



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
职业教育电力技术类专业教学用书

工业企业供电

王艳华 主编
韩志凌 副主编



中国电力出版社
<http://jc.cepp.com.cn>



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
职业教育电力技术类专业教学用书

工业企业供电

主 编 王艳华
副主编 韩志凌
编 写 宋玉秋 邹振春 高 嵩
主 审 刘介才 徐其春



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为教育部职业教育与成人教育司推荐教材。

本书共分九章，主要内容包括工业企业供电的基本知识、负荷计算、工业企业电力线路、短路电流计算、电气设备及其选择、供电系统继电保护、防雷与接地、二次接线及自动装置、电能质量的提高与节约电能、工业企业电气照明等。每章后附有习题，便于读者学习。

在内容选取上以必需、够用为度，力求覆盖工业企业供电所要求的全部重点内容，并注重介绍新技术的应用和供电技术的发展趋势，内容系统、实用性强、深入浅出。书中文字符号和电气符号均采用我国新颁布的标准。

本书适用于高职高专、成人学校及电视大学供用电技术专业、电气技术专业、工业电气自动化专业等电类专业学生使用，还可供中专、技校同类专业学生使用，也可供有关供配电系统工程的技术人员等参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工业企业供电/王艳华主编. —北京: 中国电力出版社, 2006

教育部职业教育与成人教育司推荐教材

ISBN 7 - 5083 - 4150 - 3

I. 工... II. 王... III. 工业用电—供电—高等学
术: 技术学校—教材 IV. TM727.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 014803 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

北京同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 3 月第一版 2006 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17.5 印张 367 千字

印数 0001—3000 册 定价 22.70 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

前言

本书为教育部职业教育与成人教育司推荐教材，是根据教育部审定的电力技术类专业主干课程的教学大纲编写而成的，并列入教育部《2004~2007年职业教育教材开发编写计划》。本书经中国电力教育协会和中国电力出版社组织专家评审，同意列为全国电力高等职业教育规划教材，作为高等职业教育电力技术类专业教学用书。

本书体现了职业教育的性质、任务和培养目标；符合职业教育的课程教学基本要求和有关岗位资格和技术等级要求；具有思想性、科学性、适合国情的先进性和教学适应性；符合职业教育的特点和规律，具有明显的职业教育特色；符合国家有关部门颁发的技术质量标准。本书既可以作为学历教育教学用书，也可作为职业资格和岗位技能培训教材。

全书共分九章。首先简要地介绍了工业企业供电系统的概况及有关知识，接着系统地讲述了工业企业的电力负荷及其计算，工业企业电力线路，短路电流计算，电气设备及其选择条件，工业企业供电系统继电保护，接地与防雷，二次接线及自动装置，最后讲述了供电质量的提高、节约电能、电气照明的基本知识。为了便于学生学习，每章末附有习题，本书前面列出常用的电气设备的文字符号以及物理量下角标的文字符号，书末附录中编入了工业企业常用技术数据表。

本书是在作者查阅了大量相关书籍和资料，并结合多年教学经验与工程实践经验的基础上编写而成的。针对工业企业供电系统的研究、设计及运行的需要，在重点讲授供电基本理论和基本知识的同时，重视供电系统的设计与计算；加强了理论教学与工程实际的联系；在内容选取上努力贯彻少而精原则；有关的技术数据、资料均按新技术的政策、新设计规范及新设备产品样本进行了整理修订；并注意在有关章节内介绍新技术的应用和供电技术的发展趋势。

随着我国高职高专教育的不断改革和深入，在内容选取上以必需、够用为度，力求覆盖工业企业供电所要求的全部重点内容，内容系统、实用性强、深入浅出；注重介绍新技术的应用和供电技术的发展趋势，结合大中型企业供电系统运行与管理的实际，增加了“变电所微机保护”、“变电所综合自动化”等高新技术的内容。鉴于篇幅有限，有的内容只做了简要介绍，以期起到抛砖引玉的作用，详细地学习可参考有关书籍和资料。例如关于电网高次谐波的抑制方法，不仅介绍了传统的抑制方法，还介绍了应用现代电力电子器件抑制谐波的方法。

本书由王艳华任主编并编写第一、二、七、九章；韩志凌任副主编并编写第四、五章及第六章第七节；宋玉秋编写第六章第一节至第六节；邹振春编写第三章及本书常用字符表；高嵩编写第八章及附录表。全书由王艳华教授整理并定稿。

本书由刘介才教授及北京市电力公司门头沟供电公司徐其春担任主审，他们在审阅大纲和稿件过程中提出了许多宝贵的意见和建议，在此表示衷心的感谢！

在本书编审中得到了中国电力出版社的大力支持，在此一并表示衷心的感谢！

限于我们业务水平有限，书中难免有错误和不当之处，恳请读者批评指出。

编者

常用文字符号表

一、电气设备常用基本文字符号

文字符号	中文名称	英文名称	旧符号
A	装备, 设备	device, equipment	—
APD	备用电源自动投入装置	reserve-source auto-put into device	BZT
ARD	自动重合闸装置	auto-reclosing device	ZCH
ACP	并联电容器屏	capacitor panel	BCP
AD	直流配电屏	direct current panel	ZP
AEL	事故照明配电箱	emergency lighting distribution box	SMX
AEP	事故电源配电箱	emergency power source distribution box	SDX
AH	高压开关柜	high voltage switch board	GKG
AL	低压配电屏	low voltage distribution panel	DP
ALD	照明配电箱	lighting distribution box	MX
APD	电力配电箱	power distribution box	DX
C	电容器	electric capacity, capacitor	C
CP	电力电容器	power capacitor	C
EL	照明器	lamp, lighting	ZMQ
F	避雷器	arrester	BL
FU	熔断器	fuse	RD
G	发电机	generator	F
GB	蓄电池	battery	XDC
HA	电铃	electric bell	DL
HA	电笛	electric alarm whistle	DD
HG	绿色指示灯	green lamp	LD
HDS	高压配电所	high voltage distribution substation	GPS
HL	指示灯, 信号灯	indicating lamp, signal lamp	XD
HSS	总降压变电所	head step-down substation	ZBS
HR	红色指示灯	red lamp	HD
HW	白色指示灯	white lamp	BD
HY	黄色指示灯	yellow lamp	WD
K	继电器	relay	J
KA	电流继电器	current relay	LJ
KAR	重合闸继电器	auto-reclosing relay	ZCJ
KF	闪光继电器	flash-light relay	SGJ
KG	气体继电器	gas relay	WSJ
KH	热继电器	heating relay	RJ
KM	中间继电器	medium relay	ZJ
KI	冲击继电器	impulsing relay	CJJ

续表

文字符号	中文名称	英文名称	旧符号
KM	接触器	contactor	CJ、C
KO	合闸接触器	closing operation contactor	HC
KS	信号继电器	signal relay	XJ
KT	时间继电器	timing relay	SJ
KV	电压继电器	voltage relay	YJ
L	电抗器	inductive coil reactor	DK
LA	消弧线圈	arc suppression coil	XQ
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	N
PP	功率表	power meter	W
PPA	相位表	phase-angle meter	ϕ
PJ	电能表	watt hour meter	Wh
PF	功率因数表	power-factor meter	$\cos\phi$
PV	无功功率表	reactive power meter	VAR
PRJ	无功电能表	reactive volt-ampere-hour meter	varh
PS	最大需要表	maximum-demand meter	
PV	电压表	voltmeter	V
Q	电力开关	power switch	K
QF	断路器	circuit-breaker	DL
QFS	熔断器式开关	fuse-switch	RK
QK	刀开关	knife switch	DK
QF	低压断路器 (自动开关)	low-voltage circuit-breaker (auto-switch)	ZK
QL	负荷开关	load breaking switch	FK
QS	隔离开关	disconnecter	G
R	电阻器、变阻器	resistor	R
SA	控制开关	control switch	KK
SB	按钮开关	push button	AN
STS	车间变电所	shop transformer substation	CBS
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
TAT	自耦变压器	auto-transformer	OB
TLC	有载调压变压器	on-load tap-changing transformer	ZTB
TV	电压互感器	voltage transformer	YH
U, UR	整流器	rectifier	ZL
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 busbar	SM
WFS	预报信号小母线	forecast signal busbar	YBM

续表

文字符号	中文名称	英文名称	旧符号
WL	线路	line	XL
WO	合闸小母线	switch-on busbar	HM
WP	保护小母线	protective busbar	BM
WS	信号小母线	signal small busbar	XM
WV	电压小母线	voltage busbar	YM
X	电抗	reactance	X
X	端子板、接线板	terminal block	—
XB	连接片	link	LP
YA	电磁铁	electromagnet	DC
YO	合闸线圈	closing operation coil	HQ
YR	跳闸线圈, 脱扣器	release operation coil	TQ

二、常用下标文字符号

文字符号	中文名称	英文名称	旧符号
a	年	year, annual	n
a	有功	active	a, yg
Al	铝	aluminium	Al
al	允许	allowable	yx
av	平均	average	pj
bal	平衡	balance	ph
C	电容, 电容器	electric capacity, capacitor	C
c	计算	calculate	js
c	顶棚, 天花板	ceiling	
c	闭合	close on	H
c	线圈	coil	q
cab	电缆	cable	L
cr	临界	critical	ij
Cu	铜	copper	Cu
d	需要	demand	x
b	基准	datum	j
DC	直流	direct current	zl
E	地, 接地	earth, earthing	d, jd
e	设备	equipment	S
e	有效的	efficient	yx
ec	经济	economic	ji, j
eq	等效的	equivalent	dx
FE	熔体	fuse-element	RT
Fe	铁	iron	Fe
FU	熔断器	fuse	RD
f	形状	figure	x
G	发电机	generator	F
h	高度	height	h

续表

文字符号	中文名称	英文名称	旧符号
i	电流	current	i
i	任意常数	arbitrary constant	i
ima	假想的	imaginary	jx
in	输入	input	sr
inc	偏移	inclined	py
in	绝缘	insulation	
k	短路	short-circuit	d
K	继电器	relay	J
L	电感	inductance	L
L	负荷	load	H
L	灯	lamp	D
l	线	line	l
M	电动机	motor	D
man	人工的	manual	rg
max	最大	maximum	max
min	最小	minimum	min
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	f-zq
oc	过电流	over current	GL
oc	断路	open circuit	dl
out	输出	out put	sc
oh	架空线路	over-head line	K
OL	过负荷	over-load	gh
op	动作	operating	dz
p	有功功率	active power	p
p	周期性的	periodic	zq
p	保护	protect	J
pk	尖峰	peak	jf
q	无功功率	reactive power	q
qb	速断	quick break	sd
QF	断路器	circuit-breaker	DL
QF	低压断路器 (自动开关)	low-voltage circuit breaker	ZK
r	无功	reactive	wg
RC	室空间	room cabin	RC
r	返回	returning	f
rel	可靠 (性)	reliability	k
S	系统	system	XT
sen	灵敏度	sensitivity	s
saf	安全	safety	
sh	冲击	shock, impulse	cj, ch
st	起动	start	q, qd

续表

文字符号	中文名称	英文名称	旧符号
ast	自启动	self-start	zq
ur	表面	surface	bm
syn	同步	synchronizing	tb
T	变压器	transformer	B
t	时间	time	t
TA	电流互感器	current transformer	LH
tou	接触	touch	jc
TR	热脱扣器	thermal release	R, RT
TV	电压互感器	voltage transformer	YH
u	电压	voltage	u
unb	不平衡	unbalance	bp
ut	利用	utilize	
w	接线	wiring	JX
w	工作	working	gz
w	墙壁	wall	
WL	导线, 线路	wire, line	l
x	某一数值	a number	n
XC	(触头) 接触	contact	jc
α	吸收	absorption	a
ρ	反射	reflection	ρ
θ	温度	temperature	θ
Σ	总和	total, sum	Σ
τ	透射	transmission	τ
ph	相	phase	ϕ
0	零, 无, 空	zero, nothing, empty	0
0	起始的	initial	0
0	停止, 停歇	stopping	0
0	每(单位)	per (unit)	0
0	中性线	neutral wire	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	
常用文字符号表	
第一章 绪论	1
第一节 电力系统的基本概念.....	1
第二节 工业企业供电系统	3
第三节 电力系统的额定电压.....	7
第四节 电力系统中性点的运行方式.....	10
习题.....	13
第二章 工业企业电力负荷及其计算	14
第一节 工业企业电力负荷和负荷曲线.....	14
第二节 用电设备的设备容量	19
第三节 电力负荷的实用计算方法	20
第四节 供电系统的功率损耗和电能损耗	25
第五节 工业企业负荷计算	28
第六节 尖峰电流的计算	29
习题.....	30
第三章 工业企业电力线路	32
第一节 工业企业电力线路及其接线方式	32
第二节 电力线路的结构及敷设	36
第三节 导线和电缆截面选择的原则.....	42
第四节 按允许载流量选择导线和电缆的截面	44
第五节 按经济电流密度选择导线和电缆的截面	48
第六节 按允许电压损失选择导线和电缆的截面	49
习题.....	56
第四章 短路电流计算	58
第一节 短路的一般概念	58
第二节 电力系统中各元件的电抗	59
第三节 无限大容量系统供电的电路内发生三相短路.....	64
第四节 发电机供电的电路内发生三相短路	67
第五节 不对称短路电流的计算方法.....	73
第六节 短路电流的电动力效应和热效应	82
习题.....	86

第五章 电气设备及其选择条件	88
第一节 开关电器的电弧及灭弧原理	88
第二节 高压开关电器	89
第三节 低压开关电器	96
第四节 电力变压器	100
第五节 互感器	103
第六节 电气主接线	109
习题	113
第六章 工业企业供电系统继电保护	115
第一节 继电保护的基本概念	115
第二节 供电系统单端供电网络的继电保护	117
第三节 电力变压器的保护	125
第四节 低压供电系统的保护	130
第五节 高压电动机的继电保护	134
第六节 微机保护简介	139
第七节 接地与防雷	143
习题	152
第七章 工业企业供电系统二次接线及自动装置	154
第一节 测量监察系统	154
第二节 操作电源	158
第三节 高压断路器的控制回路	161
第四节 中央信号回路	164
第五节 安装接线图	167
第六节 自动重合闸装置和备用电源自动投入装置	172
第七节 供电系统变电所的综合自动化	175
习题	179
第八章 供电质量的提高与电能节约	181
第一节 供电系统的电压调整	181
第二节 电网高次谐波及其抑制	186
第三节 电能节约意义及措施	188
第四节 工业企业供电的无功功率补偿	188
第五节 电力变压器的经济运行	196
习题	198
第九章 工业企业的电气照明	199
第一节 电气照明的基本知识	199
第二节 工业企业常用的电光源和灯具	201
第三节 电气照明的照度计算	207
第四节 工业企业照明供电系统	210
习题	212

附录	213
附录表 1 用电设备组的需要系数、二项式系数及功率因数	213
附录表 2 各类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	213
附录表 3 LJ 型铝绞线的主要技术数据	214
附录表 4 LGJ 型铝绞线的主要技术数据	214
附录表 5 SL7 系列铝绕组低损耗配电变压器技术数据	214
附录表 6 SL7 系列绕组低损耗电力变压器技术数据	215
附录表 7 SJL 型三相双绕组铝线电力变压器技术数据	216
附录表 8 导体在正常和短路时的最高允许温度及热稳定系数	217
附录表 9(1) 裸铜、铝及钢芯铝绞线的允许载流量	217
附录表 9(2) 裸导体载流量的温度校正系数	218
附录表 10 绝缘导线明敷、穿钢管和穿塑料管时的允许载流量	218
附录表 11 室内明敷及穿管的铝、铜芯绝缘线导线的电阻和电抗	220
附录表 12 常用高压断路器的主要技术数据	221
附录表 13 常用隔离开关的主要技术数据	222
附录表 14 RW 型高压熔断器的主要技术数据	222
附录表 15 部分低压断路器的主要技术数据	223
附录表 16 直流回路编号	224
附录表 17 交流回路编号	225
附录表 18 并联电容器的无功补偿率	225
附录表 19 部分并联电容器的主要技术数据	226
附录表 20 PZ220 型普通白炽灯泡的主要技术数据	227
附录表 21 GC1-A(B)-1 型配照灯的主要数据	227
附录表 22 配照灯的比功率参考值	227
附录表 23 部分生产车间工作面上的最低照度标准	228
主要参考文献	229

绪 论

本章主要概述工业企业供电的一些基本知识。首先简要介绍电力系统的基本概念，然后介绍工业企业供电系统的组成及其基本要求，最后论述电力系统的额定电压和电力系统中性点的运行方式。

第一节 电力系统的基本概念

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，电能在现代工业生产及整个国民经济生活中应用极为广泛。为了更好地做好工业企业供电工作，下面对电力系统的基本概念作简要介绍。

为了提高供电的可靠性和经济性，目前普遍将许多发电厂用电力网连接起来。这些由发电厂、变电所、电力线路和电能用户组成的统一整体，称为电力系统。由于电能的生产、输送、分配和使用几乎是同时完成，所以电力系统是一个紧密联系的整体。电力系统加上热动力装置或水动力装置及其他能源动力装置，称为动力系统。电力系统中由各级电压的输配电线路和变电所组成的部分称为电力网，简称电网。图 1-1 所示为某电力系统的示意图。

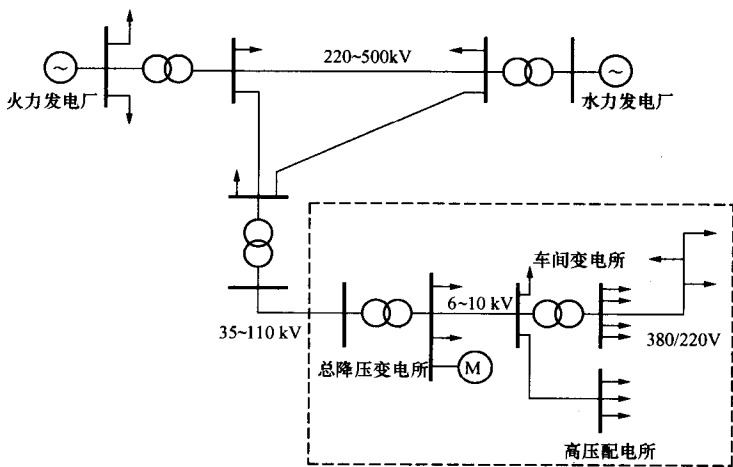


图 1-1 电力系统示意图

一、发电厂

发电厂又称发电站，它是电力系统的中心环节。发电厂是将其他形式的能源（如热能、水能等）转换为电能的工厂。根据所利用一次能源形式的不同，发电厂可分为火力发电厂、水力发电厂、核能发电厂、风力发电厂、地热发电厂、太阳能发电厂、潮汐发电厂等。根据发电厂的容量大小及其供电范围又可分为区域性发电厂、地方性发电厂和自备专用发电厂。

目前，我国的发电厂主要是火力发电厂和水力发电厂，火力发电厂一般是以煤炭为燃料的凝汽式发电厂。

为了充分利用动力资源，减少燃料运输，降低发电成本，区域性发电厂多建在一次能源丰富的地区附近，如具有大量水力资源或煤矿蕴藏的地方。但这些有动力资源的地方，往往远离用电中心，必须通过高压输电线路远距离输送，向大片区域供电。地方性发电厂一般为

中小型发电厂，多建设在用户附近，直接供本地区用电。自备专用发电厂建在大型企业作为自备电源（一般为小型汽轮机或内燃机发电厂），这种发电厂虽然经济性较差，但对重要的大型企业和电力系统起到了后备保安作用。

二、变电所

变电所又称变电站，是联系发电厂和电能用户的中间枢纽。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。它主要由电力变压器、母线和开关控制设备等组成。

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。按变电所在电网中的地位和作用不同，又可分为枢纽变电所、地区变电所和企业变电所。

枢纽变电所位于大用电区域或大城市附近，从 220~500kV 的超高压输电网或发电厂直接受电，通过变压器把电压降为 35~110kV，供给该区域的用户或大型工业企业用电，其供电范围较大。

地区变电所多位于用电负荷中心，高压侧从枢纽变电所受电，经变压器把电压降到 6~10kV，对市区、城镇或农村用户供电，其供电范围较小。

企业变电所包括企业总降压变电所和车间变电所，如图 1-1 中虚线框内部分。企业总降压变电所与地区变电所相似，它是对企业内部输送电能的中心枢纽；车间变电所是接受企业总降压变电所提供的电能，通过车间变压器把电压降为 380/220V，对车间各用电设备直接进行供电。

仅用来接受电能和分配电能的场所称为配电所；仅用于将交流电流转换为直流电流或将直流电流转换为交流电流的场所称为换流站。

三、电力线路

电力线路是把发电厂、变电所和电能用户联系起来的纽带，完成输送电能和分配电能的任务。

电力线路是输电线路和配电线路的总称。通常将电压在 220kV 及以上的电力线路称为输电线路，110kV 及以下的电力线路称为配电线路。110kV 配电线路一般作为城市配电干线和特大型企业的供电线路，6~35kV 配电线路主要作为城市主要配网及大中型企业的供电线路，1kV 以下的低压配电线路一般作为城市和企业的低压配网。

还有一种分类方法是按电压等级将电力网分为低压网、中压网、高压网和超高压网等。电压在 1kV 以下的电力网称为低压网；1~10kV 的电力网称为中压网；高于 10kV 低于 330kV 的电力网称为高压网；330kV 以上的电力网称为超高压网。

四、电能用户

电能用户包括所有消耗电能的用电设备或用电单位，负荷是用户或用电设备的总称。电能用户按照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，其中工业企业用电是最大的电能用户，占总容量的 70% 以上。

从供电的角度来说，凡总供电容量不超过 1000kVA 的工业企业，可视为小型企业；超过 1000kVA 而小于 10000kVA 的企业，可视为中型企业；超过 10000kVA 的企业，可视为大型企业。

第二节 工业企业供电系统

一、工业企业供电及其基本要求

工业企业供电是指工业企业所需电能的供应和分配问题。

在工业企业里，电能是工业生产的主要能源和动力。工业生产实现电气化以后，可大大增加产量，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，如果企业的电能供应突然中断，则对工业生产可能造成严重的后果。例如某些对供电可靠性要求很高的企业，即使是极短时间的停电，也会引起重大的设备损坏，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和政治上的重大损失。

为搞好工业企业供电工作，必须达到以下基本要求。

1. 可靠性

可靠性就是指对用户的连续供电。突然中断供电将造成生产停顿、生活混乱，甚至危及人身和设备安全，造成十分严重的后果。电力系统只有不断建设，使系统具有足够的发电、输电和配电设备，才能满足日益增长的用电需求。即使具有足够的发电、输电和配电设备，但由于规划设计失误、设备各种缺陷、运行操作失误以及其他不可抗拒力量等，也可导致对用户供电中断。因此，加强规划设计、认真维护设备、正确操作运行，才能减少事故发生，提高供电的可靠性。

供电的可靠性是衡量供电质量的重要指标，一般以全年平均供电时间占全年时间的百分数来衡量供电可靠性的高低。

2. 安全性

安全性是指在电能的供应、分配和使用中，不应发生人身事故和设备事故。在工业企业供电工作中，必须特别注意电气安全，如果稍有疏忽和大意，就可能造成严重的人身事故和设备事故，给国家和人民带来极大的损失。

为了保证电气安全，必须加强安全教育，建立和健全必要的规章制度，确保供电工程的设计安装质量，加强运行维护和检修试验工作，采用各类电气安全用具等措施，以确保供电的安全性。

3. 优质性

优质性是指应满足电能用户对电能质量的要求，电能质量指标包括电压、频率及波形。

用电设备的额定电压是按长期正常工作时有最大经济效果所规定的电压，电压过高、过低都会影响用电设备的正常工作。我国规定了供电电压的允许偏移，见表 1-1。

表 1-1 供电电压的允许偏移

线路的额定电压	允许电压偏移	线路的额定电压	允许电压偏移
35kV 及以上	$\pm 5\%$	220V	+7%、-10%
10kV 及以下	$\pm 7\%$		

频率的质量是以频率偏差来衡量的。我国采用的交流电额定频率为 50Hz，偏移过大可能造成设备损坏，甚至引起人身事故。频率的允许偏差见表 1-2。

表 1-2 电力系统频率的允许偏差

运行情况		允许频率偏差 (Hz)
正常运行	300 万 kW 及以上电网	±0.2
	300 万 kW 以下电网	±0.5
非正常运行		±1.0

电能质量的另一个指标是交流电的波形，标准交流电的波形应为正弦波。但由于电力系统中存在大量非线性负荷，使电压波形发生畸变，除基波外，还有各次谐波分量。这些谐波分量不仅使系统效率下降，也会对电气设备产生较大干扰。因此，抑制谐波分量在允许范围之内是保证电能质量的一项重要任务。我国规定的公共电网电压波形畸变率见表 1-3。

表 1-3 公共电网电压波形畸变率

电网额定电压 (kV)	电压总谐波畸变率 (%)	各项谐波电压含有率 (%)	
		奇次	偶次
0.38	5.0	4.0	2.0
6			
10	4.0	3.2	1.6
35			
60	3.0	2.4	1.2
110	2.0	1.6	0.8

表 1-3 中电压总谐波畸变率的定义为

$$\text{电压总谐波畸变率} = \frac{U_H}{U_1} \times 100\%$$

$$U_H = \sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} (U_n)^2}$$

式中 U_1 ——基波电压的方均根值；

U_H ——谐波电压含量；

U_n ——第 n 次谐波电压的方均根值。

4. 经济性

经济性是指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，提高电能利用率。节约能源是当今世界上普遍关注的问题，节约电能不只是减少企业的电费开支，降低产品成本，积累更多的资金，更重要的是由于电能能创造比它本身价值高几十倍甚至上百倍的工业产值，因此节约电能就能为国家创造更多的财富，有力地促进国民经济的发展。为此，除应尽量采取高效节能的发供电设备，加强电网优化，降低网损外，还要重视工业企业供电系统的科学管理和技术改造，提高供电的经济性。

5. 环保性

环保性是指在电能生产过程中要防止环境污染和人类生存环境不要遭到破坏。我国燃煤的火电厂装机容量占总装机容量的 70%，如果不采取措施，燃烧后排放到大气中的硫和氮的氧化物都会成为严重的污染源。为此，应在火电厂除采用除尘器、脱硫塔之外，还应在规划建设火电厂时注意厂址的选择、烟囱高度及燃料的含硫量等。

二、工业企业供电系统的组成

工业企业供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。它是由企业总降压变电所、高压配电线路、车间变电所（包含配电所）、低压配电线路及用电设备组成。图 1-1 中虚线内部分是一个典型的工业企业供电系统。

工业企业供电系统一般都是联合电力系统的一部分，其电源绝大多数由国家电网供电。对于某些工业企业，考虑其生产对国民经济的重要性，需要建立自备发电厂作为备用电源时，可建立企业自备热电厂，同时还可为生产提供蒸汽和热水。一般当工业企业要求供电可靠性较高时，可考虑从电力系统引两个独立电源对其供电，以保证供电的不间断性。

工业企业的用电设备既有高压的（6、10kV），又有低压的（220、380、660V），而企业总降压变电所从电力系统接受的是 35~110kV 高压电能。为了把高压电能降压并分配到用电厂房和车间，要求每个企业内部有一个合理的供电系统。

1. 企业总降压变电所

一般来说，大型工业企业均设立企业总降压变电所，把 35~110kV 电压降为 6~10kV 电压向车间变电所配电。总降压变电所是工业企业电能供应的枢纽。为了保证供电的可靠性，总降压变电所多设置两台降压变压器，由一条或多条线路供电，每台变压器的容量可从几千到几万千伏·安。而中、小型企业则可以由附近企业（或市内二次变电所）用 10kV 电压转送电能，或者设立一个简单的降压变电所，由电力网以 6~10kV 供电。

2. 车间变电所

车间变电所将 6~10kV 高压配电电压降为 380/220V（或 660V），对低压用电设备供电。对车间的高压用电设备，则可直接通过车间变电所的 6~10kV 母线供电。

在一个生产厂房和车间内，根据生产规模、用电设备的布局以及用电量大小等情况，可设立一个或几个车间变电所。几个相邻且用电量都不大的车间，可共同设立一个车间变电所，其位置可以选择在这几个车间的负荷中心附近，也可以选择在其中用电量最大的车间内。车间变电所内一般设置 1~2 台变压器，特殊情况最多不宜超过 3 台。单台变压器容量通常均为 1000kVA 以下，特殊情况最大不超过 2000kVA。从限制短路电流出发，多台变压器宜采用分列运行方式。

3. 高低压配电线路

在工业企业供电系统中，常用 6~10kV 高压线路将总降压变电所、车间变电所和高压用电设备连接起来，主要作为工业企业内输送、分配电能之用，通过它把电能输送到各个生产厂房和车间。

由于架空线路投资少且便于维护和检修，目前高压配电线路多采用架空线路。但在某些企业（如钢铁厂、化工厂等）的厂区内，由于厂房和其他构筑物较密集，架空敷设的各种管道在有些地方纵横交错地占据着空间，或者由于厂区的个别地方扩散于空间的腐蚀性气体较严重等因素的限制，此时可考虑在这些地段敷设地下电缆线路。最近几年来由于电缆制造技术的迅速发展，电缆质量不断提高且成本下降，同时为了美化厂区环境以利于文明生产，现代化企业的厂区高压配电线路已逐渐向电缆化方向发展。

工业企业低压配电线路将车间变电所的 380/220V 电压送到各低压用电设备。在户外敷设的低压配电线路目前多采用架空线路，且尽可能与高压线路同杆架设，以节省建设费。在厂房车间内部则应根据具体情况而定，或采用明线配电线路，或采用电缆配电线路。在厂房