

TCVN



TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 12685:2019

TỔNG CỤC TIÊU CHUẨN ĐO LƯỜNG CHẤT LƯỢNG

Xuất bản lần 1

BẢN GỐC TCVN

KHÔNG SAO CHỤP ĐỂ PHÁT HÀNH

**ĐIỀU TRA ĐÁNH GIÁ ĐỊA CHẤT MÔI TRƯỜNG –
XÁC ĐỊNH HOẠT ĐỘ PHÓNG XẠ CỦA ^{137}Cs , ^7Be , ^{210}Pb
TRÊN MÁY PHỔ GAMMA PHÂN GIẢI CAO**

*Investigation, assessment of environmental geology –
Determination of the activity concentration of ^{137}Cs , ^7Be , ^{210}Pb by high resolution
gamma-ray spectrometry*

HÀ NỘI – 2019

Lời nói đầu

TCVN 12685:2019 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.

Điều tra đánh giá địa chất môi trường – Xác định hoạt độ phóng xạ của ^{137}Cs , ^7Be , ^{210}Pb trên máy phổ gamma phân giải cao

Investigation, assessment of environmental geology – Determination of the activity concentration of ^{137}Cs , ^7Be , ^{210}Pb by high resolution gamma-ray spectrometry

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định phương pháp xác định hoạt độ phóng xạ của ^{137}Cs , ^7Be , ^{210}Pb trên máy phổ gamma phân giải cao phục vụ mục đích điều tra, đánh giá địa chất môi trường lĩnh vực khoáng sản.

Tiêu chuẩn này cũng có thể áp dụng cho các mục đích khác.

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 12296:2018 *Điều tra, đánh giá địa chất môi trường – Phương pháp xác định hoạt độ phóng xạ (^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K) trên máy phổ gamma phân giải cao.*

3 Thuật ngữ định nghĩa và ký hiệu

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ định nghĩa trong tiêu chuẩn TCVN 12296:2018.

4 Nguyên tắc chung khi xác định hoạt độ phóng xạ của ^{137}Cs , ^7Be , ^{210}Pb

4.1 Xác định hoạt độ phóng xạ của ^{137}Cs

^{137}Cs phát tia gamma năng lượng độc lập 661,62 keV, rất thuận lợi để đo và xác định hàm lượng trong các mẫu thử vì đỉnh năng lượng 661,62 keV hầu như không bị nhiễu bởi đỉnh năng lượng nào của các hạt nhân phóng xạ trong tự nhiên và nằm trong vùng năng lượng trung bình có hiệu suất đo và độ phân

giải năng lượng cao. Để xác định nồng độ hoạt độ phóng xạ của ^{137}Cs , ta chỉ cần đo phổ năng lượng bức xạ gamma của mẫu thử và so sánh diện tích thực (Hiệu ứng thực) của đỉnh 661,62 keV trong phổ đo được với phổ mẫu chuẩn. Khi xác định hoạt độ phóng xạ của ^{137}Cs trong mẫu thử chỉ cần hiệu chỉnh phong phóng xạ của ^{137}Cs trong phổ đo được. Các hệ số hiệu chỉnh về tự hấp thụ, tự phân rã, hệ số trùng phùng là không cần thiết đối với các mẫu thử vì ^{137}Cs có chu kỳ bán hủy khá dài.

4.2 Xác định hoạt độ phóng xạ của ^7Be

^7Be có chu kỳ bán rã là 53,6 ngày; phát tia gamma độc lập có năng lượng 477,56 keV với hiệu suất phát 10,3% tương đối thuận tiện để xác định hàm lượng hoạt độ của nó trong các mẫu thử bằng việc phân tích phổ bức xạ gamma đo được từ các mẫu này. Tuy nhiên do thời gian bán rã ngắn (53,6 ngày) nên khi phân tích xác định hàm lượng hoạt độ của ^7Be nhất thiết phải hiệu chỉnh thời gian chờ đo tính từ thời điểm lấy mẫu đến thời điểm đo mẫu thử. Ngoài ra, do ^7Be luôn có trong không khí môi trường xung quanh nên cần trừ phong khi tính toán hoạt độ ^7Be trong mẫu thử.

4.3 Xác định hoạt độ phóng xạ của ^{210}Pb

^{210}Pb được sinh ra từ hạt nhân ^{214}Po là sản phẩm con cháu của ^{222}Rn sau các quá trình phân rã alpha và beta. Hạt nhân ^{210}Pb phân rã alpha kèm theo phát bức xạ gamma năng lượng 46,5 keV với hiệu suất phát 4,25 % và chu kỳ bán rã 22 năm để chuyển thành hạt nhân bền ^{206}Pb . Để xác định nồng độ hoạt độ của ^{210}Pb trong các mẫu, người ta thường đo bằng phổ kế alpha có độ nhạy và độ chính xác cao hơn. Tuy nhiên đối với phổ kế gamma phân giải cao, phong thấp cũng đo được, dùng tia gamma đặc trưng 46,5 keV của ^{210}Pb bằng các hệ phổ kế với detector 83 cm³ nhưng với độ nhạy và độ chính xác kém hơn.

Do năng lượng 46,5 keV nằm trong vùng năng lượng thấp của phổ gamma có nền tán xạ Compton cao, làm giảm độ nhạy và độ chính xác. Chính vì thế yêu cầu hệ phổ kế để đo được ^{210}Pb cần có Detector bán dẫn với hiệu suất ghi bức xạ cao (thường trên 30 %) và tỷ lệ "Pic/Compton" tương ứng là 60/1 trở lên".

Để xác định nồng độ hoạt độ của ^{210}Pb ta chỉ cần đo phổ năng lượng bức xạ gamma của mẫu thử và so sánh diện tích thực (Hiệu ứng thực) của đỉnh 46,5 keV trong phổ đo được với phổ mẫu chuẩn. Trong đó cần hiệu chỉnh phong phóng xạ của ^{210}Pb trong phổ đo được vì ^{210}Pb là đồng vị phóng xạ thuộc dãy phóng xạ tự nhiên Urani luôn có mặt trong môi trường xung quanh. Hệ số hiệu chỉnh về tự hấp thụ cần được xem xét trong trường hợp mẫu thử và mẫu nguồn chuẩn không giống nhau về mật độ khối. Hệ số hiệu chỉnh tự phân rã, hệ số trùng phùng là không cần thiết đối với các mẫu thử vì chu kỳ bán hủy của ^{210}Pb là khá dài.

5 Thiết bị, dụng cụ đo phổ gamma

5.1 Detector bán dẫn siêu tinh khiết HP.Ge với các thông số cơ bản sau:

Detector có hiệu suất ghi bức xạ Gamma 20 % trở lên, độ phân giải năng lượng ở một nửa cực đại (FWHM) tối đa là 0,85 keV ở năng lượng 122 keV và 1,85 keV và ở năng lượng 1332 keV của đồng vị ^{60}Co .

5.2 Máy phân tích biên độ đa kênh với bộ cao áp cung cấp cho Detector điện áp ± 4000 V.

Yêu cầu máy phân tích biên độ đa kênh MCA phải làm việc ổn định và có bộ ổn định phổ, ổn định cao áp ± 4000 V cho Detector .

Bộ ổn định phổ thực hiện chức năng ổn định điểm "0" và hệ số khuếch đại được chọn trước để duy trì ổn định biên độ xung của tín hiệu vào và biểu diễn dạng phổ theo tiêu chuẩn phân bố Gauss.

5.3 Chương trình thu nhận phổ là phần mềm dùng để đo phổ năng lượng bức xạ gamma cho phép đặt các chế độ đo ổn định.

5.4 Chương trình phân tích phổ: Chương trình phân tích phổ được dùng để phân tích tự động các phổ năng lượng bức xạ gamma cả định tính và định lượng các đồng vị phóng xạ có trong mẫu đo.

Chương trình phân tích phổ cho phép hiệu chỉnh đầy đủ các kết quả đo như hiệu chỉnh kênh- năng lượng, hiệu suất đo, trừ nền phông, hiệu chỉnh tự phân rã...

5.5 Máy tính bàn (PC để bàn) 01 bộ: Các máy tính PC thông thường hoặc những phiên bản cao. Máy tính được cài đặt các phần mềm chuyên dụng để đo và phân tích phổ, tính toán hoạt độ các nhân phóng xạ trong mẫu.

5.6 Buồng chì che chắn để giảm phông phóng xạ tự nhiên tác động vào Detector với lớp chì sạch phóng xạ chiều dày từ 70-100 mm, lớp lót bên trong bằng đồng thau dày 2 mm. Số đếm phông tổng cộng trong vùng năng lượng bức xạ gamma từ 200 keV đến 2000 keV không lớn hơn 0,9 số đếm/giây.

6 Yêu cầu về mẫu để đo phổ gamma

Yêu cầu về mẫu và hộp đựng mẫu như sau:

- Điều kiện của phương pháp này là kích thước hình học đo phải giống kích thước hình học của mẫu chuẩn để xây dựng đường cong hiệu suất của phổ kế.
- Mẫu đo được đưa vào trong Hộp đo (Hộp chứa mẫu) có kích thước tiêu chuẩn phù hợp với hộp đựng mẫu chuẩn và với detector của hệ đo. Thường sử dụng loại hộp hình trụ (Loại 2π) hoặc hình giếng (Hộp Marinelli - loại 3π).
- Lượng mẫu đưa vào hộp đo phù hợp với mẫu chuẩn hiện có.
- Hộp chứa mẫu cần có các đặc tính sau:

Được làm bằng vật liệu trong suốt để nhìn được bên trong và hấp thụ bức xạ gamma thấp;

Có thể tích phù hợp với hình dạng của detector để bảo đảm hiệu suất tối đa;

TCVN 12685:2019

Không bị ngấm nước và không phản ứng với thành phần của mẫu;
Có nắp đậy kín khí để thuận lợi cho việc nhốt khí phóng xạ khi cần;
Không dễ vỡ.

Hộp đo thường bằng vật liệu nhựa Polymer hình trụ có đường kính bằng với đường kính vỏ ngoài của Detector. Bề dày thành hộp khoảng 2,0 mm, chiều cao khoảng 30 mm - 40 mm cho các mẫu dự đoán có hoạt độ phóng xạ cao (mẫu ở các vùng thân mỏ quặng khoáng sản) và các mẫu nước sau xử lý hóa học.

Hộp đựng mẫu đo bằng vật liệu nhựa Polymer kiểu Marinelli (hình giếng) dung tích 500 ml - 1000 ml được sử dụng cho các mẫu dự đoán hoạt độ phóng xạ yếu.

Các mẫu đất, mẫu nước (sau khi xử lý hóa học) được làm khô bằng nhiệt độ môi trường hoặc sấy khô ở nhiệt độ $50\text{ }^{\circ}\text{C} + 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, đạt đến độ ẩm tương đối từ 5 đến $\leq 10\%$ (hoặc sấy khô đến trọng lượng không đổi).

Mẫu đất được nghiền nhỏ đến kích thước hạt nhỏ hơn 1mm sau đó cho qua rây có đường kính lỗ 1 mm để đưa vào hộp đo.

7 Nguồn chuẩn

7.1 Nguồn chuẩn dùng để hiệu chuẩn năng lượng

Nguồn chuẩn dùng để hiệu chỉnh năng lượng định tính thường sử dụng 1-2 nguồn phát nhiều mức năng lượng gamma hoặc một bộ gồm từ 7 đến 10 nguồn phóng xạ hình đĩa có các tia gamma đơn năng phân bố trong dải năng lượng từ vài chục KeV đến 1600 KeV. Hoạt độ của nguồn chuẩn dùng để hiệu chỉnh năng lượng thường $10\text{ }\mu\text{Ci}$.

Chọn nguồn sao cho có được ít nhất 7- 9 đỉnh năng lượng đơn năng chia đều trên khoảng năng lượng của thiết bị; Các nguồn phóng xạ chứa các đồng vị sống dài (europi-155, americ-241, coban-60, cesi-137, Radi-226) được khuyến nghị sử dụng làm nguồn chuẩn năng lượng cho thiết bị này.

7.2 Nguồn chuẩn dùng để xác định hiệu suất đếm theo năng lượng

- Các nguồn chuẩn dùng để xác định hiệu suất đếm theo năng lượng cần có kích thước hình học và mật độ vật chất tương tự như mẫu đo.
- Hoạt độ phóng xạ trong chất chuẩn đã được xác định với sai số xác định hoạt độ các chất chuẩn không quá $\pm 5\%$.

Dùng một hay nhiều nguồn chuẩn phù hợp với tiêu chuẩn quốc tế hoặc quốc gia và có hoạt độ các chất chuẩn cũng như sai số của tổng hoạt độ đã biết. Cũng có thể dùng nguồn chứa nhiều nuclid phóng xạ. Năng lượng của tia gamma phát ra trong nguồn chuẩn phải được phân bố trên toàn khoảng năng lượng phân tích. Thường để xác định hiệu suất đếm cần tối thiểu từ 7 - 9 mức năng lượng phân bố đều từ thấp đến cao (Thí dụ 63,29 keV của ^{234}Pa đến 1764,5 keV của ^{214}Bi).

Bộ nguồn chuẩn xác định hiệu suất đếm theo năng lượng để phân tích các mẫu đất đá hoặc mẫu có mật độ khối tương đương tham khảo Phụ lục A của Tiêu chuẩn TCVN 12296:2018.