

国家教委规划教材

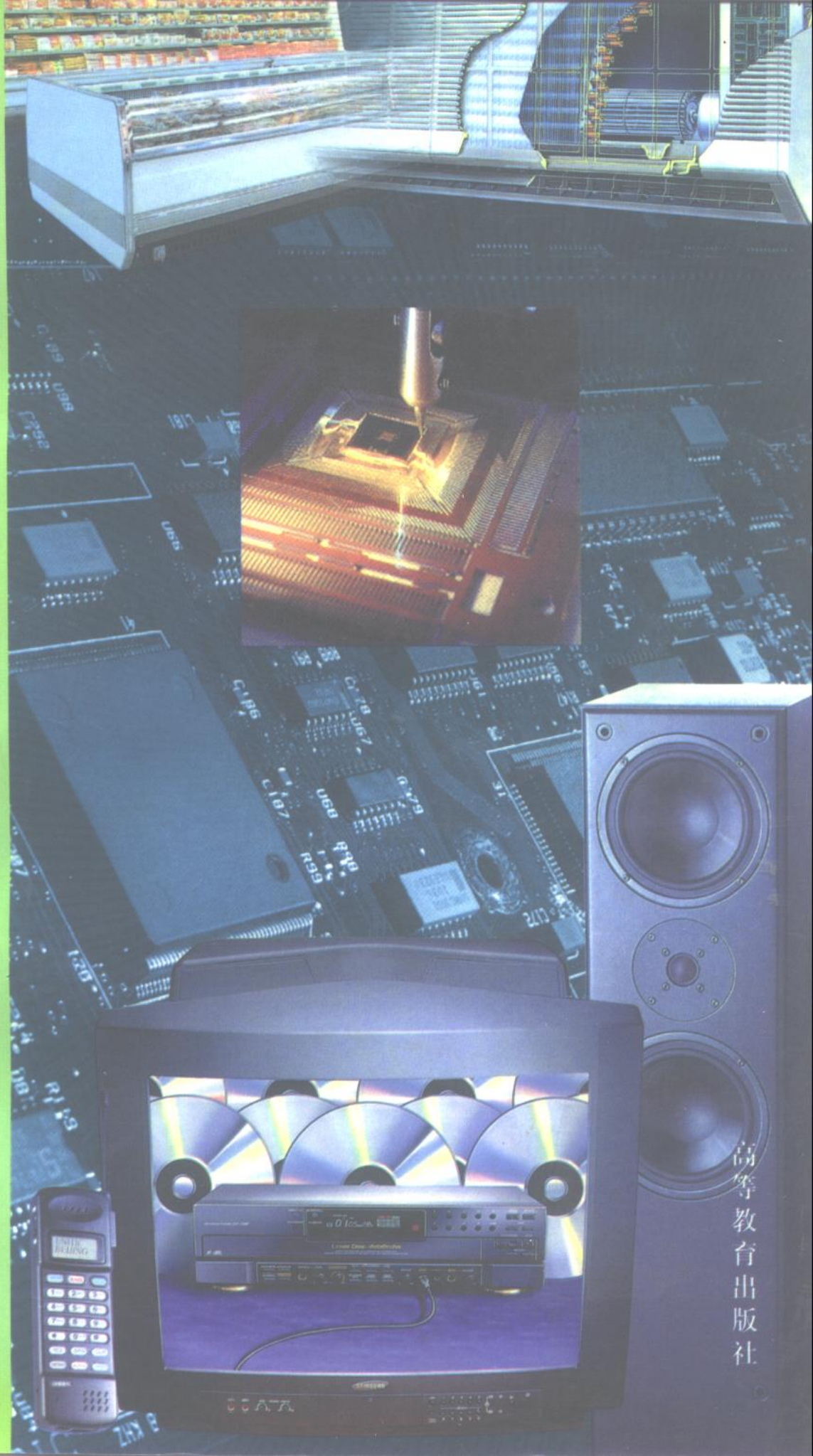
中等职业学校电子电器专业

(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编

刘天成 刘双锁 编

电热及电动器具原理与维修



高等教育出版社

国家教委规划教材
中等职业学校电子电器专业
(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

电热及电动器具原理与维修

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编
刘天成 刘双锁 编

高等教育出版社

(京)112 号

内 容 简 介

本书是由国家教育委员会职业技术教育司组织编写的中等职业学校电子电器专业系列教材之一,是国家教委规划教材。

本书内容包括电热电动基础、电热器具和电动器具三个部分。电热器具介绍了电熨斗、电饭锅、电烤箱、电磁灶、微波炉及其他电热器具;电动器具介绍了电风扇、洗衣机、吸尘器、按摩器、电吹风、电动制须力及抽油烟机等。

本书可作为职业高中、中专、成人中专、技工学校等专业课教材,也可作为初中级技术工人的岗位培训及自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电热及电动器具原理与维修/刘天成,刘双锁编. —北京:高等教育出版社,1997 (1998 重印)
ISBN 7-04-006005-1

I. 电… II. ①刘… ②刘… III. ①日用电气器具—基本知识—职业高中—教材②电加热器—基本知识—中等职业学校—教材 IV. TM925.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 01055 号

*

高等教育出版社出版

北京沙滩后街 55 号

邮政编码:100009 传真:64014048 电话:64054588

新华书店总店北京发行所发行

北京联华印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 17.25 字数 420 000

1997 年 5 月第 1 版 1998 年 12 月第 3 次印刷

印数 25 125—43 134

定价 18.40 元

凡购买高等教育出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题者,请与当地图书销售部门联系调换

版权所有,不得翻印

前 言

1992年9月,国家教育委员会职业技术教育司召开了由北京、四川、江苏、广东、辽宁、山东、河南、福建、浙江、湖南、湖北、内蒙、天津、重庆、武汉、广州、济南等省市教委选派出的专业教师、教研员参加的全国职业高中电子电器专业的部分课程教学大纲审定会。这次会议审定并通过了全国职业高中电子电器专业教学计划与23门专业课程教学大纲,落实了该专业新一轮教材的编写工作,成立了“全国职业高中电子电器专业教学研究组”。

与会代表充分肯定了由国家教委职教司与高等教育出版社组织编写的上一轮职业高中电子电器专业教材,认为这一轮教材对提高全国职业高中电子电器专业教学质量,强化技能训练方面的教学改革起到了保证作用,受到了全国各地职业高中师生的好评,社会效益明显。

随着职业教育改革的深化,特别是国家教委教职017号文件“关于制定职业高级中学(三年制)教学计划的意见”的颁布,迫切需要制定新的职业高中电子电器专业的教学计划并按照新的教学计划对教材进行修订。为此,经过与会代表认真、细致的研讨,提出了职业高中电子电器专业的教学计划、教学大纲以及新一轮教材编写的改革构想与实施方案。其中,对职业高中电子电器专业新一轮教材编写工作,主要做了以下几方面的改革与完善:

一、将国家教委教职017号文件的原则与精神,具体落实到该专业教学计划的制定与教材编写工作当中。根据017号文件精神,职业高中电子电器专业的培养目标是掌握该专业所需要的文化基础知识、专业技术知识与实际操作技能的中级技术工人;政治课和文化课与专业课、实习的课时比例定为3:3:3.5左右,另安排了大约5%的专业选修课。

二、在教学大纲制定与教材编写中,要以劳动部、机电部、商业部1992年颁布的电子行业、家用电器维修专业的有关工种中级工人技术等级标准为依据。

三、电子电器专业是一个大专业群的总称,它是职业高中面对人才市场需要、为适应毕业生不包分配这一特点而设置的,具有职业高中特色。该专业包括电子、电器两大分支。电子类产品是以电子技术为基础设计和生产出来的各种产品;电器类产品是以电动、电热、电磁原理为基础设计和生产出的各种产品。每个分支按实际工作需要,又可分成若干个门类、工种。例如,以劳动部、机电部最新颁布的电子行业工人技术等级标准分类,电子电器专业含无线电装接工、调试工、成品检验工、家用电子产品维修工等;以商业部最新颁发的家用电器维修专业工人技术等级标准分类,电子电器专业包括家用视频设备维修、家用音频设备维修、家用制冷设备维修、家用电热器具与电动器具维修、复印设备维修和一般办公设备维修等工种。面对上述情况,职业高中电子电器专业有关的教学计划与教材编写,采用了积木式教学法,将电子电器专业课分为两段教学。

第一段教学安排在一二年级的前半段,主要针对上述两种共有的专业知识要求与基本技能要求,开设了:电工技术基础、电工技能与训练、电子技术基础(含模拟与数字电路)、电子技术技能与训练、机械常识与钳工基本技能、微处理器在家用电器中的应用、计算机语言与应用。这段教学要体现职业高中的“宽口径”特点,保持相对稳定性。

第二段教学安排在二年级后半段至三年级前半段。根据人才市场的需要,这段教学又可分

别安排为若干个积木块。这次会议向全国推荐了三个较为成熟的积木块,它们是:音频与视频设备维修;电热、电动与制冷设备维修;电子产品生产工艺。这次会议制定了这三个积木块开设的课程、课时与教学要求(教学大纲)。其中,音频与视频设备维修类开设:音响设备原理、音响设备维修技术、电视机原理、电视机维修技术、录像机原理与维修技术;电热、电动与制冷设备维修类开设:制冷与空调设备原理、制冷与空调设备维修技术、电热与电动器具原理、电热与电动器具维修技术;电子产品生产工艺类开设:电子仪表与测量、电子产品生产工艺、整机原理与维修技术(整机内容要根据就业方向而定,例如,分配方向为电视机生产线工人,即开设电视机原理与维修技术)。为适应专业间相互渗透的发展趋势,每个门类(积木块)还要开设选修课(大约 200 学时),即对另一门类(积木块)的专业技术课进行选修,例如,音频与视频设备维修类,可选修制冷与空调设备原理与维修技术。在这些积木块的教学大纲制定与教材编写中,注意贯彻了有关部委制定的中级工人技术等级标准。这段教学具有“对口就业”倾向,安排上体现了一定的灵活性。

实践证明,职业高中的专业技术培训不能只对准单一工种,而要对准某一子类或主类进行,并且要随着市场产品的变化进行调整。“积木块”式的课程设置方法,对职业高中进入市场经济是一种行之有效的教学手段。

四、上一轮教材采用了双轨制,即为保证技能训练的内容与实施,将理论与技能训练分别设课和编教材,同步教学。几年的实践证明,“双轨制”教学是保证和突出技能训练的重要措施,符合 017 号文件关于职业高中要重视技能训练的精神。在这次制定教学计划与教学大纲过程中,既坚持了上一轮教材的“双轨制”方向,也针对其存在的问题进行了修改。例如,在编写《电子技术基础》与《电子技术技能与训练》时,验证性实验归到《电子技术基础》,而《电子技能与训练》这门技能培训课程,主要是根据电子行业工人技术等级标准中的技能要求,进行专业技能训练。这样,理论与技能课分工明确,更有利于教学和提高教学质量。新一轮技能训练教材的编写中,明确了要求,训练要有具体内容与目标(部颁标准),更具有可操作性和可检测性,要突出实用性和效益性。同时,在教材编写中,注意了对有关教具、器材的配套、规范化和革新。

五、本次会议成立了由国家教育委员会直接领导,由部分省市教委选派专家、专业教师及专业教研人员参加的全国职业高中电子电器专业教学研究组。该教学研究组的成立,将从组织上保证教学计划的实施与高水平教材的出版。

本书就是根据这次会议审定的教学计划及教学大纲,在上一轮教材的基础上修订而成的。

全书包括“电热电动基础”、“电热器具”和“电动器具”三篇内容。为了便于教学,在每篇每章中均有专业知识和专业技能两部分内容。同时考虑到电热、电动器具种类多、发展快的特点,在内容选择上尽量增大了覆盖面,并介绍了部分现代电热电动器具的原理与维修。

本书根据教学计划的要求,所需总学时为 216 学时,其中专业知识 108 学时,专业技能 108 学时,具体安排如下表(仅供参考):

篇 章	专业知识	专业技能	小计
第一篇	22	10	32
第一章	8		8
第二章	8	4	12
第三章	4	2	6
第四章	2	4	6

续表

篇 章	专业知识	专业技能	小计
第二篇	32	34	66
第一章	6	6	12
第二章	6	6	12
第三章	4	6	10
第四章	6	6	12
第五章	6	6	12
第六章	4	4	8
第三篇	44	42	86
第一章	12	12	24
第二章	20	10	30
第三章	4	6	10
第四章	2	2	4
第五章	4	6	10
第六章	2	6	8
机动	10	22	32
总 计	108	108	216

本书由刘天成、刘双锁编写,刘双锁编写了第二篇的第五章和第三篇的第一章,刘天成编写了其余各篇章。全书由刘双锁统稿,由王伦审稿。本书在编写过程中得到了天津市职业技术教育中心、天津市中华职业中等专业学校的大力支持,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错误和欠妥之处,诚恳希望广大读者批评指正并提出改进意见。

编 者

1996年5月

目 录

第一篇 电热电动基础..... 1	复习思考题..... 77
第一章 电热基础知识 1	技能训练 自动保温式电饭锅的拆装检测..... 77
第一节 电热器具的类型与基本结构 2	第三章 电烤箱 79
第二节 电热元件 3	第一节 电烤箱的种类、规格及性能 79
第三节 电热控制元件 10	第二节 自动恒温电烤箱 79
第四节 定时器 16	复习思考题 85
复习思考题 18	技能训练 电烤箱的拆装检测 85
第二章 电动基础知识 19	第四章 电磁灶 87
第一节 直流电动机 19	第一节 电磁灶的类型及特点 87
第二节 单相异步电动机 28	第二节 高频电磁灶 88
第三节 单相串励电动机 35	第三节 工频电磁灶 94
复习思考题 38	复习思考题 96
第三章 基本操作知识 40	技能训练 电磁灶的拆装检测 96
第一节 常用工具 40	第五章 微波炉 98
第二节 导线线头的加工 41	第一节 微波炉的种类与规格 98
第三节 家用电器的润滑 48	第二节 微波炉的基本结构 99
第四节 安全试验 49	第三节 微波炉的工作原理 101
第四章 部分器件的检修 50	第四节 微波炉的使用及注意事项 103
第一节 电热器件的检修 50	第五节 微波炉的常见故障与维修 104
第二节 琴键开关及定时器的检修 52	复习思考题 108
第二篇 电热器具 54	技能训练 普及式微波炉的拆装检测 109
第一章 电熨斗 54	第六章 其他电热器具 111
第一节 普通型电熨斗 54	第一节 电热水器 111
第二节 调温型电熨斗 57	第二节 远红外辐射式电暖器 115
第三节 蒸汽型电熨斗 62	第三节 电热褥 118
第四节 喷雾型电熨斗 64	复习思考题 120
复习思考题 65	第三篇 电动器具 121
技能训练 调温型电熨斗的拆装 65	第一章 电风扇 121
第二章 电饭锅 67	第一节 电风扇的种类与规格 121
第一节 电饭锅的类型及性能指标 67	第二节 台扇和落地扇 125
第二节 自动保温式电饭锅 69	第三节 吊扇 146
第三节 压力式电饭锅 71	第四节 转页扇 152
第四节 电饭锅的常见故障及检修 74	第五节 排风扇 154

第六节 新型电风扇	156	第四节 吸尘器的拆装及常见故障的 排除	233
复习思考题	158	复习思考题	239
技能训练一 台扇的拆装	159	技能训练 吸尘器的拆装及检测	239
技能训练二 台扇电路部分的检测	159	第四章 按摩器	241
技能训练三 吊扇的拆装检测	160	第一节 按摩器的种类及功能	241
第二章 洗衣机	162	第二节 按摩器的结构原理及维修	242
第一节 洗衣机的类型及性能	162	复习思考题	245
第二节 洗衣机的洗涤原理	170	技能训练 电动按摩器的拆装及检测	246
第三节 双桶波轮式洗衣机	170	第五章 电吹风、电动剃须刀	247
第四节 套桶全自动洗衣机	191	第一节 电吹风	247
第五节 滚筒式全自动洗衣机	216	第二节 电动剃须刀	255
复习思考题	223	复习思考题	260
技能训练 双桶波轮式洗衣机的拆装及 观测	223	技能训练 电吹风的拆装检测	260
第三章 吸尘器	226	第六章 抽油烟机	262
第一节 吸尘器的类型及性能指标	226	复习思考题	266
第二节 吸尘器的工作原理和基本结构 ...	229	技能训练 自动控制型抽油烟机拆装及 检测	266
第三节 吸尘器的使用与保养	231		

第一篇 电热电动基础

第一章 电热基础知识

电热器具是利用电能转变成热能的原理而制成各种器具的统称。在家用电器中,电热器具占有 25%~30% 的比例,如生活中常用的电熨斗、电饭锅、电烤箱、电热水器、电热褥、远红外线辐射取暖器、电磁灶、微波炉等电热器具。

近几年来,随着电子技术的发展及微电脑的广泛应用,电热器具进入了一个新的发展阶段,性能也越来越完善。利用电热比利用其他热源有下述的优点:

(1) 升温快,能实现自动控制。在燃烧煤炭、石油、天然气等燃料时,很难实现温度控制及恒温调节。电热器具不但升温快,而且可通过温控部件进行自动温度控制。

(2) 清洁卫生,无烟灰,不产生有害气体,不污染环境。

(3) 热效率极高,电热效率可达到 65%~90%,比其他热源热效率高很多,节约能量。

(4) 使用方便,安全可靠,接上电源就能使用。电热器具不但没有明火,而且有安全保护装置,事故率低。

(5) 结构简单、易于维修,具有初中文化程度的人便可学会使用、保养和维修。

家用电热器具不论在品种上还是在数量上,都获得了蓬勃发展。尤其是炊事烹饪、整容、取暖等方面的电热器具,不论在品种上、规格上和款式上都层出不穷,日新月异,并已经深入到千家万户,越来越受到人们的欢迎。

家用电热器具按其用途分类大体可分为:

1. 厨房器具

主要用于烹调食物等。如烧煮用的电饭锅、电磁灶、微波炉等;煎烤用的电煎锅、电炒锅、电烤箱、爆米花器、电热消毒器、三明治炉、面包炉、汉堡包烤炉等;沸水用的电热水壶、电热瓶、电热水杯、电咖啡壶等。

2. 取暖器具

主要用于生活取暖。如电热褥、电热被、便携式加热器、热水炉、热泵、温足器、空间加热器、远红外线取暖器等。

3. 整容、整发器具

主要用于理发修饰、服装烫熨等。如电热梳、电吹风、烫发器、电熨斗、电热浴箱等。

4. 其他器具

有电烙铁、电子按摩器、康复电热器、场效应治疗仪、干衣机、除湿器等。

第一节 电热器具的类型与基本结构

一、电热器具的类型

按电能转换成热能的不同形式,电热器具大体可分为电阻式加热器具、红外式电热器具、感应式加热器具及微波式电热器具。

(一) 电阻式电热器具

电阻加热是电热器具的主要加热形式。它是利用电流通过具有一定电阻的导体时,导体产生热能来进行加热的。对被加热的物体来说,可分为直接加热和间接加热两种。

1. 直接加热式电热器具

直接加热式电热器具,是让电流直接通过被加热的物体本身,利用被加热物体具有的电阻发热,从而达到物体本身被加热的目的。它要求被加热的物体,其电阻应具有较稳定的温度特性。

在家用电热器具中,常见的直接加热式电热器具有电热水喷头、电热蒸气熨刷等。在这类器具中,多是利用水自身的电阻来加热的,此类电热器具具有结构简单、加热快等特点。

2. 间接加热式电热器具

这种加热方式,电流并不是直接流经被加热物体,而是流经电热元件产生热量,然后通过不同的传热方式再把电热元件产生的热量传递给被加热物体,从而达到使电热器具加热的目的。电熨斗、电饭锅、电烤箱、电热褥等电热器具都属于这种加热形式。

(二) 红外式电热器具

红外式加热器具是在电阻式加热器具的表面涂有远红外辐射涂料,通电加热时辐射出红外线来,从而达到加热物体的目的。这类电热器具的特点是热效率高,常见的红外式电热器具有红外辐射取暖器、电烤箱、电饭锅、去湿机、干衣机等。

(三) 感应式电热器具

感应式电热器具是利用电磁感应来加热的,当铁磁材料放在交变磁场中,就能产生涡流损耗及磁滞损耗,使电能转变为热能对物体进行加热。家用电热器具中的电磁灶、涮锅就是利用此种原理制成的。这种电热器具使用安全,热效率高达 75%。

(四) 微波式电热器具

微波是波长 $1\text{mm}\sim 1\text{m}$ 的电磁波,频率相应由 $300\sim 300\,000\text{MHz}$ 。微波式电热器具是利用微波介质加热原理制成的。微波炉是目前微波式电热器具中应用最为广泛和完善的产品,它具有节能、加热速度快、加热均匀、比燃料炉烹饪食物要快 4~12 倍等优点。

二、电热器具的基本结构

电热器具的基本结构有发热部件、温控部件及安全装置三部分。

(一) 发热部件

发热部件的主要功能是将电能转换为热能,它由各类电热元件构成。常见的电阻加热电热元件有电热丝、电阻发热体、电热合金发热板、管状电热元件、PTC 电热元件、远红外辐射器等,

此外还有高频加热线圈及微波介质加热。

(二) 温控部件

温控部件的主要功能是对发热部件的温度、发热功率、通电时间进行控制,以使电热器具的加热过程适应人们的不同需要。常用的温控部件有热双金属温度控制器、磁性温度控制器、热敏电阻温度控制器、热电偶温度控制器、电子温控部件、PTC 温控部件、电脑温控部件等。

(三) 安全装置(安全保护器件)

安全装置的功能是在电热器具发热温度超过正常范围时,自动切断电源,防止器具过热而造成器具的毁坏,起到安全保护作用。常用的安全装置有温度保险丝、热熔断体、热继电器等。

第二节 电 热 元 件

一、电阻式电热元件

电阻式电热器具是靠电流流经电热元件产生热量而进行工作的。因此,电热材料或元件的优劣便成为决定电热器具质量的一个重要因素。电热材料材料种类很多,有金属材料与非金属材料等。金属电热材料,特别是合金电热材料应用最广泛,其具有一系列的优越性,可制成管状电热元件,使用方便、安全可靠、价格低廉。

(一) 合金电热材料

1. 合金电热材料的特点

家用电热器具的合金电热材料,一般有铁铬铝合金与镍铬合金两种,国外的电热器具中,普遍都采用康太尔 DSD 合金电热材料。

目前,对电热器具的电热材料性能要求越来越严格。合金电热材料的主要特点是:

- (1) 电阻率高,且均匀;
- (2) 在高温下使用寿命长;
- (3) 加工性能好,冷态螺线拉伸要均匀;
- (4) 电阻温度系数尽可能低。

2. 合金电热材料的性能

(1) 我国常用合金电热材料的物理与机械性能,主要指合金电热材料的密度、线膨胀系数、比热、导电系数、熔点、抗张强度、伸长率、反复弯曲次数、电阻率等。表 1-1-1 列出了几种常用的电热材料主要物理与机械性能参数。

表 1-1-1 常用电热材料的物理与机械性能

材 料 性 能	镍 铝 合 金		铁 铬 铝 合 金			
	Cr 20 Ni 80	Cr 15 Ni 60	1 Cr 13 Al 4	0 Cr 13 Al 6 Mo2	0 Cr 25 Al 5	0 Cr 27 Al 7 Mo2
密 度 (g/cm ³)	8.4	8.2	7.4	7.2	7.1	7.1
线膨胀系数 (293~1 273K, 10 ⁻⁶ /℃)	14	13	15.4	15.6	16	16

续表

材 料 性 能	镍 铝 合 金		铁 铬 铝 合 金			
	Cr 20 Ni 80	Cr 15 Ni 60	1 Cr 13 Al 4	0 Cr 13 Al 6 Mo 2	0 Cr 25 Al 5	0 Cr 27 Al 7 Mo 2
导热系数 (W/m·K)	16.7	11.7	14.7	13.6	12.8	11.7
比 热 (J/kg·K)	441	462	491	496	496	496
熔 点 (℃)	~1400	~1390	~1450	~1500	~1500	~1520
抗 张 强 度 (MPa)	650~800	650~800	600~750	700~850	650~800	700~800
伸 长 率 (%)	≥20	≥20	≥12	≥12	≥12	≥10
反复弯曲次数	—	—	≥5	≥5	≥5	≥5
电阻率(20℃) (Ω·mm ² /m)	1.09±0.05	1.12±0.05	1.26±0.08	1.40±0.10	1.40±0.10	1.50±0.10

(2) 合金电热元件的最高使用温度是指在使用中电热元件本身所达到的温度上限。电热器具的最高温度要低于电热元件的最高温度。对开启式电热元件来说,其最高温度应低于电热材料熔点 200~300℃左右。常用电热合金材料的使用温度可参考表 1-1-2。

表 1-1-2 常用电热材料的使用温度

材 料 类 别		使 用 温 度 (℃)	
		常 用	最 高
镍 铬 合 金	Cr 20 Ni 80	1 000~1 050	1 150
	Cr 15 Ni 60	900~950	1 050
铁 铬 铝 合 金	1 Cr 13 Al 4	900~950	1 100
	0 Cr 13 Al 6 Mo 2	1 050~1 200	1 300
	0 Cr 25 Al 5	1 050~1 200	1 300
	0 Cr 27 Al 7 Mo 2	1 200~1 300	1 400

实验证明,上面在开启或直接进行热辐射的情况下,电热元件自身的温度一般只高出电热器工作温度约 100℃左右。而当电热元件埋伏在绝缘物中或绕制在较厚的绝缘层外时,电热元件自身温度与电热器工作温度的差距值会更大。

考虑到同种电热合金材料在不同具体使用条件下(如元件形状、断面大小、表面负荷、周围介质、散热情况、器具结构等)对使用寿命影响很大,故表 1-1-2 仅为参考值。对于不同的断面尺寸,更具体的使用温度参见表 1-1-3。

表 1-1-3 几种电热材料的使用温度与元件断面尺寸的关系

使用温度(℃) 断面尺寸 材 料	$\phi 0.15 \sim \phi 0.4$	$\phi 0.41 \sim \phi 0.95$	$\phi 1.0 \sim \phi 3.0$	$> \phi 3.0$ > 61.5
0Cr 25 Al 5	925~1 000	1 000~1 075	1 075~1 150	1 150~1 200
Cr 17 Al 5	900~925	925~950	950~975	975~1 000
Cr 13 Al 4	750~775	775~800	900~825	825~850
Cr 20 Ni 80	900~950	950~1 000	1 000~1 050	1 050~1 100
Cr 15 Ni 60	900~925	925~970	950~975	975~1 000

(3) 电阻温度系数是指电热材料在外界温度变化时,其电阻值随之变化的情况。家用电热器具要求合金电热材料的电阻温度系数很低,由高温系数电热合金丝制成的元件,若因螺距不均或其他原因引起不均散热时,在升温过程中或工作温度下会发生局部过热,造成电热元件损坏,在使用时要采取措施使各部分散热均匀。表 1-1-4 中列出了几种电热材料电阻温度系数。

表 1-1-4 常用电热材料的电阻温度系数

材 料	0 Cr 25 Al 5	Cr 17 A 15	Cr 13 Al 4	Cr 20 Ni 80	Cr 15 Ni 60
电阻温度系数 ($\times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$)	20~1 200℃时 3~4	20~1 000℃时 6	20~800℃时 15	20~1 100℃时 8.5	20~1 000℃时 14

(二) 绝缘材料与绝热材料

1. 绝缘材料

绝缘材料是非导电的物质(又称介质)。所谓绝缘是指非导电物质将带电的或具有不同电位的导体彼此隔绝,将电流限制在特定的电路中。绝缘材料并非绝对不导电,只是通过的电流极微小而已。绝缘材料在电热器具中除了具有支撑和固定电热元件的作用外,同时还要起到散热、防潮、防震及保护电热元件的作用。一般电热器具采用的绝缘材料,要求其绝缘强度大,耐热、比热及密度小,吸湿度小,化学性能稳定,导热性能好,机械强度高,导电率低等。表 1-1-5、1-1-6 分别列出了常用绝缘材料的绝缘性能及工作温度。

表 1-1-5 常用绝缘材料的绝缘性能

材 料 绝 缘 强 度	云母	玻璃	瓷	电木	绝缘纸	大理石	氧化镁
E 击穿(kV/cm)	800~2 000	100~400	80~150	100~200	70~100	25~35	30

表 1-1-6 常用绝缘材料的工作温度

材料名称 温度范围	一般陶瓷制品 500℃以下	云母及云母胶合板 700~800℃	电工陶瓷及耐火粘土 1 400~1 600℃	氧化镁及石英砂 1 500~1 700℃
--------------	------------------	----------------------	---------------------------	-------------------------

2. 绝热材料

绝热材料的主要作用是保温、隔热,以提高电热元件的热效率,它同时还起着减少电热元件对人身危害及防止失火等作用。常用的绝缘材料大体可分为三类。

(1) 保温材料

能耐 100℃ 以下的低温,如木材、软木、毛毡、泡沫、塑料等。

(2) 耐热材料

能承受 150~500℃ 的中温,如石棉、石棉云母等。

(3) 耐火材料

能承受 600~900℃,甚至更高的温度,如石棉、硅藻土、石英砂、氧化镁等。

(三) 电阻式电热元件的类型

电阻式电热元件按装配结构可分为开启式、半封闭式和封闭式三种。

1. 开启式电热元件

开启式电热元件是裸露的,发出的热能是以辐射和对流的方式传给被加热的物体的。这类螺旋电热合金丝被适当拉长后,嵌装入面上有凹槽的、由耐火材料烧制而成的发热盘内。这种发热盘具有加热迅速、结构简单、价格便宜、维修方便等优点。缺点是:因其电阻丝裸露,电热丝本身带电,安全性差,稍有不慎而触及时,往往造成电击事故。它的工作温度约为 800~850℃,当碰到易燃物体时易燃烧;电阻丝在空气中易氧化,使用寿命较短。

电炉盘又称开启式发热板,其结构如图 1-1-1 所示。开启式发热盘的技术参数见表 1-1-7。

表 1-1-7 开启式发热盘技术参数表

功率 W	加热盘直径 (mm)	电热丝直径 (mm)	螺旋外径 (mm)	电阻值 (Ω)	加热盘负荷 (W/cm ²)
300	100	0.35	3.7	150.6	3.82
600	140	0.50	4.5	75.3	3.90
800	155	0.60	5.2	56.4	5.20
1 000	170	0.65	5.3	45.2	4.41
1 200	170	0.70	5.4	37.8	5.29
1 500	190	0.80	5.6	30.0	5.29
2 000	230	0.90	5.8	22.6	4.81
3 000	280	1.20	6.9	15.1	4.87

2. 罩盖式电热元件

罩盖式(或半封闭式)电热元件制成的发热板如图 1-1-2 所示,图 a 多用于电灶,b 多用于电熨斗。

在这种电热板中,电热元件由放在特殊保护罩中的螺旋电热丝组成。通电后板面发热而带电,主要靠传导方式传送热量。图 1-1-2a 中,铸铁罩盖顶部为平面,下部为铸出的凹槽可呈蛇曲形或螺旋形排列,先在槽内压入一层绝缘粉末,

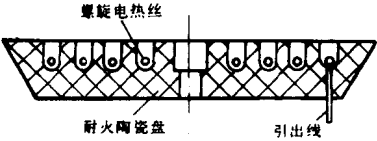


图 1-1-1 开启式发热板

然后将一定长度的电热螺线装入压有绝缘层的槽中,再将绝缘粉末覆盖在螺丝上,并压实。如图 1-1-2b 中,先将扁平形的电热带缠绕在中衬云母片上,再用两片云母罩住上下两面。

半封闭式电热元件的优点是电热丝寿命较长,缺点是被加热体和发热平面之间保持密切接触,其热传导效率不高,升温也受到限制。

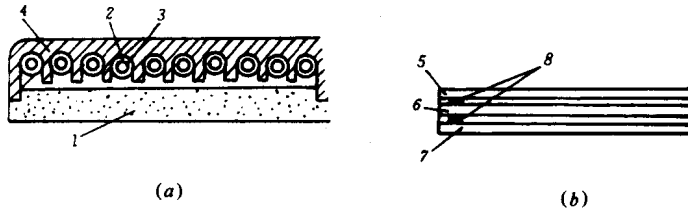


图 1-1-2 罩盖式电热元件

1—铸铁罩盖;2—瓷珠;3—螺旋型电热丝;4—绝缘绝热座;5—上罩云母片;6—中衬云母片;7—下垫云母片;8—扁带式电热材料

3. 封闭式电热元件

这类电热元件是将电热丝装在与绝缘导热材料隔绝开的金属管内,防止管壁和电热丝之间接触,在其空隙处均匀填入氧化镁、砂等耐热绝缘粉末,然后接出引出线并密封。将电热管元件铸在合金铝制成的平面圆形板、凸面圆形板及凹面圆形板上。此种封闭式发热板的热量传递可以是辐射、传导或对流,其热效率高,寿命长,表面不滞电,使用安全,在电热器具中广为应用。图 1-1-3 所示的电热板中:图 a 用于普通电灶;图 b 多用于电饭锅;图 c 用于电炒锅。封闭式电热元件,若一组电热丝熔断便无法修复,而且造价较高。

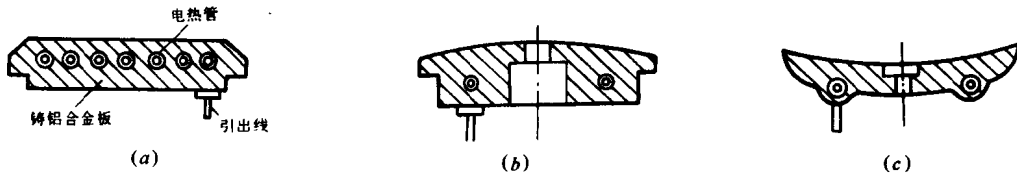


图 1-1-3 封闭式发热板

4. 特殊电阻式电热元件

蜂窝状电热元件,是用正温度系数的热敏电阻制成的,呈圆盘型,中间有蜂窝状孔道,又称半导体陶瓷,其具有阻值小、发热快、发热量大、热效率高等特点。元件本身具有自控温度的能力,对电源要求不高,可在 100~240V 范围内不受影响而正常工作,使用寿命长,无机机械性损伤,可以无限期使用。

带式电热元件,它的外形与电视机的天线引线有些相似。在其中心,平行安置着两条母线,被半导体芯料分隔开,芯料是具有温度自限特性的半导体材料。芯料外敷以聚氨基甲酸酯网和聚烯烃网。带式电热元件的最外层包覆有各类金属铠装,以利安全。带式电热元件具有电流大、热输出高、温升快等特点,并具有抗过热性能和温度自限能力。带式电热元件的电压使用范围为 12~277V。目前,不少食品加热器和整容器上常使用这种元件。

软索式电热元件是一种低密度的中温发热体,常用于便携式家用电器、复印机及商用食品加

热装置上。

二、红外电热元件

红外线是一种电磁波,其波长在 $0.75 \sim 1\,000\mu\text{m}$ 左右,它是眼睛看不到的光线,又称“热线”。红外辐射元件发出的红外线被加热物体吸收,可直接转变成热能。红外线辐射温度在 $200 \sim 727^\circ\text{C}$ 范围内,80%以上的总辐射能都集中在 $2.5 \sim 15\mu\text{m}$ 区间的,称为远红外线。

远红外线技术发展很快,获得了广泛应用,一些电热器具,如电烤箱、远红外辐射取暖器、电吹风等,都已使用了远红外元件。利用红外电热元件加热的方法具有升温迅速、穿透能力强、节省能源、没有污染等优点。

电热器具中所采用的红外电热元件一般有下列几种类型:

1. 管状红外辐射元件

管状红外辐射元件有乳白石英管、金属管及陶瓷管等几种。乳白石英管和金属管外都涂有红外辐射涂料,陶瓷管是将红外辐射物质和陶瓷烧结在一起。当电热丝发热时,元件表面可发出强烈的红外线辐射对物体进行加热。管状红外辐射元件常用于远红外辐射取暖器、电烤箱等。元件结构如图 1-1-4 所示。

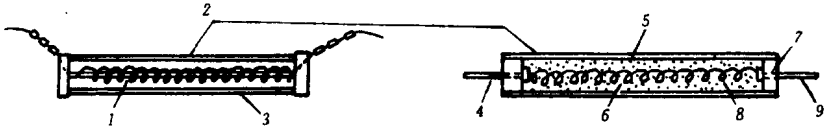
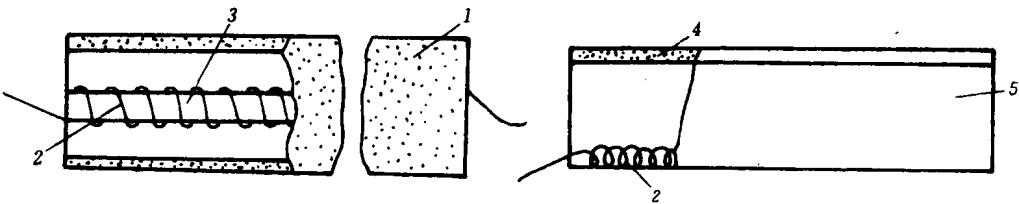


图 1-1-4 管状红外辐射元件

1—电热丝;2—红外辐射物质;3—石英管;4—引出线;5—金属管;6—电热丝;7—绝缘物;8—耐热绝缘物;9—引出线

2. 板状红外辐射元件

板状红外辐射元件一般由红外辐射板、电热丝及壳体组成。这种电热元件的金属罩盖上涂有红外辐射涂料,也可用陶瓷和红外发射物质烧结成罩板代替金属罩板。当电热丝通电发热后,通过对流和辐射对罩盖加热而发射出红外线,如图 1-1-5 所示。



(a) 红外陶瓷发热元件

(b) 简单的红外电热板

图 1-1-5 板状红外辐射元件

1—陶瓷辐射元件;2—电热丝;3—定位磁管;4—红外辐射陶瓷板;5—壳体

3. 烧结式红外辐射元件

此类红外辐射元件(图 1-1-6),是将电热丝放在生陶瓷器中,经高温烧结成型后在陶瓷表面涂上红外辐射涂料;也可在配好红外辐射物质的生陶瓷器中,放入电热丝后烧结成型。

烧结式红外辐射元件的电热丝发热时,将热传给红外辐射涂层或传给红外陶瓷,发出强烈红外辐射。烧结式红外辐射元件发热效率较高,但成型工艺复杂,机械性能较差、易损伤,多用于烤炉及取暖类器具上。

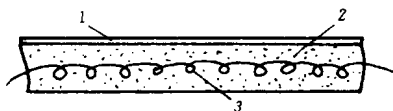


图 1-1-6 烧结式红外辐射元件

1—红外辐射物质;2—陶瓷;3—电热丝

4. 粘接式红外辐射元件

这种红外辐射元件,是在发热丝的表面涂以耐热粘接剂,再将红外辐射陶瓷粘附在电阻发热丝上,通电后用自身加热法粘接在一起而制成的元件。

粘接式红外辐射元件集中了其他红外元件的优点并有一定的弯曲强度。

三、PTC 电热元件

1. PTC 电热元件的特性

PTC 电热元件是具有正电阻温度系数的电热元件。PTC 元件作为一种新型发热元件,由于具有可靠性高、成本低等优点而得到迅速发展,在家用电热器具中也得到大量应用。

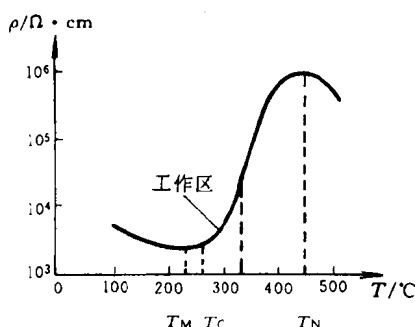


图 1-1-7 PTC 电热元件的电阻率与温度的关系

PTC 电热元件的电阻率与温度的特性曲线如图 1-1-7 所示。从图中可以看出,当温度在 T_M 以下时,呈现普通半导体特性,也就是当半导体陶瓷温度升高时电阻下降,为负温度系数;当温度升到 T_C (居里点)与 T_N 之间这一段范围内时,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),呈现出强烈的正温度系数特性。这种阻值异常变化的现象称为 PTC 特性。

通过对 PTC 元件的电阻率与温度特性分析可以看出,其受电源电压波动的影响很小。使用不同电源电压时,只要电压能为 PTC 元件提供足够的发热量,使元件达到居里点的温度,就不会对元件的工作温度产生影响。而且这种特殊半导体元件是采用陶瓷工艺制成的,电热元件不氧化,使用寿命长;利用陶瓷技术可制成不同形状及各种外形尺寸,结构灵活;发热量可随环境温度自动调节。当 PTC 元件结构等确定以后,散热系数和最高工作温度便确定了。如周围温度升高,发热量会减小;反之发热量会相应增大。PTC 电热元件具有很多优点,因此得到了迅速发展,并正在取代传统的电热元件。

在实际应用中,对不同功能的 PTC 元件的居里温度点有不同的要求。在元件的制作过程中,可通过制作工艺和添加不同材料来改变其居里温度点。例如:在钛酸钡中掺入锶(Sr)、锡(Sn),可使居里点朝低温侧移动;掺入铅(Pb)则使居里点朝高温侧移动。目前,实际产品一般在 $-30 \sim 265^\circ\text{C}$ 范围内调节。

2. PTC 电热元件应用实例

(1) 电熨斗 图 1-1-8 是 300W PTC 电熨斗示意图。在电熨斗底板上安装 5 只 $\phi 16.5 \times 3\text{mm}$ 的 PTC 瓷片。图 1-1-9 是电熨斗剖面示意图及温度分布曲线。引出电极按一般电熨斗