

新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业



电工电子 实践

杨端 主编 葛仁华 陈锡华 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业

电工电子实践

杨 端 主 编

葛仁华 副主编

陈锡华

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是非电类专业“电路分析基础”、“低频电子线路”、“数字电子技术”、“电工电子学”和电子类专业“电路基础”、“低频电子线路”、“脉冲与数字电路”等课程的实验与实践指导教材。本教材针对工科学生掌握必备的基本实践技能进行了理论知识介绍和相应的实验实训内容编排；实验内容、实验要求适合高职高专学生；实验内容包括基本能力训练、综合能力训练以及基本测试、验证性实验和实用电路、综合电路设计，侧重实践技能和创新应用能力的培养。本书内容比较全面，针对工科类不同专业的特点可灵活选用。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子实践/杨端主编. —北京: 电子工业出版社, 2007.9
新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业

ISBN 978-7-121-04894-4

I. 电… II. 杨… III. ① 电工技术—高等学校: 技术学校—教材②电子技术—高等学校: 技术学校—教材 IV. TMTN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 128499 号

责任编辑: 周宏敏

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂
装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14.25 字数: 365 千字

印 次: 2007 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 20.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”
编写的院校名单（排名不分先后）

- | | |
|--------------|----------------|
| 桂林工学院南宁分院 | 广州大学科技贸易技术学院 |
| 江西信息应用职业技术学院 | 湖北孝感职业技术学院 |
| 江西蓝天职业技术学院 | 江西工业工程职业技术学院 |
| 吉林电子信息职业技术学院 | 四川工程职业技术学院 |
| 保定职业技术学院 | 广东轻工职业技术学院 |
| 安徽职业技术学院 | 西安理工大学 |
| 杭州中策职业学校 | 辽宁大学高职学院 |
| 黄石高等专科学校 | 天津职业大学 |
| 天津职业技术师范学院 | 天津大学机械电子学院 |
| 福建工程学院 | 九江职业技术学院 |
| 湖北汽车工业学院 | 包头职业技术学院 |
| 广州铁路职业技术学院 | 北京轻工职业技术学院 |
| 台州职业技术学院 | 黄冈职业技术学院 |
| 重庆工业高等专科学校 | 郑州工业高等专科学校 |
| 济宁职业技术学院 | 泉州黎明职业大学 |
| 四川工商职业技术学院 | 浙江财经学院信息学院 |
| 吉林交通职业技术学院 | 南京理工大学高等职业技术学院 |
| 连云港职业技术学院 | 南京金陵科技学院 |
| 天津滨海职业技术学院 | 无锡职业技术学院 |
| 杭州职业技术学院 | 西安科技学院 |
| 重庆职业技术学院 | 西安电子科技大学 |
| 重庆工业职业技术学院 | 河北化工医药职业技术学院 |

石家庄信息工程职业学院
三峡大学职业技术学院
桂林电子工业学院高职学院
桂林工学院
南京化工职业技术学院
湛江海洋大学海滨学院
江西工业职业技术学院
江西渝州科技职业学院
柳州职业技术学院
邢台职业技术学院
漯河职业技术学院
太原电力高等专科学校
苏州经贸职业技术学院
金华职业技术学院
河南职业技术师范学院
新乡师范高等专科学校
绵阳职业技术学院
成都电子机械高等专科学校
河北师范大学职业技术学院
常州轻工职业技术学院
常州机电职业技术学院
无锡商业职业技术学院
河北工业职业技术学院
天津中德职业技术学院

安徽电子信息职业技术学院
浙江工商职业技术学院
河南机电高等专科学校
深圳信息职业技术学院
河北工业职业技术学院
湖南信息职业技术学院
江西交通职业技术学院
沈阳电力高等专科学校
温州职业技术学院
温州大学
广东肇庆学院
湖南铁道职业技术学院
宁波高等专科学校
南京工业职业技术学院
浙江水利水电专科学校
成都航空职业技术学院
吉林工业职业技术学院
上海新侨职业技术学院
天津渤海职业技术学院
驻马店师范专科学校
郑州华信职业技术学院
浙江交通职业技术学院
广州市今明科技有限公司
桂林航天工业高等专科学校

前 言

针对学生实践能力、应用能力的培养是一个系统任务，为了适应电工电子相关课程实践环节的教学和实训，更为了培养学生的实践能力、理论联系实践的能力，培育大学生“实践能力、创造能力、就业能力和创业能力”，本教材在实验实训教程内容的安排中兼顾工科学生必备的基本技能理论知识介绍和相应的实验实训内容；实验内容、实验要求适合高职高专学生；实验内容包括基本能力训练、综合能力训练以及基本测试、验证性实验和实用电路设计、综合电路设计，侧重实践技能和创新应用能力的培养。

本教材根据教学大纲和学生实践能力培养的需要，参考了相关院校相应的实践环节课程设置，以满足工科学生基本实践技能和电工电子课程实践教学的需要，从适应不同专业的实践内容出发，编写了7章内容：第一章介绍电工电子实训基础知识；第二章讲解电子元件基础知识；第三章介绍电子工艺基本技术；第四章对常用仪器仪表进行介绍；第五章介绍电工电子基本技能训练和电工基础实验，共有18个实验实训内容；第六章介绍低频电子线路实验，包括9个实验内容；第七章安排了8个数字电路实验。

本教材设计和选择的实验实训内容既有电子基本实践能力训练的实训项目和基础性实验、验证性实验，又有设计性和综合性实验，内容既有相关理论介绍，又有不同层次的实验安排，所设计的电路适用于电工电子实验台及通用电工电子实验设备配置，可针对工科不同专业、不同学时的教学对象灵活选择相关实验实训内容。

本教材特点如下：

1. 在教材内容的处理上，遵循强化基础、突出应用、加强实际操作能力、应用能力和创新能力的培养，力求符合高职高专教育人才培养模式的要求。
2. 基本理论的介绍比较全面。兼顾工科学生实践技能必备的“基本”技能理论。
3. 实验内容包括基本能力训练、综合能力训练以及基本测试、验证性实验和实用电路、综合电路设计，侧重实践技能和创新应用能力的培养。
4. 实验内容、实验要求的设计有一定的层次，可根据学生的具体情况灵活选择。

本书由杨端担任主编，葛仁华、陈锡华任副主编。参加编写的教师有：杨端（第三章和第五章）、葛仁华（第一章和第二章）、陈锡华（第七章）、熊川（第四章及第六章实验六~九和附录）、张上均（第五章实验一~五、第七章部分内容）。参加本书编写的还有杨永昌、莫禾胜、李晨晖、贾磊磊、高凡、潘丹青、李精华、王凯。在编写过程中，得到桂林航天工业高等专科学校校领导、校教务处领导、电子工程系领导的关心和支持，也得到了其他教师的大力支持与帮助，在此衷心感谢他们对本书的支持与关心。

由于编者的水平有限，书中难免错误之处，恳请读者提出批评和指正。

编 者

目 录

| | |
|--------------------------------|----|
| 第一章 电工电子实训基础知识 | 1 |
| 第一节 电子测量基础知识 | 1 |
| 第二节 实验步骤及实验故障的排除 | 4 |
| 第三节 实验报告的编写和要求 | 6 |
| 第二章 电子元器件基础知识 | 8 |
| 第一节 电阻 | 8 |
| 第二节 电容 | 15 |
| 第三节 电感线圈 | 23 |
| 第四节 变压器 | 26 |
| 第五节 机电元件 | 27 |
| 第六节 半导体分立器件 | 28 |
| 第七节 集成电路 | 35 |
| 第三章 电子工艺技术 | 40 |
| 第一节 锡焊技术 | 40 |
| 第二节 装配技术 | 44 |
| 第三节 调试技术 | 47 |
| 第四章 常用电子仪器的介绍及使用 | 50 |
| 第一节 常用电子仪器的介绍 | 50 |
| 第二节 示波器 | 51 |
| 第三节 电子电压表 | 61 |
| 第四节 信号发生器 | 64 |
| 第五节 万用表 | 65 |
| 第六节 数字频率计 | 69 |
| 第七节 电子测量系统的“接地”与“共地” | 69 |
| 第五章 电工技能训练及电工基础实验 | 71 |
| 实验一 电阻识别及万用表的使用 | 71 |
| 实验二 常用元件的判别 | 72 |
| 实验三 无线电装配与焊接训练 | 80 |
| 实验四 电路元件伏安特性的测绘 | 81 |
| 实验五 电位值和电压值的测定 | 84 |
| 实验六 基尔霍夫定律 | 86 |
| 实验七 叠加定理 | 88 |
| 实验八 有源线性二端网络等效参数的测量 | 89 |
| 实验九 电流表和电压表的扩程 | 94 |
| 实验十 信号发生器及示波器的使用 | 95 |

| | | |
|------------|-----------------------------|------------|
| 实验十一 | RC 一阶电路的响应测试 | 102 |
| 实验十二 | R、L、C 元件阻抗特性的测定 | 105 |
| 实验十三 | 日光灯电路的连接及功率因数的改善 | 107 |
| 实验十四 | 最大功率传输条件的测定 | 110 |
| 实验十五 | 串联谐振电路 | 112 |
| 实验十六 | 三相鼠笼式异步电动机 | 116 |
| 实验十七 | 三相鼠笼式异步电动机点动和自锁控制 | 120 |
| 实验十八 | 三相鼠笼式异步电动机正/反转控制 | 123 |
| 第六章 | 低频电子线路实验 | 127 |
| 实验一 | 二极管应用电路测试 | 127 |
| 实验二 | 单管共射放大电路 | 130 |
| 实验三 | 场效应管放大器 | 136 |
| 实验四 | 射极输出器 | 140 |
| 实验五 | 集成运算放大器指标测试 | 144 |
| 实验六 | 集成运算放大器的基本应用 (I) —— 模拟运算电路 | 151 |
| 实验七 | 集成运算放大器的基本应用 (II) —— 电压比较器 | 156 |
| 实验八 | 集成运算放大器的基本应用 (III) —— 波形发生器 | 160 |
| 实验九 | RC 正弦波振荡器 | 164 |
| 第七章 | 数字电路实验 | 169 |
| 实验一 | 晶体管开关特性及其应用 | 169 |
| 实验二 | TTL 集成逻辑门的传输特性及参数测试 | 173 |
| 实验三 | CMOS 与 TTL 集成逻辑门的接口驱动应用 | 177 |
| 实验四 | 逻辑函数的设计与实现 | 185 |
| 实验五 | 数码显示译码器及其应用 | 191 |
| 实验六 | 触发器及其应用 | 196 |
| 实验七 | 计数器及其应用 | 202 |
| 实验八 | 移位寄存器及其应用 | 207 |
| 附录 A | JD-2000 通用电学实验台简介 | 213 |
| 附录 B | 数字电路实验有关说明 | 216 |
| 附录 C | SS-7802 双踪示波器面板说明 | 218 |
| 参考文献 | | 220 |

第一章 电工电子实训基础知识

第一节 电子测量基础知识

采用各种电子技术和测量方法对电子学领域（如电子电路）中的各种物理参量进行的测量称为电子测量。电子测量所使用的仪器、仪表、设备等称为电子测量仪器。电子测量以电子技术理论为依据、电子测量仪器为工具测量各种电量参数，其中包括元器件和电路参数的测量、信号特性的测量、功率测量等。

电子测量的方法一般分为直接测量法和间接测量法。直接测量法在测量过程中能从仪器、仪表上直接读出被测参量的波形或数值；间接测量是先对各间接参量进行直接测量，然后将测得的数值代入公式，通过计算得到待测参量。

电子测量获得的数据受测量仪器、测量方法、测量环境、人为因素等因素的影响，测量结果往往偏离真实数值，从而产生测量误差。

一、误差的基本概念

1. 测量误差的各种表示方法

一般来说，测量仪器的测量准确度通常用容许误差来表示，根据技术条件的要求，规定某一类仪器误差的最大范围。容许误差既可用相对误差也可用相对误差与绝对误差相结合的形式加以表示。

(1) 绝对误差

测量仪表的指示值 X 与被测参量真实值 A_0 之间的差值称为绝对误差，用 ΔX 表示，即

$$\Delta X = X - A_0$$

真实值 A_0 是一个理想概念。在实际测量时，测量真实值一般采用两种方法：一是以高级标准仪表的指示值 A 来代替 A_0 ，称为实际值；二是采用多次测量结果的平均值 A 代替真实值，此时的绝对误差为

$$\Delta X = X - A$$

绝对误差是有单位、有符号的值，其单位与被测参数的单位相同，它并不能说明测量的准确性。

一般情况下，将与 ΔX 大小相等、符号相反的值称为修正值，用 C 表示，即

$$C = -\Delta X = A - X$$

利用修正值可求出测量仪表所表示的实际值，即

$$A = X + C$$

仪器仪表的修正值通常由生产厂家随仪器仪表以数据表或曲线的形式给出，用于对仪器

仪表读数值修正。

(2) 示值相对误差 γ_x

示值相对误差(又叫相对真值误差)是绝对误差 ΔX 与仪表指示值 X 的比值,一般用百分比表示,即

$$\gamma_x = \Delta X / X \times 100\%$$

相对误差只有大小,没有单位。在比较测量结果的精确程度时,仅有绝对误差是不够的。在实际测量中,一般用相对误差来表示误差的大小。为了减小相对误差,在测量电压和电流时,指针式仪表量程的选择应尽可能使指针接近满偏转(或满刻度的 $2/3$ 以上)。另外,用万用表测量电阻的阻值时,所选择的量程应尽可能使指针指到电阻挡标尺中心位置附近,此时读数误差最小。

(3) 满度相对误差

仪器的测量误差除采用上述绝对误差和相对误差表示外,通常还用满度相对误差表示。满度相对误差是绝对误差 ΔX 与仪表满度值 X_m 的百分比,用 γ_m 表示,即

$$\gamma_m = \Delta X / X_m \times 100\%$$

因为 γ_m 是用绝对误差 ΔX 与一个常数 X_m 的比值来表示的,所以,实际上给出的是绝对误差。若 γ_m 已知,则在同一量程内绝对误差基本上是一个常数,因而可以较好地反映仪表的基本误差。

2. 测量误差的产生和消除

从误差的来源和性质入手认识误差并削弱和消除误差是最根本的途径和极为有效的措施。误差的产生主要有以下几个方面。

(1) 仪器误差

仪器误差是指由于仪器本身电气性能或机械性能不良造成的误差,如仪器校正不好、刻度不准等造成的误差。

消除这种误差的方法是预先对仪器进行校准,然后配备性能优良的仪器并定期计量或校准仪器。

(2) 使用误差

使用误差也称操作误差,指在使用过程中仪器和其他设备的安装、调试、布置不正确或使用不当所造成的误差。如在操作过程中,将规定水平放置的仪器改成垂直放置,导致系统共地不好,没有考虑阻抗匹配问题,未按规定对仪器进行调零、校准等。

减小使用误差的方法是测量前详细了解和掌握仪器的使用方法,严格按操作规程使用仪器,提高实践技巧和操作技能及分析能力。

(3) 方法误差

方法误差是由于测试方法不够完善、依据的理论不够严格、测量定义不明确、过度的简化或近似等因素所导致的误差。

要减小方法误差,首先要根据被测的对象选择合理的测试方法,还要选择合适的仪器、仪表进行科学的分析和计算。

(4) 人身误差

人身误差是由于操作者的测试习惯、个人特点等因素在测试过程中所引起的误差。例如,

读刻度盘时视角不垂直于表盘，读数时有偏大或偏小的习惯等。

为减小测量的人身误差，应提高操作和测试技能，改正不正确的测试习惯和方法。

二、实验数据处理

实验中要对所测量的量进行记录，得到实验数据，这些实验数据需要进行很好的整理、分析和计算，并从中得到实验的最后结果，找出实验的规律，这个过程称为数据处理。

1. 测量中有效数字的处理

在测量数据的记录和计算中，该用几位数字来表示测量或计算结果是有一定规则的，这就就会涉及有效数字的表示及其运算规则问题。

(1) 有效数字的概念

在测量中必须正确地读取数据，即除末位数字可疑（欠准确）外，其余各位数字都是准确可靠的。末位数字是估计出来的，因而不准确。例如，用一块 50V 的电压表（刻度的每小格代表 1V）测量电压时，指针指在 34V 和 35V 之间时可读数为 34.4V，其中数字“34”是准确可靠的，称为可靠数字，而最后一位“4”是估计出来的不可靠数字，称为欠准确数字，两者结合起来称为有效数字。对于“34.4”这个数，有效数字是 3 位。

有效数字位数越多，测量准确度越高。如果条件允许读成“34.40”，就不应该记为“34.4”，否则降低了测量准确度。反过来，如果只能读成“34.4”，就不应记为“34.40”，后者从表面看好像提高了测量准确度，但实际上小数点后面第一位就是估计出来的欠准确数字，因此第二位就没有意义了。在读取和处理数据时有效数字的位数要合理选择，使所取得的有效数字的位数与实际测量的准确度一致。

(2) 有效数字的正确表示方法

(a) 记录测量数值时，只允许保留 1 位欠准确数字。

(b) 数字“0”可能是有效数字，也可能不是有效数字。例如，0.0344kV 前面的两个“0”不是有效数字，它的有效数字是后 3 位，0.0344kV 可以写成 34.4V，它的有效数字仍然是 3 位，可见前面的两个“0”仅与所用的单位有关。又如“30.0”的有效数字是 3 位，后面的两个“0”都是有效数字。必须注意末位的“0”不能随意增减，它是由测量仪器的准确度来确定的。

(c) 大数值与小数值都要用幂的乘积的形式来表示。例如，测得某电阻的阻值为 15 000Ω，有效数字为 3 位时，则应记为 $15.0 \times 10^3 \Omega$ （或 $150 \times 10^2 \Omega$ ）。

(d) 在计算中，常数（如 π 、e 等）以及因子的有效数字的位数没有限制，需要几位就取几位。

(e) 当有效数字位数确定以后，多余的位数应一律按四舍五入的规则舍去，我们称之为有效数字的修约。

(3) 有效数字的运算规则

(a) 加减运算：参加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，例如 13.6、0.056、1.666 相加，小数点后最少位数是 1 位（13.6），所以应将其余两个数修约到小数点后一位数，然后再相加，即

$$13.6+0.1+1.7=15.4$$

为了减少计算误差，也可在修约时多保留 1 位小数，计算之后再修约到规定的位数，即

$$13.6+0.06+1.67=15.33$$

其最后结果为 15.3。

(b) 乘除运算：乘除运算时，各因子及计算结果所保留的位数以百分误差最大或有效数字位数最少的项为准，不考虑小数点的位置。例如，0.12、1.057 和 23.41 相乘，有效数字最少的是 (0.12)，则

$$0.12 \times 1.1 \times 23 = 3.036$$

其结果为 3.0。

(c) 乘方及开方运算：运算结果比原数多保留 1 位有效数字。例如：

$$(15.4)^2 = 237.2$$

$$\sqrt{2.4} = 1.55$$

(d) 对数运算：取对数前后的有效数字位数应相等，例如：

$$\ln 230 = 5.40$$

2. 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修约、有效数字运算等处理后，有时仍不能看出实验规律或结果，因此，必须对这些实验数据进行整理、计算和分析，才能从中找出实验规律，得出实验结果，这个过程称为实验数据处理。实验数据处理的方法很多，这里仅介绍几种电子电路实验中常用的实验数据处理方法。

(1) 列表法

列表法就是将实验中直接测量、间接测量和计算过程中的数值依照一定的形式和顺序列成表格。列表法的优点是结构紧凑、简单易行、便于比较分析、容易发现问题并找出各电量之间的相互关系和变化规律等。

列表时应注意：表格的设计要便于记录、计算和检查；表中所用符号、单位要交代清楚；表中所列数据的有效数字位数要正确。

(2) 图示法

在一个坐标平面内用一条曲线表示出两个电量之间的关系称为图示法。图示法的优点是：当两个电量之间的关系不能用一个解析函数表示时，却能容易地用图示法表示出来，而且图示法比较形象和直观。图示法的关键是要根据所表示的内容及其函数关系选择合适的坐标和比例，画出坐标轴及其刻度值，然后再标点描曲线。坐标轴及其刻度值选择得正确可以简化作图和数据处理的过程。

(3) 图解法

图解法是在用图示法画出两个电量之间的关系曲线的基础上进一步利用解析法求出其他未知量的方法。许多电量之间的关系并非是线性的，但可以通过适当的函数变换或坐标变换使其成为线性关系，即把曲线改成直线，然后再用图解法求出其中的未知量。

第二节 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，对培养和锻炼同学们的实际工作能力具有重要意义。

一、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的步骤，它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等。

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，对实验原理要从理论概念上弄清楚。对实验中可能出现的现象及结果要有一个事先的分析和估计，做到心中有数。

(3) 预先阅读所用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，然后再操作、读数。如果发现异常现象，如烧保险、出现冒烟焦味、异常响声、仪表打表等现象，应立即切断电源，保持现场，请示指导老师后再进行故障处理，排除故障后方能继续进行实验。

(4) 科学读取数据。读取数据时，姿势要正确，指针式仪表要做到“眼、针、影成一条直线”。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以倍率得出读数值，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，首先应关掉仪器，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。

二、实验故障的排除

排除实验中出现的故障是培养同学们综合分析问题能力的一个重要方面，需要具备一定的理论基础和比较熟练的实验技能以及丰富的实际经验。

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，可使仪器、设备、元器件等造成损坏，其现象常常是出现冒烟、烧焦味、爆炸声、发热等情况。

另一类是非破坏性故障，其现象是无电流、无电压、指示灯不亮以及电流、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，认为没有什么问题后再采用通电检查的方法。通电检查主要使用电压表检查电路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为止。

2. 产生故障的原因

产生故障的原因很多，一般可归纳如下：

- (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) 仪器使用或操作不当。
- (6) 仪器或元器件本身质量差或损坏。

例如：在做 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，重新做实验时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。重做实验时，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 C 短路。分析产生故障的原因：根据现象判断电容器 C 原来是好的，短路是在实验过程中造成的。原因是当信号源电压较高时，如果电路中的电阻 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，从而超过电容器的耐压值使电容器被击穿短路。

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，选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测量电路的电压等参数时会造成故障或损坏仪表。

第三节 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并真实地表达出来，因此，实验报告的质量好坏将体现实验者对实验内容的理解能力、动手能力和综合素质水平。

一、实验报告格式

实验报告的格式和内容包括以下几个方面：

封面（格式根据学校统一设计要求确定）

1. 课程名称。

2. 使用的学年、学期。
3. 学生系别、班级、姓名、学号。
4. 同组者姓名、学号。
5. 指导教师。

内页（每个实验内容要求相同）

1. 实验目的。
2. 实验原理。包括原理说明、电路原理图和实验接线图等。
3. 实验设备。仪器仪表及元器件。
4. 实验电路。

5. 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并根据实验记录原始数据并对实验数据进行处理，画出数据表格，整理实验数据。表中各项数据若系直接测得，要注意有效数字的表示；若系计算所得，则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。若需绘制曲线图，要按图示法的要求选择合适的坐标和刻度绘图。

6. 实验结果分析、总结。结合实验数据对实验结果给出结论，进行误差分析。
7. 回答思考问题。

二、实验报告要求

实验报告的要求：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。数据计算必须采用国际标准单位。

第二章 电子元器件基础知识

第一节 电 阻

一、电阻的型号命名方法

国产电阻器的型号由四部分组成（不适合敏感电阻）：

第一部分：主称，用字母表示，表示产品的名字。如 R 表示电阻，W 表示电位器。

第二部分：材料，用字母表示，表示电阻体用什么材料组成。

第三部分：分类，一般用数字表示，个别类型用字母表示，表示产品属于什么类型。

第四部分：序号，用数字表示，表示同类产品中的不同品种，以区分产品的外型尺寸和性能指标等。例如，RJ 71 型表示精密金属膜电阻。

电阻器的型号命名方法见表 2.1，敏感电阻的型号命名方法见表 2.2。

表 2.1 电阻器和电位器的型号命名方法

| 第一部分 | | 第二部分 | | 第三部分 | | 第四部分 | |
|---------|-----|---------|--------|------------|--------------|---------|--|
| 用字母表示主称 | | 用字母表示材料 | | 用数字或字母表示分类 | | 用数字表示序号 | |
| 符号 | 含义 | 符号 | 含义 | 符号 | 含义 | | |
| R | 电阻器 | T | 碳膜 | 1 | 普通 | | |
| | | P | 硼碳膜 | 2 | 普通 | | |
| | | U | 硅碳膜 | 3 | 超高频 | | |
| | | H | 合成膜 | 4 | 高阻 | | |
| | | I | 玻璃釉膜 | 5 | 高温 | | |
| | | J | 金属膜（箔） | 7 | 精密 | | |
| | | Y | 氧化膜 | 8 | 电阻：高压；电位器：特殊 | | |
| W | 电位器 | S | 有机实心 | 9 | 特殊 | | |
| | | N | 无机实心 | G | 高功率 | | |
| | | X | 线绕 | T | 可调 | | |
| | | C | 沉积膜 | X | 电阻：小型 | | |
| | | G | 光敏 | L | 电阻：测量用 | | |
| | | | | W | 电位器：微调 | | |
| | | | | D | 电位器：多圈 | | |

表 2.2 敏感电阻的型号命名方法

| 第一部分：主称 | | 第二部分：类别 | | 第三部分：用途或特征 | | | | | | | | | | | | 第四部分：序号 | |
|---------|------|---------|------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|---------|-------|
| | | | | 热敏电阻器 | | 压敏电阻器 | | 光敏电阻器 | | 湿敏电阻器 | | 气敏电阻器 | | 磁敏元件 | | | |
| 字母 | 含义 | 字母 | 含义 | 数字 | 用途或特征 | 字母 | 用途或特征 | 数字 | 用途或特征 | 字母 | 用途或特征 | 字母 | 用途或特征 | 字母 | 用途或特征 | 数字 | 用途或特征 |
| M | 敏感元件 | Z | 正温度系数热敏电阻器 | 1 | 普通用 | W | 稳压用 | 1 | 紫外光 | C | 测湿用 | Y | 烟敏 | Z | 电阻器 | 1 | 硅应变片 |
| | | F | 负温度系数热敏电阻器 | 2 | 稳压用 | G | 高压保护用 | 2 | 紫外光 | | | | | | | 2 | 硅应变梁 |
| | | Y | 压敏电阻器 | 3 | 微波测量用 | P | 高频用 | 3 | 紫外光 | | | | | | | 3 | 硅林 |
| | | S | 湿敏电阻器 | 4 | 旁热式 | N | 高能用 | 4 | 可见光 | | | | | | | 4 | |
| | | Q | 气敏电阻器 | 5 | 测温用 | K | 高可靠用 | 5 | 可见光 | 5 | | | | | | | |
| | | G | 光敏电阻器 | 6 | 控温用 | L | 防雷用 | 6 | 可见光 | K | 控湿用 | K | 可燃性 | W | 电位器 | 6 | |
| | | C | 磁敏电阻器 | 7 | 消磁用 | H | 灭弧用 | 7 | 红外光 | | | | | | | 7 | |
| | | L | 力敏电阻器 | 8 | 线性用 | Z | 消噪用 | 8 | 红外光 | | | | | | | 8 | |
| | | | | 9 | 恒温用 | B | 补偿用 | 9 | 红外光 | | | | | | | 9 | |
| | | | | 0 | 特殊用 | C | 消磁用 | 0 | 特殊 | 0 | | | | | | | |

贴片电阻的型号命名方法见表 2.3。

表 2.3 贴片电阻的型号命名方法

| 型号 | 外形尺寸 (mm) | | 额定功率 |
|------|-----------|-------|------|
| | 长 (L) | 宽 (W) | (W) |
| 1005 | 1.00 | 0.50 | 1/16 |
| 1608 | 1.60 | 0.80 | 1/16 |
| 2012 | 2.00 | 1.25 | 1/10 |
| 3216 | 3.20 | 1.60 | 1/8 |
| 3225 | 3.20 | 2.50 | 1/4 |
| 4532 | 4.50 | 3.20 | 1/2 |
| 6432 | 6.40 | 3.20 | 1 |

片状电阻器是在保护层表面标出阻值大小，用 3 位数字表示，即前两位表示片状电阻器标称阻值的有效数字，第 3 位表示“0”的个数，或用 R 表示小数点。