

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 9423 : 2012

Xuất bản lần 1

**ĐIỀU TRA, ĐÁNH GIÁ VÀ THĂM DÒ KHOÁNG SẢN –
PHƯƠNG PHÁP PHÂN CỰC KÍCH THƯỚC DÒNG MỘT CHIỀU**

Investigation, evaluation and exploration of minerals - DC induced polarization method

HÀ NỘI - 2012

Mục lục

Lời nói đầu	
Điều tra, đánh giá và thăm dò khoáng sản-	
Phương pháp phân cực kích thích dòng một chiều	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Thuật ngữ, định nghĩa	5
3 Nguyên tắc của phương pháp	6
4 Thiết bị, dụng cụ	6
4.1. Yêu cầu máy và thiết bị	6
4.2. Kiểm tra, đánh giá chất lượng máy	7
5. Công tác thực địa	7
5.1. Công tác chuẩn bị	7
5.2. Mạng lưới tuyến đo	7
5.3. Đo đạc thực địa	8
5.4. Kiểm tra thực địa	12
6. Thống kê, xử lý số liệu	12
6.1. Đánh giá chất lượng tài liệu nguyên thủy	12
6.2. Thành lập các dạng tài liệu phục vụ công tác giải đoán kết quả	15
7 Giải đoán kết quả	16
7.1 Trình tự giải đoán	16
7.2 Các phương pháp phân tích định tính và định lượng	17
7.3 Các yêu cầu giải đoán địa chất kết quả	18
8 Báo cáo kết quả	19
Phụ lục A	21
Phụ lục B Thư mục tài liệu tham khảo	23

TCVN 9423 : 2012

Lời nói đầu

TCVN 9423:2012- Điều tra, đánh giá và thăm dò khoáng sản- Phương pháp phân cực kích thích dòng một chiều- 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 phân cực kích thích dòng một chiều

Investigation, Evaluation and Exploration of Minerals-

DC induced polarization method

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các nội dung kỹ thuật chủ yếu cần phải thực hiện khi tiến hành phương pháp phân cực kích thích dòng một chiều (PCKTDMC) trong các lĩnh vực:

- Phát hiện và xác định ranh giới các đất đá khác nhau trong đo vẽ lập bản đồ địa chất các tỷ lệ.
- Phát hiện, đánh giá vị trí, quy mô, kích thước các đới và thân quặng dẫn điện trong nghiên cứu, điều tra, đánh giá và thăm dò các loại khoáng sản có ích.
- Phát hiện, đánh giá vị trí, quy mô, kích thước các đối tượng chứa nước trong đo vẽ lập bản đồ địa chất thủy văn; điều tra, đánh giá và thăm dò nước dưới đất.

Tiêu chuẩn này sử dụng cho các tổ chức, cá nhân sử dụng PCKTDMC trong điều tra địa chất, thăm dò khoáng sản.

2 Các thuật ngữ, định nghĩa

Các thuật ngữ sử dụng trong tiêu chuẩn được hiểu như sau:

2.1 Hiện tượng phân cực kích thích : Là hiện tượng xảy ra khi phát dòng điện có cường độ I qua hai cực phát AB cắm trên mặt đất và đo được hiệu số điện thế giữa hai cực thu MN cũng được đặt trên mặt đất là ΔU_{MN} . Khi ngắt dòng điện I , hiệu số điện thế ΔU_{MN} không giảm ngay về 0 mà giảm dần theo quy luật hàm số mũ và tồn tại trong một vài giây đến một vài phút. Hiệu điện thế thứ cấp ấy gọi là hiệu thế phân cực kích thích và hiện tượng đó là hiện tượng phân cực kích thích.

2.2 Hiện tượng điện hoá: là hiện tượng khi có dòng điện tác dụng lên vật quặng kim loại nằm trong dung dịch điện phân thì xảy ra hiện tượng phân tách hydro và oxy ở bề mặt của vật thể kim loại hình thành một lớp điện kép sau đó là lớp khuếch tán bao gồm các ion dương và ion âm. Bề dày của các lớp này phụ thuộc vào sự tập trung của các ion.

2.3 Mặt cắt địa điện: là mặt cắt địa chất được xây dựng theo các tham số điện.

2.4 Độ phân cực biểu kiến của đất đá và quặng: là tham số điện đặc trưng cho khả năng hình thành trường điện thứ cấp trong đất đá và quặng sau khi ngắt dòng điện một chiều phóng qua chúng. Độ phân cực biểu kiến được tính bởi tỷ số giữa hiệu điện thế đo được giữa hai điện cực thu ở thời điểm t nào đó sau khi ngắt dòng phát với hiệu điện thế đo được giữa hai cực thu trong khi phát dòng điện qua đất đá và quặng. Độ phân cực biểu kiến thường được ký hiệu là η_k và có thứ nguyên là %.

2.5 Điện trở suất của đất đá và quặng: 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 .

TCVN 9423 : 2012

2.6 Hệ số thiết bị điện cực: là hệ số phụ thuộc vào cách sắp xếp các điện cực phát và thu cảm 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.

2.7 Điện trở suất biểu kiến: 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 .

2.8 Điện cực: là một vật dẫn điện được chế tạo dạng thanh có một đầu nhọn cắm vào đất để đưa dòng điện nhân tạo từ nguồn phát vào trong đất đá thông qua dây dẫn điện hoặc dẫn dòng điện này sinh trong đất đá tới các máy đo điện. Trong phương pháp PCKTDMC thường dùng 2 loại điện cực : điện cực phát và điện cực thu. Điện cực phát thường làm bằng sắt, còn điện cực thu là loại điện cực không phân cực thường làm bằng bằng sứ xốp chứa dung dịch muối bão hoà của kim loại lồi (như lõi đồng nhúng vào dung dịch $CuSO_4$) dẫn điện hoặc bằng kim loại có điện thế phân cực điện cực rất nhỏ.

3 Nguyên tắc của phương pháp

Phương pháp phân cực kích thích dòng một chiều (PCKTDMC) là một phương pháp thăm dò điện nghiên cứu trường điện thứ cấp do các quá trình lý hoá xảy ra trong đất đá và quặng sau khi có dòng điện một chiều chạy qua. Trường điện thứ cấp này có nguồn gốc điện hóa, liên quan chặt chẽ với các quá trình diễn ra ở ranh giới của vật rắn và dung dịch trong lỗ hổng đất đá (phương pháp PCKTDMC còn có tên gọi là phương pháp PCKT miễn thời gian).

4 Thiết bị, dụng cụ

4.1 Yêu cầu máy và thiết bị

4.1.1 Các máy và thiết bị chủ yếu dùng trong phương pháp PCKTDMC là các máy thu và nguồn phát gồm: ác quy, máy phát điện dòng một chiều hoặc xoay chiều được chỉnh lưu thành một chiều; các trạm thăm dò điện có máy thu và máy phát điện dòng một chiều và các thiết bị, dụng cụ kèm theo như: điện cực các loại, các đồng hồ đo lường, dây điện, bàn từ, máy bộ đàm, điện thoại, máy tính, nguồn nuôi máy v.v...

4.1.2 Các máy dùng để đo đạc trong phương pháp PCKTDMC phải có tính năng đo gián tiếp hoặc trực tiếp đồng thời các tham số điện trở suất và độ phân cực kích thích.

4.1.2.1 Các máy đo gián tiếp là các máy có tính năng đo được các các tham số trung gian để từ đó tính được cả tham số điện trở suất và tham số độ phân cực kích thích, gồm: Hiệu điện thế giữa 2 điện cực thu khi phát dòng điện qua 2 điện cực phát, hiệu điện thế giữa 2 điện cực thu ở những thời điểm khác nhau sau khi ngắt dòng phát, thời gian phát và cường độ dòng điện chạy qua 2 điện cực phát.

4.1.2.2 Các máy đo trực tiếp là các máy có tính năng đo các tham số trung gian nêu trong 4.1.2.1 và tự động tính toán kết quả là các tham số điện trở suất và độ phân cực kích thích để hiển thị, lưu giữ trên máy đo hoặc máy tính.

4.1.3 Chỉ được phép sử dụng các máy thu và máy phát dòng đúng chức năng của nó. Mọi dạng công việc có liên quan tới máy, thiết bị như: sử dụng, sửa chữa, kiểm định, kiểm tra, thử máy, vận chuyển, v.v... đều phải tuân thủ nghiêm túc các yêu cầu ghi trong hướng dẫn kỹ thuật của nhà máy và quy định về vận chuyển, bảo quản và kiểm định máy thăm dò điện hiện hành.

4.1.4 Chỉ những người đã nghiên cứu và nắm vững kỹ thuật sử dụng máy mới được phép làm việc với máy.

4.1.5 Các máy dùng trong phương pháp PCKTDMC phải được kiểm định, kiểm tra và có đầy đủ hồ sơ ghi các số liệu chỉ tiêu kỹ thuật trước khi sử dụng. Đi kèm theo máy phải có phụ tùng dự trữ và dụng cụ đủ để đảm bảo sử dụng máy bình thường.

4.1.6 Chỉ những người làm công tác sửa chữa hoặc được công nhận có trình độ chuyên môn về điện tử và sửa chữa mới được mở máy và sửa chữa ở thực địa. Các số liệu về mở máy để kiểm tra, sửa chữa phải được ghi vào sổ theo dõi máy và lập thành biên bản để lưu trong hồ sơ của máy.

4.1.7 Ngoài các máy thu và máy phát, các đơn vị thực địa còn phải được cung ứng các loại nguồn nuôi máy, điện cực, dây điện, các thiết bị phụ trợ, dụng cụ và vật liệu theo thiết kế trong đề án đã được cấp có thẩm quyền phê chuẩn.

4.1.7 Ngoài các máy thu và máy phát, các đơn vị thực địa còn phải được cung ứng các loại nguồn nuôi máy, điện cực, dây điện, các thiết bị phụ trợ, dụng cụ và vật liệu theo thiết kế trong đề án đã được cấp có thẩm quyền phê chuẩn.

4.1.8 Khi tiến hành phương pháp PCKTDMC phải tuân thủ nghiêm ngặt các quy định về an toàn lao động hiện hành cho người và máy móc, thiết bị.

4.2. Kiểm tra, đánh giá chất lượng máy

4.2.1 Các máy đo (máy thu và máy phát) PCKTDMC kể cả máy mới chế tạo và sau khi sửa chữa đều phải được kiểm định, kiểm tra theo định kỳ hoặc trước khi đưa vào sản xuất theo các quy định hiện hành. Các số liệu kiểm định, kiểm tra phải ghi vào sổ theo dõi máy; các giấy chứng nhận kiểm định phải được lưu giữ trong hồ sơ kèm theo máy.

4.2.2 Trước và sau khi đưa máy ra thực địa để thi công phương pháp PCKTDMC hoặc định kỳ mỗi tháng một lần nếu máy được lưu giữ trong kho, phải tiến hành kiểm tra máy theo các chỉ tiêu kỹ thuật đã ghi trong hướng dẫn kỹ thuật của nhà máy sản xuất. Các kết quả kiểm tra máy phải được ghi vào sổ theo dõi máy.

4.2.3 Hàng ngày, trước và sau khi đo đạc trên tuyến đo, phải thực hiện thử máy theo hướng dẫn kỹ thuật của nhà máy chế tạo.

5 Công tác thực địa

5.1 Công tác chuẩn bị

5.1.1 Nhân lực cần thiết cho một tổ máy đo phương pháp PCKTDMC tại thực địa gồm từ 09 đến 13 người, trong đó có 01 kỹ sư địa vật lý là tổ trưởng chịu trách nhiệm chung, 01 kỹ sư địa vật lý đo máy, 01 kỹ sư địa vật lý ghi chép và tính toán kết quả, 04 đến 08 công nhân kỹ thuật cầm cực trên tuyến đo, 01 công nhân phụ trách máy phát điện và 01 công nhân liên lạc giữa máy đo và công nhân cầm cực.

5.1.2 Căn cứ vào các yêu cầu kỹ thuật cụ thể của đề án công tác đã được cấp có thẩm quyền phê duyệt về đối tượng nghiên cứu, độ sâu nghiên cứu, độ chính xác yêu cầu và hệ thiết bị điện cực sử dụng mà lựa chọn loại máy đo, nguồn phát điện, số lượng nhân lực và các thiết bị phụ trợ thích hợp.

5.1.3 Mọi công tác chuẩn bị phải được hoàn tất trước khi tiến hành thi công phương pháp PCKTDMC tại thực địa.

5.2 Mạng lưới tuyến đo

5.2.1 Tỷ lệ mạng lưới tuyến đo trong phương pháp PCKTDMC được xác lập theo các nhiệm vụ địa chất, tính chất và các điều kiện sẵn trạng của đối tượng khảo sát, cũng như bởi tỷ lệ của các công tác điều tra địa chất đang tiến hành trong vùng. Tỷ lệ này phải tương ứng với tỷ lệ đo vẽ địa chất, địa chất thủy văn, địa chất công trình,... Trong điều kiện địa chất, khoáng sản, địa hình trên mặt phức tạp, tỷ lệ này cần lớn hơn tỷ lệ đo vẽ địa chất một bậc.

5.2.2 Khoảng cách giữa các tuyến và điểm đo được xác định theo tỷ lệ đo vẽ và nhiệm vụ địa chất cụ thể, theo các đặc điểm cấu trúc địa chất và khả năng của phương pháp PCKTDMC. Thông thường, khoảng cách các tuyến và điểm đo được quy định theo bảng 1 sau:

Bảng 1 - Tỷ lệ và mạng lưới đo vẽ PCKTDMC

Tỷ lệ đo vẽ	Bậc tỷ lệ	Khoảng cách tuyến đo (m)	Khoảng cách điểm đo (m)
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

5.2.3 Khi lựa chọn tỷ lệ và mạng lưới các tuyến và điểm đo nêu trong điều 5.2.2, thì 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 hai hoặc ba tuyến và trên ba điểm đo ở mỗi tuyến cắt qua đối tượng.

5.2.4 Trên các vùng dị thường phải tiến hành công tác chi tiết hóa ở tỷ lệ lớn hơn tỷ lệ đo vẽ ít nhất một bậc để cùng với các số liệu của các phương pháp khác (nếu có) dự kiến vị trí các lỗ khoan và công trình khai đào kiểm tra dị thường địa vật lý.

5.2.5 Phương pháp PCKTDMC có thể được tiến hành theo diện tích hoặc theo tuyến. Khi tiến hành theo diện tích thì mạng lưới tuyến đo được xác định theo tỉ lệ điều tra, đánh giá địa chất và khoáng sản (từ 1:25.000 đến 1:50.000 và lớn hơn). Tiến hành theo tuyến được thực hiện khi tìm hiểu các vết lộ quặng, chi tiết hóa và kiểm tra các dị thường của các phương pháp thăm dò điện và địa vật lý, địa chất khác.

5.2.6 Việc đưa mạng lưới tuyến đo từ thiết kế ra thực địa và lập mặt cắt địa hình của các tuyến đo sâu PCKT phải được thực hiện bằng công tác trắc địa.

Nội dung, yêu cầu kỹ thuật cụ thể của công tác trắc địa thực hiện theo TCVN9433:2012" Điều tra, đánh giá và thăm dò khoáng sản – Công tác trắc địa phục vụ địa vật lý" hiện hành.

5.3 Đo đạc thực địa

5.3.1 Máy đo dùng trong phương pháp PCKTDMC gồm máy thu, máy phát và các thiết bị phụ trợ kèm theo.

- Máy thu dùng để đo giá trị hiệu điện thế phát giữa hai điện cực thu MN (ΔU_p) và hiệu điện thế phân cực (ΔU_{pc}) khi phát và ngắt dòng điện một chiều có cường độ I qua đất bằng hai điện cực phát AB.

- Máy phát dùng để phát và đo cường độ, thời gian phát và ngắt dòng điện một chiều có cường độ I được lấy từ nguồn pin khô, ắc quy, máy phát điện một chiều hoặc máy phát điện xoay chiều đã được chỉnh lưu thành một chiều.

- Các thao tác sử dụng máy đo PCKTDMC phải được thực hiện đúng theo hướng dẫn sử dụng của nhà máy sản xuất.

5.3.2 Khi đo đạc bằng phương pháp PCKTDMC (còn gọi là phương pháp PCKT miễn thời gian), thì tham số chủ yếu là độ phân cực biểu kiến η_{bk} và điện trở suất biểu kiến ρ_{bk} :

- Độ phân cực biểu kiến là tỷ số giữa hiệu điện thế phân cực ΔU_{pc} (đo được sau khi ngắt dòng điện phát ở một thời điểm nào đó trong một thời khoảng xác định) và hiệu điện thế ΔU_p (đo được trong lúc phát dòng), qui ra phần trăm theo công thức:

$$\eta_{bk} = (\Delta U_{pc} / \Delta U_p) \cdot 100\% \quad [\%] \quad (1)$$

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

$$\rho_{bk} = K \cdot \Delta U_p / I \quad [\Omega m] \quad (2)$$

trong đó:

I: Cường độ dòng điện trong mạch phát, mA

K: Hệ số thiết bị, m ; ΔU_p - hiệu điện thế khi phát dòng, mV; ΔU_{pc} - hiệu điện thế PCKTDMC đo được ở thời điểm t (ms) sau khi ngắt dòng, tính bằng mV.

5.3.3 Ngoài các tham số truyền thống η_{bk} và ρ_{bk} , khi đo suy giảm thế PCKTDMC theo thời gian sau khi ngắt dòng phát trong một thời khoảng xác định, có thể tính toán và sử dụng có hiệu quả các tham số PCKTDMC sau:

- Độ phân cực tương đối biểu kiến A_{bk} : là hiệu giá trị độ phân cực biểu kiến tính được ở thời gian sớm sau khi ngắt dòng phát t_1 và độ phân cực biểu kiến tính được ở thời gian muộn hơn t_2 theo công thức:

$$A_{bk} = \eta_{bk}(t_1) - \eta_{bk}(t_2) \quad [\%] \quad (3)$$

- Độ phân cực tổng hợp biểu kiến A'_{bk} : tính bằng tỉ số giữa độ phân cực tương đối biểu kiến A_{bk} và điện trở suất biểu kiến ρ_{bk} :

$$A'_{bk} = A_{bk} / \rho_{bk} \quad [\text{Simens/m}] \quad (4)$$

Tham số A'_{bk} có tính phân dị cao khi tìm kiếm phát hiện các đối tượng quặng dẫn điện tốt có cấu tạo đặc xít.

- Độ phân cực kích thích ở thời điểm ngắt dòng phát $B(t=0)$ và tham số biên độ A liên quan đến tốc độ suy giảm độ phân cực kích thích, được tính toán theo quy luật suy giảm thế PCKT theo thời gian là hàm logarit cơ số 10.

- Các hằng số thời gian g, h và các thông số Q_0 , thông số thời gian T_0 và t^* , thông số biên độ B(%), được tính toán theo quy luật suy giảm thế PCKT là một hàm logarit cơ số e thực nghiệm của Komarov V.A.

- Tốc độ suy giảm hệ số phân cực kích thích v_{pc} : là đại lượng đặc trưng cho sự suy giảm nhanh hoặc chậm thế PCKTDMC của đối tượng nghiên cứu trong khoảng thời gian cần nghiên cứu sau khi ngắt dòng phát theo công thức:

$$v_{pc} = \frac{\eta_{bk}(t_1) - \eta_{bk}(t_2)}{t_2 - t_1} \quad [\%/ms] \quad (5)$$

5.3.4 Khi tiến hành phương pháp PCKTDMC cũng sử dụng tất cả các hệ thiết bị điện cực và phương pháp đo đặc được áp dụng trong phương pháp đo mặt cắt điện trở và đo sâu điện trở dòng một chiều, riêng với điện cực thu thì nhất thiết phải dùng các điện cực không phân cực. Các hệ điện cực thường được sử dụng trong phương pháp PCKTDMC là:

a) Hệ bốn cực: là hệ điện cực có bốn cực, trong đó hai cực phát là A và B, hai cực thu là M và N được bố trí tùy ý trên mặt đất. Nếu các điện cực được sắp xếp thẳng hàng và đối xứng nhau qua tâm O thì gọi là hệ điện cực 4 cực đối xứng; nếu khoảng cách giữa hai điện cực thu nhỏ hơn nhiều khoảng cách giữa hai điện cực phát thì gọi là hệ điện cực Schlumberger; nếu hệ điện cực đối xứng có hai điện cực thu MN bố trí ở giữa và có độ dài bằng 1/3 khoảng cách hai điện cực phát AB thì gọi là hệ điện cực Wenner; nếu hệ điện cực bốn cực có khoảng cách hai điện cực thu MN nhỏ hơn nhiều lần khoảng

TCVN 9423 : 2012

cách 1/3 AB và di chuyển trong khoảng 1/3 (hoặc lớn hơn) ở giữa AB thì gọi là hệ cực gradient trung gian. Hệ số thiết bị điện cực K chung được tính theo công thức sau :

$$K = \frac{2\pi}{1/l_{AM} - 1/l_{BM} - 1/l_{AN} + 1/l_{BN}} \quad [m] \quad (6)$$

- Đối với hệ bốn cực đối xứng Schlumberger thì:

$$K_{dx} = \pi \frac{l_{AN} \cdot l_{AM}}{l_{MN}} \quad [m] \quad (7)$$

- Đối với hệ bốn cực đối xứng Wenner:

$$K_w = \pi \cdot l_{AN} \quad [m] \quad (8)$$

Trong các công thức trên, l_{MN} , l_{AM} , l_{AN} , l_{BN} , l_{BM} là khoảng cách giữa các điện cực có tên tương ứng, tính bằng m

- Đối với hệ bốn cực gradien trung gian:

$$K_{grj} = \frac{\pi}{l_{MN/2}^2 \left\{ \frac{1+x}{[(1+x)^2 + y^2]^{1/2}} + \frac{1-x}{[(1-x)^2 + y^2]^{1/2}} \right\}} \quad [m] \quad (9)$$

Trong đó: l - nửa độ dài AB; $l_{MN/2}$ - nửa độ dài MN;

y - khoảng cách từ tuyến phát AB đến tuyến quan trắc.

x - khoảng cách tính từ giữa tuyến quan trắc đến giữa thiết bị thu MN.

b) Hệ ba cực : là hệ điện cực 4 cực khi có một điện cực phát B được bố trí ở xa « vô cùng ». Điều kiện để điện cực B được xem như là xa « vô cùng » nếu khoảng cách giữa cực B đến tâm O của đoạn thẳng AB lớn hơn 10 lần khoảng cách giữa cực A đến tâm O.

c) Hệ điện cực liên hợp : là hệ điện cực bốn cực đối xứng có thêm một điện cực phát C ở xa « vô cùng » theo hướng vuông góc với đoạn thẳng nối các điện cực AMNB. Ở mỗi điểm đo, sẽ có hai giá trị độ phân cực và điện trở suất khi lần lượt phát dòng qua hai cặp điện cực AC và BC. Hệ số K được tính như sau :

$$K_{lh} = 2\pi \frac{(l_{AN} \cdot l_{AM})}{l_{MN}} \quad [m] \quad (10)$$

d) Hệ lưỡng cực: là hệ điện cực có hai cực phát được bố trí về một phía và hai cực thu được bố trí về phía đối diện. Độ dài của các cặp điện cực cùng tên (phát hoặc thu) nhỏ hơn nhiều khoảng cách giữa hai tâm của của hai cặp điện cực để tạo thành các lưỡng cực ; nếu cả 4 cực được bố trí trên cùng một đường thẳng thì gọi là hệ điện cực lưỡng cực trực ; nếu hệ điện cực lưỡng cực có đường nối tâm của hai cặp điện cực tạo với đoạn nối qua hai cực phát AB một góc θ khác 90° thì gọi là hệ điện cực lưỡng cực phương vị và nếu góc $\theta = 90^\circ$ thì gọi là lưỡng cực xích đạo.

Tùy theo vị trí tương đối của lưỡng cực thu so với lưỡng cực phát mà còn có các hệ điện cực lưỡng cực khác như : lưỡng cực xuyên tâm, lưỡng cực vuông góc, lưỡng cực song song.

Nếu gọi khoảng cách giữa các điện cực AB là L, m ; MN là l, m và khoảng cách giữa tâm của lưỡng cực phát AB và lưỡng cực thu MN là r, m ; thì hệ số thiết bị điện cực K của các hệ điện cực lưỡng cực được tính theo các công thức sau :

- Hệ lưỡng cực trực :

$$K = \pi r^3 / L.l \quad [m] \quad (11a)$$

- Hệ lưỡng cực xích đạo :

$$K = 2\pi r^3 / L.l \quad [m] \quad (11b)$$

- Hệ lưỡng cực xuyên tâm :

$$K = \pi r^3 / L.l.\cos\theta \quad [m] \quad (11c)$$

- Hệ lưỡng cực phương vị :

$$K = 2\pi r^3 / L.l.\sin\theta \quad [m] \quad (11d)$$

- Hệ lưỡng cực vuông góc :

$$K = 2\pi r^3 / L.l.\cos\theta.\sin\theta \quad [m] \quad (11e)$$

- Hệ lưỡng cực song song :

$$K = 2\pi r^3 / L.l.(3\cos\theta - 1) \quad [m] \quad (11g)$$

- Hệ lưỡng cực trục liên tục đều : là hệ lưỡng cực trục khi độ dài của $AB = MN = a$ là bước đo trên tuyến đo, ta có:

$$K = \pi.n(n+1).(n+2).a \quad [m] \quad (11h)$$

với n là số lần dịch chuyển lưỡng cực thu MN trên tuyến khi lưỡng cực phát AB giữ cố định.

Trong phương pháp PCKTDMC thì hệ điện cực lưỡng cực trục và hệ lưỡng cực trục liên tục đều được sử dụng phổ biến nhất.

e) Hệ đa cực: là hệ điện cực gồm nhiều điện cực được cắm sẵn trên tuyến đo và cách đều nhau một khoảng là a, m . Khi tiến hành đo, có thể sử dụng tùy ý theo các hệ điện cực đã nêu ở trên. Trong phương pháp PCKTDMC thì các điện cực này phải là các điện cực không phân cực để có thể vừa dùng làm điện cực thu đồng thời là điện cực phát dòng. Khi đó hệ số thiết bị điện cực tương ứng sẽ là:

Hệ 2 cực: $K = 2\pi.a$; hệ 3 cực: $K = 2\pi.a.n(n+1)$; hệ 4 cực Wenner: $K = 2\pi.n.a$; hệ 4 cực Schlumberger: $K = \pi.a.n(n+1)$; hệ lưỡng cực: $K = \pi.a(n+1).n(n+2)$ với n là số lần mở rộng khoảng cách các điện cực để tăng chiều sâu nghiên cứu.

5.3.5 Để tiến hành phương pháp mặt cắt PCKTDMC, các tuyến đo được bố trí song song với đường dây phát và vuông góc với đường phương của đối tượng nghiên cứu. Khoảng cách của các điện cực thu được chọn phù hợp với chiều dày ngang của các đối tượng nghiên cứu và phải đảm bảo tín hiệu được đo một cách chính xác bằng các máy đo sử dụng.

a) Trong phương pháp đo mặt cắt PCKTDMC gradien trung gian, có thể tiến hành đo đặc ở phần giữa của đường phát (độ dài của hai điện cực phát A và B là l_{AB}), toàn bộ chiều dài đường phát hoặc vượt ra ngoài các điện cực phát. Việc đo đặc cũng có thể tiến hành theo các tuyến song song với tuyến trung tâm và cách nó một khoảng không quá $l_{AB}/4$ (1/4 khoảng cách giữa hai điện cực phát AB).

b) Khi phát hiện và theo dõi các thân quặng cắm đứng dạng vĩa và dạng mạch thì dùng các dạng mặt cắt lưỡng cực hoặc liên hợp. Độ dài tối ưu của thiết bị mặt cắt liên hợp được tính theo biểu thức:

$$l_{AO} \geq 2 \left(h_2 + \frac{d_1 h_2 \rho_2}{d_1 + h_2 \rho_1} \right) \quad [m] \quad \text{khi } h_2 \geq d_1 \quad (12)$$

Trong đó, d_1 và ρ_1 là chiều dày và điện trở suất của lớp trên; h_2 là chiều sâu tới mép trên của đối tượng, ρ_2 và điện trở suất của lớp dưới, l_{AO} là khoảng cách giữa điện cực phát A hoặc B tới tâm của

đoạn nối hai cực thu MN . Yêu cầu về điện cực xa «vô cùng» tương tự như yêu cầu đối với điện cực C trong phương pháp mặt cắt điện trở liên hợp.

5.3.6 Trên các dị thường phát hiện được, cần phải tiến hành chi tiết hoá bằng cách đan dày mạng lưới tuyến và điểm đo lên ít nhất 1 bậc để chính xác hóa vị trí, hình dạng, kích thước, các yếu tố thể nằm và bản chất địa chất của đối tượng gây dị thường.

TCVN 9423 : 2012

5.3.7 Trong phương pháp đo sâu PCKTDMC thì tâm của điểm đo được bố trí trên các tuyến đo đã được xác định theo mạng lưới tuyến đã ghi trong đề án được duyệt. Phương dài dây phát và thu thường được chọn theo hướng vuông góc với tuyến đo nếu là đo sâu đối xứng. Trường hợp tiến hành đo sâu lưỡng cực trực liên tục đều thì phương dài dây thu và phát được chọn theo phương tuyến đo.

5.3.8 Lựa chọn hệ điện cực và kích thước của chúng, thời gian và cường độ dòng điện phát qua đất cần được tiến hành trong thời lập đề án công tác. Nếu điều này chưa thực hiện thì trước khi thi công phương pháp PCKTDMC phải tiến hành công tác đo thử nghiệm trên ít nhất hai đoạn tuyến cát qua vị trí đã xuất lộ đối tượng nghiên cứu bằng một số hệ điện cực thích hợp có độ dài khác nhau và với thời gian cũng như cường độ dòng điện phát qua đất khác nhau.

5.3.9 Hệ điện cực và kích thước hợp lý được lựa chọn là hệ điện cực phản ánh đối tượng nghiên cứu rõ ràng nhất trên đồ thị kết quả các tham số PCKTDMC.

5.3.10 Cường độ dòng điện trong mạch phát phải được chọn sao cho khi tăng cường độ dòng điện vượt quá giá trị lựa chọn thì độ phân cực đo được không tăng, đó là cường độ dòng điện bão hòa.

Sự ổn định của dòng điện gây phân cực trong mỗi lần phát phải đảm bảo với sai số không quá 3%. Điện trở cách điện của mạch phát không nhỏ hơn 10 MΩ.

5.3.11 Thời gian phát dòng qua đất phải được lựa chọn sao cho khi phát dòng với các khoảng thời gian lớn hơn thì độ phân cực biểu kiến đo được không tăng hoặc tăng không đáng kể.

5.3.12 Các số liệu đo đạc tại điểm khảo sát phải được ghi vào sổ thực địa in sẵn (phụ lục 1) hoặc trên băng từ, đĩa từ theo quy định . Chỉ sau khi ghi chép xong mới chuyển sang đo ở điểm tiếp theo.

5.3.13 Khi làm việc trên vùng có nhiều mạch phải sử dụng các biện pháp sau đây để thu được các số liệu đủ tin cậy:

a) Tiến hành đo đạc vào những thời khoảng nhiễu có cường độ nhỏ nhất.

b) Tăng cường độ dòng phát qua đất.

c) Tiến hành đo nhiều lần tại nốt điểm đo.

d) Dùng máy đo PCKDDMC có khả năng đo được thế PCKTDMC ở nhiều thời điểm khác nhau sau khi ngắt dòng phát.

5.3.14 Sau mỗi điểm đo trong phương pháp mặt cát, mỗi kích thước thiết bị trong phương pháp đo sâu và mỗi loạt đo khi sử dụng hệ điện cực đa cực, phải tính toán kết quả, vẽ đồ thị kết quả đo trên giấy hoặc trên màn hình máy tính trước khi chuyển sang điểm đo, kích thước đo và loạt đo tiếp theo.

5.3.15 Sau mỗi ngày đo đạc trên tuyến đo, phải tiến hành công tác văn phòng thực địa gồm:

a) Kiểm tra lại tất cả các số liệu đo được trong ngày trên sổ ghi chép hoặc trên máy vi tính nếu do bảng máy đo tự động ghi và vẽ đồ thị trong bộ nhớ của máy hoặc trong máy vi tính.

b) Tính toán lại các thông số cần thiết đã quy định trong mẫu sổ ghi chép và các đồ thị biểu diễn kết quả đo trong ngày.

c) Lựa chọn các đoạn tuyến có đồ thị kết quả hoặc các đường cong đo sâu không phù hợp quy luật và thiếu tin cậy để đo lại vào ngày đo tiếp sau.

5.4 Kiểm tra thực địa

5.4.1 Kiểm tra chất lượng đo đạc thực địa chủ yếu do đơn vị thi công tự tiến hành bằng cách đo lặp trên các điểm và các tuyến hoặc đoạn tuyến đo kiểm tra.

5.4.1.1 Đo lặp trên các tuyến, đoạn tuyến hoặc điểm đo sâu được tiến hành vào thời gian khác với thời gian đo lần đầu (vào ngày sau hoặc muộn hơn nữa) do đơn vị thi công và cấp trên đơn vị tiến hành. Khối lượng này được tính trong tỷ lệ khối lượng đo kiểm tra.

5.4.1.2 Khối lượng đo kiểm tra có thể thay đổi tùy theo tính chất và điều kiện công tác, kinh nghiệm người đo máy và chất lượng tài liệu thực địa, nhưng không được nhỏ hơn 5% tổng số khối lượng của đề án sản xuất và không dưới 10% khi đo thử nghiệm lựa chọn phương pháp và kích thước thiết bị hợp lý để thi công trên toàn vùng...

5.4.2 Khi việc đo lặp đối với các đại lượng đo gặp khó khăn thì nhất thiết phải lấy giá trị các số đo từ 2 lần trở lên và phải ghi vào sổ thực địa.

5.4.3 Việc đo kiểm tra do đơn vị tự tiến hành trước hết phải tiến hành trên các tuyến, đoạn tuyến có dấu hiệu không đáng tin cậy hoặc những đoạn tuyến, đường cong đo sâu có dị thường triển vọng đối tượng nghiên cứu. Người đo kiểm tra phải do chủ nhiệm đề án chỉ định. Nếu người đo kiểm tra là người đo máy lượt chính thì phải có sự giám sát của chủ nhiệm đề án hoặc người được ủy quyền.

5.4.3.1 Các tuyến, đoạn tuyến, điểm được chọn kiểm tra phải tiêu biểu cho chất lượng công tác đã hoàn thành trên vùng công tác.

5.4.3.2 Kiểm tra trên tuyến phải tiến hành trong thời kỳ thi công thực địa, và phải phân bố đều theo thời gian và diện tích.

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

5.4.5 Các cơ quan quản lý kỹ thuật cấp trên đơn vị phải tiến hành đo kiểm tra ít nhất 1 lần trong mỗi bước thi công thực địa của một vùng công tác. Khi đó cần lựa chọn một vài tuyến, đoạn tuyến (hoặc điểm đo sâu) một cách ngẫu nhiên hoặc các tuyến, đoạn tuyến có dị thường triển vọng của đối tượng nghiên cứu để tiến hành đo kiểm tra bằng người đo máy khác hoặc có sự giám sát của thành viên đoàn kiểm tra cấp trên đơn vị thi công.

Khối lượng đo kiểm tra kỹ thuật của đơn vị cấp trên được phép tính trong tổng khối lượng đo kiểm tra trong đề án được duyệt và phải được lập thành biên bản để lưu giữ trong hồ sơ công tác thực địa của đơn vị.

6 Thống kê, xử lý số liệu

6.1 Đánh giá chất lượng tài liệu nguyên thủy

6.1.1 Các tài liệu nguyên thủy trong phương pháp PCKTDMC bao gồm : các sổ sách ghi chép kết quả đo đạc tại thực địa ; các sổ sách, biểu mẫu tính toán kết quả đo và các tham số PCKTDMC ; các đồ thị, bản đồ đồ thị, mặt cắt đẳng giá trị các tham số PCKTDMC và điện trở suất biểu kiến trên các tuyến và điểm đo sâu ; các đồ thị, mặt cắt kết quả đo kiểm tra ; các bảng kết quả tính toán sai số đo kiểm tra thực địa ; các sơ đồ, bản đồ thiết kế và thi công mạng lưới tuyến đo PCKTDMC ; các đĩa từ, băng từ và thiết bị ghi các kết quả đo, tính toán, vẽ các kết quả đó ; các hồ sơ kiểm định, kiểm tra máy và các biên bản kiểm tra thực địa của cấp trên đơn vị.

6.1.2 Công tác trong phòng (còn gọi là xử lý văn phòng) phải do một nhóm cán bộ kỹ thuật thực hiện theo đề án công tác được duyệt.

Nhóm văn phòng phải kiểm tra xác suất các sổ ghi chép kết quả đo đạc, cách tính toán các tham số PCKTDMC với khối lượng khoảng (5 + 10%); tính toán lại sai số đo đạc thực địa; hoàn chỉnh các số

thực địa, băng, đĩa từ ghi kết quả; hiệu chỉnh hoặc vẽ lại các đồ thị, đường cong đo sâu, các bản đồ đồ thị, đẳng trị, mặt cắt đẳng giá trị các tham số PCKTDMC và điện trở suất biểu kiến của các tuyến, đoạn tuyến đo sâu và các tài liệu nguyên thủy khác.

6.1.3 Chất lượng tài liệu nguyên thủy được đánh giá theo độ chính xác đo đạc thực địa và sự đúng đắn, chính xác của các tài liệu nguyên thủy như đã nêu trên.

6.1.3.1 Độ chính xác đo đạc thực địa ở từng điểm riêng biệt được xác định theo sai số tương đối, %

$$\delta = \frac{1}{n} \left[\frac{\sum_{i=1}^n |x_i - x_{tb}|}{|x_{tb}|} \right] \times 100\% \quad [\%] \quad (13)$$

Trong đó δ - sai số tương đối.

x_i - giá trị của đại lượng đo

x_{tb} - giá trị trung bình số học của các giá trị đo

n - Số lần đo trên điểm đo.

6.1.3.2 Sai số trung bình tương đối trên toàn vùng được tính bằng giá trị trung bình số học của các sai số đo kiểm tra trên từng điểm. Trong các điều kiện đo đặc biệt thường thì sai số trung bình tương đối không được quá 10% đối với η_{bk} và 7% đối với ρ_{bk} .

6.1.4 Khi đo đặc trên các đối tượng có hoạt tính điện hóa mạnh thì việc đo lặp chỉ được tiến hành vào ngày hôm sau hoặc muộn hơn và chất lượng công tác được đánh giá theo sự trùng hợp về dạng của các biểu đồ đồ thị.

6.2 Thành lập các dạng tài liệu phục vụ công tác giải đoán kết quả

6.2.1 Các kết quả đo đặc và tính toán các tham số PCKTDMC được biểu diễn dưới dạng:

a) Với các phương pháp mặt cắt PCKTDMC:

- Đồ thị các tham số PCKTDMC trên từng tuyến hoặc đoạn tuyến đo.
- Bản đồ (sơ đồ) đồ thị các tham số PCKTDMC trên toàn vùng hoặc từng khu vực nghiên cứu.
- Bản đồ (sơ đồ) đẳng trị các tham số PCKTDMC trên toàn vùng hoặc từng khu vực nghiên cứu.

b) Với các phương pháp đo sâu PCKTDMC:

- Đồ thị các đường cong đo sâu PCKTDMC tại từng điểm đo sâu.
- Mặt cắt đẳng giá trị các tham số PCKTDMC trên từng tuyến hoặc đoạn tuyến đo sâu.
- Bản đồ (sơ đồ) đẳng trị các tham số PCKTDMC ứng với các chiều sâu nghiên cứu khác nhau (AB/2 khác nhau với đo sâu đối xứng) nếu tiến hành đo sâu theo diện tích.

6.2.2 Các đường cong của phương pháp mặt cắt PCKTDMC được vẽ thành đồ thị hoặc bản đồ (sơ đồ) đồ thị theo tỷ lệ nghiên cứu và ghi rõ khu vực công tác, phương pháp đo, tỷ lệ ngang, đứng, các ký hiệu và đơn vị thực hiện.

6.2.3 Được phép vẽ đồ thị và bản đồ đồ thị theo tỷ lệ lớn hơn tỷ lệ đo đặc một bậc nếu có khoảng 30% số điểm đo có khoảng cách giữa chúng trên đồ thị nhỏ hơn 2mm.

6.2.4 Tỷ lệ bản vẽ đồ thị, bản đồ (sơ đồ) đồ thị trong một vùng công tác phải lấy như nhau để tiện so sánh và phân tích kết quả.

a) Ở tỷ lệ đã chọn thì khoảng cách giữa các tuyến trên bản đồ (sơ đồ) đồ thị phải phù hợp với khoảng cách của các tuyến đó ở ngoài thực địa.

b) Bản đồ (sơ đồ) đồ thị của các tham số PCKTDMC có thể được vẽ riêng hoặc vẽ chung trên cùng một bản đồ hoặc sơ đồ mạng lưới tuyến đo có tỷ lệ phù hợp với tỷ lệ nghiên cứu.

6.2.5 Tỷ lệ đứng (đối với các tham số PCKTDMC) được chọn chung cho toàn vùng với điều kiện các kết quả của từng tham số được biểu diễn rõ ràng. Nếu tỷ lệ đã chọn là quá nhỏ hoặc quá lớn ở từng đoạn cá biệt thì các đoạn cá biệt đó của đường cong có thể vẽ lại theo tỷ lệ phụ hoặc tỷ lệ logarit.

a) Tỷ lệ phụ phải được chọn so với tỷ lệ chính là 1:5; hoặc 1:10 đối với các tham số có giá trị lớn và 1:1/5 hoặc 1:1/10 đối với các tham số có giá trị nhỏ.

b) Khi vẽ các đoạn đường cong theo tỷ lệ khác cần gổì các đường cong lên nhau 3 điểm ở đoạn tuyến chuyển tiếp từ tỷ lệ này sang tỷ lệ khác.

6.2.6 Trên đồ thị, bản đồ (sơ đồ) đồ thị, bản đồ (sơ đồ) đẳng trị phải ghi rõ số tuyến, điểm không, điểm thứ năm, hoặc điểm thứ mười, phương vị tuyến đo, các điểm mốc, yếu tố địa hình, nguồn nhiều công nghiệp và đặc điểm địa chất nếu có.

a) Trên đồ thị, bản đồ (sơ đồ) đồ thị, bản đồ (sơ đồ) đẳng trị ghi các kết quả đo và các kết quả đo lập hoặc kiểm tra và phải được đánh dấu bằng ký hiệu riêng.

b) Dưới các đồ thị, bản đồ (sơ đồ) đồ thị, bản đồ (sơ đồ) đẳng trị phải có chữ ký của người thành lập và người kiểm tra.

6.2.7 Các bản đồ hoặc sơ đồ đẳng trị các giá trị tham số PCKTDMC được vẽ trên bản đồ hoặc sơ đồ mạng lưới tuyến đo có tỷ lệ như tỷ lệ của bản đồ hoặc sơ đồ đồ thị. Các giá trị tham số PCKTDMC được ghi lên vị trí các điểm đo, sau đó khoanh nối các điểm có cùng giá trị thành các đường khép kín gọi là các đường đẳng trị.

Các bản đồ hoặc sơ đồ đẳng trị các tham số PCKTDMC có thể được thể hiện dưới dạng các đường đẳng trị có ghi rõ giá trị của chúng hoặc bằng các vùng có màu sắc khác nhau theo một quy ước nhất định được chỉ dẫn ở phía dưới bản vẽ.

6.2.8 Các đường cong đo sâu PCKTDMC theo hệ thiết bị đối xứng được vẽ trên giấy logarit kép.

a) Phần trên của mẫu giấy đường cong đo sâu phải ghi rõ số điểm đo, khu vực công tác, cao độ của điểm đo sâu (toạ độ, độ cao và phương vị của điểm đo sâu), ngày tháng năm đo và thời tiết khi đo.

b) Trục tung hướng xuống dưới biểu diễn độ dài $1/2 AB$ hoặc $1/2 OO'$ (nửa độ dài của tâm lưỡng cực phát AB và lưỡng cực thu MN); trục hoành hướng về phía phải biểu diễn giá trị các tham số PCKTDMC.

c) Ở đầu và cuối đường cong ghi giá trị ρ_{bk} , η_{bk} , A_{bk} ,... dưới đồ thị có ghi tên của người đo máy và người tính toán. Các đường cong đo chữ thập hoặc đo lần thứ hai đều vẽ cạnh đường cong chính bằng đường chấm gạch hoặc đường đứt đoạn.

6.2.7 Khi đo sâu PCKTDMC bằng các hệ thiết bị lưỡng cực trục liên tục đều, thì các kết quả được biểu diễn dưới dạng các mặt cắt đẳng giá trị các tham số PCKTDMC.

Các mặt cắt đẳng giá trị tham số PCKTDMC có trục tung hướng xuống dưới biểu diễn $1/2$ khoảng cách giữa hai tâm lưỡng cực, trục hoành hướng về phía phải biểu diễn chiều dài tuyến đo và vị trí các điểm đo theo tỷ lệ nghiên cứu.

Khi có các số liệu trắc địa về độ cao và toạ độ của các điểm đo thì trục hoành được chọn phải là mặt địa hình của tuyến đo.

Mặt cắt đẳng giá trị các tham số PCKTDMC có thể được thể hiện bằng các đường đẳng trị hoặc bằng các vùng có màu sắc khác nhau theo một quy ước nhất định được chỉ dẫn ở dưới bản vẽ.

7 Giải đoán kết quả

7.1 Trình tự giải đoán

7.1.1 Giải đoán kết quả phương pháp PCKTDMC (còn gọi là giải thích địa chất các kết quả đo PCKTDMC) là quá trình tìm các mối liên quan giữa đối tượng cần nghiên cứu với các tài liệu đã được xử lý bằng các phương pháp phân tích định tính và định lượng.

7.1.2 Các phương pháp xử lý tài liệu đo PCKTDMC nhằm làm tăng độ phân giải của chúng trong việc tìm kiếm và phát hiện các dị thường yếu có liên quan đến đối tượng nghiên cứu có kích thước nhỏ, nằm sâu dưới mặt đất và ít có sự khác biệt về tính chất điện với môi trường xung quanh; đồng thời làm tăng mức độ tin cậy trong việc xác định các dị thường của đối tượng nghiên cứu.

7.1.3 Trước khi giải đoán địa chất các kết quả đo PCKTDMC, nhất thiết phải tiến hành xử lý các kết quả đó theo hai bước là phân tích định tính và phân tích định lượng.

7.2 Các phương pháp phân tích định tính và định lượng

7.2.1 Khi phân tích định tính các tài liệu PCKTDMC, phải tiến hành phân tích các đồ thị, đường cong đo sâu, mặt cắt đẳng trị, bản đồ đồ thị, bản đồ đẳng trị các tham số PCKTDMC đo hoặc tính toán được nhằm phát hiện các dị thường có liên quan đến đối tượng nghiên cứu; liên kết chúng thành các dải hoặc đới phản ánh các đối tượng nghiên cứu (thân quặng, đới biến đổi chứa quặng, đới dập vỡ hoặc hang hốc cacstơ chứa nước ngầm và các đối tượng nghiên cứu khác); dự báo sơ bộ về vị trí, quy mô, kích thước, độ sâu, hướng cắm và hướng phát triển của chúng theo diện tích và theo chiều sâu, v.v... bằng các phương pháp phân tích định tính tài liệu PCKTDMC.

7.2.2 Phân tích định tính các tài liệu đo mặt cắt PCKTDMC, là sử dụng các phương pháp so sánh, liên kết các kết quả đo và tính toán với các dị thường chuẩn trong các bản chuẩn lý thuyết, với các kết quả đo thử nghiệm trên đối tượng đã biết để phát hiện và khoanh nối các dải, đới dị thường có liên quan với đối tượng nghiên cứu.

7.2.3 Để phát hiện các dị thường yếu cần áp dụng các phương pháp xử lý sau:

a) Phương pháp tách dị thường: là phương pháp tách thành phần tín hiệu có ích liên quan với đối tượng nghiên cứu là đới khoáng hoá, thân quặng trong dị thường PCKTDMC đo được bao gồm cả tín hiệu của đối tượng và đất đá vây quanh.

b) Phương pháp cộng thông tin: là phương pháp xử lý làm nổi bật tín hiệu của các dị thường yếu và giảm tín hiệu nhiễu bằng một hàm tổng hợp của hai hoặc nhiều phương pháp đơn lẻ khác nhau, nếu các dị thường yếu của các phương pháp đó cùng phản ánh một đối tượng nghiên cứu.

7.2.4 Khi tiến hành phương pháp đo sâu đối xứng PCKTDMC, việc phân tích định tính tài liệu được thực hiện theo các mặt cắt đẳng các giá trị tham số PCKTDMC.

Mặt cắt đẳng trị tham số PCKTDMC là bức tranh phản ánh mức độ bất đồng nhất về tham số PCKTDMC của đất đá và quặng bên dưới tuyến đo sâu. Vùng có giá trị tham số PCKTDMC bất thường (cao hoặc thấp) tương đồng với tham số PCKTDMC của đối tượng nghiên cứu sẽ được quan tâm để giải đoán địa chất các kết quả của phương pháp.

7.2.5 Phân tích định lượng tài liệu đo sâu đối xứng PCKTDMC là phương pháp xác định độ sâu phân bố của đối tượng nghiên cứu, độ phân cực và điện trở suất của đối tượng và đất đá vây quanh để thành lập mặt cắt địa - điện, bao gồm:

a) Phương pháp phân tích định lượng các đường cong đo sâu điện trở: nhằm xác định các giá trị độ sâu và điện trở suất của đối tượng nghiên cứu và đất đá vây quanh ở phía dưới điểm đo sâu bằng các bản chuẩn lý thuyết (còn gọi là palet lý thuyết) hoặc bằng các chương trình tính toán giải bài toán ngược trên máy vi tính.

b) Phương pháp phân tích định lượng các đường cong đo sâu đối xứng PCKTDMC nhằm xác định độ sâu và giá trị các tham số PCKTDMC của đối tượng nghiên cứu và đất đá vây quanh ở phía dưới điểm đo sâu bằng các chương trình hoặc phần mềm tính toán để đường cong đo và đường cong tính toán lý thuyết có sai khác là nhỏ nhất.

Các phần mềm phân tích định lượng đường cong đo sâu PCKTDMC cần được xây dựng theo công thức sau để phẩm hàm G là cực tiểu:

$$G = \sum_{i=1}^m [\eta_{kd}(r_j) - \eta_k(H_i, \eta_i, r_j)]^2 = \min \quad (14)$$

trong đó :

m - số lớp ;

$\eta_{kd}(r_j)$ - tham số đo sâu phân cực ở kích thước r_j , tính bằng %;

$\eta_k(H_i, \eta_i, r_j)$ – tham số đo sâu PCKT tính toán lý thuyết trong môi trường phân lớp nằm ngang theo công thức :

$$\eta_k(H_i, \eta_i, r_j) = \eta_1 + \sum_{i=2}^m [\eta_i - \eta_{i-1}] \varphi(z_j) \quad [\%] \quad (15)$$

trong đó :

η_i - độ phân cực của lớp thứ i , % ;

$$\varphi(z_j) = [1 + (z_j)^2]^{-3/2} ;$$

$$z_j = H_i / r_j ;$$

$r_j = AB/2$ – kích thước hệ cực thứ j , tính bằng m;

H_i - chiều sâu đến mái lớp thứ i , tính bằng m.

Nếu môi trường phía dưới điểm đo sâu gồm các lớp đất đá có các mặt ranh giới điện trở suất và tham số PCKTDMC là song song, nằm ngang và trùng nhau, thì sử dụng các chương trình tính toán được xây dựng theo công thức của N.А. Pispareva như sau:

$$\eta_{nk} = \sum_{i=1}^N \eta_i (\varphi_i - \varphi_{i+1}) = \eta_1 + \sum_{i=2}^N (\eta_i - \eta_{i-1}) \varphi_i \quad [\%] \quad (16)$$

trong đó: $\varphi_i = (1 + H_i/L)^{3/2} = (1 + Z_i)^{3/2}$

với: $Z_i = 2H_i/L$

H_i : Chiều sâu đến mái lớp thứ i , tính bằng m.

$L = OA = AB/2$, tính bằng m.

N : số lớp

Khi tính toán cần sử dụng các kết quả về số lớp và chiều dày từng lớp của đường cong sâu điện trở như là thông tin tiên nghiệm để phân tích định lượng đường cong đo sâu PCKTDMC.

c) Sau khi đã có các kết quả phân tích định lượng (số lớp, chiều dày và giá trị tham số PCKTDMC) của các đường cong đo sâu PCKTDMC trên mỗi tuyến đo, cần phải lập các mặt cắt kết quả phân tích của từng tuyến đo sâu trên cơ sở nối các ranh giới của các lớp có giá trị các tham số PCKTDMC tương tự, gọi là các mặt cắt địa - điện dùng để giải đoán địa chất kết quả của phương pháp.

7.2.6 Khi đo sâu PCKTDMC với hệ điện cực lưỡng cực trực liên tục đều, thì chỉ xử lý bán định lượng các kết quả đo bằng cách chuyển từ mặt cắt ảo (điểm ghi ở giữa tâm lưỡng cực phát và lưỡng cực thu) thành mặt cắt thực bằng các phần mềm được xây dựng theo công thức:

$$f_i(z_j) = 1/2 [f_{i-j}(z_j) + f_i(z_j)] \quad (17)$$

trong đó:

$z_j = r_j/2$: là chiều sâu khảo sát, tính bằng m;

$r_j = (j+1) \cdot a$: là khoảng cách giữa hai tâm của lưỡng cực $AB = MN = a$, tính bằng m;

i : thứ tự điểm đo trên tuyến;

$f_i(z_j)$: tham số đo, bao gồm cả điện trở suất biểu kiến và các tham số PCKT khác tại điểm thứ i , kích thước thứ j .

7.3 Các yêu cầu giải đoán địa chất kết quả

7.3.1 Giải đoán địa chất tài liệu đo PCKTDMC là tìm mối liên quan giữa đối tượng cần nghiên cứu với các tài liệu đã được xử lý. Quá trình giải đoán gồm có 2 bước: định tính và định lượng.

7.3.2 Yêu cầu của bước giải đoán định tính tài liệu đo PCKTDMC là phải xác định các dị thường, dải dị thường và vùng dị thường có liên quan đến đối tượng nghiên cứu trên cơ sở phát hiện, so sánh, liên kết các đồ thị, bản đồ đồ thị, bản đồ đẳng trị các tham số PCKTDMC với các dị thường chuẩn có được từ kết quả đo thử nghiệm trên các vị trí đã xuất lộ đối tượng nghiên cứu và bằng các phương pháp xử lý thống kê trên diện tích công tác. Các nội dung cụ thể cần phải thực hiện là:

a) Khoanh vùng dị thường

Dựa vào tính chất vật lý chung của đất đá và quặng về điện trở suất và PCKT để chọn ra các dị thường, sau đó so sánh và liên kết chúng lại thành các dải, đới và vùng dị thường có các tham số điện trở suất và PCKT nằm trong khoảng biến đổi của đối tượng cần nghiên cứu.

b) Khoanh vùng dị thường có triển vọng

Dựa vào các dị thường chuẩn có được từ kết quả đo thử nghiệm trên các vị trí đã xuất lộ đối tượng nghiên cứu và kết quả đo tham số PCKT trên các vết lộ, công trình khai đào đã gặp đối tượng ở thực địa, các mẫu đất đá và quặng ở trong phòng và các kết quả nghiên cứu địa chất, địa hoá, khoáng sản hiện có để so sánh và lựa chọn ra các dải, đới, vùng dị thường có triển vọng.

c) Xác định chiều rộng các dải, đới và vùng dị thường

Việc xác định chiều rộng các dải, đới và vùng dị thường được tiến hành theo các đồ thị cắt qua dải, đới và vùng dị thường đó bằng chiều rộng của 2/3 biên độ dị thường.

d) Xác định vị trí của đối tượng

Xác định vị trí của đối tượng có thể được xác định tương đối bằng vị trí của giao điểm thuận hoặc nghịch trên đồ thị mặt cắt liên hợp PCKT hoặc vị trí của cực trị của dị thường các phương pháp mặt cắt PCKTDMC khác.

e) Liên kết các dị thường triển vọng để theo dõi sự phân bố của đối tượng trên diện tích nghiên cứu bằng cách so sánh, đối chiếu với dị thường chuẩn và liên kết chúng lại hoặc bằng các phương pháp xử lý thống kê.

7.3.3 Yêu cầu của giải đoán định lượng các tài liệu PCKTDMC là xác định chiều sâu, bề dày, hướng cắm và dự báo bản chất của đối tượng nghiên cứu. Các nội dung cụ thể cần phải thực hiện là:

a) Xác định chiều sâu của đối tượng

Xác định chiều sâu và bề dày của đối tượng nghiên cứu bằng cách sử dụng mặt cắt đẳng giá trị tham số PCKTDMC để khoanh định sơ bộ hình dạng của đối tượng theo các đường đẳng trị tham số PCKTDMC có giá trị tương đồng với giá trị tham số PCKTDMC của đối tượng có được trên các dị thường gặp đối tượng hoặc với kết quả đo tham số PCKTDMC ở thực địa và trong phòng.

Kết quả xác định chiều sâu và bề dày của đối tượng sẽ chính xác hơn nếu có các kết quả đo carota PCKTDMC và kết quả phân tích định lượng các đường cong đo sâu PCKTDMC trên các mặt cắt địa điện.

b) Xác định hướng cắm của đối tượng

Hướng cắm của đối tượng có thể được xác định về phía nhánh đường cong tham số PCKTDMC bị hạ thấp so với nhánh đối diện của phương pháp mặt cắt PCKTDMC với hệ điện cực gradient trung gian hoặc về phía cực trị, giao điểm bị lệch đi của đường cong tham số PCKTDMC có độ sâu nghiên cứu sâu hơn khi sử dụng phương pháp mặt cắt PCKTDMC đối xứng kép và liên hợp kép.

c) Dự báo bản chất của đối tượng

Bản chất của đối tượng (đới quặng, thân quặng, mạch quặng, đối tượng chứa nước mặn, nhạt, ranh giới địa chất, đứt gãy kiến tạo và các đối tượng khác) được dự báo với độ tin cậy chấp nhận bằng cách

so sánh, liên kết với các dị thường trên các vị trí đã xuất lộ đối tượng, các công trình khai đào gặp đối tượng, các kết quả đo mẫu ở thực địa và trong phòng, sự phù hợp với các quy luật địa chất, khoáng sản và địa hoá của các dị thường, đối dị thường PCKTDMC.

8 Báo cáo kết quả

8.1 Các sản phẩm của phương pháp PCKTDMC bao gồm: các tài liệu đo đạc thực địa sau khi đã chỉnh lý ở trong phòng; các đồ thị bản đồ (sơ đồ) đồ thị, bản đồ (sơ đồ) đẳng trị, mặt cắt đẳng trị, mặt cắt địa điện sau khi đã chỉnh lý; các bản đồ (sơ đồ), mặt cắt kết quả sau khi đã phân tích định tính, định lượng và giải đoán địa chất kết quả phương pháp PCKTDMC; báo cáo tổng kết kết quả của phương pháp.

8.2 Các tài liệu đo đạc thực địa sau khi đã chỉnh lý ở trong phòng gồm: các sổ sách ghi chép, các băng, đĩa từ, và thiết bị lưu giữ kết quả đo đạc sau khi đã in ra giấy, các số liệu đo đạc và tính toán kết quả đo tham số PCKTDMC thực địa và mẫu ở trong phòng; các sơ đồ, bản đồ mạng lưới tuyến đo lập trên bản đồ địa hình có đơn giản bớt chi tiết, các đồ thị đo kiểm tra và kết quả tính sai số đo đạc.

8.3 Các đồ thị, bản đồ (sơ đồ) đồ thị, bản đồ (sơ đồ) đẳng trị, mặt cắt đẳng trị và mặt cắt địa điện được thành lập sau khi đã chỉnh lý, phân tích và có tỷ lệ phù hợp với tỷ lệ nghiên cứu hoặc lớn hơn một bậc.

8.4 Các bản đồ, mặt cắt và bản vẽ kết quả gồm:

- Sơ đồ vùng công tác trên cơ sở bản đồ địa chất tỷ lệ nhỏ có cơ sở địa hình, trên đó khoanh định vùng công tác, vị trí các tuyến trục, các tuyến đo có đánh mã số và mã số các điểm nút của các tuyến.

- Bình đồ công tác đo PCKTDMC theo tỷ lệ đo đạc (hoặc lớn hơn 1 bậc), trên đó có ghi tọa độ, mạng lưới tuyến trục và tuyến đo, các điểm đo trên các tuyến (đánh số tuyến, đánh số các điểm đo cứ qua 5 hoặc 10 điểm một), lỗ khoan, công trình khai đào. Đối với các vùng chi tiết hoá phải thành lập sơ đồ ở tỷ lệ lớn hơn.

- Khi tiến hành phương pháp PCKTDMC ở nhiều khu trong một vùng thì cần có bản đồ địa chất và trắc địa các khu công tác được lập theo tỷ lệ đo đạc hoặc tỷ lệ nhỏ hơn một cấp. Trên bản đồ phải ghi tỷ lệ, tác giả, nguồn gốc và thời gian thành lập bản đồ.

- Đối với khu đo đạc chi tiết thì bản đồ địa chất và bản đồ trắc địa thành lập theo tỷ lệ đo chi tiết (hoặc theo tỷ lệ gần bằng), trong đó bản đồ địa chất phải kèm theo mặt cắt địa chất, chú giải cột địa tầng theo lỗ khoan và phần mô tả thích hợp.

- Bản đồ đồ thị các tham số PCKTDMC phải thành lập theo một mẫu thống nhất có chung một tỷ lệ, có cùng khoảng cách giữa các tuyến và các điểm đo, có chung tỷ lệ chuẩn cho các kết quả đo hoặc tính toán được.

- Khi đo sâu PCKTDMC với hệ cực đối xứng, phải có tập đường cong đo sâu được sắp xếp theo trật tự nhất định để dễ dàng khi sử dụng tài liệu; phải có các mặt cắt đẳng trị các tham số PCKTDMC, mặt cắt địa - điện cho từng tuyến đo.

- Bản đồ (sơ đồ) đồ thị khu vực đo chi tiết được thành lập ở tỷ lệ lớn hơn, nhưng phải phù hợp với tỷ lệ bình đồ công tác chi tiết.

- Bản đồ (sơ đồ) kết quả phương pháp PCKTDMC được lập ở tỷ lệ đo đạc và đưa lên bản đồ này các dị dị thường có liên quan đến đối tượng nghiên cứu, ranh giới đất đá và đứt gãy địa chất được xác định và phân chia theo tài liệu PCKTDMC, v.v... Trên bản đồ phải đánh dấu các cọc mốc ghi rõ vị trí các điểm dị thường cần tiến hành mở công trình khai đào và đặt lỗ khoan để kiểm tra kết quả địa chất của phương pháp.

Tất cả các tài liệu nêu trên phải ghi rõ họ tên người thành lập, người kiểm tra và thủ trưởng đơn vị. Các tài liệu ở từng vùng đều phải được đánh số thứ tự và lưu trong cặp hồ sơ chuyên dụng.

8.5 Báo cáo kết quả của phương pháp

TCVN 9423 : 2012

Báo cáo kết quả phương pháp PCKTDMC được viết riêng nếu được tiến hành độc lập hoặc được viết là một phần hoặc một mục trong báo cáo tổng kết chung của công tác thăm dò điện hoặc công tác địa vật lý, địa chất.

Trong báo cáo cần nêu rõ khối lượng công tác đã hoàn thành bằng số điểm đo đã thực hiện, năng suất công tác, số phần trăm kế hoạch đã hoàn thành, chất lượng công tác; phương pháp kỹ thuật đo đạc thực địa, chỉnh lý và phân tích định tính, định lượng cũng như giải đoán địa chất kết quả; lý do của các phát sinh khác với đề án và những kết quả chủ yếu trong việc giải quyết các nhiệm vụ đặt ra cho phương pháp. Kèm theo báo cáo phải có các bản đồ kết quả đo đạc và phân tích tài liệu, các văn bản chuyển giao những dự đoán thường có triển vọng cho các đơn vị địa chất và kết quả các công trình khai đào kiểm tra dự thường phương pháp PCKTDMC.

Phụ lục A

Mẫu sổ ghi chép
Tên đơn vị

A.1 Mẫu trang đầu của sổ ghi chép

Đoàn.....
 Sổ ghi chép phương pháp.....
 Số.....
 Tên máy và số máy.....
 Bắt đầu.....
 Kết thúc.....
 Đoàn trưởng.....
 Người đo máy.....
 Người tính toán.....

Ai nhật được sổ này, xin gửi đến địa chỉ.....

A.2 Sổ ghi chép phương pháp PCKTDMC với máy chỉ thị kim (thiết bị gradient)

Khu vực	I _{AB}	I _{MN}	Bước đo	Ngày
Tuyến	A	B	Bắt đầu đo	
Thiết bị	Điện áp AB		Kết thúc đo	
Người đo	Người tính		Người kiểm tra	

a – Đo đặc bằng xung dài

TT	Số cọc		I (mA)	t _p (s)	ΔU _p (mV)	ΔU _{pc} , mV với các t _i khác nhau (0.5; 2.50; 5.5; 10.5; 30.5; 60s)	η _k (%)	K (m)	ρ _k (Ωm)	Ghi chú
	M	N								
1	2	3	4	5	6	7.....12	13..... 18	19	20	21

b – Đo đặc bằng xung đổi cực

T	Số cọc	I (mA)	t _p (s)	ΔU _p (mV)	ΔU _p tb, mV	ΔU _{pc} (mV)	ΔU _{pc} tb (mV)	η _k (%)	K, m	ρ _k (Ωm)	Ghi chú
T											

TCVN 9423 : 2012

				AB	BA		AB	BA					
1	2-3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Phụ lục B Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] Tổng cục Địa chất và Khoáng sản - Bộ Tài nguyên và Môi trường. *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về thăm dò điện. Hà Nội – 2010.*
- [2] Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam - Bộ Công nghiệp. *Quy phạm kỹ thuật thăm dò điện. Hà Nội – 1998.*
- [3] V.A. Komarov. *Elektrorazvedka metodom vuzvannoi poliarizatsii - Thăm dò điện bằng phương pháp phân cực kích thích (bản tiếng Nga). NXB Lòng đất – Leningrad – 1980.*
- [4] V.A. Komarov, N.A. Pispareva, M.V. Semenov, L.S. Khloponhina. *Teoriticheskie osnovy interpretatsii nabludeniiv metode vuzvannoi poliarizatsii(bản tiếng Nga). Cơ sở lý thuyết giải thích số liệu đo đạc trong phương pháp phân cực kích thích. NXB Nedra – Leningrad – 1966.*
- [5] N.N. Sarapanov, G.I.A. Trernhik, V.A. Baron. *Metodika geofizitreskikh issledovanii pri gidrogeologitreskikh siomkakh s seliu mediorasii zemel. Phương pháp nghiên cứu địa vật lý trong đo vẽ địa chất thủy văn với mục đích tưới tiêu. NXB Nedra – Mascova – 1974.*
- [6] Nguyễn Trọng Nga. *Thăm dò điện trở và điện hoá. NXB GTVT Hà Nội – 2006.*
- [7] Nguyễn Ngọc Loan. *Đánh giá dự báo triển vọng các thân quặng sulfur đa kim ẩn theo các đặc trưng dị thường phân cực kích thích dòng một chiều. Luận án Phó tiến sỹ khoa học địa lý-địa chất. Lưu trữ Thư viện quốc gia. Hà Nội – 1996.*
- [8] Trần Thanh Rỹ. *Hoàn thiện công nghệ khai thác thông tin địa vật lý để điều tra phát hiện quặng sulfur đa kim vùng Tòng Mụ-Chợ Đồn - Bắc Cạn. Luận án Tiến sỹ Địa chất. Lưu trữ Thư viện quốc gia. Hà Nội – 2003.*
- [9] Trần Bình Trọng. *Luận chứng hiệu quả áp dụng phương pháp phân cực kích thích trong tìm kiếm quặng đồng, vàng, chì-kẽm ở Việt Nam. Luận án Tiến sỹ địa chất. Lưu trữ thư viện quốc gia. Hà Nội – 2008.*
- [10] Tăng đình Nam. *Hoàn thiện các phương pháp luận giải tài liệu địa vật lý tìm kiếm đối với một số điểm quặng sulfur đa kim ở miền sinh khoáng tây bắc Việt Nam. Luận án Phó tiến sỹ khoa học địa lý - địa chất. Lưu trữ thư viện quốc gia. Hà Nội – 1996.*
- [11] Nguyễn Trọng Nga. *Thăm dò điện phân giải cao (Giáo trình dùng cho học viên cao học địa vật lý). Hà Nội - 1997.*
- [12] Nguyễn Trọng Nga và nnk . *Tổ hợp phương pháp địa vật lý nghiên cứu cấu trúc sâu và phát hiện quặng ẩn. Báo cáo đề tài NCKH cấp Nhà nước KT-01-13. Hà Nội-1996.*