

高等学校通用教材

电子实验教程

· 电工学 2 ·



主 编 骆雅琴
副主编 顾凌明



北京航空航天大学出版社

高等学校通用教材

电子实验教程

· 电工学 2 ·

主 编 骆雅琴

副主编 顾凌明



北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书为高等院校非电类工科专业电子实验教材。共分为三篇:第一篇是电子实验基础,主要介绍电子元器件、测量技术及仪器设备(包括软、硬件);第二篇是电子实验,其中包括基础性实验和综合性设计性实验;第三篇电子实验题,用于配合实验课学习和考试,并在其中收编了四套往届实验理论试卷,可供学生参考。

本书可作为高等院校非电类工科专业学生学习“电子技术”(电工学2)课程的配套实验教材,也可作为独立设置实验课的电子实验教材。

图书在版编目(CIP)数据

电子实验教程/骆雅琴主编. —北京:北京航空航天大学出版社,2008.9

ISBN 978-7-81124-098-6

I. 电… II. 骆… III. 电工学—高等学校—教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 123731 号

电子实验教程 电工学 2

主 编 骆雅琴

副主编 顾凌明

责任编辑 胡 敏

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:15.75 字数:403 千字

2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-81124-098-6 定价:25.00 元

前言

随着现代科学技术的飞速发展,电工学领域的新技术层出不穷。为了适应科技的进步,我们坚持教学改革多年,初步形成了电工学理论、电工学实验和电工学实习三者各自独立又相互融合的电工学课程教学新体系。电子实验是这一新体系的重要组成部分。为了满足电子实验教学的需要,我们编写了《电子实验教程》。

本书是根据教育部制定的“高等工科院校“电子技术”(电工学2)课程的教学基本要求”,结合现有的实验设备条件和电子实验教学改革而编写的。根据现代高校的办学特点,本书在内容的安排上,考虑到一本、二本、三本等不同层次本科学生的学习需要。本书可作为高等工科院校非电类专业“电子技术”(电工学2)课程的配套教材,也可作为独立设置实验课的“电子技术”(电工学2)实验教材。

为了帮助学生巩固和加深理解所学的理论知识,培养学生的实验技能和综合应用能力,树立工程实践观念和严谨的科学作风,在本书编写过程中,把实验教学的重心从单纯的验证理论转移到实验操作、综合应用与扩展知识层面上,使得实验教学与理论教学的关系不再是简单的重复,而是彼此各有所侧重、又相互呼应形成有机结合。

本书应用现代教育技术、现代实验技术来解决实践教学中的问题,增加了反映电子实验教改成果的实验内容和反映新技术应用的实验项目。本书的最大特点是将电子实验分为基础性实验和综合性设计性实验两部分:基础性实验是必做实验,它覆盖了电子技术的主要内容;综合性设计性实验为选做内容,属于提高性实验,能拓宽知识面且有一定的深度和广度。两部分实验相互配合,可供不同层次的学生选用。本书部分实验可以应用安徽工业大学电工学精品课网页中的网上实验平台来预习和验证。

《电子实验教程》的编写还注意了启发性和系统性。本书每章都编有思考题,每个实验既有预习思考题还有实验思考题,以此启发学生思考问题。本书的编写还注重了教材的完整性和系统性。本书共有三篇:第一篇是电子实验基础,主要介绍电子元器件、电子测量技术及仪器设备(包括软、硬件);第二篇是电子实验,

包括了基础性实验和综合性设计性实验;第三篇电子实验题,主要为了配合实验课学习和考试,并在其中收编了四套往届实验理论试卷,以供学生参考。

本书由骆雅琴任主编,顾凌明任副主编。参与编写、校对和验证实验等工作的还有郭华、游春豹、程卫群和甘晖。在本书的编写过程中安徽工业大学电气信息学院电工学教研室及实验中心的老师们给予了极大的支持和帮助。安徽工业大学教务处大力支持了本书的出版工作,在此表示衷心地感谢!对参考文献中的有关作者在此也一并表示诚挚的谢意。

由于编写水平有限,对于书中存在的疏漏和错误之处,恳请使用本书的师生和读者朋友批评指正。

骆雅琴

2008年9月于安徽工业大学

目 录

绪 论	1
0.1 电子实验重要性论述	1
0.2 电子实验的目标任务	1
0.3 电子实验的教学体系	2
0.4 电子实验的教学方式	3
0.5 电子实验的基本要求	5
0.6 实验室安全用电规则	6

第一篇 电子实验基础

第 1 章 电子测量技术	7
1.1 电子测量的特点及分类	7
1.2 常用电量的测量	9
1.3 常用元器件的测量	10
1.4 电子测量的基本步骤	15
1.5 电子电路主要参数测量	16
思考题	18
第 2 章 常用电子实验仪器	19
2.1 双踪示波器	19
2.1.1 示波器的工作原理	19
2.1.2 SS-5702 示波器	22
2.1.3 示波器的基本操作方法及步骤	26
2.1.4 电压测量	28
2.1.5 示波器使用的注意事项	30
2.2 信号发生器	31
2.3 晶体管毫伏表	34
2.4 晶体管直流稳压电源	35
2.5 数字万用表	37
2.6 电子实验台常用仪器	39
思考题	40
第 3 章 常用电子实验设备	42
3.1 逻辑电路学习机	42

3.2	电压放大电路实验板	47
3.3	集成运算放大器实验板	48
3.4	直流稳压电源实验板	49
	思考题	49
第 4 章	常用电子元器件	51
4.1	常用的电子元件	51
4.1.1	电阻器	51
4.1.2	电位器	53
4.1.3	电容器	54
4.1.4	电感器	57
4.2	常用的电子器件	58
4.2.1	半导体的型号表示	58
4.2.2	半导体二极管	59
4.2.3	半导体三极管	59
4.3	常用的模拟集成电路	62
4.3.1	集成电路国家标准型号命名规则	62
4.3.2	集成运算放大器	62
4.3.3	集成三端稳压器	63
4.4	常用的数字集成电路	64
4.4.1	选用数字集成电路器件的一般原则	64
4.4.2	数字集成电路的使用规则	65
4.4.3	常用数字集成电路的引脚排列	66
4.5	表面贴装元件	68
4.5.1	表面贴装技术简介	68
4.5.2	表面贴装元件的特点	68
4.5.3	表面贴装元器件介绍	69
4.6	电子元器件手册的查阅方法	70
4.6.1	查阅电子元器件手册的意义	70
4.6.2	电子元器件手册的类型	70
4.6.3	电子元器件手册的基本内容	70
4.6.4	电子元器件手册的查阅方法	71
	思考题	71
第 5 章	电子电路制作知识	72
5.1	使用面包板插接电路	72
5.2	印制电路板的设计与制作	73
5.2.1	PCB 版图绘制的基本要求	74
5.2.2	PCB 板的制作	75

5.3 电子电路焊接基本知识	75
5.4 工业生产线焊接技术简介	78
思考题	78
第6章 常用实验仿真软件	80
6.1 Multisim 8 软件简介	80
6.1.1 Multisim 软件的起源	80
6.1.2 Multisim 系列软件的形成	80
6.2 Multisim 8 的基本界面	82
6.2.1 Multisim 8 的主窗口	82
6.2.2 Multisim 8 菜单栏	83
6.2.3 Multisim 8 主工具栏	85
6.2.4 Multisim 8 仪器工具栏	85
6.2.5 Multisim 8 元器件库工具栏	89
6.3 Multisim 8 创建仿真电路	95
6.3.1 创建电路文件	95
6.3.2 创建仿真电路	96
6.4 Multisim 8 虚拟仪器的应用	98
6.4.1 数字万用表	98
6.4.2 函数信号发生器	99
6.4.3 示波器	100
6.4.4 波特图仪	102
6.5 单管共射放大电路仿真实验分析	104
思考题	108

第二篇 电子实验

第1章 电子实验方法	110
1.1 电子基础性实验	110
1.1.1 电子基础性实验的要求	110
1.1.2 电子基础性实验的操作方法	111
1.2 电子设计性综合性实验	112
1.2.1 电子设计性综合性实验的要求	112
1.2.2 电子设计性综合性实验的步骤	113
1.2.3 电子设计性综合性实验的方法	114
1.3 电子实验注意事项	116
1.3.1 模拟电路的故障检查	116
1.3.2 数字电路的故障排除	116
1.3.3 放大器干扰、噪声抑制和自激振荡的消除	117

1.3.4 实验中的接地问题	119
第 2 章 电子实验内容	120
实验一 常用电子仪器的使用练习	120
思考题	127
实验二 单管交流电压放大电路	129
思考题	135
实验三 集成运算放大器的应用	136
思考题	143
实验四 直流稳压电源	144
思考题	151
实验五 门电路及其应用	153
思考题	158
实验六 计数器及译码显示电路	159
思考题	164
实验七 组合逻辑电路的设计	165
附录 实验案例——多人表决电路设计实验方案	167
思考题	168
实验八 时序逻辑电路的设计	170
附录 1 74LS112 和 74LS175 简介及逻辑功能测试	172
附录 2 设计参考电路	175
附录 3 实验案例——电子秒表的实验方案	177
思考题	180
实验九 555 集成定时器的应用	181
思考题	186
实验十 多级交流电压放大电路	187
思考题	193
实验十一 波形发生电路	195
思考题	200
实验十二 晶闸管调压电路	201
思考题	204

第三篇 电子实验题

第 1 章 电子实验例题	206
1.1 电路部分	206
1.2 仪器使用练习	209

第 2 章 电子实验习题	221
2.1 电子实验习题	221
2.2 电子实验习题答案	227
第 3 章 电子实验理论考卷(样卷)	230
试卷 1	230
试卷 1 标准答案和评分标准	231
试卷 2	232
试卷 2 标准答案和评分标准	233
试卷 3	234
试卷 3 标准答案和评分标准	235
试卷 4	237
试卷 4 标准答案和评分标准	238
参考文献	240

绪 论

0.1 电子实验的重要性

在现代科学技术及工程建设中,电子技术的应用十分广泛。电子技术的应用渗透到了各个学科,因此,非电类专业的学生同样要掌握现代电子技术的基础知识和基本技能。要掌握现代电子技术离不开实验。实验是人们认识自然及进行科学研究工作的重要手段。一切真知都是来源于实践,同时又通过实践来检验其正确性,因此可以说实验是一种重要的实践方式。

实验是观察与感知电子现象与电子电路中物理过程的重要手段。众所周知,电子现象及电子电路过程不是那么直观的。电压的变化、电流的流动都是看不见、摸不到的,只有通过检测仪器的测量来间接地观察各电量的变化。另外,电压和电流的变化是瞬息万变的,观察的时效性很强,只有熟悉电子仪表、仪器的使用,掌握正确的测试方法,了解电子电路中电压与电流变化的基本规律,才能对电子电路或装置进行测试和研究。

因此要学好电子技术,必须加强电子实验这一教学环节。通过电子实验来巩固和加深理解所学的电子理论知识。

0.2 电子实验的目标任务

1. 电子实验课的目标

在工科大学生的培养过程中,实验是一项重要的实践性教学环节。电子实验将培养学生以下几方面能力:

- ① 培养学生正确使用设备的能力。要求学生学会正确使用常用电子仪器,熟悉电子电路中常用的元器件性能。
- ② 培养学生理论联系实际的能力。要求学生能根据所掌握的知识,阅读简单的电子电路原理图。
- ③ 培养学生的实验动手能力。让学生能独立地进行实验操作。
- ④ 培养学生解决问题的能力。要求学生能处理实验操作中出现的問題。
- ⑤ 培养学生实际工作能力。要求学生能准确地读取实验数据,测绘波形和曲线。
- ⑥ 培养学生独立分析问题的能力。要求学生学会处理实验数据,分析实验结果,撰写实验报告。
- ⑦ 培养学生的工程实际观点。要求学生掌握一般的安全用电常识,遵守操作规程。

实验的目的不仅要帮助学生巩固和加深理解所学的理论知识,还要训练他们的实验技能和实际工作能力,树立工程实际的观点和严谨的科学作风,全面提高学生在工程技术方面的素质。为将来能够更好地解决现代科学技术研究、工程建设和开发过程中碰到的新问题打下良好的基础。

2. 电子实验要掌握的基本技能

电子实验技能训练的具体要求是：

① 认识常用电子仪表和仪器。常用电子仪表仪器有直流稳压电源、双线示波器、信号发生器、毫伏表、万用表等。

要求了解仪器、仪表的组成原理及功能；了解仪器、仪表的主要技术性能。学会使用常用的电子仪器、仪表。掌握电子仪器、仪表的正确接线方法。了解电子仪器、仪表的主要操作旋钮及操作开关的功能。了解电子仪器、仪表的正确调节方法、正确观察及读数方法。

② 认识数字逻辑学习机等实验设备。了解数字逻辑学习机的功能及插接元器件的方法。

③ 能按电路图接线、查线以及排除简单的线路故障。具有熟练的按图接线能力，能判别电路的正常工作状态及故障现象，能够检查线路中的断线、接触不良及元器件故障，特别是不能因错误接线而出现短路。

④ 能进行实验操作、读取数据，观察实验现象和测绘波形曲线。

⑤ 能整理分析实验数据、绘制曲线，并写出整洁的、条理清楚的、内容完整的实验报告。

⑥ 能使用安徽工业大学电工学精品课网页中的网上实验平台。学会使用网上实验平台提供的计算机仿真软件来预习实验，验证实验以及完成设计性实验。

⑦ 能完成 1~2 项电子设计性实验。电子设计性实验可以用仿真预习，但必须在实验室验证。

为了完成电子实验的基本任务，实现电子实验的教学目标，电子实验不仅已单独设课，单独考试及记分，而且还增加了设计性、综合性实验，并尝试和以收音机制作为主线的电子实习进行有机结合。本教材的部分实验和预习要求可以在安徽工业大学电工学精品课网页中的网上实验平台进行。

0.3 电子实验的教学体系

1. 电工学课程体系中的电子实验

安徽工业大学电工学课程新体系里的电子技术有三个环节，即电子理论、电子实验和电子实习。其中电子实验起着承上启下的作用。它既要支撑电子理论，为理论服务；又要沟通电子实习，为电子实习做前期实践准备。电子实验必须与电子理论和电子实习有机结合，形成一个整体。

电工学课程体系示意图如图 0.1 所示。

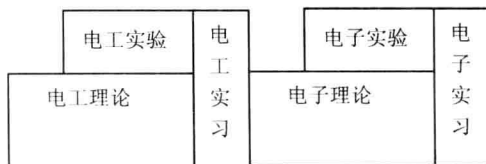


图 0.1 电工学课程体系示意图

电子实验虽然单独设课,有自身的教学体系。但它必须服从电工学课程体系的要求。

2. 电子实验教学体系

安徽工业大学电子实验的教学体系示意图如图 0.2 所示。

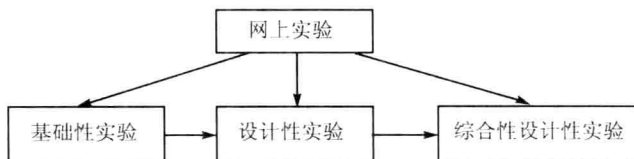


图 0.2 电子实验的教学体系

1) 基础性实验

基础性实验是必做实验。基础性实验基本上是验证性实验,占实验总学时的 62.5%~75%。

2) 设计性实验

设计性实验必做 1~2 项,占实验总学时的 25%。

3) 综合性设计性实验

综合性设计性实验是选做实验或演示实验,占实验总学时的 0~12.5%。这类实验是给学有余力的学生准备的。

4) 网上实验

网上实验也是电子实验的重要组成部分,它主要提供一个课外实验平台。这个实验平台是用计算机仿真软件来进行实验预习、实验验证以及设计实验的。网上实验不安排学时,是开放性实验,为学生自主学习提供方便。网上实验平台的具体内容及操作要求见安徽工业大学电工学精品课网页中的网上实验。

0.4 电子实验课的教学方式

1. 电子实验课的安排

电子实验课以自然班人数为单位安排。电子实验课是在开课的上一学期末选课,学生按选课时间到电子实验室上课。每学期的实验安排,在开学的第三周内发布在安徽工业大学电工学精品课网页中的网上实验里。实验内容、实验进度及实验地点等相关内容都将发布在网上实验里,请同学务必注意网上实验里的通知。如有不清楚的问题,可通过电工学精品课网页中的互动平台与相关教师联系。

根据实验内容进行实验分组,1 人 1 组,以提高学生的动手能力及独立工作能力。每班由 1~2 名教师负责指导。实验课教师负责检查学生的预习情况,讲解实验内容及仪器使用方法,检查实验接线,处理实验故障,检查实验结果,指导学生实施正确的实验操作方法,负责实验课进行中的安全用电,解答学生在实验中所出现的问题,批改实验报告,期末考核学生的实验能力及评定成绩。

每次实验课需要经过预习、熟悉设备、接线、通电操作、观察读数、整理数据以及编写实验

报告等环节,学生对每一个环节都必须重视,有始有终地完成每个实验。

每次实验课学生除了要带预习报告,还要交上一次的实验报告。在实验课开始时指导教师应在实验内容、实验接线图、主要操作步骤、预习练习题和实验注意事项等方面检查学生的预习情况。

2. 电子实验课的操作程序

1) 基础性实验

良好的实验操作方法与正确的操作程序是实验顺利进行的有效保证。因此可参照图 0.3 所示的程序进行实验。

以下操作程序的详细说明见第二篇第 1 章 1.1 节的电子基础性实验。



图 0.3 常规实验的实验操作方法

2) 设计性实验

图 0.4 所示的操作程序的详细说明见第二篇第 1 章 1.2 节的电子设计性综合性实验。图 0.4 是设计性实验的操作方法。

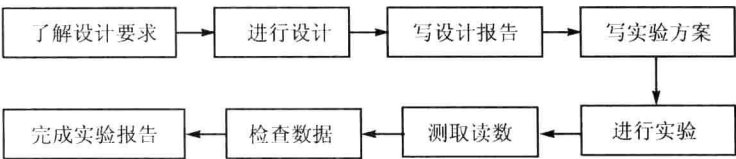


图 0.4 设计性实验的操作方法

3. 电子实验成绩评定方法

电子实验成绩的评定方法如表 0.1 所列。

表 0.1 电子实验成绩的评定方法

项 目	实验预习	10 %
平时成绩	实验操作	20%
	实验报告	10%
考试成绩	实验考试	15%
	实验理论考试	45%
备 注	以上比例会有调整	

0.5 电子实验的基本要求

1. 预习要求

实验课前充分地预习准备是保证实验顺利进行的前提,否则将事倍功半,甚至会损坏仪器或发生人身安全事故。为确保实验效果,要求在实验前教师对学生进行预习情况检查,不了解实验内容和无预习报告者不能参加实验。

预习的主要要求如下:

- ① 每个实验的预习要求已在实验教材中明确提出。学生应按每个实验的预习内容预习。
- ② 认真阅读实验教程,了解实验内容和目的。
- ③ 复习与实验有关的理论知识。
- ④ 了解并预习实验仪器的使用方法。
- ⑤ 了解实验的方法与注意事项。
- ⑥ 熟悉实验接线图及操作步骤。
- ⑦ 拟好实验数据及实验结果记录表格。
- ⑧ 认真写出预习报告。
- ⑨ 在预习报告中回答预习要求中所列出的思考题。

2. 实验要求

严格按照电子实验课操作程序中的步骤进行实验,同时要注意以下事项:

- ① 接线完毕后要养成自查的习惯。对于强电或可能造成设备损坏的实验电路,须经指导教师复查后方可通电。
- ② 通电后的操作应冷静而又细致。注意仪器的安全使用和人身安全,发现异常及时断电。
- ③ 严肃、认真、仔细观察实验现象,真实记录数据,并与理论值比较。
- ④ 测得的数据经自审后,送指导教师检查后方可拆掉电路连线。
- ⑤ 实验结束时注意先断电后拆线。离开实验室前要整理好实验台。
- ⑥ 实验完成后,要处理数据,整理实验结果,撰写报告的总结部分,编写和整理一份完整的实验报告。

3. 实验报告的要求

学生参加每个实验都必须写实验报告。实验报告是每人写一份,其目的是培养对实验结果的处理和分析能力、文字表达能力及严谨的科学作风。

实验数据通常用列表及作图两种方法进行处理,关系曲线图应作在毫米方格纸及对数计算纸上。每根曲线用不同的符号区别表示。实验曲线应该是平滑的,应尽量使各点平均地分布在曲线两侧,并可将明显偏离太远的点去除,不能简单地把各点连成折线。

波形的描绘应该在实验观测时进行,应力求真实,注意坐标的均匀及表示出波形的特征,必要时可用箭头标注说明。波形图尽量描在毫米方格纸上,其时间轴不宜小于 8 cm,其波幅不宜小于 2 cm(单向)。

实验报告应包括实验目的、仪器设备、实验内容及线路图,实验数据记录及整理结果,对实

验现象及结果的分析讨论,实验的收获、体会、意见和建议等。实验报告的书写顺序如下:

- | | |
|---|-------------------------|
| ① 实验目的。 | } 预
习
时
完
成 |
| ② 实验任务。 | |
| ③ 实验设备。 | |
| ④ 实验线路。 | |
| ⑤ 实验原理(简述)。 | |
| ⑥ 实验步骤。该部分应包括如下内容:
• 简述实验步骤;
• 各步骤的实验接线图;
• 各步骤的测量数据表格,每项数据应有理论计算与实测两项。
理论计算在预习中完成,以便实验测量时与实测值比较。 | |
| ⑦ 实验总结。该部分应包括如下内容:
• 数据处理(包括计算、制表和绘图)。并将测得的数据与理论
值比较分析、总结;
• 回答实验教程中提出的问题(思考题);
• 实验体会及建议。 | } 实
验
后
完
成 |

实验报告一般分两个阶段写:第一阶段,在实验前一周完成,按实验教程的“预习要求”撰写实验报告的预习部分,它包括报告要求的1~6项内容;第二阶段,在实验结束后完成,撰写实验报告的总结部分。第二阶段完成后,将两部分内容有机整合,就得出一份完整的实验报告。

除以上要求外,实验报告还应写明实验名称、日期、实验人姓名、同组人姓名(如果有的话)和组号、指导教师姓名。用统一的实验报告纸抄写。做到条理清楚,字迹整洁。图表要用直尺等工具画,波形图应画在坐标纸上。

0.6 实验室安全用电规则

安全用电是实验中始终需要注意的重要问题。为了做好实验,确保人身和设备的安全,在做电子实验时,必须严格遵守下列安全用电规则:

- ① 接线、改接、拆线都必须在切断电源的情况下进行,即“先接线后通电,先断电再拆线”。
- ② 在电路通电情况下,人体严禁接触电路不绝缘的金属导线或连接点等带电部位。万一遇到触电事故,应立即切断电源,进行必要的处理。
- ③ 实验中,特别是设备刚投入运行时,要随时注意仪器设备的运行情况,如发现有超量程、过热、异味、异响、冒烟和火花等,应立即断电,并请老师检查。
- ④ 实验时应精神集中,同组者必须密切配合,接通电源前须通知同组同学,以防止触电事故。
- ⑤ 了解有关电器设备的规格、性能及使用方法,严格按额定值使用。注意仪表的种类、量程和连接使用方法等。

第一篇 电子实验基础

第 1 章 电子测量技术

1.1 电子测量的特点及分类

电子测量是以电子技术理论为依据,以电子测量仪器和设备为手段,以电量或非电量(可转化为电量)为对象的一种测量技术。

1. 电子测量的基本特点

电子测量和一般电工测量相比,有以下几方面的特点:

1) 频率范围宽

电子测量可完成对直流量至快速变化电量的测量任务,被测量的频率范围可从零至几百千兆赫。如 DF2172B 型交流电压表可对频率 $5\text{ Hz}\sim 2\text{ MHz}$ 的信号进行测量,而一般万用表只能测量 1 kHz 以下的信号。

2) 量程范围大

电子测量的量值范围很宽。例如,一只普通万用表的测量范围为几伏至几百伏,约 2 个数量级;而毫伏表的测量范围可从毫伏至几百伏,达 5 个数量级,数字电压表更可达 7 个数量级。

3) 精度高

电子测量的精度与测量方法、测试技术以及所选用的仪器等因素有关。单就电子仪器的精度而言,目前已可达到相当高的水平。由于采用了更为精确的电压、频率基准,电子仪器的测量精度有了极大的提高,能显示 6~8 位数字的电压表和频率计被大量应用在电子测量中,而电工仪表能达到 0.1 级精度(即误差为 0.1% 以下)已是很少见的了。

除了以上三个特点外,电子测量还具有速度快、功能多、使用灵活方便等优点。随着微型计算机技术的发展,电子测量朝着智能化的方向发展。不仅可以进行自动测试和自动记录,而且可以实现数据分析和处理。例如,可以自行消除某些测量误差,使电子测量技术更加完善。

2. 电子测量方法的分类

为了测量工作正常进行以及测量结果的正确性、可靠性,要合理地选择测量方法。测量方法按不同分类包括如下几种。

1) 按测量性质分类

按测量性质分类,有时域测量法、频域测量法、数字域测量法和随机量测量法四种。

(1) 时域测量法

时域测量法用于测量与时间有函数关系的量,如电压和电流等。它们的稳态值和有效值