

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

(第二版)

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

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

(第二版)

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

内容简介

本书是由教育部职成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。全书在第一版基础上重新编写，以教育部颁布的中等职业学校重点建设专业（电子电器应用与维修、电子技术应用）教学指导方案和劳动和社会保障部最新颁发的初、中级维修工有关行业国家职业标准为依据，主要讲解电热器具、电动器具、制冷与空调器具的结构、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。本次修订中，删减了一些不必要的理论分析，增加了单片微电脑控制式电饭锅，电磁灶，电热水机、淋浴器，变频式空调器等新产品内容。全书还附有 12 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。

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，王军伟主编.
2 版. —北京：高等教育出版社，2003.8 （2006. 重印）

ISBN 7-04-011788-6

I. 家… II. ①麦… ②王… III. 家用电气器具—
维修—专业学校—教材 IV. TM925.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 043838 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	河北省财政厅票证文印中心		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	1998 年 6 月第 1 版
印 张	24.75		2003 年 8 月第 2 版
字 数	600 000	印 次	2006 年 4 月第 7 次印刷
		定 价	30.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 11788-00

前 言

2002 年，教育部颁发了中等职业学校重点建设专业电子电器应用与维修、电子技术应用专业教学指导方案，劳动和社会保障部颁发了有关行业初、中、高级维修工国家职业标准。本书在第一版基础上，根据上述文件及标准重新编写。

本次编写中，以职业资格为导向，根据培养目标的需要，删减了一些不必要的理论分析，例如热力过程等，也删减了一些逐渐被淘汰或结构简单，易于自学的产品介绍，例如普通型波轮式洗衣机、电热毯、电吹风等，增加了一些新产品，例如单片微电脑控制式电饭锅、电磁灶、电热饮水机、变频式空调器等的原理及检修内容。

本书包括电热器具、电动器具、制冷与空调器具三篇。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 12 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 制冷与空调器具	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、荣俊昌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

2003 年 1 月

第一版前言

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	复习思考题	18
第一节 电热器具的类型与基本结构	2	第二章 电熨斗原理、故障及检修	19
一、电热器具的类型	2	第一节 普通型电熨斗	19
二、电热器具的基本结构	2	一、底板	20
第二节 电阻式电热元件	3	二、电热元件	20
一、电阻式电热元件的常用材料及其主要参数	3	三、压板	21
二、电阻式电热元件的类型	5	四、手柄	21
第三节 红外线电热元件	7	五、外壳	21
一、管状红外线辐射元件	7	第二节 调温型电熨斗	21
二、板状红外线辐射元件	7	一、基本结构与工作原理	21
三、烧结式红外线辐射元件	7	二、调温喷汽型及喷汽喷雾型电熨斗	22
四、粘接式红外线辐射元件	8	第三节 电熨斗的拆装与检修	23
第四节 PTC 电热元件	8	一、拆卸	23
一、PTC 材料及其特性	8	二、检修零部件	24
二、PTC 电热元件实例	9	三、组装	24
第五节 温控器件	9	四、常见故障及检修方法	25
一、双金属式温控器件	9	复习思考题	27
二、磁控式温控器件	11	第三章 电炊具原理、故障及检修	28
三、定时器	11	第一节 电饭锅的类型及主要技术指标	28
四、电子式温控器件	12	一、电饭锅的类型	28
五、热电偶温控器	13	二、电饭锅的主要技术指标	29
第六节 温度保险器件	14	第二节 自动恒（保）温式电饭锅	29
一、双金属式安全装置	14	一、普通自动恒（保）温式电饭锅	30
二、温度熔丝	14	二、PTC 自动恒温式电饭锅	31
第七节 电热器具维修基础知识	14	三、电子保温式电饭锅	31
一、电热器具的常见故障及检修方法	14	第三节 电饭锅常见故障及检修方法	32
二、电热器件的修复	15	*第四节 单片微电脑控制式电饭锅	34
三、双金属片温控器的维修	16	一、结构	34
四、常用工具	17		

二、程序控制说明	34	四、电路原理	48
三、工作原理	36	五、常见故障及检修方法	48
*第五节 电磁灶	37	复习思考题	49
一、基本原理与类型	37	第四章 电空间加热器与热水器	50
二、工频电磁灶	37	第一节 电空间加热器	50
三、高频电磁灶	39	一、辐射式电暖器	50
四、常见故障及检修	44	二、电空间加热器电路控制原理	50
第六节 电烤箱	45	三、常见故障及检修方法	51
一、结构及工作原理	45	第二节 热水器	52
二、常见故障及检修方法	46	一、电热开水瓶	52
第七节 微波炉	46	二、电热饮水机	55
一、工作原理	46	三、电热淋浴器	58
二、特点	47	四、燃气热水器	64
三、结构	47	复习思考题	66

第二篇 电 动 器 具

第一章 电风扇的结构与原理	70	三、其他的常见故障及其排除	91
第一节 电风扇的类型和规格	70	第二节 吊扇的故障与修理	93
一、电风扇的类型	70	一、吊扇扇头的拆卸	93
二、电风扇的规格	70	二、更换轴承	93
三、电风扇的型号	71	三、扇头的安装	93
四、电风扇的主要技术指标	71	四、其他的常见故障及其排除	95
第二节 电风扇的基本结构	73	复习思考题	95
一、台扇的基本结构	73	第三章 洗衣机的结构与原理	96
二、吊扇的基本结构	78	第一节 洗衣机的类型	96
三、转页扇的基本结构	79	一、洗衣机的分类	96
四、换气扇的基本结构	82	二、洗衣机的型号和规格	99
第三节 电风扇的电气控制原理	83	三、洗衣机的主要技术指标	100
一、调速开关	83	第二节 波轮式洗衣机的洗涤	
二、定时器	84	原理	101
三、台扇的电气控制原理	85	一、抽吸作用和渗排循环	101
四、吊扇的电气控制原理	86	二、翻滚和冲刷作用	101
五、转页扇的电气控制原理	87	三、波轮的换向与暂停作用	102
复习思考题	87	第三节 半自动波轮式洗衣机	102
第二章 电风扇的故障与修理	88	一、结构特点	103
第一节 台扇的故障检测与排除	88	二、安装方法	108
一、基本检修程序	88	第四节 全自动波轮式洗衣机	108
二、常见的典型故障及其排除	89	一、概述	108

二、结构特点	109	第一节 半自动波轮式洗衣机基本 检查程序	133
第五节 波轮式电脑全自动 洗衣机	116	一、洗衣机的检查程序	133
一、微电脑程序控制器的基本 结构	117	二、洗衣机典型故障的检查	134
二、微电脑全自动洗衣机的电 气线路	117	第二节 双桶波轮式洗衣机常见 故障的排除	136
三、微电脑全自动洗衣机的特殊 功能	122	一、双桶洗衣机故障检查的顺序和 方法	136
第六节 滚筒式洗衣机	124	二、双桶波轮式洗衣机常见故障的 排除	136
一、滚筒式洗衣机的分类及结构 特点	125	第三节 波轮式全自动洗衣机的 检修	141
二、滚筒式洗衣机的洗涤特点	129	一、基本检查程序	141
三、滚筒式全自动洗衣机的电气控制 原理	129	二、常见故障的检查及排除方法	142
复习思考题	132	第四节 滚筒式洗衣机故障分 析与修理	146
第四章 洗衣机的故障及其排除	133	复习思考题	149

第三篇 制冷与空调器具

第一章 制冷与空调技术基础知识	152	二、人工制冷方法	163
第一节 热力学基础知识	152	第四节 蒸气压缩式制冷原理	164
一、物质的三态	152	一、单级压缩式制冷循环的工作 原理	164
二、温度和温标	152	二、单级压缩制冷循环的压焓图	165
三、热量、比热容、显热和潜热	153	三、单级压缩制冷装置的工作原理	166
四、压力(压强)和真空度	155	四、单级蒸气压缩式制冷循环的 热力计算	167
五、液体的汽化与气体的液化	157	第五节 制冷剂及其特性	168
六、饱和温度与饱和压力	157	一、对制冷剂的要求	169
七、干、湿球温度	158	二、制冷剂的分类	169
八、过热蒸气与过冷液体	158	三、几种常用制冷剂的性质	171
第二节 热力学基本定律	158	复习思考题	176
一、热力系统、工质和介质	158	第二章 电冰箱的构造和工作原理	177
二、热的传递与平衡	159	第一节 电冰箱的类型	177
三、系统的内能、焓和熵	161	一、电冰箱的分类	177
四、热力学第一定律	162	二、电冰箱的型号表示及含义	180
五、热力学第二定律	162	三、电冰箱的主要技术指标	180
第三节 制冷原理	163		
一、人工制冷原理	163		

第二节 电动机压缩式电冰箱的	
基本组成	181
一、箱体	181
二、制冷系统	182
三、控制系统	182
第三节 压缩式电冰箱的箱体	182
一、箱体的组成	182
二、箱体的结构型式	184
第四节 压缩式电冰箱的制	
冷系统	186
一、压缩式电冰箱制冷系统的工	
作原理	186
二、压缩式制冷系统的部件	187
三、家用电冰箱制冷系统的几种	
结构型式	194
第五节 压缩式电冰箱的电气	
控制系统	197
一、电冰箱的电动机	197
二、起动继电器	199
三、热保护装置	204
四、温度控制器	207
五、化霜控制器	212
六、加热防冻与门口除露装置	216
七、箱内风扇电动机机组及照明灯	218
八、家用电冰箱的典型电路	218
复习思考题	226
第三章 制冷维修技术	229
第一节 维修工具和材料	229
一、常用修理工具	229
二、专用工具	229
三、修理用的配件材料	236
四、专用设备	238
第二节 气焊的基本知识	241
一、对焊接火焰的要求	241
二、火焰的种类、特点及应用	242
三、气焊的基本操作技术	243
四、气焊操作的安全事项	246
第三节 制冷系统的检修	247
一、制冷系统的清洗	247
二、制冷系统的吹污	248
三、制冷系统的压力试漏和检漏	249
四、制冷系统的抽真空	249
五、充灌制冷剂	252
六、封口	253
七、制冷系统管路的连接	254
第四节 控制系统部件的检修	256
一、电动机的检修	257
二、温控器的检修	257
三、起动继电器的检修	259
四、碟形热保护器的检修	259
复习思考题	259
第四章 电冰箱常见的故障检查、分	
析与排除	261
第一节 电冰箱故障的检查	261
一、电冰箱的正常工作状态	261
二、电冰箱故障的一般检查方法	262
三、电冰箱故障的检查步骤	263
四、电冰箱故障维修注意事项	264
五、电冰箱不能起动运转故障的	
检查程序	264
六、电冰箱运转不停故障的检	
查程序	266
第二节 电冰箱常见故障及排	
除方法	269
第三节 电冰箱制冷系统常见	
故障的维修	272
一、制冷系统堵塞故障的维修	273
二、制冷系统泄漏故障的维修	274
三、压缩机故障的维修	276
第四节 电冰箱控制系统故障	
的维修	281
一、起动继电器故障维修	281
二、过载保护器故障维修	283
三、除霜定时器故障维修	283
四、温度控制器故障维修	284
五、压缩机电动机故障维修	284

复习思考题	286	控制技术	324
第五章 窗式空调器的原理与维修	287	一、红外遥控器	324
第一节 空调器的概述	287	二、分体式空调器电控线路分析	328
一、空气调节的内容	287	第三节 分体式空调器的维修	330
二、空气调节的作用	288	一、分体式空调器检修程序	330
三、空调器分类	288	二、分体式空调器常见故障及排除	330
四、房间空调器型号表示方法	290	三、分体式空调器遥控器的检修	334
五、房间空调器的主要技术指标	291	复习思考题	335
第二节 窗式空调器基本组成及		第七章 变频式空调器的原理	
工作原理	293	与维修	336
一、窗式空调器的基本组成	293	第一节 变频式空调器的基本知识	336
二、冷风型空调器的工作原理	293	一、什么是变频式空调器	336
三、热泵型空调器的结构特点及基本		二、变频式空调器的优点	336
工作原理	294	三、空调器变频电路	337
四、电热型空调器的工作原理	295	第二节 变频式空调器的控制原理	339
第三节 窗式空调器的基本结构	296	一、变频式空调器工作原理	339
一、制冷(热)循环系统	296	二、变频式空调器的控制原理	339
二、空气循环通风系统	303	第三节 变频式空调器的制冷系统	343
三、电气控制系统	306	一、变频式压缩机	343
四、箱体、底盘和面板	309	二、热交换器(蒸发器和冷凝器)	344
五、窗式空调器的电路	310	三、电子膨胀阀	344
第四节 窗式空调器的维修	312	四、除霜电磁阀	345
一、空调器各主要部件的工作状态	312	五、温度传感器	345
二、窗式空调器常见故障及排除方法	313	第四节 变频式空调器的故	
三、房间空调器修理后的试运转	316	障维修	346
复习思考题	317	一、变频式空调器的状态和压力、	
第六章 分体式空调器的原		电流的关系	346
理与维修	319	二、正常的吹出口空气温度和冷却循环	
第一节 分体式空调器的组成		压力的关系	346
及工作原理	319	三、压缩机和四通换向阀故障判断	347
一、分体式空调器的组成	319	四、变频式空调器故障检修步骤	347
二、分体式空调器的工作原理	321	复习思考题	347
第二节 分体式空调器微电脑			

技能训练

技能训练一 电热器具的认识与电热器件、		实习	351
温控器件的检测实习	349	技能训练三 电饭锅的拆装及 PTC	
技能训练二 调温型电熨斗的拆装		元件的检测实习	353

技能训练四	其他电热器具的拆装与 检测实习	355	技能训练九	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	373
技能训练五	电风扇的拆装与检测 实习	357	技能训练十	电冰箱电气控制系统的 观测实习	376
技能训练六	洗衣机的拆装与检修 实习	361	技能训练十一	压缩式电冰箱的拆装与 维修实习	379
技能训练七	全封闭压缩机的观察与 检测实习	369	技能训练十二	窗式空调器的拆装与 检修实习	382
技能训练八	铜管的加工和焊接实习 ...	371			

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，污染很少

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控制，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，相对比较安全。

(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，但也只有 40 % ~ 50 %；而电的热效率可达 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, 例如电饭锅、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物, 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 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, 使得电热器具所发出的热量符合要求。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、电子温控部件以及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，自动切断电源，防止器具过热，确保安全。常用的安全装置有温度熔丝等。

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广泛。

2. 电热材料主要参数

(1) 物理与机械性能参数

该参数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

材 料 性 能	铁铬铝合金			镍 铬 合 金	
	1Cr13Al4	OCr13Al6Mo2	OCr25Al5	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℃) / (Ω·mm ² /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 /℃)	15.4	15.6	16	14	13
伸长率	≥ 12 %	≥ 12 %	≥ 12 %	≥ 20 %	≥ 20 %

(2) 最高使用温度

该参数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、截面积以及环境等不同, 使得其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

该参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。电热材料的电阻随温度升高而升高, 则该电热材料具有正温度系数, 用 PTC 表示; 反之, 电热材料的电阻随温度升高而降低, 则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, 则会导致器具烧毁。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 $^{\circ}\text{C}$ 时 8.5	20~1 000 $^{\circ}\text{C}$ 时 14	20~850 $^{\circ}\text{C}$ 时 15	20~1 200 $^{\circ}\text{C}$ 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。

(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, 例如空气和某些液体, 以及除金属与碳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, 而只是电阻极高而已。绝缘材料主要用于隔离带电物体, 支撑和固定电热元件。绝缘材料主要包括: 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, 还需注意其绝缘性能与耐热性能。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。

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。

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 料	镍 铬 合 金	Cr20Ni80	1 000~1 050	1 150	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
		Cr15Ni60	900~950	1 050	
	铁 铬 铝 合 金	1Cr13Al4	900~950	1 100	1. 抗氧化性能比镍铬强； 2. 电阻率比镍铬高，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
		OCr13Al6Mo2	1 050~1 200	1 300	
		OCr25Al5	1 050~1 200	1 300	
		OCr27Al7Mo2	1 200~1 300	1 400	
	石 墨	C		3 000	1. 电阻率较低； 2. 工作温度较高

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

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。

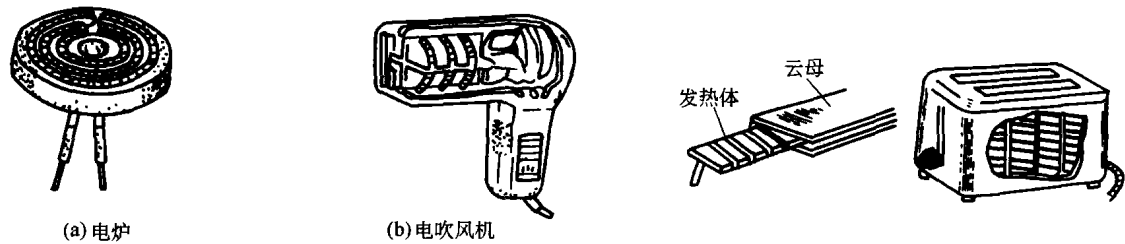


图 1-1-1 开启式电热元件实例 图 1-1-2 罩盖式电热元件实例

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

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 所示的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、安全，电热丝也不会污损。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。

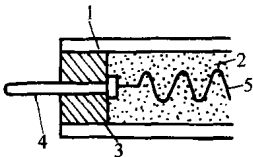


图 1-1-3 密封式电热元件实例

- 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

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。图 1-1-5 所示为板形发热元件，它是在耐热绝缘板上涂一层导电涂料的发热元件而构成的。

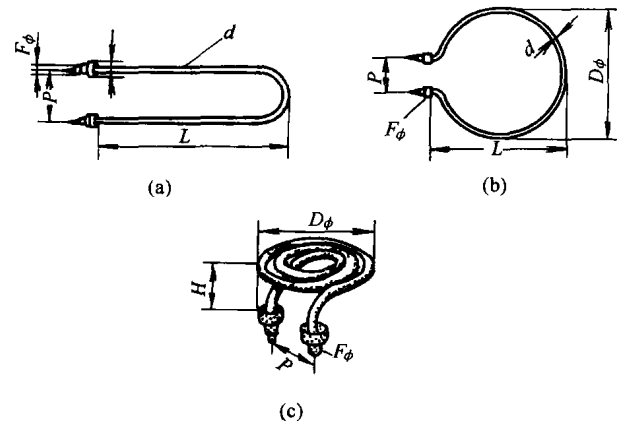


图 1-1-4 常见的管状加热器

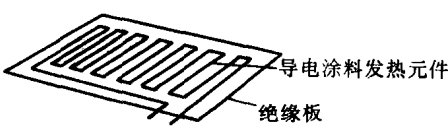


图 1-1-5 板形发热元件