

电子部分

电工电子技术

实践教程

(第二版)

李新成 匡 军 岳丹松 编

中国石油大学出版社

电工电子技术实践教程

(电子部分)

(第二版)

李新成 匡 军 岳丹松 编

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实践教程(电子部分)/李新成等编. —东营:中国
石油大学出版社, 2006. 1(2007. 7 重印)

ISBN 978-7-5636-2142-2

I. 电... II. 李... III. ①电工技术—实验—高等
学校—教材②电子技术—实验—高等学校—教材

IV. ①TM-33②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 152528 号

书 名: 电工电子技术实践教程(电子部分)

作 者: 李新成 匡 军 岳丹松

责任编辑: 宋秀勇(电话 0546—8392139)

封面设计: 李 东

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: yibian8392139@163.com

印 刷 者: 东营石大博雅印务有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0546—8392139)

开 本: 185×260 印张:8.75 字数:224 千字

版 次: 2007 年 9 月第 2 版第 1 次印刷

定 价: 全套定价 32.00 元,本册定价 16.00 元

第二版前言

随着国家级、省级基础课实验教学示范中心的建设,实验教学越来越受到高校的重视。实验课程对培养学生的工程实践能力和创新能力具有重要作用,实验教材是搞好实验教学的关键。为此,我们参考了有关电工电子实验教学示范中心的建设标准,编写了这本实践教程。本书把实验教学的理论验证、综合提高及独立设计综合起来,力争使学生在有限的课时内,尽量掌握系统、完善的实验方法,为以后的学习及工作打下坚实的基础。

书中的全部实验可在 TPE-A3 模拟电路实验箱、Dais 系列实验箱和 TDS-1 型数字电路实验箱上完成。

本书共分 9 章:第 1 章常用电子元件的基本知识;第 2 章数字集成电路基础知识;第 3 章电子技术实验须知;第 4 章模拟电子技术实验;第 5 章数字电子技术实验;第 6 章电子技术课程设计;第 7 章表面安装技术(SMT)实习指导;第 8 章焊接基本技术;第 9 章超外差式六管调幅收音机(H950 型)装配指导。不同专业可根据本专业的教学要求进行选择。

本书是在第一版基础上进行补充和修订而成的,在结构内容上更加清晰、完整,与第一版相比本书具有以下特点:

(1) 在第 3 章中增加了 TPE-A3 模拟电路实验箱、Dais 系列实验箱以及 SG1651 函数信号发生器的使用说明,有利于学生预习,并便于学生在实验时查阅。

(2) 将第一版中的第 4 章分为两章,分别是第 4 章模拟电子技术实验和第 5 章数字电子技术实验,使实验内容在结构上更加清晰。在第 4 章中增加了 Dais 系列实验箱的实验内容,使用 Dais 系列实验箱,学生可用实验箱配备的实验电路板连线完成实验,也可用实验箱面板上的集成电路插座和元器件针管插孔自己设计电路完成实验,有利于提高学生的动脑能力和动手能力。

(3) 删去了第一版中的 EDA 部分(另外出版),即第一版中的第 5 章和第 6 章。

(4) 补充修改了电子技术课程设计部分的内容,将电子技术课程设计分为了电专业电子技术课程设计和非电专业电子技术课程设计两部分,在设计内容的难易程度和工作量上有了较好的区分。

(5) 增加了表面安装技术(SMT)实习指导,作为本书的第 7 章。

参加本书编写修订的人员有:李新成(第3、4、5、6章),匡军(第1、7、8、9章),岳丹松(第2章),全书由李新成统稿。此外,在本书的编写过程中还得到了刘立山教授、龚丽农副教授的大力支持和帮助,特此表示感谢。

本书可作为高等学校电气信息类专业及相近专业的本、专科生教材和课程设计、毕业设计参考书,也可作为电子技术类专业人员的参考书。

由于编者水平有限,时间仓促,错误及欠缺之处恳请同行及读者批评指正。

编 者

2007年6月

目 录

第 1 章 常用电子元件的基本知识	(1)
1.1 电阻器与电位器	(1)
1.2 电容器	(7)
第 2 章 数字集成电路基础知识	(14)
2.1 国产半导体集成电路的命名方法	(14)
2.2 数字集成电路的分类与特点	(16)
2.3 数字集成电路的应用要点	(17)
2.4 集成逻辑门电路	(19)
第 3 章 电子技术实验须知	(29)
3.1 实验要求	(29)
3.2 数字电路实验基本知识	(30)
3.3 TDS-1 数字电路实验系统使用说明	(33)
3.4 TPE-A3 模拟电路实验箱使用说明	(36)
3.5 Dais 系列实验箱使用说明	(37)
3.6 函数信号发生器使用说明	(38)
第 4 章 模拟电子技术实验	(43)
4.1 常用仪器设备的使用	(43)
4.2 电子元件的认识	(44)
4.3 单级放大器	(45)
4.4 两级负反馈放大电路	(47)
4.5 差动放大电路	(50)
4.6 集成运放的线性应用	(53)
4.7 电压比较器	(55)
4.8 集成 RC 正弦波振荡器	(57)
4.9 整流滤波电路	(60)
4.10 串联稳压电路	(62)
第 5 章 数字电子技术实验	(66)
5.1 基本逻辑门逻辑实验	(66)
5.2 TTL、HC 和 HCT 器件的电压传输特性	(68)
5.3 三态门实验	(70)
5.4 数据选择器和译码器	(72)
5.5 全加器构成及测试	(74)
5.6 组合逻辑中的冒险现象	(75)
5.7 触发器	(76)
5.8 简单时序电路	(79)

5.9 计数器	(83)
5.10 四相时钟分配器	(87)
第6章 电子技术课程设计	(89)
6.1 课程设计的任务与基本要求	(89)
6.2 电子电路设计的基本过程与思想方法	(89)
6.3 非电专业电子技术课程设计题目	(91)
题目一 电平显示电路	(91)
题目二 六十进制秒计数器	(91)
题目三 晚会彩灯控制	(92)
题目四 窗口比较、指示器	(92)
题目五 三角波发生器	(93)
题目六 锯齿波发生器	(93)
题目七 频率和占空比可独立调节的方波发生器	(93)
题目八 多音门铃	(94)
题目九 火警音响电路	(94)
题目十 救护车音响电路	(95)
题目十一 八路智力抢答	(95)
题目十二 长延时电路	(96)
题目十三 压控占空比电路	(96)
题目十四 串联式晶体管稳压电源	(96)
题目十五 生产工艺过程控制	(97)
题目十六 电阻阻值选择器	(97)
题目十七 压控三角波发生器	(98)
题目十八 自动循环程序式定时电路	(98)
题目十九 自动调光电路	(99)
题目二十 最简单的电子琴电路	(99)
6.4 电专业电子技术课程设计题目	(99)
题目一 数字时钟电路	(99)
题目二 汽车尾灯控制电路	(100)
题目三 交通信号灯控制	(100)
题目四 电子密码锁	(101)
题目五 火灾报警电路	(102)
题目六 数字温度计	(102)
题目七 电冰箱电压保护器	(102)
题目八 低频功率放大器	(103)
第7章 表面安装技术(SMT)实习指导	(104)
7.1 SMT 简介	(104)
7.2 SMT 元器件及设备	(107)
7.3 SMT 焊接质量检查	(113)

第 8 章 焊接基本技术	(116)
8.1 焊接的基本知识	(116)
8.2 焊接工具的使用	(116)
8.3 焊料和焊剂	(118)
8.4 焊接方法	(119)
第 9 章 超外差六管调幅收音机 (H950 型) 装配指导	(123)
9.1 超外差式收音机的工作原理	(123)
9.2 超外差式六管收音机的组装	(124)
9.3 外差式收音机的元器件	(126)
9.4 六管外差机的安装和调试	(127)
9.5 外差式收音机的统调	(128)
9.6 常见故障的检修	(130)
参考文献	(132)

第1章 常用电子元件的基本知识

任何电子电路都是由元器件组成的,常用的元器件有电阻器、电容器、电感器和各种半导体器件(如二极管、三极管、集成电路等)。为了能正确地选择和使用这些元器件,就必须掌握它们的性能、结构与主要性能参数等有关知识。

1.1 电阻器与电位器

电阻器是电路元件中应用最广泛的一种,在电子设备中约占元件总数的30%以上,其质量的好坏对电路工作的稳定性有极大影响。电阻器的主要用途是稳定和调节电路中的电流和电压,其次还可作为分流器、分压器和消耗电能的负载等。

1.1.1 电阻器的分类

电阻器按结构可分为固定式和可变式两大类。

固定式电阻器一般称为“电阻”。根据制作材料和工艺的不同,可分为膜式电阻、实心式电阻、金属线绕电阻(RX)和特殊电阻四种类型。

膜式电阻包括:碳膜电阻RT、金属膜电阻RJ、合成膜电阻RH和氧化膜电阻RY等。

实心式电阻包括:有机实心电阻RS和无机实心电阻RN。

特殊电阻包括:MG型光敏电阻和MF型热敏电阻。

可变式电阻器分为滑线式变阻器和电位器。其中应用最广泛的是电位器。

电位器是一种具有三个接头的可变电阻器。其阻值可在一定范围内连续可调。

电位器的分类有以下几种:

按电阻体材料分,可分为薄膜和线绕两种。薄膜可分为WTX型小型碳膜电位器、WTH型合成碳膜电位器、WS型有机实心电位器、WHJ型精密合成膜电位器和WHD型多圈合成膜电位器等。线绕电位器的代号为WX。一般情况下,线绕电位器的误差不大于±10%,非线绕电位器的误差不大于±2%。其阻值、误差与型号均标在电位器上。

按调节机械的运动方式,有旋转式、直滑式。

按结构分,可分为单联、多联、带开关、不带开关等;开关形式又有旋转式、推拉式、按键式等。

按用途分,可分为普通电位器、精密电位器、功率电位器、微调电位器和专用电位器等。

按阻值随转角变化关系,又可分为线性和非线性电位器,如图1-1所示曲线。

它们的特点分别为:

X式(直线式):常用于示波器的聚焦电位器和万用表的调零电位器(如MF-20型万用表),其线性精度为±2%、±1%、±0.3%、±0.05%。

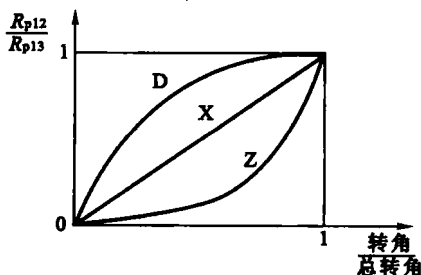


图 1-1 电位器阻值随转角变化曲线

D 式(对数式):常用于电视机的黑白对比度调节,其特点是:先粗调后细调。

Z 式(指数式):常用于收音机的音量调节,其特点是:先细调后粗调。

所有 X、D、Z 字母符号一般印在电位器上,使用时应注意。

常用电阻器和电位器的外形和符号如图 1-2 所示。

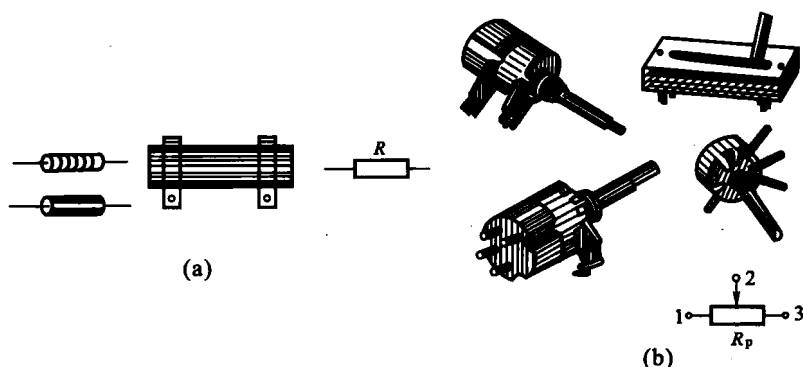
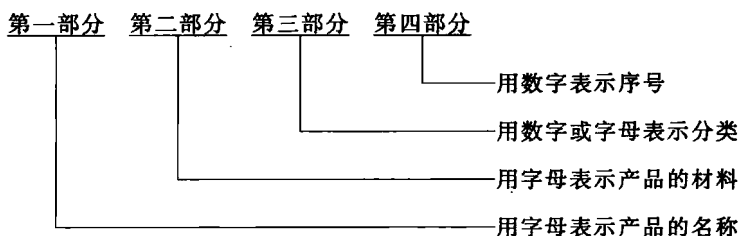


图 1-2 常用电阻器外形及符号

(a) 电阻器外形及符号; (b) 电位器外形及符号

1.1.2 电阻器的型号命名方法

电阻器、电位器型号的命名由四部分组成:



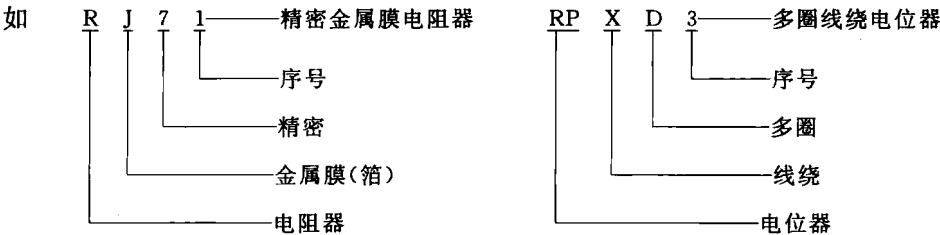
各部分符号意义见表 1-1。

表 1-1 电阻器、电位器的型号命名法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示名称		用字母表示材料		用数字或字母表示分类		用数字表示序号
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	硼碳膜	3	超高频	
		U	硅碳膜	4	高阻	
		C	沉积膜	5	高温	
		H	合成膜	7	精密	
		I	玻璃釉膜	8	电阻器——高压 电位器——特殊函数	
		J	金属膜(箔)			
		Y	氧化膜			
		S	有机实心	9	特殊	
		N	无机实心	G	高功率	

续表 1-1

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示名称		用字母表示材料		用数字或字母表示分类		用数字表示序号
符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义	
		X	线绕	T	可调	
		R	热敏	X	小型	
		G	光敏	L	测量用	
		M	压敏	W	微调	
				D	多圈	



1.1.3 电阻器的主要性能指标

(1) 额定功率。电阻器的额定功率是在规定的环境温度和湿度下,假定周围空气不流通,在长期连续工作而不损坏或基本不改变性能的情况下,电阻器上允许消耗的最大功率。当超过额定功率时,电阻器的阻值将发生变化,甚至发热烧毁。为保证安全起见,一般选其额定功率比它在电路中消耗的功率高1~2倍。

额定功率分19个等级,常用的有1/20 W,1/8 W,1/4 W,1/2 W,1 W,2 W,4 W,5 W…。在电路图中,非线绕电阻器额定功率的符号表示法如图1-3所示。

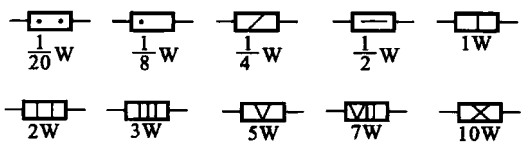


图 1-3 额定功率的符号表示法

实际中应用较多的有1/4 W、1/2 W、1 W、2 W。线绕电位器应用较多的有2 W、3 W、5 W、10 W等。

(2) 标称阻值。标称阻值是产品标志的“名义”阻值,其单位为欧(Ω)、千欧(kΩ)、兆欧(MΩ)。标称阻值系列如表1-2所示。

任何固定电阻器的阻值都应符合表1-2所列数值乘以10ⁿΩ,其中n为整数。

表 1-2 标称阻值

允许误差	系列代号	标称阻值系列											
±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。允许误差是指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。它表示产品的精度。允许误差等级如表 1-3 所示。线绕电位器允许误差一般小于 $\pm 10\%$, 非线绕电位器的允许误差一般小于 $\pm 20\%$ 。

表 1-3 允许误差等级

级 别	005	01	02	I	II	III
允许误差	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$

常用电阻器的主要技术特性如表 1-4 所示。

表 1-4 常用电阻器的主要技术特性

名称	型号	额定功率/W	标称阻值范围/ Ω	噪声电势/ ($\mu\text{V}/\text{V}$)	温度系数	额定 环境温度	适用频率
RT	碳膜电阻	0.05	$10\sim 100\times 10^3$	1~5	$-(6\sim 20)\times 10^{-4}$	$+40^\circ\text{C}$	10 MHz 以下
		0.125	$5.1\sim 510\times 10^3$				
		0.25	$5.1\sim 910\times 10^3$				
		0.5	$5.1\sim 2\times 10^6$				
		1.2	$5.1\sim 5.1\times 10^6$				
RJ	金属膜电阻	0.125	$30\sim 510\times 10^3$	1~4	$\pm(6\sim 20)\times 10^{-4}$	$+70^\circ\text{C}$	10 MHz 以下
		0.25	$30\sim 1\times 10^6$				
		0.5	$30\sim 5.1\times 10^6$				
		1.2	$30\sim 10\times 10^6$				
RX	线绕电阻	2.5~100	$5.1\sim 56\times 10^6$				低频

1.1.4 电阻器的主要标志内容和标志方法

电阻器的阻值、额定功率、允许误差等技术指标,常用数字或色环等标印在电阻器上。

1. 常用电阻器的主要标志内容

主要标志内容有型号、额定功率、标称阻值、允许误差。如 RJ-0.25 W-5.1 k Ω - $\pm 10\%$ 表示金属膜电阻器,额定功率 0.25 W,阻值 5.1 k Ω ,允许误差 $\pm 10\%$ 。

2. 常用电阻器的标志方法

电阻器的标志主要有三种方法:直标法、文字符号法和色标法。

直标法是用阿拉伯数字和单位符号在电阻器表面直接标出标称阻值,其允许误差直接用百分数表示。如 50 k $\Omega\pm 5\%$ 。

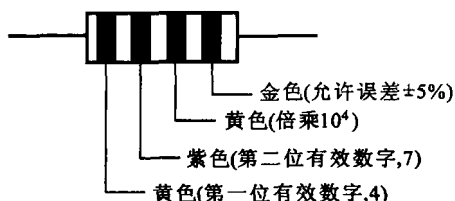
文字符号法是用阿拉伯数字和文字符号两者有规律地组合来表示标称。文字符号法用 R、K、M、G、T 表示电阻值的单位。文字符号法的组合规律是:符号 R(或 K、M 等)前面的数字表示整数阻值,后面的数字依次表示第一位小数阻值和第二位小数阻值。如 R15 表示 0.15 Ω ;1R2 表示 1.2 Ω ;2K7 表示 2.7 k Ω ;8G2 表示 8.2G Ω (8 200 M Ω)。

色标法是用不同颜色的环或点在电阻器表面上标出标称阻值和允许误差。色标法各种颜色的含义见表 1-5。

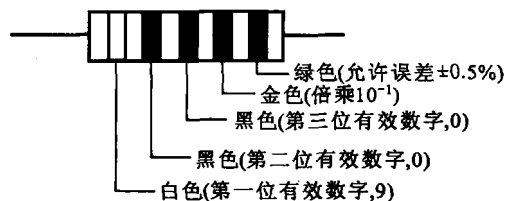
表 1-5 色标法各种颜色的意义

颜色	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	金	银	本色(底)
有效数字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
倍乘	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	10^{-1}	10^{-2}	
允许误差/%		± 1	± 2			± 0.5	± 0.2	± 0.1			± 5	± 10	± 20

(1) 2 位有效数字的色标法。允许误差 $\geq 5\%$ 的电阻器一般采用 4 个色环表示标称阻值和允许误差,其中 3 个表示阻值,1 个表示误差。离电阻器一端最近的那个色环(即第一个色环)表示标称阻值第一位有效数字,第二个色环表示第二位有效数字,第三个色环表示倍乘(即有效数字后 0 的个数),第四个色环表示阻值的允许误差。如图 1-4 所示。



该电阻值为 $470\text{k}\Omega \pm 5\%$



该电阻值为 $90\Omega \pm 0.5\%$

图 1-4 2 位有效数字的色标法

图 1-5 3 位有效数字的色标法

(2) 3 位有效数字的色标法。误差 $\leq 2\%$ 的精密电阻器大多采用 5 个色环表示标称阻值和允许误差。第一个环至第三个环表示 3 位有效数字,第四个环表示倍乘,第五个环表示阻值的允许误差,如图 1-5 所示。

3. 常用电阻器的图形符号

电路图中常用电阻器的图形符号如图 1-6 所示。

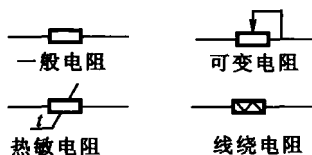


图 1-6 常用电阻器的图形符号

1.1.5 电位器的分类及主要技术特性

1. 线绕电位器

线绕电位器的电阻体是用电阻合金线在绝缘骨架上绕制而成的。线绕电位器按用途可分为普通线绕电位器、精密线绕电位器和微调线绕电位器等。

线绕电位器的优点是接触电阻小、精度高、温度系数小。缺点是阻值偏低,且线圈具有分布电感和分布电容,限制了它的高频使用。

常用线绕电位器的分类及主要技术特性见表 1-6。

表 1-6 常用线绕电位器的分类及主要技术特性

型 号	名 称	功率/W	阻值范围	最大电压/V
WX12~11,WX12~12 WX13-11,WX13-12	普通单圈电位器	1	4.7 Ω ~15 k Ω	100
WX14-11,WX14-12 WX14-31,WX14-32		3	27 Ω ~22 k Ω	200
WX16-11,WX16-12		5	27 Ω ~22 k Ω	320
WXD3-13	多圈线绕电位器	2	100 Ω ~100 k Ω	160
WXD4-23		3	82 Ω ~100 k Ω	200
WXD5-32		3	47 Ω ~100 k Ω	200
WXD7-33		5	10 Ω ~220 k Ω	200

2. 非线性绕电位器

非线性绕电位器主要包括合成碳膜电位器(WH)和有机实心电位器(WS)。

合成碳膜电位器的优点是阻值范围较宽,分辨力较好,容易获得直线式或函数式输出特性。缺点是电流噪声和非线性较大,耐潮性以及阻值稳定性差。

有机实心电位器与合成碳膜电位器相比,其优点是耐热性好,功率较大,可靠性高,体积小,缺点是工艺复杂。

常用非线性绕电位器的分类及主要技术特性见表 1-7。

表 1-7 常用非线性绕电位器的分类和主要技术特性

型 号	名 称	功率/W	阻值范围	最大工作电压/V	线型
WT $\frac{1}{4}$	碳膜电位器	0.1	4.7 k Ω ~2.2 M Ω	100	Z,D
WT $\frac{K_1}{K_2}$	碳膜电位器	0.25	470 Ω ~4.7 M Ω	150	X
WTH	合成碳膜电位器	0.5,1 1.2	4.7 k Ω ~2.2 M Ω 470 Ω ~4.7 M Ω	250	Z,D X
WTX (WH ₁₅)	小型碳膜电位器	0.05 0.125	4.7 k Ω ~470 k Ω 1 k Ω ~2 M Ω	75 100	Z,D X
WS	有机实心电位器	0.25 0.5	1 k Ω ~1 M Ω 100 Ω ~4.7 M Ω	100~350 75~250	Z,D X
WH ₇	超小型微调碳膜电位器	0.1	47 Ω ~680 k Ω	100	X
WH ₅	合成碳膜电位器	0.25,0.5 0.5,1	4.7 k Ω ~2.2 M Ω 470 Ω ~4.7 M Ω	160,200 200,315	Z,D X
WH ₉	合成碳膜电位器	0.1 0.25	4.7 k Ω ~2.2 M Ω 470 Ω ~4.7 M Ω	100 150	Z,D X

3. 常用电位器的图形符号

电路中常用电位器的图形符号如图 1-7 所示。

1.1.6 电阻器的简单测试

测量电阻的方法很多,可用欧姆表、电阻电桥和数字欧

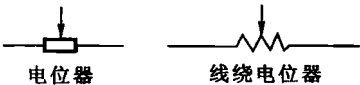


图 1-7 常用电位器的符号

姆表直接测量,也可根据欧姆定律 $R=U/I$,通过测量流过电阻的电流 I 及电阻上的压降 U 来间接测量。

当测量精度要求较高时,我们采用电阻电桥来测量电阻。电阻电桥有单臂电桥(惠斯登电桥)和双臂电桥(凯尔文电桥)两种。这里不作详细介绍。

当测量精度要求不高时,可直接用欧姆表测量电阻。现以 MF-20 型万用表为例,介绍测量电阻的方法。首先将万用表的功能选择波段开关置 Ω 挡,量程波段开关置合适挡,将两根测试笔短接,表头指针应在刻度线零点,若不在零点,则要调节“ Ω ”旋钮(零欧姆调整电位器)回零。调回零后即可把被测电阻串接于两根测试笔之间,此时表头指针偏转,待稳定后可从刻度线上直接读出所示数值,再乘上事先所选择的量程,即可得到被测电阻的阻值。当另换一量程时必须再次短接两测试笔,重新调零。

特别要指出的是,在测量电阻时,不能用双手同时捏住电阻或测试笔,因为那样的话,人体电阻将会与被测电阻并联在一起,表头上指示的数值就不单纯是被测电阻的阻值了。

1.1.7 使用电阻器常识

- (1) 根据电子设备的技术指标和电路的具体要求选用电阻的型号和误差等级。
- (2) 为提高设备的可靠性,延长使用寿命,应选用额定功率大于实际消耗功率的 1.5~2 倍。
- (3) 电阻装接前应进行测量、核对,尤其在精密电子仪器设备装配时,还需经人工老化处理,以提高稳定性。
- (4) 在装配电子仪器时,若所用非色环电阻,则应将电阻标称值标志朝上,且标志顺序一致,以便于观察。
- (5) 焊接电阻时,烙铁停留时间不宜过长。

(6) 选用电阻时应考虑电路中信号频率的高低。一个电阻可等效成一个 R 、 L 、 C 二端网络,如图 1-8 所示。不同类型的电阻, R 、 L 、 C 三个参数的大小有很大差异。线绕电阻本身是电感线圈,所以不能用于高频电路中,薄膜电阻中,若电阻体上刻有螺旋槽,工作频率在 10 MHz 左右,未刻螺旋槽的(如 RY 型)工作频率则更高。

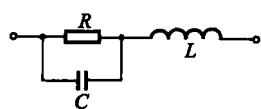


图 1-8 电阻器的等效电路

(7) 电路中如需串联或并联电阻来获得所需阻值时,应考虑其额定功率。阻值相同的电阻串联或并联,额定功率等于各个电阻额定功率之和;阻值不同的电阻串联时,额定功率取决于高阻值电阻。并联时,取决于低阻值电阻,且需计算方可应用。

1.2 电 容 器

1.2.1 电容器的分类

电容器是一种储能元件。在电路中用于调谐、滤波、耦合、旁路、能量转换和延时等。电容器的种类如下。

1. 按结构分类

(1) 固定电容器。容量是固定不可调的,我们称之为固定电容器。图 1-9 所示为几种固定电容器的外形和电路符号。其中图(a)为电容器符号(带“+”号的为电解电容器);图(b)

为瓷介电容器;图(c)为云母电容器;图(d)为涤纶薄膜电容器;图(e)为金属化纸介电容器;图(f)为电解电容器。

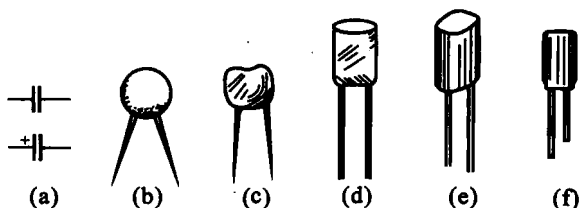


图 1-9 几种固定电容器的外形及符号

(2) 半可变电容器(微调电容器)。电容器容量可在小范围内变化,其可变容量为几至几十皮法,最高达一百皮法(以陶瓷为介质时),适用于整机调整后电容量不需经常改变的场合。常以空气、云母或陶瓷作为介质。其外形和电路符号如图 1-10 所示。

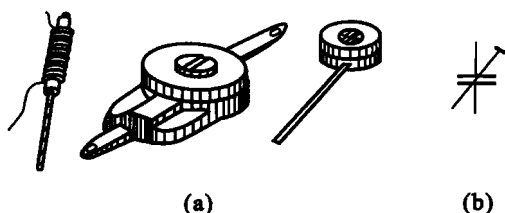


图 1-10 半可变电容器外形及符号

(3) 可变电容器。电容器容量可在一定范围内连续变化。常有“单联”、“双联”之分,它们由若干片形状相同的金属片并接成一组定片和一组动片,其外形及符号如图 1-11 所示。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。一般以空气作介质,也有用有机薄膜作介质的。但后者的温度系数较大。

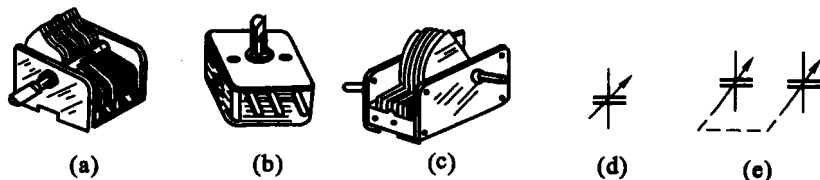


图 1-11 单、双联可变电容器的外形及符号

(a) 空气双联; (b) 密封双联; (c) 空气单联; (d) 单联符号; (e) 双联符号

2. 按电容器介质材料分类

(1) 电解电容器。以铝、钽、铌、钛等金属氧化膜作介质的电容器。应用最广泛的是铝电解电容器。它容量大,体积小,耐压高(但耐压越高,体积也就越大),一般在 500 V 以下。常用于交流旁路和滤波。缺点是容量误差大,且随频率而变动,绝缘电阻低。电解电容有正、负极之分(外壳为负端,另一接头为正端)。一般电容器外壳上都标有“+”、“-”号,如无标记则引线长的为“+”端,引线短的为“-”端,使用时必须注意不要接反,若接反,电解作用会反向进行,氧化膜很快变薄,漏电流急剧增加,如果所加的直流电压过大,则电容器很快发热,甚至会引起爆炸。

由于铝电解电容具有不少缺点,在要求较高的地方常用钽、铌或钛电容。它们比铝电解电容的漏电流小,体积小,但成本高。

(2) 云母电容器。以云母片作介质的电容器。其特点是高频性能稳定,损耗小、漏电流小、耐压高(从几百伏至几千伏),但容量小(从几十皮法至几万皮法)。

(3) 瓷介电容器。以高介电常数、低损耗的陶瓷材料为介质,故体积小、损耗小、温度系数小,可工作在超高频范围,但耐压较低(一般为 60~70 V),容量较小(一般为 1~1 000 pF)。为克服容量小的缺点,现在采用了铁电陶瓷和独石电容。它们的容量分别可达 680 pF~0.047 μ F 和 0.01 微法至几微法,但其温度系数大、损耗大、容量误差大。

(4) 玻璃釉电容。以玻璃釉作介质,它具有瓷介电容的优点,且体积比同容量的瓷介电容小。其容量范围为 4.7 pF~4 μ F。另外,其介电常数在很宽的频率范围内保持不变,还可应用到 125℃ 高温下。

(5) 纸介电容器。纸介电容器的电极用铝箔或锡箔做成,绝缘介质是浸蜡的纸,相叠后卷成圆柱体,外包防潮物质,有时外壳采用密封的铁壳以提高防潮性。大容量的电容器常在铁壳里灌满电容器油或变压器油,以提高耐压强度,被称为油浸纸介电容器。纸介电容器的优点是在一定体积内可以得到较大的电容量,且结构简单,价格低廉。但介质损耗大,稳定性不高。主要用于低频电路的旁路和隔直电容。其容量一般为 100 pF~10 μ F。

(6) 有机薄膜电容器。用聚苯乙烯、聚四氟乙烯或涤纶等有机薄膜代替纸介质做成的各种电容器。与纸介电容器相比,它的优点是体积小、耐压高、损耗小、绝缘电阻大、稳定性好,但温度系数大。

1.2.2 电容器型号命名法

电容器的型号命名法见表 1-8。

表 1-8 电容器的型号命名法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示名称		用字母表示材料		用字母表示特征		用字母或数字表示序号
符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义	
C	电 容 器	C	瓷 介	T	铁 电	包 括 品 种、尺 寸 代 号、温 度 特 性、直 流 工 作 电 压、标 称 值、 允 许 误 差、标 准 代 号
		I	玻 璃 釉	W	微 调	
		O	玻 璃 膜	J	金 属 化	
		Y	云 母	X	小 型	
		V	云 母 纸	S	独 石	
		Z	纸 介	D	低 压	
		J	金 属 化 纸	M	密 封	
		B	聚 苯 乙 烯	Y	高 压	
		F	聚 四 氟 乙 烯	C	穿 心 式	
		L	涤 纶 (聚 酯)			
		S	聚 碳 酸 酯			
		Q	漆 膜			
		H	纸 膜 复 合			
		D	铝 电 解			
		A	钽 电 解			
		G	金 属 电 解			
		N	铌 电 解			
		T	钛 电 解			
		M	压 敏			
		E	其 他 材 料 电 解			