

新世纪电子信息工程系列教材

电子线路及应用

张洪润 吕泉 吴建平 编著



- 紧跟技术发展
- 内容系统全面
- 精选应用实例
- 提升综合能力



清华大学出版社

► 新世纪电子信息工程系列教材

电子线路及应用

张洪润 吕 泉 吴建平 编著

清 华 大 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是根据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,注重培养学生的动手能力。

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 19 个,综合技能培训实验 6 个。

本书通俗易懂,注重实践,除可作为电子类和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生产和维修人员的培训及自学用书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

电子线路及应用/张洪润,吕泉,吴建平编著.

—北京:清华大学出版社,2005

(新世纪电子信息工程系列教材)

ISBN 7-302-10715-7

I. 电… II. ①张… ②吕… ③吴…

III. 电子电路—高等学校:技术学校—教材 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 023762 号

出 版 者:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

组稿编辑:科海

文稿编辑:陈轶

封面设计:林陶

版式设计:科海

印 刷 者:北京市耀华印刷有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:21.75 字数:529 千字

版 次:2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-10715-7/TN·243

印 数:1~4000

定 价:29.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010) 82896445

丛书序

随着现代科学技术的不断发展,世界正面临一场大规模的新的工业革命(又称信息革命)。特别是我国加入WTO(世界贸易组织)后,各行各业都经历着深刻的变革,人们对于信息资源的需要也日益增长。对于信息技术来说,其关键在于信息采集和信息处理两个环节。因此,在现代的信息技术教程中,被人们誉为“电子技术的五官”的传感器技术和被称为“电子技术的脑”的计算机技术就显得尤为重要了。简单地说,电子技术、传感技术、计算机技术(包括单片计算机技术)已经成为21世纪最常用、最基础、最实用的技术。

除了对于理论知识的学习外,实践能力也成为一项考核信息技术从业人员的重要指标,能够实际动手解决科研难题才是最终目的,于是,作为信息技术培训基地的高等院校进行教改势在必行。但是目前能满足实践操作方面的教材相当缺乏,已有教材涉及到的内容大多比较陈旧。为此,我们组织了大量有教学、科研经验的专家、教授,参照国家教育部“高等院校基础课程教学大纲”的要求,从“能够解决实际问题”的角度出发,精心编写了这套“新世纪电子信息工程系列教材”,首批推出以下6本:

《电子线路与电子技术》

《电子线路及应用》

《单片机原理及应用》

《传感技术与应用教程》

《传感技术与实验》

《十六位单片微处理器(凌阳SPCE061A)原理及应用》

《电子线路与电子技术》一书包含模拟电路与数字电路两部分。该书主要讲解电子线路与电子技术中的基本内容,包括半导体二极管、三极管,基本放大电路,模拟集成电路,晶闸管(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。讲解由浅入深,并且配合了大量的实例,另外每章附有小结、习题,书末附有习题参考答案,非常适合在校大学生和技术人员使用。

《电子线路及应用》作为《电子线路与电子技术》的配套教材,着重介绍了电子线路中的各种元器件及电子技术综合实践知识,更加突出了电子技术实践性强的特点。它分上、下两篇,上篇介绍了电阻、电容、电感、晶体管、电声器件、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。下篇主要介绍模拟电路与数字电路的25个实验,其中包括19个基本技能培训实验,6个综合技能培训实验。

《单片机原理及应用》介绍了单片机结构原理、单片机指令系统及程序设计、单片机中断、单片机串行接口、定时器/计数器、A/D和D/A转换接口、单片机系统的工程设计实

例，计算机系统的扩展技术及单片机C语言程序设计等内容，非常注重实用性。

《传感技术与应用教程》主要介绍了传感技术的作用、原理、结构特征及使用方法，其内容包括光电式传感器、数字式传感器、热电式传感器、电阻电感电容式传感器、霍尔传感器、生物传感器、超导传感器、智能传感器等。

《传感技术与实验》作为《传感技术与应用教程》的配套教材，分为上、下两篇。上篇主要介绍传感器的精确度评定、标定方法、信号分类和各种传感器的外形特征等。下篇本着重视实践操作的思路，着重介绍了传感器实验仪器的使用方法及51个传感器实验，是每一位立志在传感器研究领域发展的人士不可或缺的宝贵资料。

《十六位单片微处理器（凌阳SPCE061A）原理及应用》一书结合台湾凌阳公司2001年推出的新一代单片机SPCE061A，全面系统地介绍了16位微处理器的原理和应用。主要包括：SPCE061A 16位嵌入式微控制器的工作原理、内部结构、指令系统、开发工具，列举了大量应用实例，并且介绍了嵌入式操作系统。

正是由于采用了新的教育理念，本套教材严格遵循以下特点：

- 内容新颖、结构严谨、系统全面、语言精炼。
- 图文并茂、讲述深入浅出、通俗易懂、注重理论与实践的紧密结合。
- 详尽介绍了其他书籍中涉及不到的技术细节、技术关键，实用性强。

所以，本套教材具有非常广泛的应用范围。它不仅适合作为高等院校电子技术专业、电子信息专业、仪器仪表专业、应用物理专业、机械制造专业、测控计量专业、工业自动化专业、自动控制专业、生物医学专业、微电子专业、机电一体化专业、计算机应用专业等的教学参考书，同时也是科学研究人员、工程技术人员、维护修理人员自学参考的重要书籍。

本套教材在编写过程中，得到了四川大学、中国科技大学、南京大学、清华大学、重庆大学、北京大学、四川师范大学、复旦大学、浙江大学、南开大学、西南交通大学、电子科技大学、成都理工大学、北京科技大学、贵州教育学院等众多老师的支持，他们客观地提出了许多宝贵意见；北京科海电子出版社的夏非彼、陈跃琴老师也给予了大力支持和帮助；特别要感谢的是高洁院士，他在百忙之中审定了本套教材并做出特别推荐，他认为“这套教材内容实用、叙述清晰、深入浅出、体系完整，特别注重对学生动手能力的培养”。在此谨向参与本书编写的所有人员表示衷心感谢。

新世纪，新教材，新尝试。由于时间仓促，编者水平有限，书中难免存在不足和错误之处，敬请广大读者批评、指正。

编委会

2005年3月

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学科。

本书是根据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趋势和教学、实践的需要编写的与《电子线路与电子技术》配套的教材。本书与《电子线路与电子技术》在内容上既相互联系,又各有侧重。前者主要阐述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。该书从电子线路最基本的半导体知识开始,由浅入深地介绍了半导体二极管、三极管,基本放大电路,模拟集成电路,晶闸管(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内容。在讲解理论过程中,编者力求做到使该书科学、易懂、实用。每一章最后都有小结和习题,小结是每章知识的提要,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,以利于对所学知识的理解和深化。另外,附录中还提供了各章习题的参考答案和常用的电路实例。

“电子线路与电子技术”是电子类专业的必修课,建议讲授80~100学时。

本书分上、下两篇。上篇介绍了电阻、电容、电感、晶体管、数码管、转换器、继电器等各种常用电子元器件,详细讲解了它们的外形特征、选用方法、使用注意事项等。本书还以不同方式安排了大量的图表,以增强读者对各种元器件的直观感性认识;同时本书也注意到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19个基本技能培训实验,6个综合技能培训实验。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。

“电子线路及应用”课程更加突出地体现了电子技术实践性强的特点，建议安排80～100学时。

因时间仓促，编者水平有限，书中难免有疏漏和欠妥之处，敬请广大读者和专家批评指正。

四川师范大学

四川大学 张洪润

2005年3月

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	(2)
1.1 电阻的特性	(2)
1.2 电阻器与电位器的型号命名方法	(3)
1.3 电阻的质量参数及选用	(4)
1.4 电阻的串、并联及其作用	(7)
第 2 章 电位器	(9)
2.1 电位器的结构与特性	(9)
2.2 电位器的种类	(10)
第 3 章 特殊电阻	(12)
3.1 水泥电阻	(12)
3.2 熔断电阻	(13)
3.3 熔丝的种类及作用	(13)
3.4 敏感型电阻	(15)
第 4 章 电容	(16)
4.1 电容的特性	(16)
4.2 电容器的种类及其识别	(16)
4.3 电容器的规格与标志	(20)
4.4 电容器的质量参数	(22)
4.5 电容器的串、并联及其作用	(26)
4.6 用万用表检测电容器的方法	(27)
4.7 电容器的使用常识	(29)
第 5 章 电感	(31)
5.1 电感线圈	(31)
5.2 变压器	(35)
第 6 章 晶体管	(46)
6.1 整流、检波二极管	(46)
6.1.1 晶体二极管型号的命名方法	(46)

6.1.2 晶体二极管的一般结构及其基本特性	(47)
6.1.3 整流二极管	(49)
6.1.4 检波二极管	(50)
6.2 开关二极管	(50)
6.3 1N 系列玻封/塑封二极管	(51)
6.3.1 玻封整流二极管	(51)
6.3.2 塑封整流二极管	(51)
6.3.3 玻封高速开关硅二极管	(53)
6.3.4 用万用表测试二极管	(53)
6.4 稳压、变容二极管	(54)
6.4.1 稳压二极管	(54)
6.4.2 变容二极管	(58)
6.5 发光、红外二极管	(58)
6.5.1 发光二极管 (LED)	(58)
6.5.2 红外发光二极管	(63)
6.6 高压硅堆	(65)
6.7 阻尼二极管	(66)
6.8 三极管	(67)
6.8.1 晶体三极管的结构与种类	(67)
6.8.2 三极管的伏安特性	(68)
6.8.3 三极管的常用偏置电路	(68)
6.8.4 三极管的 3 种工作状态	(69)
6.8.5 放大电路的 3 种基本组态	(70)
6.8.6 三极管的主要技术参数	(72)
6.8.7 三极管的检测	(73)
6.8.8 常见进口三极管的识别	(75)
6.9 达林顿管	(76)
6.9.1 达林顿管的结构特点	(76)
6.9.2 达林顿管的主要技术参数	(77)
6.10 场效应管	(78)
6.10.1 场效应管的结构	(78)
6.10.2 场效应管的特点	(79)
6.10.3 场效应管的伏安特性及用途	(80)
6.10.4 用万用表测试场效应管	(80)
6.11 单向晶闸管 (SCR)	(81)

6.11.1 单向晶闸管的结构及等效电路	(81)
6.11.2 单向晶闸管的伏安特性	(82)
6.11.3 用万用表检测单向晶闸管	(83)
6.12 双向晶闸管	(84)
6.12.1 双向晶闸管的结构及伏安特性	(84)
6.12.2 用万用表检测双向晶闸管	(85)
6.13 双向触发二极管	(86)
6.13.1 双向触发二极管的结构及伏安特性	(86)
6.13.2 双向触发二极管的检测	(87)
6.14 单结晶体管	(87)
6.14.1 单结晶体管的结构	(87)
6.14.2 单结晶体管的伏安特性	(88)
6.14.3 单结晶体管的检测	(89)
第7章 电声器	(90)
7.1 扬声器	(90)
7.1.1 扬声器的种类与结构	(90)
7.1.2 扬声器的主要参数	(91)
7.1.3 扬声器的简易检测	(92)
7.2 动圈式传声器	(93)
7.2.1 动圈式传声器的结构	(93)
7.2.2 传声器的主要技术参数	(93)
7.3 驻极体传声器	(94)
7.3.1 驻极体传声器的结构	(94)
7.3.2 驻极体传声器的连接形式	(95)
7.3.3 驻极体传声器使用中的注意事项	(95)
7.3.4 驻极体传声器的测试	(96)
7.4 耳机和耳塞机	(96)
第8章 片状元件	(97)
8.1 片状元件的特点	(97)
8.2 片状元件的种类	(97)
8.3 片状元器件的包装	(101)
8.4 片状元件的印制板焊盘要求	(101)
8.5 片状元器件的贴焊	(103)
第9章 数码管	(104)
9.1 LED 数码管	(104)

9.1.1 LED 数码管的结构	(104)
9.1.2 LED 数码管及显示器的分类	(105)
9.1.3 LED 数码管的性能特点	(106)
9.1.4 LED 数码管显示电路	(107)
9.1.5 LCL331 三位数码显示器	(112)
9.2 LCD 数码管	(113)
9.2.1 LCD 数码管的结构	(114)
9.2.2 LCD 数码管的工作原理	(114)
9.2.3 LCD 数码管的驱动方法及数码显示电路	(115)
第 10 章 转换 (传感) 器	(118)
10.1 负温度系数热敏电阻 (NTC)	(118)
10.1.1 NTC 的特性及外形	(118)
10.1.2 NTC 的主要参数	(119)
10.1.3 用万用表检测 NTC	(119)
10.2 正温度系数热敏电阻 (PTC)	(119)
10.2.1 PTC 的特性	(119)
10.2.2 PTC 的主要参数	(120)
10.2.3 用万用表检测 PTC	(121)
10.3 压敏电阻器 (VSR)	(121)
10.3.1 VSR 的特点及主要参数	(121)
10.3.2 用万用表检测 VSR	(122)
10.4 光敏电阻器	(123)
10.4.1 光敏电阻器的特性及外形	(123)
10.4.2 光敏电阻器的主要参数	(123)
10.5 光敏二极管和光敏三极管	(123)
10.5.1 光敏二极管的特性及外形	(124)
10.5.2 光敏二极管的主要参数	(124)
10.5.3 用万用表检测光敏二极管	(124)
10.5.4 光敏三极管的特性及外形	(124)
10.5.5 光敏三极管的主要参数	(125)
10.6 声表面波滤波器	(126)
10.6.1 声表面波滤波器的工作原理	(126)
10.6.2 声表面波滤波器的等效电路	(126)
10.7 肖特基二极管 (SBD)	(127)
10.7.1 肖特基二极管的结构	(127)

10.7.2 肖特基二极管的伏安特性	(128)
10.8 光耦合器	(128)
10.8.1 光耦合器的原理与结构	(128)
10.8.2 光耦合器的种类	(129)
10.8.3 光耦合器的主要参数	(129)
10.8.4 光耦合器的应用	(130)
10.9 热释电人体红外传感器	(133)
10.9.1 热释电人体红外传感器的结构与工作原理	(133)
10.9.2 热释电人体红外传感器的应用	(135)
10.10 霍尔传感器	(136)
10.10.1 霍尔效应	(136)
10.10.2 霍尔元件	(137)
10.10.3 霍尔传感器	(139)
10.11 气敏传感器	(140)
10.11.1 气敏传感器的结构与特性	(140)
10.11.2 气敏传感器的应用	(141)
10.12 石英晶体元件	(141)
10.12.1 石英晶体元件的结构	(142)
10.12.2 石英晶体元件的工作原理	(142)
10.12.3 石英晶体元件的主要特性	(143)
10.12.4 石英晶体元件的种类	(143)
10.12.5 石英晶体元件的型号	(143)
10.12.6 石英晶体元件的主要参数	(143)
10.13 陶瓷谐振元件	(144)
10.13.1 陶瓷谐振元件的结构和特性	(144)
10.13.2 陶瓷谐振元件的种类	(144)
10.13.3 陶瓷谐振元件的主要参数	(145)
第 11 章 开关、继电器、接插件	(146)
11.1 常用开关	(146)
11.1.1 常用开关的种类	(146)
11.1.2 常用开关的主要参数	(149)
11.2 薄膜开关	(149)
11.2.1 薄膜开关的结构与性能	(149)
11.2.2 薄膜开关的特点	(150)
11.3 水银导电开关	(150)

11.4 电磁继电器	(151)
11.4.1 电磁继电器的结构	(151)
11.4.2 电磁继电器的测试	(152)
11.4.3 继电器的附加电路	(153)
11.5 固态继电器	(153)
11.5.1 固态继电器的结构	(154)
11.5.2 固态继电器的工作原理	(154)
11.5.3 固态继电器的参数	(155)
11.5.4 固态继电器的应用	(156)
11.6 接插件	(157)
11.6.1 两芯插头座	(158)
11.6.2 印制电路板插座	(160)
第 12 章 集成电路	(161)
12.1 集成电路的结构特点与分类	(161)
12.1.1 集成电路的结构特点	(161)
12.1.2 集成电路的分类	(162)
12.2 数字集成电路的特点与分类	(163)
12.2.1 数字集成电路的特点	(163)
12.2.2 数字集成电路的分类	(163)
12.3 模拟集成电路的特点与分类	(163)
12.3.1 模拟集成电路的特点	(163)
12.3.2 模拟集成电路的分类	(164)
12.4 集成电路引脚排列的识别	(164)
12.5 集成电路应用须知	(167)
12.5.1 CMOS IC 应用须知	(167)
12.5.2 TTL IC 电路应用须知	(167)
12.6 555 时基集成电路	(167)
12.6.1 555 电路的结构特点	(168)
12.6.2 555 电路的逻辑关系	(169)
12.6.3 555 电路的主要参数	(169)
12.6.4 555 电路的应用	(171)
第 13 章 电源	(173)
13.1 三端集成稳压电源	(173)
13.1.1 三端固定输出正稳压器	(173)
13.1.2 三端固定输出负稳压器	(174)

13.1.3 三端可调输出正稳压器	(174)
13.1.4 三端可调输出负稳压器	(174)
13.1.5 三端集成稳压器的应用	(174)
13.2 开关稳压电源	(175)
13.2.1 降压式电路	(175)
13.2.2 升压式电路	(177)
13.2.3 电压反转式电路	(180)
13.2.4 高频变压器式开关电源	(181)
13.3 小型密封蓄电池	(183)
13.3.1 小型密封蓄电池的结构	(183)
13.3.2 小型密封蓄电池的性能特点	(184)
13.3.3 额定容量与额定电压	(184)
13.3.4 充电	(185)
习题	(186)

下篇 电子线路与电子技术实验

第14章 误差概念	(190)
14.1 测量误差的定义	(190)
14.2 测量误差的分类	(191)
14.3 测量结果的正确度、精密度与准确度	(192)
第15章 常用仪器的正确使用	(193)
15.1 万用表	(193)
15.1.1 万用表的性能	(193)
15.1.2 万用表的类型	(193)
15.1.3 万用表的正确连接方法	(194)
15.2 示波器	(195)
15.2.1 示波器的说明	(195)
15.2.2 示波器的使用	(196)
15.2.3 使用注意事项	(198)
15.3 晶体管特性图示仪	(200)
15.3.1 面板结构	(200)
15.3.2 晶体管图示仪的工作原理	(202)
15.3.3 晶体管图示仪的组成	(203)
15.3.4 晶体管图示仪的主要技术性能	(204)

15.3.5 晶体管图示仪的使用方法	(205)
15.3.6 使用范例	(206)
15.4 扫频仪	(208)
15.4.1 扫频仪的工作原理	(208)
15.4.2 扫频仪的使用方法	(209)
15.5 函数信号发生器	(213)
15.5.1 HG 系列函数信号发生器的技术性能指标	(213)
15.5.2 面板主要机构说明	(213)
15.5.3 使用方法	(214)
15.6 失真度测量仪	(214)
15.6.1 失真度测量仪的基本工作原理	(214)
15.6.2 失真度测量仪的主要技术指标	(215)
15.6.3 失真度测量仪的使用方法	(216)
第 16 章 基本技能培训实验	(217)
实验 1 常用电子仪器的使用	(217)
实验 2 阻容器件的识别与检测	(219)
实验 3 晶体二极管、三极管的测试	(220)
实验 4 单管电压放大电路	(221)
实验 5 两级阻容耦合放大电路	(224)
实验 6 差动放大电路	(227)
实验 7 集成功率放大器	(231)
实验 8 集成运算放大器的基本应用	(234)
实验 9 集成 TTL 与非门电路	(239)
实验 10 组合逻辑电路	(243)
实验 11 集成触发器	(247)
实验 12 多谐振荡器及单稳态触发器	(253)
实验 13 计数、译码和显示电路	(257)
实验 14 整流、滤波和稳压集成电路	(262)
实验 15 晶闸管(可控硅)整流电路	(269)
实验 16 A/D(模数)转换器	(273)
实验 17 D/A(数模)转换器	(278)
实验 18 通用 555 集成定时器	(280)
实验 19 智力竞赛抢答器	(283)
第 17 章 综合技能培训实验	(288)
实验 1 制作声、光报警的自激多谐振荡器	(288)

实验 2 制作常用的电铃声响延时器	(289)
实验 3 制作常用的声控开关	(292)
实验 4 制作常用的声光控制照明灯开关	(293)
实验 5 制作常用的红外线遥控器	(295)
实验 6 制作常用的开关电源	(297)
附录 A 焊接技术	(299)
A.1 焊接工具和材料	(299)
A.2 焊接工艺	(300)
附录 B 数字电路综合实验板	(301)
B.1 门电路	(301)
B.2 触发器	(301)
B.3 显示电路	(301)
B.4 信号源	(303)
B.5 供电直流电源	(303)
B.6 实验备用元器件	(304)
B.7 连线	(304)
附录 C 常用电子器件特性参数及引脚图	(305)
C.1 常用二极管、三极管主要参数表	(305)
C.2 常用集成电路及参数	(308)
C.2.1 常用数字集成电路外引脚排列图及功能表	(308)
C.2.2 常用模拟集成电路	(316)
附录 D 常用电气图用图形符号新旧对照表	(322)

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、通信设备、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。