

ỨNG DỤNG PHƯƠNG PHÁP ĐỊA VẬT LÝ TRONG ĐIỀU TRA TAI BIẾN ĐỊA CHẤT

HỒ TÀI

Liên đoàn Địa chất Bắc Trung Bộ, Vinh, Nghệ An

Tóm tắt: Tai biến địa chất là các hiện tượng tự nhiên do rất nhiều nguyên nhân gây nên. Chúng gây thiệt hại lớn về kinh tế - xã hội cũng như cho con người, đặc biệt đối với vùng Bắc Trung Bộ, nơi có điều kiện khí hậu khắc nghiệt, nắng lắm, mưa nhiều, hàng năm phải gánh chịu nhiều trận bão lũ thất thường cùng với địa hình phân cắt, mạng lưới sông suối nhiều là những yếu tố gây nên các dạng tai biến địa chất khó lường.

Để dự báo các dạng tai biến địa chất cần có nhiều phương pháp nghiên cứu khác nhau, trong đó phương pháp địa vật lý xác định các thông số vật lý của các yếu tố địa chất có nguy cơ gây ra tai biến, như hang hốc karst ngầm, đới dập vỡ, phong hóa mạnh, chiều dày lớp phủ mềm bở, các yếu tố liên quan đến đứt gãy và các trường địa vật lý có liên quan khác, v.v... từ đó ta có thể đề ra các giải pháp phòng tránh có hiệu quả.

I. KHÁI QUÁT CHUNG

Tai biến địa chất là các dạng tai biến môi trường phát sinh trong thạch quyển, như núi lửa phun, động đất, nứt đất, lún đất, trượt sạt sườn dốc, lũ bùn đá, lũ ống, lũ quét, đá đổ, đá lăn, xói mòn, xói lở, v.v... Chúng liên quan tới các quá trình địa chất xảy ra bên trong lòng Trái đất. Tai biến địa chất xảy ra còn do các nguyên nhân là hoạt động của con người trên các lĩnh vực kinh tế - xã hội, như khai thác khoáng sản, xây dựng các công trình thủy điện, v.v...

Các nguyên nhân tự nhiên như thời tiết thất thường, nắng hạn, mưa bão, lũ lụt cũng tạo điều kiện gây nên những tai biến địa chất, gây thiệt hại lớn cho con người và tài sản.

II. ỨNG DỤNG CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐỊA VẬT LÝ TRONG ĐIỀU TRA TAI BIẾN ĐỊA CHẤT

Cơ sở khoa học của việc ứng dụng các phương pháp địa vật lý trong điều tra tai biến địa chất là tính chất vật lý của các đối tượng địa chất có ý nghĩa quyết định, phản ánh các hiện tượng tai biến địa chất.

Trong những năm gần đây các phương pháp địa vật lý không chỉ sử dụng trong điều tra địa chất - khoáng sản, mà nó đã được ứng dụng nhiều trong điều tra tai biến địa chất, địa chất môi trường và đã thu được những kết quả khả quan. Sau đây, chúng tôi xin nêu một số phương pháp địa vật lý đã được sử dụng trong điều tra tai biến địa chất có hiệu quả tốt.

1. Phương pháp đo ảnh điện

Bản chất của phương pháp đo ảnh điện là xác định điện trở suất của các đối tượng địa chất theo không gian hai chiều bằng các hệ thiết bị khác nhau, từ các thông số điện trở suất có thể giải quyết được các vấn đề liên quan đến nguy cơ tai biến địa chất như khả năng dập vỡ mạnh, đất đá có kết cấu kém bền vững, có thể gây sạt lở, hoặc các hang hốc karst hóa bị phủ bởi các trầm tích, có nguy cơ sụt lún.

Điều kiện để sử dụng phương pháp đo ảnh điện là đối tượng phải có sự khác biệt về điện trở suất so với môi trường vây quanh, có thể sử dụng trong khảo sát các hang hốc karst ngầm; đó là

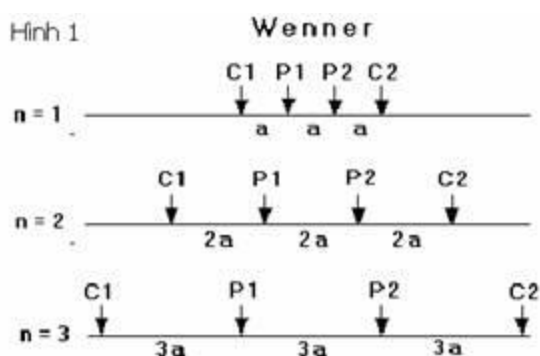
những vùng có đá carbonat cùng với sự hoạt động của nước ngầm. Những loại hang này thường chứa nước lưu thông, các vật chất có điện trở suất thấp như sét nhão dễ di chuyển; đây là các đối tượng rất thuận lợi cho việc sử dụng phương pháp đo ảnh điện. Để tiến hành đo ảnh điện, việc lựa chọn mạng lưới và thiết bị tùy thuộc vào mục tiêu nhiệm vụ và kích thước của đối tượng cần nghiên cứu. Phương pháp ảnh điện cũng có thể sử dụng để xác định các đới dập vỡ mềm, yếu, chiều dày của các lớp phủ, vỏ phong hóa tại các vị trí xung yếu ở sườn dốc có nguy cơ sạt lở, như dọc các quốc lộ hoặc gần các khu dân cư, các công trình, v.v...

Phương pháp đo ảnh điện thường sử dụng một số thiết bị sau rất có hiệu quả:

1.1. Thiết bị lưỡng cực - lưỡng cực (dipole-dipole): Thiết bị này sử dụng lưỡng cực phát và lưỡng cực thu, khoảng cách giữa các cực phát và giữa các cực thu bằng nhau và bằng a ; khoảng cách giữa tâm các lưỡng cực thu và giữa tâm các lưỡng cực phát bằng bội số của a ; với hệ thiết bị này tín hiệu thu giảm rất nhanh khi ta tăng khoảng cách giữa tâm các lưỡng cực. Ưu điểm của hệ thiết bị này có độ nhạy cao, khả năng phân dị tốt, nhược điểm tín hiệu đo giảm nhanh khi tăng chiều sâu nghiên cứu.

1.2. Thiết bị Wenner-Schlumberger: Thiết bị này sử dụng 4 điện cực thẳng hàng, nói cách khác nó giống như hệ thiết bị 4 cực đối xứng, tuy nhiên khoảng cách giữa các điện cực được bố trí theo một quy luật khác. Hệ thiết bị này có hai biến dạng chính, là hệ thiết bị Wenner và hệ thiết bị Schlumberger.

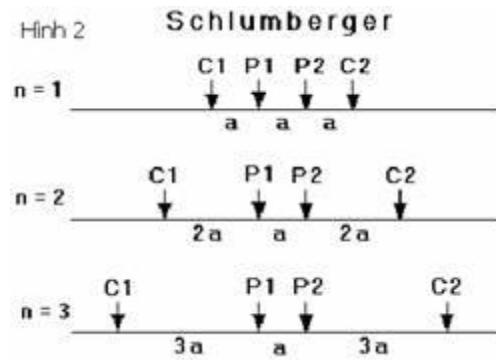
- **Hệ thiết bị Wenner:** Hệ thiết bị này có 2 cực thu ở giữa, 2 cực phát hai bên, khoảng cách giữa các điện cực bằng nhau và bằng bội số của a (a là khoảng cách nhỏ nhất giữa 2 điện cực gần nhau), có thể mô tả cách bố trí điện cực như hình sau (Hình 1).



Hình 1. Cách bố trí điện cực ở hệ thiết bị Wenner.

Ưu điểm của hệ điện cực này tín hiệu thu được lớn, dễ đo đạc ngoài thực địa, sai số đo nhỏ, song nhược điểm của hệ thiết bị này là độ phân dị không cao.

- **Hệ thiết bị Schlumberger:** Hệ thiết bị này có 4 điện cực đối xứng thẳng hàng, khoảng cách các điện cực thu cố định và bằng a ; khoảng cách giữa các điện cực thu và phát thay đổi và bằng bội số của a . Cách bố trí điện cực được mô tả như hình sau (Hình 2).



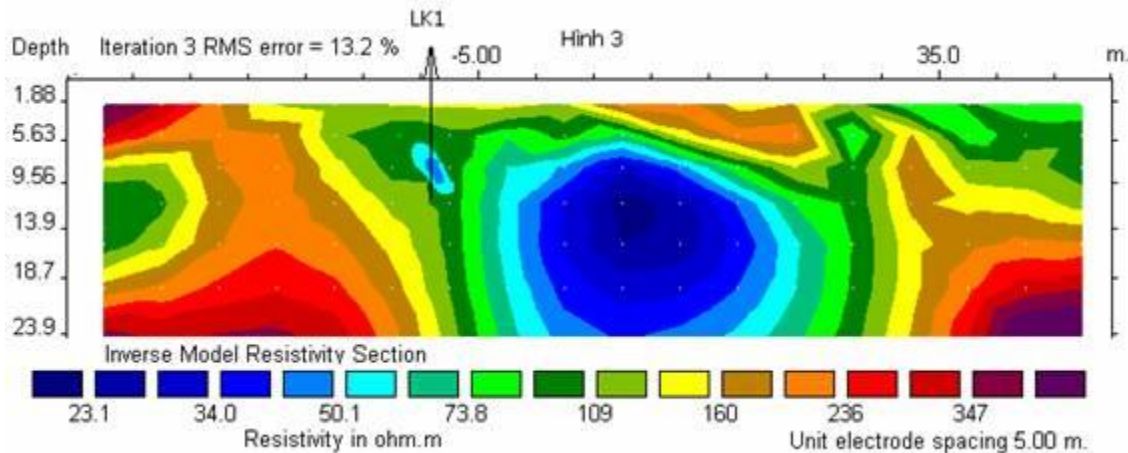
Hình 2. Cách bố trí điện cực ở hệ thiết bị Schlumberger.

Ưu điểm của hệ thiết bị này là có độ phân dị cao hơn hệ thiết bị Wenner; nhược điểm là tín hiệu thu được sẽ giảm nhanh khi ta tăng khoảng cách giữa các thiết bị.

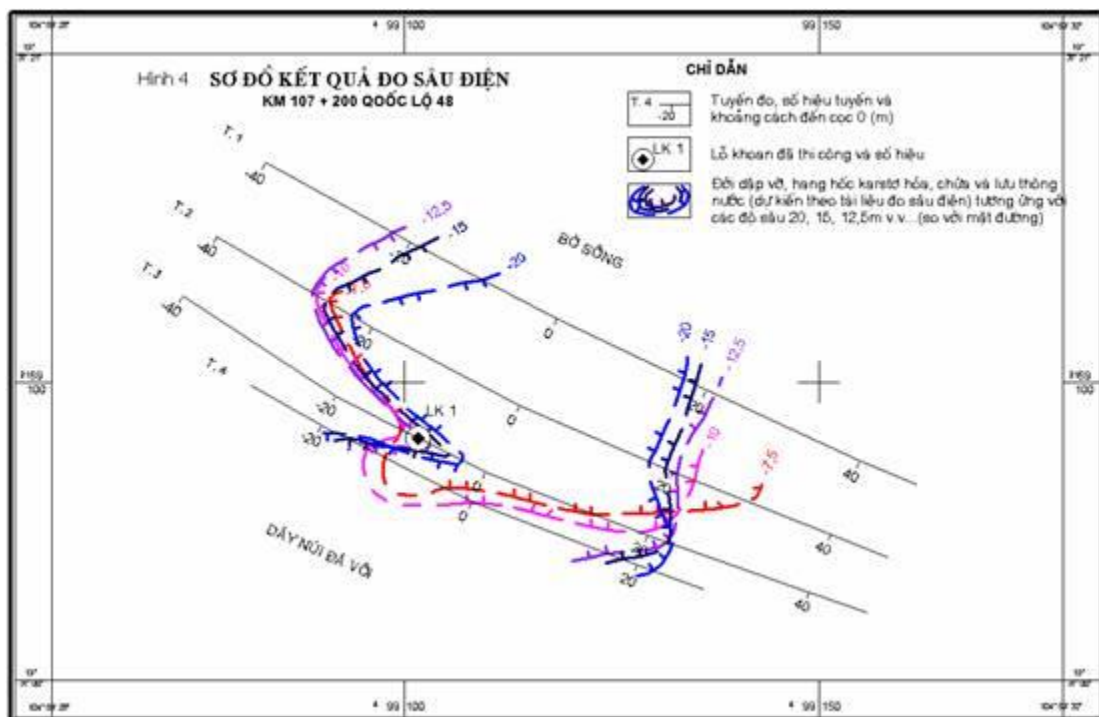
Để hạn chế những nhược điểm và tận dụng các ưu điểm của 2 hệ thiết bị nêu trên, trong thực tế nhiều năm chúng tôi đã sử dụng kết hợp chúng.

Bằng hệ thiết bị Wenner-Schlumberger với khoảng cách điện cực nhỏ nhất là 5 m, chúng tôi đã tiến hành khảo sát tại Km 107+100 Quốc lộ 48; đây là đoạn đường chạy dọc dãy núi đá vôi thuộc hệ tầng Mường Lống¹ (C₁-P ml) bị các khối granit xuyên cắt, đồng thời chịu ảnh hưởng của đứt gãy Đường 48, một bên là bờ sông tạo điều kiện cho quá trình karst phát triển.

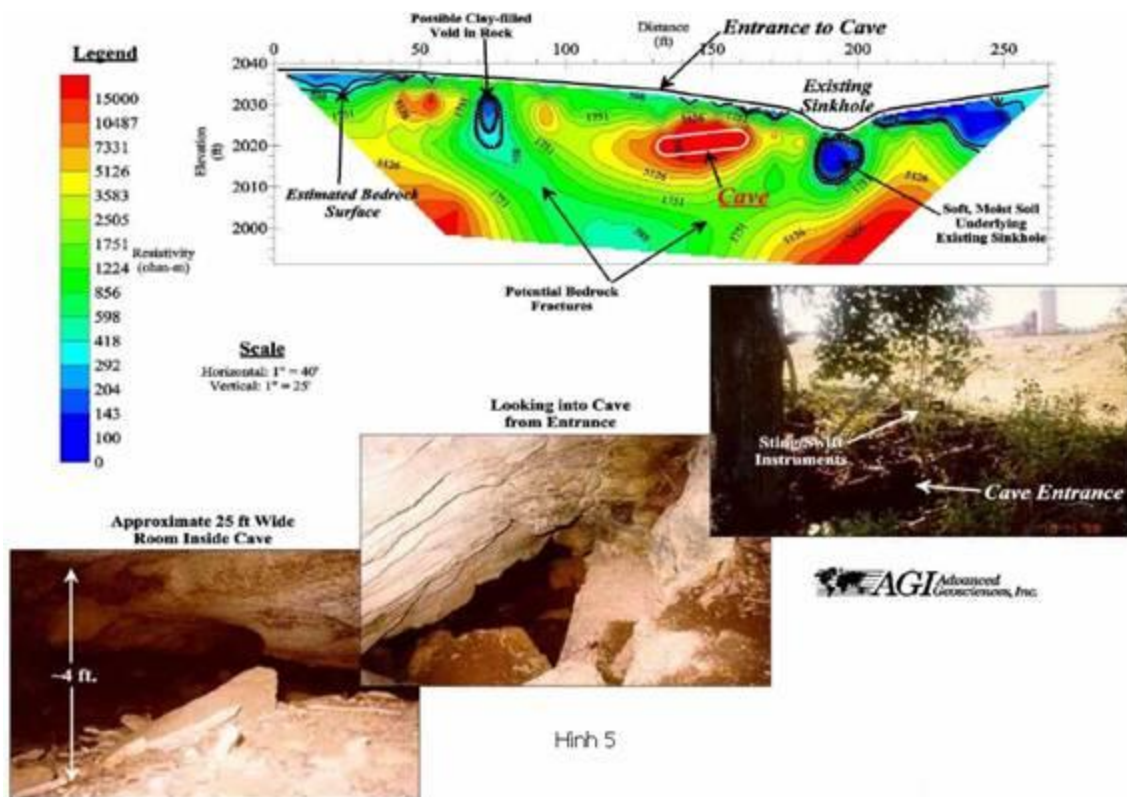
¹ Hiện nay, hệ tầng đá vôi này được mô tả phổ biến là hệ tầng Bắc Sơn (Ban Biên tập TCDC).



Hình 3. Biểu hiện hang karst tại Km 107+255,92 m Quốc lộ 48.



Hình 4. Sơ đồ kết quả đo sâu điện ở Km 107+200 Quốc lộ 48.



Hình 5. Hang ngầm phát hiện được bằng phương pháp đo ảnh điện.



Hình 6. Sơ đồ dự báo nguy cơ sụt đất thôn Tân Hiệp

Kết quả đo trên các đoạn tuyến chạy song song với đường đã xác định được hang karst có dạng vòm cắm sâu vào phía núi đá vôi. Trên tuyến trung tâm của điểm khảo sát đã xác định được một hang karst có chiều rộng từ 25 đến 30 m, sâu trên 20 m, càng đi vào phía núi đá vôi càng phát triển theo chiều sâu và rộng hơn; phần hang karst có điện trở suất dưới $100 \Omega\text{m}$ được thể hiện rất rõ. Kết quả là ở lỗ khoan LK1 tại vị trí Km 107+255,92 m đã phát hiện được phần rìa của hang từ độ sâu 4,5 đến 7,3 m, bị lấp đầy bởi vật chất sét và một ít mảnh dăm đá carbonat, phù hợp với tài liệu đo ảnh điện (Hình 3).

Kết quả liên kết các mặt cắt đã khoan định được hình dạng và kích thước của hang tương ứng với các độ sâu khác nhau (Hình 4).

Một trường hợp phương pháp đo ảnh điện khảo sát hang rồng có điện trở suất cao đến trên $10.000 \Omega\text{m}$, sử dụng hệ thiết bị dipole-dipole với khoảng cách điện cực nhỏ nhất là 2 m (Hình 5)

Công tác xử lý tài liệu đo ảnh điện được tiến hành bằng phần mềm chuyên dụng RES2DINV, sau đó cân thu thập và kết hợp chặt chẽ các tài liệu địa chất, địa chất thủy văn, điều kiện địa hình, địa mạo, địa tầng, magma và cấu trúc - kiến tạo để có được luận giải địa chất phù hợp.

2. Phương pháp đo sâu điện đối xứng

Bản chất vật lý của phương pháp đo sâu điện đối xứng tương tự phương pháp đo ảnh điện, song việc tăng dần độ sâu nghiên cứu được thực hiện bằng tỷ lệ logarit cho sẵn theo quy phạm kỹ thuật thăm dò điện năm 1998. Phương pháp đo sâu điện thường được kết hợp với phương pháp mặt cắt điện, nhằm tăng hiệu quả kinh tế. Việc sử dụng phương pháp đo sâu điện đối xứng rất có hiệu quả trong việc xác định chiều dày lớp phủ, vỏ phong hóa, đới đá mềm bờ có nguy cơ sạt trượt, kết hợp với phương pháp mặt cắt có khả năng xác định các đới dập vỡ, cà nát, chứa và lưu thông nước ngầm, với một mạng lưới phù hợp cũng có thể xác định được các hang hốc karst như phương pháp ảnh điện. Phương pháp đo sâu điện trong điều tra tại biến địa chất nên được sử dụng cho những vùng cần xác định chiều dày vỏ phong hóa mềm bờ ở các địa hình sườn, dốc dưới 25° , phạm vi nghiên cứu rộng.

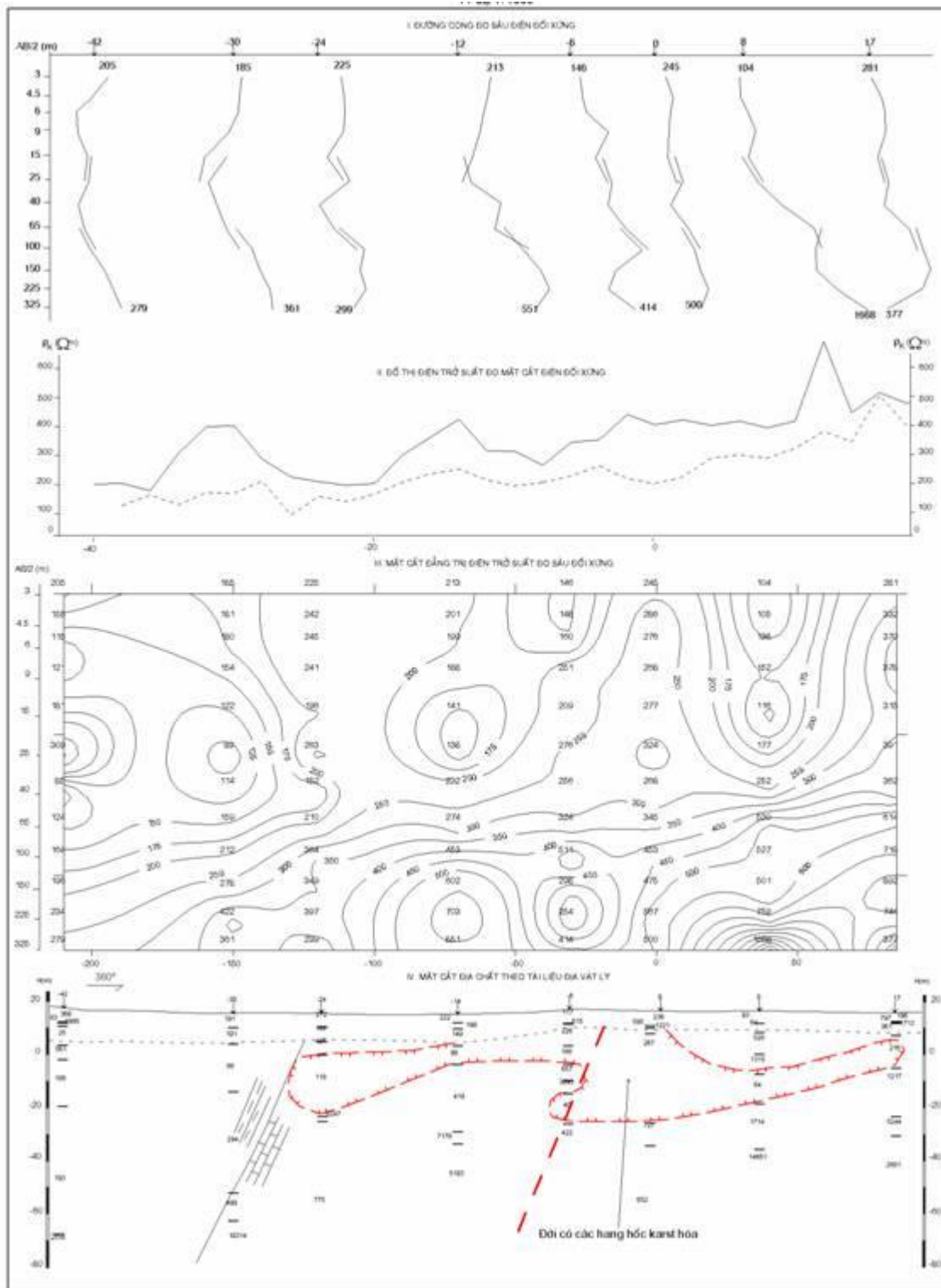
Việc lựa chọn mạng lưới và thiết bị cần căn cứ vào mục tiêu, nhiệm vụ, giai đoạn điều tra và kích thước của các đối tượng dự kiến.

Tài liệu đo sâu điện đối xứng được xử lý bằng các phần mềm phân tích định lượng như VES hoặc IPI2WIN. Kết quả phân tích định lượng cho biết chiều dày của mỗi lớp và điện trở suất tương ứng của chúng, từ đó thành lập các mặt cắt địa chất - địa vật lý, việc luận giải bản chất địa chất cũng phải kết hợp nhiều thông tin như với phương pháp đo ảnh điện nêu trên.

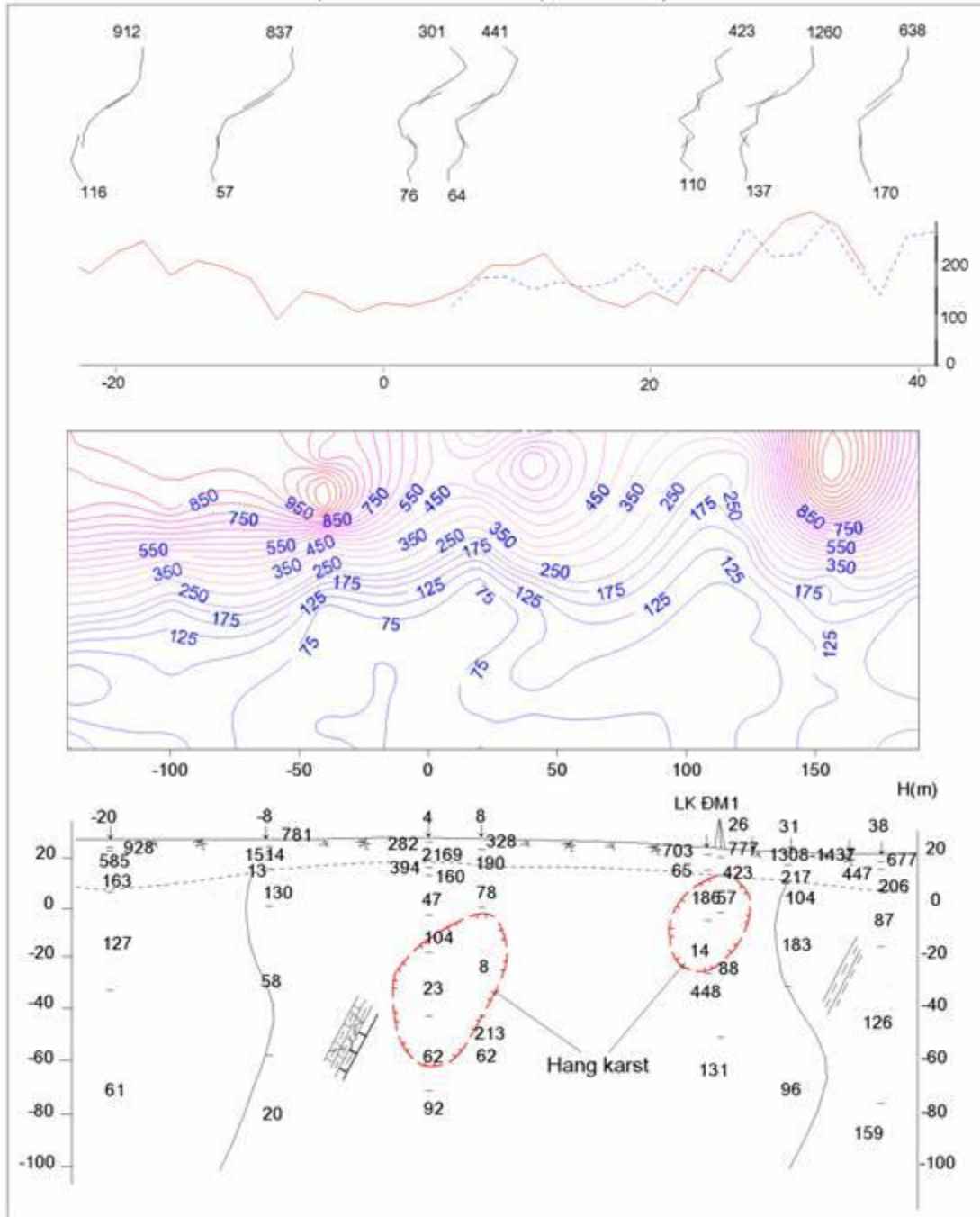
Trong điều tra tại biến địa chất, ở một mức độ nào đó, có thể cần kết hợp các phương pháp đo ảnh điện, đo sâu điện đối xứng và đo mặt cắt điện và có thể sử dụng nhiều phương pháp địa vật lý khác, tùy tình hình thực tế, nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế và giải quyết tốt nhiệm vụ.

Kết quả cuối cùng của tài liệu đo địa vật lý là mặt cắt địa chất trên đó ta có thể thấy hình dạng, kích thước, thế nằm của các hang hốc karst, đới dập vỡ, cà nát, tầng phong hóa, chiều dày lớp phủ mềm bờ, và có thể liên kết nhiều tuyến để khoanh định các đới có các nguy cơ về tai biến địa chất có thể xảy ra.

Phương pháp đo sâu điện đối xứng có sự kết hợp đo mặt cắt đối xứng đã được sử dụng trong điều tra tại biến sụt đất vùng Cam Lộ, tỉnh Quảng Trị có hiệu quả tốt, tài liệu đo sâu đã khoanh định được các diện tích sụt lún phù hợp với hiện trạng và các tài liệu liên quan khác (Hình 6 và 7).



Hình 7. Mặt cắt địa chất - địa vật lý tuyến 1, khu Tân Hiệp, vùng Cam Tuyền, huyện Cam Lộ.



Hình 8. Mặt cắt địa chất - địa vật lý tuyến 303, khu Động Mối, vùng Cam Lộ.

Đường cong đo sâu điện trên khu vực có các hang hốc karst hóa có dạng chữ chi phức tạp; kết quả phân tích định lượng các đường cong đó cho nhiều lớp, chiều dày và điện trở suất của các lớp xen kẽ nhau có giá trị thay đổi từ vài chục đến hàng ngàn Ωm (Hình 7, 8). Kết quả lỗ khoan DM-1 tuyến 303, khu Động Mối đã gặp đới dập vỡ và hang karst phù hợp với dự kiến của tài liệu đo sâu điện đối xứng (Hình 8).

III. KẾT LUẬN

Dựa trên những cơ sở khoa học của các phương pháp địa vật lý và thực tế trong nhiều công trình khảo sát hiện trạng tai biến trong nước và trên thế giới, ta thấy việc áp dụng các phương pháp địa vật lý có thể giải quyết tốt các vấn đề về khảo sát và đánh giá tai biến địa chất. Các phương pháp này có tính khả thi cao, điều kiện áp dụng thuận lợi, chi phí không cao. Tuy nhiên, trong việc áp dụng phương pháp địa vật lý cần lưu ý đến điều kiện cụ thể để lựa chọn tổ hợp phương pháp, mạng lưới và thiết bị phù hợp, nhằm mang lại hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao.

VĂN LIỆU

1. Mai Văn Hác (Chủ biên), 2008. Đề án Điều tra tai biến địa chất vùng dọc Quốc lộ 7, sông Cả, tỉnh Nghệ An và vùng dọc Quốc lộ 8, sông Ngàn Phố, tỉnh Hà Tĩnh. *Lưu trữ Liên đoàn Địa chất BTB, Vinh.*

2. Nguyễn Duy Tiêu, Nguyễn Trần Tân, Nguyễn Trường Lưu, Nguyễn Tiến Thành, Nguyễn Văn Cúc, Hồ Tài, 2007. Tổ hợp phương pháp địa vật lý nghiên cứu và dự báo tai biến sụt đất ở Cam Lộ, Quảng Trị. *TC Địa chất, A/301 : 7-16. Hà Nội.*

3. Nguyễn Tiến Thành (Chủ biên) 2006. Báo cáo Kết quả khảo sát, đánh giá chi tiết hiện trạng, xác định rõ nguyên nhân sụt lở đất và khoanh định các diện tích có nguy cơ sụt lở; đề xuất biện pháp phòng tránh nhằm ngăn chặn sự cố gây thiệt hại có thể xảy ra tại các vùng dọc Quốc lộ 9 và dọc sông Hiếu (đoạn từ xã Cam Tuyền đến ngã ba thị xã Đông Hà). *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

4. Trần Trọng Huệ (Chủ biên), 2008. Nghiên cứu tai biến địa chất khu vực Bắc Trung Bộ. <http://www.Thuvienkhoahoc.com>.