

NÂNG CAO HIỆU QUẢ NỐI ĐẤT CHO HỆ THỐNG CHỐNG SÉT CÁC CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG TRÊN VÙNG ĐẤT CÁT VEN BIỂN

ThS. NGUYỄN VĂN ĐOÀI
Trưởng Đại học Quảng Bình

Tóm tắt

Trong những năm gần đây, với xu thế phát triển đô thị du lịch ven biển, các công trình xây dựng như các tòa nhà cao tầng, các tuyến đường dây tải điện và trạm biến áp cấp điện cũng như các công trình viễn thông được xây dựng trên các vùng cát trắng ven biển ngày càng nhiều.

Tuy nhiên, do đặc điểm của cát rất dễ bốc hơi nước, độ kết dính của đất kém, điện trở suất của đất không ổn định thường có độ chênh lệch theo mùa và theo độ sâu của lớp đất. Bên cạnh đó, nguồn nước ngầm nhiễm mặn nên ảnh hưởng rất xấu đến công tác thi công lắp đặt hệ thống tiếp địa cho các công trình xây dựng.

Bài viết này đưa ra vấn đề về tính toán thiết kế hệ thống nối đất và một số giải pháp giảm điện trở tản của trang bị nối đất nhằm giúp cho các nhà đầu tư, các đơn vị tư vấn thiết kế lựa chọn các phương án đầu tư xây dựng hệ thống chống sét cho các công trình xây dựng trên các vùng đất này.

1. Đặt vấn đề

Trong quá trình nghiên cứu tính toán thiết kế và thi công hệ thống nối đất cho một số công trình trên vùng cát trắng nhiễm mặn xã Bảo Ninh, thành phố Đồng Hới, tỉnh Quảng Bình, chúng tôi nhận thấy đất cát ven biển có một số đặc điểm như:

- Đất cát biển thường mất nhiệt nhiều hơn các nhóm đất khác, cường độ bốc hơi mạnh nhất là vào những tháng khô, có gió Tây Nam

hoạt động mạnh.

- Hàm lượng chất hữu cơ ở các tầng đất nghèo (0,59-1,25%) càng xuống tầng dưới càng giảm.

- Lượng cation kiềm trao đổi thấp, tỷ số $Ca^{2+}/Mg^{2+} > 1,0$.

- Dung trọng tự nhiên: $Y = 1,51-1,94 \text{ g/cm}^3$.

- Lực dính kết: $C = 0,231 \text{ KG/cm}^2$.

- Điện trở suất của đất lớn (khoảng từ $(1,6 - 2,5) \times 10^2 \Omega.m$) và thường thay đổi rất lớn theo mùa và theo độ sâu của tầng đất.

- Nguồn nước ngầm bị nhiễm mặn nên các điện cực kim loại rất dễ bị ăn mòn.

Những đặc thù trên của đất cát biển ảnh hưởng rất lớn đến hệ thống nối đất của công trình như: khả năng tản dòng điện ra đất, khả năng chịu đựng nhiệt độ do dòng điện ngắn mạch sinh ra, khả năng chống ăn mòn, khó khăn cho thi công và giá thành thực hiện. Để đáp ứng các yêu cầu trên, điện cực nối đất phải được tính chọn một cách cẩn thận về vật liệu, kích thước và phương án bố trí.

2. Tính toán thiết kế hệ thống nối đất

2.1. Nguyên tắc thiết kế

- Hệ thống điện cực tiếp đất phải được nối với các dây thoát sét để đảm bảo tản nhanh năng lượng sét xuống đất và làm cân bằng điện thế giữa các dây thoát sét.

- Điện cực tiếp đất phải làm bằng vật liệu không bị ăn mòn điện hóa.

- Hệ thống điện cực tiếp đất gồm các điện cực thẳng đứng và nằm ngang thích hợp với

trường hợp dùng điện cực thu sét dạng thanh hoặc dây.

- Các điện cực tiếp đất chôn sâu có hiệu quả trong trường hợp điện trở suất của đất giảm theo độ sâu hoặc điện trở suất của tầng đất phía dưới nhỏ hơn so với tầng đất ở độ sâu của cọc tiếp đất thông thường

- Tốt nhất, nên dùng một hệ thống tiếp đất dùng chung cho các chức năng tiếp đất chống sét, tiếp đất công tác và bảo vệ.

- Hệ thống tiếp đất dùng chung phải có giá trị điện trở nhỏ hơn giá trị điện trở tiếp đất theo tiêu chuẩn thấp nhất.

- Hệ thống tiếp đất chung phải được thi công ở vị trí thích hợp nhất (trung tâm) sao cho chiều dài cáp dẫn đất là ngắn nhất.

2.2. Xác định điện trở suất của đất

- Trước khi thiết kế các hệ thống tiếp đất, phải đo điện trở suất của đất tại khu vực dự kiến trang bị tiếp đất.

- Điện trở suất của đất trong tính toán hệ thống tiếp đất được xác định bằng công thức:

$$\rho_{tt} = k\rho_{do}, (\Omega.m)$$

Trong đó:

ρ_{tt} - điện trở suất của đất dựng trong thiết kế chống sét

ρ_{do} - điện trở suất của đất đo được

k - hệ số mùa, $k = 1,6 \div 1,8$.

2.3. Chọn vật liệu làm điện cực nối đất

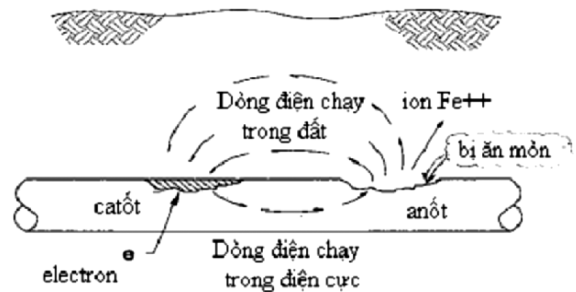
Việc chọn lựa vật liệu phải dựa theo các tiêu chí về nhiệt độ nóng chảy, điện trở suất, mức độ bị ăn mòn, cường độ lực và chi phí. Thực tế, ta không thể chọn được loại vật liệu thỏa mãn tất cả các yêu cầu trên mà chỉ có thể đáp ứng được một số tiêu chí được xem là quan trọng nhất theo quan điểm của người sử dụng. Đồng luyện (đồng đỏ) và thép là hai loại vật liệu phổ biến để chế tạo điện cực nối đất. So với thép, đồng có những ưu điểm về độ dẫn điện, bền với môi trường nhưng chi phí đầu tư cao và sinh ra các phản ứng điện - hóa làm ăn

mòn các kết cấu kim loại khác chôn gần nó. Ngược lại, thép có chi phí đầu tư thấp hơn, cường độ lực và khả năng hấp thụ nhiệt cao hơn nhưng lại dễ bị ăn mòn hóa học và độ dẫn điện thấp. Để dung hòa các tiêu chí này ta nên sử dụng điện cực là các cọc bằng đồng ở những vùng có khả năng bị ăn mòn cao hoặc sử dụng điện cực bằng thép có tăng cường bảo vệ chống ăn mòn (mạ kẽm hoặc ống thép không rỉ) để giảm chi phí đầu tư.

* Một số dạng ăn mòn điện cực nối đất thường gặp:

- Ăn mòn điện - hóa: Quá trình ăn mòn kim loại trong đất là sự mất dần các tính chất của nó do hậu quả của phản ứng giữa kim loại với môi trường xung quanh. Hầu hết sự ăn mòn kim loại trong đất ở nhiệt độ bình thường là kết quả các phản ứng điện - hóa. Sự ăn mòn xuất hiện do quá trình mất ion kim loại tại cực dương (anốt) - là nơi dòng điện chạy từ kim loại sang đất - dưới tác nhân của sự chênh lệch điện thế trên các thanh kim loại như hình 1.

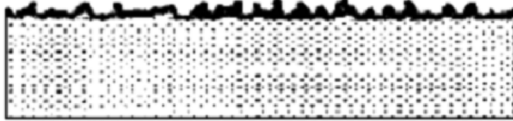
Hình 1: Sự ăn mòn kim loại (Phản ứng điện hóa)



- Rỉ sét: Do dòng điện chạy giữa các phần khác nhau trên cùng một thanh kim loại gây nên, làm cho phần lớn bề mặt kim loại bị mục rỗng dần (hình 2.a).

- Ăn mòn rỗ hoa: Là dạng kim loại bị ăn mòn cục bộ ở những chỗ mà lớp chống rỉ bị bong tróc, để lại những lỗ sâu trên bề mặt và tiếp tục làm mục rỗng điện cực (hình 2.b).

Hình 2: Các dạng ăn mòn trên bề mặt kim loại



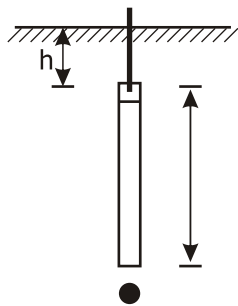
a. Rỉ sét bề mặt



b. Ăn mòn rỗ hoa

2.4. Tính toán thiết kế hệ thống tiếp đất

* Điện trở nối đất của một điện cực đơn:



Điện trở tiếp đất của một ống kim loại chôn thẳng đứng trong đất được xác định bằng công thức:

$$\frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l(l+2h)}{d(l+4h)} \quad (\Omega)$$

Trong đó:

ρ - điện trở suất của đất, $\Omega.m$

l - chiều dài của ống, m

d - đường kính ngoài của ống, m

h - khoảng cách từ mặt đất đến đỉnh của ống, m

Khi thiết kế các hệ thống tiếp đất dùng các ống kim loại chôn thẳng đứng trong các vùng cát trắng, hợp lý nhất khi chọn chiều dài của ống $l = (3 \div 6)m$; khoảng cách từ mặt đất đến đỉnh của ống chọn không nhỏ hơn 0,7m.

Tiết diện của ống chọn như sau:

Kích thước điện cực phụ thuộc vào đặc tính của vật liệu (điện trở suất, hằng số nhiệt độ của điện trở suất), cường độ dòng điện ngắn mạch chạm đất, thời gian duy trì sự cố, nhiệt độ môi trường... Kích thước điện cực nối đất được tính theo công thức:

$$A = I_d K_f \frac{\sqrt{t}}{1,974}$$

Trong đó:

A - tiết diện của điện cực, mm^2

I_d - giá trị hiệu dụng của dòng điện tản vào đất, KA

(với: $I_d = S_f \cdot D_f \cdot I_N$)

Trong đó:

S_f - là hệ số phân dòng.

Bảng 1: Hệ số K_f ở nhiệt độ môi trường 30°C

Vật liệu	Nhiệt độ nóng chảy T _a (°C)	Hệ số K _f
Đồng luyện	1.083	7,00
Dây đồng mạ thép	1.084	10,45
Thép đen	1.510	15,95
Cọc thép mạ kẽm	419	28,96
Cọc thép không rỉ	1.400	14,72
Vật liệu	Nhiệt độ nóng chảy T _a (°C)	Hệ số K _f
Đồng luyện	1.083	7,00
Dây đồng mạ thép	1.084	10,45
Thép đen	1.510	15,95
Cọc thép mạ kẽm	419	28,96
Cọc thép không rỉ	1.400	14,72

D_f - là hệ số tắt dần

I_N - là dòng điện ngắn mạch một pha

t - là thời gian sự cố, s ; để an toàn lấy $t=1s$

Kf là hệ số vật liệu, lấy theo bảng 1.

* Điện trở tiếp đất của một thanh kim loại dẹt, dài, đặt nằm ngang ở độ sâu h trong đất được xác định bằng công thức:

$$R_d = \frac{\rho}{\pi l} \ln \frac{1,5l}{\sqrt{dh}} \quad (\Omega)$$

Trong đó:

b - chiều rộng của thanh, m

l - chiều dài của thanh, m

h - độ sâu chôn thanh, m

- điện trở suất của đất, (Ω)

* Điện trở tiếp đất của một dây kim loại tiết diện tròn, đường kính d , đặt nằm ngang ở độ sâu h trong đất được xác định bằng công thức:

$$R_d = \frac{\rho}{\pi l} \ln \frac{l}{\sqrt{dh}} \quad (\Omega)$$

Trong đó:

d - đường kính của dây, m

l - chiều dài của dây, m

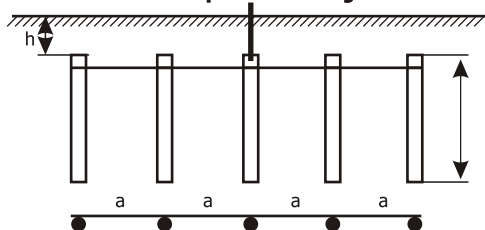
h - độ sâu chôn dây, m

- điện trở suất của đất, (Ω)

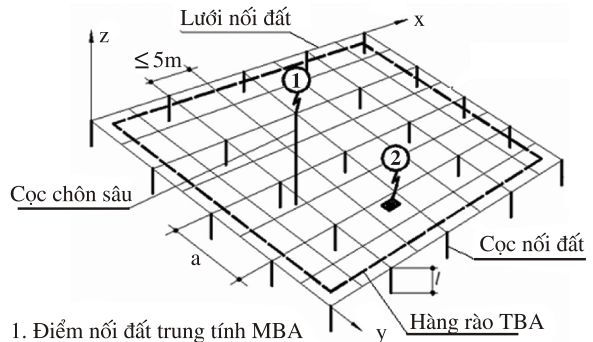
* Tính toán điện trở tiếp đất có nhiều điện cực ở trong đất:

Để nhận được trị số điện trở tiếp đất yêu cầu, cần nối song song một số điện cực tiếp đất đơn với nhau. Hệ thống tiếp đất này được gọi là hệ thống tiếp đất có nhiều điện cực.

Hình 5: Hệ thống tiếp đất gồm nhiều cọc nối đất xếp thành khung kín



Hình 4: Hệ thống tiếp đất gồm nhiều cọc nối đất xếp thành hàng



1. Điểm nối đất trung tính MBA
2. Điểm nối đất của kim chống sét

Điện trở tiếp đất của một hệ thống gồm nhiều cọc kim loại giống nhau, chôn thẳng đứng trong đất, khi bỏ qua ảnh hưởng của dây nối các điện cực xác định bằng công thức:

$$R_d = \frac{R_0}{n\eta} \quad (\Omega)$$

Trong đó:

R_0 - điện trở tiếp đất của một điện cực đơn độc lập, Ω

n - số điện cực chôn thẳng đứng

η - hệ số sử dụng của điện cực chôn thẳng đứng, (giá trị trung bình từ trị số đo thực nghiệm, lấy giống nhau cho tất cả các hình thức bố trí điện cực trong hệ thống)

Điện trở tiếp đất của một hệ thống gồm nhiều ống kim loại giống nhau chôn thẳng đứng trong đất, có xét đến điện trở tiếp đất của dây (thanh) nối các điện cực tiếp đất với nhau, được xác định bằng công thức:

$$R_d = \frac{R_1 R_2}{n\eta 2R_1 + \eta 1R_2} \quad (\Omega)$$

Trong đó:

R_1 - điện trở tiếp đất của các dây (thanh) nối các điện cực tiếp đất, Ω

R_2 - điện trở tiếp đất của một cọc điện cực chôn thẳng đứng, Ω

Bảng 2: Hệ số sử dụng các thanh nối các cọc điện cực đặt thành hàng

Tỉ số khoảng cách giữa các cọc điện cực với chiều dài của cọc, a/l	Hệ số sử dụng khi số cọc điện cực trong hàng lần				
	4	5	8	10	20
2	0,89	0,86	0,79	0,75	0,56
3	0,92	0,90	0,85	0,82	0,68

Bảng 3: Hệ số sử dụng các thanh nối các cọc điện cực đặt thành khung kín

Tỉ số khoảng cách giữa các cọc điện cực với chiều dài của cọc, a/l	Hệ số sử dụng khi số cọc điện cực trong hàng lần				
	4	6	8	10	20
2	0,55	0,48	0,43	0,40	0,32
3	0,70	0,64	0,60	0,56	0,45

η 1- hệ số sử dụng của dây (thanh) nối

η 2- hệ số sử dụng của điện cực chôn thẳng đứng

n - số điện cực chôn thẳng đứng

Trị số hệ số sử dụng các thanh nối các cọc điện cực phụ thuộc vào kích thước các điện cực tiếp đất, khoảng cách giữa các điện cực và sự bố trí các điện cực (được trình bày trong bảng 2 và bảng 3).

3. Các giải pháp giảm điện trở của hệ thống nối đất

Điện trở tản của thiết bị nối đất chủ yếu phụ thuộc vào điện trở tiếp xúc giữa điện cực với đất và điện trở của vùng đất xung quanh điện cực. Thực tế, người ta làm giảm các yếu tố trên bằng cách tăng cường điện cực nối đất và cải thiện điện trở suất đất.

3.1. Giảm điện trở nối đất theo cách tăng cường điện cực

Bằng cách bổ sung thêm các điện cực hoặc theo hướng ưu tiên sử dụng điện cực chôn sâu ta có thể giảm được điện trở nối đất.

Điện cực chôn sâu có ưu điểm về điện trở tản nhỏ, độ ổn định cao mà không cần bảo dưỡng, ít bị tác động bởi môi trường và thích hợp với diện tích hẹp. Phương pháp tăng

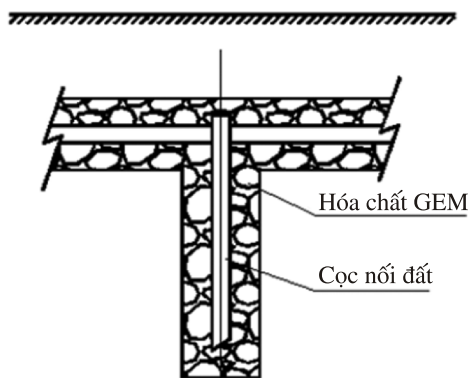
cường điện cực chôn sâu có thể giảm được đến 40% giá trị điện trở nối đất. Tuy nhiên, không phải cứ tăng chiều dài điện cực là có thể giảm được điện trở nối đất. Kinh nghiệm cho thấy, ở một khu vực cụ thể, điện trở của điện cực giảm đến độ sâu nào đó, vào khoảng (20 ÷ 30)m thì không thay đổi nữa. Ngoài ra, gradient điện thế trên mặt đất của điện cực chôn sâu khá lớn, nhất là khu vực xung quanh điện cực. Cho nên, cần phải phối hợp sử dụng cả điện cực chôn sâu và điện cực ô lưới để đạt được đồng thời yêu cầu về điện trở tản và phân bố điện thế.

Ở những nơi điều kiện địa chất không cho phép thực hiện theo phương pháp điện cực chôn sâu, ta có thể kéo dài lưới nối đất và bổ sung thêm nhiều cọc nối đất song song. Các tia điện cực được kéo dài thêm về hướng có điện trở suất nhỏ như khu vực có sông, suối, đồng ruộng... Hạn chế lớn của giải pháp này là kết quả phụ thuộc nhiều vào điện trở suất lớp đất mặt, kết quả bị giới hạn do hiệu ứng màn che và chỉ có thể thực hiện ở khu vực có diện tích lớn. Về mặt kinh tế, giải pháp này có chi phí đầu tư không quá cao nên có thể chấp nhận được.

3.2. Giảm điện trở nối đất bằng cách giảm điện trở suất của đất

Theo kết quả thực nghiệm, trong khoảng 0,3m xung quanh điện cực, điện trở tản đạt 68% tổng điện trở tản của cả điện cực. Nên việc làm giảm điện trở suất của vùng đất này sẽ có hiệu quả rất lớn trong việc giảm điện trở tản của điện cực nối đất. Nguyên tắc cơ bản của giải pháp này là làm giảm điện trở suất đất bằng cách thay lớp đất cát tự nhiên bằng loại đất có điện trở suất nhỏ hơn hoặc bổ sung các hóa chất để tạo môi trường dẫn điện tốt xung quanh điện cực. Hiện nay, người ta đã sử dụng các hóa chất có tác dụng làm giảm điện trở suất của đất như GEM (Grounding Enhancement Materials), EEC (Earth Enhancing Compound)..., có cách xử lý như hình 5. Thành phần chính của các chất này là hỗn hợp các ôxít kim loại, không gây ô nhiễm môi trường, được pha trộn với các chất kết dính, có điện trở suất khoảng $(10 \div 12) \cdot \Omega \cdot m$. Các thử nghiệm tại hiện trường cho thấy có thể giảm khoảng $(50 \div 90)\%$ điện trở suất đất khi dùng GEM, EEC. Phương pháp dùng hóa chất có thể khắc phục các nhược điểm của giải pháp tăng cường điện cực nhưng giá thành khá cao. Kết quả xử lý (bằng GEM) cũng chỉ ổn định trong vài năm đầu, sau đó có xu hướng tăng dần trong các năm tiếp theo.

Hình 6: Giảm điện trở nối đất bằng hóa chất GEM



4. Kết luận

Việc tính toán lựa chọn vật liệu, kích thước điện cực và phương án bố trí điện cực ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả làm việc hệ thống tiếp địa, độ bền với thời gian và giá thành xây dựng.

Trong thực tế, có rất nhiều giải pháp để lựa chọn cho việc thi công xây dựng hệ thống tiếp địa. Tuy nhiên, với vùng cát trắng ven biển thì việc lựa chọn các cọc bằng đồng hoặc thép không rỉ chôn sâu trong lòng đất từ 3 - 6m là giải pháp rất hiệu quả để lựa chọn.

Các giải pháp bổ sung số lượng điện cực hoặc tăng chiều dài điện cực hoặc cải thiện điện trở suất của đất đều có tác dụng làm giảm điện trở tản của hệ thống nối đất.

Tuy biện pháp cải thiện điện trở suất của đất thực hiện đơn giản hơn và phù hợp với những nơi có diện tích chật hẹp. Nhưng kết quả của các giải pháp này có tính ổn định chưa cao cần phải kiểm tra định kỳ trong suốt quá trình sử dụng để có biện pháp xử lý kịp thời ■

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Huỳnh Văn Vạn, *Nghiên cứu, tính toán nối đất hệ thống điện theo tiêu chuẩn IEEE std. 80*, Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp.Hồ Chí Minh.
- [2]. Trần Vĩnh Thịnh, Nguyễn Lương Minh, *Tính chọn điện cực nối đất và các giải pháp giảm điện trở suất của trang bị nối đất*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Đà Nẵng, số 6(29)-2008.
- [3]. *Tiêu chuẩn xây dựng TCXD 46:1984, Chống sét cho các công trình xây dựng, Tiêu chuẩn thiết kế và thi công*, Nxb Xây dựng, Hà Nội.
- [4]. *Tiêu chuẩn ngành 68-174:2006, Quy phạm chống sét và tiếp đất cho các công trình viễn thông*, Nxb Bưu điện, 2006.
- [5]. Quy phạm trang bị điện - Chương I.7: Nối đất.