



普通高等专科教育机电类规划教材
机械工业出版社精品教材

工厂供电

● 刘介才 编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

赠电子课件

普通高等专科学校教育机电类规划教材
机械工业出版社精品教材

工 厂 供 电

刘介才 编



机械工业出版社

本书是编者在过去编写出版的各版大、中专教材《工厂供电》和《供配电技术》基础上改编修订而成的一本高职高专自动化类、电力类专业适用的《工厂供电》教材。

全书共分九章,包括工厂供电概论,工厂变配电所及其一次系统,工厂的电力负荷及其计算,短路电流计算及变配电所电气设备选择,工厂电力线路及其选择计算,工厂供电系统的过电流保护,工厂供电系统的二次回路和自动装置,防雷、接地及电气安全,节约用电、计划用电及供电系统的运行维护。

本书为适应高职高专培养目标的要求,加强了工厂系统运行维护和简单设计计算所需的实际技能知识的讲述。本书注重介绍和贯彻我国现行的标准规范,图形符号和文字符号也尽量按最新国家标准进行规范,以增强学生的规范意识。在文字叙述上力求深入浅出,通俗易懂,插图力求简明清晰,做到图文并茂,便于自学。

为便于教学,本书每章前列有内容提要,每章末附有复习思考题和习题,书末附有习题参考答案。为便于学生更好地理解有关电气设备符号和物理量下角符号的含义,本书在其首次出现时加注了英文,并在本书前面列有中英文含义对照的字符表。

本教材配有电子课件,凡使用本书作为教材的教师或学校可向出版社索取。您可以发送电子邮件至 cmppgaozhi@sina.com,或拨打咨询电话 010-88379375。

本书除了可作为高职高专自动化类、电力类专业教材外,亦可供其他大、中专有关专业选用,还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工厂供电/刘介才编. —北京:机械工业出版社, 2009.1
普通高等专科学校教育机电类规划教材. 机械工业出版社精品教材
ISBN 978-7-111-25325-9

I. 工... II. 刘... III. 工厂—供电—高等学校—教材
IV. TM727.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 157865 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑:于宁 责任编辑:王宗锋 版式设计:霍永明
责任校对:张晓蓉 封面设计:马精明 责任印制:杨曦
北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)
2009 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
184mm×260mm·21.5 印张·534 千字
0001-4000 册
标准书号:ISBN 978-7-111-25325-9
定价:33.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010)68326294
购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643
编辑热线电话:(010)88379758
封面防伪标均为盗版

前 言

自 2004 年高专版《工厂供电》修订为应用型本科用教材后，广大高职高专院校师生纷纷来电来函，他们认为《工厂供电》是很多工科类高职高专院校电类专业的一门重要主干课程，且原《工厂供电》编得易学好教，他们已用惯了这本书，他们呼吁保留高职高专版的《工厂供电》。本书是编者为了顺应广大读者的要求，在过去编写出版的各版大、中专《工厂供电》和《供配电技术》教材的基础上，改编修订而成的一本高职高专自动化类、电力类专业适用的《工厂供电》教材。本书亦可供其他大、中专院校相关专业师生选用，供电工程技术人员也可参考。教材内容可根据专业要求和教学时数进行取舍，有些内容可以布置给学生自学。

全书共分为 9 章。首先是工厂供电概论，简要地介绍工厂供电及有关的基本知识，为学习本课程奠定初步的基础。接着依次讲述工厂变配电所及其一次系统，工厂的电力负荷及其计算，短路电流计算及变配电所电气设备选择，工厂电力线路及其选择计算，工厂供电系统的过电流保护，工厂供电系统的二次回路和自动装置，防雷、接地及电气安全，节约用电、计划用电及供电系统的运行维护。

为适用高职高专教育以培养实际技能为主的要求，本书在教材体系上作了较大的调整，加强了工厂供电系统运行维护和简单设计计算等实际技能知识的讲述。本书注意介绍和贯彻我国现行的标准规范，电气图形符号和文字符号也尽量按最新国家标准进行规范，以增强学生的规范意识。

为便于教学，本书每章前列有内容提要，每章末附有复习思考题和习题，书末附录有与教学相关的技术资料和数据，并附有习题参考答案。为便于学生更准确地理解有关电气设备符号和物理量下角标符号的含义，本书在其首次出现时加注了英文，并在本书前面列有中英文含义对照的字符表。

本书在文字叙述上力求深入浅出，通俗易懂，而且尽量配以简明清晰的插图，做到图文并茂，便于自学。

本书在编写过程中，得到了不少单位和个人的大力支持和帮助，谨在此表示衷心的感谢。

限于本人水平，书中错漏在所难免，敬请使用本书的广大师生和读者指正，本人不胜感激！

刘介才

本书常用字符表

一、电气设备的文字符号（中英文对照）

文字符号	中文含义	英文含义	旧符号
A	装置	Device	Z
A	放大器	Amplifier	FD
APD	备用电源自动投入装置	Auto-put-into device of reserve-source	BZT
ARD	自动重合闸装置	Auto-reclosing device	ZCH
C	电容；电容器	Capacitance; Capacitor	C
F	避雷器	Arrester	BL
FD (L)	跌落式熔断器（负荷型）	Dropping fuse (load-type)	DR
FE	排气式避雷器	Expulsion-type lightning arrester	PB
FE	熔体，熔丝	Fuse element	RT
FG	保护间隙	Protective gap	JX
FMO	金属氧化物避雷器	Metal-oxide lightning arrester	BL
FU	熔断器	Fuse	RD
FV	阀式避雷器	Valve-type lightning arrester	BL
G	发电机	Generator	F
GN	绿色指示灯	Green indicator lamp	LD
HL	指示灯，信号灯	Indicator lamp, Signal lamp	XD
K	继电器；接触器	Relay; Contactor	J; C, JC
KA	电流继电器	Current relay	LJ
KAR	重合闸继电器	Auto-reclosing relay	CHJ
KG	瓦斯（气体）继电器	Gas relay	WSJ
KH	热继电器	Heating relay	RJ
KM	中间继电器；接触器	Medium relay; Contactor	ZJ; C, JC
KO	合闸接触器	Closing (ON) contactor	HC
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	电感；电抗器	Inductance; Reactor	L; DK
M	电动机	Motor	D
N	中性线	Neutral wire	N
PA	电流表	Ammeter	A
PE	保护线	Protective wire	—
PEN	保护中性线	Protective neutral wire	—
PJ	电能表	Electric energy meter	Wh, Varh
PV	电压表	Voltmeter	V
Q	开关	Switch	K
QF	断路器	Circuit-breaker	DL
QK	刀开关	Knife-switch	DK

(续)

文字符号	中文含义	英文含义	旧符号
QL	负荷开关	Load-switch	FK
QM	手动操作机构辅助触头	Auxiliary contact of manual operating mechanism	—
QS	隔离开关	Disconnecting, disconnecter	GK
QV	电子(晶体管)开关	Electro switch (VT)	—
R	电阻; 电阻器	Resistance; Resistor	R
RCD	漏电(剩余电流)保护器	Residual current protective device	—
RD	红色指示灯	Red indicator lamp	HD
RP	电位器	Potential meter	W
S	电力系统; 起辉器	Power system; Glow starter	XT; S
SA	控制开关; 选择开关	Control switch; Selector switch	KK; XK
SB	按钮	Push-button	AN
SPD	电涌保护器	Surge protective device	—
SQ	限位(位置、行程)开关	Limit switch	XK
SVC	静止无功补偿装置	Static var compensator	—
SVG	静止无功电源	Static var generator	—
T	变压器	Transformer	B
TA	电流互感器	Current transformer (CT)	LH
TAN	零序电流互感器	Neutral-current transformer	LLH
TM	电力变压器	Power transformer	B
TV	电压互感器	Voltage (potential) transformer (PT)	YH
U	变流器; 整流器	Converter; Rectifier	BL; ZL
V, VC	控制回路用电源整流器	Rectifier for control circuit supply	KZL
V, VD	二极管	Diode	D
V, VT	晶体管	Transistor	T
W	母线; 导线	Busbar; Wire	M; XL
WA	辅助小母线	Auxiliary small-busbar	FM
WAS	事故音响信号小母线	Accident sound signal small-busbar	SYM
WB	母线	Busbar	M
WC	控制小母线	Control small-busbar	KM
WF	闪光信号小母线	Flash-light signal small-busbar	SM
WFS	预告信号小母线	Forecast signal small-busbar	YXM
WH	白色指示灯	White indicator lamp	BD
WL	灯光信号小母线	Lighting signal small-busbar	DM
WL	线路	Line	XL
WO	合闸电源小母线	Switch-on source small-busbar	HM
WS	信号电源小母线	Signal source small-busbar	XM
WV	电压小母线	Voltage small-busbar	YM
X	电抗	Reactance	X
X	端子板	Terminal board	—
XB	连接片; 切换片	Link; Switching block	LP; QP
YA	电磁铁	Electromagnet	DC
YE	黄色指示灯	Yellow indicator lamp	UD
YO	合闸线圈	Closing operation coil	HQ
YR	跳闸线圈, 脱扣器	Opening operation coil; Release	TQ

二、物理量下角标的文字符号 (中英文对照)

文字符号	中文含义	英文含义	旧符号
a	年	annual, year	n
a	有功	active	yg
Al	铝	Aluminum	Al, L
al	允许	allowable	yx
av	平均	average	pj
C	电容; 电容器	capacitance; capacitor	C
c	计算; 持续	calculate; continuous	Js; cs
cab	电缆	cable	L
cr	临界	critical	lj
Cu	铜	Copper	Cu, T
d	需要	demand	x
d	基准	datum	j
d	差动	differential	cd
dsq	不平衡	disequilibrium	bp
E	地; 接地	earth; earthing	d; jd
e	设备	equipment	S, SB
e	有效的	efficient	yx
ec	经济的	economic	j, ji
eq	等效的	equivalent	dx
es	电动稳定	electrodynamic stable	dw
f	形状	form	x
FE	熔体	fuse element	RT
Fe	铁	Iron	Fe
FU	熔断器	Fuse	RD
h	高度	height	h
h	谐波	harmonic	—
i	任一数目	arbitrary number	i
i	电流	current	i
ima	假想	imaginary	jx
K	继电器	relay	J
k	短路	short-circuit (sc)	d
L	电感	inductance	L
L	负荷, 负载	load	H, fz
L	灯	lamp	D
l	线路, 线	line	xl, x
l	长延时	long-delay	l
M	电动机	motor	D
m	最大, 幅值	maximum	m
man	人工的	manual	rg
max	最大	maximum	zd

(续)

文字符号	中文含义	英文含义	旧符号
min	最小	minimum	zx
N	标称, 额定	nominal, rated	e
<i>n</i>	数目	number	n
nat	自然的	natural	zr
np	非周期性的	non-periodic	f-zq
oc	断路, 开路	open circuit	dl
oh	架空线路	over-head line	K
OL	过负荷	over-load	gf, gh
op	动作	operate	dz
OR	过电流脱扣器	over-current release	TQ
<i>p</i>	有功功率	active power	yg
<i>p</i>	周期性的	periodic	zq
<i>p</i>	保护	protect	bh
pk	尖峰	peak	jf
<i>q</i>	无功功率	reactive power	wg
qb	速断	quick break	sd
QF	断路器	circuit breaker	DL
<i>r</i>	无功	reactive	wg
re	返回, 复归	return, reset	f, fh
rel	可靠	reliability	k
S	系统	system	XT
<i>s</i>	短延时	short-delay	d
saf	安全	safety	aq
sh	冲击	shock, impulse	cj
st	启动, 起动	start	qd
step	跨步	step	kb
T	变压器	transformer	B
<i>t</i>	时间	time	<i>t</i>
TA	电流互感器	current transformer	LH
tou	接触	touch	jc
TR	热脱扣器	thermal release	RT
TV	电压互感器	voltage (potential) transformer	YH
<i>u</i>	电压	voltage	<i>u</i>
<i>w</i>	接线, 结线	wiring	JX
<i>w</i>	工作	work	gz
WL	导线, 线路	wire, line	XL
<i>x</i>	某一数值	a number	<i>x</i>
XC	[触头] 接触	contact	jc

(续)

文字符号	中文含义	英文含义	旧符号
θ	温度	Temperature	θ
Σ	总和	total, sum	Σ
φ	相	phase	Xg
0	零、无、空	zero, nothing, empty	0
0	停止、停歇	stopping	0
0	每(单位)	per (unit)	0
0	中性线; 零线	neutral; wire	0
0	起始	initial	0
0	周围(环境)	ambient	0
0	瞬时	instantaneous	0
30	半小时 [最大]	30min [maximum]	30

目 录

前言

本书常用字符表

第一章 工厂供电概论	1	第二节 无限大容量电力系统发生三相短路时的物理过程和物理量	115
第一节 工厂供电的意义、要求及课程任务	1	第三节 无限大容量电力系统中短路电流的计算	118
第二节 工厂供电系统及其电源和负荷的基本知识	2	第四节 短路电流的效应和稳定度校验 ..	126
第三节 电力系统中性点运行方式及低压配电系统接地型式	9	第五节 变配电所电气设备的选择与校验	132
第四节 电力系统的电压与电能质量	15	复习思考题	137
复习思考题	24	习题	138
习题	25	第五章 工厂电力线路及其选择计算 ..	139
第二章 工厂变配电所及其一次系统 ..	26	第一节 工厂电力线路的接线方式	139
第一节 工厂变配电所的任务和类型	26	第二节 工厂电力线路的结构和敷设	142
第二节 电力变压器和互感器	28	第三节 导线和电缆截面积的选择计算	154
第三节 高低压一次设备	39	第四节 工厂电力线路电气安装图	164
第四节 工厂变配电所的主接线图	70	复习思考题	169
第五节 工厂变配电所的所址、布置、结构及安装图	79	习题	169
复习思考题	91	第六章 工厂供电系统的过电流保护 ..	170
第三章 工厂的电力负荷及其计算	92	第一节 过电流保护的任务和要求	170
第一节 工厂用电设备的工作制及负荷曲线有关概念	92	第二节 熔断器保护	171
第二节 三相用电设备组计算负荷的确定	95	第三节 低压断路器保护	176
第三节 单相用电设备组计算负荷的确定	102	第四节 常用的保护继电器	180
第四节 工厂的计算负荷及负荷中心的确定	105	第五节 工厂高压线路的继电保护	188
第五节 尖峰电流及其计算	110	第六节 电力变压器的继电保护	202
复习思考题	111	第七节 高压电动机的继电保护	208
习题	111	复习思考题	210
第四章 短路电流计算及变配电所电气设备选择	113	习题	211
第一节 短路的原因、后果和形式	113	第七章 工厂供电系统的二次回路和自动装置	212
		第一节 二次回路及其操作电源	212
		第二节 高压断路器的控制和信号回路 ..	215
		第三节 电测量仪表与绝缘监视装置	219

第四节 供电系统的自动装置与远动化	223	附录表 8 用电设备组的需要系数、二项式系数及功率因数参考值	314
第五节 二次回路的安装接线和接线图	230	附录表 9 部分工厂的需要系数、功率因数及年最大有功负荷利用小时参考值	315
复习思考题	234	附录表 10 并联电容器的无功补偿率	316
习题	234	附录表 11 部分并联电容器的主要技术数据	317
第八章 防雷、接地及电气安全	236	附录表 12 三相线路导线和电缆单位长度每相阻抗值	317
第一节 过电压与防雷	236	附录表 13 导体在正常和短路时的最高允许温度及热稳定系数	319
第二节 电气装置的接地	255	附录表 14 架空裸导线的最小允许截面积	319
第三节 低压配电系统的接地故障保护、漏电保护和等电位联结	265	附录表 15 绝缘导线芯线的最小允许截面积	320
第四节 电气安全与触电急救	271	附录表 16 LJ 型铝绞线和 LGJ 型钢芯铝绞线的允许载流量	320
复习思考题	278	附录表 17 LMY 型矩形硬铝母线的允许载流量	321
习题	279	附录表 18 10kV 常用三芯电缆的允许载流量及校正系数	322
第九章 节约用电、计划用电及供电系统的运行维护	280	附录表 19 绝缘导线明敷、穿钢管和穿硬塑料管时的允许载流量	323
第一节 节约用电的意义及其一般措施	280	附录表 20 GL-11、15、21、25 型电流继电器的主要技术数据及其动作特性曲线	328
第二节 电力变压器的经济运行及并联电容器的选择、装设与运行维护	283	附录表 21 爆炸和火灾危险环境的分区	328
第三节 计划用电、用电管理与电费计收	291	附录表 22 爆炸危险环境钢管配线的技术要求	329
第四节 工厂变电所的运行维护	294	附录表 23 部分电力装置要求的工作接地电阻值	329
第五节 工厂电力线路的运行维护	300	附录表 24 土壤电阻率参考值	330
复习思考题	304	附录表 25 垂直管形接地体的利用系数值	330
习题	305	习题参考答案	331
附 录	306	参考文献	334
附录表 1 S9、SC9 和 S11—M·R 系列配电变压器的主要技术数据	306		
附录表 2 LQJ—10 型电流互感器的主要技术数据	308		
附录表 3 部分常用高压断路器的主要技术数据	308		
附录表 4 RM10 型低压熔断器的主要技术数据和保护特性曲线	310		
附录表 5 RT0 型低压熔断器的主要技术数据和保护特性曲线	311		
附录表 6 部分低压断路器的主要技术数据	312		
附录表 7 外壳防护等级的分类代号	314		

工厂供电概论

本章概述与工厂供电有关的一些基本知识和基本问题，为学习本课程奠定一个初步的基础。首先简述工厂供电的意义、要求及本课程的任务，然后简要介绍一些典型的工厂供电系统及其电源和负荷的基本知识，接着重点讲述电力系统的中性点运行方式和低压配电系统的接地型式，最后讲述电力系统的电压和电能质量问题。

第一节 工厂供电的意义、要求及课程任务

工厂供电 (plant power supply)，是指工厂所需电能的供应和分配，也称工厂配电。

众所周知，电能是现代工业生产的主要能源和动力。电能既易于由其他形式的能量转换而来，也易于转换为其他形式的能量以供应用。电能的输送和分配既简单经济，又便于控制、调节和测量，有利于实现生产过程自动化，而且现代社会的信息技术和其他高新技术无一不是建立在电能应用的基础之上的。因此电能在现代工业生产及整个国民经济生活中应用极为广泛。

在工厂里，电能虽然是工业生产的主要能源和动力，但是它在产品成本中所占的比重一般很小（除电化学加工等工业外）。例如在机械工业中，电费开支仅占产品成本的 5% 左右。从投资额来看，一般机械工厂在供电设备上的投资，也仅占总投资的 5% 左右。因此电能工业生产中的重要性，并不在于它在产品成本中或投资总额中所占比重多少，而是在于工业生产实现电气化以后，可以大大增加产量，提高产品质量，提高劳动生产率，降低生产成本，减轻工人的劳动强度，改善工人的劳动条件，有利于实现生产过程自动化。从另一方面来说，如果工厂供电突然中断，则可能对工业生产造成严重的后果。例如某些对供电可靠性要求很高的工厂，即使是极短时间的停电，也会引起重大设备损坏，或引起大量产品报废，甚至可能发生重大的人身事故，给国家和人民带来经济上甚至政治上的重大损失。因此，做好工厂供电工作对于发展工业生产，实现工业现代化，具有十分重要的意义。

工厂供电工作要很好地为工业生产服务，切实保证工厂生产和生活用电的需要，并做好节能和环境保护工作，就必须达到以下基本要求：

- (1) 安全 在电能的供应、分配和使用中，不应发生人身事故和设备事故。
- (2) 可靠 应满足电能用户对供电可靠性即连续供电的要求。
- (3) 优质 应满足电能用户对电压和频率等的质量要求。
- (4) 经济 供电系统的投资要少，运行费用要低，并尽可能地节约电能和减少有色金属消耗量。

此外，在供电工作中，应合理地处理局部和全局、当前和长远等关系，既要照顾局部和

当前的利益，又要有全局观念，能顾全大局，适应发展。例如计划用电问题，就不能只考虑一个单位的局部利益，更要有全局观念。

本课程的任务，主要是讲述中小型工厂内部的电能供应和分配问题，使学生初步掌握中小型工厂供电系统运行维护和简单设计计算所必需的基本理论和基本知识，为今后从事工厂供电技术工作奠定一定的基础。

第二节 工厂供电系统及其电源和负荷的基本知识

一、工厂供电系统概况

一般中型工厂的电源进线电压是 6~10kV。电能先经高压配电所 (high-voltage distribution substation, 缩写 HDS) 集中，再由高压配电线路将电能分送到各车间变电所 (shop transformer substation, 缩写 STS)，或由高压配电线路直接供给高压用电设备。车间变电所内装设有配电变压器，将 6~10kV 的高压电降为一般低压用电设备所需的电压，如 220/380V (220V 为相电压，380V 为线电压)，然后由低压配电线路将电能分送给各用电设备使用。

图 1-1 是一个比较典型的中型工厂供电系统简图。该图未绘出各种开关电器 (除母线和低压联络线上装设的联络开关外)，而且只用一根线来表示三相线路，即绘成单线图的形式。

从图 1-1 可以看出，该厂的高压配电所有两条 10kV 的电源进线，分别接在高压配电所的两段母线上。这两段母线间装有一个分段隔离开关 (又称联络隔离开关)，形成所谓“单母线分段制”。在任一条电源进线发生故障或进行检修而被切除后，可以利用分段隔离开关的闭合，由另一条电源进线恢复对整个配电所特别是其中的重要负荷的供电。这类接线的配电所通常的运行方式是：分段隔离开关闭合，整个配电所由一条电源进线供电，其电源通常来自公共电网 (电力系统)，而另一条电源进线作为备用，通常这备用电源从邻近单位取得。

图 1-1 所示高压配所有四条高压配电线，供电给三个车间变电所。其中 1 号车间变电所和 3 号车间变电所都只装有一台配电变压器，而 2 号车间变电所装有两台，并分别由两段母线供电，其低压侧又采取单母线分段制，因此对重要的低压用电设备可由两段母线交叉供电。各车间变电所的低压侧，设有低压联络线相互连接，以提高供电系统运行的可靠性和灵活性。此外，该高压配电所还有一条高压配电线，直接供电给一组高压电动机；另有一条高压配电线，直接与一组并联电容器相连。3 号车间变电所低压母线上也连接有一组并联电容器。这些并联电容器都是用来补偿无

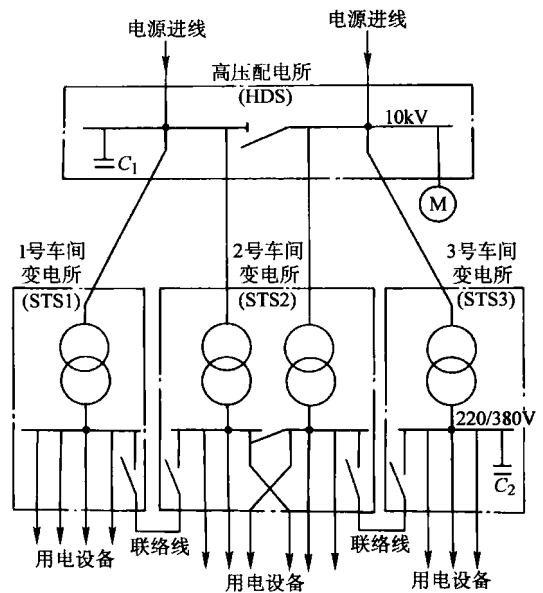


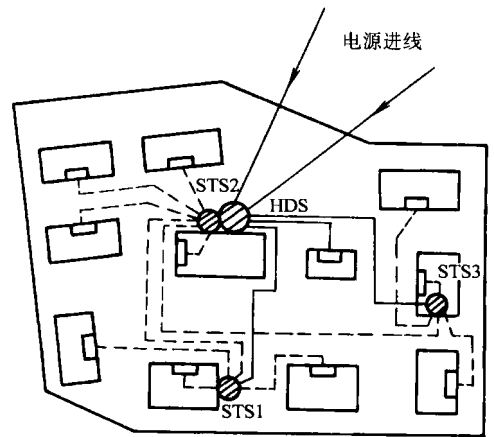
图 1-1 中型工厂供电系统简图

功率、提高功率因数的。

图 1-2 是图 1-1 所示工厂供电系统的平面布线示意图。

对于大型工厂及某些电源进线电压为 35kV 及以上的中型工厂，一般经两次降压，也就是电源进厂以后，先经总降压变电所，其中装有较大容量的电力变压器，将 35kV 及以上的电源电压降为 6~10kV 的配电电压，然后通过高压配电线将电能送到各个车间变电所，也有的经高压配电所再送到车间变电所，最后经配电变压器降为一般低压用电设备所需的电压。其简图如图 1-3 所示。

有些同样是 35kV 进线的工厂，只经一次降压，即 35kV 线路直接引入靠近负荷中心的车间变电所，经车间变电所的配电变压器直接降为低压用电设备所需的电压，如图 1-4 所示。这种供电方式，称为高压深入负荷中心的直配方式。这种直配方式，可以省去一级中间变压，从而简化了供电系统接线，节约了投资和有色金属用量，降低了电能损耗和电压损耗，提高了供电质量。然而这要根据厂区的环境条件是否满足 35kV 架空线路深入负荷中心的“安全走廊”要求而定，否则不宜采用，以确保供电安全。



图例说明







-  高压配电所 (HDS)
-  车间变电所 (STS)
-  控制屏、配电屏
-  高压电源进线
-  高压配电线
-  低压配电线

图 1-2 图 1-1 所示中型工厂供电系统的平面布线示意图

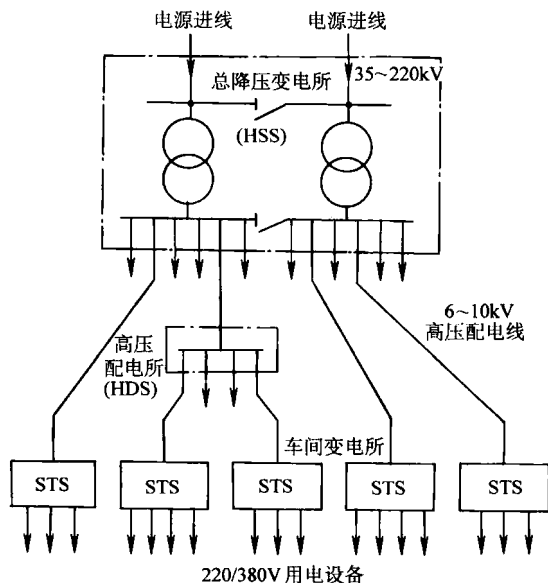


图 1-3 具有总降压变电所的工厂供电系统简图

对于小型工厂，由于其容量一般不大于 1000kVA 或稍多，因此通常只设一个降压变电

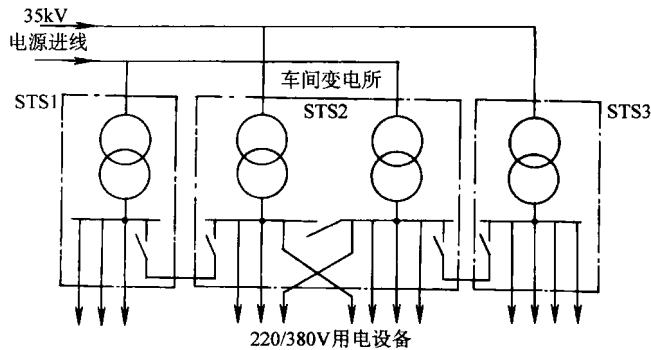


图 1-4 高压深入负荷中心的工厂供电系统简图

所，将 $6 \sim 10\text{kV}$ 电压降为低压用电设备所需的电压，如图 1-5 所示。

如果工厂所需容量不大于 160kVA 时，一般采用低压电源进线，可直接由公共低压电网供电。因此工厂只需设一个低压配电间，如图 1-6 所示。

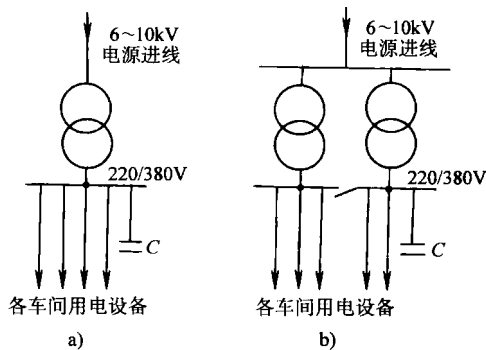


图 1-5 只设一个降压变电所的工厂供电系统简图

a) 装有一台主变压器 b) 装有两台主变压器

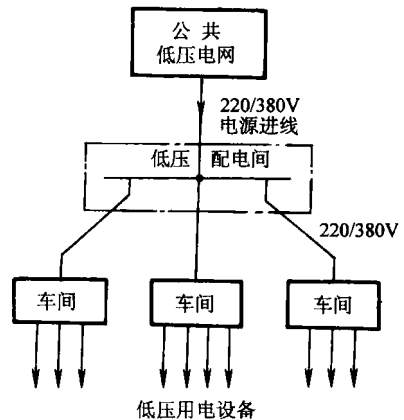


图 1-6 低压进线的小型工厂供电系统简图

由以上分析可知，配电所的任务是接受电能和分配电能，不改变电压；而变电所的任务是接受电能、变换电压和分配电能。供电系统中的母线（busbar），又称汇流排，其任务是汇集和分配电能。而工厂供电系统，是指从电源线路进厂起到高低压用电设备进线端止的整个电路系统，包括工厂内的变配电所和所有的高低电压供配电线路。

二、工厂供电系统电源简介

由于电能的生产、输送、分配和使用的全过程，实际上是在同一瞬间实现的，彼此相互影响，因此除了了解工厂供电系统概况外，还需了解工厂供电系统电源方向的发电厂和电力系统及工厂自备电源的一些基本知识。

（一）发电厂

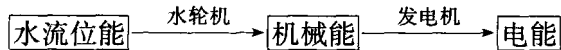
发电厂（power plant）又称发电站，是将自然界蕴藏的各种一次能源转换为电能（二次能源）的工厂。

发电厂按其所利用的能源不同，分为水力发电厂、火力发电厂、核能发电厂以及风力发

电厂、地热发电厂、太阳能发电厂等。

1. 水力发电厂

水力发电厂简称水电厂或水电站，它利用水流的位能来生产电能。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，带动发电机发电。其能量转换过程是：

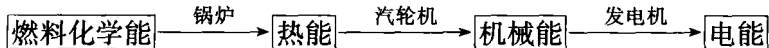


由于水电站的发电容量与水电站所在地点上下游的水位差（即落差，又称水头）及流过水轮机的水量（即流量）的乘积成正比，所以建造水电站，必须用人工的办法来提高水位。最常用的提高水位的办法，是在河流上建造一道很高的拦河坝，形成水库，提高上游水位，使坝的上下游形成尽可能大的落差，水电站就建在拦河坝的后边。这类水电站，称为坝后式水电站。我国一些大型水电站，包括长江三峡水电站都属于这种类型。另一种提高水位的办法，是在具有相当坡度的弯曲河段上游，筑一低坝，拦住河水，然后利用沟渠或隧道，将上游水流直接引至建设在弯曲河段末端的水电站。这类水电站，称为引水式水电站。还有一类水电站，是上述两种方式的综合，由高坝和引水渠道分别提高一部分水位，这类水电站称为混合式水电站。

水电站建设的初投资较大，建设周期较长，但发电成本较低，仅为火电发电成本的 $1/3 \sim 1/4$ ；而且水电属于清洁、可再生的能源，有利于环境保护，同时水电建设通常还兼有防洪、灌溉、航运、水产养殖和旅游等多项功能。我国的水力资源十分丰富（特别是我国的西南地区），居世界首位，因此我国确定要大力发展水电，并实施“西电东送”工程，以促进整个国民经济的发展。

2. 火力发电厂

火力发电厂简称火电厂，它利用燃料的化学能来生产电能。我国的火电厂以燃煤为主。为了提高燃煤效率，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蒸汽，推动汽轮机带动发电机旋转发电。其能量转换过程是：

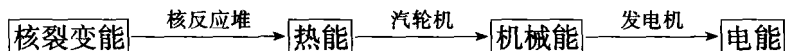


现代火电厂一般都根据节能减排和环保要求，考虑了“三废”（废水、废气、废渣）的综合利用或循环使用。有的不仅发电，而且供热。兼供热能的火电厂，称为热电厂。

火电建设的重点是煤炭基地的坑口电站。我国一些严重污染环境的低效火电厂，已按节能减排的要求陆续予以关停，火电发电量在整个发电量中的比重已逐年降低。

3. 核能发电厂

核能（原子能）发电厂通称核电站，它主要是利用原子核的裂变能来生产电能。其生产过程与火电厂基本相同，只是以核反应堆（俗称原子锅炉）代替燃煤锅炉，以少量的核燃料代替大量的煤炭。其能量转换过程是：



由于核能是巨大的能源，而且核电也是相当安全和清洁的能源，所以世界上很多国家都很重视核电建设，核电在整个发电量中的比重逐年增长。我国在20世纪80年代就确定要适当发展核电，并已陆续兴建了秦山、大亚湾、岭澳等多座大型核电站。

4. 风力发电、地热发电和太阳能发电简介

1) 风力发电：它建在有丰富风力资源的地方，利用风力的动能来生产电能。风能是一种取之不尽的清洁、价廉和可再生的能源，因此我国确定要大力发展。但是风能的能量密度较小，因此单机容量不可能很大；而且它是一种具有随机性和不稳定性的能源，因此风力发电必须配备一定的蓄电装置，以保证其连续供电。

2) 地热发电：它建在有足够地热资源的地方，利用地球内部蕴藏的大量地热资源来生产电能。地热发电不消耗燃料，运行费用低。它不像火力发电那样，要排出大量灰尘和烟雾，因此地热还是属于比较清洁的能源。但是地下水和蒸汽中大多含有硫化氢、氨和砷等有害物质，因此对其排出的废水要妥善处理，以免污染环境。

3) 太阳能发电：它利用太阳的光能或热能来生产电能。利用太阳光能发电，是通过光电转换元件如光电池等直接将太阳光能转换为电能。这已广泛应用在人造地球卫星和宇航装置上。利用太阳热能发电，可分直接转换和间接转换两种方式。温差发电、热离子发电和磁流体发电，均属于热电直接转换；而通过集热装置和热交换器，加热给水，使之变为蒸汽，推动汽轮发电机发电，与火电发电相同，属于间接转换发电。太阳能发电厂建在常年日照时间较长的地方。太阳能是一种十分安全、经济、没有污染而且是取之不尽的能源。我国的太阳能资源也相当丰富，利用太阳能发电大有可为。

(二) 电力系统

为了充分利用动力资源，减少燃料运输，降低发电成本，因此有必要在有水力资源的地方建造水电厂，而在有燃料资源的地方建造火电厂。但这些有动力资源的地方，往往离用电中心较远，所以必须用高压输电线路进行远距离输电，如图 1-7 所示。

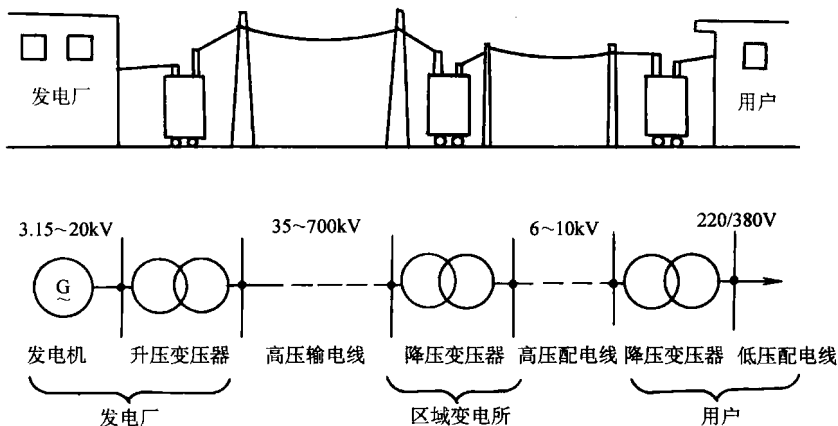


图 1-7 从发电厂到用户的送电过程示意图

由各级电压的电力线路将一些发电厂、变电所和电力用户联系起来的一个发电、输电、变电、配电和用电的整体，称为电力系统 (power system)。图 1-8 是一个大型电力系统简图。

电力系统中各级电压的电力线路及其联系的变电所，称为电力网或电网 (power network)。习惯上，电网或系统往往以电压等级来区分，如说 10kV 电网或 10kV 系统。这里所说的电网或系统，实际上是指某一电压等级的相互联系的整个电力线路。

电网可按电压高低和供电范围大小分为区域电网和地方电网。区域电网的范围大，电压