

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 13589-4:2022

Xuất bản lần 1

ĐIỀU TRA, ĐÁNH GIÁ VÀ THĂM DÒ KHOÁNG SẢN –

ĐỊA VẬT LÝ LỖ KHOAN –

PHẦN 4: PHƯƠNG PHÁP PHỔ GAMMA

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

Part 4: Gamma ray spectrometry method

HÀ NỘI – 2022

Lời nói đầu

TCVN 13589-4:2022 do Tổng Cục Địa chất và Khoáng sản 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* gồm 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

Điều tra, đánh giá và thăm dò khoáng sản - Địa vật lý lỗ khoan - Phần 4: Phương pháp phổ gamma

*Investigation, evaluation and exploration of minerals -
Borehole geophysical survey - Part 4: Gamma ray spectrometry method*

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định về yêu cầu kỹ thuật đo phổ gamma 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 TCVN 13589-1: 2022 và thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Phương pháp phổ gamma (Gamma ray spectrometry method)

Phương pháp đo phổ tia gamma dọc thành lỗ khoan để xác định hàm lượng riêng biệt của urani, thori, kali có trong đất đá.

TCVN 13589-4: 2022

4 Nguyên lý phương pháp phổ gamma

Trong đất đá tự nhiên luôn tồn tại các nguyên tố phóng xạ thuộc các dãy phóng xạ Uran (^{238}U), Thori (^{232}Th) và đồng vị phóng xạ của Kali (^{40}K). Các đồng vị phóng xạ này có đời sống rất dài, phát xạ chủ yếu các tia gamma có trong tự nhiên, trong đó:

Dãy ^{40}K có duy nhất một phổ đơn năng $E_\gamma = 1,46$ MeV khi phát tia gamma để trở thành đồng vị ^{40}Ar bền vững.

Dãy ^{232}Th có nhiều đồng vị phát xạ gamma có năng lượng khác nhau, trong đó có đồng vị Thallium ^{208}Tl phát xạ gamma có phổ năng lượng đặc trưng $E_\gamma = 2,62$ MeV cao nhất trong dãy.

Dãy ^{238}U có nhiều đồng vị phát gamma có năng lượng khác nhau, trong đó có đồng vị Bismuth ^{214}Bi phát xạ gamma với phổ năng lượng đặc trưng là $E_\gamma = 1,76$ MeV.

Người ta chế tạo Zond đo có nhiều cửa sổ, mỗi cửa sổ đo các tia gamma trong vùng năng lượng nhất định, tương đương với phổ năng lượng đặc trưng của từng nhóm nguyên tố K, U và Th nêu trên sẽ xác định hàm lượng tương đương của chúng dọc thành lỗ khoan.

5 Máy móc, thiết bị, công tác kiểm tra, hiệu chuẩn máy đo

5.1 Máy móc, thiết bị đo

Đầu đo phổ gamma trong lỗ khoan được chế tạo để đo - ghi tín hiệu trên 4 kênh riêng biệt, gồm: kênh tổng, kênh urani, kênh thori, kênh kali; đầu đo được kết nối với bộ phận tời cáp và trạm đo dùng chung cho nhiều phương pháp địa vật lý lỗ khoan; số liệu đo ghi dưới dạng số; phai số liệu có thể chuyển đổi sang các phần mềm xử lý chuyên dụng để xử lý. Đầu đo phổ gamma thường được tích hợp với phương pháp gamma tự nhiên, điện trở suất, đường kính...

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 phổ gamma ở chế độ "tĩnh" để xác định độ nhạy, độ ổn định của thiết bị đo (thường dùng nguồn thử kèm theo máy để kiểm tra các kênh đo). Chỉ các thiết bị đo đáp ứng yêu cầu kiểm định và kiểm tra chất lượng hàng ngày theo quy định 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 phổ gamma trong lỗ khoan, phải tháo rời các khối ráp nối trạm đo và đưa vào hộp bảo quản riêng đã được Nhà sản xuất chế tạo.

5.2.4 Toàn bộ trạm đo 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 Công tác hiệu chuẩn máy đo

5.3.1 Máy đo phổ gamma trong lỗ khoan phải được hiệu chuẩn định kỳ một năm một lần và sau mỗi lần sửa chữa, thay thế linh kiện trong máy giếng. Việc hiệu chuẩn được tiến hành theo đúng quy định của đơn vị chức năng.

5.3.2 Tất cả các thiết bị đo phổ gamma 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.

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

5.3.4 Kết quả hiệu chuẩn phải đưa ra được các tham số thành phần của ma trận đo (phần góp của bức xạ gamma của mỗi nguyên tố U, Th, K vào cửa sổ năng lượng của mỗi kênh đo) và các hệ số tính hàm lượng cho từng nguyên tố phóng xạ U, Th, K.

6 Công tác thi công 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 và các nội dung sau:

6.1 Chuẩn bị lỗ khoan

6.1.1 Cán bộ kỹ thuật địa chất theo dõi khoan hoặc tổ trưởng tổ khoan có trách nhiệm cung cấp cho Trạm trưởng trạm địa vật lý 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 phổ gamma trong lỗ khoan.

6.1.2 Trước khi đo phổ gamma phải tiến hành bơm rửa dung dịch khoan đảm bảo đồng nhất từ đáy lên miệng lỗ khoan. Trường hợp đo phổ gamma trong vùng có thân quạt phóng xạ, phải tiến hành bơm rửa dung dịch khoan bằng nước lã trong thời gian tối thiểu 2 giờ.

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

6.1.4 Khi đo địa vật lý lỗ khoan phải có cán bộ địa chất theo dõi lỗ khoan và tổ trưởng (kíp trưởng) khoan. Khi kết thúc đo địa vật lý lỗ khoan, những người trên cùng ký tên vào Biên bản thi công địa vật lý lỗ khoan.

6.2 Yêu cầu kỹ thuật đo phổ gamma

Đo phổ gamma 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 từ đáy lên miệng lỗ khoan. Quan sát đồ thị các 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 phóng xạ để định hướng cho công tác đo, chọn lựa các

TCVN 13589-4: 2022

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 phổ gamma 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 0,1m/điểm ghi số liệu. Đo chi tiết khu vực dị thường, tỷ lệ ghi 0,05m/điểm ghi số liệu.

6.4 Tốc độ kéo cáp

Tốc độ kéo cáp khi đo phổ gamma phụ thuộc vào hàng số thời gian của từng máy đo. Chọn tốc độ kéo cáp theo hồ sơ kỹ thuật của máy đo. Thông thường chọn tốc độ kéo cáp $\leq 400\text{m/h}$.

Khi ghép nối với phương pháp khác phải đảm bảo nguyên tắc tốc độ kéo cáp không được lớn hơn tốc độ kéo cáp tối đa của phương pháp phổ gamma.

6.5 Kiểm tra thực địa

6.5.1 Công tác đo kiểm tra được thực hiện trong cùng thời gian đo lỗ khoan (nhưng ở lần kéo thả khác với lần đo lấy số liệu).

6.5.2 Khối lượng đo kiểm tra được thực hiện bằng cách đo lặp lại tối thiểu 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 số đo thay đổi lớn nhất (hay trong vùng dị thường) với cùng tốc độ kéo cáp và bước ghi số liệu.

6.5.3 Tiêu chuẩn đánh giá chất lượng tài liệu đo phổ gamma trong lỗ khoan:

- Sự lặp lại của đường cong đo và đường cong đo kiểm tra trên các kênh đo tương ứng phải đồng dạng;
- Sai số tương đối giữa số đo và số đo kiểm tra của từng kênh trên cùng chỉ số chiều sâu lỗ khoan $\leq 10\%$.

6.6 Yêu cầu tài liệu thực địa

Tài liệu thực địa (tài liệu nguyên thủy) gồm: các file ghi số liệu đo, file đo kiểm tra, nhật ký ghi chép tại lỗ khoan, biên bản thi công địa vật lý lỗ khoan. 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 files số liệu nguyên thủy.

7 Phân tích, giải đoán kết quả

7.1 Công tác văn phòng

Thực hiện theo các nội dung được nêu tại 4.3 của TCVN 13589-1:2022, chú ý các nội dung sau:

7.1.1 Kiểm tra, chỉnh lý tài liệu đo thực địa

- Kiểm tra giá trị dấu mét ban đầu và chiều sâu đánh dấu mét trên biểu đồ phổ gamma, so sánh chiều sâu ống chống và đáy lỗ khoan trên biểu đồ phổ gamma và tài liệu khoan;

- Kiểm tra những số liệu đo cụ thể của phương pháp phổ gamma đã thực hiện trên mỗi biểu đồ và khẳng định tính đúng đắn của chúng;
- Kiểm tra chế độ làm việc của máy, tốc độ ghi, giới hạn đo, cách chọn hằng số thời gian;
- So sánh kết quả giữa lần đo và đo kiểm tra hoặc số liệu của những lần đo khác nhau;
- So sánh chỉ số trung bình qua các lớp dày trên các đường cong đo trong thời gian khác nhau hoặc với giá trị chỉ số trung bình qua các lớp chuẩn đã biết được tính chất của chúng.

7.1.2 Hoàn thiện đường cong đo phổ gamma

- Chuyển các đường cong đo thành các đường hàm lượng tương ứng theo số liệu chuẩn máy trên các kênh đo.
- Thực hiện các biện pháp sao lưu, bảo quản, in ấn các đường cong đo ghi số liệu trước khi tiến hành xử lý chuyên môn.

7.1.3 Đánh giá sai số của phương pháp

- Đánh giá sai số của phép đo từ kết quả đo lặp trên cùng đoạn chiều sâu lỗ khoan.
- Tính sai số của phương pháp phổ gamma trên từng kênh đo, thực hiện theo công thức (1) và (2) của TCVN 13589-1:2022.
- Sai số trung bình tương đối cho phép trên từng kênh hàm lượng của toàn lát cắt: $\sigma_{tb} \leq 10 \%$;
- Sai số đo độ sâu lỗ khoan được quy định như sau:
 - + Từ 0 đến 100m, sai số cho phép là $\pm 0,5m$;
 - + Từ 0 đến 200m, sai số cho phép là $\pm 0,7m$;
 - + Từ 0 đến 300m, sai số cho phép là $\pm 1m$;
 - + Từ 0 đến 500m, sai số cho phép là $\pm 1,2m$;
 - + Từ 0 đến 1000m, sai số cho phép là $\pm 1,5m$;
 - + 1000m, sai số cho phép là $\pm 2,5m$.

7.2 Công tác xử lý, phân tích, giải đoán kết quả

Thực hiện các nội dung từ 4.3.3 ÷ 4.3.6 của TCVN 13589-1: 2022 và các nội dung sau:

7.2.1 Xây dựng đường cong phổ gamma trung bình:

Căn cứ vào đồ thị cường độ gamma (I_γ) trên kênh tổng và cột địa tầng địa chất, xác định các ranh giới lớp địa chất rõ ràng theo thành phần thạch học trên cột địa tầng, thành lập đường cong I_γ trung bình cho từng lớp thạch học dọc trục lỗ khoan (khi xây dựng giá trị đặc trưng cho từng lớp thạch học cần loại bỏ các dị thường nếu có). Giá trị đặc trưng trung bình trong từ lớp thạch học chính là cường độ

TCVN 13589-4: 2022

gamma trung bình của mỗi lớp thạch học trong lỗ khoan, làm cơ sở để phân chia ranh giới các lớp thạch học theo đặc trưng cường độ gamma trung bình.

7.2.2 Xác định ranh giới lớp:

Căn cứ vào hình dạng dị thường đường cong gamma kênh tổng, kết hợp các kênh hàm lượng để xác định các đối tượng địa chất, ranh giới các lớp, bản chất dị thường phổ gamma dọc trục lỗ khoan.

Khi thăm dò các khoáng sản liên quan hoặc đi kèm với phóng xạ: xác định rõ các đối tượng khoáng sản, chiều dày lớp khoáng sản, hàm lượng theo kết quả đo phổ gamma.

Vạch ranh giới lớp trên các dị thường phổ gamma theo các trường hợp sau:

- Theo phương pháp $\frac{1}{2}$ biên độ đối với các dị thường có chiều dày > 40 mm, dạng hình chuông.
- Theo phương pháp $\frac{1}{4}$ biên độ đối với các dị thường có chiều dày nhỏ hơn 40mm, dạng hình chuông.
- Với các dị thường hình dáng bất kỳ, dựa vào phương pháp cường độ cho trước hoặc kinh nghiệm để xác định ranh giới lớp phóng xạ.

Kết hợp giữa các đường cong đo phổ gamma, đường cong đặc trưng trung bình cùng các phương pháp địa vật lý khác để xây dựng cột địa tầng địa vật lý lỗ khoan.

7.3 Xây dựng thiết đồ địa vật lý lỗ khoan

- Các đường cong đo và đo kiểm tra trên các kênh đo đã được chuyển đổi về đơn vị chính tắc;
- Kết quả phân chia lớp và xây dựng cột địa tầng địa chất dọc thành lỗ khoan dựa trên đường cong đo phổ gamma trên tất cả các kênh và kết hợp các đường cong khác trong tổ hợp phương pháp địa vật lý.
- Thiết đồ phổ gamma được xây dựng chung trong tổ hợp các phương pháp địa vật lý lỗ khoan (mỗi lỗ khoan thành lập 01 thiết đồ địa vật lý chung), gồm: đủ các đường cong địa vật lý lỗ khoan, cột địa tầng địa vật lý, cột địa tầng địa chất, các giá trị dị thường địa vật lý. Cấu trúc của thiết đồ địa vật lý lỗ khoan phải thống nhất trong toàn vùng đo.

8 Báo cáo kết quả đo phổ gamma

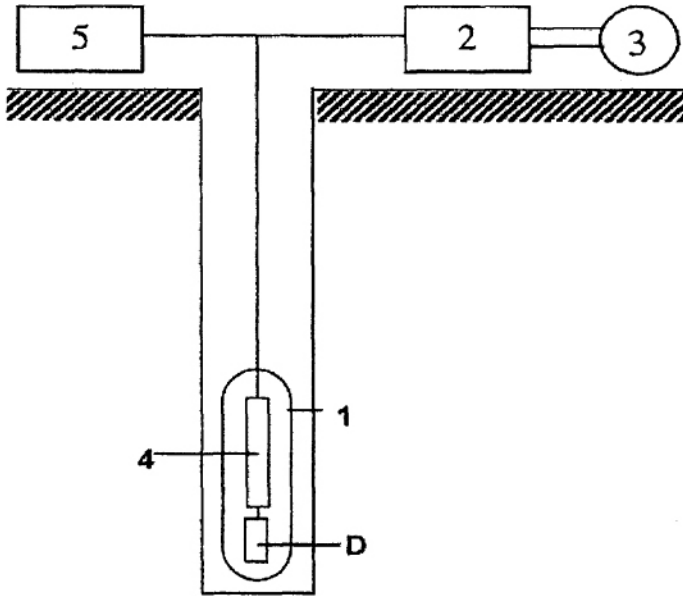
- Tài liệu kèm theo báo cáo thuyết minh, gồm các dạng tài liệu sau:
 - + Các file đo và đo kiểm tra được quản lý và lưu trữ hệ thống trên máy tính.
 - + Các thiết đồ địa vật lý lỗ khoan hoàn chỉnh, bao gồm phương pháp phổ gamma.
 - + Các mặt cắt liên kết địa tầng lỗ khoan trong vùng theo các phương khác nhau.
 - + Các mặt cắt địa chất - địa vật lý luận giải từ kết quả đo địa vật lý lỗ khoan.
 - + Nhật ký đo, biên bản và các tài liệu liên quan khác.

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

- + Máy móc, thiết bị đã sử dụng.
- + Phương pháp và kỹ thuật đã sử dụng.
- + Chất lượng tài liệu, khối lượng công việc.
- + Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng tài liệu đo phổ gamma.
- + Các phương pháp xử lý, giải đoán tài liệu đo phổ gamma.
- + Giải thích địa chất kết quả phổ gamma.
- + Đánh giá mức độ giải quyết nhiệm vụ./.

Phụ lục A
(Tham khảo)
Sơ đồ cấu tạo đầu đo phổ gamma

Sơ đồ cấu tạo đầu đo phổ gamma, xem Hình A.1



CHÚ DẪN

- 1- Máy giếng;
- 2 – Giải mã tín hiệu;
- 3- Ghi tín hiệu trên các cửa sổ phổ gamma
- 4 – Bộ điều chế tín hiệu;
- 5- Nguồn nuôi;
- D – Detector;

Hình A.1 - Sơ đồ cấu tạo đầu đo phổ gamma

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 geologging, *Borehole logging systems and services*.
-