

中等职业教育国家规划教材  
全国中等职业教育教材审定委员会审定

# 工厂供电

(电气运行与控制专业)

主    编    戴绍基  
参    编    屈保中    史志强    韩金玲  
            胡雪梅    裴邦富    史增芳  
责任主审    吴锡龙  
审    稿    吕琴康    胡祖梁



机械工业出版社

本书内容包括：工厂供电的有关知识；工厂供电系统的主要电气设备；工厂供电系统的结线和结构；负荷计算和短路计算；电气和导体的选择与校验；继电保护装置及二次系统；防雷、接地及电气安全；工厂的电气照明；工厂的电能节约；工厂供电系统的运行维护与检修试验。

本书的读者对象为中等职业教育电气电子类专业师生，亦可供相关专业师生及工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

工厂供电/戴绍基主编.—北京：机械工业出版社，  
2002.5

中等职业教育国家规划教材·电气运行与控制专业

ISBN 7-111-10354-8

. 工... . 戴... . 工厂—供电—专业学校—  
教材 . TM727.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑：贡克勤 版式设计：霍永明 责任校对：申春香

封面设计：姚毅 责任印制：付方敏

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm × 1092mm  $\frac{1}{16}$ ·21 印张·516 千字

0 001—4 000 册

定价：25.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电

封面无防伪标均为盗版

## 中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻  
神，落实  
设规划，根据  
1号)

格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲编写而成的，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均做了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 5 月

# 前 言

本书是教育部面向 21 世纪中等职业教育国家规划教材。是根据《行动计划》求编写的。

本书共分十章，分别介绍：工厂供电的有关知识；工厂供电系统的主要电气设备；工厂供电系统的结线和结构；负荷计算和短路计算；电气和导体的选择与校验；继电保护装置及二次系统；防雷、接地及电气安全；工厂的电气照明；工厂的电能节约；工厂供电系统的运行维护与检修试验。

为便于复习和自学，章末附有思考题和习题，书末附有习题的参考答案。此外，为便于实验和课程设计，书末还附有工厂供电实验指导书和课程设计任务书。

本书是在原普通中等专业教育机电类规划教材书由刘介才、戴绍基主编。

本书在编写中注意贯彻最新的国家标准和设计规范，使内容更新颖、更实用；在文字叙述上力求简明易懂，便于自学。

本书由河南工业职业技术学院戴绍基主编，担任第七、八章和附录的撰写并负责全书的统稿和定稿。下列同志参加了编写工作：屈保中玲

成都电子机械高等专科学校刘介才老师审阅了书稿，并提出了不少宝贵意见，谨致谢意！

在编写过程中，不少单位和个人给予了大力的支持和帮助。谨在此表示衷心的感谢！

限于本人的业务水平，书中难免还有不少缺点错误，恳切希望使用本书的师生和读者批评指正。

戴绍基 谨识  
2002 年元月

# 常用字符表

## 一、电气设备的文字符号

文字符号	中文含义	英文含义	旧符号	文字符号	中文含义	英文含义	旧符号
A	装置	device	FD	PV	电压表	voltmeter	V
	放大器	amplifier		Q	电力开关	power switch	K
APD	备用电源自动投入装置	auto-put-into device of reserve-source	BZT	QF	断路器	circuit-breaker	DL
ARD	自动重合闸装置	auto-reclosing device	ZCH	QF (QA)	低压断路器	low-voltage circuit-breaker (auto-switch)	ZK
				QK	刀开关	knife-switch	DK
C	电容, 电容器	electric capacity, capacitor	C	QL	负荷开关	load-switch, switch-fuse	FK
F	避雷器	arrester	BL	QM	手力操作机构 辅助触点	auxiliary contact of manual operating mechanism	—
FU	熔断器	fuse	RD				QS
G	发电机, 电源	generator, source	F	R	电阻器	resistance	R
HL	指示灯, 信号灯	indicator lamp, pilot lamp	XD	RP	电位器	potential meter	W
				S	电力系统	power system	XT
K	继电器, 接触器	relay, contactor	J, JC			启辉器	glow starter
KA	电流继电器	current relay	LJ	SA	控制开关 选择开关	control switch selector switch	KK XK
KG		gas relay	WSJ	SB	按钮	push-button	AN
KH	热继电器, 温度继电器	heating relay, thermal relay	RJ	T	变压器	transformer	B
KM	中间继电器 (辅助继电器)	medium relay (lay)	ZJ C, JC	TA	电流互感器	current transformer	LH
				TAN	零序电流互感器	neutral-current transformer	LLH
KO	合闸接触器	closing operation contactor	HC	TV	电压互感器	voltage transformer, potential transformer	YH (PT)
KS	信号继电器	signal relay	XJ	U	变流器, 整流器	converter, rectifier	BL, ZL
KT	时间继电器 (时继电器)	timing relay, time-delay relay	SJ				
KV	电压继电器	voltage relay	YJ	V	电子管、晶体管	electric tube transistor	D, BG
L	电感, 电感线圈; 电抗器	inductance, inductive coil; reactor	L	W	导线、母线	wire, busbar	L, M
M	电动机	motor	D	WAS	事故音响信号小母线	accident sound signal small-bus bar	SYM
N	中性线	neutral wire	N	WB	母线	busbar	M
PA	电流表	ammeter	A	WC	控制回路电源小母线	control circuit source small-busbar	KM
PE	保护线	protective wire	—	WF	闪光信号小母线	flash-light signal small-busbar	SM
PEN	保护中性线	protective neutral wire	N	WFS	预报信号小母线	forecast signal small-busbar	YBM
PJ	电能表	energy meter	W·h varh				

(续)

文字符号	中文含义	英文含义	旧符号	文字符号	中文含义	英文含义	旧符号
WL	线路, 导线	line, wire, light signal	XL, L	X	端子板	terminal strip	—
	灯光信号小母线	small-busbar	DM	XB	连接片	connector	LP
WO	合闸回路电源 小母线	switch-on circuit source small-busbar	HM	YA	电磁铁	electromagnet	DC
WS	信号回路电源 小母线	signal circuit source small- busbar	XM	YO	合闸线圈	closing operation coil	HQ
WV	电压小母线	voltage small-busbar	YM	YR	跳闸线圈, 脱扣器	opening operation coil, re- lease	TQ

## 二、物理量下角的文字符号

文字符号	中文含义	英文含义	旧符号	文字符号	中文含义	英文含义	旧符号
a	年, 每年	annual	n	<i>ima</i>	假想	imaginary	jx
<i>a</i>	有功	active	, yg	<i>k</i>	短路	short-circuit	d
Al	铝	aluminium	Al	L	电感	inductance	L
<i>al</i>	允许	allowable	yx		负荷, 负载	load	H, fz
<i>av</i>	平均	average	pj	<i>l</i>	线, 线路	line	l, XL
<i>c</i>	计算 顶棚, 天花板	calculate	js	<i>l</i>	长延时	long-delay	l
		ceiling	dp	<i>man</i>	人工的, 手工的	manual	rg
<i>cab</i>	电缆	cable	L	<i>m</i>	最大	maximum	m
<i>cr</i>	临界	critical	lj	<i>max</i>	最大	maximum	max
Cu	铜	copper	Cu	<i>min</i>	最小	minimum	min
<i>d</i>	需要 基准	demand	x	N	额定, 标称	rated, nominal	e
		datum	j	<i>n</i>	数, 总数	number, total	n
d	日	day	—	<i>nat</i>	自然的	natural	zr
<i>dsq</i>	不平衡	disequilibrium	bp	<i>np</i>	非周期性的	non-periodic, aperiodic	f-zq
E	地, 接地	earth, earthing	d, jd	<i>oc</i>	断路	open circuit	dl
e	设备	equipment	S, SB	<i>oh</i>	架空线路	over-head line	K
<i>e</i>	有效	efficient	yx	<i>oL</i>	过负荷, 过载	over-load	gh
<i>eq</i>	等效	equivalent	dx	<i>op</i>	动作	operat	dz
<i>ec</i>	经济	economic	j, ji	<i>p</i>	有功功率	active power	p
<i>es</i>	电动稳定	electrokinetic stable	dw		周期性的 保护	periodic protect	zq j
Fe	铁	iron	Fe	<i>pk</i>	尖峰	peak	jf
<i>h</i>	高度	height	h	<i>q</i>	无功功率	reactive power	q
<i>i</i>	电流 任意常数	current	i	<i>qb</i>	速断	quick break	sd
		arbitrary constant		<i>r</i>	无功	reactive	r, wg

(续)

文字符号	中文含义	英文含义	旧符号	文字符号	中文含义	英文含义	旧符号
RC	室空间	room cabin	RC	wk	破坏	wreck	ph
re	返回	return	f	x	某一数值	A number	x
rel	可靠	reliability	k		吸收	absorption	
S	系统	system	XT		反射	reflection	
s	短延时	short-delay	—		温度	temperature	
saf	安全	safety	—		总和	total, sum	
sh	冲击	shock, impulse	cj, ch		透射	transmission	
st	起动	start	q, qd		相	phase	
step	跨步	step	kp	0	零, 无, 空	zero, nothing, empty	0
t	时间	time	t	0	停止, 停歇 每 中性线 起始的 周围 瞬时	stopping	0
						per	0
						neutral wire	0
tou	接触	touch	jc			initial	0
w	结线, 接线	wiring	JX			ambient	0
	工作	working	qz			instantaneous	0
	墙壁	wall	—	30	半小时	30min	30

# 目 录

前言	
常用字符表	
第一章 概论	1
第一节 供电的意义、要求及课程任务	1
第二节 工厂供电系统及其电源和负荷	1
第三节 电力系统的电压	7
第四节 电力系统的中性点运行方式	13
思考题	18
习题	19
第二章 工厂供电系统的主要电气设备	20
第一节 工厂供电系统电气设备的分类	20
第二节 电气设备中的电弧问题	20
第三节 高低压熔断器	23
第四节 高低压开关设备	26
第五节 电流互感器和电压互感器	41
第六节 高低压成套配电装置	46
第七节 电力变压器	49
思考题	50
第三章 工厂供电系统的结线和结构	52
第一节 工厂变配电所的主结线方案	52
第二节 工厂变配电所的结构与布置	60
第三节 工厂电力线路的结线方式	69
第四节 工厂电力线路的结构与敷设	74
思考题	86
第四章 负荷计算和短路计算	88
第一节 电力负荷和负荷曲线的有关概念	88
第二节 用电设备组计算负荷的确定	91
第三节 工厂计算负荷的确定	97
第四节 尖峰电流及其计算	101
第五节 短路及短路电流的有关概念	102
第六节 短路电流的计算	107
第七节 短路电流的效应	116
思考题	121
习题	121
第五章 电器和导体的选择与校验	123
第一节 电力变压器的容量和过负荷能力	123
第二节 工厂变电所主变压器台数和容量的选择	124
第三节 高低压电器的选择与校验	126
第四节 工厂电力线路的选择与校验	134
思考题	144
习题	144
第六章 继电保护装置及二次系统	146
第一节 继电保护装置的任务和要求	146
第二节 常用的保护继电器	147
第三节 工厂高压线路的继电保护	154
第四节 电力变压器的继电保护	168
第五节 断路器的控制回路和信号系统	174
第六节 绝缘监察装置和测量仪表	178
第七节 工厂供电系统二次回路接线图	181
思考题	185
习题	186
第七章 防雷、接地及电气安全	187
第一节 过电压与防雷	187
第二节 电气设备的接地	197
第三节 电气安全	211
思考题	216
习题	216
第八章 工厂的电气照明*	218
第一节 照明技术的有关概念	218
第二节 工厂常用的电光源和灯具	220
第三节 照明标准及照度计算	227
第四节 照明供电系统及其选择	230
思考题	235
习题	235
第九章 工厂的电能节约	237
第一节 电能节约的意义	237
第二节 工厂电能节约的一般措施	238
第三节 工厂供用电设备的电能节约*	240
第四节 无功功率的人工补偿	252

思考题 .....	260	第四节 工厂电力线路的检修试验 .....	281
习题 .....	261	思考题 .....	286
第十章 工厂供电系统的运行维护		附录 .....	287
与检修试验 * .....	262	附录 A 部分常用技术数据表 .....	287
第一节 工厂变配电所的运行维护 .....	262	附录 B 工厂供电实验指导书 .....	309
第二节 工厂电力线路的运行维护 .....	266	附录 C 工厂供电课程设计任务书 .....	317
第三节 工厂变配电所主要电气设		附录 D 习题参考答案 .....	321
备的检修试验 .....	269	参考文献 .....	324

# 第一章 概 论

本章概述有关供配电技术的一些基本知识和基本问题，为学习以后各章内容打下初步基础。首先简要说明工厂供电的意义、要求和课程任务，接着简单介绍一些典型的工厂供电系统及发电厂和电力系统的基本知识，简述工厂电力负荷的分级及其对供电电源的要求，然后重点论述关系供电系统全局的两个问题，即电力系统的电压和电力系统中性点的运行方式。

## 第一节 供电的意义、要求及课程任务

工厂供电，或者工厂配电，就是指工厂所需电能的供应和分配问题。电能是现代工业生产的主要能源和动力。工业生产应用电能和实现电气化以后，能大大增加产量，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。但是，工厂的电能供应如果突然中断，则将对工业生产造成严重的后果，甚至可能发生重大的设备损坏事故或人身伤亡事故。由此可见，搞好工厂供电工作对于保证工业生产的正常进行和实现工业自动化，具有十分重大的意义。

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，并搞好电能的节约，必须达到下列基本要求：

消耗量。

此外，在供电工作中，应合理地处理局部与全局、当前与长远的关系，既要照顾局部和当前的利益，又要有全局观点，顾全大局，适应发展。例如计划供用电问题，就不能只考虑一个单位的局部利益，更要有全局观点。

本课程的基本任务，主要是讲述中小型机械类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及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初步的基础。本课程实践性较强，学习时应注重理论联系实际，培养实际应用能力。

## 第二节 工厂供电系统及其电源和负荷

### 一、工厂供电系统

工厂供电系统是指工厂所需的电力电源从进厂起到所有用电设备入端止的整个电路。

一些中小型工厂的电源进线电压为 10kV

为 35kV 及以上，某些小型工厂则可直接采用低压进线。所谓“低压”，是指低于 1kV 的电

压；而 1kV 以上的电压则称为“高压”。

图 1-1 是一个比较典型的中型工厂供电系统的系统图，图 1-2 是其平面布线图。为使图形简明，系统图、布线图及后面将涉及的主电路图，一般都只用一根线来表示三相线路，即绘成“单线图”的形式。必须说明，这里绘出的系统图未绘出其中的开关电器，但示意性地绘出了高低压母线上和低压联络线上装设的开关。

从图 1-1 可以看出，该厂的高压配电所有两条 10kV 的两段母线上。所谓“母线”，就是用来汇集和分配电能的导体，又称“汇流排”。这种利用一台开关分隔开的单母线结线形式，称为“单母线分段制”。当一条电源进线发生故障或进行检修而被切除时，可以闭合分段开关由另一条电源进线来对整个配电所的负荷供电。这种具有双电源的高压配电所最常见的运行方式是：分段开关正常情况下是闭合的，整个配电所由一条电源进线供电，通常来自公共高压配电网；而另一条电源进线则作为备用，通常是从邻近单位取得备用电源。

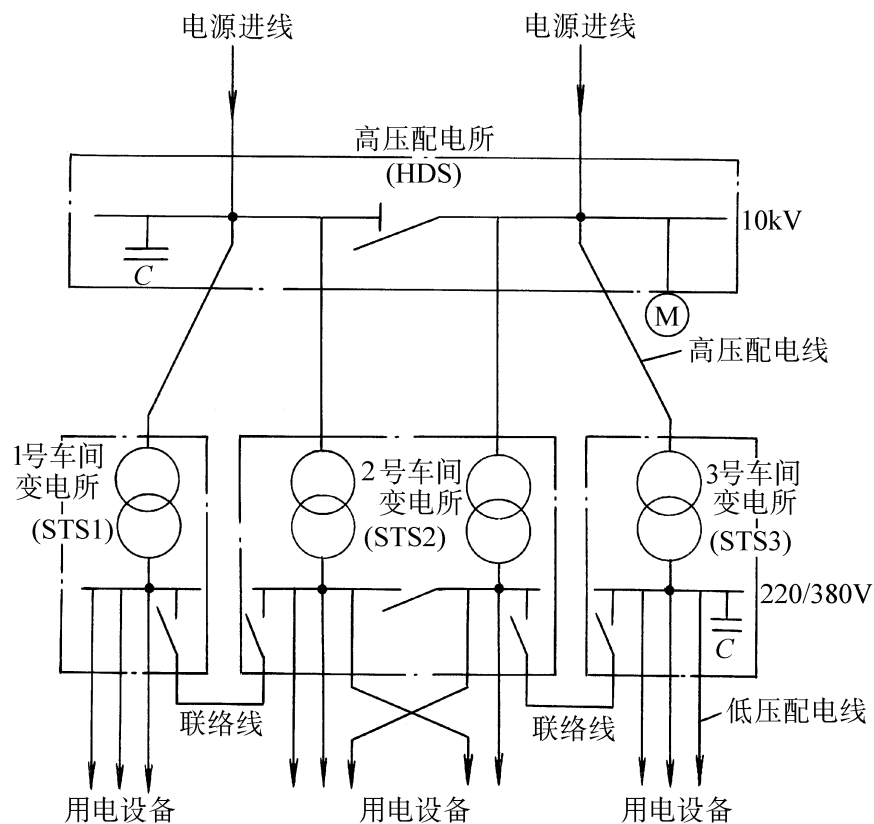


图 1-1 具有高压配电所的工厂供电系统图

该高压配电所有四条高压配电线，供电给三个车间变电所。车间变电所装有电力变压器（又称“主变压器”）。这里的 2 号车间变电所，两台电力变压器分别由配电所的两段母线供电；而其低压侧也采用单母线分段

这里所谓的“低压”、“高压”是从设计制造的角度来划分的。如果从电气安全的角度，则按我国电力行业标准 DL408—1991 规定：“低压”为设备对地电压低于 250V 者；“高压”为设备对地电压在 250V 以上者。

按 GB6988—1986

相互关系及其主要特征的一种简图。而“电路图”是用图形符号并按工作顺序，详细表示电路、设备或成套装置的全部基本组成和连接关系而不考虑其实际位置的一种简图。

按 GB156—1993

制，从而使供电可靠性大大提高。各车间变电所的低压侧，又都通过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，直接连接一组高压并联电容器。3号车间变电所的低压母线上也连接有一组低压并联电容器。这些并联电容器都是用来补偿系统的无功功率、提高功率因数用的。

图 1-3 是一个比较典型的具有总降压变电所的大中型工厂供电系统的系统图。总降压变电所有两条 35kV 及以上的电 源进线，采用“桥形接线”。35kV 及以上的电 压经该所电力变压器降为 10kV 将电能送到各车间变电所。车间变电所又经电力变压器将 10kV 电设备所需的 220/380V 的电压。为了补偿系统的无功功率和提高功率因数，通常在 10kV 母线上接入并联电容器。

统

如果当地的电源电压为 35kV，而厂区环境条件和设备条件又允许采用 35kV 线路和较经济的电气设备时，则可考虑采用 35kV 作为高压配电电压，35kV 线路直接引入靠近负荷中心的车间变电所，经电力变压器直接降为低压用电设备所需的电压，如图 1-4 所示。这种高压深入负荷中心的直配方式，可以节省一级中间变压，从而简化了供电系统，节约有色金属，降低电能损耗和电压损耗，提高供电质量。但是必须考虑厂区要有满足 35kV 线路的“安全走廊”，以确保供电安全。

对于小型工厂，由于所需电力容量一般不大于 1000kVA 左右，因此通常只设一个将 10kV 车间变电所。

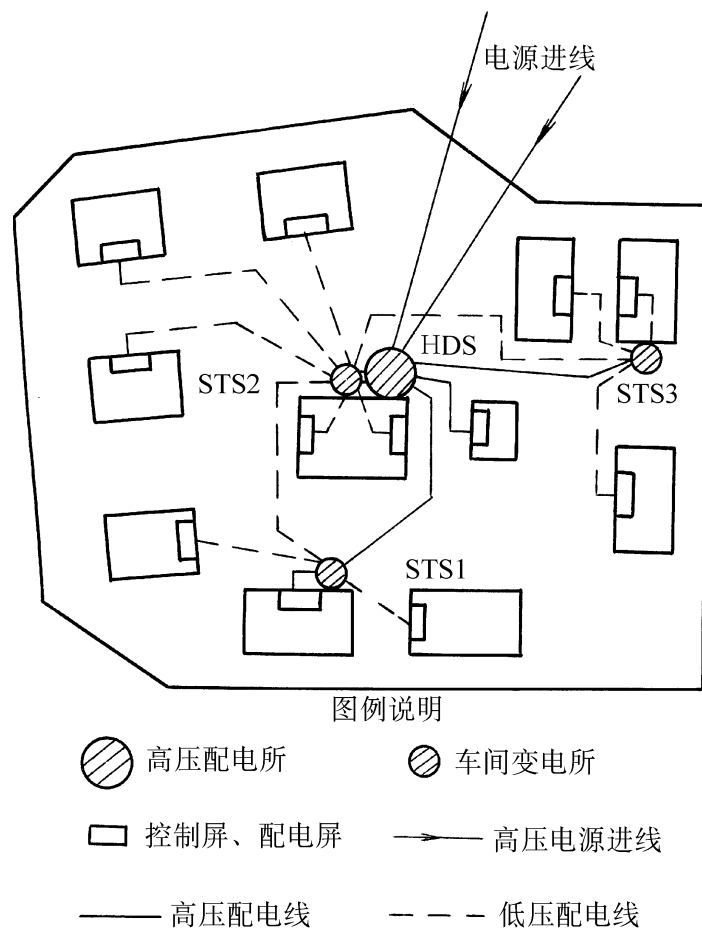


图 1-2 图 1-1 所示工厂供电系统的平面布线图

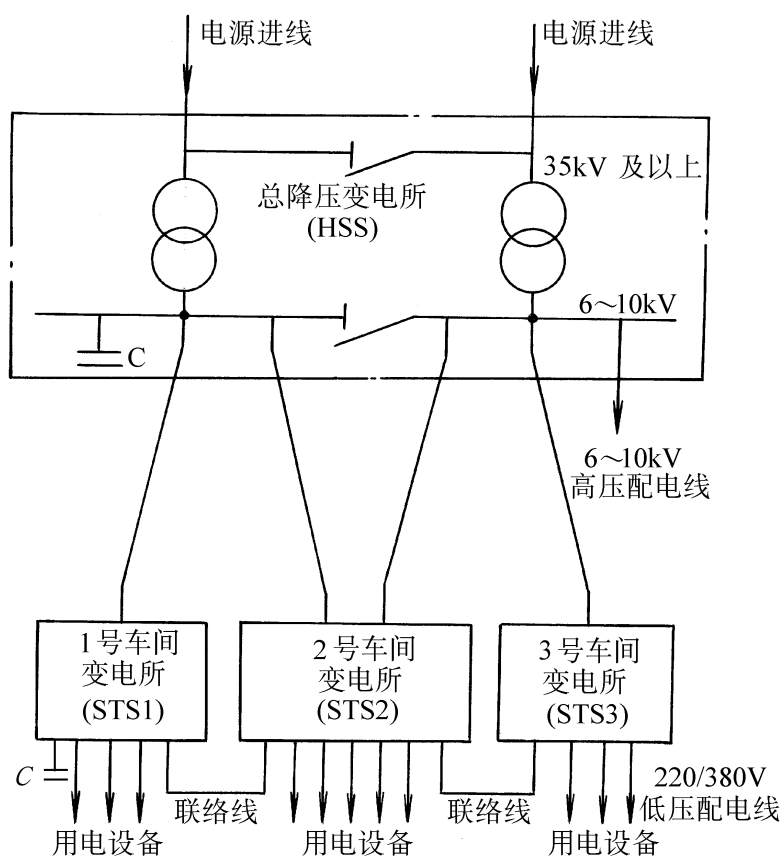


图 1-3 具有总降压变电所的工厂供电系统图

如果工厂所需电力不大于 160kVA，通常采用低压进线，直接由当地的 220/380V 公共电网供电，因此工厂只需设置一个低压配电所配电。

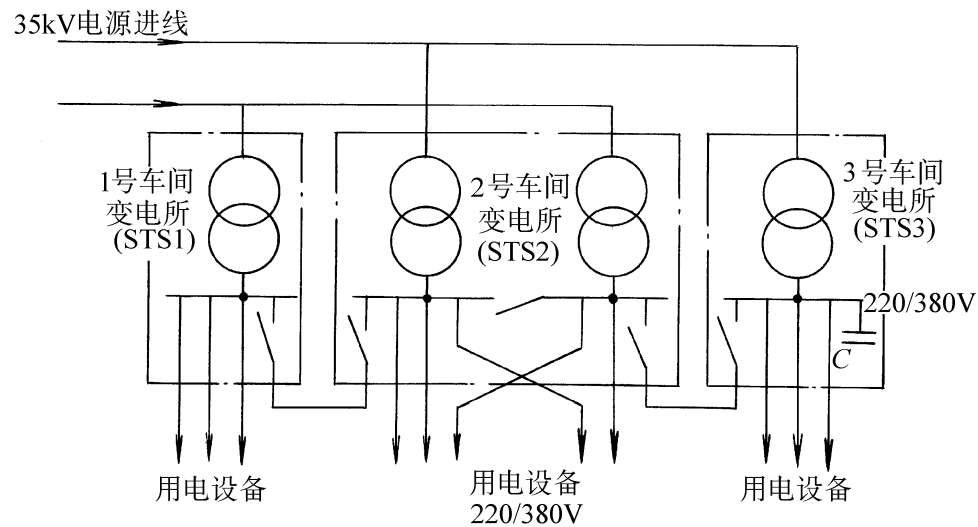


图 1-4 高压深入负荷中心的工厂供电系统图

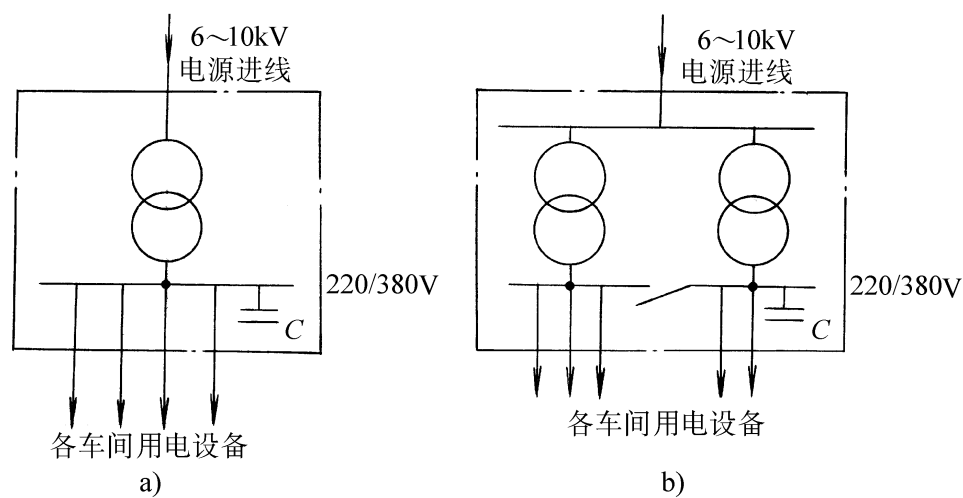


图 1-5 只有一个降压变电所的工厂供电系统图

a)

综上所述，变电所的任务是接受电能、变换电压和分配电能；配电所的任务是接受电能和分配电能。两者的区别，在于变电所装设有电力变压器，较之配电所多了变压的任务。

## 二、发电厂和电力系统

工厂所需的电力是由发电厂生产的。但发电厂大多建设在能源基地附近，往往离用电负荷很远。为了减少输电损失，发电厂发出的电压一般要经升压变压器升压，而用电负荷的电压一般是低压，因此升压输送的电能最后又要经降压变压器降压，如图 1-6 所示。发电、输电、变电、配电和用电的全过程，对电能本身来说实际上是在同一瞬间实现的，这是交流电能的一大特点。因此，在研究工厂供电问题时，也有必要了解发电厂及电力系统方面的一些基本知识。

发电厂又称“发电站”，是将自然界蕴藏的各种一次能源如水力、煤炭、石油、天然气、风力、地热、太阳能和核能等，转换为电能

同，可分为水力发电厂、火力发电厂、核能发电厂、风力发电厂、地热发电厂、潮汐能发电

厂、太阳能发电厂等类型。这里只简介水力发电厂、火力发电厂和核能发电厂。

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。

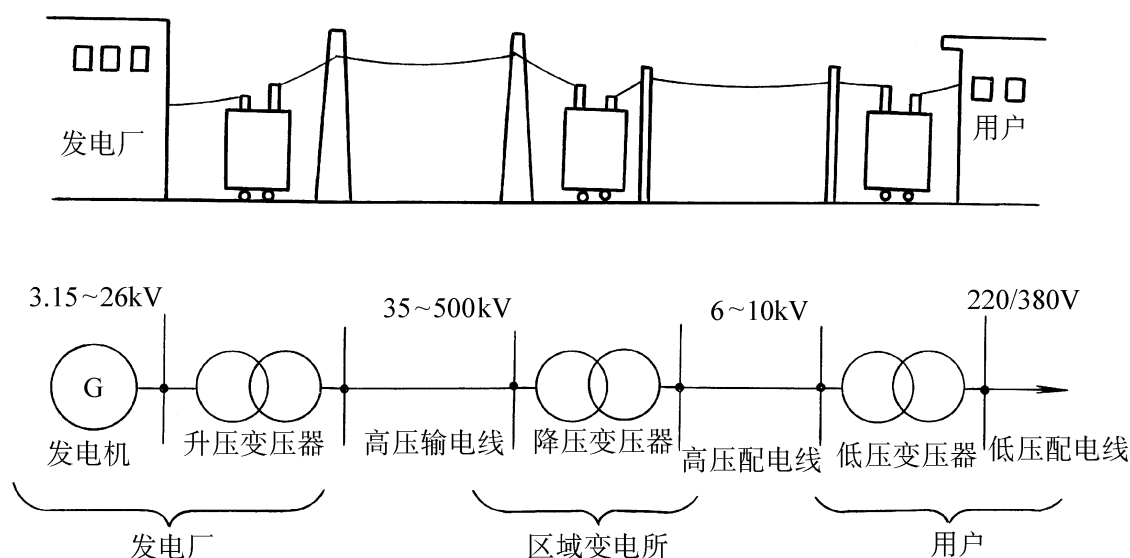


图 1-6 从发电厂到用户的送电过程示意图

水电站的发电容量与水电站所在地点上下游的水位差

轮机的水流量的乘积成正比，因此，建造水电站，必须用人工的办法来提高水位。最常用的办法，是在河道上建筑一个很高的拦河坝，使上游形成水库，提高上游水位，使坝的上下游形成尽可能大的落差。水电站就建在大坝后面。这种水电站称为“坝后式水电站”。我国一些大型水电站包括正在建设中的三峡水电站，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，然后利用沟渠或隧洞，将河水直接引至建在河段末端的水电站。这种水电站，称为“引水式水电站”。还有一种水电站，是上述两种方式的综合，由水坝和引水渠道分别提高一部分水位。这种水电站，称为“混合式”水电站。

水电站的能量转换过程是

水流位能 → 水轮机 → 机械能 → 发电机 → 电能

2. 火力发电厂和热电厂 火力发电厂简称“火电厂”或“火电站”。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，现代火电厂都把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，推动汽轮机转动，从而使与它联轴的发电机旋转发电。

火电厂的能量转换过程是

燃料化学能 → 锅炉 → 热能 → 汽轮机 → 机械能 → 发电机 → 电能

那种既供电又供热的火电厂，称为“热电厂”。热电厂的总能量利用率较高。它一般位于工业区或城市附近。

3. 核能发电厂 核能发电厂又称“核电站”。它是利用原子核的裂变能产电能的电站。它的生产过程与火电厂基本相同。只是以核反应堆代替了燃煤锅炉，以少量的核燃料取代了大量的煤炭等燃料。

核电站的能量转换过程是

核裂变能 核反应堆 热能 汽轮机 机械能 发电机 电能

核能是极其巨大的能源，也是相当洁净和安全的一种能源，而且核电建设具有重要的经济和科研价值，所以世界各国都很重视核电建设，核电发电量的比重正在逐年增长。

从我国的国情出发，我国的电力建设方针确定为“因地制宜，水火并举，适当发展核电，充分发挥我国的水电优势。”我国除了新建和扩建了一批水电站和火电厂外，还兴建了秦山、大亚湾等核电站，并正在兴建举世瞩目的三峡水电站。

由各种电压的电力线路，将各种发电厂、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”。

图 1-7 是一个大型电力系统的系统图。

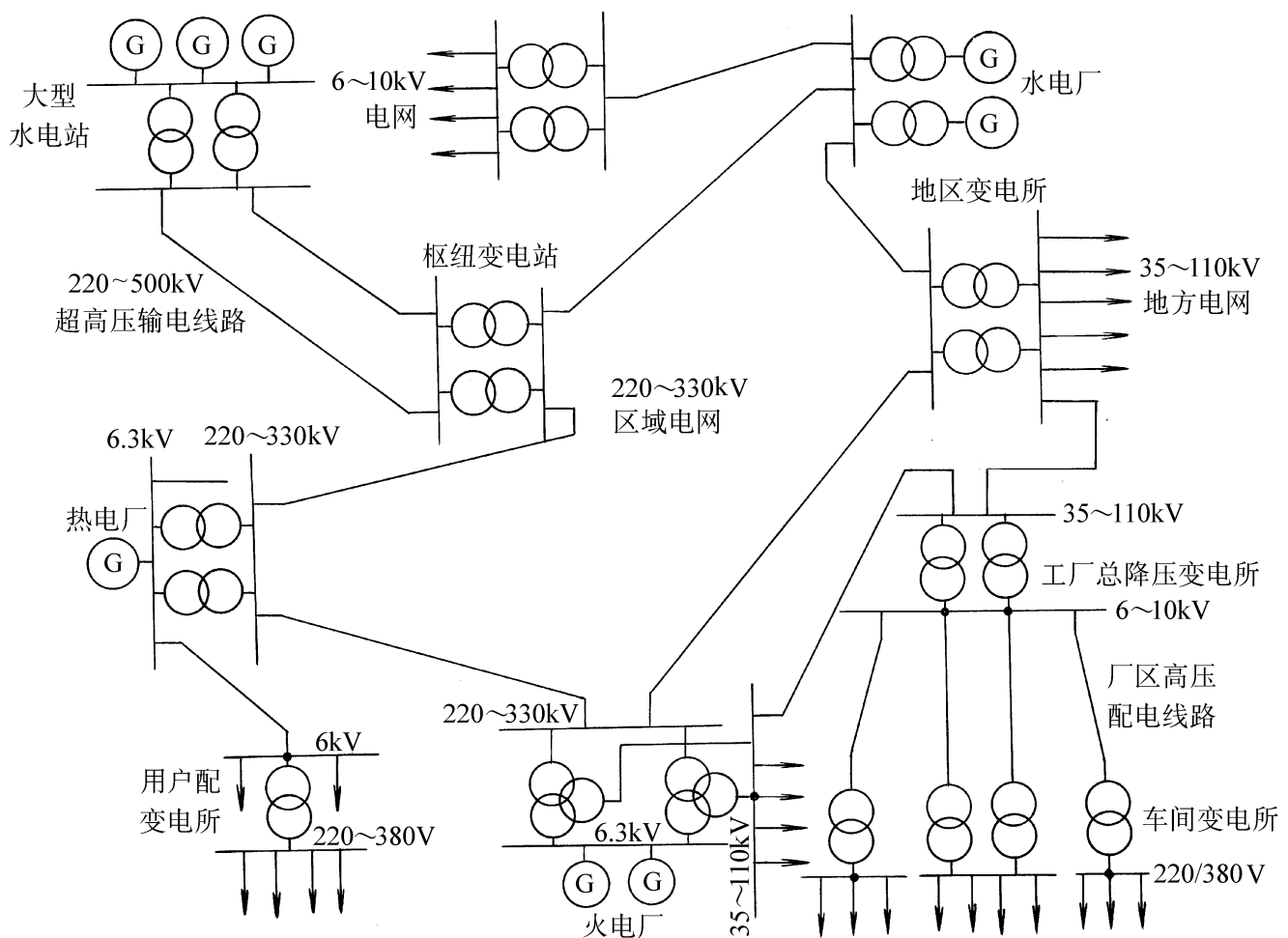


图 1-7 大型电力系统的系统图

网或电力系统往往按电压等级来划分，例如说 10kV 电网或 10kV 电力系统，实指 10kV 的整个线路。

本，减少电能损耗，保证供电质量，并大大提高供电可靠性，有利于整个国民经济的发展。

### 三、电力负荷

电力负荷有两个含义：一是指用电设备或用电单位消耗的电功率或电流。这里所讲的电力负荷，指的是前者。

电力负荷根据其对供电可靠性的要求及中断供电在政治、经济上所造成损失或影响的程度，分为以下三级：

1. 一级负荷 符合下列情况之一时，应为一级负荷： 中断供电将造成人身伤亡时； 中断供电将在政治、经济上造成重大损失时，例如重大设备损坏、大量产品报废、用重要原料生产的产品大量报废、国民经济中重点企业的连续生产过程被打乱需要长时间才能恢复时； 中断供电将影响有重大政治、经济意义的用电单位的正常工作时，例如重要交通枢纽、重要通信枢纽、重要宾馆、大型体育场馆、经常用于国际活动的大量人员集中的公共场所等用电单位中的重要电力负荷。

在一级负荷中，当中断供电将发生中毒、爆炸和火灾等情况的负荷，以及特别重要场所的不允许中断供电的负荷，应视为“特别重要的负荷”。

2. 二级负荷 符合下列情况之一时，应为二级负荷： 中断供电将在政治、经济上造成较大损失时，例如主要设备损坏、大量产品报废、连续生产过程被打乱需长时间才能恢复、重点企业大量减产时； 中断供电将影响重要用电单位的正常工作时，例如交通枢纽、通信枢纽等用电单位中的重要电力负荷，以及中断供电将造成大型影剧院、大型商场等较多人员集中的重要的公共场所秩序混乱时。

3. 三级负荷 不属于一级和二级负荷者皆为三级负荷。

1. 一级负荷对供电电源的要求 一级负荷属于重要负荷，应由两个独立电源供电。当一个电源发生故障时，另一个电源不应同时受到损坏。

一级负荷中“特别重要的负荷”，除由两个独立电源供电外，还应增设“应急电源”，并严禁将其他负荷接入应急供电系统。可作为“应急电源”的电源有： 独立于正常电源的发电机组； 供电网络中独立于正常电源的专用的馈电线路； 蓄电池； 干电池。

2. 二级负荷对供电电源的要求 二级负荷也属重要负荷，但其重要程度次于一级负荷。二级负荷宜由两回线路供电，供电变压器一般也应有两台。在负荷较小或地区供电条件困难时，二级负荷可由一回 6kV 及以上专用的架空线路或电缆供电。当采用架空线时，可为一回架空线供电；当采用电缆线路时，应采用两根电缆组成的线路供电，其每根电缆应能承受 100% 的二级负荷。

3. 三级负荷对供电电源的要求 三级负荷属不重要负荷，对供电电源无特殊要求。但一般也应尽量做到可靠供电。

### 第三节 电力系统的电压

#### 一、概述

电力系统中的所有电气设备，都是规定有一定的工作电压和频率的。电气设备在其额定电压和频率下工作时，其综合的经济效果最好。例如感应电动机，若电压偏高，虽转矩增大，但电流和温升也增大，将使绝缘严重受损，缩短使用寿命；若电压偏低，则转矩将按电压二次方成比例地减小，而在负荷转矩要求一定的情况下，绕组电流必然增大，并使绝缘受损，缩短使用寿命。若电源频率偏高或偏低，也将严重影响电动机的转矩和使用寿命。又如白炽灯，若电压偏高，其使用寿命将大大缩短；若电压偏低，则灯光明显变暗，严重影响工作效率和人的视力健康。国务院发布的  
的供电质量应当符合国家标准或者电力行业标准”……“供电质量是指供电频率质量、电压

质量和供电可靠性等。”因此，一般认为，电压、频率和供电连续可靠，是表征电能质量的基本指标。

### 我国采用的工业频率

系统容量达 3000MW 及以上时，则频率偏差范围规定为  $\pm 0.2\text{Hz}$ 。频率的调整主要依靠发电厂。对于工厂供电系统来说，提高电能质量主要是提高电压质量和供电可靠性的问题。

电压质量，不只是指对额定电压来说是电压偏高或偏低即电压偏差的问题，而且包括电压波动以及电压波形是否畸变即是否含有高次谐波成分的问题。

### 二、三相交流电网和电力设备的额定电压

表 1-1 我国三相交流电网和电力设备的额定电压

分类	电网和用电设备 额定电压/ kV	发电机额定电压/ kV	电力变压器额定电压/ kV	
			一次绕组	二次绕组
低压	0.38	0.40	0.38	0.40
	0.66	0.69	0.66	0.69
高压	3	3.15	3, 3.15	3.15, 3.3
	6	6.3	6, 6.3	6.3, 6.6
	10	10.5	10, 10.5	10.5, 11
	-	13.8, 15.75, 18, 20, 22, 24, 26	13.8, 15.75, 18, 20, 22, 24, 26	-
	35	-	35	38.5
	66	-	66	72.6
	110	-	110	121
	220	-	220	242
	330	-	330	363
500	-	500	550	

电网的额定电压等级是国家根据国民经济发展的需要及电力工业的水平，经全面的技术经济分析后确定的。它是确定各类电力设备额定电压的基本依据。表 1-1 中电网额定电压等级是 GB156—1993

由于用电设备运行时要在线路中产生电压损耗，因而造成线路上各点电压略有不同，如图 1-8 的虚线所示。但是成批生产的用电设备，其额定电压不可能按使用地点的实际电压来制造，只能按线路首端与末端的平均电压即电网的额定电压  $U_N$  来制造。所以用电设备的额定电压规定与供电电网的额定电压相同。

由于同一电压的线路一般允许的电压偏差是  $\pm 5\%$ ，即整个线路允许有 10% 的电压损耗，因此，为了维持线路首端与末端的平均电压为额定值，线路首端电压应较电网额定电压