

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 9432: 2012

Xuất bản lần 1

**ĐIỀU TRA, ĐÁNH GIÁ VÀ THĂM DÒ KHOÁNG SẢN –
PHƯƠNG PHÁP ĐIỆN TRỞ**

Investigation, evaluation and exploration of minerals - Resistivity method

HÀ NỘI - 2012

Mục lục

Lời nói đầu	4
Điều tra, đánh giá và thăm dò khoáng sản- Phương pháp điện trở	
1. Nguyên tắc và phạm vi áp dụng	5
2. Các thuật ngữ, định nghĩa	5
3. Máy, thiết bị sử dụng	6
4. Công tác thực địa	6
5. Tổng hợp, xử lý số liệu	15
6. Giải đoán địa chất và biểu diễn kết quả	16
7. Báo cáo tổng kết	16
Phụ lục A. Mẫu số thực địa phương pháp mặt cắt điện trở	18
Phụ lục B. Mẫu số thực địa phương pháp đo sâu điện trở đối xứng	22
Phụ lục B. Tài liệu tham khảo	26

TCVN 9432 : 2012

Lời nói đầu

TCVN 9432 : 2012 - Điều tra, đánh giá và thăm dò khoáng sản- Phương pháp điện trở-
do Tổng Cục Địa chất và Khoáng sản biên soạn,

Bộ Tài nguyên và Môi trường đề nghị,

Tổng Cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định,

Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Điều tra, đánh giá và thăm dò khoáng sản- Phương pháp điện trở

Investigation, Evaluation and Exploration of minerals- Resistivity method

1. Nguyên tắc và phạm vi áp dụng

1.1. Nguyên tắc của phương pháp: Phương pháp thăm dò điện trở là phương pháp địa vật lý nghiên cứu sự thay đổi điện trở suất của đất đá khi có dòng điện một chiều (hoặc xoay chiều tần số thấp) đi qua.

1.2. Phạm vi áp dụng: Tiêu chuẩn này quy định phương pháp thăm dò điện trở để giải quyết nhiệm vụ điều tra địa chất; khảo sát, đánh giá, thăm dò khoáng sản có ích; địa chất môi trường; tai biến địa chất; địa chất thủy văn; địa chất công trình và các lĩnh vực khác.

2. Các thuật ngữ, định nghĩa.

2.1. Thăm dò điện (electricity survey): là một trong các phương pháp địa vật lý nghiên cứu cấu trúc vỏ trái đất và tìm kiếm, phát hiện, đánh giá các khoáng sản dựa trên việc quan sát trường điện, trường điện từ có nguồn gốc tự nhiên hoặc nhân tạo.

2.2. Mặt cắt địa điện (electro- geological cross-section): là mặt cắt địa chất được xây dựng theo các tham số điện mà thường là tham số điện trở suất.

2.3. Mô hình địa điện một chiều (1 dimension model - 1D): là mô hình mặt cắt địa điện gồm 2 trường hợp:

2.3.1. Mặt cắt phân lớp nằm ngang (horizontal cross-section): là mô hình giống như môi trường trầm tích gồm các lớp nằm ngang có điện trở suất $\rho_1, h_1; \rho_2, h_2; \dots; \rho_n, h_n$ với hàm điện trở suất phụ thuộc vào chiều sâu $\rho = \rho(z)$.

2.3.2. Mặt cắt phân lớp thẳng đứng (vertical cross-section): là mô hình tương tự như môi trường đất đá bị bóc mòn chỉ còn đá gốc có ranh giới dốc đứng, có hàm điện trở suất phụ thuộc vào chiều ngang $\rho = \rho(x)$.

2.4. Mô hình địa điện 2 chiều (2 dimension model - 2D): là mặt cắt địa điện có tham số điện thay đổi theo 2 chiều (chiều ngang và chiều sâu), còn 1 chiều không thay đổi, hàm điện trở suất $\rho = \rho(x, z)$ và không thay đổi theo phương y .

2.5. Mô hình địa điện 3 chiều (3 dimension - 3D): là khối địa điện có các tham số điện thay đổi theo cả 3 chiều x, y, z gần đúng với môi trường thực tế. Trong mô hình này, hàm điện trở suất $\rho = \rho(x, y, z)$.

2.6. Điện trở suất của đất đá và quặng (resistivity of rock, soil and ore): là điện trở của một khối hộp đất đá hoặc quặng có hình lập phương với chiều dài mỗi cạnh là 1 đơn vị dài (m hoặc cm). Điện trở suất của đất đá hoặc quặng thường ký hiệu là ρ có thứ nguyên là Ωm .

2.7. Hệ số thiết bị điện cực (coefficient of electrode array): là hệ số phụ thuộc vào vị trí các điện cực phát và thu cắm trên mặt đất. Hệ số thiết bị điện cực thường được ký hiệu là K và có thứ nguyên là đơn vị chiều dài m hoặc cm .

TCVN 9432 : 2012

2.8. Điện trở suất biểu kiến (apparent resistivity): là tham số điện trở suất được đo và tính toán bởi một hệ thiết bị điện cực nào đó trên mặt đất. Điện trở suất biểu kiến thường được ký hiệu là ρ_k và có thứ nguyên là Ωm .

2.9. Điện cực (electrode): là một vật dẫn điện dùng để đưa dòng điện nhân tạo từ nguồn phát vào trong đất đá thông qua dây dẫn điện hoặc thu dòng điện sinh trong đất đá qua dây dẫn điện tới các máy thu. Trong thăm dò điện, có 2 loại điện cực: điện cực phát và điện cực thu. Điện cực phát thường làm bằng sắt, còn điện cực thu thường làm bằng đồng hoặc các kim loại dẫn điện tốt.

3. Máy, thiết bị sử dụng

3.1. Yêu cầu máy, thiết bị

3.1.1. Các máy đo dùng trong các phương pháp đo điện trở là các máy đo điện thế chỉ thị kim hoặc hiện số, đơn cực hoặc đa cực.

3.1.2. Khi đo đạc ở thực địa, giá trị hiệu điện thế đo được phải nằm trong giới hạn đo chính xác của loại máy được sử dụng.

3.1.3. Các dụng cụ, vật tư đi kèm với máy: dây dẫn điện, nguồn điện (pin, accquy hoặc máy phát điện), điện cực phát và thu, các thiết bị phụ trợ khác.

3.2. Kiểm tra, đánh giá chất lượng máy, thiết bị

3.2.1. Các máy đo thăm dò điện phải được kiểm định hoặc hiệu chuẩn trước khi đưa vào sản xuất. Đối với các máy trong danh mục đã được quy định trong các Tiêu chuẩn ngành phải được kiểm định theo quy định hiện hành. Với các máy khác phải tiến hành hiệu chuẩn để kiểm tra các chế độ hoạt động và tiêu chuẩn kỹ thuật của máy theo quy định của nhà sản xuất.

3.2.2. Trong quá trình thi công thực địa, định kỳ 6 tháng một lần, máy phải được kiểm định hoặc hiệu chuẩn. Nội dung và trình tự kiểm định/hiệu chuẩn các máy phải được tiến hành theo đúng quy trình kiểm định theo tiêu chuẩn ngành và sự hướng dẫn trong lý lịch từng máy.

3.2.3. Các số liệu kiểm định/hiệu chuẩn máy phải ghi vào sổ theo dõi máy; các giấy chứng nhận kiểm định/hiệu chuẩn phải được lưu giữ trong hồ sơ kèm theo máy.

3.2.4. Phải kiểm tra độ dẫn điện, độ cách điện, độ bền cơ học của dây điện phát và thu; khả năng tiếp xúc của các điện cực; nguồn phát điện...trước khi đưa vào sản xuất.

4. Công tác thực địa

4.1. Nhân lực cho một tổ đo thực địa tối thiểu gồm: 2 kỹ sư địa vật lý, 2 kỹ thuật viên và 6 đến 8 công nhân kỹ thuật. Căn cứ vào các yêu cầu kỹ thuật cụ thể của đề án được duyệt để lựa chọn loại máy và các thiết bị phụ trợ kèm theo phù hợp. Mọi công tác chuẩn bị phải được hoàn tất trước khi tiến hành thi công thực địa.

4.2. Tỷ lệ và mạng lưới đo đạc

4.2.1. Tỷ lệ và mạng lưới đo điện trở tương đương với tỷ lệ và mạng lưới đo địa chất, địa vật lý khác, theo yêu cầu của từng nhiệm vụ cụ thể và được quy định trong đề án. Trong điều kiện địa chất, khoáng sản, địa hình phức tạp, tỷ lệ đo đạc phương pháp nạp điện phải lớn hơn tỷ lệ vẽ địa chất một bậc.

4.2.2. Đo đạc bằng phương pháp điện trở được tiến hành theo mạng lưới đã chuẩn bị trước. Mạng lưới đo đạc gồm tuyến trực bố trí song song với phương của đối tượng khảo sát, các tuyến ngang cắt vuông góc hoặc gần vuông góc với tuyến trực. Tỷ lệ và mạng lưới đo đạc quy định tại bảng 1.

Bảng 1. Tỷ lệ và mạng lưới đo

Tỷ lệ đo vẽ	Bậc tỷ lệ	Khoảng cách tuyến (m)	Khoảng cách điểm đo đặc (m)
1: 100.000	Trung bình	1000	100 – 200
1: 50.000	Lớn	500	50 – 100
1: 25.000	Lớn	250	15 – 50
1: 10.000	Chi tiết	100	10 – 40
1: 5.000	Chi tiết	50	5 – 20
1: 2.000	Chi tiết	20	2,5 – 10

4.2.3. Khi lựa chọn tỷ lệ và mạng lưới các tuyến và điểm quan trắc, khoảng cách giữa các tuyến phải đảm bảo đối tượng nghiên cứu (thân quặng, cấu tạo và các đối tượng khác...) có kích thước nhỏ nhất phải được thể hiện ít nhất trên ba tuyến và trên ba điểm quan trắc ở mỗi tuyến cắt qua đối tượng nghiên cứu.

4.2.4. Các nội dung công tác trắc địa trong công tác thăm dò điện phải thực hiện theo các quy định trong Tiêu chuẩn kỹ thuật Quốc gia về công tác trắc địa trong khảo sát địa vật lý.

4.3. Đo đặc thực địa

4.3.1. Đo mặt cắt điện trở:

4.3.1.1. Căn cứ vào nhiệm vụ của đề án, đặc điểm địa chất, chiều sâu thế nằm của đối tượng cần nghiên cứu và điều kiện công tác để lựa chọn các dạng đo mặt cắt điện trở, kích thước thiết bị thu, phát, mạng lưới đo đặc và máy đo thích hợp.

4.3.1.2. Các phương pháp mặt cắt điện trở đối xứng bao gồm các hệ thiết bị đối xứng AMNB, đối xứng phức tạp AA'MNB'B, mặt cắt lưỡng cực ABMN được sử dụng để giải quyết các nhiệm vụ đo vẽ lập bản đồ địa chất kể cả điều tra theo tuyến với tỷ lệ 1:10.000 và lớn hơn. Căn cứ vào yêu cầu chiều sâu khảo sát để lựa chọn khoảng cách AB của thiết bị AA'MNBB' phù hợp. Các thiết bị AMNB và ABMN với với khoảng cách giữa các điện cực phát (I_{AB}) và khoảng cách giữa tâm của lưỡng cực phát AB và lưỡng cực thu MN (l_{MN}) bằng 200m và nhỏ hơn được sử dụng để điều tra ở các chiều sâu không lớn, mặt cắt điện - địa chất tương đối đơn giản. Khi các điều kiện điện - địa chất tương đối phức tạp phải áp dụng thiết bị AA'MNB'B hoặc ABA'B'MN.

4.3.1.3. Các phương pháp mặt cắt điện trở liên hợp, lưỡng cực và các biến thể của phương pháp gradien được ứng dụng cho các mục đích đánh giá, khảo sát và thăm dò các khoáng sản có ích (các thân quặng sulfur, các mạch pematit, thạch anh, các vỉa than v.v...) và đo vẽ bản đồ chi tiết.

4.3.1.4. Khi đo đặc bằng phương pháp cắt điện trở gradien, với một vị trí của các điện cực phát AB phải khảo sát lấy số liệu trên một vùng có từ 3 + 5 tuyến kẻ liền nhau. Việc đo đặc được thực hiện trên các tuyến ở khoảng giữa AB (gradien trung gian) với độ dài bằng $0,8I_{AB/2}$ về hai phía của đường dây phát và cách các điện cực phát một khoảng đủ đảm bảo độ sâu nghiên cứu cần thiết. Đôi khi các đo đặc cũng được thực hiện ở ngoài phạm vi của các điện cực phát (biến thể đo gradien vùng ngoài) ở khoảng cách từ 3 + 5 lần chiều dài $I_{AB/2}$ so với tâm của đường dây AB.

4.3.1.5. Khi sử dụng phương pháp mặt cắt đối xứng kép AA'MNB'B, độ dài I_{AB} và $I_{A'B'}$ phải là bội số của độ dài l_{MN} và của bước đo. Hiệu độ dài I_{AB} và $I_{A'B'}$ phải lớn hơn 2 lần l_{MN} và chúng phải được lựa chọn để nghiên cứu được các đặc trưng của mặt cắt điện - địa chất một cách đầy đủ nhất.

TCVN 9432 : 2012

4.3.1.6. Khi đo đặc bằng phương pháp mặt cắt điện trở 3 cực liên hợp thì chiều dài tối ưu của các khoảng cách thiết bị l_{AO} và l_{OB} sẽ được chọn theo chiều sâu phân bố và kích thước của các đối tượng nghiên cứu, theo biểu thức sau:

$$l_{AO} = \frac{1}{4} \left(8h + \frac{\rho_2}{\rho_1} d \right) \quad (4.1)$$

Trong đó:

d: chiều dày của lớp phủ (tính bằng mét),

h: chiều sâu giả định tới mép trên của đối tượng nghiên cứu (tính bằng mét),

ρ_1, ρ_2 : điện trở suất của lớp phủ và đá vây quanh (tính bằng Ωm).

Bước đo và độ dài kích thước MN của thiết bị được chọn thích hợp với bề rộng của đối tượng và bảo đảm độ chính xác đo đặc. Điện cực κ vô cùng được bố trí cách xa khu công tác một khoảng không nhỏ hơn 10 lần l_{AO} khi có đối điện trở cao và lớp phủ mỏng.

4.3.1.7. Với phương pháp mặt cắt điện trở lưỡng cực, kích thước của các lưỡng cực phát và thu bằng nhau. Chỉ trong công tác chi tiết hóa bằng thiết bị lưỡng cực hai cánh mới sử dụng lưỡng cực thu có kích thước ngắn hơn lưỡng cực phát.

4.3.1.8. Mạng lưới khảo sát và kích thước của hệ điện cực của phương pháp mặt cắt điện trở phải được chọn sao cho ghi nhận được đối tượng nghiên cứu một cách rõ ràng. Mỗi một đối tượng nghiên cứu phải có ít nhất 3 tuyến cắt qua và trên mỗi tuyến có ít nhất 3 điểm dị thường. Căn cứ vào số liệu đo sâu điện và vào các kết quả của công tác thử nghiệm trên các tuyến cắt qua các đối tượng đã biết để lựa chọn kích thước hệ điện cực thích hợp.

4.3.1.9. Việc chi tiết hóa (đơn dày mạng lưới và thu ngắn bước đo) phải được thực hiện ngay sau khi kết thúc đo đặc trên vùng ở những nơi có các dị thường triển vọng khoáng sản. Khi di chuyển đường dây phát AB đến đoạn tuyến tiếp theo phải tiến hành đo gó các đoạn tuyến đã đo trước từ 2 đến 3 điểm. Trường hợp phát hiện ra các dị thường ở các đầu nút của tuyến thì việc đo đặc phải được thực hiện tiếp cho đến khi gặp trường bình thường.

4.3.1.10. Sai số đo đặc trong phương pháp mặt cắt điện trở được xác định theo hiệu trung bình tương đối các giá trị ρ_{bk} (hoặc $\Delta U/I$) của các lần đo đặc chính và đo đặc kiểm tra. Hiệu tương đối trung bình đo đặc trên toàn vùng không được quá $5 + 10\%$. Tài liệu đo mặt cắt điện trở được dùng để phân tích định lượng khi đạt sai số nhỏ nhất (tới 5%).

4.3.2. Phương pháp đo sâu điện trở.

4.3.2.1. Phương pháp đo sâu điện trở (ĐSĐT) nghiên cứu sự thay đổi của điện trở suất biểu kiến theo chiều sâu tại một điểm đo trên mặt đất bằng việc mở rộng dần kích thước của hệ điện cực để tăng dần chiều sâu nghiên cứu.

4.3.2.2. Phương pháp đo sâu điện trở được tiến hành ở mọi tỉ lệ của công tác điều tra địa chất, địa chất thủy văn, địa chất công trình; đánh giá, khảo sát và thăm dò khoáng sản có ích, nước dưới đất, nước khoáng, nước nóng; địa chất môi trường, tai biến địa chất; khảo sát thiết kế các công trình xây dựng, thủy điện, thủy lợi và các lĩnh vực khác.

4.3.2.3. Điều kiện thuận lợi để áp dụng phương pháp đo sâu điện trở: Các đối tượng nghiên cứu có dạng nằm ngang hoặc gần nằm ngang (góc nghiêng của các ranh giới điện - địa chất nhỏ hơn hoặc bằng 20°); không có các tầng chắn (tầng có điện trở suất biểu kiến quá cao hoặc quá thấp) nằm ở trên đối tượng nghiên cứu.

4.3.2.4. Các phương pháp đo sâu điện trở sử dụng các hệ thiết bị thông dụng sau: đo sâu điện trở đôi xứng, đo sâu lưỡng cực (lưỡng cực trực, lưỡng cực trực liên tục đều, lưỡng cực phương vị, lưỡng cực

xích đạo). Tùy thuộc vào độ sâu, hình dạng, thể nằm, kích thước của đối tượng nghiên cứu và đặc điểm địa điện của lát cắt địa chất để lựa chọn hệ thiết bị đo phù hợp.

4.3.2.4. Độ dài lớn nhất của thiết bị được xác định bởi việc ghi nhận rõ ràng tầng điện tựa trên đường cong đo sâu điện trở (đường cong đo sâu điện trở tạo với trục nằm ngang một góc gần bằng 45° trên giấy loga kép tiêu chuẩn).

Phương rải dây của đường phát AB phải chọn theo các đặc điểm kiến tạo và địa mạo của vùng công tác, các điều kiện đi lại và các điều kiện thuận lợi cho sản xuất.

4.3.2.4. Khi cắm các cực tiếp đất, đặc biệt khi làm việc với các khoảng cách thiết bị lớn phải tìm mọi biện pháp để giảm điện trở tiếp đất. Trường hợp điều kiện tiếp đất không thuận lợi được phép xê dịch vị trí của các điện cực so với điểm đã định sang vị trí có điều kiện tiếp đất thuận lợi hơn. Nếu việc xê dịch chỉ gây ra sự thay đổi khoảng cách của thiết bị và các giá trị ρ_{bk} không quá 2% thì không cần phải hiệu chỉnh; với khoảng cách lớn hơn phải tính lại hệ số thiết bị K.

4.3.2.5. Tiếp đất đường dây phát bằng các điện cực thép hoặc sắt, đường dây thu bằng các điện cực đồng hoặc các kim loại dẫn điện tốt khác.

Khi làm việc bằng các trạm máy phát điện phải sử dụng các điện cực thu không phân cực. Sự thay đổi hiệu điện thế phân cực riêng của các điện cực không phân cực không quá $10 \mu\text{V}/\text{phút}$.

Khi đo đạc ở các khoảng cách thiết bị nhỏ, ở mỗi cực tiếp đất chỉ dùng một điện cực. Khi mở rộng khoảng cách của thiết bị phải tăng số điện cực tiếp đất (chùm điện cực). Khi đó khoảng cách giữa các điện cực của chùm phải lớn hơn hai lần độ dài của phần điện cực cắm vào trong đất và các điện cực được cắm thành hàng thẳng theo phương vuông góc với tuyến, đường tròn hoặc hình vuông.

4.3.2.6. Chiều dài hoặc đường kính của chùm điện cực tiếp đất (khoảng cách giữa điện cực đầu và điện cực cuối hoặc đường kính của chùm điện cực tiếp đất) không được lớn hơn 0,1 chiều dài khoảng cách từ chùm điện cực tiếp đất tới điện cực thu hoặc điện cực phát gần nhất.

Khi đo đạc ở các khoảng cách thiết bị nhỏ cần phải đảm bảo chiều sâu cắm trong đất của điện cực không vượt quá 0,1 khoảng cách đến các cực tiếp đất gần nhất để bảo đảm tính chất điểm của cực tiếp đất.

4.3.2.7. Nguồn phát dùng trong phương pháp đo sâu điện trở với các khoảng cách thiết bị nhỏ và vừa là các loại pin khô hoặc acqui, còn với các khoảng cách thiết bị lớn phải dùng các trạm phát điện dòng một chiều hoặc trạm phát điện xoay chiều có bộ phận chỉnh lưu thành dòng một chiều.

Với các phép đo có chiều dài dây thu từ 1,5 + 2,0 km phải lựa chọn thời gian đo khi trường điện telua là yếu nhất.

4.3.2.8. Trên tất cả các điểm đo đạc, nếu các đường cong đo sâu không thể hiện đúng quy luật thì phải kiểm tra lại kích thước của thiết bị, phương của đường dây (trong các thiết bị lưỡng cực), lấy lại số đo, kiểm tra rò điện của các đường dây (khi đo theo hệ thiết bị AMNB và AMN, B_∞ và khi có sự thay đổi mạnh của điện trở tiếp đất).

4.3.2.9. Khi đo sâu điện trở để giải quyết các nhiệm vụ địa chất công trình và địa chất thủy văn trong các điều kiện mặt cắt địa chất thủy văn có sự thay đổi theo thời gian thì phải tiến hành đo đạc kiểm tra ở những thời khoảng ngắn nhất.

Các đo đạc kiểm tra tiến hành trong điều kiện thời tiết khác với lần đo đạc chính (mùa mưa và mùa khô, mưa và nắng) và được phép loại trừ các giá trị đo thuộc nhánh trái của đường cong để tính toán sai số đo đạc do ảnh hưởng của thời tiết.

4.3.2.10. Trường hợp có các bất đồng nhất ngang trong mặt cắt địa chất phải đo sâu "vuông góc" trên một số điểm được phân bố đồng đều trên diện tích khảo sát; đồng thời đo mặt cắt điện theo một số tuyến.

TCVN 9432 : 2012

Số lượng các điểm đo sâu "vuông góc" không ít hơn 3% tổng số điểm đo sâu, bao gồm cả đo sâu bên cạnh các lỗ khoan có trên diện tích khảo sát hoặc ở diện tích lân cận có điều kiện địa chất tương tự (khi trong diện tích khảo sát không có lỗ khoan).

Trong các trường hợp đặc biệt, để xác lập mức độ và phương chủ yếu của bất đồng nhất ngang phải đo sâu vòng theo các phương cắt nhau một góc 45°.

4.3.2.11. Các kết quả đo đặc bằng phương pháp đo sâu điện trở được ghi vào sổ thực địa theo mẫu thống nhất hoặc băng và đĩa từ theo quy định, đồng thời dựng đường cong đo sâu điện trên giấy loga kép trong sổ ghi chép ngay ở thực địa.

4.3.3. Các phương pháp đo sâu điện trở

4.3.3.1. Đo sâu điện trở thẳng đứng hệ thiết bị đối xứng

4.3.3.1.1. Đo sâu điện trở thẳng đứng hệ thiết bị đối xứng, gọi tắt là đo sâu điện trở đối xứng (ĐSDX), tâm của các điểm đo phải được bố trí trên các tuyến thẳng có phương trùng với phương của các đường dây phát và thu (trừ trường hợp đo đặc theo các lộ trình).

4.3.3.1.2. Đo sâu điện trở thẳng đứng tiến hành theo hệ thiết bị đối xứng AMNB. Việc chọn độ dài của các khoảng cách của hệ thiết bị thực hiện theo nguyên tắc: vị trí biểu diễn các chiều dài thiết bị AB/2 cách nhau tương đối đều trên giấy logarit kép; khoảng cách thiết bị đầu tiên phải thể hiện được lớp địa điện thứ nhất; tỷ số chiều dài của thiết bị sau so với thiết bị trước không quá 1,5; tỷ lệ chiều dài AB và MN không nhỏ hơn 3,0; tỷ số lớn nhất của AB và MN không quá 20. Khi tỷ số AB/MN lớn hơn 20 phải mở rộng chiều dài MN và đo góit ít nhất ở 2 khoảng cách thiết bị chuyển tiếp của hai đường thu MN.

4.3.3.1.3. Hệ số thiết bị K và điện trở suất biểu kiến ρ_{bk} được tính theo các công thức sau:

$$Kdx = \frac{\pi l_{AN} l_{AM}}{l_{MN}} \quad [m] \quad (4.2)$$

$$\rho_{bk} = Kdx \times \frac{\Delta U}{I} \quad [\Omega m] \quad (4.3)$$

Trong đó:

l_{AN}, l_{AM}, l_{MN} - khoảng cách tương ứng giữa các điện cực tính bằng m.

I - Cường độ dòng điện, mA.

ΔU - Hiệu điện thế đo được mV.

Khi đo sâu điện trở ba cực bằng hệ thiết bị AMN, B_{∞} thì có thể sử dụng các bảng tính sẵn chiều dài hệ điện cực như trên, nhưng hệ số thiết bị $K_{ĐSDX}$ phải tăng gấp đôi.

Trong trường hợp môi trường có điện trở suất thấp, khó đo hiệu điện thế giữa hai điện cực thu, thì áp dụng đo sâu điện trở thẳng đứng hệ thiết bị Wenner với $l_{AB}=3l_{MN}$.

4.3.3.1.4. Việc rải dây dẫn trong đo sâu điện trở đối xứng phải được thực hiện theo tuyến đã phát trước hoặc định hướng bằng địa bàn, sao cho đường dây không trệch khỏi phương của tuyến một góc lớn hơn 10°.

4.3.3.1.5. Sai lệch xác định khoảng cách giữa các cực tiếp đất không quá 1%. Với các khoảng cách giữa các cực tiếp đất liền kề nhau không vượt quá 3m thì sai lệch được phép tới 3%.

4.3.3.1.6. Khi đo đặc với các chiều dài thiết bị AB lớn, đường dây thu phải rải cách xa đường dây phát để giảm nhiều cảm ứng lên đường dây thu MN.

4.3.3.2. Đo sâu điện trở lưỡng cực

4.3.3.2.1. Khi đo sâu điện trở lưỡng cực (ĐSLC), đường trục của thiết bị (đường nối các tâm của lưỡng cực thu và lưỡng cực phát) phải bố trí vuông góc với đường phương của tầng điện tựa để thu được sự phân dị lớn nhất ở những khoảng cách thiết bị lớn.

4.3.3.2.2. Khi sử dụng hai lưỡng cực thu MN và M' N' ở về hai phía của lưỡng cực phát AB, ghi cả hai giá trị ρ_{bk} của thiết bị ABMN và ρ'_{bk} của thiết bị AB M' N'.

4.3.3.2.3. Các tâm của ĐSLC hai cánh (tâm của AB) phải được bố trí trên tuyến thẳng có phương trùng với phương của các đường trục của hệ thiết bị ĐSLC. Trên các tuyến đo đặc, cứ mỗi khoảng cách bằng 100m cắm một cọc để xác định chính xác khoảng cách giữa các tâm của lưỡng cực phát và lưỡng cực thu (trừ trường hợp đo theo các lộ trình).

4.3.3.2.4. Phải lựa chọn kích thước của các lưỡng cực phát và thu sao cho hiệu điện thế đo đặc được ở mạch thu đảm bảo chính xác theo máy đo sử dụng.

4.3.3.2.5. Khi sử dụng phương pháp đo sâu lưỡng cực xích đạo (ĐSLCX), kích thước của lưỡng cực thu l_{MN} phải nhỏ hơn 0,2R; kích thước của hệ thiết bị phát $l_{AB} < 0,5 R$. Trong đó R - khoảng cách giữa các tâm lưỡng cực phát AB và lưỡng cực thu MN. Phương của các lưỡng cực phát và thu không được lệch khỏi phương vuông góc với đường trục của đo sâu quá $1,5^\circ$. Sai số trong xác định kích thước của hệ thiết bị không được quá 1%.

Khoảng cách R trong ĐSLCX được xác định theo công thức:

$$\bar{R} = \sqrt{R^2 + l_{AB}^2 / 4} \quad [m] \quad (4.4)$$

Các kích thước của hệ thiết bị ĐSLCX có thể thay đổi tùy thuộc vào tính chất của mặt cắt điện - địa chất, các điều kiện đo đặc, các đặc điểm cụ thể của địa hình và tuân thủ qui tắc: Tỷ số giữa khoảng cách lần sau và khoảng cách lần trước không được vượt quá 1,5 + 1,7; Khoảng đo gối khi thay đổi khoảng cách của hệ thiết bị phát phải bằng 15% khoảng cách tác dụng ứng với điểm đầu của khoảng đo gối.

Hệ số $K_{\text{ĐSLCX}}$ của thiết bị đo sâu lưỡng cực xích đạo được tính theo công thức:

$$K_{\text{ĐSLCX}} = 2\pi R^3 / l_{AB} l_{MN} \quad [m] \quad (4.5)$$

Trong đó:

R- Khoảng cách thiết bị (khoảng cách giữa các tâm của lưỡng cực AB và MN), tính bằng mét.

l_{AB}, l_{MN} - khoảng cách giữa các điện cực phát và thu tương ứng, tính bằng mét.

Điện trở suất biểu kiến ρ_{bk} tính theo công thức:

$$\rho_{bk} = K_{\text{ĐSLCX}} \Delta U / I \quad [\Omega m] \quad (4.6)$$

Cường độ dòng điện I tính bằng Ampe, hiệu điện thế AU tính bằng mV.

4.3.3.2.6. Đo sâu điện trở lưỡng cực phương vị (ĐSLCP) dùng để khảo sát ở các vùng chỉ có thể di chuyển thiết bị lưỡng cực thu theo các đường giao thông.

Không áp dụng phương pháp ĐSLCP trong trường hợp điện trở suất biểu kiến của mặt cắt điện - địa chất thay đổi mạnh theo phương nằm ngang và khi các cấu tạo địa chất có góc dốc lớn.

Kích thước lưỡng cực phát và thu (R) trong ĐSLCP phải thỏa mãn điều kiện $l_{AB} \leq 0,6R$, $l_{MN} \leq 0,2R$. Sai số xác định kích thước của thiết bị không được quá 0,5 %.

Phương vị của dây phát phải chọn sao cho góc giữa phương của mạch dây phát và phương của đường nối tâm của mạch phát và mạch dây thu nằm trong khoảng $70 + 110^\circ$. Có thể tiến hành đo đặc ở vài phương vị khác nhau của dây phát, tùy thuộc vào phương di chuyển lưỡng cực thu. Khi thay đổi

TCVN 9432 : 2012

phương của lưỡng cực phát phải đo lặp để đường cong ρ_{bk} thu được với các phương khác nhau, ít nhất có 2 điểm kề nhau được đo lặp.

Các cực thu MN phải bố trí chính xác tới 2 độ, theo phương vuông góc với đường nối tới tâm của cực phát.

Khoảng cách tác dụng của thiết bị ĐSLCP xác định theo biểu thức sau:

$$\bar{R} = pR \text{ [m]} \quad (4.7)$$

Trong đó:

p- Hệ số điều chỉnh, xác định được theo toán đồ.

R- Khoảng cách thiết bị, [m]

Hệ số thiết bị K_{dslcp} tính theo công thức:

$$K_{dslcp} = \frac{2 \pi R^3}{l_{AB} l_{MN} \sin \theta} \quad (4.8)$$

Trong đó: l_{AB} , l_{MN} - các khoảng cách giữa các điện cực tương ứng; θ là góc của đường nối các tâm lưỡng cực với phương của lưỡng cực phát AB.

Điện trở suất biểu kiến xác định theo biểu thức:

$$\rho_{bk} = K_{dslcp} \cdot \Delta U(\text{mV})/I(\text{A}) \text{ [}\Omega\text{m]} \quad (4.9)$$

Các nhánh đầu của các đường cong ĐSLCX và ĐSLCP phải đo bằng hệ thiết bị ABMN tới $l_{AB/2} = 200$ đến 500m. Các nhánh đầu và nhánh cuối của đường cong được đo bằng các hệ thiết bị khác nhau đều phải đo gối ở ít nhất 2 điểm đo.

4.3.3.2.7. Trong phương pháp điện trở lưỡng cực trục (ĐSLCT), các điện cực phát và điện cực thu phải được bố trí trên một đường thẳng. Khoảng cách giữa các tâm của các lưỡng cực có thể chọn như trong ĐSLCX. Kích thước của mỗi lưỡng cực không được lớn hơn 0,2 khoảng cách tác dụng R. Độ sai lệch cho phép tâm của lưỡng cực thu khỏi đường trục kéo dài qua các điện cực phát không quá 0,1R. Phương của lưỡng cực thu phải trùng với phương của lưỡng cực phát với sai số cho phép là 2°.

Hệ số thiết bị ĐSLCT đối với hệ thiết bị lưỡng cực trục cũng được xác định theo biểu thức (1) và (16) với góc θ bằng 0, $\sin \theta = 1$ và $\cos \theta = 0$.

Điện trở suất biểu kiến được tính theo công thức:

$$\rho_{bk} = K_{\text{ĐSLCT}} \Delta U(\text{mV})/I(\text{A}) \text{ [}\Omega\text{m]} \quad (4.10)$$

Trong các điều kiện cần thiết có thể cho phép độ lệch tâm của lưỡng cực thu so với đường trục kéo dài qua các điện cực phát tới 0,2R và sự sai khác giữa phương của các lưỡng cực tới 20°, nhưng phải điều chỉnh các giá trị khoảng cách của các thiết bị và của hệ số $K_{\text{ĐSLCT}}$.

4.3.3.2.8. Phương pháp đo sâu điện trở lưỡng cực trục liên tục đều (LCTLTĐ) là phương pháp đo sâu điện trở lưỡng cực trục với cách bố trí các điện cực $AB = MN = a = d$ (trong đó a là khoảng cách giữa các điện cực; d là bước dịch chuyển trên tuyến đo). Phương pháp ĐSLCTLTĐ có độ phân giải cao, có thể tiến hành ở vùng có địa hình tương đối phức tạp và rất nhạy trong việc phát hiện các đối tượng nghiên cứu dạng ổ, thấu kính và vỉa cắm dốc đứng.

Để tiến hành ĐSLCTLTĐ trên tuyến đo các điện cực được đóng thẳng hàng cách đều nhau với khoảng cách là a. Khi đo đạc, các điện cực phát AB giữ cố định, còn điện cực thu MN di chuyển trên tuyến với bước đi là a cho đến khi không thể đo đạc chính xác hiệu điện thế giữa hai cực thu.

Điện trở suất biểu kiến ở từng cự ly thiết bị tính theo công thức sau:

$$\rho_k(Z_n) = K \cdot \frac{\Delta U}{I} \quad [\Omega m] \quad (4.11)$$

với $K = n(n+1)(n+2) \pi \cdot a$

$\Delta U = \Delta U_{MN}$: Hiệu thế đo được ở lưỡng cực thu MN, mV.

$I = I_{AB}$: Cường độ dòng phát qua lưỡng cực AB, mA.

$Z_n = [(n+1)a]/2$: Chiều sâu hiệu dụng, m

n là thứ tự thực hiện cực ly đo sâu.

Khi đất đá nằm dưới lớp phủ có điện trở suất thấp cỡ vài chục Ωm , hiệu điện thế ΔU_{MN} suy giảm rất nhanh và khó đo đạc chính xác ở các cực ly cuối, thì có thể tiến hành ĐSLCLTĐ với hai hoặc nhiều kích thước lưỡng cực khác nhau.

Chiều sâu khảo sát phụ thuộc vào độ dài của lưỡng cực. Chiều sâu hiệu dụng Z_n được tính theo công thức:

$$Z_n = (n+1)(a/2) \quad (4.12)$$

Các kết quả đo đạc bằng phương pháp ĐSLCLTĐ được xử lý, phân tích bằng phần mềm RES2DIN hoặc các phần mềm có tính năng tương tự để lập các mặt cắt địa điện, dùng cho việc giải thích địa chất các đối tượng nghiên cứu.

4.3.3.2.9. Trong phương pháp đo sâu điện trở đối xứng và lưỡng cực hợp nhất (ĐSĐ ĐX-LC), hai điện cực phát AB được bố trí ở giữa và hai cặp điện cực thu M1 M2 và N1 N2 ở về 2 phía của cặp điện cực AB. Ở một vị trí phân bố hệ cực, khi phát dòng điện I qua cặp điện cực AB phải đo cường độ dòng điện I và 4 hiệu thế ΔU_{s1} , ΔU_{s2} , ΔU_{rR} , ΔU_{rL} .

Xác định tổng hiệu thế theo biểu thức:

$$\sum_j \Delta U_j = \Delta U_{s1} - \Delta U_{s2} - \Delta U_{rR} - \Delta U_{rL} \quad (4.13)$$

và sai số khép:

$$\delta_j = \sum_j \Delta U_j / \sum_j |\Delta U_j|. \quad (4.14)$$

Với các máy đo thông dụng, yêu cầu sai số khép này không được vượt quá 2%.

Khi các máy đo không có bộ phận lọc nhiễu tốt và khoảng mở của hệ cực đo lớn (M_2N_2 cỡ trên 1000m), tiến hành phát dòng ở các cặp điện cực ngoài và đo hiệu thế ở cặp điện cực bên trong. Khi đó phải đo 4 giá trị dòng phát I_j và 4 hiệu thế ΔU_j tương ứng.

Sai số khép tính theo biểu thức:

$$\delta_i = (\sum_j \Delta U_j / I_j) / (\sum_j |\Delta U_j| / I_j) \quad (4.15)$$

Sai số khép trong trường hợp này là không quá 3%.

Ở mỗi vị trí của hệ cực đo, điện trở suất biểu kiến theo các công thức:

$$\rho_{s1} = K_{s1} \frac{\Delta U_{s1}}{I_1}; \rho_{s2} = K_{s2} \frac{\Delta U_{s2}}{I_2}; \quad (4.16)$$

$$\rho_{rR} = K_{rR} \frac{\Delta U_{rR}}{I}; \rho_{rL} = K_{rL} \frac{\Delta U_{rL}}{I}; \quad (4.17)$$

hai giá trị trung bình:

$$\overline{\rho_s} = \sqrt{\rho_{s1} \cdot \rho_{s2}} \quad (4.18)$$

$$\rho_r = (\rho_{rR} + \rho_{rL}) / 2 = K_r (\Delta_{rR} + \Delta U_{rL}) / l \quad (4.19)$$

và các giá trị điện trở suất biểu kiến tổng hợp:

$$\rho_p = \rho_s / \left(2 \frac{\overline{\rho_r}}{\rho_s} - 1 \right) \quad [\Omega m] \quad (4.20)$$

Các số liệu quan trắc ở thực địa được ghi chép, tính toán và vẽ đồ thị theo mẫu quy định.

Các đường cong đo sâu điện được biểu diễn trên giấy loga kép, tung độ là các giá trị điện trở suất biểu kiến, hoành độ bằng giá trị nửa kích thước cặp điện cực ngoài đối với các đường ρ_{s1} , ρ_{s2} ; bằng khoảng cách trung bình r đối với các đường ρ_{s1} , ρ_{s2} .

Độ tin cậy của số liệu thực địa được đánh giá theo độ lệch góc đầu giữa các giá trị ρ_{s1} và ρ_{s2} . Độ lệch góc đầu δ_{12} không lớn quá 30% (tức là khoảng cách giữa hai điểm ρ_{s1} và ρ_{s2} trên cùng khoảng mở r không vượt quá khoảng cách giữa hai điểm có tung độ 1 và 1,3 trên giấy loga kép).

4.4. Kiểm tra, đánh giá chất lượng tài liệu thực địa.

4.4.1. Để đánh giá chất lượng tài liệu đo đạc phải tiến hành đo kiểm tra độc lập. Việc đo kiểm tra độc lập được tiến hành sau một từng mùa thực địa (hàng tháng, quý, kết thúc đo đạc thực địa của đề án) và khi có các thay đổi điện trở suất đất đá không quy luật, số liệu đo đạc đột biến không phù hợp với các tài liệu khác. Khối lượng đo kiểm tra $\leq 10\%$ tổng số khối lượng đo đạc của đề án sản xuất.

4.4.2. Việc đo kiểm tra trước hết phải tiến hành trên các đoạn tuyến có dấu hiệu không đáng tin cậy hoặc được chọn ngẫu nhiên. Các đoạn tuyến kiểm tra/điểm kiểm tra được chọn phải đại diện cho chất lượng công tác đã hoàn thành. Công tác đo kiểm tra phải tiến hành trong thời kỳ thi công thực địa và phân bố đều theo thời gian và diện tích.

4.4.3. Khi tiến hành công tác trên một vùng bằng các máy đo khác nhau, phải đo kiểm tra đối chiếu các chỉ tiêu kỹ thuật của chúng một cách hệ thống tại các điểm, tuyến đo kiểm tra đối chiếu. Số liệu đo kiểm tra đối chiếu phải được ghi vào sổ thực địa và vào biên bản kiểm tra.

4.4.4. Độ chính xác tại một điểm đo là hiệu số (giá trị tuyệt đối) kết quả đo chính và đo kiểm tra, hoặc hiệu số đó đem so với giá trị trung bình của lần đo chính và đo kiểm tra (hiệu tương đối). Hiệu tương đối tính ra %. Độ chính xác trung bình (hiệu trung bình tương đối) là trung bình số học các hiệu (hiệu tương đối) của tất cả các điểm kiểm tra.

4.4.5. Trong trường hợp cá biệt, khi với mọi biện pháp đã áp dụng mà vẫn không đạt được độ chính xác đã đề ra, công tác được hoàn thành với độ chính xác bị hạ thấp. Nếu khối lượng công tác có độ chính xác thấp so với phương án chiếm quá 10% khối lượng của đề án phải có sự chuẩn y của cấp trên có thẩm quyền.

4.4.6. Chất lượng tài liệu đo điện trở được đánh giá thông qua tính sai số đo kiểm tra và được tính theo công thức:

$$\sigma = \frac{1}{n} \sum \frac{(\rho_{i1} - \rho_{i2})}{\bar{\rho}} \times 100 \quad (\%) \quad (4.21)$$

Trong đó ρ_{i1} , ρ_{i2} - là điện trở suất biểu kiến của phép đo lần đầu và đo kiểm tra lại tại điểm thứ i ; $\bar{\rho}$ là giá trị điện trở suất biểu kiến trung bình giữa hai lần đo; n là tổng số điểm đo kiểm tra.

Sai số của các giá trị ρ_{bk} giữa lần đo đạc chính và đo đạc kiểm tra so với giá trị trung bình số học của chúng không được quá 5%. Khi trong vùng có nhiều, sai số cho phép $\leq 10\%$.

4.5. Công tác văn phòng thực địa

4.5.1. Hàng ngày khi kết thúc đo đạc ngoài thực địa phải kiểm tra, bổ sung hoàn chỉnh sổ ghi chép thực địa, các số liệu đo đạc ở sổ hoặc các bản ghi số liệu (khi đo đạc bằng máy ghi số tự động), nhập số liệu hoặc chuyển bản ghi số liệu vào máy tính. Xây dựng các đồ thị, phân tích tài liệu, nhận định sơ bộ bản chất dị thường để định hướng cho công việc của ngày hôm sau.

4.5.2. Hoàn chỉnh đầy đủ các tài liệu, lập báo cáo về cách thức, tiến độ thi công, đánh giá chất lượng tài liệu, hiệu quả kinh tế địa chất và các văn bản liên quan để trình cấp có thẩm quyền kiểm tra, nghiệm thu.

5. Tổng hợp, xử lý số liệu

5.1. Nhiệm vụ của công tác trong phòng là kiểm tra, chỉnh lý tài liệu thực địa; xử lý, phân tích toàn bộ tài liệu, lập báo cáo tổng kết.

5.2. Tài liệu thu thập thực địa phải được kiểm tra, đánh giá chất lượng theo các nội dung sau:

5.2.1. Sự đúng đắn của quy trình thu thập số liệu thực địa;

5.2.2. Sự đúng đắn, độ chính xác của số liệu đo;

5.2.3. Sự đúng đắn của việc ghi chép nhật ký đo;

5.2.4. Việc lưu giữ số liệu;

5.2.5. Khối lượng các điểm đo thường và đo kiểm tra;

5.3. Tài liệu đo đạc thực địa phải được các cấp có thẩm quyền nghiệm thu mới được sử dụng để xử lý, phân tích, lập báo cáo tổng kết.

5.4. Xử lý, phân tích tài liệu

5.4.1. Phân tích định tính tài liệu đo điện trở gồm các nội dung sau:

5.4.1.1. Dựa vào các đồ thị, đường cong đo sâu, mặt cắt, bản đồ đồ thị, bản đồ đẳng trị, các tham số trường điện đo đạc hoặc tính toán được nhằm phát hiện các dị thường có liên quan đến đối tượng nghiên cứu;

5.4.1.2. Liên kết các dị thường thành các dải/đới phản ánh các thân quặng, đới biến đổi chứa quặng, đới dập vỡ hoặc hang hốc cacstơ chứa nước ngầm và các đối tượng nghiên cứu khác;

5.4.1.3. Dự báo sơ bộ về vị trí, quy mô, kích thước, độ sâu, hướng cấm và hướng phát triển của chúng theo điện tích và theo chiều sâu, v.v...

5.4.2. Trong trường hợp sử dụng tổ hợp các phương pháp thăm dò điện trở và các phương pháp địa vật lý khác, cần thiết phải sử dụng các phương pháp xử lý thống kê, các phương pháp lọc theo các cửa sổ lọc, phương pháp liên kết dị thường theo các tuyến đo đạc, để tách các dị thường địa phương trên phông đất đá, làm tăng độ tin cậy phát hiện dị thường đối tượng nghiên cứu theo kết quả của các phương pháp sử dụng.

5.4.3. Khi sử dụng các phương pháp đo sâu điện trở phải tiến hành phân tích định lượng các kết quả đo đạc bằng các bản chuẩn lý thuyết và thực nghiệm, các phương pháp tính toán lý thuyết trên các mô hình địa điện thực tế hoặc bằng các chương trình xử lý chuyên dụng phù hợp với từng phương pháp. Từ kết quả phân tích định lượng, thành lập được các mặt cắt địa điện 1D, 2D hoặc khối địa - điện 3D, phản ánh một cách định lượng các đối tượng địa chất, khoáng sản và đối tượng khác có trong mặt cắt hoặc khu vực nghiên cứu.

6. Giải đoán địa chất và biểu thị kết quả

6.1. Giải đoán địa chất kết quả đo điện trở là quá trình xác lập mối tương quan giữa kết quả phân tích, xử lý tài liệu điện trở với các đối tượng địa chất, khoáng sản. Khi có các tài liệu địa vật lý, địa chất khác thì nhất thiết phải liên kết, tổng hợp kết quả xử lý, phân tích tài liệu điện trở với các kết quả đó.

6.2. Trình tự giải đoán kết quả phương pháp điện trở bắt đầu từ việc xác lập mối liên quan của các vật thể địa chất với trường điện trở; vị trí, diện phân bố các dị thường có liên quan đến điểm quặng; xác định chiều sâu đến thân quặng, đới khoáng hóa...

6.3. Các kết quả phân tích định tính và định lượng tài liệu các phương pháp thăm dò điện trở đều phải được giải thích địa chất trên cơ sở liên kết, đối sánh các kết quả phân tích với kết quả của các phương pháp địa chất, địa hoá, khoan, khai đào và địa vật lý khác cũng như các kết quả đo tham số vật lý ở trong phòng và ngoài trời. Từ đó dự báo bản chất của các dị thường, đới dị thường; chính xác hoá vị trí, quy mô, kích thước, độ sâu, hướng cắm và phương phát triển của đối tượng phục vụ việc thiết kế các công việc điều tra, đánh giá tiếp theo.

6.4. Biểu thị kết quả

6.4.1. Các kết quả xử lý tài liệu công tác thăm dò điện trở được trình bày ở dạng các đồ thị; bản đồ/sơ đồ đồ thị, bản đồ/sơ đồ đẳng trị các tham số điện, các mặt cắt tổng hợp địa chất - địa vật lý hoặc khối địa điện và bản đồ/sơ đồ kết quả công tác thăm dò điện có cùng tỷ lệ với tỷ lệ khảo sát địa chất, địa chất thuỷ văn, địa chất công trình,...

6.4.2. Trên bản đồ/sơ đồ kết quả công tác thăm dò điện phải thể hiện được các dị thường có triển vọng của đối tượng nghiên cứu; các cấu trúc địa chất, đứt gãy có liên quan đến đối tượng; các ranh giới đất đá, các thân quặng đã biết và dự kiến theo kết quả thăm dò điện, v.v...

6.4.3. Các mặt cắt tổng hợp, bản đồ/sơ đồ đồ thị phải thành lập theo một mẫu thống nhất có chung một tỷ lệ, có cùng khoảng cách giữa các tuyến với nhau hoặc theo khoảng cách thực tế, có chung tỷ lệ chuẩn cho các đại lượng đo hoặc tính toán được. Khoảng cách giữa các điểm trên đồ thị bố trí theo tỷ lệ đo (hoặc lớn hơn 1 cấp).

6.4.4. Khi sử dụng các phương pháp đo sâu điện phải thành lập mặt cắt địa điện, bao gồm: mặt cắt đẳng ô-m theo giá trị quan sát và tính toán; mặt cắt địa - điện và nếu có đủ các số liệu cần thiết thì lập bản đồ/sơ đồ đẳng các giá trị đo đạc hoặc tính toán của các tầng trên tầng điện chuẩn của các kích thước thiết bị hoặc thời gian, tần số phản ánh đối tượng nghiên cứu...

6.5. Lập báo cáo thi công thực địa

6.5.1. Trong quá trình thi công thực địa, thủ trưởng đơn vị thi công phải lập báo cáo thi công định kỳ theo bước và nộp lên cơ quan có thẩm quyền trước khi nghiệm thu bước chậm nhất là 7 ngày.

6.5.2. Nội dung báo cáo thi công nêu rõ khối lượng các hạng mục công việc đã thực hiện; năng suất công tác; số phần trăm kế hoạch đã hoàn thành; phương pháp kỹ thuật và chất lượng công tác (kể cả số bị hư hỏng); lý do của các phát sinh khác với đề án; những kết quả chủ yếu; tình hình an toàn lao động và kế hoạch sắp tới.

6.5.3. Kèm theo báo cáo có các bản đồ/sơ đồ kết quả đo đạc và phân tích sơ bộ tài liệu thực địa, các văn bản chuyển giao những đới dị thường có triển vọng đã được nghiệm thu ở bước trước cho các đơn vị địa chất và kết quả các công trình khai đào kiểm tra dị thường địa vật lý.

7. Báo cáo tổng kết

7.1. Báo cáo tổng kết kết quả phương pháp thăm dò điện trở là sản phẩm cuối cùng của đề án (hoặc thiết kế kinh tế kỹ thuật) gồm có: bản lời, các bản vẽ và các phụ lục kèm theo.

7.2. Nội dung của bản lời báo cáo tổng kết nêu các mục chính sau:

Cơ sở pháp lý;

Mục tiêu, nhiệm vụ của công tác;

Phương pháp kỹ thuật thu thập tài liệu thực địa;

Khối lượng, chất lượng của công tác đo đạc thực địa;

Phương pháp kỹ thuật xử lý, phân tích tài liệu thu thập;

Giải đoán địa chất tài liệu;

Đánh giá hiệu quả địa chất - kinh tế;

Kết luận và kiến nghị.

7.2. Các bản vẽ kết quả giải đoán địa chất tài liệu đo điện trở, gồm:

7.2.1. Các loại bản đồ/sơ đồ biểu diễn điện trở suất

7.2.2. Các mặt cắt tổng hợp tài liệu địa chất - địa vật lý

7.2.3. Các bản đồ/sơ đồ đẳng độ sâu/chiều dày của đối tượng nghiên cứu

7.1.4. Bản đồ/sơ đồ giải đoán địa chất tài liệu thăm dò điện

7.3. Các phụ lục kèm theo.

7.4. Sản phẩm của công tác thăm dò điện phải được các cấp có thẩm quyền nghiệm thu, phê chuẩn và nộp vào Lưu trữ Địa chất theo quy định hiện hành.

TCVN 9432 : 2012

Phụ lục A
MẪU SỐ THỰC ĐỊA
PHƯƠNG PHÁP ĐO MẬT CÁT ĐIỆN TRỞ

1. Mẫu trang bìa 1a (trang ngoài cùng).

Tên đơn vị thực hiện.....

.....

SỐ ĐO
PHƯƠNG PHÁP MẬT CÁT ĐIỆN TRỞ

Quyển số:.....

Đề án:.....
.....

Năm

Mẫu trang 2:

Đơn vị.....

SỐ ĐO
PHƯƠNG PHÁP MẶT CẮT ĐIỆN TRỜ

Đề án:

Quyển số:

Đơn vị:.....

Ngày bắt đầu:

Ngày kết thúc:

Loại máy:

Số máy:

Số trang:

Kỹ thuật trưởng:

Đoàn trưởng:

Năm

Mẫu ghi chép nhật ký phương pháp mặt cắt điện trở

Vùng công tác:..... Ngày đo:..... Thời tiết:.....
 Máy đo:..... Số máy:..... Loại điện cực:.....
 Tuyến đo..... Hướng tuyến:.....
 Toạ độ đầu tuyến: X:..... Y:..... Thời gian bắt đầu :.....
 Toạ độ cuối tuyến X:.....Y:..... Thời gian kết thúc
 Người đo máy:..... Người ghi chép:.....
 Người tính:..... Người kiểm tra:.....
 Thư mục ghi:..... Tên file số liệu:.....
 I_{AB2} :..... I_{MN2} :..... Bước đo (m):.....

TT	Số cực				$\Delta U(mV)$	I(mA)	K	ρ_k	Ghi chú
	A	B	M	N					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Mẫu trang cuối:

Bảng thống kê khối lượng các chuyến đo:

Số TT	Ngày đo	Tuyến đo	Hướng tuyến	Chiều dài (m)	Tổng số điểm đo	Ghi chú
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Khối lượng tổng cộng quyền này:.....

TCVN 9432 : 2012

Phụ lục B
MẪU SỐ THỰC ĐỊA
PHƯƠNG PHÁP ĐO SÂU ĐIỆN TRỞ ĐÔI XỨNG

1. Mẫu trang bìa 1a (trang ngoài cùng).

Tên đơn vị thực hiện.....

SỐ ĐO
PHƯƠNG PHÁP ĐO SÂU ĐIỆN TRỞ ĐÔI XỨNG

Quyển số:.....

Đề án:.....
.....

Năm

Mẫu trang 2:

Đơn vị.....

**SỐ ĐO
PHƯƠNG PHÁP ĐO SÂU ĐIỆN TRỞ ĐÔI XỨNG**

Đề án:

Quyển số:

Đơn vị:.....

Ngày bắt đầu:

Ngày kết thúc:

Loại máy:

Số máy:

Số trang:

Kỹ thuật trưởng:

Đoàn trưởng:

Năm

Mẫu ghi chép nhật ký phương pháp đo sâu điện trở đối xứng

Vùng công tác:..... Ngày đo: Thời tiết:.....
 Máy đo: Số máy:..... Loại điện cực:.....
 Tuyến đo..... Điểm đo sâu:..... Phương vị:.....
 Người đo máy:..... Người ghi chép:.....
 Thư mục ghi:..... Tên file số liệu:.....

TT	$I_{AB/2}$	$I_{MN/2}$	K	ΔU (mV)	I (mA)	ρ_k	Ghi chú
1	3	4	5	6	7	8	9

Mẫu trang cuối:

Bảng thống kê khối lượng các điểm đo:

Số TT	Ngày đo	Số điểm đo	Số điểm kiểm tra	Tổng cộng	Ghi chú
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Khối lượng tổng cộng quyển này:.....

Phụ lục C: Tài liệu tham khảo

1. A.I.Zabrovski. Thăm dò điện. NXB Nedra. Matxcova 1963 (bản tiếng Nga).
 2. A.G.Tarkhov. Tuyển tập thăm dò điện. NXB Nedra. Matxcova 1980 (bản tiếng Nga).
 3. A.S. Semenov. Thăm dò điện bằng phương pháp điện trường tự nhiên. NXB Nedra. Matxcva.1968.(bản tiếng Nga).
 4. Brusian.V.R.Lý thuyết trường điện từ áp dụng trong thăm dò điện. NXB.TP.Lênin 1972 (bản tiếng Nga).
 5. M. Blokh. Phương pháp mặt cắt điện. NXB Nedra. Matxcova 1971 (bản tiếng Nga)..
 6. Nguyễn Ngọc Loan. Đánh giá dự báo triển vọng thân quặng sulfur đa kim ẩn theo các đặc trưng phân cực kích thích dòng một chiều. Luận án Phó tiến sỹ khoa học Địa vật lý – Địa chất. 1996.
 7. Nguyễn Trọng Nga, Tổng Vi Dân. Hệ phương trình xử lý đường cong đo sâu điện trên máy vi tính. Tuyển tập ĐH Mở - Địa chất tập XV. Hà Nội 1990.
 8. Nguyễn Trọng Nga. Giáo trình Thăm dò điện trở và điện hoá. NXB Giao thông vận tải. 2006.
 9. Nguyễn Trọng Nga và nnk "Nghiên cứu phương pháp dự báo hàng các tơ gây nguy hiểm cho các công trình xây dựng và đảm bảo an toàn cho khai thác mỏ" –Đề tài NCKH cấp Bộ B-2000-36-53. Đại học – Địa chất 2001.
 10. Sarapanov, G.IA. Tremhik, V.A. Baron. Phương pháp nghiên cứu địa vật lý trong đo vẽ địa chất thủy văn với mục đích tưới tiêu NXB Nedra – Mascova – 1974 (bản tiếng Nga).
-