



“教育部电子信息科学与工程类基础课程教学指导分委员会”组织

电 工 电 子 实 验 系 列 教 材

电子技术基础 实验教程

浙江大学电工电子基础教学中心 编

王小海 蔡忠法 主编



高等教育出版社

“教育部电子信息科学与工程类基础
课程教学指导分委员会”组织
电工电子实验系列教材

电子技术基础实验教程

浙江大学电工电子基础教学中心 编
王小海 蔡忠法 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是根据高等学校电子、电气信息类专业电子技术实验的教学基本要求编写的,按照基本训练型实验、设计型基础实验和综合型系统实验三个层次展开,内容包括电子技术实验基础知识和基本技术、模拟电路和数字电路基础实验、EDA 仿真软件和 PLD 开发软件、综合性实验和电子系统设计等。

全书分为三篇,共十三章及两个附录。第一篇为电子技术实验基础知识,包括绪论、实验操作技术、电子实验常用仪器简介、常用电子元器件、数字电路 EDA 技术简介、PSpice 仿真软件、Electronics Workbench 仿真软件等内容。第二篇为基础实验,包括基本训练型实验、模拟电子技术基础实验和数字电子技术基础实验。第三篇为综合性实验,包括电子设计基础、电子设计举例和设计型综合实验。附录包括电子实验常用仪器和常用元器件的参数及引脚排列等内容。全书总计 41 个实验,其中基本训练型实验 7 个,模拟电子技术基础实验 14 个,数字电子技术基础实验 12 个,设计型综合性实验 8 个。

本书可作为高等学校本科和工程专科电子、电气信息类专业电子技术实验和课程设计的教材,也可供成人和职业教育相关专业学生或电气、电子技术工程人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础实验教程 / 王小海, 蔡忠法主编. —北京: 高等教育出版社, 2005. 6
ISBN 7-04-017062-0

I. 电... II. ①王... ②蔡... III. 电子技术 - 实验
- 高等学校 - 教材 IV. TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 039018 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
		网上订购	http://www.landaco.com
经 销	北京蓝色畅想图书发行有限公司		http://www.landaco.com.cn
印 刷	北京市南方印刷厂		
开 本	787×960 1/16	版 次	2005 年 6 月第 1 版
印 张	31.5	印 次	2005 年 6 月第 1 次印刷
字 数	590 000	定 价	38.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17062-00

前言

本教材是在教育部电子信息科学与电气信息类基础课程教学指导分委员会的指导下,于2004年4月在华中科技大学经“电工电子实验系列教材项目”编审委员会评选,首批入选出版的全国示范性实验教材之一。

电子技术基础课程是工科电子信息、电气信息类专业的一门重要技术基础课,其工程性和实践性都很强,电子技术实验教学是电子技术课程体系中不可缺少的一个重要教学环节。本书参照高等学校电子、电气信息类专业电子技术实验的教学基本要求,以编者多年来电子技术基础实验教学内容和教学手段改革为基础编写而成,内容不仅包含了电子技术实验的基础知识和基本技术、基本测试方法和仪器使用,而且引进了计算机辅助分析、设计和EDA技术。全书按基本训练型实验、设计型基础实验和综合型系统实验三个层次展开,循序渐进。书中各篇的编排既相互独立,又互相联系,有利于电子技术实验教学的组织和学生工程实践能力的训练。

全书最突出的特色是“系统实验系列化、功能化”,根据循序渐进的教学思想,将电子技术实验知识、实验技能、系统设计技术、EDA技术有机地结合在一起。在前部分基础实验中,每一个实验都可以学习某一功能单元的设计方法和典型应用。在最后一部分综合性实验中,利用前面所学知识可以组成较实用的电子系统。这样不仅有利于学生通过有限的学时在掌握常用功能电路的同时形成电子系统设计的概念,还有利于教师根据各自不同的教学要求安排教学内容,实现因材施教。

本书编写时的具体指导思想是:

(1) 兼顾电子技术理论教学与实验教学之间的关系。电子技术实验课程通常是与理论教学同步安排或滞后于理论教学,本书参照理论教学体系,按照实验单独设课的要求来编排实验内容,因此,教材中每个实验都附有实验原理简要说明、参考电路等,并且在附录中安排了实验所用仪器的使用说明和常用集成芯片的管脚排列介绍。

(2) 兼顾电子技术实验基础知识与实验技能之间的关系。在第一篇中介绍了电子技术实验要求、电子测量技术、实验调试技术、故障检测技术、实验误差与数据处理、电子实验常用仪器原理、常用电子元器件、数字电路EDA技术、PSpice软件、Electronics Workbench软件等基础知识,掌握这些基

础知识和常用电子仪器的正确使用是电子技术实验的最基本要求,在每个实验中都应该注意加以应用,做到融会贯通。

(3) 兼顾硬件实验与 EDA 实验之间的关系。在教学安排时,应根据各自的教学条件和实际情况有选择地安排教学内容。在学时充足时,对于同一内容,可通过硬件实验与 EDA 实验的相互对比,加深对实验原理的理解和实验技能的提高;在学时较少时,则应有选择地安排硬件实验、EDA 实验和综合性实验内容,相互配合、相互补充,以达到较好的实验教学效果。

(4) 兼顾验证性实验与设计性实验之间的关系。验证性实验在电子技术实验中具有一定的作用,但不宜过于强调。本教材实验内容以设计性实验为主、验证性实验为辅,在使用时必须重视实验的设计步骤,以培养学生的电子设计能力作为主线来组织实验教学。

(5) 兼顾基础型实验与综合型实验之间的关系。综合型实验对电子技术知识的要求较高,使学生对电子技术知识的融会贯通能起到较好的作用,在实验安排时应安排一定数量的综合型实验,以提高实验的教学效果。

参加本书编写工作的教师分工如下:第一章至第四章,樊伟敏;第五章,祁才君;第六章,蔡忠法;第七章,章安元;第八章,傅晓程、祁才君、章安元;第九章,傅晓程、蔡忠法;第十章,傅晓程;第十一章至第十三章,陈隆道、阮秉涛;附录,樊伟敏。王小海、蔡忠法负责编写大纲的定稿和全书的统稿协调。在本书的编写过程中,得到了浙江大学电工电子基础教学中心电子学组全体老师的大力支持,还得到学校教务部和电气工程学院有关领导的大力支持。

本书由华中科技大学彭容修教授主审,参加审阅的还有张林、罗杰、邹韬平。他们在百忙之中细致认真、逐字逐句地审阅了全部书稿,并提出了许多宝贵的意见,在此我们表示诚挚的感谢,并希望他们继续给予关心和支持。

尽管编者对全书的体系和内容作了很多努力,但由于时间和水平所限,本书肯定存在很多不足和错误,恳请使用本教材的老师和同学、各位读者给予指正,以便今后不断改进。

编 者

2005 年 1 月于浙江大学

目 录

第一篇 电子技术实验基础知识

第一章 绪论	2
1.1 电子技术实验的性质与任务	2
1.2 电子技术实验的基本程序	3
1.3 电子技术实验的操作规程	4
1.4 实验报告的编写	7
第二章 实验操作技术	8
2.1 组装与焊接技术	8
2.2 电子实验测量技术	9
2.3 电子实验调试技术	15
2.4 常见故障及其检测	18
2.5 噪声干扰及其抑制	22
2.6 实验数据的读测及分析处理	26
第三章 电子实验常用仪器简介	34
3.1 直流稳压电源	34
3.2 信号发生器	35
3.3 万用表	36
3.4 示波器	38
3.5 交流毫伏表	39
3.6 晶体管特性图示仪	40
3.7 虚拟仪器	41
第四章 常用电子元器件	44
4.1 阻容元件	44
4.2 半导体器件	53
4.3 常用集成电路	59
第五章 数字电路 EDA 技术简介	65
5.1 ABEL - HDL 语言	66
5.2 ispEXPERT System 软件介绍	81
第六章 PSpice 仿真软件	97
6.1 概述	97
6.2 电路图的编辑	104

6.3 设置分析方式	124
6.4 执行仿真分析	130
6.5 查看分析结果	134
第七章 Electronics Workbench 仿真软件	147
7.1 概述	147
7.2 EWB 的基本界面	148
7.3 EWB 的操作与使用方法	159

第二篇 电子技术基础实验

第八章 基本训练型实验	176
实验 1 常用电子实验仪器的使用	176
实验 2 常用电子元器件的测试	180
实验 3 电子电路的焊接与测试训练——单相整流、滤波和简单稳压电路	185
实验 4 数字电路的认识实验——数字钟	187
实验 5 PSpice 使用练习——半导体器件特性仿真	193
实验 6 EWB 使用练习——计数器的设计与仿真	203
实验 7 ispEXPERT System 使用练习——二进制加法器的设计	207
第九章 模拟电子技术基础实验	213
实验 8 三极管共射放大电路	213
实验 9 场效应管源极跟随器	222
实验 10 差分放大电路	227
实验 11 多级放大电路及负反馈放大电路	231
实验 12 集成运算放大器的指标测试	235
实验 13 集成运放组成的基本运算电路	243
实验 14 低频功率放大电路	248
实验 15 直流稳压电源	251
实验 16 正弦波振荡电路	256
实验 17 方波和三角波发生电路	260
实验 18 有源滤波器	264
实验 19 调制与解调	268
实验 20 锁相环电路	273
实验 21 ispPAC 器件的应用	278
第十章 数字电子技术基础实验	294
实验 22 基本逻辑门的功能与特性测试	294
实验 23 组合逻辑电路	300
实验 24 中规模集成译码器和编码器	307
实验 25 触发器	313
实验 26 计数器	316

实验 27	寄存器和移位寄存器	320
实验 28	脉冲分配器	324
实验 29	门电路组成的单稳态触发器	327
实验 30	多谐振荡器	330
实验 31	555 集成定时器的应用	332
实验 32	D/A 转换电路	336
实验 33	A/D 转换电路	341

第三篇 电子技术综合性实验

第十一章	电子设计基础	346
11.1	电子设计概述	346
11.2	电子设计一般步骤	347
11.3	现代电子设计方法	350
第十二章	电子设计举例	352
12.1	音频功率放大电路的设计	352
12.2	低频函数信号发生器的设计	357
12.3	低频数字频率计的设计	373
12.4	多路彩灯控制器的设计	382
12.5	交通灯控制器的 PLD 设计	387
12.6	数控直流稳压电源的设计	394
第十三章	设计型综合实验	402
实验 34	音频功率放大电路	402
实验 35	低频函数信号发生器	402
实验 36	无线距离检测电路	403
实验 37	多路彩灯控制器	403
实验 38	简易数字频率计	404
实验 39	简易数字钟电路	405
实验 40	交通信号灯控制电路	405
实验 41	数控直流稳压电源	406
附录 A	电子实验常用仪器	408
A.1	可调式直流稳压电源 (HY3003D-3 型、LPS305 型)	408
A.2	数字函数信号发生器 (XJ1631 型)	415
A.3	万用表 (MS8200G 型、MF368 型)	419
A.4	示波器 (XJ4318A 型、GOS-6051 型、TDS1002 型)	427
A.5	交流毫伏表 (DF2172B 型)	463
A.6	晶体管特性图示仪 (Tektronix572 型)	464
A.7	电子技术实验箱 (MDZ-2 型、SDZ-2 型)	471
附录 B	常用实验元器件参数及引脚排列	478

第一篇

电子技术实验基础知识

第一章 绪 论

1.1 电子技术实验的性质与任务

电子技术是一门应用性、实践性很强的学科,实验在这一学科的研究及发展过程中起着至关重要的作用。工程、科研人员通过实验的方法和手段,分析器件、电路的工作原理,完成其性能指标的检测,验证和扩展其功能及使用范围,设计并组装各种实用电路和整机。

电子技术基础作为电气、电子信息类专业的重要技术基础课,电子技术实验是这一课程体系中不可缺少的重要教学环节。通过实验手段,使学生获得电子技术方面的基础知识和基本技能,并运用所学理论来分析和解决实际问题,提高实际工作的能力,这对正在进行本课程学习的学生来说是极其重要的。

电子技术实验可以分为三个层次:第一个层次是验证性实验,它主要是以电子元器件特性、参数和基本单元电路为主,根据实验目的、实验电路、仪器设备和较详细的实验步骤来验证电子技术的有关原理,从而进一步巩固所学的基础知识和基本原理;第二个层次是提高性实验,它主要是根据给定的实验电路,由学生自行选择测试仪器,拟定实验步骤,完成规定的电路性能指标测试任务;第三个层次是综合性和设计性实验,学生根据给定的实验题目、内容和要求,自行设计实验电路,选择合适的元器件并组装实验电路,拟定调整、测试方案,最后使电路达到设计要求。这个层次的实验可以培养学生综合运用所学知识和解决实际问题的能力。

实验的基本任务是使学生在**基础实验知识、基础实验理论和基本实验技能**三个方面受到较为系统的训练,逐步培养他们**爱实验、敢实验、会实验**,成为善于把理论知识与实践相结合的专门人材。

电子技术实验内容极其丰富,涉及的知识面很广,并且还在不断充实、更新。在整个实验过程中,对于示波器、信号源等常用电子仪器的使用方法;频率、相位、时间、脉冲波形参数和电压、电流的平均值、有效值、峰值以及各种电子电路主要技术指标的测试技术;常用元、器件的规格与型号,手册的查阅和参数的测量;小系统的设计、组装与调试技术,以及实验数据的分析、处理能力;EDA 软件的使用,等等,都是需要着重掌握的。

为确保实验教学质量,应采取下列基本教学方法和措施:

① 强调以实验操作为主,实验理论教学为辅。围绕和配合各阶段实验的教学内容和要点,进行必要的和基本的实验理论教学。

② 采用多媒体教学、虚拟实验等多种手段,以提高实验教学效果。

③ 按照基本要求,分阶段进行实验。

前阶段进行基本实验,每个基本实验着重解决2~3个基本问题。注意让某些重要的实验内容出现适当的重复,以加深印象并熟练操作。

后阶段着重安排一些中型或大型实验,主要用于培养综合运用实验理论的能力并加强实验技能的训练,特别应注意在理论指导下提高分析问题和解决问题的能力。例如,对实验中出现的一些现象能做出正确的解释,并在此基础上能解决一些实际问题。

④ 贯彻因材施教的原则,对不同程度的学生提出不同的要求。在完成规定的基本实验内容后,允许程度较好的学生加做某些实验内容。

⑤ 以严格的实验制度确保实验教学质量。要求做到实验前有预习,实验后有报告,阶段有总结,期末有考核。考核内容包括实验理论、实验技能和基本实验知识三个方面,以口试、笔试和实际操作相结合的方式在期中或期末进行。

1.2 电子技术实验的基本程序

电子技术实验的内容广泛,每个实验的目的、步骤也有所不同,但基本过程却是类似的。为了达到实验的预期效果,要求实验者做到:

一、实验前的预习

为了避免盲目性,使实验过程有条不紊地进行,每个实验者实验前都要做好以下几方面的实验准备:

① 阅读实验教材,明确实验目的、任务,了解实验内容。

② 复习有关理论知识,认真完成所要求的电路设计、实验底板安装等任务。

③ 根据实验内容拟好实验步骤,选择测试方案,掌握所用仪器的使用方法。

④ 对实验中应记录的原始数据和待观察的波形应先列表待用。

二、测试前的准备

上好实验课并严格遵守实验操作规则是提高实验效果、保证实验质量的重要前提。在按要求安装完毕线路即将通电测试之前,应做好以下准备工作:

① 首先检查220 V交流电源和实验所需的元器件、仪器仪表等是否齐全且符合要求,检查各种仪器面板上的旋钮,使之处于所需的待用位置。例如,直流

稳压电源应置于所需的挡级,并将其输出电压调整到所要求的数值。切勿在调整电压前随意与实验电路板接通。

② 对照实验电路图,对实验电路板上的元器件和接线进行仔细的寻迹检查,检查各引线有无接错,特别是电源与电解电容的极性是否接反,各元器件及接点有无漏焊、假焊,并注意防止碰线短路等问题。经过认真仔细检查,确认安装无差错后,方可按前述的接线原则,将实验电路板与电源和测试仪器接通。

1.3 电子技术实验的操作规程

与其他许多实践环节一样,电子技术实验也有它的基本操作规程。工程、科研人员经常要对电子设备进行安装、调试和测量,因此,要求同学们一开始就应注意培养正确、良好的操作习惯,并逐步积累实验经验,不断提高实验水平。

一、实验仪器的合理布局

实验时,各仪器、仪表和实验对象(如实验板或实验装置)之间应按信号流向,并根据连线简捷、调节顺手、观察与读数方便的原则进行合理布局。

图 1.1 为实验仪器的一种布局形式。输入信号源置于实验板的左侧,测试用的示波器与电压表置于实验板的右侧,实验用的直流电源放在中间位置。

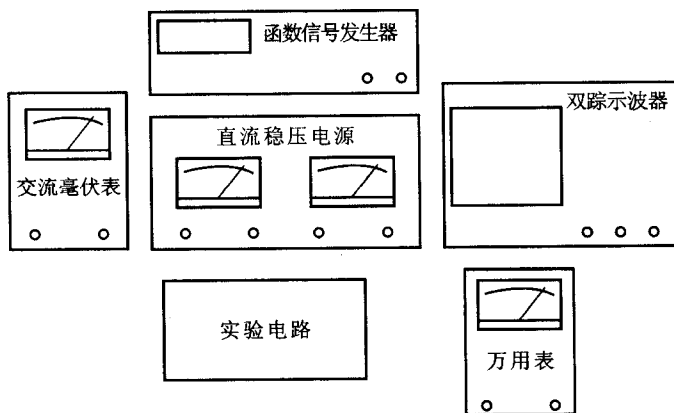


图 1.1 实验仪器的布局

二、电子实验箱上的接插、安装与布线

目前,在实验室中常用的各类电子技术实验箱上通常有一块或数块多孔插座板(或称面包板),利用这些多孔插座板可以直接接插、安装和连接实验电路而无需焊接。然而,正确和整齐的布线在这里显得极为重要,这不仅是为了检

查、测量的方便,更重要的是可以确保线路稳定可靠地工作,因而是顺利进行实验的基础。实践证明,草率和杂乱无章的接线往往会使线路出现难以排除的故障,以致最后不得不重新接插和安装全部实验电路,浪费了很多时间。为此,在多孔插座板上接插安装时应注意做到以下几点:

① 首先要搞清楚多孔插座板和实验箱的结构(参见附录 A),然后根据实验箱的结构特点来安排元器件的位置和电路的布线。一般应以集成电路或三极管为中心,并根据输入、输出分离的原则,以适当的间距来安排其他元件。最好先画出实物布置图和布线图,以免发生差错。

② 接插元器件和导线时要非常细心。接插前,必须先用钳子或镊子把待插元器件和导线的插脚拉平直。接插时,应小心地用力插入,以保证插脚与插座间接触良好。实验结束时,应一一轻轻拔下元器件和导线,切不可用力太猛。注意,接插用的元器件插脚和连接导线均不能太粗或太细,一般以线径为 0.5mm 左右为宜,导线的剥线头长度约为 10 mm。

③ 布线的顺序一般是先布电源线与地线,然后按布线图从输入到输出依次连接好各元器件和接线。在可能条件下应尽量做到接线短、接点少,但同时又要考虑到测量的方便。

④ 在接通电源之前,要仔细检查所有的连接线。特别注意检查各电源的连线和公共地线是否接得正确。查线时仍以集成电路或三极管的引脚为出发点,逐一检查与之相连接的元器件和连线,在确认正确无误后方可接通电源。

三、正确的接线规则

① 仪器和实验板间的接线要用颜色加以区别,以便于检查,如电源线(正极)常用红色,公共地线(负极)常用黑色。接线头要拧紧或夹牢,以防接触不良或因脱落而引起短路。

② 电路的公共接地端和各种仪表的接地端应连接在一起,既作为电路的参考零点(即零电位点),同时又可避免引起干扰,如图 1.2 所示。在某些特殊场合,还需将一些仪器的外壳与大地接通,这样可避免外壳带电从而确保人身和设备安全,同时又能起到良好的屏蔽作用。如在焊接和测试 MOS 器件时,电烙铁和测试仪器均要接大地,以防它们漏电而造成 MOS 器件的击穿。

③ 信号的传输应采用具有金属外套的屏蔽线,而不能用普通导线,并且屏蔽线外壳要选择一点接地,否则有可能引进干扰而使测量结果和波形异常,如图 1.3 所示。

四、注意人身和仪器设备的安全

(1) 注意安全操作规程,确保人身安全

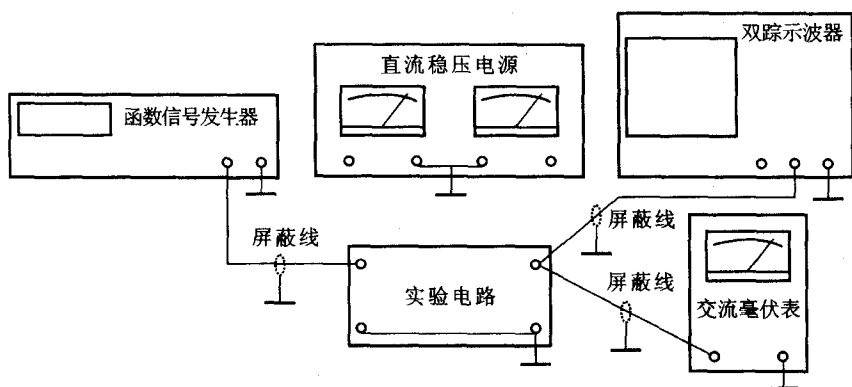


图 1.2 仪器与实验电路板的连接

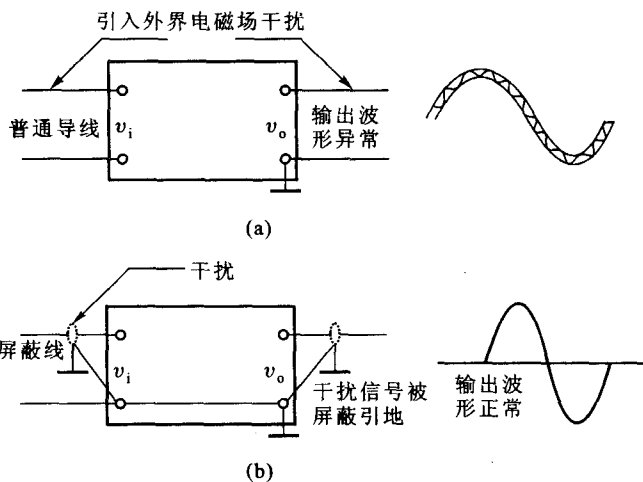


图 1.3 外界电磁干扰与屏蔽

(a) 采用普通导线会引入电磁干扰 (b) 采用屏蔽线避免了干扰

① 为了确保人身安全,在调换仪器时必须切断实验台的电源。另外,为防止器件损坏,通常要求在切断实验电路板上的电源后才能改接线路。

② 仪器设备的外壳应良好接大地,防止机壳带电,以保证人身安全。在调试时,要逐步养成用右手进行单手操作的习惯,并注意人体与大地之间有良好的绝缘。

(2) 爱护仪器设备,确保实验仪器和设备的安全

① 在仪器使用过程中,不必经常开关电源,因为多次开关电源往往会引起冲击,结果使仪器的使用寿命缩短。

② 切忌无目的地随意扳弄仪器面板上的开关和旋钮。实验结束后,通常只

要关断仪器电源和实验台的电源,而不必将仪器的电源线拔掉。

③ 为了确保仪器设备的安全,在实验室配电柜、实验台及各仪器中通常都安装有电源熔断器。仪器常用的熔断器有 0.5 A、1 A、2 A、3 A、5 A 等几种规格,应注意按规定的容量调换熔断器,切勿随意代用。

④ 要注意仪表允许的安全电压或电流,切勿超过!

当被测量的大小无法估计时,应从仪表的最大量程开始测试,然后逐渐减小量程。

1.4 实验报告的编写

实验报告是实验结果的总结和反映,也是实验课的继续和提高。通过撰写实验报告,使知识条理化,可以培养学生综合分析问题的能力。一个实验的价值在很大程度上取决于报告质量的高低,因此对编写好实验报告必须予以充分的重视。编写一份高质量的实验报告必须做到以下几点:

① 以实事求是的科学态度认真做好各次实验。

a. 在实验过程中,对读测的各种实验原始数据应按实际情况记录下来,不得擅自修改,更不能弄虚作假。

b. 对测量结果和所记录的实验现象,要会正确分析与判断,不能对测量结果的正确与否一无所知,以致出现因数据错误而重做实验的情况。

如果发现数据有问题,要认真查找线路并分析原因。数据经初步整理后,请指导教师审阅,然后才可拆线。

② 实验报告的主要内容包括以下几个方面:

a. 实验目的。

b. 实验电路、测试方法和测试设备。

c. 实验的原始数据、波形和现象以及对它们的处理结果。

d. 结果分析及问题讨论。

e. 收获和体会。

f. 记录所使用仪器的规格及编号(以备以后复核)。

在编写实验报告时,常常要对实验数据进行科学的处理,才能找出其中的规律,并得出有用的结论。常用的数据处理方法是列表和作图。实验所得的数据可分类记录在表格中,这样便于对数据进行分析 and 比较。实验结果也可绘成曲线直观地表示出来。在作图时,应合理选择坐标刻度和起点位置(坐标起点不一定要从零开始),并要采用方格纸绘图。当标尺范围很宽时,应采用对数坐标纸。另外,在波形图上通常还应标明幅值、周期等参数。

第二章 实验操作技术

2.1 组装与焊接技术

在制作电子装置时,焊接工艺是很重要的。电子线路的组装与焊接质量是使电子设备达到预期性能指标的基础。焊接质量的好坏直接影响到电子装置的工作性能。不良的焊接质量或焊接方法会使电路不通或元器件损坏,这不仅会给调试带来很大困难,而且会严重影响电子装置工作的可靠性。在安装实验电路板时,应注意以下几点:

1. 安装前的准备

① 装配前应通过仪器认真检查各元器件的标称值与性能参数是否符合电路要求,确认无误后再进行装配,切勿急于求成。

② 装配时应妥善安排元器件的位置,合理布局,既要使布局紧凑,引线短,又要尽量避免引线间相互交叉,以免造成短路故障。一般来说,应先按原理电路图画出实物安装图,然后才能进行安装焊接。

③ 元器件本身的引线长度要适当,不要齐根弯曲,以免折断。对于印有标称字样的元器件,应考虑将数字朝外,以便于识别与检查。

2. 焊接与安装

理解和掌握焊接要领,确保焊接质量,杜绝虚焊、假焊和漏焊。

① 选择合适的焊锡、焊剂和电烙铁。在电子线路的焊接中,常采用管状商用焊锡丝,并使用中性助焊剂(如松香),一般选用 20 ~ 45 W 的电烙铁。

② 焊接前应对元件的引线认真地进行清洁处理(一般用刀刮净),并预先上锡,这是防止假焊的有效措施。因为金属表面的氧化物对锡的吸附力很小,如果不预先进行清洁和上锡处理,往往会出现焊锡虽然包住接点而实际上并未焊牢的所谓假焊。假焊点将带来严重的隐患,因此必须在一开始就引起足够的重视。

③ 焊接时应使电烙铁头与焊接物之间的接触面尽可能大,并严格控制焊接时间。电烙铁温度过低或焊接时间过短,不但易造成假焊,而且焊点不光亮。电烙铁温度过高或焊接时间太长又会引起焊锡流淌,甚至烫坏元器件、导线和印刷电路板。因此,初学者应注意掌握好电烙铁的温度和焊接时间,一般应使焊剂完全挥发、焊锡均匀地扩散到焊点周围时即可提起电烙铁。冷却时要注意防止焊件松动。

④ 焊点上锡量要适中,焊点应光亮、圆滑,大小合适,周围清洁。

图 2.1 所示为正确的元器件排列与安装示意图。

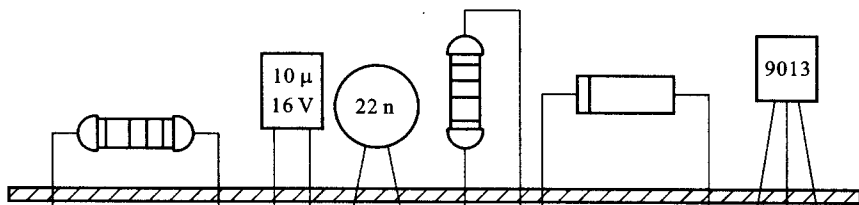


图 2.1 正确的元器件排列示意图

2.2 电子实验测量技术

一、电子测量的基本特点及分类

电子测量是以电子技术的理论为依据、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

电子测量与电工测量相比,有以下几个特点:

(1) 频率范围宽

电子测量可完成对直流量及快速变化电量的测量任务,被测量的频率范围可从零至几百兆赫。如 DF2172B 型交流电压表可对频率为 5 Hz ~ 2 MHz 的信号进行测量,而万用表一般只能测量 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,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,达到 5 个数量级;数字电压表可达 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飞跃的提高,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。

除了以上三个特点以外,电子测量还具有速度快、功能多、使用灵活方便等优点。随着微型计算机的发展,电子测量将朝着智能化的方向发展,它不仅可以