



普通高校“十三五”规划教材

电工电子技术 实验教程

DIAN GONG DIAN ZI JI SHU
SHI YAN JIAO CHENG

主 编◎孙君曼



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十三五”规划教材

电工电子技术 实验教程

主编 孙君曼

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是根据教育部颁发的高等工科院校电工技术、电子技术、电工电子技术三门课程的教学要求而编写的实验指导教材。结合实验学时要求选择具有代表性的实验项目编写而成。

内容包括电工学工程基本技能学习培养、常用仪器仪表及实验设备使用训练、直流电路、单相交流电路、三相交流电路、电机及控制电路、模拟电子技术及数字电子技术等知识点的重要实验训练项目。书中实验项目精简,关注重要知识点展开实验内容,以课程教学大纲为中心设置必要的实验训练项目,并且适量扩展的精选的实验项目又能满足当前工程训练背景下的扩展实验训练的开展。

本书可作为电工技术、模拟电子技术、数字电子技术、电工电子技术课程的实验指导书。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实验教程 / 孙君曼主编. -- 北京 :
北京航空航天大学出版社, 2015. 12

ISBN 978-7-5124-2031-1

I. ①电… II. ①孙 III. ①电工技术—实验—高等学校—教材 IV. ①TM-33②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 009345 号

版权所有,侵权必究。

电工电子技术实验教程

主 编 孙君曼

责任编辑 金友泉

*

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

北京泽宇印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:8.5 字数:181 千字

2016 年 2 月第 1 版 2016 年 2 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-2031-1 定价:20.00 元

前 言

本书是根据高等院校电工技术、电子技术、电工学课程教学大纲、结合教学实际编写而成的实践性教程,是实验环节的指导教材。培养实验能力和提高实际技能是高等工科院校教育的重要内容,实验是帮助学生学习 and 运用理论处理实际问题,理解和巩固基本理论,获得实验技能和科学研究方法训练的重要环节,是卓越工程师技术人才培养必修内容。

本书内容安排与《电工学》上、下册的内容相配合,分为电工技术实验和电子技术实验两部分。其实验性质分为验证性实验、综合性实验和设计性实验。

验证性实验有利于学生验证电路理论中的一些重要的基本概念和基本理论,熟悉电工电子测量中的部分基本仪器、仪表,掌握一些基本的测试方法。综合性实验的实验内容涉及本课程相关综合知识,主要培养学生综合运用知识和分析实验结果的能力。设计性实验是培养学生在对基本知识的熟练掌握的情况下,独立完成设计任务的能力。本教材难易结合、重点突出,也可作为电类专业电路、模拟电子技术及数字电子技术的实验教材。

本书的编写工作主要由郑州轻工业学院电工、电子技术课程组的老师完成,参加编写的有孙君曼、张培、耿盛涛、陈鹏、赵明辉、张平六位老师。本书参考了第一版《电工电子技术实验教程》的内容,在此向为实验教材编写及实验教学、实验准备工作付出了辛勤劳动的各位老师表示感谢。另外,本书的出版得到郑州轻工业学院电气信息工程学院及教务处的的大力支持,非常感谢!

由于编者学识有限,书中如有不妥之处,望读者提出宝贵意见。

作 者

2015 年 09 月 18 日

学生实验守则

实验室设备为用电设备,由于操作不当可能会导致人身或设备安全受到损害。为了保证实验工作的顺利展开,加强电工学实验课程工程训练作用,培养学生的创新精神与实践能力,提升教学效果,保证实验工作的顺利展开,为学生创造一个良好的实验环境,特制定如下学生实验规则。实验前,学生必须认真阅读并遵守学生实验守则规定的如下内容。

1. 实验前必须认真预习实验内容,明确实验目的、步骤、原理,并回答实验教师的提问,及时写好预习报告。

2. 每班学习委员分好实验小组并指定小组长,按实验台的编号固定各人座位。

3. 在进入实验室前,务必搞好个人卫生,进入实验室应保持安静,保持实验环境整洁,不得高声喧哗或打闹,请勿在实验室饮食,乱扔纸屑,随地吐痰,实验室严禁吸烟,要保持实验室和仪器设备的整齐清洁。

4. 爱护仪器设备,使用前详细检查,观察所用仪器,了解使用方法、量程及注意事项,使用后要将设备放于原位,发现设备丢失或损坏立即报告。未经许可不得使用与本实验无关的仪器设备及其他物品,不准将任何物品带出室外。

5. 交流电路实验不准带电接线,不准双手、单手在带电情况下接触裸露的金属插线,同组学生在实验中应相互配合,安全第一。

6. 接通电源前,应由教师检查线路,合格后方可通电。爱护仪器、仪表,遵守使用规则,防止设备事故。发生设备故障及时切断电源,并及时报告指导教师处理。

7. 小组成员分工协作,即操作、观察现象、读数、记录与数据审查,每做完一项实验内容应调换分工,使每位同学都能充分地得到实验技能的训练。正确读数,对于指针式仪表要求“眼、针、影成一线”,实验中如发现异常现象,先断开电源,保持现场,分析原因,排除故障,经教师许可后再进行实验,如果造成仪器、仪表损坏要如实填写事故报告单。

操作时应注意:手合电源,眼观全局,先看现象,再读数据。

8. 实验完毕后,要关闭电源,关好门窗,整理好仪器设备,拆除线路,做好卫生工作,经实验室工作人员检查仪器及使用记录后方可离开。

9. 对违反操作规程及玩弄仪器设备而造成事故或损坏器材者,视情节轻重予以批评教育或停止实验,严重者赔偿损失并报校有关部门处理。

10. 实验报告是对实验内容的全面总结,要认真完成实验报告,包括分析结果、处理数据、绘制曲线及图表等。实验报告要文理通顺,简明扼要,字迹端正,图表清晰,分析合理,讨论深入。不合要求的实验报告须退回重做。

目 录

上篇 电工技术实验

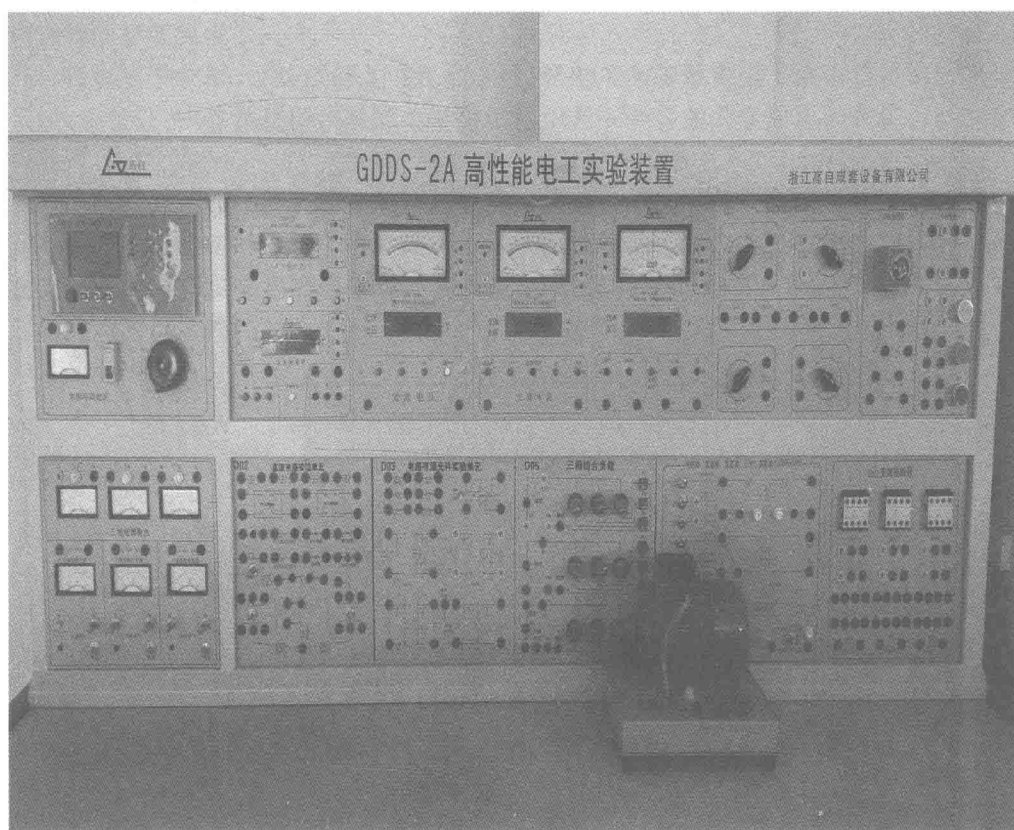
预习一	实验室供电系统及实验安全用电	3
预习二	电工实验常见故障及排除方法	7
实验一	电路元件伏安特性的测绘	11
实验二	验证基尔霍夫定律	16
实验三	验证戴维南定理和诺顿定理	20
实验四	用三表法测量电路等效参数	25
实验五	功率因数的提高	28
实验六	RC 选频网络特性测试	33
实验七	R、L、C 串联谐振电路的研究	36
实验八	三相交流电路电压、电流的测量	40
实验九	三相鼠笼式异步电动机的使用与启动	44
实验十	继电器接触器控制的异步电动机的启动及正反转运行	48

下篇 电子技术实验

预习一	常用电子仪器	55
预习二	实验室中的噪声及其抑制	71
实验一	常用电子仪器的使用	74
实验二	晶体管共射极单管放大器	80
实验三	负反馈放大电路	89
实验四	集成运算放大器模拟运算电路	94
实验五	波形发生器制作与调试(综合性实验)	100
实验六	组合逻辑电路的设计	106
实验七	触发器及其应用	109
实验八	计数器及其应用	117
附录一	用万用电表对常用电子元器件检测	122
附录二	电阻器的标称值及精度色环标志法	126

上 篇

电工技术实验



预习一 实验室供电系统 及实验安全用电

电工学是实践性很强的一门技术基础课。实验是该课程的一个重要环节,通过这一实践性教学环节,不仅能巩固和加深理解所学的知识,更能训练实验技能,根据理论知识来指导实验、建立工程实际观点并树立严谨的科学作风。通过该实验课程的训练应使学生具有如下能力:对供电系统及安全用电有一个正确认识,并能正确使用常用的电工仪表、电工设备及常用的电子仪器;具备按电路图正确接线和检查线路故障的能力;会查阅手册,掌握常用电子元件的基本使用知识;具备准确读取实验数据、观察实验现象、测绘波形曲线、分析实验数据的能力;将所学的理论知识灵活运用于实践中,具有处理实际问题的能力;具有实事求是、严肃认真、细致踏实的科学作风和良好的实验习惯。实验中应注意操作规程,并养成良好的工作习惯,这是实验顺利进行的有效保证。

任何电子仪器、设备都需要电源的支持,做电工实验就更应了解清楚实验室供电系统、实验设备、有关仪器仪表的电源供电知识及一些有关安全用电的常识。

一、实验室供电系统

实验室通常使用的动力电是频率为 50 Hz、线电压 380 V、相电压 220 V 的三相交流电。由于在实验室很难做到三相负载平衡,因此常采用 Y-Y 连接。从配电室到实验室的供电线路如图 1-1-1 所示。

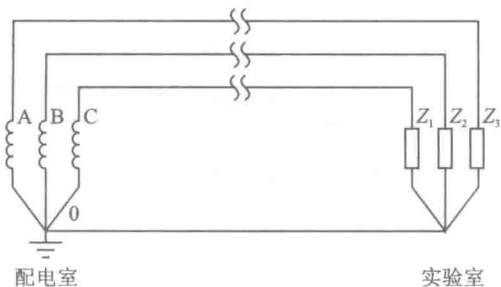


图 1-1-1 实验室的供电系统

A、B、C 为三条火线,0 为回流线。回流线通常在配电室一端接地,因此又称零线,其对地电位为 0。该供电系统称为三相四线制供电系统。

实验室的仪器通常采用 220 V 供电,并经常是多台仪器一起使用。为了保证操作人员的人身安全,使其免遭电击,需要将多台仪器的金属外壳连在一起并与大地连

接,因此在用电端的实验室需要引入一条与大地连接良好的保护地线。从实验室配电盘(电源开关)到实验台的供电线路如图 1-1-2 所示。

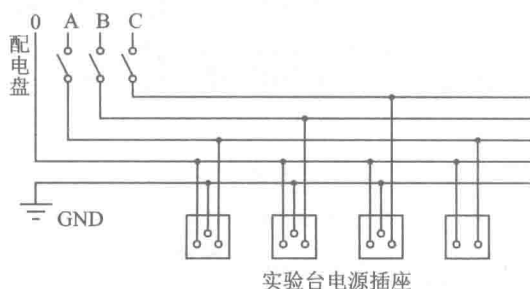


图 1-1-2 实验室的供电线路

220 V 的交流电从配电盘分别引到各个实验台的电源接线插座上,电源接线插座有两芯插座和三芯插座供用电器使用。按照电工操作规程要求,两芯插座与动力电的连接是左孔接零线,右孔接火线,三芯插座除“左孔接零线、右孔接火线”外,中间孔接的是保护地线 GND。所以,实验室供电系统确切的叫法应为三相四线一地制,即三条火线、一条零线、一条保护地线。

注意:零线与保护地线虽然都与大地相接,但它们之间有着本质的区别。

① 接地地点不同。零线通常在低压配电室即变压器次级端接地,而保护地线则在靠近用电器端接地,两者之间有一定距离。

② 零线中有电流,即零线电压为 0,电流不为 0,且零线中的电流为三条火线中电流的矢量和。保护地线在一般情况下电压为 0,电流亦为 0,只有当漏电产生时或发生对地短路故障时,保护地线中才有电流。

③ 零线与火线及用电负载构成回路,保护地线不与任何部分构成回路,只为仪器的操作者提供一个与大地相同的等电位。因此,零线与保护地线虽说都与大地相接,但不能把它们视为等电位,在同一幅电路图中不能使用同一接地符号,在实验室里更不能把零线作为保护地线和测量参考点。了解这一点非常重要,否则会造成短路,在瞬间产生大电流,烧毁仪器实验电路等。

了解零线与保护地线的区别是有实际意义的,因为在实验室内,要求所有一起使用的电子仪器,其外壳要连在一起并与大地相接,各种测量也都是以大地(保护地线)为参考点而不是零线。

二、电子仪器的动力电引入及其信号输入/输出线的连接

电子仪器中的电子元件只有在稳定的直流电压下才能正常工作,通常电子仪器先接受 220 V/50 Hz 动力电,然后通过内部变压器降压处理再进行整流、滤波、稳压环节才能得到合适的直流稳定电压。目前多采用三芯电源线将动力电引入电子仪器,连接方式如图 1-1-3 所示。电源插头的中间插针与仪器的金属外壳连在一起,

其他两针分别与变压器初级线圈的两端相连,这样,当把插头插到电源插座上时,通过电源线即把仪器外壳连到地球上,火线和零线也接到变压器的初级线圈上。当多台仪器一起使用并都采用三芯电源线时,这样通过三芯电源线就能将所有的仪器外壳连在一起,并与大地相连。

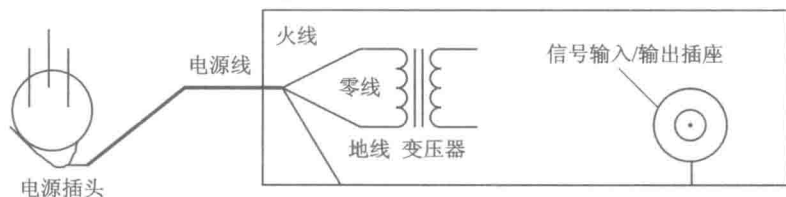


图 1-1-3 电源线、信号输入/输出线的连接

电子仪器的输入与输出线,在使用电子仪器时有的是向外输出电量,称为电源或信号源;有的是对内输入电量,以便对其测量。不管是输入量还是输出量,仪器对外联系都是通过接线柱或插座来实现的。若用接线柱,通常用一个红色接线柱作为仪器对外联系,它与仪器外壳绝缘,另一个通常用黑色接线柱与仪器外壳直接相接并标示接地符号“⊥”。若用测量线插座实现对外联系,通常将插座的外层金属部分直接固定在仪器的金属外壳上,如图 1-1-3 所示。

实验室使用的测量线大多数为 $75\ \Omega$ 的同轴电缆线。一般电缆线芯线接一红色鳄鱼夹子,网状屏蔽线接一黑色鳄鱼夹子,网状屏蔽线的另一端与测量线插头的外部金属部分相接。当把测量线插到插座上时,黑夹子线即和仪器外壳连在一起。也可以说,黑夹子线端即接地点,因为仪器外壳是与大地相连的。由此可见,实验室的测量系统实际上均是以大地为参考点的测量系统。如果不想以大地为参考点,就必须把所有仪器改为两芯电源线,或者把三芯电源线的接地端断开,否则就采取隔离技术。

若使用两芯电源线,测量线的黑夹子线一端仍和仪器外壳连在一起,但外壳却不能通过电源线与大地连接,这种情况称为悬浮地。当测量仪器为悬浮地时,可以测量任意支路电压。当黑夹子接在参考点上时,测得的量为对地电位。

总之,信号源一旦采用三芯电源线,则由它参予的系统就是一个以大地为参考点的系统,除非采取对地隔离技术,如使用变压器隔离、光耦隔离等;若测量仪器(如示波器、毫伏表)一旦采用三芯电源线,它就只能测量对地电位,而不能直接测量支路电压。因此,在所有仪器都使用三芯电源线的实验系统中,其黑夹子必须都接在同一点(接地点)上,否则就会造成短路。

三、实验室安全用电

安全用电包括两个方面:一是人身安全,二是仪器设备安全用电。

1. 人身安全

根据大量触电事故分析及实验证实,电击所引起的伤害程度与下列因素有关。

(1) 人体电阻的大小

人体电阻越大,通入的电流越小,伤害程度也就越轻。研究表明,当皮肤有完好的角质外层并且很干燥时,人体电阻大约为 $10^4 \sim 10^5 \Omega$ 。当皮肤的角质外层破坏时,则降到 $800 \sim 1\,000 \Omega$ 。

(2) 电流通过人体时间的长短

电流通过人体的时间越长,则伤害越严重。

(3) 电流的大小

如果通过人体的电流在 0.05 A 以上时,就有生命危险。一般说,接触 36 V 以下的电压时,通过人体的电流不会超过 0.05 A ,所以认为 36 V 为安全电压。如果在潮湿的场所安全电压要规定的更低一些,通常是 24 V 和 12 V 。

此外,电击后的伤害程度还与电流通过人体的路径以及与带电体接触的面积和压力等有关。

由于实验室采用 $220\text{ V}/50\text{ Hz}$ 的交流电,当人体直接与动力电的火线接触时就会遭受电击。为了防止触电,要经常检查使用动力电的仪器设备、用电器电源插头有无松动,导线是否破损,外壳接地是否良好等。

2. 仪器设备安全用电

每台仪器只有在额定的电压范围内才能正常工作。当电压过高或过低都会影响仪器正常工作,甚至烧毁仪器。我国生产并在国内销售的电子仪器多采用 220 V 交流电,在一些进口或国外销售的国产电子仪器中,有一个 $220\text{ V}/110\text{ V}$ 电源选择开关,上电前一定要将此开关置于与供电电网电压相符的位置。另外,还要注意仪器设备用电性质,是交流还是直流,不能用错。若用直流供电,除电压幅度满足要求外,还要注意电源的正、负极性。

预习二 电工实验常见故障及排除方法

实验是认识客观世界或事物的重要途径和手段,是理论的基础和源泉。培养学生的实验能力和提高实践技能是高等工科院校教育的重要内容之一,是培养工科学生在从事相关专业方面的工作技能的必要环节。通过实验可帮助学生验证、消化和巩固基本理论知识,学习怎样处理具体问题,通过实验获得实验技能和科学研究方法的训练。从事任何实验,均要求学生具备相应的理论基础知识、实验技能以及归纳总结实验结果的能力。电工、电子实验是电气工程与信息领域最基本的实验,内容包括电路理论、基本电工测量仪器仪表的使用以及电工物理量的测量方法、电子技术基本单元设计与实验等,其基础性决定了它在电类各专业的教学进程中起到的重要作用。

结合多年实验教学的经历,从做电类实验的具体情况及经常出现的操作失误出发,总结如下经验,希望能够帮助实践者在具体实验过程中提高分析判断问题的能力和动手能力,使实验技能有所提高。

一、实验中的常见故障

对于初次接触电工实验或实验经验还不丰富的实验者来说,在实验中会遇到各种各样的问题和故障,这很正常,不应胆怯,通过解决出现的问题,排除故障,会有更大的收获。实验中故障产生的原因各种各样,但后果却都导致实验不能顺利进行,不能达到正确的实验结果。常见故障归纳如下几个方面。

1. 仪器设备

由于仪器设备引起的故障常有以下情况:

- ① 仪器自身工作状态不稳定或损坏。
- ② 超出了仪器的正常工作范围,或调错了仪器旋钮的位置。
- ③ 测量线损坏或接触不良。
- ④ 由于仪器旋钮松动,偏离了正常的位置。

在上述情况中,测量线损坏或接触不良发生得最多,而仪器工作不稳定或损坏在实验过程中出现的概率要少得多。当对仪器的正确使用还未完全掌握或者粗心大意时会出现第二种情况。

2. 器件与连接

这类故障常有:

- ① 用错了器件或选错了标称值。
- ② 连线出错,导致原电路的拓扑结构发生变化。

③ 连接线接触不良或损坏。

④ 在同一个测量系统中有多点接地,或随意改变了接地位置。当实验中的仪器都使用三芯电源线时,稍不注意红夹子和黑夹子的区别,就会在同一测量系统中造成多点接地故障,尤其是初学者常犯此类错误。

通常说交流信号方向不固定,因此没有正负级,这在理论上是正确的。但在实验室里由于电子仪器的信号输入/输出线,其中一根(黑夹子线)已经和仪器外壳相连,即已经接到在以大地为参考的地线上,因此实验室红夹子线和黑夹子线就不能随意乱接,黑夹子必须接在参考点上(即地线上)。这样做并不等于说交流信号就有正负极了,它和直流电源的正负极性是不同的两个概念。

3. 错误操作

当仪器设备正常,电路连接准确无误,而测量结果却与理论值不符或出现了不应有的误差时,问题往往出现在错误的操作上。错误的操作一般有如下几种情况。

(1) 未严格按照操作规程使用仪器

如读取数据前没有先检查零点或零基线不准确,读数的姿势、表针的位置、量程不正确等。

(2) 片面理解问题

盲目地改变电路结构,未考虑电路结构的改变会对测量结果带来的影响和后果。

(3) 采用不正确的测量方法

选用了不该选用的测量仪器。这是学生在电子技术实验中常犯的错误,本该选用晶体管毫伏表测量放大电路输入/输出交流电压信号,总是有学生错用直流电压表或万用表,造成读数不正确。

(4) 无根据地盲目操作

上面列出了一些故障现象,目的是注意实验中的这些方面,以避免不应有的错误,或能较快地找出故障。实验中出现错误是常有的,但不应轻率地犯错误,如粗心大意、操作不规范、无条理、漫不经心等。通过做实验养成良好的工作习惯很重要,否则,可能会造成严重后果,如损坏仪器、烧毁器件乃至整个系统。因此,在实验过程中,除了要学习掌握测量方法、实验技能、积累经验、提高分析解决问题的能力外,培养科学的实验态度、养成良好的操作习惯也是非常重要的。

二、故障分类

实验时故障一旦发生,就需要想办法排除。通过排除故障可以从中吸取教训,积累经验,同时这也是锻炼分析问题、解决问题的好机会。切不可一出现问题,既不观察故障现象也不分析故障原因,不分青红皂白地将实验电路拆掉重来。这样做既不利于问题的解决,也不利于能力的提高。由于原因不明,可能还会带来其他不良影响或造成严重后果。当故障发生后应采取如下措施:即了解故障性质,是为了确定采用什么样的检查手段和方法来排除故障。从故障造成的后果来看,通常有破坏性和

非破坏性两种。

1. 破坏性故障

出现此类故障时经常会有打火、冒烟、发声、发热等现象,这会对仪器电路或器件造成永久性损坏。一旦发现此类故障,应立即关掉实验仪器和被测系统的电源,然后再对其进行检查处理,以免损坏程度进一步扩大。

检查此类故障时,一定要在完全断电的情况下进行。可通过查看、手摸、找出电路损坏的部分或发热器件,进而可仔细检查电路的连接、器件的参数值等。如果仅凭借观察不易发现问题,可借助万用表对电路或器件进行检查。通常多采用测量电阻的方法进行,如电路是否短路、开路,某器件的电阻值是否发生了变化,电容、二极管是否被击穿等。该类故障多发生在具有高电压、大电流及含有有源器件的电路中。

当电路出现短路或负载太重(阻值太小)时会对信号源、直流稳压电源造成损坏,当发现电源的输出突然下降到零或比正常值下降很多时,应立即关掉电源进行检查。

2. 非破坏性故障

该类故障只会影响实验结果,改变电路原有的功能,不会对电路或器件造成损坏。此类故障虽不具破坏性,但排除此类故障一般比排除具有破坏性故障难度更大。因此,除采用上述检查方法外,通常还需要加电检查,即对实验电路加上电源和信号,然后通过测量电路的节点电位、支路电流来查找故障。在交流电路中,通常检查的是节点电位或支路电压。检查时,可按照实验电路从信号源输出开始,逐点向后直至故障点。

三、排除故障的一般方法

根据故障现象可确定故障的性质,同时可进一步分析故障产生的可能原因,根据不同的原因可采用相应的措施去排除。如故障现象为测试点处无信号,其原因可能有:该点后面电路短路、前面电路有开路、信号源无输出、信号源输出线开路、测量仪表的输入线断开等。再如,考察线性电路某点电位时,调整信号发生器的输出,毫伏表的读数不跟随变化,存在的原因可能有:信号发生器损坏(幅度电位器失灵)、毫伏表输入线未接地(接触不良或导线损坏)等。

确定故障位置,找出故障发生点,采用的方法和手段可多种多样,但总的指导思想应遵循由表及里、由分散到集中、先假设后确定的原则。对于实验中常见的线路故障,排除方法可总结为以下两种方法。

1. 断电检查法

当线路接错线,出现电源短路、开路等错误时,应该立即关闭电源,然后使用万用表的欧姆挡,对照实验电路原理图,对电路中的每个元件和接线逐一检查,根据检查点的电阻大小找出故障。破坏性故障常用此方法。

2. 通电检查法

当实验电路工作不正常,或出现明显错误的结果时,使用万用表的电压挡,对照

实验电路原理图,逐一对每个元件和接线进行检查,根据电压的大小找出故障点。一般的顺序为:

- ① 检查接线是否有错;
- ② 检查电源是否正常工作,包括有无输出、输出是否符合要求等;
- ③ 检查电路中的元件是否正常工作,元件与测量仪表的连接是否牢固,以及导线是否良好;
- ④ 检查测量仪表是否正常工作,输入、输出是否有误,量程是否适当,测试线是否良好,需要电源的是否通电等。非破坏性故障常用此方法。

要想尽快地找到故障点并加以排除,需要有扎实的理论基础和分析问题的能力,更多的是需要积累丰富的实验经验。实验经验的积累是和平常的努力、善于观察、勤于观察、多动手分不开的。因此,平常要养成良好的习惯,实验时不要轻易放过任何一种现象,并善于发现、观察实验时的一些异常,自觉地锻炼独立分析问题、解决问题的能力:不要一出现问题,就去请求别人或指导教师帮助,更不应回避问题。

在实验中巩固、加深所学的理论知识并能灵活运用于实践中,培养处理实际问题的能力。要养成实事求是、严肃认真、细致踏实的科学作风和良好的实验习惯。实验中注意操作规程,养成良好的工作习惯,这是实验顺利进行的有效保证,在实验时必须遵循。

实验一 电路元件伏安特性的测绘

一、实验目的

- ① 学会识别常用电路元件的方法。
- ② 学习常用直流电工仪表和设备的使用方法。
- ③ 掌握线性电阻、非线性电阻元件伏安特性的测绘。

二、原理说明

电路的基本元件包括：电阻元件、电感元件、电容元件、独立电源元件、晶体二极管、双极型晶体管和绝缘栅型场效应晶体管等。为了实现某种应用目的，需要将某些电工、电子器件或设备按一定的方式互相连接，构成电路。其基本特征是电路中存在电流的通路。

在电路中，电路元件的特性一般用该元件上的电压 U 与通过该元件的电流 I 之间的函数关系 $I=f(U)$ 来表示，这种函数关系称为该元件的伏安特性，有时也称为外部特性。通常用 $I-U$ 平面上的一条曲线来表征，这条曲线称为该元件的伏安特性曲线。电路元件的伏安特性可以用电压表、电流表测定，称为伏安测量法（或伏安表法）。由于仪表的内阻会影响到测量的结果，因此，必须注意仪表的合理接法。

本实验中所用到的元件为：线性电阻、照明灯、一般半导体二极管整流元件、稳压二极管及电源等常见的电路元件。

① 线性电阻器的伏安特性曲线是一条通过坐标原点的直线，如图 1-1-1 中 a 曲线所示，该直线的斜率等于该电阻器的电阻值。

② 一般的照明灯在工作时灯丝处于高温状态，其灯丝电阻随着温度的升高而增大，通过照明灯的电流越大，其温度越高，阻值也越大。一般照明灯的“冷电阻”与“热电阻”的阻值可相差几倍至十几倍，所以它的伏安特性如图 1-1-1 中 b 曲线所示。

③ 一般的半导体二极管是一个非线性电阻元件，其伏安特性如图 1-1-1 中 c 曲线所示。正向压降很小（一般的锗管约为 $0.2\sim 0.3\text{ V}$ ，硅管约为 $0.5\sim 0.7\text{ V}$ ），正向电流随正向压降的升高而急骤上升，而反向电压从零一直增加到十多伏至几十伏时，其反向电流增加很小，粗略地可视为零。可见，二极管具有单向导电性，但反向电压加得过高，超过管子的极限值，则会导致管子击穿损坏。

④ 稳压二极管是一种特殊的半导体二极管，其正向特性与普通二极管类似，但其反向特性较特别，如图 1-1-1 中 d 曲线所示。在反向电压开始增加时，其反向电流几乎为零，但反向电压增加到某一数值时电流将突然增加（这个值称为管子的稳压