

高职高专实习实训教材

DIANZIYUANQIJIANJIASHOUGONGHANJIE

电子元器件 及手工焊接

陈俊安 编

赵文建 审



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高职高专实习实训教材

电子元器件及手工焊接

陈俊安 编
赵文建 审



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是一本介绍电子手工焊接工艺的实训教材,内容涉及基本电子元件、焊锡、助焊剂、焊接工具、焊接操作、PCB板及元件的安装、PCB板的维修、接线端子、连接器及开关等内容。本书严格做到了理论联系实际,内容详实规范,图形明了实用,安全规程严格。本书可作为各类职业技术学院及大学相关专业的实训教材,也可作为各相关企业员工的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电子元器件及手工焊接 / 陈俊安编. —北京: 中国水利水电出版社, 2005

高职高专实习实训教材

ISBN 7-5084-3357-2

I. 电... II. 陈... III. 电子技术—焊接—高等学校:技术学校—教材 IV. TG44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 122809 号

书 名	高职高专实习实训教材 电子元器件及手工焊接
作 者	陈俊安 编 赵文建 审
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京达卡展示设计有限公司
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 6 印张 139 千字
版 次	2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	14.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

职业技术教育的目的是为各行各业提供高素质的技术人才。目前,职业教育在很大程度上理论偏多,实际操作少。在追求知识体系的完整性时,一方面,缺乏对技术和技能的讲解和实践,从而使教学与企业实际部分脱离,不能满足企业需求;另一方面,在实践教学中对某一门技能课程的教学又缺乏相应教材,使教与学双方都有一定的困难。

电子技术是一门操作性很强的课程。实践教学中,若缺乏一本合适的教材,则教学的指导工作量非常大,同时,学生也因为没有参考的书本,对基本元件和基本操作很难有一个较为全面的了解。为此,在总结实践教学的基础上,针对学生应该掌握的最基本的实际知识和技能,同时参照国内外关于电子技术实践课程教学的要求和内容,作者编写了这本实践教学指导书作为电子技术的实践教学的教材。

由于作者水平有限,加之时间仓促,书中的内容可能存在不妥之处,希望读者批评指正!

编 者
2006年2月

目 录

前 言

第1章 电子元器件基础及检测方法	(1)
1.1 电阻	(1)
1.2 电容器	(8)
1.3 二极管	(14)
1.4 三极管	(20)
1.5 电感线圈	(23)
1.6 集成电路	(25)
小结	(27)
练习题	(28)
第2章 焊接及焊接工具	(29)
2.1 焊接和焊锡	(29)
2.2 焊接工具	(31)
2.3 烙铁的使用准备及维护	(35)
2.4 实际操作	(36)
小结	(37)
练习题	(38)
第3章 焊接操作	(39)
3.1 焊接反应过程	(39)
3.2 污染	(39)
3.3 助焊剂	(40)
3.4 焊接步骤	(42)
3.5 焊点检查	(44)
小结	(47)
练习题	(48)
第4章 印刷电路板及元件安装	(50)
4.1 印刷电路板	(50)
4.2 连接线成型	(51)
4.3 PCB 板上安装电阻	(54)
4.4 应力缓冲	(56)
4.5 吸锡网清除焊锡	(57)
4.6 带镀膜通孔的双面 PCB 板	(58)
小结	(59)
练习题	(60)

第5章 PCB板的维修	(61)
5.1 鉴别劣焊	(61)
5.2 影响维修的因素	(62)
5.3 拆焊方式	(63)
5.4 真空吸锡工具	(66)
5.5 PCB板导电片的维修	(69)
小结	(73)
练习题	(74)
第6章 接线端子	(75)
6.1 剥线	(75)
6.2 典型接线柱	(79)
小结	(82)
练习题	(82)
第7章 连接器及开关	(83)
7.1 连接器	(83)
7.2 开关	(87)
小结	(88)
练习题	(88)
参考文献	(89)

第 1 章 电子元器件基础及检测方法

现代电子技术中,电子元器件在向集成化和小型化方向发展。但分离元件还大量使用于常用电子电路中,最常用的元件是电阻、电容、电感二极管和三极管。基于理论联系实际的原则,应对基本元件的外形、测试有一定的了解。

1.1 电 阻

如图 1-1 所示,电阻器在电路元件中应用最广泛,使用率约占元件总数的 30% 以上,其质量的好坏对电路工作的稳定性有着极大影响。电阻器主要用于稳定和调节电路中的电流和电压,其次还作为分流器、分压器和负载使用。

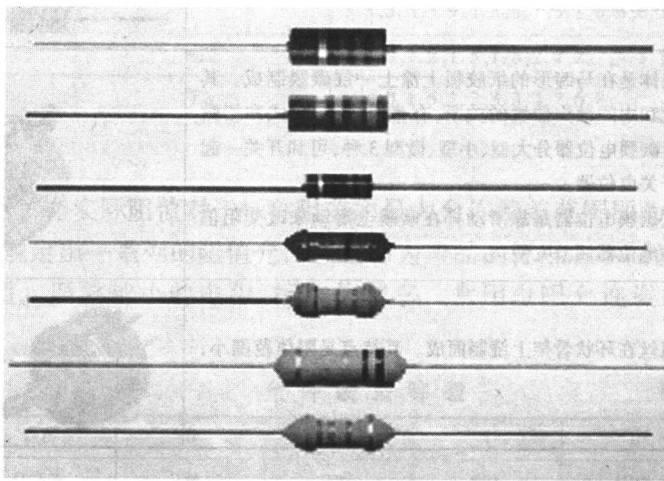


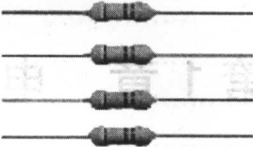
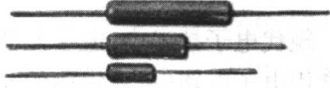

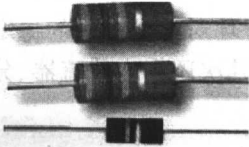

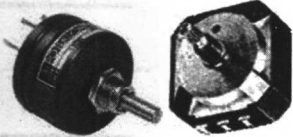
图 1-1 电阻

1.1.1 电阻的分类

电子电路中,常用的电阻器有固定式电阻器和电位器。按制作材料和工艺的不同,固定式电阻器可分为膜式电阻(碳膜 RT、金属膜 RJ、合成膜 RH 和氧化膜 RY)、实芯电阻(有机 RS 和无机 RN)、金属线绕电阻(RX)、特殊电阻(MG 型光敏电阻和 MF 型热敏电阻)四种。表 1-1 列出了各类常用电阻的结构和特点。

表 1-1

常用电阻的结构和特性

电阻种类	电阻结构和特点	实物图片
碳膜电阻	气态碳氢化合物在高温和真空中分解,碳沉积在瓷棒或者瓷管上,形成一层结晶碳膜。改变碳膜厚度和用刻槽的方法变更碳膜的长度,可以得到不同的阻值。碳膜电阻成本较低,性能一般	
线绕电阻	用康铜或者镍铬合金电阻丝在陶瓷骨架上绕制而成。这种电阻分固定和可变两种。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,额定功率一般在 1W 以上	
金属膜电阻	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。刻槽和改变金属膜厚度可以控制阻值。这种电阻和碳膜电阻相比,体积小、噪声低、稳定性好,但成本较高	
碳质电阻	把碳黑、树脂、粘土等混合物压制后经过热处理制成。在电阻上用色环表示它的阻值。这种电阻成本低,阻值范围宽,但性能差,很少采用	
碳膜电位器	其电阻体是在马蹄形的纸胶板上涂上一层碳膜制成。其阻值变化和中间触头位置的关系,有直线式、对数式和指数式 3 种。碳膜电位器分大型、小型、微型 3 种,可和开关一起组成带开关电位器。 直滑式碳膜电位器是靠滑动杆在碳膜上滑动来改变阻值的。这种电位器调节方便	
线绕电位器	用电阻丝在环状骨架上绕制而成。其特点是阻值范围小,功率较大	

1.1.2 参数识别

1. 额定功率

在规定的环境温度和湿度下,假定周围空气不流通,且长期连续负载而不损坏或基本不改变性能,电阻器上允许消耗的最大功率即为额定功率。为保证安全使用,电阻器的额定功率一般比在电路中消耗的实际功率高 1~2 倍。额定功率分 19 个等级,常用的有 0.05W、0.125W、0.25W、0.5W、1W、2W、3W、5W、7W、10W。电路图中非线绕电阻器的符号表示如图 1-2 所示。

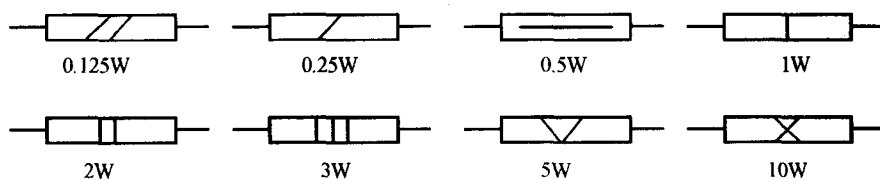


图 1-2 不同额定功率的电阻器表示

2. 标称阻值

电阻上标识的阻值就是电阻的标称阻值,如表 1-2 所示。电阻的标称阻值,往往和它的实际阻值不完全相符。有的实际阻值大一些,有的实际阻值小一些。电阻的实际阻值和标称阻值的偏差,除以标称阻值所得的百分数,叫做电阻的误差。表 1-3 是常用电阻允许误差的等级。电阻阻值单位为欧姆(Ω),倍率单位有千欧($k\Omega$),兆欧($M\Omega$)等,换算关系是: $1M\Omega = 1000k\Omega = 1000000\Omega$ 。标称阻值都应符合表 1-2 所列数值乘以 $10^N\Omega$,其中 N 为正整数。

表 1-2 标称阻值系列

允许误差	系列代号	标称阻值
5%	E24	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%	E12	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%	E6	1.0,1.5,2.2,3.3,4.7,6.8

3. 允许误差

电阻器和电位器实际阻值对于标称阻值的最大允许偏差范围即为允许误差,它表示产品的精度,国家规定出一系列的阻值允许误差作为产品的标准。不同误差等级的电阻有不同数目的标称值。误差越小的电阻,标称值越多。常用电阻允许误差的等级如表 1-3 所示。

表 1-3 允许误差等级

级别	005	01	02	I	II	III
允许误差	0.5%	1%	2%	5%	10%	20%

4. 标称阻值与误差允许范围的标识方法

不同的电路对电阻的误差有不同的要求。电子电路的误差允许范围一般采用 I 级或者 II 级就可满足要求。在电路中,电阻的阻值一般都标注标称值。如果不是标称值,可以根据电路要求,在误差允许范围内选择和实际阻值相近的标称阻值。电阻的阻值参数标注方法有 3 种,即直标法、色标法和数标法。直标法是将电阻值直接用文字标识在电阻体上,允许误差用百分比表示;数标法主要用于贴片等小体积的电路,例如阻值 472 表示为 $47 \times 100\Omega$ (即 $4.7k\Omega$);色环标注法使用最多,色环所代表的意义如表 1-4 所示。普通电阻器用四色环标注,精密电阻则用五色环标注。紧靠电阻体一端头的色环为第一环,露着电阻体本色较

多的另一端则为末端,如图 1-3 所示。

表 1-4 色环颜色所代表的数字或意义

色别	第一色环(最大一位数字)	第二色环(第二位数字)	第三色环(应乘的数字)	第四色环(误差)
棕	1	1	10	
红	2	2	100	
橙	3	3	1000	
黄	4	4	10000	
绿	5	5	100000	
蓝	6	6	1000000	
紫	7	7	10000000	
灰	8	8	100000000	
白	9	9	1000000000	
黑	0	0	1	
金			0.1	±5%
银			0.01	±10%
无色				±20%

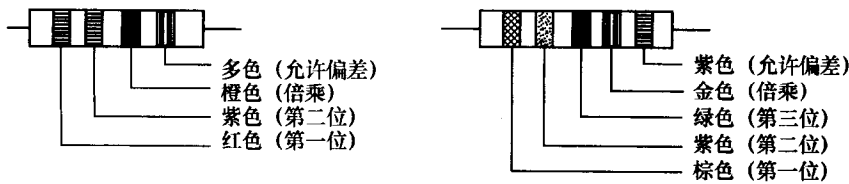


图 1-3 电阻色环表示方法

在四色环电阻中,第一道色环表示电阻值左起第一位数字,第二道色环表示电阻值左起第二位数字,第三道色环表示电阻值的乘方数,第四道色环表示电阻值的误差。例如,一碳质电阻,色环顺序为红、紫、黄、银,这个电阻的阻值则为 270000Ω ,误差为 $\pm 10\%$ 。

用五个色环表示精密度电阻器,第一至第三色环表示电阻从高到低的有效数字,第四色环表示倍乘数,第五色环表示容许偏差。如,色环顺序为棕、紫、绿、金、紫,则电阻的阻值为 17.5Ω ,误差为 $\pm 1\%$ 。

在电路图中,电阻器和电位器的单位标注按以下规则进行,读图时应加以注意。

(1) 阻值在兆欧以上,标注单位 $M\Omega$ 。例如 1 兆欧标注为 $1M\Omega$, 2.2 兆欧标注为 $2.2M\Omega$ 。

(2) 阻值在 1 千欧到 100 千欧之间,标注单位 $k\Omega$ 。例如 3.9 千欧标注为 $3.9k\Omega$, 68 千欧标注为 $68k\Omega$ 。

(3) 阻值在 100 千欧到 1 兆欧之间,可以标注单位 $k\Omega$,也可以标注单位 $M\Omega$ 。例如 360 千欧,可以标注为 $360k\Omega$,也可以标注为 $0.36M\Omega$ 。

(4) 阻值在 1 千欧以下,可以标注单位 Ω ,也可以不标注。例如 5.1 欧可以标注为 5.1Ω

或者 5.1,680 欧可以标注为 680Ω 或者 680。

在电阻使用中,除考虑阻值、误差、功率等因素外,最高工作电压、稳定性、噪声电动势、高频特性等因素也应考虑。最高工作电压即指电阻器长期工作不发生过热或电击穿损坏时的电压。如果电压超过规定值,电阻器内部产生火花,引起噪声,甚至损坏。表 1-5 是碳膜电阻的最高工作电压。

表 1-5 碳膜电阻的最高工作电压

标称功率(W)	1/16	1/8	1/4	1/2	1	2
最高工作电压(V)	100	150	350	500	750	1000

稳定性则是衡量电阻器在外界条件(温度、湿度、电压、时间、负荷性质等)作用下电阻值变化的程度。噪声电动势在一般电路中可以不考虑,但在弱信号系统中不可忽视。线绕电阻器的噪声只取决于热噪声(分子扰动引起),仅与阻值、温度和外界电压的频带有关。薄膜电阻除了热噪声外,还有电流噪声,这种噪声近似地与外加电压成正比。高频特性是指在高频条件下,要考虑固有电感和固有电容对阻值的影响。在高频条件下,电阻器变为一个直流电阻(R_0)与分布电感串联,然后再与分布电容并联的等效电路,非线绕电阻器的 $LR = 0.01 \sim 0.05$ 微亨, $CR = 0.1 \sim 5$ 皮法,线绕电阻器的 LR 达几十微亨, CR 达几十皮法,即使是无感绕法的线绕电阻器, LR 仍有零点几微亨。

1.1.3 命名方法

标准 SJ-73 规定,电阻器、电位器的命名由下列四部分组成:第一部分:主称;第二部分:材料;第三部分:分类特征;第四部分:序号。它们的型号及意义如表 1-6 所示。

表 1-6 电阻器的型号命名法

第一部分:主称 (用字母表示)		第二部分:材料 (用字母表示)		第三部分:分类特征 (用数字或字母表示)		第四部分: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
RP	电位器	P	金属膜	3	超高频	
		U	合成膜	4	高阻	
		C	沉积膜	7	高温	
		H	合成膜	8	精密	
		I	玻璃釉膜	9	电阻器—高压	
		J	金属膜	G	电位器—特殊函数	
		Y	氧化膜	T	特殊	
		S	有机实芯	X	高功率	
		N	无机实芯	L	可调	
		X	线绕	W	小型	
		R	热敏	D	测量用	
		G	光敏		微调	
		M	压敏		多圈	

例如:RJ71 ~0.125 ~5.1kI 型,R 表示为电阻器;J 表示为金属膜;7 是指精密;1 是序号;0.125 是额定功率;5.1k 是标称阻值;I 表示误差为 5%。

1.1.4 电阻的选用及检测方法

在实际应用中,要根据电子设备的技术指标和电路的具体要求来选用电阻的型号和误差等级。所选电阻额定功率一般应大于实际消耗功率的 1.5 ~2 倍;电阻装接前还要测量核对,尤其是在要求较高时,还要进行人工老化处理,以提高其稳定性;另外,还要根据电路工作频率选择不同类型的电阻。

在安装和维修电子设备时,通常要对电阻进行检测,通过检测判断电阻的品质和确定其实际阻值。检测电阻用万用表即可进行。

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。

(2)根据被测电阻标称值的大小来选择量程,这样可提高测量精度。由于机械表欧姆挡刻度的非线性关系,中间一段刻度分度较为精细,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% ~80% 弧度范围,以使测量更准确。数字表则可直接得到数值。

(3)读出电阻阻值。根据电阻误差等级不同,读数与标称阻值之间分别允许有 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 或 $\pm 20\%$ 的误差。如不相符,超出误差范围,则说明该电阻值变值了。

注意:①测试时,特别是在测几十 k Ω 阻值的电阻时,手不要触及表笔和电阻的导电部分;②被检测的电阻要从电路中断开,至少要断开一侧,以免电路中的其他元件对测试产生影响,造成测量误差;③色环电阻的阻值虽然能以色环标志来确定,但在使用时最好是用万用表测试确定实际阻值;④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。

2. 熔断电阻器的检测

(1)若熔断电阻器表面发黑或烧焦,可判定其负荷过重,通过的电流远超过额定值。

(2)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 1k 挡来测量,为保证测量准确,应将熔断电阻器一端从电路上断开。若测得的阻值为无穷大,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。

(3)实践中发现,少数熔断电阻器会在电路中被击穿短路,检测时也应予以注意。

3. 电位器的检测

(1)转动旋柄,看转动是否平滑,开关是否灵活,开关通、断时“喀哒”声是否清脆,并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,选择万用表合适电阻挡位。

(2)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。如果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。

(3)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(或数值变动)应平稳。当轴柄旋至极端位置“3”时,阻值应接近电位器的标称值。如果万用表的指针(或数值)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。

4. 正温度系数热敏电阻(PTC)的检测

检测时,用万用表 $R \times 1k$ 挡,具体可分两步操作。

(1) 常温检测(室内温度接近 25°C):将两表笔接触 PTC 热敏电阻的两引脚测出其实际阻值,并与标称阻值相对比,二者相差在 $\pm 2\Omega$ 内即为正常。实际阻值若与标称阻值相差过大,则说明其性能不良或已损坏。

(2) 加温检测:在常温测试正常的基础上,将热源(例如电烙铁)靠近 PTC 热敏电阻对其加热,同时用万用表监测其电阻值是否随温度的升高而增大。如果阻值增大,说明热敏电阻正常;若阻值无变化,说明其性能变劣,不能继续使用。

注意:不要使热源与 PTC 热敏电阻靠得过近或直接接触热敏电阻,以防止将其烫坏。

5. 负温度系数热敏电阻(NTC)的检测

(1) 测量标称电阻值 R_t 。用万用表测量 NTC 热敏电阻的方法与测量普通固定电阻的方法相同,即根据 NTC 热敏电阻的标称阻值选择合适的电阻挡可直接测出 R_t 的实际值。由于 NTC 热敏电阻对温度很敏感,故测试时应注意以下 3 点:①应在接近生产厂家设定的环境温度 25°C 时进行,以保证测试的可信度;②测量功率不得超过规定值,以免电流热效应引起测量误差;③测试时,不要用手捏住热敏电阻体,以防止人体温度对测试产生影响。

(2) 估测温度系数 α_t 。先在室温 t_1 下测得电阻值 R_{t1} ,再用电烙铁作热源,靠近热敏电阻 RT,测出电阻值 R_{t2} ,同时用温度计测出此时热敏电阻 RT 表面的平均温度 t_2 再进行计算。

6. 压敏电阻的检测

用万用表的 $R \times 1k$ 挡测量压敏电阻两引脚之间的正、反向电阻值,应均为无穷大;否则,说明漏电流大。若所测电阻很小,说明压敏电阻已损坏,不能使用。

7. 光敏电阻的检测

测试步骤如下:

(1) 用黑纸片将光敏电阻的透光窗口遮住。

(2) 选择万用表的挡位测试电阻。若指针基本保持不动(数字表无读数),其阻值接近无穷大。数值越大说明光敏电阻性能越好。若数值很小或接近为零,说明光敏电阻已烧穿损坏,不能再继续使用。

(3) 拿开黑纸,将光源对准光敏电阻的透光窗口,此时万用表的指针(或读数)应有较大幅度的变动,阻值会明显减小。数值越小说明光敏电阻性能越好。若数值很大甚至无穷大,表明光敏电阻内部开路损坏,也不能再继续使用。

(4) 将光敏电阻透光窗口对准入射光线,用小黑纸片在光敏电阻的遮光窗上部晃动,使其间断受光,此时万用表指针(或读数)应随黑纸片的晃动而左右(上下)摆动。如果万用表指针(或读数)始终不随纸片晃动而摆动,说明光敏电阻的光敏材料已经损坏。

1.2 电 容 器

电容器是一种储能元件,如图 1-4 所示,在电路中用于调谐、滤波、耦合、旁路、能量转换和延时。电容器通常叫做电容。电容在电路中一般用“C”加数字表示(如 C25 表示编号为 25 的电容)。电容是由两片金属膜紧靠,中间用绝缘材料隔开而组成的元件。电容的特性主要是隔直流通交流。电容容量的大小表示能贮存电能的大小,电容对交流信号的阻碍作用称为容抗,它与交流信号的频率和电容量有关。容抗 $X_c = \frac{1}{2\pi} fC$ (f 表示交流信号的频率; C 表示电容量)。

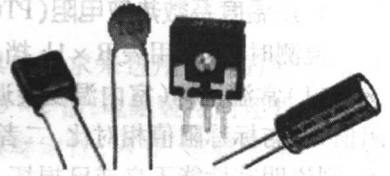


图 1-4 常用电容器

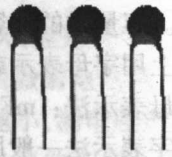
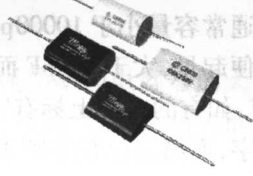

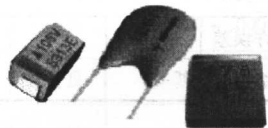
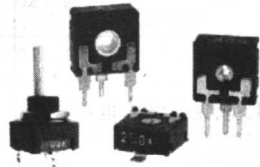
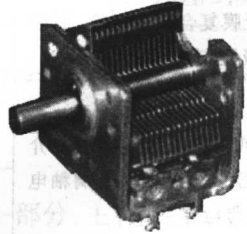
1.2.1 常用电容器的结构和特点

常用电容的种类有电解电容、瓷片电容、贴片电容、独石电容、钽电容和涤纶电容等。电容器按其结构可分为固定电容器、半可变电容器、可变电容器三种;按其介质材料可分为电解电容器、云母电容器、瓷介电容器、玻璃釉电容等。但总体可划分为有极性和无极性两种。常用电容器的结构和特点如表 1-7 所示。

表 1-7 常用电容的结构和特点

电容种类	电容结构和特点	实物图片
铝电解电容	由铝圆筒做负极,里面装有液体电解质,插入一片弯曲的铝带做正极制成。还需要经过直流电压处理,使正极片上形成一层氧化膜做介质。它的特点是容量大,但是漏电流大,误差大,稳定性差,常用作交流旁路和滤波,在要求不高时也用于信号耦合。电解电容有正、负极之分,使用时不能接反	
纸介电容	用两片金属箔做电极,夹在极薄的电容纸中,卷成圆柱形或者扁柱形芯子,然后密封在金属壳或者绝缘材料(如火漆、陶瓷、玻璃釉等)壳中制成。它的特点是体积较小,容量可以做得较大。但是固有电感和损耗都比较大,用于低频比较合适	
金属化纸介电容	结构和纸介电容基本相同。它是在电容器纸上覆上一层金属膜来代替金属箔,体积小,容量较大,一般用在低频电路中	
油浸纸介电容	把纸介电容浸在经过特别处理的油里,能增强它的耐压。它的特点是电容量大、耐压高,但是体积较大	

续表

电容种类	电容结构和特点	实物图片
玻璃釉电容	以玻璃釉作介质,具有瓷介电容器的优点,且体积更小,耐高温	
陶瓷电容	用陶瓷做介质,在陶瓷基体两面喷涂银层,然后烧成银质薄膜做极板制成。它的特点是体积小,耐热性好、损耗小、绝缘电阻高,但容量小,适宜用于高频电路。 铁电陶瓷电容容量较大,但是损耗和温度系数较大,适宜用于低频电路	
薄膜电容	结构和纸介电容相同,介质是涤纶或者聚苯乙烯。涤纶薄膜电容,介电常数较高,体积小,容量大,稳定性较好,适宜做旁路电容。 聚苯乙烯薄膜电容,介质损耗小,绝缘电阻高,但是温度系数大,可用于高频电路	
云母电容	用金属箔或者在云母片上喷涂银层做电极板,极板和云母一层一层叠合后,再压铸在胶木粉或封固在环氧树脂中制成。它的特点是介质损耗小,绝缘电阻大、温度系数小,适宜用于高频电路	
钽、铌电解电容	用金属钽或者铌做正极,用稀硫酸等配液做负极,用钽或铌表面生成的氧化膜做介质制成。它的特点是体积小、容量大、性能稳定、寿命长、绝缘电阻大、温度特性好。可用在要求较高的设备中	
半可变电容	也叫做微调电容。它是由两片或者两组小型金属弹片,中间夹着介质制成。调节的时候改变两片之间的距离或者面积。介质有空气、陶瓷、云母、薄膜等	
可变电容	由一组定片和一组动片组成,容量随着动片的转动可以连续改变。把两组可变电容装在一起同轴转动,叫做双连。可变电容的介质有空气和聚苯乙烯两种。空气介质可变电容体积大,损耗小,多用在电子管收音机中。聚苯乙烯介质可变电容做成密封式的,体积小,多用在晶体管收音机中	

1.2.2 主要参数及识别

1. 标称容量和允许误差

电容器储存电荷的能力称为标称容量,常用的单位是法拉(F)、毫法(mF)、微法(μF),其他单位还有纳法(nF)、皮法(pF)。其中: $1\text{F} = 10^3\text{mF} = 10^6\mu\text{F} = 10^9\text{nF} = 10^{12}\text{pF}$ 。电容器上标有的电容数是电容器的标称容量。一般电容器上都直接标出其容量,也有用数字来标示容量的。容量大的电容其容量值在电容上直接标明,如 $10\mu\text{F}/16\text{V}$;容量小的电容其容量值在电容上用字母表示或数字表示。

字母表示法: $1\text{mF} = 1000\mu\text{F}$; $1\text{pF} = 1.2\text{pF}$; $1\text{nF} = 1000\text{pF}$ 。

数字表示法一般用三位数字表示容量大小,前两位表示有效数字,第三位数字是倍率。例如:102表示 $10 \times 10^2\text{pF} = 1000\text{pF}$; 224表示 $22 \times 10^4\text{pF} = 0.22\mu\text{F}$ 。

通常容量小于 10000pF 的电容,用pF做单位;大于 10000pF 的电容,用 μF 做单位。为了简便起见,大于 100pF 而小于 $1\mu\text{F}$ 的电容常常不注明单位。没有小数点的电容值,单位是pF,如有的电容上标有“332”(3300pF)三位有效数字,左起两位给出电容量的第一、第二位数字,而第三位数字则表示在后加0的个数,单位是pF。有小数点的电容值,单位是 μF ,例如0.22,表示是 $0.22\mu\text{F}$ 。

电容器的标称容量和实际容量会有误差。电容容量允许误差常用符号F、G、J、K、L、M表示,分别表示允许误差为 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 15\%$ 、 $\pm 20\%$ 。例如一瓷片电容为104J,表示容量为 $0.1\mu\text{F}$ 、误差为 $\pm 5\%$ 。常用固定电容允许误差的等级如表1-8所示。常用固定电容的标称容量系列如表1-9所示。

表1-8 常用固定电容允许误差等级

允许误差	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$	($+20\% / -30\%$)	($+50\% / -20\%$)	($+100\% / -10\%$)
级别	02	I	II	III	IV	V	VI

表1-9 常用固定电容的标称容量系列

电容类别	允许误差	容量范围	标称容量系列
铝、钽、铌、钛电解电容	10% $\pm 20\%$ $+50\% / -20\%$ $+100\% / -10\%$	$1 \sim 1000000\mu\text{F}$	1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8 (容量单位 μF)
纸介电容、金属化纸介电容、纸膜复合介质电容、低频(有极性)有机薄膜介质电容	5% $\pm 10\%$	$100\text{pF} \sim 1\mu\text{F}$	1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8
	$\pm 20\%$	$1 \sim 100\mu\text{F}$	1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 30, 50, 60, 80, 100
高频(无极性)有机薄膜介质电容、瓷介电容、玻璃釉电容、云母电容	5%	$1\text{pF} \sim 1\mu\text{F}$	1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, 1.8, 2.0, 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

2. 额定工作电压

在规定的工作温度范围内,电容连续稳定地工作所能承受的最大直流电压,就是电容的耐压,也叫做电容的直流工作电压。如果电容工作在交流电路中,要注意所加的交流电压最大值不能超过电容的直流工作电压值。常用的固定电容工作电压有 6.3V、10V、16V、25V、50V、63V、100V、250V、400V、500V、630V、1000V。

3. 绝缘电阻

由于电容两极之间的介质不是绝对的绝缘体,它的电阻不是无限大,而是一个有限的数值,一般在 $1000\text{M}\Omega$ 以上。电容两极之间的电阻叫做绝缘电阻,或者叫做漏电阻,大小是额定工作电压下的直流电压与通过电容的漏电流的比值。漏电阻越小,漏电越严重。电容漏电会引起能量损耗,这种损耗不仅影响电容的寿命,而且会影响电路的工作。因此,漏电阻越大越好。

4. 介质损耗

电容器在电场作用下消耗的能量即称作介质损耗,通常用损耗功率和电容器的无功功率之比来表示,即损耗角的正切值表示。损耗角越大,电容器的损耗越大,损耗角大的电容不适于高频情况下工作。表 1-10 所示为常用电容的特性。

表 1-10 常用电容的特性

电容种类	容量范围	直流工作电压(V)	运用频率(MHz)	准确度	漏电阻($>\text{M}\Omega$)
中小型纸介电容	470pF ~ 0.22 μF	63 ~ 630	8 以下	- III	> 5000
中小型金属化纸介电容	0.01 ~ 0.22 μF	160, 250, 400	8 以下	I > - III	> 2000
金属壳密封纸介电容	0.01 ~ 10 μF	250 ~ 1600	直流, 脉动直流	I > - III	> 1000 ~ 5000
金属壳密封金属化纸介电容	0.22 ~ 30 μF	160 ~ 1600	直流, 脉动电流	I > - III	> 30 ~ 5000
薄膜电容	3pF ~ 0.1 μF	63 ~ 500	高频、低频	I > - III	> 10000
瓷介电容	.1pF ~ 0.1 μF	63 ~ 630	低频、高频	02 - III	> 10000
云母电容	10pF ~ 0.51 μF	100 ~ 7000	75 ~ 250 以下	02 - III	> 10000
铝电解电容	1 ~ 10000 μF	4 ~ 500	直流, 脉动直流	IV, V	
钽、铌电解电容	0.47 ~ 1000 μF	6.3 ~ 160	直流, 脉动直流	III, IV	
瓷介微调电容	2/7 ~ 7/25pF	250 ~ 500	高频		> 1000 ~ 10000
可变电容	7 ~ 1100pF	100 以上	低频, 高频		> 500

1.2.3 命名方法

根据标准 SJ-73 规定,电容器的命名由下列四部分组成:第一部分:主称;第二部分:材料;第三部分:分类特征;第四部分:序号。它们的型号及意义如表 1-11 所示。表 1-12 是表 1-11 中第三部分中数字部分的含义。