



CHỐNG SÉT CHO NHÀ SIÊU CAO TẦNG Ở VIỆT NAM

Vũ Hồng Dư¹, Trịnh Bích Ngọc²

Tóm tắt: Chống sét đối với các công trình cao tầng luôn là một vấn đề cần thiết phải có để đảm bảo an toàn cho công trình cùng con người và trang thiết bị. Hiện nay ở nước ta đã và đang xuất hiện nhiều tòa nhà siêu cao tầng cùng với các giải pháp bảo vệ sét cho công trình. Chúng ta đã có những nghiên cứu, quy phạm chống sét cho các công trình xây dựng, tòa nhà cao tầng. Tuy nhiên, đối với công trình và tòa nhà siêu cao tầng thì các nghiên cứu vẫn còn hạn chế. Vì vậy, nghiên cứu các giải pháp khả thi về bảo vệ chống sét cho nhà siêu cao tầng ở Việt Nam là hết sức cần thiết. Bài báo này đưa ra giải pháp chống sét trực tiếp và chống sét đánh ngang cho các tòa nhà có độ cao từ 200m trở lên, từ đó là cơ sở để lựa chọn các giải pháp tính toán thiết kế bảo vệ sét cho các công trình xây dựng được cho là các công trình siêu cao tầng ở Việt Nam.

Từ khóa: Chống sét; sét đánh trực tiếp; sét đánh ngang.

Summary: Lightning protection for high-rise buildings plays a vital role in ensuring the safety of the construction as well as the people and equipment involved. With the rise of skyscrapers in Vietnam, a new area for lightning protection is emerging. Research and regulations for lightning protection in high-rises have been prevalent over the past years. However, research for lightning solutions pertaining to skyscrapers has been rather limited. Thus, further studies of feasible solutions for skyscraper lightning protection are becoming more important than ever. This article proposes a method to protect buildings with an elevation of 200m or more from direct strikes and horizontal lightning, which can create a foundation for selecting the appropriate design and analysis of lightning protection for skyscrapers in Vietnam.

Keywords: Lightning protection; direct lightning strike; horizontal lightning.

Nhận ngày 18/5/2015, chỉnh sửa ngày 28/5/2015, chấp nhận đăng 30/9/2015



1. Mở đầu

Giải pháp chống sét thông dụng đã được công nhận là có hiệu quả và được sử dụng rộng rãi trên thế giới. Đó là hệ thống dùng kim thu sét cổ điển Franklin, kết hợp kim thu sét và dây thu sét trên mái. Hiện nay, một số nước trong đó có Việt Nam đang áp dụng kim thu sét tích cực, chủ động đón bắt sét. Các giải pháp đều nhằm mục đích thoát nhanh năng lượng sét xuống dưới lòng đất, đảm bảo cho con người và công trình không bị ảnh hưởng do sét gây ra. Các tài liệu về thiết kế và các TCXDVN [1] trước đây, khi xem xét phạm vi bảo vệ của bộ phận thu sét thường được tính nằm trong hình nón gãy, góc bảo vệ của các kim không quá 45°[2]. Giới hạn các tiêu chuẩn trên chỉ nằm trong các công trình có độ cao trung bình, đó là các công trình cao tầng.

Trong tài liệu, tác giả đưa ra tính toán phạm vi bảo vệ và góc bảo vệ của bộ phận thu sét với các công trình cao tầng và siêu cao tầng thường với các modun phức tạp bằng phương pháp quả cầu lăn. Với các công trình siêu cao tầng, độ cao công trình thường lớn, ngoài việc chống sét đánh thẳng vào phần kết cấu trên cao, tác giả cũng đưa ra các giải pháp chống sét đánh ngang thân phần trên cao của công trình để bảo vệ toàn bộ công trình. Trong phạm vi bài báo này tác giả đưa ra các giải pháp thu sét, chống sét đánh vào công trình, các phần dẫn sét và nối đất chống sét cho nhà siêu cao tầng sẽ được trình bày ở phần nghiên cứu khác.

¹ThS, Khoa Cơ khí Xây dựng. Trường Đại học Xây dựng. E-mail: dudhxd@gmail.com.

²ThS, Khoa Cơ khí Xây dựng. Trường Đại học Xây dựng.



2. Giải pháp chống sét đánh trực tiếp trên công trình

2.1 Sử dụng kim thu sét đặt trực tiếp trên mái công trình

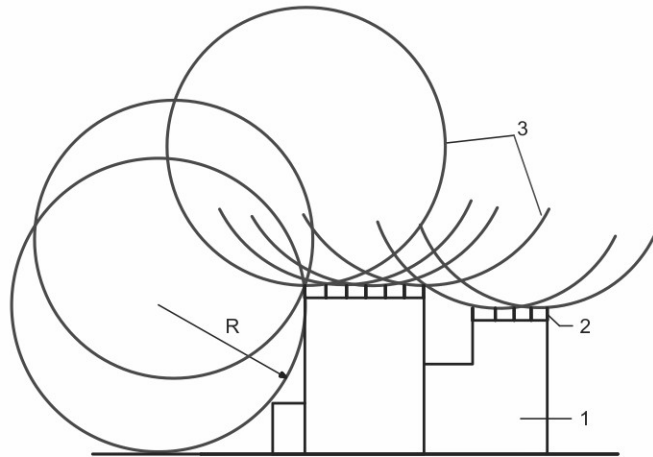
+ Xác định bán kính quả cầu lăn

Kim thu sét đặt trên mái công trình thường được đặt trên cột cao để tạo ra một phạm vi bảo vệ. Tỷ lệ giữa dòng đỉnh lớn nhất của dòng sét với khoảng cách va chạm cuối cùng hay bán kính quả cầu lăn được xác định theo [3]:

$$r = 10 \cdot I^{0.65} \quad (1)$$

trong đó: r là bán kính quả cầu lăn (m) và I là giá trị nhỏ nhất của dòng điện sét (kA). Tùy theo mức bảo vệ chống sét từ mức cao đến mức thấp, I sẽ có những giá trị khác nhau (3; 5; 10 và 16 kA).

Phạm vi bảo vệ của các kim thu sét là vùng không gian được giới hạn bởi độ dốc một quả cầu lăn có bán kính khoảng từ 20m đến 60m và các giao điểm của nó với mặt đất, với điện cực thu sét đối với mức bảo vệ tiêu chuẩn, được thể hiện trên Hình 1.



Hình 1. Phạm vi bảo vệ theo phương pháp quả cầu lăn.

1 - Công trình cần bảo vệ; 2 - Kim thu sét; 3 - Quả cầu lăn; R - Bán kính quả cầu lăn

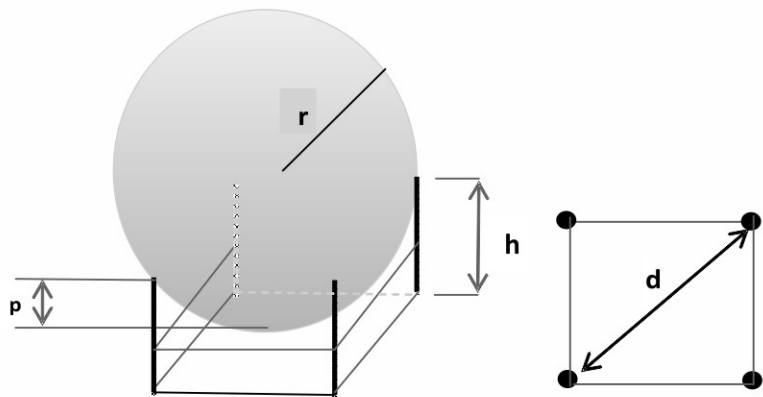
+ Xác định độ võng của quả cầu lăn

Xác định được độ võng của quả cầu lăn sẽ khẳng định cấu trúc xây dựng trên mái nằm trong vùng bảo vệ của các kim thu sét đã đặt. Độ võng p của quả cầu lăn được xác định theo công thức [3]:

$$p = r - [r^2 - (d/2)^2]^{1/2} \quad (2)$$

trong đó: r là bán kính quả cầu lăn (m) và d là khoảng cách giữa hai kim thu sét hay hai dây thu sét song song (m).

Qua đó ta thấy chiều cao h của kim thu sét cần lớn hơn độ võng p hay độ võng giữa các kim của quả cầu lăn. Với kim thu sét như vậy sẽ đảm bảo rằng quả cầu lăn không chạm vào cấu trúc được bảo vệ, xem Hình 2. Để thuận tiện trong tính toán và kiểm tra vùng an toàn của công trình giữa các kim thu sét, tác giả đưa ra bảng tính sẵn độ võng quả cầu lăn giữa hai kim thu sét (Bảng 1).



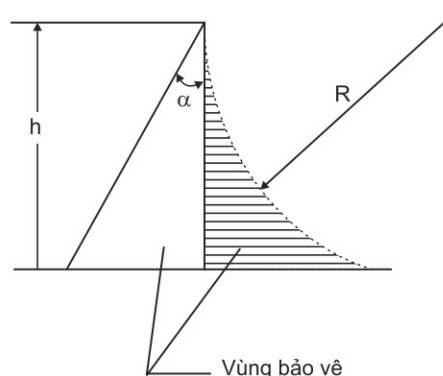
Hình 2. Hệ thống kim thu sét lắp trên mái cùng với khu vực bảo vệ của các kim
 d - khoảng cách giữa 2 kim thu sét; h - độ cao kim thu sét trên mái;
 p - độ võng quả cầu lăn; r - bán kính quả cầu lăn

Bảng 1. Độ vồng quả cầu lăn giữa 2 kim thu sét

Khoảng cách giữa các kim thu sét d (m)	Độ vồng của quả cầu lăn p [m] (được làm tròn lên)			
	Mức độ bảo vệ tương ứng với bán kính của quả cầu lăn			
	LPL I ; r = 20m	LPL II ; r = 30m	LPL III ; r = 45m	LPL IV ; r = 60m
10	0,64	0,42	0,28	0,21
12	0,92	0,61	0,40	0,30
14	1,27	0,83	0,55	0,41
16	1,67	1,09	0,72	0,54
18	2,14	1,38	0,91	0,68
20	2,68	1,72	1,13	0,84
23	3,64	2,29	1,49	1,11
26	4,84	2,96	1,92	1,43
29	6,23	3,74	2,40	1,78
32	8,00	4,62	2,94	2,17
35	10,32	5,63	3,54	2,61

+ Xác định vị trí, độ cao điện cực thu sét theo góc bảo vệ của kim thu sét.

Vị trí của hệ thống kim thu sét sẽ thích hợp và thỏa đáng khi đối tượng mà ta cần bảo vệ nằm trọn vẹn hoàn toàn trong vùng được bảo vệ do hệ thống các kim thu sét tạo nên. Để xác định vùng được bảo vệ, cần xem xét kích thước vật lý của hệ thống kim thu sét bằng kim loại đặt trên mái công trình. Vùng bảo vệ của kim thu sét theo độ cao kim được thể hiện trên Hình 3.



Hình 3. Xác định vùng bảo vệ của kim thu sét theo độ cao kim
h - độ cao kim thu sét so với mặt phẳng chuẩn ngang;
R - bán kính quả cầu lăn; α - góc bảo vệ của kim thu sét

Việc xác định góc bảo vệ α của kim thu sét có thể thu được từ tính toán chống sét qua phương pháp hình học. Góc bảo vệ của kim thu sét phụ thuộc vào bán kính quả cầu lăn, mức độ bảo vệ sét, có thể được tính trước trên Bảng 2.

Bảng 2. Xác định góc bảo vệ tương ứng với LPL

Mức bảo vệ sét	$\frac{h(m)}{R(m)}$	20	30	45	60
		α	α	α	α
I	20	25	*	*	*
II	20	35	25	*	*
III	45	45	35	25	*
IV	60	60	45	35	25

(* Không xác định đặt kim ở mức này)

+ Xác định khoảng cách bảo vệ ngang của kim thu sét đặt trên mái

Trong tính toán phạm vi bảo vệ của kim thu sét đối với công trình ta cần phải xác định được khoảng cách bảo vệ ngang phù hợp với góc bảo vệ của kim thu sét. Tất cả kết cấu công trình nằm trong phạm vi ngang đều được bảo vệ khỏi sét đánh trực tiếp. Góc bảo vệ với khoảng cách bảo vệ ngang sẽ tùy thuộc vào mức độ bảo vệ chống sét đánh thẳng của công trình cần được bảo vệ LPS.

Với khối công trình có chiều cao mái cao nhất h_1 , chiều cao mái thấp nhất h_2 , có thể xác định khoảng cách bảo vệ ngang của kim thu sét theo công thức sau [4]:

$$d = \sqrt{h_1(300 - h_1)} - \sqrt{h_2(300 - h_2)} \quad (3)$$

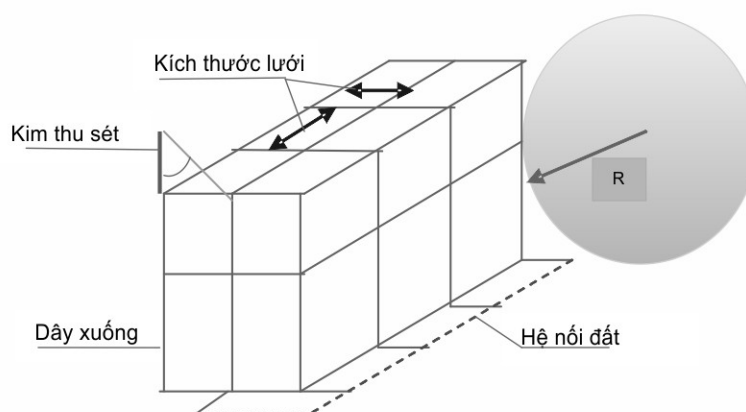
Mức độ bảo vệ của các công trình siêu cao tầng ở Việt Nam thường được đặt ở mức III và IV. Khi xem xét bảo vệ các vật thể, khối công trình đặt trên mái có thể kiểm tra ngay theo bảng tính sẵn với kim thu sét dự kiến đặt, ta có thể xác định được góc bảo vệ và khoảng cách bảo vệ ngang của kim thu sét, Bảng 3.

Bảng 3. Xác định góc bảo vệ và khoảng cách bảo vệ ngang theo độ cao kim thu

Độ cao kim thu sét h (m)	Mức bảo vệ LPL I		Mức bảo vệ LPL II		Mức bảo vệ LPL III		Mức bảo vệ LPL IV	
	α	d (m)	α	d (m)	α	d (m)	α	d (m)
1	71	2.90	74	3.49	77	4.33	79	5.14
2	71	5.81	74	6.97	77	8.66	79	10.29
3	66	6.74	71	8.71	74	10.46	76	12.3
4	62	7.52	68	9.90	72	12.31	74	13.95
5	59	8.32	65	10.72	70	13.74	72	15.39
6	56	8.90	62	11.28	68	14.85	71	17.43
7	53	9.29	60	12.12	66	15.72	69	18.24
8	50	9.53	58	12.80	64	16.40	68	19.80
9	48	10.00	56	13.34	62	16.93	66	20.21
10	45	10.00	54	13.76	61	18.04	65	21.45
11	43	10.26	52	14.08	59	18.31	64	22.55
12	40	10.07	50	14.30	58	19.20	62	22.57
13	38	10.16	49	14.95	57	20.02	61	23.45
14	36	10.17	47	15.01	55	19.99	60	24.25
15	34	10.12	45	15.00	54	20.65	59	24.96

2.2 Sử dụng kim thu sét kết hợp dây thu sét, dây dẫn sét đặt trên mái

Với các công trình mái bằng phẳng, chúng ta có thể kết hợp đặt kim thu sét theo phương pháp quả cầu lăn kết hợp với các lưới thu sét đặt trên mái. Giữa các kim thu sét trên mái được liên kết với nhau bằng các hệ dây dẫn. Các dây dẫn này ngoài việc kết nối các kim thu sét, chúng còn tạo ra mạng lưới thu sét trên mái. Việc thiết kế kết hợp kim thu sét đặt trên mái với dây thu sét được thể hiện trên Hình 4.



Hình 4. Phương pháp kết hợp kim thu sét và lưới cho nhà siêu cao tầng

Có thể xác định kích thước ô lưới bảo vệ tương ứng với mức bảo vệ sét hay tương ứng với kích thước bán kính quả cầu lăn, được thể hiện trên Bảng 4 [5].

Bảng 4. Giá trị lớn nhất của kích thước lưới thu sét tương ứng với mức của LPL

Giá trị lớn nhất của kích thước lưới tương ứng với mức LPL		
Mức bảo vệ LPL	Bán kính quả cầu lăn (r)	Kích thước lưới (m)
I	20m	5x5m
II	30m	10x10m
III	45m	15x15m
IV	60m	20x20m



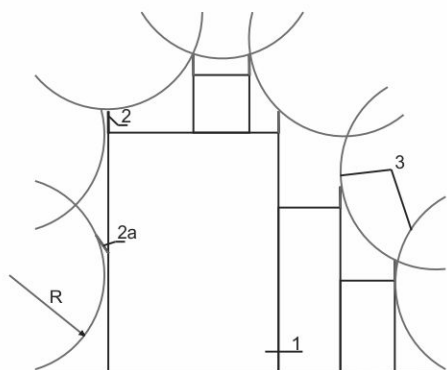
3. Giải pháp chống sét đánh ngang tòa nhà siêu cao tầng

Với cụm công trình tòa nhà siêu cao tầng, khi nghiên cứu chống sét đánh thẳng chúng ta đặt các kim thu sét trực tiếp trên mái. Các phương pháp đặt kim trên mái được thực hiện theo phương pháp quả cầu lăn. Tuy nhiên, phạm vi các kim thu sét này sẽ chỉ bảo vệ an toàn cho phần cấu trúc công trình và các thiết bị đặt trên mái và từ mái xuống với chiều cao khoảng 60m. Với tòa nhà siêu cao tầng có độ cao khá lớn, phần thân bên dưới (trừ 60m từ mái xuống) còn có độ cao tương đối, nếu không có biện pháp bảo vệ, công trình rất dễ dàng bị sét đánh ngang thân vào, tác giả đã đưa ra các giải pháp bảo vệ an toàn cho thân công trình cùng các trang thiết bị và con người ở trong đó.

3.1 Giải pháp chủ động với đặt thiết bị chống sét ngang thân công trình

Một giải pháp đơn giản để bảo vệ các phần thân phía dưới công trình khỏi sét đánh trực tiếp, đó là chúng ta lại tiếp tục đặt các kim thu sét trên phần thân công trình. Vị trí đặt kim thu sét tính từ trên mái xuống với khoảng cách lớn nhất là 60m. Việc đặt các kim thu sét này trên phần thân công trình cũng được xác định sao cho kim thu sét sẽ bảo vệ được sét đánh trực tiếp vào cấu trúc thân công trình.

Với công trình siêu cao tầng, thân công trình thường là thẳng đứng, có công trình có cấu trúc hình tháp, vì vậy để có thể đặt được kim thu sét cần phải có kết cấu phụ vươn hẳn ra bên ngoài thân công trình hoặc có một phần lõm trên thân để có thể đặt kim thu sét. Để bảo vệ toàn bộ cần phải đặt các kim đặt xung quanh công trình trên cùng độ cao ngang thân. Các kim thu sét sẽ được đặt ở các góc cạnh trên thân công trình. Việc xác định phạm vi bảo vệ của các kim, thiết bị thu sét cũng được tính toán theo phương pháp quả cầu lăn, như trên Hình 5.

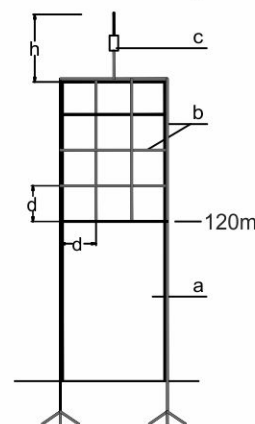


Hình 5. Kim thu sét đặt ngang thân công trình
1 - Công trình cần bảo vệ; 2 - Kim thu sét;
2a - Kim thu sét đặt ngang thân công trình;
3 - Quả cầu lăn; R - Bán kính quả cầu lăn

3.2 Sử dụng đai lưới tăng cường ngang thân công trình

Với các công trình cao trên 120m, đây là các công trình nhà cao tầng và siêu cao tầng, nguy cơ sét đánh trực tiếp vào mái công trình, đánh vào thân công trình ở phần thân phía trên là rất cao. Vì vậy cần phải bảo vệ chống sét với cấu trúc công trình cao hơn 120m bằng những thiết kế tăng cường chống sét, xem Hình 6. Cụ thể:

- Tăng cường bảo vệ phần thân trên 120m của cấu trúc công trình bằng cách sử dụng các dây đai đồng dẹt;
- Phần trên 120m của cấu trúc (20%) phải có tối thiểu 4 dây dẫn xuống;



Hình 6. Tăng cường chống sét phần thân trên cao bằng đai đồng.
a - công trình; b - các dây xuống và dây ngang thân công trình; c - kim thu sét
d - khoảng cách giữa các dây xuống và dây ngang; h - độ cao kim thu sét

Với các tòa nhà siêu cao tầng, khoảng cách giữa các dây truyền dẫn sét lớn nhất là 20m đối với mức IV và là 10m đối với mức I của LPL. Tiết diện dây xuống theo qui phạm chống sét. Cụ thể với các tòa nhà siêu cao tầng, khoảng cách giữa các dây xuống theo hai chiều dọc và ngang d được xác định theo mức độ bảo vệ sét LPL, xem Bảng 5.

Bảng 5. Khoảng cách giữa các đai lưới ngang thân tương ứng với mức của LPL

Mức độ bảo vệ sét LPL	Khoảng cách điển hình d
I	10
II	10
III	15
IV	20



4. Kết luận

Trong giới hạn nghiên cứu của bài báo, với các giải pháp chống sét đánh thẳng và giải pháp chống sét đánh ngang cho tòa nhà siêu cao tầng được nêu trên, nếu được thực hiện một cách đầy đủ và chính xác sẽ nâng cao hiệu quả trong việc phòng chống sét đánh vào các tòa nhà siêu cao tầng ở Việt Nam. Tác giả mong muốn được góp phần xây dựng tiêu chuẩn chống sét cho các công trình xây dựng nhà siêu cao tầng ở Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

1. TCXD 46 - 1984: *Chống sét cho các công trình xây dựng - Tiêu chuẩn thiết kế, thi công.*
2. TCXDVN 46 – 2007: *Chống sét cho công trình xây dựng - Hướng dẫn thiết kế, kiểm tra và bảo trì hệ thống.* Mục 8. Vùng bảo vệ; 8.2. Góc bảo vệ.
3. *Lightning_Protection_Guide - Germany* (2012), Copyright 2007/2012 DEHN + SÖHNE, p.52.
4. *NFPA 780-Standard for the Installation of Lightning Protection Systems - USA*, (1997), NFPA License Agreement, p9.
5. *BS EN/IEC 62305 lightning protection standard*, (2006), Furse, Wilford Road, Nottingham, NG2 1EB, part 3.p.4,p.5.