

丛书

家用电器维修技术入门

电热器具的维修

《家用电器》杂志编辑部主编



JIA DIAN
WEI XIU

北京科学技术出版社

内 容 提 要

本书详细介绍了人们生活中常用电热器具的种类、规格、结构、原理和特点,对于怎样选购和正确地使用这些电热器具也分别进行了简要介绍。重点对电热器具的常见故障和产生故障的原因进行了分析,并提出了排除这些故障的方法和维修技巧,有的还附有维修实例。全书图文并茂、语言通俗易懂,适用于初中文化程度的读者。

本书是家用电器维修人员的一本维修参考工具书,可作为家用电器维修技术学习班的培训教材,也是广大家用电器用户的一本必不可少的参考书。

家用电器维修技术入门丛书

电热器具的维修

刘胜利 王新明 编
郑 彦 董敏娜

*

北京科学技术出版社出版

(北京西直门外南路19号)

新华书店首都发行所发行 各地新华书店经售

涿州市印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 8.75印张 196千字

1989年11月第一版 1989年11月第一次印刷

印数1—10000册

ISBN 7-5304-0544-6/T·109 定价:3.20元

出 版 说 明

随着我国科学技术的发展和人民生活的需要，家用电器在城乡广大居民中越来越得到广泛的应用。因此，要求家用电器的维修服务必须与此相适应，本丛书是在有关方面建议下，为满足读者的需要，配合职业教育的发展，由《家用电器》杂志编辑部组织编写，北京科学技术出版社出版发行的。

本丛书包括常用的家用电器，例如洗衣机、电冰箱、收录机、黑白与彩色电视机、录像机、电动、电热器具、照相机、音响设备等分册，每分册介绍一种（或一类）家用电器的维修技术，系统地讲解其基本原理、结构类型、性能指标、故障分析和维修方法、本丛书力求做到深入浅出，通俗易懂，解决实际问题；务使读者在短时间内掌握基本的家用电器知识和维修技能。

参加本丛书选题、组稿、编写、审稿等工作的同志有（按姓氏笔划排列）：王毅青、卢旭生、刘胜利、时继功、李燕南、张友良、钟载传、潘月琴。

本丛书可作为职业高中家用电器专业，部队培训军地两用人材，维修服务业培训学习的教材，也可作为广大家用电器爱好者和用户的自学读本。

由于编者水平所限，时间仓促，书中错误或不当之处在所难免，热诚希望读者批评指正。

前 言

在我们的日常生活中，不曾有一天离开过家用电器。它已经融为我们现代化生活的一部分，为我们提供着舒适愉快的生活。

但是这些为我们提供着方便的电器产品，一旦发生使用错误，就会给人们带来极大的危险。相反如果使用稍加注意，就会给我们增加更多的舒适和愉快，并能延长其使用寿命。为此我们将生活中经常用到的电热器具的种类、规格、结构和工作原理以及常见故障的维修方法汇编成册供大家参考学习。

全书共分七章，按用途不同分别进行了介绍，语言通俗易懂，形象生动，可供维修技术人员参考。

本教材在编写过程中参考了国内外大量有关资料和已发行的书刊（见参考文献），在此谨向这些书籍和资料的作者表示谢意。

由于编写时间仓促，书中错误或不当之处在所难免，热诚希望读者批评指正。

电 热 器 具 的 维 修

目 录

第一章 电热器具基础知识	(1)
第一节 电热元件.....	(1)
第二节 电热材料.....	(5)
第三节 控温元件.....	(9)
第二章 清洁电热器具	(17)
第一节 电熨斗.....	(17)
第二节 电热水器.....	(36)
第三章 厨用电热器具	(47)
第一节 电饭锅.....	(47)
第二节 电炒锅.....	(54)
第三节 电烤箱.....	(58)
第四节 微波炉.....	(65)
第五节 电火锅.....	(76)
第四章 饮料电热器具	(78)
第一节 电咖啡壶.....	(78)
第二节 饮料加热器.....	(85)
第三节 电热杯.....	(88)
第四节 电水壶.....	(92)
第五章 美容电热器具	(98)
第一节 电吹风.....	(98)
第二节 电热卷发器.....	(104)
第三节 帽式干发器.....	(107)
第六章 取暖电热器具	(110)
第一节 空间取暖器.....	(110)

第二节 个人取暖器.....	(116)
第七章 其它电热器具.....	(122)
第一节 电炉.....	(122)
第二节 电烙铁.....	(126)

第一章 电热器具基础知识

人类自从开始使用火以来，发明了各种各样的加热烹调器具。目前，随着电子技术的飞速发展和人民生活水平的不断提高，电热器具已经进入了人民的生活领域。据初步统计，在家用电器产品中，电热器具约占25%，可见掌握电热器具的工作原理和维修技能，亦是目前家电维修工作中十分重要的一个组成部分。

电热器具是指能将电能转换为热能，使之服务人们生活的器具，例如在本书中涉及到的清洁电热器具、厨用电热器具、美容电热器具、取暖电热器具等等。

电热器具的转换元件是电热类元件，介绍各类电热器具之前，先对各类电热元件的性能、工作原理和安装、维护方法有所了解，掌握电热器具所使用的控温元件的性能和工作原理，以便在检修工作中合理地进行选用，则是做好维修服务工作所必须的。

第一节 电热元件

一切通电导体均能发热，通电导体发热的过程，即是电能转换为热能的过程。

在电热器具中，以电阻式电热元件为主。电阻式电热元件的品种和规格较多。有按制造元件的电热材料的形状来进行区分的，如螺旋形、盘形、板形等，有按其封装形式来分的，如开启式、罩盖式和密封式等。

开启式电热元件是嵌在以电绝缘材料制成的盘面凹槽里或专门支架上的螺旋形电阻丝。靠裸露在空气中的电阻丝发出的热能，以辐射和对流两种方式传给被加热物体。采用这种方式的特点是结构简单、安装方便和便于维修，其缺点是热效率低，在使用中稍有不慎便会触电，造成伤亡和电击事故，被加热的物品或食物落入通电的螺旋线中，还会造成短路。

罩盖式电热元件是将电热丝放在特殊的保护罩中，罩盖的顶部多为平面，以利放置被加热的物体和扩大传热面积。罩盖的下面多为凹槽，呈弯曲形或螺旋形排列，在凹槽内放置电热丝。罩盖多为铸铁，铸铁罩既起保护电热丝的作用，又不阻碍空气的流通。罩盖式电热元件可以直接和欲加热的物体接触，故主要是依靠传导方式传热。这类电热元件的优点是电阻丝的使用寿命长，不宜触电、安全可靠。缺点是传导效率低，升温速度比开启式的要慢。

密封式电热元件是装在绝缘导热材料隔绝开的密封系统中的电阻丝，例如电热管式加热器。由于密封，这类电热元件不与空气及其它物体接触，电阻丝不会氧化，不会因污受损，所以使用寿命更长一些，缺点是电热丝一旦烧损熔断之后，不易修复。

现就电热器具中常用的云母片绕电热丝式发热器和电热管式发热器的结构和原理作如下介绍。

云母片绕电热丝式发热器

云母片绕电热丝式发热器主要由云母片和电热丝组成如图 1—1 所示。

这种发热器常采用耐热性、导热性、绝缘性能都比较好的云母。云母有天然云母和人工合成两种，由于天然云母成本较高和缺货，所以目前绝大多数使用合成云母。

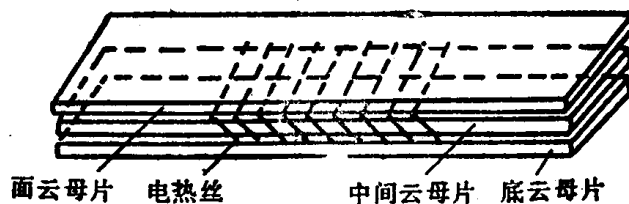


图 1—1 云母片式发热器

云母片能在 $600\sim 800^{\circ}\text{C}$ 的高温下使用，每毫米厚的云母片大约可承受的击穿电压为 5 万伏左右。电热丝一般有圆形和扁形两种，在绕制时，一般先把电热丝绕在云母片骨架上，然后在其上下方各覆盖上云母片，用以绝缘。经铆接后制成发热器，在电热丝的两端用铜片与电源线相接作为输入线。这种发热器具有结构简单、传热面积大、成本低、维修方便的特点。缺点是绝缘性能不理想，易受潮等，使用上受到一定限制。

电热管式发热器

电热管式发热器是在金属管内（如铜、铝或不锈钢），沿管的轴心方向放入螺旋形高电阻的合金电热丝，并在其空隙处灌入绝缘材料（如结晶氧化镁粉或石英砂），两端均有引出端，外管经压装后成型，并经表面处理。为阻止空气中的水分和液体介质侵入氧化镁引起绝缘性能不良，管端均装有带紧固螺帽的接头密封组件，或在管口上涂密封胶。接头密封组件由金属套筒和空心螺栓组成，分别焊在加热器管子和螺旋电阻线引出棒上。套筒与空心螺栓之间，则以绝缘耐热的云母玻璃预先隔开并固定好（图 1-2）。

这种发热器，由于电热丝是密封在金属管内的绝缘材料中，能有效地防止氧化。它可以直接装入电热器具的底面或底板的槽坑内，也可以把它铸入发热器底板里。这种发热器具有安装方便、热效率高、机械强度好、安全可靠、寿命长、使用范围广等特点。

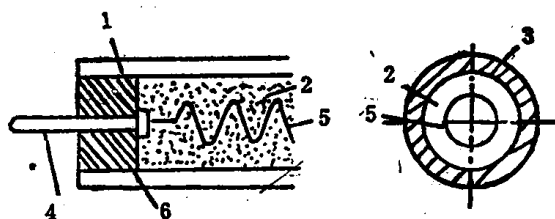


图 1-2 管状加热器的结构

- 1—金属管； 2—氧化镁粉； 3—金属管；
4—引出端； 5—电阻丝； 6—端头密封组件

电热管式发热器，多用于浸入式电热水器中，由于单位面积负荷功率较大，故要求外管具有良好的导热性能。一般多用紫铜管，在外管无焊接要求的情况下，有时可用铝管，但最理想的是用不锈钢管，只是不锈钢管成本较高。

为了防止管材的氧化，延长其使用寿命，一般在电热管表面作了涂覆处理，例如在外表面涂以高温银漆或者表面热浸镀覆锡层等等。随着工艺的发展，近来还在管的外表面涂以远红外线涂层，如氧化铁等，以提高红外辐射率和热效率。

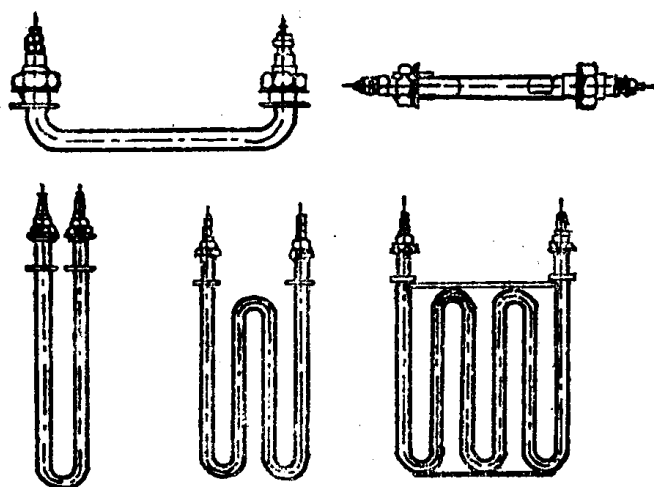


图 1 - 3 电热管式发热器外形图

为了适应各类电热器具的需要，还可制成各种不同的几何形状，如图 1-3 所示，现已广泛应用于电饭锅、电烤箱、电水壶、电咖啡壶和电热水器等电热器具中。

电热管式发热器在使用中的表面负荷等有关参数见表 1 - 1。

表1-1 电热管式发热器的表面负荷

加 热 介 质	管子材料	管表面负荷 (瓦/厘米 ²)	工作温度 (°C)	电压为220伏时 每管功率范围	用途举例
流 动 空 气	10号钢 1Cr ₁₈ Ni ₉ Ti	1.2~1.8 1.2~3.0	300 500	0.5~1.5千瓦	电 炉
流 动 空 气 (风速为6~12米/秒)	10号钢 Cr ₁₈ Ni ₉ Ti	1.8~3.0 2~4.0	300	0.5~1.5千瓦	暖 风 机
水	铜、10号钢 1Cr ₁₈ Ni ₉ Ti	5~10	100~105	1~5千瓦	电热水器
金 属	铝	5~10	230	0.5~1.5千瓦	电 熨 斗

电 热 丝

电热丝是利用电流的热效应而制成的发热元件，在电热器具中应用十分广泛。有的电热丝呈带状，所以又有人称它为电热带。在电热器具中常用的电热丝有镍铬合金丝和铁铬铝丝等。其中镍铬合金丝不仅具有较高的电阻率，而且耐高温，不易氧化的特点。几种常用的电热丝的有关参数见表 1 - 2 所示。

在表 1 - 2 中，扁形电热带的四角呈圆弧状，其实际断面积的计算公式如下：

$$S = t \cdot b \cdot c$$

在计算中若 $b > 10$ ，则 $C = 0.98$ ；

若 $b < 10$ ，则 $C = 0.94$ 。

表1—2 电热丝和电热带的参考数据

名称和规格	丝径或扁带 (毫米)	每米电阻 (20°C) (欧/米)	每米表面积 (20°C) (厘米 ² /米)	断面积 (毫米 ²)	每米重 (克/米)	每欧表面积 (厘米 ² /欧)
铁 铬 铝 丝 0Cr ₂₅ Al6	0.12	128.2	3.770	0.01131	0.08030	0.02941
	0.13	109.3	4.084	0.01327	0.09422	0.03737
	0.14	94.22	4.398	0.01539	0.1093	0.04668
	0.15	82.06	4.712	0.01767	0.1255	0.05742
	0.16	72.10	5.027	0.02011	0.1428	0.06972
	0.18	56.97	5.655	0.02545	0.1807	0.09926
	0.20	46.14	6.283	0.03142	0.2231	0.1362
	0.22	38.15	6.912	0.03801	0.2699	0.1812
	0.25	29.54	7.854	0.04909	0.3485	0.2659
	0.28	23.55	8.796	0.06158	0.4372	0.3735
	0.30	20.51	9.425	0.07069	0.5019	0.4595
	0.35	15.07	11.00	0.09621	0.6831	0.7299
	0.40	11.54	12.57	0.1257	0.8925	1.089
镍 铬 丝 Cr ₂₀ Ni ₈₀	0.12	98.14	3.770	0.01131	0.09500	0.03841
	0.13	83.65	4.084	0.01327	0.1115	0.04882
	0.14	72.12	4.398	0.01539	0.1203	0.06098
	0.15	62.82	4.712	0.01767	0.1484	0.07501
	0.16	55.20	5.027	0.02011	0.1689	0.09107
	0.18	43.61	5.655	0.02545	0.2138	0.1297
	0.20	35.33	6.283	0.03142	0.2639	0.1778
	0.22	29.20	6.912	0.03801	0.3193	0.2367
	0.25	22.61	7.854	0.04909	0.4124	0.3474
	0.28	18.03	8.796	0.06158	0.5173	0.4879
	0.30	15.70	9.425	0.07068	0.5938	0.6003
	0.35	11.54	11.00	0.09621	0.8082	0.9532
	0.40	8.831	12.57	0.1257	1.056	1.423
铁 铬 铝 带 0Cr ₂₅ Al6	0.1×1	15.42	22	0.094	0.6674	1.427
	0.1×0.8	19.28	18	0.0752	0.5339	0.9336
	0.1×0.6	25.71	14	0.0564	0.4004	0.5445
	0.1×0.4	38.56	10	0.0376	0.2070	0.2593
镍 铬 带 Cr ₂₀ Ni ₈₀	0.1×1	11.81	22	0.0940	0.7896	1.863
	0.1×0.8	14.76	18	0.0752	0.6317	1.219
	0.1×0.6	19.82	14	0.0564	0.4738	0.7069
	0.1×0.4	29.68	10	0.0374	0.3142	0.3369

式中S——扁带断面积，单位毫米²；

t——扁带厚度，单位毫米；

b——扁带宽度，单位毫米；

C——扁带系数。

电热丝直径的计算公式是：

$$d = 0.343 \sqrt{\left(\frac{P}{V}\right)^2 \cdot \frac{P_t}{W}}$$

式中 d —— 电热丝直径（毫米）；

p —— 额定功率（瓦）；

p_t —— 电热丝在工作温度下的电阻系数（欧·毫米²/米）；

V —— 使用电压（伏）；

W —— 电热丝的表面负荷（瓦/厘米²）。

第二节 电热材料

电阻式电热元件是靠组成它的高电阻电热材料在通电时发热进行工作的。因此，电热材料性能的优劣，直接决定着电热元件性能的好坏。

电热材料的种类很多，根据用途主要分为金属型和非金属型两种。

在金属型中分为：

（1）贵金属及其合金，如铂、铂铱等；

（2）重金属及其合金，如钨、钼等；

（3）镍基合金，如铬镍、铬镍铁等；

（4）铁基合金，如铁铬铝、铁铝等。

在非金属型中分为：

如石墨、碳粒、碳化硅等等。

家用电热元件最常使用的是铁基合金，其次为镍基合金，碳化硅则常用于红外式电热元件。

1、电热材料

电热材料在使用中，往往要注意以下性能与参数。

（1）电热材料的物理与机械性能；

物理与机械性能主要指的是其密度、线膨胀系数、比热、导热系数、熔点、抗张强度、伸长率、反复弯曲次数、电阻率等。在电热器具上常用的几种电热材料的性能数据见表1-3所示。

表1—3 常用电热材料的物理和机械性能

性 能	镍 铬 合 金		铁 铝 合 金 铬			
	Cr ₂₀ Ni ₈₀	Cr ₁₅ Ni ₈₅	1Cr ₁₃ Al ₄	0Cr ₁₃ Al ₆ Mo ₂	0Cr ₂₅ Al ₅	0Cr ₂₇ Al ₇ Mo ₂
密度(克/厘米 ³)	8.4	8.2	7.4	7.2	7.1	7.1
线膨胀系数(20~1000°C)	14	13	15.4	15.6	16	16
比热(卡/克·°C)	0.105	0.110	0.117	0.118	0.118	0.118
导热系数(千卡/米·小时·°C)	14.4	10.8	12.6	11.7	11.0	10.8
熔点约值(°C)	1400	1390	1450	1500	1500	1520
抗张强度(公斤力/毫米 ²)	65~80	65~80	60~75	70~85	65~80	70~80
伸长率(%)	≥20	≥20	≥12	≥12	≥12	≥10
反复弯曲次数			≥5	≥5	≥5	≥5
电阻率(20°C) (欧·毫米 ² /米)	1.09±0.05	1.12±0.05	1.26±0.08	1.40±0.10	1.40±0.10	1.50±1.06

注：上表中，抗张强度的国际单位为帕斯卡(Pa)，1公斤力/米²=9.80665Pa。

(2) 电热元件的最高使用温度

电热元件的最高使用温度并不等于电热器具的最高工作温度。它所指的是电热元件本身所允许的最高表面温度。对开启式电热元件来说，此温度一般应低于材料熔点200~300°C左右。常用电热材料的使用温度和特性如表1-4所示。

表1—4 常用电热材料的使用温度和特性

品 种 牌 号		发热体使用温度(°C)		特 性
		常 用	最高	
镍铬合金	Cr ₂₀ Ni ₈₀	1000~1050	1150	奥氏体组织，基本无磁性，加工性能好，高温强度好，不变脆
	Cr ₁₅ Ni ₈₅	900~950	1050	
铁铬铝合金	1Cr ₁₃ Al ₄	900~950	1050	铁素体组织，有磁性，电阻率高，用料省，价格底，但加工性能差，高温强度低，且用久后会变脆
	0Cr ₁₃ Al ₆ Mo ₂	1050~1200	1100	
	0Cr ₂₅ Al ₅	1050~1200	1300	
	0Cr ₂₇ Al ₇ Mo ₂	1200~1300	1400	

，在使用中同种电热材料在不同的使用条件下（如元件的形状、断面大小、表面负荷、周围介质、散热情况、器具结构等等），对使用寿命的影响极大，表1-5列出了几种电热材料的使用温度与元件断面尺寸的关系。

表1—5 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 (°C)	断面尺寸 $\phi 0.15 \sim \phi 0.4$	$\phi 0.41 \sim \phi 0.95$	$\phi 1.0 \sim \phi 3.0$	$> \phi 3.0$ > 61.5
材料				
0Cr25Al5	925~1000	1000~1075	1075~1150	1150~1200
Cr17Al5	900~925	925~950	950~975	975~1000
Cr13Al4	750~775	775~800	900~825	825~850
Cr20Ni80	900~950	950~1000	1000~1050	1050~1100
Cr15Ni60	900~925	925~950	950~975	975~1000

(3) 电热材料在不同温度它的电阻率

导体的电阻是受导体本身温度变化影响的，在不同的温度下，具有不同的阻率。当导体的温度升高时、电阻率升高、称为正温度系数；当导体的温度降低时，电阻率下降，称为负温度系数、在家用电热器具上使用的电热材料，均具有正的温度系数，表1-6列出了常用电热材料在不同的温度下的电阻率，供大家在维修工作中参考。

表1—6 常用电热材料不同温度下的电阻率

温度(°C)		20	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
镍铬合金	Cr ₂₀ Ni ₈₀	1.000	1.006	1.016	1.024	1.031	1.035	1.026	1.019	1.017	1.021	1.028	1.038	
	Cr ₁₅ Ni ₈₅	1.000	1.013	1.029	1.046	1.062	1.074	1.078	1.083	1.089	1.097	1.105		
铁铬铝合金	1Cr ₁₃ Al ₄	1.000	1.004	1.013	1.027	1.041	1.062	1.090	1.114	1.126	1.135	1.142		
	0Cr ₁₃ Al ₆ Mo ₂	1.000	1.001	1.003	1.007	1.041	1.028	1.048	1.053	1.057	1.060	1.063	1.066	1.069
	0Cr ₂₅ Al ₅	1.000	1.002	1.007	1.013	1.022	1.036	1.056	1.063	1.068	1.072	1.076	1.076	1.082
	0Cr ₂₇ Al ₇ Mo ₂	1.000	0.997	0.994	0.992	0.992	0.992	0.992	0.992	0.992	0.992	0.992	0.992	0.992

注：电阻率单位为欧姆·毫米²/米

(4) 电热材料的表面负荷

电热材料的表面负荷，是指单位面积上所承受的功率（瓦/厘米²）。它可根据电热器的结构类型、传热方式、工作温度与电热元件表面温度差别等来选择。在一定的工作温度下，要增大表面负荷，则可选用尺寸较小的电热材料，但寿命短。相反，若降低表

面负荷，则材料使用温度较低而寿命较长，但需增加材料尺寸，其关系参见表 1-7。

表 1—7 电热材料的表面负荷

电 器 名 称	结 构 型 式	表面负荷 (瓦/厘米 ²)
家 庭 电 炉	开 启 式	4~7
	封 闭 式	不 控 温 8~15
		控 温 15~25
电 熨 斗	云 母 片 式	5~8
	电 热 管 式 (控温)	60~80
电 烙 铁	外 热 式	4~8
	内 热 式	6~10
电 饭 锅	电 热 管 式 (控温)	40~60

在维修工作中，选用电热材料时，可根据上述电热材料的几个方面综合考虑，根据手中掌握的材料，和在不同的使用条件下的工作参数做出合理地选用。

2、绝热材料

绝热材料在电热器中既起提高电热元件的热效率，又起着减少电热元件对人体的危险和防止过热而产生着火的作用，可见绝热材料在电热器具中是必不可少的。

对绝热材料的要求一般有：比热和比重小，耐火、耐热、吸湿度小、导电率低和化学性能稳定等。常用的绝热材料有：

(1) 保温材料 如软木、木材、毛毯、泡沫塑料等。只能耐受100°C以下的低热。

(2) 耐热材料 如石棉、石棉云母等，能承受150°~500°C的中温。

(3) 耐火材料 如矿棉、硅藻土等，能承受600~900°C的高温。

3、绝缘材料

绝缘材料的作用是以不导电的材料将带电体隔绝，用于将电流限制在某一特定的回路里。因此，绝缘材料的好坏将直接影响到电热元件的工作可靠性。在维修工作中，掌握了绝缘材料的性能，并能合理地选用，是确保维修质量的基础。

在电热器具中所采用的绝缘材料，一般要绝缘强度大、耐热温度高、吸湿度小、导热性好等特点。几种常用绝缘材料的绝缘性能如表 1—8 所示；几种常用绝缘材料的工作温度如表 1—9 所示。

表1—8 常用絕緣材料的絕緣性能

絕緣材料	云 母	玻 璃	陶 瓷	电 木	絕緣紙	大理石	氧化鎂
E击穿(千伏/厘米)	800~2000	100~400	80~150	100~200	70~100	25~35	30

表1—9 常用电絕緣材料的工作温度

材料名称	一般陶瓷制品	云母及点母胶合板	电工陶瓷及耐火粘土	氧化鎂和石英砂
温度范围	500°C以下	700~800°C	1400~1600°C	1500~1700°C

第三节 控温元件

在电热器具中，控温元件是继发热元件之后的另一个重要部件。它起着控制电热器具在工作时所能产生的温度的高低，或者将其控制在某一限定的范围之内，以满足电热器具在各种不同场合下的正常使用。

在电热器具中较常使用的控温元件是恒温调节器和定时器。恒温调节器主要用来控制发热元件所发出温度的高低；定时器用来控制发热元件工作的时间。在现代电热器具中，有的还采用了电子控温和程序自动控制器等。

1、恒温调节器

在电热器具中，目前使用最多的恒温控制器是采用双金属片和磁控温元件。其中双金属片式恒温器由于其结构简单、动作可靠、成本低等特点，已广泛应用在电热器具中。

双金属片式恒温器

双金属片式恒温器是由两种膨胀系数不同的金属片轧制或锻压在一起而成。在平时（常温下）是平直的。在温度发生变化时，因两层金属片膨胀不同而产生内应力，膨胀系数大的金属片伸长较多，而膨胀系数小的金属片伸长较少。因此，双金属片向膨胀系数小的一面弯曲变形，温度越高，弯曲越大；当温度下降到常温时，双金属片就又逐渐变回原来的位置，恢复原平直状态如图1—4所示。

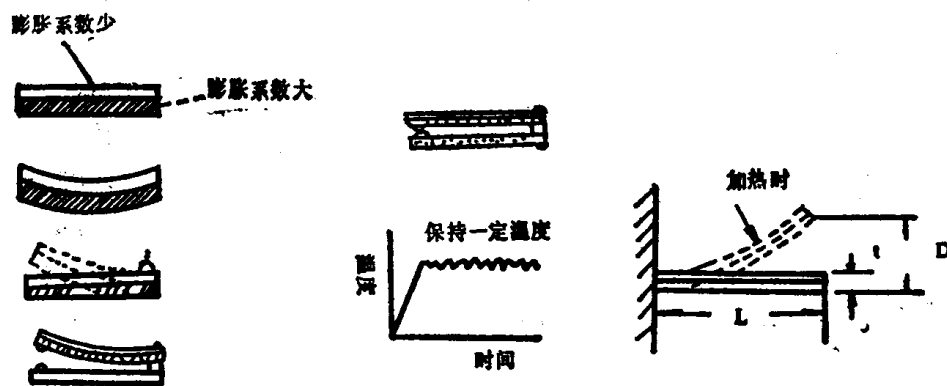


图1—4 双金属片式恒温器的特性

根据双金属片式恒温器的这一温度特性，便制成了各种电热器具的温度控制装置，如电饭锅、电熨斗、电热水器用的恒温控制器。

双金属片的弯曲程度，可参照下列的公式进行计算。

$$D = K (T_2 - T_1) \cdot J/t$$

式中D——偏位的大小；

K——双金属片特性常数；

$(T_2 - T_1)$ ——温度变化范围；

L——双金属片的长度；

t——双金属片的厚度。

热双金属片的形状和尺寸是根据具体使用的要求来确定的。一般需要它直线移动时，常用平直或“U”字形条片；需要它转动时，常用螺旋形或碟形片，这样均能实现电触点的慢动作。当需要快速动作时，应采用碟形片或双金属与弹簧曲柄联动机构。

双金属片式恒温器一般具有常开触点和常闭触点两种类型。常闭型即在常温下触点是闭合的，只有当温度升高时，双金属片翘曲的足够大时，两触点断开。常开型即在常温下，触点是断开的，仅当环境温升达到某一数值时，双金属片翘曲使触点闭合。在电热器具中常闭型使用的较多。

制成双金属片式恒温器的材料的构成见表1-10所示。

表1—10 双金属片材料构成

构成材料		膨胀系数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	电阻系数 (微欧·厘米)
低膨胀材料	镍合金 (含镍36~46%)	1.1~7.0 (视含镍多少而定，镍百分比越高则膨胀系数越大)	80~60 (含镍比例越高，原电阻系数越小)
高膨胀材料	铜	16.5	1.7
	镍	12.6	10.5
	铜70, 锌30	18	7
	铜30, 镍70	14	48
	镍20-锰-铁	约20	约78
	镍-铝-铁	约18	约85
	镍20-钼-铁	约18	约85
	镍-锰-铜	约30	约170

国产热双金属性能参数见表1-11。

常用的热双金属元件的几何形状、计算公式及特点见表1-12。

表1-11

国产热双金属性能

牌 号	5J 11	5J 14	5J 16	5J 17	5J 18	5J 19	5J 20	5J 23	5J 24	5J 25	5J 101
组元层合金	主动层 中间层 被动层	Mn ₇₅ Ni ₁₅ Cu ₁₀	Mn ₇₅ Ni ₁₅ Cu ₁₀	Ni ₂₀ Mn ₆ Zn ₃₈	3Ni ₂₄ Cr ₂	Ni ₂₀ Mn ₇	Cu ₉₀ Zn ₁₀	Ni ₁₈ Cr ₁₁	Ni	2Ni ₂₄ Cr ₂	3Ni ₂₄ Cr ₂
比弯曲(K)×10 ⁻⁶ /°C (20~150°C)	Ni ₃₈	Ni ₃₈	Ni ₃₈	Ni ₃₈	Ni ₃₈	Ni ₃₁	Ni ₃₈	Ni ₄₂	Ni ₃₈	Ni ₅₀	Ni ₃₈
电阻率(P)(20°C) μΩ·cm	18.0 ~22.0	14.0 ~16.5	13.8 16.0	13.4 15.2	13.2 15.5	13.0 15.0	12.0 15.0	9.5 1.7	8.5 11.0	6.6 15.0	12.0 15.0
弹性模量(E) 20°C, kb/mm ²	108~118	119~130	77~82	14~19	77~84	76~84	9~14	67~73	14~19	54~59	14~18
线性温度范围 °C	≥13000	≥14000	≥16000	≥12000	≥16000	≥16000	≥12000	≥17000	≥17000	≥17000	≥16000
允许使用温度范围 °C	-20~+180	-20~+180	-20~+2000	-20~+180	-20~+180	-50~+100	-20~+180	0~+300	-20~+200	0~+450	-20~+180
使用允许应力 kg/mm ² , (20°C)	-07~+200	-70~+200	-70~+350	-70~+200	-70~+450	-80~+375	-70~+200	-70~+450	-70~+400	-70~+180	-70~+200
最大允许应力 kg/mm ² , (20°C)	15.0	15	20	10	20	20	10	20	10	20	15
抗 张 强 度 kg/mm ² , (20°C)	30.0	20	40	30	35	40	30	40	30	40	25
Hv	75.0 ~85.0	75~85	75~85	65~75	80~90	75~85	55~65	80~90	60~70	85~95	75~85
主 动 层	190~240	190~240	235~295	165~210	270~340	235~320	130~170	270~340	185~235	270~340	200~340
被 动 层	200~255	205~260	200~255	200~255	200~255	200~255	200~255	200~255	200~255	200~255	200~255
比 热 卡/克·°C	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
密 度 g/cm ³	7.8	7.8	8.1	8.3	8.1	8.1	8.3	8.0	8.4	8.1	8.2
热 处 理 制 度	260~280°C 1~2小时	260~280°C 1~2小时	300~350°C 1~2小时	150~200°C 1~2小时	300~350°C 1~2小时	300~350°C 1~2小时	150~200°C 1~2小时	330~400°C 1~2小时	300~350°C 1~2小时	400~420°C 1~2小时	330~400°C 1~2小时
特 性	高敏感 高电阻 中温用	中敏感 高电阻 中温用	中敏感 中电阻 中温用	中敏感 低电阻 中温用	中敏感 中电阻 中温用	中敏感 中电阻 中温用	中敏感 低电阻 中温用	中敏感 中电阻 中温用	中敏感 低电阻 中温用	中敏感 中电阻 中温用	中敏感 低电阻 中温用