

中等职业教育国家规划教材配套教学用书

小家电原理使用 与维修

(电子电器应用与维修专业、电子技术应用专业)

主编 初厚绪



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材配套教学用书

小家电原理使用与维修

(电子电器应用与维修专业、电子技术应用专业)

主编 初厚绪

高等教育出版社

内容简介

根据教育部 2001 年颁布的中等职业学校电子电器应用与维修专业、电子技术应用专业教学指导方案,结合青岛市职业技术教育教研室关于“中等职业教育教材如何贯彻落实全面素质教育为基础、能力为本位的教学指导思想”的研究成果及我国家用电器工业的发展现状,编写了本教材,同时参考了有关行业的职业技能鉴定标准及中级技术工人等级考核标准。

本书主要介绍常用小家电的基本结构、基本原理、选购与使用、常见故障检修等方面的知识。全书共分八章,主要内容有:常用材料与元器件、照明灯具、电风扇、吸尘器与吸排油烟机、洗碗机与消毒柜、家用电热器具、微波炉、家用通信设备等。

本书可作为中等职业学校电子电器应用与维修专业、电子技术应用专业及相关专业教材或岗位培训用书,也可作为广大电子爱好者的自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

小家电原理使用与维修/初厚绪主编. —北京:高等教育出版社,2003.7

ISBN 7-04-012862-4

I. 小... II. 初... III. ①日用电气器具—理论—专业学校—教材②日用电气器具—使用—专业学校—教材③日用电气器具—维修—专业学校—教材
IV. TM925.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 043819 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京机工印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 8.5
字 数 200 000

版 次 2003 年 7 月第 1 版
印 次 2003 年 7 月第 1 次印刷
定 价 19.20 元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

随着我国社会主义市场经济体制的初步建立,我国社会经济进入了一个高速发展的时期,经济结构调整在全国范围内深入开展,高科技的发展更是日新月异。面对变化了的客观现实,职业教育怎样做到与宏观经济结构调整和科学技术发展相匹配,更好地为社会经济的发展服务,青岛市职业技术教育教研室就“中等职业教育教材如何贯彻落实全面素质教育为基础、能力为本位的教学指导思想”这一课题进行了深入研究,提出了具体的落实措施和改进方法。

根据《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革思路和教育部 2001 年颁布的中等职业学校电子电器应用与维修专业、电子技术应用专业教学指导方案的基本要求,结合上述课题的研究成果及我国家用电器工业发展的现状,并参考有关行业的职业技能鉴定标准及中级技术工人等级考核标准编写了本教材。

本教材在编写中力图贯彻落实全面素质教育为基础、能力为本位的教学指导思想,为中等职业教育的培养目标服务,体现中等职业教育的特色。本教材主要有以下特点:

1. 努力跟踪产业发展新动向,突出新知识、新技术、新工艺在小家电产业中的应用。教材引用产品的举例机型均为市场上比较畅销、先进的机型;所有资料均为相关企业提供的最新技术资料。

2. 落实全面素质教育,重视实践能力的培养。教材编写以定性介绍为主,减少复杂的理论分析,尽量做到原理分析简单易懂,重点放在小家电产品常见故障的检修和产品维护上;精选具有代表性的、使用比较广泛的小家电产品作为典型事例,提高教材的实用性、资料性;通过“想一想、做一做”,开拓学生思维,强化学生的实践能力培养。

3. 根据新颁教学基本要求,采用模块式编写方式。基础模块为必讲内容,选用模块供学校、学生根据具体情况选择使用。

4. 文字表述上力求简明扼要、通俗易懂;尽可能多地采用插图,以求直观形象,图文并茂。

本书由青岛市职业技术教育教研室初厚绪担任主编,各部分编写分工如下:第一、二、四章由初厚绪编写,第三、五章由王国明编写,第六、七、八章由袁喜国编写;全书由初厚绪、袁喜国统稿。

本书由山东省家用电器协会李佩禹高级工程师担任主审,并提出了许多宝贵意见;在编写过程中还得到了其他有关单位和人员的关心和支持,在此一并表示感谢。

由于时间仓促,加上编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2002 年 12 月

目 录

第一章 家电的常用材料及元器件	1	第三节 洗碗机的选购与使用方法	52
第一节 常用电热材料	1	第四节 洗碗机的常见故障与维修方法	53
第二节 电阻式电热元件	2	第五节 澳柯玛洗碗机的维修方法	56
第三节 远红外线辐射器	4	第六节 电子消毒柜的结构与工作原理	60
第四节 晶闸管与继电器	4	第六章 电热小家电(一)	
第五节 时间控制器件	6	——电热器具	66
第六节 家电常用传感器	7	第一节 电热水瓶	66
第二章 家用照明灯具	18	第二节 电饭锅	69
第一节 日光灯	18	第三节 电熨斗	72
第二节 电子节能灯	19	第四节 电暖器	76
第三节 应急灯	21	第五节 电热水器	81
第四节 声光控制电路	23	第六节 电热水器的故障与维修	91
第五节 调光台灯	24	第七章 电热小家电(二)	
第三章 电动小家电(一)		——微波炉	93
——电风扇	26	概述	93
第一节 结构和工作原理	26	第一节 微波炉的基本工作原理	95
第二节 维修程序与典型故障维修方法	34	第二节 微波炉的故障与维修	100
第四章 电动小家电(二)		第八章 家用通信设备	108
——吸尘器与吸排油烟机	38	第一节 无绳电话机	108
第一节 吸尘器	38	第二节 无线寻呼机	116
第二节 吸排油烟机	41	第三节 传真机	120
第五章 电动小家电(三)		附录 1 小家电常用元器件符号	
——洗碗机与消毒柜	47	与名称	124
第一节 洗碗机的特点与分类	47	附录 2 部分小家电电气原理图	126
第二节 洗碗机的结构及工作原理	48		

第一章 家电的常用材料及元器件

了解小家电常用材料的分类和特性,熟悉常用元器件的工作原理和构造,是掌握小家电维修技术的关键。本章将对这些内容作简要介绍。

第一节 常用电热材料

电热元件是电热器具的主要部件,它是由电热材料制成的。

一、电热材料的分类

电热材料的种类繁多,按电热材料的材质不同,可分为金属材料和非金属材料两大类。

常用的金属材料有:贵金属及其合金(如铂、铂铑等),重金属及其合金(如钨、钼等),镍基合金(如镍铬、镍铬铁等),铁基合金(如铁铬铝、铁铝等),铜基合金(如康铜、新康铜等)。在这些材料中,镍基合金和铁基合金最为常用。

常用的非金属材料有:钛酸钡(即 PTC 材料)、碳化硅和石墨等。

二、电热材料的特性

1. 物理与机械特性

各种不同的电热材料具有不同的物理与机械特性,比如材料的熔点、密度、导热系数、电阻率、反复弯曲次数和伸长率等各不相同。在电热元件的设计制作和断头再接过程中,均要考虑这些因素。

2. 最高使用温度

指电热元件本身所允许的最高表面温度。由于不同材质的熔点不同,因此其最高使用温度和常用工作温度也不同。金属及其合金的强度随温度的增加而降低。当电热丝的表面温度超过其最高使用温度时,电热丝容易烧毁。

3. 电阻温度系数

电热材料的电阻值会随温度的变化而变化。若随着温度上升电阻值变大,称正温度系数(用 PTC 表示);若随着温度上升电阻值变小,则称负温度系数(用 NTC 表示)。

具有正温度系数的电热材料,通电后电阻值随着温度升高而增大,电流则相应变小,从而热量的产生趋缓,最后自动达到热平衡。所以,电阻式电热元件都采用具有正温度系数的材料制成。而钛酸钡陶瓷材料(即 PTC 材料),在温度低于其居里点时,因为具有负温度系数,所以有升温较快的特点;但在温度高于居里点时,电阻值随温度上升而急剧增加,因而电流迅速回落,所以可达到控温的目的。

第二节 电阻式电热元件

电阻式电热元件按装配方式不同,可分为开启式、罩盖式和密封式三大类。

一、开启式电热元件

此类电热元件因电热材料暴露在空气中而得名。它通电后产生的热量靠周围空气对流和直接辐射传递给被加热物体。其主要优点是结构简单、安装与检修方便,但由于通电部位裸露,故不安全。此外,也不能在潮湿的场所应用。电热丝还易氧化,故使用寿命较短。

开启式电热元件常应用于电炉、电吹风和部分电暖器中。

开启式电热元件断丝后,最好更换同规格电热丝。若手头无备用品,且一时又买不到,则可采取断头搭接的办法。具体方法如下:

(1) 缠绕法:此法适合于直径小于 0.5 mm 的电热丝。由于镍铬丝较软且不易折断,故可将螺旋形的断头拉直,按图 1-1 所示方法绞紧。但对于铁铬铝丝来说,因冷却后脆化严重,容易折断,所以要用喷灯加温到呈暗樱红色后,再拉直并绞紧。

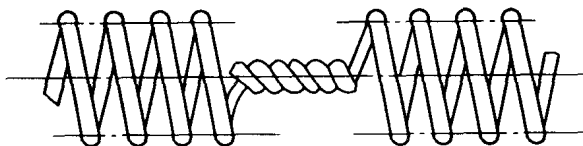


图 1-1 缠绕法示意图

(2) 冷压法:此法适合于直径为 0.5~1 mm 的电热丝。在一段金属导电杆的表面,铣出一条宽度为电热丝直径 1.5 倍的槽,然后将拉直的两断头放入槽内,如图 1-2(a)所示;或用不锈钢片将拉直的两断头并排包扎好,如图 1-2(b)所示。最后,用钢丝钳紧密压紧。

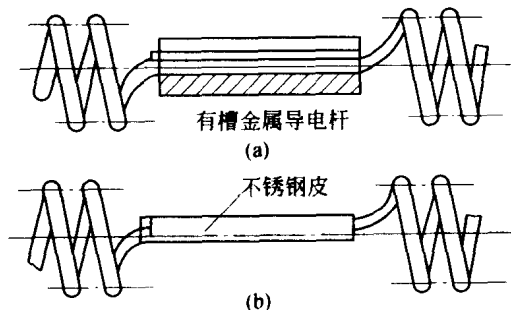


图 1-2 冷压法示意图

(a) 铣槽冷压法 (b) 包不锈钢皮冷压法

(3) 铣槽焊接法:此法适合于直径为 1~1.5 mm 的电热丝。将拉直后的两断头从导电金属圆筒两端插入,并在中间宽为 15~20 mm 的铣槽内进行电焊对接,如图 1-3 所示。

(4) 对焊法:此法适合于直径大于 1.5 mm 的电热丝。直接在断头处按图 1-4 所示的方法进行电焊对接。焊接时应尽量缩短焊接时间,减少电热丝的受热范围及过热程度,以免引起电热丝过多地脆化。

不管采取以上何种方法,均要保证连接处有足够的接触面,无松动,并要保证有良好的电气性能。断头连接后,由于有效长度缩短,功率较以前会有所增加,使用时电热丝表面温度将会提高,因此,在一根电热丝上不宜进行多次连接。

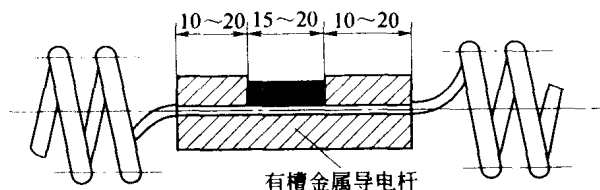


图 1-3 铣槽焊接法示意图

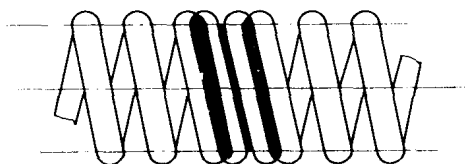


图 1-4 对焊法示意图

二、罩盖式电热元件

此类电热元件因电热材料被既导热又绝缘的物质(如云母片)包裹起来,或被置于绝缘且导热的罩壳内而得名。加热时,这些保护罩直接与被加热物体接触,热量传递主要靠传导。由于电热材料周围空气不易流通,所以具有不易氧化、寿命较长的优点,但其热效率较低。

其电热材料断丝的修理一般可参照开启式电热器件的修理方法。

罩盖式电热元件一般用于电熨斗和电烤箱中。

三、密封式电热元件

此类电热元件因电热材料被绝缘且导热的材料紧密包覆并密封而得名。常用的管状式电热元件是密封式电热元件中的一种。其制作过程一般是:在一金属管内放入螺旋状电热丝,并在电热丝周围填充绝缘且导热的粉末(如氧化镁),使电热丝不能碰及金属管,然后将电热丝的端头从管两端引出并封口,再将管压缩,使内部氧化镁被进一步压实。有的管状式电热元件还在表面涂上远红外辐射涂料,以进一步提高热效率。密封式电热元件的主要优点是安全、热效率高(由于外壳不带电,可直接浸入被加热的液体中)、使用寿命长。缺点是造价高、检修困难。

管状式电热元件的常见故障是断路或丝、壳间短路。断路往往发生在丝与引出杆的连接处;短路常发生在温度较高部位(因丝的热量直接传到管上)。维修时,先要正确判断出断路或短路的部位,然后在故障处锯开金属管;将切口两边电热丝端头各拉出 20 mm 并将其对折,然后再把对折后的两电热丝端头,从一有铣槽的金属导电空心棒

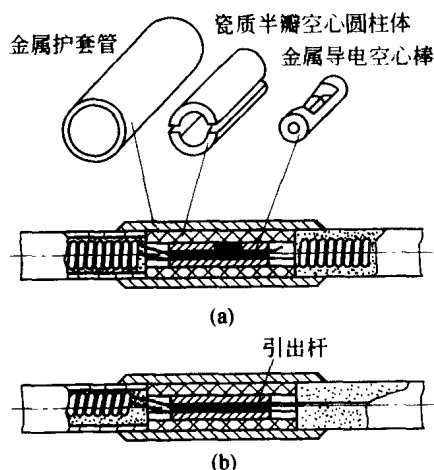


图 1-5 管状式电热元件维修示意图

(a) 丝与丝连接 (b) 引出杆与丝连接

内相对穿入,并在铣槽内焊牢,再用 2 个瓷质半瓣空心圆柱体合抱在其外层,最后套上金属护套管并将其两端与原金属管焊接牢固,如图 1-5 所示。在维修管状电热元件时,要注意绝缘层的恢复和金属管的焊接封闭,以便维持原来的性能。由于管状式电热元件维修较麻烦,所以一般都采取调换相同规格元件的方法来解决。

第三节 远红外线辐射器

具有远红外辐射能力的电热元件称“远红外线辐射器”,它主要用于电暖器中。

一、远红外光的实质

远红外光是一种波长在 $2.5 \sim 15 \mu\text{m}$ 的电磁波。远红外光由辐射方式传递能量,具有穿透力强和加热迅速、均匀等优点,因此其热效率较高。实验证明,被加热物体对远红外光有较好的吸收能力。

二、金属管状远红外线元件

在普通金属管状加热元件表面涂上远红外辐射涂层即成金属管状远红外线元件。远红外辐射涂层一般由粘结剂和金属氧化物组成,它能将电热材料通电后产生的可见光和近红外线吸收转变成热效率较高的远红外线,从而将加热器的效率提高约 $60\% \sim 80\%$ 。

三、石英管状远红外线元件

将电热丝密封在石英管内,电热丝两端从灯管两端引出,即成为石英管状远红外线元件。电热丝通电时发出的大量可见光和近红外线,射到石英玻璃上后,通过石英材料内部品格振动,可转变成较强的远红外辐射,其热效率可高达 90% 以上,且加热迅速,但是其机械强度较差。

第四节 晶闸管与继电器

一、晶闸管

晶闸管也称为“可控硅”,在现代电子技术中的应用日趋广泛。晶闸管是一种没有触点的“继电器”。它没有噪声,体积小,重量轻。通常用于家电控制领域,如在全自动洗衣机中控制电机的转动、光控电路中控制灯光的明暗等。

1. 晶闸管的特性

晶闸管在现代电子技术中的应用日趋广泛。它在家电电子控制领域中占有重要地位。

由于结构的特殊,晶闸管具有以下特点:

(1) 具有正向触发导通能力。当晶闸管的阳极(即 A 极)与阴极(即 K 极)间处于断路时,在这两极间加上正向电压(A 为正,K 为负),同时在门极(即 G 极)与阴极之间加上较小的正向电压(即触发电压),能使 A-K 间转换成导通状态。

(2) 具有反向阻断能力。在 A-K 间导通的晶闸管上,若在 A-K 间加上反向电压或较小的正向电压(通过的电流小于其维持电流),则晶闸管被关断。

由于晶闸管是用小电流来控制大电流的,因而使半导体技术从弱电领域进入了强电领域,并得到了广泛的应用。在小家电领域里,晶闸管在调光、调速和控温等控制线路中得到了广泛的应用。

2. 单向晶闸管

单向晶闸管的符号和外形如图 1-6 所示。

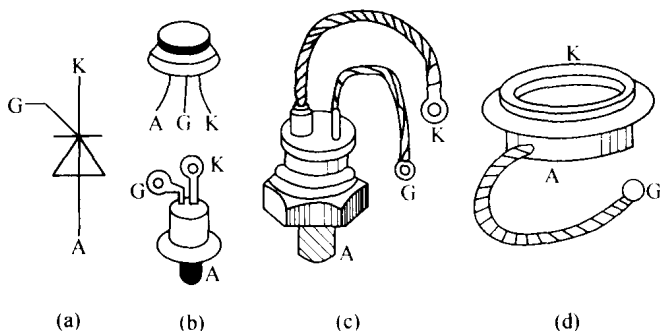


图 1-6 单向晶闸管的符号和外形

(a) 符号 (b) 管式 (c) 螺栓式 (d) 平板式

单向晶闸管的连接规律是将阳极 A、阴极 K 与负载串联在电路中,而将门极 G 接在相应的触发电路中,如图 1-7 所示。

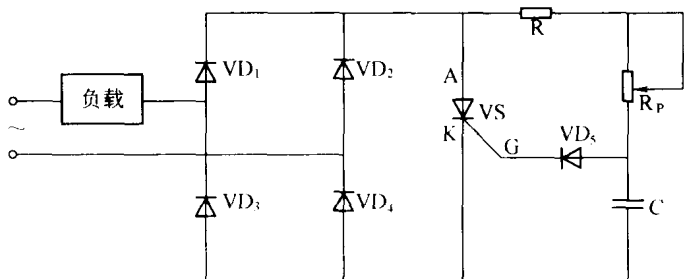


图 1-7 简易晶闸管控制电路

图 1-7 中, VD_1 、 VD_2 、 VD_3 和 VD_4 等 4 只二极管组成桥式整流电路,为 VS 提供 A-K 间所需的正向脉冲电压,其值在零和最大值间反复变化。电阻 R 、电位器 R_p 和电容 C 组成充电电路。当电容 C 被充电到一定程度后,通过二极管 VK 给晶闸管 VS 的门极加上触发电压,使晶闸管导通,负载有工作电流通过;当晶闸管的 A-K 间电压过零时,晶闸管被关断,负载失电,而电容又再次被充电……。电位器 R_p 可调节电容的充电速度。当 R_p 阻值较小时,电容两端电压上升较快,使晶闸管导通时间较长,这样负载平均工作电流相应增大;反之,当 R_p 阻值增大时,电容两端电压上升较慢,使晶闸管导通时间较短,这样负载平均工作电流相应减少。

3. 双向晶闸管

双向晶闸管相当于将 2 只单向晶闸管按图 1-8

(a) 连接,双向晶闸管的符号如图 1-8(b) 所示。

双向晶闸管仿效集成块制作方法将 2 个反向并接的单向晶闸管做在同一块基片上。其管脚中一端为门极 G ,其余两端为主电极(用 A_1 和 A_2 表示)。使用时,主电极不分极性。当双向晶闸管的 A_1 与 A_2 两极间为正向电压(或反向电压), G 与 A_2 间触发电压也为正向(或反向)时, A_1 和

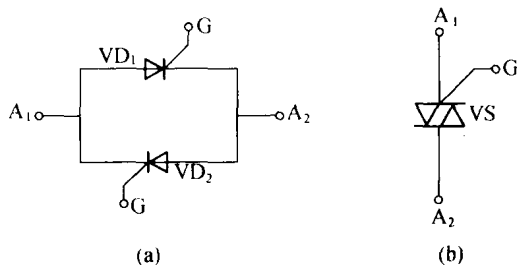


图 1-8 双向晶闸管的符号

(a) 等效图 (b) 符号

A_2 间均导通。在图 1-7 中,若将单向晶闸管 VS 和单向二极管 VK 换成双向晶闸管和双向二极管,则图中 VD_1 — VD_4 组成的整流电路可省略,从而形成如图所示电路,使用双向晶闸管可大大简化电路。

4. 晶闸管的极性判别与测量

(1) 单向晶闸管判别管脚的方法

用万用表 $R \times 1$ 挡测任意两极间正反向电阻,测得阻值最小的那次中,黑表棒所接的为 G 极,红表棒所接的为 K 极,剩下的一极为 A 极。

(2) 双向晶闸管判别管脚的方法

用万用表 $R \times 1$ 挡进行测量,黑表棒接任意一极,红表棒分别接其他两极。若 2 次测得的阻值均为无穷大,说明黑表棒所接为 A_2 极;再测剩余两极间正反向阻值,测得阻值较大的那次中,黑表棒所接的为 G 极,余下的一极为 A_1 极。

二、继电器

继电器是一种能自动实现通、断控制的元件,常用于家用电器设备中自动操作、自动调节、安全保护和检测机器运转等。

继电器分为固体继电器和常用继电器两种。常用继电器包括交流电磁继电器、直流电磁继电器、舌簧继电器和时间继电器等。

1. 电磁继电器

电磁继电器是以电磁系统为主体的一类继电器的总称,一般由电路、磁路和支架等组成。电路主要包括端子线圈、常开触点、常闭触点等;磁路主要包括铁心、衔铁等。当继电器线圈通电时,在铁心、衔铁和工作气隙中形成磁通回路,衔铁受到电磁引力的作用而吸向铁心,使常闭触点断开(或常开触点接通);当切断继电器线圈的电流时,电磁吸力失去,衔铁复位,使常闭触点重新闭合(或常开触点断开)。电磁继电器的结构简单,工作可靠,但是有噪声,且触点容易打火,或接触电阻增大,常时间工作容易损坏。

2. 舌簧继电器

在家用电器中常用的舌簧继电器有干簧继电器和湿簧继电器两类。它们具有动作快,工作稳定,寿命长等特点。下面只介绍常用的干簧继电器。

干簧继电器是由干簧管和励磁线圈(或永久磁铁)组成。在干簧管内由一组导磁簧片,封装在充有惰性气体的玻璃管内,导磁簧片又兼作接触簧片,起着电路开关和导磁的重要作用。

当给线圈通以电流或将磁铁接近干簧管时,两个簧片的端部形成极性相反的磁极而相互吸引,当吸引力大于簧片的反力时,两者接触,使常开触点闭合;当线圈中的电流减小或磁铁远离时,簧片间的吸引力小于簧片的反力,动簧片又返回到初始位置,触点断开。

干簧继电器的优点是:触点与大气隔绝,提高了触点接触的可靠性;动作时间短,比一般继电器快;体积小,重量轻。缺点是开关容量小,触点产生抖动,触点接触电阻大。

第五节 时间控制器件

定时器广泛应用于家用电器的时间控制中,如洗衣机、电风扇、电子石英钟、微波炉等,它是

控制家用电器工作时间长短的开关装置。根据结构和工作原理的不同,定时器可分为机械式、电动式、电子式三种。

一、机械定时器

其结构和原理类似机械式钟表,由上紧的发条作为动力源,并将时针的转动换成凸轮转动。当凸轮的外缘部分压着簧片时,触点接通,如图 1-9(a)所示。凸轮经过一定时间的转动后,其凹槽部分对着簧片,簧片便复位,从而断开触点,如图 1-9(b)所示。

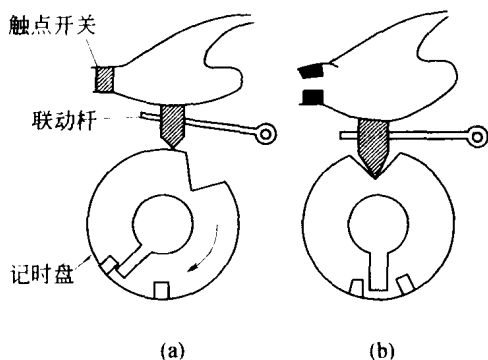


图 1-9 机械式定时器开关示意图

二、电动式定时器

此类定时器的动力源是微型电机,常用的有微型同步电机或罩极式电机。其主要部件有减速传动机构和机械开关组件。其中,机械开关组件与机械式定时器类似,其原理如图 1-9 所示。设置减速传动机构的目的是,使凸轮的转速低于电机的转速。电动式定时器常用于全自动洗衣机等家用电器中。

三、电子式定时器

电子定时器是利用电子线路组成的时间控制装置,在预定的延迟时间内接通或断开电路。它具有很高的定时精度,可无级连续调时,且无机械噪声,耐冲击,耐振动,体积小,使用方便。

电子式定时器的组成方式很多,根据使用器件种类的不同,可将电子定时器分为模拟式电子定时器和数字式电子定时器。模拟式电子定时器主要由各类晶体管或集成电路与分立元件组成;数字式电子定时器的核心是数字集成电路。电子定时器常用于电风扇、微波炉、洗碗机、消毒柜、热水器等家用电器。

第六节 家电常用传感器

在智能小家用电器中,对相关的物理量需要进行检测,常用到一些相关的传感器。

一、温敏传感器

温度检测是家用电器中常见的物理量检测,利用温度传感器可以将温度的变化转化为电信号,以此对家用电器进行智能控制。家用电器常用的温度传感器主要有温敏电阻、热电偶以及温敏晶体管等元件。

1. 温敏电阻

温敏电阻是利用半导体的电阻(或电流)随温度变化特性制成的感温元件。它主要包括正温度系数的温敏电阻(PTC)和负温度系数温敏电阻(NTC)两种类型。PTC 元件是电阻值随温度升高而增大的感温元件;NTC 元件是电阻值随温度升高而减小的感温元件。

(1) PTC 温敏电阻:PTC 温敏电阻,一般是用钛酸钡(BaTiO_3)掺和微量稀土元素,采用陶瓷工艺制成的半导体元件。

PTC 温敏电阻相对于 NTC 温敏电阻,具有很多优点,如温度自限、工作温度稳定;能够随环境温度的变换而自动进行温度补偿;能够适应电源电压的波动(电源电压的波动不影响其温度);能够根据需要制成不同的形状、结构和外形尺寸;安全可靠、不易氧化、使用寿命长(属于永久性元件);温度响应速度快,通常只要传热和散热媒介选择适当,通电几秒钟即可达到额定温度。

PTC 材料的主要特性如图 1-10 所示:

由图 1-10 中可以看出,当温度低于 T_p (即钛酸钡的居里点)时,其电阻率随温度上升而略有减小,即具有负温度系数;当温度高于其居里点后,电阻率急剧增加,即具有很大的正温度系数。我们将这类具有很大大正温度系数的材料简称 PTC 材料。

PTC 材料主要具有以下几个特点:

a. 具有自动恒温控制功能。由于其工作温度设计在居里点以上,因而当温度稍有升高时,阻值便急剧增大,导致电流急剧减小,温度迅速回落;反之,当温度稍有下降时,阻值便急剧减小,导致电流急剧增大,温度迅速回升。

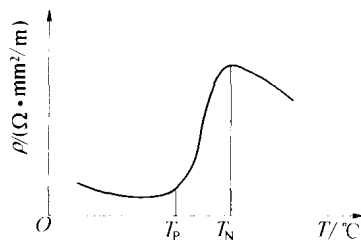
b. 具有温度保险功能。由于当 PTC 材料的温度超过居里点时,其阻值几乎可达无穷大,因而能起到自动关断电路的作用。

PTC 电热元件的主要优点是:使用寿命长,工作安全可靠,并有温度自控作用。但它机械强度较差,成本大。

PTC 电热元件若损坏,要调换相同规格的元件。

表 1-1 为 PTC 温敏电阻的主要性能与参数

(2) NTC 温敏电阻:NTC 温敏电阻也是一种半导体陶瓷元件,它是用锰(Mn)钴(Co)镍(Ni)和铁(Fe)等金属氧化物按一定比例混合,用陶瓷工艺制成。NTC 温敏电阻分低温型($-60 \sim 300^\circ\text{C}$)、中温型($300 \sim 600^\circ\text{C}$)和高温型($>600^\circ\text{C}$)三种。NTC 温敏电阻具有灵敏度高、温度响应速度快、价格便宜、使用寿命长(属于永久性元件)等特点。另外,还有一种具有开关特性的 NTC 温敏电阻,又称为负温临界温敏电阻(CTR),如(V_2O_5)温敏电阻,它具有一个突变的温度点,并且,这个温度点可以通过掺入锗(Ge)、镍(Ni)、钨(W)等金属元素在一定范围内调整。表 1-2



T_p —居里点

T_N —电阻率随温度变化重新降低温度

图 1-10 PTC 材料的电阻率—温度特性曲线

为 NTC 温敏电阻的主要性能参数：

表 1-1 PTC 温敏电阻的主要性能与参数

型 号	标准电阻值/ Ω	开关温度/ $^{\circ}\text{C}$	额定工作电压/V
MZ21	4、7	135	15
MZ22	200~500	70~80	220
MZ23(1)	24~150	90~110	60~220
MZ23(2)	15~35	115~125	60~220
MZ24(1)	60~75	120	220
MZ24(2)	35~60	120	220
MZ64(1)	<500	40~80	5
MZ64(2)	<250	100~150	5

表 1-2 NTC 温敏电阻的主要性能参数

型 号	标称电阻值/ Ω	开关温度/ $^{\circ}\text{C}$	额定电压/V
MF511	100~200	1500~2000	0~200
MF513	10	4300(1 $\pm$ 5%)	10~55
MF514	10($\pm$ 2%)	3700(1 $\pm$ 1%)	10~70
SWF13	820~1500	3900~4700	55~200

2. 热电偶

塞贝克于 1821 年发现,对两种不同导体的结点进行加热时会产生热电动势。热电偶就是利用这种塞贝克效应制成的温敏传感器。当两种不同的导体组成闭合回路时,若两端结点温度不同(分别为 T_0 和 T),则回路中就会产生电流,相应的电动势称为热电动势,这种装置称为“热电偶”,如图 1-11 所示。

热电动势是由接触电动势和温差电动势两部分组成,其大小是与两端点的温差以及材料的性质有关。理论和实践证明,在 A、B 两导体间接入第三种材料 C,只要结点 2 和 3 的温度相同,则与两结点直接相连接时的热电动势也相同。若使 T_0 为设定的温度(恒定不变),则热电动势仅与 T 端(感温端)的温度有关。利用热电偶的这一特性,可制成用于检测温度的热敏传感器。常用的热电偶温敏传感器有铂铑-铂热电偶、镍铬-镍铝热电偶、镍铬-镍硅热电偶和铜-康铜热电偶。铂铑-铂热电偶,一般用于高温检测,在测温为 0~1800 $^{\circ}\text{C}$ 范围内,其误差为 $\pm 1.5\%$ 。镍铬-镍铝热电偶(镍铬-镍硅热电偶),在 0~1000 $^{\circ}\text{C}$ 测温范围内,其误差 $<1\%$ 。铜-康铜热电偶适用于较低温度,在测温为 0~400 $^{\circ}\text{C}$ 范围内,尤其在 0~100 $^{\circ}\text{C}$ 范围内,具有良好的稳定性,其误差 $<0.1\%$ 。

热电偶一般都设有保护装置,以延长其使用寿命。其保护装置不同,就构成了不同结构的热电偶,如金属套管热电偶、铠装热电偶和绝缘层封装热电偶。

3. 晶体管温敏传感器

晶体管温敏传感器是利用二极管 PN 节的正向电流与温度的关系,得到外加电压与温度的关系。在实际应用中,一般是利用晶体管的发射结地温敏效应(通常是晶体管的基极与集电极短

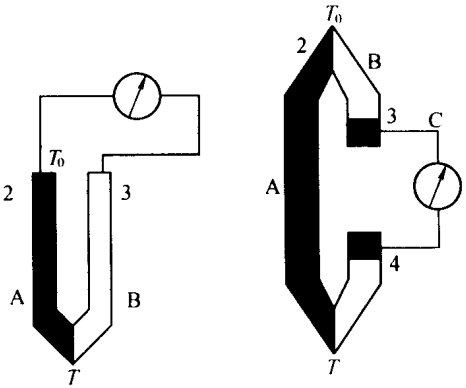


图 1-11 热电偶结构示意图

接)检测温度,其检测温度范围为 $-50\sim 200^{\circ}\text{C}$ 。

4. 集成温敏传感器

集成温敏传感器是将温敏晶体管及其有关电路集成在同一芯片的传感器元件。它的最大特点是直接给出绝对温度的理想输出电压信号。家用电器上使用集成温敏传感器,其温度范围主要为 $-50\sim 150^{\circ}\text{C}$ 。如 AD590、AN6701、LM35(35CA、35C、35D)、LM3911、 μPC616C 、 $\mu\text{PC3911C}$ 和 REF-02 型集成温敏传感器。

图 1-12 为 AN6701 型集成温敏传感器的内电路框图和引脚图。

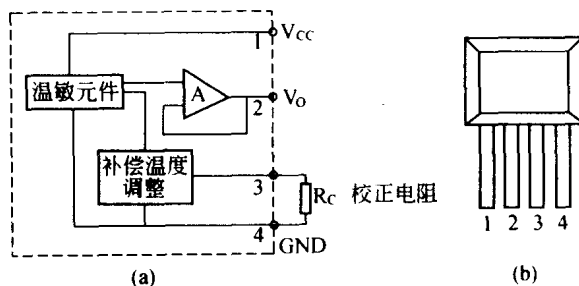


图 1-12 AN6701 型集成温敏传感器的内电路框图和引脚图

(a)内电路框图 (b)引脚图

AN6701 为 4 端子电压输出型集成温敏传感器,其主要参数测温范围为 $-10\sim 80^{\circ}\text{C}$;工作电压为 $5\sim 15\text{V}$;灵敏度($R_C=1\sim 100\text{k}\Omega$)为 $105\sim 113\text{mV}/^{\circ}\text{C}$;补偿温度($R_C=1\sim 100\text{k}\Omega$)为 $10\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

图 1-13 为 LM35 型集成温敏传感器的内电路框图和引脚图。

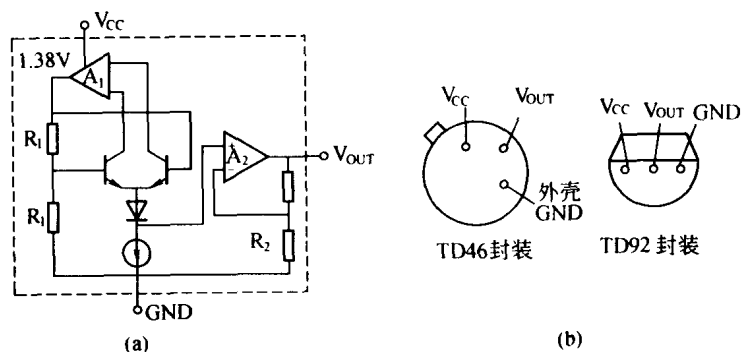


图 1-13 LM35 型集成温敏传感器的内电路框图和引脚图

(a)内电路框图 (b)引脚图

LM35 系列集成温敏传感器是一个 3 端电压输出性元件,其主要参数是测温范围为 $-55\sim 150^{\circ}\text{C}$,灵敏度为 $100\text{mV}/^{\circ}\text{C}$,常温下的测量精度为 0.5°C ,电源电压为 $4\sim 30\text{V}$,最大工作电流为 $70\mu\text{A}$ 。

二、气敏传感器

气敏传感器是用来检测气体的类别、浓度和成分的传感器。它是将气体浓度的变化转换为电信号的传感器。在吸排油烟机家用电器中,主要运用气敏传感器检测室内有害气体(如一氧

化碳、煤气等气体)的浓度,以控制设备自动报警和接通排风扇工作,将有害气体排出室外。

现代家用电器多采用二氧化锡(SnO_2)半导体气敏传感器。它一般是由气敏元件加热器和封装体等部件组成。气敏元件主要有烧结型、薄膜型和厚膜型三种类型。图 1-14 为半导体气敏传感器的基本结构示意图。

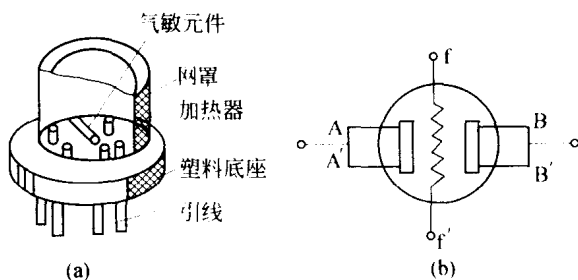


图 1-14 半导体气敏传感器的基本结构示意图

(a) 结构 (b) 符号

烧结型气敏元件是以 SnO_2 半导体为基体,将铂金属电极和加热丝隐埋在 SnO_2 半导体材料中,采用陶瓷工艺烧结制成。所以,这类气敏元件被称为半导体导瓷元件(简称半导瓷气敏元件)。烧结型气敏元件制作工艺简单、使用寿命长,但其机械强度不够高,电极材料贵重,电性能一致性也较差,使应用受到一定限制。

薄膜型气敏元件是采用蒸发或溅射工艺,在石英基片上形成氧化物半导体薄膜制成。实验证明 SnO_2 半导体薄膜的气敏性好。

厚膜气敏元件是将 SnO_2 (或 ZnO)材料与 3%~15% 的硅凝胶混合剂制成能印刷的厚膜胶,把厚膜胶用丝网印刷倒装有铂电极的三氧化二铝(Al_2O_3)或二氧化硅(SiO_2)等绝缘基片上,经高温烧结而成。采用这种工艺制成的厚膜气敏元件,其离散性好,机械强度高,适宜于批量生产。所以厚膜气敏元件应用广泛。

加热器的作用是将附着在气敏元件表面的污物烧掉,以加速气体的吸附,提高元件的灵敏度和响应速度。气敏传感器加热器的温度通常控制在 $200\sim 400^\circ\text{C}$ 。

气敏元件的加热方式一般有直热式和旁热式两种。直热式气敏元件是将加热丝直接隐埋在 SnO_2 (或 ZnO)粉末中烧结而成;旁热式气敏元件是将加热丝与气敏元件置于同一个陶瓷管内,管外涂梳状金属电极,在金属电极之外再涂 SnO_2 材料而成。图 1-15 为气敏元件结构与符号示意图。

吸排油烟机等家用电器上常用国产 QM 型半导体气敏传感器,它是采用旁热式结构,陶瓷管内装有高阻抗加热丝,管外涂有梳状金属电极,金属电极之外涂有 SnO_2 材料,使 SnO_2 烧结体位于两电极之间。图 1-16 为气敏控制电路框图,气敏传感器工作时,加热器通电加热。当无被检测气体侵入时,气敏元件的阻值基本不变;当有被检测气体侵入时,气敏元件表面产生吸附作用,其阻值将随气体浓度的变化而变化。当被检测气体浓度增大到一定值时,气敏元件的阻值将随之下降到某一值(常用 N 型半导体气敏电阻,其阻值随气体浓度的增加而减小),使电压比较器的状态发生变化,输出控制信号经电流放大后,去控制继电器或双向晶闸管接通电动机电源,使吸排油烟机工作。

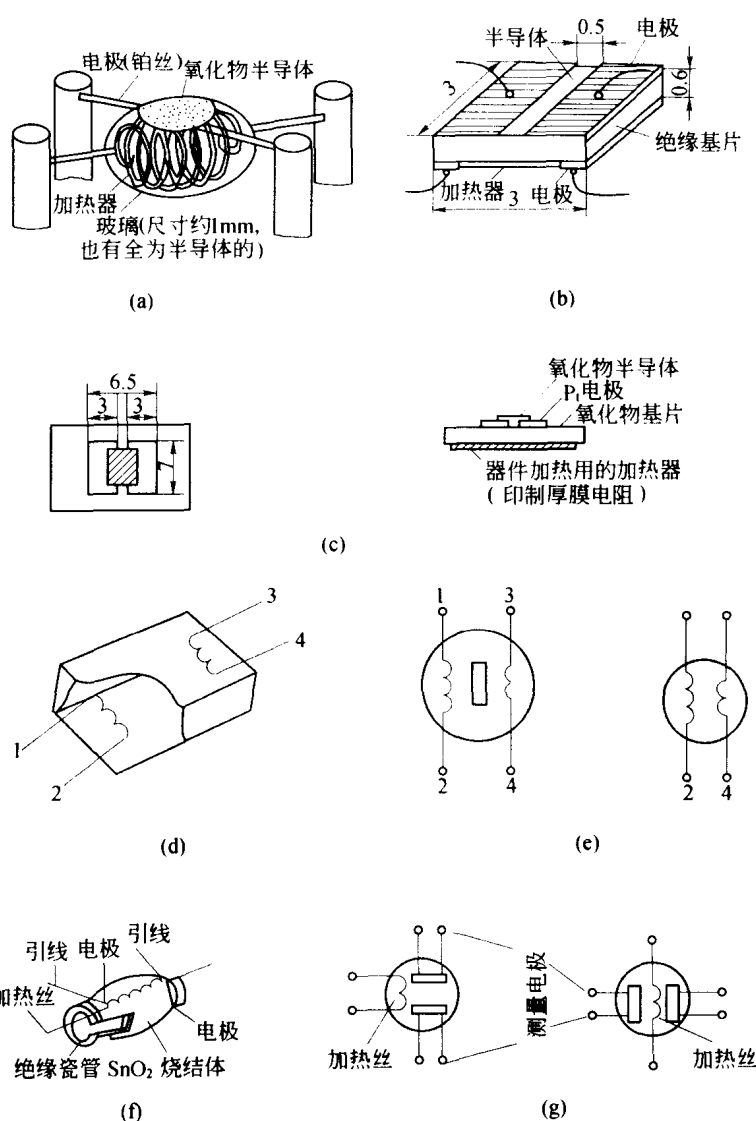


图 1-15 气敏元件结构与符号示意图

(a) 烧结型 (b) 薄膜型 (c) 厚膜器件 (d) 直热式结构
(e) 直热式符号 (f) 旁热式结构 (g) 旁热式符号

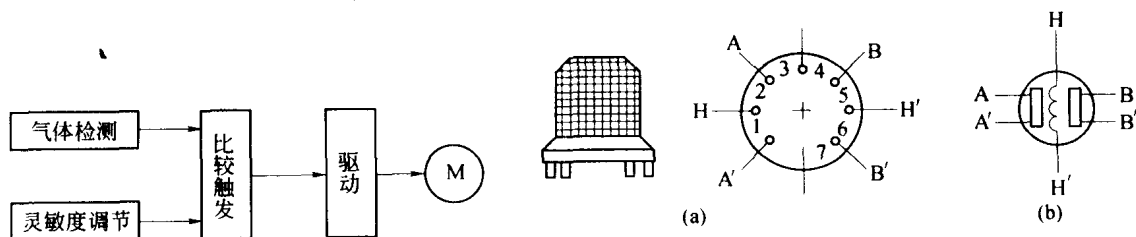


图 1-16 气敏控制电路框图

图 1-17 QM-N5 型气敏传感器的外形结构与符号示意图

(a) QM-N5 的外形结构 (b) 符号