



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 93100598.1

[51] Int.Cl<sup>5</sup>  
B23K 20/12

[43] 公开日 1993年9月29日

[22]申请日 93.2.1  
 [71]申请人 西安石油学院  
 地址 710061 陕西省西安市陵园路  
 [72]发明人 石 凯

[74]专利代理机构 石油工业专利服务中心  
 代理人 杜伊芳 刘天语

说明书页数: 5 附图页数: 1

[54]发明名称 一种铜-不锈钢薄壁管摩擦焊设备和方法

[57]摘要

本发明涉及一种铜-不锈钢薄壁管摩擦焊方法。摩擦焊过程在连续驱动摩擦焊机上完成,不锈钢管为旋转端,铜管为固定端。铜管端部外侧安置全封闭保压腔,管内安置固定锥形芯棒,按确定的摩擦焊工艺规范进行焊接。用压缩比计算公式确定保压腔和芯棒尺寸。采用本方法焊接,在保证焊接接头各种机械性能的条件下,进行接头内成型控制,接头内壁飞边少、平整光滑,可保证接头处有尽可能大的内通径,内通径可达到90~97%。

△ 60 ▽

# 权 利 要 求 书

---

1、一种铜-不锈钢薄壁管摩擦焊设备,其特征在于:一种铜-不锈钢薄壁管摩擦焊设备包括锥状芯棒(1),垫片(2),被焊铜管(3)和保压腔(4)。

2、根据权利要求1所述的一种铜-不锈钢薄壁管摩擦焊设备,其特征在于:

a: 锥状芯棒(1)分为四部分:锥状芯棒的支撑段L1;锥状芯棒的园柱体段L2;锥状芯棒的锥形工作段L3;锥形芯棒段L3的延长段L4;

b: 保压腔(4)分为两段:全封闭的保压腔(4)的工作段A段和保压腔(4)的夹持段B段,其内径为直园筒,底部有45°的锥角与B段过渡,且A段内径略大于被焊管外径保压腔(4)的夹持段B段沿保压腔体直径剖开,底部靠近A段沿腔体直径有一通孔,其内径等于或略大于被焊铜管(3)的外径。

3、根据权利要求1或2所述的一种铜-不锈钢薄壁管摩擦焊设备,其特征在于:固定锥状芯棒半锥角 $\alpha$ 为0.3~1.5°。

4、根据权利要求1或2所述的一种铜-不锈钢薄壁管摩擦焊设备,其特征在于:锥状芯棒(1)和保压腔(4)由与铜-不锈钢摩擦可焊性差的耐热、耐磨材料制成,包括球墨铸铁和铬钼钢。

5、根据权利要求1或2所述,适用的一种铜-不锈钢薄壁管摩擦焊设备的方法,其特征在于:焊前工件预处理,调节摩擦焊过程使用的总压缩比,内侧间隙分配比,外侧间隙分配比,将锥状芯棒(1)放置在被焊铜管(3)内,安放保压腔(4),在连续驱动摩擦焊机上进行摩擦焊过程,焊后退出锥状芯棒(1)。

6、根据权利要求5所述的一种铜-不锈钢薄壁管摩擦焊方法,其特征在于:摩擦焊过程使用的总压缩比调节为10~70(%),内侧间隙分配比调

节为6~40(%), 外侧间隙分配比调节为 60~95 (%)

7、根据权利要求5所述的一种铜-不锈钢薄壁管摩擦焊方法, 其特征在于:

a: 总压缩比 =  $[1 - \text{总的间隙面积} / \text{管材截面积}] \times 100\%$ ;

内侧间隙分配比 =  $[\text{内侧间隙面积} / \text{总间隙面积}] \times 100\%$ ;

外侧间隙分配比 =  $[\text{外侧间隙面积} / \text{总间隙面积}] \times 100\%$ ;

b: 保压腔(4)的内径, 锥状芯棒(1)的外径, 被焊铜管(3)的外径, 被焊钢管的内径, 被焊管的内通径, 满足内外侧间隙分配比和压缩比公式的要求。

8、根据权利要求5所述的一种铜-不锈钢薄壁管摩擦焊方法, 其特征在于: 摩擦焊规范参数:

主轴转数为 1250~2500 (转/分);

摩擦压力为 68~250MPa;

顶锻压力为 160~360MPa;

工进速度为 1.5~4 毫米/秒;

摩擦时间为 2~5 秒;

不锈钢管装夹后伸出长度 = A 段长度 + 10 毫米;

铜管出模量为 -2~5 毫米。

一种铜-不锈钢薄壁管摩擦焊设备和方法

本发明涉及异种材料间的摩擦对接焊。

多年国内外摩擦焊生产、研究表明,铜和不锈钢由于两者热物理性能,机械性能包括高温强度相差甚大,在摩擦焊过程中如不加以控制,强度低的铜将被挤出摩擦面形成大量飞边,带走热量,增大材料消耗,不能保证接头获得较高的连接强度。对于铜-钢棒料间的摩擦对接焊,目前采用在铜棒外侧安装保压腔封闭加压来完成。除了安装保压腔外需要对焊的铜棒直径大于钢棒直径10~25%,钢棒对焊端面焊前加工成圆锥或圆锥台形。这种方法对同直径的铜-不锈钢薄壁管对接是不适用的。管子之间的对接摩擦焊与棒料之间的对接摩擦焊不同点还在于摩擦焊过程中金属的流动同时向管内外两侧进行,使得管内通径变小,内成型破坏。对小管径异种材料间的摩擦焊,目前主要是采用焊后机加工的方法去除和清理内毛刺。美国US4331280,专利介绍 $\phi 8$ 毫米 $\times 1$ 毫米管壁厚~ $\phi 6.35$ 毫米 $\times 0.8$ 毫米管壁厚铜-铝管摩擦焊将铜管端面加工成一定角度的斜面,摩擦在斜面上进行,内通径可达70%。该结果内通径偏小,而且方法只适于小管径的铜-铝管。由于以上原因,尽管摩擦焊具有生产率高,质量稳定,特别适用于异种材料焊接的优点。但经资料收集铜-不锈钢薄壁管摩擦焊及内成型控制方法在国内是空白,在国外现有资料中也未见专题报导。

本发明为克服上述焊接方法和设备存在的不足,设计出一种可控制内成型铜-不锈钢薄壁管摩擦焊方法和设备,以达到在保证焊接接头各种机械性能条件下,接头内壁内壁飞边少,平整光滑,对 $\phi 8$ 毫米 $\times 1$ 毫米管壁厚~ $\phi 25$ 毫米 $\times 2$ 毫米管壁厚管焊接接头处有尽可能大的内通径之目的。

本发明的目的通过以下技术措施实现:一种铜-不锈钢薄壁管摩擦焊设备包括:锥状芯棒(1),垫片(2),被焊铜管(3),保压腔(4)。在焊前根据不同管材的外径,用与铜、不锈钢两者摩擦可焊性差的耐热、耐磨材料制成全封闭保压腔。根据管材内径用上述性能的材料制成具有一定锥度的管内固

定芯棒。锥状芯棒(1)分为四部分:锥状芯棒的支撑段L1;锥状芯棒的园柱体段L2;锥状芯棒的锥形工作段L3;锥形芯棒段L3的延长段L4。保压腔(4)分为两段:全封闭的保压腔(4)的工作段A段和保压腔(4)的夹持段B段,其内径为直园筒,底部有45°的锥角与B段过渡,且A段内径略大于被焊管外径保压腔(4)的夹持段B段沿保压腔体直径剖开,底部靠近A段沿腔体直径有一通孔,其内径等于或略大于被焊铜管(3)的外径。固定锥状芯棒半锥角 $\alpha$ 为0.3~1.5°。锥状芯棒(1)和保压腔(4)由与铜-不锈钢摩擦可焊性差的耐热、耐磨材料制成,包括球墨铸铁和铬钼钢。摩擦焊过程是在连续驱动摩擦焊机上进行,保压腔直径、固定锥状芯棒直径及锥度根据被焊管径规格及内通径要求,其中一种铜-不锈钢薄壁管摩擦焊方法的:

总压缩比 =  $[1 - \text{总的间隙面积} / \text{管材截面积}] \times 100\%$ ;

内侧间隙分配比 =  $[\text{内侧间隙面积} / \text{总间隙面积}] \times 100\%$ ;

外侧间隙分配比 =  $[\text{外侧间隙面积} / \text{总间隙面积}] \times 100\%$ 。

满足一种铜-不锈钢薄壁管摩擦焊方法的总压缩比为10~70(%);内侧间隙分配比为6~40(%);外侧间隙分配比为60~95(%)。然后按内外侧间隙分配比和压缩比公式计算结果来确定保压腔(4)的内径,锥状芯棒(1)的外径,被焊铜管(3)的外径,被焊钢管的内径,被焊管的内通径,摩擦焊过程在连续驱动摩擦焊机上完成,不锈钢管为旋转端,被焊铜管(3)为固定端。被焊铜管(3)的外侧安置全封闭保压腔(4),被焊铜管(3)内安置固定锥形芯棒(1)。安置时在保压腔和芯棒上涂上少量石墨和机油混合液,而后按下列的摩擦焊工艺参数进行焊接,一种铜-不锈钢薄壁管摩擦焊的工艺参数为:

主轴转数为1250~2500(转/分);

摩擦压力为68~250MPa;

顶锻压力为160~360MPa;

工进速度为1.5~4毫米/秒;

摩擦时间为2~5秒;

不锈钢管装夹后伸出长度 = A段长度 + 10毫米;

铜管出模量为  $-2\sim 5$  毫米。

焊好后，松开夹具，退出锥状芯棒(1)即可。

本发明的优点和效果：

1: 适用于  $\phi 8$  毫米 $\times 1$  毫米管壁厚 $\sim \phi 25$  毫米 $\times 2$  毫米管壁厚各种规格铜-不锈钢薄壁管摩擦焊生产过程，在保证焊接接头各种机械性能的条件下，进行接头内成型控制。2: 采用固定锥状芯棒限制内飞边流量和形状，通过固定锥状芯棒上不同的半锥角  $\alpha$  变化控制内成型通径的大小，所得接头内壁光滑，内通径可达到  $90\sim 97\%$ 。3: 选用与铜，不锈钢摩擦可焊性差的耐热、耐磨材料制作保压腔和锥状芯棒，焊前涂上润滑剂，降低焊接过程中挤出的内外飞边与保压腔(4)和锥状芯棒(1)的摩擦，防止烧腔和粘模，提高设备的使用寿命。4: 有利于焊后锥状芯棒(1)退出，焊接好的管子的取出。5: 通过压缩比公式计算确定保压腔和锥状芯棒尺寸，再配以合适的焊接工艺参数，焊接接头强度高于铜母材，抗弯性能良好。

图 1 是安装结构示意图。

图 1 中：锥状芯棒(1)、垫片(2)、被焊铜管(3)、保压腔(4)、A 段为保压腔(4)的工作段、B 段为保压腔(4)的夹持段、L1 为锥状芯棒的支撑段、L2 为锥状芯棒的园柱体段、L3 为锥状芯棒的锥形工作段、L4 是锥形芯棒段 L3 的延长段、锥状芯棒半锥角为  $\alpha$ 。

结合图 1 对本发明作进一步说明如下：

1、焊前工件处理：焊前将被焊铜管(3)和不锈钢管端面车平，去除油、锈、水、氧化皮。临焊前再用砂布打磨端面露出金属光泽。

2、保压腔(4)形状和安放位置：被焊不锈钢管通过弹簧夹头或其它装夹方式安置在摩擦焊机的旋转端。被焊铜管(3)安置在非旋转固定端，被焊铜管(3)外侧安有保压腔(4)。A 段是保压腔(4)的工作段，为全封闭式。内径为一直园筒，底部有一个  $45^\circ$  的锥角与 B 段过渡。A 段内径略大于被焊管外径与被焊管外径之间有一定的间隙，其大小取决于被焊工件直径和壁厚，通过外侧间隙分配比公式来确定。全封闭式保压腔(4)使摩擦焊过程中产生的外飞边均匀分布并限制在外间隙内，有利于提高摩擦压力和使端面

压力均匀,保证了端面迅速一致的加热,从而获得质量稳定的焊合效果。保压腔(4)外径与内径之间的壁厚取被焊管壁厚的4~6倍。B段是保压腔(4)的夹持段,与A段为一体,内径等于或略大于被焊铜管(3)外径。该段用电火花加工或1毫米圆盘铣沿保压腔体直径剖开,摩擦焊机非旋转固定平移端的V型夹头夹持在B段,通过加工间隙的闭合将被焊铜管(3)夹紧以防摩擦焊接过程中管子旋转和移动。B段底部靠近A段沿腔体直径有一个 $\phi 3$ 毫米~4毫米管厚的通孔用于止裂和便于夹紧。

3、锥状芯棒形状和安放位置,锥状芯棒(1)放置在被焊铜管(3)内。锥状芯棒(1)根据其外形和作用可分为四部分。

[1] L1为锥状芯棒的支撑段,支撑在移动滑台后部,防止锥状芯棒(1)在焊接过程中发生轴向窜动。

[2] L2为锥状芯棒的园柱体段,外径等于或略小于被焊铜管(3)的内径,长度略短于被焊铜管(3),通过调整垫片(2)的厚度使L2最左端位于焊缝最后形成的位置附近。

[3] L3为锥状芯棒的锥形工作段,L3与L2交界处靠近保压腔(4)A段的底部。从这里起锥状芯棒(1)成锥形,它与管内壁的间隙也就是内飞边流动的间隙,是主要工作段,加工时要保证有高的光洁度和小的形位公差,固定芯棒半锥角 $\alpha$ 分别为:0.3°,1.0°,1.5°。焊前涂上少许润滑剂(石墨加机油)。

[4] L4是锥形芯棒段L3的延长段,长约25毫米。作用是将挤出并压延的内飞边限制在不锈钢管的内径与其锥面的间隙之间,便于焊后锥状芯棒(1)退出。均匀抗压在L4与管内径间的飞边,有利于减少管子的振动,有利于焊接过程平稳。

4、内外间隙压缩比分配计算公式:

内侧间隙分配比 = [内侧间隙面积/总间隙面积] × 100%

外侧间隙分配比 = [外侧间隙面积/总间隙面积] × 100%

总压缩比 = [1 - 总的间隙面积/管材截面积] × 100%

适用于本发明对 $\phi 8$ 毫米×1毫米管壁厚~ $\phi 25$ 毫米×2毫米管壁厚

的铜—不锈钢管对接焊的内侧间隙分配比分别为：6%、15%、30%、40%。

外侧间隙分配比分别为：60%、75%、85%、95%。

总压缩比分别为：10%、25%、40%、55%、64%、70%。

### 5、摩擦焊规范参数

主轴转数分别为：1250 转/分、1650 转/分、1950 转/分、2250 转/分、2500 转/分。

摩擦压力分别为：68MPa、100MPa、150MPa、200MPa、250MPa。

顶锻压力分别为：160MPa、210MPa、285MPa、305 MPa、335MPa、360MPa。

工进速度分别为：1.5 毫米/秒、2.0 毫米/秒、3.0 毫米/秒、3.5 毫米/秒、4.0 毫米/秒。

摩擦时间分别为：2 秒、3 秒、4 秒、5 秒。

不锈钢管装夹后伸出长度 = 保压腔 A 段 + 10 毫米。

铜管出模量(伸出保压腔)分别为：-2 毫米、-1 毫米、0 毫米、1 毫米、2 毫米、3 毫米、4 毫米、5 毫米。



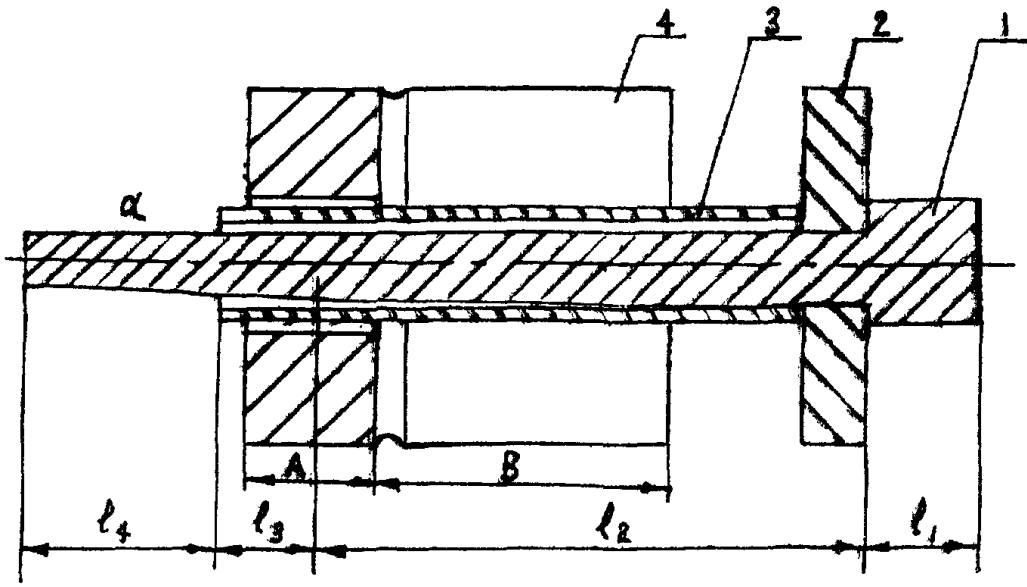


图 1