

**TCVN 6654 : 2000
ISO 10573 : 1995**

**CHẤT LƯỢNG ĐẤT –XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG
NƯỚC TRONG VÙNG KHÔNG BẢO HOÀ –
PHƯƠNG PHÁP CỰC DÒ NƠTRON SÂU**

*Soil quality – Determination of water content in the
unsaturated zone - Neutron depth probe method*

HÀ NỘI -2000

Lời nói đầu

TCVN 6654 : 2000 hoàn toàn tương đương với ISO 10573 : 1995.

TCVN 6654 : 2000 do Ban Kỹ thuật Tiêu chuẩn TCVN/TC 190
Chất lượng đất biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất
lượng đề nghị, Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường ban hành.

Chất lượng đất - Xác định hàm lượng nước trong vùng không bão hòa - Phương pháp cực dò neutron sâu

*Soil quality - Determination of water content in the unsaturated zone -
Neutron depth probe method*

CẢNH BÁO - Các loại cực dò neutron sâu chứa các nguồn phóng xạ ảnh hưởng đến sức khỏe con người và gây độc hại cho môi trường nếu sử dụng, bảo quản và xử lý không đúng qui cách. Phải tuân thủ mọi luật lệ Quốc tế và quốc gia.

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định phương pháp xác định hàm lượng nước tại thực địa trong vùng đất chưa bão hòa bằng cách dùng cực dò neutron sâu. Phương pháp này được áp dụng để khảo sát sự lưu giữ nước, sự cân bằng nước và sự phân phối nước trong vùng đất chưa bão hòa nước. Bởi vì đây là phương pháp không phá hủy, nên nó đặc biệt phù hợp cho các phép đo lặp lại tại những vị trí đã định sẵn. Sơ đồ hàm lượng nước có thể nhận được bằng cách đo hàng loạt các độ sâu nằm trong khoảng các mức ngầm cho phép tại điểm thí nghiệm

Điểm ưu việt của phương pháp này so với một số phương pháp khác, ví dụ phương pháp cực dò Gama, là nó có thể tiến hành đo nhanh hàng loạt các phép đo. Tuy nhiên, điểm bất lợi của phương pháp là độ phân giải kém tại mức đo sâu.

2 Tiêu chuẩn trích dẫn

ISO 11272: Chất lượng đất - Xác định tỷ khối khô.

ISO 11461: Chất lượng đất - Xác định hàm lượng nước tính toán dựa trên cơ sở thể tích - Phương pháp khối lượng.

3 Định nghĩa

Một số định nghĩa sau đây được áp dụng cho tiêu chuẩn này

TCVN 6654 : 2000

Phân số thể tích hàm lượng nước, θ : là tỷ số giữa thể tích nước bốc hơi khỏi đất khi làm khô đến khối lượng không đổi ở nhiệt độ 105°C và thể tích khối đất ban đầu.

Chú thích :

1. Hàm lượng nước có thể được biểu diễn theo phần trăm thể tích hoặc phân số thể tích.
2. Trong tiêu chuẩn này, hàm lượng nước được định nghĩa ở trên cũng có thể được hiểu là "nước tự do".
3. Qui trình làm khô đất đến khối lượng không đổi ở 105°C được mô tả trong ISO 11461.
4. Qui trình xác định thể tích khối của đất được mô tả trong ISO 11272.

4 Nguyên tắc

Cực dò neutron sâu bao gồm nguồn neutron và bộ phát hiện được thả xuống theo phương thẳng đứng trong ống cắm vào đất. Nguồn neutron thường dùng loại Am-Be²⁴¹ phát ra các tia neutron có động năng cao. Các neutron bị mất một phần năng lượng khi va đập với hạt nhân nguyên tử. Sau vài lần va đập, mức năng lượng của chúng giảm đến mức năng lượng nhiệt tương ứng với nhiệt độ đang xảy ra. Mức này đạt được vô cùng nhanh khi các neutron va đập với hạt nhân của hydro vì khối lượng của chúng xấp xỉ bằng nhau.

Các neutron tạo thành đám mây ổn định mà nồng độ của chúng được xác định bằng bộ phát hiện trong cực dò. Vì vậy số neutron nhiệt được bộ phát hiện nhận biết trên một đơn vị thời gian (tốc độ đếm) là phép đo nồng độ hạt nhân hydro trong đất xung quanh cực dò. Nhìn chung đa số các hạt nhân này đều nằm trong phân tử nước và vì vậy tốc độ đếm cũng chính là phép đo hàm lượng nước trong đất. Đường hiệu chuẩn được dùng để chuyển tốc độ đếm neutron thành hàm lượng nước.

Chú thích:

5. Tốc độ đếm neutron thu được bị ảnh hưởng bởi sự có mặt của tất cả các hạt nhân nguyên tử có trong đất. Tuy nhiên, tốc độ đếm tại một hàm lượng nước xác định có thể tăng lên trong một số loại đất do hiện tượng nhiệt hoá các neutron do va đập với hạt nhân của một số nguyên tố của đất hoặc do quá nhiều hydro có mặt trong đất hơn là nước tự do. Tuy nhiên tốc độ đếm cũng bị giảm do sự hấp thụ các neutron bởi hạt nhân có mặt cất hấp thụ nguyên tử lớn (xem phụ lục A).
6. Thể tích đất (thể tích đo) mà ở đó phép đo được thực hiện trong vùng gần như mặt cầu. Đối với một số loại cực dò neutron, bán kính mặt cầu đo phụ thuộc vào mật độ hạt nhân nguyên tử trong đất. Đối với đa số các loại cực dò dùng trong thực tế, bán kính thể tích mà từ đó có 95% các neutron sinh ra được đếm bởi bộ phát hiện có thể khác nhau từ 0,1m đến 0,2 m đối với đất ướt và đến 0,8m hoặc lớn hơn đối với đất khô (pha cát). Vì vậy kết quả đo thu được tại độ sâu nhất định bị ảnh hưởng bởi sự phân bố hàm lượng nước trong vùng thể tích đo tại thời điểm đó và bởi bất cứ sự biến đổi nào khác trong thành phần đất. Vì thế, độ tái lập của phép đo hàm lượng nước nào đấy tại độ sâu nhất định chỉ có thể đạt được khi sự phân bố hàm lượng nước và thành phần đất trong vùng thể tích đo là không biến thiên theo thời gian. Điều kiện này (độ dốc không biến thiên theo thời gian cục bộ) là quan trọng đối với việc hiệu chuẩn cực dò neutron sâu (xem phụ lục A).
7. Hình dạng và các thông số của đường hiệu chuẩn phụ thuộc vào các yếu tố sau đây (xem phần 2 phụ lục E)
 - thành phần hoá học của tầng đất nghiên cứu và tỷ khối của nó;
 - sự biến thiên thành phần này trong vùng thể tích đo;

- sự biến thiên hàm lượng nước của đất trong vùng thể tích đo;
- phương pháp đặt ống đo;
- các thống số kỹ thuật của thiết bị đo.

Mỗi tầng đất đều có đường hiệu chuẩn đặc trưng. Đối với các tầng đất đồng nhất có độ dày lớn hơn thể tích đo, thì nhìn chung đường hiệu chuẩn là thẳng, các thông số phụ thuộc vào thành phần của đất. Tuy nhiên, trong trường hợp các tầng đất không đồng nhất hoặc tầng đất đồng nhất mỏng thì đường hiệu chuẩn thường không thẳng do có các ảnh hưởng khác nhau về sự biến thiên thành phần đất và hàm lượng nước dưới các điều kiện khô và ướt.

5 Thiết bị, dụng cụ

5.1 Cực dò neutron sâu, gồm nguồn neutron nhanh và bộ phát hiện neutron nhiệt kết hợp với bộ đọc tín hiệu.

5.2 Ống lồng có thành mỏng, có đường kính trong lớn hơn cực dò neutron chút ít. Ống nên làm bằng các vật liệu "trong suốt" đối với các neutron nhiệt và neutron nhanh (ví dụ: nhôm và các hợp kim nhôm) và các vật liệu này phải chịu được ăn mòn hoá học và không bị méo mó do thao tác. Các vật liệu bằng thép không gỉ, sắt mạ kẽm và nhựa (polyethylen) cũng phù hợp mặc dù độ trong đối với neutron thấp hơn.

5.3 Dụng cụ lắp đặt các ống.

5.4 Dụng cụ làm khô và làm sạch ống, nếu cần có thể dùng các cực dò giả dùng để thử việc lắp đặt ống.

5.5 Đường hiệu chuẩn dùng để chuyển tốc độ đếm thành hàm lượng nước.

5.6 Các dụng cụ thông thường dùng để lấy mẫu đất : dùng để tiến hành hiệu chuẩn ngoài thực địa để xác định hàm lượng thể tích nước θ bằng phương pháp khối lượng theo ISO 11461.

6 Cách tiến hành

6.1 Lắp đặt các ống

Để lồng cực dò điểm lắp đặt phải đại diện cho khu vực nhỏ tại thời điểm tiến hành thử nghiệm, chú ý không được để nước bề mặt dồn vào lỗ thử nghiệm và phải nén lớp đất bề mặt khi tiến hành lắp ống. Nén lớp đất xung quanh lỗ đặt ống, nén lớp đất dưới đáy, tạo những khoảng trống gần đáy để bảo vệ ống.

Tiến hành lắp đặt ống theo một trong hai cách sau đây:

- a) dùng búa đóng ống xuống đất rồi dùng khoan để khoan rộng ống. Đầu dưới ống cần được bịt bằng lớp xi măng đóng rắn nhanh hoặc bằng nút để ngăn cản nước ngầm thấm vào.
- b) ấn ống vào lỗ đã chuẩn bị sẵn có độ sâu đạt yêu cầu và có đường kính nhỏ hơn chút ít, sau đó bịt đầu dưới ống giống như mục 6.1.1. Cũng có thể bịt đầu dưới ống trước khi cắm xuống lỗ.

Khi sử dụng ống, các lỗ có thể được chuẩn bị theo hướng dẫn hoặc dùng máy khoan, hoặc bằng sự kết hợp

TCVN 6654 : 2000

của cả hai phương pháp này. Đậy đầu ống lại bằng một nút cao su kín để giữ cho mưa và nước trên bề mặt không vấp được trong ống.

Chú thích :

8. Phải cắt phần ống nhô lên khỏi mặt đất đến mức cho phép của thiết bị đo để giảm thiểu nguồn phóng xạ gây ra cho người sử dụng khi tiến hành thí nghiệm.
9. Các hướng dẫn chi tiết thêm cho việc lắp đặt được đưa ra trong phần [3] và [4] của phụ lục E. Sau khi lắp đặt xong, phải hết sức cẩn thận để giảm ảnh hưởng của đất và cây cối ở điểm đo.

6.2 Hiệu chuẩn

Trong hầu hết các trường hợp, các đường hiệu chuẩn do các nhà sản xuất cực dò cung cấp hoặc các đường hiệu chuẩn được xuất bản trong các tài liệu chỉ cho biết các chỉ số thô về hàm lượng nước tuyệt đối của đất vì không nhận biết được hoặc nhận biết không sát với các ảnh hưởng đặc biệt xảy ra tại điểm đo như đã nêu trong chú thích 7 điều 4 (cũng có thể xem trong phụ lục A).

Ảnh hưởng của thành phần hoá học và tỷ khối của đất (xem phụ lục A.2) được tính cho hiệu chuẩn rút ra một cách lý thuyết từ tương tác mặt cắt neutron của đất thí nghiệm (xem [1], [4], [9], trong phụ lục E).

Ảnh hưởng tương hỗ của các biến thiên về hàm lượng nước, thành phần hoá học và tỷ khối chỉ được tính cho hiệu chuẩn ở thực địa. Vì vậy, việc hiệu chuẩn tại đúng điểm thực địa là cần thiết cho các phép đo chính xác hàm lượng nước tuyệt đối.

Hiệu chuẩn tại thực địa dựa trên việc xác định đồng thời tốc độ đếm neutron và chuẩn bị mẫu cho xác định hàm lượng nước của từng tầng đất theo tiêu chuẩn ISO 11461 dưới một số điều kiện thủy học khác nhau để tạo ra đường hiệu chuẩn cho từng tầng đất.

Chú thích 10 - Việc chia nhỏ phần diện đất thành nhiều lớp trước hết được xác định bằng sự khác nhau về thành phần đất, nhưng sự hình thành các biến thiên hàm lượng nước trong đất mà chúng tái diễn một cách hệ thống cũng cần phải được xem xét. Có thể phân chia nhỏ hơn để đáp ứng được mục tiêu khảo sát.

Việc tiến hành hiệu chuẩn dưới các điều kiện thủy học khác nhau đến mức mà các đường chuẩn đại diện cho điều kiện nhiều vùng tại điểm thực địa. Để đáp ứng được điều kiện không biến thiên về thời gian trong chừng mực nhất định, việc hiệu chuẩn không nên tiến hành sau các trận mưa nặng hạt hoặc sau mỗi lần tưới hoặc ngay sau khi thời tiết ấm đột ngột.

Xác định đường hiệu chuẩn bằng phép phân tích qui hồi kết hợp giữa tốc độ đếm neutron và hàm lượng nước cho từng tầng đất. Tốc độ đếm được xem như biến số không phụ thuộc (x) và hàm lượng nước là biến phụ thuộc (y). Mỗi cực dò neutron đều có đường hiệu chuẩn riêng. Việc sử dụng đếm chuẩn để chuẩn hoá các phép đo tốc độ đếm sử dụng trong phép qui hồi được phép dùng hiệu chuẩn những cực dò khác nhau trong cùng điều kiện hình học (xem phụ lục C).

Các hướng dẫn chi tiết hơn để tiến hành hiệu chuẩn thực địa được đưa ra trong mục [2], [3], [4] phụ lục E và phụ lục B.

Chú thích :

11. Các đường hiệu chuẩn có thể thay đổi theo thời gian là do các quá trình sau đây:

- những thay đổi về thành phần hóa học của đất trong đó bao gồm cả nước của đất và những thay đổi về tỷ khối của đất. Điều này có thể được hiệu chỉnh tới một chừng mực nào đấy dựa trên những tính chất hóa học đã biết (xem phần 3 phụ lục E);
- sự suy giảm cường độ nguồn của cực dò là do sự phân rã phóng xạ và (hoặc) do sự giảm độ nhạy của bộ phát hiện. Điều này có thể được hiệu chỉnh bằng cách dùng đếm chuẩn tạo nên các giá trị trung bình với các đặc tính bất biến (xem phụ lục C).

12. Hướng dẫn đưa ra ở đây áp dụng cho phép đo hàm lượng nước tuyệt đối. Khi các phép đo tương đối (nghĩa là những thay đổi hàm lượng nước theo thời gian) được áp dụng thì những đòi hỏi về hiệu chuẩn và những yêu cầu về độ chính xác có thể ít chặt chẽ hơn.

6.3 Thực hiện các phép đo

Cực dò nơtron sâu phải được sử dụng theo đúng chỉ dẫn của nhà sản xuất và đặc biệt chú ý đến các kỹ thuật thao tác và an toàn.

Hạ thấp cực dò vào lòng ống đến độ sâu theo yêu cầu của phép đo. Tiến hành đếm theo một trong các phương pháp sau đây:

- a) đối với thời gian đếm cố định thì số nơtron nhiệt đã phát hiện được ghi lại;
- b) đối với số nơtron nhiệt đã phát hiện cố định thì thời gian đếm được ghi lại.

Chú thích :

13. Khi xác định những thay đổi hàm lượng nước theo thời gian thì điều quan trọng là đặt chính xác cực dò tại một độ sâu nhất định.

14. Phương pháp thứ hai như đã nhắc ở trên có lợi thế là độ chính xác của phép đo là tương đối ổn định (nghĩa là độ chính xác của tốc độ đếm), ngược lại trong phương pháp thứ nhất độ chính xác của phép đo phụ thuộc vào hàm lượng nước.

Việc thay thế phương pháp đếm đơn lẻ trong thời gian dài bằng nhiều phép đếm trong khoảng thời gian ngắn có ưu điểm là thu được thông tin định lượng về khoảng rộng của các phép đo. Thông tin này cho phép phát hiện một số hỏng hóc của thiết bị.

Các phép đếm tham khảo trong môi trường có các đặc tính bất biến chẳng hạn như một thùng nước lớn (xem C.3.1) được tiến hành trong khoảng thời gian liên tục để kiểm tra toàn bộ các hoạt động của thiết bị. Ví dụ, một phép đếm đối chứng có thể được tiến hành trước và sau mỗi loạt phép đo trong một ống nào đấy. Trong phép đếm đối chứng có thể có một mức chênh lệch nào đó. Tuy nhiên, nếu có một thay đổi đột biến nào đấy so với biểu đồ chung, điều đó chứng tỏ trực tiếp thiết bị và thiết bị đó cần phải sửa chữa hoặc thay thế.

6.4 An toàn và bảo dưỡng

CÁC KHUYẾN CÁO VỀ AN TOÀN - Nguồn phóng xạ do cực dò nơtron sâu phát ra gây độc hại tiềm tàng cho người sử dụng, dân cư và môi trường. Hầu hết các tổ chức và chính phủ đều có các luật lệ về sử dụng, vận chuyển, bảo quản và xử lý các thiết bị phóng xạ, các luật lệ này phải được đính kèm theo tiêu chuẩn này. Trong trường hợp không có các luật lệ này thì nên sử dụng các hướng dẫn của Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế [6], [7] và hướng dẫn của Hội đồng Quốc tế về Bảo vệ Phóng xạ.

Ameridi có chu kỳ bán phân rã là 458 năm thường được sử dụng trong cực dò nơtron sâu tồn tại lâu hơn nhiều so với vật chứa nguồn phóng xạ (chẳng hạn là 30 năm). Vì vậy khi cực dò nơtron sâu không được sử dụng nữa thì nguồn phóng xạ phải được xử lý tại nơi chôn cất dành cho chất thải phóng xạ.

Chỉ có những người đã được huấn luyện mới được phép sử dụng các cực dò nơtron sâu. Chỉ có những người có kỹ năng phù hợp mới được tiến hành bảo dưỡng. Việc kiểm tra định kỳ các vết dò rỉ từ các mối hàn phải do một cơ quan có đủ năng lực tiến hành.

7 Biểu thị kết quả

Tốc độ đếm tức là số nơtron nhiệt được phát hiện trên một đơn vị thời gian được tính theo công thức sau :

$$R = \frac{N}{t}$$

trong đó:

R là tốc độ đếm, tính bằng số đếm/phút;

N là số số nơtron nhiệt được đếm;

t là thời gian đếm, tính bằng phút.

Hàm lượng nước θ được tính theo công thức sau :

$$\theta = f(R,p)$$

trong đó :

θ là hàm lượng nước được biểu diễn bằng phân số thể tích;

f là hàm số hiệu chuẩn (đường hiệu chuẩn) ,tính bằng phép phân tích qui hồi;

R là tốc độ đếm, tính bằng số đếm/phút;

p là đại diện cho các thông số của đường hiệu chuẩn.

Khi cần thiết, tốc độ đếm có thể được hiệu chỉnh theo sự khác nhau giữa tốc độ đếm tham khảo thực tế (R_s) và tốc độ đếm tham khảo theo ý muốn (R_{se}). Trong hầu hết các trường hợp, mức hiệu chỉnh được tính theo công thức $R' = R(R_{se}/R_s)$, trong đó R' là tốc độ đếm hiệu chỉnh. Xem phụ lục C để biết thêm các giải thích.

8 Độ chính xác

8.1 Độ chính xác của hàm lượng nước được xác định bằng cực dò neutron bị ảnh hưởng chủ yếu bởi các nguồn sai số sau đây:

a) Sự phân tán trong các số đếm đơn lẻ hoặc các lần đếm do các biến đổi ngẫu nhiên trong số neutron phát ra từ nguồn neutron. Độ lớn của sai số này thường được biểu diễn theo độ lệch chuẩn của số neutron được đếm. Khi quá trình neutron phát ra tuân theo sự phân bố Poisson, thì độ lệch chuẩn gây ra trong số neutron được phát hiện sẽ là:

$$S_n = \sqrt{N}$$

b) độ không chính xác của đường chuẩn: điều này có thể được xác định từ các kết quả phân tích hồi qui sử dụng để rút ra đường chuẩn. Đối với hiệu chuẩn thực địa, có thể nhận ra các nguồn lỗi sau đây:

- sự khác nhau về không gian thẳng đứng trong hàm lượng nước của đất trong quá trình hiệu chuẩn ở thực địa;
- những dao động nhỏ về sơ đồ phân bố hàm lượng nước trong quá trình hiệu chuẩn do các điều kiện dòng không tĩnh gây ra (cũng có thể xem trong phụ lục A).

Cùng với những ảnh hưởng này, cần xác định độ lệch chuẩn dư của đường hồi qui, nghĩa là đường chuẩn (lỗi chuẩn của phép hồi qui).

c) độ không chuẩn xác về độ sâu nơi đặt cực dò tương ứng với độ sâu hiệu chuẩn, đặc biệt khi có sự thay đổi nhanh về hàm lượng nước.

8.2 Khi có sự thay đổi lớn về hình dạng sơ đồ phân bố hàm lượng nước, chẳng hạn do ẩm quá cao hoặc bốc hơi bề mặt, thì các đường hiệu chuẩn có độ tin cậy thấp hơn và độ chính xác giảm theo.

8.3 Khi hiệu chuẩn tại thực địa và các phép đo được tiến hành dưới các điều kiện như đã ghi trong tiêu chuẩn này, thì độ chính xác của hàm lượng nước tính toán cũng sẽ được xác định bằng các số đếm được tiến hành cho mỗi phép đo (xem 8.1a), số mẫu dùng để xác định khối lượng được lấy tại mỗi tầng đất và (hoặc) chuẩn bị mẫu theo điểm thí nghiệm (xem 8.1b), số và vùng có các điều kiện thủy học khác nhau được lấy mẫu. Đối với các vùng đất pha cát có độ đồng nhất không gian đáng kể thì độ chính xác có thể đạt được trong khoảng từ 0,005 m³/m³ đến 0,01 m³/m³ hoặc 0,5% (v/v) đến 1,0 % (V/V) về hàm lượng nước riêng rẽ đã được tính toán với sự cố gắng trung bình (xem điều 2 trong phụ lục E). Đối với các loại đất khác nhau về không gian phân bố hàm lượng nước (đặc biệt là các loại đất sét, đất phù sa, và đất than bùn) thì cần phải cẩn thận hơn để đạt được độ chính xác tin cậy. Các chi tiết thêm về tiến hành đo và xác định độ chính xác được nêu trong phụ lục D.

8.4 Độ chính xác của hàm lượng nước tương đối hoặc vi sai (nghĩa là sự thay đổi hàm lượng nước theo thời gian) sẽ luôn luôn tốt hơn độ chính xác của hàm lượng nước tuyệt đối bởi vì loại bỏ được một số lỗi sai số hệ thống (ví dụ: bố trí khảo sát đường hiệu chuẩn). Để tính độ chính xác hàm lượng nước vi sai, các nguồn gây lỗi liệt kê trong 8.1a), b), và c) có thể được lấy làm điểm bắt đầu cho việc phân tích sai số qua các công thức phù hợp (nghĩa là đường hiệu chuẩn và công thức tính toán hàm lượng nước vi sai).

9 Báo cáo kết quả

Báo cáo kết quả phải bao gồm các thông tin sau đây:

- a) theo tiêu chuẩn này;
- b) mô tả chính xác điểm thực nghiệm về vị trí chuẩn bị mẫu và đặc trưng của phẫu diện đất;
- c) mô tả qui trình sử dụng để lắp đặt các ống lồng cự dò;
- d) tài liệu để mô tả chính xác thiết bị được sử dụng với tất cả các đặc tính kỹ thuật cần thiết;
- e) ngày tháng sử dụng các đường hiệu chuẩn;
- f) hàm lượng nước tại các độ sâu khác nhau, tính theo m^3 nước / m^3 đất;
- g) mọi thông tin quan sát quan trọng dùng để giải thích các kết quả như các điều kiện khí tượng thủy văn trước và sau các phép đo.

Phụ lục A (Tham khảo)

Các thông tin cơ bản dùng cho hiệu chuẩn cực dò nơtron sâu

A1 Giới thiệu

Phụ lục này cung cấp thêm chi tiết về các vấn đề lý thuyết có liên quan đến hiệu chuẩn cực dò nơtron trong các điều kiện môi trường thực tế.

A2 Những ảnh hưởng cơ bản lên các phép đo tiến hành bằng cực dò nơtron sâu

Một số yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ đếm đo được ứng với một hàm lượng nước của đất. Cần phân biệt hai loại ảnh hưởng đó là các ảnh hưởng đồng nhất và các ảnh hưởng không đồng nhất. Nhóm các yếu tố ảnh hưởng đồng nhất được xét đến khi thực hiện các phép đo trong môi trường đồng nhất, nghĩa là môi trường mà ở đó thành phần hoá học đất cũng như hàm lượng nước là đồng nhất. Nhóm thứ hai là những yếu tố ảnh hưởng gây ra do biến thiên các thông số trong vùng đo.

A.2.1 Các ảnh hưởng đồng nhất

Khi các phép đo được tiến hành bằng cực dò nơtron sâu trong môi trường đồng nhất, thì tốc độ đếm tại một hàm lượng nước nhất định bị ảnh hưởng bởi một số quá trình sau đây:

a) sự nhiệt hoá và chạm các hạt nhân nguyên tử khác không phải là hạt nhân nguyên tử hydro trong vùng thể tích đo. Do là những cấu tử có hàm lượng đáng kể trong đất nên các hạt nhân của silic và ô xy là quan trọng nhất. Tuy nhiên, để chuyển hạt nhân hydro từ mức năng lượng ban đầu là 1MeV đến mức năng lượng nhiệt là 1/40eV cần trung bình 17 lần va đập, để đạt được mức này đối với hạt nhân ô xy phải cần đến 136 lần va đập và đối với hạt nhân silic cần đến 240 lần va đập (xem mục 10 trong phụ lục E). Vì thế hydro vẫn chiếm ưu thế trong quá trình nhiệt hoá.

b) sự va đập với hạt nhân hydro xảy ra trong các trường hợp sau:

- 1) trong phân tử nước không liên kết (H_2O); hoặc
- 2) trong các hợp chất khác chứa hydro.

Mục 1) đề cập đến nước không bay hơi khi đất khô theo qui trình đã được mô tả (xem ISO 11461).

Mục 1) và mục 2) bao gồm:

- nước có mặt trong các lỗ mịn của đất;
- nước có trong các lớp tinh thể chẳng hạn giữa các lớp tầng đất sét;
- nước có trong các tinh thể, nghĩa là nước trong quá trình tạo tinh thể;
- hydro có mặt trong nhôm hydroxit (các loại đất boxit laterit) hoặc trong các chất hữu cơ (như đất than bùn)

TCVN 6654 : 2000

Trong tất cả các trường hợp, sự có mặt của hydro trong các thành phần như vậy có thể có những ảnh hưởng đáng kể đến quá trình nhiệt hoá.

c) hạt nhân hấp thụ các neutron nhiệt trong vùng hấp thụ có tiết diện lớn. Những nguyên tố trong đất có ảnh hưởng quan trọng nhất là bo, clo, sắt và nitơ, bởi vì xuất hiện rất nhiều trong một số tình huống.

Các yếu tố đã nhắc đến trong các mục a) và b) làm tăng tốc độ đếm đo được đối với một hàm lượng nước nhất định. Tuy nhiên, sự hấp thụ các neutron nhiệt trong mục c) lại làm giảm tốc độ đếm. Sự ảnh hưởng của tất cả các yếu tố này có thể khác nhau theo thời gian do có những thay đổi nồng độ của các thành phần tham gia. Điều này thường xảy ra với chất hữu cơ (do sự ô xy hoá), sắt cùng các kim loại khác và các chất khoáng (sự thẩm thấu do quá trình hình thành đất gây ra), clo (trường hợp đất bị nhiễm mặn) và nitơ (do bón phân và quá trình thẩm thấu).

Những thay đổi về tỷ khối của đất, ví dụ do canh tác, có thể làm thay đổi nồng độ tất cả các cấu tử có mặt trong đất và vì vậy có thể làm thay đổi các yếu tố ảnh hưởng như đã đề cập đến trong các mục a), b) và c).

A.2.2 Các ảnh hưởng không đồng nhất

Các yếu tố không đồng nhất xuất hiện khi có sự biến thiên về thành phần đất và (hoặc) sự biến thiên hàm lượng nước có mặt trong vùng thể tích đo. Đối với một hàm lượng nước xác định tại một độ sâu nhất định, tốc độ đếm của cực dò phản ánh sự phân bố hàm lượng nước thích hợp trong vùng thể tích đo. Điều này cũng bị ảnh hưởng bởi hàm đáp tuyến xung dạng hình chuông (nghĩa là sự phân bố độ nhạy) của bộ phát hiện. Trong trường hợp có cùng một hàm lượng nước tại một độ sâu nào đấy, nhưng sự phân bố hàm lượng nước khác nhau xung quanh điểm đó thì cực dò sẽ cho một kết quả khác. Vì thế, đối với các phép đo tái lập lại, sự phân bố hàm lượng nước đối với một hàm lượng nước xác định tại một độ sâu nhất định phải là bất biến theo thời gian. Điều kiện này có thể được xem như yêu cầu cơ bản cho việc hiệu chuẩn cực dò neutron sâu tại thực địa.

Một yếu tố khác cần được nhắc đến là việc lấy trung bình không đối xứng trong vùng thể tích đo do bán kính của vùng thể tích đo phụ thuộc vào tổng mật độ hạt nhân nguyên tử^[2]. Điều này gây ra sự đánh giá không đúng về hàm lượng nước trung bình trong vùng thể tích đo khi có sự biến thiên hàm lượng nước xảy ra, không kể hướng di chuyển của nước. Trong tài liệu tham khảo, ảnh hưởng này được gọi là ảnh hưởng mặt phân cách.

Trong thực tế, những ví dụ điển hình nhất về ảnh hưởng mặt phân cách xảy ra tại lớp đất bề mặt (phân cách giữa đất /không khí) và các trường hợp khác là các mặt phân cách giữa lớp đất bề mặt giàu mùn với lớp đất thuộc tầng đất cái hoặc lớp đá mẹ.

A.3 Trạng thái thủy học của nước trong đất

Những biến thiên không đổi theo thời gian về hàm lượng nước xảy ra dưới một số điều kiện thủy học nhất định. Tại bất kỳ thời điểm nào, sự phân bố hàm lượng nước theo phương thẳng đứng bị khống chế bởi các loại dòng xảy ra tại vùng không bão hoà. Trong đất có dải nước nông, người ta phân chia ra hai dòng sau đây:

a) **dòng tĩnh** (các điều kiện cân bằng)

Dòng tĩnh được đặc trưng bởi sự phân bố hàm lượng nước không đổi theo phương thẳng đứng (sơ đồ hàm lượng nước trạng thái tĩnh) đối với một số điều kiện xác định trong lớp đất bề mặt (có cột áp h) và độ sâu xác định d của mức nước ngầm được gọi là các tham số trạng thái. Điều này gây ra dòng mao quản không thay đổi theo thời gian và dòng mao quản không thay đổi theo không gian (độ sâu). Mỗi lần có sự kết hợp các biến số trạng thái xảy ra thì cũng có cùng biến thiên cục bộ xảy ra. Trong những trường hợp này, hiện tượng trễ của các tính chất vật lý của đất đều được bỏ qua.

b) **Dòng không tĩnh** (các điều kiện không cân bằng)

Dòng không tĩnh được đặc trưng bởi sự phân bố hàm lượng nước thay đổi theo phương thẳng đứng đối với một số điều kiện xác định về các biến số trạng thái, h và d . Vì thế, với một hàm lượng nước xác định tại một độ sâu nhất định và kết hợp các biến số trạng thái nhất định, thì sự phân bố hàm lượng nước cục bộ khác nhau có thể xảy ra trong vùng thể tích đo. Các điều kiện dòng không tĩnh chủ yếu xảy ra sau những trận mưa dông nặng hạt (ướt bề mặt đất) hoặc sau những thay đổi bất thường khác về các điều kiện thủy học, hoặc sau một giai đoạn hạn hán nghiêm trọng (sự bay hơi bề mặt).

Trong thực tế có một dòng theo mùa khá ổn định đối với những thay đổi thủy học trong vùng không bão hòa tương ứng với một chuỗi kết hợp sẵn của h và d . Tại bất kỳ thời điểm nào, sự kết hợp này sẽ khác nhau xung quanh giá trị trung bình. Điều này sẽ gây ra những sai lệch nhỏ trong các phép đo hàm lượng nước. Ảnh hưởng của hiện tượng trễ là như nhau. Trong hiệu chuẩn ở thực địa, những sai lệch này xuất hiện khi nối rộng các điểm hiệu chuẩn xung quanh đường chuẩn và vì vậy làm giảm độ chính xác.

Đối với các điểm thực địa có mặt nước nông thì xử lý như sau.

Việc làm thỏa mãn yêu cầu về các biến thiên không đổi theo thời gian chỉ có thể đạt được khi xác định được các biến số trạng thái và khi dòng tĩnh xảy ra. Trong thực tế, độ sâu của mức nước ngầm nhạy hơn về các biến số trạng thái. Nguyên nhân do sự biến thiên $d\theta/dh$ của đường lưu giữ nước tại điểm thực địa đó dốc (nghĩa là h xấp xỉ bằng 0), từ đó suy ra rằng sự biến thiên hàm lượng nước là lớn tại nơi có tiềm năng nước lớn phân phối áp lực thủy tĩnh (xấp xỉ âm cho tới điểm 0), và biến thiên hàm lượng nước là nhỏ tại nơi có tiềm năng nước thấp (các giá trị âm lớn). Vì vậy, ở một độ sâu nhất định của mức nước ngầm, sự thay đổi lớn nhất về phân bố hàm lượng nước sẽ xảy ra gần với mức nước ngầm do thay đổi các điều kiện ở lớp đất bề mặt. Nhưng dưới những điều kiện ẩm ướt như vậy thì bán kính của thể tích đo và ảnh hưởng của mặt phân cách là rất nhỏ. Ngược lại, bán kính của thể tích đo sẽ lớn tại điểm gần lớp đất bề mặt, nhưng sự biến thiên về phân bố hàm lượng nước sẽ bé hơn. Do đó, những điều kiện tại lớp đất bề mặt ít nhạy đối với yêu cầu về các biến thiên không thay đổi theo thời gian.

Ở những nơi không tồn tại mặt nước nông vĩnh viễn thì các điều kiện dòng không tĩnh là phổ biến. Để thực hiện việc hiệu chuẩn, phải tránh các điều kiện ướt rõ rệt hoặc khô bề mặt xảy ra tại điểm thực địa.

Phụ lục B
(Tham khảo)

Hiệu chuẩn ngoài thực địa

B.1 Giới thiệu

Phụ lục này đưa ra thông tin cơ bản về hiệu chuẩn cực dò nơtron sâu tại thực địa và xây dựng qui trình tiến hành hiệu chuẩn ngoài thực địa.

B.2 Các qui trình tiến hành hiệu chuẩn ngoài thực địa

Xem xét các thông tin đưa ra trong phụ lục A, điều quan trọng khi tiến hành hiệu chuẩn là:

- a) hiệu chuẩn ngoài thực địa nên tiến hành càng gần các điều kiện dòng tĩnh càng tốt;
- b) nếu có thể, thời gian tiến hành hiệu chuẩn nên được chọn sao cho các điều kiện thủy học chính đại diện cho thời gian đó trong năm.

Điều này cho phép rút ra được đường hiệu chuẩn đại diện cho tất cả các phép đo tiếp theo dưới những điều kiện tương tự.

Hiệu chuẩn ngoài thực địa dựa trên việc xác định đồng thời tốc độ đếm và lấy mẫu khối lượng ở lớp đất đã cho.

Một số phép tính gần đúng áp dụng cho hiệu chuẩn ngoài thực địa. Một vài xem xét lại về các bước hiệu chuẩn cực dò nơtron sâu được đưa ra trong mục [3] và [4] phụ lục E. Mục tiêu của khảo sát là xác định mức độ chính xác nào thỏa mãn cho các phép đo hàm lượng nước và những yêu cầu này phải được xem xét khi xây dựng qui trình hiệu chuẩn.

Bất cứ phương pháp nào được áp dụng thì việc đầu tiên phải làm là định ra các lớp đất phẫu diện và cần thu thập dữ liệu đến độ sâu nào. Những điều này thường dễ phát hiện từ sự tự hình thành phẫu diện đất vì những biến đổi mạnh nhất về hàm lượng nước sẽ xảy ra tại các điểm chuyển tiếp trong cấu trúc và thành phần đất. Tùy thuộc vào mục đích khảo sát mà có thể áp dụng một số phân biệt bổ trợ. Về nguyên tắc xác định hiệu chuẩn là không có giới hạn khoảng cách tối thiểu giữa hai độ sâu mà ở đó tiến hành các phép đo. Tuy nhiên, độ chính xác tương đối của những khác nhau trong các phép đo hàm lượng nước sẽ giảm do giảm độ khác nhau về độ sâu. Vì vậy, sự phân biệt độ sâu theo phương thẳng đứng là rất quan trọng.

Có hai cách tiến hành hiệu chuẩn ngoài thực địa được mô tả trong mục B.2.1 và B.2.2 và cũng có thể sử dụng kết hợp cả hai cách này

B.2.1 Cắm ống vĩnh viễn - Phương pháp hiệu chuẩn tại điểm cố định

Các phép đếm nơtron được thực hiện tại các độ sâu lựa chọn trong ống và mẫu để xác định hàm lượng nước theo phương pháp trọng lượng (theo ISO 11461) được lấy tại các độ sâu đó nằm xung quanh ống nhưng phải cách ống ít nhất 1 mét. Việc xác định này được tiến hành vài lần lặp lại sao cho các dữ liệu đại diện cho toàn bộ các điều kiện thủy học của đất tại điểm thực nghiệm. Các số liệu hiệu chuẩn là đặc trưng cho từng điểm thực nghiệm. Một giả sử có lý được đặt ra là đối với một điểm đo trong vùng đất đồng nhất, tính chất

không gian có thể thay đổi được nhìn chung là "bão hoà" trong khoảng vài mét (nghĩa là trong khoảng đó có thể đạt được toàn bộ sự biến thiên khoảng cách ngắn) và các điểm lấy mẫu phải được phân bố trong vòng tròn có đường kính khoảng 2 m. Thông thường, điều này cũng cho đủ chỗ để lấy mẫu lặp lại mà không làm thay đổi đáng kể điều kiện thủy học xung quanh ống.

B.2.2 Cắm ống tạm thời - Phương pháp hiệu chuẩn điểm linh động

Có một hoặc nhiều ống được cắm tạm thời gần điểm đo. Các phép đếm được thực hiện tại các độ sâu đã lựa chọn và việc lấy mẫu đất được tiến hành ngay sau đấy tại cùng các mức độ sâu của từng ống (nghĩa là trong vùng thể tích đo của cực dò) bằng cách đào xung quanh ống. Sau đấy ống được lấy đi. Tiến hành xác định vài lần sao cho các dữ liệu là đại diện cho toàn bộ điều kiện vùng thủy học đất. Các vị trí cắm các ống tạm thời phải cách nhau ít nhất là 2 m. Các đường hiệu chuẩn là đại diện cho các tầng đất đã xác định.

B.3 Xây dựng kế hoạch hiệu chuẩn ngoài thực địa

Để xây dựng kế hoạch hiệu chuẩn và lấy mẫu (hoặc theo B.2.1 hoặc theo B.2.2), qui trình sau có thể được áp dụng. Trên cơ sở ước tính các tính chất có thể thay đổi hàm lượng nước theo không gian trong các tầng đất, có thể xác định theo:

- a) Số mẫu đất được lấy tại mỗi tầng đất trong mỗi ngày lấy mẫu;
- b) căn cứ vào tình hình thủy văn mà ở đó định ngày lấy mẫu (nghĩa là dự kiến các ngày lấy mẫu).

Để tiến hành điều này, áp dụng công thức trong mục D.3

Để tiến hành hiệu chuẩn tại điểm đặc biệt, việc lấy mẫu theo phương nằm ngang đối với ống đặt vĩnh viễn phải đại diện cho khu vực định tiến hành hiệu chuẩn. Vì thế, tùy thuộc vào mục đích khảo sát thí nghiệm mà một khu vực nhỏ được lấy mẫu trong trường hợp đại diện gần điểm hiệu chuẩn, còn đối với trường hợp đại diện xa điểm hiệu chuẩn thì mẫu được lấy trong một khu vực rộng hơn.

Cần phải luôn luôn ưu tiên cho mục đích lấy mẫu với một dải rộng về các điều kiện thủy học đất ngay cả khi chỉ tập trung vào một phần của đường hiệu chuẩn. Đó là do tính chính xác của độ dốc đường hiệu chuẩn rất nhạy với dãy các hàm lượng nước được lấy mẫu.

Về các lý do toán học (phân tích phương sai), điều quan trọng là biến độc lập (trong trường hợp này là tốc độ đếm) có lỗi không đáng kể. Khi tiến hành hiệu chuẩn, độ chính xác của tốc độ đếm được chú trọng hơn độ chính xác mong muốn trong các giá trị hàm lượng nước, điều này được thực hiện bằng cách tiến hành các phép đếm lặp lại hoặc sử dụng thời gian đếm lâu hơn.

Chỉ khi xác định sự thay đổi hàm lượng nước tạm thời (sự thay đổi hàm lượng nước tương đối) thì mới áp dụng qui trình hiệu chuẩn đơn giản hơn, chẳng hạn hiệu chuẩn một loại đất đặc biệt trong đó bỏ qua tất cả các yếu tố ảnh hưởng không đồng nhất.

Để giảm thiểu sự mất mát neutron gây ra sự sai lệch đường hiệu chuẩn, người ta sử dụng bộ phản chiếu neutron.

Phụ lục C

(Tham khảo)

Các phép đếm đối chứng

C.1 Giới thiệu

Phụ lục này đưa ra thông tin cơ bản về việc thực hiện các phép đếm đối chứng và đưa ra chi tiết cần thiết cho việc sử dụng các phép đếm đối chứng.

C.2 Các bước tiến hành

Các phép đếm đối chứng nên được tiến hành sao cho phát hiện được bất cứ khuyết tật nào cũng như các biến đổi xảy ra trong cực dò nơtron sâu. Đối với thiết bị cũ, do có sự trôi liên tục xảy ra trong phép đếm, nên thỉnh thoảng phải tiến hành hiệu chuẩn các phép đo hàm lượng nước bằng phương tiện đếm đối chứng.

Nếu sự biến đổi trong phép đếm đối chứng theo hệ thống thì nó có thể được dùng như là cơ sở cho hiệu chỉnh các phép đếm được tiến hành tại thực địa. Khi những biến đổi trong tốc độ đếm đối chứng tỷ lệ với độ lớn của tốc độ đếm thực tế thì dùng công thức sau để hiệu chuẩn:

$$R' = R \times \frac{R_{SE}}{R_s}$$

trong đó:

R là tốc độ đếm thực tế, tính bằng số đếm/phút;

R' là tốc độ đếm hiệu chỉnh, tính bằng số đếm/phút;

R_{SE} là tốc độ đếm đối chứng trong môi trường đếm tham khảo, tính bằng số đếm/phút;

R_s là tốc độ đếm thực tế trong môi trường đếm đối chứng tại thời điểm đó, tính bằng số đếm/phút.

Về nguyên tắc, có thể sử dụng bất cứ giá trị tùy chọn R_{SE} nào khi có cùng một giá trị được sử dụng trong suốt quá trình hiệu chuẩn và tất cả các phép đo được tiến hành sau đó.

Tương tự như vậy, nếu các phép đếm đối chứng được tiến hành một cách thông thường thì các loại cực dò nơtron sâu khác nhau có cùng một kiểu thiết kế đều có thể dùng tại điểm thực địa và số đếm đối chứng được dùng để tiêu chuẩn hoá tốc độ đếm cũng có thể xem trong mục 11 thuộc phụ lục E.

Nhìn chung, mọi thay đổi bất thường trong số đếm đối chứng đều chỉ ra rằng thiết bị có thể bị trục trặc và cần phải được kiểm tra trước khi tiếp tục sử dụng. Sau khi sửa chữa, số đếm đối chứng của cực dò có thể thay đổi, trong trường hợp như vậy một đối chứng mới phải được sử dụng để hiệu chỉnh các số đếm tại thực địa.

C.3 Môi trường đối chứng

Một số lựa chọn có thể áp dụng cho môi trường đối chứng được mô tả trong mục C.3.1 và C.3.2.

C.3.1 Đo trong bể đổ đầy nước hoặc đổ đầy các dung dịch khác với các đặc tính bất biến về thời gian.

Bể phải đủ rộng để có thể bỏ qua được sự khác nhau về tốc độ đếm thu được trong bể và tốc độ đếm thu được trong một thể tích vô hạn. Thùng chứa nước có đường kính tối thiểu là 0,5 m và sâu 0,6 m. Sử dụng loại ống kín nước phù hợp cho tất cả các loại cực dò.

C.3.2 Đo trong các tầng đối chứng

Đây là các tầng nằm trong phẫu diện đất tại điểm đo, các lớp này luôn nằm bên dưới bề mặt nước. Vì thế có thể giả định rằng hàm lượng nước là hằng số theo thời gian. Phương pháp này đòi hỏi phải cắm ống xuống bên dưới lớp nước sâu nhất tại điểm thực địa. Việc kiểm soát độ tin cậy của các tầng đối chứng có thể thực hiện được bằng cách chọn nhiều tầng và so sánh sự thay đổi lẫn nhau giữa các tầng. Điểm ưu việt của phương pháp này là các phép đo đối chứng là một phần của chương trình đo thực tế mà không cần thêm các nỗ lực khác.

C.3.3 Đo trong hộp đựng thiết bị đo tại một vị trí cố định, ví dụ: luôn luôn đặt máy đo trong hộp dùng để vận chuyển thiết bị.

Phải rất cẩn thận trong trường hợp này bởi vì các kết quả hiển thị trên máy đo rất nhạy với những thay đổi của môi trường xung quanh bao gồm nhiệt độ, vị trí tiếp xúc của người vận hành thiết bị. Phương pháp này không thích hợp cho một số loại thiết bị cũ. Phương pháp này chỉ được sử dụng khi không thể áp dụng được các phương pháp khác.

Phụ lục D

(Tham khảo)

Độ chính xác và khả năng ứng dụng các đường hiệu chuẩn ngoài thực địa

D.1 Giới thiệu

Phụ lục này chi tiết hoá về độ chính xác và khả năng ứng dụng của các đường hiệu chuẩn ngoài thực địa và các sai số trong kết quả cuối cùng của các phép đo cực dò nơtron sâu.

D.2 Các nguồn sai số

Ngay cả khi đáp ứng được các yêu cầu nhắc đến trong mục A.3 đối với hiệu chuẩn và đo phẫu diện hàm lượng nước tĩnh cũng cần phải phân biệt được các nguồn sai số vật lý được mô tả trong các mục từ D.2.1 đến D.2.3.

D.2.1 Các nguồn sai số trong quá trình hiệu chuẩn ở thực địa

a) Sự phân bố hàm lượng nước của tầng đất theo biến thiên không gian phương nằm ngang dưới điều kiện xem xét về thời gian hiệu chuẩn.

Biến số có liên quan đến sai số này là độ lệch chuẩn S_1 của sự phân bố hàm lượng nước theo không gian phương nằm ngang. Sai số này bao gồm cả độ không chính xác về hàm lượng nước của các mẫu đất dùng cho hiệu chuẩn thực địa.

b) Những khác nhau nhỏ giữa hình dạng thực của sơ đồ phẫu diện hàm lượng nước và sơ đồ phẫu diện tĩnh "lý tưởng"(xem A.3) và sự khác nhau trong sơ đồ phẫu diện do hiện tượng trễ trong các đặc tính vật lý của đất gây ra.

Nguồn sai số này không thể xác định một cách độc lập nhưng bản thân nó sẽ biểu lộ khi mở rộng các điểm hiệu chuẩn xung quanh đường chuẩn (phân tích hồi qui) cùng với ảnh hưởng của các sai số khác.

c) Độ sai lệch do lắp đặt (nghĩa là sự nén đất, các lỗ, sự sai khác về hình dạng ống tĩp) biểu thị cho một nguồn sai số chỉ trong trường hợp dùng phương pháp hiệu chuẩn tại điểm linh động (xem B.2.2).

Về mặt định lượng, bản thân các sai số này biểu thị trong độ lệch chuẩn dư của đường qui hồi mô tả đường chuẩn.

D.2.2 Các nguồn sai số trong các phép đo thông thường (các sai số đo thông thường)

a) Trước hết, sự khác nhau trong các lần đếm riêng rẽ do nguồn nơtron phát ra các nơtron khác nhau. Hậu quả của việc này là độ lệch chuẩn trong số nơtron được phát hiện (N) bằng căn bậc hai của số nơtron (\sqrt{N}).

b) Độ không chính xác của việc đặt cực dò.

c) Độ không chính xác của việc hiệu chỉnh dựa trên các phép đếm đối chứng (nếu áp dụng)

Các sai số đo thông thường này cũng áp dụng cho việc hiệu chuẩn ngoài thực địa. Tuy nhiên, việc hiệu chuẩn ngoài thực địa cẩn thận sẽ làm giảm các sai số này đến mức có thể bỏ qua khi so sánh với các loại lỗi khác.

D.2.3 Các nguồn sai số bất thường

Ngoài các nguồn sai số như đã nhắc trong các mục D.2.1 và D.2.2, các sai số bất thường có thể xảy ra: ví dụ, các sai số đọc, sai số trong việc đặt cực dò. Tuy nhiên các sai số này có thể được loại trừ bằng cách sàng lọc các kết quả (phân tích các giá trị nằm ngoài vùng) . Các sai số này nằm ngoài phạm vi của phụ lục này.

D.3 Sự lan truyền các sai số

Về vấn đề lan truyền các sai số tạo thành độ không đảm bảo cuối cùng của các giá trị hàm lượng nước thu được bằng cực dò nơtron, áp dụng một số điều kiện sau:

- Các sai số hệ thống trong việc hiệu chuẩn ngoài thực địa theo thời gian đối với mỗi tầng đất;
- Các sai số ngẫu nhiên đo thông thường là biến số hoặc bản chất theo thời gian và không gian.

Ảnh hưởng của các sai số trong quá trình hiệu chuẩn ngoài thực địa (nghĩa là độ không đảm bảo của đường hiệu chuẩn) có thể được tính gần đúng theo phương trình sau đây:

$$s_{\theta} = \sqrt{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right) \times \frac{1}{n_2}}$$

trong đó:

- S_0 là độ lệch chuẩn của hàm lượng nước (phân số thể tích) của một điểm hiệu chuẩn trung bình;
- S_1 là độ lệch chuẩn của sự biến thiên hàm lượng nước của tầng đất khảo sát theo không gian phương nằm ngang tại thời điểm lấy mẫu;
- S_2 là độ lệch chuẩn gây ra từ tất cả các nguồn sai số khác (xem D.2.1);
- n_1 là số mẫu được lấy theo mặt cắt phương thẳng đứng trong ngày lấy mẫu;
- n_2 là số ngày lấy mẫu.

Cụm số $(S_1^2/n_1 + S_2^2)$ là tương ứng với sự nở rộng các điểm hiệu chuẩn riêng rẽ xung quanh đường hồi qui và vì thế chính bằng độ lệch chuẩn dư (S_e) của đường hiệu chuẩn.

Với những giá trị S_1 đã biết (tính biến thiên không gian), có thể áp dụng mở rộng cho những trường hợp mà việc hiệu chuẩn đáp ứng được các yêu cầu về điều kiện nước tĩnh trong suốt thời gian việc hiệu chuẩn được tiến hành (nghĩa là nếu S_2 nhỏ đến mức có thể chấp nhận được). Khi S_e gần bằng S_1 thì những yêu cầu này được thực hiện tới một chừng mực chấp nhận được.

Với phép gần đúng nhận được ở trên và giả sử $S_2 = 0$, thì số mẫu yêu cầu đối với tầng đất (n_1) và số ngày lấy mẫu (n_2) có thể tính sao cho đáp ứng được các yêu cầu liên quan đến độ chính xác hàm lượng nước cuối cùng S_0 . Bản thân tiêu chuẩn về độ chính xác cũng phải độc lập với mục đích tiến hành các khảo sát.

TCVN 6654 : 2000

Các giá trị đưa ra dưới đây với sự biến thiên không gian (s_1) là đại diện cho các điều kiện ở Hà lan được dùng như một hướng dẫn tham khảo:

- với các tầng đất pha cát : từ 2% (V/V) đến 5% (V/V);
- với các tầng đất than bùn : từ 5% (V/V) đến 10% (V/V);
- với các tầng đất bùn : từ 5% (V/V) đến 15% (V/V).

D.4 Khả năng áp dụng các đường hiệu chuẩn ngoài thực địa

Như đã đề cập trong D.2.1 a), có thể giả thiết rằng độ không chính xác trong phép xác định hàm lượng nước bằng phương pháp khối lượng theo ISO 11461 được tính đến trong các giá trị này. Độ chính xác được đánh giá trong phương pháp này chỉ áp dụng cho các phép đo được thực hiện dưới các điều kiện sau đây:

- các điều kiện dòng tĩnh không bão hòa trong đất;
- cấu trúc của đất, thành phần hoá học và các tính chất lý học của phẫu diện đất, và nước của đất không thay đổi theo thời gian.

Những nơi không đáp ứng được các điều kiện này thì đường hiệu chuẩn sẽ không đại diện cho sự phân bố thực về hàm lượng nước.

Phụ lục E

(tham khảo)

Tài liệu tham khảo

- [1] HAAHR, V. Và ØLGAARD, P.L. *Các khảo sát so sánh lý thuyết và thực nghiệm về phương pháp neutron dùng để đo hàm lượng nước trong đất*, Các kỹ thuật đồng vị phóng xạ trong nghiên cứu đất-cây trồng, IAEA, Vienna, 1965
- [2] VAN VUUREN, W.E. *Một số vấn đề trong việc xác định độ ẩm đất bằng phương pháp cực dò neutron sâu*, Hội nghị chuyên đề Quốc tế. Một số khảo sát gần đây tại vùng Aeration - Munich (FRG), 1984, trang 271-280
- [3] Graecen, E.L. *Xác định nước của đất bằng phương pháp cực dò neutron*. CSIRO, Australia, 1981
- [4] Gardner, C.M.K., Bell, J.P., Cooper, J.D., Dean, T.J., Gardner, N. và Hodnett, M., *Hàm lượng nước của đất*, Smith, K.A. và Mullins, C.E. hiệu đính, Phân tích đất: Các phương pháp vật lý, Nhà xuất bản Marcel Dekker, New York, 1991, trang 1-73
- [5] Dodnett, M.G. *Cực dò neutron dùng cho việc xác định hàm lượng ẩm của đất*. Gensler, W.G. hiệu đính. Thiết bị nông nghiệp tiên tiến, NATO ASI- tuyển tập khoa học ứng dụng, số 111. Nhà xuất bản Martinus Nijhoff, Dordrecht, Hà lan, 1984 , trang 148-192
- [6] Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế: *Thiết bị đo độ ẩm bằng Neutron*, Tuyển tập các báo cáo kỹ thuật IAEA. Số 112, Vienna, 1972.
- [7] Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế (1990) - *Các qui định an toàn vận chuyển vật liệu phóng xạ*, xuất bản 1985 (Đề nghị sửa đổi 1990). Tuyển tập an toàn IAEA, số 6, Vienna.
- [8] Ủy ban Quốc tế về bảo vệ X- quang (1990), Theo đề nghị của IRCP 1990, xuất bản của IRCP, số 60, Nhà xuất bản Pergamon Press, Oxford
- [9] Couchat, P., Carre, C. , Marcesse, J., và Le Ho, J. *Các phép đo hằng số neutron nhiệt của đất: áp dụng cho hiệu chuẩn thiết bị đo độ ẩm theo phương pháp neutron và cho các nghiên cứu thổ nhưỡng*. Các biên bản lưu Hội nghị tiểu ban dữ liệu công nghệ hạt nhân, Washington DC, 3/1975
- [10] Dirksen, C. *Bodemnatuurkundige veldmethoden*. Trường đại học nông nghiệp Wageningen - *Các tính chất vật lý của đất và dinh dưỡng cây trồng*, J100-290/130, Wageningen, 1986 (tại Hà lan)
- [1 1] Hodnett, M.G. và Bell, J.P. *Các tiêu chuẩn cực dò neutron: Các hộp vận chuyển hoặc thùng nước lớn?* Khoa học đất, tập 151, số 2, 1991.