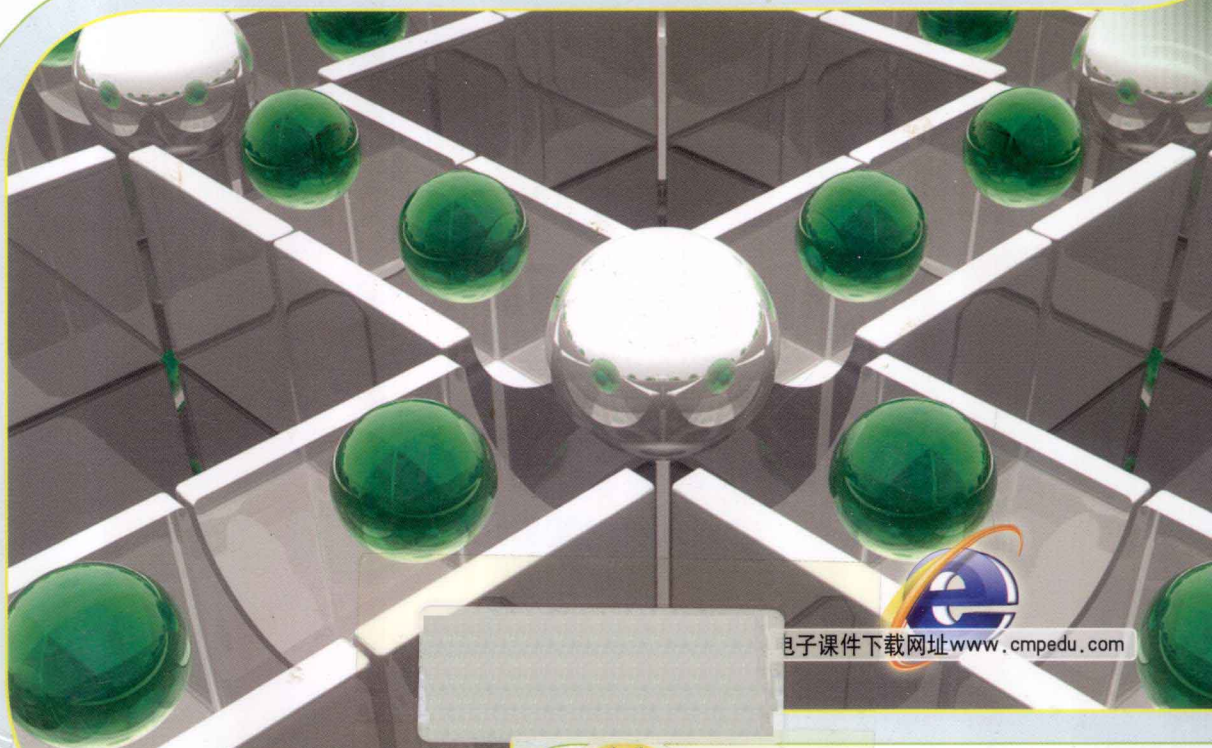




全国高等职业教育规划教材

现代供配电技术 项目教程

主 编 张季萌



电子课件下载网址 www.cmpedu.com

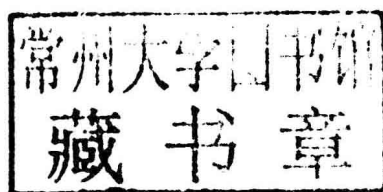


机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

现代供配电技术项目教程

主 编 张季萌
参 编 霍大勇 甘本德 宣 峰
申一歌 马 瑛 杨炎爽



机械工业出版社

本书共分7个单元, 主要内容包括: 电力网络、变电站、低压配电室、变配电系统运行保障措施、照明、电力负荷计算、企业电气安全和供电运行维护。每个单元由不同的任务组成, 任务的完成过程是知识由浅及深的过程, 也是对生产实际了解的过程。通过任务的完成, 建立学习与工作的联系, 提高学习的有效性, 实时吸纳生产实践中的新技术、新工艺, 紧跟生产实践新要求, 使读者具备综合职业能力。

本书主要适用于高职高专电气自动化、机电一体化、建筑电气、电力系统及其自动化等电类专业, 也可供相关工程技术人员参考。

为了配合教学, 本书配有电子课件, 读者可以登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 免费注册后下载, 或联系编辑索取 (QQ: 1239258369, 电话 (010) 88379739)。

图书在版编目 (CIP) 数据

现代供电技术项目教程 / 张季萌主编. — 北京: 机械工业出版社, 2011.11
全国高等职业教育规划教材
ISBN 978-7-111-36019-3

I. ①现… II. ①张… III. ①供电—高等职业教育—教材 ②配电系统—高等职业教育—教材 IV. ①TM72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 008169 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 吴鸣飞 版式设计: 张世珍

责任校对: 李秋荣 责任印制: 杨 曦

保定市市画美凯印刷有限公司印刷

2012 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 16 印张 · 395 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-36019-3

定价: 32.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育规划教材机电类专业 委员会成员名单

主 任	吴家礼					
副 主 任	任建伟	张 华	陈剑鹤	韩全立	盛靖琪	谭胜富
委 员	(按姓氏笔画排序)					
	王启洋	王国玉	王晓东	代礼前	史新民	田林红
	龙光涛	任艳君	刘靖华	刘 震	吕 汀	纪静波
	何 伟	吴元凯	张 伟	李长胜	李 宏	李柏青
	李晓宏	李益民	杨士伟	杨华明	杨 欣	杨显宏
	陈文杰	陈志刚	陈黎敏	苑喜军	金卫国	奚小网
	徐 宁	陶亦亦	曹 凤	盛定高	程时甘	韩满林
秘 书 长	胡毓坚					
副秘书长	郝秀凯					

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近60所高等职业院校的骨干教师对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- 1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- 2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- 3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述要容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- 4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- 5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

供配电技术对从事电气自动化、机电一体化、建筑电气、电力系统自动化等专业的技术人员是一项非常重要的专业技能，在高职高专电类专业中更是教学内容的重要组成部分。为了适应新的教学模式和新技术发展的需要，2010年，在河南工业职业技术学院课程建设组的共同努力下，“现代供配电技术”课程成为了具有高职教育特色，有利于学生职业能力培养，教学方法手段灵活多样、具有适用性，在全国高职高专类院校中具有示范和辐射推广作用的教育部高职高专自动化类教学指导委员会精品课，在此基础上，教材编写组精心组织，广泛选材，编写了本书。

本书体现了职业能力导向的要求，反映企业的典型工作实践，体现了对学生职业生涯发展的要求，整个教材遵循读者的认知规律，紧紧围绕任务驱动法的教学模式编写。全书共分7个单元，主要内容包括：电力网络、变电站、低压配电室、变配电系统的运行保障措施、照明、电力负荷的计算、企业电气安全和供配电运行维护。每个单元由不同的任务组成，任务的完成过程是知识由浅及深的过程，也是对生产实际了解的过程。通过任务的完成，建立学习与工作的联系，提高学习的有效性，实时吸纳生产实践中的新技术、新工艺，紧跟生产实践新要求，使读者具备综合职业能力。

本书由河南工业职业技术学院张季萌任主编，霍大勇、甘本德、宣峰、申一歌、马瑛、杨炎爽参编。其中，张季萌编写了第1单元和第2单元的任务2.1、2.2、2.3，第4单元的任务4.1、4.2和4.5部分内容并负责全书统稿，宣峰编写了第2单元的任务2.4、2.5、2.6和第3单元，申一歌编写了第4单元的任务4.3、4.4、4.2和4.5部分内容，马瑛编写了第5单元和第7单元的任务7.1，霍大勇编写了第6单元，海军工程大学动力工程系杨炎爽工程师参与了第4单元的任务4.6的编写。河南工业职业技术学院电气自动化技术专业是国家级教学团队，本书的主要编写人员，均是国家级教学团队成员。中国联合水泥集团有限公司是该学院的校企合作单位，其电气主管甘本德高工，长期从事电气管理、设计和维修工作，参编了第7单元任务7.2、7.3，为本书提供了丰富的供配电生产实践运行维护经验。

由于编者水平有限，书中不妥和错误之处难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

第1单元 电力网络	1
任务 1.1 供配电系统	1
1.1.1 供配电系统简介	1
1.1.2 供配电系统的基本结构	5
任务 1.2 电网	6
1.2.1 国家电力网络的现状	6
1.2.2 组建国家级电网的意义	6
任务 1.3 电压等级	7
1.3.1 电力负荷	7
1.3.2 电力系统电压	8
1.3.3 供电电能的质量	10
任务 1.4 电力系统中性点的分析	12
1.4.1 电力系统中性点的运行方式	12
1.4.2 低压配电系统中性点的连接和 接地方式	14
第2单元 变电站	17
任务 2.1 电力变压器	17
2.1.1 电力变压器的结构与类型	18
2.1.2 电力变压器的联结组别	21
2.1.3 电力变压器的并列运行条件	22
2.1.4 电力变压器实际容量的计算	23
2.1.5 变电所主变压器台数的选择	23
2.1.6 变电所主变压器容量的选择	23
2.1.7 互感器	24
任务 2.2 高压成套配电装置	32
2.2.1 概述	32
2.2.2 高压开关柜	32
任务 2.3 高压电器元件	35
2.3.1 开关电器中的电弧	35
2.3.2 绝缘子	37
2.3.3 高压熔断器	38
2.3.4 高压隔离开关和负荷开关	41
2.3.5 高压断路器	45
任务 2.4 高压线路的认识与选择	53

2.4.1 末端用户常用高压电力线路的接线 方式	53
2.4.2 架空线路的结构与敷设	56
2.4.3 高压电缆的认识与选择	61
任务 2.5 导线和电缆截面选择的 条件	65
2.5.1 导线和电缆截面选择必需满足的 条件	65
2.5.2 按发热条件选择导线和电缆的截 面	66
2.5.3 按经济电流密度选择导线和电缆 的截面	67
2.5.4 按电压损耗选择导线和电缆的截 面	69
任务 2.6 变配电所的接线及结构	71
2.6.1 变配电所常用主结线的类型和特 点	72
2.6.2 变配电所的类型	76
2.6.3 变配电所的所址选择	77
2.6.4 变配电所的总体布置	78
2.6.5 变配电所的结构	80
2.6.6 变配电所部分标准和管理要求	84
第3单元 低压配电室	87
任务 3.1 低压配电柜的认识与维 护	87
3.1.1 概述	87
3.1.2 低压配电柜	87
3.1.3 动力和照明配电箱	89
3.1.4 低压配电柜的维护	90
任务 3.2 低压电气设备的认识与维 护	90
3.2.1 低压熔断器	91
3.2.2 低压刀开关	93
3.2.3 刀熔开关	94
3.2.4 低压断路器	95
任务 3.3 低压配电线路的认识与选	

择	100	5.2.1 民用照明设计的特点	183
3.3.1 低压配电线路的接线方式	100	5.2.2 民用照明的一般设计	183
3.3.2 低压配电线路的结构和敷设	102	任务 5.3 工业照明	185
第 4 单元 变配电系统的运行保障措施	105	5.3.1 工业照明设计的特点	185
任务 4.1 二次回路的认识	105	5.3.2 工业照明供电网络	185
4.1.1 二次回路的认识及其组成	105	5.3.3 照明供电方式的选择	186
4.1.2 操作电源	106	5.3.4 照度计算	187
4.1.3 高压断路器控制回路	108	第 6 单元 电力负荷的计算	190
4.1.4 测量和绝缘监测监视回路	111	任务 6.1 负荷计算	190
4.1.5 二次回路安装接线图	113	6.1.1 电力负荷	190
任务 4.2 变配电系统继电保护	118	6.1.2 负荷曲线的有关概念	191
4.2.1 继电保护概述	118	6.1.3 三相用电设备组计算负荷的确定	193
4.2.2 继电保护装置的组成及常用保护继电器	121	6.1.4 单相用电设备组计算负荷的确定	195
4.2.3 电力线路的继电保护	128	6.1.5 计算负荷的估算	196
4.2.4 电力变压器的继电保护	136	6.1.6 尖峰电流及其计算	200
4.2.5 微型计算机保护概述	141	任务 6.2 短路计算	200
任务 4.3 低压控制系统保护	143	6.2.1 短路的原因、后果及其形式	201
4.3.1 熔断器的保护	144	6.2.2 无限大容量电力系统发生三相短路时的物理量	202
4.3.2 低压断路器的保护	146	6.2.3 无限大容量电力系统的短路电流计算	205
任务 4.4 供配电系统的自动装置	148	第 7 单元 企业电气安全和供配电运行维护	210
4.4.1 自动重合闸装置	148	任务 7.1 电气安全	210
4.4.2 备用电源自动投入装置	149	7.1.1 电气安全的一般措施	210
任务 4.5 防雷	150	7.1.2 触电的急救处理	212
4.5.1 雷电及过电压的有关概念	150	任务 7.2 供配电系统的巡检	214
4.5.2 防雷设计	153	7.2.1 电气设备的巡检方法	214
4.5.3 建筑物防雷的类别及其防雷措施	158	7.2.2 变配电室主要电气设备的巡视项目	215
任务 4.6 接地	161	任务 7.3 高压配电柜的操作和维修	216
4.6.1 接地和接地装置的概念	161	7.3.1 KYN28A 开关柜的操作规程	216
4.6.2 电气装置的接地和接地装置装设	164	7.3.2 KYN28A 开关柜手车故障案例分析	218
4.6.3 接地电阻的计算	165	7.3.3 微机综合保护装置故障维修案例	222
4.6.4 接地电阻的测量	170	附录	230
第 5 单元 照明	173	附录 A 油浸式变压器主要技术参数	230
任务 5.1 照明综述	173	附录 B 干式变压器主要技术参数	231
5.1.1 照明技术的有关概念	173		
5.1.2 常用照明光源和灯具	175		
5.1.3 常用照明方式	182		
任务 5.2 民用照明	182		

附录 C	非晶合金变压器主要技术参数	232			行温度及热稳定系数	241
附录 D	绝缘导线明敷、穿钢管和穿塑料管时的允许载流量	233	附录 L	绝缘导线芯线的最小允许截面	241	
附录 E	架空裸导线的最小允许截面	238	附录 M	LJ 型铝绞线、LGJ 型钢心铝绞线和 LMY 型硬铝母线的主要技术数据	242	
附录 F	10kV 常用三心电缆的最大允许载流量（铝心）	238	附录 N	常用高压熔断器主要技术数据	244	
附录 G	电缆在不同环境温度时的载流量校正系数	239	附录 O	常用低压熔断器主要技术数据	244	
附录 H	电缆在不同土壤热阻系数时的载流量的校正系数	239	附录 P	工业用电设备组的需要系数、二项式系数及功率因数	245	
附录 I	绝缘导线的电阻和电抗值	239	参考文献		247	
附录 J	电力电缆的电阻和电抗值	240				
附录 K	导体在正常和短路时的最高运行温度及热稳定系数	241				

第1单元 电力网络

任务 1.1 供配电系统

任务要点：

- 1) 了解供配电工作的意义与要求。
- 2) 掌握供配电系统及发电厂、电力系统的基本知识。
- 3) 熟悉企业变电所的组成、功能。

理论分析

1.1.1 供配电系统简介

发电厂产生生活和生产用电，从发电厂发出的电，需要经过较长距离的输送才能到达各级电能用户，如图 1-1 所示。在整个电能输送过程中，对于电力线路电压等级的确定、电力线路线径和规格型号的选择、电力线路敷设所需要的相关附件等的选用，就是供配电技术的组成部分。

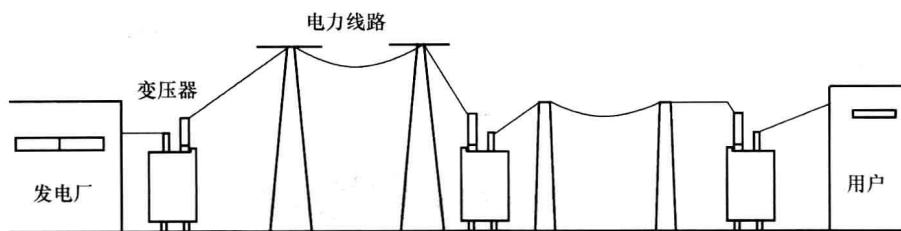


图 1-1 供配电系统示意图

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（二次能源）的工厂。

发电厂有很多类型，按其所利用的能源不同，分为火力发电厂、水力发电厂、核能发电厂以及风力、太阳能、地热、潮汐发电厂等类型。目前，在我国接入电力系统的发电厂主要有火力发电厂和水力发电厂以及核能发电厂（又称核电站）。

1) 火力发电厂简称火电厂或火电站，如图 1-2 所示是火电厂外观图。它利用燃料的化学能来生产电能，其主要设备有锅炉、汽轮机、发电机。我国的火电厂以燃煤为主。

为了提高燃料的燃烧效率，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，使与之联轴的发电机旋转发电。其能量转换过程是：燃料的化学能→热能→机械能→电能。

2) 水力发电厂简称水电厂或水电站，如图 1-3 所示是水电厂外观图。

它利用水流的位能来生产电能，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，经引水管道送入水轮机推动水轮机旋转，水轮机与发电机联轴，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→机械能→电能。

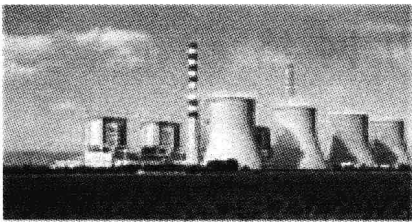


图 1-2 火电厂

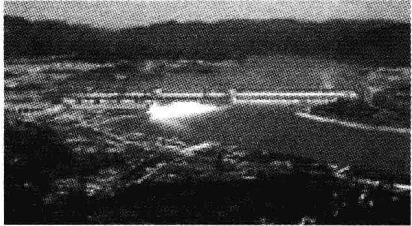


图 1-3 水电站

1994 年 12 月 14 日，三峡大坝工程正式动工，三峡大坝工程包括主体建筑物工程及导流工程两部分，配有 26 台发电机的两个电站年均发电量为 849 亿 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。

3) 核能发电厂通常称为核电站，如图 1-4 所示是核电站外观图。

它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）代替了燃煤锅炉，以少量的核燃料代替了煤炭。其能量转换过程是：核裂变能→热能→机械能→电能，如图 1-5 所示是核电站工艺流程图。

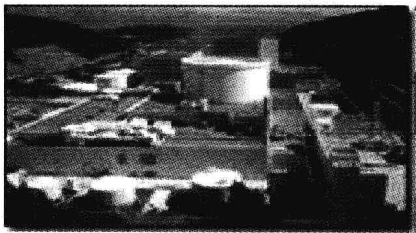


图 1-4 核电站

现在使用最普遍的民用核电站大多是压水反应堆核电站，它的工作原理是：用铀制成的核燃料在反应堆内进行裂变并释放出大量热能；高压下的循环冷却水把热能带出，在蒸汽发生器内生成蒸汽；高温高压的蒸汽推动汽轮机，进而推动发电机旋转。

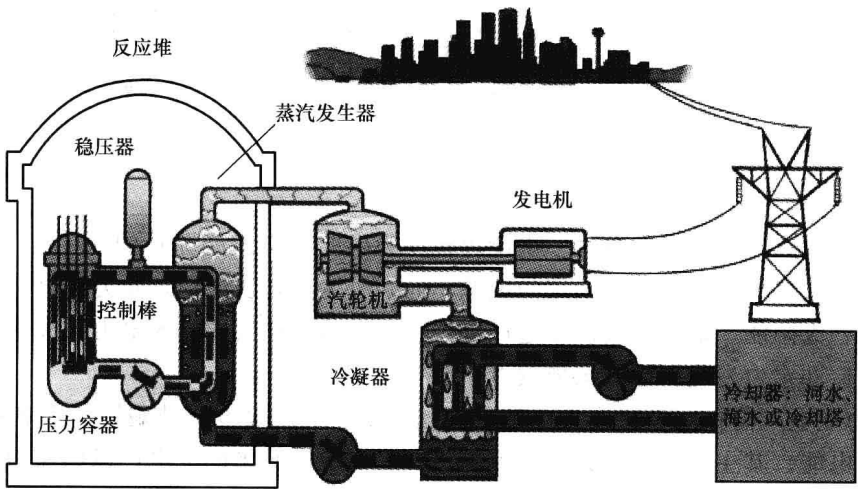


图 1-5 核电站工艺流程图

秦山核电站位于杭州湾畔，一期工程是中国第一座依靠自己的力量设计、建造和运营管理的 30 万 kW 压水堆核电站。

4) 风力发电。如图 1-6 所示是风力发电厂外观图。

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。河南省南阳市

方城县境内，伏牛山脉和桐柏山脉在此交汇，是南北气团进出南阳盆地的走廊，也就是著名的“南（阳）襄（阳）夹道”，是全国九大风区之一，风力资源异常丰富。2007 年 12 月 15 日，一期工程正式开工建设，计划安装单机容量为 750kW 的风电机组 31 台。



图 1-6 风力发电厂

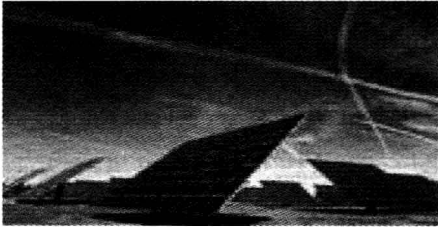


图 1-7 太阳能发电厂

5) 太阳能发电。如图 1-7 所示是太阳能发电厂外观图。

太阳能发电厂是利用太阳光能或太阳热能来生产电能，太阳能光伏发电是新能源和可再生能源的重要组成部分。20 世纪 80 年代以来，众多国家纷纷制订发展规划，推动光伏产业的发展。目前，世界上已建成多座兆瓦级的太阳能光伏发电系统。

中国早期太阳电池研究始于 1958 年，1973 年开始太阳电池地面应用，20 世纪 80 年代末开始逐步建立光伏电站。由国家电力公司组织实施的西藏光伏电站建设计划，总装机容量为 425kW。2001 年，国家三部委组织实施西藏阿里光电计划，到 2004 年，在阿里地区兴建 38 座乡级光伏电站和推广 1.1 万套户用光伏照明系统。

6) 地热发电，如图 1-8 所示是地热发电厂外观图。

地热发电是利用地球内部蕴藏的大量热能来生产电能，地热发电是地热利用的重要方式。电站需建在有足够地热资源的地方。地热发电和火力发电的原理是相同的，都是由蒸汽推动汽轮机转动，将热能转变为机械能，进而带动发电机发电。所不同的是不需要消耗燃料，而是利用地热能，利用地下热蒸汽或热水把地下热能带到地面利用。

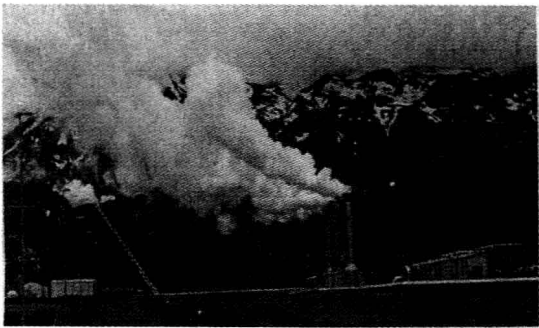


图 1-8 地热发电厂

按照热载体不同，可把地热发电的类型分为蒸汽型地热发电和热水型地热发电两类。

1970 年，广东省丰顺县邓屋地热电站是我国建成的第一座地热电站，随后又相继建成了江西温汤、辽宁熊岳、湖南灰汤、山东招远、西藏羊八井等地热电站，其中规模最大的是西藏羊八井地热电站，经过几次扩容改造，总装机容量已达 10MW。

2. 电力线路

如图 1-9 所示是高压电力线路中的高压线塔外观图。

电力线路的作用是输送电能，并把发电厂、变配电所和电能用户连接起来。

水力发电厂须建在水力资源丰富的地方，火力发电厂一般也多建在燃料产地，即所谓的“坑口电站”，因此，发电厂一般距电能用户均较远，所以需要多种不同电压等级的电力线路，将发电厂生产的电能源源不断地输送到各级电能用户。

3. 变配电所

如图 1-10 所示是某大型变电站外观图。

变电所的任务是接受电能、变换电压和分配电能，即受电—变压—配电。配电所的任务是接受电能和分配电能，但不改变电压，即受电—配电。变电所可分为升压变电所和降压变电所两大类：升压变电所一般建在发电厂，主要任务是将低电压变换为高电压；降压变电所一般建在靠近负荷中心的地点，主要任务是将高电压变换到一个合理的电压等级。降压变电所根据其在电力系统中的地位和作用不同，又分为枢纽变电站、地区变电所和工业企业变电所等。

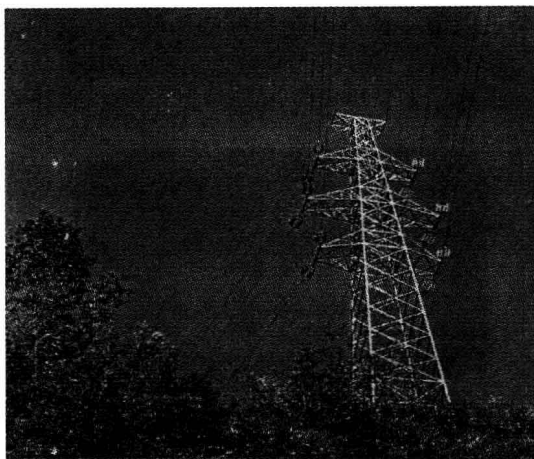


图 1-9 高压线塔

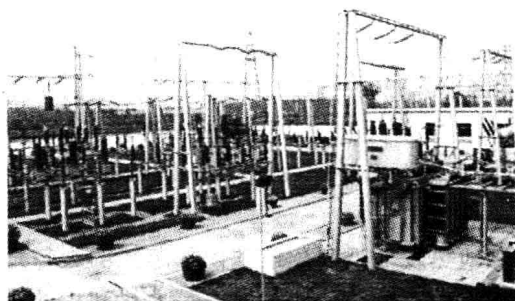
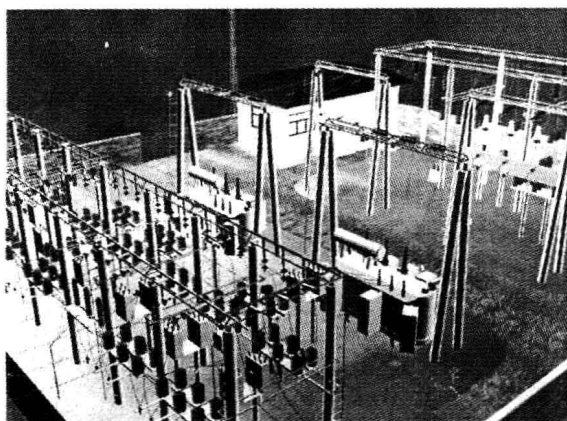


图 1-10 某大型变电站外观

4. 电力负荷（用户或设备）

用户包括工厂、企事业单位、住宅小区等，如图 1-11 所示是部分电力负荷实物图。

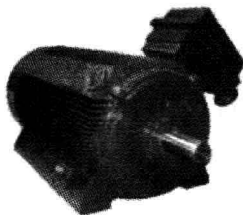
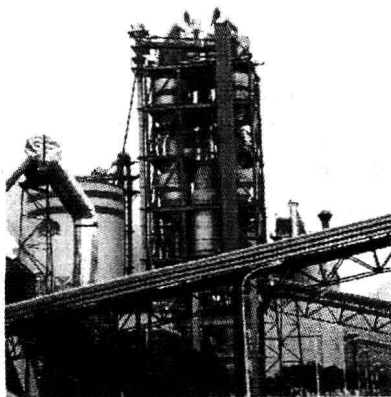


图 1-11 电力负荷

1.1.2 供配电系统的基本结构

1. 电力网络

电力网络或电网是指电力系统中除发电机和用电设备之外的部分，即电力系统中各级电压的电力线路及其联系的变配电所。

2. 电力系统

电力系统是由发电厂、电力网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等于该时刻用电设备消耗的电能与输送及分配中损耗的电能之和。

发电机生产电能，在发电机中机械能转化为电能；变压器、电力线路输送、分配电能；电动机、电灯、电炉等用电设备使用电能。在这些用电设备中，电能转化为机械能、光能、热能等。这些生产、输送、分配、使用电能的发电机、变压器、电力线路及各种用电设备联系在一起组成的统一整体，就是电力系统，如图 1-12 所示。

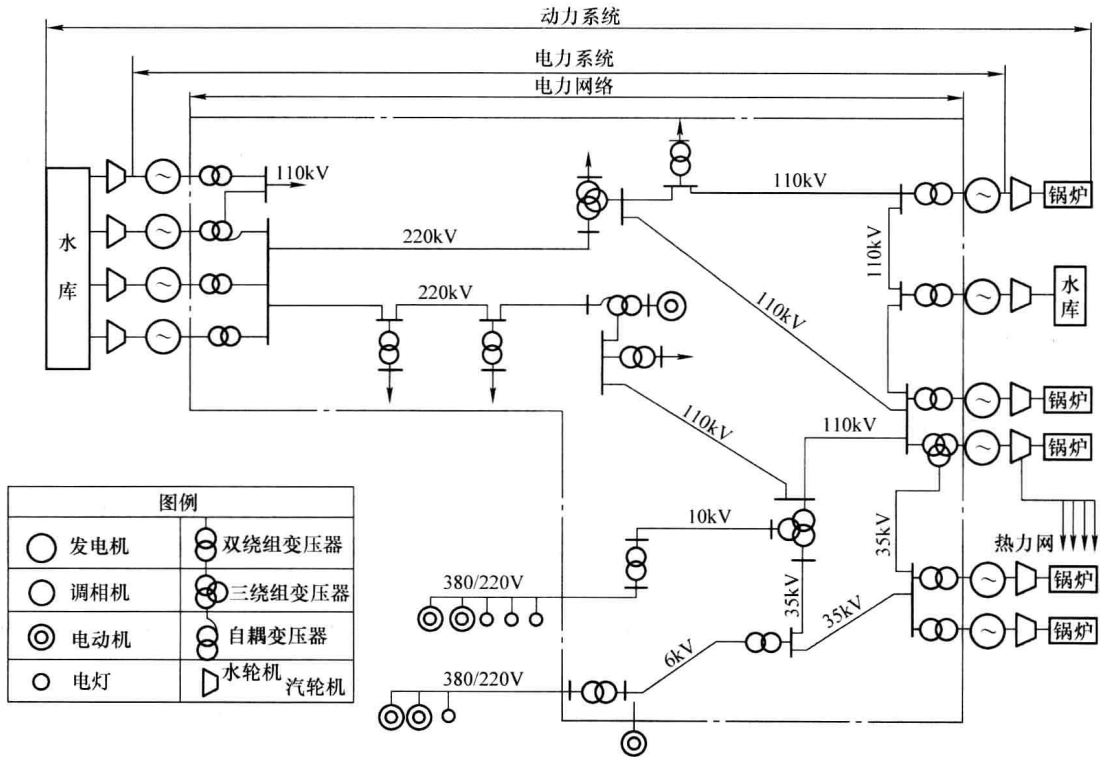


图 1-12 电力系统示意图

3. 动力系统

动力系统是指电力系统加上发电厂的动力部分。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，核电厂的反应堆等。

由上述电力网络、电力系统和动力系统定义可知，电力网络是电力系统的一个组成部分，而电力系统又是动力系统的一个组成部分，这三者的关系也示于图 1-12 中。

实践内容：参观典型变电站，了解变电所全貌、变电所组成。

知识拓展：短片介绍各类发电厂、不同等级架空线路。

总结与思考：

- 1) 供配电技术及其作用是什么？
- 2) 供配电系统由哪些环节组成？
- 3) 学习供配电的目的是什么？

任务 1.2 电网

任务要点：

- 1) 对照电力网络定义，了解国家电网现状。
- 2) 了解组建国家级电网意义。

理论分析

1.2.1 国家电力网络的现状

电力网络或电网是指电力系统中除发电机和用电设备之外的部分，即电力系统中各级电压的电力线路及其联系的变配电所。我国电网分为两大电网公司，分别是国家电网公司和南方电网公司。

国家电网公司由 5 个区域电网有限责任公司或股份有限公司组成，分别如下。

华北电网公司：包括天津、河北、山西、山东电力公司。

华中电网公司：包括湖北、湖南、江西、河南、四川、重庆电力公司。

华东电网公司：包括上海、江苏、浙江、安徽、福建电力公司。

西北电网公司：包括陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆电力公司。

东北电网公司：包括辽宁、吉林、黑龙江电力公司（含内蒙古东部）。

国家电网公司主要负责各区域电网之间的电力交易、调度，参与跨区域电网的投资与建设，协助国家能源主管部门制订全国电力发展规划，如三峡输、配、电网络工程的建设任务，即由国家电网公司负责。

5 个区域电网公司则负责经营管理电网，保证供电安全，规划区域电网发展，培育区域电力市场，管理电力调度交易中心，按市场规则进行电力调度。

南方电网和国家电网是平级的，其主要管理南方 5 省，包括广东、广西、云南、贵州、海南电力公司，并与中国香港、中国澳门电网相连，东西跨度近 2000km。

1.2.2 组建国家级电网的意义

电网主要作用是保证发电与供电的安全可靠，调整地区间的电力供需平衡，减少电能损耗，降低发电和输配电成本，保持规定的电能质量和获得最大的经济效益。随着电力工业的迅速发展，特别是各国相继建设了大容量火电、水电和原子能电站，电网的容量越联越大。除了在本国形成统一电网外，相邻地区和国家也采取电网互联，组成国际电网。

我国油气资源较为贫乏，煤炭和水能资源丰富，能源生产和消费分布不平衡。煤炭资源

的探明保有储量超过 1 万亿吨，2/3 以上分布在北部和西北部地区。水能的经济可开发容量超过 4 亿千瓦，3/4 以上分布在西南部地区，而中国 2/3 以上的能源需求集中在中部和东部经济相对发达的地区。重要能源基地与负荷中心的距离一般都在 800 ~ 3000km。东部地区由于环保压力大，运输成本高，土地资源紧张，已经不适宜再大规模建设燃煤电厂。要满足不断增长的用电需求，必须在全国范围内优化能源资源配置，通过建设坚强的电网，实施跨区域、长距离、大规模输电。

目前，我国电网正在尝试利用特高压输电技术，特别是直流输电技术，实现远距离、大规模的电力输送，有利于节约土地资源、保护环境，是优化能源资源配置的重要途径；研发特高压输电技术，有利于提高我国乃至世界输变电设备的制造水平，推进输变电技术的进步。

实践内容：由学院变电站上一级出口电站了解所在国家电网的运行模式。

知识拓展：

- 1) 了解国家电力网络发展前景。
- 2) 了解 800kV 直流电网。
- 3) 了解跨国电网的发展。

总结与思考：通过对任务 1.2 理论分析和实践内容的学习，使初学者了解：组建国家级电网意义。

任务 1.3 电压等级

任务要点：

- 1) 了解电力负荷的分类及对供电电源的要求。
- 2) 掌握三相交流电网电力设备额定电压的判断。
- 3) 掌握供电电能对质量的要求。

理论分析

1.3.1 电力负荷

电力负荷有两个含义：一个是指用电设备或用电单位（用户）；另一个是指用电设备或用户所消耗的电功率或电流。

1. 电力负荷的分级

电力负荷的分级是指用电设备或用电单位对供电可靠性的要求及中断供电在政治、经济上所造成损失或影响的程度，分为Ⅰ级负荷、Ⅱ级负荷及Ⅲ级负荷。

1) Ⅰ类负荷（Ⅰ级负荷）：此类负荷关系到国民经济的命脉及人民生命财产的安全，停电将造成无法挽回的重大政治、经济损失或危及生命安全。

2) Ⅱ类负荷（Ⅱ级负荷）：它在国民经济中的地位相比之下，不如Ⅰ类用户重要，但停电也将造成比较重大的政治、经济损失。但是这种损失一定程度上是可以挽回的。

3) Ⅲ类负荷（Ⅲ级负荷）：不属于Ⅰ类和Ⅱ类负荷者皆为Ⅲ类负荷。

2. 各级电力负荷对供电电源的要求

(1) I类负荷对供电电源的要求

I类负荷属重要负荷，应由两个独立电源供电。当一个电源发生故障时，另一个电源不应同时受到损坏，以维持继续供电，即两个电源应来自不同的变配电所或者来自同一变配电所的不同母线。

I类负荷中“特别重要的负荷”，除由两个独立电源供电外，还应增设“应急电源”，并严禁将其他负荷接入应急供电系统。可作为“应急电源”的电源有：①独立于正常电源的发电机组；②供电网络中独立于正常电源的专用的馈电线路；③蓄电池；④干电池等。

(2) II类负荷对供电电源的要求

II类负荷也属重要负荷，但其重要程度次于I类负荷。II类负荷宜由两回线路供电，供电变压器一般也应有两台。在负荷较小或地区供电条件困难时，II类负荷可由一回6kV及以上专用的架空线路或电缆供电。当采用架空线时，可为一回架空线供电；当采用电缆线路时，应采用两根电缆组成的线路供电，其每根电缆应能承受100%的II类负荷。即要求当变压器或线路故障时不致中断供电或者中断后能迅速恢复供电。

(3) III类负荷对供电电源的要求

III类负荷属不重要负荷，除了要求供电电源具备安全、可靠、优质、经济的基本要求外，无特殊要求。

1.3.2 电力系统电压

1. 电网和电力设备的额定电压

额定电压是电力系统及电力设备规定的正常电压，即与电力系统及电力设备某些运行特性有关的标称电压。电力系统各点的实际运行电压允许在一定程度上偏离其额定电压，在这一允许偏离范围内，各种电力设备及电力系统本身仍能正常运行。

有关输电与配电的电压等级按照国家标准 GB/T 156 - 1993《标准电压》规定，我国三相交流电网、发电机和电力变压器的额定电压见表 1-1。

表 1-1 三相交流电网和电力设备的额定电压

分 类	电网和用电设备 额定电压/kV	发电机额定 电压/kV	电力变压器额定电压/kV	
			一次绕组	二次绕组
低压	0.38	0.40	0.38	0.40
	0.66	0.69	0.66	0.69
高压	3	3.15	3, 3.15	3.15, 3.3
	6	6.3	6, 6.3	6.3, 6.6
	10	10.5	10, 10.5	10.5, 11
	—	13.8, 15.75, 18, 20	13.8, 15.75, 18, 20	—
	35	—	35	38.5
	66	—	66	72.6
	110	—	110	121
	220	—	220	242
	330	—	330	363
	500	—	500	550

由于视在功率 S 和线电压 U、线电流 I 之间的关系为 $S = UI$ ，所以在输送功率一定时，