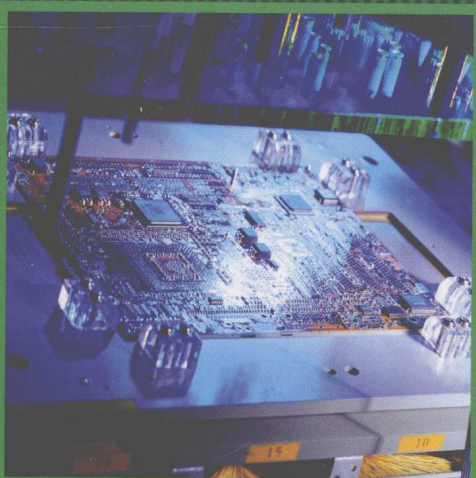




高职高专“十一五”规划示范教材



主 编 谭永红
主 审 雷 跃
副主编 莫振栋 邬如梁

电子线路实验进阶教程



北京航空航天大学出版社

内容简介

本书根据高等职业技术教育的人才培养目标和教学特点,精选内容,强化基础,由浅入深,循序渐进,将电子线路的实验、实训以及对应的课程设计教学内容有机地融合,并把最新的电路设计与仿真软件 Protel 2004 SP2 和 Multisim 9 引入实验、实训教学,既着眼于基本技能和应用能力的培养,又努力反映新知识、新技术;既突破了验证性实验的传统,又注重提高学生自行设计实验的能力,从而提高学生分析问题、解决问题的能力以及创新能力。

本书共分 6 章。第 1 章是模拟电路实验;第 2 章是数字电路实验;第 3 章是电子线路仿真与测试;第 4 章是电子线路设计;第 5 章是电子线路综合实训;第 6 章是电子线路的故障分析与处理。附录部分包括:常用逻辑门电路新旧逻辑符号对照表、部分电气图形符号、常用集成电路引脚排列、Multisim 9 元器件库图标及对应的元器件。使用者可根据专业的不同和教学课时的不同,选择和组织实验、实训内容。

本书可作为高职高专院校的应用电子技术、电子信息工程技术、电气自动化技术、计算机应用、通信技术、计算机通信、移动通信技术、铁道通信信号、数控技术和供用电技术等专业的教材,也可供从事电子技术工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子线路实验进阶教程/谭永红主编. —北京:北京航空航天大学出版社,2008.10

ISBN 978-7-81124-444-1

I. 电… II. 谭… III. 电子电路—实验—高等学校:技术学校—教材 IV. TN710-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 114125 号

电子线路实验进阶教程

主 编 谭永红

主 审 雷 跃

副主编 莫振栋 邬如梁

责任编辑 李 青 李冠咏 李徐心

*

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(100191) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

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

北京市松源印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:16 字数:410 千字

2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81124-444-1 定价:26.00 元

前 言

电子线路是电类专业一门重要的技术基础课,它以应用性与技术实践性为鲜明特点,其中电子线路实验是整个教学过程的重要组成部分。为了适应当前高职高专教育的新形势,我们把电子线路的实验、实训以及对应的课程设计教学内容重新整合,编写了这本《电子线路实验进阶教程》。

按照高职高专学生的培养目标,为了强化学生实践能力和创新意识,反映现代职业教育的思想、方法和手段,造就技术应用型人才,我们力求使教程适合高职高专的教学特点,具有新颖性、实用性和通用性,体现定位准确、注重能力培养、内容创新、结构合理和叙述通俗的编写特色。

本书分为6章。第1章是模拟电路实验;第2章是数字电路实验;第3章是电子线路仿真与测试;第4章是电子线路设计;第5章是电子线路综合实训;第6章是电子线路的故障分析与处理。附录部分包括:常用逻辑门电路逻辑符号对照表、部分电气图形符号、常用集成芯片引脚排列、Multisim 9元器件库图标及对应的元器件。

本书第1章由邬如梁编写;绪论、第2章、第3章由谭永红编写;第4章、第5章由莫振栋编写;第6章及附录由雷跃编写。全书由谭永红主编,雷跃主审。

本书可作为高职高专院校的应用电子技术、电子信息工程技术、电气自动化技术、计算机应用、通信技术、计算机通信、移动通信技术、铁道通信信号、数控技术和供电技术等专业的教材,也可供从事电子技术工作的工程技术人员参考。读者在使用过程中可以根据各个专业的不同需要,适当选择有关章节。

在各位老师的积极配合和共同努力下,完成了本书的编写和统稿工作,在此对大家的辛勤工作致以衷心的感谢。由于编者水平有限,且时间仓促,书中的疏漏和错误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者
2008年5月

目 录

绪 论	1
第 1 章 模拟电路实验	5
1.1 基本实验	5
实验一 用万用表测试二极管、三极管	5
实验二 常用电子仪器的使用	9
实验三 单管共射放大电路	12
实验四 负反馈放大电路	15
实验五 射极跟随器	18
实验六 差动放大电路	20
实验七 比例、求和运算电路	23
实验八 积分与微分电路	25
实验九 电压比较器	27
实验十 集成电路 RC 正弦波振荡器	29
实验十一 集成功率放大器	31
实验十二 直流稳压电源	33
实验十三 晶闸管可控整流电路	35
1.2 综合性实验	38
实验一 有源滤波器	38
实验二 电流/电压转换电路	40
实验三 电压/频率转换电路	41
第 2 章 数字电路实验	43
2.1 基本实验	43
实验一 TTL 集成逻辑门的逻辑功能测试及逻辑变换	43
实验二 TTL 集电极开路门与三态输出门的应用	46
实验三 加法运算电路	49
实验四 译码器、译码显示电路	51
实验五 编码译码及数显电路	54
实验六 数据选择器及应用	56
实验七 触发器的功能测试及应用	57
实验八 二进制计数器	60
实验九 移位寄存器	62
实验十 集成计数器	64
实验十一 555 时基电路及其应用	66
实验十二 D/A 转换器	68
实验十三 A/D 转换器	71

2.2 综合性实验	73
实验一 数码、文字显示型逻辑笔	74
实验二 双音报警电路	75
实验三 智力竞赛抢答器	76
实验四 电子秒表	77
第3章 电子线路仿真与测试	82
3.1 Multisim 9 简介	82
3.2 Multisim 9 的基本操作	82
3.3 Multisim 9 的虚拟仪器仪表使用	87
3.4 Multisim 9 的应用举例	121
第4章 电子线路设计	127
4.1 电子线路设计的基本方法	127
4.2 ProtelDXP 2004 SP2 简介	128
4.3 ProtelDXP 2004 SP2 的启动	129
4.4 ProtelDXP 2004 SP2 的中英文菜单切换	130
4.5 ProtelDXP 2004 SP2 的操作流程	131
4.6 ProtelDXP 2004 SP2 的应用举例	150
第5章 电子线路综合实训	179
课题一 声光延时控制器的装配	179
课题二 收音机的安装与调试	189
课题三 函数信号发生器的组装与调试	195
课题四 温度监测及控制电路	197
课题五 防盗报警器的设计与制作	202
课题六 实用小型稳压电源的设计与制作	205
课题七 数字电子钟	207
课题八 交通灯控制器	211
课题九 拔河游戏机	215
课题十 汽车尾灯控制电路	218
课题十一 篮球竞赛 30 s 计时器	222
第6章 电子线路的故障分析与处理	225
6.1 常见的故障现象	225
6.2 排除故障的基本方法	225
6.3 Multisim 9 在故障诊断中的应用	227
附录 A 常用逻辑门电路新旧逻辑符号对照表	232
附录 B 部分电气图形符号	233
附录 C 常用集成芯片引脚排列	235
附录 D Multisim 9 元器件库图标及对应的元器件	243
参考文献	249

绪 论

实验是一种认识世界或事物、检验理论正确与否的实践性工作。从事任何实验工作均要求实验人员具备相应的理论知识、实验技能及归纳总结实验结果的能力。电子线路实验是电子工程领域最基本的实验,涉及的内容包括电子线路理论、仪器仪表使用、电路设计制作与调试、电路测量与结果分析、电路故障的分析判断及测量方法的研究等。它在教学过程中,可以促进和提高学生专业理论水平、培养学生基本实验技能并增强理论联系实际的能力。

进行一个电子线路实验,从相关知识的预习开始,经过电路连接、测试观察、数据处理,到撰写出完整的实验报告,各环节完成的好坏,均会影响实验的质量。一方面,电子线路基本理论的建立,有许多是从实验中得到启示,并通过实验得到验证的。通过实验,可以揭示电子线路的奥秘,可以发现现有理论与实验的差别(近似性和局限性等),从而促进电子线路理论的深化完善和发展。另一方面,通过实验可以启发人们创造发明更多的新器件和新电路,这些新器件和新电路的诞生,又能够有力地推动电子线路理论的发展。

对电子线路实验的特点、实验过程和注意事项概述如下。

一、电子线路实验的分类和特点

根据电子线路实验的目的和要求,可将电子线路实验分为三类。

第一类:验证或探索类实验。进行这类实验的目的是通过实验验证电子线路的有关理论;或通过实验加深对理论知识的理解,促进对理论知识的掌握,并探索新的问题。

第二类:检测类实验。进行这类实验是为了检测电子部件(包括器件、电路)的指标参数,为分析、使用电子部件取得必要的参数。

第三类:综合设计类实验。综合应用电子线路的有关知识设计并制作实用的电子线路,解决实际问题。

电子线路实验的特点是理论与实际联系紧密,电子元器件的参数离散性大,知识与技术的综合性强。要掌握电子线路实验技术,顺利地进行各类电子线路实验,必须掌握各种电子元器件知识、模拟电路技术、数字电路技术、电子工艺技术和电子测量技术等专业知识。因此,要掌握电子线路实验技术,应认真学好电子线路理论和有关技术。

二、实验预习

任何电路实验都有一定的目的,并为此提出实验任务。在进行实验预习时,要恰当地应用基本理论,明确实验目的,掌握实验原理,并综合考虑实验环境和实验条件,分析所设计的实验,提出任务的可行性,最后预计实验结果并写出预习报告。预习报告的内容通常包括以下几个部分。

1. 实验项目名称

实验项目名称是对实验内容的最好概括。通过实验项目名称,实验设计人员、操作人员就能明白进行的是什么实验,并围绕实验的中心内容开展一系列的工作。

2. 实验目的

电子线路实验教学通过对学生基本实验技能的训练,培养学生用基本理论分析问题、解决问题的能力,和严肃认真的科学态度、踏实细致的实验作风。通过实验提高学生电路设计、电路

连接、电子测量和故障排除等实验能力;通过实验学习常用电子仪器仪表的基本原理及使用方法;通过实验学习如何进行数据的采集与处理以及各种实验现象的观察与分析等。依据各个实验内容的不同,实验目的侧重点也不同,预习报告要对此加以明确。

3. 实验原理

实验原理包括基本理论的应用、实验电路的设计、测量仪表的选择和测量方案的确定等。其中要注意实验电路与理论电路的差异,实验电路需要把测量电路包括在内,要考虑测量仪器怎样接入电路可减小对电路的影响等。完成这部分的内容,要求复习有关的理论,熟悉实验电路,了解所需的电路元器件和仪器仪表的性能、参数、基本原理及使用方法等。

4. 设计实验操作步骤

实验任务必须保证达到实验目的。为完成实验任务所设计的实验步骤必须细致、充分地考虑各种因素,如仪器设备和实验人员的安全、多个数据测量的先后顺序及测量之间的相互影响等。值得注意的是,在电路实验的初始阶段,进行细致的实验操作步骤设计是对今后从事电气工作良好习惯的培养。例如,为了保证仪器设备的安全,应用仪表进行测量之前要选择合适的量程,使用多功能仪表测量前要确定多功能旋钮的位置,可调电源接电前一般先置零、接电后再调至合适值等;为了保证人身安全,必须采用先接线后合电源、先断电源后拆线的操作程序等,在培养技能的同时还要培养学生的职业素养。

5. 确定观察内容、待测数据及记录数据的表格

实验中要测量的物理量,包括由实验目的所直接确定的物理量或为获得这些物理量而确定的间接物理量,反映实验条件的物理量及作为检验用的物理量等。观察的内容包括示波器波形曲线、仪表指针的偏转方向等。预习时必须拟订好所有记录数据和有关内容的表格。凡是要求进行理论计算的内容必须提前完成,并填入表格。

三、实验操作

实验操作是在详细的预习报告指导下,在实验室进行的整个实验过程。它包括熟悉、检查及使用实验器件与仪器仪表,连接实验线路,故障检查,实际测试与记录数据及实验后的整理工作等。

1. 熟悉、检查及使用实验器件与仪器仪表

实验用的元器件与仪器仪表并不一定都能达到理想状态,同一种性质的元器件或仪器仪表会因型号、用途的不同而在外观形状和内在性能上存在很大的差异。在电子线路实验中,涉及的元器件包括电阻器、电感器、电容器、晶体管、运算放大器和集成电路等,仪器仪表有信号发生器、示波器、电压表、实验箱和逻辑笔等,这些都需要在实验中认真检查,通过实践来逐步认识、了解和熟悉。

2. 连接实验线路

连接实验线路是建立实验系统最关键的工作,需注意以下 3 个方面的问题。

① 实验设备的摆放:实验所用的电源、负载和测量仪器等应摆放合理。遵循的原则为:摆放应使整体布局合理(位置、距离和跨接线长短对实验结果影响要小),便于操作(调整和读取数据方便),连线简单(用线短且用量少)。

② 连线顺序:连接的顺序视电路的复杂程度和个人技术熟练程度而定。对初学者来说,应按电路图一一对应接线。对于复杂的实验电路,应先接串联支路,后接并联支路(先串后并),每个连接点一般不多于两根连线;同时要考虑元器件和仪表的极性、参考方向、公共参考

点与电路图的对应位置等,一般最后连接电源。

③ 连线检查:对照实验电路图由左至右或由电路有明显标记处开始一一检查,不能漏掉一根哪怕很小、很短的连线,图物对照,以图校物。对初学者来说,电路连线检查是较为困难的一项工作,它既是对电路连接的再次实践,又是建立电路原理图与实物安装图之间内在联系训练机会。对连接好的电路做细致检查,是保证实验顺利进行、防止事故发生的重要措施,因此不能疏忽实验电路的检查工作。

3. 实际测试与记录数据

实际测试与记录数据是实验过程中最重要的环节。为保证实验测试数据的可信度,需要在实际测量之前进行预测。此时不必仔细读取数据,主要是观察各被测量的变化情况和出现的现象。预测的主要目的有两个:

① 通过预测发现可能出现的设备接线松动、虚焊,连接导线隐藏的断点,实验电路接线错误、碰线等,排除发现的隐患,确保实验电路正常工作。

② 通过预测使实验人员对实验的全貌有一个数量的概念,了解被测量的变化范围,选择合适的仪表量程,了解被测量的变化趋势,确定实际测量时合理选取数据的策略。

预测结束、恢复实验系统后,即可按预习报告的实验步骤进行实验操作并观察现象,完成测试任务。实验数据应记录在预习报告拟订的数据表格中,并注明被测量的名称和单位,保持定值的量可单独记录。经重测得到的数据应记录在原数据旁边或新的数据表格中,不要轻意涂改原始记录数据,以便比较和分析。

在测试的过程中,应尽量及时地对数据做初步的分析,以便及时地发现问题,采取必要的措施以提高实验质量。实验做完以后,不要忙于拆除实验线路。应先切断电源,待检查实验测试没有遗漏和错误后再拆线。一旦发现异常,应在原有的实验状态下查找原因,并做出相应的分析处理。

4. 实验结束后的整理工作

全部实验结束后,应将所用仪器设备复归原位,将导线整理好并清理实验桌面后,再离开实验室。

四、撰写实验报告

实验报告是对实验工作的全面总结,要对实验的目的、原理、任务、设备、过程和分析等主要方面进行明确的叙述。撰写实验报告的主要工作是实验数据的处理。要充分发挥曲线和图表的作用,其中的公式、图表和曲线应有符号、编号、标题和名称等说明,以保证叙述条理的清晰。为了保证整理后数据的可信度,实验报告中必须保留原始记录数据。此外,实验报告中还应包括实验中发现的问题、现象及事故的分析、实验的收获及心得体会等,并回答思考问题。

实验报告最重要的部分是实验结论,它是实验的成果,对此结论必须有科学的依据和来自理论及实验的分析。总之,一个高质量的电路实验来自于充分的预习、认真的操作和全面的实验总结。每个环节都必须认真对待,才能达到预期的实验目的。

五、电子线路实验的安全规则

进行电子线路实验必须具有一定的安全常识,每个人都必须遵守电子线路实验室的安全规章制度,才能保障人身安全,防止实验仪器和实验装置损坏。注意事项如下:

① 使用实验仪器前,应阅读仪器的使用说明,了解仪器使用方法和注意事项,看清仪器所需电源的电压值;

- ② 使用仪器应按要求正确地接线；
- ③ 实验中不得随意或用力过猛地板动、旋转仪器面板上的旋钮和开关等；
- ④ 不应随意拆卸实验装置，如拆接连线和插拔集成电路等；
- ⑤ 实验时应随时注意仪器及电路的工作状态，如发现熔断器熔断、火花、异味、冒烟、响声、仪器失灵、读数失常、电阻或其他器件发烫等异常现象时，应立即切断电源，保持现场，待查明原因并排除故障后，方可重新通电；
- ⑥ 仪器使用完毕后，面板上各旋钮、开关应旋至合适的位置，如电压表量程开关应旋至最高挡位。

第 1 章 模拟电路实验

1.1 基本实验

模拟电路基本实验以验证实验为主。通过实验,让学生掌握模拟电路实验的一般规程和实验的基本方法。

实验一 用万用表测试二极管、三极管

一、实验目的

- (1) 掌握根据外型、标志识别元器件的方法。
- (2) 掌握使用万用表判别二极管极性和三极管引脚的方法。
- (3) 掌握使用万用表判别二极管和三极管质量及材料的方法。

二、预习要求

- (1) 二极管的单向导电性,三极管的电流放大原理。
- (2) 万用表的工作原理及使用方法。

三、实验仪器

- (1) 指针式万用表、数字万用表各 1 块;
- (2) 晶体二极管、三极管若干。

四、实验原理

二极管由一个 PN 结和两根引线构成;三极管由两个 PN 结和三根引线构成。PN 结正向电阻小,反向电阻大。使用指针式万用表的电阻挡或数字万用表的二极管挡可判别二极管的极性、三极管的引脚名称及其质量和材料。

五、实验注意事项

- (1) 指针式万用表置电阻挡时,黑表棒内接的是电源的正极,红表棒内接的是电源的负极。数字万用表恰好相反。
- (2) 测试元器件时,不要从根部折弯元器件的引线,以免折断引线。
- (3) 实验完毕,须将万用表置电压挡,数字万用表要关闭电源。

六、实验内容及步骤

1. 二极管的识别

小功率二极管的负极通常在表面用一个色环标出,例如:管体有白色色环的一端为负极。也有的管体上标有“ ”标号,箭头指向的一端为阴极,另一端为阳极;发光二极管通常长脚为正,短脚为负;另外,仔细观察发光二极管内部,可发现两个电极一大一小:一般电极较宽大的是负极,而较窄小的是正极。全塑封装红外发光二极管($\Phi 3$ 或 $\Phi 5$)的侧面为一小平面,靠近小平面的引脚为负极,另一个引脚为正极。

2. 用指针万用表测试晶体二极管

(1) 鉴别正、负极性

指针式万用表欧姆挡的内部电路可以用如图 1-1(b) 所示的电路等效, 即黑表棒为正极性, 红表棒为负极性。将万用表选在 $R \times 100$ 或 $R \times 1K$ 挡, 两表棒接到二极管两端如图 1-1(a) 所示, 若表针指在几 $k\Omega$ 以下的阻值, 则接黑表棒一端为二极管的正极, 二极管正向导通; 反之, 如果表针指向很大的阻值(几百 $k\Omega$), 则接红表棒的那一端为正极。

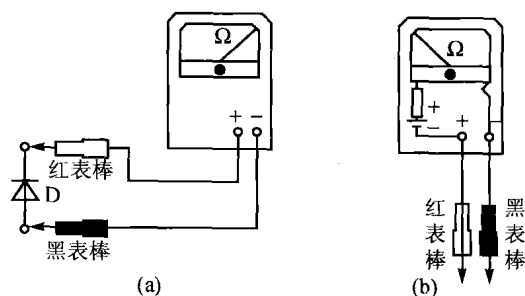


图 1-1 用指针式万用表测试晶体二极管

(2) 鉴别性能及材料

一般二极管的正向电阻为几 $k\Omega$ 以下(硅管为 $3 \sim 7 k\Omega$, 锗管为几百 $\Omega \sim 2 k\Omega$), 要求正向电阻愈小愈好, 反向电阻应大于 $200 k\Omega$ 。若正、反向电阻均为无穷大, 则表明二极管已开路损坏; 若正、反向电阻均为零, 则表明二极管已短路损坏。

3. 用数字万用表测试晶体二极管

数字万用表电阻挡的内部电源正极接红表棒, 负极接黑表棒, 这与指针式万用表刚好相反。数字万用表电阻挡提供的电流只有 $0.1 \sim 0.5 mA$, 而二极管属于非线性器件, 其正、反电阻值与测试电流有很大的关系。因此, 用数字万用表的电阻挡测量二极管时误差值很大, 通常不用此方法。

用数字万用表测量二极管的方法: 挡位开关置在二极管挡, 将二极管的正极接红表棒, 负极接黑表棒, 此时显示为二极管的正向压降值。锗二极管为 $0.150 \sim 0.300 V$, 硅二极管为 $0.400 \sim 0.700 V$ 。同种型号的二极管测量正向压降值越小, 性能越好。若正极与黑表棒相接, 负极与红表棒相接, 则屏幕上会显示“OL”或“1”。若显示屏显示“0000”数值, 则说明二极管已短路; 若显示“OL”或“1”, 则说明二极管内部开路或处于反向状态, 此时可对调表棒再测。

4. 发光二极管检测

将指针式万用表置于 $R \times 1K$ 挡, 正向电阻应为 $20 \sim 40 k\Omega$ (普通发光二极管在 $200 k\Omega$ 以上); 反向电阻应在 $500 k\Omega$ 以上(普通发光二极管接近 ∞)。要求反向电阻值越大越好。

用数字万用表检测时, 挡位开关置在二极管挡, 红表棒接正极、黑表棒接负时的压降值应为 $0.96 \sim 1.56 V$; 对调表棒后, 屏幕显示的数字应为溢出符号“OL”或“1”。

将上述二极管测量数据填入表 1-1 中。

5. 三极管的识别

国产中、小功率金属封装三极管通常在管壳上有一个小凸片, 与该小凸片相距最近的引脚即为发射极; 大功率金属封装三极管, 其外壳通常为集电极, 在有些管子上还会标出另外两个电极; 在一些塑料封装的三极管中, 有时也会标出各引脚。

表 1-1 二极管测量数据记录表

被测二极管 型号	指针式万用表		数字万用表		材 料	质 量
	正向电阻	反向电阻	正向压降	反向压降		

6. 用指针式万用表测试晶体三极管

晶体三极管的结构犹如“背靠背”的两个二极管,如图 1-2 所示。测试时用 $R \times 100$ 或 $R \times 1K$ 挡。

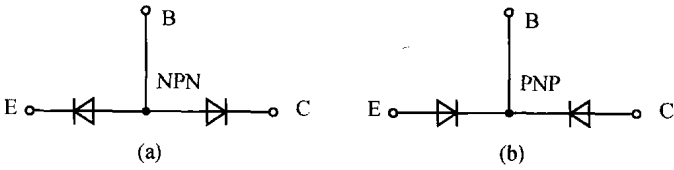


图 1-2 晶体三极管的两个 PN 结结构示意图

(1) 判断基极 B 和管子的类型

用万用表的红表棒接晶体管的某一极,黑表棒依次接另外两个极,若两次测得电阻都很小(在几 $k\Omega$ 以下),则红表棒接的为 PNP 型管子的基极 B;若测得电阻都很大(在几百 $k\Omega$ 以上),则红表棒所接的是 NPN 型管子的基极 B。若两次测得的阻值为一大一小,应换一个极再测量。

(2) 确定发射极 E 和集电极 C

以 PNP 型管子为例,用万用表红表棒接假设的 C 极,黑表棒接假设的 E 极,同时用一个 $100\text{ k}\Omega$ 的电阻一端接 B 极,另一端接假设的 C 极(相当于注入一个 I_B),观察接上电阻时表针摆动的幅度大小。再把假设的 C、E 两极对调,重测一次。表针摆动大(电阻小)的一次,红表棒所接的为管子的集电极 C,另一个极为发射极 E。一般用潮湿的手捏住基极 B 和假设的集电极 C,不要使这两极相碰,以人体电阻代替 $100\text{ k}\Omega$ 电阻,同样可以判别管子的极性,如图 1-3 所示。

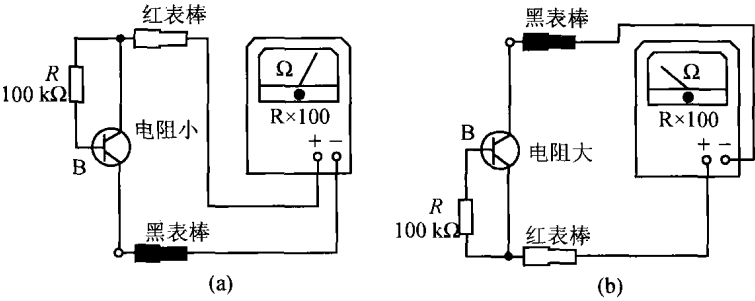


图 1-3 C 极和 E 极的判别

NPN 型管判断的方法相类似,表棒位置正好与 PNP 型管子相反。

测试过程中,若发现晶体管任何两极之间的正、反向电阻都很小(接近于零),或都很大(表

针不动),则表明管子已击穿或烧坏。

(3) 测试练习

根据给出的晶体三极管,进行测试并完成表 1-2 和表 1-3 的填写。

表 1-2 三极管管型、引脚判别记录表

被测三极管 型号	管型(NPN 或 PNP)	三极管引脚			三极管引脚 示意
		1	2	3	

表 1-3 三极管质量判别测量数据记录表

被测三极管 型号	管型(NPN 或 PNP)	引脚间 电阻名称	反向电阻	正向电阻	万用表 挡位	质 量
		R_{BE}				
		R_{BC}				
		R_{CE}				
		R_{BE}				
		R_{BC}				
		R_{CE}				

7. 用数字万用表检测三极管

将数字万用表置二极管挡,红表棒固定任接某个引脚,黑表棒依次接触另外两个引脚,若两次显示值均小于 1 V 或都显示溢出符号“OL”或“1”,则红表棒接的引脚就是基极,同时,根据显示值可判断出是 NPN 型或 PNP 型管。如果在两次测试中一次显示小于 1 V,另一次显示“OL”或“1”,则表明红表棒所接的引脚不是基极,应改换其他引脚重新测量,直到找出基极为止。

用红表棒接基极,用黑表棒先后接触其他两个引脚,若显示数值为 0.6~0.8 V,则被测管属于硅 NPN 型中、小功率三极管。其中,显示数值略大的一次,黑表棒所接的电极为发射极。若显示数值为 0.400~0.600 V,则被测管属于硅 NPN 型大功率管;若显示数值都小于 0.4 V,

则被测管属于锗三极管。例如:用红表棒接 9018 的中间那个引脚,黑表棒分别接另外两个引脚,测得 0.755 V 和 0.759 V 两个电压值。其中 0.755 V 为 B 与 C 之间的电压,0.759 V 为 B 与 E 之间的电压。同时可判断 9018 为硅 NPN 型小功率管。

PNP 型管判断的方法与此相类似,而表棒位置正好与 NPN 型管子相反。

表 1-2 中三极管引脚示意图如图 1-4 所示。

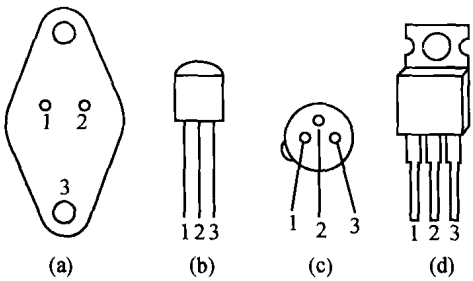


图 1-4 三极管引脚示意图

七、实验报告

- (1) 总结用指针式万用表、数字万用表测试二极管和三极管的方法。
- (2) 说明指针式万用表、数字万用表位于电阻挡时内部电源极性与表棒颜色的关系。
- (3) 问答题：测试小功率三极管时为什么指针式万用表用 $R \times 100$ 或 $R \times 1K$ 挡？而数字万用表测量晶体管时为什么不用电阻挡？

实验二 常用电子仪器的使用

一、实验目的

- (1) 学会示波器、函数信号发生器、直流稳压电源、数字万用表、交流毫伏表和频率计的正确使用方法。
- (2) 初步掌握用双踪示波器观察正弦信号波形和读取波形参数的方法。

二、预习要求

- (1) 实验前必须预习实验时使用的示波器、函数信号发生器、数字万用表和交流毫伏表的使用说明及注意事项等有关资料。
- (2) 预习实验指导书有关常用电子仪器的使用内容。

三、实验仪器

- | | |
|-------------|-----|
| (1) 函数信号发生器 | 1 台 |
| (2) 双踪示波器 | 1 台 |
| (3) 数字万用表 | 1 块 |
| (4) 交流毫伏表 | 1 台 |
| (5) 直流稳压电源 | 1 台 |

四、实验原理

在模拟电子电路实验中,要完成对模拟电子电路的静态和动态工作情况的测试,需要对各种电子仪器进行综合使用,可按照信号流向,以连线简捷,调节顺手,观察与读数方便等原则进行合理布局,各仪器与被测实验装置之间的布局与连接如图 1-5 所示。为防止外界干扰,各仪器的公共接地端应连接在一起,称共地。信号源、示波器和交流毫伏表的引线通常用屏蔽线或专用电缆线,直流电源和电压表的接线用普通导线,数字万用表使用专用表棒。

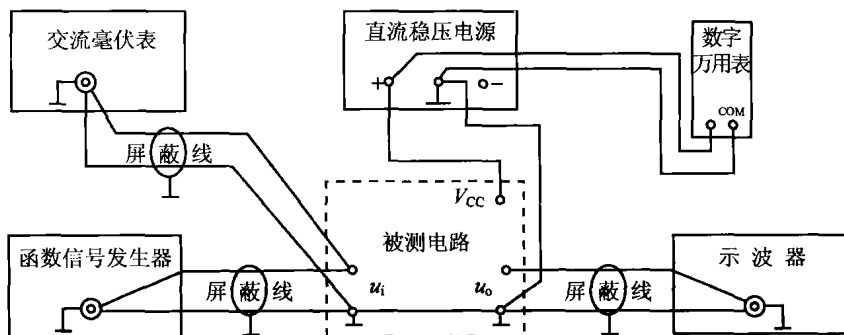


图 1-5 模拟电子电路中常用电子仪器布局图

1. 双踪示波器

双踪示波器可同时显示两个信号,并对被测信号进行幅度、周期和相位等各种参数的测量。现着重说明下列几点:

(1) 寻找扫描光迹。将示波器 Y 轴显示方式置“CH1”或“CH2”,输入耦合方式置“ $\perp$ ”,开机预热后,若在显示屏上不出现光点或扫描基线,可按下列操作找到扫描线:① 适当调节亮度旋钮。② 触发方式开关置“自动”。③ 适当调节垂直位移($\updownarrow$)、水平位移($\rightleftharpoons$)旋钮,使扫描光迹位于屏幕中央。

(2) 双踪示波器一般有“CH1”、“CH2”和“叠加”3种单踪显示方式,同时按下“CH1”和“CH2”按钮即可实现双踪显示。

(3) 为了显示稳定的被测信号波形,“触发源选择”开关一般选为“内”触发,使扫描触发信号取自示波器内部的 Y 通道。

(4) 触发方式开关通常先置于“自动”,调出波形后,若被显示的波形不稳定,则可置触发方式开关于“常态”,通过调节“触发电平”旋钮找到合适的触发电压,使被测试的波形稳定地显示在示波器屏幕上。

有时,由于选择了较慢的扫描速率,显示屏上将会出现闪烁的光迹,但被测信号的波形不在 X 轴方向左右移动,这样的现象仍属于稳定显示。

(5) 适当调节“扫描速率”(T/div)开关及“Y 轴灵敏度”(V/div)开关,使屏幕上显示 1~3 个周期的被测信号波形。

► 测量幅值:将“Y 轴灵敏度微调”旋钮置于“校准”位置,即顺时针旋到底。还要注意“扩展”旋钮的位置。由被测波形在垂直方向所占的格数(div)与“Y 轴灵敏度”开关指示值(V/div)的乘积,可得出电压峰-峰值 V_{pp} ,即电压 $V_{pp} = \text{垂直 div} \times V/\text{div}$ 。

► 测量周期:将“X 轴扫速微调”旋钮置于“校准”位置,即顺时针旋到底。还要注意“扩展”旋钮的位置。由被测信号波形一个周期水平方向所占的格数(div)与“扫速”开关指示值(T/div)的乘积,可得出信号的周期值 T,即周期 $T = \text{水平 div} \times T/\text{div}$,频率为 $1/T$ 。

2. 函数信号发生器

函数信号发生器可输出正弦波、方波和三角波等多种波形的信号。输出信号的电压通过输出衰减开关和输出幅度调节旋钮在毫伏级到伏级范围内进行连续调节。输出信号频率可以通过频率分挡开关和微调旋钮进行调节,并由频率计读取频率值。

3. 数字万用表

数字万用表应在其工作频率范围之内,来测量交流电压、电流的有效值及直流电压、电流和电阻值等。测量时要选择合适的量程挡位,为了防止过载而损坏,测量前一般先把量程开关置于量程较大位置,然后在测量中逐挡减小量程。

4. 交流毫伏表

交流毫伏表只能在其工作频率范围之内,来测量正弦交流电压的有效值。为了防止过载而损坏,测量前一般先把量程开关置于量程较大位置,然后在测量中逐挡减小量程。注意:在使用前要先将毫伏表调零。

5. 直流稳压电源

直流稳压电源为实验电路提供所需的直流电源。

五、实验注意事项

- (1) 示波器的各种旋钮较多,操作时用力要均匀。
- (2) 示波器荧光屏上的光点不要长时间停留在一点,辉度不宜调得过亮。
- (3) 示波器测量不同频率和幅度的信号时,要注意调节幅度衰减和扫描时间旋钮挡位。
- (4) 函数信号发生器作为信号源,它的输出端不允许短路。
- (5) 不允许用数字万用表的电阻和电流挡测量电压。
- (6) 实验完毕,必须关闭各种仪器设备的电源,恢复原样。

六、实验内容及步骤

(1) 将示波器电源接通 1~2 min,调节有关旋钮,使荧光屏上出现扫描线,熟悉“辉度”、“聚焦”、“X 轴位移”和“Y 轴位移”等旋钮的作用。

(2) 启动函数信号发生器,调节其输出电压为 1~5 V(有效值),频率为 1 kHz,用示波器观察信号电压波形,熟悉“Y 轴灵敏度”(V/div)旋钮的作用。

(3) 调节有关旋钮,使荧光屏上显示出的波形增加或减少(例如在荧光屏上得到 1 个、3 个或 6 个完整的正弦波),熟悉“扫描速率”(T/div)及“扫描微调”旋钮的作用。

(4) 用交流毫伏表测量信号发生器的输出电压。将信号发生器的“输出衰减”开关置 0 dB、20 dB、40 dB 位置,测量其对应的输出电压。测量时交流毫伏表的量程要选择适当,注意不要过量程。

(5) 调节直流稳压电源分别输出 +15 V、-12 V、+5 V 这 3 个电压值,用数字万用表的直流电压挡进行监测。

(6) 用函数信号发生器的频率计测量示波器标准信号的频率。按“COUNTER”键,被测信号由“EXT COUNTER”端输入,此时函数信号发生器可作为频率计使用。

(7) 用示波器和交流毫伏表测量信号参数。

① 调节函数信号发生器有关旋钮,按表 1-4 的要求输出正弦波信号。

② 用示波器测量信号发生器输出电压的幅值和频率。将被测电压的峰-峰值换算成有效值,与毫伏表测试值进行比较;将被测电压的周期换算成频率。将实验结果记入表 1-4 中。

表 1-4 信号发生器输出电压、频率测量计算数据记录表

信号发生器输出		示波器测量值及相关计算值							毫伏表 读数/V	
频率/ Hz	电压有效值/ V	周期/ms			频率/ Hz	峰-峰值/V				有效值/ V
		T/div	div	T		V/div	div	V _{PP}		
200	0.1									
1 000	0.5									
10 000	1									

七、实验报告

(1) 整理实验数据。

(2) 说明使用示波器观察波形时,为了达到下列要求,应调节哪些旋钮?

① 波形清晰且亮度适中;② 波形在荧光屏中央且大小适中;③ 波形完整;④ 波形稳定。

(3) 说明用示波器观察正弦波电压时,若荧光屏上分别出现如图 1-6 所示图形时,是哪些旋钮位置不对,应如何调节?

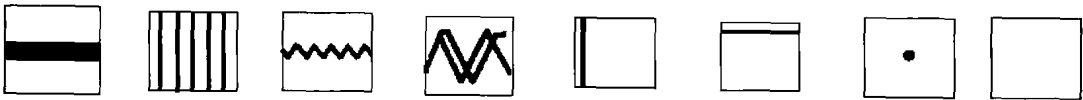


图 1-6 示波器观察正弦波电压时荧光屏上出现的图形

实验三 单管共射放大电路

一、实验目的

- (1) 掌握放大电路静态工作点的调试方法及其对放大器性能的影响。
- (2) 掌握放大电路电压放大倍数 A_v 及最大不失真输出电压 U_{OMAX} 的测试方法。

二、预习要求

- (1) 三极管及单管共射放大电路的工作原理。
- (2) 放大器动态及静态测量方法。
- (3) 函数信号发生器、示波器、数字万用表和交流毫伏表的使用方法。

三、实验仪器

- | | |
|-------------|-----|
| (1) 双踪示波器 | 1 台 |
| (2) 函数信号发生器 | 1 台 |
| (3) 数字万用表 | 1 块 |
| (4) 交流毫伏表 | 1 台 |
| (5) 模拟电路实验箱 | 1 台 |

四、实验原理

图 1-7 为电阻分压式共射极单管放大器实验电路图。它的偏置电路采用 R_{b1} 和 R_{b2} 组成的分压电路,并在发射极中接有电阻 R_e ,以稳定放大器的静态工作点。当在放大器的输入端

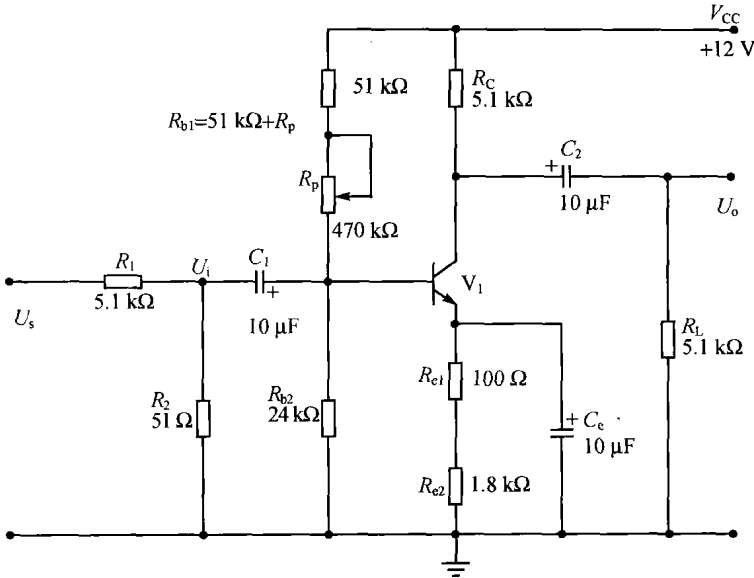


图 1-7 共射极单管放大器实验电路