



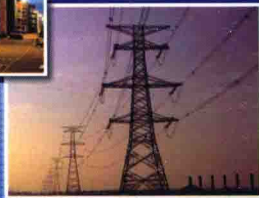
全国高等职业教育“十二五”规划教材
中国电子教育学会推荐教材
全国高等职业院校规划教材·精品与示范系列

民用建筑供电与安全

◎ 孙全江 主编

◎ 林 章 蔡敏华 钱雄威 副主编

- 民用建筑供电系统基础
- 开关设备和配电设备
- 电力负荷及其计算
- 短路电流及其计算
- 工厂变配电所及其一次系统
- 民用建筑电力线路
- 民用建筑供电系统过电流保护
- 防雷、接地与电气安全



努力, 将成就明日梦想, 加油!

- ◆ 结合新的国家标准和规范编写, 以民用建筑供电应用技能为核心
- ◆ 借鉴德国职业院校教学模式, 使理论教学与实践教学相结合
- ◆ 突出建筑工程供电系统设计和运行维护方法, 注重操作与实用性
- ◆ 为教学方便, 本书配有免费的电子教学课件、习题参考答案等



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

全国高等职业教育“十二五”规划教材
中国电子教育学会推荐教材
全国高等职业院校规划教材·精品与示范系列

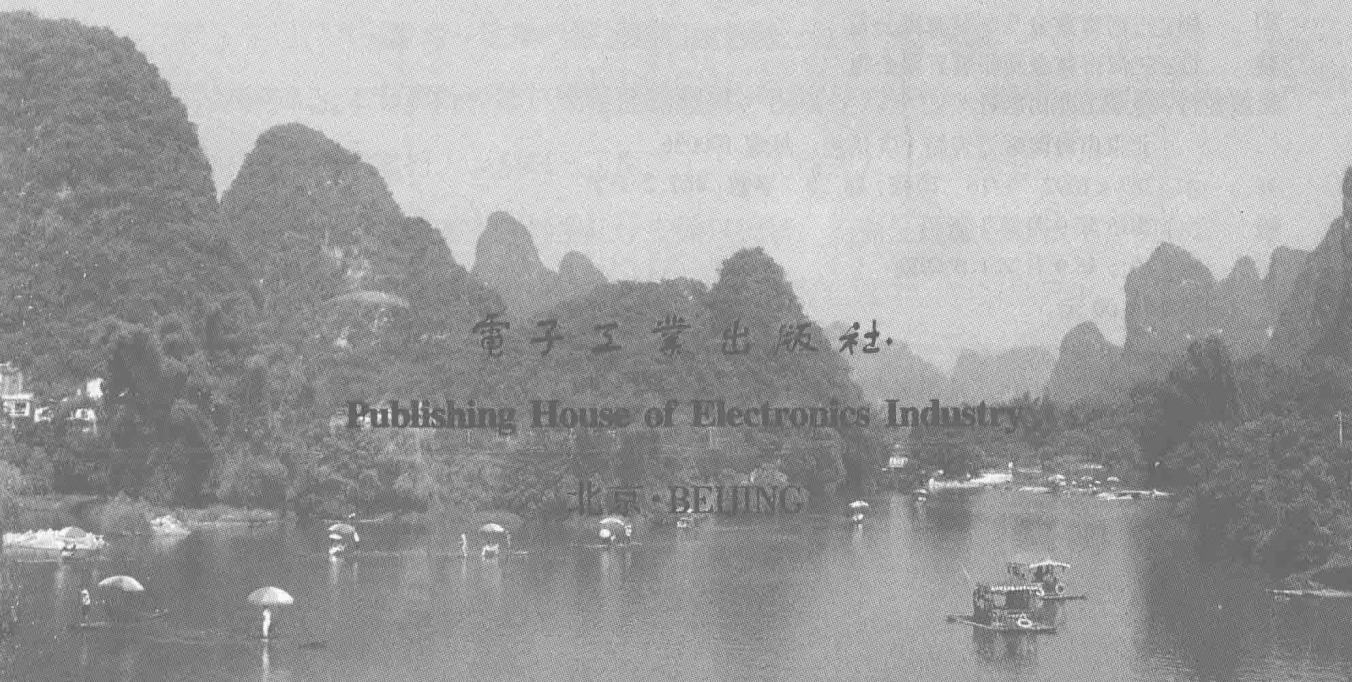
民用建筑供电与安全

孙全江 主 编
林 章 蔡敏华 钱雄威 副主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



内 容 简 介

本书根据教育部最新的职业教育教学改革要求以及工程建设项目岗位技能需求,结合编者多年的教学经验以及国家示范专业建设项目成果进行编写。

本书按照实际工程中工作任务的相对独立性划分为8个学习单元,分别为民用建筑供电系统基础,开关设备和配电设备,电力负荷及其计算,短路电流及其计算,工厂变配电所及其一次系统,民用建筑电力线路,民用建筑供电系统的过电流保护,防雷、接地与电气安全。

本书为高等职业本专科院校建筑类专业的教材,也可作为开放大学、成人教育、自学考试、中职学校培训班的教材,以及电气工程施工人员和管理人员的参考书。

本书配有免费的电子教学资源课件、练习题参考答案,详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

民用建筑供电与安全/孙全江主编. —北京:电子工业出版社, 2015. 9

全国高等职业院校规划教材·精品与示范系列

ISBN 978-7-121-26875-5

I. ①民… II. ①孙… III. ①民用建筑-房屋建筑设备-供电系统-高等职业教育-教材 IV. ①TU852

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 181814 号

策划编辑:陈健德(E-mail:chenjd@phei.com.cn)

责任编辑:桑 昀

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:18.25 字数:467.2 千字

版 次:2015 年 9 月第 1 版

印 次:2015 年 9 月第 1 次印刷

定 价:42.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

目 录



学习单元1 民用建筑供电系统基础	1
教学导航	1
1.1 民用建筑供电要求及典型供电系统	2
1.1.1 民用建筑供电的意义和要求	2
1.1.2 民用建筑典型供电系统及分析	2
1.1.3 发电厂和电力系统的组成	5
1.2 电力系统的电压和电能质量	8
1.2.1 三相交流电网和电力设备的额定电压	8
1.2.2 电压偏差与电压调整	10
1.2.3 电压波动及其抑制	12
1.2.4 电网谐波及其抑制	13
1.2.5 三相不平衡及其改善	14
1.2.6 民用建筑供配电电压的选择	15
1.3 电力系统中性点运行方式	17
1.3.1 中性点不接地的电力系统	17
1.3.2 中性点经消弧线圈接地的电力系统	18
1.3.3 中性点直接接地或经低电阻接地的电力系统	19
1.4 低压配电系统的接地形式	20
1.4.1 TN 系统	20
1.4.2 TT 系统	21
1.4.3 IT 系统	21
知识梳理与总结	22
复习思考题1	22
练习题1	23
学习单元2 开关设备和配电设备	24
教学导航	24
2.1 电弧的危害、产生和熄灭	25
2.1.1 电弧的危害	25
2.1.2 电弧的产生	25
2.1.3 电弧的熄灭	26
2.2 高压一次设备	28

2.2.1	高压隔离开关	29
2.2.2	高压负荷开关	31
2.2.3	高压断路器	33
2.2.4	高压熔断器	37
2.2.5	互感器	39
2.2.6	高压开关柜	43
2.3	低压开关设备	45
2.3.1	低压刀开关	45
2.3.2	低压刀熔开关	46
2.3.3	低压负荷开关	47
2.3.4	低压断路器	47
2.3.5	低压熔断器	50
2.3.6	低压配电屏和配电箱	53
	知识梳理与总结	54
	复习思考题2	54
	练习题2	55
学习单元3	电力负荷及其计算	56
	教学导航	56
3.1	电力负荷的概念与物理量	57
3.1.1	电力负荷的分级及供电要求	57
3.1.2	用电设备的工作制	58
3.1.3	负荷曲线及有关的物理量	59
3.2	三相用电设备组计算负荷的确定	61
3.2.1	按需要系数法确定计算负荷	61
3.2.2	按二项式法确定计算负荷	66
3.3	单相用电设备组计算负荷的确定	68
3.4	工厂供电系统的功率损耗和电能损耗	71
3.4.1	工厂供电系统的功率损耗	71
3.4.2	工厂供电系统的电能损耗	74
3.5	工厂的计算负荷与年耗电量	75
3.5.1	工厂计算负荷的确定	75
3.5.2	工厂的功率因数、无功补偿及补偿后的工厂计算负荷	76
3.5.3	工厂年耗电量的计算	78
3.6	尖峰电流及其计算	79
	知识梳理与总结	80
	复习思考题3	80
	练习题3	81

学习单元4 短路电流及其计算	82
教学导航	82
4.1 短路的概念与物理量	83
4.1.1 短路的原因、后果及其形式	83
4.1.2 无限大容量电力系统中三相短路的物理量	85
4.2 无限大容量电力系统中三相短路电流的计算	87
4.3 无限大容量电力系统中两相和单相短路电流的计算	91
4.3.1 两相短路电流的计算	91
4.3.2 单相短路电流的计算	92
4.4 短路电流的效应和稳定度校验	93
4.4.1 短路电流的电动效应和动稳定度校验	93
4.4.2 短路点附近交流电动机的反馈电流影响	95
4.4.3 短路电流的热效应和热稳定度校验	96
4.5 高低压电器的选择与校验	99
4.5.1 电气设备选择的一般原则	99
4.5.2 高压开关设备的选择	100
4.5.3 低压开关电器的选择	101
4.5.4 熔断器的选择	104
4.5.5 互感器的选择	106
4.5.6 母线、支柱绝缘子和穿墙套管的选择	108
知识梳理与总结	111
复习思考题4	111
练习题4	112
学习单元5 工厂变配电所及其一次系统	113
教学导航	113
5.1 民用建筑变配电所的类型及负荷中心确定	114
5.1.1 民用建筑变配电所的类型与选址	114
5.1.2 工厂变配电所负荷中心的确定	116
5.2 电力变压器的结构与容量选择	117
5.2.1 电力变压器的分类	117
5.2.2 电力变压器的结构及连接组别	118
5.2.3 电力变压器的容量和过负荷能力	121
5.2.4 变电所主变压器台数和容量的选择	123
5.2.5 电力变压器的并列运行条件	125
5.3 应急柴油发电机组的选择	126
5.4 民用建筑变配电所的主接线图	126
5.4.1 高压配电所的主接线图	127

5.4.2	车间和小型工厂变电所的主接线图	129
5.4.3	民用建筑总降压变电所的主接线图	133
5.4.4	接有应急柴油发电机组的变电所的主接线图	136
5.5	民用建筑变配电所的布置、结构及安装图	136
5.5.1	变配电所的总体布置	136
5.5.2	变配电所及室外变压器台的结构	140
5.5.3	工厂应急柴油发电机组机房的结构布置	147
5.5.4	变配电所的电气安装图	148
5.6	民用建筑变配电所及其一次系统的运行维护	150
5.6.1	变配电所的运行值班制度与要求	150
5.6.2	变配电所的送电和停电操作	151
5.6.3	电力变压器的运行维护	153
5.6.4	配电装置的运行维护	154
	知识梳理与总结	155
	复习思考题 5	155
	练习题 5	156
学习单元 6 民用建筑电力线路		157
	教学导航	157
6.1	电力线路的类型及接线方式	158
6.1.1	电力线路的任务和类型	158
6.1.2	高压线路的接线方式	158
6.1.3	低压线路的接线方式	160
6.2	电力线路的结构和敷设	162
6.2.1	架空线路的结构和敷设	162
6.2.2	电缆线路的结构和敷设	167
6.2.3	车间线路的结构和敷设	173
6.3	导线和电缆的选择计算	175
6.3.1	导线和电缆选择的一般规定	175
6.3.2	导线和电缆截面选择计算的条件	176
6.3.3	按发热条件选择导线和电缆截面	177
6.3.4	按经济电流密度选择导线和电缆截面	179
6.3.5	线路电压损耗的计算	180
6.4	车间动力电气平面布线图	184
6.5	电力线路的运行维护	187
6.5.1	架空线路的运行维护	187
6.5.2	电缆线路的运行维护	187
6.5.3	车间配电线路的运行维护	188

6.5.4 线路运行中突然停电的处理	188
知识梳理与总结	189
复习思考题 6	189
练习题 6	190
学习单元 7 民用建筑供电系统的过电流保护	191
教学导航	191
7.1 过电流保护的类型与要求	192
7.1.1 过电流保护的类型和任务	192
7.1.2 对保护装置的基本要求	192
7.2 熔断器与低压断路器保护	193
7.2.1 熔断器在供电系统中的配置	193
7.2.2 低压断路器在低压配电系统中的配置	194
7.3 常用的保护继电器	195
7.3.1 继电器的分类和型号	195
7.3.2 电磁式电流继电器和电压继电器	197
7.3.3 电磁式时间继电器	198
7.3.4 电磁式信号继电器	199
7.3.5 电磁式中间继电器	200
7.3.6 感应式电流继电器	201
7.4 民用建筑高压线路的继电保护	204
7.4.1 继电保护装置的接线方式	204
7.4.2 继电保护装置的操作方式	206
7.4.3 带时限的过电流保护	207
7.4.4 电流速断保护	213
7.4.5 有选择性的单相接地保护	215
7.4.6 线路的过负荷保护	218
知识梳理与总结	219
复习思考题 7	219
练习题 7	220
学习单元 8 防雷、接地与电气安全	221
教学导航	221
8.1 过电压与防雷	222
8.1.1 过电压及雷电的概念与特点	222
8.1.2 防雷设备	224
8.1.3 电气装置的防雷	228
8.1.4 建筑物的防雷	229

8.1.5	电子信息系统的防雷	231
8.2	电气装置的接地	234
8.2.1	接地的概念与有关物理量	234
8.2.2	电气装置的接地要求及接地电阻	235
8.2.3	接地装置参数的计算	236
8.2.4	接地装置的装设与布置	237
8.3	低压配电系统的保护和等电位连接	238
8.3.1	低压配电系统的接地故障保护	238
8.3.2	低压配电系统的漏电保护	239
8.3.3	低压配电系统的等电位连接	240
8.4	电气安全与触电急救	242
8.4.1	电气危害的种类与主要因素	242
8.4.2	电气安全的一般措施	245
8.4.3	触电的急救处理	246
	知识梳理与总结	248
	复习思考题 8	248
	练习题 8	249
附录 A	民用建筑常用高低压设备性能参数表	250
附录 B	学生工作页示例	280

学习单元1

民用建筑供电系统基础

教学导航

教 学 任 务	理论	民用建筑供电及电力系统基本知识	课时分配	4
		电力系统的电压和电能质量		
		电力系统中性点运行方式及低压配电系统接地形式		
教 学 目 标	知识方面	了解民用建筑供电系统 了解发电厂和电力系统 熟悉电力系统的电压和电能质量 熟悉三相交流电网和电力设备的额定电压 熟悉电力系统中性点运行方式及低压配电系统接地形式		
	技能方面	三相交流电网和电力设备的额定电压 电力系统中性点运行方式及低压配电系统接地形式		
重 点	电力系统中性点运行方式及低压配电系统接地形式			
难 点	电力系统的电能质量 电力系统中性点运行方式			
教学载体与资源	教材，多媒体课件，一体化电工与电子实验室，工作页，课堂练习，课后作业			
教学方法建议	引导文法，讨论式、互动式教学，启发式、引导式教学，直观性、体验性教学，案例教学法，任务驱动法，项目导向法，多媒体教学，理实一体化教学			
教学过程设计	民用建筑供电的意义和要求→民用建筑供电系统概况→发电厂和电力系统简介→三相交流电网和电力设备的额定电压→电压偏差与电压调整→电压波动及其抑制→三相不平衡及其改善→电力系统的中性点运行方式→低压配电系统的接地形式			
考核评价内容和标准	了解民用建筑供电系统 了解发电厂和电力系统组成 熟悉电力系统的电压和电能质量 熟悉三相交流电网和电力设备的额定电压 熟悉电力系统中性点运行方式及低压配电系统接地形式			



❓ 问题引入 在工业与民用建筑中,人们都以电力作为能源,那么电能是怎样产生的?电能又是如何传输与分配的?

1.1 民用建筑供电要求及典型供电系统

1.1.1 民用建筑供电的意义和要求

民用建筑供电是指民用建筑用电设备所需电能的供应和分配,亦称民用建筑配电。

众所周知,电能是现代工业生产和人们生活的主要能源和动力。电能既易于由其他形式的能量转换而来,又易于转换为其他形式的能量以供应用;电能的输送和分配既简单经济,又便于控制、调节和测量,有利于实现生产过程自动化。现代社会的信息技术和其他高新技术都是建立在电能应用的基础之上的,因此电能在现代工业生产及整个国民经济生活中应用极为广泛。

在工业与民用建筑里,电能工业生产中的重要性,并不在于它在产品成本中或投资总额中所占的比重多少,而在于工业生产实现电气化以后,可以大大增加产量,提高产品质量,提高劳动生产率,降低生产成本,减轻工人的劳动强度,改善工人的劳动条件,有利于实现生产过程自动化。从另一方面来说,如果供电突然中断,则对工业生产可能造成严重的后果。例如,某些对供电可靠性要求很高的工业与民用建筑,即使是极短时间的停电,也会引起重大设备损坏,或引起大量产品报废,甚至可能发生人身伤亡事故,给国家和人民带来经济上甚至生态环境上或政治上的重大损失。因此,做好民用建筑供电工作对于发展工业生产、实现工业现代化,具有十分重要的意义。

工业与民用建筑供电工作要很好地为生产和生活服务,切实保证民用建筑生产和生活用电的需要,并做好节能和环保工作,就必须达到下列基本要求:

- (1) 安全——在电能的供应、分配和使用中,不应发生人身事故和设备事故。
- (2) 可靠——应满足电能用户对供电可靠性即连续供电的要求。
- (3) 优质——应满足电能用户对电压和频率等参数的质量要求。
- (4) 经济——供电系统的投资要省,运行费用要低,并尽可能地节约电能和有色金属的消耗量。

此外,在供电工作中,应合理地处理局部和全局、当前和长远等关系。既要照顾局部和当前的利益,又要有全局观念,能顾全大局,适应发展。例如,计划用电和环境保护等问题,就不能只考虑一个单位的局部利益,更要有全局观念。

1.1.2 民用建筑典型供电系统及分析

1.6 ~ 10kV 进线的中型民用建筑供电系统

一般中型民用建筑的电源进线是6 ~ 10 kV。电能先经高压配电所,由高压配电线路将

电能分送至各个车间变电所。车间变电所内装有电力变压器，将 $6 \sim 10 \text{ kV}$ 的高压降为一般低压用电设备所需的电压，通常是降为 $220/380 \text{ V}$ (220 V 为三相线路相电压， 380 V 为其线电压)。如果民用建筑拥有 $6 \sim 10 \text{ kV}$ 的高压用电设备，则由高压配电所直接以 $6 \sim 10 \text{ kV}$ 对其供电。

图 1-1 是一个比较典型的中型工厂供电系统的简图。该简图只用一根线来表示三相线路，即绘成单线图的形式，而且该图除母线分段开关和低压联络线上装设的开关外，未绘出其他开关电器。图中母线又称汇流排，其任务是汇集和分配电能。

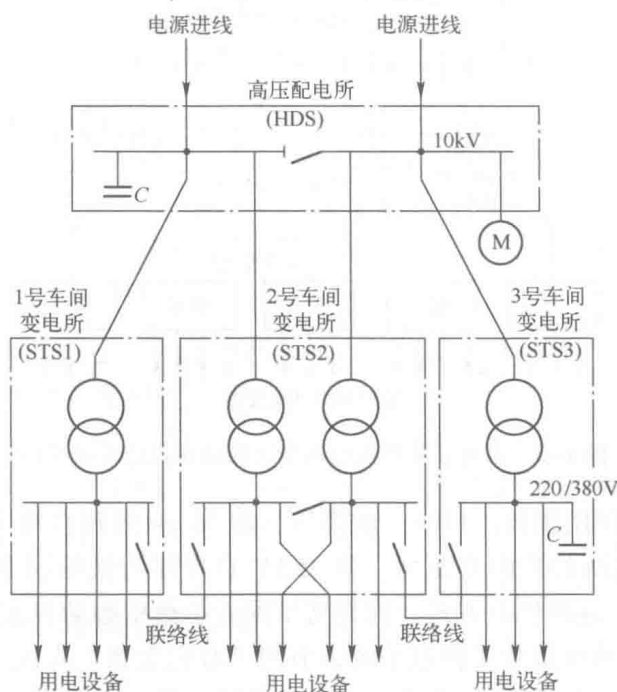


图 1-1 中型工厂供电系统简图

图 1-1 所示高压配电所有四条高压配电出线，供电给三个车间变电所。其中 1 号车间变电所和 3 号车间变电所各装有一台配电变压器，而 2 号车间变电所装有两台，并分别由两段母线供电，其低压侧又采用单母线分段制，因此对重要的低压用电设备可由两段低压母线交叉供电。各车间变电所的低压侧，均设有低压联络线相互连接，以提高供电系统运行的可靠性和灵活性。此外，该高压配电所还有一条高压配电线，直接供电给一组高压电动机；另有一条高压线，直接与一组高压并联电容器相连。3 号车间变电所低压母线上也连接有一组低压并联电容器。这些并联电容器都是用来补偿系统的无功功率、提高功率因数的。

2. 35 kV 及以上进线的大中型民用与工厂供电系统

对于大型民用与工厂及某些电源进线电压为 35 kV 及以上的中型民用建筑，通常经过两次降压，也就是电源进厂以后，先经总降压变电所，其中装有较大容量的电力变压器，将 35 kV 及以上电源电压降为 $6 \sim 10 \text{ kV}$ 的配电电压，然后通过 $6 \sim 10 \text{ kV}$ 的高压配电线将电能送到各车间变电所，也有的经过高压配电所再送到车间变电所。车间变电所装有配



电变压器，又将 $6 \sim 10\text{ kV}$ 降为一般低压用电设备所需的电压 $220/380\text{ V}$ 。其系统简图如图 1-2 所示。

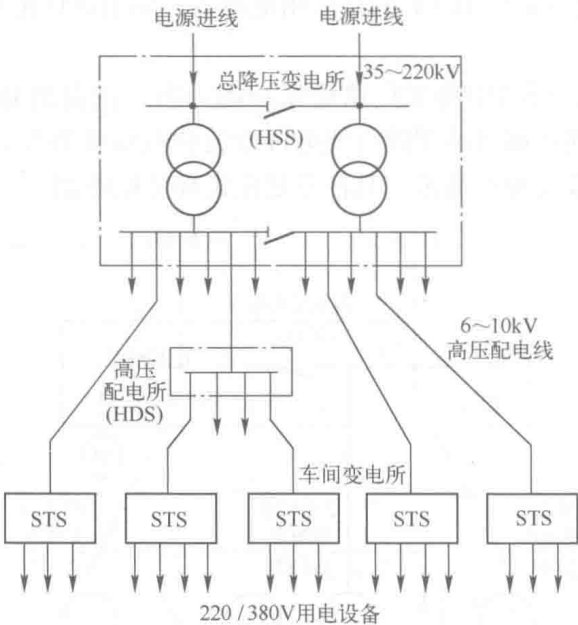


图 1-2 具有总降压变电所的民用建筑供电系统简图

有的 35 kV 进线的民用建筑，只经一次降压，即 35 kV 线路直接引入靠近负荷中心的车间变电所，经车间变电所的配电变压器，将 35 kV 直接降为低压用电设备所需的电压 $220/380\text{ V}$ ，如图 1-3 所示。这种供电方式，称为高压深入负荷中心的直配方式。这种直配方式，省去了一级中间变压，从而简化了供电系统，节约了有色金属，降低了电能损耗，提高了供电质量。然而这要根据厂区的环境条件是否满足 35 kV 架空线路深入负荷中心的“安全走廊”要求而定，否则不宜采用，以确保供电安全。

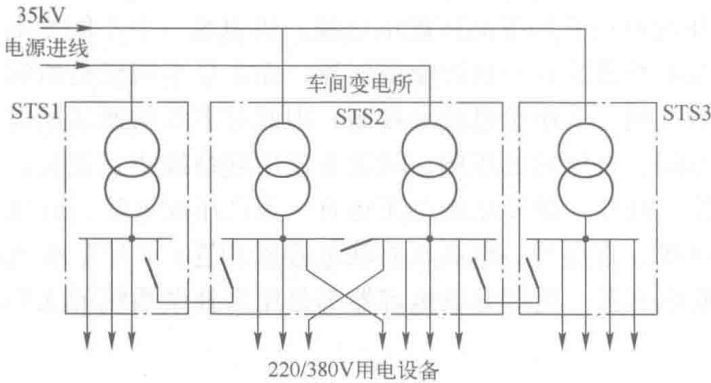


图 1-3 高压深入负荷中心的民用建筑供电系统简图

3. 小型民用建筑供电系统

对于小型民用建筑，由于其所需容量一般不大于 1000 kVA 或稍多，因此通常只设一个降压变电所，将 $6 \sim 10\text{ kV}$ 电压降为低压用电设备所需的电压，如图 1-4 所示。

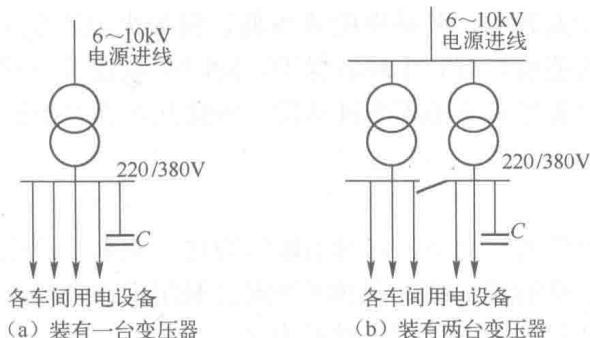


图 1-4 只设一个降压变电所的小型民用建筑供电系统简图

如果民用建筑所需容量不大于 160 kVA，可采用低压电源进线，因此民用建筑只要设置一间低压配电间。

4. 设有应急柴油发电机组的民用建筑供电系统

对于民用建筑的重要负荷，一般要求在正常供电电源之外，另设有应急备用电源，最常用的备用电源是柴油发电机组。柴油发电机组操作简便，启动迅速。当正常供电的公共电网中断供电时，自启动型柴油发电机组一般能在 10 ~ 15 s 内自行启动发电，恢复对重要负荷和应急照明的供电。

由以上民用建筑供电系统的分析可知，配电所的任务是接受电能和分配电能，不改变电压；变电所的任务是接受电能、变换电压和分配电能。

1.1.3 发电厂和电力系统的组成

由于电能的生产、输送、分配和使用的全过程，实际上是在同一瞬间实现的，因此学习本课程时除了要了解民用建筑供电系统的概况外，还要了解民用建筑供电系统电源方面的发电厂和电力系统的一般知识。

1. 发电厂

发电厂又称发电站，是将自然界存在的各种一次能源转换为电能（属二次能源）的民用建筑。发电厂按其所利用的能源不同，分为水力发电厂、火力发电厂、核能发电厂、风力发电厂、地热发电厂、太阳能发电厂等多种类型。

1) 水力发电厂

水力发电厂简称水电厂或水电站，它利用水流的位能来生产电能。当控制水流的闸门打开时，水流就沿着进水管进入水轮机蜗壳室，冲动水轮机，带动发电机发电。其能量转换过程是：



常见的水电站有坝后式水电站和引水式水电站，以及上述两种水电站的综合，称为混合式水电站。

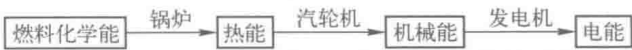


水电站建设的初期投资较大，但是发电成本低，仅为火力发电成本的 $1/3 \sim 1/4$ ，而且水电属清洁的、可再生的能源，有利于环境保护，同时水电建设不只用于发电，通常还兼有防洪、灌溉、航运、水产养殖和旅游等多种功能，因此其综合效益好。

2) 火力发电厂

火力发电厂简称火电厂或火电站，它利用燃料的化学能来生产电能。火电厂按其使用的燃料类别分，有燃煤式、燃油式、燃气式和废热式（利用工业余热、废料或城市垃圾等来发电）等多种类型，但是我国的火电厂仍以燃煤为主。

为了提高燃料的效率，现在的火电厂都将煤块粉碎成煤粉燃烧。煤粉在锅炉的炉膛内充分燃烧，将锅炉内的水烧成高温高压的水蒸气，推动汽轮机转动，使与它联轴的发电机旋转发电。其能量转换过程是：



现代火电厂一般都考虑了“三废”（废渣、废水、废气）的综合利用，有的火电厂不仅发电，而且供热。兼供热能的火电厂，称为热电厂。

火电厂与同容量的水电站相比，具有建设工期短、工程造价低、投资回收快等特点，但是火电成本高，而且对环境要造成一定的污染，因此火电建设要受到环境的一定制约。

现在国外已研究成功将煤先转化为气体再送入锅炉内燃烧发电的新技术，从而大大减少了直接燃煤而产生的废气、废渣对环境的污染，这称为洁净煤发电新技术。

3) 核能发电厂

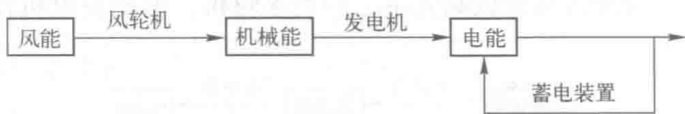
核能发电厂又称原子能发电厂，通称核电站，它利用某些核燃料的原子核裂变能来生产电能，其生产过程与火电厂大体相同，只是以核反应堆（俗称原子锅炉）代替了燃煤锅炉，以少量的核燃料代替了大量的煤炭。其能量转换过程是：



核电站的反应堆类型主要有石墨慢化反应堆、轻水反应堆、重水反应堆与快中子增殖反应堆等。

4) 风力发电、地热发电及太阳能发电厂

风力发电是利用风力的动能来生产电能。它建在有丰富风力资源的地方。风能是一种取之不尽的清洁、价廉和可再生能源。但其能量密度较小，因此风轮机的体积较大，造价较高，且单机容量不可能做得很大。风能又是一种具有随机性和不稳定性的能源，因此利用风能发电必须与一定的蓄能方式相结合，才能实现连续供电。风力发电的能量转换过程是：



我国西北地区的风力资源比较丰富，已装设了一些风力发电装置。在“西部大开发”战略决策的推动下，风力发电也将有更大的发展。



地热发电是利用地球内部蕴藏的大量地热能来生产电能。它建在有足够地热资源的地方。地热是地表下面 10 km 以内存储的天然热源，主要来源于地壳内的放射性元素蜕变过程所产生的热量。地热发电的热效率不高，但不消耗燃料，运行费用低。它不像火力发电那样，要排出大量灰尘和烟雾，因此地热属于比较清洁的能源。但地下热水和蒸汽中大多含有硫化氢、氨、砷等有害物质，因此对排出的热水要妥善处理，以免污染环境。地热发电的能量转换过程是：



我国的地热资源比较丰富，特别是在我国的西藏地区。我国最大的地热电站就建在西藏羊八井地区，已有 9 台机组并网发电，总装机容量达 25 MW。随着“西部大开发”战略的实施，我国的地热发电也将得到更大的发展。

太阳能发电就是利用太阳的光能或热能来生产电能。利用太阳的光能发电，是通过光电转换元件如光电池等直接将太阳的光能转换为电能。这已广泛应用在人造地球卫星和宇航装置上。利用太阳的热能发电，可分直接转换和间接转换两种方式。温差发电、热离子发电和磁流体发电，都属于热电直接转换。太阳能通过集热装置和热交换器，给水加热，使之变为蒸汽，推动汽轮发电机组发电，与火力发电原理相同，属于间接转换发电。

太阳能是一种十分安全、经济、无污染而且取之不尽的能源。太阳能发电装置建在常年日照时间长的地方。我国的太阳能资源也相当丰富，特别是我国的西藏、新疆、内蒙古等地区，常年日照时间达 250 ~ 300 天，属于太阳能丰富区。我国的 80% 地区均可利用太阳能发电。

2. 电力系统的组成

为了充分利用动力资源，减少燃料运输，降低发电成本，因此有必要在有水力资源的地方建设水电站，而在有燃料资源的地方建设火电厂，但这些有动力资源的地方，往往离用电中心较远，所以必须用高压输电线进行远距离输电，如图 1-5 所示。

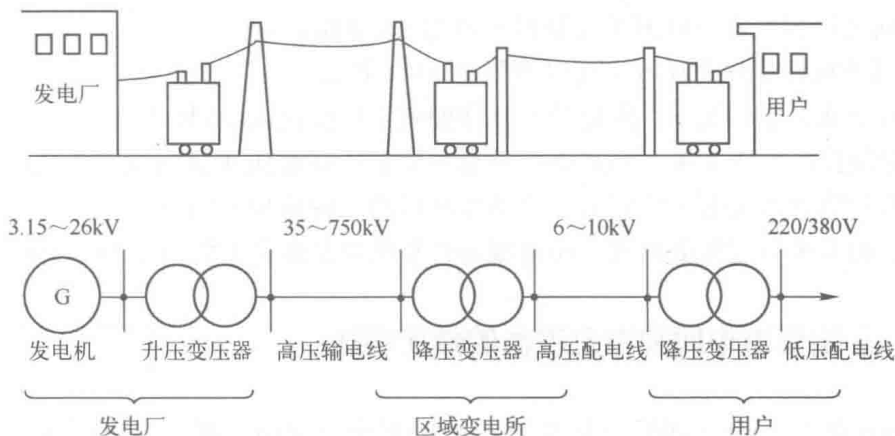


图 1-5 从发电厂到用户的送电过程示意图

由各级电压的电力线路将一些发电厂、变电所和电力用户联系起来的一个发电、输电、变电、配电和用电的整体，称为电力系统。



电力系统中各级电压的电力线路及其联系的变电所,称为电力网或电网。但习惯上,电网或系统往往以电压等级来区分,如说 10 kV 电网或 10 kV 系统。这里所说的电网或系统,实际上是指某一电压的相互联系的整个电力线路。

电网可按电压的高低和供电范围的大小分为区域电网和地方电网。区域电网的供电范围大,电压一般在 220 kV 及以上。地方电网的供电电压一般不超过 110 kV。民用建筑供电系统属于地方电网。

电力系统加上发电厂的动力部分及其热能系统和热能用户,称为动力系统。

建立大型电力系统(联合电网)有下列优越性:

- (1) 可以更经济合理地利用动力资源,例如,在有水力资源的地方建设水电站,在有煤炭资源的地方建设坑口火电厂,在有地热资源的地方建设地热发电厂等,这样可大大降低发电成本,减少电能损耗。
- (2) 可以更好地保证供电质量,满足用户对电源频率和电压等参数的质量要求。
- (3) 可以大大提高供电的可靠性,有利于整个国民经济的发展。

问题引入 在电力系统中,不同的线路的电压往往是不同的,那么这些电压等级如何划分呢?它们各用于什么场合?用电设备与线路的电压又存在什么关系?电能在使用过程中又该如何保证电压的质量?

1.2 电力系统的电压和电能质量

电力系统中的所有电气设备,都是在一定的电压和频率下工作的。电气设备的额定电压和额定频率是电气设备正常工作且能获得最佳经济效果的电压和频率。电压和频率是衡量电能质量的基本参数。

一般交流电力设备的额定频率为 50 Hz,此频率通称为工频(工业频率)。我国 1996 年公布实施的《供电营业规则》规定在电力系统正常状况下,供电频率的允许偏差为:

- (1) 电网装机容量在 300 万千瓦及以上的为 ± 0.2 Hz;
- (2) 电网装机容量在 300 万千瓦以下的为 ± 0.5 Hz。

在电力系统非正常状况下,供电频率允许偏差不应超过 ± 1.0 Hz。

对民用建筑供电系统来说,提高电能质量主要是提高电压质量问题。电压质量是按照国家标准或规范对电力系统电压的偏差、波动和波形的一种质量评估。

此外,三相系统中三相电压或三相电流是否平衡也是衡量电能质量的一个指标。

1.2.1 三相交流电网和电力设备的额定电压

按照国家标准 GB 156—2003《标准电压》的规定,我国三相交流电网和发电机的额定电压参见表 1-1。表 1-1 中的电力变压器一、二次绕组额定电压,是依据我国生产的电力变压器标准产品规格确定的。