

Electrical Engineering

普通高等教育“十一五”规划教材
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI



GONGPEIDIAN XITONG

供配电系统

(上册 一次部分)

赵彩虹 主 编
居 荣 吴薛红 唐小波 副主编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十一五”规划教材。

本书重点介绍了供电系统的基本知识、设计原则、计算方法、电气设备的选择以及运行和管理等。全书共 21 章，分上下两册，上册为供电系统一次部分，下册为供电系统二次部分。上册首先讲述了供电系统的定义和特点，本课程的任务、目的和要求，以及一些学习本课程的预备知识；紧接着介绍供电系统中常用的电气设备、供电网络的结构以及变电所的主接线，以便读者能尽快建立起总体概念；然后分别介绍负荷计算、短路电流计算的基本方法，电气设备、导体的选择方法，过电压的防护等。

本书可作为高等学校电气信息类专业的本科教材，也可作为高职高专、电视大学、函授学院相关专业以及工程技术人员的培训用书和参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

供电系统. 上册, 一次部分/赵彩虹主编. —北京: 中国电力出版社, 2013

普通高等教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5083-8845-8

I. 供… II. 赵… III. ①供电—一次系统—高等学校—教材②配电系统: 一次系统—高等学校—教材 IV. TM72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 096181 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://jc.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 8 月第一版 2013 年 6 月北京第二次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.25 印张 414 千字

定价 28.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前 言

本书在内容上既体现其内在联系，又密切结合工程实际，注重反映新技术、新规范、新设备，从而加强了教材的实用性和针对性。

全书共二十一章，分上下两册，上册为供配电系统一次部分，下册为供配电系统二次部分。上册首先讲述了供配电系统的定义和特点，本课程的任务、目的和要求，以及一些学习本课程的预备知识；紧接着介绍供配电系统中常用的电气设备、供配电网的结构以及变电所的主接线，以便读者能尽快建立起总体概念；然后分别介绍负荷计算、短路电流计算的基本方法，电气设备、导体的选择方法，过电压的防护等。下册介绍供配电系统的继电保护、二次回路及自动装置，最后介绍了供配电系统的新技术。为了便于学生理解所学内容，一些关键章节都配有做了详细分析解答的例题，同时每章都配有思考题与习题，书末附有必要的技术参数和设备参数。

本书由南京师范大学赵彩虹担任主编，居荣、吴薛红、唐小波担任副主编，负责全书的构思、组织编写。上册第一、二、七章和下册第一章由赵彩虹编写，上册第三、五章由李天然编写，上册第四、六、十一章和下册第九章由唐小波、居荣编写，上册第八章由李枫编写，上册第九章和下册第七章由赵新红编写，上册第十章由郑梅编写，上册第十二章和下册第二~六、八章由吴薛红编写。全书由吴薛红、唐小波统稿。

本书聘请东南大学唐国庆教授主审。唐国庆教授对本书提出了宝贵的意见，谨在此表示衷心的感谢！

本书的出版得到了南京师范大学电气与自动化工程学院领导和同志们的关心和大力支持。

本书是在查阅了大量的相关书刊和资料，并结合本编写组人员多年的教学经验和工程实践经验的基础上编写而成。在此向所有参考文献的作者致以诚挚的谢意！

由于作者水平有限，书中不妥和错误之处在所难免，恳请使用和阅读本书的读者和同行不吝赐教。

编 者

2009 年 5 月

常用文字符号表

1. 电气设备文字符号表

文字符号	设备名称	英文名称	旧符号
APD	备用电源自动投入装置	reserve-source auto-put into device	BZT
ARD	自动重合闸装置	auto-reclosing device	ZCH
C	电容器	electric capacity, capacitor	C
F	避雷器	arrestor	BL
FU	熔断器	fuse	RD
G	发电机	generator	F
GB	蓄电池	battery	XDC
HA	电铃	electric bell	DL
HB	电笛，蜂鸣器	electric alarm whistle	DD, FM
HG	绿色信号灯	green lamp	LD
HR	红色信号灯	red lamp	HD
HW	白色信号灯	white lamp	BD
K	继电器	relay	J
KA	电流继电器	current relay	LJ
KD	差动继电器	differential relay	CJ
KG	气体（瓦斯）继电器	gas relay	WSJ
KM	中间继电器	auxiliary relay	ZJ
KM	接触器	contactor	CJ, C
KP	功率方向继电器	power flow directional relay	GJ
KS	信号继电器	signal relay	XJ
KT	时间继电器	time-delay relay	SJ
KV	电压继电器	voltage relay	YJ
L	电抗器	inductive coil reactor	DK
M	电动机	motor	D
PA	电流表	ammeter	A

续表

文字符号	设备名称	英文名称	旧符号
PE	保护线	protective wire	N
PEN	保护中性线	protective neutral wire	N
PJ	电能表, 电度表	watt hour meter	WH
PV	电压表	voltage meter	V
QF	断路器	circuit breaker	DL
Q	低压断路器 (自动空气开关)	low-voltage circuit-breaker	ZK
QK	刀开关	knife switch	DK
QL	负荷开关	load breaking switch	HK
QS	隔离开关	disconnecter	G
R	电阻器	resistor	R
SA	控制开关, 选择开关	control switch	KK
SB	按钮	push button	AN
T	变压器	transformer	B
TA	电流互感器	current transformer	LH, CT
TV	电压互感器	voltage transformer	YH, PT
U	整流器	rectifier	AL
VD	二极管	diode	D
VT	三极管	transistor	BG
W	导线	wire	W
W	母线	bus bar	M
WAS	事故音响小母线	accident sound signal bus bar	SYM
WC	控制小母线	control small bus bar	KM
WF	闪光信号小母线	flash light signal bus bar	SM
WFS	预报信号小母线	forecast signal bus bar	YBM
WO	合闸小母线	switch-on bus bar	HM
WS	信号小母线	signal small bus bar	XM
XB	连接片	link	LP
YO	合闸线圈	closing operation coil	HQ
YR	跳闸线圈	release operation coil	TQ

2. 下标文字符号表

文字符号	中文名称	英文名称	旧符号
a	年	year, annual	n
a	有功	active	a, yg
al	允许	allowable	yx
ap	非周期	non-periodic	fz
av	平均	average	pj
B	基准	basic	j
b	分支	branching	fz
ba	平衡	balance	ph
C	电容, 电容器	electric capacity, capacitor	C
ca	计算	calculate	js
cab	电缆	cable	L
con	接线	connection	jx
d	需要	demand	x
d	差动	differential	cd
DC	直流	direct current	zl
E	接地	earthing	d
ec	经济	economic	j
eq	等效的	equivalent	dx
h	谐波	harmonic	xb
h	高度	height	h
i	电流	current	i
i	任意常数	arbitrary constant	i
ima	假想的	imaginary	jx
k	短路	short-circuit	d
KA	继电器	relay	j
L	电感	inductance	L
L	负荷	load	fh
m	最大值, 峰值	maximum value	m
max	最大的	maximum	max
min	最小的	minimum	min
N	额定的, 标称的	rated, nominal	e
n	数目	number	n

续表

文字符号	中文名称	英文名称	旧符号
np	非周期的	non-periodic	fzq
off	开断	open circuit	kd
op	动作	operating	dz
p	有功功率	active power	p
p	周期的	periodic	zq
ph	相	phase	x, φ
pk	尖峰	peak	jf
q	无功功率	reactive power	q
qb	速断	quick break	sd
r	无功	reactive	wg
re	返回	return	fh
rel	可靠	reliability	k
s	灵敏度	sensitivity	lm
s	系统	system	xt
set	整定	setting	zd
sh	冲击	shock, impulse	cj, ch
st	启动	start	qd
step	跨步	step	kb
syn	同步	synchronizing	tb
T	变压器	transformor	B
t	时间	time	t
tou	接触	touch	jc
u	电压	voltage	u
W	接线	wiring	jx
w	工作	work	gz
WL	导线	wire, line	l
x	某一数值	a number	x
θ	温度	temperature	θ
Σ	总和	total, sum	Σ
0	零, 无, 空	zero, nothing, empty	0
0	起始的	initial	0
0	中性线	neutral wire	0
30	30 分钟 (最大)	30 min (maximum)	30



目 录

前言

常用文字符号表

第一章 概述	1
第一节 电力系统和供配电系统	1
第二节 电力系统的特点与电能质量	7
第三节 电力系统电压	12
第四节 电力系统的中性点运行方式	13
本章小结	16
思考题与习题	17
第二章 负荷计算	18
第一节 概述	18
第二节 负荷曲线与计算负荷	19
第三节 负荷计算方法	23
第四节 电力负荷预测	33
本章小结	39
思考题与习题	40
第三章 供配电系统常用电气设备	41
第一节 电力线路	41
第二节 变压器	44
第三节 高压断路器	46
第四节 高压隔离开关、高压负荷开关及高压熔断器	48
第五节 互感器	50
第六节 低压开关设备	53
第七节 高低压开关柜与组合电器	55
本章小结	60
思考题与习题	61
第四章 供配电系统的一次回路	62
第一节 供电网的接线方式	62
第二节 供配电系统中发电厂变电所的主接线方式	68
第三节 供配电系统中发电厂变电所主接线示例	74
第四节 变电所的结构与布置	79
本章小结	82
思考题与习题	83

第五章 供配电系统各元件的电气参数和等值电路	84
第一节 电力线路的电气参数和等值电路	84
第二节 变压器的电气参数和等值电路	87
第三节 电抗器的电气参数和等值电路	91
第四节 供配电网络的等值电路	91
本章小结	96
思考题与习题	96
第六章 供配电系统的潮流计算	98
第一节 电网的电压降落、电压损耗和电压偏移	98
第二节 电网的功率损耗和电能损耗	101
第三节 辐射形网络潮流计算	107
第四节 简单闭式网络潮流计算	112
本章小结	119
思考题与习题	120
第七章 供配电系统的无功功率和电压调整	122
第一节 概述	122
第二节 功率因数对供配电系统的影响及提高功率因数的方法	128
第三节 电力系统中的调压方式	131
第四节 改变变压器变比调压	133
第五节 并联补偿无功设备调压	135
第六节 供配电系统的调压管理	140
本章小结	141
思考题与习题	141
第八章 短路电流计算	143
第一节 概述	143
第二节 三相短路暂态过程的分析	144
第三节 无穷大容量电源系统的三相短路电流计算	148
第四节 有限容量电源系统的三相短路电流计算	152
第五节 多电源供电系统的短路电流计算	156
第六节 不对称短路电流计算	159
第七节 低压电网短路电流计算	165
第八节 短路电流的热效应和力效应	167
第九节 限制短路电流的方法	170
本章小结	171
思考题与习题	172
第九章 导线和电缆截面的选择	174
第一节 概述	174
第二节 按允许载流量选择导线和电缆截面	175

第三节	按允许电压损失选择导线和电缆截面·····	177
第四节	按经济电流密度选择导线和电缆截面·····	180
本章小结	·····	181
思考题与习题	·····	181
第十章	电气设备的选择·····	183
第一节	电气设备选择的一般原则·····	183
第二节	高压开关电器的选择·····	185
第三节	低压开关电器的选择·····	186
第四节	熔断器的选择·····	190
第五节	母线、支柱绝缘子和穿墙套管选择·····	192
第六节	互感器的选择·····	196
第七节	电抗器的选择·····	201
第八节	变压器的选择·····	202
第九节	开关柜的选择·····	203
本章小结	·····	204
思考题与习题	·····	205
第十一章	供配电系统的过电压保护·····	206
第一节	过电压及其分类·····	206
第二节	防雷设备及其保护范围·····	208
第三节	供配电系统的防雷保护·····	214
第四节	供配电系统内部过电压及其防护·····	217
本章小结	·····	218
思考题与习题	·····	219
第十二章	接地与电气安全·····	220
第一节	接地与接地装置·····	220
第二节	低压配电系统的保护接地形式·····	225
第三节	接地电阻·····	228
第四节	电气安全及防护·····	230
本章小结	·····	234
思考题与习题	·····	234
附录	·····	236
参考文献	·····	261

第一章 概 述

第一节 电力系统和供配电系统

一、电力系统基本概念

电力系统是随着电力工业的发展逐步形成的，电力系统是由各种类型发电厂中的发电机、各种电压等级的变压器及输、配电线路，用户的各类型用电设备组成的包含有一次系统、二次系统的复杂的有机整体。电力系统是人类所能制造的最复杂的系统之一。

电力系统通常是由发电机、变压器、电力线路、用电设备等组成的三相交流系统。图 1-1 所示为一个简单的电力系统示意图。

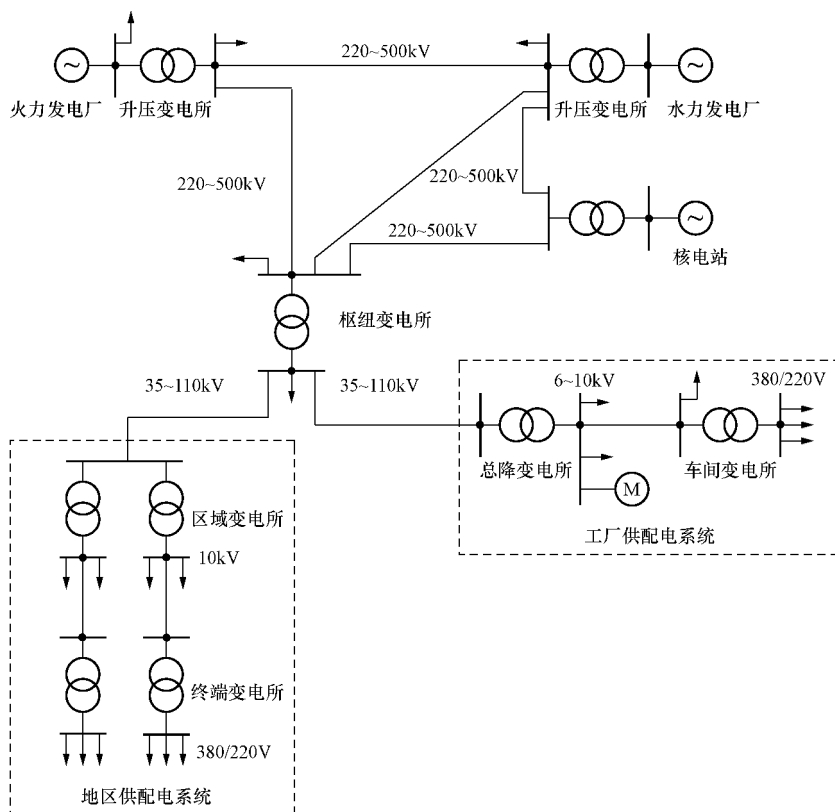


图 1-1 电力系统示意图

电力系统中的电气设备也称电力系统的元件。发电机产生电能，升压变压器将发电机发出的低压电能变换为高压电能，输电线路输送电能，降压变压器将电网中的高压电能变换为低压电能，便于用户使用，用户将电能转换成其他形式的能而加以利用。由产生、输送、分配和使用电能的各子系统所连接起来的有机整体称为电力系统。电力系统的组成示意图如图 1-2 所示。

我国火力发电厂燃料以煤炭为主，而且热效率不高。节能与减排在火力发电厂显得十分重要且潜力巨大。

水力发电厂将水的位能和动能转变成电能。水力发电的基本生产过程是：从河流高处或水库内引水，利用水的压力或流速冲动水轮机旋转，将水能转变成机械能，然后水轮机带动发电机旋转，将机械能转变成电能。水力发电厂容量取决于上下游水位差（水头）和流量大小。水力发电机组承受变动负荷的能力较好，且启动快，电力系统中发生事故时可充分发挥备用功能。按水头形成方式分为三种：①堤坝式水电厂。在河床上游建水坝蓄水，形成发电水头，如坝后式水电厂、河床式水电厂。②引水式水电厂。水电厂建在山区水流湍急的河道上，或河床坡度较陡的地方，由引水道形成水头，不修坝或只修低堰。③混合式水电厂。水头由坝和引水道共同形成。图 1-4 所示为坝后式水力发电厂。

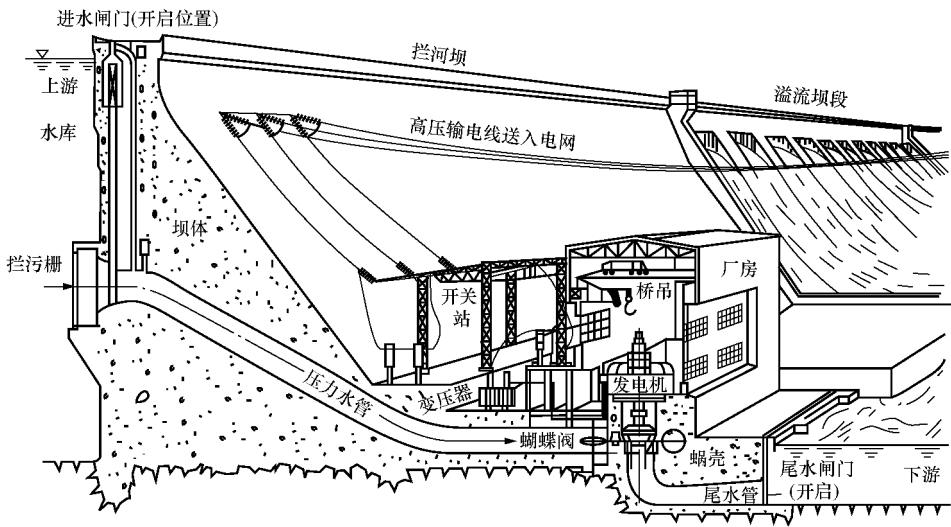


图 1-4 坝后式水力发电厂

另外再介绍一下可以调节电力平衡的抽水蓄能电站（pumped storage power station），它是为了解决电力网高峰、低谷之间供需矛盾而产生的，是间接储存电能的一种方式。抽水蓄能电站工作原理如图 1-5 所示。抽水蓄能电站设有上、下两个水库，利用电力系统用电低谷时的剩余电力，将下水库的水抽存到上水库中，到电力系统的高峰负荷时，再从上水库放水发电。抽水蓄能电站是电力系统唯一能填谷的调峰电源，并具有紧急事故备用、调峰、调频、调相的效用，可以提高电力系统的可靠性。

核能发电是利用原子反应堆中核燃料（如铀）裂变所放出的热能产生蒸汽（代替了火力发电厂中的锅炉）驱动汽轮机再带动发电机旋转发电。以核能发电为主的发电厂称为核能发电厂，简称核电站。根据核反应堆的类型，核电站可分为压水堆式、沸水堆式、

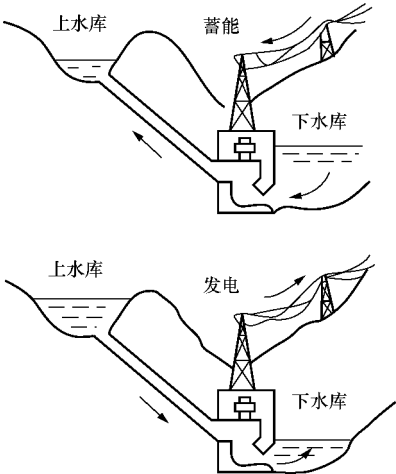


图 1-5 抽水蓄能电站工作原理

气冷堆式、重水堆式、快中子增殖堆式等。核电站的建设费用高，燃料费用便宜。核电站生产过程如图 1-6 所示。

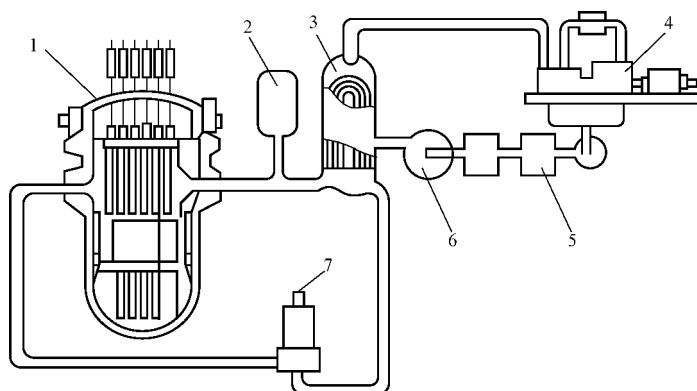


图 1-6 核电站生产过程

1—核反应堆；2—稳压器；3—蒸汽发生器；4—汽轮发电机；
5—给水加热泵；6—给水泵；7—主循环泵

风力发电是利用风力吹动建造在塔顶上的大型桨叶旋转带动发电机发电。风力发电的工作原理是：利用风力带动风车叶片旋转，再透过增速机将旋转的速度提升，来促使发电机发电。依据目前的风车技术，风速约达 3m/s 时，便可以开始发电。风力发电正在世界上形成一股热潮，因为风力发电没有燃料问题，也不会产生辐射或空气污染。一般由几座、十几座甚至几十座风力发电机组成的发电场地称为风力发电厂。中国的风电资源不仅丰富，而且分布基本均匀。这些为风能的集中开发利用提供了极大的便利条件。

其他发电形式还有太阳能发电、潮汐发电、地热发电、燃料电池等。

2. 变电所

变电所是变换电能电压和接受分配电能的场所，是联系发电厂和电力用户的中间枢纽。电力网中的变电所除有升压和降压之分外，还可分为枢纽变电所、区域变电所、中间变电所及终端变电所等。

升压变电所一般和大型发电厂结合在一起，把电能电压升高后，再进行长距离输送。枢纽变电所一般都汇聚多个电源和大容量联络线，且容量大，处于电力系统的中枢位置，地位重要。中间变电所处于电源与负荷中心之间，可以转送或抽引一部分负荷。终端变电所一般都是降压变电所，只负责对一个局部区域负荷供电而不承担功率转送任务。还有一种不改变电能电压仅用以接受电能和分配电能的站（所），在电压等级高的输电网中称为开关站，在中低压配电网中称为配电站或开闭所。工业企业等大型电力用户有自己的变电所称为总降压变电所，总降压变电所的下一级变电所称为车间变电所，如图 1-1 所示。

在直流输电系统中还必须配有换流站，换流站仅用以把交流电能转换成直流电能。换流站分为整流站和逆变站。

3. 电力网

电力网（简称电网）按其供电容量和供电范围的大小以及电压等级的不同分为地方电网、区域电网以及超高压远距离输电网络三种类型。地方电网是指电压不超过 110kV、输电距离几十千米以内的电网，主要分布在城市、工矿区、农村等，又称配电网。区域电网则把

范围较大的发电厂联系起来，且输电线路较长、用户类型较多。区域电网主要是电压为 220kV 的电力网。随着经济发展和城市规模的扩大，220kV 线路进市区也很多见。超高压远距离输电网络主要由 330~500kV 及以上电压的输电线路组成，负责将远距离电源中心的电能输送到负荷中心区。同时，超高压电网往往还联系几个区域电网以形成跨省、跨地区的互联电网，甚至形成跨国电网。

4. 电力用户

凡取用电能的所有单位均称为电力用户，如工业用户、农业用户、市政商业用户和居民用户，其中工业企业用电量约占我国全年总发电量的 64%，是最大的电力用户。到 2006 年底全国各类电力用户已超过 2.3 亿户。10kV 及以上用户近 100 万户。电力用户量大、面广，且高度分散。《电力法》规定，供电企业应当保证供给用户的电能质量符合国家标准。对公用供电设施引起的供电质量问题，应当及时处理。电力用户应当按照国家核准的电价和用电计量装置的记录，按时交纳电费。

二、电力系统的发展

1. 电源的发展

从电源发展角度，目前我国的电力结构当中，燃煤的机组占了 75% 左右。未来要着力提高可再生能源、清洁能源和新能源在整个电力装机中所占的比例。在优化火电的同时，加快发展水电，积极发展核电，大力发展可再生能源。

国际上对能源资源利用，一般都优先考虑开发本国的水能资源。我国以“优先发展水电”的方针，加快发展水电。我国目前的水能资源开发程度依然很低，在可开发利用的有 3.7 亿 kW 水电资源中，目前已开发的仅 1 亿 kW，预计到 2020 年水电可达 2.45 亿 kW。

在我国，核电站的建设比较晚。迄今，在全世界的总装机容量中，核电占了约 16%，而我国核电仅占 1.6%，今后核电的增长潜力巨大。目前除自主建成的秦山核电站之外，还有容量更大的与国外合作建设的大亚湾、岭澳、田湾等核电站。同时在建和规划的核电站也不少，有广东的阳江核电站、浙江的三门核电站等，2008 年在福建宁德建设的核电站是我国首个海岛核电站。由于我国的能量资源在地区上分布不均匀，今后在一些经济发达地区，预期还将建设一批大型核电站。据规划，到 2020 年我国核电装机容量将达到 3600 万 kW，约占当时全国装机容量的 4%。

风能作为可再生资源，具有很好的开发前景。我国的风电从零开始起步，目前已经取得了可喜的成就。到 2006 年，中国新增风电装机 134 万 kW，占全球新增装机的 8.9%，同比增长 165.83%。如果能一直维持这个增长速度，预计至 2010 年，我国风电累计装机可以达到 2024 万 kW，2020 年可以达到 2.25 亿 kW。

据初步预测，到 2010 年，全社会用电量将达到 3 万亿 kW·h，发电装机容量将达到 7 亿 kW；到 2020 年，全社会用电量将达到 4.5 万亿 kW·h，发电装机容量将达到 9.5 亿 kW。从我国能源资源特点来看，优先发展水电是必须坚持的能源发展方针。

2. 高压直流输电

直流输电是将交流电经换流装置转换成直流电（整流）输送到受端后再将直流电转换成交流电（逆变）的输电方式。高压直流输电技术兴起自 20 世纪 50 年代，随着晶闸管技术的发展和现代电网发展的需要，20 世纪 80 年代高压直流输电技术发展迅速，已经成为成熟的输电技术。迈入 20 世纪 90 年代以后，随着电力电子技术、计算机技术和控制理论的迅速发

展,使得高压直流输电技术日益完善,可靠性得到提高。世界上已成功投运高压直流工程 60 多项。我国直流输电技术同样是在 20 世纪 80 年代得到发展,目前已拥有 $\pm 500\text{kV}$ 高压直流输电线路多条,如葛洲坝—上海(简称葛上线)、天生桥—广州(天广线)、三峡—常州(三常线)、三峡—广东(三广线)、贵州—广东(贵广线)等。直流输电技术适合远距离、大容量输送电能,可以输送电能到 2000km 以外。一项直流工程输电能力可超过 300 万 kW ,适合电力系统之间的网络互联及巨型水电、火电基地的电力外送等。以上这些,恰是我国电网发展中所需要的。

3. 高压交流输电

除高压直流输电外,我国开展了高压、特高压交流输电研究和建设。2005 年 9 月我国在西北地区(青海官厅—兰州东)建成了一条 750kV 高压交流输电线路,全线长度为 140.7km 。按照计划,国家电网今后几年将建成两条 1000kV 特高压交流输变电工程:一是陕北—晋东南—南阳—荆门—武汉的中线工程;二是淮南—皖南—浙北—上海的东线工程。到 2020 年,我国特高压电网将基本建成,输送电量将达到 2 亿 kW 以上,占全国装机总容量的 25%。

三、供配电系统

供配电系统的主要功能是从输电网接受电能,然后逐级分配电能或就地消费,即将高压电能降低至既方便运行又适合用户需要的各种电压,组成多层次的配电网,向各类电力用户供电。配电网按电压等级分为高压配电网、中压配电网和低压配电网;按供电的区域和对象分为城市配电网和农村配电网。

1. 配电网的特点

(1) 配电网中负荷相对集中,负荷密度高且发展速度快,配电网规划、建设要有一定的预期;

(2) 配电网中用户对供电质量要求高;

(3) 在电网安全与经济运行合理平衡的条件下要求供电有较高的可靠性;

(4) 配电网接线复杂;

(5) 配电网的自动化较为完善;

(6) 城市配电网等设施满足占地小、容量大、安全可靠、维护量小以及城市景观要求,城市中心区广泛使用地下电力电缆线路。

2. 配电网的运行指标

配电网运行的主要性能指标有:

(1) 供电可靠率。供电可靠率是指供电企业对用户可靠供电水平的一个衡量指标。这个指标的提高不仅表明平均停电时间的降低,同时还具有显著的经济效益。中国电力企业联合会公布的数据显示:2007 年上半年全国平均供电可靠率达到 99.91%,这也意味着中国城镇居民用电平均停电时间从 10 年前的 94h 降到了 8h 左右。

(2) 电能质量。配电网要保证供配电的电能质量,一般有电压偏差、频率偏差、谐波、电压波动和闪变、三相电压不平衡度等电能质量指标。随着用户对电能质量要求的提高,暂时过电压和瞬态过电压、电压暂降、波形缺口等也正逐渐被视为电能质量指标。

(3) 线损率。配电网线损率是供电企业的一项综合性技术经济指标,它反映了配电网的规划建设、生产技术和运营管理水平。目前我国输电线损率比国际先进水平高 2%~2.5%。降低配电网线损率,是电力企业节能减排的重要任务之一。

除上述指标外，提高配电网的自动化水平、提高供配电设备完好率、注重环境保护等也是配电网运行的性能指标。

3. 工厂供配电系统

电能的使用主要集中在工业用电、商业用电和居民用电。通常将向工业企业供电的供配电系统称为工厂供配电系统。工厂供配电系统由总降压变电所、高压配电线路、车间变电所、低压配电线路及用电设备组成。下面主要介绍图 1-7 所示的工厂供配电系统。

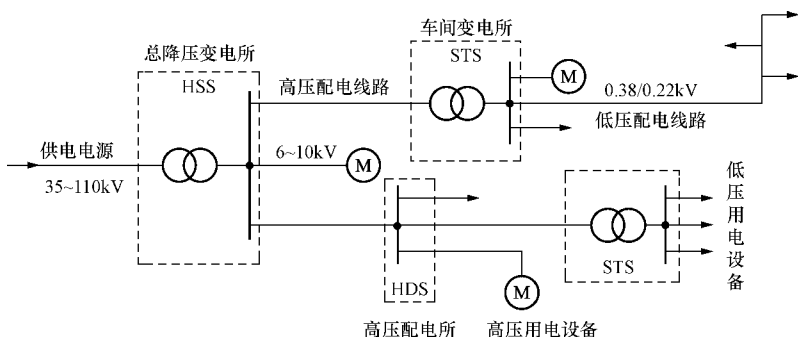


图 1-7 工厂供配电系统

（1）总降压变电所。一般大中型工业企业内均设有总降压变电所，负责将 35~110kV 的外部供电电源变换为 6~10kV 的厂区高压配电电源，给厂区各车间变电所或高压电动机供电。总降压变电所的数量取决于企业内供电范围和供电容量。在中小型企业中一般只建立一个总降压变电所，对一般小型企业也可以不建总降压变电所，而由相邻企业供电或者几个小型企业联合建立一个分用的总降压变电所。

（2）车间变电所。在一个生产车间内，根据生产规模、用电设备的多少和用电量的大小等情况，可设立一个或多个车间变电所。由车间变电所将 6~10kV 的电压降为 380/220V，再通过车间低压配电线路，给车间用电设备供电。

（3）配电线路。配电线路分为厂区高压配电线路和车间低压配电线路。厂区高压配电线路将总降压变电所、车间变电所和高压用电设备连接起来。车间低压配电线路主要用以向低压用电设备供应电能。

第二节 电力系统的特点与电能质量

一、电力系统的特点

电能是二次能源。电能与化学能、核能等一次能源相比有其特殊性。电能自然界不是以其可以利用的形式存在，而必须由一次能源如化石性燃料（煤炭、石油、天然气等）、水能、核能、风能等转换而来。电能不能以自身的形态存储，电能的存储必须转化成其他形式的能量，如水能（抽水蓄能电站）、动能（飞轮）、化学能（蓄电池）等。近年出现了一些新的电能存储形式，如超导储能、燃料电池储能等。尽管如此仍未能解决经济、高效地大容量存储电能的问题。电能的优点在于安全、清洁、能够很容易地转换为其他形态的能量。随着经济的发展和科技的进步，电能的利用越来越广泛。电能具有易于传输、方便控制、利用环保的优点，所以电能的利用几乎遍及所有领域。由于电能生产的固有特性决定了电力系统具