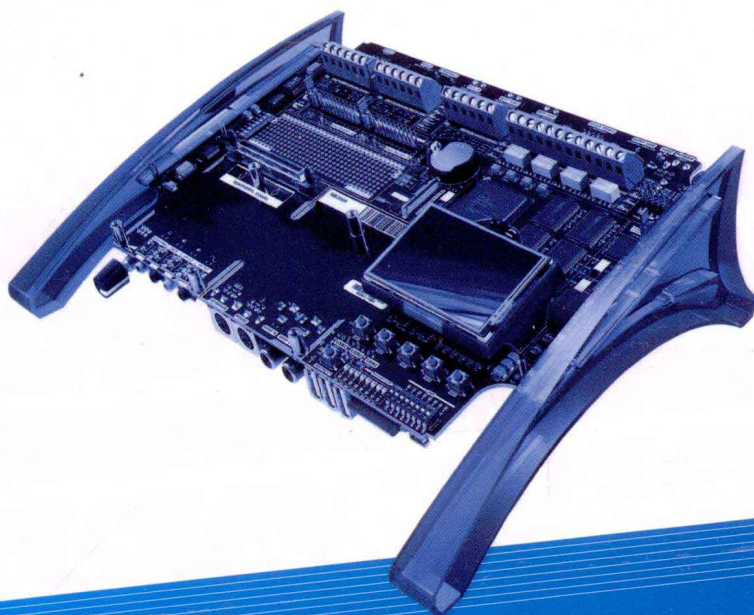




21世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材
浙江省“十一五”重点教材建设项目



电子技术项目教程

主 编 徐超明 张铭生
副主编 李 珍 魏亚昉
杨丽丽 高金玉



- 项目为载体，知识融入工作任务
- 做中带学，实现职业能力的培养
- 实验与仿真相结合，提高教学效果



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



21 世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材
浙江省“十一五”重点教材建设项目

电子技术项目教程

主 编 徐超明 张铭生
副主编 李 珍 魏亚昉
杨丽丽 高金玉



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书采用项目化课程模式,以电子技术中的典型项目为载体而编写。本书的主要内容包括常用仪器仪表的使用、直流稳压电源的设计与制作、扩音机的制作与调试、信号产生电路的设计与制作、加法器的测试与设计、抢答器的设计与制作、数字钟的设计与制作、电子电路综合实训等8个项目。每个项目又分为若干个任务,以完成工作任务的技能实训为主线,进行相关的理论知识学习,通过“读、做、想、练”,以及实物实验和计算机仿真等方法,在让学生掌握必要的知识的同时,提高分析问题、解决问题的和实际应用的能力。

本书可作为高职高专电子信息、通信类、计算机类等相关专业学习电子技术课程的教材或参考书,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术项目教程/徐超明,张铭生主编. —北京:北京大学出版社,2012.1

(21世纪全国高职高专电子信息系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-19953-4

I. ①电… II. ①徐…②张… III. ①电子技术—高等职业教育—教材 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 265003 号

书 名: 电子技术项目教程

著作责任者: 徐超明 张铭生 主编

策 划 编 辑: 赖 青 张永见

责 任 编 辑: 李娉婷

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-19953-4/TN·0079

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.cn>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 北京富生印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16 开本 19.75 印张 458 千字

2012 年 1 月第 1 版 2012 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

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

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

本书依据教育部制订的“高职高专教育基础课程基本要求”，从高等职业教育的特点和要求出发而编写，注重技术应用能力和职业技能的培养，以理论够用为度，讲清概念，以应用为目的，强化训练，突出实用性和针对性，注重“教学与实训”的协调统一。

本书共有 8 个项目，分别是：常用仪器仪表的使用、直流稳压电源的设计与制作、扩音机的制作与调试、信号产生电路的设计与制作、加法器的测试与设计、抢答器的设计与制作、数字钟的设计与制作、电子电路综合实训。其中，项目 2~项目 4 涉及信号的产生、放大及稳压电源内容，可将此 3 个项目结合成一体进行调试；项目 5、项目 7 则是对组合逻辑电路和时序逻辑电路知识的综合应用；项目 8 选取最基本、最普及的通信终端设备之一的电话机作为综合实训内容，通过电路分析、产品安装和调试检测，提高学生分析问题、解决问题的能力。

本书采用项目化课程模式，以电子技术中的典型项目为载体，每个项目又分为若干个任务，以完成工作任务的技能实训为主线，进行相关的理论知识学习。通过“读、做、想、练”等环节，引导学生做中学，学中做，边讲边练，既激发学生的兴趣，又能加深对理论的理解，同时还能提高学生动手能力。“做一做”一般在老师指导下完成，而“练一练”一般要求学生在课外自己独立完成。

本书另一个特点就是将知识点的讲授、学生实物实验和计算机仿真融为一体，使学生在掌握仪器仪表的操作方法，电子电路设计、安装、调试的同时，采用计算机辅助分析与仿真实验等教学手段，在教学课时普遍紧张的情况下，提高了教学效果，更利于学生准确、全面、深刻地接受知识。

本书的仿真软件采用 NI Multisim 10，由于篇幅关系，其使用方法可参考该软件的使用手册；类似的仿真软件也可适用本书的仿真实训。

学习本书大约需要 130~160 课时，其中项目 1 为常用仪器仪表的使用，在电工基础等课程中可能已经涉及，可以自学为主，安排 6~8 课时讲授与训练；项目 2~项目 4 为模拟电子技术，安排 64 课时左右；项目 5~项目 7 为数字电子技术，安排 64 课时左右；项目 8 电子电路综合实训，可安排 1 周实训，课时在 24 课时左右。少于此课时的，可根据需要选取部分内容；有些内容可以让学生在课外通过仿真实验自学完成。本书建议在实训室上课，采用 4 节课连上。各项目参考学时见下表。

内 容		课 时
项目 1 常用仪器仪表的使用		6~8
模拟电子技术	项目 2 直流稳压电源的设计与制作	12
	项目 3 扩音机的制作与调试	32
	项目 4 信号产生电路的设计与制作	20

(续)

内 容		课 时
数字电子技术	项目 5 加法器的测试与设计	20
	项目 6 抢答器的设计与制作	16
	项目 7 数字钟的设计与制作	28
项目 8 电子电路综合实训		1 周实训 (24)

本书由浙江邮电职业技术学院徐超明、张铭生任主编，浙江邮电职业技术学院李珍、魏亚昉、杨丽丽，山东信息职业技术学院高金玉任副主编，由徐超明统稿。其中高金玉编写项目 1，魏亚昉编写项目 2，李珍编写项目 3，杨丽丽编写项目 5，徐超明编写项目 6、项目 7，张铭生编写项目 4、项目 8。在编写过程中，参考了大量的书刊和相关资料，并引用了其中一些资料，在此谨向有关的书刊和相关资料的作者表示衷心感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中疏漏之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编 者
2011 年 9 月



目 录

项目 1 常用仪器仪表的使用	1
实训任务 1.1 用万用表测量电参数	2
实训任务 1.2 信号发生器与示波器的使用	14
习题 1	22
项目 2 直流稳压电源的设计与制作	23
实训任务 2.1 半导体二极管的识别和检测	24
实训任务 2.2 二极管伏安特性的测试	28
实训任务 2.3 二极管应用电路的制作	32
实训任务 2.4 特殊二极管特性的测试	41
实训任务 2.5 集成稳压器的分析与检测	46
实训任务 2.6 直流稳压电源的设计与制作	51
习题 2	55
项目 3 扩音机的制作与调试	58
实训任务 3.1 晶体管引脚的判断及电流放大特性检测	59
实训任务 3.2 共射极放大电路静态工作点及动态性能的测试	67
实训任务 3.3 共集电极放大电路动态性能指标的测试	80
实训任务 3.4 负反馈放大电路的测试	82
实训任务 3.5 低频功率放大电路的测试	91
实训任务 3.6 扩音机的制作与调试	102
习题 3	104
项目 4 信号产生电路的设计与制作	109
实训任务 4.1 集成运算放大器的认识	110
实训任务 4.2 比例运算放大电路的制作与测试	114
实训任务 4.3 三角波、方波发生器的设计与制作	126
实训任务 4.4 函数信号发生器的设计与制作	132
习题 4	145
项目 5 加法器的测试与设计	149
实训任务 5.1 数字信号的认识和逻辑函数	150
实训任务 5.2 常用集成门电路功能和逻辑参数测试	160
实训任务 5.3 组合逻辑电路的测试和分析	170
实训任务 5.4 裁判判定电路的设计	176



实训任务 5.5 加法器电路的设计	184
习题 5	189
项目 6 抢答器的设计与制作	192
实训任务 6.1 医院病房呼叫控制电路设计	193
实训任务 6.2 交通信号灯监控电路设计	198
实训任务 6.3 数据选择器应用电路的设计	210
实训任务 6.4 抢答器电路的设计	213
习题 6	218
项目 7 数字钟的设计与制作	221
实训任务 7.1 集成触发器功能测试	222
实训任务 7.2 用触发器构成的计数器	236
实训任务 7.3 任意进制计数器设计	248
实训任务 7.4 循环灯电路的设计	255
实训任务 7.5 波形产生变换电路的设计	262
实训任务 7.6 数字钟的设计与制作	270
习题 7	277
项目 8 电子电路综合实训	
——按键电话机制作及测试	281
实训任务 8.1 按键电话机的电路分析	282
实训任务 8.2 按键电话机的安装	292
实训任务 8.3 按键电话机的测试及故障排除	299
附录 常见集成芯片的引脚图	303
参考文献	305



项目 1

常用仪器仪表的使用

知识目标

- 常见电子元器件的认识。
- 万用表的使用方法及注意事项。
- 常见信号发生器的使用方法及注意事项。
- 数字示波器的使用方法。

技能目标

- 能从外观上读出常见电子元器件的参数。
- 会用万用表测量电阻值、判断电容的质量及电感的绝缘情况。
- 能按要求调整信号发生器的输出波形、频率及幅度。
- 会用数字示波器观测波形、延时。

工作任务

- 用万用表测量电参数。
- 音频信号发生器的使用及幅值测量。
- 用双踪示波器测量信号的振幅、周期、频率。

实训任务 1.1 用万用表测量电参数

1.1.1 万用表的认识及使用

“万用表”是万用电表的简称,又称多用表、三用表、复用表,是电工测试中最基本的工具。万用表是一种多功能、多量程的测量仪表,通常用来测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻和音频电平,较高级的万用表可测量晶体管的放大倍数、频率、电容值、电感量、逻辑电平、分贝值等。

万用表具有价格低廉、操作简单、功能齐全、容易携带等特点,是电子测量中最常用的工具,掌握万用表的使用方法是电子技术的一项基本技能。

现在最常见的万用表有机械指针式(又叫磁电式)万用表和数字式万用表两种。图 1.1 为 3 种常见万用表的实物图。



图 1.1 常见万用表的实物图

1. 万用表的结构

万用表种类很多,外形各异,但基本结构和使用方法是相同的。下面以 MF-47 型机械指针式万用表为例介绍其原理和使用方法。

万用表面板上主要有表头、挡位/量程选择开关、晶体管测试孔、表笔插孔、高压测试插孔、大电流测试插孔,以及欧姆挡调零旋钮。



图 1.2 万用表表头

(1) 表头。

机械指针式万用表的表头是一只高灵敏度的磁电式直流电流表,如图 1.2 所示。表盘上印有多条刻度线,其中右端标有“ Ω ”的是电阻刻度尺,其刻度值分布是不均匀的,指示的是电阻值。在标尺左右两侧分别标有“ $\frac{V}{\infty}$ ”和“ $\frac{MA}{-}$ ”为直流电压、交流电压及直流电流共用标度尺。标有 AC 10V 的标度尺,指示的是 10V 的交流电压值;标有 h_{FE} 的刻度线,指示的是晶



体管共发射极直流电流放大系数；标有“C(μ F)50Hz”的刻度线，为电容器容量标度尺；标有“L(H)50Hz”的刻度线，为电感量标度尺。音频电平标度尺用“dB”表示。

表头上还设有机械零位调整旋钮，用小螺丝刀可以校正指针在左端的指零位。

(2) 选择开关。

万用表的选择开关是多挡位的旋转开关。用来选择测量项目和量程。一般的万用表测量项目包括以下几种。

① “mA”：用于测量直流电流。

② “V”：用于测量直流电压。

③ “V”：用于测量交流电压。

④ “ Ω ”：用于测量电阻。

每个测量项目又划分为几个不同的量程以供选择。

选择开关置于 h_{EF} 挡时，可测量晶体管放大参数 β 值。

(3) 表笔和表笔插孔。

表笔分为红、黑两支。使用时应将红色表笔插入标有“+”号的插孔，黑色表笔插入标有“-”号的插孔。有的万用表还有音频插孔和 2 500V 插孔。

(4) 调零旋钮。

机械调零旋钮用来保持指针静止时处在左零位。“ Ω ”调零旋钮是用来测量电阻时使指针对准右零位，以保证测量数值准确。

2. 使用万用表的注意事项

万用表属于比较精密的测量仪器。为保护仪表并在测量中得到最精确的测量值，在使用时应注意如下事项。

(1) 万用表使用前，应做到以下几点。

① 应检查表针是否停在表盘左端的零位。如有偏离，可用小螺丝刀轻轻转动表头上的机械零位调整旋钮，使表针指零。

② 将表笔按要求插入表笔插孔。

③ 将选择开关旋到相应的项目和量程上。

(2) 万用表使用时，应做到以下几点。

① 测量电流、电压时，不能带电换量程。

② 选择量程时，应本着“先大后小”的原则，即先选大量程，后选小量程进行测量，并尽量使被测值接近量程，选用的量程越靠近被测值，测量的数值就越精确。

③ 注意测量电流与电压切勿转错挡位。如果误用电阻挡或电流挡去测电压，就极有可能烧毁仪表。

④ 测电阻时，不要带电测量。因为测量电阻时，万用表由内部电池供电，如果带电测量就相当于接入一个额外的电源，有可能损坏表头。

⑤ 如果在被测电路中有电容器，需要先将其放电才能测量。

⑥ 在电阻挡将两支表笔短接，调“零欧姆”旋钮至最大，表头指针如果仍然达不到“零”点，通常是因为表内电池电压不足，这时应及时更换新电池。

⑦ 测量电压或电流时，要用表笔试探所要测的端点。不要将表笔固定在线路中，使仪器受到意外损害。



(3) 万用表使用后, 应做到以下几点。

- ① 拔出表笔。
- ② 将选择开关旋至“OFF”挡。若无此挡, 应旋至交流电压最大量程挡。否则, 如不小心易使两根表笔相碰短路, 不仅会耗费表内电池, 严重时甚至会损坏表头。
- ③ 若长期不用, 应将表内电池取出, 以防电池电解液渗漏而腐蚀内部电路。
- ④ 万用表需要经常保持清洁和干燥, 以免影响准确度和损坏仪表。

【做一做】

实训 1-1: 用万用表测量电压与电流

1) 测量直流电压

实训流程:

(1) 选择量程。万用表直流电压挡标有“V”, 有 0.25V、1V、2.5V、10V、50V、250V、500V 和 1 000V 等量程。根据电路中电压大小选择量程。若不清楚电压大小, 应先用最高电压挡测量, 逐渐换用低电压挡。

(2) 测量。万用表与被测电路并联, “+”表笔(红表笔)接到高电位处, “-”表笔(黑表笔)接到低电位处, 即让电流从“+”表笔流入, 从“-”表笔流出。

注: 如果表笔接反, 表头指针会反方向偏转, 须将红黑表笔互换。

(3) 读数。根据刻度线读出实际值。注意读数时, 视线应正对指针。

注: 测量 2 500V 高电压时, 将表笔分别插在 2 500V 的插孔和“-”插孔。

读数方法: 实际值 = 指示值 / 满偏 × 量程。

2) 测量交流电压

实训流程:

(1) 选择量程。将万用表的转换开关置于交流电压的合适量程上。

(2) 测量。万用表两表笔和被测电路(或负载)并联。

(3) 读数。根据刻度线读出实际值。

3) 测量电流

实训流程:

测量直流电流时, 将万用表的转换开关置于合适量程上, 电流的量程选择和读数方法与电压一样。测量时必须先断开电路, 然后按照电流从“+”到“-”的方向, 将万用表串联到被测电路中, 即电流从红表笔流入, 从黑表笔流出。如果误将万用表与负载并联, 则因表头的内阻很小, 会造成短路而烧毁仪表。

读数方法: 实际值 = 指示值 / 满偏 × 量程。

3. 数字万用表的使用

数字万用表能将所测量的电压、电流、电阻等电参数的数值用数字直接显示出来, 具有使用方便、显示清晰直观、读数准确、分辨率高等特点, 目前逐渐成为主流, 有取代模拟式仪表的趋势。数字万用表同样也可测量电容、电感、晶体管放大倍数等功能, 也是一种多功能测量工具。

(1) 数字万用表使用前, 除认真阅读有关的使用说明书, 熟悉电源开关、量程开关、插孔、特殊插口的作用外, 还应做到以下几点。

① 将“ON/OFF”开关置于“ON”位置, 检查 9V 电池, 如果电池电压不足, 将显



示在显示器上,这时则需更换电池。

② 测量时应注意插孔旁边的符号,使输入电压或电流不超过所指示的数值,以免内部线路受损伤。

③ 测量之前,功能开关应置于所需要的量程。

(2) 数字万用表使用时,应做到以下几点。

① 将表笔插入相应的插孔内。黑表笔一般插入 COM 插孔,而红表笔则根据测试的项目不同,而有所不同。

测量直流电压、交流电压、电阻时红表笔插入 V/ Ω 插孔。

测量直流电流、交流电流时,当测量最大值为 200mA 的电流时,红表笔插入 mA 插孔;当测量最大值为 20A 的电流时,红表笔插入 20A 插孔。

② 将功能开关置于所需测量的项目和量程。

当测量电压时,万用表与被测电路并联,显示器即显示被测电压值。显示直流电压值同时,将显示红表笔所接端的极性。

当测量电流时,万用表串联接入被测电路中,显示器即显示被测电流值。显示直流电流值同时,将显示红表笔端的极性。

测量电阻时,显示器即显示被测电阻值。

如果显示器只显示“1”,表示过量程,功能开关应置于更高量程。

当电路开路或无输入时,显示器也显示为“1”。

(3) 数字万用表一般具有带声响的通断测试挡,当表笔之间的阻值低于 30Ω 时,蜂鸣器发声,用此功能可以快速查找被测电路是否短路。用此挡位可以测试二极管正向导通电压。(注意:红表笔极性为“+”,与指针万用表相反)。

(4) 数字万用表是一种精密电子仪器,不要随意更换线路,并注意以下几点。

① 不要接高于 1 000V 直流电压或高于 700V 交流有效值电压。

② 不要在功能开关处于 Ω 和 A 位置时,将电压源接入。

③ 在电池没有装好或后盖没有上紧时,请不要使用此表。

④ 只有在表笔移开并切断电源以后,才能更换电池或保险丝。

1.1.2 电阻器的认识及其检测

电阻器简称电阻,是电子电路中应用最多的元件之一。它在电路中的作用为:降低电压、分配电压、限制电流。按其制造材料和结构的不同,可有不同的分类方式。不同类型的电阻器,其特点、用途不同。

1. 电阻器的常见种类

电阻器按结构形式可分为:一般电阻器、片形电阻器、可变电阻器(电位器)。电子电路中应用比较广泛的是一般电阻器。图 1.3 是各种常用的电阻器的实物图。

一般电阻器按其材料和工艺不同,大致可分为薄膜类电阻器、合金类电阻器和合成类电阻器等;按用途可分为:普通型电阻器,其允许误差为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 等;精密型电阻器,其允许误差为 $\pm 2\% \sim \pm 0.001\%$;高频型电阻器,又称无感电阻,功率可达 100W;高压型电阻器,额定电压可达 35kV;高阻型电阻器,阻值为 $10 \sim 100M\Omega$;敏感型电阻器,阻值对温度、压力、气体等敏感;熔断型电阻器,又称保险丝电阻器。





图 1.3 各种常用电阻器的实物图

(1) 薄膜类电阻器。包括金属膜电阻器(型号 RJ)、金属氧化膜电阻器(型号 RY)、碳膜电阻器(型号 RT)、化学沉积膜电阻器、玻璃釉膜电阻器、金属氮化膜电阻器等。

(2) 合金类电阻器。包括精密线绕电阻器(型号 RX)、功率型线绕电阻器(型号 RX)、精密合金箔电阻器等。

(3) 合成类电阻器。按电阻器体形可分为实心电阻器、漆膜电阻器；按黏结剂种类可分为有机型(如酚醛树脂)和无机型(如玻璃、陶瓷等)；按用途可分为通用型、高阻型、高压型等。下面就几种常见的电阻器加以介绍。

碳膜电阻器(型号 RT)。这是一种应用最早、最广泛的薄膜型电阻器。它是利用沉积在瓷棒或瓷管上的碳膜作为导电层，通过改变碳膜的厚度和长度，得到不同的阻值，碳膜电阻器误差较大，但价格较低，在电子产品中被广泛使用。通常碳膜电阻器的色彩较暗。

金属膜电阻器(型号 RJ)。在真空中加热合金，合金蒸发，使瓷棒表面形成一层导电金属膜。改变金属膜厚度可以控制阻值。这种电阻器和碳膜电阻器相比，体积小、噪声低、稳定性好，但成本较高。金属膜电阻器色彩亮丽。



金属氧化膜电阻器(型号 RY)。将铈和锡等金属盐溶液喷雾到炽热(约 550℃)的陶瓷骨架表面上沉积后制成。它与金属膜电阻器相比,具有阻燃、导电膜层均匀、膜与骨架基本体结合牢固、抗氧化能力强等优点。

线绕电阻器(型号 RX)。用康铜或者镍铬金电阻丝,在陶瓷骨架上绕制而成。这种电阻器分固定电阻器和可变电阻器两种。它的特点是工作稳定,耐热性能好,误差范围小,适用于大功率的场合。但本类电阻器由于工艺为线绕,因而分布参数大,不适宜在高频电路中使用。

可变电阻器的阻值可以在一定的范围内调整,它的标称阻值是最大值,其滑动端到任意一个固定端的阻值在 0 和最大值之间连续可调。

2. 一般电阻器的主要技术指标

1) 额定功率

电阻器在电路中长时间连续工作不损坏,或不显著改变其性能所允许消耗的最大功率称为电阻器的额定功率。电阻器的额定功率并不是电阻器在电路中工作时一定要消耗的功率,而是电阻器在电路中工作允许消耗功率的限额。不同类型的电阻器有不同系列的额定功率。

2) 标称阻值

标注在电阻器上的阻值称为标称阻值。阻值是电阻器的主要参数之一,不同类型的电阻器,阻值范围不同,不同精度的电阻器其阻值系列也不同。常用电阻器的标称阻值包括 E6、E12、E24、E48、E96 和 E192 等系列,分别适应于允许偏差为 $\pm 20\%$ (M)、 $\pm 10\%$ (K)、 $\pm 5\%$ (J)、 $\pm 2\%$ (G)、 $\pm 1\%$ (F)、 $\pm 0.5\%$ (D)。常用 E6、E12、E24 系列的电阻器。

3) 精度

实际阻值与标称阻值的相对误差为电阻精度,也称允差。在电子产品设计中,可根据电路的不同要求选用不同精度的电阻器。

3. 一般电阻器的标志内容及方法

电阻器有多项技术指标,但由于表面积有限和对参数关心的程度不同,一般只标明阻值、精度、材料、功率等项。对于 $1/8 \sim 1/2W$ 之间的小电阻器,通常只标注阻值和精度,材料及功率通常由外形尺寸及颜色判断。电阻器参数的标志方法通常用文字、符号直标或色带标出。

1) 文字符号直标

(1) 标称阻值。阻值单位: Ω (欧), $k\Omega$ (千欧), $M\Omega$ (兆欧), $G\Omega$ (吉欧), $T\Omega$ (太欧), 其值为 $k=10^3$, $M=10^6$, $G=10^9$, $T=10^{12}$ 。

遇有小数时,常以 Ω 、 k 、 M 取代小数点,如: 0.1Ω 标为 $\Omega 1$, 3.6Ω 标为 $3\Omega 6$, $3.3k\Omega$ 标为 $3k3$, $2.7M\Omega$ 标为 $2M7$ 。

(2) 精度。普通电阻器精度分为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 3 种,在电阻器标称值后,标明 I(J)、II(K)、III(M) 符号。精密电阻器的精度等级,可用不同符号标明,见表 1-1。

表 1-1 精密电阻器的精度等级

%	± 0.001	± 0.002	± 0.005	± 0.01	± 0.02	± 0.05	± 0.1	± 0.2	± 0.5	± 1	± 2	± 5	± 10	± 20
符号	E	X	Y	H	U	W	B	C	D	F	G	J	K	M





(3) 功率。通常 2W 以下的电阻器不标出功率, 通过外形尺寸即可判定; 2W 以上功率的电阻器在电阻器上以数字标出。

(4) 材料。2W 以下的小功率电阻器, 电阻器材料通常也不标出。对于普通碳膜和金属膜电阻器, 通过外表颜色可以判定。通常碳膜电阻器涂绿色或棕色, 金属膜电阻器涂红色或棕色。2W 以上功率的电阻器大部分在电阻器体上以符号标出, 符号含义见表 1-2。

表 1-2 电阻器材料及代表符号

符号	T	J	X	H	Y	C	S	I	N
材料	碳膜	金属膜	线绕	合成膜	氧化膜	沉积膜	有机实心	玻璃釉膜	无机实心

2) 色码标志法

小功率电阻器较多情况使用色标法, 特别是 0.5W 以下的碳膜电阻器和金属膜电阻器更为普通。色标的基本色码及意义列于表 1-3 中。

表 1-3 色标的基本色码及意义

色别	第一环	第二环	第三环	第四环	第五环
	第一位数	第二位数	第三位数	应乘倍数	精度
棕	1	1	1	10	$F \pm 1\%$
红	2	2	2	10^2	$G \pm 2\%$
橙	3	3	3	10^3	—
黄	4	4	4	10^4	—
绿	5	5	5	10^5	$D \pm 0.5\%$
蓝	6	6	6	10^6	$C \pm 0.2\%$
紫	7	7	7	10^7	$B \pm 0.1\%$
灰	8	8	8	10^8	—
白	9	9	9	10^9	—
黑	0	0	0	10^0	$K \pm 10\%$
金	—	—	—	10^{-1}	$J \pm 5\%$
银	—	—	—	10^{-2}	$K \pm 10\%$

色标电阻(色环电阻): 可分为三环、四环、五环 3 种标法, 含义如图 1.4 所示。

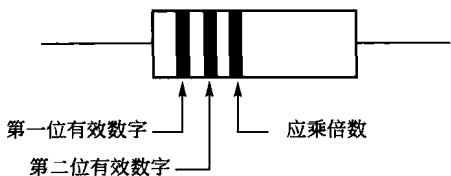


图 1.4 电阻器色环含义

三环色标电阻: 表示标称电阻值(精度均为 $\pm 20\%$)。

四环色标电阻: 表示标称电阻值及精度。

五环色标电阻: 表示标称电阻值(3 位有效数字)及精度。

为避免混淆, 第五色环的宽度是其他色环的 1.5~2 倍。





4. 电阻器的选用与质量判别

1) 电阻器的选用

电阻器种类多,性能差异大,应用范围有很大区别,全面了解各类电阻器性能,正确选用各类电阻器,对整机设计的合理性起到一定作用。

选用电阻器时,应该考虑以下各因素。

(1) 选用电阻器的额定功率值,应高于在电路工作中实际值的 0.5~1 倍。

(2) 应考虑温度系数对电路工作的影响,同时要根据电路特点来选择正、负温度系数的电阻器。

(3) 电阻器的精度、非线性及噪声应符合电路要求。

(4) 考虑工作环境与可靠性、经济性等。

2) 电阻器的质量判别

(1) 看电阻器引线有无折断及外壳烧焦现象。

(2) 看万用表 Ω 挡测量电阻值,合格的电阻值应稳定在允许的误差范围内,如超出误差范围或阻值不稳定,则不能选用。

(3) 根据“电阻器质量越好,其噪声电压越小”的原理,使用“电阻器噪声测量仪”测量电阻器噪声,判别电阻器质量的好坏。



【做一做】

实训 1-2: 用万用表测量色标电阻器

实训流程:

(1) 观察电阻器的外部质量。

(2) 根据色标电阻器的色环颜色,读出色标读数。

(3) 选择合适的倍率挡。

注:万用表欧姆挡的刻度线是不均匀的,所以倍率挡的选择应使指针停留在刻度线较稀的部分为宜,且指针越接近刻度尺的中间,读数越准确。一般情况下,应使指针指在刻度尺的 $1/3 \sim 2/3$ 之间。

(4) 欧姆调零。测量电阻器之前,应将 2 个表笔短接,同时调节“欧姆(电气)调零旋钮”,使指针刚好指在欧姆刻度线右边的零位。如果指针不能调到零位,说明电池电压不足或仪表内部有问题。并且每换一次倍率挡,都要再次进行欧姆调零,以保证测量准确。

(5) 读数。将两根表笔分别接触被测电阻器(或电路)两端,读出指针在欧姆刻度线(第一条线)上的读数,再乘以倍率,就是所测电阻器的阻值。例如用 $R \times 100$ 挡测量电阻器,指针指在 50,则所测得的电阻值为 $50 \times 100 = 5(k\Omega)$ 。

用万用表检测 4 个电阻器并填入表 1-4 中。

表 1-4 电阻值的识别与检测

序号	色环颜色	色标读数	量程选择	实测值	误差比例



1. 1. 3 电容器的认识及其检测

电容器的基本结构是在两个相互靠近的导体之间覆一层不导电的绝缘材料(介质)。它是一种储能元件，可在介质两边储存一定的电荷，储存电荷的能力用电容量表示，基本单位是法拉，以 F 表示。其他常用单位是 μF (微法)和 pF (皮法)。

1. 电容器的常见种类

电容器的种类非常多，常见有有机介质电容器、无机介质电容器、电解电容器、可变电容器等。图 1.5 列出了各种常用的电容器的实物图。



图 1.5 各种常用电容器的实物图

2. 电容器的标志内容及方法

1) 型号命名方法

根据国家标准，电容器型号命名由 4 部分内容组成，其中第 3 部分作为补充说明电容器的某些特征，如无说明，则只需 3 部分组成，即两个字母一个数字。大多数电容器都由 3 部分内容组成。型号命名格式如图 1.6 所示。

例如：CY510 I—云母电容器，一级精度($\pm 5\%$)510pF。

CL1nK—涤纶电容器，K 级精度($\pm 10\%$)1nF。

CC224—瓷介质电容器，Ⅲ级精度($\pm 20\%$)0.22 μF 。

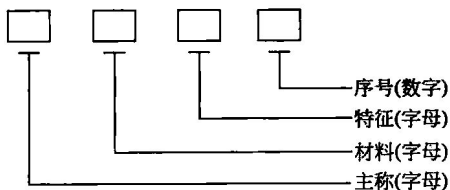


图 1.6 电容器型号命名格式

一般电容器主体上除标上述符号外，还标有标称容量、额定电压、精度与技术条件等。

2) 容量的标志方法

(1) 直标法。将标称容量及允许误差值直接标在电容器上。容量单位： F (法拉)、 mF (毫法)、 μF (微法)、 nF (纳法)、 pF (皮法)。