



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

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



# Đề xuất chương trình khảo sát Địa vật lý giếng khoan cho giai đoạn phát triển khai thác tầng chứa Oligocen và Mioxen - Khu vực Đông bắc bể Malay - Thổ Chu

Đặng Ngọc Quý<sup>1,\*</sup>, Đào Viết Cảnh<sup>1</sup>, Lương Đức Phong<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Công ty Điều hành Dầu khí Phú Quốc, Việt Nam

### THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:  
 Nhận bài 26/01/2017  
 Chấp nhận 19/02/2017  
 Đăng online 28/6/2017

### Từ khóa:

Via mỏng, điện trở phương vị, cộng hưởng từ hạt nhân, bất đẳng hướng điện trở suất, LSS, LWD, đo ĐVLGK trong quá trình khoan.

### TÓM TẮT

Các phát hiện khí trong khu vực Đông Bắc bể trầm tích Kainozoi Malay - Thổ Chu ngoài khơi Việt Nam có đặc điểm địa chất khá phức tạp. Môi trường thành tạo của các vỉa chứa chủ yếu là sông ngòi và châu thổ tuổi từ Oligocen tới Mioxen với hàng ngàn tập chứa là cát kết lục nguyên có đặc trưng chiều dày khá mỏng (thin beds) xen kẹp các lớp sét, diện phân bố hẹp và bị chia cắt bởi nhiều hệ thống đứt gãy dẫn đến trữ lượng khí thu hồi của giếng khai thác rất hạn chế. Để phát triển và khai thác mỏ hiệu quả và kinh tế cần số lượng rất lớn giếng khoan thân nhỏ (slim-hole) với thời gian thi công ngắn và chi phí thấp. Vì vậy, chương trình khảo sát địa vật lý giếng khoan cần phải tối ưu giúp giảm giá thành giếng khoan nhưng vẫn đảm bảo cung cấp những thông tin cần thiết có độ tin cậy cao để tối ưu chương trình mở vỉa và gia tăng sản lượng khai thác. Bài báo trình bày những đánh giá về các yếu tố ảnh hưởng tới kết quả phân tích tài liệu địa vật lý giếng khoan, từ đó đề xuất các giải pháp tăng độ tin cậy của kết quả phân tích và chương trình khảo sát địa vật lý giếng khoan cho giai đoạn phát triển mỏ.

© 2017 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

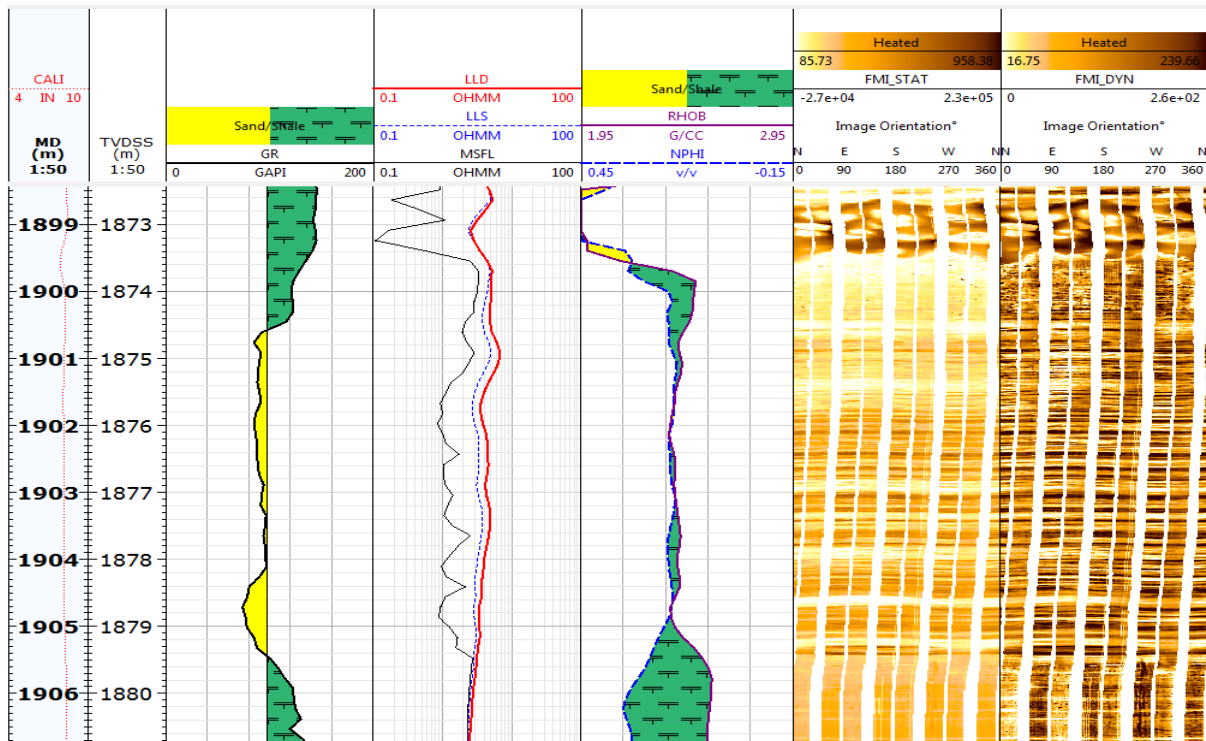
## 1. Giới thiệu

Những đối tượng vỉa chứa cát có điện trở suất biểu kiến thấp, hoặc có độ tương phản điện trở kém giữa tầng chứa và các tập sét lân cận là thách thức không nhỏ cho việc phân tích thông số vỉa chứa từ tài liệu địa vật lý giếng khoan (ĐVLGK), đặc biệt là độ bão hòa nước (SW) - một trong những thông số quan trọng để đánh giá

tiềm năng hydro-carbon. Đây là một trong những đặc điểm của tài liệu ĐVLGK trong khoảng sản phẩm ở khu vực Đông Bắc bể trầm tích Kainozoi Malay - Thổ Chu. Nhìn chung, nhiều nguyên nhân có thể gây ra những đặc điểm trên, vì vậy việc đánh giá đặc trưng vỉa chứa để hiểu rõ các yếu tố ảnh hưởng tới kết quả phân tích tài liệu ĐVLGK, quá trình thu thập và các phân tích tài liệu trước đây trong giai đoạn thăm dò - thăm lượng, từ đó đề xuất chương trình khảo sát ĐVLGK hợp lý cho giai đoạn phát triển mỏ là vô cùng quan trọng cho việc nâng cao hiệu quả kinh tế của dự án.

\*Tác giả liên hệ.

E-mail: [quydn@phuquocpoc.vn](mailto:quydn@phuquocpoc.vn)



Hình 1. Vía chứa cát sét phân lớp mỏng nhận biết được trên tài liệu FMI.

## 2. Đặc điểm địa chất và đặc trưng vỉa chứa

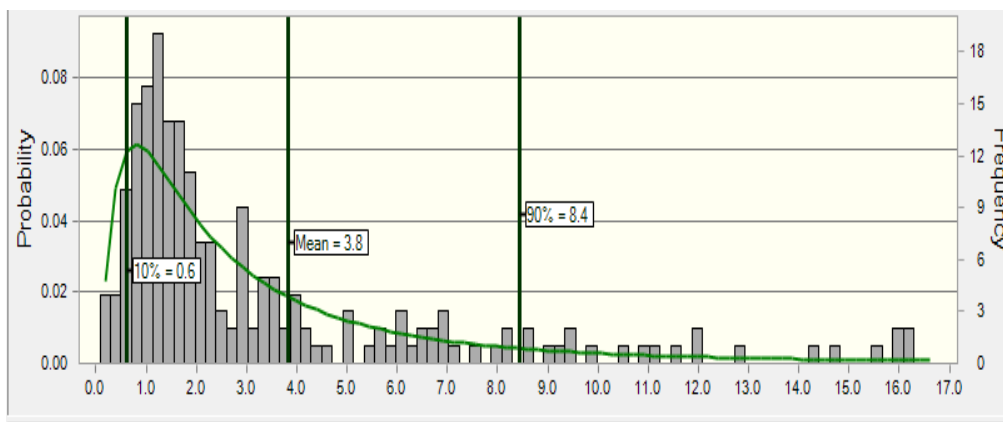
Kết quả minh giải địa chấn và hàng chục giếng khoan thăm dò - thăm lượng tại khu vực Đông Bắc bể trầm tích Kainozoi Malay - Thổ Chu cho thấy đây là khu vực có đặc điểm địa chất khá phức tạp. Môi trường thành tạo của các vỉa chứa chủ yếu là sông ngòi và châu thổ có tuổi từ Oligocen tới Miocen với hàng ngàn tập chứa là cát kết lục nguyên có chiều dày khá mỏng (thin beds) xen kẽ các lớp sét (Hình 1 và Hình 2). Diện phân bố của các tập cát khá hẹp và bị chia cắt bởi nhiều hệ thống đứt gãy, tạo nên các bẫy hỗn hợp tồn tại ở cả hai dạng bẫy cấu trúc và bẫy địa tầng (Hình 3). Kết quả phân tích thạch học từ mẫu lõi và mẫu mùn khoan cho thấy không tồn tại khoáng vật dẫn điện pyrite. Độ khoáng hóa của nước vỉa đo được từ các mẫu nước thay đổi trong khoảng 5000 ppm đến 30000 ppm. Theo kết quả phân tích mẫu đặc biệt (SCAL), độ bão hòa nước dư thấp (từ 10 đến 30%). Vỉa chứa phân bố trong khoảng lớn (từ 1100mTVDSS đến 3100mTVDSS). Độ rỗng hiệu dụng giảm theo chiều sâu do ảnh hưởng bởi nén ép (Hình 4) và độ thấm thay đổi trong khoảng rất rộng (từ <math>1\text{mD}</math> tới <math>6\text{ D}</math>). Các giếng đã khoan với góc

ngiêng trung bình khoảng 30 độ cùng với độ nghiêng của vỉa (bed dipping) thay đổi từ 1 đến 10 độ (dựa trên kết quả phân tích FMI) tạo nên góc nghiêng biểu kiến của vỉa có thể lên tới 40 độ. Góc nghiêng biểu kiến này nằm trong khoảng ảnh hưởng của thiết bị đo, đặc biệt là phép đo điện trở suất. Đặc biệt, đối với các giếng khai thác trong giai đoạn phát triển có góc nghiêng rất lớn (tới 60°) dẫn đến góc nghiêng biểu kiến của vỉa càng lớn, và có thể ảnh hưởng càng lớn đến kết quả đo và phân tích.

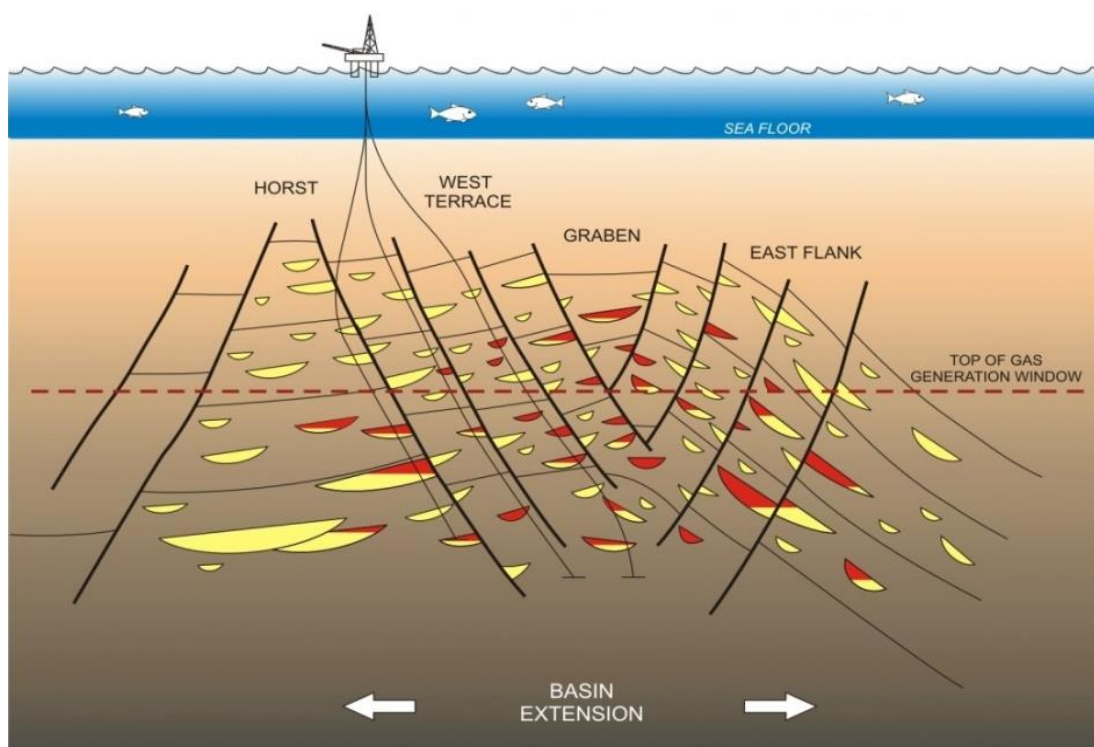
Dựa trên những đánh giá về các đặc điểm địa chất và đặc trưng vỉa chứa từ tài liệu hiện nay, có thể khẳng định yếu tố chính tạo lên đặc điểm vỉa chứa điện trở suất thấp tại khu vực nghiên cứu là do ảnh hưởng của vỉa phân lớp mỏng và góc nghiêng biểu kiến của vỉa lớn. Yếu tố này cùng với các yếu tố chủ quan và khách quan khác ảnh hưởng tới kết quả phân tích địa vật lý giếng khoan sẽ được phân tích trong phần tiếp theo.

## 3. Những yếu tố ảnh hưởng tới kết quả phân tích ĐVLGK

### 3.1. Những yếu tố khách quan



Hình 2. Tần suất phân bố chiều dày hiệu dụng.



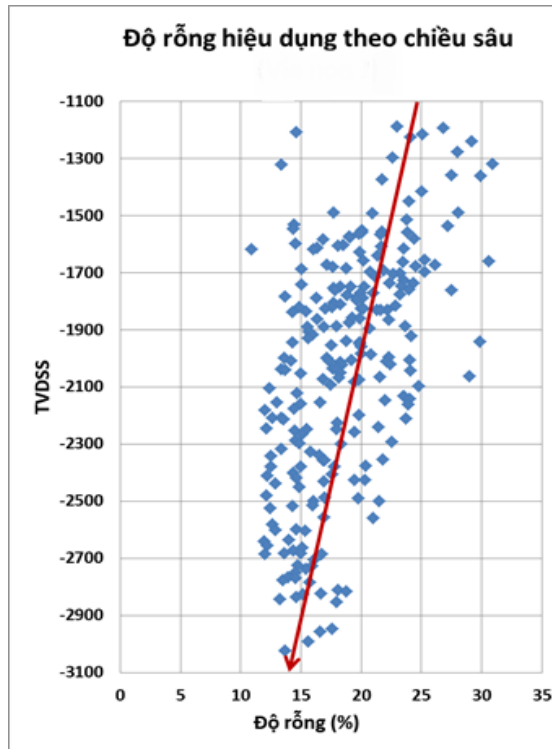
Hình 3. Mô hình hệ thống đứt gãy và phân bố vỉa

**Vỉa phân lớp mỏng và góc nghiêng biểu kiến của vỉa lớn:** Với những vỉa có chiều dày nhỏ hơn độ phân giải theo chiều dọc của thiết bị đo cộng với góc nghiêng biểu kiến của vỉa lớn, các giá trị đo thường bị trung bình hóa hoặc chịu ảnh hưởng bởi các lớp lân cận, dẫn đến chiều dày hiệu dụng tính được thường nhỏ hơn so với thực tế hoặc trong nhiều trường hợp, các vỉa sản phẩm có thể bị bỏ qua.

**Tính chất vỉa thay đổi theo độ sâu:** Nhìn chung, giá trị độ rỗng hiệu dụng giảm theo độ

sâu (Hình 4). Với sự phân bố theo chiều sâu của các vỉa sản phẩm trong khoảng lớn (từ 1100mTVDSS đến 3100mTVDSS), ảnh hưởng của sự nén ép tạo nên sự thay đổi trong khoảng rộng các thông số như m (cementation factor), n (Water saturation exponent) và các giá trị tới hạn (cutoffs) theo độ sâu.

**Hydro-carbon tàn dư trong vỉa bão hòa nước:** Nhiều vỉa nước có sự tồn tại của hydro-carbon tàn dư thể hiện qua việc quan sát thấy ảnh hưởng của khí tới log mật độ và neutron



Hình 4. Sự thay đổi của độ rỗng hiệu dụng theo chiều sâu.

cũng như biểu hiện phát quang yếu qua ánh sáng phân cực của mẫu lõi. Hình 5 là một ví dụ điển hình của vỉa nước có hydro-carbon tồn dư. Ảnh hưởng này dẫn tới giá trị điện trở suất nước vỉa xác định theo phương pháp Pickett plot cao hơn so với giá trị thực.

### 3.2. Những yếu tố chủ quan

#### Thiếu số liệu mẫu nước vỉa và mẫu lõi:

Với đặc điểm địa chất phức tạp, các vỉa sản phẩm phân bố trong khoảng rất rộng (khoảng 2000 m theo độ sâu), số liệu mẫu lõi, mẫu nước vỉa hiện có rất hạn chế và chưa đủ đại diện dẫn tới sai số trong phân tích ĐVLGK.

#### Tổ hợp phương pháp đo chưa phù hợp:

Việc chỉ có các số liệu từ tổ hợp đo truyền thống (GR, Điện trở suất, Neutron, Mật độ) dẫn đến thiếu các tài liệu đủ độ tin cậy và mức độ đại diện để xác định các khoảng tồn tại vỉa phân lớp mỏng và đặc điểm của chúng.

#### Phương pháp phân tích chưa phù hợp:

Đối với đối tượng vỉa phân lớp mỏng, việc áp dụng phương pháp phân tích với mô hình cát sét truyền thống sử dụng tài liệu điện trở suất bị

ảnh hưởng bởi phân lớp mỏng có thể làm cho giá trị độ bão hòa nước tính được cao dẫn tới việc xác định chiều dày hiệu dụng nhỏ hơn thực tế hoặc có thể bỏ qua các vỉa sản phẩm. Hình 6 đại diện cho trường hợp này, giá trị độ rỗng hiệu dụng cũng như giá trị độ bão hòa khí được thể hiện trên track [HC] nhỏ hơn giá trị tới hạn dẫn đến việc bỏ qua vỉa sản phẩm này trong khi tại đây mẫu khí đã khẳng định là vỉa khí.

### 4. Giải pháp tăng độ tin cậy của kết quả phân tích địa vật lý giếng khoan

Nhằm tăng độ tin cậy của kết quả phân tích ĐVLGK từ các yếu tố khách quan và chủ quan như đã đề cập, ba giải pháp đóng vai trò quyết định được trình bày chi tiết như sau:

#### 4.1. Giải pháp thứ nhất - tối ưu chương trình lấy mẫu nước vỉa và mẫu lõi

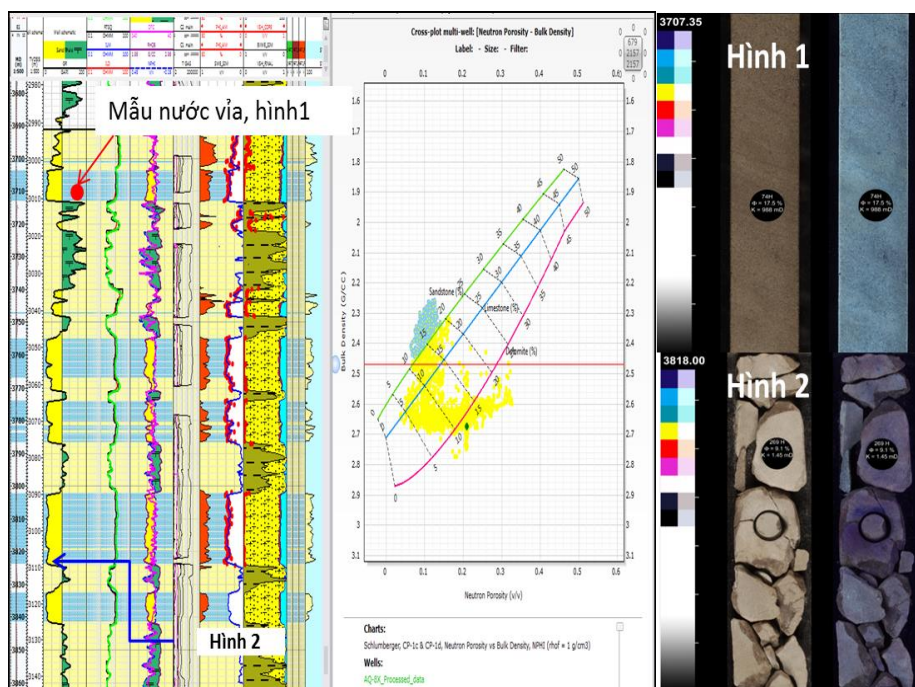
Với đặc điểm các vỉa sản phẩm phân bố rộng theo cả chiều sâu và diện tích trong môi trường chịu ảnh hưởng bởi sự nén ép cộng với ảnh hưởng từ hydrocarbon tồn dư, các thông số đầu vào cho phân tích ĐVLGK như "m", "n", Rw (điện trở suất nước vỉa) và các giá trị tới hạn có thể thay đổi theo chiều sâu và theo khu vực. Vì vậy, chương trình lấy mẫu lõi cũng như mẫu nước vỉa cần được xây dựng và thỏa mãn các điều kiện sau: (i) Mẫu phải có tính chất đại diện cho từng khu vực có đặc điểm địa chất tương đồng; và (ii) Tại mỗi khu vực, số lượng mẫu phải đủ, bao trùm cửa sổ phân bố các vỉa sản phẩm. Vì vậy chương trình lấy mẫu được đề xuất như sau:

##### - Đối với chương trình lấy mẫu nước vỉa:

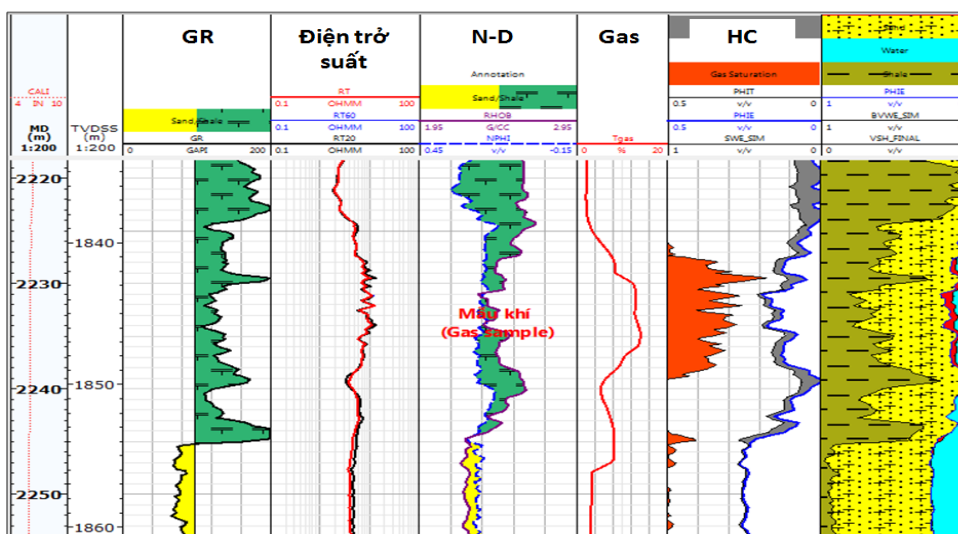
Mẫu sẽ được lấy cho từng khu vực giàn đầu giếng thông qua các giếng thăm định bởi thiết bị lấy mẫu sử dụng cáp. Ngoài ra, có thể kết hợp lấy mẫu trong quá trình đo kiểm tra động thái khai thác của các giếng khai thác.

##### - Đối với chương trình lấy mẫu lõi:

Để phục vụ việc chính xác hóa các tham số đầu vào như "m", "n" và các giá trị tới hạn, thiết bị lấy mẫu sườn SWC (Rotary Side Wall Core) được đề xuất sử dụng thay thế phương pháp lấy mẫu truyền thống (Whole core) vì: (i) Với đặc trưng phân bố vỉa sản phẩm rộng, SWC cho phép lựa chọn các khu vực, các điểm đại diện phù hợp với mục đích để lấy mẫu; (ii) Chi phí thấp do



Hình 5. Ảnh hưởng của Hydro-carbon tàn dư quan sát trên logs và core.



Hình 6. Phương pháp phân tích truyền thống với mô hình cát sét có thể bỏ qua đới phân lớp mỏng.

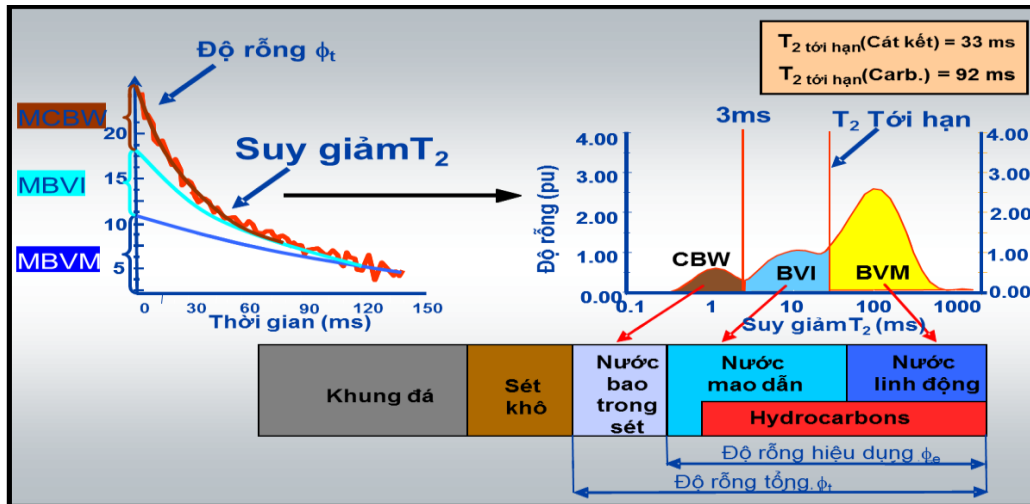
thời gian sử dụng giàn khoan ít; và (iii) Công nghệ hiện nay cho phép lấy mẫu sườn với đường kính mẫu lên tới 2.5 inch và chiều dài từ 2.8 tới 3 inch. Kích thước mẫu này đủ điều kiện cho các phân tích đặc biệt.

#### 4.2. Giải pháp thứ 2 - lựa chọn phương pháp phân tích

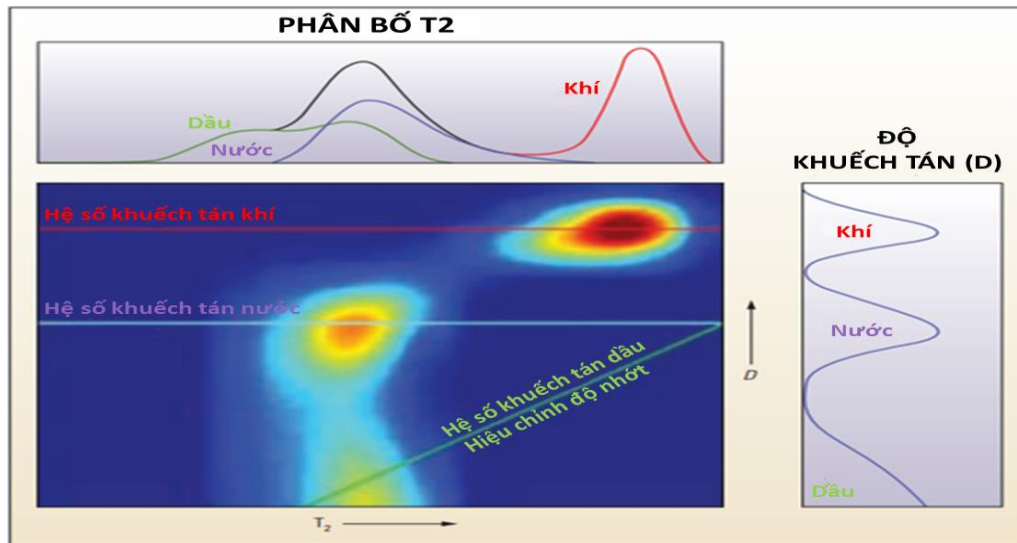
##### 4.2.1. Các phương pháp phân tích

Phương pháp phân tích và xử lý số liệu cộng hưởng từ hạt nhân (Phương pháp NMR)

(Coates và nnk, 1999; Chanh Cao Minh và Billon, 2008) cho biết phương pháp NMR sử dụng nam châm vĩnh cửu để tạo ra từ trường. Trong quá trình đo hạt nhân của các nguyên tử Hydro tồn tại trong chất lưu được phân cực trong từ trường của thiết bị đo. Trong khoảng thời gian chờ (WT), hạt nhân được phân cực theo thời gian bởi hàm số mũ



Hình 7. Mô hình phân tích thời gian suy giảm T2 (T2 Relaxation time) (Coates và nnk, 1999).



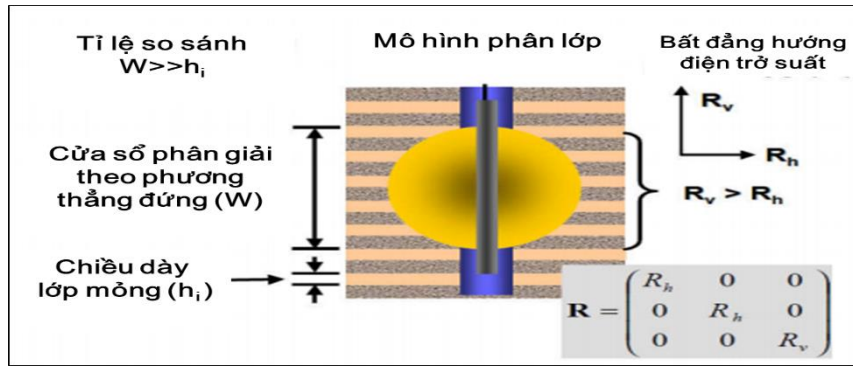
Hình 8. Mô hình phân tích 3D xác định đặc điểm chất lưu (3D NMR Processing) (Coates và nnk, 1999).

(T1). Tiếp theo, Antenna của thiết bị phát chuỗi xung cộng hưởng (Radio Frequency Pulses) ép chuyển động quay của hạt nhân nguyên tử Hydro nghiêng 90°. Với mỗi xung cộng hưởng phát ra, chất lưu sẽ tạo ra một xung cộng hưởng phản xạ (RF echo) và xung này được đo ghi bởi chính antenna của thiết bị. Độ lớn của xung cộng hưởng phản xạ phân rã theo thời gian tuân theo quy luật hàm mũ và được gọi là quá trình suy giảm T2 (T2 Relaxation Time). Các quá trình trên thực chất là hàm liên quan đến sự phân bố lỗ rỗng (pore size distribution), đặc tính của chất lưu và sự khuếch tán (D) của các phân tử. Bằng việc phân

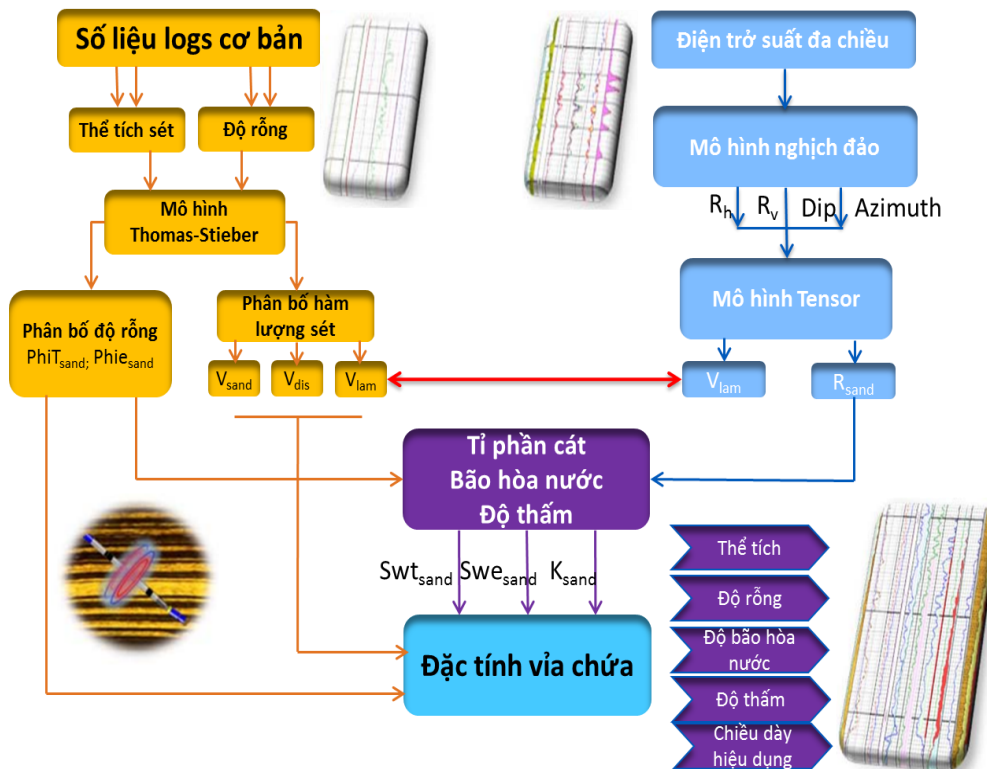
tích các số liệu đo ghi được, phương pháp NMR cho phép xác định độ rỗng một cách độc lập không chịu ảnh hưởng bởi thạch học (Hình 7), loại chất lưu (Hình 8) và các số liệu thể hiện khả năng khai thác của vỉa (productivity index).

Phương pháp NMR áp dụng cho đối tượng phân lớp mỏng mang lại nhiều lợi ích, đặc biệt có thể cho phép nhận biết chính xác các khoáng sản phẩm mà các phương pháp thông thường không thể xác định được do giới hạn của thiết bị.

Phương pháp phân tích cho đối tượng phân lớp mỏng (Phương pháp LSSA) sử dụng tổ hợp đo điện trở suất đa chiều và hình ảnh



Hình 9. Bất đẳng hướng điện trở suất trên mô hình vỉa phân lớp mỏng (Iabani và nnk, 2015).



Hình 10. Mô hình phân tích ĐVLGK cho đối tượng phân lớp mỏng - LSSA (Yared và nnk, 2010).

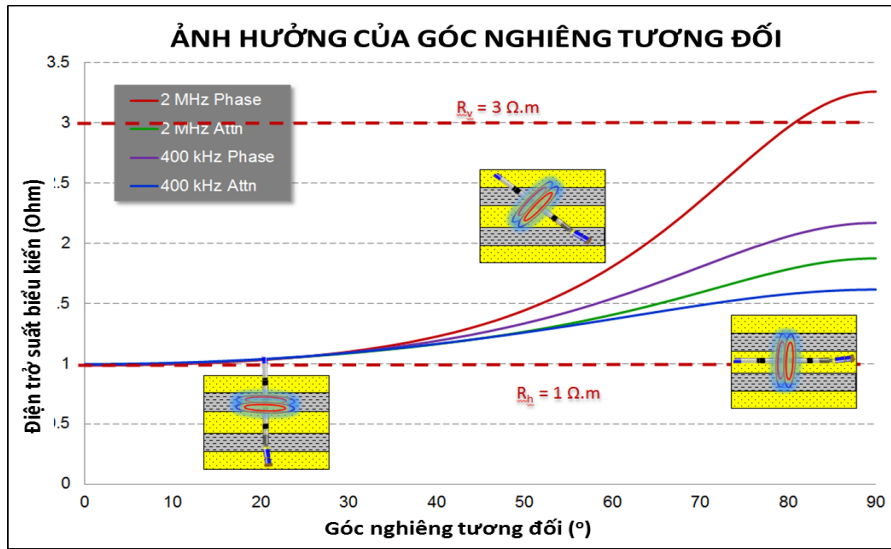
Cách tiếp cận truyền thống trong phân tích ĐVLGK cho đối tượng phân lớp mỏng thường tập trung vào việc tăng độ phân giải theo chiều thẳng đứng của thiết bị đo điện trở suất. Tuy nhiên, để tăng độ phân giải này cần giảm khoảng cách giữa cực phát và cực thu dẫn đến giá trị đo lại chịu ảnh hưởng lớn bởi đới thấm xung quanh thành giếng.

Theo Mele và nnk (2005), Igbani và nnk (2015) bằng cách bố trí các dây điện cực thu và phát theo ba hướng XX, YY và ZZ, phương pháp đo điện trở suất đa chiều cung cấp các thông tin

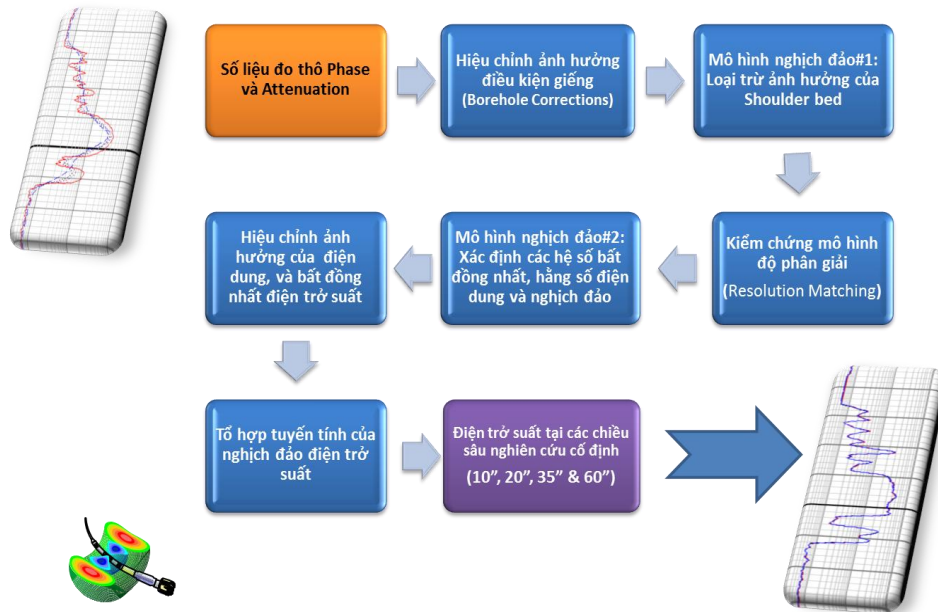
cần thiết để xác định điện trở suất theo chiều ngang ( $R_h$ ) và theo chiều dọc ( $R_v$ ). Ngoài ra kỹ thuật đa tần số tập trung được sử dụng để giảm thiểu tác dụng của đới ngấm.

Từ các số liệu thu được từ thiết bị này, đặc biệt là hệ số bất đồng nhất điện trở suất, giá trị  $R_v$  và  $R_h$ , có thể nhận biết các khoảng có sự bất đồng nhất về điện trở suất trong đó có phân lớp mỏng (Hình 9).

Kết hợp với các tài liệu địa vật lý giếng khoan cơ bản, phương pháp phân tích cho đối tượng cát sét phân lớp mỏng (LSSA - Laminar



Hình 11. Ảnh hưởng của góc nghiêng tương đối, tần số phát tới giá trị đo điện trở (Yared và nnk, 2010).



Hình 12. Mô hình giả lập xác định điện trở suất thực (MPRTEx) Baker Hughes (Yared và nnk, 2010).

Sand Shale Analysis) (Yared và nnk, 2010) được áp dụng phổ biến hiện nay (Hình 10). Trước tiên, dựa trên mô hình Thomas-Stieber (Yared và nnk, 2010; Igbani và nnk, 2015) và các tài liệu địa vật lý cơ bản, mô hình phân bố của sét được tính toán và phân chia thành thể tích sét phân lớp (V<sub>lam</sub>) và thể tích sét xâm tán (V<sub>dis</sub>). Mô hình phân bố này được sử dụng để xác định độ rỗng hiệu dụng của cát. Tiếp theo, thể tích sét xâm tán (V<sub>dis</sub>) cũng được tính toán từ số liệu đo

điện trở suất ba chiều áp dụng mô hình “Tensor”. Kết quả tính thể tích sét xâm tán này được so sánh với kết quả từ mô hình Thomas-Stieber nhằm xác định yếu tố nào tạo nên sự bất đồng hướng của điện trở suất, từ đó xác định khoảng có phân lớp mỏng và giá trị điện trở suất của cát tương ứng (R<sub>sand</sub>). Cuối cùng LSSA sẽ sử dụng điện trở suất thực của cát (R<sub>sand</sub>) để tính độ bão hòa nước.



Để kết quả phân tích có độ chính xác cao, phương pháp đo hình ảnh nên được sử dụng nhằm: (i) Xác định góc nghiêng biểu kiến của vỉa. (ii) Kiểm tra kết quả xử lý tài liệu điện trở suất ba chiều; (iii) Kiểm tra độ chính xác trong việc xác định các khoảng có phân lớp mỏng từ LSSA; và (iv) Giúp kiểm tra độ chính xác kết quả tính tỷ phần hiệu dụng (Net to Gross).

*Xây dựng mô hình giả lập xác định điện trở suất thực (Phương pháp mô hình giả lập)*

Theo Yared và nnk (2010) và Oifoghe (2014) trong môi trường bất đẳng hướng về điện trở suất, phép đo điện trở suất chịu ảnh hưởng bởi hướng đo do tín hiệu đi qua ranh giới giữa các lớp có điện trở suất khác nhau dẫn đến giá trị đo là kết quả của sự kết hợp giữa điện trở suất theo chiều dọc (Rv) và điện trở suất theo phương ngang (Rh). Với công nghệ đo sử dụng sóng điện từ hiện nay, độ lớn của hiệu ứng bất đẳng hướng chịu ảnh hưởng bởi tần số phát của sóng điện từ, khoảng cách giữa cực thu và cực phát, kiểu đo điện trở suất theo pha hoặc theo độ suy giảm và góc nghiêng tương đối của lớp với thiết bị đo.

Góc nghiêng tương đối đóng một vai trò quan trọng trong phép đo điện trở suất. Khi góc nghiêng tương đối nhỏ ( $< 35^\circ$ ), các cảm biến đo thường đáp ứng với các thành phần nằm ngang của điện trở. Tuy nhiên, khi góc nghiêng tương đối lớn ( $> 35^\circ$ ), sóng điện từ sẽ chạy qua ranh giới các lớp, kết quả chịu ảnh hưởng mạnh của các thành phần thẳng đứng của điện trở suất. Hình 11 mô tả ảnh hưởng của góc nghiêng tương đối tới phép đo điện trở suất sử dụng công nghệ sóng điện từ, cho thấy với các tần số phát, kiểu đo khác nhau trên cùng một đối tượng đo, giá trị đo được là khác nhau.

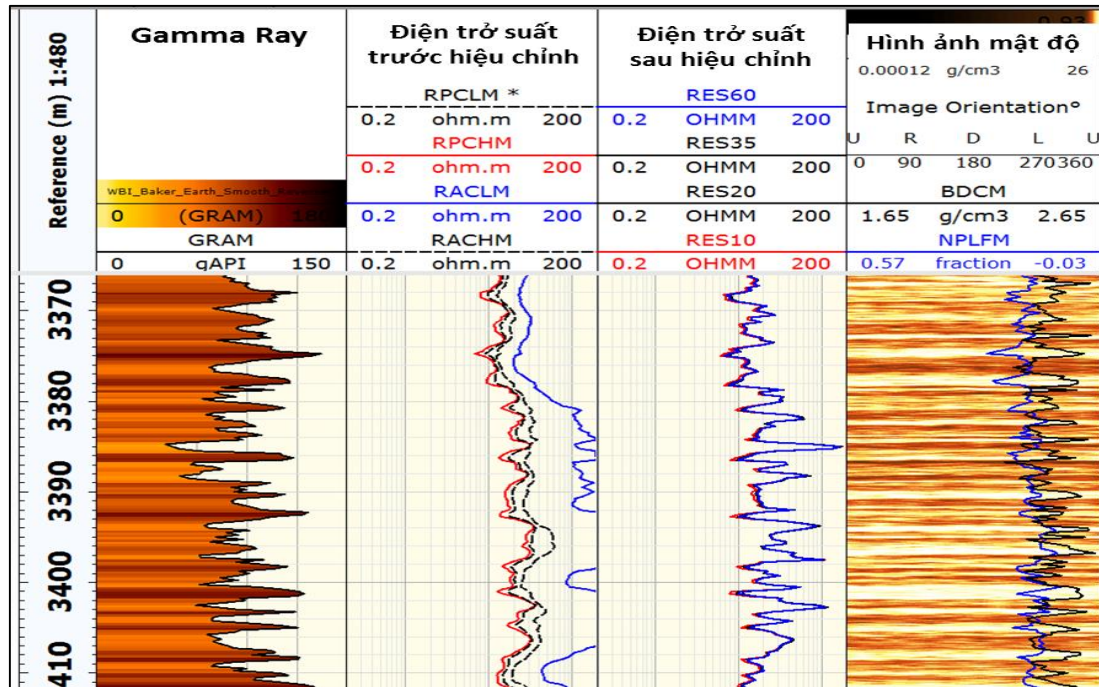
Dựa trên nguyên lý này, các thiết bị đo điện trở suất trong quá trình khoan (LWD) sử dụng công nghệ sóng điện từ bằng hai tần số phát 400Hz và 2MHz và bố trí bốn đầu phát và hai đầu thu với khoảng cách khác nhau cho phép thu nhận 32 đường cong điện trở suất sơ bộ làm đầu vào của mô hình giả lập xác định điện trở suất thực. Hình 12 mô tả phương pháp hiệu chỉnh MPRTX của Baker Hughes. Đối với đối tượng vỉa phân lớp mỏng, giá trị điện trở suất thực này sẽ được sử dụng trong mô hình LSSA

như đã giới thiệu trong phần 4.2 (Hình 8). Một trong những lợi ích của phương pháp là việc kết hợp các phương pháp đo trong quá trình khoan như Density, Neutron giúp thay thế hoàn toàn phương pháp đo sử dụng cáp truyền thống, giảm thời gian thi công giếng khoan. Ngoài ra, tiến hành đo trong quá trình khoan, thiết bị đo có thể được xoay cho phép đo ghi hình ảnh thể hiện sự thay đổi mật độ giúp xác định góc nghiêng tương đối của vỉa (relative dip angle) chính xác cũng như xác định các khoảng phân lớp mỏng nhằm hiệu chỉnh mô hình giả lập để kết quả có độ tin cậy cao hơn. Hình 13 là kết quả hiệu chỉnh MPRTX tại khoảng sản phẩm của một đối tượng có đặc điểm tương tự thuộc bồn trũng Cửu Long được đo và xử lý bởi Baker Hughes. Track 2 biểu diễn các đường cong điện trở suất trước khi hiệu chỉnh cho thấy độ tương phản điện trở suất giữa các lớp cát chứa dầu và các lớp sét không cao, giá trị bị trung bình hóa và không thể hiện rõ sự phân lớp so sánh với hình ảnh mật độ. Kết quả sau hiệu chỉnh đã phản ánh rất tốt độ tương phản điện trở suất giữa các lớp cát sét xen kẽ (track 3) và phù hợp với hình ảnh mật độ đo được (track 4).

#### 4.2.2. Đánh giá và lựa chọn phương pháp phân tích

Để xây dựng chương trình khảo sát ĐVLGK tối ưu, việc đánh giá ưu nhược điểm cũng như khả năng áp dụng trong điều kiện cụ thể của từng phương pháp phân tích được tiến hành và trình bày trong Bảng 1.

Xét trên yếu tố kỹ thuật và hiệu quả kinh tế, có thể nhận thấy từng phương pháp đơn lẻ đều có những ưu nhược điểm riêng. Về mặt kỹ thuật, phương pháp cộng hưởng từ hạt nhân và phương pháp LSSA sử dụng tổ hợp đo điện trở suất đa chiều và hình ảnh cho kết quả có độ tin cậy cao nhưng việc áp dụng một trong hai phương pháp này cho toàn bộ các giếng khoan sẽ giảm hiệu quả kinh tế của dự án bởi: (i) Thời gian thi công giếng khoan tăng ít nhất 10 đến 15 giờ/1 giếng khoan; (ii) Giá thuê dịch vụ tăng từ 150,000 đến 300,000 USD/1 giếng khoan; và (iii) Khả năng kẹt thiết bị cao do đường kính của thiết bị lớn so với giếng thân nhỏ, góc nghiêng lớn, khoan qua các đới có sự chênh lệch áp cao.



Hình 13. Kết quả MPRTX kết hợp với hình ảnh mật độ của một giếng khoan thuộc bồn trũng Cửu Long.

Bảng 1. Đánh giá khả năng áp dụng của các phương pháp trong điều kiện cụ thể của khu vực nghiên cứu: 1) Phương pháp cộng hưởng từ hạt nhân; 2) Phương pháp LSSA; 3) Phương pháp mô hình giả lập xác định điện trở suất thực.

Phương pháp	Ưu điểm	Nhược điểm	Khả năng áp dụng trong điều kiện của khu vực phát triển
1	Xác định các khoảng sản phẩm cũng như các tham số địa vật lý với độ chính xác cao, độc lập với các phương pháp khác	Tốc độ đo ghi chậm, giá thành cao. Quá trình phân tích đòi hỏi sự hiểu biết tốt về phương pháp đo cũng như thời gian phân tích (ước tính 2 tuần/1 giếng). Nhiều khả năng kẹt thiết bị đo trong giếng thân nhỏ do đường kính thiết bị lớn và khoan trong điều kiện chênh áp lớn.	Khả năng áp dụng không cao do ảnh hưởng tới hiệu quả kinh tế của dự án Có thể xem xét như một phương án dự phòng cho số ít giếng đại diện.
2	Xác định các khoảng sản phẩm từ đối tượng vỉa mỏng xen kẹp. Giảm thiểu sai số trong phân tích ĐVLGK cho đối tượng này.	Tốc độ đo và ghi chậm. Nhiều khả năng kẹt thiết bị đo trong giếng thân nhỏ do đường kính thiết bị lớn và khoan trong điều kiện chênh áp lớn. Thời gian phân tích lâu(ước tính 2 tuần/1 giếng). Chi phí cao	Đây là phương pháp thường được sử dụng cho đối tượng vỉa mỏng xen kẹp. Có thể xem xét như là phương án kiểm chứng cho các phương pháp phân tích khác
3	Chi phí thấp Thời gian phân tích nhanh Có thể xác định điện trở suất thực của các vỉa sản phẩm.	Để có độ chính xác chấp nhận được, đòi hỏi sự hiểu biết tốt về phương pháp, đối tượng nghiên cứu cũng như một số thông tin đầu vào từ các phương pháp khác như hình ảnh giếng khoan...	Khả năng áp dụng cao. Mô hình phân tích cần được kiểm chứng cũng như hiệu chỉnh bằng các phương pháp có độ tin cậy cao hơn

Từ những đánh giá nêu trên, một phương án phân tích kết hợp được lựa chọn như sau:

**Phương pháp chính:** Xây dựng mô hình giả lập xác định điện trở suất thực (Rsand) từ số liệu propagation resistivity, áp dụng mô hình phân tích cho đối tượng phân lớp mỏng sử dụng kết quả Rsand từ mô hình giả lập. Phương pháp này sẽ được áp dụng cho các giếng phát triển.

**Phương pháp kiểm chứng:** Sử dụng phương pháp LSSA dùng số liệu từ tổ hợp đo điện trở suất đa chiều và hình ảnh làm cơ sở để kiểm chứng cũng như hiệu chỉnh cho mô hình giả lập xác định điện trở suất thực nêu trên nhằm tăng mức độ tin cậy của mô hình. Phương pháp này sẽ áp dụng cho các giếng khoan thăm lượng có tính chất đại diện cho các khu vực cụ thể.

#### 4.2. Giải pháp thứ 3 - Đề xuất chương trình khảo sát địa vật lý giếng khoan

Với hai giải pháp đã lựa chọn bên trên, giải pháp cho chương trình khảo sát ĐVLGK được đề xuất như sau:

- Đối với giếng khoan phát triển:

Đối với các giếng khoan phát triển, LWD được lựa chọn để thay thế cách đo truyền thống cho các tổ hợp địa vật lý giếng khoan cơ bản nhằm giảm thời gian thi công giếng (Ước tính thời gian thi công giếng giảm khoảng 6 giờ/1 giếng). Ngoài ra, tại từng khu vực giàn đầu giếng, một giếng khoan phát triển đại diện cũng sẽ được lựa chọn để khảo sát hình ảnh mật độ (density image) mà không bị ảnh hưởng tới thời gian thi công. Kết quả phân tích hình ảnh bao gồm góc nghiêng tương đối của vỉa (Apparent dipping bed), góc phương vị của vỉa (dip azimuth), chiều dày lớp (bed thickness)

Bảng 2. Chương trình khảo sát ĐVLGK cho các giếng khoan phát triển.

Tổ hợp đo	Số liệu đo	Mục đích
<b>LWD:</b> GR-Density-Neutron-Propagator Resitivity	GR-RHOB-NPHI	Tính toán thạch học, độ rỗng
	Phase and Attenuation resistivities	Áp dụng mô hình giả lập xác định điện trở suất thực.
	Density Image	- Cung cấp thông số đầu vào cho mô hình giả lập. - Kiểm chứng kết quả hiệu chỉnh điện trở suất thông qua việc xác định các khoảng phân lớp mỏng.
<b>Wireline:</b> GR-CBL	GR-CCL-VDL-CBL	Đánh giá chất lượng bơm trám xi măng giúp quyết định kế hoạch mở vỉa.

Bảng 3. Chương trình khảo sát ĐVLGK cho các giếng khoan thăm định.

Tổ hợp đo	Số liệu đo	Mục đích
<b>Wireline:</b> GR-Density-Neutron-Resitivity	GR-RHOB-NPHI-Sonic-Resistivity	- Áp dụng phương pháp LSSA cho đối tượng vỉa phân lớp mỏng
Multi Component Resistivity	Azimuthal Resistivity	- Kiểm chứng và hiệu chỉnh mô hình giả lập xác định điện trở suất thực áp dụng cho các giếng phát triển
Micro Scanner	Borehole Image	
Pressure and fluid sampling	Pressures Fluid samples	- Xác định áp suất vỉa, phân loại chất lưu - Xác định độ khoáng hóa của nước vỉa
Rotary Side Wall Core (SWC)	Core plugs	- Xác định giá trị m, n cho các khu vực, thành hệ - Chính xác hóa hệ số cutoffs

sẽ được sử dụng để chính xác hóa thông số đầu vào cũng như kiểm chứng kết quả của mô hình giả lập xác định điện trở suất thực cho từng khu vực giàn dầu giếng. Chất lượng bơm trám xi măng được khảo sát độc lập, không sử dụng giàn khoan (off-line) trước khi bắn mở vỉa nhằm giảm chi phí thuê giàn khoan. Kết quả phân tích chất lượng bơm trám xi măng được sử dụng để hiệu chỉnh kế hoạch bắn mở vỉa, tránh mở những vỉa có thể kết nối với vỉa nước lân cận do chất lượng bơm trám xi măng kém, ảnh hưởng xấu tới hiệu quả khai thác của giếng.

- Đối với giếng khoan thăm lượng đại diện:

Đối với các giếng thăm lượng đại diện, cần xây dựng các tiêu chí lựa chọn dựa trên những nghiên cứu địa chất chi tiết để áp dụng chương trình khảo sát đầy đủ (Bảng 3) làm cơ sở hiệu chỉnh và kiểm chứng mô hình giả lập áp dụng cho các giếng phát triển, cũng như xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu mẫu lõi (core plugs), mẫu nước vỉa và các giá trị tới hạn đầy đủ và đại diện cho khu vực phát triển giúp giảm thiểu sai số trong phân tích ĐVLGK.

## 5. Kết luận

Với đặc điểm địa chất, đặc trưng vỉa chứa phức tạp của khu vực nghiên cứu, qua phân tích đánh giá đã xác định những yếu tố ảnh hưởng tới kết quả phân tích ĐVLGK bao gồm: (i) vỉa phân lớp mỏng, (ii) trường nén ép theo độ sâu, (iii) hydro-carbon tàn dư trong vỉa bão hòa nước, (iv) tổ hợp phương pháp đo ĐVLGK và (v) phương pháp phân tích. Vì vậy, để tăng độ tin cậy của kết quả phân tích ĐVLGK trong điều kiện giảm thiểu chi phí, ba giải pháp cần triển khai áp dụng đồng thời bao gồm: (i) tối ưu chương trình lấy mẫu nước vỉa và mẫu lõi; (ii) lựa chọn phương pháp phân tích phù hợp; và (iii) xây dựng chương trình khảo sát ĐVLGK tối ưu. Trong đó việc tối ưu chương trình khảo sát ĐVLGK trực tiếp giúp giảm giá thành giếng khoan và tăng hiệu quả kinh tế của dự án.

## Tài liệu tham khảo

- Chanh Cao Minh and Billon O., 2008. *Extreme Thin-Beds Formation Evaluation*. AAPG International Conference and Exhibition, Cape Town, South Africa, October 26-29, pp. 2-3.
- Coates, G. R., Xiao, L. and Prammer M. G., 1999. *NMR Logging Principles and Applications Book*. Halliburton Energy Services, pp 1-112.
- Igbani, S., Ogoun, E., and Sintei, E., 2015. *A comparative review on the petrophysical evaluation of thinly bedded reservoirs using conventional and 3d explorer data*. International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research Vol. 02, Issue 10, pp.0848-0863.
- Mele, M., Galli, M.T., Borghi, M., Livraghi, L., Brambilla, F. and Mollison, R., 2005. *Interpreting anisotropic reservoirs with the integration of NMR, dielectric, nuclear and borehole image log data - a case history from Italy*. Offshore Mediterranean Conference and Exhibition in Ravenna, Italy, March 16-18, pp. 4-8.
- Oifoghe, S., 2014. *Identifying and Quantifying Hydrocarbons in Low Resistivity Pay Zones - Challenges and Solution*. Baker Hughes presentation, pp. 29-31
- Yared, K. Pelorosso, M. Altintutar, I. Buster, D., Manuel, E., Doyle, J., and Russell, C., 2010. *Novel Approach to Quantifying Deepwater Laminated Sequences Using Integrated Evaluation of LWD Real-Time Shear, Porosity, Azimuthal Density and High Resolution Propagation Resistivity*. SPE Deepwater Drilling and Completions Conference held in Galveston, Texas, USA, 5-6 October, pp. 6-14.

## ABSTRACT

### Proposal of well data acquisition plan in production and development phase for Oligocene and Miocene reservoirs in Northeastern area of Malay - Tho Chu Basin

Quy Ngoc Dang <sup>1</sup>, Canh Viet Dao <sup>1</sup>, Phong Duc Luong <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Phu Quoc Petroleum Operating Company, Vietnam.

The discovery of the gas fields in the Northeastern flank of the Kainozoi Malay - Tho Chu Basin, offshore Vietnam has quite complex geology characteristics. The reservoirs primarily deposited in fluvial-deltaic environment aging Oligocene to Miocene, comprising thousands of thin sandstones which restricted dynamic connectivity and compartmentalized by many faults systems, consequently the gas reserves per well are very limited. In order to develop these gas fields effectively and economically, it requires numerous slimhole producers with short time of drilling & completion and low cost. Therefore, well data acquisition plan must be optimized for minimizing well cost while preserving essential input parameters for improving perforation strategy for increasing production. The paper presents the key factors which are affected to petrophysical interpretation results, and then proposes the solutions to enhance the petrophysical interpretation results and the most optimized and applicable well data acquisition plan for production and development phase.

*Keywords:* Thin beds, Azimuthal Resistivity, NMR - Nuclear Magnetic Resonance, Resistivity Anisotropy, LSS, LWD: logging while drilling.