

电工电子实验教学示范中心实验教材系列

电子测量 与电子电路实践

任维政 高 英 高惠平 陈凌霄 编 著

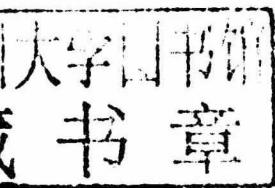


科学出版社

电工电子实验教学示范中心实验教材系列

电子测量与电子电路实践

任维政 高 英 编著
高惠平 陈凌霄



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书依据电子测量、电子技术实验教学大纲,总结了编者在电子测量、电子电路实验及综合实践方面的多年教学经验,介绍了电子测量技术、电子电路实验以及电子电路综合实验等。全书共7章,内容包括电子电路实验基础知识、常用电子元器件、常用电子测量仪器、常用电路仿真工具、电路基础实验、设计型实验、电子电路综合实验。

本书在编写中,力求突出重点、深入浅出、循序渐进、通俗易懂,可作为高等院校通信、电子及相关专业本专科学生的实验教材。

图书在版编目(CIP)数据

电子测量与电子电路实践/任维政等编著. —北京:科学出版社,2013
电工电子实验教学示范中心实验教材系列

ISBN 978-7-03-037562-9

I. ①电… II. ①任… III. ①电子测量技术-高等学校-教材 ②电子电路-实验-高等学校-教材 IV. ①TM93②TN720-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 109941 号

责任编辑:潘斯斯 张丽花 / 责任校对:韩 杨

责任印制:闫 磊 / 封面设计:迷底书装

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>

北京市文林印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013 年 6 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2013 年 6 月第一次印刷 印张:15.5

字数:350 000

定价:38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

电子电路实验是高等院校通信、电子及相关专业学生的重要实践性环节,在培养学生形成认真严肃的科学作风和提高抽象思维能力、逻辑推理能力、实验研究能力、分析和解决问题的能力等方面起着重要作用。电子电路实验课突出基本能力的训练,注重循序渐进的原则,逐步培养学生运用所学知识独立进行实验的能力,这将有利于培养和提高学生的知识创新能力、解决实际问题的技能。为了适应电子技术的飞速发展和有效培养电子信息类人才创新实践能力的需要,我们在北京邮电大学出版社 2000 年出版的《电子测量与电子电路实验》和科学出版社 2008 年出版的《电子电路实践》的基础上,总结多年的实验教学改革与实践的经验编写了本书。

本书按照提高学生综合素质的要求来组织内容,突出基本实验技能、科学实验方法的训练,突出电路设计与电路实现能力、计算机辅助设计能力的培养,突出应用研究、探索创新精神。在本书的编写过程中,力求构建以工程实践能力培养为核心、保证应知应会、加强探索创新的实验教学体系,在介绍必备的基础知识的基础上,将本书的实验教学内容分为基础型实验、设计型实验和综合型实验三个主要层次。注重将创新意识与探究思维贯穿到整个实验教学中,在综合实验部分引入了提高要求和探究环节,充分发挥学生的探索空间和想象空间,力争做到以学生为本,努力营造自主学习、自主研究的教学内容和教学环境。

全书共 7 章。前 4 章介绍了电子测量技术和电子系统设计方法等实验基础知识和实验基本技能的原理和操作方法;第 5 章为电子电路基础型实验,主要为电路分析、模拟电路等理论课程开设相配套的验证性实验,此类实验既是相应基础课和专业基础课的有效配合,又是其必要的补充和延伸;第 6 章为电子电路设计型实验,内容涉及电子技术模拟部分,主要包括晶体管放大电路和运算放大电路的设计等,本章通过讲解如何设计实验参数使学生掌握电子电路实验的内在规律;第 7 章为电子电路综合型实验,主要涉及部分典型应用的电路,给学生提供了一个开放性的选择,提高学生对电子电路的综合认知能力、分析问题及解决问题的能力,培养学生在电子技术应用中具有一定的创新性和严谨、踏实的工作作风。

本书在编写过程中参考了许多书籍,并得到了北京邮电大学电路中心等单位的大力支持和帮助,在本书出版之际,谨向他们致以最诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和不足之处,恳请使用本书的老师和同学们批评指正。

编 者

2013 年 5 月于北京邮电大学

目 录

前言

第 1 章 电子电路实验基础知识	1
1.1 电子电路实验课程简介	1
1.1.1 电子电路实验的目的和意义	1
1.1.2 电子电路实验的主要内容与基本要求	1
1.1.3 电子电路实验的基本流程及要求	2
1.2 电子测量的基本知识	3
1.2.1 电子测量的定义	3
1.2.2 电子测量的仪器	4
1.2.3 电子测量的方法	6
1.2.4 正确选择测量方法和测量仪器	7
1.3 误差的基本知识与数据处理	9
1.3.1 电子测量中产生误差的原因	9
1.3.2 误差的分类	9
1.3.3 误差的表示方法	10
1.3.4 测量数据的处理	11
1.3.5 图解分析数据	12
1.4 电子电路的安装与调试	13
1.4.1 电子电路的安装	14
1.4.2 电子电路的调试	15
1.5 电子电路的故障分析与排除	17
1.5.1 常见故障原因	17
1.5.2 常用故障诊断方法	18
1.5.3 常见故障及其排除	19
1.6 电子电路的抗干扰技术	23
1.6.1 常见干扰源	23
1.6.2 常见抗干扰措施	23
第 2 章 常用电子元器件	27
2.1 电阻器	27
2.1.1 电阻器的分类及命名方法	27
2.1.2 电阻器的技术指标与标识	29
2.1.3 电阻器的选用与测量	31
2.2 电容器	32
2.2.1 电容器的分类及命名方法	32

2.2.2	电容器的技术指标与标识	33
2.2.3	电容器的选用与测量	34
2.3	电感器	35
2.3.1	电感器的分类及技术指标	36
2.3.2	电感器的标识与检测	36
2.4	晶体二极管、三极管	38
2.4.1	晶体管的分类及命名方法	38
2.4.2	晶体管的主要参数	39
2.4.3	晶体二极管、三极管的选用	40
2.4.4	晶体二极管、三极管的检测	41
2.5	集成电路	43
2.5.1	集成电路的分类	43
2.5.2	集成电路的命名与替换	45
2.5.3	集成电路的封装知识与引脚识别	45
第3章	常用电子测量仪器	48
3.1	模拟万用表的原理与使用	48
3.1.1	模拟万用表的基本原理	48
3.1.2	模拟万用表的使用	53
3.2	数字万用表的原理与使用	55
3.2.1	数字万用表的基本原理	56
3.2.2	数字万用表的使用	56
3.3	示波器的原理与使用	60
3.3.1	示波器的基本原理	60
3.3.2	示波器的正确使用与调整	67
3.3.3	电压的测量	68
3.3.4	周期与频率的测量	72
3.3.5	相位差的测量	73
3.4	函数信号发生器的原理与使用	75
3.4.1	函数信号发生器的工作原理	75
3.4.2	函数信号发生器的使用方法	75
3.5	直流稳压电源的原理与使用	76
3.5.1	直流稳压电源的组成及工作原理	76
3.5.2	直流稳压电源的使用方法	77
第4章	常用电路仿真工具	78
4.1	PSpice 8.0 软件及应用	78
4.1.1	PSpice 8.0 简介	78
4.1.2	电路图编辑	81
4.1.3	分析类型设置	85
4.1.4	执行仿真分析	88

4.1.5	查看分析结果	89
4.1.6	PSpice 8.0 的应用	91
4.2	Protel DXP 软件及应用	99
4.2.1	印制电路板简介	99
4.2.2	Protel DXP 原理图的设计	101
4.2.3	Protel DXP 电路板的设计	110
4.2.4	PCB 板设计常识	119
第 5 章	电路基础实验	121
5.1	直流非线性电阻特性测试	121
5.1.1	实验目的	121
5.1.2	实验器材	121
5.1.3	相关知识	121
5.1.4	预习思考题	121
5.1.5	实验任务与要求	121
5.1.6	实验数据表格	122
5.1.7	思考题	122
5.1.8	实验报告要求	122
5.2	有源二端网络等效参数的测试	123
5.2.1	实验目的	123
5.2.2	实验器材	123
5.2.3	相关知识	123
5.2.4	预习思考题	124
5.2.5	实验任务与要求	124
5.2.6	实验数据表格	125
5.2.7	思考题	125
5.2.8	实验报告要求	125
5.3	常用电子仪器使用练习	125
5.3.1	实验目的	125
5.3.2	实验器材	126
5.3.3	相关知识	126
5.3.4	预习思考题	127
5.3.5	实验任务与要求	127
5.3.6	思考题	128
5.3.7	实验报告要求	128
5.4	RC 一阶电路研究	128
5.4.1	实验目的	128
5.4.2	实验器材	129
5.4.3	相关知识	129
5.4.4	预习思考题	132

5.4.5	实验任务与要求	132
5.4.6	思考题	133
5.4.7	实验报告要求	133
5.5	RC 选频网络特性测试	134
5.5.1	实验目的	134
5.5.2	实验器材	134
5.5.3	相关知识	134
5.5.4	预习思考题	136
5.5.5	实验任务与要求	136
5.5.6	思考题	137
5.5.7	实验报告要求	137
第 6 章	设计型实验	138
6.1	晶体管放大器的设计与调测	138
6.1.1	实验目的	138
6.1.2	实验器材	138
6.1.3	实验原理	138
6.1.4	预习思考题	145
6.1.5	实验任务与要求	145
6.1.6	思考题	147
6.1.7	实验报告要求	148
6.2	负反馈放大器的设计与调测	148
6.2.1	实验目的	148
6.2.2	实验器材	148
6.2.3	实验原理	148
6.2.4	预习思考题	150
6.2.5	实验任务与要求	150
6.2.6	思考题	151
6.2.7	实验报告要求	151
6.3	电流镜偏置差动放大器的设计与调测	151
6.3.1	实验目的	151
6.3.2	实验器材	152
6.3.3	实验原理	152
6.3.4	预习思考题	156
6.3.5	实验任务与要求	156
6.3.6	思考题	156
6.3.7	实验报告要求	157
6.4	集成运算放大器应用	157
6.4.1	实验目的	157
6.4.2	实验器材	157

6.4.3	实验原理	157
6.4.4	预习思考题	162
6.4.5	实验任务与要求	162
6.4.6	思考题	162
6.4.7	实验报告要求	162
6.5	OTL 功率放大电路的设计与调测	163
6.5.1	实验目的	163
6.5.2	实验器材	163
6.5.3	实验原理	163
6.5.4	预习思考题	164
6.5.5	实验任务与要求	165
6.5.6	思考题	165
6.5.7	实验报告要求	165
6.6	RC 正弦波振荡器的设计与调测	165
6.6.1	实验目的	165
6.6.2	实验器材	166
6.6.3	实验原理	166
6.6.4	预习思考题	167
6.6.5	实验任务与要求	167
6.6.6	思考题	167
6.6.7	实验报告要求	167
第 7 章	电子电路综合实验	168
7.1	函数信号发生器的设计	168
7.1.1	实验目的	168
7.1.2	项目背景	168
7.1.3	实验任务	168
7.1.4	实验考核	169
7.1.5	设计思路提示	169
7.1.6	实验仪器及元器件	172
7.1.7	创新提示	173
7.2	示波器功能扩展电路的设计	173
7.2.1	实验目的	173
7.2.2	项目背景	173
7.2.3	实验任务	174
7.2.4	实验考核	174
7.2.5	设计思路提示	175
7.2.6	实验仪器及元器件	178
7.2.7	创新提示	180
7.3	晶体管 β 值检测电路的设计	180

7.3.1	实验目的	180
7.3.2	项目背景	180
7.3.3	实验任务	181
7.3.4	实验考核	181
7.3.5	设计思路提示	182
7.3.6	实验仪器及元器件	185
7.3.7	创新提示	187
7.4	指数运算电路的设计	187
7.4.1	实验目的	187
7.4.2	项目背景	187
7.4.3	实验任务	188
7.4.4	实验考核	188
7.4.5	设计思路提示	188
7.4.6	实验仪器及元器件	193
7.4.7	创新提示	193
7.5	自动增益控制电路的设计	194
7.5.1	实验目的	194
7.5.2	项目背景	194
7.5.3	实验任务	194
7.5.4	实验考核	195
7.5.5	设计思路提示	195
7.5.6	实验仪器及元器件	199
7.5.7	创新提示	199
7.6	扩音机电路的设计	199
7.6.1	实验目的	199
7.6.2	项目背景	199
7.6.3	实验任务	200
7.6.4	实验考核	200
7.6.5	设计思路提示	201
7.6.6	实验仪器及元器件列表	205
7.6.7	创新提示	205
7.7	红外通信收发系统的设计	205
7.7.1	实验目的	205
7.7.2	项目背景	205
7.7.3	实验任务	206
7.7.4	实验考核	206
7.7.5	设计思路提示	207
7.7.6	实验仪器及元器件列表	210
7.7.7	创新提示	211

7.8 热电阻温度测量系统的设计	211
7.8.1 实验目的	211
7.8.2 项目背景	211
7.8.3 实验任务	212
7.8.4 实验考核	212
7.8.5 设计思路提示	213
7.8.6 实验仪器及元器件	222
7.8.7 创新提示	223
7.9 高效率音频功率放大器的设计与实现	224
7.9.1 实验目的	224
7.9.2 实验任务	224
7.9.3 实验考核	225
7.9.4 设计思路	225
7.9.5 实验仪器及元器件	225
7.9.6 创新提示	226
7.10 简易晶体管图示仪的设计与实现	226
7.10.1 实验目的	226
7.10.2 实验任务	226
7.10.3 实验考核	227
7.10.4 设计思路	227
7.10.5 实验仪器及元器件	227
7.10.6 创新提示	228
7.11 简易数控直流稳压电源的设计与实现	228
7.11.1 实验目的	228
7.11.2 实验任务	228
7.11.3 实验考核	229
7.11.4 设计思路	229
7.11.5 实验仪器及元器件	229
7.11.6 创新提示	230
参考文献	231
附录1 面包板使用简介	232
附录2 实验报告格式	234
附录2.1 电路基础实验报告格式	234
附录2.2 设计型实验报告格式	234
附录2.3 电子电路综合实验报告格式	235

第 1 章 电子电路实验基础知识

1.1 电子电路实验课程简介

1.1.1 电子电路实验的目的和意义

电子电路理论是电子信息类专业的重要基础课程,学习电子电路理论的目的是能够很好地进行电子技术的相关实践,为成为合格的专业技术人员打下基础。而电子电路实验课程的作用一方面要验证相关理论,帮助学生理解和掌握理论知识;另一方面是通过实验课使学生掌握相关技能,培养学生的动手能力和独立工作能力,能够运用相关知识开展实际工作。其重要意义在于通过实验将学生从抽象的理论世界引入到实践应用的广阔天地,使学生真正做到学以致用。所以电子电路实验是学生学习的重要环节,在培养其专业素质方面有不可替代的作用。

1.1.2 电子电路实验的主要内容与基本要求

1. 电子电路实验的主要内容

不同的学校、不同的专业对电子电路实验的侧重点略有区别。一般来说,根据电子电路实验课程的教学目标大致可以分为技能型实验、基础型实验、设计型实验、综合型实验和创新型实验,这五大类型的实验各有不同的教学目的和侧重点,基本涵盖了电子电路实验课程的所有教学目标。

技能型实验主要包括仪器仪表使用、器件识别、焊接与电路调测技术、工程软件使用等。

基础型实验主要为电路分析、模拟电路等理论课程开设相配套的验证性实验,此类实验既是相应基础课和专业基础课的有效配合,又是其必要的补充和延伸。基础型实验涵盖了相关课程应知应会的原理性实验,使学生建立感性认识,加深对相关概念、原理和重要特性的理解,提高实际测量能力。

设计型实验主要以精心挑选的基本单元电路为载体,并将现代的设计思想、设计工具和先进的电子器件融入其中,注重用现代先进的方法和手段实现典型功能单元,充分体现传统与现代的结合,培养学生的单元电路设计能力、逻辑思维能力、理论联系实际能力,以及分析和解决问题的能力。

综合型实验是根据不同专业特点和专业兴趣,由学生自主选择或自己拟定实验题目,并组成实验合作学习小组进行实践,培养学生构建系统的设计概念和思想,提高综合分析处理问题的能力,同时增强学生的合作意识和沟通能力。

创新型实验是通过学生创新立项、师生合作研发、参加竞赛等形式开展各种创新活动,为优秀学生提供了研究设计的实践平台。各种各样的形式由学生自主管理,项目申报、资料检索、购买材料、系统调测等全部由学生独立完成,潜移默化中培养了学生的创新思维、创新能力和创新习惯,增强了学生的团队意识,充分展示了学生的个性和才华。由

于篇幅所限,没有将创新实验内容纳入本书。

2. 电子电路实验的基本要求

通过电子电路实验的教学,学生应该达到如下基本要求:

- (1) 能够正确识别、选择和使用各种常用电子元器件;
- (2) 掌握常用电子电路实验仪器仪表的基本原理和使用方法;
- (3) 掌握电子电路的基本测量技术与方法;
- (4) 熟练掌握典型电子电路的设计、安装、调试的流程与方法;
- (5) 掌握常用的计算机辅助设计工具,能够使用 EDA 工具进行电子电路的分析与设计;
- (6) 能够设计并制作小型电子应用系统;
- (7) 能够撰写结构合理、内容翔实、表达清晰、结论严谨、格式规范的实验总结报告。

1.1.3 电子电路实验的基本流程及要求

由于电子电路实验课程有着与其他课程不同的特点,学生在学习时应该调整学习方法,确保实验的顺利进行,使实验达到预期的目的,取得良好的学习效果。

1. 进入实验室前要充分预习和准备

实验课的学习与一般理论课的学习在形式和方法上有很大的不同,理论课程的学习可以从踏进课堂听老师讲课开始,对老师所讲授的内容可以不是全部领会,课后可以通过作业、答疑、复习等环节逐步理解掌握所学知识。而实验课程的许多知识必须在踏进实验室之前尽量了解掌握,这样在实验操作过程中才能做到心中有数,减小出错的几率,最大限度地利用实验室的资源进行实际动手操作,提高学习效率和实验室的利用率。具体应做好以下几项准备工作:

- (1) 认真阅读实验教材,深入了解实验目的,理解实验任务;
- (2) 设计实验电路或了解实验电路的工作原理;
- (3) 制订或了解实验测试步骤,掌握相关测试原理和具体测量方法;
- (4) 设计实验测试用的数据表格;
- (5) 了解实验用的元器件特性;
- (6) 了解实验中的注意事项;
- (7) 如有可能,搭接好实验用的电路。

2. 实验室中认真操作

在实验室中的动手操作是进行实验课程学习的核心,每个实验项目都有明确的实验目的和任务,实验课程的学习不仅是完成某些固定的任务或目标的学习,实验课程的学习更重要的是一种过程的学习。一方面,实验操作的过程中可能发生各种各样的情况,在认识处理各种具体情况的过程中,不断积累知识、锻炼独立工作能力、培养工程素质,这才是实验课程的本质。另一方面,通过实验过程的规范操作、严谨思考,可以培养良好的工作习惯和作风,使学生的综合素质得到提高。

具体来说,在实验室中操作应该做到以下几点:

- (1) 严格按照科学正确的方法使用仪表进行测量;
- (2) 实验过程中要仔细观察,勤于思考,善于从各种实验现象中发现问题、获得知识;
- (3) 在实验操作过程中保持良好的心态,实验中出现问题是必然的,相信任何问题和故障都有一定的原因,都是可以通过一定的方法解决或解释的,解决问题的过程就是实验者学习和提高的过程;
- (4) 注意培养独立工作能力,要灵活运用所学知识冷静分析操作中的现象和问题,必要时请求老师的指导,并注意从老师的指导中学习分析问题和解决问题的方法;
- (5) 实事求是的科学态度是工程技术人员应具备的基本素质,在实验中应严谨、认真、规范地记录测量的原始数据,并能对测量参数进行准确判断和分析,测量值出现异常应及时查找原因并排除;
- (6) 在实验过程中应遵守实验室的规章制度,严肃认真地进行实验,保持实验室整洁,实验后整理好实验仪表和器材,注意培养良好的工作习惯和作风。

3. 认真撰写实验报告

将已经完成的工作进行归纳、分析和总结,形成一份专业的书面报告,是工程技术人员的基本素质之一。因此,锻炼自己在实验操作后撰写完整实验报告的能力,是实验教学的重要环节。撰写实验报告时应注意:

- (1) 报告的内容要完整,应该包括从实验题目到任务、原理、完整的实验电路甚至电路设计过程、所用仪器仪表的名称和型号编号、元器件及其规格型号、实验步骤、实验结果(有辅导教师签字的原始数据、波形或图表)、对实验结果的分析总结,以及对实验各方面的改进或修改建议和想法等(具体项目可能随实验项目的不同而有所差别);
- (2) 报告中对实验结果的分析总结要有深度,要正确运用相应的理论知识深入分析现象背后的本质,这样才能达到通过实践促进对理论知识的理解和运用的目的;
- (3) 对实验操作过程中遇到的问题,也要作仔细总结和分析,特别是问题的解决方法和思路要及时总结记录,这样可以有效积累经验、培养独立工作能力;
- (4) 作为专业性的技术报告,要用词准确,文理通顺,体现出报告人的专业素质;报告还应该书写工整,页面整洁,这也是报告人个人素养和工作作风的体现。

总之,实验课程的各个环节都是做好一个实验的关键,只有认真对待实验课程学习的每一步,才能在培养素质、锻炼能力方面充分发挥作用。

1.2 电子测量的基本知识

1.2.1 电子测量的定义

测量是为确定被测对象的量值而进行的实验过程,电子测量是测量学的一个重要分支。从广义上来说,凡是利用电子技术进行的测量都可以说是电子测量;从狭义上来说,电子测量是指在电子学中测量有关电的量值。它包括的主要内容如下。

1. 电能量的测量

电能量的测量主要包括测量电流、电压、电功率、电场强度等。

2. 元件和电路参数的测量

元件和电路参数的测量包括对元器件的测量,如电阻、电感、电容、电子管、晶体管和集成电路等;对电路性能的测量,如频率响应、通频带、阻抗、品质因数、相移量、延时、增益和衰减等。

3. 电信号的特性及所受干扰的测量

电信号的特性及所受干扰的测量主要包括信号的频率、相位、失真、频谱、噪声及干扰等的测量。与其他测量相比,电子测量具有以下几个明显特点:

- (1) 测量频率范围宽;
- (2) 测量精确度高;
- (3) 测量的量程很广;
- (4) 测量速度快,灵活性高;
- (5) 易于实现遥测和长期不间断的测量;
- (6) 易于实现测量过程的自动化和测量仪器的微机化。

1.2.2 电子测量的仪器

测量仪器就是单独或连同辅助设备一起用以进行测量的器具(又称为计量器具)。测量仪器是用来测量并能得到被测对象量值的一种技术工具或装置。利用电子技术测量电量或非电量的测量仪器称为电子测量仪器。电子测量仪器种类繁多,一般可分为专用仪器 and 通用仪器两大类。

专用仪器是指为某一个或几个专门目的而设计的电子测量仪器,如电视彩色信号发生器、电冰箱性能测试仪等。

通用仪器是指为测量某一个或几个电参数而设计的电子测量仪器,它们能用于多种电子测量,如电子示波器、函数发生器等。

1. 通用电子测量仪器

1) 按功能分类

- (1) 信号发生器。用于产生各种测试信号,如音频、高频、脉冲、函数、扫频等信号发生器。
- (2) 电压表及万用表。用于测量电压及派生量,如模拟电压表、数字电压表、各种万用表、毫伏表等。
- (3) 信号分析仪器。用于观测、分析、记录各种信号,如示波器、波形分析仪、逻辑分析仪等。
- (4) 频率、时间和相位测量仪器。如频率计、相位计等。
- (5) 电路特性测试仪。如扫频仪、阻抗测量仪、网络分析仪、失真度测试仪等。
- (6) 元器件测试仪。如 RLC 测试仪、晶体管测试仪、Q 表、晶体管图示仪、集成电路

测试仪等。

(7) 其他仪器。用于和上述仪器配合使用的辅助仪器,如各种放大器、衰减器、滤波器等。

2) 按显示特性分类

(1) 模拟式。将被测试的电参数通过一定措施转换为机械位移,通过指针、标尺刻度指示出测量数值。理论上模拟式指示是连续的,但由于标尺刻度有限,实际分辨力不高。如各种指针式电压表、电流表、频率计等。

(2) 数字式。将被测试的连续变化的模拟量通过 A/D 变换,转换成离散的数字量,通过数显装置直接显示测量结果。数字显示具有读数方便、分辨率高、精确度高的特点,已成为现代测试仪器的主流。如各种数字电压表、频率计等。

(3) 屏幕显示。通过示波管、显示器等将信号波形或电参数的变化显示出来,如各种示波器、图示仪、扫频仪等。

电子测量仪器的种类繁多,用途也各不相同,在测量中应合理选择使用。

2. 虚拟仪器与 VXI 仪器

1) 虚拟仪器

将计算机技术应用到电子测试领域,利用计算机对数据存储和快速处理能力可以实现普通仪器难以达到的功能。这种利用计算机实现电子测量仪器功能的方式称为虚拟仪器。

所谓“虚拟”,实际上它是不具有传统仪器的电源、机壳、面板,而是通过计算机显示器、键盘及鼠标实现面板操作及显示功能;对被测信号的输入采集及调理转换功能是由专门的插卡实现的,其核心部分是专用软件,虚拟仪器与传统仪器的比较如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 虚拟仪器与传统仪器的比较

类 别 性 能	传统仪器	虚拟仪器
人机界面	图形界面小,人工读数,信息量少	图形界面友好,计算机读数分析处理
使用功能	由制造厂定义	用户可在一定范围内定义
数据处理	能力有限	数据可编辑、存储、打印
功能扩展	差	计算机技术开放功能模块可扩展功能
技术更新	慢(周期 5~10 年)	快(周期 1~2 年)
开发维护	费用高	基于软件体系,节省开发维护费用
价格	高	同档次仪器比传统仪器价格低数倍
产品种类	品种繁多,功能齐全	主要用于波形产生,频率测量,波形测量记录等的产品

目前市场上可见到的虚拟仪器有数字示波器、任意波形发生器、频率计数器、逻辑分析仪等。

2) VXI 仪器

VXI 是 VMEbus extension for instruments 的缩写,是计算机用于仪器领域的专用总线。基于 VXI 总线模块化、规范化的系列电子仪器简称 VXI 仪器。

VXI 仪器是电子测量技术和计算机技术结合的产品,它们本身不带操作面板和显示单元,如图 1-2-1 所示。VXI 仪器实际上也是一种虚拟仪器,但与前面所说的虚拟仪器不

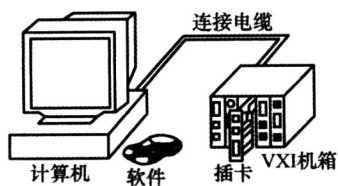


图 1-2-1 VXI 仪器

同的是:虚拟仪器是将硬件插卡直接插到计算机的总线插槽上,而 VXI 仪器则有专门的 VXI 主机箱和控制器,更接近实际的仪器。

VXI 仪器由于采用专用总线和标准机箱,因此具有传统仪器和虚拟仪器不具备的特点。

(1) VXI 总线是计算机总线与仪器总线“合二为一”的专用总线,允许各模块之间高速通信;

(2) 种类齐全,所有电子仪器均可制成 VXI 仪器,且没有仪器和数据采集的界限;

(3) 标准化、小型化、低功耗、高可靠性的系列模块可按工作需要任意组合扩充,实现最优化组合;

(4) 先进的计算机软硬件技术、网络技术和通信技术使 VXI 仪器具有良好的开发环境和开放式结构;

(5) VXI 仪器组成的测试系统具有较高的性能价格比。

1.2.3 电子测量的方法

为实现测量目的,正确选择测量方法是极其重要的,它直接关系到测量工作能否正常进行和测量结果的有效性。测量方法的分类方法大致有以下几种。

1. 按测量性质分类

(1) 时域测量。测量与时间有函数关系的量。

(2) 频域测量。测量与频率有函数关系的量。

(3) 数字域测量。对数字逻辑量进行测量。

(4) 随机测量。主要是指对各种噪声、干扰信号等随机量的测量。

2. 按测量手段分类

(1) 直接测量。用预先按已知标准量定度好的测量仪器,对某一未知量直接进行测量,从而得到被测量值的测量方法。

(2) 间接测量。对一个与被测量有确切函数关系的物理量进行直接测量,然后通过代表该函数关系的公式、曲线或表格求出被测量值的方法。

(3) 组合测量。在某些测量中,被测量与多个未知量有关,测量一次无法得出完整的结果,则可改变测量条件进行多次测量,然后按照被测量与未知量之间的函数关系,组成联立方程,最后求解,得出各未知量。

3. 按测量方式分类

按测量方式分类,电子测量方法有替代法、指零法、差值法等。

替代法(置换法)是指在测量条件不变的情况下,用一个标准的已知量去代替被测量,并调整标准量使仪器的示值不变,这样,被测量就等于标准量的数值。由于在代替的过程中,仪器的状态、示值以及测量条件都不变,那么仪器的误差和其他造成系统误差的因素对测量结果基本上不产生什么影响。