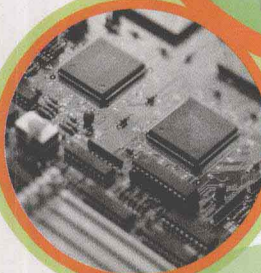


高职高专“十一五”规划示范教材



汪明添 蔡光祥 主 编

龙立钦 莫怀忠 副主编

家用电器原理与维修



北京航空航天大学出版社

高职高专“十一五”规划示范教材

家用电器原理与维修

汪明添 蔡光祥 主 编
龙立钦 莫怀忠 副主编

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书内容主要由电热器具(第2、3章)、电动器具(第4~6章)、冰箱与空调器具(第7、8章)、照明器具(第9章)4部分组成,介绍了常用的家用电子产品:电热水器、电暖气、电热毯、电熨斗、饮水机、家用豆浆机、电饭锅、电烤箱、电炒锅、微波炉、电磁灶、消毒柜、吸尘器、洗衣机、电风扇、电冰箱和空调器,详细地讲解了它们的结构、原理与常见故障维修知识。本书以典型产品为例,力求通俗易懂,举一反三,同时对产品中采用的新技术进行了较详细的介绍,具有针对性、典型性、实用性的特点。且每章后面配有体现教学基本要求的习题,便于学生学习。

本书可作为高职高专院校电子技术专业的教材,也可作为相关领域工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

家用电器原理与维修/汪明添,蔡光祥主编. —北京:
北京航空航天大学出版社,2009.1

ISBN 978-7-81124-488-5

I. 家… II. ①汪…②蔡… III. ①日用电气器具—理论
②日用电气器具—维修 IV. TM925

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 186431 号

©2009,北京航空航天大学出版社,版权所有。

未经本书出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式或手段复制本书内容。侵权必究。

家用电器原理与维修

汪明添 蔡光祥 主 编
龙立钦 莫怀忠 副主编
责任编辑 董立娟

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100191) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail:emsbook@gmail.com

北京市媛明印刷厂印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:16.5 字数:422 千字

2009 年 1 月第 1 版 2009 年 1 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-81124-488-5 定价:28.00 元

前 言

本书是高职高专电子技术专业系列教材之一,是按照教育部高职高专的培养目标和对本课程的基本要求编写而成的。

随着我国城乡人民生活水平的不断提高,各式各样功能新颖的家电产品陆续进入人们的日常生活领域,带来了许多方便,且正在改变着人们的生活。因此,对家用电子产品知识的掌握是很重要的。

本书内容主要由电热器具、电动器具、冰箱与空调器具、照明器具 4 部分组成,介绍了常用的家电产品:电热水器、电暖气、电热毯、电熨斗、饮水机、家用豆浆机、电饭锅、电烤箱、电炒锅、微波炉、电磁灶、消毒柜、吸尘器、洗衣机、电风扇、电冰箱和空调器,详细地讲解了它们的结构、原理与常见故障维修知识。本书以典型产品为例,力求通俗易懂,举一反三,同时对产品中采用的新技术进行了较详细的介绍,具有针对性、典型性、实用性的特点。

我们的编写原则是:讲明白基础,讲透基本结构,重点放在原理和维修的知识上,使读者能读得懂、学得会,快速掌握维修技术。本书理论联系实际,最大限度地反映出近年来实际应用中的新技术、新工艺。

为帮助学生掌握和巩固学习要点,每章后面都给出了体现教学基本要求的习题。另外,在每章的前面列出了该章的主要知识内容,便于学生了解内容概况,进行系统学习。

本书由具有多年教学经验和熟练实践技能的教师编写。汪明添编写了前言、第 1、2、4、9 章,蔡光祥编写了第 7、8 章,龙立钦编写了第 5、6 章,莫怀忠编写了第 4 章。在编写过程中,还得到了贵州电子信息职业技术学院王永奇的关心和支持,并对本书的编写提出了很多宝贵的意见和建议,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,本书难免有欠妥之处,恳请广大读者批评指正。

有兴趣的读者,可以发送电子邮件到: wmt8899@sina.com,与作者进一步交流;也可以发送电子邮件到 xdhycd5@sina.com,与本书策划编辑进行交流。

编 者

2008 年 10 月

目 录

第 1 章 家用电器维修基础知识

1.1 电热基础知识	1
1.1.1 电能与热能转换的基本理论	1
1.1.2 电热器具的类型与基本结构	2
1.2 电热元件	3
1.2.1 电阻式电热元件	3
1.2.2 远红外线电热元件	5
1.2.3 PTC 电热元件	5
1.3 控制元件	6
1.3.1 温控元件	6
1.3.2 功率控制元件	7
1.3.3 定时控制元件	7
1.4 小型交/直流电动机	9
1.4.1 永磁式直流电动机	9
1.4.2 励磁式直流电动机	10
1.4.3 单相异步交流电动机	12
1.4.4 交/直流两用串励电动机	14
1.5 识图常识	15
1.5.1 方框图、电路原理图和装配图	15
1.5.2 识图要求与方法	16
1.5.3 根据整机画电路图	17
习题 1	18

第 2 章 常用电热器具

2.1 电热水器	19
2.1.1 电热水器的类型	19
2.1.2 贮水式电热水器	20
2.1.3 速热式电热水器	28

2.2 电暖气	30
2.2.1 电暖气的类型	30
2.2.2 石英管电暖气	30
2.2.3 暖风机	32
2.2.4 油汀电暖气	34
2.3 电热毯	36
2.3.1 电热毯的组成和电路原理	36
2.3.2 电热毯的常见故障与检修	37
2.4 电熨斗	37
2.4.1 普通型电熨斗	37
2.4.2 调温型电熨斗	39
2.4.3 喷气喷雾型电熨斗	39
2.4.4 电熨斗常见故障与检修	41
2.5 饮水机	41
2.5.1 家用饮水机的类型	41
2.5.2 单热饮水机	42
2.5.3 冷/热饮水机	45
2.6 家用豆浆机	52
2.6.1 家用豆浆机的类型和结构	52
2.6.2 家用豆浆机的基本原理	53
习题2	57

第3章 厨房电器

3.1 电饭锅	58
3.1.1 电饭锅的结构特点和基本原理	58
3.1.2 电饭锅常见故障与检修	64
3.2 电烤箱	65
3.2.1 电烤箱的基本结构	65
3.2.2 电烤箱的基本原理	67
3.2.3 电烤箱的使用与维护	68
3.3 电炒锅	68
3.3.1 电炒锅的基本结构	68
3.3.2 电炒锅的基本原理	69
3.4 微波炉	70
3.4.1 微波炉的类型	71
3.4.2 微波炉的基本结构	71
3.4.3 微波炉的基本原理	73
3.4.4 微波炉的常见故障与检修	76
3.5 电磁灶	78
3.5.1 电磁灶的基本结构	79

3.5.2 电磁灶的基本原理	80
3.5.3 电脑型电磁灶简介	80
3.6 吸油烟机	86
3.6.1 吸油烟机的基本结构	86
3.6.2 吸油烟机的基本原理	87
3.7 电子消毒柜	88
3.7.1 电子消毒柜的类型和特点	88
3.7.2 电子消毒柜的结构和基本原理	88
3.7.3 电子消毒柜的常见故障与检修	91
习题 3	92
第 4 章 吸尘器	
4.1 吸尘器的类型	93
4.2 吸尘器的基本原理和基本结构	96
4.2.1 吸尘器的基本原理	96
4.2.2 吸尘器的基本结构	96
4.3 吸尘器的典型电路	100
4.3.1 某系列吸尘器控制电路	100
4.3.2 某吸尘器控制电路	101
4.4 吸尘器的常见故障与检修	101
4.5 模糊控制的吸尘器	103
习题 4	104
第 5 章 洗衣机	
5.1 洗衣机的类型	105
5.1.1 洗衣机的分类	105
5.1.2 几种类型洗衣机的性能比较	107
5.2 波轮式双桶洗衣机	108
5.2.1 波轮式双桶洗衣机的基本结构	108
5.2.2 波轮式双桶洗衣机的常见故障与检修	113
5.3 全自动波轮式洗衣机	117
5.3.1 全自动波轮式洗衣机的基本结构	117
5.3.2 全自动波轮式洗衣机控制电路	121
5.3.3 全自动波轮式洗衣机常见故障与检修	125
5.4 全自动滚筒式洗衣机	126
5.4.1 全自动滚筒式洗衣机的基本结构	126
5.4.2 全自动滚筒式洗衣机的特点及常见故障检修	128
习题 5	129
第 6 章 电风扇	
6.1 电风扇的类型	130
6.1.1 电风扇的分类及其特点	130

6.1.2 电风扇的型号和规格	131
6.2 电风扇的基本结构	134
6.2.1 落地扇的基本结构	134
6.2.2 吊扇的基本结构	139
6.2.3 转页扇的基本结构	140
6.2.4 换气扇的基本结构	141
6.3 电风扇的电气控制原理	142
6.3.1 电风扇的调速原理及方法	142
6.3.2 电脑程控电风扇	145
6.4 电风扇的常见故障与检修	150
6.4.1 检修的基本程序	150
6.4.2 落地扇常见故障与检修	150
6.4.3 吊扇的常见故障与检修	153
6.4.4 转页扇的常见故障与检修	153
6.4.5 程控电风扇的常见故障与检修	154
习题 6	155
第 7 章 电冰箱	
7.1 电冰箱的类型	156
7.1.1 电冰箱的分类	156
7.1.2 电冰箱的型号和规格	158
7.2 电冰箱的基本结构	159
7.2.1 箱体的组成	159
7.2.2 制冷系统	161
7.2.3 食品冷藏原理	163
7.3 电冰箱的主要部件	164
7.3.1 压缩机	165
7.3.2 冷凝器	169
7.3.3 蒸发器	171
7.3.4 干燥过滤器	174
7.3.5 毛细管与膨胀阀	174
7.3.6 温控器	175
7.4 电冰箱的电气控制电路	178
7.4.1 单门直冷式电冰箱的电气控制电路	178
7.4.2 双门直冷式电冰箱的电气控制电路	180
7.4.3 间冷式电冰箱的电气控制电路	181
7.5 电冰箱的常见故障与检修	182
7.5.1 电冰箱制冷维修技术	182
7.5.2 电冰箱常见故障分析	186
7.5.3 电冰箱故障检修实例	188

习题 7	190
第 8 章 家用空调器	
8.1 家用空调器的类型	191
8.1.1 家用空调器的功能	191
8.1.2 家用空调器的种类	192
8.1.3 空调器的型号和命名	194
8.2 冷风型窗式空调器	195
8.2.1 冷风型窗式空调器的基本结构	195
8.2.2 冷风型窗式空调器的基本原理	197
8.2.3 冷风型窗式空调器的控制电路	198
8.3 热泵冷风型空调器	200
8.3.1 热泵冷风型空调器制热基本原理	200
8.3.2 热泵冷风型空调器制冷基本原理	201
8.4 分体式空调器	202
8.4.1 分体式空调器的基本结构	202
8.4.2 分体式空调器的基本原理	202
8.4.3 分体式空调器的电气控制电路分析	203
8.5 变频式空调器	205
8.5.1 变频方式和变频原理	205
8.5.2 变频式空调器的基本原理	207
8.5.3 变频式空调器的制冷(制热)系统	208
8.5.4 变频式空调器的电气控制系统	208
8.5.5 变频式空调器的电路分析	209
8.6 空调器的常见故障分析与检修	219
8.6.1 制冷维修工具和材料	219
8.6.2 气焊的基本知识及操作	222
8.6.3 制冷系统的检修	224
8.6.4 空调器的故障分析方法	225
8.6.5 空调器常见故障与检修	226
8.7 空调器的安装	228
8.7.1 窗式空调器的安装	228
8.7.2 分体式空调器的安装	230
习题 8	234
第 9 章 家用照明电器	
9.1 概 述	235
9.1.1 家用照明电器的组成和类型	235
9.1.2 家用照明电器的评价和选购	236
9.2 电子调光灯	237
9.2.1 电子调光灯的基本结构	237

9.2.2 电子调光灯的基本原理	238
9.2.3 电子调光灯的常见故障与检修	239
9.3 荧光灯	240
9.3.1 电感镇流器荧光灯	240
9.3.2 电子镇流器荧光灯	242
9.4 声光双控灯	244
9.4.1 声光双控灯的基本原理	245
9.4.2 声光双控灯的常见故障与检修	246
9.5 智能应急灯	247
9.5.1 智能应急灯的组成和基本原理	247
9.5.2 智能应急灯的功能检测	248
9.6 彩色球灯	249
9.6.1 彩色球灯的基本原理	249
9.6.2 彩色球灯的常见故障与检修	250
9.7 浴霸维修资料	251
习题 9	252

参考文献

第 1 章

家用电器维修基础知识

【本章主要内容】★电热基础知识 ★电热元件 ★控制元件 ★小型交/直流电动机
★识图常识

家用电器维修的基础知识包括电热基础知识、电工基础知识、常用电子元器件基础知识、电子技术基础知识、机械技术基础知识、识图常识等。本章主要讲述电热基础知识和绘图常识。

1.1 电热基础知识

利用电流的热效应,将电能转变成热能而制成的各种器具称为电热器具。

利用电能转变成热能与其他获取热能的方法比较,主要有以下优点:

- ① 没有污染。加热时不会产生烟尘及有害气体,有利于环境保护。
- ② 热效率高。电热器具的热效率可达 65%~90%。其他方法由于燃料不能充分燃烧,导致热效率较低,如:煤燃烧时的热效率只有 15%~20%;煤气燃烧时的热效率虽然较高,但也只有 40%~50%。
- ③ 安全性好。因为使用该方法时无明火,相对来说安全性要比使用燃料高很多。通过设置安全装置,可确保使用安全。
- ④ 便于控制。电热器具不仅升温快,而且可以通过温度控制器件实现温度控制。

1.1.1 电能与热能转换的基本理论

在物理学中,热现象是物质中大量分子的无规则运动的具体表现,热是能量的一种表现形式。电能和热能可以互相转换,如电热器具将电能转换为热能。电能与热能的转换关系可以用焦耳-楞次定律来表述。

焦耳-楞次定律:电流通过导体时产生的热量(Q)与电流强度的平方(I^2)、导体的电阻(R)以及通电的时间(t)成正比。用公式表示就是:

$$Q = KI^2Rt$$

式中, K 是比例恒量,又叫电热当量,它的数值由实验中得到的数值计算得出。当热量用 cal (卡)、电流强度用 A、电阻用 Ω 、时间用 s 作单位时, $K=0.24 \text{ cal/J}$ 。于是上式可以写作:

$$Q = 0.24I^2Rt$$

上述公式表达了电能与热量之间的数量变换关系,它是电热器具工作原理的基本理论。

在我国法定计量单位制中,热量的单位为 J(焦耳)。

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ W} \cdot \text{s} = 1 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot \text{s}$$

在非法定计量单位制中,热量单位也可用 cal,它是指 1 g 水的温度升高 1℃ 时所需要的热量;另外,还有 kcal(千卡),俗称大卡。它们之间的关系是:

$$1 \text{ kcal} = 1\,000 \text{ cal}$$

把单位 J 换算成 cal 时,需要乘以常数 0.24,即 $1 \text{ J} \approx 0.24 \text{ cal}$ 。

1.1.2 电热器具的类型与基本结构

1. 电热器具的类型

按照电热转换方式来区分,电热器具可分为:

1) 电阻式电热器具

电阻式电热器具是利用电流的热效应来工作的,当电流通过高电阻率导体时,要克服电阻而消耗功率,其消耗的功率以热的形式释放出来,从而起到加热的作用。

电阻加热可分成两大类:直接加热(如对水加热的热水器)和间接加热(电流使电热器具中的电热元件产生热量,再通过辐射、对流或传导将热量传送到被加热物体)。在家用电热器具中,间接加热的典型产品有电饭锅、电热毯、电烤箱和电熨斗等。

2) 红外式电热器具

远红外线加热法是先使电阻发热元件通电发热,利用此热能来激发红外线发射物质,使其辐射出红外线以供人体取暖和烘烤食物。

红外线是电磁波,其和可见光一样,以辐射的形式向外传播。波长在 $2.5 \sim 15 \mu\text{m}$ 范围的红外线最易被物体吸收,起到加热的作用。因此,在家用红外线辐射电热器中,远红外线的波长一般集中在 $2.5 \sim 15 \mu\text{m}$ 范围。其典型应用有远红外线取暖器、电烤箱和消毒柜。

3) 感应式电热器具

根据电磁感应定律,若将导体置于交变磁场中,导体内部会产生感应电流(涡流),涡流在导体内部会克服内阻做回旋流动而产生热量,这就是电磁感应加热的原理。

采用电磁感应加热法的典型产品是电磁灶。在电磁灶中,因工频电磁灶(频率为 $50 \sim 60 \text{ Hz}$)易产生振动和噪声,所以家用电磁灶采用感应电流在 $1\,500 \text{ Hz}$ 以上的高频电磁灶。

4) 微波式电热器具

微波也是一种电磁波,波长为 $1 \text{ mm} \sim 1 \text{ m}$,频率相应为 $300 \text{ kHz} \sim 300 \text{ MHz}$ 。使用微波加热的典型产品是微波炉。

微波加热实质上是介质加热。食物是吸收微波的一种介质,在微波辐射下,食物中水分子随微波频率变化,在 1 s 内作二十几亿次(2.450 GHz)摆动。食物中水分子之间的摩擦十分剧烈,从而产生足够的热量,这就是微波加热的原理。

目前,微波炉使用的频率有 915 MHz 和 2.450 GHz 两种,前者用于烘烤、干燥、消毒,后者用于家用微波炉中。

2. 电热器具的基本结构

各种电热器具的基本结构主要有电热元件、控制元件及安全装置。

1) 电热元件

电热元件的主要作用是将电能转变为热能。常用的电热元件有电阻式电热元件、红外线电热元件、电热合金发热板、管状电加热器、PTC 加热器等。

2) 控制元件

控制元件的主要作用是对发热元件的温度、电功率、通电时间等参数进行控制,以满足使用者的需要。常用的控制元件有双金属片式温控器、磁性温控器、热敏电阻温控器、PTC 温控器等。

3) 安全装置

安全装置的主要作用是在电热器具发热温度超过正常范围时,自动切断电源,防止器具过热而损坏或酿成事故。常用的安全装置有熔断器、热继电器、漏电保护器等。

1.2 电热元件

电热器具中,常用的电热元件有电阻式电热元件、远红外线电热元件及 PTC 电热元件 3 种。

1.2.1 电阻式电热元件

电阻式电热元件的品种很多,在家用电热器具中,电阻式电热元件一般采用合金电热材料制成。在实际应用中,合金电热材料被制成电热丝,在电热丝的基础上再经过二次加工制成各种电热元件。

1. 开启式螺旋状电热元件

这种电热元件是将合金电热丝绕制成螺旋状,直接裸露在空气中,在电吹风和家用开启式电炉中应用较广。螺旋状电热元件绕制尺寸如图 1.2.1 所示,为避免电热丝变形、断裂,增加使用寿命, D 、 d 、 h 应符合如下要求:

当 $d \leq 1.0 \text{ mm}$ 时,选取 $D=3 \sim 5d$, $h=2 \sim 4d$;

当 $d > 1.0 \text{ mm}$ 时,选取 $D=5 \sim 7d$, $h=2 \sim 4d$ 。

2. 云母片式电热元件

将合金电热丝缠绕在云母芯上,再在外面覆一层云母作绝缘,如图 1.2.2 所示,就组成了云母片式电热元件。

3. 金属管状电热元件

金属管状电热元件是电热器具中最常用的封闭式电热元件,主要由电热丝、金属护套管、绝缘填充料、端头封堵材料、引出棒等组成,如图 1.2.3 所示。

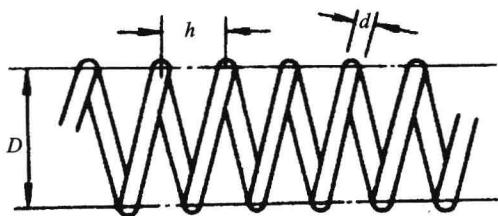


图 1.2.1 螺旋状电热元件绕制尺寸

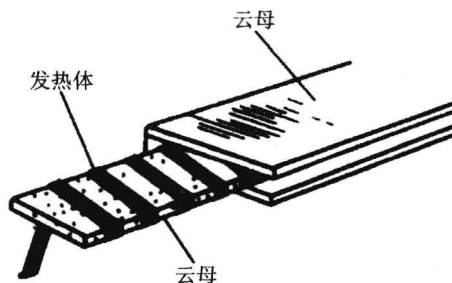


图 1.2.2 云母片式电热元件

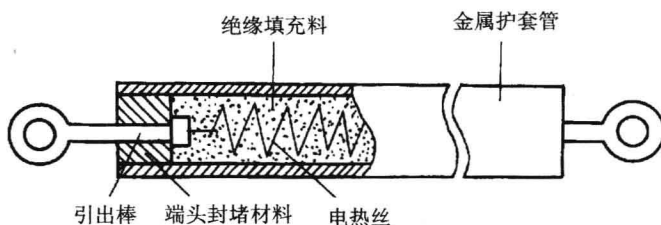


图 1.2.3 金属管状电热器件

1) 电热丝

电热丝为螺旋状合金丝,是直接通电发热的部分。因其完全密封于金属护套管中,与空气隔离,因而有效地防止了氧化,表面负荷可以增加十几倍,既节约了电热材料,也提高了热效率,使用寿命也可以提高。

2) 金属护套管

常见的金属护套管有不锈钢管、碳钢管、黄铜管、紫铜管和铝管,一般根据加热介质的种类和工作温度而定。

3) 绝缘填充料

常见的绝缘填充料有结晶氧化镁、石英砂、氧化铝和氯化镁,适用温度分别为 600°C 、 400°C 、 500°C 、 300°C 以下,具有良好的绝缘性能和导热性能。

4) 端头封堵材料

它的使用是使绝缘填充料不易吸收环境中的水气,常见材料有硅有机漆、环氧树脂、硅橡胶、玻璃和陶瓷等。

5) 引出棒

引出棒为合金丝或低碳钢等金属丝,与外电路连接的形式主要有螺纹连接、冲孔连接、插针连接等。

4. 电热板

电热板的形状有圆形、方形等,主要有铸板式和管状元件铸板式两种结构形式,主要用于电饭锅等产品中。

5. 绳状电热元件

绳状电热元件的结构：在一根用玻璃纤维或石棉线制作的芯线上，缠绕柔软的电热丝（铜-镍合金等），再套一层耐热尼龙编织层，在编织层上涂敷耐热聚乙烯树脂。它主要用于电热毯、电热衣等柔性电热织物中，典型结构如图 1.2.4 所示。

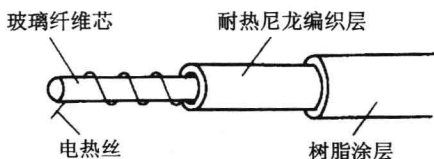


图 1.2.4 绳状电热器件典型结构

6. 薄膜型电热元件

以康铜箔或康钢丝作为电热材料，聚酰亚胺薄膜作为绝缘材料的薄膜型新型电热元件，多制成片状或带状，应用于电咖啡壶等产品中。

1.2.2 远红外线电热元件

远红外线加热法是在电阻加热法的基础上发展起来的，它的热源是红外电热元件发出的波长为 $2.5 \sim 15 \mu\text{m}$ 的远红外线。其基本原理是：先使电阻发热元件通电发热，靠此热能来激发红外线辐射物质，使其辐射出红外线再加热物体。它具有升温迅速，穿透能力强，节省能源和时间的特点；在取暖器、电烤箱、消毒柜等家电产品中应用较广。

远红外线电热元件有管状、板状和红外线灯等多种，在家电产品中最常见的是管状远红外电热元件。

管状远红外电热元件的石英管由乳白色透明石英材料制成，每平方厘米内壁有 $2\,000 \sim 8\,000$ 个、直径为 $0.03 \sim 0.05 \text{ mm}$ 的小气泡。在石英管内装置带有引出端的螺旋合金制成的电热丝，两端用耐热绝缘材料密封，以隔绝外界空气，防止电热丝氧化。其结构如图 1.2.5 所示。

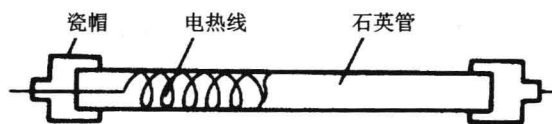


图 1.2.5 管状远红外电热元件结构

1.2.3 PTC 电热元件

PTC 电热元件是一种具有正温度系数的热敏电阻，它属于钛酸钡 (BaTiO_3) 系列的化合物，掺杂微量的稀土元素，采用陶瓷制造工艺烧结而成。

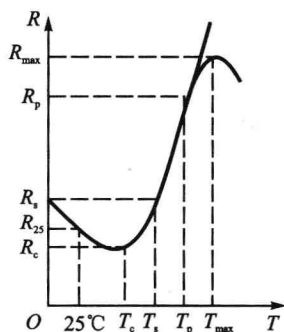


图 1.2.6 PTC 电热元件的电阻-温度特性

PTC 电热元件的发热体是半导体。一般半导体的电阻随温度升高而降低，呈 NTC 负温度特性，而当 PTC 电热元件温度达到居里点附近时，电阻值急剧增加，发生几个数量级的变化。当给 PTC 通电使其升温时，在开始阶段，PTC 材料的电阻值随温度的升高呈下降的趋势，为负温度特性；当温度达到某一范围时，PTC 材料的电阻率才会上升，呈现正温度特性。PTC 电热元件的电阻-温度特性如图 1.2.6 所示。

PTC 电热元件的结构有圆盘式、蜂窝式、口琴式、带

式等多种。主要优点是：定温发热，限温发热，能自动进行温度补偿，安全性好，不氧化，使用寿命长，并能适应范围较宽的电压波动。

1.3 控制元件

1.3.1 温控元件

在家用电热器具中，常用的温控元件有热双金属片温控元件、磁性温控元件、热敏电阻温控元件和热电偶温控元件。

1. 热双金属片温控元件

热双金属片由两种金属薄片轧制结合而成，其中一片金属片热膨胀系数大，另一片热膨胀系数小。在常温下，两片金属片保持平直。当温度上升时，热膨胀系数大的一片伸长较多，金属片向热膨胀系数小的那一面弯曲；温度越高，弯曲越厉害。当温度下降时，热双金属片收缩恢复到原状。利用双金属片受热后弯曲变形运动的特点，即可控制开关触点的通断。

双金属片有常开触点型和常闭触点型两种结构，如图 1.3.1 所示。在常温下两触点是闭合的触点，则称为常闭触点；是断开的触点，则称为常开触点。

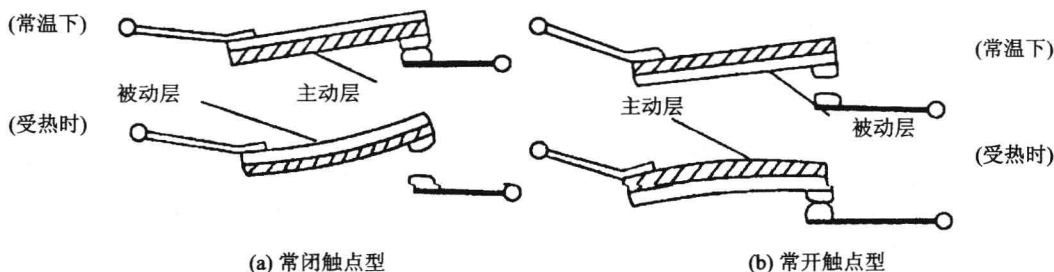


图 1.3.1 双金属片的结构

2. 磁性温控元件

磁性温控元件主要用于电饭锅中，它主要由永久磁钢、感温软磁、弹簧和拉杆等组成。当温度上升到感温软磁居里点时，软磁铁磁力急剧减小，从而使开关触点分离，切断电路。

3. 热敏电阻温控元件

热敏电阻温控元件利用热敏电阻的负温度系数特性，实现其对温度的检测与转换。它将检测到的温度值转变为电量，经放大电路放大后推动执行机构实现对电热元件的控制。它具有结构简单、体积小、寿命长、温度控制精确、易于实现远距离测量与控制的优点。

4. 热电偶温控元件

热电偶温控元件是由两种具有一定热电特性的材料构成的热电极。图 1.3.2 是热电偶测温原理图。A、B 为两根不同成分、具有一定热电特性的材料所构成的热电极，把它们的一端互相焊接，而另一端连接起来形成回路，便成为一支热电偶。热电偶的焊接端称为工作端或热端，使用

时将此端置于被测温度部位,设其感受温度为 t_1 ;另一端称为自由端或冷端,设其温度为 t_2 。当 $t_1 > t_2$ 时,回路中即有电动势(即热电势)产生,此电动势经放大后控制执行机构,从而达到调节温度的目的。

这种方法精确可靠,温度控制调节范围宽,价格高,通常只用于较大型电热器具中,如100L以上的水热水器等。

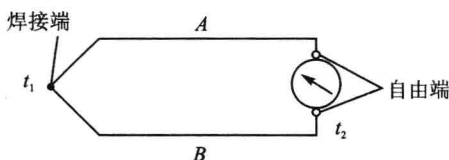


图 1.3.2 热电偶测温原理图

1.3.2 功率控制元件

在电热器具中,单纯进行温度控制存在一些不足之处,若辅以功率控制,可使电热器具保持适宜温度。功率控制的方法主要有以下几种:

(1) 开关换接控制

对装置数支电热元件的电热器具,在工作时利用开关在元件之间的通断以及串、并联等不同的组合,从而得到不同大小的功率。

(2) 二极管整流控制

利用转换开关将二极管接入电路,再利用二极管的整流作用,将单相正弦波电压转变成脉动的单相半波电压。对纯电阻性负载,在二极管截止期间,电路中没有电流,从而使平均发热功率降低了一半。

(3) 晶闸管调功控制

通过改变晶闸管的导通角控制电路,使电热元件得到不同的工作电压从而产生不同的功率。晶闸管控制电路若与热敏电阻等检测元件相结合,则能实现对电热器具的自动控制。

1.3.3 定时控制元件

定时控制是利用时控元件对电热器具的工作时间进行控制。定时控制所使用的时控元件多为定时器,定时时限有0~5 min、0~30 min、0~60 min、0~6 h、0~12 h、0~24 h等多种。

按定时器的结构原理,定时控制器可分为发条式、电动式、电子式等。

1. 机械发条式定时器

机械发条式定时器是一种利用钟表机构原理,以发条作为动力源,再加上机械开关组件构成,结构原理如图1.3.3所示。其中,发条一般采用碳钢或不锈钢片卷制而成。

图中,开关凸轮与主轴铆接,当主轴反转时,靠摩擦片和盖碗使头轮滑动而将发条松开,并不影响齿轮系的转动。当主轴正转上条时,靠第二轮上的棘爪孔与棘爪滑脱而与其后的齿轮系离开。当自然放条时,整个轮系转动,靠振子调速。这种定时器结构的特点是摩擦力矩大,动作可靠。

机械发条式定时器通常只能做到2 h以内的延时,国内生产厂家较多。

2. 电动式定时器

电动式定时器一般采用微型同步电动机或罩极式电动机作为动力源,加上减速传动机构、机