



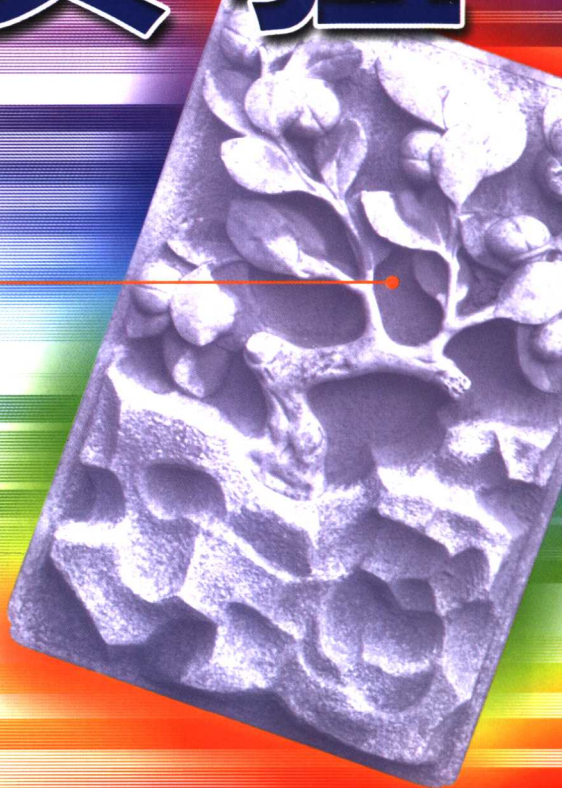
世纪高职高专通信教材

21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN
TONGXIN JIAOCAI

电子技术 基础实验

张铭生 主编

徐超明 潘 慧 张桂芬 徐瑞华 编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21 世纪高职高专通信教材

电子技术基础实验

张铭生 主编

徐超明 潘 慧 张桂芬 徐瑞华 编

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技术基础实验 / 张铭生主编. —北京: 人民邮电出版社, 2007.2

21 世纪高职高专通信教材

ISBN 978-7-115-15447-7

I. 电... II. 张... III. 电子技术—实验—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 127831 号

内 容 提 要

本书为 21 世纪高职高专通信系列教材之一。全书共分为 5 章, 主要介绍电子测量、常见仪器仪表、常见电子元件和电子技术实验项目。其中, 电子技术实验项目包括模拟电路和数字电路共 24 个实验, 实验内容既有单元电路实验, 也有设计性实验, 可以根据实际情况作灵活选择。

本书以应用知识、实际操作方法介绍为主, 适当补充相关的理论知识。实验项目侧重于基本技能的训练, 通俗易懂, 重点突出。

本书适合作为高职高专通信类专业实验教材, 也可供有关工程技术人员阅读参考。

21 世纪高职高专通信教材

电子技术基础实验

-
- ◆ 主 编 张铭生
编 徐超明 潘 慧 张桂芬 徐瑞华
责任编辑 滑 玉
执行编辑 蒋 亮
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京通州大中印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 10
字数: 232 千字 2007 年 2 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2007 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-15447-7/TN · 2890

定价: 16.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

21 世纪高职高专通信教材

编 委 会

- 主 任 肖传统
- 副 主 任 张新璞 向 伟
- 委 员 王新义 孙青华 朱 立 江 丽 李元忠
李转年 李树岭 李 婵 刘翠霞 陈兴东
苏开荣 吴瑞萍 张干生 张孝强 张献居
周训斌 杨 荣 杨 源 胡 鹏 赵兰畔
黄柏江 曹晓川 滑 玉 傅德月 惠亚爱
- 秘 书 李立高
- 执行编委 滑 玉

丛书前言

随着通信技术的飞速发展，通信业务的不断拓展和通信市场的日益开放，如何提高从业人员的素质，增强产业竞争力，已成为通信运营商高层决策者们所考虑的重要问题之一。通信类的高等职业教育以适应通信技术发展，培养通信生产和服务一线的技能型人才为目的。

国务委员陈至立同志在全国职业教育工作会议上指出：“职业教育的目标是培养数以千万计的技能型人才和数以亿计的高素质劳动者，必须坚持以服务为宗旨，以就业为导向，面向社会、面向市场办学。”为了适应高等职业教育的需要，结合通信行业的特点和通信类高等职业教育的培养目标，我们组织了全国通信类高职院部分老师和部分通信企业的资深专家组织编写了这套《21世纪高职高专通信教材》。该丛书技术新，实用性强，案例典型，既可满足通信类高职高专的教学使用，又可作为从事通信行业一线的技术人员培训和自学读物。

由于作者编写高职高专教材经验不足，征求意见的范围还不够广泛，书中难免存在疏漏之处，望广大读者多提宝贵意见，以便进一步提高完善。

21世纪高职高专通信教材编辑委员会

前 言

由于环境污染日趋严重,认识和解决由环境污染带来的问题已是当务之急。而微生物在人们认识环境、改造环境特别是解决环境污染及其危害中具有得天独厚的优势。为进一步深入探讨环境污染与微生物之间的互动关系及其应用,在环境微生物学、污染生态学的基础上发展出环境污染微生物学这门分支学科,致力于研究和探索微生物对环境的污染及其防治、环境污染对微生物的影响及微生物的响应过程和规律、微生物在认识和控制环境污染中的应用。本书的大部分内容已在云南大学环境科学专业讲授多年,由于其具有突出的应用性和前沿性而受到学生的普遍欢迎。

本书以环境污染与微生物之间的互动关系为核心,微生物抗性形成及其在环境污染防治中的应用为重点,力求在内容上保证系统性、完整性,在教学效果上达到学以致用,能反映国内外该领域最新研究成果。结合目前的一些热点问题和前沿领域,将危害环境及人体健康的微生物及其代谢产物作为一种重要的污染物来看待,并对其危害及防治措施进行了充分论述。本书的这一特色使其不仅适用于环境科学相关专业,而且对环境医学领域的本科生及研究工作者也具有重要的参考价值。

本书主要是由云南大学和云南中医学院的有关教师和研究生共同编写完成的,同时吸收了昆明市环境监测中心站及云南省环境科学学会的部分工作人员参加。本书由4个单元组成:第一单元是微生物学基础,第二单元是微生物对环境的污染及其危害,第三单元是环境污染对微生物的影响及微生物对环境污染的响应,第四单元是微生物在环境污染防治中的应用。其中第一单元及第三单元由张汉波负责统稿,第二单元由袁嘉丽负责统稿,第四单元由常学秀负责统稿。各篇章的作者分别是:前言,常学秀(云南大学);第一章,常学秀、段昌群(云南大学);第二章,张汉波(云南大学)、杨明霞(云南大学);第三章,张汉波、施雯(云南大学);第四章,袁嘉丽(云南中医学院)、姚政(云南中医学院)、李学龙(云南省环境科学学会);第五章,张汉波、黄丽娟(云南大学)、郑月(云南大学);第六章,黄丽娟、吴程(云南大学);第七章,王海龙(云南大学);第八章,刘洁(云南大学)、赵瑾(云南大学);第九章,刘嫦娥(云南大学)、赵瑾;第十章,常学秀、杨常亮(昆明市环境监测中心站)。

本教材主要针对高等院校环境科学专业,也可供环境工程专业、生态学专业、微生物学专业以及医学、农林系统等相关专业使用。全书涉及面较广,各校在使用时可根据自己专业特点加以取舍。

本书的编写和出版得到了云南大学生态学国家级重点学科的资助。特别需要说明

与帮助，周许培老师仔细审阅本教材，并提出许多宝贵意见，在此向他们表示衷心的感谢。实验教学是一项综合性集体活动，因此编者期望在今后的教学实践中，能得到使用本实验教材的老师和学生的更多意见和建议，以使本课程的改革不断深入，日臻完善。

编者
2006年3月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 环境中微生物的特点及其与环境污染之间的相互关系	2
一、环境污染概述	2
二、环境中微生物的特点	2
三、环境污染与微生物之间的互动关系	3
第二节 环境污染微生物学的概念、内容及研究方法	5
一、环境污染微生物学的概念	5
二、环境污染微生物学的内容	6
三、环境污染微生物学的研究任务、目的及意义	7
四、环境污染微生物学的相关学科	7
思考题	8
第二章 微生物学基础	9
第一节 微生物学发展简史	11
一、显微镜的发明	11
二、巴斯德与自生学说的否定	11
三、科赫与传染性疾病的本质	12
第二节 微生物独特的研究方法	12
一、无菌技术	12
二、纯培养技术(获得单菌落技术)	14
三、制片、染色及显微观察技术	15
第三节 微生物的形态和结构	16
一、原核微生物的细胞结构和功能	16
二、真核微生物的细胞结构和功能	21
三、非细胞型生物的形态、结构和功能	23
第四节 微生物的营养代谢和群体生长	27
一、微生物的营养	27
二、营养物质进入微生物细胞的方式	29
三、微生物的培养基	29
四、微生物代谢	30
五、微生物的生长	41

3.2.1 几种常见的电容器	36
3.2.2 电容器的主要技术参数	38
3.2.3 电容器的标志内容及方法	40
3.2.4 电容器的合理选用	40
3.3 电感器	41
3.3.1 常见电感器	41
3.3.2 电感器的基本参数	42
3.4 晶体二极管	43
3.4.1 晶体二极管的分类	43
3.4.2 二极管的主要参数	46
3.4.3 二极管的特性	47
3.4.4 二极管的检测	48
3.5 晶体三极管	49
3.5.1 三极管的分类	49
3.5.2 三极管的特性曲线及主要参数	49
3.5.3 三极管的检测与判别	52
3.6 半导体集成电路	53
3.6.1 基本结构与类别	53
3.6.2 型号命名和封装	54
3.6.3 集成电路的检测方法	55
第4章 模拟电子线路实验	57
4.1 模拟实验箱简介	57
4.1.1 信号源和直流电压源	57
4.1.2 模拟电路的基本线路	58
4.2 实验要求	58
实验1 常用电子仪器的认识与使用	60
实验2 晶体二极管和三极管的检测	62
实验3 共射单管放大电路	65
实验4 电压跟随器	69
实验5 负反馈放大电路	71
实验6 差分放大电路	74
实验7 比例运算电路	79
实验8 积分与微分运算电路	84
实验9 非正弦波发生器	89
实验10 LC正弦波振荡器	92
实验11 互补对称功率放大器	95
实验12 稳压电源	97
实验13 串联稳压电路	101

第 5 章 数字电子电路实验	104
5.1 数字实验箱简介	104
5.1.1 技术性能	104
5.1.2 基本功能	106
5.1.3 使用方法	106
5.1.4 用途	106
5.1.5 爱迪克数字实验箱	107
实验 1 集成门电路的测试	109
实验 2 组合逻辑电路的分析	113
实验 3 小规模组合逻辑电路的设计	117
实验 4 中规模组合逻辑电路的应用	120
实验 5 集成触发器的测试	122
实验 6 简单时序逻辑电路	127
实验 7 集成计数器	131
实验 8 寄存器	134
实验 9 顺序脉冲发生器	137
实验 10 555 定时器及其应用	140
实验 11 数字集成电路的综合应用：计数-译码-显示	143

1.1 电子测量的特点与参数

电子测量是指以电子技术理论为依据,以电子测量仪器和设备为手段,对电量和非电量进行的测量。

1. 电子测量的特点

电子测量和电子测量仪器,与其他测量方法和测量仪器相比具有以下几个明显的特点。

(1) 测量频率范围极宽

电子测量中所遇到的测量对象,涉及的频率带范围极宽,可低于 10^{-6}Hz ,高于 10^{12}Hz 。当然,不能要求同一台仪器能在这样宽的频率范围内工作,通常是根据不同的工作频段,采用不同的测量原理和使用不同的测量仪器。例如,对于阻抗测量,在低频段多采用电流电压法,而在微波段则须采用开槽测量线或反射计技术。上述两者无论在原理上,还是在测量设备上都大不一样。当然,随着技术的发展,能在相当宽的频率范围内正常工作的仪器不断研制出来。例如,现在一台较为先进的频率计,频率测量范围可以低至 10^{-6}Hz ,高至 10^{11}Hz 。

(2) 测量量程很宽

量程是指测量范围的上、下限值之差或上、下限值之比。电子测量的另一个特点是被测对象的量值大小相差悬殊。例如,地面上接收到的宇宙飞船自外空发来的信号功率,低到 10^{-14}W 数量级,而远程雷达发射的脉冲功率,可高过 10^8W 以上,两者之比 $1:10^{22}$ 。一般情况下,使用同一台仪器、同一种测量方法,是难以覆盖如此宽广的量程的。如前所述,随着电子测量技术的不断发展,单台测量仪器的量程也可以达到很大。例如,中档次的国产YM3371型数字频率计,测频范围为 10Hz 到 1000MHz ;国产WC2180型交流微伏表,可以测量 $5\mu\text{V}$ 到 300V 的交流电压,量程为7个数量级。一些更为先进的仪器,其量程更宽。例如,高档次的数字万用表直接测量的电阻值,由 $3\times 10^{-5}\Omega$ 到 $3\times 10^8\Omega$,量程为13个数量级;前面提及的较完善的电子计算式频率计,其量程达17个数量级。

(3) 测量准确度高

电子测量比其他测量的准确度高得多。例如,长度测量的准确度高仅为 10^{-8} ;而用电子测量方法对频率和时间的测量,由于采用原子秒作基准,可使测量准确高达 $10^{-13}\sim 10^{-14}$ 数量级,这是目前人类在测量史上测量准确度能够达到的最高标准。电子测量的这一特点,也是它在现代科技领域中得到广泛应用的重要原因之一。

(4) 测量速度快

由于电子测量是基于电子运动和电磁波传播的原理，这使得电子测量无论在测量过程上还是在测量结果的处理和传输上，都可以以极高的速度进行，这也是电子测量技术广泛用于现代科技各个领域的另一个重要原因，比如像卫星、飞船等各种航天器的发射与运行，没有快速、自动的测量与控制，简直是无法想像的。

(5) 易于实现遥测和长期不间断的测量，显示方式清晰、直观

如前所述，电子测量依据的是电子的运动和电磁波的传播，因此可以将现场各待测量转换成易于传输的电信号，用有线或无线的方式传送到测试控制台（中心），从而实现遥测和遥控。这使得对那些远距离的、变速运动的或人们难以接近地方的信号测量成为可能。对于测量结果，可采用发光二极管直接数字显示，或者采用荧光屏直接显示波形，非常清晰、直观。

(6) 易于利用计算机实现测量的自动化和智能化

电子测量的测量结果和它所需的控制信号都是电信号，这非常有利于它直接或通过 A/D、D/A 变换与计算机连接。随着大规模集成电路和微处理器的发展，尤其是测量仪器通用接口的研制成功，使得电子测量仪器中的计算机及其有关设备所组成的各种自动化、智能化测量系统成为可能，从而使得在测量过程中自动转换量程、自动调节、自动校准、自动记录、自动进行数据处理及自动修复成为现实。

2. 电子测量的参数

电子测量的参数主要有以下几个方面。

(1) 电能量参数

主要包括各种频率和波形下的电压、电流、功率等。

(2) 电信号特性参数

主要有波形、频率、周期、相位、失真度、调幅度、调频指数、数字信号的逻辑状态等。

(3) 电路元器件参数

主要包括电阻、电感、电容、阻抗及电子器件（如晶体管、场效应管等）参数。

(4) 电路性能参数

主要包括增益、衰减、灵敏度、频率特性、品质因数、通带宽度等。

在上述各项参数测量中，尤以频率、时间、电压、相位、阻抗等基本电参数的测量更为重要，它们往往是其他参数测量的基础。如放大器的增益测量，实际上就是其输入、输出端电压测量；脉冲信号波形参数的测量可归结为电压和时间的测量；许多情况下电流测量是不方便的，可以电压测量来代替。同时，时间和频率测量具有其他测量所不可比拟的准确性，因此人们越来越关注把其他待测量的测量转换成时间或频率测量的方法和技术。

在科学研究和生产实践中，常常需要对许多非电量进行测量。传感技术的发展为这类测量提供了新的方法和途径。现在，可以利用各种敏感元件和传感装置将非电量，如位移、速度、温度、压力、流量、物面高度、物质成分等，变换成电信号，再利用电子测量设备进行测量。在一些危险的和人们无法进行直接测量的场合，这种方法几乎成为唯一的选择。在生产自动过程控制系统中，一种典型的方法是将生产过程中各种有关的非电量转换成电信号进行测量、分析、记录，并据此对生产过程进行控制，如图 1-1 所示。

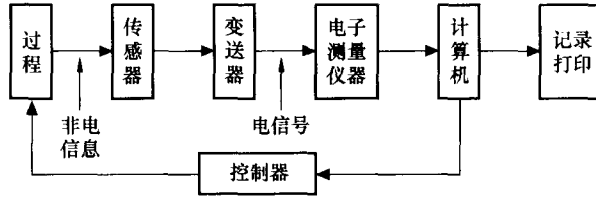


图 1-1 自动过程控制系统典型方法

1.2 实验数据的处理

实验中要对所测量的量进行记录，得到实验数据，并需进行整理、分析和计算，从实验的最后结果中找出实验规律，这个过程就是数据处理。

1. 测量误差及误差分析

在实际测量中，由于测量仪器、工具的不准确，测量方法的不完善以及其他各种因素的影响，实验中测得的值和它的真实值并不完全相同，它们之间的差值就称为误差。

根据误差产生的原因不同，误差可分为系统误差、偶然误差和过失误差三种。

(1) 系统误差

在相同条件下（观察方法、仪器、环境、观察者不变）多次测量同一量值时，误差的绝对值和符号保持不变，或在条件变化时，按一定规律变化的误差叫系统误差。系统误差反映了多次测量总体平均值偏离真值的程度。产生系统误差的原因主要有测量仪器、装置不完善，实验方法本身或理论不完善，外界环境（如光照、温度、湿度、电磁场等）影响以及观察者在测量过程中的不良习惯等等。系统误差可以通过选用精密仪器、改进测量方法和减少环境影响等来减少，但不能完全避免。

(2) 偶然误差

也叫随机误差，即在相同条件下，多次测量同一量值时，误差的绝对值和符号经常变化，数值时大时小，符号时正时负，没有确定的规律。偶然误差可以采取多次测量取其平均值的方法来减少，但也不能完全避免。

(3) 过失误差

过失误差是指一种显然与事实不符的误差，没有一定的规律。不管造成过失误差的具体原因如何，只要确知存在过失误差，就应将含有过失误差的测定值作为异常值从一组测定数据中舍弃。

根据误差与真值间内在联系的不同，误差又分为绝对误差和相对误差。

(1) 绝对误差

测量值与被测量真值之差的绝对值称为绝对误差。绝对误差与被测值有相同单位，它反映了测量值偏离真值的大小，其表示式为

$$\Delta X = |X - X_0| \quad (1-1)$$

在实验中，常把多次测量的平均值作为真值。

(2) 相对误差

绝对误差不能确切地反映出测量的准确程度。相对误差是测量值的绝对误差与测量真值

之比。相对误差是一个比值，没有单位，通常用百分比表示，即

$$\gamma = \frac{\Delta X}{X_0} \times 100\% \quad (1-2)$$

相对误差通常用于衡量测量（或测量仪器）的准确度。相对误差越小，准确度越高。

2. 测量中有效数字的处理

在测量中我们必须正确地读取数字，这一反映被测量实际大小的数字称为有效数字。一般从仪器上读出的数字均为有效数字，有效数字的位数是由测量仪器的精度确定的，它是由准确数字和最后一位有误差的数字组成，它和小数点的位置无关。

在测量时，对于连续读数的仪器，有效数字是读到仪器最小刻度的下一位的估计值，不论估计值是否是“0”都应记录，不能略去。

大数值与小数值都要用幂的乘积的形式表示，如测得某电阻的阻值为 $15\ 000\Omega$ ，有效数为3位时，则应记为 $15.0 \times 10^3\Omega$ 或 $150 \times 10^2\Omega$ 。

计算中，常数（如 π 、 e 等）以及因子的有效数字的位数，可根据需要任意选取。

当有效数字的位数确定后，多余的位数按四舍五入的规则舍去，称之为有效数字的修约。

参与加、减运算的各数所保留的位数，一般应与各数小数点后位数最少的相同。为了减少计算误差，常常在中间过程中多保留一位小数，最后结果才修约到规定位数。

乘、除运算后结果的有效数字的位数，与参与运算的各数字中有效数字位数最少者相同，不考虑小数点的位置。

乘方、开方后结果常比原数多保留一位有效数字。

对数运算中，取对数前后的有效数字应相等。

3. 实验数据的处理方法

实验测量所得到的记录，经过有效数字的修约、运算等处理后，有时仍不能看出实验规律和结果，必须对这些数据进行整理、计算和分析。在实验过程中，选择合适的数据处理方法，不但能够简明、直观地分析和处理实验数据，而且易于找出各测量数据之间的联系和规律性。常用的数据处理方法有以下几种。

(1) 列表法

列表法就是将实验中的测量值和计算过程中的数值依一定的形式和顺序列成表格。列表法的优点是结构紧凑，简单明了，便于分析比较，容易发现问题和找出各量之间的相互关系和变化规律等。

列表法应注意，表格设计要便于记录、计算和检查；表中各符号所表示的量的物理意义须交待清楚，并写明单位；表中所列的数据要是正确反映测量结果的有效数字。

(2) 图示法

图示法就是在同一坐标平面内，用一条曲线表示出两个量之间的关系。图示法可以将一系列数据之间的关系或者变化情况用曲线形象、直观地表示出来，利用它可以迅速读出在某一范围内一个量所对应的另一个量，并可以作修正曲线或校正曲线，减少误差、发现误差或发现错误等。在一定条件下，还可以从曲线的延伸部分读出测量数据以外的点。

图示法的关键是要选择合适的坐标和比例，须标明坐标轴的方向、名称及单位。常用的坐标有直角坐标、极坐标、对数坐标等几种。坐标轴及其刻度值选择正确，可以简化作图和数据处理的过程。

(3) 图解法

图解法是在图示法画出两个量之间关系曲线的基础上,进一步利用解析法求解未知量的方法。解析法有最小二乘法、回归分析等。

1.3 实验步骤及实验故障的排除

掌握实验步骤、正确排除实验中出现的故障,是实验教学中的一个主要环节,对培养和锻炼学生的实际工作能力具有重要意义。

1. 实验步骤

这里讲的实验步骤并非仅指在实验室进行实验操作规程的步骤,而是应该包括实验前的预习和准备工作、进入实验室的具体操作过程和实验后的总结分析。

(1) 实验前

① 必须熟悉实验室守则和安全操作规程。

② 认真阅读实验指导书,明确实验目的、内容,从理论概念上弄清实验原理,了解实验步骤及操作方法。对实验可能出现的现象及结果等要有一个事先的分析和估计,做到心中有数。

③ 预先阅读所需仪器设备的使用说明书及操作注意事项,熟悉各旋钮、按键、开关的功能和作用,以便进入实验室后能顺利进行实验操作和测试。

④ 写好实验预习报告,将实验中要测量的数据图表预先画好,以便节约实验操作时间。

(2) 实验过程

① 仪器设备要合理布局。其原则是安全、方便、整齐,防止相互影响。一般情况下直读的仪表、仪器放在操作者左侧,示波器、信号发生器等测量仪器放在右侧。严禁仪表歪斜摆放和随意搬动。

② 正确搭接线路。首先要检查所接线路的元件数据及参数是否符合要求,然后按要求搭接线路,严禁带电接线、拆线或改接线路。接好线路后首先要复查,确认无误后才能接通电源进行实验。

③ 安全科学地操作。通电后要眼观全局,首先看现象,再操作、读数。如果发现异常现象,如烧保险、出现冒烟焦味、异常响声、仪表打表等,应立即切断电源,保持现场,请示指导老师后再做故障处理,排除故障后方能继续进行实验操作。

④ 科学读取数据。读取数据时,姿势要准确,指针式仪表要做到“眼、针、影一直线”。数据应记录在事先准备好的原始记录数据表格中,要记下所用仪表仪器的倍率,做完实验后要根据实测仪表偏转格数乘倍率得出读数值,同时要根据所选用仪表量程和刻度盘实际情况,合理取舍读数的有效数字,不可增多或删除有效位数。原始数据不得随意修改。

(3) 实验后

① 实验结束后,首先应关闭仪器设备,切断电源,拆掉实验连线,整理好实验台。

② 整理实验数据,按要求编写实验报告。

2. 实验故障的排除

排除实验中出现的故障,是培养学生综合分析能力的一个重要方面,需要学生具备一定

的理论基础和较熟练的实验技能，以及具有丰富的实际经验。

(1) 排除实验故障的一般原则或步骤

① 出现故障时应立即切断电源，关闭仪器设备，避免故障扩大。

② 根据故障现象，判断故障性质。实验故障大致可分为两大类：一类是破坏性故障，可对仪器设备、元器件等造成损坏，其现象常常是冒烟、烧焦味、爆炸声、发热等；另一类是非破坏性故障，其现象是无电流、无电压、指示灯不亮，电流、电压、波形不正常等。

③ 根据故障性质，确定故障的检查方法。对于破坏性故障不能采用通电检查的方法，应先切断电源，然后用万用表的欧姆挡检查电路的通断情况，看有无短路、断路或阻值不正常等现象。对于非破坏性故障，也应先切断电源进行检查，认为没有什么问题再采用通电检查的方法。通电检查主要使用电压表检查有关部分的电压是否正常，用示波器观察波形是否正常等。

④ 进行检查时，首先应知道正常情况下电路各处的电压、电流、电阻、波形，做到心中有数，然后再用仪表进行检查，逐步缩小产生故障的范围，直到找到故障所在的部位。

(2) 产生故障的原因

产生故障的原因很多，一般可归纳如下几类。

① 电路连接不正确或接触不良，导线或元器件引脚短路或断路。

② 元器件、导线裸露部分相碰造成短路。

③ 测试条件错误。

④ 元器件参数不合适或引脚错误。

⑤ 仪器使用、操作不当。

⑥ 仪器或元器件本身质量差或损坏。

例如，在作 RLC 串联谐振实验时，起初电流值随频率升高而增加，后来迅速下降到很低的数值，重新做实验再也得不到谐振现象。

分析：这是一种非破坏性故障，没有发现烟、味、声、热等现象。重做时，电路中有电流但不出现谐振现象，说明 R、L、C 不是开路而可能是短路，用万用表检查各元件是否短路，最后检查出电容器短路。

分析产生故障的原因：根据现象判断电容器原来是好的，短路是在实验过程中出现的。原因是当信号源电压较高时，如果电路中的电阻值 R 很小（如 1Ω ），谐振时电容器上的电压就可达到信号源电压的 Q 倍，超过电容器的耐压值致使电容器击穿短路。

这个例子也告诉我们，在实验前对电路中的电压、电流要有一个初步的估计，使用元器件时要考虑元器件的额定值。确定测试条件时，应考虑到是否会引起不良的后果，比如用万用表的电流挡去测量电路的电压等，会造成故障或损坏仪表。

1.4 实验报告的编写和要求

实验报告是实验工作的全面总结，要用简明的形式将实验结果完整和真实地表达出来。因此，实验报告的质量好坏将体现学生对实验内容的理解能力、动手能力和综合素质

水平。

1. 实验报告格式

实验报告的格式和内容包括以下几个方面：

实验名称： 实验日期：
实验组别： 班级：
实验者： 学号：

① 实验目的。

② 实验设备。包括实验仪器仪表及元器件。

③ 实验原理。包括原理说明、电路原理图和实验接线图。

④ 实验内容及步骤。实验者可按实验指导书上的步骤编写，也可根据实验原理由实验者自行编写，但一定要按实际操作步骤详细如实地写出来。

⑤ 实验数据及处理。根据实验原始记录和实验数据处理要求，画出数据表格，整理实验数据。表中各项数据如是直接测得，要注意有效数字表示；如是计算所得，必须列出所用公式，并以一组数据为例进行计算，其他可直接填入表格。如需绘制曲线图，要按图示法的要求选择合适的坐标和刻度绘图。另外，实验原始数据要附在实验报告后。

⑥ 实验结果分析、总结、收获体会、意见和建议。

⑦ 回答思考问题。

2. 实验报告要求

实验报告要求：简明扼要，文理通顺，字迹端正，图表清晰，结论正确，分析合理，讨论力求深入。

实验报告书写用纸力求格式正规化、标准化，绘制曲线的坐标纸切忌大小不一。

为便于保存，最好用蓝黑墨水钢笔书写，避免用圆珠笔书写造成油污或数据字迹模糊。

曲线必须注明坐标、量纲、比例。数据计算必须用国际标准单位。

1.5 安全用电规则

安全用电是实验中始终需要注意的重要问题。为了做好实验，确保人身和设备的安全，在做电子实验时，必须严格遵守下列安全用电规则。

(1) 使用电器用具时，要选择适当的电压、电流，正确安装好线路、开关、插座和保险器。

(2) 接线、改接、拆线都必须在切断电源的情况下进行，即“先接线后通电，先断电再拆线”。

(3) 在电路通电情况下，人体严禁接触电路不绝缘的金属导线或连接点等带电部位。使用试电笔时，应先在有电的地方测试，检查试电笔是否完好，手不可接触笔尖金属体。万一遇到触电事故，应立即切断电源，进行必要的处理。

(4) 实验中，特别是设备刚投入运行时，要随时注意仪器设备的运行情况，如发现超量程、过热、异味、异声、冒烟、火花等，应立即断电，并请老师检查。