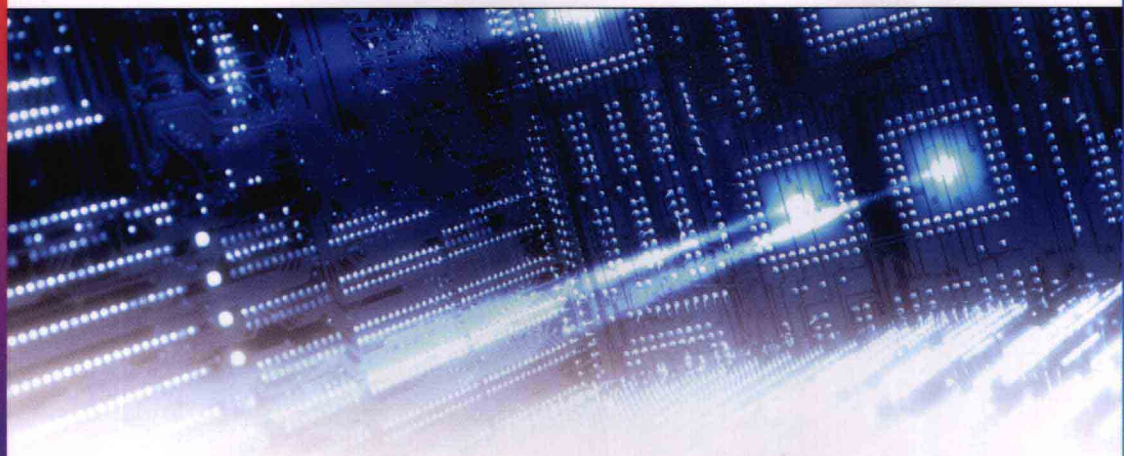




中等职业学校立体化精品教材·机电系列

Zhongdeng Zhiye Xuexiao Litihua Jingpin Jiaocai · Jidian Xilie



电子技术 基础与实训

赵景波 周祥龙 于亦凡 编著

- 直流稳压电源的设计、安装和调试
- 数字抢答器的设计和分析
- 指针式万用表的原理和故障分析



精品系列

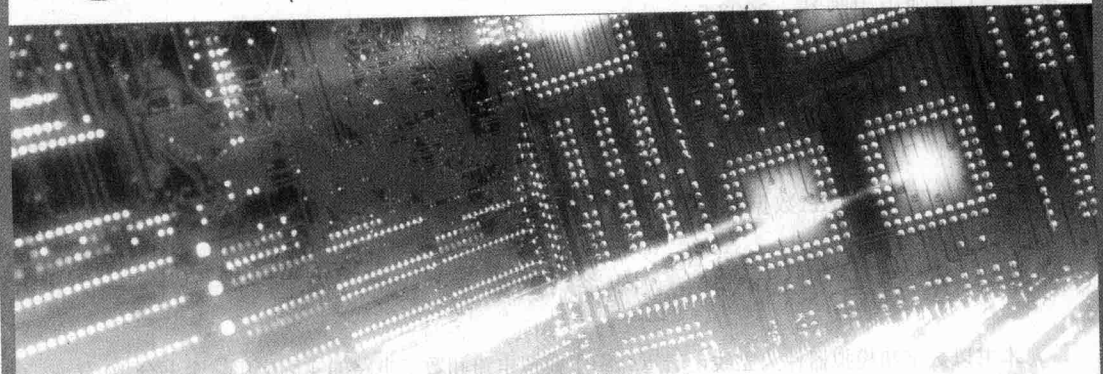


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



中等职业学校立体化精品教材·机电系列

Zhongdeng Zhiye Xuexiao Litihua Jingpin Jiaocai · Jidian Xilie



电子技术 基础与实训

赵景波 周祥龙 于亦凡 编著



精品系列

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技术基础与实训 / 赵景波, 周祥龙, 于亦凡编著.
北京: 人民邮电出版社, 2008.5
中等职业学校立体化精品教材. 机电系列
ISBN 978-7-115-17111-5

I. 电… II. ①赵…②周…③于… III. 电子技术—专业学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 029358 号

内 容 提 要

本书以数字和模拟器件为主线, 着重介绍了模拟电路和数字电路的实际应用。全书分 10 章, 内容包括电子技术的发展及应用, 常用的半导体器件, 利用半导体器件构成基本放大电路, 集成运算放大电路及应用, 功率放大电路的基本知识, 模拟电路的实际应用, 数字电路的基础知识, 组合逻辑电路的分析和设计, 时序逻辑电路器件及应用, 数字电路的应用。

本书适合作为中等职业学校机电类专业的教材, 也可供自学者阅读使用。

中等职业学校立体化精品教材·机电系列

电子技术基础与实训

- ◆ 编 著 赵景波 周祥龙 于亦凡
责任编辑 郭 晶
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 16.25
字数: 327 千字
印数: 1—5 000 册

2008 年 5 月第 1 版

2008 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17111-5/TN

定价: 24.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前言

电子技术作为一门飞速发展的现代科学技术,在社会科学、自然科学等各个领域发挥着巨大的作用。本书根据教育部 2001 年颁布的中等职业学校《电子技术基础及实训》教学大纲,参照有关行业的职业技能鉴定规范,结合 21 世纪现代化电力工程专业发展对技能型人才的需求而编写。

“电子技术基础与实训”是机电类专业的一门技术基础课,其教学目标是了解、掌握各种半导体器件的性能、电路及其应用。本书内容包括模拟电子技术和数字电子技术两部分,前一部分主要讨论线性电路,后一部分则着重讨论脉冲数字电路。

在内容的安排上,本书从实际出发,通过各种半导体器件及其电路来阐明电子技术中的基本概念、基本原理和基本分析方法。对于基本的和常用的半导体电路(包括脉冲数字电路),除了定性分析,还介绍了工程计算、设计方法等知识。为了加深对课堂知识的理解,本书列举了大量电路实例,并配有一定数量的例题和习题。

本书主要有以下特点。

- 职业性强:在内容选用上与国家制定的职业技能鉴定规范相衔接,让学生掌握从事机电装配、维修所必需的知识和技能,增强学生的岗位适应能力,体现职业性。
- 实践性强:教材中避免了过多过深的理论分析,而突出了实用知识和技能。为培养学生的动手能力,教材中突出实践性教学内容的安排,每章都有实训内容,并将课堂讲授内容与技能训练内容有机结合,做到理论联系实际。根据中等职业教育的培养目标,确定教学内容的深度,理论知识以实用、够用为度。
- 使用方便:以“学习目标”概述各章的主要内容,每章都有习题和实验,便于教师把握各章主要知识点和技能点,也便于学生自学和复习。
- 教学手段的多样化:教材提供了多媒体课件、电子教案、录像、动画、图片、题库系统等资源供教师使用。

为了便于读者学习和阅读,本教材设计四个栏目。

- 观察与思考:通过实例阐述教学相关内容。
- 重要提示:用于介绍重要的知识点及一些需要注意的内容。
- 课堂练习:加深对例题的理解。





- 阅读材料：用于扩展课堂上的内容。

本书适合作为中等职业学校机电类专业的教材使用，也可供自学者阅读使用。

参加本书编写工作的还有沈精虎、黄业清、宋一兵、谭雪松、向先波、冯辉、郭英文、计晓明、尹志超、董彩霞、郝庆文、滕玲。由于作者水平有限，书中难免存在疏漏之处，敬请各位老师和同学指正。

编者

2008年2月



目 录

第 1 章 认识电子技术	1
1.1 电子技术的应用	1
1.2 电子技术的发展	3
1.3 怎样学习电子技术基础课程	5
1.4 实训的目的	6
第 2 章 半导体器件	8
2.1 半导体的基本知识	8
2.1.1 半导体的定义	8
2.1.2 P 型半导体和 N 型半导体	9
2.1.3 PN 结及其导电性	9
2.2 半导体二极管	10
2.2.1 二极管的结构	11
2.2.2 二极管的电路符号	11
2.2.3 二极管的工作原理和性质	11
2.2.4 二极管的应用	14
2.3 半导体三极管	17
2.3.1 三极管的结构和类型	18
2.3.2 三极管的放大作用	19
2.3.3 三极管的特性曲线	21
2.3.4 半导体三极管型号	23
2.3.5 半导体三极管的应用	23
2.4 场效应管	26
2.4.1 结型场效应管	26
2.4.2 绝缘栅场效应管	28
2.4.3 场效应管的应用	31





2.5 晶闸管	31
2.5.1 单向晶闸管	32
2.5.2 双向晶闸管	35
2.5.3 晶闸管的应用	35
2.5.4 晶闸管的保护	37
实验 1 二极管特性的测试	37
实验 2 半导体二极管的识别与测试	41
实验 3 半导体三极管的识别与测试	43
实验 4 三极管特性的测试	45
实验 5 场效应管的测试	47
实验 6 晶闸管的测试及导通关断	48
习题	50
 第 3 章 基本放大电路	 52
3.1 放大电路的基本知识	53
3.1.1 放大电路的定义	53
3.1.2 放大电路的基本参数	53
3.1.3 放大电路的功能及基本要求	55
3.2 共发射极放大电路	56
3.2.1 共发射极放大电路的基本结构	57
3.2.2 共发射极放大电路的工作原理	58
3.2.3 放大电路的分析方法	60
3.2.4 共发射极放大电路的应用	66
3.3 共集电极和共基极放大电路	66
3.3.1 共集电极放大电路	66
3.3.2 共基极放大电路	67
3.3.3 三种基本放大电路的比较	68
3.4 放大电路的应用	68
3.4.1 OTL 扩音机	68
3.4.2 录音电路	69
3.5 多级放大电路	70
3.5.1 多级放大电路的结构	70
3.5.2 多级放大电路的级间耦合方式	70

3.5.3 多级放大电路的分析	71
实验 1 单管电压放大电路组装与调试	72
实验 2 单管放大电路的设计与测试	74
习题	77
第 4 章 集成运算放大电路及其应用	79
4.1 差动放大电路	80
4.1.1 直流放大电路的问题	80
4.1.2 差动放大电路	81
4.1.3 差动放大电路的应用	84
4.2 集成运算放大电路	84
4.2.1 集成电路的基本知识	84
4.2.2 集成运算放大电路的结构	85
4.2.3 集成运算放大电路符号	86
4.2.4 集成运算放大电路的主要参数	87
4.2.5 集成运算放大电路的理想特性	88
4.3 放大电路中的负反馈	89
4.3.1 反馈的基本概念	90
4.3.2 负反馈的四种组态	93
4.3.3 负反馈对放大电路性能的影响	94
4.3.4 负反馈放大电路的应用	96
4.4 集成运算放大电路的应用	97
4.4.1 基本电路	97
4.4.2 信号处理电路	100
4.4.3 信号测量电路	101
4.4.4 集成运算放大电路的使用	102
4.4.5 集成运算放大电路的实际应用	103
4.5 正弦波振荡电路	104
4.5.1 正弦波振荡电路的基本概念	105
4.5.2 LC 正弦波振荡电路	106
4.5.3 RC 正弦波振荡电路	107
4.5.4 石英晶体振荡器	108
实验 1 集成运算放大电路功能测试	109



实验 2 二级放大电路的组装和调试	114
实验 3 单级负反馈放大电路的测试	116
习题	118

第 5 章 功率放大电路

120

5.1 功率放大电路的基本概念	120
5.1.1 功率放大电路的特点	120
5.1.2 功率放大电路的要求	121
5.1.3 功率放大电路的分类	121
5.2 双电源互补对称电路	122
5.2.1 OCL 基本电路结构与工作原理	122
5.2.2 典型实用电路	123
5.3 单电源互补对称电路	123
5.3.1 OTL 基本电路及工作原理	123
5.3.2 电路输出功率与效率	124
5.3.3 采用复合管的 OTL 电路	125
5.3.4 OTL 电路的应用	125
5.4 集成功率放大电路	125
实验 1 OTL 电路的组装、调试与测量	127
实验 2 LM386 集成功率放大器的应用	129
习题	130

第 6 章 模拟电路的应用

131

6.1 串联直流稳压电源	131
6.1.1 单相整流电路	132
6.1.2 滤波电路	136
6.1.3 稳压电路	138
6.1.4 串联型稳压电源的应用	141
6.2 集成稳压电源	141
6.2.1 三端固定式集成稳压器	141
6.2.2 三端可调式集成稳压器	143
实验 三端集成稳压器的应用	144
综合实训 1 直流稳压电源的设计与调试	146
综合实训 2 指针式万用表的装配与故障排除	152

习题	156
第 7 章 数字电路的基础知识	157
7.1 数字电路概述	157
7.1.1 数字电路的基本概念	157
7.1.2 数制与编码	159
7.2 逻辑运算	164
7.2.1 基本逻辑运算	164
7.2.2 逻辑函数及其表示方法	165
7.3 逻辑代数及逻辑函数的化简	169
7.3.1 逻辑代数的基本公式	169
7.3.2 逻辑代数的基本规则	170
7.3.3 逻辑函数的代数化简法	170
习题	172
第 8 章 组合逻辑电路	173
8.1 集成门电路	174
8.1.1 基本逻辑门电路	174
8.1.2 三极管—三极管逻辑门电路 (TTL)	176
8.2 组合逻辑电路的分析和设计	179
8.3 常用组合逻辑电路	182
8.3.1 编码器	182
8.3.2 译码器	185
8.3.3 数据选择器	186
8.3.4 加法器	187
实验 组合逻辑电路的分析与设计	189
习题	191
第 9 章 时序逻辑电路	192
9.1 触发器	192
9.1.1 基本电路	193
9.1.2 主从 JK 触发器	197
9.1.3 边沿 D 触发器	199
9.2 寄存器	201





9.2.1 数码寄存器	201
9.2.2 移位寄存器	202
9.3 计数器	204
9.3.1 二进制计数器	204
9.3.2 十进制计数器	206
9.3.3 集成计数器的应用	208
实验 1 集成触发器逻辑功能测试	208
实验 2 移位寄存器	211
实验 3 计数、译码和显示电路	213
习题	215
第 10 章 数字电路的应用	217
10.1 半导体存储器	217
10.1.1 随机存取存储器 (RAM)	217
10.1.2 只读存储器 (ROM)	221
10.2 555 定时器	224
10.2.1 集成 555 定时器	225
10.2.2 施密特触发器	226
10.2.3 多谐振荡器	227
10.2.4 单稳态触发器	228
10.3 D/A 和 A/D 转换器	230
10.3.1 D/A 转换器	230
10.3.2 A/D 转换器	232
实验 脉冲波形的产生与整形	238
综合实训 1 数字式抢答器的设计	240
综合实训 2 数字式万用表的总装	244
习题	249

第1章 认识电子技术

电子技术是近几十年发展迅速的学科之一，已成为现代先进科学技术的一个重要组成部分。目前它的应用已广泛渗透到人们生产生活的各个领域。

学习目标

- ★ 了解电子技术的应用。
- ★ 了解电子技术的发展。
- ★ 理解实训的目的。

观察与思考

在学习本课程之前，先来看看生活中的两个例子。

走在大街上，经常会看到交通信号灯，如图 1-1 所示。

在商店里，能看到会说话、眼睛会动的电动玩具，如图 1-2 所示。

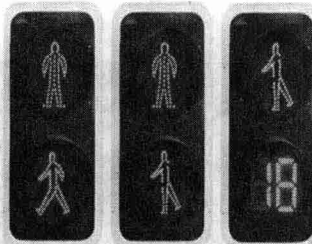


图 1-1 交通信号灯

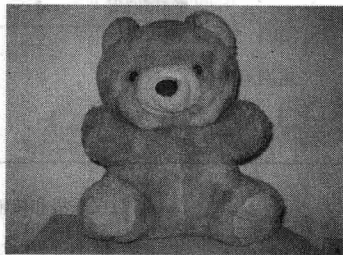


图 1-2 电动玩具

想知道交通灯为什么会闪烁，电动玩具为什么会说话吗？那让我们一起步入电子技术的殿堂，去看个究竟吧。

1.1 电子技术的应用

电子技术已经广泛地应用到人们生活的方方面面，下面从四个方面进行介绍，



从中领略电子技术的奇妙。

(1) 电子技术应用于通信，如同步卫星通信系统，如图 1-3 所示。

(2) 控制是电子技术的另一大应用领域，如数控机床和电力系统的传输和控制，如图 1-4 和图 1-5 所示。

(3) 电子技术有力地推动了计算机技术的发展，如计算机的主板，如图 1-6 所示。

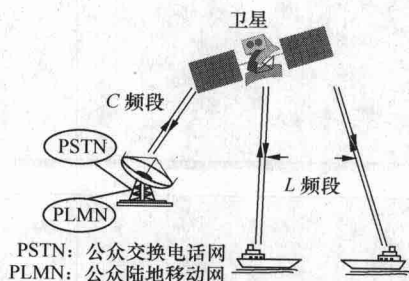


图 1-3 同步卫星通信系统

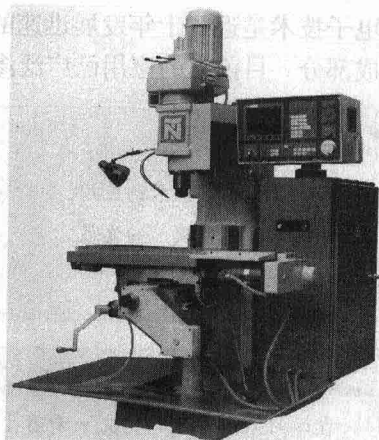


图 1-4 数控机床

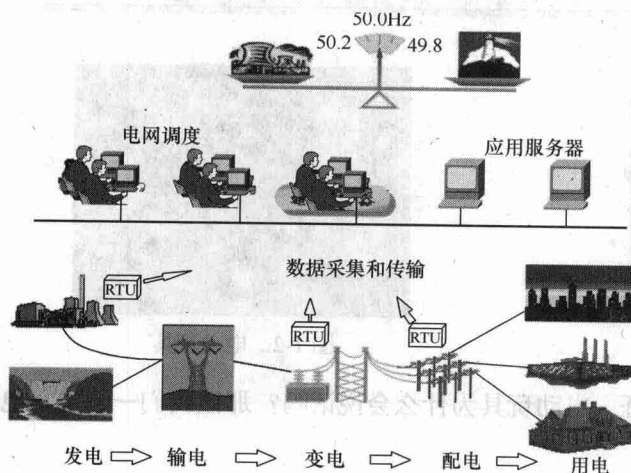


图 1-5 电力系统的传输和控制示意图

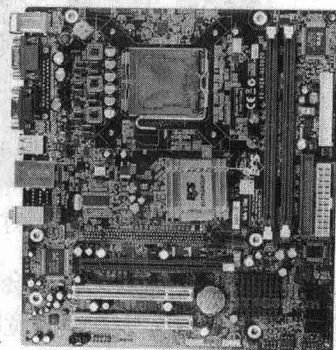


图 1-6 计算机的主板

(4) 电子技术目前已深入人们的文化生活中。广播、电视、录音、录像等，无一不与电子技术有关，如电视机电路原理图和电视机的实际电路板如图 1-7、图 1-8 和图 1-9 所示。

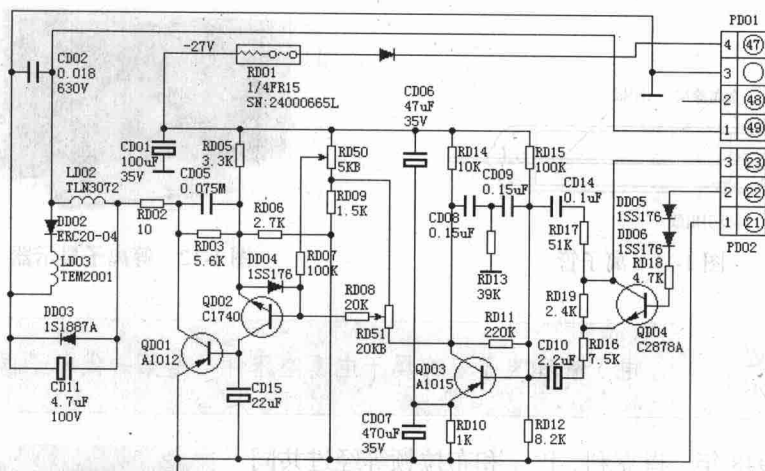


图 1-7 电视机电路原理图

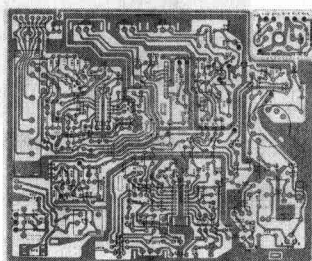


图 1-8 电视机电路板图

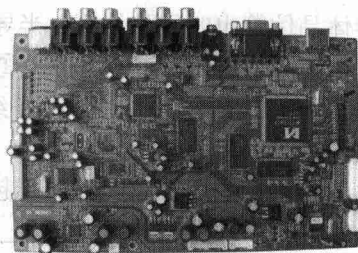


图 1-9 电视机的实际电路板



重要提示

通信、控制、计算机和文化生活这4个词的英文都是以字母C为开头的，故电子技术应用可概括为4“C”。

1.2 电子技术的发展

电子技术是研究电子器件、电子电路及其应用的科学技术。电子技术的发展与电子器件的发展密不可分。

(1) 电子管又称为真空管，其有密封的管壳，内部抽到高真空，是电子技术发展的开路先锋。

图 1-10 所示为用于高频放大的通用双三极管 6N1。

(2) 离子管是电子管的“兄弟”。离子管的结构如图 1-11 所示。等离子显示器就是离子管的应用，如图 1-12 所示。

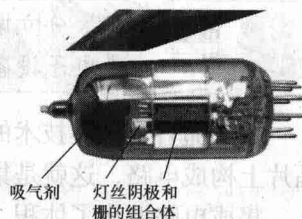


图 1-10 电子管

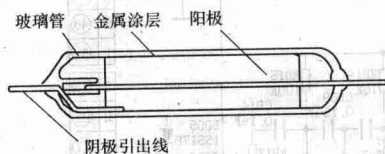


图 1-11 离子管

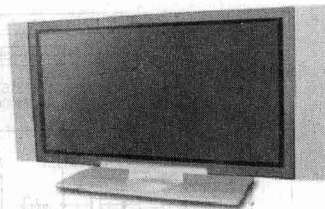


图 1-12 等离子显示器

**重要提示**

电子管和离子管都属于电真空器件，是第一代电子器件。

(3) 1948 年，肖克利、巴丁和布拉顿等经过共同的研究，制造出了第一只半导体晶体管，这是电子技术发展的一个里程碑。

半导体晶体管也叫做晶体管、半导体管和固体器件，是第二代电子器件。它体积小，重量轻，寿命长，耗电省，耐振性较好，广泛应用于电子线路中。图 1-13 所示为不同型号的晶体管。

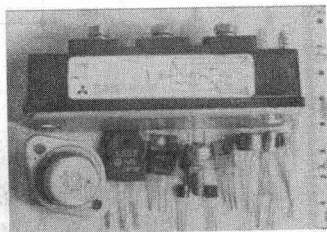


图 1-13 晶体管

(4) 各种单个的器件和元件连接起来，构成分立电路，如图 1-14 所示。

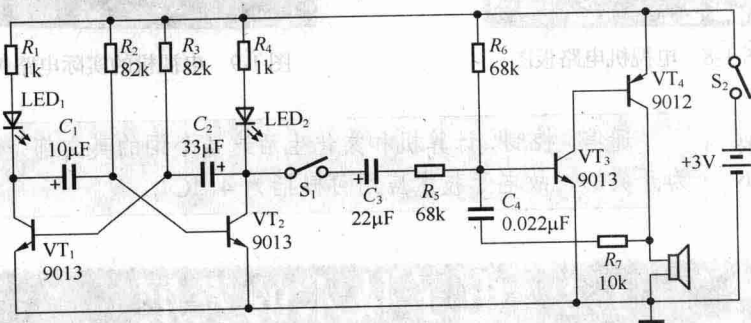


图 1-14 分立电路

**重要提示**

分立电路焊接点的接触不良，影响设备运行的可靠性，往往是电子设备发生故障的一种原因。

(5) 随着半导体技术的发展，人们把许多晶体管与电阻等元件制作在同一块硅晶片上构成电路，这就是集成电路。计算机主板中就使用大量的集成电路。

集成电路缩小了体积，减轻了重量，降低了功耗，同时减少了电路中的焊接点，提高了工作的可靠性。图 1-15 所示为各种封装的集成电路芯片。

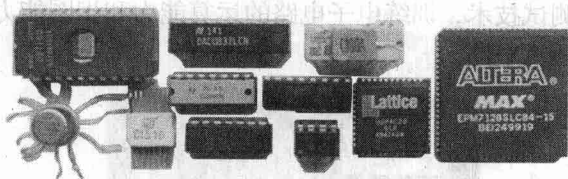


图 1-15 各种封装的集成电路芯片



重要提示

集成电路的发展经历了从小规模集成电路到中规模、大规模集成电路，以及现在的超大规模集成电路的过程。

1.3 怎样学习电子技术基础课程

学习“电子技术基础”这门课程，能够获得电子技术的基本知识和基本技能，培养分析问题和解决问题的能力，为以后深入学习电子技术的专门领域，以及电子技术专业中的应用打好基础。为此，本课程的内容，在于讲述电子学中最基础、最根本、最具共性的东西，而不是面面俱到地讨论电子技术的各个方面。

(1) 掌握电子线路的分析方法。例如，在三极管放大电路中，通过工程分析的方法和图解的方法，分析三极管的工作情况，保证三极管工作在线性区，从而不出现失真，如图 1-16 所示。完成电子线路工作原理的分析后，从图中可以看出由于静态工作点选择得不好，出现了失真，波形少了一半。

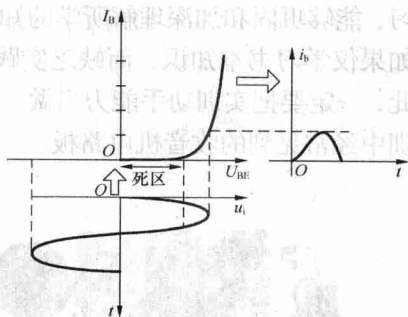
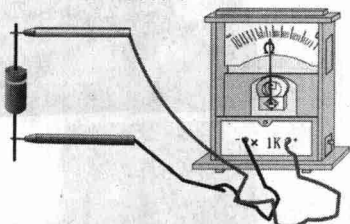


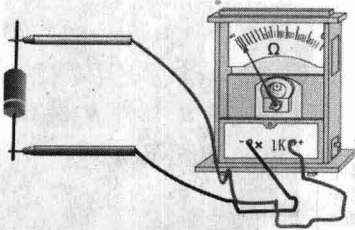
图 1-16 图解分析方法

(2) 熟悉基本的电子器件和电子电路的性能及其主要应用。图 1-17 所示为二极管单向导电性的测试实验。通过实验可以知道，二极管具有单向导电性，可以应用在整流电路中。

二极管的简单测试



(a) 二极管正向时电阻小



(b) 二极管反向时电阻大

图 1-17 二极管单向导电性的测试



(3) 学习电子测试技术, 训练电子电路的运算能力和识图能力。图 1-18 所示为使用电子测量仪器测试电路。

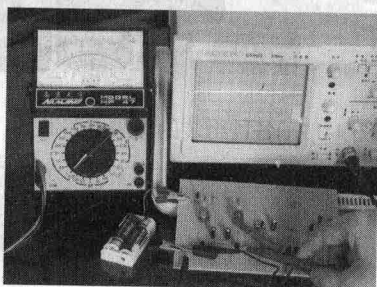
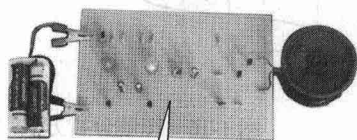


图 1-18 测试电路

1.4 实训的目的

实训是“电子技术基础”这门课程中重要的实践性教学环节。通过对实训的学习, 能够巩固和加深理解所学的知识, 并能培养独立实践能力, 树立工程实际观点。如果仅学习书本知识, 而缺乏实践经验, 就不能把电子学很好地运用到实践中。为此, 一定要把实训动手能力当做一项基本功, 重视起来。图 1-19 至图 1-23 所示为实训中经常见到的收音机电路板。



利用面包板设计电路, 并进行测试

图 1-19 电路设计和测试

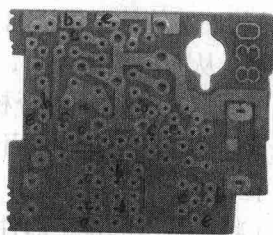
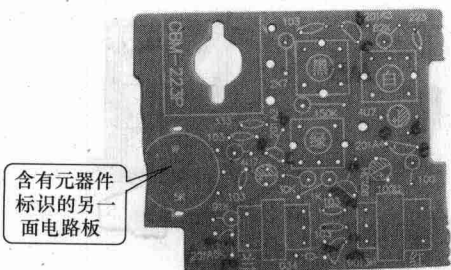


图 1-20 收音机电路板的一面



含有元器件标识的另一面电路板

图 1-21 收音机电路板的另一面

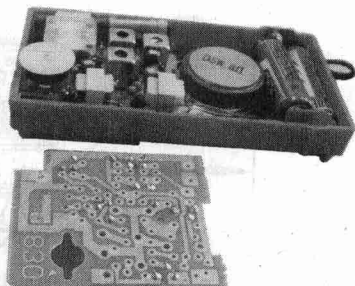


图 1-22 收音机电路板的安装和调试