



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
(高职高专教育)

模拟电子技术基础

(第2版)

陈梓城 主编



高等教育出版社
Higher Education Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

(高职高专教育)

模拟电子技术基础

(第2版)

陈梓城 主 编

方 勤 副主编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职高专教育)。全书共分9章:半导体二极管及其应用、半导体三极管与分立元件放大电路、集成运算放大器的应用、功率放大电路、正弦波振荡电路、光电子器件及其应用、直流稳压电源、晶闸管及其应用电路。

本教材以培养应用能力为主线,突出集成电路及其应用。注重新知识的介绍。光电子器件及其应用独立成章。讲解通俗易懂。

本书可作为高等职业技术学院、高等专科学校、成人高校及民办高校电类专业“模拟电子技术基础”课程的教材,也可供从事电子技术工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术基础/陈梓城主编.—2版.—北京:高等教育出版社,2007.11

ISBN 978-7-04-022362-0

I. 模… II. 陈… III. 模拟电路—电子技术—高等学校:技术学校—教材 IV. TN710

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第141576号

策划编辑 孙杰 责任编辑 许海平 封面设计 张志奇 责任绘图 朱静
版式设计 马敬茹 责任校对 杨凤玲 责任印制 宋克学

出版发行 高等教育出版社

社址 北京市西城区德外大街4号

邮政编码 100011

总机 010-58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司

印刷 北京印刷集团有限责任公司印刷二厂

开本 787×1092 1/16

印张 20.25

字数 490 000

购书热线 010-58581118

免费咨询 800-810-0598

网址 <http://www.hep.edu.cn>

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

网上订购 <http://www.landaco.com>

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

畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 2003年12月第1版

2007年11月第2版

印次 2007年11月第1次印刷

定价 25.40元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 22362-00

第2版前言

本教材第1版为新世纪高职高专教改项目成果教材,第1版于2003年出版。本次修订后的第2版被批准为普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职高专教育)。

在修订过程中,力求以电子技术应用能力培养为主线,在“浅”、“用”、“新”上下工夫,体现针对性、实用性、先进性、适用性、浅显性。

(1) 增强实用性 修订版增加了场效应晶体管应用常识、光耦合器件选用常识、集成电压比较器应用示例、低压差集成稳压器应用、常用的PWM开关电源控制器及其应用、集成光电隔离放大器应用示例等教学内容。

(2) 突出教学内容的先进性 为使教学内容适应电子技术飞速发展的新形势,突出集成电路及其应用,修订版中增加了集成比较器、集成测量放大器、集成隔离放大器、集成有源滤波器、单片三端开关电源、低压差集成稳压器及其应用等内容。

(3) 适用性与浅显性 为增强教材的适用性,知识传授尽量建立在物理概念的基础上,降低难度,化解难点。在保证实用性强、适应科技形势发展和职业能力培养基础上,力求做到通俗易懂。如删除了载流子运动部分,对场效应晶体管原理、差分电路原理等难点部分进一步降低了难度。同时对教学内容的安排作了适当调整:把集成光电隔离放大器移至光电子器件及其应用一章,并把这一章前移,将应用光耦合器知识的直流稳压电源一章放在后面介绍等。使之符合认知规律,化解难点,增强系统性。

(4) 考虑到高职院校在学完“模拟电子技术基础”课程后,一般不开设“模拟集成电路及其应用”课程,故编入集成测量放大器、集成隔离放大器、集成有源滤波器、UC3842组成的PWM开关电源等内容。

(5) 为方便本课程进行“项目导向、案例教学”改革,根据编者教学研究心得,编写了附录B“模拟电子报警器及其应用”,详尽地介绍模拟电子报警器的制作、调试方法及其在教学中的应用。各章节包括绪论,凡涉及模拟电子报警器及其单元电路的内容均有介绍,与之呼应。

(6) 为增强教材的适用性,增加第九章晶闸管及其应用电路。

(7) 首次出现的专业术语加英语标注。

(8) 每章编有自我检测题,便于自测知识掌握情况。习题中增加具有实用价值和有利于增强分析问题、解决问题能力培养的题目。

(9) 立体化配套 本教材为集纸质教材与电子教案、课件于一体的立体化教材。同时为教师提供习题解答、授课计划、教案首页、试卷库、复习提纲、教学体会及建议等教学文件资料,供教学时参考。凡采用本教材的学校可直接向高等教育出版社高等职业教育研究与出版中心市场部索取(登录高职高专教学资源网 hv.hep.com.cn 查看联系方式)。

本教材的教学时数为80课时左右,书中打*标记的为选学内容,供各校教学时选取。课时分配表见下表,供参考。

章号	章标题	参考时数
	绪论	0.5
第一章	半导体二极管及其应用	7.5
第二章	半导体三极管与分立元件放大电路	17
第三章	集成运算放大器基础及负反馈电路	10
第四章	集成运算放大器的应用	12
第五章	功率放大电路	7
第六章	正弦波振荡电路	7
第七章	光电子器件及其应用	7
第八章	直流稳压电源	8
第九章	晶闸管及其应用电路	6
	合 计	82

修订版由陈梓城教授任主编并负责统稿,江西财经大学电子学院方勤教授任副主编,江西财经大学电子学院邓海、浙江机电职业技术学院夏敏磊参编。其中方勤编写了第五章、第七章;邓海编写了第二章、第三章;夏敏磊编写了第六章、第九章;陈梓城、邓海编写了附录B;其余各章由陈梓城编写。邓海、夏敏磊担任电子教案、课件的主编,浙江机电职业技术学院戎小戈副教授、王燕老师参加电子教案、课件的制作。

修订版由天津科技大学王朝玉教授和江西财经大学电子学院柳大川副教授审阅,他们认真、仔细地审阅了全稿,并提出修改意见。在修订过程中,得到浙江机电职业技术学院和江西财经大学电子学院领导、浙江机电职业技术学院教务处和电子信息系领导及同事们的大力支持。在此一并表示衷心的感谢!在修订过程中参阅了大量的参考文献,对作者表示诚挚的谢意!

由于编者水平有限,错误和不当之处在所难免,敬请同行和读者指正。

编 者
2007年5月

第 1 版前言

本教材为新世纪高职高专教改项目成果教材,根据高职高专教育《模拟电子技术基础课程教学基本要求》编写而成。

本教材编写过程中,力求做到以培养电子技术应用能力为主线,体现针对性、实用性、先进性、适用性、浅显性。

(1) 加强针对性 教材内容针对电类专业高等技术应用性人才岗位(群)所需的知识、能力来编写。为培养常用元器件选用能力、电子电路基本分析能力、常用电子电路读图能力、常用电路设计能力、电路简单故障分析排除能力等来编写,使本课程不仅为专业课学习打好基础,为培养再学习能力服务,而且直接地为培养职业能力服务。

(2) 增强实用性 编写过程中力图使教学内容与企业社会现状基本相符,做到理论联系实际,学以致用。淡化公式推导,重在教学生学会元器件、电子电路在实际中的应用和掌握基本分析工具、基本分析方法。元器件重在外特性、引脚识别、使用注意事项、性能简易测试等实用知识的阐述。电子电路在讲清工作原理后即介绍应用示例、元器件选择计算、故障排除等。

(3) 突出教学内容先进性 为使教学内容适应电子技术飞速发展的新形势,突出集成电路及其应用,如集成运放、集成稳压器、集成功放等。在传统教材的基础上增加了集成开关电源,开关电容滤波器等器件及其应用等;简介微型二极管、三极管;光电子器件及其应用单独成章等。

(4) 为增强教材的适用性,知识传授尽量建立在物理概念的基础上,在通俗易懂、降低难度上下工夫,删除传统教材中载流子运动部分;为降低负反馈电路难度,将集成运放基础知识与负反馈合编一章,重点介绍集成运放构成的负反馈电路,简介分立元件负反馈电路。

(5) 每章编有自我检测试题,便于自测知识掌握情况。习题中增加具有实用价值和有利于增强分析问题、解决问题能力培养的题目。

(6) 首次出现的专业术语加英语标注。

本教材教学时数为 70 课时左右,* 部分为选学内容,教学过程中可根据专业的不同和各校实际情况选用。课时分配表如下:

序号	章节标题	参考时数
	绪论	
第一章	半导体二极管、三极管	6
第二章	分立元件放大电路	17
第三章	集成运放基础及负反馈电路	10
第四章	集成运算放大器的应用	12
第五章	功率放大电路	7
第六章	正弦波振荡电路	7
第七章	直流稳压电源	12
第八章	光电子器件及其应用	7
	合计	78

本教材由陈梓城教授任主编,方勤副教授任副主编,赵未莲讲师参编。其中方勤编写了第五章、第八章,赵未莲编写了第二章、第三章,陈梓城编写了绪论、第一章、第四章、第六章、第七章及附录,并负责统稿工作。

本教材由江西工业职业技术学院柳大川副教授任主审,他对编写提纲及书稿进行了认真审阅,并提出了许多宝贵意见和建议,在此致以诚挚的谢意!

由于编者水平有限,错误与不妥之处在所难免,恳请同行和读者指正。

编者

2003年7月

本书常用符号表

A	增益、放大倍数	I_o, i_o	输出电流
$A(a)$	整流元件的阳极(正极)	I_L	负载电流
A_v	电压增益	$I_{L(AV)}$	负载电流(平均值)
A_i	电流增益	I_{IB}	输入偏置电流
A_{ud}	差模电压增益	I_{IO}	输入失调电流
A_{uc}	共模电压增益	I_F	输入整流电流
A_{od}	开环差模电压增益	I_R	反向电流
A_{of}	闭环电压增益	I_{ZM}	稳压二极管最大稳定电流
$B(b)$	BJT的基极	K_{CMR}	共模抑制比
C_e	发射极的旁路电容	L	电感
C_{be}	基极-发射极电容	M	互感
C_{bc}	基极-集电极电容	P_o	输出功率
C_f	反馈电容	P_{om}	最大输出功率
$C(c)$	BJT的集电极	P_C	集电极耗散功率
$D(d)$	场效应晶体管漏极	P_{CM}	集电极最大允许耗散功率
D	占空比	P_V	电源功率
$E(e)$	BJT的发射极	R_b, R_e, R_c	接于BJT基极、发射极、集电极的电阻
F	反馈系数	R_S	信号源电阻
f	频率	R_L	负载电阻
BW	频带宽度(通频带)	R_p	电位器
BW_G	单位增益带宽,增益带宽积	r_{be}	共射接下, b-e间的微变电阻
f_L	放大器下限频率	R_i	放大电路交流输入电阻
f_H	放大器上限频率	R_o	放大电路交流输出电阻
f_M	最高工作频率	R_f	反馈电阻
f_o	中心频率,电路特征频率	R_{th}	热阻
f_T	BJT特征频率	S	开关
f_a	BJT共基极截止频率	S_u	电压调整率
f_β	BJT共射极截止频率	S_i	电流调整率
$G(g)$	场效应管的栅极	S_V	稳压系数
g_m	跨导	S_R	放大电路转换速率
GND	地	S_r	稳压电源的纹波抑制比
I, i	电流	T	温度
I_{CBO}	发射极开路, c-b间反向饱和电流	T	变压器
I_{CEO}	基极开路, c-e间反向饱和电流	t	时间
I_i, i_i	输入电流	THD	非线性失真系数

U, u	电压	$U_{CE(sat)}$	BJT 饱和压降
U_F	二极管导通正向电压	U_Z	稳压二极管稳压值
U_s, u_s	信号源电压	V_{CC}	接 BJT 的集电极电源
U_i, u_i	输入电压	V_{EE}	接 BJT 的发射极电源
U_O	直流输出电压	V_{BB}	接 BJT 的基极电源
u_o	输出电压	V_{DD}	接 FET 的漏极电源
$U_{O(AV)}$	输出电压平均值	α	BJT 共基接法的电流放大系数
U_T	温度的电压当量	β	BJT 共射接法的电流放大系数
U_{th}	死区电压、开启电压	η	效率
U_{REF}	参考电压	φ	相角
U_T	阈值电压、门限电压	τ	时间常数
$U_{(BR)CEO}$	发射极开路, 集电极 - 基极反向击穿电压	ω	角频率
$U_{(BR)CEO}$	基极开路, 集电极 - 发射极反向击穿电压	γ	纹波系数

电压和电流符号规定 (以 BJT 为例)

项 目	静态值(直流)	交流或随时间变化的分量			总量(直流 + 交流)
		瞬时值	有效值	相量	
集电极电压	U_C	u_c	U_c	\dot{U}_c	$u_c = U_C + u_c$
集电极电流	I_C	i_c	I_c	\dot{i}_c	$i_c = I_C + i_c$
基极电压	U_B	u_b	U_b	\dot{U}_b	$u_b = U_B + u_b$
基极电流	I_B	i_b	I_b	\dot{i}_b	$i_b = I_B + i_b$
发射极电压	U_E	u_e	U_e	\dot{U}_e	$u_e = U_E + u_e$
发射极电流	I_E	i_e	I_e	\dot{i}_e	$i_e = I_E + i_e$

目 录

本书常用符号表	I	第二章 半导体三极管与分立元件放大 电路	33
绪论	1	教学目标	33
第一章 半导体二极管及其应用	5	2.1 双极型半导体三极管	33
教学目标	5	2.1.1 三极管的结构、图形符号及 分类	34
1.1 半导体二极管	5	2.1.2 三极管的电流放大作用及其 放大基本条件	34
1.1.1 半导体基础知识	5	2.1.3 三极管的输入、输出特性 曲线	35
1.1.2 二极管的结构、类型、图形 符号	6	2.1.4 三极管的主要参数及温度对 特性的影响	38
1.1.3 二极管的单向导电性及伏安 特性	7	2.1.5 微型三极管简介	40
1.1.4 温度对二极管特性的影响	10	2.2 共射基本放大电路	41
1.1.5 二极管的主要参数	10	2.2.1 放大电路的基本要求及主要 性能指标	41
1.1.6 二极管的应用	10	2.2.2 共射基本放大电路的组成及 工作原理	43
1.2 特种二极管	13	2.2.3 直流通路与交流通路	44
1.2.1 稳压二极管	13	2.2.4 共射基本放大电路的静态 工作点	46
1.2.2 变容二极管	14	2.3 分压式工作点稳定电路	47
1.2.3 肖特基二极管	15	2.3.1 温度对静态工作点的影响	47
1.2.4 快速恢复二极管	15	2.3.2 分压式工作点稳定电路的 组成	47
1.2.5 SMT与微型二极管简介	15	2.3.3 分压式工作点稳定电路的工作 原理	48
1.3 二极管整流电路	17	2.4 分立元件放大电路的分析 方法	49
1.3.1 单相半波整流电路	17	2.4.1 工程估算法	49
1.3.2 单相全波整流电路	19	2.4.2 放大电路的图解分析	49
1.3.3 单相桥式整流电路	21	2.4.3 微变等效电路分析法	53
*1.3.4 倍压整流电路	23	2.5 共集电路与共基电路	57
1.4 滤波电路	24		
1.4.1 电容滤波电路	24		
1.4.2 电感电容滤波电路	26		
1.4.3 RC- π 形滤波电路	27		
1.4.4 整流滤波电路应用及其故障 分析	27		
本章小结	28		
自我检测题	29		
习题	30		

2.5.1 共集电路的组成、工作原理及其应用	57	3.2.1 集成运算放大器简介	91
2.5.2 共基电路	59	3.2.2 集成运算放大器的内部电路框图	94
2.6 场效应晶体管及其放大电路	60	3.2.3 理想运放的概念	94
2.6.1 增强型绝缘栅场效应晶体管的结构、图形符号及其工作原理	60	3.3 反馈的基本概念	95
2.6.2 耗尽型绝缘栅场效应晶体管的结构、图形符号及其工作原理	61	3.3.1 反馈的定义	95
2.6.3 结型场效应晶体管简介	62	3.3.2 负反馈的电路框图	95
2.6.4 各类场效应晶体管的比较	63	3.3.3 反馈深度与深度负反馈	96
2.6.5 场效应晶体管的主要参数及使用注意事项	63	3.4 反馈的分类及判别方法	97
* 2.6.6 场效应晶体管的偏置电路	64	3.4.1 反馈的分类及判别	97
* 2.6.7 场效应晶体管放大电路及其性能指标估算	66	3.4.2 反馈判别示例	98
2.7 多级放大电路	67	3.5 负反馈对放大电路性能的影响	100
2.7.1 级间耦合方式	67	3.5.1 负反馈对放大电路性能的影响	100
2.7.2 多级放大电路性能参数的估算	68	3.5.2 负反馈电路的自激振荡及其消除	101
2.8 共射放大电路的频率特性	69	3.5.3 深度负反馈放大电路的特点及闭环增益的估算方法	103
2.8.1 频率响应的基本概念和波特图	69	* 3.5.4 深度负反馈放大电路电压放大倍数的估算	103
2.8.2 BJT 的频率参数与共射电路中电容的选择	71	本章小结	106
2.8.3 多级放大电路的频率特性	72	自我检测题	106
本章小结	74	习题	108
自我检测题	76	第四章 集成运算放大器的应用	110
习题	77	教学目标	110
第三章 集成运算放大器基础及负反馈电路	83	4.1 概述	110
教学目标	83	4.1.1 运算放大器的非理想特性和主要参数	110
3.1 差分放大电路	83	4.1.2 典型的双运放和四运放简介	113
3.1.1 差分放大电路的组成与静态分析	83	4.1.3 集成运放理想化条件和线性应用条件	113
3.1.2 共模信号、差模信号及其放大倍数	85	4.2 集成运放放大、运算电路	114
3.1.3 差分放大电路的动态分析与共模抑制比	86	4.2.1 反相输入放大电路	114
3.1.4 恒流源	89	4.2.2 同相输入放大电路	115
3.1.5 失调及温漂	91	4.2.3 差分输入放大电路	116
3.2 集成运算放大器	91	4.2.4 放大电路在工程实际中的应用示例	117
		4.2.5 求和运算电路	118
		4.2.6 积分和微分电路	120

4.2.7 集成测量放大器及其应用	122	5.1.1 功率放大电路的特点和 要求	171
4.2.8 集成隔离放大器简介	123	5.1.2 功率放大电路的分类	172
4.3 模拟乘法器及其应用	124	5.1.3 低频功率放大电路的主要技术 指标	172
4.3.1 模拟乘法器的基本特性及图形 符号	124	5.2 乙类互补对称功率放大电路	173
* 4.3.2 变跨导模拟乘法器的工作 原理	125	5.2.1 OCL 电路	173
4.3.3 模拟乘法器的几种典型应用 电路	125	5.2.2 OTL 电路	177
4.4 有源滤波器	127	5.2.3 采用复合管的互补对称功率 放大电路	177
4.4.1 滤波器的功能及其分类	127	5.3 集成功率放大器	179
4.4.2 一阶低通滤波器	127	5.3.1 LA4102 集成功率放大器及其 应用	179
4.4.3 一阶高通滤波器	129	5.3.2 LM386 集成功率放大器及其 应用	181
4.4.4 二阶有源滤波器	129	5.3.3 TDA7050T 集成功率放大器及 其应用	183
4.4.5 带通滤波器和带阻滤波器	131	5.3.4 TDA2030 集成功率放大器及 其应用	183
* 4.4.6 开关电容滤波器	135	* 5.3.5 BTL 电路	186
* 4.4.7 集成有源滤波器及其应用	136	* 5.4 功放管的安全使用	188
4.5 集成运算放大器的非线性 应用	142	5.4.1 功放管的二次击穿及其 保护	188
4.5.1 集成运放非线性应用的条件及 特点	142	5.4.2 功放管的散热及散热器的 选用	189
4.5.2 电压比较器	142	本章小结	192
4.5.3 集成电压比较器	146	自我检测题	193
4.5.4 比较器应用示例	151	习题	193
* 4.5.5 方波、矩形波发生器	153	第六章 正弦波振荡电路	196
* 4.5.6 三角波、锯齿波发生器	155	教学目标	196
4.6 集成运放使用常识与应用 示例	158	6.1 正弦波振荡电路的基本概念	196
4.6.1 特殊集成运放及其应用	158	6.1.1 产生自激振荡的条件	196
4.6.2 集成运放外接电阻的选用	159	6.1.2 振荡电路的起振与稳幅	197
4.6.3 单电源交流放大器	159	6.1.3 振荡电路的组成与分析 方法	197
4.6.4 调零	160	6.2 RC 正弦波振荡电路	199
4.6.5 集成运放电路的消振与保护 电路	161	6.2.1 文氏桥式 RC 正弦波振荡 电路	199
4.6.6 集成运放应用示例	162	6.2.2 RC 移相式正弦波振荡电路	203
本章小结	164	6.3 LC 正弦波振荡电路	204
自我检测题	165	6.3.1 LC 并联回路的频率特性	204
习题	166		
第五章 功率放大电路	171		
教学目标	171		
5.1 功率放大电路概述	171		

6.3.2 变压器反馈式 LC 正弦波振荡器	206	分立元件稳压电路	247
6.3.3 电感三点式振荡电路	207	8.1.1 直流稳压电源及其主要性能指标	247
6.3.4 电容三点式振荡电路	208	8.1.2 并联稳压电路的组成及其工作原理	248
6.4 石英晶体振荡器	211	8.1.3 并联稳压电路元器件的选择	249
6.4.1 石英晶体谐振器	211	8.1.4 并联稳压电源的适用场合及故障分析	251
6.4.2 晶体振荡电路	213	8.1.5 串联反馈型稳压电路	251
本章小结	215	8.2 线性集成稳压电路	253
自我检测题	215	8.2.1 三端固定式集成稳压器	254
习题	217	8.2.2 三端固定式集成稳压器应用电路	254
第七章 光电子器件及其应用	221	8.2.3 三端可调式集成稳压器	258
教学目标	221	8.2.4 三端可调式集成稳压器基本应用电路	259
7.1 电光器件及其应用	221	8.2.5 低压差集成稳压器及其应用	260
7.1.1 发光二极管	221	8.2.6 CW7805、CW138、CW317 型集成稳压器的主要参数比较	262
7.1.2 发光二极管的应用	225	8.3 开关稳压电源	262
7.1.3 LED 数码管及其应用	226	8.3.1 开关稳压电源基本原理	263
*7.1.4 LED 点阵显示器	227	8.3.2 由集成脉宽调制器组成开关电源	264
7.2 光电器件及其应用	228	8.3.3 三端单片开关集成稳压器及其应用	267
7.2.1 光电二极管及其应用	228	本章小结	271
7.2.2 光电三极管及其应用	231	自我检测题	271
7.3 光耦合器及其应用	232	习题	273
7.3.1 光耦合器	232	第九章 晶闸管及其应用电路	275
7.3.2 光耦合器的应用	234	教学目标	275
*7.4 集成光电隔离放大器及其应用	239	9.1 晶闸管及其工作原理	275
7.4.1 ISO100 型集成光电隔离放大器性能特点与主要参数	239	9.1.1 普通晶闸管的结构、图形符号	275
7.4.2 ISO100 型集成光电隔离放大器内电路、引脚排列与基本接法	239	9.1.2 普通晶闸管的工作原理	276
7.4.3 ISO100 型集成光电隔离放大器应用电路设计注意事项	240	9.1.3 普通晶闸管伏安特性及主要参数	278
7.4.4 ISO100 型集成光电隔离放大器典型应用电路	241	9.1.4 特殊晶闸管简介	280
本章小结	243	9.2 单相可控整流电路	282
自我检测题	244	9.2.1 电阻性负载单相半波相控整流	
习题	245		
第八章 直流稳压电源	247		
教学目标	247		
8.1 直流稳压电源主要性能指标和			

电路	282	的主要参数	296
9.2.2 电阻性负载单相桥式半控整流		表 A.4 2EF 系列发光二极管主要	
电路	283	参数	297
9.2.3 电感性负载的单相半波可控		表 A.5 几种典型半导体三极管主要	
整流电路及续流二极管	285	参数	297
9.3 触发电路	287	表 A.6 通用 9011 ~ 9018、8050、8550	
9.3.1 对晶闸管触发电路的要求	287	三极管的主要参数	298
9.3.2 单结晶体管的结构、特性及其		表 A.7 精密电阻器(电位器)的	
自激振荡电路	288	标称阻值	299
9.3.3 单结晶体管触发电路	290	表 A.8 电阻器(电位器)的标称	
9.3.4 触发二极管及其应用简介	291	阻值	300
本章小结	291	附录 B 模拟电子报警器及其应用	301
自我检测题	292	B.1 模拟电子报警器电路框图	301
习题	294	B.2 可燃气体报警器	301
附录 A	295	B.3 烟雾报警器	306
表 A.1 半导体器件型号命名		B.4 红外报警器放大、比较电路	
方法	295	简介	306
表 A.2 国产硅半导体整流二极管		参考文献	308
主要参数	295		
表 A.3 2CW、2DW 型稳压二极管			

绪 论

自英国物理学家麦克斯韦(J. C. Maxwell)1865年发表了第一篇有关电磁场的论文和德国物理学家赫兹(H. R. Hertz)1887年用实验验证了电磁波的存在,一门新兴的学科——无线电电子学(简称电子学)就诞生了。在短短的一个多世纪内,电子学得到迅速发展,作为研究和应用电子学的电子技术也突飞猛进地发展。

一、电子技术的发展与应用概况

电子技术是研究电子器件、电子电路及其应用的技术。电子技术最早应用于通信领域。随着电子技术的不断发展,尤其是近十余年来,以信息技术为中心的包括计算机技术、生物基因工程、光电子技术、军事电子技术、生物电子学、新型材料、新型能源、海洋开发工程技术等高新技术群的兴起,引起人类从生产到生活各个方面的巨大变革。电子技术是其他高新技术发展的基础和龙头,它的发展带动其他高新技术的发展。因此,当今世界没有一个国家不把发展电子信息技术摆在优先地位。

各种电子设备都是由电子线路构成的。电子线路是由电子器件(又称有源器件,如电子管、半导体二极管、半导体三极管、集成电路等)和电子元件(又称无源器件,如电阻器、电容器、电感器、变压器等)组成的具有一定功能的电路。电子器件是电子线路的核心,电子器件的发展促进了电子技术的发展。同时,生产力提高和科技进步对电子技术的新要求,又促进了电子器件的改进和新型器件的发明。

1904年电子管的发明,使电子技术进入了第一个时代——电子管时代。从此,无线电通信、电视、广播、雷达、导航电子设备和计算机等逐渐问世,并得到迅速发展。

1948年贝尔(Bell)实验室发明半导体器件后,使电子技术进入半导体器件时代,拉开了人类社会步入信息时代的序幕。半导体器件的广泛应用,开创了电子设备朝小型化、微型化发展的新局面。

1958年,得克萨斯仪器公司发明了集成电路,使电子技术进入集成电路时代。它的出现打破了由电子管、半导体器件等独立电子器件和元件构成的分立元件电路(Discrete component circuit)的传统观念,使电子技术的发展与应用有了新的突破。集成电路芯片是通过一系列特定的加工工艺,将半导体三极管、二极管等有源器件和电阻、电容等无源器件,按照一定的电路互连,“集成”在一块半导体单晶片上,实现特定的电路或系统功能。它具有外接元件少、可靠性高、便于安装与调试等优点。集成电路的集成度以年增长46%的速率持续发展,已从20世纪60~70年代的小、中规模进入80~90年代的大规模和超大规模集成电路。而产品价格却直线下降,因而应用范围迅速扩大。当前已进入系统集成芯片SOC(System on chip)的时代,可将整个系统或子系统集成在一个硅芯片上。进一步发展,可与特种物理的、化学的和生物的敏感器(完成信息获取功能)和执行器与信息处理系统集成在一起,从而完成信息获取、处理、存储、传输和执行的系统功能,这是一个更广义的系统集成芯片。可以认为这是电子技术又一次革命性变革。

2000年以集成电路为基础的电子信息产业已成为世界第一大产业。电子信息产业的发展在国民经济发展中具有十分重要的战略意义。现代经济发展的数据表明,GDP每增长100元,需要10元左右电子工业产值和1~3元集成电路产值的支持。几乎所有的传统产业只要与电子技术结合,用集成电路进行智能改造,就会使传统产业重新焕发青春。例如,汽车的电子化导致汽车工业的革命,目前现代化的汽车,电子装备已占其总成本的70%。进入信息化社会,集成电路成为军事领域的基本组成单元,于是电子战、智能武器应运而生。雷达的精确定位和导航、战略导弹的减重增程、战术导弹的精确制导、巡航导弹的图形识别与匹配,以及各类卫星的有效载荷和寿命的提高,等等,其核心技术都是微电子技术。

最近美国工程技术界评出20世纪世界最伟大工程技术成就,在谈到电子技术时指出,“从真空管到半导体、集成电路已成为各行各业智能工作的基石。”由于集成电路的原料是硅,它改变着社会的生产方式和人们的生活方式,不仅成为现代产业和科学技术的基础,而且正在创造着代表信息时代的硅文化(Silicon culture)。因此,有科学家认为,人类继石器、青铜器、铁器时代之后,将进入硅石时代。

我国目前属于集成电路消费大国,2005年集成电路进口额为788.2亿美元,居贸易逆差的榜首,差额为650.7亿美元。到2010年前后,我国将逐步成为集成电路生产大国,中国将成为世界集成电路生产工厂。2005年中国集成电路市场总额为3803亿元,占世界市场24%,成为世界第一市场,预计到2010年将扩大到7000亿元。到2020—2050年中国将成为集成电路产业强国。

二、课程的性质和任务

本课程是高职高专电类专业通用的技术基础课,也是实践性较强的一门主干课。在本专业人才培养过程中具有重要的地位和作用。

通过本课程的理论教学和实验、课程设计等实践教学,使学生获得电子元器件和功能电路及其应用的基本知识,掌握电子技术基本技能,培养学生创新意识和实践能力,以适应电子技术发展的形势,为后续课程的学习和形成职业能力打好基础。

通过本课程及其实践环节的教学使学生获得以下知识和能力。

(1) 熟悉常用电子元器件的性能特点及其应用常识,具有查阅手册、合理选用、测试常用电子元器件的能力。

(2) 掌握常见功能电路的组成、工作原理、性能特点及其分析计算方法,具有常见低频电路读图能力。

(3) 熟悉常见电路的调试方法,具有电路简单故障分析、排除能力。

三、课程特点和学习方法

本课程是研究模拟电路(Analog circuit)(低频部分)及其应用的课程。模拟信号是时间上和数值上都连续的信号,它能以电压或电流模拟真实世界的物理量(如声音、温度、压力等),它的变化是连续的和平滑的。模拟电路则是产生和处理模拟信号的电路。相对应的在时间上和数值上都断续的信号称为数字信号,数字电路(Digital circuit)则是产生和处理数字信号的电路。数字电路知识的学习在数字电子技术课程中完成。

电子产品大多是由一些模拟电路或者数字模拟电路混合组装而成的。所谓模拟电子设备,一般是由低频电子电路组合而成的模拟系统。日常接触到的许多电子设备和仪器,如扩音器、录

音机、温度控制装置、示波器以及附录 B 中所介绍的模拟电子报警器等,都是模拟电子设备。它们在人们的生产、生活中发挥着作用。虽然它们的性能、用途各有不同,但就其电子电路部分而言,可以说都是由一些基本单元电路组成的,其基本结构方面有着共同的特点。

一般来说,典型的模拟电子设备有三个组成部分:一是传感器件部分;二是信号放大和变换电路部分;三是执行机构部分。图 0.1 所示为典型模拟电子设备的框图。

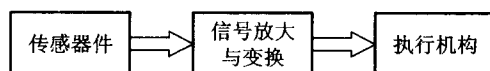


图 0.1 模拟电子设备组成框图

1. 传感器件

传感器件主要用来把非电信息转换为电信号,例如话筒、磁头、热敏器件、气敏器件等。又如附录中的可燃气体报警器、烟雾报警器中的传感器,红外报警器中的热释电传感器等。

2. 信号放大与变换

从传感器件送来的电信号,一般是比较微弱的,有的信号波形也不符合要求,往往不能直接推动执行机构正常工作,必须将这种信号加以放大或变换,再传送给执行结构。例如红外报警器的热释电传感器信号需经两级放大;可燃气体报警器中含有比较器、发光二极管驱动电路、振荡器等部分。

3. 执行机构

执行机构则是把电能转换成其他形式的能量,以便完成人们所需要的功能。例如报警器中的发光二极管、扬声器等。

本课程有着下列与其他课程不同的特点和分析方法。

(1) 模拟电路是以模拟电子器件为核心的电子电路。对电子器件侧重讨论它们的外特性及其功能,对它们的内部导电机理不作深入研究,而把重点放在电子器件的应用和选用上。对电子电路着重介绍基本单元电路的特性、应用和基本分析方法等。

(2) 近似估算的方法。半导体器件的物理特性十分复杂,需要进行十分复杂的分析,且其性能参数有很大的不同。电子元件的允许误差范围较宽,如电阻器、电容器的允许误差:Ⅰ级为 $\pm 5\%$,Ⅱ级为 10% ,Ⅲ级为 20% ,同一类标称值的元器件有着较大的变化范围。同时,在实际电路中存在着各种寄生参数的影响,如分布电容、分布电感等。因此,在模拟电路的分析过程中,要从实际情况出发,突出主要矛盾,忽略次要因素,采用工程经验公式,用近似估算的方法。如果不采用近似估算的方法,片面追求数学上的“严密”,势必使问题复杂化,甚至无从解决。

(3) 等效的方法。电子器件是非线性的器件,即表征流过它的电流与其端电压之间关系的伏安特性曲线是非线性的。不能应用欧姆定律和叠加定理进行分析。为使问题简单、便捷地得以解决,在一定的条件下,用等效的方法将非线性电路等效为线性电路,再用“电路分析基础”的线性电路的分析方法进行分析。

(4) 图解的方法。伏安特性曲线能准确地反映非线性器件的性能,在非线性器件和线性元器件(特性曲线为直线)组成的电子电路中,用伏安特性曲线(图)代替元器件,用图解的方法直观地进行分析,以确定电子电路的工作状态或研究电路特性和变化趋势。