



国信教育
规划职业人生

全国电气智能应用水平考试授权系列教材
国家人事部
国家信息产业部 信息专业技术人才知识更新工程（“653工程”）参考培训教材

《全国电气智能应用水平考试公共课程教材》编委会 编 著

全国电气智能应用水平考试 公共课程教材



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



国信教育
规划·职业·人生

全国电气智能应用水平考试授权系列教材

国家人事部

国家信息产业部 信息专业技术人员知识更新工程（“653 工程”）参考培训教材

全国电气智能应用水平考试 公共课程教材

《全国电气智能应用水平考试公共课程教材》编委会 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书按照全国电气智能应用水平考试(NCEE)大纲中规定的内容,系统、全面地介绍了电气智能应用水平考试对公共课程部分要求涵盖的内容。全书共分为7篇,包括电路与磁路,电子技术,电气工程与设备,现代电力电子技术,检测与转换技术,计算机软、硬件基础和工程经济分析。

本书既可作为全国电气智能应用水平考试的考试用书,也可以作为电气智能技术培训的参考教材,以及电气智能技术从业人员的参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

全国电气智能应用水平考试公共课程教材 / 《全国电气智能应用水平考试公共课程教材》编委会编著.
—北京:电子工业出版社,2008.1

(全国电气智能应用水平考试授权系列教材)

ISBN 978-7-121-05463-1

I. 全… II. 全… III. 电气设备—水平考试—教材 IV. TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第183177号

责任编辑:刘海艳 文字编辑:宋兆武

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:54.5 字数:1395.2千字

印 次:2008年1月第1次印刷

印 数:1500册 定价:120.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

《全国电气智能应用水平考试授权系列教材》编委会

主 任：刘玉珍 鞠洪芬

副主任：王希征 杨彦奎

委 员（以姓氏笔画为序）：

王立德、马晓春、李 宁、李国国、李建伟、

吴俊勇、郑琼林、张和生、周 晖、钮文洁、

赵兴燕、游小杰、董 春、王慧玲

《全国电气智能应用水平考试公共课程教材》编委会

主 编：李 宁 王董玲 郑琼林

副主编：李建伟 赵兴燕 钮文洁

编 者（以姓氏笔画为序）：

马晓春、马广岩、刘平竹、李国国、郎 兵、

吴俊勇、陈 力、陈洛忠、张和生、杜 欣、

周 晖、董 春

关于信息专业技术人员知识更新工程（“653 工程”）

目标任务

根据我国信息技术发展和信息专业技术人才队伍建设的实际需要，从 2006 年至 2010 年，在我国信息技术领域将开展大规模的专业技术人员继续教育活动，每年开展专业技术人员知识更新培训 12 万人次左右，6 年内共培训信息技术领域内各类中高级创新型、复合型、实用型人才 60 万~70 万人次。随着社会发展信息化对人才需求的不断扩大，此后的继续教育活动必将更加受到重视。通过专项继续教育活动，使各类信息专业技术人员更新专业知识，提高创新能力，进一步健全和完善信息技术领域的继续教育工作体系、服务体系和制度体系，为全面提升我国信息专业技术人员的整体素质提供良好的继续教育和培训服务。

实施原则

（一）坚持以提高自主创新能力为核心，着力提高信息专业技术人才的科技水平和专业素质，不断加快我国信息专业技术人员知识更新的步伐。

（二）紧密结合信息专业技术岗位的实际需求，紧跟世界信息技术发展步伐，统筹规划，分类实施，增强信息专业技术人才培养的针对性和实效性。

（三）以中高级专业技术人才为重点，优先培训急需紧缺行业和技术业务骨干，带动整个信息技术领域知识更新培训工作的开展。

（四）按照政府推动、单位支持、个人自愿的原则，积极整合各类社会资源，充分发挥各方积极性，不断推进“653 工程”实施的社会化和市场化。

主要内容

（一）根据我国经济社会发展和科技创新的需要，紧跟世界信息技术发展的步伐。以信息技术领域中、高级专业技术人才为重点，在软件与集成电路、通信工程、信息安全、电子商务、电子政务等重点领域，每年举办一定数量的专业技术人才高级研修班和学术技术交流论坛，培养信息技术中高级复合型、骨干型人才。对参加“653 工程”范围内高级研修班的专业人才统一颁发《人事部专业技术人员高级研修班结业证书》。

（二）依托国家在信息技术领域建设的重要项目、重点工程和重大课题，有针对性地开展各类继续教育活动，有目的、有计划地培训相关行业领域的专业技术骨干，推进项目、资金、人才培养的一体化建设。

（三）建议广泛合作机制，与各类相关行业、协会合作开展高层次人才培养工作。根据相关行业、协会的人才需求特点，在企业信息化与资源规划（ERP）、医疗卫生信息化、安全生产信息化等多个领域，与科技部、卫生部、国家安全生产监督管理总局等众多行业主管部门

委紧密合作，积极引入用友软件、恩爱普软件（SAP），华为、中兴等国内外著名科技企业参与行业信息化人才培养，不断优化培养机制，联合各行业配套培养中高级信息技术人才。

（四）以社会发展客观需求为指导，把握信息技术领域的最新趋势和主流，以软件、网络、信息安全、数据库、动漫、游戏等当前紧缺人才领域为突破口，确立 10 个重点实施专业领域，不断丰富和完善课程体系与教材课件，逐步建立一套适合我国国情、与国际标准接轨的信息专业技术人员职业能力培养与测评体系，培养中高级专业技术人才。

（五）推动“产、学、研”技术合作，积极结合高等院校和职业院校的教育资源优势，面对政府部门信息中心和广大院校、科研机构，集中开展电子政务、信息化办公等应用型信息技术人才知识更新培训。

（六）鼓励各地区、各企事业单位结合信息化发展的需求，开展专项技术培训和岗位培训，具备条件的地区和大型企事业单位可将培训计划报“653 工程”办公室，经评估纳入到“653 工程”的统一规划。

（七）选择上海、深圳、大连、无锡、成都、西安等信息产业比较发达的城市作为实施“653 工程”的重点，人事部、信息产业部予以积极的政策支持，地方政府加大配套资金投入，通过典型城市的示范作用，促进全国信息技术领域“653 工程”的实施。

（八）建立包括卫星、因特网等多种有效实施途径和手段在内的远程教育培训网络，面向全国特别是中西部地区的信息专业技术人员，实施信息技术远程继续教育。采取多种优惠方式，开展普及性知识更新培训，努力普及推广各类先进适用的信息技术知识，缩小“数字鸿沟”。

信息技术领域“653 工程”由人事部和信息产业部共同组织实施，信息产业部具体负责。全国信息专业技术人员知识更新工程办公室负责“653 工程”的各项日常工作，办公室设立在信息产业部电子人才交流中心，由其承担具体工作。

前 言

为了加快推进人才强国战略,提升我国电气智能工程师的整体素质水平,培养造就一批能够将传统电工技术与电子、自动控制、计算机、网络通信、信息处理等技术有机结合的综合性人才,信息产业部电子人才交流中心于2006年面向全国组织实施了全国电气智能应用水平考试(NCEE)。

全国电气智能应用水平考试知识结构侧重于强弱电结合,以智能化电气测量与控制为主,立足于为政府机构和企事业单位培养各层次的电气智能化专业人才。专业涉及:楼宇自动化、工业生产自动化、电力系统自动化、轨道交通电气传动控制、汽车电子自动控制、智能小区弱电工程、智能机器人等电气工程和电气信息工程各领域。按照市场对电气智能专业人才不同岗位的需求,将考试由低到高分三个级别:一级应用水平相当于电气智能助理工程师;二级应用水平相当于电气智能工程师;三级应用水平相当于电气智能高级工程师。建设部人力资源开发中心提供联合认证。

全国电气智能应用水平考试本着“以人才为核心,促进电气智能产业快速发展”的理念,协同高等院校、知名科研院所、大型人力资源机构、国内外知名企业等优势资源,培育和发展先进的教学产品和教育体系,积极开展各类电气智能专业人才的教育培训与考试,并为业界建立可靠、有效的电气智能人才的考核体系与衡量标准,从而建立一个高效率的、能够体现电气智能技术发展新趋势和知识系统完整性的终身学习服务机制。全国电气智能应用水平考试面向从事电气智能及相关类专业的企业管理人员、企业工程技术人员、各普通院校学生及中专学校学生。

为配合广大考生应考复习,全国电气智能应用水平考试教材编委会于2006年底开始组织编写《全国电气智能应用水平考试授权系列教材》,每套教材分为公共课程教材和专业课程教材各一册。本书为公共课程教材,将要出版智能建筑专业课程和智能工业控制专业课程教材。今后还要陆续出版其它领域的专业课程教材。

公共课程教材一书分为7篇,第一篇为电路与电磁场,由马晓春撰写;第二篇为电子技术,由周晖和李国国撰写;第三篇为电气工程与设备,由吴俊勇、郎兵、马广岩和陈力撰写;第四篇为现代电力电子技术,由陈洛忠撰写;第五篇为检测与转换技术,由张和生撰写;第六篇为计算机技术,由董春和杜欣撰写;第七篇为工程经济分析,由刘平竹撰写。

本书以全国电气智能应用水平考试大纲为依据,全面系统地讲解了大纲中规定的内容,为学员提供较为详尽的内容指导。

本书的组稿和编写工作得到了北京交通大学电气工程学院的大力支持,编者均为在该领域从事多年教学和科研工作的专家,从而使该套图书具有较强的指导性和实用性。

由于时间匆忙,兼之电气智能领域所包含的知识容量较为庞大,因此难免存在挂一漏万之处,希望读者能够批评指正,可以发邮件至 zhaoxy@ncie.gov.cn。

如果您对全国电气智能应用水平考试的相关内容感兴趣,可以访问考试官方网站:<http://www.ncie.gov.cn> 或 <http://www.ncie.gov.cn/ncee>。

《全国电气智能应用水平考试公共课程教材》编委会

2007年10月

目 录

第 1 篇 电路与磁路

第 1 章 电路的基本概念和基本定律	2
1.1 概述	2
1.2 电流、电压及参考方向和电位	2
1.2.1 电流及其参考方向	3
1.2.2 电压及其参考方向	3
1.2.3 关联参考方向	4
1.2.4 电位	4
1.3 电阻元件	5
1.4 电功率和电能	6
1.5 电容元件	8
1.6 电感元件	9
1.7 电压源	10
1.7.1 理想(独立)电压源	10
1.7.2 实际电压源	11
1.8 电流源	11
1.8.1 理想(独立)电流源	11
1.8.2 实际电流源	12
1.9 受控源	12
1.10 电气设备的额定值	13
1.11 电路的工作状态	14
1.12 基尔霍夫定律	15
1.12.1 基尔霍夫电流定律(KCL)	15
1.12.2 基尔霍夫电压定律(KVL)	16
第 2 章 电阻电路	21
2.1 电阻的串联和并联	21
2.2 电阻的 Δ 形联结与 Y 形联结的等效转换	23
2.3 电压源模型与电流源模型的等效互换	25
2.4 电路的一般分析方法	28
2.4.1 支路电流法	28
2.4.2 结点电压法	30
2.5 电路定理	32
2.5.1 叠加定理(又称叠加原理)	32

2.5.2 戴维宁定理与诺顿定理	34
第3章 正弦交流电路	38
3.1 正弦量的三要素和有效值	38
3.1.1 正弦量的三要素	38
3.1.2 有效值	39
3.2 基尔霍夫定律的相量形式及电阻元件、电感元件与电容元件的相量形式	39
3.2.1 基尔霍夫定律的相量形式	40
3.2.2 电阻元件的相量形式	40
3.2.3 电感元件的相量形式	41
3.2.4 电容元件的相量形式	42
3.3 复数的表示方法和计算方法	43
3.4 RLC 串联电路电压电流关系	44
3.5 RLC 并联电路及其导纳	48
3.6 RLC 串联的交流电路功率关系	49
3.7 阻抗的串联与并联	54
3.7.1 阻抗的串联	54
3.7.2 阻抗的并联	55
3.8 谐振电路	56
3.8.1 串联谐振电路	56
3.8.2 并联谐振电路	57
3.9 功率因数的提高	58
第4章 三相电路	62
4.1 概述	62
4.2 三相交流电源	62
4.2.1 三相对称电压的表示	62
4.2.2 三相电源的联结	63
4.3 三相负载的联结	64
4.3.1 三相负载的Y形联结	64
4.3.2 三相负载的 Δ 形联结	64
4.4 三相线电压与相电压和线电流与相电流的关系	65
4.4.1 相电压与线电压的关系	65
4.4.2 线电流与相电流的关系	65
4.5 对称三相电路电压、电流的计算	66
4.5.1 负载Y联结三相电路的计算	66
4.5.2 负载 Δ 联结三相电路的计算	68
4.6 对称三相电路的功率	69
4.7 无中线的不对称三相电路	72
4.8 安全用电	74
第5章 非正弦周期电流电路	77
5.1 概述	77

5.2	非正弦周期量的分解	77
5.3	非正弦周期电流电路的计算	79
5.4	非正弦周期电流电路的有效值和平均功率	80
第 6 章	电路的暂态分析	82
6.1	换路定则与初始值的确定	82
6.2	RC 电路的响应	84
6.2.1	RC 电路的零输入响应	84
6.2.2	RC 电路的零状态响应	86
6.2.3	RC 电路的全响应	87
6.3	一阶线性电路的三要素法	88
6.4	RL 电路的全响应	89
第 7 章	磁路与铁芯线圈	91
7.1	磁场	91
7.1.1	磁感应强度 B	91
7.1.2	磁通 Φ	92
7.1.3	安培环路定律和磁场强度	92
7.2	铁磁物质的磁化	94
7.2.1	铁磁物质的磁化及其磁化曲线	94
7.2.2	铁磁物质的磁滞回线及其基本磁化曲线	94
7.3	磁路及其磁路定律	96
7.3.1	磁路	96
7.3.2	磁路定律	96
7.4	交流铁芯线圈电路	100
7.4.1	从磁路分析得到电磁关系式	100
7.4.2	从电路分析得到电压电流关系式	100
7.4.3	功率损耗	101
第 8 章	电工测量	103
8.1	概述	103
8.2	测量的基本概念	103
8.2.1	测量误差及其分类	103
8.2.2	仪表的准确度	104
8.3	电量测量	105
8.3.1	电量测量的基本知识	105
8.3.2	磁电式仪表测量机构及使用范围	105
8.3.3	电磁式仪表测量机构及使用范围	106
8.3.4	电动式仪表测量机构及使用范围	106
8.4	电流表、电压表和功率表的构成	107
8.4.1	电流表的构成及使用	107
8.4.2	电压表的构成及使用	108
8.4.3	功率表的构成及使用	108

8.5 非电量测量	110
8.5.1 非电量电测系统的组成	110
8.5.2 传感器	111
8.6 现代测量技术	112
8.6.1 数字化测量仪表	112
8.6.2 微计算机仪器仪表	112
8.6.3 现代测量技术新进展	114
参考文献	115

第 2 篇 电子技术

第 1 章 基本半导体器件	118
1.1 半导体	118
1.1.1 本征半导体	118
1.1.2 N 型半导体	119
1.1.3 P 型半导体	119
1.2 晶体二极管	120
1.2.1 PN 结	120
1.2.2 半导体二极管	122
1.2.3 硅稳压管	123
1.3 晶体三极管	124
1.3.1 三极管的结构	124
1.3.2 三极管的放大原理	124
1.3.3 三极管的特性曲线	127
1.3.4 三极管的主要参数	128
1.4 场效应管	129
1.4.1 场效应管的类别与工作原理	130
1.4.2 场效应管的特性曲线及主要参数	132
第 2 章 基本放大电路	135
2.1 共射极基本放大电路	135
2.1.1 共射极基本放大电路的组成	135
2.1.2 共射极基本放大电路的工作原理	136
2.1.3 共射极基本放大电路的微变等效电路分析	138
2.2 静态工作点稳定的共射极基本放大电路	141
2.2.1 静态工作点不稳定的原因及其后果	142
2.2.2 分压式偏置共射极基本放大电路的工作原理及其分析	143
2.3 共集电极放大电路	145
2.3.1 共集电极基本放大电路及其分析计算	145
2.3.2 射极输出器的特点及其应用	147
2.4 场效应管放大电路	147

2.4.1	共源极基本放大电路	148
2.4.2	源极输出器	150
2.5	多级放大电路	151
2.5.1	多级放大电路的耦合方式	151
2.5.2	多级放大电路的分析计算	151
2.6	功率放大器	152
2.6.1	功率放大电路的基本要求及其类型	152
2.6.2	互补对称功率放大电路	154
2.7	放大电路中的负反馈	157
2.7.1	反馈的基本概念及基本类型	158
2.7.2	负反馈对放大电路性能的影响	162
2.7.3	深度负反馈放大电路放大倍数的估算*	165
第3章	差动放大电路及运算放大器	167
3.1	差动放大电路	167
3.1.1	放大电路的直接耦合方式	167
3.1.2	长尾式差动放大电路	168
3.2	运算放大器及其基本应用	175
3.2.1	集成电路特点简介	175
3.2.2	集成运算放大器的组成、符号及其参数	176
3.2.3	集成运算放大器的应用	178
第4章	数字逻辑基础	191
4.1	数制与编码	191
4.1.1	计数体制	191
4.1.2	不同数制间的转换	192
4.1.3	编码	194
4.2	逻辑代数	195
4.2.1	基本逻辑运算	195
4.2.2	逻辑代数运算的基本定律及定理	197
4.2.3	逻辑函数的代数化简法	198
4.3	卡诺图	199
4.3.1	逻辑函数最小项的基本概念	199
4.3.2	变量卡诺图	200
4.3.3	卡诺图化简逻辑函数	202
第5章	门电路与组合逻辑电路	203
5.1	基本门电路	203
5.1.1	与门、或门及非门	203
5.1.2	与非门、或非门、与或非门及异或门	205
5.1.3	三态门、OC门及传输门	207
5.2	组合逻辑电路	211
5.2.1	组合逻辑电路的分析	211

5.2.2	组合逻辑电路的设计	213
5.2.3	常用组合逻辑电路	214
第 6 章	触发器与时序逻辑电路	226
6.1	触发器	226
6.1.1	RS 触发器	226
6.1.2	JK 触发器	229
6.1.3	D 触发器	232
6.1.4	触发器功能转换	234
6.2	寄存器	236
6.2.1	数码寄存器	236
6.2.2	移位寄存器	237
6.3	计数器	239
6.3.1	计数器分类	239
6.3.2	二进制加法计数器	239
6.3.3	十进制加法计数器	241
6.4	555 定时器	246
6.4.1	555 定时器简介	246
6.4.2	典型应用电路分析	248
第 7 章	数/模与模/数转换器	251
7.1	D/A 转换器	251
7.1.1	D/A 转换器的工作原理	251
7.1.2	D/A 转换器的主要参数	253
7.2	A/D 转换器	253
7.2.1	A/D 转换器的工作原理	254
7.2.2	A/D 转换器的主要参数	258
参考文献		259

第 3 篇 电气工程与设备

第 1 章	电力系统基础知识	262
1.1	电力系统的组成和特点	262
1.1.1	电力系统的组成	262
1.1.2	电力系统的运行特点及基本要求	263
1.2	电气设备的额定参数	264
1.3	电力系统的接线方式	266
1.3.1	电力系统的接线图	266
1.3.2	电力系统的接线方式	267
第 2 章	电力网络	268
2.1	输电线的参数计算及等值电路	268
2.1.1	单位长度电力线路的参数	268

2.1.2	电力线路的等值电路	269
2.2	变压器的参数计算及等值电路	270
2.2.1	双绕组的等值电路	270
2.2.2	双绕组的参数计算	270
2.3	电力网络的电压降落、电压损耗及功率特性	271
2.3.1	电力网络元件的电压降落	271
2.3.2	电力网络元件的电压损耗与电压偏移	272
2.3.3	电力网络元件的功率特性	273
2.4	电力系统的无功功率平衡和电压调整	274
2.4.1	电力系统的无功功率平衡	274
2.4.2	电压调整的基本概念	277
2.4.3	电压调整的措施	278
第3章	电气设备与保护	282
3.1	变压器	282
3.1.1	变压器的工作原理与基本结构	282
3.1.2	变压器的主要参数及运行特性	287
3.1.3	变压器过负荷运行	288
3.1.4	变压器并联运行	289
3.2	异步电动机	289
3.2.1	异步电动机的基本原理及结构	289
3.2.2	异步电动机的主要参数及参数测定	292
3.2.3	异步电动机的启动	296
3.2.4	三相异步电动机的制动	299
3.2.5	二相异步电动机的调速	300
3.3	直流电动机	300
3.3.1	直流电动机基本原理及结构	300
3.3.2	直流电动机的主要参数及运行特性	303
3.3.3	直流电动机的启动	305
3.3.4	直流电动机的制动	306
3.3.5	直流电动机的调速	307
3.4	互感器	308
3.4.1	互感器概述	308
3.4.2	电流互感器	308
3.4.3	电压互感器	310
3.5	开关电器	311
3.5.1	电弧的形成与熄灭的物理过程	312
3.5.2	开关电器选择	313
3.6	继电保护	318
3.6.1	继电保护的作用和基本原理	318
3.6.2	常用继电器	319

3.6.3	变压器保护	319
3.6.4	电动机保护	320
第 4 章	过电压与防雷	321
4.1	气体放电的基本理论	321
4.1.1	气体放电的形式	321
4.1.2	气体中带电质点的产生与消失	322
4.1.3	均匀电场中的气体放电	324
4.1.4	不均匀电场中的气体放电	328
4.2	大气条件对气隙击穿电压的影响	332
4.2.1	大气状态的校正	332
4.2.2	海拔高度的校正	333
4.3	电力系统过电压的种类和过电压水平	333
4.3.1	过电压的分类	334
4.3.2	雷电过电压	335
4.3.3	内部过电压	338
4.3.4	过电压水平	342
4.4	交流电气装置过电压保护设计要求及限制措施	343
4.4.1	避雷针和避雷线的保护范围	343
4.4.2	避雷器的保护作用	346
4.4.3	交流电气装置的过电压保护	348
4.5	建筑物防雷	352
4.5.1	雷电对建筑物的危害	352
4.5.2	建筑物防雷的分类	353
4.5.3	建筑物防雷的措施	353
4.5.4	避雷针和避雷线的保护范围	355
第 5 章	接地技术	360
5.1	电气设备的漏电保护及接地概念	360
5.1.1	安全电流和安全电压	360
5.1.2	电气接地的基本概念、作用及分类	361
5.1.3	各种接地的应用	362
5.2	电气设备及其他设施的接地	365
5.2.1	电力系统的接地	365
5.2.2	不同电压等级电气设备的接地	369
5.2.3	不同固定方式的电气设备接地	371
5.2.4	输配电线路的接地	372
5.2.5	用电设备的接地	372
5.2.6	电气照明设备的接地	374
5.2.7	Ⅰ、Ⅱ类场所的接地	374
5.2.8	特殊场所的设备接地	376
5.2.9	防静电接地	378

5.2.10	家用电器接地	379
5.2.11	建筑物的防雷接地	380
5.2.12	民用设施的接地	382
5.3	电气接地的选用与计算	383
5.3.1	电气接地设计的要求和步骤	383
5.3.2	电气接地的要求	384
5.3.3	电气接地电阻的一般要求与计算	385
5.3.4	电气接地装置的选用与布置	387
5.3.5	接触电压和跨步电压的限制措施	389

第4篇 现代电力电子技术

绪 论	392
第1章 电力电子器件	395
1.1 电力电子器件的概念和特征	395
1.1.1 电力电子系统的组成	395
1.1.2 电力电子器件的分类	396
1.2 电力二极管 (Power Diode)	396
1.2.1 电力二极管的基本特性	397
1.2.2 电力二极管的主要参数	397
1.2.3 电力二极管的主要类型	398
1.3 晶闸管 (Thyristor)	399
1.3.1 晶闸管的结构与工作原理	399
1.3.2 晶闸管的基本特性	400
1.4 典型全控型器件	402
1.4.1 门极可关断晶闸管 (Gate Turn Off Thyristor, GTO)	402
1.4.2 电力场效应晶体管	404
1.4.3 绝缘栅双极晶体管 (Insulated-Gate Bipolar Transistor, IGBT)	406
第2章 可控整流电路	409
2.1 单相可控整流电路	409
2.1.1 单相半波可控整流电路	409
2.1.2 单相桥式全控整流电路	412
2.1.3 单相桥式半控整流电路	414
2.2 三相可控整流电路	415
2.2.1 三相半波可控整流电路	415
2.2.2 三相桥式全控整流电路	418
第3章 触发与驱动保护电路	424
3.1 单结晶体管触发电路	424
3.1.1 单结晶体管	424
3.1.2 单结晶体管自激振荡电路	425

3.1.3 具有同步环节的单结晶体管触发电路	426
3.2 同步电压为锯齿波的触发电路	428
3.3 典型全控型电力电子器件的驱动	430
3.3.1 电流型器件的驱动电路	431
3.3.2 电压型器件的驱动	432
3.4 电力电子器件的保护	434
3.4.1 过电压保护	434
3.4.2 过电流保护	435
3.5 电力电子器件的缓冲电路	436
第4章 自动控制系统	440
4.1 自动控制系统工作原理及分类	440
4.1.1 自动控制系统工作原理	440
4.1.2 开环控制与闭环控制	441
4.1.3 反馈控制系统组成	442
4.1.4 控制系统的基本要求	443
4.2 控制系统的数学模型	443
4.2.1 线性系统微分方程	444
4.2.2 传递函数的概念	444
4.2.3 系统动态结构图及其化简	449
4.2.4 自动控制系统的传递函数	454
4.3 PID 控制	456
4.3.1 PID 概述	456
4.3.2 基本 PID 控制规律	457
4.3.3 PID 控制原理	457
第5章 直流调速系统	460
5.1 简述	460
5.1.1 调速定义	460
5.1.2 直流调速方法	460
5.1.3 调速系统的性能指标	461
5.2 单闭环直流调速系统	462
5.2.1 系统组成	462
5.2.2 单闭环调速系统稳态特性	463
5.2.3 单闭环调速系统动态特性	464
5.3 单闭环无静差调速系统	466
第6章 异步电动机变频调速	470
6.1 异步电动机调速基本知识	470
6.1.1 电动机调速	470
6.1.2 PWM 控制技术	470
6.1.3 异步电动机调速方法	472
6.2 变频调速主电路	473