



新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材

· 应用电子技术专业

电热电动器具 原理与维修

· 张永生 主 编

· 何其贵 蒋正炎 副主编

· 牛金生 主 审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材 · 应用电子技术专业

电热电动器具原理与维修

张永生 主 编

何其贵 副主编
蒋正炎

牛金生 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书为新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材之一,是按照教育部和电子工业出版社共同召开的高职高专教材会议精神编写的。

本书将电热电动技术基础与实用的电热电动炊具及保健器具等相互贯通,对传统内容进行了压缩,着重介绍了新工艺、新技术的应用以及新产品的性能特点,以适应培养具有创新精神和较强实践动手能力的复合型高职技术人才的需要。主要内容包括电热、电动基础、电热水器、电饭锅、电磁灶、微波炉、电暖器、电子消毒柜、电风扇、洗衣机、洗碗机、电动按摩器等。

本书采用模块式编写方式,内容新颖,深入浅出,通俗易懂,既适合作为高职院校电子电器专业的教材,又适于电类其他专业或从事电子电器制造、维修工作的工程技术人员学习参考及作为岗位培训教材。

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

电热电动器具原理与维修/张永生主编. —北京:电子工业出版社, 2003.8

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·应用电子技术专业

ISBN 7-5053-8736-7

I.电… II.张… III.①日用电气器具—理论—高等学校:技术学校—教材②日用电气器具—维修—高等学校:技术学校—教材 IV.TM925.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 056685 号

责任编辑:程超群

印 刷:北京彩艺印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:14 字数:358 千字

版 次:2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:18.00 元

凡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。
联系电话:(010) 68279077

出版说明

高等职业教育是我国高等教育的重要组成部分。其根本任务是培养和造就适应生产、建设、管理、服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高等技术应用型人才。近年来,高等职业教育发展迅猛,其宏观规模发生了历史性变化。为适应我国社会进步和经济发展的需要,高等职业教育的教学模式、教学方法需要不断改革,高职教材也必须与之相适应,进行重新调整与定位,突出自身的特色。为此,在国家教育部、信息产业部有关司局的支持、指导和帮助下,电子工业出版社在全国范围内筹建成立“全国高职高专教育教材建设领导小组”,下设“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”等专业的多个编委会。各专业编委会成员由电子信息战线辛勤耕耘、功绩卓著的专家、教授、高工和富有高职教学经验的一线优秀教师组成。

2002年10月,“应用电子技术”、“机电一体化技术”、“电气自动化技术”和“通信技术”等四个专业的编委会精心组织全国范围内的优秀一线教师编写了《新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材》60余种。这批教材的主要特点是:

1. 在编写方法上打破了以往教材过于注重“系统性”的倾向,摒弃了一些一般内容和烦琐的数学推导,采用阶跃式、有选择的编写模式,强调实践和实践属性,精炼理论,突出实用技能,内容体系更加合理;
2. 注重现实社会发展和就业需求,以培养职业岗位群的综合能力为目标,充实训练模块的内容,强化应用,有针对性地培养学生较强的职业技能;
3. 教材内容的设置有利于扩展学生的思维空间和学生的自主学习;着力于培养和提高学生的综合素质,使学生具有较强的创新能力,促进学生的个性发展;
4. 教材内容充分反映新知识、新技术、新工艺和新方法,具有超前性、先进性。

首批教材共有60余种,将于2003年8月陆续出版。所有参加教材编写的高职院校都有一个共同的愿望:希望通过教材建设领导小组、编委会和全体作者的共同努力,使这批教材在编写指导思想、编写内容和编写方法上具有新意,突出高等职业教育的特点,满足高职学生学习和就业的需要。

高等职业教育改革与教材建设是一项长期的任务,不会一蹴而就,而是要经历一个发展过程。这批高职教材的问世,还有许多不尽人意之处。随着教育的不断深化,我国经济和科学技术的不断发展,高职教材的改革与开发将长期与之相伴而行。在教育部和信息产业部的指导和帮助下,我们将一如既往地依靠本行业的专家,与科研、教学第一线的教研人员紧密联系,加强合作,与时俱进,不断开拓,逐步完善各类专业课教材、专业基础课教材、实训指导书、电子教案、电子课件及配套教材,为高等职业教育提供优质的教学资源和服务。

电子工业出版社高职高专教育教材事业部的全体成员殷切地希望全国高职高专院校的教师们能够踊跃投稿,提出选题建议,并对已出版的教材从多方面提出修改建议。除以上四个专业外,我们还设立了“计算机技术”、“电子商务”、“物流管理”、“会计类”、“金融类”、“环保类”等专业的编委会。我们衷心欢迎更多的志士仁人加入到各个编委会中来。

电子工业出版社的全体员工将竭诚为教育服务,为高等职业教育战线的广大师生服务。

全国高职高专教育教材建设领导小组
电子工业出版社

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”

编写的院校名单（排名不分先后）

桂林工学院南宁分院	广州大学科技贸易技术学院
江西信息应用职业技术学院	湖北孝感职业技术学院
江西蓝天职业技术学院	江西工业工程职业技术学院
吉林电子信息职业技术学院	四川工程职业技术学院
保定职业技术学院	广东轻工职业技术学院
安徽职业技术学院	西安理工大学
杭州中策职业学校	辽宁大学高职学院
黄石高等专科学校	天津职业大学
天津职业技术师范学院	天津大学机械电子学院
福建工程学院	九江职业技术学院
湖北汽车工业学院	包头职业技术学院
广州铁路职业技术学院	北京轻工职业技术学院
台州职业技术学院	黄冈职业技术学院
重庆工业高等专科学校	郑州工业高等专科学校
济宁职业技术学院	泉州黎明职业大学
四川工商职业技术学院	浙江财经学院信息学院
吉林交通职业技术学院	南京理工大学高等职业技术学院
连云港职业技术学院	南京金陵科技学院
天津滨海职业技术学院	无锡职业技术学院
杭州职业技术学院	西安科技学院
重庆职业技术学院	西安电子科技大学
重庆工业职业技术学院	河北化工医药职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

三峡大学职业技术学院

桂林电子工业学院高职学院

桂林工学院

南京化工职业技术学院

湛江海洋大学海滨学院

江西工业职业技术学院

江西渝州科技职业学院

柳州职业技术学院

邢台职业技术学院

漯河职业技术学院

太原电力高等专科学校

苏州工商职业技术学院

金华职业技术学院

河南职业技术师范学院

新乡师范高等专科学校

绵阳职业技术学院

成都电子机械高等专科学校

河北师范大学职业技术学院

常州轻工职业技术学院

常州机电职业技术学院

无锡商业职业技术学院

河北工业职业技术学院

天津中德职业技术学院

安徽电子信息职业技术学院

浙江工商职业技术学院

河南机电高等专科学校

深圳信息职业技术学院

河北工业职业技术学院

湖南信息职业技术学院

江西交通职业技术学院

沈阳电力高等专科学校

温州职业技术学院

温州大学

广东肇庆学院

湖南铁道职业技术学院

宁波高等专科学校

南京工业职业技术学院

浙江水利水电专科学校

成都航空职业技术学院

吉林工业职业技术学院

上海新侨职业技术学院

天津渤海职业技术学院

驻马店师范专科学校

郑州华信职业技术学院

浙江交通职业技术学院



思考与练习题 3	(61)
第 4 章 电暖器	(63)
4.1 电热毯	(63)
4.1.1 类型特点	(63)
4.1.2 结构与原理	(65)
4.1.3 电热毯常见故障检修	(68)
4.2 石英电暖器	(69)
4.2.1 类型与特点	(69)
4.2.2 结构与原理	(70)
4.2.3 石英电暖器常见故障检修	(72)
4.3 电热油汀	(73)
4.3.1 基本结构	(73)
4.3.2 工作原理	(74)
4.3.3 电热油汀常见故障检修	(74)
本章小结	(75)
实训项目及要求	(76)
实训 5 电热毯的检测和不热故障检修	(76)
实训 6 石英电暖器的拆装	(78)
实训 7 电热油汀的使用与检修	(78)
思考与练习题 4	(80)
第 5 章 电热洁具	(81)
5.1 电熨斗	(81)
5.1.1 类型与组成	(81)
5.1.2 调温喷汽、喷雾型电熨斗	(82)
5.1.3 PTC 型电熨斗	(83)
*5.1.4 新型电熨斗简介	(84)
5.1.5 电熨斗常见故障检修	(84)
5.2 电子消毒柜	(85)
5.2.1 高温型电子消毒柜	(85)
*5.2.2 智能型模糊控制高温电子消毒柜	(86)
5.2.3 低温型电子消毒柜	(87)
5.2.4 高低温型电子消毒柜	(89)
5.2.5 电子消毒柜常见故障检修	(90)
*5.3 蒸汽浴箱	(91)
5.3.1 电热管加热式蒸汽浴箱	(91)
5.3.2 电极加热式蒸汽浴箱	(92)
5.3.3 蒸汽浴箱常见故障检修	(93)
本章小结	(93)



8.2.1 吸尘器类型及其特点	(152)
8.2.2 吸尘器主要性能参数	(152)
8.2.3 吸尘器的结构组成	(153)
8.2.4 吸尘器的工作原理	(154)
8.2.5 吸尘器的控制电路	(154)
*8.2.6 智能型模糊控制吸尘器	(155)
8.2.7 吸尘器常见故障检修	(155)
本章小结	(156)
实训项目及要求	(156)
实训 10 普通波轮式双桶洗衣机的拆装与检修	(156)
实训 11 吸尘器的拆装与检修	(157)
思考与练习题 8	(158)
第 9 章 厨房电动器具	(159)
9.1 多功能食品加工机	(159)
9.1.1 多功能食品加工机的类型和规格	(159)
9.1.2 多功能食品加工机的结构和原理	(160)
9.1.3 多功能食品加工机的选用与保养	(162)
9.1.4 多功能食品加工机常见故障检修	(164)
9.2 全自动豆浆机	(165)
9.2.1 全自动豆浆机的类型和规格	(165)
9.2.2 全自动豆浆机的结构和原理	(165)
9.2.3 全自动豆浆机的选用与保养	(168)
9.2.4 全自动豆浆机常见故障检修	(169)
9.3 全自动洗碗机	(170)
9.3.1 全自动洗碗机的类型和规格	(170)
9.3.2 全自动洗碗机的结构和原理	(171)
9.3.3 全自动洗碗机的选用与安装	(175)
9.3.4 全自动洗碗机常见故障检修	(176)
*9.3.5 电脑程控全自动洗碗机	(177)
9.4 抽油烟机	(179)
9.4.1 抽油烟机的类型与特点	(180)
9.4.2 抽油烟机的结构与原理	(180)
9.4.3 抽油烟机的选用与保养	(183)
9.4.4 抽油烟机常见故障检修	(185)
本章小结	(186)
实训项目及要求	(187)
实训 12 自动控制型抽油烟机拆装及检测	(187)
思考与练习题 9	(188)

第1章 电热基础



内容提要

- 电阻式电热器件的结构、原理、作用和类型。
- 红外式电热器件的结构、原理、作用和类型。
- PTC 式电热器件的特性、优点和类型。
- 双金属片温控器件的结构和原理。
- 电子式温控器件的电路类型和原理。
- 热敏电阻式温控器件的原理、结构和特点。
- 保险器件的类型和特点。

随着人们生活水平的日益提高,具有清洁卫生、没有污染、易于调温、利于自控、热效率高、节约能源、传输快捷、使用方便等优点的电热器具,得到了迅速的普及应用,目前占有率为整个家用电器的 25% 以上,并且正朝着设计美观、坚固耐用、自动温控及全计算机控制方向发展。各类电热器具均是指能自动完成将电能转换成热能的装置,其组成结构主要包括电热器件、控制器件以及保护器件。

1.1 电热器件

在电热器具中,将电能转换为热能的是各类电热器件。电热器件实际上就是由电热材料与绝缘导热材料组合而成的既能通电发热又能满足特定用途的独立零部件。在研究、设计、制造、检测、使用及维修电热器具时,都必须首先把注意的焦点集中在它们上面。

1.1.1 电热器件分类

电热器件原理不同,形状各异,大致可分为以下类型。

1. 按其材料与空气接触程度划分

- (1) 开启式:电热材料完全裸露于空气中,器件表面带电。开启式电热器件结构简单,制造容易,应用广泛,但安全性差。
- (2) 封闭式:电热材料与空气完全隔离。封闭式电热器件安全可靠,热效率高,寿命长。

2. 按其外形划分

电热器件按外形可分为裸露式、管状式、板状式、带状式、片状式等。



3. 按电热转换方式划分

(1) 电阻式：依据电流通过电阻的热效应制成，材料有高电阻率的导体和 PTC 半导体两种。

(2) 红外式：在电阻发热材料表面涂覆红外涂料制成，通电后可致使其辐射出红外线来完成加热物体的目的。

(3) 微波式：在频率为 300MHz~300GHz 的高频交变电场中，利用一种波长在 1mm~1m 的电磁波穿透物体，使置于其中的物体内部分子加速运动而发热。

(4) 电磁式：导体在交变磁场中感应产生强大涡流，涡流通过内电阻时产生很大热量。

(5) 电弧式：电极与电极之间或电极与物体之间产生放电过程，促使其间的空气电离，从而形成电弧，产生高温，对物体进行加热。

1.1.2 电阻式电热器件

1. 电热材料

(1) 电热材料分类。电阻式电热器件是靠组成它的高电阻电热材料通电时发热而进行工作的，因此，电热材料的优劣直接决定着电热器件性能的好坏。电热材料很多，主要有金属型（镍铬、镍铬铁等）和非金属型（石墨、碳粒、碳化硅等）两种。

(2) 电热材料主要参数。电热材料主要有密度、线膨胀系数、比热容、熔点、抗张强度、电阻率、电阻温度系数等反映物理与机械性能的参数。

(3) 电热材料特点。电热材料特点由构成材料的性质决定，包括电阻率高低、高温强度高低及有无磁性等方面。

2. 绝缘材料

绝缘材料主要有无机（云母等）、有机（电木等）两种材料及由它们合成制出的混合绝缘材料。电热器件所采用的绝缘材料一般都应具有绝缘强度大、耐热温度高及机械强度高特点。

3. 绝热材料

为了提高电热器件的热效率，在电热器具中往往还要适当采用绝热材料，以用于保温与隔热。对绝热材料的一般要求是：耐热、耐火，不易腐蚀等。常用的绝热材料大体可分为保温（木材等）、耐热（石棉等）、耐火（硅藻土等）三类。

4. 电阻式电热器件的类型及特点

电阻式电热器件常按其装配方式来分，有开启式、罩盖式和密封式三种。

(1) 开启式电热器件。这种电热器件就是嵌在以绝缘材料制成的盘面凹槽里或专门支架上裸露的螺旋形电阻丝，它发出的热能以辐射和对流两种方式传给欲加热的物体。加热迅速、结构简单、易于检修是此种器件最突出的特点。缺点是易于受潮氧化，稍有不慎触及时，往往造成电击事故。此种电热器件可用于电炉与电吹风中。

(2) 罩盖式电热器件。这种电热器件由放在铸铁或云母等特殊保护罩中的螺旋电阻丝或



缠绕在中衬云母片上的扁平形电热带组成, 又称半封闭式电热器件, 多用于电灶、电烤炉或电熨斗中。这类电热器件由于和欲加热物体可直接接触, 因此主要依靠传导方式传热。优点是电热丝寿命较长, 散热面积大。缺点是必须使欲加热物体和器件平面保持密合, 且传热效率不高, 升温也受局限。

(3) 封闭式电热器件。这种电热器件是指用绝缘导热材料将电阻丝密封在电热器件内部而组成的, 而管状电热器件是封闭式电热器件中应用最为广泛的一种, 又称电热管, 如图 1.1 所示。制造时在金属管的中心沿轴方向放入螺旋形铁铬铝或镍铬合金电热丝作为发热体, 外面套上金属护套管。在中间空隙部分, 紧密均匀地填充具有良好导热性和电绝缘性的结晶氧化镁、氧化铝或石英砂, 再用缩管将管径轧细, 用弯管机制成所需形状。由于封闭式电热器件的发热体被密封而不与空气接触, 所以不易氧化或污损, 使用寿命长, 安全性好, 机械强度和热效率高。但热丝烧断后难以修复, 只能更换。

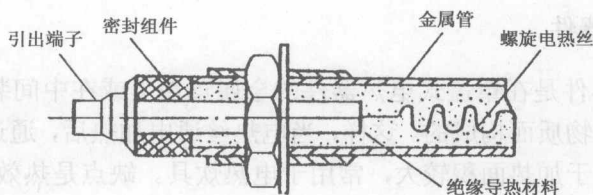


图 1.1 管状电热器件结构示意图

在电热器具中除广泛使用上面介绍的三种主要器件外, 也需要使用其他一些不同类型的电阻式电热器件, 如板状、绳状、片状、带状、蜂窝状、软索状电热器件常被用于家用电热器具、复印机、商用食品加热装置及销售机中。

1.1.3 红外式电热器件

红外线是一种介于可见光与超短波之间的电磁波, 它是人眼看不见的热线, 极易被物体吸收, 起到加热作用。因此, 利用远红外线加热或干燥物品, 是近来被广泛采用的新技术, 它具有升温迅速、穿透力强、加热均匀、节约能源 (节能 30%~50%)、设备简单、没有污染等优点。红外式电热器件是利用辐射方式给物体加热的, 所以也称为远红外辐射器件, 在电热器件中主要有下述类型。

1. 灯式红外线器件

红外线灯结构与普通白炽灯泡极为类似, 电阻发热体也采用钨丝, 玻璃壳则采用不吸收热线的玻璃或采用红色玻璃, 以吸收可见光。为使辐射集中, 一般均使用反射装置。从外形来看, 红外线灯比白炽灯要大得多, 前端略显扁平。

红外线灯常用于干燥器 (以开放型、单面型、双面型或环封型进行组合) 或家庭理疗器中。

2. 管式红外线器件

(1) 金属管远红外线器件由普通金属管电热器件表面加涂一层远红外辐射物质制成。不同的辐射材料, 其辐射光谱特性也不同。其优点是可做成不同形状, 各种长度, 并且热效率高, 升温快, 安装方便, 缺点是一般难以胜任大功率高温加热。

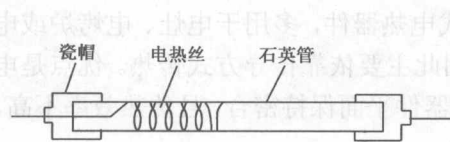


图 1.2 石英管远红外线器件

(2) 石英管远红外线器件是在直径为 12mm~18mm 的石英管上安装带有引出端子的螺旋型电热合金丝制成。由于石英材料不导电, 所以管内不填充任何导热绝缘材料。管内螺旋电热丝的外径与石英管内径吻合, 以防止电热线沿管的轴向位移。管的两端口用耐热绝缘材料密封, 其结构如图 1.2 所示。

石英管多数用乳白色半透明体管材制造, 由于采用了特殊工艺, 使管壁上形成了大量的气泡或气线, 增强了吸收电热丝发射可见光及近红外光的能力, 从而将可见光和近红外光线的穿透率由原来的 95%~98%, 降低到 0.5%~2.5%, 引起石英玻璃中晶格振动, 产生了热效率很高的远红外辐射。石英管远红外电热器件辐射能力较强, 常用于空间加热器(电暖器)及干燥器。

3. 板式远红外线器件

板式红外线辐射器件是在罩盖式电热器件的金属罩盖上或在中间装有电热丝的碳化硅表面涂覆一层红外线辐射物质而构成的。这样, 当电热丝通电加热后, 通过对流和辐射使罩盖加热而辐射出红外线。由于加热面积较大, 常用于电热炊具。缺点是热效率不高, 加热速度慢。

4. 烧结式远红外线器件

将电热丝放在具有红外线辐射的陶瓷里, 再以高温烧结制成。烧结式红外线辐射器件工作时, 由电热丝加热, 通过陶瓷层将热传给红外辐射涂层, 使之辐射红外线。该器件热效率较高, 缺点是机械性能较脆, 不宜碰撞, 并且成型工艺较复杂。一般多用于烤炉或取暖器具上。

5. 黏接式远红外线器件

黏接式红外辐射器件是一种新型红外辐射器件, 它集中了上述四种器件的优点而克服了它们的缺点。它是在电阻发热体的表面涂以耐热黏接剂, 再将红外辐射陶瓷黏附在发热体上, 通电后由表面自身黏接而制成。除采用自身通电加热外, 还有用等离子熔射(喷涂)或火焰熔射等方法来制成的。采用该种工艺的主要优点是成型后电热器件具有一定弯曲强度, 能胜任较大功率高温加热。

1.1.4 PTC 式电热器件

PTC(正温度系数热敏电阻的英文缩写)是一种具有正温度系数的半导体陶瓷器件, 只要在其两面上加交流或直流电源, 就可获得额定的发热温度。

1. PTC 电热器件的主要特性

PTC 器件不同于电阻器件, 它具有一种特殊性。当温度升高到居里点(正温度特性起点)以后, 其电阻随着温度升高而急剧上升几个数量级($10^3 \sim 10^5$ 倍), 从而限制了电流, 使温度恒定在一个范围内。为了适应不同电热器件的需要, 可通过制作工艺和添加不同的元素来改变 PTC 元件的居里点温度, 如用锶(Sr)或锡(Sn)可使居里点向低温侧移动, 用铅(Pb)或铜(Cu)则使居里点向高温侧移动。目前 PTC 居里点一般在 $100^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$ 的范围内控制选定。



2. PTC 电热器件的主要优点

PTC 电热器件具有定温发热、限温发热、自行补偿温度、能适应较宽的电压波动、安全性好及使用寿命长等主要优点。

3. PTC 电热器件的结构形式

利用陶瓷工艺, PTC 电热器件可以制成不同的形状、结构及外形尺寸, 并可以根据需要确定器件的数量和排列方式。通常有圆盘式、蜂窝式、口琴式和带式等结构形式。

1.2 温控器件

在电热器具中, 往往需要对加热温度进行调节和控制, 因此必须配以温度控制器件。温度控制器件主要有两种工作方式: 温控和定时。其中, 温控器件用于控制电热器具的发热强度; 定时器件控制电热器具发热时间的长短。若两者配合使用, 则可以达到较好的温控效果。

目前常采用的温控器件有双金属片式、磁控式及定时式, 随着电子技术的发展, 近年来温控器件逐渐增添了电子式温控器件。

1.2.1 双金属片式温控器件

热双金属片由热膨胀系数不同的两种金属片轧制结合而成。在常温下, 两片金属片保持平直, 当温度上升时, 热膨胀系数大的那一面(主动层)伸长较多, 使金属片向热膨胀系数小的那一面(被动层)弯曲。利用双金属片受热后弯曲运动的特点, 即可控制开关触点的接通与断开。热双金属片在电路中的具体应用有常开触点和常闭触点两种类型, 受热方式有直接加热、间接加热和复合加热三种, 结构形式有慢动式和快动式两种。图 1.3 给出了快动式热双金属片温控器的结构示意图。

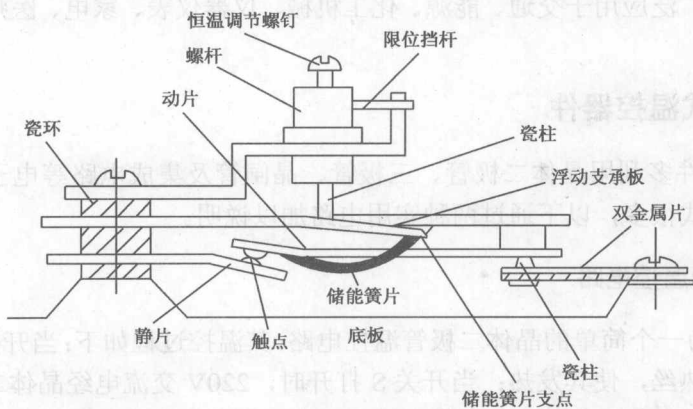


图 1.3 快动式热双金属片温控器结构示意图

当温度升至某一调定温度时, 热双金属片受热变形, 推动瓷柱, 瓷柱顶起动片, 当动片上升超过簧片支点时, 动触点在储能簧片的作用下迅速向上动作, 切断电路, 发热组件停止加



热；当温度下降至某一温度时，双金属片恢复原状，瓷柱不再顶起动片，动片又下降到储能簧片支点的下部，于是储能簧片又使动触点迅速向下运动接通电源，使发热组件再次发热。这样反复动作，电热器具的温度便被限定在一定范围内。

调节螺钉可以调节温度范围。这种温控器由于触点动作速度快，因而拉弧小，触点不易烧蚀，其动作寿命可达 5 000 次左右。

1.2.2 磁控式温控器件

铁、镍及有些合金在常温情况下可以被磁化而与磁铁相吸，而当温度上升到超过这类材料的居里点时，磁性就急剧下降。磁控式温控器件就是根据感温软磁合金的这种特性，来实现温度控制的。

磁控式温控器件的优点是：限温误差小（ $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ）；居里点温度十分稳定，不受环境温度影响；反应速度快，触点寿命长。在家用电热器具中，磁控式温控器件主要用于电饭锅。

1.2.3 定时式温控器件

定时器是一种控制电热器件通电时间长短的开关装置，它有机械式、电动式两种。

机械式定时器的结构和一般钟表发条机构基本相同，在电热器具中很少采用。电动式定时器的工作原理与机械式定时器基本相同，只是用造价较高的微型同步电机代替发条机构作为动力源后，再和减速机构、机械开关组件及触点一起组成。

1.2.4 记忆式温控器件

形状记忆温控器件是国际上开发的一种新型温控器件，它由形状记忆合金（NiTi 等）制成。形状记忆合金是一种具有形状记忆效应的新型材料，被国外某些人誉为“21 世纪的合金”。这种合金在室温下加工产生塑性变形，而加热升温达到某一临界温度时，又能立即恢复到变形前的形状。利用这种形状记忆效应，可简单地将热能转换成机械能，从而制成温控器件。形状记忆温控器件将被广泛应用于交通、能源、化工机械、仪器仪表、家电、医疗等众多工业部门中。

1.2.5 电子式温控器件

电子式温控器件多利用晶体二极管、三极管、晶闸管及集成电路等电子元器件来实现温控作用，其电路形式很多，以下通过两种实用电路加以说明。

1. 晶体二极管温控电路

如图 1.4 所示为一个简单的晶体二极管温控电路，其温控过程如下：当开关 S 闭合时，220V 交流电全部加至电热丝，使其发热；当开关 S 打开时，220V 交流电经晶体二极管 VD 后才能加至电热丝，此时电路实际上即为二极管半波整流电路，故电热丝发热量比未经二极管 VD 整流后要小。这样可以通过开关 S 的闭合和断开，将电热丝发热温度分为高温和低温两档。

2. 集成电路温控电路

近几年来，随着半导体技术的不断发展，人们开发出不少温控集成电路。这些集成电路



大部分输出的都是模拟量（电压或电流），也有少数是数字量。其中 DS1620 就是 8 脚 DIP 或 SOIS 封装，将温度传感器和数字电路集成在一起，能输出数字量的新型集成温度控制器。它主要具有以下特点：

- (1) 可由用户自行设定上、下限温度；
- (2) 当高于上限控制温度或低于下限控制温度时，可输出逻辑控制信号和指示信号，同时具有温度测量功能；
- (3) 外围元件少，成本低，可靠性好；
- (4) 抗静电能力强。

集成温控器目前被广泛应用于恒温器、烘箱、家用电器及工业温度控制等场合。下面对集成温控器 DS1620 的原理和应用做一介绍。

(1) DS1620 型温控器的工作原理。DS1620 的内部结构功能框图如图 1.5 所示，其内部设置有温度传感器、CLK、DQ、RST 三线串行接口（可以和外设进行数据交换），可以输入设定的上限温度（ T_H ）、下限温度（ T_L ）和工作模式，并可输出已转换好的温度值。另外，它能单独输出 T_{HIGH} 、 T_{LOW} 、 T_{CON} 三个温度控制信号及指示信号，具有温度测量和温度控制两种功能。

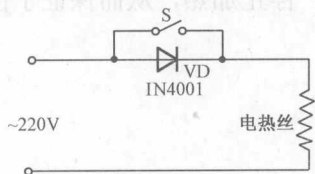


图 1.4 晶体二极管温控电路

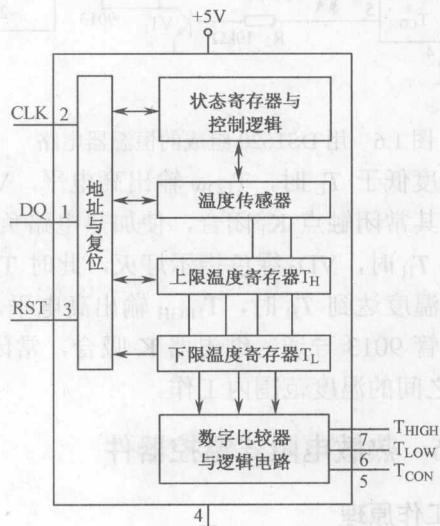


图 1.5 DS1620 的内部结构框图

该电路由 +5V 电源供电，静态电流小于 $1\mu\text{A}$ ，工作电流小于 1mA 。它用于温度测量时，测量范围为 $-55^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ ，分辨率为 0.5°C 。其测量精度在 $0 \sim 70^{\circ}\text{C}$ 范围内为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，在 $-40^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$ 及 $70^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ 范围内为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，在 $-55^{\circ}\text{C} \sim -40^{\circ}\text{C}$ 及 $85^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ 范围内为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。该器件的转换速度为 1s 。DS1620 用于温度控制时，该器件控制的上限温度 T_H 和下限温度 T_L 可由用户设定，通过三线串行接口输入，并且可以根据用户的需要做任意的修改（内部有 E^2PROM ）。上限温度 T_H 和下限温度 T_L 与三个输出控制、指示信号（电平） T_{HIGH} 、 T_{LOW} 、 T_{CON} 的关系如表 1.1 所示。当检测的温度低于下限温度 T_L 时， T_{HIGH} 输出低电平（不大于 0.4V ）， T_{LOW} 输出高电平（大于 2.4V ）， T_{CON} 输出低电平。当检测的温度大于 T_L 而小于 T_H 时， T_{HIGH} 、 T_{LOW} 、 T_{CON} 都输出低电平。当检测的温度大于 T_H 时， T_{LOW} 输出为低电平，而 T_{HIGH} 、 T_{CON} 输



出为高电平。当检测的温度超过 T_H 而后又降到 T_H 以下时, T_{HIGH} 由高电平变为低电平, 而 T_{CON} 仍保持高电平, 直到温度降到 T_L 时才转为低电平。

表 1.1 温度与控制信号关系

状态	T_{HIGH} 输出	T_{LOW} 输出	T_{CON} 输出
$T_L > T$	低电平	高电平	低电平
$T_L < T < T_H$	低电平	低电平	低电平
$T > T_H$	高电平	低电平	高电平
$T_{下降} < T_H$	低电平	低电平	高电平
$T_{下降} < T_L$	低电平	高电平	低电平

由 DS1620 组成的温控器, 其控制精度一般可达 $\pm 3^\circ\text{C}$ 以内。

(2) DS1620 温控器的应用电路。

DS1620 温控器的典型应用电路如图 1.6 所示, 该恒温器的 T_H 和 T_L 设置的差距较小, 这既可保证控制精度, 又可防止在温度阈值附近引起继电器的触头振动。 T_{CON} 对恒温进行控制, T_{HIGH} 和 T_{LOW} 作为上限温度及下限温度的指示。

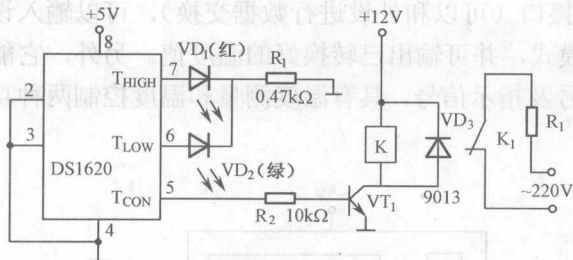


图 1.6 用 DS1620 组成的恒温器电路

当温度低于 T_L 时, T_{LOW} 输出高电平, VD_2 绿色指示灯亮, T_{CON} 输出低电平, 继电器 K 不吸合, 其常闭触点 K_1 闭合, 使加热电路负载 R_1 接电加热, 开始升温。当温度升高到 T_L 以上而低于 T_H 时, VD_2 绿色指示灯灭, 此时 T_{CON} 仍输出低电平, 继电器 K 不吸合, 负载继续加热。当温度达到 T_H 时, T_{HIGH} 输出高电平, VD_1 红色指示灯亮; 与此同时, T_{CON} 输出高电平, 三极管 9013 导通, 继电器 K 吸合, 常闭触点 K_1 断开, 停止加热, 从而保证了恒温器在 T_H 与 T_L 之间的温度范围内工作。

1.2.6 热敏电阻式温控器件

1. 工作原理

热敏电阻是一种对温度很敏感的器件, 当温度变化时, 电阻的变化值很大, 二者呈指数关系。利用这一特性可将温度变化转化为电量变化, 通常能变化约 $\pm (1\% \sim 6\%)$, 从而达到测量、显示或控温的目的。该器件必须配以电桥或放大电路, 将弱电信号放大后驱动执行机构, 再由执行机构控制电路工件状态, 以实现电子温控作用。

2. 结构与特点

热敏电阻温控器件的结构如图 1.7 所示, 其外形有杆形、珠形、圆片形等。热敏电阻温控器件, 除灵敏度高、对温度变化敏感外, 还具有以下特点:

(1) 体积小。据使用条件和对象的不同, 可制成形状、大小、规格各异的器件, 最小尺寸可达 0.2mm 。

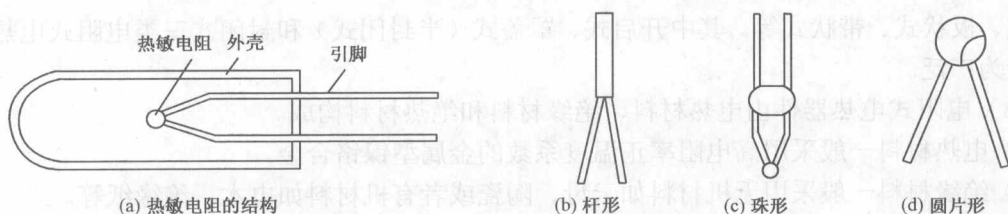


图 1.7 热敏电阻温控器件的结构示意图

(2) 易于实现远距离测量和自动化控制。它依靠导线将远处信号传输到控制中心，计算机自动对此信号做出反应，推动执行机构工作，达到自动控制温度的目的。

(3) 过载能力强，功耗小，工作温度范围广。

1.3 温度保险器件

温度保险器件的主要作用是当电热器件温度异常、超过极限值时，能立即切断电源，以确保安全，故又称它为安全装置。常见的温度保险器件有下述两种类型。

1.3.1 双金属片式温度保险器件

只要把双金属片式温控器的温度调整在比正常使用的温度更高的位置（即电热器件所允许的极限温度），就可以作为安全装置使用。当电热器件温度超过正常使用温度时，该双金属片温控器迅速动作，切断电源，以保证使用安全。

双金属片式温度保险器件的主要优点是可以多次重复使用。它分为自动复位和手动复位两种。前一种是在动作后，待温度下降到一定数值时自动复位，电热器又可工作；后一种须在排除了过热故障的情况下，经由人工进行复位。

1.3.2 超温熔断式温度保险器件

超温熔断式保险器件有温度保险丝、SM 型低熔点合金超温保险器、高精密限温保护器、复合型热熔断体等类型。根据工作电流和动作温度不同又可分为 2A、3A、5A、10A 和 55℃、80℃、130℃、185℃、200℃等多种规格。它们使用时的共同特点是须串联在电热器件电路中，当电热器件温度过高而到达限定温度时，保险器件中的低熔断点易熔合金，即受热熔化，从而切断电路。此类温度保险器件的缺点是只能一次性动作而不能复原，但具有体积小、坚固耐用、动作温度准确、稳定性好、安装简单等优点。



本章小结

(1) 电热器件是各类电热器具中将电能转换为热能的独立零部件，它由电热材料和绝缘材料组合而成。

(2) 电热器件按电热材料与空气的接触程度，可分为开启式、封闭式两种；按电热转换方式可分为电阻式、红外式、微波式、电磁式和电弧式五种；按其外形的不同，可分为裸露式、