

The background of the cover is a vibrant green. In the upper left corner, there are several green leaves with serrated edges. Scattered across the green background are several clear, spherical water droplets of varying sizes, some with highlights and shadows, giving them a three-dimensional appearance.

电子制作基础与技能实训教程

彭旭斌 史继新 主编

江西高校出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子制作基础与技能实训教程/彭旭斌,史继新主编. —南昌:江西高校出版社,2012.5

ISBN 978-7-5493-0797-5

I. ①电... II. ①彭... ②史... III. ①电子器件—制作—教材 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 091499 号

出版发行	江西高校出版社
社 址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
邮政编码	330046
总编室电话	(0791)88504319
销售电话	(0791)88500223
网 址	www.juacp.com
印 刷	南昌市光华印刷有限责任公司
照 排	江西太元科技有限公司照排部
经 销	各地新华书店
开 本	787mm×1092mm 1/16
印 张	21
字 数	485 千字
版 次	2012 年 5 月第 1 版第 1 次印刷
印 数	1~2000 册
书 号	ISBN 978-7-5493-0797-5
定 价	36.80 元

赣版权登字—07—2012—332

版权所有 侵权必究

前 言

中等职业教育是面向生产加工第一线培养技能型实用人才,使他们能够更好地服务生产。本书的编写是根据中职教育培养人才的指导思想,再结合电子电工职业能力规范,从目前中职学校的学生实际出发,淡化理论教学,通过实训着重培养学生的学习能力、分析能力和应用知识解决问题的能力,力图使学生通过学习本书对电子方面的知识不但能够很好地掌握,还能产生浓厚的学习兴趣,进而形成技术创新理念。本书在内容的编写上具有职业、专业的针对性,突出应用能力的培养。学生在学习模拟电子技术、数字电子技术等基础理论课程时,配套本教材的学习和训练,可系统地了解作为一个电子技术人才所应了解的电子元器件知识和常用仪器仪表的使用方法。学生可通过制作电子产品,掌握基本的电子工艺和电子装配技能,提高对基本理论的应用能力,为毕业后从事电子技术工作,打下坚实的基础。

本教材是编者总结了多年在中职电子技能教学经验,再结合现代电子技术相关知识的基础上编写的。在内容的编排上以实用、够用为度。

本教材分为三大部分:

第一部分实训基础知识储备。本部分着重介绍了常用电子元器件参数、检测以及选用的基本知识。和以往的此类教材不同的是:本教材增加了继电器、传感器、SMD 等元器件的介绍。

第二部分为实训基本技能储备。本部分主要介绍常用电子制作工具及其使用方法,焊接工艺,常用电子仪器仪表的使用。

第三部分为实训项目。本部分可以说是本教材的主要部分,又由初级、中级、高级篇组成。本书的项目编写是围绕培养学生的分析解决问题的能力,紧扣模拟电子技术、数字电子技术等课程知识。这样,既可以培养学生对电子技术的兴趣,又可以让学生掌握电子技术基础知识和基本技能。同时,本书在编写此部分的时候考虑知识难易程度,兼顾学生的学习以及电子实训教师的教学。

本教材可作为电子信息、自动化、机电一体化以及计算机等专业学生的教材。同时,其也可作为中职、高职电子设计制作竞赛的参考书,对电子工程技术人员、电子爱好者也具有很好的参考价值。

本书由彭旭斌、史继新担任主编,艾小永担任副主编,江延湖、齐建英、赖文辉、刘志

斌、宁丹、黄益民、涂星星老师参与编写。本书的编写过程中,得到了许多老师和相关人士的关心和支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,教材中难免有错误或不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2011年12月

目 录

第一部分 实训基础知识储备

第一章 常用元器件

- 一、电阻器
- 二、电容器
- 三、电感器
- 四、变压器
- 五、半导体二极管
- 六、半导体三极管
- 七、场效应晶体管
- 八、晶闸管
- 九、半导体分立器件的命名方法
- 十、电声器件
- 十一、接插件与开关、继电器
- 十二、贴片元器件

第二章 集成电路

- 一、集成电路概述
- 二、集成电路的分类及命名
- 三、模拟与数字集成电路的分类与特点
- 四、集成电路应用要注意的问题
- 五、常用集成电路及相关知识

第三章 传感器及其相关的应用

- 一、传感器的定义、组成与分类

二、常用传感器的工作原理及应用

三、其他传感器的外形图

第二部分 实训基本技能储备

第四章 常用实训工具的认识及使用

一、常用焊接工具及材料

二、常用仪器设备的使用

第五章 电子产品装配与调试

一、认识电路原理图

二、元器件的加工

三、电子产品的调试方法

第三部分 实训项目

第六章 初级篇

一、红外声光报警器

二、模拟声光控制灯

三、一路断线报警器

四、音乐闪光灯

五、集成直流稳压可调电源

六、节能台灯的原理与制作

七、双音电子门铃

第七章 中级篇

一、叮咚门铃

二、LM324 制作的水位指示器

三、声光控制灯

四、灯光控制器

五、数显智力抢答器

六、回路流水灯

七、一位倒计时器电路

- 八、路灯开关模拟电路
- 九、四路无线接收电路(自锁)
- 十、电子密码锁电路
- 十一、触摸显示电路
- 十二、数控指示电源
- 十三、遥控风扇电路
- 十四、红外计数器

第八章 高级篇

- 一、模拟自然风调节器
- 二、两位光电控制计数器
- 三、功率放大电路
- 四、数字显示频率计
- 五、自动温控报警器系统
- 六、八位彩灯控制器电路
- 七、数显温度报警器
- 八、两位数显定时器
- 九、数控显示电源
- 十、世界杯纪念日装置电路
- 十一、光控倒计时启动流水灯电路
- 十二、LED 楼道照明灯
- 十三、光控时间照明灯可调电路
- 十四、八路智力抢答器
- 十五、数字电子钟
- 十六、篮球倒计时与其报警装置电路

附录一 常见元器件符号与图形表

附录二 常见集成电路引脚排列图

附录三 74 系列数字集成电路引脚排列图

附录四 常用门电路与触发器引脚排列图

第一部分 实训基础知识储备

第一章 常用元器件

一、电阻器

(一)电阻器的介绍

电阻是指电子在导体中运动时受到的阻碍作用。电阻器是这种阻碍作用的集中体现,也是组成电路的基本元件之一。电阻器在电路中起到限流、分流、降压、分压、负载、与电容配合作滤波器及阻抗匹配等作用。电阻器广泛应用于各种电子产品和电子设备中。电阻的基本单位是欧姆(Ω),电阻值也常用千欧($K\Omega$)、兆欧($M\Omega$)来表示。在电子电路中,电阻器用字母 R 表示,其图形符号如图 1-1 所示。



图 1-1 电阻器的图形符号

(二)电阻器的分类

由于新材料、新工艺的不断发展,电阻器的品种不断增多,电阻器通常分为三类:固定电阻器、可调电阻器及特殊电阻器。电阻器的具体分类如图 1-2 所示。

(三)电阻器的标注方法

电阻器标称阻值和允许误差一般都标在电阻体上,常用的标注方法有直标法、文字符号法和色环标志法三种。

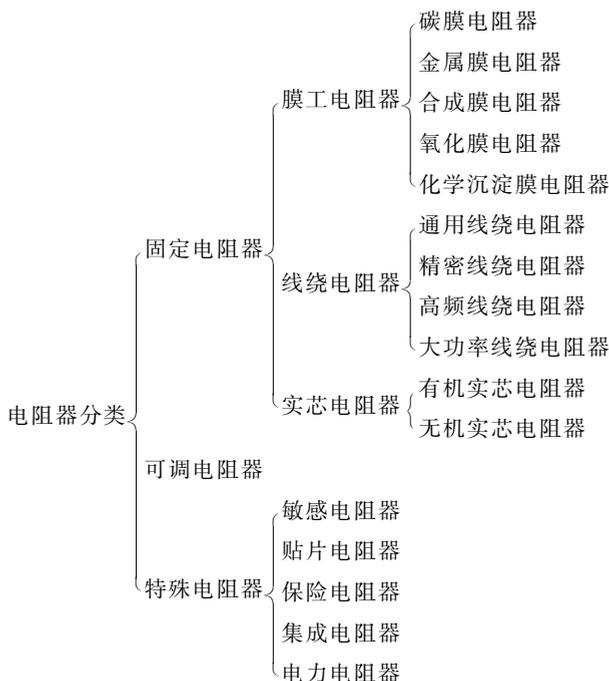


图 1-2 电阻器的分类

1. 直标法

直标法是在电阻器出厂前,将电阻器的主要参数直接印制在电阻器的表面上的标注方法。这种方法简单明了、读数方便,主要用于功率和体积较大的电阻器。电阻的直标法如图 1-3(a)所示。



图 1-3 电阻器的直标法与文字符号法

2. 文字符号法

文字符号法就是用阿拉伯数字和文字符号两者有规律的组合来表示标称阻值、额定功率、允许误差等级等。符号前面的数字表示整数阻值,后面的数字依次表示第一位小数阻值和第二位小数阻值,其文字符号所表示的单位如表 1-1 所列。例如,1R5 表示 1.5Ω ,2K7 表示 $2.7k\Omega$ 。

表 1-1 电阻器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($10^6\Omega$)	千兆欧姆($10^9\Omega$)	兆兆欧姆($10^{12}\Omega$)

文字符号法中的误差也是用字母表示的,其字母代表的意义如图 1-3(b)所示。图 1-3(b)所示电阻器为金属膜电阻器,额定功率为 $0.5W$,标称阻值为 5.1Ω ,允许误差为士

5%。



图 1-4 五位有效数字阻值的色环表示法

3. 色环标注法

色环标注法是将电阻器的类别及主要技术参数的数值用颜色(色环或色点)标注在它的外表面上。色环标注法主要用于小型电阻。普通电阻用四色环表示其阻值和允许误差。第一、二环表示有效数字,第三环表示倍率,与前三环距离较大的第四环表示精度。精密电阻采用五个色环,第一、二、三环表示有效数字,第四环表示倍率,与前四环距离较大的第五环表示精度。色环标注法的表示方法如图 1-4 所示。

(四)电阻器与电位器的检测

电阻器的主要故障有:过流烧毁、变值、断裂、引脚脱焊等。电位器还经常发生滑动触头与电阻片接触不良等情况。

1. 外观检查

对于电阻器,通过目测可以看出引线是否松动、折断或电阻体烧坏等外观故障。对于电位器,应检查引出端子是否松动,接触是否良好,转动转轴时应感觉平滑,不应有过松、过紧等情况。

2. 阻值测量

用万用表欧姆挡对电阻器进行测量。值得注意的是,测量时不能用双手同时捏住电阻或测试笔,否则,人体电阻与被测电阻器并联,影响测量精度。电位器也可先用万用表欧姆挡测量总阻值,然后将表笔接于活动端子和引出端子,反复旋转电位器轴,看万用表指针是否连续均匀变化,如指针平稳移动而无跳跃、抖动现象,则说明电位器正常。

(五)电阻器的检测方法 with 经验

1. 固定电阻器的检测

(1)将两表笔(不分正负)分别与电阻的两端引脚相接即可测出实际电阻值。为了提高测量精度,应根据被测电阻标称值的大小来选择量程。由于欧姆挡刻度的非线性关系,它的中间一段分度较为精细,因此应使指针指示值尽可能落到刻度的中段位置,即全刻度起始的 $20\% \sim 80\%$ 弧度范围内,以使测量更准确。根据电阻的误差等级不同,读数与标称阻值之间分别允许有 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 的误差。如不相符,超出误差范围,则说明该电阻值变值了。

(2)注意事项:测试时,特别是在测几十 $k\Omega$ 以上阻值的电阻时,手不要触及表笔和电阻的导电部分;被检测的电阻从电路中焊下来,至少要焊开一端,以免电路中的其他元件对测试产生影响,造成测量误差;色环电阻的阻值虽然能以色环标注法来确定,但在使用时最好还是用万用表测试一下其实际阻值。

2. 水泥电阻的检测

检测水泥电阻的方法及注意事项与检测普通固定电阻完全相同。

3. 熔断电阻器的检测

在电路中,当熔断电阻器熔断后,可根据经验做出判断:若发现熔断电阻器表面发黑或烧焦,可断定是其负荷过重,通过它的电流超过额定值很多倍所致;如果其表面无任何痕迹而开路,则表明流过的电流刚好等于或稍大于其额定熔断值。对于表面无任何痕迹的熔断电阻器好坏的判断,可借助万用表 $R \times 1$ 挡来测量,为保证测量准确,应将熔断电阻器一端从电路上焊下。若测得其阻值为无穷大,则说明此熔断电阻器已失效开路;若测得的阻值与标称值相差甚远,表明电阻变值,也不宜再使用。在维修实践中发现,也有少数熔断电阻器在电路中被击穿短路的现象,检测时也应予以注意。

4. 电位器的检测

(1)检查电位器时,首先要转动旋柄,看看旋柄转动是否平滑,开关是否灵活,开关通、断时“喀哒”声是否清脆,听一听电位器内部接触点和电阻体摩擦的声音,如有“沙沙”声,说明质量不好。用万用表测试时,先根据被测电位器阻值的大小,选择好万用表的合

适电阻挡位,然后可按下述方法进行检测。①用万用表的欧姆挡测“1”、“2”两端,其读数应为电位器的标称阻值,如万用表的指针不动或阻值相差很多,则表明该电位器已损坏。②检测电位器的活动臂与电阻片的接触是否良好。用万用表的欧姆挡测“1”、“2”(或“2”、“3”)两端,将电位器的转轴按逆时针方向旋至接近“关”的位置,这时电阻值越小越好。再顺时针慢慢旋转轴柄,电阻值应逐渐增大,表头中的指针应平稳移动。当轴柄旋至极端位置“3”时,阻值应接近电位器的标称值。如万用表的指针在电位器的轴柄转动过程中有跳动现象,说明活动触点有接触不良的故障。

二、电容器

电容器通常简称为电容,用字母 C 表示。它由两个金属电极,中间夹一层电介质构成。电容器是组成电路的基本电子元件之一,在各种电子产品和电子设备中被广泛应用。电容器也是一种储存电能的元件:当两个电极之间加上电压时,电极上能储存电荷。电容器具有隔直流、通交流的特性,因此常用于滤波旁路、交流耦合等电路中,同样,电容在调谐回路、能量转换、控制电路等方面也有重要的作用。

电容的基本单位是法拉(F),常用单位有微法(μF)和皮法(pF)。它们之间的换算关系为: $1\text{F}=10^6\mu\text{F}=10^{12}\text{pF}$ 。电容器的图形符号如图 1-5 所示。



图 1-5 电容器的图形符号

(一) 电容器的分类

电容器的种类很多,性能各不相同,常见的有以下几种分类。

1. 按介质材料分

(1) 电解电容器包括铝电解电容器、钽电解电容器、铌电解电容器和钛电解电容器等。

(2) 有机介质电容器包括纸介电容器、塑料薄膜电容器等。其中塑料薄膜电容器包括聚苯乙烯薄膜电容器、聚四氟乙烯电容器等。

(3) 无机介质电容器包括瓷介电容器、云母电容器和玻璃釉电容器等。

2. 按结构分

(1) 固定电容器:固定电容器的电容量不能改变,大多数电容都是固定电容器,如纸介电容器、云母电容器、电解电容器等。

(2) 微调电容器:半可变电容器又称微调电容器,其特点是容量可以在较小范围内变

化(通常在几皮法至几十皮法之间),适用于整机调整后电容量不需经常改变的场合。

(3)可变电容器:可变电容器是电容量在一定范围内调节的电容器,常有“单联”、“双联”等,其适用于一些需要经常调整的电路中,如接收机的调谐回路。

3. 按用途分

电容器按用途分为高频旁路、低频旁路、滤波、调谐、高频耦合、低频耦合、小型电容器等。

4. 按制造材料分

电容器按制造材料分为瓷介电容器、涤纶电容器、电解电容器、钽电容器,还有先进的聚丙烯电容器等。

(二)常用电容器识别及特性

下面对几种常用电容器的结构和特点作简要介绍。

1. 瓷介电容器(CC)

瓷介电容器以高介电常数、低损耗的陶瓷为介质,并在陶瓷基体两面喷涂银层,然后烧成银质薄膜作极板制成。其特点是:体积小、温度系数小、损耗小、绝缘电阻高,工作在超高频范围,适合作温度补偿电容,但机械强度低、容量小(一般为几皮法到几百皮法)、稳定性较差、耐压一般也不高。穿心式或支柱式结构瓷介电容器,它的一个电极就是安装螺丝。引线电感极小,频率特性好,介电损耗小,有温度补偿作用不能做成大的容量,受震动会引起容量变化特别适于高频旁路,主要用于旁路电容、电源滤波等场合。瓷介电容器的外形如图 1-6 所示。

2. 纸介电容器(CZ)

纸介电容器是用两片铝箔或锡箔做电极,夹在极薄的电容纸中,一般是用两条铝箔作为电极,中间以厚度为 0.008~0.012mm 的电容纸隔开重叠卷绕卷成圆柱形或扁柱形芯子,然后密封在金属壳或者绝缘材料壳中制成,它的特点是体积较小,制造工艺简单,价格便宜,容量可以做得较大(容量可达 1~20 μ F),但是其化学稳定性差、易老化、吸湿性大。纸介电容器工作温度一般在 85 $^{\circ}$ C~100 $^{\circ}$ C 以下,主要用于低频电路的旁路和隔直。一般不适宜应用在高于 3MHz~4MHz 的频率低频电路中。油浸电容器的耐压比普通纸质电容器高,稳定性也好,适用于高压电路。纸介电容器的外形如图 1-7 所示。

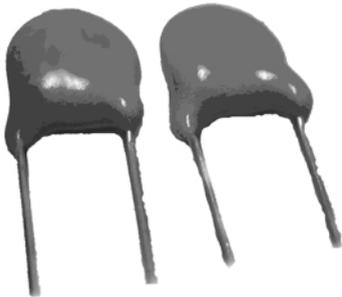


图 1-6 瓷介电容器

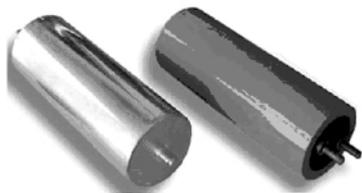


图 1-7 纸介电容器

3. 电解电容器

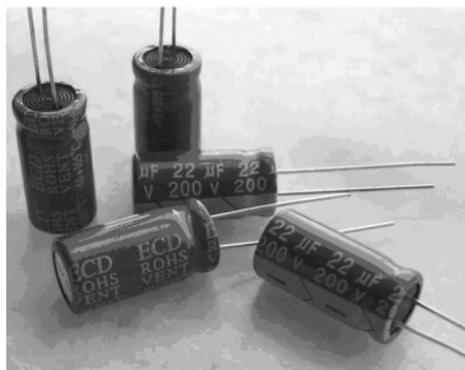
电解电容器有正(+)、负极(-),以铝(CD型)、钽(CA型)、铌、钛等附着有氧化膜的金属极片为阳极(正极),阴极(负极)则是液体、半液体或胶状的电解液。一般在电容器的外壳上都有标记,若无标记时,则长引线为“+”端,短引线为“-”端。电解电容器的损耗比较大,性能受温度影响较大,漏电流随温度升高而急剧增大,高频性能差。电解电容器主要有铝电解电容器、钽电解电容器和铌电解电容器,后两者的性能要优于铝电解电容器,主要用于温度变化范围大、对频率特性要求高、对产品稳定性和可靠性要求严格的电路中,但这两种电容器的价格较高。

(1) 铝电解电容器

铝电解电容器用浸有糊状电解质的吸水纸夹在两条铝箔中间卷绕而成,薄的氧化膜作介质的电容器。因为氧化膜有单向导电性质,所以电解电容器具有极性。它具有容量大,能承受大的脉动电流,但容量误差大,泄漏电流大。普通的铝电解电容器不适于在高频和低温下应用,不宜使用在 25kHz 以上频率的低频旁路、信号耦合、电源滤波电路中。

(2) 钽电解电容器

钽电解电容器用烧结的钽块作正极,电解质使用固体二氧化锰。它的温度特性、频率特性和可靠性均优于普通电解电容器,特点是漏电流极小、贮存性良好、寿命长、容量误差小。



(a) 铝电解电容器的外形



(b) 钽电解电容器

图 1-8 电解电容器的外形图

4. 独石电容器(多层陶瓷电容器)

独石电容器是在若干片陶瓷薄膜坯上被覆以电极浆材料,叠合后一次绕结成一块不可分割的整体,外面再用树脂包封而成小体积、大容量、性能可靠和耐高温的新型电容器。高介电常数的低频独石电容器也具有稳定的性能,体积小,外形如图 1-9 所示。

5. 可变电容器

可变电容器的容量可在一定范围内连续变化,它由若干片形状相同的金属片并接成一组(或几组)定片

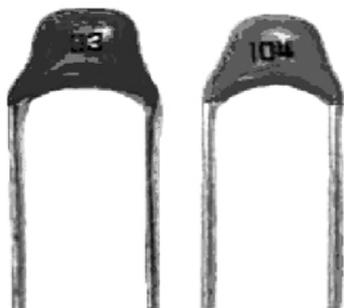


图 1-9 独石电容器外形

和一组(或几组)动片。动片可以通过转轴转动,以改变动片插入定片的面积,从而改变电容量。其介质有空气、有机薄膜等。可变电容器有“单联”、“双联”和“三联”之分,外形如图 1-10 所示。

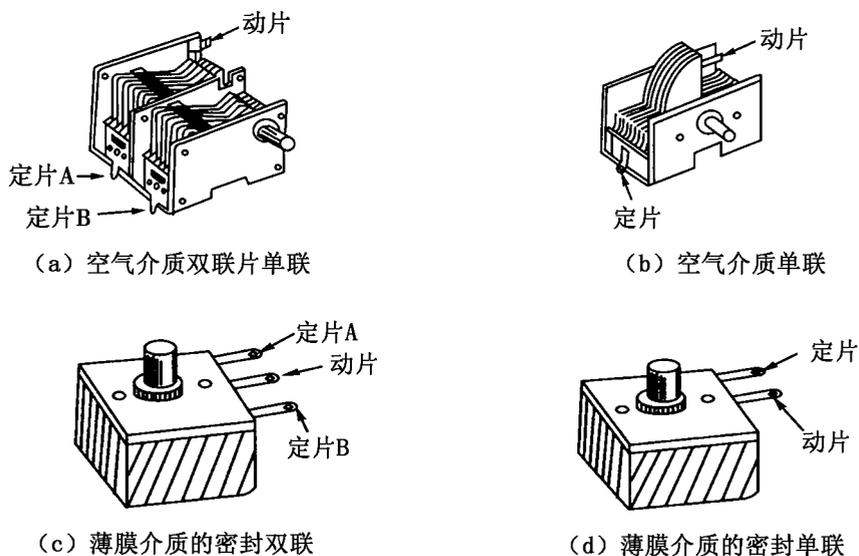


图 1-10 可变电容器的外形

(三) 电容器的标注方法

电容器的容量、允许误差和工作电压都标注在电容器的外壳上,由于电容器有不同的形状,所以也有不同的标注方法。标注方法有直标法、文字符号法、数码法和色码表示法。

1. 直标法

直标法是将电容器的标称容量、允许误差和耐压值等参数用数字和数值单位直接标注在电容器的外壳表面上,常用于电解电容器参数的标注,如图 1-11 所示。

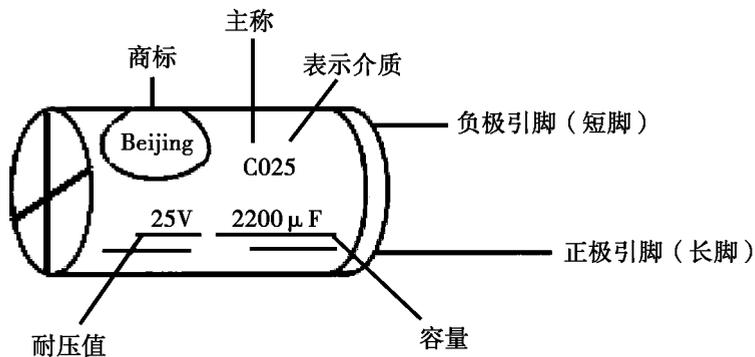


图 1-11 电容器的直标法

2. 文字符号法

用数字和文字符号有规律的组合来表示容量,文字符号法将电容量的整数部分写在

容量单位符号的前面,容量的小数部分写在容量单位符号的后面,如图 1-12 所示。

例: $2\mu 2$ 表示 $2.2\mu\text{F}$

6P8 表示 6.8pF

0.01 表示 $0.01\mu\text{F}$

100 表示 100pF

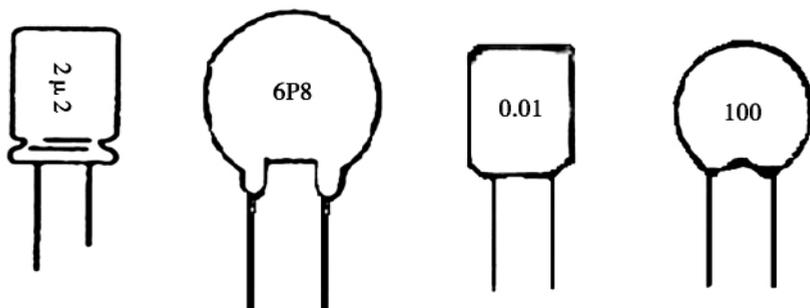


图 1-12 电容器的文字符号法

3. 数码法

数码法一般用三位数字来表示容量的大小,单位为 pF。三位数字中,前两位表示标称值的有效数字,第三位表示倍率,即乘以 10^n ,n 为第三位数字。如图 1-13 所示。

例如:

103 代表 $10 \times 10^3 \text{pF} = 10000 \text{pF} = 0.01\mu\text{F}$

229 代表 $22 \times 10^9 \text{pF} = 0.022 \text{F}$

272 代表 $27 \times 10^2 \text{pF} = 2700 \text{pF}$

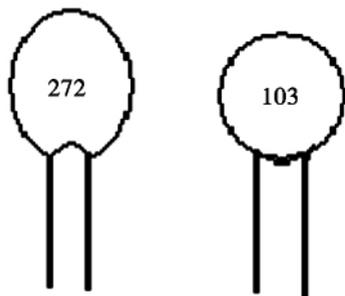


图 1-13 电容器的数码法

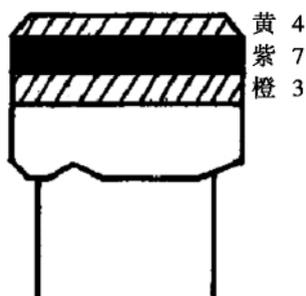


图 1-14 色码表示法

4. 色码表示法

这种表示法与电阻器的色环表示法类似。标志的颜色符号级与电阻器采用的相同,其单位为 pF。电解电容器的耐压有时也采用颜色表示。如图 1-14 所示。

$C = 47 \times 10^3 \text{pF} = 47000 \text{pF}$

(四) 电容器检测方法与经验

电容器的主要故障有击穿、短路、漏电、容量减小、变质及破损等。电容器检测的常

用方法有经验检测和方法检测。

1. 经验检测

(1) 看外观

电容器外表应完好无损,表面无裂口、污垢和腐蚀,标志应清晰,引出电极无折伤;可调电容器应转动灵活,动定片间无碰、擦现象,各联间转动应同步等。

(2) 测绝缘电阻

用万用表欧姆挡,将表笔接触电容的两引线。刚搭上时,表头指针将发生摆动,然后再逐渐返回趋向 $R=\infty$ 处,这就是电容的充放电现象(对 $0.1\mu\text{F}$ 以下的电容器观察不到此现象)。电容器的容量越大指针的摆动越大,指针稳定后所指示的值就是绝缘电阻值,一般为几百到几千兆欧,阻值越大,电容器的绝缘性能越好。检测时,如果表头指针指到或靠近欧姆零点,说明电容器内部短路;若指针不动,始终指向 $R=\infty$ 处,则说明电容器内部开路或失效。 5000pF 以上的电容器可用万用表电阻最高挡判别, 5000pF 以下的小容量电容器应另采用专门测量仪器判别。

2. 方法检测

(1) 固定电容器的检测

①检测 10pF 以下的小电容,因 10pF 以下的固定电容器容量太小,用万用表进行测量,只能定性地检查其是否有漏电、内部短路或击穿现象。测量时,可选用万用表 $R\times 10\text{k}$ 挡,用两表笔分别任意接电容的两个引脚,阻值应为无穷大。若测出阻值(指针向右摆动)为零,则说明电容漏电损坏或内部被击穿。

②检测 $10\text{pF}\sim 0.01\mu\text{F}$ 固定电容器是否有充电现象,进而判断其好坏。万用表选用 $R\times 1\text{k}$ 挡。两只三极管的 β 值均为 100 以上,且穿透电流要小。可选用 3DG6 等型号硅三极管组成复合管。万用表的红和黑表笔分别与复合管的发射极 e 和集电极 c 相接。由于复合三极管的放大作用,把被测电容的充放电过程予以放大,使万用表指针摆动幅度加大,从而便于观察。应注意的是:在测试操作时,特别是在测较小容量的电容时,要反复调换被测电容引脚接触 A、B 两点,才能明显地看到万用表指针的摆动。

③对于 $0.01\mu\text{F}$ 以上的固定电容,可用万用表的 $R\times 10\text{k}$ 挡直接测试电容器有无充电过程以及有无内部短路或漏电,并可根据指针向右摆动的幅度大小估计出电容器的容量。

(2) 电解电容器的检测

①因为电解电容的容量较一般固定电容大得多,所以测量时,应针对不同容量选用合适的量程。根据经验,一般情况下, $1\sim 47\mu\text{F}$ 间的电容,可用 $R\times 1\text{k}$ 挡测量,大于 $47\mu\text{F}$ 的电容可用 $R\times 100$ 挡测量。

②将万用表红表笔接负极,黑表笔接正极。在刚接触的瞬间,万用表指针即向右偏转较大幅度(对于同一电阻挡,容量越大,摆幅越大),接着逐渐向左回转,直到停在某一位置。此时的阻值便是电解电容的正向漏电阻,此值略大于反向漏电阻。实际使用经验表明,电解电容的漏电阻一般应在几百 $\text{K}\Omega$ 以上,否则将不能正常工作。在测试中,若正