

高等学校教材·电子信息

可赠送课件

jsjc@tup.tsinghua.edu.cn

模拟电路基础实验教程



刘志军 主编



清华大学出版社

高等学校教材·电子信息

模拟电路基础实验教程

刘志军 主编

清华大学出版社
北京

内 容 提 要

本书是一本模拟电子技术基础设计性实验课的教材,共分5篇,即绪论、模拟低频实验常用测量仪器仪表、常用电子元器件选用与分类、模拟电路基础实验、计算机辅助分析与仿真。本书重点介绍模拟电子技术的实验与测试方法,着力培养学生的实践能力。

本书可作为高等院校电子类与自动控制类专业的本、专科的实验课教材及课程设计指导书,也可作为有关工程技术人员的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,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

模拟电路基础实验教程 / 刘志军主编. —北京:清华大学出版社, 2005.5

(高等学校教材·电子信息)

ISBN 7-302-10439-5

I. 模… II. 刘… III. 模拟电路—实验—高等学校—教材 IV. TN710-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第009218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

责任编辑:魏江江

封面设计:杨 兮

印刷者:北京嘉实印刷有限公司

装订者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:13.75 字数:334千字

版 次:2005年5月第1版 2005年5月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-10439-5/TN·231

印 数:1~3000

定 价:19.00元

高等学校教材·电子信息

编审委员会

- 王志功 (东南大学 教授)
王成山 (天津大学电气与自动化工程学院 教授)
王煦法 (中国科学技术大学信息科学技术学院 教授)
王新龙 (南京大学 教授)
王成华 (南京航空航天大学 教授)
方 勇 (上海大学 教授)
方建安 (东华大学信息科学与技术学院 教授)
邓元庆 (解放军理工大学理学院基础部 教授)
冯久超 (华南理工大学 教授)
冯全源 (西南交通大学 教授)
刘惟一 (云南大学信息学院 教授)
刘复华 (武汉理工大学 教授)
朱 杰 (上海交通大学 教授)
朱守正 (东北师范大学 教授)
张秉权 (沈阳工业学院 教授)
张丽英 (长春大学电子信息工程学院 教授)
张德民 (重庆邮电学院通信与信息工程学院 教授)
迟 岩 (集美大学信息工程学院 教授)
严国萍 (华中科技大学 教授)
何明一 (西北工业大学 教授)
何怡刚 (湖南大学电气与信息工程学院 教授)
何 晨 (上海交通大学 教授)
余成波 (重庆工学院 教授)
林 君 (吉林大学 教授)
金炜东 (西南交通大学 教授)
郑永果 (山东科技大学信息学院 教授)
赵鹤鸣 (苏州大学电子信息学院 教授)
徐佩霞 (中国科学技术大学 教授)
郭从良 (中国科学技术大学电子科学与技术系 教授)
郭维廉 (天津大学电子信息工程学院 教授)

- 曾凡鑫 (重庆通信学院 教授)
曾喆昭 (长沙理工大学电气与信息工程学院 教授)
曾孝平 (重庆大学通信工程学院 教授)
彭启琮 (电子科技大学 教授)
谢显中 (重庆邮电学院 教授)
樊昌信 (西安电子科技大学通信工程学院 教授)

出版说明

改革开放以来，特别是党的十五大以来，我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就，高等教育实现了历史性的跨越，已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上，高等教育规模取得如此快速的发展，创造了世界教育发展史上的奇迹。当前，教育工作既面临着千载难逢的良好机遇，同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾，是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月，教育部下发了《关于加强高等学校本科教学工作，提高教学质量的若干意见》，提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月，教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件，指出“高等学校教学质量和教学改革工程”，是教育部正在制订的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分，精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一，教育部计划用五年时间（2003—2007年）建设1500门国家级精品课程，利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放，以实现优质教学资源共享，提高高等学校教学质量和人才培养质量。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作，提高教学质量的若干意见》精神，紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”，在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下，我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”（以下简称“编委会”），旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划，讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师，其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求，“编委会”一致认为，精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求，处于一个比较高的起点上；精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要，要有特色风格、有创新性（新体系、新内容、新手段、新思路，教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量）、先进性（对原有的学科体系有实质性的改革和发展、顺应并符合新世纪教学发展的规律、代表并引领课程发展的趋势和方向）、示范性（教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性）和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐（通过所在高校的“编委会”成员推荐），经“编委会”认真评审，最后由清华大学出版社审定出版。

目前，针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”，即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。首批推出的特色精品教材包括：

(1) 高等学校教材·计算机应用——高等学校各类专业，特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 高等学校教材·信息管理与信息系统

清华大学出版社经过近二十年的努力，在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌，为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材经过二十多年的精雕细刻，形成了技术准确、内容严谨的独特风格，这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

E-mail: dingl@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

电子信息技术是当今世界科学技术和经济发展的热点，电子信息类专业是高校的热门专业。面向 21 世纪以人才培养为目标的高校教学改革如何进行？特别是作为高校重要教学层次的专业基础课教学改革如何实施？这个问题一直摆在我们的面前。对于理工科院系来说，旨在锻炼提高学生工程素质和实践创新能力的实验课，以及包括其他实践环节的实验教学改革十分重要。本实验教材的编写正是源于这个目的。

对于实验室建设和实验教学改革我们历来十分重视，原山东大学和山东工业大学都曾经有过组建实验教研室的尝试，实验单独设课也经过了多年实践，并且多次取得山东省和原校级实验教学改革成果奖。特别是 2000 年三校合一组建新的山东大学以来，学校和学院不断加大资金投入和资源优化的力度，为教学和实验改革打下良好基础。在此期间我们通过了教育部统一组织的高校实验室建设和评估，电路与系统实验室被评为山东省高校一类实验室。根据形势的发展和上级教育部的要求，我们成立了山东大学校级电工电子实验中心和院级实验中心实验室，并且进一步加快开放实验室和网上虚拟实验的工作。这次实验教材的编写，将使电工电子系列实验改革和实验室建设迈出新的一步。

电工电子系列实验课程与其强调理论更应强调技术和应用，这是由电工电子课程的性质所决定的。既然实验要单独设课，就不应等同于原来实验附属于理论课的情况。除了增加实验学时、提高实验的要求之外，重要的是要使实验课成为既要和理论课相辅相成，又能自成实验体系的独立课程设置。这需要从许多方面加以保证，诸如：任课和指导教师的配备和加强；教学体系既要有实践又应有理论（如误差理论和测量方法）；实验内容在基础单元型实验的基础上应加强综合型和设计型实验，以注重创新能力培养；实验考试应把平时考核和期末考试结合起来，探索更为有效的实验考试方法（如现场测试和制作验收）。总之，实验课教学对比理论课教学要更加“务实”，技术基础课教学更要强调理论和实践的统—，理工科教学要特别注重学生实践能力和工程素质的提高。同时，实验改革要跟上时代的发展，实验技术实验方法要不断创新，注重新器件、新技术（如 EDA、DSP、ARM 技术）的应用。

本书由刘志军主编并主持制定编写大纲。由刘志军编写绪论、第二篇、第三篇和第五篇，钱芳参编；吴晓娟编写第四篇的第 10 章和第 11 章，郝艳荣参编；陆小珊编写第三篇的第 12 章；最后由刘志军修改和统稿。李道真、杨霓清、郝艳荣、钱芳在使用本教材过程中提出许多宝贵意见。

使用教材应当根据各校的实际情况进行。建议内容和学时安排大体如下：

- (1) 分立元件及基础型实验 (10 学时)
- (2) 集成电路及综合型实验 (9 学时)
- (3) 应用电路及设计型实验 (9 学时)
- (4) 计算机辅助分析与仿真 (8 学时)

以上为 36 学时单独设课的时间安排，其中 (1) 和 (4) 每 2 学时为一个单元，(2)

和(3)可以2~3学时为一个单元。其他教学内容穿插其中,也可以使用一部分学时集中讲述。如有条件可以采用开放实验室的模式进行实验。

本教材是在山东大学教务处、实验管理处和学院领导的关心和大力支持下完成的。由于编写时间仓促加之水平有限,难免会有错误和不足,欢迎批评指正。

编 者

目 录

第一篇 绪 论

第 1 章 模拟电路实验的目的、要求和基础知识	1
1.1 模拟电路实验的目的和要求	1
1.1.1 实验“五关”	1
1.1.2 实验程序	2
1.2 实验基本知识	4
1.2.1 仪器的使用和连接	4
1.2.2 实验电路安装与调试	6
1.2.3 如何检修电路故障和电子设备	9
1.2.4 印制电路板设计与元器件焊接	12

第二篇 常用测量仪器仪表

第 2 章 万用表原理与使用	17
2.1 模拟式万用表及其使用实例	17
2.1.1 MF10 型万用表实例	17
2.2 万用表使用要点及注意事项	19
第 3 章 电子示波器原理与使用	24
3.1 示波管及波形显示原理	24
3.1.1 示波管的结构	24
3.1.2 波形显示原理	26
3.2 示波器的基本电路结构	28
3.2.1 示波器的组成	28
3.2.2 电子示波器的水平系统	29
3.2.3 电子示波器的垂直系统	30
3.2.4 示波器的选择和多波形显示	31
3.3 YB4320/20A/40/60 双踪四迹示波器实例	33
3.3.1 4300 系列示波器的特性和指标性能	33
3.3.2 面板控制键作用和使用说明	35
3.3.3 示波器基本操作方法	37
3.3.4 使用示波器测量信号	39

3.3.5	使用示波器的测试步骤	40
3.3.6	示波器使用的注意事项	43
第 4 章	信号发生器原理与使用	44
4.1	信号发生器简介	44
4.1.1	信号发生器的一般要求及分类	44
4.1.2	函数信号发生器	44
4.2	EE1641E 型函数信号发生器/计数器实例	45
4.2.1	EE1641E 型函数信号发生器/计数器技术参数	45
4.2.2	EE1641E 型函数信号发生器/计数器工作原理与使用说明	47
第 5 章	毫伏表原理与使用	50
5.1	毫伏表简介	50
5.1.1	毫伏表的特点和分类	50
5.1.2	毫伏表的基本工作原理简介	50
5.2	HG2172 型交流毫伏表实例	51
5.2.1	HG2172 型交流毫伏表技术指标与工作原理	51
5.2.2	HG2172 型交流毫伏表使用方法	53
第 6 章	晶体管特性图示仪原理与使用	54
6.1	晶体管特性图示仪结构与原理	54
6.1.1	晶体管特性图示法工作原理	54
6.1.2	图示仪的基本结构	55
6.2	JT-1 型晶体管图示仪实例	56
6.2.1	主要技术性能	56
6.2.2	面板说明与使用方法	57
第 7 章	直流稳压电源原理与使用	62
7.1	线性稳压电源工作原理	62
7.2	HH1715 双路直流稳定电源实例	62
7.2.1	性能指标与工作原理	63
7.2.2	面板说明和使用方法	64

第三篇 常用电子元器件选用与分类

第 8 章	无源电子元件	67
8.1	电阻器	67
8.1.1	电阻器的特性参数	67

8.1.2	电阻器的命名法	71
8.1.3	常见电阻介绍	71
8.1.4	敏感电阻器型号命名方法	73
8.2	电容器	74
8.2.1	电容器的特性参数	74
8.2.2	常见电容器简介	79
8.3	电感器	81
8.3.1	电感器的参数和类别	81
8.3.2	电感器型号命名方法	84
第 9 章	有源电子器件	86
9.1	半导体分立器件	86
9.1.1	国内半导体器件型号命名方法	86
9.1.2	日本工业标准规定的半导体分立器件型号命名方法	88
9.1.3	国际电子联合会半导体器件型号命名法	89
9.1.4	美国半导体器件型号命名方法	91
9.1.5	制造厂家专用的型号	91
9.1.6	国内外半导体器件的互换	92
9.2	半导体集成电路	92
9.2.1	中华人民共和国国家标准半导体集成电路型号命名法	92
9.2.2	欧洲集成电路型号命名法	93
9.2.3	制造厂家专用型号	93
9.2.4	半导体器件及集成电路的外型封装和管脚排列	94
 第四篇 模拟电路基础实验 		
第 10 章	分立元件及基础型实验	97
实验一	常用电子仪器的使用	97
实验二	常用电子元器件的识别与测量	100
实验三	单管 (BJT) 放大器的调试与测量	102
实验四	结型场效应管 (JFET) 及其应用电路	109
实验五	两级阻容耦合放大器与负反馈应用	112
实验六	差动放大器的调试与测量	116
第 11 章	集成电路及综合型实验	121
实验七	集成功率放大器及其应用	121
实验八	集成运放线性放大与模拟运算电路	125
实验九	有源滤波器和电压比较器应用电路	128

实验十 方波、三角波、锯齿波发生器电路	134
实验十一 阶梯波发生器电路	137
实验十二 运放构成的全波整流与平均值电路	139
实验十三 电压反馈直流串联型稳压电路的调试	142
实验十四 RC 桥式振荡器电路	146
第 12 章 应用电路及设计型实验	149
实验十五 音频功率放大器设计	149
实验十六 万用电表设计	150
实验十七 集成三端稳压器及应用电源设计	151
实验十八 简易晶体管图示仪的设计	154
实验十九 函数信号发生器设计	155
实验二十 音调控制电路设计	156
实验二十一 防盗报警器设计	157
实验二十二 光强度检测电路设计	158
实验二十三 电压-频率转换器设计	158
实验二十四 集成运放简易测试仪设计	159
实验二十五 水温控制系统设计	160
实验二十六 测量放大器设计	161

第五篇 计算机辅助分析与仿真

第 13 章 电子线路辅助分析及 Pspice 应用	163
13.1 电子线路辅助分析工具软件 Pspice	163
13.2 Pspice 的电路描述语句	165
13.3 Pspice 无源元件描述语句	167
13.3.1 电阻	167
13.3.2 电容和电感	168
13.3.3 互感	168
13.3.4 无损传输线	169
13.3.5 电压控制开关	169
13.3.6 电流控制开关	169
13.4 Pspice 有源器件描述语句	170
13.4.1 二极管	170
13.4.2 双极型晶体管	170
13.4.3 MOS 场效应晶体管	170
13.4.4 结型效应晶体管	171
13.4.5 砷化钾场效应晶体管	171

13.4.6 数字电路器件	172
13.5 电源描述语句	172
13.5.1 独立电压源和独立电流源	172
13.5.2 线性受控源	175
13.6 Pspice 的分析和控制语句	175
13.6.1 分析语句	176
13.6.2 控制语句	177
13.7 Pspice 的子电路及库调用	177
13.7.1 子电路描述语句	177
13.7.2 元器件库的调用	178
13.8 Pspice 应用实例	178
第 14 章 电子线路的仿真及 EWB 应用	181
14.1 EWB 概述	181
14.2 EWB 的主窗口和操作界面	182
14.2.1 EWB 的菜单栏及其应用	183
14.2.2 EWB 的快捷工具栏	185
14.2.3 EWB 的元器件与仪器库栏	186
14.3 EWB 的使用方法	188
14.3.1 创建电路图	188
14.3.2 仪器的操作使用	190
14.3.3 电子电路的仿真	195
14.3.4 子电路的生成和使用	196
14.3.5 网表文件转换和印制线路板设计	197
14.4 EWB 的主要分析功能	198
14.4.1 直流工作点分析	198
14.4.2 交流频率分析	198
14.4.3 瞬态分析	199
14.4.4 傅里叶分析	199
14.4.5 失真分析	199
14.4.6 零-极点分析	200
14.4.7 传递函数分析	200
14.4.8 直流和交流灵敏度分析	201
14.5 EWB 实验和上机内容	201
14.5.1 EDA 实训——基本共射放大电路调试	201
参考书目	205

第一篇 绪 论

第 1 章 模拟电路实验的目的、 要求和基础知识

1.1 模拟电路实验的目的和要求

模拟电路及其实验是重要的专业基础课程，是有关“硬件”的入门课程之一。它所涉及的模拟电子应用技术是电子工程师所必须掌握的重要技能。电子实验的目的就是要熟悉电子线路，在理论和实践相结合的基础上掌握电子线路的设计、安装、调试和测量技术。实验既可以验证模拟电路理论的正确性和实用性，又可以找出理论的近似性和局限性，发现新问题，启发新思路，产生新设想。通常学习和实践，在电子技术领域有所锻炼和提高，有所创新和发展，这就是实验课的基本目的。通过实验，不仅要巩固和深化电子技术的基本概念和基础理论，更要树立理论联系实际的良好学风和严谨求实的科学态度，培养勤于动手、勇于创新的工程素质和探索精神，以适应新技术发展和未来服务于社会的需要。

1.1.1 实验“五关”

要想通过实验提高自己的工程素质和硬件能力，我们对实验的目标进行分解，主要应注重过好以下五关。

1. 器件关

熟悉电子元器件是电子工程师所必需的。电子元器件是构成电子线路和电子系统的基础，犹如建筑大厦的基石。随着电子信息技术的飞速发展，特别是 IC 设计和制造技术的不断提高，各类新型器件不断涌现，集成度和性能指标不断提高。采用一个元件就可以实现一个功能电路，甚至就可形成一个“系统”，即 SOC。通过实验环节熟悉和掌握各种典型的和新型的电子器件十分重要，还应注意元器件选择和参数标准化。

2. 仪器关

电子仪器、仪表是电子工程师手中的工具。这些工具对于工程师的重要性，就像战场上战士手中的武器。“工预善其事，必先利其器”，因此熟悉和掌握各种仪器、仪表，特别是几种最基本的工具，比如万用表和示波器等，对于电子工程师来说是至关重要的。

3. 电路关

这是指对各种基本单元电路的认识。这些单元电路是教科书上学习的基本内容，也是构造电子电路与系统的基本单元。通过实验锻炼“识图”能力，熟练掌握典型电路的结构、特点、性能以及各种电路的组合，探索其构造方法和规律，并且能够在此基础上有所创新和提高。

4. 调试关

这是指对电子电路和电子系统的测试和调试方法的认识和实践。从一个电子技术的“门外汉”到行家里手，主要看调试和检修的“手上工夫”。这不但是一门“技术”，甚至可以说是一门“艺术”。对于电子设备的调试和检修，就像医院里的医生对病人，既要像内科大夫的判断准确和对症下药，还要像外科大夫的技术高明和手到病除。这一切不是仅从书本上就可以学得到的，还要取决于实践锻炼和经验积累。

5. 设计关

这是指对电子应用电路和电子系统的设计。具备设计能力是电子工程师的至高境界，也是电子行业对人才培养的迫切需求，但设计能力的提高不是一日之功。设计的基础是分析，分析和综合是设计问题的两个方面。要根据技术要求进行设计方案论证和选择；要对电路结构和元器件参数进行分析和计算；还要对实际电路进行调试和数据处理；最后要写出设计报告和备齐设计资料。以上这些是电子工程师所应该具备的。除此传统方法之外，随着科技的发展，还要进一步学习掌握先进的设计技术和设计方法，如 EDA/ESDA、DSP 以及 ARM 嵌入式系统等。

对于以上实验“五关”，可以分为两个层次。前四关是初级要求或说是基本要求，第五关是高级要求或是追求目标。本书以实验为主，也会涉及一些有关电路设计的内容，但更多的是要在课程设计和毕业设计阶段进行有关设计的专门训练。同学们可以根据以上的要求有意识地锻炼和提高自己，同时以上要求也是实验课考核的内容和标准。

1.1.2 实验程序

电子线路实验一般可以分为：实验预习、实验操作和实验报告三个环节。

1. 实验预习

实验前的准备和预习决非可有可无。实验能否顺利进行并达到预期目的，在很大程度上取决于实验前的准备工作是否充分。实验前要仔细阅读实验教材和参考资料，明确实验的目的和任务，掌握实验的理论和方法，了解实验的内容和设备的使用方法，还要掌握有关思考题。在此基础上写出实验预习报告。预习报告除一般格式外，应拟定详细的实验步骤，包括实验电路的调试步骤、测试内容与方法，并需要设计相应的数据记录表格。

2. 实验操作

只要进入实验室做实验，就要严格遵守实验室各项制度和有关纪律。特别强调以下

几点:

(1) 首先强调安全第一。要熟知安全用电常识和有必要的应急措施(如自动保护装置)。实验中要时刻注意有无发热、冒烟、异味、打火、声响等异常现象发生,如有情况应及时断电。当设备的保险丝熔断或自动保护起作用时,应更换同型号的保险丝和查出电路故障后再开机。未查明故障原因不要盲目通电以免故障面扩大。

(2) 要遵守纪律,按编号有序入座。一般应自始至终固定实验台组,不得随意调换设备和座位。保证室内安静,不得大声喧哗和随意走动。

(3) 实验前应认真检查所配发的实验用元器件,看型号、规格和数量是否符合要求;检查所用仪器仪表设备状态是否完好,如发现问题应及时报告。做完实验应再次清点元器件和仪器设备,并请老师当面检查验收。

(4) 认真听取指导老师对实验的讲解,了解实验要求和注意事项。独立完成实验任务,锻炼独立思考和独立工作的能力。要实事求是,不得抄袭和弄虚作假,培养良好的科学态度和科学素养。

(5) 要养成良好的实验习惯,实验台要保持清洁条理,实验操作要规范和有条不紊。正确的操作程序和良好的工作方法是使实验顺利进行和提高实验效率的保证。

(6) 使用设备前要先熟悉说明书。在设备和实验电路通电前,要确保实验电路正确搭接和连线。实验结束时,应在指导教师在线检查测量数据和显示波形无误后(不是仅仅看记录数据)才能拆除电路。避免因数据错误需要重新接线测量而浪费时间。

(7) 要有正确的测量方法,测量时不要盲目“凑数据”和急于求成,对于实验结果的大概趋向基本上要“心中有数”,对于所观察数据和波形要符合理论结果,即具有“合理性”。对于违背常规的结果,只能是所谓“粗差”,否则也可能出现特殊情况预示着有所发现。但对于常规电路来说一般多是前者。科学实验一个重要的原则,就是正确的实验结果应该是能够重复的。所以应当多做几遍测量,才能保证数据测量和误差分析的可靠性。

(8) 计算机辅助分析和仿真实验是必要的,当前有很多好的软件如 PSPICE 和 EWB(升级版 multisim) 可以使用。在实验预习时进行计算机辅助分析和仿真实验,这样有助于加深对实验电路工作原理与电路结构的理解。同时计算机辅助分析和仿真也是进一步开展 EDA 的基础。

3. 实验报告

实验报告是按照一定的格式要求对实验工作的总结,包括对实验电路与实验方法的描述,对实验数据的处理,以及对所观察现象的分析。重要的是从实验找出内在联系和规律性的结论,以及说明通过实验有哪些认识和提高。撰写实验报告是必不可少的一种技能训练。

4. 实验考试

由于实验教学的形式和特点有所不同,实验考试应该采用有别于理论课考试的方法。包括平时实验考查和期末考试两方面内容。平时考查主要考查出勤、预习、纪律、工作态度、操作方法、实验结果和实验报告。期末考试采用答卷与现场测试相结合的方法,答卷测试内容包括器件知识、仪器使用、电路调试与测量、电路分析与设计;现场测试主要考