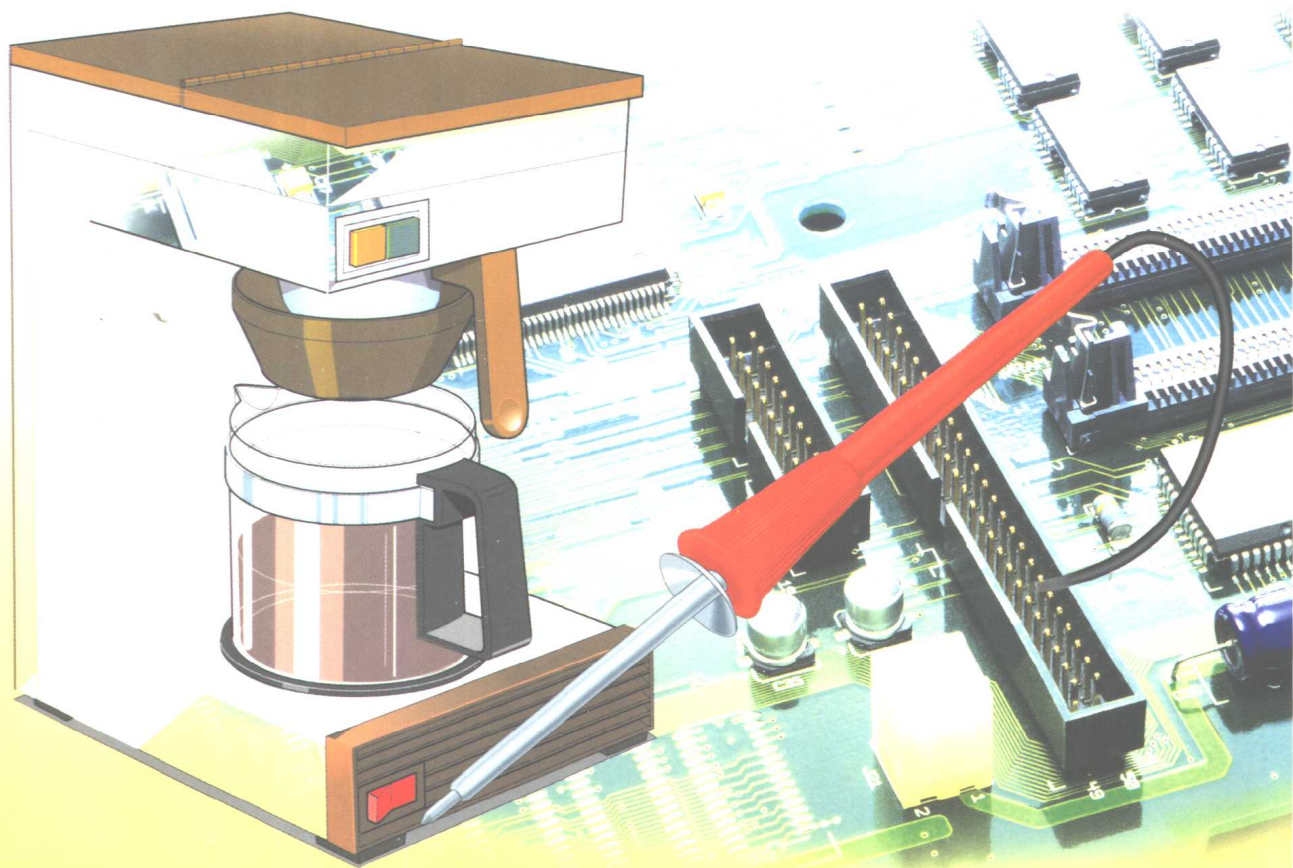


工人技术等级标准(家用电器维修专业)考核辅导丛书

家用电热、电动器具原理 与故障分析、检修

杜德昌 李波 段欣 编



实例检修
故障分析
工作原理



机械工业出版社
China Machine Press

工人技术等级标准（家用电器维修专业）考核辅导丛书

家用电热、电动器具原理与故障分析、检修

杜德昌 李波 段欣 编



机械工业出版社

本书以《工人技术等级标准》(家用电器维修专业)为依据,系统全面地介绍了家庭中常用的电热器具和电动器具的基本结构、工作原理、使用与维护以及常见故障的分析与排除等内容。

本书文字通俗易懂,实用性较强,是具有初中文化水平的人员取得家用电器维修技术等级证书的必学教材,也可以供职业高中和各种家电培训班作教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

家用电热、电动器具原理与故障分析、检修/杜德昌等
编. —北京:机械工业出版社,1999.9
(工人技术等级标准(家用电器维修专业)考核辅导丛书)

ISBN 7-111-04264-6

I. 家… II. 杜… III. ①日用电气器具-故障诊断②日用电气器具-维修 IV. TM925.07

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第39645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:孙祥根 贡克勤 版式设计:朱淑珍

封面设计:姚学峰 责任印制:何全君

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000年5月第1版第5次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·10.5印张·250千字

13 001 15 000册

定价:16.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

工人技术等级标准（家用电器维修专业）考核辅导丛书
编写委员会

主 编	王仲文	孙祥根	关毅杰
副 主 编	贡克勤	高文龙	
主任编委	李兴民	高士曾	刘志平
编 委	韩泽林	魏 钢	李玉林
	赵炳祺	武绪廉	张 屹
	曹志宏	陶宏伟	沈 文
	邹 平	宋贵林	李旭东
	李振华	张峻峰	邓从真
	王 敏	杜德昌	李 波
	段 欣	李援瑛	刘慧贞
	王银波	孟宪明	刘新民
	赵山鹰	孙志奇	聂在强
	迟朋亘	陈延军	黎国胜

序

根据劳动部和国内贸易部联合颁发的“商业行业工人业务技术等级标准”要求，为了培训各类家用电器维修技术人员，本书由劳动部、国内贸易部组织专家进行审定。它是我国目前工人技术等级标准（家用电器维修专业）考核唯一的一套具有系统性、权威性的辅导丛书。本书突出实践环节，注重维修家电的基本技能训练，明确技能要求和考核标准，使读者在尽可能短的时间内取得技术等级证书。本书由机械工业出版社出版。

本套教材包括《实用无线电维修理论基础》，《实用无线电维修操作基础》，《实用无线电维修技术基础》，《实用无线电维修测试基础》，《新编黑白电视机电路解说与故障分析、检修》，《新编收录机电路解说与故障分析、检修》，《新编彩色电视机电路解说与故障分析、检修》，《家用制冷设备原理与故障分析、检修》，《家用电热、电动器具原理与故障分析、检修》，《新编家用录象机电路解说与故障分析、检修》共10本。各类家电维修人员都将按照本教材组织培训、考核、晋升等级。此套丛书的读者对象是：具有初中以上文化程度的全国家电维修人员，职工大学、职业中学家用电器专业师生以及广大无线电爱好者使用。

工人技术等级标准（家用电器维修专业）考核辅导丛书编委会
1994年1月

前 言

随着我国经济的发展,家用电器的普及率越来越高,同时需要大量的家电维修技术人员。而要想从事家电维修技术工作,必须取得劳动、商业部门颁发的合格证书方可进行。因此,为满足社会之需,适应家电维修技术人员的要求,依据劳动部、商业部联合颁发的《工人技术等级标准》(家用电器维修专业),我们编写了这本书,供广大从事家电维修的技术人员培训、学习使用,也可供职业高中家用电器专业使用。

本书在编写过程中,依据“中级工”的知识要求,有针对性地选取教学内容,做到理论由浅入深,深入浅出,文字通俗易懂;依据“中级工”的技能要求,突出了实践教学环节,对每一种器具,在讲明其结构、工作原理的基础上,着重介绍常见的故障分析与排除方法,并对一些典型故障做了重点分析,力求使学员能够真正学到维修家用电器的实际操作技能。

全书共分为九章,前四章介绍了家用电热器具,后五章介绍了家用电动器具,每一节分别按照基本结构、工作原理、使用与维护注意事项、常见故障分析与排除等顺序进行编写。

参加本书编写的有杜德昌、李波、段欣,由杜德昌主编。承蒙济南市教学研究室王锡乾、济南第七职业高中陈成瑞两位高级教师审稿,在此深表谢意。

由于水平有限,书中不当或错误之处,诚望广大读者批评指正。

编 者

1994年5月

目 录

序

前言

第一章 电热器具基础	1
第一节 概述	1
第二节 电热元件	2
第三节 控制元件	5
复习思考题	10
第二章 电热整洁器具	11
第一节 电熨斗	11
第二节 电吹风	18
第三节 电热水器	21
复习思考题	24
实验	
第三章 电热炊具	25
第一节 电饭锅	25
第二节 电烤箱	30
第三节 电磁灶	35
第四节 微波炉	38
第五节 其它电热炊具	43
复习思考题	54
实验	
第四章 电热取暖器具	52
第一节 电暖器	52
第二节 电热毯	60
复习思考题	66
第五章 电动器具基础	67
第一节 直流电动机	67
第二节 交直流两用电动机	71
第三节 单相异步交流电动机	72
第四节 电动机常见故障及排除方法	78
第五节 电动机及其典型部件机械故障 的检修	80
复习思考题	82

实验

第六章 洗衣机	83
第一节 概述	83
第二节 单桶波轮式洗衣机	86
第三节 双桶波轮式洗衣机	99
第四节 套桶波轮式洗衣机	98
第五节 滚筒式洗衣机	104
复习思考题	111
实验	
第七章 电风扇	113
第一节 概述	113
第二节 台扇、吊扇	116
第三节 换气扇、转页扇	125
第四节 抽油烟机	127
复习思考题	129
实验	
第八章 吸尘器	131
第一节 吸尘器的特点和分类	131
第二节 吸尘器的工作原理和结构	133
第三节 吸尘器的使用与维护	139
第四节 吸尘器常见故障分析及排除	141
第五节 吸尘器典型部件的维修	144
复习思考题	148
实验	
第九章 小型电动器具	149
第一节 电动按摩器	149
第二节 电动剃须刀	151
复习思考题	156
实验	
附录 家用电热器具与电动器具维修工 工人技术等级标准 (劳动部、商业 部颁发)	157
参考文献	161

第一章 电热器具基础

第一节 概 述

电热器具是指将电能转化为热能的各种电器，它为改善人们的生活环境，减轻家务劳动及日常生活的社会化服务创造了条件。随着社会的不断发展，电热器具将越来越广泛地应用于室内取暖、烹调、整洁、医疗卫生等方面，并向着节能化、智能化、多功能化、组合化等方面发展。

一、电与热的能量转换

我们知道，热现象是物质中大量分子的无规则运动的集体表现，是物质分子运动时的平均动能，热是能量的一种表现形式。电能和热能可以互相转换，如火电厂将热能转换为电能，电热器具则将电能转换为热能。电能与热能的转换关系可以用焦耳-楞次定律来表叙：电流通过导体时所产生的热量与电流强度的平方、导体的电阻及通电的时间成正比，用数学公式表示为

$$Q = 0.24I^2Rt \quad (\text{适用于金属导体电路})$$

上述公式表达了电能与热量之间的数量变换关系，它在电热器具的维修、使用中经常用到。

在我国法定计量单位制中，热量的单位为 J（焦耳）

$$\begin{aligned} 1\text{J} &= 1\text{N} \cdot \text{m} = 1\text{Pa} \cdot \text{m}^3 \\ &= 1\text{W} \cdot \text{s} = 1\text{V} \cdot \text{A} \cdot \text{s} \end{aligned}$$

非法定计量单位制中，热量单位也有用 cal（卡），它是指 1g 水的温度升高 1℃ 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

$$1\text{kcal} = 1000\text{cal}$$

焦耳换算成卡时，需乘一常数 0.24，即 $1\text{J} \approx 0.24\text{cal}$ 。

二、电热器具的分类和特点

电热器具一般采取两种分类方法，一是按其工作原理分，有电阻式电热器具、远红外电热器具、感应式电热器具和微波式电热器具等。二是按其用途分，有电热炊具、电取暖器具、整洁、整容器具、理疗保健器具等。

1. 电阻式电热器具

电阻式电热器具可以分为直接电加热和间接电加热两种方式。直接电加热方式是将电流直接引入被加热的物体，通过电流的热效应达到加热目的。间接电加热中，通电发热的不是被加热的物体，而是另一种由专门材料制成的电热元件产生热量，再利用传热（辐射、对流和传导）的方式将热量传给被加热的物体，这是目前在电热器具中使用最为广泛的一种形式，如电炉、电熨斗、电暖器等均是利用这一原理。

2. 远红外辐射电热器具

这类电热器具是利用一种极易被物体吸收，而使物体温度升高的电磁波（红外线）进行工作的。它由在合金电热丝（金属管、石英管、电热板）的表面上直接涂覆远红外涂料而成。当给电热合金丝等通电后，产生的热能加热了涂在其上的远红外线辐射物质，使其发射远红外线对物体进行加热。远红外线电热器具具有升温迅速、穿透力强、省时、可大幅度节约能源等优点，是一种较有发展前途的电热器具。但电热元件由于高温变形，使远红外涂料剥落，导致远红外线辐射能力减弱，影响加热的效果。使用远红外线辐射的电热器具有电烤炉、电暖器、医用理疗器等。

3. 感应式电热器具

由于导体在交变磁场中会产生感应电流（即涡流），涡流在导体内部克服内阻而流动，由此而产生热。感应式电热器具就是利用这一原理制成的，它又分为有铁心感应式和无铁心感应式两种。应用这种原理的电热器具有电磁灶等。

4. 微波式电热器具

这种电热器具是利用一种电磁波加热的原理制成的。它是将被加热的物体置于高频的交变磁场中，利用微波照射使物体内部的分子加速运动而发热，它是一种新的加热技术，也是目前应用较为广泛、安全可靠较好的一种电热器具，它的加热速度比一般的电灶或燃料快4~12倍。这类电器一般称之为微波灶（炉）。

第二节 电热元件

在电热器具中，将电能转换为热能的发热体是各种电热器的电热元件。因此，电热元件是电热器具的心脏。根据其发热原理的不同，电热元件可分为以下几种型式。

一、电阻式电热元件

（一）电阻式电热元件的材料及其性能

电阻式电热元件使用的材料是合金材料，材料性能的优劣直接影响了电热器具的质量，因此，合金电热材料除了具备一般的力学、物理性能以外，还必须具有电和热等方面的特殊性能。

1. 合金材料的分类

合金电热材料的种类较多，按照其电阻率的大小可以分为高电阻材料、中电阻材料、低电阻材料三大类；按材料的性质分有贵金属及其合金、重金属及其合金、镍基合金、铁基合金、铜基合金等几种。

2. 合金材料的特性

（1）物理和力学性能 合金电热材料经高温冷却后容易变脆，并且工作温度越高，时间越长，冷却后脆化越严重。因此，在进行修理时应特别注意。

（2）最高使用温度 是指电热元件在工作时，本身所允许达到的最高温度，并不是指被加热物质的温度或电热元件周围介质的温度。在实际使用中，合金电热元件的工作温度一般低于其元件本身的温度。元件表面工作温度越高，则高温下的强度越低，易使元件产生变形，甚至产生倒塌现象，造成短路。

（3）电阻温度系数 合金材料的电阻值随着温度变化，电阻率也随着温度的变化而变化，这个变化的数值称为电阻温度系数。电阻温度系数有正负之分，正值（以 PTC 表示）表示电

阻随着温度的升高而增大，负值（以 NTC 表示）表示电阻随着温度的升高而减小。在电热器具中，大部分是应用具有正温度系数（PTC）的电热材料。

（4）表面负荷 是指电热合金元件表面上单位面积所散发的功率（ W/cm^2 ），它是关系到电热元件使用寿命的一个重要参数。在相同的条件下，如果选用的元件的表面负荷值越小，则其功率越小，电热元件的温度越低，用料就多；如果选用的元件表面负荷值越大，则功率越大，电热元件的温度越高，用料就少。但如果表面负荷值取得过大，会使元件的使用寿命降低，严重时会导致电热材料熔化。因此，在修理电热器具时，应正确合理地进行选取。表 1-1 中列出了家用电热器具中合金电热材料的表面负荷的经验数据。

表 1-1 电热器具中合金电热元件的表面负荷数据

名称	结构型式		表面负荷 (W/cm^2)
电炉	开启式		4~7
	封闭式	不带温控	8~15
		带温控	15~25
电熨斗	云母骨架		5~8
	管状元件带温控		6~8
电热水器	电热丝直接浸水中		30~40
	管状元件		10~20
电饭锅	铸铝管状元件带温控		10~20

（二）电阻式电热元件的种类及其特点

目前，在家用电热器具中，除微波炉和电磁灶以外，都是以电阻作为主要的发热元件，由此而制成的元件品种繁多、规格复杂，其分类的方法也较多，有的是裸露的电阻丝，称之为开启式电热元件；有的是将电阻丝埋封在金属管中，构成管状电热元件，称之为罩盖式电热元件；还有的是根据实际需要做成盘状、带状、棒状等，称之为特种电阻式电热元件。

1. 电阻丝

电阻丝多数是配置在由绝缘材料制成的盘状凹槽里，或安置在绝缘支架上成螺旋形，它发出的热能以辐射和对流两种方式传给被加热的物体。此种电热元件的优点是结构简单、成本低、加热速度快、易于安装和维修等；其缺点是由于电阻丝裸露，易于氧化，使用寿命短，工作不安全。若食物或流体物落入电热元件中，则会引起局部短路，使电热元件超过额定的功率。常用电阻丝的器具有电炉、电吹风等。

2. 半封闭式电热元件

这种电热元件是将电热合金丝绕制在绝缘的骨架上制成的，使用时将它安装在特殊的保护罩中。半封闭式电热元件的安全性能好，但热效率较低。如：电熨斗等一类器具就是使用这种元件制成的，它用云母半封闭，电热元件发出的热量经过云母传给底板；电灶的发热体也采用这种元件，它是先加热罩盖再传导给被加热物的，因此，损失了一部分热能，致使热效率降低。

3. 管状电热元件

图 1-1 所示为管状电热元件及其结构图，它是一种技术上较为成熟，使用安全可靠的电热元件。这种元件是在钢管或磁管内放入螺旋状的电热丝，并用氧化镁、氧化铝等导热绝缘材料灌满其间隙，再经端头封堵和表面处理等工艺制成的，在管口端部引出电热丝，供接电源

用。

与其他电热元件相比，管状电热元件具有结构简单、成本低、使用寿命长、机械强度高优点，并且可以弯曲成U形、单环形、W形等多种形式，以适应不同的需要。另外，在通电发热时表面不带电，确保了使用时的安全，因此，管状电热元件被广泛地应用于电灶、电烤箱、电炒锅、热水器、电熨斗等家用电器中。

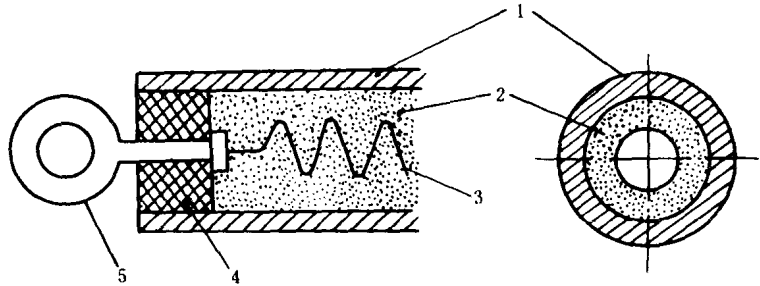


图 1-1 管状电热元件的结构

1—金属管 2—氧化镁粉末 3—电阻线 4—端头密封组件 5—引出端

4. 电热板

电热板又称为烹调电板、电灶板等，它是一种表面不具有明火、不带电、安全可靠电加热平板，使用时主要靠热传导，因此，具有较高的热效率，其外形有多种形式，参见图 1-2。电热板主要由电板体、绝缘填充料和螺旋型电热丝组成。对电热板体要求平整，能经受住温度的快速变化而不变形；填充材料要有较高的热传导性、较好的绝缘性能和较低的吸性能。

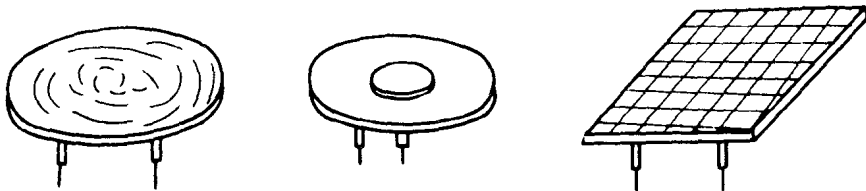


图 1-2 电热板

二、远红外电热元件

远红外电热元件是在碳化硅、不锈钢或其他金属管、板的表面上涂敷红外线材料（金属氧化物）制成的。当电阻元件通电发热后，辐射材料即产生强烈的红外线辐射，被加热物品吸收后转变为热能。在一些要求温度高、辐射功率大的烘炉或采暖器上，多使用烧结式远红外辐射元件，它是将电阻发热元件敷设在碳化硅等陶瓷泥料中，经高温烧结成形的，而远红外辐射物质可直接掺入陶瓷泥料中或涂敷在陶瓷表面上。

远红外辐射加热与电阻发热相比，能够大幅度地节约电能和时间。实验证明，远红外线加热的辐射与吸收具有明显的选择性，只有当辐射光谱与被加热物的振动光谱波长一致时，辐射才能被吸收，例如，加工食品一类物质，波长在 $3\mu\text{m}$ （微米）以上的红外线有比较好的加热效果。

常用的远红外线电热元件有电热合金型远红外、石英管远红外、电热板远红外等 3 种。

电热合金型远红外是在电热合金元件的表面上直接涂覆远红外涂料而制成的，这种元件结构简单、易于加工。缺点是由于电热合金通电后机械强度降低以及热胀冷缩引起变形，易产生涂料剥落，导致远红外辐射能力减弱。

石英管远红外电热元件是在直径为 $12\sim 18\text{mm}$ 的石英管内装置带有引出端子的螺旋电热合金线制成的，由于石英不导电，管内不需要填充导热电绝缘材料，管内螺旋的外径与石

石英管内径吻合,以防止电热线沿管的轴向位移,管的两端用耐热绝缘材料密封,如图 1-3 所示。

电热板远红外是由在碳化硅或耐热金属板表面涂覆一层远红外涂料,中间装上合金电热元件制成的,这种电热板有单面辐射和双面辐射两种形式。

三、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,它是在钛酸钡 (BaTiO_3) 中添加微量稀土元素,经模压高温烧结成的陶瓷半导体发热材料。

如图 1-4 所示,PTC 电热元件具有独特的温度—电阻特性。

从图中可以看出,在温度较低时,PTC 电热元件的电阻率随着温度的升高而降低(呈 NTC 特性),此时的电阻率的变化不大。当温度达到某一温度(图中 T_P 点,又称居里点)时,转化为明显的正温度系数特性,电阻率急剧上升,增加的倍数可达 $10^3 \sim 10^5$ 倍以上,使流经电热元件的电流迅速减小,起到了自动调节功率的作用。

T_N 为电阻率急剧增加结束时的温度,此后的电阻率随着温度的增加而缓慢增加,使电热元件表面有一恒定的温度范围,因此,PTC 电热元件具有温度自限能力。

居里点温度为 PTC 电热元件的最高工作温度。为适应不同用途的电热器具产品对温度范围的不同要求,PTC 电热元件特性曲线的斜率、居里点位置以及其本身的电阻值,决定于掺入钛酸钡中微量元素的品种、多少和结构等。如在钛酸钡中加入锡 (Sn)、锶 (Sr) 等可使居里点向低温侧移动,而加入铅 (Pb) 则可以使居里点向高温侧移动,利用这种温度点的可变性,可以将居里点控制在 $300 \sim 500^\circ\text{C}$ 的范围内。

与其他电热材料相比,PTC 电热元件具有较多优点:1) 可以保持工作温度恒定;2) 能够限温发热、当整个工作系统确定以后,系统的最高发热温度是限定的;3) 能够自动地进行温度补偿,当由于外界的因素致使工作系统大幅度波动时,能够迅速调整发热功率;4) 能够适应电压的波动;5) 能够根据不同的需要制成各种不同的形状、结构和外形尺寸的元件;6) 安全性能好,不氧化,使用寿命长。因此,PTC 电热元件在电热器具中得到了广泛的应用,如在热水器、电吹风、电熨斗中均有应用。

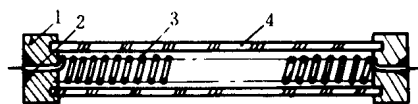


图 1-3 石英管辐射元件

1—密封端部 2—引出端子

3—电热丝 4—石英管

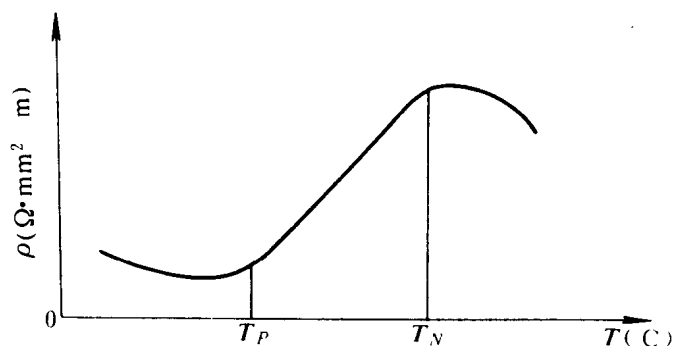


图 1-4 PTC 电热元件的温度—电阻特性

第三节 控制元件

在家用电热器具中,往往在不同的时间阶段需要不同的温度,有些电热器具加热到一定的温度后,需要自动切断电源或者保持一定的恒定温度,这就需要在电热器具中设置温度和时间的变换和控制装置,由此而产生了控制元件。控制元件一般分为温度控制元件和时间控

制元件。

一、温度控制元件

(一) 变阻式温度变换

控制电热器具工作温度的最简单办法：就是将电热元件分为几部分，用转换开关改变电热元件的组合方式，以改变供热的功率，达到控温目的。

由两组电热元件和一个三档的开关，就能够组成单用、并联和串联等几个不同的功率等级，如图 1-5 所示。同样，如果利用三个或四个电热元件，通过多档开关可以获得七、八级功率的变换。

(二) 双金属片温度控制器

如图 1-6 所示，双金属片温度控制器是将膨胀系数不同的两种金属片锻压或轧制在一起，在常温下，双金属片的长度相同并保持平直。当温度升高时，膨胀系数大的金属片伸长较多，使双金属片向膨胀系数较小的那一面弯曲。温度越高，弯曲越大。

双金属片温控器有常开触点和常闭触点两种形式。在常温和一般工作情况下两触点是闭合的称为常闭触点(如图 1-6a 所示)，在常温和一般工作情况下两触点是断开的称为常开触点(如图 1-6b 所示)。在常开温控器中，当温度达到一定的数值后，双金属片弯曲使触点闭合。常闭触点是当温度达到一定的数值后，双金属片弯曲使触点断开，切断电源。常开触点多用于电路控制，常闭触点多用于温度控制。

在实际应用中，最简单的双金属片温度控制器是由一条金属片和一条固定的金属导电弹簧组成(如图 1-7 所示)。通过调整调温螺钉对两触点的压紧程度，即可改变触点的动作温度。如果是常闭触点，当调节螺钉向下旋转时，两触点之间的压力增大，需要较高的温度才能使双金属片产生足够的翘曲力，使触点断开。相反，如果调节螺钉向上旋，两触点间的压力减小，则可在较低的温度就会使触点动作。

电动器具工作时，由于电流通过双金属片会使双金属片发热，因而影响温度控制的准确度。为了提高温度控制的精度，可增加一条导电弹簧片，并用绝缘瓷柱把弹簧片与双金属片

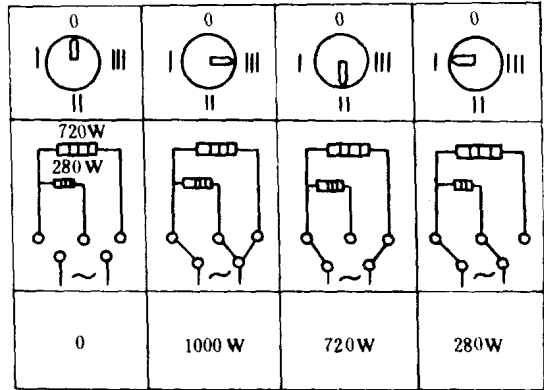


图 1-5 两丝三档开关方式

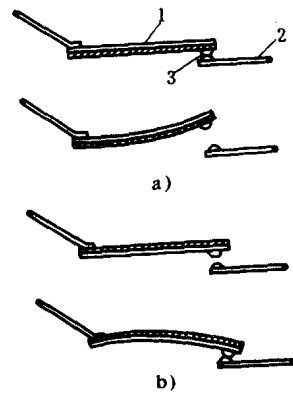


图 1-6 双金属片的构造

a) 常闭触点 b) 常开触点

1—双金属片 2—电接头 3—常闭触点

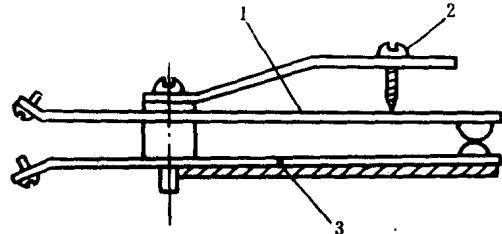


图 1-7 双金属片恒温器

1—弹簧片 2—调节螺钉 3—双金属片

隔开，不让电流通过双金属片（如图 1-8 所示），这类温度控制器的温度调节机构及双金属片的形状多种多样，但其基本道理都是一样的。

上述两种双金属片温度控制器触点动作缓慢，在触点通、断时会产生较大的电弧，从而造成烧蚀触点并干扰无线电设备。为了灭弧，大功率温控器多用快动式（闪发式）温度控制器（如图 1-9 所示），这种温度控制器多了一个弧状或螺旋状储能弹簧，使触点能迅速地接触或断开，有效地减小了通、断电时产生的电弧。

（三）磁性温控器

如图 1-10 所示，磁性温控器是利用感温磁钢（软磁铁）的磁性随温度高低而变化的特性来设计的。在常温时，软磁铁是顺磁性物质，软磁铁和硬磁铁之间的吸力远大于弹簧拉力和硬磁铁的重力，此时软磁铁和硬磁铁紧紧地吸合在一起，使两触点闭合，电路接通，电热元件即开始发热。当温度继续升高时，软磁铁的磁性随温度的升高而逐渐降低，软磁铁间的吸力减小，当温度超过预定值时，软磁铁失去磁性，此时硬磁铁在重力和弹簧力的作用下跌落，两触点断开，电路切断，停止加热。这种温度控制器的动作敏捷、可靠，控温准确，但结构较双金属片温控器复杂，且温度降低后不能自动再供电，普遍地应用于自动电饭锅中。

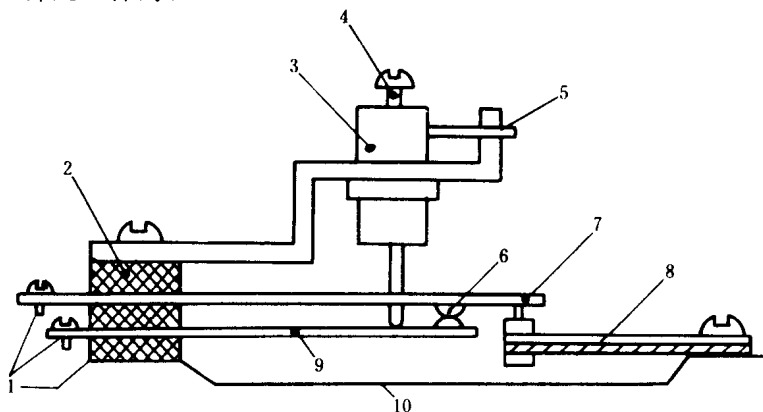


图 1-8 双金属片恒温器

1—接线端点 2—绝缘层 3—调温螺杆 4—核准螺钉 5—限位挡杆 6—触点 7—上簧片 8—双金属片 9—下簧片 10—底板

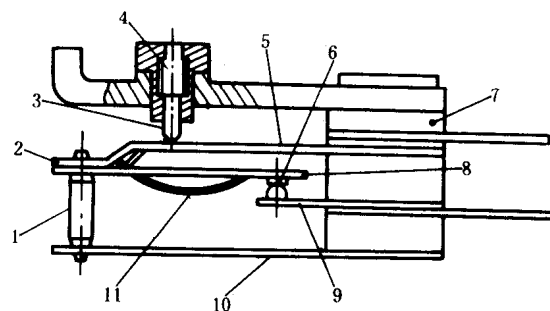


图 1-9 闪发式恒温器

1—瓷柱 2—弹性机构 3—瓷柱 4—恒温调节螺钉 5—浮动支承板 6—触点 7—瓷环 8—动片 9—静片 10—双金属片 11—储能簧片

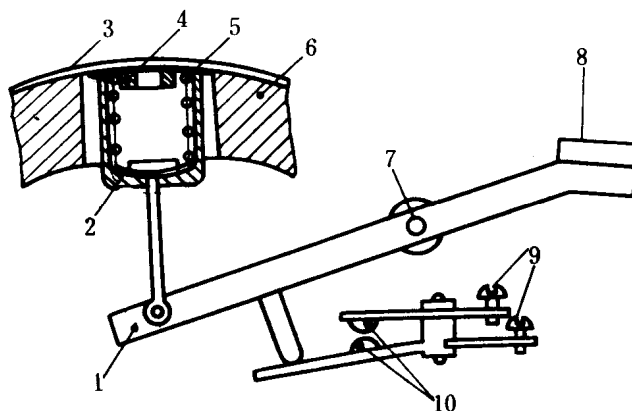


图 1-10 磁性温控器

1—杠杆 2—硬磁铁 3—内煲底 4—软磁铁 5—弹簧 6—电热板 7—转轴 8—开关按钮 9—接线螺钉 10—触点

(四) 感温囊式温度控制器

感温囊式温控器是根据液体(或气体)热胀冷缩的原理制成的,由感温囊、毛细管、感温(压)腔、杠杆等组成(如图 1-11 所示)。

感温囊由直径数毫米的钢管制成,通过毛细管与感温腔组成一个密闭系统,里面注入氟利昂等感温剂。感温囊紧贴在受热器上,随着温度的升高,感温剂膨胀,感温腔轴向伸长,当温度升高到规定温度时,通过杠杆触点断开或闭合,于是切断或接通用电器电源,而当温度降低时,感温腔收缩,触点闭合或断开,接通或切断用电器电源。

感温囊式温控器不但可以控制电热器具、制冷器具,通常也用来控制电动机、煤气加热器等。

除以上几种常用的温控器以外,在一些要求控温精度较高,尤其是对加热过程需进行程序控制的设备中,一般都采用了复杂的电子线路,并采取了微机控制。

二、时间控制元件

时间控制元件又称为定时器,是一种控制家用电器的作时间长短的开关装置。根据其结构和工作原理的不同,定时器可分为机械(发条)式、电动式和电子式三种。

(一) 机械式定时器

机械式定时器是利用钟表机构的原理制成的,它以发条作为动力源,目前生产的厂家较多。除发条外,还有齿轮传动机构和时间控制组件等三部分构成了定时器。

1. 发条

由弹性的钢带卷制而成,使用时靠人力通过旋钮卷紧发条,存贮势能。发条自动松弛时释放贮存的能量,向齿轮传动机构和时间控制组件传送动力。

2. 齿轮传动机构

按照上发条时齿轮离合方式的不同,机械式定时器又可分为弹簧管式、棘爪式和小弹簧式三种传动机构。

3. 时间控制组件

各种机械定时器的时间控制组件的结构基本相同,都是采用一组或两组凸轮来分配时间,当控制凸轮转动时,不断改变其凸凹位置,使相关接触簧片的触点按设计要求接通或断开,以控制电动机(或其他电器)的运行和停止。

机械式定时器的工作原理如图 1-12 所示。

从图中可以看出,开关凸轮和主轴铆接,当主轴反转时,靠摩擦片和盖碗使之与棘爪轮的头轮一起滑动而将发条松开,并不影响齿轮系的转动。当主轴正转上条时,靠棘爪轮的第

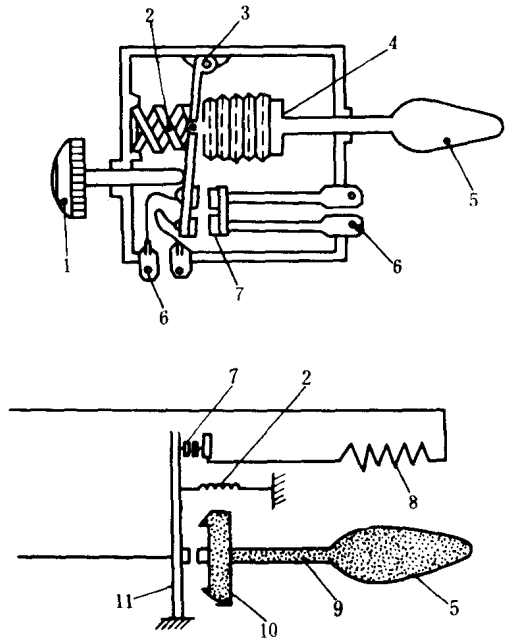


图 1-11 感温囊式温控器

- 1—调温钮 2—弹簧 3—轴 4—波纹管
5—感温囊 6—接线端 7—触点 8—电热丝
9—毛细管 10—感温膜盒 11—杠杆

二轮上的棘爪与棘爪孔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。这种定时器的结构特点是摩擦力矩大，动作可靠。

(二) 电动式定时器

电动式定时器的轮系结构与时间控制组件与机械式定时器基本相同，所不同的是由微电机代替发条做动力源，其结构如图 1-13 所示。

电动式定时器的凸轮一般控制着两组簧片的触点，做定时控制时，凸轮控制触点同时接通被控负载电源和定时器本身的微电机电源，而不做定时控制时，只接通被控负载的电源。

(三) 电子式定时器

电子式定时器是由阻容元件、半导体器件组成的时间控制电路。与机械式定时器相比，它不仅体积小、重量轻、使用可靠，而且易于实现集成化、无触点化，并能完成相当复杂的时间程序控制。随着电子技术的发展，电子定时器必将逐步取代机械式定时器。

电子式定时器的电路形式有多种，图 1-14 是一

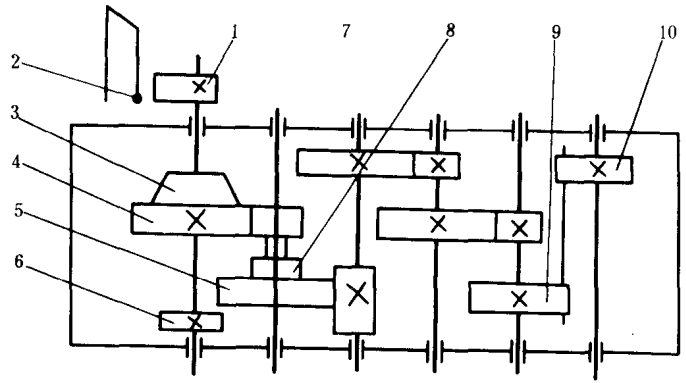


图 1-12 机械（发条）式定时器结构原理图

- 1—开关凸轮 2—触点 3—盖碗 4—摩擦片 5—棘爪孔
- 6—发条 7—主轴 8—棘爪轮 9—棘轮 10—振子

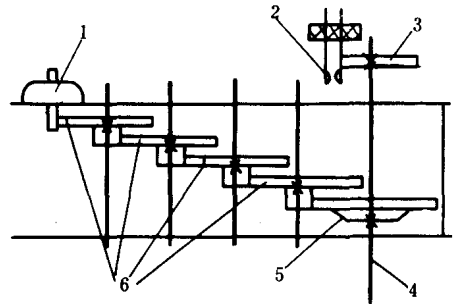


图 1-13 电动式定时器结构原理示意图

- 1—电动机 2—触点组件 3—凸轮
- 4—主轴 5—爪簧离合器 6—传动轮系

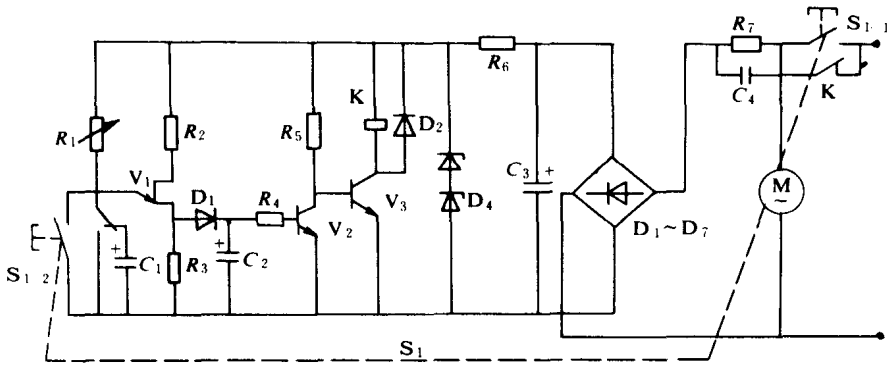


图 1-14 电子定时器原理图

- R_1 2.2M Ω R_2 120 Ω R_3 110 Ω R_4 24k Ω R_5 36k Ω
- R_6 1.6k Ω R_7 1M Ω C_1 470 μ F C_2 10 μ F C_3 50 μ F C_4 0.35 μ F

种简单的延时关机电路，它由电源和延时开关电路两部分组成。交流电经电源按钮开关 S_{1-1} 和继电器开关 K 对用电器供电；另一路经电容降压、桥式整流和滤波稳压后，输出 15V 直流电为定时电路供电，电路中开关 S_2 作定时和不定时转换。

工作时，将开关 S_2 拨到定时档，按下联动开关 S_1 ，则 S_{1-1} 、 S_{1-2} 同时闭合，电容 C_1 对地短

路,单结管 V_1 无脉冲输出, V_2 截止, V_3 饱和导通,继电器开关 K 闭合,用电器通电工作。当按钮开关 S_1 断开后,由于继电器开关 K 已闭合,所以用电器仍能正常工作, S_{1-2} 断开后,电源通过 R_1 向 C_1 充电,定时开始。当 C_1 电压上升到 V_1 管的峰值电压后, V_1 、 V_2 由截止转入导通, V_3 由饱和导通转为截止,继电器 K 断电释放,用电器和定时电路均断电,整个电路停止工作。

电路的延时工作时间由 R_1 和 C_1 的数值决定,一般将 C_1 固定,用电位器 R_1 来调节用电器工作时间,若将 S_2 拨到不定时档, C_1 对地短路, V_1 、 V_2 截止, V_3 饱和导通,用电器长时间工作,需要时再将 S_2 拨到定时档,用电器延时工作一段时间后自行停止。

复习思考题

1. 电热器具按其工作原理分有哪几种类型,各自的特点是什么?
2. 电热合金材料有几种特性?选择时应注意哪些事项?
3. 与其他电热元件相比,管状电热元件有哪些优点?
4. 熟悉 PTC 电热元件的控温原理,并分析其特性曲线。
5. 如何正确地使用 PTC 电热元件?
6. 温度控制元件有哪几种类型?常用的是哪种?
7. 双金属片控温元件的控温原理是什么?
8. 画出双金属片恒温器的结构示意图,并说明为什么能恒温。
9. 试叙磁性温控器和感温囊式温控器的工作原理。
10. 定时器分为哪几种类型,如何选择定时器?
11. 试叙机械式定时器的原理。
12. 分析图 1-14 电子定时器的原理图。