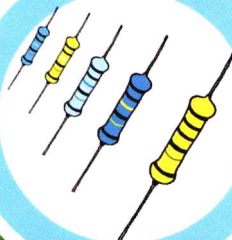
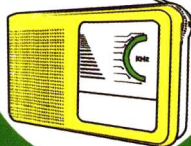


双色
印刷

电子技术实验

■ 李新成 主编



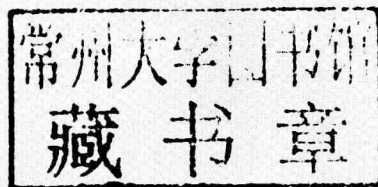
DIANZI
JISHU
SHIYAN



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

电子技术实验

李新成 主 编
匡 军 岳丹松 副主编



 中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内容提要

本书从提高学生综合素质的角度出发,分基础知识篇、实验篇和实践篇,较系统地介绍了常用电子元件的基本知识、数字集成电路基础知识、电子技术实验须知、模拟电子技术实验、数字电子技术实验、电子技术课程设计、表面贴装技术(SMT)实习指导、焊接基本技术、超外差式六管调幅收音机(H950型)装配指导、Multisim仿真技术。

本书采用双色印刷,版面活泼、明晰,易为学生接受。编写融通用性、专业性、知识性、趣味性于一体,为电子技术实验课程的理想教材。

本书可作为高等学校电气信息类专业及相关专业的本、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。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实验/李新成主编. —北京:中国电力出版社,2012.4

ISBN 978-7-5123-2896-9

I. ①电… II. ①李… III. ①电子技术—实验—高等学校—教材 IV. ①TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第066892号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012年7月第一版 2012年7月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 11印张 274千字

印数0001—3000册 定价 29.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



“电子技术实验”是工科院校相关专业学生进行科学实验基本训练的一门必修课程，对培养学生的实验方法、实验技能和创新意识具有重要作用。

随着国家、省级基础课实验教学中心的建设，实验教学越来越受到各高校的重视，而实验教材则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，编写了这本实验教程。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。

本书分为三篇，共 10 章。第一篇为基础知识篇，介绍电子技术实验相关的一些基础知识，包括常用电子元件的基本知识、数字集成电路基础知识、电子技术实验须知；第二篇为实验篇，包括模拟电子技术实验、数字电子技术实验；第三篇为实践篇，包括电子技术课程设计、表面贴装技术（SMT）实习指导、焊接基本技术、超外差式六管调幅收音机（H950 型）装配指导、Multisim 仿真技术。不同专业可按本专业的教学要求进行选择。

本书的全部实验可在 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。

参加本书编写的人员有李新成、匡军、岳丹松，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、龚丽农教授和王至秋老师的大力支持和帮助，在此表示感谢。

本书可作为高等学校电气信息类专业及相关专业的本、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，书中难免存在不妥和疏漏之处，恳请读者予以批评指正。

编 者



目录



前言

基础知识篇

第1章 常用电子元件的基本知识	3
第1节 电阻器与电位器	3
第2节 电容器	9
第3节 晶体二极管	15
第4节 晶体三极管	16
第5节 场效应晶体管	18
第2章 数字集成电路基础知识	21
第1节 国产半导体集成电路的命名方法	21
第2节 数字集成电路的分类与特点	22
第3节 数字集成电路的应用要点	24
第4节 集成逻辑门电路	26
第3章 电子技术实验须知	34
第1节 实验要求	34
第2节 数字电路实验基本知识	35
第3节 TDS-1 数字电路实验系统使用说明	37
第4节 TPE-A3 模拟电路实验箱使用说明	48
第5节 Dais 系列实验箱使用说明	49
第6节 函数信号发生器使用说明	50

实验篇

第4章 模拟电子技术实验	57
实验1 常用仪器设备的使用	57
实验2 电子元件的认识	58
实验3 单级放大器	60
实验4 两级负反馈放大电路	63
实验5 差动放大电路	66
实验6 集成运放的线性应用	68
实验7 电压比较器	72
实验8 集成 RC 正弦波振荡器	73
实验9 整流滤波电路	76

实验 10 串联稳压电路	78
第 5 章 数字电子技术实验	83
实验 11 基本逻辑门逻辑实验	83
实验 12 TTL、HC 和 HCT 器件的电压传输特性	85
实验 13 三态门实验	88
实验 14 数据选择器和译码器	90
实验 15 全加器构成及测试	91
实验 16 组合逻辑中的冒险现象	93
实验 17 触发器	93
实验 18 简单时序电路	97
实验 19 计数器	101
实验 20 四相时钟分配器	104
实验 21 EPROM 存储器	105

实 践 篇

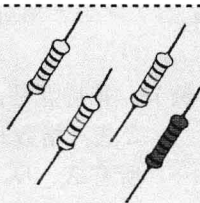
第 6 章 电子技术课程设计	109
第 1 节 课程设计的任务与基本要求	109
第 2 节 电子电路设计的基本过程与思想方法	109
第 3 节 非电专业电子技术课程设计题目	111
第 4 节 电专业电子技术课程设计题目	118
第 7 章 表面贴装技术 (SMT) 实习指导	123
第 1 节 SMT 简介	123
第 2 节 SMT 元器件及设备	125
第 3 节 SMT 焊接质量检查	130
第 8 章 焊接基本技术	132
第 1 节 焊接的基本知识	132
第 2 节 焊接工具的使用	132
第 3 节 焊料和焊剂	134
第 4 节 焊接方法	135
第 9 章 超外差式六管调幅收音机 (H950 型) 装配指导	138
第 1 节 超外差式收音机的工作原理	138
第 2 节 超外差式六管收音机的组装	139
第 3 节 外差式收音机的元器件	140
第 4 节 六管外差机的安装和调试	141
第 5 节 外差式收音机的统调	142
第 6 节 常见故障的维修	144
第 10 章 Multisim 仿真技术	146
第 1 节 导论	146
第 2 节 建立电路	149
第 3 节 编辑元件	156

第 4 节	给电路增加仪表	157
第 5 节	仿真电路	160
第 6 节	分析电路	160
第 7 节	使用 VHDL	163
第 8 节	产生报告	164
参考文献		166

基础知识 **篇**

- 常用电子元件的基本知识
- 数字集成电路基础知识
- 电子技术实验须知





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）。为了能正确的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。

第1节 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，其次还可以作为分流器、分压器和消耗电能的负载等。

一、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。

(1) 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。

膜式电阻包括膜式电阻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。

(2) 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：

1) 按电阻体材料分，可分为薄膜和线绕两种。薄膜可分为WTH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。

2) 按调节机械的运动方式，分为旋转式、直滑式。

3) 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。

4) 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。

5) 按阻值随转角变化关系，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），其纯属密度为±2%、±1%、±0.3%、±0.05%。

D式（对数式）：常用于电视机的黑白对比度

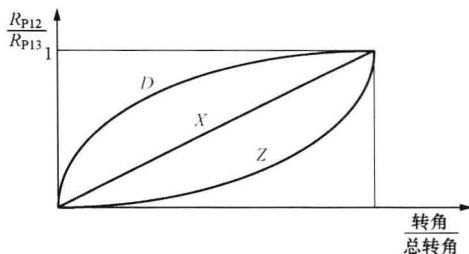


图1-1 电位器阻值随转角变化曲线

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。

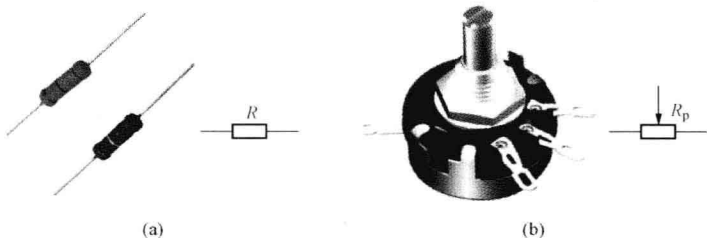
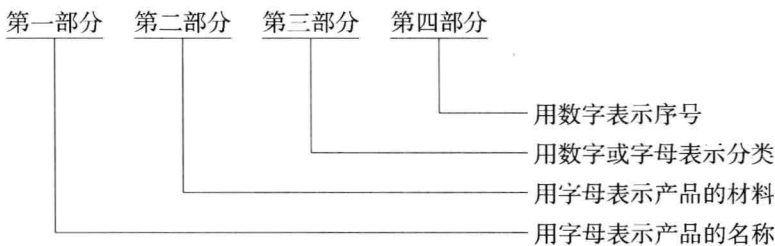


图 1-2 常用电阻器和电位器的外形及符号

(a) 电阻器外形及符号；(b) 电位器外形及符号

二、电阻器型号的命名方法

电阻器、电位器型号的命名由下列四部分组成。

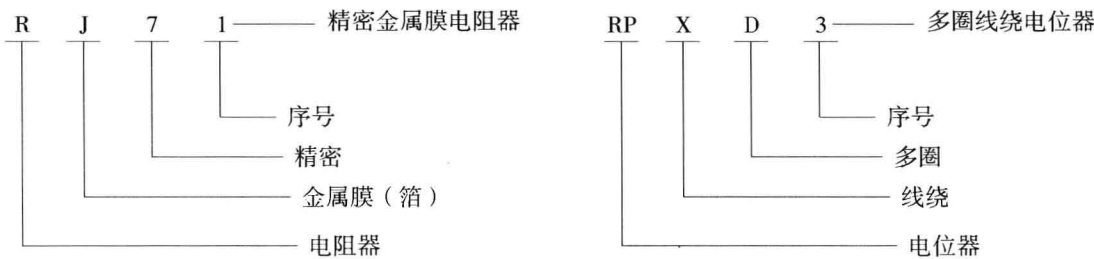


各部分符号意义见表 1-1。

表 1-1 电阻器和电位器的型号命名方法（中国）

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示主称		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	意义
R	电阻器	T	碳膜	1, 2	普通	包括额定功率、阻值、精度等级、允许等级
RP	电位器	P	硼碳膜	3	超高频	
		U	硅碳膜	4	高阴	
		H	合成膜	7	精密	
		C	沉积膜	5	高温	
		I	玻璃釉膜	8	电阻器—高压	
		J	金属膜（箔）	9	电阻器—特殊函数	
		Y	氧化膜	G	精密	
		S	有机实芯	T	电阻：高压；电位器：特殊	
		N	无机实芯	L	高功率	
		X	绕线	X	可调	
		G	光敏	W	测量用	
		R	热敏	D	小型	
		M	压敏		微调	
					多圈	

如：



三、电阻器的主要性能指标

电阻器的主要性能指标如下：

(1) 额定功率。电阻器的额定功率是在规定的环境温度和温度下，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。

额定功率分为19个等级，常用的有1/20、1/8、1/4、1/2、1、2、3、5W…。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。

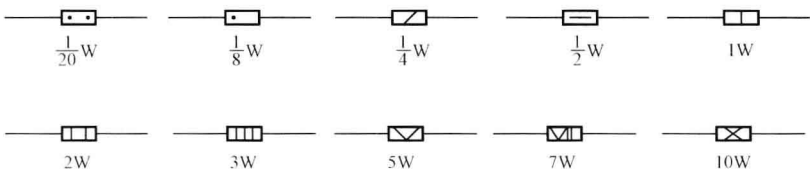


图1-3 额定功率的符号表示法

实际中应用较多的有1/4、1/2、1、2W。线绕电位器应用较多的有2、3、5、10W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)。标称阻值系列见表1-2。

任何固定电阻器的阻值都应符合表1-2所列数值乘以 $10^n\Omega$ ，其中 n 为整数。

表1-2 电阻器标称值系列

允许误差 (%)	系列	标 称 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。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。允许误差等级见表1-3。线绕电位器允许误差一般小于±20%。

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

常用电阻器的主要技术特性见表 1-4。

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)	噪声电动势 (μV/V)	温度系数	额定环境 温度 (°C)	适用频率
RT	碳膜电阻	0.05	10~100×10 ³	1~5	-(6~20)×10 ⁴	+40	10MHz 以下
		0.125	5.1~510×10 ³				
		0.25	5.1~910×10 ³				
		0.5	5.1~2×10 ⁶				
		1.2	5.1~5.1×10 ⁶				
RJ	金属膜电阻	0.125	30~510×10 ³	1~4	±(6~20)×10 ⁴	+70	10MHz 以下
		0.25	30~1×10 ³				
		0.5	30~5.1×10 ³				
		1.2	30~10×10 ³				
RX	线绕电阻	2.5~100	5.1~56×10 ⁶				低频

四、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示印在电阻器上。

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-0.25W-5.1kΩ±10% 表示金属膜电阻器，额定功率 0.25W，阻值 5.1kΩ，允许误差±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，其允许误差有百分数表示，如 50kΩ±5%。

文字符号法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。文字符号用 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 0.15Ω；1R2 表示 1.2Ω；2K7 表示 2.7kΩ；8G2 表示 8.2GΩ（8200MΩ）。

色标法是用不同颜色的环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≥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），第四色环表示阻值的允许误差。如图 1-4 所示，该电阻值为 470kΩ±5%。

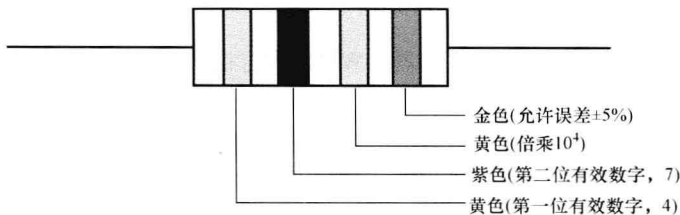


图 1-4 2 位有效数字的色标法

(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。第一~三环表示 3 位有效数字，第四环表示倍乘，第五环表示阻值的允许误差。如图 1-5 所示，该电阻值为 $90\Omega \pm 5\%$ 。

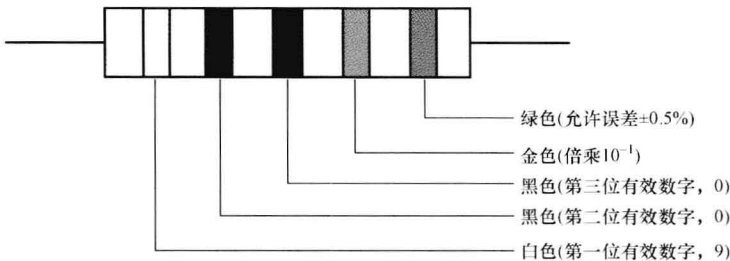


图 1-5 3 位有效数字的色标法

(3) 常用电阻器的图形符号如图 1-6 所示。

五、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。线绕电位器按用途分为变通线绕电位器、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精度高、温度系数小。缺点是阻值偏低，且线圈具有分布电容，限制了它的高频使用。

常用线绕电位器的分类及其主要技术特性见表 1-6。



图 1-6 常用电阻器的图形符号

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	变通单圈电位器	1	4.7 Ω ~15k Ω	100
WX14~11, WX14~12 WX14~31, WX14~32		3	27 Ω ~22k Ω	200
WX16~11, WX16~12		5	27 Ω ~22k Ω	320
WXD3~13	多圈线绕电位器	2	100 Ω ~100k Ω	160
WXD4~23		3	82 Ω ~100k Ω	200
WXD5~32		3	47 Ω ~100k Ω	200
WXD7~33		5	10 Ω ~220k Ω	200

2. 非线绕电位器

非线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比较宽, 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。

常用非线绕式电位器的分类及主要特性见表 1-7。

表 1-7 常用非线绕式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-4	碳膜电位器	0.1	4.7k Ω ~2.2M Ω	100	Z, D
WT- $\frac{1}{2}$	碳膜电位器	0.25	470 Ω ~4.7M Ω	150	X
WTX (WH ₁₅)	合成 碳膜电位器	0.5, 1 1.2	4.7k Ω ~2.2M Ω 470 Ω ~4.7M Ω	250	Z, D X
WTH	小型 碳膜电位器	0.05 0.125	4.7~470k Ω 1k Ω ~2M Ω	75 100	Z, D X
WS	有机实心电位器	0.25 0.5	1k Ω ~1M Ω 100 Ω ~4.7M Ω	100~350 75~250	Z, D X
WH ₇	超小型微调 碳膜电位器	0.1	47 Ω ~680k Ω	100	X
WH ₅	合成碳膜电位器	0.25, 0.5 0.5, 1	4.7k Ω ~2.2M Ω 470 Ω ~4.7M Ω	160, 200 200, 315	Z, D X
WH ₉	合成碳膜电位器	0.1 0.25	4.7k Ω ~2.2M Ω 470 Ω ~4.7M 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。



图 1-7 常用电位器符号

六、电阻器的简单测试

测量电阻的方法很多, 可用欧姆表、电阻电桥和数字欧姆表直接测量, 也可以根据欧姆定律 $R=U/I$, 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。

当测量黏度较高时, 我们采用电阻电桥来测量电阻。电阻电桥有单臂电桥 (惠期登电桥) 和双臂电桥 (凯尔文电桥) 两种。这里不作详细介绍。

当测量要求精度不高时, 可直接用欧姆表测量电阻。现在以 MF-20 型万用表为例, 介绍测量电阻的方法。首先将万能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。调回零后即可把电阻串接于两根测试笔之间, 此时表头指针偏转, 待稳定后即可从刻度盘上直接读出所示数值, 再乘上事先选择的量程, 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。

七、使用电阻器常识

使用电阻器时应注意：

- (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选用非色环电阻，则应将电阻标称阻值朝上，且标志左右顺序一致，以便于观察。

(5) 焊接电阻时，烙铁仪时间不宜过长。

(6) 使用电阻时应考虑电路中信号频率的高低。一个电阻可等效为一个 R 、 L 、 C 两端网络，如图 1-8 所示。不同类型的 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圈，工作频率在 10MHz 左右，未刻有螺旋槽的（如 RY 型）工作频率则更高。

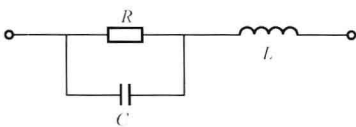


图 1-8 电阻器的等效电路

(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。

第2节 电 容 器

一、电容器的分类

电容器是一种储能元件。在电路中常用于调谐、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。容量是固定不可调和的，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。

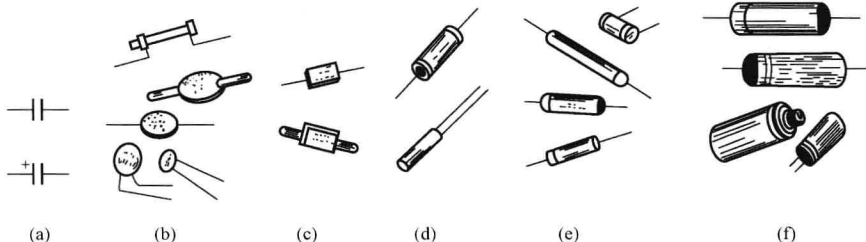


图 1-9 固定电容器

- (a) 电容器符号（带“+”号的为电解电容器）；(b) 瓷介电容器；(c) 云母电容器；
(d) 涤纶薄膜电容器；(e) 金属化纸介电容器；(f) 电解电容器

(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

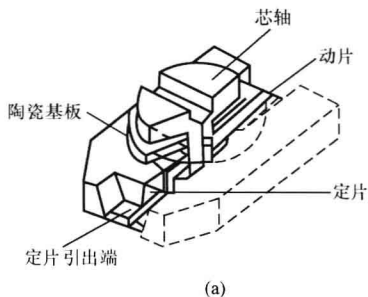


图 1-10 半可变电容器

(a) 外形; (b) 电路符号



(b)

十皮法，最高达 100pF （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。

(3) 可变电容器。电容器的容量可在一定范围内连续变化。常有“单联”和“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。动片转轴转动，以改变动片插入定片的面积，从而改变电容器。一般以空气作介质，也有用有机薄膜作介质的。但后者温度系数较大。

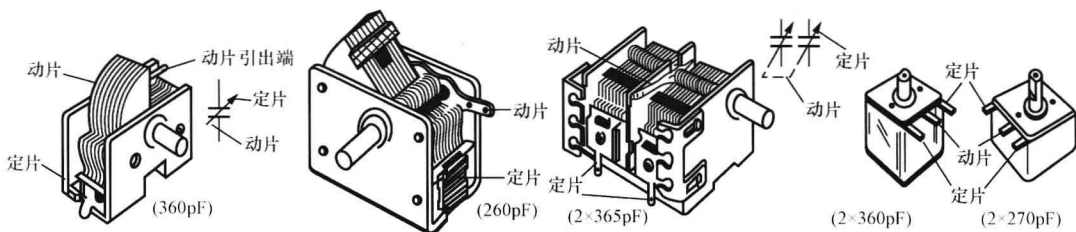


图 1-11 可变电容器

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 500V 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，则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。它们比铝电解电容器漏电流小，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（从几百伏到几千伏），但容量小（从几十皮法到几万皮法）。

(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 $60\sim 70\text{V}$ ），容量较小（一般为 $1\sim 1000\text{pF}$ ）。为克服容量小的缺点，现在采用铁电陶瓷和独石电容。它们的容量分别可达 $680\text{pF}\sim 0.047\mu\text{F}$ 和 $0.01\mu\text{F}$ 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，且体积比同容量瓷介电容小。其容量范围为 $4.7\text{pF}\sim 4\mu\text{F}$ 。另外，其介电常数很宽的频率范围内保持不变，还可应用到 125°C 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