

NGHIÊN CỨU SƠ ĐỒ VÀ QUY TRÌNH THÀNH LẬP TẬP TIN ĐẦU VÀO TỪ SỐ LIỆU ĐO SÂU ĐIỆN 1-D ĐỂ PHÂN TÍCH XỬ LÝ BẰNG PHƯƠNG PHÁP 2-D VÀ MỘT SỐ KẾT QUẢ ÁP DỤNG XÁC ĐỊNH RANH GIỚI MẶN NƯỚC DƯỚI ĐẤT VÙNG ĐỒNG BẰNG NAM BỘ

BÙI TIẾN BÌNH

Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Miền Nam, TP Hồ Chí Minh

Tóm tắt: Sử dụng công nghệ đo ghi và xử lý hai chiều đối với tài liệu đo sâu điện cho phép đặt vấn đề nghiên cứu khả năng sử dụng phương pháp xử lý đối với tài liệu đo sâu điện một chiều truyền thống.

Trên cơ sở phân tích lý thuyết và thuật toán giải lập trong các chương trình xử lý hai chiều, bài báo trình bày nội dung nghiên cứu phương pháp xử lý hai chiều và từ đó đưa ra sơ đồ và quy trình thành lập tập tin đầu vào từ dữ liệu đo sâu điện một chiều truyền thống để đưa vào xử lý trong chương trình xử lý hai chiều với mục đích xây dựng các mô hình địa điện theo các tuyến liên kết các điểm đo sâu điện.

Một số mô hình địa điện được sử dụng đã minh họa kết quả xác định ranh giới mặn các tầng chứa nước ở vùng đồng bằng Nam Bộ, cũng như một số triển vọng ứng dụng quy trình xử lý mới để khai thác nhanh chóng và có hiệu quả nguồn tài liệu đo sâu điện hiện có ở các vùng nghiên cứu khác nhau, đặc biệt là đồng bằng Nam Bộ, nơi hiện lưu giữ hàng chục ngàn điểm đo sâu điện.

MỞ ĐẦU

Ngày nay, các phương pháp đo sâu điện một chiều truyền thống (ĐSD 1-D) và hai chiều (ĐSD 2-D) được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực nghiên cứu địa chất ở Việt Nam và thế giới để xác định sự phân bố của tham số điện suất (ĐTS) trong môi trường đất đá. Các phương pháp ĐSD sử dụng công nghệ đo ghi và chương trình xử lý tài liệu hai chiều (2-D) có những ưu điểm vượt trội so với phương pháp truyền thống một chiều (1-D) nhờ có độ phân giải cao, do mật độ điểm đo dày và năng suất đo ghi và xử lý số liệu nhanh, do việc áp dụng các chương trình máy tính điều khiển đo ghi và xử lý tài liệu. Tuy nhiên, phương pháp ĐSD 1-D truyền thống vẫn có chỗ đứng trong tổ hợp các phương pháp nhờ tính linh hoạt trong thiết kế và thi công.

Hiện nay, trên thị trường có nhiều chương trình xử lý 2-D thương mại như Res2dinv của M.H. Loke, EarthImager của AGI Advanced Geosciences Inc., ... Những ưu điểm nổi trội của các chương trình xử lý 2-D mở ra khả năng nâng cao hiệu quả khai thác và xử lý tài liệu ĐSD 1-D truyền thống.

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng phương pháp xử lý 2-D đối với tài liệu ĐSD 1-D với nội dung chính là xây dựng quy trình chuyển đổi dữ liệu đo theo tuyến của phương pháp ĐSD 1-D thành tập tin đầu vào (TTĐV) của chương trình xử lý 2-D để thành lập mô hình mặt cắt ĐTS (đầu ra). Phần cuối của bài báo trình bày một số mô hình ĐTS minh họa, trên đó thể hiện

ranh giới mặn nước dưới đất ở vùng đồng bằng Nam Bộ, nơi có hàng chục ngàn điểm ĐSD 1-D đã được thực hiện trong các công trình nghiên cứu khác nhau.

I. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ TÀI LIỆU ĐO SÂU ĐIỆN 2-D

1. Cơ sở lý thuyết phương pháp xử lý tài liệu đo sâu điện 2-D

Trong lý thuyết trường điện một chiều, phương trình cơ bản của bài toán thăm dò điện dòng không đổi có dạng:

$$\operatorname{div}(\sigma \operatorname{grad} U) = -I \delta_q \quad (1)$$

Với các điều kiện biên về tính liên tục của hàm thế tại ranh giới phẳng về độ dẫn và sự suy giảm của hàm thế theo khoảng cách r từ nguồn điểm tới điểm quan sát, ta có:

$$\frac{\partial U}{\partial z} = 0$$

khi $z = 0$ (trên mặt đất – không khí)

$$\frac{\partial U}{\partial n} + U \frac{\cos \theta}{r} = 0$$

(tại một điểm bất kỳ) (2)

trong đó: U = điện thế; σ = độ dẫn điện môi trường; I = dòng điện; δ_q = xung Dirac và θ = góc giữa pháp tuyến n và r (khoảng cách từ nguồn đến biên ngoài).

Chương trình xử lý 2-D dựa trên cơ sở lý thuyết giải bài toán ngược trong lý thuyết thăm dò điện dòng không đổi. Theo [5, 7] giải bài toán ngược 2-D trong thăm dò điện dòng không đổi thực chất là cực tiểu hoá phiếm hàm độ lệch bình phương trung bình giữa giá trị ĐTS biểu kiến ρ_{ki} đo trên tuyến và giá trị ĐTS biểu kiến $g_i(x)$ tính trên mô hình lý thuyết cho tuyến khảo sát tương ứng:

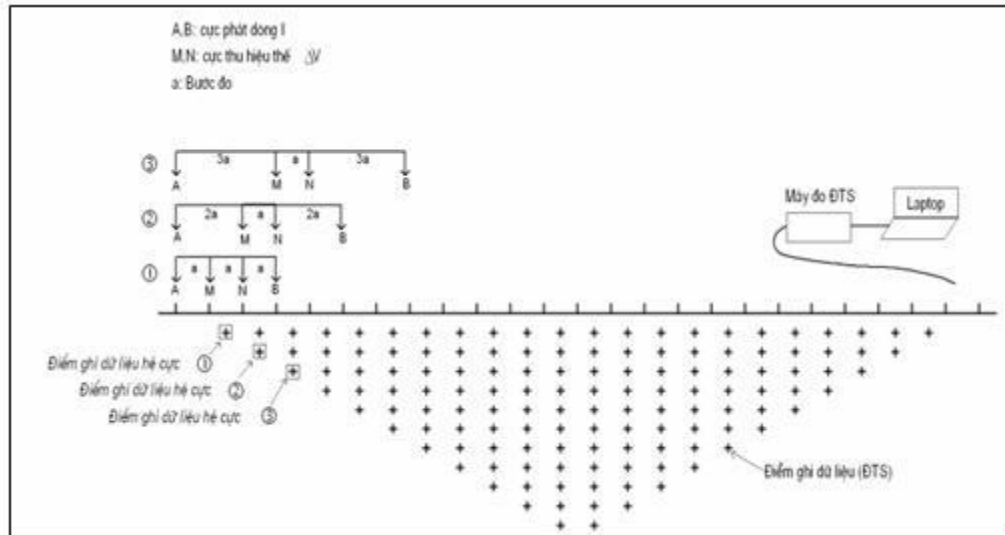
$$\nabla F(x + \delta x) = \nabla \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{[g_{ki} + g_i(x + \delta x)]^2}{g_i^2} \right] \rightarrow 0 \quad (3)$$

trong đó: x = tham số của mô hình; δx = bước thay đổi của tham số x .

Khi δx đủ nhỏ, hàm $g(x + \delta x)$ được viết lại như sau:

$$g(x + \delta x) = g(x) + J \cdot \delta x \quad (4)$$

trong đó: J = ma trận Jacobi được xác định cho mỗi lần thay đổi mô hình.



Hình 1. Sơ đồ đo tham số DTS biểu kiến theo phương pháp ĐSD 2-D, hệ cực Wenner-Schlumberger (W-S).

2. Bản chất phương pháp đo sâu điện 2-D

Trong sơ đồ Hình 1 thể hiện 3 cự ly hệ điện cực đo đầu tiên, đó là: 1) AaMaNaB; 2) A2aMaN2aB; và 3) A3aMaN3aB, với a là bước đo hay gián cách hệ cực nhỏ nhất. Bằng cách mở rộng dần gián cách hệ cực sang bên phải, ta có được tập hợp các điểm ghi dữ liệu như trong hình vẽ.

Thực chất phương pháp ĐSD 2-D là một biến thể của phương pháp ĐSD 1-D truyền thống đo theo tuyến nghiên cứu. Nhờ có mật độ điểm dày, nên phương pháp ĐSD 2-D cho phép nghiên cứu sự biến đổi tham số DTS dưới đất theo cả chiều sâu và chiều ngang.

Lý thuyết và thực hành phương pháp ĐSD 2-D đã được trình bày chi tiết trong nhiều văn liệu liên quan [3, 5]. Bài báo chỉ nêu một sơ đồ minh họa quy trình đo ghi số liệu của phương pháp ĐSD 2-D hệ cực Wenner-Schlumberger quen thuộc như sau:

Độ lệch giữa giá trị ki và mô hình tham số DTS ban đầu được xác định bằng biểu thức: ρ

$$\mathcal{E} = \rho_k - g_i \quad (5)$$

$\mathcal{E}_{\min} \approx J \cdot \mathcal{E}_x$ Thêm hàm (4) sẽ đạt cực tiểu khi:

$$(6)$$

Từ đó xác định bước thay đổi $J^* \cdot \mathcal{E}_{\min}$, với J^* là ma trận nghịch đảo của J.

Trên đây là cơ sở lý thuyết để xây dựng thuật toán giải ngược trong các chương trình xử lý tài liệu ĐSD 2-D. Một trong những chương trình xử lý tài liệu ĐSD 2-D hiện nay là chương trình Res2dinv của M.H. Loke [5].

3. Phương pháp xử lý tài liệu đo sâu điện 2-D

Cơ sở lý thuyết của phương pháp xử lý 2-D dẫn đến việc xây dựng các thuật toán giải bài toán ngược để ứng dụng trong các chương trình xử lý 2-D đối với tài liệu ĐSD. Trong các thuật toán, phổ biến nhất là phép giải lặp, nhờ có sự trợ giúp của công cụ tính toán nhanh là máy tính điện tử.

Trong tiến trình giải lập, các tham số mô hình sẽ được điều chỉnh sau mỗi lần tính lập và sẽ dừng lại khi kết quả giữa 2 lần tính liên tiếp nhỏ hơn một giá trị sai số ấn định trước. Đây là thuật toán cực tiểu hoá phiếm hàm dừng trong các chương trình máy tính xử lý tài liệu ĐSD 2-D.

Hiện nay, nhiều chương trình máy tính xử lý tài liệu ĐSD 2-D được phát triển, như các chương trình Res2dinv 3.54 của M.H. Loke [5], AGI EarthImager 1.2.0 [1] của Advanced Geosciences Inc.,... đang được sử dụng rộng rãi trong thực tế sản xuất ở Việt Nam và thế giới. Trong bài báo này, chương trình Res2dinv 3.54 đã được sử dụng để xử lý tài liệu.

4. Điều kiện áp dụng phương pháp xử lý 2-D đối với tài liệu đo sâu điện 1-D

Cùng với việc mở rộng ứng dụng của các phương pháp ĐSD 2-D, các phương pháp ĐSD 1-D vẫn được sử dụng phổ biến và không thể thay thế được trong thực tế sản xuất, do tính linh hoạt và phạm vi áp dụng rộng của chúng. Khi tiến hành ĐSD 1-D, các điểm ĐSD được đo riêng rẽ, độc lập với nhau và người ta sử dụng các chương trình xử lý 1-D để xác định các tham số mô hình như bề dày và giá trị của các lớp ĐTS ở mỗi điểm một cách riêng biệt (còn gọi là mô hình 1-D). Cuối cùng chúng được liên kết với nhau trong quá trình luận giải tài liệu để thành lập các mặt cắt địa điện.

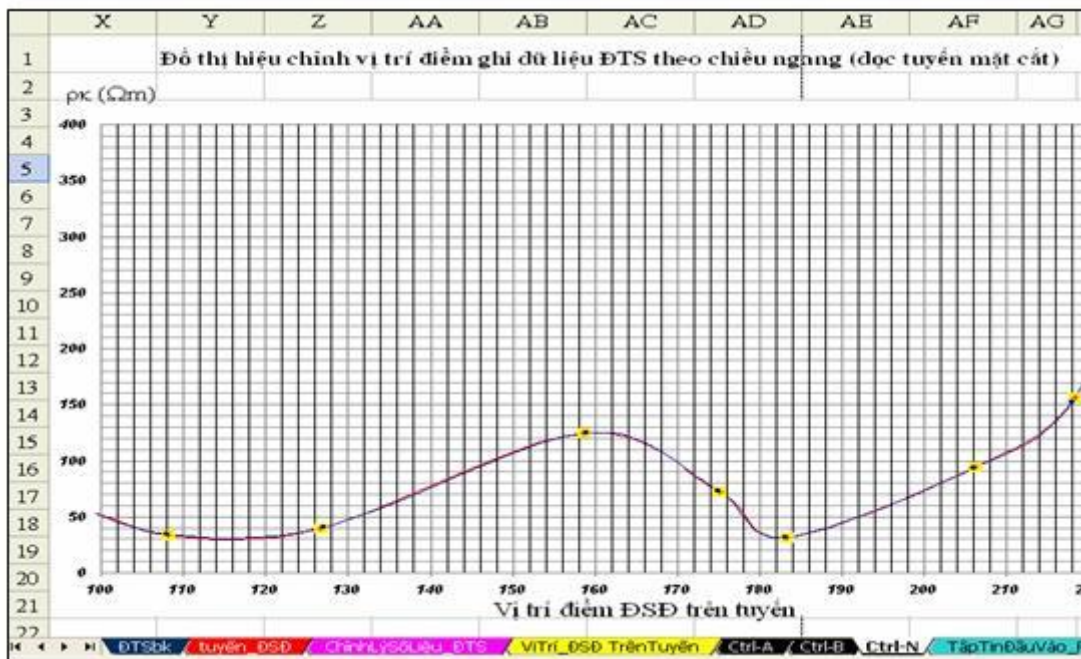
Tuy nhiên, phương pháp xử lý 1-D bộc lộ một số hạn chế, như tính chủ quan khi liên kết tài liệu ĐSD theo tuyến, đặc biệt khi các điều kiện địa chất thay đổi mạnh dọc tuyến đo, chẳng hạn khi có mặt các bất đồng nhất cục bộ như hang karst, ranh giới mặn thẳng đứng. Sự ra đời và hiệu quả thực tế của hệ phương pháp xử lý tài liệu ĐSD 2-D dẫn đến ý tưởng sử dụng chúng để phân tích tài liệu ĐSD 1-D truyền thống.

Để áp dụng đúng đắn phương pháp xử lý 2-D đối với tài liệu ĐSD, cần có 2 điều kiện cơ bản có tính nguyên tắc sau đây đối với các dữ liệu xử lý:

- Thứ nhất, đảm bảo tính liên kết được của tham số (ĐTS) đo ghi bằng phương pháp ĐSD 1-D dọc theo các tuyến nghiên cứu.
- Thứ hai, đảm bảo dữ liệu không vi phạm thuật toán (phép tính sai phân/phần tử hữu hạn) của chương trình xử lý 2-D.

Điều kiện thứ nhất dữ liệu được đảm bảo nhờ tính đúng đắn về tỷ lệ đo (hay khoảng cách) của các điểm ĐSD trên các tuyến thiết kế.

Điều kiện thứ hai liên quan đến sự sắp xếp các điểm ghi dữ liệu ĐTS trong sơ đồ hình 1. Đó là điều kiện về khoảng cách giữa các điểm ghi dữ liệu: 1/ theo chiều ngang và 2/ theo chiều thẳng đứng, cụ thể như sau:



Hình 2. Đồ thị hiệu chỉnh vị trí điểm ghi dữ liệu ρ_k theo chiều ngang. Dấu chấm đỏ (nền vàng): điểm đo ghi thực tế ở (na'); dấu chấm đen: điểm ghi sau hiệu chỉnh về vị trí (na).

+ Theo chiều ngang: Để thỏa mãn điều kiện của thuật toán tính sai phân/phần tử hữu hạn của chương trình RES2DINV [3, 5] thì khoảng cách (na) giữa 2 điểm ghi dữ liệu liên kề (cũng là khoảng cách giữa 2 điểm ĐSD liên kề) phải là bội số nguyên của bước đo đầu tiên (a). Nhưng thông thường khoảng cách thực tế (na') giữa các điểm ĐSD thường không đảm bảo điều kiện này, vì vậy cần phải thực hiện phép nội suy [3] để tính chuyển giá trị ρ_k đo ở vị trí (na') về vị trí (na) như ví dụ trong hình 2.

+ Theo chiều đứng: Xét trường hợp ĐSD 1-D, hệ cực W-S. Tại mỗi vị trí điểm nghiên cứu, tiến hành đo sâu điện theo phương pháp truyền thống bằng cách bắt đầu đo với kích thước hệ cực nhỏ nhất theo thứ tự như sau:

- Đầu tiên đo với gián cách hệ điện cực nhỏ nhất: AnaMaNnaB, với:

$a = 0,5 \text{ m}/1,0 \text{ m} \dots$: (khoảng cách nhỏ nhất giữa các điện cực) và $n = 1$ (hệ số tăng gián cách hệ cực).

- Các gián cách hệ cực đo tiếp theo được tăng dần và đối xứng về hai phía theo công thức $AM = NB = n \times a$.

Trong các ứng dụng phương pháp ĐSD với hệ cực W-S, hệ số n thường được chọn sao cho kích thước các hệ cực đo liên tiếp cách nhau tương đối đều trên trục AB/2 trong tọa độ logarit kép [7], do vậy n thường không phải là bội số nguyên của bước đo a như điều kiện cần thiết của phương pháp ĐSD 2-D, nhờ thiết bị đa cực được chế tạo với các điện cực cách đều nhau (Hình 1). Vì vậy, để chạy được chương trình này, cần đảm bảo điều kiện sao cho tích số $(n \times a)$ là bội số nguyên của a là được [3]. Điều này đã mở ra khả năng áp dụng chương trình xử lý 2-D (chẳng hạn như RES2DINV) để xử lý tài liệu ĐSD 1-D.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	O	P	Q	R
1	AB/2 (m)	MN/2 (m)	a	n		Các cấu hình hệ cực W-S khác nhau									a x n
2	3.0	1.0	2.0	1.00000		3.0	1.0	3.0	1	0.6	0.2	1.5	0.5		2.00
3	5.0	1.0	2.0	2.00000		5.0	1.0	5.0	2.5	1.0	0.5	2.5	0.5		4.00
4	9.0	3.0	6.0	1.00000		9.0	3.0	10.0	5	2.0	1	4.5	1.5		6.00
5	15.0	3.0	6.0	2.00000		15.0	3.0	15.0	5	3.0	1	7.5	1.5		12.00
6	21.0	3.0	6.0	3.00000		21.0	3.0	20.0	5	4.0	1	10.5	1.5		18.00
7	31.0	3.0	6.0	4.66667		31.0	3.0	30.0	5	6.0	1	15.5	1.5		28.00
8	40.0	12.0	24.0	1.16667		40.0	12.0	40.0	15	8.0	3	20.0	6.0		28.00
9	60.0	12.0	24.0	2.00000		60.0	12.0	60.0	15	12.0	3	30.0	6.0		48.00
10	80.0	12.0	24.0	2.83333		80.0	12.0	80.0	15	16.0	3	40.0	6.0		68.00
11	100.0	24.0	48.0	1.58333		100.0	24.0	100.0	25	20.0	5	50.0	12.0		76.00
12	120.0	24.0	48.0	2.00000		120.0	24.0	150.0	25	30.0	5	60.0	12.0		96.00
13	150.0	24.0	48.0	2.62500		150.0	24.0	200.0	25	40.0	5	75.0	12.0		126.00
14	200.0	50.0	100.0	1.50000		200.0	50.0	250.0	50	50.0	10	100.0	25.0		150.00
15	250.0	50.0	100.0	2.00000		250.0	50.0	300.0	50	60.0	10	125.0	25.0		200.00
16	300.0	50.0	100.0	2.50000		300.0	50.0	400.0	50	80.0	10	150.0	25.0		250.00
17	400.0	140.0	280.0	0.92857		400.0	140.0	500.0	150	100.0	30	200.0	70.0		260.00
18	500.0	140.0	280.0	1.28571		500.0	140.0	750.0	150	150.0	30	250.0	70.0		360.00
19	750.0	140.0	280.0	2.17857		750.0	140.0	1000.0	150	200.0	30	375.0	70.0		610.00
20	1000.0	140.0	280.0	3.07143		1000.0	140.0	1500.0	300	300.0	60	500.0	70.0		860.00
21	1500.0	140.0	280.0	4.85714		1500.0	140.0	2000.0	300	400.0	60	750.0	70.0		1360.00
22							A		B		C		D		
23	A														
24	B														
25	C														
26	D														
27	E														

Hình 3. Bảng tính “Cấu hình hệ cực” ghi 4 hệ cực thường dùng. Hệ cực (A) chọn bằng cách nhấp con trỏ vào chữ A trong hộp chọn ở góc dưới bên trái.

Hình 3 là bảng tính “Cấu hình hệ cực” trong đó ghi 4 hệ cực thường dùng trong thực tế sản xuất (từ cột G đến cột P của bảng tính). Ví dụ trong hình vẽ, hệ cực (A) ghi trong 2 cột B và C của bảng tính được chọn để xử lý 2-D.

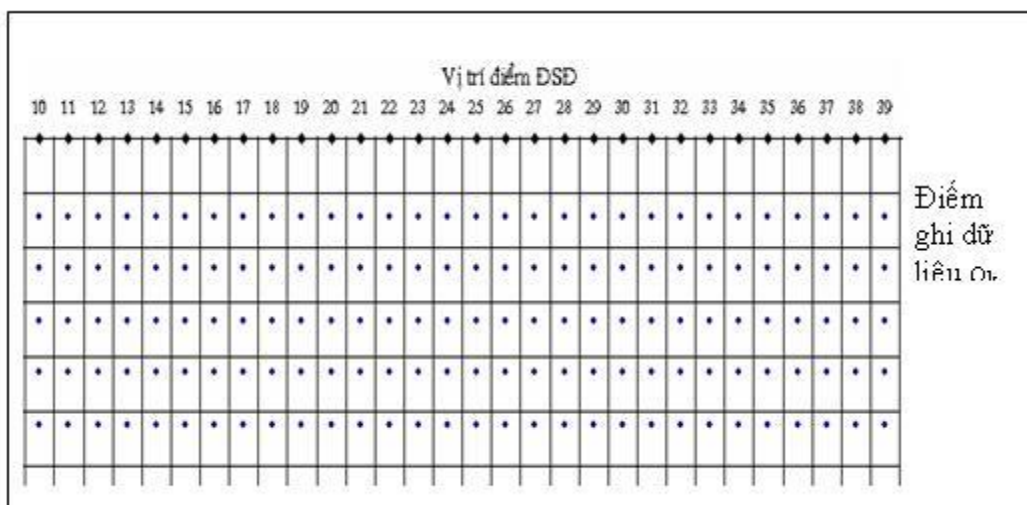
Trong bảng tính trên, cột R ghi tích số ($n \times a$) luôn là bội số nguyên của a.

5. Các bước thành lập tập tin đầu vào chương trình xử lý đo sâu điện 2-D

Bài báo sử dụng chương trình RES2DINV 3.54 để xử lý tài liệu ĐSD 1-D, vì vậy cấu trúc tập tin đầu vào cần được thiết kế đúng theo cấu trúc “chuẩn” của chương trình [3, 7]. Dưới đây là cách tổ chức tập dữ liệu ρ_k (ĐSD 1-D) trên một tuyến đo với cấu trúc TTĐV ở dạng thức có thể xử lý bằng chương trình Res2dinv.

5.1. Lược đồ điểm ghi dữ liệu ĐTS biểu kiến theo tuyến ĐSD 1-D và cấu trúc TTĐV chương trình RES2DINV

Áp dụng sơ đồ Hình 1, có thể sắp xếp dữ liệu ρ_k trên một tuyến nghiên cứu theo lược đồ Hình 4 dưới đây:



Hình 4. *Lược đồ phân bố điểm ghi dữ liệu ρ_k dọc tuyến ĐSD 1-D.*

Theo hình này, mặt cắt dữ liệu ρ_k được xây dựng bằng cách chia nửa không gian phía dưới (tuyến đo) thành các khối chữ nhật tương tự việc chia các nút lưới tính sai phân trong xử lý ĐSD 2-D [5]. Các khối này bao quanh các điểm ghi dữ liệu.

Số liệu ρ_k của tuyến đo được tổ chức thành tập tin đầu vào với phần mở rộng “.Dat/Text” với cấu trúc và nội dung minh họa trong Bảng 1 dưới đây:

Bảng 1. Cấu trúc tập tin đầu vào chương trình RES2DINV

Nội dung tập tin		Giải thích
a, b, c	Dòng 1	Tên tuyến ĐSD, địa danh...
2	Dòng 2	Khoảng cách nhỏ nhất giữa 2 điện cực (a).
7	Dòng 3	Chỉ số báo loại hệ cực (7 chỉ số hệ cực W-S)
200	Dòng 4	Tổng cộng số liệu ρ_k trên tuyến ĐSD
0	Dòng 5	Chỉ số định vị trí x của số liệu ρ_k trên tuyến; 0: chỉ số báo vị trí điểm ghi dữ liệu ở ngay dưới vị trí điểm ĐSD
0	Dòng 6	Chỉ số loại dữ liệu; 0: dữ liệu là giá trị ρ_k .
0 2 2 8.51	Dòng 7	Từ trái sang phải: vị trí (x) trên tuyến; kích thước MN nhỏ nhất (a); hệ số tăng (n); giá trị ρ_k điểm đo đầu trên tuyến.
....		Các dòng kế tiếp ghi tương tự dòng 7 và tuần tự cho đến hết (200) số liệu ρ_k .
1	Dòng 201	Chỉ số báo số liệu địa hình; 1: số liệu cao độ địa hình ở đúng vị trí điểm đo (nếu không có số liệu địa hình thì sau dòng ghi số liệu cuối cùng ghi số 0 ở 04 dòng liên tiếp để kết thúc tập tin).
20	Dòng 202	Số lượng điểm số liệu địa hình
0 15	Dòng 203	Từ trái sang phải: tọa độ ngang x và đứng z của số liệu địa hình đầu tiên.

Nội dung tập tin		Giải thích
...	Dòng 204 ÷ 223	Các dòng kế tiếp ghi như dòng 203 và tuần tự cho đến hết (20) số liệu địa hình.
1	Dòng 224	Chỉ số báo số liệu địa hình ở vị trí điện cực đầu tiên.
0	Dòng 225	Ghi số 0
0	Dòng 226	Ghi số 0
0	Dòng 227	Ghi số 0
0	Dòng 228	Ghi số 0 chỉ báo kết thúc tập tin*.

(*) Trường hợp có thông tin tiên nghiệm về mặt cắt nghiên cứu như ranh giới địa tầng (theo tài liệu khoan, địa chấn...), tham số ĐTS (mẫu ĐTS, tài liệu carota ĐTS...), thì có thể bổ sung vào cuối Bảng 1 các dòng dữ liệu ghi trong Bảng 2 như sau:

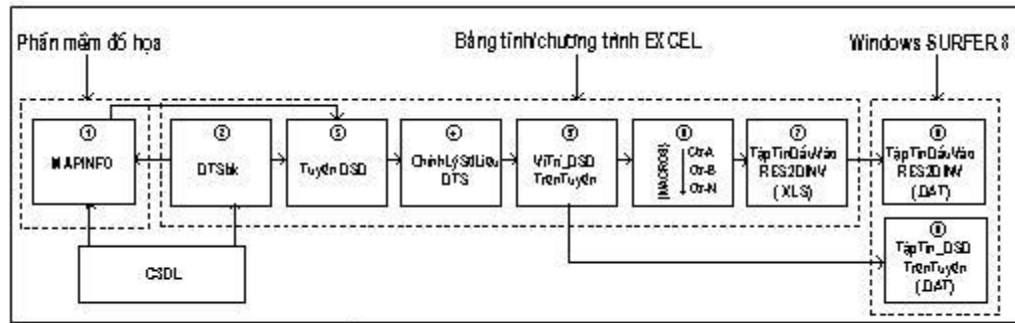
Bảng 2. Dữ liệu bổ sung gán cho tập tin đầu vào chương trình RES2DINV

Nội dung dữ liệu bổ sung gán cho TTDV của RES2DINV	Giải thích
0	Cờ hiệu kết thúc hàng số liệu địa hình
1	Số lượng mảng tham số ρ_k gán cho mô hình
R	Chỉ báo kiểu mảng; R chỉ mảng chữ nhật
24 0.7	Tọa độ x và z góc trên trái mảng chữ nhật
28 2.3	Tọa độ x và z góc dưới phải mảng chữ nhật
2.5	Giá trị ρ_k của mảng.
2	Hệ số suy giảm.
0	Biểu thị kết thúc cột số liệu ρ_k
Sharp layers present number of boundaries	Tiêu đề thông báo số lượng đường ranh giới trong mô hình
1	
Boundary 1 parameters:	Các thông số đường ranh giới số 1:
Layer	+ Kiểu đường ranh giới lớp
Group weight	+ Trọng số nhóm (chưa sử dụng)
1.0	
Number of points on boundary	Số lượng điểm xác định đường ranh giới.
3	
x and z coordinates of Pts	Tọa độ x và z của các điểm trên ranh giới
38 200	Tọa độ x và z của điểm thứ 1
220 170	Tọa độ x và z của điểm thứ 2
550 100	Tọa độ x và z của điểm thứ 3
0	

Nội dung dữ liệu bổ sung gán cho TTDV của RES2DINV	Giải thích
1	
0	
0	Báo thị kết thúc tập tin

5.2. Sơ đồ thành lập tập tin đầu vào chương trình RES2DINV

Sơ đồ thuật toán thành lập tập tin đầu vào chương trình RES2DINV mô tả trong Hình 5 dưới đây:



Hình 5. Sơ đồ thành lập TTDV chương trình RES2DINV

a. Diễn giải tóm tắt cấu trúc sơ đồ Hình 5:

+ *Khối 1*: Bản đồ (Mapinfo) ghi vị trí các điểm ĐSD vùng nghiên cứu. Giá trị ρ_k của chúng được lưu giữ trong khối số 2.

+ *Khối 2*: Bảng tính “ĐTSbk” thiết kế để nhập giá trị ρ_k , gồm các *dữ liệu không gian* (chỉ danh ID, số hiệu, tọa độ và cao độ) và *dữ liệu thuộc tính* (giá trị ρ_k) của các điểm ĐSD. Dữ liệu không gian để biểu diễn vị trí điểm ĐSD trên bản đồ Mapinfo. Bảng số liệu này nhập trực tiếp hay nhập từ cơ sở dữ liệu sẵn có (Hình 6).

Times New Roman 12																							
AQ461																							
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
BẢNG SỐ LIỆU ĐO SÂU ĐIỆN NGOÀI TRỜI																							
Kích thước hệ cực phát AB/2 (m)				3	5	9	15	20	30	40	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	750		
Kích thước hệ cực thu MN/2 (m)				1	1	3	3	3	3	12	12	12	24	24	24	24	50	50	140	140	140		
STT	Số hiệu điểm ĐSD	Tọa độ (VN2000)		Cao độ	Trị số điện trở suất biểu kiến																		
		X (m)	Y (m)	Z (m)																			
49	444	HM162	676452	1195581	3	80.7	92.7	118.0	160.0	184.0	238.7	300.0	316.0	321.3	323.0	279.8	215.0	151.4	116.0	99.3	73.4	52.3	34.0
50	445	HM162A	675292	1197881		71.0	49.8	54.3	58.0	74.5	101.7	123.0	111.8	92.7	71.0	66.4	59.5	58.4	55.0	50.0	43.4	39.0	34.0
51	446	HM163	677492	1196231	3	316.6	220.0	195.0	198.0	214.0	245.0	275.0	259.0	225.0	185.0	167.0	140.0	102.1	80.8	70.3	58.3	52.0	50.0
52	447	HM164	678517	1198233	5.5	160.0	85.9	65.0	53.0	47.5	43.2	45.9	47.9	57.0	68.4	81.8	101.9	142.0	178.5	212.7	258.8	290.0	141.9
53	448	HM165	668902.4	1190071.15	1	126.9	146.7	119.0	140.0	142.5	149.3	158.0	177.2	172.6	160.0	158.0	155.0	127.1	114.8	112.7	100.5	83.0	67.0
54	449	HM166	679972	1199811	4	96.3	105.0	93.0	96.0	112.0	141.2	167.5	147.1	121.0	93.0	95.0	98.0	73.0	63.8	65.0	62.6	57.0	60.0
55	450	HM17	661335	1230926	10	411.0	450.0	400.0	150.0	147.5	150.0	160.0	152.0	120.9	82.0	77.2	70.0	75.7	80.0	83.3	91.3	100.0	115.0
56	451	HM170	683292	1203271		17.5	11.7	9.0	11.0	9.7	9.1	10.5	12.6	14.4	16.2	16.6	17.1	18.5	18.2	16.9	14.6	12.7	14.0

Hình 6. (Khối 2) Bảng tính “ĐTSbk” là bảng ghi giá trị ρ_k các điểm ĐSD trong vùng nghiên cứu

+ Khối 3: Bảng tính “Tuyển ĐSD” để nhập chỉ danh ID và số hiệu các điểm ĐSD 1-D theo từng tuyến. Trong đó cột trái ghi ID và cột phải ghi số hiệu điểm ĐSD. Chọn tuyến bất kỳ để xử lý 2-D bằng cách nhấp con trỏ vào *hộp chọn* ở ô E5 góc trên bên trái bảng tính. Cấu trúc khối 3 vẽ trong Hình 7 dưới đây:

	Điểm ĐSD tuyến T8	Điểm ĐSD tuyến T8	Điểm ĐSD tuyến T9	Điểm ĐSD tuyến T10	Điểm ĐSD tuyến T11	Điểm ĐSD tuyến T12
6	185	1380 TA185	801 LA328	1378 TA177	837 LA384	1376 TA173
7	M391	603 HM391	804 LA331	1379 TA178	590 HM37A	843 LA392
8	M391B	604 HM391B	1385 TA192	836 LA383	600 HM38A	487 HM22
9	M109	399 HM109	832 LA378	638 HM57	601 HM39	491 HM23
10	M110	401 HM110	842 LA391	639 HM58	606 HM40	498 HM24
11	402 HM111	402 HM111	841 LA390	640 HM59	609 HM41	504 HM25
12	403 HM112	403 HM112	840 LA388	642 HM60	620 HM42	509 HM26

Hình 7. (Khối 3) Bảng tính “TuyểnĐSD” ghi danh sách các tuyến ĐSD 1-D.

+ Khối 4: Bảng tính “ChỉnhLýSốLiệuĐTS” chứa các số liệu điểm ĐSD của tuyến chọn từ bảng tính “Tuyển ĐSD” để tạo lập tập tin đầu vào, trong đó số liệu p_k của tuyến chọn đã được chỉnh lý cự ly đo gồi đầu. Cấu trúc khối 4 trong Hình 8 dưới đây:

Microsoft Excel - PROCESSOR-2D

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help Adobe PDF

Type a question for help

100%

Times New Roman 10

B5

=VLOOKUP(ChỉnhLýSốLiệuĐTS\$A\$1:BT\$M\$16\$A\$16\$A\$30\$42,0)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	BẢNG SỐ LIỆU ĐSD TRÊN TUYẾN CHỌN ĐỂ TẠO LẬP TẬP TIN ĐẦU VÀO CHƯƠNG TRÌNH RES2DINV																						
2				STT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
3				AB2 (m)	3	5	9	15	20	30	40	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	750	
4	Điểm ĐSD tuyến T8	Điểm ĐSD	X	Y	Z	1	1	3	3	3	3	12	12	12	24	24	24	24	50	50	140	140	140
5	1380	TA185	666702	1198230	1	4.3	4.3	6.4	10.5	12.8	17.7	23.0	31.0	40.2	42.0	46.0	52.0	52.0	53.5	54.0	54.0	32.0	
6	603	HM391	668392	1199181	1	4.3	4.2	6.4	10.5	12.8	17.7	23.0	31.8	37.9	43.0	47.4	54.0	52.6	52.3	52.7	53.4	54.0	32.0
7	604	HM391B	669047	1200981	1	2.6	1.6	1.0	1.1	1.0	1.0	1.4	1.8	2.5	3.4	3.6	3.8	5.5	6.8	7.9	8.6	8.5	7.9
8	399	HM109	670122	1202011	1	493.0	186.7	135.0	165.0	192.5	233.3	260.0	276.0	277.9	275.0	247.0	205.0	144.3	100.8	68.7	32.9	16.0	17.0
9	401	HM110	670992	1203141	2	120.2	167.0	230.0	260.0	325.0	426.7	500.0	548.0	555.7	550.0	524.0	485.0	324.3	227.5	173.3	97.0	42.0	37.0
10	402	HM111	671522	1204641	3	256.7	203.3	135.0	108.0	131.5	170.0	200.0	216.0	198.6	170.0	150.0	120.0	80.7	58.3	47.0	35.8	32.0	39.0
11	403	HM112	672565	1204938	2	73.0	80.0	125.0	160.0	157.5	154.0	152.0	148.8	136.0	120.0	114.0	105.0	90.7	78.8	68.3	61.9	65.0	63.0

Hình 8. (Khối 4) Bảng tính “ChỉnhLýSốLiệuĐTS” chứa giá trị p_k của các điểm ĐSD (đã chỉnh lý cự ly đo gồi đầu) trên tuyến chọn.

+ Khối 5: Bảng tính “VịTríĐSD TrênTuyến” có chức năng tạo bảng số liệu xác định vị trí các điểm ĐSD trên mô hình mặt cắt ĐTS. Cấu trúc bảng số liệu này trình bày trong Hình 9 dưới đây:

	A	B	C	D
4	Vị trí điểm ĐSD trên tuyến mặt cắt			
5	Điểm ĐSD tuyến TS	Khoảng cách (x) tính từ đầu tuyến ĐSD	Cao độ điểm ĐSD (m)	
6	TA185	0.0	1.0	
7	HM391	19.4	1.0	
8	HM391B	38.5	1.0	
9	HM109	53.4	1.0	
10	HM110	67.7	2.0	
11	HM111	83.6	3.0	
12	HM112	94.5	2.0	
13	HM113	108.2	1.0	
14	HM114	126.6	4.0	
15	HO34	158.5	1.5	
16	HO36	175.2	1.0	

Hình 9. (Khối 5) Bảng tính “VịTrịĐSD_TrênTuyến” ghi số liệu xác định vị trí điểm ĐSD trên mô hình mặt cắt ĐTS.

+ Khối 6: gồm 3 bảng tính “Ctr-A, Ctr-B và Ctr-N”. Các bảng tính này được kích hoạt nhờ 3 trình macros được định nghĩa bằng 3 tổ hợp các phím tắt Ctr-A, Ctr-B và Ctr-N tương ứng. Chuỗi macros này vận hành theo thứ tự trên sẽ sắp xếp số liệu ρ_k trên tuyến chọn dưới dạng một bảng số liệu ghi trong khối 7.

+ Khối 7: bảng tính “TậpTinĐầuVào RES2DINV (.xls)” ghi số liệu đầu ra từ kết quả hoạt động xử lý của chuỗi macros ở khối 6. Bảng số liệu này có cấu trúc gần giống TTĐV chương trình RES2DINV (xem Hình 10).

	A	B	C	D	E	F
1	Điểm ĐSD tuyến TS	a	a	BTS biển kiến	Số liệu cao độ điểm ĐSD	
2	2				1.00	
3	7				21.00	
4	200				-750.00	1.00
5	0				0.00	1.00
6	0				19.39	1.00
7	0.00	2.00	2.00	4.30	38.54	1.00
8	14.00	2.00	2.00	4.22	53.44	1.00
9	34.00	2.00	2.00	4.38	67.70	2.00
10	48.00	2.00	2.00	184.26	83.61	3.00
11	63.00	2.00	2.00	167.14	94.45	2.00
12	79.00	2.00	2.00	201.54	108.25	1.00
13	89.00	2.00	2.00	78.11	126.61	4.00
14	103.00	2.00	2.00	352.14	158.53	1.50

Hình 10. (Khối 7) Bảng tính “TậpTinĐầuVào_RES2DINV (.xls)” ghi số liệu có cấu trúc gần giống TTĐV chương trình

+ Khối 8: “TậpTinĐầuVào RES2DINV (.Dat/Text)” là tập tin lưu trong bảng tính của phần mềm Surfer 8. Tập tin này được chuyển đổi từ bảng tính Excel (khối 7) sang bảng tính Surfer theo đúng dạng thức TTĐV của chương trình Res2dinv. Phần mềm Surfer 8 được chọn vì rất thuận tiện cho việc chỉnh sửa số liệu và đồ họa.

+ Khối 9: “TậpTin_ĐSD TrênTuyến (.Dat/Text)” cũng là tập tin của Surfer 8, được chuyển đổi từ bảng tính Excel (khối 5) và để vẽ vị trí điểm ĐSD trên mô hình mặt cắt ĐTS.

Như vậy, trong "Sơ đồ thành lập tập tin đầu vào chương trình RES2DINV" ở Hình 5 đoạn từ khối 2 đến 7 là một trình Excel đặt tên là *Processor_2D* do tác giả thành lập. Chương trình *Processor_2D* gồm các bảng tính được kết nối bằng các biểu thức và các trình macros. Khi vận hành, chương trình sẽ chọn lựa mảng số liệu ρ_k theo tuyến chọn để xử lý và tự động chuyển đổi thành bảng số liệu có cấu trúc gần giống TTĐV của chương trình RES2DINV. Cấu trúc và chức năng các bảng tính được diễn giải trong các Hình 6 - Hình 10.

b. Quy trình vận hành sơ đồ thành lập TTĐV chương trình RES2DINV

+ *Bước 1:* Mở bản đồ vùng nghiên cứu biểu diễn vị trí các điểm ĐSD trong MapInfo và chương trình *Processor_2D* có chứa số liệu ρ_k vùng nghiên cứu.

+ *Bước 2:* Trong bản đồ Mapinfo chọn và sao dữ liệu không gian các điểm ĐSD (gồm chỉ danh ID và số hiệu điểm ĐSD) theo các tuyến nghiên cứu và chép vào bảng tính “Tuyến ĐSD” (khối 3, Hình 7). Tiếp theo chọn tuyến xử lý bằng cách nhấp con trỏ vào tên tuyến đó trong *hộp chọn* ở ô E5 của bảng tính.

+ *Bước 3:* Mở bảng tính “VịTrịĐSD_TrênTuyến”, sao số liệu ghi ở 3 cột A, B và C và chép vào bảng tính của Surfer với phần mở rộng “.Dat/Text”. Tập tin surfer này là số liệu để vẽ vị trí điểm ĐSD khi thành lập mô hình mặt cắt ĐTS (khối số 8).

+ *Bước 4:* Nhấn lần lượt tổ hợp các phím tắt theo thứ tự Ctr-A , Ctr-B và Ctr-N để kích hoạt các macros tương ứng, khi đó bảng số liệu có cấu trúc gần giống TTĐV chương trình RES2DINV được tạo ra (khối 7, Hình 10).

+ *Bước 5:* Chép bảng số liệu “TậpTinĐầuVào_RES2DINV” (ở khối 7) vào bảng số liệu của Surfer 8 có phần mở rộng “.Dat/Text” (khối 8).

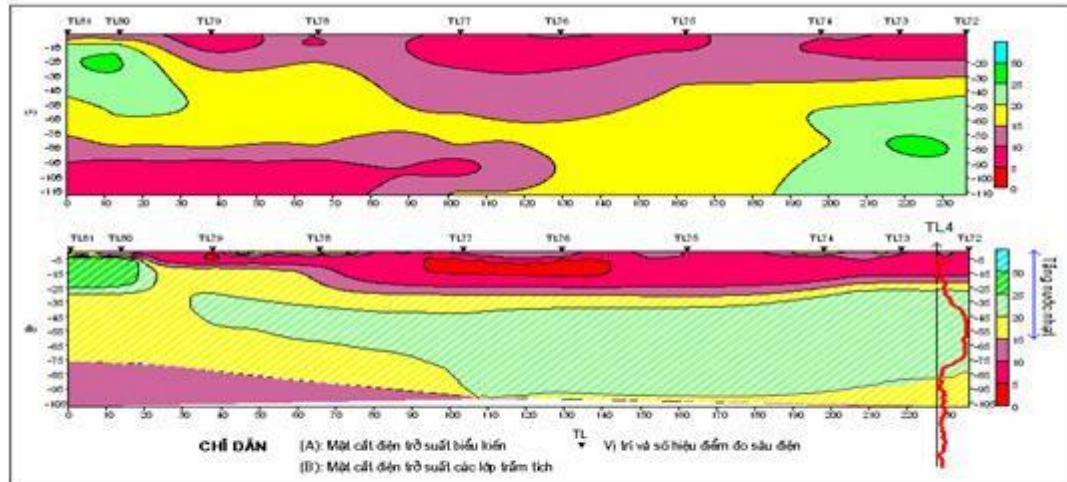
Kết quả là sau 5 bước trên, ta có được tập tin đầu vào chương trình RES2DINV có cấu trúc ghi trong Bảng 1. Nhập tập tin đầu vào và vận hành chương trình RES2DINV sẽ cho kết quả đầu ra là mô hình mặt cắt ĐTS của tuyến ĐSD đã chọn.

6. Một số kết quả xử lý 2-D đối với tài liệu ĐSD 1-D để xác định ranh giới mặn nước dưới đất vùng đồng bằng Nam Bộ.

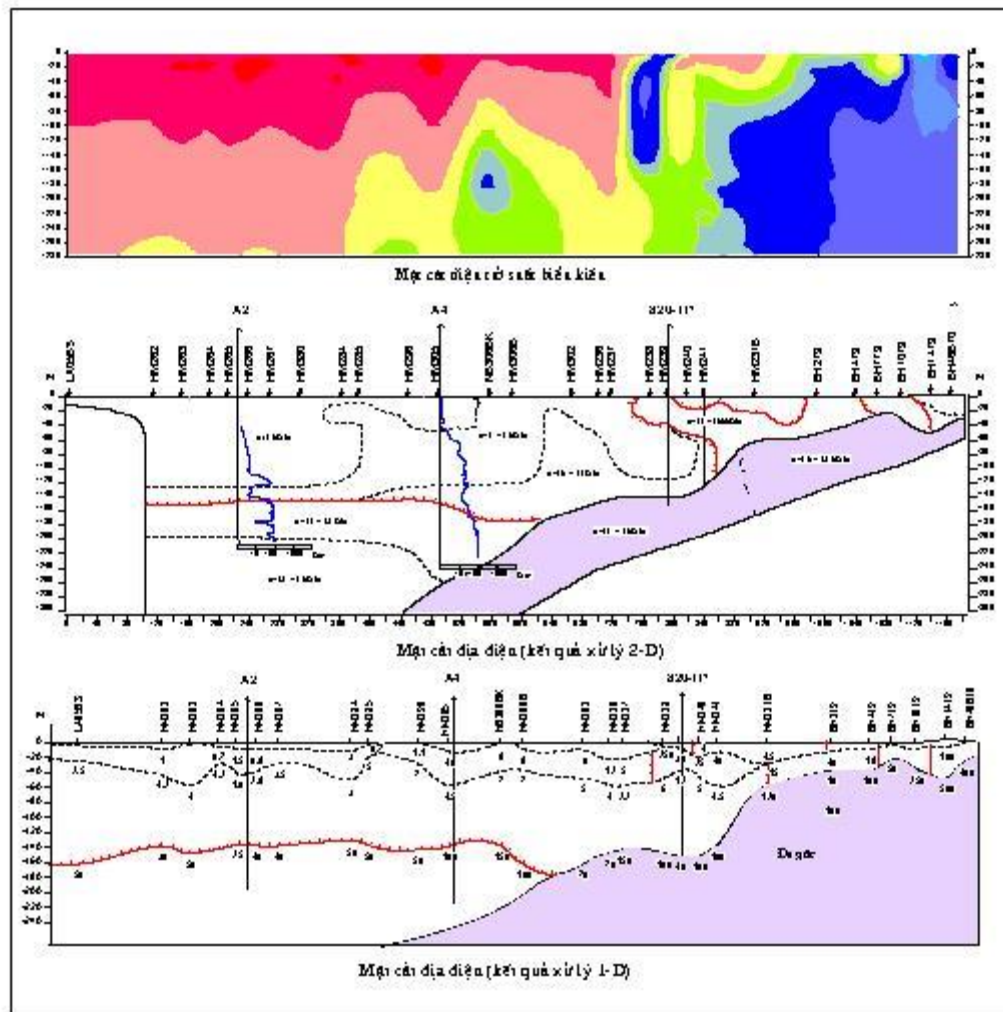
KẾT LUẬN

Hiện nay, nguồn tài liệu ĐSD1D truyền thống ở Việt Nam rất lớn, chỉ riêng ở vùng đồng bằng Nam Bộ đã có tới hàng chục ngàn điểm đã được thực hiện và đang được lưu giữ trong các kho dữ liệu địa chất khác nhau. Trong khi đó, các kết quả phân tích như các mô hình mặt cắt địa điện, các bản đồ ĐTS, ranh giới mặn giới hạn trong phạm vi hẹp do chúng được thực hiện trong các công trình nghiên cứu ở các quy mô khác nhau, đôi khi có những công trình chỉ ở quy mô cấp xã, liên xã.

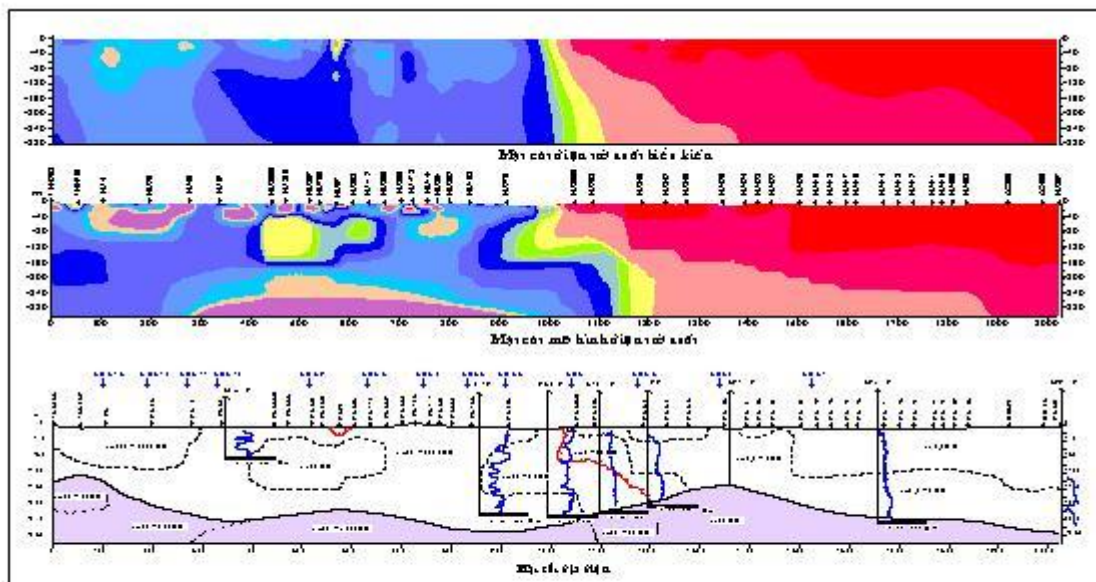
Về phương pháp xử lý 2-D, theo quy trình vừa trình bày, với 1 tuyến chọn khoảng 30-50 điểm ĐSD, các thao tác bước 1-5 mất khoảng 3-5 phút. Do đó, thời lượng xử lý một tuyến ĐSD như trên phụ thuộc chủ yếu vào thời lượng chạy chương trình RES2DINV. Vì vậy, trong một vùng nghiên cứu, để xử lý mảng số liệu lớn cỡ vài trăm đến hàng ngàn điểm ĐSD trên máy tính có cấu hình mạnh (ví dụ, máy có tốc độ trên Pentium IV và Ram ≥ 1 Gb), thì trong khoảng thời gian ngắn cỡ 1-2 ngày, có thể xử lý sơ bộ hàng chục tuyến ĐSD tùy chọn trên mảng số liệu đó. Điều này có ý nghĩa quan trọng vì nó cho phép tìm hiểu và nắm bắt nhanh các nét chính về đặc điểm địa điện của vùng nghiên cứu trước khi lựa chọn các tuyến ĐSD chính thức để xử lý.



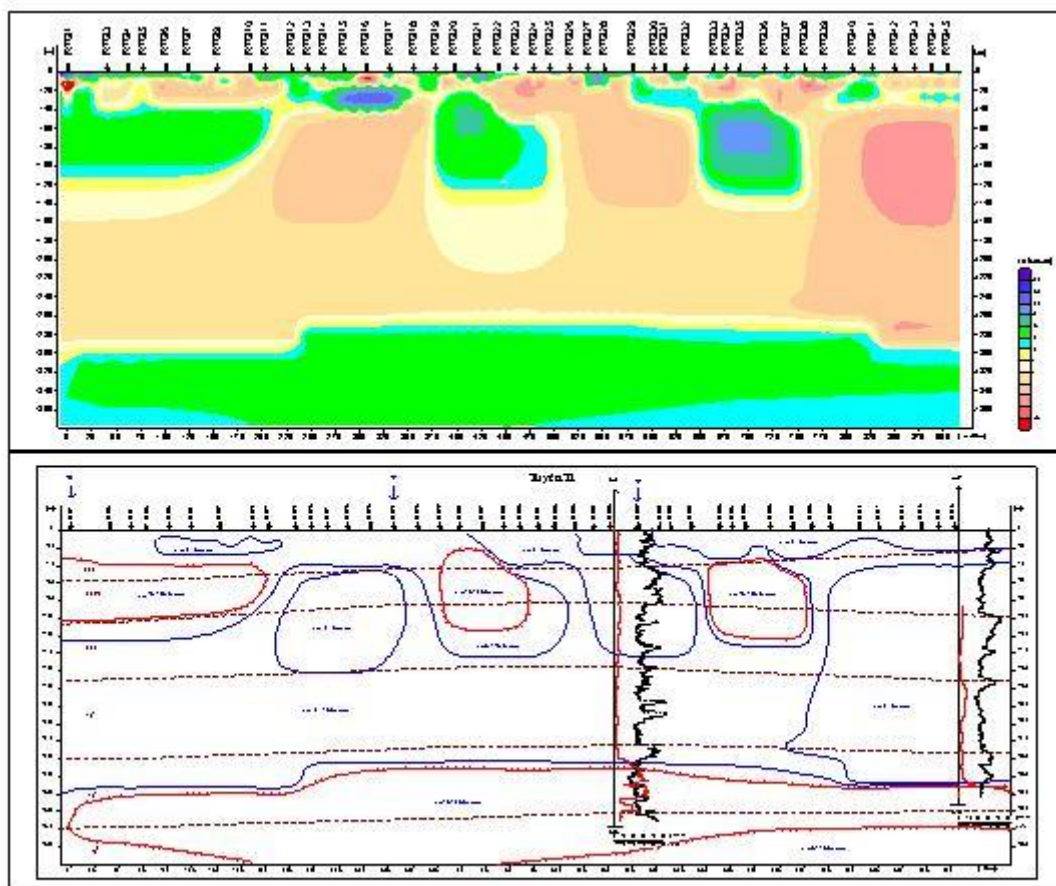
Hình 11. Mô hình mặt cắt điện trở suất tuyến T1, Q12, TPHCM. Ở độ sâu 28-78 m: giá trị địa vật lý ĐTS (đường màu đỏ) = 15-40 Ω m; Nước ngọt [2].



Hình 12. So sánh mặt cắt địa điện - Kết quả xử lý 2-D (hình giữa) và 1-D (hình dưới) của tuyến T1, Q12, TPHCM [4].



Hình 13. Mặt cắt địa điện tuyến H
CM14, vùng TPHCM [3].



Hình 14. Mặt cắt địa điện tuyến T1, vùng Bạc Liêu [6].

Việc nghiên cứu thành công phương pháp xử lý 2-D đối với tài liệu ĐSD 1-D truyền thống mở ra khả năng xây dựng các nghiên cứu liên kết, tổng hợp và phân tích tài liệu ĐSD 1-D ở quy mô lớn hơn, thậm chí ở cả một vùng rộng lớn như đồng bằng Nam Bộ, trên cơ sở khai thác các kho dữ liệu hiện hành.

VĂN LIỆU

1. **Advanced Geosciences Inc.**, EarthImager. *United State*.
2. **Bùi Tiến Bình, 2006.** Báo cáo kết quả địa vật lý vùng Thạnh Lộc, Quận 2. *Liên đoàn ĐCTV-ĐCCT Miền Nam, TP. Hồ Chí Minh*.
3. **Bùi Tiến Bình, 2007.** Nghiên cứu phương pháp xử lý tài liệu địa vật lý điện xác định ranh giới nhiễm mặn nước dưới đất vùng thành phố Hồ Chí Minh. *Luận án ThS Địa chất, Đại học M-ĐC, Hà Nội*.
4. **Bùi Trần Vượng, 2009.** Biên hội bản đồ địa chất, bản đồ ĐCTV, bản đồ ĐCCT thành phố Hồ Chí Minh tỷ lệ 1:50.000. *Liên đoàn QH và ĐT TNN Miền Nam, TP. Hồ Chí Minh*.
5. **Loke M.H., 2004.** Res2Dinv Ver. 3.54 for Windows. Geotomo Software, Website: www.geoelectrical.com.
6. **Nguyễn Trác Việt, 2008.** Quy hoạch quản lý khai thác, sử dụng tài nguyên nước ngầm tỉnh Bạc Liêu. *Liên đoàn QH và ĐT TNN Miền Nam, TP. Hồ Chí Minh*.
7. **Nguyễn Trọng Nga, 2001.** Bài giảng lý thuyết trường. *Đại học M-ĐC, Hà Nội*.