

教育部规划教材

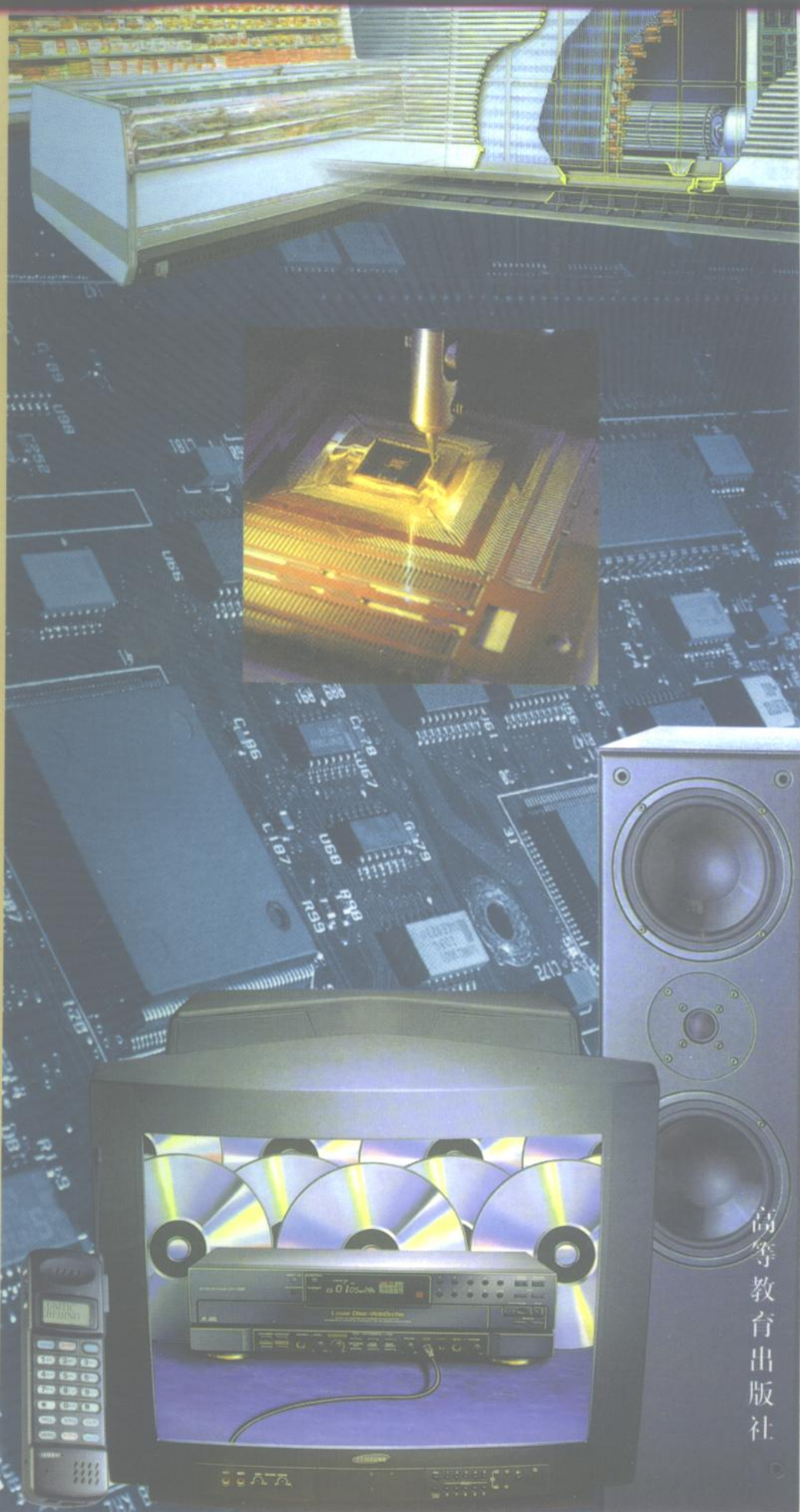
中等职业学校电子电器专业

(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

麦汉光 王军伟 主编

家用电器技术基础与维修技术



高等教育出版社

教育部规划教材

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)

家用电器技术基础与维修技术

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编

麦汉光 王军伟 主编

高等教育出版社

(京)112 号

内 容 简 介

本书是由教育部职教司组织编写的全国中等职业学校电子电器专业教材,是教育部规划教材。全书以最新部颁中级技术工人技术等级标准为依据,主要讲解电热器具、电动器具、制冷器具的结构、原理与维修技术。其中,对电熨斗、电饭锅、电热水器、微波炉、电风扇、洗衣机、吸尘器、洗碗机、电冰箱、空调器等电器的介绍,注意突出应用、突出维修技能及突出新技术与流行产品。全书还附有 14 个技能训练的内容供选用。本书除可供相关中等职业学校使用外,还可作为有关工种中级技术工人技术等级考试及岗位培训教材。

2168/39

图书在版编目(CIP)数据

家用电器技术基础与维修技术/麦汉光等主编. —北京:
高等教育出版社,1998(2000 重印)

ISBN 7-04-006545-2

I. 家… II. 麦… III. 日用电气器具-基本知识 IV. TM
925

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 00721 号

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

电 话 010—64054588

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

邮政编码 100009

传 真 010—64014048

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京市朝阳区北苑印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 26.75

字 数 660 000

版 次 1998 年 6 月第 1 版

印 次 2000 年 3 月第 3 次印刷

定 价 30.60 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

1993年国家教委职教司召开了由北京、四川、江苏、广东、辽宁、山东、河南、福建、浙江、湖南、内蒙、天津、重庆、武汉、广州、济南等省市教委选派的专业教师、教研员参加的全国中等职业学校电子电器专业教学研讨会。这次会议审定通过了中等职业学校电子电器专业教学计划与部分专业课程教学大纲。《家用电器技术基础与维修技术》是在国家教委职教司与高等教育出版社于1986年组织编写的《家用电器技术基础》、《家用电器维修技术》两书基础上,根据新教学计划与行业部门新颁发的中级技术工人技术等级标准,以及家用电器技术发展的要求重新编写的。为了适应不同地区、不同学校的教学需要,也为了增强学生的应变能力,本书讲解的机型实例,取材宽,各学校在使用本教材时,可根据实际情况加以选择。

本书包括电热器具、电动器具、制冷器具三篇。本书侧重家用电器的结构与电路的定性分析,同时结合职业学校学生的实际,加强操作训练,除了常用的家用电器故障检测及修理的内容外,还增加了14个技能训练的实习项目。

各篇参考课时如下:

篇 章	讲课课时	技能训练课时	总课时
第一篇 电热器具	28	21	49
第二篇 电动器具	40	26	66
第三篇 制冷器具	52	50	102
合 计	120	97	217

本书在使用过程中,既可采用理论教学与技能训练一体化的教学方式,也可采用理论与技能训练分别设课,同步进行的方式。本书以一些厂家的产品为例,为了便于学生在维修中与实际产品图对照,未将这些产品的电路图用新标准统一,特此说明。

本书由王军伟主编第一篇,麦汉光主编第二、三篇,钟光明、刘天成参加了第一篇中部分内容的编写。参加本书大纲审定与编写工作的还有李伟辉、刘志平、苏永昌、李郁文、李耀、杨海、何文生、李周等。本书由中国制冷学会高级会员梁仲智审阅第三篇,高级教师王伦审阅第一篇,荣俊昌审阅第二篇。

编者

1997年1月

目 录

第一篇 电 热 器 具

第一章 基础知识	2
第一节 电热器具的类型与基本结构	2
一、电热器具的类型	2
二、电热器具的基本结构	2
第二节 电阻式电热元件	3
一、电阻式电热元件的常用材料及其主要参数	3
二、电阻式电热元件的类型	5
第三节 红外线电热元件	7
一、管状红外线辐射元件	7
二、板状红外线辐射元件	7
三、烧结式红外线辐射元件	8
四、粘接式红外线辐射元件	8
第四节 PTC 电热元件	8
一、PTC 材料及其特性	8
二、PTC 电热元件实例	9
第五节 温控器件	9
一、双金属式温控器件	10
二、磁控式温控器件	11
三、定时器	12
四、电子式温控器件	13
第六节 温度保险器件	14
一、双金属式安全装置	14
二、温度保险丝	15
第七节 电热器具维修基础知识	15
一、电热器具的常见故障及检修方法	15
二、电热器件的修复	16
三、双金属片温控器的维修	17
四、常用工具	17
复习思考题	18
第二章 电熨斗原理、故障及检修	20
第一节 普通型电熨斗	20
一、底板	20
二、电热元件	20
三、压板	22

四、手柄	22
五、外壳	22
第二节 调温型电熨斗	22
一、基本结构与工作原理	22
二、调温喷汽型及喷汽喷雾型电熨斗	23
第三节 电熨斗的拆装与检修	24
一、拆卸	24
二、检修零部件	26
三、组装	26
四、常见故障及检修方法	26
复习思考题	28
第三章 电饭锅原理、故障及检修	29
第一节 电饭锅的类型及主要技术指标	29
一、电饭锅的类型	29
二、电饭锅的主要技术指标	30
第二节 自动恒温式电饭锅	31
一、普通自动恒温式电饭锅	31
二、PTC 自动恒温式电饭锅	32
三、电子保温式电饭锅	32
第三节 电饭锅常见故障及检修方法	33
复习思考题	35
第四章 其他电热器具的原理、故障及检修	36
第一节 电热水器	36
一、电热水器的类型	36
二、贮水式电热水器	36
三、电热水器常见故障及检修方法	38
第二节 电热毯	39
一、电热毯的类型	40
二、可控硅调温型电热毯	40
三、电热毯常见故障及检修方法	41
第三节 电空间加热器	41
一、辐射式电暖器	41
二、空间加热器电路控制原理	42
三、电空间加热器常见故障及检修方法	43
第四节 电烤箱	43

一、电烤箱的结构及工作原理	44
二、电烤箱的主要技术指标	44
三、电烤箱常见故障及检修方法	45
第五节 微波炉	45
一、微波炉的工作原理	45
二、微波炉的特点	46
三、微波炉的结构	46
四、微波炉的电路原理	47
五、微波炉常见故障及检修方法	47
第六节 燃气热水器	48
一、燃气热水器的结构与工作原理	48
二、燃气热水器的安装与使用	50
复习思考题	53

第二篇 电动器具

第一章 电风扇的结构与原理	56
第一节 电风扇的类型和规格	56
一、电风扇的类型	56
二、电风扇的规格	56
三、电风扇的型号	57
四、电风扇的主要技术指标	58
第二节 电风扇的基本结构	60
一、台扇的基本结构	60
二、吊扇的基本结构	64
三、转页扇的基本结构	66
四、换气扇的基本结构	68
第三节 电风扇的电气控制原理	69
一、调速开关	69
二、定时器	70
三、台扇的电气控制原理	72
四、吊扇的电气控制原理	73
五、转页扇的电气控制原理	74
第四节 具有不同功能的电风扇	74
一、电子阵风扇	74
二、感应制动式电风扇	75
三、红外线遥控电风扇	76
四、具有微风特性的电风扇	78
五、冷风扇	78
六、电脑程控电风扇	79
复习思考题	84
第二章 电风扇的故障与修理	85

第一节 台扇的故障检测与排除	85
一、基本检修程序	85
二、常见的典型故障及其排除	86
三、其他的常见故障及其排除	88
第二节 吊扇的故障与修理	90
一、吊扇扇头的拆卸	90
二、更换轴承	90
三、扇头的安装	90
四、其他的常见故障及其排除	92
复习思考题	92
第三章 洗衣机的结构与原理	93
第一节 洗衣机的类型	93
一、洗衣机的分类	93
二、洗衣机的型号和规格	96
三、洗衣机的主要技术指标	97
第二节 波轮式洗衣机的洗涤原理	98
一、抽吸作用和渗排循环	98
二、翻滚和冲刷作用	99
三、波轮的换向与暂停作用	99
第三节 普通型波轮式洗衣机	99
一、洗涤桶	100
二、波轮	100
三、箱体(外壳)	102
四、传动机构	102
五、电气控制系统	104
六、进水、排水系统	110
第四节 半自动波轮式洗衣机	111
一、结构特点	111
二、安装方法	116
第五节 全自动波轮式洗衣机	117
一、概述	117
二、结构特点	117
第六节 波轮式电脑全自动洗衣机	126
一、微电脑程序控制器的基本结构	126
二、微电脑全自动洗衣机的电气线路	128
三、微电脑全自动洗衣机的特殊功能	133
第七节 滚筒式洗衣机	134
一、滚筒式洗衣机的分类及结构特点	134
二、滚筒式洗衣机的洗涤特点	138
三、滚筒式全自动洗衣机的电气控制原理	139
复习思考题	141
第四章 洗衣机的故障及其排除	142

第一节 半自动波轮式洗衣机基本检查程序	142
一、洗衣机的检查程序	142
二、洗衣机典型故障的检查	143
第二节 双桶波轮式洗衣机常见故障的排除	145
一、双桶洗衣机故障检查的顺序和方法	145
二、双桶波轮式洗衣机常见故障的排除	145
第三节 波轮式全自动洗衣机的检修	149
一、基本检查程序	149
二、常见故障的检查及排除方法	150
第四节 滚筒式洗衣机故障分析与修理	154
复习思考题	156
第五章 吸尘器	157
第一节 吸尘器的型式和种类	157
一、按形状分类	157
二、按使用功能分类	158
第二节 吸尘器的工作原理和基本结构	159
一、工作原理	159
二、基本结构	160
第三节 吸尘器的故障及其排除	163
一、吸尘器的基本检查程序	163
二、吸尘器的常见故障及其排除	163
复习思考题	165
第六章 其他电动器具	166
第一节 电吹风	166
一、电吹风的分类和规格	166
二、电吹风的基本结构和工作原理	167
三、调温调速电吹风	169
第二节 电动剃须刀	169
一、电动剃须刀的类型	170
二、电动剃须刀的基本结构和工作原理	171
第三节 洗碗机	173
一、洗碗机的种类和规格	173
二、洗碗机的基本结构	174
三、喷射式洗碗机的工作原理	175
第四节 其他电动器具的故障及其排除	176
一、电吹风的检修	176
二、电动剃须刀的检修	178
复习思考题	180

第三篇 制冷与空调器具

第一章 制冷与空调技术基础知识	182
第一节 热力学基础知识	182
一、物质的三态	182
二、温度和温标	182
三、热量、比热容、显热和潜热	183
四、压力(压强)和真空度	186
五、液体的汽化与气体的液化	187
六、临界温度和临界压力	188
七、饱和温度和饱和压力	188
八、干、湿球温度	188
九、过热蒸气与过冷液体	189
十、空气的湿度	189
十一、露点温度	190
十二、热力系统与工质	191
十三、热力过程	191
十四、系统的内能、焓和熵	191
第二节 热力学基本定律	192
一、热的传递与平衡	192
二、热力学第一定律	194
三、热力学第二定律	194
第三节 制冷原理	194
一、人工制冷原理	194
二、人工制冷方法	195
第四节 单级压缩制冷的理论循环	197
一、单级压缩制冷循环的工作原理	197
二、单级压缩制冷循环的压焓图($\lg p-H$ 图)	197
三、单级压缩制冷装置的工作原理	199
四、单级制冷理论循环的热力计算	200
第五节 制冷剂及其特性	201
一、对制冷剂的要求	201
二、制冷剂的分类	202
三、几种常用制冷剂的特性	203
四、制冷剂的选用	207
复习思考题	208
第二章 电冰箱	210
第一节 电冰箱的类型	210
一、电冰箱的分类	210
二、电冰箱的型号表示及含义	214
三、电冰箱的主要技术指标	215

第二节 电动机压缩式电冰箱的基本组成	216
一、箱体	216
二、制冷系统	216
三、控制系统	216
第三节 压缩式电冰箱的箱体	217
一、箱体的组成	217
二、箱体的结构形式	218
第四节 压缩式电冰箱的制冷系统	220
一、压缩式电冰箱制冷系统的工作原理	220
二、压缩式制冷系统的部件	221
三、家用电冰箱制冷系统的几种结构形式	228
第五节 压缩式电冰箱的电气控制系统	232
一、电冰箱的电动机	232
二、启动继电器	235
三、热保护装置	240
四、温度控制器	243
五、化霜控制器	249
六、加热防冻与门口除露装置	253
七、箱内风扇电动机机组及照明灯	255
八、家用电冰箱的典型电路	255
第六节 电冰箱的故障检查与判断	267
一、电冰箱的正常工作状态	267
二、电冰箱故障的一般检查方法	269
三、电冰箱故障的检查步骤	270
四、电冰箱不能启动运转故障的检查程序	270
五、电冰箱运转不停故障的检查程序	272
六、电冰箱常见故障及排除方法	275
复习思考题	278
第三章 空调器	280
第一节 空气调节简介	280
一、空气调节的内容	280
二、空气调节的作用	281
第二节 空调器的类型	281
一、空调器的分类	281
二、空调器的型号及其含义	283
第三节 空调器的主要技术参数	286
一、制冷量(力)	286
二、性能系数(能效比)	286
三、噪声	287
四、循环风量	287
第四节 空调器的使用条件	288
一、环境温度	288

二、电源	288
第五节 房间空调器的基本组成及工作原理	288
一、房间空调器的基本组成	288
二、冷风型空调器的工作原理	289
三、热泵型空调器的结构特点及基本工作原理	290
四、电热型空调器的工作原理	290
第六节 窗式空调器的基本结构	292
一、制冷循环系统	292
二、空气循环通风系统	299
三、电气控制系统	302
四、箱体、底盘和面板	306
五、窗式空调器的电路	307
第七节 窗式空调器的安装	309
一、选择位置	309
二、固定架安装	310
三、空调器的安装	311
四、电源安装	312
五、试运转	312
第八节 窗式空调器的使用与维护	313
一、窗式空调器的使用	313
二、窗式空调器的维护	315
第九节 窗式空调器的简单维修	316
一、房间空调器的正常工作状态	316
二、窗式空调器的常见故障及排除方法	317
复习思考题	320
第四章 分体式空调器	322
第一节 分体式空调器的组成及工作原理	322
一、分体式空调器的组成	322
二、分体式空调器的工作原理	325
第二节 分体式空调器常见故障及其排除	328
一、分体式空调器检修程序	328
二、分体式空调器常见故障及其排除方法	329
第三节 分体式空调器的安装	331
一、安装前的工作	331
二、室内机组的安装	331
三、室外机组的安装	332
四、排水软管的连接	332
五、低压管和高压管的连接	333
六、线控开关的安装(挂壁式、吊顶式等)	334
七、线路连接	335

八、最后工序	335
复习思考题	336
第五章 制冷器具的维修技术	337
第一节 维修工具和材料	337
一、常用修理工具	337
二、专用工具及使用方法	337
三、修理用的配件材料	345
四、专用设备	345
第二节 气焊的基本知识	349
一、对焊接火焰的要求	349
二、火焰的种类、特点及应用	350
三、气焊的基本操作技术	351
四、气焊操作的安全事项	354
第三节 制冷系统的检修	354
一、制冷系统的清洗	354
二、制冷系统的吹污	356
三、制冷系统的压力试漏和检漏	356
四、制冷系统的抽真空	357
五、充灌制冷剂	360
六、封口	361
七、制冷系统管路的连接	361
第四节 控制系统部件的检修	364
一、电动机的检修	365
二、温控器的检修	365
三、启动继电器的检修	367
四、碟形热保护器的检修	367
复习思考题	367

技能训练

技能训练一 电热器具的认识与电热器件、 温控器件的检测实习	369
--	------------

技能训练二 调温型电熨斗的拆装实习	371
技能训练三 电饭锅的拆装及 PTC 元件 的检测实习	373
技能训练四 其他电热器具的拆装与检测 实习	375
技能训练五 电风扇的拆装与检测实习	377
技能训练六 洗衣机的拆装与检修实习	382
技能训练七 吸尘器的拆装与检修实习	390
技能训练八 其他电动器具的检测与 维修实习	395
技能训练九 全封闭压缩机的观察与 检测实习	401
技能训练十 铜管的加工和焊接实习	403
技能训练十一 直冷式电冰箱制冷系统 的检漏、干燥、抽真空及 充灌制冷剂实习	405
技能训练十二 电冰箱电气控制系统的 观测实习	408
技能训练十三 压缩式电冰箱的拆装与 维修实习	411
技能训练十四 窗式空调器的拆装与 检修实习	414
参考文献	418

第一篇 电 热 器 具

电热器具是将电能转换为热能的器具。

在家用电器中,电热器具占有很高的比例。生活中常用的有电熨斗、电饭锅、电热灶、电热水器、空间加热器、电热毯、远红外线电暖炉等等。

尽管获得热能的方法很多,但电热与燃烧煤炭、石油、天然气等燃料的方法相比,有下述突出的优点:

(1) 清洁卫生,很少污染 无论哪一种燃料,在燃烧过程中都会产生二氧化碳、一氧化碳等对环境有害的污染气体,而电热器具在工作过程中不产生有害气体,对周围环境无污染。

(2) 容易实现调温控制 在各种燃料燃烧过程中,要想控制温度,一般只能通过调节其火焰大小来实现。这不仅难以操作,而且也很难实现恒温调节,而电热器具可利用温控部件自动控制温度。

(3) 安全可靠 与各种燃料的燃烧相比,电热器具工作时没有明火,相对而言较安全。

(4) 使用方便 燃料的运输与存放给人们的生活带来较大麻烦,而电热器具只要有电源即可方便地使用。

(5) 热效率高 各种燃料由于燃烧不充分,热效率低。例如,煤燃烧时热效率只有 15% ~ 20%;煤气燃烧时热效率虽较高,但也只 40% ~ 50%;而电热效率可达 65% ~ 90%。

由于电热器具具有以上明显的优点,所以它的应用范围很广,已成为人们生活中不可缺少的日常用具。

第一章 基础知识

第一节 电热器具的类型与基本结构

一、电热器具的类型

按照电热转换方式来区分,电热器具具有电阻式、红外式、感应式及微波式等几大类。

(一) 电阻式电热器具

由焦耳-楞次定律可知,电流通过具有一定电阻的导体时,导体就会发热。利用电阻发热原理制成的电热器具就称为电阻式电热器具,如电饭锅、电热毯、电熨斗、电炉、空间加热器、电热灶、电烤箱等。

(二) 红外式电热器具

红外式电热器具通过加热某些红外线辐射物质,利用这些物质辐射出的红外线来加热物体。这类电热器具的特点是热效率高。常见的红外式电热器具具有红外式取暖炉、电烤箱等。

(三) 感应式电热器具

若将导体置于交变磁场中,其内部将产生感应电流(涡流),涡流在导体内部克服内阻流动而产生热量。利用涡流产生热量的电热器具称为感应式电热器具。这种电热器具比较安全,且热效率高,其典型产品为电磁灶。

(四) 微波式电热器具

微波式电热器具的工作原理是当微波(甚高频电磁波,波长在 $1\text{ mm}\sim 1\text{ m}$)照射某些介质时,其内部分子会加速运动而发热。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,它具有热力散布均匀、热效率高等优点。目前微波式电热器具最常用的微波频率有 915 MHz 和 $2\,450\text{ MHz}$ 两种。

二、电热器具的基本结构

电热器具的基本结构包括发热部件、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。常见的电热元件有电热丝、电阻发热体、红外线灯、管状红外线辐射元件、半导体加热器(PTC)等。

(二) 温控部件

温控部件的主要功能是控制发热部件的发热程度,以使电热器具所发出的热量合乎要求。具体地讲,温控部件能够使电热器具具有调节温度的能力。常用的温控部件有双金属式恒温控制器和磁控式温度调节器。近年来随着科学技术的发展,PTC温控部件、电子温控部件,甚至电脑温控部件逐渐被广泛采用。

(三) 安全装置(温度保险器)

安全装置的功能是当电热器具发热温度超过正常范围时,自动切断电流,防止器具过热,确保安全。常用的安全装置有温度保险丝等。

第二节 电阻式电热元件

一、电阻式电热元件的常用材料及其主要参数

(一) 电热材料

电阻式电热器具是靠它的电热元件在通电时发热而进行工作的,因此,电热材料是电热器具的核心部件,它的性能直接决定电热器具的性能与质量。

1. 电热材料分类

常用的电阻式电热材料有贵金属及其合金、重金属及其合金、镍基合金、铁基合金等,参见表 1-1-1。其中铁基合金及镍基合金在电阻式电热元件中应用得最为广泛。

2. 电热材料主要参数

(1) 物理与机械性能 主要包括电热材料的导热系数、电阻率、熔点、线膨胀系数、伸长率等。表 1-1-2 列出了几种常用电热材料主要的物理与机械性能参数。

表 1-1-1 电阻式电热材料

种 类	贵金属及其合金	重金属及其合金	镍基合金	铁基合金
实 例	铂、铂铱	钨、钼	铬镍、铬镍铁	铁铬铝、铁铝

表 1-1-2 常用电热材料主要物理与机械性能参数

性 能 \ 材 料	铁 铬 铝 合 金			镍 铬 合 金	
	1Cr13Al4	0Cr13Al6Mo2	0Cr25Al5	Cr20Ni80	Cr15Ni60
导热系数 (J/m·h·℃)	52×10^3	48×10^3	45×10^3	60×10^3	45×10^3
电阻率(20℃) ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	1.26 ± 0.08	1.40 ± 0.10	1.40 ± 0.10	1.09 ± 0.05	1.12 ± 0.05
熔 点(℃)	~1 450	~1 500	~1 500	~1 400	~1 390
线膨胀系数 (20~1 000℃, $10^{-6}/\text{℃}$)	15.4	15.6	16	14	13
伸长率(%)	≥ 12	≥ 12	≥ 12	≥ 20	≥ 20

(2) 最高使用温度 指电热元件本身所允许的最高表面温度。使用时,电热器具的最高工作温度,至少应低于元件最高使用温度 100℃ 左右。表 1-1-3 列出了常用电热材料的最高使用温度与工作温度。

表 1-1-3 常用电热材料的最高使用温度与工作温度

材 料		使 用 温 度(℃)	
		常用工作温度	最高使用温度
镍铬合金	Cr20Ni80	1 000~1 050	1 150
	Cr15Ni60	900~950	1 050
铁铬铝合金	1Cr13Al4	900~950	1 100
	OCr13Al6Mo2	1 050~1 200	1 300
	OCr25Al5	1 050~1 200	1 300

实际使用中,由于电热材料的形状、结构、截面积、环境等不同,使用寿命的差异很显著,因此使用温度的准确值,还应包括这些因素的影响。

(3) 电阻温度系数 表示电热材料在外界温度变化时,其电阻值随之变化的情况。电阻温度系数有正温度系数和负温度系数之分。其中,当电热材料的电阻随温度升高而升高时,称该电热材料具有正温度系数,用 PTC 表示;反之,当电热材料的电阻随温度升高而降低时,则称该电热材料具有负温度系数,用 NTC 表示。

由于负温度系数的电热材料在通电后随着温度升高电阻变小,电流增大,升温更快,电阻又随之变得更小。如此循环,若无温控保险装置,会导致器具烧毁。所以,目前电阻器具采用具有正温度系数的电热材料。表 1-1-4 列出了几种常用的电热材料电阻温度系数。

表 1-1-4 常用电热材料电阻温度系数

材 料	Cr20Ni80	Cr15Ni60	Cr13Al4	OCr25Al5
电阻温度系数 ($\times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$)	20~1 100℃ 时 8.5	20~1 000℃ 时 14	20~850℃ 时 15	20~1 200℃ 时 3~4

3. 常用电热材料的特点

表 1-1-5 列出了几种常用电热材料的特点。

表 1-1-5 常用电热材料的特点

类 别	品 种		发热体工作温度℃		特 点
			常 用	最 高	
材	镍铬合金	Cr20Ni80 Cr15Ni60	1 000~1 050 900~950	1 150 1 050	1. 电阻率高; 2. 加工性能好,可拉细丝; 3. 高温性能好,用后不变脆; 4. 基本无磁性
	铁铬铝合金	1Cr13Al4 OCr13Al6Mo2 OCr25Al5 OCr27Al7Mo2	900~950 1 050~1 200 1 050~1 200 1 200~1 300	1 100 1 300 1 300 1 400	1. 抗氧化性能较镍铬强; 2. 电阻率较镍铬高,比重轻,用材省; 3. 不用镍,成本低; 4. 高温时强度低,且用后变脆; 5. 加工性能较差; 6. 有磁性
料	石墨	C		3 000	1. 电阻率较低; 2. 工作温度较高

(二) 绝缘材料与绝热材料

1. 绝缘材料

绝缘材料是不导电的物质,例如空气和一部分液体,以及除金属与炭以外的多数固体在常态下都是绝缘体。但严格地讲,绝缘体并非绝对不导电,而只是通过的电流极微小而已。绝缘材料主要用于隔离带电物,支撑和固定电热元件。主要有无机绝缘材料(如云母、玻璃、瓷等)、有机绝缘材料(如电木、绝缘纸等),以及上述两种材料合成制出的混合绝缘材料。

电热器具中的绝缘材料除了应考虑机械性能、导热性能、吸湿度等以外,还需注意其绝缘强度与耐热性能。表 1-1-6 与表 1-1-7 分别列出了常用绝缘材料的绝缘性能和工作温度。

表 1-1-6 常用绝缘材料的绝缘性能

材 料	白云母	云母纸带	玻璃	瓷器	电木	绝缘布	绝缘纸
绝缘耐压强度(kV/mm)	15~18	15~50	5~10	8~25	10~30	10~54	5~7

表 1-1-7 常用绝缘材料的工作温度

材料名称	普通陶瓷	云母及云母胶合板	电工陶瓷及耐火粘土	氧化镁及石英砂
工作温度范围	500℃以下	700~800℃	1 400~1 600℃	1 500~1 700℃

表 1-1-8 常用绝热材料的分类

材料名称	耐热温度	实物举例
保温材料	100℃以下	木材、软木、毛毡、泡沫塑料
耐热材料	150~500℃	石棉、石棉云母
耐火材料	600~900℃	矿棉、硅藻土

2. 绝热材料

绝热材料主要用于保温、隔热,以提高电热元件的热效率,同时还可起到减少电热元件对人身体的危害和防火作用。它主要由导热性能低的材料构成。表 1-1-8 所示为常用绝热材料的分类。对绝热材料的主要要求是比热与比重小、耐热、耐火、导电率低、不易被腐蚀。

二、电阻式电热元件的类型

电阻式电热元件常按其装配方式来划分,有开启式、罩盖式和密封式三种。

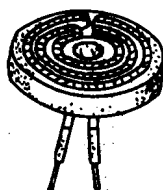
(一) 开启式电热元件

开启式电热元件是裸露的,它利用对流和辐射方式将热能传送给被加热物体。这类电热元件多是嵌装在绝缘材料制成的凹槽里或缠绕在绝缘构架上。如图 1-1-1 所示,电炉与电吹风机中的电热元件都属于开启式。

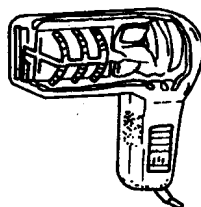
开启式电热元件具有结构简单、成本较低、安装与检修方便等优点。但由于它裸露在空气中,故易于氧化,使用寿命短,也不太安全。

(二) 罩盖式电热元件

这类电热元件是置于某种保护罩下的,因此它可直接与被加热物体接触,主要靠传导方式传



(a) 电炉



(b) 电吹风机

图 1-1-1 开启式电热元件实例

送热能。图 1-1-2 所示为电熨斗与电烤炉结构,它们都采用罩盖式电热元件。其中电熨斗中带状的电热丝缠在云母板上,再用两片云母罩住上下两面;而电烤炉利用铁罩将电热器罩住。上述罩物均不影响空气流通。

罩盖式电热元件的优点是电热元件寿命较长,但其热效率较低。

(三) 密封式电热元件

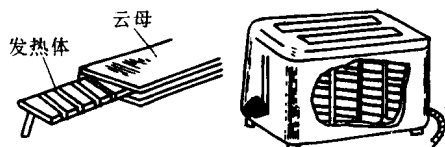


图 1-1-2 罩盖式电热元件实例

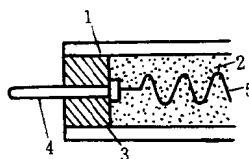


图 1-1-3 密封式电热元件实例

1. 金属管;2. 氧化镁粉末;3. 端头密封组件;
4. 引出端;5. 电阻丝

密封式电热元件是用绝缘导热材料将电热元件密封起来。图 1-1-3 所示为管状加热器内部结构。电热丝被装入金属管。为防止管壁和电热丝碰触,在其空隙处均匀填入氧化镁等耐热性绝缘粉末,然后两端接出引出端并且密封。由于密封,电热器件不直接接触空气,所以电热丝不易氧化,寿命长,并且安全,电热丝不会污损。密封式电热元件可以通过辐射、对流或传导传递热能,效率较高。其缺点是检修难、造价高。

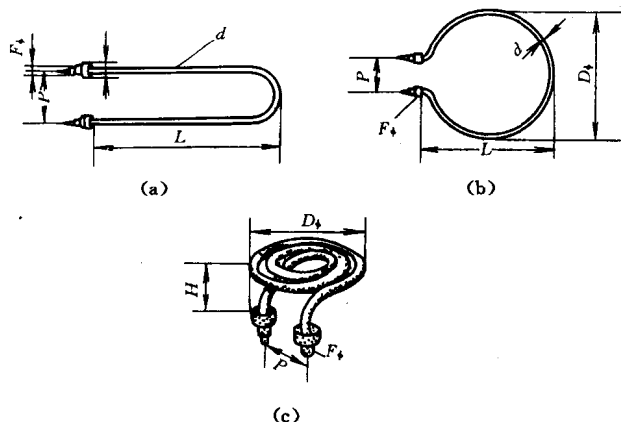


图 1-1-4 常见的管状加热器

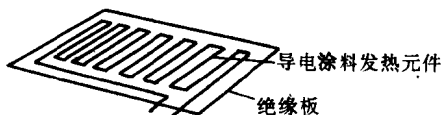


图 1-1-5 板形发热元件

管状电热器是密封式电热元件中应用最为广泛的一种,图 1-1-4 为常见的管状加热器。

电阻式电热元件还有一些其他的分类方法,例如按电热器件的外形分,有螺旋形、扁带形、板形等等。图 1-1-5 所示为板形发热元件,它是在耐热绝缘板上涂布有一层导电涂料的发热元件。

第三节 红外线电热元件

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。物体吸收了红外线就能够发热。红外线波长在 $0.75\ \mu\text{m}\sim 1\ 000\ \mu\text{m}$,其中 $2.5\ \mu\text{m}\sim 15\ \mu\text{m}$ 称为远红外线。实验证明,物体最容易吸收远红外线,因此,利用远红外线加热或干燥物品,是日益被广泛采用的新技术。

红外线电热元件是利用辐射方式给物体加热的,它常用于取暖器具和烘箱。利用红外线加热具有升温迅速、穿透力强、加热均匀、节能等优点。

电热器具中采用的红外线电热元件一般有下列几种类型。

一、管状红外线辐射元件

(一) 金属管远红外线辐射元件

金属管远红外线辐射元件由普通金属管电热元件加涂远红外辐射涂层而制成。其优点是可做不同形状和各种长度,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。

(二) 石英管红外线辐射元件

石英管红外线辐射元件的结构与普通管状电热元件的基本相同,只是外套由乳白石英材质的管子构成。由于乳白石英可以吸收电热丝发射的可见光及近红外光($0.76\ \mu\text{m}\sim 2.5\ \mu\text{m}$),引起石英玻璃中晶格振动,产生远红外辐射,因此,它能使热效率很低的可见光与近红外光转换为热效率很高的远红外辐射。

管状红外线辐射元件辐射能力较大,常用于空间加热器(电暖器)及家用干燥器。其外形如图 1-1-6 所示。

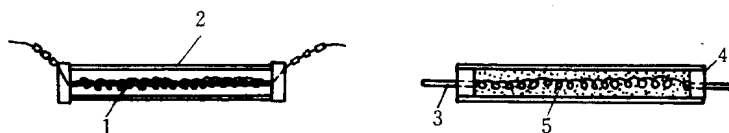


图 1-1-6 管状红外线辐射元件

1. 电热丝;2. 石英管及红外线辐射物质;3. 引出线;4. 绝热物;5. 耐热绝缘物

二、板状红外线辐射元件

板状红外线辐射元件如图 1-1-7 所示,它是在罩盖式电热元件的金属罩盖上涂上红外线辐射物质而构成的。当电热丝通电被加热后,通过对流和辐射使罩盖加热而辐射出红外线。

由于板状红外辐射元件加热面积较大,故常用于电热炊具。它的缺点是热效率不高、加热速度慢,这是由于发热体与辐射物之间有空气层的缘故。

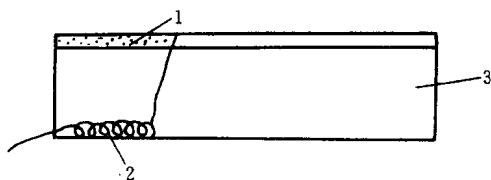


图 1-1-7 板状红外线辐射元件
1. 红外线辐射板;2. 电热丝;3. 壳体

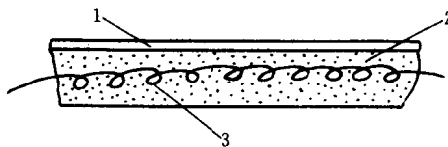


图 1-1-8 烧结式红外线辐射元件
1. 红外线辐射物质;2. 陶瓷;3. 电热丝

三、烧结式红外线辐射元件

图 1-1-8 所示为烧结式红外线辐射元件。将电热丝放在含有红外线辐射物质的陶瓷器里,再以高温烧结,即制成烧结式红外线辐射元件。也有采用先将电热丝放在陶瓷器里高温烧结成型,再涂覆红外线辐射物质制作烧结式红外线辐射元件的。

烧结式红外线辐射元件工作时,被加热的电热丝,通过陶瓷层,将热传给红外线辐射涂层,使之辐射红外线。该元件热效率较高,但是一般较脆,经不起碰撞,且成型工艺较复杂。一般多用于烤炉及取暖器具。

四、粘接式红外线辐射元件

将耐热粘接剂涂在电热元件表面,然后再将红外线辐射陶瓷粘附在电热元件上,通电后电热元件被加热,红外线辐射陶瓷即可与电热元件粘接在一起,而制成粘接式红外线辐射元件。

采用该种工艺的主要优点是成型后电热元件具有一定弯曲强度,能胜任较大功率的高温加热。它是一种集中上述三种元件优点而克服它们缺点的新型红外线辐射元件。

第四节 PTC 电热元件

一、PTC 材料及其特性

(一) PTC 材料

PTC 是一种具有正温度系数的半导体陶瓷元件。其主要代表材料如钛酸钡(BaTiO_3)系列。它是有机化合物,可经模压、高温烧结而制做成各种形状与规格的发热元件。PTC 元件在应用时,只要在其两面上加上交流或直流电源,就可获得额定的发热温度。

(二) PTC 元件的特性

以钛酸钡半导体陶瓷为例,其温度与电阻率关系曲线如图 1-1-9 所示。当温度在 100°C 以下时,它呈现普通半导体特性。也就是当导体温度升高时,电阻下降,为负温度系数。而当温度升高到 100°C 以上的一段范围内,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),呈现强烈的正温度系数特性。我们称这正温度特性的起点为居里点,用 T_p 表示;而称上述阻抗异常变化的现象为 PTC 特性。

由上述分析可知,PTC 是一种具有正温度系数热敏电阻性能的特殊半导体。因此,利用