



普通高等教育电气工程与自动化(应用型)“十二五”规划教材

Power Supply
Engineering

供电工程

第2版

◎ 主编 翁双安



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育电气工程与自动化（应用型）
“十二五”规划教材

供 电 工 程

第 2 版

主 编 翁双安
副主编 何致远
参 编 李永坚
 郑荣进
主 审 全 力
 潘长海



机 械 工 业 出 版 社

本书是普通高等教育规划教材之一,为适应高校“卓越工程师教育培养计划”的专业教学需要,是在《供电工程》(第1版)的基础上修订而成的。本书以供电工程设计和技术应用为主线,论述工业与民用电力用户供电系统的基本理论、工程设计方法和运行管理等基本知识。全书共分十章,内容包括绪论,负荷计算与无功功率补偿,短路电流计算,电器、电线电缆及其选择,供电系统的一次接线,供电系统的二次接线,供电系统的继电保护,供电系统的自动化,接地与防雷以及电能质量的提高等。为便于教学,一些重要章节都配有例题,同时每章均有思考题与习题。书中例题与习题大多来源于工程实际。

本书在内容阐述上,强调以工程综合应用为目的,突出培养学生掌握工程设计的理念、规范要求和实际应用的知识和能力,以国家注册电气工程师(供配电)专业考试大纲的要求安排章节内容及深度,充分体现供电工程技术的国家新发展和国家标准规范的新要求,并努力与国际标准接轨。

本书既可作为高等学校电气工程与自动化专业、建筑电气与智能化及相近专业的教材,也可作为供电工程设计、监理、安装和运行技术人员的培训和参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

供电工程/翁安主编.—2版.—北京:机械工业出版社,2012.1
普通高等教育电气工程与自动化(应用型)“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-36257-9

I. ①供… II. ①翁… III. ①供电—高等学校—教材 IV. ①TM72

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第216929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:吉玲 责任编辑:吉玲 张丽萍 刘丽敏

版式设计:霍永明 责任校对:刘怡丹

封面设计:张静 责任印制:李妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2012年1月第2版第1次印刷

184mm×260mm·22印张·543千字

标准书号:ISBN 978-7-111-36257-9

定价:39.80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

普通高等教育电气工程与自动化（应用型）“十二五”规划教材

编审委员会委员名单

主任委员：刘国荣

副主任委员：

张德江 梁景凯 张 元 袁德成 焦 斌
吕 进 胡国文 刘启中 汤天浩 黄家善
钱 平 王保家

委 员（按姓氏笔画排序）：

丁元明 马修水 王再英 王 军 叶树江
孙晓云 朱一纶 张立臣 李先允 李秀娟
李海富 杨 宁 陈志新 周渊深 尚丽萍
罗文广 罗印升 罗 兵 范立南 娄国焕
赵巧娥 项新建 徐建英 郭 伟 高 亮
韩成浩 蔡子亮 樊立萍 穆向阳

前 言

本书是普通高等教育规划教材之一，为适应高校“卓越工程师教育培养计划”的专业教学需要，在《供电工程》第1版的基础上修订而成。本书既可作为高等学校电气工程与自动化、建筑电气与智能化及相近专业的教材，也可作为供电工程设计、监理、安装与运行技术人员的培训和参考用书。

本书以供电工程设计和技术应用为主线，论述工业与民用电力用户供电系统的基本理论、工程设计方法和运行管理基本知识。全书共分十章，内容包括绪论，负荷计算与无功功率补偿，短路电流计算，电器、电线电缆及其选择，供电系统的一次接线，供电系统的二次接线，供电系统的继电保护，供电系统的自动化，接地与防雷以及电能质量的提高。为便于教学，一些重要章节都配有例题，同时每章均有思考题与习题。书中例题与习题大多来源于工程实际。

本书具有以下特点：

(1) 特别注重基本理论与工程设计相结合，体现工程应用特色。本书是编者结合多年的专业教学科研总结和工程设计实践编写而成的。内容阐述上，在进行工程科学分析的同时，强调以工程综合应用为目的，突出培养学生掌握工程设计的理念、规范要求和实际应用的知识和能力。

(2) 知识结构满足国家注册电气工程师（供配电）专业考试大纲的要求。2004年国家开始实行注册电气工程师考试制度，同时将注册电气工程师分为发输变电和供配电两大专业。本书以注册电气工程师（供配电）专业考试大纲的要求安排章节内容及深度，强调电气安全，重视节能和工程经济分析，以适应社会对人才培养目标的要求。

(3) 特别注重技术内容的先进性和专业术语的标准化。本书内容充分体现供电工程技术的新发展和国家标准规范的新要求，并努力与国际标准接轨。书中所述技术措施、标准规范要求、电气图形符号和文字符号、设计技术数据、设备选型资料等均为目前最新的。尤其是专业术语定义大多摘自 GB/T 2900《电工术语》最新系列标准，部分与 IEC 标准接轨的专业术语还加注了英文。

本书由扬州大学翁双安任主编，浙江科技学院何致远任副主编，湖南工程学院李永坚、福建工程学院郑荣进参编。翁双安负责全书的构思、统稿和修订工作并编写第四~第八章，何致远编写第一、九章，李永坚编写第三、十章，郑荣进编写第二章。江苏大学全力教授、扬州市建筑设计研究院有限公司潘长海教授级高级工程师任本书主审，提出了宝贵的意见。

本书在修订过程中，参考了许多相关的教材和专著，湖南工程学院黄绍平编写了本书第1版第七、八章，在此向所有作者表示诚挚的谢意！常熟开关制造有限公司为本书的编写提供了产品资料和技术支持，在此一并感谢！

由于供电工程的现行国家标准、规范在不断修订之中，加之编者学识水平有限，书中可能有不足和错漏之处，敬请使用本书的广大师生和工程技术人员指正。

编 者

本书常用文字符号与图形符号表

一、电气设备常用项目种类的字母代码

项目种类	设备、装置和元器件名称	参照代号的字母代码		旧字母代码
		主类代码	含子类代码	
两种或两种以上的用途或任务	35kV 开关柜 35kV switchgear	A	AH	AH
	20kV 开关柜 20kV switchgear		AJ	AH
	10kV 开关柜 10kV switchgear		AK	AH
	6kV 开关柜 6kV switchgear		AL	AH
	低压配电柜 LV switchgear		AN	AA
	并联电容器屏（箱）shunt capacitor cubicle		ACC	ACC
	直流电源屏 DC power supply cabinet		AD	AD
	保护屏 protection panel		AR	AR
	电能计量柜 electric energy measuring cabinet		AM	AM
	信号箱（屏）signal box (panel)		AS	AS
	电源自动切换箱（柜）power automatic transfer board		AT	AT
	电力配电箱 power distribution board		AP	AP
	应急电力配电箱 emergency power distribution board		APE	APE
	控制箱（操作箱）control box		AC	AC
	照明配电箱 lighting distribution board		AL	AL
	应急照明配电箱 emergency lighting distribution board		ALE	ALE
	电能表箱 watt hour meter box		AW	AW
把某一输入变量（物理性质、条件或事件）转换为供进一步处理的信号	热过载继电器 thermal (over-load) relay	B	BB	KH
	保护继电器 protection relay		BB	KP
	电流互感器 current transformer		BE	TA
	电压互感器 voltage transformer		BE	TV
	量度继电器 measuring relay		BE	K
	接近开关（位置开关）proximity switch (position switch)		BG	SQ
	接近传感器 proximity sensor		BG	BG
	压力传感器 pressure sensor		BP	BP
	温度传感器 temperature sensor		BT	BT
	电流继电器 current relay		BE	KC
	电压继电器 voltage relay		BE	KV
材料、能量或信号的存储	电容器 capacitor	C	CA	C
	线圈 coil		CB	L
	存储器 memory		CF	D
提供辐射能或热能	荧光灯 fluorescent lamp	E	EA	E
	电热器 electrical heater		EB	EH
	照明灯 lamp for lighting		—	EL

(续)

项目种类	设备、装置和元器件名称	参照代号的字母代码		旧字母代码
		主类代码	含子类代码	
直接防止 (自动) 能量流、信息流、人 身或设备发生危险的 或意外的情况, 包括 用于防护的系统和设 备	熔断器 fuse 微型断路器 micro-circuit breaker 电涌保护器 surge protective device 热过载脱扣器 thermal (over-load) release 避雷器 arrester	F	FA FB FC FD FE	FU QF FC FR FV
启动能量流或材料 流, 产生用作信息载 体或参考源的信号	发电机 generator 柴油发电机 diesel-engine generator 蓄电池、干电池 battery, dry battery 燃料电池 fuel cell 太阳电池 solar cell 信号发生器 signal generator 不间断电源 uninterrupted power system	G	GA GA GB GB GC GF GU	G GD GB G G GF GU
处理 (接收、加工 和提供) 信号或信息 (用于保护目的项 目除外, 见 F 类)	有或无继电器 all-or-nothing relay 时间继电器 time relay 控制器 controller 瞬时接触继电器 instantaneous contactor relay 信号继电器 signal relay 气体继电器 gas relay 压力继电器 pressure relay	K	KF KF KF KA KS KB KPR	K KT K KA KS KB KPR
提供用于驱动的机 械能量 (旋转或线性 机械运动)	电动机 motor 电磁驱动 electromagnetic drive 励磁线圈 field coil 弹簧力驱动 spring force drive	M	MA MB MB ML	M Y — —
信息表述	打印机 printer 测量仪表 meter 指示灯 indicator lamp 电铃、电笛 bell、buzzer 红色指示灯 indicator lamp, red 绿色指示灯 indicator lamp, green 黄色指示灯 indicator lamp, yellow 白色指示灯 indicator lamp, white 电压表 voltmeter 电流表 ammeter 功率表 watt meter 电能表 (有功电能表) watt hour meter 无功电能表 var-hour meter 功率因数表 power-factor meter	P	PF PG PG PG PGR PGG PGY PGW PV PA PW PJ PJR PPF	— P HL HA HR HG HY HW PV PA PW PJ PJR PPF

(续)

项目种类	设备、装置和元器件名称	参照代号的字母代码		旧字母代码
		主类代码	含子类代码	
受控切换或改变能量流、信号流或材料流（对于控制电路中的开/关信号，见 K 类或 S 类）	断路器 circuit breaker 接触器 contactor 晶闸管 thyristor 起动器 starter 隔离器、隔离开关 isolator、isolating switch 熔断器式隔离器 fuse-isolator 熔断器式隔离开关 fuse-switch 负荷开关 switch, load-breaking switch 接地开关 earthing switch 旁路断路器 bypass circuit breaker 切换开关 change-over switch 剩余电流断路器 residual current circuit breaker	Q	QA QA QA QA QB QB QB QB QB QC QD QCS QR	QF QC — QST QS QFS QFS QL QE QF QCS QR
限制或稳定能量、信息或材料的运动	电阻器 resistor 二极管 diode 电抗线圈 reactance coil 电感器 inductor; reactor 电磁锁 electromagnetic lock	R	RA RA RA RA RL	R V L L —
把手动操作转变为进一步处理的特定信号	控制开关 control switch 按钮 push-button 选择开关（多位开关） selector switch 电压表切换开关 voltmeter change-over switch	S	SF SF SAC SV	SA SB SA SV
保持能量性质不变的能量变换，已建立的信号保持信息内容不变的变换，材料形态或现状的变换	变频器 frequency changer 电力变压器 power transformer DC/DC 转换器 DC/DC converter 整流器、逆变器 rectifier、inverter 隔离变压器 isolating transformer 电压互感器 voltage transformer 电流互感器 current transformer 整流变压器 rectifier transformer	T	TA TA TA TB TF TV TA TR	U TM U U TI TV TA TR
保护物体在指定位置	绝缘子 insulator 电缆梯架（托盘） cable ladder (tray)	U	UB UB	— —

(续)

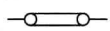
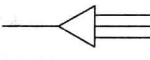
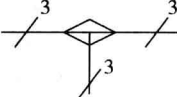
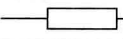
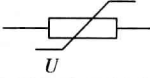
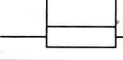
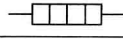
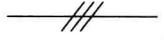
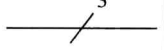
项目种类	设备、装置和元器件名称	参照代号的字母代码		旧字母代码
		主类代码	含子类代码	
从一地到另一地导 引或输送能量、信 号、材料或产品	高压母线 HV bus; HV bus-bar	W	WA	WB
	高压配电电缆、导体 HV cable、conductor		WB	W
	低压母线 HV bus; HV bus-bar		WC	WB
	低压配电电缆、导体 HV cable、conductor		WD	W
	接地导体 earthing conductor		WE	W
	数据总线 data bus		WF	W
	控制电缆、数据线 control line、data line		WG	WC
	光缆、光纤 optical cable、optical fiber		WH	W
	信号线路 signal line		WS	WS
	电力线路 power line		WP	WP
	照明线路 lighting line		WL	WL
	应急电力线路 emergency power line		WPE	WPE
	应急照明线路 emergency lighting line		WLE	WLE
	滑触线 trolley wire		WT	WT
连接物	高压端子、接线箱 HV terminal、connecting box	X	XB	X
	高压电缆头 HV cable terminal		XB	X
	低压端子、接线盒 LV terminal、connecting box		XD	XT
	低压电缆头 HV cable terminal		XD	X
	插座 socket		XD	XS
	接地端子 earthing terminal		XE	X
	连接片 link		XG	XB
	插头 plug		XG	XP

- 注：1. 本表依据 GB/T 5094. 2—2003/IEC 61346 - 2: 2000、GB/T 20939—2007/IEC PAS 62400: 2005 和 09DX001 编制。其中斜体部分为目前标准中未表示，而为制图方便供国内电气工程设计时参考使用的补充符号。
2. 旧字母代码是指依据 GB/T 5094—1985（已废止）、GB/T 7159—1987 编制的“项目种类字母代码”，为便于对照，列于表中。
3. 参照代号的字母代码优先采用单字母。只有当用单字母代码不能满足设计要求时，可采用多字母，以便较详细和具体地表达电气设备、装置和元器件。

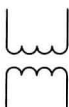
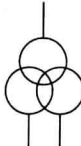
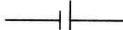
二、主要物理量下角标文字符号

文字符号	中文含义	英文含义	文字符号	中文含义	英文含义
a	年	annual	min	最小的	minimum
a	动作	action	N	中性	neutral
a	空气	air	n	标称(系统)	nominal
al	允许	allowable	n	数目	number
av	平均	average	oh	架空	over-head
b	开断	break	OL	过负荷	over-load
b	制动	brake	op	动作	operate
C	电容	capacitance	p	有功功率	active power
C	电容器	capacitor	p	保护	protection
c	计算	calculate	p; pk	峰值	peak
c	容量	capacity	PE	保护	protective
c	持续	continuous	ph	相	phase
cab	电缆	cable	pv	现值	present value
cr	临界	critical	q	无功功率	reactive power
Cu	铜耗	copper loss	qb	速断	quick break
d	基准	datum	r	额定(元器件)	rated
d	需要	demand	re	返回	disengage, return
d	天	day	re	实际	reactive
d	差动	differential	rel	可靠	reliability
d	相对地	line-to-earth	res	残流、剩余	residual
DC	直流	direct current	R	电阻	resistance
dsq	不平衡	disequilibrium	S	系统	system
e	设备	equipment	s	灵敏	sensitivity
e	有效的	efficient	st	起动	start
e	电能	energy	T	变压器	transformer
ec	经济的	economic	t	时间	time
eq; e	等效的	equivalent	t	接触	touch
Fe	铁耗	iron loss	t	分接头	tap
h	谐波	harmonic	u	利用	utilization
h	水平	horizontal	u	电压	voltage
i	电流	current	v	垂直	vertical
i	任一数目	arbitrary number	w	接线	wiring
ima	假想的	imaginary	w	工作	work
imp	冲击	impulse	W	母线、线路	bus, line
k	短路	short-circuit	x	某一数值	a number
K	继电器	relay	θ	温度	temperature
L	电感	inductance	Σ	总和	total; sum
L	电抗器	reactor	0	空载	empty
L	线(相)	line	0	周围(环境)	ambient
L	负荷, 负载	load	0	每(单位)	per (unit)
m; max	幅值, 最大	maximum	0	零序	zero-sequence
m	关合	make	1	正序	positive-sequence
M	电动机	motor	2	负序	negative-sequence

三、常用电气简图用图形符号

序号	图 形 符 号	名 称	序号	图 形 符 号	名 称
1	基本符号		2.7		插头和插座
1.1	形式1  形式2 DC	直流, 右边可示出电压	2.8		接通的连接片
1.2	形式1  形式2 AC	交流, 右边可示出频率	2.9		断开的连接片
1.3	+	正极性	2.10		电缆密封终端 (多芯电缆) 本符号表示带有一根三芯电缆
1.4	-	负极性	2.11		接线盒 (单线表示) 本符号用单线表示带 T 形连接的三根导线
1.5	N	中性 (中性导体)	3	基本无源元件	
1.6	M	中间导体	3.1		电阻器, 一般符号
1.7		接地, 地, 一般符号	3.2		压敏电阻器
1.8		功能性接地	3.3		带分流和分压端子的电阻器
1.9	形式1  形式2 	功能等电位联结	3.4		加热元件
1.10		保护等电位联结	3.5		电容器, 一般符号
2	导体和连接件		3.6		线圈, 绕组, 电感器
2.1		连线 (导线、电线、电缆)	4	半导体器件	
2.2	形式1  形式2 	导线组 (示出导线数)	4.1		半导体二极管
2.3	●	连接点	4.2		无指定形式的三极晶闸管
2.4	○	端子	4.3		发光二极管
2.5	形式1  形式2 	T 形连接	4.4		双向三极晶闸管
2.6	形式1  形式2 	导线的双 T 连接	5	电能的发生与转换	
			5.1		电机的一般符号, 符号内的星号用下述字母之一代替: G 发电机 M 电动机

(续)

序号	图形符号	名 称	序号	图形符号	名 称
5.2		三相笼型异步电动机	5.8	形式1 	具有两个铁心，每个铁心有一个二次绕组的电流互感器
5.3	形式1 	双绕组变压器		形式2 	
	形式2 		5.9		整流器
5.4	形式1 	三绕组变压器	5.10		逆变器
	形式2 		5.11		原电池或电池组
5.5		电抗器	6	开关、控制和保护器件	
5.6	形式1 	电 流 互 感 器， 一般符号	6.1		动合（常开）触点 开关，一般符号
	形式2 		6.2		动断（常闭）触点
5.7	形式1 	电压互感器	6.3		延时闭合的动合触点（当带该触点的器件被吸合时）
	形式2 		6.4		延时闭合的动断触点（当带该触点的器件被释放时）
5.8	形式1 	具有两个铁心，每个铁心有一个二次绕组的电流互感器	6.5		自动复位的手动按钮
			6.6		无自动复位的手动旋转开关
5.9	形式1 	具有两个铁心，每个铁心有一个二次绕组的电流互感器	6.7		带动合触点的位置开关

(续)

序号	图形符号	名 称	序号	图形符号	名 称
6.8		带动断触点的位置开关	6.22		熔断器负荷开关组合电器
6.9		接触器 接触器的主动合触点	6.23		火花间隙
6.10		断路器	6.24		避雷器
6.11		隔离器; (高压) 隔离开关	7	测量仪表、灯和信号器件	
6.12		(高压) 负荷开关, (低压) 隔离开关	7.1		指示仪表 符号内的星号用下述字母之一代替: A 电流表 V 电压表 W 功率表 $\cos\varphi$ 功率因数表
6.13		驱动器件的一般符号 继电器线圈的一般符号	7.2		积算仪表, 如电能表 符号内的星号用下述字母之一代替: Wh 有功电能表 varh 无功电能表
6.14		热继电器驱动器件	7.3		复费率电能表
6.15		过电流继电器	7.4		灯, 一般符号 信号灯, 一般符号
6.16		欠电压继电器	7.5		报警器
6.17		过电流继电器 (反时限特性)	7.6		音响信号装置一般符号
6.18		气体保护器件; 气体继电器	7.7		蜂鸣器
6.19		熔断器一般符号	8	建筑安装平面布置	
6.20		熔断器, 撞击式熔断器	8.1		规划 (设计) 的发电站
6.21		熔断器式隔离开关, 熔断器式隔离器	8.2		运行的发电站

(续)

序号	图形符号	名 称	序号	图形符号	名 称
8.3		规划 (设计) 的变电站、配电所	8.22		避雷线、避雷带、避雷网 (组合符号)
8.4		运行的变电站、配电所	8.23		避雷针
8.5		地下线路	8.24		设备, 元器件, 功能单元
8.6		接地段 (组合符号)	8.25		配电中心 示出五路馈线
8.7		接地导体 (组合符号)	8.26		盒 (箱) 一般符号
8.8		套管线路	8.27		用户端、供电输入设备 (示出带配线)
8.9		电缆桥架线路 (组合符号)	8.28		(电源) 插座一般符号
8.10		电缆沟线路 (组合符号)	8.29		带保护极的 (电源) 插座
8.11		人孔, 用于地井	8.30		开关一般符号
8.12		中性导体	8.31		按钮
8.13		保护导体	8.32		荧光灯, 一般符号
8.14		保护导体和中性导体 共用导体	8.33		投光灯, 一般符号
8.15		具有中性导体和保护 导体的三相线路	8.34		在专用电路上的应急照明 灯
8.16		向上配线	8.35		自带电源的应急照明灯
8.17		向下配线	8.36		热水器
8.18		垂直通过配线	8.37		带有设备箱的固定式分支 器的直通区域 星号以设备符号代替或省 略
8.19		用单根线表示线组线 (线束)			
8.20		单根连接线汇入线束 示例			
8.21		连线示例			

注: 1. 本表根据 GB/T 4728.2—2005/IEC 60617、GB/T 4728.3—2005/IEC 60617、GB/T 4728.4—2005/IEC 60617、GB/T 4728.5—2005/IEC 60617、GB/T 4728.6—2008/IEC 60617、GB/T 4728.7—2008/IEC 60617、GB/T 4728.8—2008/IEC 60617、GB/T 4728.11—2008/IEC 60617、GB/T 6988.1—2008/IEC 61082—1: 2006 和 09DX001 编制。

2. 图形符号可根据需要缩小或放大, 图形符号示出的方位不是强制的, 在不改变符号含义的前提下, 符号旋转或取其镜像形态时, 其文字和指示方向不应倒置。

目 录

前言	
本书常用文字符号与图形符号表	
第一章 绪论	1
第一节 电力系统的基本概念	1
第二节 电力系统的电压	5
第三节 电力系统的中性点接地方式	7
第四节 用户供电系统及供电要求	16
第五节 供电工程设计的主要内容和程序	20
思考题与习题	21
第二章 负荷计算与无功功率补偿	23
第一节 概述	23
第二节 三相用电设备组计算负荷的确定	28
第三节 单相用电设备组计算负荷的确定	32
第四节 尖峰电流的计算	33
第五节 无功功率补偿	34
第六节 供电系统的计算负荷	38
第七节 供电系统的电能节约	44
思考题与习题	48
第三章 短路电流计算	50
第一节 概述	50
第二节 供电系统短路过程的分析	51
第三节 高压电网短路电流的计算	55
第四节 低压电网短路电流的计算	61
第五节 短路电流的效应	68
思考题与习题	70
第四章 电器、电线电缆及其选择	72
第一节 概述	72
第二节 开关电器的灭弧原理	73
第三节 高压电器	75
第四节 低压电器	88
第五节 互感器	99
第六节 电线电缆	107
第七节 低压保护电器的选择	122
思考题与习题	133
第五章 供电系统的一次接线	135
第一节 概述	135
第二节 电力变压器的选择	135
第三节 电气主接线的基本形式	140
第四节 变配电所电气主接线示例	144
第五节 高低压配电系统	153
第六节 变配电所与箱式变电站	159
第七节 供电方案的技术经济比较	164
思考题与习题	165
第六章 供电系统的二次接线	167
第一节 概述	167
第二节 操作电源	167
第三节 电气测量回路与绝缘监视	170
第四节 高压断路器的控制和信号回路	174
第五节 中央信号装置	179
思考题与习题	179
第七章 供电系统的继电保护	180
第一节 概述	180
第二节 电力线路的保护	185
第三节 电力变压器的保护	195
第四节 电力电容器与高压电动机的保护	207
第五节 微机保护及应用	210
思考题与习题	216
第八章 供电系统的自动化	218
第一节 微机自动控制装置	218
第二节 配电自动化概述	221
第三节 变电所综合自动化	225
第四节 负荷控制与用电管理自动化	229
思考题与习题	232

第九章 接地与防雷	233		
第一节 接地与等电位联结	233		
第二节 电击防护	244		
第三节 雷电有关知识	252		
第四节 建筑物的雷电防护	257		
第五节 供电系统的雷电过电压保护	268		
思考题与习题	277		
第十章 电能质量的提高	279		
第一节 电能质量标准与频率调整	279		
第二节 电压偏差及其调节	280		
第三节 电压波动和闪变及其降低	284		
第四节 公用电网谐波及其抑制	290		
第五节 三相电压不平衡及其补偿	295		
思考题与习题	297		
附录	298		
附录表 1 工厂用电设备组的需要系数及功率 因数数值	298		
附录表 2 照明设备的需要系数	299		
附录表 3 民用建筑用电设备组的需要系数及 功率因数数值	300		
附录表 4 住宅用电负荷需要系数（同时 系数）	300		
附录表 5 工厂部分用电设备组的利用系数及 功率因数数值	301		
附录表 6 用电设备组的最大系数 K_m	302		
附录表 7 不同行业的年最大负荷利用小时 数 $T_{\max}$ 与年最大负荷损耗小时 数 τ	302		
附录表 8 各类建筑物的单位面积功率	303		
附录表 9-1 全国普通住宅每户的用电 指标	303		
附录表 9-2 江苏省普通住宅每户的用电 指标	303		
附录表 10 相间负荷换算相负荷的功率换算 系数	303		
附录表 11 自愈式低压并联电力电容器的主要 技术数据	304		
附录表 12 三相线路电线电缆单位长度每相 阻抗值	304		
附录表 13 $10 \times (1 \pm 5\%) / 0.4\text{kV}$ 三相双绕 组无励磁调压油浸式电力变压器 技术数据	305		
附录表 14 $10 \times (1 \pm 5\%) / 0.4\text{kV}$ 三相 双绕组无励磁调压干式电力变压器 技术数据	305		
附录表 15 低压铜母线单位长度每相阻抗及 相-保护导体阻抗值	305		
附录表 16 低压密集绝缘铜母线槽单位 长度每相阻抗及相-保护导体阻 抗值	306		
附录表 17 低压铜芯电线电缆单位长度相-保护 导体阻抗值	307		
附录表 18 CV1 系列户内高压真空断路器的 主要技术参数	307		
附录表 19 XRNT3、XRNP3、XRNC3 型高压限 流熔断器的主要技术参数	308		
附录表 20 FL(R)N36B-12D 型户内高压 SF ₆ 负荷开关及负荷开关-熔断器组合 电器的主要技术参数	308		
附录表 21 XRNT3-12 型高压限流熔断器熔体 电流与 10kV 电力变压器容量的 配合表	308		
附录表 22 CW2 系列智能型万能式断路器的 主要技术参数	309		
附录表 23 CM2(Z) 系列塑壳式断路器的 主要技术参数	310		
附录表 24 NT 系列高分断熔断器的主要技术 参数及其时间-电流特性	312		
附录表 25 LZZBJ12-10A 系列高压电流互感器 的主要技术参数	313		
附录表 26 BH-0.66 型低压电流互感器的主要 技术参数	313		
附录表 27 JDZ(X)12-10 系列高压电压互 感器的主要技术参数	314		
附录表 28 常用绝缘材料的耐热分级及其极 限温度	314		
附录表 29 架空裸导线的最小允许截 面积	314		
附录表 30 绝缘导线的最小允许截 面积	314		
附录表 31 裸导体及高压电缆在正常和短路			

时的最高允许温度及热稳定系数	315	回路成束敷设的校正系数	323
附录表 32 低压电线电缆的最高允许温度及热稳定系数 K	315	附录表 52 低压母线槽的额定电流等级	324
附录表 33 选择电线电缆的环境温度	315	附录表 53 配电用低压断路器过电流脱扣器的反时限动作特性	324
附录表 34 450/750V 型 BV 绝缘电线穿管敷设时的载流量	316	附录表 54 电动机保护用低压断路器过电流脱扣器和过载继电器的反时限动作特性	324
附录表 35 450/750V 型 RV 等绝缘电线明敷设时的载流量	316	附录表 55 g 类熔断体的约定时间和约定电流	325
附录表 36 450/750V 型 BYJ 绝缘电线穿管敷设时的载流量	317	附录表 56 照明线路保护断路器过电流脱扣器可靠系数	325
附录表 37 450/750V 型 BYJ 绝缘电线明敷时的载流量	317	附录表 57 照明线路熔体选择计算系数 K_m	325
附录表 38 0.6/1kV 型 VV 电缆明敷和埋地敷设时的载流量	318	附录表 58 熔体允许通过的电动机启动电流	325
附录表 39 0.6/1kV 型 YJV 电缆明敷和埋地敷设时的载流量	318	附录表 59 外壳防护等级的分类代号	326
附录表 40 6~35kV 型 YJV 电缆明敷和埋地敷设时的载流量	319	附录表 60 JL-80 系列静态电流继电器 (无源) 的主要技术数据	326
附录表 41 矩形涂漆裸铜母线 (TMY) 的载流量 (交流)	320	附录表 61 JGL-2 系列静态反时限过电流继电器 (多功能) 的主要技术数据	326
附录表 42 LJ、LGG 型裸铝绞线的载流量	320	附录表 62 土壤电阻率参考值	327
附录表 43 环境空气温度不等于 30℃ 时的校正系数 (用于敷设在空气中的电缆载流量)	321	附录表 63 独立变电所 (A 类电气装置) 的接地电阻	327
附录表 44 埋地敷设时环境温度不同于 20℃ 时的校正系数	321	附录表 64 建筑物电气装置 (B 类电气装置) 的接地电阻	328
附录表 45 土壤热阻系数不同于 $2.5K \cdot m/W$ 时的载流量校正系数	321	附录表 65 接地装置导体最小规格尺寸	328
附录表 46 多回路管线或多根多芯电缆成束敷设的校正系数	321	附录表 66 人工接地极的冲击利用系数	328
附录表 47 多回路直埋电缆的校正系数	322	附录表 67 等电位联结导体的截面积	329
附录表 48 多回路多芯电缆穿管埋地敷设的校正系数	322	附录表 68 防雷等电位联结导体的最小截面积	329
附录表 49 敷设在自由空气中多根多芯电缆束的校正系数	323	附录表 69 电气设备防电击保护分类及应用	329
附录表 50 多芯电缆在托盘、梯架内多层敷设时的校正系数	323	附录表 70 220/380V 线路单位长度泄漏电流	329
附录表 51 敷设在自由空气中单芯电缆多		附录表 71 电动机泄漏电流	329
		附录表 72 荧光灯、家用电器及计算机泄	