



“九五”国家级
重点教材



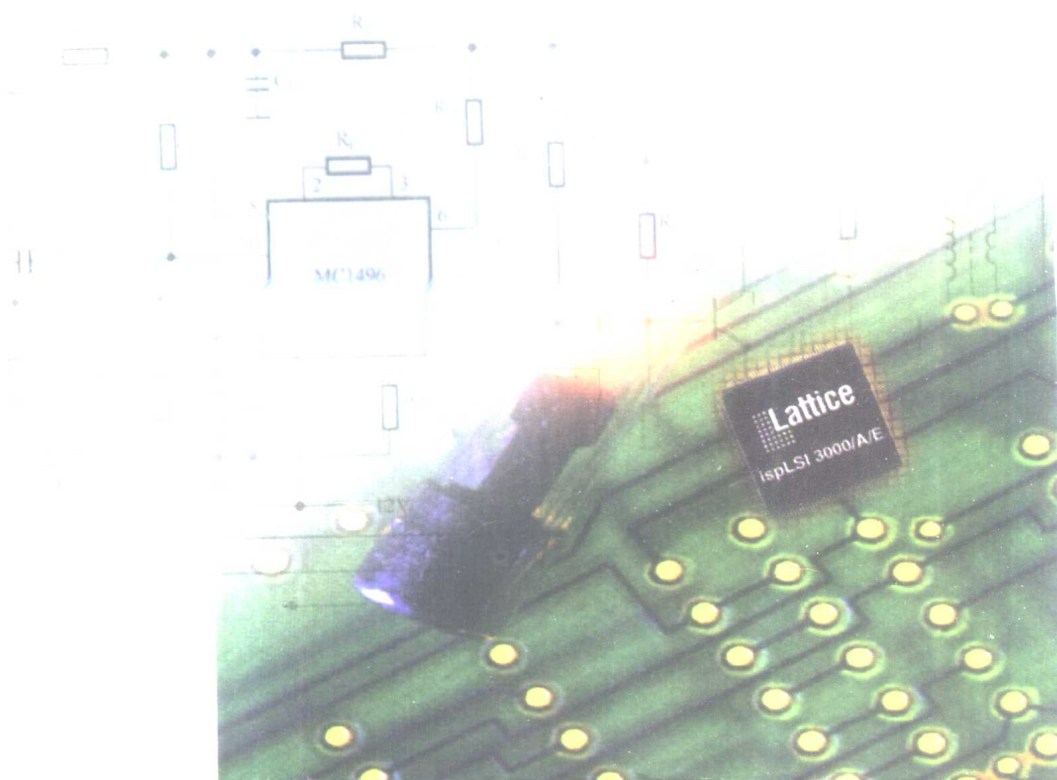
“九五”电子部
重点教材

电子线路设计·实验·测试

(第二版)

—●— 谢自美 主编

● 华中理工大学出版社



图书在版编目(CIP)数据

电子线路设计·实验·测试(第二版)/谢自美 主编
武汉:华中理工大学出版社, 2000年7月
ISBN 7-5609-2166-3

I. 电…

II. ①谢… ②阎… ③赵… ④朱… ⑤罗…

III. ①电子电路-电路设计-高等学校-教材

②电子电路-实验-高等学校-教材

③电子电路-测试技术-高等学校-教材

IV. TN710

电子线路设计·实验·测试(第二版)

谢自美 主编

责任编辑:沈旭日

封面设计:刘 卉

责任校对:张 欣

责任监印:张正林

出版发行:华中理工大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87545012

经 销:新华书店湖北发行所

印 刷:华中理工大学出版社印刷厂

开本:787×1092 1/16

印张:33.75

字数:740 000

版次:2000年7月第2版

印次:2001年2月第8次印刷

印数:20 001—26 000

ISBN 7-5609-2166-3/TN·55

定价:39.80元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是普通高等教育“九五”国家级重点教材,“九五”电子部重点教材,第一版 1996 年获第三届全国工科电子类专业优秀教材一等奖。

随着电子与计算机技术的迅速发展,电子电路的分析与设计方法发生了重大变革。电子设计自动化(Electronic Design Automation, 即 EDA)技术已成为设计现代电子系统的必不可少的工具和手段。因此,本书在第一版以传统电子设计方法为基础的工程设计基础上,引入了 EDA 技术,用新器件、新方法、新工具来分析与设计典型电子电路。

全书分为四篇共 11 章。在第一篇(第 1~2 章)电子线路实验基础中,提供了大量基本实验电路,以便对初学者进行电子线路设计的基础训练。在第二篇(第 3~7 章)电子线路设计中通过大量的设计课题介绍以定量估算和电路实验为基础的电子线路的传统设计方法与测试技术,旨在加强对学生进行工程设计训练。其中低频、高频电路的设计课题 15 个,数字电路设计课题 10 个,模拟与数字、硬件与软件相结合的综合性设计课题 7 个,全国大学生电子设计竞赛题 15 个。在第三篇(第 8~9 章)电子线路设计自动化中,介绍了电子线路的 PSpice 辅助分析与设计软件并提供了 8 个典型电路的分析实例,Protel for Windows 软件用于高密度印刷电路板的自动设计过程,通用阵列逻辑 GAL 器件设计的典型逻辑电路范例,AMD 公司生产的 MACH 系列在系统可编程逻辑器件 MACH211SP 的开发与应用设计范例。第四篇(第 10~11 章)介绍了通用电子仪器与高频电子仪器的应用技术。

本书可作为高等学校电工、电子类专业本、专科学生电子技术与电子线路实验课或课程设计教材。亦可供从事电子设计工作的工程技术人员参考。

第二版序

值此 21 世纪即将来临之际,回顾百年来电子技术和电子工业发展的成就,举世瞩目。可以看到,从国民经济到日常生活中的各个方面,电子产品无所不在,具体事例无庸枚举,其发展前景未可限量。

高等学校是培养人才的学府,电子技术人才也不例外。作为高技术龙头的电子技术,需要大量的高素质的电子技术人才来进行研究与开发,要求他们既精通电子技术理论,更要掌握电子电路设计、实验研究和调试技术。谢自美教授所主编的《电子线路设计·实验·测试》(第二版)一书,是针对上述培养目标,在第一版的基础上修订而成的。该教材在以下几个方面具有明显的特色:

- **内容先进** 本书取材充分考虑了内容的先进性。在模拟电路设计方面,广泛地采用模拟集成电路,特别是集成运算放大器和若干专用芯片,例如模拟乘法器、锁相环等;而在数字电路设计方面,则大量地采用中、大规模集成电路,特别是可编程逻辑器件进行设计,如使用 GAL 和 CPLD 器件,借助 ABEL 和 DSL 语言和相关的软件进行仿真分析和设计,反映了当代数字系统设计的新方向。

- **适应教学** 本书的读者对象是高校电子类专业的学生,因而内容的组织注意到了适应当前的教学实际。将低频电路、高频电路、数字电路和电子测量等几部分融合于一体,用理论指导实践,解释实验现象,实验内容由浅入深、由单一到综合,每一实验有原理、设计举例、设计任务、实验与思考题,便于学生阅读以达到预期的训练目的。

- **实践性强** 全书按实验教学的体系来安排,将全部实验划分为四个层次,即基础性实验、设计性实验、综合性实验和设计研究性实验。实验内容以工程设计训练为主,系统地、科学地培养学生的实际动手能力、工程设计能力、分析问题和解决实际问题的能力。

- **启发创新** 在前述四个层次的实验教学模式中,特别是后二种模式,为学生发挥创造思维能力解决实际问题提供了舞台。有的实验课题让学生真刀真枪地干出来,成为一个电子小产品的为数不少。特别是在 EDA 实验中,舞台空间广阔,在教师的启发指导下,充分发挥学生的创造能力,大有作为。在历届全国大学生电子设计竞赛中,从本实验室冲出去夺得较好名次的不乏其人。

综观全书,内容丰富、主题新颖、思路清晰、文字流畅、便于自学、图形符号规范。该教材从整体上具有内容先进、适应教学、实践性强、启发创新等特色;它的再版发行无疑将更加受到广大师生的欢迎,并将为培养 21 世纪电子技术人才发挥积极的作用。应作者之嘱托,谨作此序。

康华光

2000 年 5 月 31 日于

华中理工大学

第二版前言

本书是在全国高校电子工程专业教学指导委员会,于1996年7月召开的第一次全体委员会议上审议通过,并报请国家教委批准(教高[1997]16号文件)列入“九五”国家级重点教材的。根据国家教委与专业教学指导委员会对教材的要求,为培养适应我国21世纪国民经济发展需要的电子设计人才,本书及时吸收了我校承担的国家教委面向21世纪电工电子课程体系改革和电工电子工科教学基地建设两项教学改革研究成果;反映了我国当前在电子电路实验教学体系、内容和方法上的改革思路和教学水平,这就是在加强以传统电子设计方法为基础的工程设计训练的同时,力求使学生尽快掌握现代电子设计自动化(Electronic Design Automation, 即 EDA)技术的新方法、新工具和新手段,使电子电路实验教学的目标定位在系统地、科学地培养学生的实际动手能力、理论联系实际的能力、工程设计能力与创新设计能力上。为此,我们在第一版的基础上,对其内容作了较大的调整和修改。主要有以下几点:

1. 加强了数字电路基础实验的设计,将验证性的基础实验改为设计性实验。通过设计举例来介绍设计方法。如在小规模时序电路设计中,介绍了已知状态转换表、状态转换图和波形图等三种方式来设计典型实用的时序逻辑电路的方法。在布置设计任务时,要求学生安装电路、测试性能指标。力求理论与实际紧密联系,提高学生对基础实验的兴趣。

2. 增加了第六章“综合性电子线路系统设计”。介绍了如集成电路数字锁相环、高频锁相环、低频锁相环的应用电路设计,无线多路遥控发射/接收系统设计,电子琴音乐的产生与演奏电路设计,步进电机驱动控制系统设计等7个综合性课题。这些将模拟与数字电路混合、硬件与软件相结合的电子系统的设计课题,将有利于学生拓宽知识面,提高综合性应用电路设计的能力。

3. 增加了第七章“全国大学生电子设计竞赛作品评析”。对优秀作品进行画龙点睛的评析,有利于启发学生的思维与创新设计思想。

4. 增加了第三篇“电子线路设计自动化”。该篇包括电子线路 PSpice 辅助分析与设计、Protel for Windows 印刷电路板自动设计、通用阵列逻辑器件 GAL 的应用设计、AMD 公司生产的 MACH 系列在系统可编程逻辑器件 MACH211SP 的开发与应用设计。通过简捷的操作训练,使学生尽快掌握现代电子设计的新工具、新方法。

5. 对常用电子仪器的应用部分作了较大的改动,结合本书相关课题来介绍仪器的使用方法与测试技术。增加了 TDS210 数字示波器、HP8640 高频信号发生器、EE5113 无线电子综合测试仪等,这是我校电工电子工科教学基地的新设备。

本版全书分为四篇共 11 章。每章有内容提要,每节有学习目的与教学要求。可按照基础性实验—设计性实验—综合设计性实验—设计研究性实验等四层次的教学模式,选择相关内容组织教学。其中第三篇电子线路设计自动化的部分内容,如 PSpice 辅助分析,Protel for Windows 印刷电路板自动设计以及通用阵列逻辑器件 GAL 等可在基础实验—设计性实验阶段进行,使学生在掌握以定量估算和电路实验为基础的传统设计方法的同时,了解现

代电子设计的新方法、新手段。经教学实践证明,采用这种四层次的实验教学模式,并将传统电子设计方法与现代电子设计方法相结合,能调动学生学习的积极性,有利于系统地、科学地培养学生的实际动手能力、工程设计能力及创新设计能力。

本书可与康华光主编的《电子技术基础》(第四版)、张肃文主编的《高频电子线路》(第三版)教材配套使用。也可以作为电子线路实验独立设课或课程设计的教材,面向电工、电子类专业本、专科学生开课。

参加本版修订工作的有谢自美、阎树兰、赵云娣、朱如琪、罗杰。谢自美撰写了第一、二、三章及第四章的第一至第六节,第五章的第五、七、八、十节,第六章的第一、五、六节,第七章,第八章;赵云娣撰写了第四章的第七、八节,第六章的第三、四节,第十一章的第一、三、四节;朱如琪撰写了第五章的第一至第三节,第九章的第一节;罗杰撰写了第五章的第四节,第六章的第二、七节,第九章的第二至第四节;阎树兰撰写了第五章的第六、九节,第十章及第十一章的第二节,附录。谢自美同志任主编,负责全书的统稿与定稿工作。杨小献同志参加了第八章的文档整理工作。郑汉麟、杨小献同志参加了实验的研究工作。

华中理工大学电子与信息工程系姚天任教授担任本书责任编辑,对全书的体系结构、内容等方面给予了悉心指导并把关。武汉大学张肃文教授担任本书主审,仔细地审阅了全部书稿并提出了许多宝贵意见。本版修订工作一直得到了华中理工大学康华光教授、邹寿彬教授的热情支持和指导,承蒙康华光教授亲自为本书作序。在此谨致衷心的感谢。

本版修订工作得到了华中理工大学教务处、设备处及电子与信息工程系的关怀和大力支持。电子技术教研中心的各位老师十分关心本版修订工作,给予了热情支持并提出了许多修改意见。在本书出版之际,谨向他们致以最诚挚的谢意。

本书的实践性很强,我们尽量为读者提供有一定参考价值的电路图与实验参数。为此,我们做了大量实验研究工作。在使用本书时,如果因实验条件不同,出现实验参数有些偏差,这是正常现象。如果差距很大,或者发现电路图中有错误,恳请读者给予批评指正。

编 者

1999年1月于华中理工大学

第一版前言

本书是一本设计性的实验课教材，目的在于将低频电子线路、高频电子线路、数字逻辑电路等课程的理论与实际有机地联系起来，旨在加强学生实验基本技能的综合训练，培养和提高学生的工程设计能力与实际动手能力。

本书着重介绍低频电子线路、高频电子线路、数字逻辑电路的工程设计方法与测试技术。书中的每个设计课题，均以电路的基本理论为基础，介绍电路的设计、装调及性能参数的测试方法。每个课题中都有设计举例及设计任务。学生通过自学或给予适当的指导，均可以独立完成。这种集低频电子线路、高频电子线路、数字逻辑电路及电子测量技术等课程的基本理论和实践于一体的设计性实验教材，具有体系结构新颖、知识综合运用性强、理论紧密联系实际、能启发思考、易于自学等特点。经过对多届学生的教学实践证明：教材的内容既有利于加强每门课程理论与实际的联系，又能系统地培养学生对多门课程的知识综合运用的能力，逐步提高实际动手能力与工程设计能力，以适应当前电子技术迅速发展及广泛应用的需要。此外本教材还避免了几门课程的有些实验内容多次重复，解决了实验课学时数不够的问题。本书是编者从事上述多门课程的教学、科研与实践经验的总结，是在几轮讲义及多届学生教学实践的基础上修改、补充与完善而写成的。

全书共分成三篇：

第一篇 电子线路实验基础。介绍电子线路测试中的测量误差分析与实验数据处理、常用电子器件的测试与应用，基本电路的功能与应用。本篇内容是进行电子线路设计的基础。

第二篇 电子线路设计课题。该篇是全书的重点，共有 23 个设计性课题，分成三个部分：低频电子线路设计课题 8 个，高频电子线路设计课题 6 个，数字逻辑电路设计课题 9 个。

每个部分都是从最基本最典型的单元电路的设计开始，逐步加深与扩展，直到较为复杂的小型电子线路系统的设计与装调。如同堆积木一样，可以对一个设计课题单独进行设计装调与实验研究，还可以将几个相关课题组合，进行电子线路的系统设计。如低频电子线路部分的音响放大器设计课题就是由场效应管源极跟随器设计课题，RC 有源滤波器的快速设计课题及第一篇的集成运算放大器的基本应用电路组成的。高频电子线路部分的小功率调频发射机设计课题就是由 LC 调频振荡器设计课题与高频功率放大器设计课题组成的。数字逻辑电路部分的多功能数字钟电路设计课题则是由 M 进制计数器设计课题和中规模集成电路组成的，……有些课题还具有一定的综合性，如数字频率计、数字电压表、通用示波器的字符显示电路等设计课题，则将低频电路、高频电路、数字逻辑电路中的一些功能电路，进行了组合与应用。这种实验模块化的结构特点，既符合由简到繁、循序渐进的教学规律，又能引起学生对电子线路设计的兴趣。

实现上述设计课题所采用的元器件，以分立器件为基础，集成电路（数字电路以中大规模集成电路）为主干，突出地使用了目前较为流行的一些集成电路的新器件，如模拟延

时集成电路 MN3207 及其配套的时钟电路 MN3102, 集成电路模拟乘法器 MC1496、集成电路定时器 555/556, 大规模集成电路 ADC CC7106/CC7107、CC14433、DAC0832 及单片机 8031、可编程只读存储器 EPROM、随机存储器 RAM 及可编程逻辑器件 GAL16V8 等等。

利用计算机进行电子线路辅助设计可以缩短设计周期, 提高设计的可靠性、经济性。计算机将成为电子线路设计者们进行电路设计、调试等工作时不可缺少的常规工具。为此, 本书第一篇介绍了计算机辅助分析测量误差及实验数据的处理方法, 并提供了在 IBM-PC 机上通过的参考程序。第二篇介绍了电子线路原理图、印刷电路板的计算机辅助设计软件及可编程逻辑器件 GAL16V8 的计算机开发软件 and 多功能编程器的编程操作。这些, 无疑会给电子线路设计工作带来极大的方便。第三篇介绍了十多种电子线路测试中的常用仪器。简述了这些仪器的主要特性、工作原理及使用方法, 既可以满足本书 23 个设计课题进行电路测试的需要, 也可以作为学生使用仪器时的操作指南。

本书每个设计课题的后面均安排了一定数量的实验与思考题, 以帮助学生分析、思考实验中的问题, 深化和拓宽知识, 进一步提高实际动手能力。

编写本书时参照了高等院校工科无线电、电子类专业对“低频电子线路”、“高频电子线路”及“脉冲数字电路”三门课程及其实验课的教学大纲, 因此本书的使用对象与使用方法是:

1. 可供无线电工程、电子工程、计算机工程、自动化工程、信息工程等专业的本、专科学生及工程技术人员使用。

2. 可作为“低频电子线路”、“高频电子线路”及“脉冲数字电路”等课程实验独立设课的实验课教材, 亦可作为这三门课的实验课指导书和课程设计参考书。

3. 使用方法如下:

- (1) 作为本科实验独立设课教材时, 总学时约 120, 其中 20 学时讲授设计课题的难点, 进行课题总结与讨论, 100 学时用于电路设计、测试与实验研究。平均每人可以完成 15 个设计课题。为与低频电路、高频电路及数字逻辑电路的理论课衔接与联系, 设计课题的内容应稍滞后理论课相应的内容。可以将基本元器件、实验面包板及安装的电路工具发给学

- (2) 作为专科学生或三门课的实验课教材时, 总学时约 100, 实验电路可以选用每个设计课题中的设计举例电路。

- (3) 需要说明的是: 书中所用图形符号, 系我国国家标准局于 1986 年颁布的国家标准图形符号。附录三提供了新旧常用电气图形符号对照表, 供读者查阅和参考。学习本教材之前, 学生应进行电工实习, 掌握电子元器件的基本焊接技术。

本书由谢自美同志主编。第一篇、第二篇由谢自美执笔, 第三篇及附录由阎树兰执笔。参加本书各章节中的实验研究工作的同志是:

阎树兰: 第三章二、五节, 第五章三、五、九节及第三篇仪器操作实验。

丑洁文: 第三章一、三、四节, 第五章四、七节。

冯雷: 第三章六、七节, 第四章一、二、五节。

苏利：第四章三、四节。

林卫：第四章第六节。

蔡梅英：第五章第八节。

谢自美：第三章第八节，第五章第二、六、十、十一节。

阎树兰、丑洁文对全书的电路图进行加工与整理。

在本书的编写过程中，得到了华中理工大学电子与信息工程系领导的关心与支持，系中心实验室同志对本书的编写给予了大力支持和帮助。在此一并表示感谢。

因时间仓促，书中错误在所难免，恳请广大师生及读者不吝指正。

编 者

1992年12月15日

目 录

第一篇 电子线路实验基础

第一章 测量误差分析与实验数据处理

第一节 测量误差分析.....(3)	第二节 实验数据处理.....(11)
一、测量误差的定义.....(3)	一、实验数据的整理.....(11)
1. 绝对误差 2. 相对误差 3. 满度相对误差	1. 误差位对齐法 2. 有效数字表示法
4. 分贝误差	
二、测量误差的分类.....(4)	二、实验曲线的绘制.....(12)
1. 系统误差 2. 随机误差	1. 平滑法 2. 分组平均法
3. 粗大误差与可疑数据	
三、测量误差的计算机辅助分析.....(7)	三、实验数据的函数表示.....(12)
四、误差传递公式及其应用.....(8)	1. 最小二乘法 2. 回归分析法
1. 误差传递公式 2. 误差传递公式应用举例	四、实验数据的插值法.....(14)
实验与思考题.....(11)	实验与思考题.....(16)

第二章 电子线路基础实验

第一节 晶体管的参数测试与基本应用.....(17)	三、使用集成运算放大器时的注意事项.....(29)
一、晶体管的主要参数及其测试.....(17)	1. 粗测运算放大器好坏 2. 调零消除失调误差
1. 二极管的主要参数及其测试 2. 三极管的主要参数及其测试 3. 场效应管的主要参数及其测试	3. 相位补偿消除高频自激 4. 过载保护措施
二、二极管的基本应用.....(18)	四、集成运算放大器的基本应用.....(31)
1. 普通二极管的应用 2. 发光二极管的应用	1. 反相放大器 2. 同相放大器 3. 差动放大器
3. 稳压二极管的应用 4. 变容二极管的应用	4. 加(减)法器 5. 微分器 6. 积分器 7. 窗比较器
三、三极管的基本应用举例.....(22)	8. RC 正弦波振荡器 9. 方波发生器
1. 晶体管低频电路 2. 晶体管开关电路	10. 阶梯波发生器 11. 自举式交流电压放大器
3. 晶体管高频电路	12. 单电源供电的交流电压放大器
四、场效应管的基本应用举例.....(24)	实验与思考题.....(39)
实验与思考题.....(25)	第三节 集成逻辑门及其基本应用.....(40)
第二节 集成运算放大器及其基本应用.....(25)	一、TTL 门电路的主要参数及使用规划.....(40)
一、集成运算放大器的内部结构.....(25)	1. TTL 与非门电路的主要参数
二、主要性能参数的测试方法.....(26)	2. TTL 器件的使用规则
	二、CMOS 门电路的主要参数及使用规则.....(41)
	1. CMOS 与非门电路的主要参数
	2. CMOS 器件的使用规则
	三、集成逻辑门的基本应用.....(42)

1. 门电路构成的时钟源 2. 脉冲调制/解调器	
3. 门电路构成的触发器 4. 集电极开路(OC)门和三态(TS)门的应用	
实验与思考题	(45)
第四节 集成触发器及其基本应用	(46)
一、集成触发器的触发方式与选用规则	(46)
1. 触发方式 2. 选用规则	
二、D 触发器的基本应用	(47)
1. 同步单脉冲产生电路 2. $\div \left(N \frac{1}{2}\right)$ 分频电路	
三、J-K 触发器的基本应用	(49)
1. “1”检出电路 2. 八度音产生器	
四、单稳态触发器的基本应用	(50)
1. 精密延时电路 2. 高通/低通滤波器	
3. 占空比可调的脉冲发生器	
实验与思考题	(53)
第五节 集成电路定时器 555 及其基本应用	(54)
一、555 的内部结构及性能特点	(54)
二、555 组成的基本电路及应用	(54)
1. 单稳态触发器及其应用 2. 多谐振荡器及其应用 3. RS 触发器和施密特触发器的应用	
实验与思考题	(60)

第二篇 电子线路设计

第三章 低频电子线路设计

第一节 晶体管放大器设计	(63)	第三节 差分放大器设计	(78)
一、电路工作原理及基本关系式	(63)	一、具有恒流源的差分放大器	(78)
1. 工作原理 2. 基本关系式		1. 输入输出信号的连接方式 2. 静态工作点的计算	
二、性能指标与测试方法	(64)	二、主要特性参数及其测试方法	(79)
三、设计举例	(66)	1. 传输特性 2. 差模特性 3. 共模特性	
四、电路安装与调试	(67)	三、设计举例	(82)
1. 静态工作点测量与调整 2. 性能指标测试与电路参数修改 3. 测量结果验算与误差分析		四、设计任务	(84)
五、负反馈对放大器性能的影响	(70)	设计课题: 具有恒流源的单端输入—单端输出差分放大器设计	
1. 提高放大器增益的稳定性 2. 扩展放大器的通频带 3. 改变放大器的输入电阻与输出电阻		实验与思考题	(84)
六、设计任务	(70)	第四节 函数发生器设计	(85)
设计课题: 单级阻容耦合晶体管放大器设计		一、方波—三角波—正弦波函数发生器设计	(85)
实验与思考题	(71)	1. 方波—三角波产生电路	
第二节 场效应管源极跟随器设计	(71)	2. 三角波→正弦波变换电路	
一、场效应管的特性	(72)	二、单片集成电路函数发生器 ICL8038	(88)
1. 输出特性 2. 转移特性		三、函数发生器的性能指标	(89)
二、场效应管主要参数的测试	(72)	四、设计举例	(90)
三、结型场效应管源极跟随器	(73)	五、电路安装与调试技术	(91)
四、设计举例	(74)	1. 方波—三角波发生器的装调 2. 三角波—正弦波变换电路的装调 3. 误差分析	
五、复合互补源极跟随器	(76)	六、设计任务	(92)
六、设计任务	(77)	设计课题: 方波—三角波—正弦波函数发生器设计	
设计课题: 场效应管源极跟随器设计		实验与思考题	(92)
实验与思考题	(77)		

第五节 集成直流稳压电源设计	(92)
一、直流稳压电源的基本组成	(93)
1. 电源变压器 2. 整流滤波电路 3. 稳压电路	
二、稳压电源的性能指标及测试方法	(94)
三、集成稳压电源设计	(94)
1. 集成稳压器 2. 电源变压器	
3. 整流二极管及滤波电容	
四、设计举例	(96)
五、集成稳压器输出电流的扩展	(97)
1. 扩展固定式三端稳压器的输出电流	
2. 扩展可调式三端稳压器的输出电流	
六、设计任务	(98)
实验与思考题	(98)
第六节 RC 有源滤波器的快速设计	(99)
一、滤波器的传输函数与性能参数	(99)
二、滤波器的快速设计方法	(100)
1. 已知条件与设计步骤 2. 注意事项	
三、设计举例	(106)
1. 二阶低通滤波器设计 2. 二阶高通滤波器设计	
3. 二阶带通滤波器设计 4. 二阶带阻滤波(陷波)	

器设计	
四、设计任务	(109)
设计课题: 语音滤波器设计	
实验与思考题	(110)
第七节 音响放大器设计	(110)
一、音响放大器的基本组成	(110)
1. 话音放大器 2. 电子混响器 3. 混合前置放大器	
二、音调控制器	(112)
三、功率放大器	(115)
1. 集成运放与晶体管组成的功率放大器	
2. 集成功率放大器	
四、音响放大器主要技术指标及测试方法	(119)
五、设计举例	(120)
六、电路安装与调试技术	(122)
1. 合理布局, 分级装调 2. 电路调试技术	
3. 整机功能试听	
七、设计任务	(123)
设计课题: 音响放大器设计	
实验与思考题	(125)

第四章 高频电子线路设计

第一节 高频小信号谐振放大器设计

.....	(126)
一、电路的基本原理	(126)
二、主要性能指标及测量方法	(128)
三、设计举例	(130)
四、电路装调与测试	(131)
五、设计任务	(132)
设计课题: 高频小信号谐振放大器设计	
实验与思考题	(132)
第二节 高频振荡器与变容二极管调频	
电路设计	(133)
一、电路的基本原理	(133)
二、主要性能参数及其测试方法	(134)
三、设计举例	(136)
四、调频振荡器的装调与测试	(137)
1. 安装要点 2. 测试点选择 3. 调试方法	
五、设计任务	(138)
设计课题: LC 高频振荡器与变容二极管调频电路	

设计	
实验与思考题	(138)
第三节 高频功率放大器设计	(139)
一、电路的基本原理	(139)
1. 宽带功率放大器 2. 丙类功率放大器	
二、高频变压器的绕制	(144)
三、主要技术指标及实验测试方法	(144)
四、设计举例	(145)
五、高频谐振功率放大器的调整	(148)
1. 谐振状态的调整 2. 寄生振荡及其消除	
五、设计任务	(150)
设计课题: 高频谐振功率放大器设计	
实验与思考题	(150)
第四节 小功率调频发射机设计	(151)
一、调频发射机及其主要技术指标	(151)
二、设计举例	(152)
三、整机联调时常见故障分析	(155)
1. 调频振荡级与缓冲级相联时的常见故障	
2. 功放级与前级级联时的常见故障	

四、设计任务	(155)	实验与思考题	(171)
设计课题: 小功率调频发射机设计		第七节 调幅发射机设计	(172)
实验与思考题	(155)	一、调幅发射机的主要技术指标	(172)
第五节 调频接收机设计	(156)	二、调幅发射机的工作原理	(172)
一、调频接收机的主要技术指标	(156)	三、设计举例	(173)
二、调频接收机设计	(156)	四、电路装调与测试	(175)
1. 调频接收机的工作原理 2. 混频器电路设计		1. 晶体振荡器的调试 2. 调制器的测试	
3. 集成电路调频/调幅收音机设计		3. 整机联调及其常见故障分析	
三、设计举例	(158)	五、设计任务	(177)
四、设计任务	(162)	设计课题: 小功率调幅发射机设计	
设计课题: 10.7MHz 点频接收机设计		实验与思考题	(177)
实验与思考题	(162)	第八节 调幅接收机设计	(177)
第六节 集成电路模拟乘法器的应用	(163)	一、调幅接收机的主要技术指标	(177)
一、集成模拟乘法器 MC1496 的内部结构	(163)	二、调幅接收机的工作原理	(178)
1. 内部结构 2. 静态工作点设置		三、设计举例	(178)
二、集成模拟乘法器的应用	(164)	四、电路安装与调试	(182)
1. 振幅调制 2. 同步检波 3. 鉴频		1. 分级安装与调试 2. 整机联调时常见故障分析	
三、实验研究任务	(171)	五、设计任务	(184)
实验课题: 乘积型相位鉴频器的实验与研究		设计课题: 点频调幅接收机设计	
		实验与思考题	(184)

第五章 数字逻辑电路设计

第一节 中规模(MSI)组合逻辑电路及其应用设计	(185)	设计课题 4: 用 2 片 4 位全加器 74LS83 和门电路设计一位 8421BCD 码加法器
一、MSI 组合逻辑电路设计原则和步骤	(185)	实验与思考题
二、MSI 组合逻辑电路	(185)	第二节 小规模(SSI)时序逻辑电路设计
1. 编码器(74LS148) 2. 译码器(74LS139/138/154/4748/CC4055) 3. 数据选择器和函数发生器(74LS153/151) 4. 模拟开关(CC4066/4051/4052) 5. 全加器(74LS83)		一、SSI 时序逻辑电路设计原则和步骤
三、应用电路设计	(195)	二、应用电路设计
1. 用 2 片双 4 选 1 数据选择器 74LS153 和门电路设计一个 7 段显示码/8421BCD 码的转换电路		1. 设计一个带有进位输出端的六进制计数器
2. 用一片全加器 74LS83 和门电路, 设计一个 4 位二进制数/BCD 码的变换电路		2. 设计一个带有控制变量的时序电路
四、组合逻辑电路竞争冒险的消除	(197)	三、时序逻辑电路初始状态的设置
五、设计任务	(197)	四、设计任务
设计课题 1: 用与非门设计一开关报警控制电路		设计课题 1: 用 JK 触发器附加必要的门电路, 设计一个环形计数器
设计课题 2: 用与非门设计一个 4 位代码的数字锁		设计课题 2: 用 JK 触发器附加必要的门电路, 设计一满足图 5.2.9 所示时序要求的时序电路
设计课题 3: 用与非门 74LS00 和异或门 74LS86 设计一可逆的 4 位码变换器		设计课题 3: 用 D 触发器或 JK 触发器附加必要的门电路, 设计一个伪随机信号发生器
		设计课题 4: 用 JK 触发器和必要的组合逻辑电路,

设计一个满足图 5.2.10 所示的显示
控制电路

实验与思考题.....(204)
第三节 中规模(MSI)时序逻辑电路
及其应用电路设计.....(205)

一、MSI 时序逻辑电路.....(205)

1. 异步计数器(74LS90/92/93)
2. 可编程 4 位二进制同步计数器(CC40161/40163)
3. 加/减同步计数器(74LS190/191/192/193)
4. 顺序脉冲发生器(CC4017)
5. 4 位双向移位寄存器(74LS194)
6. 4 位并行存取移位寄存器(74LS95)

二、应用电路设计.....(214)

1. “12 翻 1”小时计数器设计
2. M 序列脉冲产生器电路设计
3. 汽车尾灯控制电路设计
4. 篮球竞赛 30 秒计时器设计
5. ASCII 码键盘编码电路设计

三、数字电路的安装与调试技术.....(223)

1. 集成电路器件的功能测试
2. 集成电路器件的接插和布线方法
3. 数字电路的调试方法
4. 几种基本电路的测试方法

四、设计任务.....(225)

- 设计课题 1: 设计 $M=125$ 的十进制加/减可逆计数器
设计课题 2: 设计汽车尾灯显示控制电路
设计课题 3: 设计彩灯循环显示控制电路

实验与思考题.....(225)

第四节 多路智力竞赛抢答器设计.....(226)

一、抢答器的功能要求.....(226)

二、抢答器的组成框图.....(227)

三、电路设计.....(227)

1. 抢答电路设计
2. 定时电路设计
3. 报警电路设计
4. 时序控制电路设计
5. 整机电路设计

四、设计任务.....(230)

设计课题: 设计—多路智力竞赛抢答器

实验与思考题.....(230)

第五节 多功能数字钟电路设计.....(232)

一、数字钟的功能要求.....(232)

二、数字钟电路系统的组成框图.....(232)

三、主体电路的设计与装调.....(233)

1. 振荡器的设计
2. 分频器的设计
3. 时分秒计数器的设计
4. 校时电路的设计
5. 主体电路的装调

四、功能扩展电路的设计.....(235)

1. 定时控制电路的设计
2. 仿广播电台正点报时电路的设计
3. 报整点时数电路的设计
4. 触摸

报整点时数电路的设计

五、设计任务.....(239)

实验与思考题.....(239)

第六节 数字频率计设计.....(240)

一、数字频率计测频的基本原理.....(240)

二、数字频率计的主要技术指标.....(241)

三、数字频率计的电路设计与调试.....(241)

1. 基本电路设计
2. 扩展电路设计
3. 电路调试

四、数字频率计测周期的基本原理.....(244)

五、由 ICM7216D 构成的单片数字频率计
设计.....(245)

1. ICM7216D 的引脚功能
2. 单片数字频率计电路

六、设计任务.....(246)

设计课题: 简易数字频率计设计

实验与思考题.....(246)

第七节 可编程字符(图案)显示器设计
——EPROM 只读存储器的应用
.....(247)

一、可编程字符(图案)显示电路的基本
组成及工作原理.....(247)

二、可编程字符(图案)显示器的电路设计
.....(248)

1. EPROM 存储器
2. 发光二极管矩阵显示屏
3. 列选线/行选线产生电路
4. 地址计数器和时钟脉冲源

三、字符显示程序设计.....(251)

1. 手工绘制字符
2. 计算机汉字库编辑字符

四、设计任务.....(252)

实验与思考题.....(253)

第八节 码位交织和反交织电路设计
——RAM 随机存储器的应用
.....(253)

一、码位交织与反交织的基本原理.....(253)

二、码位反交织电路设计.....(255)

1. 码位反交织电路的组成框图
2. 随机存储器 RAM 及其掉电保护电路
3. 顺序地址与交织地址产生电路
4. 输入/输出控制电路

三、反交织电路的模拟实验.....(259)

1. 静态逻辑功能测试
2. 动态模拟实验电路

四、设计任务.....(259)

设计课题: 码位反交织电路设计

实验与思考题.....(260)

第九节 数字电压表设计——A/D 转换器的应用	(260)
一、数字电压表的基本组成	(260)
二、数字电压表的主要技术指标	(261)
三、CC7106 构成的 $3\frac{1}{2}$ 位数字电压表设计	(261)
1. 双积分式 A/D 转换器 CC7106	
2. 设计举例 3. 电路调试	
四、MC14433 构成的 $3\frac{1}{2}$ 位数字电压表设计	(265)
1. 双积分 A/D 转换器 MC14433	
2. 设计举例 3. 电路调试	
五、设计任务	(269)
设计课题: 液晶(或发光二极管)显示的 $3\frac{1}{2}$ 位数字电压表设计	

实验与思考题	(269)
第十节 通用示波器字符(图案)显示电路设计——D/A 转换器的应用	(269)
一、通用示波器的波形显示原理	(270)
二、数字存储示波器的波形显示原理	(270)
三、D/A 转换器的主要性能参数	(271)
四、DAC 0832 及其应用	(271)
1. DAC 0832 的内部结构	
2. DAC 0832 的基本工作方式	
五、通用示波器字符显示电路设计	(273)
1. 字符显示电路的组成框图	
2. 字符显示电路设计	
六、设计任务	(275)
设计课题: 通用示波器的字符显示电路设计	
实验与思考题	(276)

第六章 综合性电子线路系统设计

第一节 集成电路锁相环及其应用电路设计	(277)
一、锁相环的基本工作原理	(277)
二、锁相环的主要参数与测试方法	(277)
1. 捕捉带 Δf_c 2. 同步带 Δf_L	
3. 压控振荡器的控制特性曲线	
三、数字锁相环 CC4046 及其应用电路设计	(279)
1. 锁相倍(分)频 2. 频率合成	
3. 电压/频率变换	
四、高频模拟锁相环 NE564 及其应用电路设计	(283)
1. FM 解调 2. FM 调制 3. FSK 信号解调	
五、低频锁相环 NE567 及其应用电路设计	(286)
1. 精密低频振荡器 2. 频率监视和控制	
3. 双音多频译码	
六、设计任务	(288)
设计课题 1: 频率合成器设计	
设计课题 2: FM 调频与解调电路设计	
设计课题 3: FSK 调制与解调电路设计	
设计课题 4: 电话机双音多频拨号与译码电路设计	
实验与思考题	(289)

第二节 数字相位差测量仪设计	(290)
一、主要技术指标	(290)
二、基本工作原理与组成框图	(290)
三、相位差产生电路的设计	(291)
四、整机调试步骤与技术指标测量	(292)
五、设计任务	(292)
设计课题: 数字相位差测量仪电路设计	
实验与思考题	(293)
第三节 红外多路遥控发射、接收系统设计	(293)
一、系统组成框图	(293)
二、主要技术指标	(294)
三、电路设计	(294)
1. 键盘及其代码产生电路设计 2. 编码电路设计	
3. 脉码调制振荡电路设计 4. 红外发射电路设计	
5. 红外接收电路设计 6. 解码电路设计 7. 译码与控制电路设计	
四、系统调试与技术指标测量	(299)
1. 红外发射机的调试 2. 红外接收机的调试	
3. 系统联调	
五、设计任务	
设计课题: 红外多路遥控系统设计	

实验与思考题	(300)	实验与思考题	(312)
第四节 无线多路遥控发射、接收		第六节 多路数据采集系统设计	(312)
系统设计	(300)	一、单片机数据采集系统组成框图	(312)
一、系统组成框图	(301)	二、数据采集系统的电路和程序设计	(313)
二、主要技术指标	(301)	1. 单片机的时钟源和复位电路设计	
三、电路及其程序设计	(301)	2. 程序存储器和数据存储器电路设计	
1. 键盘及其接口电路设计		3. A/D 转换电路及其程序设计	
2. 编码程序设计		4. D/A 转换电路及其程序设计	
3. 显示与接口电路设计		三、单片机应用系统的开发	(316)
4. 译码程序设计		四、设计任务	(316)
5. 控制电路设计		设计课题: 多路数据采集系统设计	
四、系统安装与调试	(304)	实验与思考题	(316)
五、设计任务	(305)	第七节 步进电机驱动控制系统设计 ...	(317)
设计课题: 无线多路遥控发射、接收系统设计		一、主要技术要求	(317)
实验与思考题	(305)	二、步进电机的工作原理与系统组成框图	
第五节 电子琴音乐的产生与演奏		 (317)	
电路设计	(305)	1. 步进电机的工作原理	
一、系统基本功能	(305)	2. 系统组成框图	
二、系统组成框图	(306)	三、单元电路设计	(318)
三、单元电路设计	(307)	1. 功率放大电路设计	
1. 音调发生器设计		2. 步进电机供电电源电路设计	
2. 节拍发生器与地址计数器		四、整机调试步骤与技术指标测量	(321)
设计		五、设计任务	(321)
3. 音色产生器电路设计		设计课题: 步进电机驱动控制系统设计	
4. 节拍分配器电路		实验与思考题	(321)
设计			
5. 鼓音与板音产生电路设计			
四、系统安装与测试技术	(311)		
五、设计任务	(312)		
设计课题: 电子琴音乐的产生与演奏电路设计			

第七章 全国大学生电子设计竞赛作品评析

第一节 第一届全国大学生电子设计		3. 设计方案 2	4. 其它设计方案提示
竞赛作品评析	(322)	三、简易无线电遥控系统设计	(333)
一、简易数控直流电源设计	(322)	1. 设计任务与要求	2. 设计方案 1
1. 设计任务与要求		3. 设计方案 2	4. 其它设计方案提示
2. 设计方案 1		四、简单电阻、电容和电感测试仪设计	(337)
3. 设计方案 2		1. 设计任务与要求	2. 设计方案 1
4. 其它设计方案提示		3. 其它设计方案提示	
二、多路数据采集系统设计	(324)	第三节 第三届全国大学生电子设计	
1. 设计任务与要求		竞赛试题	(338)
2. 设计方案 1		一、直流稳压电源设计	(339)
3. 设计方案 2		二、简易数字频率设计	(340)
4. 其它设计方案提示		三、水温控制系统设计	(340)
第二节 第二届全国大学生电子设计		四、调幅广播收音机设计	(341)
竞赛作品评析	(327)	第四节 第四届全国大学生电子设计	
一、实用低频功率放大器设计	(327)	竞赛试题	(342)
1. 设计任务与要求			
2. 设计方案 1			
3. 设计方案 2			
4. 其它设计方案提示			
二、实用信号源的设计和制作	(331)		
1. 设计任务与要求			
2. 设计方案 1			

一、测量放大器设计	(342)	四、短波调频接收机设计	(344)
二、数字式工频有效值多用表设计	(343)	五、数字化语音存储与回放系统设计	(345)
三、频率特性测试仪设计	(344)		

第三篇 电子线路设计自动化

第八章 电子线路计算机辅助分析与设计

第一节 电子线路计算机辅助分析

一、电子线路计算机辅助分析与设计概述

二、电子线路计算机辅助分析软件简介

1. DOS 版 PSpice 2. Windows 版 PSpice

三、电路描述语句

1. 电路元件描述语句 2. 半导体器件描述语句
3. 器件模型描述语句

四、电源描述语句

五、子电路与库文件调用语句

1. 子电路调用语句 2. 库文件调用语句

六、电路特性分析和控制语句

1. 直流工作点分析语句 2. 直流扫描分析语句
3. 直流小信号传输函数 4. 交流特性分析语句
5. 瞬态特性分析语句 6. 傅里叶分析语句
7. 温度特性分析语句 8. 参数及表达式定义语句
9. 参数分析语句 10. 打印/绘图输出控制语句
11. 探针显示语句

实验与思考题

第二节 PSpice for Windows 电路分析

一、PSpice for Windows 的基本操作

1. Schematics 界面及其操作 2. PSpice 界面及其操作 3. Probe 界面及其操作

二、电路分析类型设置

三、电路分析

1. 晶体管放大器 2. 二阶 RC 有源低通滤波器
3. 函数发生器 4. 555 多谐振荡器 5. 高频正弦波振荡器 6. 时钟脉冲发生器 7. 任意进制计数器 8. 计数-译码器

四、设计任务

实验与思考题

第三节 电子线路原理图与印刷电路

板自动设计

一、电路原理图与印刷电路板(PCB)自动

设计的基本过程

二、Advanced Schematic 的基本操作

1. Advanced Schematic 界面 2. 放置元件 3. 电气连接 4. 编辑器件库 5. 产生网络表文件
6. 电气规则检查

三、Protel for Windows PCB 的基本操作

1. PCB 界面 2. 基本操作

四、PCB 自动设计

1. 装入网络表 2. 自动布局
3. 自动布线 4. 设计规则检验

五、设计任务

设计课题 1: 设计一个具有混响延时功能的音响放大器电路图

设计课题 2: 设计上述混响延时音响放大器电路的 PCB 电路图

实验与思考题

第九章 可编程逻辑器件的开发与应用

第一节 简单可编程逻辑器件及其应用

一、PLD 器件及其分类

1. PLD 器件 2. PLD 器件的分类

二、GAL 器件

1. 基本结构 2. 输出逻辑宏单元 OLMC
3. 编程数据的行地址分布

三、应用电路设计

1. 多相位时钟脉冲发生器的设计 2. 可逆 4 位码变换器的设计 3. 具有复位和置数功能的 4 位二进制同步可逆计数器的设计 4. 7 段显示译码器的