

TẬP CÔNG TY ĐIỆN LỰC MIỀN BẮC
TRƯỜNG CAO ĐẲNG ĐIỆN LỰC MIỀN BẮC



GIÁO TRÌNH
KỸ THUẬT LƯỚI
NGHỀ QUẢN LÝ VẬN HÀNH, SỬA CHỮA ĐƯỜNG DÂY
VÀ TRẠM BIẾN ÁP CÓ ĐIỆN ÁP 110KV TRỞ XUỐNG
TRÌNH ĐỘ CAO ĐẲNG

(Lưu hành nội bộ)

Hà Nội, năm 2020

LỜI NÓI ĐẦU

Môn học *Kỹ thuật lưới điện* là một trong những môn học chính đối với người học theo chuyên ngành điện. Môn học này cung cấp cho người học các kiến thức lý thuyết về lưới điện, tính toán tổn thất công suất, điện áp, điện năng cũng như tính chọn tiết diện dây dẫn cho lưới điện, điều chỉnh điện áp trong lưới điện, các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật, cũng như chất lượng điện năng trong quá trình quản lý vận hành lưới điện.

Nội dung của cuốn giáo trình “*Kỹ thuật lưới điện*” bao gồm 5 chương, trang bị cho người học các kiến thức về lưới điện như sau:

Chương 1: *Tổng quan về lưới điện*

Chương 2: *Tham số cơ bản của lưới*

Chương 3: *Tổn thất điện áp trong lưới điện*

Chương 4: *Tổn thất công suất, điện năng trong lưới điện*

Chương 5: *Chọn tiết diện dây dẫn trong lưới điện*

Trong quá trình biên soạn, không tránh khỏi những thiếu sót, hạn chế rất mong nhận được những ý kiến đóng góp, bổ sung của độc giả. Mọi ý kiến xin gửi về: Khoa điện – Trường Cao đẳng điện lực miền Bắc – Tân Dân - Sóc Sơn – Hà Nội, số điện thoại: 0422177437

Xin trân trọng cảm ơn!

**Tập thể giảng viên
KHOA ĐIỆN**

MỤC LỤC

Lời nói đầu	3
Chương 1: Tổng quan về lưới điện.....	7
1. Kết cấu, vị trí, nhiệm vụ của lưới điện trong hệ thống điện	7
2. Điện áp và khả năng truyền tải của lưới điện.....	9
3. Các thiết bị cơ bản của lưới điện.....	13
Chương 2: Tham số cơ bản của lưới điện	32
1. Tổng trở, tổng dẫn, sơ đồ thay thế của đường dây.....	32
2. Tổng trở, tổng dẫn, sơ đồ thay thế của máy biến áp	38
Chương 3: Tổn thất điện áp trong lưới điện	45
1. Độ sụt áp và tổn thất điện áp.....	45
2. Tính tổn thất điện áp trong lưới điện địa phương	47
3. Điều chỉnh điện áp trong lưới điện.....	54
Chương 4: Tổn thất công suất, điện năng trong lưới điện	63
1. Tổn thất công suất trên đường dây và trạm biến áp.....	63
2. Tổn thất điện năng trên đường dây và trạm biến áp	67
3. Giảm tổn thất điện năng trong lưới điện	72
Chương 5: Chọn tiết diện dây dẫn trong lưới điện	77
1. Chọn tiết diện dây dẫn trong lưới điện khu vực.....	77
2. Chọn tiết diện dây dẫn trong lưới điện địa phương	83
Phụ lục.....	94
Phụ lục 1. Đặc tính dây nhôm trần và dây nhôm lõi thép.....	94
Phụ lục 2. Cảm kháng của đường dây trên không - dây dẫn nhôm, x_0 (Ω/km)...95	
Phụ lục 3: Bảng tra hệ số K trong tính toán tự bù theo hệ số công suất.....	97
Tài liệu tham khảo.....	99

CHƯƠNG TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: *Kỹ thuật lưới điện*

Mã môn học: MH 18

Thời gian thực hiện môn học: 60 giờ (Lý thuyết: 39 giờ; Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 18 giờ; Kiểm tra: 03 giờ)

I. Vị trí, tính chất của môn học:

- Vị trí: Môn học được bố trí vào học kỳ 1, năm thứ hai.
- Tính chất: Là môn học đào tạo chuyên ngành.

II. Mục tiêu môn học:

- Về kiến thức:
 - + Trình bày được các khái niệm trong hệ thống điện;
 - + Trình bày được các thiết bị cơ bản của lưới điện;
 - + Giải thích được các tham số cơ bản của hệ thống điện để có giải pháp quản lý vận hành hệ thống cung cấp điện an toàn, liên tục và kinh tế;
 - + Trình bày được các phương pháp điều chỉnh điện áp, phương pháp giảm tổn thất điện năng trong lưới điện.
- Về kỹ năng:
 - + Tính toán được tổn thất điện áp, tổn thất công suất, tổn thất điện năng, tính kinh tế kỹ thuật trong lưới điện;
 - + Chọn được tiết diện dây dẫn theo điều kiện tổn thất điện áp, theo điều kiện phát nóng trong lưới điện phân phối.
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:
 - + Rèn tính chính xác khi tính toán;
 - + Tác phong làm việc khoa học, nghiêm túc, cẩn thận, tự giác.

III. Nội dung môn học

1. Nội dung tổng quát và phân phối thời gian:

Số TT	Tên chương, mục	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập	Kiểm tra
1	Chương 1. Tổng quan về lưới điện	8	8	0	
	1. Kết cấu, vị trí, nhiệm vụ của lưới điện trong hệ thống điện	2	2	0	
	2. Điện áp và khả năng truyền tải của lưới điện	1	1	0	
	3. Các thiết bị dùng trong lưới điện	4	4	0	
2	Chương 2. Tham số cơ bản của lưới điện	6	4	2	
	1. Tổng trở, tổng dẫn, sơ đồ thay thế của đường dây	3	2	1	
	2. Tổng trở, tổng dẫn, sơ đồ thay thế của máy biến áp	3	2	1	
3	Chương 3. Tổn thất công suất, điện năng trong lưới điện	14	10	3	1
	1. Tổn thất công suất trên đường dây và trạm biến áp	4	3	1	
	2. Tổn thất điện năng trên đường dây và trạm biến áp	6	3	2	
	3. Giảm tổn thất điện năng trong lưới điện	4	4	0	1

4	Chương 4. Tổn thất điện áp trong lưới điện	16	12	3	1
	1. Độ sụt áp và tổn thất điện áp	1	1	0	
	2. Tính tổn thất điện áp trong lưới điện địa phương	11	7	3	1
	3. Điều chỉnh điện áp trong lưới điện	4	4	0	
5	Chương 5. Chọn tiết diện dây dẫn trong lưới điện	16	6	9	1
	1. Chọn tiết diện dây dẫn trong lưới điện khu vực	4	2	2	
	2. Chọn tiết diện dây dẫn trong lưới điện địa phương	12	4	7	1
	Cộng	60	39	18	3

* Ghi chú: Thời gian kiểm tra lý thuyết được tính vào giờ lý thuyết, kiểm tra thực hành được tính vào giờ thực hành

2. Nội dung chi tiết:

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ LƯỚI ĐIỆN

Giới thiệu

Chương này cung cấp những khái niệm cơ bản về kết cấu, vị trí, nhiệm vụ cũng như điện áp và khả năng truyền tải của lưới điện, các thiết bị cơ bản của lưới điện trong hệ thống điện.

Mục tiêu:

Học xong chương này, người học có khả năng:

- Trình bày được các khái niệm: hệ thống điện, lưới điện, trạm biến áp, phụ tải;
- Vẽ được sơ đồ cung cấp điện của hệ thống điện;
- Trình bày được kết cấu, vị trí, và nhiệm vụ của lưới điện.

1. Kết cấu, vị trí, nhiệm vụ của lưới điện trong hệ thống điện

1.1. Kết cấu của lưới điện

Hệ thống điện bao gồm các nhà máy điện, trạm biến áp, các đường dây tải điện và các hộ tiêu thụ nối liền với nhau thành hệ thống làm nhiệm vụ sản xuất, truyền tải, phân phối và tiêu thụ điện năng.

Lưới điện là tập hợp các trạm biến áp, trạm phân phối, các đường dây tải điện trên không, đường cáp ngầm và các thiết bị có liên quan để truyền tải và phân phối điện năng. Lưới điện được chia làm ba loại:

- Lưới hệ thống bao gồm các đường dây tải điện, các trạm biến áp khu vực, nối liền các nhà máy điện tạo thành hệ thống điện, có điện áp từ 110kV đến 500kV.
- Lưới truyền tải có nhiệm vụ tải điện từ các trạm khu vực đến các trạm trung gian, điện áp từ 35kV đến 220kV.
- Lưới phân phối bao gồm các lưới phân phối trung áp và lưới phân phối hạ áp, có nhiệm vụ phân phối điện năng từ các trạm trung gian cho các phụ tải, có điện áp đến 35kV.

1.1.1. Kết cấu trạm biến áp

Trạm biến áp là nơi đặt máy biến áp. Tùy theo mục đích biến đổi điện áp có trạm biến áp tăng áp và trạm biến áp giảm áp.

Trạm biến áp tăng áp được đặt ngay tại nhà máy điện vì thông thường các nhà máy điện được xây dựng xa trung tâm phụ tải, để tận dụng nguồn nhiên liệu như than đá, khí đốt hoặc nguồn nước.

Mặt khác để tiết kiệm dây dẫn, giảm vốn đầu tư xây dựng, giảm tổn thất điện năng, đặc biệt điện áp phát ra ở đầu cực máy phát thường không cao như nhà máy điện Uông Bí là 6,3kV, Hòa Bình là 15,7kV, Phả Lại I là 6,6kV, Phả Lại II là 19kV. Vì vậy người ta phải nâng cao điện áp để truyền tải điện năng đi xa.

Trạm biến áp giảm áp có nhiệm vụ biến đổi điện áp cao xuống điện áp thấp hơn để cung cấp cho một khu vực hoặc theo yêu cầu của phụ tải. Trạm biến áp giảm áp có ba loại:

- Trạm biến áp giảm áp trung gian biến đổi điện áp truyền tải cao xuống điện áp truyền tải thấp hơn hoặc xuống điện áp phân phối để truyền tải điện đến phụ tải.
- Trạm biến áp giảm áp phân phối được đặt sau trạm biến áp trung gian để giảm điện áp xuống cấp điện áp phân phối như: 6, 10, 22, 35 kV.
- Trạm biến áp phụ tải được đặt sau các trạm giảm áp phân phối, ở trung tâm của phụ tải để trực tiếp cung cấp điện cho phụ tải.

1.1.2. Kết cấu trạm cắt (Trạm phân phối)

Trạm cắt là trạm chỉ đặt các thiết bị đóng cắt, đo lường, bảo vệ mà không đặt máy biến áp.

1.1.3. Kết cấu đường dây tải điện

Đường dây tải điện bao gồm dây dẫn, dây chống sét, cột, xà, sứ và các phụ kiện, người ta có thể dùng đường dây trên không hoặc đường cáp ngầm.

1.2. Vị trí và nhiệm vụ của lưới điện

1.2.1. Vị trí của lưới điện

Lưới điện là khâu trung gian để liên lạc giữa các nguồn điện với các hộ tiêu thụ. Vì vậy nó đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong việc cung cấp điện cho các hộ tiêu thụ.

Nếu lưới điện hoạt động không tốt sẽ ảnh hưởng rất lớn đến việc cung cấp và tiêu thụ điện năng.

1.2.2. Nhiệm vụ của lưới điện

Lưới điện có nhiệm vụ truyền tải và phân phối điện năng từ nơi sản xuất điện đến các hộ tiêu thụ điện.

Trong đó đường dây tải điện có nhiệm vụ dẫn điện từ các nhà máy điện đến các trạm biến áp, trạm phân phối để cung cấp đi cho phụ tải, mặt khác một số đường dây còn có nhiệm vụ liên lạc giữa các nhà máy điện, các trạm biến áp với nhau nhằm mục đích cung cấp điện an toàn liên tục và kinh tế.

Các trạm biến áp nhận điện năng ở cấp điện áp này rồi biến đổi điện năng sang cấp điện áp khác để phù hợp với mục đích truyền tải, phân phối.

Trạm phân phối nhận và phân phối điện năng cho các đường dây ở cùng một cấp điện áp.

2. Điện áp và khả năng truyền tải của lưới điện

2.1. Điện áp của lưới điện

2.1.1. Điện áp định mức

Điện áp định mức là điện áp chuẩn mực để thiết kế lưới điện và các thiết bị phân phối cũng như các thiết bị dùng điện. Ở nước ta và các nước trên thế giới, người ta chia cấp điện áp định mức thành bốn loại: siêu cao áp, cao áp, trung áp và hạ áp:

Siêu cao áp: 330, 400, 500, 750 kV.

Cao áp: 110, 220 kV.

Trung áp: 6, 10, 15, 22, 35, 66 kV.

Hạ áp: điện áp nhỏ hơn 1000V. Cấp điện áp thông dụng là: 380/220V; 220/127V.

Cấp điện áp 380/220 V là cấp điện áp chính để cấp điện năng cho các thiết bị dùng điện, ngoài ra các thiết bị điện công suất lớn sử dụng trực tiếp điện áp đến 10kV.

Cấp điện áp trung áp dùng để phân phối điện năng từ trạm biến áp giảm áp trung gian đến các trạm biến áp phụ tải.

Cấp điện áp cao áp, siêu cao áp và cá biệt có cấp 35kV; 66kV được dùng để truyền tải điện năng đi xa.

Sở dĩ có nhiều cấp điện áp khác nhau là vì ứng với mỗi công suất phụ tải và độ dài tải điện khác nhau cần có cấp điện áp tải điện tương ứng cho hiệu quả kinh tế cao nhất.

Nếu cùng độ dài thì giá thành đường dây, chi phí vận hành và tổn thất điện năng phụ thuộc vào điện áp và dòng điện. Nếu công suất truyền tải không đổi, điện áp cao thì dòng điện nhỏ và ngược lại.

Điện áp cao thì dòng điện nhỏ, sẽ được lợi về dây dẫn nhưng xà, sứ cách điện, cột điện phải cao hơn và ngược lại. Từ đó ta thấy có một cấp điện áp tối ưu cho mỗi công suất tải S và độ dài tải điện L. Vấn đề chọn điện áp tải điện tối ưu thường gặp khi thiết kế cung cấp điện cho phụ tải mới hoặc khi cải tạo lưới điện cũ.

Để thuận tiện người ta lập sẵn các bảng tra cứu, các đường cong hoặc công thức kinh nghiệm thể hiện mối quan hệ giữa điện áp tối ưu, công suất và độ dài từ nguồn tới phụ tải. Ví dụ dưới đây là công thức kinh nghiệm của Mỹ (công thức Still):

$$U = 4,34\sqrt{L + 16P} \quad (1.1)$$

Trong đó: U - điện áp định mức [kV]

L - chiều dài [km]

P - công suất [MW]

2.1.2. Điện áp vận hành

Điện áp vận hành là điện áp thực tế trên các điểm nút của lưới điện khi lưới điện làm việc. Do có tổn thất điện áp trên các phần tử của lưới điện nên không thể giữ điện áp ở mọi nơi bằng nhau. Thông thường điện áp ở đầu lưới điện cao hơn điện áp ở cuối lưới điện. Người ta cố gắng sao cho điện áp trung bình của lưới điện

bằng giá trị định mức và độ lệch điện áp lớn nhất trên lưới điện phải nằm trong giới hạn cho phép. Độ lệch điện áp so với điện áp định mức tính như sau:

$$\Delta U\% = \frac{U - U_{dm}}{U_{dm}} 100\% \quad (1.2)$$

Trong đó: U - điện áp thực tế.

U_{dm} - điện áp định mức của lưới điện.

Lưới điện hạ áp hoặc trung áp cấp điện trực tiếp cho các thiết bị dùng điện cho nên độ lệch điện áp phải nằm trong giới hạn của tiêu chuẩn chất lượng điện áp được quy định bằng độ lệch điện áp cho phép trên và dưới: ΔU^+ , ΔU^- .

Trong lưới điện trung áp, cao áp và siêu cao áp, độ tăng điện áp phải nhỏ hơn giới hạn trên cho phép của các thiết bị phân phối, nếu không sẽ gây hại cho cách điện và có thể gây ra sự cố.

Độ tăng điện áp cho phép trên một số thiết bị phân phối của lưới điện như sau:

Chống sét	1,25 U_{dm}	Cáp	1,1 U_{dm}
Sứ cách điện	1,15 U_{dm}	Kháng điện	1,1 U_{dm}
Dao cách ly	1,15 U_{dm}	Biến dòng, biến điện áp	1,1 U_{dm}
Máy cắt	1,15 U_{dm}	Cầu chì	1,1 U_{dm}

2.2. Khả năng truyền tải của lưới điện

Khả năng truyền tải của lưới điện là công suất lớn nhất mà lưới điện có thể tải được. Trong vận hành, nếu để vượt quá khả năng truyền tải của lưới điện thì gây ra một số nguy hại cho bản thân lưới điện, hệ thống điện và phụ tải điện.

Nguy hại cho bản thân lưới điện là phát nóng dây dẫn, máy biến áp do dòng điện vượt quá sức chịu đựng cho phép của dây dẫn và máy biến áp. Khả năng này được xét đến cho mọi loại lưới điện.

Nguy hại cho hệ thống điện là gây ra mất ổn định tĩnh và mất ổn định của phụ tải, khả năng này có nguy cơ cao ở các đường dây liên lạc hệ thống, ở các nút tải xa thiếu công suất phản kháng.

Nguy hại cho phụ tải là chất lượng điện năng không đảm bảo, khả năng này cần xét chủ yếu ở lưới truyền tải và lưới phân phối.

3. Các thiết bị cơ bản của lưới điện

3.1. Cột, móng cột, xà của đường dây trên không

3.1.1. Cột điện

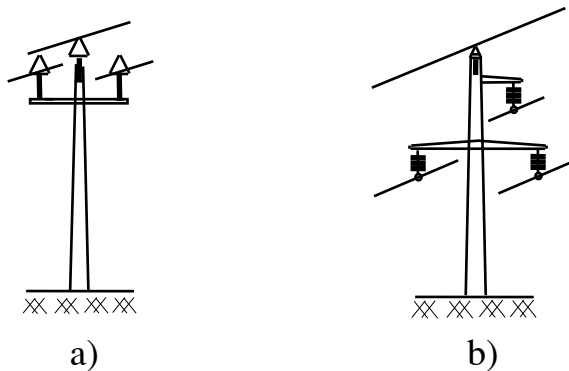
a. Công dụng của cột điện

Cột điện dùng để giữ cho dây dẫn điện ở một độ cao nhất định so với mặt đất để đảm bảo an toàn cho người và các phương tiện giao thông đi dưới đường dây và đảm bảo khoảng cách cách điện của dây dẫn điện đối với mặt đất.

b. Phân loại cột điện

* Phân loại theo công dụng

Cột trung gian, đối với đường dây trên không, cột trung gian được dùng phổ biến nhất, ở vùng đồng bằng cột trung gian chiếm khoảng $(80 \div 90)\%$ tổng số cột trên toàn tuyến dây. Khi vận hành bình thường, các dây dẫn còn nguyên vẹn thì không có lực tác dụng lên cột theo dọc tuyến đường dây vì sức căng của dây dẫn ở hai phía cột bằng nhau. Vì vậy cột chịu lực tác dụng theo hướng thẳng đứng do trọng lượng của dây dẫn, dây chống sét, xà, sứ, phụ kiện, bản thân cột và lực ngang cột do gió tác dụng lên cột, dây dẫn, ... như hình 1-1.



Hình 1-1. Cột trung gian

a. Cột trung gian có cấp điện áp từ 6 ÷ 35 kV (dùng cách điện đứng)

b. Cột trung gian có cấp điện áp từ 35 ÷ 220 kV (dùng cách điện treo)

Cột góc, được đặt tại vị trí đường dây rẽ theo hướng khác. Mức độ lực tác dụng lên cột phụ thuộc vào góc chuyển hướng α của đường dây. Nếu α lớn thì hợp lực P lớn ta phải tiến hành néo cột về phía ngược lại với hợp lực P, trong thực

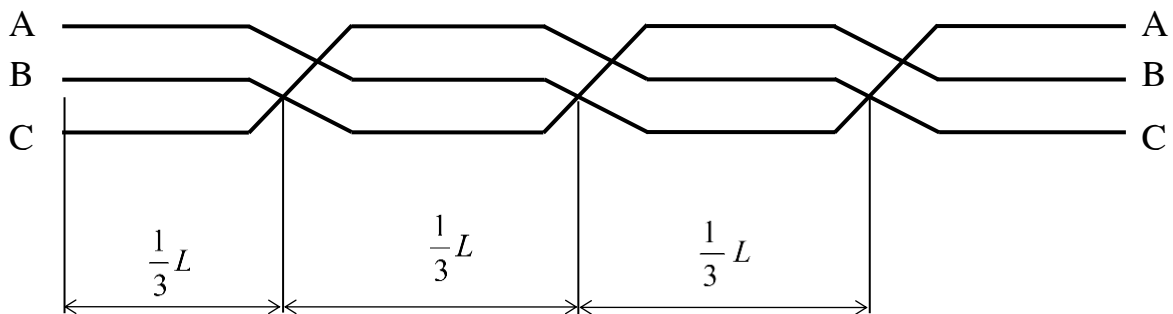
tế với đường dây trên không dùng cột bê tông người ta có thể néo cột hoặc dùng cột sắt hoặc bố trí hai cột ở vị trí cột góc.

Cột néo, dùng để giữ chặt dây dẫn ở những vị trí đặc biệt của đường dây như ở cột đầu, cột cuối trong một khoảng néo của đường dây hay ở những chỗ giao nhau với công trình quan trọng khác. Khi vận hành bình thường, lực tác dụng lên cột néo cũng giống như cột trung gian. Cột néo có cấu tạo chắc chắn hơn cột trung gian nên được dùng làm điểm tựa để kéo dây khi thi công.

Cột hãm cuối, được đặt sát trạm biến áp, chịu lực kéo dọc tuyến đường dây làm giảm nhẹ lực tác dụng của đường dây vào trạm biến.

Cột vượt, được đặt ở những vị trí cột vượt qua đường giao thông, các công trình xây dựng hoặc giao chéo với các đường dây khác, cột vượt có chiều cao lớn hơn các cột khác trong tuyến dây và được gia cố vững chắc.

Cột hoán vị, được đặt ở nơi hoán vị vị trí của dây dẫn, mục đích là để làm cho tổng trở của các pha đều nhau, điện áp và dòng điện trong lưới điện đối xứng, mỗi đường dây dài quá 30km thì phải đảo pha 2 lần. Nếu đường dây dài hơn thì có thể đảo pha nhiều lần.



Hình 1-2: Cách hoán vị dây dẫn của đường dây cao trên không

** Phân loại theo vật liệu chế tạo cột*

Cột gỗ, cách điện tốt, dễ tạo dáng nhưng có nhược điểm là chóng mục, độ bền kém. Vì vậy phải tẩm chất chống mối, sơn thường dùng trong mạng điện địa phương.

Cột bê tông cốt thép, có loại cột ly tâm, cột chữ H, cột chữ K, tuổi thọ cao, chịu lực tốt, bền và tương đối rẻ tiền được sử dụng rộng rãi ở cấp điện áp đến 110 kV. Tuy nhiên nó có trọng lượng lớn nên rất khó khăn trong thi công xây lắp cũng như vận chuyển đi xa.

Cột thép, chịu lực tốt, có thể chế tạo cột cao để làm cột vượt, chế tạo từng bộ phận rồi lắp ráp thành cột nên rất thuận tiện trong vận chuyển, xây lắp, được dùng ở lưới điện từ 110 kV trở lên và ở các vị trí cột néo, cột góc đường dây có điện áp nhỏ hơn 110 kV. Nhược điểm của loại cột này là giá thành cao, chi phí bảo quản và sơn chống gỉ lớn, vì thế các xà ngang treo sứ cách điện và bộ phận trên cùng của cột người ta thường chế tạo bằng thép không gỉ.

c. Các yêu cầu cơ bản đối với cột điện

Đảm bảo chiều cao theo thiết kế cho từng tuyến đường dây, từng cấp điện áp.

Đảm bảo độ bền cơ giới theo yêu cầu ở từng vị trí không bị phá hoại khi có tải trọng cơ giới tác dụng lên cột.

Không bị phá hoại do môi trường xung quanh.

3.1.2. Móng cột

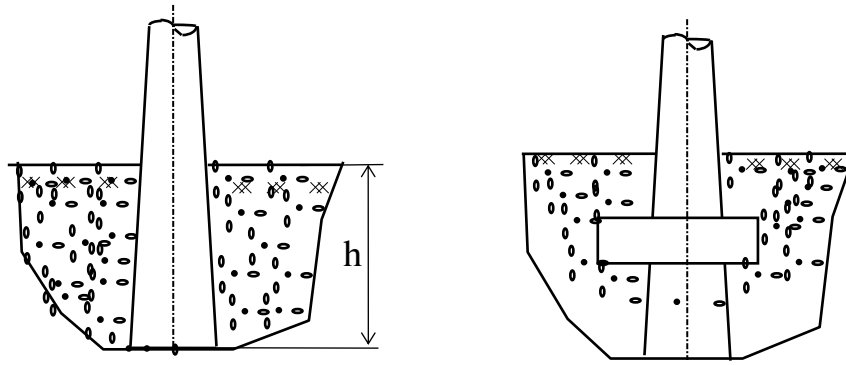
a. Công dụng của móng cột

Móng cột là một bộ phận nằm dưới đất của cột, chịu áp lực truyền từ cột xuống và giữ cho cột ở vị trí thẳng đứng không lún, không nghiêng, không đổ khi có tải trọng bên ngoài tác dụng như gió bão, sức căng của dây dẫn...

b. Phân loại móng cột

Tùy vị trí của cột mà móng cột có hình dáng, kích thước khác nhau và phân ra hai loại cơ bản là móng chôn sâu và móng ngắn.

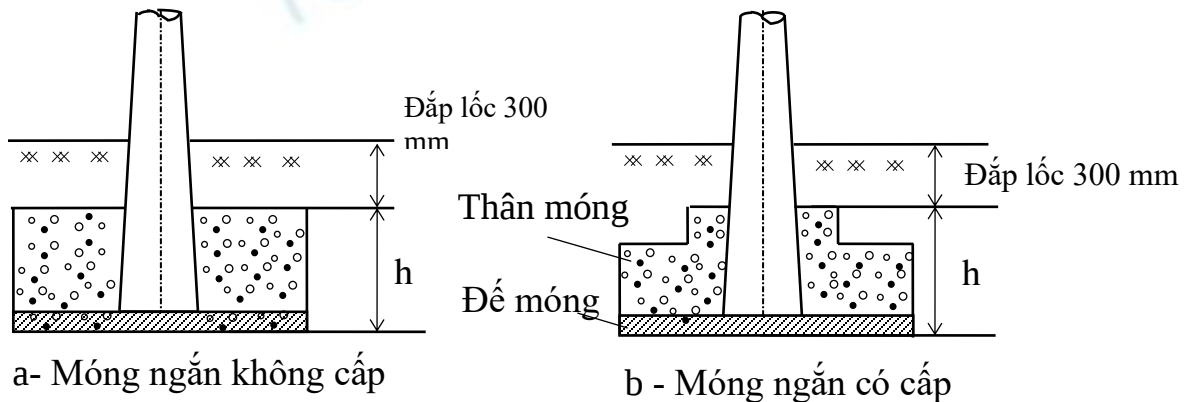
Móng chôn sâu, cột điện trung gian điện áp thấp qua vùng đất rắn khó bị lún, để tiết kiệm vật liệu người ta đào móng sâu lấy sỏi đá chèn chặt xung quanh chân móng cột như vậy gọi là cột không móng hay móng chôn sâu. Thông thường độ chôn sâu của móng khoảng $1,5 \div 2/10$ chiều dài cột điện. Đối với các vùng đất mềm để chống lật người ta đặt thêm 1 đến 2 thanh giằng ngang vào chân cột (hình 1-3a,b). Loại móng này thường được sử dụng trong thực tế.



a- Không có thanh ngang b- Có thanh ngang để chống lún

Hình 1-3. Móng chôn sâu

Móng ngắn, cột điện của đường dây có điện áp từ $6 \div 35$ kV thường thấp nên lực nén và lực lật cột nhỏ. Vì vậy móng cột thường được cấu tạo đơn giản và kích thước bé nên gọi là móng ngắn. Móng ngắn có 2 loại: không cấp và có cấp (hình 1.4a,b).



a- Móng ngắn không cấp

b - Móng ngắn có cấp

Hình 1-4. Móng ngắn

Móng ngắn có cấp: có tác dụng giảm khối lượng bê tông, độ chôn sâu trung bình của móng ngắn thường bằng $1/10$ chiều cao của cột.

c. Các yêu cầu cơ bản đối với móng cột

Móng cột phải có độ bền vững cao, muốn vậy phải đảm bảo độ chôn sâu, đúng kích thước theo thiết kế, không bị rỗ, rạn nứt.

Móng cột không bị lún, không bị nghiêng, khi đúc móng cột ở vùng đất xốp, ướt, áp suất đất ở đáy móng không đạt yêu cầu thì phải tìm cách chống lún cho móng.

3.1.3. Xà của đường dây tải điện trên không

a. Công dụng của xà

Xà của đường dây tải điện trên không dùng để đỡ sứ, dây dẫn và để đảm bảo khoảng cách cách điện giữa các dây dẫn của đường dây tải điện.

b. Phân loại xà

Người ta phân loại xà theo tính chất làm việc và theo vật liệu chế tạo xà. Theo tính chất làm việc có 3 loại xà: xà đỡ, xà néo, xà vượt.

Xà đỡ, được lắp ở cột trung gian, để đỡ sứ, dây dẫn, bình thường chịu lực nhỏ.

Xà néo, được lắp ở cột néo, cột hãm đầu, cuối, góc đường dây, dùng để đỡ căng dây dẫn, đỡ sứ, phụ kiện. Loại xà này có khả năng chịu lực lớn, bền để nếu bị sự cố đứt dây hoặc khi căng dây lấy độ võng nó không bị uốn cong.

Xà vượt, được lắp ở cột vượt, khả năng chịu lực lớn.

Theo vật liệu chế tạo người ta chia làm 3 loại: xà gỗ, xà sắt, xà bê tông cốt sắt.

Xà gỗ, rẻ tiền, nhẹ, tăng khả năng cách điện của đường dây, chịu lực kém, tuổi thọ thấp, thường dùng trong lưới điện hạ áp, hiện nay ít được sử dụng trong lưới điện.

Xà sắt, dùng cho đường dây cao, hạ áp, chịu lực tốt, tuổi thọ cao, vận chuyển dễ dàng, giá thành cao, hay bị han gỉ.

Xà bê tông cốt sắt, được dùng ở đường dây trung áp, hiện nay ít được sử dụng, chịu lực tốt, tuổi thọ cao, rẻ tiền, vận chuyển, lắp đặt khó khăn.

c. Các yêu cầu cơ bản của xà

Khả năng chịu lực tốt, không bị uốn cong khi có sự cố đứt dây.

Cấu tạo chắc chắn, lắp đặt, vận chuyển dễ dàng.

Chiều dài của xà phù hợp với từng cấp điện áp của đường dây để đảm bảo khoảng cách cách điện giữa các pha.

Không bị phá hủy do môi trường xung quanh.

3.2. Cách điện của đường dây

3.2.1. Công dụng của cách điện

Cách điện của đường dây dùng để cách điện giữa các phần mang điện với nhau, giữa phần mang điện với phần không mang điện như xà, cột và đất...

3.2.2. Vật liệu chế tạo cách điện

Vật liệu chế tạo cách điện thường là gốm, thủy tinh, hiện nay người ta còn dùng chất composit, silicon để chế tạo cách điện.

3.2.3. Phân loại cách điện

a. Cách điện đứng

Cách điện đứng dùng để đỡ dây dẫn điện ở các đường dây trên không điện áp $U_{dm} \leq 35$ kV và đỡ thanh góp, thanh dẫn, dây dẫn trong trạm biến áp, trạm phân phối.

Cách điện đứng có nhiều loại, hình dáng, kích cỡ khác nhau nhưng có cấu tạo cơ bản gồm chất cách điện và chân cách điện. Trên đỉnh cách điện thường có rãnh để buộc dây dẫn cho chắc chắn. Ty cách điện có thể bắt với cách điện bằng ren hay được gắn bằng vữa bê tông. Ty cách điện làm bằng thép được mạ kẽm để chống han gỉ, có thể là thẳng hoặc cong: Thẳng để bắt vào xà, cong để bắt vào cột.



Hình 1-5: Sứ đứng

b. Cách điện treo

Cách điện treo được dùng phổ biến ở các đường dây trên không, có $U_{dm} = 35$ kV đối với đường dây 35 kV dùng sứ treo khi dây dẫn có tiết diện lớn.

Cách điện treo thông thường gồm nhiều bát cách điện móc lại với nhau thành chuỗi. Số bát cách điện tùy thuộc vào cấp điện áp và điều kiện làm việc của chúng.

Ví dụ: ở cột trung gian:

Đường dây $U_{dm} = 220 \text{ kV}$ mỗi chuỗi có 14 bát cách điện.

Đường dây $U_{dm} = 110 \text{ kV}$ mỗi chuỗi có 7 bát cách điện.

Đường dây $U_{dm} = 35 \text{ kV}$ mỗi chuỗi có 3 bát cách điện .

Cấu tạo của bát cách điện treo như hình 1.6a

Tại các vị trí cột néo và cột hãm của đường dây thường nối tăng thêm một bát cách điện. Những nơi đường dây đi qua nhiều bụi than hoặc các tạp chất khác (vùng tập chung các nhà máy lớn) hay vùng ven biển không khí có chứa nhiều muối biển. Vì các tạp chất bám vào bề mặt cách điện làm cho độ cách điện bị giảm đi, nên để khắc phục hiện tượng trên người ta cũng tăng thêm cách điện hoặc dùng loại cách điện tán kép hoặc các điện polymer (hình 1.6b).



Hình 1.6a. Bát cách điện.
1-tán ; 2-Ty.
3-Ngỗng sắt dùng để nối các bát.



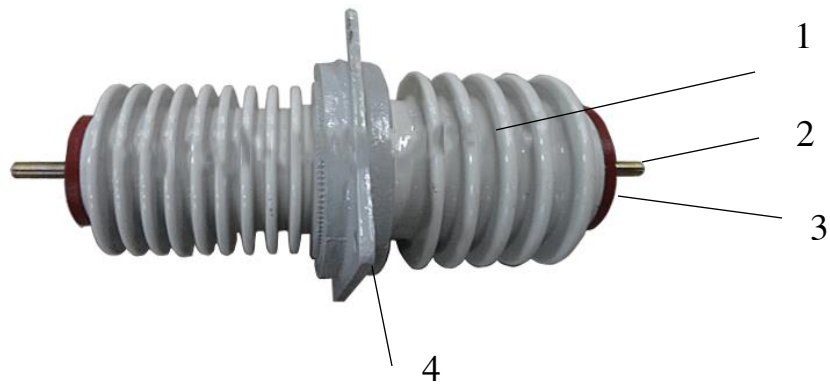
Hình 1.6b. Sứ chuỗi Polymer

Khi móc các bát cách điện thành chuỗi, để giữ cho các bát không bị tuột ra người ta dùng khoá M để chốt.

c. Cách điện xuyên

Cách điện xuyên dùng để đỡ và làm cách điện khi đưa điện áp cao qua tường nhà (tường trạm biến áp trong nhà) qua vỏ máy như máy biến áp, máy cắt điện...

Cách điện xuyên có cấu tạo gồm 1 ống bằng sứ, ở 2 đầu và giữa có mặt bích và 1 thanh dẫn làm lõi dẫn điện như hình 1.7.



Hình 1-7. Cách điện xuyên

- 1- Vỏ sứ xuyên; 3- Mặt bích để giữ thanh dẫn
2- Thanh dẫn điện; 4- Mặt bích để cố định sứ xuyên

Tùy theo điện áp mà người ta chế vỏ sứ có kích thước và hình dạng khác nhau, còn tùy dòng điện mà người ta chế tạo thanh dẫn có tiết diện ngang lớn hay bé, mặt bích hai đầu sứ để giữ thanh dẫn còn mặt bích ở giữa để cố định sứ xuyên vào tường hay vỏ máy.

3.3. Dây dẫn và cáp điện lực

3.3.1. Dây dẫn

a. Công dụng của dây dẫn

Dây dẫn dùng để định hướng đường đi cho dòng điện (dẫn điện) .

b. Vật liệu chế tạo dây dẫn

Vật liệu chế tạo dây dẫn có thể là nhôm, đồng, thép hoặc hợp kim nhôm.

c. Phân loại dây dẫn

Dây dẫn được chế tạo theo 3 loại: dây một sợi (dây đơn), dây nhiều sợi và dây dẫn rỗng.

Dây một sợi, là dây do một sợi tạo lên, chế tạo dễ, rẻ tiền , độ bền cơ của dây sẽ giảm xuống nhiều khi bên trong dây có những khuyết tật do chế tạo hoặc những hư hỏng khi vận chuyển, lắp ráp. Mặt khác khi đường kính của dây lớn thì ứng suất kéo không cao, độ mềm dẻo của dây kém, thi công khó khăn. Vì vậy người ta chỉ chế tạo dây đơn có tiết diện không quá 25 mm^2 và thường dùng nó trong lưới điện hạ áp.

Dây nhiều sợi, là dây do nhiều sợi tạo lên, tùy theo tiết diện mà có 7, 19, 37, 61 sợi vặn xoắn lại với nhau, mỗi lớp bên được quấn ngược chiều nhau cho dây không bị bung ra. Dây nhiều sợi có loại chế tạo bằng một thứ kim loại và loại chế tạo bằng hai thứ kim loại, phổ biến nhất là dây nhôm lõi thép, lõi thép có thể là một sợi hoặc nhiều sợi được mạ kẽm để tăng độ bền cơ học cho dây, phần nhôm để dẫn điện.

Dây dẫn rỗng, một số đường dây điện áp cao yêu cầu đường kính của dây lớn để hạn chế vàng quang điện và giảm tổn thất điện năng. Nếu đường kính của dây quá lớn sẽ xuất hiện hiệu ứng mặt ngoài nên người ta chế tạo dây dẫn rỗng để tiết kiệm vật liệu chế tạo dây và kết cấu đường dây. Có hai loại dây dẫn rỗng là dây rỗng thanh và dây rỗng bện, có ưu điểm là nhẹ, hạn chế được vàng quang nhưng khó thi công, dễ bị bẹp, độ bền cơ học thấp nên chỉ được dùng làm thanh cái hoặc để dẫn điện ở các trạm biến áp có điện áp từ 110 kV trở lên, còn trên đường dây người ta dùng dây dẫn phân pha.

d. Ký mã hiệu của dây dẫn

Người ta dùng các chữ cái để chỉ vật liệu chế tạo dây dẫn cụ thể:

M - Vật liệu chế tạo dây dẫn là đồng.

A - Vật liệu chế tạo dây dẫn là nhôm.

C - Vật liệu chế tạo dây dẫn là thép.

Dây dẫn chế tạo bằng một thứ kim loại, chữ cái để chỉ kim loại dùng để chế tạo dây, số tiếp theo chỉ tiết diện định mức của dây.

Ví dụ: A – 50 là dây nhôm có tiết diện định mức là 50 mm².

M – 70 là dây đồng có tiết diện định mức là 70 mm².

Dây dẫn chế tạo bằng hai thứ kim loại, phần chữ cái để chỉ các kim loại dùng để chế tạo dây, chữ số tiếp theo chỉ tiết diện định mức của dây.

Dây nhôm lõi thép có ba loại:

Loại AC, dây nhôm lõi thép thường, tỷ số tiết diện giữa nhôm và thép là 5,5 ÷ 6:1.

Loại ACO, dây nhôm lõi thép giảm nhẹ, tỷ số tiết diện giữa nhôm và thép là 7,5 ÷ 8:1.