

4.1 建筑电气工程识图基本知识

4.1.1 10kV 以下架空配电线路工程基本知识

1. 电力系统与输电线路的概念

电力系统是由各种电压等级的电力线路将发电厂、变电所和电力用户联系起来的一个发电、输电、配电和用电的整体。

架空线路是用电杆将导线悬空架设,进行电能传送的电力线路。它的作用是输送和分配电能,按功能常把架空线路分为输电线路和配电线路两大类。输电线路是指发电厂至各个变电所的线路;配电线路是指各个变电所至各个具体用户的线路。通常将 35kV 以上的叫输电线路,35kV 以下的叫配电线路,如图 4-6 所示。

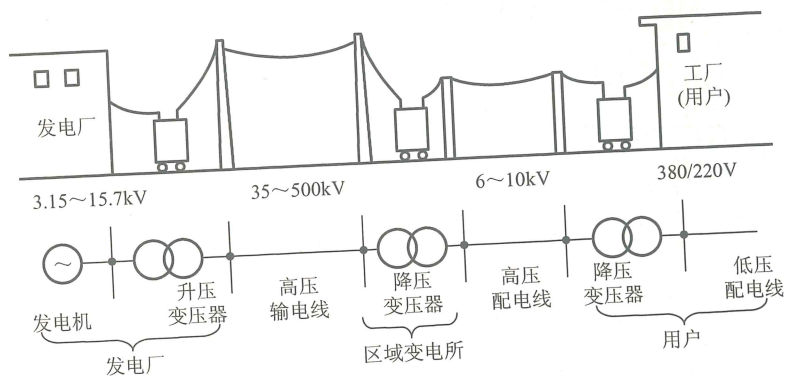


图 4-6 输电线路与配电线路示意图

2. 架空配电线路的组成

架空配电线路由电杆、横担、金具、绝缘子、导线及拉线组成,如图 4-7 所示。

1) 电杆

电杆用于支撑导线。按照材质不同,电杆可分为木杆、钢筋混凝土杆、金属杆。10kV 以下架空配电线路一般采用钢筋混凝土杆(俗称水泥电杆);按照在配电线路中的作用不同,电杆可分为直线杆(Z)、耐张杆(N)、转角杆(J)、终端杆(D)、分支杆(F)、跨越杆(K)、接户杆或进户杆等,如图 4-8 所示。

电杆基础是对电杆地下部分的总体称呼,它由底盘、卡盘和拉线盘组成。底盘和卡盘均是用混凝土预制的,底盘是用来固定电杆的,卡盘是用来避免电杆倾斜的,拉线盘用来固定电杆拉线。

2) 横担

横担装在电杆的上端,用来安装绝缘子、固定开关设备及避雷器等。横担按材质可分为木横担(现在已不使用)、铁横担、陶瓷横担。

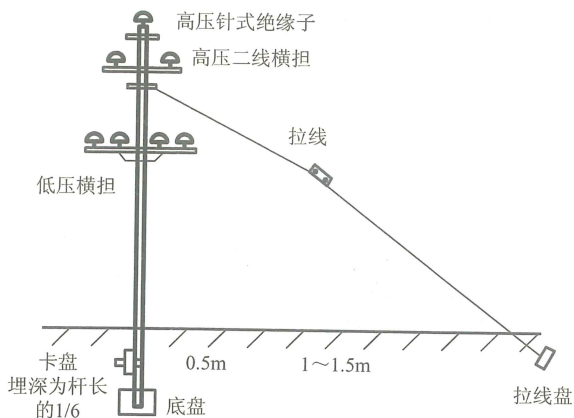


图 4-7 架空配电线路的结构组成

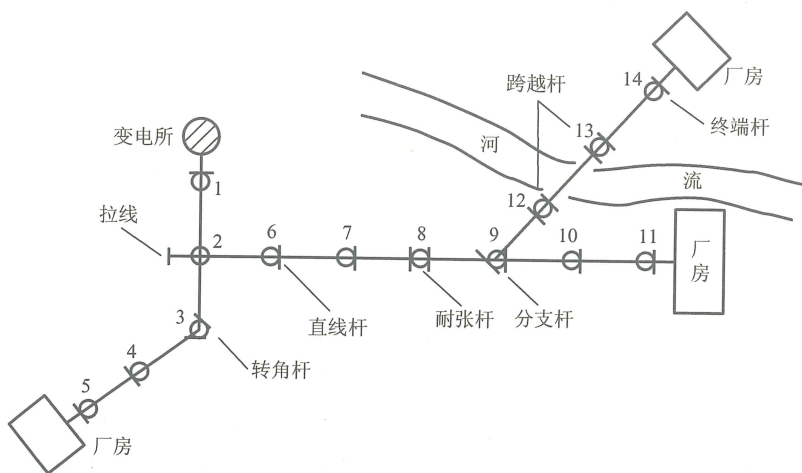


图 4-8 各种电杆在线路中的位置示意图

3) 绝缘子 (俗称瓷瓶)

绝缘子用来固定导线，并使导线与导线间，导线与横担间，导线与电杆间保持绝缘，同时也承受导线的垂直荷重和水平荷重。架空配电线路常用绝缘子有：针式绝缘子、蝶式绝缘子、悬式绝缘子、拉紧绝缘子，如图 4-9 所示。绝缘子有高压（6kV、10kV、35kV）和低压（1kV）之分。

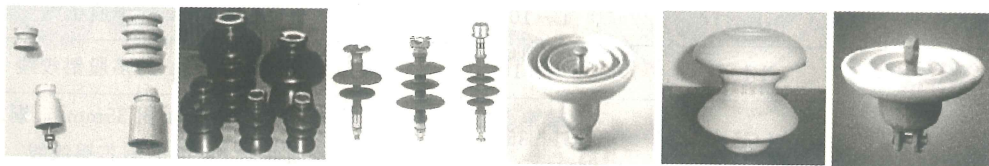


图 4-9 绝缘子

4) 金具 (铁件)

在敷设架空线路中，横担的组装、绝缘子的安装、导线的架设及电杆拉线的制作等都需要一些金属附件，这些金属附件统称为线路金具。例如，横担固定金具（穿心螺

栓、环形抱箍等)、线路金具 (挂板、线夹等)、拉线金具 (心形环、花篮螺栓等), 如图 4-10 所示。



图 4-10 金具

5) 拉线

拉线在架空线路中, 是用来平衡电杆各方向的拉力, 防止电杆弯曲或倾倒的。因此, 在承力杆上 (终端杆、转角杆、耐张杆), 均需安装拉线。常用拉线有: 普通拉线、人字拉线 (抗风拉线)、水平拉线、弓形拉线、V (Y) 形拉线等, 如图 4-11 所示。其中拉线规格有 35mm^2 、 70mm^2 、 120mm^2 等。

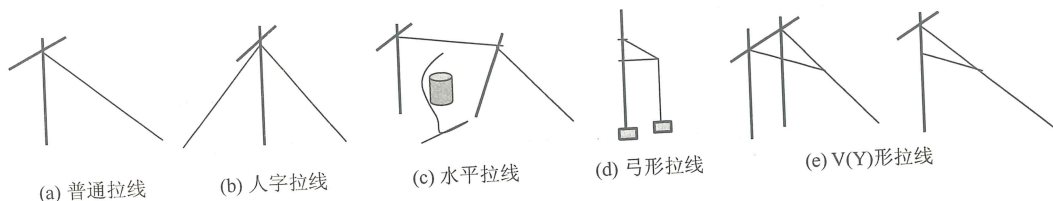


图 4-11 电杆拉线

6) 导线







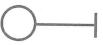



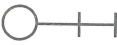

导线的主要作用是传导电流, 还要承受正常的拉力和气候影响, 因此, 要求导线应有一定的机械强度和耐腐蚀性能。架空配电线路导线主要使用绝缘线和裸线两类, 在市区或者居民区应尽量使用绝缘线, 以保证安全。架空导线在结构上可分三类: 单股导线、多股导线、复合材料多股绞线。架空配电线路常用裸线种类是铝绞线、钢芯铝绞线等。

架空导线型号由汉语拼音字母和数字两部分组成, 字母在前, 数字在后, 见表 4-1。架空线路常用图例符号见表 4-2。

表 4-1 导线型号标识方法举例

导线种类	代表符号	导线型号举例	型号含义
单股铝线	L	L-10	标称截面面积 10mm^2 的单股铝线
多股铝绞线	LJ	LG-16	标称截面面积 16mm^2 的多股铝绞线
钢芯铝绞线	LGJ	LGJ-35/6	铝线部分标称截面面积 35mm^2 , 铜芯部分标称截面面积 6mm^2 的钢芯铝绞线
单股铜线	T	T-6	标称截面面积 6mm^2 的单股铜线
多股铜绞线	TJ	TJ-50	标称截面面积 50mm^2 的多股铜绞线
钢绞线	GJ	GJ-25	标称截面面积 2mm^2 的钢绞线

表 4-2 架空线路常用图例符号

图形符号	说 明	图形符号	说 明
	架空线路		单接腿杆
	双横担		双接腿杆
	单横担		规划的变电所
	拉线一般符号		杆上规划的变电站
	水平拉线		运行的变电所
	有 V 形拉线的电杆		杆上运行的变电站

4.1.2 电缆线路基本知识

1. 电缆的作用及分类

电缆线路和架空线路在电力系统中的作用完全相同，都作为传送和分配电能之用，由于电缆线路具有运行可靠、不易受外界因素影响等优点，被越来越多地用于工业与民用建筑，特别是高层建筑的配电线路中。电缆线路的电缆按其结构及作用可分为电力电缆、控制电缆 K、电话电缆 H、信号电缆、射频同轴电缆；电缆按电压可分为低压电缆（小于 1kV）、高压电缆；电缆按芯数分有三芯、四芯、五芯等。如图 4-12 所示为电缆及其结构。

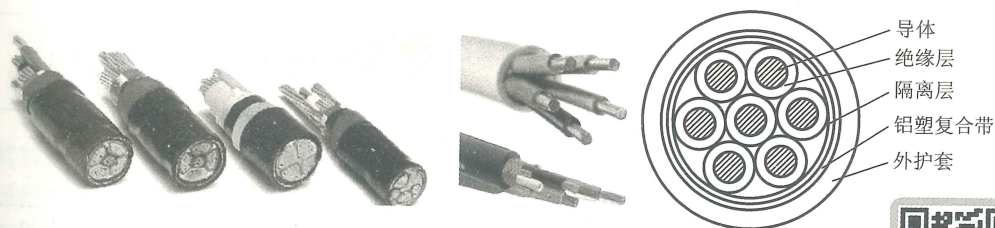


图 4-12 电缆及其结构

2. 电缆的型号表示方法

我国电缆产品的型号均采用汉语拼音和阿拉伯数字组成，按照电缆结构的排列顺序为：绝缘材料、导体材料、内护层、外护层。

用汉语拼音的大写字母表示绝缘种类、导体材料、内护层材料和结构特点；用阿拉伯数字表示外护层构成，有两位数字，无数字表示无铠装层、无外被层，第一位数字表

【电力电缆、控制电缆及电缆基本结构】



示铠装类型，第二位数字表示外被层类型。表 4-3 所列为电缆型号中的字母含义及排列顺序。

表 4-3 电缆型号中的字母含义及排列顺序

类别	绝缘种类	线芯材料	内护层	其他特征	外护层	
					铠装类型	外被层类型
电力电缆 (不表示)	Z—纸绝缘	L—铝 T—铜 (省略)	V—聚氯乙烯护套	D—不滴流	0—无 2—双钢带 3—细钢丝 4—粗钢丝	0—无 1—纤维外被 2—聚氯乙烯护套 3—聚乙烯护套
K—控制电缆	V—聚氯乙烯		Y—聚乙烯护套	F—分相		
P—信号电缆	X—橡皮绝缘		L—铝护套	CY—充油		
Y—移动式软电缆	Y—聚乙烯		Q—铅护套	P—贫油干绝缘		
H—电话电缆	YJ—交联聚乙烯		H—橡胶护套	P—屏蔽		
B—绝缘电缆			F—氯丁橡胶护套	Z—直流		

电缆型号、额定电压和规格表示方法是在型号后再加上说明额定电压、芯数和标称截面积的阿拉伯数字。



举例说明

VV42-10 3×50 表示铜芯、聚氯乙烯绝缘、粗钢线铠装、聚氯乙烯护套、额定电压 10kV、三芯、标称截面积 50mm² 的电力电缆。

另外，阻燃电缆在代号前加 ZR；耐火电缆在代号前加 NH。
常见电力电缆型号见表 4-4；常见控制电缆型号见表 4-5。

表 4-4 常见电力电缆型号

常见型号		名称	用途
铜芯	铝芯		
YJV	YJLV	交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆	可敷设在室内、隧道及管道中
YJV ₂₂	YJLV ₂₂	交联聚氯乙烯绝缘钢带铠装聚氯乙烯护套电力电缆	适宜埋地敷设，不适宜管道内敷设
VV	VLV	聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆	可敷设在室内、隧道及管道中
VV ₂₂	VLV ₂₂	聚氯乙烯绝缘钢带铠装聚氯乙烯	适宜埋地敷设，不适宜管道内敷设
YJY	YJLY	交联聚乙烯绝缘聚烯烃护套电力电缆	可敷设在无卤低烟有要求的室内、隧道及管道中
YJY ₂₃	YJLY ₂₃	交联聚乙烯绝缘钢带铠装聚烯烃护套电力电缆	适宜对无卤低烟有要求时埋地敷设 不适宜管道内敷设

表 4-5 常见控制电缆型号

型 号	名 称	芯 数	标 称 截 面
KVV	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套控制电缆	2~61 根	0.5~10mm ²
KVVVP	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套编织屏蔽控制电缆		
KVVPP2	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜带屏蔽控制电缆		
KVV22	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套钢带铠装控制电缆		
KPR	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套控制软电缆		
KVVRP	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套编织屏蔽控制软电缆		
KVVP-22	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜丝编织屏蔽控制电缆钢带铠装		
KVVP2-22	铜芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜带屏蔽钢带铠装控制电缆		

3. 电缆敷设方法

1) 埋地敷设（又称电缆直埋）

电缆埋地敷设是指沿已确定的电缆线路挖掘沟道，将电缆埋在挖好的地下沟道内，如图 4-13 所示。因此电缆直接埋设在地下不需要其他设施，施工简单，成本低，电缆的散热性能好。一般沿同一路径敷设的电缆根数较少（8 根以下）、敷设的距离较长时多采用此类方法。

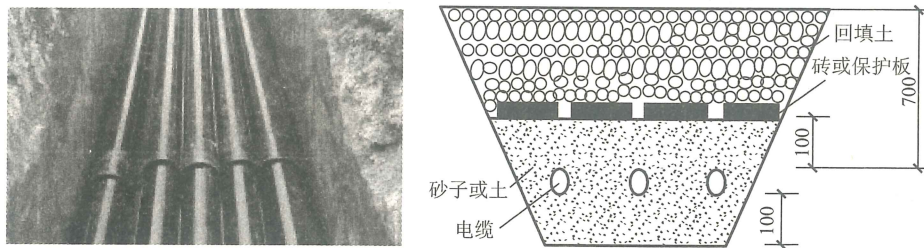


图 4-13 电缆埋地敷设

2) 电缆沟敷设

当电缆根数大于 6 时，宜采用电缆沟或者电缆隧道敷设。电缆隧道是尺寸较大的电缆沟，是用砖砌或用混凝土浇筑而成的，沟顶部用钢筋混凝土盖板盖住。沟内装有电缆支架，电缆均挂在支架上，如图 4-14 所示。支架可以为单侧也可以为双侧。

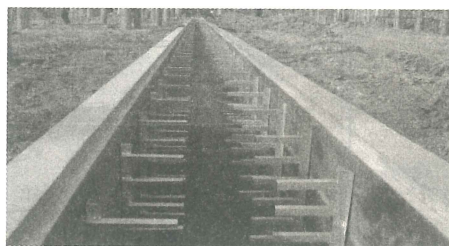


图 4-14 电缆沟敷设

3) 电缆明敷

电缆明敷可以直接敷设在构架上，也可以使用支架或者钢索敷设，一般在车间、厂房内，在安装的支架上用卡子将电缆固定。

4) 电缆穿保护管敷设

先将保护管敷设好, 再将电缆穿入管内, 管内径不应小于电缆外径的 1.5 倍, 敷设时要有 0.1% 的坡度。电缆保护管的管材有多种, 定额中列有铸铁管、混凝土管、石棉水泥管、钢管、塑料管。

5) 电缆桥架敷设

电缆桥架也称为电缆托架, 有的没有托盘, 有的加个盖。桥架的高度一般为 50~100mm。电缆桥架广泛应用于宾馆饭店、办公大楼、工矿企业的供配电线路中, 特别是在高层建筑中。常用桥架有槽式电缆桥架、梯级式电缆桥架、托盘式电缆桥架和组合桥架四大类, 如图 4-15 所示。前三种桥架备有护罩, 需要配护罩的可在订货时注明或按照护罩型号订货, 其所有配件均通用。

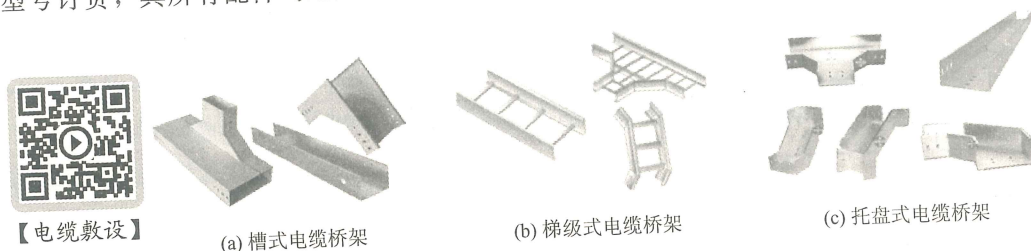


图 4-15 电缆桥架

4. 电缆接头



【电缆接头】

电缆敷设好后, 为使其成为一个连续的线路, 各线段必须连接为一个整体, 这些连接点则称为接头。电缆线路两末端的接头称为终端头, 中间的接头称为中间头。电缆接头按线芯材料可分为铝芯电缆头和铜芯电缆头; 按安装场所分为户内式和户外式; 按电缆头制作材料分为干包式、环氧树脂浇注式和热缩式三类。

4.1.3

建筑电气照明系统基本知识

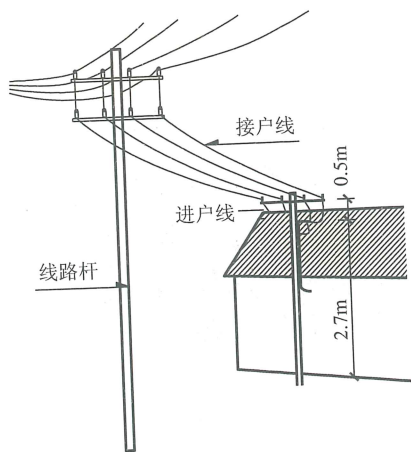


图 4-16 低压架空进户线

建筑电气照明系统一般是由变配电设施通过线路连接各用电器具组成的一个完整的照明供电系统, 主要由进户装置、室内配电装置、室内配管配线、照明器具小电器 (开关、插座、风扇、电铃等) 组成。

1. 进户装置

电源从室外低压配电线路接线入户的设施称为进户装置。电源进户方式有两种方式: 低压架空进线电缆埋地进线。

1) 低压架空进线

架空线进户装置由进户线横、绝缘子、引下线、进户线和进户管组成, 如图 4-16 所示。其中, 进户线以前部分属于外网安装工程, 进户线横担属于室

照明工程。进户线横担的安装方式有一端埋设和两端埋设两种。

2) 电缆埋地进线

在照明工程中只考虑低压电缆终端的制作与安装，其引接电线的安装属于外网工程。

2. 照明控制设备

电气照明工程中的控制设备有照明配电箱（盘）、配电板等，其中最常用的是照明配电箱（图4-17）。进户线进入室内后，先经总配电箱，再到供电干线，然后到分配电箱，最终送到各用电设备回路。配电箱（盘）的作用是对各回路电能进行分配、控制，同时对各回路用电进行计量和保护。

配电箱（盘）根据用途不同可分电力配电箱（盘）和照明配电箱（盘）；根据安装方式可分为（封闭悬挂式）明装、（嵌入式）暗装和落地安装等；根据制作材质可分为铁制、木制及塑料制品；按产品划分有定型产品〔标准配电箱（盘）〕、非定型成套配电箱〔非标准配电箱（盘）〕及现场制作组装的配电箱（盘）。

3. 室内配管、配线

敷设在建筑物内的配线，统称为室内配线，也称室内配线工程。根据房屋建筑结构及要求的不同，室内配线又分为明配和暗配两种。明配是敷设于墙壁、顶棚的表面等处；暗配是敷设于墙壁、顶棚、地面及楼板等处的内部，一般是先预埋管子，然后再向管内穿线。

根据线路用途和供电安全要求，配线可分为线管配线、夹板配线、绝缘子配线、槽板配线、线槽配线、塑料钢钉线卡配线等形式。

线管配线包括配管和管内穿线两项工程内容。

线管配线常用管材有钢管（包括水煤气管、焊接钢管、电线管等）、塑料管（包括硬塑料管配线、半硬塑料管配线等）、普利卡金属套管等，如图4-18所示。

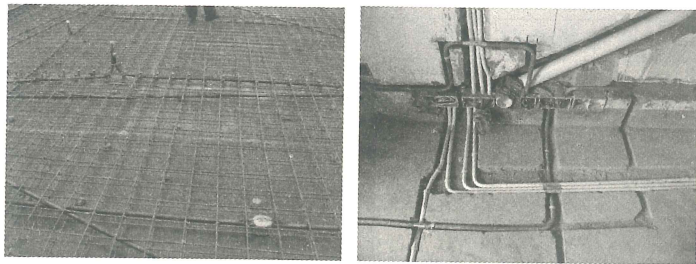


图4-18 线管配线

配管工程完成后，进行线管内穿绝缘导线。线管内穿绝缘导线的总截面面积不能大于线管截面面积的40%。常用绝缘导线的型号及名称见表4-6。



【常用电气控制设备及低压电器】



【室内配电箱安装】

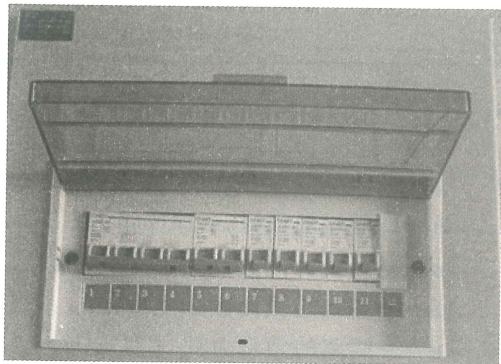


图4-17 照明配电箱

表 4-6 常用绝缘导线的型号、名称及用途

型 号	名 称	用 途
BX(BLX) BXF(BLXF) BXR	铜(铝)芯橡皮绝缘导线 铜(铝)芯氯丁橡皮绝缘导线 铜芯橡皮绝缘软导线	适用于交流 500V 以下、直流 1000V 以下的电气设备 及照明装置
BV(BLV) BVV(BLVV) BVVB(BLVVB) BVR ZR-BV NH-BV	铜(铝)芯聚氯乙烯绝缘导线 铜(铝)芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套圆型导线 铜(铝)芯聚氯乙烯绝缘聚氯乙烯护套平型导线 铜芯聚氯乙烯绝缘软导线 阻燃铜芯聚氯乙烯绝缘导线 耐火铜芯聚氯乙烯绝缘导线	适用于交流 500V 以下、直流 1000V 以下的各种电气装 置、电工仪表、仪器、电信设备 及动力照明线路固定敷 设
BBX BBLV	铜芯橡皮绝缘玻璃丝纺织线 铝芯橡皮绝缘玻璃丝纺织线	适用于室内外明装固定敷 设或穿管敷 设

导线的文字标注形式为:

$$a-b(c \times d)e-f$$

- 式中
- a ——导线的编号;
 - b ——导线的型号;
 - c ——导线的根数;
 - d ——导线的截面面积 (mm^2);
 - e ——线路的敷设方式 (表 4-7);
 - f ——线路的敷设部位 (表 4-8)。

表 4-7 线路敷设方式一览表

序 号	名 称	旧 符 号	新 符 号
1	暗敷	A	C
2	明敷	M	E
3	铝皮线卡	QD	AL
4	电缆桥架		CT
5	金属软管		F
6	水煤气管	G	G. SC
7	瓷绝缘子	CP	K. PK
8	钢索敷设	S	M. S
9	金属线槽	XC	MR
10	电线管	DG	T. MT
11	塑料管	VG	P. PC
12	塑料线卡	XQ	PL
13	塑料线槽	XC	PR
14	钢管	G	S. SC
15	半硬塑料管		FPC
16	直接埋设		DB

表 4-8 线路敷设部位一览表

序 号	名 称	旧 符 号	新 符 号
1	沿梁或跨梁敷设	BE	AB
2	沿柱或跨柱敷设	CLE	AC
3	沿墙面敷设	WS	WS
4	沿天棚或顶面板敷设	CE	CE
5	吊顶内敷设		SCE
6	暗敷在梁内	BC	BC
7	暗敷在柱内	CLC	CLC
8	墙内敷设		WC
9	地板或地面板下敷设	FC	FC
10	暗敷在屋面或顶板内		CC



举例说明

下列电气照明施工图中标注的管线符号的含义是什么？

(1) $BV3 \times 6 + 1 \times 2.5 - SC20 - FC$: 表示 3 根截面面积为 6mm^2 的铜芯塑料绝缘线, 加 1 根截面面积为 2.5mm^2 的铜芯塑料绝缘线, 穿在 $DN20$ 焊接钢管内暗敷设在地面。

(2) $BVV3 \times 2.5 - PR - CE$: 表示 3 根截面面积为 2.5mm^2 的铜芯塑料护套线, 用塑料线槽沿顶棚明敷设。

(3) $BLV3 \times 1.5 - SC15 - WC$: 表示 3 根截面面积为 1.5mm^2 的铝芯橡皮绝缘导线, 穿 $DN15$ 的钢管沿墙暗敷设。



【室内配管配线】

4. 照明器具

照明器具包括各种灯具、控制开关、插座及各种小型电器 (如风扇、电铃等)。照明器具种类繁多, 一般功率为 $15 \sim 2000\text{W}$, 电压为 220V 和 36V 。

1) 灯具的分类

按照防护形式不同可分为防水防尘灯、安全灯和普通灯; 按安装方式不同可将灯具分为壁灯、吊灯、吸顶灯等; 按电光源不同可分为白炽灯、荧光灯、高压汞灯、高压钠灯、金属卤化物灯等。

2) 灯具的安装方式

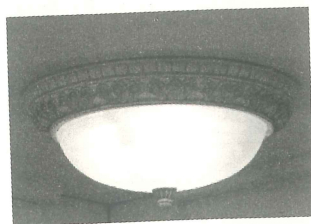
灯具的安装方式有三种, 即吊式、吸顶式、壁装式, 如图 4-19 所示。其中吊式又分线吊式、链吊式、管吊式三种方式。吸顶式又分一般吸顶式、嵌入吸顶式两种方式。壁装式又分一般壁装式、嵌入壁装式两种方式。



(a) 吊灯(链吊)



(b) 吊顶(管吊)



(c) 吸顶灯



(d) 壁灯

图 4-19 灯具的三种安装方式

灯具安装方式及符号见表 4-9。

表 4-9 灯具安装方式及符号

序 号	名 称	旧 符 号	新 符 号
1	链吊	CH	CS
2	管吊	P	DS
3	线吊	CP	SW
4	吸顶	S	C
5	嵌入	R	R
6	壁装	WR	WR

3) 照明灯具的表示方式

$$a-b \frac{c \times d \times L}{e} f$$

- 式中
- a ——本幅图中该灯具的数量；
 - b ——灯具的型号；
 - c ——每盏灯具上灯泡或灯管的数量；
 - d ——灯的容量 (W)；
 - L ——光源的种类；
 - e ——安装高度；
 - f ——安装方式 (表 4-9)。



举例说明

下列照明符号的含义是什么？

- (1) 灯具 $12 \frac{20 \times 40}{2.8} S$, 表示 12 套灯具, 每套灯具为 2 根 40W 日光灯管, 安装高度离地面 2.8m, 吸顶安装。

(2) 灯具 $10-YG2-2 \frac{2 \times 40}{2.5} CS$, 表示 10 盏型号为 YG2-2 的双管荧光灯, 采用链吊式安装方式, 安装高度为 2.5m。

4.1.4 防雷接地装置基本知识

防雷接地装置一般由接闪器、引下线和接地体三大部分组成, 如图 4-20 所示。

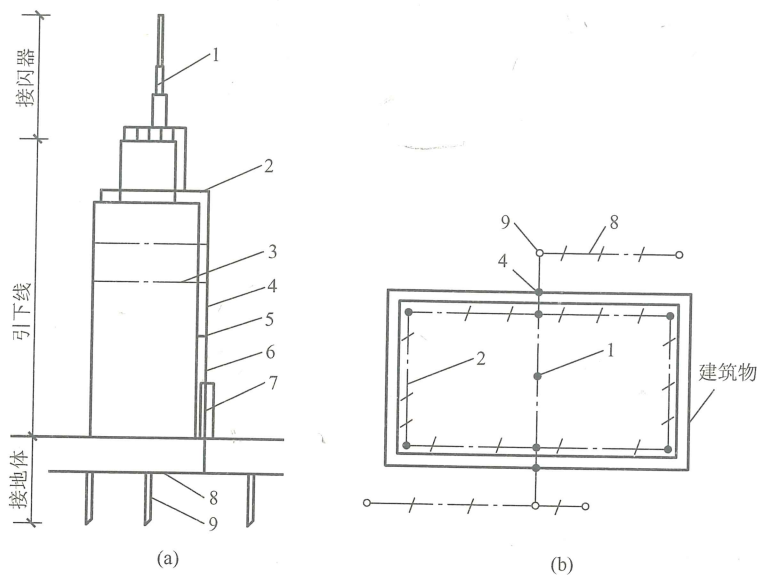


图 4-20 建筑物防雷接地装置组成示意图

1—避雷针; 2—避雷网; 3—避雷带; 4—引下线; 5—引下线卡子;
6—断接卡子; 7—引下线保护管; 8—接地母线; 9—接地极

1. 接闪器

接闪器是指直接接受雷击的金属构件。根据被保护物体形状及接闪器形状的不同, 可分为避雷针、避雷带、避雷网。

1) 避雷针

避雷针是装在细高的建筑物或构筑物突出部位或独立装设的针形导体, 通常用圆钢或钢管加工而成, 所用圆钢或钢管的直径随着避雷针的长度增加而增大, 一般要求圆钢直径不小于 12mm, 钢管直径不小于 20mm, 壁厚不小于 3mm。避雷针的顶端应加工成尖形, 以利于尖端放电。

2) 避雷带

避雷带是利用小截面圆钢或扁钢做成的条形长带, 作为接闪器装于建筑物易遭受雷击的部位, 如屋脊、屋檐、屋角、女儿墙和高层建筑物的上部垂直墙面上, 是建筑物防直击雷普遍采用的装置。避雷带由避雷线和支持卡子组成, 支持卡子常埋设于女儿墙上或混凝土支座上, 如图 4-21 所示。当避雷带水平敷设时, 支持卡子间距为 1~1.5m, 转弯处为

0.5m。高层建筑的上部垂直墙面上，每三层在结构圈梁内敷设一条扁钢与引下线焊接成环状水平避雷带，以防止侧向雷击。

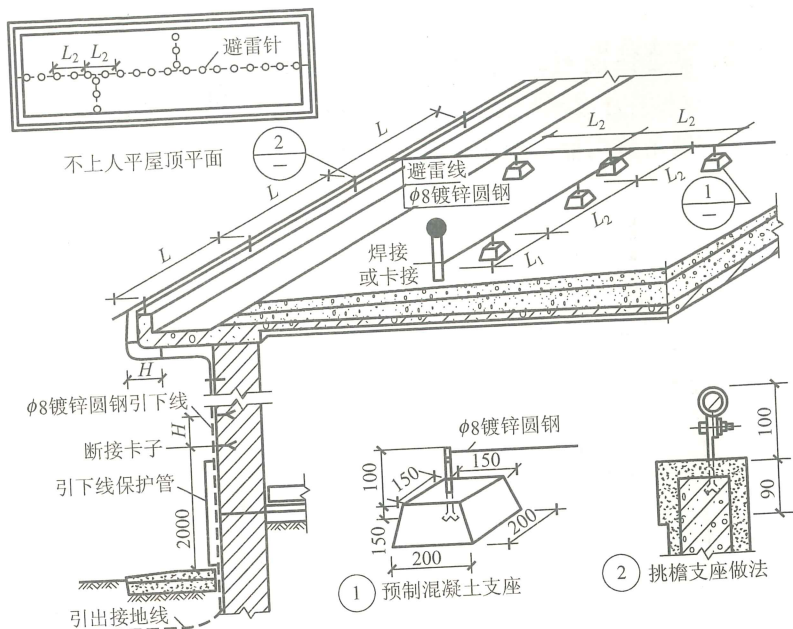


图 4-21 避雷网在平屋顶上安装示意图

3) 避雷网

当避雷带形成网状时就称为避雷网。避雷网用以保护建筑物屋顶部水平面不受雷击。避雷带(网)可以采用镀锌圆钢或扁钢，圆钢直径大于或等于 8mm；扁钢截面积大于或等于 48mm²，厚度大于或等于 4mm。如图 4-22 所示为避雷网材料实景。

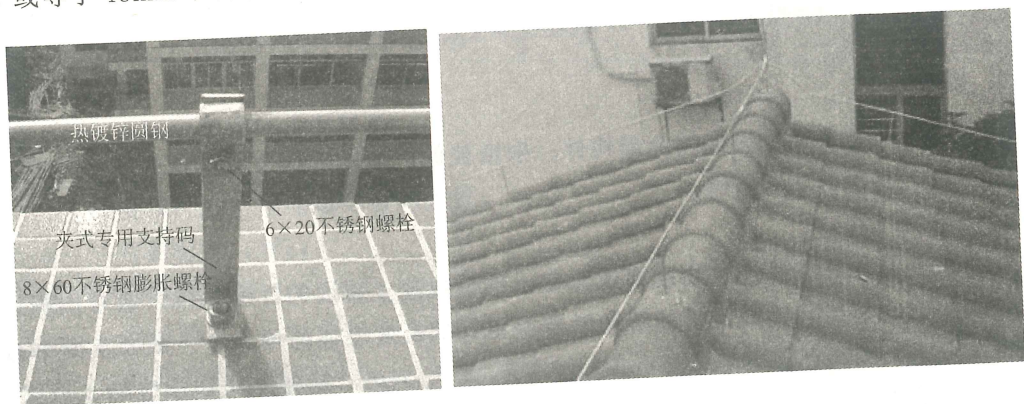


图 4-22 避雷网材料实景

2. 引下线

引下线是指连接接闪器与接地装置的金属导体，可以用圆钢或扁钢做单独的引下线，也可以利用建筑物柱筋或其他钢筋做引下线，如图 4-23 所示。
用圆钢或扁钢做引下线时，一般由引下线、引下线支持卡子、断接卡子、引下线保护

管等组成。引下线为2根及以上时，需在距地面0.3~1.8m做断接卡子，供测量接地电阻，断接卡子以下的引下线需用套管进行保护。

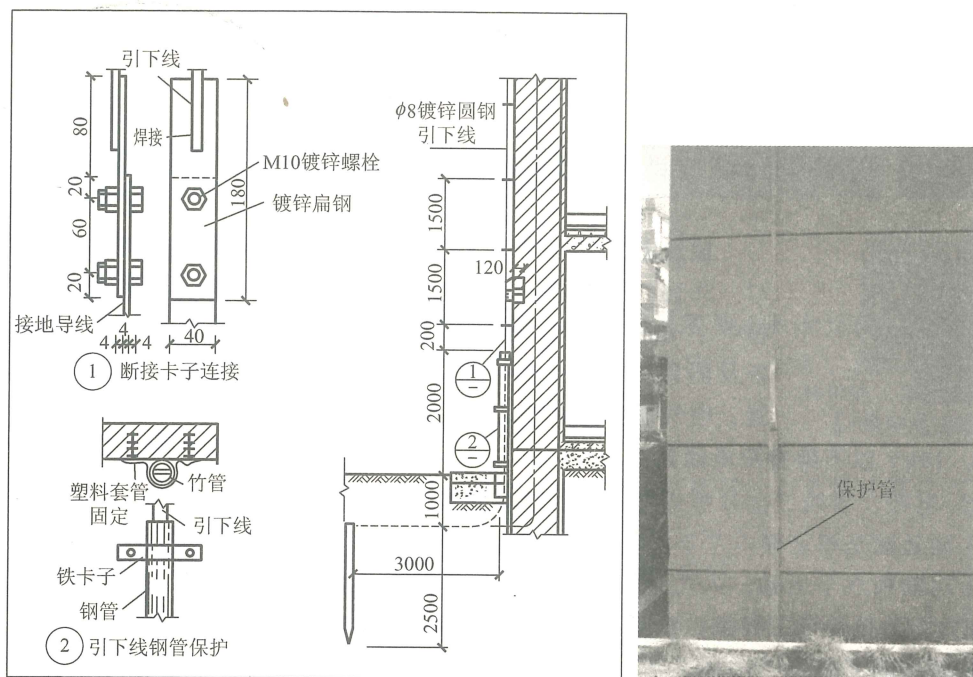


图 4-23 避雷引下线接地装置安装示意图及实景

3. 接地体

接地体是指埋入土壤或混凝土基础中作为散流用的金属导体。接地体分自然接地体和人工接地体。人工接地体一般由接地母线、接地极组成，常用的接地极可以是钢管、角钢、钢板、铜板等，如图 4-24 所示。自然接地体是利用基础里的钢筋做接地体的一种方式。

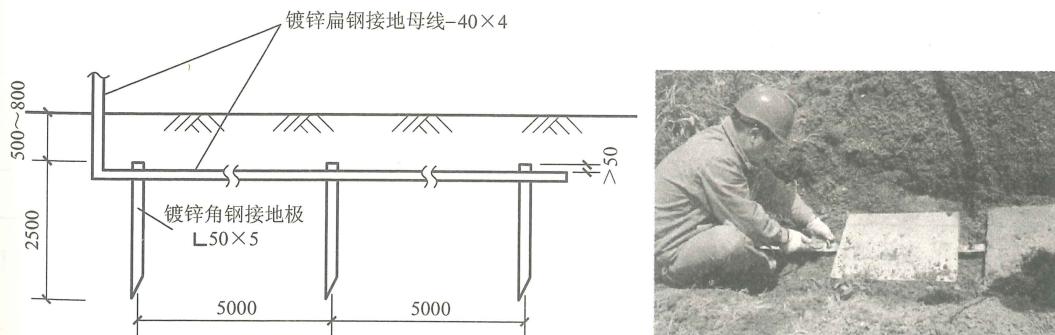


图 4-24 接地体及接地母线现场安装