



建筑设计基本知识丛书

建筑电气设计

周治湖 编著



中国建筑工业出版社

建筑设计基本知识丛书

建筑电气设计

周治湖 编著

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

04/82 (9) 22

本书是建筑设计基本知识丛书之一。书中介绍了供配电系统, 电线、电缆的选择及敷设, 常用低压控制电器及其选择, 常用控制线路设计, 照明设计, 弱电设计, 防雷与接地等最基本的电气设计内容, 并附有设计实例。

本书有较强的实用性, 可供建筑电气设计人员自学参考, 也可作为土建及水、暖专业、建筑学院师生了解建筑电气设计的一本很有参考价值的读物。

建筑设计基本知识丛书

建筑电气设计

周治湖 编著

*

中国建筑工业出版社 出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店 经销

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 13³/₄ 插页: 3 字数: 313千字

1996年12月第一版 1997年10月第二次印刷

印数: 5,101—7,100册 定价: 18.00元

ISBN 7-112-02968-6

TU·2266(8084)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

本书共有七章,主要内容:供配电系统,电线、电缆的选择及敷设,常用低压控制电器及其选择,常用控制线路设计,照明设计,弱电设计,防雷与接地。

本书文字力求通俗。根据最新的设计规程、规范等资料编著各章节内容,书中文字代号及图形符号均采用新的国标。

本书在编写中参阅了有关书籍内容和有关厂家的产品使用说明书,恕不一一列举,在此谨向有关作者致谢。本书第六章的编写,得到了李沁伟同志的帮助;胡吉胜同志和吴文侯同志对全书作了仔细的校审;朱丽华同志对本书中的插图绘制做了大量工作,在此一并表示衷心的感谢。

本书有较强的实用性,可供建筑电气设计人员参考,也可作为土建及水、暖专业、建筑学院师生了解建筑电气设计的一本很有参考价值的读物。

由于本人水平有限,书中错误和不足在所难免,恳请广大读者和同仁不吝批评指正。

目 录

第一章 供配电系统	1
第一节 供配电系统概述	1
第二节 10(6)kV 配变电所	6
一、变压器的选择	6
二、电气主接线[10(6)kV]	7
三、配变电所布置	12
四、配变电所对土建的要求	18
第三节 高压配电系统	19
一、电压选择	19
二、配电方式	20
三、配电系统示例	22
第四节 高压配电设备	23
一、断路器	23
二、负荷开关	24
三、熔断器	25
四、隔离开关	26
五、高压开关柜	27
第五节 低压配电系统	29
一、设计一般规定	29
二、配电方式	32
三、配电系统示例	33
第六节 负荷分级及供电要求	34
一、负荷分级	34
二、供电要求	41

第七节 负荷计算	42
一、一般规定	42
二、负荷计算方法	45
三、供电系统总计算负荷的确定	51
四、无功功率补偿	53
第二章 电线、电缆的选择及敷设	57
第一节 电线、电缆类型的选择	57
一、导体材料的选择	57
二、绝缘及护套选择	57
三、电线、电缆型号及其使用范围	59
第二节 电线、电缆截面的选择	63
一、按机械强度选择	63
二、按允许载流量选择	64
三、按允许电压损失选择	84
第三节 室内配电线路的敷设	94
一、一般规定	94
二、导线敷设方式	95
第三章 常用低压控制电器及其选择	110
第一节 刀开关	110
一、小容量胶盖刀开关	110
二、大容量单投及双投开关	111
三、铁壳开关	112
四、熔断器式刀开关	113
第二节 断路器	113
一、断路器的选择	115
二、漏电保护断路器	118
第三节 熔断器	121
一、熔断器的保护特点	121
二、熔断器种类	122

三、熔断器的选择	122
四、选择实例	126
第四节 接触器	126
第五节 继电器	130
一、中间继电器	130
二、时间继电器	131
三、热继电器	135
第六节 磁力起动器	138
第七节 控制电器之间配合选择	142
一、熔断器与熔断器之间的配合	142
二、断路器与断路器之间的配合	142
三、断路器与熔断器之间的配合	143
第八节 控制电器设备与配电线路的配合	143
第九节 电动机起动、控制电器设备及导线选择	144
一、鼠笼型电动机起动方式	147
二、鼠笼型电动机起动控制设备的选择	147
三、绕线型电动机的起动及控制设备选择	148
四、Y型电动机起动、保护、控制设备及导线的选择	150
第四章 常用控制线路设计	154
第一节 单台给水泵	154
第二节 两台给水泵一用一备	157
第三节 三台给水泵两用一备	161
第四节 单台排水泵	167
第五节 排水泵一用一备	170
第六节 两台消防泵一用一备	173
第七节 自动喷淋泵一用一备	179
第八节 两台补压泵一用一备	182
第九节 双电源互投控制线路	186
第十节 送风机	190

第十一节	排烟风机	192
第十二节	加压风机	195
第十三节	排风兼排烟风机	198
第五章	照明设计	203
第一节	照明设计程序	203
第二节	照度标准	204
一、	照度	204
二、	照度标准	205
第三节	照明种类	217
第四节	光源和照明灯具的选择	220
一、	光源的选择	220
二、	灯具的选择	220
第五节	灯具的合理布置	222
第六节	照度计算	226
一、	利用系数法	226
二、	逐点计算法	242
三、	单位容量法	243
第七节	照明负荷计算	251
第八节	照明供配电	259
一、	照明供电和设计的一般要求	259
二、	供配电方式	261
第九节	照明常用电气设备	262
一、	照明配电箱	262
二、	常用照明控制电器及线路	268
第十节	设计实例	281
一、	住宅楼一层照明平面图(见图 5-33)	281
二、	××车间照明平面图(见图 5-34)	281
三、	××报告厅照明平面图(见图 5-35)	281
四、	内衣车间照明平面图(见图 5-36)	281

第六章 弱电设计	291
第一节 概述	291
一、何谓弱电	291
二、弱电系统的设计内容	291
三、如何做好弱电设计	292
第二节 电话通信系统	292
一、系统概述	292
二、电话站的机房设计	293
三、中继	296
四、电话站的供电设计	301
五、配线设计	306
第三节 共用天线电视系统	313
一、系统概述	313
二、系统组成	313
三、设计前的准备工作	316
四、前端设计	317
五、干线部分的设计	321
六、分配分支网络的设计	323
第四节 火灾自动报警及联动控制系统	326
一、系统概述	326
二、设计要点	328
三、系统构成与模式	330
四、火灾探测器	331
五、火灾报警控制器	334
六、消防控制室	335
七、消防专用通信	336
八、消防联动控制	336
九、系统供电	338
十、系统配线	338

第五节 广播音响系统	339
一、系统概述	339
二、系统的设置	340
三、系统的构成	341
四、公众广播音响系统	344
五、客房广播音响系统	345
六、广播音响系统实际应用举例	347
第六节 其他弱电系统	348
一、闭路电视系统	349
二、防盗报警系统	350
三、楼宇自动化系统	350
四、宾馆经营管理电脑系统	351
五、高层住宅传呼对讲系统	352
第七节 设计实例	353
一、工业场区通讯与广播线路平面图(见图 6-24)	353
二、某住宅楼共用天线平面图(见图 6-25,6-26)	353
三、程控电话站平面布置图(见图 6-27)	353
四、某综合楼标准层火灾报警系统平面图(见图 6-28)	353
五、电视教学及电声设备平面图(见图 6-29)	353
第七章 防雷与接地	364
第一节 雷电的形成及建筑物遭受雷击的种类	364
一、雷电的形成	364
二、雷击的种类	365
第二节 防雷分类	365
一、工业建筑物和构筑物的防雷分类	365
二、民用建筑物的防雷分类	366
第三节 建筑物的防雷措施	374
一、第一类防雷建筑物的防雷措施	374
二、第二类防雷建筑物的防雷措施	380

三、第三类防雷建筑物的防雷措施	385
第四节 防雷装置	386
一、接闪器	386
二、引下线	387
三、接地装置	387
第五节 接地型式及基本要求	388
一、TN 系统	388
二、TT 系统	390
三、IT 系统	391
第六节 设计实例	391
一、某办公楼(多层)防雷设计	391
二、某商办楼(高层)防雷设计	398
附录:电气图形、图例符号	399
参考文献	428

第一章 供配电系统

第一节 供配电系统概述

从日常生活中我们知道,大中型发电厂一般建筑在蕴藏能源比较集中的地区,距离用户往往有几十公里、几百公里、有的甚至达一千公里以上。发电厂发电的电压,一般为 6kV、10kV 及 13.8kV 等。发电机电压再升高,在制造方面相当困难。根据电能输送原理,输送电能的电压越高,则输电系统耗能越少。输电线路输送的电功率为:

$$P = \sqrt{3} UI \cos\varphi \quad (1-1)$$

从上式可知,当输送的功率 P 和负载的 $\cos\varphi$ 一定时,提高输电电压 U ,便可减小线路电流 I ,这样,一则可减少输电线路上的能量损失,二则可减小输电线的截面,从而大大节省了有色金属(如铜、铝)。因此发电厂发出的电能首先要通过变电站升压,升高到几万、几十万伏再输送到用户地区;这种输送电压都在 35kV 以上,目前我国的最高输送电压已达 500kV。以 35kV 以上的电压将电能输送到用户区域后,经降压变压器将电压降至 3、6、10kV 送至用户,各用户的配电变压器再将电压降至 220/380V。

发电、变电、输配电和用户各个环节,组成一个发、供、用电的整体。为了提高供电的可靠性和经济性,实际上是通过联络线路将各个单独供电的发电厂联合起来并联运行。这些由不同类型的发电机、升(降)压变电所、输配电线路、配电装置及电能用户组成的对电能进行不间断生产、传输、分配和使用

的联合系统,称为电力系统。如图 1-1 所示。

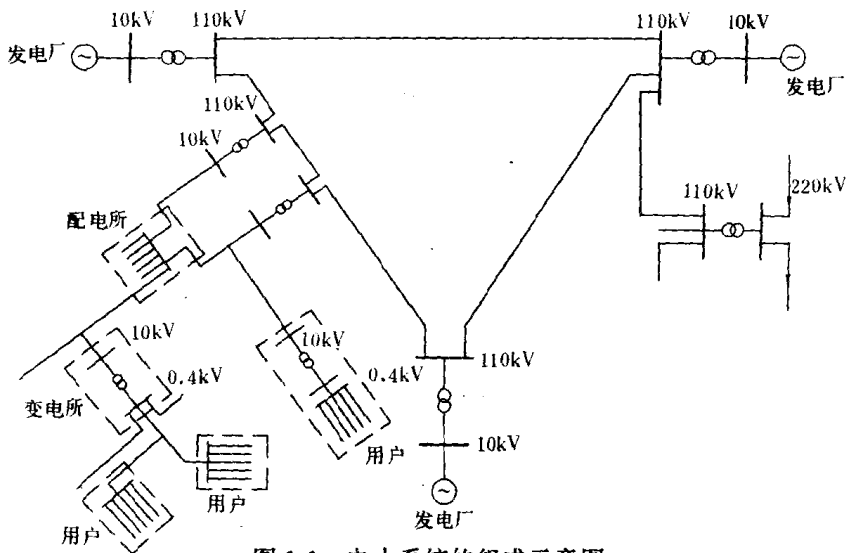


图 1-1 电力系统的组成示意图

为了对电力系统各个环节有一个初步了解,下面对发电,输电线路,变、配电所,用户等简要述之。

1. 发电厂

发电厂也称发电站,是将自然界蕴藏的诸种一次能源(如煤炭、水、地热等)转换成电能。根据所利用的一次能源的不同,发电厂可分为火力、水力、原子能、风力、地热、太阳能发电厂。目前我国接入电力系统的发电厂主要是火力和水力发电厂。原子能电站(核电站)目前有两座,即广东大亚湾核电站和秦山核电站,其装机容量分别为 $2 \times 90 \times 10^4 \text{kW}$ 、 $1 \times 30 \times 10^4 \text{kW}$,约占全国装机总容量的百分之一。

(1)火力发电厂

火力发电厂是利用煤、石油、天然气燃料来生产电能。其主要设备有锅炉、汽轮机、发电机,如图 1-2 所示。煤粉在炉膛

内充分燃烧,将锅炉内的水加热蒸发成高温高压的蒸汽,蒸汽经过管道送入汽轮机,推动其旋转。因为汽轮机与发电机是联轴的,故汽轮机带动发电机转子转动;由于发电机转

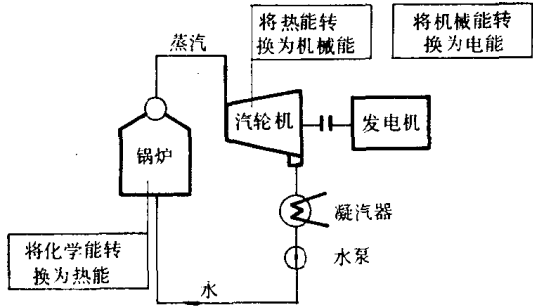


图 1-2 火电厂生产过程示意图

子上绕有线圈,并通以直流电流,旋转的转子磁场切割发电机定子线圈,在定子线圈中产生感应电动势,电能就产生了,这就是火力发电厂的简单生产过程。

(2) 水力发电站

水力发电站是利用水的位能发电,主要由水库、水轮机和发电机组成。水库借助拦水坝来汇集水量,提高水位,使水库中的水相对于下游的水具有一定的落差,经引水管道将水库中的水送入水轮机,推动其旋转,水的位能转换成机械能。因为水轮机与发电机是联轴的,故水轮机带动发电机转子一起转动,转子的旋转磁场切割发电机定子线圈,在定子线圈中产生感应电动势,由于水轮机旋转,机械能转换成电能,如图 1-3 所示。

我国的水力资源在世界上居于首位。至 1992 年底,全国水电装机容量约为 47000MW,占全国总装机容量的 25.8%,1993 年水电发电量约占全国总发电量的 20%。

(3) 原子能电站(核电站)

原子能电站是利用铀、钚等重元素的原子核,经可控自持链式裂变反应释放出巨大能量来发电。

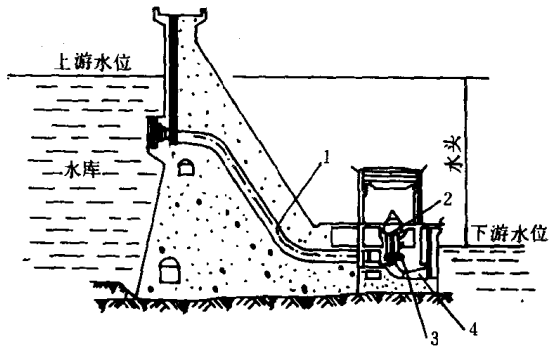


图 1-3 水电厂生产过程示意图

1—引水管；2—发电机；3—水轮机；4—尾水管

核反应中释放的核能,就同等质量而言,比化学反应中释放出的化学能要大几百万倍。如 1kg 铀-235 原子核完全裂变,可释放出约等于燃烧 2400t 标准煤或 1600t 柴油所释放出的能量。

目前广泛采用的压水堆核电站是利用反应堆中核燃料释放出的能量作为热源,经反应堆冷却系统(俗称一次回路)导出热量,通过蒸汽发生器产生饱和蒸汽,供二次回路系统的汽轮发电机发电。

核能已成为当前最有前途的新能源。1954 年 6 月世界第一座实验性核电站在前苏联奥布宁斯克投入运行;1957 年 12 月美国希平港压水堆核电站开始发电。此后,核电站发展非常迅速,1960 年核电仅占世界总发电量的 0.7%(约 $24.7 \times 10^9 \text{kWh}$);1989 年增长到 16.8%。

我国核电生产已实现零的突破。1991 年 12 月 5 日,由我国自行设计、建造的秦山核电站 $30 \times 10^4 \text{kW}$ 压水堆核电机组正式并网发电。广东大亚湾核电站 $2 \times 90 \times 10^4 \text{kW}$ 1 号和 2 号

机组分别于 1993 年、1994 年并网运行,被美国《国际电力》杂志评为 1994 年电厂大奖。至 1995 年底,我国核电已实现装机 $210 \times 10^4 \text{kW}$ 。

另外,广东岭奥核电站、秦山二期和三期工程、辽宁核电站四个项目已获国家批准在“九五”开工建设。

2. 输电线路

输电线路是输送电能的设施。按线路电压级别有 500、220、110、35、10、6kV 高压线路及 220/380V 低压线路;按线路敷设方式有架空线路、地下直埋电缆或电缆沟和电缆隧道等。

3. 变电所

变电所的功能是对电压进行变换,以最经济的输送设施,将电能输送变换成满足用电设备对所需电能质量的要求。

按变电所任务的不同可分为升压变电所和降压变电所;但按其型式分为户外型和户内型。小型变电所一般采用户内型,大型变电所多采用户外型。

4. 配电所

仅仅用来接受和分配电能而不改变电压的配电设施称为配电所。配电所一般建于建筑物内部。

5. 用户

使用消耗电能的用电设备的单位均称为用户。用电设备容量在 250kW 或需用变压器容量在 160kVA 以上者应以高压方式供电;用电设备容量在 250kW 或需用变压器容量在 160kVA 及以下者,应以低压方式供电,特殊情况也可以高压方式供电。

用户用电设备按其用途可分为:动力用电设备(如电动机等),工艺用电设备(电解、冶炼、电焊等),电热用电设备(电

炉、干燥箱等),照明用电设备和试验用电设备等。无论何种用电设备,都是将电能转换成机械能、热能和光能等不同形式,以适应生产和生活对电能的需要。

第二节 10(6)kV 配变电所

集变电和配电为一体的称为配变电所。为了对配变电所的设计有一个初步了解,本章仅对 10(6)kV 配变电所作一概述,35kV 及以上电压级的配变电所设计可参考有关设计资料。

一、变压器的选择

(1) 变压器台数的确定

变压器的台数和容量应根据计算负荷大小、供电可靠性和电能质量的要求及经济运行进行选择。当有大量一级及二级负荷、季节性负荷变化较大及集中负荷较大时宜装两台及以上变压器。装设两台及以上变压器时,当其中任一变压器断开的情况下,其余变压器容量(计及变压器的过负荷能力)应保证一级和二级负荷用电。

单台变压器(低压为 0.4kV)的容量不宜大于 1000kVA。但当用电设备的容量较大,负荷集中且运行合理时,亦可选用较大容量的变压器。当只装设一台变压器时,至少留有 15%~25%的富裕容量。

设置在二层以上的三相变压器,应考虑垂直与水平运输对通道及楼板荷载的影响,如采用干式变压器时,其容量不宜大于 630kVA。

居住小区变电所的变压器,其容量等级应按照城市供电部门的统一要求确定;一般情况下,其容量不宜大于