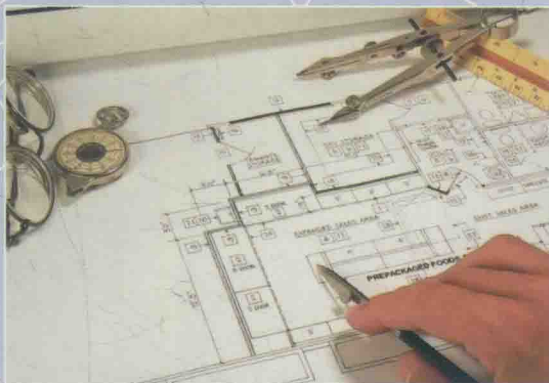




高等职业院校机电类专业“十三五”系列规划教材



电气工程图识图

DIANQI GONGCHENG TU SHITU



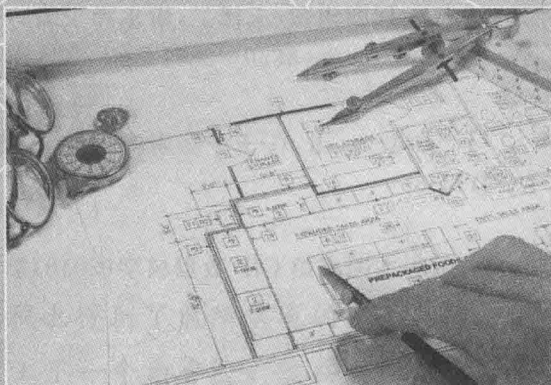
主 编	王桂兰	康永泽
副主编	施喜平	李 可
	黄伟林	杨少昆



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS



高等职业院校机电类专业“十三五”系列规划教材



电气工程图识图

DIANQI GONGCHENG TU SHITU



主 编	王桂兰	康永泽
副主编	施喜平	李 可
	黄伟林	杨少昆

合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电气工程图识图/王桂兰,康永泽主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2016.6
ISBN 978-7-5650-2851-9

I. ①电… II. ①王…②康… III. ①建筑工程—电气设备—电路图—识别
IV. ①TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 142808 号

电气工程图识图

电气工程图识图

王桂兰 康永泽 主编

责任编辑 汤礼广

出版 合肥工业大学出版社
地址 合肥市屯溪路 193 号
邮编 230009
电话 理工编辑部:0551-62903087
市场营销部:0551-62903163
网址 www.hfutpress.com.cn
E-mail hfutpress@163.com

版次 2016 年 6 月第 1 版
印次 2016 年 8 月第 1 次印刷
开本 787 毫米×1092 毫米 1/16
印张 14.75
字数 353 千字
印刷 合肥现代印务有限公司
发行 全国新华书店

ISBN 978-7-5650-2851-9

定价: 36.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

前 言

随着我国科学技术的发展,电气工程也得到了前所未有的发展,特别是智能控制技术的飞速发展使电气工程迈上了一个新台阶。这些年国家实行一级建造师、二级建造师、监理工程师、注册电气工程师的注册执业资格考试制度,对从事电气工程的人员在施工、监理、工程管理方面提出了更高的要求。当今的电气工程人员不仅要能根据各类的电气工程图纸完成施工或技术管理任务,还要学会用绘图软件把已经完成施工的实际施工图绘制出来以备验收。

为了帮助相关专业的学生和电气工程人员更好地学习和掌握各种电气工程图,我们特编写本书。本书共分为八个单元,分别是识图基础、变配电所工程图、照明与动力工程图、防雷与接地工程图、电气控制电路图、消防工程图、有线电视系统图、安防监控工程图。其中电气控制电路图包括水泵电气控制、机床电气控制、锅炉电气控制、电梯电气控制、空调电气控制和风机电气控制;安防监控工程图包括门禁与停车场控制。每一单元都配有与实际相结合的工程图纸,有大量图片。本书适用于高职高专院校学生使用,也可以作为电气工程人员的培训与自学参考教材。

本书由长江工程职业技术学院王桂兰、康永泽、施喜平、李可、黄伟林、杨少昆编写。

由于时间仓促,编者水平有限,本书中难免有错漏和不妥之处,恳请广大使用者批评指正。

编 者



目 录

单元一 识图基础.....	(1)
任务一 图样格式认识.....	(1)
任务二 电气工程图分类.....	(5)
单元二 变配电所工程图.....	(8)
任务一 高压一次设备.....	(8)
任务二 变配电所的一次系统图	(24)
任务三 变配电所的二次系统图	(41)
单元三 照明与动力工程图	(50)
任务一 设备标注	(50)
任务二 照明与动力工程图	(58)
单元四 防雷与接地工程图	(78)
任务一 防雷设备	(78)
任务二 防雷工程图	(87)
任务三 接地工程图	(99)
任务四 等电位连接图.....	(103)
单元五 电气控制电路图.....	(111)
任务一 电机控制设备.....	(111)
任务二 电机控制电路.....	(125)
任务三 水泵的控制.....	(138)
任务四 机床电气控制电路图.....	(142)



任务五 锅炉电气控制.....	(152)
任务六 电梯电气控制.....	(156)
任务七 空调电气控制.....	(169)
任务八 风机电气控制.....	(184)
单元六 消防工程图.....	(188)
单元七 有线电视系统图.....	(201)
单元八 安防监控工程图.....	(209)
任务一 监控系统.....	(209)
任务二 门禁系统.....	(215)
任务三 停车场系统.....	(221)
附录：常用电气图形符号新旧对照表.....	(224)
参考文献.....	(230)



单元一 识读基础

电气工作人员在电气安装与施工中,能正确识读施工图纸是非常重要的。电气安装人员对图样的正确理解,会保证电气设备安装的质量,电气工程图识读是工程安装施工与维护检修至关重要的环节。设计院设计的电气工程图样都具有法律效力。在图纸会审中对不懂的问题或有疑问的地方要及时提出来,专家会通过答疑来帮助技术人员解决所有的疑点。因此,要求电气安装施工与运行维护人员必须精读图样,深刻理解设计意图,熟悉工程中涉及的各种电气功能。

任务一 图样格式认识

【学习目的】

掌握图纸图样、尺寸标注、标高、图纸索引等基本知识。

任务导入

在工程中,图纸是施工依据,我们要求会认识图纸,有时还要求会用电子软件作电气工程图。电气工程图属于严肃的技术文件,它的绘制格式及各种表达方式都必须遵守相关的规定。

相关知识

一、图样的格式

图样通常由边框线、图框线、标题栏、会签栏等组成,其格式如图 1-1 所示。

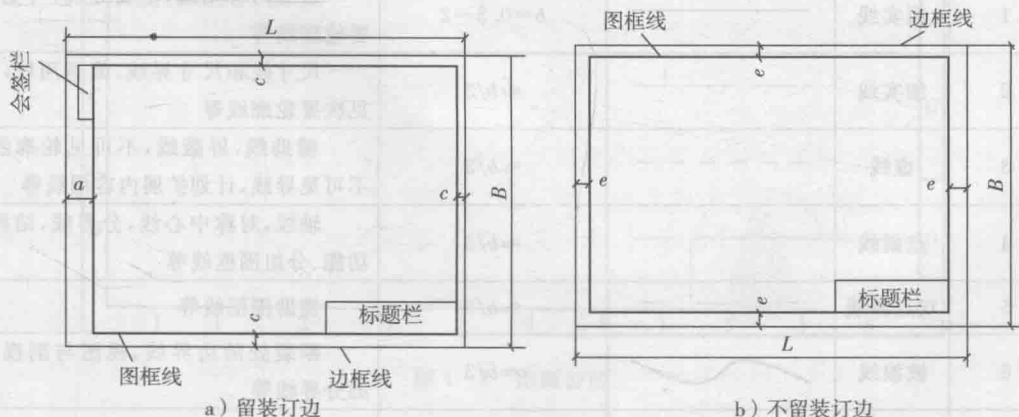


图 1-1 图样的格式



标题栏又称图标,是用以标注图样名称、图号、比例、张次、日期及有关人员签名等内容的栏目。标题栏的方位一般在图样的右下角,有时也设在下方或右侧。标题栏中的文字方向为看图方向,即图中的说明、符号等均应与标题栏的文字方向一致。会签栏设在图样的左上角,用于图样会审时各专业负责人签署意见,通常可以省略。

二、图样的幅面

图样的幅面一般分为 A0、A1、A2、A3 和 A4 五种标准型号,具体尺寸见表 1-1。根据需要可以对图样进行加长:A0 号图样以长边的 $1/8$ 为最小加长单位,最多可加长到标准图幅长度的 2 倍;A1、A2 号图样以长边的 $1/4$ 为最小加长单位,A1 号图样最多可加长到标准图幅长度的 2.5 倍,A2 号图样最多可加长到标准图幅长度的 5.5 倍;A3、A4 号图样以长边的 $1/2$ 为最小加长单位,A3 号图样最多可加长到标准图幅长度的 4.5 倍,A4 号图样最多可加长到标准图幅长度的 2 倍。

表 1-1 图幅尺寸

(单位:mm)

图幅代号	A0	A1	A2	A3	A4
宽 $\times$ 长(BL)	841 $\times$ 1189	594 $\times$ 841	420 $\times$ 594	297 $\times$ 420	210 $\times$ 297
留装订边时的边宽(c)	10	10	10	5	5
不留装订边时的边宽(e)	20	20	10	10	10
装订侧边宽(a)	25	25	25	25	25

三、图线与字体

绘制工程图样所用的各种线条统称为图线。为了使图形所表达的内容清晰、重点突出,国家标准中对图线的形式、宽度和间距都做了明确规定,详见表 1-2。汉字、字母和数字是图样的重要组成部分,因此要求字体端正、笔划清楚、排列整齐、间距均匀。汉字应采用长仿宋体,字母和数字可以用正体或斜体。

表 1-2 图线形式

序号	图线名称	图线形式	图线宽度/mm	一般应用
1	粗实线		$b=0.5\sim 2$	重点内容用线,主要导线,可见重要轮廓线等
2	细实线		$\approx b/3$	尺寸线和尺寸界线,简图用线,可见次要轮廓线等
3	虚线		$\approx b/3$	辅助线,屏蔽线,不可见轮廓线,不可见导线,计划扩展内容用线等
4	点画线		$\approx b/3$	轴线,对称中心线,分界线,结构、功能、分组围框线等
5	双点画线		$\approx b/3$	辅助围框线等
6	波浪线		$\approx b/3$	断裂处的边界线,视图与剖视图的分界线等
7	折断线		$\approx b/3$	被断开部分的分界线



四、尺寸标注

图样中的尺寸数据是制作和施工的重要依据。尺寸由尺寸线、尺寸界线、尺寸起止点的箭头或 45° 斜划线、尺寸数字等 4 个要素组成。尺寸的单位除标高、总平面图和一些特大构件以米(m)为单位外,其余一律以毫米(mm)为单位。所以一般工程图上的尺寸数字都不标注单位。

五、标高

标高有绝对标高与相对标高两种表示方法。绝对标高是以我国青岛市外黄海平面作为零点而确定的高度尺寸,又称海拔。相对标高是选定某一参考面或参考点为零点而确定的高度尺寸。在工程图中多采用相对标高,一般以建筑物首层室内地坪面为相对标高的零点。

在电气工程图上有时还标有另一种标高,即敷设标高。它是指电气设备或线路安装敷设位置与该层地坪面或楼面的高度差。

六、图幅分区与定位轴线

对于幅面大而内容复杂的图样,在读图或更改图的过程中,为了迅速找到图上的某一内容,需要有一种确定图上位置的方法,而图幅分区法就是一种使用十分广泛的方法。

图幅分区的方法是将图样上相互垂直的两对边各自加以等分。分区的数目视图样的复杂程度而定,但每边分区的数目必须为偶数。每一分区的长度一般不小于 25mm 且不大于 75mm。分区线用细实线。每个分区内,竖边方向用大写拉丁字母编号,横边方向用阿拉伯数字编号。编号时应从图样左上角开始,如图 1-2 所示。分区代号用字母和数字表示,字母在前,数字在后,如图幅分区 B3、B4 等。

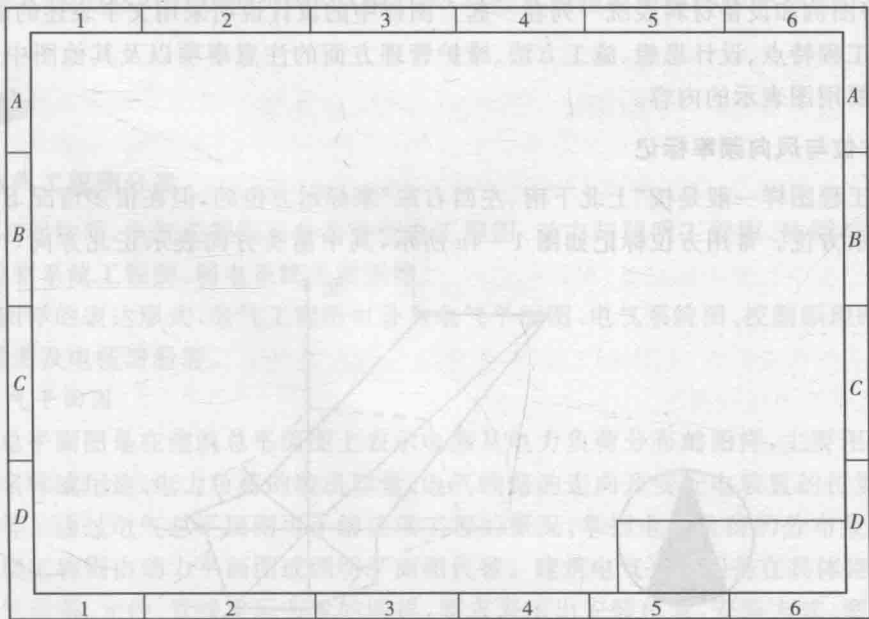


图 1-2 图幅分区

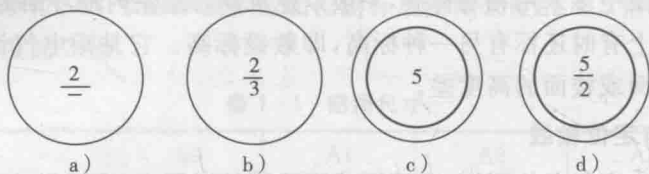
在建筑图上,凡承重墙、柱子、大梁或屋架等主要承重构件的位置都画有定位轴线并编



上轴线号。定位轴线编号的原则:在水平方向采用阿拉伯数字,由左向右注写;在垂直方向采用汉语拼音字母(I、O、Z不用),由下向上注写;这些数字与字母均用点画线引出。定位轴线可以帮助人们明确各种电气设备的具体安装位置,以及计算电气管线的长度等。

七、详图及其索引

详图用以详细表明某些细部的结构、做法及安装工艺要求。根据实际情况,详图可以与总图画在同一张图样上,也可以画在另外的图样上。因此,需要用一个标志将详图和总图联系起来,这种联系标志称为详图索引,如图 1-3 所示。图 1-3a 表示 2 号详图与总图画在同一张图上,图 1-3b 表示 2 号详图画在第 3 张图样上,图 1-3c 表示 5 号详图画在本张图样上,图 1-3d 表示 5 号详图画在第 2 张图样上。



1-3 详图索引标志

八、图例与设备材料表

图例采用表格的形式列出图样中使用的各种图形符号或文字符号,以便于读图者阅图。设备材料表用以表述图样所涉及的工程设备与主要材料的名称、型号规格和单位数量等内容,设备材料表备注栏内有时还标注一些特殊的说明。设备材料表中的数量一般只作为粗略概算,不能作为设备和材料的供货依据。为了简化起见,目前一些流行的电气专业设计软件,通常将图例和设备材料表统一列在一起。图样中的设计说明采用文字表述的形式,用以补充说明工程特点、设计思想、施工方法、维护管理方面的注意事项以及其他图中交代不清或没有必要用图表示的内容。

九、方位与风向频率标记

各类工程图样一般是按“上北下南、左西右东”来标示方位的,但在很多情况下尚须用方位标记标示方位。常用方位标记如图 1-4a 所示,其中箭头方向表示正北方向(N)。为了

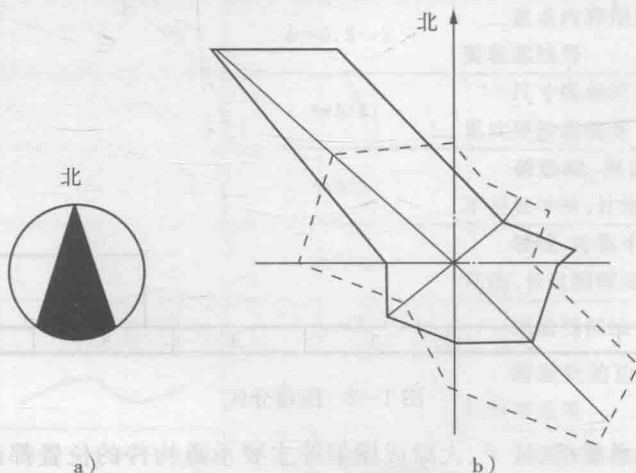


图 1-4 方位与风向玫瑰图



表示工程地区一年四季的风向情况,往往还须在图上标注风向频率标记。风向频率标记是根据某一地区多年统计的风向发生频率的平均值,按一定比例绘制而成的。风向频率标记形似一朵玫瑰花,故又称为风向玫瑰图。图 1-4b 为某地的风向频率标记,箭头表示正北方向,实线表示全年的风向频率,虚线表示夏季(6~8 月)的风向频率。由此可知,该地区常年以西北风为主,而夏季以东南风和西北风为主。

思考题与习题

1. 电气工程图有哪几种标高表示方法?

2. 图纸图幅有几种?

3. 工程图样是如何表示方位与风向的?

任务二 电气工程图分类

【学习目的】

掌握电气工程图的分类及作用。

任务引入

在实际工程中,我们经常会碰到各种各样的图纸,因此要求我们能正确对电气图纸进行分类并识读。施工人员须结合图纸进行施工,防止因盲目施工而造成施工错误和带来经济损失。

相关知识

一、电气工程图分类

按照工程性质,电气工程图可分为变配电工程图、动力与照明工程图、防雷与接地工程图、电气控制系统工程图、弱电系统工程图等。

按照图样的表达形式,电气工程图可分为电气平面图、电气系统图、控制原理图、二次接线图、大样图及电缆清册等。

1. 电气平面图

电气总平面图是在建筑总平面图上表示电源及电力负荷分布的图样,主要用来表示各建筑物的名称或用途、电力负荷的装机容量、电气线路的走向及变配电装置的位置、容量和电源进线等。通过电气总平面图可了解该项工程的概况,掌握电气负荷的分布及电源装置等。中小型工程则由动力平面图或照明平面图代替。建筑电气平面图是在具体建筑平面图上标出电气设备、元件、管线实际布置的图样,要求表示出安装位置、安装方式、型号、规格、数量及接地网等。通过平面图可以知道各个不同的标高上装设的电气设备、元件及管线等。电气平面图使用范围极为广泛,动力、照明、变配电装置、各种机房、通信广播、有线电视、火灾报警、防盗保安、微机监控、自动化仪表、架空线路、电缆线路及防雷接地等都要用到平



面图。

2. 电气系统图

电气系统图是用单线图表示电能或电信号按回路分配出去的图样,主要用来表示各个回路的名称、用途、容量以及主要电气设备、开关元件及导线电缆的型号规格等。电气工程中的动力、照明、变配电装置、通信广播、电缆电视、火灾报警、防盗保安、微机监控、自动化仪表等都要用到系统图。

3. 控制原理图

控制原理图是单独用来表示电气设备、元件控制方式及其控制线路的图样,主要用来表示电气设备及元件的起动、保护、信号、联锁、自动控制及测量等。通过查看控制原理图可以知道各设备元件的工作原理、控制方式等。控制原理图使用范围广泛,动力、变配电装置、火灾报警、防盗保安、微机监控、自动化仪表、电梯等都要用到控制原理图。

4. 安装接线图

安装接线图包括电气设备的布置与接线,应与控制原理图对照阅读,进行系统地配线和调校。

5. 安装大样图(详图)

安装大样图是详细表示电气设备安装方法的图纸,安装部件的各部位应注有具体图形和详细尺寸。安装大样图是安装施工和编制工程材料计划的重要参考。

二、电气施工图的阅读方法

1. 熟悉电气图例符号,弄清图例、符号所代表的内容

常用的电气工程图例及文字符号可参见国家颁布的《电气图形符号标准》。

2. 针对一套电气施工图,一般应先按以下顺序阅读,然后再对某部分内容进行重点识读

(1) 看标题栏及图纸目录

了解工程名称、项目内容、设计日期及图纸内容、数量等。

(2) 看设计说明

了解工程概况、设计依据等,了解图纸中未能表达清楚的各有关事项。

(3) 看设备材料表

了解工程中所使用的设备、材料的型号、规格和数量。

(4) 看系统图

了解系统基本组成,主要电气设备、元件之间的连接关系以及它们的规格、型号、参数等,掌握该系统的组成概况。

(5) 看平面布置图

了解电气设备的规格、型号、数量及线路的起始点、敷设部位、敷设方式和导线根数等。平面图(如照明平面图、防雷接地平面图等)的阅读可按照以下顺序进行:电源进线总配电箱、干线支线分配电箱、电气设备。

(6) 看控制原理图

了解系统中电气设备的电气控制原理,以指导设备安装调试工作。

(7) 看安装接线图

了解电气设备的布置与接线。



(8)看安装大样图

了解电气设备的具体安装方法、安装部件的具体尺寸等。

3. 抓住电气施工图要点进行识读

在识图时,应抓住要点进行识读。

(1)在明确负荷等级的基础上,了解供电电源的来源、引入方式及路数;

(2)了解电源的进户方式是由室外低压架空引入还是电缆直埋引入;

(3)明确各配电回路的相序、路径,管线敷设部位、敷设方式以及导线的型号和根数;

(4)明确电气设备、器件的平面安装位置。

4. 结合土建施工图进行阅读

电气施工与土建施工结合得非常紧密,施工中常常涉及各工种之间的配合问题。电气施工平面图只反映了电气设备的平面布置情况,结合土建施工图进行阅读还可以了解电气设备的立体布设情况。

5. 熟悉施工顺序,便于阅读电气施工图

识读配电系统图、照明与插座平面图时,应首先了解室内配线的施工顺序。

(1)根据电气施工图确定设备安装位置、导线敷设方式、敷设路径及导线穿墙或楼板的位置;

(2)结合土建施工,进行各种预埋件如线管、接线盒、保护管等的预埋;

(3)装设绝缘支持物如线夹等,敷设导线;

(4)安装灯具、开关、插座及电气设备;

(5)进行导线绝缘测试、检查及通电试验;

(6)工程验收。

6. 识读时,施工图中各图纸应协调配合阅读

对于具体工程来说,说明配电关系时需要配电系统图;说明电气设备、器件的具体安装位置时需要平面布置图;说明设备工作原理时需要控制原理图;表示元件连接关系时需要安装接线图;说明设备、材料的特性、参数时需要设备材料表等。这些图纸各自的用途不同,但相互之间是有联系并协调一致的。在识读时应根据需要将各种图纸结合起来识读,以达到对整个工程或分部项目全面了解的目的。

思考题与习题

1. 电气工程图分为哪几类?

2. 电气工程图的阅读方法是怎样的?



单元二 变配电所工程图

变配电所是供电系统用于将高电压通过变压器降压至用户所需电压等级,并且配有保护、计量、分配等装置的综合系统,一般配置有电力变压器、高压配电柜、低压配电柜、电缆等。它的作用是将电网送来的高压电通过变压器变成低压电(380/220V),并分别输送到用电设备各部分。变配电所工程是整个供电系统的中枢,在电力系统中占有十分重要的地位。变配电所工程图包括变配电所一次图、变配电所二次图、变配电所平面图等。

任务一 高压一次设备

【学习目的】

掌握一次设备文字符号、图形符号及一次设备的作用。

任务引入

高压电气设备到处可见,走在路上可以看见高压线、变配电所。高压电器设备有很多,如变压器、电流互感器、高压开关等。电气工作人员必须掌握高压系统图与平面图,能看懂图纸,才能从事施工工作、监理工作或检查验收工作。

相关知识

一、强电和弱电的区别

强电和弱电用途是不同的。强电是一种动力能源。弱电作为一种信号电,用于信息传输。强电电压高、功率大、电流大、频率低,一般用于市电系统或照明系统等,如空调线、插座线、高压线、照明线等。弱电电压低、功率小、电流小、频率高,一般可用于电话、电脑、电视机的信号传输,以及广播系统、楼宇自动控制系统等。

二、电力系统

电力系统是指由发电、变电、输电、配电和用电等环节组成的电能生产与消费系统。它的功能是将自然界的一次能源通过发电动力装置(主要包括锅炉、汽轮机、发电机及电厂辅助生产系统等)转化成电能,再经输变电系统及配电系统将电能供应到各负荷中心,通过各种设备再转换成动力、热、光等不同形式的能量,为地区经济和人民生活服务。图 2-1 是从



发电到电能用户的送变电过程。

电气设备按其工作电压分为高压电气设备和低压电气设备。高压电气设备是电压等级在 1000V 及以上者,低压电气设备是电压等级在 1000V 以下者。担负输送、变换和分配电能任务的电路称为主电路,也叫一次电路。一次电路中的所有电气设备称为一次设备。用来控制、指示、监测和保护一次电路运行的电路,称为二次电路。二次电路中的所有电气设备称为二次设备。

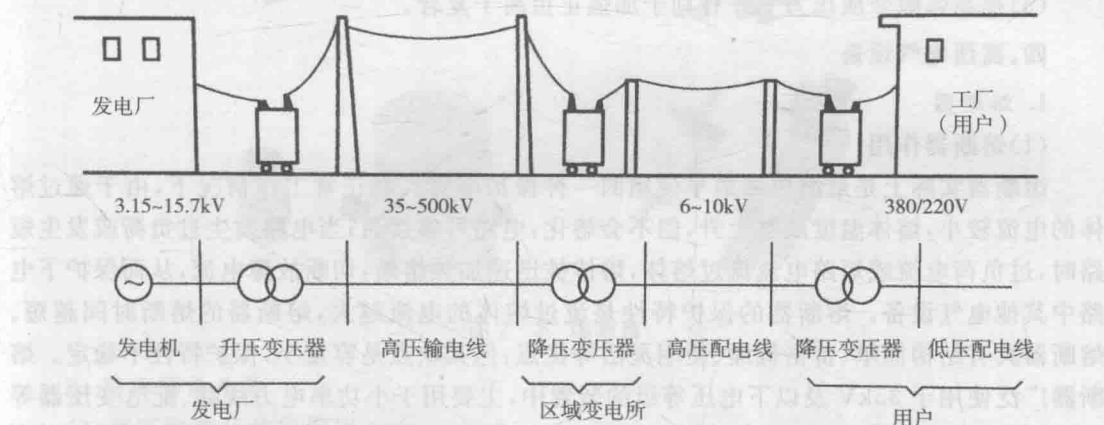


图 2-1 从发电到电能用户的送变电过程

1. 一次设备

- (1)生产和转换电能的设备,如同步发电机、变压器、电动机等;
- (2)开关电器,如断路器、隔离开关、熔断器等;
- (3)限流电器;
- (4)载流导体,如母线、架空线和电缆等;
- (5)补偿设备,如调相机、电力电容器、消弧线圈、并联电抗器;
- (6)仪用互感器;
- (7)防御过电压设备,如避雷线、避雷器、避雷针等;
- (8)绝缘子;
- (9)接地装置。

2. 二次设备

二次设备有继电器、仪器仪表、指示灯等。

三、电弧

1. 电弧的主要危害

电弧是一束能导电的气体,它的质量很轻,在电动力、热力作用下能迅速移动、伸长、弯曲和变形,就很容易造成飞弧短路和伤人。由于电弧温度极高,因此很容易烧坏开关触头,有时触头附近的绝缘物也会遭受破坏,还会引起短路故障、开关电器爆炸、火灾等,从而危害电力系统的安全运行。

2. 灭弧方法

灭弧方法如下:



- (1) 迅速拉长电弧——提高断路器的分闸速度,采用多断口结构等。
- (2) 吹弧——利用气体或绝缘油吹动电弧,使电弧拉长、冷却,这是高压断路器的主要熄弧手段。
- (3) 采用真空——减少碰撞游离的可能性,迅速恢复介质绝缘强度。
- (4) 弧隙并联电阻——主要用来提高断路器的熄弧能力,通常在 220kV 及以上线路断路器上使用。
- (5) 提高弧隙介质压力——有利于加强正负离子复合。

四、高压电气设备

1. 熔断器

(1) 熔断器作用

熔断器实际上是最简单和最早使用的一种保护电器。在正常工作情况下,由于通过熔体的电流较小,熔体温度虽然上升,但不会熔化,电路可靠接通;当电路发生过负荷或发生短路时,过负荷电流或短路电流流过熔体,熔体被迅速加热熔断,切断故障电流,从而保护了电路中其他电气设备。熔断器的保护特性是流过熔体的电流越大,熔断器的熔断时间越短。熔断器具有结构简单、价格低廉、使用灵活等优点;但其缺点是容量小,保护特性不稳定。熔断器广泛使用于 35kV 及以下电压等级的装置中,主要用于小功率电力线路、配电变压器等电气设备的保护。在不太重要而又允许较长时间停电的高压线路中,熔断器与隔离开关或负荷开关配合使用可代替价格较高的断路器。

(2) 熔断器的文字符号

熔断器的文字符号: FU。

(3) 熔断器的图形符号

熔断器的图形符号如图 2-2 所示。

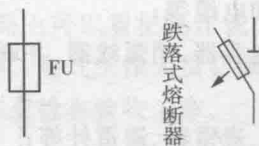
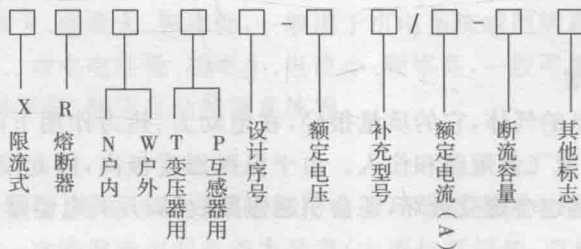


图 2-2 熔断器的图形符号

(4) 熔断器的型号

熔断器型号的含义表示如下:



(5) 熔断器的结构外形

熔断器的结构外形如图 2-3 所示。

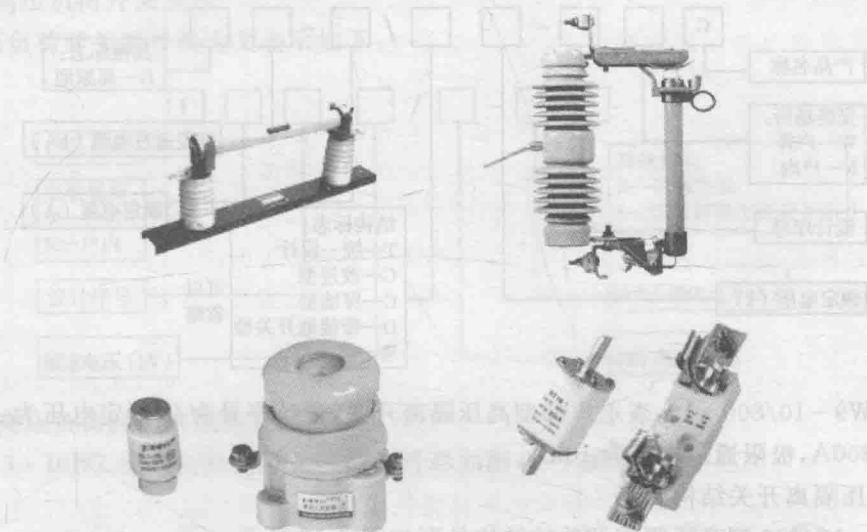


图 2-3 熔断器

2. 高压隔离开关

(1) 高压隔离开关的作用

高压隔离开关是一种没有专门的灭弧装置的开关设备,灭弧能力非常弱,因此,不能用来开断负荷电流或短路电流。具有明显可见的断开间隙:隔离开关的触头暴露在空气中,在分闸状态时有暴露在空气中的明显可见的断口,在合闸状态时能可靠地通过负荷电流和短路电流。高压隔离开关的作用是将需要检修的电气设备与带电部分相互隔离,以保障检修工作的安全。

在电路中隔离开关常与断路器串联使用,当电气设备需要停电检修时,先由具有专门灭弧装置的断路器开断电流,然后在无电流的情况下断开隔离开关,从而使需要检修的电气设备与其他带电部分之间有明显可见的断口。

(2) 高压隔离开关的文字符号

高压隔离开关的文字符号:QS。

(3) 高压隔离开关的图形符号

高压隔离开关的图形符号如图 2-4 所示。

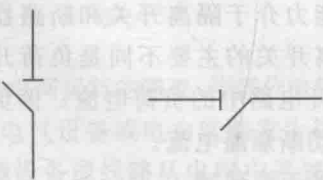


图 2-4 高压隔离开关的图形符号

(4) 高压隔离开关的型号

高压隔离开关型号的含义表示如下: