

自动化专业本科系列教材

GONGPEIDIAN JISHU

供配电技术

主 编 海 涛
副主编 周 玲 丁伟国
周雪春 张饴议
主 审 李啸骢 龙 军



重庆大学出版社

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

供配电技术

主 编	海 涛			
副主编	周 玲	丁伟国	周雪春	张饴议
参 编	韦善革	朱浩亮	李珍珍	龚文英
	李 奋	石 磊	陈明媛	覃 汉
	曹先省	周明雨	周楠皓	
主 审	李啸骢	龙 军		

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书介绍了供配电系统的基本知识和理论、计算方法、运行和管理,反映供配电领域的新技术和新产品。主要包括供配电系统和电力系统的基本知识、电力负荷计算及无功功率补偿、三相短路分析、短路电流计算、供配电系统高低压电气设备的选择与校验、电力线路、供配电系统的继电保护、变电所二次回路及自动装置、电气安全、防雷和接地、电气照明、供配电系统的运行和管理等。

本书可作为自动化及相关专业本科生和研究生的教科书,也可作为相关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

供配电技术/海涛主编.—重庆:重庆大学出版社,2017.2

自动化专业本科系列教材

ISBN 978-7-5689-0263-2

I.①供… II.①海… III.①供电系统—高等学校—教材②配电系统—高等学校—教材 IV.①TM72
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 020661 号

供 配 电 技 术

主 编 海 涛
副主编 周 玲 丁伟国
周雪春 张镜议
主 审 李啸骢 龙 军
策划编辑:曾显跃

责任编辑:文 鹏 姜 凤 版式设计:曾显跃
责任校对:谢 芳 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

万州日报印刷厂印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:21 字数:524 千

2017 年 2 月第 1 版 2017 年 2 月第 1 次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5689-0263-2 定价:45.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

随着供电系统的一次设备制造技术不断提升,其结构与控制的技术水平也不断提高,传统的供电技术与理论知识必须进行改造和提升,以确保供电系统能够安全、可靠地运行,避免给国民经济和人民生活造成不必要的损失。笔者根据多年来从事工矿企业供电技术教学与科研工作的经验和体会,编写了这本《供配电技术》专业教材,使之既有传统的理论分析,又有先进的应用技术。

供电系统是电力系统的一个重要环节,由电气设备及配电线路按一定的接线方式组成。供电系统概念上虽属于电力系统的终端,但它的安全运行与否,直接关系到电力系统的安全稳定运行,关系到国民经济的发展和人民生命财产的安全。随着科学技术的发展,计算机监控与保护、嵌入式微处理器、电力电子等先进技术已广泛应用到供电系统保护与控制领域,形成了目前较流行的柔性现代供电系统。

全书内容共分为11章,第1章供电系统基本概念;第2章工厂电力负荷及其计算;第3章短路电流计算;第4章供配电一次系统;第5章电力线路;第6章供配电系统二次接线;第7章继电保护;第8章电气安全与防雷接地;第9章节约用电与电力谐波;第10章工厂电气照明;第11章漏电保护和防窃电一般常识。本书每章开头有内容提要,结尾有小结和习题,部分地方还提供实物图,便于教学和自学。

本书的编写工作开始于2015年7月,由广西大学电气工程学院硕士生导师教授级高级工程师海涛任主编,广西大学电气工程学院博士生导师李啸骢教授、龙军教授为主审,广西大学电气工程学院张懿议副教授、韦善革讲师,广西桂越电力科技有限公司丁伟国、周雪春,广西电力职业技术学院周玲任副主编。本书参与编写工作的还有南宁学院朱浩亮、李珍珍,广西中烟李奋、石磊,广西大学电气工程学院龚文英、陈明媛、曹先省、周明雨、周楠皓。广西华银铝业有限公司教授级高工覃汉对本书的编写提出许多宝贵意见,广西大学海涛负责全书编写和统稿工作。

本书可作为自动化专业及相关专业本科生和研究生的教科书,也可作为从事相关工程技术人员的参考用书。

在本书的编写过程中,海蓝天、李朝伟、王路、纪昌青等人为本书的撰写做了大量工作,广西桂越电力科技有限公司是一家专业从事电表箱、配电箱、高低压成套、智能电子封印、防窃电系统、电力计量仪表、用电管理终端等设备研发、生产、销售及服务于一体的高新技术企业,对编撰本书给予了大力支持,另外广西地凯科技有限公司也提供了帮助。在此对他们的辛勤工作表示感谢。

由于时间紧迫,编者水平有限,书中谬误之处在所难免,恳请读者批评指正。

E-mail:haitao5913@163.com

编 者
2016年10月

目 录

第 1 章 供电系统基本概念	1
1.1 电力系统组成	1
1.2 中国电网概况	3
1.3 电力系统的电压等级	9
1.4 供电系统及接线方式	10
1.5 电网中性点的运行方式	11
本章小结	14
思考与练习	15
第 2 章 工厂电力负荷及其计算	16
2.1 工厂的电力负荷与负荷曲线	16
2.2 工厂电力负荷的计算	21
2.3 尖峰电流及其计算	35
本章小结	36
思考与练习	37
第 3 章 短路电流计算	39
3.1 短路概述	39
3.2 无限大容量供电系统三相短路分析	41
3.3 无限大容量供电系统三相短路电流的计算	45
3.4 两相和单相短路电流的计算	53
3.5 短路电流的效应	54
本章小结	57
思考与练习	58
第 4 章 供配电一次系统	60
4.1 供配电设备概述	60
4.2 变电所主要一次设备	66
4.3 变电所主接线设计及设备选择举例	107
本章小结	116
思考与练习	117
第 5 章 电力线路	118
5.1 电力线路的接线方式	118
5.2 导线和电缆选择的一般原则	120
5.3 按发热条件选择导线和电缆截面	123
5.4 按允许电压损失选择导线和电缆截面	124
5.5 按经济电流密度选择导线和电缆截面	126
5.6 电力线路的结构和敷设	126
5.7 供配电主接线	131
本章小结	149

思考与练习	150
第 6 章 供配电系统二次接线	151
6.1 二次接线概述	151
6.2 二次接线图	152
6.3 变电所二次回路的操作电源	157
6.4 高压断路器的控制与信号回路	162
6.5 变电所中央信号系统	167
6.6 电气测量仪表	170
6.7 供配电系统常用的自动装置	175
6.8 互感器	181
本章小结	197
思考与练习	198
第 7 章 供电系统的继电保护	199
7.1 继电保护概述	199
7.2 电流保护常用的继电器	202
7.3 工厂高压线路的继电保护	204
7.4 电力变压器的保护	210
7.5 电力电容器的保护	214
7.6 高压电动机的保护	217
本章小结	219
思考与练习	220
第 8 章 电气安全与防雷接地	222
8.1 电气安全及触电常识	222
8.2 过电压和防雷	228
8.3 防雷设备以及防雷保护	230
8.4 接地与接地保护	239
本章小结	245
思考与练习	246
第 9 章 节约用电与电力谐波	247
9.1 节约用电	247
9.2 供配电系统的无功补偿	250
9.3 电力谐波及补偿滤波措施	262
本章小结	274
思考与练习	275
第 10 章 工厂电气照明	276
10.1 电气照明概述	276
10.2 常用的光电源和灯具	281
10.3 电气照明的照度计算	289
10.4 照明供电系统	293
本章小结	295
思考与练习	296

第 11 章 漏电保护和防止窃电的一般常识	297
11.1 低压电网的漏电保护	297
11.2 电能计量	302
11.3 常见窃电的基本方法	304
11.4 防治窃电技术措施	305
本章小结	317
思考与练习	317
附录	318
附录 1 需要系数和二项式系数	318
附录 2 并联电容器的技术数据	320
附录 3 S9 系列 6 ~ 10 kV 级铜绕组低损耗电力变压器的技术数据	321
附录 4 常用高压断路器的技术数据	322
附录 5 常用高压隔离开关的技术数据	323
附录 6 照明技术数据	323
参考文献	325

第 1 章

供电系统基本概念

内容提要:本章概述工厂供配电技术的一些基本知识和基本问题。首先介绍供配电系统的基本情况,工厂内供电系统的构成,各主要构成环节的作用及名称;其次介绍典型的各类工厂供配电系统及相关知识,电力系统中性点运行方式;最后介绍工厂供配电电压等级和电网及用电设备、变压器的额定电压等级。

电能是一种清洁的二次能源。由于电能具有生产、转换、分配方便,传输经济的特点,因此,它已广泛用于国民经济、社会生产和人民生活的各个方面。绝大多数电能都由电力系统中发电厂提供,电力工业已成为我国实现现代化的基础。电源结构正在逐步趋向合理。国家能源局发布 2015 年全社会用电量,截至 2015 年 12 月底,全国水电装机容量为 2.90 亿 kW,核电装机容量为 0.40 亿 kW,风电装机容量为 1.04 亿 kW,光伏装机容量为 0.21 亿 kW。2015 年,全社会用电量为 55 500 亿 kW·h,同比增长 0.5%。分产业看,第一产业用电量 1 020 亿 kW·h,同比增长 2.5%;第二产业用电量 40 046 亿 kW·h,同比下降 1.4%;第三产业用电量为 7 158 亿 kW·h,同比增长 7.5%;城乡居民生活用电量为 7 276 亿 kW·h,同比增长 5.0%。工业用电量已占全部用电量的 55%~75%,是电力系统的最大电能用户。供配电系统是电力系统的重要组成部分,其任务就是用户所需电能的供应和分配。为此,必须利用不断涌现的新理论、新方法、新技术、新设备,把计算机技术、通信技术与传统的供电技术相结合,形成现代供电技术,以适应现代供电系统快速发展的要求。

2015 年,全国电源新增生产能力(正式投产)12 974 万 kW,其中,水电 1 608 万 kW,火电 6 400 万 kW。

1.1 电力系统组成

1.1.1 电力工业生产特点

电能生产—传输—消费的全过程,几乎是同时进行的,而且电能生产过程的各个环节紧密联系、相互影响。由于电能不能大量存储且具有很高的传输速度,发电机在某一时刻发出的电

能,经过电力系统即时传送给用电设备,而用电设备将电能即时转换成其他形式的能,一瞬间就完成了从发电—供电—用电的全过程。另外,在发电容量充足时,发电量是由用电量来决定的,二者之间是严格平衡的。因此,电力用户如何用电、何时用电及用电多少,对电能生产都具有极大的影响。电力系统中任一环节或任一用户,若因设计不当、保护不完善、操作失误、电气设备故障,都会对整个系统造成不良影响。

电力系统中的暂态过程是非常迅速的。电力系统从一种运行状态到另一种运行状态的过渡极为迅速。开关的操作、电网的短路等过程都是非常短暂的。为了维护电力系统的正常运行,就必须使用迅速而灵敏的保护、监视和测量装置。特别是近几年来,已将计算机技术、通信技术应用于电力系统的保护、控制和管理系统。

电力工业与国民经济的各部门及人民生活有着极为密切的关系。供电的突然中断将会造成重大损失及严重后果。

1.1.2 电力系统的基本概念

(1) 电力用户

在各行各业中所应用的各类用电设备统称为用电负荷。在电力系统中,通常将某一个企业或由同一线路供电的多个企业用电设备的总和看成是一个电力用户。

(2) 发电厂

发电厂是生产电能的工矿企业,其作用是把非电形式的能量转换成电能。发电厂的种类很多,按所利用能源的不同,可分为火力发电厂、水力发电厂、核能发电厂、地热发电厂、潮汐发电厂及风力发电厂等。为了充分利用国家资源,应在全国动力资源比较丰富的地方建立发电厂。目前,我国火力发电厂的装机容量占总装机容量的 67.9% 以上,水力发电厂的装机容量约占总装机容量的 19.5%,其他发电厂的装机容量约占总装机容量的 13.6%。

由于煤炭是不可再生能源,且燃烧时会产生大量的二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物、粉尘和废渣等,这些排放物都会对大气及生态环境造成严重影响,因此,我国正在充分利用丰富而清洁的水力资源和核能资源,加快水电工程及核电工程的建设。随着三峡、溪洛渡、向家坝、龙滩等大型水电工程及大亚湾、秦山等核电工程的相继建成及投产应用,非煤发电量的比重越来越大,对国民经济的发展将会产生积极而又深远的影响。

(3) 变电所

变电所是变换电压和交换电能的场所,由电力变压器和配电装置组成。按变压所的性质和作用,可分为升压变电所和降压变电所两种。按其在电力系统内所处的地位不同,又可分为区域变电所、企业变电所及车间变电所等。只有受电和配电开关等控制设备而无主变压器的变电所称为配电所。用来把交流电转换成直流电的称为变流所。为使供电可靠、经济、合理,一般大型发电厂将低压电能升压后,直接或间接地经区域变电所向较远的城市或工矿区供电。在城郊或工矿区再设降压变电所,将降压后的 35~110 kV 电能配给附近的工矿企业内部的企业变电所。

(4) 电力网

电力网的作用是将发电厂生产的电能输送、交换和分配电能,由变电所和各种不同电压等级的电力线路所组成。它是联系发电厂和用户的中间环节。

(5) 电力系统

由发电厂、电力网及电力用户组成的整体称为电力系统。它们之间的相互关系可以用图 1.1 来表示。从发电厂发出的电能,除了少部分自用及供给附近电力用户外,大部分都经过升压变电所升压,采用高电压进行电力传输。输电线路的电压越高,电力的输送距离就越远,输送的功率就越大。当输送功率一定时,提高输电电压就可相应地减少输电线路中的电流,从而减少线路上的电压损失和电能损耗,也可减少导线的截面及有色金属的消耗量。

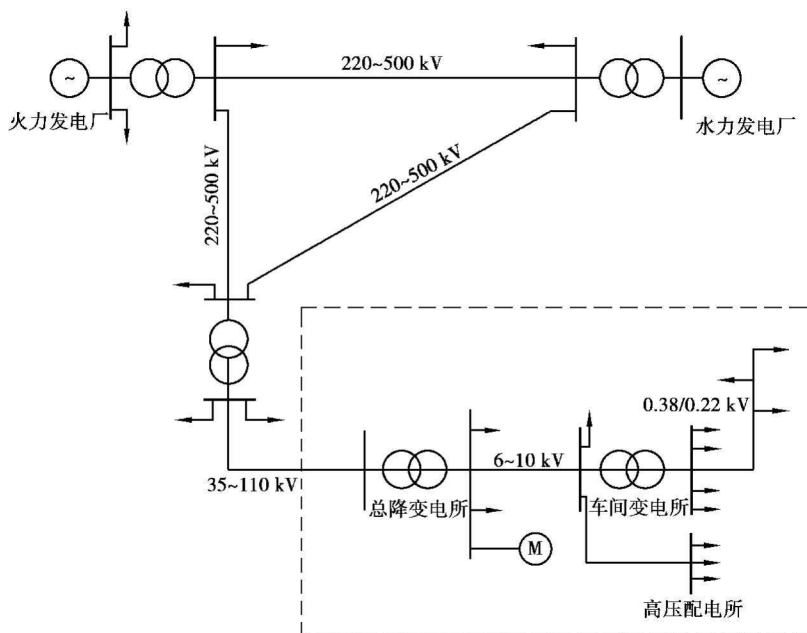


图 1.1 电力系统组成示意图

1.2 中国电网概况

1.2.1 中国电网发展趋势

中国大部分能源资源分布在西部地区,而东部沿海地区经济发达,电力负荷增长迅速。开发西部的水电和火电基地,实行“西电东送”是国家的一项长期战略。近年来,山西、内蒙古西部火电基地向“京、津、唐”电网送电,三峡、葛洲坝水电站通过 ± 500 kV 直流线路向上海送电,南方互联电网将天生桥水电站和云南、贵州、广西的水电站所发的电送往广东等省的“西电东送”措施已经取得一定成效。随着西部大开发战略的实施,内蒙古西部、山西、陕西、宁夏、河南西部火电基地的建设,黄河上游、金沙江、澜沧江、红水河、乌江等大型水电站的开发,以及“西电东送”输电大通道的开辟,将加大“西电东送”的能力并促进电网的快速发展。

电网是电力能源的载体。加强电网建设是拓展电力市场、提高电力工业整体效益的重要举措。

中国电网发展分 3 个步骤进行:

①加紧实施 7 个跨省大区电网之间以及大区电网与 5 个独立省网之间的互连。

②2010 年前后,建成以三峡电网为中心,连接华中、华东、川渝的中部电网,华北、东北、西北 3 个电网互连形成的北部电网,以及云南、贵州、广西、广东 4 省(自治区)的南部联合电网。同时,北部、中部、南部 3 大电网之间实现局部互连,初步形成全国统一的联合电网的格局。

③2020 年前后,随着长江和黄河上游以及澜沧江、红水河上一系列大型水电站的开发,西部和北部大型火电厂与沿海核电站的建设,以及一大批长距离、大容量输电工程的实施,电网结构进一步加强,真正形成全国统一的联合电网。在全国统一电网中充分实现“西部水电东送、北部火电南送”的能源优化配置。此外,北部与俄罗斯、南部与泰国之间也可能实现周边电网互连和能源优势互补。从发电厂到用户的发、输、配电过程如图 1.2 所示。

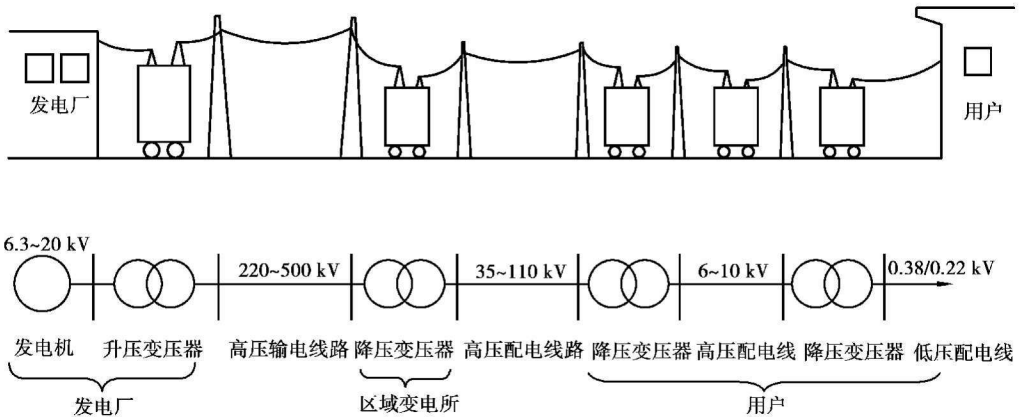


图 1.2 从发电厂到用户的发、输、配电过程

从发电到供电的过程如图 1.3 所示。

1.2.2 发电厂概述

发电厂是生产电能的工厂。它把其他形式的能源,如煤炭、石油、天然气、水能、原子核能、风能、太阳能、地热、潮汐能等,通过发电设备转换为电能。我国以火力发电为主,其次是水力发电、原子能发电、风能发电和太阳能发电等。

(1) 火力发电厂

火力发电厂简称火电站或火电厂,是指用煤、油、天然气等为燃料的发电厂。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,将锅炉内的水烧成高温高压的水蒸气,推动汽轮机转动,带动与它连轴的发电机发电。其能量转换过程是:燃料的化学能→热能→机械能→电能。现代火电厂一般都考虑了“三废(废水、废气、废渣)”的综合利用,不仅能发电,还能供热。这类兼供热能的火电厂称为热电厂或热电站。

(2) 水力发电厂

水力发电厂简称水电厂或水电站,它是把水的位能和动能转变成电能的发电厂,主要分为堤坝式水力发电厂和引水道式水力发电厂。如图 1.4 所示为堤坝式和引水道式水力发电厂的工作示意图。

当控制水流的闸门打开时,水流沿进水管进入水轮机蜗壳室,冲动水轮机,带动发电机发

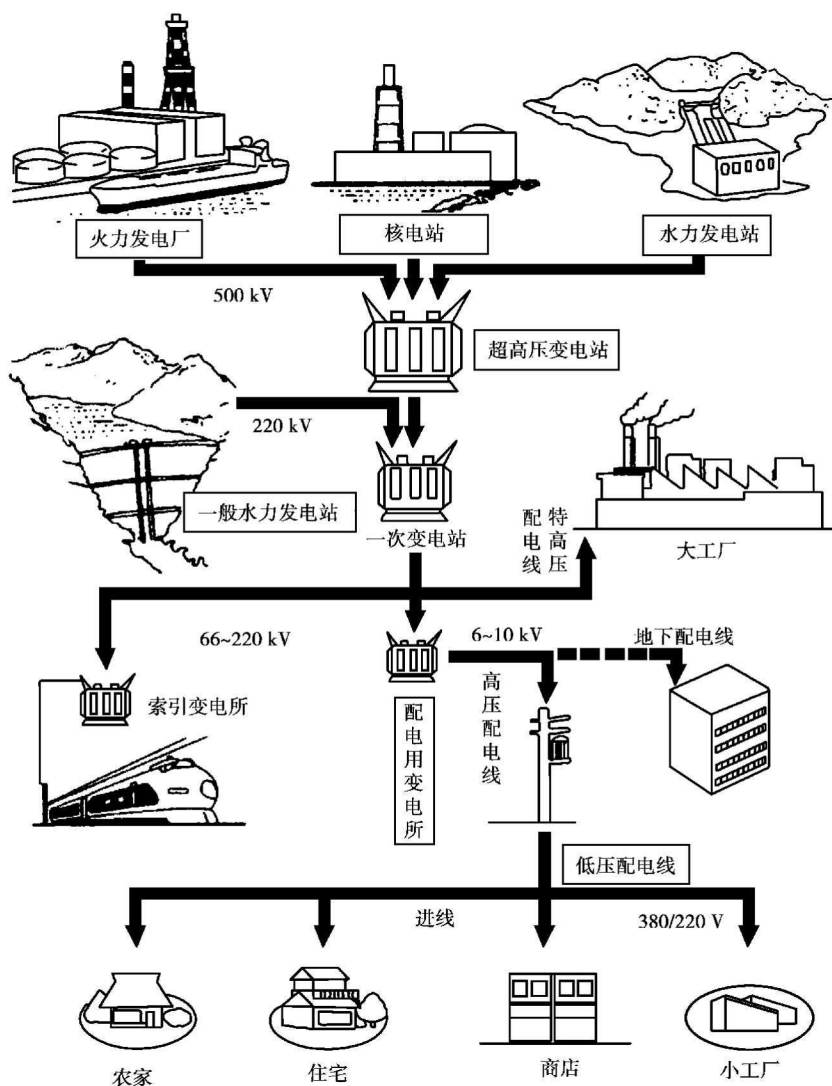
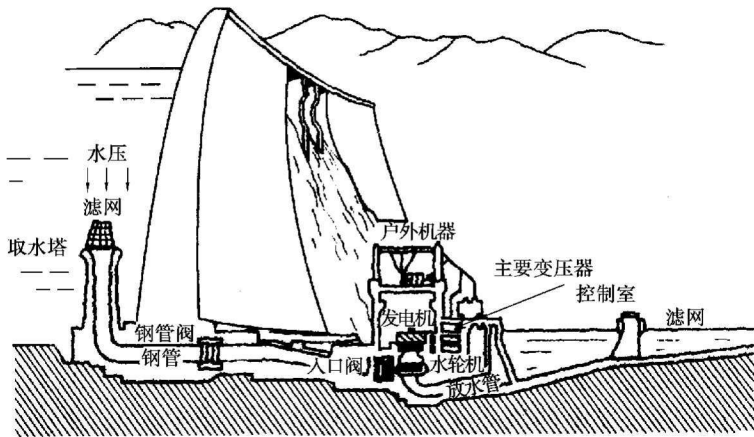
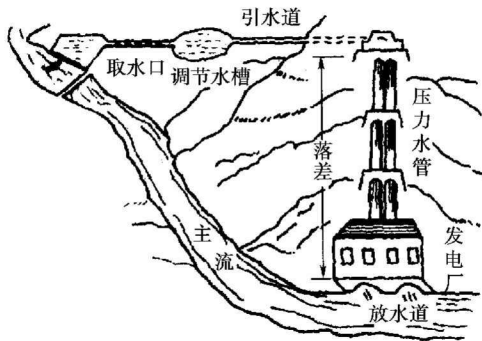


图 1.3 从发电到供电的示意图

电。其能量转换过程是：水流位能→机械能→电能。由于水电厂的发电容量与水电厂所在地点上下游水位差及流过水轮机水量的乘积成正比，因此建造水电厂必须用人工的方法来抬高水位。最常用的方法是在河流上建筑一个很高的拦河坝，形成水库，提高上游水位，使坝的上下游形成尽可能大的落差，电厂就建在堤坝的后面。这类水电厂即为堤坝后式水电厂。我国一些大型水电厂包括三峡水电站都属于这种类型。三峡水电站建成后坝高 185 m，水位 175 m，总装机容量为 1 820 万 kW，年发电量可达 847 亿 kW·h，居世界首位。另一种抬高水位的方法是在具有相当坡度的弯曲河段上游筑一低坝，拦住河水，然后利用沟渠或隧道，将上游水流直接引至建在河段末端的水电厂。这类水电厂就是引水道式水电厂。还有一类水电厂是上述两种方式的综合，由高坝和引水渠道分别提高一部分水位。这类水电厂称为混合式水电厂。



(a) 坝式水力发电厂



(b) 引水道式水力发电厂

图 1.4 坝式和引水道式水力发电厂的工作示意图

(3) 原子能发电厂

原子能发电厂又称核电站,如我国秦山、大亚湾核电站,是利用核裂变能量转化为热能,再按火力发电厂的方式发电,只是它的“锅炉”为原子能反应堆,以少量的核燃料代替了大量的煤炭。其能量转换过程是核裂变能→热能→机械能→电能。由于核能是巨大的能源,而且核电站的建设具有重要的经济和科研价值,故世界上很多国家都很重视核电建设,核电占整个发电量的比重逐年增长。

(4) 风力发电厂

风能作为一种清洁的可再生能源,越来越受到世界各国的重视。其蕴藏量巨大,全球风能资源总量约为 2.74×10^9 MW,其中可利用的风能为 2×10^7 MW。中国风能储量很大、分布面广,仅陆地上的风能储量就有约 2.53 亿 kW,开发利用潜力巨大。

2015 年,国内新增风电装机容量创新高,但容量增速有放缓的迹象。数据显示,在继 2014 年新增风电装机容量达到 2 319.60 万 kW 后,2015 年该数据再度刷新至 3 297 万 kW,但增速却略降至 42.1%。内蒙古、新疆、辽宁、山东、广东等地风能资源丰富,风电产业发展较快。随着中国风电装机的国产化和发电的规模化,风电成本可望再降。因此,风电开始成为越来越多投资者的逐金之地。风电场建设、并网发电、风电设备制造等领域成为投资热点,市场前景较

好。风电装机 2009—2015 年趋势及风力发电厂,如图 1.5 和图 1.6 所示。

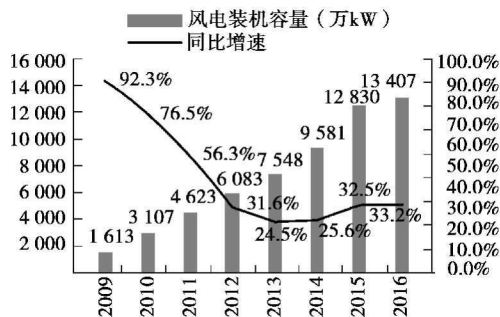


图 1.5 风电装机累积容量及增速



(a)新疆风力发电厂

(b)海上直立式风力发电

图 1.6 风力发电

(5) 太阳能光伏电站

并网光伏发电系统就是太阳能组件产生的直流电,经过并网逆变器转换成符合市电电网要求的交流电后直接接入公共电网。并网光伏发电系统有集中式大型并网光伏电站,一般都是国家级电站,主要特点是将所发电能直接输送到电网,由电网统一调配向用户供电。但这种电站投资大、建设周期长、占地面积大、发展难度相对较大。而分散式小型并网光伏系统,特别是光伏建筑一体化发电系统,由于投资小、建设快、占地面积小、政策支持力度大等优点,是并网光伏发电的主流。

分布式光伏发电系统,又称分散式发电或分布式供能,是指在用户现场或靠近用电现场配置较小的光伏发电供电系统,以满足特定用户的需求,支持现存配电网的经济运行,或者同时满足这两个方面的要求。

我国太阳能资源十分丰富,适宜太阳能发电的国土面积和建筑物受光面积也很大,其中,青藏高原、黄土高原、冀北高原、内蒙古高原等太阳能资源丰富的地区占到陆地国土面积的 2/3,具有大规模开发利用太阳能资源的潜力。

太阳能资源丰富、分布广泛,是 21 世纪最具发展潜力的可再生能源。随着全球能源短缺和环境污染等问题日益突出,太阳能光伏发电因其清洁、安全、便利、高效等特点,已成为世界各国普遍关注和重点发展的新兴产业。在此背景下,全球光伏发电产业增长迅猛,产业规模不断扩大,产品成本持续下降。我国光伏发电产业也得到迅速发展,已成为我国为数不多的、可

以同步参与国际竞争并有望达到国际领先水平的行业。崛起了以尚德电力、英利绿色能源、江西赛维 LDK、保利协鑫为代表的一批著名企业和以江苏、河北、四川、江西四大光伏强省为代表的一批产业基地。由于,企业以往以“年度”为单位进行战略以及策略调整的传统做法,在行业快速变化的今天显得有些力不从心甚至被动。因此,企业以“月度”为单位,根据行业最新发展动向适时进行策略乃至战略调整的经营手段,正日益受到许多大型企业管理者尤其是外资企业管理层的高度重视。

太阳能光伏发电在不远的将来会占据世界能源消费的重要席位,不但要替代部分常规能源,而且将成为世界能源供应的主体。预计到 2030 年,可再生能源在总能源结构中 will 占到 30% 以上,而太阳能光伏发电在世界总电力供应中的占比也将达到 10% 以上;到 2040 年,可再生能源将占总能耗的 50% 以上,太阳能光伏发电将占总电力的 20% 以上;到 21 世纪末,可再生能源在能源结构中 will 占到 80% 以上,太阳能发电将占到 60% 以上。这些数字足以显示出太阳能光伏产业的发展前景及其在能源领域重要的战略地位。光伏发电装机趋势及太阳能发电站如图 1.7 和图 1.8 所示。

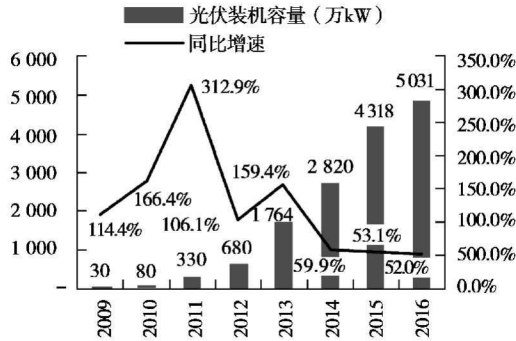


图 1.7 光伏发电装机累积容量及增速



(a) 光伏电站



(b) 光伏屋顶发电站

图 1.8 太阳能发电站

1.3 电力系统的电压等级

(1) 额定电压

电气设备的额定电压是能使发电机、变压器和用电设备在正常运行时获得最佳技术效果的电压。电气设备的额定电压在我国早已统一化、标准化,发电机和用电设备的额定电压分成若干标准等级,电力系统的额定电压也与电气设备的额定电压相对应,统一组成了电力系统的标准电压等级。

3 kV 及以下高压主要用于发电、配电及高压用电设备;110 kV 及以上超高压主要用于较远距离的电力输送。目前,我国已建成多条 500 kV 的超高压输电线路。

国家标准《标准电压》(GB/T 156—2007)修改采用 IEC 60038:2002 代替 GB 156—2003,是一项重要的基础标准,规定了不同系统和设备的标准电压值,较广泛地适用于交流输、配、用电系统及其设备等。规定的 3 kV 及以上的设备与系统的额定电压和与其对应的设备最高电压见表 1.1。表中供电设备额定电压为发电机和变压器二次绕组的额定电压;受电设备的额定电压为变压器一次绕组和受电设备的额定电压。供、受电设备额定电压是不完全一致的。国家标准规定,供电设备额定电压高出系统和受电设备额定电压 5%,用于补偿正常负荷时的线路电压损失,从而使受电设备获得接近于额定的电压。变压器常接在电力系统的末端,相当于系统的负荷,故规定变压器一次绕组的额定电压与用电设备相同。当变压器距发电机很近时(如发电厂的升压变压器等),规定其一次绕组的额定电压与发电机相同。同理,当变压器靠近用户,即配电距离较近时,可选用二次绕组的额定电压比用电设备的额定电压高出 5%的变压器;否则应选用变压器二次绕组的额定电压高出电力网和用电设备额定电压 10%的变压器,因为电力变压器二次绕组的额定电压均指空载电压,高出的 10%用来补偿正常负荷时变压器内部阻抗和网络阻抗造成的电压损失。

表 1.1 三相交流 3 kV 及以上的设备与系统的额定电压和与其对应的设备最高电压

受电设备与系统额定电压	供电设备额定电压	设备最高电压
3	3.15	3.5
6	6.3	6.9
10	10.5	11.5
	13.8*	
	15.75*	
	18*	
	20*	
35		40.5
63		69
110		126
220		252
330		363
500		550
750		

注:①对应于 750 kV 的设备最高电压待定。

②带“*”者只用作发电机电压。