

# 锡青铜触头的热处理工艺

浙江宁波天安集团股份有限公司 (宁波 315709) 张启军

我公司生产的某些开关设备触头零件(见图1)采用锡青铜材料,要求具有良好的弹性、耐磨性、抗磁性和耐蚀性。由于该零件形状较复杂,在冲压、折弯加工过程中,为使加工件在保持一定强度与弹性的前提下具有足够的韧性,避免工件折弯时在弯角处产生开裂,需要对该类材料工件进行必要的退火处理。为此,如何制订适宜的加工工序及热处理工艺,以便满足零件设计要求及生产需求就显得十分必要。

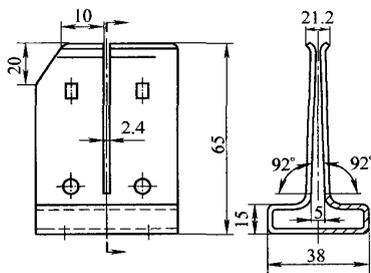


图 1

## 1. 触头零件材料及热处理要求

(1) 材料 2.5mm厚锡青铜板材(QSn6.5-0.1)。

(2) 热处理要求 退火后工件在保持一定强度与弹性的同时具有足够的韧性,以便在冲压、折弯过程中不应出现开裂或因加工硬化而导致加工困难的现象。

## 2. 触头在冲压、折弯过程中易出现的问题

将锡青铜板材未经相应的热处理直接加工时,因触头材料在冲剪(包括冲孔、剪槽等)成相应的板条件后产生了一定的加工硬化现象,致使在随后进行的折弯处理过程中,容易出现使触头发生折断、模具磨损加剧的弊端;同时因韧性不足,工件在进行折弯处理时出现易开裂、不易成形及影响零件最终成形尺寸等问题。为此,需制订适宜的加工线路及热处理工艺,以便满足零件设计要求及生产需求。

## 3. 零件加工路线的排定

根据零件形状、加工设备特点和使用方法以及在加

工过程中零件材料性能发生变化的状况,可以将其加工路线大致排定:刀剪→冲压→退火→折弯→退火→折弯成形→表面处理等加工工序。

## 4. 退火工艺的选择

(1) 铜-锡合金相图大致如图2所示。

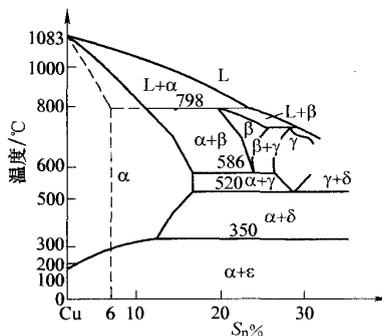


图 2

(2) 加热温度、保温时间及冷却方式 根据图2可知, QSn6.5-0.1锡青铜材料由 $\alpha \rightarrow \alpha + \epsilon$ 的相变温度大致在320°C左右,即加热温度高于320°C,其组织均为单相组织( $\alpha$ 相),直至加热到930°C左右出现液相组织( $L + \alpha$ ),考虑到使用设备、工件加热后的氧化程度及热处理后工件的实际加工等性能,经现场比对验证后,采用(350±10)°C的加热温度比较适宜。加热温度过高,工件氧化严重;采用温度过低,工件强度及弹性偏高而韧性明显不足,不宜成形。由于装炉量较多(230kg/35kW井式炉),为使其透热并获得一定的强韧性,以利于随后的折弯加工处理,每炉工件到温后需保温2h左右,之后便可空冷处理,也可将工件留在回火桶内缓慢冷却(连同回火桶一并吊出回火炉)。

(3) 退火处理效果鉴别 由于条件所限,对处理后的工件一般可采用两种方法简单予以鉴别,一是观察工件颜色,即处理良好的工件由原来的黄铜色变为兰黑色(因氧化而在工件表面产生2~3 $\mu$ m厚的氧化层,极易脱

落);二是可将处理完毕的工件直接用手折弯来判别。折弯时,如果感觉工件在具有一定强度和弹性的同时,还可以折弯,则说明退火效果良好,适宜成形加工。反之,处理后的工件强度及弹性较高,用手不易折弯,说明退火处理效果不良,需重新退火处理。

(4) 采用设备及装炉方式 为了达到均温及防氧化目的,锡青铜材料工件一般不宜在无搅拌风扇的箱式炉内进行处理。例如在装炉量相同(炉子功率均为 230kg/35kW)的前提下,工件在无搅拌风扇的箱式炉和有搅拌风扇的井式回火炉中分别进行处理效果比对。在  $(350 \pm 10)^\circ\text{C}$  温度加热、保温 2h 及随后出炉空冷的相同退火工艺条件下,二者的处理结果有很大的差别。用箱式炉处理后的工件,其色泽不一,强度偏高而韧性不足,难于进行折弯加工处理。而用井式回火炉处理同批次的工件后,色泽较均一,强韧性适宜,利于随后的加工作业。因此,对条件有限的企业来说,退火处理可用井式炉来处理,同时可以采用容量较大的回火桶来装料(多桶装料效果更好),回火桶壁最好有大量钻孔,以利工件受热均匀,但必须将工件摆整齐,以免底层工件由于受压而发生变形。

## 5. 实际应用

近日,我们对近 6000 件锡青铜触头(重达 750kg)工件在冲压及一次折弯后分别经  $(350 \pm 10)^\circ\text{C}$  加热、保温 2h 后出炉空冷的退火处理,不仅解决了工件在冲压折弯中易产生开裂、不易成形及影响零件成形尺寸的问题,同时也避免了因加工材料强度及弹性过高但韧性不足的原因而导致冲头发生折断、模具磨损加剧等不良因素,保证了零件的如期完成。

## 6. 注意事项

(1) 对形状复杂的冲压折弯零件,其来料品质即材料组织的均匀性、板材轧制纹理的方向性与成分是否标准是达到零件设计要求的關鍵影响因素。

(2) 对冲压折弯后产生加工硬化现象的工件,通过适宜的退火处理予以消除。对上述工件而言,适宜的退火工艺为:  $(350 \pm 10)^\circ\text{C}$  的加热,保温 2h 后出炉空冷。

(3) 在加热处理过程中,尽量采用保护气氛保护,并注意炉内循环气流的流动形式和工件受热的均匀性,同时应将炉内工件尽量摆放整齐以免受压产生变形。

热 (20070118)

(上接第 45 页)

(续)

(6) 必要时在入炉、出炉前用高纯惰性气体洗炉。

## 3. 真空光亮热处理实例

和保护气氛炉相比,真空炉获得光亮的表面更容易些,因为获得露点为  $-74^\circ\text{C}$  的保护气氛不容易,且成本高昂;而获得和  $-74^\circ\text{C}$  露点相当,且不纯物含量相同的真空气氛却易如反掌。真空热处理的实践中碳素钢、合金结构钢获得光亮的表面较容易些。工具钢为防止元素挥发,压力(真空度)应控制在  $70 \sim 130\text{Pa}$ 。不锈钢、钛合金、高温合金等相对难度要大一些。现推荐一些实例供参考(见表 5)。

表 5 钛合金、不锈钢、高温合金  
真空热处理时的光亮度

材质名称	表面状态			材质描述
	开扩散泵 $7.2 \times 10^{-3}$ Pa	不开扩散 泵 $\leq 0.1\text{Pa}$	开扩散泵 后,返充高 纯氩气约 $0.1\text{MPa}$ (分压)	
钛合金	压力在 $0.01 \sim$ $0.001\text{Pa}$ 时 光亮金属 色;压力再 低则变成银 灰色,并表 面粗糙	黄色	—	TA1~3 系工业纯 钛; TA4 ~ 8 系 $\alpha$ 钛合金; TC1~10 系 $\alpha + \beta$ 钛合金
不锈钢	银亮色,但 放置会生锈, 因 Cr 挥发耐 蚀性降低	$13 \sim 0.1\text{Pa}$ 时光亮 $> 13\text{Pa}$ 时会氧化	—	2Cr13 等 马氏体型不 锈钢
高温合金	银灰色,表 面粗糙不平、 不光亮	灰色	光亮金属色	DD3 型高 镍、铝型铸 造高温合金

材质名称	表面状态			材质描述
钛合金	压力在 $0.01 \sim$ $0.001\text{Pa}$ 时 光亮金属 色;压力再 低则变成银 灰色,并表 面粗糙	黄色	—	TA1~3 系工业纯 钛; TA4 ~ 8 系 $\alpha$ 钛合金; TC1~10 系 $\alpha + \beta$ 钛合金
不锈钢	银亮色,但 放置会生锈, 因 Cr 挥发耐 蚀性降低	$13 \sim 0.1\text{Pa}$ 时光亮 $> 13\text{Pa}$ 时会氧化	—	2Cr13 等 马氏体型不 锈钢
高温合金	银灰色,表 面粗糙不平、 不光亮	灰色	光亮金属色	DD3 型高 镍、铝型铸 造高温合金

热

(全文完) (20070408)