

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 13589-5:2022

Xuất bản lần 1

**ĐIỀU TRA, ĐÁNH GIÁ VÀ THĂM DÒ KHOÁNG SẢN –
ĐỊA VẬT LÝ LỖ KHOAN –
PHẦN 5: PHƯƠNG PHÁP NƠTRON**

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

Part 5: Neutron method

HÀ NỘI -- 2022

Lời nói đầu

TCVN 13589-5:2022 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 5: Phương pháp neutron

Investigation, evaluation and exploration of minerals -

Borehole geophysical surveys - Part 5: Neutron method

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định về yêu cầu kỹ thuật đo neutron 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 neutron (neutron method)

Phương pháp sử dụng nguồn phát là một chùm các neutron nhanh và đo ghi các hiệu ứng do kết quả của quá trình tương tác giữa các neutron với môi trường vật chất dọc thành lỗ khoan.

4 Nguyên lý phương pháp neutron

Nhóm các phương pháp neutron bao gồm nhiều biến thể khác nhau (Neutron – Gamma, Neutron – Neutron, Neutron – Neutron nhiệt, Neutron – Neutron trên nhiệt). Chúng đều có cơ sở chung là dùng nguồn bắn phá môi trường nghiên cứu bằng một chùm các neutron nhanh và đo ghi các hiệu ứng do kết quả của quá trình tương tác giữa các neutron với môi trường vật chất.

Các neutron nhanh bắn ra từ nguồn S, va chạm với các hạt nhân trong môi trường, các neutron bị mất dần năng lượng và trở thành neutron nhiệt. Quá trình làm chậm các neutron nhanh để biến thành neutron nhiệt càng mau chóng khi trong môi trường nghiên cứu có nhiều hạt nhân nhẹ.

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

5.1 Máy móc, thiết bị đo

Đầu đo neutron trong lỗ khoan được chế tạo để đo - ghi tín hiệu sau quá trình tương tác của chùm neutron nhanh với vật chất dọc thành lỗ khoan; 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 chuyên dụng để xử lý và biểu diễn.

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 neutron ở chế độ "tĩnh" để xác định độ nhạy, độ ổn định của thiết bị 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 neutron 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 Nguồn phát neutron nhân tạo phải được lấy ra khỏi đầu đo và đưa vào bình bảo quản theo đúng quy định về bảo quản nguồn phóng xạ.

5.2.5 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 neutron 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 neutron 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 neutron 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 xác định được mối quan hệ giữa số đọc trên thiết bị đo và tham số vật lý cần xác định.

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 neutron trong lỗ khoan.

6.1.2 Trước khi đo neutron phải tiến hành bơm rửa dung dịch lỗ khoan đảm bảo dung dịch đồng nhất trong toàn bộ cột địa tầng lỗ khoan.

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 lỗ 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 neutron

Đo neutron 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 đường cong đo neutron 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 neutron 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 neutron 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.

TCVN 13589-5:2022

6.4 Tốc độ kéo cáp

Tốc độ kéo cáp khi đo neutron thông thường chọn như đo GR, DLL. Chọn tốc độ kéo cáp theo hồ sơ kỹ thuật của máy đo và khuyến cáo của nhà sản xuất.

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 neutron.

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 đọc thay đổi lớn nhất với cùng tốc độ kéo cáp và bước ghi số liệu.

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

- Sự lặp lại của đường cong đo và đường cong đo kiểm tra phải đồng dạng;
- Sai số tương đối giữa số đo và số đo kiểm tra 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

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

7.1 Công tác văn phòng tại thực địa

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 gamma nhân tạo, so sánh chiều sâu ống chống và đáy lỗ khoan trên biểu đồ neutron và tài liệu khoan;
- Kiểm tra những số liệu đo cụ thể của phương pháp neutron 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 neutron

- Tính độ lỗ rỗng biểu kiến trên đường cong đo neutron.

Các trạm ghi số hiện nay thường cho phép tính trực tiếp các đường cong đo ghi dưới dạng số đếm (API) sang chỉ số Hydro biểu kiến của đất đá thành giếng khoan bằng biểu thức gần đúng sau:

$$\text{Log } N_{\text{cor}} = \text{Log } (N_e - N_f) = C - K(HI)_N \quad (1)$$

Trong đó:

N_{cor} : số đo nơ tron (theo đơn vị API) ở chiều sâu của vỉa.

N_e : chỉ số biên độ của số đo đọc trên đường cong (API).

N_f : biểu hiện phần đóng góp của giếng khoan, ống chống, vành xi măng lên số đo N_e .

C : hệ số phụ thuộc vào cấu hình của Zond đo (nguồn, detector, khoảng cách nguồn và detector) và đặc tính truyền dẫn nơ tron của đá.

K : hằng số tính đến các đặc tính truyền dẫn của hydro và đất đá trên một đơn vị chiều dài trong khoảng từ nguồn đến detector (spacing).

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 của toàn lát cắt: $\sigma_b \leq 10 \%$;

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

- + Từ 0 đến 100m, sai số cho phép là $\pm 0,5\text{m}$;
- + Từ 0 đến 200m, sai số cho phép là $\pm 0,7\text{m}$;
- + Từ 0 đến 300m, sai số cho phép là $\pm 1\text{m}$;
- + 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 $\pm 2,5\text{m}$.

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

Thực hiện tương tự các nội dung từ 4.3.3 đến 4.3.7 của TCVN 13589-1:2022 và các nội dung sau:

- Tính các chỉ số độ lỗ rỗng Φ_n hay chỉ số hydro trên đường cong đo Neutron theo hàm số hồi quy thực nghiệm hoặc phần mềm theo thời gian thực, có tính đến sự phù hợp giữa máy giếng và máy trên mặt đất.

TCVN 13589-5:2022

- So sánh giữa các lớp thạch học trong cột địa tầng và chỉ số độ lỗ rỗng Φ_n hoặc chỉ số hydro trên đường cong địa vật lý để thiết lập các tham số đặc trưng cho từng lớp thạch học trên cột địa tầng.
- Vạch cột địa tầng địa vật lý theo bộ chỉ số đặc trưng xác định được.
- Từ các chỉ số đo đạc trực tiếp hoặc tính toán tiến hành xác lập các đối tượng địa chất, các khoáng sản liên quan trong cột địa tầng địa vật lý lỗ khoan.

7.3 Xây dựng thiết đồ địa vật lý lỗ khoan

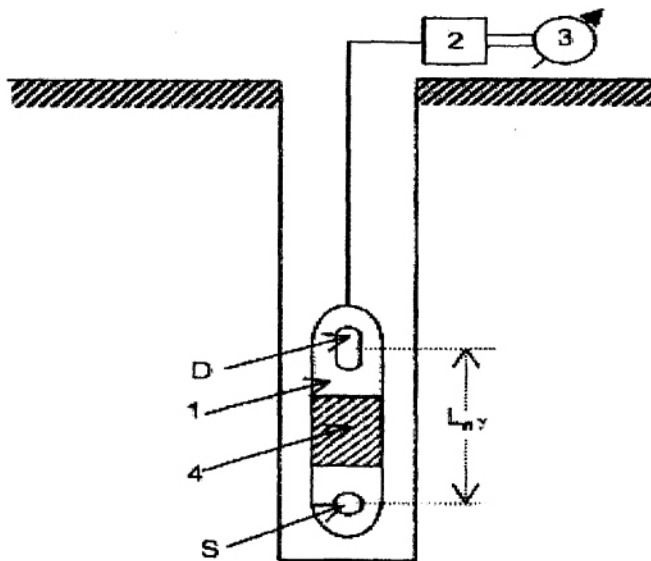
- Các đường cong đo và đo kiểm tra neutron đã được chuyển đổi về đơn vị chính tắc;
- Kết quả phân chia lớp và xây dựng cột địa tầng địa chất dọc thành lỗ khoan dựa trên đường cong đo neutron kết hợp các đường cong khác trong tổ hợp phương pháp địa vật lý.
- Thiết đồ neutron được xây dựng chung trong tổ hợp các phương pháp địa vật lý lỗ khoan (mỗi lỗ khoan thành lập 01 thiết đồ địa vật lý chung), gồm: 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 neutron

- 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 neutron.
 - + 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 neutron được lập chung cùng 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 neutron.
 - + Các phương pháp xử lý, giải đoán tài liệu neutron.
 - + Giải thích địa chất kết quả đo neutron.
 - + 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

D detector

S nguồn

1 Máy giăng

2 Ngăn điều chế tín hiệu

3 Bộ ghi

4 Màn chì

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*.
-