



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
五年制高等职业教育电类专业教学用书

变配电技术

王亚妮 主编



中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

变 配 电 技 术

	王亚妮	主 编
陈海军	刘惠英	副主编
和敬涵	高桂英	主 审

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 6 年 · 北 京

内 容 简 介

本书是教育部职业教育与成人教育司推荐教材。本书注重理论与应用的结合,系统全面的阐述了变配电系统的主要电气设备、企业供配电系统、变配电所的接地及防雷、负荷及短路电流的计算、继电保护装置、变配电所的测量、控制、信号及自动装置,另外为了适应专业的发展添加的变配电所的综合自动化、地铁供电系统成为本书的亮点。为便于教学,每章配有本章小结及思考与练习题。

本书是高等职业教育供用电技术专业及电气技术专业的教材,可供从事企业供电和企业电气技术专业的工程技术人员参考,也可作为企业电气技术人员培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

变配电技术/王亚妮主编. —北京:中国铁道出版社,
2006.8

ISBN 7 - 113 - 07259 - 3

I. 变… II. 王… III. ①变电所—高等学校:技
术学校—教材②配电系统—高等学校:技术学校—教材
IV. ①TM63②TM64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 082096 号

书 名:变配电技术

作 者:王亚妮 主编

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:阙济存

封面设计:冯龙彬

印 刷:三河市国英印务有限公司

开 本:787×1 092 1/16 印张:19.5 字数:479 千

版 本:2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~3 000 册

书 号:ISBN 7 - 113 - 07259 - 3/TM·69

定 价:26.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

编辑部电话 010(51873133) 发行部电话 010(51873124)



前言



本书由全国铁路高职和中专供电专业教学指导委员会组织编写,是教育部职业与成人教育司推荐教材。本书可作为高职高专“供用电技术”及“电气技术应用”等专业的专业课教材,并适用于企业供电和电工技术专业的工程技术人员参考使用。本书对企业供电系统一次和二次电气设备作了系统介绍;重点对变电所一次电气设备的构成、类型、工作原理及运行维护技术,变电所二次装置的构成、工作原理、整定和调试方法及运行维护技术进行了较详细的介绍,希望能以此达到提高学生实际工作能力和动手能力的目的。为了加强专业技术的全面性和推广供电系统中已被应用的新技术,在传统教材内容中增加了变配电所综合自动化、高压电动机保护、地铁供电系统等内容,使得教材的内容更具有系统性和实用性。

本教材立足于培养应用型技术人才,在结合现场技术、内容通俗易懂和知识应用于实践方面有突出的特点。

本书在文字叙述和配备图例方面尽量结合目前职业学院学生的文化程度,力求通俗易懂,深入浅出,在每一章内容后附有思考与练习题,供读者进行学后自测。

本书由广州铁路职业技术学院王亚妮主编,广州铁路职业技术学院陈海军和北京铁路电气化学校刘惠英任副主编。第一、七、九章由广州铁路职业技术学院王亚妮编写,第二、十章由广州铁路职业技术学院陈海军编写,第三、五、六章由北京铁路电气化学校刘惠英编写,第四、八章由兰州铁道学院王思华编写。

本书由教育部推荐专家北京交通大学和敬涵和上海信息技术学校高桂英主审。广州铁路职业技术学院翟兆良、谭慧铭,西安铁路职业技术学院马玲,苏州铁路机电高等职业技术学校李乐对本书的编写提出了宝贵的意见。

由于编者的水平所限,书中难免存在缺点和错误,诚恳欢迎读者提出宝贵意见。

编 者

2006年4月于广州

符号说明

一、电气设备元件文字符号

符号	中文名称	英文名称	原用符号	符号	中文名称	英文名称	原用符号
APD	备用电源自动投入装置	Reserve-source autopot into device	BZT	KMA	加速继电器	Accelerating relay	JSJ
ARD	自动重合闸装置	Auto-reclosing device	ZCH	KO	合闸接触器	Closing operation contactor	HC
AT	电源自动切换箱	Power supply automatic transfer board	XDZ	KME	保护出口继电器	Protective exit relay	BCJ
C	电容、电容器	Electric capacity、capacitor	C	KMF	分闸位置继电器	Off-position relay	TWJ
PE	保护导线	Protective wire	D	KML	跳跃闭锁继电器	Break locking relay	TBJ
F	避雷器	Arrester	BL	KMM	熔断器监视继电器	Fuse monitoring relay	RJJ
FU	熔断器	Fuse	RD	KMN	合闸位置继电器	On-position relay	HWJ
G	发电机、电源	Generator source	F	KR	重合闸继电器	Reclosing exit relay	HJ
GN	绿色信号灯	Green indicator lamp	LD	KP	极化继电器	Polarized relay	JHJ
HA	声响信号 (警铃、电笛)	Acoustical signal	DL FD	KI	冲击继电器	Impulse relay	CJJ
HL	指示灯、信号灯	Indicator lamp	XD YD	KS	信号继电器	Signal relay	XJ
HL	光信号 (光字牌)	Optical signal	CP	KSD	同步检查继电器	Synchronism detecting relay	TJJ
K	继电器	Relay	J	KT	时间继电器	Timing relay	SJ
KA	电流继电器	Current relay	LJ	KV	电压继电器	Voltage relay	YJ
KD	差动继电器	Differential relay	CDJ	KZ	阻抗继电器	Impedance relay	ZKJ
KG	瓦斯继电器	Gas relay	WSJ	L	电感、电感线圈	Inductance inductive coil	L
KH	热继电器	Heating relay	BRJ	LWP	光字牌	Light Word - Showing Plate	GZP
KH	温度继电器	Temperature relay	WDJ				
KM	中间继电器	Medium relay	ZJ				
KM	接触器	Contactor	CJ				

续上表

符号	中文名称	英文名称	原用符号	符号	中文名称	英文名称	原用符号
M	电动机	Motor	D	UV	电压变换器	Voltage convertor	YB
N	集成电路	Integrated circuit	AO	VD	二极管	Diode	D
N	中性导线	Neutral wire	N	VF	场效应管	Field-effect transistor	FET
PA	电流表	Ammeter	A	VS	稳压二极管	Voltage regulator diode	WY
PF	频率表	Frequency meter	f	VT	三极管	Transistor	BG
PJ	电度表	Watt-hour meter	kW·h	W	母线	Busbar	M
PJR	无功电度表	Var-hour meter	kvar·h	W	绕组、线圈	Winding wire	W
PPF	功率因数表	Power factor meter	cosφ	WAO	自动装置动作小母线	Automatic operating small busbar	ZDM
PP	相位表	Phase angle meter	φ				
PR	无功功率表	Reactive power meter	kvar	WAS	事故音响小母线	Accident sound signal small busbar	SYM
PV	电压表	Voltmeter	V				
PW	有功功率表	Wattmeter	KW	WB	直流插接式母线	DC busbar Plug - in (feeder)busway	M
Q	电力开关	Power switch	K				
QF	断路器	Circuit-breaker	DL	WC	控制小母线	Control circuit source small busbar	KM
QKF	刀熔开关	Fuse-switch	K				
QS	隔离开关	Disconnecter	GK	WO	合闸母线	Closure operation busbar	KDM
R	电阻	Resistance	R				
RD	红色指示灯	Red indicator lamp	HD	WCL	控制回路断线小母线	Control circuit break-age small busbar	HM
RP	电位器	Potential meter	WR				
SA	控制开关	Control switch	KK WK	WF	闪光小母线	Flash light small bus-bar	SM
SAS	选择开关	Selector switch	ZK				
SB	按钮	Push-button	AN	WT	白色指示灯	White indicator lamp	BD
SBF	正转按钮	Forward push button		WL	线路	Line	XL
SBR	反转按钮	Reverse push button		WNR	掉牌未复归小母线	Drop non - resetting small busbar	PM
SBS	停止按钮	Stop push button					
SBT	试验按钮	Test push button	SA	WPS	预告信号小母线	Predict acoustical signal busbar	YBM
SR	复归按钮	Reset push button	FA				
T	变压器	Transformer	B	WR	复归小母线	Resetting circuit source small busbar	FM
TA	电流互感器	Current transformer	LH				
THY	可控硅	Thyristor	SCR	WS	信号电源小母线	Signal circuit source	XM
TLC	有载调压变压器	On-load tap-changing					
				WV	电压小母线	Voltage small-busbar	YM
TI	脉冲变压器	Impulse transformer	MB	X	电抗	Reactance	X
TV	电压互感器	Voltage transformer	YH	X	端子牌	Terminal strip	D
TX	电抗变压器	Reactance transformer	DKB	XB	连接片	Link	LP
U	桥式整流器	Bridge rectifier	BZ	YO	合闸线圈	Closure operation coil	HQ
UA	电流变换器	Current convertor	LB	YR	跳闸线圈	Trip operation coil	TQ

二、电流类符号

符号	名 称	英文下角释意	原用符号	符号	名 称	英文下角释意	原用符号
I	电流	Current	I	i_{np}	短路电流非周期分量瞬时值	Non-periodic	i_f
I_{AC}	交流电流	Alternating current	I_{AC}		保护装置动作电流	Protect-operating	I_{DZ}
I_{ba}	基本侧电流	Basic side	I_{jb}	$I_{OP.K}$	继电器动作电流	Relay operating	I_{dz}
I_{aw}	精确工作电流	Accurate working	I_{jg}		短路电流周期分量瞬时值	Periodic	i
I_{br}	制动电流	Braking	I_{zd}	I_p	尖峰电流	Point	$I_{j.s}$
I_C	计算电流	Calculate	I_{js}	I_{re}	保护装置返回电流	Returning	I_F
I_d	基准电流	Datum current	I_j		继电器返回电流	Relay returning	I_f
I_{DC}	直流	Direct current	I_{oc}	$I_{re.K}$	自启动电流	Self-starting	I_{zq}
I_{daq}	不平衡电流	Disequilibrium current	I_{bp}	I_{ss}	t 秒热稳定电流		I_t
I_e	励磁电流	Exciting current	I_{lc}		工作电流	Working	I_g
I_b	空载电流	Blank current	I_o	I_{∞}	稳定短路电流有效值		I_{∞}
I_E	接地电流	Earthing current	I_D		次暂态短路电流		I''
I_{es}	动稳定电流	Electrodynamic stable	I_d	I''			
I_K	继电器电流	Relay	I_j				
I_k	短路电流	Short-circuit	I_D				
I_L	负荷电流	load	I_{FH}				
I_N	额定电流	Nominal	I_E				
I_n	二次额定电流	Nominal	I_e				
$I_{N.oc}$	额定断路电流	Open circuit	I_{edl}				
I_{nbs}	非基本侧电流	Non-basic side	I_{fj}				

三、电压类符号

符号	中文名称	英文下角释意	原用符号	符号	中文名称	英文下角释意	原用符号
U	电压	Voltage	U	$U_{OP.K}$	继电器动作电压	Relay operating	U_{dz}
U_{br}	制动电压	Braking	U_{zd}		输出电压	Output	U_{sc}
U_d	基准电压(门槛电压)	Datum	$U_j(U_M)$	U_{pk}	峰点电压	Peak	U_{ch}
				U_{bo}	谷点电压	Bottom	U_{GD}
U_{DC}	直流电压	Direct current	U_{DC}	U_{re}	保护装置返回电压	Returning	U_{fh}
U_{Dif}	差动电压	Differential	U_{od}		继电器返回电压	Relay returning	U_f
U_{IN}	输入电压	Input	U_{ar}	U_x	电抗变换输出器电压	Reactance convertor	U_k
U_K	继电器电压	Relay	U_j		电压变换器输出电压	Voltage convertor	U_y
U_k	短路电压	Short-circuit	$U_D、U_d$	U_v	工作电压	Working	U_C
U_N	额定电压	Nominal	$U_E、U_e$				
U_{N-l}	额定线电压	Nominal-line	U_l				
$U_{N,\phi}$	额定相电压	Nominal-phase	U_{ϕ}				
U_{OP}	保护装置动作电压	Operating	U_{DZ}				

四、电阻、电抗、阻抗类符号

符号	中文名称	英文下角释意	原用符号	符号	中文名称	英文下角释意	原用符号
R	电阻	Resistance	R	Z _d	基准阻抗	Datum	Z _j
R _{add}	附加电阻	Add	R _{fj}	Z _e	励磁阻抗	Exciting	Z _{LC}
R _{tr}	过渡电阻	Transition	R _C	Z _K	继电器(测量)阻抗	Relay measuring	Z _j
R _φ	移相电阻	Phase	R _φ	Z _k	短路阻抗	Short-circuit	Z _D
R _d	基准电阻	Datum	R _i	Z _L	负荷阻抗	Load	Z _{FH}
R _m	磁阻	Magnetic	R _c	Z _{OP}	动作阻抗	Operating	Z _{Dx}
R _{set}	整定电阻	Set	R _{sd}	Z _{OP.K}	继电器动作阻抗	Relay operating	Z _{ds}
X	电抗	Reactance	X	Z _x	电抗变压器阻抗	Reactance	Z _k
X _d	基准电抗	Datum	X _j	Z _s	系统阻抗	System	Z _x
X _{pu}	标么电抗		X _*				
X _{set}	整定阻抗	Set	X _{sd}				
Z	阻抗	Impedance	Z				
Z _{pu}	标么阻抗		Z _*				

五、功率、容量常用符号

符号	中文名称	英文下角释意	原用符号	符号	中文名称	英文下角释意	原用符号
P	有功功率	Active	P	Q(q)	无功功率(负荷)	Reactive	Q(q)
P _{av}	有功平均功率	Average active	P _p	S	容量		S
P _{a,av}	年有功平均功率	Annual-average	P _{n,p}	S _d	基准容量	Datum	S _j
P _C (P ₃₀)	有功计算(负荷)功率	Calculate	P _p (P ₃₀)	S''(S _k)	短路容量	Short-circuit	S''(S _D)
P _{d,av}	日有功平均功率	Daily-average	P _{t,p}	S _s	系统容量	System	S _x
P _{m,av}	月有功平均负荷	Month-average	P _p	S _{N,oc}	额定断路容量	Open circuit	S _{e,dl}
P _{pk}	有功尖峰负荷	Peak-active	P _{sf}	W _a	有功电能	Active	W _y
P _w	有功工作负荷	Working active	P _g	W _r	无功电能	Reactive	W _w

六、系数类常用符号

符号	中文名称	英文下角释意	原用符号	符号	中文名称	英文下角释意	原用符号
K_A	电 流 变 换 器 变 比	Current	K_L	$K_{f,av}$	无 功 负 荷 系 数	Reactive-load	β
K_d	需要系数	Necessity	K_x	K_{rel}	可靠系数	Reliability	K_k
$K_{a,av}$	有 功 负 荷 系 数	Active-load	a	K_s	灵敏系数	Sensitivity	K_m
$K_{e,l}$	经济负荷系 数	Econcentration	K_j	K_{sa}	自启动系数	Self-starting	K_{sq}
K_e	利用系数	Exploit	K_L	K_{st}	同型系数	Same type	K_{tx}
K_i	电 流 互 感 器 变 比	Current transformer	$n_{LH}(n_{LH})$	K_{sc}	起 动 电 流 倍 数	Start current	K
$K_{L,c}$	负 荷 密 度 系 数	Load-concentration	n	K_{su}	综合系数	Synthetic	K_s
K_{OL}	过负荷系数	Overload	K_f	K_v	电 压 互 感 器 变 比	Voltage transformer	n_{yh}
K_p	备用系数	Prepare use	K_{by}	K_v	电 压 变 换 器 变 比	Voltage convertor	K_y
K_{re}	返回系数	Returning	K_f	K_t	温度系数	Temperature	K_t
$K_{a,L}$	单 位 负 荷 指 标	Unit-load	K_n	K_w	接线系数	Reactance	K_{jx}
				K_Σ	同时系数	Simultaneous	K_Σ

七、其他常用符号

符号	中文名称	英 文 名 称	原用符号	符号	中文名称	英 文 名 称	原用符号
AW	安匝	Ampere-winding	AW	Φ_p	极化磁通	Polarizable magnetic flux	Φ_0
B	磁通密度	Magnetic flux-density	B	Φ_w	工作磁通	Working magnetic flux	Φ_s
F_{em}	电磁力	Electromagnetic force	F_{de}	φ	相位角	Phase angle	φ
M_{em}	电磁力矩	Electromagnetic torque	M_{dc}	φ_k	继电器阻抗角	Relay-impedance angle	φ_j
t	时间	Time	t	φ_k	短路阻抗角	Short-circuit impedance angle	φ_D
t_{im}	假想时间	Imaginary time	t_j	φ_L	负荷阻抗角	Load-impedance angle	φ_n
t_{oc}	断路时间	Open circuit-time	t_{dL}	φ_x	电抗变换器阻 抗角	Reactance - impedance angle	φ_k
W	绕组	Winding	W	θ	角	Angle	θ
W_{ac}	绕组实际匝 数	Actual-number	W_s	δ	气隙	Gap	δ
W_{add}	附加绕组	Add-winding	W_{fj}	δ	相位差	Phase angle difference	δ
W_{dif}	差动绕组	Differential winding	W_{cd}	f_i	比值误差	Compare difference	f_i
W_{eq}	平衡绕组	Equilibrium winding	W_{pn}	$\theta^\circ C$	温升	Temperature rising	$\theta^\circ C$
W_k	短路绕组	Short-circuit winding	W_d	$t^\circ C$	温度	Temperature	t
Φ	磁通	Magnetic flux	Φ				

目 录

第一章 绪 论

第一节 电力系统的组成	1
第二节 电能质量指标及供电可靠性	5
第三节 电力系统的中性点运行方式	9
本章小结	15
思考与练习题	15

第二章 变配电系统的主要电气设备

第一节 电气设备概述	16
第二节 电力变压器和互感器	17
第三节 高压开关电器	31
第四节 低压开关电器	42
第五节 高、低压熔断器	45
第六节 无功补偿装置	49
第七节 成套电器装置	50
本章小结	54
思考与练习题	56

第三章 企业供配电系统电气主接线

第一节 企业供配电系统基本知识	57
第二节 变配电所的主接线	59
第三节 企业供配电方式	68
第四节 变配电所的结构及布置	70
本章小结	74
思考与练习题	75

第四章 变配电所的接地与防雷

第一节 接地的基本知识	76
第二节 变配电所的接地装置	80
第三节 变配电所防雷装置	84
第四节 企业变配电所接地、防雷设备的设计及选择	87

本章小结	90
思考与练习题	91

第五章 负荷计算

第一节 电力负荷及负荷曲线的有关概念	92
第二节 计算负荷的确定	96
第三节 单相负荷的计算	102
第四节 变压器台数及容量的确定	107
第五节 变配电所容量的确定及电能的计算	112
本章小结	114
思考与练习题	115

第六章 短路电流计算

第一节 短路的有关概念	116
第二节 短路回路阻抗的计算	121
第三节 高压系统短路电流的计算	128
第四节 1 kV 以下低压系统短路电流的计算	133
第五节 短路电流的效应	140
第六节 高压电器设备的选择	145
本章小结	154
思考与练习题	155

第七章 继电保护装置

第一节 继电保护的基本知识	157
第二节 常用电磁型继电器	159
第三节 电流互感器的接线方式	162
第四节 电流电压保护	163
第五节 变配电所二次接线图的概念	168
第六节 电力线路保护	171
第七节 电力变压器保护	176
第八节 并联电容器组的保护	188
第九节 3 kV 及以上高压异步电动机的保护	190
本章小结	196
思考与练习题	198

第八章 变配电所测量、控制、信号与自动装置

第一节 变配电所的测量装置	200
第二节 断路器的控制及闭锁装置	202
第三节 变配电所的信号装置	208
第四节 变配电所的绝缘监察装置	211

第五节 电力线路自动重合闸装置	213
第六节 备用电源自动投入装置(APD)	215
第七节 变配电所的直流电源	222
本章小结	228
思考与练习题	229

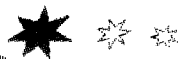
第九章 变配电所综合自动化

第一节 变配电所综合自动化概述	230
第二节 变配电所综合自动化系统的结构形式	234
第三节 变配电所综合自动化系统的数据处理	239
第四节 变配电所综合自动化系统的通信技术	244
第五节 变配电所综合自动化系统的微机保护单元	253
本章小结	261
思考与练习题	261

第十章 地铁供电系统

第一节 地铁供电系统的供电方式	263
第二节 地铁供电系统的主要电气设备	266
第三节 地铁变电所的电气主接线	273
本章小结	278
思考与练习题	278

附 录	280
参考文献	299



第一章 绪 论

本章介绍电力系统的基本概念,企业供电系统与电力系统的关系,企业供电的质量指标,电力系统的中性点运行方式及研究中性点运行方式对企业供电系统的意义。

第一节 电力系统的组成

一、电力工业发展的意义

随着现代工业的发展,电力工业在现代化的建设中扮演着越来越重要的角色。可以说,没有电力工业就没有现代化建设,任何国家电力工业的迟滞发展必将阻挠其现代化建设的步伐。电力工业在国民经济中的重要位置主要体现在:

- (1)电能是绝大多数工矿企业现代化设备的动力能源,是国民生活实现小康水平的必要保障;
- (2)电能可以十分经济又方便地进行输送和分配;
- (3)电能可以很方便地与其他形式的能量(如:机械能、热能、光能、风能、核能等)互相转换;
- (4)电能在使用中易于被操作和控制,使得其自动化生产、输送和在各个领域中的普及应用易于得到实现。

电能作为二次能源,是由发电厂生产的。考虑到经济等各方面的原因,大型的发电厂多数建立在动力资源(如水力资源、火力资源)丰富的地方,因此,发电厂一般距离电能的用户——工矿企业或人口密集的居民区相当远,从而存在着电能的输送问题。当电能输送到企业或居民区后又存在将电能分配到用户的问题。

本书将从电能输送和分配的安全性、可靠性和经济性出发,介绍电能输送和分配的各个环节。

二、电力系统的组成

电能的生产、输送、分配和使用组成了一个系统,称为电力系统,主要由发电厂、电力网、电能用户组成。图 1-1 是电力系统示意图。

(一)发电厂

发电厂是生产电能的工厂,它的生产原材料是煤、水力、原子能等能源,它的产品就是电能。也可以说,发电厂就是将煤、水力、原子能等一次能源转换为二次能源——电能的工厂。按照发电厂所使用的一次能源不同,发电厂可分为如下几种。

1. 火力发电厂

火力发电厂又称火电站或火电厂。火电厂的能源有煤、石油或天然气。我国火电厂的主要能源是煤。有的火力发电厂除了供应电能外,还向电厂附近的工矿企业或居民区供应热能。

这种兼供热能的发电厂称为热电厂。

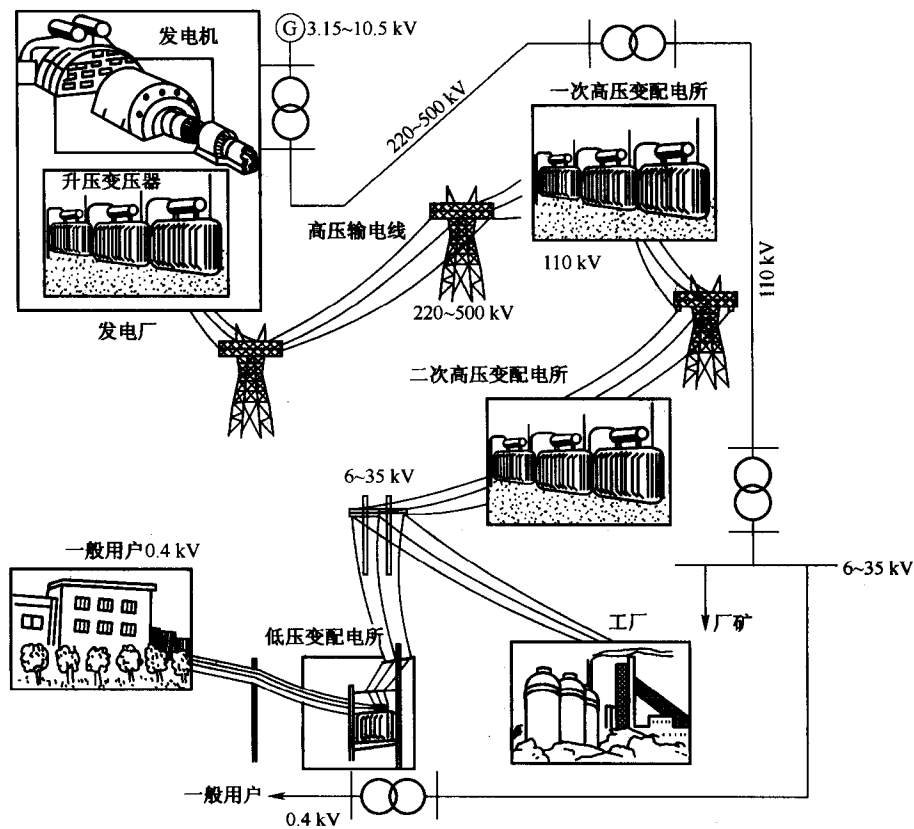


图 1-1 电力系统示意图

火力发电厂就是利用燃烧煤、石油或天然气等能源产生热量,带动汽轮发电机进行发电的。图 1-2 是火力发电原理示意图。为了合理开发和保护这些难以再生的资源,我国正在有计划地逐渐减少火力发电厂的电能产量比例。

2. 水力发电厂

水力发电厂又称水电站或水电厂。水力发电厂的能源是水。它是将水流的位能通过水轮发电机转换为电能。图 1-3 是水力发电原理示意图。水电站的发电能力与作用于水轮发电机的净水头(即水位差或落差)与流过水轮发电机的水量(即流量)的乘积成正比。为了充分利用水力资源,在水电站的上、下游集中一定的落差,形成发电的水头。按形成落差方式不同,水电站又分为三类:

(1) 坝式水电站

它是在河道上建造很高(可达几百米)的水

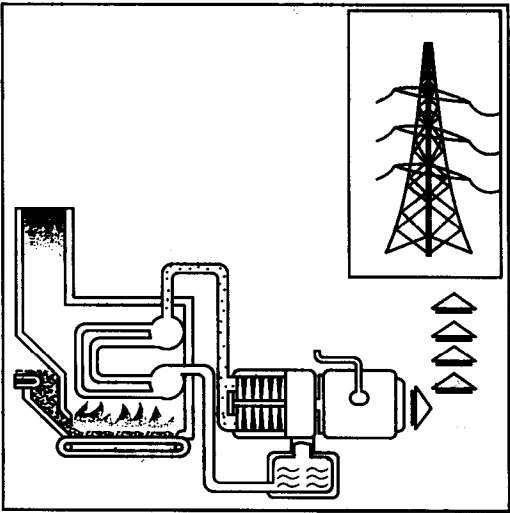


图 1-2 火力发电原理示意图

坝或水闸,形成水库,使坝的上、下游形成尽可能大的水头。我国大型的水电站(如长江三峡水电站)采用这种形式进行发电。

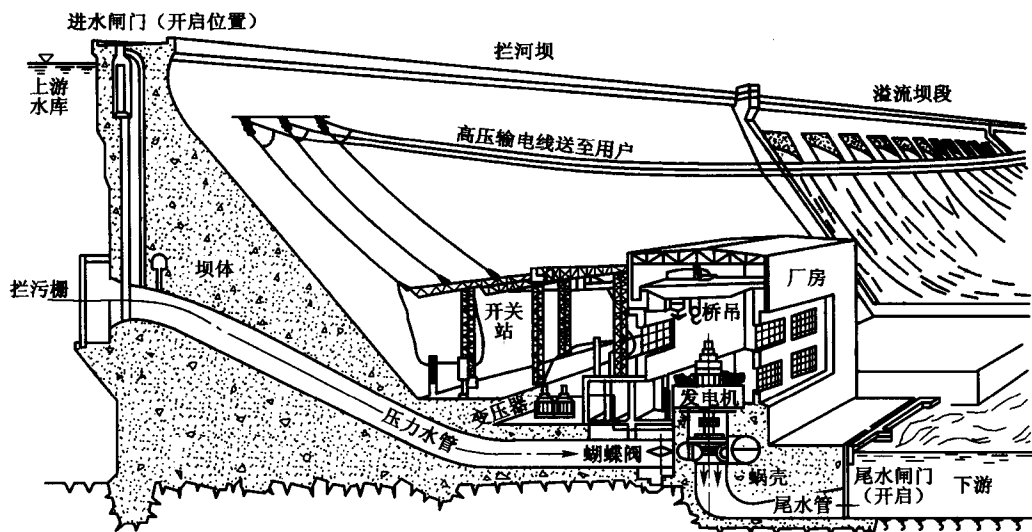


图 1-3 水力发电原理示意图

(2)引水式水电站

它是在具有相当坡度的河段上游筑一低坝,拦住河水,然后用引水道(渠或隧道)将水直接引到厂房内,通过水轮发电机将水能转换为电能。我国多数中、小型水电站采用这种形式。

(3)混合式水电站

它是堤坝式和引水式水电站的组合,兼有两种水电站的特点。广东省流溪河蓄能发电站采用的是这种形式,只不过作为大亚湾核电站的配套工程,它发挥的不仅是发电的作用,更重要的是它具有调节电网电能质量的独特作用。

3. 核发电厂

核发电厂又称核电站或核电厂。它的发电原理和火力发电原理相类似,只是热能的产生方式不同而已。核电站能源是原子能燃料铀或钍,它利用原子能燃料裂变产生的大量热能进行发电。因为原子能燃料储藏量大、能量集中,原子能裂变时不需要空气助燃故核电站可建在地下、山洞、海底或空气稀薄的高原,不占农田,建造和发电成本低,事故率低等优点,故其有着广阔的发展前途。但核电站的核泄漏会对人类产生极大的危害,在建设和运营过程中尤其需要注意安全生产,我国现有的几个核电站如广东大亚湾核电站、浙江秦山核电站在多年的运营过程中没有出现出问题,说明其安全生产是可以得到很好控制的。图 1-4 是原子能发电原理示意图。

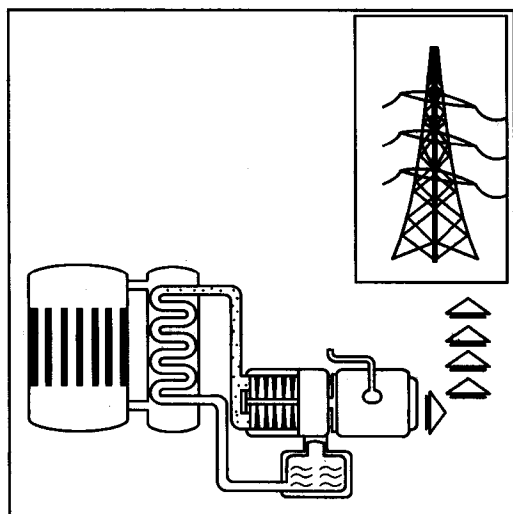


图 1-4 原子能发电原理示意图

火力发电和水力发电在我国电能生产中占有很大的比例,除此之外,还有风力、地热和太

太阳能发电等。

(二) 电 力 网

电力网是电力系统的重要组成部分,电力网担负着将发电厂和电能用户连结起来组成系统的任务,它对于电力系统的可靠性和经济性运行有着重要的意义。图 1-5 是电力系统组成示意图,虚线框内是电力系统的电力网部分。

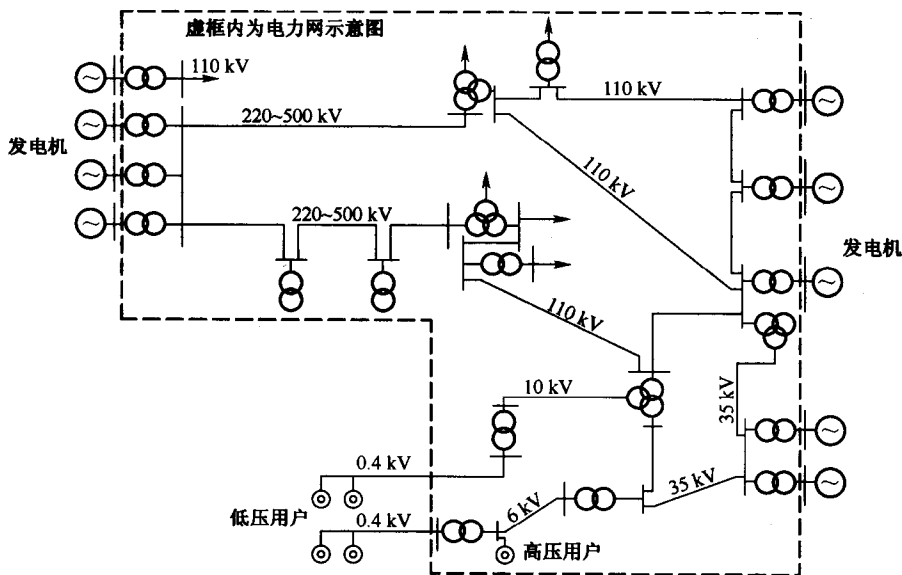


图 1-5 电力系统原理示意图

从图 1-5 可以看到,电力网由各种电压等级的输、配电线路和变(配)电站(所)组成。电力网的任务是将电能从发电厂输送和分配到电能用户。按其功能常分为输电网和配电网两大部分,输电网是由 220 kV 及以上的输电线路和与其相连接的变电所组成,是电力系统的主要网络,其作用是将电能输送到各个地区的配电网或直接输送给大型企业用户。配电网是由 110 kV 及以下的配电线路和与其相连接的配电所(或简单的配电变压器)组成,其作用是将电能输送到各类用户。

为了减少电流在输电网络上产生的电能损耗,在远距离的输电网中,一般采用超高压(330 kV 及以上)输电方式。发电厂的发电机端电压不可能过高(一般为 6~10 kV),电能用户的电压也不可能很高(一般为 10 kV 及以下),因此,电力网还担负着改变电压等级的作用,这就是变、配电所(站)。变电所(站)由电力变压器和配电装置组成,它是改变电压和分配电能的场所:将电压升高的称为升压变电所(站);将电压降低的称为降压变电所(站);而配电所(站)只负担分配电能的任务。

(三) 用 户

电能用户主要包括工矿企业和居民区等。

工矿企业的电能一般取自于电力系统,为了在企业内部合理、经济、可靠地分配、使用电能,往往大型企业又建构自己的供电系统。

广大的农村地区和城市的居民区用户也有其分配和供应电能的系统。相对来说,在供配电系统的配套设备和网络的供电质量等方面城市地区比农村地区成熟和优越,这也是近几年

来国家大力建设农村电网的原因。

第二节 电能质量指标及供电可靠性

电力设备都是在一定频率的电压下工作的。电源的频率或电压偏差,都会影响用电设备的寿命和效率,甚至会直接损坏用电设备,所以,工矿企业和居民生活用电对电力系统的供电质量也应有相应的要求。供电质量包括两方面的内容:供电可靠性和电能的质量。

一、供电的可靠性

供电中断将导致生产停顿和人们正常秩序生活被打乱,供电可靠性的衡量指标是以年平均供电小时占全年小时数(8 760 h)的百分数表示的。如有一企业全年停电时间为 8.76 h,停电时间占全年小时数的 0.1%,则其可靠性为 99.9%。

目前,我国大多数企业是以 10 kV 供电的,而居民的生活用电,则多采用 380/220 V 系统供电。供电部门应满足各种电能用户对供电可靠性的要求,按用户的重要程度和对供电可靠性的要求,用电负荷可分为三类,负荷等级不同的工矿企业对供电可靠性的要求有所差别。

1. 一级负荷

一级负荷是用户负荷中对供电可靠性要求最高的负荷,这类负荷中断供电将造成人身伤亡、重要设备严重损坏、重要产品大量报废、生产秩序被打乱并长期不能恢复或使城市生活发生严重混乱,如炼钢厂、重要矿井、电气化铁路(城市地铁)、铁路自动闭塞信号电源、城市重要照明等。对这类负荷,必须有两个以上的独立电源供电。

2. 二级负荷

对二级负荷中断供电将造成产品产量及质量严重下降,如纺织厂、化工厂等。对这类负荷,一般要求有两个独立电源供电,且当任何一个电源失去后,能保证全部或大部分二级负荷的供电。

3. 三级负荷

三级负荷是指不属于一级负荷和二级负荷的其他负荷,这类负荷对供电可靠性要求不高,可以允许非连续性供电,如附属车间、机修车间、小市镇及农村公共用电等,这类负荷通常用一个电源供电。

二、供电电能质量指标

电能的质量指标包括电源的频率、电压、三相电压的不对称性和波形的非正弦性。

(一)供电频率

我国国标规定工业用交流电的额定频率为 50 Hz,这也是国际电工学会规定的工业用交流电的标准频率,简称工频 50 Hz。当电力系统的有功功率电源不足或缺乏备用容量时,往往会造成低周波运行。当供电频率低于额定频率运行时,将会造成很大的危害:影响发电厂的安全运行,使电动机转速下降,影响企业产品的质量、影响电钟行走的准确性等,为此国家“供用电规则”规定:电网容量在 300 万 kW 及以上者,供电频率允许偏差 ± 0.2 Hz;300 万 kW 以下者,允许偏差 ± 0.5 Hz;电力系统非正常状况下,供电频率允许偏差不应超过 ± 1.0 Hz。

增加电力系统的容量是解决供电频率不稳定的最根本的方法,除此之外,供电管理部门应推行计划用电以改善系统容量欠缺的问题。