

安装工程识图与构造

主编：胡 婧



北京理工大学出版社



高等职业教育“十三五”规划教材

安装工程识图与构造

主 编 胡 婧

副主编 杨晓东 吕 丹 陈 媛



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书共分5个模块, 主要内容包括建筑电气工程安装工艺与识图、防雷与接地系统安装工艺与识图、建筑采暖系统安装工艺与识图、建筑给水排水系统安装工艺与识图、通风空调系统安装工艺与识图等。本书依据最新规范和标准进行编写, 具有内容实用、简要、系统、完整、操作性强等特点。

本书可作为高职高专院校建筑工程技术等相关专业的教材, 也可作为工程技术人员的学习参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

安装工程识图与构造 / 胡婧主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2018.6(2018.7重印)

ISBN 978-7-5682-5808-1

I. ①安… II. ①胡… III. ①建筑制图—识图—高等学校—教材 IV. ①TU204.21

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第139561号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 10

字 数 / 222千字

版 次 / 2018年6月第1版 2018年7月第2次印刷

定 价 / 28.00元

责任编辑 / 钟 博

文案编辑 / 钟 博

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前 言

本教材紧紧围绕职业岗位对学生职业能力的要求，以施工图为载体，以职业技能培养为目标，对本课程内容体系作模块化划分，并进行施工图识读的导入和解析，方便学生明确学习目标，有针对性地学习知识，通过本教材的学习将相关知识转化为实践能力，注重培养学生的专业知识能力与实际识读能力。

教材编写内容贴近行业新规范、新工艺、新技术，内容繁简恰当，难度适中。本教材反映了当前我国安装工程的实际内容，注重工程实践，符合专业教学的需求。

本教材共分为5个模块，即建筑电气工程安装工艺与识图、防雷与接地系统安装工艺与识图、建筑采暖系统安装工艺与识图、建筑给水排水系统安装工艺与识图、通风空调系统安装工艺与识图，分别介绍了各专业系统的组成、形式、施工图的识读等内容。

本书由吉林省经济管理干部学院胡婧担任主编，由吉林省经济管理干部学院杨晓东、吕丹、陈媛担任副主编。具体编写分工为：模块1由胡婧编写；模块2、模块4由吕丹、陈媛共同编写；模块3由杨晓东编写；模块5由胡婧、杨晓东共同编写。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏与不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

模块1 建筑电气工程安装工艺与识图	1
1.1 建筑电气基础知识	1
1.1.1 建筑供配电系统	1
1.1.2 建筑电气照明系统	4
1.2 电气照明线路安装	8
1.2.1 电气照明线路的组成	8
1.2.2 配电箱的安装要求与分类	14
1.2.3 照明线路的敷设	14
1.2.4 照明灯具的安装	20
1.2.5 灯具开关、插座的安装	21
1.2.6 建筑物照明通电试运行	22
1.3 建筑电气施工图的识读	23
1.3.1 电缆的组成	23
1.3.2 常用电气施工图的图例	26
1.3.3 图纸识读	28
练习题	33
模块2 防雷与接地系统安装工艺与识图	34
2.1 雷电的种类与危害	34
2.2 防雷装置及其安装	37
2.2.1 防雷装置的组成	38
2.2.2 防雷装置的安装	41
2.3 接地装置的安装及降低措施	48
2.3.1 接地装置的安装	49
2.3.2 降低接地装置的措施	51
2.4 防雷与接地系统施工图的识读	52
2.4.1 防雷与接地系统施工图的组成	52
2.4.2 防雷与接地系统施工图的识读步骤	52
2.4.3 防雷与接地系统施工图识读	52
练习题	54
模块3 建筑采暖系统安装工艺与识图	57
3.1 采暖系统的组成与分类	57
3.1.1 采暖系统的组成	57
3.1.2 采暖系统的分类	57
3.2 机械循环散热器采暖系统的组成	59
3.2.1 热水采暖系统的形式	59
3.2.2 散热器及辅助设备	62
3.2.3 采暖管道	71
3.2.4 管道防腐与保温	73
3.3 低温地辐射采暖系统的组成	74
3.3.1 系统的组成与形式	74
3.3.2 地热管的管材与布管方式	74

3.3.3	分集水器构造	75	4.3.2	自动喷水灭火系统	110
3.3.4	地辐射采暖地板	76	4.4 建筑给水排水工程施工图的识读		112
3.4 散热器及辅助设备安装		76	4.4.1	给排水工程施工图的组成与内容	112
3.4.1	散热器安装	76	4.4.2	常见的给排水施工图图例	112
3.4.2	低温地辐射采暖系统地热管安装	79	4.4.3	给排水施工图识读	115
3.4.3	热水采暖系统辅助设备安装	81	练习题		115
3.5 室内采暖系统安装		83	模块5 通风空调系统安装工艺与识图		117
3.5.1	室内采暖管道安装基本要求	83	5.1 通风系统的分类与组成		117
3.5.2	室内采暖管道安装	84	5.1.1	通风系统的分类	117
3.5.3	系统水压试验	86	5.1.2	通风系统的组成	120
3.6 室内采暖工程施工图的识读		87	5.1.3	高层建筑防排烟	124
3.6.1	采暖工程施工图的组成与内容	87	5.2 空调系统的分类与组成		129
3.6.2	采暖工程施工图的一般规定	88	5.2.1	空调系统的分类	129
3.6.3	采暖工程施工图识读	90	5.2.2	空调系统的组成	132
练习题		91	5.3 通风空调系统管道安装		135
模块4 建筑给水排水系统安装工艺与识图		93	5.3.1	通风空调管道管材及附件	135
4.1 室内生活给水排水系统		93	5.3.2	风管支、吊架安装	138
4.1.1	建筑给水排水系统的分类	93	5.3.3	风管的安装	139
4.1.2	室内生活给水系统	94	5.4 通风空调工程施工图的识读		143
4.1.3	室内生活排水系统	100	5.4.1	通风空调工程施工图的组成	143
4.2 给水排水常用管材、卫生器具、水箱、水泵		103	5.4.2	通风空调工程施工图的规定	144
4.2.1	建筑给水管材	103	5.4.3	通风空调施工图识读	145
4.2.2	建筑排水管材	104	练习题		152
4.2.3	卫生器具的安装	104	参考文献		153
4.2.4	水泵、水箱、水表的安装	106			
4.3 室内消防给水系统		108			
4.3.1	室内消火栓给水系统	108			

模块 1 建筑电气工程安装工艺与识图

知识目标

1. 掌握建筑供电系统和照明系统的组成。
2. 掌握识读建筑电气施工图纸的方法。
3. 熟悉电气照明线路和安装要求。
4. 了解常用的灯具和供电系统设备的性能。



建筑电气工程
安装工艺与识图

能力目标

能够看懂不同建筑电气照明施工图和动力施工图。

1.1 建筑电气基础知识

建筑电气功能主要有输送和分配电能、应用电能和传递信息，为人们提供舒适、便利、安全的建筑环境。建筑电气可划分为强电(电压)：供电、照明、防雷；弱电：电话、电视、消防、楼宇自控等。

各类建筑电气系统都是由用电设备、配电线路、控制和保护设备三部分构成的。

1.1.1 建筑供电系统

1. 建筑供电系统的组成

电力系统是由发电厂、电力网和电力用户(用电设备)组成的发电、输电、配电和用电的统一整体，又称为输配电系统或供电系统，如图 1-1 所示。

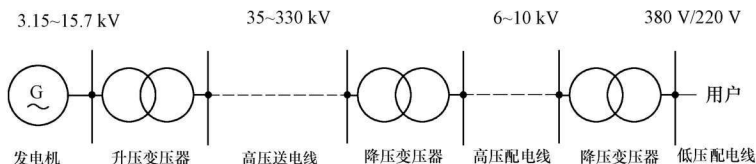


图 1-1 供电系统组成

(1)发电厂。发电厂是将一次能源(水力、火力、风力、原子能等)转换成用户可以直接使用的二次能源的电的场所。

根据利用的能源不同,发电厂可分为火力发电厂、水力发电厂、原子能发电厂、地热发电厂、潮汐发电厂、风力发电厂和太阳能发电厂等。

(2)电力网。电力网是电力系统中的重要组成部分,是电力系统中输送、交换和分配电能的中间环节。电力网由变电所、配电所和各种电压等级的电力线路所组成。电力网的作用是将发电厂生产的电能变换、输送和分配到电能用户。

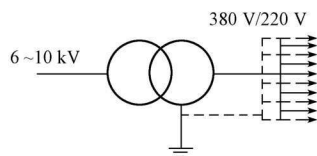
我国电力网的电压等级主要有 0.22 kV、0.38 kV、3 kV、6 kV、10 kV、35 kV、110 kV、220 kV、330 kV、550 kV 等。其中 35 kV 及以上的电力线路为输电线路,10 kV 及以下电力线路为配电线路。低压配电线路常用的电压为 380 V/220 V,电压由配电变压器提供;高压配电线路常用的电压为 6 kV 或 10 kV。

(3)电力用户。电力用户是所有用电设备的总称,又称为电力负荷。按其用途可分为动力用电设备(如电动机等)、工艺用电设备(如电解、电焊设备等)、电热用电设备(如电炉等)和照明用电设备等(如灯具等)。电力用户根据电压可分为高压用户和低压用户,高压用户的额定电压在 1 kV 以上,低压用户的额定电压一般为 380 V/220 V。

2. 建筑供配电形式

(1)各类民用建筑的供电形式。

1)小型民用建筑的供电形式。一般只需要一个简单的 6~10 kV 的降压变电所,供电形式如图 1-2 所示。用电设备容量在 250 kW 及以下或需用变压器容量在 160 kV·A 及以下时,不必单独设置变压器,可以用 220 V/380 V 低压供电。



2)大型民用建筑的供电形式(图 1-3)。由于用电负荷大,电源进线一般为 35 kV,需经两次降压,第一次由 35 kV 降为 10 kV,再将 10 kV 高压配线连至各建筑物变电所,降为 220 V/380 V。

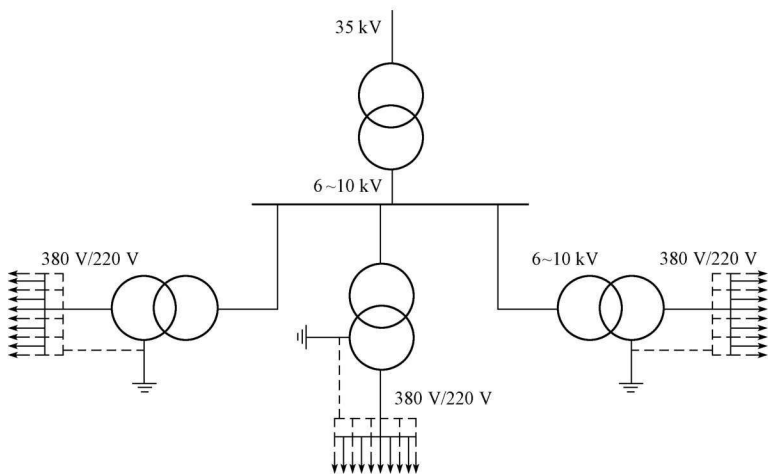


图 1-3 大型民用建筑供电形式

特别提示：

民用建筑的供电电压根据用电容量、用电设备特性、供电距离、供电线路的回路数、当地公共电网现状及其发展规划等因素，经技术经济比较确定。

①用电设备容量在 250 kW 或需用变压器容量在 160 kV·A 以上者宜以高压方式供电。

②用电设备容量在 250 kW 或需用变压器容量在 160 kV·A 及以下者宜以低压方式供电。

③特殊情况以高压方式供电。

3. 低压配电系统

低压配电系统是由配电装置(配电柜或盘)和配电线路(干线及支线)组成的。低压配电系统又分为动力配电系统和照明配电系统。

4. 低压建筑供配电形式

低压配电系统的配电方式主要有放射式和树干式。由这两种方式组合派生出来的配电方式还有混合式、链接式等，如图 1-4 所示。

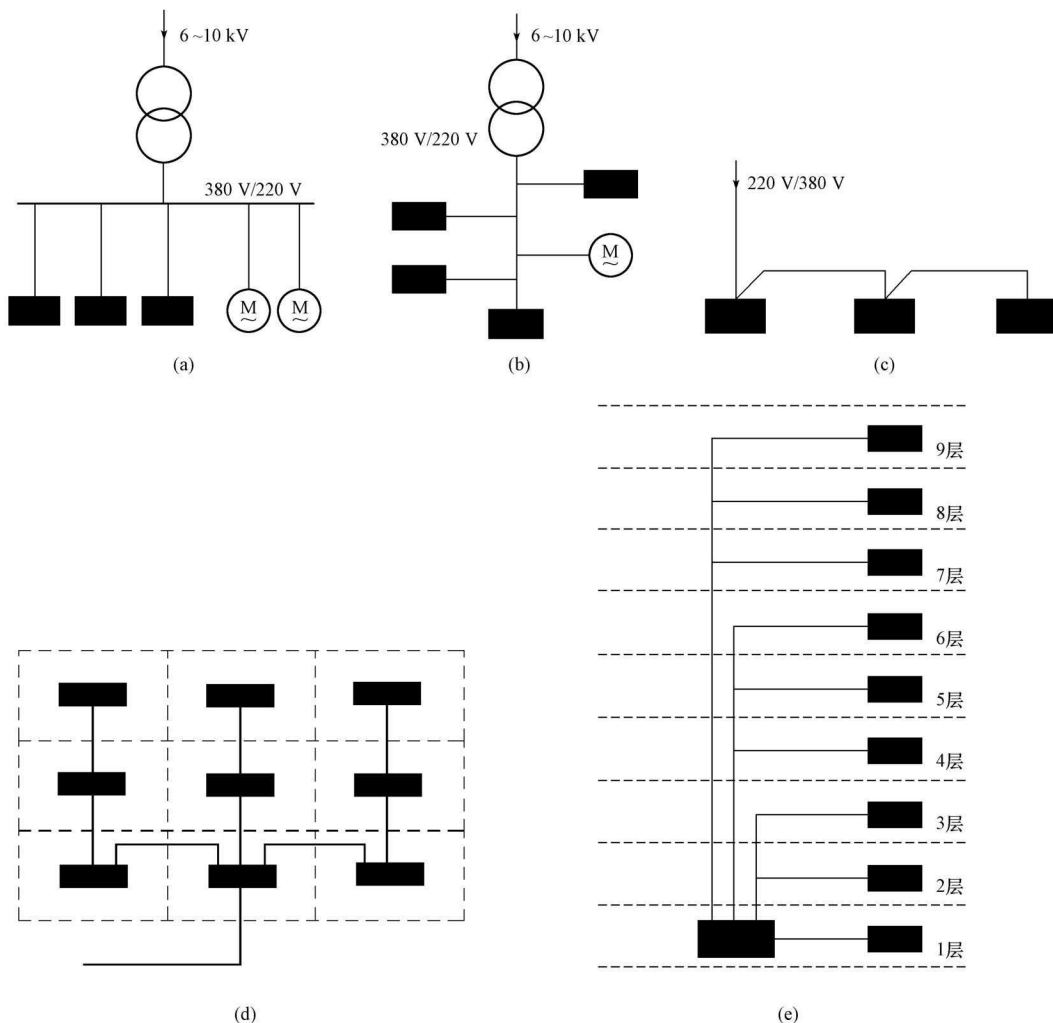


图 1-4 低压配电系统形式

(a)放射式；(b)树干式；(c)链接式；(d)多层建筑配线；(e)高层建筑配线

放射式配电是指由总配电箱直接分配负荷给分配电箱。其优点是各负荷相互独立，一旦发生故障不会影响其他回路，各干线相互不干扰，但系统所需要的开关和线路较多，系统灵活性差，总的配电线路系统经济性差。这种配电方式适用于容量大、要求集中控制的设备以及供电可靠性高的重要设备的配电回路等。

树干式配电是有一支总干线连接各配电箱。此配电方式投资小，结构简单，施工方便，易于扩展，但供电可靠性差，并且故障影响的范围较大。这种配电方式常用于供电可靠性要求不高的设备。

在大型配电系统中，大多数配电系统的配电方式一般采用放射式配电，不同楼层配电箱为树干式或链接式配电。

1.1.2 建筑电气照明系统

电气照明系统由照明装置及其电气系统组成。

照明系统是指光能的产生、传播、分配(反射、折射和透射)和消耗吸收的系统。其由电光源、灯具、室内外空间、建筑内表面和工作面组成。

1. 照明方式及种类

(1)照明方式有一般照明、分区一般照明、局部照明和混合照明四种类型。

(2)照明种类可分为正常照明、应急照明、警卫照明、值班照明、景观照明和障碍照明。其中，应急照明可分为备用照明、安全照明和疏散照明。

2. 电光源分类

电光源可分为固体发光光源和气体放电发光光源，见表 1-1。

表 1-1 电光源分类

电光源	固体发光光源	热辐射光源	白炽灯	用于开关频繁场所、需要调光场所、要求防止电磁波干扰的场所，其余场所不推荐使用	
			卤钨灯	适用于电视转播照明，并用于绘画、摄影和建筑物投光照明等	
		电致发光光源	场致发光灯(EL)	大量用作 LCD 显示器的背光源	
			半导体发光二极管(LED)	常作为指示灯、带色彩的装饰照明等	
	气体放电发光光源	辉光放电灯	氖灯	常作为指示灯、装饰照明等	
			霓虹灯	用作建筑物装饰照明	
		低气压灯	荧光灯	广泛应用于各类建筑的照明中	
			低压钠灯	适用于公路、隧道、港口、货场和矿区照明	
		弧光放电灯	高气压灯	高压钠灯	广泛应用于道路、机场、码头、车站、广场及工矿企业照明
				高压汞灯	常用于空间高大的建筑物中
金属卤化物灯	用于电视、体育场、礼堂等对光色要求很高的大面积照明场所				

(1)白炽灯。白炽灯适用于需要调光、要求显色性高、迅速点燃、频繁开关及需要避免对测试设备产生高频干扰的地方和屏蔽室等。因其体积小，并可制成各种功率的规格，同时易于控光、没有附件、光色宜人等，故特别适用于艺术照明和装饰照明。小功率投光等还适用于橱窗展示照明和美术馆陈列照明灯，也适用于事故照明。因白炽灯灯光效率低、寿命短、电能消耗大、维修费用高，故使用时间长的工程车间照明不宜采用，如图 1-5 所示。



图 1-5 白炽灯

(2)荧光灯。荧光灯适用于进行较精细的工作，需要正确识别色彩，照度要求较高或进行长时间紧张视力工作的场所，悬挂高度在 4 m 以下为宜。日光色荧光灯适用于天然采光的房间照明或要求环境舒适的照明场所。荧光灯在开关频繁的场所不宜采用，对环境温度过高或过低的室内外场所也不适用，如图 1-6 所示。



图 1-6 荧光灯

(3)卤钨灯。卤钨灯宜用在照度要求较高、显色性较好或要求调光的场所，如体育馆、大会堂、宴会厅等。其色温尤其适用于彩色电视的演播室照明。由于它的工作温度较高，不适于多尘、易燃、有爆炸危险、有腐蚀性的环境场所，以及有振动的场所，如图 1-7 所示。其中，石英聚光卤钨灯用于拍摄电影、电视及舞台照明的聚光灯或回光灯具中。

(4)荧光高压汞灯。荧光高压汞灯适用于要求照度中等或较高的高大厂房和露天场所；使用荧光高压汞灯宜采用混光照明的方法，这样可以获得高光效，光色也可以得到改善，

如体育馆、工程高大车间等。荧光高压汞灯同样适用于路灯照明，近郊道路、工厂厂区道路。适用于大面积室内、外照明，如图 1-8 所示。



图 1-7 卤钨灯



图 1-8 荧光高压汞灯

(5)金属卤化物灯。金属卤化物灯适用于要求照度高、显色性好的场所，如体育馆、美术馆、展览馆等。采用漏光照明方法可以获得高光效，光色也可以得到改善，漏光照明方法适用于路灯照明、繁华街道照明，投光灯或高杆照明。高杆照明可设置在立交桥、广场、车站、码头等处，如图 1-9 所示。



图 1-9 金属卤化物灯

(6)高压钠灯。高压钠灯适用于要求照度中等或较高高大厂房、机场、码头、车站、体育馆和露天场所；市区街道路灯照明。投光灯或高杆照明，高杆照明可设置在立交桥、广场、车站、码头等处，如图 1-10 所示。



图 1-10 高压钠灯

(7)LED 节能灯。LED 节能灯即半导体发光二极管，具有光效高、耗电少、寿命长、易控制、免维护、安全环保等特点，是新一代固体冷光源。LED 节能灯无频闪直流电，对眼睛起到很好的保护作用，是台灯、手电的最佳选择，如图 1-11 所示。



图 1-11 LED 节能灯

3. 照明灯具

(1)照明灯具的概念。照明灯具是指调整光源发出的光以得到舒适的照明环境的器具。

(2)照明灯具的作用。照明灯具的作用有固定光源；对光源提供机械保护；控制光源发出光线的扩散程度，达到配光要求；防止眩光；保证特殊场所的照明安全，如防尘、防水等；装饰和美化环境。

(3)照明灯具的分类。

1)按配光可分为：直射型灯具、半直射型灯具、漫射型灯具、半反射型灯具、反射型灯具。

2)按结构形式可分为：开启式灯具、保护式灯具、防尘式灯具、密闭式灯具、防爆式灯具。

3)按灯具的安装方式可分为：悬吊式、吸顶式、壁式、嵌入式、半嵌入式、落地式、

台式、庭院式、道路式、广场式灯具。

(4)照明灯具的布置。根据灯具在房间内(或所在场所)的空间位置,其可分为高度布置和水平布置。

1)灯具的高度布置要满足灯具的垂度适宜,一般为0.3~1.5 m。一般房间的高度在2.8~3.5 m,考虑灯具的检修和照明的效率,悬挂高度一般为2.2~3.0 m。

2)灯具的水平布置也称为平面布置,其可分为均布布置和选择布置两种形式。

①均匀布置是指灯具间距按一定的规律(正方形、矩形、菱形等)均匀布置,使整个工作面获得比较均匀的照度。均匀布置适用于室内灯具的布置,一般照明大多采用这种布置方式。

②选择布置是指为了满足局部要求而进行的选择布置,只用在局部照明或定向照明中。其可减少一定数量的灯具,有利于节约投资和能源。

1.2 电气照明线路安装

1.2.1 电气照明线路的组成

电气照明线路主要由电源进户线、总配电箱、干线、分配电箱、支线、用户配电箱(或照明设备)等组成,如图1-12所示。

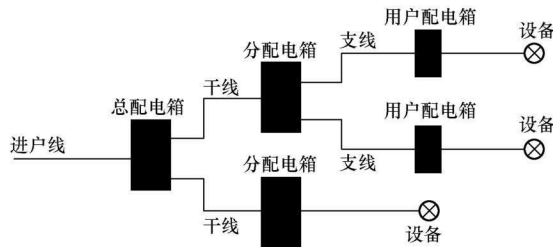


图 1-12 电气照明线路组成

1.2.1.1 电源进户线

由建筑室外进入到室内配电箱的这段电源线称为进户线,通常有架空进线和电缆埋地进线两种方式。

1. 电缆架空进线形式

架空进线是架挂在电杆上使用的用电线路。架空光缆敷设方式可以利用原有的架空明线杆路,节省建设费用、缩短建设周期。架空进线挂设在电杆上,要求能适应各种自然环境。一般用于长途二级或二级以下的线路,也适用于专用网用线线路或某些局部特殊地段。

(1)架空敷设是一种不同于常规的电缆埋地敷设的方法。当受到城市地下其他管线或市政公共设施等特殊原因的影响,不能将电缆敷设于地下,或采用一般架空线路时,可采用

电缆架空敷设。

(2)架空所用的钢绞线的截面应根据电缆线路的跨距、荷重和机械强度来选择，其最小截面不小于 10 mm^2 ，钢绞线和电缆固定件应热镀锌。钢绞线上电缆固定点的间距应小于 0.75 m ；控制电缆固定点的间距应小于 0.6 m 。

(3)线路架空敷设时与热力管道的净距应大于 1 m ，当其净距小于或等于 1 m 时，则应采用隔热措施。电缆与非热力管道的净距应大于 0.5 m ，当其净距小于或等于 0.5 m 时，应在管道接近的或由该段两端向外延伸不小于 0.5 m 以内的电缆段上，采取防止电缆受机械损伤的措施。

(4)架空电缆从杆上引下入地时，地面上应用一段 2.5 m 长的保护管，并固定牢靠，保护管根部应伸入地下 0.2 m ，如图 1-13 所示。

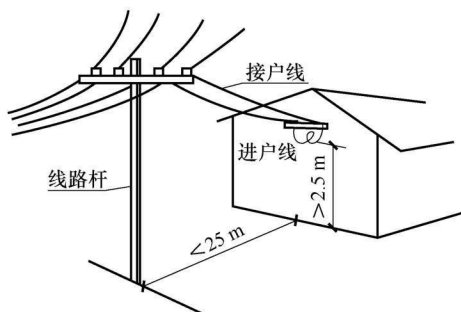


图 1-13 架空进线

2. 电缆埋地进线形式

(1)电缆敷设前后必须用 500 V 兆欧表测量绝缘电阻，一般不低于 $10 \text{ M}\Omega$ 。

(2)电缆芯线应采用圆套管连接。套管一般分为铜套管和铝套管，铜芯电缆用铜套管压接，铜套管为含铜 99.9% 以上的铜管制成，壁厚不小于 1 mm ，长度是套管直径的 $8\sim 10$ 倍；铝芯电缆用铝套管压接，铝套管的含铝应不小于 99.6% ，壁厚不小于 1.2 mm ，长度同样是套管直径的 $8\sim 10$ 倍；如果敷设的电缆是铜芯和铝芯电缆的连接，应采用铜铝过渡接头，并且需要对铜铝过渡接头在与导线压接前进行退火处理。

(3)在地理电缆线路的接头和转角处必须设置手孔井或标桩，为便于维修和查勘，手孔井的间距应小于 50 m 。

(4)在电缆沟、手孔井内以及进入控制箱、配电柜的电缆和中间接头、终端头均应配有记载电缆规格、型号、线路名称或回路号数的电缆指示牌。

(5)电缆连接的中间头或终端头必须密封防水。剖切电缆线时不能将电缆线芯绝缘外皮损伤。每次的电缆线路施工都应有施工的原始记录，其中包括电缆型号、规格、长度、安装日期、中间接头和终端头的编号。这样做的好处是可以防止电缆线路的变动和修改，方便地理电缆线路的查勘和维修。

(6)每次地理线缆线路有所变动时，都应及时更正相应的技术资料 and 电缆指示牌，确保线路资料的正确性，如图 1-14 所示。

3. 供电电源与形式

(1)不同负荷等级对电源的要求不同。

1)一级负荷：应采用两路独立电源供电，电源线路取自不同的变电站，为保证供电的可靠性，工程常多设一路电源，作为应急，常用的应急电源有蓄电池、发电机、不间断电源 UPS 或 EPS 等。

2)二级负荷：采用两回线路供电，电源线路取自同一变电所的不同母线，但一般也设

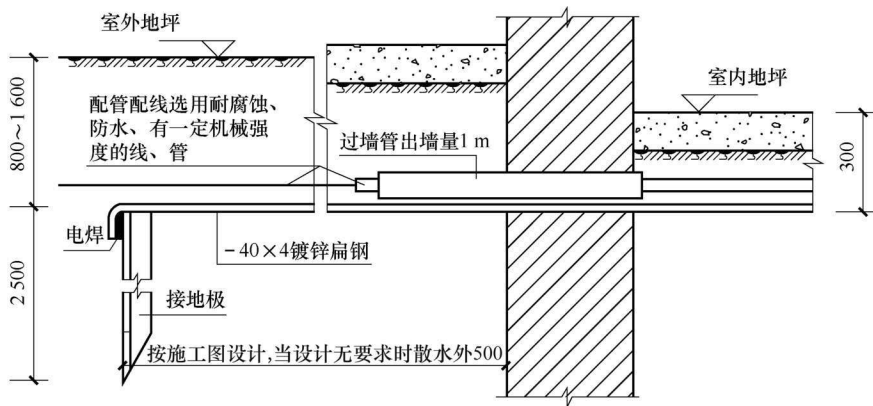


图 1-14 电缆埋地进线

置蓄电池等应急电源。

3) 三级负荷：对电源无特殊要求。

(2) 供电形式。照明系统的供电一般应采用 380 V/220 V 三相四线制(TN-C 接地系统)中性点直接接地的交流电源，即三根相线加一根中线，此时的中线因接地，可以当作保护线使用，故又称为保护中线“PEN”；也可采用三相五线制(TN-S 接地系统)交流电源，即三根相线加一根中线 N、一根保护线 PE。如负荷电流小于等于 40 A 时，可采用 220 V 单相二线制的交流电源(即一根相线 L 和一根中线 N)。

电缆一般借助放线架、滚轮等敷设，在沟内不宜拉得很直，应略呈波浪形，以适应环境温度造成的热胀冷缩。多根电缆不应相互盘绕敷设，应保持至少一个电缆直径的间距，以满足散热的要求。电缆较长且中间有接头时，必须采用专用的电缆接头盒。若电缆有分支，常采用电缆分支箱分线。

1.2.1.2 总配电箱

总配电箱是建筑连接电源、接收和分配电能的电气装置。配电箱是将断路器、刀开关、熔断器、电度表等设备、仪表集中设置在一个箱体内的成套电气设备。配电箱在电气工程中起电能的分配、线路的控制等作用。

低压配电箱根据用途不同分为电力配电箱和照明配电箱两种。根据安装方式不同可分为悬挂式、嵌入式和半嵌入式三种。根据材质不同可分为铁制、木制和塑料制品，其中铁制配电箱使用较为广泛。

1. 配电箱

配电箱是按电气接线要求将开关设备、测量仪表、保护电器和辅助设备组装在封闭或半封闭的金属柜中或屏幅上，构成低压配电装置。正常运行时可借动手动或自动开关接通或分断电路。故障或不正常运行时借助保护电器切断电路或报警。借助测量仪表可显示运行中的各种参数，还可对某些电气参数进行调整，对偏离正常工作状态进行提示或发出信号，常用于各发、配、变电所中。

(1) 固定面板式开关柜，又称为开关板或配电屏。它是一种有面板遮拦的开启式开关

柜，正面有防护作用，背面和侧面仍能触及带电部分，防护等级低，只能用于对供电连续性和可靠性要求较低的工矿企业作变电室集中供电用。

(2)防护式(即封闭式)开关柜。防护式(即封闭式)开关柜是指除安装面外，其他所有侧面都被封闭起来的一种低压开关柜。这种柜子的开关、保护和监测控制等电气元件，均安装在一个用钢或绝缘材料制成的封闭外壳内，可靠墙或离墙安装。柜内每条回路之间可以不加隔离措施，也可以采用接地的金属板或绝缘板进行隔离。通常门与主开关操作有机械连锁。另外还有防护式台型开关柜(即控制台)，面板上装有控制、测量、信号等电器。防护式开关柜主要作为工艺现场的配电装置。

(3)抽屉式开关柜。抽屉式开关柜采用钢板制成封闭外壳，进出线回路的电器元件都安装在可抽出的抽屉中，构成能完成某一类供电任务的功能单元。功能单元与母线或电缆之间，用接地的金属板或塑料制成的功能板隔开，形成母线、功能单元和电缆三个区域。每个功能单元之间也有隔离措施。抽屉式开关柜有较高的可靠性、安全性和互换性，是比较先进的开关柜，目前生产的开关柜，多数是抽屉式开关柜。它们适用于要求供电可靠性较高的工矿企业、高层建筑，作为集中控制的配电中心。

(4)动力、照明配电控制箱。动力、照明配电控制箱多为封闭式垂直安装。因使用场合不同，外壳防护等级也不同。它们主要作为工矿企业生产现场的配电装置，如图 1-15 所示。



图 1-15 配电箱

2. 变(配)电所主要设备(低压设备)

低压配电系统有三种接地形式，即 TN 系统、TT 系统和 IT 系统。

(1)TN 系统。电力系统中性点直接接地，受设备的外露可导电部分通过保护线与接地点连接。按照中性线与保护线组合情况，又可分为三种形式：

1)TN-S 系统(又称五线制系统)。整个系统中的中性线(N)与保护线(PE)是分开的。因为 TN-S 系统可安装漏电保护开关，有良好的漏电保护性能，所以在高层建筑或多层建筑中得到广泛采用。

2)TN-C 系统(又称四线制)。整个系统中的中性线(N)与保护线(PE)是合一的，TN-C 系统主要应用在三相动力设备较多的系统，如工厂、车间等。因为少配了一根线所以比较