

面向21世纪

高等职业技术教育电子电工类规划教材

模拟电子技术实验

主编 朱晓红 主审 周雪

XDU P

西安电子科技大学出版社

<http://www.xduph.com>

面向 21 世纪高等职业技术教育电子电工类规划教材

模拟电子技术实验

主 编 朱晓红

参 编 孙海莉 程民利

方 彦 牛保森

主 审 周 雪

西安电子科技大学出版社

2006

内 容 简 介

本书是按照高等职业技术学院模拟电子技术基础课程教学的基本要求,结合多年模拟电子技术实践性教学改革的经验,跟踪模拟电子技术发展的新形势和教学改革不断深入的需要,针对加强学生实践能力和创新能力培养的教学目的而编写的。

本书共分5章:第1章是实验的基本知识;第2章是实验仪器操作基础;第3章是验证性实验;第4章是提高性实验;第5章是仿真、综合设计性实验。

本书可作为高等职业技术教育电子信息、自动化、电气工程、通信、计算机类等有关专业的教学实验教材,也可作为中等专业学校有关专业的提高教材。

图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术实验/朱晓红主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2006.6

(面向21世纪高等职业技术教育电子电工类规划教材)

ISBN 7-5606-1668-2

I. 模… II. 朱… III. 模拟电路—电子技术—实验—高等学校—教材 IV. TN710-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第038292号

策 划 马乐惠

责任编辑 王 瑛 马乐惠

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2006年6月第1版 2006年6月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张7.5

字 数 173千字

印 数 1~4000册

定 价 9.00元

ISBN 7-5606-1668-2/TN·0335

XDUP 1960001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

本书是根据高职高专培养目标,并结合教学实际编写而成的。本书可作为高等职业技术教育电子信息、自动化、电气工程、通信、计算机类等有关专业的教学实验教材,也可作为中等专业学校有关专业的提高教材。

编写本书遵循的原则是适应当前对人才的需要,强化工程实践训练,培养创新意识和提高学生的综合素质。本教材的特点是重在实践,突出基础训练和综合应用能力、创新能力以及计算机应用能力的培养。在实验手段与方式上,既重视硬件调试能力的基本训练,又融入了 Multisim 软件的仿真,使学生学会用现代手段和传统方式相结合来分析验证电路。实验内容分三个层次:第一个层次是验证性实验,通过这个层次的训练使学生加深对理论知识的理解,学会电子测量的方法,掌握常用电子仪器的应用;第二个层次是提高性实验,通过这个层次的训练来调动学生的积极性,提高学生独立分析问题和解决问题的能力;第三个层次是综合设计性实验,通过这个层次的训练锻炼了学生的创造性,培养了学生的创新能力,并提高了学生综合运用理论知识的能力。

本书由西安铁路职业技术学院的朱晓红老师担任主编,朱老师编写了第1、3、4、5章;孙海莉老师编写了第2章的2.7节;程民利老师编写了第2章的2.1节和2.2节;方彦老师编写了第2章的2.3节和2.4节;牛保森老师编写了第2章的2.5节和2.6节,并协助朱晓红老师对本教材的全部实验进行了实验验证。朱晓红老师对全书进行了修改和统稿。

本书由陕西省职业教育学会电工电子教研会副主任周雪老师担任主审,她对教材进行了认真、细致的审阅,提出了诸多宝贵的意见和建议。

限于编者水平,加之编写时间仓促,书中难免存在错误和不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2006年3月于西安

目 录

第 1 章 实验的基本知识	1
1.1 模拟电子技术实验的目的和意义	1
1.2 实验程序	2
1.3 实验规程和安全用电知识	3
1.4 实验仪器的使用和连接	4
1.5 实验考核	6
第 2 章 实验仪器操作基础	8
2.1 万用表	8
2.1.1 MF47 型万用表	8
2.1.2 DT890B+ 数字万用表	11
2.2 直流稳压电源	13
2.3 交流毫伏表	16
2.3.1 毫伏表简介	16
2.3.2 MV-3100A 型毫伏表实例	18
2.4 示波器	19
2.5 信号发生器	27
2.5.1 信号发生器简介	27
2.5.2 GFG-8016 型函数信号发生器	28
2.6 半导体管特性图示仪	33
2.7 仪器使用实验	37
实验一 函数发生器、毫伏表、直流稳压电源的使用	37
实验二 示波器的使用	39
第 3 章 验证性实验	41
实验三 单管共射放大电路	41
实验四 射极输出器	45
实验五 两级放大电路	49
实验六 场效应管放大电路	51
实验七 差动放大电路	55
实验八 RC 正弦波发生器	59
实验九 集成稳压电路	63
实验十 晶闸管可控整流电路	66
第 4 章 提高性实验	70
实验十一 负反馈放大电路	70
实验十二 集成运算放大器的应用(一)——模拟运算电路	73
实验十三 集成运算放大器的应用(二)——积分电路、微分电路	77
实验十四 集成运算放大器的应用(三)——比较器	80

实验十五 波形变换电路	83
实验十六 集成功率放大电路	87
第 5 章 仿真、综合设计性实验	90
5.1 Multisim 仿真简介	90
5.1.1 Multisim 2001 的特点	90
5.1.2 Multisim 2001 的安装	90
5.1.3 Multisim 2001 的基本操作	91
5.2 Multisim 仿真举例	95
5.3 综合设计性实验	111
实验十七 整流滤波稳压电路	111
实验十八 集成运算放大器应用电路——简易音响系统的设计与实验	112
参考文献	114

第 1 章 实验的基本知识

1.1 模拟电子技术实验的目的和意义

实验是将事物置于特定的条件下加以观测，是对事物发展规律进行科学认识的必要环节，是科学理论的源泉、自然科学的根本、工程技术的基础。任何科学技术的发展都离不开实验。

模拟电子技术是一门应用性很强的课程，而模拟电子技术实验是该课程的重要教学环节之一。模拟电子技术实验就是按教学、生产和科研的具体要求对所设计的电子线路进行安装、调试与测试的过程。在实验过程中，学生既能验证理论的正确性和实用性，又能从中发现理论的近似性和局限性，而且往往可以发现新问题，产生新的设想。模拟电子技术实验既促使了电子线路和应用技术的进一步发展，又培养了学生的创新意识和创造能力。

目前，电子技术的发展日新月异，新器件、新电路相继产生并迅速转化为生产力。要认识和掌握应用种类繁多的新器件和新电路，最为有效的途径就是进行实验。通过实验，学生可以分析器件和电路的工作原理，完成性能指标的检测；可以验证和扩展器件、电路的性能或功能的使用范围；可以设计并制作出各种实用电路、实用产品。可见，熟练掌握模拟电子实验技术，对从事电类专业技术工作的人员来说是至关重要的。

通过模拟电子技术实验，可以使学生巩固和加深电子技术的基础理论和基本概念；使学生受到必要的基本实验技能的训练，学会识别和选择所需的元器件，可以设计、安装和调试实验电路，会分析实验结果，从而提高实际动手能力以及分析问题和解决问题的能力。通过模拟电子技术实验，可使学生达到下述要求：

(1) 看懂基本电子线路图，具有分析电路的能力；具有合理选用元器件并构成小系统电路的能力。

(2) 掌握查阅和利用技术资料解决实际问题的方法；具有分析和排除基本电子线路一般故障的能力。

(3) 掌握常用电子测量仪器的选择、仪器说明书的使用和仪器的使用方法；掌握各种电信号的基本测试方法。

- (4) 能够根据实验任务拟定实验方案,独立完成实验,写出严谨的、有理论分析的、实事求是的、文字通顺和字迹端正的实验报告。
- (5) 具有严肃、认真的工作习惯和实事求是的科学态度。
- (6) 掌握实验室的安全用电知识。

1.2 实验程序

模拟电子技术实验一般可以分为实验的准备阶段、实验操作和实验报告三个环节。尽管每个电子线路实验的目的和内容不同,但为了培养良好的学风,充分发挥学生的主动精神,促使其独立思考、独立完成实验并有所创新,现分别对这三个环节提出下列基本要求。

一、实验前的准备

为了避免盲目性,参加实验者应对实验内容进行预习。通过预习,明确实验目的和要求,掌握实验的基本原理,看懂实验电路图,查阅有关资料,拟出实验方法和步骤,设计实验表格,对思考题做出解答,初步估算(或分析)实验结果,最后做出预习报告。

二、实验操作

(1) 参加实验者要自觉遵守实验室规则。

(2) 根据实验内容合理布置实验现场。仪器设备和实验装置安放要适当。检查所用器件和仪器是否完好,然后按实验方案搭接实验电路和测试电路,并认真检查,确保无误后方可通电测试。

(3) 认真记录实验条件和所得资料、波形(并分析判断所得资料、波形是否正确)。发生故障应独立思考,耐心寻找故障原因并排除,记录排除故障的过程和方法。

(4) 仔细审阅实验内容及要求,确保实验内容完整,测量结果准确无误,现象合理。

(5) 实验中若发生异常现象,应立即切断电源,并报请指导教师和实验室有关人员,等候处理。

三、实验报告

实验报告是对实验工作的全面总结。学生做完实验后用简明的形式将实验结果和实验情况完整、真实地表达出来。

1. 实验报告的内容

实验报告应包括以下几个部分:

- (1) 实验的目的和要求。
- (2) 实验电路、测试电路和实验的工作原理。
- (3) 实验用的仪器、主要工具。
- (4) 实验的具体步骤、实验原始数据及实验过程的详细情况记录。
- (5) 实验结果和分析。必要时,应对实验结果进行误差分析。

(6) 实验小结。实验小结即总结实验完成情况，对实验方案和实验结果进行讨论，对实验中遇到的问题进行分析，简单叙述实验的收获和体会。

(7) 参考资料。记录实验前、后阅读的有关资料。应记录资料的名称、作者和简单内容，为今后查阅提供方便。

2. 实验报告的基本要求

实验报告的基本要求是：结论正确，分析合理，讨论深入，文理通顺，简明扼要，符号标准，字迹端正，图表清晰。在实验报告上还应注明：课题、实验者、实验日期、使用仪器编号等内容。

1.3 实验规程和安全用电知识

一、实验规程

(1) 实验课前要认真预习，做好必要的准备工作，如做好预习报告，阅读注意事项，未预习者不得参加实验，不得无故迟到。

(2) 实验时实验者应认真、仔细，注重培养独立分析问题和解决问题的能力，要有协作精神，同组合作者要团结互助，共同探讨，互相学习。

(3) 接完线路应先自行检查，再请教师复查后，才能接通电源进行实验。改接线路时，要先断开电源。

(4) 实验完毕，所记录数据经教师审阅签字后方可拆线，实验报告无教师签字无效。

(5) 未经许可，不得乱用与本次实验无关的设备器材，不得将实验室物品携出室外。

(6) 要爱护仪器设备，凡损坏仪器设备者应填写损坏单，对于不听从教师指导和违反操作规程而损坏仪器设备者，除写出书面检讨外还应进行赔偿。

(7) 维护实验室内的整洁与肃静，严禁随地吐痰、大声喧哗。实验完毕后，切断电源，将用过的导线、仪器设备整理好，放归原位，并做好值日工作。

二、安全用电知识

(1) 不得带电接线或拆、改线路及安装、更换保险丝。

(2) 线路接好通电时，必须通知本组同学，同组者要相互密切配合，以防发生意外。

(3) 仪表设备应放置合理，避免导线跨越电源刀闸、仪表、旋转或运动的机械部分，各种设备要可靠放置，防止跌落而摔坏设备。

(4) 实验中如发现超量程、过热、异味、异声、冒烟、火花等异常现象，应立即切断电源，再处理故障。

(5) 实验时，要精神集中，严肃认真。

(6) 不得穿湿衣、湿鞋或湿手赤足做实验，以防引起触电事故。

(7) 使用仪器设备时必须先阅读有关附录内容的说明，了解设备的规格、使用方法等，严格按额定值使用。调节电源或电路参数时，应密切监视电表指针，以免损坏设备。

- (8) 实验室总电源由指导教师操作；无指导教师在场时，学生不得自行通电实验。
- (9) 自觉维护人身及实验设备安全。

1.4 实验仪器的使用和连接

仪器仪表是实验的基本工具，应该通过实验加强练习，达到能够熟练使用的目的。模拟低频电路测量仪器连接图如图 1.1 所示。

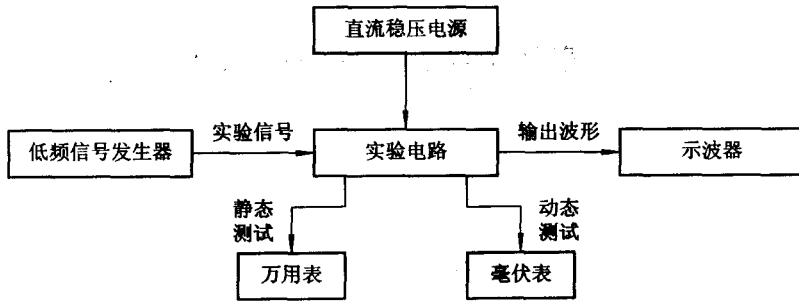


图 1.1 模拟低频电路测量仪器连接图

使用仪器仪表进行测量时应注意以下问题：

1. 电子测量仪器的正确选择

测量仪器各有不同的用处，即使同种类型的测量仪器，由于型号不同，其技术指标也不相同。所以要根据具体工作需要选用合适的测量设备，并且要在仪器所能够提供的技术指标范围内进行测量，主要考虑信号频率范围，输入、输出阻抗和信号灵敏度，功率等。

2. 电子测量仪器的正确使用

测量设备通电开机前，应先检查仪器设备的工作电压与电网的交流电压是否相符；检查仪器面板上各种开关、旋钮、度盘、接线柱、插口有否松动或者滑位。仪器设备的电源开关应扳置于“断(OFF)”位置。

在进行测量前，首先进行功能和量程选择，要根据需要将仪器面板上的各种控制旋钮和开关进行预置。面板上的增益、输出、辉度、调制等控制旋钮，应依逆时针左旋到底，即置于最小位置上，防止仪器通电时可能出现的冲击现象。根据测量理论，一般测量挡位选择量程时，应能使指针偏转在满刻度的 $2/3$ 以上为宜。如果对测量值大小无法预先估计，最好先将仪器的衰减或量程选择开关置于最高挡位，以免仪器过载受损，然后在测量中根据指针偏转程度再将挡位逐渐降低至合适的位置。

对于电子管设备要有预热时间。对于数字显示的仪表，要在测量仪器接入数秒之后，当数字不再闪烁和变化之后再开始测量取值。

应避免在测试表笔与电路接通时改变功能选择开关。不要忘记，有些指针式仪表(如万用表)需要在使用前进行机械调零和满挡调整。对于开关、旋钮、度盘的扳动或调节操作，应缓慢稳妥，切勿猛扳快转；转动困难时，不要硬扳硬转，以免损坏。

注意电源的开关顺序，在实验开始时，“先接实验电路后开电源”；在实验结束时，“先关电源后拆实验电路”。

使用电子仪器进行测量时，应先接入低电位端子(即地线)，然后再接高电位端子；反之，测试完毕以相反的顺序拆除，以免发生冲击。

仪器使用完毕，各开关、旋钮要恢复合适的挡位，即对于增益、输出、辉度等控制旋钮应置于最小挡位，而量程、衰减等旋钮要扳到最大位置上。

3. 仪器仪表的正确连接

仪器仪表的正确连接十分重要，尤其要注意以下几个方面。

1) 接地

接地技术十分重要，“地”又称为“公共端”或“参考点”，应是“零电位”。真正的“地”要与大地相连，但一般以设备底座、外壳和公共导线电位为准。接地技术和共地技术主要用于抗干扰，当进行微弱信号测量和精密测量时会起到关键性的作用；接地技术在工频市电用电安全和防止雷击方面也非常重要。

2) 共地

实验测量时有一个基本概念就是“共地”。所谓“共地”，就是将测量仪器和被测装置所有的“地”端连接到一起，如图 1.2 所示，并且接线应尽量短，即接地电阻越小越好。其主要作用是避免“串扰”。

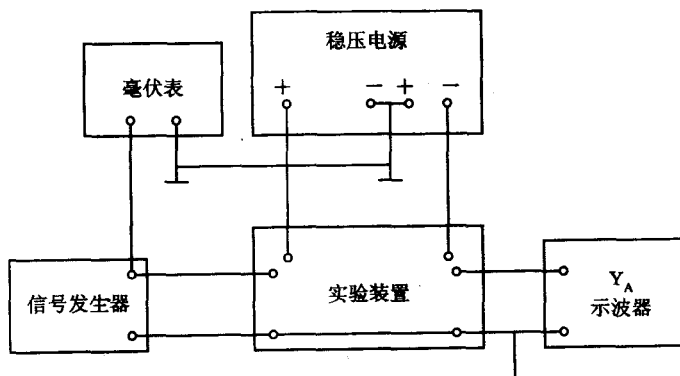


图 1.2 实验装置和测量仪器“共地”

3) 平衡式和非平衡式连接

大多数低频测量仪器是采用单端输入(输出)方式，即仪器的两个输入端中，总有一个与相对零电位点(如机壳)相连。这两个输入端一般不能互换测量点，称为“不平衡输入”方式。与此相对称的对称输入(中点是地)称为平衡方式。

对于“不平衡输入”方式，采取“共地”是最基本的要求。

4) 去耦

寄生耦合是由公共阻抗(互阻抗)而产生的等效阻抗，例如公共电源内阻 r_s 存在而产生的寄生耦合。去耦(退耦)是消除寄生耦合的有效方法。一个最典型的例子是收音机，当干电池快没电时，内阻将增大。如果去耦电路出现故障，则会造成“低频自激”(汽船声)现象。

1.5 实验考核

按照高职高专院校办学目标,为深化教学改革,稳定教学秩序,提高实验教学质量,确保培养规格,加强实践教学环节的管理,建立相对独立的实验教学考核体系,对促进教师和学生重视实验教学,增强学生实践操作能力和应用能力具有十分重要的意义,为此,我们特制订了实验考核办法。

一、考试范围

按照专业教学计划和课程教学大纲要求,凡规定有实验实习教学内容的课程,均须进行实验教学考核。

二、考核办法

学生课前应认真阅读实验指导书,了解实验内容,明确实验目的,理解实验原理。教师应对实验预习情况进行检查。未预习的学生不准做实验。按时交实验报告,教师对实验报告进行批改,并根据实验记录和实验报告情况决定学生是否通过。

实验课的考核主要从有利于考查学生对知识的掌握程度以及分析和解决具体问题的能力等方面着手,一般可采用技能考试、口试等方法进行。

(1) 技能考试:主要考查学生实际操作能力。可采用抽签的方法单人单套设备按抽得的考题进行操作,也可采用统一命题,单人或分组进行操作,在规定的时间内完成,现场评分。

(2) 口试:可采用分类抽题,口头答辩的方式进行。主要考查实验的基本理论,也可通过实验操作、演示等解答问题,现场评分。

三、考核成绩评定

实验课考核成绩应包括平时成绩(含实验纪律、实验态度、实验报告等)、技能考试成绩、口试考试成绩三块,由任课教师根据课程特点,综合评定实验课考核成绩。实验课成绩可以分为优、良、及格和不及格四个等级。

附:

实验报告要求

规定一律用统一的实验报告本认真书写实验报告。实验报告的具体内容要求如下:

实验名称

一、实验目的

二、实验仪器(器材)

三、实验原理

实验原理应包括指导书所要求的理论计算、推导，实验原理图、流程图，曲线分析以及其它实验教师所要求的内容。

四、实验数据表格及处理

这里应该是课后根据实验原始记录整理重抄的正式数据，并按指导书要求加以处理。如有曲线，应用坐标纸画出。

五、实验结果分析

实验结果分析应完成指导书所要求的总结、问题讨论及实验成功的关键和失败原因等。

第 2 章 实验仪器操作基础

模拟电子技术实验常用的测量仪器仪表包括万用表、直流稳压电源、示波器、信号发生器、毫伏表以及晶体管特性图示仪等。这是从事电子工程技术最基本的测量工具，常用的测量仪器的使用是实验的基本内容。

2.1 万用表

“万用表”是万用电表的简称，万用表能测量电流、电压、电阻，有的还可以测量三极管的放大倍数，频率、电容值、逻辑电位、分贝值等。它是电子测量必不可少的测量工具。

万用表按指示方式分为模拟式和数字式两大类。

数字式万用表以数字的方式显示测量结果，读数准确、方便；采用大规模集成电路，可靠性高。常用数字式万用表采用三至四位数字显示，分辨力较高，一般在 1.0 级以上。

模拟式万用表是以指针的形式显示测量结果。它主要由三部分组成，即指示部分（用磁电系表头）、测量电路和转换装置。

模拟式万用表最重要的性能指标是灵敏度。灵敏度愈高，表示取自被测电路的电流愈小，对被测电路正常工作状态的影响也就愈小，测量的准确度就高。模拟万用表的灵敏度主要取决于所用指示表头的灵敏度。模拟式万用表的准确度等级一般在 1.0~5.0 级之间。

2.1.1 MF47 型万用表

MF47 型万用表是设计新颖的磁电系整流式、便携式、多量程万用电表，可供测量直流电流、交直流电压、直流电阻等，具有 26 个基本量程和电平、电容、电感、晶体管直流参数等 7 个附加参考量程。

1. 主要技术指标

MF47 型万用表的主要技术指标见表 2.1。

表 2.1 MF47 型万用表的主要技术指标

量程范围		灵敏度及电压降	精度	误差表示度
直流 电流	0~0.05 mA, 0~0.5 mA, 0~5 mA, 0~50 mA, 0~500 mA, 0~5 A	0.3 V	2.5	以上量程的百分 数计算
直流 电压	0~0.25 V, 0~1 V, 0~2.5 V, 0~10 V, 0~50 V, 0~250 V, 0~500 V, 0~1000 V, 0~2500 V	20 kΩ/V	2.5 5	以上量程的百分 数计算
交流 电压	0~10 V(0~45 Hz), 0~50 V(0~65 Hz), 0~250 V(0~500 Hz), 0~500 V (0~45 Hz), 0~1000 V(0~65 Hz), 0~2500 V(0~500 Hz)	4 kΩ/V	5	以上量程的百分 数计算
直流 电阻	R×1 Ω, R×10 Ω, R×100 Ω, R× 1 kΩ, R×10 kΩ	R×1 Ω 中心刻度为 16.5 Ω	2.5	以标度尺弧长的 百分数计算
			10	以指示值的百分 数计算
音频 电平	-10~+22 dB	零电平等于在 600 Ω 阻抗上产生的 1 mW 的电功率	—	—
h _{FE}	0~300	—	—	晶体管直流放大 倍数
电感	20~1000 H	—	—	—
电容	0.001~0.3 μF	—	—	—

2. MF47 型万用表面板图

MF47 型万用表面板图如图 2.1 所示。

标度盘与开关指示盘印制成红、绿、黑三色，二盘颜色分别按交流红色，晶体管绿色，其余黑色对应制成，使用时读取示数便捷。标度盘共有六条刻度。按从上向下的顺序，第一条专供测电阻用；第二条供测交流电压、直流电压和直流电流用；第三条供测晶体管放大倍数用；第四条供测量电流用；第五条供测电感用；第六条供测音频电平用。标度盘上装有反光镜，以消除视差。

除交、直流 2500 V 和直流 5 A 分别有单独插座之外，其余各挡只需转动一个选择开关，使用方便。

特别设计了一挡晶体管静态直流放大系数检测装置以备在临时情况下检查三极管之用。

3. 使用方法

测量之前先调整表盖上的机械调零器，使指针指于“0”位上。测量时将红、黑测试棒分别插入“+”、“-”插孔内。当测量交、直流 2500 V 或直流 5 A 时，红测试棒则应分别插到



图 2.1 MF47 型万用表面板图

标有“2500 V”或“5 A”的插座中。

1) 直流电流的测量

当测量一个未知其大小的电流时,应将转换开关旋到直流挡的最大量程处,根据测出数值的大小,把转换开关旋到其相应的挡位上(表头指针指示一般应大于1/3满刻度)。测量时,将测试棒与被测电路串联,红测试棒接在电路的正端,在第二条刻度线上读出测量值。测量5 A时,转换开关可放在500 mA直流电流的量程上,然后将测试棒串接于被测电路中。

2) 交、直流电压的测量

当测量一个未知其大小的电压时,应将转换开关旋至交流或直流电压挡的最大量程处,根据测出数值的大小,把转换开关旋到其相应的挡位上(表头指针指示一般大于1/3满刻度)。测量时,将两测试棒并接在电路中,红测试棒接在电路的正端,黑测试棒接在电路的负端,在刻度线上读出测量值即可。当测量交、直流2500 V时,转换开关应分别旋至交流1000 V或直流1000 V位置上,然后将测试棒跨接于被测试电路两端。

3) 电阻值的测量

装上电池(R14型2#1.5 V及6F22型9 V各一只)。转动开关至所需测量的电阻挡,将测试棒两端短接,调节零欧姆调整旋钮,使指针对准欧姆“0”位上(若不能指示欧姆“0”位,则说明电池电压不足,应更换电池),然后将测试棒跨接于被测电路的两端进行测量。

准确测量电阻时,应选择合适的电阻挡位,使指针尽量能够指向表刻度盘中间1/3区域。

测量电路中的电阻时,应先切断电路电源。如电路中有电容,应先行放电。

当检查电解电容器漏电电阻时,可转动开关到 $R \times 1 \text{ k}\Omega$ 挡,红测试棒必须接电容器负极,黑测试棒接电容器正极。

4) 音频电压的测量

测量方法与测量交流电压相同,读数见dB刻度线。因为我国通信线路过去采用特性阻抗为 600Ω 的架空明线,并且通信终端设备及测量仪表的输入、输出阻抗是按 600Ω 设计的,所以万用表音频电平的刻度系数是按零(在 600Ω 阻抗上产生1 mW的电功率)输送标准设计的。刻度上的dB值是10 V挡的,它所对应的电压为0.775 V,测量范围为 $-10 \sim +22 \text{ dB}$ 。如读数大于 $+22 \text{ dB}$ 时,需换50 V、250 V或1000 V,用50 V、250 V、1000 V测量dB时须把读数加上表2.2中所列的校正值。例如,在250 V交流挡测得dB值为12 dB,则实际dB值为 $12 + 28 = 40 \text{ dB}$ 。当测音频电压时,如果同时存在直流电压,则应把红测试棒接在“测量音频电平插口”。

表 2.2 电平刻度的校正值

量程	按电平刻度增加值	电平的测量范围
10 V	$-10 \sim +22 \text{ dB}$	—
50 V	+14 dB	$+4 \sim +36 \text{ dB}$
250 V	+28 dB	$+18 \sim +50 \text{ dB}$
1000 V	+40 dB	$+30 \sim +62 \text{ dB}$

5) 晶体管直流参数的测量

(1) 直流放大倍数 h_{FE} 的测量：先转动开关至晶体管调节 ADJ 位置上，将红、黑测试棒短接，调节欧姆电位器，使指针对准 300 h_{FE} 刻度线上，然后转动开关到 h_{FE} 位置，将要测的晶体管脚分别插入晶体管测试座的 e、b、c 管座内，指针偏转所示数值约为晶体管的直流放大倍数 β 值。NPN 型晶体管应插入 NPN 型管孔内，PNP 型晶体管应插入 PNP 型管孔内。

(2) 反向截止电流 I_{ceo} 、 I_{cbo} 的测量： I_{ceo} 为集电极与发射极间的反向截止电流（基极开路）； I_{cbo} 为集电极与基极间的反向截止电流（发射极开路）。转动开关 $\Omega \times 1$ k 挡，将测试棒两端短接，调节零欧姆调整旋钮，使指针对准欧姆“0”位上（此时满刻度电流值约为 90 μA ）。分开测试棒，然后将欲测的晶体管插入管座内，此时指针的数值约为晶体管的反向截止电流值。指针指示的刻度值乘上 1.2 即为实际值。

当 I_{ceo} 电流值大于 90 μA 时可换用 $\Omega \times 100$ 挡进行测量（此时满刻度电流值约为 900 μA ）。

NPN 型晶体管应插入 NPN 型管座，PNP 型晶体管应插入 PNP 型管座。

4. 注意事项

万用表虽有双重保护装置，但使用时仍应遵守下列规程，避免意外损失。

(1) 测量高电压或大电流时，为避免烧坏开关，应在切断电源情况下，变换量程。

(2) 测未知量的电压或电流时，应先选择最高挡位，待第一次读取数值后，方可逐渐转至适当挡位以取得较准读数并避免烧坏电路。

(3) 禁止在通电电路中测电阻。

(4) 偶然发生因过载而烧断保险丝时，报告指导教师后进行处理。

2.1.2 DT890B+ 数字万用表

DT890B+ 具有全量程、多功能自动调零、自动极性指示、过量程指示、电源欠压指示和保护功能。它可以用来测量直流电压、直流电流、交流电压、交流电流、电阻、电容、二极管、晶体管 h_{FE} 等。

1. 主要技术指标

1) 测量范围

直流电压：100 μV ~ 1000 V。

交流电压：100 μV ~ 700 V。

直流电流：1 μA ~ 10 A。

交流电流：1 μA ~ 10 A。

电阻：0.1 Ω ~ 200 M Ω 。

电容：1 pF ~ 20 μF 。

晶体管 h_{FE} ：0 ~ 1000。

2) 准确度

直流电压： $\pm 0.5\%$ ~ $\pm 0.8\%$ ，读数 ± 1 ~ ± 2 字。

交流电压： $\pm 0.5\%$ ~ $\pm 1\%$ ，读数 ± 3 字。

直流电流： $\pm 0.8\%$ ~ $\pm 2\%$ ，读数 ± 1 ~ ± 5 字。