

模拟电子技术基础 设计 仿真 编程与实践

主编 李万臣

MONI DIANZI JISHU JICHU
SHEJI FANGZHEN BIANCHENG YU SHIJIAN



哈尔滨工程大学出版社



哈尔滨工程大学
国家工科基础课程教学基地
电工电子类系列教材

模拟电子技术基础

设计 仿真 编程与实践

主 编 李万臣
副主编 于 蕾 朱海峰

哈尔滨工程大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术基础设计 仿真 编程与实践/李万臣主编.
哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2005
ISBN 7-81073-681-7

I.模… II.李… III.模拟电路-电子技术-高等学校-教材 IV.TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 040536 号

内 容 简 介

本书是一本模拟电子技术基础设计性实验课教材,共分五编,即基本知识和技能、单元设计、系统设计、实验仿真及模拟可编程技术。该书重点介绍模拟电子技术的工程设计与测试方法、仿真与编程技术,着力培养学生的工程设计与动手能力。它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。

哈尔滨工程大学出版社出版发行
哈尔滨市南通大街145号 哈尔滨工程大学11号楼
发行部电话:(0451)82519328 邮编:150001
新华书店经销
哈尔滨工程大学印刷厂印刷

*

开本 787mm×1 092mm 1/16 印张 19 字数 462 千字

2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

印数:1—3 000 册

定价:25.00 元

前 言

随着计算机技术和大规模集成电路制作技术的迅速发展,电子技术的理论、技术和电路也随之发生了显著的变化。这就对电子技术基础课程提出了更高的要求,而实践环节作为电子技术基础课程的重要组成部分在培养学生的动手能力、综合能力和创新能力方面具有不可替代的作用。

这一切都要求实践环节必须走改革与创新之路,才能适应未来社会对人才的需求。本书根据高等院校工科电子信息类、通信类专业的现行本科培养方案、课程设置及教学大纲编写而成。在编写过程中以实验室开放为基础,结合设计性、开放性的教学实际,充分吸纳多年来教学改革取得的成果,特别是将先进的模拟在线可编程技术融入其中,并将设计、仿真、编程等多种实践手段加以综合运用,旨在加强学生基本实践技能的综合训练,以及对新实践手段的掌握。

本书以模拟电子技术基础的工程设计方法、测试方法、仿真技术和在线编程技术为主线,突出工科特色,强调与工程实际接轨;以电路的功能为出发点设计实践选题,选题努力反映新技术,采用新器件,并均有设计举例和设计任务。本书具有体系结构新颖、注重工程应用、实验手段先进、能启发思考、易于自学、理论紧密联系实际等特点。

全书共分五编。第一编为基本知识和技能,介绍顺利进行模拟电子技术基础设计性实验必备的基本知识及技能。第二编为单元设计,从单元电路的功能出发,编入6种单元功能电路、33个设计选题。每个单元功能电路中均详细介绍了电路原理、设计步骤、计算方法、典型电路及调试过程等内容,针对每种单元功能电路均给出A、B、C三个具有不同难度梯度的选题,学生可根据自身情况,选择难度适合的选题,达到因材施教的目的。第三编为系统设计,在单元设计的基础上进行,共有23个选题。既有中小型应用系统电路的设计,又有新器件的应用实例。第四编为模拟电路的实验仿真,介绍适合于教学,并兼有计算机辅助分析与设计功能的Electronic Workbench软件的使用方法和多个仿真实验范例。第五编为模拟可编程技术,介绍了基于Lattice芯片的先进在线模拟可编程技术的使用方法及应用实验范例。附录部分编入了常用电子测量仪器的性能指标、使用方法及常用元器件功能、参数等基本知识。

在组织本教材的教学进度时,选题要由浅入深,由易到难,循序渐进,仿真手段的运用要适度,才能取得最佳的教学效果。

本书在以前设计性实验教材的基础上,融入了开放实践环节的新技术、新思路,重新组织人力进行编写而成。李万臣担任主编,于蕾、朱海峰参加编写,阳昌汉教授担任本书的主审,并提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示诚挚的谢意。

本书在编写过程中,除了依据几年来摸索的教学实践经验外,还参阅借鉴了国内相关高等院校有关的教材,在此表示感谢。本书可作为大专院校的电类专业、自控专业以及仪器仪表专业的教材。

由于编者水平所限,书中难免会有错误和不妥之处,恳切希望广大读者和同行给予批评指正。

编 者

2005年4月

目 录

第一编 基本知识与基本技能

第一章 绪 论	1
第二章 仪器使用	4
实验研究与思考题	6
第三章 半导体分立元件特性测试	7
第四章 集成运算放大器特性测试	10

第二编 单元设计

第一章 放大功能电路设计实验	17
第一节 晶体管放大电路设计实验	17
实验研究与思考题	29
第二节 场效应管放大电路设计实验	29
实验研究与思考题	35
第三节 差动放大电路设计实验	36
实验研究与思考题	44
第二章 基本模拟运算电路设计实验	45
第一节 集成运放的组成、分类及主要参数	45
第二节 加减运算电路设计实验	48
实验研究与思考题	59
第三节 积分与微分电路设计实验	59
第四节 对数、乘除运算电路设计实验	65
第三章 RC 有源滤波功能电路设计实验	73
第四章 信号处理、产生及变换功能电路设计实验	82
第一节 信号处理功能电路设计实验	82
第二节 信号产生功能电路设计实验	86
第三节 信号转换电路功能设计实验	97
第五章 功率放大功能电路设计实验	101
第六章 直流稳压电源功能电路设计实验	111

第三编 系统设计

第一章 系统设计的一般设计方法	128
第二章 音响放大器的设计	133
第一节 多级放大器的设计	133
第二节 音响放大器的设计	135
第三章 集成稳压器的扩展应用设计	153
第四章 函数信号发生器的设计	162
第五章 电表电路的设计	170
第六章 其他应用电路的设计	176

第四编 实验仿真

第一章 电子工作台概述	183
第二章 模拟电路的仿真实验范例	193

第五编 模拟可编程器件

第一章 ispPAC 简介	209
第二章 ispPAC 系列芯片介绍	210
第一节 ispPAC10 芯片介绍	210
第二节 ispPAC20 芯片介绍	212
第三节 ispPAC80 芯片介绍	215
第三章 PAC 的接口电路	217
第四章 配套软件(PAC-Designer)的使用	219
第五章 设计举例	225
第一节 加减运算电路设计实验(ispPAC20)	225
第二节 低通滤波器的设计(ispPAC10 和 ispPAC80)	230

附 录

附录一 模拟电子技术基础实验常用仪器简介及使用说明	237
附录二 电 阻 器	265
附录三 电 容 器	269
附录四 二 极 管	273
附录五 三 极 管	276
附录六 集成电路	281
附录七 半导体发光器件	291
附录八 模拟可编程器件芯片引脚	293
参考文献	296

第一编 基本知识与基本技能

第一章 绪 论

模拟电子技术基础实践,实质上就是根据教学或工程实际的具体要求,进行实际电路设计、安装和调试的实验过程。在这一过程中,我们既要验证模拟电路理论的正确性和实用性,又要从中发现理论的近似性和局限性。同时,我们还可以发现新问题,产生新设想,拓宽知识视野。因此我们不仅要巩固深化基础理论和基础概念,更要付诸于实践,培养理论联系实际的学风、严谨求实的科学态度和基本工程素质(其中应特别注意动手能力的培养),不断提高分析问题和解决问题的能力,以适应未来实际工作的需要。

电子技术的迅速发展突出表现在新器件、新电路层出不穷,要认识和应用门类繁多的新器件和新电路,最有效的方法就是实验。深入研究、掌握模拟电路实验,对从事电子技术的人员是至关重要,也是必不可少的。

一、实验分类

按性能要求的复杂与否,模拟电子技术基础实验可分为以下两大类。

1. 单元设计性实验

能够根据技术指标的要求,设计构成具有各种功能较为单一的基本单元电路,并用实验的方法进行分析、修正,使之达到所规定的技术指标。通过单元设计性实验,既要验证电路基本原理,又要检测器件或电路的性能(即功能)指标,重点学会基本电量的测量方法。

2. 系统设计性实验

在完成模拟电子技术基础理论知识和单元设计性实验的基础上,综合运用有关知识,设计、安装与调试自成系统的,与工程实际接轨的,具有一定实用价值的电子线路装置。

二、实验方法

1. 直接电路实验法

设计者根据课题技术指标要求设计出各种功能的电路后,组装设计电路,并对所装电路进行观察、测试和分析,反复更换元器件进行调试,最终达到课题技术指标的要求。直接电路实验法优点是:直观、简捷,技术方法简单,实验结果可靠;在工程实践中是一种普遍采用的实验研究方法。它存在的缺点是:元器件和材料消耗大;实验周期长;难以模拟电路中的某些故障;难以胜任大规模和超大规模集成电路的设计性实验任务。

2. 计算机软件仿真法

计算机软件仿真法是指利用计算机速度快、存储容量大的特点,在计算机这一现代化“实验装置”上采用数学模拟的方法,运用各种软件直接模拟电子线路的功能,完成各种电路性能分析和技术指标的测量方法。目前,在模拟电子技术基础这一范畴里,一般采用

Electronic Workbench 软件和 Pspice 软件完成电路的仿真。由于 Electronic Workbench 具有界面直观、形象,操作方法与真实实验环境较为接近,所以在模拟电子技术基础实验中主要用它来进行电路仿真分析与测试。

3. 在线系统编程法

在线系统编程法利用模拟可编程器件具有现场可编程的特点,配合相应的开发工具软件,如设计数字电路那样方便、快捷地完成模拟电路的设计、修改、编程和验证,从而极大地缩短产品的研制周期并增强其竞争力,这种方法具有广阔的应用前景。

我们建议先利用计算机软件仿真法或在线系统编程法对所设计的电路进行仿真,然后采用直接电路实验法或在线系统编程法装接调试电路,完成电子产品的制作。

三、实验要求

- ①能读懂基本电路图,具备分析电路功能及作用的能力。
- ②具备设计、安装和调试具有一定功能电路的能力。
- ③会查阅和利用技术资料,具备根据实际情况合理选用元器件构成系统电路的能力。
- ④具备分析和排除故障的能力,独立分析和解决问题的能力。
- ⑤能够独立组织实验,独立拟定实验步骤,掌握常用电子测量仪器的选择、使用方法和基本电量的测试方法。
- ⑥能够写出严谨、实事求是、理论分析与误差分析兼具的、见解独特、文字通顺及字迹端正的实验报告。

四、实验程序

实验一般可分为三个阶段,即实验准备、实验操作和实验总结。

1. 实验准备

实验能否顺利地进行并达到预期目的,实验前的准备工作是关键。

①根据教师对实验范围提出的要求,结合自己学习的实际情况,认真选择不同难度的设计选题(开放性实验应提前预约)。

②根据选题要求,自行设计电路。要做到数值计算正确,设计步骤清楚,电路原理图完整,元器件符号符合标准,参数符合系列化标准值要求,最终列出元器件清单(作为领取元器件的依据),完成一份设计报告。

③拟定详细的实验步骤,包括实验电路的调试步骤、测试电路及测试方法,并设计好实验数据记录表格,完成一份预习报告。

④实验开始,应认真检查所领到的元器件型号、规格和数量,并进行质量检查;检查所用仪器状态,若发现故障应及时提出。

2. 实验操作

正确的操作方法和操作程序是提高实验效果的可靠保障。在进行每一项操作前,都应明白测什么,为什么测?做到目的明确,心中有数。

(1) 仿真实验操作

①利用 Electronic Workbench 仿真软件对所设计电路进行性能分析,检查能否达到技术指标要求。

②改变元器件参数,讨论其对电路性能的改变和影响。

③设置若干个不同的故障,总结其对电路的影响。

④将结果打印整理,写出分析总结报告。

(2)直接电路实验操作

①在无焊接实验电路板(俗称面包板)上插接电路或在通用实验板上焊接电路。

②在通电的情况下,要首先观察电路有无异常现象,然后再进行具体测试。

③任何电路均应首先调试静态,然后进行动态测试。

(3)在线系统编程实验操作

①利用模拟可编程开发软件完成电路设计与编程。

②将编程结果下载到相应的模拟可编程器件。

③利用模拟可编程器件完成相应的实验功能。

3.实验总结

实验总结就是按一定的格式和要求,写出一份实验报告。

写报告的过程,就是对电路的设计方法和实验方法加以总结,对实验数据进行处理,对所观察的现象加以分析,并从中找出客观规律和内在联系的过程,它是一个提高的过程。应引起大家的重视。

因各学科的实验性质和内容有别,报告要求也不一样,就模拟电子技术基础实验而言,实验报告一般应由以下几部分组成。

(1)实验名称

反映该报告的性质和内容。

(2)实验目的

简明扼要地交代本次实验要掌握什么,熟悉什么,了解什么。

(3)实验仪器

列出实验仪器的名称和型号,其目的是让人了解实验仪器的精度等级和先进程度,以便对实验结果可信度做出恰当的评价。

(4)实验电路原理图

按标准画出最后完成设计任务所要求的实验电路原理图,并标出元器件的名称及参数,特别是对实验过程中修改过的元器件及参数,应着重加以注明。若采用印刷电路板装配,则画出装配示意图。

(5)实验内容及主要步骤

交待装配时的注意事项,调试时的方法、步骤及内容等。特别是当技术指标不满足或不符合设计要求时,采用的分析、修正方案也应交待清楚。

(6)实验数据处理

认真整理和处理实验数据,注意确定实验数据的有效数字位数,并列出表格或画出曲线(在坐标上)。

(7)实验结果及分析

反映所做实验的深度,是检验理论和实践结合情况的一个重要标准。

①对实验结果进行理论分析,找出产生误差的原因,提出减少实验误差的措施。

②详细记录组装、调试和测试过程中发生的故障和问题,进行故障分析,说明故障排除的过程及方法。

③认真写出对本次实验的心得体会和意见,以及改进实验的建议。

第二章 仪器使用

一、实验目的

了解晶体管直流稳压电源、数字合成信号发生器、交流数字毫伏表和数字存储示波器的基本工作原理,并初步掌握其使用方法。

二、实验原理

在模拟电子技术实验里,测试和定量分析电路的静态和动态的工作状况时,最常用的电子仪器有示波器、信号发生器、直流稳压电源、晶体管毫伏表、数字式或指针式万用表等,各仪器仪表与实验电路的连接如图 1-1 所示。

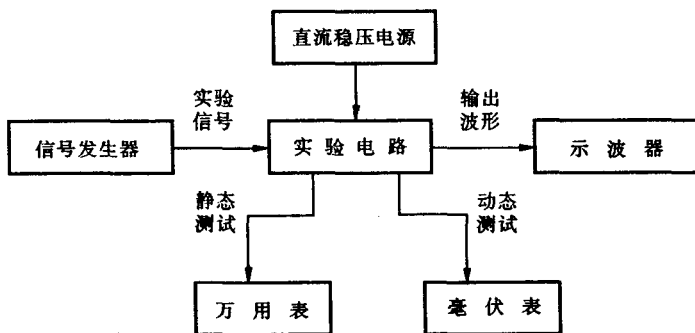


图 1-1 模拟电子技术实验中测量仪器连接图

直流稳压电源 为电路提供能源。

信号发生器 为电路提供各种频率和幅度的输入信号。

示波器 用来观察电路中各点的波形,以监视电路是否正常工作,同时还用于测量波形的周期、幅度、相位差及观察电路的特性曲线等。

晶体管毫伏表 用于测量电路的输入、输出信号的有效值。

数字式或指针式万用表 用于测量电路的静态工作点和直流信号的值。

上述测量仪器简介及使用说明见附录一。

使用上述仪器测量时应注意以下方面。

1. 正确选用电子测量仪器

各种电子仪器都具有不同的技术特性,只有在其技术性能允许的范围内使用,才能得到正确的结果,因此使用时必须选择恰当,如仪器所提供的信号频率范围或适用的频带宽度,最大输出电压或功率,允许的输入信号最大幅度以及其输入、输出阻抗等。

2. 正确选择仪器的功能和量程

当使用仪器对电路进行测量前,必须将仪器面板上各种控制旋钮选择到合适的功能和

量程挡位,一般选择量程时应先置于高档位,然后根据指针偏转的角度逐步将挡位降至合适位置,并尽量使指针的偏转在满刻度的 $2/3$ 以上为好。对于采用数码显示的仪器,其测量数据应在测试仪器接入电路后 5 秒以上,数码不再闪烁时再读取数值。测试时应避免在测试表笔与电路接通时改换功能选择开关,因为这样做的后果与错用功能挡位是一样的。

3. 严格遵守操作规程

使用仪器时,一定要了解仪器各控制旋钮的改动对被测电路的影响,正确合理使用仪器才能测到准确的数据并能避免仪器或器件的损坏。使用晶体管直流稳压电源时,一般应先调好所需的输出电压,而后关闭电源,待检查全部测量电路的元件及线路正确无误后才能将直流电源接上并启动。

4. 所有测量仪器及实验电路均应“共地”

在电子电路实验中,应特别注意各电子仪器及实验电路的“共地”,即它们的地端应按输入、输出的顺序可靠地连在一起,如图 1-2 所示。

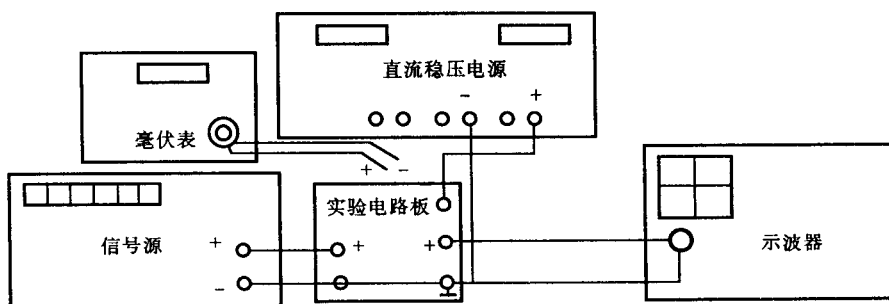


图 1-2 电子仪器与实验电路的“共地”连接

在一般电工测量中,当测量交流电压时,可以任意互换电极而不影响测量读数。但在电子电路中,由于工作频率和电路阻抗较高,故功率较低。为避免干扰,大多数仪器是采用单端输入、单端输出的形式。仪器的两个测量端总有一个与仪器外壳相连,并与电缆的外屏蔽线连接在一起,通常这个端点用符号“ $\perp$ ”表示。将所有的“ $\perp$ ”连接在一起,能防止可能引入的干扰,避免产生较大的测量误差(注:根据部颁符号标准规定:“ $\perp$ ”与“ $\oplus$ ”同义)。

三、实验内容

1. WYK-302B₂ 直流稳压电源的使用

①打开电源开关,调整主从路电源处于独立状态,调整各路输出分别为 6 V、9 V,用万用表测量此时输出的直流电压,并注意用何种刻度读数才是正确的,并比较与电源上的数码显示读数是否相同。

②调整主从路电源处于串联或并联状态,调整主路输出为 6 V,观察此时的从路输出,并用万用表测量此时的串联或并联电压值。

③调节稳流调节旋钮处于不同的位置,了解它与输出电压的关系,并明确正确使用方法。

2. SG1005 直接数字合成信号发生器与 SX1911 交流数字毫伏表的使用

①信号发生器的使用方法在附录一中已作了详细介绍。试通过调出 1 kHz, 100 mV 的

正弦交流信号,对仪器的各旋钮及菜单控制键进行反复使用练习。

②启动交流数字毫伏表电源,将信号发生器的输出电缆与交流数字毫伏表的输入电缆相连,反复调整控制信号发生器的输出幅度,用交流数字毫伏表读取此时信号电压的有效值。

3. DS3042M 数字存储示波器的使用

按图 1-3 接线,仔细阅读附录一中示波器的使用操作方法,选用频率为 1 kHz,幅度为 100 mV 的输入信号,反复练习信号发生器、毫伏表、示波器的使用方法。

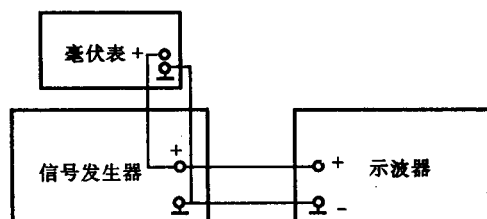


图 1-3 仪器正确使用的连接

四、预习要求

参阅附录一,了解模拟电子技术基础实验常用仪器的性能指标、使用操作方法及注意事项。

实验研究与思考题

1. 交流信号本无正、负之分,为何在测量时强调仪器的正、负极?
2. 使用信号发生器时,若需大范围提高输出幅度,正确的操作方法是什么?
3. 总结数码显示的读取方法?
4. 交流数字毫伏表为什么一接通电源显示屏上就有数码显示?
5. 总结所使用的信号发生器、直流稳压电源、交流数字毫伏表及示波器的特点。

第三章 半导体分立元件特性测试

一、实验目的

- ①掌握用万用表判断二极管、三极管极性和性能的方法。
- ②掌握电阻、电容元件的标称值及读取方法。

二、实验内容

半导体分立器件型号命名方法见附录四。

1. 用万用表检查晶体管

(1) 用万用表判断二极管的质量与极性

万用表的内部等效电路如图 1-4(a) 所示, 万用表面板图和等效电路如图 1-4(b) 所示。根据二极管单向导电特性, 通过万用表电阻挡量程 $\times 100$ 或 $\times 1k$, 分别用红表笔与黑表笔碰触二极管的两个电极, 然后表笔互换进行交换测量, 若测量的结果电阻有明显的差异, 则可认定被测二极管是好的。因为万用表内部电池正极接黑表笔, 而电池负极接红表笔, 所以黑表笔带正电压, 红表笔带负电压, 因此测量结果呈低电阻时黑表笔所接电极为二极管的正极, 另一端为负极。测量结果可对照表 1-1 来进一步对二极管的质量做出判断。

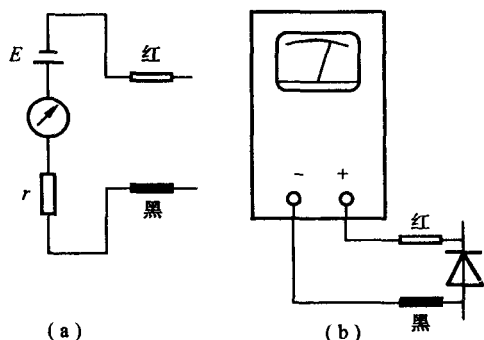


图 1-4 万用表的面板图和等效电路

(a) 等效电路; (b) 面板图

表 1-1 二极管质量检查表

正向电阻	反向电阻	管子好坏
一百欧姆到几千欧姆	几千欧姆到几百千欧姆	好
0	0	短路损坏
∞	∞	开路损坏
正、反向电阻比较接近		管子失效(不易采用)

表 1-1 中规定的只是大致范围。实际上, 正、反向电阻不仅与被测管有关, 还与万用表型号有关。若 $R \times 1k$ 挡的欧姆中心值不同, 虽然电池电压均为 1.5 V, 向二极管提供的电流却不相等, 反映的电阻值就有一定的差异。若选择 $R \times 10$ 挡或 $R \times 1$ 挡, 则电阻挡愈低, 向

被测管提供的电流愈大,测出的电阻值愈小。

(2) 用万用表判断三极管的电极与质量

分立器件中双极型三极管比场效应管应用广泛,三极管的封装有金属壳和塑料封装等,常见三极管封装外形及管脚排列如图 1-5 所示。需指出,图 1-5 中的管脚排列方法是一般规律,对于外壳上有管脚指示标志的,应按标志识别,对管壳上无管脚标志的,应以测量为准。

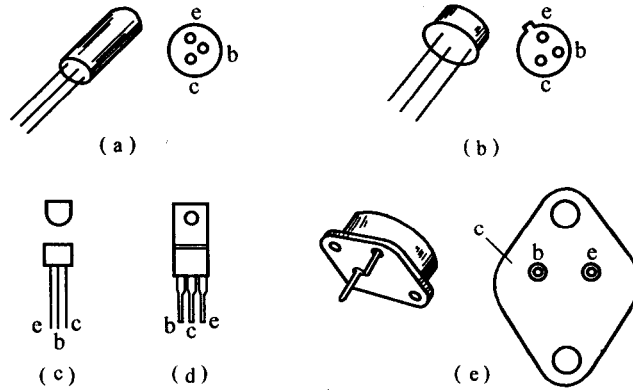


图 1-5 常见三极管的外形及管脚排列

①判断基极 b。基极与集电极、基极与发射极分别是两个 PN 结,它们的反向电阻都很大,而正向电阻都很小。因此用三用表($\Omega \times 100, \Omega \times 1k$ 挡)测量时,先将任一表笔接到某一认定的管脚上,另一表笔分别接到其余两管脚上,如果测得阻值都很大或都较小则可断定所认定的管脚是基极;若不符合上述结果,应另换一个管脚重新测量,直到符合上述结果为止。与此同时,应注意表笔及其所接管脚的极性,当黑表笔接在基极,红表笔分别接在其他两极测得的电阻值小时,可确定该三极管为 NPN 型,反之为 PNP 型,如图 1-6。

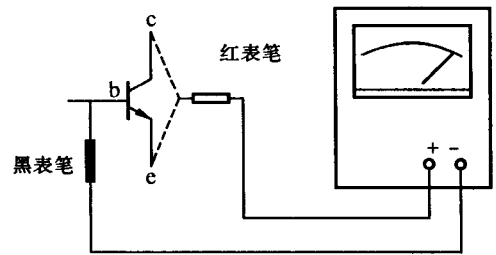


图 1-6 电极判断连接示意图

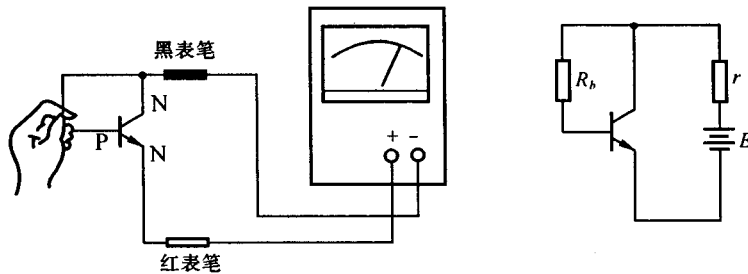


图 1-7 晶体管 c、e 极判断连接图

②判断集电极 c 及发射极 e。判断集电极和发射极的基本原理是把三极管接成单管放大电路(图 1-7),以测量管脚在不同接法时的电流放大系数的大小来比较,当管脚接法正确时的 β 较接法错误时的 β 大,则可判断出 c 和 e。测试时是在上述判断中已确定了管型和基极的前提下进行的,然后假定余下的两个极中一个是 c,另一个是 e。若被测管是 NPN 型,应以黑表笔接认定的 c,红笔接认定的 e(若为 PNP 型则反之),将 c、b 两极用手控住(注意:勿使 c、b 短路,此时人体电阻作为 R_b , $I_B > 0$)和断开(相当 $R_b = \infty$, $I_B = 0$),观察在上述两种情况下,表针偏转的差值 $\Delta\varphi$ 。 $\Delta\varphi$ 较大时所假定的 c、e 是正确的;若 $\Delta\varphi$ 很小,说明所假定的 c、e 极不对,则要将表笔调换位置。如果晶体管正常,总能找到正确的接法,判断出 c 和 e 两极。另外,若 c、e 极判断错误,接入电路后,由于 $U_{(BR)CEO}$ 比 $U_{(BR)CBO}$ 要小得多,很容易将发射结击穿。

(3)用万用表粗测晶体管的主要参数

①粗测电流放大系数 h_{FE} 。利用万用表,可粗略测量晶体管共发射极电流放大系数 h_{FE} 。方法是万用表选择开关放在“ $\Omega \times 1k$ ”挡,短路表笔调零,然后分开表笔,选择开关旋至 h_{FE} 挡,将被测管按其极性插入相应插孔中,则可由指针偏转的位置按 250 量程的刻度读得 h_{FE} 值。数字表可由数码直接显示。

②粗测穿透电流 I_{CEO} 。将三用表选择开关放在“ $\Omega \times 1k$ ”挡,短路表笔并调零,然后在三极管基极悬空的情况下将 c、e 极与表笔相接。若被测管是 PNP 型则将红笔接 c 极,黑笔接 e 极(NPN 型则相反),测得的 c、e 间的阻值较大(例如几十千欧),则说明穿透电流 I_{CEO} 较小,管子能正常工作。在测试 I_{CEO} 的同时,用手捏住三极管的管帽,受人体温度的影响,c、e 间反向电阻会有所减小。若变化不大,则该管的稳定性能较好;若指数迅速减小,则该管的热稳定性能较差。

2. 阻容元件简介

①电阻、电容的标称值见附录二、三。

②对实际的电阻、电容元件进行数值标识的读取练习。

第四章 集成运算放大器特性测试

一、实验目的

- ①掌握运放好坏的判断方法。
- ②学习掌握运算放大器主要性能参数的测试方法。

二、集成电路外形及引脚

在模拟电路中,集成电路是常用的基本器件,应用非常广泛,了解集成电路的识别和简易测试方法就显得很重要。但是,要识别和测试类别和型号繁多的集成电路并非易事。本书限于篇幅和根据实验教学需要,仅介绍一些识别集成电路的常识和运算放大器主要性能参数的测试方法。

1. 集成电路外形与引线排列

集成电路外形有以下几种。

A、B 型——扁平封装(A 为陶瓷、B 为塑料),如图 1-8(a)所示。

C 型——陶瓷双列直插封装,如图 1-8(b)所示。

D 型——塑料双列直插封装,如图 1-8(c)所示。

Y 型——金属圆壳封装,如图 1-8(d)所示。

F 型——金属菱形封装,如图 1-8(e)所示。

集成电路外引线规定的标准排列顺序如下。

①A、B、C、D 型:按俯视图,将结构特征(键、凹口、标记等)朝左方,从左下角按逆时针数,依次为 1,2,3,⋯;

②Y、F 型:按俯视图,由结构特征(锁口、定位孔等)起,按顺时针数,依次为 1,2,3,⋯。

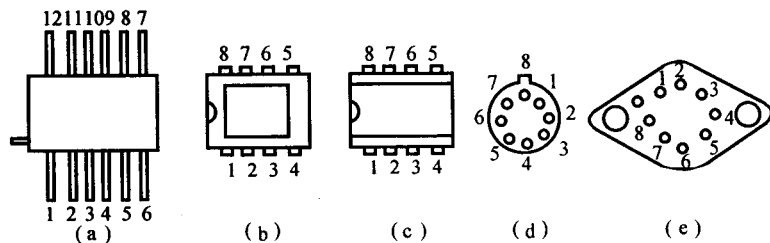


图 1-8 常用集成电路外形及引线排列

2. 集成电路引出端功能符号

看集成电路说明书或安装图,需要掌握各引出端功能符号的意义。表 1-2 介绍了国家标准(GB3431·2-86)所规定的集成电路引出端部分功能符号,以供参考。

表 1-2 集成电路引出端部分功能符号

引出端名称	文字符号
电源(集电极、正电源)	V_{CC}
电源(发射极、负电源)	V_{EE}
电源(源极)	V_{SS}
电源(漏极)	V_{DD}
正电源	V_+
负电源	V_-
基准电源、基准电压	V_{REF}
公共	COM
接地	GND
数据输入	$A, B, C, \dots$
输出	Y
同相输入	IN +
反相输入	IN -
偏置	BI
补偿	COMP
选通(运算放大器)	ST
失调调整	OA
输出	OUT
空脚	NC

三、集成运算放大器的检测

1. 用万用表粗测运算放大器好坏

用万用表的电阻挡可以粗测运放好坏,测量方法是,根据运放的内部电路结构,找出测试脚。首先测试正、负电源端与其他各引脚之间是否有短路(欧姆挡置“ $\times 1k$ ”),如果运放是好的,则各引脚与正、负电源端无短路现象。再测试运放各级电路中主要晶体管的 PN 结电阻值是否正常,一般情况下为正向电阻小,反向电阻大。例如 $\mu A741$,检查输入级差动放大器的对管是否被损坏时,可以测量③脚(同相端)与⑦脚(正电源端)之间的正向电阻(③脚接黑表笔,⑦脚接红表笔)与反向电阻(③脚接红表笔,⑦脚接黑表笔)及②脚(反相端)与⑦脚间的正、反向电阻,如果正向电阻小反向电阻大,说明输入级差分对管是好的。同理可以检查输出级的互补对称推挽管是否损坏,如果⑥脚(输出端)与⑦脚之间的正向电阻小,反向电阻大及④脚(负电源端)与⑥脚之间的正向电阻小,反向电阻大,说明推挽管是好的。