

SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP ĐO SÂU ĐIỆN XÁC ĐỊNH CẤU TRÚC ĐỊA CHẤT VÀ QUY MÔ PHÂN BỐ CỦA THAN TRONG TRẦM TÍCH ĐỆ TAM VÙNG TRÙNG AN NHƠN - BÌNH ĐỊNH

ThS. Hoàng Anh Tuấn¹, TS. Trịnh Xuân Cường¹, ThS. Nguyễn Quang Tuấn¹
ThS. Nguyễn Đức Quận², TS. Đỗ Văn Nhuận³

¹Viện Dầu khí Việt Nam

²Liên đoàn Địa chất Trung - Trung Bộ

³Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội

Tóm tắt

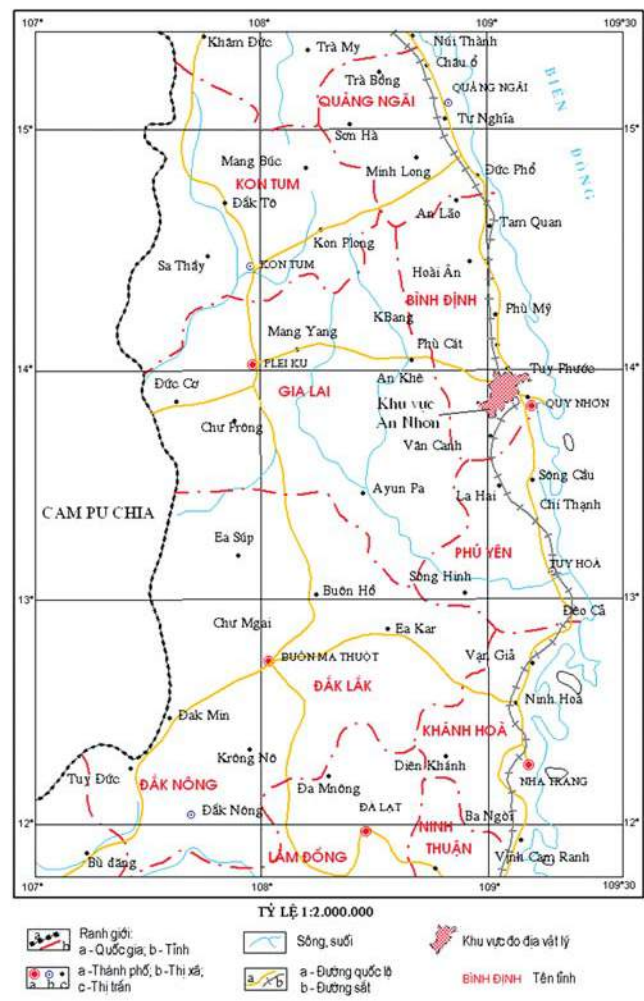
Trùng Đệ Tam An Nhơn - Bình Định (miền Trung Việt Nam), là một trong những khu vực được quan tâm nghiên cứu tìm kiếm, thăm dò khí than hiện nay. Tại đây, giếng khoan quan trắc thủy văn số 21 đã bắt gặp các tập than nâu nằm xen kẽ các lớp trầm tích Đệ Tam, với tổng bề dày hơn 10m. Trong bài báo này, nhóm tác giả trình bày đặc điểm cấu trúc địa chất và dự báo sự tồn tại, khả năng sinh khí của các vỉa than trong trầm tích Đệ Tam trên cơ sở tài liệu đo sâu điện vùng trùng An Nhơn - Bình Định, kết hợp với nghiên cứu tổng hợp về địa chất khu vực. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra sự có mặt của các vỉa than nâu mỏng xen kẽ với đá trầm tích, phân bố trên diện tích khoảng 8km². Trữ lượng than tiềm năng dự báo xấp xỉ 90 triệu tấn và có khả năng sinh ra 400 triệu m³ khí tại chỗ.

Từ khóa: Đo sâu điện, Đệ Tam, Miocene trên, hệ tầng Sông Ba, vỉa than nâu, khí than, An Nhơn - Bình Định.

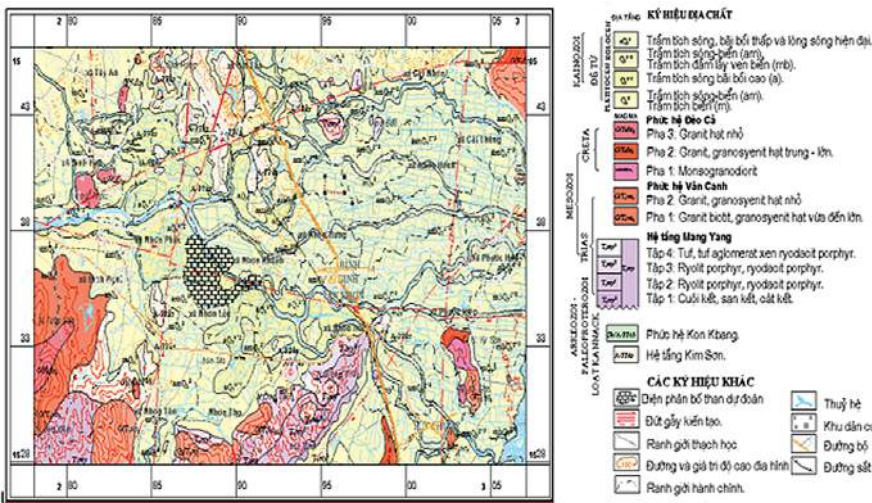
1. Mở đầu

Hiện nay, các nhà thầu/công ty dầu khí đặc biệt quan tâm đến việc mở rộng tìm kiếm các nguồn năng lượng phi truyền thống (trong đó có khí than - CBM) để bù đắp cho sự thiếu hụt nguồn tài nguyên dầu khí truyền thống. Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam đã nghiên cứu, tìm kiếm khí than trong trầm tích Đệ Tam ở các khu vực tiềm năng trên đất liền. Các nghiên cứu từ trước đến nay chỉ ra rằng, than trong trầm tích Đệ Tam của Việt Nam phân bố tập trung chủ yếu tại khu vực miền võng Hà Nội [8]. Tuy nhiên, rải rác trên các đồng bằng châu thổ và duyên hải khác (Thanh Hóa, Hà Tĩnh, Nghệ An, Quảng Bình, Bình Định...) cũng tồn tại các dấu hiệu liên quan đến sự tồn tại của than trong trầm tích Đệ Tam. Trong đó, đáng chú ý là khu vực trùng An Nhơn - Bình Định (lỗ khoan 21) đã phát hiện các tập than có tổng chiều dày ước đạt xấp xỉ 10m, có ánh kim mạnh, vết vỡ vỏ chai... Đây là những dấu hiệu tiền đề, dự báo sự tồn tại của than và khí than.

Dựa vào đặc điểm địa chất khu vực và các dấu hiệu khả quan thu được, Tập đoàn Dầu khí Việt Nam đã giao Viện Dầu khí Việt Nam triển khai các nghiên cứu chi tiết, nhằm xác định hình thái cấu trúc và bề dày trầm tích Đệ Tam trùng An Nhơn - Bình Định, dự báo sự phân bố của các vỉa than và sơ bộ đánh giá khả năng sinh khí từ các tập than đó.



Hình 1. Sơ đồ vị trí địa lý khu vực trùng An Nhơn - Bình Định [2]



Hình 2. Bản đồ Địa chất vùng trung An Nhơn - Bình Định [2]

TUỔI ĐỊA CHẤT			CHIỀU DÀY (M)	CỘT ĐỊA TẦNG	ĐẶC ĐIỂM THẠCH HỌC
GIỚI	HỆ	THỐNG			
KAINOZOI (K _Z)	NEOGEN (N)	ĐỆ TỬ (Q)	1 - 203		Trầm tích sông hiện đại (a): cuội, sạn, cát đa khoáng.
		HOLOCEN (Q ₁)			Trầm tích sông biển (am): cát, bột, sét, màu nâu vàng, xám xanh.
		PLEISTOCEN (Q ₂)			Trầm tích sông bãi bồi cao (a): cuội, sạn, sỏi.
					Trầm tích sông biển (am): sét màu nâu vàng loang lổ
					Biển (m): cát bột màu trắng xám xen lẫn cuội bị laterite hóa mạnh.
	NEOGEN (N ₁)		15 - 490		Hệ tầng Sông Ba (N ₁ ³ sb) Thành phần gồm các lớp bột kết xen kẹp mỏng cát kết, cát sạn kết có màu nâu, xám tro, xám xanh. Giữa các lớp sét kết, bột kết, đôi chỗ trong vùng có xen kẹp vỉa than nâu, dạng thấu kính, có chiều dày khoảng 5,5m.
					Cấu trúc đá móng có mặt các thành tạo địa chất sau: Địa tầng - Hệ tầng Mang Yang (T ₂ my): Thành phần gồm: cuội kết, cát kết, sét kết, ryolite, felsit và tuf của chúng. Dày 500 - 600m. - Hệ tầng Kim Sơn (A-PPks): Plagiogneis biotite có granat đá phiến thạch anh-biotite-silimanite chứa graphite. Dày 203 - 1200m Magma - Phức hệ Đèo cả (G/Kđc): Granite hạt nhỏ, granite, granosyenite hạt vừa đến lớn. Monogranodiorite - Phức hệ Vân Canh (G/T ₂ vc): Granite biotite, granosyenite hạt từ nhỏ đến lớn. - Phức hệ Kon Kbang (Gb/A-PPkb) Gabronorite, metangbronorite, gabbro, metangbro

Hình 3. Cột địa tầng tổng hợp khu vực An Nhơn - Bình Định [2]

2. Đặc điểm địa chất khu vực

Nghiên cứu địa chất khu vực trung An Nhơn - Bình Định trước đây được tiến hành chủ yếu dựa trên công tác đo vẽ bản đồ địa chất tỷ lệ 1/200.000 và 1/50.000, kết hợp với các nghiên cứu địa vật lý và khảo sát thực địa, do các đơn vị thuộc Tổng cục Địa chất tiến hành. Tổng hợp kết quả các nghiên cứu [1, 4, 6, 7] cho thấy, đặc điểm kiến tạo và địa tầng trầm tích của khu vực có những nét đáng chú ý như sau:

2.1. Đặc điểm kiến tạo

Tại khu vực đồng bằng An Nhơn - Bình Định đã có các hoạt động kiến tạo phá hủy xảy ra khá mạnh hình thành nên hai hệ thống đứt gãy chính, phát triển mạnh thành đới kéo dài từ vài km đến 50 - 70km, đóng vai trò quan trọng trong lịch sử phát triển kiến tạo vùng (Hình 2), đó là:

- Hệ thống đứt gãy phương kinh tuyến.
- Hệ thống đứt gãy phương Đông Bắc - Tây Nam.

2.2. Đặc điểm địa tầng - trầm tích

Các thành tạo địa chất có mặt trong vùng (Hình 3) bao gồm:

- Hệ tầng Kim Sơn (A-PPks): phân bố chủ yếu ở phía Bắc, phần ít hơn ở phía Tây Nam. Thành phần bao gồm: đá phiến thạch anh - biotite - silimanite, quazit - graphite.
- Hệ tầng Mang Yang (T₂my): phân bố chủ yếu ở khu vực phía Nam, phần ít hơn phân bố ở phía Bắc. Hệ tầng Mang Yang có 4 tập, thành phần chủ yếu gồm: cuội kết, cát kết, đá phiến sét - silic, rhyolite, felsite, tuf.
- Hệ tầng Sông Ba (N₁³sb): phân bố chủ yếu ở vùng trung An Nhơn, với thành phần chủ yếu là sét kết, bột kết, cát kết màu xám trắng, xám xanh.

Bảng 1. Kết quả đo thực nghiệm tại lỗ khoan 21 so với kết quả phân tích [2]

TT	Lớp	Bề dày (m)		Ghi chú
		Tài liệu lỗ khoan 21	Kết quả phân tích	
1	Lớp phủ Đệ tứ	12,4	13,4	Đường cong phân tích thể hiện lớp (1 + 2)
2	Lớp than nâu xen kẹp các lớp sét kết trong Đệ tam	11,9	13,0	Đường cong phân tích thể hiện lớp thứ 4, điện trở suất 14Ωm

Trong hệ tầng nhiều nơi có xen kẹp các vỉa than nâu, bề dày mỏng.

- Trầm tích Đệ Tứ không phân chia (Q): gồm các trầm tích bờ rời cuội, sỏi, cát, bột, sét, phân bố trong các thung lũng, sông suối và đồng bằng. Thành phần thường ở phần dưới là cuội, cuội tầng, cát thô, dần lên trên là cát, cát pha sét. Ở phần cửa sông, đồng bằng phổ biến là các trầm tích hạt mịn, cát, bột, sét, sét pha cát, màu vàng, màu xám xanh, đôi nơi có xen kẹp những lớp sét bentonite.

2.3. Magma xâm nhập

Đá magma xâm nhập khá phổ biến và đa dạng, chiếm một phần khá lớn trong diện tích nghiên cứu, bao gồm:

- Phức hệ Kon Kbang (Gb-A-PPkb) hiện diện thành khối nhỏ ở góc phía Tây Nam, với thành phần chủ yếu là các đá gabro, gabronorite.

- Phức hệ Vân Canh phân bố chủ yếu ở phía Nam, Tây Nam; phân dị nhiều pha, trên diện tích nghiên cứu có 2 pha chính:

+ Pha 1 ($\gamma\zeta T_2vc_1$) phân bố ở phía Nam, với thành phần gồm: granite biotite, granosyenite hạt vừa đến lớn.

+ Pha 2 ($\gamma\zeta T_2vc_2$) phân bố chủ yếu ở góc Tây Nam và một ít ở phía Đông Bắc, thành phần gồm: granite, granosyenite hạt nhỏ.

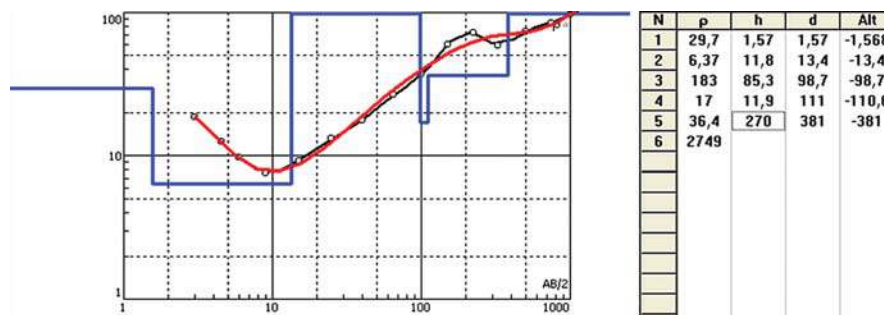
- Phức hệ Đèo Cả phân bố rải rác trong vùng, có 3 pha:

+ Pha 1 ($\gamma\delta Kđc_1$) phân bố ở góc phía Đông Nam, thành phần chủ yếu là mosogranodiorite.

+ Pha 2 ($\gamma\zeta Kđc_2$) phân bố thành các khối nhỏ ở góc phía Đông Bắc và Đông Nam, thành phần gồm: granite, granosyenite hạt vừa đến lớn.

+ Pha 3 ($\gamma Kđc_3$) phân bố rải rác ở phía Tây, dạng đặng thước, thấu kính nhỏ, thành phần gồm: granite biotite hạt nhỏ.

- Ngoài ra, khu vực còn có phức hệ Kon Kbang (Gb-A-PPkb) hiện diện thành khối nhỏ ở góc phía Tây Nam, thành phần chủ yếu là các đá gabro, gabronorite.



Hình 4. Biểu đồ minh họa kết quả phân tích tài liệu đo [2]

3. Kết quả đo sâu điện

Tại khu vực nghiên cứu, phương pháp đo sâu điện được sử dụng nhằm xác định bề dày các lớp trầm tích và dự báo sự phân bố của các vỉa than trong trầm tích Đệ Tam [2, 3, 5]. Diện tích nghiên cứu có móng kết tinh là các đá magma thuộc các phức hệ Vân Canh, Đại Lộ, Định Quán, Đèo Cả... có điện trở suất cao và phân dị rõ ràng so với các trầm tích phủ trên có tuổi Đệ Tam và Đệ Tứ. Các trầm tích này phân bố tương đối bằng phẳng, tạo thành các lớp nằm ngang, có bề mặt địa hình với góc nghiêng nhỏ hơn 5°. Đây là điều kiện thuận lợi để áp dụng phương pháp đo và tính toán các thông số liên quan.

3.1. Đo thực nghiệm tại lỗ khoan 21

Trước khi tiến hành đo chi tiết trên các tuyến đo thiết kế, nhóm tác giả đã thực hành đo thực nghiệm trên lỗ khoan 21 gặp than trước đây (Hình 4). Kết quả đo thực nghiệm cho thấy, có thể xác định được bề dày và điện trở suất tập chứa than, các tầng trầm tích, phân biệt được đặc điểm, hình thái cấu trúc của móng kết tinh. Tuy nhiên, các tham số về bề dày, vách trụ, vỉa than trong kết quả phân tích có sai số nhất định so với thực tế (Bảng 1).

3.2. Đo thực tế trên tuyến thiết kế

Đo trên tuyến thiết kế được thực hiện với bước đo 150 - 650m/điểm, phụ thuộc theo địa hình thực tế (Hình 5), gồm 6 tuyến đo sâu, chiều dài mỗi tuyến thay đổi từ 4.030 - 10.830m.

Tổng hợp kết quả đo và phân tích (Bảng 2) cho thấy, trên mặt cắt địa chất - địa vật lý phân chia rõ 3 lớp từ trên

xuống, gồm: lớp phủ trầm tích Đệ Tứ, lớp trầm tích Đệ Tam (Neogen) và tầng đá móng tươi cứng.

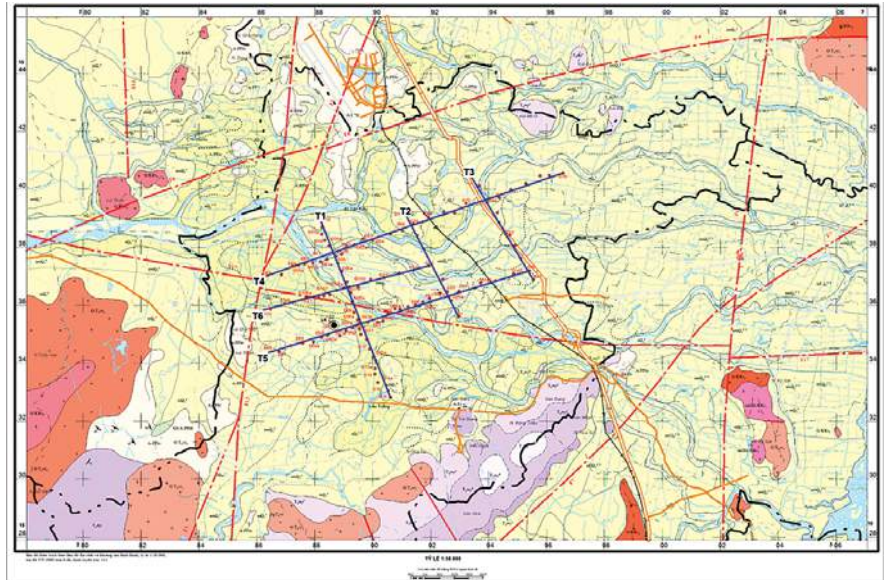
- Lớp trầm tích Đệ Tứ: bờ rời nằm trên cùng, thành phần gồm: cuội, sỏi, cát, bột, sét... Trên đường cong đo sâu điện tương ứng với lớp trên cùng (nếu đường cong đo sâu 3 lớp) hoặc gộp 2 lớp đầu tiên của đường cong (nếu đường cong nhiều hơn 3 lớp).

- Lớp trầm tích Neogen nằm ở giữa, thành phần chủ yếu là sét kết, bột kết, cát kết màu xám trắng, xám xanh. Trong hệ tầng nhiều nơi có xen kẹp các vỉa than nâu, bề dày mỏng.

- Tầng đá móng tươi cứng: nằm dưới cùng, có điện trở suất cao nhất, dễ phân biệt với các lớp bên trên. Thông thường lớp này trên đường cong đo sâu điện được biểu thị bên nhánh phải đi lên của đường cong.

khối magma xâm nhập hoặc đá phun trào rhyolite hệ tầng Mang Yang. Các đá có điện trở suất thấp, dự đoán liên quan đến các đá phiến của hệ tầng Kim Sơn.

Trầm tích tuổi Miocene muộn (N_1^{3sb}) hệ tầng Sông Ba

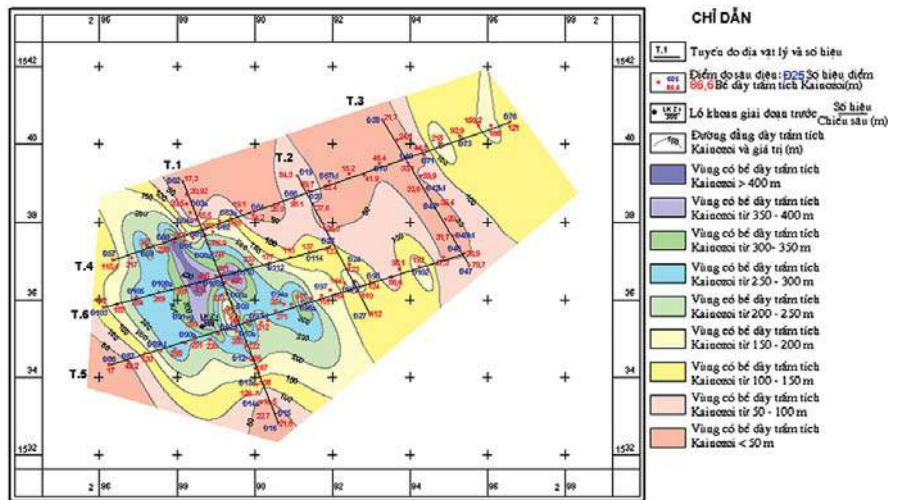


Hình 5. Sơ đồ tuyến đo địa vật lý khu vực trũng An Nhơn - Bình Định [2]

4. Đặc điểm cấu trúc bồn trũng, phân bố than và khả năng sinh khí than dựa trên kết quả đo sâu điện

4.1. Đặc điểm cấu trúc trũng An Nhơn - Bình Định theo tài liệu đo sâu điện

Kết quả phân tích tài liệu đo cho thấy, vùng trũng An Nhơn - Bình Định được lấp đầy bởi các trầm tích Đệ Tứ và Đệ Tam tuổi Miocene muộn (N_1^{3sb}) hệ tầng Sông Ba, phủ trên đá móng. Đá móng có điện trở suất thay đổi lớn, từ 102 - 26.076Ωm. Các đá có điện trở suất lớn hơn 2.000Ωm có thể liên quan đến các



Hình 6. Bản đồ đẳng dày trầm tích Đệ tam, vùng trũng An Nhơn - Bình Định [2]

Bảng 2. Phân chia các lớp theo kết quả phân tích tài liệu đo sâu điện [2]

Tuyến	Lớp trầm tích Đệ tứ		Lớp trầm tích Đệ tam (Neogen)		Tập than nâu		Tầng móng	
	Bề dày trung bình (m)	Điện trở suất (Ωm)	Bề dày Trung bình (m)	Điện trở suất (Ωm)	Bề dày trung bình (m)	Điện trở suất trung bình (Ωm)	Chiều sâu đến móng trung bình (m)	Điện trở suất trung bình (Ωm)
T.1	8,2	4,1 - 466	161,6	3,8 - 543	11,6	7,8	169,8	1397
T.2	5,2	9,7 - 521	110,3	18,5 - 399	0,0	0,0	115,5	613
T.3	3,1	4 - 562	34,5	12,8 - 93,6	0,0	0,0	37,6	284
T.4	6,4	8,2 - 797	131	4,1 - 1096	11,0	8,5	137	1033
T.5	10,4	3,3 - 960	196	3,4 - 1385	10	11,7	206	3656
T.6	12	13,8 - 1268	265	5,5 - 257	13,2	10,4	277	1290

có bề dày thay đổi từ 15 - 490m, trung bình 163m. Diện tích có bề dày lớn hơn 200m phân bố chủ yếu ở phía Tây - Nam, nằm trên địa bàn xã Nhơn Lộc và Nhơn Khánh, thuộc thị xã An Nhơn, tỉnh Bình Định. Hình thái bồn trũng An Nhơn có dạng ellipsoid uốn lượn, trục kéo dài theo phương Tây Bắc - Đông Nam. Kích thước bồn trũng ước rộng 3km và dài 6,5km, diện tích tương ứng xấp xỉ 20km² (Hình 6).

4.2. Dự báo điện phân bố than và tính toán khả năng sinh khí than

Liên kết các điểm đo sâu điện rời rạc trên các tuyến với các điểm phân tích có biểu hiện thành tạo than, cho thấy điện phân bố than trên vùng trũng An Nhơn - Bình Định (Hình 7, 8).

Các tập chứa than có bề dày thay đổi từ 4,7 - 18m, bề dày trung bình 11m. Điện trở suất than thay đổi từ 2,5 - 27,7Ωm, trung bình 10,1Ωm. Vách than nằm ở độ sâu từ 90,1 - 110m và trụ than nằm ở độ sâu từ 94 - 125m. Diện tích phân bố của than trên diện tích ước chừng 8km². Tại khu vực trũng An Nhơn, tài nguyên than dự báo tiềm năng ước đạt xấp xỉ 90 triệu tấn. Theo kết quả nghiên cứu [8], độ chứa khí của than ở khu vực miền vũng Hà Nội biến đổi từ 1,4m³/tấn (mức thấp, khu vực Khoái Châu) đến 3,0m³/tấn (mức trung bình, khu vực Kiến Xương - Tiền Hải) và 4,5m³/tấn (mức cao, khu vực Phủ Cù - Tiên Lữ).

Với các giá trị tham khảo trên, khả năng sinh khí than tại chỗ ở khu vực trũng An Nhơn được dự báo:

- Mức thấp: 1,4m³/tấn x 87,4 triệu tấn ≈ 123 triệu m³ khí.

- Mức trung bình: 3,0m³/tấn x 87,4 triệu tấn ≈ 263 triệu m³ khí.

- Mức cao: 4,5m³/tấn x 87,4 triệu tấn ≈ 394 triệu m³ khí.

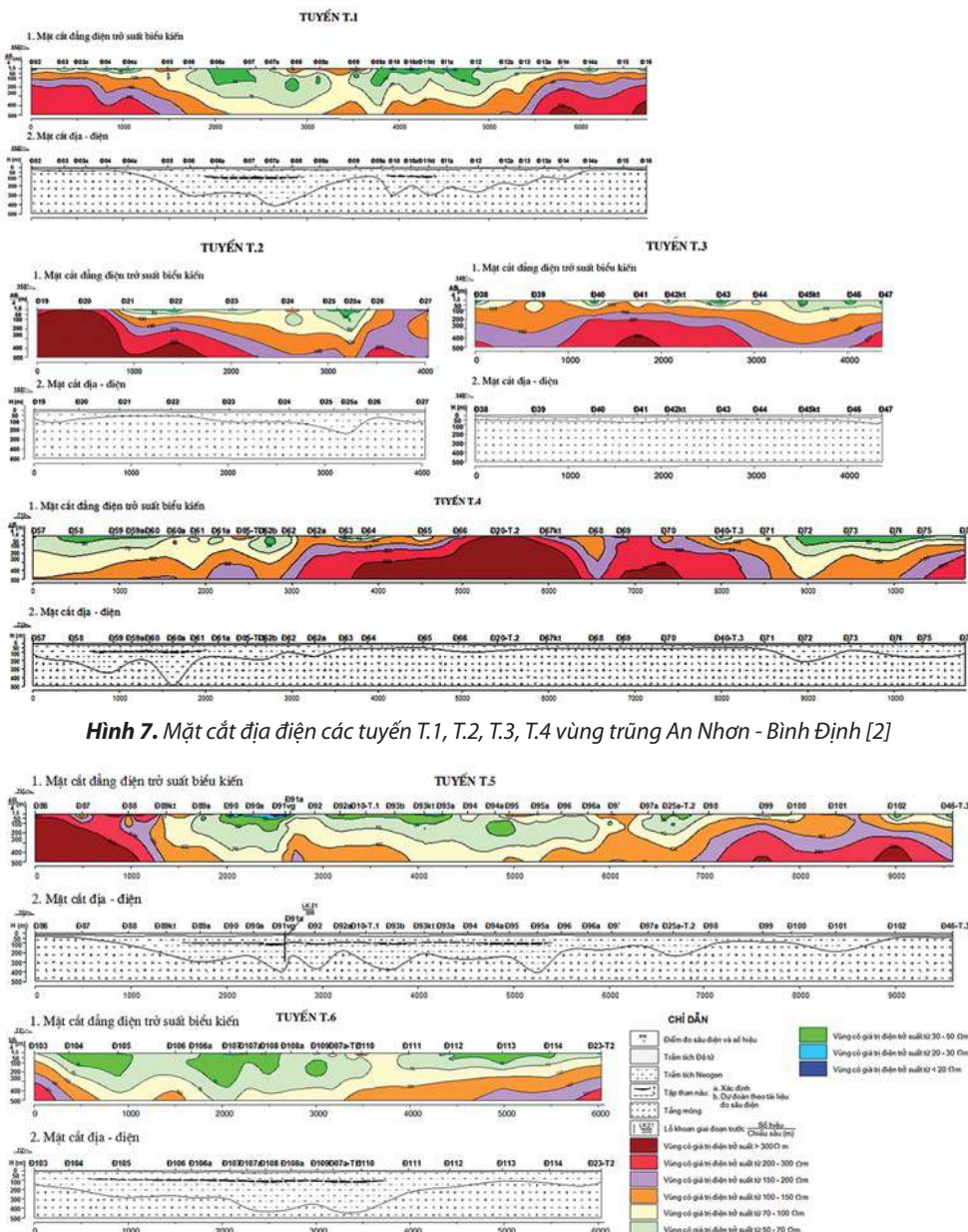
Như vậy, có thể thấy, tiềm năng sinh khí than tại chỗ ở khu vực tương đối thấp (mức sinh cao nhất mới đạt xấp xỉ 394 triệu m³), gần như không có ý nghĩa khai thác thương mại.

5. Kết luận

Tổng hợp các kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả rút ra một số kết luận sau:

- Trũng An Nhơn - Bình Định được thành tạo, lấp đầy bởi các trầm tích Đệ Tứ và trầm tích Đệ Tam tuổi Miocene trên hệ tầng Sông Ba (N₁^{3sb}), có bề dày gần 500m. Trũng có dạng hình ellipsoid uốn lượn, kéo dài theo phương Tây Bắc - Đông Nam, diện tích tương đối nhỏ, xấp xỉ 20km².

- Tồn tại các lớp than trong trũng An Nhơn - Bình



Hình 7. Mặt cắt địa điện các tuyến T.1, T.2, T.3, T.4 vùng trũng An Nhơn - Bình Định [2]

Hình 8. Mặt cắt địa điện các tuyến T.5, T.6, vùng trũng An Nhơn - Bình Định [2]

Định, phân bố trên diện tích khoảng 8km². Đây là loại than nâu có bề dày từ 4,7 - 18m, trung bình 11m. Vách than nằm ở độ sâu từ 90 - 110m, trong khi trụ than nằm ở độ sâu 94 - 125m. Than có điện trở suất thay đổi từ 2,5 - 27,7Ωm, trung bình 10Ωm. Trữ lượng tiềm năng dự báo xấp xỉ 90 triệu tấn than, tương ứng với khả năng sinh khí than tại chỗ (mức cao) khoảng 400 triệu m³.

- Phương pháp đo sâu điện áp dụng tương đối hiệu quả trong việc xác định bề dày trầm tích Đệ Tam, cấu trúc móng của bồn trũng, đồng thời dự đoán, khoanh định được diện phân bố than ở vùng trũng An Nhơn - Bình Định. Phương pháp này có ưu điểm về tính kinh tế, tuy nhiên cũng hạn chế về tính đa nghiệm của bài toán ngược trong phân tích. Do vậy, nếu kết hợp với phương pháp đo địa chấn nông hoặc khoan thông số sẽ giảm thiểu được các rủi ro khi tiến hành công tác tìm kiếm, thăm dò.

Tài liệu tham khảo

1. Đỗ Văn Hải và nnk. Báo cáo kết quả lập bản đồ Địa chất thủy văn - Địa chất công trình vùng Quy Nhơn, Phù Mỹ, Bình Định. Liên đoàn Địa chất Trung - Trung Bộ. 1994.
2. Hoàng Anh Tuấn và nnk. Báo cáo tổng kết Đề tài nghiên cứu cấp Ngành "Nghiên cứu địa chất và đánh giá sơ bộ tiềm năng khí than trầm tích Đệ Tam khu vực đồng bằng

An Nhơn - Bình Định". Viện Dầu khí Việt Nam. 2013.

3. Nguyễn Trọng Nga và nnk. Thăm dò điện phân giải cao. Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội. 1997.
4. Nguyễn Văn Thuấn và nnk. Tổng hợp, biên hội bản đồ địa chất - khoáng sản; đề xuất giải pháp đầu tư thăm dò, khai thác, sử dụng hợp lý một số loại tài nguyên khoáng sản có thể mạnh tại tỉnh Bình Định. Sở Tài nguyên Môi trường Bình Định. 2008.
5. Phạm Năng Vũ và nnk. Địa vật lý thăm dò, Tập I - Thăm dò điện. Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp. 1979.
6. Trần Văn Sinh và nnk. Báo cáo kết quả đo vẽ lập bản đồ địa chất - khoáng sản nhóm tờ Quy Nhơn tỷ lệ 1/50.000. Liên đoàn Địa chất Trung - Trung Bộ. 1999.
7. Trần Văn Trị, Vũ Khúc và nnk. Địa chất và Tài nguyên Việt Nam. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. 2009.
8. Vũ Trụ và nnk. Báo cáo tổng kết Đề tài nghiên cứu cấp Ngành "Đánh giá tiềm năng và khả năng khai thác khí than (CBM) tại dải Trung tâm miền võng Hà Nội (Phù Cừ - Tiên Hưng - Kiến Xương - Tiên Hải)". Viện Dầu khí Việt Nam. 2012.

The application of vertical electric sounding for defining geological structure and coal distribution in the Cenozoic sediments in An Nhơn - Binh Dinh area, central Vietnam

Hoang Anh Tuan¹, Trinh Xuan Cuong¹, Nguyen Quang Tuan¹
 Nguyen Duc Quan², Do Van Nhan³

¹Vietnam Petroleum Institute

²Mid-Central Geological Division (Quy Nhơn - Binh Dinh)

³Hanoi University of Mining and Geology

Summary

This paper presents the results of studies on the geological features and the distribution of coal layers in the Cenozoic sediments in the An Nhơn - Binh Dinh area. The results were based on the newly acquired vertical electric sounding data in combination with regional geological data taken from previous studies. The integrated results showed that the ellipsoid-shape Cenozoic An Nhơn trough, covering an area of approximately 20km², was filled up by upper Miocene sediments of Song Ba formation with a series of thin-bedded coals. In general, the coaly accumulations are not considerably adequate for commercial exploitation, thus suggesting a poor potential of coal-bed methane (CBM) in the investigated area.

Key words: Vertical electric sounding, Cenozoic, upper Miocene, Song Ba formation, thin-bedded coal, coal-bed methane (CBM), An Nhơn - Binh Dinh.