

热双金属简介及在热保护器中的应用

周亦武 程建蕊 (万宝冷机广州电器有限公司, 广州市 510220)

摘要 介绍了控温器中的核心元件——热双金属的主要生产厂家, 原材料及生产方式, 工作原理及在热保护器中的实际应用。

Abstract : This paper introduces the center element of thermostat - thermo - bimetal sheet, covering the manufacturers inside and outside China, the raw material and processing method as well as their working princile and actual application on thermo - protectors.

关键词 热双金属, 热保护器, 应用

Keywords : thermo - bimetal ; thermo - protector ; application

中图分类号 : TM582.2 文献标识码 C 文章编号 : 1004 - 0056(2001)03 - 0042 - 03

自 1858 年英国 Wilson 公司用黄铜和钢制成热双金属并取得专利以来, 热双金属的生产和应用已有一百多年的历史。由于热双金属具有稳定可靠灵敏的记忆合金的特性, 在我国控温器行业中更大量应用, 现将热双金属的生产厂家、工作原理等及在热保护器中的应用的一些实践经验简介如下:

1 热双金属简介

1.1 主要生产厂家

目前世界上生产热双金属的主要生产厂家仍集中在欧美和日本, 我国近几年来在热双金属的研究和生产上也有较大的发展, 其中我们搜集到的代表性企业列在表 1。

表 1

美国	欧洲		日本	中国
Texas Instruments Hood PMC CHACE WILCO	德国	VAC AMG	住友 日立 东芝	佛山精密电工合金有限公司 上海钢研所
	瑞典	KANTHAL		
	法国	IMPHY		

1.2 热双金属片原材料及生产方式简介

1.2.1 原材料的成分

各厂家的热双金属原材料基本相同, 基体均为铁质和铜质合金, 加入镍锰等元素改变其膨胀系数, 产生高膨胀侧和低膨胀侧合金, 再复合组成。有时为了改变材料的电阻率, 会加入中间合金。

高膨胀侧(主动层): 镍铬合金、镍锰合金、铜锌合金。

如: Mn72Ni10Cu18, Ni22Cr3, Ni20Mn6 等。
低膨胀侧(被动层): 镍合金、铬合金。
如: Ni36, Ni45, Cr17 等。

中间层: 铜、镍、低碳钢

高膨胀侧和低膨胀侧的合金成分配比不同, 厚度不同, 加上中间层金属的调节, 可得到近百种热双金属材料(具体的材料及性能可查阅各热双金属厂家说明书)。

1.2.2 生产方式

热双金属的生产方式经历了由熔合法、爆炸接合法、块状轧制复合法到连续固相复合法的发展阶段。现国内外较先进的厂家均使用连续固相复合法。其工艺流程为：

原材料—清洗—复合—退火—精轧—蚀印—分条—平整—精整—包装

连续固相复合法又分为室温固相复合法和连续热复合法。其生产的优缺点见表2。

表 2

	室温固相复合法	连续热复合法
优点	1. 室温下固相复合,不需复杂的温控设备; 2. 轧制后产品表面光洁度高; 3. 板形保证良好。	1. 压下量小,轧机小; 2. 加工前表面光洁度要求较低; 3. 退火时间短,退火目的是以消除应力为主,扩散退火次之; 4. 复合强度高; 5. 内应力低。
缺点	1. 压下比大,高达70%,轧机吨位大; 2. 加工前表面清洁要求严格; 3. 扩散退火时间长,加热设备庞大; 4. 需在合金表面打磨粗糙,并要立即合成,否则会氧化; 5. 复合强度相对较低。	1. 加热时必须通保护性气体,增加成本; 2. 高低膨胀侧加温时不同,温度控制设备要精确; 3. 加热时表面易氧化,要预先除磷处理,光洁度稍差; 4. 润滑困难,润滑剂要耐高温; 5. 张力控制困难(较大张力)板形难保证; 6. 控温保温要求严格,轧制时均温控制困难。

1.3 工作原理

当温度变化时,因为双金属高膨胀侧的膨胀系数远远高于低膨胀侧的膨胀系数,故产生弯曲,我们就利用这种弯曲工作。用图1示意之。

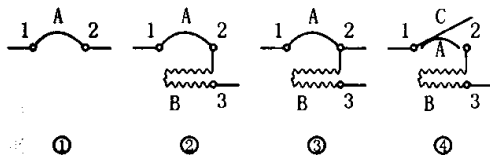


2 热双金属在热保护器中的应用分析

在热保护器中,首先将热双金属带材冲裁落料成片状,而后预先成型成碟型。此时的碟型热双金属片已有固定的动作、复位温度。单片动作温度一般在130~180℃左右,复位温度一般在50~70℃左右。再装入热

保护器中,并形成一定的机械预应力,使热保护器最终动作温度分布在 $A \pm 5^\circ\text{C}$ ($A = 90 \sim 130$,每5℃为一档)。

热保护器及双金属接入电路有四种形式,如图2所示。前三种结构为热双金属直接通过电流,第四种结构为热双金属不直接通过电流,仅为接受电热丝等产生的热而突跳。



A—碟型热双金属 B—电热丝 C—簧片

图 2

2.1 选用过程

(1)设计选用热双金属时应考虑的范围：
 工作温度范围 热敏元件承受最大温度
 所需动作产生的力和转矩 元件动作极限
 的高温和低温点 元件加静载 空间容积
 元件承受电流

(2)应考虑的双金属主要参数有：
 比弯曲 弹性模量 硬度 尺寸精度
 电阻率 使用温度范围

(3)选用的方法
 在双金属的几个参数中,在不同的条件下重点各不相同,首先要根据自己的实际使用要求和各热双金属厂的产品说明书,选择合适使用温度范围的双金属(一般来说,家用电器控温器一般均在 200℃ 内工作,热双金属可在 370~540℃ 内正常工作,完全能胜任之。而后考虑双金属应产生的动作的力及转矩,选择合适的比弯曲和弹性模量。再选择适合各自的成型工艺及设备的热双金属的尺寸、硬度、弹性模量。再根据保护器电流时间要求及热容腔的效应,选择合适的电阻率。比弯曲则一般来说,大的比小的能产生更大的推力和位移。

2.2 双金属电阻率、形状的影响

设计热保护器时,核心技术为壳体(即热容腔)、电热丝和双金属三者之间的匹配。这是一组相互矛盾的统一体,他们三者之中任意变化,匹配合理,则可以确定一种热保护器

的参数。一般来说,由于模具及生产成本的原因,每一间生产热保护器的公司均只有 1~3 种壳体,而电热丝也受最大允许电流条件的约束而只能在一个有限的范围之内变化。当电热丝和壳体已不能再做调整时,变换双金属材料或形状则会起到非常好的效果。如在图 2 的①~③结构中,双金属通过电流时发热,双金属的电流热效应公式为:

$$Q = \int_0^t I^2 R dt$$

式中:Q—热量/J
 I—电流/A
 R—电阻/Ω
 T—时间/s

根据此公式可以计算双金属的电阻值变化对热能贡献的大小。选择电阻高的双金属会产生更多的热,使热保护器的动作时间变短,最小动作电流变小。选择电阻低的双金属则相反。

双金属的电阻受电阻率高低、形状的大小及厚度影响。

$$R = \rho L / S$$

式中:R—电阻/Ω
 ρ—电阻率/Ωm
 L—长度/m
 S—截面积/mm²

其中电阻率影响最为明显,如以 TI 公司的双金属中选几个典型列于表 3。

表 3

	F15R	F50R	F100R	B1	P675	P850
电阻率(欧姆·园密尔/英尺)	15	50	100	475	675	850

从表 3 可见,电阻率从 15~850 均有,其热效应差 50 多倍。对保护器的动作时间和动作电流的作用是相当明显的。

2.3 双金属弹性模量、比弯曲的影响

在图 2 的结构④中,因为双金属不通过

电流,所以电阻率此时已不重要。此时要求双金属能产生较大的推力和位移以顶起双金属片上的簧片。而根据以下公式:

$$P = K(T_2 - T_1)Eh^2$$

$$f = K(D - d)(T_2 - T_1)4h^2$$

式中 :P—推力/10N

K—比弯曲/($1/^\circ\text{C}$)

(T_2-T_1)—温度差/ $^\circ\text{C}$

E—弹性模量/(10MPa)

h—厚度/mm

f—挠度/mm

D—碟片半径/mm

d—中心孔径/mm

从公式可见 ,K 值越大 ,则双金属产生的

推力和位移均加大 ,增大厚度 h 可以加大推力 ,但却使位移缩小。所以在此结构中 ,我们选择最大比弯曲值的 721 双金属 ,使产品设计达到了最佳效果。

参考文献 :

- [1] 刘景昌. 家用控制器应用技术手册 [M]. 北京 :机械工业出版社 ,1997. 10.
- [2] 功能材料及其应用手册 [M]. 北京 :机械工业出版社 ,1997. 7.
- [3] GB/T 4461-92 热双金属带枕 [S]. □