

Fast
快学速修家电丛书

新型

洗衣机 快学速修

张新德 主编



河南科学技术出版社

快学速修家电丛书

新型洗衣机快学速修

张新德 主编

河南科学技术出版社

·郑州·

内 容 提 要

本书全面介绍了洗衣机的常用元器件、常用检测仪表、维修工具、故障速修和通用技术资料。重点突出洗衣机的常见故障速修实例及重要技术资料。全书的故障速修实例形式新颖——均采用表格形式，一个故障现象直接对应一个或多个维修思路或修理方法；内容详实——全面汇集了洗衣机手到病除的维修实例。适用于广大维修人员，特别是初级维修人员和上门维修人员使用。洗衣机技术资料部分则汇编了新型洗衣机的电气电路图和最常用的元器件技术资料，供读者维修时查用。

读者对象：洗衣机维修初学者、技工学校师生、洗衣机维修自学者和操作人员，特别适用于洗衣机维修店专业维修人员和学员阅读。

图书在版编目（CIP）数据

新型洗衣机快学速修/张新德主编. —郑州：河南科学技术出版社，2010.6

（快学速修家电丛书）

ISBN 978 - 7 - 5349 - 4512 - 0

I. ①新… II. ①张… III. ①洗衣机—维修 IV. ①TM925.330.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 034307 号

出版发行：河南科学技术出版社

地址：郑州市经五路 66 号 邮编：450002

电话：(0371) 65737028 65788613

网址：www.hnstp.cn

策划编辑：孙 彤

责任编辑：王 非

责任校对：丁秀荣 马晓灿

封面设计：张 伟

版式设计：栾亚平

责任印制：朱 飞

印 刷：郑州美联印刷有限公司

经 销：全国新华书店

幅面尺寸：185 mm × 260 mm 印张：17.25 字数：382 千字

版 次：2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷

定 价：35.00 元

如发现印、装质量问题，影响阅读，请与出版社联系。

前 言



洗衣机作为一种替代人们手工劳动的家用电器，普及率和自动化程度越来越高，社会拥有量越来越大，随之而来的社会维修量也不断增大。但洗衣机的维修实例和维修资料不多，特别是全自动洗衣机的维修实例和资料更少。为此，我们编写了这本《新型洗衣机快学速修》，以满足广大读者的需要。

该书除详细介绍了维修洗衣机必须掌握的元器件知识、检测仪表和维修工具外，还通过将洗衣机详细故障现象对应的具体故障部位（元器件）进行汇总，有的放矢地解决洗衣机维修中的实际问题，能给广大维修人员提供具体操作方法或带来新的维修思路。希望本书的出版能为广大的读者助一臂之力。

参加本书编写、资料收集、整理和文字录入等工作的同志还有：刘淑华、张云坤、袁文初、刘运和、陈金贵、刘晔、王娇、张美兰、张利平等。

由于作者水平有限，书中可能存在错漏之处，还请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 9 月



目 录



第 1 章 洗衣机常用元器件	(1)
1.1 电阻器	(1)
1.1.1 色环电阻器	(1)
1.1.2 电位器	(3)
1.1.3 热敏电阻器	(4)
1.1.4 压敏电阻器	(6)
1.1.5 湿敏电阻器	(7)
1.1.6 力敏电阻器	(9)
1.2 电容器	(9)
1.2.1 电解电容器	(9)
1.2.2 聚丙烯电容器	(14)
1.3 电感器	(14)
1.3.1 固定电感器	(15)
1.3.2 可调电感器	(16)
1.4 晶体管	(17)
1.4.1 普通晶体二极管	(17)
1.4.2 稳压晶体二极管	(17)
1.4.3 发光二极管	(18)
1.4.4 开关三极管	(19)
1.5 晶闸管	(20)
1.6 石英晶体	(22)
1.7 蜂鸣器	(22)
1.8 程控器	(24)
1.9 继电器	(26)
1.10 电磁阀	(28)
1.11 电动机	(28)
第 2 章 洗衣机常用检测仪表及维修工具	(30)
2.1 洗衣机常用检测仪表	(30)



2.1.1	试电笔	(30)
2.1.2	指针式万用表	(30)
2.1.3	数字式万用表	(34)
2.1.4	钳形电流表	(36)
2.2	洗衣机常用维修工具	(37)
2.2.1	套筒扳手	(37)
2.2.2	双头固定扳手	(37)
2.2.3	梅花扳手	(37)
2.2.4	钳子	(38)
2.2.5	改锥	(39)
2.2.6	电工刀	(39)
2.2.7	电烙铁	(40)
2.3	洗衣机常用耗材	(40)
2.3.1	维修耗材	(40)
2.3.2	配用材料	(40)
第3章	洗衣机速修	(42)
3.1	洗衣机通用故障速查	(42)
3.1.1	普通/半自动洗衣机通用故障速查	(42)
3.1.2	全自动洗衣机通用故障速查	(43)
3.1.3	波轮式洗衣机通用故障速查	(46)
3.1.4	套桶型洗衣机通用故障速查	(53)
3.1.5	滚筒式洗衣机通用故障速查	(53)
3.2	洗衣机具体机型故障速查	(58)
3.2.1	LG 洗衣机	(58)
3.2.2	爱德洗衣机	(60)
3.2.3	爱妻牌洗衣机	(64)
3.2.4	白菊洗衣机	(64)
3.2.5	白兰洗衣机	(66)
3.2.6	白浪洗衣机	(67)
3.2.7	白玫洗衣机	(68)
3.2.8	波浪洗衣机	(69)
3.2.9	长风洗衣机	(70)
3.2.10	东芝洗衣机	(72)
3.2.11	飞碟洗衣机	(73)
3.2.12	凤凰洗衣机	(73)
3.2.13	高宝洗衣机	(73)
3.2.14	海尔洗衣机	(74)
3.2.15	海棠洗衣机	(90)



3.2.16	海洋洗衣机	(94)
3.2.17	荷花洗衣机	(94)
3.2.18	惠而浦洗衣机	(95)
3.2.19	金羚洗衣机	(96)
3.2.20	金松洗衣机	(99)
3.2.21	金鱼洗衣机	(102)
3.2.22	凯歌洗衣机	(104)
3.2.23	浪花洗衣机	(106)
3.2.24	美菱洗衣机	(106)
3.2.25	日立洗衣机	(106)
3.2.26	荣事达洗衣机	(107)
3.2.27	三乐洗衣机	(111)
3.2.28	三峡洗衣机	(111)
3.2.29	三星洗衣机	(113)
3.2.30	三洋洗衣机	(116)
3.2.31	上海洗衣机	(118)
3.2.32	申花洗衣机	(123)
3.2.33	双鸥洗衣机	(130)
3.2.34	水仙洗衣机	(130)
3.2.35	司其乐洗衣机	(143)
3.2.36	松下洗衣机	(143)
3.2.37	松源洗衣机	(148)
3.2.38	天马洗衣机	(148)
3.2.39	天洋洗衣机	(149)
3.2.40	威格玛洗衣机	(149)
3.2.41	威力洗衣机	(149)
3.2.42	西门子洗衣机	(151)
3.2.43	夏普洗衣机	(152)
3.2.44	小天鹅洗衣机	(155)
3.2.45	小鸭洗衣机	(169)
3.2.46	辛普森洗衣机	(184)
3.2.47	新乐洗衣机	(185)
3.2.48	新天洋洗衣机	(185)
3.2.49	伊莱克斯洗衣机	(186)
3.2.50	康佳洗衣机	(187)
3.2.51	友谊洗衣机	(188)

第4章 洗衣机技术资料 (195)

4.1	洗衣机电气电路图	(195)
-----	----------	-------





4.1.1	LG WD—A1226EDS 全自动滚筒式洗衣机电气接线图 ...	(195)
4.1.2	LG XQB60—W3ST 波轮式全自动洗衣机电气接线图	(196)
4.1.3	海尔 XPB60—287S 双桶洗衣机电气线路图	(196)
4.1.4	海尔 XQG50—1008 洗衣机电气接线图	(197)
4.1.5	海尔 XQG50—708 电气电路图	(198)
4.1.6	海尔 XQG50—HDB1000 全自动滚筒式洗衣机电气电 路图	(198)
4.1.7	海尔 XQG52—Q818 电脑全自动滚筒式洗衣机电气电 路图	(199)
4.1.8	海尔 XQG60—HTD1268 全自动滚筒式洗衣机电气电 路图	(200)
4.1.9	日立 SF—BW9F 洗衣机电路原理框图	(200)
4.1.10	三星 WF—R1053S 全自动滚筒式洗衣机电气接线图 ...	(201)
4.2	洗衣机元器件技术资料	(201)
4.2.1	常用二极管技术资料	(201)
4.2.2	常用三极管技术参数	(211)
4.2.3	常用场效应管技术参数	(213)
4.2.4	常用可控硅技术资料	(217)
4.2.5	集成电路技术资料	(230)



第 7 章

洗衣机常用元器件

1.1 电阻器

电阻器主要应用在洗衣机驱动板和电脑板中，应用得较多的有色环电阻器和电位器。色环电阻器就是用颜色来表示阻值的电阻器，它是固定电阻器中的一种，占据着固定电阻器中的主流地位，以下分别进行介绍。

1.1.1 色环电阻器

色环电阻器的图形符号和外形如图 1-1、图 1-2 所示，它只有两根引脚，而且这两根引脚是不分正、负极的。其中，图 1-1a 是我国通常采用的电阻器电路符号，图 1-1b 通常出现在进口产品的电路图中，国内一些家用电器原电路图中也会出现这种形式的电阻器电路符号。

色环电阻器的主要作用之一是限流，从欧姆定律 $I = U/R$ 可知，当电压 U 一定时，流过电阻器的电流 I 与电阻值 R 成反比。选择适当阻值的电阻器，就可以将电流 I 限定在某一要求的数值

上，这就是电阻器的限流作用。色环电阻器的另一个主要作用是降压。当电流流过电阻器时，必然会在电阻器上产生一定的压降，压降的大小与电阻值 R 及电流 I 的乘积成正比，即 $U = IR$ 。利用电阻器的降压作用，可以使较高的电源电压适应电路工作电压的要求。



图 1-1 色环电阻器的图形符号

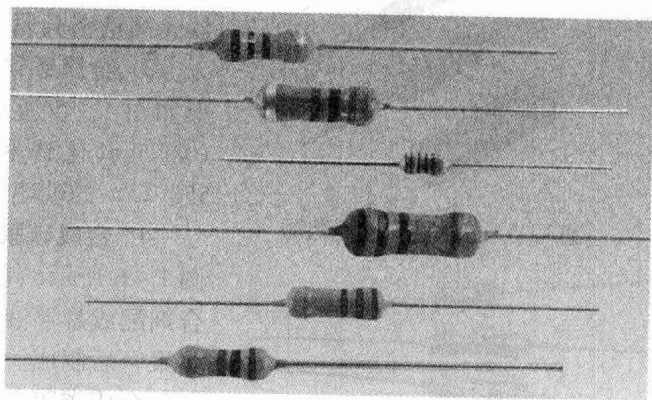


图 1-2 色环电阻器的外形



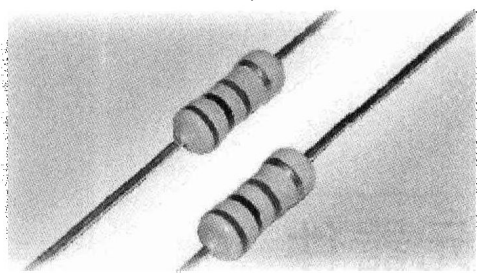


图1-3 碳膜电阻器

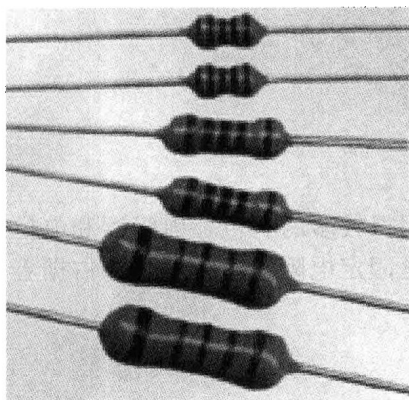


图1-4 金属膜电阻器

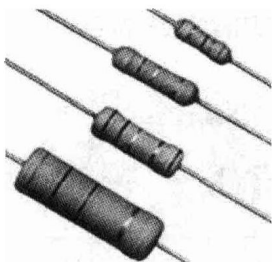


图1-5 金属氧化膜电阻器

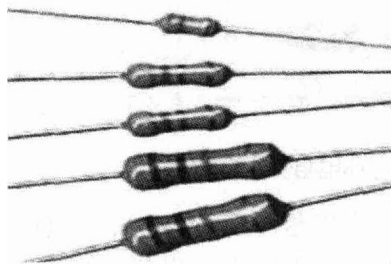


图1-6 合成碳膜电阻器

色环电阻器的种类较多,常见的有碳膜电阻器(RT型)、金属膜电阻器(RJ型)、合成膜电阻器(RH型)和氧化膜电阻器(RY型)、线绕电阻器(KNP型)几类,还有近年来开始广泛应用的片状电阻器。在这些种类中,碳膜电阻器和金属膜电阻器比较常用。

1. **碳膜电阻器** 碳膜电阻器的外形如图1-3所示,它是采用碳膜作为导电层,属于膜式电阻器的一种。

碳膜电阻器是将经过真空高温热分解出的结晶碳沉积在瓷棒或者瓷管上,形成一层结晶碳膜而成的。通过改变碳膜厚度和用刻槽的方法变更碳膜的长度,可以得到不同的阻值,从而制成不同阻值的碳膜电阻器。碳膜电阻器又分为普通碳膜电阻器、高频碳膜电阻器和精密碳膜电阻器等多种。

2. **金属膜电阻器** 金属膜电阻器的外形如图1-4所示,它是采用金属膜作为导电层的电阻器,也属于膜式电阻器。

金属膜电阻器是用高温真空加热蒸发(或高温分解、化学沉积、烧渗等方法)技术将合金材料蒸镀在陶瓷骨架上制成的。通过刻槽或改变金属膜的厚度,可以制成不同阻值的金属膜电阻器。金属膜电阻器又分为普通金属膜电阻器、半精密金属膜电阻器、高精密金属膜电阻器、高压金属膜电阻器等。

3. **金属氧化膜电阻器** 金属氧化膜电阻器的外形如图1-5所示,它是由能水解的金属盐类溶液(如四氯化锡和三氯化铋)在炽热状态下(约550℃)的玻璃或陶瓷骨架的表面分解沉积而成的。

4. **合成碳膜电阻器** 合成碳膜电阻器的外形如图1-6所示,它是将炭黑、石墨、填充料与有机黏合剂配成悬浮液,将其涂覆于绝缘骨架上,再经加热聚合后制成。在电阻器上用色环表示它的阻值。

合成碳膜电阻器又可分为高阻合成碳膜电阻器、高压合成碳膜电阻器和真空兆欧合成碳膜电阻器等。

5. **线绕电阻器** 线绕电阻器的外形如图1-7所示,它是将电阻线绕在耐热瓷体上,表面涂以耐热、耐湿、无腐蚀性的阻燃涂料而制成的。





1.1.2 电位器

应用在洗衣机上的电位器主要有：线绕电位器、实心电位器、膜式电位器几种，以下分别进行介绍：

1. **线绕电位器** 线绕电位器的实物如图1-8所示，它又可分为通用线绕电位器、精密线绕电位器、大功率线绕电位器和微调线绕电位器。精密电位器输出特性精度较高，阻值精度也较高，主要用作洗衣机的调速。微调电位器带有慢转机构，主要用作电流、电压的微量调节。

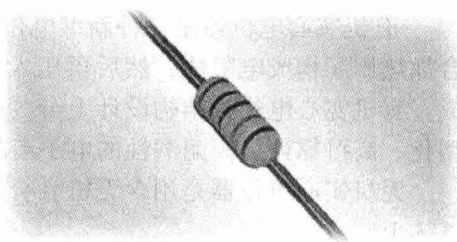


图1-7 线绕电阻器

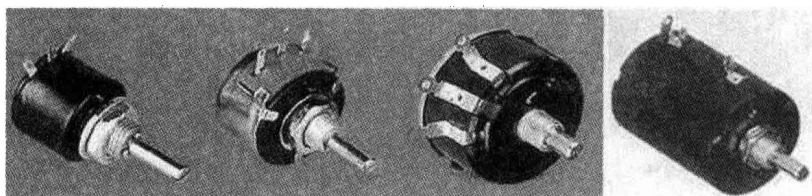


图1-8 线绕电位器

线绕电位器的内部结构如图1-9所示，主要由电阻体、弹簧片、固定端接线片、滑动端接线片组成。

线绕电位器是由电阻体和带滑动触点的转动系统组成的，其电阻体是由电阻丝绕在绝缘体（如涂有绝缘材料的金属或非金属材料片）上，制成圆环形和其他形状绕制而成。电阻丝的种类较多，电阻丝的材料是根据电位器的结构、容纳电阻丝的空间、电阻值和温度系数来进行选择的。电阻丝越细，在给定空间内越能获得较大的电阻值和电阻分辨率。但电阻丝太细，在使用过程中容易断开，影响电位器的使用寿命。

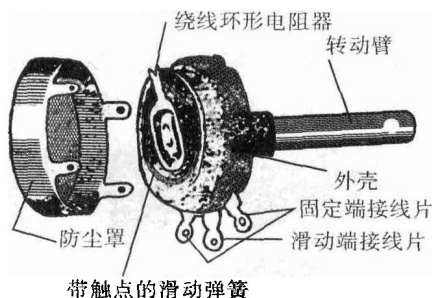


图1-9 线绕电位器的内部结构

2. **实心电位器** 实心电位器的实物如图1-10所示，它包括有机实心电位器、无机实心电位器和导电塑料电位器。其中，有机实心电位器使用最为广泛。

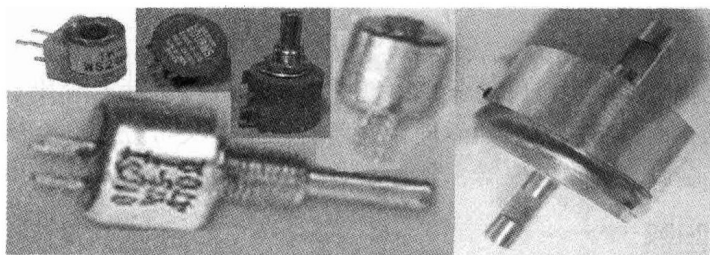


图1-10 实心电位器



有机实心电位器是一种新型电位器，它是用炭黑、石英粉、有机黏合剂等材料混合加热压制构成电阻体，然后再压入绝缘体（如塑料基体）的凹槽内，经过热聚合而成。有机实心电位器结构设计上分为带锁紧螺母的短柄和长柄两种结构形式，它在小型化、高可靠性、高耐磨性的电子产品以及交、直流电路中用作调节电压、电流。

无机实心电位器是用含无机黏合剂（如玻璃釉）的碳质合成物和填料混合冷压在基体上制成。

导电塑料电位器用特殊工艺将 DAP（邻苯二甲酸二烯丙酯）电阻浆料覆在绝缘机体上，加热聚合成电阻膜，或将 DAP 电阻粉热塑压在绝缘基体的凹槽内形成的实体作为电阻器体。

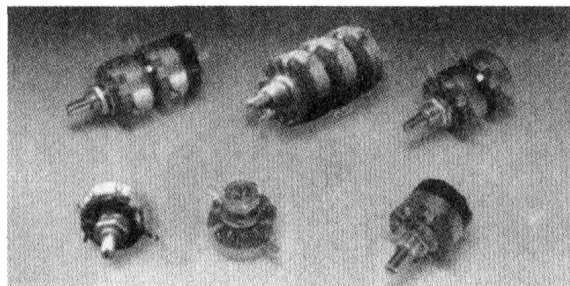


图 1-11 合成碳膜电位器

（如玻璃釉纤维板或胶纸）表面而制成的。再用各类电阻体制成各种电位器，如片状半可调电位器、带开关的电位器、精密电位器等。其中，带开关电位器又可分为有带旋

3. 膜式电位器 膜式电位器包括合成碳膜电位器、金属玻璃釉电位器、金属膜电位器、氧化膜电位器、复合膜电位器。

合成碳膜电位器是目前应用最广泛的电位器，它用字母“WH”表示，实物如图 1-11 所示。合成碳膜电位器的电阻体是用炭黑、石墨、石英粉、有机黏合剂等配成一种悬浮液，涂在基体（如玻璃釉纤维板或胶纸）表面而制成的。再用各类电阻体制成各种电位器，如片状半可调电位器、带开关的电位器、精密电位器等。其中，带开关电位器又可分为有带旋

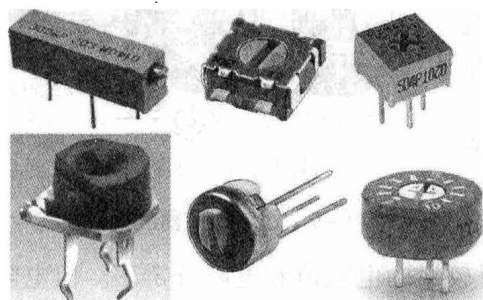


图 1-12 金属玻璃釉电位器

转式开关、推拉式开关、按键式开关、正向开关、反向开关等各种开关的电位器。

金属玻璃釉电位器又称金属陶瓷电位器，它的膜厚为 0.1 ~ 0.25 mm，所以又可称为厚膜玻璃釉电位器，用字母“WJ”表示，实物如图 1-12 所示。这种电位器的制造工艺与金属玻璃釉电阻器相似，即用丝网印刷的方法，将金属玻璃釉浆料涂

覆在陶瓷基体上，再在 700 ~ 800 °C 温度下烧结而成，当然也还要求电刷与电阻体表面的接触电阻要尽量的小。

金属膜电位器用字母“WJ”表示，实物如图 1-13 所示。金属膜电位器的电阻体可由合金膜、金属氧化膜、金属复合膜、氧化钽膜等材料通过真空技术，沉积在陶瓷基体上制作而成。根据制作材料的不同，金属膜电位器又可分为合金膜电位器、金属氧化膜电位器、金属复合膜电位器、金属氧化钽膜电位器等。

1.1.3 热敏电阻器

洗衣机中常用到热敏电阻器。热敏电阻器是电阻值对温度极为敏感的一种电阻器，

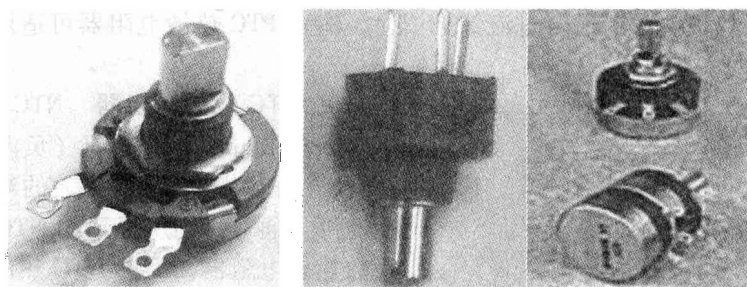


图 1-13 金属膜电位器

又称半导体热敏电阻器，它由单晶、多晶以及玻璃、塑料等半导体材料制成。这种电阻器具有一系列特殊的电性能，最基本的特性是其阻值随温度的变化有极为显著的变化，且其伏安曲线呈非线性。

热敏电阻器种类繁多，一般按阻值温度系数可分为负电阻温度系数（以下简称负温系数）和正电阻温度系数（以下简称正温系数）热敏电阻器；按其阻值随温度变化的大小可分为缓变和突变型；按其受热方式可分为直热式和旁热式；按其工作温度范围可分为常温、高温和超低温热敏电阻器；按其结构分类有棒状、圆片、方片、垫圈状、球状、线管状、薄膜以及厚膜等热敏电阻器。

1. PTC 热敏电阻器 PTC 是英文 Positive Temperature Coefficient（正温度系数）的缩写，泛指正温度系数很大的半导体材料或元器件。通常我们所提到的 PTC 是指正温度系数热敏电阻器，简称 PTC 热敏电阻器，实物外形如图 1-14 所示。

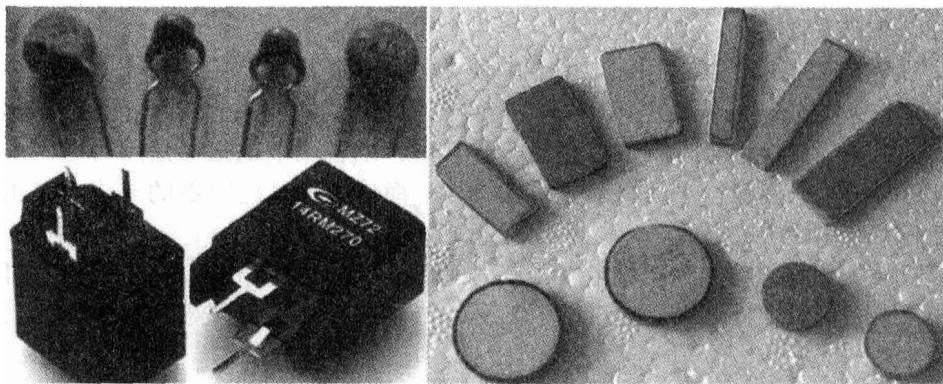


图 1-14 PTC 热敏电阻器外形

PTC 热敏电阻器属于直热式热敏电阻器，它是一种典型具有温度敏感性的半导体电阻器。在高温下，其电阻值较小（仅有几欧姆至几十欧姆），当流经它的电流超过额定值时，其电阻值能在几秒内迅速增大至数百欧姆或数千欧姆以上。

PTC 热敏电阻器根据其材质的不同，可分为陶瓷 PTC 热敏电阻器和有机高分子 PTC 热敏电阻器两种。另外，根据其用途的不同，又可分为恒温加热用 PTC 热敏电阻器、过流保护用 PTC 热敏电阻器、空气加热用 PTC 热敏电阻器、延时启动用 PTC 热敏电阻器、传感器用 PTC 热敏电阻器、自动消磁用 PTC 热敏电阻器等。一般情况下，有

机高分子 PTC 热敏电阻器适合过流保护用途, 陶瓷 PTC 热敏电阻器可适用于以上所列各种用途。

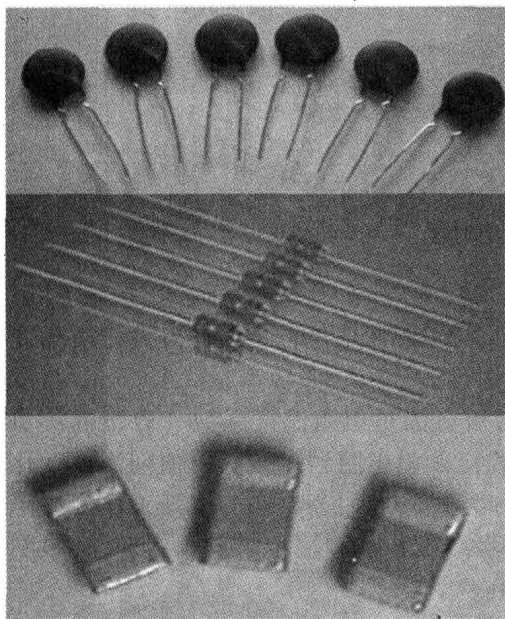


图 1-15 NTC 热敏电阻器

2. NTC 热敏电阻器 NTC 是英文 Negative Temperature Coefficient (负温度系数) 的缩写, 泛指负温度系数很大的半导体材料或元器件, 通常我们所提到的 NTC 是指负温度系数热敏电阻器, 简称 NTC 热敏电阻器, 实物外形如图 1-15 所示。

NTC 热敏电阻器是应用较多的温度敏感型电阻器, 根据用途的不同, 可分为功率型 NTC 热敏电阻器、补偿型 NTC 热敏电阻器和测温型 NTC 热敏电阻器。

1.1.4 压敏电阻器

压敏电阻器是 20 世纪 70 年代开发的一种过压保护器件, 即“在一定电流电压范围内电阻值随电压而变”或“电阻值对电压敏感”的电阻器。压敏电阻器相应的英文名称叫“Voltage Dependent Resistor”, 简称为

“VDR”, 它在国外俗称“斩波器”和“限幅器”。压敏电阻器是按其用途来命名的, 又称为“突波吸收器”。

1. 压敏电阻器的种类 压敏电阻器的种类较多, 常见的分类主要有以下几种:

(1) 按结构分类: 压敏电阻器按结构可分为结型压敏电阻器、体型压敏电阻器、单颗粒层压敏电阻器和薄膜压敏电阻器等。其中, 结型压敏电阻器是因为电阻体与金属电极之间的特殊接触, 才具有了非线性特性, 而体型压敏电阻器的非线性是由电阻体本身的半导体性质决定的。

(2) 按使用材料分类: 压敏电阻器按其使用材料的不同可分为氧化锌压敏电阻器、碳化硅压敏电阻器、金属氧化物压敏电阻器、锗(硅)压敏电阻器、钛酸钡压敏电阻器等。

(3) 按伏安特性分类: 压敏电阻器按其伏安特性可分为对称型压敏电阻器(无极性)和非对称型压敏电阻器(有极性)。

(4) 按应用类型分类: 根据使用目的的不同, 可将压敏电阻器分为保护用压敏电阻器和电路功能用压敏电阻器两大类。

2. 压敏电阻器的作用 压敏电阻器广泛地应用在家用电器及其他电子产品中, 起电压保护、防雷、抑制浪涌电流、吸收尖峰脉冲、限幅、高压灭弧、消噪、保护半导体元器件等作用。须指出的是, 压敏电阻器虽然能吸收很大的浪涌电能量, 但不能承受毫安级以上的持续电流, 在用作过压保护时必须考虑到这一点。

(1) 保护用压敏电阻器: 压敏电阻器的最大特点是当加在它上面的电压低于它的



阈值 (U_N) 时, 流过它的电流极小, 相当于一只关死的阀门, 当电压超过 U_N 时, 流过它的电流激增, 相当于阀门打开。利用这一功能, 可以抑制电路中经常出现的异常过高电压, 保护电路免受过高电压的损害。

根据施加在压敏电阻器上的连续工作电压的不同, 可将跨电源线用压敏电阻器区分为交流用或直流用两种类型, 压敏电阻器在这两种电压应力下的老化特性表现不同。根据压敏电阻器承受的异常过电压特性的不同, 可将压敏电阻器分为浪涌抑制型、高功率型和高能型。

浪涌抑制型是指用于抑制雷电过电压和操作过电压等瞬态过电压的压敏电阻器 (绝大多数压敏电阻器都属于这一类), 这种瞬态过电压的出现是随机的, 且非周期, 电流电压的峰值可能很大。

高功率型是指用于吸收周期出现的连续脉冲群的压敏电阻器 (如并联在开关电源变换器上的压敏电阻器), 这里冲击电压周期出现, 且周期可知, 能量值一般可以计算出来, 电压的峰值并不大, 但因出现频率高, 其平均功率相当大。

高能型指用于吸收发电动机励磁线圈、起重电磁铁线圈等大型电感线圈中的磁能的压敏电阻器, 其主要技术指标是能量吸收能力。

压敏电阻器的保护功能, 在绝大多数应用场合下, 是可以多次反复作用的, 但有时也将它做成电流保险丝那样的“一次性”保护器件 (如: 并联在某些电流互感器负载上的带短路接点的压敏电阻器)。

(2) 电路功能用压敏电阻器: 压敏电阻器主要应用于瞬态过电压保护, 它具有类似于半导体稳压管的伏安特性, 且具有多种电路组件功能, 例如可用作: 电压波动检测组件、荧光启动组件、均压组件、直流高压小电流稳压组件 (其稳定电压可高达数千伏以上)、直流电瓶移位组件等。

1.1.5 湿敏电阻器

空气中所含水蒸气的量称为湿度。湿度敏感器件是在所用材料能发生与湿度有关的物理效应和化学反应的基础上制造的, 具有将湿度这一非电量转换成电量的功能。

湿敏电阻器是一种对环境湿度敏感的组件, 它的电阻值能随着环境的相对湿度变化而变化, 广泛应用于洗衣机作为湿度检测和湿度控制用。

湿敏电阻器在电路中的文字符号用字母“ R ”或“ R_s ”表示, 图 1-16 所示是其电路符号。

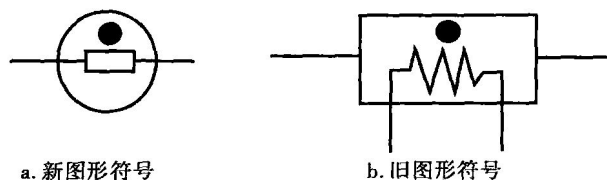


图 1-16 湿敏电阻器的电路符号

湿敏电阻器主要由基片 (绝缘片)、感湿材料和电极组成, 其工作原理如图 1-17 所示。湿敏电阻器的基体为不吸水且耐高温的绝缘材料, 电极常用不易氧化的导电材料。



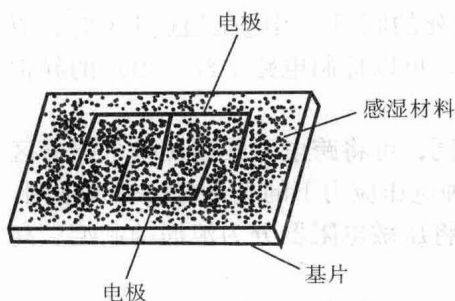


图 1-17 湿敏电阻器的内部结构

料制成。基体、导体加工好后，再涂覆或浸渍感湿材料，然后烧结成感湿电层。感湿电层是湿敏电阻器的主体（一般只有几至几十微米），当其接收到湿度的变化后，电极之间的阻值发生改变，从而起到将湿度转换成电信号的作用。

如图 1-18 所示为湿敏电阻器外形图。湿敏电阻器种类较多，目前常用的有陶瓷湿敏电阻器、氯化锂湿敏电阻器、有机高分子膜湿敏电阻器、碳湿敏电阻器等。一般来说，电阻值随相对湿度的增大而增大的湿敏电阻器称为正湿度特性湿敏电阻器；反之，电阻值随相对湿度的增大而减少的湿敏电阻器则称为负湿度特性湿敏电阻器。

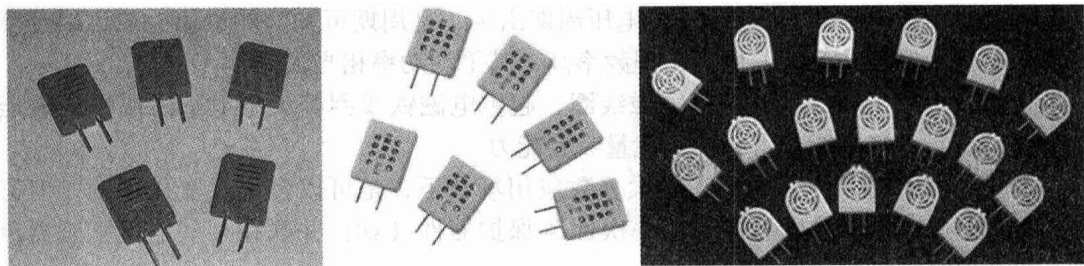


图 1-18 湿敏电阻器外形图

1. 陶瓷湿敏电阻器 图 1-19 所示为涂覆膜型陶瓷湿敏电阻器的两种常用结构形式，一般由基体、电极感湿层和加热电极三部分组成，图中未画出加热电极。

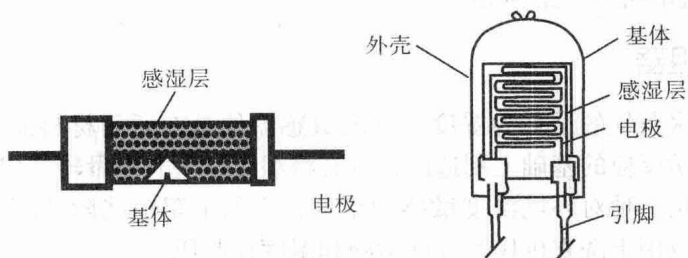


图 1-19 涂覆膜型陶瓷湿敏电阻器的结构

制造半导体陶瓷湿敏电阻器的材料，主要是不同类型的金属氧化物，其中铬酸镁 - 二氧化钛陶瓷湿敏电阻器是较常用的一种湿敏电阻器。该组件采用了 $\text{MgCr}_2\text{O}_4 - \text{TiO}_2$ 多孔陶瓷，电极材料二氧化钛通过丝网印制到陶瓷片的两面，在高温烧结下形成多孔性电极。在陶瓷片周围装置有电阻丝绕制的加热器，对陶瓷表面进行热清洗。

2. 氯化锂湿敏电阻器 氯化锂湿敏电阻器是利用吸湿性盐类潮解，离子导电率发生变化而制成的测湿组件。氯化锂是典型的离子晶体，其电解质溶液形成的薄膜能随着空气中水蒸气的变化而吸湿或脱湿。当溶液置于一定温度的环境中时，若环境的相对湿度高，溶液将因吸收水分而浓度降低；反之，环境的相对湿度低，则溶液的浓度





就偏高。因此氯化锂湿敏电阻器的阻值将随环境相对湿度的改变而改变,从而实现了湿度的测量。

典型的氯化锂湿敏电阻器有登莫(Dunmore)式和浸渍式两种结构类型。

(1) 登莫式湿敏电阻器:登莫式湿敏电阻器是在聚碳酸酯基片上制成一对梳状金电极,然后涂覆一层经过碱化处理的聚乙烯醇和氯化锂水溶液的混合液,其表面再涂上一层多孔性保护膜而成。

(2) 浸渍式湿敏电阻器:浸渍式湿敏电阻器是在基本材料上直接浸渍氯化锂溶液构成的,其基片材料为天然树皮。由于采用了表面积大的基片材料,并直接在基片上浸渍氯化锂溶液,因此这种湿敏电阻器具有小型化的特点,它适用于微小空间的湿度检测。

3. 有机高分子膜湿敏电阻器 有机高分子膜湿敏电阻器是在氧化铝等陶瓷基板上设置梳状型电极,然后在其表面涂以具有感湿性能,又有导电性能的高分子材料的薄膜,再涂覆一层多孔质的高分子膜保护层。这种湿敏组件是利用水蒸气附着于感湿薄膜上,电阻值与相对湿度相对应这一性质。由于使用了高分子材料,所以适用于高温气体中湿度的测量。

4. 其他湿敏电阻器 碳湿敏电阻器是在两极间喷涂一层含碳粒的有机胶状纤维素而成。氧化物湿敏电阻器感湿层的材料是氧化物,其电阻湿度系数大多数为负值。硫酸钙湿敏电阻器感湿材料是以硫酸钙为主体的。

1.1.6 力敏电阻器

力敏电阻器是一种阻值随压力变化而变化的电阻器,又称为压电电阻器。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。利用力敏电阻器能够将机械力转变为电信号的特性,可以应用在洗衣机的称重电路。

力敏电阻器的种类主要有硅力敏电阻器和硒碲合金力敏电阻器,相对而言,合金电阻器具有更高灵敏度。由于力敏电阻器是由半导体材料制成的,它比压电晶体换能器的功率灵敏度高得多,并能通过较大的电流,其制造工艺也比较简单。

1.2 电容器

电容器主要应用在洗衣机的驱动电动机、程序控制器和电脑板中。在洗衣机中使用的电容器主要有:普通电解电容器、超级电容电容器、瓷片电容器等。

1.2.1 电解电容器

电解电容器实际上也是一种固定电容器,但它与普通固定电容器在结构上有较大的不同。普通固定电容器的两极板之间用绝缘电介材料做成,而电解电容器的两极板材料采用的是电解质电介材料。正是它的一些特性与普通固定电容器特性不同,所以这种电容器的容量能做得很大,在洗衣机直流或者脉动电路中常有应用。特别是电动

