



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



教育部高职高专规划教材

机械工业出版社精品教材


供配电技术

GONGPEIDIAN JISHU

第3版

刘介才 编著



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

赠电子课件、
章后习题详解

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

教育部高职高专规划教材

机械工业出版社精品教材

供 配 电 技 术

第 3 版

刘介才 编著



机械工业出版社

本书是教育部高职高专规划教材,为2005年第2版的修订本,主要适用于电气自动化、电力系统自动化、建筑电气、供用电技术专业。本书亦可供广播电视大学、职工大学、业余大学及应用型本科有关专业使用,并可供有关工程技术人员参考。

本书共分十章,包括概论,供配电系统的主要电气设备,电力负荷及其计算,短路计算及电器的选择校验,供配电系统的接线、结构及安装图,供配电系统的保护、二次回路及其自动装置与自动化,电气照明,安全用电、节约用电与计划用电,供配电系统的设计施工、运行维护与检修试验。

本书在第2版的基础上,本着“与时俱进、精益求精”的精神,根据我国近年来新颁布的一系列标准规范及供配电技术的最新发展,进行了全面的修订,使本教材切实具有新颖实用的特色。

为便于教师授课,本书备有免费电子课件和章后习题详解,凡选用本书做授课教材的教师均可来电索取,电话:010-88379375, Email: cmp-gaozhi@sina.com。

图书在版编目(CIP)数据

供配电技术/刘介才编著. —3版. —北京:机械工业出版社,2012.2(2012.6重印)

普通高等教育“十一五”国家级规划教材 教育部
高职高专规划教材 机械工业出版社精品教材

ISBN 978-7-111-36215-9

I. ①供… II. ①刘… III. ①供电-高等职业教育-教材②配电系统-高等职业教育-教材 IV. ①TM72

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第215625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:于宁

版式设计:霍永明 责任校对:肖琳

封面设计:王伟光 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2012年6月第3版第2次印刷

184mm×260mm·26印张·643千字

4001—8000册

标准书号:ISBN 978-7-111-36215-9

定价:46.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

出版说明

教材建设工作是整个高职高专教育教学工作中的重要组成部分。改革开放以来，在各级教育行政部门、学校和有关出版社的共同努力下，各地已出版了一批高职高专教育教材。但从整体上看，具有高职高专教育特色的教材极其匮乏，不少院校尚在借用本科或中专教材，教材建设仍落后于高职高专教育的发展需要。为此，1999年教育部组织制定了《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》)，通过推荐、招标及遴选，组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师，成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍，并在有关出版社的积极配合下，推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种，用5年左右时间完成。出版后的教材将覆盖高职高专教育的基础课程和主干专业课程。计划先用2~3年的时间，在继承原有高职、高专和成人高等学校教材建设成果的基础上，充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验，解决好新形势下高职高专教育教材的有无问题；然后再用2~3年的时间，在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上，通过研究、改革和建设，推出一大批教育部高职高专教育教材，从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

“教育部高职高专规划教材”是按照《基本要求》和《培养规格》的要求，充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的，适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

前 言

本书是教育部高职高专规划教材，为2005年第2版的修订本，主要适用于电气自动化、电力系统自动化、建筑电气、供用电技术等专业。本书也适用于广播电视大学、职工大学、业余大学及应用型本科的有关专业，并可供有关工程技术人员参考。教材内容可根据各校专业要求和教学时数自行取舍。限于教学时数时，目录中标有“*”号的章节，可作为选讲内容，或安排给学生自学。

本书共分十章。首先是概论，简要地讲述供配电工作的意义、要求及本课程任务，供配电系统及发电厂、电力系统和自备电源的基本知识，电力系统的中性点运行方式及低压配电系统的接地形式，供电质量要求及电力用户供配电电压的选择等，为学习本课程打下初步的基础。接着依次讲述供配电系统的主要电气设备、电力负荷及其计算、短路计算及电器的选择校验、供配电系统的接线与结构及安装图、供配电系统的保护、二次回路及其自动装置与自动化、电气照明、安全用电、节约用电与计划用电。最后讲述供配电系统的设计施工、运行维护与检修试验。

为便于学生复习和自学，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。为配合教学和习题的需要，书末还附录一些技术数据图表。为便于学生更准确地理解有关专业名词术语的含义，本书对首次出现的一些专业名词术语加注了英文，并在本书前面列有中英含义对照的字符表，供参考。

本书在第2版的基础上，本着“与时俱进、精益求精”的精神，根据我国近年来新颁布的一系列标准规范及供配电技术的最新发展，又进行了全面的修订，使本教材切实具有新颖、实用和便于自学的特色。

为便于教师授课，本书特备有免费电子课件和章后习题详解，凡选用本书做授课教材的教师均可来电索取，电话：010-88379375。

本书的修订，得到一些学校老师和出版社有关编辑的支持，谨在此表示谢意！

限于本人水平，书中错漏难免，敬请使用本书的师生和有关专家指正，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

文字符号	中文含义	英文含义	旧符号
A	装置, 设备	Device, Equipment	Z, SB
A	放大器	Amplifier	FD
AL	照明配电箱	Lighting distribution board	XM
AP	电力配电箱	Power distribution board	XL
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
AW	电能表箱	Watt-hour meter box	XW
C	电容; 电容器	Electric capacity; Capacitor	C
EPS	应急电源	Emergency power supply	EPS
F	避雷器	Arrester	BL
FD	跌落式熔断器	Drop-out fuse	DR
FDL	负荷型跌落式熔断器	Load-type drop-out fuse	DRF
FE	排气式避雷器	Expulsion-type arrester	GB
FE	熔断器熔体	Fuse element	RT
FG	保护间隙	Protective gap	JX
FMO	金属氧化物避雷器	Metel-Oxide arrester	JB
FU	熔断器	Fuse	RD
FV	阀式避雷器	Valve-type arrester	FB
G	发电机; 电源	Generator; Source	F; DY
GN	绿色指示灯, 绿灯	Green(indicator) lamp	LD
HL	指示灯, 信号灯	Indicator lamp, Pilot lamp	XD
HR	热脱扣器	Heating release	RT
K	继电器; 接触器	Relay; Contactor	J; JC, C
KA	电流继电器	Current relay	LJ
KAR	重合闸继电器	Auto-reclosing relay	CHJ
KG	气体(瓦斯)继电器	Gas relay	WSJ
KR	热继电器	Heating relay	RJ
KM	中间继电器; 接触器	Medium relay; Contactor	ZJ; JC, C
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(接地)线	Protective earthing wire	—
PEN	保护中性线	Protective earthing and neutral wire	N

(续)

文字符号	中文含义	英文含义	旧符号
PJ	有功电能表	Active energy meter	Wh
PJR	无功电能表	Reactive energy meter	varh
PV	电压表	Voltmeter	V
Q	开关	Switch	K
QF	断路器(含低压自动开关)	Circuit-breaker	DL, (ZK)
QK	刀开关	Knife-switch	DK
QS(F)	负荷开关	Load-switch	FK
QS	隔离开关	Disconnecter	GK
R	电阻; 电阻器	Resistance; Resistor	R
RD	红色指示灯, 红灯	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	按钮开关	Push-button	AN
T	变压器	Transformer	B
TA	电流互感器	Current transformer	LH
TAN	零序电流互感器	Neutral-current transformer	LLH
TV	电压互感器	Voltage transformer	YH
U	整流器; 变流器	Rectifier; converter	ZL; BL
UPS	不间断电源	Uninterrupted power source	UPS
V	电子管; 晶体管	Electronic tube; Transistor	G; T
VD	二极管	Diode	D
VE	电子管	Electronic tube	G
VT	晶体(三极)管	Transister	T
W	导线; 母线	Wire; Busbar	XL; M
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	YBM
WH	白色指示灯, 白灯	White (indicator) lamp	BD
WL	灯光信号小母线; 线路	Lighting signal small-busbar; Line	DM; 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	端子板; 插头; 插座	Terminal block; Plug; Socket	—
XB	连接片; 切换片	Link; Switching block	LP; QP
XS	插座	Socket	CZ
YA	电磁铁	Electromagnet	DC
YE	黄色指示灯, 黄灯	Yellow (indicator) lamp	UD
YO	合闸线圈	Closing operation (ON) coil	HQ
YR	跳闸线圈; 脱扣器	Opening operation coil; Release	TQ

二、物理量的下角标的文字符号

文字符号	中文含义	英文含义	旧符号
a	年, 每年; 有功的	annual; active	n; yg
Al	铝	Aluminium	L
al	允许	allowable	yx
av	平均	average	pj
C	电容; 电容器	electric capacity; capacitor	C
c	计算; 顶棚, 天花板	calculate; ceiling	js; dp
cab	电缆	cable	L
cr	临界	critical	lj
Cu	铜	Copper	T
d	需要; 基准; 差动	demand; datum; differential	x; j; cd
dsq	不平衡	disequilibrium	bp
E	地; 接地	earth; earthing	d; jd
e	设备; 有效的	equipment; efficient	SB; yx
ec	经济的	economic	j, ji
eq	等效的	equivalent	dx
es	电动稳定	electrodynamic stable	dw
f	地板	floor	db
Fe	铁	Iron	Fe
h	高度; 谐波	height; harmonic	h
i	电流; 任一数目	current; arbitrary number	i
ima	假想的	imaginary	jx
k	短路	short-circuit (sc)	d
L	电感; 负荷(载)	inductance; load	L; H, fz
l	线; 长延时	line; long-delay	x; c
m	最大, 幅值	maximum	zd
man	人工的	manual	rg
max	最大	maximum	zd
min	最小	minimum	zx
N	额定, 标称	rated, nominal	e
n	数目	number	n
nat	自然的	natural	zr
np	非周期性的	non-periodic, aperiodic	f-zq
oc	断路, 开路	open circuit	dl
oh	架空线路	over-head line	K
OL	过负荷, 过载	over-load	gh, gz
op	动作	operating	dz
OR	过电流脱扣器	over-current release	TQ
p	有功功率; 周期性的; 保护	active power; periodic; protect	yg; zq; bh
pk	尖峰	peak	jf
q	无功功率	reactive power	wg
qb	速断	quick break	sd

(续)

文字符号	中文含义	英文含义	旧符号
r	无功; 滚球	reactive; roll-ball	wg; —
RC	室空间	room cabin	—
re	返回, 复归	return, reset	f, fh
rel	可靠性	reliability	k
S	系统	system	XT
s	短延时	short-delay	d
saf	安全	safety	aq
sh	冲击	shock, impulse	cj, ch
step	跨步	step	kp
t	时间	time	t
tu	接触	touch	jc
u	电压	voltage	u
w	接线; 墙壁	wiring; wall	jx; qb
x	某一数值	a number	x
α	吸收	absorption	α
ρ	反射	reflection	ρ
τ	透射	transmission	τ
θ	温度	temperature	θ
Σ	总和	total, sum	Σ
φ	相	phase	φ
0	零, 无, 空	zero, nothing, empty	0
0	停止, 停歇	stoping	0
0	每(单位)	per (unit)	0
0	中性线	neutral wire	0, N
0	起始的	initial	0
0	周围(环境)	ambient	0
0	瞬时	instantaneous	0
30	半小时[最大]	30min [maximum]	30
∞	无限大; 稳态	infinity; steady state	∞
*	相对值, 标么值	relative value, per unit value	*
~	交流的; 工频的	alternating current; in 50 Hz	~
\perp	垂直的; 法线的	perpendicular; normal	\perp
	并联的; 平行的	shunt; parallel	
Δ	三角形联结	Δ -connection	Δ
Y	星形联结	Y-connection	Y

目 录

出版说明

前言

本书常用字符表

第一章 概论 1

第一节 供配电工作的意义、要求及课程任务 1

第二节 供配电系统及发电厂、电力系统和自备电源基本知识 2

第三节 电力系统的中性点运行方式及低压配电系统的接地形式 9

第四节 供电质量要求及电力用户供电电压的选择 14

复习思考题 24

习题 25

第二章 供配电系统的主要电气设备 ... 26

第一节 电气设备概述 26

第二节 电力变压器和互感器 26

第三节 高低压开关电器 40

第四节 高低压熔断器和避雷器 59

第五节 无功补偿设备和成套配电装置 ... 69

复习思考题 77

习题 78

第三章 电力负荷及其计算 79

第一节 电力负荷与负荷曲线 79

第二节 三相用电设备组计算负荷的确定 83

* 第三节 单相用电设备组计算负荷的确定 91

第四节 用户计算负荷及年耗电量的计算 94

第五节 尖峰电流及其计算 101

复习思考题 101

习题 102

第四章 短路计算及电器的选择校验 ... 104

第一节 短路的原因、后果及其形式 ... 104

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 ... 106

第三节 无限大容量电力系统中的短路电流计算 108

第四节 短路电流的效应与校验 117

第五节 高低压电器的选择与校验 121

复习思考题 131

习题 132

第五章 供配电系统的接线、结构及安装图 133

第一节 变配电所的主接线方案 133

第二节 变配电所的类型、所址及其布置与结构 145

第三节 变电所主变压器及应急柴油发电机组的选择 159

第四节 供配电线路的接线与结构 161

第五节 供配电线路导线和电缆的选择计算 177

* 第六节 供配电系统的电气安装图 186

复习思考题 195

习题 196

第六章 供配电系统的保护 197

第一节 继电保护的任务与要求 197

第二节 常用的保护继电器及其接线和操作方式 198

第三节 高压电力线路的继电保护 209

第四节 电力变压器的继电保护 219

第五节 供配电系统和建筑物的防雷保护 227

第六节 电气装置的接地与接零 238

第七节 低压配电系统的漏电保护与等电位联结 249

复习思考题 254

习题 255

第七章 供配电系统的二次回路及其自动装置与自动化	257	附表 2 部分高压断路器的主要技术数据	364
第一节 供配电系统的二次回路及其操作电源	257	附表 3 部分万能式低压断路器的主要技术数据	365
第二节 高压断路器的控制与信号回路	260	附表 4 RM10 型低压熔断器的主要技术数据和保护特性曲线	367
第三节 电测量仪表与绝缘监视装置	264	附表 5 RTO 型低压熔断器的主要技术数据和保护特性曲线	368
第四节 供配电系统的自动装置	268	附表 6 部分并联电容器的主要技术数据	369
* 第五节 高层建筑自动化系统	274	附表 7 并联电容器的无功补偿率 Δq_c	370
* 第六节 供配电系统二次回路的接线和接线图	277	附表 8 工业与民用建筑部分重要电力负荷的级别	370
复习思考题	282	附表 9 工业用电设备组的需要系数、二项式系数及功率因数参考值	375
习题	282	附表 10 民用建筑用电设备组的需要系数及功率因数参考值	376
第八章 电气照明	284	附表 11 部分企业的需要系数、功率因数及年最大有功负荷利用小时参考值	377
第一节 照明技术的有关概念	284	附表 12 LJ 型铝绞线、LGJ 型钢芯铝绞线和 LMY 型硬铝母线的主要技术数据	377
第二节 电光源和灯具	287	附表 13 绝缘导线和电缆的电阻和电抗值	379
第三节 照明质量及照度计算	298	附表 14 导体在正常和短路时的最高允许温度及热稳定系数	381
* 第四节 照明供配电系统及电气安装图	303	附表 15 电力变压器配用的高压熔断器规格	381
复习思考题	309	附表 16 绝缘导线明敷、穿钢管和穿塑料管时的允许载流量	382
习题	310	附表 17 10kV 常用三芯电缆的允许载流量及校正系数	387
第九章 安全用电、节约用电与计划用电	311	附表 18 LQJ—10 型电流互感器的主要技术数据	388
第一节 电力供应与使用的管理原则	311	附表 19 外壳防护等级的分类代号	388
第二节 安全用电措施及触电急救	312	附表 20 架空裸导线的最小截面积	389
第三节 节约用电措施及并联电容器的装设与运行	320	附表 21 绝缘导线芯线的最小截面积	390
第四节 计划用电措施及电价与电费	329	附表 22 GL— $\frac{11、15}{21、25}$ 型电流继电器的主要技术数据及其动作特性曲线	390
复习思考题	332		
习题	332		
* 第十章 供配电系统的设计施工、运行维护与检修试验	334		
第一节 供配电工程的设计与施工	334		
第二节 供配电系统的运行维护	337		
第三节 变配电所主要电气设备的检修试验	343		
第四节 供配电线路的检修试验	356		
复习思考题	360		
附录	362		
附表 1 S9 系列和 SC9 系列电力变压器的主要技术数据	362		

附表 23	爆炸和火灾危险环境的分区 …	391	附表 28	部分民用和公共建筑照明 标准值……………	396
附表 24	部分电力装置要求的工作接地 电阻值……………	392	附表 29	GC1—A、B—2G 型工厂配照灯的 主要技术数据和计算图表 ……	398
附表 25	土壤电阻率参考值 ……	392	附表 30	功率因数调整电费表 ……	399
附表 26	垂直管形接地体的利用系 数值 ……	393	习题参考答案 ……	400	
附表 27	部分工业建筑一般照明标 准值 ……	393	参考文献 ……	403	

第一章 概 论

本章概述供配电技术有关的一些基本知识，为学习本课程奠定初步基础。首先简要说明供配电工作的意义、要求及本课程任务，然后介绍供配电系统及发电厂、电力系统和自备电源的基本知识，接着讲述电力系统的中性点运行方式及低压配电系统的接地型式，最后讲述供电质量的要求及电力用户供配电电压的选择。

第一节 供配电工作的意义、要求及课程任务

供配电技术(Engineering of power supply and distribution)，就是研究电力的供应和分配问题。

电力，是现代工业生产的主要能源和动力，是人类现代文明的物质技术基础。没有电力，就没有工业现代化，就没有整个国民经济的现代化。现代社会的信息技术和其他高新技术的应用，都是建立在电气技术应用的基础之上的。因此电力工业被誉为国民经济的“先行官”。工业生产只有电气化以后，才能大大增加产量，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。人类社会生活也只有电气化以后，才能确保正常的社会秩序和必需的生活质量。但是，如果电力供应突然中断，则将对企业生产和社会生活造成严重的后果，不只是会打乱生产和生活秩序，有时甚至可能发生重大的设备损坏事故或人身伤亡事故。因此做好供配电工作，对于保证企业生产和社会生活的正常进行和实现整个国民经济的现代化具有十分重要的意义。

供配电工作要很好地为企业生产和国民经济服务，切实保证企业生产和整个国民经济生活的需要，切实搞好安全用电、节约用电、计划用电(合称“三电”)工作，必须达到下列基本要求：

- (1) 安全— 在电力的供应、分配和使用中，应避免发生人身事故和设备事故。
- (2) 可靠— 应满足电力用户对供电可靠性即连续供电的要求。
- (3) 优质— 应满足电力用户对电压质量和频率质量等方面的要求。
- (4) 经济— 在满足安全、可靠和电能质量的前提下，应尽量使供配电系统的投资少，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，在供配电工作中，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，又要有全局观念，能顾全大局，适应发展。例如计划用电问题，就不能只考虑本单位的局部利益，更要有全局观念，要服从公共电网的统一调度。

本课程的任务，主要是讲述电力用户(含各类企业、事业单位和民用建筑等)的电力供应和分配问题，使学生初步掌握一般供配电系统运行维护和简单设计计算所需的基本理论和基本知识，为今后从事供配电技术工作奠定初步的基础。本课程内容的实践性较强，学习过程中应注意理论联系实际，加强实践训练，以加深对课程内容的理解和掌握。

第二节 供配电系统及发电厂、电力系统和自备电源基本知识

一、供配电系统的基本知识

以工厂企业为例，其供配电系统是指工厂企业所需的电力从进厂起到所有用电设备入端止的整个供配电线路及其中所有变配电设备和控制、保护等设备。

(一) 具有高压配电所的供配电系统

图 1-1 是一个有代表性的中型企业供配电系统简图。

按国家标准 GB/T 6988.1—1997《电气技术用文件的编制》定义，电气简图是采用电气图形符号和带注释的框来表示包括连接线在内的一个系统或设备的多个部件或零件之间关系的图示形式。图 1-1 所示简图中只绘出高低压母线上和低压联络线上的联络开关，未绘出高低压开关设备。

为使电路图简明，如图 1-1 所示的这类主电路图（又称主接线图）通常只用一根线来表示其三相线路，即绘成“单线图”（single-line diagram）的形式。

由图 1-1 可以看出，该企业高压配电所有两路 10kV 电源进线，分别接在高压配电所的两段母线上。所谓“母线”（busbar）就是用来汇集和分配电能的导体，又称汇流排。这种采用一台开关分隔开的单母线接线，称为“单母线分段制”。当一路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，由另一路电源进线来恢复对整个配电所即全厂负荷的供电。这种具有双路电源的高压配电所最常见的运行方式是：分段开关在正常情况下闭合，整个配电所由一路电源供电，通常这一路是来自公共的高压电网；而另一路电源则作为备用，通常这备用电源由邻近单位取得。

图 1-1 所示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（通称“主变压器”），将 10kV 高压降为低压用电设备所需的 220/380V 电压（220V 为相电压，380V 为线电压）。这里的 2 号车间变电所，其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，以提高供配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中的无功功率、提高功率因数用的。

由以上介绍可知，配电所的任务是接受电能和分配电能；而变电所的任务是接受电能、

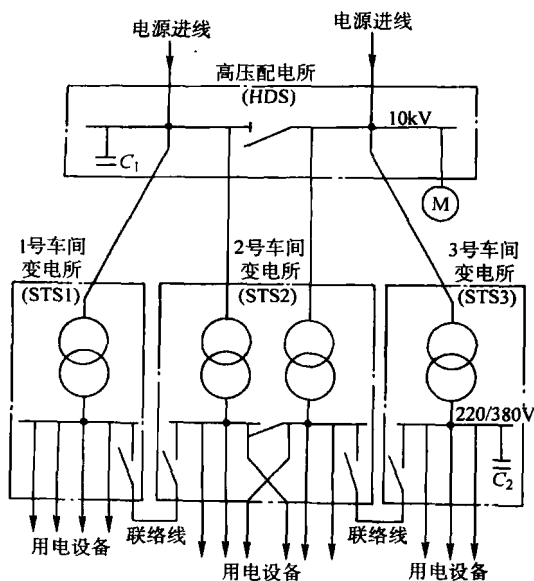


图 1-1 具有高压配电所的企业供配电系统简图

变换电压和分配电能。两者的区别，在于变电所装设有电力变压器，较之配电所增加了变换电压的功能。

(二) 具有总降压变电所的供配电系统

图 1-2 是一个比较典型的具有总降压变电所的大中型企业供配电系统简图。该企业的总降压变电所有两路 35kV 及以上电源进线，采用“桥形接线”。35kV 及以上的电压经电力变压器降为 10kV 电压，再经 10kV 高压配电线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 电压降为一般低压用电设备所需的 220/380V 电压。为了补偿系统的无功功率，提高功率因数，通常也在 10kV 母线上或 380V 母线上装设并联电容器。

(三) 高压深入负荷中心的企业供配电系统

如果当地公共电网电压为 35kV，而企业的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 架空线路直接引入靠近负荷中

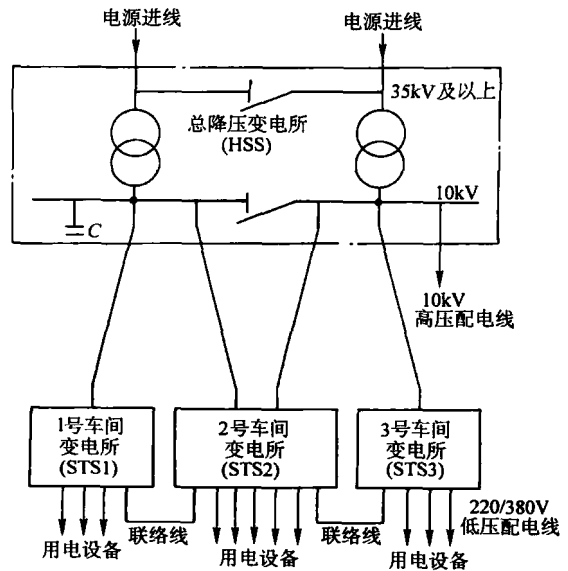


图 1-2 具有总降压变电所的企业供配电系统简图

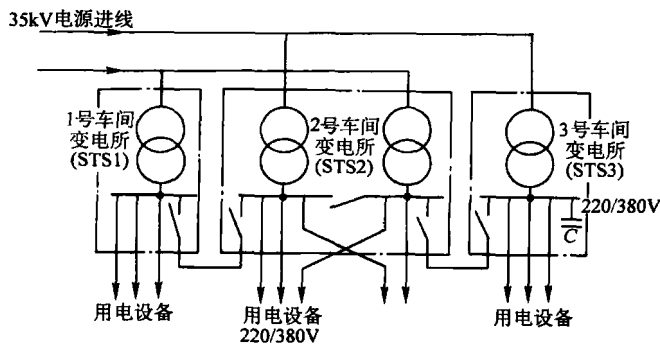


图 1-3 高压深入负荷中心的供配电系统简图

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 220/380V，如图 1-3 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，从而简化了供配电系统，节约有色金属，降低电能损耗和电压损耗，减少运行费用，提高供电质量。但是选用这种高压直配方式必须考虑企业内有满足 35kV 架空线路的“安全走廊”，以确保供电安全。

(四) 只有一个变电所或配电所的企业供配电系统

对某些用电单位，当所需电力容量不大于 1000kVA 或稍多时，通常只设一个将 10kV 降为低压的降压变电所，其系统简图如图 1-4 所示。这种降压变电所的规模大致相当于上述的车间变电所。

如果用电单位的负荷很小，用电设备总容量在 250kW 及以下，或者需要的变压器容量在 160kVA 及以下时，可直接由当地的公共低压电网以 220/380V 电压供电，因此该用电单位只需设一个低压配电所(通称“配电房”)，通过低压配电房直接向各用电点配电。

二、发电厂基本知识

电力用户所需的电力是由发电厂生产的。发电厂又称“发电站”，是将自然界蕴藏的各种天然能源(又称“一次能源”)转换为电能(属“二次能源”，即人工能源)的工厂。

发电厂按其利用的能源不同，分为水力发电厂、火力发电厂、核能发电厂以及风力、太阳能和地热发电厂等类型。

(一) 水力发电厂

水力发电厂简称“水电厂”，通称“水电站”。它利用水流的位能(势能)来生产电能。

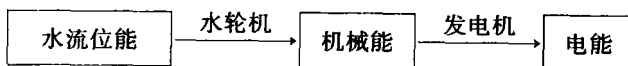
水电站的发电容量与水电站所在河道上下游的水位差(通称“水头”或“落差”)和流过水轮机的水流量的乘积成正比，即水电站的出力(容量)为：

$$P = kQH \tag{1-1}$$

式中， P 为水电站出力(单位 kW)； k 为出力系数，一般取 8.0~8.5； Q 为流量(单位 m^3/s)； H 为水头(单位 m)。

由式(1-1)可知，建造水电站，要获得较大的出力，就必须采用人工的办法来提高水位，以增大水头。常用的办法是在河道上建筑一个很高的拦河坝，提高上游水位，使坝的上下游形成尽可能大的落差。水电站的厂房就建造在大坝后面。这类水电站称为“坝后式水电站”。我国一些大型水电站包括三峡水电站，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，将河水直接引至建造在河段末端的水电站。这类水电站，称为“引水式水电站”。还有一类水电站，是上述两类的综合，由水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”。

水电站的能量转换过程是：



水电是一种清洁、廉价和可再生的能源。因此我国早就制订了优先发展水电的方针。在 21 世纪，随着我国“西部大开发”战略的实施，拥有极其丰富水力资源的西南地区正出现一个水电建设的高潮，并实施“西电东送”工程，将根本改变经济较发达的东部地区能源紧张的状况，同时促进西部地区的经济实现跨越式发展。

(二) 火力发电厂

火力发电厂简称“火电厂”或“火电站”。它利用燃料(煤、天然气、石油等)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，用鼓风机吹入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

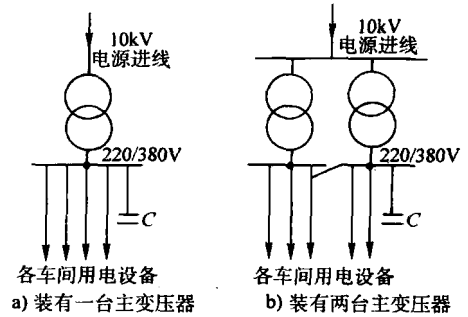
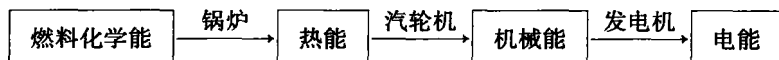


图 1-4 只有一个降压变电所的供配电系统简图

转动，带动与它联轴的发电机旋转发电。

火电厂的能量转换过程是：



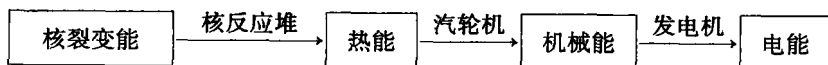
现代火电厂一般都考虑了“三废”（废渣、废水、废气）的综合利用，并且不仅发电，而且供热（供应蒸汽和热水）。这种既供电又供热的火电厂，称为“热电厂”。热电厂通常建在城市或工业区附近。

为了实现可持续发展战略，在新世纪，我国要大力发展大容量、高参数和高效率的火电机组，并要在火电的开发建设中采用洁净煤发电技术和电力环保技术，开发利用城市垃圾和生物质能（如糖厂、纸厂等的副产品）来发电，同时在煤炭基地，建设一些大型坑口电厂，而一些严重污染环境的低效火电厂，则按节能减排的方针坚决予以关停。

（三）核能发电厂

核能发电厂又称“原子能发电厂”，通称“核电站”。它是利用原子核的裂变能来生产电能的工厂，其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：



由于核能是极其巨大的能源，而且也是比较洁净和安全的一种能源，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快速增长。我国从20世纪80年代起，就确定“适当发展核电”的方针，现已在沿海地区兴建了秦山、大亚湾、岭澳等多座大型核电站，并已安全运行多年。但核电站的选址不能处于地震带，以防地震引发核电站的核泄漏，污染环境，危害人类健康。

（四）其他类型发电厂

我国确定21世纪在发展常规能源发电的同时，还要大力发展风能、太阳能和地热能等新能源发电，以保持能源与国民经济及环保事业的协调发展。

风力发电厂利用风力的动能来生产电能。它建造在长年有稳定风力资源的地方。

太阳能发电厂利用太阳辐射的光能或热能来生产电能。它建造在长年日照时间长的地方。

地热发电厂利用地壳内蕴藏的地热能来生产电能。它建造在有足够地热资源的地方。

风能、太阳能和地热能，都属于清洁、廉价和可再生的能源，特别是取之不尽的风能和太阳能值得大力推广利用。

三、电力系统基本知识

（一）电力的生产和输送过程

如前所述，电力用户所需电力是由发电厂生产的。但发电厂大多建在能源基地附近，往往离用户很远。为了减少电力输送的线路损耗，因此发电厂生产的电力一般要经升压变压器升高电压，送到用户附近后，又经降压变压器降低电压，供给用户所需的低压，如图1-5所示。

（二）电力生产的特点