

# ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP ĐO SÂU ĐIỆN 2-D PHÂN CHIA MẶT CẮT ĐỊA ĐIỆN PHÂN DỊ KÉM

BÙI TIẾN BÌNH

*Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Miền Nam*

**Tóm tắt:** Các phương pháp đo sâu điện trở một chiều (1-D) và hai chiều (2-D) được ứng dụng rộng rãi trong nghiên cứu địa chất để phân chia các lớp đất đá khác nhau về tham số điện trở suất. Nhờ độ phân giải cao hơn, phương pháp đo sâu điện 2-D có khả năng phân chia được các lớp đất đá kém phân dị về tham số điện trở suất, như trong trường hợp nghiên cứu các mặt cắt cát sét chứa nước mặn.

Bài báo trình bày kết quả ứng dụng phương pháp đo sâu điện 2-D để nghiên cứu mặt cắt địa chất công trình ở khu Nhà vườn Du lịch thuộc huyện Cần Giờ, Tp. Hồ Chí Minh. Kết quả cho thấy có thể sử dụng phương pháp đo sâu điện 2-D để phân chia các lớp trầm tích có tham số điện trở suất nhỏ và ít khác nhau. Điều này hoàn toàn vượt quá khả năng của phương pháp đo sâu điện 1-D truyền thống và chứng minh khả năng tiềm tàng của các phương pháp đo sâu điện trở trong thực tiễn nghiên cứu địa chất.

## I. MỞ ĐẦU

Ngày nay, các phương pháp đo sâu điện trở đóng vai trò quan trọng trong tổ hợp các phương pháp địa vật lý nghiên cứu địa chất, địa chất thủy văn, địa chất công trình v.v... nhờ ở các ưu điểm giá thành rẻ, dễ thi công và nhất là chúng nghiên cứu một thuộc tính phổ biến của môi trường địa chất, đó là độ dẫn điện của các thành phần vật chất khác nhau, cấu tạo nên môi trường đó.

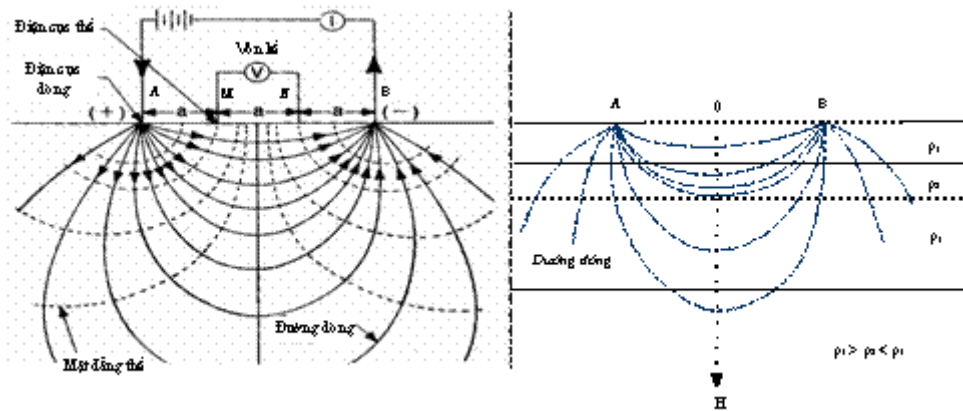
Phương pháp đo sâu điện (ĐSD) một chiều (1-D) truyền thống cung cấp thông tin về quy luật phân bố của tham số điện trở suất (ĐTS) trong môi trường địa chất phân lớp nằm ngang với mỗi lớp đồng nhất về giá trị ĐTS và khác với các lớp liền kề. Sự khác biệt về ĐTS giữa các lớp càng lớn thì khả năng phát hiện và phân chia chúng càng chính xác.

Tuy nhiên, trong thực tế sự khác biệt này không phải lúc nào cũng đủ lớn để có thể phân chia chúng bằng phương pháp ĐSD truyền thống. Có thể nêu ví dụ minh họa như trường hợp mặt cắt cát sét bão hòa nước mặn. Ở đó, nước lỗ hổng bão hòa có độ mặn cao là yếu tố mang tính quyết định về độ dẫn điện của môi trường, che lấp cả sự khác biệt về độ dẫn do thành phần hạt (cát, sét) gây ra.

Trong những năm gần đây, sự phát triển và triển khai ứng dụng công nghệ đo ghi đa cực tự động và các chương trình xử lý mô hình hai chiều (2-D) cho phép nâng cao năng xuất đo ghi tham số ĐTS và độ phân giải nhờ hiệu quả xử lý tập hợp dữ liệu ĐTS. Bài báo này đề cập đến sự ứng dụng phương pháp đo ghi và xử lý 2-D tài liệu ĐSD nghiên cứu mặt cắt địa chất công trình vùng ngập mặn ở Cần Giờ, Tp. Hồ Chí Minh.

## II. PHƯƠNG PHÁP ĐO SÂU ĐIỆN TRỞ 1-D

Phương pháp đo sâu điện trở 1-D có nhiều biến thể tương ứng với các cách bố trí hệ điện cực khác nhau. Phổ biến nhất là phương pháp ĐSD với hệ cực Wenner-Schlumberger bố trí như Hình 1 dưới đây:



Hình 1. Bố trí hệ cực phát-thu AMNB và phân bố đường dòng điện trong môi trường đồng nhất (trái) và phân lớp nằm ngang (phải)

Theo hình này, hai cực phát dòng điện xuống đất (A và B) và hai cực thu điện thế phản hồi (M và N) bố trí đối xứng xung quanh vị trí điểm đo theo một đường thẳng. Bằng cách mở rộng dần các hệ cực phát-thu (AMNB), dòng điện phát xuyên thấm sâu dần xuống lòng đất. Đo ghi dòng I qua hệ cực phát A và B và điện thế phản hồi  $\Delta U$  qua hệ cực thu M và N, từ đó tính toán được ĐTS của các lớp đất đá khác nhau theo công thức:

$$\rho_k = K \frac{\Delta U}{I}$$

- với: -  $\rho_k$ : ĐTS biểu kiến, đơn vị Ohm.m;
- $\Delta U$ : hiệu thế đo giữa cực M và N, đơn vị mV;
- I: dòng điện phát, đơn vị mA;
- K: hệ số phụ thuộc cách bố trí hệ cực.

Trong môi trường phân lớp ĐTS nằm ngang, phân bố thế và đường dòng bị biến dạng so với phân bố của chúng trong môi trường đồng nhất. Như trong Hình 1, đường dòng tập trung dày hơn vào lớp  $\rho_2$  có giá trị ĐTS nhỏ nhất ( $\rho_1 > \rho_2 < \rho_2$ ), do đó giá trị ĐTS đo được ( $\rho_k$ ) không phải là giá trị ĐTS thực, mà là ĐTS biểu kiến, có giá trị phụ thuộc vào cách bố trí hệ cực và mức độ biến dạng của đường dòng do tính phân lớp của môi trường. Nói cách khác tham số ĐTS biểu kiến mang thông tin về môi trường địa chất nghiên cứu.

Khi sự khác biệt về giá trị ĐTS của các lớp địa chất càng lớn thì khả năng phân chia chúng càng tin cậy. Điều này đã được thực tế chứng minh qua các nghiên cứu ranh giới giữa trầm tích bờ rời chứa nước và đá gốc rắn chắc, giữa lớp nước mặn và nước nhạt.

Tuy nhiên, tình hình sẽ khác đi khi sự phân dị tham số ĐTS giữa các lớp có giá trị nhỏ. Điều này xảy ra trong trường hợp mặt cắt nghiên cứu gồm các lớp cát sét bão hòa nước có độ khoáng hóa cao và tương đối đồng nhất trong toàn bộ mặt cắt. Khi đó *nước mặn dưới đất là yếu tố chính quyết định độ dẫn điện của môi trường* [1] (xem Hình 2 và Hình 3).

Hình 2 cho thấy giá trị ĐTS trong mặt cắt cát sét chứa nước mặn nhỏ, ít thay đổi (2-4 Ohm.m). Điều này thường không cho phép phân chia dễ dàng ranh giới các lớp trầm tích khác nhau.

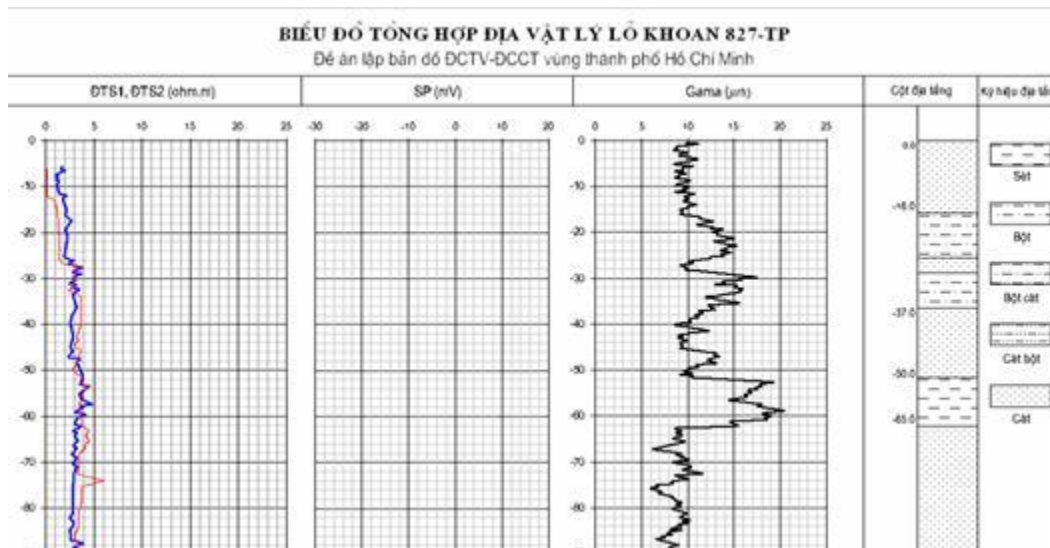
Hình 3 là ví dụ xử lý 1-D số liệu 01 điểm ĐSD đo ở huyện Cần Giờ. Ở phần trên của mặt cắt, mô hình ĐTS 1-D phân dị kém, việc phân chia các lớp trầm tích theo mô hình là không tin cậy.

Như vậy, các ví dụ nêu trên cho thấy trong điều kiện môi trường phân lớp không rõ rệt về tham số ĐTS, việc xử lý và phân tích các điểm ĐSD 1-D một cách riêng rẽ để liên kết, luận giải và xây dựng mô hình phân bố các lớp trầm tích thường mang tính chủ quan, khiên cưỡng, không đủ mức tin cậy và có thể dẫn tới nhận định sai lầm.

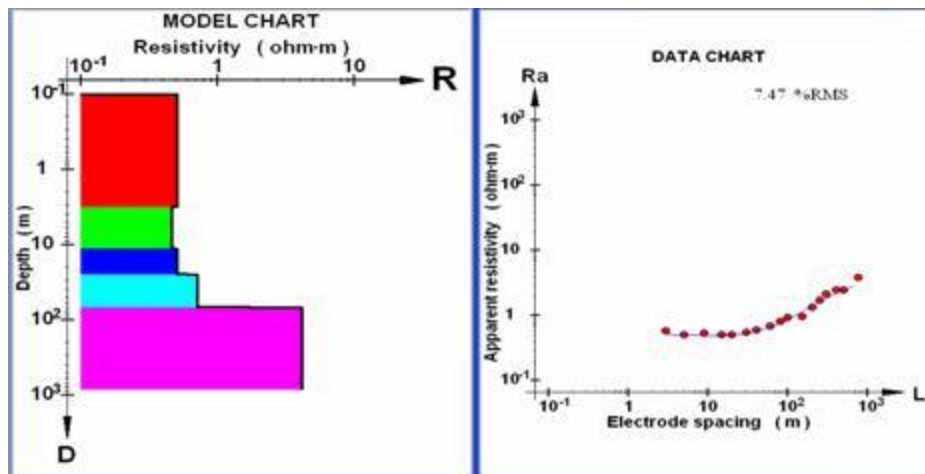
### III. PHƯƠNG PHÁP ĐO SÂU ĐIỆN 2-D

Sự ra đời và ứng dụng rộng rãi của phương pháp đo sâu điện trở 2-D, hay còn gọi là phương pháp đo sâu điện liên tục đều đã mở ra cơ hội khắc phục nhược điểm nói trên của phương pháp 1-D, nhờ các đặc điểm sau đây:

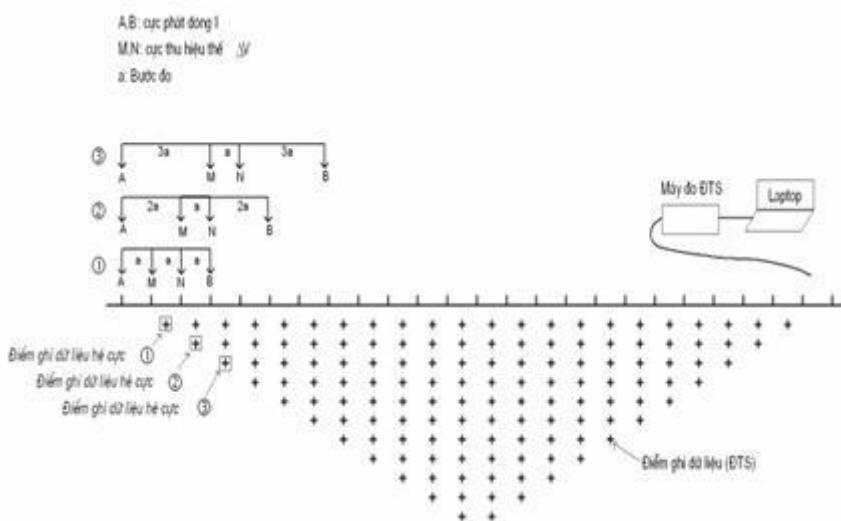
1. Phương pháp ĐSD 2-D sử dụng thiết bị đa điện cực bố trí đều nhau với khoảng cách (a) nhỏ, thường từ 2 đến 10 m, tùy thuộc vào quy mô và đặc điểm của đối tượng nghiên cứu. Hình 4 dưới đây mô tả cách bố trí ngoài trời hệ đa cực Wenner.



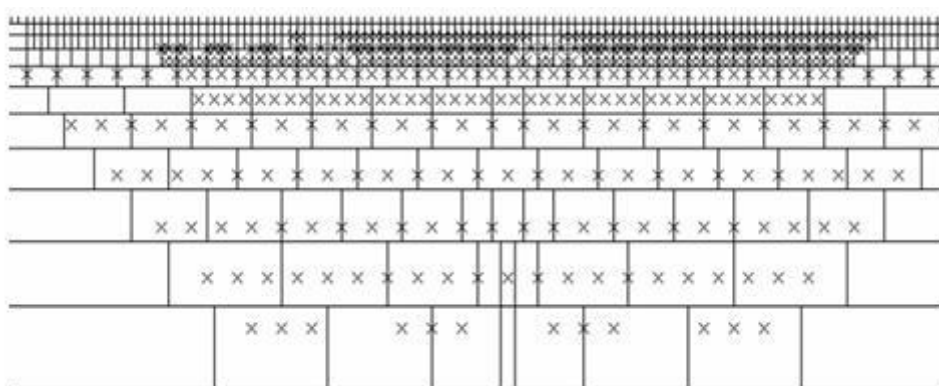
Hình 2. Biểu đồ địa vật lý lỗ khoan nghiên cứu mặt cắt trầm tích bờ rời chứa nước mặn ở huyện Cần Giờ, Tp. Hồ Chí Minh.



Hình 3. Mô hình 1-D lớp ĐTS xử lý bằng chương trình Rinvert 2.1.



Hình 4. Sơ đồ bố trí hệ đa cực ĐSD 2-D ngoài trời.



Hình 5. Sơ đồ phân chia các khối mô hình tính toán tham số ĐTS  
( $\times$ : Vị trí điểm ghi số liệu đo ĐTS biểu kiến;  $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ : Khối mô hình)

Trong Hình 4: - A và B: điện cực phát dòng

- M và N: điện cực thu hiệu thế  $\Delta U$

- a: bước đo (m).

- n: bội số nguyên.

2. Khác với phương pháp xử lý 1-D, trong phương pháp xử lý 2-D, các khối mô hình được sắp xếp bao quanh các điểm ghi dữ liệu ĐTS dưới tuyến ĐSD 2-D trong như Hình 5.

Thuật toán giải bài toán ngược để xác định mô hình ĐTS dưới đất theo tuyến ĐSD 2-D thực chất là tiến trình cực tiểu hóa tổng sai số bình phương  $\epsilon$ , độ lệch g giữa giá trị ĐTS tính toán từ mô hình và giá trị ĐTS biểu kiến đo [3]. Phương pháp xử lý 2-D cho phép nghiên cứu sự thay đổi giá trị ĐTS dưới đất theo cả chiều ngang và chiều sâu.

Nhờ mật độ điểm đo dày và khả năng xử lý 2 chiều đối với tập hợp dữ liệu ĐTS phân bố trên toàn bộ mặt cắt, phương pháp ĐSD 2-D có độ phân giải cao hơn so với phương pháp 1-D, vì vậy

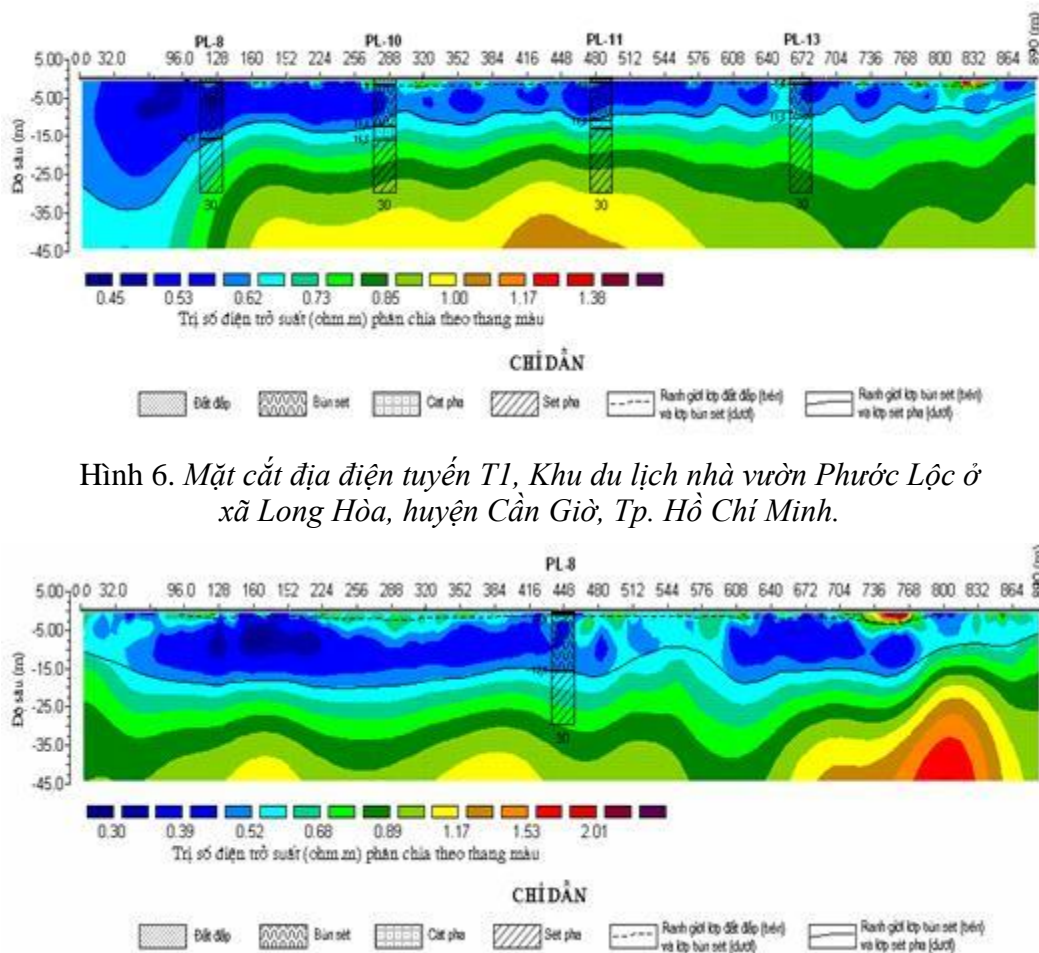
suy ra, có thể phân chia được các lớp ĐTS có mức độ phân dị nhỏ như trong trường hợp đã nêu ở các Hình 2 và Hình 3.

#### IV. MỘT SỐ KẾT QUẢ ỨNG DỤNG

Các kết quả sử dụng phương pháp đo và kỹ thuật xử lý 2-D nghiên cứu mặt cắt địa chất, địa chất công trình Khu du lịch Phước Lộc, xã Long Hòa, huyện Cần Giờ, Tp. Hồ Chí Minh được trình bày trên các Hình 6, 7 [1].

Mặt cắt địa điện tuyến T1 đo theo tuyến lỗ khoan địa chất công trình và mặt cắt T2 đo bắt chéo T1. Kết quả như sau:

- Xác định được ranh giới giữa lớp bùn sét nằm trên và lớp sét pha ở độ sâu từ khoảng 10 m đến khoảng 30 m, trung bình: 10-15 m. Ở một vài vị trí lỗ khoan, lớp cát pha nằm giữa lớp bùn sét và lớp sét pha có thể liên hệ với lớp màu xanh da trời có trị số ĐTS gần 0,6 - 0,7 Ohm.m.
- Xác định lớp sét pha nằm dưới lớp bùn sét, liên hệ với các lớp có trị số tăng dần tới chiều sâu khảo sát khoảng 45 m. Quy luật này cho phép dự đoán lớp sét pha phân bố tới độ sâu trên dưới 45 m.
- Ngoài ra, trên mặt cắt còn cho phép xác định được ranh giới giữa lớp đất đắp và lớp bùn sét nhờ liên hệ với tài liệu các lỗ khoan hiện hữu.



Hình 6. Mặt cắt địa điện tuyến T1, Khu du lịch nhà vườn Phước Lộc ở xã Long Hòa, huyện Cần Giờ, Tp. Hồ Chí Minh.

Hình 7. Mặt cắt địa điện tuyến T2, Khu du lịch nhà vườn Phước Lộc ở xã Long Hòa, huyện Cần Giờ, Tp. Hồ Chí Minh.

## V. KẾT LUẬN

Hiện nay, các phương pháp ĐSD 1-D và 2-D được ứng dụng rộng rãi trong các nghiên cứu địa chất để xác định ranh giới giữa các lớp đất đá trên cơ sở phân chia chúng theo sự khác biệt về tham số ĐTS.

Nhờ sự phát triển công nghệ đo ghi tự động bằng thiết bị đa điện cực và sự hỗ trợ của các chương trình xử lý 2-D, phương pháp ĐSD 2-D có độ phân giải cao đáp ứng được yêu cầu xử lý tài liệu ĐSD để phân chia các lớp đất đá ít khác nhau về tham số ĐTS.

Lấy ví dụ minh họa về khả năng này, bài báo thể hiện thông qua một công trình ứng dụng phương pháp ĐSD 2-D để phân chia các lớp trầm tích trong mặt cắt ngập mặn vùng Cần Giờ, Tp. Hồ Chí Minh. Ở đây, các mặt cắt địa điện xây dựng từ mô hình ĐTS theo các tuyến ĐSD 2-D đã phân định được ranh giới giữa lớp đất yếu (bùn sét) nằm trên và lớp sét pha ở dưới. Kết quả địa vật lý phù hợp với tài liệu các lỗ khoan đối chứng.

## VĂN LIỆU

- 1. Bùi Tiến Bình, 2006.** Báo cáo kết quả thăm dò địa vật lý đo sâu điện 2-D công trình nhà vườn du lịch Phước Lộc, xã Long Hòa, huyện Cần Giờ, Tp. Hồ Chí Minh. *Lưu trữ Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Miền Nam, Tp. Hồ Chí Minh.*
- 2. Koostra J., Barn Geenen, 2000.** Final Report, R056, Ground Water Study Mekong Delta Project. *Ho Chi Minh City.*
- 3. Loke M.H., 2004.** Electrical imaging surveys for environmental and engineering studies. *Geotomo Software, Website: [www.geoelectrical.com](http://www.geoelectrical.com).*