

Bài 4. Qui định về nối tiếp đất thiết bị hạ áp

4.1. Qui định điện trở nối đất

Mục tiêu

Nắm bắt được các qui định về điện trở nối đất dựa vào các trị số nối đất tiêu chuẩn theo từng cấp điện áp.

Điện trở nối đất an toàn của hệ thống không được lớn hơn các trị số nối đất tiêu chuẩn đã được quy định trong các quy phạm cụ thể:

1. Đối với các thiết bị có $U > 1000V$ có dòng chạm đất lớn ($I > 500A$) như các thiết bị điện ở mạng điện có điện áp từ 110kV trở lên thì điện trở nối đất tiêu chuẩn: $R_d \leq 0,5\Omega$.

Với các mạng có dòng chạm đất lớn này, khi có sự chạm đất (chạm vỏ) thì điện áp trên vỏ thiết bị so với đất (đã thỏa mãn điều kiện $R_d \leq 0,5\Omega$) vẫn có thể đạt trị số lớn (hàng trăm thậm chí hàng ngàn volt) nhưng khi có cân bằng thì điện áp tiếp xúc không vượt quá 250-300V. Rõ ràng điện áp này vẫn nguy hiểm cho người nhưng với cấp điện áp này thì khi có sự chạm đất, chạm vỏ thì rơle bảo vệ sẽ tác động cắt nhanh phần sự cố. Mặt khác, với cấp điện áp này không cho phép con người tiếp xúc trực tiếp (khi không có thiết bị bảo vệ) với thiết bị khi chưa cắt điện nên xác suất người bị điện giật rất bé.

Trong mạng điện có dòng chạm đất lớn, bắt buộc phải có nối đất nhân tạo trong mọi trường hợp không phụ thuộc vào điện trở nối đất tự nhiên. Ngay cả khi điện trở nối đất tự nhiên thỏa mãn yêu cầu ($R_d \leq 0,5\Omega$) vẫn phải thực hiện nối đất nhân tạo trị số điện trở nhân tạo không được lớn hơn 1Ω ($R_{nt} \leq 1\Omega$).

2. Đối với các thiết bị điện có $U > 1000V$ có dòng chạm đất bé ($I < 500 A$) như các thiết bị ở mạng điện 3-35kV thì quy định điện trở nối đất tiêu chuẩn tại thời điểm bất kỳ trong năm như sau:

* Khi hệ thống nối đất chỉ dùng cho các thiết bị có $U > 1000V$:

$$R_d \leq \frac{250}{I_d} \quad (\text{nhưng phải thỏa mãn: } R_d \leq 10\Omega) \quad (4.1)$$

* Khi hệ thống nối đất dùng cho cả thiết bị có $U < 1000V$:

$$R_d \leq \frac{125}{I_d} \quad (R_d \leq 10\Omega) \quad (4.2)$$

Trong mạng có dòng chạm đất bé (mạng có trung tính cách ly) khi có 1 pha chạm đất, các thiết bị rơle bảo vệ thường không cắt phần sự cố. Vì vậy chạm đất 1 pha có thể bị kéo dài làm tăng xác suất người tiếp xúc với điện áp nguy hiểm.

Do đó người ta mới qui định điện áp lớn nhất cho phép trên hệ thống nối đất là 250V (khi $U > 1000V$) và 125V (khi $U < 1000V$) với dòng chạm đất là I_d .

3. Đối với các thiết bị điện trong các mạng có $U < 1000V$ có trung tính cách ly thì điện trở nối đất tại mọi thời điểm trong năm không quá 4Ω .

Riêng với các thiết bị nhỏ mà công suất tổng của máy phát điện hoặc máy biến áp có công suất không quá 100kVA thì cho phép: $R_d \leq 10\Omega$.

Đối với các thiết bị có $U > 1000V$ có dòng chạm đất bé và các thiết bị có $U < 1000V$ có trung tính cách ly nên sử dụng nối đất tự nhiên có sẵn. Nếu trị số của điện trở nối đất tự nhiên nhỏ hơn trị số của điện trở nối đất tiêu chuẩn mà qui phạm đã qui định thì cho phép không cần phải thực hiện nối đất nhân tạo.

Chú ý trong các trường hợp có nhiều thiết bị điện có điện áp khác nhau nên thực hiện nối đất chung. Trị số điện trở nối đất chung cần phải thỏa mãn yêu cầu của hệ thống nối đất nào đòi hỏi điện trở nối đất có giá trị nhỏ nhất.

4. Đối với đường dây tải điện trên không:

Với các đường dây tải điện trên không ta phân biệt các trường hợp sau:

* Khi điện áp của mạng điện $U \geq 110kV$. Trong trường hợp này thì nối đất ở các cột điện chỉ để chống sét và qui phạm không yêu cầu nối đất bảo vệ các cột điện ở các mạng có dòng chạm đất lớn này vì:

- Trong các mạng điện này khi có sự chạm đất thì role bảo vệ tác động cắt nhanh sự cố với thời gian từ 0,12-0,8s nên xác suất người bị điện giật do điện áp tiếp xúc là rất bé.

- Dòng điện chạm đất trong mạng này rất lớn nên điện áp xuất hiện trên hệ thống cột nối đất cũng rất lớn, do vậy việc thực hiện nối đất cho các cột điện rất phức tạp và tốn kém.

Thí dụ: Với dòng điện chạm đất từ 1,5-2kA và giả sử điện trở nối đất an toàn của cột là 10Ω thì điện áp trên hệ thống nối đất của cột sẽ có trị số là:

$$U = I_d R_d = 15-20kV \quad (4.3)$$

* Với các mạng điện có dòng chạm đất bé (mạng 3-35kV có trung tính cách ly).

Trong mạng này vì dòng chạm đất có trị số bé (thường từ 10-30A) nên điện áp trên hệ thống nối đất cột sẽ có trị số bé do đó có thể bảo đảm an toàn cho người bằng cách nối đất các cột điện (chẳng hạn, nếu điện trở nối đất của cột điện là 10Ω thì điện áp xuất hiện trên hệ thống nối đất là khoảng 100-300V).

Như vậy nối đất cột điện ở mạng có dòng chạm đất bé có thể vừa chống sét, vừa bảo vệ an toàn và qui định như sau:

Phải thực hiện nối đất các cột của đường dây 35kV. Với các đường dây từ 3-22kV cho phép chỉ nối đất các cột trong vùng có dân cư và nối đất các cột các thiết bị chống sét hay thiết bị thao tác đo lường. Điện trở nối đất của các cột điện qui định ở bảng 4.1.

* Trong các mạng điện $U < 1000V$ có trung tính cách ly, các cột thép và bê tông cốt thép phải có điện trở nối đất không quá 50Ω .

Bảng 4.1. Điện trở nối đất của cột đường dây cao áp.

Điện trở suất của đất (Ωcm)	Trị số cực đại của điện trở nối đất (Ω)
$< 10^4$	10
$10^4\text{-}0,5.10^5$	15
$0,5.10^5\text{-}10^5$	20
$> 10^5$	30

4.2. Qui định về mạng nối đất

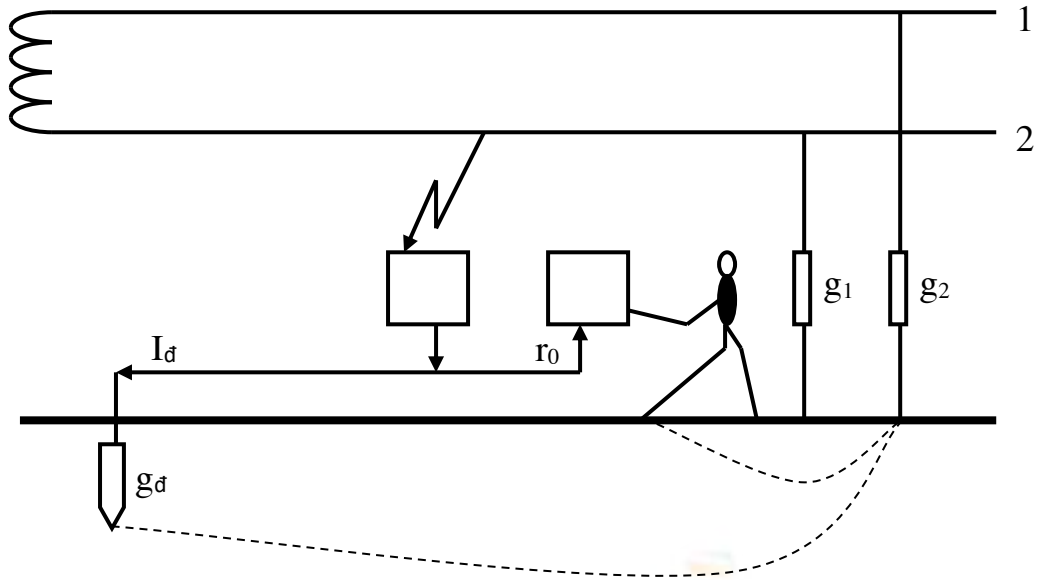
Mục tiêu

Nắm bắt được các qui định về mạng nối đất bao gồm mạng nối đất tập trung, mạng nối đất hình lưới hay mạch vòng. Trong đó phải hiểu rõ mục đích, ý nghĩa và lợi ích cụ thể của từng kiểu mạng nối đất.

4.2.1. Mạng nối đất tập trung

Mục đích của việc nối đất tập trung là tạo nên giữa vỏ thiết bị và đất một mạch điện có độ dẫn điện lớn để dòng điện qua người khi chạm vào vỏ thiết bị có cách điện bị chọc thủng thì trở nên không nguy hiểm đối với người.

Trong trường hợp này thiết bị điện được nối vào mạch điện xoay chiều một pha hay mạch điện một chiều, vỏ thiết bị điện được nối đất. Người có điện dẫn g_{ng} khi chạm vỏ thiết bị điện có cách điện bị chọc thủng thì sẽ mắc song song với điện dẫn của dây nối đất và điện dẫn của dây dẫn g_1 , đồng thời mắc nối tiếp với điện dẫn g_2 của dây dẫn 2 đối với đất như minh hoạ trong hình 4.1.



Hình 4.1. Sơ đồ minh họa sự xuất hiện điện ỏ tiếp xýc nguy hiểm khi thiết

Khi đó điện dẫn tổng của mạch điện là:

$$g = \frac{(g_1 + g_d + g_{ng})g_2}{g_1 + g_d + g_{ng} + g_2} \quad (4.4)$$

Đặt $g' = g_1 + g_d + g_{ng}$, điện áp tiếp xýc đặt lên cơ thể người được xác định theo tỉ số:

$$\frac{U_{ng}}{U} = \frac{g}{g'} = \frac{(g_1 + g_d + g_{ng})g_2}{g_1 + g_d + g_{ng} + g_2} \cdot \frac{1}{g_1 + g_d + g_{ng}} \quad (4.5)$$

$$\text{Suy ra: } U_{ng} = \frac{Ug_2}{g_1 + g_d + g_{ng} + g_2} \quad (4.6)$$

Dòng điện chạy qua người được tính theo công thức:

$$I_{ng} = U_{ng}g_{ng} = \frac{Ug_2g_{ng}}{g_1 + g_d + g_{ng} + g_2} \quad (4.7)$$

Trong thực tế: $g_1, g_2, g_{ng} \ll g_d$ nên (4.7) được viết lại:

$$I_{ng} = \frac{Ug_2g_{ng}}{g_d} \quad (4.8)$$

Như vậy, theo công thức (4.8), muốn giảm cường độ dòng điện chạy qua người thì có thể hoặc giảm điện dẫn cơ thể người, hoặc giảm điện dẫn cách điện

g_2 , hoặc tăng điện dẫn vật nối đất g_d . Trong đó việc tăng điện dẫn vật nối đất g_d là dễ dàng, đơn giản và có thể thực hiện được.

Một cách gần đúng, nối đất tập trung đạt yêu cầu khi:

$$U_{ng} = \frac{I_d}{g_d} = I_d r_d \leq U_{txcp} \quad (4.9)$$

Cho nên nếu điện dẫn vật nối đất bé, hệ thống nối đất trở nên nguy hiểm khi một trong các thiết bị điện bị chạm vỏ, toàn bộ điện áp nguy hiểm sẽ đặt lên hệ thống nối đất. Do đó điều kiện an toàn (4.9) có thể được thực hiện theo hai cách như sau:

- Giảm dòng điện I_d bằng cách tăng cách tăng cách điện dây dẫn của mạng điện.
- Giảm điện trở nối đất bằng cách dùng nhiều vật nối đất chôn trong đất bùn có điện dẫn lớn.

Tuy nhiên trong thực tế điều kiện (4.9) rất khó thực hiện vì hoặc do điện trở suất của đất quá lớn, hoặc dòng điện đi qua hệ thống nối đất lớn. Để khắc phục người ta phải kết hợp với biện pháp nối đất mạch vòng.

4.2.2. Mạng nối đất mạch vòng

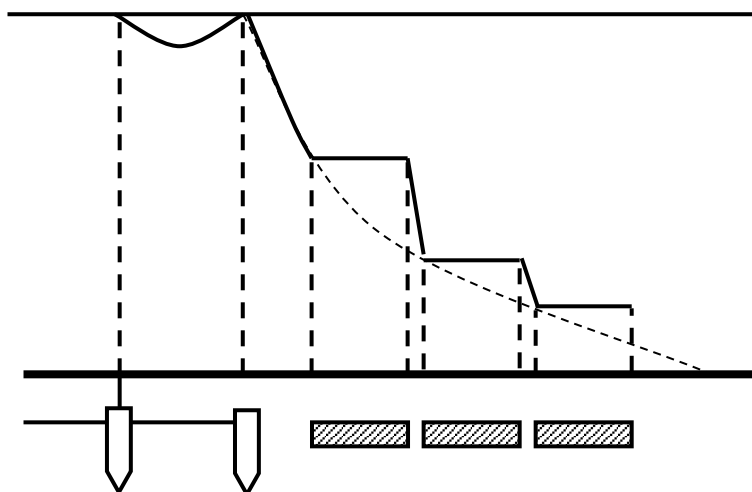
Điều kiện an toàn trong trường hợp thiết bị điện bị chạm vỏ và có dòng điện đi qua hệ thống nối đất được xác định bằng cách căn cứ vào điện áp tiếp xúc U_{tx} và điện áp bước U_b . Yêu cầu độ lớn của các điện áp này phải không vượt quá giới hạn để đảm bảo an toàn cho người.

Dễ thấy rằng càng gần vật nối đất U_{tx} càng bé và U_b càng lớn; ngược lại càng xa vật nối đất U_{tx} càng lớn và U_b càng bé.

Dùng một thanh nối đất hay nhiều thanh nối đất nhưng đặt tập trung một vị trí thì khi có dòng điện chạm đất I_d , điện áp phân bố trên bề mặt đất làm xuất hiện điện áp bước U_b nguy hiểm. Để giảm U_b và U_{tx} đồng thời, người ta kết hợp biện pháp nối đất mạch vòng bằng cách chôn các cọc nối đất có nối với nhau bằng thanh dẫn theo chu vi và ở giữa phần đất cần phải bảo vệ an toàn như trong hình 4.2. Khi đó điện áp tiếp xúc và điện áp bước giảm thấp đảm bảo an toàn cho người vận hành.



Theo hình 4.2a ngoài vùng nổi đất mạch vòng, phân bố điện áp trên bề mặt đất có thể gây điện áp bước nguy hiểm. Để tránh điện áp bước nguy hiểm dọc theo đường ngoài vùng nổi đất mạch vòng, người ta chôn các tấm kim loại nhưng không nối với nhau và cũng không nối với mạng nổi đất mạch vòng như trong hình 4.3.



Hỡnh 4.3. Biện phỏp cõn bằng điện ỏ ngoài vũng bảo vệ để tránh nguy

4.3. Qui định về nối tiếp đất cho thiết bị điện - điện tử

Mục tiêu

Nắm bắt được các qui định về nối tiếp đất cho các thiết bị điện – điện tử bao gồm các kỹ thuật nối đất, yêu cầu kỹ thuật của cọc nối đất, dây nối đất và tính toán thiết kế hệ thống nối đất.

4.3.1. Cách nối tiếp đất

Trước hết cần phải phân biệt nối đất tự nhiên và nối đất nhân tạo.

Nối đất tự nhiên là sử dụng các ống dẫn nước, các cọc sắt, các sàn sắt có sẵn trong đất. Hay sử dụng các kết cấu nhà cửa, các công trình củ nối đất, các vỏ cáp trong đất... làm điện cực nối đất.

Khi xây dựng vật nối đất cần phải sử dụng, tận dụng các vật nối đất tự nhiên có sẵn. Điện trở nối đất của các vật nối đất tự nhiên được xác định bằng cách đo tại chỗ hay có thể lấy theo các sách tham khảo.

Nối đất nhân tạo thường được thực hiện bằng các cọc thép tròn, thép góc, thép ống, thép dẹt... dài 2-5m chôn sâu xuống đất sao cho đầu trên cùng của chúng cách mặt đất 0,5-0,8m.

Kinh nghiệm cũng như tính toán cho thấy rằng điện trở nối đất giảm xuống khi tăng độ dài chôn sâu của vật nối đất (vì giảm ảnh hưởng của thời tiết) nhưng lúc chiều dài các cọc vượt quá 5m thì điện trở nối đất giảm xuống không rõ rệt. Đường kính hay bề dày của vật nối đất ảnh hưởng rất ít đến trị số điện trở của vật nối đất. Vì vậy các ống thép đặt trong đất phải có bề dày không được nhỏ hơn 3,5mm, các thanh thép dẹt không được nhỏ hơn 4mm và tiết diện nhỏ nhất không

được bé hơn 48mm² để đảm bảo độ bền cơ học. Các cọc thép chôn thẳng đứng được nối với nhau bằng thanh thép nằm ngang (thường bằng thép dẹt).

Dây nối đất phải có tiết diện thỏa mãn độ bền cơ khí và ổn định nhiệt, chịu được dòng điện cho phép lâu dài.

Khi thực hiện bảo vệ nối đất thì tất cả các phần kim loại của các thiết bị điện, của các kết cấu kim loại (vỏ thiết bị, khung, bề mặt của các thiết bị phân phối điện...) mà có thể xuất hiện điện áp khi cách điện bị hư hỏng phải được nối một cách chắc chắn với hệ thống nối đất. Các mối nối của hệ thống nối đất tốt nhất nên thực hiện bằng cách hàn (có thể cho phép nối bằng bulông), mỗi thiết bị điện phải có một dây nối đất riêng, không cho phép dùng một dây nối đất chung cho nhiều thiết bị.

Khi thực hiện nối đất mà có sử dụng nối đất tự nhiên nếu trị số điện trở nối đất tự nhiên (R_{nt}) lớn hơn trị số điện trở nối đất tiêu chuẩn (R_d) thì trị số điện trở nối đất nhân tạo là:

$$R_{nt} = \frac{R_{nt} R_d}{R_{nt} - R_d} \quad (4.10)$$

Mặt khác điện trở nối đất nhân tạo là gồm hệ thống các điện cực (cọc) chôn thẳng đứng có điện trở là R_c và thanh nối ngang nối giữa các cọc có điện trở R_n :

$$R_{nt} = \frac{R_c R_n}{R_c + R_n} \quad (4.11)$$

4.3.2. Cọc tiếp đất

Trong thực tế người ta sử dụng nhiều loại vật nối đất có hình dạng và cách lắp đặt khác nhau với những công thức nối đất tính điện trở khác nhau. Sau đây ta xét một số trường hợp thường dùng nhất.

1. Vật nối đất là thép tròn, thép ống chôn sát mặt đất như hình 4.4a thì điện trở nối đất của một cọc là:

$$R_{1c} = \frac{\rho_{tt}}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d} \quad (4.12)$$

Trong đó:

$\rho_{tt} = \rho$ (Ωm) - điện trở suất tính toán của đất

d - đường kính ngoài của cọc nối đất, nếu dùng thép góc thì đường kính đương trị là: $d = 0,95b$ (b : là chiều rộng của thép góc).

2. Vật nổi đất cũng là thép tròn, thép ống nhưng được đóng sâu xuống sao cho đầu trên cùng của chúng cách mặt đất một khoảng nào đó (hình 4.4b). Lúc này điện trở nổi đất của cọc là:

$$R_{1c} = \frac{\rho_{tt}}{2\pi l} \left(\ln \frac{4l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+1}{4t-1} \right) \quad (4.13)$$

Trong đó:

t - khoảng cách từ mặt đất đến điểm giữa của cọc.

3. Vật nổi đất là thép dẹt, thép tròn chôn nằm ngang trong đất (hình 4.4c) thì điện trở nổi đất là:

$$R_{1c} = \frac{\rho_{tt}}{2\pi l} \ln \frac{2l^2}{bt} \quad (4.14)$$

Trong đó:

b - chiều rộng của thanh thép, nếu dùng thép tròn thì thay $b=2d$

d - đường kính

Một điều cần chú ý khi xác định điện trở nổi đất cần phải xét đến ảnh hưởng của nhau giữa các điện cực khi tản dòng điện vào đất. Quá trình tản dòng điện trong đất ở điện cực nào đó sẽ bị hạn chế bởi quá trình tản dòng điện cực từ các điện cực lân cận, do đó làm tăng chỉ số điện trở nổi đất ảnh hưởng này được tính bằng việc đưa vào công thức xác định điện trở nổi đất một hệ số gọi là hệ số sử dụng. Vì vậy điện trở nổi đất của n cọc (đóng thẳng đứng) có xét đến hệ số sử dụng:

$$R_c = \frac{R_{1c}}{n\mu_c} \quad (4.15)$$

Trong đó:

R_{1c} - trị số điện trở nổi đất của một cọc.

μ_c - hệ số sử dụng của các cọc.

Hệ số μ_c này phụ thuộc vào số cọc n và tỉ số $\frac{a}{l}$.

Trong đó:

a - khoảng cách giữa các cọc chôn thẳng đứng.

l - chiều dài giữa các cọc.

Thông thường: $\frac{a}{l} = 1, 2, 3$

Tương tự điện trở nổi đất của các thanh ngang khi có tính đến hệ số sử dụng:

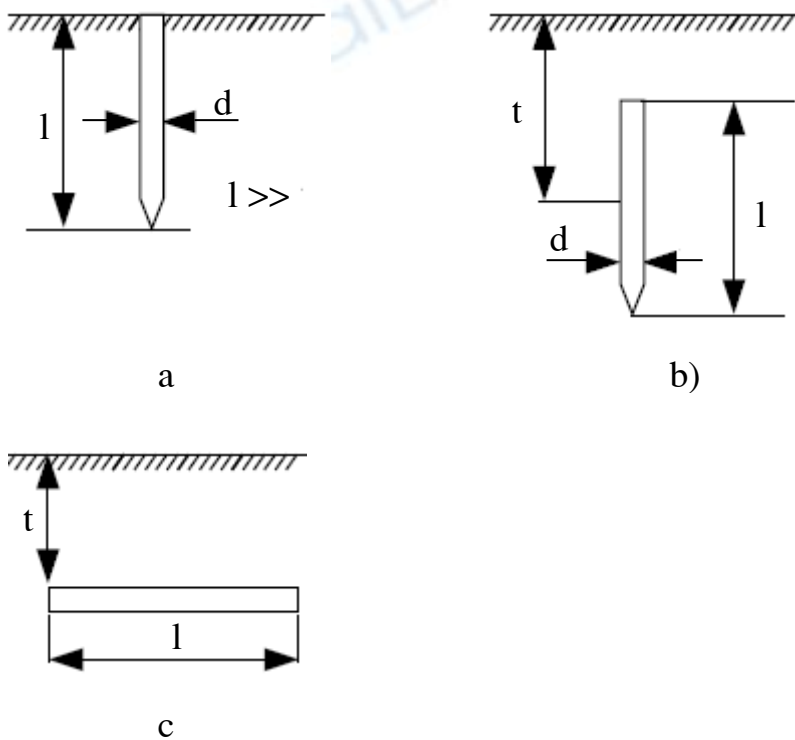
$$R_n = \frac{R'_n}{\mu_n} \quad (4.16)$$

Trong đó:

R'_n : là điện trở nổi đất của các thanh ngang khi chưa tính đến hệ số sử dụng của các thanh ngang μ_n .

μ_n cũng phụ thuộc vào n và $\frac{a}{l}$.

Hệ số μ_n cũng như μ_c thường cho trong các sổ tay. Rõ ràng μ_n hay μ_c luôn luôn nhỏ hơn 1.



Hình 4.4. Tư thế của cọc nổi đất: a) Dạng thộp trùn, thộp ống chùn sọt mặt đất; b) Dạng thộp trùn, thộp ống đứng sọt; c) Dạng thanh đặt chùn nằm

4.3.3. Dây nổi đất

Để làm dây nổi đất có thể sử dụng:

1. Các dây dẫn chỉ dùng riêng cho mục đích này.

2. Kết cấu kim loại của nhà (các xà, các cột...).
3. Cốt thép của kết cấu xây dựng và móng bằng bê tông cốt thép.
4. Các kết cấu kim loại của công trình công nghệ (đường cầu trục, khung của thiết bị phân phối, hành lang, sàn thang máy, cần cầu, thiết bị nâng, các đường ống...).
5. Các ống thép của bộ dẫn điện.
6. Vỏ nhôm của cáp.
7. Vỏ kim loại và kết cấu đỡ thanh dẫn, các hộp và máng bằng kim loại của thiết bị điện.
8. Các ống kim loại được lắp đặt hở cố định, có công dụng khác nhau trừ các ống dẫn các chất và hợp chất cháy nổ và hệ thống đường ống dẫn nước thải, hệ thống sưởi chính.

Cho phép sử dụng các dây dẫn, các kết cấu và các chi tiết khác được nêu trên đây làm dây nối đất duy nhất, nếu như chúng đảm bảo điện dẫn theo tiêu chuẩn này và đảm bảo dẫn điện liên tục trên toàn bộ chiều dài được sử dụng. Dây nối đất cần được bảo vệ chống ăn mòn.

Cấm sử dụng vỏ kim loại của dây dẫn kiểu ống, cáp treo của đường dẫn điện, vỏ kim loại của các ống cách điện, các tay nắm kim loại, vỏ chì của dây dẫn điện và cáp để làm dây nối đất. Chỉ cho phép dùng vỏ chì của cáp vào mục đích trên trong lưới điện thành phố có điện áp 220/127V và 380/220V khi cải tạo.

Các hộp cáp và các hộp đầu dây cần được nối với vỏ kim loại bằng cách hàn hoặc bằng bu lông.

Bố trí các đường trục nối đất về các mạch rẽ từ trục này trong các phân xưởng và ngoài trời phải đảm bảo dễ đến kiểm tra được.

Những mạch rẽ từ trục chính đến thiết bị điện có điện áp đến 1000V, được phép đặt ngầm trong tường nhà, dưới nền sàn gạch... và phải được bảo vệ tránh bị ăn mòn. Những mạch rẽ này không được có mối nối.

Đối với các thiết bị ở ngoài trời, cho phép đặt dây nối đất và dây "không" bảo vệ dưới đất, dưới nền hoặc theo mép của bề mặt, móng của thiết bị công nghệ... Không được sử dụng dây có cách điện đặt trong đất để làm dây nối đất.

Dây nối đất của các thiết bị điện có điện áp tới 1000V phải có kích thước không nhỏ hơn kích thước quy định ở bảng 4.2.

Ở các thiết bị điện có điện áp lớn hơn 1000V có điểm trung tính nối đất hiệu quả, tiết diện của dây nối đất phải được chọn sao cho khi có dòng điện ngắn mạch

một pha lớn nhất chạy qua thì nhiệt độ của dây nối đất không lớn hơn 400⁰C (phát nóng tức thời phù hợp với thời gian tác động của thiết bị bảo vệ chính và thời gian cắt toàn phần của máy cắt).

Ở các thiết bị điện có điểm trung tính cách li thì điện dẫn của dây nối đất không được nhỏ hơn 1/3 điện dẫn của dây pha, còn tiết diện không được nhỏ hơn quy định ở bảng 4.2. Không yêu cầu sử dụng dây đồng có tiết diện lớn hơn 25mm², dây nhôm 35mm² và dây thép tiết diện lớn hơn 120mm².

Trong các phân xưởng sản xuất có các thiết bị điện có điện áp lớn 1000V thì các trục nối đất làm bằng thép có tiết diện không nhỏ hơn 100mm².

Bảng 4.2. Kích thước nhỏ nhất của dây nối đất.

Tên gọi	Đồng	Nhôm	Thép		
			Trong nhà	Ngoài trời	Trong đất
Dây trần:					
Tiết diện, mm ²	4	6	-	-	-
Đường kính, mm	-	-	5	6	10
Dây dẫn có bọc cách điện:					
Tiết diện, mm ²	1,5	2,5	-	-	-
Lõi nối đất của dây cáp và dây dẫn nhiều lõi trong cùng một vỏ bảo vệ chung với các dây pha:					
Tiết diện, mm ²	1,5	2,5	-	-	-
Thép góc:					
Bề dày của gờ, mm	-	-	2	2,5	4
Thép dẹt:					
Tiết diện, mm ²	-	-	24	48	48
Bề dày, mm	-	-	3	4	4

Đường ống dẫn nước và dẫn khí (bằng thép):					
Bề dày thành ống, mm	-	2,5	2,5	2,5	3,5
Đường ống móng (bằng thép):					
Bề dày của thành ống, mm	-	-	1,5	2,5	Không cho phép

Trong mạch dây nối đất không được lắp các thiết bị cắt mạch và cầu chảy.

Trong các phân xưởng khô ráo không có các chất ăn mòn cho phép đặt dây nối đất trực tiếp trên tường nhà. Trong các phân xưởng ẩm ướt, đặc biệt ẩm ướt và trong các phân xưởng có các chất ăn mòn thì dây nối đất phải được đặt cách tường nhà không nhỏ hơn 10mm.

Các dây nối đất phải được bảo vệ tránh ăn mòn của hóa chất. Ở những chỗ các dây này giao chéo với các dây cáp, với các đường ống, với các đường ray, ở những chỗ đi vào nhà... mà dây nối đất có thể bị hư hỏng do tác động cơ học thì những dây này phải được đặt trong ống bảo vệ.

Dây nối đất khi đi qua tường và qua trần ngăn phải được chèn chặt và không được có các mối nối và các mạch rẽ.

Dây nối đất, dây cân bằng thế phải có ký hiệu màu trên suốt chiều dài bằng cách kết hợp màu xanh và màu vàng. Cho phép chỉ ghi ký hiệu màu ở các chỗ nối và ở chỗ phân nhánh khi không thể ghi ký hiệu trên suốt chiều dài dây.

Không cho phép sử dụng dây nối đất để làm việc khác.

4.3.4. Tính toán hệ thống nối đất

Mục đích tính toán nối đất là xác định hình thức nối đất thích hợp (nối đất tập trung hay mạch vòng), xác định các thông số chủ yếu của hệ thống nối đất (như số lượng, hình dáng cọc, các thanh) xuất phát từ trị số điện trở nối đất tiêu chuẩn và các điều kiện cụ thể nơi cần lắp đặt.

Trong các điều kiện cho phép cần thực hiện nối đất theo nối đất mạch vòng. Tuy nhiên trong các mạng có dòng chạm đất bé nếu điều kiện lắp đặt mặt bằng bị hạn chế thì có thể cho phép nối đất tập trung. Với các mạng có dòng chạm đất lớn bắt buộc phải thực hiện nối đất mạch vòng. Ngoài ra phải thực hiện cân bằng thế (để giảm điện áp tiếp xúc và điện áp bước) trong các mạng điện có dòng chạm đất

lớn này người ta thường đặt thêm các thanh nối ngang ở ngay phía dưới các thiết bị có độ sâu từ 0,5-0,7m dưới dạng mặt lưới (hình 4.2b)

Sau khi đã được các số liệu cần thiết ban đầu (như mặt bằng, hình dạng, kích thước vật nổi đất, chế độ làm việc của điểm trung tính, điện trở nổi đất tự nhiên, điện trở suất của đất...)

Các bước tính toán hệ thống nổi đất được tính như sau:

1. Xác định điện trở nổi đất yêu cầu R_d .

2. Xác định điện trở nổi đất nhân tạo. Nếu có sử dụng điện trở nổi đất tự nhiên với trị số là R_{nt} thì điện trở nổi đất nhân tạo cần thiết là:

$$R_{nt} = \frac{R_{nt} R_d}{R_{nt} - R_d} \quad (4.17)$$

3. Xác định điện trở suất tính toán của đất:

Ở đây cần chú ý là vì các cọc chôn thẳng đứng và các thanh nối ngang có độ chôn sâu khác nhau nên chúng có điện trở suất tính khác nhau, cụ thể là:

+ Với các cọc $\rho_{ttc} = k_{mc}\rho$

+ Với các thanh nối ngang: $\rho_{ttn} = k_{mn}\rho$

Trong đó:

k_{mc} - hệ số mùa của các cọc.

k_{mn} - hệ số mùa các thanh ngang.

4. Theo địa hình thực tế mà bố trí hệ thống nổi đất mà từ đó xác định gần đúng số lượng cọc ban đầu và chiều dài tổng của các thanh nối ngang (n_{bd} và l_n). Ở đây cần lưu ý là khoảng cách giữa các cọc không được bé hơn chiều dài các cọc ($a/l \geq 1$).

Cũng theo điều kiện và yêu cầu thực tế mà chọn cách lắp đặt, kích thước, hình dạng của vật nổi đất... rồi từ đó xác định được điện trở nổi đất của một cọc (R_{1c}) theo công thức đã biết.

5. Xác định số lượng cọc cần dùng:

$$n_{sb} = \frac{R_{1c}}{R_{nt}\mu_c} \quad (4.18)$$

Trong đó:

μ_c - hệ số sử dụng của các cọc phụ thuộc vào số lượng cọc ban đầu (n_{bd}) và tỉ số a/l .

R_{nt} - điện trở nhân tạo yêu cầu khi đã tính đến điện trở nối đất tự nhiên (nếu có).

Nếu không có sử dụng nối đất tự nhiên thì R_{nt} bằng trị số nối đất tiêu chuẩn yêu cầu: $R_{nt} = R_d$.

6. Xác định điện trở nối đất của các thanh ngang nối đất giữa các cọc theo công thức đã biết có tính đến hệ số sử dụng của các thanh ngang:

$$R_{nt} = \frac{\rho_{ttn}}{2\pi\mu_n l_n} \frac{2l_n^2}{bt} \quad (4.19)$$

Trong đó:

μ_n - hệ số sử dụng của các thanh ngang phụ thuộc vào n_{bd} và a/l .

l_n - tổng chiều dài của các thanh ngang nối giữa các cọc ở đây ta coi đó là một thanh ngang duy nhất.

7. Xác định trị số điện trở nối đất yêu cầu của cọc khi có xét đến điện trở nối đất của các thanh ngang:

$$R_c = \frac{R_n R_{nt}}{R_n - R_{nt}}, \text{ thoả mãn bất đẳng thức: } R_d \leq R_{nt} < R_c \quad (4.20)$$

8. Xác định chính xác số cọc cần dùng:

$$n_c = \frac{R_{1c}}{R_c \mu'_c} \quad (4.21)$$

Trong đó:

μ'_c - hệ số sử dụng của các cọc khi đã biết số cọc sơ bộ n_{sb} .

Lưu ý là số cọc dùng trong nối đất không được nhỏ hơn 2.

Phương pháp tính toán hệ thống nối đất ở trên là phương pháp tính toán dựa theo điện trở nối đất tiêu chuẩn (R_d) với giả thiết là đất thuần nhất có điện trở suất không đổi là r nên có sai số nhất định vì trong thực tế điện trở suất của đất thay đổi theo sự thay đổi độ sâu. Vì vậy ngoài phương pháp coi điện trở suất của đất là một số không đổi còn có những phương pháp tính toán nối đất chính xác hơn, trong đó có tính đến sự thay đổi điện trở suất của đất phụ thuộc vào độ sâu của đất.

Mặt khác, nhằm mục đích tiết kiệm và giảm bớt phức tạp tốn kém khi xây dựng hệ thống nối đất cho các thiết bị có dòng chạm đất lớn. Hiện nay, trong một số trường hợp người ta có thể tính toán hệ thống nối đất theo trị số điện áp tiếp xúc cho phép mà không phải theo trị số điện trở nối đất tiêu chuẩn như đã trình bày ở trên.

4.4. Qui định về chế độ kiểm tra

Mục tiêu

Nắm bắt được các qui định về chế độ kiểm tra an toàn điện bao gồm các qui định về kiểm tra nghiệm thu, kiểm tra định kỳ và kiểm tra bất thường.

Trang bị nối đất thiết bị điện cần phải được kiểm tra khi nghiệm thu, kiểm tra định kỳ vì kiểm tra bất thường.

4.4.1. Kiểm tra nghiệm thu

Kiểm tra nghiệm thu được thực hiện sau khi trang bị nối đất, nối "không" đã được lắp đặt xong, trước khi đưa vào sử dụng vì được tiến hành theo hai bước.

- Đối với các phần ngầm chôn dưới đất hay trong các kết cấu: phải được kiểm tra trước khi lắp đất hay lắp kín;

- Đối với toàn bộ hệ thống phải được kiểm tra sau khi hoàn thiện để đưa vào sử dụng.

Nội dung kiểm tra nghiệm thu gồm có:

1. Kiểm tra việc lắp đặt thực tế so với thiết kế;
2. Kiểm tra việc sử dụng vật liệu theo yêu cầu thiết kế;
3. Kiểm tra toàn bộ các mối hàn, mối nối, xem xét về độ bền cơ học, điện trở tiếp xúc;
4. Kiểm tra biện pháp chống ăn mòn, gỉ;
5. Kiểm tra việc bảo vệ mạch dẫn đi qua các khe lún khe co giãn và chướng ngại khác;
6. Kiểm tra các biện pháp chống điện áp chạm và điện áp bước ở những nơi cần thiết;
7. Kiểm tra việc lắp đất và đo điện trở nối đất;
8. Kiểm tra điện trở mạch pha - dây "không" và khả năng cắt của thiết bị bảo vệ (kích thước, quy cách dây chảy, dòng chỉnh định của aptômát).

Việc kiểm tra được thực hiện qua xem xét bằng mắt, dùng thước đo, máy đo điện trở nối đất, máy đo điện trở mạch pha - dây "không"...

4.4.2. Kiểm tra định kì

Kiểm tra định kỳ được thực hiện theo thời gian quy định sau:

1. Khi thiết bị điện được bố trí ở những nơi nguy hiểm: một năm một lần.
2. Khi thiết bị điện. được bố trí ở những nơi đặc biệt nguy hiểm về điện: sáu tháng một lần;
3. Khi thiết bị điện được bố trí ở những nơi ít nguy hiểm: hai năm một lần.

4.4.3. Kiểm tra bất thường

Kiểm tra bất thường (đột xuất) được thực hiện theo quy định:

1. Khi xảy ra tai nạn, sự cố hoặc có nguy cơ xảy ra tai nạn;
2. Sau khi sửa chữa trang bị nối đất, nối "không" hoặc lắp đặt lại thiết bị;
3. Sau khi có lụt, bão, ma lớn gây ảnh hưởng đến chất lượng của trang bị nối đất, nối "không".
4. Khi xây dựng mới hay sửa chữa các công trình khác có khả năng gây hư hỏng các bộ phận của trang bị nối đất, nối "không".

Nội dung kiểm tra định kỳ và kiểm tra đột xuất gồm có:

1. Đo điện trở nối đất, điện trở mạch pha - dây "không".
2. Kiểm tra toàn bộ trang bị nối đất, nối "không".
3. Kiểm tra các mối hàn, mối nối;
4. Kiểm tra tình trạng các lớp mạ hoặc sơn chống ăn mòn, gỉ;
5. Kiểm tra các mặt tiếp xúc điện;
6. Kiểm tra phần ngầm, những chỗ nghi ngờ (đào lên xem và đo đạc).
7. Kiểm tra các mạch dẫn đi qua chướng ngại;
8. Kiểm tra tình trạng của đất.

Bài 5. Dụng cụ và biển báo an toàn

5.1. Dụng cụ an toàn điện

Mục tiêu

Nắm bắt được các đặc điểm và yêu cầu an toàn của các dụng cụ thường dùng trong phạm vi nghề nghiệp bao gồm yêu cầu kỹ thuật của dụng cụ thao tác bằng tay, dụng cụ đo kiểm và dụng cụ cách điện an toàn.

Để bảo vệ con người khi làm việc với các thiết bị điện khỏi bị tác dụng của dòng điện, hồ quang điện cần phải sử dụng các phương tiện bảo vệ cần thiết. Các phương tiện bảo vệ chia thành các nhóm như sau:

1. Phương tiện cách điện, tránh điện áp (bước, tiếp xúc, làm việc) gồm: sào cách điện, kìm cách điện, dụng cụ có tay cầm cách điện, găng tay cao su, giày cao su, ủng cao su, đệm cách điện cao su.
2. Thiết bị thử điện di động, kìm đo dòng điện.
3. Bảo vệ nối đất di chuyển tạm thời, hàng rào, bảng báo hiệu.
4. Phương tiện bảo vệ tránh tác dụng của hồ quang, mảnh kim loại bị nung nóng, các hư hỏng cơ học: kính bảo vệ, găng tay bằng vải bạt, dụng cụ chống khí độc.

5.1.1. Dụng cụ thao tác bằng tay

Dụng cụ thao tác bằng tay - DCTTBT bao gồm các loại máy công cụ chạy bằng điện như máy khoan, máy cắt, máy nghiền, máy hàn... Khi làm việc với các dụng cụ này cần phải tuân thủ các quy định sau đây:

1. Phải sử dụng đúng, đủ các trang bị bảo hộ gồm: mũ vải, áo quần vải dày, bao tay vải, giày vải.
2. Phải cất giữ DCTTBT trong các tủ đồ nghề riêng và việc kiểm tra chúng phải được giao cho các kỹ thuật viên (thường là các thợ lắp ráp điện). Chu kỳ kiểm tra không ít hơn một lần mỗi tháng, không kể kiểm tra đột xuất do các lý do khác như hỏng hóc, vừa nhận lại từ người khác. Kết quả kiểm tra phải ghi và sổ, còn trên vỏ dụng cụ thì ghi ngày tháng kỳ kiểm tra định kỳ tiếp theo.
3. Trước lúc cấp phát cần kiểm tra trên giá thử bằng megomètre trước mặt người nhận để xác định độ hoàn hảo của nó (không chạm vỏ...) nghiêm cấm sử dụng những DCTTBT bị hư và chúng phải được thu hồi ngay để đưa đi sửa chữa.

4. Trước lúc bắt đầu làm việc phải kiểm tra tình trạng các vít kẹp chắc các chi tiết, nút, độ hoàn hảo của độ truyền động (bằng cách quay trực chính), của vỏ cách điện, lõi dây điện không có vết gãy, sự hoàn hảo của cái ngắt điện và nối đất.

5. Khi đang làm việc nếu thấy hư hỏng dù rất nhỏ nhưng cảm nhận được tác dụng yếu của dòng điện thì phải tức khắc ngừng ngay công việc để đưa chúng đi kiểm tra sửa chữa. Cấm giao DCTTBT cho người không có trách nhiệm sử dụng dù chỉ trong chốc lát.

6. Chỉ cho phép sử dụng DCTTBT với điện áp không quá 36V, 24V, 12V tại nơi làm việc có cấp nguy hiểm từ cao đến đặc biệt về điện tại những nơi không thuộc các cấp nguy hiểm đó thì cho phép sử dụng DCTTBT có điện áp 110V và 220V nhưng nhất thiết phải có găng tay, giày và thảm cách điện. Vỏ DCTTBT mà nguồn cấp có điện áp trên 36V không phụ thuộc tần số dòng điện đều phải được nối đất.

7. Làm việc với DCTTBT có điện áp nguồn dưới 36V ở bên trong các kết cấu bằng kim loại (thùng, bể, lò, ống...) đều phải sử dụng găng tay và thảm cách điện. Nghiêm cấm sử dụng DCTTBT có cách điện hai lớp với ký hiệu ở vỏ là $\pm$, có điện áp trên 36V để làm việc ở những nơi đặc biệt nguy hiểm. Ngoại trừ trường hợp đó, các DCTTBT không cần phải có tiếp đất. Cấp điện cho DCTTBT phải thực hiện bằng dây mềm có lõi tiếp đất và liên kết bằng phích cắm. Sự tiếp đất được thực hiện bằng đầu cắm có chiều dài dài hơn đầu nối với các pha.

8. Khi DCTTBT đang làm việc nghiêm cấm các trường hợp sau:

- Dùng tay cầm vào đầu công tác, đầu cắt của nó.
- Lắp hay tháo đầu công tác trước khi ngừng hoàn toàn chuyển động quay.
- Dùng tay thu dọn phôi ở vùng dưới đầu mũi khoan đang quay.
- Làm việc trên cao với thang di động (thay vì phải làm trên các giàn giáo vững chắc có lan can bảo vệ).
- Đấu điện vào lưới bằng cách xoắn dây.
- Tháo lớp vỏ bảo vệ hao che phần cắt của nó.
- Làm việc ngoài trời dưới mưa.
- Để dây dẫn điện tiếp xúc với cáp điện có bề mặt nóng, ẩm hay dính dầu.
- Không được mang các máy biến áp di động và bộ biến đổi tần số vào bên trong các phần hình trống của lò hơi, các bình bằng kim loại và trong các vị trí đặc biệt nguy hiểm điện.