



TCXDVN 9385 : 2012

BS 6651:1999

Xuất bản lần 1

**CHỐNG SÉT CHO CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG - HƯỚNG DẪN
THIẾT KẾ, KIỂM TRA VÀ BẢO TRÌ HỆ THỐNG**

***Protection of structures against lightning - Guide for design,
inspection and maintenance***

Lời nói đầu

TCVN 9385:2012 được chuyển đổi từ TCXDVN 46:2007 thành Tiêu chuẩn Quốc gia theo quy định tại khoản 1 Điều 69 của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật và điểm b khoản 2 Điều 7 Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 1/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

TCVN 9385:2012 do Viện Khoa học Công nghệ Xây dựng - Bộ Xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Mục Lục:

- 1 Phạm vi áp dụng
 - 2 Tài liệu viện dẫn
 - 3 Thuật ngữ và định nghĩa
 - 4 Quy định chung
 - 5 Chức năng của hệ thống chống sét
 - 6 Vật liệu và kích thước
 - 7 Sự cần thiết của việc phòng chống sét
 - 8 Vùng bảo vệ
 - 9 Các lưu ý khi thiết kế hệ thống chống sét
 - 10 Các bộ phận cơ bản của hệ thống chống sét
 - 11 Bộ phận thu sét
 - 12 Dây xuống
 - 13 Mạng nối đất
 - 14 Cực nối đất
 - 15 Kim loại ở trong hoặc trên công trình
 - 16 Kết cấu cao trên 20 m
 - 17 Công trình có mái che rất dễ cháy
 - 18 Nhà chứa các vật có khả năng gây nổ hoặc rất dễ cháy
 - 19 Nhà ở
 - 20 Hàng rào
 - 21 Cây và các kết cấu gần cây
 - 22 Các công trình có ăng ten vô tuyến truyền thanh và truyền hình
 - 23 Các công trình khác
 - 24 Sự ăn mòn
 - 25 Lắp dựng kết cấu
 - 26 Dây điện trên cao
 - 27 Kiểm tra
 - 28 Đo đạc
 - 29 Lưu trữ hồ sơ
 - 30 Bảo trì
- Phụ lục A (tham khảo): Các khía cạnh kỹ thuật của hiện tượng sét
- Phụ lục B (tham khảo): Giải thích một số điều khoản của tiêu chuẩn
- Phụ lục C (tham khảo): Hướng dẫn chung chống sét cho thiết bị điện trong và trên công trình
- Phụ lục D (tham khảo): Một số ví dụ tính toán
- Phụ lục E (tham khảo): Hướng dẫn sử dụng Bản đồ mật độ sét trên lãnh thổ Việt Nam

Chống sét cho công trình xây dựng - Hướng dẫn thiết kế, kiểm tra và bảo trì hệ thống**Protection of structures against lightning - Guide for design, inspection and maintenance****1. Phạm vi áp dụng**

1.1. Tiêu chuẩn này đưa ra những chỉ dẫn thiết kế, kiểm tra và bảo trì hệ thống chống sét cho các công trình xây dựng. Tiêu chuẩn này cũng đưa ra những chỉ dẫn cho việc chống sét đối với các trường hợp đặc biệt như kho chứa chất nổ, những công trình tạm như cần cẩu, khán đài bằng kết cấu khung thép, và các chỉ dẫn chống sét cho các hệ thống lưu trữ dữ liệu điện tử.

1.2. Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các công trình khai thác dầu, khí trên biển, các công trình đặc biệt hay áp dụng các công nghệ chống sét khác.

2. Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

BS 7430:1998, *Code of practice for earthing*.

BS 923-2:1980, *Guide on high-voltage testing techniques*.

BS 5698-1, *Guide to pulse techniques and apparatus - Part 1: Pulse terms and definitions*.

UL 1449:1985, *Standard for safety for transient voltage surge suppressors*.

ITU-T K.12 (2000), *Characteristics of gas discharge tubes for the protection of telecommunications installations*.

3. Thuật ngữ và định nghĩa**3.1. Hệ thống chống sét (Lightning protection system)**

Toàn bộ hệ thống dây dẫn được sử dụng để bảo vệ một công trình khỏi tác động của sét đánh.

3.2. Bộ phận thu sét (Air termination network)

Một bộ phận của hệ thống chống sét nhằm mục đích thu hút sét đánh vào nó.

3.3. Mạng nối đất (Earth termination network)

Một bộ phận của hệ thống chống sét nhằm mục đích tiêu tán dòng điện sét xuống đất.

3.4. Dây xuống (Down conductor)

Dây dẫn nối bộ phận thu sét và mạng nối đất.

3.5. Cực nối đất (Earth electrode)

Bộ phận hoặc nhóm các bộ phận dẫn điện có tiếp xúc với đất và có thể truyền dòng điện sét xuống đất.

3.6. Cực nối đất mạch vòng (Ring earth electrode)

Cực nối đất tạo ra một vòng khép kín xung quanh công trình ở dưới hoặc trên bề mặt đất, hoặc ở phía dưới hoặc ngay trong móng của công trình.

3.7. Cực nối đất tham chiếu (Reference earth electrode)

Cực nối đất có thể tách hoàn toàn khỏi mạng nối đất để dùng vào mục đích đo đạc kiểm tra.

3.8. Điện cảm tự cảm (Self-inductance)

Đặc trưng của dây dẫn hoặc mạch tạo ra trường điện từ ngược khi có dòng điện thay đổi truyền qua chúng.

Điện cảm tự cảm của một dây dẫn hoặc mạch tạo ra thế điện động được tính từ công thức:

$$V = L \frac{di}{dt} \quad (1)$$

trong đó:

V là trường điện từ ngược tính bằng vôn (V);

L là điện cảm tự cảm tính bằng Henri (H);

$\frac{di}{dt}$ là tốc độ thay đổi dòng tính bằng Ampe trên giây (A/s).

3.9. Điện cảm tương hỗ (Mutual-inductance)

Đặc trưng của mạch ở đó một điện áp được tạo ra trong một vòng kín bởi một dòng điện thay đổi trong một dây dẫn độc lập.

Điện cảm tương hỗ của một vòng kín tạo ra một điện áp tự cảm được tính như sau:

$$V = M \frac{di}{dt} \quad (2)$$

trong đó:

V là điện áp tự cảm trong vòng kín tính bằng vôn (V);

M là điện cảm tương hỗ tính bằng Henri (H);

$\frac{di}{dt}$ là tốc độ thay đổi dòng trong một dây dẫn độc lập tính bằng Ampe trên giây (A/s).

3.10. Điện cảm truyền dẫn (Transfer-inductance)

Đặc trưng của mạch ở đó một điện áp được tạo ra trong một vòng kín bởi một dòng điện thay đổi trong một mạch khác mà một phần của nó nằm trong vòng kín.

Điện cảm truyền dẫn của một vòng kín tạo ra một điện áp tự cảm được tính như sau:

$$V = M_t \frac{di}{dt} \quad (3)$$

trong đó:

V là điện áp tự cảm trong vòng kín tính bằng vôn (V);

M_t là điện cảm truyền dẫn tính bằng Henri (H);

$\frac{di}{dt}$ là tốc độ thay đổi dòng trong một mạch khác tính bằng Ampe trên giây (A/s).

3.11. Vùng bảo vệ (Zone of protection)

Thể tích mà trong đó một dây dẫn sét tạo ra khả năng chống sét đánh thẳng bằng cách thu sét đánh vào nó.

4. Quy định chung

4.1. Các hướng dẫn trong tiêu chuẩn này mang tính tổng quát, khi áp dụng vào một hệ thống chống sét cụ thể cần xem xét tới các điều kiện thực tế liên quan đến hệ thống đó. Trong những trường hợp đặc biệt khó khăn thì cần tham khảo ý kiến của các chuyên gia.

4.2. Trước khi tiến hành thiết kế chi tiết một hệ thống chống sét, cần phải quyết định xem công trình có cần chống sét hay không, nếu cần thì phải xem xét điều gì đặc biệt có liên quan đến công trình (xem Điều 7 và Điều 8).

4.3. Cần kiểm tra công trình hoặc nếu công trình chưa xây dựng thì kiểm tra hồ sơ bản vẽ và thuyết minh kỹ thuật theo các yêu cầu về phòng chống sét được quy định ở tiêu chuẩn này.

4.4. Đối với những công trình không có các chi tiết bằng kim loại phù hợp thì cần phải đặc biệt quan tâm tới việc bố trí tất cả các bộ phận của hệ thống chống sét sao cho vừa đáp ứng yêu cầu chống sét vừa không làm ảnh hưởng đến thẩm mỹ của công trình.

4.5. Đối với các công trình xây dựng có đa phần kết cấu bằng kim loại thì nên sử dụng các bộ phận bằng kim loại đó trong hệ thống chống sét để làm tăng số lượng các bộ phận dẫn sét. Như

thể vừa tiết kiệm kinh phí cho hệ thống chống sét lại không làm ảnh hưởng đến thẩm mỹ của công trình. Tuy nhiên, khi sét đánh vào phần kim loại, đặc biệt đối với kim loại được sơn mạ, có thể phá hủy các lớp sơn mạ ngoài kim loại; đối với khối xây có cốt thép có thể gây đổ khối xây. Có thể giảm thiểu rủi ro trên bằng giải pháp sử dụng hệ thống chống sét được cố định trên bề mặt công trình.

4.6. Những kết cấu kim loại thường được sử dụng như một bộ phận trong hệ thống chống sét gồm có khung thép, cốt thép trong bê tông, các chi tiết kim loại của mái, ray để vệ sinh cửa sổ trong nhà cao tầng.

4.7. Toàn bộ công trình phải được bảo vệ bằng một hệ thống chống sét kết nối hoàn chỉnh với nhau, không có bộ phận nào của công trình được tách ra để bảo vệ riêng.

5. Chức năng của hệ thống chống sét

Chức năng của hệ thống thu và dẫn sét là thu hút sét đánh vào nó rồi chuyển dòng điện do sét tạo ra xuống đất một cách an toàn, tránh sét đánh vào các phần kết cấu khác cần được bảo vệ của công trình. Phạm vi thu sét của một hệ thống thu và dẫn sét không cố định nhưng có thể coi là một hàm của mức độ tiêu tán dòng điện sét. Bởi vậy phạm vi thu sét là một đại lượng thống kê.

Mặt khác, phạm vi thu sét ít bị ảnh hưởng bởi cách cấu tạo hệ thống thu và dẫn sét, cho nên sự sắp đặt theo chiều ngang và chiều thẳng đứng là tương đương nhau. Do đó không nhất thiết phải sử dụng các đầu thu nhọn hoặc chóp nhọn, ngoại trừ việc đó là cần thiết về mặt thực tiễn.

6. Vật liệu và kích thước

6.1. Vật liệu

Khi lựa chọn vật liệu, cần xem xét nguy cơ bị ăn mòn bao gồm ăn mòn điện hóa. Đối với việc bảo vệ dây dẫn, cần chú ý lớp bảo vệ chống lại sự ăn mòn trong môi trường khắc nghiệt, ví dụ:

a) Phủ dây dẫn bằng chì dày ít nhất 2 mm trên đỉnh ống khói. Bọc chì cả hai đầu và tại các điểm đấu nối;

b) Nếu có thể thì bộ phận thu sét nên để trần, nếu không có thể dùng lớp PVC mỏng 1 mm để bọc trong trường hợp cần chống gỉ (đặc biệt đối với vật liệu nhôm).

Tiết diện của các mối nối trong có thể bằng khoảng một nửa mối nối ngoài (xem 12.10.2).

6.2. Kích thước

Kích thước của các bộ phận hợp thành trong một hệ thống chống sét cần đảm bảo các yêu cầu nêu trong Bảng 1 và Bảng 2. Độ dày của các tấm kim loại sử dụng trên mái nhà và tạo thành một phần của hệ thống chống sét cần đảm bảo yêu cầu trong Bảng 3.

Bảng 1 - Vật liệu, cấu tạo và tiết diện tối thiểu của kim thu sét, dây dẫn sét, dây xuống và thanh chôn dưới đất.

Vật liệu	Cấu tạo	Tiết diện tối thiểu (mm ²)	Ghi chú
Đồng	Dây dẹt đặc	50	Chiều dày tối thiểu 2 mm
	Dây tròn đặc	50	Đường kính 8 mm
	Cáp	50	Đường kính tối thiểu của mỗi sợi 1,7 mm
	Dây tròn đặc, g	200	Đường kính 16 mm
Đồng phủ thiếc ^b	Dây dẹt đặc	50	Chiều dày tối thiểu 2 mm
	Dây tròn đặc	50	Đường kính 8 mm

	Cáp	50	Đường kính tối thiểu của mỗi sợi 1,7 mm
	Dây tròn đặc ^{f,g}	200	Đường kính 16 mm
Nhôm	Dây dẹt đặc	70	Chiều dày tối thiểu 3 mm
	Dây tròn đặc	50	Đường kính 8 mm
	Cáp	50	Đường kính tối thiểu của mỗi sợi 1,7 mm
Hợp kim nhôm	Dây dẹt đặc	50	Chiều dày tối thiểu 2,5 mm
	Dây tròn đặc	50	Đường kính 8 mm
	Cáp	50	Đường kính tối thiểu của mỗi sợi 1,7 mm
	Dây tròn đặc ^f	200	Đường kính 16 mm
Thép mạ kẽm	Dây dẹt đặc	50	Chiều dày tối thiểu 2,5 mm
	Dây tròn đặc	50	Đường kính 8 mm
	Cáp	50	Đường kính tối thiểu của mỗi sợi 1,7 mm
	Dây tròn đặc ^{f,g}	200	Đường kính 16 mm
Thép không gỉ	Dây dẹt đặc	50	Chiều dày tối thiểu 2 mm
	Dây tròn đặc	50	Đường kính 8 mm
	Cáp	70	Đường kính tối thiểu của mỗi sợi 1,7 mm
	Dây tròn đặc ^{f,g}	200	Đường kính 16 mm

CHÚ THÍCH:

a Sai số cho phép: - 3 %.

b Nhúng nóng hoặc phủ điện, chiều dày lớp phủ tối thiểu là 1 micron.

c Lớp phủ phải nhẵn, liên tục và không có vết sần với chiều dày danh định là 50 microns.

d Chromium 16 %, Nickel 8 %; Carbon 0,07 %.

e 50 mm² (đường kính 8 mm) có thể giảm xuống 28 mm² (đường kính 6 mm) trong một số trường hợp không yêu cầu sức bền cơ học cao. Trong trường hợp đó cần lưu ý giảm khoảng cách giữa các điểm cố định.

f Chỉ áp dụng cho kim thu sét. Trường hợp ứng suất phát sinh do tải trọng như gió gây ra không lớn thì có thể sử dụng kim thu sét dài tối đa tới 1m đường kính 10 mm

g Chỉ áp dụng cho thanh cắm xuống đất.

h Nếu phải quan tâm đặc biệt tới vấn đề cơ và nhiệt thì các giá trị trên cần tăng lên 78 mm² (đường kính 10 mm) đối với dây tròn đặc và 75 mm² (dày tối thiểu 3 mm) đối với thanh dẹt đặc.

Bảng 2 - Vật liệu, cấu tạo và kích thước tối thiểu của cực nổi đất

Vật liệu	Cấu tạo	Kích thước tối thiểu ^a			Ghi chú
		Cọc nổi đất	Dây nổi đất	Tấm nổi đất	
Đồng	Cáp ^b		50 mm ²		Đường kính tối thiểu của mỗi sợi 1,7 mm
	Dây tròn đặc ^b		50 mm ²		Đường kính 8 mm
	Dây dẹt đặc ^b		50 mm ²		Chiều dày tối thiểu 2mm
	Dây tròn đặc	Đường kính 15 mm			
	Ống	Đường kính 20 mm			Chiều dày thành ống tối thiểu 2 mm
	Tấm đặc			500 mm x 500 mm	Chiều dày tối thiểu 2 mm
	Tấm mắt cáo			600 mm x 600 mm	Tiết diện 25 mm x 2 mm
Thép	Dây tròn đặc mạ kẽm ^c	Đường kính 16 mm ^d	Đường kính 10 mm		
	Ống mạ kẽm ^c	Đường kính 25 mm ^d			Chiều dày thành ống tối thiểu 2 mm
	Dây dẹt đặc mạ kẽm ^c		90 mm ²		Chiều dày tối thiểu 3 mm
	Tấm đặc mạ kẽm ^c			500 mm x 500 mm	Chiều dày tối thiểu 3 mm
	Tấm mắt cáo mạ kẽm ^c			600 mm x 600 mm	Tiết diện 30 mm x 3 mm
	Dây tròn đặc mạ đồng ^{c,e}	Đường kính 14 mm			Mạ đồng 99,9% đồng, dày tối thiểu 250 microns
	Dây tròn đặc không mạ ^f		Đường kính 10 mm		
	Dây dẹt đặc trần hoặc mạ kẽm ^{f,g}		75 mm ²		Chiều dày tối thiểu 3 mm
	Cáp mạ kẽm ^{f,g}		70 mm ²		Đường kính tối thiểu của mỗi sợi 1,7 mm
	Thép ống mạ kẽm ^c	50 mm x 50 mm x 3 mm			
Thép không gỉ	Dây tròn đặc	Đường kính 16 mm	Đường kính 10 mm		
	Dây dẹt đặc		100 mm ²		Chiều dày tối thiểu 2 mm
CHÚ THÍCH:					

- ^a Sai số cho phép: -3 %.
- ^b Có thể phủ bằng thiếc.
- ^c Lớp phủ phải nhẵn, liên tục và không có vết sần với chiều dày danh định là 50 microns đối với vật liệu tròn và 70 microns đối với vật liệu dẹt.
- ^d Chân ống cần được tiện trước khi mạ kẽm.
- ^e Đồng cần được liên kết với lõi thép.
- ^f Chỉ cho phép khi hoàn toàn chôn trong Bê tông.
- ^g Chỉ cho phép khi được liên kết tốt tại các điểm cách nhau không quá 5m với cốt thép ở những bộ phận móng có tiếp xúc với đất.

Bảng 3 - Độ dày tối thiểu của tấm kim loại sử dụng để lợp mái nhà và tạo thành một phần của hệ thống chống sét

Vật liệu	Độ dày tối thiểu (mm)
Thép mạ	0,5
Thép không gỉ	0,4
Đồng	0,3
Nhôm và kẽm	0,7
Chì	2,0
CHÚ THÍCH: Các số liệu trong bảng này là hợp lý khi mái nhà là một phần của hệ thống chống sét. Tuy nhiên vẫn có nguy cơ tấm kim loại bị đánh thủng đối với các cú sét đánh thẳng.	

7. Sự cần thiết của việc phòng chống sét

7.1. Nguyên tắc chung

Các công trình có nguy cơ cháy nổ cao như nhà máy sản xuất thuốc nổ, kho chứa nhiên liệu hoặc tương đương cần sự bảo vệ cao nhất khỏi các nguy cơ bị sét đánh. Chi tiết cho việc bảo vệ các công trình này xem trong Điều 18.

Đối với các công trình khác, các yêu cầu về phòng chống sét được đề cập đến trong tiêu chuẩn này là đủ đáp ứng và câu hỏi duy nhất được đặt ra là có cần chống sét hay không.

Trong nhiều trường hợp, yêu cầu cần thiết phải chống sét là rõ ràng, ví dụ:

- Nơi tụ họp đông người;
- Nơi cần phải bảo vệ các dịch vụ công cộng thiết yếu;
- Nơi mà quanh khu vực đó thường xuyên xảy ra sét đánh;
- Nơi có các kết cấu rất cao hoặc đứng đơn độc một mình;
- Nơi có các công trình có giá trị văn hóa hoặc lịch sử;
- Nơi có chứa các vật liệu dễ cháy, nổ.

Tuy nhiên, trong rất nhiều trường hợp khác thì không dễ quyết định. Trong các trường hợp đó cần tham khảo 7.2; 7.3; 7.4; 7.5; và 7.6 về nhiều yếu tố ảnh hưởng đến xác suất sét đánh và các phân tích về hậu quả của nó.

Cũng có một số yếu tố không thể đánh giá được và chúng có thể bao trùm lên tất cả các yếu tố khác. Ví dụ như yêu cầu không xảy ra các nguy cơ có thể tránh được đối với cuộc sống của con người hoặc là việc tất cả mọi người sống trong tòa nhà luôn cảm thấy được an toàn có thể quyết định cần có hệ thống chống sét, mặc dù thông thường thì điều này là không cần thiết.

Không có bất cứ hướng dẫn cụ thể nào cho những vấn đề như vậy nhưng có thể tiến hành đánh giá căn cứ vào xác suất sét đánh vào công trình với những yếu tố sau:

- 1) Công năng của tòa nhà.
- 2) Tính chất của việc xây dựng tòa nhà đó.
- 3) Giá trị của vật thể trong tòa nhà hoặc những hậu quả do sét đánh gây ra.
- 4) Vị trí tòa nhà.
- 5) Chiều cao công trình.

7.2. Xác định xác suất sét đánh vào công trình

Xác suất của một công trình hoặc một kết cấu bị sét đánh trong bất kỳ một năm nào đó là tích của "mật độ sét phóng xuống đất" và "diện tích thu sét hữu dụng" của kết cấu. Mật độ sét phóng xuống đất - N_g là số lần sét phóng xuống mặt đất trên 1 km^2 trong một năm. Giá trị N_g thay đổi rất lớn. Ước tính giá trị N_g trung bình năm được tính toán bằng quan sát trong rất nhiều năm cho các vùng trên thế giới được cho trong Bảng 4 và Hình 1. Bản đồ mật độ sét đánh trung bình trong năm trên lãnh thổ Việt Nam được cho ở Hình 2 (Do viện Vật lý địa cầu ban hành năm 2006). Số liệu về mật độ sét đánh trung bình trong năm tại các trạm khí tượng ở Việt Nam được cho ở Phụ lục E.

Các mức đồng mức được sử dụng trên bản đồ ở Hình 2 dao động từ 1,4 đến 13,7. Khi áp dụng giá trị mật độ sét phóng xuống đất cho một vị trí không nằm trên đường đồng mức để tính toán nên lấy giá trị lớn hơn giữa các giá trị đường đồng mức lân cận nó. Ví dụ vị trí nằm giữa hai đường đồng mức có giá trị là 5,7 và 8,2 thì có thể lấy giá trị mật độ sét phóng xuống đất là 8,2 lần/ km^2 /năm; vị trí nằm giữa hai đường đồng mức có giá trị là 8,2 và 10,9 thì lấy giá trị mật độ sét phóng xuống đất là 10,9 lần/ km^2 /năm; vị trí nằm ở vùng có giá trị lớn hơn 13,7 thì lấy giá trị mật độ sét phóng xuống đất 16,7 lần/ km^2 /năm. Có thể tham khảo Phụ lục E về mật độ sét phóng xuống đất cho các địa danh được lập trên cơ sở bản đồ mật độ sét (xem Hình 2) và khuyến cáo ở mục này.

Diện tích thu sét hữu dụng của một kết cấu là diện tích mặt bằng của các công trình kéo dài trên tất cả các hướng có tính đến chiều cao của nó. Cạnh của diện tích thu sét hữu dụng được mở rộng ra từ cạnh của kết cấu một khoảng bằng chiều cao của kết cấu tại điểm tính chiều cao. Bởi vậy, đối với một tòa nhà hình chữ nhật đơn giản có chiều dài L , chiều rộng W , chiều cao H (đơn vị tính là m), thì diện tích thu sét hữu dụng có độ dài $(L + 2H)$ m và chiều rộng $(W + 2H)$ m với 4 góc tròn tạo bởi $\frac{1}{4}$ đường tròn có bán kính là H . Như vậy diện tích thu sét hữu dụng A_c (m^2) sẽ là (xem Hình 3 và ví dụ ở Phụ lục D:

$$A_c = LW + 2 LH + 2WP + \pi H^2 \quad (4)$$

Xác suất sét đánh vào công trình trong một năm, p được tính như sau:

$$P = A_c \times N_g \times 10^{-6} \quad (5)$$

Bảng 4 - Mối quan hệ giữa số ngày có sét đánh trong 1 năm và số lần sét đánh trên 1 km^2 /năm

Số ngày có sét đánh trong năm	Số lần sét đánh trên 1 km^2 trong năm	
	Trung bình	Khoảng giới hạn
5	0,2	Từ 0,1 đến 0,5
10	0,5	Từ 0,15 đến 1,0
20	1,1	Từ 0,3 đến 3,0
30	1,9	Từ 0,6 đến 5,0
40	2,8	Từ 0,8 đến 8,0
50	3,7	Từ 1,2 đến 10,0
60	4,7	Từ 1,8 đến 12,0

80	6,9	Từ 3,0 đến 17,0
100	9,2	Từ 4,0 đến 20,0

7.3. Xác suất sét đánh cho phép

Xác suất sét đánh cho phép được lấy bằng 10^{-5} trong một năm.

7.4. Xác suất sét đánh tổng hợp

Sau khi đã thiết lập được giá trị của p , là số lần sét có khả năng đánh vào công trình trong một năm, tính xác suất sét đánh tổng hợp bằng cách nhân p với các "hệ số điều chỉnh" được cho ở các bảng từ Bảng 5 đến Bảng 9. Nếu xác suất sét đánh tổng hợp này lớn hơn xác suất sét đánh cho phép $p_0 = 10^{-5}$ trong một năm thì cần phải bố trí hệ thống chống sét.

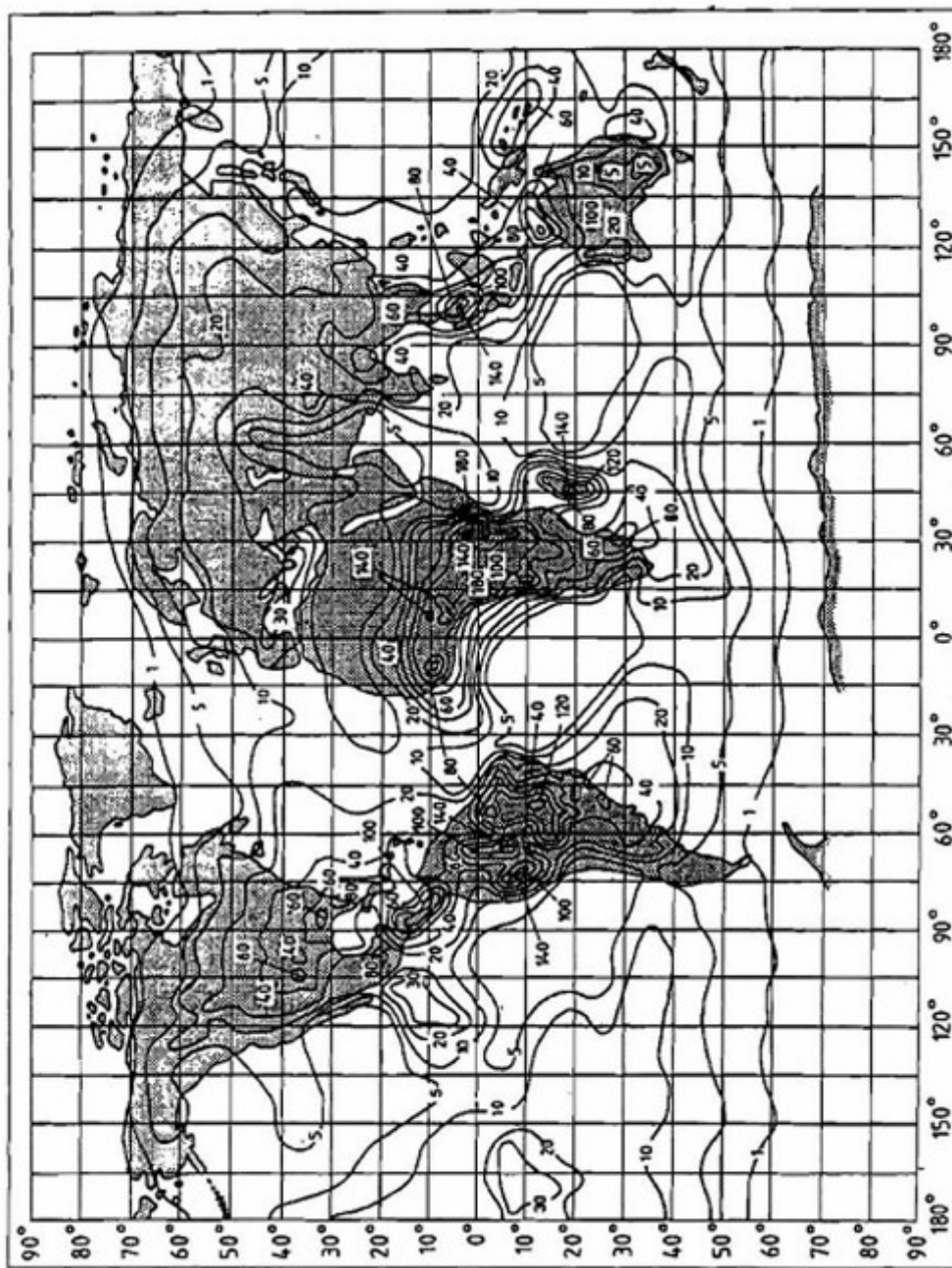
7.5. Các hệ số điều chỉnh

Bảng 5 đến Bảng 9 liệt kê các hệ số điều chỉnh từ A đến E biểu thị mức độ quan trọng hoặc mức độ rủi ro tương đối trong mỗi trường hợp.

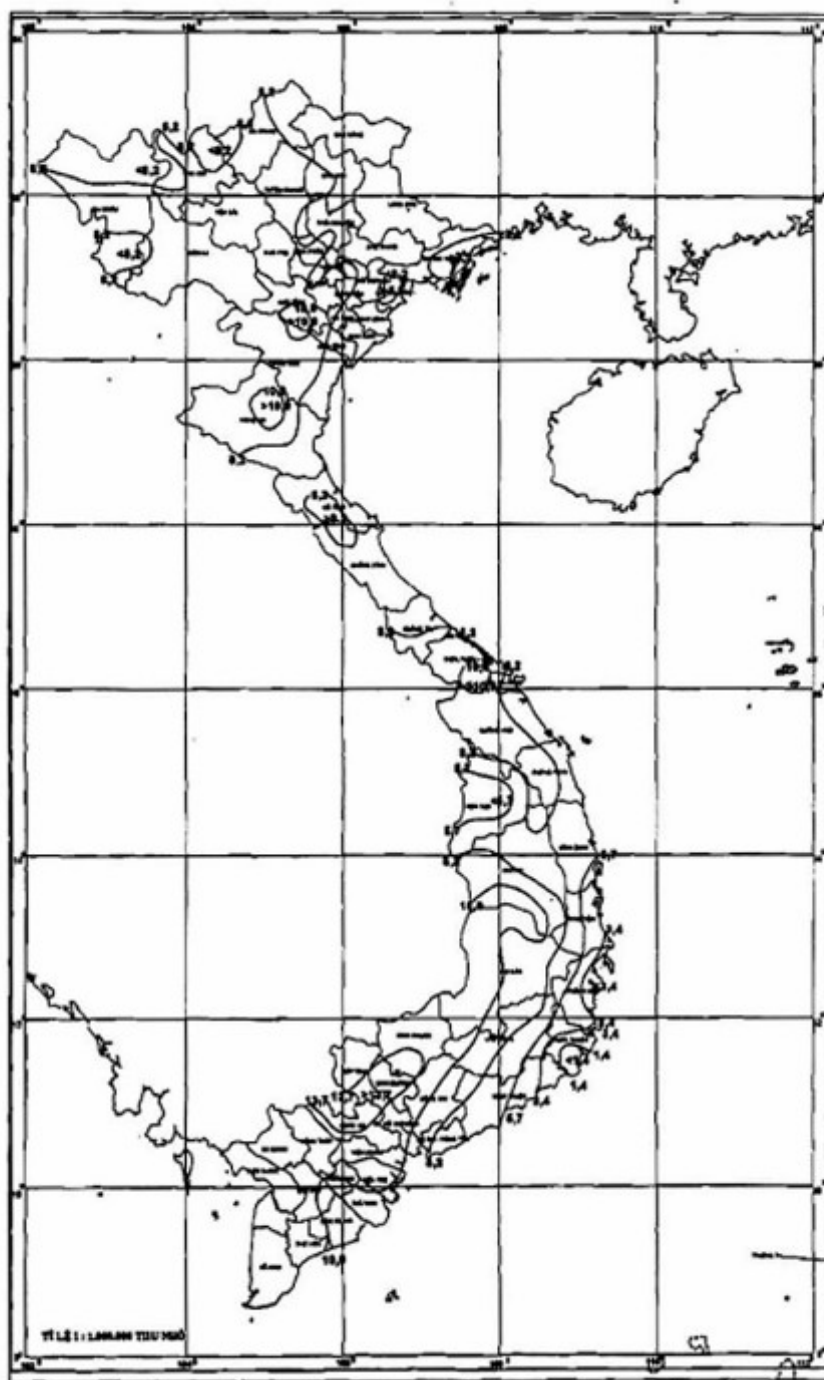
Bảng 7 liệt kê các hệ số điều chỉnh kể đến thiệt hại về giá trị của các đối tượng bên trong công trình hoặc hậu quả dây chuyền. Thiệt hại về giá trị các đối tượng bên trong công trình là khá rõ ràng; còn thuật ngữ "hậu quả dây chuyền" có ngụ ý không những kể đến thiệt hại vật chất đối với hàng hóa và của cải mà cả những khía cạnh về sự ngắt quãng của các dịch vụ thiết yếu, đặc biệt là trong các bệnh viện.

Rủi ro đối với cuộc sống thông thường có thể là rất nhỏ nhưng nếu một tòa nhà bị sét đánh trúng, hỏa hoạn hay sự hoảng loạn có thể xảy ra một cách tự phát. Bởi vậy nên thực hiện tất cả các biện pháp có thể có để giảm thiểu các tác động này, đặc biệt các tác động đối với người già, trẻ em và người ốm yếu.

Đối với các tòa nhà sử dụng vào nhiều mục đích khác nhau, nên áp dụng hệ số A cho trường hợp nghiêm trọng nhất.



Hình 1 - Bản đồ mật độ sét đánh trong năm trên toàn thế giới



Hình 2 - Bản đồ mật độ sét đánh trong năm trên lãnh thổ Việt Nam

Bảng 5 - Bảng tra giá trị hệ số A (theo dạng công trình)

Dạng công trình	Giá trị hệ số A
Nhà và công trình với kích thước thông thường	0,3
Nhà và công trình với kích thước thông thường và có bộ phận nhô cao hơn xung quanh	0,7
Nhà máy, xưởng sản xuất, phòng thí nghiệm	1,0
Công sở, khách sạn, nhà ở chung cư	1,2
Nơi tập trung đông người như hội trường, nhà hát, bảo tàng, siêu thị lớn, bưu điện, nhà ga, bến xe, sân bay, sân vận động	1,3
Trường học, bệnh viện, nhà trẻ mẫu giáo ...	1,7

Bảng 6 - Bảng tra giá trị hệ số B (theo dạng kết cấu công trình)

Dạng kết cấu công trình	Giá trị hệ số B
Khung thép hoặc Bê tông cốt thép có mái kim loại	0,1
Khung thép có mái không phải bằng kim loại (x)	0,2
Bê tông cốt thép có mái không phải bằng kim loại	0,4
Thế xây có mái không phải bằng kim loại hoặc tranh tre nửa lá	1,0
Khung gỗ có mái không phải bằng kim loại hoặc tranh tre nửa lá	1,4
Thế xây, khung gỗ có mái bằng kim loại	1,7
Các công trình có mái bằng tranh tre nửa lá	2,0
CHÚ THÍCH: x) Các kết cấu có bộ phận kim loại trên nóc mái và có tính dẫn điện liên tục xuống đất thì không cần theo bảng này	

Bảng 7 - Bảng tra giá trị hệ số C (theo công năng sử dụng)

Dạng công năng sử dụng	Giá trị hệ số C
Nhà ở, công sở, nhà máy, xưởng sản xuất không chứa các đồ vật quý hiếm hoặc đặc biệt dễ bị hủy hoại (x)	0,3
Khu công nghiệp, nông nghiệp có chứa các thứ đặc biệt dễ bị hủy hoại (x)	0,8
Trạm điện, trạm khí đốt, điện thoại, đài phát thanh	1,0
Khu công nghiệp then chốt, công trình di tích lịch sử, bảo tàng, tòa nhà trưng bày tác phẩm nghệ thuật hoặc công trình có chứa các thứ đặc biệt dễ bị hủy hoại (x)	1,3
Trường học, bệnh viện, nhà trẻ mẫu giáo, nơi tập trung đông người	1,7
CHÚ THÍCH: x) Dễ bị hủy hoại do cháy hoặc hậu quả của hỏa hoạn	

Bảng 8 - Bảng tra giá trị hệ số D (theo mức độ cách ly)

Mức độ cách ly	Giá trị hệ số D
-----------------------	------------------------

Công trình xây dựng trong khu vực đã có nhiều công trình khác hoặc có nhiều cây xanh với chiều cao tương đương hoặc ít hơn	0,4
Công trình xây dựng trong khu vực có ít công trình khác hoặc cây xanh có chiều cao tương đương	1,0
Công trình xây dựng hoàn toàn cách ly hoặc cách xa ít nhất hai lần chiều cao của các công trình hay cây xanh hiện hữu trong khu vực	2,0

Bảng 9 - Bảng tra giá trị hệ số E (theo dạng địa hình)

Dạng địa hình xây dựng	Giá trị hệ số E
Vùng đồng bằng, trung du	0,3
Vùng đồi	1,0
Vùng núi cao từ 300 m đến 900 m	1,3
Vùng núi cao trên 900 m	1,7

7.6. Diễn giải xác suất sét đánh tổng hợp

Phương pháp xác suất trong tiêu chuẩn này nhằm mục đích hướng dẫn cho các trường hợp khó quyết định. Nếu kết quả tính được nhỏ hơn 10^{-5} (1 trong 100 000) khá nhiều thì nhiều khả năng không cần đến hệ thống chống sét; nếu như kết quả lớn hơn 10^{-5} , ví dụ 10^{-4} (1 trong 10 000) thì cần có các lí do xác đáng để làm cơ sở cho việc quyết định không làm hệ thống chống sét.

Khi được cho là các hậu quả dây chuyền sẽ là nhỏ và ảnh hưởng của một cú sét đánh sẽ chỉ gây hư hại rất nhẹ đối với kết cấu của công trình, có thể sẽ là tiết kiệm nếu không đầu tư làm hệ thống chống sét và chấp nhận rủi ro đó. Tuy nhiên ngay cả việc quyết định như vậy cũng cần phải tính toán để biết được mức độ rủi ro đó.

Các kết cấu cũng rất đa dạng và dù có sử dụng phương pháp đánh giá nào đi nữa cũng có thể cho các kết quả không bình thường và những người sẽ phải quyết định liệu sự bảo vệ là cần thiết hay không có thể sẽ phải sử dụng kinh nghiệm và sự phán quyết của mình. Ví dụ như một ngôi nhà kết cấu khung thép có thể được nhận định là có xác suất sét đánh thấp, tuy nhiên việc thêm hệ thống chống sét và nổi đất sẽ nâng cao khả năng chống sét rất nhiều nên chi phí để lắp đặt thêm hệ thống này có thể được xem là hợp lý.

Đối với các ống khói bằng gạch hoặc bê tông, kết quả tính xác suất sét đánh tổng hợp có thể thấp. Tuy nhiên nếu chúng đứng một mình hoặc vươn cao hơn các kết cấu xung quanh hơn 4,5 m thì cần phải chống sét cho dù xác suất sét đánh có giá trị nào đi nữa. Những ống khói như vậy sẽ không áp dụng được phương pháp xác suất sét đánh tổng hợp. Tương tự như vậy, các kết cấu chứa chất nổ hay dễ cháy cần được xem xét thêm các yếu tố khác nữa (xem Điều 18 và 8.3).

Ví dụ về việc tính toán xác suất sét đánh tổng hợp để quyết định có cần bố trí hệ thống chống sét hay không được minh họa ở Phụ lục D.

8. Vùng bảo vệ**8.1. Khái niệm**

Khái niệm "vùng bảo vệ" được hiểu một cách đơn giản là thể tích mà trong giới hạn đó các bộ phận chống sét tạo ra một sự bảo vệ chống lại các cú phóng điện trực tiếp bằng việc thu các tia sét vào các bộ phận chống sét đó.

Kích thước và hình dáng của vùng bảo vệ thay đổi theo chiều cao của ngôi nhà hoặc chiều cao của các thiết bị thu sét thẳng đứng. Nói chung đối với các công trình không cao quá 20 m, vùng bảo vệ của các bộ phận thu sét thẳng đứng từ dưới mặt đất lên được xác định là thể tích tạo bởi một hình nón với đỉnh của nó nằm ở đỉnh bộ phận thu sét và đáy nằm dưới mặt đất. Vùng bảo vệ của các bộ phận thu sét ngang được xác định bởi không gian tạo bởi hình nón có đỉnh nằm trên dây thu sét ngang chạy từ điểm đầu đến điểm cuối. Đối với những kết cấu cao hơn 20 m, việc

xác định vùng bảo vệ như trên có thể không áp dụng được, và cần phải có thêm các thiết bị chống sét lắp đặt theo cách thức như trong Hình 4 (xem thêm Điều 16) để chống lại các cú sét đánh vào phía bên cạnh công trình.

8.2. Góc bảo vệ

Đối với các kết cấu không vượt quá 20 m về chiều cao, góc giữa cạnh của hình nón với phương thẳng đứng tại đỉnh của hình nón gọi là góc bảo vệ (xem Hình 5). Độ lớn của góc bảo vệ không thể xác định được một cách chính xác vì nó phụ thuộc vào độ lớn của cú sét đánh và sự hiện diện trong vùng bảo vệ các vật thể có khả năng dẫn điện và chúng có thể tạo nên các đường nối đất độc lập với hệ thống chống sét. Tất cả những gì có thể khẳng định là khả năng bảo vệ của hệ thống chống sét sẽ tăng lên khi lấy góc bảo vệ giảm đi. Đối với các kết cấu cao hơn 20 m, góc bảo vệ của bất kỳ một bộ phận dẫn sét nào cao tới 20 m cũng sẽ tương tự như đối với các bộ phận thu sét của các kết cấu thấp hơn 20 m. Tuy nhiên công trình cao hơn 20 m có khả năng bị sét đánh vào phía bên cạnh, bởi vậy cần xác định thể tích được bảo vệ theo phương pháp hình cầu lăn (xem Phụ lục B.5).

Đối với các mục đích thực hành nhằm cung cấp một mức độ chống sét chấp nhận được cho một kết cấu thông thường cao tới 20 m hoặc cho phần kết cấu dưới 20 m đối với kết cấu cao hơn, góc bảo vệ của bất cứ một bộ phận riêng nào của lưới thu sét, thu sét đứng hay nằm ngang, được quy định là 45° (xem Hình 5-a và Hình 5-b). Giữa các bộ phận thu sét thẳng đứng đặt cách nhau không quá 2 lần chiều cao của chúng thì góc bảo vệ tương đương có thể đạt tới 60° so với phương thẳng đứng (xem Hình 5-c). Đối với mái bằng, diện tích giữa các dây dẫn song song được coi là được chống sét nếu bộ phận thu sét được bố trí theo 11.1 và 11.2. Đối với các kết cấu có yêu cầu chống sét cao hơn thì khuyến cáo áp dụng các góc bảo vệ khác (xem Điều 18).

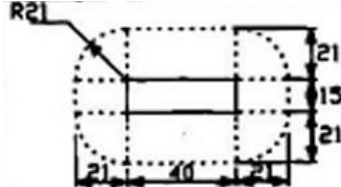
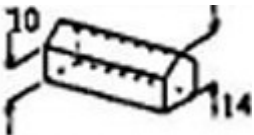
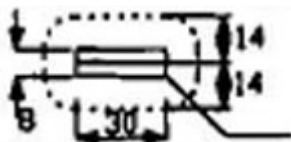
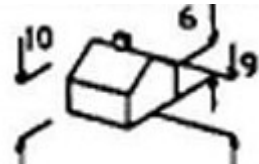
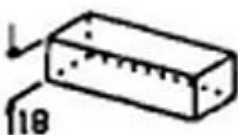
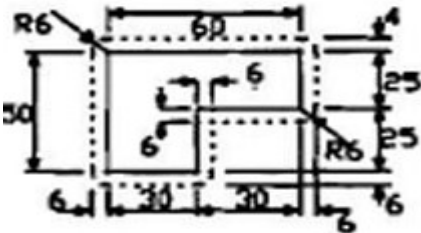
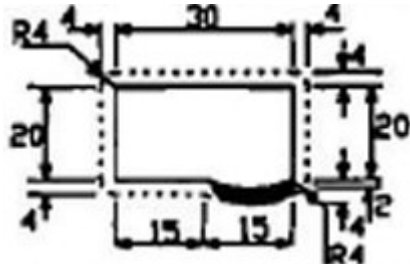
8.3. Các công trình rất dễ bị nguy hiểm do sét đánh

Đối với các công trình rất dễ bị nguy hiểm do sét đánh, ví dụ có chứa chất cháy nổ, thì cần áp dụng tất cả các giải pháp chống sét có thể có, mặc dù đó chỉ là để phòng chống các vụ sét đánh rất hiếm khi xảy ra trong vùng bảo vệ được định nghĩa như ở 8.1 và 8.2. Xem chi tiết ở Điều 18 về việc giảm diện tích bảo vệ và các biện pháp đặc biệt khác cho các dạng công trình này.

9. Các lưu ý khi thiết kế hệ thống chống sét

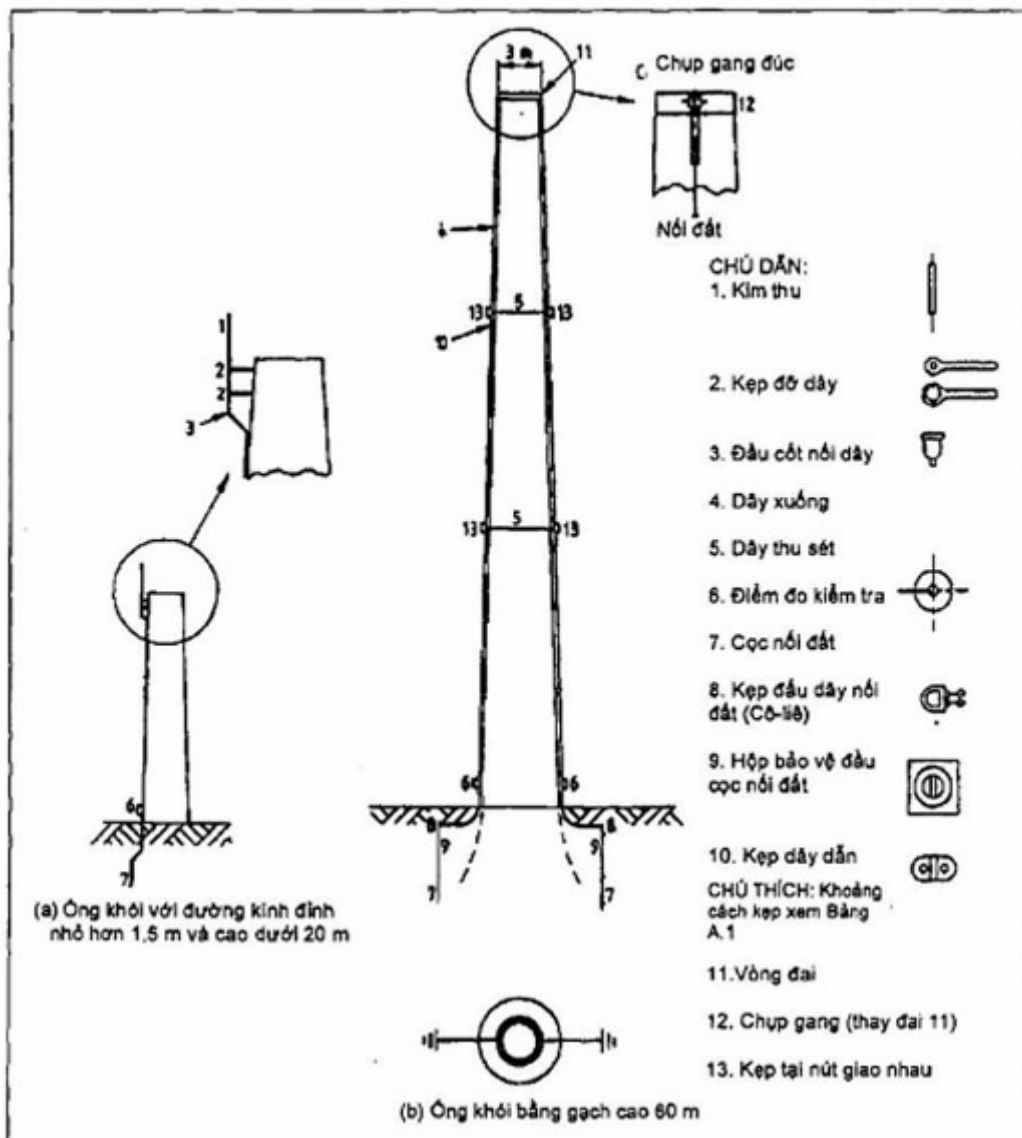
Trước và trong cả quá trình thiết kế, đơn vị thiết kế cần trao đổi và thống nhất về phương án với các bộ phận liên quan. Những số liệu sau đây cần được xác định một cách cụ thể:

- Các tuyến đi của toàn bộ dây dẫn sét;
- Khu vực để đi dây và các cực nối đất;
- Chủng loại vật tư dẫn sét;
- Biện pháp cố định các chi tiết của hệ thống chống sét vào công trình, đặc biệt nếu có ảnh hưởng tới vấn đề chống thấm cho công trình;
- Chủng loại vật liệu chính của công trình, đặc biệt là phần kết cấu kim loại liên tục như các cột, cốt thép;
- Địa chất công trình nơi xây dựng và giải pháp xử lý nền móng công trình;
- Các chi tiết của toàn bộ các đường ống kim loại, hệ thống thoát nước mưa, hệ thống cầu thang trong và ngoài công trình có thể cần hàn đấu nối với hệ thống chống sét;
- Các hệ thống ngầm khác có thể làm mất ổn định cho hệ thống nối đất;
- Các chi tiết của toàn bộ hệ thống trang thiết bị kỹ thuật lắp đặt trong công trình có thể cần hàn đấu nối với hệ thống chống sét.

Mẫu	Bố trí chung	Diện tích thu sét và phương pháp tính
(a)		 $A_c = 14 \times 50 + 2(15 \times 50) + 2(15 \times 14) + \pi \times 15^2$ $A_c = 3\,327 \text{ m}^2$
(b)		 $A_c = 15 \times 50 + 2(21 \times 40) + 2(21 \times 15) + \pi \times 21^2$ $A_c = 4\,296 \text{ m}^2$
(c)		 $A_c = \pi^3 \times 14^2 + 2(14 \times 30)$ $A_c = 1\,456 \text{ m}^2$
(d)		 $A_c = 7 \times 8 + 2(6 \times 7) + \pi \times 9^2 + 10 \text{ (xấp xỉ) cho vùng tô đen.}$ $A_c = 405 \text{ m}^2$
(e)		 $A_c = \pi \times 40^2$ $A_c = 5\,027 \text{ m}^2$
(f)		 $A_c = 12 \times 55 + 2(18 \times 55) + 2(18 \times 12) + \pi \times 18^2$ $A_c = 4\,090 \text{ m}^2$
(g)		 $A_c = 25 \times 60 + 25 \times 30 + 6 \times 60 + 6 \times 50 + 6 \times 25 + 6 \times 25 + 6 \times 30 + 6 \times 24 + 5/4 \times \pi \times 6^2$ $A_c = 3\,675 \text{ m}^2$
(h)		 $A_c = 20 \times 30 + 2(4 \times 30) + 2(4 \times 20) + \pi \times 4^2 + 20 \text{ (xấp xỉ) cho vùng tô đen}$ $A_c = 1\,070 \text{ m}^2$

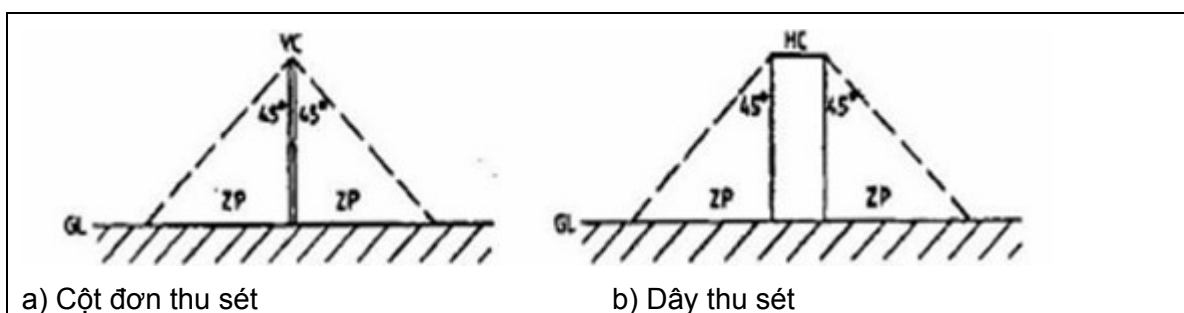
CHÚ THÍCH: Tất cả các kích thước đều tính theo đơn vị là mét (m)

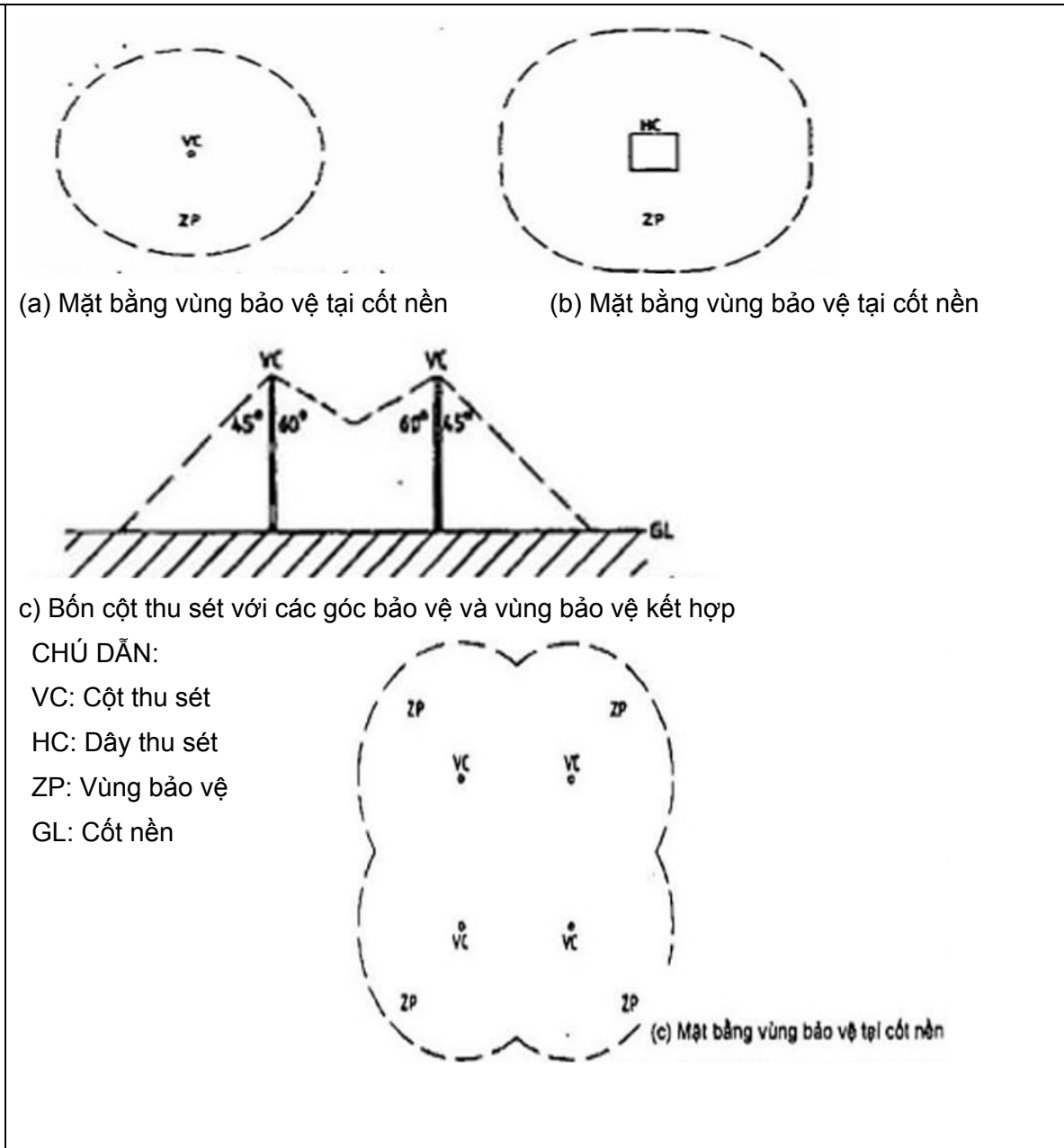
Hình 3 - Một số dạng công trình và diện tích thu sét



CHÚ THÍCH: Hình này không áp dụng cho ống khói BTCT sử dụng cốt thép làm dây xuống.

Hình 4 - Hệ thống chống sét cho ống khói xây gạch





Hình 5 - Xác định góc và phạm vi bảo vệ hiệu quả của kim thu sét

10. Các bộ phận cơ bản của hệ thống chống sét

Các bộ phận cơ bản của hệ thống chống sét bao gồm:

- Bộ phận thu sét
- Bộ phận dây xuống
- Các loại mối nối
- Điểm kiểm tra đo đặc
- Bộ phận dây dẫn nối đất
- Bộ phận cực nối đất

Các chi tiết cố định và chi tiết điểm đo kiểm tra điển hình của hệ thống dây dẫn được thể hiện trên Hình 6, Hình 7 và Hình 8.

11. Bộ phận thu sét

11.1. Các nguyên tắc cơ bản

Bộ phận thu sét có thể là các kim thu sét hoặc lưới thu sét hoặc kết hợp cả hai (xem minh họa tại từ Hình 9 đến Hình 14).

Khoảng cách từ bất kỳ bộ phận nào của mái đến bộ phận thu sét nằm ngang không nên lớn hơn 5m (xem CHÚ THÍCH 1 VÀ CHÚ THÍCH 2 trong Hình 10). Đối với những dạng mái bằng có diện tích lớn thường sử dụng lưới thu sét khẩu độ 10 m x 20 m. Đối với những mái nhà có nhiều nóc, nếu khoảng cách S giữa hai nóc lớn hơn $10 + 2H$, trong đó H là độ cao của nóc (tất cả được tính bằng đơn vị m) thì phải bổ sung thêm các dây thu sét (xem Hình 11).

Đối với những công trình Bê tông cốt thép, bộ phận thu sét có thể được đầu nối vào hệ cốt thép của công trình tại những vị trí thích ứng với số lượng dây xuống cần thiết theo tính toán.

Tất cả các bộ phận bằng kim loại nằm ngay trên mái hoặc cao hơn bề mặt của mái đều được nối đất như một phần của bộ phận thu sét (xem minh họa tại Hình 4 và Hình 6 và tham khảo Hình 15).

Lớp phủ đỉnh tường, đỉnh mái và lan can bằng kim loại (xem Điều 9), lưới bằng kim loại ở sân thượng nên được tận dụng làm một phần của bộ phận thu sét (xem Hình 4, Hình 6 và Hình 16).

11.2. Các dạng cấu tạo bộ phận thu sét

11.2.1. Nguyên tắc chung

Các dạng cấu tạo bộ phận thu sét thông dụng nhất được minh họa từ Hình 9 đến Hình 14. Phạm vi ứng dụng của từng dạng thu sét được chỉ dẫn tại 11.2.2; 11.2.3; 11.2.4; 11.2.5 và 11.2.6. Việc sử dụng bộ phận thu sét dạng nào là tùy thuộc vào kiến trúc và kết cấu cũng như vị trí xây dựng của từng công trình.

11.2.2. Kim thu sét đơn

Hình 5(a) minh họa kim thu sét đơn và phạm vi bảo vệ. Hình 5(c) minh họa dạng thu sét kết hợp 4 kim thu sét gia tăng phạm vi bảo vệ như thể hiện tại hình vẽ mặt bằng bảo vệ.

11.2.3. Dây thu sét, lưới thu sét cho nhà mái bằng

Hình 5(b) minh họa bố trí dây thu sét viền theo chu vi mái của công trình dạng khối chữ nhật và mặt bằng, mặt cắt phạm vi bảo vệ. Hình 9 minh họa cách bố trí bộ phận chống sét điển hình đối với các công trình mái bằng diện tích lớn (xem 11.1). Thông thường sử dụng lưới thu sét cho các công trình dạng này nhằm giảm tác động của hiệu ứng lan truyền sét.

11.2.4. Công trình có mặt bằng rộng và hình khối phức tạp

Đối với các công trình bao gồm nhiều khối trong đó có cả phần cao tầng và thấp tầng, như minh họa tại Hình 13, hệ thống chống sét sẽ bao gồm đầy đủ các bộ phận: thu sét, dây xuống và tiếp địa. Khi thiết kế hệ thống chống sét cho phần thấp tầng cần bỏ qua sự hiện diện của phần cao tầng. Lưới tiếp địa và các mối đầu nối được sử dụng theo dạng thông dụng (xem Hình 6, 12.9, 12.10, 13, và các Phụ lục B; B.2; và B.5).

Hình 10 minh họa công trình gồm nhiều khối có mái bằng với các độ cao khác nhau. Bảo vệ các khối bằng hệ thống lưới thu sét viền xung quanh chu vi mái và xung quanh phần mái bên trong tại vị trí có các khối nhô cao lên (xem CHÚ THÍCH 1 tại Hình 10). Tất cả các bộ phận của hệ thống chống sét phải được đầu nối với nhau theo quy định ở 4.7 (xem Hình 14 và Hình 30).

CHÚ THÍCH: Trên Hình 14 bộ phận dây thu sét xung quanh chân phần cao tầng được sử dụng để đầu nối lưới thu sét với dây xuống của phần cao tầng. Trên thực tế thì khu vực này đã nằm trong phạm vi bảo vệ, nói cách khác là bình thường thì ở đó không cần bố trí dây thu sét.

Hình 11 minh họa các dạng mái có diện tích lớn. Dây thu sét được bố trí trên mái và được đầu nối với nhau ở cả hai đầu mép mái. Nếu mái rộng hơn 20 m thì cần bổ sung thêm dây thu sét ngang để bảo đảm khoảng cách giữa hai dây thu sét không lớn hơn 20 m.

Đối với các công trình có độ cao trên 20 m thì có thể cần phải áp dụng phương pháp hình cầu lăn (xem Phụ lục B và Hình B.1) để xác định vị trí lắp đặt bộ phận thu sét (trừ trường hợp công trình có kết cấu khung thép).

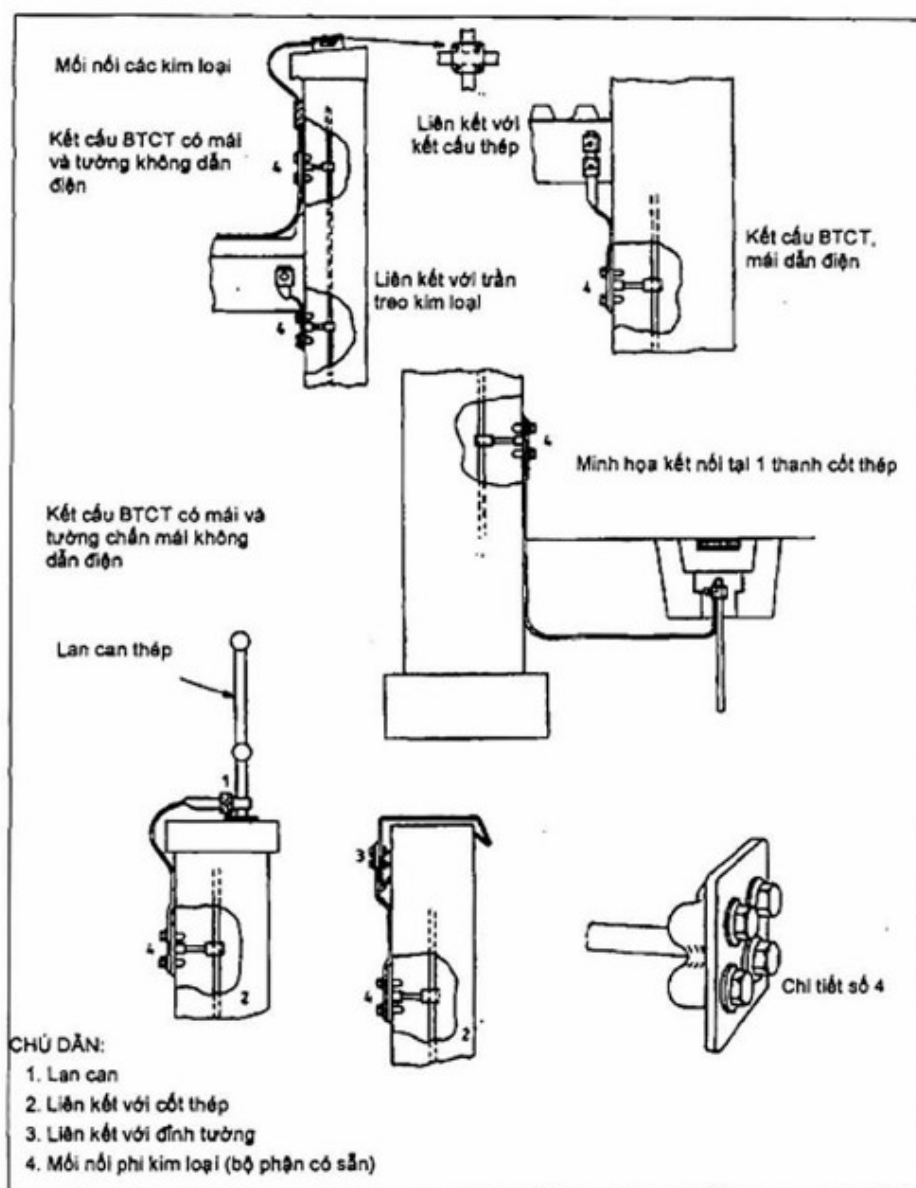
11.2.5. Đối với các công trình mái ngói

Đối với các công trình có mái không dẫn điện, dây dẫn sét có thể bố trí ở dưới hoặc tốt nhất là bố trí trên mái ngói. Mặc dù việc lắp đặt dây dẫn sét ở dưới mái ngói có lợi là đơn giản và giảm được nguy cơ ăn mòn, nhưng tốt hơn là lắp đặt dọc theo bờ nóc của mái ngói. Trường hợp này có ưu điểm là giảm thiểu nhiều hơn nguy hại đối với mái ngói do dây thu sét trực tiếp và công tác kiểm tra cũng dễ dàng, thuận tiện hơn.

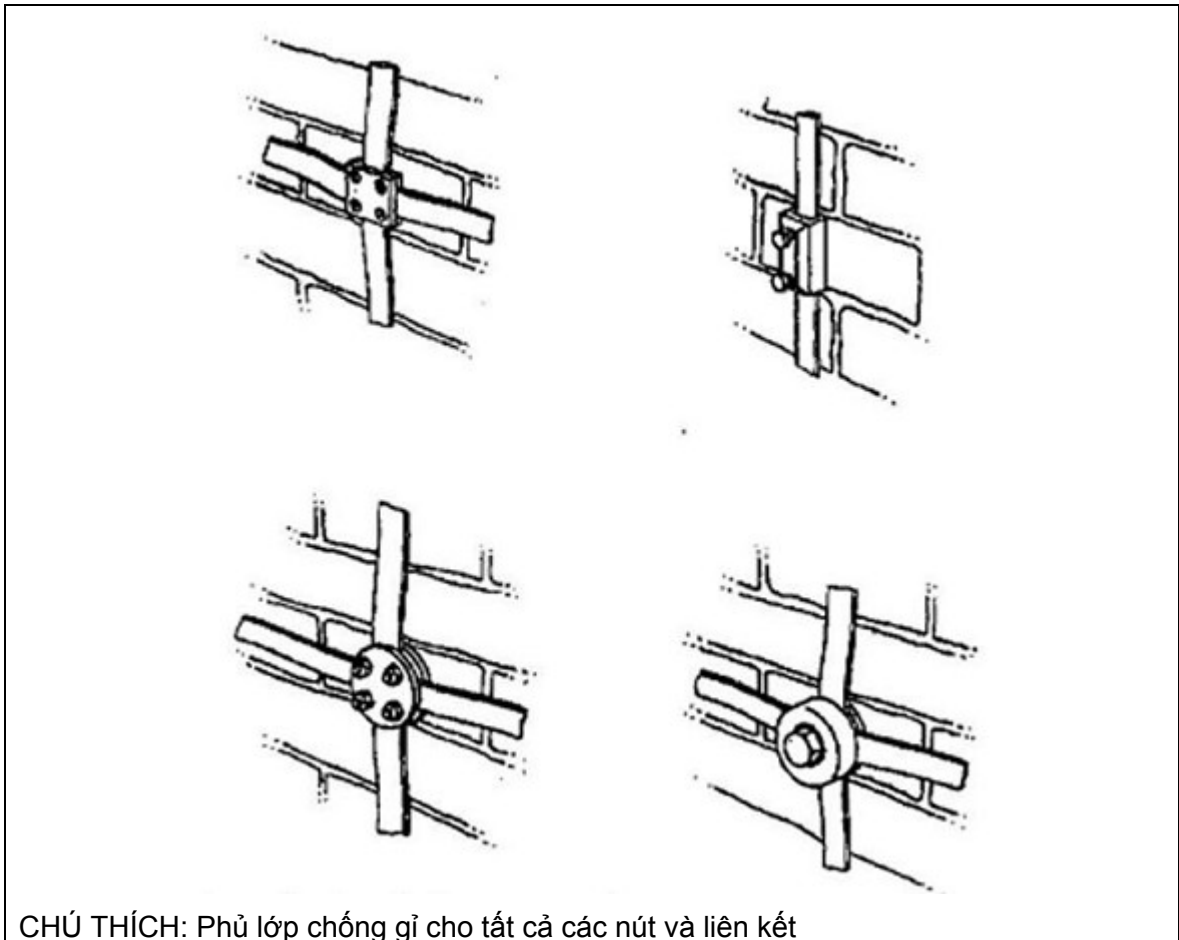
Dây dẫn sét bố trí ở dưới mái ngói chỉ được sử dụng chủ yếu trong trường hợp mái có độ dày nhỏ hoặc được đặt ngay dưới lớp phủ bên trên mái, và khoảng cách giữa các dây dẫn không lớn hơn 10m. Đối với công trình dạng nhà thờ hoặc dạng kiến trúc, kết cấu tương tự thì xử lý như công trình đặc biệt. Phần tháp cao hoàn toàn không tính đến trong quá trình thiết kế hệ thống chống sét cho các hạng mục thấp hơn của công trình.

11.2.6. Đối với các công trình đơn giản có chứa các chất dễ gây cháy nổ

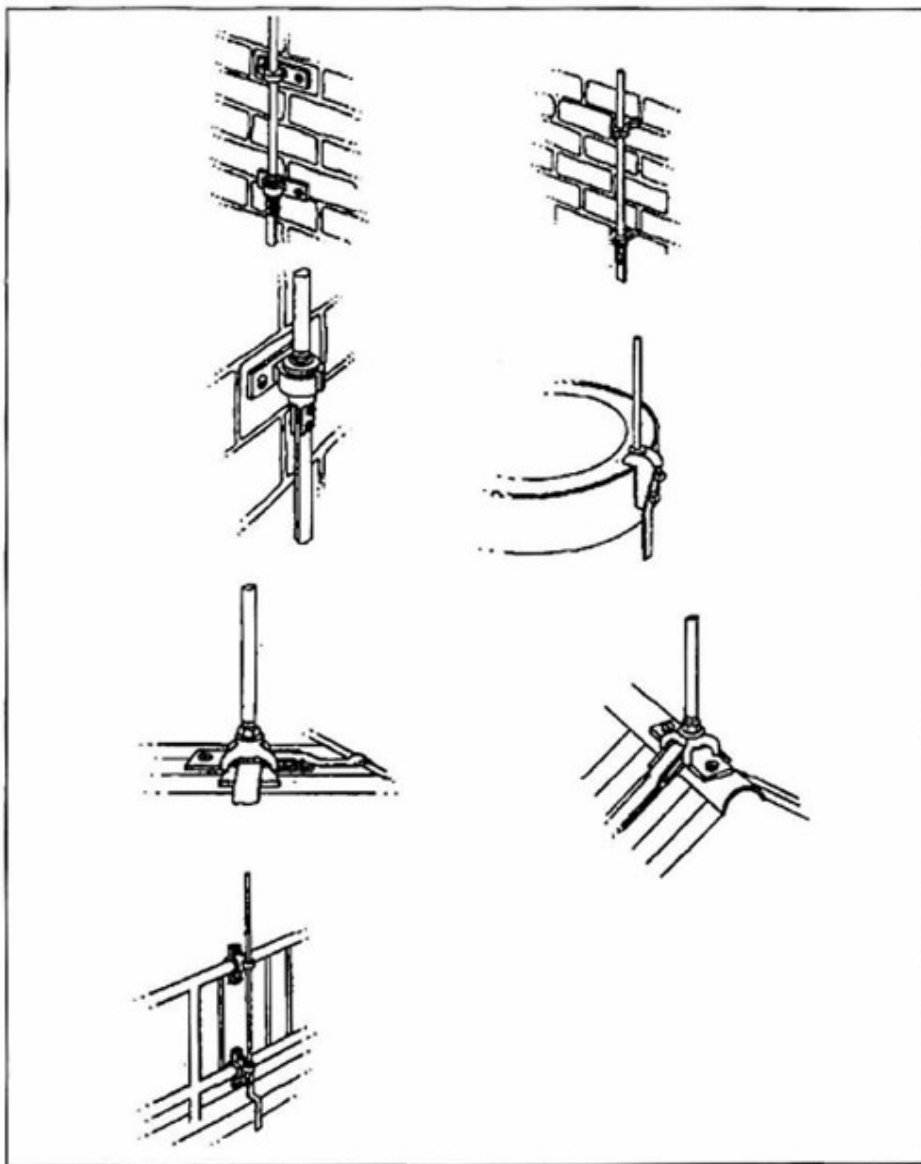
Hình 17 minh họa giải pháp bố trí hệ thống chống sét chủ yếu được sử dụng đối với các công trình đơn giản, có chứa các chất dễ gây cháy nổ. Hệ thống bảo vệ chính bao gồm hai kim thu sét nối với nhau bằng một dây thu sét. Phạm vi bảo vệ được thể hiện trên mặt bằng, mặt cắt trong hình vẽ, đồng thời thể hiện ảnh hưởng của độ võng của dây thu sét ngang (xem 18.2.1).



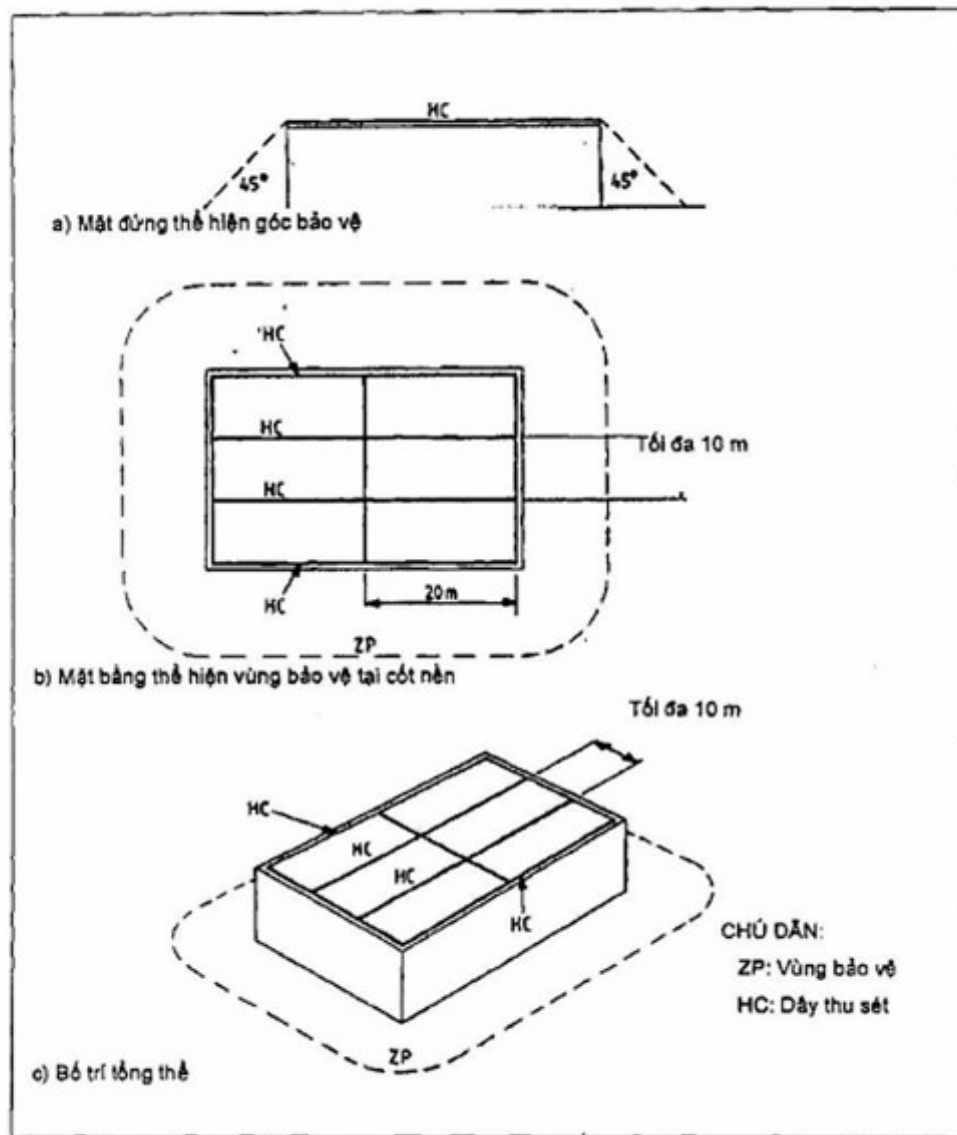
Hình 6 - Lan can, lớp phủ đỉnh tường bằng kim loại và cốt thép được sử dụng làm kim thu sét và dây xuống



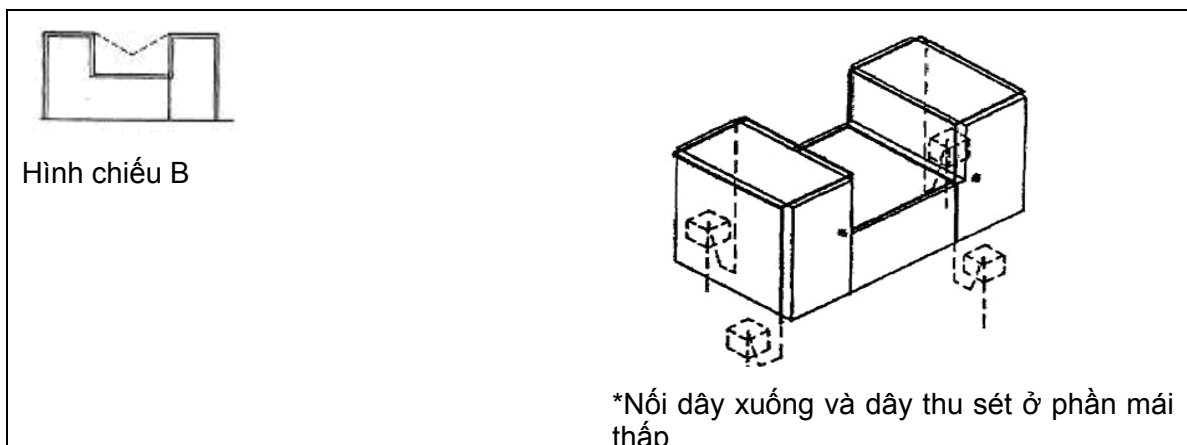
Hình 7 - Điểm đo kiểm tra

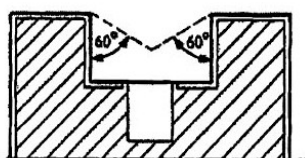


Hình 8 - Các kiểu kim thu sét điển hình



Hình 9 - Thu sét cho mái bằng



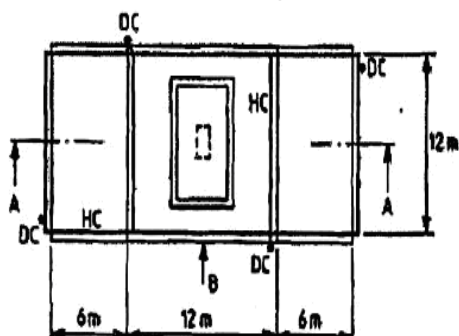


Mặt cắt A-A

$$\text{Chu vi} = 24 + 24 + 12 + 12 = 72 \text{ m}$$

Số dây xuống cần thiết

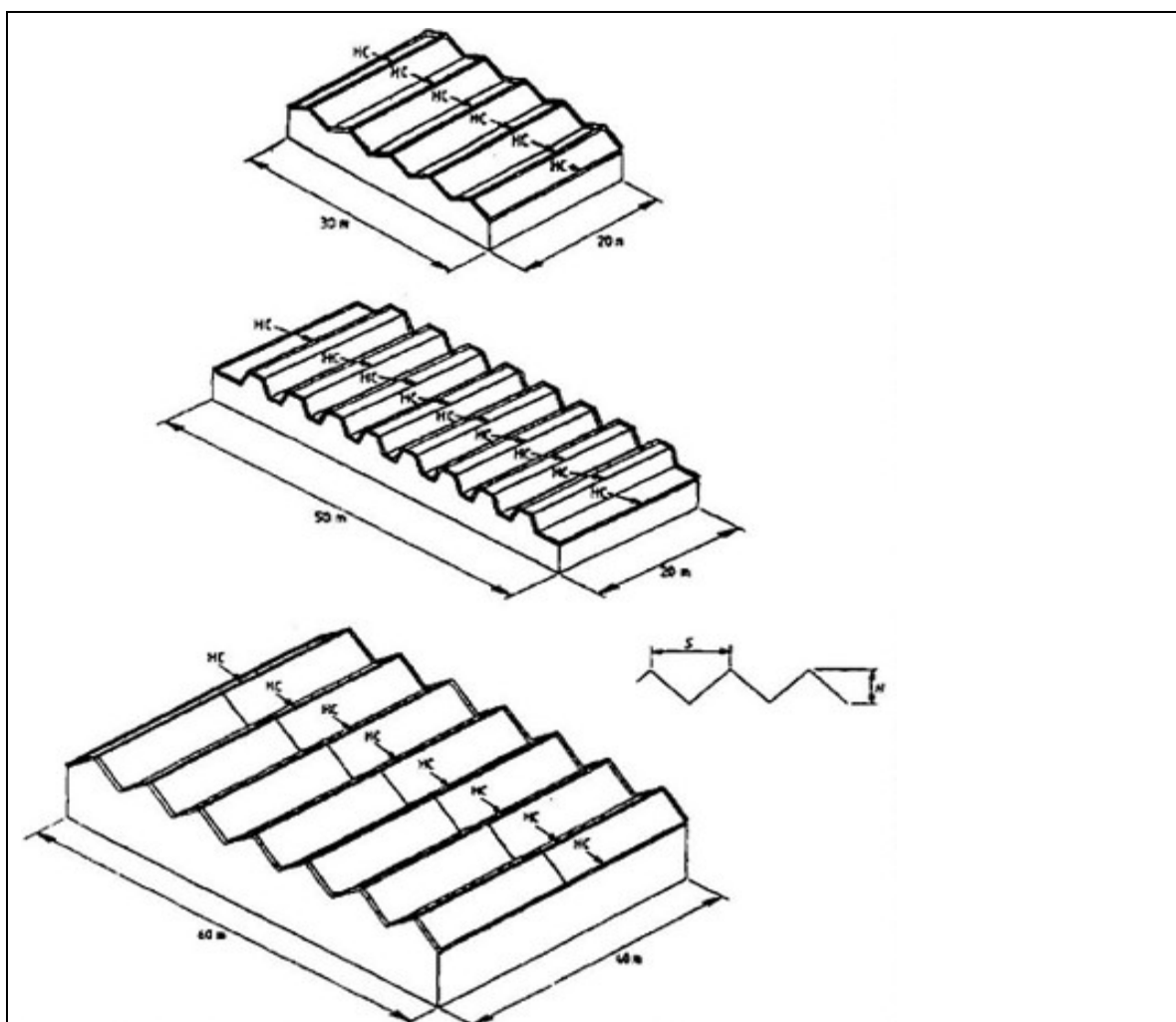
$$= 72/20 = 4$$



CHÚ THÍCH 1: Cần bố trí lưới thu sét dọc chu vi bao ngoài mái và không có điểm nào ở mái cách nó quá 5 m trừ bộ phận thấp cho phép cách xa thêm 1 m trên mỗi chiều cao chênh mái

CHÚ THÍCH 2: Không cần lưới thu sét ngang ở tường mái quanh giếng trời; vùng bảo vệ có góc 60° tạo ra bởi 2 dây thu sét đối với kết cấu dưới 20 m. Không áp dụng cho kết cấu cao hơn 20 m

Hình 10 - Thu sét cho mái bằng có nhiều độ cao khác nhau

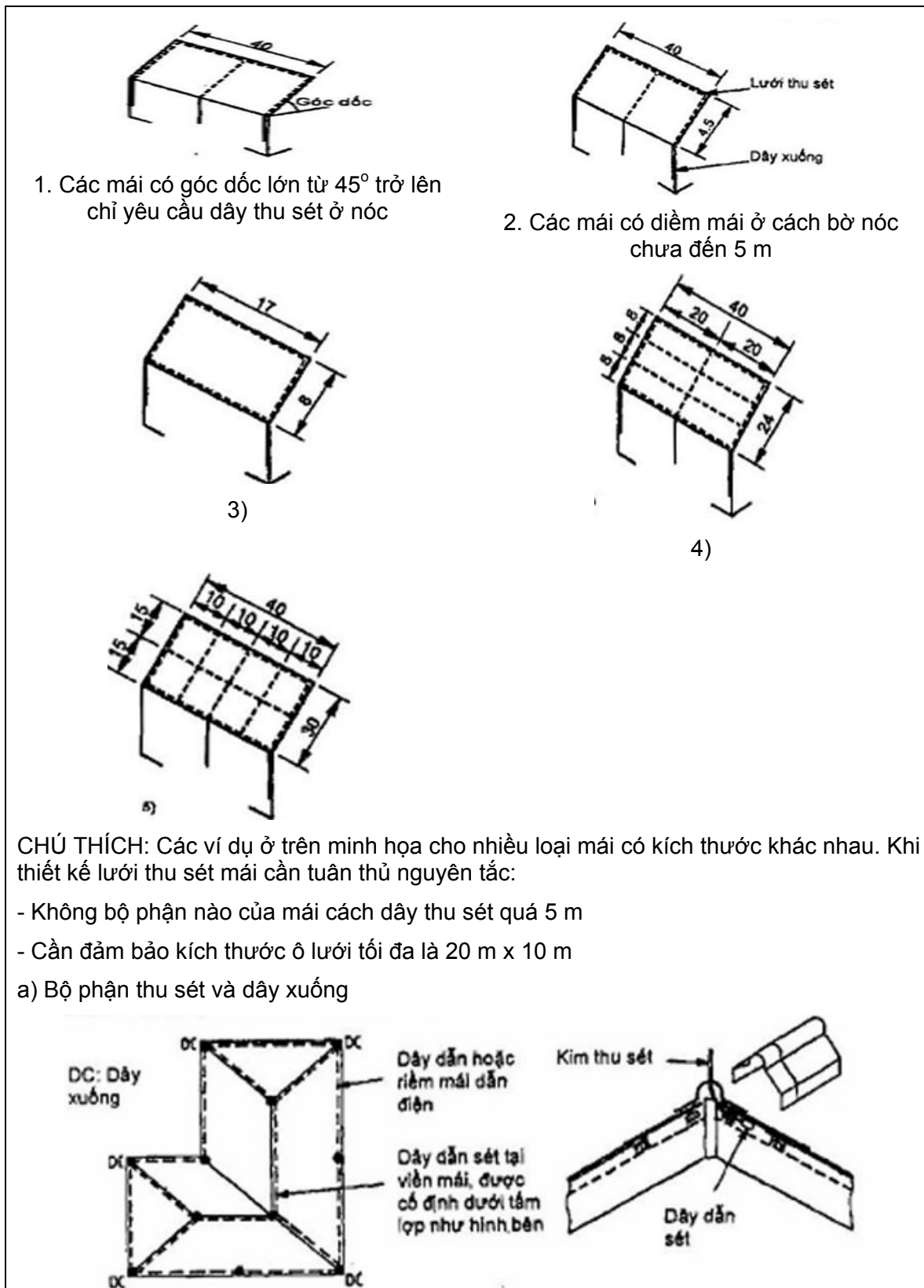


CHÚ THÍCH 1: Nếu $S > 10+2H$ cần bổ sung dây thu sét dọc nhà để khoảng cách giữa các dây thu sét $< 10\text{ m}$

CHÚ THÍCH 2: Nếu chiều dài mái vượt quá 20 m cần bổ sung các dây dẫn ngang

CHÚ THÍCH 3: Các hình vẽ trên không thể hiện các dây xuống

Hình 11 - Thu sét cho mái có diện tích lớn và nhiều đỉnh nóc



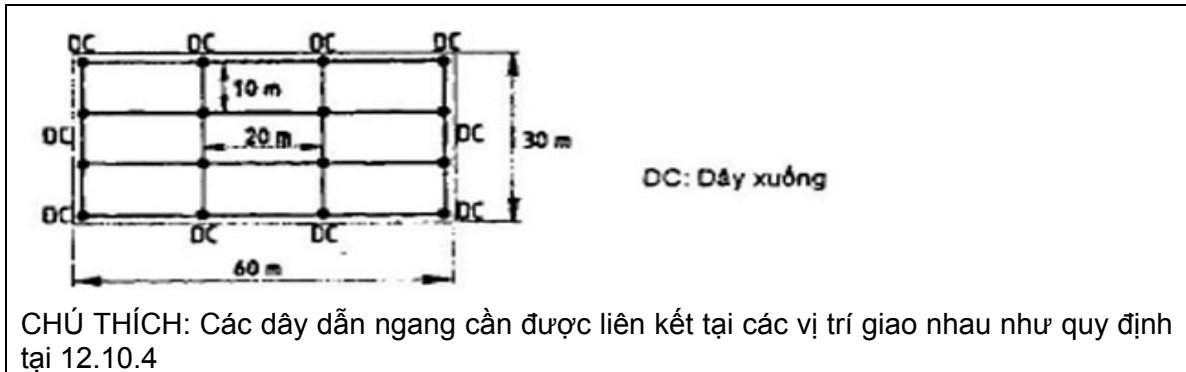
b) Các dây dẫn sét nằm dưới tấm lợp

CHÚ DẪN

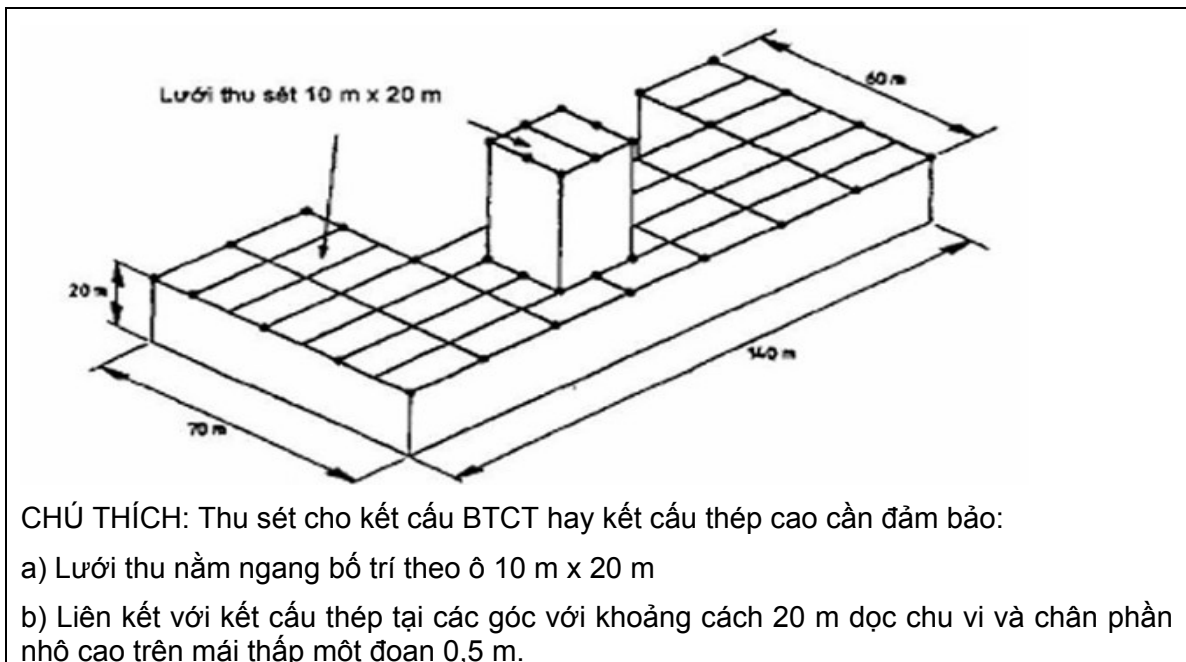
---- Dây dẫn đi chìm

- Kim thu sét (kim trần không sơn bọc, cao 0,3 m) hoặc tấm kim loại

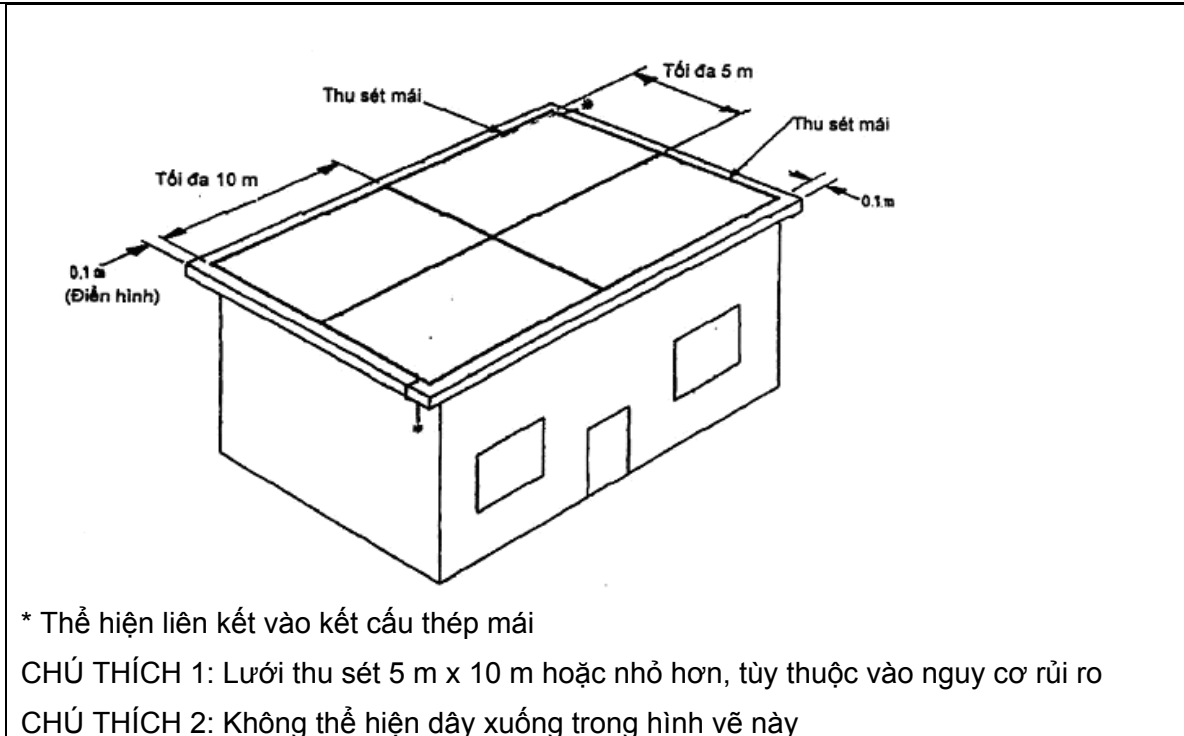
Hình 12 - Thu sét và dây xuống đặt trong mái dốc với chiều cao dưới 20 m



Hình 13 - Thu sét và dây xuống cho công trình mái bằng



Hình 14 - Thu sét cho công trình có tháp cao dẫn điện



Hình 15 - Thu sét cho công trình có chứa các chất dễ gây cháy nổ

12. Dây xuống

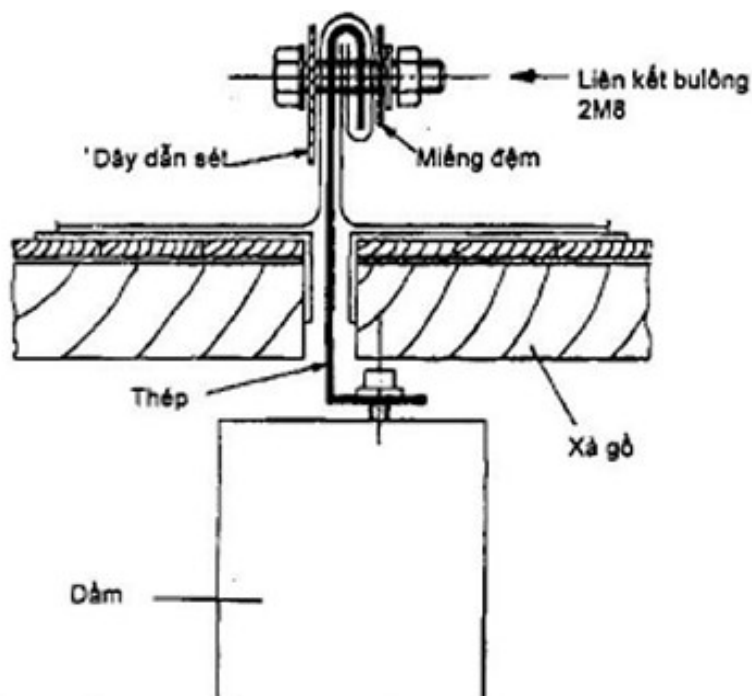
12.1. Khái niệm chung

Chức năng của dây xuống là tạo ra một nhánh có điện trở thấp từ bộ phận thu sét xuống cực nối đất sao cho dòng điện sét được dẫn xuống đất một cách an toàn.

Tiêu chuẩn này bao hàm cả việc sử dụng dây xuống theo nhiều kiểu bao gồm cách sử dụng thép dẹt, thép tròn, cốt thép và trụ kết cấu thép... Bất cứ bộ phận kết cấu công trình nào dẫn điện tốt đều có thể làm dây xuống và được kết nối một cách thích hợp với bộ phận thu sét và nối đất. Nói chung, càng sử dụng nhiều dây xuống càng giảm được rủi ro do hiện tượng lan truyền sét và các hiện tượng không mong muốn khác. Tương tự, các dây dẫn lớn làm giảm rủi ro do hiện tượng lan truyền sét, đặc biệt nếu được bọc cách điện. Sử dụng các dây dẫn có lớp bọc không làm giảm đi số lượng của các dây xuống được kiến nghị ở tiêu chuẩn này.

Trong thực tế, tùy thuộc vào dạng của công trình, thông thường cần có các dây xuống đặt song song, một số hoặc toàn bộ những dây xuống đó có thể là một phần của kết cấu công trình đó. Ví dụ, một khung thép hoặc kết cấu Bê tông cốt thép có thể không cần các dây xuống vì bản thân cái khung đó đã tạo ra một mạng lưới gồm nhiều nhánh xuống đất một cách hiệu quả, ngược lại một kết cấu được làm hoàn toàn từ các vật liệu không dẫn điện sẽ cần các dây xuống bố trí theo kích thước và dạng của kết cấu đó.

Tóm lại, hệ thống dây xuống khi có thể thực hiện được thì nên dẫn thẳng từ bộ phận thu sét đến mạng lưới nối đất và đặt đối xứng xung quanh các tường bao của công trình bắt đầu từ các góc. Trong mọi trường hợp, cần phải lưu ý đến hiện tượng lan truyền sét (xem 12.5).



CHÚ THÍCH: Chiều dày nhỏ nhất khi sử dụng tấm lợp kim loại làm một bộ phận của hệ thống chống sét là:

- Thép mạ kẽm 0,5 mm
- Đồng 0,3 mm
- Nhôm, kẽm 0,7 mm
- Chì 2,0 mm

Hình 16 - Kẹp đầu nối bộ phận thu sét cho mái bằng trong trường hợp mái kim loại được sử dụng làm một bộ phận của hệ thống chống sét

12.2. Bố trí dây xuống

Bố trí dây xuống cho nhiều dạng công trình, có hoặc không có khung thép xem Hình 18.

Trong các công trình có chiều cao lớn, khung thép hoặc cốt thép trong bê tông phải được liên kết với nhau và tham gia vào sự tiêu tán dòng điện sét cùng với các cột thẳng đứng và các chi tiết tương tự, chúng nên được liên kết ở phần trên cùng và phần dưới cùng. Thiết kế của hệ thống chống sét do đó sẽ bao gồm các cột liên tục hoặc các trụ thẳng đứng được bố trí phù hợp với 12.3. Với các công trình có khung thép hoặc các công trình bê tông cốt thép không cần thiết phải bố trí, các dây xuống riêng rẽ.

Hình 18a minh họa một công trình có khung thép. Theo đó không cần bố trí thêm các dây xuống nhưng cần nối đất phù hợp với tiêu chuẩn này. Hình 18b thể hiện cách bố trí dây xuống trong trường hợp mái đua ở 3 cạnh. Hình 18c thể hiện cách bố trí trong trường hợp phòng khiêu vũ hoặc bể bơi có khu phụ trợ. Hình 18d, Hình 18e, Hình 18f và Hình 18g thể hiện các công trình có hình dạng mà có thể bố trí tất cả các dây xuống cố định ở các bức tường bao. Cần phải thận trọng khi lựa chọn khoảng cách các dây xuống phù hợp để tránh khu vực ra vào, lưu ý đến yêu cầu tránh điện áp bước nguy hiểm trên bề mặt đất (tham khảo thêm Hình 19).

12.3. Số lượng khuyến cáo

Vị trí và khoảng cách các dây xuống trong công trình lớn thường phụ thuộc vào kiến trúc. Tuy nhiên, nên bố trí một dây xuống với khoảng cách giữa các dây là 20 m hoặc nhỏ hơn theo chu vi ở cao độ mái hoặc cao độ nền. Công trình có chiều cao trên 20 m phải bố trí các dây cách nhau không quá 10 m.

12.4. Những công trình cao khó thực hiện việc đo kiểm tra

Với công trình có chiều cao lớn, điều kiện kiểm tra và đo đạc là khó, cần phải có biện pháp đo kiểm tra tính liên tục của hệ thống. Cần ít nhất hai dây xuống cho công tác đo đạc đó (xem Hình 4).

12.5. Bố trí đường dẫn xuống

Dây xuống cần phải đi theo lối thẳng nhất có thể được giữa lưới thu sét và mạng nối đất. Khi sử dụng nhiều hơn một dây xuống thì các dây xuống cần được sắp xếp càng đều càng tốt xung quanh tường bao của công trình, bắt đầu từ các góc (xem Hình 18), tùy thuộc vào kiến trúc và khả năng thi công.

Trong việc quyết định tuyến xuống, cần phải cân nhắc đến việc liên kết dây xuống với các chi tiết thép trong công trình, ví dụ như các trụ, cốt thép và bất cứ chi tiết kim loại liên tục và cố định của công trình có khả năng liên kết được.

Các bức tường bao quanh sân thượng và giếng trời có thể được sử dụng để gắn các dây xuống nhưng không được sử dụng vách lồng thang máy (xem 15.3.11). Các sân thượng có tường bao cứ 20 m phải được trang bị một dây xuống. Tuy nhiên, cần có tối thiểu hai dây xuống và bố trí đối xứng.

12.6. Sử dụng cốt thép trong kết cấu bê tông

12.6.1. Nguyên tắc chung

Các chi tiết cụ thể cần được quyết định ở giai đoạn thiết kế thi công công trình (xem 9.5).

12.6.2. Tính dẫn điện liên tục

Các thanh cốt thép của kết cấu bê tông cốt thép đúc tại chỗ đôi khi được hàn, trường hợp đó hiển nhiên là nó tạo ra khả năng truyền điện liên tục. Thông thường chúng được nối buộc với nhau bởi các dây nối kim loại ở các điểm giao nhau. Mặc dù vậy, không kể đến những mối liên kết tình cờ tự nhiên của kim loại, thì một số lượng rất lớn của các thanh và các mối giao nhau thi công như vậy cũng là đảm bảo tách nhỏ cường độ của dòng điện sét ra thành nhiều nhánh tiêu tán song song. Kinh nghiệm chỉ ra rằng kết cấu đó rõ ràng có thể tận dụng như là một bộ phận trong hệ thống chống sét.

Tuy nhiên, cần lưu ý các vấn đề sau:

- a) Phải đảm bảo tiếp xúc giữa các cốt thép, ví dụ bằng cách cố định chúng bằng dây buộc;
- b) Cần phải nối cốt thép đứng với nhau và cốt thép đứng với cốt thép ngang.

12.6.3. Bê tông ứng lực trước

Các dây dẫn sét không được kết nối với các cột, dầm hay giằng bê tông cốt thép ứng lực trước vì thép ứng lực trước không được liên kết và do đó không có tính dẫn điện liên tục.

12.6.4. Bê tông đúc sẵn

Trong trường hợp các cột, dầm hay trụ bằng bê tông cốt thép đúc sẵn thì cốt thép có thể được sử dụng như là dây dẫn nếu các đoạn cốt thép ở các cấu kiện riêng biệt được gắn kết với nhau và đảm bảo tính dẫn điện liên tục.

12.7. Tuyến đi bên trong

Khi khả năng bố trí tuyến dây xuống phía bên ngoài là không khả thi hoặc là không thích hợp (xem 12.8.3), các dây xuống có thể được bố trí vào trong một ống rỗng bằng vật liệu phi kim loại, không cháy và được kéo thẳng xuống đất (xem Hình 20).

Bất cứ rãnh được che kín, máng thiết bị, ống hoặc máng cáp chạy suốt chiều cao công trình không chứa sợi dây cáp nào đều có thể được sử dụng cho mục đích này.

12.8. Uốn góc nhọn và nhánh vòng

12.8.1. Điều kiện thực tế không phải lúc nào cũng cho phép các tuyến đi theo con đường thẳng nhất. Tuy có thể chấp nhận uốn góc nhọn tại một số vị trí, ví dụ như tại các gờ mái, nhưng cần lưu ý các nhánh vòng trong dây dẫn có thể làm điện cảm cao giảm xuống nhanh làm cho việc tiêu tán

dòng điện sét có thể xảy ra phía hở của nhánh vòng. Về cơ bản, rủi ro có thể xuất hiện khi chiều dài của dây dẫn tạo ra nhánh vòng vượt quá 8 lần chiều rộng phần hở của mạch (Xem Hình 21).

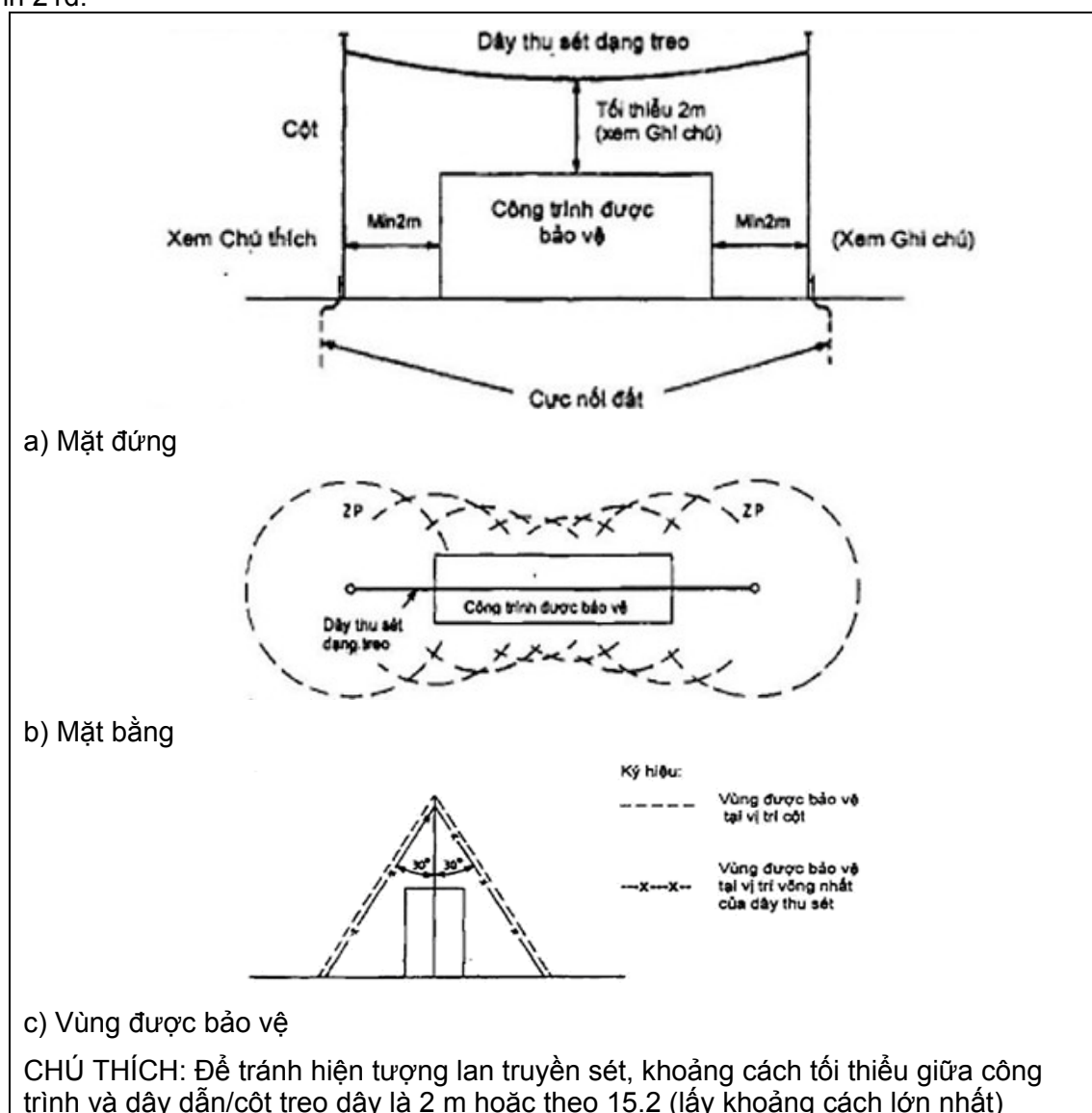
12.8.2. Khi không thể tránh được nhánh vòng dài, ví dụ như trong trường hợp tường lan can, tường mái, các dây dẫn phải được sắp đặt sao cho khoảng cách của phần hở nhánh vòng đáp ứng được nguyên tắc đưa ra ở 12.8.1. Cách làm khác là tạo lỗ qua các tường lan can để các dây dẫn có thể xuyên qua dễ dàng.

12.8.3. Tại các công trình có các sàn trên đua ra, cần xét tới nguy cơ lan truyền sét từ dây xuống bên ngoài đến người đứng ở dưới phần nhô ra. Các dây xuống phải theo một tuyến ở bên trong, phù hợp với 12.7, nếu kích thước của phần nhô ra đó có thể gây nguy cơ về lan truyền sét cho người hoặc nếu khoảng cách các dây xuống lớn hơn 20 m.

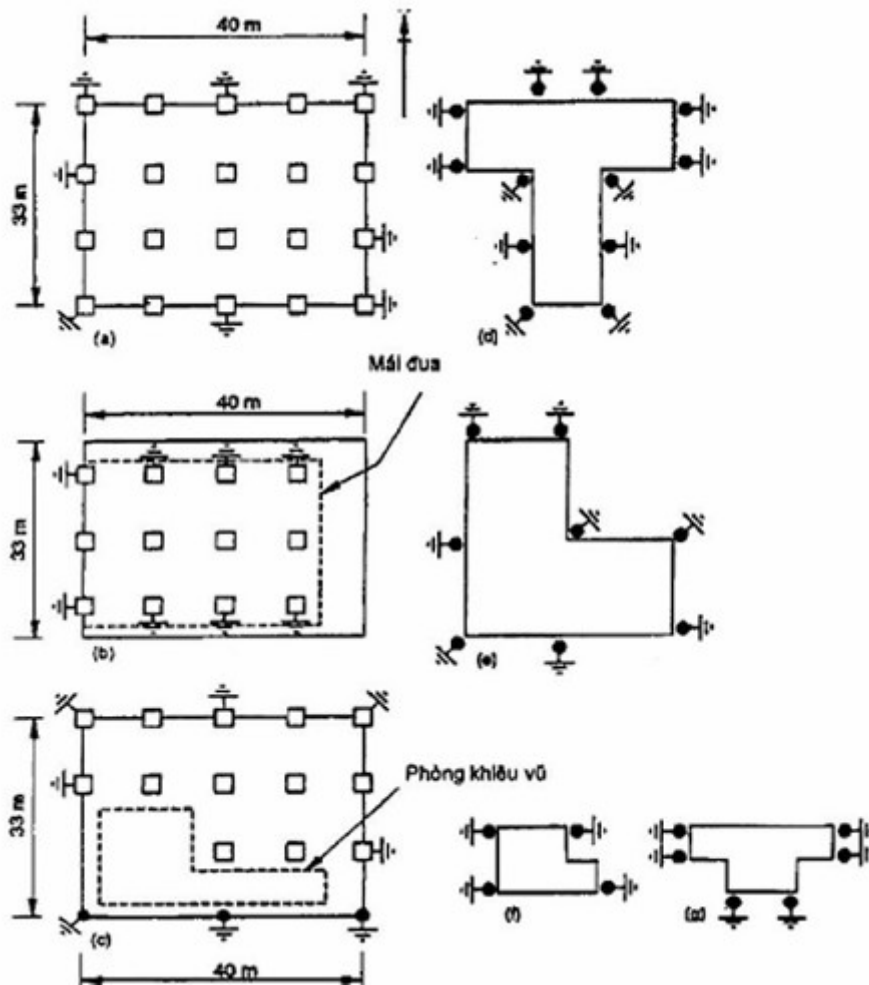
Rủi ro với người là không thể chấp nhận nếu chiều cao (h) của phần nhô ra nhỏ hơn 3 m. Với phần nhô ra có chiều cao lớn hơn hoặc bằng 3 m thì chiều rộng (w) của phần nhô ra phải nhỏ hơn hoặc bằng (tính theo m) giá trị tính theo biểu thức:

$$W \leq 15(0,9xh-2,5) \quad (6)$$

Nếu các dây xuống đi theo tuyến bên ngoài, cách xác định h và w của phần nhô ra được minh họa ở Hình 21d.



Hình 17 - Bộ phận thu sét và vùng bảo vệ công trình đơn giản có chứa chất dễ cháy nổ



Ký hiệu

□ Cột chịu lực

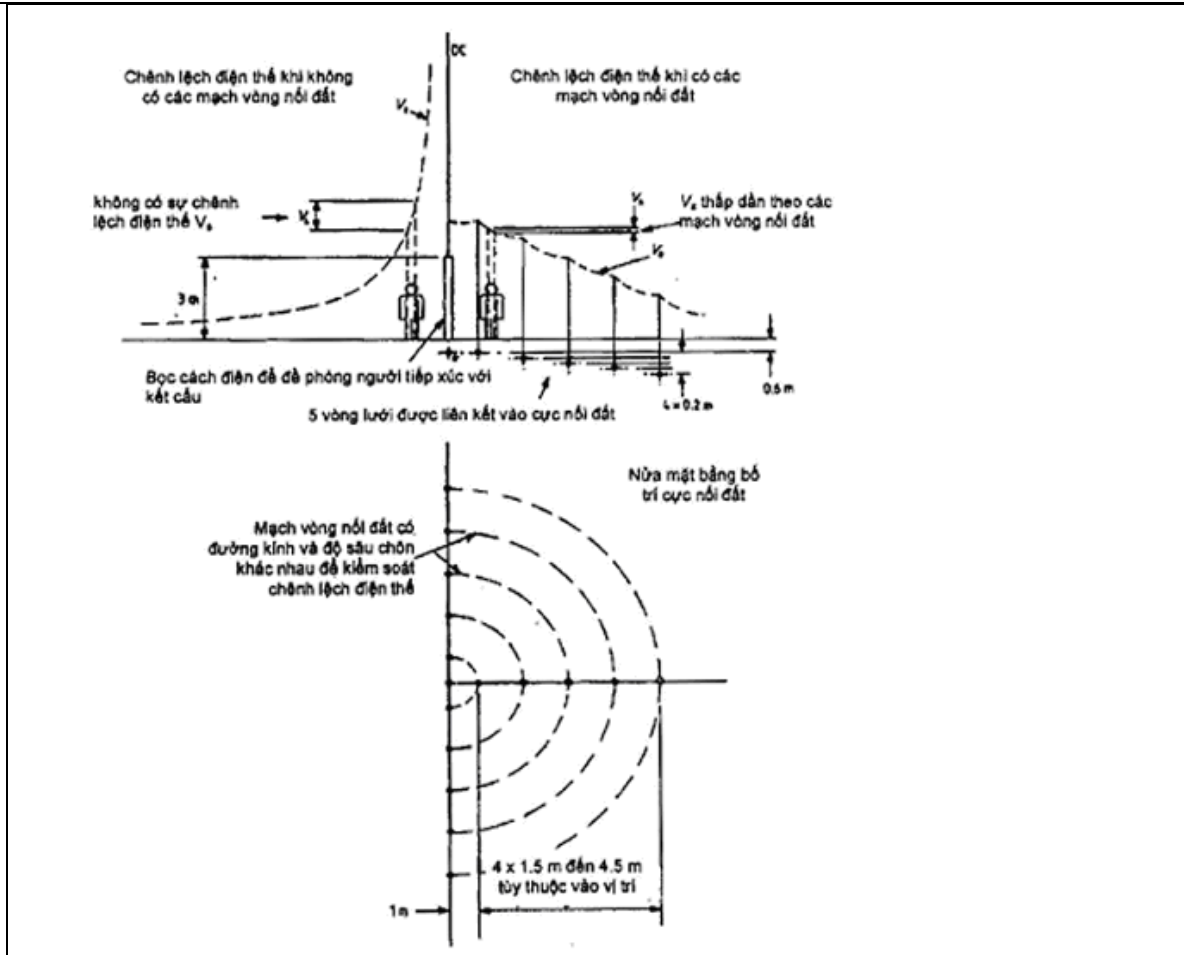
⊞ Cột chịu lực dẫn điện sử dụng làm dây xuống và nối đất

⊞ Dây xuống và nối đất bên ngoài

CHÚ THÍCH 1: Dây xuống có thể là một bộ phận của kết cấu hoặc thanh tròn, thanh dẹt đặt ở mặt ngoài công trình

CHÚ THÍCH 2: Đối với kết cấu cao hơn 20 m, các dây xuống đặt cách nhau không quá 10 m một chiếc

**Hình 18 - Các cách bố trí dây xuống cho các dạng công trình cao
(dây bố trí thêm bên ngoài hay sử dụng bộ phận dẫn điện của công trình)**



Hình 19 - Chênh lệch điện áp ở mặt đất gần cột đỡ, tháp, trụ có cực nối đất nhiều cực đơn

12.9. Liên kết để tránh hiện tượng lan truyền sét

Bất cứ chi tiết kim loại ở trong hoặc là một phần của kết cấu hoặc bất cứ thiết bị công trình có các thành phần kim loại được thiết kế hoặc ngẫu nhiên tiếp xúc với đất nền phải được cách ly hoặc liên kết với dây xuống (Xem Điều 17). Tuy nhiên, trừ phi các tính toán ở 15.2 và các yêu cầu ở B.2 chỉ ra rằng cần phải liên kết thì những thứ có tiếp xúc với hệ thống chống sét, trực tiếp hoặc không trực tiếp, thông qua các liên kết kim loại với kim loại chắc chắn và tin cậy thì không cần các dây dẫn liên kết thêm.

Chỉ dẫn chung cũng áp dụng cho toàn bộ các chi tiết kim loại lớn để hở nối hoặc không nối với đất.

Có thể bỏ qua các chi tiết nhỏ như các bản lề cửa, giá đỡ máng bằng kim loại hay cốt thép của các dầm nhỏ đơn độc.

CHÚ THÍCH: Trong phạm vi vấn đề này, chi tiết được coi là lớn khi có kích thước một cạnh bất kỳ lớn hơn 2 m.

12.10. Liên kết

12.10.1. Quy định chung

Hầu hết các phần của hệ thống chống sét được thiết kế sao cho có thể lắp vừa vào trong mặt bằng chung. Tuy nhiên các liên kết được sử dụng để kết nối các bộ phận làm từ kim loại có các hình dạng và thành phần khác nhau do đó không thể có một dạng chuẩn. Do tính đa dạng trong sử dụng của chúng và các nguy cơ ăn mòn nên cần phải chú ý tới các bộ phận kim loại của chúng, ví dụ như phần kết nối và các bộ phận được kết nối.

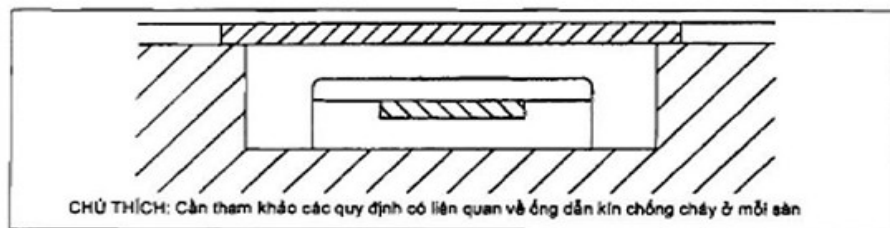
12.10.2. Các yêu cầu về cơ và điện

Một liên kết phải hiệu quả cả về cơ và điện và được bảo vệ tránh ăn mòn và xâm thực trong môi trường làm việc.

Các chi tiết kim loại bên ngoài ở trên kết cấu hoặc là một phần của kết cấu có thể phải tiêu tán toàn bộ dòng điện do sét đánh vào nó và do đó liên kết của các chi tiết đó với hệ thống chống sét phải có tiết diện không nhỏ hơn tiết diện của dây dẫn chính. Ngược lại, các chi tiết kim loại bên trong không dễ bị hư hại và liên kết của nó ngoài chức năng cân bằng điện áp thì nhiều lắm cũng chỉ tải một phần cường độ dòng điện sét. Do đó các liên kết bên trong có thể có tiết diện nhỏ hơn tiết diện dây dẫn chính.

12.10.3. Dự trữ cho việc liên kết các thiết bị tương lai

Đối với mọi công trình, tại mỗi cốt sàn cần phải dự trữ cho việc liên kết máy móc thiết bị trong tương lai với hệ thống chống sét, ví dụ như liên kết với thiết bị kim loại cấp gas, nước, hệ thống thoát nước hoặc các thiết bị khác tương tự. Các kết cấu đỡ lưới điện, điện thoại hoặc đường dây khác trên cao không nên liên kết với hệ thống chống sét mà không có sự cho phép của nhà chức trách có thẩm quyền.



Hình 20 - Dây xuống trong ống dẫn bố trí bên trong

12.10.4. Các mối nối

Bất kỳ mối nối khác với mối hàn đều thể hiện sự gián đoạn trong hệ thống dẫn điện và nhạy cảm với sự thay đổi và hư hỏng. Cho nên, hệ thống chống sét càng ít mối nối càng tốt.

Các mối nối phải hiệu quả cả về mặt cơ và điện, ví dụ như kẹp, vít, bu lông, chốt, đinh tán hoặc hàn. Với mối nối chồng, khoảng chồng lên của mọi kiểu dây dẫn phải không nhỏ hơn 20 m. Bề mặt tiếp xúc trước hết phải được làm sạch và sau đó ngăn chặn hiện tượng ôxy hóa bằng hóa chất chống rỉ thích hợp. Mối nối giữa hai kim loại khác nhau phải được làm sạch bằng các chất khác nhau với mỗi kiểu vật liệu.

Tất cả các mối nối phải được bảo vệ ăn mòn và xâm thực do môi trường và phải có diện tiếp xúc thích hợp. Kiểm tra định kỳ sẽ thuận tiện nếu sử dụng các lớp phủ bảo vệ bằng:

- Phủ bằng chất có gốc hóa dầu; hoặc
- Phủ cao su bằng phương pháp phun, hoặc
- Phủ bằng chất hàn nhiệt.

Vật liệu sử dụng làm đai ốc và bulông phải phù hợp với các tiêu chuẩn hiện hành về bu lông và đai ốc. Để bắt bulông thanh dẹt, cần ít nhất là 2 bulông M8 hoặc một bulông M10. Với các mối nối đinh tán, cần phải sử dụng ít nhất 4 đinh tán có đường kính 5 mm.

Bulông liên kết các thanh dẹt với tấm kim loại có chiều dày nhỏ hơn 2 mm cần phải có miếng đệm với diện tích không nhỏ hơn 10 cm² và phải sử dụng không ít hơn 2 bulông M8.

12.10.5. Các điểm đo kiểm tra

Mỗi dây xuống phải bố trí một điểm đo kiểm tra ở vị trí thuận tiện cho việc đo đạc nhưng không quá lộ liễu, dễ bị tác động không mong muốn.

Cần đặt các bảng chỉ vị trí, số lượng và kiểu của các cực nối đất ở trên mỗi điểm kiểm tra.

13. Mạng nối đất

CHÚ THÍCH: Thông tin thêm về mạng nối đất được trình bày ở Phụ lục B.

13.1. Điện trở nối đất

Cực nối đất phải được kết nối với mỗi dây xuống. Mỗi cực phải có điện trở (đo bằng Ω) không vượt quá 10 nhân với số cực nối đất được bố trí (xem 12.3). Tất cả mạng nối đất nên có điện trở nối đất tổng hợp không vượt quá 10 Ω và không kể đến bất kỳ một liên kết nào với các thiết bị khác.

Điện trở nối đất trước và sau khi hoàn thành các liên kết cần được đo và ghi chép lại và sử dụng trong mọi đợt đo kiểm tra sau đó (xem 13.4 và Điều 28).

Nếu điện trở của toàn bộ hệ thống chống sét vượt quá 10 Ω , có thể giảm giá trị đó bằng cách kéo dài hoặc thêm vào các điện cực hoặc bằng cách liên kết các cực nối đất riêng rẽ của các dây xuống với một dây dẫn được đặt sâu ít nhất 0,6 m dưới mặt đất, đôi khi gọi là cực nối đất mạch vòng (xem Hình 22). Các cực nối đất mạch vòng nên được bố trí bên dưới các thiết bị đầu vào công trình.

Việc chôn các cực nối đất mạch vòng như trên được xem như một phần không tách rời của mạng nối đất và phải được xét đến khi đánh giá giá trị điện trở nối đất tổng thể của hệ thống được lắp đặt.

Trong kết cấu khung thép, các cấu kiện của khung thép thường được liên kết chắc chắn đảm bảo có thể sử dụng như các dây xuống. Phần thấp nhất của kết cấu nên được nối đất một cách thỏa đáng, với các dây xuống được bố trí tuân theo các yêu cầu ở 12.3. Trong hầu hết các trường hợp, các móng của công trình sẽ có điện trở nối đất thấp phù hợp mà không cần các cực nối đất khác, đặc biệt nếu móng của công trình bao gồm cả các cọc có cốt thép. Việc đo điện trở nối đất của các móng vừa mới hoàn thành sẽ quyết định liệu bản thân móng đã đảm bảo chưa hay có cần thêm các cực nối đất (xem B.1.5). Trong các công trình hiện có, việc đo điện trở nối đất của móng đôi khi bất khả thi và do đó phải tìm kiếm giải pháp nối đất khác như trình bày ở Điều 14. Nếu chỉ sử dụng móng để nối đất, cần có các biện pháp nối từng cấu kiện thẳng đứng của kết cấu thép với nền đất tạo bởi cốt thép trong móng bê tông.

13.2. Tầm quan trọng của việc làm giảm điện trở nối đất

Việc làm giảm giá trị điện trở nối đất xuống dưới 10 Ω tạo thuận lợi cho việc giảm chênh lệch điện thế xung quanh các cực nối đất khi tiêu tán dòng điện sét. Nó có thể làm giảm nguy cơ lan truyền sét vào kim loại trong hoặc trên công trình (xem 12.9).

13.3. Mạng nối đất chung cho mọi thiết bị

Nên sử dụng mạng nối đất chung cho hệ thống chống sét và mọi thiết bị khác. Mạng nối đất cần phù hợp với những đề xuất trong tiêu chuẩn này và cũng cần tuân theo các quy định áp dụng cho các thiết bị có liên quan. Điện trở nối đất trong trường hợp này cần có giá trị thấp nhất đáp ứng bất cứ thiết bị nào.

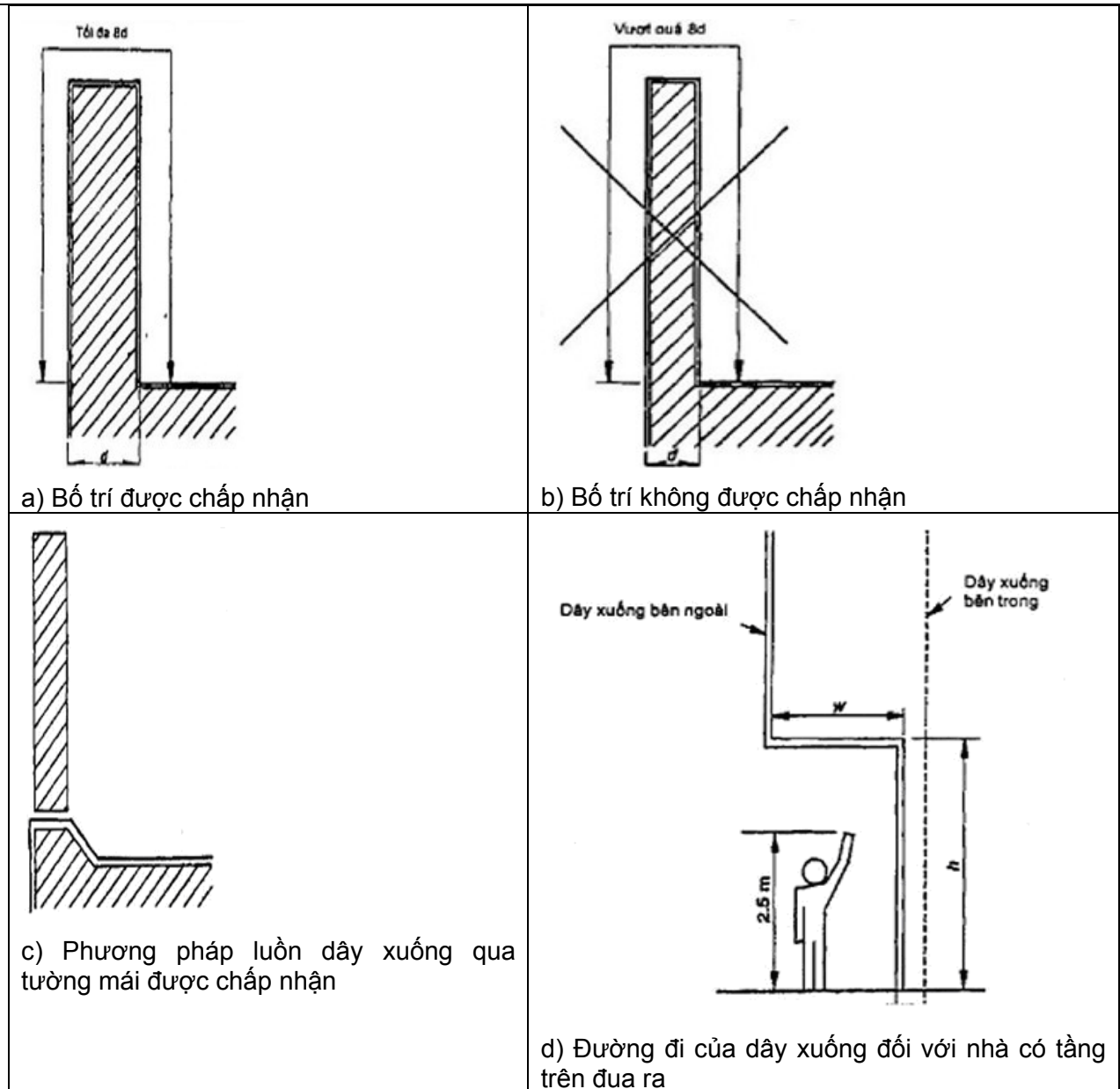
13.4. Cách ly hệ thống cực nối đất để đo kiểm tra

Các cực nối đất cần đáp ứng yêu cầu cách ly và nên bố trí một cực nối đất tham chiếu (xem 3.7) phục vụ cho mục đích đo kiểm tra.

Khi kết cấu thép trong công trình được sử dụng làm dây xuống, cần bố trí các điểm đo đạc kiểm tra tính liên tục về điện trở thấp của kết cấu thép. Điều này đặc biệt quan trọng với các thành phần không lộ ra của kết cấu. Cực nối đất tham chiếu là cần thiết cho việc đo kiểm tra đó.

13.5. Công trình trên nền đá

Các kết cấu đứng trên nền đá nên được trang bị cực nối đất mạch vòng chạy theo đường đồng mức của nền. Nên phủ đất lên trên nếu có thể. Cực nối đất này nên được lắp đặt bên dưới phần móng của công trình mới. Nếu không áp dụng được các điều trên thì nên sử dụng ít nhất 2 thanh điện cực dẹt hoặc cực nối đất tạo ra bằng cách khoan đá và lấp hố bằng vật liệu dẫn điện như bentonite hay bê tông dẫn điện hoặc xi măng chế tạo với cốt liệu cacbonat hóa dạng hạt cấp phối thay cho cát hay cốt liệu thông thường. Đường kính của hố không nên nhỏ hơn 75 mm. Bụi than cốc hay tro bay không nên sử dụng làm vật liệu lấp bởi tính phá hủy dần của chúng.



Hình 21 - Các nhánh vòng

14. Cực nối đất

CHÚ THÍCH: Thông tin thêm về cực nối đất được cho ở phụ lục B.

14.1. Quy định chung

Trước khi bắt đầu quá trình thiết kế, cần quyết định về kiểu của cực nối đất thích hợp nhất với tính chất tự nhiên của đất thu được theo thí nghiệm lỗ khoan.

Các cực nối đất gồm có các thanh kim loại tròn, dẹt, các ống hoặc kết hợp các loại trên hoặc là các bộ phận nối đất tự nhiên như cọc hay móng của công trình (xem B.1.3 và B.1.5).

14.2. Điều kiện đất

14.2.1. Quy định chung

Khi sử dụng các thanh để nối đất, trừ nền đá, chúng nên được đóng vào lớp đất không phải đất đắp, đất lấp hoặc là loại đất dễ bị khô (theo mùa hay do nhiệt tỏa ra từ các thiết bị, nhà máy).

14.2.2. Cực nối đất có lớp bọc để sử dụng bên trong các kết cấu dạng bể chứa

Khi cực nối đất đi qua một kết cấu dạng bể chứa nên áp dụng biện pháp bọc kín như minh họa ở Hình 25.