



高职高专电子专业系列教材



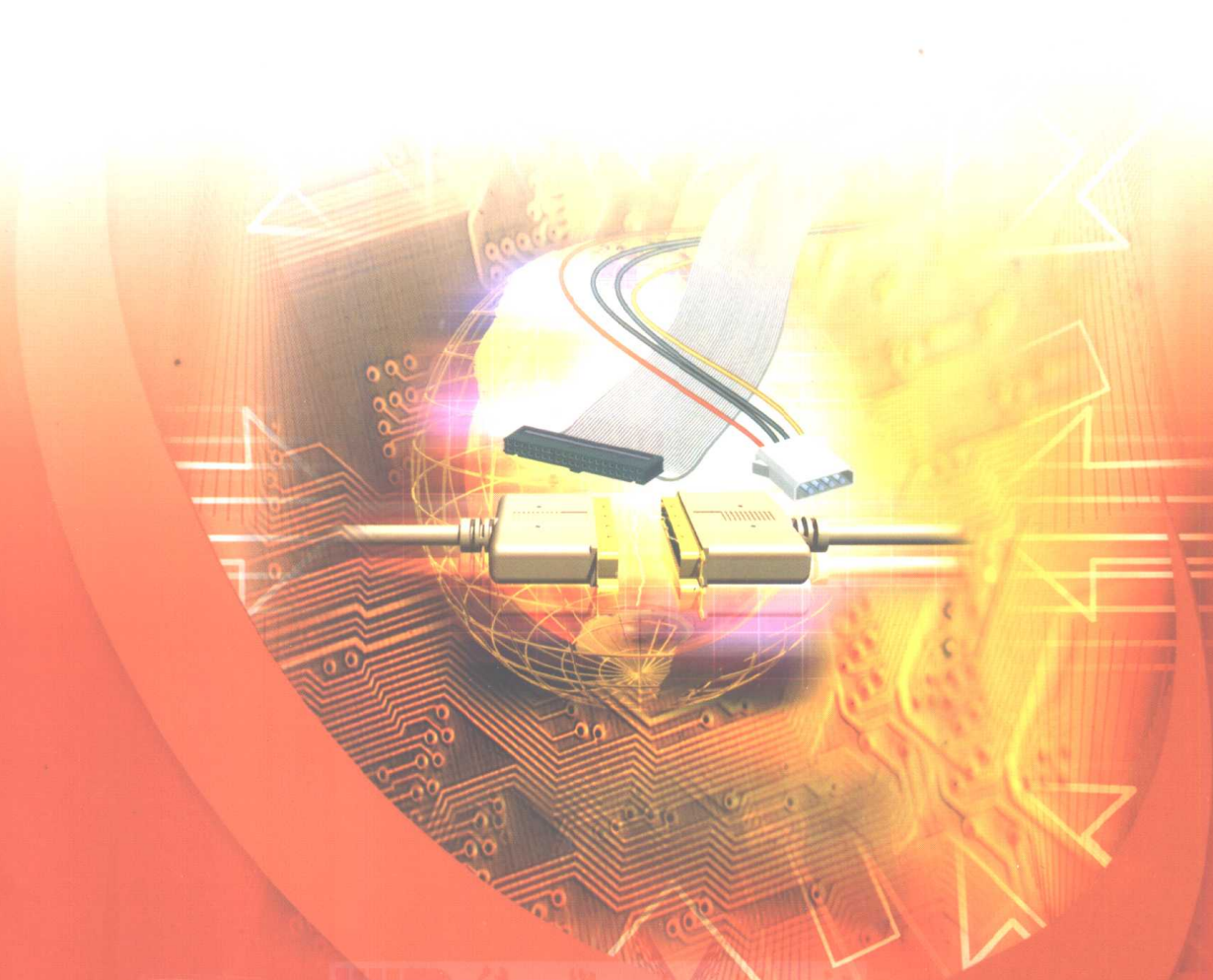
电子线路

及应用

—— 电子元器件、模拟与数字电路实验 ——

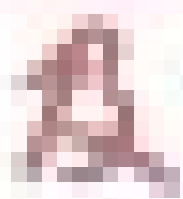
张洪润 唐昌建 马平安 编著

21
世
纪
高
职
高
专
教
材



 科学出版社
www.science.com

电子线路



应用

——

——



——



► 21 世纪高职高专电子专业系列教材

电子线路及应用

(电子元器件、模拟与数字电路实验)

张洪润 唐昌建 马平安 编著

科学出版社

北京

内 容 提 要

本书是根据高职、高专电子技术基础课程教学大纲的要求,编写的与《电子线路与电子技术》配套的教材,注重培养学生动手能力。

全书分上、下两篇。上篇主要介绍电子线路中常用的各种元器件的外形特征、选用方法、使用注意事项等;下篇主要介绍电子线路与电子技术实验,其中包括:基本技能培训实验 28 个,综合技能培训实验 6 个。

本书通俗易懂,注重实践,除可作为高职、高专的电子、电工类专业的教材外,也可作为大专院校有关专业的教学参考书,以及作为家用电器及工业电子设备等行业的生产与维修人员培训及自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子线路及应用/张洪润 唐昌建 马平安编著. —北京:科学出版社, 2002.12

ISBN 7-03-011016-1

I. 电… II. ①张… ②唐… ③马… III. 电子电路—高等学校: 技术学校—教学参考资料

IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 095709 号

责任编辑: 科海 / 责任校对: 成昊

责任印刷: 科海 / 封面设计: 吕龙

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京市耀华印刷有限公司印刷

科学出版社总发行 各地新华书店经销

2003 年 1 月第一版

开本: 787×1092 1/16

2003 年 1 月第一次印刷

印张: 23 7/8

印数: 1-5 000

字数: 580 640

定价: 28.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

院士推荐

随着电子技术的迅猛发展，它在各个工业领域的应用更加广泛，社会对电子技术知识的需求日益迫切。在我国加入“世界贸易组织”以后，各行各业对其专业技术人员的技术素质，将提出更高的要求，加强高等职业技术教育势在必行。然而，目前高等职业技术学院在这方面的教材还比较缺乏或者比较陈旧，不能满足社会的需要。为此，四川大学张洪润、唐昌建等教师根据自己多年的教学和科研经验，参照教育部“高职高专电子技术基础课程教学大纲”的要求，从实用角度出发，精心组织编写了这套电子技术系列教材，它包括：

《电子线路与电子技术》

《电子线路及应用》

《单片机原理及应用》

此系列教材将由科学出版社出版。这套教材内容实用，叙述清晰，深入浅出，体系完整。书中编有例题和习题，书末附有参考答案，适宜用来培养高层次的学有专攻的技术人员，是侧重培养学生动手能力，适于业余自学的实用教材。

在该套教材出版之际，谨向编者付出的辛勤劳动表示感谢，并祝我国职业技术教育事业有更多的丰硕成果。

中国工程院院士：高洁

2002年12月于四川大学

前 言

21 世纪, 人类迈进了信息社会的崭新时代, 信息社会的基础是电子技术。电子技术是一门实践性很强的技术科学。我们依照“高职高专电子技术基础课程教学大纲”的要求, 结合当前国内、外电子技术最新发展的趋势和教学、实践的需要, 编写了这套电子技术系列教材。

这套教材主要包括《电子线路与电子技术》、《电子线路及应用》等课程。它们在内容上既相互联系, 又各有侧重。前者主要阐述与电子线路相关的基础知识, 后者着重介绍电子线路的各种元器件及电子技术综合实践知识。

《电子线路与电子技术》包括模拟电路与数字电路的基本内容。在讲解时, 从电子线路最基本的半导体知识开始谈起, 内容由浅入深, 包括半导体二极管、三极管、基本放大电路、模拟集成电路、可控硅电路、脉冲数字电路及逻辑时序电路、半导体存储器及信号转换处理电路等。在理论讲解过程中, 编者力求科学、易懂、实用。每一章后边都安排有小结和习题, 小结是本章知识的提要。习题便于读者对学习效果进行检测。有些内容则是编者特意让读者通过习题来掌握的, 以利于理解深化。另外, 附录中还提供了各章习题的参考答案和常用电路实例。

《电子线路与电子技术》是高职高专电子类专业的必修课, 建议讲授 80~100 学时。

《电子线路及应用》突出体现了电子技术实践性强的特点, 建议安排 100~120 学时。它分上、下两篇。上篇分别介绍了电阻、电容、电感、晶体管、电声器、数码管、转换器、继电器等各种常用电子元器件的外形特征、选用方法, 使用注意事项。本教材还以不同方式安排了大量的图表, 增强了读者对各种元器件的直观感性认识, 并注意加强对读者阅读电子电路图和查阅电子器件手册能力的培养。考虑到实践的需要, 还简要地介绍了国外同类电子元器件的典型产品。下篇主要介绍电子线路与电子技术实验, 其中包括基本技能培训实验 28 个, 综合技能培训实验 6 个。通过实验课读者不仅可以验证理论, 加深理解, 更重要的是可以学会电子测试技术, 使理论紧密联系实际。

由于水平所限, 书中难免存在不足和差错之处, 恳请广大读者批评、指正。

四川大学张洪润谨识

目 录

上篇 电子线路常用元器件 (外形特征、选用方法、使用注意事项)

第 1 章 电阻	3
1.1 电阻的特性	3
1.2 电阻器与电位器的型号命名方法	4
1.3 电阻的质量参数及选用	5
1.4 电阻的串、并联及其作用	8
第 2 章 电位器	10
2.1 电位器的结构与特性.....	10
2.2 电位器的种类.....	11
第 3 章 特殊电阻	13
3.1 水泥电阻.....	13
3.2 熔断电阻.....	14
3.3 保险丝的种类及作用.....	14
3.4 敏感型电阻.....	16
第 4 章 电容	17
4.1 电容的特性.....	17
4.2 电容器的种类及其识别.....	17
4.3 电容器的规格与标志.....	21
4.4 电容器的质量参数.....	23
4.5 电容器的串、并联及其作用.....	27
4.6 用万用表检测电容器的方法.....	28
4.7 电容器的使用常识.....	30
第 5 章 电感	32
5.1 电感线圈.....	32
5.2 变压器.....	36
第 6 章 晶体管	47
6.1 整流、检波二极管.....	47
6.1.1 晶体二极管型号的命名方法.....	47
6.1.2 晶体二极管的一般结构及其基本特性.....	48
6.1.3 整流二极管.....	50
6.1.4 检波二极管.....	51
6.2 开关二极管.....	51
6.3 1N 系列玻封/塑封二极管.....	52
6.3.1 玻封整流二极管.....	52
6.3.2 塑封整流二极管.....	52

6.3.3 玻璃封高速开关硅二极管	54
6.3.4 用万用表测试二极管	54
6.4 稳压、变容二极管	55
6.4.1 稳压二极管	55
6.4.2 变容二极管	59
6.5 发光、红外二极管	59
6.5.1 发光二极管 (LED)	59
6.5.2 红外发光二极管	64
6.6 高压硅堆	66
6.7 阻尼二极管	67
6.8 三极管	68
6.8.1 晶体三极管的结构与种类	68
6.8.2 三极管的伏安特性	69
6.8.3 三极管的常用偏置电路	69
6.8.4 三极管的 3 种工作状态	70
6.8.5 放大电路的 3 种基本组态	71
6.8.6 三极管的主要技术参数	73
6.8.7 三极管的检测	74
6.8.8 常见进口三极管的识别	76
6.9 达林顿管	77
6.9.1 达林顿管的结构特点	77
6.9.2 达林顿管的主要技术参数	78
6.10 场效应管	79
6.10.1 场效应管的结构	79
6.10.2 场效应管的特点	80
6.10.3 场效应管的伏安特性及用途	81
6.10.4 用万用表测试场效应管	81
6.11 单向晶闸管 (SCR)	82
6.11.1 单向晶闸管的结构及等效电路	82
6.11.2 单向晶闸管的伏安特性	83
6.11.3 用万用表检测单向晶闸管	84
6.12 双向晶闸管	85
6.12.1 双向晶闸管的结构及伏安特性	85
6.12.2 用万用表检测双向晶闸管	86
6.13 双向触发二极管	87
6.13.1 双向触发二极管的结构及伏安特性	87
6.13.2 双向触发二极管的检测	88
6.14 单结晶体管	88
6.14.1 单结晶体管的结构	88

6.14.2	单晶体管的伏安特性	89
6.14.3	单晶体管的检测	90
第7章	电声器	91
7.1	扬声器	91
7.1.1	扬声器的种类与结构	91
7.1.2	扬声器的主要参数	92
7.1.3	扬声器的简易检测	93
7.2	动圈式传声器	94
7.2.1	动圈式传声器的结构	94
7.2.2	传声器的主要技术参数	94
7.3	驻极体传声器	95
7.3.1	驻极体传声器的结构	95
7.3.2	驻极体传声器的连接形式	96
7.3.3	驻极体传声器使用中的注意事项	96
7.3.4	驻极体传声器的测试	97
7.4	耳机和耳塞机	97
第8章	片状元件	98
8.1	片状元件的特点	98
8.2	片状元件的种类	98
8.3	片状元器件的包装	102
8.4	片状元件的印制板焊盘要求	102
8.5	片状元器件的贴焊	104
第9章	数码管	105
9.1	LED 数码管	105
9.1.1	LED 数码管的结构	105
9.1.2	LED 数码管及显示器的分类	106
9.1.3	LED 数码管的性能特点	107
9.1.4	LED 数码管显示电路	108
9.1.5	LCL331 三伴数码显示器	113
9.2	LCD 数码管	114
9.2.1	LCD 数码管的结构	115
9.2.2	LCD 数码管的工作原理	115
9.2.3	LCD 数码管的驱动方法及数码显示电路	116
第10章	转换(传感)器	119
10.1	负温度系数热敏电阻 (NTC)	119
10.1.1	NTC 的特性及外形	119
10.1.2	NTC 的主要参数	120
10.1.3	用万用表检测 NTC	120
10.2	正温度系数热敏电阻 (PTC)	120

10.2.1	PTC 的特性	120
10.2.2	PTC 的主要参数	121
10.2.3	用万用表检测 PTC	122
10.3	压敏电阻器 (VSR)	122
10.3.1	VSR 的特点及主要参数	122
10.3.2	用万用表检测 VSR	123
10.4	光敏电阻器	124
10.4.1	光敏电阻器的特性及外形	124
10.4.2	光敏电阻器的主要参数	124
10.5	光敏二极管和光敏三极管	124
10.5.1	光敏二极管的特性及外形	125
10.5.2	光敏二极管的主要参数	125
10.5.3	用万用表检测光敏二极管	125
10.5.4	光敏三极管的特性及外形	125
10.5.5	光敏三极管的主要参数	126
10.6	声表面波滤波器	127
10.6.1	声表面波滤波器的工作原理	127
10.6.2	声表面波滤波器的等效电路	127
10.7	肖特基二极管 (SBD)	128
10.7.1	肖特基二极管的结构	128
10.7.2	肖特基二极管的伏安特性	129
10.8	光耦合器	129
10.8.1	光耦合器的原理与结构	129
10.8.2	光耦合器的种类	130
10.8.3	光耦合器的主要参数	130
10.8.4	光耦合器的应用	131
10.9	热释电人体红外传感器	134
10.9.1	热释电人体红外传感器的结构与工作原理	134
10.9.2	热释电人体红外传感器的应用	136
10.10	霍尔传感器	137
10.10.1	霍尔效应	137
10.10.2	霍尔元件	138
10.10.3	霍尔传感器	140
10.11	气敏传感器	141
10.11.1	气敏传感器的结构与特性	141
10.11.2	气敏传感器的应用	142
10.12	石英晶体元件	142
10.12.1	石英晶体元件的结构	143
10.12.2	石英晶体元件的工作原理	143

10.12.3 石英晶体元件的主要特性	144
10.12.4 石英晶体元件的种类	144
10.12.5 石英晶体元件的型号	144
10.12.6 石英晶体元件的主要参数	144
10.13 陶瓷谐振元件	145
10.13.1 陶瓷谐振元件的结构和特性	145
10.13.2 陶瓷谐振元件的种类	145
10.13.3 陶瓷谐振元件的主要参数	146
第 11 章 开关、继电器、接插件	147
11.1 常用开关	147
11.1.1 常用开关的种类	147
11.1.2 常用开关的主要参数	150
11.2 薄膜开关	150
11.2.1 薄膜开关的结构与性能	150
11.2.2 薄膜开关的特点	151
11.3 水银导电开关	151
11.4 电磁继电器	152
11.4.1 电磁继电器的结构	152
11.4.2 电磁继电器的测试	153
11.4.3 继电器的附加电路	154
11.5 固态继电器	154
11.5.1 固态继电器的结构	155
11.5.2 固态继电器的工作原理	155
11.5.3 固态继电器的参数	156
11.5.4 固态继电器的应用	157
11.6 接插件	158
11.6.1 两芯插头座	159
11.6.2 印制电路板插座	161
第 12 章 集成电路	162
12.1 集成电路的结构特点与分类	162
12.1.1 集成电路的结构特点	162
12.1.2 集成电路的分类	163
12.2 数字集成电路的特点与分类	164
12.2.1 数字集成电路的特点	164
12.2.2 数字集成电路的分类	164
12.3 模拟集成电路的特点与分类	164
12.3.1 根据集成电路的特点	164
12.3.2 模拟集成电路的分类	165
12.4 集成电路引脚排列的识别	165

12.5 集成电路应用须知·····	168
12.5.1 CMOS IC 应用须知·····	168
12.5.2 TTL IC 电路应用须知·····	168
12.6 555 时基集成电路·····	168
12.6.1 555 电路的结构特点·····	169
12.6.2 555 电路的逻辑关系·····	170
12.6.3 555 电路的主要参数·····	170
12.6.4 555 电路的应用·····	172
第 13 章 电源 ·····	174
13.1 三端集成稳压电源·····	174
13.1.1 三端固定输出正稳压器·····	174
13.1.2 三端固定输出负稳压器·····	175
13.1.3 三端可调输出正稳压器·····	175
13.1.4 三端可调输出负稳压器·····	175
13.1.5 三端集成稳压器的应用·····	175
13.2 开关稳压电源·····	176
13.2.1 降压式电路·····	176
13.2.2 升压式电路·····	178
13.2.3 电压反转式电路·····	181
13.2.4 高频变压器式开关电源·····	182
13.3 小型密封蓄电池·····	184
13.3.1 小型密封蓄电池的结构·····	184
13.3.2 小型密封蓄电池的性能特点·····	185
13.3.3 额定容量与额定电压·····	185
13.3.4 补充电·····	186
习题 ·····	187

下篇 电子线路与电子技术实验

第 14 章 误差概念 ·····	193
14.1 测量误差的定义·····	193
14.2 测量误差的分类·····	194
14.3 测量结果的正确度、精密度与准确度·····	195
第 15 章 常用仪器的正确使用 ·····	196
15.1 万用表·····	196
15.1.1 万用表的性能·····	196
15.1.2 万用表的类型·····	196
15.1.3 万用表的正确连接方法·····	197
15.2 示波器·····	198

15.2.1	示波器的说明	198
15.2.2	示波器的使用	199
15.2.3	使用注意事项	201
15.3	晶体管特性图示仪	203
15.3.1	面板结构	203
15.3.2	晶体管图示仪的工作原理	205
15.3.3	晶体管图示仪的组成	206
15.3.4	晶体管图示仪的主要技术性能	207
15.3.5	晶体管图示仪的使用方法	208
15.3.6	使用范例	209
15.4	扫频仪	211
15.4.1	扫频仪的工作原理	211
15.4.2	扫频仪的使用方法	212
15.5	函数信号发生器	216
15.5.1	HG 系列函数信号发生器的技术性能指标	216
15.5.2	面板说明	217
15.6	失真度测量仪	217
15.6.1	基本工作原理	217
15.6.2	仪器的使用	219
15.6.3	主要技术指标	220
第 16 章	基本技能培训实验	221
实验 1	阻容器件的识别与检测	221
实验 2	晶体二极管、三极管的测试	223
实验 3	单级共射极放大器	224
实验 4	结型场效应管放大器	227
实验 5	差动式放大器	230
实验 6	集成功率放大器及其应用	233
实验 7	负反馈放大器	236
实验 8	集成运算放大器的基本应用	240
实验 9	有源滤波器	246
实验 10	信号发生器 (一)	248
实验 11	信号发生器 (二)	251
实验 12	模拟乘法器的应用	255
实验 13	模拟电子电路设计	260
实验 14	数字电路实验仪器的使用及逻辑门参数测试	264
实验 15	用 SSI 构成的组合逻辑电路的分析、设计与调试	270
实验 16	MSI 组合逻辑电路的分析、设计	274
实验 17	触发器及应用	277
实验 18	寄存器	282

实验 19	中规模集成计数器、译码器及显示器的应用	284
实验 20	传输门和数据选择器的应用	291
实验 21	A/D 转换器	296
实验 22	D/A 转换器	302
实验 23	通用集成定时器 555 的原理及应用	307
实验 24	数字电路设计——智力竞赛抢答器	311
实验 25	GAL 编程器的使用	315
实验 26	组合逻辑电路设计——数据选择器	319
实验 27	触发器及其逻辑功能	321
实验 28	可逆计数器的工作原理与工作过程	324
第 17 章	综合技能培训实验	328
实验 1	制作声、光报警的自激多谐振荡器	328
实验 2	制作常用的电铃声响延时器	329
实验 3	制作常用的声控开关	332
实验 4	制作常用的声光控制照明灯开关	333
实验 5	制作常用的红外线遥控器	335
实验 6	制作常用的开关电源	337
附录 A	焊接技术	339
A.1	焊接工具和材料	339
A.2	焊接工艺	340
附录 B	常用电子器件特性参数及引脚图	341
B.1	常用二极管、三极管主要参数表	341
B.2	常用集成电路及参数	344
B.2.1	常用数字集成电路外引线排列图及功能表	344
B.2.2	常用模拟集成电路	352
附录 C	常用电气图用图形符号新旧对照表	358

上篇

电子线路常用元器件

(外形特征、选用方法、使用注意事项)

学习目的与要求

上篇为选学内容。通过对本篇的学习,了解组成常用电子仪器、仪表、通讯设备、家用电器等产品中的电子线路部分的电阻、电容、电感、变压器以及晶体二极管、三极管、集成电路、转换(传感)器、开关、接插件等元器件的一般知识。要求了解这些常用元器件的外形特征,掌握这些常用元器件的选用方法及使用注意事项。

第 1 章 电 阻

1.1 电阻的特性

电子在物体内作定向运动时会遇到阻力,这种阻力称为电阻。具有一定电阻数的元件称为电阻器,习惯简称为电阻。

由实验可知,物体电阻的大小与其长度 L 成正比,与其横截面积 S 成反比,用公式表示为:

$$R = \rho L / S$$

式中的比例系数 ρ 叫做物体的电阻系数或电阻率,它与物体材料的性质有关,在数值上等于单位长度、单位面积的物体在 20°C 时所具有的电阻值。

表 1.1 列出了常用导体的电阻率。银、铜、铝等的电阻率比较小,因此,铜、铝被广泛地用来制作导线;银的电阻率虽小,但由于价格很贵,常用来制作镀银线;而有些合金如康铜、镍铬合金等的电阻率较大,常用来制作电热器及电阻器的电阻丝。

表 1.1 常用导体的电阻率

材料名称	20℃时的电阻率 ρ ($\mu\Omega\cdot\text{m}$)
银	0.016
铜	0.0172
金	0.022
铝	0.029
铂	0.0477
钨	0.049
锌	0.059
镍	0.073
铁	0.0978
铂	0.105
锡	0.114
铅	0.206
汞	0.958
碳	25
康铜 (54%铜, 46%镍)	0.50
锰铜 (86%铜, 12%锰, 2%镍)	0.43

不同材料的电阻率是不同的。相同材料做成的导体,直径越大电阻越小,长度越长电阻越大。

此外,导体的电阻大小还与温度有关系。对金属材料,其电阻随着温度的升高而增大;对石墨和碳等非金属材料,其电阻随着温度的升高而减小。