



普通高等教育“十三五”规划教材

建筑电气工程识图 施工与计价

汪冶冰 主编

JIANZHU DIANQI
GONGCHENG SHITU
SHIGONG YU JIJIA



化学工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

建筑电气工程识图 施工与计价

汪冶冰 主编

常有政 杨宇杰 张 于 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书为土建学科高等学校工程造价与建筑管理类专业教材,全书内容包括:建筑电气工程识图基础知识,变配电工程,动力、照明工程,建筑防雷接地工程,火灾自动报警及消防联动系统,通信网络及综合布线,建筑电气工程定额计量与计价,建筑电气工程清单计量与计价。

本书可作为高等院校工程管理、工程造价专业以及电气工程技术、安装工程等相关专业教材,也可作为从事电气工程造价的专业人员及相关管理人员的培训教材和参考书,并可作为自学者的读物。*

图书在版编目(CIP)数据

建筑电气工程识图施工与计价/汪治冰主编. —北京:
化学工业出版社, 2017. 8
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-122-30149-9

I. ①建… II. ①汪… III. ①建筑工程-电气设备-
电路图-识图-高等学校-教材 IV. ①TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 163188 号

责任编辑: 满悦芝

文字编辑: 吴开亮

责任校对: 王 静

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京新华印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 15¼ 字数 380 千字 2017 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.80 元

版权所有 违者必究

本书依据国家现行建设工程费用规定、现行国家标准《通用安装工程消耗量定额》《建设工程工程量清单计价规范》及全国高等学校工程管理、工程造价专业本科教学大纲编写，内容力求精准，注重图文结合，充分反映建筑学科技术发展的现状，具有较强的针对性和实用性。

本书前六章介绍了建筑电气及智能建筑工程中各单项工程的识图及施工方法，在第七章和第八章的定额计价和清单计价部分以住宅楼电气工程造作为实例，按照工程量计算规则、计价原理、工程造价的组成，系统地介绍了建筑电气单位工程造价计价原理、程序和方法。

“建筑电气工程识图施工与计价”是一门技术性、实践性、专业性、政策性都很强的专业基础课程。要求学生通过本课程的学习，获得建筑电气工程造的基本理论、基本知识和基本技能。为了便于理解和掌握教材内容，各章都设有思考题，供学习者复习之用。

本书由长春工程学院汪冶冰（编写第三、四、七、八章）主编，负责统稿和定稿；常有政、杨宇杰、张于副主编。参加本书编写工作的人员还有常有政（编写第二章）、杨宇杰和于卓群（编写第五章）、张于和王月志（编写第六章）、于卓群（编写第一章）。

在成书过程中，编者参阅了大量的书刊资料，在此对相关作者表示衷心的感谢。

目前电气工程各个领域发展迅速，学科的综合性越来越强，虽然在编写时力求做到内容全面，密切联系工程实际，但由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请专家和读者批评指正。

编 者

2017年6月

第一章 建筑电气工程图识图基础知识 1

第一节 电气工程图识图的基本知识	1
第二节 电气工程图的图形符号和文字符号	3
第三节 建筑电气工程图	6
思考题	9

第二章 变配电工程 10

第一节 建筑供电系统概述	10
第二节 变配电所高低压一次设备及配电系统图	15
第三节 变配电所工程图	24
第四节 变配电设备安装	30
思考题	40

第三章 动力、照明工程 41

第一节 动力、照明工程图	41
第二节 电气照明基本知识及照明装置安装	47
第三节 室内配电线路	54
第四节 线路入户方式	69
第五节 备用和不间断电源安装	72
第六节 电气照明工程图实例	74
思考题	80

第四章 建筑防雷接地工程 81

第一节 雷电的形成及雷击类型	81
第二节 建筑物防雷等级划分及防雷措施	83
第三节 防雷装置的组成及安装	86
第四节 建筑物保护接地系统	95
第五节 建筑防雷接地工程实例	97

思考题.....	100
----------	-----

第五章 火灾自动报警及消防联动系统 101

第一节 火灾自动报警系统组成及安装.....	101
第二节 火灾报警系统线路敷设及施工图.....	113
第三节 火灾自动报警及消防联动系统工程实例.....	116
思考题.....	124

第六章 通信网络及综合布线 125

第一节 有线电视系统.....	125
第二节 电话通信系统.....	135
第三节 综合布线系统.....	139
第四节 智能住宅系统.....	143
思考题.....	149

第七章 建筑电气工程定额计量与计价 150

第一节 安装工程消耗量定额概述.....	150
第二节 安装工程预算定额的编制.....	152
第三节 建筑电气工程量计算规则.....	158
第四节 建筑电气安装工程预算实例.....	174
思考题.....	180

第八章 建筑电气工程量清单计量与计价 181

第一节 工程量清单概述.....	181
第二节 建筑电气工程工程量清单编制.....	183
第三节 建筑电气工程清单项目设置及计算规则.....	189
第四节 工程量清单计算实例.....	206
思考题.....	220

附录 221

附录 1 常用图形符号.....	221
附录 2 电气设备常用基本文字符号.....	233

参考文献 238

第一章 建筑电气工程图识图基础知识

第一节 电气工程图识图的基本知识

电气工程图是按照国家规定或行业习惯的画法和符号、标注方式、说明在图纸上表示电气设计的内容,是工程技术人员进行交流的手段,是建筑电气工程领域的工程技术语言,是建设工程的依据。下面介绍与电气工程识图有关的一些基础知识。

一、电气工程图三要素

(1) 图例 利用国家规定或行业习惯的符号表示电气设备,详见附录 1。

(2) 标注 按国家规定或行业习惯的表达方式表示电气设备的特性和必要的内容。

(3) 图线 在图纸中使用的各种线条。电气工程图中常用的线条有以下几种。

① 粗实线:一般表示主回路,电气施工图的干线、支线、电缆线、架空线等。

② 细实线:一般表示控制回路或一般线路。建筑平面图要用细实线,以便突出用粗实线绘制的电气线路。

③ 虚线:一般长虚线表示事故照明线路,短虚线表示钢索或屏蔽。在电路图中,点画线表示控制和信号线路,双点画线表示 36V 及以下的线路。

在设计时,为表示清楚,可在线条旁边标注相关符号或文字,以便区分不同图线的表示的内容。

二、电气工程图基本知识

(1) 图幅 A0 号~A5 号,图纸一般不加宽,特殊情况下,允许加长 A1~A3 号图纸的长度和宽度,A0 号图纸只能加长,图纸应按 1/8 幅面为单位加长或加宽。

(2) 字体 图面上的文字说明,图中的字体应符合标准,字体大小和形式应考虑美观。

(3) 比例 图纸上线条大小与物体实际大小的比值。电气工程图中,一般电气设备安装及线路敷设的施工平面图需按比例绘制,电气系统图、原理图及接线控制图可不按比例绘制。

(4) 尺寸 由尺寸线、尺寸界线、尺寸数字、尺寸起止点的箭头或 45°短画线组成。

(5) 定位轴线 建筑平面图中表示位置信息的轴线,按一定原则由左向右、由下向上标注。电气工程图通常是在建筑平面底图上完成的,应保留定位轴线,以便于施工计划和工程预算。

(6) 标高 一般取建筑物地坪高度为 $\pm 0.00\text{m}$,往上计算为正值,往下计算为负值;电气平面图中,还可以选择每一层地坪或楼面为参考面;电气设备和线路安装、敷设位置高度

一般以该层地坪为基准。

(7) 设备表 电气工程图上要求提供主要设备材料表,表内应列出全部电气设备材料的规格、型号、数量以及有关的重要数据,并要求与图纸中的表示相一致而且按照序号编写。

(8) 设计总说明和设计说明 用文字叙述的方式说明一个建筑工程的主要信息。设计说明是工程图纸的重要内容,是电气系统图、平面图的重要补充。设计总说明一般应说明一个建筑工程的建筑概况、工程特点、主要电气设备的规格型号(标准或非标)、供电方式、防雷接地的技术要求、设计指导思想,使用的新材料、新工艺、新技术以及对施工的要求等。设计说明一般对某一类图纸的共同特征进行必要说明。

三、电气图的组成及其用途

电气工程图是阐述电气工程的构成和功能,描述电气装置的工作原理,提供安装接线和维护使用信息的施工图。由于一项电气工程的规模不同,反映该项工程的电气图的种类和数量也是不同的。电气工程图按表达的性质和功能一般包括首页、电气系统图、电气平面图、电路原理图、安装接线图、设备布置图、大样图等。

(1) 首页 首页内容包括电气工程图的目录、图例、设备明细表、设计说明等。图例一般是列出本套图样涉及的一些特殊图例。设备明细表只列出该项电气工程一些主要电气设备的名称、型号、规格和数量等。设计说明主要阐述该电气工程设计的依据、基本指导思想与原则,补充图中未能表明的工程特点、安装方法、工艺要求、特殊设备的使用方法及其他使用与维护注意事项等。

(2) 电气系统图 电气系统图是表达电气工程的供电方式、电能输送、分配控制关系和设备运行情况的图纸,也提供设备和线缆的规格型号及数量。电气系统图又称为一次回路系统图或主接线图,建筑电气系统图一般采用单线图方式绘制。电气系统图有变配电系统图、动力系统图、照明系统图和弱电系统图等。

(3) 电气平面图 电气平面图是表示电气设备、装置与线路平面布置的图纸,是进行电气安装的主要依据。电气平面图以建筑总平面图为依据,在图上绘制出电气设备、装置及线路的安装位置、敷设方法等。常用的电气平面图有:变配电所平面图、动力平面图、照明平面图、防雷平面图、接地平面图以及弱电工程平面图等。电气平面图中的设备等是用图例、标注表示的,只反映设备的安装位置以及设备之间的相对关系。通过电气平面图可以计算出各种电管线的精确数量,所以它也是编制施工计划和电气工程概预算书的重要依据之一。

(4) 设备布置图 设备布置图是表示各种电气设备平面与空间的位置、安装方式及其相互关系的,通常由平面图、立面图、断面图、剖面图及各种构件详图等组成。设备布置一般都是按三面视图的原理绘制的,与一般机械工程图没有原则性的区别。

(5) 电路原理图 电路原理图是表示某一系统或装置的电气工作原理的图纸。建筑中的电路原理图有整体式和展开式两种画法,简单原理图可以采用整体式画法,工程上采用展开式原理图居多。通过分析电路原理图可以清楚地看出整个系统的动作顺序。电路原理图还可以用来指导电气设备和器件的安装、接线、调试、使用与维修。电气工程图中,常见的电路原理图有断路器控制信号电路、隔离开关二次控制电路、互感器二次工作电路、中央信号电路及建筑设备自动控制电路等。

(6) 安装接线图 安装接线图是表示某一设备内部各种电气元器件之间位置关系及接线关系的,用来指导电气安装、接线、查线。它是与电路图相对应的一种图。

(7) 大样图 大样图是表示电气工程某一部件、构件的具体安装要求和做法的图纸, 只用于指导加工与安装, 若属于国家标准的大样图, 在施工中可不必画出, 只需文字说明即可。

第二节 电气工程图的图形符号和文字符号

电气工程图中, 设备、元件、线路及其安装方法等在许多情况下是借用统一的图形符号和文字符号以及项目符号来表达的, 即图例和标注。图形符号是构成电气图的基本单元, 是电工技术文件中的“象形文字”, 是组成电气“工程语言”的“词汇”和“单词”。文字符号用于电气技术领域技术文件的编制, 标明电气设备、装置和元器件的名称、功能、状态或特征。为了能读懂电气工程图, 施工人员必须熟记各种电气设备和元件的图例符号及文字标记的意义。

一、电气图用图形符号

1. 图形符号的组成

所谓图形符号就是通常用于图样或其他文件以表示一个设备或概念的图形、标记或字符。电气图用图形符号由符号要素、一般符号、限定符号和方框符号组成。

(1) 符号要素 符号要素是一种具有确定意义的简单图形, 必须同其他图形组合以构成一个设备或概念的完整符号。例如图 1-1 是直热式阴极电子管的图形符号, 它是由管壳、阳极、阴极(灯丝)三个符号要素组成的。很显然, 这些符号要素一般是不能单独使用的, 只有按照这一方式组合起来以后, 才能构成这一电子管的完整符号。当这些符号要素与其他符号以另一种方式组合时, 则又成为另一种电子管的符号了。

(2) 一般符号 一般符号是用以表示一类产品或此类产品特征的一种通用简单的符号, 如图 1-2 所示。



图 1-1 直热式阴极电子管的图形符号及符号要素



图 1-2 一般图形符号

(3) 限定符号 用以提供附加信息的一种加在其他符号上的符号, 称为限定符号。限定符号通常不能单独使用, 但由于限定符号的应用, 而大大扩展了图形符号的多样性。例如, 电阻器的一般符号如图 1-3 (a) 所示。在此一般符号上分别附加上不同的限定符号, 则可得图 1-3 (b)~图 1-3 (h) 所示的可变电阻器、滑线式变阻器、压敏电阻器、热敏电阻器、0.5W 电阻器、碳堆电阻器、熔断电阻器的图形符号。开关的一般符号如图 1-4 (a) 所示, 在此一般符号上再分别附加上不同的限定符号, 则可得图 1-4 (b)~图 1-4 (g) 所示的隔离开关、负荷开关、具有自动释放的负荷开关、断路器、按钮开关、旋钮开关的图形符号。常用限定符号参见附录 1。限定符号通常不能单独使用。但一般符号有时也可用作限定

符号。如电容器的一般符号加到传声器符号上即可构成电容式传声器的符号。

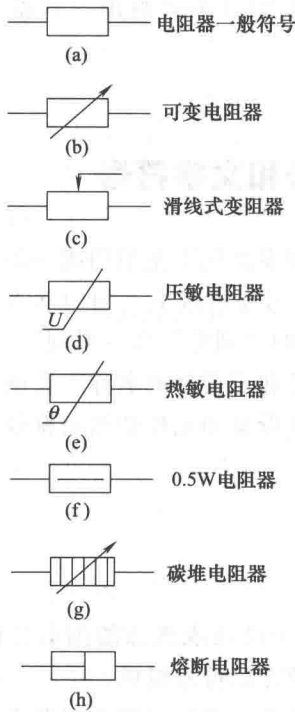


图 1-3 加限定符号的电阻器图形符号

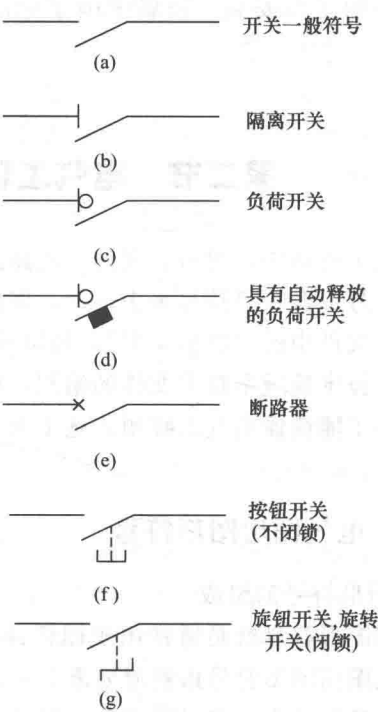


图 1-4 加限定符号的开关图形符号

(4) 方框符号 用以表示元件、设备等的组合及其功能，既不给出元件、设备的细节也不考虑所有连接的一种简单的图形符号。方框符号在框图中使用最多。电路图外的外购件、不可修理件也可用方框符号表示。

2. 电气图图形符号的分类

《电气图用图形符号》(GB/T 4728) 是电气技术领域技术文件所主要选用的图形符号，包括以下 13 个部分。

- ① 总则部分。包括本标准内容提要、名词术语、符号的绘制、编号、使用及其他规定。
- ② 符号要素、限定符号和常用的其他符号。主要内容包括轮廓和外壳，电流和电压的种类，可变性，力、运动和流动方向，特性量的动作相关性，材料的类型，效应或相关性，辐射，信号波形，机械控制，操作件和操作方法，非电量控制，接地、接机壳和等电位，理想电路元件等。常用部分符号见附录 1-1。表中序号为该符号在 GB/T 4728 中的序号。
- ③ 导线和连接器件。主要内容包括导线，端子和导线的连接，连接器件，电缆附件等。常用部分符号见附录 1-2。
- ④ 无源元件。主要内容包括电阻器、电容器和电感器，铁氧化磁芯和磁存储器矩阵，压电晶体、驻极体和延迟线等。常用部分符号见附录 1-3。
- ⑤ 半导体管和电子管。主要内容包括半导体管，电子管和电离辐射探测器件和电化学器件等。常用部分符号见附录 1-4。
- ⑥ 电能的发生和转换。主要内容包括绕组及其连接的限定符号，电机，变压器和电抗器，变流器，原电池或蓄电池，电能发生器等。常用部分符号见附录 1-5。
- ⑦ 开关、控制和保护装置。主要内容包括触点，开关、开关装置和起动器，机电式有

或无继电器,测量继电器和有关器件,接近和接触敏感器件,保护器件等。常用部分符号见附录 1-6。

⑧ 测量仪表、灯和信号器件。主要包括指示、记录和积算仪表一般符号,指示仪表示例,记录仪表示例,积算仪表示例,计数器件,热电偶,遥测器件,电钟,灯和信号器件等。常用部分符号见附录 1-7。

⑨ 电信交换和外围设备。包括交换系统及其设备,电话、电报和数据设备,换能器、记录机和播放机,传真设备等。常用部分图形符号见附录 1-8。

⑩ 电信传输系统。包括电信电路,天线和无线电台,微波技术和其他方框符号,频谱图,光通信等。常用图形符号见附录 1-9。

⑪ 电力、照明和电信布置。主要包括发电站和变电所,电信局(站)和机房设施,网络,音响和电视图像的分配系统,配电、控制和用电设备,插座、开关和照明;报警设备等。常用部分图形符号见附录 1-10。这部分图形符号在建筑电气工程图中使用最多,应特别引起注意。

⑫ 二进制逻辑单元。

⑬ 模拟单元。限于篇幅,我们只能将常用部分图形符号在附录 1 中给出,以满足阅读一般建筑电气工程图的需要。当不能满足需要时,请读者自查《电气简图用图形符号》(GB/T 4728)或按规定派生新的图形符号。

3. 图形符号的特点

① 图形符号均是按其功能,在未激励状态下按无电压、无外力作用的正常状态绘制示出的,与它所表示的对象的具体结构和实际形状尺寸无关,因而具有广泛的通用性。

② 图形符号的大小和图线的宽度一般不影响符号的含义,可按照绘图的需要,将符号放大或缩小,但应注意各符号相互间及符号自身的比例应保持不变。

③ 图形符号的方位不是强制的。在不改变符号含义的前提下,可根据图面布置的需要,将符号旋转或成镜像放置,但文字和指示方向不能倒置。

④ 图形符号仅适用于器件、设备或装置之间在系统之中的外部连接,而不适用于装置、设备内部自身连接,符号的构成不包括连接线,为清晰起见,示例符号通常带连接线示出,但连接线的方位不是强制的。

二、文字符号

1. 文字符号的组成

电气技术中文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号。

(1) 基本文字符号 基本文字符号有单字母符号和双字母符号。单字母符号是用拉丁字母将各种电气设备、装置和元器件划分为 23 大类,每大类用一个专用单字母符号表示。如“R”表示电阻器类,“L”表示电感等。见附录 2——电气设备常用基本文字符号。

双字母符号是由一个表示种类的单字母符号与另一字母组成的,其组合形式以单字母符号在前,另一字母在后的次序列出。只有当用单字母符号不能满足要求,需要将大类进一步划分时,才采用双字母符号,以便较详细和更具体地表述电气设备、装置和元器件。双字母符号中的第二位字母通常选用该类设备、装置和元器件的英文名词的首位字母,或者常用缩略语或约定俗成的习惯用字母。如“CP”表示电力电容器,“C”为电容器的单字母符号,“Power”为电力英文名。

（2）辅助文字符号 辅助文字符号是用以表示电气设备、装置和元器件以及线路的功能、状态和特征的。如“RST”表示复位，“YE”表示黄色，“RD”表示红色等。辅助文字符号也可放在表示种类的单字母符号后边，组合成双字母符号，如“YB”表示电磁制动器。其中“Y”是表示电气操作的机械器件类的基本文字符号，“B”是表示制动的辅助文字符号，两者组合成“YB”，则成为电磁制动器的文字符号。为简化文字符号起见，若辅助文字符号由两个以上字母组成，允许只采用其第一位字母进行组合，辅助文字符号也可以单独使用，如“ON”表示接通，“OFF”表示断开，“PE”表示保护接地等。

2. 补充文字符号的原则

在编制电气技术文件时，应优先采用 09DX001 标准规定的文字符号，当规定的基本文字符号和辅助文字符号不敷使用时，可按前述文字符号的组成规律和下述原则予以补充。

① 在不违背 09DX001 规定的编制原则的条件下，可采用国际标准中规定的电气技术文字符号。

② 在优先采用 09DX001 标准中规定的单字母符号、双字母符号和辅助文字符号的前提下，可补充标准中未列出的双字母符号和辅助文字符号。

③ 文字符号应按有关电气名词术语国家标准或专业标准中规定的英文术语缩写而成。同一设备若有几种名称时，应选用其中一个名称。当设备名称、功能、状态或特征为一个英文单词时，一般采用该单词的第一位字母构成文字符号，需要时也可用前两位字母，或前两个音节的首位字母，或者采用常用缩略语或约定俗成的习惯用法构成；当设备名称、功能、状态或特征为 2 个或 3 个英文单词时，一般采用该 2 个或 3 个单词的第一位字母，或者采用常用缩略语或约定俗成的习惯用法构成文字符号。

④ 因拉丁字母“I”“O”易同阿拉伯数字“1”和“0”混淆，因此，不允许单独作为文字符号使用。

⑤ 文字符号的字母采用拉丁字母大写正体字。

第三节 建筑电气工程图

一、建筑电气工程简介

建筑电气是以电能、电气设备和电气技术为手段，创造、维持与改善建筑环境实现某些功能的一门学问，它是随着建筑技术由初级向高级阶段发展的产物，也是介于土建和电气两大类学科之间的一门综合学科。

经过多年的发展，它已经建立了自己完整的理论和技术体系，发展成为一门独立的学科。特别是进入 20 世纪 80 年代以后，建筑电气已开始形成以近代物理学、电磁学、电场、电子、机械电子等理论为基础应用于建筑领域内的一门新兴学科，并在此基础上又发展与应用了信息论、系统论、控制论，以及电子计算机技术，向着综合的方向发展。

根据建筑电气工程的功能，人们比较习惯地把它分为强电工程和弱电工程。强电系统是把电能引入建筑物，经过用电设备转换成机械能、热能和光能等的系统；处理对象为电能，对电能进行传输、转换与使用；特点是电压高、电流大、功率大、频率低；主要考虑的问题是减小损耗、提高效率和供电安全性等。弱电系统是完成建筑物内部以及内部与外部之间的

信息传递与交换的系统；处理的对象是信息，即对信息进行传送与控制；特点是电压低、电流小、功率小、频率高；主要考虑的问题是信息传送的效果问题，诸如信息传送的保真度、速度、广度和可靠性等。

建筑电气工程分为室外电气安装、变配电室安装、供电干线安装、电气动力安装、电气照明安装、备用和不间断电源安装、防雷及接地系统安装 7 个分部工程，其详细内容见表 1-1。2001 年中华人民共和国建设部和国家质量监督检验检疫总局联合发布《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2013) 将建筑工程分成 9 个分部工程，并将我们习惯称之为建筑电气工程中的弱电工程部分，独立成为一个分部工程，称为智能建筑工程，与建筑电气工程及其他 7 个分部工程相并列。智能建筑工程分为通信网络系统、办公自动化系统、建筑设备监控系统、火灾报警及消防联动系统、安全防范系统、综合布线系统、智能化集成系统、电源与接地、环境、住宅(小区)智能化系统 10 个分部工程。

表 1-1 建筑电气分部(子分部)分项工程划分

分部工程	子分部工程	分 项 工 程
建筑电气	室外电气	架空线路及杆上电气设备安装, 变压器、箱式变电所安装, 成套配电柜、控制柜(屏、台)和动力、照明配电箱(盘)及控制柜安装, 电线、电缆导管和线槽敷设, 电线、电缆穿管和线槽敷线, 电缆头制作、导线连接和线路电气试验, 建筑物外部装饰灯具、航空障碍标志灯和庭院路灯安装, 建筑照明通电试运行, 接地装置安装
	变配电室	变压器、箱式变电所安装, 成套配电柜、控制柜(屏、台)和动力、照明配电箱(盘)安装, 裸母线、封闭母线、插接式母线安装, 电缆沟内和电缆竖井内电缆敷设, 电缆头制作、导线连接和线路电气试验, 接地装置安装, 避雷引下线和变配电室接地干线敷设
	供电干线	裸母线、封闭母线、插接式母线安装, 桥架安装和桥架内电缆敷设, 电缆沟内和电缆竖井内电缆敷设, 电线、电缆导管和线槽敷设, 电线、电缆穿管和线槽敷线, 电缆头制作、导线连接和线路电气试验
	电气动力	成套配电柜、控制柜(屏、台)和动力、照明配电箱(盘)及安装, 低压电动机、电加热器及电动执行机构检查、接线, 低压电气动力设备检测、试验和空载试运行, 桥架安装和桥架内电缆敷设, 电线、电缆导管和线槽敷设, 电线、电缆穿管和线槽敷线, 电缆头制作、导线连接和线路电气试验, 插座、开关、风扇安装
	电气照明	成套配电柜、控制柜(屏、台)和动力、照明配电箱(盘)安装, 电线、电缆导管和线槽敷设, 电线、电缆穿管和线槽敷线, 槽板配线, 钢索配线, 电缆头制作、导线连接和线路电气试验, 普通灯具安装, 专用灯具安装, 插座、开关、风扇安装, 建筑照明通电试运行
	备用和不间断电源	成套配电柜、控制柜(屏、台)和动力、照明配电箱(盘)安装, 柴油发电机组安装, 不间断电源的其他功能单元安装, 裸母线、封闭母线、插接式母线安装, 电线、电缆导管和线槽敷设, 电线、电缆穿管和线槽敷线, 电缆头制作、导线连接和线路电气试验, 接地装置安装
	防雷及接地系统	接地装置安装, 避雷引下线和变配电室接地干线敷设, 建筑物等电位连接, 接闪器安装

二、建筑电气工程图的特点和注意事项

1. 建筑电气工程图的特点

(1) 电气工程图的简化性 电气工程图中的系统图、电路图、接线图、平面布置图等都是用简化的描述方式表达的, 通常用单线绘制, 而且对几何尺寸、绝对位置等无严格的要求。

(2) 电气工程的抽象性 电气工程图中的设备及其控制设备的信号装置、操作开关可能表示在不同的图中, 电气工程图中的连接可以用标注说明, 而没有直接的连线; 电气工程图中的连线有单线表示、多线表示和混合表示等方法; 电气工程图中的电气原理有集中表示、

半集中表示和分开表示等方法；电气工程图中的设备的电气功能和原理一般采用系统图、电路图等描述，而设备的位置则一般采用平面图、接线图等描述，即分别表示在不同的图纸中，要结合不同的图纸才能表达或阅读。

(3) 电气工程的广泛性表现在以下两个方面：①建筑电气工程设计要考虑建筑结构、装修、功能、消防和设备的位置、规格、用途等因素，例如线路敷设、走向，设备的布置、电气平面图要考虑建筑的梁、柱、门窗、楼板等因素。②电气工程涉及的规范多，例如一些设计、安装等要求在有关国家标准、规范、章程中都有明确的规定，在电气工程图中并不一一标注出来，因此熟悉有关规范、规程的要求是建筑电气工程图的基本要求。

(4) 建筑电气工程施工是与主体工程（土建工程）及其他安装工程（给排水管道、工艺管道、采暖通风空调管道、通信线路、消防系统及机械设备等安装工程）施工相互配合进行的，所以建筑电气工程图与建筑结构图及其他安装工程图不能发生冲突。例如，线路走向与建筑结构的梁、柱、门窗、楼板的位置、走向有关，还与管道的规格、用途、走向有关。因此，阅读建筑电气工程图时应对应阅读与之有关的土建工程图、管道工程图，以了解相互之间的配合关系。

2. 读图注意事项

就建筑电气工程而言，读图时应注意如下事项：

① 注意阅读设计说明，尤其是施工注意事项及各分部分项工程的做法，特别是一些暗设线路、电气设备的基础及各种电气预埋件更与土建工程密切相关，读图时要结合其他专业图纸阅读。

② 注意系统图与系统图对照看，例如供配电系统图与电力系统图、照明系统图对照看，核对其对应关系；系统图与平面图对照看，例如电力系统图与电力平面图对照看，照明系统图与照明平面图对照看，核对有无不对应的错误，看系统的组成与平面对应的位置，看系统图与平面图线路的敷设方式、线路的型号、规格是否保持一致。

③ 注意看平面图的水平位置与其空间位置。

④ 注意线路的标注，注意电缆的型号规格，注意导线的根数及线路的敷设方式。

⑤ 注意核对图中标注的比例。

三、阅读建筑电气工程图的一般程序

阅读建筑电气工程图必须熟悉电气图基本知识（表达形式、通用画法、图形符号、文字符号）和建筑电气工程图的特点，同时掌握一定的阅读方法，才能比较迅速全面地读懂图纸，以完全实现读图的意图和目的。

阅读建筑电气工程图的方法没有统一规定，具体针对一套图纸，一般多按以下顺序（见图 1-5）阅读（浏览），而后再重点阅读。

(1) 看标题栏 了解工程项目名称内容、设计单位、设计日期、绘图比例。

(2) 看目录 了解单位工程图纸的数量及各种图纸的编号。

(3) 看设计说明 了解工程概况、供电方式以及安装技术要求。特别注意的是有些分项局部问题是在各分项工程图纸上说明的，看分项工程图纸时也要先看设计说明。

(4) 看图例 充分了解各图例符号所表示的设备器具名称及标注说明。

(5) 看系统图 各分项工程都有系统图，如变配电工程的供电系统图，电气工程的电力系统图，电气照明工程的照明系统图，了解主要设备、元件连接关系及它们的规格、型号、

参数等。

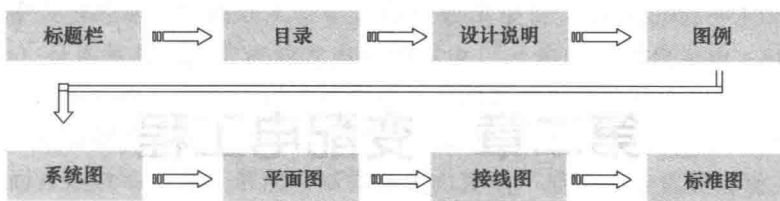


图 1-5 电气工程图读图顺序

(6) 看平面图 了解建筑物的平面布置、轴线、尺寸、比例, 各种变配电设备、用电设备的编号、名称和它们在平面上的位置, 各种变配电设备的起点、终点、敷设方式及在建筑物中的走向。读平面图的一般顺序如图 1-6 所示。



图 1-6 电气平面图读图顺序

(7) 看电路图、接线图 了解系统中用电设备控制原理, 用来指导设备安装及调试工作, 在进行控制系统调试及校线工作中, 应依据功能关系从上至下或从左至右逐个回路地阅读, 电路图与接线图端子图配合阅读。

(8) 看标准图 标准图详细表达了设备、装置、器材的安装方式方法。

(9) 看设备材料表 设备材料表提供了该工程所使用的设备、材料的型号、规格、数量, 是编制施工方案、编制预算、材料采购的重要依据。

思考题

1. 简图是电气图的主要表达形式, 试述简图的定义。
2. 电气图分为哪几种? 简述各种图的用途。
3. 简述电气图用图形符号的组成和特点。
4. 简述文字符号的组成和用途。
5. 补充文字符号的原则是什么?
6. 熟记常用图形符号和文字符号。
7. 简述建筑电气工程内容。
8. 建筑电气工程图最常用图种有哪些?
9. 建筑电气工程图的特点是什么?
10. 阅读建筑电气工程图的一般方法是什么?
11. 阅读建筑电气工程图时, 为什么还要阅读有关安装大样图和规范、规程?

第二章 变配电工程

第一节 建筑供配电系统概述

一、供电系统的组成

电力系统是随着电力工业的发展逐步形成的,是由各种类型发电厂中的发电机,各种电压等级的变压器及输、配电线路,用户的各类型用电设备组成的包含有一次系统、二次系统的复杂的有机整体。电力系统通常是由发电机、变压器、电力线路、用电设备等组成的三相交流系统。

电力系统中的电气设备也称电力系统的元件。电能由发电厂产生,发电厂一般建在动力资源丰富的地方,通常与用电场所相距较远,这就需把电能长距离地输送到用电场所。为了减少输送过程中的电能损失,一般把发电机发出的电压用变压器进行升压送至用户。而用户所使用的电压又是很低的,多数为 380V 和 220V,所以又需要降压,甚至需要二次降压才能达到用户的要求。这样一个由产生、输送、分配和使用电能的各子系统所连接起来的有机整体称为电力系统。电力系统的组成示意图和系统图如图 2-1 所示。

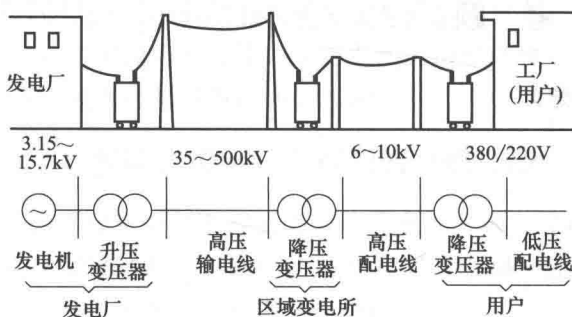


图 2-1 电力系统组成示意图和系统图

1. 发电厂

发电厂是把其他形式的能量,如水能、太阳能、风能、核能等转换成电能的工厂。根据所利用的能量形式不同,发电厂可分为水力发电厂、火力发电厂、风力发电厂、核能发电厂、地热发电厂等。目前,我国发电厂多为水力发电厂和火力发电厂。

水力发电厂也称水电站,它是利用河水从上游流到下游时形成的位差,推动发电机转动,把水的位能变成电能而发电的。水力发电厂的发电量与水的流量及水的落差的大小成正比,一般河流的流量不能人为地改变,但可以通过提高水的落差来提高水力发电厂的发电量。

火力发电厂利用燃烧化石燃料(煤、石油、天然气等)所得到的热能发电。火力发电的发电机组有两种主要形式:利用锅炉产生高温高压蒸汽使汽轮机旋转带动发电机发电,称为汽轮发电机组;燃料进入燃气轮机将热能直接转换为机械能驱动发电机发电,称为燃气轮机发电机组。火力发电厂通常是指以汽轮发电机组为主的发电厂,如凝汽式火力发电厂

(steam power plant)。此类火力发电厂中做过功的蒸汽排入凝汽器冷凝成水,重新送回锅炉。在凝汽器中大量的热量被循环水带走,所以效率很低,只有 30%~40%。所谓热电厂(thermal plant)是指装有供热式汽轮发电机的发电厂。热电厂不仅发电,还向附近的企业等供热。热电厂汽轮机中一部分做过功的蒸汽从中间断抽出供给热力用户,或经热交换器将水加热后把热水供给用户,效率高达 60%~70%,热能利用率较高。我国火力发电厂燃料以煤炭为主,而且热效率不高。节能与减排在火力发电厂显得十分重要且潜力巨大。

风力发电是利用风力吹动建造在塔顶上的大型桨叶旋转带动发电机发电。依据目前的风车技术,风速约为 3m/s 时,便可以开始发电。风力发电正在世界上形成一股热潮,因为风力发电没有燃料问题,也不会产生辐射或空气污染。一般由数座、十数座甚至数十座风力发电机组成的发电场地称为风力发电厂。中国的风电资源不仅丰富,而且分布基本均匀,为风能的集中开发利用提供了极大的便利。

核能发电厂也称核电站,它主要利用原子核的裂变能来生产电能,其能量转换过程是:核裂变能→热能→机械能→电能。其他电源形式还有太阳能发电、潮汐发电、地热发电、燃料电池等。

2. 变电所

变电所是变换电能电压和接受分配电能的场所,是联系发电厂和电力用户的中间枢纽。电力网中的变电所除有升压和降压之分外,还可分为枢纽变电所、区域变电所、中间变电所及终端变电所等。

升压变电所一般和大型发电厂结合在一起,把电能电压升高后,再进行长距离输送。枢纽变电所一般都汇聚多个电源和大容量联络线,且容量大,处于电力系统的中枢位置,地位重要。中间变电所处于电源与负荷中心之间,可以转送或抽引一部分负荷。终端变电所一般都是降压变电所,只负责对一个局部区域负荷供电而不承担功率转送任务。还有一种不改变电能电压仅用以接受电能和分配电能的站(所),电压等级高的输电网中称为开关站,中低压配电网中称配电站或开闭所。

3. 电力线路

电力线路是输送电能的通道,其任务是把发电厂生产的电能输送并分配给用户,把发电厂、变配电所和电能用户联系起来。它由不同电压等级和不同类型的线路构成。建筑供配电线路的额定电压等级多为 10kV 和 380V,并有架空线路和电缆线路之分。

4. 电力用户

凡取用电能的所有单位均称为电力用户,如工业用户、农业用户、市政商业用户和居民用户,其中工业企业用电量约占我国全年总发电量的 64%,是最大的电力用户。电力用户量大、面广,且高度分散。《电力法》规定,供电企业应当保证供给用户的电能质量符合国家标准。对公用供电设施引起的供电质量问题,应当及时处理。电力用户应当按照国家核准的电价和用电计量装置的记录,按时缴纳电费。

二、低压配电系统

1. 低压配电系统分类

低压配电系统由配电装置(配电盘)及配电线路组成。配电方式有放射式、树干式及混合式,如图 2-2 所示。

放射式的优点是各个负荷独立受电,因而故障范围一般仅限于本回路,线路发生故障需