



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

全国高等职业教育规划教材

家用电器基础与维修技术

第3版

主 编 黄永定

副主编 施德江 陈玲玲



NLIC2970819102



电子课件下载网址 www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高等职业教育规划教材

家用电器基础与维修技术

第3版

主 编 黄永定
副主编 施德江 陈玲玲
参 编 孙天旭 李秀霞 刘 伟
主 审 何 明



NLIC2970819102



机械工业出版社

本书是在第2版的基础上,根据当前家用电器在使用功能以及制造技术的发展变化,结合实践教学需要,重新修订而成的。修订中保留了原书突出实践、重视技能培养的特点,对近年来家用电器中出现的新品种、新技术、新器件以及智能型家用电器、单片机控制等新技术作了必要的补充。家用电热电动器具、电冰箱、空调器等的结构和工作原理,以及它们的故障检测和维修方法,是本书讲解的重点。

本书可作为高等职业教育应用电子技术专业或中等职业教育电子技术应用专业家用电器维修课程的教材,也可供家用电器营销以及家用电器售后服务等从业人员参考。

需要与本书配套的授课电子教案的教师,可登录到 www.cmpedu.com 免费注册、审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ:1239258369,电话:010-88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

家用电器基础与维修技术/黄永定主编. —3版.
—北京:机械工业出版社,2012.8
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高等职业教育规划教材
ISBN 978-7-111-38272-0

I. ①家… II. ①黄… III. ①日用电气器具—维修—
I. ①TM925.07

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第088706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:王颖 版式设计:刘怡丹

责任校对:申春香 责任印制:乔宇

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2012年8月第3版第1次印刷

184mm×260mm·16.5印张·402千字

0001-3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-38272-0

定价:33.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

门户网:<http://www.cmpbook.com>

教材网:<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育规划教材 电子类专业编委会成员名单

主 任 曹建林

副 主 任 张中洲 张福强 董维佳 俞 宁 杨元挺 任德齐
华永平 吴元凯 蒋蒙安 祖 炬 梁永生

委 员 (按姓氏笔画排序)

尹立贤	王用伦	王树忠	王新新	邓 红	任艳君
刘 松	刘 勇	华天京	吉雪峰	孙学耕	孙津平
朱永梅	朱晓红	齐 虹	张静之	李菊芳	杨打生
杨国华	汪赵强	陈子聪	陈必群	陈晓文	季顺宁
罗厚军	姚建永	钮文良	聂开俊	袁 勇	袁启昌
郭 勇	郭 兵	郭雄艺	高 健	崔金辉	曹 毅
章大钧	黄永定	曾晓宏	蔡建军	谭克清	

秘 书 长 胡毓坚

副秘书长 戴红霞

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近60所高等职业院校的骨干教师对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- 1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- 2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- 3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述要容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- 4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- 5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

出版说明
前言

本书是在第2版的基础上,根据当前家用电器在使用功能以及制造技术的发展变化,结合实践教学需要重新修订而成的。与第2版相比,保留了原书突出实践、重视技能培养的特点,并做了以下几点修改与充实:

- 1) 删去了第2版中部分实用性不大或较难理解的理论内容,进一步做到“理论知识以够用为度”,使知识点更为突出、清晰和具有条理。
- 2) 对近年来出现的家用电器新品种、新技术、新器件以及智能型家用电器、单片机控制等新技术作了必要的补充、修改。删除了部分已不再使用的零部件的介绍和维修工艺方法等内容。
- 3) 修改了第2版中存在的个别疏漏和笔误之处,增加了部分新的实物图片。

本书由吉林信息工程学校黄永定任主编,施德江、陈玲玲任副主编。吉林教育学院孙天旭编写第1章,吉林信息工程学校施德江编写第3章,吉林机电工程学校李秀霞编写第2章、第4章,吉林化工学院陈玲玲编写第5章、第6章,吉林信息工程学校黄永定和吉林化工学院刘伟编写第7章,全书由黄永定统稿,何丽梅主审。

编写中我们参考了部分同类教材及相关杂志,有些数据与图片来自生产厂家的工艺文件及互联网相关信息,在此向所有相关的作者和单位表示衷心的感谢。

为使本书在教学实践中不断充实完善,以便更好地为职业技术教育服务。对于本书中的错误、疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

第1章 绪论	1	第2章 家用电器的安全使用	2
第2章 家用电器的安全使用	2	第3章 家用电器的维修	3
第3章 家用电器的维修	3	第4章 家用电器的故障排除	4
第4章 家用电器的故障排除	4	第5章 家用电器的保养	5
第5章 家用电器的保养	5	第6章 家用电器的选购	6
第6章 家用电器的选购	6	第7章 家用电器的使用	7
第7章 家用电器的使用	7	附录	8
附录	8	参考文献	9
参考文献	9	索引	10
索引	10	后记	11

目 录

出版说明

前言

第1章 家用电热器具	1	1.6 实训1 自动保温电饭锅的 维修	46
1.1 家用电热器具基础知识	1	1.6.1 实训目的	46
1.1.1 家用电热器具的类型	1	1.6.2 实训器材	46
1.1.2 家用电热器具的基本结构	2	1.6.3 实训内容与步骤	47
1.1.3 电热元件	2	1.6.4 实训报告	47
1.1.4 温控器件	4	1.7 实训2 电磁灶的维修	48
1.1.5 温度保险器件	7	1.7.1 实训目的	48
1.1.6 漏电保护器	7	1.7.2 实训器材	48
1.2 电热水器	8	1.7.3 实训内容	48
1.2.1 贮水式电热水器的基本结构	8	1.7.4 实训步骤	49
1.2.2 贮水式电热水器的工作原理	11	1.7.5 实训报告	50
1.2.3 贮水式电热水器的检修	13	1.8 实训3 微波炉的维修	50
1.2.4 贮水式电热水器的常见故障	14	1.8.1 实训目的	50
1.2.5 即热式电热水器	15	1.8.2 实训器材	51
1.3 电饭锅	18	1.8.3 实训内容	51
1.3.1 电饭锅的主要技术指标	18	1.8.4 实训步骤	51
1.3.2 自动保温式电饭锅	18	1.8.5 实训报告	53
1.3.3 电子自动保温电饭锅	22	1.9 习题	54
1.3.4 微电脑控制电饭锅	23	第2章 电风扇	56
1.4 电磁灶	26	2.1 概述	56
1.4.1 高频电磁灶的基本结构	26	2.1.1 电动器具	56
1.4.2 高频电磁灶的工作原理	28	2.1.2 电风扇的类型、规格和型号	56
1.4.3 高频电磁灶的控制与保护电路 分析	30	2.1.3 电风扇的结构	57
1.4.4 电磁灶的使用与维护	33	2.1.4 电风扇的主要技术指标	62
1.4.5 电磁灶常见故障及检修方法	33	2.2 电风扇的调速	63
1.5 微波炉	34	2.2.1 电抗器法	63
1.5.1 微波炉加热原理及特点	34	2.2.2 抽头法	64
1.5.2 微波炉的基本结构	35	2.2.3 无级调速法	65
1.5.3 微波炉的工作原理	39	2.3 电风扇控制电路分析	65
1.5.4 普通型微波炉常见故障及检修 方法	43	2.3.1 电抗器调速电路	65
1.5.5 微电脑控制微波炉常见故障及 检修方法	45	2.3.2 抽头调速电路	66
		2.3.3 模拟自然风电路	66
		2.3.4 红外线遥控电路	67

2.4 电风扇的常见故障检修	70	3.5.3 实训内容与步骤	113
2.4.1 检修的基本步骤	70	3.5.4 实训报告	118
2.4.2 常见故障及检修方法	71	3.6 习题	118
2.5 微电脑程控电风扇	72	第4章 吸尘器与吸油烟机	120
2.5.1 结构	73	4.1 吸尘器	120
2.5.2 基本原理分析	73	4.1.1 类型及主要技术指标	120
2.5.3 控制电路常见故障与检修	77	4.1.2 基本结构及工作原理	121
2.6 空调扇	78	4.1.3 控制电路	123
2.6.1 空调扇的控制电路	78	4.1.4 故障与检修	125
2.6.2 空调扇的使用与维护	79	4.2 吸油烟机	126
2.7 实训 台式电风扇的拆装及 维修	80	4.2.1 基本结构	126
2.7.1 实训目的	80	4.2.2 工作原理	127
2.7.2 实训器材	80	4.2.3 吸油烟机的微电脑控制	130
2.7.3 实训内容与步骤	80	4.2.4 新型吸油烟机	131
2.7.4 实训报告	81	4.2.5 常见故障及检修方法	131
2.8 习题	82	4.3 实训1 吸尘器的拆装及 检修	132
第3章 洗衣机	83	4.3.1 实训目的	132
3.1 洗衣机的类型与规格	83	4.3.2 实训器材	132
3.1.1 类型	83	4.3.3 实训内容与步骤	133
3.1.2 型号与规格	84	4.3.4 实训报告	133
3.1.3 洗涤原理	84	4.4 实训2 吸油烟机的拆装及 检修	134
3.1.4 主要技术指标	85	4.4.1 实训目的	134
3.2 普通双桶波轮式洗衣机	86	4.4.2 实训器材	134
3.2.1 结构	86	4.4.3 实训内容与步骤	134
3.2.2 控制电路	91	4.4.4 实训报告	134
3.2.3 常见故障的检修	92	4.5 习题	135
3.3 全自动波轮式洗衣机	94	第5章 电冰箱	136
3.3.1 基本结构	95	5.1 热力学基础	136
3.3.2 微电脑程序控制器的控制原理	99	5.1.1 热力状态参数	136
3.3.3 控制电路分析	102	5.1.2 热力学基本定律与常用术语	138
3.3.4 故障检修方法	104	5.1.3 传热学基础	140
3.3.5 微电脑洗衣机典型故障分析	107	5.2 制冷剂、润滑油	141
3.4 全自动滚筒式洗衣机	108	5.2.1 对制冷剂的要求	141
3.4.1 基本结构	108	5.2.2 制冷剂的种类与性质	142
3.4.2 控制原理	111	5.2.3 润滑油(冷冻油)	144
3.4.3 常见故障及检修方法	112	5.3 电冰箱的结构与工作原理	145
3.5 实训 普通型双桶波轮式洗衣机 的拆装及检修	113	5.3.1 电冰箱的分类	145
3.5.1 实训目的	113	5.3.2 电冰箱的基本组成	147
3.5.2 实训器材	113	5.3.3 压缩式电冰箱的制冷原理	148

5.4 电冰箱制冷系统主要部件	149	系统	189
5.4.1 制冷压缩机	149	6.4.3 微电脑控制空调器电路	190
5.4.2 蒸发器	151	6.5 变频式空调器	194
5.4.3 冷凝器	153	6.5.1 变频器及控制原理	194
5.4.4 干燥过滤器	154	6.5.2 变频空调器的制冷系统及其 特有部件	196
5.4.5 毛细管与膨胀阀	155	6.5.3 变频式空调器的电气控制系统 ...	199
5.4.6 温控器	156	6.6 空调器的安装	201
5.4.7 除霜定时器	159	6.6.1 安装空调器的准备工作	201
5.4.8 起动机	160	6.6.2 壁挂式空调器的安装	202
5.4.9 热保护装置	161	6.7 空调器常见故障分析与检修	208
5.5 电冰箱的电气控制系统	164	6.7.1 故障分析方法	208
5.5.1 直冷式电冰箱电路	164	6.7.2 常见故障的检修	211
5.5.2 间冷式双门全自动化霜电冰箱 电路	166	6.8 习题	213
5.5.3 电子温控电路	167	第7章 制冷设备维修工艺及实训	214
5.5.4 电冰箱的微电脑控制	169	7.1 制冷设备检修的常用工具	214
5.6 电冰箱维修技术	171	7.1.1 常用工具	214
5.6.1 电气系统故障分析	171	7.1.2 制冷剂充注工具	217
5.6.2 制冷系统故障分析	172	7.1.3 检漏工具	218
5.6.3 维修 R600a 电冰箱的特殊要求 ...	174	7.1.4 测量仪表	219
5.6.4 常见故障及维修	175	7.1.5 焊接设备及使用	221
5.7 习题	177	7.2 焊接操作	223
第6章 家用空调器	179	7.2.1 焊接火焰	224
6.1 家用空调器的功能与种类	179	7.2.2 焊接操作要点	224
6.1.1 功能	179	7.2.3 安全注意事项	227
6.1.2 种类	180	7.2.4 使用洛克环进行管路连接的 方法	227
6.1.3 型号命名方法	181	7.3 制冷系统的清洗与排油	228
6.2 空调器制冷系统主要部件	182	7.3.1 制冷系统的清洗	228
6.2.1 全封闭压缩机	182	7.3.2 制冷系统的排油	229
6.2.2 电磁换向阀	183	7.4 检漏操作	230
6.2.3 换热器	184	7.5 抽真空与制冷剂的充注操作	231
6.2.4 毛细管与干燥过滤器	185	7.5.1 抽真空操作	231
6.3 家用空调器的工作原理	185	7.5.2 制冷剂的充注操作	233
6.3.1 冷风(单冷)型空调器的工作 原理	185	7.6 制冷系统的常见故障及排除 方法	236
6.3.2 热泵冷风型空调器制冷工作 原理	187	7.6.1 冰堵故障及排除方法	236
6.3.3 热泵冷风型空调器制热工作 原理	187	7.6.2 脏堵故障及排除方法	237
6.4 空调器电路分析	188	7.6.3 泄漏故障及排除方法	237
6.4.1 冷风型空调器的电气系统	188	7.7 实训1 电冰箱电气控制系统 的检测	238
6.4.2 分体式热泵型空调器的电气			

7.7.1 实训目的	238	7.9.4 实训报告	244
7.7.2 实训器材	238	7.10 实训4 电冰箱抽真空与制	
7.7.3 实训内容与步骤	239	冷剂充注	244
7.7.4 实训报告	240	7.10.1 实训目的	244
7.8 实训2 制冷系统维修工具的		7.10.2 实训器材	245
使用练习	241	7.10.3 实训内容与步骤	245
7.8.1 实训目的	241	7.10.4 实训报告	247
7.8.2 实训器材	241	7.11 实训5 空调器制冷系统检查	
7.8.3 实训内容与步骤	241	及制冷剂的充注	247
7.8.4 实训报告	242	7.11.1 实训目的	247
7.9 实训3 制冷系统管路的		7.11.2 实训器材	248
焊接	243	7.11.3 实训内容与步骤	248
7.9.1 实训目的	243	7.11.4 实训报告	250
7.9.2 实训器材	243	参考文献	251
7.9.3 实训内容与步骤	243		

第1章 家用电热器具

【教学目标】

- 了解家用电热器具的类型及基本结构。
- 掌握电热水器的结构、工作原理与检修方法。
- 掌握高频电磁灶的工作原理与检修方法。
- 掌握自动保温式电饭锅、微电脑控制电饭锅的结构、工作原理与检修方法。
- 掌握微波炉的结构、工作原理与检修方法。

1.1 家用电热器具基础知识

1.1.1 家用电热器具的类型

电热器具是将电能转换为热能的器具，具有清洁卫生、污染少、容易实现调温控制、热效率高、安全可靠、使用方便等诸多优点，在家用电器中，电热器具占有很高的比例。

1. 按电加热方式的原理分类

按照电加热方式的原理，可将家用电热器具分为电阻加热、远红外线加热、电磁感应加热和微波加热 4 种类型。

2. 按用途分类

家用电热器具产品一般不按照电加热方式分类，而是按产品的用途来分类。表 1-1 为常见家用电热器具的分类。

表 1-1 家用电热器具的分类

分 类		产 品 举 例
炊具类	烧煮用	电饭锅、电磁灶和微波炉等
	煎烤用	电炒锅、电烤箱等
	沸水用	电水壶、电热杯和电热饮水机等
取暖用	直接取暖	电褥子、电热坐垫等
	间接取暖	电暖器、红外线取暖炉、热风机等
卫浴类		电热水器、电吹风机等
医疗卫生用		家用消毒器、热敷器等
其他		电烙铁、电熨斗等

- 1) 电炊具：如电饭锅、电烤箱、电磁灶、微波炉、电热饮水机等。
- 2) 取暖用具：如电暖器、电热毯等。

3) 卫生洁具类及其他: 如电热水器(电淋浴器)、家用消毒器、洗碗机、电熨斗、电烙铁等。

1.1.2 家用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 3 部分。

1. 发热部件

发热部件的主要功能是将电能转换为热能。它由各种电热元件构成。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、PTC 电热元件等。

2. 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, 使得电热器具所发出的热量符合要求, 即温控部件能够使电热器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、电子温控部件以及微电脑温控部件逐渐被广泛采用。

3. 安全装置

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

1.1.3 电热元件

电热器具中能将电能转换成热能的部件称为电热元件。它是电热器具的核心, 直接决定着电热器具的使用寿命、安全性和经济性。

1. 普通电阻式电热元件

(1) 电阻式电热元件常用材料

1) 电热材料。家用电热器具中的电阻式电热元件, 一般采用合金电热材料, 如铁铬铝、铬镍等材料。

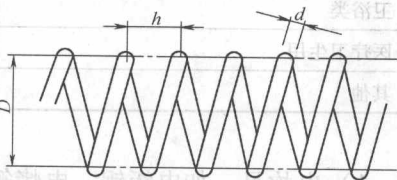
2) 绝缘材料。绝缘材料即不导电的材料, 又称电介质。如云母、玻璃、陶瓷等。

3) 绝热材料。为了提高电热元件的热效率, 在电热器具中往往要采用适当的绝热材料, 绝热材料还能起到减少电热元件对人体的热烫伤危险及防止火灾的作用。常用的绝热材料有软木、毛毡、石棉、硅藻土和泡沫塑料等。

(2) 几种常用的电阻式电热元件

在实际应用中, 一般是先将合金电热材料制成电热丝, 再经过二次加工制成各种电热元件。

1) 开启式螺旋形电热元件。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。它在电吹风机和家用开启式电炉中广泛应用。螺旋式电热元件绕制尺寸如图 1-1 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 $D = (3 \sim 5)d$, $h = (2 \sim 4)d$; 当 $d > 1.0\text{mm}$ 时, 选 $D = (5 \sim 7)d$, $h = (2 \sim 4)d$ 。



2) 云母片式电热元件。将合金电热丝缠绕在云母片上, 在外面再覆盖一层云母作绝缘, 主要应用在电熨

图 1-1 开启式螺旋形电热元件

斗等电热器具中，如图 1-2 所示。

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、端头封堵材料和引出棒等组成，如图 1-3 所示。

4) 电热板。电热板的形状有圆形、方形等，主要采用铸板式和管状元件铸板式两种结构形式，一般应用于电饭锅等电热产品中。

5) 绳状电热元件。在一根用玻璃纤维或石棉线制作

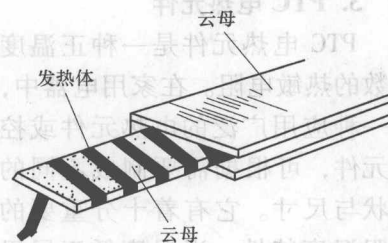


图 1-2 云母片式电热元件

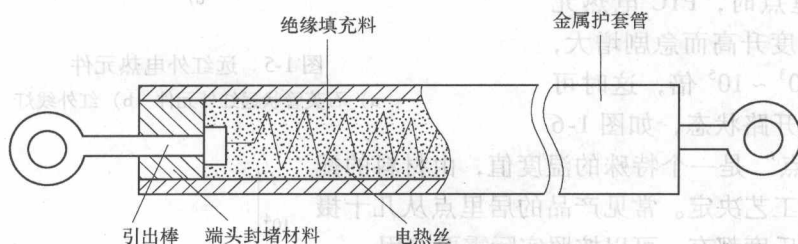


图 1-3 金属管状电热元件

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。主要用于电热毯、电热衣等柔性电热织物中，典型结构如图 1-4 所示。

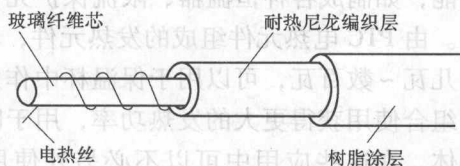


图 1-4 绳状电热元件典型结构

2. 红外线电热元件

远红外线加热方法是在电阻加热方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，使其辐射出红外线对物体加热。它具有升温迅速，穿透能力强，节省能源和时间的特点。在电取暖器、电烤箱和消毒柜等家电产品中广泛应用。

远红外线电热元件有管状、板状和红外线灯等多种，在家用电器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由乳白色透明石英材料制成，石英辐射管的内壁每 1cm^2 就有 $2000 \sim 8000$ 个直径为 $0.03 \sim 0.05\text{mm}$ 的小气泡，可产生出较强的远红外辐射。在石英管内装置螺旋合金制成的电热丝，引出端的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 1-5a 所示。

板状远红外元件是在碳化硅或金属板表面涂敷一层远红外辐射物质，中间装上合金电热丝制成的。

红外线灯属热辐射光源，分为透明的石英近红外线灯和半透明的石英远红外线灯两种，相应产生近红外和远红外辐射。红外线灯的结构和普通照明用的白炽灯大致相同，区别是红外线灯既可发出可见光，又能产生红外线，结构如图 1-5b 所示，从图中可以看出管形红外线灯是普通玻璃灯管上再罩以石英管，因而热膨胀系数小，遇水不易破裂。

3. PTC 电热元件

PTC 电热元件是一种正温度系数的热敏电阻。在家用电器中，是一种应用广泛的电热元件或控温元件，可根据需要制成不同的形状与尺寸。它有着十分重要的电阻温度特性：当温度低于居里点时，近似为一个阻值较小的电阻(阻值可小到十几欧姆)，但当温度高于居里点时，PTC 电热元件的阻值随温度升高而急剧增大，增加量可达 $10^3 \sim 10^5$ 倍，这时可以认为其处于开路状态，如图 1-6

所示。“居里点”是一个特殊的温度值，由材料的配合比例与生产工艺决定。常见产品的居里点从几十摄氏度到几百摄氏度都有，可以按照实际需要选用。

利用 PTC 电热元件的特性可实现温度自动控制的功能，如制成各种恒温器、限流保护元件、温控开关等。由 PTC 电热元件组成的发热元件，单片功率一般为几瓦~数百瓦，可以用于保温杯中作发热体，还可以组合使用获得更大的发热功率，用于暖风机中作发热体，在这些应用中可以不必另外使用温度控制电路，发热元件自身就能将温度稳定在居里点附近。

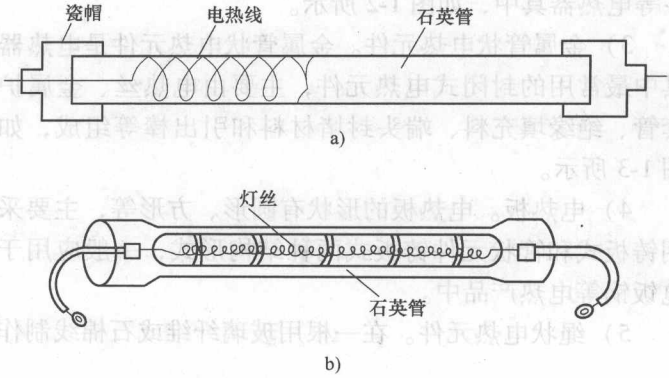


图 1-5 远红外电热元件
a) 石英管状远红外元件 b) 红外线灯

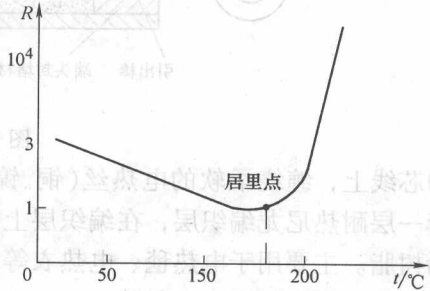


图 1-6 PTC 电热元件的温度特性

1.1.4 温控器件

在家用电热器具中，承担温度控制调节功能的元件称为温控器件。按其控制的目的可分为温度控制、功率控制和时间控制 3 种类型。

1. 温度控制器件

在家用电热器具中，常用的温度控制器件有双金属片式温控器、磁性温控器、热电偶以及电子温控器等。

1) 双金属片式温控器件。双金属片由热膨胀系数不同的两种金属薄片轧制结合而成，其中一片热膨胀系数大，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，使金属片向膨胀系数小的那一侧弯曲，温度越高，弯曲越厉害。当温度下降时，双金属片收缩恢复到原状。利用双金属片受热后弯曲变形时的运动，带动电触点的闭合或断开，使电源接通或关断。双金属片式温控器示意图如图 1-7 所示。

2) 磁性温控器件。铁、镍及某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温度时，磁性急剧下降，电饭锅中使用的磁性温控器就是根据这种特性来实现温度控制的。

磁性温控器件主要由永久磁钢和感温软磁体组成，在位置固定的感温软磁下有一个永久磁钢，感温软磁体与永久磁钢之间用一弹簧将它们隔开，或者在永久磁钢下面安装一个具有一定拉力的弹簧。在常温下，永久磁钢和感温软磁体之间的吸力大于弹簧弹力与永久磁钢所受的重力之和，因而，当外力压缩弹簧使永久磁钢与软磁体贴近时，软磁体吸住永久磁钢，使得它们所带动的两个触头闭合，电热元件通电发热。一旦电热元件发热超过预定值，温度上升到感温软磁体的居里点时，软磁体的磁力急剧减小，使得弹簧弹力与永久磁钢所受的重力之和大于磁吸力，永久磁钢落下，两触头脱离，电热元件断电。图 1-8 所示为磁性温控器工作原理示意图。

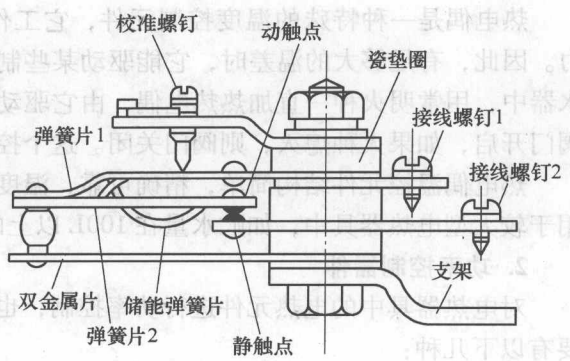


图 1-7 双金属片式温控器示意图

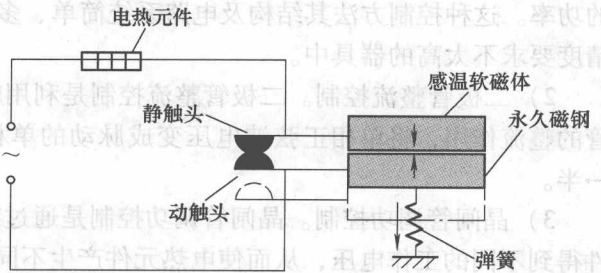


图 1-8 磁性温控器工作原理示意图

3) 热电偶。热电偶是一种能将温度转换成电动势(电压)的传感器。不同材料对电子的束缚能力不同，并且受温度的影响，所以材料里实际导电的电荷(例如自由电子)的浓度差别较大。由两种不同材料的金属导体组成一个闭合回路，于是得到了两个结合面，称为两个结点。当两个结点的温度不同时，回路中将产生电动势，这种现象称为赛贝克效应(热电效应)。组成热电偶的导体称为“热电极”。热电偶所产生的电动势称为“热电动势”。热电偶的两个结点中，置于温度为 T 的被测对象中的结点称为测量端，又称工作端或热端，而置于参考温度为 T_0 的另一结点称为参比端，又称自由端或冷端。使用时，当热端温度大于冷端温度时，在电路中产生电动势(即产生电信号)，此电信号经放大后控制执行机构，达到调节和控制温度的目的，热电偶工作原理及其实物图如图 1-9 所示。

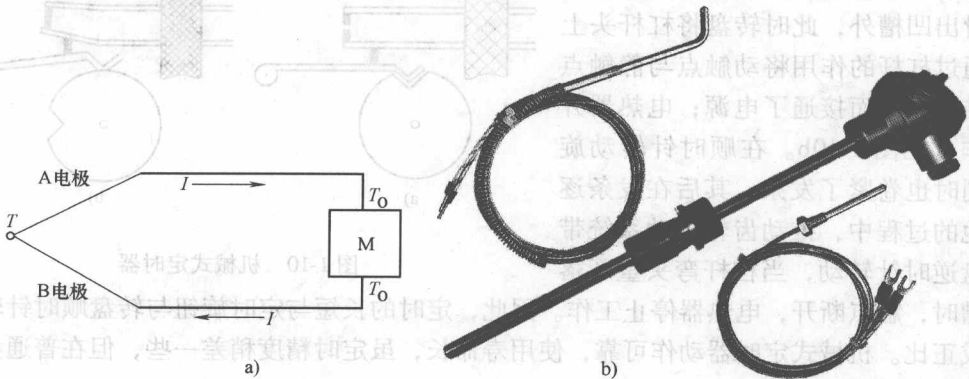


图 1-9 热电偶工作原理示意图及其实物图

a) 工作原理图 b) 不同封装形式的热电偶

热电偶是一种特殊的温度控制元件，它工作时相当于电源，并且具有一定的带负载能力。因此，有足够大的温差时，它能驱动某些制造精密的电动部件，例如：在常用的燃气热水器中，用常明火种一直加热热电偶，由它驱动一个电磁铁，使其处于吸合状态，保持进气阀门开启，如果火种熄灭，则阀门关闭。这个控制装置完成自动熄火保护任务。

热电偶温控元件结构简单，精确可靠，温度调节范围广，但系统较复杂、价格较高，常用于较大型电热器具中，如贮水量在 100L 以上的热水器及大型电烤炉等产品中。

2. 功率控制器件

对电热器具中的电热元件进行功率控制，也可达到调节温度的功能。功率控制的方法主要有以下几种：

1) 开关换接控制。对于装有数支电热元件的电热器具，在工作时利用开关控制电热元件的通断，以及串并联等不同的组合，改变电热元件与电源的连接方法，从而得到不同大小的功率。这种控制方法其结构及电路系统简单、多挡调节、可靠性高、价格低且适用于控温精度要求不太高的器具中。

2) 二极管整流控制。二极管整流控制是利用转换开关将二极管接入电路中，利用二极管的整流作用，将单相正弦波电压变成脉动的单相半波电压，从而使平均发热功率降低了一半。

3) 晶闸管调功控制。晶闸管调功控制是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，从而使电热元件产生不同的功率。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温度控制。

3. 时间控制器件

时间控制器件俗称定时器。其作用是对电热元件的工作时间进行控制。从而达到控温的目的。控制的时间范围有 0 ~ 5min、0 ~ 30min、0 ~ 60min 及 0 ~ 12h 等多种。按定时器的结构原理可分为机械式、电动式和电子式。

1) 机械式定时器。机械式定时器主要由发条，齿轮传动系统、机械开关组件及电触点等部分组成，其中机械开关组件是完成定时过程的关键。它由一个带凹槽的圆形转盘和一个有固定支点的杠杆组成，如图 1-10a 所示。使用时根据需要设定的时间，将定时旋钮（带着转盘）顺时针旋过相应的角度，杠杆弯头将滑出凹槽外，此时转盘将杠杆头上顶，通过杠杆的作用将动触点与静触点紧密结合，从而接通了电源；电热器开始工作，见图 1-10b。在顺时针转动旋钮的同时也卷紧了发条，其后在发条逐渐松弛的过程中，推动齿轮传动系统带动转盘逆时针转动，当杠杆弯头重新落入凹槽时，触点断开，电热器停止工作。因此，定时的长短与定时旋钮与转盘顺时针转过的角度成正比。机械式定时器动作可靠，使用寿命长，虽定时精度稍差一些，但在普通型家用电热器具中仍被广泛采用。

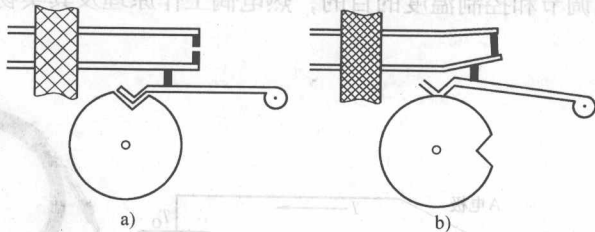


图 1-10 机械式定时器

2) 电动式定时器。电动式定时器主要由微型同步电动机、减速机构、机械开关组件及电触点等部分组成，其工作原理与机械式定时器基本一致，只是用微型同步电动机代替了发

条机构作为动力源,提高了定时的精度。

3) 电子式定时器。电子式定时器一般采用 555 集成电路组成单稳态定时电路,通过电容充放电所用的时间来实现电路的定时,控制电位器可使定时时间在某一范围内连续可调,电子式定时器定时较准确而且使用方便。

1.1.5 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而超过极限值时,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. 双金属片式安全装置

只要把双金属片式温控器的温度调整到比正常使用的温度更高的位置上,它就可以作为安全装置使用。当电热器具温度超过正常使用温度时,该双金属片式温控器便会动作,切断电源,保证安全。

双金属片式温控器用作安全装置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时自动复位,电热器又可工作;后一种需要人工复位。双金属片式安全装置的缺点是机构较为复杂。

2. 温度熔丝

温度熔丝也称温度保险丝,是一种不可复位的一次性热敏保护器件。由铅、锡、铋等受热易熔化的合金制成。将它串联在电热器件电路中,当电热器件温度过高时,由于温度熔丝受热熔化而切断电源。图 1-11 所示为较常见的温度熔丝。熔丝上的色环或色点表示熔化温度,一般在 $80 \sim 230^{\circ}\text{C}$ 范围内。

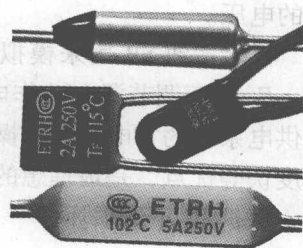


图 1-11 温度熔丝

1.1.6 漏电保护器

漏电保护器的基本功能是当人体触电时,在电流强度和时间内尚未达到伤害程度前自动切断电源,保护人身或设备安全。

漏电保护器不但在家用电热器具(特别是电热水器)中广泛应用,而且在其他家用电器以及工业生产设备中都是一种必不可少的部件。

图 1-12 是一种特别适合家用电器使用的漏电保护器的电原理图。该漏电保护器由脱扣电路、过载保护器装置和漏电触发电路 3 部分组成,其主要特点是具有过载和过电流双重保护功能,工作电压范围宽,电流容量大,在极苛刻的条件下仍能准确可靠地动作。

过载保护装置由双金属片构成的热元件 EH_1 、 EH_2 组成。当电流超过额定电流的 1.2 倍时,因热元件两侧的金属膨胀系数不同,而使热元件变形并偏向脱扣顶杆,使开关 QF、SA 跳闸断电。

TA 是零序互感器,平时主电路相线和零线的电流绝对值相等,其电流矢量和为零。无感应电压信号送入专用集成电路 IC,此时 IC 的 4 脚输出为零,晶闸管 VTH 因无触发信号而关断。当发生漏电时,主电路电流失去平衡,TA 感应的电压信号经 IC 放大后,起动内部闭锁电路动作,使 4 脚输出跳变为高电平,经 VT 构成的射极限随器触发 VTH,使 VTH 与整流桥 ($\text{VD}_3 \sim \text{VD}_6$) 组成的交流开关接通,脱扣器因线圈 L 得电而动作,将圆形铁柱吸入并带