MỘT PHƯƠNG PHÁP MỚI ĐỂ XÁC ĐỊNH PHÂN BỐ THẤM/CHỨA CHO MÔ HÌNH MÔ PHỎNG MỎ MÓNG NỨT NẺ

**PGS. TS. Nguyễn Thế Đức(a), TS. Phan Ngọc Trung(b), PGS. TS. Đặng Thế Ba(c)**

(a)*Viện Dầu khí Việt Nam, Tel.: 0913014228, Email: ducnt@vpi.pvn.vn*

(b)*Tập đoàn Dầu khí Việt Nam*

(c)*Đại học Công nghệ (Đại học Quốc gia Hà Nội)*

**Tóm tắt:**

Theo một cách làm thông dụng hiện nay, phân bố thấm/chứa của mô hình mô phỏng vỉa được xác định qua hai bước rời rạc: Trong bước thứ nhất, một quan hệ hồi quy mạng thần kinh nhân tạo (ANN) giữa thấm/chứa với các thuộc tính địa chấn được xây dựng và sử dụng để thu nhận phân bố thấm/chứa cho toàn mỏ; Trong bước tiếp theo, phân bố thấm/chứa này được hiệu chỉnh dựa trên dữ liệu khai thác (phục hồi lịch sử). Tuy nhiên, với đối tượng móng nứt nẻ, dữ liệu thấm/chứa mẫu dọc giếng (dùng để xây dựng quan hệ ANN) không phải là dữ liệu đo trực tiếp nên quan hệ ANN mang tính xấp xỉ cao và cần được hiệu chỉnh. Thêm vào đó, đặc tính địa cơ học được mong đợi là có quan hệ với mức độ nứt nẻ của mỏ móng nứt nẻ, vì vậy, nên được bổ xung trong phân tích quan hệ ANN với thấm chứa.

Với các nhận xét nói trên, chúng tôi đã phát triển một phương pháp mới để xác định phân bố thấm / rỗng cho mỏ móng nứt nẻ. Trong phương pháp này, quan hệ ANN giữa độ thấm/rỗng với các thuộc tính địa chấn và thông số địa cơ học được xây dựng và sau đó được hiệu chỉnh dựa trên số liệu khai thác. Hiệu chỉnh quan hệ ANN được thực hiện bằng cách sử dụng thuật toán tối ưu để hiệu chỉnh các hệ số truyền trong mạng ANN nhằm giảm thiểu sai khác giữa đo đạc và tính toán.Phương pháp mới này đã được áp dụng thử nghiệm để xác định phân bố thấm cho mô hình mô phỏng khai thác móng Bạch Hổ. Kết quả thử nghiệm đã cho thấy những ưu điểm và khả năng áp dụng của phương pháp.

1. GIỚI THIỆU

Thực tế cho thấy các mô hình mô phỏng khai thác được xây dựng cho các đối tượng mỏ móng nứt nẻ ở Việt Nam phần lớn đều có mức độ tái lặp lịch sử và chất lượng dự báo thấp. Tình trạng này đã lặp đi lặp lại mặc dù trình độ sử dụng phần mềm của các chuyên gia mô hình, mô phỏng ngày càng nâng cao. Nhiệm vụ chính xác hóa các thông số của mô hình mô phỏng khai thác các mỏ dầu khí dạng đá móng granit nứt nẻ của Việt Nam rõ ràng cần phải đặt ra và lúc này trở nên quan trọng hơn bao giờ hết khi các kỹ thuật khai thác dầu khí tăng cường tốn kém cần được sử dụng, đòi hỏi các dự báo khai thác cần đảm bảo độ tin cậy cao nhằm giảm thiểu rủi ro về đầu tư. Phân bố thấm/chứa là dạng thông số quan trọng nhất của mô hình mô phỏng khai thác và được xem là rất khó xác định đối với đối tượng móng nứt nẻ do tình trạng không thể thu được mẫu lõi có tính đại diện cho dạng mỏ này.

Theo một cách làm phổ biến nhất hiện nay, phân bố thấm/chứa của mô hình mô phỏng vỉa được xác định qua hai bước rời rạc:Trong bước thứ nhất, một quan hệ hồi quy mạng thần kinh nhân tạo (ANN) giữa thấm/chứa với các thuộc tính địa chấn được xây dựng và sử dụng để thu nhận phân bố thấm/chứa ban đầu cho toàn mỏ (ví dụ xem[1], [2], [3]; Trong bước thứ hai, phân bố thấm/chứa này được hiệu chỉnh dựa trên dữ liệu khai thác (phục hồi lịch sử).

Xem xét cách làm nói trên, có thể thấy một số vấn đề tồn tại có thể ảnh hưởng đến hiệu quả của công việc dự báo phân bố thấm chứa, cụ thể là:

* Với đối tượng móng nứt nẻ, thông thường dữ liệu thấm/chứa mẫu dọc giếng dùng để xây dựng quan hệ ANN không phải là dữ liệu đo trực tiếp do khó có thể lấy được mẫu lõi có tình thấm chứa đại diện cho toàn mỏ. Vì vậy, quan hệ ANN nhận được là mang tính xấp xỉ cao và cần được hiệu chỉnh.
* Mức độ quan hệ giữa các thuộc tính địa chấn với độ thấm/rỗng có thể không cao với dạng mỏ móng nứt nẻ. Trong khi đó, đặc tính địa cơ học được mong đợi là có quan hệ với mức độ nứt nẻ liên quan trực tiếp đến đặc tính thấm/chứa.Vì vậy, nên bổ xung thông số địa cơ học vào trong phân tích quan hệ ANN với thấm chứa.

Với các nhận xét nói trên, chúng tôi đã phát triển một phương pháp mới để xác định phân bố thấm / rỗng cho mỏ móng nứt nẻ. Trong phương pháp này, đầu tiên hàm quan hệ ANN giữa độ thấm/rỗng mẫu với các thuộc tính địa chấn và thông số địa cơ học được xây dựng. Tiếp theo hàm quan hệ ANN được hiệu chỉnh dựa trên số liệu khai thác. Hiệu chỉnh quan hệ ANN được thực hiện bằng cách sử dụng thuật toán tối ưu để hiệu chỉnh các hệ số truyền trong mạng ANN nhằm giảm thiểu sai khác giữa đo đạc và tính toán.

Phương pháp đề xuất được thử nghiệm áp dụng để xác định để xác định phân bố thấm cho mô hình mô phỏng khai thác móng Bạch Hổ với số liệu cập nhật đến năm 2012. Kết quả thử nghiệm, so sánh đã cho thấy những ưu điểm và khả năng áp dụng của phương pháp. Các mục tiếp theo của báo cáo sẽ trình bày ngắn gọn cơ sở phương pháp và kết quả thử nghiệm.

2. MÔ TẢ PHƯƠNG PHÁP

## 2.1. Thuật toán xây dựng quan hệ ANN giữa độ thấm/rỗng với các thuộc tính địa chấn và các thông số địa cơ học

Nghiên cứu phương pháp mô hình hóa phân bố thấm chứa bằng cách tìm quan hệ với thông số mô hình tĩnh cũng đã được thực hiện tại Việt Nam bởi nhiều tác giả như Hoàng Văn Quý et. al.[1], Nguyen Lam Anh và nnk[2] và Tran Duc Lan [3]. Các nghiên cứu này đi theo hướng xây dựng quan hệ thấm chứa với các thuộc tính địa chấn. Trong bước 1 của phương pháp trình bày ở đây, việc xây dựng quan hệ thấm chứa với các thông số mô hình tĩnh cũng được thực hiện. Điểm mới ở đây là các thông số địa cơ học được bổ xung vào dữ liệu phân tích cùng với các thuộc tính địa chấn. Theo cách làm này, hàm quan hệ thể hiện sự phụ thuộc của giá trị thấm chứa vào giá trị các thuộc tính địa chấn và thông số địa cơ học được xác lập:

  (1.1)

trong đó  là độ thấm (hoặc rỗng),  là  thuộc tính địa chấn hoặc thông số địa cơ học khác nhau.

Mối quan hệ (1.1) sẽ được xấp xỉ từ phân tích hồi quy bộ dữ liệu mẫu bao gồm một tập hợp  bộ giá trị  cùng với các giá trị  tương ứng đi kèm:

  (1.2)

Một trong các công cụ phổ biến được sử dụng để xây dựng mối quan hệ (2.1) là sử dụng mạng thần kinh nhân tạo (ANN – Artificial Neutral Network). Mô tả kỹ thuật phân tích sử dụng ANN có thể tham khảo trong nhiều tài liệu cơ sở về học máy (ví dụ xem [4], [5] và [6]) với rất nhiều dạng khác nhau. Dạng mạng thần kinh nhân tạo lan truyền ngược (Back-Propagation Neural Network) được sử dụng trong nghiên cứu này.

## 2.2. Thuật toán hiệu chỉnh quan hệ ANN dựa trên phân tích số liệu khai thác

Về nguyên lý chung, phương pháp tích hợp số liệu khai thác để hiệu chỉnh phân bố thấm chứa được phát triển trên cơ sở sử dụng các thuật toán tối ưu để tìm phân bố thấm chứa sao cho độ lệch trung bình giữa đo đạc và tính toán đạt cực tiểu. Thông thường, độ lệch trung bình giữa đo đạc và tính toán được lấy bằng trung bình chuẩn của tất cả các độ lệch giữa giá trị đo với giá trị tính theo mô hình của một số dạng dữ liệu động lựa chọn và tại các thời điểm có số liệu đo. Biểu diễn toán học của độ lệch trung bình khi đó có thể viết như sau:

  (1.3) trong đó:  và  tương ứng là giá trị đo đạc và giá trị tính theo mô hình của một thông số khai thác có giá trị đo đạc nào đó như áp suất đáy giếng, lưu lượng khai thác, độ ngập nước sản phẩm, … Ví dụ hai dạng thông số đo đạc thường được lựa chọn là áp suất đáy và độ ngập nước của giếng;  là chỉ số dạng dữ liệu đo đạc,  là chỉ số trong các giếng,  là chỉ số cho các lần đo đạc khác nhau cho từng giếng;  là tổng số số liệu đo đạc quan trắc.

Nhiệm vụ tích hợp dữ liệu động để hiệu chỉnh phân bố thấm chứa đưa đến tìm cực tiểu hàm biểu diễn quan hệ của độ lệch trung bình với phân bố thấm chứa:

  (1.4)

trong đó  là độ lệch trung bình tính theo công thức (1.4);  là giá trị độ thấm (hoặc độ rỗng) của các ô lưới .

Với một bộ phân bố  thuộc tính địa chấn và thông số địa cơ học  không thay đổi, sau khi hoàn thành lựa chọn cấu trúc ANN. Hàm quan hệ ANN xác định phân bố thấm chứa sẽ phụ thuộc vào một số hệ số nhất định, cụ thể là các hệ số lệch và trọng số nối các nút trong ANN. Ký hiệu các hệ số đó là ,,…, với  là số hệ số trong ANN. Giá trị thấm chứa khi có thể biểu diễn dưới dạng hàm của các hệ số hồi quy:

  (1.5)

Từ Phương trình (1.4) và Phương trình (1.5), có thể thấy được trung bình độ lệch chuẩn  lúc này chỉ phụ thuộc vào các hệ số hồi quy ,,…,:

  (1.6)

Thuật toán tối ưu hóa được cần được sử dụng để tìm vị trí đạt cực tiểu của hàm (1.6). Tương ứng với bộ hệ số hồi quy ứng với vị trí cực tiểu, ta có hàm ANN và phân bố thấm chứa ứng với độ lệch giữa đo đạc và tính toán nhỏ nhất. Để thuận tiện và có nhiều lựa chọn, một số thuật toán tối ưu thông dụng và mạnh khác nhau đã được mã hóa đưa vào thử nghiệm trong nghiên cứu ở đây, cụ thể là:Thuật toán độ dốc lớn nhất; Thuật toán Gauss-Newton; Thuật toán xấp xỉ ngẫu nhiên xáo trộn đồng thời; Thuật toán đơn hình; Thuật toán tập hợp chiều; Thuật toán gradient liên hợp; Thuật toán định cỡ biến đổi. Để ngắn gọn, mô tả các thuật toán nói trên không được trình bày ở đây. Mô tả ngắn gọn các thuật toán này được trình bày trong [7]. Mô tả chi tiết hơn các thuật toán có thể tham khảo trong các tài liệu gốc (ví dụ xem [8], [9]).

3. ỨNG DỤNG THỬ NGHIỆM CHO MÓNG BẠCH HỔ

## 3.1. Đối tượng áp dụng

Phương pháp phát triển được thử nghiệm áp dụng để hiệu chỉnh phân bố thấm chứa cho mô hình mô phỏng khai thác khối móng Bạch Hổ. Mô hình mô phỏng này được xây dựng để phục vụ sơ đồ công nghệ năm 2012.Kích thước ô lưới của mô hình mô phỏng là 125x125x50m. Hệ lưới mô phỏng bao gồm 88 x 232 x 44 ô lưới theo các chiều x, y và z tương ứng. Trong số đó, có 134470 tham gia vào mô phỏng dòng (active cell). Mô hình mô phỏng này đã được tái lặp lịch sử khai thác các cán bộ của Vietsovpetro, chủ yếu bằng hiệu chỉnh phân bố thấm ban đầu theo cách làm thủ công. Trong thử nghiệm áp dụng trình bày ở đây, phân bố độ thấm được xác định theo phương pháp trình bày trong Mục 1. Toàn bộ các thông số khác của mô hình mô phỏng được giữ nguyên.

## 3.2. Chuẩn bị dữ liệu

*3.2.1. Thu thập dữ liệu lịch sử khai thác*

Dữ liệu khai thác được thu thập từ nguồn Vietsovpetro. Bộ dữ liệu này là dữ liệu chính thức đã được Vietsovpetro sử dụng trong quá trình tái lặp lịch sử mô hình mô phỏng mỏ xây dựng cho sơ đồ công nghệ 2013. Bộ dữ liệu bao gồm giá trị đo đạc lịch sử hàng tháng của áp suất đáy và lưu lượng các chất lưu khai thác (dầu, khí, nước) cho tất cả các giếng có số đo (khoảng gần 150 giếng).

*3.2.2. Trích xuất phân bố các thuộc tính địa chấn*

Phân bố các thuộc tính địa chấn được trích xuất từ cube minh giải cung cấp bởi Trung tâm Nghiên cứu Thăm dò và Khai thác Dầu khí (Viện Dầu khí Việt Nam). Các thuộc tính địa chấn được trích xuất và xem xét sử dụng ở đây bao gồm 9 thuộc tính: Sweetness, Relative Acounstic Impedance, 3D Curvature, Cosin of phase, Gradient Magnitude, Reflection Intensity, Variance, RMS Amplitude và Envelope. Để minh họa, hình ảnh phân bố ba chiều các thuộc tính Sweetness và thuộc tính Gradient Magnitude được thấy trong các hình 3.1 và 3.2 tương ứng:

|  |  |
| --- | --- |
| **Hình 3.1:** Phân bố thuộc tính địa chấn Sweetness | **Hình 3.2:** Phân bố thuộc tính địa chấn Gradient magnitude |

*3.2.3. Dự báo phân bố các thông số địa cơ học*

Các thông số địa cơ học được dự báo bao gồm: Ứng suất thẳng đứng (SV – Vertical Stress); Ứng suất ngang nhỏ nhất (SHMIN – Minimum Horizontal Stress); Ứng suất ngang lớn nhất (SHMAX – Maximum Horizontal Stress); Áp suất lỗ rỗng (PP – Porous Press); Hệ số Poisson (PR - Poisson’s Ratio); Mô đun đàn hồi Young (YM - Young’s Module); Độ bền nén đơn trục (UCS – Uniaxial Compressive Strength) và Hệ số ma sát trong (IF – Internal Friction)

Do dữ liệu đo đạc các thông số địa cơ học là hầu như không có. Vì vậy, phương pháp dự báo các thông số địa cơ học chủ yếu sử dụng các công thức nửa thực nghiệm tính toán từ dữ liệu log giếng. Tính toán được thực hiện để nhận được phân bố dọc giếng của các thông số địa cơ học nói trên cho 47 giếng của tầng móng Bạch Hổ có đủ các dữ liệu log đầu vào cần thiết. Sau khi thực hiện tính toán phân bố dọc giếng cho tất cả các thông số địa cơ học cho tất cả các giếng,dữ liệu nhận được được nội suy để nhận được phân bố các thông số địa cơ học cho toàn bộ mỏ. Mô tả cho tiết quy trình và phương pháp dự báo các thông số địa cơ học được trình bày trong [10].Ví dụ minh họa hình ảnh phân bố 3 chiều của một thông số địa cơ học (UCS)được thấy trên Hình 3.4 tương ứng. Từ các phân bố thông số đặc trưng trạng thái ứng suất và đặc tính đất đá, có thể tính toán thông số đặc trưng cho khả năng phá hủy theo các tiêu chuẩn phá hủy khác nhau. Ví dụ Hình 3.5 minh họa hình ảnh 3 chiều phân bố thông số đặc trưng phá hủy tính theo tiêu chuẩn Mohr-Coulomb.

|  |  |
| --- | --- |
| **Hình 3.4:** Phân bố độ bền nén đơn trục (UCS – Uniaxial Compressive Strength) | **Hình 3.5:** Phân bố thông số đặc trưng khả năng phá hủy theo tiêu chuẩn Mohr-Coulomb |

##

## 3.3. Lựa chọn thuộc tính địa chấn, thông số địa cơ học

*3.3.1. Đánh giá hệ số tương liên Pearson với độ thấm*

Với số lượng 9 phân bố thuộc tính địa chấn được trích xuất và 12 phân bố thông số địa cơ học được dự báo (sau đây gọi chung là các thuộc tính), công việc mong muốn ở đây là lựa chọn ra các thuộc tính có quan hệ cao với độ thấm. Vì vậy cần thiết phải so sánh quan hệ với độ thấm của các thuộc tính đó.

So sánh quan hệ với độ thấm của các thuộc tính được thực hiện trên cơ sở đánh giá hệ số tương liên Pearson (Pearson correlation coefficient) giữa các thuộc tính với độ thấm mẫu. Hệ số tương liên Pearson (ký hiệu ) giữa tập dữ liệu  chứa  giá trị và tập dữ liệu  chứa  giá trị được tính theo công thức:

  (3.1)

Trong đó  và  tương ứng là trung bình số học của bộ dữ liệu  và  tương ứng.

Một trong những vấn đề quan trọng để có thể so sánh quan hệ tương liên với độ thấm giữa các thuộc tính là độ tin cậy (gần đúng cao) của phân bố thấm mẫu. Tuy nhiên, việc lựa chọn dữ liệu thấm mẫu là khá khó khăn đối với móng Bạch Hổ nói riêng và các đối tượng móng nứt nẻ ở Việt Nam nói chung. Phương án được lựa chọn ở đây là sử dụng phân bố thấm tính từ phân bố rỗng dự báo bằng phần mềm Basrock của Vietsovpetro (gọi tắt là phân bố thấm Basrock). Dữ liệu phân bố thấm Basrock được cung cấp bởi Vietsovpetro. Phân bố thấm này được tích toán qua phân bố rỗng sử dụng phần mềm Basrock. Như đã biết, việc phát triển phương pháp và xây dựng phần mềm Basrock (xem [11], [12]) là một trong những kết quả nghiên cứu được đánh giá cao tại Việt Nam. Rất nhiều công việc mô hình mô phỏng vỉa chứa đối tượng móng nứt nẻ ở Việt Nam đã thực hiện tính toán phân bố thấm trên cơ sở sử dụng phần mềm này.

Kết quả tính toán hệ số tương liên giữa độ thấm mẫu nói trên của 9 thuộc tính địa chấn và 12 thông số địa cơ học (sau đây sẽ gọi chung là các thuộc tính) được thấy trong Bảng 3.1. Thứ tự sắp xếp của 21 thuộc tính trong các bảng là theo giá trị tuyệt đối của hệ số tương liên từ cao đến thấp.

Có thể thấy được từ Bảng 3.1 là 11 vị trí dẫn đầu trong bảng đều là các thông số địa cơ học; thuộc tính địa chấn có mức tương liên cao nhất với độ thấm là thuộc tính Gradient Magnitude chỉ đứng ở vị trí thứ 12. So sánh này cho thấy việc đưa các thông số địa cơ học vào trong phân tích quan hệ với độ thấm là hoàn toàn hợp lý.

*3.3.2. Lựa chọn thuộc tính*

Ngoài việc lựa chọn được các thông số đầu vào có thể có quan hệ tốt với thông số cần dự báo, để các thuật toán phân tích hồi quy nhiều biến làm việc có hiệu quả, số lượng thông số đầu vào cần phải ở mức hợp lý. Chúng tôi thử nghiệm lựa chọn ra 7 thuộc tính trong số 21 thuộc tính đã nói theo luật lựa chọn sau: 1) Xem xét đưa từng thuộc tính vào danh sách lựa chọn căn cứ vào thứ tự sắp xếp theo hệ số tương liên từ cao đến thấp; 2) Tuy nhiên, nếu thuộc tính nào định lựa chọn có hệ số tương liên rất cao (định lượng là lớn hơn 0,9) với các thuộc tính đã lựa chọn thì sẽ không được lựa chọn nữa mà xem xét lựa chọn thuộc tính tiếp theo.

Với nguyên tắc lựa chọn nói trên, 7 thuộc tính đã được lựa chọn để sử dụng trong áp dụng thử nghiệm, bao gồm 4 thông số địa cơ học và 3 thuộc tính địa chấn, cụ thể theo thứ tự hệ số tương liên từ cao đến thấp là:Ứng suất đứng (SV); Mô đun Young (YM); Thuộc tính địa chấn Gradient magnitude; Thuộc tính địa chấn Envelope; Hệ số Poisson (PR); Thuộc tính địa chấn 3D Curvature; Thông số đặc trưng khả năng phá hủy Mogi-Coulomb (RFC\_MG).

**Bảng 3.1:** Giá trị tuyệt đối của hệ số tương liên giữa các thuộc tính địa chấn và địa cơ học với phân bố thấm Basrock

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***TT*** | ***Tên thuộc tính địa chấn, địa cơ học*** | ***Giá trị tuyệt đối hệ số tương liên Pearson*** |
| 1 | SV | 0,2128147 |
| 2 | YM | 0,2082747 |
| 3 | SHMIN | 0,1966034 |
| 4 | UCS | 0,1928071 |
| 5 | SHMAX | 0,1879143 |
| 6 | IF | 0,1715738 |
| 7 | PP | 0,1489562 |
| 8 | RFC\_MG | 0,1215693 |
| 9 | PR | 0,1034609 |
| 10 | RFC\_MC | 0,0946513 |
| 11 | RFC\_DP | 0,0935604 |
| 12 | Gradient magnitude | 0,0704928 |
| 13 | 3D Curvature | 0,0526779 |
| 14 | RFC\_ML | 0,0492522 |
| 15 | Cosin of phase | 0,0425631 |
| 16 | Variance | 0,0182206 |
| 17 | Envelope | 0,0132329 |
| 18 | Sweetness | 0,0088215 |
| 19 | RMS\_Amplitude | 0,0044794 |
| 20 | RAI | 0,0014853 |
| 21 | Reflection intensity | 0,0000606 |

## 3.4. Kết quả hiệu chỉnh và đánh giá

*3.4.1. Kết quả hiệu chỉnh phân bố thấm chứa*

Công việc hiệu chỉnh được thực hiện cho độ thấm theo 3 chiều. Chương trình tính toán chạy trên máy tính PC Core Intel I5, CPU 3,1 GHz, RAM 8 GB. Với thực tế của các thuật toán tối ưu là tốc độ giảm thiểu hàm mục tiêu thường nhanh nhất ở giai đoạn đầu, chúng tôi quyết định chỉ dành 5 ngày tính toán cho mỗi phân bố độ thấm theo chiều. Để minh họa, hình ảnh phân bố độ thấm theo chiều x và z nhận được được thấy trên Hình 3.6 và Hình 3.7 tương ứng.

|  |  |
| --- | --- |
| **Hình 3.6:** Phân bố độ thấm theo chiều x đã hiệu chỉnh | **Hình 3.7:** Phân bố độ thấm theo chiều z đã hiệu chỉnh |

*3.4.2. Đánh giá hiệu quả tái lặp lịch sử*

Để đánh giá hiệu quả áp dụng, nhóm tác giả đã thực hiện so sánh kết quả mô hình sử dụng phân bố thấm mới (sau đây gọi là mô hình NEW) với mô hình sử dụng phân bố thấm cũ của Vietsovpetro (sau đây gọi là mô hình OLD) nhận được từ tái lặp lịch sử theo cách làm thủ công để phục vụ cho Sơ đồ công nghệ năm 2013. Chất lượng của mô hình NEW phần nào có thể được đánh giá bằng cách so sánh với mô hình OLD qua mức khớp của kết quả tính toán với dữ liệu đo đạc.

So sánh đầu tiên được thực hiện với các con số thống kê về trung bình chuẩn độ lệch giữa đo đạc và mô phỏng. Bảng 3.2 biểu thị so sánh các trung bình chuẩn độ lệch lưu lượng nước  và trung bình chuẩn độ lệch áp suất  tổng hợp (tương ứng là trung bình chuẩn của trung bình chuẩn độ lệch giữa tất cả số liệu đo đạc hàng tháng và kết quả mô phỏng của các giếng) giữa mô hình NEW và mô hình OLD. Có thể thấy các trung bình chuẩn độ lệch áp suất và độ lệch lưu lượng nước tổng hợp của mô hình NEW đều thấp hơn so với của mô hình OLD.

**Bảng 3.2:**Các giá trị trung bình chuẩn độ lệch tổng hợp của mô hình OLD và mô hình NEW

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Đại lượng** | **Mô hình OLD** | **Mô hình NEW** |
| Trung bình chuẩn độ lệch lưu lượng nước tổng hợp  () | 134,04 | 122,74 |
| Trung bình chuẩn độ lệch áp suất tổng hợp  () | 175,52 | 173,12 |

So sánh trung bình chuẩn độ lệch lưu lượng nướccủa từng giếng giữa hai mô hình OLD và NEW được thực hiện. Kết quả so sánh cho thấy mô hình OLD cho trung bình chuẩn độ lệch lưu lượng nước nhỏ hơn với 35 giếng trong khi mô hình NEW cho trung bình chuẩn độ lệch nhỏ hơn với 53 giếng. Như vậy số giếng dự báo lưu lượng nước tốt hơn của mô hình NEW là lớn hơn. Tương tự, từ so sánh các trung bình chuẩn độ lệch áp suấtcủa từng giếng giữa hai mô hình NEW và OLD, có thể thấy số giếng mà mô hình OLD khớp hơn là 30 giếng, trong khi số giếng của mô hình NEW khớp hơn là 87 giếng.

Đánh giá về mức độ khớp lịch sử có thể phần nào quan sát trên các đồ thị diễn biến thời gian của áp suất đáy giếng và lưu lượng nước khai thác. Để minh họa, đồ thị một số giếng được trình bày trong các hình 3.8-3.10. Các giếng minh họa được chọn ra theo một tiêu chuẩn khách quan, cụ thể là 3 giếng có số liệu đo nhiều nhất (tương đương với thời gian hoạt động lâu nhất) tính đến thời điểm hết số liệu lịch sử (tháng 9/2012). Quan sát các đồ thị này cũng cho thấy mức khớp lịch sử áp suất của mô hình NEW là tốt hơn rõ ràng.

Về mức độ tái lặp lịch sử khai thác toàn mỏ, so sánh mức độ ngập nước toàn mỏ được trình bày trên các hình 3.11 dưới dạng đồ thị diễn biến thời gian của lưu lượng nước khai thác cộng dồn toàn mỏ. Hình 3.11 cho thấy mức độ khớp ngập nước toàn mỏ của mô hình NEW là khá hơn rõ ràng so với mô hình OLD.

|  |  |
| --- | --- |
| **Hình 3.8:** So sánh lưu lượng nước và áp suất giữa tính toán và thực tế - giếng 1 | **Hình 3.9**: So sánh lưu lượng nước và áp suất giữa tính toán và thực tế - giếng 2 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Hình 3.10:** So sánh lưu lượng nước và áp suất giữa tính toán và thực tế - giếng 401 | **Hình 3.11:** So sánh lưu lượng nước khai thác cộng dồn toàn mỏ giữa tính toán và thực tế. |

Tổng hợp các kết quả so sánh nói trên, mô hình NEW cho kết quả tính toán gần với thực tế hơn với mô hình OLD trên tất cả các con số thống kê. Điều này minh chứng hiệu quả của các phương pháp và phần mềm tích hợp đồng thời dữ liệu tĩnh và động được nghiên cứu phát triển trong đề tài. Hiệu quả này có thể được tiếp tục cải thiện với thời gian tính toán lâu hơn và/hoặc với năng lực máy tính mạnh hơn. Hiệu quả này cũng có thể được cải thiện nếu thay đổi luật lựa chọn thuộc tính theo một cách nào đó hợp lý hơn.

KẾT LUẬN

* Nghiên cứu đã đưa thêm các thuộc tính địa cơ học vào phân tích tích hợp dữ liệu tĩnh phục vụ dự báo phân bố thấm móng nứt nẻ (kết hợp với các thuộc tính địa chấn đã được sử dụng tại Vietsovpetro). Các kết quả đánh giá tương liên với độ thấm mẫu đã khẳng định việc đưa thêm các thuộc tính địa cơ học là rất cần thiết.
* Nghiên cứu đã phát triển một phương pháp xác định phân bố thấm chứa cho mô hình mô phỏng khai thác đối tượng móng nứt nẻ dựa trên phân tích đồng thời dữ liệu thuộc tính địa chấn, thông số địa cơ học và dữ liệu khai thác. Phương pháp được phát triển dựa trên sự kết hợp một số thuật toán trí tuệ nhân tạo bao gồm ANN và các thuật toán tối ưu hóa. Kết quả thử nghiệm áp dụng của phương pháp cho mỏ thực tế đã minh chứng khả năng áp dụng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Hoang Van Quy et al. (2008), Reservoir Parameter Evaluation for Reservoir Study and Modelling of Fractured Basement White Tiger Oil Field, Proceeding of 2nd International Conference "Fractured Basement Reservoir", Vung Tau, 9-10/9, 2008, Vietnam, pp. 97-107.

[2] Nguyen Lam Anh, Nguyen Tri Minh Chau (2008), Intergration of Well and Seismic Data in Building 3D Geological Model for Fractured Basement Reservoir of White Tiger Oil Field, Proceeding of 2nd International Conference "Fractured Basement Reservoir", Vung Tau, 9-10/9, 2008, Vietnam, pp. 136-140.

[3] Tran Duc Lan (2008), Study of the Permeanility Distribution within White Tiger Fractured Basement Reservoir Based on Well Permeability Profile Types Analysis, Proceeding of 2nd International Conference "Fractured Basement Reservoir", Vung Tau, 9-10/9, 2008, Vietnam, pp. 165-168.

[4] Hagan M. T. et al. (2002), Neutral Network Design, Thomson Learning and China Machine Press, 2002.

[5] Negnevitsky, M., (2005). Artificial Intelligence: A Guide to Intelligent Systems 2nd Edition, Addison Wesley.

[6] Russell S., Norvig P. (2010). Artificial Intelligence: A Modern Approach. Pearson Education Inc., New Jersey, USA.

[7] Nguyễn Thế Đức và nnk (2016), Nghiên cứu phát triển phương pháp hiệu chỉnh phân bố thấm chứa cho mô hình mô phỏng khai thác móng nứt nẻ trên cơ sở tích hợp đồng thời thông tin địa chấn, địa cơ học và dữ liệu khai thác, Báo cáo tổng kết nhiệm vụ nghiên cứu khoa học cấp Tập đoàn Dầu khí, Viện Dầu khí Việt Nam, Hà Nội, 2016.

[8] Press, WH; Teukolsky, SA; Vetterling, WT; Flannery, BP (2007), Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing (3rd ed.), New York: Cambridge University Press.

[9] Stoer J. và Bulirsch (1980), Introduction to Numerical Analysis, Springer-Verlag, New York, USA.

[10] Nguyễn Thế Đức, Đỗ Tiến Dũng, Phan Ngọc Trung (2015), Dự báo phân bố thông số địa cơ học trong vỉa chứa dầu khí sử dụng mạng thần kinh nhân tạo, Tuyển tập công trình Hội nghị Toàn quốc lần thứ IV về Ứng dụng Toán học, Hà Nội, 23-25/12/2015, pp. 393-402.

[11] Hoàng Văn Quý, Phạm Xuân Sơn, Đặng Đức Nhân, Trần Giang Sơn (2002), Bộ phần mềm tối ưu cho công tác xử lý tài liệu địa vật lý giếng khoan xử lý tài liệu địa vật lý khảo sát móng, Tuyển tập Hội nghị Khoa học-kỹ thuật dầu khí kỷ niệm 20 năm thành lập XNLD Vietsovpetro và khai thác tấn dầu thứ 100 triệu, Vũng Tàu, 2002.

[12] Pham Xuan Son, Hoang Van Quy, Dang Duc Nhan (2006), Basroc 3.0 – A special software for processing wireline logs in fractured basement, Proceeding of 1st International Conference on Fractured Basement Reservoir, Vung Tau, Viet Nam, 2006.