứu các dị thường này rất cần thiết. Thông qua dị thường các nguyên tố có nguồn gốc sâu ta có thể dự báo



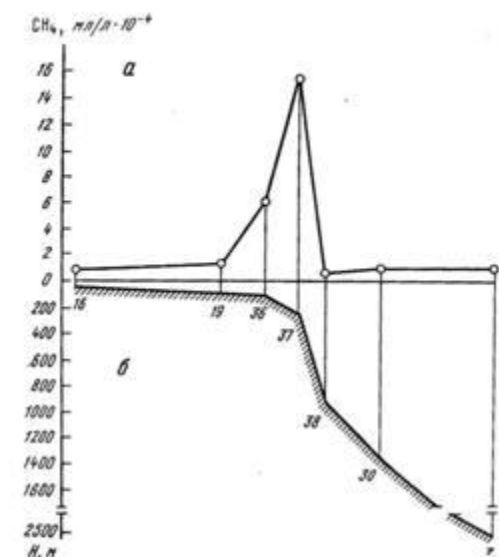
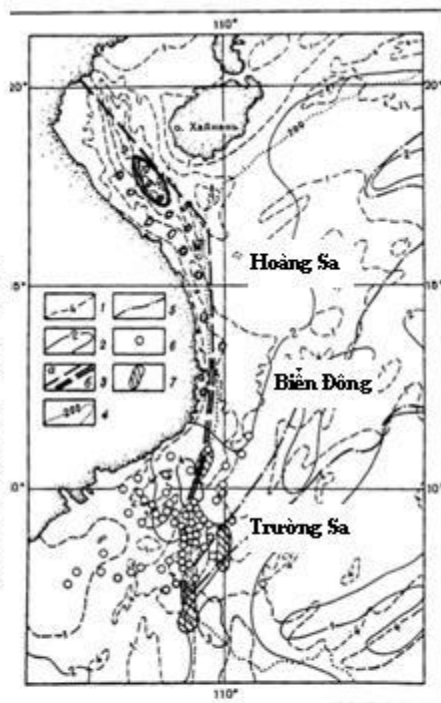
Hình 13. Mặt cắt địa chấn tuyến TC93007 bể Tư Chính - Vũng Mây thể hiện rõ mặt BSR ở độ sâu 1,5-2 giây [9].

nguồn cung cấp khí từ manti hoặc từ tầng chứa khí ở dưới sâu. Khí thoát ra từ đáy biển không những làm lõm địa hình, tạo nên dạng địa mạo như đã nêu trên, mà có khi tạo nên dạng địa hình nhô lên như ở Hình 17 khi lượng khí thoát ra không nhiều. Tại góc TN đoạn tuyến ở Hình 15 đã phát hiện dị thường khí methan.

Qua quá trình khảo sát địa hóa khí vùng Biển Đông, ta thấy các bể dầu khí hình thành dọc hệ thống đứt gãy Sườn dốc Đông Việt Nam dọc kinh tuyến 109-110⁰ giúp ghi nhận sự thoát khí dưới sâu lên đến tận đáy biển tạo thành dị thường khí methan trong bể Phú Khánh (Hình 14, 15).

Hình 14. Dị thường địa hóa vùng biển Việt Nam.

Ghi chú: 1/ Đường đẳng sâu âm học móng km; 2/ Đường đẳng nhiệt; 3/ Đứt gãy: a/ xác định, b/ dự đoán; 4/ Đường đẳng sâu; 5/ Ranh giới á đại dương; 6/ Trạm khảo sát địa hóa khí; 7/ Đá siêu mafic theo tài liệu địa vật lý.



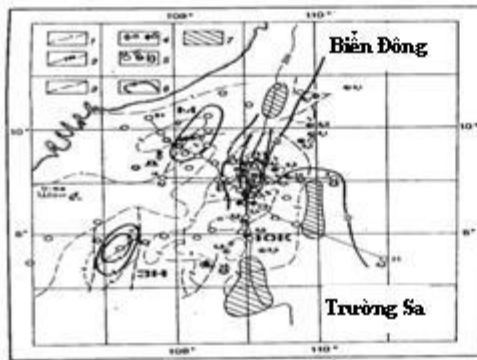
Р и с. 31. Газогеохимический профиль через Икно-Конинскую впадину Икно-Китайского моря (1989 г.)
а - концентрация метана в придонной воде; б - профиль дна

Hình 15. Mặt cắt địa hóa khí cắt qua sườn lục địa biển Đông.

a/ Nồng độ methan trong nước đáy biển;
b/ Địa hình đáy biển.

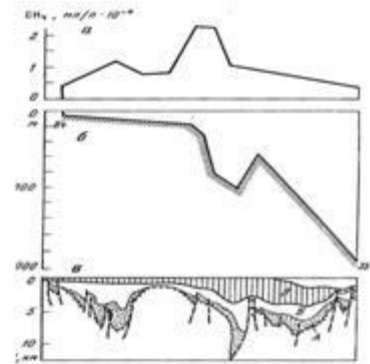
Các dị thường khí di chuyển dọc theo các đứt gãy cũng được phát hiện khá rõ trên các tài liệu địa chấn dầu khí và các tài liệu lấy mẫu địa hoá khí (Hình 16, 17) trên các bể Cửu Long, Nam Côn Sơn và Tư Chính - Vũng Mây. Điều này chứng tỏ nguồn gốc khí ở khu vực này có nguồn gốc dưới sâu vận chuyển lên [10, 12].

Các dấu hiệu BSR trên các mặt cắt địa chấn và sự thoát khí methane từ dưới sâu đi lên cho thấy Biển Đông nói chung, và vùng biển PK-TCVM nói riêng, có thể dự đoán vùng nghiên cứu có tiềm năng GH.



Hình 16. Sơ đồ phân bố khí methane trong tầng nước đáy biển vùng ĐN biển Việt Nam (các bãi Cừ Long, Nam Côn Sơn, Tư Chính - Vũng Mây).

Hình 17. a/ Nồng độ methane; b/ Địa hình đáy biển; c/ Mặt cắt địa chấn - địa tầng; A, E, B; d/ Phức hệ địa chấn.



III. CÁC TIÊU CHÍ KHOAN ĐỊNH DIỆN TÍCH TRIỂN VỌNG GH

Các tài liệu vừa trình bày trên cho thấy vùng biển PK-TCVM có đủ các điều kiện thuận lợi về độ sâu, địa hình đáy biển, địa tầng, trầm tích, cấu trúc địa chất để hình thành và tích tụ GH. Những dấu hiệu BSR(?) trên các mặt cắt địa chấn và sự thoát khí và tạo dị thường khí methane trên vùng biển PK-TCVM bước đầu minh chứng cho nhận định trên.

Trên cơ sở tiền đề, dấu hiệu địa chất nêu trên, ta có thể đề xuất các một số tiêu chí làm cơ sở khoan định các diện tích có triển vọng GH.

1/ Vùng nghiên cứu nằm trên sườn lục địa có chiều sâu nước >500-2500 m; tại đó tồn tại các dạng địa mạo do khí thoát tạo nên như kiểu lông chim, tỏa tia, hố lõm..., biểu hiện BSR và dị thường thủy âm và dị thường địa hóa khí.

2/ Vùng này là nơi có vật liệu trầm tích dồi dào, giàu vật chất hữu cơ và được lắng đọng nhanh nên vật chất hữu cơ ít bị oxy hóa và chuyển hóa thành khí sinh vật và trở thành nơi cung cấp nguyên liệu khí tốt nhất để tạo bể trầm tích chứa khí dồi dào, nhất là trầm tích Oligocen, Miocen hạ và có các đới nâng rìa cũng như nâng trung tâm.

3/ Có hệ thống đứt gãy sâu, đứt gãy đồng tạo rift và sau rift dẫn khí từ dưới sâu đi lên tầng nông.

4/ Vùng có đáy biển hoạt động tân kiến tạo và núi lửa trẻ.

5/ Các trầm tích đáy biển sâu là carbonat, bùn vôi, cát-bột, sét chứa Trùng lỗ và các vật liệu núi lửa, rạn san hô trên các đỉnh núi ngầm.

MỘT SỐ KẾT LUẬN BƯỚC ĐẦU

1/ GH là nguồn tài nguyên năng lượng mới trên thế giới có tiềm năng lớn, hình thành trên các sườn lục địa có cấu trúc địa chất phức tạp, nguồn trầm tích đa dạng giàu vật chất hữu cơ, có khả năng sinh khí. Đới ổn định GH hình thành ở đáy biển có độ sâu >500 m, áp suất thủy tĩnh >50 atm., nhiệt độ tương đương với nhiệt độ đóng băng của nước. Hầu hết các điểm GH trên thế giới được phát hiện dựa theo các tiền đề địa chất như: địa mạo, địa hình đáy biển, địa tầng, trầm tích và nguồn khí, cấu trúc địa chất và các dấu hiệu địa vật lý (BSR trên mặt cắt địa chấn), các dị thường địa hóa khí.

2/ Trên các bản đồ liên quan đến GH của thế giới, biển Việt Nam và kế cận được dự báo là vùng có tiềm năng lớn về GH.

3/ Vùng biển PK-TCVM là sườn lục địa đặc trưng, khống chế các bể dầu khí Phú Khánh, Tư Chính - Vũng Mây, Nam Côn Sơn, bị các hệ thống đứt gãy theo các phương khác nhau chia cắt, chủ yếu phương á kinh tuyến 109-110⁰, ĐB-TN; chúng đóng vai trò quan trọng trong sự hình thành bể dầu khí nêu trên và khống chế các hoạt động núi lửa mafic vào Kainozoi, nguồn tạo ra lớp trầm tích núi lửa: tro, bùn, turbidit, tuf, tuffit, ... là điều kiện thuận lợi cho hình thành và tích tụ GH.

4/ Vùng biển PK-TCVM có triển vọng về dầu khí và có tiềm năng GH bởi sự có mặt của các thành tạo trầm tích giàu vật chất hữu cơ, các đới thẩm thấu, các túi, ổ trượt lở trầm tích.

5/ Nhiệt độ đáy biển vùng sườn lục địa PK-TCVM nằm trong khoảng 2,4-7,6°C, thuận lợi cho việc thành tạo GH.

6/ Các mặt cắt địa chấn tuyến VOR-093-101 thuộc bể Phú Khánh, VOR93-102 đến VOR93-210, TC-93-304, TC-93-007 thuộc bể Tư Chính - Vũng Mây phát hiện có BSR(?); đó là những dấu hiệu có thể liên quan đến GH [8, 10-12].

7/ Tài liệu khảo sát địa hoá khí ở vùng PK-TCVM đã ghi nhận các dị thường khí di chuyển dọc theo các đứt gãy.

VĂN LIỆU

1. CCOP Country Report, 2008. Workshop on the Challenges of extracting gas hydrates as an environmentally-friendly source of energy and storing CO² in the gas hydrates reservoir. 3-6 June 2008, Hà Nội.

2. Ginsburg G.D, V.A. Soloviev, 1998. Submarine gas hydrates. *VNII Oceanologya. Sankt Peterburg*, 216 p.

3. Klauda J.B., 2011. Gas hydrates: Natural energy source and storage for CO₂ and hydrogen. *Univ. of Maryland*. <http://terpconnect.umd.edu/~jbklauda/research/projects.html>.

4. Kulinitich P.G., A.A. Zabolotnikov et al., 1989. Tiến hóa vỏ Trái đất trong Kainozoi và kiến sinh Đông Nam Á. *Viện Hàn lâm Liên Xô. Nauka*, 256 tr. (Nga văn).

5. Lê Duy Bách, Ngô Gia Thắng, 2008. Các kiểu bồn trũng Kainozoi khu vực biển rìa Đông Việt Nam. *Địa chất Việt Nam và phát triển bền vững*, tr. 114-124. *Nxb KHTN&CN, Hà Nội*.

6. Nguyễn Biều, Nguyễn Thế Tiệp và nnk., 2007. Địa chất quần đảo Hoàng Sa và kế cận. *TT Các công trình nghiên cứu ĐC&ĐVL biển*. 8 : 33-48. *Viện ĐC&ĐVL biển. Hà Nội*.

7. Nguyễn Hiệp (Chủ biên), 2007. Địa chất và tài nguyên dầu khí Việt Nam. *Tập đoàn Dầu khí QG, Hà Nội*.

8. Nguyễn Như Trung (Chủ biên), 2007. Báo cáo Phân tích dị thường trọng lực vệ tinh đối đứt gãy Kinh tuyến 110, quần đảo Trường Sa và đới hút chìm Manila. *Lưu trữ TT ĐC &KS Biển, Hà Nội*.

9. Nguyễn Như Trung, 2008. Đánh giá tiềm năng gas hydrat trên biển Việt Nam. *TC Dầu khí*, 9 : 27-33. *Hà Nội*.

10. Nguyễn Như Trung, 2009. Xác định chiều dày tầng hình thành và ổn định gas hydrat trên Biển Đông. *TC Dầu khí*, 3 : 27-33. *Hà Nội*.

- 11. Nguyễn Thế Tiệp (Chủ biên), 2007.** Báo cáo Nghiên cứu cấu trúc nước sâu (trên 200 m) Nam Việt Nam làm cơ sở khoa học để tìm kiếm tài nguyên khoáng sản liên quan. *Lưu trữ ĐC, Hà Nội.*
- 12. Tổng cục Biển và Hải đảo Việt Nam, 2007.** Thuyết minh Chương trình Nghiên cứu, điều tra cơ bản về tiềm năng hydrat khí trên các vùng biển và thềm lục địa Việt Nam. *Lưu trữ Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội.*
- 13. Trần Châu Giang, Đào Trung Dũng, Nguyễn Trọng Tín, Trần Hữu Thân, Lê Văn Dung, Trần Như Dũng, Ngô Văn Hưng, Nguyễn Thành Hiếu, 2008.** Đặc điểm hydrat khí biển và dự báo khả năng tồn tại ở Việt Nam. *TC Dầu khí, 4 : 20-25. Hà Nội.*
- 14. Trần Văn Trị, Vũ Khúc (Đồng chủ biên), 2009.** Địa chất và tài nguyên Việt Nam. *Cục ĐC&KS Việt Nam, Hà Nội.*
- 15. Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, 2009.** Atlas điều kiện tự nhiên và môi trường vùng biển Việt Nam và kế cận. *Nxb KHTN&CN, Hà Nội.*
- 16. Wang Shuhong, Wen Yan, Haibin Song, 2006.** Mapping the thickness of the gas hydrate stability zone in the South China Sea. *Terr. Atmos. Ocean. Sci., 17/4 : 815-828.*
- 17. Warren L. Prell, Pinxian Wang, Peter Blum, 1999.** Ocean drilling program Leg 184: Preliminary report South China Sea. *p. 102.*
- 18. Wu S., Zhang G., Huang Y., Liang J., Wong H.K., 2005.** Gas hydrate occurrence on the continental slope of the northern South China Sea. *Marine and Petr. Geol., 22 : 403-412.*
- 19. Yu X.H., Z.J. Zhang, X. Su, F. Chen and Y. Li, 2004.** Primary discussion on accumulation conditions for sedimentation of gas hydrate and its distribution in South China Sea. *Earth-Sci. Front., 11 : 311-315.*