

■ 电子爱好者 ■ 电子爱好者 ■ 电子爱好者 ■

电子爱好者 实用技术手册



杨崇志 康博南 编著

福建科学技术出版社



电子爱好者 实用技术手册

杨崇志 康博南 编著

福建科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子爱好者实用技术手册/杨崇志,康博南编著.
福州:福建科学技术出版社,2003.3
ISBN 7-5335-2015-7

I. 电… II. ①杨…②康… III. 电子技术 技术手册 IV. TN-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 048626 号

书 名	电子爱好者实用技术手册
编 著	杨崇志 康博南
出版发行	福建科学技术出版社(福州市东水路 76 号,邮编 350001)
经 销	各地新华书店
排 版	福建科学技术出版社排版室
印 刷	福建地质印刷厂
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张	33.75
字 数	1081 千字
版 次	2003 年 3 月第 1 版
印 次	2003 年 3 月第 1 次印刷
印 数	1-4 000
书 号	ISBN 7-5335-2015-7/TN·266
定 价	60.00 元

书中如有印装质量问题,可直接向本社调换

前 言

电子技术是当代发展最快的技术之一。在这个领域中,新理论、新方法、新系统、新器件层出不穷,日新月异,令人目不暇接。目前,电子产业已成为国民经济的重要支柱产业,许多电子产品已成为人民生活的必需品,爱好电子技术的人,特别是青少年也越来越多。为了便于广大电子爱好者了解电子技术,掌握常用电子元器件的工作机理、特性、参数及其应用,了解当前流行的电子视听设备的结构、原理、制作及检修方法,作者编写了本手册。

手册前二章为电子技术的基本知识;第三章至第六章为基本电路;第七章介绍常用测试仪器、仪表的结构概况及使用方法;第八章至第十二章是电子线路中常用的电子元器件的结构、工作原理和特性;第十三章至第十五章介绍了家用音响设备的工作原理及检修方法;第十六章至第十八章为家用视频设备的原理及检修方法;第十九章介绍了家庭影院系统的组成及其自制方法。

本手册既具有知识性,也具有资料性;既可作为广大无线电爱好者学习电子技术知识、查阅有关资料之用,也可对从事电子技术的工作人员有一定的帮助。

电子技术所涉及的领域广,发展速度快,加之作者水平有限,本手册在内容和形式上可能还存在这样那样的问题,望读者批评指正。

参加本手册编写工作的还有:刘莉、杨民福、张莉、朱芳芳、詹迪铤、杨辉宇、吴淑杰、马秀荣等,在此表示感谢!

编著者
2002.3

第1篇 电子技术基础

第一章 电子线路中的基本元器件	(2)
第一节 电阻器	(2)
第二节 电容器	(6)
第三节 电感器	(12)
第四节 变压器	(15)
第五节 半导体二极管	(23)
第六节 半导体三极管	(27)
第七节 场效应晶体管	(33)
第二章 电子技术中的基本常识	(37)
第一节 电路的基本定律	(37)
第二节 含 R、C、L 交流电路的计算方法	(38)
第三章 放大电路	(41)
第一节 晶体管基本阻容放大器	(41)
第二节 负反馈放大器	(46)
第三节 选频放大器	(48)
第四节 音频功率放大器	(49)
第五节 场效应管放大器	(51)
第六节 直流放大器和集成运算放大器	(52)
第四章 振荡电路	(57)
第一节 LC 正弦波振荡器	(57)
第二节 RC 正弦波振荡器	(59)
第三节 多谐振荡器	(61)
第四节 间歇振荡器	(63)
第五章 数字电路基本知识	(65)
第一节 基本逻辑门电路	(65)
第二节 双稳态触发器	(67)
第三节 计数器	(68)

目

录

第四节	译码器	(69)
第五节	寄存器与存储器	(70)
第六节	模/数 (A/D) 和数/模 (D/A) 变换器	(72)
第六章	电源电路	(75)
第一节	整流电路	(75)
第二节	平滑滤波器	(77)
第三节	串联型稳压源	(78)
第四节	开关式直流变换器	(81)
第五节	开关式稳压源	(85)
第六节	倍压—桥式整流自动电压转换电路	(89)
第七章	常用测试仪器	(91)
第一节	指针式万用表	(91)
第二节	数字万用表	(93)
第三节	常用信号源	(97)
第四节	图像信号发生器	(99)
第五节	常用示波器	(101)

第 2 篇 常用电子元器件

第八章	传感器	(105)
第一节	温度传感器	(105)
第二节	光电传感器	(121)
第三节	颜色传感器	(143)
第四节	固体摄像器件	(148)
第五节	磁敏传感器	(163)
第六节	半导体气体传感器	(169)
第七节	力敏元件及力敏传感器	(172)
第八节	话筒	(186)
第九节	超声波传感器	(193)
第十节	湿度传感器	(197)
第九章	压电谐振、滤波及延迟元件	(207)
第一节	石英晶体谐振器	(207)
第二节	压电蜂鸣器	(211)
第三节	陶瓷滤波器	(213)

第四节 声表面波滤波器	(217)
第五节 色度超声延迟线	(223)
第六节 彩电亮度信号延迟线	(225)
第十章 专用电子器件	(227)
第一节 数字电位器	(227)
第二节 光电耦合器	(233)
第三节 固态继电器	(235)
第四节 BBD 器件	(242)
第十一章 电路保护元件	(245)
第一节 压敏电阻	(245)
第二节 瞬变电压抑制二极管	(252)
第三节 硅双向对称负阻开关元件	(255)
第四节 具有线路保护功能的集成电路	(256)
第十二章 电子显示器件	(259)
第一节 半导体发光器件	(259)
第二节 半导体激光器	(265)
第三节 液晶显示器 (LCD)	(271)
第四节 等离子体显示屏 (PDP)	(282)
第五节 黑白显像管	(286)
第六节 彩色显像管 (CRT)	(289)
 第 3 篇 家庭视听设备	
第十三章 录放机	(300)
第一节 录放机电路	(300)
第二节 立体声录放机	(306)
第三节 录放机机械系统	(310)
第四节 录音机一般检修方法	(315)
第五节 录音机电路故障检修	(317)
第六节 机械故障检修	(322)
第十四章 CD 光盘及激光唱机	(326)
第一节 CD 光盘	(326)
第二节 激光唱机	(330)

第三节 激光唱机使用及维修	(341)
第十五章 收音机	(346)
第一节 调幅外差收音机	(346)
第二节 调频 (FM) 外差接收机	(352)
第三节 调频立体声收音机	(356)
第四节 数字调谐收音机	(359)
第五节 收音机电路故障检修	(361)
第十六章 黑白电视机	(372)
第一节 黑白电视原理	(372)
第二节 图像信号处理电路	(378)
第三节 行、场扫描电路	(390)
第四节 黑白电视机的检修	(400)
第十七章 彩色电视机	(407)
第一节 彩色电视原理	(407)
第二节 彩色电视机图像信号处理电路	(415)
第三节 彩色电视机行、场扫描电路	(429)
第四节 彩电遥控电路	(431)
第五节 自会聚彩色显像管的调整与更换	(443)
第六节 彩色电视机故障检修	(451)
第七节 大屏幕彩电采用的新技术	(457)
第十八章 激光影碟机	(480)
第一节 激光影碟及影碟机概述	(480)
第二节 VCD 影碟及影碟机原理	(480)
第三节 DVD 影碟及影碟机原理	(491)
第十九章 家庭影院系统	(493)
第一节 家庭影院概念	(493)
第二节 视听室的指标及装修	(495)
第三节 环绕声处理电路	(498)
第四节 家庭影院用 AV 放大器	(510)
第五节 家庭影院用 AV 放大器的制作	(515)
第六节 音箱	(520)

第 1 篇

电子技术基础

第一章 电子线路中的基本元器件

电阻器（简称电阻）、电容器（简称电容）、电感器（简称电感）、二极管、三极管、集成电路等是构成各种电子线路的最基本元器件。

第一节 电阻器

一、电阻、电位器的分类及识别

电阻在电路中的符号如图 1-1-1 所示，常用字母 R 表示。

电阻的单位用字母 Ω （欧）表示。若某电阻中流过 1A （安）的电流，两端电压为 1V （伏），那么该电阻阻值为 1Ω 。

电阻有固定电阻、可变电阻、熔断电阻及各种敏感电阻等。

（一）固定电阻

1. 固定电阻的种类

固定电阻有碳膜电阻、金属膜电阻、金属氧化膜电阻及线绕电阻等。

（1）碳膜电阻。它是在瓷棒或瓷管表面沉积一层碳膜形成电阻体，再在两端引出电极，最后在表面涂上绿色保护漆，并打上标记。其外形如图 1-1-2 所示。这种电阻体积较小，稳定性较好，价格较低，使用最广泛。

（2）金属膜电阻。这种电阻的外形与碳膜电阻相似，是在瓷管表面沉积一层很薄的金属膜，并在外面涂上棕色或红色保护漆。

金属膜电阻的性能优于碳膜电阻，其温度系数小，所以精度及稳定性好。另外，相同标称功率的电阻，金属膜的体积小。因此这种电阻常用于对稳定性和精度要求高的电路中。

（3）有机实心电阻。它是用导电粉与绝缘粉、胶粘剂混合压制并被外封塑料壳，两端引出电极而成。通常用色环表示阻值及误差等。这种电阻价格便宜，可靠性较高，但噪声大，分布电容、电感较大，温度系数也较大，因而热稳定性较差。

（4）高阻合成膜电阻。将炭黑和充填料涂在陶瓷基体上引出电极便构成这种电阻。这种电阻阻值可做得很高，但热稳定性差。

（5）金属氧化膜电阻。该电阻是利用高质量的金属氧化物沉积在瓷棒或瓷片上制成的，如图 1-1-3 所示。该图是无引线片状电阻，也叫贴片式电阻。这种电阻性能好、体积小而薄，通常用于厚膜集成电路或薄形电子设备中。

（6）玻璃釉电阻。这种电阻是用稳定性好、可靠性高的钎系等金属玻璃釉电阻浆料，通过印刷方法成膜，在高温下烧结而成，也有棒状和片状之分，如图 1-1-4 所示。其中棒状电阻常用在彩色电视电路及其他各种电路中，而片状电阻因体积小可用于密度高、体积小的设备中，且因无感，可在高频电路中使用。

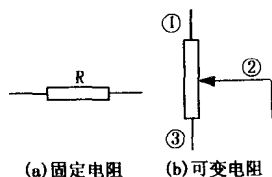


图 1-1-1

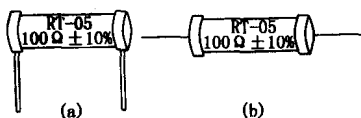


图 1-1-2



图 1-1-3

(7) 线绕电阻。这种电阻多用镍铬丝或锰铜丝或康铜丝等绕在陶瓷体(管或片)上制成,在外面覆以绝缘漆或玻璃釉等。这种电阻功率大(1W以上),阻值稳定、耐高温。其外形如图1-1-5所示。

2. 电阻的主要参数

(1) 标称阻值及误差。由于工艺、材料等问题,实际上任何两只电阻阻值都不可能绝对相同,因此无法标出每只电阻的实际阻值,而只能按一定误差范围,并根据统一规定的一些值(即标称值)进行标定。普通电阻误差范围为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$,分别为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级电阻。每种误差下规定的阻值如表1-1-1所示。 E_{24} 、 E_{12} 、 E_6 (分别与 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 相对应)表示阻值每变化10倍所给定的24个、12个、6个标称值。表中所列数字分别乘以1、10、 10^2 、 10^3 、 10^4 、 10^5 、 10^6 就可得到 $1\Omega \sim 9.1M\Omega$ 、 $1\Omega \sim 8.2M\Omega$ 、 $1\Omega \sim 6.8M\Omega$ 之间的电阻值。例如,按Ⅲ类(即 E_6)规定,实际阻值在 $1.2 \sim 1.8k\Omega$ 之间的任一电阻,它们都应标为 $1.5k\Omega$,因为它们的实际阻值与 $1.5k\Omega$ 之间的误差都在20%以内。

为了满足更高精度的要求,还有误差范围为 $\pm 0.001\%$ 、 $\pm 0.002\%$ 、 $\pm 0.005\%$ 、 $\pm 0.01\%$ 、 $\pm 0.02\%$ 、 $\pm 0.05\%$ 、 $\pm 0.1\%$ 、 $\pm 0.2\%$ 、 $\pm 0.5\%$ (E_{192})、 $\pm 1\%$ (E_{96})及 $\pm 2\%$ (E_{48})的电阻。

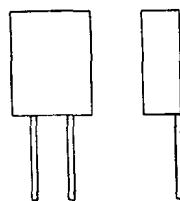


图 1-1-4

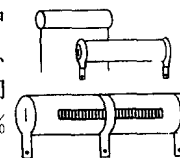


图 1-1-5

表 1-1-1 阻值系列及允许误差

E_{24}	E_{12}	E_6	E_{24}	E_{12}	E_6
$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$
1.0	1.0	1.0	3.3	3.3	3.3
1.1			3.6		
1.2	1.2		3.9	3.9	
1.3			4.3		
1.5	1.5	1.5	4.7	4.7	4.7
1.6			5.1		
1.8	1.8		5.6	5.6	
2.0			6.2		
2.2	2.2	2.2	6.8	6.8	6.8
2.4			7.5		
2.7	2.7		8.2	8.2	
3.0			9.1		

(2) 标称功率。标称功率也称额定功率,是指在正常条件下,电阻长时间工作而不损坏或不改变性能所允许消耗的最大功率,用 P_R 表示。同一类电阻,其标称功率大小决定于它的几何尺寸和表面积。

(3) 绝缘电阻和绝缘电压。电阻的绝缘层可以使电阻体与外界导体绝缘,绝缘层电阻越高,绝缘性能越好。一般情况下,绝缘电阻可达几十至几千兆欧。绝缘层所能承受的最大电压为绝缘电压。绝缘层承受的电压超过该电压时,绝缘层会被击穿。电阻的绝缘电压应超过电阻两极所允许加的最大电压 U_{RM} 的1.5~2倍。

(4) 温度系数。电阻所处环境的温度或自身发热温度升高都会使阻值或多或少发生变化。温度每变化 1°C ,阻值的相对变化量

$$\alpha_t = \frac{R(t_2) - R(t_1)}{R(t_1)(t_2 - t_1)}$$

该变化量即为温度系数。温度系数的绝对值越小，热稳定性越好。式中 $R(t_1)$ 为室温 t_1 时的阻值， $R(t_2)$ 为其他环境温度 t_2 时的阻值。

3. 电阻种类、性能及参数的表示方法

(1) 电阻的种类及特点在电阻参数表上常用下面字母表示。

第一位字母，主称：电阻—R

第二位字母，电阻材料：

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

第三位字母，形状性能：

- X—小型
- L—测量
- J—精密
- G—高功率

在第三位上也有用数字 1—9 表示的：

- 1、2—普通
- 3—超高频
- 4—高阻
- 5—高温
- 7—精密
- 8—高压
- 9—特殊

有的电阻还有第四位，用数字表示产品的序号。

常用下面的字母表示电阻的误差：

- F：±1%
- G：±2%
- J：±5%
- K：±10%
- M：±20%

(2) 电阻的种类、特点及主要参数在电阻体上的表示方法。

A：字母与数字表示法。在电阻体或包装袋上常以图 1-1-2 方式表示电阻种类、功率和阻值。图 1-1-2 中电阻为碳膜电阻，额定功率为 0.5W，阻值为 100Ω，误差为 ±10%。

B：色环表示法。在小型电阻体上用具体数字、字母表示电阻值、误差及种类，不仅工艺困难，而且不宜观看。因此小型电阻上常用色环表示其阻值和误差。

色环的意义如表 1-1-2 所示。图 1-1-6 给出了用色环表示阻值和误差的例子。

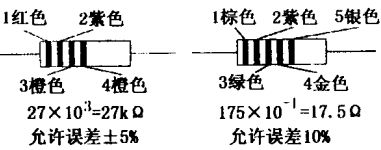


图 1-1-6

表 1-1-2 色环电阻各色环的意义

颜色	数字	乘数	允许偏差%	颜色	数字	乘数	允许偏差%	颜色	数字	乘数	允许偏差%
银		10^{-2}	±10	橙	3	10^3	—	紫	7	10^7	±0.1
金		10^{-1}	±5	黄	4	10^4	—	灰	8	10^8	—
黑	0	10^0		绿	5	10^5	±0.5	白	9	10^9	+5、-20
棕	1	10^1	±1	蓝	6	10^6	±0.2	无色			±20
红	2	10^2	±2								

4. 国外电阻阻值的特殊表示法

在某些国家中，电阻值常用三位数字表示，第一、第二位数字为电阻有效值，第三位是加 0 的个数。用 R 表示小数点，电阻单位为 Ω，例如：OR3：0.3Ω，2R2：2.2Ω，470：47Ω，181：180Ω，102：1000Ω (1kΩ)，103：10kΩ，154：150kΩ。

(二) 电位器和微调电阻

这里介绍的是利用机械方式进行调节的模拟式电位器，关于数字式电位器请见后面章节。

1. 电位器

常见电位器的结构有旋转式和直滑式等,如图 1-1-7 所示,其电路符号如图 1-1-1 (b) 所示。电位器中的电阻膜有碳膜的,也有金属丝绕的。前者功率小,后者功率大 (1W 以上)。常见碳膜电位器阻值有 100Ω、500Ω、1kΩ、2.2kΩ、4.7kΩ、10kΩ、22kΩ、47kΩ、100kΩ、220kΩ、470kΩ、1MΩ 等。

动臂②的位置改变时,②与③(或与①)之间电阻值发生变化,其阻值与②③间电阻长度的变化关系,有按指数(Z)进行的,也有按线性(X)进行的。前者多用于音量控制,后者多用于分压电路。

电位器的标识方法与电阻类似:

第一位字母,主称,W: 电位器

第二位字母,材料,

T: 碳膜

S: 有机实心

H: 合成碳膜

N: 无机实心

J: 金属膜

I: 玻璃釉膜

Y: 氧化膜

X: 线绕

第三位字母或数字,

1、2: 普通

3: 精密

8: 特种函数

9: 特殊

W: 微调

X: 小型

D: 多圈

第四位数字为序号。例如: WH-1 为合成碳膜电位器, WHX-3 为小型合成碳膜电位器。

2. 微调电阻

电位器也可作微调电阻用,但还有专门适于作微调电阻用的可变电阻,其外形如图 1-1-8 所示。由于可调电阻动臂的调节较麻烦(需用螺丝刀),所以在电路中不被用作随时调节的部件,而只用作偏流调整,一旦调好,很少再动。可变电阻的命名、标识方法与电位器类似。

(三) 熔断电阻

熔断电阻的作用有两个:起一般电阻的作用和具有保险丝作用。当电路正常时,它与普通电阻一样。当电路出现异常,加于该电阻的功率超过其额定功率十几倍以上时,它将迅速熔断,从而对电路其余部分起到保护作用。熔断电阻广泛用于彩色电视机及黑白电视机中,也可用于其他电器设备中。

二、电阻在电路中的特点及欧姆定律

在电子线路中所用电阻绝大多数是线性电阻。所谓线性电阻是指电阻阻值固定不变的电阻。以后不加特别说明的电阻都是线性电阻。

电阻 R 中若有电流 I 流动,则其两端电压 V 为 $V = R \cdot I$ 。电阻中电流与电压的这种关系就是欧姆定律。

加于电阻两端的电压与流过它的电流每时每刻都成正比(比值为 R),所以电阻 R 两端的电压与其电流是“同位相”的。

三、电阻及电位器的检测

(一) 电阻的检测

利用万用表欧姆(Ω)挡可对电路中某电阻进行阻值测量以判断其是否异常。图 1-1-9 是电阻 R_x 与其他元件的连接情况。图(a)中,若电阻 R 远大于被检查电阻 R_x,可用万用表直接测 R_x 两端阻值。如果测得

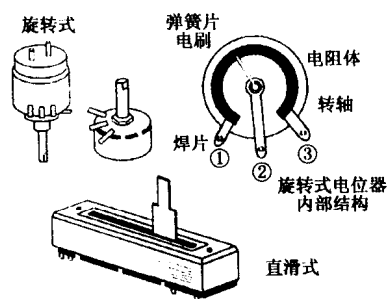


图 1-1-7

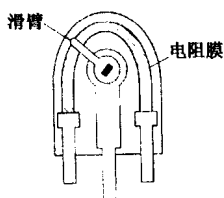


图 1-1-8

的阻值略小于 R_x 的标称值,说明 R_x 正常;反之,若测值明显大于其标称值,则 R_x 阻值不正常。若 R 和 R_x 的标称值相等或相近,也可直接测 R_x 两端电阻值,若测得的阻值为标称值的一半左右,则 R_x 正常;如果测量值为 R 的标称值,说明 R_x 开路。若 R 阻值远小于 R_x ,应把 R_x 一端焊开,再测 R_x 阻值。

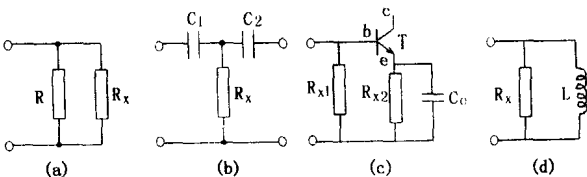


图 1-1-9

图 (b) 中,由于 C_1 、 C_2 对直流不导通,所以可直接测量 R_x 的阻值。

图 (c) 中,由于三极管 T 的 $b-e$ 极为 PN 结,在正常情况下,反向电阻为 ∞ ,而正向电阻较小。所以若检查 R_{x1} 阻值时,可将万用表 (Ω 挡) 红黑表笔交换直接测 R_{x1} 阻值。如果两次测量中,阻值大者与 R_{x1} 的标称值相近,说明 R_{x1} 正常。如果阻值大者明显大于 R_{x1} 标称值,说明 R_{x1} 阻值变大或开路。利用此法也可检查 R_{x2} 。

图 (d) 中,由于电感 L 的直流电阻近于 0,所以不能直接测量 R_x ,应将 R_x 一端焊开才能测量。

(二) 电位器的检测

由于电位器也是一种电阻,因此可参照电阻的检测方法检测电位器,但有时需将电位器从电路上焊下测量才能确认是否正常。首先应测量电位器两固定端的电阻值,如果测值为 ∞ ,说明电位器两固定端与电阻体间的连接有开路者,或电阻体开裂;如果测值与其标称值相等或相近,说明电位器电阻体正常。这时再测某固定端与中间的可动端间电阻值,测量中旋转电位器轴,如果表的指针能平稳变化,说明正常;若为 ∞ ,说明可动端内部开路;若旋转电位器轴时表针跳变,说明可动端与电阻体间接触不良。

第二节 电容器

电容器(简称电容)是由两个彼此互相绝缘而又靠近的平行金属板(膜)构成的,两个金属板是电容的电极。电容在电路中的符号如图 1-2-1 所示,其中 (a) 为一般电容, (b) 为可调电容, (c) 为极性电容,通常用字母 C 代表电容。

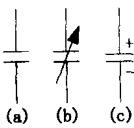


图 1-2-1

顾名思义,电容是一种能贮存电荷的元件。当电容存贮一定数量电荷(即一个极板带正电荷 $+Q$,另一极板带负电荷 $-Q$)时,其两极便有一定电压。对一电容器而言,所带电量 Q 与两端电压 V_c 成正比。把比值 Q/V_c 定义为电容的电容量,即 $C=Q/V_c$ 。当某电容所带电量 Q 为 1C(库),两极板间电压 V_c 为 1V(伏)时,该电容的容量为 1F(法)。

在实际中,法拉的单位太大,通常用微法(μF)或皮法(pF)作为电容的单位。它们与法拉的关系为:
 $1\mu F=10^{-6}F$, $1pF=10^{-12}F$

在电路中,为了简便起见,容量为 $1\sim 10000pF$ 的电容用不带小数点的数字表示,如 $200pF$ 写成 200。超过 $10000pF$ 的用小数点的数字表示,如 $33000pF$ 写作 $0.03\mu F$,也常简写为 0.03。

一、电容的分类及识别

与电阻类似,电容也有固定和可变之分。

(一) 固定电容

当电容的两个极板面积、间距及极板之间的绝缘物质(称为介质)固定不变时,该电容的容量也不变,叫固定电容,简称电容。

1. 电容的种类

区分电容的种类通常以两极板之间的介质进行的。在电路中使用的电容通常有云母电容、陶瓷电容、玻璃釉电容、纸介电容、有机膜电容、油浸电容、铝电解电容及钽电解电容等。

(1) 云母电容。该种电容的极板是多层金属箔平板式结构，金属箔间的介质为云母片，外形如图 1-2-2 所示。

云母电容绝缘电阻高、损耗小、温度稳定性也好，适用于高频电路。

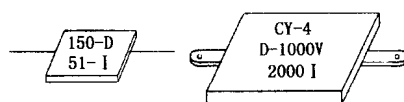


图 1-2-2

(2) 陶瓷电容。它是以陶瓷为介质，两面喷涂银层加工而成的。

常用陶瓷电容有片状和管状的，图 1-2-3 是片状电容的外形。这类电容体积小，绝缘电阻高，能长期工作不老化的，且价格便宜，但容量小。

(3) 金属化纸介电容。它是在电容器纸（介质）上被覆盖金属膜（多为铝膜）卷曲而成的，图 1-2-4 是其外形。这种电容的特点是体积较小、容量较大，受高压击穿后能自愈，即当电压恢复正常后仍能正常工作。但这种电容因损耗和寄生电感量较大，故只适用于低频电路。

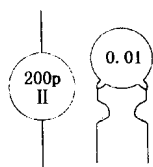


图 1-2-3

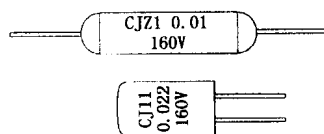


图 1-2-4

(4) 有机薄膜电容。这种电容以涤纶膜或聚苯乙烯膜等为介质，其外形如图 1-2-5 所示。这种电容的绝缘电阻高、介质损耗小，可用于较高频率电路中。其中涤纶电容因体积小、容量较大，可作旁路或滤波之用。

(5) 铝电解电容。这种电容是有极性的。它的正极是覆盖氧化铝薄膜的铝箔，而负极是没有氧化铝的铝箔，两极密封在糊状电解液中。这种电容器的特点是容量大，适于电源滤波和音频旁路之用。

(6) 钽电解电容。钽电解电容分固体钽电容和液体钽电解电容。钽电解电容不仅体积小、容量大，而且绝缘电阻高、性能稳定、寿命长，可长期储存使用，但价格较高。这种电容器适用于精密电子仪器的低频电路和定时电路中。钽电解电容也是有极性的电容。

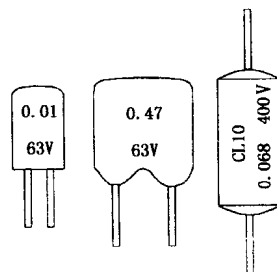


图 1-2-5

表 1-2-1 给出了电容介质材料的符号及意义。

表 1-2-1 电容介质材料的符号及意义

介质材料		电容器				
符号	意义	符号	意 义			
			瓷介电容	云母电容	有机电容	电解电容
C	瓷介	1	圆片	非密封	非密封	箔式
Y	云母	2	管形	非密封	非密封	箔式
I	玻璃釉	3	叠片	密封	密封	烧结粉液体
O	玻璃膜	4	独石	密封	密封	烧结粉固体
B	聚苯乙烯	5	穿心			

续表

介质材料		电容器				
符号	意义	符号	意 义			
			瓷介电容	云母电容	有机电容	电解电容
Z	纸介	6		支柱		
J	金属化纸介	7				无极性
H	混合介质	8	高压	高压	高压	
L	涤纶	9			特殊	特殊
F	聚四氟乙烯	G	高功率			
D	铝电解	W	微调	微调		
A	钽电解	X				小型
N	铌电解					
G	合金电解					
E	其他材料电解					
Q	漆膜					
V	云母纸					
T	低频瓷介					
LS	聚碳酸酯					

2. 电容的主要参数

表达电容性能的主要参数有：容量（C）、允许误差、绝缘电阻、损耗、温度系数、频率特性、耐压及使用环境温度、湿度等。

（1）电容量标称值及允许误差。在电容器的参数表及电容体上所标的电容值为标称值。电容标称值系列的规定方法与电阻的规定方法基本相同。常用的有 E_{24} （ $\pm 5\%$ ）、 E_{12} （ $\pm 10\%$ ）和 E_6 （ $\pm 20\%$ ）系列标称值。精密电容则采用 E_{192} （ $\pm 0.5\%$ ）、 E_{96} （ $\pm 1\%$ ）和 E_{48} （ $\pm 2\%$ ）系列标称值。在铝电解电容中还采用允许误差 $> \pm 20\%$ 的标定，如 $+50/-20$ 、 $+50/-30$ 等，因此使用 E_3 （即 1.0、2.2、4.7）系列标称值。

另外，对于小于 10pF 的无机介质电容（如云母、陶瓷电容等），允许误差常用 $\pm 0.1\text{pF}$ 、 $\pm 0.25\text{pF}$ 、 $\pm 0.5\text{pF}$ 、 $\pm 1\text{pF}$ 四个等级表示。如容量在 4.7~10pF 之间时，采用 E_{24} 系列标称值表示；若容量小于或等于 4.7pF，则采用 E_{12} 系列标称值表示。

表 1-2-2 给出了常用电容的精度等级与允许误差及电容体上标注的代表符号之间的关系。

表 1-2-2 常用电容精度等级、允许误差及代表符号的关系

标称系列	E_{96}	E_{48}	E_{24}	E_{12}	E_6			
精度级别	00 (01)	0 (02)	I	II	III	IV	V	VI
允许误差%	± 1	± 2	± 5	± 10	± 20	+20 -10	+50 -20	+50 -30
代表符号	F	G	J	K	M	无	S	

（2）电容的耐压。电容的耐压常用三个量表示：

① 额定直流工作电压：指电容能长期安全工作的最高直流电压。

②试验电压：指在短时间内，能承受的不致击穿的最高电压（电解电容无此试验）。

③交流工作电压：指能长期安全工作所允许加的最大交流电压有效值。

(3) 绝缘电阻。电容的绝缘电阻为其两端直流电压与漏电流之比。

(4) 电容的损耗。当电容两极板间加交流电压时，两板间介质的分子会因极化而损耗电能。频率越高，损耗越大，相当于在电容两端并联一个电阻，且频率越高，电阻值越小。当然，不同介质的损耗不一样。由于损耗电阻的存在，电容两端交流电压与交流电流的相角小于 90° 。该角与 90° 角的差值 δ 称为损耗角。 δ 越大，损耗越大。

(5) 电容的温度系数。各种电容的容量或多或少都随温度变化而变化，其变化的百分比为温度系数。

(6) 电容的频率特性。电容在交流状态下除有损耗电阻外，还有与之串联的电感。当频率升高时，损耗电阻减小，电感的感抗增大，因此对电容影响增大，所以每种电容有一定的适用频率范围。表 1-2-3 给出了不同电容适用的频率范围。

表 1-2-3 几种电容最高工作频率

电容类型	小型纸介电容	小型无感纸介电容	中型云母电容	小型云母电容	中型管式瓷介电容	小型管式瓷介电容	中型圆片瓷介电容	小型圆片瓷介电容
极限工作频率 (MHz)	5~8	50~80	75~100	150~200	50~70	150~200	200~300	2000~3000

(7) 电容器的使用环境温度。各种电容的介质材料都有一定的使用温度范围，大多数电容的使用环境温度不允许超过 $+85^\circ\text{C}$ 。在低温下，电解电容的电解液容易结冰，这是对电解电容低温的限制。电容使用环境温度标志通常按表 1-2-4 所示规定进行。例如，若某电容标有 B_2 ，则其工作环境温度为 $-25^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ 。

表 1-2-4 电容工作环境温度范围的符号表示

负温度		正温度	
温度 $^\circ\text{C}$	文字符号	温度 $^\circ\text{C}$	数字符号
-10	A	+55	0
-25	B	+70	1
-40	C	85	2
-55	D	100	3
-65	E	125	4
		155	5
		200	6
		250	7

3. 电容的命名和表示方法

(1) 命名方法。我国生产的电容命名方法通常按图 1-2-6 所示进行。