

CHƯƠNG 4

BẢO VỆ NỔ ĐẤT

4.1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tai nạn điện giết thường xảy ra do người vận hành vô ý chạm phải bộ phận mang điện, hoặc do tiếp xúc với các bộ phận của thiết bị điện bình thường không mang điện nhưng do cách điện bị hư hỏng trở nên có điện. Để tránh điện giết trước tiên là phải chấp hành nghiêm chỉnh quy tắc vận hành các thiết bị điện, tiếp đến là phải thực hiện việc nối đất các bộ phận có thể bị mang điện khi cách điện bị hư hỏng gọi là bảo vệ nối đất.

Hệ thống bảo vệ nối đất là hệ thống không tham gia vào sự làm việc của mạng điện nhưng được thực hiện theo yêu cầu an toàn sử dụng thiết bị điện, để đề phòng tai nạn do vỏ thiết bị có điện áp.

Bằng cách nối vỏ thiết bị với hệ thống nối đất, bảo vệ nối đất là biện pháp phổ biến nhất, an toàn và hữu hiệu để tránh tai nạn do dòng điện rò ra vỏ máy.

Mục đích của bảo vệ nối đất là để giảm điện áp so với đất đến trị số an toàn cho người, ở các bộ phận kim loại bình thường không mang điện nhưng do cách điện bị hỏng có điện rò ra.

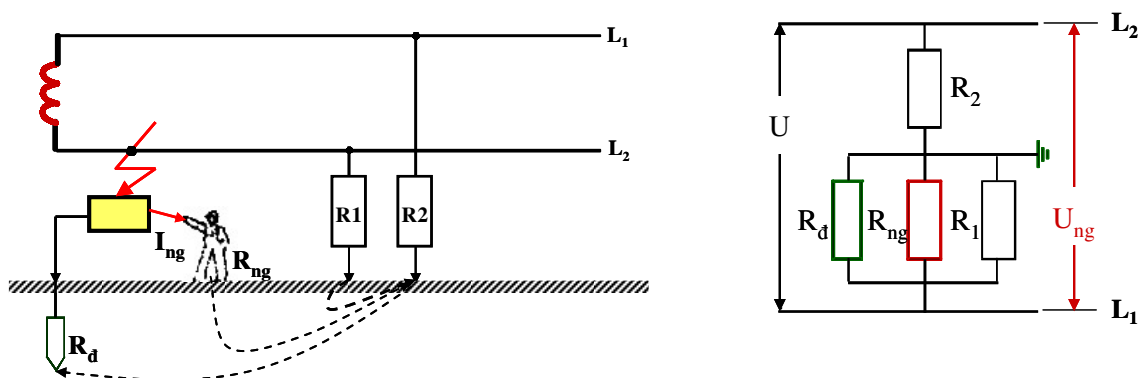
4.2. Ý NGHĨA CỦA BẢO VỆ NỔ ĐẤT

Ý nghĩa của bảo vệ nối đất và sơ đồ thay thế tính toán được trình bày ở Hình 4.1.

Giả sử vỏ thiết bị điện được nối đất với vật nối đất có điện trở nối đất là R_d thì khi cách điện bị chọc thủng, điện áp trên vỏ thiết bị so với đất là:

$$U_d = I_d \cdot R_d \quad (3.1)$$

Ở đây: I_d là dòng điện ngắn mạch một pha chạm đất.



Hình 4.1. Bảo vệ nối đất trong mạch điện hai dây(a)
và sơ đồ thay thế (b)

Khi tiếp xúc với vỏ thiết bị điện có điện áp, người có điện trở là R_{ng} sẽ chịu tác dụng của dòng điện I_{ng} .

Gọi R_1 , R_2 lần lượt là điện trở cách điện của thiết bị điện ở các pha L_1 , L_2 có giá trị hàng MΩ, thì điện áp tác dụng lên người được xác định theo biểu thức:

$$U_{ng} = U \frac{R_d // R_{ng} // R_1}{R_2 + (R_d // R_{ng} // R_1)}$$

$$U_{ng} = U \frac{\frac{1}{\frac{1}{R_d} + \frac{1}{R_{ng}} + \frac{1}{R_1}}}{R_2 + \frac{1}{\frac{1}{R_d} + \frac{1}{R_{ng}} + \frac{1}{R_1}}}$$

$$U_{ng} = \frac{U}{1 + R_2 \left(\frac{1}{R_d} + \frac{1}{R_{ng}} + \frac{1}{R_1} \right)} \quad (4.2)$$

Vì R_1, R_2, R_{ng} có trị số lớn hơn nhiều so với R_d ($R_1, R_2, R_{ng} \gg R_d$) nên có thể xác định gần đúng như sau:

$$U_{ng} \approx \frac{U \cdot R_d}{R_2} \approx I_d \cdot R_d \approx U_d \quad (4.3)$$

Vậy điều kiện bảo đảm an toàn cho người sẽ là:

$$U_{ng} \approx I_d \cdot R_d \leq U_{cp} \quad (4.4)$$

Ở đây: U_{cp} là trị số điện áp tiếp xúc cho phép.

Để thực hiện điều kiện đó, phải tiến hành bảo vệ nối đất với trị số điện trở nối đất R_d càng nhỏ càng tốt. Tuy nhiên, không phải lúc nào cũng có thể giảm điện trở nối đất R_d , nhất là ở các nơi có điện trở suất của đất ρ_d quá cao.

4.3. PHẠM VI ỨNG DỤNG

1. Thiết bị điện có điện áp thấp $U \leq 1000V$

Việc sử dụng bảo vệ nối đất trong các thiết bị điện có điện áp thấp $U \leq 1000V$ do chế độ làm việc của điểm trung tính quyết định. Bảo vệ nối đất chỉ thuận lợi khi điểm trung tính cách ly. Nếu điểm trung tính có nối đất trực tiếp, qui phạm hiện hành qui định đối với mạng điện ba pha bốn dây 380/220V và 220/127V phải dùng bảo vệ nối dây trung tính thay cho bảo vệ nối đất.

- Với các mạng điện có điểm trung tính cách ly, mà điện áp so với đất lớn hơn 150V phải thực hiện nối đất ở tất cả các nhà sản xuất và các trang thiết bị điện đặt ngoài trời.

Các bộ phận cần nối đất gồm: vỏ kim loại bình thường không mang điện của tất cả máy móc thiết bị, các tủ phân phối điện, các vỏ kim loại của cáp điện, vỏ hộp nối cáp, các ống luồn dây điện và dây cáp.

- Với điện áp so với đất thấp hơn 150V (từ 65V đến 150V), việc nối đất chỉ bắt buộc cho các trường hợp sau:

- Các phòng dễ cháy, dễ nổ.
- Các trang thiết bị đặt ngoài trời.

Với cùng điện áp này ở các phòng khác, chỉ cần nối đất các tay quay điều khiển hoặc vỏ các động cơ điện có liên hệ đến thang máy mà người vận hành thường hay chạm phải.

- Với các điện áp so với đất từ 65V trở xuống, việc nối đất không cần thiết (trừ trường hợp có yêu cầu đặc biệt).

- Với các thiết bị điện đặt ở độ cao người không với tới, việc nối đất cũng không cần thiết.

- Các trang thiết bị có điện áp từ 220V trở xuống đặt trong nhà ở, văn phòng, cửa hàng có nền khô và dẫn điện kém (gỗ, nhựa đường...) thì cũng không cần nối đất. Do đó, nếu việc thực

hiện nổi đất theo các yêu cầu về an toàn có khó khăn thì có thể thay thế nó bằng việc sử dụng các sàn cách điện, đồng thời phải loại trừ khả năng đồng thời chạm vào bộ phận không nổi đất của thiết bị và bộ phận của nhà hoặc thiết bị có nổi đất.

2. Thiết bị điện có điện áp cao $U > 1000V$

Đối với các trang thiết bị có điện áp cao trên 1000V, việc bảo vệ nổi đất phải thực hiện trong tất cả các trường hợp không phân biệt chế độ làm việc của điểm trung tính hoặc tính chất của phòng làm việc.

Việc nổi đất phải được thực hiện ở:

- Bộ máy và vỏ các máy điện, máy biến áp, máy cắt điện và các khí cụ điện khác.
- Bộ phận truyền động của các khí cụ điện.
- Các cuộn dây thứ cấp của các máy biến áp đo lường (trừ các trường hợp ngoại lệ do yêu cầu bảo vệ rơ le).
- Khung của các tủ phân phối điện và tủ điều khiển.
- Cơ cấu kim loại của các trạm biến áp ngoài trời, vỏ kim loại của các hộp nối cáp, vỏ cáp.
- Các rào chắn và lưới chắn bằng kim loại, dầm sàn, vì, kèo thép, các bộ phận kim loại khác mà người dễ chạm tới và có điện thế rò ra.

4.4. BỘ PHẬN NỔI ĐẤT

Có hai loại nổi đất: nổi đất tự nhiên và nổi đất nhân tạo.

1. Nổi đất tự nhiên

Nổi đất tự nhiên là trang thiết bị nổi đất sử dụng các ống dẫn nước chôn ngầm trong đất hay các ống bằng kim loại khác đặt trong đất (trừ các ống nhiên liệu lỏng và khí dễ cháy, nổ), các kết cấu kim loại của công trình nhà cửa có nổi đất, các vỏ bọc kim loại của cáp đặt trong đất.

Khi xây dựng trang bị nổi đất cần phải tận dụng các vật nổi đất tự nhiên có sẵn. Tuy nhiên, hiện nay nhằm tăng mức độ dự trữ an toàn và do các trang thiết bị nổi đất tự nhiên không được kiểm tra chặt chẽ về chất lượng nên nổi đất tự nhiên chỉ được coi là nổi đất bổ xung chứ không phải là nổi đất chính. Điện trở nổi đất tự nhiên này được xác định bằng cách đo thực tế tại chỗ hay dựa theo các tài liệu để tính toán gần đúng.

2. Nổi đất nhân tạo

Nổi đất nhân tạo được sử dụng để đảm bảo giá trị điện trở nổi đất nằm trong giới hạn cho phép và ổn định trong thời gian dài.

Nổi đất nhân tạo thường được thực hiện bằng cọc thép, thanh thép dẹt hình chữ nhật hay hình thép góc dài 2÷3m đóng sâu xuống đất, sao cho đầu trên của chúng cách mặt đất khoảng 0,5÷0,8m.

Các thanh thép dẹt chiều dài không nhỏ hơn 4m và tiết diện không nhỏ hơn 48mm² cho các trang thiết bị có điện áp đến 1000V và không nhỏ hơn 100mm² cho trang thiết bị có điện áp lớn hơn 1000V.

Đặc điểm của trang thiết bị nổi đất kiểu cũ và kiểu mới được trình bày ở bảng 4.1.

3. Các kiểu nổi đất

Tùy theo cách bố trí các điện cực nổi đất mà phân biệt nổi đất tập trung hay nổi đất mạch vòng.

- Nổi đất tập trung: thường dùng nhiều cọc đóng xuống đất và nối với nhau bằng các thanh ngang hay cáp đồng trần. Khoảng cách giữa các cọc thường bằng hai lần chiều dài

cọc để loại trừ hiệu ứng màn che. Trong trường hợp khó khăn về mặt bằng thi công thì khoảng cách này không nên nhỏ hơn chiều dài cọc. Nối đất tập trung thường chọn nơi đất ẩm, điện trở suất thấp, ở xa công trình (Hình 4.2).

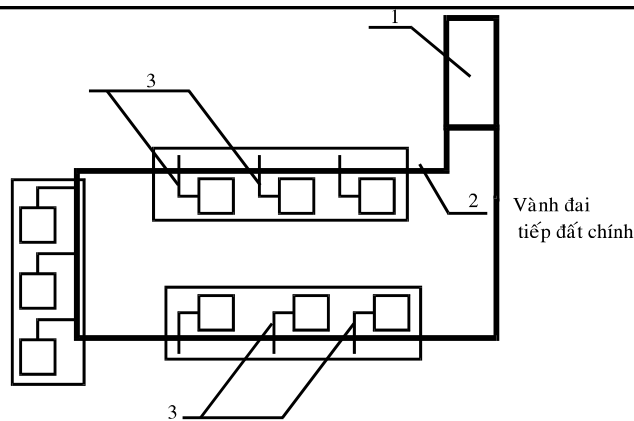
Bảng 4.1: Đặc điểm của trang thiết bị nối đất kiểu cũ và kiểu mới

<i>Thiết bị kiểu cũ</i>	<i>Thiết bị kiểu mới</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Ống kim loại $\phi = 35 \div 50\text{mm}$, $d = 3 \div 5\text{mm}$, $l = 2 \div 3\text{m}$. - Thanh thép dẹt $d \geq 4\text{mm}$, $S \geq 48\text{mm}^2$ - Cáp đồng trần $S \geq 25\text{mm}^2$ 	<ul style="list-style-type: none"> - Cọc đồng lõi thép $\phi = 13 \div 16\text{mm}$, $d = 1,4; 2,4; 3\text{m}$ (Stell core copper clad earth rod). - Cọc mạ lõi thép $\phi = 13 \div 16\text{mm}$, $d = 1; 1,5; 3\text{m}$ (Galvanized Steel). - Băng đồng $50\text{mm} \times 0,5\text{mm}$ (Copper earth tape). - Cáp đồng trần $S \geq 25\text{mm}^2$ (Copper cable). - Lưới đồng trần (Earth grids). - Bản đồng trần (Solid copper earth plates).
<ul style="list-style-type: none"> - Liên kết giữa cọc và cáp + Kẹp kim loại + Hàn điện + Hàn gió đá. 	<ul style="list-style-type: none"> - Liên kết giữa cọc và cáp + Ốc xiết cáp (Earth rod clamps). + Hàn hóa nhiệt (Cadweld exothermic welds).
<ul style="list-style-type: none"> - Cải tạo đất + Than + muối. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cải tạo đất + Hóa chất giảm điện trở đất (Earth Enhancing Compounds): không ăn mòn điện cực, không bị phân hủy theo thời gian, ổn định điện trở đất
	- Bảng đồng nối đất (Earth Bars)
	- Hộp kiểm tra nối đất (Earth Inspection Housing)

• Nối đất mạch vòng: các điện cực nối đất được đặt theo chu vi công trình cần bảo vệ (cách mép ngoài từ $1 \div 1,5\text{m}$) khi phạm vi công trình rộng. Nối đất mạch vòng còn đặt ngay trong khu vực công trình. Nối đất mạch vòng nên dùng ở các trang thiết bị có điện áp trên 1000V , dòng điện chạm đất lớn.

Về vấn đề thi công hệ thống nối đất cần chú ý đến các điểm sau:

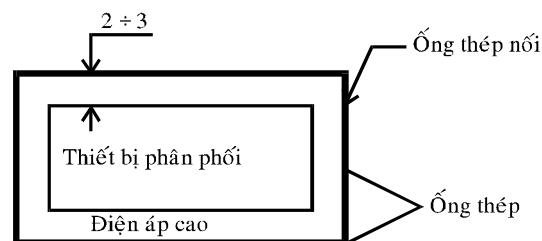
- Các cọc nối đất (thanh nối đất) bằng sắt hay thép trước khi đặt xuống đất đều phải đánh sạch gỉ, không sơn. Ở nơi có khả năng ăn mòn kim loại, phải dùng sắt tráng kẽm hay cọc thép bọc đồng.
- Đường dây nối đất chính đặt ở ngoài nhà phải chôn sâu $0,5 \div 0,6\text{m}$, ở trong nhà đặt trong rãnh hoặc đặt nối theo tường, sao cho việc kiểm trang thiết bị được thuận tiện.
- Dây nối đất chính được nối vào bảng đồng nối đất, các trang thiết bị điện được nối với bảng đồng nối đất bằng một đường dây nhánh. Cắm mắc nối tiếp các trang thiết bị điện vào dây nối đất chính.



1. Hệ thống cọc nối đất.
2. Cáp liên kết chính.
3. Cáp nối vỏ máy.
4. Thiết bị

Hình 4.2
Nối đất tập trung đặt xa công trình.

1. Hệ thống cọc nối đất.
2. Cáp liên kết chính.
3. Cáp nối vỏ máy.
4. Thiết bị



Hình 4.3 Nối đất mạch vòng

4.5. ĐIỆN TRỞ NỐI ĐẤT

Điện trở nối đất phụ thuộc vào điện trở suất của đất, hình dạng kích thước điện cực, độ ẩm của đất và độ chôn sâu trong đất.

Bộ phận nối đất cần có trị số điện trở nối đất càng nhỏ càng an toàn cho người. Giá trị cho phép của điện trở nối đất của một số trang thiết bị điện với điện áp khác nhau được quy định ở bảng 4.2.

Nếu dùng một hệ thống nối đất chung cho các bộ phận khác (trung tính nối đất và cách ly) hoặc các thiết bị và điện áp khác nhau thì trị số điện trở nối đất lấy theo loại nào có trị số nhỏ hơn.

1. Trị số cho phép của điện trở nối đất

- Trường hợp tổng quát: $R_d \leq 10 \Omega$
- Trường hợp riêng
 - + Mạng hạ áp 3 pha trung tính cách điện: $R_d \leq 4\Omega$
 - + Mạng hạ áp 3 pha trung tính nối đất : $R_d \leq 8\Omega$
- Trường hợp cụ thể được cho ở bảng 4.2.

Việc tăng trị số điện trở nối đất phải giới hạn trong phạm vi nhỏ hơn 10Ω .

- Với mạng điện tiêu thụ dòng điện rất lớn $I > 500A$, $U < 1000V$

$$R_d < 0,5\Omega$$

- Với mạng ba pha trung tính cách điện $U < 1000V$

$$R_d \approx 4\Omega$$

- Với mạng ba pha trung tính nối đất $U < 220-380-660V$

$$R_d = (2 \div 8) \Omega$$

- Với mạng đường dây dẫn điện áp cao và thiết bị phân phối và các cột nối đất

$$R_d = 125/I_N \text{ với } I_N \text{ là dòng ngắn mạch cực đại}$$

Nếu giá trị $R > 10\Omega$ thì phải lấy $R_d \leq 10\Omega$.

- Với các đường dây dẫn điện áp $U < 1000V$ khi trung tính không nối đất thì điện trở nối đất của cột $R_d \leq 50\Omega$. Nếu đường dây trung tính nối đất, các cột được nối với dây trung tính.

Bảng 4.2. Giá trị cho phép của điện trở nối đất

<i>Trang thiết bị</i>	<i>Điện trở nối đất [Ω]</i>
1. Trang thiết bị điện áp 3÷3,5kV và các cột của đường dây trên không, trên có đặt các máy biến áp điện lực và đo lường, dao cách ly, cầu chì và các khí cụ điện khác: a. Bộ phận nối đất sử dụng chung cho các trang thiết bị điện điện áp đến 1000V b. Chỉ riêng cho các trang thiết bị điện áp trên 1000V	125/ I_{nm} nhưng không quá 10 Ω và kết hợp với mục 2 để chọn trị số nào nhỏ hơn. 250/ I_{nm} nhưng không quá 10 Ω
2. Các trang thiết bị điện: - Điện áp đến 1000V trung tính cách ly - Điện áp 220/380/660V trung tính trực tiếp nối đất	4 8 / 4 / 2 (tương ứng theo điện áp)
3. Cột điện bằng bê tông cốt thép và bằng thép của đường dây trên không có điện áp a. 3÷20KV trong khu vực có dân cư và đối với tất cả các đường dây 35KV khi điện trở suất của đất ρ [Ωcm]: - Đến 10.000 - Từ 10.000 đến 500.000 - Từ 500.000 đến 1.000.000 - Lớn hơn 1000.000 b. 3÷20KV trong các khu vực không có dân cư, khi ρ [Ωcm]: - Đến 10.000 - Lớn hơn 10.000	10 15 20 30 không lớn hơn 3 ρ không lớn hơn 0,3 ρ
4. Cột bằng bê tông cốt thép và thép của đường dây trên không điện áp đến 1000V. - Trung tính cách ly. - Trung tính trực tiếp nối đất	50 Cần phải nối với dây trung tính

Ghi chú:

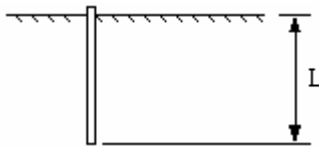
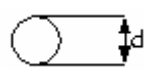
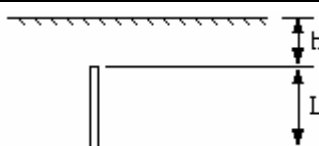

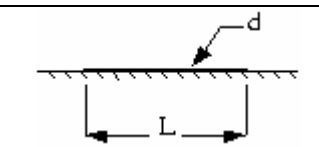
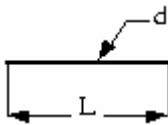
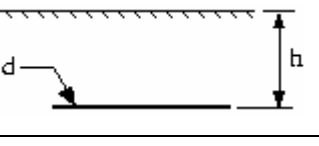
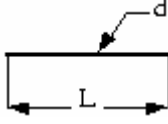
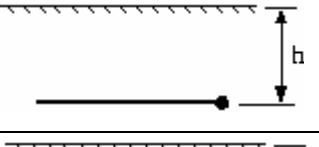
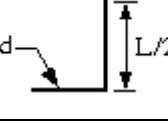
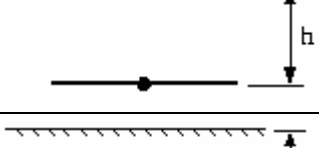
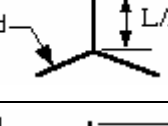
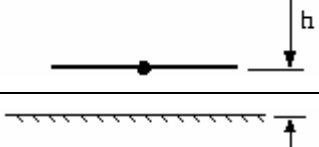
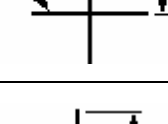
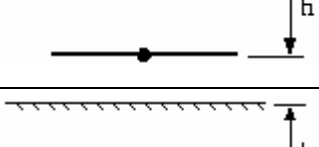

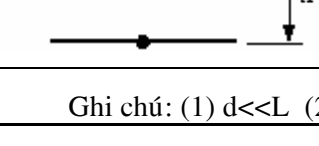
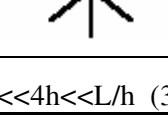
1. Dòng điện ngắn mạch chạm đất I_{nm} do cơ quan quản lý hệ thống điện cung cấp.
2. Theo qui phạm lắp đặt điện mới được chỉnh lý lại đối với trang thiết bị có điện áp đến 1000V có trung tính trực tiếp nối đất khi điện trở suất của đất $\rho > 10000\Omega cm$ cho phép tăng trị số điện trở nối đất lên $\rho_n/100$ lần; còn đối với các hệ thống khác thì tăng lên $\rho_n/500$ lần (ρ_n là trị số điện trở suất thực tế của đất nơi đặt bộ phận nối đất).

2. Xác định điện trở của hệ thống nối đất

a. Hệ thống nối đất đơn giản

Công thức xác định điện trở của hệ thống nối đất đơn giản trình bày ở bảng 4.3.

Bảng 4.3. Công thức tính điện trở nối đất của các kiểu nối đất

Loại điện cực	Mặt cắt ngang	Mặt chiếu bằng	Công thức	Ghi Chú
Vertical electrode on surface Cọc chôn thẳng đứng			$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln\left(\frac{8L}{d} - 1\right) = \frac{\rho}{2\pi L} \ln\left(\frac{4L}{1.36 * d}\right)$	(1)
Vertical electrode buried Cọc chôn sâu dưới đất một khoảng h			$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln\left(\frac{4L}{1.36 * d} * \frac{2h + L}{4h + L}\right)$	(1)
Strip on surface Cọc nằm ngang đặt trên mặt đất			$R = \frac{\rho}{\pi L} \ln\left(\frac{2L}{1.36 * hd}\right)$	(1)
Strip buried Cọc nằm ngang chôn sâu dưới đất một khoảng h			$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{L^2}{1.85 * hd}$	(2)
Two strips buried Hai cọc nằm ngang chôn sâu dưới đất một khoảng h			$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{L^2}{1.27 * hd}$	(2)
Three strips buried Ba cọc nằm ngang chôn sâu dưới đất một khoảng h			$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{L^2}{0.767 * hd}$	(2)
Four strips buried Bốn cọc nằm ngang chôn sâu dưới đất một khoảng h			$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{L^2}{0.217 * hd}$	(2)
Six strips buried Sáu cọc nằm ngang chôn sâu dưới đất một khoảng h			$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{L^2 * 10^3}{9.42 * hd}$	(2)
Eight strips buried Tám cọc nằm ngang chôn sâu dưới đất một khoảng h			$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{L^2 * 10^4}{2.69 * hd}$	(2)
Ghi chú: (1) $d \ll L$ (2) $d \ll 4h \ll L/h$ (3) $d \ll a \ll L/h$				

b. Hệ thống nối đất hỗn hợp

- Hệ thống nối đất gồm n cọc chôn thẳng đứng

$$R_c = \frac{r_c}{n \cdot \eta_c} \quad \Omega \quad (4.5)$$

Ở đây: r_c là điện trở nối đất của một cọc nối đất; n là số cọc nối đất; η_c là hệ số sử dụng cọc chôn thẳng đứng.

- Hệ thống nối đất gồm thanh đặt nằm ngang nối các cọc chôn thẳng đứng

$$R_{t.th} = \frac{r_t}{\eta_{t.th}} \quad \Omega \quad (4.6)$$

Ở đây: r_t là điện trở của thanh nối đất đặt nằm ngang; $\eta_{t.th}$ là hệ số sử dụng thanh nối đất đặt nằm ngang nối các cọc chôn thẳng đứng.

- Hệ thống nối đất gồm thanh đặt nằm ngang theo dạng mạch vòng dùng để nối các cọc chôn thẳng đứng.

$$R_{tmv} = \frac{r_t}{\eta_{tmv}} \quad \Omega \quad (4.7)$$

Ở đây: η_{tmv} là hệ số sử dụng thanh nối đất đặt nằm ngang theo dạng mạch vòng.

- Hệ thống nối đất gồm các thanh nằm ngang

$$R_{mg} = \frac{r_t}{\eta_{mg}} \quad \Omega \quad (4.8)$$

Ở đây: η_{mg} là hệ số sử dụng thanh nối đất đặt nằm ngang.

- Hệ thống nối đất gồm các cọc và thanh kết hợp

$$R_{c,t} = \frac{r_c \cdot r_t}{r_c \cdot \eta_t + r_t \cdot \eta_c} \quad \Omega \quad (4.9)$$

Ở đây: r_c, r_t lần lượt là điện trở nối đất của cọc và thanh nối đất; η_c, η_t lần lượt là hệ số sử dụng cọc và thanh nối đất.

Để xác định chính xác điện trở nối đất R_d , sau khi thi công xong cần tiến hành đo lường R_d cho cả hệ thống.

3. Phương pháp và dụng cụ đo điện trở nối đất

Điện trở nối đất cần đo là tổng điện trở kết cấu nối đất nằm trong đất và điện trở dây dẫn nối đất. Điện trở nối đất được xác định bằng tỉ số điện áp đặt vào kết cấu nối đất so với đất và dòng điện đi qua kết cấu nối đất vào đất.

Điện trở nối đất có thể biến đổi theo thời gian và thời tiết, do đó nên đo vào mùa khô, khi đó điện trở suất của đất là lớn nhất.

Điện trở nối đất được đo bằng nhiều phương pháp khác nhau như:

• Phương pháp dùng Ampere kế và Volt kế

Phương pháp dùng Ampe kế và Volt kế để đo điện trở nối đất được trình bày ở Hình 4.4. Kết cấu nối đất cần đo là A và cọc nối đất phụ là B được nối với thứ cấp của máy biến áp, tức là được đóng vào một nguồn điện áp xoay chiều có trị số điều chỉnh được. Cọc dò C được cắm xuống đất, cách kết cấu nối đất A là 20m. Sau khi đóng điện, đo dòng điện I bằng Ampere kế và điện áp U bằng Volt kế. Điện trở nối đất của kết cấu nối đất cần đo A được xác định được bằng biểu thức:

$$R_x = \frac{U}{I} \quad \Omega \quad (4.10)$$

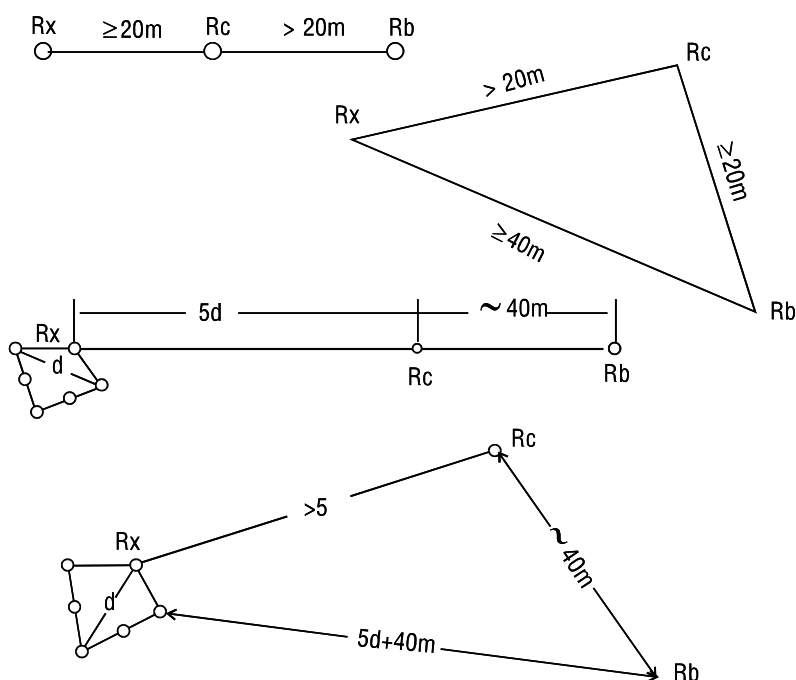
Phương pháp này dùng để đo điện trở nối đất có giá trị nhỏ.

• Phương pháp dùng máy đo

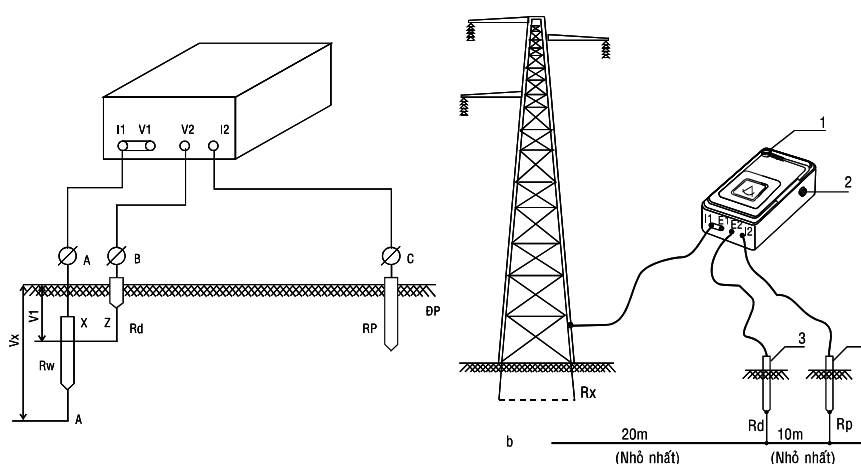
Khi đo điện trở nối đất bằng máy đo, phải dùng một cọc nối đất phụ B và cọc dò C, đóng các bộ phận nối đất đo theo khoảng cách quy định (hình 4.5).

4.6. ĐIỆN TRỞ SUẤT CỦA ĐẤT

Điện trở suất của đất là yếu tố chủ yếu, quyết định điện trở tản của cực nối đất. Điện trở suất của đất là điện trở của một khối lập phương đất mỗi cạnh dài 1cm. Đơn vị điện trở suất của đất là Ωm (hay Ωcm).



Hình 4.4 . Cách bố trí cọc phụ và cọc dò để đo điện trở nối đất
d là đường chéo lớn nhất của bề mặt đất chôn hệ thống tiếp đất.



Hình 4.5 . Sơ đồ nguyên lý nối dây máy đo với đất
1. Công tắc chuyển mạch và núm điều chỉnh, 2. Núm biến trở; 3. Cọc dò; 4. Cọc phụ.

Điện trở suất của các loại đất khác nhau biến thiên trong phạm vi rất rộng và phụ thuộc vào: cấu tạo chất đất, độ ẩm của đất, nhiệt độ, độ dính giữa các hạt đất, sự hiện diện của các thành phần kim loại, muối, acid...

Trong tính toán sơ bộ có thể sử dụng các trị số gần đúng của điện trở suất ρ của một số loại đất khi độ ẩm thay đổi trong phạm vi từ 10÷20% trọng lượng của đất (bảng 4.4).

Bảng 4.4 : Trị số điện trở suất ρ của đất.

<i>Loại đất</i>	<i>Giá trị điện trở suất ρ [$\Omega\text{cm}.10^4$]</i>	<i>Giá trị điện trở suất khi thiết kế sơ bộ [$\Omega\text{cm}.10^4$]</i>
- Nước biển	0,002÷0,01	0,01
- Than bùn	-	0,02
- Đất sét	0,08÷0,7	0,04
- Nước sông, ao hồ	0,1÷0,8	0,05
- Đất sét thành từng vĩ lớn dày từ 7÷10m ở phía dưới có đá hoặc đá dăm.	-	0,07
- Đất pha sét	0,4÷1,5	1
- Đất pha sét khoảng 50% đất sét, tạo thành lớp dày từ 1÷3m trên bề mặt đất:		
. Phía dưới có đá dăm	-	1
. Đất đen	0,096÷5,3 và lớn hơn	2
. Đất pha cát	1.5÷4 và lớn hơn	3
. Cát	4÷10 và lớn hơn	7
- Đất vôi, đá vôi, cát hạt to lẫn đá vụn, sỏi		10÷20
- Đá, đá vụn		20÷40

Trường hợp dùng máy đo điện trở nối đất thì trị số điện trở suất đo được ρ phải nhân với hệ số thay đổi điện trở suất K_H (còn gọi là hệ số mùa) (bảng4.5).

Bảng 4.5. Hệ số thay đổi điện trở suất của đất theo mùa K_m

Hình thức nối đất	Độ sâu đặt bộ phận nối đất [m]	Hệ số thay đổi điện trở suất	Ghi chú
- Tia (thanh) đặt nằm ngang	0,5 0,8÷1	1,4÷1,8 1,25÷1,45	Trị số ứng với loại đất khô (đo vào mùa khô)
- Cọc đóng thẳng đứng	0,8	1,2÷1,4	Trị số lớn ứng với đất ẩm (đo vào mùa mưa)

Vì điện trở suất của đất thay đổi theo độ ẩm, tức là theo mùa, do đó trong tính toán thường sử dụng điện trở suất tính toán $\rho_H = K_m \cdot \rho$

4.7. PHÂN TÍCH CÁC HỆ THỐNG NỐI ĐẤT HIỆN ĐẠI

Hiện nay ngoài một số hệ thống nối đất được thiết kế và lắp đặt theo công nghệ mới, đa phần sử dụng ống sắt tráng kẽm hay sắt góc dài từ 2÷6m và được đóng thẳng xuống đất cách mặt đất 0,5÷0,8m. Chúng được nối kết với nhau bằng cáp đồng trần, liên kết giữa cọc nối đất với cáp là liên kết cơ khí (sử dụng ốc xiết) hay hàn gió đá, tạo thành lưới nối đất. Ở Việt Nam, để giảm điện trở nối đất thường dùng các biện pháp đơn giản như tăng số lượng cọc, kích thước cọc, cải tạo đất bằng cách dùng than, muối. Các biện pháp này tuy dễ làm nhưng hiệu quả kỹ thuật không cao và gặp một số hạn chế như sau:

- Điện trở nối đất không giảm tuyến tính theo số lượng cọc, việc tăng số lượng cọc không đem lại hiệu quả cao đồng thời cũng làm gia tăng chi phí xây dựng hệ thống nối đất.
- Muối rất dễ hòa tan trong nước, vì vậy sau một vài mùa mưa muối sẽ bị phân tán và bị rửa trôi. Điều này dẫn đến giá trị điện trở nối đất không ổn định và đòi hỏi phải có chế độ kiểm tra và bảo trì theo định kỳ.
- Việc liên kết giữa các bộ phận nối đất bằng ốc xiết có ưu điểm là đơn giản trong lắp đặt nhưng không đảm bảo có mối liên kết tốt và bền về mặt dẫn điện.
- Không giảm được giá trị tổng trở nối đất của hệ thống nối đất do không giảm được thành phần dung kháng.

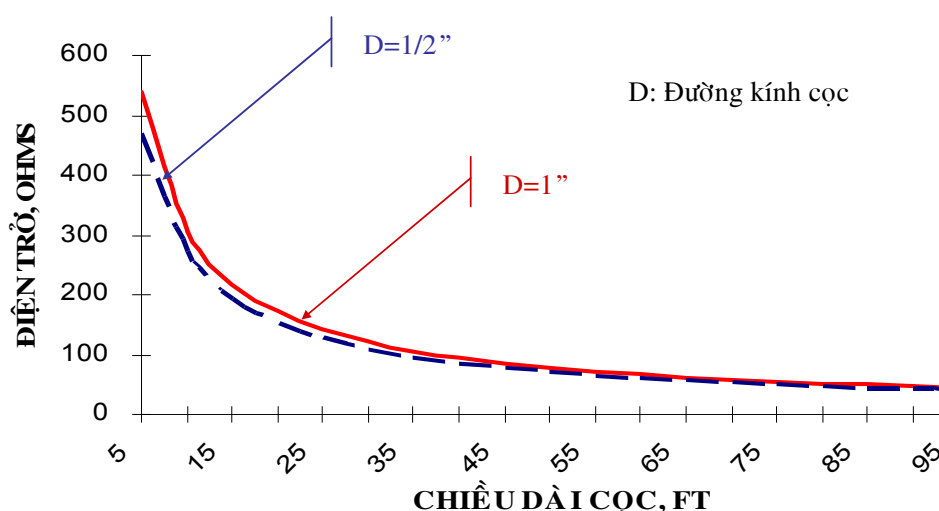
Các nhược điểm này có thể khắc phục nhờ ứng dụng các thiết bị, vật liệu và công nghệ mới cho phép nâng cao chất lượng và hiệu quả của hệ thống nối đất.

1. Thiết bị, vật liệu và công nghệ mới

a. Điện cực nối đất

Hiện nay sử dụng phổ biến nhất là cọc thép bọc đồng đường kính 13mm, 16 mm hay 23mm. Cọc thép bọc đồng không những giá thành rẻ mà nó có độ dẫn điện tốt, độ chống ăn mòn cao, do tác động khí quyển hay đất bọc xung quanh và bền vững trong kết nối và lắp đặt.

Quan hệ giữa đường kính cọc, chiều dài cọc và điện trở nối đất (đối với đất đồng nhất) được trình bày ở hình 4.8. Nhận thấy rằng khi đường kính cọc tăng gấp đôi thì điện trở nối đất chỉ giảm 12,5% và chiều dài cọc lớn hơn 2.85m (95") thì điện trở nối đất giảm không đáng kể. Vì vậy, đường kính cọc được chọn chủ yếu theo độ bền cơ học để cọc đóng xuống đất không bị cong hay gãy và chiều dài cọc thường không vượt quá 3m.



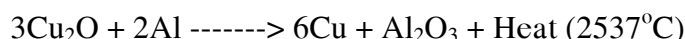
Hình 4.8. Quan hệ giữa điện trở nối đất với chiều dài cọc và đường kính cọc

b. Liên kết giữa các bộ phận nối đất

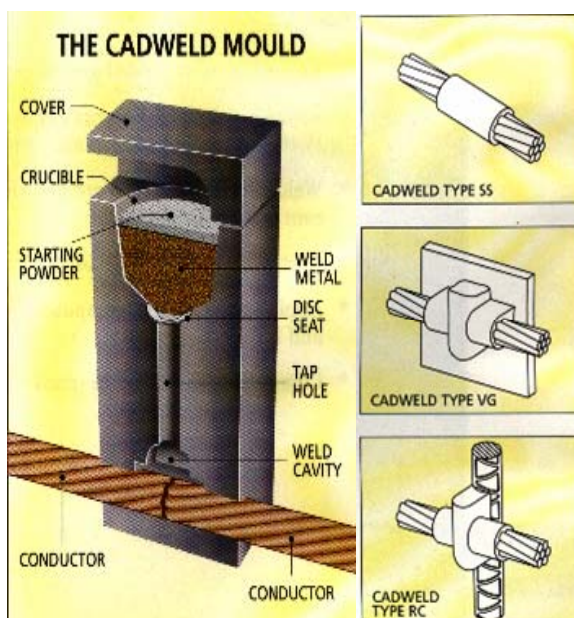
Liên kết các bộ phận nối đất với nhau có thể thực hiện bằng các ốc xiết, tuy nhiên để chống tác dụng ăn mòn do hóa chất hay nước, các mối nối phải được băng một lớp chống thấm.

Gần đây công nghệ hàn hóa nhiệt CADWELD được sử dụng để nối kết các bộ phận nối đất với chất lượng cao. Hàn hóa nhiệt CADWELD có khả năng tạo ra mối nối giữa các phân tử đồng-đồng, đồng-thép mà không cần năng lượng ngoài hay nguồn nhiệt. Nguyên lý của công nghệ hàn hóa nhiệt là kết hợp trộn đầy chất hàn và tác nhân hàn trong một khuôn graphite. Hợp chất hàn tùy thuộc vào kim loại được hàn.

Phản ứng hoá nhiệt xảy ra theo phản ứng giữa oxyt đồng và nhôm tạo ra đồng và oxyt nhôm. Nhiệt độ trên 2.500°C sẽ kết nối giữa điện cực nối đất và cáp đồng theo dạng phân tử, tạo ra mối nối siêu bền.



Hình dạng, kích thước của khuôn và cỡ của kim loại được hàn, được chế tạo sau cho thích hợp với từng chi tiết được hàn và kích cỡ của nó (hình 4.10).



Hình 4.9. Khuôn và các dạng nối kết

Các mối nối hàn hóa nhiệt CADWELD có các đặc điểm sau:

- Tản dòng điện hiệu quả hơn dây dẫn
- Không hư hỏng hay giảm chất lượng theo thời gian.
- Mối hàn hóa nhiệt CADWELD là mối nối phân tử nên không bị hỏng hay ăn mòn.
- Chịu được dòng sự cố lặp lại, không đòi hỏi kỹ năng đặc biệt để thực hiện mối hàn hóa nhiệt CADWELD.
- Thiết bị nhẹ, không đòi hỏi nguồn ngoài và không đắt tiền.

c. Hóa chất giảm điện trở đất

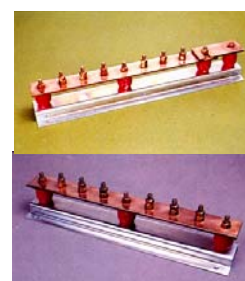
Để đạt được trị số điện trở yêu cầu trong vùng có điện trở suất cao luôn là một vấn đề khó khăn, yêu cầu điện trở đất của hệ thống $R_d \leq 10\Omega$ nếu chỉ sử dụng đơn thuần các cọc đồng, lá hoặc lưới đồng có thể không nhận được kết quả mong muốn. Vì vậy, cần phải sử dụng các loại hóa chất giảm điện trở đất. Công ty Erico Lighting Technologies cung cấp các loại hóa chất giảm điện trở đất: EEC và GEM. Hóa chất giảm điện trở đất GEM được sử dụng cho các vùng có điện trở suất cao.



a. Cọc thép bọc đồng, băng đồng, hoá chất



b. Hoá chất GEM



c. Bảng đồng tiếp đất

Hình 4. 10. Vật liệu thực hiện hệ thống đất

Hóa chất giảm điện trở đất bao gồm các hóa chất có tính dẫn điện cao, khi được hòa với nước và tưới lên các rãnh hệ thống đất thì vùng đất xung quanh nó sẽ trở thành khối sền sệt, tạo nên

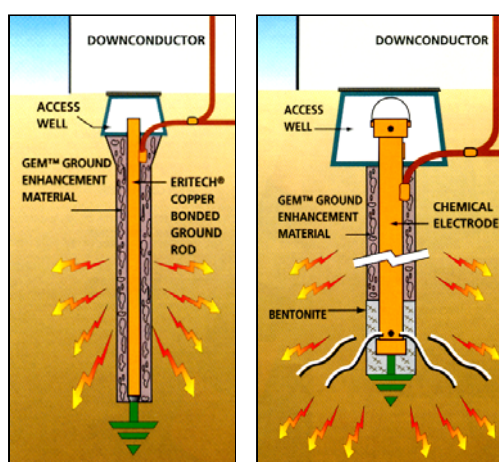
một phần thống nhất. Các thí nghiệm tại hiện trường đã chứng minh sự giảm mạnh trị số điện trở đất (từ 50÷90%) khi hóa chất được cho vào các vùng có điện trở suất cao như là đất sét hoặc cát.

Hóa chất giảm điện trở đất có những ưu điểm sau:

- Bền vững và không cần bảo trì (không bị ăn mòn do phản ứng với muối hay hóa chất).
- Giữ điện trở đất ở hằng số ổn định với thời gian.
- Không bị phân hủy hay mục rữa.
- Thích hợp cho việc lắp đặt ở nơi đất khô hay đất bùn.
- Không phụ thuộc vào sự hiện diện của nước để duy trì tính dẫn điện của nó

d. Cọc hoá chất

Ở các vùng có điện trở suất của đất quá cao và diện tích dành cho việc thi công lắp đặt bị hạn chế (đỉnh núi, công trình đã xây dựng từ trước và không còn nhiều diện tích trống,...) thì có thể sử dụng cọc hoá chất để thực hiện hệ thống đất có điện trở nối đất thấp.



Hình 4.11. Cọc hoá chất

d. Phương pháp dùng máy đo hiện đại

Hiện nay, một số nhà sản xuất máy đo điện trở nối đất hiện đại cho phép người sử dụng có thể đo điện trở nối đất mà không cần sử dụng cọc dò hay cọc phụ. Ngoài ra, các loại máy này còn có nhiều chức năng phụ trợ như: đo với nhiều loại tần số khác nhau để loại trừ nhiễu; đo có bù trừ điện trở của dây đo để nâng cao độ chính xác đo, nhất là khi điện trở nối đất có giá trị nhỏ, chức năng kiểm tra sơ đồ mạch đo, chức năng lưu dữ liệu và in kết quả đo ra giấy,...



Hình 4.12. Máy đo điện trở nối đất và điện trở suất của đất