

应用电子学实验教程丛书

(一)

基本电子 电路 与仪器

宋开礪 李哲英 编
余文龙 郭 薇

中国铁道出版社

J I B E N D I A N Z I D I A N L U Y U Y I Q I

基本电子电路与仪器

社

应用电子学实验教程丛书

基本电子电路与仪器

宋开礪 李哲英
余文龙 郭 薇 编

中 国 铁 道 出 版 社

1995 年 · 北京

(京)新登字 063 号

内 容 提 要

本书是《应用电子学实验教程丛书》之一,是为适应我国经济体制改革对人才培养的需要和电子技术高速发展的形势,对高校电子电路实验课程体系作了重大改革后而编写的实验教材。本书有别于现有的实验教材,无论是内容的取舍和组织方面,还是在形式方面,都给人一种全新的感觉。本书覆盖了现行各实验课程的所有内容,因此即使课程体系没有改革,也可用本书作为教材。

应用电子学实验教程丛书

基本电子电路与仪器

宋开曙 李哲英 余文龙 郭 薇 编

中国铁道出版社出版、发行

(北京市东单三条14号)

责任编辑 刘 波 封面设计 赵敬宇

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本:787×1092毫米 1/16 印张:10.75 字数:253千

1995年2月 第1版 第1次印刷

印数:1—5500册

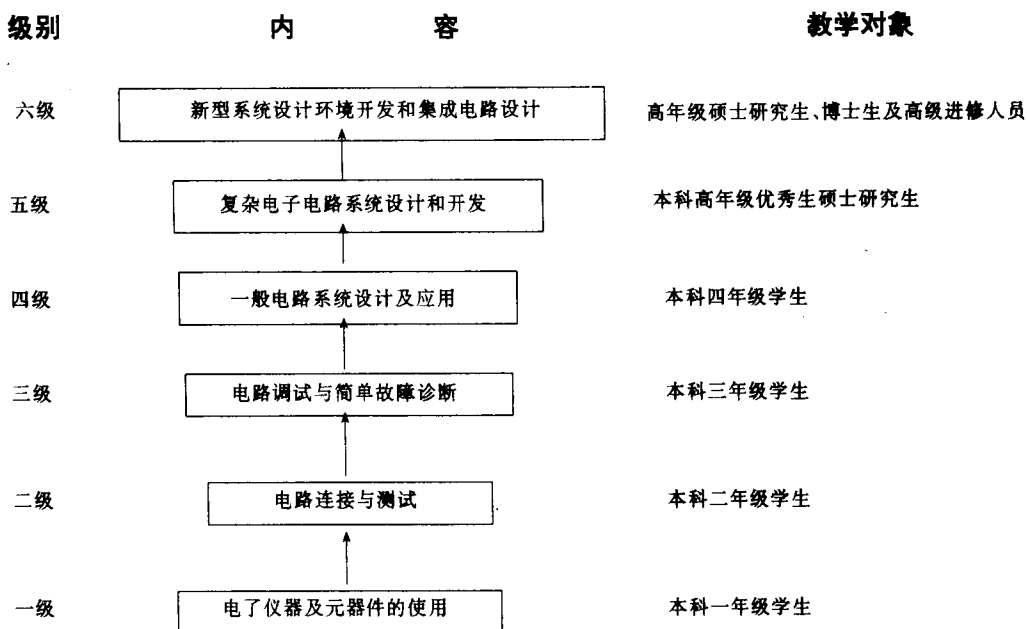
ISBN7-113-01890-4/TN·70 定价10.00元

前言

传统的电子电路实验课程体系一般由《电路与系统实验》、《模拟电子电路实验》、《数字电子电路实验》、《电子工艺实习》及《电子电路课程设计》等课程组成。这一课程体系已不适应我国经济体制改革对人才培养的需要和当今电子技术高速发展的形势。我国经济体制的改革,要求学校能培养出具有综合知识和应用开发能力的人才,而不是仅有一定“动手能力”的学历型人才。电子科学技术的高速发展,产业结构不断变化,使得现行的专业之间的界线变得模糊不清,因而要求高校培养掌握较宽基本理论、能跟踪科学技术发展、具有一定专业知识和技术的“素质型”人才,而不是某一专业的“专门”人才。

为了使电子电路实验课程体系能够适应新的形势,我们在“侧重实际设计能力,兼顾其他课程要求;侧重新技术学习,兼顾现有应用水平;侧重开发能力培养,兼顾一般应用能力培养;侧重动脑能力,兼顾动手能力”的原则下,将现有的电子电路实验课程体系改为“应用电子学实验教学系统”课程体系。这一体系打破了“模拟”与“数字”的界线;将基本电子电路与微计算机结合在一起;将技术基础课实验与专业课实验构成一整体。这一课程体系的教學从一年级开始实施,至四年级结束;全部课程以素质培养为目标、能力培养贯穿全过程。

应用电子学实验教学系统课程体系如下图所示:



这一课程体系的特点是:

(1) 将原有实验课(包括数字电路和模拟电路两门专门的实验课、课程设计、工艺实习以及

为其他课程配套的实验)统一为“应用电子学实验教学系统课程”,并从一年级开始实施。

(2)课程采用固定与灵活相结合、通用教学板块与特殊教学板块相交叉、侧重实际设计与操作的教学体系和开放与集中相结合的教学方法。所谓固定,是指基本技术理论和基本技术训练的模式相对于与国内和校内现有实际水平及条件比较稳定;灵活是指基本技术理论和基本技术训练的具体内容随电子科学技术及应用水平的发展而不断地更新。通用教学板块与特殊教学板块相交叉,不仅考虑了电子电路应用中通用性技术和专用技术既有分工又融汇贯通的特点,还能满足校内各学科和国内不同时期的特殊需要。侧重实际设计与操作不仅强化了电子电路应用所需的各项基本功训练外(如仪器的操作、元器件的使用、电路故障的分析等),还强化了微机应用的基本训练。

(3)课程体系分为六个等级。其中一至四级为本科生课程,并且没有突破现有实验教学的教学时数;五、六两级为少数优秀本科生和电类硕士研究生以及部分博士研究生的应用型课程;要求学生逐级通过。

本书就是为这一实验教学系统编写的教材之一。该实验教学系统的教材是一套丛书,共三册,分别为:

《基本电子电路与仪器》

《单片机应用》

《系统设计》

这套丛书有别于现用的实验教材,它是在上述思想指导下编写的,无论是内容的取舍和组织方面,还是在形式方面,都将给人一种全新的感觉。

本书用于前述一、二、三级的教学。全书共七章,第一、四章由宋开礪编写,第二、七章由郭薇编写,第三、六章由李哲英编写,第五章由余文龙编写,陈同占参加了第七章的编写工作,全书由宋开礪主编。由于这一改革是一新的尝试,又限于编者水平,书中不当之处,请读者批评指正。

编 者

1994年5月于北方交通大学

目 录

第一章 绪 论	1
§ 1-1 应用电子学实验的任务与地位	1
一、21 世纪电子高等教育面临的挑战	1
二、实践性教学环节在电子高等教育中的地位	2
§ 1-2 应用电子学实验的特点与学习方法	3
一、应用电子学实验的特点	3
二、应用电子学实验的学习方法	4
§ 1-3 安全用电知识	4
一、电 击	4
二、实验室的供电系统	5
三、接地与接零	5
§ 1-4 实验电路的制作与调试	6
一、实验电路的制作	6
二、电子电路的调试	7
三、电子电路的一般故障诊断与排除	7
练习与实验	10
第二章 电子仪器	11
§ 2-1 基本测量仪器	11
一、万用表	11
二、电子电压表	14
三、频 率 计	16
§ 2-2 电源与信号源	18
一、直流稳压电源	18
二、信号发生器	20
§ 2-3 图形显示仪器	24
一、示 波 器	24
二、晶体管特性图示仪	28
§ 2-4 集成电路测试仪	33
一、运放参数测试仪	33
二、数字集成电路测试仪	35
§ 2-5 逻辑分析仪	36

练习与实验	38
-------------	----

第三章 电子电路元器件	42
--------------------------	-----------

§ 3-1 电 阻 器	42
一、概 述	42
二、电阻器的主要技术指标	43
三、电阻器外部标志	44
四、电 位 器	45
§ 3-2 电 容 器	46
一、电容器的命名与分类	47
二、电容器的主要技术指标	48
三、电容器的选用	49
§ 3-3 电感器	49
§ 3-4 开 关	50
一、电源开关	50
二、微动开关	51
三、波段开关	51
四、定时开关	51
§ 3-5 继电器	51
一、继电器的种类	51
二、电气装置对继电器的基本技术要求	52
§ 3-6 二 极 管	52
一、二极管按用途分类	53
二、二极管的主要技术参数	53
三、单极晶体管	55
§ 3-7 晶体三极管	55
一、晶体三极管的分类	55
二、三极管的主要技术参数	56
§ 3-8 场效应晶体管	57
一、场效应管的主要技术参数	57
二、使用注意事项	58
§ 3-9 可 控 硅	58
一、单向可控硅	58
二、双向可控硅	59
§ 3-10 光电耦合器	59
§ 3-11 半导体器件使用时的注意事项	60
§ 3-12 集成电路	61
§ 3-13 模拟集成电路	62
一、运算放大器	62

二、线性集成稳压器.....	62
三、电压比较器.....	63
§ 3-14 数字集成电路.....	64
一、数字集成电路的分类.....	64
二、各类数字集成电路的性能比较.....	64
三、各类 IC 的使用注意问题	65
练习与实验	66
第四章 电子测量技术	68
§ 4-1 信号及其频谱的测量	68
一、概 述.....	68
二、周期信号有效值的测量.....	68
三、正弦信号相位差的测量.....	69
四、周期连续时间信号频谱的测量.....	70
五、信号的取样与恢复.....	72
§ 4-2 电路与系统的频域测量	72
一、网络函数.....	72
二、频率特性曲线的绘制.....	74
三、谐振电路的测量.....	75
§ 4-3 电路与系统的时域测量	76
一、电路与系统的响应及其实验方法.....	76
二、一阶电路响应的测量.....	77
三、二阶电路响应的测量.....	79
§ 4-4 系统的模拟	81
一、系统模拟的概念.....	81
二、连续时间系统的模拟.....	81
三、微分方程的模拟求解.....	83
四、离散时间系统的模拟.....	84
§ 4-5 电路与系统的数据域测量	84
一、数据域分析的基本概念.....	84
二、数据域测量的基本方法.....	85
练习与实验	82
第五章 模拟电路应用	89
§ 5-1 模拟电子电路中的特殊问题	89
一、模拟电子电路的特点.....	89
二、静态工作点的调试.....	90
三、放大电路的干扰.....	90
四、寄生振荡.....	91

§ 5-2 放大电路	92
一、基本电压放大电路	92
二、多级电压放大电路	94
三、放大电路中的反馈	95
四、功率放大电路	96
五、小信号调谐放大电路	97
§ 5-3 正弦波振荡电路	98
一、正弦波振荡电路的组成	98
二、石英晶体振荡器	99
§ 5-4 集成运算放大器	100
一、集成运放的参数	100
二、运放在信号运算方面的应用	101
三、运放在信号处理方面的应用	103
四、运放在信号产生方面的应用	104
§ 5-5 整流与稳压	105
一、概述	105
二、直流稳压电源	106
三、集成稳压电源	107
四、可控硅的应用	108
§ 5-6 调制与解调	109
一、幅度调制与解调	109
二、角度调制与解调	111
三、锁相环	111
练习与实验	112

第六章 数字电路应用

§ 6-1 数字电路设计、调试的基本方法	120
一、数字电路的基本特征	120
二、数字电路的设计方法	121
三、固件概念	123
四、数字电路调试方法	124
五、运行测试及系统评价	125
§ 6-2 逻辑电平与脉冲信号发生电路的设计、调试及应用	125
一、逻辑电平信号电路	126
二、脉冲信号发生电路的设计与调试	126
§ 6-3 逻辑门电路设计与调试	128
一、逻辑门电路的应用特征	128
二、逻辑门应用电路设计	128
三、软件逻辑门—逻辑运算	129

§ 6-4 时序逻辑电路的设计、调试及应用	129
一、时序逻辑电路的应用特征	129
二、时序逻辑电路的应用设计方法	129
§ 6-5 A/D、D/A 转换电路应用设计	130
§ 6-6 存储器电路应用	131
§ 6-7 数字电路故障分析	131
§ 6-8 模拟与数字混合电路的应用设计	132
练习与实验	133
第七章 印制电路板的设计	136
§ 7-1 印制电路板的制作	136
一、概述	136
二、印制电路板层数及制作工艺的选择	137
三、版图的设计原则	137
四、印制电路中的干扰及其抑制	138
§ 7-2 新 TANGO 绘图软件介绍	139
一、概 述	139
二、新 TANGO 软件功能及特性	140
三、新 TANGO 软件的安装	141
四、新 TANGO 软件的启动与通用键	142
五、新 TANGO 软件菜单方式	142
§ 7-3 电原理图绘图软件 SCHEDIT 的使用	142
一、电原理图绘图软件 SCHEDIT 的启动	143
二、进入主菜单	144
三、菜单命令操作	145
四、功能键	149
五、打印软件 SCHPLOT	150
§ 7-4 印制电路板图的设计与绘制	152
一、手动布线	153
二、自动布线	154
三、PCB 图打印软件 TRAXPLOT	156
练习与实验	157
附录 集成电路产品分类	158

第一章 绪 论

本章简述应用电子学实验的任务、地位、特点与学习方法,介绍安全用电知识和实验电路的制作与调试方法。这些问题对后面内容的学习有指导意义。

§ 1—1 应用电子学实验的任务与地位

一、21 世纪电子高等教育面临的挑战

从社会生产的角度来看,人类社会在经历了农业社会和工业社会后,现在又跨进了一个新的社会—信息社会。

信息社会是一个以信息的产生、管理、流通、开发和利用为主要特征的科学技术高度发展的知识型社会,是人类文明高度发展的产物。

信息社会的支柱是所谓 3C 技术,即计算机(Computer)技术、通信(Communication)技术和控制(Control)技术。3C 技术是应用电子学高度发展的新成就。作为现代经济技术基础和高科技发展基础技术的应用电子学,在近几十年内,发展之迅速、成就之惊人、应用之广泛,是任何一种科学技术无法与之相比的。现在应用电子学已有了严密的理论体系、先进的技术手段、强大的工业基础和广泛的应用领域。21 世纪应用电子学的特征可概括为“更高、更精、更尖、更深、更广”。据有关资料预测,进入九十年代后,应用电子学将在以下几个关键性领域趋于成熟:

- (1)亚微米集成电路技术;
- (2)片式元器件和表面安装技术;
- (3)敏感元器件及传感器技术;
- (4)超级四代计算机及软件技术;
- (5)现代通信技术和通信网络;
- (6)新一代电力电子技术;
- (7)高清晰度电视技术。

这些新成就将导致传统工业和高技术产业中的一场新的电子学革命。这场革命对世界传统的产业结构、劳动结构、生产方式、乃至精神文化生活都将产生深刻的影响,因此也必将对高等教育产生重大的影响。这一形势对高等教育,特别是电子高等教育提出了挑战,要求其在教育思想、教学内容、教学方法与手段等方面都必须作出重大的变革。否则,将无法面对这一挑战,培养出能适应信息社会对人才素质和知识结构全新要求的人才。

在教育思想方面,应明确面对 21 世纪的挑战,电子高等教育应培养什么样的人,以及如

何培养这样的人才的问题。信息社会对电子高等教育培养的人才有以下一些要求：

(1)在信息社会里,高等技术人员从事的工作主要是信息知识工作。这一工作属于脑力劳动范畴,因此要求电子高等教育培养出的人才应有坚实的理论基础和正确的逻辑思维能力。

(2)在信息社会中,新知识按指数规律增长的速度大量产生,呈现所谓“知识爆炸”现象,这就要求电子高等教育培养出的人才应有自我吸取知识、更新知识的能力。

(3)在信息社会中,科学技术飞速发展,老学科不断分化,新学科不断形成,学科间的相互渗透和多学科多专业的综合利用更加突出。这就要求电子高等教育培养出的人才应有广博的知识和丰富的想象力与创造力。

由这些要求可以看出,电子高等教育培养的人才应是一种高层次的智能型人才。这种人才的培养,已不能再沿用传统的“三中心”(以教师为中心、以课堂为中心和以书本为中心)的教育思想,而应代之以“以学生为中心”的“开放”式教育思想。

在教学内容方面,仅对现有的内容删繁就简、去旧换新是应付不了“知识爆炸”危机的。如果把所有现在有用和将来有用的知识统统加进来,其结果只能是使学时总量无控制地恶性增长。因此需要打破传统的观念和模式,重新设计新的课程体系。

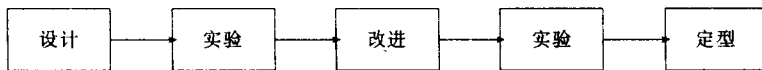
在教学方法与手段方面,应当改变单一的课堂教学模式,采用现代化的教学手段(如电化教学、计算机辅助教学等),加强实践性教学环节,广泛开展第二课堂(如课外科技活动)的教学。

二、实践性教学环节在电子高等教育中的地位

应用电子学的显著特征之一就是它的实践性。应用电子学从诞生之日起,就表现出了这种实践性。随着应用电子学日新月异的发展,这种实践性表现得更加明显。

作为应用电子学硬件的电子电路是在本世纪二十年代人们制造出真空三极管(电子管)后出现的。随后的发展极其迅速,在到现今的半个多世纪里,电子电路从电子管电路发展到晶体管电路,又发展到集成电路;从分立元件组成的电路发展到集成电路组成的电路,又发展到由大规模和超大规模集成电路组成的电路。

纵观电子技术发展的过程可以看到,应用电子学总是随着电子器件的发展而发展的。每一种新电子器件的出现都对电子技术的发展产生重大的影响,而应用电子学的发展又对电子器件不断提出新的更高要求。而这一过程又是与实验紧密相联的。每一新电子产品或新技术的出现,都经历了这样一个过程:



在这一过程中,实验起着决定性的作用。

应用电子学的实践性决定了从事电子技术工作的高级专门人材,无论是从事教学、科研工作的,还是从事工程技术工作的,都不仅要有坚实的理论基础、广博的知识和接受新事物的能力,而且还应有丰富的实际知识与经验。应用电子学的实践性也决定了实践性教学环节是整个电子高等教育中的一个极其重要的有机的组成部分。因此,电子高等教育从一开始就应把实践性环节放在重要的地位。

电子高等教育实践性教学环节所要达到的目标可概括为以下几个方面:

(1)使学生获得较广的实际知识,如各种电子器件的类型、型号、规格,以及各种典型的应用电路等。

(2)使学生得到一定的基本技能的训练,如焊接、组装、测量、调试、维修等技能及使用仪器、设备和查阅手册、资料的能力。

(3)培养学生的实验能力,如实验方案的制定、实验电路的设计、实验现象的观察与解释、实验结果的分析,以及实验报告的编写等。

(4)培养学生的科研能力。

(5)培养学生实事求是的科学态度和踏实细致的工作作风。

§ 1—2 应用电子学实验的特点与学习方法

一、应用电子学实验的特点

应用电子学实验有以下一些特点:

(1)电子器件(如半导体管、集成电路等)品种繁多,特性各异。在进行实验时,首先就面临如何正确、合理地选择电子器件的问题。如果选用不当,则将难以获得满意的实验结果,甚至造成电子器件的损坏。因此,必须对所用电子器件的性能有所了解。

(2)电子器件(特别是模拟电子器件)的特性参数分散性大,电子元件(如电阻、电容等)的元件值也有较大的容差。这就使得实际电路与设计要求的有一定的差异,实验时就需要进行调试。调试电路所花费的精力有时甚至会超过制作电路所花费的精力。对于已调试好的电路,若更换了某个元器件,也有个重新调试的问题。因此,掌握调试方法,积累调试经验,是很重要的。

(3)模拟电子器件的特性大多数都是非线性的。因此,在使用模拟电子器件时,就有一个如何合理地选择与调整工作点以及如何使工作点稳定的问题。而工作点是由偏置电路确定的,因此偏置电路的设计与调整在模拟电子电路中占有极其重要的地位。另一方面,模拟电子器件的非线性特性使得模拟电子电路的设计难以精确,因此通过实验进行调试是必不可少的。

(4)模拟电子电路的输入输出关系具有连续性、多样性与复杂性。这就决定了模拟电子电路测试手段的多样性与复杂性。针对不同的问题采用不同的测试方法,是模拟电子电路实验的特点之一。而数字电子电路的输出输入关系比较简单,但各测试点电平之间的逻辑关系或时序关系则应搞得非常清楚。

(5)由于测试仪器的非理想特性(如信号源具有一定的内阻、示波器和毫伏表输入阻抗不够高等),因此在测试时,测试仪器对被测电路的工作状态有影响。了解这种影响,选择合适的测试仪器和分析由此引起的测试误差,是模拟电子电路实验中的一个不可忽视的问题。

(6)电子电路中的寄生参数(如分布电容、寄生电感等)和外界的电磁干扰,在一定条件下可能对电路的特性有重大影响,甚至因产生自激而使电路不能工作。这种情况在工作频率高时尤易发生。因此,元件的合理布局 and 合理连接方式,接地点的合理选择和地线的合理安排,必要的去耦和屏蔽措施等在模拟电子电路实验中是相当重要的。

(7)电子电路(特别是模拟电子电路)各单元电路相互连接时,经常会遇到一个匹配问题。尽管各单元电路都能正常工作,若未能做到很好地匹配,则相互连接后的总体电路也可能不能

正常工作。为了做到匹配,除了在设计时就要考虑到这一问题,选择合适的元件参数或采取某些特殊的措施外,在实验时也要注意这一问题。

应用电子学实验的上述特点决定了应用电子学实验的复杂性,也决定了实验能力和实际经验的重要性。了解这些特点,对掌握应用电子学的实验技术,分析实验中出现的问题和提高实验能力是很有益的。

二、应用电子学实验的学习方法

为了学好应用电子学实验课,在学习时应注意以下几点:

(1)掌握实验课的学习规律。实验课是以实验为主的课程。每个实验都要经历预习、实验和总结三个阶段。每个阶段都有明确的任务与要求。

预习—预习的任务是弄清实验的目的、内容、要求、方法及实验中应注意的问题,并拟定出实验步骤,画出记录表格。此外,还要对实验结果作出估计,以便在实验时可以及时检验实验结果的正确性。预习得是否充分,将决定实验能否顺利完成和收获的大小。

实验—实验的任务是按照预定的方案进行实验。实验的过程既是完成实验任务的过程,又是锻炼实验能力和培养实验作风的过程。在实验过程中,既要动手,又要动脑,要养成良好的实验作风,要作好原始数据的记录,要分析与解决实验中遇到的各种问题。

总结—总结的任务是在实验完成后,整理实验数据,分析实验结果,总结实验收获和写出实验报告。这一阶段是培养总结归纳能力和编写实验报告能力的主要手段。一次实验收获的大小,除决定于预习和实验外,总结起着更重要的作用。

(2)应用已学理论知识指导实验的进行。首先要从理论上研究实验电路的工作原理与特性,然后再制订实验方案。在调试电路时,也要用理论来分析实验现象,从而确定调试措施。盲目调试是错误的。虽然有时也能获得正确的结果,但对调试电路能力的提高不会有什么帮助。对实验结果的正确与否及与理论的差异也应从理论的高度来进行分析。

(3)注意实际知识与经验的积累。实际知识和经验需要靠长期积累才能丰富起来。在实验过程中,对所用的仪器与元器件,要记住它们的型号、规格和使用方法。对实验中出现的各种现象与故障,要记住它们的特征。对实验中的经验教训,要进行总结。为此,可准备一本“实验知识与经验记录本”,及时记录与总结。这不仅对当前有用,而且可供以后查阅。

(4)加强自觉锻炼实际工作能力的意识。要将实际工作能力的锻炼从被动变为主动。在学习过程中,有意识地主动地锻炼自己的实际工作能力。不应依赖教师的指导,而应力求自己解决实验中的各种问题。要不怕困难与失败。从一定意义上来说,困难与失败正是锻炼自己实际工作能力的良机。

§ 1—3 安全用电知识

一、电 击

电击即通常所说的触电,是人体有电流通过时产生的一种剧烈的生理反应。

人体的电阻因人而异,因条件而异,可以大到 100 千欧以上,也可小到 1 千欧以下。因此,即使接触到的是低电压,也有可能受到电击。

我们将通过人体的电流和通电时间的乘积称为电击强度。根据研究统计,人体受到 30 毫安秒以上的电击强度时,就会发生永久性伤害。一般数毫安的电流就可使人有电击的感觉;十几毫安的电流就可使肌肉收缩、痉挛,失去自控能力,无力使自己脱离带电体。如果几十毫安的电流通过 1 秒以上就可造成死亡。几百毫安的电流可使人严重烧伤,并立即停止呼吸。

如果电流不经人体脑、心、肺等重要部位,除了电击强度较大时可造成内部烧伤外,一般不会危及生命。但如果电流流经上述部位,就会造成严重后果。

在实验过程中引起电击的主要危险是由于用电设备的破损或故障、电路连接错误及操作不当等原因而误触 220 伏电源。此外,对于已充电的电容器(特别是高电压、大容量的电容器),即使已断开电源,触及它时也会发生电击,甚至是致命的电击。

二、实验室的供电系统

一般实验室的动力电源均由低压电力网提供。低压电力网通常采用三相四线制,频率为 50 赫、电压为 380/220 伏。图 1-1 为实验室供电系统的示意图。其中 A、B、C 为相线(俗称火线),0 为工作零线(俗称零线),一为保护零线(俗称地线)。工作零线与保护零线的区别是:工作零线是三相电星形连接时的中线,保护零线是为安全而设置的接地线。

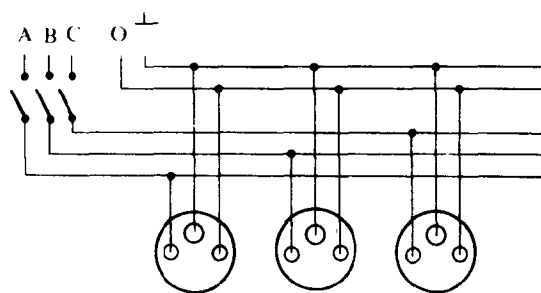


图 1-1 实验室的供电系统

判别相线与工作零线的最简单方法是用试电笔。试电笔由一只氖管和一电阻(约 1 兆欧)串联构成,手持其一端,另一端与相线接触时,由于此时氖管两端有高电压,氖管便发光;而与工作零线接触时,由于此时氖管两端无高电压,则氖管不发光;于是便可根据氖管是否发光来判别相线与工作零线。由于试电笔中电阻的阻值很高,因此通过人体的电流极小,不会使人触电。但应当注意,试电笔只能用于 220~380 伏,电压过高则不安全,过低则无效。

三、接地与接零

接地通常指用电设备的金属外壳直接与地连接,而接零是指与保护零线连接(虽然保护零线也是接地的,但用电设备的金属外壳只接保护零线,并不直接接地)。图 1-2 给出了接地和接零这两种情况。

一般场合均采用接零的方式,用电设备的电源插头(座)采用图 1-3 所示的三芯插头。

应当注意,将三芯电缆中的两根线接在一起,改用二芯

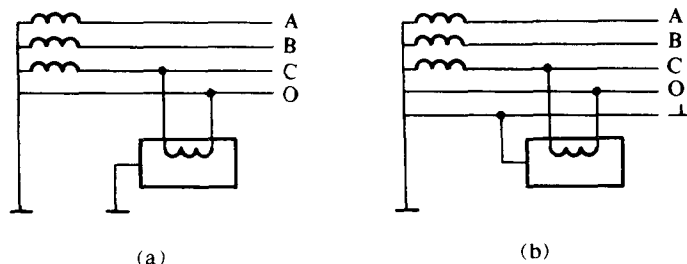


图 1-2 接地与接零

插头是不安全的。

由于电子仪器的金属外壳是接零的,而仪器的输出端子(如信号发生器)或输入端子(如示波器)都有一端是与机壳相通的,因此当数台仪器相互连接时,一定要将接零端与接零端相连,如图 1-4 所示;若接反,则将会造成短路,使得仪器不能正常工作,甚至使信号发生器损坏。



图 1-3 三芯电源插头(座)

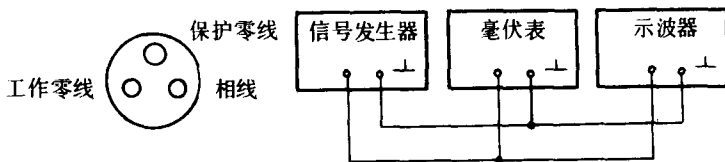


图 1-4 仪器的连接

§ 1-4 实验电路的制作与调试

一、实验电路的制作

在本课程的实验及以后的学习与工作中,经常会遇到自己动手制作实验电路的问题。因此,掌握电子电路的制作技术,不仅是当前学习的需要,而且也是以后学习与工作的需要。

电子电路的性能除了取决于电路的设计、元器件的选择和元器件的质量外,在很大程度上还取决于制作工艺的质量。特别是对初学者来说,制作工艺的质量常常起着决定性的作用。

在实验室中,制作工艺难以做到象生产厂那样规范化。但是,掌握基本的制作技术,并力求达到较高的质量,不仅是必要的,而且是可能的。

学习制作技术,需要有不怕繁琐、踏实细致、精益求精的精神与作风,需要勤动手、多实践。经验表明,急于求成、粗制滥造的结果,将使调试工作困难重重,甚至失败而不得不重新制作。相反,精心细作往往可获得一次成功的满意结果。

电子电路的制作通常有两种方法,一种是在特制的接插元器件的板上(称为面包板)搭接电路。这种方法不需要焊接,很易更换元器件。对于一般的实验电路,多采用这种方法。但这种方法在元器件的排列及引线的走向等方面,难以做到合理,且有时还会遇到接触不良的问题。另一种方法是先制作印制电路板,然后将元器件焊在印制电路板上。这种方法可靠性较高,元器件的排列和引线走向可做到比较合理。对于已定型的实用电路,多采用这种方法。但这种方法的工作量大,更换元器件不便。

图 1-5 为面包板的示意图。在面包板上布满了供插接元器件的小孔,孔内有导电良好的金属簧片。每列的五个孔在电气上是相通的,而各列之间是不通的。因此,每一列可作为电路中的一个节点,在此节点上,最多可连接五个元器件。

面包板的使用是很灵活的。虽然元器件的排列与引线的走向受到一定限制,但仍可做到使所搭接的电路整齐美观。

由于用面包板搭接电路一般用于临时试验的情况,因此所有元器件的引线不必剪短。这样,这些元器件以后还可继续使用。

用面包板搭接电路的过程,是一个将电原理图变为实际电路的过程。虽然两者在元器件的排列和导线的走向上可能不同,但各元器件间的电气连接关系却应是完全一样的。初学者往往

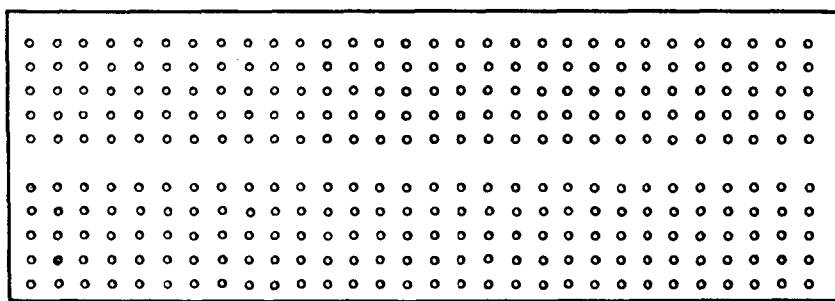


图 1-5 面包板示意图

会看电原理图,而不会看实际电路。因此,应通过搭接电路来培养看实际电路的能力。

用面包板搭接电路只适用于临时性的实验情况,对于已定型的电路,则需要采用印制电路板。关于印制电路板的制作在第七章介绍。

二、电子电路的调试

对电子电路进行调试就是通过调试使电路正常工作,使其特性指标达到预定的要求。

对电子电路进行调试是一项细致的工作,既需要熟悉电路的工作原理,又需要有一定的实践经验。由于电路的多样性和实际情况的复杂性,这里仅介绍调试时所应遵循的一般原则。这些原则是:

(1)调试前,必须先熟悉电路的工作原理,各元器件在电路中的作用,以及电路所应具有的特性指标。这是调试电路的前提。

(2)通电前,必需仔细检查实际电路,只有在确认电路连接无误后,方可通电进行调试。

(3)对于含有晶体管的电路,在元器件选用恰当,电路连接无误的情况下,一般只要调整好晶体管的静态工作点,电路便能正常工作。所以,调整晶体管的静态工作点通常成为整个调试工作的第一步。在调整工作点时,应当注意避免因电流过大而损坏晶体管。

(4)对于由若干单元组成的电路,应先分别调试各个单元电路,然后再连在一起统一调试。若各单元电路是级联的,则应先调试最后一级,然后依次调试前面各级。

(5)在调试时,有时需要更换某些元件(例如电阻或电容的元件值需要更改),有时需要附加某些原电路中没有的元件(例如,当电路产生自激或其它一些异常现象时,若正常的调试措施无法解决,则就可采用这种办法)。所有这些工作都应在断开电源的情况下进行。

(6)调试时可能遇到一些故障,应当首先排除故障,然后再进行调试。

三、电子电路的一般故障诊断与排除

电子电路丧失规定功能的现象称为故障。对电子电路的故障进行诊断和排除,既需要有一定的理论基础,更需要有丰富的实践经验。既需要踏实细致的工作作风,又需要不怕困难的精神。

诊断与排除故障的能力,是实际工作能力的一个很重要方面。对于初学者来说,注意积累这方面的经验是非常重要的。为此,可对遇到的每一故障都从故障现象、故障原因、排除方法、经验教训等几个方面进行总结,并作必要的记录。