



工厂供配电

唐志平 魏胜宏 杨卫东 等主编
史国栋 主审



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

工厂供配电

唐志平 魏胜宏 杨卫东 等主编

史国栋 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书重点介绍工厂供电系统的基本知识、计算方法、运行和管理,反映工厂供电领域的新产品和新技术。本书共 11 章,每章都配有丰富的例题解析和实际应用举例。本书理论和实践并重,加强了理论知识和实践技能的联系。理论知识内容全面,深浅适中;实践技能注重针对性和应用性。每章后有小结和思考题与习题,部分习题答案放在书末,便于自学和复习。

本书作为应用型高等学校、高职高专院校等的电工电子类专业的教材,也可作为电视大学、函授学院以及其他从事供电工作的工程技术人员学习参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

工厂供电/唐志平等主编. —北京:电子工业出版社, 2002. 6

ISBN 7-5053-7596-2

I. 工... II. 唐... III. ①工厂—供电 ②工厂—配电系统 IV. TM727.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 029818 号

责任编辑:束传政 特约编辑:韩吟海

印刷者:北京牛山世兴印刷厂

装订者:三河市路通装订厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:21 字数:538 千字

版 次:2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:26.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。

联系电话:(010)68279077

前 言

本书是为面向 21 世纪应用型高等学校电工电子类专业编写的教材。本书编写本着“理论够用,重在应用”的原则,重点介绍工厂供电系统的基本知识、基础理论、计算方法、运行和管理,反映工厂供电领域的新产品和新技术。在内容编排上,注重理论教学和工程实际相结合,力求做到重点突出,实践性强,每章有小结和思考题与习题,书末附有习题的参考答案。在叙述上力求做到深入浅出,结合例题进行讲解,便于学生学习和理解。通过学习使学生掌握工厂供电系统的知识和理论,初具供电系统的运行、管理和工程设计能力,分析和解决问题的能力。为便于学生理解工厂供电专业名词术语,熟悉常用设备的技术参数,在本书前面列有常用文字符号表,包含新、旧符号和英文名,书末附有常用设备的主要技术数据。本书既可作教学用书,也可作为工程技术人员参考资料。

本书共分 11 章,唐志平任主编。其中第 1 章、第 3 章、第 7 章由唐志平编写,第 4 章、第 5 章、第 8 章由魏胜宏编写,第 9 章和第 11 章由杨卫东编写,第 2 章、第 6 章、第 10 章由邹一琴编写。本书的编写得到很多单位和个人的大力帮助和支持,在此表示诚挚的谢意。

本书计划讲授 64 学时,由于各校教学时数不同,对学生的工厂供电知识和能力的要求不同,各校可根据教学需要进行增减。

本书聘请史国栋教授主审。史国栋教授在审阅中对本书提出很多宝贵意见,谨在此表示衷心的感谢!

由于水平有限,书中难免有错缺之处,敬请同行、师生和读者批评指正,不胜感谢。

编 者
2002 年 5 月

常用文字符号表

1. 电气设备文字符号表

设备名称	文字符号	英文名	旧符号
装备、设备	A	device, equipment	-
备用电源自动投入装置	APD	reserve-source auto-put into device	BZT
自动重合闸装置	ARD	auto-reclosing device	ZCH
并联电容器屏	ACP	capacitor panel	BCP
直流配电屏	AD	direct current panel	ZP
事故照明配电箱	AEL	emergency lighting distribution box	SMX
事故电源配电箱	AEP	emergency power source distribution box	SDX
高压开关柜	AH	high voltage switch board	GKG
低压配电屏	AL	low voltage distribution panel	DP
照明配电箱	ALD	lighting distribution box	MX
电力配电箱	APD	power distribution box	DX
信号箱	AS	signal box	XX
电容器	C	electric capacity, capacitor	C
电力电容器	CP	power capacitor	C
照明器	EL	lamp lighting	ZMQ
避雷器	F	arrester	BL
阀型避雷器	FV	valve arrester	FB
管型避雷器	FP	pipe arrester	GB
快速熔断器	FF	fast fuse	KRD
熔断器	FU	fuse	RD
限压保护器件	FV	voltage threshold protective device	
发电机	G	generator	F
蓄电池	GB	battery	XDC
柴油发电机	GD	diesel generator	CHF
不间断电源	GU	UPS	
电铃	HA	electric bell	DL
电笛	HA	electric alarm whistle	DD
绿色指示灯	HG	green lamp	LD
高压配电所	HDS	high voltage distribution substation	GPS
总降压变电所	HSS	head step-down substation	GPS
红色指示灯	HR	red lamp	HD
白色指示灯	HW	white lamp	BD
黄色指示灯	HY	yellow lamp	WD
继电器	K	relay	J
电流继电器	KA	current relay	LJ
重合闸继电器	KAR	auto-reclosing relay	ZCJ
差动继电器	KD	differential relay	CJ
接地故障继电器	KE	earth-fault relay	JJ
闪光继电器	KF	flash-light relay	SGJ
气体继电器	KG	gas relay	WSJ
热继电器	KH	thermal over load relay	RJ
中间继电器	KM	auxiliary relay	ZJ
冲击继电器	KI	impulsing relay	CJJ
接触器	KM	contactor	CJ、C

设 备 名 称	文字 符号	英 文 名	旧 符 号
闭锁继电器	KL	latching relay	BJ
干簧继电器	KR	reed relay	GHJ
信号继电器	KS	signal relay	XJ
时间继电器	KT	time-delay relay	SJ
电压继电器	KV	voltage relay	YJ
感应线圈	L	inductance	GQ
电抗器	L	inductive coil reactor	DK
消弧线圈	LA	arc suppression coil	XQ
励磁线圈	LF	excitation winding	LQ
起动电抗器	LS	starting reactor	QDK
饱和电抗器	LS	saturate reactor	BDK
电动机	M	motor	D
保护线	PE	protective wire	-
保护中性线	PEN	protective neutral wire	N
中性线	N	neutral wire	N
功率表	PP	power meter	W
电流表	PA	ammeter	A
相位表	PPA	phase-angle meter	Φ
电度表	PJ	watt hour meter	WH
频率表	PF	frequency meter	HZ
功率因数表	PPF	power-factor meter	$\cos\Phi$
无功功率表	PR	reactive power meter	VAR
无功电度表	PRJ	reactive volt-ampere-hour meter	VARH
最大需量表	PS	maximum-demand meter	
记录功率表	PS	recording type power meter	Wj
温度计	PT	temperature meter	T
电压表	PV	voltmeter	V
电力开关	Q	switch	DK
断路器	QF	circuit breaker	DL
熔断器式开关	QFS	fuse-switch	RK
刀开关	QK	knife switch	DK
低压断路器(自动开关)	QF	low-voltage circuit-breaker	ZK
负荷开关	QL	load breaking switch	HK
漏电保护开关	QR	residual current circuit breaker	LBK
起动器	QS	starter	QC
隔离开关	QS	disconnecter	G
转换开关(组合开关)	QT	change-over switch	ZK
电阻器、变阻器	R	resistor	R
频敏变阻器	RF	frequency sensitive rheostat	PM
光敏电阻	RL	light sensitive resistor	GM
电位器	RP	potentiometer	W
热敏电阻	RT	resistor with inherent variability-depend- ent on temperature	W
控制开关	SA	control switch	KK
选择开关	SA	selector switch	XK
电流表换向开关	SA	current switch	CK
按钮	SB	push button	AZK
按钮(紧急停止)	SBE	emergency push button	JTA
按钮(正转)	SBF	forward push button	ZA
按钮(反转)	SBR	reversal push button	FA

设 备 名 称	文 字 符 号	英 文 名	旧 符 号
试验按钮	SBT	test push button	YA
起动按钮	SBS	starting push button	QA
停止按钮	SSB	stop push button	TA
手动开关	SM	manual switch	SDK
行程开关、限位开关	SQ	limit switch	XK
车间变电所	STS	shop transformer substation	CBS
电压表换向开关	SV	voltmeter change over switch	VAK
变压器	T	transformer	B
电流互感器	TA	current transformer	LH
自耦变压器	TAT	auto-transformer	OB
有载调压变压器	TLC	on-load tap-changing transformer	ZTB
电压互感器	TV	voltage transformer	YH
整流器	U	rectifier	AL
二极管	V	diode	D
控制电路用电源整流器	VC	rectifier for control circuit supply	
发光二极管	VO	optical diode	
三极管	VT	transistor	BG
辅助母线	WA	auxiliary busbar	
事故音响母线	WAS	accident sound signal small busbar	SYM
母线	WB	busbar	M
控制母线	WC	control small busbar	KM
信号辅助母线	WSA	signal auxiliary busbar	XPM
控制回路断线预报信号母线	VCO	control circuit open forecast signal bus- bar	KDM
隔离开关操作闭锁母线	WDL	disconnecter-latching busbar	PBM
事故照明干线	WEL	emergency lighting main line	
熔断器报警母线	WF	fuse forecast signal busbar	
预报信号母线	WFS	forecast signal busbar	YBM
闪光信号母线	WF	flash light signal busbar	SM
灯光小母线	WL	light small busbar	DM
合闸母线	WO	switch-on busbar	HM
保护母线	WP	protective busbar	BM
信号小母线	WS	signal small busbar	XM
电源母线	WSO	power source busbar	DYM
掉牌未复归光字牌母线	WT	light-word-plate busbar for plate no re- set	
电压母线	WV	voltage busbar	YM
连接片	XB	link	LP
分支器	XC	branch line device	FZ
电磁铁	YA	electromagnet	DC
电磁锁	YL	electromagnetically operated lock	DS
电磁阀	YV	electromagnetically operated valve	DF
电抗	X	reactance	X
端子板、接线板	X	terminal block	DB
合闸线圈	YO	closing operation coil	HQ
跳闸线圈	YR	release operation coil	TQ

2. 下标文字符号表

名 称	文字 符号	英 文 名	旧 符 号
年	a	year, annual	n
有功	a	active	a, yg
铝	Al	aluminium	Al
允许	al	allowable	yx
平均	av	average	pj
平衡	ba	balance	ph
不平衡	ub	unbalance	bp
电容, 电容器	C	electric capacity, capacitor	C
计算	c	calculate	js
顶棚, 天花板	c	ceiling	
闭合	c	close on	H
线圈	c	coil	q
电缆	cab	cable	L
临界	cr	critical	ij
铜	Cu	copper	Cu
需要	d	demand	x
基准	d	datum	j
差动	d	differential	
制动	da	damping	zd
直流	DC	direct current	zl
地, 接地	E	earth, earthing	d, jd
设备	e	equipment	S
有效的	e	efficient	yx
经济	ec	economic	ji, j
误差	er	error	f
等效的	eq	equivalent	dx
电动稳定	es	electrokinetic stable	dw
熔体	FE	fuse-element	RT
铁	Fe	iron	Fe
熔断器	FU	fuse	RD
形状	f	figure	x
发电机	G	generator	F
电流	i	current	i
假想的	ima	imaginary	jx
输入	in	input	sr
偏移	inc	inclined	py
绝缘	in	insulation	
短路	k	short-circuit	d
继电器	KA	relay	J
电感	L	inductance	L
闭锁	L, LA	latching	BS
负荷	L	load	H
灯	L	lamp	D
线	l	line	l
浮充电	LC	lighting charge	FC
长延时	l	long-delay	l

名 称	文字 符号	英 文 名	旧 符 号
电动机	M	motor	D
人工的	man	manual	rg
最大	max	maximum	max
最小	min	minimum	min
额定, 标称	N	rated, nominal	e
数目	n	number	n
自然的	nat	natural	zr
非周期性的	np	non-periodic	f-zq
过电流	oc	over current	GL
断路	oc	open circuit	dl
输出	out	out put	sc
架空线路	oh	over-head line	K
过负荷	OL	over-load	gh
动作	op	operating	dz
过电流脱扣器	OR	over-current release	TQ
有功功率	p	active power	P
周期性的	p	periodic	zq
保护	p	protect	J
尖峰	pk	peak	jf
无功功率	q	reactive power	q
断路器	QF	circuit-breaker	DL
低压断路器(自动开关)	QF	low-voltage circuit breaker	ZK
速断	qb	quick break	sd
无功	r	reactive	wg
可靠(性)	rel	reliability	k
室空间	RC	room cabin	RC
复位	R, RST	reset	
返回	re	returning	f
系统	S	system	XT
短延时	s	short-delay	
灵敏度	s	sensitivity	s
安全	saf	safety	
事故音响解除	sas	stopping accident	syj
冲击	sh	shock, impulse	cj, ch
起动	st	start	q, qd
自起动	sst	self-start	zq
跨步	step	step	kp
表面	ur	surface	bm
同步	syn	synchronizing	tb
变压器	T	transformer	B
时间	t	time	t
电流互感器	TA	current transformer	LH
接触	tou	touch	jc
热脱扣器	TR	thermal over-load release	R, RT
电压互感器	TV	voltage transformer	YH
电压	u	voltage	u
利用	ut	utilize	
接线	w	wiring	JX
工作	w	working	gz

名 称	文字 符号	英 文 名	旧 符 号
墙壁	w	wall	
导线,线路	WL	wire, line	l
某一数值	x	a number	n
(触头)接触	XC	contact	jc
吸收	α	absorption	a
反射	ρ	reflection	ρ
温度	θ	temperature	θ
总和	Σ	total, sum	Σ
透射	τ	transmission	τ
相	ϕ	phase	ϕ
零,无,空	0	zero, nothing, empty	0
起始的	0	initial	0
停止,停歇	o	stopping	o
周围(环境)	o	ambient	o
瞬时	o	instantaneous	o
半小时[最大]	30	30min[maximum]	30

目 录

前言

常用文字符号表

第 1 章 概论	(1)
1.1 工厂供配电系统	(1)
1.2 电力系统的额定电压	(4)
1.3 电力系统的中性点运行方式	(6)
1.4 电能的质量指标	(8)
1.5 工厂电力负荷	(9)
小结	(11)
思考题和习题	(11)
第 2 章 工厂供配电的负荷计算	(13)
2.1 负荷曲线	(13)
2.2 用电设备的设备容量	(15)
2.3 负荷计算的方法	(17)
2.4 功率损耗和电能损耗	(24)
2.5 全厂负荷计算	(27)
2.6 尖峰电流的计算	(29)
2.7 功率因数和无功功率补偿	(30)
小结	(41)
思考题和习题	(41)
第 3 章 短路电流计算	(44)
3.1 概述	(44)
3.2 无限大容量系统三相短路分析	(45)
3.3 无限大容量系统三相短路电流的计算	(49)
3.4 两相和单相短路电流计算	(55)
3.5 短路电流的效应	(56)
小结	(59)
思考题和习题	(60)
第 4 章 工厂变电所及一次回路	(62)
4.1 概述	(62)
4.2 电弧的产生及灭弧方法	(63)
4.3 工厂变电所常用电气设备	(66)
4.4 工厂变电所类型	(89)
4.5 变压器台数和容量的确定	(92)
4.6 变电所主接线	(95)
4.7 工厂变电所的位置、布置和结构	(104)
小结	(110)

思考题和习题	(111)
第 5 章 电气设备的选择	(113)
5.1 电气设备选择的一般原则	(113)
5.2 高压开关电器的选择	(114)
5.3 互感器的选择	(117)
5.4 母线、支柱绝缘子和穿墙套管选择	(119)
5.5 高压开关柜选择	(123)
5.6 低压熔断器选择	(124)
5.7 低压断路器选择	(126)
小结	(129)
思考题和习题	(130)
第 6 章 工厂电力线路	(132)
6.1 工厂电力线路的结线方式	(132)
6.2 导线和电缆选择的一般原则	(135)
6.3 按允许载流量选择导线和电缆截面	(137)
6.4 按允许电压损失选择导线和电缆截面	(139)
6.5 按经济电流密度选择导线和电缆截面	(144)
6.6 电力线路的结构和敷设	(145)
小结	(151)
思考题和习题	(152)
第 7 章 工厂供配电系统的继电保护	(154)
7.1 继电保护的基本知识	(154)
7.2 常用的保护继电器	(157)
7.3 工厂电力线路的继电保护	(162)
7.4 电力变压器的继电保护	(173)
7.5 高压电动机的继电保护	(182)
7.6 6kV~10kV 电容器的继电保护	(184)
7.7 配电系统微机保护	(185)
小结	(190)
思考题和习题	(191)
第 8 章 工厂变电所二次回路和自动装置	(193)
8.1 二次回路概述	(193)
8.2 操作电源	(194)
8.3 高压断路器控制回路	(199)
8.4 中央信号回路	(204)
8.5 测量和绝缘监视回路	(208)
8.6 二次回路安装接线图	(211)
8.7 自动重合闸装置(ARD)	(217)
8.8 备用电源自动投入装置(APD)	(219)
8.9 变电站综合自动化	(221)

小结	(224)
思考题和习题	(225)
第 9 章 电气安全、防雷和接地	(228)
9.1 电气安全	(228)
9.2 过电压和防雷	(234)
9.3 电气装置的接地	(242)
小结	(253)
思考题和习题	(254)
第 10 章 工厂电气照明	(255)
10.1 电气照明概述	(255)
10.2 常用照明光源和灯具	(258)
10.3 照度计算	(264)
10.4 照明供电系统	(268)
小结	(272)
思考题和习题	(273)
第 11 章 工厂供电系统的运行和管理	(274)
11.1 节约电能	(274)
11.2 电压调节	(279)
11.3 变配电所运行和维护	(286)
11.4 电力线路运行和维护	(291)
小结	(293)
思考题和习题	(294)
附录	(295)
附录表 1 需要系数和二项式系数	(295)
附录表 2 并联电容器的技术数据	(296)
附录表 3 S9 系列 6kV~10kV 级铜绕组低损耗电力变压器的技术数据	(297)
附录表 4 常用高压断路器的技术数据	(298)
附录表 5 常用高压隔离开关的技术数据	(298)
附录表 6 常用高压熔断器的技术数据	(299)
附录表 7 常用电流互感器的技术数据	(300)
附录表 8 常用电压互感器的技术数据	(300)
附录表 9 常用高压开关柜的技术数据	(301)
附录表 10 常用低压断路器的技术数据	(302)
附录表 11 常用低压熔断器的技术数据	(304)
附录表 12 常用裸绞线和矩形母线允许载流量(A)	(304)
附录表 13 绝缘导线的允许载流量(导线正常最高允许温度 65℃)	(305)
附录表 14 电力电缆的允许载流量	(308)
附录表 15 导线机械强度最小截面	(310)
附录表 16 导线和电缆的电阻和电抗	(310)
附录表 17 电流继电器的技术数据	(312)

附录表 18 接地技术数据 (313)

附录表 19 照明技术数据 (314)

习题参考答案..... (317)

参考文献..... (322)

第 1 章 概 论

1.1 工厂供配电系统

电能是一种清洁的二次能源。由于电能不仅便于输送和分配、易于转换为其他的能源,而且便于控制、管理和调度,易于实现自动化。因此,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。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。到 2000 年底,我国发电机装机容量达 31600 万千瓦,发电量达 13500 亿度,居世界第二位。工业用电量已占全部用电量的 50% ~ 70%,是电力系统的最大电能用户。工厂供配电系统的任务就是工厂所需电能的供应和分配。工厂所需的电能,绝大多数是由公共电力系统供给的,故在介绍工厂供配电系统之前,先介绍有关电力系统的知识。

1.1.1 电力系统

电力系统是由发电厂、变电所、电力线路和电能用户组成的一个整体。图 1-1 是电力系统示意图。

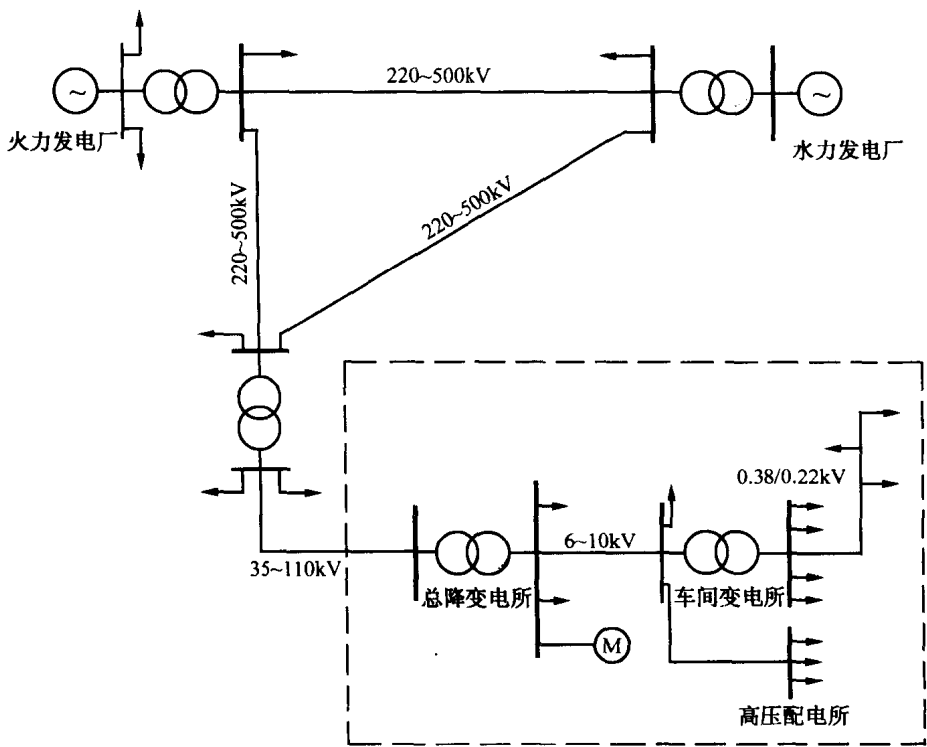


图 1-1 电力系统示意图

为了充分利用动力资源,降低发电成本,发电厂往往远离城市和电能用户,例如,火力发电厂大都建在靠近一次能源的地区,水力发电厂建在水利资源丰富的远离城市的地方,核能发电厂厂址也受种种条件限制。因此,这就需要输送和分配电能,将发电厂发出的电能经过升压、输送、降压和分配,送到用户,如图 1-2 所示。

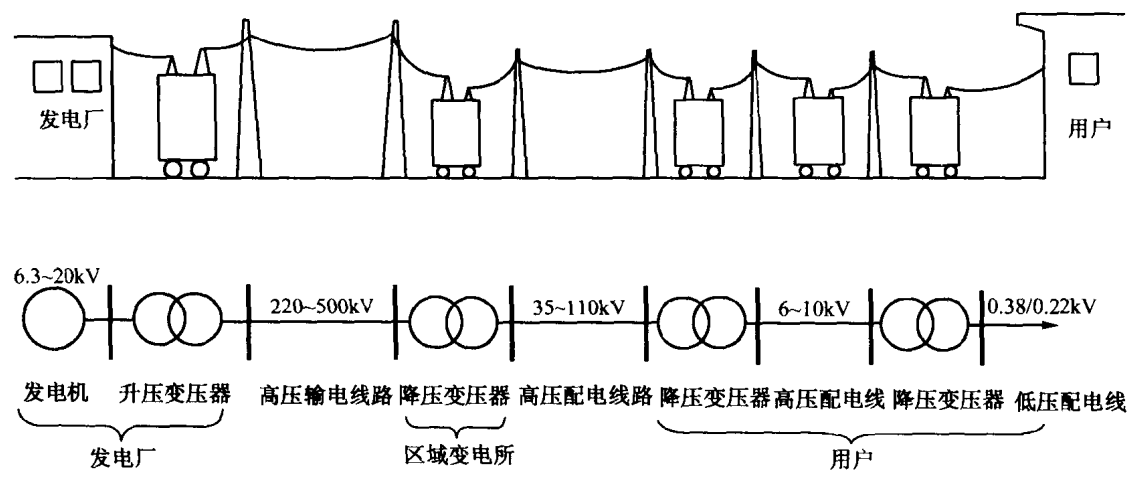


图 1-2 从发电厂到用户的发、输、配电过程

1. 发电厂

发电厂将一次能源转换成电能。根据一次能源的不同,有火力发电厂、水力发电厂和核能发电厂。此外,还有风力发电厂、地热发电厂和潮汐发电厂等。

火力发电厂将煤、天然气、石油的化学能转换为电能。我国火力发电厂燃料以煤炭为主,随着西气东输,将逐步扩大天然气燃料的比例。火力发电的原理:燃料在锅炉中充分燃烧,将锅炉中的水转换为高温高压蒸汽,蒸汽推动汽轮机转动,带动发电机旋转发出电能。

水力发电厂将水的位能转换成电能。其原理是水流驱动水轮机转动,带动发电机旋转发电。按提高水位的方法,水电厂有堤坝式水电厂、引水式水电厂和混合式水电厂三类。

核能发电厂利用原子核的核能生产电能。核燃料在原子反应堆裂变释放核能,将水转换成高温高压的蒸汽,其生产过程与火电厂基本相同。

2. 变电所

变电所的功能是接受电能、变换电压和分配电能。为了实现电能的远距离输送和将电能分配到用户,需将发电机电压进行多次电压变换,这个任务由变电所完成。变电所由电力变压器、配电装置和二次装置等构成。按变电所的性质和任务不同,可分为升压变电所和降压变电所,除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,又分为枢纽变电所、地区变电所和工厂变电所。

仅用于接受电能和分配电能的场所称为配电所;而仅用于将交流电流转换为直流电流或反之的电流变换场所称为换流站。

3. 电力线路

电力线路将发电厂、变电所和电能用户连接起来,完成输送电能和分配电能的任务。电力

线路有各种不同的电压等级,通常将220kV及以上的电力线路称输电线路,110kV及以下的电力线路称为配电线路。配电线路又分为高压配电线路(110kV)、中压配电线路(35~6kV)和低压配电线路(380/220V),前者一般作为城市配电网骨架和特大型企业供电线路,中者为城市主要配网和大中型工厂供电线路,后者一般为城市和企业的低压配网。

4. 电能用户

所有消耗电能的用电设备或用电单位称为电能用户。电能用户按行业可分为工业用户、农业用户、市政商业用户和居民用户等。

与电力系统相关联的还有电网,电网是指电力系统中除发电厂和电能用户外的部分。

1.1.2 工厂供配电系统

工厂供配电系统是电力系统的重要组成部分,也是电力系统的最大电能用户。它由总降压变电所、高压配电所、配电线路、车间变电所和用电设备组成。图 1-3 是工厂供配电系统结构框图。

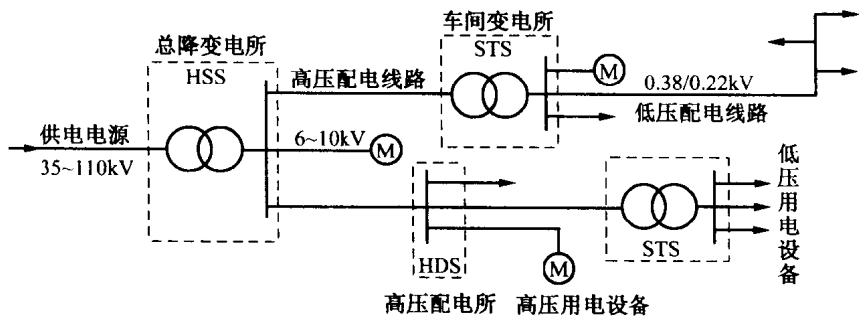


图 1-3 工厂供配电系统结构框图

- 总降压变电所是工厂电能供应的枢纽。它将 35kV~110kV 的外部供电电源电压降为 6kV~10kV 高压配电电压,供给高压配电所、车间变电所和高压用电设备。
- 高压配电所集中接受 6kV~10kV 电压,再分配到附近各车间变电所和高压用电设备。一般负荷分散、厂区大的大型工厂设置高压配电所。
- 配电线路分为 6kV~10kV 厂内高压配电线路和 380/220V 厂内低压配电线路。高压配电线路将总降压变电所与高压配电所、车间变电所和高压用电设备连接起来。低压配电线路将车间变电所的 380/220V 电压送各低压用电设备。
- 车间变电所将 6kV~10kV 电压降为 380/220V 电压,供低压用电设备用。
- 用电设备按用途可分为动力用电设备、工艺用电设备、电热用电设备、试验用电设备和照明用电设备等。

应当指出,对于某个具体工厂的供配电系统,可能上述各部分都有,也可能只有其中的几个部分,这主要取决于工厂电力负荷的大小和厂区的大小。不同工厂的供配电系统,不仅组成不完全相同,而且相同部分的构成也会有较大的差异。通常大型工厂都设总降压变电所,中小型工厂仅设全厂 6kV~10kV 变电所或配电所,某些特别重要的工厂还设自备发电厂作为备用电源。