

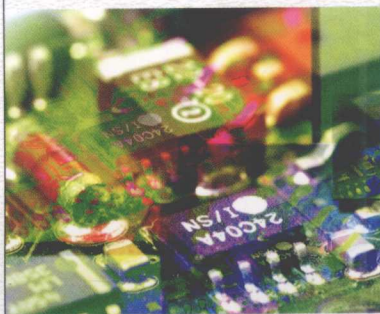


中国地质大学(武汉)实验教学系列教材
中国地质大学(武汉)实验技术研究项目资助

电工与电子技术实验

DIANGONG YU DIANZI JISHU SHIYAN

郭红想 叶敦范 ◎ 主编



中国地质大学出版社有限责任公司
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

电工与电子技术实验

DIANGONG YU DIANZI JISHU SHIYAN

主 编:郭红想 叶敦范

副主编:杨 勇 余蓓蓓 严 军 许鸿文



中国地质大学出版社有限责任公司

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

内容简介

本书是参照高等学校工科《电工、电子技术基础》教材编写大纲的意见编写的。内容分为上、下两篇:上篇较全面地介绍了电工与电子技术实验基础知识、电工电子常用测量仪器和 Multsim 仿真技术,便于学生课前自学预习;下篇根据课程实验特点分类,给出了基本实验、简单设计实验、综合实验三大类共计 23 个实验项目,具有实用性、综合性、趣味性、先进性,突出动手能力和创新意识的培养。

本书侧重科学实验方法的学习,加强基本电工实验技能的训练,引入了计算机仿真软件,体现了对现代电气工程实验技术的了解,强调学生在整个实验过程中的参与。本书可作为高等院校非电类专业电工学、电工与电子技术课程的配套实验指导书,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术实验/郭红想,叶敦范主编. —武汉:中国地质大学出版社有限责任公司, 2011. 10

ISBN 978 - 7 - 5625 - 2730 - 5

I. ①电…

II. ①郭…②叶…

III. ①电工技术-实验-高等学校-教材②电子技术-实验-高等学校-教材

IV. ①TM-33②TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第 207017 号

电工与电子技术实验

郭红想 叶敦范 主编

责任编辑:谌福兴

责任校对:张咏梅

出版发行:中国地质大学出版社有限责任公司(武汉市洪山区鲁磨路 388 号) 邮政编码:430074

电话:(027)67883511

传真:67883580

E-mail: cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cug.edu.cn>

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

字数:170 千字 印张:6.625

版次:2011 年 10 月第 1 版

印次:2011 年 10 月第 1 次印刷

印刷:武汉市教文印刷厂

印数:1—3 000 册

ISBN 978 - 7 - 5625 - 2730 - 5

定价:18.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

实验能力和实验操作技能是高等工科院校学生培养的重要内容之一。本书旨在帮助学生验证、消化和巩固基本理论,运用理论处理实际问题,获得实验技能和科学研究方法。结合我国当前电工电子实验教学体系、内容和方法上的改革以及多年来实验教学改革研究的成果,在保留传统实验的基础上,增加了仿真、设计和综合实验。

本教材具有以下特点:

(1)注重层次性和实用强。在内容安排上由浅入深、循序渐进,在加强基础的同时,侧重实用性,以提高学生的学习兴趣和能力,满足不同专业、不同层次的需要。

(2)注重先进性。将 Multisim10 技术引进实验教学中,使学生掌握应用现代电子技术手段,跟上时代的发展。

(3)注重能力培养。在每一个实验项目中,设置了思考题、明确实验报告的要求,增加设计性实验的分量,全面提升学生分析问题和解决问题的能力。

本实验教材是由中国地质大学(武汉)机电学院电工与电子技术课程组老师集体编写。郭红想、叶敦范任主编,杨勇、余蓓蓓、严军、许鸿文任副主编。其中郭红想负责第一章、第二章和第四章的编写及全书的统稿与定稿工作;杨勇、余蓓蓓负责第三章、第六章的编写;叶敦范、严军、许鸿文负责第五章的编写。叶敦范教授和王典洪教授仔细审阅了全稿,指出了书中诸多错误和不妥之处,并提出了宝贵的修改意见,在此深表感谢。

本教材在编写过程中,得到了中国地质大学(武汉)信息实验中心的老师们的大力支持;同时也得到了学校和院系的资助,在此谨致诚挚谢意。

由于编者水平有限,书中难免会有不妥和错误之处,恳请各位专家、读者,以及使用本书的老师和同学们批评、指正。

目 录

上篇 电工与电子技术实验基础

第一章 电工与电子技术实验基本知识	(1)
第一节 基本实验技能和要求	(1)
一、基本实验技能	(1)
二、仪器设备的基本使用方法	(1)
三、故障分析与检查排除	(2)
第二节 实验报告要求	(2)
一、实验预习要求	(2)
二、实验报告撰写要求	(2)
第三节 实验测量误差及数据处理	(3)
一、测量误差的分类	(3)
二、误差的表示方法	(3)
三、测量误差的消除	(5)
四、测量数据处理	(5)
第二章 常用电工电子测量仪器	(7)
第一节 直流稳压电源	(7)
一、直流稳压电源的工作原理	(7)
二、直流稳压电源的使用方法	(7)
三、使用直流稳压电源的注意事项	(8)
第二节 万用表	(9)
一、面板控制键功能	(9)
二、使用方法	(9)
第三节 交流毫伏表	(10)
一、交流毫伏表的工作原理	(10)
二、交流毫伏表的使用方法	(11)
第四节 函数信号发生器	(11)
一、函数信号发生器的工作原理	(11)
二、函数信号发生器的使用方法	(12)
第五节 示波器	(13)
一、双踪通用示波器面板和主要控制键功能	(13)

二、双踪通用示波器的使用方法	(14)
三、测量	(15)
四、双踪通用示波器使用注意事项	(16)
第三章 Multisim 计算机仿真技术	(18)
第一节 NI Multisim 10 系统简介	(18)
一、Multisim 的基本界面	(18)
二、Multisim 的基本操作	(20)
三、电路创建的基础	(23)
四、仪器仪表的使用	(25)
第二节 电路仿真实例分析	(28)
一、实验目的	(28)
二、实验原理	(28)
三、实验电路	(30)
四、实验及仿真	(30)
 下篇 电工与电子技术实验内容 	
第四章 电工与电子技术基本实验	(32)
第一节 戴维南定理	(32)
一、实验目的	(32)
二、实验原理	(32)
三、实验仪器和设备	(33)
四、实验内容及步骤	(33)
五、注意事项	(34)
六、实验报告要求	(34)
七、思考与问答	(34)
第二节 RLC 串联谐振电路的研究	(35)
一、实验目的	(35)
二、实验原理	(35)
三、实验仪器设备	(36)
四、实验内容及步骤	(36)
五、注意事项	(37)
六、实验报告要求	(37)
七、思考与问答	(38)
第三节 日光灯电路和功率因数的提高	(38)
一、实验目的	(38)
二、实验原理	(38)
三、实验仪器和设备	(39)

四、实验内容及步骤	(39)
五、注意事项	(40)
六、实验报告要求	(40)
七、思考与问答	(40)
第四节 三相交流电路	(41)
一、实验目的	(41)
二、实验原理	(41)
三、实验仪器和设备	(41)
四、实验内容及步骤	(41)
五、注意事项	(42)
六、实验报告要求	(43)
七、思考与问答	(43)
第五节 一阶 RC 电路的暂态过程分析	(43)
一、实验目的	(43)
二、实验原理	(44)
三、实验主要仪器设备	(45)
四、实验内容及步骤	(45)
五、注意事项	(47)
六、实验报告要求	(47)
七、思考与问答	(47)
第六节 三相异步电动机的基本控制	(47)
一、实验目的	(47)
二、实验原理	(47)
三、实验主要仪器设备	(48)
四、实验内容及步骤	(48)
五、注意事项	(49)
六、实验报告要求	(49)
七、思考与问答	(50)
第七节 共射极单管放大器	(50)
一、实验目的	(50)
二、实验原理	(50)
三、实验仪器设备	(52)
四、实验内容及步骤	(52)
五、注意事项	(53)
六、实验报告要求	(53)
七、思考与问答	(53)
第八节 差分放大电路	(54)
一、实验目的	(54)
二、实验原理	(54)

三、实验仪器和设备	(55)
四、实验内容及步骤	(55)
五、注意事项	(56)
六、实验报告要求	(56)
七、思考与问答	(57)
第九节 集成运算放大器的线性应用	(57)
一、实验目的	(57)
二、实验原理	(57)
三、实验仪器和设备	(58)
四、实验内容及步骤	(58)
五、注意事项	(59)
六、实验报告要求	(59)
七、思考与问答	(59)
第十节 积分与微分电路	(60)
一、实验目的	(60)
二、实验原理	(60)
三、实验仪器和设备	(61)
四、实验内容与步骤	(61)
五、注意事项	(62)
六、实验报告要求	(62)
七、思考与问答	(62)
第十一节 整流滤波与稳压电路	(62)
一、实验目的	(62)
二、实验原理	(62)
三、实验仪器和设备	(63)
四、实验内容及步骤	(63)
五、注意事项	(65)
六、实验报告要求	(66)
七、思考与问答	(66)
第十二节 集成门电路逻辑功能转换及测试	(66)
一、实验目的	(66)
二、实验原理	(66)
三、实验仪器和设备	(67)
四、实验内容及步骤	(67)
五、注意事项	(69)
六、实验报告要求	(69)
七、思考与问答	(70)
第十三节 集成触发器及其应用	(70)
一、实验目的	(70)

二、实验原理	(70)
三、实验仪器设备	(71)
四、实验内容及步骤	(71)
五、注意事项	(74)
六、实验报告要求	(74)
七、思考与问答	(74)
第十四节 计数器及其应用	(74)
一、实验目的	(74)
二、实验原理	(74)
三、实验仪器设备	(76)
四、实验内容及步骤	(76)
五、注意事项	(77)
六、实验报告要求	(77)
七、思考与问答	(78)
第十五节 555 集成定时器及其应用	(78)
一、实验目的	(78)
二、实验原理	(78)
三、实验仪器设备	(80)
四、实验内容及步骤	(80)
五、实验注意事项	(81)
六、实验报告要求	(81)
七、思考与问答	(81)
第五章 电工与电子技术设计实验	(82)
第一节 直流稳压电源的设计	(82)
一、实验目的	(82)
二、设计任务及要求	(82)
三、实验内容	(82)
四、实验报告要求	(83)
五、思考题	(83)
第二节 集成运算放大器应用电路设计	(83)
一、实验目的	(83)
二、设计任务及要求	(83)
三、实验内容	(83)
四、实验报告要求	(84)
五、思考题	(84)
第三节 频率/电压转换电路的设计	(84)
一、实验目的	(84)
二、设计任务及要求	(84)
三、实验内容	(84)

四、实验报告要求·····	(85)
五、思考题·····	(85)
第四节 组合逻辑电路的设计·····	(85)
一、实验目的·····	(85)
二、设计任务及要求·····	(85)
三、实验内容·····	(86)
四、实验报告要求·····	(86)
五、思考题·····	(85)
第五节 时序逻辑电路的设计·····	(86)
一、实验目的·····	(86)
二、设计任务及要求·····	(87)
三、实验内容·····	(87)
四、实验报告要求·····	(87)
五、思考题·····	(87)
第六章 电工与电子技术综合实验·····	(88)
第一节 波形发生器·····	(88)
一、实验目的·····	(88)
二、设计要求·····	(88)
三、实验原理·····	(88)
四、实验参考电路·····	(88)
五、实验仪器与器材·····	(89)
六、实验报告要求·····	(89)
第二节 数字钟·····	(90)
一、实验目的·····	(90)
二、设计要求·····	(90)
三、实验原理·····	(90)
四、实验参考电路·····	(90)
五、实验仪器与器材·····	(91)
六、实验报告要求·····	(91)
第三节 智力抢答器·····	(92)
一、实验目的·····	(92)
二、设计要求·····	(92)
三、实验原理·····	(92)
四、实验参考电路·····	(92)
五、实验仪器与器材·····	(93)
六、实验报告要求·····	(94)
附录 电工与电子技术实验须知·····	(95)
参考文献·····	(96)

上篇 电工与电子技术实验基础

第一章 电工与电子技术实验基本知识

第一节 基本实验技能和要求

一、基本实验技能

1. 线路的连接

合理布局:将仪器、仪表合理布置,使之便于操作、读数和接线。合理布局的原则是:安全、方便、整齐、相互不影响。

正确接线:接线该长则长、该短则短,尽量做到线路简洁清楚、容易检查、操作方便、牢固可靠。合理的接线步骤一般是:“先串后并,先主后辅”。为了安全起见,接线时通常最后接电源部分,拆线时应先拆电源部分。操作中严禁带电拆、接线。

2. 测量值的读取

合理选择量程:对指针式仪表应力求使指针偏转大于 $2/3$ 满量程时较为合适,同一量程中,指针偏转越大越准确。

合理读取数据点:在操作过程中,要能掌握被测曲线趋势和找出特殊点,凡变化急剧的地方应取点密,变化缓慢的地方应取点疏,以使取点尽量少又能真实反映客观情况。

二、仪器设备的基本使用方法

(1)了解设备的名称、用途、铭牌规格及面板旋钮情况。使用时各旋钮应置于正确位置,禁止无意识地乱拨动旋钮。

(2)明确仪器设备使用的极限值。

(3)要注意使用设备的最大允许输出值,如调压器、稳压电源有最大输出电流的限制,电机有最大输出功率的限制,信号源有最大输出功率及最大信号电流限制。

(4)要注意测量仪表仪器最大允许的输入值,如电流表、电压表和功率表要注意最大的电流值或电压值。万用表、数字万用表、数字频率计、示波器等输入端都规定有最大允许的输入值,不得超过,否则会损坏设备。对多量程仪表(如万用表)要正确使用量程,千万不

能用欧姆挡测量电压或用电流挡测量电压等。

(5)学会判断仪器设备是否工作正常。有自校功能的可通过自校功能对设备进行检查,如示波器有自校正正弦波或方波,频率计有自校标准频率。

三、故障分析与检查排除

1. 实验中常见故障

连线:连线错,接触不良,断路或短路。

元件:元件错或元件值错,包括电源输出值等。

参考点:电源、实验电路、测量仪器之间公共参考点连接错误等。

2. 故障排除方法

故障检查方法很多,一般是根据故障类型,确定部位、缩小范围,在小范围内逐点检查,最后找出故障点并给予排除。简单实用的方法是用万用表在通电状态下用电压挡,或断电状态下用电阻挡检查电路故障。

带电检查法:用万用表的电压挡(或电压表),在接通电源情况下,根据实验原理,如果电路某两点应该有电压,而万用表测不出电压;或某两点间不应该有电压,而万用表测出了电压;或所测电压值与电路原理不符,则故障即在此两点间。

断电检查法:用万用表的电阻挡(或欧姆表),在断开电源情况下,根据实验原理,如果电路某两点应该导通无电阻(或电阻极小),而用万用表测出开路(或电阻极大);或某两点应该开路(或电阻极大),但测得的结果为短路(或电阻极小),则故障即在此两点间。

第二节 实验报告要求

一、实验预习要求

实验前应认真阅读实验教材,了解实验目的、实验内容和实验注意事项,并复习相关原理。为了确保达到预习要求,每次实验前,教师将对学生进行口头或书面检查。凡没有达到要求的学生,均不得参加本次实验。

实验预习应包括以下内容:

- (1)明确实验目的,了解实验内容和实验步骤;
- (2)掌握与实验内容有关的定性分析和定量计算;
- (3)了解实验仪器和设备的使用方法以及注意事项;
- (4)回答指定的预习思考题;
- (5)对部分实验,根据实验要求自行拟定实验数据记录表格。

二、实验报告撰写要求

实验报告是实验工作的全面总结,是教师考核学生实验成绩的主要依据。实验报告的重点是实验数据的整理与分析。实验报告要求字迹清楚,回答问题简明扼要,有条有理,数据表格工整,电路图清晰完整,实验曲线、波形一律画在方格纸上,剪贴在相应位置,实验数据准确详实。

实验报告主要包括以下各项:

(1)记录实验电路(包括元器件参数)、实验数据与波形以及实验过程中出现的故障及解决的方法等;

(2)对原始记录进行必要的分析、整理,包括实验数据与估算结果的比较,产生误差的原因及减小误差的方法,实验故障原因的分析等;

(3)回答实验思考题。

第三节 实验测量误差及数据处理

在科学实验与生产实践中,为了获取表征被研究对象特征的定量信息,必须准确地进行测量。在测量过程中,由于无论所用测量仪器如何精密、测量方法如何完善,所得测量结果都不可能与被测量的实际值完全一致。测量结果与被测量实际值之间的差值称为测量误差,简称误差。研究测量误差,就是研究产生误差的原因、性质以及如何正确处理测量误差,以便消除、修正或减弱误差的影响。掌握了测量误差的变化规律可以指导正确地组织实验和合理地选定测量方法,从而达到提高实验质量的目的。

一、测量误差的分类

测量误差根据其性质和特点可分为系统误差、偶然误差和疏忽误差。

1. 系统误差

在一定条件下,对同一对象进行测量时,如出现的误差其大小和正负是恒定不变或遵循某一规律,那么这种测量误差就属于系统误差。

产生系统误差的原因有:仪器仪表误差(刻度的偏差、仪表的零点偏移或指针安装偏心等);环境误差(测量时环境实际温度、湿度及外界干扰等引起的误差);读数误差(读数者的习惯或不正确的读数方法);测量方法(近似测量方法以及在间接测量时近似计算方法所引起的误差)等。

2. 偶然误差

同一个实验者,用同一台仪器在相同条件下对同一个事物量进行多次等精度测量时,发现每次测量结果都不尽相同,可见每次测量都有误差,这种误差称为偶然误差,也称为随机误差,即误差的大小随机改变而无法控制。

产生偶然误差的原因有:测量用的仪器仪表之间的配合不符合要求,测量人员读数的无规律,电源电压的频繁波动,电磁场干扰等。

3. 疏忽误差

由于疏忽引起的测量值明显地偏离实际值所造成的误差称为疏忽误差。将含有疏忽误差的测量值称为坏值或异常值。在实验测量过程中或数据处理时应尽量剔除这些坏值。

产生疏忽误差的原因有:不适当的测量方法,测量者粗心大意等。

二、误差的表示方法

误差的表示方法有3种:绝对误差、相对误差和引用误差。

1. 绝对误差

设被测量的真值为 A_0 , 测量结果为 X , 则绝对误差 ΔX 为

$$\Delta X = X - A_0$$

在某一时间及空间条件下, 被测量的真值虽然是客观存在的, 但一般无法求得。在实际应用中, 可用标准表的指示值作为被测量的真值。

【例 1】用一个标准电压表校准两个电压表, 用标准电压表测量电路中某一电阻上的电压为 80V, 而用电压表 1 和电压表 2 测量时, 读数分别为 80.5V 和 79V, 求两表的绝对误差。

解: 电压表 1 的绝对误差为

$$\Delta X_1 = X_1 - A_0 = 80.5 - 80 = 0.5\text{V}$$

电压表 2 的绝对误差为

$$\Delta X_2 = X_2 - A_0 = 79 - 80 = -1\text{V}$$

从两表的绝对误差可知, 电压表 1 的测量比电压表 2 的要准确。

2. 相对误差

绝对误差值的大小往往不能确切地反映出被测量值的准确程度。测量 100V 电压时, $\Delta X_1 = 2\text{V}$, 测量 10V 电压时, $\Delta X_2 = 0.5\text{V}$, 虽然, $\Delta X_1 > \Delta X_2$, 但从仪表测量结果的相对影响来看, 却是后者对结果影响较大。因为 ΔX_1 只占被测量的 2%, 而 ΔX_2 却占被测量的 5%。因而工程上通常采用相对误差来衡量测量结果的准确度。

相对误差 r 是绝对误差与真值的比值, 通常用百分数来表示, 即

$$r = \frac{\Delta X}{A_0} \times 100\%$$

3. 引用误差

相对误差可以较好地反映测量的准确度, 但不能说明仪表本身的准确性。在连续刻度的仪表中, 用相对误差来表示仪表在整个量程内的准确度就不太合适, 因为对不同的真值, 同一仪表的绝对误差相同, 而相对误差却不同。

引用误差是指绝对误差 ΔX 与仪表测量上限 A_m (仪表的满刻度值) 的比值, 通常用百分数来表示, 即

$$r_m = \frac{\Delta X}{A_m} \times 100\%$$

因仪表的测量上限是一个常数, 而仪表的绝对误差又基本上不变, 对某一个仪表来说, 引用误差就近似为一个常数。因而可用引用误差来表示仪表的准确度。引用误差事实上就是测量的真值为仪表最大测量上限时的相对误差。

国家标准规定用最大引用误差来表示仪表的准确度等级, 准确度等级用 K 表示, 为

$$\pm K\% = \frac{\Delta X_m}{A_m} \times 100\%$$

即准确度等级为仪表测量时的最大绝对误差与仪表测量上限的比值的 100 倍。

$K=0\sim 0.1$ 为 0.1 级仪表。类似地, K 共有 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5 和 5.0 七个等级。对满量程为同一个大小的仪表来说, 仪表等级越小, 仪表测量越准确。

三、测量误差的消除

消除或尽量减少测量误差是进行准确测量的条件之一,所以在进行测量之前,必须预先估计所有产生误差的根源,有针对性地采取相应的措施加以处理,才能测得更接近被测量的真值。

1. 系统误差的消除

(1)修正误差。在测量之前,应对测量所用仪器和仪表用更高一级标准仪器进行检定,从而确定它们的修正值,而实际值=修正值+测量值,通过修正值消除仪表误差。

(2)消除误差来源。在进行测量之前,测量者应对整个测量过程及测量装置进行必要的分析和研究,找出可能产生系统误差的原因,在测量之前对产生误差的因素采取一些必要的措施,使这些因素得到消除或削弱。

2. 偶然误差的消除

偶然误差的特点是在多次测量中,误差绝对值的波动有一定的界限,正负误差出现的机会相同。根据统计学的知识分析知道,当测量次数足够多时,偶然误差的算术平均值趋近于零。因此,取多次测量值的平均值的方法可以用来消除偶然误差。

3. 疏忽误差的消除

凡是由于偶然疏忽所造成的误差,数据就明显地与实际值相差甚远,这种由于疏忽所测得的数据均为坏值,在进行数据处理时应将其处理。

综上所述,三种误差同时存在的情况下,对于疏忽误差的测量值,首先给予剔除;对于偶然误差采用统计学求平均值的方法来消除它的影响;对于系统误差,在进行测量之前,必须预先估计一切产生系统误差的根源,有针对性地采取相应的措施来消除系统误差,如对仪表进行校正,配置适当的仪器仪表,选择合理的测量方法等。

四、测量数据处理

实验中,被记录下来的一些数据还需要经过适当的处理和计算才能反应出事物的内在规律,这种处理过程称为测量数据处理。测量数据处理是建立在误差分析的基础上。因此,应制定出合理的数据处理方法,以减少测量过程中随机误差的影响。

进行测量数据处理时,应注意结果通常用数字和图形两种形式表示。对用数字表示的测量结果,在进行数据处理时,除了注意有效值的正确取舍外,还应制定出合理的数据处理方法,以减少测量过程中偶然误差的影响。对用图形表示的测量结果,应考虑坐标的选择和正确的作图方法,以及对所作图形的评定等。

1. 测量结果的数据处理

用数字表示测量结果时,主要包括有效数字的取舍与数据的运算。

(1)有效数字。有效数字是指测量得到的数据,从它的左边第一个非零数字开始,直到右边最后一个数字为止的所有数字。小数点的位置不影响有效数字的位数。如 25.5mA 与 0.025 5A 这两个数都是三位有效数字。

测量数据的有效数字位数的取舍主要与所使用的仪表的量程有关系。如有一个电压表的量程为 10V,表中的每一小格代表 0.1V,测量电压时,指针指示在 5.5~5.6V 之间,读取数据为 5.53V,其中“5.5”是准确的,称为测量数据中的可靠部分,而小数点后面的第二位数

字“3”为估算值。另有一个电压表的量程为100V,电压表的每一小格代表1V,测量电压时,指针指示在55~56V之间,读取数据为55.5V,其中“55”是准确的,而小数点后面的数字“5”为估算值。

测量误差本身是不准确的估算值,在测量结构中对应在可疑部分上。因此,测量和计算出来的误差均只取一位数。

(2)有效数字的运算。当测量结果需要进行中间运算时,有效数字的位数对运算结果影响较大,正确选定运算数据有效数字的位数是实现高精度测量的保证。但有效数字位数保留太多将使计算变得复杂;而有效数字保留太少又可能影响测量精度。究竟保留多少位有效数字,原则上取决于参与运算的各数中精度最差的那一项。一般取舍规则分为下面几种情况。

①加减运算。进行加减运算时,结果所保留的小数点后面的位数应该不多于各项值中小数点后面位数最小项的位数。

②乘除运算。进行乘除运算时,有效数字取决于其中有效位数最小的项。

③乘方及开方运算。进行乘方与开方运算时,结果的有效数字位数与原数据的有效数字位数相同。

④三角函数、对数运算。进行三角函数运算时,三角函数的有效数字的位数与角度的有效数字位数相同。进行对数运算时,对数运算结果的有效值的位数与原数据的有效值位数相等。

2. 测量结果的图解分析

图解分析是根据测量数据作出一条尽可能反映真实情况的曲线,并对该曲线进行定量的分析。熟练掌握作图规则是正确进行图解分析的关键。其作图规则如下。

(1)确定坐标轴。首先将已记录好的数据列成数据表,图解分析时一般以纵坐标代表因变量,横坐标代表自变量,根据数据正负、大小选好坐标轴的方向和比例。选取的原则是使曲线充满整个图纸。

(2)根据实验数据作图。根据数据表一一找出各对应的实验点并给予鲜明的标记,比如打上“*”或“△”等符号。实验点不一定都落在曲线上,只要均匀地分布在曲线的两侧即可,切忌连成折线或多弯线,这样的曲线不能反映客观事物的单值函数关系。另外,有时在测量数据时就应该注意观察,当曲线出现弯曲时,取测量点尽量密集些,在平直部分可以稀疏些。有条件时,可以一边测量一边绘一个草图,发现可疑之处,立即重测。

(3)图解分析。用图解分析来处理实验数据设计,比如求斜率或截距,应取平均结果,不要取个别实验点。

第二章 常用电工电子测量仪器

第一节 直流稳压电源

直流稳压电源是一种为电路提供能源的设备。当输入交流电压,输出可以调整的稳定的直流电压。当电源电压波动和负载变化时保证输出电压基本不变。实验室中使用的稳压电源通常是双路稳压电源,可同时输出两路可调的直流稳压电源。

一、直流稳压电源的工作原理

直流稳压电源是一种在电网电压或负载变化时能够自动调整并保证输出电压基本不变的装置。直流稳压电源的基本构成如图 2-1 所示。首先由变压器将电网供给的 220V、50Hz 的交流电压变换为幅度合适的交流电压,然后由整流电路将交流电压变换成直流脉动电压,滤波电路将脉动电压中的纹波分量滤掉,再经过稳压电路输出稳定的直流电压。

稳压电源中常用的整流滤波电路为桥式整流电容滤波,稳压电路通常为串联型晶体管稳压电路和集成稳压电路。

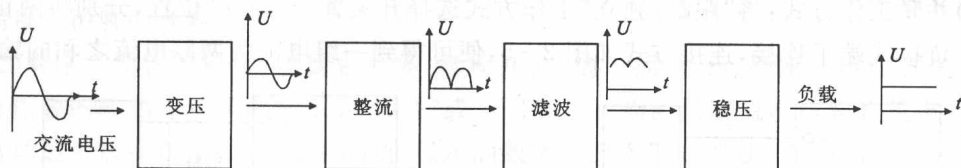


图 2-1 直流稳压电源的原理图

二、直流稳压电源的使用方法

双路直流稳压电源的主要功能是稳压、稳流。稳压-稳流两种工作状态可随负载的变化自动切换,还可实现主、从两路电源的串联、并联、主从跟踪等功能。因而它有独立、跟踪、串联和并联 4 种工作方式。

1. 面板控制键功能

各种品牌和型号的稳压电源面板结构大同小异,主要有:

(1) 电源开关;

(2) 两路输出接线端子及各自的调节旋钮;

(3) 电压/电流表:指示输出电压/输出电流及表头功能选择键,置“V”时,表头为电压指示,置“I”时,表头为电流指示;