



高职高专“十二五”规划教材

电子线路实验进阶教程(第2版)

主 编 谭永红 莫振栋

副主编 雷 跃 唐跃进



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



清华大学出版社

电子线路实验进阶教程

主 编 王 强 编 委
副 主 编 王 强 编 委



清华大学出版社



高职高专“十二五”规划教材

电子线路实验进阶教程

(第2版)

主 编 谭永红 莫振栋
副主编 雷 跃 唐跃进

北京航空航天大学出版社

内容简介

本书在 2008 年出版的《电子线路实验进阶教程》的基础上进行了全新的修订,既保持了原教材的鲜明特点,又采用了项目任务式的编写方式,同时还增加了一些实用性的项目内容。

全书分为六个模块及附录部分。模块一是模拟电路实验,模块二是数字电路实验,模块三是电子线路仿真与测试,模块四是 Protel DXP 2004 SP2 在电子线路设计中的应用,模块五是电子线路综合实训,模块六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、常用集成芯片引脚排列、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时数的不同,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、铁道通信信号、城市轨道交通控制、软件技术、信息安全技术、通信技术、移动通信技术、数控技术、供用电技术、电气化轨道技术等专业的教材,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, 莫振栋主编. --
2 版. -- 北京: 北京航空航天大学出版社, 2013. 2
ISBN 978-7-5124-1025-1

I. ①电… II. ①谭… ②莫… III. ①电子电路—实
验—高等学校—教材 IV. ①TN710-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 287101 号

版权所有,侵权必究。

电子线路实验进阶教程(第 2 版)

主 编 谭永红 莫振栋

副主编 雷 跃 唐跃进

责任编辑 董 瑞

*

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(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:17 字数:435 千字

2013 年 2 月第 2 版 2013 年 2 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1025-1 定价:32.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前 言

本书在2008年出版的《电子线路实验进阶教程》的基础上进行了全新的修订,以项目任务为驱动,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,引入Protel DXP 2004 SP2和Multisim 9两款EDA主流软件,并通过具体的任务实施过程,让学生在“做中学,学中做”,高效地掌握电子线路实验的实用技能。

电子线路是电类专业的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,我们对2008年出版的《电子线路实验进阶教程》进行了修订。

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,反映现代职业教育思想、方法和手段,造就技术应用型人才,我们力求使修订版教材更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、内容创新、结构合理和叙述通俗的编写特色。

全书分为六个模块及附录部分。模块一是模拟电路实验,模块二是数字电路实验,模块三是电子线路仿真与测试,模块四是Protel DXP 2004 SP2在电子线路设计中的应用,模块五是电子线路综合实训,模块六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、常用集成芯片引脚排列、Multisim 9元器件库图标及对应的元器件。

本书由谭永红、莫振栋任主编,雷跃、唐跃进任副主编。其中,绪论、模块二、模块三、附录由谭永红编写,模块四由莫振栋编写,模块五、模块六由雷跃编写,模块一由唐跃进编写。全书由谭永红统编。

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、铁道通信信号、城市轨道交通控制、软件技术、信息安全技术、通信技术、移动通信技术、数控技术、供用电技术、电气化轨道技术等专业的教材,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,本书的编写和统稿工作得以完成,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

2012年7月

目 录

绪 论	1
模块一 模拟电路实验	5
项目一 模拟电路基本实验技能训练	5
任务一 二极管、三极管的识别与检测	5
任务二 常用电子仪器的使用(模拟)	9
任务三 常用电子仪器的使用(数字)	13
任务四 单管共射放大电路	25
任务五 负反馈放大电路	27
任务六 射极跟随器	30
任务七 差动放大电路	32
任务八 比例、求和运算电路	34
任务九 积分与微分电路	37
任务十 电压比较器	38
任务十一 集成电路 RC 正弦波振荡器	40
任务十二 集成功率放大器	42
任务十三 直流稳压电源	43
任务十四 晶闸管可控整流电路	45
项目二 模拟电路综合实验技能训练	48
任务一 有源滤波器	48
任务二 电流/电压转换电路	50
任务三 电压/频率转换电路	51
模块二 数字电路实验	53
项目一 数字电路基本实验技能训练	53
任务一 TTL 集成逻辑门的逻辑功能测试及逻辑变换	53
任务二 TTL 集电极开路门与三态输出门的应用	56
任务三 加法运算电路	58
任务四 译码器、译码显示电路	61
任务五 编码译码及数显电路	64
任务六 数据选择器及应用	65
任务七 触发器的功能测试及应用	67
任务八 二进制计数器	70
任务九 移位寄存器	71
任务十 集成计数器	74
任务十一 555 时基电路及其应用	75

任务十二 D/A 转换器	77
任务十三 A/D 转换器	80
项目二 数字电路综合性实验技能训练	82
任务一 数码、文字显示型逻辑笔	82
任务二 双音报警电路	83
任务三 智力竞赛抢答器	84
任务四 电子秒表	86
模块三 电子线路仿真与测试	90
项目一 Multisim 9 的基本操作	90
项目二 Multisim 9 的虚拟仪器仪表使用	95
任务一 常用虚拟仿真仪器的使用	95
任务二 模拟电路常用虚拟仿真仪器的使用	102
任务三 数字电路常用虚拟仿真仪器的使用	107
任务四 高频电路常用虚拟仿真仪器的使用	115
任务五 安捷伦、泰克仿真仪器的使用	117
任务六 LabVIEW 采样仪器的使用	126
项目三 Multisim 9 的应用实例	129
任务一 单管放大电路分析	129
任务二 设计七段译码显示电路	132
任务三 自动售饮料机电路的设计与仿真	134
任务四 电子摇奖机设计与仿真	135
模块四 Protel DXP 2004 SP2 在电子线路设计中的应用	137
项目一 Protel DXP 2004 SP2 的基本操作	137
任务一 认识 Protel DXP 2004 SP2	137
任务二 工程项目管理与编辑	140
任务三 原理图设计	144
任务四 PCB 设计	146
任务五 库元件的设计	148
任务六 PCB 库元件的设计	153
任务七 电路仿真	157
项目二 Protel DXP 2004 SP2 的应用实例	158
任务一 声音报警电路原理图的设计	158
任务二 声音报警电路 PCB 图的设计	169
任务三 多谐振荡器仿真分析	182
模块五 电子线路综合实训	187
项目一 电子产品安装与调试	187
任务一 声光延时控制器的装配	187
任务二 收音机的安装与调试	196
任务三 函数信号发生器的组装与调试	207

项目二 电子产品设计与调试	210
任务一 温度监测及控制电路	210
任务二 数字电子钟	214
任务三 交通灯控制器	217
任务四 拔河游戏机	222
任务五 汽车尾灯控制电路	224
任务六 篮球竞赛 30 s 计时器	227
项目三 电子产品设计与制作	230
任务一 防盗报警器的设计与制作	230
任务二 实用小型稳压电源的设计与制作	233
任务三 红外线报警器的设计与制作	235
模块六 电子线路的故障分析与处理	240
项目一 电子线路故障检修的基本方法	240
项目二 应用 Multisim 9 诊断电子线路故障	242
任务一 应用 Multisim 9 诊断电压串联负反馈电路故障	242
任务二 应用 Multisim 9 诊断数字集成计数器电路故障	245
附录 A 常用逻辑门电路新旧逻辑符号对照表	247
附录 B 部分电气图形符号	248
附录 C 常用集成芯片引脚排列	250
附录 D Multisim 9 元器件库图标及对应的元器件	258
参考文献	264

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。它在教学进程中,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,均会影响到实验的质量。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,又有力地推动了电子线路理论的发展。

下面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、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. 实验任务目标

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、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,实验任务目标侧重点也不同,预习报告要对此加以明确。

3. 实验任务分析

实验任务分析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. 设计实验任务实施步骤

实验任务的实施必须保证达到实验任务目标。实验任务实施过程必须细致、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,包括由实验任务目标所直接确定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、实验任务实施过程

实验任务实施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。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,所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、集成电路等,仪器仪表有信号发生器、示波器、万用表、实验箱、逻辑笔等,这些都需要在实验中认真查验,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方面的问题。

① 实验设备的摆放:实验所用的电源、负载、测量仪器等应摆放合理。遵循的原则为:摆放应使得整体布局合理(位置、距离、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的训练机会。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先进行预测。此时不必仔细阅读数据,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,应尽可能及时地对数据做初步的分析,以便及时地发现问题,采取可能的必要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,需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,要对实验的任务目标、原理、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、曲线应有符号、编号、标题、名称等说明,以保证叙述条理清晰。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根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扳动、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、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，如发现有熔断器熔断、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。

模块一 模拟电路实验

项目一 模拟电路基本实验技能训练

任务一 二极管、三极管的识别与检测

一、任务目标

- (1) 掌握根据外形、标志识别二极管、三极管的方法。
- (2) 掌握使用万用表判别二极管极性和三极管管脚的方法。
- (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、任务分析

二极管由一个 PN 结、两根引线构成。三极管由两个 PN 结、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、三极管的管脚名称及其质量和材料。

本任务所需的仪器:指针式万用表、数字万用表、二极管、三极管。

实验注意事项:

- 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。
- 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。
- 万用表使用要注意:量程开关应置于正确测量位置;红、黑表棒应插在符合测量要求的插孔内。
- 实验完毕,须将万用表置电压挡,数字万用表要关闭电源。

三、任务实施过程

1. 二极管的识别

(1) 观察外壳上的符号标记:管体上标有“”符号,箭头指向的一端为负极,另一端为正极。

(2) 观察外壳上的色点或色环:一般管体标有色环(白色或灰色)的一端为负极;一般管体标有色点(白色或红色)的一端为正极。

(3) 观察引脚、内部电极、外形:普通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的两个电极一大一小:一般电极较宽大的为负极,而较窄小的为正极。全塑封装红外发光二极管($\phi 3$ 或 $\phi 5$)的侧面向呈一小平面,靠近小平面的引脚为负极,另一个引脚为正极。

(4) 表面安装二极管又称为贴片二极管或者 SMD 二极管。贴片二极管由于外形多种多样,其极性也有多种标注方法:在有引脚的贴片二极管中,管体有白色色环的一端为负极;在有引脚无色环的贴片二极管中,引脚较长的一端为正极;无引脚的贴片二极管中,表面有色带或缺口的一端为负极;贴片发光二极管中有缺口的一端为负极。

2. 用指针万用表检测二极管

(1) 鉴别正、负极性

指针式万用表欧姆挡的内部电路可以用图 1-1-1(a)所示电路等效,即黑棒接内部电源正极性,红棒接内部电源负极性。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 1-1-1(b)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(几百 $k\Omega$)的阻值,则接红表棒的那一端为正极。

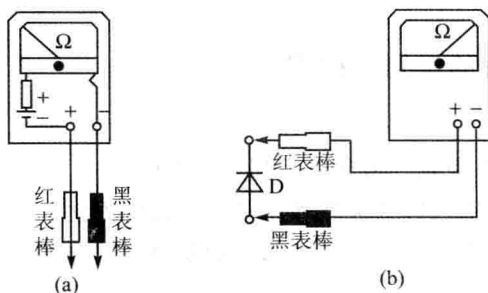


图 1-1-1 用指针式万用表测试二极管

(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 $200 k\Omega$ 以上。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. 用数字万用表检测二极管

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 $0.1 \sim 0.5 \text{ mA}$, 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 $0.150 \sim 0.300 \text{ V}$, 硅二极管为 $0.400 \sim 0.700 \text{ V}$ 。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 $R \times 10k$ 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 $0.96 \sim 1.56 \text{ V}$, 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 1-1-1。

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, 与该小凸片相邻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的名称。

表 1-1-1 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. 用指针式万用表检测三极管

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

(1) 判断基极 B 和管子的类型

用万用表的红表棒接三极管的某一极,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。值得注意的是:当测得某一极与另外两个极的电阻都很大时,应调换表棒再测电阻是否都很小。

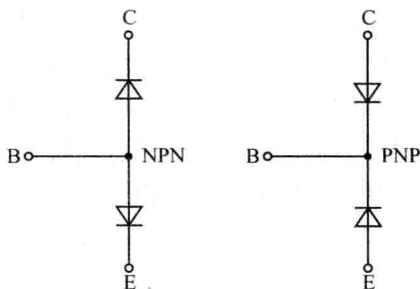


图 1-1-2 三极管的两个 PN 结结构示意图

(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 $100 k\Omega$ 的电阻一端接 B 极,另一端接假设 C 极(相当于注入一个 I_B),观察接上电阻时指针摆动的幅度大小。再把假设的 C、E 两极对调,重测一次。指针摆动大(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 $100 k\Omega$ 电阻,同样可以判别管子的极性,如图 1-1-3 所示。

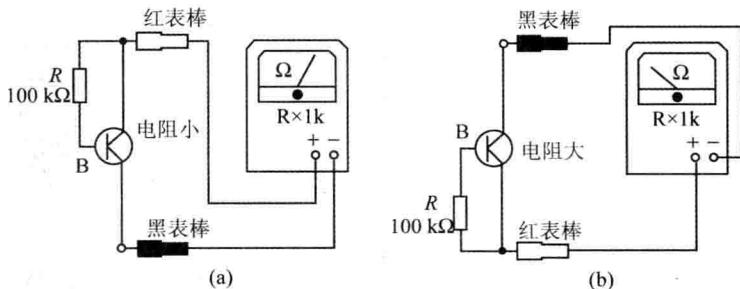


图 1-1-3 C 极和 E 极的判别

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),这表明管子已击穿或烧坏。

(3) 测试练习

测试给出的晶体三极管,填写表 1-1-2 和表 1-1-3。

7. 用数字万表检测三极管

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 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 的中间那个管脚,黑表棒分别接另外两个管脚,测得 0.755V 和 0.759V 两个电压值。其中,0.755V 为“B”与“C”之间的电压,0.759V 为“B”与“E”之间的电压。同时可判断 9018 为硅 NPN 型小功率管。

PNP 型管判断的方法相类似,而表棒位置正好与 NPN 型管子相反。

表 1-1-2 三极管管型、管脚判别记录表

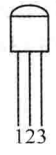
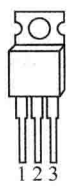
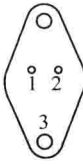
被测三极管型号	管型(NPN 或 PNP)	三极管引脚(名称)			三极管管脚示意
		1	2	3	
					
					
					
					

表 1-1-3 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}				

四、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?

任务二 常用电子仪器的使用(模拟)

一、任务目标

(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、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、任务分析

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 1-1-4 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、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。

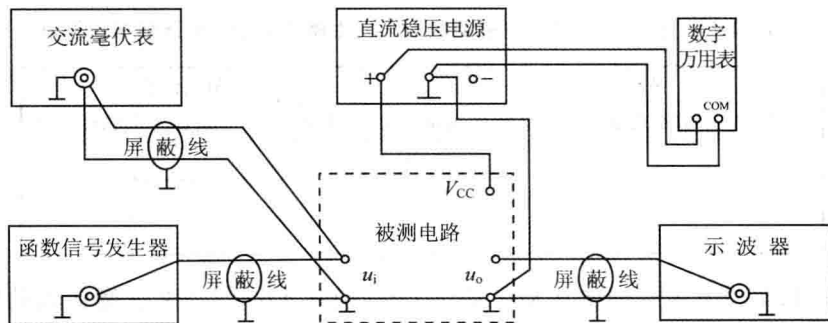


图 1-1-4 模拟电子电路中常用电子仪器布局图

本任务所需的仪器:函数信号发生器、双踪示波器、交流毫伏表、数字万用表、直流稳压电源。

函数信号发生器可输出正弦波、方波、三角波等多种波形的信号;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、相位等各种参数的测量;交流毫伏表只能在工作频率范围内测量正弦交流电压的有效值;数字万用表应在其工作频率范围内测量交流电压、电流的