

技能型人才培养丛书

常用元器件的 识别与检测



王学屯 秦根红 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

1423920

九江学院图书馆



1422053

技能型人才培养丛书

常用元器件的识别与检测

王学屯 秦根红 编著

不外借

九江学院图书馆
藏书章

TN60/
6304

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

05088911

内 容 简 介

本书主要内容为：电阻的识别与检测，电容的识别与检测，电感的识别与检测，二极管的识别与检测，三极管的识别与检测，场效应管、晶闸管和单结晶体管的识别与检测，常用集成电路的识别与检测，机电元件的识别与检测，电声换能器件的识别与检测，LED 显示器件，石英晶体振荡器及陶瓷谐振元件的识别与检测，控制及自动控制元件。

本书可供农村电工、各种技能培训班、家电维修维修人员学习使用，也可作为各职业技术学院相关专业培训教材。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

常用元器件的识别与检测 / 王学屯, 秦根红编著. —北京: 电子工业出版社, 2010. 10

(技能型人才培养丛书)

ISBN 978-7-121-11809-8

I. ① 常… II. ① 王… ② 秦… III. ① 电子元件 - 识别 ② 电子元件 - 检测 IV. ① TN60

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 178066 号

策划编辑: 柴 燕

责任编辑: 韩玲玲

印 刷: 北京京师印务有限公司

装 订:

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787 × 1 092 1/16 印张: 14.5 字数: 371.2 千字

印 次: 2010 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 29.80 元

凡所购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前言

当下我们生活的时代，正随着高科技产品的发展而丰富多彩，从航天器材到潜水飞艇，从工矿设备到家用电器，这些高科技产品的存在改变着我们的生活。而电子电路在这些高科技产品中扮演了重要的角色。无论是简易的电子产品，还是复杂的电器设备，都离不开电子电路。电子电路的最小单元——电路是由一个个电子元器件组成的。因此，识别与检测电子元器件是电器装配、检修的基础，也是电子电工电路制作、设计的入门技能。

假如您只有一块指针式万用表或数字式万用表，您能很好地利用它吗？能把它实实在在地变通为“万用功能”的仪表吗？您是如何通过一定的检测方法来粗略检测电阻、电容、电感、各种晶体管、集成电路、电声器件、连接器件、显示器件及自动控制器件的呢？

若您能抽点时间阅读或参考本书，若您能在兴趣爱好中再动动手，那么对于以上问题相信会得到一个满意的答案！

目前，图书市场上全面通俗地介绍用万用表检测元器件的书籍较多，不是笔者想凑这个热闹，而是想把自己几十年的实际经验奉献给大家，基于这种需要，本人将多年的维修经验进行了整理，编写了这本书，希望起一个抛砖引玉的作用，因此本书具有以下特点。

(1) 起点低，范围广，通俗易懂。从电子元器件的基础知识讲起，详尽地介绍了元器件的外形、特点、命名方法、主要技术指标、各种识别与检测方法等。

(2) 插图丰富。以大量的实物图夯实内容，方便初学者认识与学习。

(3) 同一元器件用两种万用表检测。同一元器件既可采用指针式万用表又可采用数字式万用表检测。

(4) 资料性较强。在编写内容上能详则详，方法上能简则简，数据上能精则精，判断上能准则准。

(5) 增加新型元器件。新型元器件是电子产品更新换代、降低成本、提高整机性能的重要工艺成果，因此，在内容选排上同步增加了新型元器件的分类、命名、识别及检测方法。

本书由王学屯、秦根红编著。全书由秦根红主笔，图片制作、部分章节及统稿由王学屯完成。参加编写的还有高鲜梅、孙文波、王米米、刘军朝、王江南、王翌敏、赵伟、张建春、张建波等。本书在编写过程中，还参考了其他相关大量的书目及资料，在此一并表示最诚挚的感谢！

由于编者水平有限，且时间仓促，书中难免出现谬误之处，恳请各位读者不吝赐教，以便使之日臻完善，在此表示感谢。

目 录

第1章 电阻的识别与检测	1
1.1 电阻的分类	1
1.1.1 普通电阻的外形及特点	1
1.1.2 可变电阻的外形及特点	3
1.1.3 敏感电阻的外形及特点	5
1.2 电阻的识别	8
1.2.1 电阻和电位器的型号命名方法	9
1.2.2 电阻的主要技术指标	10
1.2.3 电阻的阻值表示方法	12
1.2.4 电位器的主要技术指标	16
1.2.5 电位器的阻值表示方法	17
1.2.6 特殊电阻的识别	18
1.3 电阻的检测	24
1.3.1 普通电阻的检测	25
1.3.2 可变电阻的检测	27
1.3.3 特殊电阻的检测	29
思考与练习	33
第2章 电容的识别与检测	35
2.1 电容的分类	35
2.1.1 固定电容的外形及特点	35
2.1.2 可调电容的外形及特点	39
2.1.3 微调电容的外形及特点	40
2.2 电容的识别	40
2.2.1 电容的型号命名法	41
2.2.2 电容的主要技术指标	42
2.2.3 电容的表示方法	42
2.2.4 极性电容识别	44
2.3 电容的检测	45
2.3.1 指针式万用表检测电容	45
2.3.2 数字式万用表检测电容	47
2.3.3 万用表电压法检测电容	48
思考与练习	49
第3章 电感的识别与检测	50
3.1 电感的分类	50
3.1.1 电感线圈的外形及特点	50

3.1.2	变压器的外形及特点	52
3.1.3	贴片式电感的外形及特点	59
3.2	电感的识别	59
3.2.1	电感的主要技术指标	60
3.2.2	电感的表示方法	60
3.2.3	变压器的主要技术指标	62
3.2.4	变压器的识别	63
3.3	电感的检测	64
3.3.1	电感的检测	64
3.3.2	变压器的检测	66
	思考与练习	70
第4章	二极管的识别与检测	71
4.1	二极管的分类	71
4.1.1	整流二极管的外形及特点	71
4.1.2	检波二极管的外形及特点	71
4.1.3	稳压二极管的外形及特点	72
4.1.4	开关二极管的外形及特点	73
4.1.5	发光二极管的外形及特点	73
4.1.6	变容二极管的外形及特点	75
4.1.7	光敏二极管的外形及特点	76
4.1.8	双向触发二极管的外形及特点	76
4.1.9	快恢复二极管的外形及特点	76
4.1.10	整流桥的外形及特点	77
4.1.11	二极管排的外形及特点	78
4.2	二极管的识别	79
4.2.1	国产二极管的型号命名法	79
4.2.2	日本产品晶体管型号命名法	80
4.2.3	美国产品晶体管型号命名法	82
4.2.4	国际电子联合会半导体器件命名法	82
4.2.5	二极管的主要技术指标	83
4.2.6	二极管的极性识别	84
4.3	二极管的检测	85
4.3.1	普通二极管的检测	85
4.3.2	发光二极管的检测	87
4.3.3	稳压二极管的检测	88
4.3.4	光电二极管的检测	89
4.3.5	整流桥的检测	89
4.3.6	双向触发二极管的检测	89
4.3.7	红外光敏二极管的检测	90
	思考与练习	90
第5章	三极管的识别与检测	92
5.1	三极管的分类	92
5.1.1	几种常见三极管的外形及特点	92

5.1.2	贴片式三极管的外形及特点	93
5.1.3	几种特殊三极管的外形及特点	93
5.2	三极管的识别	95
5.2.1	国产三极管型号的命名方法	96
5.2.2	国外三极管型号的命名方法	97
5.2.3	三极管封装形式及引脚识别	99
5.2.4	三极管的主要技术指标	104
5.3	三极管的检测	105
5.3.1	指针式万用表检测三极管	105
5.3.2	数字式万用表检测三极管	108
5.3.3	三极管几个参数的检测	109
	思考与练习	109
第6章	场效应管、晶闸管和单结晶体管的识别与检测	111
6.1	场效应管的识别与检测	111
6.1.1	场效应管的分类	111
6.1.2	场效应管的命名法	112
6.1.3	场效应管的识别	112
6.1.4	场效应管的检测	113
6.1.5	场效应管使用注意事项	113
6.2	晶闸管的识别与检测	114
6.2.1	晶闸管的分类	114
6.2.2	晶闸管的命名法	116
6.2.3	晶闸管的识别	117
6.2.4	晶闸管的检测	118
6.3	单结晶体管的识别与检测	120
6.3.1	单结晶体管的结构、外形及特点	120
6.3.2	单结晶体管的型号命名法	120
6.3.3	单结晶体管的主要参数	121
6.3.4	单结晶体管的检测	121
	思考与练习	122
第7章	常用集成电路的识别与检测	123
7.1	集成电路的分类	123
7.2	集成稳压器	124
7.2.1	集成稳压器的分类	124
7.2.2	集成稳压器的主要技术指标	128
7.3	集成运算放大器的分类、特点及外形	129
7.4	集成音频功率放大器的分类、特点及外形	129
7.5	集成电路的识别	130
7.5.1	国产集成电路的命名方法	130
7.5.2	国外集成电路的命名方法	131
7.5.3	集成电路的封装形式	134
7.5.4	集成电路的引脚识别	136
7.6	集成电路的检测	139

7.6.1	直流电阻检测法	140
7.6.2	总电流测量法	140
7.6.3	对地交、直流电压测量法	140
思考与练习		141
第8章	机电元件的识别与检测	142
8.1	开关的识别与检测	142
8.1.1	开关的分类	142
8.1.2	开关的主要技术指标	147
8.1.3	开关的电路符号	148
8.1.4	开关的检测	149
8.2	连接器	149
8.2.1	连接器的分类	149
8.2.2	连接器的检测	155
思考与练习		156
第9章	电声换能器件的识别与检测	157
9.1	扬声器	157
9.1.1	扬声器的分类	157
9.1.2	扬声器的主要性能指标和特征	160
9.1.3	扬声器的命名法	161
9.1.4	扬声器的检测	162
9.1.5	扬声器极性、相位的判断	163
9.2	耳机	164
9.2.1	耳机的分类	164
9.2.2	耳机的命名法和参数	165
9.2.3	耳机的检测	167
9.3	压电蜂鸣片、蜂鸣器	167
9.3.1	压电蜂鸣片、蜂鸣器的分类	167
9.3.2	压电蜂鸣片、蜂鸣器的检测	169
9.4	话筒	169
9.4.1	话筒的分类、特点及外形	170
9.4.2	话筒的命名法	172
9.4.3	话筒的主要技术指标	173
9.4.4	话筒的检测	174
思考与练习		175
第10章	LED显示器件	176
10.1	数码管	176
10.1.1	数码管的分类	176
10.1.2	数码管的型号命名	176
10.1.3	数码管的内部连接方式	177
10.1.4	数码管的驱动方式	179
10.1.5	数码管的主要参数	179
10.1.6	数码管的检测	180

10.2 点阵	181
10.2.1 点阵的外形结构及特点	181
10.2.2 点阵的命名	183
10.2.3 点阵的检测	183
思考与练习	185
第 11 章 石英晶体振荡器及陶瓷谐振元件的识别与检测	186
11.1 石英晶体振荡器	186
11.1.1 石英晶体振荡器的分类	186
11.1.2 石英晶体振荡器的等效电路与识别	186
11.1.3 石英晶体振荡器的命名法	188
11.1.4 石英晶体振荡器的主要参数	188
11.1.5 石英晶体振荡器的检测	189
11.2 陶瓷谐振元件	190
11.2.1 陶瓷谐振元件的分类、特点及外形	190
11.2.2 陶瓷谐振元件的命名法	192
11.2.3 陶瓷滤波器的检测	192
思考与练习	193
第 12 章 控制及自动控制元件	194
12.1 继电器	194
12.1.1 继电器的分类	194
12.1.2 继电器的命名法	196
12.1.3 电磁继电器的主要技术指标	198
12.1.4 继电器的检测	199
12.2 熔断器	203
12.2.1 普通熔断器的分类及特点	203
12.2.2 热熔断器的分类及特点	203
12.2.3 自恢复熔断器的分类及特点	205
12.2.4 熔断器的检测	206
12.3 温控器	206
12.3.1 温控器的分类及特点	206
12.3.2 温控器的检测	210
思考与练习	210
附录 A 万用表简介及使用方法	211
附录 B 常用半导体三极管的主要参数	218
参考文献	219

第1章 电阻的识别与检测

电阻是电子元器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的性能有极大影响。电阻的主要用途是稳定和调节电路中的电压和电流，其次还可以作为分流器、分压器和消耗电能的负载等。

1.1 电阻的分类

在电路和实际工作中，电阻器通常简称为电阻。常用的电阻分三大类：阻值固定的电阻称为固定电阻或普通电阻；阻值连续可变的电阻称为可变电阻（电位器和微调电阻）；具有特殊作用的电阻称为敏感电阻（如热敏电阻、光敏电阻、气敏电阻等）。

1.1.1 普通电阻的外形及特点

普通电阻是电子设备中应用最多的电子元件，其主要功能是通过分压电路提供其他元器件所需的电压或通过限流电路提供所需的电流。常见的普通电阻如下。

1. 碳膜电阻

碳膜电阻是以碳膜作为基本材料，利用浸渍或真空蒸发形成结晶的电阻膜（碳膜）。其电阻值的调整和确定通过在碳膜上刻螺旋纹槽来实现，电阻体的两端用镀锡铜丝和镀锡环来连接，属于通用性电阻。常见碳膜电阻外形如图1.1所示。

2. 金属氧化膜电阻

金属氧化膜电阻是在陶瓷基体上蒸发一层金属氧化膜，然后再涂一层硅树脂胶，使电阻的表面坚硬而不易损坏。金属氧化膜电阻的电感很小，与同样体积的碳膜电阻相比，其额定负荷大大提高。常见金属氧化膜电阻外形如图1.2所示。

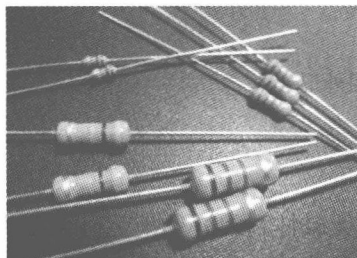


图 1.1 常见碳膜电阻外形

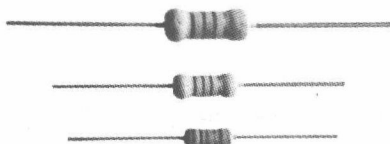


图 1.2 常见金属氧化膜电阻外形

3. 金属膜电阻

金属膜电阻以特种稀有金属作为电阻材料，在陶瓷基体上，利用厚膜技术进行涂层和焙烧的方法形成电阻膜，也可以采用薄膜技术中掩膜蒸发的方法来形成电阻膜。其电阻值的大小通过刻槽或改变金属膜的厚度来控制。金属膜电阻的工作稳定性高，噪声低，但成本较高，通常应用在精度要求较高的场合。常见金属膜电阻外形如图 1.3 所示。

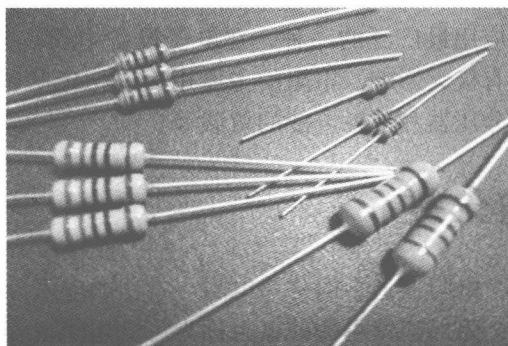


图 1.3 常见金属膜电阻外形

4. 线绕电阻

线绕电阻是将电阻线绕在耐热瓷体上，表面涂以耐热、耐湿、耐腐蚀的阻燃性涂料保护而成。线绕电阻与额定功率相同的薄膜电阻相比，具有体积小的优点，其缺点是分布电感大。常见线绕电阻外形如图 1.4 所示。

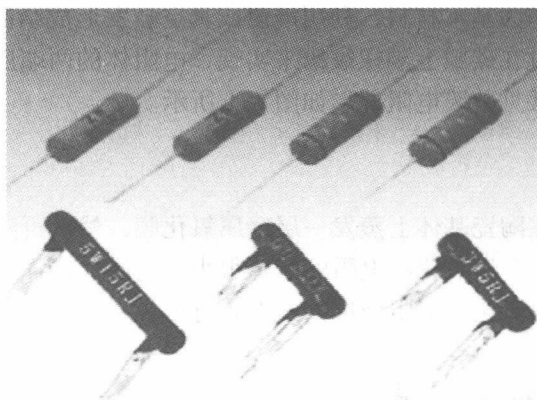


图 1.4 常见线绕电阻外形

5. 水泥电阻

水泥电阻也是一种线绕电阻，它是将电阻线绕在无碱性耐热瓷体上，外面加上耐热、耐湿及耐腐蚀材料保护固定而成的。水泥电阻通常把电阻体放入方形瓷框内，用特殊不燃性耐热水泥填充密封而成。常见水泥电阻外形如图 1.5 所示。

6. 贴片电阻

贴片电阻又称表面安装电阻，是小型电子线路的理想元件。它是把很薄的碳膜或金属合金涂覆到陶瓷基体上，电子元件和电路板的连接直接通过金属封装端面，无需引脚。贴片电阻主要有矩形和圆柱形两种。常见贴片电阻外形如图 1.6 所示。

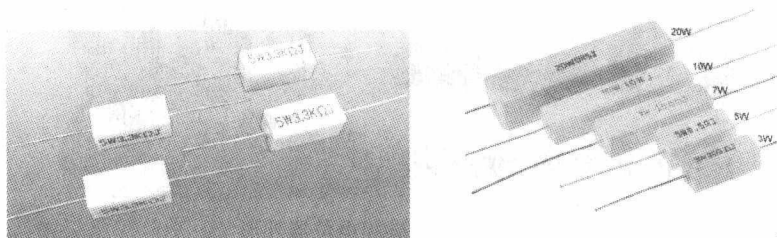


图 1.5 常见水泥电阻外形

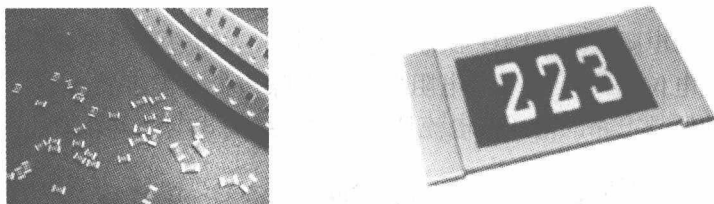


图 1.6 常见贴片电阻外形

7. 网络电阻

网络电阻又称排阻，是一种将多个电阻按一定规律排列集中封装在一起，组合而成的一种复合电阻。网络电阻有单列式（SIP）和双列直插式（DIP）两种结构，其中单列式用得最多。网络电阻具有体积小、安装方便等优点，广泛应用于各种电子电路中，与大规模集成电路（如 CPU 等）配合使用。常见网络电阻外形如图 1.7 所示。



图 1.7 常见网络电阻外形

1.1.2 可变电阻的外形及特点

可变电阻通过调节转轴使其输出电阻发生改变，从而达到改变电位的目的，故这种连续可调的电阻又称为电位器。电位器的种类繁多，根据其操作方式可分为单圈式、多圈式；根据其导电介质还可分为碳膜电位器、线绕电位器、导电塑料电位器等；根据其功能又可分为音量电位器、调速电位器等。电位器共同的特点是都有一个或多个机械滑动接触端，通过调节滑动接触端即可改变电阻值，从而达到调节电路中的各种电压、电流值的目的。

1. 碳膜电位器

碳膜电位器是目前使用最多的一种电位器。其主要特点是分辨率高、阻值范围大，但滑动噪声大、耐热耐湿性不好。常见碳膜电位器外形如图 1.8 所示。

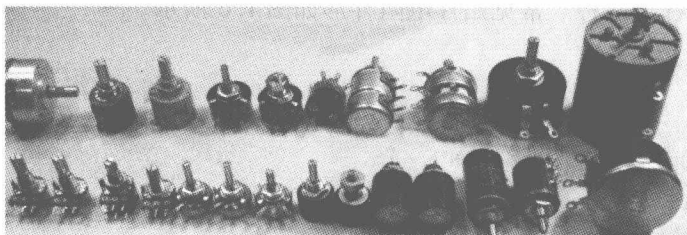


图 1.8 常见碳膜电位器外形

2. 线绕式电位器

线绕式电位器由电阻丝绕在圆柱形的绝缘体上构成，通过滑动滑柄或旋转转轴实现电阻值的调节。线绕式电位器属于功率型电阻器，具有噪声低、温度特性好、额定负荷大等特点，主要用于各种低频电路的电压或电流调节。常见线绕式电位器外形如图 1.9 所示。

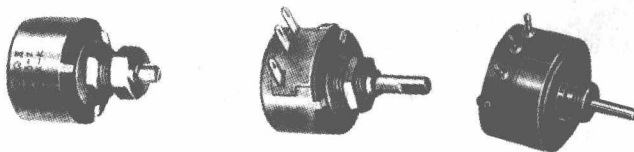


图 1.9 常见线绕式电位器外形

3. 贴片式电位器

贴片式电位器是一种无手动旋转轴的超小型直线式电位器，调节时须借助工具。贴片式电位器的负荷能力较小，一般用于通信、家用电器等电子产品中。常见贴片式电位器外形如图 1.10 所示。

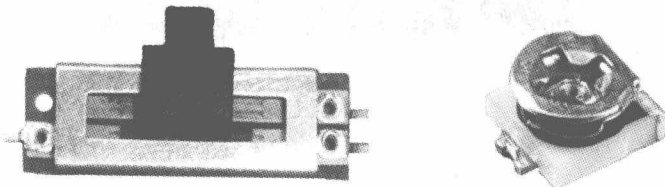


图 1.10 常见贴片式电位器外形

4. 微调电位器

微调电位器一般用于阻值无须频繁调节的场合，通常由专业人员完成调试，用户不可随便调节。微调电位器有多个品种，其中精密多圈微调电位器的电阻丝被绕制 2 ~ 40 圈，其误差很小，阻值变化的线性度好，分辨率高，并且有较大的负荷能力。常见微调电位器外形如图 1.11 所示。

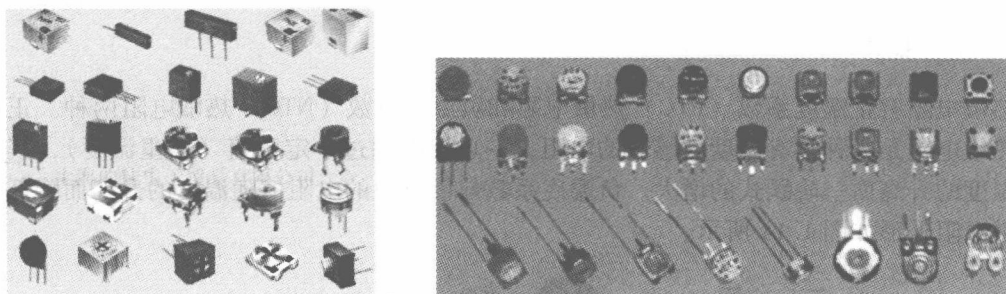


图 1.11 常见微调电位器外形

5. 带开关电位器

带开关电位器是将开关与电位器合为一体，通常用在需要对电源进行开关控制及音量调节的电路中，主要用在收音机、随身听、电视机等电子产品中。带开关电位器外形如图 1.12 所示。

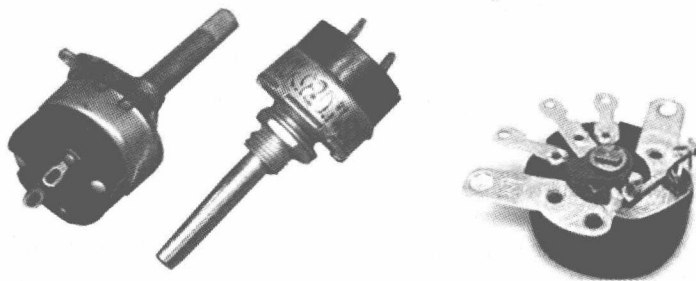
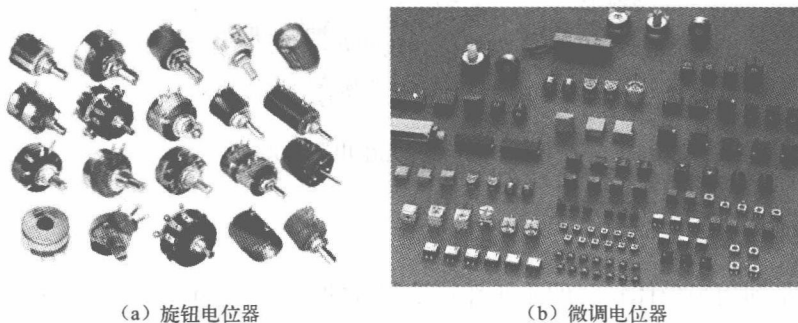


图 1.12 带开关电位器外形

其他常用电位器的外形如图 1.13 所示。



(a) 旋钮电位器

(b) 微调电位器

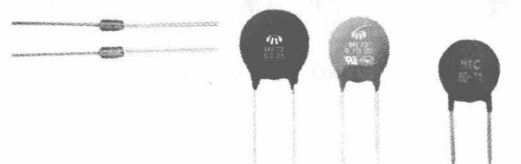
图 1.13 其他常用电位器外形

1.1.3 敏感电阻的外形及特点

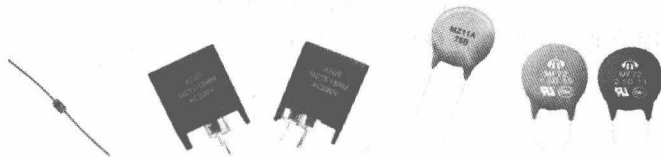
敏感电阻种类较多，电子电路中应用较多的敏感电阻有热敏电阻、光敏电阻、压敏电阻、气敏电阻、湿敏电阻、磁敏电阻等。

1. 热敏电阻

热敏电阻有正温度系数（PTC）热敏电阻和负温度系数（NTC）热敏电阻两种。正温度系数热敏电阻是一种具有温度敏感性的电阻，一旦温度超过一定数值（居里温度），其电阻值随温度的升高而呈阶跃式的增大。负温度系数热敏电阻的电阻值随温度的升高而降低。常见热敏电阻外形如图 1.14 所示。



(a) 常见负温度系数（NTC）热敏电阻



(b) 正温度系数（PTC）热敏电阻

图 1.14 常见热敏电阻外形

2. 光敏电阻

光敏电阻又称光敏电阻，是利用半导体的光电效应制成的一种电阻值随入射光的强弱而改变的电阻。入射光强，电阻值减小；入射光弱，电阻值增大。光敏电阻一般用于光的测量、光的控制和光电转换（将光的变化转换为电的变化）。常见光敏电阻如图 1.15 所示。

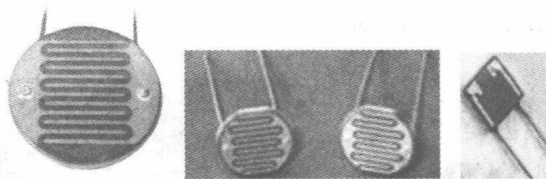


图 1.15 常见光敏电阻外形

3. 压敏电阻

压敏电阻是利用半导体材料的非线性特性制成的一种特殊电阻，是一种在某一特定电压范围内其电导随电压的增加而急剧增大的敏感元件，主要用于电路稳压和过压保护，是家用电器中的“安全卫士”。当压敏电阻两端的电压低于其标称电压时，其内部的晶界层几乎是绝缘的，呈高阻抗状态；当压敏电阻两端的电压（遇到浪涌过电压、操作过电压等）高于其标称电压时，其内部的晶界层的阻值急剧下降，呈低阻抗状态，外来的浪涌过电压、操作过电压就通过压敏电阻以放电电流的形式被泄放掉，从而起到过压保护。常见压敏电阻外形如图 1.16 所示。

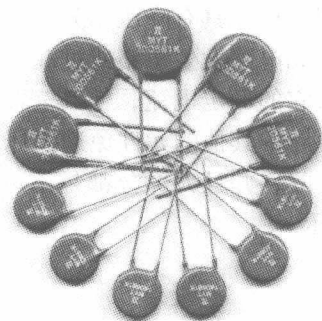


图 1.16 常见压敏电阻外形

4. 气敏电阻

气敏电阻是利用气体的吸附而使半导体本身的电导率发生变化这一原理将检测到的气体的成分和浓度转换为电信号的电阻。常见气敏电阻外形如图 1.17 所示。

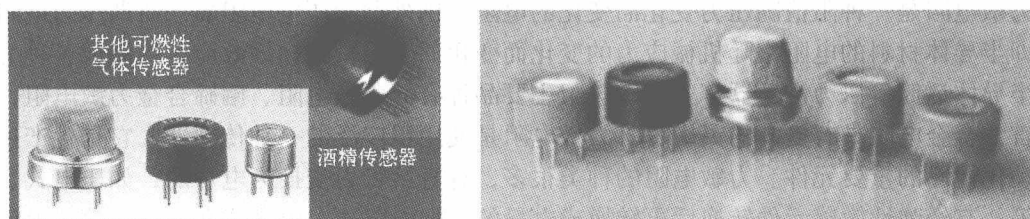


图 1.17 常见气敏电阻外形

5. 湿敏电阻

湿敏电阻是利用湿敏材料吸收空气中的水分而导致本身电阻值发生变化这一原理制成的电阻。常见湿敏电阻外形如图 1.18 所示。

6. 磁敏电阻

磁敏电阻是利用半导体的磁阻效应制造的电阻，常用 InSb（锑化铟）材料加工而成。常见磁敏电阻外形如图 1.19 所示。

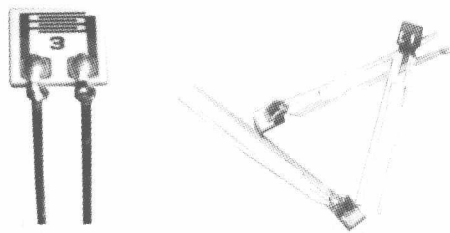


图 1.18 常见湿敏电阻外形

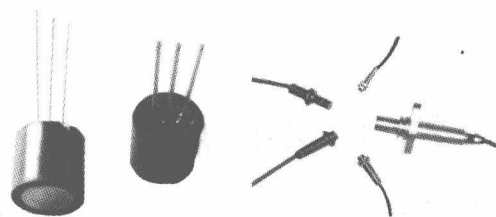


图 1.19 常见磁敏电阻外形

7. 保险电阻

保险电阻又称安全电阻或熔断电阻，是一种兼电阻器和熔断器双重作用的功能元件。在

正常情况下, 保险电阻与普通电阻一样, 具有降压、分压、耦合、匹配等多种功能和同样的电气特性。而一旦电路出现异常, 如电路发生短路或过载, 此时流过保险电阻的电流会大大增加。当流过保险电阻的电流超过它的额定电流, 使其表面温度达到 $500 \sim 600^{\circ}\text{C}$ 时, 电阻层便会迅速剥落熔断, 从而保护电路中其他的元件免遭损坏, 并防止故障的扩大。保险电阻的电阻值很小, 一般为几欧至几十欧, 并且大部分都是不可逆的, 即熔断后不能恢复使用。常见保险电阻的外形如图 1.20 所示。

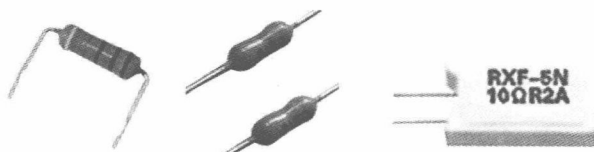


图 1.20 常见保险电阻外形

8. 力敏电阻

力敏电阻是一种阻值随压力变化而变化的电阻, 国外称为压电电阻器。所谓压力电阻效应, 即半导体材料的电阻率随机械应力的变化而变化的效应, 根据该效应, 可制成各种力矩计、半导体话筒、压力传感器等。力敏电阻主要品种有硅力敏电阻、砷铈合金力敏电阻, 相对而言, 合金电阻具有更高的灵敏度。力敏电阻是使用很广泛的一种传感器, 它是生产过程中自动化检测的重要元件。力敏电阻的种类很多, 有直接将力变换为电量的, 如压电式、压阻式等; 有经弹性敏感元件转换后再转换成电量的, 如电阻式、电容式和电感式等。力敏电阻主要用于两个方面: 测力和称重。常见的力敏电阻外形如图 1.21 所示。

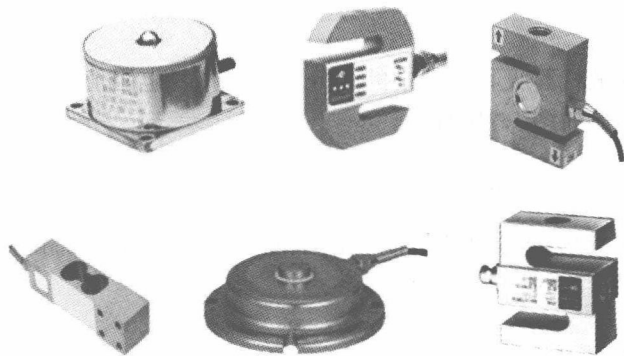


图 1.21 常见力敏电阻外形

1.2 电阻的识别

电阻参数的识读主要有标称阻值、功率及误差。在电路原理图中, 固定电阻通常用大写英文字母“R”表示, 可变电阻通常用大写英文字母“W”表示, 排阻通常用大写英文字母“RN”表示。在电路原理图中, 电阻的图形符号如图 1.22 所示。

电阻值大小的基本单位是欧姆 (Ω), 简称欧。常用单位还有千欧 ($\text{k}\Omega$)、兆欧 ($\text{M}\Omega$)。它们之间的换算关系是: $1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega$ 。