

大学实验指导系列丛书
电子科技大学国家级实验教学示范中心系列教材

DIANZI
JISHU JICHU SHIYAN

电子技术 基础实验

主 编 崔红玲
副主编 李朝海 陈骏莲
付 炜 陈先荣



电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技术基础实验 / 崔红玲主编. —成都: 电子科技大学出版社, 2014.3

ISBN 978-7-5647-2255-5

I. 电… II. 崔… III. 电子技术—实验—高等学校—教材 IV. ①TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 035482 号

内 容 简 介

本书是普通高等学校实验教材, 是根据高等学校“电路分析”和“模拟电路”两门课程的实验教学要求编写的, 全书共分五章。

第一章介绍常用电子元件的识别; 第二章介绍常用电子测量仪器的使用; 第三章为电子技术基础实验部分; 第四章是针对模拟部分的设计型实验; 第五章是计算机辅助分析。

本书可作为高等学校电子类专业电子技术基础实验教材, 也可供从事电子技术的工程技术人员参考。

电子技术基础实验

主 编 崔红玲

副主编 李朝海 陈骏莲 付 炜 陈先荣

出 版: 电子科技大学出版社 (成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 罗 雅

责任编辑: 罗 雅

主 页: www.uestcp.com.cn

电子邮箱: uestcp@uestcp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 四川川印印刷有限公司

成品尺寸: 185mm×260mm 印张 17.75 字数 452 千字

版 次: 2014 年 3 月第一版

印 次: 2014 年 3 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-5647-2255-5

定 价: 35.00 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83208003。

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

前 言

电子技术实验基础课程作为电子科技大学“国家级实验教学示范中心”和国家级精品课程“现代电子技术实验”中最核心的基础层实验课程，其教学目的是：增强学生的工程感性认识，提高动手能力，培养分析问题、解决问题的能力以及创新意识，促使学生的知识、能力、素质综合协调发展。

电子技术实验基础教材是电子科技大学国家级实验教学示范中心系列教材之一，是在多年实验课程改革的基础上编写而成的。该教材内容丰富，涵盖了电路分析和模拟电路的典型实验，在服务理论教学的基础上，注重学生实践技能的培养。

本教材的特点是：（1）采用验证与设计相结合，即验证型的实验电路由学生自主设计、搭建，教师审核的方式完成；（2）加强实验预习环节，在预习中预先设计问题，引导学生完成对实验原理的理解、实验方案的掌握以及实验电路的设计与搭建；（3）通过课前预习问题和课后思考题的形式，强化学生应用理论知识分析问题、解决问题的能力；（4）循序渐进地增强初学者的工程感性认识和工程实践技能。

教材分五章，第一章是常用电子元器件的识别，主要介绍了常用的电阻、电容、电感、二极管、三极管、集成运放等的识别；第二章是常用电子测量仪器，介绍了模拟示波器、函数发生器、晶体管毫伏表、直流稳压电源、晶体管图示仪以及万用表的基本原理、面板功能及使用方法；第三章是以 2 学时为单元的 20 个基础实验，涵盖电路分析和模拟电路的典型实验；第四章是针对模拟部分的设计型、综合型实验，为学有余力的学生提供参考；第五章是计算机辅助分析，介绍了 NI Multisim 10.0 电路仿真软件在电子技术实验中的应用。

本教材是电子技术基础实验室经多年教学积累而成的，参编的有：陈骏莲、陈先荣、崔红玲、李朝海、付炜、谢建志、张晓霞、王玉兰、干学斌，全书由崔红玲统稿。

由于编者水平有限，时间仓促，书中难免有错误和不妥之处，殷切希望使用本教材的教师和同学批评、指正，提出改进意见。

目 录

| | |
|--|-----|
| 第一章 常用电子元器件识别..... | 1 |
| 1.1 电阻器..... | 1 |
| 1.2 电容器..... | 8 |
| 1.3 电感器..... | 16 |
| 1.4 二极管..... | 20 |
| 1.5 三极管..... | 28 |
| 1.6 场效应管..... | 32 |
| 1.7 集成电路..... | 34 |
| 1.8 面包板..... | 38 |
| 第二章 常用电子测量仪器的使用..... | 41 |
| 2.1 万用表..... | 41 |
| 2.2 直流稳压电源..... | 46 |
| 2.3 示波器..... | 49 |
| 2.4 函数发生器..... | 58 |
| 2.5 晶体管毫伏表..... | 60 |
| 2.6 半导体管特性图示仪..... | 63 |
| 第三章 电子技术基础实验..... | 76 |
| 3.1 直流稳压电源、数字万用表的使用..... | 76 |
| 3.2 示波器的使用..... | 79 |
| 3.3 函数发生器、晶体管毫伏表的使用..... | 84 |
| 3.4 叠加定理的验证..... | 87 |
| 3.5 一阶电路时域响应的测量..... | 89 |
| 3.6 串联 RLC 电路时域响应的测试..... | 92 |
| 3.7 正弦稳态时 R 、 L 、 C 电压电流相位关系的测试..... | 95 |
| 3.8 一阶 RC 低通无源滤波器的设计与测试..... | 99 |
| 3.9 二阶 RC 高通无源滤波器的设计与测试..... | 103 |
| 3.10 RLC 串联谐振电路的测试..... | 106 |
| 3.11 RC 带通滤波器的设计与测试..... | 109 |
| 3.12 晶体管图示仪的原理与使用..... | 111 |
| 3.13 三极管输入、输出特性曲线的测试..... | 115 |



| | | |
|-------------------|-----------------------------|------------|
| 3.14 | 单管放大电路的设计、静态工作点、增益的测试 | 119 |
| 3.15 | 共射单管放大电路的设计与动态性能指标的测试 | 125 |
| 3.16 | 多级放大电路的设计及测试 | 129 |
| 3.17 | 集成功率放大器设计与参数测试 | 134 |
| 3.18 | 运放的基本放大应用 | 138 |
| 3.19 | 集成运放的运算应用 | 142 |
| 3.20 | 文氏桥振荡电路的设计与测试 | 146 |
| 第四章 | 设计型实验 | 149 |
| 4.1 | 有源滤波器的设计 | 149 |
| 4.2 | 有线扩音系统的设计与实现 | 153 |
| 4.3 | 波形产生电路的设计与测试 | 160 |
| 第五章 | 计算机辅助分析 | 164 |
| 5.1 | 计算机辅助分析概述 | 164 |
| 5.2 | Multisim 介绍 | 165 |
| 5.3 | Multisim 12 常用虚拟仪器使用 | 173 |
| 5.4 | 仿真分析方法 | 188 |
| 5.5 | Multisim 仿真实例 | 193 |
| 参考文献 | 199 | |
| 附录一 | 电容、电阻元器件的标称值 | 200 |
| 附录二 | 电子技术基础实验报告 | 205 |

第一章 常用电子元器件识别

电子元器件是组成一个电子产品的重要部分。对于电子工程技术人员来说，全面了解各类电子元器件的结构及特点，正确选择并合理地应用它们，是成功研制电子产品的重要因素之一。常用的元器件有电阻器、电容器、电感器和各种半导体器件（如二极管、三极管、场效应管、晶闸管、集成电路等）。为了正确地选择和使用这些元器件，就必须掌握它们的性能、结构与主要参数性能等有关知识。

1.1 电 阻 器

一、电阻器的分类

1. 电阻

电阻器是电路元件中应用最广泛的一种，在电子设备中约占元件总数的 30% 以上，其质量的好坏对电路工作的稳定性有极大影响。电阻的电路符号如图 1-1-1 所示。



图 1-1-1

各种电阻图片如图 1-1-2 所示。

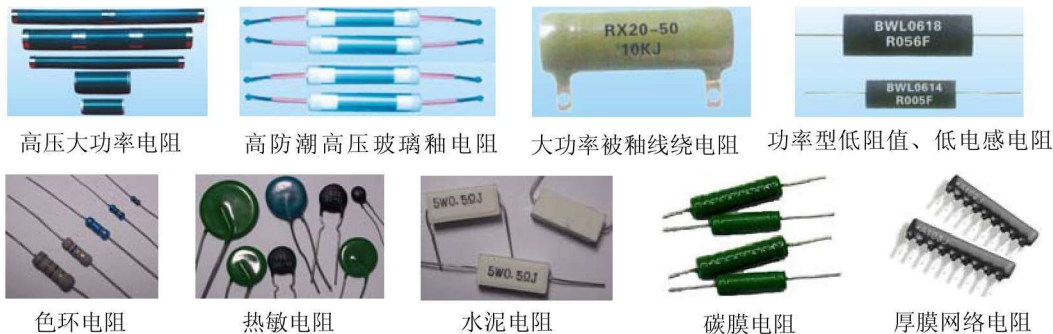


图 1-1-2 各种电阻

电阻器按电阻体材料及用途可分成多个种类，如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 电阻器按用途及电阻体材料分类表

| 按用途 不同分类 | 按电阻体材料分类 | | | | | | | | |
|-------------|----------|-----|------|--------|-------|-------|------|-------|-------|
| | 线绕型 | 薄膜型 | | | | | | 合成型 | |
| | | 碳膜型 | 金属膜型 | 金属氧化膜型 | 玻璃釉膜型 | 合成碳膜型 | 金属箔型 | 有机实芯型 | 无机实芯型 |
| 通用电阻器 | √ | √ | √ | √ | √ | | | √ | √ |
| 精密电阻器 | √ | √ | √ | | | | √ | | |
| 高阻电阻器 | | | √ | | √ | √ | | | |
| 功率型电阻器 | √ | √ | √ | | | | | | |
| 高压电阻器 | | | | | √ | √ | | | |
| 高频电阻器 | | | | √ | | | √ | | |

表中“√”表示电阻体材料及工艺做成的电阻器所适用的类型。

2. 电位器

电位器是一种可调电阻，它有两个固定端和一个滑动端，一般电路中常采用多圈可调玻璃釉电位器，安装形式有立式、卧式。电路中进行一般调节时，采用价格低廉的碳膜电位器；在进行精确调节时，宜采用多圈电位器或精密电位器。各种电位器图片如图 1-1-3 所示。



图 1-1-3 各种电位器

二、电阻器和电位器的型号命名

电阻器及电位器的型号命名方法一般由四个部分组成，我国有关标准的规定，电阻器的型号命名方法由图 1-1-4 所示组成。

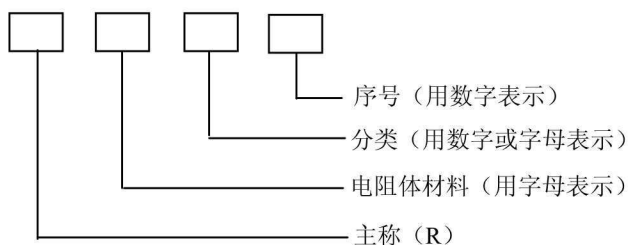


图 1-1-4 电阻型号命名方法

第一部分 主称，用字母表示。

第二部分 电阻体材料，用字母表示。

第三部分 分类，用阿拉伯数字表示。个别类型也用字母表示。

第四部分 序号，用数字表示。

其表示方法及意义见表 1-1-2。

表 1-1-2 电阻器和电位器的型号命名法

| 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 | | 用数字或字母表示特征 | | 用数字表示序号 |
| 符号 | 意义 | 符号 | 意义 | 符号 | 意义 | |
| R | 电阻器 | T | 碳膜 | 1, 2 | 普通 | 包括： 额定功率 阻值 允许误差 精度等级 |
| W | 电位器 | P | 硼碳膜 | 3 | 超高频 | |
| | | U | 硅碳膜 | 4 | 高阻 | |
| | | C | 沉积膜 | 5 | 高温 | |
| | | H | 合成膜 | 7 | 精密 | |
| | | I | 玻璃釉膜 | 8 | 电阻器——高压 电位器——特殊函数 | |
| | | J | 金属膜（箔） | | | |
| | | Y | 氧化膜 | | | |
| | | S | 有机实芯 | 9 | 特殊 | |
| | | N | 无机实芯 | G | 高功率 | |
| | | X | 线绕 | T | 可调 | |
| | | R | 热敏 | X | 小型 | |
| | | G | 光敏 | L | 测量用 | |
| | | M | 压敏 | W | 微调 | |
| | | | | D | 多圈 | |

三、电阻器和电位器的主要技术指标

1. 额定功率

电阻器的额定功率是在规定的环境温度和湿度下，假定周围空气不流通，在长期连续负载而不损坏或基本不改变性能的情况下，电阻器上允许消耗的最大功率。当超过额定功率时，电阻器的阻值将发生变化，甚至发热烧毁。为保证安全使用，一般选其额定功率比它在电路

中消耗的功率高 1.5~3 倍。

额定功率常用的有 $\frac{1}{20}$ W、 $\frac{1}{8}$ W、 $\frac{1}{4}$ W、 $\frac{1}{2}$ W、1W、2W、4W、5W 等规格。

2. 标称阻值和精度

标准化了的电阻值称为标称阻值。标称阻值组成的系列称为标准系列。是产品标志的“名义”阻值，其单位有欧 (Ω)、千欧 ($k\Omega$)、兆欧 ($M\Omega$)。国家标准规定了电阻的阻值按其精度分为两大系列，分别为 E—24 系列和 E—96 系列，E—24 系列精度为 5%，E—96 系列为 1%。其标称阻值系列见附录。

表 1-1-3 电阻器标称阻值

| 允许误差 | 标称阻值系列 | | | | | | | | | | | | |
|------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ±5% | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.5 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.4 | 2.7 | | |
| | 3.0 | 3.3 | 3.6 | 3.9 | 4.3 | 4.7 | 5.1 | 5.6 | 6.2 | 6.8 | 7.5 | 8.2 | 9.1 |
| ±10% | 1.0 | 1.2 | 1.5 | 1.8 | 2.2 | 2.7 | 3.3 | 3.9 | 4.7 | 5.6 | 6.8 | 8.2 | |
| ±20% | 1.0 | 1.5 | 2.2 | 3.3 | 4.7 | 6.8 | | | | | | | |

四、电阻器的标志方法

电阻器的标志方法常采用色环法和文字符号直标法。对于功率为 1/8~1/4W 的电阻，一般采用色环法，标出阻值和精度，材料可由整体颜色识别，功率可由体积识别；对于功率较大的电阻采用直标法。

1. 直标法

直标法是指将电阻器的类别、标称阻值、允许偏差、额定功率等直接标注在电阻器的表明上，如图 1-1-5 所示。

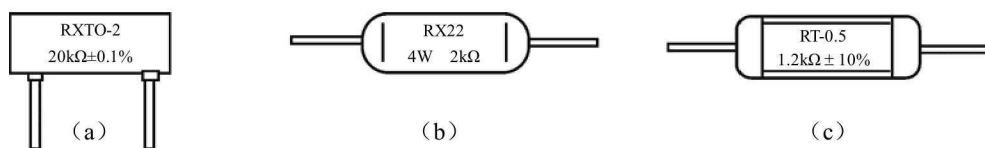


图 1-1-5 电阻器直标法示例

图 1-1-5 (a) 表示标称值为 20k Ω 、允许偏差为 $\pm 0.1\%$ 、额定功率为 2W 的线绕电阻器；图 1-1-5 (b) 表示标称值为 2k Ω 、额定功率为 4W 的线绕电阻器；图 1-1-5 (c) 表示标称值为 1.2k Ω 、允许偏差为 $\pm 10\%$ 、额定功率为 0.5W 的碳膜电阻器。

直标法标志电阻值的单位标志符号如表 1-1-4 所示。

表 1-1-4 文字符号表示的单位

| 文字符号 | R | k | M | G | T |
|------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|
| 表示单位 | 欧姆 (Ω) | 千欧姆 ($10^3\Omega$) | 兆欧姆 ($10^6\Omega$) | 吉欧姆 ($10^9\Omega$) | 兆兆欧姆 ($10^{12}\Omega$) |

直标法一般用数字和单位符号直接标明电阻值。还有的用数字和单位符号组合在一起表示，文字符号前面的数字表示整数阻值，文字符号后面的数字表示小数点后面的小数阻值。例如“R10”表示 0.1 Ω ；“3M3”表示 3.3M Ω 。

2. 色环标志法

色标法是用不同的色带或色点标在电阻器表面，用来表示电阻的阻值和允许偏差。各种颜色所代表意义如表 1-1-5 所示。

表 1-1-5 电阻器色环颜色表

| 颜色 | 有效数值 | 倍率（乘数） | 允许误差 |
|----|------|-----------|--------------|
| 棕 | 1 | 10^1 | $\pm 1\%$ |
| 红 | 2 | 10^2 | $\pm 2\%$ |
| 橙 | 3 | 10^3 | |
| 黄 | 4 | 10^4 | |
| 绿 | 5 | 10^5 | $\pm 0.5\%$ |
| 蓝 | 6 | 10^6 | $\pm 0.25\%$ |
| 紫 | 7 | 10^7 | $\pm 0.1\%$ |
| 灰 | 8 | 10^8 | |
| 白 | 9 | 10^9 | |
| 黑 | 0 | 10^0 | |
| 金 | | 10^{-1} | $\pm 5\%$ |
| 银 | | 10^{-2} | $\pm 10\%$ |
| 本色 | | | $\pm 20\%$ |

色环电阻的色彩标识有两种方式：一种是采用 4 色环的标注方式；另一种采用 5 色环的标注方式。两者的区别在于：4 色环用前两位表示电阻的有效数字，而 5 色环用前三位表示该电阻的有效数字，两者的倒数第 2 位表示了电阻的有效数字的倍率，最后一位表示了该电阻的误差，如图 1-1-6 所示。

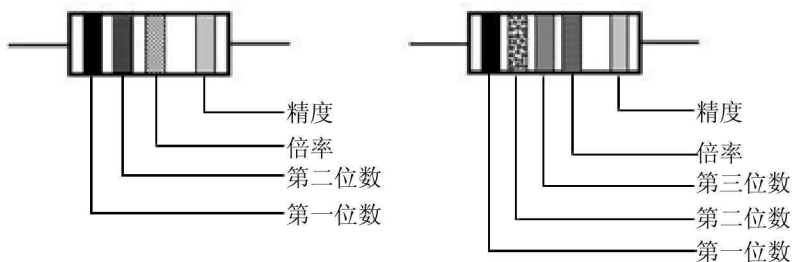


图 1-1-6 色标法示例

例如，4 环色环为棕绿橙金表示 $15 \times 10^3 = 15\text{k}\Omega \pm 5\%$ 的电阻器。5 环色环为红紫绿黄棕表示 $275 \times 10^4 = 2.75\text{M}\Omega \pm 1\%$ 的电阻器。

但在实践中发现，有些色环电阻的排列顺序不甚分明，往往容易读错，在识别时，可根据以下步骤进行识别：

首先，先找标志误差的色环，从而排定色环顺序。最常用的表示电阻误差的颜色是：金、银、棕，尤其是金环和银环，基本不会做电阻色环的第一环，所以在电阻上只要有金环和银环，就可以基本认定这是色环电阻的最末一环。

其次，棕色环是否是误差标志的判别。棕色环既常用做误差环，又常作为有效数字环，

且常常在第一环和最末一环中同时出现,使人很难识别谁是第一环。识别时,可以按照色环之间的间隔加以判别:比如对于一个五道色环的电阻而言,第五环和第四环之间的间隔比第一环和第二环之间的间隔要宽一些,据此可判定色环的排列顺序。

再次,在仅靠色环间距还无法判定色环顺序的情况下,还可以利用电阻的生产序列值来加以判别。比如有一个电阻的色环读序是:棕、黑、黑、黄、棕,其值为: $100 \times 10\,000 = 1\text{M}\Omega$ 误差为 1%,属于正常的电阻系列值,若是反顺序读:棕、黄、黑、黑、棕,其值为 $140 \times 1\Omega = 140\Omega$,误差为 1%。显然按照后一种排序所读出的电阻值,在电阻的生产系列中是没有的,故后一种色环顺序是不对的。

实在甄别不出的,应用万用表测量。

五、电阻器的实验测试

1. 使用数字万用表检测电阻

数字万用表的欧姆挡一般分为 200、2k、20k、200k、2M 和 20M 六挡,有些万用表还有 200M 挡。注意 200 挡的单位是“ Ω ”,2k 到 200k 挡的单位是“ $k\Omega$ ”,2M 以上挡的单位是“ $M\Omega$ ”。使用数字万用表测量电阻时,首先要选择一个电阻量程,如 200k 挡,然后将万用表的黑表笔插入“COM”孔(在使用数字万用表时黑表笔应始终插入“COM”孔),红表笔插入“V/ Ω ”孔(使用数字万用表时,应根据不同的测量来选定测试红表笔插入的插孔),打开万用表的电源,用两表笔分别接触被测电阻的两个引脚进行测量。如图 1-1-7 所示,是用数字万用表电阻 200k 挡测量一个标称值为 130k Ω 的固定电阻器时的情形。

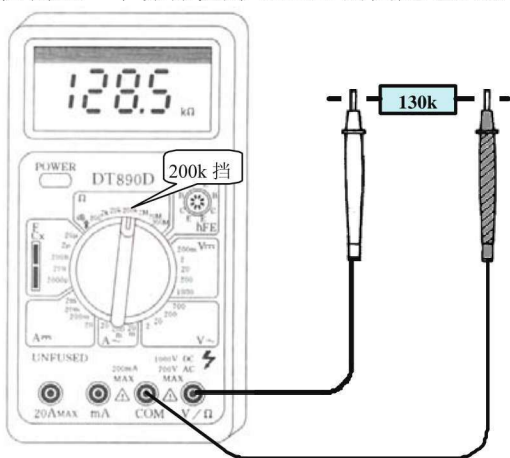


图 1-1-7 用数字万用表测电阻

如果万用表读数显示溢出符号 I ,说明被测电阻超出了所选量程可以测量的最大值,如图 1-1-8 所示,是用 20k 挡测量标称值为 130k Ω 的固定电阻器时的情形,这时就需要把量程切换到更大的挡位。

使用数字万用表测量电阻方便直接,测量结果也较准确,但需要注意以下几点:

(1) 为使测量准确,测量时应选择合适的挡位。如果测量时显示的读数小于所选量程的 1/10,说明量程选择得偏大,应切换到较小的挡位重新测量。

(2) 在使用 2M 以上挡位测量大电阻时,需要较长时间,需等万用表的显示基本稳定不变以后再读取测量结果。

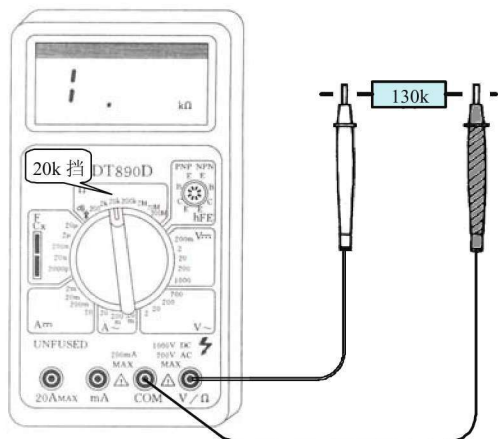


图 1-1-8 用数字万用表测电阻：被测电阻超出了量程

(3) 两只手不能同时接触两根表笔的金属杆或被测电阻两根引脚；否则，会因人体电阻的影响使测量结果偏小，特别是测高阻值的电阻时。最好用一只手同时持两根表笔。

(4) 测量结束后，应拔出表笔，将选择开关置于“OFF”挡或交流电压最大挡位并关闭万用表的电源，然后收好万用表。

2. 使用指针万用表测量电阻

模拟指针式万用表的读取精度较差，但指针摆动的过程比较直观，其摆动速度及幅度有时也能比较客观地反映被测量的大小（例如，在测量电容时电容的充电过程使表针摆动）。

指针万用表的欧姆挡，分为 $R \times 1$ 、 $R \times 10$ 、 $R \times 100$ 和 $R \times 1k$ 四挡，有些万用表还有 $R \times 10k$ 挡。用指针万用表测量电阻时，先把范围选择开关调至所测量电阻 (Ω) 范围的合适挡位上，如 $R \times 100$ 挡；再把两表笔相互接触，指针即顺时针偏转，调节电阻挡的调零旋钮，使指针指在电阻标度线的零位上；然后把两根表笔搭在被测电阻的两端，就可在电阻标度线上读出指针所指的数值，该数值乘以范围选择开关所指的倍数就得到所测电阻的阻值。

使用指针万用表欧姆挡测电阻的详细步骤如下：

(1) 必须首先对所选择的挡位进行调零。如图 1-1-9 (a) 所示，将两表笔短接，调整欧姆挡零位调整旋钮，使表针指向电阻刻度线右端的零位。若指针无法调到零点，说明表内电池电压不足，应更换电池。

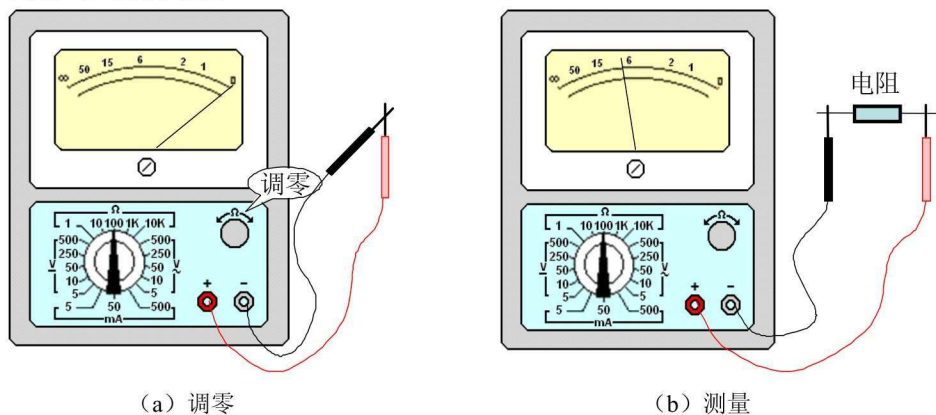


图 1-1-9 用指针万用表测电阻

(2) 调零后,用两支表笔分别接触被测电阻两引脚进行测量,如图 1-1-9 (b) 所示。正确读出指针所指电阻的数值,再根据所选择的档位对读数乘以相应的倍率 ($R \times 100$ 挡应乘 100, $R \times 1k$ 挡应乘 1000……),就得到了被测电阻的阻值,例如图 1-1-9 (b) 中,所选的档位是 $R \times 100$,指针所指的数值约为 8,故被测电阻器的阻值大约为 800Ω 。

(3) 为使测量较为准确,测量时应选择合适的档位。由于电阻挡刻度的非线性关系,它的中间一段分布较为精细,因此应使指针指示值尽可能落到刻度的中段位置,即整个刻度弧线的 20%~80%,以使测量更准确。若指针偏角较小,应换用较大的档位;若指针偏角较大,则应换用较小的档位。每次换挡后,应重新调整欧姆挡的零位,然后再测量。

(4) 测量结束后,应拔出表笔,将选择开关置于交流电压最大挡位,关闭万用表的电源,然后收好万用表。

测量电阻时应注意:

- (1) 两支表笔不要长时间碰在一起。
- (2) 两只手不能同时接触两根表笔的金属杆或被测电阻两根引脚,最好用一只手同时持两根表笔。
- (3) 若长时间不使用指针万用表的欧姆挡,则应将表中的电池取出。

六、电阻器使用注意事项

(1) 在高压电路中,应注意电阻器的极限工作电压,以防电阻器内产生电弧,致使电阻器击穿或烧毁。

(2) 电阻器和电位器在使用之前必须进行检测。检测的第一步是先进行外观检查,观察有无引线折断、松动或电阻体表面漆皮脱落现象。检测的第二步是用万用表的电阻挡测量其电阻值,看与标称值之间的相对误差是否在允许的误差范围之内。

(3) 电位器轴应转动灵活,松紧适当,且无机械杂声。用万用表测量固定端对活动触点间的电阻值时,若缓慢旋转转轴,表针应平稳移动,不应有跳跃现象。

(4) 电阻器的引线不要从根部弯曲,否则容易将引线折断。

1.2 电 容 器

电容是一种储能元件,储存电荷的能力用电容量来标注,基本单位是法拉,常用单位是微法 (μF) 和皮法 (pF)。电容器多用于电路的滤波、耦合、调谐、隔直、延时、交流旁路和能量转换。本节将就电容器的基本知识、主要参数、规格标志方法、选用方法进行介绍。其电路符号如图 1-2-1 所示。



图 1-2-1

一、电容器的分类

电容器的种类繁多,人们常按电容器绝缘介质材料的不同来分类,如图 1-2-2 所示。

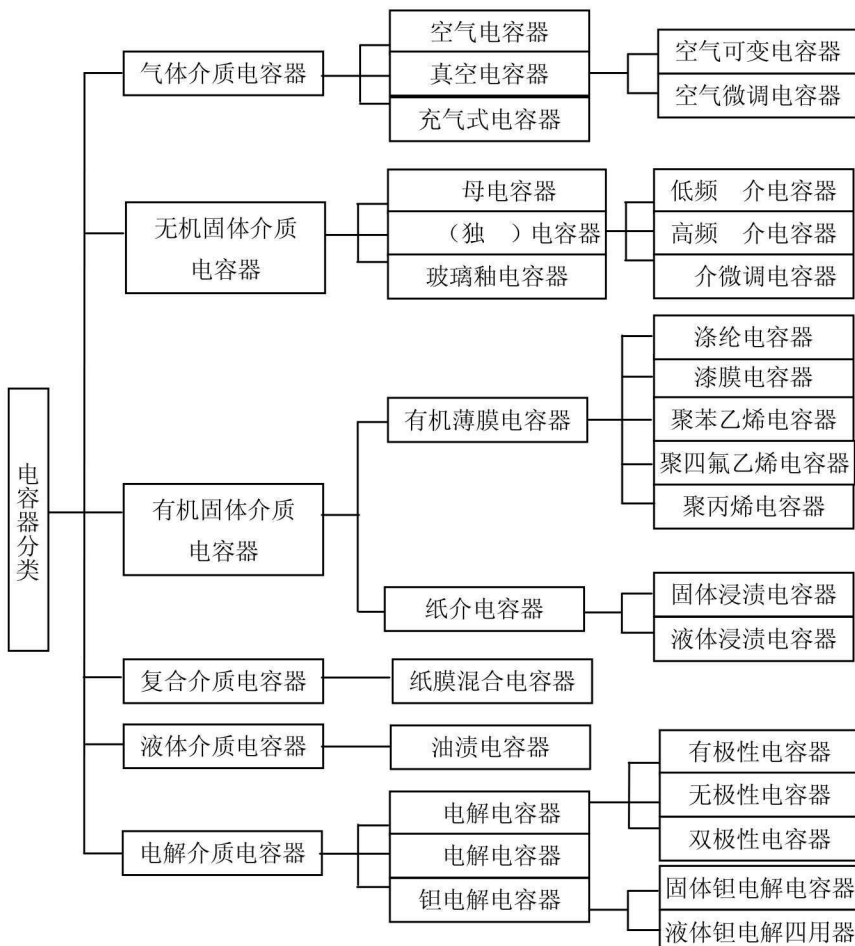


图 1-2-2 电容器的分类

电容器的种类很多，按其结构分，电容器可分为固定电容器、可变电容器和半可变电容器；按介质材料可分为 介质电容器、 母电容器、涤纶电容器、金属纸介电容器和电解电容器等。各种电容器图片如图 1-2-3 所示。



图 1-2-3 各种电容器图片

二、电容器的型号命名

根据国家标准，电容器命名由四部分组成（不适用于压敏、可变、真空电容器），电容器的型号命名方法由图 1-2-4 所示组成。

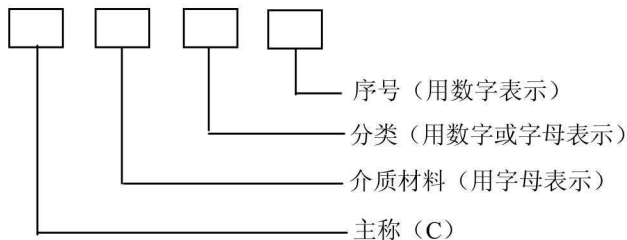


图 1-2-4 电容型号命名方法

- 第一部分 主称，用字母 C 表示电容器。
 第二部分 介质材料，用字母表示。
 第三部分 特征，一般用数字表示，个别用字母表示。
 第四部分 序号，用数字表示。
 每部分数字或字母及意义见表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 电容器型号命名法

| 第一部分 主称 | | 第二部分 材料 | | 第三部分 特征、分类 | | | | | 第四部分 序号 | |
|------------|-------------|------------|------|---------------|-----|-----|----|-------|------------|--|
| 符号 | 意义 | 符号 | 意义 | 符号 | 意义 | | | | | |
| | | | | | 介 | 母 | 玻璃 | 电解 | 其他 | |
| C | 电 容 器 | C | 介 | 1 | 圆片 | 非密封 | | 箔式 | 非密封 | 对主称、材料相同，仅尺寸、性能指标略有不同，但基本不影响互使用的产品，给予同一序号；若尺寸性能指标的差别明显；影响互换使用时，则在序号后面用大写字母作为区别代号 |
| | | Y | 母 | 2 | 管形 | 非密封 | | 箔式 | 非密封 | |
| | | I | 玻璃釉 | 3 | 片 | 密封 | | 烧结 固体 | 密封 | |
| | | O | 玻璃膜 | 4 | 独 | 密封 | | 烧结 固体 | 密封 | |
| | | Z | 纸介 | 5 | 穿心 | | | | 穿心 | |
| | | J | 金属化纸 | 6 | 支 | | | | | |
| | | B | 聚苯乙烯 | 7 | | | | 无极性 | | |
| | | L | 涤纶 | 8 | 高压 | 高压 | | | 高压 | |
| | | Q | 漆膜 | 9 | | | | 特殊 | 特殊 | |
| | | S | 聚碳 | J | 金属膜 | | | | | |
| | | H | 复合介质 | W | 微调 | | | | | |
| | | D | | | | | | | | |
| | | A | 钽 | | | | | | | |
| | | N | | | | | | | | |
| G | 合金 | | | | | | | | | |
| T | | | | | | | | | | |
| E | 其他 | | | | | | | | | |

通常在容量小于 1 万皮法的时候用 pF 标单位, 大于 1 万皮法的时候, 用 μF 做单位。为了方便起见, 大于 100pF 而小于 1 μF 的电容常常不标注单位。没有小数点的, 它的单位是 pF, 有小数点的其单位是 μF 。例如, 3300 就是 3300pF, 0.1 就是 0.1 μF 等。

三、电容器的主要技术指标

1. 标称容量及允许误差

电容器是指电容器加上电压后, 储存电荷的能力。常用单位是: 法 (F)、微法 (μF) 和皮法 (pF), 皮法也称微微法。三者的关系为

$$1 \text{ pF} = 10^{-6} \mu\text{F} = 10^{-12} \text{ F}$$

标志在电容器上的容量数值称为标称值, 一般情况下, 电容器上都直接写出其容量。允许误差是实际电容量对于标称电容量的最大允许偏差范围。电容器的准确度的允许偏差直接以允许偏差的百分数表示。常用固定电容的允许误差分 8 级, 如表 1-2-2 所示。

表 1-2-2 电容器允许误差等级

| 允许误差 | $\pm 1\%$ | $\pm 2\%$ | $\pm 5\%$ | $\pm 10\%$ | $\pm 20\%$ | +20%~-30% | +50%~-20% | +100%~-10% |
|------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|-----------|------------|
| 级别 | 01 | 02 | I | II | III | IV | | |

2. 额定工作电压

电容器在规定的温度下, 长期可靠工作时所能承受的最高直流电压称为电容器的额定工作电压, 又称 压值。压值的大小与电容的介质材料及厚度有关。另外, 温度对电容器的压也有很大的影响。常用固定电容器的直流工作电压系列为: 6.3V, 10V, 16V, 25V, 32V*, 40V, 50V*, 63V, 100V, 125V*, 250V, 300V*, 400V, 450V*, 630V 和 1000V 等多种等级, 其中有“*”符号的只限于电解电容器用。压值一般也是直接标在电容器上的, 但也有些电解电容器在正极根部标上色点来代表不同的压等级, 如棕色代表压值为 6.3V, 而红色代表 10V, 灰色代表 16V 等。

3. 绝缘电阻

绝缘电阻是指加到电容器上的直流电压与漏电流之比, 不同种类、不同容量的电容器各不相同。由于电容器两极板间的介质不是绝对的绝缘体, 它的电阻不是无限大, 而是一个有限大的数值, 绝缘电阻即是加到电容器两极板上的直流电压与通过它的漏电流的比, 也叫漏电阻。常用电容器的绝缘电阻一般应为 $10^6 \sim 10^{12} \Omega$, 绝缘电阻越大, 电容器的漏电流越小, 性能就越好。电解电容器的绝缘电阻比较低, 一般用漏电流的大小来衡量其质量, 漏电流的单位是 μA 或 mA。

四、电容器的标志方法

根据国家标准, 电容器的标志方法有直标法、文字符号法和色标法三种, 用来表示电容器的容量、允许偏差、工作电压等特性参数。

1. 直标法

直标法就是在电容器的表面用数字和文字直接标出其主要参数和技术指标。直标法的内

容和次序一般是：商标、型号、工作温度组别、工作电压、标称电容量及允许偏差、温度系数等。但不一定全部标出。

例：1p2 表示 1.2 pF；220 n 表示 0.22 μ F

3 μ F3 表示 3.3 μ F；2 m2 表示 2200 μ F

CB41 250V 2000pF \pm 5%

标志的内容是：CB41 型精密聚苯乙烯薄膜电容器，工作电压为 250V，标称容量为 2000pF，允许偏差 \pm 5%。

2. 文字符号法

文字符号法是将文字和数字符号有规律地组合起来，在电容器表面标出主要特性参数。常用来标志电容器的标称容量及允许偏差。

例：p33 表示 0.33pF 的电容；

3 μ 3 表示 3.3 μ F 的电容。

表 1-2-3 给出了文字表示法中字母代表的允许偏差大小。

表 1-2-3 电容器标称容量允许偏差文字符号意义

| 允许偏差 (%) | 文字符号 | 允许偏差 (%) | 文字符号 | 允许偏差 (%) | 文字符号 |
|-------------|------|------------|------|----------|------|
| \pm 0.001 | Y | \pm 0.25 | C | \pm 30 | N |
| \pm 0.002 | X | \pm 0.5 | D | +100~-0 | H |
| \pm 0.005 | E | \pm 1 | F | +100~-10 | R |
| \pm 0.01 | L | \pm 2 | G | +80~-20 | Z |
| \pm 0.02 | P | \pm 5 | J | +50~-10 | T |
| \pm 0.05 | W | \pm 10 | K | +50~-20 | S |
| \pm 0.1 | B | \pm 20 | M | +30~-10 | Q |

或者直接用三位数表示电容量，对电解电容器单位采用 F，对非电解电容器，单位采用 PF。

例：223J 表示 $22 \times 10^3 \text{pF} = 22000 \text{pF} = 0.022 \mu\text{F}$ ，允许误差为 \pm 5%。

102 表示 $10 \times 10^2 = 1000 \text{pF}$

474 表示 $47 \times 10^4 = 0.47 \mu\text{F}$

150 表示 $15 \times 10^0 = 1.5 \text{pF}$

3. 色标法

用色环或色点来表示电容量的方法。这种表示法与电阻器的色环表示法相同，颜色于电容器的一端或从顶端向引线排列。颜色的意义与电阻相同，不再赘述。

五、电容器的实验测试

1. 使用数字万用表检测电容器

(1) 用数字万用表的电容挡测量电容量

有些数字万用表包含电容挡，专门用于测量电容器的容量。用电容挡测量电容的方法很