



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118123435 A

(43) 申请公布日 2024.06.04

(21) 申请号 202410551196.7

(22) 申请日 2024.05.07

(71) 申请人 洛阳双瑞精铸钛业有限公司

地址 471000 河南省洛阳市高新技术开发
区滨河北路38号

(72) 发明人 王非 刘喜波 朱丹阳 祁博澜

(74) 专利代理机构 北京市中联创和知识产权代
理有限公司 11364

专利代理师 李倩倩 王一民

(51) Int. Cl.

B23P 15/00 (2006.01)

B23P 17/00 (2006.01)

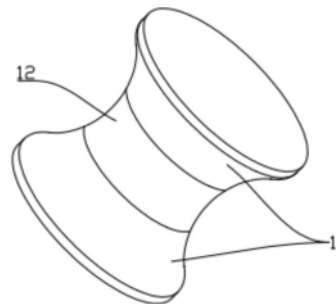
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种消除薄壁钛焊管表面缺陷的方法

(57) 摘要

本发明提供一种消除薄壁钛焊管表面缺陷的方法,包括:步骤1:制备焊管用冷轧GR2钛卷带材时,提高钛带表面硬度到 $\geq 170\text{HV1}$;步骤2:实施毛化轧辊平整工艺,提高钛卷带表面的粗糙度到 $\geq 0.4\ \mu\text{m}$;步骤3:钛带弯曲成型制备圆形钛焊管,成型辊选用工程塑料或胶木;步骤4:钛带成型后进行管材焊接,管材焊接前需要使用焊接闭口辊;步骤5:薄壁钛焊管焊接后采用定径辊进行定径矫直;步骤6:钛带经过成型、管材焊接、定径后,进行超声探伤、涡流探伤、锯切、水下气密性检测、检验,最后获得合格的钛焊管成品。通过钛带表面硬化和模具优化等综合措施,成品外观不存在明显的指甲纹,解决了钛焊管表面指甲纹缺陷,有效减少了调试时间长的问题,提高生产效率。



1. 一种消除薄壁钛焊管表面缺陷的方法,其特征在于,包括:
步骤1:制备焊管用冷轧GR2钛卷带材时,提高钛带表面硬度到 $\geq 170\text{HV1}$;
步骤2:实施毛化轧辊平整工艺,提高钛卷带表面的粗糙度到 $\geq 0.4\mu\text{m}$;
步骤3:钛带弯曲成型制备圆形钛焊管,成型辊选用工程塑料或胶木;
步骤4:钛带成型后进行管材焊接,管材焊接前需要使用焊接闭口辊;
步骤5:薄壁钛焊管焊接后采用定径辊进行定径矫直;
步骤6:钛带经过成型、管材焊接、定径后,进行超声探伤、涡流探伤、锯切、水下气密性检测、检验,最后获得合格的钛焊管成品。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤1中,采用道次变形量 $\geq 12\%$ 轧制薄钛带,且使用二十辊冷轧机进行。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤2中,通过抛丸毛化或激光毛化措施改善提升轧辊的表面粗糙度,然后对钛卷进行毛化处理。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,通过抛丸毛化或激光毛化措施改善提升轧辊的表面粗糙度为 $2-12\mu\text{m}$ 。
5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤4中,所述焊接闭口辊模具选用纯铜材质。
6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤5中,所述定径辊设计为铜钢铜复合结构,孔型最中间的部分为模具钢、两侧为铜合金。
7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述模具钢为Cr12MoV钢。
8. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述铜合金为锡青铜TS4。
9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述薄壁钛焊管的壁厚不超过 0.6mm 。
10. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤1中,使用O含量为 $0.07-0.085\%$ 的GR2钛板坯,通过热轧制备卷材,在线退火和抛丸酸洗,获得合格的热轧钛卷带材。

一种消除薄壁钛焊管表面缺陷的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及钛材加工领域,具体而言,涉及一种消除薄壁钛焊管表面缺陷的方法。

背景技术

[0002] 钛材具有优良的耐蚀性能、高比强度和无磁性等突出优点,钛焊管采用冷轧钛带焊接而成,钛焊管的优点是耐腐蚀、抗冲刷、生产工序短、成本低、效率高等,主要应用场合是热交换设备,如列管式换热器、冷凝器、蒸发器和输送管道等,在海水淡化、电站、石油化工、核电和PTA等行业应用广泛。薄壁钛焊管由于其壁薄,传热系数更高、换热效果更好,使用过程中不易结垢对水质没有污染、更环保,使用寿命在30年以上,因此需求量越来越大。

[0003] 常用薄壁钛焊管牌号为GR2,壁厚一般为0.3~1.0mm,薄壁钛焊管成型采用辊式冷弯曲成型,由于钛的屈服强度和回弹力都比较高,同时耐磨性能差,所以在使用表面粗糙度较低或氧含量较低的钛带(氧含量 $\leq 0.085\%$)制备钛焊管时,特别是表面硬度低于170HV的钛带,在制备中等管径($\Phi 20-\Phi 35\text{mm}$)的钛焊管时,钛管表面容易出现类似“指甲纹”的磨痕,同时会对模具辊造成很大的磨损,增加模具修理频率、降低模具使用寿命,并会降低生产效率。钛焊管对表面质量要求很高,这种指甲纹不符合质量要求,使用中也容易产生其它问题,从而降低良品率和成材率。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明旨在提出一种消除薄壁钛焊管表面缺陷的方法,以解决现有技术中在制备中等管径的钛焊管时,钛管表面容易出现类似“指甲纹”的磨痕、易损坏模具、降低生产效率的问题。

[0005] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

一种消除薄壁钛焊管表面缺陷的方法,包括:

步骤1:制备焊管用冷轧GR2钛卷带材时,提高钛带表面硬度到 $\geq 170\text{HV}1$;

步骤2:实施毛化轧辊平整工艺,提高钛卷带表面的粗糙度到 $\geq 0.4\mu\text{m}$;

步骤3:钛带弯曲成型制备圆形钛焊管,成型辊选用工程塑料或胶木;

步骤4:钛带成型后进行管材焊接,管材焊接前需要使用焊接闭口辊;

步骤5:薄壁钛焊管焊接后采用定径辊进行定径矫直;

步骤6:钛带经过成型、管材焊接、定径后,进行超声探伤、涡流探伤、锯切、水下气密性检测、检验,最后获得合格的钛焊管成品。

[0006] 进一步的,步骤1中,采用道次变形量 $\geq 12\%$ 轧制薄钛带,且使用二十辊冷轧机进行。

[0007] 进一步的,步骤2中,通过抛丸毛化或激光毛化措施改善提升轧辊的表面粗糙度,然后对钛卷进行毛化处理。

[0008] 进一步的,通过抛丸毛化或激光毛化措施改善提升轧辊的表面粗糙度为 $2-12\mu\text{m}$ 。

[0009] 进一步的,步骤4中,所述焊接闭口辊模具选用纯铜材质。

[0010] 进一步的,步骤5中,所述定径辊设计为铜钢铜复合结构,孔型最中间的部分为模具钢、两侧为铜合金。

[0011] 进一步的,所述模具钢为Cr12MoV钢。

[0012] 进一步的,所述铜合金为锡青铜TS4。

[0013] 进一步的,所述薄壁钛焊管的壁厚不超过0.6mm。

[0014] 进一步的,步骤1中,使用O含量为0.07-0.085%的GR2钛板坯,通过热轧制备卷材,在线退火和抛丸酸洗,获得合格的热轧钛卷带材。

[0015] 相对于现有技术,本发明所述的消除薄壁钛焊管表面缺陷的工艺方法具有以下优势:

[0016] 通过钛带表面硬化和模具优化等综合措施,不但解决了钛焊管表面指甲纹缺陷,有效减少了调试时间长的问题,提高了生产效率,还消除了钛焊管表面的辊印,辊印也是模具和钛带摩擦产生的,通过工艺措施改善,焊管表面质量明显提升。

附图说明

[0017] 图1为现有技术中易产生指甲纹的钛带表面扫描电镜图;

图2为本发明实施例得到的不容易产生指甲纹的钛带表面扫描电镜图;

图3为本发明实施例所述的定径辊结构示意图;

图4为本发明实施例所述的定径辊侧视图。

具体实施方式

[0018] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更为明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施例做详细的说明。

[0019] 容易产生指甲纹的钛带表面整体比较光滑、只有少数剥落,耐磨性较差(如图1所示)。钛焊管表面形成的连续“指甲状”缺陷,分析微观形貌可见钛管表面有犁沟和剥落缺陷,纯钛的面磨损的危害要远远强于点磨损,表面越光滑越容易和摩擦物体粘在一起发生颗粒掉落;在成型阶段,钛带和铜模接触过紧,钛带表面有颗粒被铜模粘走,这些小颗粒粘在铜模上对钛带表面造成划伤。

[0020] 制备的钛焊管管径较大时,其成型曲率半径大,容易成型,摩擦载荷较小;管径太小,则模具孔形的线速度差较小,摩擦速度较小,因此指甲纹容易在中等直径的钛焊管中产生。指甲纹在同一规格成型段模具出现时主要集中在焊接辊的闭口辊上,指甲纹在焊接辊上出现时主要集中在焊接辊下部,上部出现较少。当钛带表面凹凸不平、高低起伏明显、硬度也更高一些时,不容易产生指甲纹。因此,为消除指甲纹,本发明采用以下方案:

[0021] 步骤1:制备焊管用冷轧GR2钛卷带材时,提高钛带表面硬度到 $\geq 170\text{HV1}$ 。

[0022] 钛带成型性能及表面的硬度主要与轧制坯料化学成分、轧制工艺、退火及平整工艺有关。实际生产中,优先采用大道次变形量进行生产(道次变形量 $\geq 12\%$),可改善钛卷带表面硬度和品质,采用大道次变形量轧制薄钛带时,对于设备的要求较高,一般要使用轧制能力较强的二十辊冷轧机进行。

[0023] 步骤2:实施毛化轧辊平整工艺,提高钛卷带表面的粗糙度到 $\geq 0.4\mu\text{m}$ 。

[0024] 轧制厚度不超过0.6mm的冷轧钛卷带时,对于设备的要求较高,如果设备只能进行

小道次变形量轧制(道次变形量 $\leq 12\%$),需要增加钛卷带材的表面硬度和性能,开发了毛化轧辊平整工艺,也就是利用毛化辊对成品钛卷进行平整轧制处理;对于大道次变形量制备的钛卷带,一般也采用毛化平整工艺进行表面优化。采用光辊(表面粗糙度 $\leq 0.4\mu\text{m}$)轧制钛卷后,厚度为 0.5mm 的成品卷材表面粗糙度较小(一般为 $0.2-0.4\mu\text{m}$);通过抛丸毛化或激光毛化等措施改善提升轧辊的表面粗糙度($2-12\mu\text{m}$),然后对钛卷进行毛化处理,钛卷的粗糙度会明显提高($\geq 0.4\mu\text{m}$)。

[0025] 步骤3:薄壁钛焊管的成型辊选用工程塑料或胶木,改善钛焊管表面的指甲纹等表面缺陷。

[0026] 钛带需要进行弯曲成型然后制备圆形钛焊管,弯曲成型辊前期一般使用铜合金,容易产生指甲纹等缺陷;将成型辊的材质更换为工程塑料或胶木,效果更好,优选胶木制备成型辊,价格低廉,寿命不亚于铜合金,而且成型后不容易在钛管表面形成指甲纹。

[0027] 步骤4:钛带成型后、焊接前需要使用焊接辊,焊接辊的材质优选纯铜材质。

[0028] 钛带成型后进行管材焊接,可能存在不平直现象,管材焊接前需要使用焊接闭口辊,焊接闭口辊模具选用纯铜材质,适当扩大孔形减轻摩擦,能有效消除指甲纹现象,同时管材表面没有存在有手感的磨痕和辊印等。

[0029] 步骤5:薄壁钛焊管焊接后进行定径矫直时,对定径辊设计为铜钢铜复合结构,孔型最中间的部分为模具钢(Cr12MoV钢)、两侧为铜合金(锡青铜TS4)。

[0030] 具体如图3和4所示,定径辊设置为中间细两头粗的结构。定径辊包括端部11和中间段12,中间段12的外径小于两端的端部11,且由中间段12向两端部11设置为外径逐渐增大的平滑渐变结构。其中中间段12的材质设置为模具钢,两端端部的材质设置为铜合金。

[0031] 薄壁钛带成型和焊接后需要进行定径矫直处理以获得良好的外观,前期一般使用铜材质的定径辊,将定径辊创新设计后制成铜钢铜复合结构,孔型最中间的部分改为钢制,这样既可以保证摩擦最剧烈的区域的耐磨性,也避免了模具对钛管表面的摩擦,对于硬度低容易产生指甲纹的钛带,定径矫直时使用乳化润滑油。

[0032] 步骤6:钛带经过成型、管材焊接和定径后,进行超声探伤、涡流探伤、锯切、水下气密性检测以及检验,最后获得合格的钛焊管成品。

[0033] 采用本发明所述的消除薄壁钛焊管表面缺陷的工艺方法,通过钛带表面硬化和模具优化等综合措施,成品外观不存在明显的指甲纹,不但解决了钛焊管表面指甲纹缺陷,有效减少了调试时间长的问题,提高了生产效率,还消除了钛焊管表面的辊印,辊印也是模具和钛带摩擦产生的,通过工艺措施改善,焊管表面质量明显提升。

[0034] 实施例 1、 $\Phi 32 \times 0.5\text{mm}$ GR2钛焊管的制备。

[0035] 使用0含量为 $0.075-0.085\%$ 的GR2钛板坯,通过热轧制备为 4mm 的卷材,在线退火和抛丸酸洗,获得合格的热轧钛卷带材;接着进行两轧程的冷轧,采用四辊轧机进行轧制,道次变形量 $5-12\%$,制备为 0.5mm 厚度的卷材,使用粗糙度 $6-9\mu\text{m}$ 激光毛化辊对成品钛带进行毛化平整,钛卷带表面粗糙度达到 $0.67\mu\text{m}$ 、表面硬度 $177-186\text{HV}1$,横向抗拉强度 $391-413\text{MPa}$ 、屈服强度 $297-315\text{MPa}$ 、伸长率 $30-37\%$ 。具体如图2所示,为本实施例得到的表面硬度为 $177-186\text{HV}1$ 的钛带表面扫描电镜图。

[0036] 钛带成型时,成型辊的材质使用胶木,焊接闭口辊使用纯铜材质并略微扩大孔形防止摩擦,对定径辊采用铜钢铜复合结构,中间为钢材质(Cr12MoV模具钢)、两侧为铜合金

(锡青铜TS4),有效消除了指甲纹现象,同时降低了模具的损耗、提高了生产效率。制备的 $\Phi 32 \times 0.5\text{mm}$ GR2钛焊管外观和性能满足相关要求,实现了批量稳定供货,效果良好。

[0037] 如表1所示,本实施例与采用铜材质的定径辊相比,车修次数和车修损耗均较低,平均损耗较小。其中铜-1和铜-2的定径模具为不同批次锡青铜材质(TS4)的定径辊,使用半年期间,车修次数和车修损耗均较高,平均损耗较大。

[0038] 表1 不同材质定径模具使用半年的情况对比

定径模具	车修次数 /次	车修损耗 /mm	平均损耗 /mm
铜-1	6	9	1.5
铜-2	5	10	2
铜钢铜复合	4	4	1

[0039] 在实际生产中制备 $\phi 32 \times 0.5\text{mm}$ 的GR2薄壁钛焊管,表1是不同材质的定径模具在半年时间内的损耗对比,钢铜铜复合模具的损耗最小、车修时间最少,模具中部使用钢材料会对寿命有所提升,模具磨损最严重处会从中部转移到两肩部位;如果成型辊磨损严重时,铜钢铜模具效果提升更为明显。采用优化的模具后,成型段模具的寿命从28万米上升到了40万米,定径段模具的寿命从3.6万米上升到了11.5万米。以每年500t的产量计算,一年内以前要报废一套成型段模具、3套定径段模具,现在寿命提升之后,只需要报废1套定径段模具,模具费用降低了15万元;原本每年将会更换80次定径段模具,现在只需35次,少更换45次,成型段模具也少更换三次,每次更换成型需要一天时间,定径需要四个小时后,因此每年可节省10天时间,全年产能将会提升3%。

[0040] 实施例 2、 $\Phi 25 \times 0.4\text{mm}$ GR2钛焊管的制备。

[0041] 使用0含量为0.07-0.083%的GR2钛板坯,通过热轧制备为3.5mm的卷材,在线退火和抛丸酸洗,获得合格的热轧钛卷带材;接着进行两轧程的冷轧,采用二十辊轧机进行轧制,道次变形量12-20%,制备为0.4mm厚度的卷材,使用粗糙度3-5 μm 抛光毛化辊对成品钛带进行毛化平整,钛卷带表面粗糙度达到0.52 μm 、表面硬度171-179HV1,横向抗拉强度386-409MPa、屈服强度293-312MPa、伸长率31-36%。

[0042] 钛带成型时,成型辊的材质使用工程塑料,焊接闭口辊使用纯铜材质并略微扩大孔形减轻摩擦,对定径辊采用铜钢铜复合结构,中间为钢(Cr12MoV模具钢)、两侧为铜合金(锡青铜TS4),有效消除了指甲纹现象,同时降低了模具的损耗、提高了生产效率。制备的 $\Phi 25 \times 0.4\text{mm}$ GR2钛焊管外观和性能满足相关要求,实现了批量稳定供货,效果良好。

[0043] 虽然本发明披露如上,但本发明并非限于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

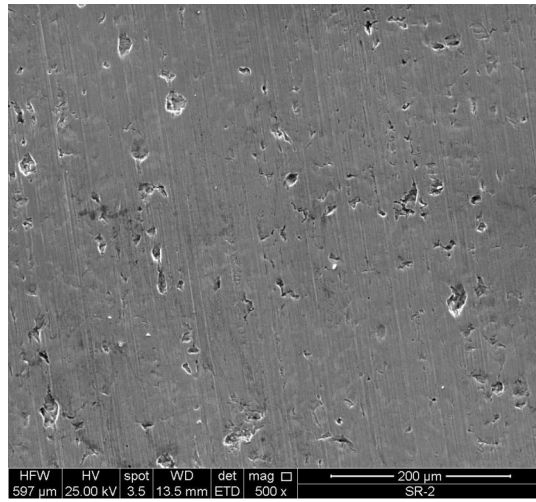


图1

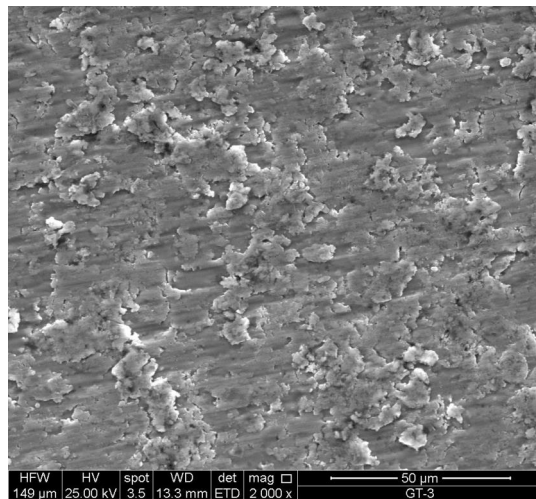


图2

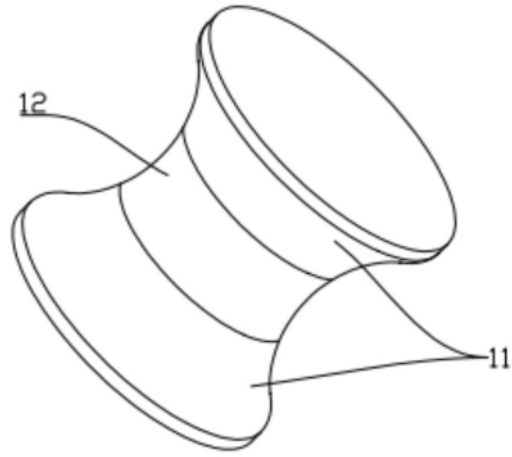


图3

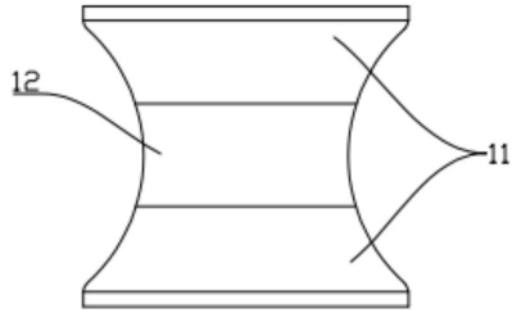


图4