

MỐI QUAN HỆ GIỮA TƯỚNG ĐÁ VÀ ĐỘ THẨM Ở GIẾNG KHOAN BỂ NAM CÔN SƠN

Nguyễn Văn Đô¹, Tô Xuân Bản²

¹Viện Dầu khí Việt Nam

²Đại học Mỏ - Địa chất

Email: donv@vpi.pvn.vn

Tóm tắt

Việc xác định đặc tính thấm chứa của vỉa chứa chủ yếu dựa trên số liệu độ rỗng, độ thấm đo được từ các mẫu và các đường cong địa vật lý giếng khoan. Để tiết kiệm thời gian và chi phí cũng như đánh giá được các khu vực chưa lấy mẫu và khu vực sẽ khoan thêm giếng mới mà không cần xây dựng mô hình địa chất cần nghiên cứu mối quan hệ giữa tướng đá với độ thấm. Bài báo phân tích mối quan hệ giữa tướng đá và độ thấm ở giếng khoan tại bể Nam Côn Sơn, từ đó đưa ra nhận định và đánh giá về vỉa chứa cần nghiên cứu trên cơ sở các phương pháp thống kê và địa thống kê.

Từ khóa: Tướng đá, độ thấm, thống kê, địa thống kê, bể Nam Côn Sơn.

1. Giới thiệu

Hiện nay, đối tượng cát kết Miocene giữa bể Nam Côn Sơn chiếm sản lượng khai thác chủ yếu. Theo các báo cáo phát triển mỏ, khu vực này còn một số mỏ sẽ tiến hành khoan thêm giếng. Vì vậy, để có cái nhìn chi tiết về đối tượng cũng như không phải sử dụng đến mô hình mô phỏng thì việc nghiên cứu tính chất thấm chứa để phục vụ công tác thăm dò đối tượng này là rất quan trọng. Tuy nhiên, việc nghiên cứu đặc tính thấm chứa của vỉa chỉ dựa trên đánh giá các tài liệu đo độ thấm, độ rỗng từ các mẫu lấy được và các đường cong địa vật lý giếng khoan từ đó đưa ra đánh giá tính thấm chứa của vỉa chứa dưới dạng 1 chiều, sơ lược chứ chưa có đánh giá hay nhận định các khu vực không lấy được mẫu hay những khu vực sẽ khoan giếng mới, đặc biệt những vỉa cát có xuất hiện các hạt sét cứng lớn (mudclast nuddle hoặc pellet). Bởi vì điều đó đóng vai trò lớn về sản lượng khai thác trong quá trình thăm dò dầu khí tại đối tượng này.

Xuất phát từ tình hình thực tế trên, nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu mối quan hệ giữa tướng đá với độ thấm cho tầng cát kết Miocene giữa bể Nam Côn Sơn nhằm giới thiệu phương pháp để giúp hiểu

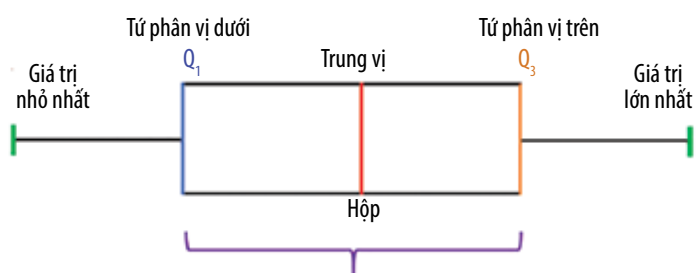
rõ hơn về đối tượng cũng như tiết kiệm thời gian trong quá trình xây dựng mô hình mô phỏng.

Kết quả của nghiên cứu giúp giải quyết hạn chế trong việc cải thiện dự báo tính chất thấm chứa cho những khu vực không lấy mẫu, phục vụ công tác thăm dò cho những giếng mới sau này, đồng thời nâng cao hiệu quả khai thác dầu khí đối tượng này. Ngoài ra, tạo tiền đề để tác giả tiến hành nghiên cứu sâu hơn về quan hệ giữa tướng đá với độ thấm cũng như tiến hành nghiên cứu hướng mới trong xây dựng mô hình số trị đánh giá ảnh hưởng của pellet tới đặc tính thấm, chứa dầu khí tại khu vực bể Nam Côn Sơn.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp thống kê cơ bản

Phương pháp thống kê cơ bản là sử dụng các biểu đồ hộp (còn gọi là box plot hay box and whisker plot) và biểu đồ tần suất (histogram).



Khoảng biến thiên tứ vị
Hình 1. Biểu đồ hộp [1]

Ngày nhận bài: 21/5/2020. Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 21/5 - 5/6/2020.

Ngày bài báo được duyệt đăng: 13/8/2020.

Biểu đồ hộp diễn tả 5 vị trí phân bố của dữ liệu: giá trị nhỏ nhất (min), tứ phân vị thứ nhất (Q_1), trung vị (median), tứ phân vị thứ 3 (Q_3) và giá trị lớn nhất (max).

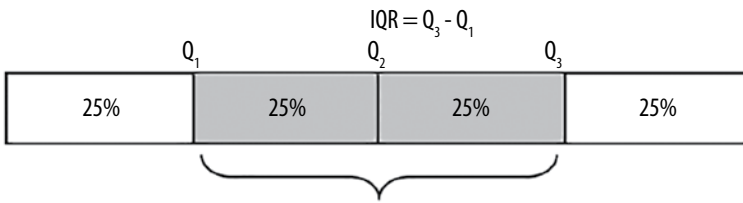
Đặc trưng của biểu đồ hộp:

- Biểu đồ hộp biểu diễn các đại lượng quan trọng của dãy số (như: giá trị nhỏ nhất, giá trị lớn nhất, tứ phân vị, khoảng biến thiên tứ phân vị) trực quan, dễ hiểu.
- Trên biểu đồ hộp, ngoài các đại lượng số trung bình, trung vị, còn thể hiện các thông số sau:

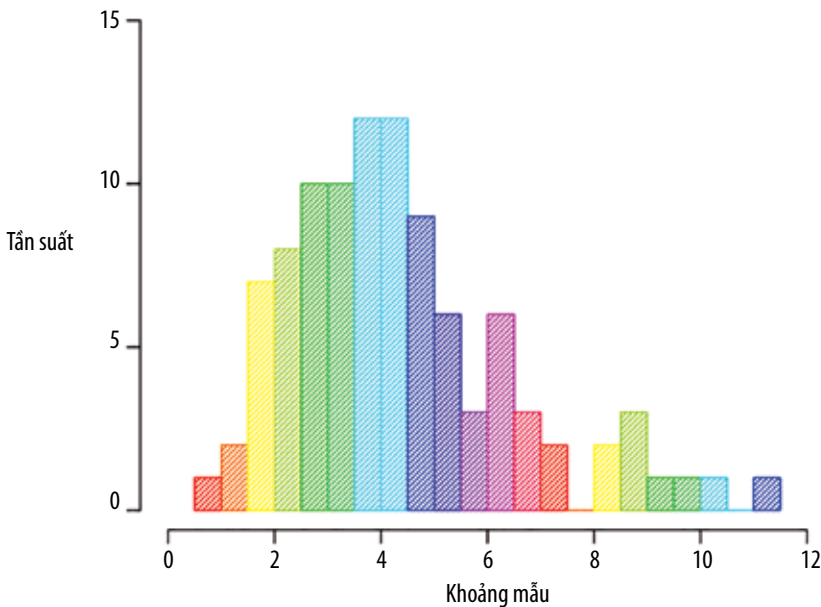
(1) Số phân tử hay còn gọi là tứ phân vị (Quartiles): Tứ phân vị là đại lượng mô tả sự phân bố và sự phân tán của tập dữ liệu. Số phân tử có 3 giá trị, đó là số phân tử thứ nhất (Q_1), thứ nhì (Q_2) và thứ ba (Q_3). Ba giá trị này chia một tập hợp dữ liệu (đã sắp xếp dữ liệu theo trật tự từ bé đến lớn) thành 4 phần có số lượng quan sát đều nhau.

Tứ phân vị được xác định như sau:

- + Sắp xếp các số theo thứ tự tăng dần;
- + Cắt dãy số thành 4 phần bằng nhau;
- + Tứ phân vị là các giá trị tại vị trí cắt.



Hình 2. Khoảng biến thiên số phân tử [1]



Hình 3. Biểu đồ tần suất [2]

(2) Khoảng biến thiên số phân tử (IQR - Interquartile Range) được xác định như Hình 2.

Biểu đồ tần suất cho thấy sự thay đổi, biến động của dữ liệu. Dạng phân bố tần suất bằng đồ thị thể hiện sự bình thường hay bất thường của chỉ tiêu chất lượng và quá trình, từ đó giúp đưa ra quyết định phù hợp để cải tiến, nâng cao chất lượng.

2.2. Phương pháp địa thống kê

2.2.1. Phương pháp thử nghiệm K-S

Thử nghiệm Kolmogorov-Smirnov (thử nghiệm K-S) (<http://www.physics.csbsju.edu/stats/KS-test.html>) dùng để xác định sự khác nhau giữa 2 bộ dữ liệu (dữ liệu cần kiểm tra so với bộ dữ liệu chuẩn). Thử nghiệm K-S có lợi thế là không đưa ra giả định về việc phân phối dữ liệu.

Thử nghiệm này được sử dụng trong trường hợp phép so sánh được thực hiện giữa phân phối mẫu quan trắc và phân phối theo lý thuyết cụ thể như sau:

- Thử nghiệm K-S một mẫu được sử dụng để kiểm tra độ phù hợp và sẽ tối ưu nếu kích thước của mẫu nhỏ. Thử nghiệm K-S một mẫu sẽ so sánh hàm phân phối tích lũy cho một biến với một phân phối cho trước. Giả thiết rằng sẽ là không có sự khác biệt nào giữa phân phối quan sát được và phân phối theo lý thuyết. Giá trị thống kê thử nghiệm D được tính theo công thức:

$$D = \text{Maximum} |F_o(X) - Fr(X)| / D = \text{Maximum} |F_o(X) - Fr(X)|$$

Trong đó

$F_o(X)$: Phân phối tần số tích lũy quan trắc của một mẫu ngẫu nhiên gồm n quan trắc và $F_o(X) = k/n = (\text{Số quan trắc} \leq X) / (\text{Tổng số quan trắc})$.

$Fr(X)$: Phân phối tần số theo lý thuyết.

Giá trị tới hạn D được tìm từ bảng giá trị K-S cho 1 mẫu thử.

Tiêu chí chấp nhận: Nếu giá trị tính toán được nhỏ hơn giá trị tới hạn, chấp nhận giả thiết rỗng.

Tiêu chí loại trừ: Nếu giá trị tính toán được lớn hơn giá trị trên bảng, loại bỏ giả thiết rỗng.

- Thử nghiệm K-S hai mẫu

Thay vì 1, có 2 mẫu độc lập có thể được sử dụng trong thử nghiệm K-S 2 mẫu để kiểm tra độ phù hợp giữa 2 phân phối tích lũy. Giả thiết rỗng sẽ là không có sự khác biệt giữa 2 phân phối. Thống kê D được tính toán theo cùng cách như thử nghiệm K-S một mẫu.

Công thức

$$D = \text{Maximum}|Fn_1(X) - Fn_2(X)|$$

Trong đó

n_1 : Quan trắc từ mẫu thứ 1.

n_2 : Quan trắc từ mẫu thứ 2.

Độ lệch cực đại |D| của phân phối tích lũy càng lớn, sự sai lệch giữa 2 phân phối mẫu sẽ càng nhiều.

Trong trường hợp giá trị tới hạn D của các mẫu thử với $n_1 = n_2$ và n_2 cũng như $n_2 \leq 40$, thì bảng K-S cho 2 mẫu thử sẽ được sử dụng. Khi n_1 và/hoặc $n_2 > 40$ thì bảng K-S của mẫu thử lớn hơn trong 2 mẫu sẽ được sử dụng. Giả thiết rỗng được chấp nhận trong trường hợp giá trị tính toán nhỏ hơn giá trị trên bảng và ngược lại.

Vi vậy, sử dụng bất kỳ phương pháp kiểm thử phi tham số nào cũng giúp kiểm thử được độ tin cậy từ kết quả thu được khi đặc trưng của tập

tổng thể chưa được biết hoặc không có giả thiết nào được đưa ra.

2.2.2. Phương pháp chuỗi Markov (Markov chain)

Chuỗi Markov là quá trình ngẫu nhiên thông qua sự chuyển tiếp từ dạng này sang dạng khác ở trong không gian. Sự xuất hiện của trạng thái tiếp theo phụ thuộc vào trạng thái hiện tại và không phụ thuộc vào chuỗi của sự kiện trước đó.

Áp dụng vào địa chất thạch học, số lần các lớp đất đá khác nhau chồng lên nhau trong 1 phần có thể được ghi lại trong 1 bảng, được gọi là mảng dữ liệu. Xác suất của 1 lớp đất đá vượt qua một lớp đất đá khác trong một phần sẽ là hàm số theo tần số (nghĩa là số lần xảy ra) và "bộ nhớ" của quá trình lắng đọng. Vì đã biết tần số, từ mảng dữ liệu, có thể tính toán số lần mà các lớp đất đá khác nhau nên được xen kẽ với nhau nếu được sắp xếp ngẫu nhiên. So sánh các số liệu này với số lần chuyển đổi được quan sát (hiển thị trong mảng dữ liệu), chọn ra các chuyển tiếp đất đá xảy ra thường xuyên hơn dự kiến nếu được sắp xếp ngẫu nhiên.

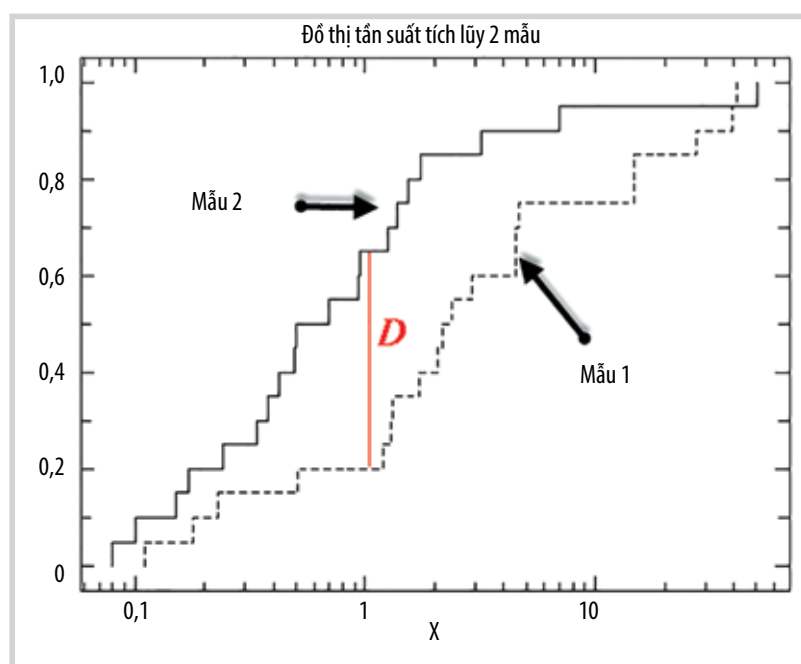
Cách thiết lập chuỗi Markov

+ Đầu tiên, ma trận đếm chuyển tiếp được xây dựng bằng cách đếm số lần mà tất cả các tướng đá (i) chuyển ngay lên trên các tướng đá cột (j).

+ Ma trận đếm chuyển tiếp sau đó được chuyển đổi thành ma trận xác suất chuyển tiếp. Bảng ma trận xác suất chuyển tiếp được xây dựng bằng cách chia số trong mỗi ô trong bảng ma trận đếm chuyển tiếp cho tổng số hàng trong ma trận chuyển tiếp.

+ Tiếp theo là xây dựng ma trận xác suất ngẫu nhiên, đại diện cho các chuyển đổi dự kiến hình thức chuyển đổi hoàn toàn ngẫu nhiên. Giá trị trong mỗi ô trong ma trận xác suất ngẫu nhiên được tính theo phương trình sau:

$$R_{ij} = S_j / (T - S_j)$$



Hình 4. K-S test

Trong đó:

R_{ij} : Xác suất ngẫu nhiên từ tướng đá (LF) i đến j;

S_j : Số lần xuất hiện ngẫu nhiên của tướng đá j (bằng cách tính tổng giá trị cột cho tướng đá j);

S_i : Số lần xuất hiện ngẫu nhiên của tướng đá i (bằng cách tính tổng giá trị dòng cho tướng đá i);

T: Tổng số lần chuyển tiếp cho tất cả tướng đá.

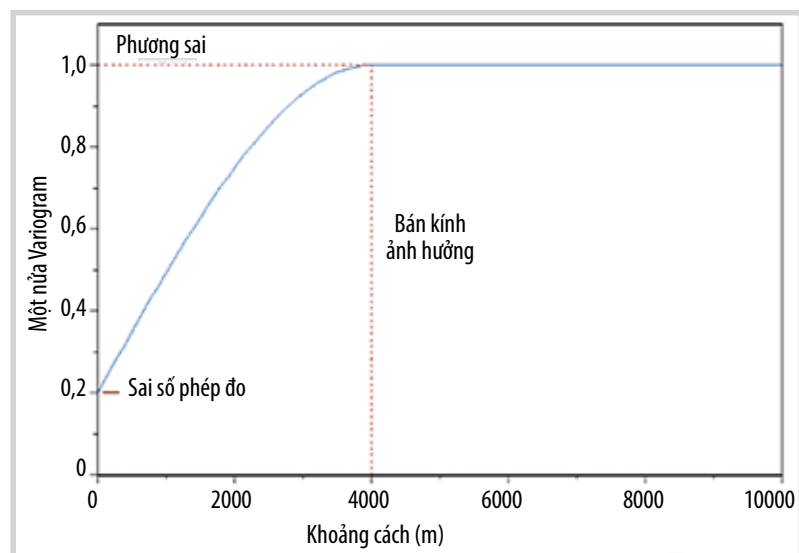
+ Một ma trận chênh lệch chuyển tiếp đã được xây dựng bằng cách trừ ma trận xác suất chuyển tiếp cho ma trận xác suất ngẫu nhiên. Các giá trị dương trong ma trận chênh lệch biểu thị các lần chuyển tiếp xảy ra ở tần suất lớn hơn tần suất ngẫu nhiên.

+ Sơ đồ tương quan giữa các tướng đá (tầng) được xây dựng bằng việc liên kết các tướng đá có sự chuyển tiếp từ tướng này sang tướng kia với giá trị dương cao trong ma trận chênh lệch.

Tính chu kỳ của các tướng đá cũng đã được kiểm tra bằng việc sử dụng phép thống kê Chi-square tiêu chuẩn.

2.2.3. Phương pháp Variogram

Phân tích dữ liệu không gian làm giảm mô hình không gian trong sự biến đổi địa chất cho rõ ràng và hữu ích cho việc tổng hợp. Để giải quyết sự biến đổi của dữ liệu địa chất, giả thiết tính tại cho các cơ chế địa chất được đề xuất.



Hình 5. Đặc tính của một nửa Variogram

Bảng 1. Phân chia tướng đá

Tướng (LF)	Kích cỡ hạt	Chứa sinh vật	Mica	Cấu tạo	Có chứa hạt sét	Hòa tan felspar	Môi trường
Tướng 1 (LF1)	từ rất mịn đến mịn	không	nhiều	ngang	không	có	Biển nông ven bờ
Tướng 2 (LF2)	mịn	không	nhiều	ngang	không	có	
Tướng 3 (LF3)	mịn đến trung bình	không	trung bình	xiên chéo	có	ít	
Tướng 4 (LF4)	trung bình	có	ít	xiên chéo	có	ít	

Theo giả định về tính tĩnh tại, về mặt định tính, yêu cầu mô hình được đề xuất dựa trên dữ liệu lấy mẫu có thể thể hiện đầy đủ đặc trưng của 1 tập hợp. Muốn phân tích một tập hợp trên nền tảng dữ liệu lấy mẫu, trong bất kỳ trường hợp kỹ thuật suy luận - thống kê nào, cũng không thể chứng minh hay bác bỏ giả định này mà phải cần nó để quyết định lựa chọn thông tin liên quan có thể sử dụng để mô tả khu vực quan tâm.

Một hàm ngẫu nhiên được gọi là tĩnh tại khi quy luật không gian, thống kê là bất biến.

Tính toán thực nghiệm Variogram

Trong ký hiệu xác suất, Variogram được định nghĩa như giá trị kỳ vọng:

$$2g(h) = E\{[Z(u+h) - Z(u)]^2\}$$

Variogram là $2Y(h)$. Semivariogram là một nửa của Variogram $Y(h)$. Semivariogram cho độ lệch khoảng cách (lag distance) được xác định bằng trung bình bình phương của một hiệu giữa các giá trị khác biệt một khoảng h:

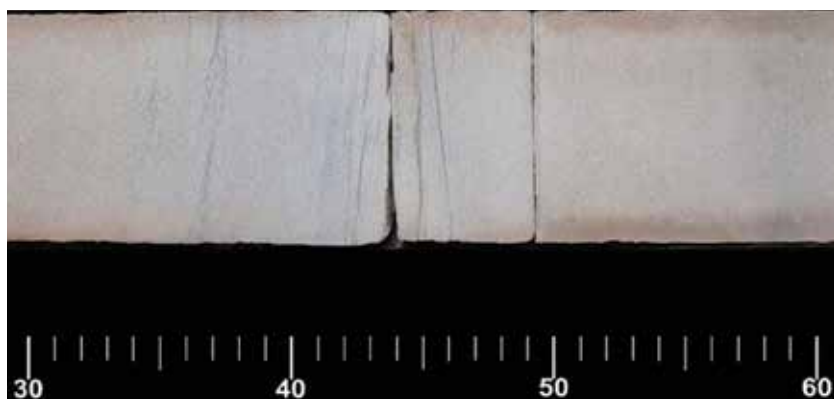
$$g(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{N(h)} [z(u) - z(u+h)]^2$$

Với N là số các cặp độ lệch h.

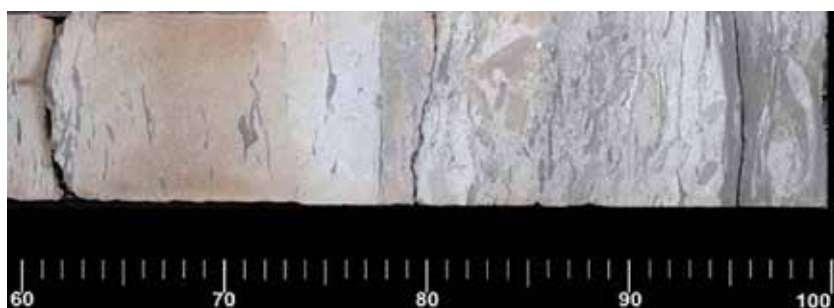
+ Phương sai của dữ liệu (bằng 1 nếu là dữ liệu chuẩn), cho thấy độ biến đổi lớn nhất.

+ Bán kính ảnh hưởng là khoảng cách tại điểm Variogram đạt tới phương sai, cho thấy khoảng tương quan.

+ Sai số đo lường tỷ lệ nhỏ.



Hình 6. Ảnh mẫu cát kết hạt mịn gợn sóng từ độ sâu 3.868,3 - 3.868,6 m tại giếng khoan bể Nam Côn Sơn



Hình 7. Ảnh mẫu cát kết chứa mảnh sét từ độ sâu 3.870,7 - 3.873 m tại giếng khoan bể Nam Côn Sơn

3. Phân loại tương đá và áp dụng

Theo Selley (1988) và Reading (1996) định nghĩa “Tương đá là thể địa chất nhất định, phân biệt được bởi các đặc tính như: màu sắc, độ hạt, hình dáng hạt và khả năng sắp xếp và cấu trúc trầm tích; tương thường được hình thành trong bối cảnh cụ thể phản ánh quá trình và điều kiện môi trường trầm tích cụ thể”.

Trên cơ sở tài liệu phân tích của giếng khoan tại bể Nam Côn Sơn, các tương đá (LF - Lithofacies) được tác giả xác định và phân chia dựa trên cách tiếp cận đơn giản trên cơ sở đặc điểm cấu trúc hạt, màu sắc, kích thước hạt, kiểu sắp xếp, sự xuất hiện của mica, mảnh sét hay hạt sỏi.

Những tính chất này được nhận ra bởi phân tích lát mỏng, từ đó phân chia thành 4 tương đá (Bảng 1).

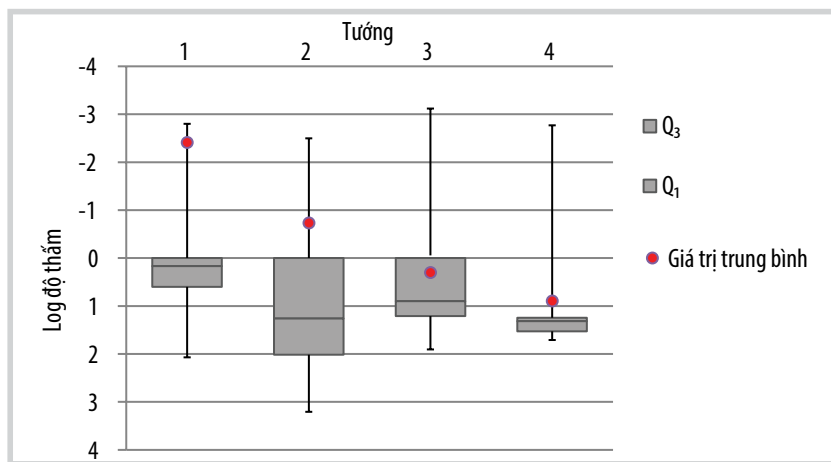
* Biểu đồ hộp

Hình 8 và 9 mô tả thống kê các giá trị về độ rỗng, thấm. Cụ thể Hình 8 và 9 cho thấy đối với tương đá 1 (LF1) thì giá trị trung bình của mẫu (mean) nằm trong khu vực 25% gần giá trị nhỏ nhất (tức số lượng mẫu tập trung chủ yếu ở khu vực có độ thấm thấp). Đối với tương đá 3 (LF3) thì giá trị trung bình cho thấy nằm gần trung vị phản ánh số lượng mẫu có độ thấm cao nhiều hơn. Ngoài ra, Hình 8 và 9 cũng cho thấy số lượng mẫu có độ thấm, rỗng cao từ 25 - 75% thể hiện sự phân biệt rõ ràng hơn so với các mẫu nhỏ hơn 25% hoặc lớn hơn 75% do sự giao nhau về cấu trúc và thành phần hạt.

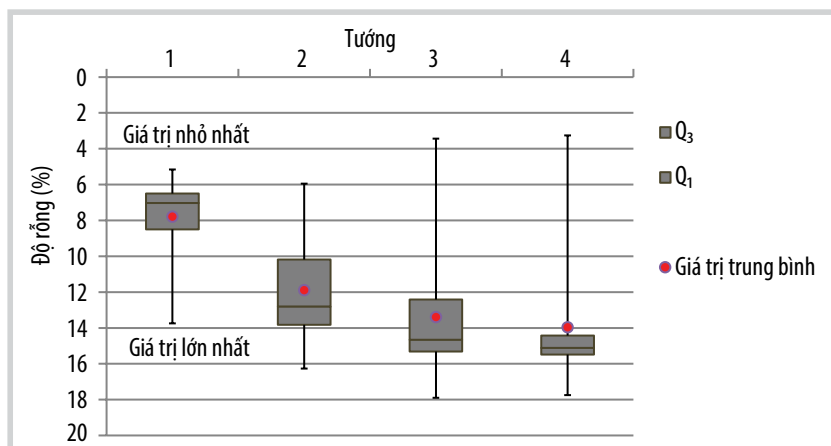
* Thử nghiệm K-S

- Tương quan giữa độ rỗng với tương đá

Kết quả thử nghiệm K-S tại Bảng 2 cho thấy tương đá LF1 tương quan chặt chẽ với LF2, LF3 và LF4. Tương tự, LF2 có tương quan chặt chẽ với LF1, LF3 và LF4; duy chỉ LF3 và LF4 ít có tương quan trên



Hình 8. Biểu đồ hộp các tương theo độ thấm



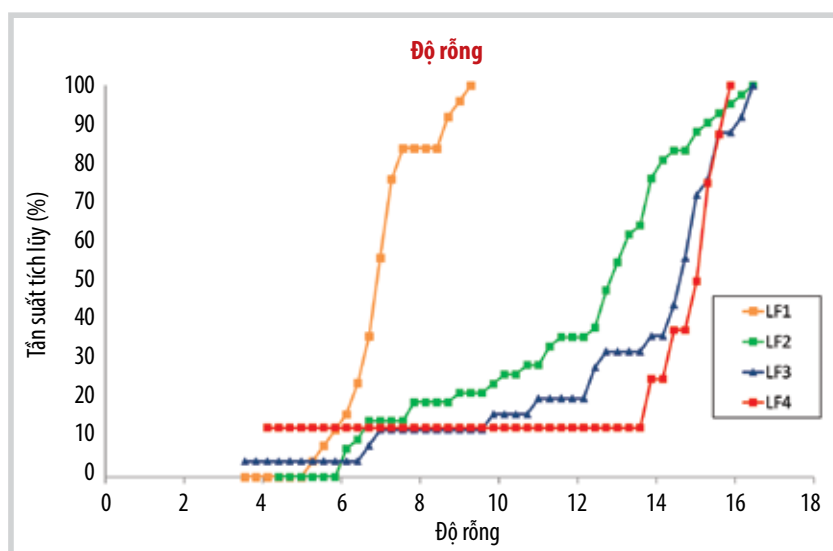
Hình 9. Biểu đồ hộp các tương theo độ rỗng

Bảng 2. Thử nghiệm K-S cho độ rỗng

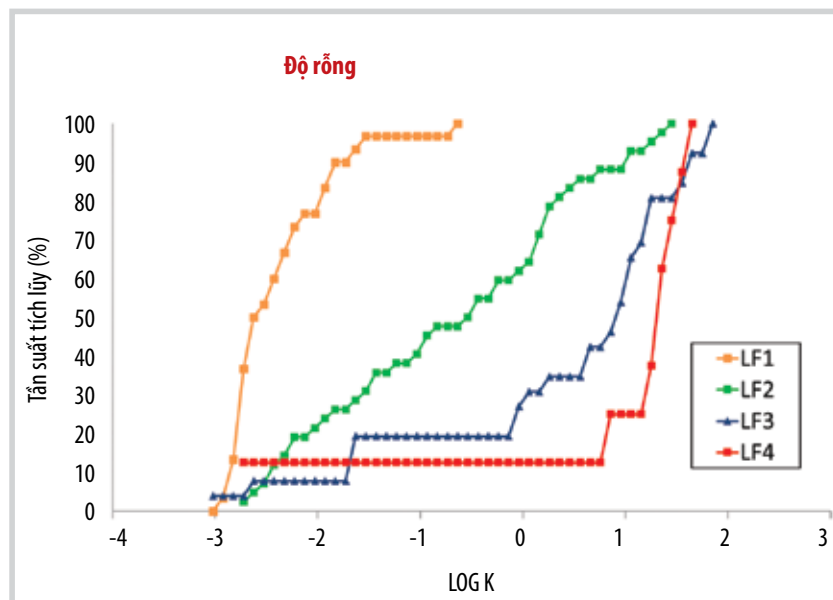
Thử nghiệm K-S					
	LF1	LF2	LF3	LF4	Số mẫu
LF1	-	0	0	0	30
LF2		-	0,001	0,001	42
LF3			-	0,337	26
LF4				-	10

Bảng 3. Thử nghiệm K-S cho độ thấm

K-S test					
	LF1	LF2	LF3	LF4	Số mẫu
LF1	-	0	0	0	30
LF2		-	0,001	0	42
LF3			-	0	26
LF4				-	10



Hình 10. Đồ thị thử nghiệm K-S cho độ rỗng



Hình 11. Đồ thị thử nghiệm K-S cho độ thấm

Cơ sở độ rỗng của đá, điều này có thể được giải thích bởi độ hạt và tính chọn lọc của LF3 và LF4 có phần trùng nhau.

- Tương quan độ thấm với tương đá

Bảng 3 cho thấy về độ rỗng thì 2 tương LF3 và LF4 khó có thể phân biệt được với nhau bằng phương pháp thử nghiệm K-S, tuy nhiên về độ thấm có thể phân biệt rõ với nhau do giá trị P rất nhỏ. Điều này cũng cho thấy rằng mối quan hệ giữa độ rỗng và độ thấm không phải lúc nào cũng chặt chẽ. Ví dụ, có loại đất đá có độ rỗng lớn, do đó tính thấm cao, tuy nhiên có loại đất đá (sét, đá phấn) độ rỗng lớn, nhưng độ thấm rất nhỏ do kích thước và tính liên thông giữa các lỗ rỗng với nhau. Kết quả thử nghiệm K-S cho thấy quan hệ giữa tương đá với độ thấm là tương đối chặt chẽ.

- Quan hệ giữa tương đá với tỷ số độ rỗng - độ thấm

Việc nghiên cứu mối quan hệ giữa tương đá với tỷ số độ rỗng - độ thấm rất quan trọng. Tỷ số độ rỗng - độ thấm cho biết tốc độ dịch chuyển của dung dịch (dầu, nước). Thử nghiệm bằng K-S cũng khẳng định rằng các tương có thể phân tách rõ ràng hay có mối tương quan chặt chẽ với tỷ số độ rỗng - độ thấm được thể hiện ở Bảng 4 khi giá trị P đều rất nhỏ.

- Tương quan với chuỗi Markov (Markov chain)

Bảng 4. Thử nghiệm K-S cho tỷ số độ rỗng - độ thấm

Thử nghiệm K-S					
	LF1	LF2	LF3	LF4	Số mẫu
LF1	-	0	0	0	30
LF2		-	0,001	0	42
LF3			-	0,002	26
LF4				-	10

Bảng 5. Ma trận đếm chuyển tiếp

	LF1	LF2	LF3	LF4	Tổng
LF1	0	29	1	0	30
LF2	10	0	30	2	42
LF3	1	13	0	12	26
LF4	0	4	5	0	9
Tổng	11	46	36	14	107

Bảng 6. Ma trận xác suất chuyển tiếp

	LF1	LF2	LF3	LF4
LF1	0	0,60	0,47	0,18
LF2	0,17	0	0,55	0,22
LF3	0,14	0,57	0	0,17
LF4	0,11	0,47	0,37	0

Bảng 7. Ma trận xác suất ngẫu nhiên

	LF1	LF2	LF3	LF4	LF5
LF1	0	0,97	0,03	0	0
LF2	0,24	0	0,71	0,05	0
LF3	0,04	0,50	0	0,46	0
LF4	0	0,44	0,56	0	0

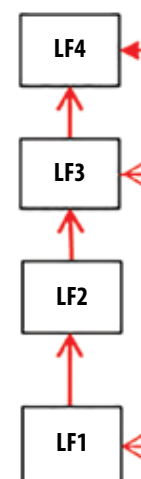
Bảng 8. Ma trận chênh lệch chuyển tiếp

	LF1	LF2	LF3	LF4
LF1	0	0,37	-0,43	-0,18
LF2	0,07	0	0,16	-0,17
LF3	-0,10	-0,07	0	0,29
LF4	-0,11	-0,02	0,19	0

Dựa trên cách thiết lập chuỗi Markov ở trên thì số liệu được tính toán để ra được ma trận chênh lệch chuyển tiếp (Bảng 8) đã được xây dựng bằng cách trừ ma trận xác suất chuyển tiếp (Bảng 6) bằng ma trận xác suất ngẫu nhiên (Bảng 7). Trong khi đó, ma trận xác suất chuyển tiếp (Bảng 6) được tính dựa trên tỷ số số lần gặp nhau giữa các tướng theo trục x và y từ Bảng 5. Các giá trị dương trong ma trận chênh lệch (Bảng 8) biểu thị các lần chuyển tiếp xảy ra ở tần suất lớn hơn tần suất ngẫu nhiên.

Lưu ý rằng trong tất cả các ma trận, các ô chéo đều có giá trị bằng 0, tức là nhiều tướng không có mặt. Đây không phải là trường hợp nghiên cứu, nhưng bao gồm một phạm vi nhiều trường hợp có thể xảy ra (không thể được xác định rõ ràng trong mẫu lõi) tạo ra một kết quả tổng thể tương tự. Đây là tính chất đặc trưng của chuỗi Markov.

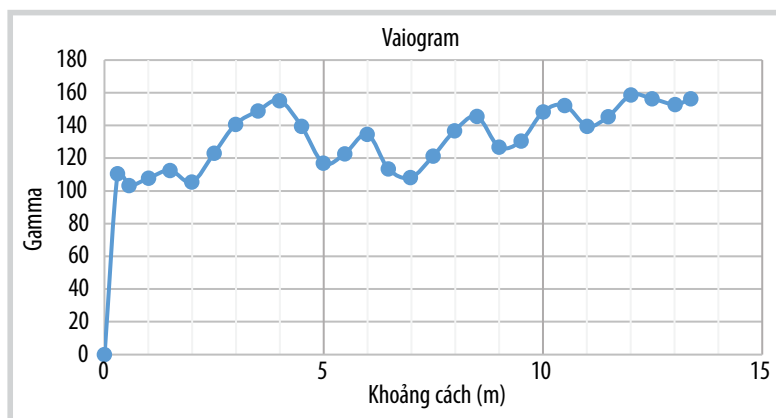
Hình 12 cho thấy ma trận chênh lệch ở dạng sơ đồ, kết nối các tướng với các giá trị dương cao trong ma trận chênh lệch. Tính chu kỳ của mẫu cũng được



Hình 12. Mối quan hệ chuyển tiếp giữa các tướng đá

Bảng 9. Thông số đầu vào cho Variogram

Thông số đầu vào của Variogram						
	Độ sâu	Độ thấm (mD)				
Tổng số mẫu	107					
Logk		147				
Khoảng cách (L)	28,20					
Nửa khoảng cách (L/2)	14,10					
Độ lệch khoảng cách (h) (m)	0,1	0,26	0,5	0,75	1	2
Số các độ lệch (L/2h)	141,0	54,231	28,2	18,8	14,1	7,0
Nửa dung sai (h/2)	0,05	0,13	0,25		0,5	1
Dung sai (h)	0,1	0,26	0,5	0,75	1	2



Hình 13. Kết quả Variogram

kiểm tra bằng cách sử dụng kiểm định chi bình phương và kết quả cho thấy mức độ rõ rệt và tính chu kỳ của các chuyển tiếp về tương.

Từ Bảng 8, có 3 loại trình tự có khả năng nhất trong mẫu lõi lỗ khoan tầng cát số 4 (Hình 12) (hướng lên trên).

- (1) LF1-LF2-LF3-LF4
- (2) LF3-LF4-LF3
- (3) LF1-LF2-LF3-LF1-LF2-LF3

Tuy nhiên, tất cả các trình tự đều xảy ra, ngay cả những trình tự ít khi gặp. Ba trình tự phổ biến nhất trong mẫu lõi tầng cát số 4 là:

Trình tự 1: Cho thấy quá trình mô tả thô dần lên trên (biển lùi) và chu kỳ cũng như sự hình thành của tập cát số 4.

Trình tự 2: Mô tả quá trình lặp đi lặp lại các tương đá LF3 và LF4 trong đó có hiện tượng bóc mòn xảy ra.

Trình tự 3: Mô tả quá trình lặp đi lặp lại các tương đá LF1, LF2 và LF4 trong đó có hiện tượng bóc mòn xảy ra.

- Tính tương quan sử dụng Variogram

Đối với phương pháp Variogram, chính xác nhất là số cặp đưa vào tính phải trên 40 cặp, tuy nhiên số lượng mẫu lõi thống kê được khoảng 28 cũng có thể đưa ra kết quả chính xác (Bảng 9). Số liệu được đưa vào là khoảng cách giữa các giá trị là 0,5 m và số cặp là 28. Kết quả Variogram được thể hiện ở Hình 13.

Hình 13 cho thấy tính tương quan chặt chẽ thể hiện ở khoảng cách mẫu nhỏ hơn hoặc bằng 3 m; khi khoảng cách lấy mẫu lớn hơn 3 m thì tính tương quan không còn (hết tương quan). Còn các dao động trong khoảng từ 3 - 14 m thể hiện tính chu kỳ của tầng đá.

4. Kết luận

Trên cơ sở áp dụng các phương pháp thống kê, địa thống kê cho giếng khoan nghiên cứu tại bể Nam Côn Sơn, nhóm tác giả nhận thấy:

- Kết quả thống kê cơ bản cho thấy các tương đá có mối tương quan với độ thấm, độ rỗng và tỷ số độ rỗng - độ thấm.
- Phương pháp thử nghiệm K-S cho thấy mối quan hệ chặt chẽ giữa tương đá với thông số thấm. Tương quan giữa tương đá với độ rỗng cũng chặt chẽ trừ tương LF3 và LF4 do có sự trùng nhau về cấu trúc hạt và độ chọn lọc.
- Kết quả Variogram cho thấy tính tương quan của tầng chặt chẽ ở khoảng cách mẫu tối đa là 3 m. Khi khoảng cách lấy mẫu vượt quá 3 m thì tính tương quan không còn, do đó số liệu với khoảng cách trên 3 m không thể suy đoán từ các tương quan có được.
- Một chu kỳ biển thoái được thể hiện rõ qua phương pháp chuỗi Markov. Điều này phản ánh quá trình thành tạo của tầng cát số 4. Ngoài ra trong quá trình khai thác đối tượng này thì việc tập trung khai thác trong chu kỳ này có hiệu quả cao hơn so với những chu kỳ khác.
- Việc phân chia tương hiện chỉ dựa trên các kết quả mô tả, logging, có thể có sai số; có

tương quan còn mờ do kết quả của việc chưa phân biệt thật rõ các tướng. Có thể phân chia tướng chi tiết hơn, trên cơ sở tiếp cận mẫu lỗ khoan và các thí nghiệm mẫu, cùng các kết quả đo địa vật lý để hỗ trợ.

- Có thể áp dụng các nghiên cứu cho các đối tượng, lỗ khoan đã có kết quả phân tích chi tiết để kiểm chứng.
- Tăng hoặc giảm quy mô phân chia tướng với (sub-lithofacies) hoặc (mega-lithofacies) tương ứng với việc tăng quy mô (scaling up) đo các đặc trưng thấm (độ thấm, độ rỗng và tỷ số độ rỗng - độ thấm) để có thể áp dụng trong việc tìm kiếm, thăm dò và khai thác dầu khí.

Tài liệu tham khảo

[1] Saul McLeod, "What does a box plot tell you?", 19/7/2019. [Online]. Available: <https://www.simplypsychology.org/boxplots.html>.

[2] American Society for Quality (ASQ), "What is a histogram?". [Online]. Available: <https://asq.org/quality-resources/histogram>.

[3] T.Kirkman, "Statistics to use", 1996. [Online].

Available: <http://www.physics.csbsju.edu/stats/KS-test.html>.

[4] Andrew D.Miall, "Markov chain analysis applied to an ancient alluvial plain succession", *Sedimentology - The Journal of the International Association of Sedimentologists*, Vol. 20, No. 3, pp. 347 - 364, 1973. DOI: 10.1111/j.1365-3091.1973.tb01615.x.

[5] Trương Xuân Luận, "Địa thống kê ứng dụng", Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, trang 29 - 35, 2010.

[6] To Xuan Ban, *Correlation between English Permo-Triassic sandstone lithofacies and permeability and its importance for groundwater*. University of Birmingham, 2016.

[7] Richard C.Selley, *Applied sedimentology*. Sciencedirect, London, Academic Press, 1988.

[8] Harold G.Reading, "Sedimentary environments: Processes, facies, and stratigraphy", *Sedimentary Environment*. Cambridge, Mass, Blackwell Science, 1996.

RELATIONSHIP BETWEEN LITHOFACIES AND PERMEABILITY IN NAM CON SON BASIN WELLS

Nguyen Van Do¹, To Xuan Ban²

¹Vietnam Petroleum Institute

²Hanoi University of Mining and Geology

Email: donv@vpi.pvn.vn

Summary

The study of reservoir permeability is currently based on the measurement of porosity and permeability from samples collected and well log curves. In order to save time and costs as well as to evaluate areas where samples cannot be taken or where new wells will be drilled without building geological models, it is very important to study the relationship between lithofacies and permeability. This paper analyses the relationship between facies and permeability in Nam Con Son basin wells, from which provides a review and assessment of the reservoir to be studied based on statistical and geostatistical methods.

Key words: Lithofacies, permeability, statistics, geostatistics, Nam Con Son basin.