

NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC SÂU KHU VỰC ĐỨT GÃY SÔNG SÀI GÒN BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỪ TELUA

LUU VIỆT HÙNG¹, MICHEL MENVIELLE³, LÊ HUY MINH²,
VÕ THANH SƠN², NGUYỄN CHIẾN THẮNG², GUY MARQUIS⁴, CAO ĐÌNH TRIỀU²

Email: hungluu@hcmute.edu.vn

¹Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh

²Viện Vật lý Địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

³Đại học Paris 11, Pháp

⁴Viện Vật lý Địa cầu Strasbourg, Pháp

Ngày nhận bài: 6 - 3 - 2014

1. Mở đầu

Bản đồ cấu trúc sâu đóng vai trò quan trọng trong việc nghiên cứu hoạt động địa động lực, đánh giá độ nguy hiểm động đất và phân vùng nhỏ động đất. Trong nghiên cứu cấu trúc sâu, phương pháp dò sâu từ telua thường được sử dụng vì nó cho phép nghiên cứu cấu trúc bên dưới đến độ sâu hàng chục km; mặt khác, phương pháp này không gây phá hủy nên dễ triển khai trên thực địa. Trong khuôn khổ đề tài “Phân vùng nhỏ động đất thành phố Hồ Chí Minh”, một tuyến đo từ telua đã được thực hiện cắt ngang qua khu vực đứt gãy sông Sài Gòn, từ huyện Củ Chi, thành phố Hồ Chí Minh sang huyện Bến Cát, tỉnh Bình Dương nhằm làm sáng tỏ cấu trúc sâu của khu vực này. Trong bài báo này chúng tôi giới thiệu về số liệu từ telua đã đo đạc, kết quả phân tích bằng mô hình một chiều (1D), kết quả đánh giá ảnh hưởng của dòng điện xích đạo đến số liệu đo, kết quả phân tích bằng mô hình hai chiều (2D) và một số luận giải về cấu trúc sâu của khu vực nghiên cứu và vị trí của đứt gãy sông Sài Gòn.

2. Tổng quan

Thành phố Hồ Chí Minh nằm ở vùng chuyển tiếp giữa khối nâng Đà Lạt tuổi Mesozoi và khối sụt lún Cần Thơ được lấp đầy bởi các trầm tích Kainozoi. Địa chất khu vực thành phố Hồ Chí Minh vừa có những đặc điểm của đới nâng Đà Lạt,

vừa có những đặc điểm của đới sụt lún Cần Thơ. Theo Nguyễn Ngọc Thu (2004) [16], cấu trúc địa chất tới độ sâu khoảng vài trăm mét khu vực này thường có hai tầng chính là tầng đá móng và tầng phủ trầm tích Neogen - Đệ tứ. Tầng móng đá gốc bao gồm các đá trầm tích có tuổi Jura sớm thuộc hệ tầng Draylinh có điện trở suất khoảng vài trăm Ωm trở lại; các đá trầm tích núi lửa tuổi Jura muộn-Kreta sớm có điện trở suất khoảng vài trăm Ωm và các đá xâm nhập tuổi Kreta sớm có điện trở suất lên đến vài nghìn Ωm . Các mặt cắt địa chất tuyến Củ Chi - Cần Giờ và tuyến Bình Chánh - Thủ Đức cho thấy bề dày trầm tích giảm dần từ phía tây bắc xuống đông nam thành phố và từ tây nam lên phía đông bắc thành phố. Bề dày lớp trầm tích Kainozoi ở phía tây nam thành phố Hồ Chí Minh đạt khoảng 200-300m và giảm dần sang phía đông bắc thành phố. Ở phía đông bắc nhiều nơi vắng mặt các trầm tích Kainozoi, lộ ra các đá Mesozoi. Cũng theo Nguyễn Ngọc Thu (2000) [16], cấu trúc địa chất khu vực thành phố Hồ Chí Minh chịu chi phối của các hệ thống đứt gãy theo phương kinh tuyến, phương vĩ tuyến, phương đông bắc-tây nam và phương tây bắc-đông nam. Tại khu vực khảo sát từ telua có hai đứt gãy theo phương tây bắc-đông nam chạy qua là đứt gãy Dương Minh Châu - Dầu Tiếng - Cần Giờ bên huyện Củ Chi và đứt gãy Núi Ông - Thủ Dầu Một - Thủ Đức bên huyện Bến Cát. Trên bản đồ địa chất [5], đứt gãy sông Sài Gòn được vẽ đi qua phần giữa hai đứt gãy này.

Năm 1994, Phạm Văn Ngọc và nnk [14] đã thực hiện hai tuyến đo sâu điện kết hợp với từ telua (tuyến Đức Hòa - Trảng Bàng và tuyến Củ Chi - Hóc Môn) để khảo sát nước ngầm vùng thành phố Hồ Chí Minh. Kết quả cho thấy cấu trúc địa chất của vùng thành phố Hồ Chí Minh gồm ba lớp: lớp trầm tích Kainozoi từ bề mặt đến độ sâu khoảng 200-250m, lớp trầm tích Mesozoi đến độ sâu khoảng 400-500m và dưới cùng là móng có điện trở suất 10.000 Ω m. Cao Đình Triều dựa vào tương quan giữa giá trị mật độ đất đá và vận tốc truyền sóng dọc đã công bố mặt móng kết tinh khu vực thành phố Hồ Chí Minh khoảng 3km [17,18]. Như vậy, cấu trúc địa chất vùng thành phố Hồ Chí Minh đến độ sâu khoảng 200-300m đã được biết khá chắc chắn nhờ có các số liệu khoan, trong khi đó cấu trúc sâu vùng này còn rất ít thông tin.

Từ vùng Đà Lạt trở vào, các biến thiên trường địa từ, là nguồn sử dụng trong thăm dò từ telua, bị ảnh hưởng bởi dòng điện xích đạo [4]. Do đó, đối với tuyến đo từ telua Củ Chi - Bến Cát cần phải khảo sát ảnh hưởng của dòng điện xích đạo lên số liệu đo đạc.

Đặng Văn Hưng (1987) [6] khi nghiên cứu ảnh hưởng của dòng điện xích đạo đối với thăm dò từ telua đã cho thấy với mô hình Trái Đất là nửa không gian đồng nhất có điện trở suất 100 Ω m thì dòng điện xích đạo ảnh hưởng tới số liệu đo ở các chu kỳ dài hơn 100s. Đối với mô hình cấu trúc bên dưới gồm hai lớp, với lớp trên có điện trở suất 100 Ω m và lớp dưới, từ độ sâu 6,5km, là móng có điện trở suất 10.000 Ω m (mô hình lấy theo mặt cắt điện trở suất của trung sông Hồng) thì số liệu đo các chu kỳ dài hơn 10s bị ảnh hưởng bởi dòng điện xích đạo. Như vậy, ảnh hưởng của dòng điện xích đạo đối với khảo sát từ telua phụ thuộc vào cấu trúc điện trở suất bên dưới và dải chu kỳ đo số liệu. Tuy nhiên, vì các mô hình cấu trúc sâu sử dụng trong công trình này chưa phản ánh đúng cấu trúc của khu vực khảo sát do thiếu số liệu đo thực tế nên các kết quả này chỉ có tính chất tham khảo.

3. Kết quả áp dụng phương pháp từ telua

3.1. Công tác đo thực địa và số liệu

Tuyến đo dài khoảng 15km, kéo dài từ huyện Củ Chi thành phố Hồ Chí Minh đến huyện Bến Cát, tỉnh Bình Dương, được bố trí cắt ngang qua đứt gãy Sông Sài Gòn. 15 điểm đo ký hiệu C01, C02,... C15, theo thứ tự thời gian đo đạc đã được thực hiện. Kết quả xử lý số liệu cho thấy các điểm

C03, C10 và C15 có chất lượng kém nên không được sử dụng. Vị trí của các điểm đo được biểu diễn trên *hình 1*.

Thiết bị đo đạc là bộ máy thăm dò sâu từ telua Géo-Instrument của viện Vật lý Địa cầu Paris đã viện trợ không hoàn lại cho viện Vật lý Địa cầu. Thiết bị này cho phép đo hai thành phần điện trường và hai thành phần từ trường theo phương nằm ngang tương ứng vuông góc với nhau. Số liệu điện trường và từ trường được đo trong dải chu kỳ 10^{-3} - 10^{-3} giây. Số liệu từ trường được đo bằng các sensor CM216 có độ nhạy 100mV/nT và sensor CM12 có độ nhạy 50mV/nT. Trong đó, sensor CM216 được dùng để đo các số liệu trong dải chu kỳ 0,001s-1s, còn sensor CM12 được dùng để đo các số liệu trong dải chu kỳ 0,1s-1000s.

3.2. Xử lý số liệu

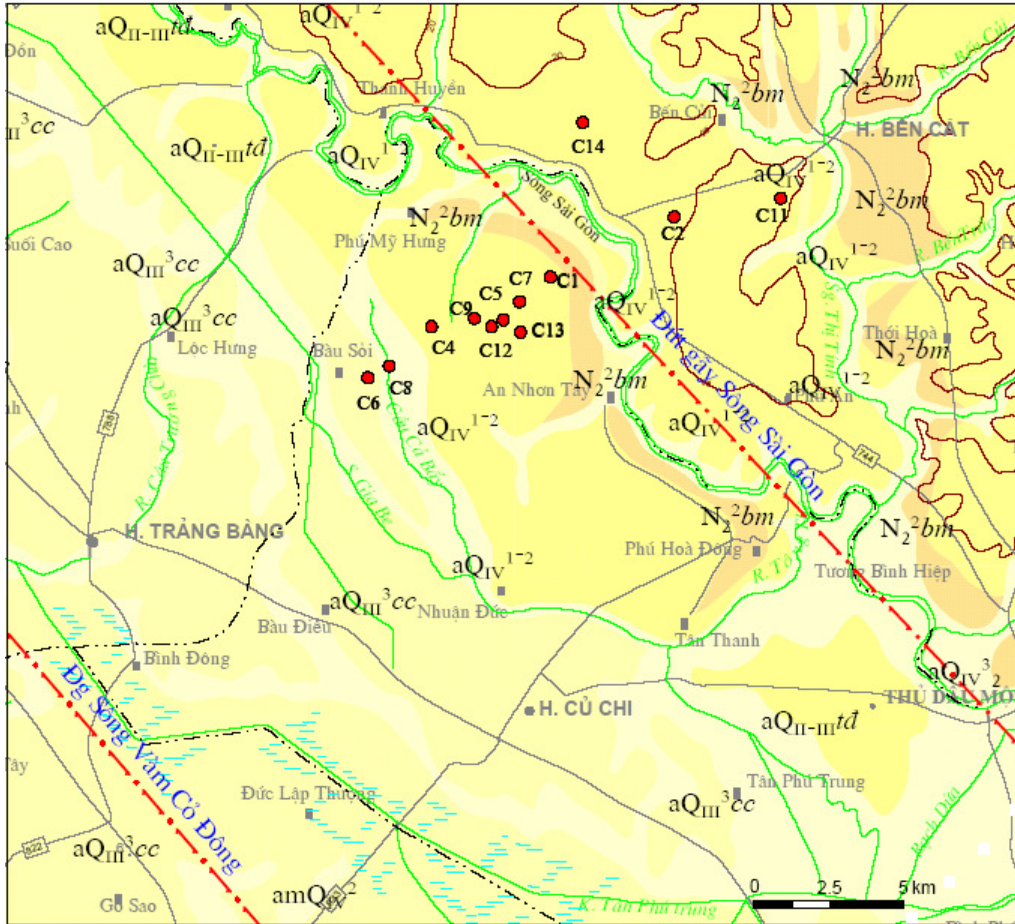
Các số liệu điện từ ghi trong miền thời gian tại từng điểm đo được xử lý để nhận được các giá trị điện trở suất biểu kiến trong miền tần số và được biểu diễn theo chu kỳ là đại lượng nghịch đảo của tần số. Tại mỗi điểm đo thu được 35 giá trị điện suất của các thành phần ρ_{xy} (dọc theo hướng cấu trúc chính) và ρ_{yx} (vuông góc với hướng cấu trúc chính) tại 35 chu kỳ từ 0,0016s đến 226s phân bố đều trên thang logarit. Riêng tại các điểm C01 và C02 số liệu đo bằng sensor CM216 không chính xác, do đó chỉ sử dụng được số liệu tại 22 chu kỳ đo bằng sensor CM12. Các đường cong điện trở suất ρ_{xy} và ρ_{yx} của 12 điểm đo được trình bày trên *hình 2*; các giá trị mặt cắt điện trở suất được trình bày trên *hình 3*. *Hình 2* cho thấy số liệu ρ_{xy} và ρ_{yx} tại các chu kỳ ngắn hơn 0,01s của nhiều điểm đo có sự chênh lệch đáng kể, phản ánh các bất đồng nhất về điện trở suất gần bề mặt. Trong dải chu kỳ từ 0,01 đến 1s các đường cong điện trở suất ρ_{xy} và ρ_{yx} khác nhau ít, trừ điểm C2, chứng tỏ môi trường bên dưới là 1D hoặc 2D. Do đó số liệu đo trong dải chu kỳ từ 0,01 đến 1s có thể dùng cho phân tích 1D hoặc 2D để thu được mô hình cấu trúc điện trở suất bên dưới.

Mặt cắt điện trở suất ρ_{xy} (*hình 3a*) cho thấy phần cuối tuyến, dưới điểm C2 và C11 có một dị thường âm nổi bật trên mặt cắt. Phần mặt cắt từ đầu tuyến đến điểm C14, ngoài một số dị thường dưới các điểm C6, C5 và C14, các đường đẳng trị có xu hướng gần nằm ngang, phản ánh một cấu trúc phân lớp ngang chiếm ưu thế.

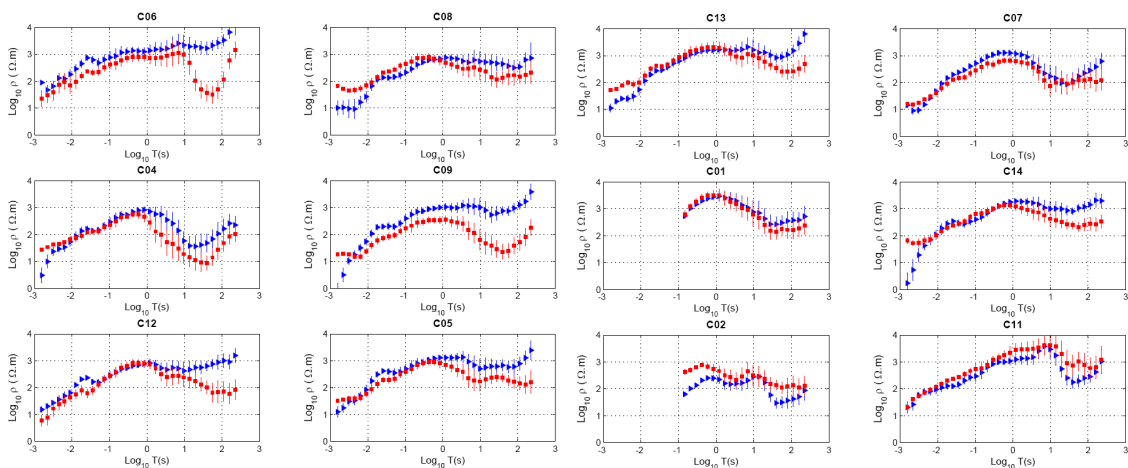
Mặt cắt điện trở suất ρ_{yx} (*hình 3b*) cho thấy phần nửa sau tuyến đo có dạng đơn giản, với một

khối điện trở suất cao dưới các điểm C1 và C14. Phần nửa đầu tuyến đo, mặt cắt điện trở suất có

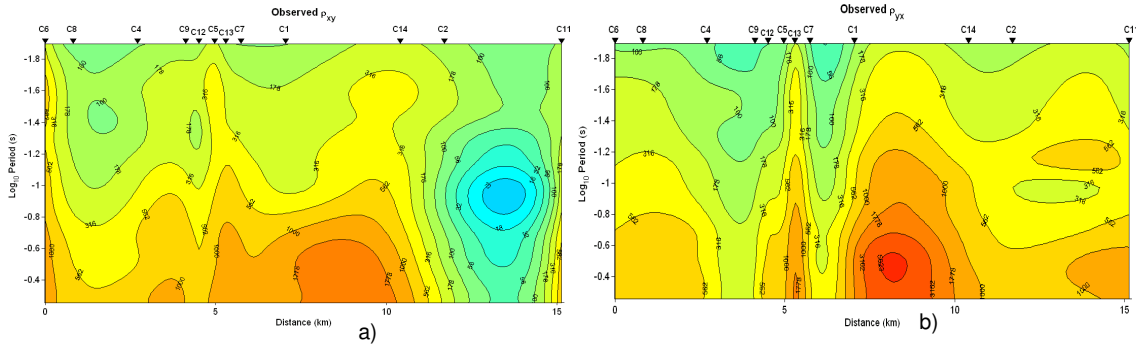
dạng phức tạp, với các vùng điện trở suất thấp và cao xen kẽ nhau từ điểm C4 đến điểm C1.



Hình 1. Bản đồ địa chất khu vực nghiên cứu được sửa lại từ “Bản đồ địa chất và khoáng sản Việt Nam 1:200.000”, từ C-48-XI Tp. Hồ Chí Minh. Vị trí các điểm đo từ telua được biểu diễn bằng các hình tròn



Hình 2. Các đường cong điện trở suất biểu kiến theo hướng song song với tuyến đo (ρ_{xx} , hình vuông) và theo hướng vuông góc với tuyến đo (ρ_{yy} , hình tam giác)

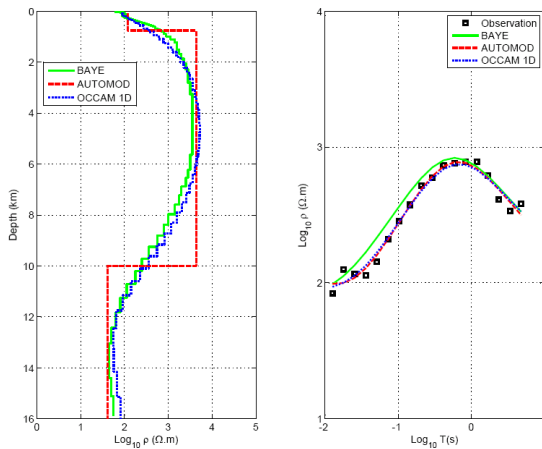


Hình 3. a) Mặt cắt điện trở suất biểu kiến theo hướng vuông góc với tuyến đo ρ_{xy}
 b) Mặt cắt điện trở suất biểu kiến theo hướng song song với tuyến đo ρ_{yx}

3.3. Phân tích tài liệu

3.3.1. Mô hình 1D

Một điểm đại diện nằm gần giữa tuyến đo là điểm C12 được lựa chọn để phân tích theo mô hình 1D. Số liệu dùng cho phân tích 1D là các giá trị trung bình của điện trở suất ρ_{xy} và ρ_{yx} trong dải chu kỳ từ 0,0127s đến 4,8s. Ba phần mềm giải bài toán ngược 1D từ telua đã được sử dụng là OCCAM1D [1], BAYE [2] và AUTOMOD [19]. Kết quả phân tích được trình bày trên hình 4.



Hình 4. Bên trái: các mô hình 1D thu được bằng các phần mềm khác nhau; bên phải: đường cong thực tế (hình vuông) và các đường cong tính theo mô hình: BAYE (đường liền nét), OCCAM1D (đường chấm chấm) và AUTOMOD (đường đứt nét)

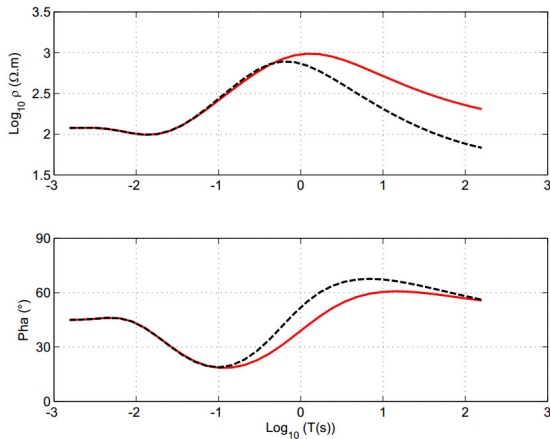
Kết quả phân tích bằng phần mềm AUTOMOD cho cấu trúc gồm 3 lớp, lớp trên cùng dày khoảng 750m, có điện trở suất khoảng 120 Ω m, lớp giữa dày khoảng 9250m, điện trở suất 4350 Ω m và lớp

dưới cùng có điện trở suất khoảng 40 Ω m. Các tham số này được sử dụng để tính toán các bài toán thuận từ telua để nghiên cứu ảnh hưởng của dòng điện xích đạo đối với khảo sát từ telua ở khu vực tuyến đo.

3.3.2. Đánh giá ảnh hưởng của dòng điện xích đạo

Mô hình dòng điện xích đạo của Peltier và Hermance (1971) [13] được dùng để mô phỏng dòng điện xích đạo, đó là một tấm dòng ở độ cao 110km, có cường độ dòng tuân theo phân bố Gauss với độ lệch chuẩn là 240km. Ở Việt Nam, tâm của dòng điện xích đạo ở vị trí 8 $^{\circ}$ 36' [4]. Tuyến đo từ telua kéo dài từ vĩ độ 11 $^{\circ}$ 5' đến vĩ độ 11 $^{\circ}$ 8', điểm giữa của tuyến tại vĩ độ 11 $^{\circ}$ 6,5', cách hình chiếu của tâm dòng điện xích đạo xuống mặt đất 350km. Mô hình điện trở suất thu được từ kết quả phân tích 1D bằng phần mềm AUTOMOD ở trên được sử dụng để tính điện trở suất và pha tại vị trí ứng với điểm giữa của tuyến đo, trong trường hợp có dòng điện xích đạo và không có dòng điện xích đạo. Trường hợp không có dòng điện xích đạo, điện trở suất và pha được tính theo cách giải bài toán thuận từ telua thông thường. Trường hợp có dòng điện xích đạo, điện trở suất và pha được tính theo phương pháp của Peltier và Hermance. Các kết quả được trình bày trên hình 5.

Với các chu kỳ nhỏ hơn 0,7s đối với điện trở suất và các chu kỳ nhỏ hơn 0,2s đối với pha, kết quả tính bài toán thuận cho các trường hợp có và không có dòng điện xích đạo là gần như nhau, chứng tỏ ở các chu kỳ này dòng điện xích đạo không ảnh hưởng đáng kể đến kết quả đo đạc. Do đó chỉ số liệu đo đạc trong dải chu kỳ $T = 0,01 - 0,7s$ được sử dụng để tiến hành phân tích 2D.



Hình 5. Các đường cong điện trở suất (hình trên) và pha (hình dưới) tính từ mô hình cấu trúc điện trở suất 3 lớp trong trường hợp có ảnh hưởng dòng điện xích đạo (các đường liền nét) và không có ảnh hưởng dòng điện xích đạo (các đường đứt nét)

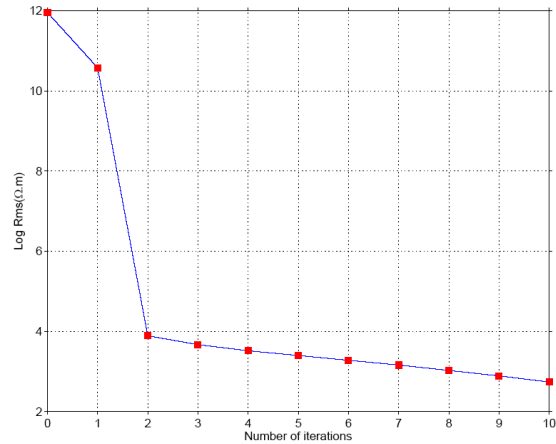
3.3.3 Phân tích tài liệu bằng mô hình 2D

Do các điểm đo không nằm chính xác trên một đường thẳng, vị trí của các điểm đo được chiếu thẳng góc lên tuyến đo quy ước. Tập hợp số liệu dùng cho phân tích 2D gồm các số liệu điện trở ρ_{xy} và ρ_{yx} tại 12 điểm đo. Các giá trị điện trở suất này được phân bố đều trên 12 chu kỳ từ 0,0127s đến 0,5919s theo thang logarit. Phần mềm phân tích là chương trình MT2DInvMatlab của Seong Kon Lee [8]. Trong chương trình này, thuật toán nghịch đảo được thực hiện theo phương pháp bình phương tối thiểu, qua nhiều lần lặp, có sử dụng một tham số điều chỉnh để ổn định quá trình nghịch đảo và làm trơn mặt cắt điện trở suất.

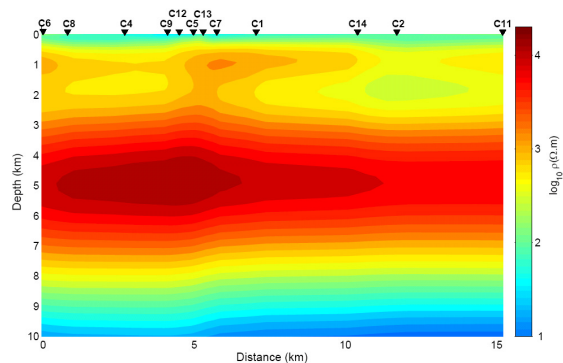
Mô hình ban đầu dùng cho nghịch đảo là một lớp đồng nhất dày 14km có điện trở suất 330 Ωm . Trong đó 14km là độ sâu thâm nhập trung bình của sóng điện từ ở chu kỳ 0,5919s của 12 điểm đo; 330 Ωm là giá trị trung bình của các điện trở suất dùng để nghịch đảo.

Hình 6 minh họa sai số bình phương trung bình giữa số liệu tính từ mô hình và số liệu quan sát theo các lần lặp. Có thể thấy quá trình nghịch đảo hội tụ khá nhanh, từ bước lặp thứ 2 sai số bình phương trung bình đã giảm xuống rất nhiều so với mô hình ban đầu và sau đó giảm chậm, lưu ý là sai số bình phương trung bình được biểu diễn theo thang logarit. Mặt cắt điện trở suất thu được từ lần lặp thứ 5 thay đổi không nhiều so với các lần lặp

sau. Hình 7 trình bày mặt cắt điện trở suất tới độ sâu 10 km thu được sau 10 lần lặp. Giới hạn độ sâu 10km được chọn vì dưới độ sâu này có ít số liệu trong dải chu kỳ sử dụng thâm nhập xuống được nên kết quả có thể không phản ánh đúng môi trường thực tế.



Hình 6. Sai số bình phương trung bình giữa số liệu quan sát và số liệu tính theo mô hình của các lần lặp



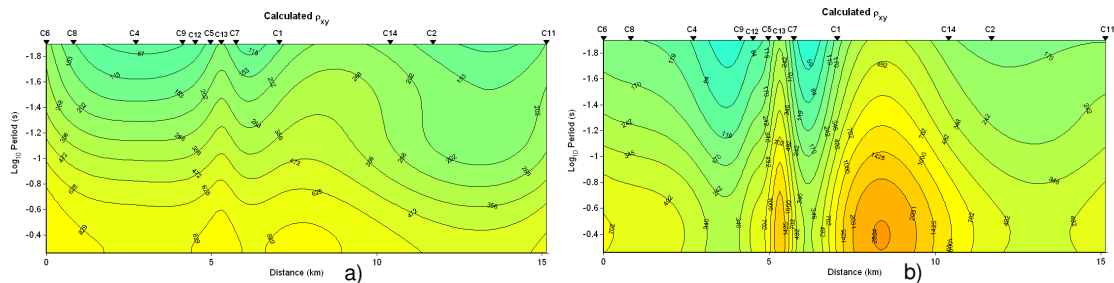
Hình 7. Mặt cắt điện trở suất tuyến Củ Chi - Bến Cát

Hình 8 trình bày các mặt cắt điện trở suất tính từ kết quả nghịch đảo. Các mặt cắt này khá phù hợp với số liệu quan sát ở hình 3.

Mặt cắt điện trở suất trên hình 7 cho thấy về tổng thể có thể chia mặt cắt này thành 3 lớp: lớp điện trở suất thấp cỡ hàng chục Ωm ở trên cùng với bề dày đạt khoảng 400-500m, tiếp theo là lớp điện trở suất cao cỡ hàng ngàn Ωm đến độ sâu khoảng 8km và ở dưới cùng là lớp điện trở suất thấp cỡ hàng chục Ωm . Lớp điện trở suất cao ở giữa có thể chia thành hai phần, phần trên từ khoảng 400-500m đến độ sâu khoảng 3km và phần còn lại từ khoảng 3km đến khoảng 8km; trong đó phần trên có điện trở suất thấp hơn so với phần dưới và có

hai vùng điện trở thấp dưới các điểm C4 và C2. Lớp điện trở suất cao bên dưới từ khoảng 3km có

sự phân lớp ngang khá đều đặn, với điện trở suất từ hàng ngàn Ωm đến hàng chục nghìn Ωm .



Hình 8. a) Mật cắt điện trở suất biểu kiến theo hướng vuông góc với tuyến đo ρ_{xy} tính theo mô hình kết quả nghịch đảo 2D; b) Mật cắt điện trở suất biểu kiến theo hướng song song với tuyến đo ρ_{yx} tính theo mô hình kết quả nghịch đảo 2D

4. Luận giải kết quả đo từ telua

Từ mật cắt điện trở suất kết hợp với các thông tin đã biết về khu vực nghiên cứu như đã trình bày trong phần tổng quan ở trên có thể đưa ra một số luận giải sau:

Lớp điện trở suất thấp có bề dày khoảng 400-500m gần bề mặt phản ánh các vật liệu trầm tích Kainozoi và các trầm tích Mesozoi. Ranh giới ở độ sâu khoảng 400-500m được Phạm Văn Ngọc và nnk [14] xem là bắt đầu của móng điện trở suất cao khi khảo sát nước ngầm thành phố Hồ Chí Minh. Lớp điện trở suất cao từ độ sâu khoảng 400-500m đến khoảng 3km có thể tương ứng với các đá xâm nhập tuổi Krêta sớm có điện trở suất lên đến vài nghìn Ωm như đã quan sát thấy ở vùng thành phố Hồ Chí Minh [16]. Các vùng điện trở suất thấp bên dưới các điểm C4 và C2 tại độ sâu khoảng 2km trong lớp này có thể liên quan đến các vật liệu có điện trở suất thấp, chẳng hạn các đá trầm tích Jura sớm hoặc đá trầm tích núi lửa tuổi Jura muộn-Kreta sớm đã quan sát thấy trong khu vực nghiên cứu, hoặc có thể liên quan đến các đứt gãy, vì trong các đới đứt gãy có nước làm cho điện trở suất đất đá bị giảm xuống.

Mật cắt điện trở suất từ độ sâu khoảng 3km phản ánh một cấu trúc dạng nền, có thể là móng kết tinh. Kết quả này cũng phù hợp với các công bố về độ sâu tới móng kết tinh khu vực thành phố Hồ Chí Minh [17, 18].

Dạng cấu trúc với lớp điện trở suất thấp bên dưới ở tuyến đo này cũng bắt gặp ở nhiều tuyến đo từ telua khác như tuyến đo đồng bằng sông Cửu Long [10], tuyến Chợ Gạo - Hóc Môn [11], tuyến đo tại lòng chảo Điện Biên [12],... Để lý giải lớp

điện trở suất thấp bên dưới, tác giả của các khảo sát này đã cho rằng do tác dụng của dòng nhiệt từ dưới sâu đi lên làm nóng chảy vật chất khiến cho điện trở suất giảm xuống thấp. Ở Hoa Kỳ, mật cắt điện trở suất qua đới tách giãn Rio Grande, từ độ sâu 10km đến 50km chỉ khoảng 3-10 Ωm và cũng được luận giải là do tác dụng của dòng nhiệt từ dưới sâu đi lên. Như vậy, có thể lớp điện trở suất thấp dưới tuyến Cù Chi - Bến Cát cũng do nhiệt thâm nhập từ dưới sâu lên làm vật chất ở độ sâu này bị chảy dẻo.

Các vùng điện trở suất thấp dưới các điểm C4 và C2 tương ứng với các đứt gãy Dương Minh Châu - Dầu Tiếng - Cần Giờ và đứt gãy Núi Ông - Thủ Dầu Một - Thủ Đức theo tài liệu của Nguyễn Ngọc Thu [16]. Có thể thấy vùng điện trở suất thấp dưới điểm C2 có kích thước lớn hơn và độ tương phản so với môi trường xung quanh cũng mạnh hơn vùng điện trở suất thấp dưới điểm C4. Do đó, đứt gãy tương ứng với nó cũng phải lớn hơn. Số liệu quan sát tại điểm C2 (hình 2, 3) cho thấy điện trở suất tại điểm này thấp hơn so với các điểm đo bên cạnh và các đường cong điện trở suất không đồng nhất theo các hướng có thể khẳng định điểm đo này nằm gần đứt gãy. Như vậy đứt gãy Núi Ông - Thủ Dầu Một - Thủ Đức đoạn đi qua tuyến đo có thể chính là đứt gãy sông Sài Gòn. Bởi vì trên bản đồ địa chất đứt gãy sông Sài Gòn được vẽ nằm giữa đứt gãy Dương Minh Châu - Dầu Tiếng - Cần Giờ và đứt gãy Núi Ông - Thủ Dầu Một - Thủ Đức; còn trên tài liệu của Nguyễn Ngọc Thu không vẽ đứt gãy sông Sài Gòn. Do đoạn cuối tuyến có quá ít điểm đo nên để xác định chính xác vị trí, độ sâu phát triển, hướng cắm, góc cắm của đứt gãy sông Sài Gòn cần đo thêm các điểm đo sâu từ telua và các tài liệu địa vật lý khác.

5. Kết luận

Áp dụng phương pháp đo sâu từ telua cho khả năng nhận được thông tin về đặc điểm cấu trúc sâu ở vùng nghiên cứu. Đối với vùng Củ Chi - Bến Cát, ngoài hoạt động công nghiệp cao gây nhiễu mạnh làm giảm chất lượng tài liệu phương pháp từ telua, các giá trị điện trở suất từ chu kỳ lớn hơn khoảng 0,7s (tần số nhỏ hơn khoảng 1,5Hz) có thể bị ảnh hưởng bởi dòng điện xích đạo.

Mặt cắt điện trở suất tới độ sâu 10km thu được cho thấy cấu trúc điện trở suất chính vùng Củ Chi - Bến Cát gồm 3 lớp, trong đó lớp trên cùng có điện trở suất khoảng 100 Ω m, lớp giữa có điện trở suất cỡ hàng ngàn Ω m và lớp dưới cùng có điện trở suất thấp cung cấp những thông tin hữu ích phản ánh đặc điểm biến đổi cấu trúc địa chất địa tầng trong khu vực nghiên cứu.

Các vùng điện trở suất âm dưới các điểm C4 có thể ứng với đứt gãy Dương Minh Châu - Dầu Tiếng - Cần Giò và dưới điểm C2 có thể phản ánh đứt gãy Sông Sài Gòn.

Lời cảm ơn: các tác giả xin chân thành cảm ơn PGS.TS. Nguyễn Văn Giảng đã đóng góp những ý kiến quý báu giúp cho bài báo được hoàn thiện hơn và cảm ơn TS. Nguyễn Ngọc Thu đã trao đổi góp ý trong việc minh giải mặt cắt điện trở suất.

TÀI LIỆU DẪN

[1] S. C. Constable, R. L. Parker, and C. G. Constable, 1987: Occam's inversion: A practical algorithm for generating smooth models from EM sounding data, *Geophysics*, 52, 289-300.

[2] H. Grandis, M. Menvielle, and M. Roussignol, 1999: Bayesian inversion with Markovchains-I. Themagnetotelluric one-dimensional case, *Geophys. J. Int.*, 138, 757-768.

[3] Trương Quang Hào, Lương Văn Trương, 2005: Xác định một vài thông số của dòng điện xích đạo ở Việt Nam, *Tuyên tập báo cáo Hội nghị khoa học kỹ thuật địa vật lý Việt Nam lần thứ 4*, 47-70.

[4] Trương Quang Hào, 1997: Thành tựu nghiên cứu Vật lý Địa cầu 1987-1997. Trung tâm Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Quốc Gia, viện Vật lý Địa cầu, Nxb. KHKT, 202-236.

[5] Nguyễn Ngọc Hoa (chủ biên), 1995: Bản đồ địa chất và khoáng sản Việt Nam, tỷ lệ

1:200.000, tờ C-48-XI, Thành phố Hồ Chí Minh, Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội.

[6] Đặng Văn Hưng, 1987: Tính chất của trường điện từ tự nhiên miền xích đạo từ và độ chính xác của của phương pháp MTS ở Việt Nam, *Tạp chí các Khoa học về Trái Đất*, T.9, 2, 61-66.

[7] A. G. Jones, 1992: Electrical conductivity of the continental lower crust, *Continental lower crust*, Edi. D. M. Fountain, R. J. Arculus and R. W. Kay, 81-143.

[8] S. K. Lee et al, 2009: MT2DinvMatlab-A program in MATLAB and FORTRAN for two-dimensional magnetotelluric inversion, *Computers & Geosciences*, 35, 1722-1734.

[9] Đỗ Văn Linh (chủ biên), 2009: Báo cáo thuyết minh đề tài "Phân vùng nhỏ động đất khu vực thành phố Hồ Chí Minh", Sở Khoa học và Công nghệ thành phố Hồ Chí Minh, 248tr.

[10] Lê Huy Minh, Nguyễn Văn Giảng, Nguyễn Trọng Vũ và Lại Cao Khiêm, 2004: Kết quả sơ bộ nghiên cứu cấu trúc sâu vùng đồng bằng Sông Cửu Long, *Tuyên tập báo cáo Hội nghị Khoa học cơ bản*, Thành phố Hồ Chí Minh 12/2004.

[11] Lê Huy Minh, Nguyễn Chiến Thắng, Lưu Việt Hùng, 2005: Kết quả đo sâu từ telua tuyến Chợ Gạo- Hóc Môn, *Tuyên tập báo cáo Hội nghị Khoa học kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam lần thứ 4*, 149-161.

[12] Lê Huy Minh, Phạm Văn Ngọc, D. Boyer, Nguyễn Ngọc Thủy, Lê Trường Thanh, Ngô Văn Quân, G. Marquis, 2009: Nghiên cứu chi tiết cấu trúc đứt gãy Lai Châu - Điện Biên bằng phương pháp đo sâu từ-tellur, *Tạp chí Địa chất loại A*, 311, 11 -21.

[13] W. R. Peltier and J. F. Hermance, 1971: Magnetotelluric Fields of a Gaussian Electrojet, *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8(3), 338-346.

[14] V. N. Pham, D. Boyer, T. K. T. Nguyen, and V. G. Nguyen, 1994: Deep ground-water investigation by combined VES/MTS methods near Ho Chi Minh City, Viet Nam, *Ground water*, 32, 4, 675-682.

[15] P. Tapponier et al., 1990: The Ailao Shan/Red River metamorphic belt: Tertiary left-lateral shear between Indochina and South China, *Nature*, 343, 431-437.

[16] Nguyễn Ngọc Thu, 2004: Xử lý tổng hợp tài liệu địa vật lý vùng thành phố Hồ Chí Minh,

Luận án Tiến sĩ vật lý, Đại học Quốc Gia Tp. Hồ Chí Minh, 146tr.

[17] *Cao Đình Triều*, 2005: Trường địa vật lý và cấu trúc thạch quyển lãnh thổ Việt Nam. Nxb. KHKT, Hà Nội, 330tr.

[18] *Cao Đình Triều, Phạm Huy Long, Đỗ Văn*

Lĩnh, Lê Văn Dũng, Cao Đình Trọng, 2013: Địa động lực hiện đại lãnh thổ Việt Nam. Nxb. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, 242tr.

[19] *J. T. Weaver and A. K. Agarwal*, 1993: Automatic 1-D inversion of magnetotelluric data by the method of modeling, *Geophys. J. Int.*, 112, 115-123.

SUMMARY

Studying the deep structure in the Saigon River fault area by the magnetotelluric method

This paper presents the magnetotelluric sounding results of Cu Chi - Ben Cat profile acrossing the Saigon River fault. Results obtained by one-dimensional inversion of the data of a typical station located near the middle of the profile show that the geoelectric structure of the study area consists of three layers, in which the resistivities of the superficial and the underlying layers are relatively low compared with that of the intermediate layer. This geoelectric structure is then used to estimate the influence of the equatorial electrojet on the magnetotelluric measurements carried out in the region. Magnetotelluric forward problems were calculated and compared for cases of the present and the absent of the equatorial electrojet model. Results show that in the range of periods less than 0.7s, the apparent resistivity measured are not affected by the equatorial electrojet. Therefore, the apparent resistivity data measured in the period range less than 0.7s of all stations on the profile have been used for two-dimensional inversion to obtain geoelectric cross-section acrossing the Saigon River fault. The geoelectric cross-section down to a depth of 10km obtained by two-dimensional inversion shows a geoelectric structure consist of 3 layers: a low resistivity superficial layer, a resistive intermediate layer and a low resistivity underlying layer. The superficial layer is clearly related to the sedimentary series. The intermediate layer may relate to the intrusive and consolidated rocks. The underlying layer may reflect conductive materials causing by high temperature condition at depth. The interface between the intermediate and the underlying layers at around 3km depth corresponds probably to the crystalline basement.

The low resistivity regions under the C4 and C2 stations may be related to the Duong Minh Chau - Dau Tieng - Can Gio and the Saigon River faults, correspondingly.