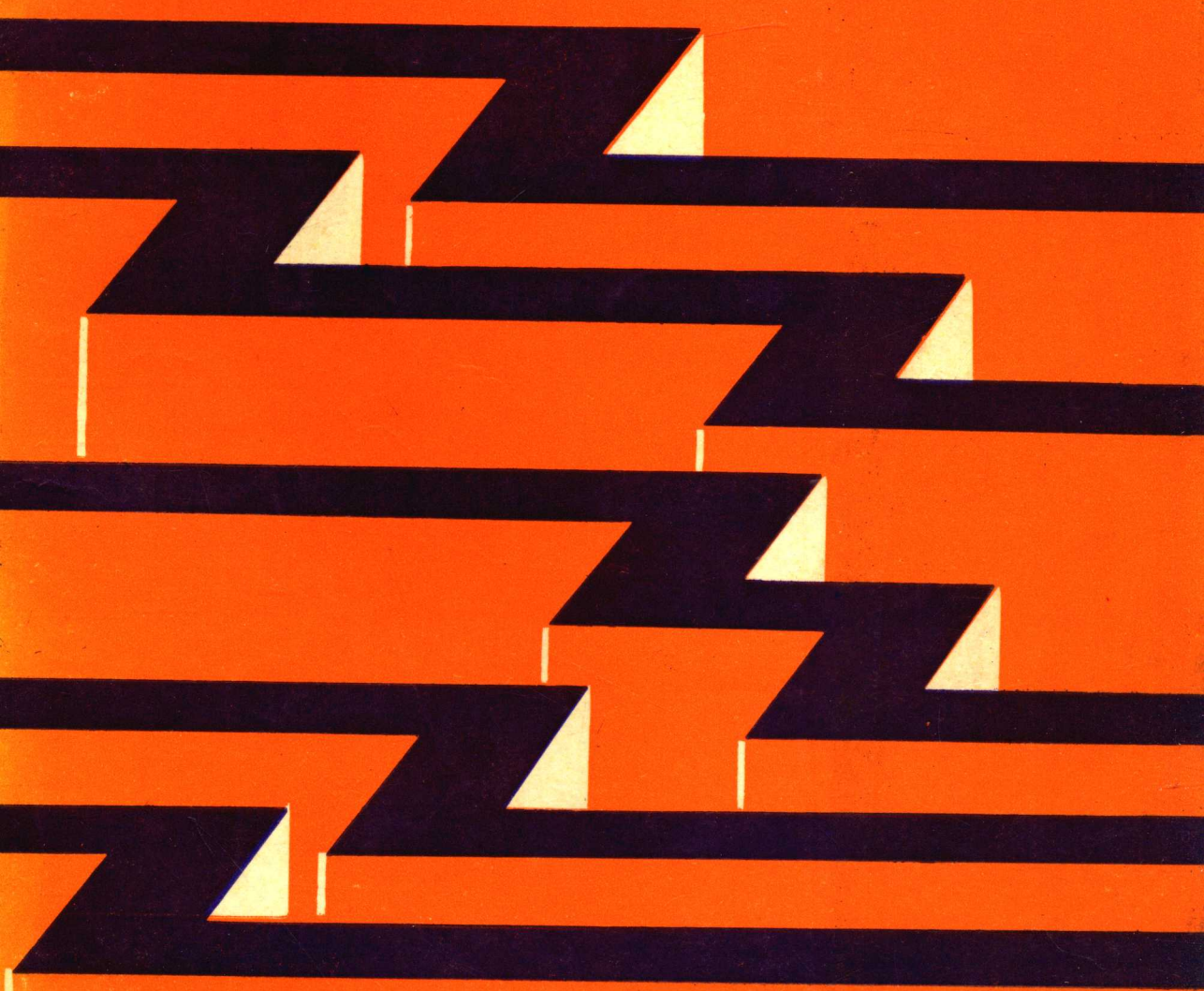


普通中等专业教育机电类规划教材

工厂供电

成都无线电机械学校 刘介才 主编



机械工业出版社

普通中等

制教材

工厂供电

主编 刘介才

参编 戴绍基 林松 史兰云

主审 申鸿光



机械工业出版社

(京)新登字054号

TM727.3

本书是根据1992年4月修订的中专工业企业电气化专业工厂供电教学大纲编写的。

本书共分十章：首先概述工厂供电的有关知识和基本问题，然后系统讲述工厂供电系统的主要电气设备，供电系统的结构和结线，负荷计算及电器与导体的选择，短路计算及电器与导体的校验，继电保护及二次系统，防雷、接地及电气安全，电气照明，电能节约，最后介绍工厂供电系统运行维护和检修试验知识。

为便于复习和自学，章末还附有思考题和习题，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工厂供电课程设计任务书。

本书根据中专特点，加强了工厂供电系统运行维护方面的内容，而且注意贯彻我国最新的标准和规范，注意介绍更新换代产品；在文字叙述方面也力求浅显易懂，便于自学。

工 厂 供 电

成都无线电机械学校 刘介才 主编

*

责任编辑：贡克勤 版式设计：王 颖

封面设计：方 芬 责任校对：杨兴祥

责任印制：王国光

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

邮政编码：100037

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 20¹/₂·字数 499 千字

1993年10月北京第1版·1993年10月北京第1次印刷

印数 00 001—30 000·定价：10.00元

*

ISBN 7-111-03743-X/TM·471(课)

前 言

本书是遵照机械电子工业部中专“八·五”教材规划，根据1992年4月杭州专业组会议修订的中专工业企业电气化专业《工厂供电》课程教学大纲编写的。

本书共分十章：首先概述工厂供电的有关知识和基本问题，然后系统讲述工厂供电系统的主要电气设备，供电系统的结构和结线，负荷计算及电器与导体的选择，短路计算及电器与导体的校验，继电保护及二次系统，防雷、接地及电气安全，工厂的电气照明，工厂的电能节约，最后介绍工厂供电系统运行维护和检修试验知识。

为便于复习和自学，每章末附有思考题和习题，书末附有习题的参考答案。为便于了解有关文字符号的含义，本书前面列有新旧符号对照和具有中英文含义说明的字符表。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工厂供电课程设计任务书。

本书较之以往的《工厂供电》教材，在教材体系方面作了较大调整，加强了与运行维护有关的内容，以更好地体现中专教材的特色。本书注意贯彻我国最新的标准和规范，注意介绍更新换代产品特别是节能产品。在文字叙述方面，本书也力求浅显易懂，便于自学。

本书由成都无线机械学校刘介才主编。福建机电学校林松、中原机械工业学校戴绍基和山东省机械工业学校史兰云参加了编写，分别编写了第三章、第七章和第九章，林松还提供了部分工厂供电实验资料。

本书由上海电机技术高等专科学校申鸿光主审。在1992年7月于大连召开的《工厂供电》教材审稿会议上，除上述编审人员与会外，特邀保定职工大学张林杰、宝鸡市工业学校侯永林、沈阳机电工业学校孙成普、大连工业学校徐洪江等老师参加审稿。主审和参加审稿会议的老师对教材初稿进行了逐章审订，提出了不少宝贵意见。本书最后由主编整理定稿。

在编写过程中，不少单位和个人给予了大力支持和帮助，谨在此表示衷心的感谢。

限于我们的思想水平和业务水平，书中难免还有不少缺点错误，恳切希望使用本书的师生和广大读者批评指正。

编 者

1992年10月

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	—	KS	信号继电器	signal relay	XJ
A	放大器	amplifier	FD	器			
APD	备用电源 自动投入装置	auto-put-into device of reserve-source	BZT	KT	时间继电器	timing relay time-delay relay	SJ
ARD	自动重合闸装置	auto-reclosing device	ZCH	KV	电压继电器	voltage relay	YJ
C	电容, 电容器	electric capacity, capacitor	C	L	电感, 电感线圈	inductance, inductive coil	L
F	避雷器	arrester	BL	L	电抗器	reactor	L
FU	熔断器	fuse	RD	M	电动机	motor	D
G	发电机, 电源	generator, source	F	N	中性线	neutral wire	N
GN	绿色指示灯	green indicator lamp	LD	PA	电流表	ammeter	A
HDS	高压配电所	high-voltage distribution substation	GBS	PE	保护线	protective wire	—
HL	指示灯, 信号灯	indicator lamp, pilot lamp	XD	PEN	保护中性线	protective neutral wire	N
HSS	总降压变电所	head stepdown substation	ZBS	PJ	电度表	watt-hour meter	Wh, varh
K	继电器, 接触器	relay, contactor	J, C	PV	电压表	voltmeter	V
KA	电流继电器	current relay	LJ	Q	电力开关	power switch	K
KG	气体继电器	gas relay	WSJ	QF	断路器	circuit-breaker	DL
KH	热继电器	heating relay	RJ	QF	低压断路器	low-voltage circuit breaker	ZK
KA	中间继电器	auxiliary relay	ZJ	(QA)	(自动开关)	(auto-switch)	
KM	接触器	contactor	C, JC			automatic circuit breaker	
KO	合闸接触器	closing operation contactor	HC	QK	刀开关	knife switch	DK
				QL	负荷开关	load-switch switch-fuse	FK
				QM	手力操动机构辅助触点	auxiliary contact of manual operating mechanism	—
				QS	隔离开关	disconnecter	GK
				R	电阻	resistance	R
				RD	红色指示灯	red indicator lamp	HD

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
RP	电位器	potential meter potentiometer	W	WAS	事故音响 信号小母线	accident sound signal small-bus- bar	SYM
S	电力系统	electric power system	XT	WB	母线	busbar	M
S	启辉器	glow starter	S	WC	控制电路	control circuit	KM
SA	控制开关	control switch	KK		电源小母线	source small-bus- bar	
SA	选择开关	selector switch	XK				
SA	按钮	push-button	AN	WF	闪光信号 小母线	flash-light sig- nal small-busbar	SM
STS	车间变电 所	shop transform- er substation	CBS	WFS	预报信号 小母线	forecast signal small-busbar	YBM
T	变压器	transformer	B				
TA	电流互感 器	current transfo- rmer	LH	WL	灯光信号 小母线	lighting signal small-busbar	DM
TAN	零序电流 互感器	neutral-current transformer	LLH	WL	线路	line	I
TAV	电流电压 变换器	current-voltage transformer	—	WO	合闸电路 电源小母线	switch-on circ- uit source small- busbar	HM
TR	整流变压 器	rectifier rec- tifier transformer	ZB	WS	信号电路 电源小母线	signal circuit source small-bus- bar	XM
TS	电源变压 器	source transfor- mer	B, YB	WV	电压小母 线	voltage small- busbar	YM
TV	电压互感 器	voltage transfo- rmer	YH	X	电抗	reactance	X
U	变流器	converter	BL	X	端子板	terminal strip	—
U	整流器	rectifier	ZL	XB	连接片	link	LP
V	二极管	diode	D	YA	电磁铁	electromagnet	DC
V	晶体管	transistor	BG	YO	合闸线圈	closing operati- on coil	HQ
W	导线, 母 线	wire, busbar	l, M	YR	跳闸线圈, 脱扣器	opening operati- on coil, release	TQ

二、物理量下角标的文字符号

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	year(拉丁文 an- num)	n	C	电容, 电容 器	electric capaci- ty, capacitor	C
a	有功	active	a, yg	c	计算	calculate	js
Al	铝	aluminium	Al	c	顶棚, 天 花板	ceiling	—
al	允许	allowable	yx				
av	平均	average	pi	cab	电缆	cable	L

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
cr	临界	critical	lj	np	非周期性	non-periodic	f zq
Cu	铜	copper	Cu		的		
d	需要	demand	x	oc	断路	open circuit	dl
d	基准	datum	j	oh	架空线路	over-head line	K
d	日	day	—	oL	过负荷	over-load	gh
d	直流	direct-current (D.C)	z, zl	op	动作	operat	dz
dsq	不平衡	disequilibrium	bp	OR	过电流脱扣器	over-current re-lease	TQ
E	地, 接地	earth, earthing	d, jd	p	有功功率	active power	p
e	设备	equipment	S	P	周期性的	periodic	zq
e	有效的	efficiency	yx	p	保护	protect	J
e, eq	等效的	equivalent	dx	pk	尖峰	peak	jf
ec	经济的	economic	j, ji	q	无功功率	reactive power	q
es	电动稳定	electrokinetic stable	dw	QF	断路器	circuit-breaker	DL
FE	熔体	fuse-element	RT	QF	低压断路器(自动开关)	low-voltage circuit-breaker(auto-switch)	ZK
Fe	铁	iron	Fe	qb	速断	quick break	sd
FU	熔断器	fuse	RD	r	无功	reactive	r, wg
h	高度	height	h	RC	室空间	room cabin	RC
i	电流	current	i	re	返回, 复归	return, reset	f
i	任意常数	arbitrary constant	i	rel	可靠(性)	reliability	k
ima	假想的	imaginary	jx	S	系统	system	XT
k	短路	short-circuit	d	s	短延时	short-delay	—
KA	继电器	relay	J	saf	安全	safety	—
L	电感	inductance	L	sh	冲击	shock, impulse	cj, ch
L	负荷, 负载	load	H, fz	st	起动	start	q, qd
L	灯	lamp	D	step	跨步	step	kp
l	线, 线路	line	l	T	变压器	transformer	B
l	长延时	long-delay	l	t	时间	time	t
M	电动机	motor	D	TA	电流互感器	current transformer	LH
man	人工的, 手工的	manual	rg	器			
m	最大	maximum	m	tou	接触	touch	jc
max	最大	maximum	max	TR	热脱扣器	thermal release	R, RT
min	最小	minimum	min	TV	电压互感器	voltage transformer	YH
N	额定, 标称	rated, nominal	e	器			
n	数目, 总数	number, total	n	u	电压	voltage	u
nat	自然的, 天然的	natural	zr	w	结线, 接线	wiring	JX

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
w	工作	working	gz	φ	相	phase	φ
w	墙壁	wall	—	0	零,无,空	zero, nothing,	0
WL	导线, 线路	wire, line	l	0	停止, 停歇	empty stopping	0
x	某一数值	a number	n	0	每(单位)	per(unit)	0
XC	[触头]接触	contact	jc	0	中性线	neutral wire	0
a	吸收	absorption	a	0	起始的	initial	0
ρ	反射	reflection	ρ	0	周围(环境)	ambient	0
θ	温度	temperature	θ	0	瞬时	instantaneous	0
Σ	总和	total, sum	Σ	30	半小时[最大]	30min[maximum]	30
τ	透射	transmission	τ				

注: 字符表中“旧符号”主要指刘介才主编的《工厂供电》1979年版和1984年版曾采用的文字符号, 这些符号基本符合GB315—64《电工设备文字符号编制通则》的规定。

目 录

前 言	II
字符表	IV
第一章 概论	1
第一节 工厂供电的意义、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	17
习 题	18
第二章 工厂供电系统的主要电气 设备	19
第一节 工厂供电系统电气设备的分 类	19
第二节 电气设备中的电弧问题	19
第三节 高低压熔断器	22
第四节 高低压开关设备	25
第五节 电流互感器和电压互感器	40
第六节 高低压成套配电装置	46
第七节 电力变压器	48
思考题	49
第三章 工厂供电系统的结线和结 构	51
第一节 工厂变配电站的主结线方案	51
第二节 工厂变配电站的结构与布置	59
第三节 工厂电力线路的结线方式	67
第四节 工厂电力线路的结构与敷设	72
思考题	85
第四章 负荷计算及电器与导体的 选择	86
第一节 电力负荷和负荷曲线的有关 概念	86
第二节 用电设备组计算负荷的确定	89
第三节 工厂计算负荷的确定	96
第四节 尖峰电流及其计算	100
第五节 电力变压器的选择	101
第六节 高低压电气设备的选择	103

第七节 工厂电力线路的选择计算	109
思考题	118
习 题	119
第五章 短路计算及电器与导体的 校验	121
第一节 短路的原因、后果及形式	121
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	122
第三节 三相短路电流的计算	125
第四节 两相及单相短路电流的计算	132
第五节 短路电流的效应及短路稳定 度校验	133
第六节 电器和导体的校验	137
思考题	142
习 题	142
第六章 继电保护装置及二次系 统	143
第一节 继电保护装置的任务和要求	143
第二节 常用的保护继电器	144
第三节 工厂高压线路的继电保护	151
第四节 电力变压器的继电保护	164
第五节 高压电动机的继电保护	170
第六节 断路器控制回路和信号系统	172
第七节 绝缘监察装置和测量仪表	175
第八节 工厂供电系统二次回路接线 图	178
思考题	181
习 题	183
第七章 防雷、接地及电气安全	184
第一节 过电压与防雷	184
第二节 电气设备的接地	194
第三节 电气安全	208
思考题	213
习 题	214
第八章 工厂的电气照明	215
第一节 照明技术的有关概念	215
第二节 工厂常用的电光源和灯具	217
第三节 照度标准及照度计算	224

第四节 照明供电系统及其选择	227	表A-13 LJ型铝绞线的电阻、电抗 和允许载流量	293
思考题	233	表A-14 BLX型和BLV型铝芯绝缘 导线明敷、穿钢管和穿塑 料管时的允许载流量	294
习题	233	表A-15 户内明敷及穿管的绝缘导 线的电阻和电抗	296
第九章 工厂的电能节约	235	表A-16 GL ^{11、15} _{21、25} 型感 应式电流继电器的主要技术 数据及动作特性曲线	296
第一节 电能节约的意义	235	表A-17 常用接闪器的安装部位和 材料规格	297
第二节 工厂电能节约的一般措施	235	表A-18 部分电力装置要求的工作 接地电阻值	298
第三节 工厂供用电设备的电能节约	238	表A-19 土壤电阻率参考值	298
第四节 无功功率的人工补偿	251	表A-20 钢接地体和接地线的最小 尺寸规格	298
思考题	258	表A-21 垂直管形接地体的利用系 数	299
习题	259	表A-22 PZ220型普通白炽灯泡的 主要技术数据	299
第十章 工厂供电系统的运行维护 与检修试验	260	表A-23 室内一般照明灯具距离地 面的最低悬挂高度	300
第一节 工厂变电所的运行维护	260	表A-24 生产车间及工作和生活场 所的平均照度值	301
第二节 工厂电力线路的运行维护	265	表A-25 GC1- $\frac{A}{B}$ -1型工厂配照灯 的主要技术数据	302
第三节 工厂供电系统主要电气设备 的检修试验	267	表A-26 配照灯的比功率参考值	303
思考题	284	附录B 工厂供电实验指导书	303
附录	286	实验须知	303
附录A 部分常用技术数据表	286	实验一 高压电器的认识实验	304
表A-1 RT0型低压熔断器的主要技 术数据及保护特性曲线	286	实验二 低压电器的认识实验	305
表A-2 RM10型低压熔断器的主要 技术数据及保护特性曲线	287	实验三 定时限过电流保护实验	307
表A-3 SN10-10型高压少油断路器 的主要技术数据	287	实验四 反时限过电流保护实验	309
表A-4 DW ¹⁰ ₁₅ 型低压断路 器的主要技术数据	288	实验五 电缆绝缘电阻的测量及故障 的探测分析	310
表A-5 SL7系列低损耗电力变压器 的主要技术数据	289	附录C 工厂供电课程设计任务书	311
表A-6 用电设备组的需要系数、二 项式系数及功率因数	290	附录D 习题参考答案	316
表A-7 部分工厂的全厂需要系数、 功率因数及年最大有功负荷 利用小时参考值	291	参考文献	318
表A-8 并联电容器的无功补偿率	291		
表A-9 BW系列并联电容器的主要 技术数据	291		
表A-10 导体在正常和短路时的最 高允许温度及热稳定系数	292		
表A-11 架空裸导线的最小截面积	293		
表A-12 绝缘导线线芯的最小截面积	293		

第一章 概 论

本章概述工厂供电有关的一些基本知识和基本问题，为学习以后各章内容打下一个初步的基础。首先简要说明工厂供电的意义、要求及课程的任务，接着简介一些典型的工厂供电系统以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基本问题，即电力系统的电压和电力系统的中性点运行方式。

第一节 工厂供电的意义、要求及课程任务

工厂供电，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、实现电气化以后，就能大大增加产量，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的自动化。但是，工厂的电能供应如果突然中断，则对工业生产可能造成严重的后果，甚至可能发生重大的设备损坏事故和人身伤亡事故。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，并搞好电能的节约，就必须达到下列基本要求：

- (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质量和频率等方面的要求。
- (4) 经济 应使供电系统的投资少，运行费用低，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，又要有全局观点，能顾全大局，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。

第二节 工厂供电系统及其电源和负荷

一、工厂供电系统简介

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。

一般中小型工厂的电源进线电压为6~10kV，某些大中型工厂的电源进线电压可为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1kV及以下的电压；而1kV

及以上的电压则称为“高压”。[⊖]

(一) 具有高压配电所的工厂供电系统

图1-1是一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。还必须说明，这里绘出的系统图未绘出其中的开关电器（母线和低压联络线上装设的开关除外）。

从图1-1可以看出，该厂的高压配电所有两条6~10kV的电源进线，分别接在高压配电所的两段母线上。所谓“母线”，就是用来汇集和分配电能的导线。这两段母线之间装有一组分段开关，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，可以闭合分段开关由另一条电源进线来对整个配电所负荷供电。这种配电所最常见的运行方式是：分段开关通常是闭合的，整个配电所由一条电源进线供电（正常情况下由公共电网来电），而另一条电源进线则作为备用（通常由邻近单位取得备用电源）。该高压配电所有

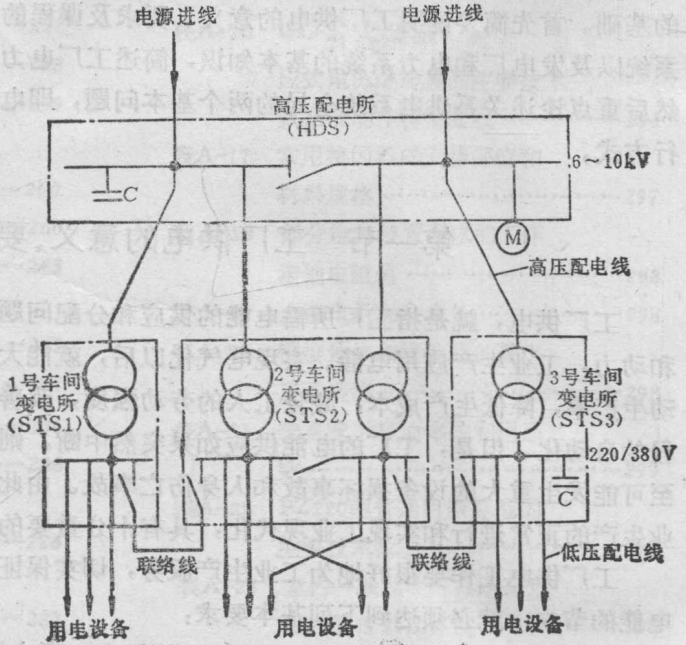


图1-1 具有高压配电所的工厂供电系统图

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，将6~10kV高压降为低压用电设备所需的220/380V电压。这里的2号车间变电所，两台电力变压器分别由高压配电所的两段母线供电，而低压侧也采用单母线分段制，从而使供电可靠性大大提高。而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，直接接一组高压并联电容器。3号车间变电所的低压母线上也接有一组低压并联电容器。这些并联电容器都是用来补偿无功功率、提高功率因数用的。

(二) 具有总降压变电所的工厂供电系统

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。该厂经两次降压，首先经总降压变电所，将35kV及以上的进线电压降为6~10kV的高压配电电压，然后经车间变电所将6~10kV电压降为220/380V电压，供低压用电设备使用。高压用电设备则直接由总降压变电所的6~10kV母线直接供电。为了补偿供电系统的无功功率，提高功率因数，

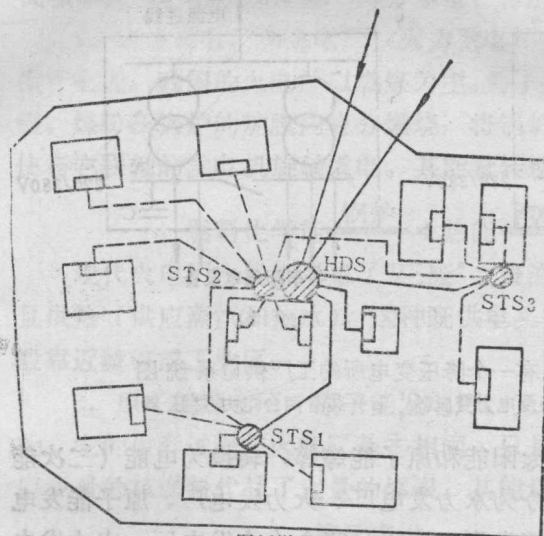
⊖ 这里的“低压”、“高压”是从设计制造的角度来划分的。如果从电气安全的角度，则按我国能源部发布的《电业安全工作规程》(DL408—91)规定：“低压”为设备对地电压在250V及以下者；“高压”为设备对地电压在250V以上者。

⊖ 按GB6988—86《电气制图》定义：“系统图”(system diagram)是用符号或带注释的框，概略表示系统或分系统的基本组成、相互关系及其主要特征的一种简图，而“电路图”(circuit diagram)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。

则在高压6~10kV母线上或低压380V母线上接入并联电容器。

(三) 高压深入负荷中心的工厂供电系统

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架空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，通过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降配电方式，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，提高了供电质量，而且适应工厂负荷的发展。但是必须考虑厂区要有满足35kV架空线路的“安全走廊”，以确保供电安全。



图例说明

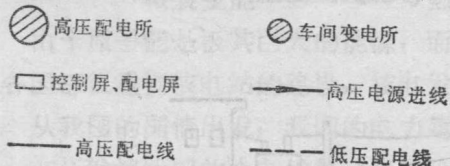


图1-2 图1-1所示工厂供电系统的平面布线示意图

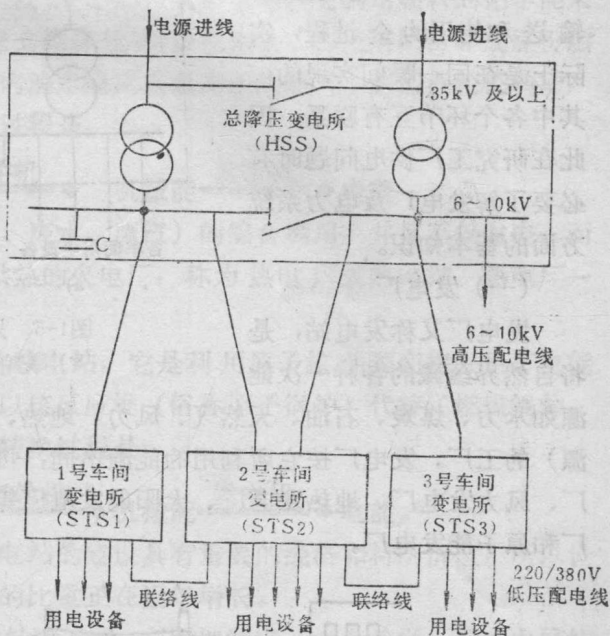


图1-3 具有总降压变电所的工厂供电系统图

(四) 只有一个变配电所的工厂供电系统

对于小型工厂，由于所需容量一般不大于1000kV·A或稍多，因此通常只设一个将6~10kV电压降为低压的降压变电所，其系统图如图1-5所示。这种变电所相当于上述的车间变电所。

如果工厂所需容量不大于160kV·A时，通常采用低压进线，因此只需设置一个低压配电所，即经由低压配电室用低压配电线路直接向各车间配电。

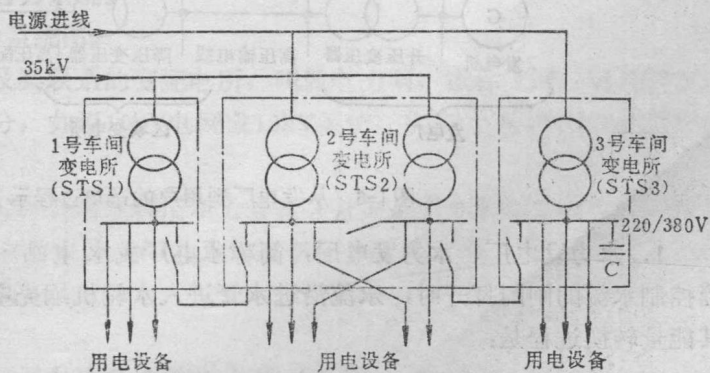


图1-4 高压深入负荷中心的工厂供电系统图

综上所述可知，变电所的任务是接受电能、改变电压和分配电能，而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多了改变电压的任务，即变电所一定装有电力变压器。

二、发电厂和电力系统简介

工厂所需电力电源是由发电厂生产的。但发电厂大多建在能源基地附近，往往离用户很远。为了减少输电损失，因此发电机发出的电压一般要经升压变压器升压，而用户使用的电压一般是低压，因此最后要经降压变压器降压，如图1-6所示。由于电能生产、输送和使用的全过程，实际上是在同一瞬间实现的，其中各个环节互有联系，因此在研究工厂供电问题时有必要了解发电厂及电力系统方面的基本知识。

(一) 发电厂

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、太阳能和原子能等等，转换为电能（二次能源）的工厂。发电厂按它所利用的能源不同，可分为水力发电厂、火力发电厂、原子能发电厂、风力发电厂、地热发电厂、太阳能发电厂等等类型。这里只简介水力发电厂、火力发电厂和原子能发电厂。

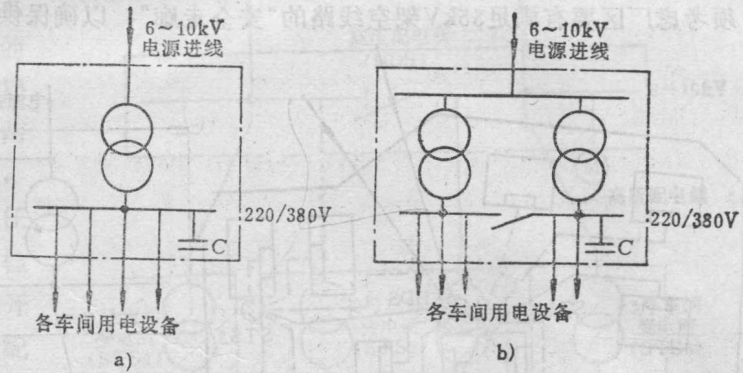


图1-5 只有一个降压变电所的工厂供电系统图
a) 装有一台电力变压器 b) 装有两台电力变压器

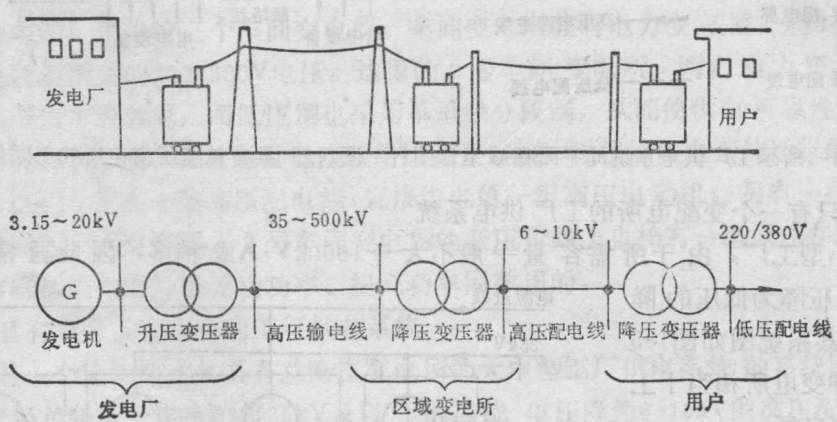
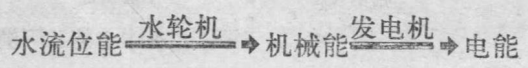


图1-6 从发电厂到用户的送电过程示意图

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（又称落差）和流过水轮机的水流量的乘积成正比，所以建造水电站，必须用人工的办法来提高水位。最常用的办法，就是在河道上建筑一个很高的拦河坝，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。电站就建在坝的后面。这种水电站，叫做坝后式水电站。我国一些大型水电站包括规划设计中的三峡水电站，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，然后利用沟渠或隧道，将河水直接引至建在河段末端的水电站。这种水电站，叫做引水式水电站。还有一种水电站，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。这种水电站，叫做混合式水电站。

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，使与它联轴的发电机旋转发电。其能量转换过程是：

燃料化学能 $\xrightarrow{\text{锅炉}}$ 热能 $\xrightarrow{\text{汽轮机}}$ 机械能 $\xrightarrow{\text{发电机}}$ 电能

现代火电厂一般都考虑了“三废”（废渣、废水、废汽）的综合利用，并且不仅发电，而且供热（供应蒸汽和热水）。这种既供电又供热的火电厂，称为热电厂或热电站。热电厂一般靠近城市或工业区。

3. 原子能发电厂 原子能发电厂，又称核电站。它是利用原子核的裂变能来生产电能的。它的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）代替了燃煤锅炉，以少量的核燃料代替了大量的煤炭。其能量转换过程是：

核裂变能 $\xrightarrow{\text{核反应堆}}$ 热能 $\xrightarrow{\text{汽轮机}}$ 机械能 $\xrightarrow{\text{发电机}}$ 电能

由于原子能是极其巨大的能源，而且核电站的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站的建设，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，还开始兴建一批核电站，并正式规划建设举世瞩目的三峡水电站。

（二）电力系统

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，叫做电力系统。

图1-7是一个大型电力系统的系统图。

电力系统中的各级电压线路及其联系的变配电所，叫做电力网，或称电网。但习惯上，电网或系统往往按电压等级来划分，如说10kV电网或10kV系统，实际上是指10kV的整个电力线路。

建立大型电力系统，可以更经济合理地利用动力资源（首先是充分利用水力资源），降低发电成本，减少电能损耗，保证供电质量（即电压和频率合乎规范要求），并大大提高供电可靠性，有利于整个国民经济的发展。

三、工厂的电力负荷简介

电力负荷有两个含义：一是指用电设备或用电单位（用户），另一是指用电设备或用电单位所消耗的电功率或电流。这里指的是前者。

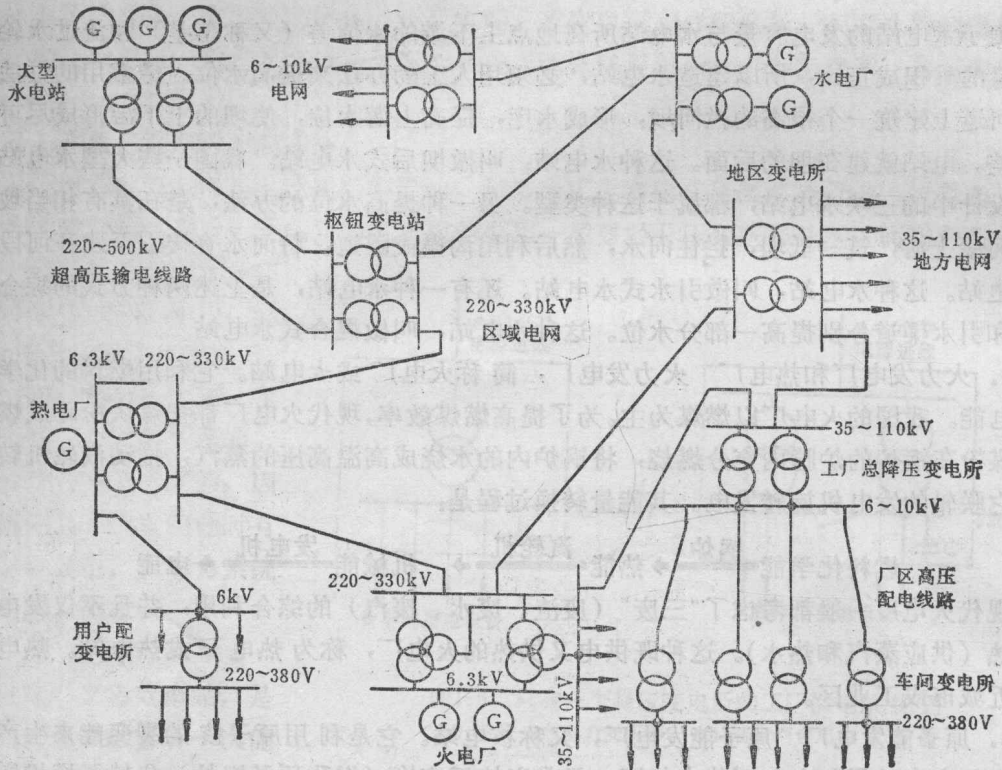


图1-7 大型电力系统的系统图

(一) 电力负荷的分级

工厂的电力负荷，按其供电可靠性的要求及中断供电在政治、经济上所造成的损失或影响的程度，分为以下三级：

1. 一级负荷 一级负荷为中断供电将造成人身伤亡者；或在政治、经济上将造成重大损失者，如重大设备损坏、重大产品报废、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而需要长时间才能恢复等。

在一级负荷中，特别重要的负荷是指在中断供电时将发生中毒、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。

2. 二级负荷 二级负荷为中断供电将在政治、经济上造成较大损失者，如主要设备损坏、大量产品报废、连续生产过程被打乱而需较长时间才能恢复、重点企业大量减产等。

3. 三级负荷 三级负荷为一般的电力负荷，即所有不属于上述一、二级负荷者。

(二) 各级电力负荷对供电电源的要求

1. 一级负荷对供电电源的要求 一级负荷属重要负荷，如中断供电，后果十分严重，因此要求应由两个电源供电，当一个电源发生故障时，另一个电源不应同时受到损坏。

对一级负荷中特别重要的负荷，除要求有上述两个电源外，还要求增设应急电源。为保证对特别重要负荷的供电，严禁将其它负荷接入应急供电系统。常用的应急电源有：独立于正常电源的发电机组，干电池，蓄电池，供电系统中有效地独立于正常电源的专门供电线路。

2. 二级负荷对供电电源的要求 二级负荷也属重要负荷，但与一级负荷相比，中断供电对它所造成的后果没有那么严重，然而二级负荷包括的范围又比一级负荷广，因此对二级负

荷,要求做到当发生电力变压器故障或电力线路常见故障时不致中断供电,或中断后能迅速恢复供电。通常要求两回路供电,供电变压器也应有两台,但两台不一定在同一变电所。只有当负荷较小或当地供电条件困难时,才允许由一回6kV及以上的专用架空线供电(这是考虑架空线路发生故障时较之电缆发生故障易于检查和修复)。当供电线路从配电所引出采用电缆段时,要求必须采用两根电缆,每根电缆要能承受全部二级负荷,且互为“热备用”,即同时处于运行状态。

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。

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条件下工作时,其综合的经济效果最好。例如感应电动机,如电压偏高,虽转矩增大,但电流也增大,温升增高,将使绝缘严重受损,缩短使用寿命;如电压偏低,则转矩将按电压平方成比例减小,在负荷转矩要求一定的情况下,必然电流增大,也将影响使用寿命;如频率偏高或偏低,也都将严重影响转矩和使用寿命。因此,电压和频率被认为是衡量电力系统电能质量的两个基本参数。

我国采用的工业频率(简称工频)为50Hz,频率偏差范围为 $\pm 0.5\text{Hz}$ 。如电力系统容量达3000MW或以上时,则频率偏差不得超过 $\pm 0.2\text{Hz}$ 。但是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问题。

电压质量,不只是对额定电压来说电压偏高或偏低即电压偏差问题,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。

下面先介绍我国规定的三相交流电网和电力设备的额定电压等级,然后讲述电压偏差和电压调整问题,接着简述工厂供电系统高低压配电电压的选择原则,最后分别讨论电力系统中的电压波动和高次谐波问题。

二、三相交流电网和电力设备的额定电压

我国标准规定的三相交流电网和电力设备的额定电压,如表1-1所示,下面对此表作一些说明。

(一) 电网(电力线路)的额定电压

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。

(二) 用电设备的额定电压

由于用电设备运行时要在线路上引起电压损耗,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,而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。

(三) 发电机的额定电压

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在额定值,线路首端电压就应较电网额定电压高