



全国普通高校电气工程及其自动化专业规划教材

Power Supply Technology

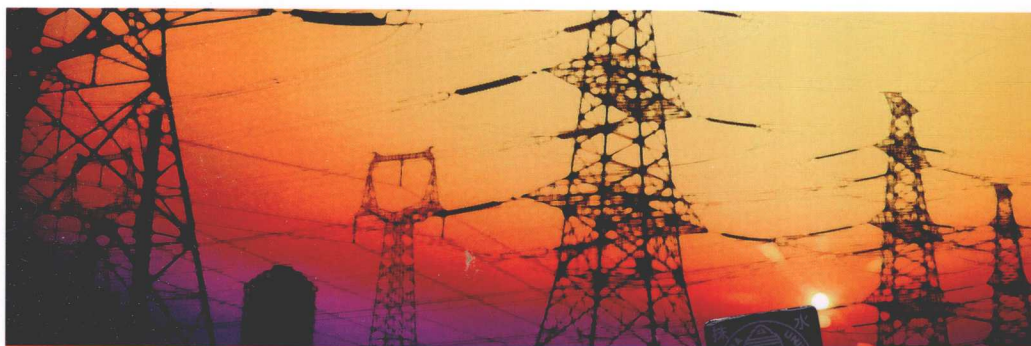
供电技术

庞清乐 郭文 李希年◎等编著

Pang Qingle Guo Wen Li Xinian

高厚磊◎主审

Gao Houlei



清华大学出版社

全国普通高校电气工程及其自动化专业规划教材

Power Supply Technology

供电技术

庞清乐 郭文 李希年◎等编著

Pang Qingle Guo Wen Li Xinian

清华大学出版社

内 容 简 介

本书以供电工程设计和技术应用为主线,论述了工业与民用建筑供电系统的基本理论、工程设计和运行管理等基本知识。全书共分9章,内容包括供电系统基本概念、电力负荷计算、短路电流及其计算、一次系统、电力线路、供电系统的保护、供电系统的保护接地和防雷、供电系统的电能质量和供电系统变电所的自动化等。为便于教学,重要章节都配有例题,每章均有习题,且书中例题与习题大多来源于工程实际。附表为理解实例,自解习题必要的资料。

本书面向应用型人才培养,强调工程综合应用,突出供电系统的工程设计和工程应用。内容新颖,增添了我国供电技术相关的新标准、新规范以及国内外相关的先进技术。

本书适用于普通高校电气工程及其自动化、自动化、建筑电气与智能化等专业及相近专业的本科教学,适当取舍后也可作为高专、高职和成教教材,还可供相关专业人员专业培训,自学提高及硕士教学参考书目。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

供电技术/庞清乐等编著.--北京:清华大学出版社,2015

全国普通高校电气工程及其自动化专业规划教材

ISBN 978-7-302-41151-2

I. ①供… II. ①庞… III. ①供电—技术—高等学校—教材 IV. ①TM72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 183485 号

责任编辑:盛东亮

封面设计:李召霞

责任校对:时翠兰

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:21.25

字 数:514千字

版 次:2015年10月第1版

印 次:2015年10月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:45.00元

产品编号:054905-01

供电系统属于电力系统的终端,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保障。随着科技的发展,各领域的交叉和融合日益增强,要求学生不仅掌握本学科领域的技术,还要了解交叉领域的相关技术。供电技术涉及城市供电、企业供电、煤矿供电等多个领域,相关领域的供电技术都要求学生掌握,因此急需一部将以上各领域的供电技术融合在一起的教材。本教材以工厂供电为基础,融入了城市供电和煤矿供电的相关技术。随着电力行业的飞速发展,智能电网已成为未来电网的发展方向,很多相关新技术和新设备已经开始应用,许多陈旧的设备和技术已被淘汰,急需将供电系统的新技术和相关新标准、新规范引入供电技术教材中,使电气工程及其自动化及相关专业学生既能掌握传统的理论知识,又能熟悉先进技术,完全能适应供用电领域的工作要求,从而为我国供用电事业的发展和技术创新做出贡献。

本书具有如下特点:

1. 实用性强。面向应用型人才的培养,具有大量工程实用案例,面向就业,注重培养学生的实践能力,理论联系实际,将负荷计算和短路电流计算与实际供电系统设计联系起来,将继电保护原理与供电系统的实际保护结合起来,将供电系统设计贯穿于全书的各章节,突出了系统的工程设计和工程应用。

2. 章节安排合理。从简单供电系统的组成入手,由简单的供电系统理论知识到实际的供电系统,再到先进的供电技术,由浅入深,易于学生掌握理解。

3. 内容新颖。借鉴国内外最新的教材,加入当前最先进供电技术和国内最新标准及规定,具有突出的时代性,使学生熟悉国内外现行新产品和前沿技术。

4. 知识体系完备。内容涵盖城市供电、企业供电、煤矿供电等多个领域的供电技术,适应于各领域教学需求,还可供相关领域专业人员培训、自学使用。

本书以大型工矿企业变电所设计为主线,分别阐述了供电系统的电力负荷计算、短路电流计算、一次系统设备和主接线选择、电力线路选择、继电保护、接地保护与防雷等相关技术,并均配有相关例题。此外,还介绍了供电系统电能质量提高和变电所自动化的知识,使学生可以自行设计一个中小型变电所。

本书共分9章。庞清乐担任主编,负责全书的构思、统稿和定稿,并编写了第1章和第8章,郭文编写了第5章,李希年编写了第3章,初永丽编写了第2章,张勇编写了第6章,杨福刚编写了第7章,刘新允编写了第9章,郝广涛编写了第4章。山东大学的高厚磊教授担任本书的主审,并提出了许多宝贵意见。在此一并表示衷心的感谢。

本书适用于普通高校电气工程及其自动化、自动化、建筑电气与智能化等专业及相近专业的本科教学,适当取舍后也可作为高专、高职和成教教材,还可供相关专业人员专业培训,自学提高及硕士教学参考书目。

本书配有电子课件和部分习题答案,欢迎选用作教材的老师索取。索取邮箱: stefam@163.com。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,敬请同行专家和使用本书的广大师生、工程技术人员批评指正。

鹿清乐

2015年7月

第9章首先概述变电所自动化系统的基本功能和结构；然后介绍备用电源自动投入装置和自动重合闸装置；接着讲述变电所的电压和无功综合控制，介绍中性点不接地系统单相接地自动选线装置；最后讲述电力负荷管理与控制。本章是供电系统管理的主要内容，重点内容是变电所自动化的结构、备用电源自动投入装置、自动重合闸装置、电压和无功综合控制、中性点不接地系统单相接地自动选线和电力负荷管理与控制的原理。

本书常用符号表

一、电气设备的文字符号

文字符号	中文含义	文字符号	中文含义
AL	低压配电屏,照明配电箱	PEN	保护中性线
ALE	事故照明配电箱	PJ	有功电能表
AM	电能计量柜	PJR	无功电能表
AP	电力配电箱	PV	电压表
APD	备用电源自动投入装置	Q	电力开关
ARD	自动重合闸装置	QF	断路器
AT	电源自动切换箱	QK	刀开关
AW	电度表箱	QL	负荷开关
C	电容器	QS	隔离开关
F	避雷器	R	电阻
FD(L)	跌开式熔断器(负荷型)	S	电力系统
FU	熔断器	SA	控制开关
G	发电机	SB	按钮
HDS	高压配电所	STS	车间变电所
HSS	总降压变电所	T	变压器
f	频率	TA	电流互感器
K	继电器,接触器	TV	电压互感器
KA	电流继电器	WA	辅助小母线
KH	热继电器	WAS	事故音响信号小母线
KM	中间继电器	WB	母线
KO	合闸接触器	WC	控制小母线
KR	干簧继电器	WF	闪光信号小母线
KS	信号继电器	WL	线路,灯光信号小母线
KT	时间继电器	WO	合闸电源小母线
KV	电压继电器	WS	信号电源小母线
L	电感,电抗器	X	电抗
M	电动机	XB	连接片
N	中性线	YO	合闸线圈
PA	电流表	YR	跳闸线圈,脱扣器
PE	保护线		

二、物理量下角标的文字符号

文字符号	中文含义	文字符号	中文含义
a	年	min	最小
a	有功	N	标称, 额定
Al	铝	n	数目
al	允许	np	非周期性的
av	平均	oc	断路, 开路
C	电容, 电容器	oh	架空线路
c	计算	op	动作
cab	电缆	p	有功功率
cr	临界	p	周期性的
Cu	铜	pk	尖峰
d	需要	q	无功功率
d	基准	qb	速断
d	差动	QF	断路器
dql	不平衡	r	无功
E	地, 接地	re	返回, 复归
e	设备	rel	可靠
e	有效的	S	系统
ec	经济的	s	短延时
eq	等效的	sh	冲击
FE	熔体	st	启动, 起动
Fe	铁	T	变压器
FU	熔断器	t	时间
h	高度	TA	电流互感器
h	谐波	tou	接触
i	任一数目	TV	电压互感器
i	电流	u	电压
ima	假想	w	工作
K	继电器	WL	导线, 线路
k	短路	x	某一数值
L	电感	α	吸收
L	负荷, 负载	ρ	反射
l	线路, 线	τ	透射
l	长延时	θ	温度
M	电动机	Σ	总和
m	最大, 幅值	φ	相
man	人工的	0	零, 无, 空, 停止, 每(单位), 起始, 周围(环境)
max	最大	30	半小时最大

.....	Power Supply Technology
本书常用符号表		V
第 1 章 供电系统基本概念		1
1.1 电力系统与供电系统		1
1.1.1 电力系统组成		1
1.1.2 电力系统基本参数		5
1.1.3 电力系统运行特点		6
1.1.4 电力系统运行要求		6
1.1.5 供电系统		7
1.2 电力系统电压和供电质量		10
1.2.1 电力系统的标准电压		10
1.2.2 电气设备的额定电压		11
1.2.3 供电质量的主要指标		12
1.3 电力系统的中性点接地方式		16
1.4 低压配电系统的接地形式		24
1.5 我国电力工业现状与发展趋势		26
1.5.1 我国电力工业现状		26
1.5.2 我国电力工业发展趋势		27
习题		28
第 2 章 电力负荷计算		30
2.1 电力负荷和负荷曲线		30
2.1.1 电力负荷的分级		30
2.1.2 用电设备的工作制		31
2.1.3 负荷曲线		31
2.2 三相用电设备组计算负荷的确定		34
2.2.1 设备容量的确定		35
2.2.2 按需要系数法确定计算负荷		36
2.2.3 按二项式法确定计算负荷		41
2.2.4 按利用系数法确定计算负荷		44
2.2.5 按单位产品电耗法确定计算负荷		46
2.3 单相用电设备组计算负荷的确定		47
2.4 供电系统的功率损耗和电能损耗		51
2.4.1 供电系统的功率损耗		51

2.4.2	供电系统的电能损耗	53
2.5	功率因数及功率因数的提高	55
2.5.1	功率因数	55
2.5.2	功率因数对供电系统的影响	56
2.5.3	功率因数的提高	56
2.6	供电系统负荷的确定	63
2.6.1	供电系统负荷的确定	63
2.6.2	实例分析	65
2.7	尖峰电流及其计算	69
	习题	70
第3章	短路电流及其计算	72
3.1	短路的基本概念	72
3.1.1	造成短路的原因	72
3.1.2	短路的危害	72
3.1.3	短路的类型	73
3.1.4	计算短路电流的目的	74
3.2	无限大容量供电系统短路过程分析	74
3.3	无限大容量供电系统短路电流计算	78
3.3.1	欧姆法	78
3.3.2	标么值法	82
3.4	低压电网中的短路电流计算	86
3.4.1	低压电网短路电流计算的特点	86
3.4.2	低压电网中各元件的阻抗计算	86
3.4.3	低压电网的短路电流计算	87
3.5	无限大容量供电系统两相和单相短路电流计算	89
3.5.1	两相短路电流的计算	90
3.5.2	单相短路电流的计算	90
3.6	短路电流的效应和稳定度校验	91
3.6.1	短路电流的力效应和热效应	91
3.6.2	短路电流的稳定度校验	95
	习题	97
第4章	一次系统	98
4.1	概述	98
4.2	电弧及其熄灭	98
4.3	一般设备的选择原则	101
4.4	高压一次设备	102
4.4.1	高压熔断器	102

4.4.2	高压隔离开关	103
4.4.3	高压负荷开关	104
4.4.4	高压断路器	104
4.4.5	高压开关柜	106
4.4.6	限流电抗器	108
4.4.7	消弧线圈	109
4.4.8	高压一次设备的选择与校验	109
4.5	低压一次设备	111
4.5.1	概述	111
4.5.2	一般设备的选择原则	112
4.5.3	主要低压一次设备	113
4.6	电力变压器及其选择	119
4.6.1	概述	119
4.6.2	变压器的结构和联结组别	120
4.6.3	变电所变压器台数和容量的选择	123
4.6.4	电力变压器的过负载能力	125
4.7	互感器	127
4.7.1	概述	127
4.7.2	电流互感器	127
4.7.3	电压互感器	132
4.8	电气主接线	135
4.8.1	概述	135
4.8.2	变配电所的供电电压	136
4.8.3	变配电所的设置	137
4.8.4	电气主接线的类型	139
4.8.5	供电系统实例	145
4.8.6	变电所主接线设计原则	148
	习题	149
第5章	电力线路	151
5.1	电力线路的接线方式	151
5.2	电力线路的结构	155
5.2.1	架空线路	155
5.2.2	电缆线路	157
5.2.3	室内(车间)线路	159
5.3	导线和电缆的选择计算	160
5.3.1	导线和电缆选择的一般规定	160
5.3.2	导线和电缆截面选择计算的条件	162
5.3.3	按发热条件选择导线和电缆截面	162

5.3.4	按经济电流密度选择导线和电缆截面	164
5.3.5	按线路电压损耗选择导线和电缆截面	166
	习题	174
第6章	供电系统的保护	176
6.1	继电保护的基本概念	176
6.1.1	继电保护的概述	176
6.1.2	继电器与继电特性	178
6.2	单端供电网络的保护	179
6.2.1	过电流保护	179
6.2.2	电流速断保护	184
6.2.3	低电压保护	186
6.2.4	中性点非有效接地系统的单相接地保护	187
6.2.5	过负荷保护	189
6.3	电力变压器的保护	190
6.3.1	变压器的瓦斯保护	190
6.3.2	变压器的电流保护	191
6.3.3	变压器的差动保护	193
6.4	低压配电系统的保护	197
6.4.1	熔断器保护	197
6.4.2	低压断路器保护	199
6.5	供电系统的微机保护	201
6.5.1	微机保护的特点	201
6.5.2	微机保护装置的基本构成	202
6.5.3	微机保护的软件实现	205
	习题	213
第7章	供电系统的保护接地与防雷	215
7.1	供电系统的保护接地	215
7.1.1	电流对人体的危害	215
7.1.2	接地和接地装置	216
7.1.3	保护接地	220
7.2	供电系统的防雷保护	226
7.2.1	雷电冲击波的基本特性	226
7.2.2	防雷装置	230
7.2.3	供电系统的防雷	232
	习题	236
第8章	供电系统的电能质量	237
8.1	电能质量概述	237

8.2	电压偏差及其调节	238
8.2.1	电压偏差及其限值	238
8.2.2	变压器对电压偏差的影响	239
8.2.3	电压偏差的计算	240
8.2.4	电压偏差的调节	241
8.3	电压波动和闪变及其抑制	243
8.3.1	电压波动和闪变的计算与评价	243
8.3.2	电压波动和闪变的估算	247
8.3.3	电弧炉引起的电压波动和闪变的估算	249
8.3.4	电动机起动引起的电压波动的估算	250
8.3.5	减小电压波动和闪变的措施	254
8.4	电力谐波及其抑制	255
8.4.1	谐波基础知识	255
8.4.2	谐波的评价计算及其限值	258
8.4.3	供电系统谐波分析计算	260
8.4.4	并联电容器对谐波的放大作用	264
8.4.5	谐波的抑制	266
8.5	供电系统的三相不平衡	269
8.5.1	三相不平衡的概念与危害	269
8.5.2	三相不平衡度的计算及其限值	270
8.5.3	三相不平衡的补偿	270
	习题	273
第9章	供电系统变电所的自动化	275
9.1	概述	275
9.2	变电所自动化系统的基本功能	275
9.3	变电所综合自动化系统的结构	278
9.4	备用电源自动投入装置	281
9.5	自动重合闸装置	282
9.6	变电所的电压、无功综合控制	284
9.7	中性点不接地系统单相接地自动选线装置	286
9.8	电力负荷管理与控制	289
9.8.1	电力负荷管理	289
9.8.2	电力负荷管理系统的结构与功能	290
	习题	294
	附录	295
	参考文献	323

供电系统基本概念

电能是一种清洁的二次能源,具有易于输送、分配、转化、调节、控制及管理特征,因而电能广泛应用于国民经济、社会生产和人民生活的各个方面。以电力生产、输送与分配为核心的电力工业已成为国民经济发展中最重要的基础能源产业,是世界各国经济发展战略中的优先发展重点,对促进国民经济的发展和社会进步起到了重要作用。由电气设备及配电线路按一定的接线方式组成的供电系统是电力系统的一个重要环节,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保障。

1.1 电力系统与供电系统

电力系统是由各种电压等级的电力线路将发电厂、变电所和电力用户联系起来以实现发电、输电、变电、配电及用电功能的整体,形成了电能从生产到使用的瞬时平衡。在电力系统中,以 110kV 及以下电压等级,对某地区或某企业单位供配电的系统称为供电系统。

1.1.1 电力系统组成

电力系统由发电厂、变电所、输配电线路和电力用户组成,其结构示意图如图 1-1 所示。从发电厂发出的电能,除了供给附近用户直配用电之外,一般都是经过升压变电所将发电机

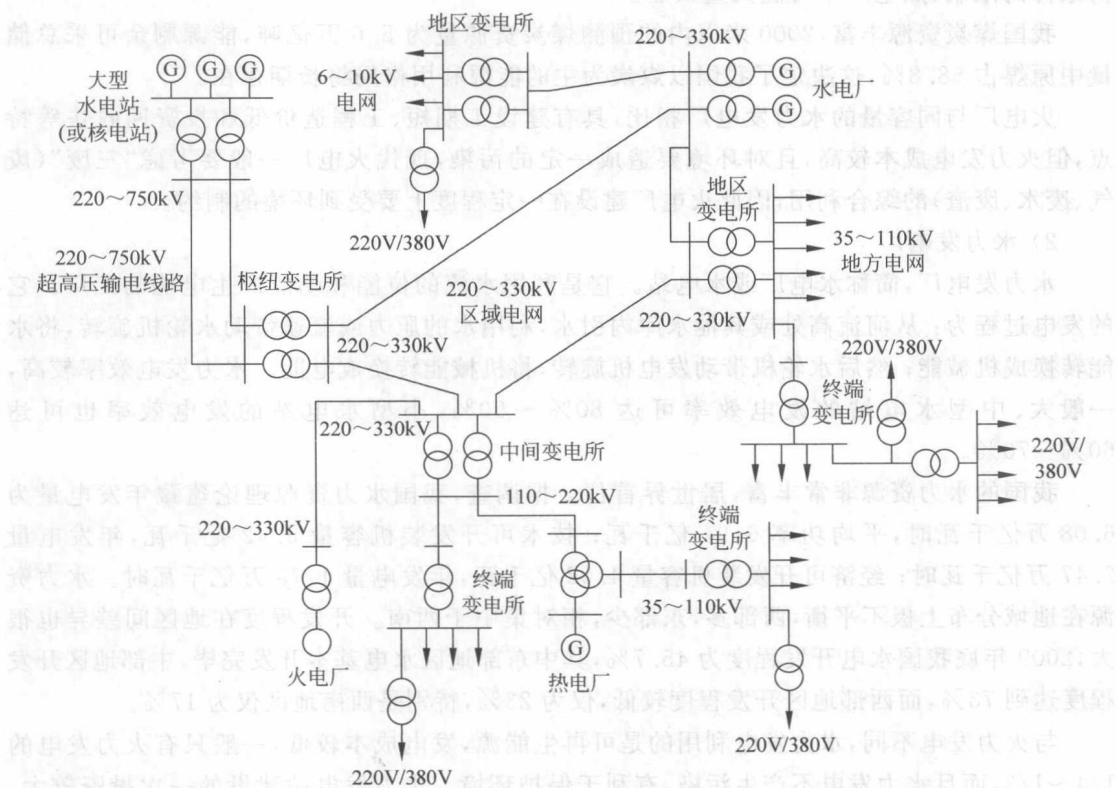


图 1-1 电力系统结构示意图

发出的低压电能升高为高压电能,采用高电压进行电力传输。输电线路的电压越高,则输送距离越远、输送的功率越大。因为输送的功率一定时,提高输电电压就可相应地减少输电线路中的电流,因此可减少线路上电能损失和电压损失,且可减少导线的截面而节约有色金属。这样既能提高输电效率,又能保证用户的电能质量。

1. 发电厂

发电厂是生成电能的工厂,又称发电站。是将自然界蕴藏的各种一次能源,如煤炭、石油、天然气、水力、核燃料、风力、地热和太阳能等,通过发电设备转化为电能。发电厂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、风力发电厂、地热发电厂、潮汐发电厂和太阳能发电厂等多种类型。目前我国电能的获得主要是利用火力发电,其次是水力发电和核能发电,其他形式的发电所占比重较小。

1) 火力发电厂

火力发电厂,简称火电厂和火电站。它是利用煤、石油、天然气等燃料的化学能来生成电能的工厂。它的基本生产过程为:燃料在锅炉中燃烧,使锅炉中的水加热成过热水蒸气,将燃料的化学能转换成热能;蒸汽的压力推动汽轮机旋转,再将热能转换成机械能;然后汽轮机带动发电机旋转,将机械能转换成电能。既供电又供热的火电厂,称为热电厂,热电厂一般位于工业区或城市附近。

火电厂的热效率一般较低,一般不超过 30%~40%,即有 60%~70%的燃料热能在发电过程中未被利用而消耗掉了。热电厂的效率较高,一般可达 60%~70%。但由于受热负荷条件的限制,热电厂不可能大量兴建。

我国煤炭资源丰富,2000 米以内的预测煤炭资源量为 5.6 万亿吨,能源剩余可采总储量中原煤占 58.8%,这决定了我国以煤炭为主的能源利用格局将长期存在。

火电厂与同容量的水力发电厂相比,具有建设工期短、工程造价低和投资回收快等特点,但火力发电成本较高,且对环境要造成一定的污染,现代火电厂一般要考虑“三废”(废气、废水、废渣)的综合利用,因此火电厂建设在一定程度上要受到环境的制约。

2) 水力发电厂

水力发电厂,简称水电厂或水电站。它是利用水流的位能和动能产生电能的工厂。它的发电过程为:从河流高处或其他水库内引水,利用水的压力或流速带动水轮机旋转,将水能转换成机械能;然后水轮机带动发电机旋转,将机械能转换成电能。水力发电效率较高,一般大、中型水电站的发电效率可达 80%~90%,小型水电站的发电效率也可达 60%~70%。

我国的水力资源非常丰富,居世界首位。据调查,我国水力资源理论蕴藏年发电量为 6.08 万亿千瓦时,平均功率 6.94 亿千瓦;技术可开发装机容量 5.42 亿千瓦,年发电量 2.47 万亿千瓦时;经济可开发装机容量 4.02 亿千瓦,年发电量 1.75 万亿千瓦时。水力资源在地域分布上极不平衡,西部多,东部少,相对集中于西南。开发程度在地区间差异也很大,2009 年底我国水电开发程度为 45.7%,其中东部地区水电基本开发完毕,中部地区开发程度达到 73%,而西部地区开发程度较低,仅为 23%,特别是西南地区仅为 17%。

与火力发电不同,水力发电利用的是可再生能源,发电成本较低,一般只有火力发电的 1/4~1/3,而且水力发电不产生污染,有利于保护环境。水力发电站建设的一次投资较大,且需要综合评价其对周边生态的影响,但水电发电站不只用于发电,通常还兼有防洪、灌溉、

航运、水产养殖和旅游等多种功能,综合效益好,因而从总体上来看,具有较高的开发价值。

3) 核能发电厂

核能发电厂,又称为核电厂或核电站。它是利用核燃料的原子核裂变能来生产电能的工厂。它的发电过程与火力发电基本相同,只是其热能不是由燃料的化学能产生,而是由反应堆(又称原子锅炉)中的核燃料发生核裂变时释放出的能量而获得。核能发电可以节省大量的煤、石油、天然气等自然资源,1kg 铀裂变所产生的热量相当于 2.7×10^6 kg 标准煤所产生的热量。自 1954 年世界上第一座核电厂投入运行以来,许多国家纷纷建设核电厂,但核废料的回收与处理具有较大的风险,2011 年 3 月日本福岛第一核电站发生的核泄漏事故以来,核电的安全问题再次成为全世界的关注重点。随着科学技术的发展和核电站安全控制手段的提高,核能发电将成为清洁、经济、安全的发电方式。

4) 风力发电厂

风力发电厂是利用风力的动能来产生电能的工厂,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、廉价和可再生能源。近几年,风力发电在我国迅猛发展,成为新能源开发的重点项目。风力发电的发电过程为:利用风力带动风车叶片旋转,再通过增速机将旋转的速度提升,来促使发电机发电。风力发电过程中,风速变化会使原动机输出的机械功率发生变化,从而导致发电机输出功率波动而使电能质量下降。应用储能装置是改善发电机输出电压和频率质量的有效途径之一,同时也增加了风力发电机组与电网并网运行时的可靠性。具有应用前景的风力发电系统储能方式主要有蓄电池储能、超级电容储能、超导储能和压缩空气储能等形式。风力发电分为离网型和并网型。并网型风力发电是大规模开发风电的主要形式,也是近年来风电发展的主要趋势。并网型风力发电通常由多台容量较大的风力发电机组构成风力发电机群,也称为风电场。因而风电场具有机组大型化(50kW~3MW)、集中安装和便于控制等特点。风电场中,风力发电机组经变压器升压后与电力系统相连。风力电站的优点是清洁、可再生和装机灵活;缺点是噪声大、占地面积大、稳定性弱、成本高和不可控等。

5) 太阳能发电厂

太阳能同样是一种越来越受人们青睐的、清洁可再生能源,它的应用之一就是太阳能转换成电能。太阳能发电厂是直接利用太阳能辐射的光伏效应或间接利用太阳能辐射的热能转换成电能的电厂。直接利用太阳能辐射的光伏效应的发电称为光伏发电;间接利用太阳能辐射热能的热能发电称为热发电。光伏发电利用太阳能电池板发电;热发电通过聚焦太阳光到吸热塔,融化熔融盐,带动汽轮机发电。光伏发电由太阳能电池方阵、蓄电池组、充放电控制器、逆变器、交流配电柜和太阳跟踪控制系统等设备组成。太阳能光伏电厂由离网型(独立运行系统)和并网型两种。并网型光伏电厂是与电网相连并向电网输送电力的光伏电厂,可带蓄电池或不带蓄电池。带有蓄电池的并网型光伏发电厂具有可调度性,可根据需要并入或退出电网,还具有备用电源的功能,当电网发生故障而停电时提供紧急供电。带有蓄电池的并网型光伏发电厂常安装在民用建筑,不带有蓄电池的并网型光伏发电厂则不具备可调度性和备用电源的功能,一般安装在较大型的系统中。目前,太阳能发电的应用已从军事领域、航天领域进入工业、商业、农业、通信、家用电器以及公共设施等部门,尤其可以分散地在边远地区、高山、沙漠、海岛和农村使用,以节省造价很高的输电线路。我国太阳能资源比较丰富,特别是我国的西藏、新疆和内蒙古等地区,常年日照时间达 250~300 天,属于太

太阳能丰富区。虽然太阳能发电与常规发电相比受到技术条件的限制,如投资成本高、系统运行的随机性大等,但因其利用的是可再生的太阳能,因此依然比较有发展前景。

6) 地热发电厂

地热发电厂是利用地表深处的地热能来生产电能的工厂,它建造在有足够地热资源的地区。地热是地表深处储存的天然资源,地热能主要来源于地壳内放射性元素蜕变过程所产生的热量。地热发电厂的生产过程与火电厂相似,只是用地热井取代锅炉设备,将地热蒸汽从地热井引出,并滤除蒸汽中的固体杂质,然后通过蒸汽管道送入汽轮机,推动汽轮机做功,汽轮机带动发电机发电。

地球内部蕴藏的热能极大,据估算,全世界可供开发利用的地热能相当于几万亿吨煤,可见,开发利用地热资源的前景是非常广阔的。我国的地热资源主要集中在西藏地区。地热发电的效率不高,但不需要燃料,运行成本低,因此地热发电将得到更大的发展。

7) 潮汐发电厂

潮汐发电是利用海水涨潮、落潮中的动能和势能来生产电能的工厂。它实质上是一种特殊类型的水电厂。潮汐发电厂需要建设拦潮大坝,因而要求一定的地形条件、足够的潮汐潮差和较大的容水区,通常建在海岸边或河口地区。潮汐发电厂一般为双向潮汐发电厂,涨潮和退潮时均可发电。涨潮时打开两个闸门将潮水引入厂内发电,退潮前打开所有闸门蓄水,退潮后再打开另外两个闸门进行发电。

海洋被认为是地球上最后的资源宝库,也被称作为能量之海,从技术及经济上的可行性、可持续发展的能源资源以及地球环境的生态平衡等方面分析,海洋能中的潮汐能作为成熟的技术将得到更大规模的利用。

太阳能、风能、地热能和潮汐能等新能源都属于清洁、廉价和可再生能源,是未来的主要能源,此外,还可利用燃料电池、垃圾燃料、核聚变能和生物质能等来生产电能。因此加强新能源发电的开发力度,加快新能源发电的步伐,是世界各国共同的发展趋势。

2. 变电所

变电所是接受电能、变换电压和分配电能的场所。为了实现电能的远距离输送并将电能分配到用户,需要由变电所将发电机的电压进行多次电压变换。变电所由电力变压器、配电装置和二次设备等构成。仅用于接受和分配电能,而不变换电压的场所称为配电所,而用于交流电流与直流电流相互转换的场所则称为换流站。

按变电所的性质和任务不同,变电所可分为升压变电所和降压变电所,除了与发电机相连的变电所为升压变电所外,其余均为降压变电所。按变电所的地位和作用不同,变电所又分为枢纽变电所、中间变电所、地区变电所和终端变电所。

(1) 枢纽变电所。位于电力系统的枢纽点,连接电力系统中的高压和中压的几个部分,汇集多个电源,称为枢纽变电所。枢纽变电所的一次电压通常为 330kV、500kV 或 750kV,二次电压为 330kV、220kV 或 110kV。枢纽变电所电压等级高,供电范围广,在系统中处于举足轻重的地位。全所停电后,将引起系统解列,造成大区域停电,甚至造成电力系统瓦解,使社会的运行处于瘫痪状态。

(2) 中间变电所。该变电所以交换潮流为主,起系统功率交换的作用,或使长距离输电线路分段,一般汇集 2~3 个电源,同时又降压给当地用户供电,这样的变电所全所停电后,将引起区域网络的解列,造成大面积停电。