

电子技术基础实践

福建师大物理与光电信息科技学院 编

DIANZI JISHU JICHU SHIJIAN

福建科学技术出版社



技
能
篇



电子技术基础实践

福建师大物理与光电信息科技学院 编

主 编：蔡声镇

副 主 编：吴允平

编写人员：苏伟达 廖晓东 林佑国

詹仁辉 欧琳 万英

技
能
篇

福建科学技术出版社

MAJ574/06

内 容 提 要

本书为电子技术基础实践教材，分两册出版，共 11 章。其中技能篇内容包括：电子元器件及其应用、电子测量技术基础、电子电路的调试与故障检测、常用电子测量仪器、虚拟电子实验台 EWB5.0、焊接技术和印刷电路板的设计制作 (Protel 99) 等；实验篇内容包括：电工电路实验、模拟电子技术实验、数字电子技术实验、高频电路实验、EDA 技术实验等。

本书可作为高等院校电子信息类及其相关专业电工电子实践课程教材或教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子技术基础实践·技能篇/福建师大物理与光电信息科技学院编. —福州：福建科学技术出版社，2003.10 (2004.1 重印)
ISBN 7-5335-2251-6

I. 电… II. 福… III. 电子技术 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 074000 号

书 名	电子技术基础实践 (技能篇)
作 者	福建师大物理与光电信息科技学院
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	福州市晋安区文化印刷厂
开 本	787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张	16.75
字 数	413 千字
版 次	2003 年 10 月第 1 版
印 次	2004 年 1 月第 2 次印刷
印 数	3 501—6 500
书 号	ISBN 7-5335-2251-6/TN·292
定 价	25.60 元

书中如有印装质量问题, 可直接向本社调换

前 言

本书是作者在多年的教学实践，特别是近两年结合新世纪高等教育教学改革工程项目“新世纪高师电子信息类学生综合素质和创新教育教学改革研究”的基础上，为适应当前人才培养的要求，落实国家教育部关于拓宽学科口径、强化实验技能和工程实践训练、提高综合素质、培养创新意识而编写的。它不仅适合电子信息类各专业独立设课的电工电子技术系列实验，通过对实验内容的简单组合，还可以作为其他相关专业的电工、电子实验教材，同时也是学生提高电子技术技能和参加电子设计竞赛很好的参考资料。

本书重在实践，在保证学科系统性的基础上，从培养学生实践技能出发，结合“电工（电路分析）”、“模拟电子技术”、“数字电子技术”、“高频电路”、“EDA技术”等理论课程，以及“大学生电子设计竞赛”、“挑战杯”大学生课外科技作品竞赛等培训工作，注重精选内容，既注意与相应理论课程的结合，又具有实践课程自身的体系和特色。在实践教学的安排上，电子技能方面的内容相对集中，与理论课程相关的内容相对独立，两者密切结合、相辅相成。本书是实践课程教材，与一般的理论教材和实验指导书不同，其主要特点有：

(1) 课程体系新颖、内容覆盖面广。它是电子技能基础和电子技术实验有机结合的实践课程体系；从实验内容看，它并不是几门实验课程的简单罗列，而是既包括必要的经典内容，又包括反映先进电子信息技术最新发展的技术。

(2) 在选编的实验中增加了大量设计性或综合性实验内容，除了满足实践课程所需，还为学有余力的学生或电子爱好者提供综合实验内容或应用设计项目，强调培养和提高学生的工程设计、实验调试及综合分析能力。

(3) 在实验方法和手段上，既重视硬件搭接能力的基本训练，又融入PCB设计、焊接技术实验；既重视传统的硬件调试和测试技术，又融入了EWB、MAX+plusII等仿真开发软件实验，为学生适应现代电子设计技术及后续课程的学习打下良好的基础。

(4) 每个实验都包含实验目的、实验原理、实验器材、实验内容、预习要求及思考题、实验报告等内容，不但要教会学生怎样去做，更重要的是要使学生弄懂为什么这样做，并启发学生向更深层次方面去思考。

本书的第一、五、六（第三节除外）章和附录由蔡声镇编写；第二、三章由詹仁辉编写；第四章由欧琳编写；第七章由万英编写；第六章的第三节和第八章由苏伟达编写；第九章由廖晓东编写；第十章由林佑国编写；第十一章由吴允平编写。

限于编者水平和编写时间仓促，书中不妥和错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者
于福建师范大学
2003年7月

目 录

第一章 电子元器件及其应用

第一节 电阻器	(1)
一、电阻器种类和符号	(1)
二、普通电阻器标称阻值及标志方法	(2)
三、电阻器功率	(3)
四、普通电阻器主要特点	(3)
五、敏感电阻器	(4)
六、电位器	(4)
七、电阻器测量和选用	(5)
八、电位器测量和选用	(5)
第二节 电容器	(6)
一、电容器种类和符号	(6)
二、电容器容量标志	(7)
三、常用电容器主要特点和用途	(8)
四、电容器选用	(9)
第三节 电感器	(10)
一、电感线圈种类、符号与特点	(10)
二、固定电感线圈特性参数	(11)
第四节 半导体二极管	(12)
一、常用二极管介绍	(13)
二、二极管简易测试和选用	(14)
第五节 晶闸管	(15)
一、晶闸管符号和主要参数	(15)
二、选用晶闸管时考虑因素	(17)
三、晶闸管对触发电路的要求	(17)
第六节 半导体三极管	(17)
一、三极管工作状态和参数变化范围	(17)

二、三极管电路形式和性能特点	(18)
三、三极管极限参数	(19)
四、三极管简易测试	(20)
五、三极管选用与代换	(21)
六、使用三极管注意事项	(22)
第七节 场效应晶体管	(23)
一、场效应管结构类型及符号	(23)
二、场效应管主要参数	(23)
三、用万用表判断结型场效应管栅极	(24)
四、用万用表判别结型场效应管好坏	(24)
五、场效应管使用注意事项	(24)
第八节 集成电路	(24)
一、模拟集成电路	(24)
二、数字集成电路	(30)

第二章 电子测量技术基础

第一节 实验数据记录及处理	(32)
一、实验数据记录	(32)
二、直接测量结果误差表示	(32)
三、间接测量结果误差表示	(39)
四、有效数字及其舍入原则	(40)
五、实验结果曲线表示及图解处理	(41)
六、实验报告	(42)
第二节 电子测量仪器、被测电路与干扰	(42)
一、干扰源	(42)
二、干扰耦合途径及其抑制方法	(42)
三、串模(常态)干扰和共模(共态)干扰	(44)
第三节 接地、电源接地	(45)
一、接地符号及意义	(45)
二、被测电路、测量仪器等接地	(45)
第四节 测量仪器及引线阻抗对测量的影响	(47)
一、测量仪器和被测电路并联	(47)

二、测量仪器和被测电路串联	(48)
三、阻抗匹配	(48)
四、引线阻抗对测量的影响	(48)

第三章 电子电路的调试与故障检测

第一节 电子电路的调试	(50)
一、电子电路的静态调试	(50)
二、线性电子电路(系统)的动态调试	(50)
三、数字电子电路(系统)的动态调试	(52)
第二节 电子电路的可靠性与故障检测	(53)
一、电子系统的可靠性、故障率和利用率	(53)
二、电子电路的故障检测	(56)

第四章 常用电子测量仪器

第一节 电压测量仪器	(59)
一、电压测量对仪表的要求	(59)
二、交流电压值的表示方法	(60)
三、模拟式电子电压表	(60)
四、数字式电压表	(62)
五、晶体管毫伏表	(65)
第二节 电子示波器	(69)
一、电子示波器的特点及类型	(69)
二、示波管及波形显示原理	(70)
三、YB4325/YB4345 双踪示波器	(76)
第三节 数字频率计	(82)
一、数字频率计的类型与性能	(83)
二、数字频率计的基本原理	(84)
三、数字频率计的基本测试功能	(85)
四、M3165B 通用计数器的使用	(88)
第四节 函数发生器	(90)
一、基本工作原理	(90)

二、EE1641B 函数信号发生器/计数器	(92)
第五节 晶体管特性图示仪	(94)
一、晶体管特性图示仪的工作原理	(94)
二、YB4811 晶体管特性图示仪	(96)

第五章 虚拟电子实验台 EWB5.0

第一节 EWB5.0 的组成及特点	(102)
一、组成	(102)
二、特点	(103)
第二节 EWB5.0 的基本操作方法	(103)
一、EWB5.0 的操作界面	(103)
二、EWB5.0 的菜单	(104)
三、元件库 (Part Bin)	(125)
第三节 EWB5.0 的常用操作	(128)
一、元件的使用	(128)
二、元件之间及与仪器的连接	(128)
三、仪器及仪表的使用	(129)
四、电路的仿真	(138)
第四节 EWB5.0 的分析功能	(139)
一、EWB 仿真的基本过程	(139)
二、六种基本分析功能	(139)
三、四种扫描分析功能	(147)
四、两种高级分析功能	(151)
五、两种统计分析	(153)
六、仿真中遇到的问题及解决办法	(156)
七、仿真电路和结果的存储	(157)
第五节 EWB5.0 的具体应用	(158)
一、电路性能指标要求	(158)
二、电路方案设计	(158)
三、性能指标验证	(159)

第六章 焊接技术和印刷电路板的设计制作

第一节 焊接技术	(171)
一、手工烙铁焊接技术	(171)
二、电子工业中的焊接	(178)
第二节 印刷电路板的设计与制作	(179)
一、敷铜板和印刷电路板的分类	(179)
二、印刷电路板的设计	(180)
三、印刷电路板的制作	(183)
四、表面装配技术的印刷电路板	(184)
第三节 印刷电路板的计算机辅助设计 (Protel 99)	(185)
一、概述	(185)
二、电路板设计的基本步骤	(186)
三、原理图设计	(187)
四、印刷电路板的设计	(202)
第四节 实用电子电路的制作	(226)
一、制作内容与步骤	(226)
二、直流稳压电源技术指标的测试	(228)
三、总结	(229)
附录一 EWB5.0 中常用中英名词对照	(230)
附录二 Protel 99 原理图编辑器及 PCB 编辑器菜单中英名词对照	(238)
附录三 Protel 99 常用元件库	(245)
附录四 Protel 99 常用 PCB 库元件	(250)
附录五 电子设计常用网址	(257)
参考文献	(258)

第一章 电子元器件及其应用

第一节 电阻器

一、电阻器种类和符号

电阻器是电子电路中应用最多的元件之一，具有很多种类，它们之间的关系如表 1-1-1 所示。部分电阻器的外形如图 1-1-1 和图 1-1-2 所示。电阻器在电路中用字母 R 表示，符号如图 1-1-3 所示。

表 1-1-1 电阻器的分类

固定电阻	普通电阻	线绕型	陶瓷线绕电阻、胶木线绕电阻
		非线绕型	炭膜电阻、金属膜电阻、合成电阻、合成实心电阻
	敏感电阻	热敏电阻、光敏电阻、压敏电阻、气敏电阻、力敏电阻、湿敏电阻、磁敏电阻	
可变电阻	电位器	合金型	线绕电位器、金属膜电位器
		合成型	合成实心电位器、合成炭膜电位器、金属玻璃釉电位器、导电塑料电位器
		薄膜型	金属膜电位器、金属氧化膜电位器 氮气钽膜电位器

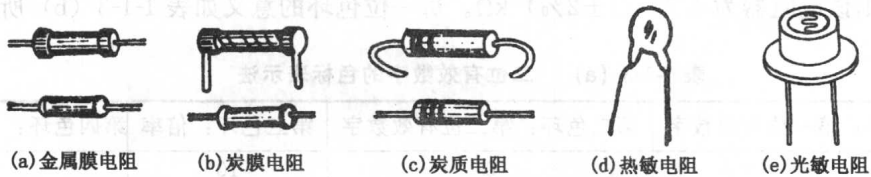


图 1-1-1 部分固定电阻器的外形图



图 1-1-2 部分电位器的外形图

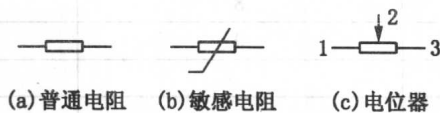


图 1-1-3 电阻器的符号

二、普通电阻器标称阻值及标志方法

1. 电阻器的标称阻值系列

电阻器的阻值范围很宽，小的只有零点几欧姆，大的可达几千兆欧姆，可见其标称阻值不可能是连续的，因此工厂必须按统一的标准进行生产。表 1-1-2 列出普通电阻器的标称阻值系列。

表 1-1-2 普通电阻器的标称阻值系列

类别	阻值系列	允许偏差
E24 系列	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	±5%
E12 系列	1.0、1.2、1.5、1.8、2.2、2.7、3.3、3.9、4.7、5.6、6.8、8.2	±10%
E6 系列	1.0、1.5、2.2、3.3、3.9、4.7、5.6、6.8、8.2	±20%

2. 电阻器的标志方法

电阻器的标志方法一般有直标法、符号法和色标法 3 种。前两种一般可以直接读出阻值，第三种是最常用的，而且必须掌握其标志规律才能识别电阻器的阻值和误差。

色标法是用不同颜色的色环在电阻表面标出标称阻值和允许偏差。它还分为二位有效数字和三位有效数字两种标法，前者一般用于普通电阻，后者用于精密电阻。

(1) 二位有效数字的色标法使用 4 个色环，前 3 个表示阻值（其中前两个表示阻值的有效数字，第三个表示倍率），最后 1 个表示允许偏差。例如，电阻器上的 4 条色环依次为黄、紫、橙、金，则该电阻器为 $47(1 \pm 5\%) \text{ k}\Omega$ 。每一位色环的意义如表 1-1-3 (a) 所示。

(2) 三位有效数字的色标法使用 5 个色环，前 4 个表示阻值（其中前三个表示阻值的有效数字，第四个表示倍率），最后 1 个表示允许偏差。例如，电阻器上的 5 条色环依次为黄、紫、橙、棕、红，则该电阻器为 $4.73(1 \pm 2\%) \text{ k}\Omega$ 。每一位色环的意义如表 1-1-3 (b) 所示。

表 1-1-3 (a) 二位有效数字的色标表示法

颜色	第一色环：第一位有效数字	第二色环：第二位有效数字	第三色环：倍率	第四色环：允许误差
黑	0	0	10^0	
棕	1	1	10^1	
红	2	2	10^2	
橙	3	3	10^3	
黄	4	4	10^4	
绿	5	5	10^5	
蓝	6	6	10^6	
紫	7	7	10^7	
灰	8	8	10^8	
白	9	9	10^9	
金			10^{-1}	±5%
银			10^{-2}	±10%
无色				±20%

表 1-1-3 (b) 三位有效数字的色标表示法

颜色	第一色环：第一位有效数字	第二色环：第二位有效数字	第三色环：第三位有效数字	第四色环：倍率	第五色环：允许误差
黑	0	0	0	10^0	
棕	1	1	1	10^1	$\pm 1\%$
红	2	2	2	10^2	$\pm 2\%$
橙	3	3	3	10^3	
黄	4	4	4	10^4	
绿	5	5	5	10^5	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	6	10^6	$\pm 0.2\%$
紫	7	7	7	10^7	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	8	10^8	
白	9	9	9	10^9	
金				10^{-1}	
银				10^{-2}	

三、电阻器功率

电阻器的额定功率一般是直接标称的，但额定功率在 1W 以下的电阻器通常没有标出。电阻器的额定功率也是采用标准化的额定功率系列值，其中线绕电阻器的额定功率系列为：0.05、0.125、0.5、1、2、4、8、10、16、25、40、50、75、100、150、250、500W 等；非线绕电阻器的额定功率系列为：0.05、0.125、0.25、0.5、1、2、5、10、25、50、100W 等。

四、普通电阻器主要特点

普通电阻器的主要特点如表 1-1-4 所示。

表 1-1-4 常用普通电阻器的主要特点

名称	制造特点	性能特点
炭膜电阻 (RT)	在高温下将有机化合物（烷、苯等碳氢化合物）分解产生的碳沉积在陶瓷基体表面	①阻值范围宽；②阻值稳定性良好；③受电压、频率的影响小；④脉冲负载稳定性好；⑤温度系数不大，为负值；⑥价格便宜、产量大
金属膜电阻 (RJ)	通过真空蒸发或阴极溅射，沉积在陶瓷基体表面上一层很薄的金属膜或合金膜。阻值的大小是通过机械加工，由螺纹疏密程度来决定的	①阻值精度高，稳定性好；②噪声小；③温度系数小；④工作范围宽，耐高温；⑤耐负载变化，体积小；⑥价格高；⑦脉冲负载能力差

续表

名称	制造特点	性能特点
合成膜电阻 (RH)	将导电合成物悬浮液涂在基体表面, 经固化而制得	①价格低廉; ②耐高压, 阻值大; ③噪声大, 线性不好; ④高频特性不好
合成实心电阻器 (RS)	将炭黑或石墨等导电材料、粘结剂、填充料混合后, 压制成一个实体的电阻元件, 俗称炭质电阻	①可靠性高, 常用于人造卫星、海底电缆、计算机等高可靠性的场合; ②价格低廉; ③精度低、稳定性差; ④噪声大高频性能差; ⑤受潮湿和高温的影响大
金属玻璃釉电阻 (RI)	将金属或金属氧化物粉末与玻璃釉粉末按一定比例混合, 用有机粘结剂制成浆料, 再用丝网法印刷在基片上, 经烧结而成	①阻值范围宽; ②电阻温度系数小; ③耐潮湿、耐高温。此类电阻器又称金属陶瓷电阻器或厚膜电阻器
片状电阻 (RI)	由高可靠的钉系玻璃釉浆料经高温烧结而成, 特殊要求的可覆盖一层保护玻璃。电极采用银钯合金浆料	①体积小、重量轻; ②阻值范围宽、精度高; ③稳定性能好; ④高频性能佳。本电阻器是玻璃釉电阻器的一种形式
线绕电阻 (RX)	用高阻率的合金线绕在绝缘骨架上而制成。骨架有陶瓷、胶木等基体, 电阻器可为固定的或可变的	①阻值精度高, 稳定性好; ②抗氧化、耐腐蚀; ③温度系数小且温度范围宽; ④机械强度高; ⑤功率大; ⑥高频性能差

五、敏感电阻器

敏感电阻器是阻值随某一物理量的变化相对敏感的电阻器, 如热敏电阻、光敏电阻、湿敏电阻等。实际上这些都属于传感器的范畴。

六、电位器

电位器是电阻器的一种, 与上述固定电阻器相比, 其阻值可以连续变化, 因此有很广泛的用途。常用电位器的种类和特点如表 1-1-5 所示。

表 1-1-5 常用电位器的种类和主要特点

名称	主要特点	备注
合成炭膜电位器 (WH)	①阻值范围宽、分辨率好; ②工艺简单、价格低; ③输出特性为直线或函数式; ④电流噪声大; ⑤耐湿性、阻值稳定性均较差; ⑥非线性较大	应用于收音机、电视机和电子仪器中, 如 WH5、WH19、WH23 等
合成实心电位器 (WS)	①耐热性能好、功率较大; ②可靠性高、耐磨性好; ③结构简单、体积小; ④工艺复杂、产量少; ⑤应用不很广泛	WS-1、2 (100Ω~4.7MΩ)、WS-23A (100Ω~4.7kΩ), 均为 0.5W

名称	主要特点	备注
金属玻璃釉电位器 (WI)	①阻值范围比 WX 和 WJ 宽；②承受过载能力强；③耐热性好、温度系数小；④耐磨、耐湿性均好；⑤分辨率可靠性均好，价格低；⑥高频特性差；⑦接触电阻大、电流噪声大	WI110-1、2: 0.25W、100Ω~1MΩ； WIW21: 0.75W、100Ω~2.2MΩ 等
金属膜电位器 (WJ)	①耐高温、温度系数小；②分辨率高、阻值范围宽；③高频特性好；④接触电阻大、耐磨性差	WJW2: 0.25W、150Ω~150kΩ； WJW5: 0.05W、1~100kΩ
线绕电位器 (WX)	①精度高、接触电阻和温度系数小；②功率大；③分辨率差、阻值偏低，高阻时导线细易断；④高频性能差、价格贵	WXX-5: 0.5W、27Ω~20kΩ； WXD-23: 3W、330Ω~100kΩ； WX8-2、3: 8W、27Ω~20kΩ

七、电阻器测量和选用

电阻器在使用前要进行测量，看其阻值与标称阻值是否相符，差值是否在电阻器的标称误差之内。用万用表测量电阻器要注意：测量时手不能同时接触被测电阻的两根引线，以免人体电阻影响测量的准确性；测量电路中的电阻时，必须将电阻器的一端从电路中断开，以防电路中的其他元件影响测量结果。测量电阻器的阻值时，应根据阻值的大小选择合适的量程。因为万用表的欧姆档刻度线是不均匀的，在欧姆档的中间段，分度较细而准确，因此测量电阻时，尽可能将表针落在刻度盘的中间段，以提高测量精度。

选用电阻器时应注意以下事项。

(1) 要根据电路的用途选择不同种类的电阻器。对要求不高的电子电路，如收音机、电视机等可选用炭膜电阻器；对整机质量、工作稳定性、可靠性要求较高的电路可选用金属膜电阻器；对于仪器、仪表电路应选用精密电阻器或线绕电阻器，但在高频电路中不能选用线绕电阻器。

(2) 选用电阻器的额定功率要适中。如果选用的额定功率超过实际消耗的功率太多，势必要增大电阻的体积；如果额定功率低于实际消耗功率，就不能保证电阻器可靠工作。一般情况下所选用电阻器的额定功率应大于实际消耗功率的两倍左右。

(3) 电阻器的误差选择。在一般电路中选择 10%~20% 的即可，在特殊电路中根据要求选用。

(4) 电阻器的代用。只要标称阻值和误差等级相同，大功率电阻器可代换小功率电阻器，金属膜电阻器可代换炭膜电阻器，固定电阻器与半可调电阻可相互代替使用。

八、电位器测量和选用

电位器的测量应先测电位器的标称值。根据标称阻值的大小，选择合适的挡位，测两固定端的阻值是否与标称值相符，若阻值为无穷大，则表明电阻体与其相连的引线脚断开。然后测两固定端与滑动端之间的阻值，并慢慢地旋转轴，若这时表针平稳地朝一个方向移动，没有跌落和跳跃现象，则表明滑动触点与电阻体接触良好。

选用电位器时要视具体条件考虑以下几个方面。

(1) 电位器的体积大小和转轴的轴端式样要符合电路的要求，如经常旋转调整的电位器选用铣平面式，作为电路调试用的电位器可选用带起子槽式。

(2) 电位器的阻值变化形式可根据用途而定，如偏流调整、分压控制等可用直线式，音量调节使用指数式，音调控制使用对数式。

(3) 电位器在代用时，应注意其功率不得小于原电位器的功率，阻值可比原来的略大或略小，但一般不超过 20%。

第二节 电容器

电容器是由两个金属板，中间夹有绝缘材料（绝缘介质）构成的。绝缘材料不同，构成电容器的种类也不同。电容器在电路中具有隔断直流电、通过交流电的作用，常用于级间耦合、滤波、去耦、旁路及信号调谐（选择电台）等。它是电子设备中不可缺少的基本元件。

一、电容器种类和符号

电容器的种类通常是以电介质的不同来区分的，具体情况如表 1-2-1 所示。部分电容器的外形如图 1-2-1 所示。电容器在电路中用字母 C 表示，符号如图 1-2-2 所示。

表 1-2-1 电容器的分类

固定电容器	有机介质	纸介电容器、纸膜复合介质电容器、薄膜复合介质电容器
	无机介质	云母电容器、玻璃釉电容器、陶瓷电容器
	气体介质	空气电容器、真空电容器、充气式电容器
	电解质	铝电解电容器、钽电解电容器、铌电解电容器
可变电容器	空气介质	线性电容式可变电容器、对数电容式可变电容器、线性波长式可变电容器、线性频率式可变电容器
	固体介质	云母膜型可变电容器、塑料薄膜可变电容器
	微调电容	拉线型微调电容器、瓷介型可变电容器、薄膜介质型可变电容器、玻璃介质型可变电容器、空气介质型可变电容器

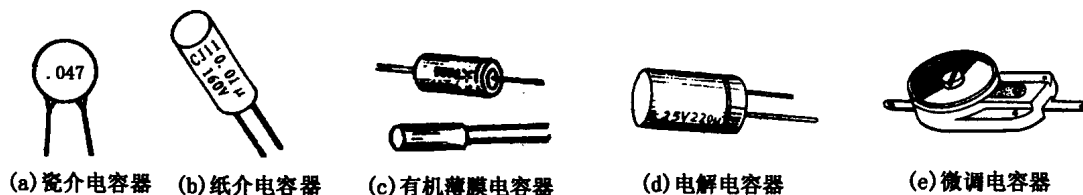


图 1-2-1 部分电容器的外形图

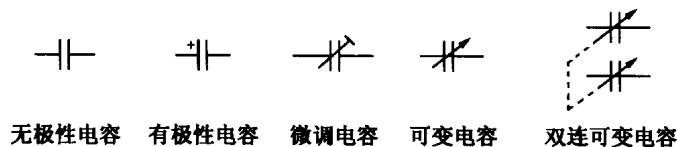


图 1-2-2 电容器的符号

二、电容器容量标志

1. 直标法

直标法是在电容器的外表标出产品的主要参数和技术性能。

2. 文字符号法

有关电容量的文字符号和允许偏差的文字符号表示如表 1-2-2 和表 1-2-3 所示。

表 1-2-2 电容量的文字符号标志

标称容量	文字符号	标称容量	文字符号	标称容量	文字符号
0.332pF	p332	10nF	10n	332μF	332μ
1pF	1p0	33.2nF	33n2	1mF	1m0
3.32pF	3p32	100nF	100n	3.32mF	3m32
10pF	10p	332nF	332n	10mF	10m
33.2pF	33p2	1μF	1μ0	33.2mF	33m2
100pF	100p	3.32μF	3μ32	100mF	100m
332pF	332p	10μF	10μ	332mF	332m
1nF	1n0	33.2μF	33μ2	1F	1F0
3.32nF	3n32	100μF	100μ	3.32F	3F32

表 1-2-3 电容量允许偏差的文字符号标志

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

3. 数码表示法

这是一种常用的方法，一般用三位数表示容量的大小：前面两位数字为电容器标称容量的有效数字，第三位数字表示有效数字后面零的个数，单位是 pF。如 102 表示 1000pF，221 表示 220pF，224 表示 22×10^4 pF。在这种表示方法中，有一个特殊情况，就是当第三位数字用“9”表示时，是用有效数字乘上 10^{-1} 来表示容量的。如 229 表示 22×10^{-1} pF，即 2.2pF。

三、常用电容器主要特点和用途

常用电容器的主要特点和用途如表 1-2-4、表 1-2-5 所示。

表 1-2-4 常用固定电容器的主要特点和用途

名称	主要特点	用途
聚酯薄膜电容器 (涤纶电容)	①介电常数大 ($\epsilon=3.1$), 容量大; ②体积小; ③耐热性好, 可达 $120\sim 130^{\circ}\text{C}$; ④ $\text{tg}\delta$ 较大 (10^{-2}), Q 值不高; ⑤损耗随频率增高而急剧加大, 不易在高频电路中使用	一般用在直流和脉动电路中, 不可用作调谐电路元件
聚苯乙烯薄膜电容器	①绝缘电阻大, $\text{tg}\delta$ 小, Q 值高; ②容量精度高; ③电参数随温度和频率变化小; ④体积大, 工作温度低于 70°C	主要用在高频电路、滤波、均衡器和测量设备
聚丙烯薄膜电容器	①电性能与聚苯乙烯薄膜电容器相似, 但体积小, 工作温度达 100°C ; ② $\text{tg}\delta$ 小, 为 $10^{-4}\sim 10^{-3}$, Q 值高; ③温度系数小; ④容量稳定性比聚苯乙烯电容略差	可代替纸介电容器和云母电容器使用, 用于交流、激光、耦合、滤波电路中
聚四氟乙烯电容器	① $\text{tg}\delta$ 小, Q 值高, 耐热性好; ②电参数的温度、频率特性稳定; ③工作温度极宽, 为 $-150\sim 200^{\circ}\text{C}$; ④耐化学腐蚀性好; ⑤耐电晕性差, 成本高	用于高温、高绝缘、高频等场合
云母电容器(CY)	①性能优良, 参数稳定, 可靠性高; ②耐压很高, 可达几万伏; ③容量范围为 $10\text{pF}\sim 0.1\mu\text{F}$; ④环氧树脂包封时体积很小; ⑤功率容量大, 最大无功功率可达 1000W	用于高频调谐、放大电路, 也可用于交流、脉冲电路
圆片高频瓷介电容器 (CC1、CC01型)	①介质损耗低, Q 值高, $\text{tg}\delta\leq 0.0015$; ②容量对温度、频率、电压和时间的稳定性都较高; ③耐压为 $63\sim 500\text{V}$; ④容量范围为 $1\sim 680\text{pF}$	用于高频电路、温度补偿电路, 也作耦合、旁路之用
无引线高频瓷介电容器(CC11型)	①具有 CC 型瓷介电容器的特点; ②容量范围为 $3\sim 39\text{pF}$; ③ $\text{tg}\delta$ 小 (≤ 0.0015); ④容量十分稳定	用于电视机及其高频调谐器中
独石瓷介电容器 (CC4D、CT4D)	①CC4D 的 $\text{tg}\delta\leq 0.0015$, 额定电压 40V ; ②CT4D 的 $\text{tg}\delta\leq 0.04$, 额定电压 $40\sim 100\text{V}$; ③容量范围为 $100\text{pF}\sim 0.1\mu\text{F}$	用于调谐回路、隔直旁路、温度补偿
穿心瓷介电容器 (CC52、CC53) (CT52、CT53)	① $\text{tg}\delta\leq 0.0015\sim 0.035$; ②额定电压为 $63\sim 160\text{V}$; ③容量范围 $2\sim 1500\text{pF}$	在电视 VHF 及 UHF 调谐器及其他无线电设备中作为高低频旁路滤波用
玻璃釉电容器 (CI)	①具有较好的电性能; ②CI12、CI13 型的损耗大, CI14 的损耗小; ③稳定性比云母电容器差, 但优于一般瓷介电容器; ④独石型玻璃釉电容器在测湿环境中稳定性很高	CI12、CI13 型适用于直流和脉冲电路; CI14 型适用于高频及耦合、旁路等电路