

电子操作工 实践教程

邱勇进 邱淑芹 编著



电子操作工实践教程

邱勇进 邱淑芹 编著



机械工业出版社

本书内容分为两大部分：第一部分介绍了电子元器件以及特殊器件；第二部分介绍了电子产品制作实践知识，从工具的使用、制作印制电路板到组装、焊接、调试、故障排除均做了详细的介绍，同时介绍了与日常生活相关的小电子产品制作实例。

本书可供电子工业领域中的技工、电气工人、农村电工、无线电爱好者阅读；也可作为大中专院校师生或在职职工、农村劳动力技能就业人员欲进行职业资格培训鉴定的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子操作工实践教程/邱勇进, 邱淑芹编著. —北京: 机械工业出版社, 2008. 8

ISBN 978 - 7 - 111 - 24873 - 6

I. 电… II. ①邱…②邱… III. ①电工技术 - 技术培训 - 教材②电子技术 - 技术培训 - 教材 IV. TM TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 124118 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 朱 林 责任校对: 王 欣

封面设计: 姚 毅 责任印制: 李 妍

北京蓝海印刷有限公司印刷

2008 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 11.25 印张 · 278 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 24873 - 6

定价: 23.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379178

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着科学技术的发展和高新技术的广泛应用,电子技术在国民经济的各个领域所起的作用越来越大,并深深地渗透到人们的生活、工作、学习的各个方面。新的世纪已跨入以电子技术为基础的信息化社会,层出不穷的电子新业务、电子新设施几乎无处不在、举目可见。掌握一定的电子技术知识和技能是电子信息时代对每个国民提出的要求和召唤,也是提高素质、搞好本职工作的需要。

本书内容分为两大部分:第一部分介绍了电子元器件以及特殊器件;第二部分介绍了电子产品制作实践知识,从工具的使用、制作印制电路板到组装、焊接、调试、故障排除均做了详细的介绍,同时介绍了与日常生活相关的小电子产品制作实例。

本书是依据行业职业技能鉴定规范,并参考现代电子企业的生产技术文件而编写的。主要内容包括电子产品生产流程及技术文件、电子整机装配常用器材、印制电路板的制作、电子元器件的插装与焊接、表面贴装技术、整机装配和调试、整机检验与包装以及与理论知识相配套的实践训练项目。本书是按电子产品的生产流程来构建内容的结构体系,突出实践性、实用性和针对性。

本书表述简约清楚,通俗易懂,重点突出,内容贴近生产实际,贴近电子企业的岗位需求,可作为电子技术工人的培训用书。也可作为大中专院校师生或在职职工、农村劳动力技能就业人员欲进行职业资格培训鉴定的参考书。

本书由邱勇进和邱淑芹编著,在编写过程中还得到很多专业教师、工程师、专家的帮助和指导,在此致谢。

由于时间仓促和水平有限,书中难免有错误之处,恳请读者指正。

编 者

2008年5月

目 录

前言

第1章 电阻元件的识别与检测	1	3.3.2 石英晶体谐振器	22
1.1 电阻元件概述	1	3.3.3 陶瓷元件	23
1.1.1 电阻元件的分类	1	3.3.4 压电元件的检测	23
1.1.2 电阻元件的主要参数	2	第4章 半导体器件	24
1.2 固定电阻器与可变电阻器	3	4.1 半导体器件概述	24
1.2.1 几种常用的固定电阻器	3	4.1.1 半导体器件的分类	24
1.2.2 可变电阻器的分类与特点	3	4.1.2 半导体器件的命名	25
1.2.3 电阻元件的标识	4	4.2 二极管	26
1.2.4 电阻器的检测	7	4.2.1 二极管的分类及主要参数	26
1.3 几种特殊的电阻器元件	8	4.2.2 各类二极管的主要特点	28
1.3.1 熔断电阻器与热敏电阻器	8	4.2.3 二极管的检测与更换	29
1.3.2 压敏电阻器、光敏电阻器及磁敏 电阻器	9	4.2.4 特殊用途的二极管	29
第2章 电容元件的识别与检测	10	4.2.5 二极管在电路中的应用	32
2.1 电容元件概述	10	4.3 晶体管	39
2.1.1 电容器概述	10	4.3.1 晶体管的分类及主要参数	39
2.1.2 电容器的命名	10	4.3.2 晶体管的识别	43
2.1.3 电容器的标识	12	4.3.3 晶体管基本放大电路	44
2.2 固定电容器	13	4.3.4 各类晶体管的主要特点	48
2.3 可变电容器	14	4.3.5 晶体管的检测与替换	49
2.4 电容器的检测与更换	15	4.4 场效应晶体管	50
2.4.1 直观检查法	15	4.4.1 场效应晶体管的分类	50
2.4.2 用万用表检测电容器	15	4.4.2 结型场效应晶体管	50
第3章 电感器、变压器与压电元件及 其检测	17	4.4.3 绝缘栅型场效应晶体管	51
3.1 电感元件	17	4.4.4 场效应晶体管的主要参数	52
3.1.1 电感元件的分类及符号	17	第5章 晶闸管	53
3.1.2 电感器的特性及主要参数	18	5.1 晶闸管概述	53
3.1.3 电感元件的识别与检测	18	5.1.1 晶闸管的种类	53
3.2 变压器	18	5.1.2 晶闸管的外形和命名	53
3.2.1 变压器的基本结构及分类	18	5.1.3 晶闸管的主要参数	54
3.2.2 变压器的符号及参数	19	5.1.4 晶闸管的选用	55
3.2.3 几种常用的变压器介绍	20	5.2 单向晶闸管	56
3.2.4 变压器的故障及检测	21	5.2.1 单向晶闸管的特性	56
3.3 压电元件	22	5.2.2 单向晶闸管的应用	57
3.3.1 压电元件的分类及其基本功能	22	5.2.3 单向晶闸管的检测	57
		5.2.4 单向晶闸管的替换	58
		5.3 双向晶闸管	59

5.3.1 双向晶闸管的特性	59	8.4.3 导线的焊接	102
5.3.2 双向晶闸管的应用	60	8.4.4 易损元器件的焊接	103
5.3.3 双向晶闸管的检测	60	8.5 焊接质量的检查	104
5.4 单结晶体管的识别与检测	61	8.5.1 焊点缺陷及质量分析	104
第6章 集成电路的识别及检测	63	8.5.2 目视检查	107
6.1 集成电路的基础知识	63	8.5.3 手触检查	107
6.1.1 集成电路的分类	63	8.5.4 通电检查	108
6.1.2 集成电路的主要技术参数	65	8.5.5 拆焊	108
6.1.3 集成电路的封装	65	8.6 自动焊接技术	109
6.2 集成电路的识别	66	8.6.1 浸焊	109
6.2.1 集成电路的外形和符号识别	66	8.6.2 波峰焊	110
6.2.2 集成电路的型号识别	67	8.6.3 回流焊	112
6.2.3 集成电路的引脚识别	67	8.6.4 焊接技术的发展	114
6.3 集成电路的检测、拆焊和焊接	71	8.7 表面贴装技术	114
6.3.1 集成电路的检测	71	8.7.1 表面贴装技术的优点	114
6.3.2 集成电路的拆焊与焊接	76	8.7.2 表面贴装的工艺流程	114
第7章 电路识图	80	第9章 电子仪器仪表的使用	117
7.1 电路图的种类和作用	80	9.1 指针式万用表	117
7.2 识读电路图的基础知识	80	9.1.1 MF-47 型普通万用表的结构组成	117
7.3 识读各种电路图的基本任务和方法	81	9.1.2 MF-47 型普通万用表的使用方法	118
7.3.1 识读单元电路图	81	9.1.3 使用万用表的注意事项	122
7.3.2 识读集成电路图	83	9.2 数字万用表	122
7.3.3 识读系统电路图	83	9.2.1 数字万用表的特点	122
7.3.4 识读印制电路图	83	9.2.2 DT-830 型数字万用表	123
第8章 焊接技术	86	9.3 电子示波器	125
8.1 焊接材料	86	9.3.1 示波器的功能	125
8.1.1 常用锡焊及其特性、用途	86	9.3.2 示波器的分类	125
8.1.2 助焊剂	87	9.3.3 示波器的结构与基本工作原理	126
8.1.3 阻焊剂	88	9.3.4 示波器的使用方法	129
8.2 常用装配工具	89	9.3.5 其他类型示波器	134
8.2.1 焊接工具	89	9.4 毫伏表	136
8.2.2 钳口工具	93	9.4.1 模拟交流毫伏表的电路结构	136
8.2.3 剪切工具	94	9.4.2 DF2175B 型毫伏表的结构和功能	136
8.2.4 紧固工具	94	9.4.3 DF2175B 型毫伏表的使用方法	137
8.3 手工焊接技术	96	第10章 电子技能实训	138
8.3.1 焊接操作姿势与注意事项	96	10.1 家用调光灯电路	138
8.3.2 手工焊接的要求	97	10.1.1 调光电路原理	138
8.3.3 五步操作法	98	10.1.2 安装和检测	138
8.3.4 手工焊接的操作要领	99	10.1.3 双向触发二极管	139
8.4 实用焊接技术	101	10.2 四路智力竞赛抢答器的制作	140
8.4.1 印制电路板的焊接	101		
8.4.2 焊接注意事项	102		

10.2.1 四路抢答器工作原理	140	11.1 概述	161
10.2.2 CD4011 引脚简介	141	11.1.1 印制电路板的作用	161
10.2.3 安装和检测	141	11.1.2 印制电路板的种类	162
10.3 门铃的制作	142	11.1.3 印制电路板的设计步骤	163
10.3.1 门铃电路工作原理	142	11.1.4 印制电路板的设计要求	164
10.3.2 555 定时器	142	11.2 印制电路板的制造	166
10.3.3 安装和检测	144	11.2.1 印制电路板的制造工艺流程	166
10.4 万用表的原理与安装	145	11.2.2 印制电路板的手工制作	168
10.4.1 指针式万用表的组成	145	11.3 CAD 软件	170
10.4.2 万用表的结构	145	11.3.1 软件概述	170
10.4.3 指针式万用表的工作原理	146	11.3.2 电路原理图的绘制	170
10.4.4 安装和检测	149	11.3.3 印制电路板图的绘制	172
10.4.5 焊接前的准备工作	151	参考文献	174
第 11 章 印制电路板的制作	161		

第 1 章 电阻元件的识别与检测

【学习要点】

本章主要讲解各种电阻元件的符号、标识及检测方法。要求读者能正确识别各种电阻元件的阻值及功率，了解其应用范围，掌握用万用表检测电阻元件的方法。

1.1 电阻元件概述

电阻元件简称电阻，是电子设备中用量最大的电子元件之一。

1.1.1 电阻元件的分类

1. 按电阻体材料、用途分成多个种类

如图 1-1 所示。

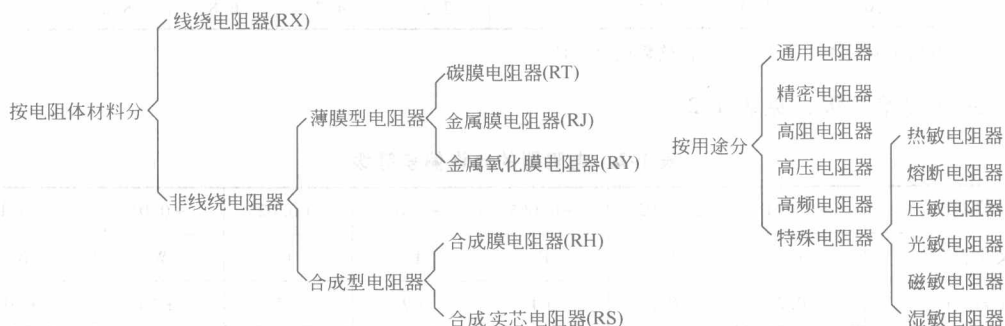


图 1-1 电阻的分类

2. 按阻值的可变与否进行分类

按阻值的可变与否来分，电阻元件可分为固定电阻器和（可调）电阻器（电位器），它们在电路中的符号如图 1-2 所示。



图 1-2 电阻器的类型

3. 常见电阻器的电路符号（见图 1-3 所示）

a) 固定电阻器 b) 可变电阻器

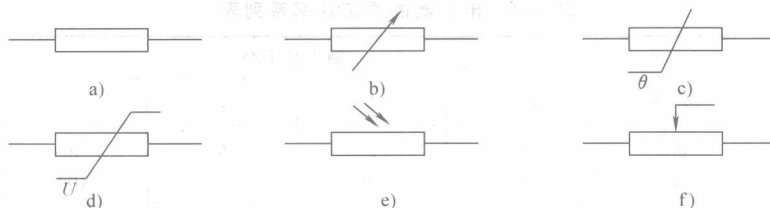


图 1-3 电阻的电路符号

a) 普通电阻器 b) 可调电阻器 c) 热敏电阻器 d) 压敏电阻器 e) 光敏电阻器 f) 滑动电阻器

1.1.2 电阻元件的主要参数

1. 电阻值

对于一定的导电材料，加在其两端的电压 V 与流过的电流 I 之比，称为导电材料的电阻值。电阻的单位为 Ω （欧姆）。比 Ω 更大的单位还有 $k\Omega$ 、 $M\Omega$ 、 $G\Omega$ 、 $T\Omega$ 等单位。它们之间的换算关系为 $1k\Omega = 10^3\Omega$ ； $1M\Omega = 10^3k\Omega$ ； $1G\Omega = 10^3M\Omega$ ； $1T\Omega = 10^3G\Omega$ 。

2. 标称阻值

阻值是电阻的主要参数之一，不同类型的电阻，阻值范围不同，不同允许偏差（%）的电阻其阻值系列也不同。根据国家标准，常用的标称电阻值系列见表 1-1。

表 1-1 常用电阻器标称阻值系列

阻值系列	允许偏差(%)	标 称 阻 值							
E24	± 5	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
E12	± 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	—	—
E6	± 20	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8	8.2	—

注：表中数值再乘以 10^n ，其中 n 为正整数或负整数。

3. 允许偏差等级，见表 1-2。

表 1-2 电阻器的允许偏差等级

允许偏差(%)	± 0.001	± 0.002	± 0.005	± 0.01	± 0.02	± 0.05	± 0.1
文字符号	Y	X	E	L	P	W	B
允许偏差(%)	± 0.2	± 0.5	± 1	± 2	± 5	± 10	± 20
文字符号	C	D	F	G	J	K	M

4. 额定功率

电阻器在电路中长时间连续工作不损坏，或不显著改变其性能所允许消耗的最大功率称为电阻器的额定功率。电阻器的额定功率并不是电阻器在电路中工作时一定要消耗的功率，而是电阻器在电路工作中所允许消耗的最大功率。不同类型的电阻器具有不同系列的额定功率，见表 1-3。

表 1-3 电阻器的额定功率系列表

种 类	额定功率/W					
实心电阻器	0.25	0.5	1	2	5	—
线绕电阻器	0.5	1	2	6	10	15
	25	35	50	75	100	150
薄膜电阻器	0.025	0.05	0.125	0.25	0.5	1
	2	5	10	25	50	100

在电路图中各种功率的电阻器采用不同的符号表示,如图1-4所示。

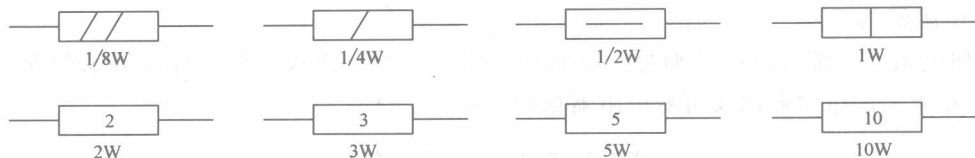


图1-4 电阻器的功率表示法

1.2 固定电阻器与可变电阻器

所谓固定电阻器是指阻值不可调的电阻器。可变电阻器是指:阻值可以调节的电阻器。

1.2.1 几种常用的固定电阻器

1. 线绕电阻器

线绕电阻器是由绝缘基体、绕在绝缘基体上的电阻丝及引脚构成的。

2. 薄膜型电阻器

薄膜型电阻器由绝缘基体、沉积在绝缘基体上的电阻膜以及带引脚的帽头构成。

3. 合成型电阻器

合成型电阻器有合成膜电阻器和合成实芯电阻器等类型。合成膜电阻器(RH)是通过将导电合成物悬浮液均匀涂在绝缘基体表面,再经固化后而形成的。合成实心电阻器(RS)是将碳末(或石墨粉)、粘合剂、填充物混合后,压制成一个实体的电阻元件而制成的。

4. 金属玻璃釉电阻器

这种电阻器是用金属(或金属氧化物)粉末与玻璃釉粉末按比例混合后,再用粘合剂将两种粉末调成浆料,并将浆料均匀涂布在绝缘基体上而形成的。

1.2.2 可变电阻器的分类与特点

可变电阻器是一种机电元件,它依靠滑片在电阻体上滑动来改变电阻器的阻值。

可变电阻器按其用途可分为变阻器和电位器,它们的表示符号如图1-5所示,滑片所对应的引脚称为中心抽头。

变阻器又常常称为可调电阻,其特点是通过改变滑片的位置就能改变电阻值。

电位器是一种分压元件,它依靠滑片在电阻体上滑动,取得与滑片位移成一定关系的输出电压。电位器也可用作变阻器,只要将中心抽头与其他两脚中任意一个相连,就成了变阻器。



图1-5 可变电阻器的符号

a) 变阻器 b) 电位器

1.2.3 电阻元件的标识

1. 电阻器的型号

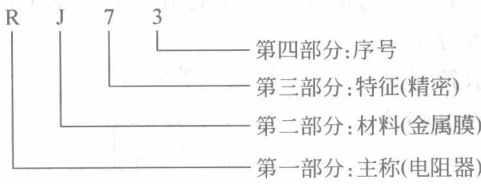
任何电阻元件都有自己的型号，电阻型号常由四部分组成，各部分所表示的含义见表1-4。常见类型的电阻器以及可变电阻器如图1-6所示。

表 1-4 电阻器型号命名方法

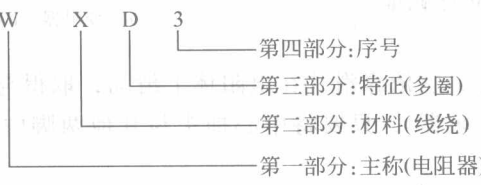
第一部分:主称		第二部分:材料		第三部分:特征			第四部分:序号
符号	意义	符号	意义	符号	意义		
					电阻器	电位器	
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	普通	对主称、材料相同,仅尺寸、性能指标略有差别,但基本不影响互换使用的产品给同一序号。若尺寸、性能指标的差别明显影响互换使用时,则在序号后面用大写字母作为代号予以区别
W	电位器	H	合成膜	2	普通	普通	
		S	有机实芯	3	超高频		
		N	无机实芯	4	高阻		
		J	金属膜(箔)	5	高温		
		Y	氧化膜	6			
		C	沉积膜	7	精密	精密	
		I	玻璃釉膜	8	高压	特殊函数	
		P	硼碳膜	9	特殊	特殊	
		U	硅碳膜	G	高功率		
		X	线绕	T	可调		
		M	压敏	W		微调	
		G	光敏	D		多圈	
		R	热敏	B	温度补偿用		
				C	温度测量用		
				P	旁热式		
				W	稳压式		
				Z	正温度系数		

示例:

(1) 精密金属膜电阻器



(2) 多圈线绕电位器



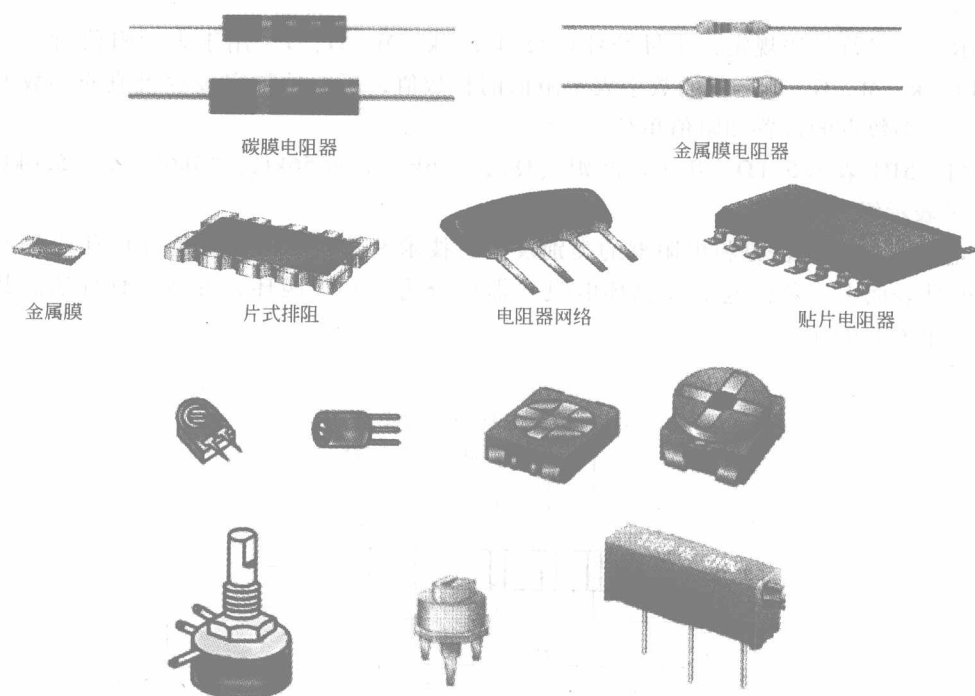


图 1-6 常见类型的电阻器以及可变电阻器

2. 电阻元件的阻值

电阻元件的阻值通常以直标、文字符号和色标等方法标出。

1) 直标法：用阿拉伯数字和文字符号两者有规律的组合来表示标称阻值、额定功率、允许偏差等级等。符号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，其文字符号所表示的单位见表 1-5。如 1R5 表示 1.5Ω ，2k7 表示 $2.7k\Omega$ （见图 1-7）。



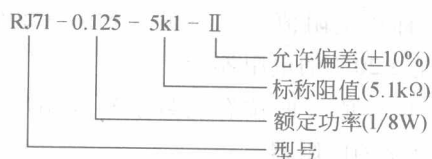
图 1-7 文字符号实物图

表 1-5 文字符号所表示的单位

文字符号	R	K	M	G	T
表示单位	欧姆 (Ω)	千欧 ($10^3\Omega$)	兆欧 ($10^6\Omega$)	千兆欧 ($10^9\Omega$)	兆兆欧 ($10^{12}\Omega$)

2) 文字符号法

例如：



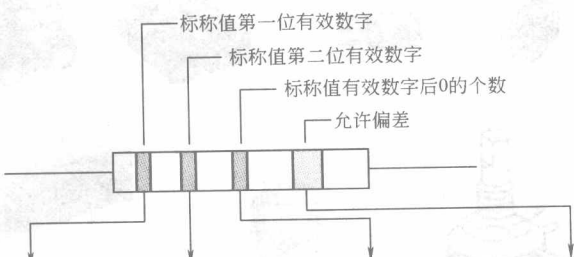
由标号可知，它是精密金属膜电阻器，额定功率为 $1/8W$ ，标称阻值为 $5.1k\Omega$ ，允许偏

差为 $\pm 10\%$ 。

提示：文字符号法规定，字母符号有 Ω (R)、k、M、G、T，用于表示阻值时，字母符号 Ω (R)、k、M、G、T 之前的数字表示阻值的整数，后面的数字表示阻值的小数，字母符号表示小数点的位置和阻值单位。

【例】5R1 表示 5.1Ω ，R 表示欧姆 (Ω)；“56k”表示 $56k\Omega$ ，“5k6”表示 $5.6k\Omega$ 。k、M、G、T 表示级数。

3) 色标法：色标法是将电阻器的类别及主要技术参数的数值用颜色（色环或色点）标注在它的外表面上。色标电阻（色环电阻）器可分为三环、四环、五环 3 种标法。其含义如图 1-8 和图 1-9 所示。



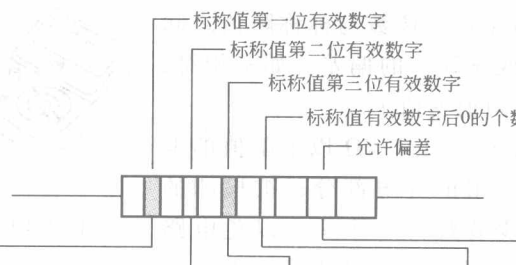
颜 色	第一位有效值	第二位有效值	倍乘数	允许偏差
黑	0	0	10^0	—
棕	1	1	10^1	
红	2	2	10^2	
橙	3	3	10^3	
黄	4	4	10^4	
绿	5	5	10^5	
蓝	6	6	10^6	
紫	7	7	10^7	
灰	8	8	10^8	
白	9	9	10^9	+50% -20%
金	—	—	10^{-1}	$\pm 5\%$
银	—	—	10^{-2}	$\pm 10\%$
无色	—	—	—	$\pm 20\%$

图 1-8 两位有效数字阻值的色环表示法

三色环电阻器的色环表示标称电阻值（允许偏差均为 $\pm 20\%$ ）。例如，色环为棕黑红，表示 $10 \times 10^2 = 1.0k\Omega$ ，误差是 $\pm 20\%$ 的电阻器。

四色环电阻器的色环表示标称值（两位有效数字）及精度。例如，色环为棕绿橙金表示 $15 \times 10^3 = 15k\Omega$ ，误差是 $\pm 5\%$ 的电阻器。

五色环电阻器的色环表示标称值（三位有效数字）及精度。例如，色环为红紫绿黄棕



颜色	第一位有效值	第二位有效值	第三位有效值	倍数	允许偏差
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	$\pm 0.25\%$
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}	—

图 1-9 三位有效数字阻值的色环表示法

表示 $275 \times 10^4 = 2.75 \text{ M}\Omega$ ，误差是 $\pm 1\%$ 的电阻器。

一般四色环和五色环电阻器表示允许偏差的色环的特点是该环离其他环的距离较远。较标准的表示应是表示允许偏差的色环的宽度是其他色环的 1.5 ~ 2 倍。

有些色环电阻器由于厂家生产不规范，无法通过色环判断，这时只能借助万用表判断。

1.2.4 电阻器的检测

在检修故障时，常常离不开电阻的检测。检测电阻的方法有直观法和测量法。

直观法是用肉眼直接观察电阻，看有无烧焦、烧黑、断脚以及帽头松脱现象，若出现这些现象，说明电阻有问题，应更换。

测量法是指用万用表测量电阻的阻值，看其阻值是否正常。

1. 固定电阻器的检测

将两个表笔（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（见图 1-10）。为了提高测量精度，应根据被测电阻标称值的大小来选择量程。由于欧姆档刻度的非线性关系，它的中间一段分度较为精细，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%弧度范围内,以使测量更准确。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 $\pm 20\%$ 的偏差。如不相符,超出偏差范围,则说明该电阻值变值了。

注意:测试时,特别是在测几十 $k\Omega$ 以上阻值的电阻时,手不要触及表笔和电阻的导电部分;被检测的电阻从电路中焊下来,至少要焊开一个头,以免电路中的其他元器件对测试产生影响,造成测量误差;色环电阻的阻值虽然能以色环标志来确定,但在使用时最好还是用万用表测试一下其实际阻值。

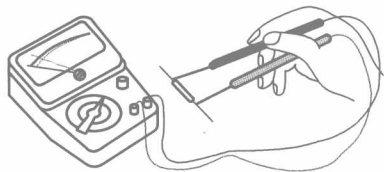


图 1-10 固定电阻器的检测

2. 电位器的检测

检查电位器时,首先要转动旋柄,看看旋柄转动是否平滑,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,则说明质量不好。用万用表测试时,先根据被测电位器阻值的大小,选择好万用表的合适电阻档位,然后可按下述方法进行检测。

1) 用万用表的欧姆档测“1”、“3”两端(“1”、“3”引出端是电位器两固定端),其读数应为电位器的标称阻值,如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。

2) 检测电位器的活动臂与电阻片的接触是否良好。用万用表的欧姆档测“1”、“2”(或“2”、“3”)两端(“2”引出端是电位器中间滑动片端),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,表头中的指针应平稳移动。当轴柄旋至极端位置“3”时,阻值应接近电位器的标称值。如万用表的指针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。

1.3 几种特殊的电阻器元件

1.3.1 熔断电阻器与热敏电阻器

1. 熔断电阻器

熔断电阻器具有双重功能,在正常工作时,起电阻作用;过载时,电阻器将迅速熔断,起熔丝作用。

2. 热敏电阻器

热敏电阻器是指阻值随温度变化而变化的电阻器,热敏电阻器分为正温度系数热敏电阻器和负温度系数热敏电阻器两大类。

正温度系数热敏电阻器:阻值随温度的升高而增大的热敏电阻器。

负温度系数热敏电阻器:阻值随温度的升高而减小的热敏电阻器。

热敏电阻器的外形及电路符号如图 1-11 所示。

热敏电阻器的好坏可通过万用表进行判断,在常温下,若测得的阻值与标称值接近,用

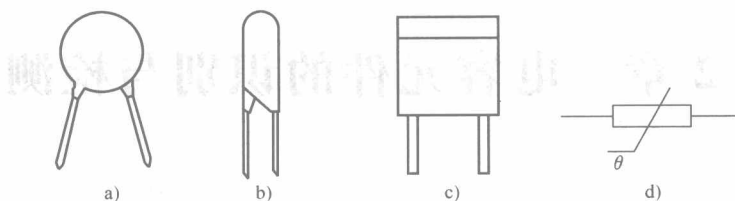


图 1-11 热敏电阻器的外形及电路符号

a) 圆顶形 b) 圆柱形 c) 方形 d) 电路符号

电烙铁加热后，阻值又能发生明显变化，说明正常；否则，说明损坏。

1.3.2 压敏电阻器、光敏电阻器及磁敏电阻器

1. 压敏电阻器

压敏电阻器的特点是当其两端所加的电压较小时，压敏电阻器的阻值很大，流过它的电流几乎为零；当其两端电压增加到某一值时，压敏电阻器的阻值急剧减小，流过它的电流急剧增大。

压敏电阻器的外形大都是圆顶形，如图 1-12a 所示。压敏电阻器的电路符号也有很多种，如图 1-12b 所示。

2. 光敏电阻器

光敏电阻器是一种阻值随光照强度的变化而变化的电阻器。它是利用半导体的光电导效应特性而制成的。某些物质受光照射时，其电导率会增加，这种效应称为光电导效应，利用这种效应可以制造出光敏电阻器。

3. 磁敏电阻器

某些半导体材料的电阻率能随磁场强度的增强而增大，这种现象称为磁电阻效应。磁敏电阻器就是利用半导体材料的磁电阻效应制成的，它的阻值随磁场强度的变化而变化，又称磁控电阻器。

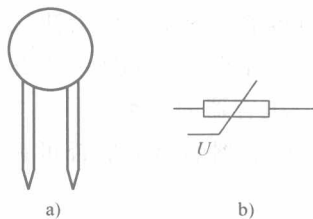


图 1-12 压敏电阻器外形及电路符号

a) 外形 b) 符号

第2章 电容元件的识别与检测

【学习要点】

本章主要介绍电容器的基本知识及结构特点。要求读者掌握3方面内容：电容器的类型、符号及标识；各种电容器的特点及应用环境；电容器的检测技巧。

2.1 电容元件概述

电容元件指的是各种各样的电容器，通常简称为电容。

2.1.1 电容器概述

1. 电容器的基本概念

电容器是存储电荷的容器，它的容量决定了它对电荷的存储能力。若将两块彼此绝缘的金属极板面对面放置，就构成了一个最简单的电容器。

电容器的容量单位为法拉，简称法，用F表示。法拉这个单位太大，常用比法拉更小的单位，如毫法（mF）、微法（ μF ）、纳法（nF）、皮法（pF）等。

2. 电容器的分类

按电容器的容量是否可调来分，电容器可分为：固定电容器、可变电容器及微调电容器。

按电容器所用的介质来分，可分为：有机介质电容器、无机介质电容器、气体介质电容器、电解电容器。

3. 电容器的电路符号

电容器的电路符号如图2-1所示。

4. 电容器的主要参数

- 1) 标称容量。
- 2) 允许偏差。
- 3) 额定电压。
- 4) 频率特性。
- 5) 容抗。

电容器具有通交流、隔直流、通高频、阻低频的作用。

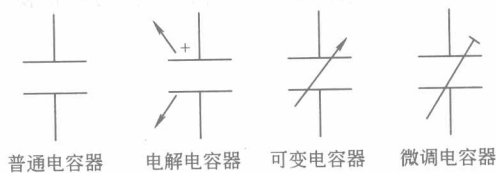


图 2-1 电容器的电路符号

2.1.2 电容器的命名

国产电容器的型号常由四部分组成。第一部分为产品的主称；第二部分用字母表示产品的介质材料；第三部分用数字或字母表示特征；第四部分用数字表示产品的序号。如图2-2所示，命名方法见表2-1。