

Tiền đề địa mạo trong tìm kiếm khoáng sản rắn đáy biển khu vực Tư Chính – Vũng Mây

Trần Thị Thanh Thúy, Lê Chi Mai, Nguyễn Tuấn Anh,
Ngô Thị Vân Anh

Viện Dầu khí Việt Nam

Email: thuyttt@vpi.pvn.vn

Ngày nhận bài: 10/8/2020

Ngày chấp nhận đăng: 30/3/2021

Từ khóa: Tư Chính - Vũng Mây, tiền đề địa mạo, khoáng sản rắn đáy biển, kết hạch sắt-mangan, vỏ sắt-mangan giàu cobalt, vỏ sulfur đa kim.

Tóm tắt: Hoạt động tìm kiếm thăm dò khoáng sản rắn đáy biển hiện nay đang rất được chú trọng và bề mặt địa hình - địa mạo đáy biển đóng vai trò quan trọng trong việc nghiên cứu các loại sinh khoáng này. Kết quả nghiên cứu của các nhà khoa học trên thế giới cho thấy vỏ sắt-mangan giàu cobalt thường phân bố tại sườn và đỉnh bằng phẳng của bề mặt địa hình, còn kết hạch thường tập trung tại các khu vực trũng nơi có năng lượng dòng chảy yếu, ít bị ảnh hưởng của thủy triều và sóng hơn. Lần đầu tiên trong bài báo này bản đồ địa mạo khu vực Tư Chính - Vũng Mây tỷ lệ 1:250.000 đã được thành lập để làm sáng tỏ mối quan hệ giữa địa hình tới việc hình thành các loại khoáng sản rắn đáy biển. Cụ thể, tiền đề địa mạo quan trọng để tích tụ các kết hạch sắt-mangan trên địa hình đáy biển hiện tại là những bề mặt bằng phẳng thuộc đơn vị địa mạo số 4 và số 11; còn vỏ sắt-mangan giàu cobalt và vỏ sulfur đa kim là các bề mặt phun trào và các đới hoạt động đứt gãy liên quan đến đơn vị địa mạo số 3, các dãy núi giữa đại dương thuộc đơn vị địa mạo số 6 và các bề mặt sườn dốc của đơn vị địa mạo số 12 và các bề mặt đỉnh thuộc đơn vị địa mạo số 5, 6, 7 đã được minh chứng bằng sự có mặt của các nguyên tố Fe, Mn trong kết quả phân tích mẫu.

1. Giới thiệu

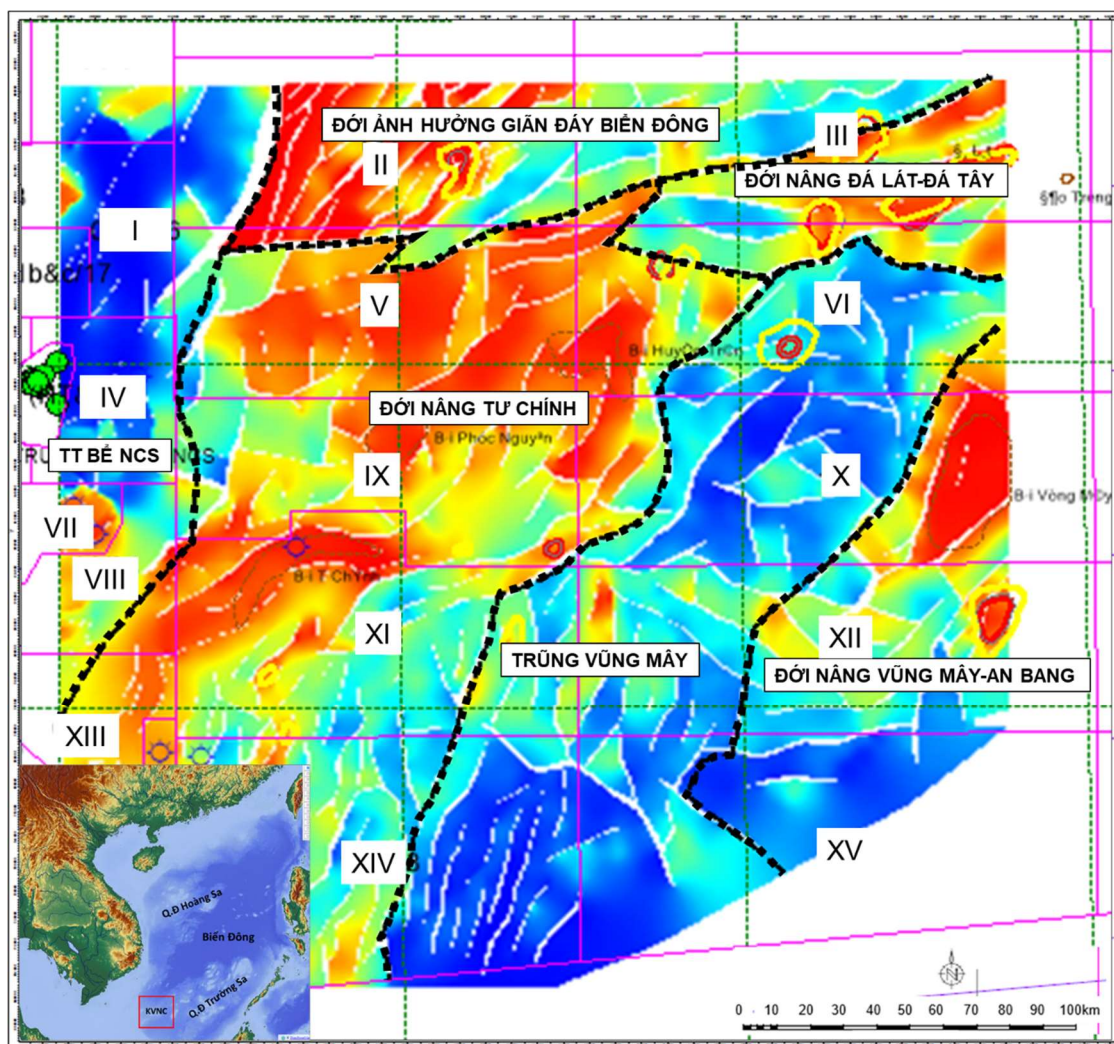
Khu vực Tư Chính - Vũng Mây là vùng nước sâu xa bờ, có diện tích rộng khoảng 60.000 km² bao gồm các vùng II, III, V, VI, IX, X, XI, XII, XIII, XIV và XV (Hình 1). Mực nước biển ở khu vực này thay đổi từ vài chục mét trên các bãi ngầm đến 3500m ở trũng sâu. Trong đó phần lớn diện tích các vùng V và IX và phần Tây Bắc vùng XI, phần Tây vùng VI, góc Tây Bắc vùng X có mực nước biển nông hơn 1000m. Tại đây có các bãi đá ngầm, bãi cạn như: Vũng Mây, Huyền Trân, Quế Đường, Phúc Nguyên và Tư Chính, một số đảo như Đá Tây - Đá Lát, Trường Sa (Lê C. Mai, 2018)... Địa hình đáy biển trong khu vực Tư Chính - Vũng Mây thay đổi rất nhanh và gồ ghề do các hoạt động núi lửa cổ cũng như hiện đại cùng với các thành tạo đá vôi

(carbonate) và ám tiêu san hô. Chế độ thủy triều và dòng chảy đáy thay đổi phụ thuộc vào gió mùa Tây Nam và Đông Bắc. Hàng năm, thường xảy ra nhiều đợt mưa bão với cường độ mạnh (Tập đoàn Dầu khí Việt Nam, 2019).

2. Bản đồ địa mạo khu vực Tư Chính-Vũng Mây

Với mục tiêu nghiên cứu đặc điểm địa hình địa mạo để phục vụ cho việc tìm kiếm các loại khoáng sản như kết hạch sắt-mangan, vỏ sắt-mangan giàu cobalt và sulfur đa kim bài báo đã sử dụng tổ hợp các phương pháp nghiên cứu địa mạo sau để thành lập bản đồ địa mạo đáy biển tỷ lệ 1:250.000 (Đặng V. Bát, 2004) ở khu vực Tư Chính - Vũng Mây dựa trên bản đồ đăng sâu đáy biển được xây dựng từ kết quả của việc minh giải 140.000km địa chấn 2D (hình 2) (Lê C. Mai, 2018) :

- ✓ Phương pháp phân tích hình thái
- ✓ Phương pháp phân tích hình thái-cấu trúc
- ✓ Phương pháp phân tích hình thái-động lực
- ✓ Phương pháp phân tích các mực địa mạo
- ✓ Phương pháp phân tích trắc lượng-hình thái



Hình 1. Bản đồ phân vùng cấu trúc khu vực Tư Chính - Vũng Mây (Lê C. Mai, 2018)

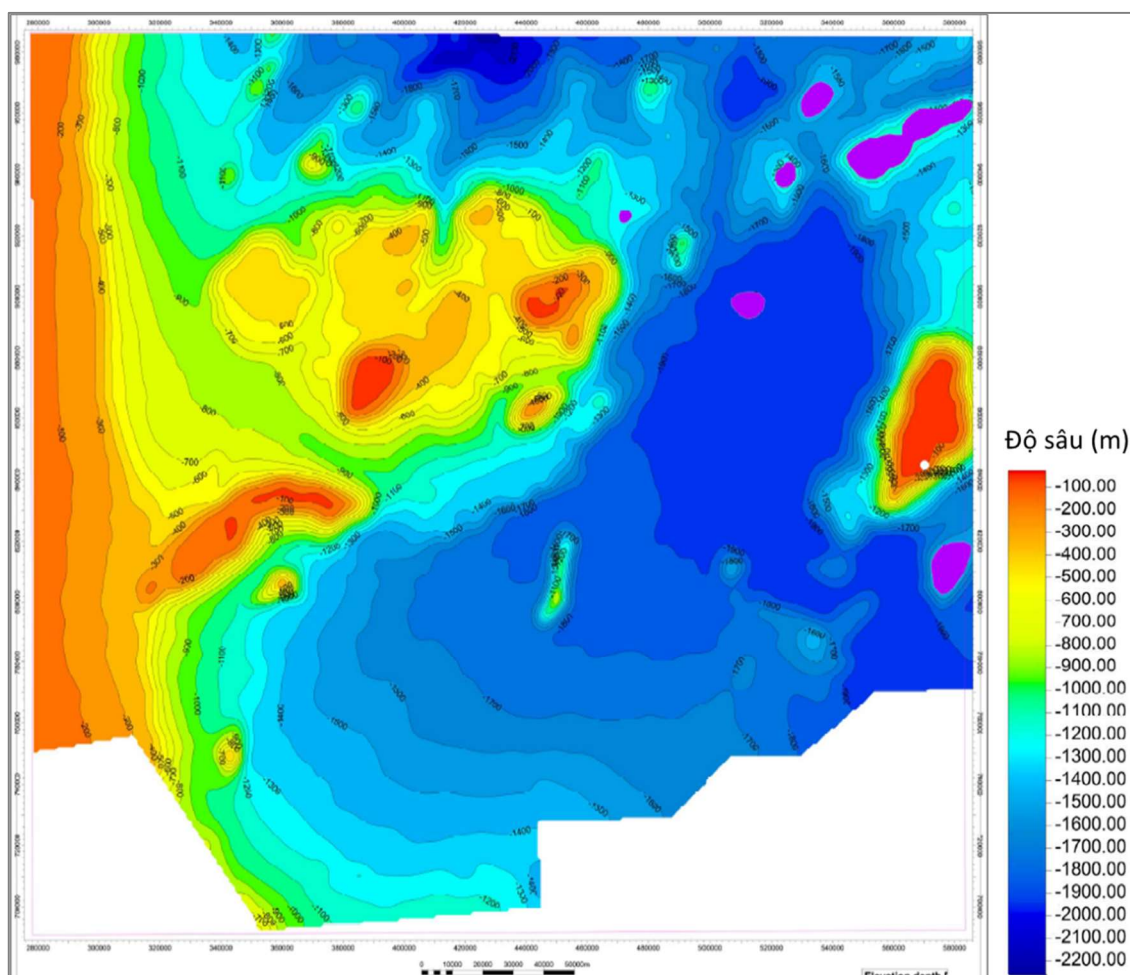
*** Phương pháp phân tích hình thái:** là phương pháp phân tích hình dạng, kích thước và các yếu tố trắc lượng hình thái. Đây là những cơ sở định lượng rất quan trọng của địa hình cho phép suy đoán ra các hình dạng hình học của địa hình, liên quan giữa địa hình với các nguồn gốc thành tạo nên chúng. Trên cơ sở phân tích bản đồ đẳng sâu đáy biển tỷ lệ 1:250.000 khu vực Tư Chính - Vũng Mây cho thấy các đường đẳng sâu 1500-1900m mở rộng trên một diện tích lớn hình thành những trũng sâu Tây Nam biển Đông có bề mặt bằng

phẳng phân bố ở phía Đông khu vực nghiên cứu (đơn vị địa mạo số 4). Trong khi đó, những khối nhô cao lại được khép kín bởi các đường đồng mức 100-200m và 400-500m nằm xen kẽ các thung lũng hẹp bị mài mòn mạnh (đơn vị địa mạo số 1, số 2 và số 12) (hình 3).

*** Phương pháp phân tích hình thái - cấu trúc:** Đây là phương pháp phân tích mối quan hệ giữa địa hình với cấu trúc địa chất, xem xét mối liên quan giữa các cấu trúc địa chất phản ánh trực tiếp trên địa hình đáy biển. Trên hình 2 một cấu trúc vòm nâng thể hiện bằng những

đường đồng mức có cấu tạo vòng tròn khép kín chiếm một diện tích khác lớn ở trung tâm bản đồ thuộc đới nâng Tư Chính - Phúc Nguyên - Phúc Tân. Hệ thống đứt gãy sườn Đông thêm

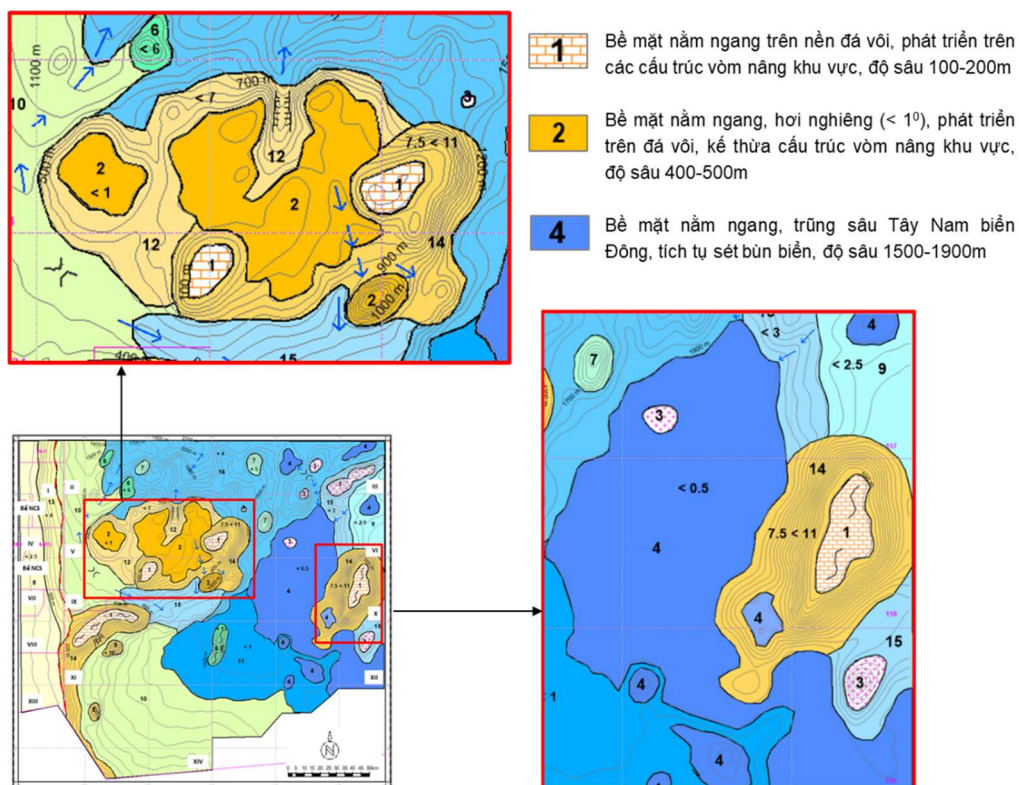
lực địa Việt Nam được thể hiện bằng những đường đồng mức kéo dài song song chạy theo phương Bắc - Nam ở phía Tây bản đồ (hình 4).



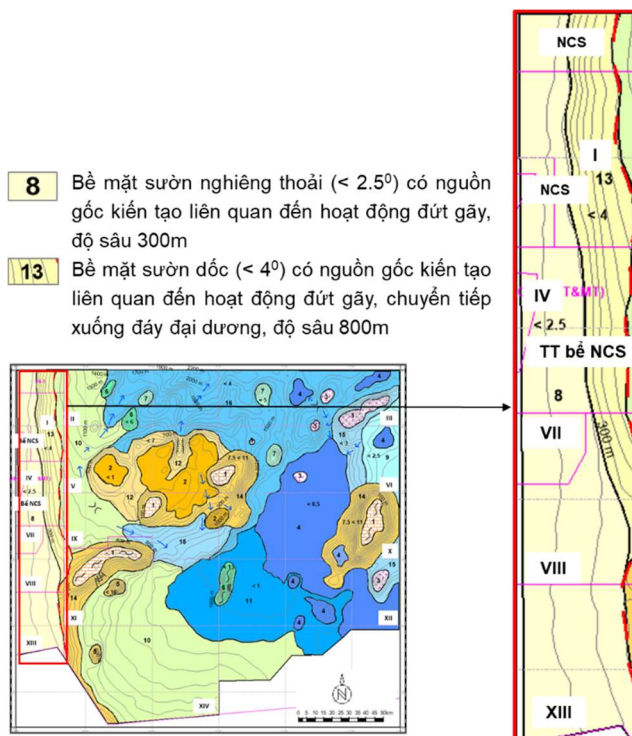
Hình 2. Bản đồ cấu trúc đáy biển khu vực Tư Chính - Vũng Mây (Lê C. Mai, 2018)

***Phương pháp phân tích hình thái - động lực:** Đây là phương pháp phân tích mối quan hệ giữa quá trình động lực học ngoại sinh với hình thái địa hình. Hình thái địa hình ở đây được luận giải bằng hình thái, độ dày, thưa của các đường đồng mức. Ví dụ với những đường đồng mức thưa trên bản đồ thì đó là những vùng thể hiện quá trình tích tụ hoặc vận chuyển trầm tích yếu. Đối với những khu vực có đường đồng mức sát nhau tạo thành những vòng tròn khép kín (ví dụ như ở khu vực vùng XI, X trên bãi Tư Chính hoặc Vũng Mây) thì thể hiện ở đây là quá trình trượt lở ngầm trên các sườn có thể lộ ra những vỏ sắt-mangan (hình 5).

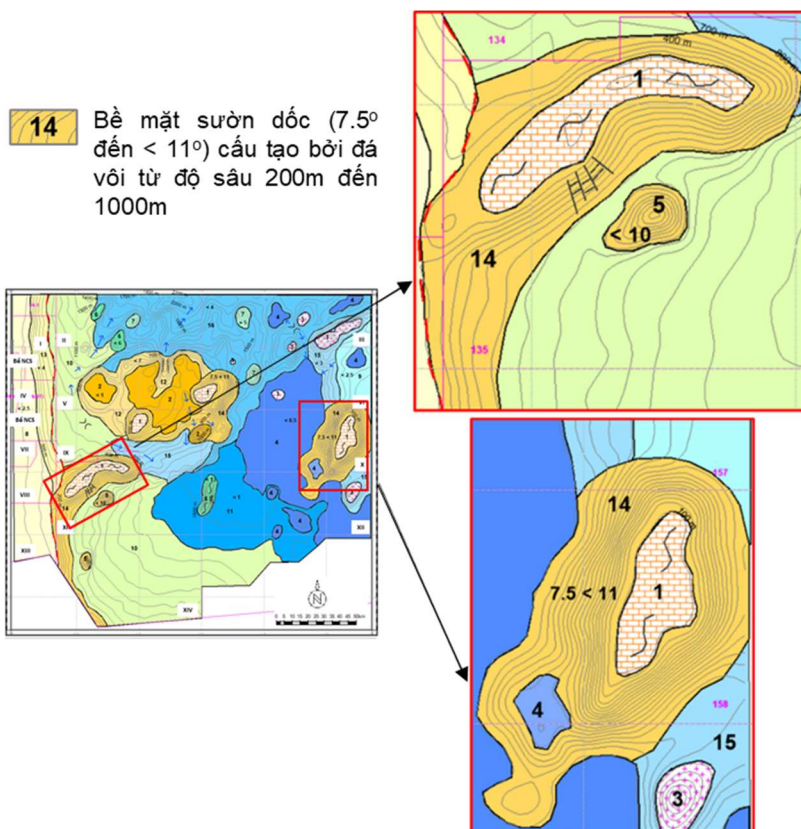
***Phương pháp phân tích các mực địa mạo:** Phương pháp này dựa trên cơ sở của các mặt cắt địa hình được thành lập trong khu vực nghiên cứu. Trên hình 6 đã xác định mực địa mạo trên 5 tuyến khác nhau và đã xác định được các bậc địa hình trong khu vực (hình 6). Các bậc địa hình trong khu vực nghiên cứu đó là: 100-200m; 300-500m; 600-700m; 800-1000-1200m; 1500-1800m và 1900-2100m. Các bậc địa hình đó cũng chính là các mực địa mạo và cũng chính là các mặt đồng nguồn gốc. Những bề mặt đỉnh có thể là tàn dư của bề mặt san bằng cổ hoặc là những vòm dung nham núi lửa.



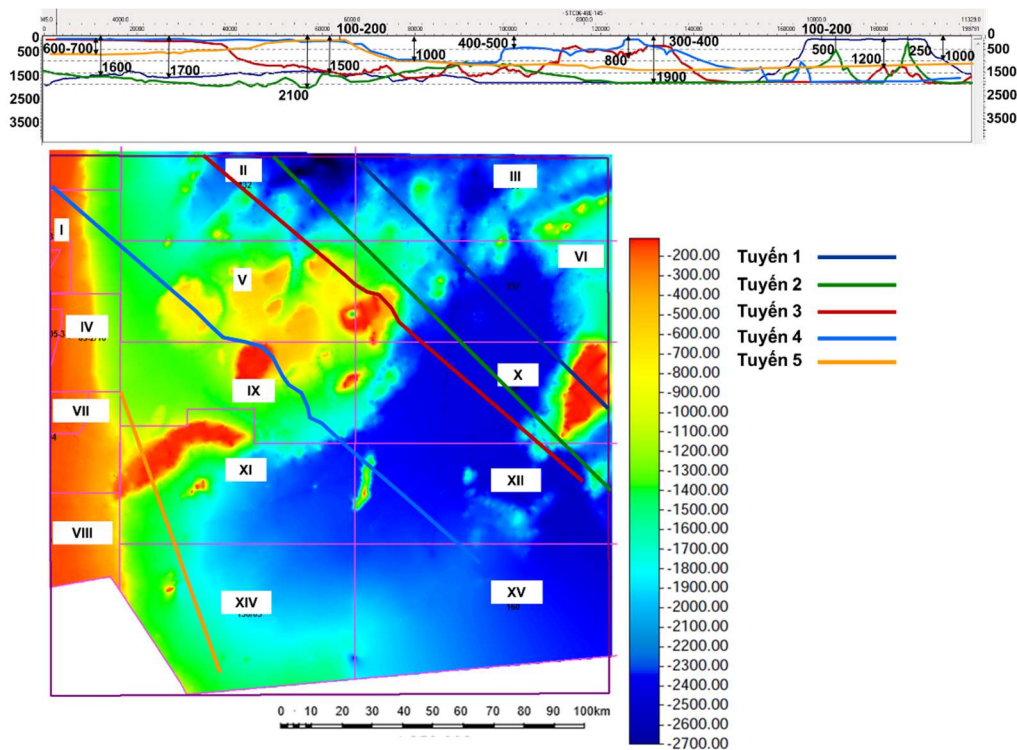
Hình 3. Bề mặt trũng sâu Tây Nam biển Đông (4), bề mặt nằm ngang lượn sóng trên nền đá vôi (1) và bề mặt cấu trúc kế thừa vòm nâng (2) nằm xen kẽ các thung lũng hẹp bị mài mòn mạnh (12) trên bản đồ địa mạo đáy biển khu vực Tư Chính - Vũng Mây



Hình 4. Bề mặt sườn được hình thành bởi đứt gãy phía Đông thềm lục địa Việt Nam



Hình 5. Khu vực có đường đồng mức sát nhau trên bản đồ địa mạo đáy biển khu vực Tư Chính - Vũng Mây

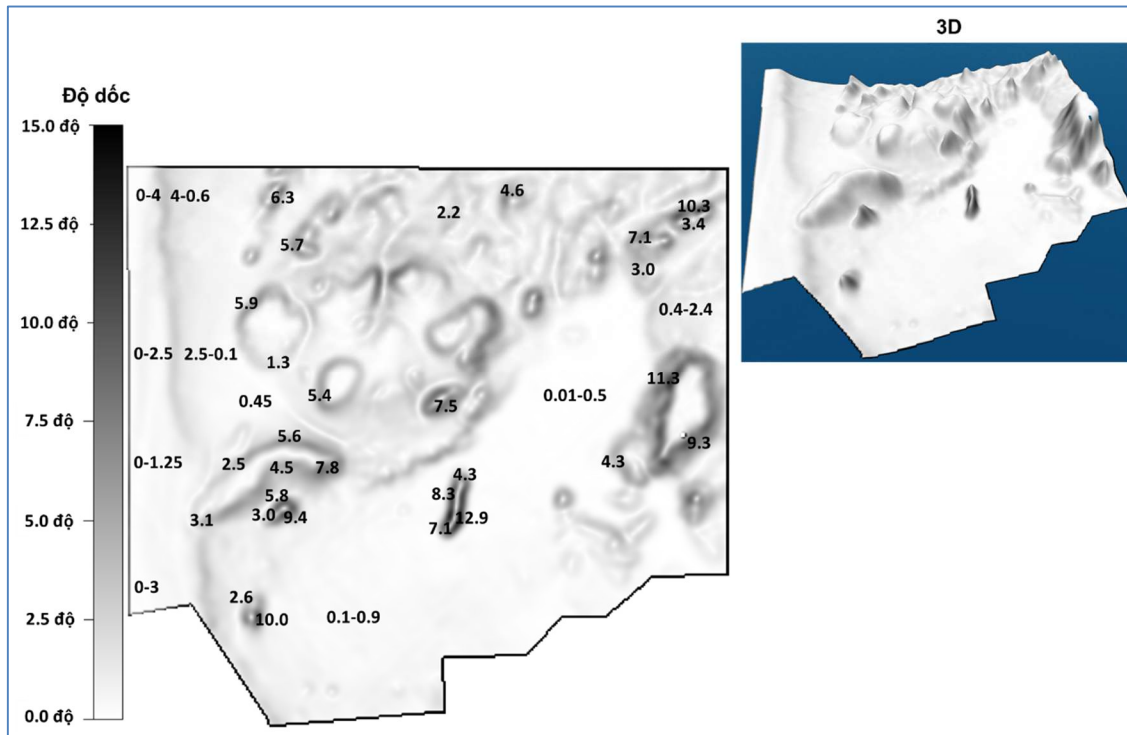


Hình 6. Các bậc địa hình trong vùng nghiên cứu

***Phương pháp phân tích trắc lượng - hình thái:** Đây là một trong những phương pháp nghiên cứu địa mạo truyền thống, mang lại hiệu quả cao trong phân tích địa mạo. Tài liệu được sử dụng trong phương pháp này là bản đồ đẳng sâu đáy biển hiện tại. Khác với địa hình trên lục địa, độ dốc của địa hình đáy biển thường nhỏ nên tùy từng khu vực cụ thể mà phân chia ra các độ dốc khác nhau. Ở vùng

nghiên cứu này, các tác giả đã thành lập bản đồ độ dốc địa hình của bề mặt đáy biển bằng phần mềm Global Map (Hình 7) (Chu P. Long, 2008). Kết quả đã phân chia ra những mức độ dốc khác nhau như sau:

- Độ dốc thoải: $< 1^{\circ}$
- Độ dốc dốc: $1^{\circ} < 5^{\circ}$
- Độ dốc rất dốc: $5^{\circ} < 15^{\circ}$



Hình 7. Bản đồ độ dốc địa hình đáy biển (Seabed)

Kết hợp kết quả của các phương pháp phân tích địa mạo bên trên cho thấy ở đây tồn tại rất rõ các bề mặt nằm ngang-hơi nghiêng, các bề mặt đỉnh, các bề mặt sườn có hình thái và nguồn gốc khác nhau. Bề mặt nằm ngang là những bề mặt được khép kín bởi một đường đồng mức chiếm một không gian nhất định. Ví dụ bề mặt nằm ngang điển hình ở khu vực Tư Chính, Vũng Mây ở độ sâu 100-200m, bề mặt nằm ngang-hơi nghiêng là những bề mặt ngoài tồn tại một đường đồng mức có không gian nhất định, còn có các đường đồng mức thấp hơn cách xa nhau, tạo nên một sườn rất thoải có độ dốc $< 0.1^{\circ}$. Các bề mặt nằm ngang-hơi nghiêng gặp ở những độ sâu khác nhau bao gồm các bề mặt của Tư Chính, Phúc Nguyên, Vũng Mây nằm ở độ sâu 100-200m; bề mặt

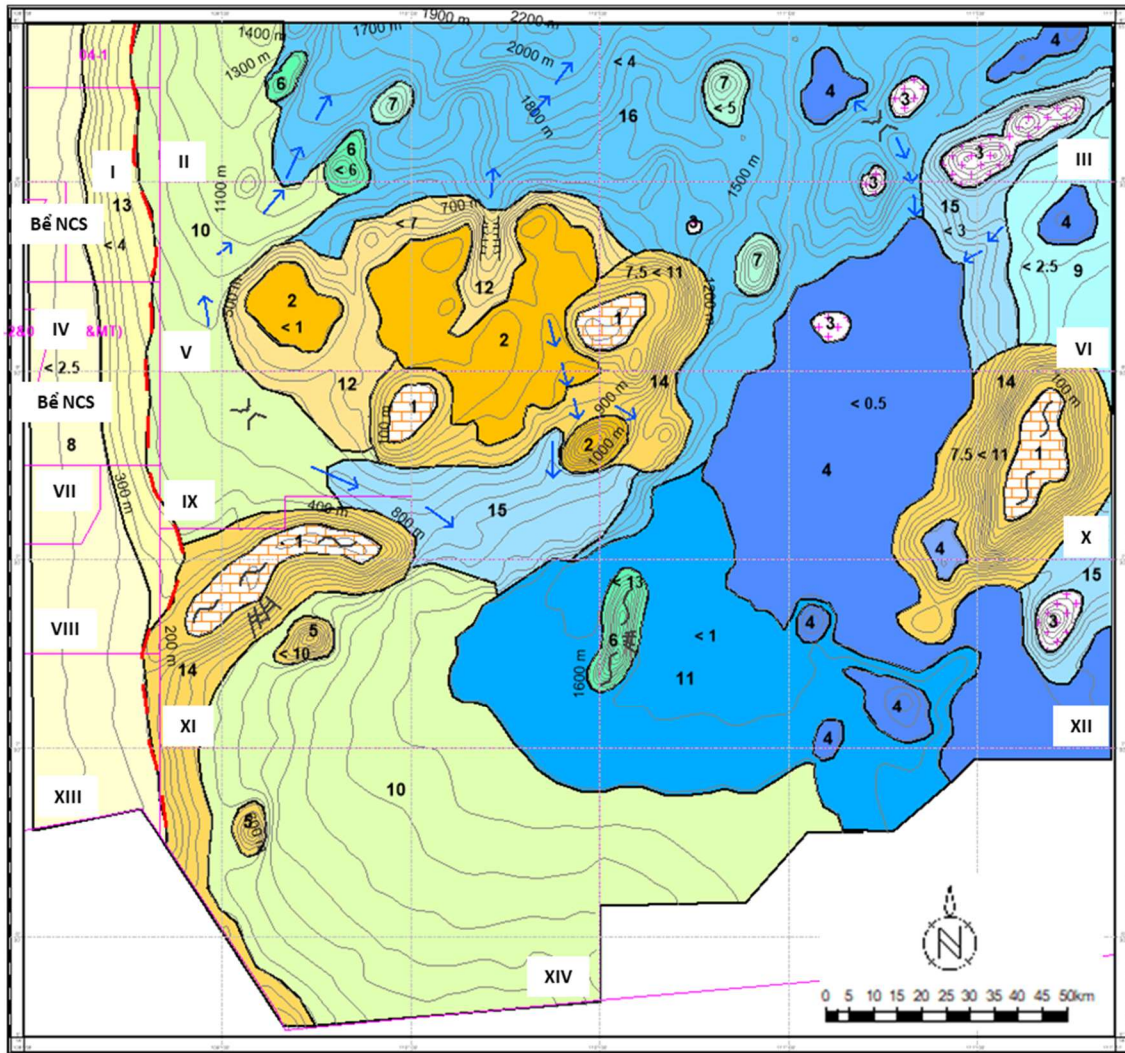
nằm ngang và hơi nghiêng ở độ sâu 400-500m phân bố ở bãi Phúc Nguyên; bề mặt trung nằm ngang hoặc hơi nghiêng ở độ sâu 1700-1800m, trên 1900m phân bố ở phía Đông, Đông Nam của vùng (hình 8).

3. Tiền đề địa mạo trong tìm kiếm khoáng sản rạn đáy biển khu vực Tư Chính - Vũng Mây

Những khoáng sản rạn như Fe, Mn, Cobalt... nằm dưới đáy biển sâu rất khó để có thể xác định được chúng. Do đó, cần phải có những nghiên cứu về quá trình kiến tạo, trầm tích, hải dương học... để phân tích khả năng hình thành và tích tụ của chúng. Và tất nhiên, tiền đề địa hình địa mạo cũng đóng vai trò rất quan trọng trong quá trình lắng đọng các loại khoáng sản này.

Kết hạch mangan là một loại hình khoáng sản được hình thành do quá trình phát triển của kim loại sắt, mangan xung quanh một nhân, sau đó vận chuyển chúng do trọng lực hoặc do những dòng chảy ngầm. Và cuối cùng chúng được tích tụ lại trong điều kiện địa hình thuận lợi. Điều kiện địa hình thuận lợi chính là các bề mặt nằm ngang hoặc hơi nghiêng được thể hiện trên bản đồ địa mạo đáy biển. Khác với các kết hạch; các vỏ sắt-mangan, cobalt là những loại hình khoáng sản hình thành do quá trình lắng đọng hóa học và sinh học, tập trung các hợp phần kim loại từ nước biển. Như vậy, việc hình thành các loại vỏ này liên quan chặt

chẽ tới những khu vực đá mẹ giàu những nguyên tố này. Đó là những khu vực chứa các đá phun trào - nơi hoạt động núi lửa xảy ra mạnh. Đối với sulfur đa kim, loại hình khoáng sản này được hình thành liên quan đến quá trình nhiệt dịch gắn với các điểm phun thủy nhiệt, đưa các dòng dung dịch giàu các chất sulfur đi lên xâm nhập vào trong vỏ Trái đất. Các hệ thống khe nứt, đứt gãy được hình thành trong quá trình dập vỡ đóng vai trò kênh dẫn để các dòng thủy nhiệt chứa kim loại đưa lên. Các địa hình thuận lợi cho việc tích tụ các loại khoáng sản rắn đáy biển được tổng hợp chi tiết và rõ ràng trong hình 9.



CHÚ GIẢI

Các bề mặt nằm ngang

-  Bề mặt nằm ngang trên nền đá vôi, phát triển trên các cấu trúc vòm nâng khu vực, độ sâu 100-200m
-  Bề mặt nằm ngang, hơi nghiêng ($< 1^\circ$), phát triển trên đá vôi, kế thừa cấu trúc vòm nâng khu vực, độ sâu 400-500m
-  Bề mặt nằm ngang, phát triển trên đá phun trào các độ sâu khác nhau
-  Bề mặt nằm ngang, trũng sâu Tây Nam biển Đông, tích tụ sét bùn biển, độ sâu 1500-1900m

Các bề mặt đỉnh

-  Bề mặt đỉnh và sườn dốc ($< 10^\circ$), cấu tạo bởi đá vôi, độ sâu 600m
-  Bề mặt đỉnh và sườn dốc ($6^\circ < 13^\circ$), cấu tạo bởi trầm tích chứa vụn núi lửa và đá vôi, độ sâu 1000m
-  Bề mặt đỉnh và sườn dốc ($< 5^\circ$), cấu tạo bởi sét bùn xen kẽ lớp mỏng cát bột, độ sâu 1200m

Các bề mặt sườn

-  Bề mặt sườn nghiêng thoải ($< 2.5^\circ$) có nguồn gốc kiến tạo liên quan đến hoạt động đứt gãy, độ sâu 300m
-  Bề mặt sườn thoải ($< 2.5^\circ$), cấu tạo bởi sét bùn, độ sâu 1200m đến 1500m
-  Bề mặt sườn thoải chuyển tiếp từ sườn lục địa xuống biển sâu được phủ bởi sét bùn, độ sâu từ 800m đến 1700m
-  Bề mặt sườn rất thoải ($< 1^\circ$) chuyển tiếp xuống đáy đại dương, cấu tạo bởi sét bùn.
-  Bề mặt sườn dốc ($< 7.5^\circ$), phân dị phức tạp, hình thành men theo cấu trúc nâng vòm, độ sâu 500-1000m
-  Bề mặt sườn dốc ($< 4^\circ$) có nguồn gốc kiến tạo liên quan đến hoạt động đứt gãy, chuyển tiếp xuống đáy đại dương, độ sâu 800m
-  Bề mặt sườn dốc ($7.5^\circ < 11^\circ$) cấu tạo bởi đá vôi từ độ sâu 200m đến 1000m
-  Bề mặt sườn dốc trung bình ($< 3^\circ$) bao quanh bề mặt núi lửa, cấu tạo bởi trầm tích vụn núi lửa và đá vôi, độ sâu 800-1800m
-  Bề mặt sườn dốc phân dị phức tạp ($< 4^\circ$) cấu tạo bởi sét bùn biển sâu xen kẽ lớp mỏng cát, bột từ độ sâu > 900 m đến 1900m.

Các ký hiệu khác

- | | |
|---|---|
|  | Đường đẳng sâu đáy biển và giá trị độ sâu |
|  | Thung lũng ngầm và phương phát triển |
|  | Rãnh mài mòn ngầm |
|  | Đường chia nước ngầm |
|  | Yên ngựa ngầm |
|  | Vách mài mòn ngầm |
|  | Đứt gãy dự đoán |
|  | Trũng tích tụ |
|  | Vùng |

Hình 8. Bản đồ địa mạo đáy biển hiện tại khu vực Tư Chính-Vũng Mây

Trên cơ sở phân tích các đơn vị cấu thành bản đồ địa mạo và quy luật phân bố của vỏ sắt-mangan giàu cobalt và kết hạch sắt-mangan trên thế giới, đồng thời xem xét tài liệu thực tế của vùng nghiên cứu, kết hợp với kết quả phân tích mẫu bề mặt trong vùng có thể dự báo điều kiện địa hình địa mạo thuận lợi cho tích tụ vỏ sắt-mangan cũng như kết hạch sắt-mangan trong khu vực Tư Chính - Vũng Mây như sau:

- **Đối với kết hạch sắt-mangan:** tiền đề địa mạo quan trọng nhất ở đây là bề mặt nằm ngang, trũng sâu Tây Nam biển Đông, tích tụ những vật liệu biển thẳm hoặc trên những sườn rất thoải. Như vậy, đơn vị địa mạo số 4, số 11 là những đơn vị địa mạo gắn với việc tìm

- Đơn vị địa mạo số 11 là một bề mặt

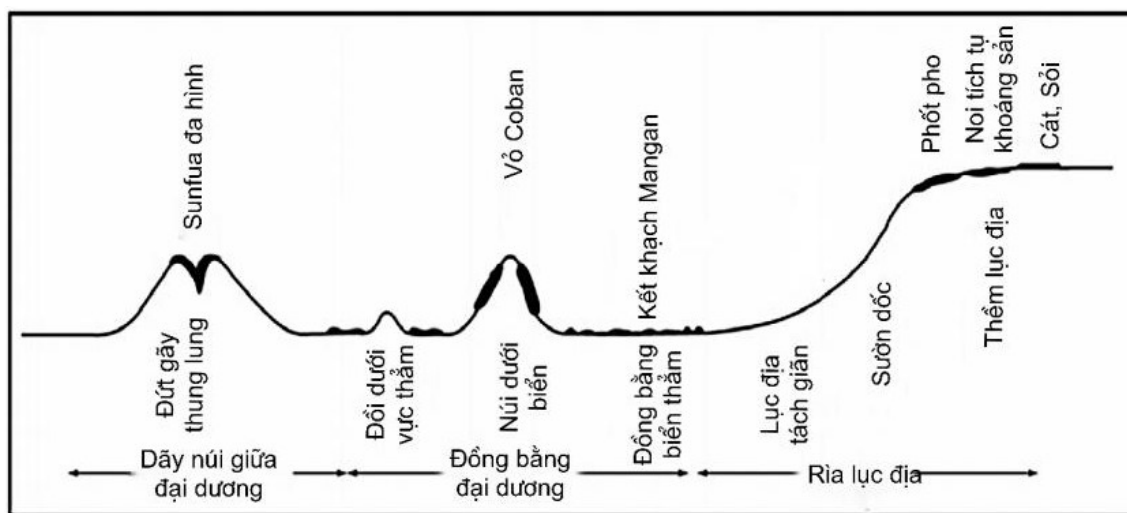
kiếm các kết hạch Fe-Mn.

- Đơn vị địa mạo số 4 là một bề mặt nằm ngang của trũng sâu Tây Nam biển Đông, độ sâu lớn nhất trong khu vực đạt tới 1500-1900m (phân bố ở phía Đông vùng nghiên cứu). Đặc điểm địa hình ở đây rất bằng phẳng được giới hạn trong phạm vi của đường đẳng sâu 1900m với một không gian rộng lớn. Phía Đông và Đông Bắc của trũng này là hai dải núi lửa lớn gắn với các bề mặt nằm ngang phát triển trên đá phun trào. Từ các khối phun trào này, các kết hạch chứa quặng di chuyển qua một sườn dốc với độ dốc khoảng 3° để tích tụ ở trũng sâu Tây Nam biển Đông (hình 10).

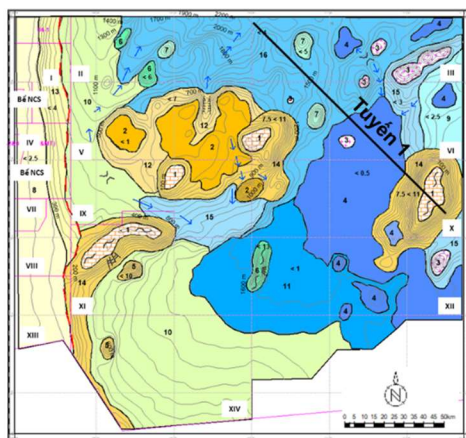
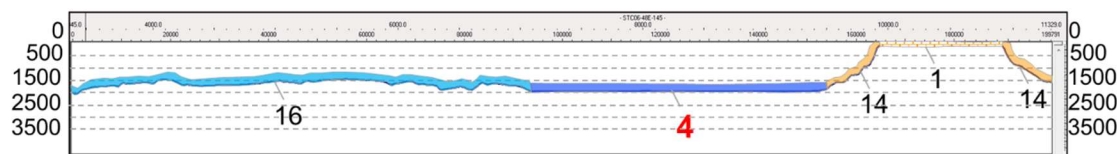
sườn rất thoải, độ dốc của sườn $< 1^\circ$ nên có thể

coi là một bề mặt nằm ngang. Với một diện tích rộng lớn, bề mặt sườn này hứng những kết hạch được di chuyển từ phía Tây của vùng nghiên cứu đưa xuống. Trên bản đồ địa mạo

có thể dễ dàng nhận thấy phía Tây của vùng nghiên cứu, địa hình đáy biển bị phân dị phức tạp hơn, các kết hạch có thể được thành tạo và di chuyển từ trên thêm lục địa đưa xuống.



Hình 9. Địa hình thuận lợi cho sự hình thành khoáng sản rắn đáy biển (Arbab, K. A., 2015)



4 Bề mặt nằm ngang, trũng sâu Tây Nam biển Đông, tích tụ sét bùn biển, độ sâu 1500-1900m

Hình 10. Đơn vị địa mạo số 4 - Địa hình thuận lợi cho việc tích tụ kết hạch sắt-mangan

Trên thực tế, chưa có một mẫu nào của khu vực Tư Chính - Vũng Mây được lấy tại các vị trí địa hình trên, do đó các phân tích này chỉ mang tính chất dự đoán trên cơ sở tiền đề địa mạo.

- **Đối với vỏ Fe-Mn giàu Cobalt và vỏ Sulfur đa kim:** các vỏ này được gắn với đơn vị địa mạo số 3 - các bề mặt phun trào nằm trên

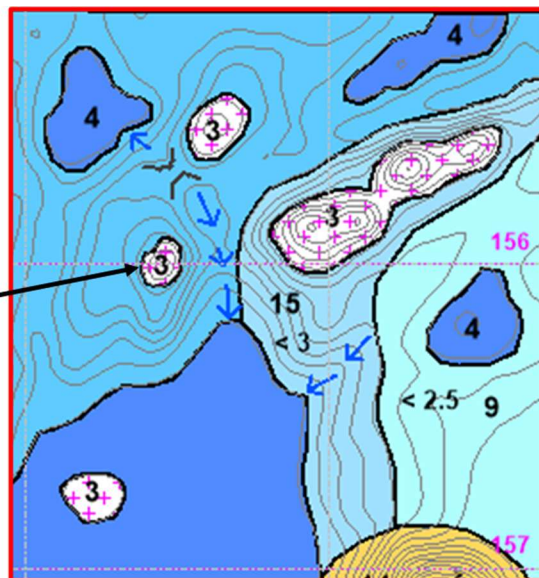
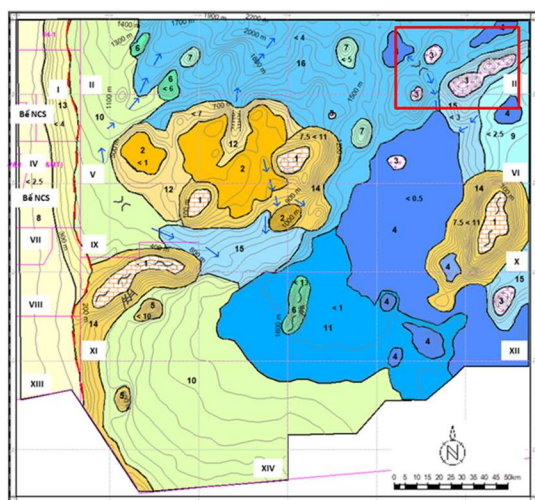
những độ sâu khác nhau. Đơn vị này gặp trên các vùng III, VI và XII. Hoạt động phun trào tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình nhiệt dịch, các dung dịch nhiệt dịch chứa Sulfur được hình thành (hình 11).

- Đơn vị địa mạo số 12 là một bề mặt sườn dốc (khoảng 7⁰) phân bố ở vùng V và một phần vùng IX. Phân bố trên một diện tích

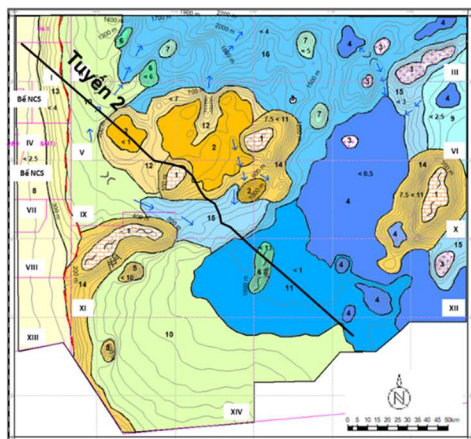
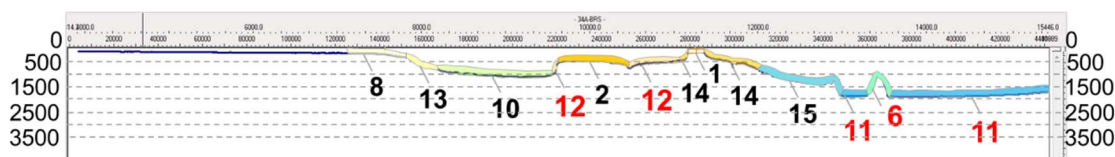
không lớn, địa hình phân dị rất phức tạp, tạo thành một thung lũng hẹp gần như đối xứng, giống như thung lũng xiên trước ở trên lục địa. Cùng với đó, đơn vị địa mạo số 6 là bề mặt đỉnh và sườn dốc được hình thành như dãy núi

dưới đại dương với các đường đồng mức sát nhau và độ dốc lớn biến đổi từ 6° đến 13° (hình 12). Với các địa hình như vậy, các loại vỏ Fe, Mn giàu Cobalt có điều kiện lộ ra.

3 Bề mặt nằm ngang, phát triển trên đá phun trào ở các độ sâu khác nhau



Hình 11. Đơn vị địa mạo số 3 - Địa hình thuận lợi cho việc tích tụ vỏ Fe-Mn giàu Cobalt và vỏ Sulfur đa kim

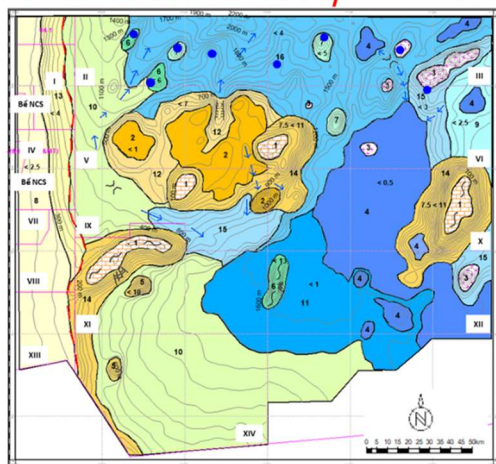
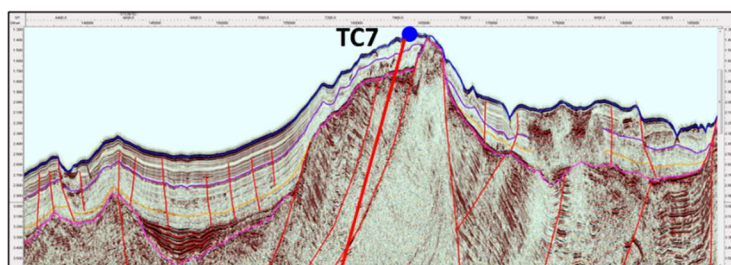


- 6** Bề mặt đỉnh và sườn dốc ($6-13^{\circ}$), cấu tạo bởi trầm tích chứa vụn núi lửa và đá vôi, độ sâu 1000m
- 11** Bề mặt sườn rất thoải ($<1^{\circ}$) chuyển tiếp xuống đáy đại dương, cấu tạo bởi sét bùn
- 12** Bề mặt sườn dốc ($<7.5^{\circ}$), phân dị phức tạp, hình thành men theo cấu trúc nâng vòm, độ sâu 500-1000m

Hình 12. Đơn vị địa mạo số 12 và số 6 - Địa hình thuận lợi cho việc tích tụ vỏ Fe-Mn giàu Cobalt

- Đơn vị địa mạo số 5, số 6 và số 7 là các bề mặt đỉnh tròn với độ dốc từ 5° đến 13° ở các độ sâu khác nhau từ 600m đến khoảng 1200m hay còn gọi là các Gaiot là những địa hình rất thuận lợi cho việc tích tụ vỏ sắt-

mangan. Hiện tại trong khu vực Tư Chính - Vũng Mây đã có một số mẫu được lấy tại các vị trí này và kết quả phân tích ban đầu cũng đã thấy có sự xuất hiện của các nguyên tố Fe, Mn (hình 13).



5 Bề mặt đỉnh và sườn dốc ($<10^{\circ}$), cấu tạo bởi đá vôi, độ sâu 600m

6 Bề mặt đỉnh và sườn dốc ($6-13^{\circ}$), cấu tạo bởi trầm tích chứa vụn núi lửa và đá vôi, độ sâu 1000m

7 Bề mặt đỉnh và sườn dốc ($<10^{\circ}$), cấu tạo bởi sét bùn, xen kẽ lớp mỏng cát bột, độ sâu 1200m

Kết quả phân tích các nguyên tố khoáng sản mẫu TC7

Nguyên tố	TC7
Fe (wt%)	20.2
Mn (wt%)	1.34
Co (ppm)	-
Ni (ppm)	572
Cu (ppm)	124
Mo (ppm)	-
Pb (ppm)	245
Zn (ppm)	366

Hình 13. Đơn vị địa mạo số 5, số 6 và số 7 - Địa hình thuận lợi cho việc tích tụ vỏ Fe-Mn và Kết quả phân tích mẫu điển hình tại đơn vị địa mạo số 7

4. Kết luận

Trong khu vực Tư Chính - Vũng Mây:

- Lần đầu tiên bản đồ địa mạo đáy biển tỷ lệ 1:250.000 được thành lập với mục đích làm rõ tương quan của địa hình địa mạo đến sự hình thành và tích tụ các loại khoáng sản rạn đáy biển. Trên cơ sở đó, bài báo đã đưa ra các tiền đề địa mạo gắn với các loại khoáng sản cụ thể như sau:

- Tiền đề địa mạo quan trọng để tích tụ các kết hạch sắt-mangan trên địa hình đáy biển hiện tại là những bề mặt bằng phẳng thuộc đơn vị địa mạo số 4 và số 11;

- Tiền đề địa mạo đối với vỏ sắt-mangan và vỏ Sulfur đa kim là các bề mặt phun trào và các đới hoạt động đứt gãy liên quan đến đơn vị địa mạo số 3, các dãy núi giữa đại dương thuộc đơn vị địa mạo số 6, các bề mặt sườn dốc của đơn vị địa mạo số 12 và các

bề mặt đỉnh thuộc đơn vị địa mạo số 5, 6 và 7 đã được minh chứng bằng sự có mặt của các nguyên tố Fe, Mn trong kết quả phân tích mẫu.

Lời cảm ơn

Tập thể tác giả trân trọng cảm ơn sự hỗ trợ của đề tài cấp nhà nước: “Nghiên cứu xác định tiền đề và dấu hiệu tìm kiếm khoáng sản rạn đáy biển sâu khu vực Tư Chính - Vũng Mây” mã số KC09.40/16-20 trong quá trình nghiên cứu và hoàn thành bài báo này.

Tài liệu tham khảo

Arbab, K. A., Shayinda, K., Zadan, K., & Sayed, M. A., 2015. Marine Mineral Resources: A Newfangled Treasure to Explore. *Research Journal of Marine Sciences*, Vol. 3(2).

Chu P. Long, 2008. Cấu trúc địa chất bồn trũng Nam Côn Sơn. Ứng dụng công nghệ thông tin nghiên cứu đặc điểm cổ địa mạo thời kỳ Oligocene và Miocene. *Đại học Mô Địa chất Hà Nội*, 61-65

tr.

Đặng V. Bát, 2004. Đặc điểm địa hình, địa mạo đáy biển vịnh Bắc Bộ Việt Nam tỷ lệ 1: 500.000. *Liên đoàn Địa chất biển - Cục địa chất và khoáng sản Việt Nam*, 7-9 tr.

Lê C. Mai, 2018. Đặc điểm trầm tích nước sâu tầng cấu trúc Post-rift nhằm đánh giá triển vọng

dầu khí của chúng trong khu vực Nam bể Phú Khánh, Đông Nam bể Nam Côn Sơn và bể Tư Chính - Vũng Mây. *Viện Dầu khí Việt Nam*, 41-47 tr.

Tập đoàn dầu khí Việt Nam, 2019. Địa chất và tài nguyên dầu khí Việt Nam. *Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật*, 495 tr.

Summary

Geomorphological premise in prospecting for seabed solid minerals in Tu Chinh - Vung May area

Tran Thi Thanh Thuy, Le Chi Mai, Nguyen Tuan Anh, Ngo Thi Van Anh

Exploration of sea-bottom solid mineral resources are gathering a lot of interest, and the geomorphology of the seafloor play a major role in studying this resource. International studies have shown that cobalt-rich ferro-manganese crusts are often distributed on slope and flat surface of the bathymetry, while nodules are often distributed in troughs with low flowing energy, not influenced by tides and waves. For the first time this paper constructs a geomorphological map of the Tu Chinh-Vung May area at the scale 1:250,000 to illustrate the relationship between seafloor topography and formation of seafloor solid mineral resources. Particularly, the geomorphological pre-conditions for forming ferro-manganese nodules on the modern seafloor are flat surfaces of the Geomorphological Unit 4 and 11; while those for cobalt-rich ferro-manganese crust and polymetallic sulfide crusts are extrusive surfaces and fault zones related to the Geomorphological Unit 3, submarine mountains of the Geomorphological Unit 6 and slopes of the Geomorphological Unit 12, Top and slope surface of the Geomorphological Unit 5, 6 and 7 confirmed by the chemical elements such as Fe, Mn... in sample analysis.

Key words: *Tu Chinh - Vung May basin, premise, geomorphology, seabed solid mineral, iron-manganese nodules, cobalt-rich ferromanganese crusts, polymetallic sulphides crusts.*