

教育部推荐教材

21世纪高职高专系列规划教材

工厂供电技术

主 编 付艮秀 王邦林

副主编 王志军 蔚志坚



北京师范大学出版社

教育部推荐教材

21世纪高职高专系列规划教材

工厂供电技术

主 编 付艮秀 王邦林

副主编 王志军 蔚志坚



北京师范大学出版社

内 容 简 介

本书重点介绍工厂供配电系统的基本知识、基本理论,以及设计计算方法和运行维护等方面的知识。全书共分 11 章,主要包括:工厂供电的基本知识、工厂供电系统电力负荷的计算、工厂功率因数的确定及提高、工厂供电一次系统、短路电流及其计算、工厂供电系统一次设备及选择、工厂供电系统的保护装置、工厂供电二次系统、防雷与接地、工厂电气照明、工厂变配电所的电气安全与运行维护。每章前面有要点,后面附有本章小结、复习思考题与习题。

本书适用于高职高专电气工程类专业教材,也可供高等工科院校以及职工大学函授电气工程类专业师生学习,还可供工矿企业从事工厂供配电系统设计、运行和管理的工程技术人员以及参加注册电气工程师供配电专业的考试人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工厂供电技术/付良秀主编. —北京:北京师范大学出版社, 2006. 8
(21 世纪高职高专系列规划教材)
ISBN 7 - 303 - 08238 - 7

I. 工… II. 付… III. 工厂-供电-高等学校:
技术学校-教材 IV. TM727. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 092637 号

北京师范大学出版社出版发行
(北京新街口大街 19 号 邮政编码:100875)

<http://www.bnup.com.cn>

出版人:赖德胜

北京东方圣雅印刷有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:185 mm×260 mm 印张:19 字数:420 千字

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

定价:28.50 元

出版说明

随着我国经济建设的发展,社会对技术型应用人才的需求日趋紧迫,这也促进了我国职业教育的迅猛发展,我国职业教育已经进入了平稳、持续、有序的发展阶段。为了适应社会对技术型应用人才的需求和职业教育的发展,教育部对职业教育进行了卓有成效的改革,职业教育与成人教育司、高等教育司分别颁布了调整后的中等职业教育、高等职业教育专业设置目录,为职业学校专业设置提供了依据。教育部连同其他五部委共同确定数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等四个专业领域为紧缺人才培养专业,选择了上千家高职、中职学校和企业作为示范培养单位,拨出专款进行扶持,力争培养一批具有较高实践能力的紧缺人才。

职业教育的快速发展,也为职业教材的出版发行迎来了新的春天和新的挑战。教材出版发行为职业教育的发展服务,必须体现新的理念、新的要求,进行必要的改革。为此,在教育部高等教育司、职业教育与成人教育司、北京师范大学等的大力支持下,北京师范大学出版社在全国范围内筹建了“全国职业教育教材改革与出版领导小组”,集全国各地上百位专家、教授于一体,对中等职业、高等职业文化基础课、专业基础课、专业课教材的改革与出版工作进行深入地研究与指导。2004年8月,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”召开了“全国有特色高职教材改革研讨会”,来自全国20多个省、市、区的近百位高职院校的院校长、系主任、教研室主任和一线骨干教师参加了此次会议。围绕如何编写出版好适应新形势发展的高等职业教育教材,与会代表进行了热烈的研讨,为新一轮教材的出版献计献策。这次会议共组织高职教材50余种,包括文化基础课、电工电子、数控、计算机教材。2005年~2006年期间,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”先后在昆明召开高职高专教材研讨会,对当前高职高专教材的改革与发展、高职院校教学、师资等进行了深入的探讨,同时推出了一批高职教材。这些教材特点如下:

1. 紧紧围绕教育改革,适应新的教学要求。过渡时期具有新的教学要求,这批教材是在教育部的指导下,针对过渡时期教学的特点,以3年制为基础,兼顾2年制,以“实用、够用”为度,淡化理论,注重实践,消减过时、用不上的知

识,内容体系更趋合理。

2.教材配套齐全。将逐步完善各类专业课、专业基础课、文化基础课教材,所出版的教材都配有电子教案,部分教材配有电子课件和实验、习题指导。

3.教材编写力求语言通俗简练,讲解深入浅出,使学生在理解的基础上学习,不囫圇吞枣,死记硬背。

4.教材配有大量的例题、习题、实训,通过例题讲解、习题练习、实验实训,加强学生对理论的理解以及动手能力的培养。

5.反映行业新的发展,教材编写注重吸收新知识、新技术、新工艺。

北京师范大学出版社是教育部职业教育教材出版基地之一,有着近20年的职业教育出版历史,具有丰富的编辑出版经验。这批高职教材的编写得到了教育部相关部门的大力支持,部分教材通过教育部审核,被列入职业教育与成人教育司高职推荐教材,并有25种教材列为“十一五”国家级规划教材。我们还将开发电子信息类的通信、机电、电气、计算机等其他专业,以及工商管理、财会等方面教材,希望广大师生积极选用。

教材建设是一项任重道远的工作,需要教师、专家、学校、出版社、教育行政部门的共同努力才能逐步获得发展。我们衷心希望更多的学校、更多的专家加入到我们的教材改革出版工作中来,北京师范大学出版社职业与成人教育事业部全体人员也将备加努力,为职业教育的改革与发展服务。

全国职业教育教材改革与出版领导小组
北京师范大学出版社

参加教材编写的单位名单

(排名不分先后)

沈阳工程学院	保定职业技术学院
山东劳动职业技术学院	绵阳职业技术学院
济宁职业技术学院	北岳职业技术学院
辽宁省交通高等专科学校	天津职业大学
浙江机电职业技术学院	石家庄信息工程职业学院
杭州职业技术学院	襄樊职业技术学院
西安科技大学电子信息学院	九江职业技术学院
西安科技大学通信学院	青岛远洋船员学院
西安科技大学机械学院	无锡科技职业学院
天津渤海职业技术学院	广东白云职业技术学院
天津渤海集团公司教育中心	三峡大学职业技术学院
连云港职业技术学院	西安欧亚学院实验中心
景德镇高等专科学校	天津机电职业技术学院
徐州工业职业技术学院	漯河职业技术学院
广州大学科技贸易技术学院	济南市高级技工学校
江西信息应用职业技术学院	沈阳职业技术学院
浙江商业职业技术学院	江西新余高等专科学校
内蒙古电子信息职业技术学院	赣南师范学院
济源职业技术学院	江西交通职业技术学院
河南科技学院	河北农业大学城建学院
苏州经贸职业技术学院	华北电力大学
浙江工商职业技术学院	北京工业职业技术学院
温州大学	湖北职业技术学院
四川工商职业技术学院	河北化工医药职业技术学院
常州轻工职业技术学院	天津电子信息职业技术学院
河北工业职业技术学院	广东松山职业技术学院
太原理工大学轻纺学院	常州轻工职业技术学院
浙江交通职业技术学院	北京师范大学

山西大学工程学院
平顶山工学院
黄石理工学院
广东岭南职业技术学院
青岛港湾职业技术学院
郑州铁路职业技术学院
北京电子科技职业学院
北京农业职业技术学院
宁波职业技术学院
宁波工程学院
北京化工大学成教学院
天津交通职业技术学院
济南电子机械工程学院
山东职业技术学院
天津中德职业技术学院
天津现代职业技术学院
天津青年职业技术学院
无锡南洋学院
北京城市学院
北京经济技术职业学院
北京联合大学
大红鹰职业技术学院
广东华立学院
广西工贸职业技术学院
贵州商业高等专科学校
桂林旅游职业技术学院
河北司法警官职业学院
黑龙江省教科院
湖北财经高等专科学校
华东师范大学职成教所
淮南职业技术学院
淮阴工学院
黄河水利职业技术学院
南京工业职业技术学院
南京铁道职业技术学院
黔南民族职业技术学院
青岛职业技术学院
陕西财经职业技术学院

陕西职业技术学院
深圳信息职业技术学院
深圳职业技术学院
石家庄职业技术学院
四川建筑职业技术学院
四川职业技术学院
太原旅游职业技术学院
泰山职业技术学院
温州职业技术学院
无锡商业职业技术学院
武汉商业服务学院
杨凌职业技术学院
浙江工贸职业技术学院
郑州旅游职业技术学院
淄博职业技术学院
云南机电职业技术学院
云南林业职业技术学院
云南国防工业职业技术学院
云南文化艺术职业学院
云南农业职业技术学院
云南能源职业技术学院
云南省交通职业技术学院
云南司法警官职业学院
云南热带作物职业技术学院
西双版纳职业技术学院
玉溪农业职业技术学院
云南科技信息职业学院
昆明艺术职业学院
云南经济管理职业学院
云南农业大学
云南师范大学
昆明大学
陕西安康师范学院
云南水利水电学校
昆明工业职业技术学院
云南财税学院
云南大学高职学院

前 言

本书是根据教育部高职高专本课程教学要求编写的,它可以作为高职高专电气工程类专业教材,也可供高等工科院校以及职工大学函授电气工程类专业师生学习,还可供工矿企业从事工厂供配电系统设计、运行和管理的工程技术人员以及参加注册电气工程师供配电专业的考试人员参考。

本书重点介绍工厂供配电系统的基本知识、基本理论,以及设计计算方法和运行维护方面的知识等。在介绍中注重结合我国现行的供配电设计与运行规程,通过本课程的学习,可以使学生应用课本知识进行设计,逐步培养学生分析问题和解决实际工程问题的能力,培养学生查阅资料,合理选择和分析数据的能力,提高运算、制图的基本能力,并且得到电气设计工程师的初步训练。

全书共分 11 章,主要内容包括:工厂供电的基本知识、工厂供电系统电力负荷的计算、工厂功率因数的确定及提高、工厂供电一次系统、短路电流及其计算、工厂供电系统一次设备及选择、工厂供电系统的保护装置、工厂供电二次系统、防雷与接地、工厂电气照明、工厂变电所的电气安全与运行维护。每章前面有要点,后面附有本章小结、复习思考题与习题。

本书由付艮秀、王邦林任主编,并负责全书的整理和修改,王志军、蔚志坚任副主编。王志军编写第 1、2、3、4 章,蔚志坚编写第 5、6 章,王邦林编写第 7、8 章,付艮秀编写第 9、10、11 章。本书得到了很多院校和同志的大力支持和帮助,也在此表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限,加之编写时间仓促,书中难免有不妥和错误之处,恳请广大读者批评指正,编者不胜感激。

编 者

2006 年 6 月

目 录

第 1 章 工厂供电的基本知识	1	措施	16
1.1 电力系统概述	1	1.5 工厂供电设计的基本知识	17
1.1.1 概述	1	1.5.1 概述	17
1.1.2 电力系统	1	1.5.2 一般设计原则	17
1.1.3 电力系统运行的特点	4	1.5.3 工厂供电设计的程序与要求	17
1.1.4 电力系统的要求	4	本章小结	19
1.2 电力系统额定电压的确定	5	习题与思考题	19
1.2.1 额定电压的国家标准	5	第 2 章 工厂供电系统电力负荷的计算	21
1.2.2 电网额定电压的确定	6	2.1 电力负荷的有关知识	21
1.3 电力系统中性点的运行方式	7	2.1.1 电力负荷的分级及对供电电源的要求	21
1.3.1 概述	7	2.1.2 电力负荷的类别	22
1.3.2 中性点不接地的电力系统	7	2.1.3 用电设备的设备容量及其确定	23
1.3.3 中性点经消弧线圈接地的电力系统	9	2.1.4 负荷曲线	24
1.3.4 中性点直接接地的三相系统	11	2.1.5 有关负荷曲线和负荷计算的物理量	26
1.4 工厂供电系统及供电质量的主要指标	11	2.2 电力负荷的计算方法	27
1.4.1 工厂供电系统概述	11	2.2.1 概述	27
1.4.2 供电质量的主要指标	14	2.2.2 按需要系数法确定计算负荷	28
1.4.3 提高电能质量的		2.2.3 按二项式法确定计算负荷	30
		2.2.4 单相用电设备组的负荷计算	32
		2.3 工厂供电系统功率损耗和	

电能损耗的计算	35	的容量,或进行技术改造,提高设备的负	
2.3.1 工厂供电系统的功率		荷率	49
损耗	35	3.2.4 改革落后工艺,改进操作	
2.3.2 工厂供电系统的电能		方法	50
损耗	38	3.3 工厂功率因数的人工	
2.4 全厂计算负荷及年电能		补偿	50
消耗量的计算	39	3.3.1 功率因数的人工	
2.4.1 全厂计算负荷的		补偿	50
确定	39	3.3.2 并联电容器的接线与	
2.4.2 工厂年电能消耗量的		装设	50
计算	40	3.3.3 并联电容器的控制	
2.5 尖峰电流的计算	40	和保护	54
2.5.1 概述	40	本章小结	56
2.5.2 单台用电设备尖峰		习题与思考题	56
电流的计算	40	第4章 工厂供电一次系统	58
2.5.3 多台用电设备尖峰		4.1 工厂供电方案的比较及	
电流的计算	41	供电电压的确定	58
本章小结	41	4.1.1 工厂供电方案的	
习题与思考题	42	比较	58
第3章 工厂功率因数的确定及		4.1.2 供电电压的确定	61
提高	44	4.2 变电所电气主接线的	
3.1 工厂功率因数的确定	44	选择	64
3.1.1 功率因数的基本		4.2.1 概述	64
概念	44	4.2.2 车间及小型企业变电	
3.1.2 工厂常用功率因数的		所的主接线	65
计算方法	45	4.2.3 工厂总降压变电所的	
3.1.3 功率因数的人工		主电路图	67
补偿	46	4.2.4 高压配电所的	
3.2 提高工厂自然功率因数		主电路图	69
的措施	48	4.3 变电所电力变压器	
3.2.1 逐步更新淘汰现有低效		的选择	73
耗能的供电设备	48	4.3.1 电力变压器的	
3.2.2 改造现有能耗大的供用		类别	73
电设备和不合理的		4.3.2 电力变压器的额定	
供配电系统	49	容量、实际容量和过	
3.2.3 合理选择供用电设备			

负荷能力	73	计算	95
4.3.3 变电所主变压器台数 的选择	75	5.3.3 采用标幺值法进行短 路计算	99
4.3.4 变电所主变压器容量 的选择	76	5.4 两相和单相短路电流的 计算	102
4.3.5 变压器型式和连接组 别的选择	77	5.4.1 两相短路电流的 计算	102
4.4 工厂电力线路	78	5.4.2 单相短路电流的 计算	102
4.4.1 电力线路	78	5.5 短路电流的效应	103
4.4.2 电力线路的接线 方式	78	5.5.1 概述	103
4.4.3 电力线路的结构 与敷设	81	5.5.2 短路电流的电动 效应	103
本章小结	83	5.5.3 短路电流的热 效应	104
习题与思考题	84	本章小结	107
第5章 短路电流及其计算	85	习题与思考题	107
5.1 短路的基本概念	85	第6章 工厂供电系统一次设备 及选择	109
5.1.1 发生短路的原因和 短路的类型	85	6.1 工厂供电系统一次设备及 选择的一般原则	109
5.1.2 短路的后果	85	6.1.1 概述	109
5.1.3 计算短路电流的 目的	87	6.1.2 按正常工作条件选择 电气设备	109
5.1.4 计算短路电流的基本 假设条件	87	6.1.3 按短路情况校验电气 设备的动稳定和 热稳定	110
5.2 无限大容量系统三相短路 过程分析	88	6.2 高压开关电器及 选择	112
5.2.1 无限大容量系统	88	6.2.1 高压熔断器	112
5.2.2 无限大容量系统三相 短路电流的变化 过程	88	6.2.2 高压隔离开关	114
5.2.3 短路电流的有关物 理量	92	6.2.3 高压负荷开关	115
5.3 三相短路电流的 计算	94	6.2.4 高压断路器	115
5.3.1 概述	94	6.2.5 高压开关柜	120
5.3.2 采用欧姆法进行短路 计算	95	6.2.6 高压一次设备的 选择	121

6.3 互感器及选择	123	任务	151
6.3.1 概述	123	7.1.2 继电保护装置的基本 原理和组成	151
6.3.2 电流互感器	124	7.1.3 对继电保护装置的 基本要求	152
6.3.3 电压互感器	128	7.1.4 继电保护的发展 现状	154
6.4 低压开关电器及 选择	131	7.2 工厂供配电系统的 保护装置	156
6.4.1 概述	131	7.2.1 概述	156
6.4.2 低压熔断器	131	7.2.2 低压熔断器保护 ...	157
6.4.3 低压刀开关	134	7.2.3 低压断路器保护 ...	160
6.4.4 低压刀熔开关和 负荷开关	134	7.3 工厂电力线路的 保护装置	161
6.4.5 低压断路器	135	7.3.1 概述	161
6.4.6 低压配电屏	139	7.3.2 继电器及电流互感器的 接线方式	162
6.4.7 低压一次设备的 选择	140	7.3.3 电流速断保护	165
6.5 工厂电力线路的 选择	140	7.3.4 带时限的过电流 保护	167
6.5.1 概述	140	7.3.5 中性点不接地系统的 单相接地保护	173
6.5.2 按周围环境及敷设方式 选择导线和电缆的 型号	141	7.4 工厂电力变压器的保护 配置	175
6.5.3 按发热条件选择导线 和电缆的截面	144	7.4.1 概述	175
6.5.4 按经济电流密度选择 导线和电缆的 截面	145	7.4.2 变压器瓦斯保护 ...	176
6.5.5 线路电压损耗的 计算	146	7.4.3 变压器电流速断 保护	177
6.5.6 按机械强度校验 导线截面积	148	7.4.4 变压器的过电流 保护	178
本章小结	148	7.4.5 变压器过负荷 保护	178
习题与思考题	149	7.4.6 变压器低压侧单相 接地保护	179
第7章 工厂供电系统的保护 装置	151	7.4.7 变压器的差动 保护	180
7.1 保护装置的基本知识 ...	151		
7.1.1 保护装置的作用和			

7.5 工厂高压电动机的		8.4.4 中央预告信号	
保护配置	183	回路	204
7.5.1 概述	183	8.5 电气测量仪表	206
7.5.2 电动机的相间短路		8.5.1 概述	206
保护	184	8.5.2 电气测量仪表的	
7.5.3 电动机的过负荷		配置	206
保护	184	8.5.3 对电气测量仪表的	
7.5.4 高压电动机的纵差		一般要求	207
保护	185	8.5.4 电气测量仪表接线	
7.5.5 高压电动机的单相		举例	207
接地保护	185	8.6 备用电源自动投入	
7.5.6 高压电动机的低		装置	208
电压保护	186	8.6.1 备用电源自动投入的	
本章小结	187	基本形式	208
习题与思考题	188	8.6.2 对 APD 装置的基本	
第 8 章 工厂供电二次系统	190	要求	209
8.1 二次回路的基本知识 ...	190	8.6.3 APD 装置的接线 ...	209
8.1.1 变、配电所二次回路		8.7 电力线路自动重合	
的基本知识	190	闸装置	212
8.1.2 二次回路标号	193	8.7.1 概述	212
8.2 二次回路的操作电源 ...	195	8.7.2 自动重合闸装置的	
8.2.1 概述	195	分类	212
8.2.2 直流操作电源	195	8.7.3 对自动重合闸装置的	
8.2.3 交流操作电源	197	基本要求	213
8.3 断路器的控制回路	198	8.7.4 电气一次自动重	
8.3.1 概述	198	合闸装置	213
8.3.2 断路器控制电路的		8.8 工厂供电系统的	
基本要求	199	远动装置	215
8.3.3 断路器控制电路的		8.8.1 概述	215
动作原理	199	8.8.2 微机控制的供电系统	
8.4 中央信号装置	202	远动装置简介	216
8.4.1 概述	202	8.8.3 电力系统实现无人值	
8.4.2 对中央信号回路		班必须具备的两个	
的要求	202	条件	219
8.4.3 中央事故信号		8.8.4 系统“四遥”的	
回路	203	实现	219



本章小结	220	10.2.1 工厂常用电光源的类型及其特性与选择	247
习题与思考题	221	10.2.2 工厂常用灯具的类型及其选择与布置	251
第9章 防雷与接地	222	10.3 照度标准和照度计算	254
9.1 防雷的基本知识	222	10.3.1 工厂照明的照度标准	254
9.1.1 过电压及其分类 ..	222	10.3.2 照度计算	254
9.1.2 雷电的基本知识 ..	223	10.4 工厂电气照明系统设计	257
9.1.3 防雷装置	225	10.4.1 概述	257
9.2 供电系统防雷保护的设置	230	10.4.2 供电电压的选择	257
9.2.1 变配电所雷电过电压保护的设置	230	10.4.3 供电方式的确定	258
9.2.2 架空线路防雷保护的设置	232	10.4.4 照明负荷计算 ..	258
9.2.3 高压电动机的防雷保护设置	233	10.4.5 照明系统导线截面的选择	259
9.3 接地的基本知识	233	10.4.6 工厂照明系统保护装置的设置	260
9.3.1 接地的有关知识 ..	233	本章小结	260
9.3.2 工厂供电系统的接地类型	235	习题与思考题	261
9.4 变电所接地装置及接地电阻的计算	239	第11章 工厂变配电所的电气安全与运行维护	262
9.4.1 变电所接地装置的设置	239	11.1 工厂变配电所的电气安全	262
9.4.2 接地电阻的组成 ..	239	11.1.1 电气安全的概念 ..	262
9.4.3 接地电阻计算	241	11.1.2 触电事故及其急救措施	263
本章小结	242	11.1.3 电气安全的一般措施	265
习题与思考题	242	11.2 工厂变配电所的运行维护	267
第10章 工厂电气照明	244		
10.1 电气照明的基本知识	244		
10.1.1 照明方式和照明种类的划分	244		
10.1.2 电气照明的基本概念	245		
10.2 工厂常用的电光源和灯具	247		

11.2.1 变配电所的值班制度和值班员职责 ...	267	时的最高允许温度及热稳定系数	279
11.2.2 变配电所的送电和停电操作	268	附录表 8 常用高压断路器的主要技术数据	279
11.2.3 电力变压器的运行维护	270	附录表 9 LQJ-10 型电流互感器的主要技术数据 ...	280
11.2.4 配电装置的运行维护	270	附录表 10 RM10 型低压熔断器的主要技术数据和保护特性曲线	281
11.2.5 工厂电力线路的运行维护	271	附录表 11 RT0 型低压熔断器的主要技术数据和保护特性曲线	281
11.2.6 并联电容器的运行维护	274	附录表 12 DW16 低压断路器的主要技术数据	282
本章小结	275	附录表 13 低压绝缘电线(电缆)的常用型号及其规格	283
习题与思考题	275	附录表 14 各种电力电缆的使用特性	283
附录	276	附录表 15 常用电力电缆的外护层类型和主要适用范围	284
附录表 1 用电设备组的需要系数、二项式系数及功率因数值	276	附录表 16 架空裸导线的最小截面	285
附录表 2 LJ 型铝绞线的主要技术数据	277	附录表 17 绝缘导线心线的最小截面	285
附录表 3 SL7 系列低损耗配电变压器的主要技术数据	277	附录表 18 绝缘导线明敷、穿钢管和穿塑料管时的允许载流量	285
附录表 4 部分工厂的全厂需要系数、功率因数及年最大有功负荷利用小时参考值	277	参考文献	288
附录表 5 并联电容器的无功补偿率	278		
附录表 6 BW 型并联电容器的主要技术数据	278		
附录表 7 导体在正常和短路			

第1章 工厂供电的基本知识

本章要点

本章概述工厂供电的一些基本问题。首先简要说明电力系统的意义、组成、特点和要求,然后重点论述关系到供电系统全局的几个基本问题,即电力系统的电压和电力系统的中性点运行方式,以及典型的各种工厂供电系统和供电质量的主要指标,最后概述工厂供电设计的一般知识。

1.1 电力系统概述

1.1.1 概述

工厂供电就是指工厂所需电能的供应和分配,也称供、配电技术。

众所周知,电能是现代工业生产的主要能源和动力。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使用;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。因此,电能现代化生产及整个国民经济生活中应用极为广泛。工业企业及人们生活所需要的电能绝大多数是由公共电力系统供给的,而且电能也是工厂产品成本的一部分,如在机械类工厂中,电费开支占产品成本的6%左右。所以,在介绍供、配电系统之前,对电力系统予以介绍。

1.1.2 电力系统

电力系统是由各种电压的电力线路将发电厂、变电所、配电所和电能用户组成的一个发电、输电、变电、配电和用电的整体。电能的生产、输送、分配和使用的全过程实际上是同时进行的,即发电厂任何时刻生产的电能都等于该时刻所有用电设备使用和电力设备消耗的电能之和。

电力网(电网)是由电力系统中各级电压的电力线路及其联系的变、配电所的总称。但在习惯上,电网和系统也指某一电压等级的整个电力线路,如10kV电网或10kV系统。电压在110kV及以上的供电范围较大的电网通常称为区域电网。电压在110kV以下的供电范围较小的电网通常称为地方电网。

动力系统是由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的总称。动力部分包括水力发电厂的水库、水轮机,热力发电厂的锅炉、汽轮机、热力网和



用电设备以及核电站的反应堆、蒸发器等,所以,电力系统是动力系统的一部分。

现在,各国建立的电力系统越来越大,甚至建立跨国的电力系统。建立大型电力系统,可以更经济地利用动力资源,减少电能损耗,降低发电成本,保证供电质量,满足用户对电源频率和电压等质量的要求,大大提高供电的可靠性,有利于整个国民经济的发展。

电力系统的作用是由各个组成环节分别完成电能的生产、变换、输送、分配和使用等任务。下面对这几个环节的基本概念进行说明。

1. 发电厂

发电厂是将自然界蕴藏的各种一次能源转换为电能的工厂。发电厂有多种类型,按其所利用能源的不同,分为火力发电厂、水力发电厂、核能发电厂,以及风能、地热、太阳能、潮汐发电厂等类型。目前,在我国接入电力系统的发电厂最主要的有火力发电厂、水力发电厂,以及核能发电厂等。

(1) 水力发电厂

水力发电厂简称水电厂或水电站。按集中落差的方式分为堤坝式(坝后式)、引水式和混合式。无论哪种形式都是利用水流的位能来生产电能。水电站主要由水库、水轮机和发电机组成。水库中的水具有一定的位能后,经引水管道送入水轮机推动水轮机旋转,水轮机与发电机连轴,带动发电机转子一起转动发电。其能量转换过程是:水流位能 $\rightarrow$ 机械能 $\rightarrow$ 电能。水电站的效率一般为 $0.80 \sim 0.86$ 。

(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,按其燃料的不同,又分为燃油式、燃煤式、燃气式以及废热式等火力发电厂。其主要设备有锅炉、汽轮机、发电机等。我国的火电厂以燃煤为主。为了提高燃料的效率,现代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,将锅炉的水烧成高温高压的蒸汽,推动汽轮机转动,从而使与之连轴的发电机旋转发电。其能量转换过程是:燃料的化学能 $\rightarrow$ 热能 $\rightarrow$ 机械能 $\rightarrow$ 电能。现代火电厂一般都考虑“三废”的综合利用,不仅要发电,而且还要供热。这类发电厂又称为热电厂或热电站。火电厂的效率一般为 $0.20 \sim 0.40$ 。

(3) 核能发电厂

核能发电厂通常称为核电站。它主要是利用原子核的裂变能来生产电能,其生产过程与火电厂基本相同,只是以核反应堆(俗称原子锅炉)代替了燃料锅炉,以少量的核燃料代替了大量的煤燃料。其能量转换过程是:核裂变能 $\rightarrow$ 热能 $\rightarrow$ 机械能 $\rightarrow$ 电能。图 1.1 给出核能发电厂的生产过程示意图。其中,图 1.1(a) 为沸水堆型反应堆。在这种反应堆内,水被直接变成蒸汽,它的系统构成较为简单,但有可能使汽轮机等设备受到放射性污染,以致使这些设备的运行、维护和检修复杂化。为了避免这个缺点,可采用如图 1.1(b) 所示的压水堆型反应堆。这种类型的反应堆增设了一个蒸汽发生