

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 13589-7:2023

Xuất bản lần 1

**ĐIỀU TRA, ĐÁNH GIÁ VÀ THĂM DÒ KHOÁNG SẢN –
ĐỊA VẬT LÝ LỖ KHOAN –**

PHẦN 7: PHƯƠNG PHÁP VI HỆ ĐIỆN CỰC

Investigation, evaluation and exploration of minerals - Borehole geophysical survey -

Part 7: Microlog method

HÀ NỘI – 2023

Lời nói đầu

TCVN 13589-7:2023 do Cục Địa chất Việt Nam 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.

Bộ TCVN 13589 *Điều tra, đánh giá và thăm dò khoáng sản – Địa vật lý lỗ khoan* còn các tiêu chuẩn sau:

TCVN 13589-1:2022 Phần 1: Quy định chung

TCVN 13589-2:2022 Phần 2: Phương pháp gamma tự nhiên

TCVN 13589-3:2022 Phần 3: Phương pháp gamma nhân tạo

TCVN 13589-4:2022 Phần 4: Phương pháp phổ gamma

TCVN 13589-5:2022 Phần 5: Phương pháp neutron

TCVN 13589-6:2022 Phần 6: Phương pháp đo nhiệt độ

TCVN 13589-8:2023, Phần 8: Phương pháp đo cảm ứng điện từ

TCVN 13589-9:2023, Phần 9: Phương pháp thế điện phân cực

TCVN 13589-10:2023, Phần 10: Phương pháp đồng vị phóng xạ gamma

TCVN 13589-11:2023, Phần 11: Phương pháp sóng âm

TCVN 13589-12:2023, Phần 12: Phương pháp đo góc cắm của đá

TCVN 13589-13:2023, Phần 13: Phương pháp hình ảnh trong lỗ khoan

Điều tra, đánh giá và thăm dò khoáng sản - Địa vật lý lỗ khoan - Phần 7: Phương pháp vi hệ điện cực

Investigation, evaluation and exploration of minerals - Borehole geophysical survey - Part 7: Microlog method

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định về yêu cầu kỹ thuật phương pháp đo vi hệ điện cực trong lỗ khoan phục vụ điều tra, đánh giá và thăm dò khoáng sản; khảo sát địa chất thủy văn, địa chất công trình; điều tra tai biến địa chất và môi trường..

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho điều tra, đánh giá và thăm dò dầu khí.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất bao gồm cả các bản sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 13589-1:2022 Điều tra, đánh giá và thăm dò khoáng sản - Địa vật lý lỗ khoan - Phần 1: Quy định chung.

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa trong Tiêu chuẩn TCVN 13589 -1:2022 và các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Vi hệ điện cực (microlog)

hệ điện cực có chiều dài rất nhỏ, gồm 3 điện cực điểm bố trí thẳng hàng trên một tấm cao su cách điện.

4 Nguyên lý phương pháp vi hệ điện cực trong lỗ khoan

Phương pháp đo vi hệ điện cực trong lỗ khoan là phương pháp sử dụng vi hệ điện cực kết hợp các hệ điện cực (hệ điện cực thế và hệ điện cực gradien) trong đo điện trở suất thông thường để xác định cùng lúc 02 đường cong điện trở suất trong lỗ khoan ở 02 chiều sâu nghiên cứu khác nhau.

TCVN 13589-7:2023

Nguyên tắc đo vi hệ điện cực như sau:

Các điện cực A_0 , M_1 và M_2 đặt cách nhau 1" (2,54 cm). Tấm cao su chế tạo bằng loại cao su xốp được tẩm dầu cách điện, trên đó gắn các điện cực A_0 , M_1 , M_2 . Nhờ một cánh đòn bằng thép, khi làm việc, tấm cao su và các điện cực được ép sát vào thành giếng khoan nhờ lực ép thủy lực tạo ra trong máy. Nguyên lý đo như sau:

Dòng phát được đưa vào môi trường nghiên cứu qua điểm cực A. Máy đo G trên mặt đất ghi hiệu điện thế giữa hai điện cực M_1 và M_2 . Giá trị $\Delta U_{M_1M_2}$ tỷ lệ với điện trở suất của môi trường theo tỷ số K_G/I , trong đó K_G là hệ số của vi hệ điện cực gradien $M_2 0,0025M_1 0,0025A$, (1" x 1"); I là cường độ dòng phát qua A.

Máy đo T sẽ ghi điện thế tại điện cực M_2 , (U_{M_2}), tỷ lệ với điện trở suất theo tỷ lệ $\frac{K_T}{I}$; K_T là hệ số của vi hệ điện cực thể $N_{\infty}M_2 0,05A$ (2"). I là cường độ dòng phát qua A.

Các vi hệ điện cực thể và gradien có chiều sâu nghiên cứu khác nhau. Vi hệ điện cực gradien có chiều sâu nghiên cứu bằng chiều dài của nó, $AO = 0,037m$. Trong khi đó chiều sâu nghiên cứu của vi hệ điện cực thể xấp xỉ bằng hai lần chiều dài AM_2 ; $r = 2AM_2 = 0,1m$.

Như vậy, ta đồng thời đo ghi được hai giá trị điện trở suất, một của hệ điện cực gradien ($R1'' \times 1''$), cho giá trị điện trở của vùng sát thành giếng khoan với chiều sâu khoảng 3,7cm; và một còn lại của hệ điện cực thể ($R2''$) có chiều sâu nghiên cứu lớn hơn gấp đôi ($r = 10$ cm).

Khi hệ điện cực đo trong lỗ khoan sử dụng kỹ thuật ép dòng để hướng dòng phát thấm sâu hơn vào thành lỗ khoan nhằm thu nhận các thông tin tốt hơn trong các trường hợp vỉa có chiều dày nhỏ hơn chiều dài của các hệ điện cực, lúc đó ảnh hưởng của các lớp vây quanh lên số đo R là rất lớn nên việc khoanh vạch ranh giới vỉa không chính xác khi đo vi hệ điện cực thông thường, trường hợp này gọi là phương pháp đo vi hệ điện cực hội tụ dòng (MLL).

5 Máy móc, thiết bị, hiệu chuẩn máy

5.1 Máy móc, thiết bị đo địa vật lý lỗ khoan

Máy, thiết bị đo địa vật lý lỗ khoan nói chung gồm 3 bộ phận chính là: Trạm đo; tời – cáp; đầu đo (máy giếng). Trong đó, trạm đo và tời – cáp được thiết kế để dùng chung cho mọi phương pháp đo địa vật lý lỗ khoan; máy giếng được thiết kế riêng theo đặc tính kỹ thuật và mục tiêu của từng phương pháp.

- Trạm đo (control station): bộ phận phối hợp điều khiển các bộ tời, cáp, máy giếng. Cung cấp nguồn và ghi nhận các tín hiệu thu được từ các máy địa vật lý thả xuống dưới lỗ khoan (máy giếng).

Cấu trúc của một trạm đo địa vật lý lỗ khoan hiện nay thường gọn nhẹ, đa năng, đồng bộ, ghi số hoàn toàn, điều khiển hoạt động bằng phần mềm chuyên dụng và có 3 khối chính sau: Khối điều khiển đo ghi số liệu; khối tời cáp; khối thu phát tín hiệu địa vật lý (đầu đo).

- Khối tời cáp: là bộ phận trung gian gồm có tời, cáp đo được nối với máy giếng và bộ phận điều khiển. Khối này có chức năng kéo thả, cung cấp nguồn nuôi cho máy giếng và truyền dẫn tín hiệu lên bảng điều khiển.

- Khối thu phát tín hiệu, gồm các máy đo địa vật lý (máy giếng): máy giếng hiện nay được thiết kế để có thể đo riêng từng phương pháp, hoặc cùng lúc đo nhiều phương pháp hoặc nối tiếp với nhau để đo một số phương pháp có cùng tốc độ kéo cáp nhằm tăng năng suất và chất lượng tài liệu nguyên thủy trong quá trình đo địa vật lý lỗ khoan.

Đầu đo vi hệ điện cực được chế tạo theo sơ đồ nguyên lý như Phụ lục A của tiêu chuẩn này.

5.2 Công tác kiểm tra, đảm bảo chất lượng đo đạc

5.2.1 Trong quá trình thi công, hàng ngày phải kiểm tra đầu đo ở chế độ "tĩnh" để xác định độ nhạy, độ ổn định của thiết bị đo (kiểm tra trên hộp điện trở chuẩn như các phương pháp đo điện trở suất thông thường).

Chỉ các thiết bị đo đã được hiệu chuẩn định kỳ và kiểm tra chất lượng theo quy định của nhà sản xuất mới được phép sử dụng.

5.2.2 Nội dung và trình tự kiểm tra được tiến hành theo đúng hướng dẫn trong lý lịch từng loại máy.

5.2.3 Kết thúc đo vi hệ điện cực trong lỗ khoan, phải tháo rời các khối ráp nối trạm đo và đưa vào hộp bảo quản riêng theo quy định.

5.2.4 Trạm đo địa vật lý lỗ khoan luôn phải được bảo quản ở nơi khô ráo, thoáng mát, đúng theo hướng dẫn bảo quản và an toàn thiết bị của nhà sản xuất.

5.3 Quy định về công tác hiệu chuẩn

5.2.1 Đầu đo vi hệ điện cực trong lỗ khoan phải được hiệu chuẩn định kỳ một năm một lần và sau mỗi lần sửa chữa, thay thế linh kiện. Việc hiệu chuẩn thực hiện theo quy định hiện hành.

5.3.2 Tất cả các thiết bị đo vi hệ điện cực trong lỗ khoan, trước khi hiệu chuẩn phải được kiểm tra, xác định độ nhạy, độ ổn định, độ tuyến tính đáp ứng các tiêu chuẩn kỹ thuật của nhà sản xuất.

5.2.3 Nội dung và trình tự hiệu chuẩn phải được tiến hành theo quy trình thống nhất và đúng theo hướng dẫn trong lý lịch từng loại máy.

5.2.4 Kết quả hiệu chuẩn phải xác định được mối quan hệ giữa số đọc trên thiết bị và giá trị điện trở suất biểu kiến thực tế.

6 Công tác thực địa

Trong quá trình thi công thực địa phải tuân thủ đầy đủ các yêu cầu chung, yêu cầu kỹ thuật thi công thực địa nêu tại TCVN 13589-1: 2022. Ngoài ra, đối với phương pháp đo vi hệ điện cực trong lỗ khoan cần lưu ý các nội dung sau:

6.1 Chuẩn bị lỗ khoan

TCVN 13589-7:2023

6.1.1 Cán bộ kỹ thuật địa chất theo dõi khoan hoặc tổ trưởng tổ khoan có trách nhiệm cung cấp cho người phụ trách đo địa vật lý lỗ khoan cột địa tầng lỗ khoan tỷ lệ 1:200 có ghi tỷ lệ lấy mẫu hoặc cột địa tầng tỷ lệ 1:50 và trạng thái thực tế của lỗ khoan trước khi tiến hành đo lỗ khoan.

6.1.2 Lỗ khoan phải đảm bảo để thả đầu đo thông suốt từ miệng đến đáy. Lỗ khoan không có chỗ tắc nghẽn hoặc đường kính bé hơn đường kính danh định của thiết bị thả trong lỗ khoan.

6.1.3 Trong lúc đang tiến hành đo địa vật lý lỗ khoan không được tiến hành các việc sau:

- Sửa chữa thiết bị khoan;
- Nổ máy khoan;
- Hàn điện trong phạm vi bán kính nhỏ hơn 100m.

6.1.4 Không được tiến hành đo địa vật lý lỗ khoan trong những trường hợp sau:

- Dung dịch trong lỗ khoan có độ nhớt tương đối $> 90s$;
- Dung dịch khoan chứa quá 5% cát và dăm vụn của đất đá cứng;
- Lỗ khoan phun nước, sủi khí, bọt, lỗ khoan hút nước, hạ mức nước với tốc độ lớn hơn 15 m/h.

6.1.5 Việc chuẩn bị lỗ khoan theo yêu cầu kỹ thuật đã nêu trên, phải được tổ trưởng khoan và cán bộ địa chất theo dõi lỗ khoan đảm bảo và xác nhận bằng văn bản cho người phụ trách đo địa vật lý lỗ khoan trước khi đo.

6.1.6 Khi đo địa vật lý lỗ khoan phải có mặt cán bộ địa chất theo dõi khoan và tổ trưởng tổ khoan.

6.2 Yêu cầu kỹ thuật đo vi hệ điện cực

Đo vi hệ điện cực được thực hiện liên tục trong quá trình kéo thiết bị đo từ đáy lên miệng lỗ khoan. Trong quá trình đo ghi phải luôn giữ cho tốc độ kéo cáp không đổi trong suốt quá trình đo. Quan sát đồ thị đường cong đo trên phần mềm đo - ghi số liệu trong khi thả đầu đo xuống đáy lỗ khoan, xác định các vị trí có ống chống, vị trí có các dị thường để định hướng cho công tác đo và chọn lựa các vị trí đo kiểm tra và đo chi tiết dị thường ở tỷ lệ lớn hơn. Ghi kết quả đo khi bắt đầu kéo cáp từ đáy lên miệng lỗ khoan.

6.3 Tỷ lệ ghi

Tỷ lệ ghi của phương pháp đo vi hệ điện cực trong lỗ khoan được quy định bằng số điểm ghi số liệu trên một mét chiều sâu dọc thành lỗ khoan. Thông thường tỷ lệ ghi là 0,05m/điểm ghi số liệu.

6.4 Tốc độ kéo cáp

Thông thường chọn tốc độ kéo cáp từ 300 -600 m/h. Chọn tốc độ kéo cáp theo hồ sơ kỹ thuật của máy đo.

Khi đo đồng thời nhiều phương pháp phải đảm bảo nguyên tắc tốc độ kéo cáp không được lớn hơn tốc độ tối đa cho phép của một trong số các phương pháp tham gia.

6.5 Kiểm tra thực địa

TCVN 13589-7:2023

Từ 0 đến 500m, sai số cho phép là $\pm 1,2\text{m}$;

Từ 0 đến 1000m, sai số cho phép là $\pm 1,5\text{m}$;

> 1000m, sai số cho phép là $\pm 2,5\text{m}$.

7.3 Phân chia ranh giới lớp đất đá dọc trục lỗ khoan

7.3.1 Xây dựng đường cong vi hệ điện cực trong lỗ khoan:

Căn cứ vào đáng điều đồ thị đường cong vi hệ điện cực dọc trục lỗ khoan, thành lập đồ thị theo 2 trục là trục đứng tương ứng là chiều sâu lỗ khoan, trục nằm ngang là tỷ lệ tham số vật lý đo được (lựa chọn tỷ lệ hợp lý sao cho đường cong không cắt khung biểu diễn của đồ thị).

7.3.2 Phân tích kết quả đo

Trình tự, nội dung xử lý tài liệu phương pháp đo vi hệ điện cực trong lỗ khoan thực hiện như mục 4.3.3 của TCVN 13589-1:2022. Trong quá trình phân tích, xử lý kết quả cần lưu ý một số nội dung sau:

Vi giá trị điện trở suất $R1'' \times 1''$ phản ánh chiều sâu không quá 4cm vào thành lỗ khoan nên đại lượng này rất nhạy với sự thay đổi chiều dày và điện trở suất của lớp vỏ sét bám trên thành lỗ khoan nơi đất đá có độ lỗ rỗng và độ thấm cao. Trong khi điện trở suất ở $R2''$ phản ánh vùng sâu hơn (gần 10 cm) nên nhạy với sự thay đổi điện trở suất của đới rắn ở các vỉa nêu trên.

Ở các vỉa đá có độ rỗng thấp và khả năng thấm kém như các lớp đá sét hay các lớp đá rắn chắc thì đới ngấm rất nhỏ. Trong trường hợp này, cả hai đường cong đều cho giá trị điện trở suất của đất đá ngay sát thành lỗ khoan và các giá trị đo xấp xỉ bằng nhau. Căn cứ vào các đặc điểm này, người ta xác định được đới ngấm và vỏ sét dọc thành lỗ khoan và suy luận đặc điểm của các lớp đất đá trong lỗ khoan bằng đường cong vi hệ điện cực.

Các ảnh hưởng của môi trường: Phép đo vi hệ điện cực thực hiện khi thiết bị áp sát vào thành lỗ khoan nên ảnh hưởng môi trường của đường kính giếng khoan lên kết quả đo được xem là không đáng kể.

Độ phân giải của các vi hệ cực rất cao cho nên các lớp vây quanh có thể ảnh hưởng đến số đo khi chiều dày của vỉa nhỏ hơn vài inche.

Các phép đo điện trở suất bằng vi hệ điện cực được sử dụng rộng rãi để xác định điện trở suất R_{XO} của đới rửa, độ bão hòa S_{XO} , độ lỗ rỗng Φ , liên kết lát cắt giữa các giếng khoan.

Một số lưu ý khi đo vi hệ điện cực có hội tụ dòng:

- Khi đo vi hệ điện cực có hội tụ dòng sẽ khắc phục được một số hạn chế của phương pháp vi hệ điện cực thông thường trong một số các trường hợp như:

Chiều dày h của vỉa không lớn, chỉ xấp xỉ hoặc nhỏ hơn chiều dài của các hệ điện cực ($AM = 0,4\text{m}$, $AO = 5,7\text{m}...$) lúc đó ảnh hưởng của các lớp vây quanh lên số đo là rất lớn, việc vạch ranh giới vỉa là rất khó khăn.

6.5.1 Công tác đo kiểm tra được thực hiện trong cùng thời gian đo lỗ khoan (trước khi kết thúc đo địa vật lý trong lỗ khoan).

6.5.2 Khối lượng đo kiểm tra được thực hiện bằng cách đo lặp lại 7-10% chiều sâu đo địa vật lý lỗ khoan, nhưng không ít hơn 10m trong mỗi lỗ khoan. Việc đo kiểm tra phải thực hiện trên đoạn lỗ khoan có sự thay đổi lớn nhất về số liệu đo với cùng tốc độ kéo cáp và bước ghi số liệu.

6.5.3 Tiêu chuẩn đánh giá chất lượng tài liệu đo vi hệ điện cực trong lỗ khoan:

- Sự lặp lại của đường cong đo và đường cong đo kiểm tra phải đồng dạng;
- Sai số tương đối giữa giá trị đo và giá trị đo kiểm tra trên cùng chỉ số chiều sâu lỗ khoan phải nằm trong giới hạn cho phép.

6.6 Yêu cầu tài liệu thực địa

Tài liệu thực địa (tài liệu nguyên thủy) gồm: các phai ghi số liệu đo, phai đo kiểm tra, nhật ký ghi chép tại lỗ khoan, biên bản thi công địa vật lý lỗ khoan và các tài liệu liên quan khác. Toàn bộ tài liệu thực địa phải được lưu giữ một cách hệ thống theo từng vùng đo, tuyến đo trong máy tính điện tử. Nghiêm cấm can thiệp vào các phai đo nguyên thủy.

7 Phân tích, giải đoán kết quả

7.1 Công tác văn phòng

7.1.1 Chuyển đường cong vi hệ điện cực từ phần mềm đo ghi số liệu sang phần mềm xử lý, biểu diễn số liệu địa vật lý lỗ khoan phù hợp yêu cầu của phần mềm xử lý số liệu.

7.1.2 Nội dung văn phòng địa vật lý lỗ khoan thực hiện theo Mục 4.3 của TCVN 13589-1:2022.

7.1.3 Tất cả các phai đo nguyên thủy, phai xử lý trên từng lỗ khoan phải được sắp xếp một cách khoa học, hệ thống, theo quy luật thống nhất trong từng vùng đo và được ghi chép cụ thể về hệ thống đường dẫn trong nhật ký đo địa vật lý lỗ khoan.

7.2 Đánh giá chất lượng tài liệu:

7.2.1 Chất lượng tài liệu đo vi hệ điện cực trong lỗ khoan được đánh giá bằng sai số giữa hai lần đo theo hình thức đo lặp. Nội dung và phương pháp đánh giá sai số thực hiện theo công thức thống nhất tại mục 4.3.2 của TCVN 13589-1:2022.

7.2.2 Sai số đo được quy định như sau: sai số trung bình tương đối trong mỗi lỗ khoan: $\sigma_{\text{tb}} \leq 10 \%$;

7.2.3 Sai số đo độ sâu lỗ khoan được quy định như sau:

Từ 0 đến 100m, sai số cho phép là $\pm 0,5\text{m}$;

Từ 0 đến 200m, sai số cho phép là $\pm 0,7\text{m}$;

Từ 0 đến 300m, sai số cho phép là $\pm 1\text{m}$;

Điện trở suất dung dịch quá nhỏ (dung dịch mặn), điện trở suất của đất đá trong lát cắt lại quá cao, đường dòng phát qua A không đi vào môi trường nghiên cứu, mà chủ yếu đi trong giếng khoan.

- Các ảnh hưởng của môi trường khi đo vi hệ điện cực có hội tụ dòng: Môi trường xung quanh thiết bị đo như: giếng khoan, đới ngầm, các lớp đất đá vây quanh, màn chắn điện trở cao.... Điều ảnh hưởng đến kết quả đo điện trở bằng các hệ điện cực có hội tụ dòng.

Đường kính càng lớn, ảnh hưởng của dung dịch khoan lên kết quả đo càng nhiều. Các phép đo ép dòng không thực hiện được trong các giếng khoan khô và dung dịch gốc dầu. Đối với các trường hợp dung dịch sét và dung dịch mặn thì ảnh hưởng của giếng khoan thay đổi theo kích thước thiết bị và đường kính lỗ khoan.

7.3 Xây dựng lát cắt địa chất dọc lỗ khoan

Lát cắt được xây dựng trên cơ sở kết quả phân chia các lớp đất đá nêu ở mục 7.3.2 và các tài liệu địa chất, địa vật lý liên quan khác. Lát cắt được thành lập ở tỷ lệ 1:200.

Trên thực tế, việc đo địa vật lý lỗ khoan thường được thực hiện với tổ hợp các phương pháp, do vậy lát cắt xây dựng trên cơ sở tổng hợp các kết quả của từng phương pháp, trong đó có kết quả của phương pháp vi hệ điện cực kết hợp với tất cả các phương pháp khác trong tổ hợp để thiết lập lát cắt địa chất dọc thành lỗ khoan.

7.4 Biểu diễn thiết đồ địa vật lý lỗ khoan

Kết quả phương pháp đo vi hệ điện cực được biểu diễn trong thiết đồ địa vật lý lỗ khoan gồm:

- Các đường cong đo và đường cong đo kiểm tra;
- Kết quả xây dựng lát cắt địa chất dọc thành lỗ khoan.
- Thiết đồ địa vật lý lỗ khoan phải được thể hiện đầy đủ tổ hợp phương pháp địa vật lý lỗ khoan, cột địa tầng địa vật lý, cột địa tầng địa chất, các giá trị dị thường địa vật lý và thống nhất trong toàn vùng đo.

8 Báo cáo kết quả

Báo cáo công tác đo vi hệ cực trong lỗ khoan được lồng ghép chung trong công tác đo địa vật lý lỗ khoan của toàn vùng đo, thường gồm các dạng tài liệu sau:

- Các phai đo và đo kiểm tra được quản lý và lưu trữ thống nhất trên máy tính.
- Các thiết đồ địa vật lý lỗ khoan hoàn chỉnh.
- Các mặt cắt liên kết địa tầng các lỗ khoan trong vùng đo theo các phương khác nhau.
- Các mặt cắt địa chất - địa vật lý luận giải từ kết quả đo địa vật lý lỗ khoan.
- Các nhật ký đo và các tài liệu liên quan khác.

TCVN 13589-7:2023

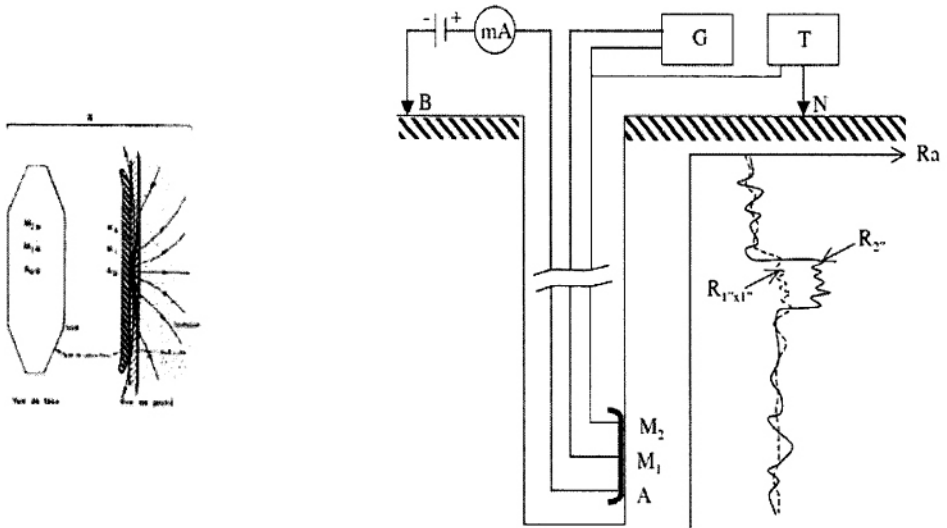
- Báo cáo thuyết minh được lập chung với tổ hợp phương pháp địa vật lý lỗ khoan khác, các nội dung chính như sau:

- + Phương pháp và kỹ thuật đã sử dụng.
- + Chất lượng tài liệu, khối lượng công việc.
- + Các phương pháp xử lý, giải đoán tài liệu đo vi hệ điện cực.
- + Giải thích địa chất kết quả địa vật lý.
- + Đánh giá mức độ giải quyết nhiệm vụ./.

Phụ lục A

(Tham khảo)

Sơ đồ nguyên lý đo vi hệ điện cực trong lỗ khoan



(a) Sơ đồ nguyên tắc phát dòng

(b) Sơ đồ nguyên tắc đo

CHÚ DẪN

B: là điện cực tiếp đất; G: Máy ghi hiệu điện thế giữa các điện cực thu M_1M_2 ;

T: là máy ghi thế tại điện cực M_2 ; A: Điện cực phát đặt vào lỗ khoan.

Hình A.1 - Sơ đồ nguyên lý đo vi hệ cực trong lỗ khoan

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] Bộ Tài nguyên và Môi trường, TT 02/2011/TT-BTNMT), *Thông tư Quy định kỹ thuật đo địa vật lý lỗ khoan*.
 - [2] Lê Hải An (2005), *Địa vật lý giếng khoan (giáo trình điện tử)*, Hà Nội.
 - [3] Nguyễn Văn Phơn (1997), "*Địa vật lý giếng khoan - Một số vấn đề lý thuyết và phạm vi ứng dụng*" - Tài liệu bồi dưỡng nghiên cứu sinh và giảng dạy cho các lớp cao học chuyên ngành địa vật lý, Hà Nội.
 - [4] Nguyễn Văn Phơn, Hoàng Văn Quý (2004), *Địa vật lý giếng khoan*, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, Hà Nội.
 - [5] A.G. Kalinin, R.A. Gandzumian (2006) *Cẩm nang kỹ sư công nghệ khoan giếng sâu*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
 - [6] International Atomic Energy Agency (IAEA) (1982), *Borehole logging for uranium exploration*, Vienna.
 - [7] Philip Kearey and Michael Brooks (1991), *An introduction to Geophysical exploration*, Blackwell Scientific Publications.
 - [8] Philippop (1973), *Địa vật lý hạt nhân* (bản tiếng Nga), Nhà xuất bản Nauka, Novosibirsk.
 - [9] Robertson geollogging, *Borehole logging systems and services*.
-