

KHẢ NĂNG TÌM KIẾM NƯỚC TRONG LỖ HỔNG THUỘC TRẦM TÍCH ĐỆ TỨ VÙNG HÒA THẮNG - BẮC BÌNH - BÌNH THUẬN BẰNG TỔ HỢP ĐO SÂU ĐIỆN TRỞ SUẤT 2D, TRƯỜNG CHUYỂN VÀ CỘNG HƯỞNG TỪ

NGUYỄN TIẾN PHONG, Viện Khoa học Địa chất và khoáng sản Việt Nam

TĂNG ĐÌNH NAM, Viện Khoa học Địa chất và khoáng sản Việt Nam

NGÔ VĂN BỬU, Hội Khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam

Tóm tắt: Vùng Hòa Thắng - Bắc Bình - Bình Thuận rất hiếm nước dưới đất, trước đây đã có những công trình khảo sát địa vật lý ở đây, do hiện nay đã có thêm công nghệ cộng hưởng từ nên bài báo dưới đây trình bày khả năng kết hợp đo sâu điện trở suất, trường chuyển và cộng hưởng từ để khảo sát nước dưới đất. Kết quả khảo sát cho thấy ở vùng không phủ đồi cát, đo sâu điện trở suất thể hiện rõ cấu trúc phân lớp trầm tích nhưng không cho biết triển vọng chứa nước và khó chỉ định vị trí lỗ khoan tìm kiếm nước. Mặc dù trong điều kiện nhiễu điện từ lớn, với việc ứng dụng khung dây số tám khử được nhiễu, số lần cộng dồn lớn, thời gian phát xung dài (40ms) đo sâu cộng hưởng từ ở đây có thể khảo sát sâu để xác định tiềm năng chứa nước cũng như đánh giá chiều sâu đỉnh lớp nước. Trên vùng cồn cát chỉ có thể thực hiện đo sâu trường chuyển nhằm xác định tầng chứa nước nằm trên tầng điện trở suất thấp liên quan tới sét, đá gốc bị phong hóa, sau đó thực hiện đo sâu cộng hưởng từ để đánh giá triển vọng chứa nước.

Mở đầu

Đo sâu điện là phương pháp được dùng phổ biến trong khảo sát nước dưới đất song tham số điện trở suất lại không cho biết đất đá đó có chứa nước hay không. Chỉ khoảng vài chục năm nay xuất hiện một phương pháp mới, đo sâu cộng hưởng từ. Nó là phương pháp địa vật lý hiện đại duy nhất hiện nay có khả năng khảo sát trực tiếp nước ngầm [15]. Máy đo sâu cộng hưởng từ Numis - Plus của Pháp được nhập vào Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản Việt Nam cuối năm 2005 và đã áp dụng thử nghiệm tìm kiếm chủ yếu ở vùng karst [7,10,11]. Vùng Hòa Thắng - Bắc Bình - Bình Thuận rất khan hiếm nước nên đã được áp dụng đo sâu điện, trường chuyển và cộng hưởng từ nhằm đánh giá khả năng tổ hợp của những phương pháp nêu trên. Dưới đây sẽ trình bày đặc điểm địa chất - địa chất thủy văn vùng khảo sát, công tác địa vật lý và kết quả của những phương pháp đó, nhất là nêu ra những ưu việt của đo sâu cộng hưởng từ trong tổ hợp các phương pháp thực hiện.

1. Đặc điểm địa chất Đệ tứ và địa chất thủy văn vùng khảo sát

Hệ tầng Phan Thiết (mQ_{pt})

Thành phần khá đồng nhất, chủ yếu là cát thạch anh, màu nâu đỏ đến xám vàng, xám

sáng, đôi chỗ gặp các lớp cát bột xen kẹp. Bề dày thay đổi từ 15 đến 50 m.

Thống Pleistocen (Q_1)

Là các thành tạo trầm tích sông, sông - biển, sông lũ, biển. Phân bố ở trung tâm khu vực nghiên cứu tại khu hồ Bầu Trắng, tạo dải nhỏ kéo dài phương Tây Bắc - Đông Nam với diện tích khoảng 5km². Thành phần thạch học chủ yếu là cuội, sạn, sỏi, cát pha bột, sét, màu xám vàng, đất rời rạc đến chặt vừa, bề dày thay đổi từ 5 đến 20 m.

Thống Holocen (Q_2)

Thành tạo này được phân bố ở các thềm, bãi bồi của các con sông, chủ yếu là các thành tạo trầm tích sông, sông - biển, biển, đầm lầy, biển - đầm lầy, gió, biển - gió. Thành phần trầm tích là cuội sỏi, cát sạn đa khoáng, cát pha, sét pha, màu xám nâu, xám vàng, xám trắng. Bề dày thay đổi từ 1 đến 40 m.

Trong vùng nghiên cứu có các tầng chứa nước sau:

Tầng chứa nước lỗ hổng trầm tích Holocen (qh)

Tầng chứa nước lỗ hổng các trầm tích Holocen là hợp phần của nhiều trầm tích có nguồn gốc thành tạo khác nhau với thành phần đa dạng và hỗn tạp. Chúng bao gồm các trầm

tích có nguồn gốc sông, sông - biển, biển và gió. Thành phần là cuội tảng, cuội sỏi, cát sạn sa khoáng, cát bột, cát pha bột - sét, bột - sét màu xám nâu, nâu vàng, mảnh vụn san hô, vỏ sò ốc.

Bề dày thay đổi từ 2 - 40m thường từ 10 - 15m. Tầng chứa nước qh có tính thấm kém, mức độ chứa nước nghèo và rất không đồng nhất. Tính chất thấm nước của đất đá khá tốt.

Tầng chứa nước lỗ hổng các trầm tích Pleistocen (qp)

Tầng chứa nước lỗ hổng các trầm tích Pleistocen dạng bậc thềm biển ở độ cao 20 - 40m viền quanh chân đồi cát đỏ, tạo thành các dải cát trắng. Thành phần trầm tích gồm cát pha bột sét, bột sét pha cát, cát pha bột sét lẫn sạn màu xám, xám vàng, xám xanh loang lỗ vàng. Bề dày 1,5 - 13m. Hệ tầng Phan Thiết dày từ 10m đến trên 90m, trung bình 60 - 70m.

Tầng chứa nước Pleistocen có mức độ chứa nước rất khác nhau. Các thành phần hạt thô mức độ chứa nước tương đối giàu. Các thành phần hạt mịn phân bố dọc sông suối nhỏ chứa nước nghèo, ít có ý nghĩa trong điều tra, cung cấp nước.

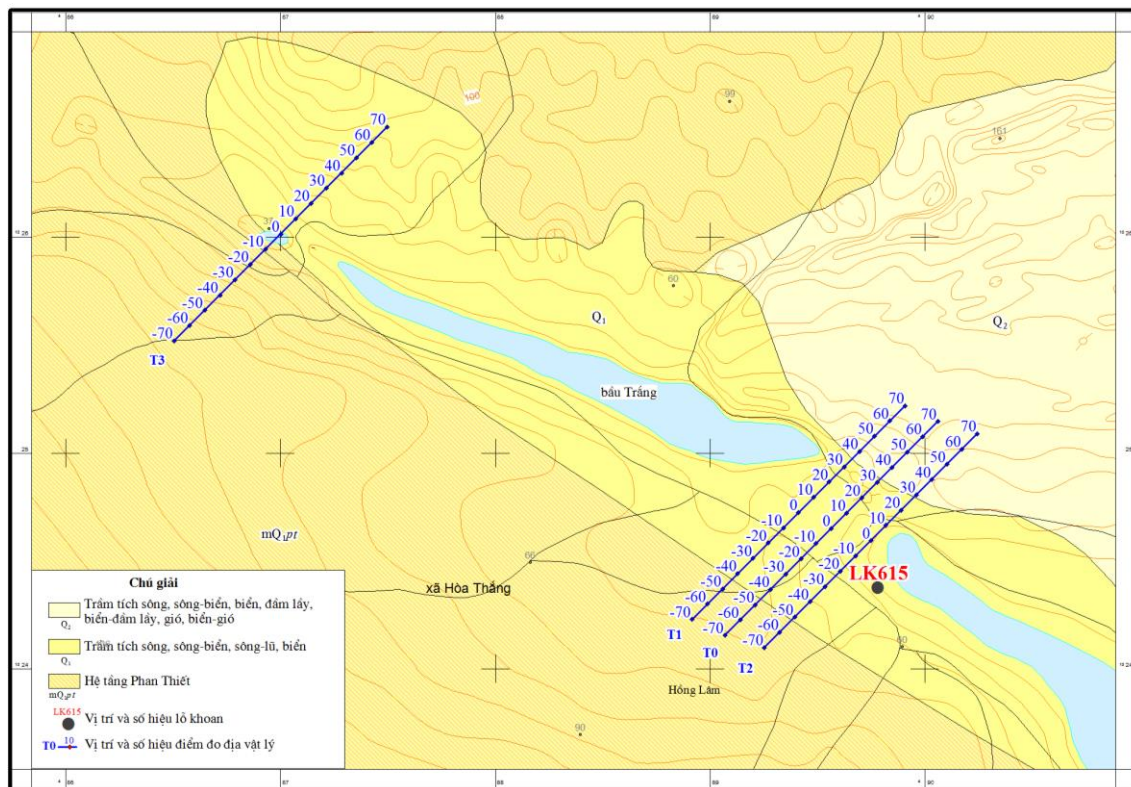
Thành tạo không chứa nước

Các thành tạo địa chất rất nghèo nước và không chứa nước trong hệ tầng Nha Trang (Knt) có thành phần thạch học: ryolit, felsit, ryodacit và tuf của chúng, ít hơn có andesit, andesitodacit và tuf. Bề dày khoảng 300 - 500 m.

Tầng chứa nước có tính thấm rất kém. Hệ số thấm chung cho đới nứt nẻ dọc các đứt gãy 0,01 - 0,15m/ngày. Các tài liệu từ trước chỉ ra đây là đơn vị địa chất thủy văn nghèo nước.

2. Công tác địa vật lý

Công tác địa vật lý tại khu vực Hòa Thắng - Bắc Bình - Bình Thuận đã được tiến hành trên 4 tuyến, với chiều dài tuyến 1,4 km, khoảng cách tuyến từ 160 m đến 2600 m, phương vị 45⁰. Sơ đồ bố trí tuyến đo địa vật lý được thể hiện trên hình 1. Các phương pháp đo sâu nêu trên đều được thực hiện trên cả 4 tuyến, riêng đo sâu điện trở suất 2D chỉ có thể thực hiện trên các phần tuyến không có cồn cát. Kết quả giải thích trên 4 tuyến tương tự như nhau nên sau đây chỉ tập trung việc giải thích ở tuyến T2 là nơi gần lỗ khoan nhất nhằm đánh giá kết quả đo đạc, giải thích tài liệu và đánh giá hiệu quả của tổ hợp ở vùng này.



Hình 1. Sơ đồ địa chất và bố trí tuyến đo địa vật lý

2.1. Đo sâu điện trở suất 2D

Đo sâu điện được thực hiện bằng thiết bị của hãng Numis (Canada) với máy phát VIP 3000 và đầu thu Elrec Pro. Trên các tuyến, đo sâu được thực hiện theo mô hình 2D với hệ lưỡng cực trực liên tục đều: $a = 20\text{m}$, $n = 1 \div 5$; $a = 40\text{m}$, $n = 2 \div 6$; $a = 80\text{m}$, $n = 2 \div 6$.

Đo sâu điện trên tuyến T2 trong vùng Hòa Thắng; kết quả sau khi xử lý 2D được thể hiện trên hình 2. Kết quả cho thấy giá trị điện trở suất thay đổi từ $1\Omega\text{m}$ đến vài nghìn Ωm . Từ trên mặt đến độ sâu khoảng 150m tồn tại 4 lớp với các tham số như sau:

Lớp 1 có giá trị điện trở suất lớn hơn $500\Omega\text{m}$, chiều dày thay đổi từ vài m đến 30m.

Lớp 2 có giá trị điện trở suất từ $100\Omega\text{m}$ đến $500\Omega\text{m}$, chiều dày thay đổi từ 10m đến khoảng 50m.

Lớp 3 có giá trị điện trở suất thay đổi từ vài Ωm đến $50\Omega\text{m}$, chiều dày thay đổi rất lớn từ vài m đến 70m.

Lớp 4 có giá trị điện trở suất lớn hơn $1000\Omega\text{m}$.

2.2. Đo sâu trường chuyển

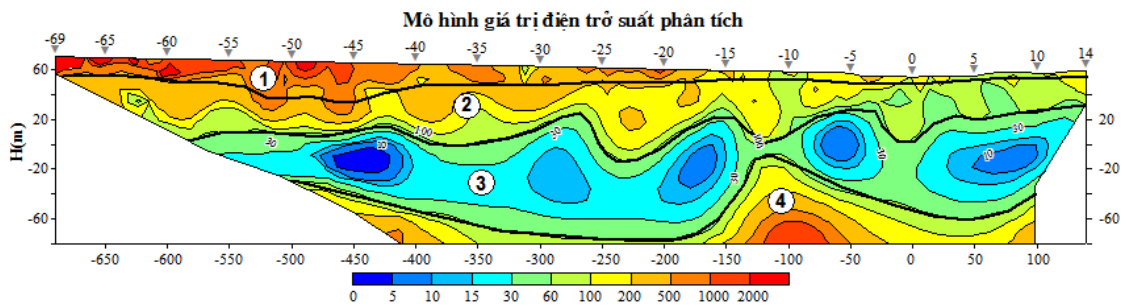
Công tác đo sâu trường chuyển bằng máy TEM FAST 48 của Hà Lan, trên tuyến T2 với khung dây vuông cạnh 100m ở các điểm trên tuyến như sau: -60; -50; -43; -35; -11; 0; 10; 20; 30; 40; 50; 60.

Kết quả phân tích trường chuyển trên tuyến T2 được thể hiện trên hình 3 cho thấy giá trị điện trở suất thay đổi từ $15\Omega\text{m}$ đến trên $2000\Omega\text{m}$, từ trên mặt xuống dưới sâu được chia thành 3 lớp:

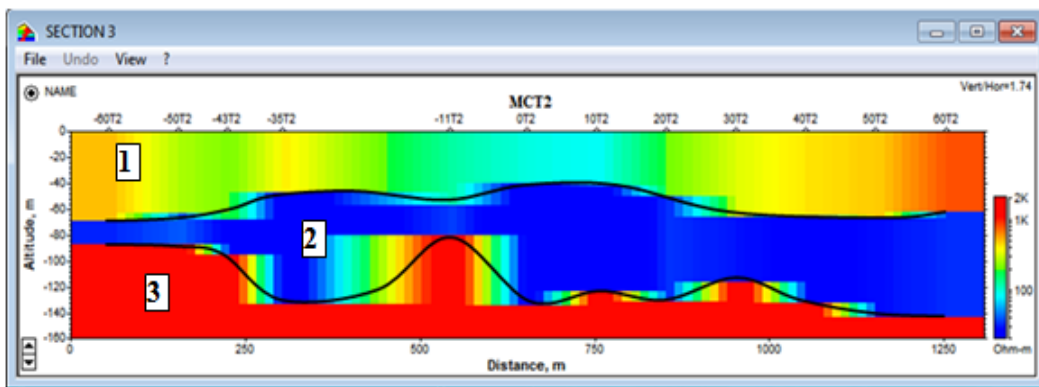
Lớp 1 từ trên mặt đến độ sâu khoảng 70m có giá trị điện trở suất thay đổi từ $80\Omega\text{m}$ đến $767\Omega\text{m}$. Khả năng phân giải của trường chuyển thấp đối với những lớp dẫn điện kém nên lớp 1 của trường chuyển ở đây tương ứng với cả lớp 1 và 2 của đo sâu điện trở suất.

Lớp 2 nằm dưới lớp 1 có giá trị điện trở suất thay đổi từ $15\Omega\text{m}$ đến $35\Omega\text{m}$. Lớp này có chiều dày không ổn định thay đổi từ 20m đến khoảng 80m; lớp này tương ứng với lớp 3 của đo sâu điện trở suất.

Lớp 3 nằm dưới lớp 2 có giá trị điện trở suất lớn hơn $2000\Omega\text{m}$; lớp này tương ứng với lớp 4 của đo sâu điện trở suất.



Hình 2. Kết quả đo sâu điện trên tuyến T2



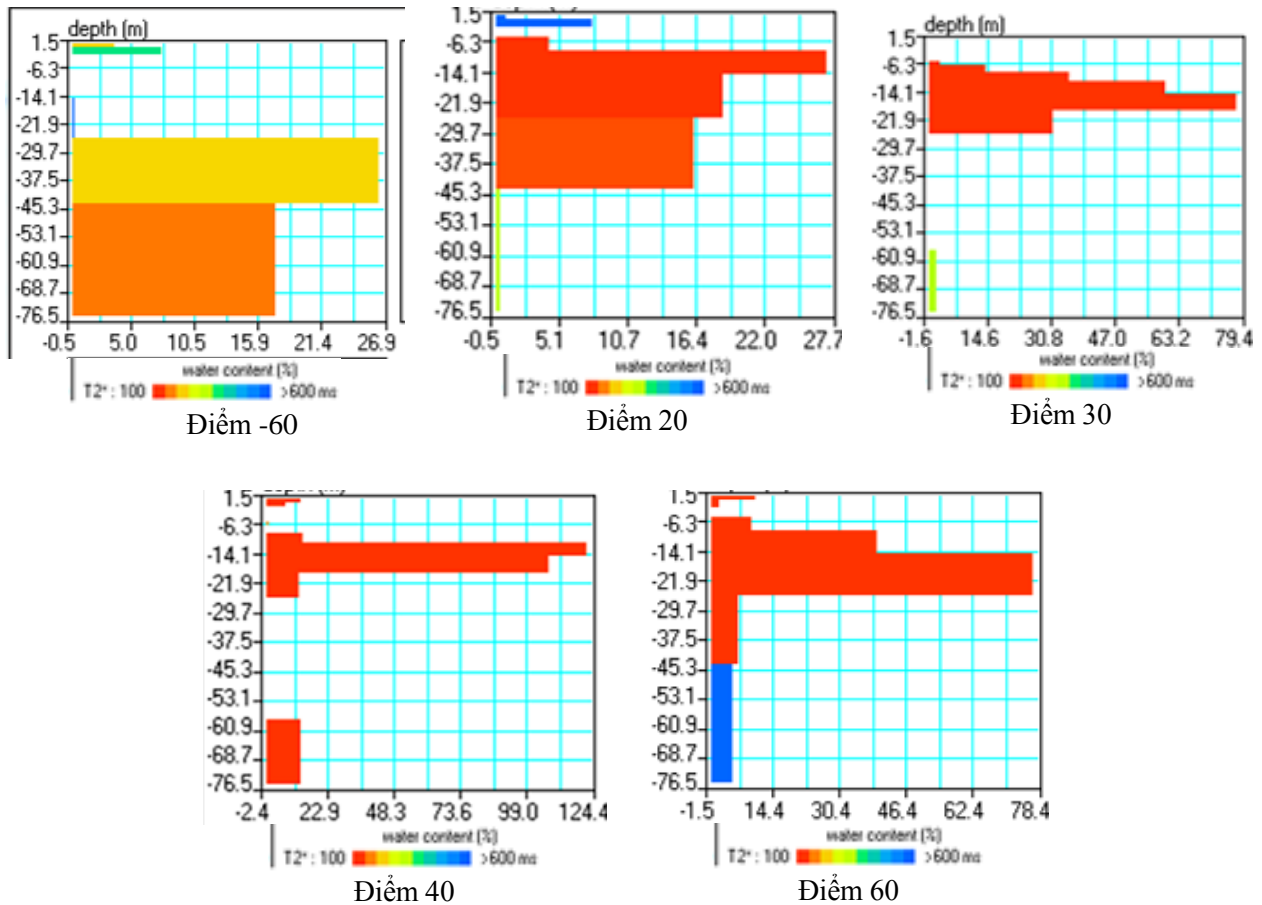
Hình 3. Kết quả đo sâu trường chuyển tuyến T2

2.3. Đo sâu cộng hưởng từ

Công tác đo sâu cộng hưởng từ được thực hiện bằng thiết bị của hãng Numis - Plus (Pháp). Việc đo mới đầu được thực hiện bằng khung dây hình vuông kích thước cạnh 100m và 150m nhằm khảo sát sâu tuy nhiên do nhiễu điện từ rất lớn nên đã phải chuyển sang đo bằng khung dây vuông hình số tám (nhằm làm giảm nhiễu đi rất nhiều) với kích thước cạnh hình vuông 75m (tuy nhiên độ sâu nghiên cứu cũng giảm đi, tối đa đạt khoảng 75m) [13]. Trục dài nhất của khung dây vuông hình số tám đặt song song với phương của đường dây điện trung thế. Số momen xung 32 nhằm đan dày những điểm đo của đường cong đo sâu, thời gian phát xung dài (40ms) để có thể khảo sát sâu. Để nâng cao chất lượng điểm đo đã xử dụng số lần cộng dồn từ 64 đến 128 (phụ thuộc vào mức độ nhiễu lúc đo). Mặc dù với những cố gắng như vậy song do tín hiệu cộng hưởng từ vô cùng yếu, tại đây

nhiều điện từ nằm trong dải vài trăm đến dăm ba nghìn nanoVon (nV) do có đường dây tải điện cắt qua cọc -24 của tuyến đo nên tỷ số tín hiệu trên nhiễu (S/N) nhỏ, lớn nhất ở đây là 5,36 tại điểm 40. Các điểm đo trên tuyến gồm: -60; -35 (điểm này bị loại vì nhiễu điện từ quá lớn do chỉ cách đường dây tải điện khoảng 100m); 20; 30; 40; 60.

Phân tích sơ bộ trên tuyến T2 khi chưa loại bỏ các xung xấu (xem hình 4) thấy điểm -60 (thuộc cánh âm của tuyến) có triển vọng nước dưới đất; còn các điểm thuộc cánh dương 20; 30; 40; 60 không triển vọng do hằng số thời gian suy giảm T_2^* nhỏ (liên hệ với nước trong lỗ hổng rất nhỏ). Trong đó điểm -60 có tỷ số tín hiệu trên nhiễu (S/N) thuộc loại tương đối lớn nhất của khu vực (S/N = 3,87) thuận lợi cho việc phân tích định lượng và liên hệ với kết quả lỗ khoan 615 (cách tuyến 2 khoảng 180m, hình 1).



Hình 4. Đồ thị hàm lượng nước w% (theo trục hoành) của các lớp theo chiều sâu (m); hằng số suy giảm T_2^* thể hiện theo thang màu

Việc phân tích dựa trên mô hình phân lớp nằm ngang một chiều, phù hợp với môi trường trầm tích của một số ít các lớp với những đặc tính chứa nước (hàm lượng nước w%, chiều dày lớp chứa nước và hằng số thời gian suy giảm T_2^*) khác nhau. Công việc đầu tiên là đánh giá chất lượng mỗi xung để loại các xung xấu và xung có điểm tách biệt rõ (lệch xa hẳn đường cong đo sâu). Xung xấu là xung có $T_2^* = 1000\text{ms}$ (không thực tế) hoặc xung có $S/N < 1$ hoặc dịch chuyển tần số (δf) lớn hơn 1 Hz ($\delta f = f_0 - f_R$, trong đó tần số cộng hưởng từ Larmor được tính theo:

$$f_0 \text{ (Hz)} = \frac{\gamma}{2\pi} B_0 \text{ (nT)}, \quad (1)$$

trong đó: γ là tỉ số từ hồi chuyển, B_0 là giá trị trường địa từ được đo bằng từ kế proton ngay trước lúc bắt đầu đo sâu tại điểm đo; f_R là tần số được tính theo công thức trên để phát dòng xoay chiều vào khung dây trong đo sâu nhằm tạo cộng hưởng từ song do thực tế trường địa từ lại thay đổi theo thời gian hoặc do công nghệ hoặc do chịu ảnh hưởng của tính chất từ của đất đá vùng đo đã tạo ra dịch chuyển tần số).

Số liệu điện trở suất cần thiết cho việc xử lý số liệu cộng hưởng từ được lấy từ kết quả đo sâu lưỡng cực nêu trên. Tài liệu đo cho thấy các lớp điện trở suất có giá trị giảm dần theo chiều sâu ở phần trên của đá móng, phục vụ tốt cho việc tính “ma trận NUMIS”, nó thể hiện mô hình địa điện dưới mặt đất [8].

Nghịch đảo được thực hiện bằng phần mềm SAMOVAR sau khi loại các xung xấu và lựa chọn các tham số nghịch đảo. Những kết quả nghịch đảo được thể hiện trên các đồ thị như biên độ đường cong đo sâu cộng hưởng từ, đồ thị hàm lượng nước của các lớp theo chiều sâu, đồ thị tần số hiệu dụng, đồ thị T_2^* , đồ thị pha của các xung, vv... Hàm lượng nước và độ dày lớp nước không có độ tin cậy

bằng tích của hai đại lượng đó do nguyên lý tương đương của các lớp nước cùng độ sâu và cùng hằng số thời gian suy giảm T_2^* . Trong các kết quả nghịch đảo thì độ sâu đỉnh lớp nước là đáng tin cậy hơn cả, điều đó được khẳng định bằng mô hình hóa và bằng những kết quả đo sâu ở nhiều nơi trên thế giới [3,4]. Các tham số nghịch đảo đỉnh lớp nước, hàm lượng nước có sai số càng lớn khi chúng ở độ sâu càng lớn [4].

Theo kết quả nghịch đảo đó đã chọn điểm - 60 vì có tỷ số S/N lớn để làm mô hình hóa. Kết quả mô hình hóa được thể hiện ở bảng 1. So sánh với cột địa tầng lỗ khoan 615 (hình 5) ta thấy kết quả mô hình hóa khá phù hợp với đặc điểm địa chất thủy văn ở đây. Trước hết đỉnh lớp nước rất phù hợp với cột địa tầng lỗ khoan, thể hiện khả năng ưu việt của việc xác định đỉnh lớp nước trong đo sâu cộng hưởng từ như đã nêu trên.

Hiện vẫn đang nghiên cứu nhiều về mối tương quan giữa các tham số nghịch đảo cộng hưởng từ với những đặc trưng địa chất thủy văn và đã có những kết quả bước đầu, tuy nhiên để thực hiện được vấn đề đó cần phải xác định các hằng số trong các mối liên quan đó bằng các lỗ khoan quan trắc địa chất thủy văn [3]. Theo cột địa tầng lỗ khoan từ trên mặt đến độ sâu 60m là cát hạt nhỏ đến trung bình, đó là tầng có khả năng chứa nước, tuy nhiên với giá trị $T_2^* = 211\text{ms}$ thì thường là cát hạt thô, cát cuội sỏi ($180 < T_2^* < 300$); cát hạt trung thì có $120 < T_2^* < 180$ và cát hạt mịn có $60 < T_2^* < 120$; cát sét và cát rất mịn có $30 < T_2^* < 60$ [12].

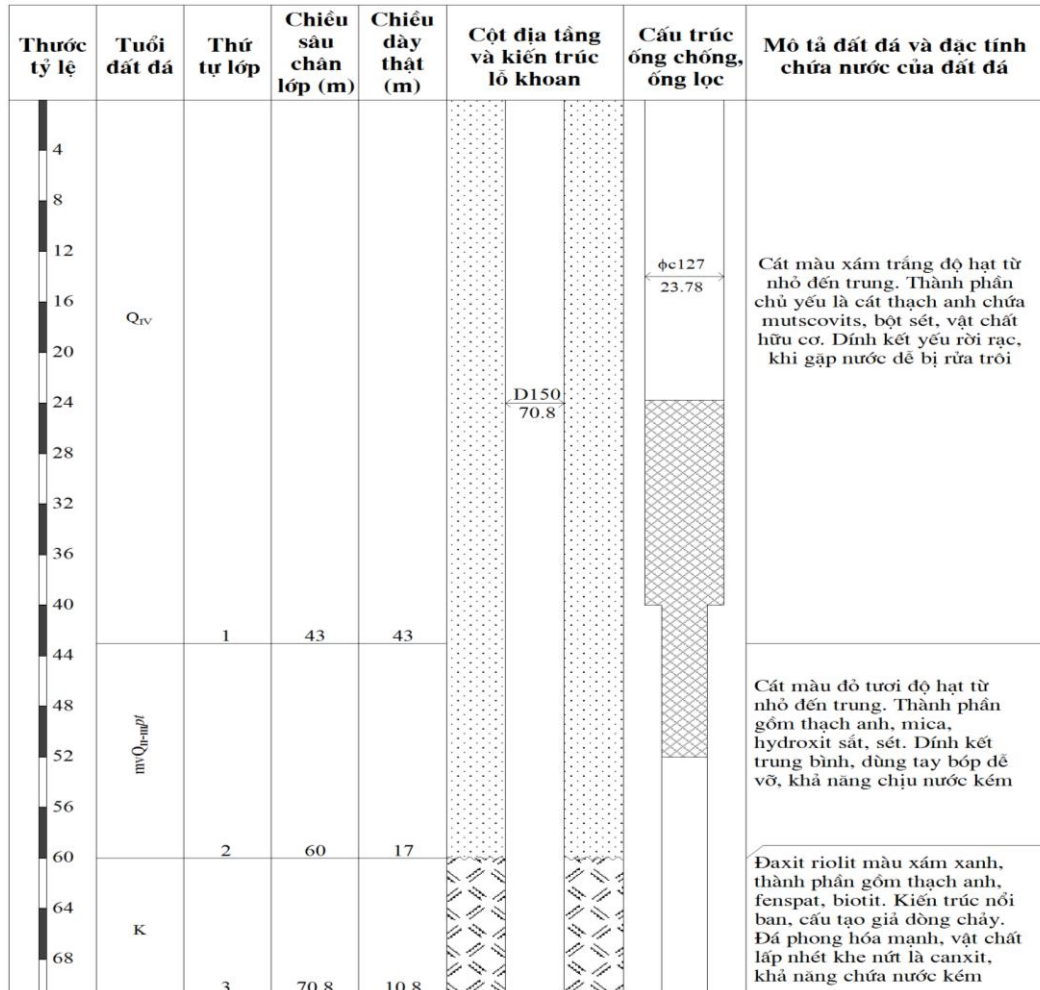
Cũng cách xử lý tương tự như trên đối với những điểm bên cạnh dương, ví dụ điển hình ở cọc 40 cho kết quả ở bảng 2: Theo đó ta thấy hằng số suy giảm của lớp 1 và 2 đều rất nhỏ tương ứng với loại cát sét và cát rất mịn không có khả năng khai thác nước.

Bảng 1. Kết quả mô hình hóa tại điểm 60

	Đỉnh lớp nước (m)	Đáy lớp nước (m)	Hàm lượng nước (w%)	Hằng số suy giảm T_2^* (ms)
Lớp 1	26	44	28	211
Lớp 2	44	75	16	136

Bảng 2. Kết quả mô hình hóa tại điểm 40

	Đỉnh lớp nước (m)	Đáy lớp nước (m)	Hàm lượng nước (w%)	Hằng số suy giảm T_2^* (ms)
Lớp 1	9	26	43	45
Lớp 2	26	69	18	30



Hình 5. Cột địa tầng lỗ khoan 615

Mỗi điểm đo sâu cộng hưởng từ thường mất khoảng một ngày, nhất là trong những vùng nhiều điện từ mạnh thì thời gian đo càng kéo dài hơn. Do vậy không thể tìm kiếm nước dưới đất ngay bằng đo sâu cộng hưởng từ mà trước tiên cần dùng các phương pháp đo nhanh hơn như đo sâu điện trở suất 2D, trường chuyển để phát hiện vùng triển vọng có nước. Đo sâu điện trở suất 2D mặc dù cho mặt cắt chi tiết hơn về mặt điện trở suất nhưng lại không thực hiện được trên vùng điện trở suất rất cao như trên cồn cát, ở đây chỉ có thể thực hiện đo sâu

trường chuyển. Đo sâu trường chuyển thuận lợi hơn khi trong lát cắt có tầng tựa điện trở suất thấp (như lớp sét, đất đá phong hóa, nhiễm mặn,...) nhưng nó lại không có độ phân giải các lớp có điện trở suất cao như đo sâu điện trở suất.

3. Kết luận

Đo sâu điện trở suất chỉ có thể thực hiện được trên vùng không có cồn cát, nó thể hiện rõ cấu trúc phân lớp theo giá trị của điện trở suất như đã nêu trên. Trên vùng cồn cát chỉ có thể thực hiện đo sâu trường chuyển nhưng không có

khả năng phân giải điện trở suất cao, nó chỉ xác định được lát cắt nằm trên tầng dẫn điện mà không tách được hai lớp điện trở suất cao khác nhau như trong đo sâu điện trở suất. Tuy nhiên theo cả hai phương pháp đó đều khó đánh giá triển vọng nước dưới đất nhất là khi cần phải chọn vị trí lỗ khoan.

Đo sâu cộng hưởng từ cho ngay tín hiệu liên quan trực tiếp với nước, còn cho biết hằng số suy giảm T_2^* liên hệ với kích thước lỗ hổng tầng chứa nước, xác định khả tin cậy đỉnh của tầng chứa nước đầu tiên và cũng cho biết độ rộng một cách tương đối.

Như vậy kết hợp đo sâu điện trở suất hoặc đo sâu trường chuyển đi trước để tìm ra vùng triển vọng, trên vùng đó thực hiện đo sâu cộng hưởng từ để xác định vùng chứa nước và hàm lượng nước giúp cho việc khảo sát nước dưới đất hiệu quả hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Girard J.-F., Legchenko A. and Boucher M., 2005. Stability of MRS signal and estimation of data quality. *Near Surface Geophysics*, Vol. 3, No. 3, p. 187-194.
- [2]. Lange G., 2007. Scientific Report about Surface Nuclear Magnetic -Measurements in the Lai Chau Survey Area (NW-Vietnam). December 4, 2007.
- [3]. Legtchenko A, 2013. *Magnetic Resonance Imaging for Groundwater*. 235 pages. Wiley-ISTE (ISBN 9781848215689 1848215681).
- [4]. Legchenko A.V., Baltassat J.-M., Bobachev A., Martin C., Robain H., and Vouillamoz J.-M., 2004. *Magnetic Resonance Sounding Applied to Aquifer Characterization*. *Ground Water* Vol. 42, No. 3, pages 363-373.
- [5]. Legchenko A.V., Shushakov O. A., 1998. Inversion of surface NMR data. *Geophysics*, Vol. 63, N^o 1, pp. 75- 84.
- [6]. Lubczynski M.W. and Roy J., 2003. Hydrogeological interpretation and potential of the new magnetic resonance sounding MRS method. *Journal of Hydrology*, Volume 283, Issues 1-4, Pages 19-40.
- [7]. Ngô Văn Bưu, Tăng Đình Nam. Ảnh hưởng của các tham số nghịch đảo tới kết quả đo sâu cộng hưởng từ trong khảo sát nước khe nứt – karst tương đối sâu ở Nậm Loỏng, Lai Châu với nhiều điện từ lớn. *Tạp chí Địa chất, Loạt A, Số 317-318, 3 - 6/2010, tr. 81-93. Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.*
- [8]. NUMIS^{Plus} – Surface Proton Magnetic Resonance system for water prospecting. User's Guide. IRIS Instruments, July 2001. Web site: www.iris-instruments.com
- [9]. Rubio F.M. and Plata J.L., 2005. MRS survey in a detrital coastal aquifer in Castellon-Spain. *Near Surface Geophysics*, Vol. 3, No. 4, p. 215-222.
- [10]. Tăng Đình Nam (chủ nhiệm), Ngô Văn Bưu, Vũ Thị Minh Nguyệt, Nguyễn Tiên Phong, Lương Thu Trang, 2008. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học công nghệ cấp Bộ: “Nghiên cứu áp dụng phương pháp cộng hưởng từ để tìm kiếm nước ngầm một số vùng trọng điểm ở miền Bắc Việt Nam” . Viện Khoa học Địa chất và khoáng sản. Hà Nội, 2009.
- [11] Ngô Văn Bưu, Tăng Đình Nam, Nguyễn Tiên Phong. Những đặc điểm và kết quả đo sâu cộng hưởng từ trong khảo sát nước khe nứt – karst ở Lai Châu và Sơn La, Tây Bắc Việt Nam. *Tạp chí khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất, số chuyên đề kỷ niệm 45 năm thành lập bộ môn Địa vật lý, số 34, 4 – 2011. Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, tr. 7 – 13.*
- [12] Shirov, M., Legchenko, A., Creer, G., 1991. A new direct non-invasive groundwater detection technology for Australia. *Exploration Geophysics* 22, 333–338.
- [13]. Trushkin D.V., Shushakov O. A., Legchenko A.V., 1994. The potential of a noise-reducing antenna for surface NMR groundwater surveys in the earth's magnetic field. *Geophysical Prospecting*, Vol. 42, pp. 855-862.
- [14]. Yaramanci U., Lange G., Hertrich M., 2002. Aquifer characterisation using Surface NMR jointly with other geophysical techniques at the Nauen/Berlin test site. *Journal of Applied Geophysics*, vol. 50, N^o 1-2, pp. 47-65. p5/19
- [15]. Yaramanci U., Müller-Petke M., 2009. Surface nuclear magnetic resonance—A unique tool for hydrogeophysics. *The Leading Edge*; v. 28; no. 10; p. 1240-1247.

ABSTRACT

Capability for groundwater prospecting in quaternary sediment at HoaThang - BacBinh - BinhThuan by integrated electrical resistivity imaging 2D, transient electromagnetic method and magnetic resonance sounding

Nguyen Tien Phong, *Vietnam Institute of Geosciences and Mineral Resources*

Tang Dinh Nam, *Vietnam Institute of Geosciences and Mineral Resources*

Ngô Văn Bưu, *The Vietnam Geophysics Association of Science and Technology*

Following previously geophysical investigations, in HoaThang - BacBinh - BinhThuan area, groundwater resource is poor. Recently, Magnetic Resonance Sounding (MRS) is effectively applied for groundwater investigation, especially in poor groundwater areas. This paper presents an ability of combination MRS with other geophysical methods such as Electrical Resistivity Imaging (ERI), transient Electromagnetic Method (TEM) to explore groundwater. The results of ERI show a clearly layered - sediment structure, however, it could not carry out in the sand dunes areas. Thus, we used TEM method to delineate the aquifer which covers on the low resistivity layer related to clay and weathered rocks. Yet the results could not quantitatively define groundwater reservoir and locate positions of drilling holes. The MRS investigations has proven that it is a powerful tool to estimate the potential of groundwater bearing and to determine the depth to top of the aquifer.

NGHIÊN CỨU VẬN TỐC CỦA TRẦM TÍCH CHỨA GAS HYDRAT... (tiếp theo trang 38)

ABSTRACT

Seismic velocities of hydrate - bearing sediments and application in exploration

Phan Thien Huong, *Hanoi University of Mining and Geology*

Nguyen Thanh Tung, *Center for Oil and Gas Exploration and Production (EPC), VPI*

Tran Van Huu, *Hanoi University of Mining and Geology*

Seismic method is one of the main and important tools to investigate the presence of gas hydrate, especially in case when there is no other geological or geophysical techniques that can provide quantitative information to study gas hydrate. In this paper, the authors analyse factors affecting the seismic velocities and select optimal method to generate velocity model for sediments containing GH in deep water areas offshore Vietnam. The modeling results point out that mineral structure affects velocities of GH sediment, even though GH is located in sediment's pore but it is considered as a matrix during calculation of elastic moduli. Moreover, porosity, Biot coefficient, depth of GH layer from seabed and depth of seabed, ratio between sand and shale affect velocities of sediments too. This research also confirms the ability of application of amplitude variation with offset (AVO) analysis to predict sediment containing GH.