



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112077252 A

(43) 申请公布日 2020.12.15

(21) 申请号 202011015913.2

C22F 1/18 (2006.01)

(22) 申请日 2020.09.24

(71) 申请人 新疆湘润新材料科技有限公司

地址 839000 新疆维吾尔自治区哈密市伊
州区城市南部、南部循环经济产业园、
哈若铁路东南侧

(72) 发明人 乔恩利 张晓勇 张起 岳旭

同晓乐 顾忠明 王双礼

(74) 专利代理机构 西安弘理专利事务所 61214

代理人 张皎

(51) Int. Cl.

B21J 13/02 (2006.01)

B21J 1/06 (2006.01)

B21J 5/00 (2006.01)

B21J 5/02 (2006.01)

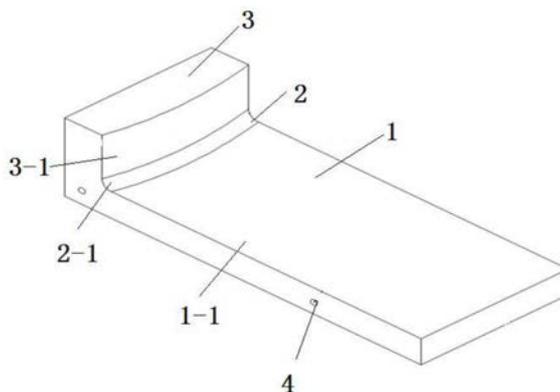
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种近净成形钛带板坯的锻造用模具及自由锻造加工方法

(57) 摘要

本发明公开的一种近净成形钛带板坯的锻造用模具,包括有底板,底板的一端端部由下至上依次设置有过渡挡板及竖直挡板,过渡挡板的第一侧壁面及竖直挡板的第二侧壁面同侧,第一侧壁面、第二侧壁面及上表面均为模具与坯料的接触面;第一侧壁面及第二侧壁面均为弧面,第一底板的的上表面为矩形平面,第一侧壁面通过第二侧壁面过渡与上表面平滑连接;底板的侧壁面上设置有若干个吊装孔。还公开了应用该模具的一种近净成形钛带板坯的自由锻造加工方法,该方法在保证加工过程简单、生产效率显著提高的前提下,使成品率大幅提高。



1. 一种近净成形钛带板坯的锻造用模具,其特征在于,包括有底板(1),所述底板(1)的一端端部由下至上依次设置有过渡挡板(2)及竖直挡板(3),过渡挡板(2)的第一侧壁面(2-1)及竖直挡板(3)的第二侧壁面(3-1)同侧,第一侧壁面(2-1)、第二侧壁面(3-1)及上表面(1-1)均为模具与坯料的接触面;

第一侧壁面(2-1)及第二侧壁面(3-1)均为弧面,第一底板(1)的上表面(1-1)为矩形平面,第一侧壁面(2-1)通过第二侧壁面(3-1)过渡与上表面(1-1)平滑连接;底板(1)的侧壁面上设置有若干个吊装孔(4)。

2. 根据权利要求1所述的一种近净成形钛带板坯的锻造用模具,其特征在于,第一侧壁面(2-1)的弧度对应的半径 $R=50\sim 100\text{mm}$;第二侧壁面(3-1)的弧度对应的半径 $R=3000\sim 4000\text{mm}$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种近净成形钛带板坯的锻造用模具,其特征在于,第一侧壁面(2-1)、第二侧壁面(3-1)及上表面(1-1)的表面光洁度 R_a 均不大于 $3.2\mu\text{m}$;底板(1)的厚度不小于 200mm ;竖直挡板(3)的厚度为 $200\sim 400\text{mm}$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种近净成形钛带板坯的锻造用模具,其特征在于,底板(1)、过渡挡板(2)及竖直挡板(3)均为5CrMnMo板。

5. 一种近净成形钛带板坯的自由锻造加工方法,其特征在于,具体按以下步骤实施:

步骤(1)铸锭制备:将原料钛及钛合金铸锭经过外圆周方向扒皮,去除熔炼过程中产生的表面氧化皮及皮下气孔缺陷,再将铸锭头部进行车平处理,去除熔炼过程中铸锭冒口位置产生的珊瑚状熔瘤缺陷,其次将铸锭底部端面缺陷去除干净,再对铸锭头尾进行圆角处理;

步骤(2)铸锭加热:按照一定的加热工艺为铸锭加热;

步骤(3)开坯锻造:将加热好的铸锭移送至锻造压机上,采用先轻轻锻造一至两遍,然后加大压下量进行锻造,将加热好的铸锭锻造至厚度在 800mm 时,将坯料进行翻面,再加大压下量进行锻造,锻造过程中尽量保证上下面变形一致,最终将厚度尺寸控制在 $600\sim 700\text{mm}$ 区间;

步骤(4)专用工模具控制锻造:对锻造至 $600\sim 700\text{mm}$ 尺寸区间的坯料,采用如权利要求1-4任意一项所述的模具进行锻造变形;

步骤(5)回火加热:将步骤(4)锻造后的热坯料进行回火加热处理,加热温度为 $900\sim 950^\circ\text{C}$,保温时间为 $90\sim 200$ 分钟得中间坯料;

步骤(6)成形锻造:将步骤(5)回火加热好的中间坯料在快锻机上进行锻造,得到钛及钛合金钛带板坯成品坯。

6. 根据权利要求5所述的一种近净成形钛带板坯的自由锻造加工方法,其特征在于,步骤(1)中使用的原料钛及钛合金铸锭牌号为TA1、TA2、TA3、TA4或TA10。

7. 根据权利要求5所述的一种近净成形钛带板坯的自由锻造加工方法,其特征在于,步骤(1)中,使用的钛及钛合金铸锭为经过真空自耗电弧法二次熔炼,直径为 $\Phi 1000\text{mm}$ 及以上锭型。

8. 根据权利要求5所述的一种近净成形钛带板坯的自由锻造加工方法,其特征在于,步骤(1)中,铸锭头尾圆角半径 $R=15\text{mm}\sim 20\text{mm}$ 。

9. 根据权利要求5所述的一种近净成形钛带板坯的自由锻造加工方法,其特征在于,步

骤(2)中,铸锭加热工艺流程为:先由室温升温到800~850℃,升温时间150~180分钟;然后在800~850℃下保温,保温时间180~250分钟;再升温到1000~1050℃,升温时间180~250分钟;最后在1000~1050℃保温,保温时间180~250分钟。

10. 根据权利要求5所述的一种近净成形钛带板坯的自由锻造加工方法,其特征在于,步骤(3)中,铸锭开始轻压一至两遍时,压下量控制在30~50mm,再加大压下量进行锻造,压下量控制在单边80~100mm;步骤(4)的具体实施步骤为:对锻造至600~700mm的坯料进行锻造时,使坯料端面靠近专用工模具的第二侧壁面(3-1)处,通过每次压下100~120mm反复压制,将坯料锻造至厚度在300~400mm尺寸之间;步骤(6)中,得到的钛及钛合金钛带板坯成品坯尺寸为:厚度×宽度×长度=180mm~250mm×1000mm~1600mm×5000mm~9000mm的钛带用板坯。

一种近净成形钛带板坯的锻造用模具及自由锻造加工方法

技术领域

[0001] 本发明属于材料加工技术领域,具体涉及一种近净成形钛带板坯的锻造用模具,还涉及一种近净成形钛带板坯的自由锻造加工方法。

背景技术

[0002] 钛及钛合金因其比强度高、密度小、无磁、耐腐蚀性优异等特点,被广泛应用于舰船和海洋工程等领域。钛及钛合金带材由于比重小、耐蚀性好、耐高温、稳定性好等诸多优点,被大量使用在化工行业、舰船行业、航空航天、高档建筑外装饰等多种行业,使用范围及用量逐年上升。但钛及钛合金由于原材料价格昂贵、加工难度大,加工工艺路线长,成品率低等因素影响,终端材料价格还是偏高。

[0003] 为了解决这一矛盾,使钛及钛合金更大范围普及,近年来,国内外钛加工领域研究人员做出了大量的研究和努力,虽然取得了一些成绩,但距离目标还相去甚远。

[0004] 目前,国内外生产钛带材有两种基本工艺,一种是从简化工艺思路考虑,使用冷床炉熔炼工艺,将铸锭熔炼成直接可以轧制的方坯尺寸,省去中间环节,进行直接轧制。其优点是省去了中间加工环节,成品率得到一定提高,但由于熔炼造成的铸态组织无法得到有效改善,直接遗留至成品带材,造成带材无法正常使用,特别是薄带材,其孔洞、疏松等缺陷尤为明显。因此,此种工艺只能少量生产厚度较大,要求较低的低端钛带。另一种是通过自耗电极熔炼成圆锭,通过自由锻造成钛带坯料,再轧制成钛带材。此种工艺生产的钛带,由于自由锻造过程对铸态组织进行了充分破碎和压实,使材料的组织形貌得到根本改变,轧制出的各种规格钛带质量优异,能满足各种市场需求,其唯一缺点就是需经过自由锻造过程,导致钛带材综合成品率较低,钛带材价格偏高。

[0005] 为此,本发明是在第二种工艺路线下,一方面根据工艺要求设计制造专用工模具,使工业化生产过程简单、有效,生产效率大幅提高;另一方面通过钛带板坯自由锻造过程工艺参数控制,使钛带板坯自由锻造制坯环节成品率提高10%以上,达到98%。该技术突破了国内、外钛带板坯制备关键技术瓶颈,从而最终获得一种近净成形钛带板坯的自由锻造加工方法。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种近净成形钛带板坯的锻造用模具,使钛带板坯的头尾棱角缺肉现象得到解决,使钛带用自由锻造板坯锻造成品率大幅提高。

[0007] 本发明的另一个目的是一种近净成形钛带板坯的自由锻造加工方法,该方法在保证加工过程简单、生产效率显著提高的前提下,使成品率大幅提高。

[0008] 本发明所采用的技术方案是,一种近净成形钛带板坯的锻造用模具,包括有底板,底板的一端端部由下至上依次设置有过渡挡板及竖直挡板,过渡挡板的第一侧壁面及竖直挡板的第二侧壁面同侧,第一侧壁面、第二侧壁面及上表面均为模具与坯料的接触面;

[0009] 第一侧壁面及第二侧壁面均为弧面,第一底板的的上表面为矩形平面,第一侧壁面

通过第二侧壁面过渡与上表面平滑连接;底板的侧壁面上设置有若干个吊装孔。

[0010] 本发明的特征还在于,

[0011] 第一侧壁面的弧度对应的半径 $R=50\sim 100\text{mm}$;第二侧壁面的弧度对应的半径 $R=3000\sim 4000\text{mm}$ 。

[0012] 第一侧壁面、第二侧壁面及上表面的表面光洁度 R_a 均不大于 $3.2\mu\text{m}$;底板的厚度不小于 200mm ;竖直挡板的厚度为 $200\sim 400\text{mm}$ 。

[0013] 底板、过渡挡板及竖直挡板均为5CrMnMo板。

[0014] 本发明所采用的第二个技术方案是,一种近净成形钛带板坯的自由锻造加工方法,具体按以下步骤实施:

[0015] 步骤(1)铸锭制备:将原料钛及钛合金铸锭经过外圆周方向扒皮,去除熔炼过程中产生的表面氧化皮及皮下气孔缺陷,再将铸锭头部进行车平处理,去除熔炼过程中铸锭冒口位置产生的珊瑚状熔瘤缺陷,其次将铸锭底部端面缺陷去除干净,再对铸锭头尾进行圆角处理;

[0016] 步骤(2)铸锭加热:按照一定的加热工艺为铸锭加热;

[0017] 步骤(3)开坯锻造:将加热好的铸锭移送至锻造压机上,采用先轻轻锻造一至两遍,然后加大压下量进行锻造,将加热好的铸锭锻造至厚度在 800mm 时,将坯料进行翻面,再加大压下量进行锻造,锻造过程中尽量保证上下面变形一致,最终将厚度尺寸控制在 $600\sim 700\text{mm}$ 区间;

[0018] 步骤(4)专用工模具控制锻造:对锻造至 $600\sim 700\text{mm}$ 尺寸区间的坯料,采用上述的模具进行锻造变形;

[0019] 步骤(5)回火加热:将步骤(4)锻造后的热坯料进行回火加热处理,加热温度为 $900\sim 950^\circ\text{C}$,保温时间为 $90\sim 200$ 分钟得中间坯料;

[0020] 步骤(6)成形锻造:将步骤(5)回火加热好的中间坯料在快锻机上进行锻造,得到钛及钛合金钛带板坯成品坯。

[0021] 本发明的特征还在于,

[0022] 步骤(1)中使用的原料钛及钛合金铸锭牌号为TA1、TA2、TA3、TA4或TA10。

[0023] 步骤(1)中,使用的钛及钛合金铸锭为经过真空自耗电弧法二次熔炼,直径为 $\Phi 1000\text{mm}$ 及以上锭型。

[0024] 步骤(1)中,铸锭头尾圆角半径 $R=15\text{mm}\sim 20\text{mm}$ 。

[0025] 步骤(2)中,铸锭加热工艺流程为:先由室温升温到 $800\sim 850^\circ\text{C}$,升温时间 $150\sim 180$ 分钟;然后在 $800\sim 850^\circ\text{C}$ 下保温,保温时间 $180\sim 250$ 分钟;再升温到 $1000\sim 1050^\circ\text{C}$,升温时间 $180\sim 250$ 分钟;最后在 $1000\sim 1050^\circ\text{C}$ 保温,保温时间 $180\sim 250$ 分钟。

[0026] 步骤(3)中,铸锭开始轻压一至两遍时,压下量控制在 $30\sim 50\text{mm}$,再加大压下量进行锻造,压下量控制在单边 $80\sim 100\text{mm}$;步骤(4)的具体实施步骤为:对锻造至 $600\sim 700\text{mm}$ 的坯料进行锻造时,使坯料端面靠近专用工模具的第二侧壁面(3-1)处,通过每次压下 $100\sim 120\text{mm}$ 反复压制,将坯料锻造至厚度在 $300\sim 400\text{mm}$ 尺寸之间;步骤(6)中,得到的钛及钛合金钛带板坯成品坯尺寸为:厚度 \times 宽度 \times 长度= $180\text{mm}\sim 250\text{mm}\times 1000\text{mm}\sim 1600\text{mm}\times 5000\text{mm}\sim 9000\text{mm}$ 的钛带用板坯。

[0027] 本发明的有益效果是:

[0028] (1) 本发明方法通过在自由锻生产过程中合理借助专用工模具,突破了国内、外钛带板坯制备关键技术瓶颈,最终获得一种近净成形钛带板坯的自由锻造加工方法。

[0029] (2) 本发明方法通过在自由锻生产过程中合理借助专用工模具,使钛带用自由锻造板坯锻造成品率由行业现有水平的88%提高到98%,成品率大幅提高;

[0030] (3) 本发明方法通过在自由锻生产过程中合理借助专用工模具,使钛带板坯的头尾棱角缺肉现象彻底解决;

[0031] (4) 本发明方法通过在自由锻生产过程中合理借助专用工模具,使锻造过程中采用较大变形,使铸锭的铸态组织得到充分破碎和压实,使板坯的组织形貌得到根本改变,板坯内在质量显著提高;

[0032] (5) 本发明方法通过在自由锻生产过程中合理借助专用工模具,在大幅提高成品率的前提下,使生产时间显著缩短,生产效率比现有国内、外制备工艺显著提高。

附图说明

[0033] 图1为本发明一种近净成形钛带板坯的锻造用模具的结构示意图;

[0034] 图2为本发明方法实施前铸锭头部形貌图;

[0035] 图3为经本发明方法步骤1实施后铸锭头部形貌图;

[0036] 图4为本发明方法实施前成品板坯头部表面形貌图;

[0037] 图5为经本发明方法实施后成品板坯头部表面形貌图;

[0038] 图6为本发明方法实施前成品板坯头部需切除部分形貌图;

[0039] 图7为经本发明方法实施后成品板坯头部需切除或铣削部分形貌图;

[0040] 图8为本发明方法实施前板坯头部切除部分实物图;

[0041] 图9为经本发明方法实施后板坯头部切除部分实物图;

[0042] 图10为经本发明方法实施后成品板坯实物图。

[0043] 图中,1.底板,2.过渡挡板,3.竖直挡板,4.吊装孔,1-1.上表面,2-1.第一侧壁面,3-1.第二侧壁面。

具体实施方式

[0044] 下面结合附图和具体实施方式对本发明进行详细说明。

[0045] 本发明提供一种近净成形钛带板坯的锻造用模具,如图1所示,包括有底板1,底板1的一端端部由下至上依次设置有过渡挡板2及竖直挡板3,过渡挡板2的第一侧壁面2-1及竖直挡板3的第二侧壁面3-1同侧,第一侧壁面2-1、第二侧壁面3-1及上表面1-1均为模具与坯料的接触面;

[0046] 第一侧壁面2-1及第二侧壁面3-1均为弧面,第一底板1的上表面1-1为矩形平面,第一侧壁面2-1通过第二侧壁面3-1过渡与上表面1-1平滑连接;底板1的侧壁面上设置有若干个吊装孔4。

[0047] 第一侧壁面2-1的弧度对应的半径 $R=50\sim 100\text{mm}$;第二侧壁面3-1的弧度对应的半径 $R=3000\sim 4000\text{mm}$ 。

[0048] 第一侧壁面2-1、第二侧壁面3-1及上表面1-1的表面光洁度 R_a 均不大于 $3.2\mu\text{m}$;底板1的厚度不小于 200mm ;竖直挡板3的厚度为 $200\sim 400\text{mm}$ 。

[0049] 底板1、过渡挡板2及竖直挡板3均为5CrMnMo板。

[0050] 本发明模具采用5CrMnMo材料制作,设计各点及受力面应完全满足使用过程工艺要求。其中,图1中竖直挡板3的厚度为200~400mm,该处厚度主要考虑板坯端部成形过程中承受来自坯料流动所产生的横向压力,设计中考考虑其受力不小于坯料流动所产生的最大横向压力,设计厚度根据最大横向压力确定。此面与坯料不接触,应此对表面光洁度不做要求。图1中第二侧壁面3-1为钛带头尾端面成形的的主要工作面,为了在成品钛带板坯头尾基本实现平齐,此面设计应采用弧面设计,表面光洁度Ra不大于小于 $3.2\mu\text{m}$,弧度设计范围应控制在 $R=3000\sim 4000\text{mm}$ 之间,否则将导致成品板坯头尾凹陷,端头不平。图1中第一侧壁面2-1应考虑圆弧设计,表面光洁度Ra应不大于 $3.2\mu\text{m}$,弧度设计范围应控制在 $R=50\sim 100\text{mm}$ 之间,其目的主要考虑钛带坯料成形过程中,此处坯料流动较难到达。其次,如采用直角设计,易在此处产生较严重的应力集中,导致工模具从此处断裂。图1中坯料成形过程中长度、宽度方向接触面,接触面最大,受力也最大,设计主要考虑该上表面1-1应满足的坯料长度、宽度方向变形过程中尺寸要求。同时,应充分考虑底面在坯料变形过程中长期使用的整体平整度应不大于10mm。图1中,专用工模具底面的厚度,其受力主要为上、下锤头之间对坯料锻打的垂直力,其厚度不小于200mm。图1中吊装孔4,设计考虑工模具在使用中的方便吊装。图1中,模具中,不与坯料接触的侧壁面,由于坯料要从600~700mm尺寸区间锻造至300~400mm,应此,设计时应考虑与底面接触净高度不小于坯料尺寸。

[0051] 本发明还提供一种近净成形钛带板坯的自由锻造加工方法,如图2-10所示,具体按以下步骤实施:

[0052] 步骤(1)铸锭制备:将原料钛及钛合金铸锭经过外圆周方向扒皮,去除熔炼过程中产生的表面氧化皮及皮下气孔缺陷,再将铸锭头部进行车平处理,去除熔炼过程中铸锭冒口位置产生的珊瑚状熔瘤缺陷,其次将铸锭底部端面缺陷去除干净,再对铸锭头尾进行圆角处理(见图2);

[0053] 步骤(1)中使用的原料钛及钛合金铸锭牌号为TA1、TA2、TA3、TA4或TA10。

[0054] 步骤(1)中,使用的钛及钛合金铸锭为经过真空自耗电弧法二次熔炼,直径为 $\Phi 1000\text{mm}$ 及以上锭型。

[0055] 步骤(1)中,铸锭头尾圆角半径 $R=15\text{mm}\sim 20\text{mm}$ 。

[0056] 步骤(2)铸锭加热:铸锭加热应采用科学合理的工艺及加热曲线,才能确保铸锭加热均匀及实现锻造过程。按照一定的加热工艺为铸锭加热;

[0057] 步骤(2)中,铸锭加热工艺流程为:先由室温升温到 $800\sim 850^{\circ}\text{C}$,升温时间150~180分钟;然后在 $800\sim 850^{\circ}\text{C}$ 下保温,保温时间180~250分钟;再升温到 $1000\sim 1050^{\circ}\text{C}$,升温时间180~250分钟;最后在 $1000\sim 1050^{\circ}\text{C}$ 保温,保温时间180~250分钟。

[0058] 步骤(3)开坯锻造:将加热好的铸锭移送至锻造压机上,采用先轻轻锻造一至两遍,然后加大压下量进行锻造,将加热好的铸锭锻造至厚度在800mm时,将坯料进行翻面,再加大压下量进行锻造,锻造过程中尽量保证上下面变形一致,最终将厚度尺寸控制在600~700mm区间;

[0059] 步骤(3)中,铸锭开始轻压一至两遍时,压下量控制在30~50mm,再加大压下量进行锻造,压下量控制在单边80~100mm;

[0060] 步骤(4)专用工模具控制锻造:对锻造至600~700mm尺寸区间的坯料,采用上述的

模具进行锻造变形;步骤(4)利用金属最小阻力定律变形原理,应采用翻面压制成形;

[0061] 步骤(4)的具体实施步骤为:对锻造至600~700mm的坯料进行锻造时,使坯料端面靠近专用工模具的第二侧壁面3-1处,通过每次压下100~120mm反复压制,并利用金属最小阻力定律变形原理,将坯料锻造至厚度在300~400mm尺寸之间,得到满足工艺要求的端面形状为凹形的中间坯料;

[0062] 步骤(5)回火加热:制定合理的加热温度曲线,将步骤(4)锻造后的热坯料进行回火加热处理,加热温度为900~950℃,保温时间为90~200分钟得中间坯料;

[0063] 步骤(6)成形锻造:将步骤(5)回火加热好的中间坯料在快锻机上进行锻造,得到无板舌、表面无缺陷的钛及钛合金钛带板坯成品坯,如图10所示。无板舌钛带用板坯,应为板坯头尾端面锻后基本平齐,不需要锯切或头尾锯切后锻造成品率不低于98%。

[0064] 步骤(6)中,得到的钛及钛合金钛带板坯成品坯尺寸为:厚度×宽度×长度=180mm~250mm×1000mm~1600mm×5000mm~9000mm的钛带用板坯。

[0065] 钛铸锭在熔炼过程中,其头部均会产生熔瘤现象(见图2),而此熔瘤在后期的钛带板坯生产过程中,将对成品板坯的表面产生严重的表面缺陷。为了避免铸锭熔瘤对板坯表面产生的严重缺陷,本发明方法在对步骤1的铸锭制备过程进行了详细描述,通过铸锭制备过程实施,使熔瘤等铸锭缺陷得到有效控制,实施后铸锭头部形貌明显改善,如图3所示。

[0066] 本发明铸锭制备过程未实施前,制备板坯过程中,铸锭端面熔瘤翻转到板坯表面,对成品板坯表面产生严重影响,导致板坯头部较长部分无法使用,见图4。

[0067] 本发明铸锭制备过程实施后,铸锭端面熔瘤得到有效去除,铸锭端面熔瘤在制备板坯过程中,对成品板坯表面不再造成严重影响,生产出来的板坯头部表面质量较好,如图5所示。

[0068] 本发明方法实施前,由于钛带板坯在生产过程中,其铸锭的端面变形过程是自由变形,因此,在上、下锤头的锻打之下,其端面发生自由变形,均产生较大的凸出舌头,而该凸出舌头只能作为废料被切除掉(见图6直线外部分),对成品率影响很大。

[0069] 为了能最大限度减少头部凸出舌头部分产生的废料损失,本发明方法的步骤4实施过程中,对坯料在变形过程的某一阶段,采用专用工模具对坯料端部的变形实现有效干预,使成品板坯的端部实现平齐,切除极少头部或不切除直接进行端部轻微铣削,大大减少废料损失(见图7直线外部分),最终大幅提高钛带板坯成品率。

[0070] 由图8可以看到,实施前板坯头部板舌凸出严重、表面熔瘤等缺陷很多,根本无法使用,因此,切除部分很大,每块板坯头部切掉部分平均在600~700公斤之间,坯料损失很严重,也导致该产品成品率很低。

[0071] 由图9可以看到,实施后板坯头部基本平齐、无凸出板舌,表面熔瘤等缺陷也得到了很好控制,因此,板坯头部切除很小,每块板坯头部切掉或铣掉部分平均在40~80公斤之间,坯料损失很小,成品率显著提高。

[0072] 实施例1

[0073] 一种近净成形钛带板坯的自由锻造加工方法,具体按以下步骤实施:

[0074] 步骤(1)铸锭制备:将真空自耗电弧炉二次熔炼的钛及钛合金铸锭,经过重型车床沿圆周方向扒皮。再将铸锭头部及底部端面缺陷去除干净(特别是铸锭冒口位置产生的珊瑚状缺陷)。其次对铸锭头尾进行圆角处理。

[0075] 步骤(1)中,使用的钛及钛合金铸锭为经过真空自耗电弧法二次熔炼,牌号为TA1,直径为 $\Phi 1020\text{mm}$,重量为8995kg。

[0076] 步骤(1)中,铸锭头尾圆角半径 $R=15\text{mm}$ 。

[0077] 步骤(2)铸锭加热:先由室温升温到 800°C ,升温时间150分钟;然后在 800°C 下保温,保温时间180分钟;再升温到 1000°C ,升温时间180分钟;最后在 1000°C 保温,保温时间180分钟。

[0078] 步骤(3)开坯锻造:将加热好的铸锭移送至锻造压机上,采用先轻轻锻造一至两遍,然后加大压下量进行锻造,将加热好的铸锭锻造至厚度在800mm时,将坯料进行翻面,再加大压下量进行锻造,锻造过程中尽量保证上下面变形一致,最终将厚度尺寸控制在600mm区间;

[0079] 步骤(3)中,铸锭开始轻压一至两遍时,压下量控制30mm,再加大压下量进行锻造,压下量控制在单边800mm;

[0080] 步骤(4)专用工模具控制锻造:对锻造至600mm的坯料进行锻造时,使坯料端面靠近专用工模具的第二侧壁面3-1处,通过每次压下100mm反复压制,并利用金属最小阻力定律变形原理,将坯料锻造至厚度在300mm尺寸之间,得到满足工艺要求的端面形状为凹形的中间坯料;

[0081] 步骤(5)回火加热:制定合理的加热温度曲线,将步骤(4)锻造后的热坯料进行回火加热处理,加热温度为 900°C ,保温时间为90分钟得中间坯料;

[0082] 步骤(6)成形锻造:将回火加热好的中间坯料在锻造压机上进行自由锻造,此过程中应注意板坯整体尺寸、棱角等满足工艺要求,最终得到成品尺寸为:成品尺寸为220(厚度) \times 1280(宽度) \times 6970(长度)mm的无板舌钛带用板坯。

[0083] 实施例2

[0084] 步骤(1)中使用的钛及钛合金铸锭为经过真空自耗电弧法二次熔炼,牌号为TA1,直径为 $\Phi 1020\text{mm}$,重量为8960kg。其余锻造方法及工艺参数均与实施例1相同,得到的成品尺寸为:220(厚度) \times 1280(宽度) \times 6940(长度)mm。

[0085] 实施例3

[0086] 步骤(1)中使用的钛及钛合金铸锭为经过真空自耗电弧法二次熔炼,牌号为TA1,直径为 $\Phi 1020\text{mm}$,重量为8990kg。其余锻造方法及工艺参数均与实施例1相同,得到的成品尺寸为:220(厚度) \times 1280(宽度) \times 6970(长度)mm。

[0087] 实施例1-3效果验证:

[0088] 经对实施例1-3得到的三个钛带用板坯进行效果验证,数据如下:

实施 例序 号	来料尺寸	来料重量	成品尺寸	料头及氧化损失	成品重量	锻后成品率
[0089] 实施 例 1	$\Phi 1020$	8995	220 \times 1280 \times 6970	160	8835	98.22
实施 例 2	$\Phi 1020$	8960	220 \times 1280 \times 6940	130	8830	98.55
实施 例 3	$\Phi 1020$	8990	220 \times 1280 \times 6970	135	8855	98.5
平 均						98.42

[0090] 由验证数据可以看出,三个铸锭锻后成品率较实施前的88%提高了10.42%,达到了98.42%。以年产2万吨该规格钛带产品、目前市场价格为8.5万元/t、残料3万元/t计算,则: $20000 \times 10.42\% \times (8.5-3.0) = 11462$ 万元;年可为企业创造经济效益为1.1462亿元。

[0091] 实施例4

[0092] 一种近净成形钛带板坯的自由锻造加工方法,具体按以下步骤实施:

[0093] 步骤(1)铸锭制备:将原料钛及钛合金铸锭经过外圆周方向扒皮,去除熔炼过程中产生的表面氧化皮及皮下气孔缺陷,再将铸锭头部进行车平处理,去除熔炼过程中铸锭冒口位置产生的珊瑚状熔瘤缺陷,其次将铸锭底部端面缺陷去除干净,再对铸锭头尾进行圆角处理(见图2);

[0094] 步骤(1)中使用的原料钛及钛合金铸锭牌号为TA2,直径为 $\Phi 1020$ mm,重量为9000kg。

[0095] 步骤(1)中,使用的钛及钛合金铸锭为经过真空自耗电弧法二次熔炼,直径为 $\Phi 1500$ mm。

[0096] 步骤(1)中,铸锭头尾圆角半径 $R=20$ mm。

[0097] 步骤(2)铸锭加热:铸锭加热应采用科学合理的工艺及加热曲线,才能确保铸锭加热均匀及实现锻造过程。按照一定的加热工艺为铸锭加热;

[0098] 步骤(2)中,铸锭加热工艺流程为:先由室温升温到 850°C ,升温时间180分钟;然后在 850°C 下保温,保温时间250分钟;再升温到 1050°C ,升温时间250分钟;最后在 1050°C 保温,保温时间250分钟。

[0099] 步骤(3)开坯锻造:将加热好的铸锭移送至锻造压机上,采用先轻轻锻造一至两遍,然后加大压下量进行锻造,将加热好的铸锭锻造至厚度在800mm时,将坯料进行翻面,再加大压下量进行锻造,锻造过程中尽量保证上下面变形一致,最终将厚度尺寸控制在700mm区间;

[0100] 步骤(3)中,铸锭开始轻压一至两遍时,压下量控制在50mm,再加大压下量进行锻造,压下量控制在单边100mm;

[0101] 步骤(4)专用工模具控制锻造:对锻造至700mm尺寸区间的坯料,采用上述的模具进行锻造变形;步骤(4)利用金属最小阻力定律变形原理,应采用翻面压制成形;

[0102] 步骤(4)的具体实施步骤为:对锻造至700mm的坯料进行锻造时,使坯料端面靠近专用工模具的第二侧壁面3-1处,通过每次压下120mm反复压制,并利用金属最小阻力定律变形原理,将坯料锻造至厚度在400mm尺寸之间,得到满足工艺要求的端面形状为凹形的中间坯料;

[0103] 步骤(5)回火加热:制定合理的加热温度曲线,将步骤(4)锻造后的热坯料进行回火加热处理,加热温度为 950°C ,保温时间为200分钟得中间坯料;

[0104] 步骤(6)成形锻造:将步骤(5)回火加热好的中间坯料在快锻机上进行锻造,得到无板舌、表面无缺陷的钛及钛合金钛带板坯成品坯,如图10所示。无板舌钛带用板坯,应为板坯头尾端面锻后基本平齐,不需要锯切或头尾锯切后锻造成品率不低于98%。

[0105] 步骤(6)中,得到的钛及钛合金钛带板坯成品坯尺寸为:厚度 \times 宽度 \times 长度= $250\text{mm} \times 1600\text{mm} \times 9000\text{mm}$ 的钛带用板坯。

[0106] 实施例5

[0107] 一种近净成形钛带板坯的自由锻造加工方法,具体按以下步骤实施:

[0108] 步骤(1)铸锭制备:将原料钛及钛合金铸锭经过外圆周方向扒皮,去除熔炼过程中产生的表面氧化皮及皮下气孔缺陷,再将铸锭头部进行车平处理,去除熔炼过程中铸锭冒口位置产生的珊瑚状熔瘤缺陷,其次将铸锭底部端面缺陷去除干净,再对铸锭头尾进行圆角处理(见图2);

[0109] 步骤(1)中使用的原料钛及钛合金铸锭牌号为TA3,直径为 $\Phi 1020\text{mm}$,重量为9000kg。

[0110] 步骤(1)中,使用的钛及钛合金铸锭为经过真空自耗电弧法二次熔炼,直径为 $\Phi 1200\text{mm}$ 。

[0111] 步骤(1)中,铸锭头尾圆角半径 $R=18\text{mm}$ 。

[0112] 步骤(2)铸锭加热:铸锭加热应采用科学合理的工艺及加热曲线,才能确保铸锭加热均匀及实现锻造过程。按照一定的加热工艺为铸锭加热;

[0113] 步骤(2)中,铸锭加热工艺流程为:先由室温升温到 820°C ,升温时间160分钟;然后在 830°C 下保温,保温时间200分钟;再升温到 1030°C ,升温时间200分钟;最后在 1030°C 保温,保温时间200分钟。

[0114] 步骤(3)开坯锻造:将加热好的铸锭移送至锻造压机上,采用先轻轻锻造一至两遍,然后加大压下量进行锻造,将加热好的铸锭锻造至厚度在800mm时,将坯料进行翻面,再加大压下量进行锻造,锻造过程中尽量保证上下面变形一致,最终将厚度尺寸控制在650mm区间;

[0115] 步骤(3)中,铸锭开始轻压一至两遍时,压下量控制在40mm,再加大压下量进行锻造,压下量控制在单边90mm;

[0116] 步骤(4)专用工模具控制锻造:对锻造至650mm尺寸区间的坯料,采用上述的模具进行锻造变形;步骤(4)利用金属最小阻力定律变形原理,应采用翻面压制成形;

[0117] 步骤(4)的具体实施步骤为:对锻造至650mm的坯料进行锻造时,使坯料端面靠近专用工模具的第二侧壁面3-1处,通过每次压下110mm反复压制,并利用金属最小阻力定律变形原理,将坯料锻造至厚度在350mm尺寸之间,得到满足工艺要求的端面形状为凹形的中间坯料;

[0118] 步骤(5)回火加热:制定合理的加热温度曲线,将步骤(4)锻造后的热坯料进行回火加热处理,加热温度为 920°C ,保温时间为100分钟得中间坯料;

[0119] 步骤(6)成形锻造:将步骤(5)回火加热好的中间坯料在快锻机上进行锻造,得到无板舌、表面无缺陷的钛及钛合金钛带板坯成品坯,如图10所示。无板舌钛带用板坯,应为板坯头尾端面锻后基本平齐,不需要锯切或头尾锯切后锻造成品率不低于98%。

[0120] 步骤(6)中,得到的钛及钛合金钛带板坯成品坯尺寸为:厚度 \times 宽度 \times 长度=200mm \times 1500mm \times 6000mm的钛带用板坯。

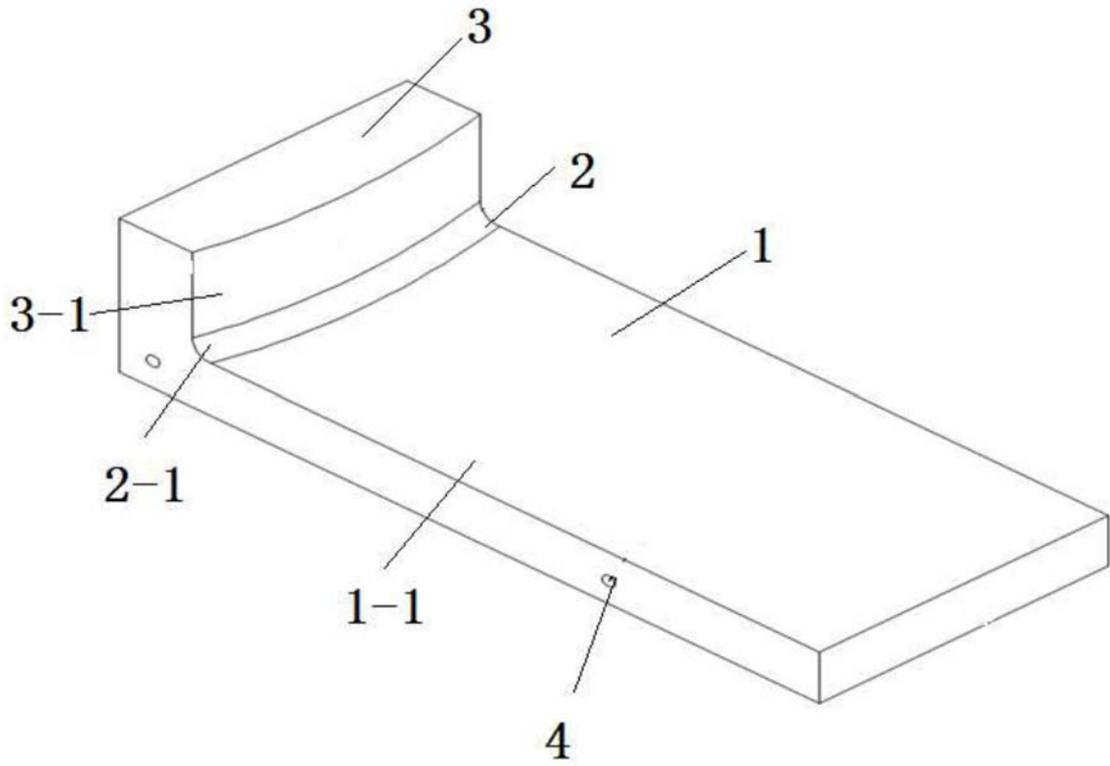


图1

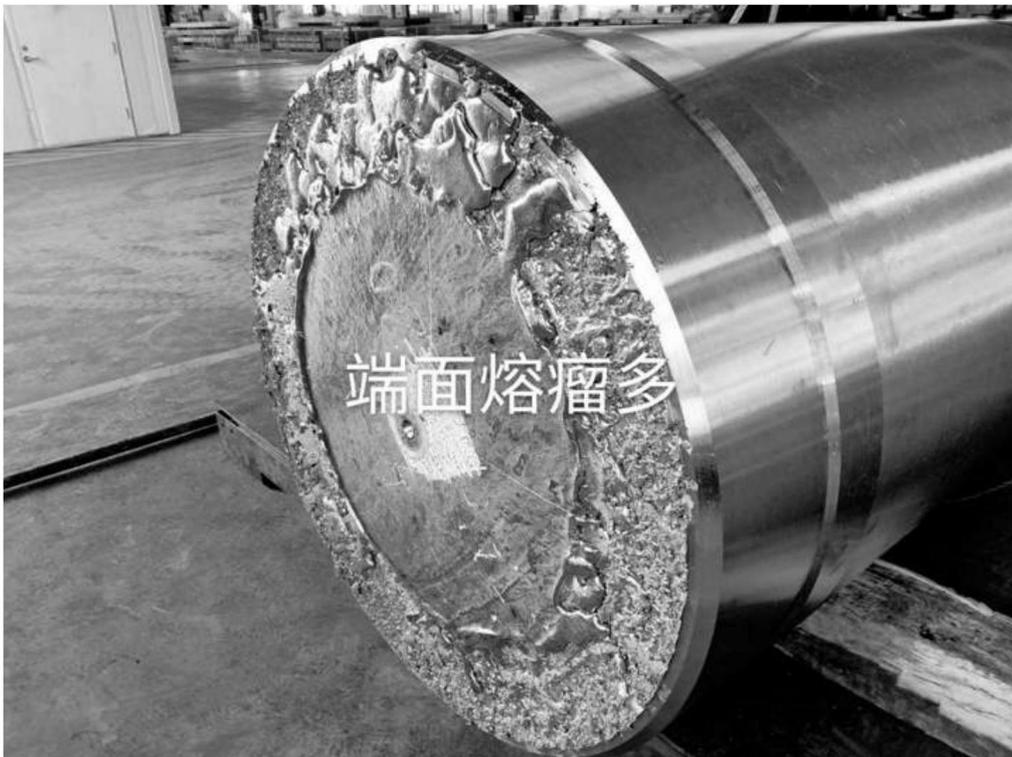


图2

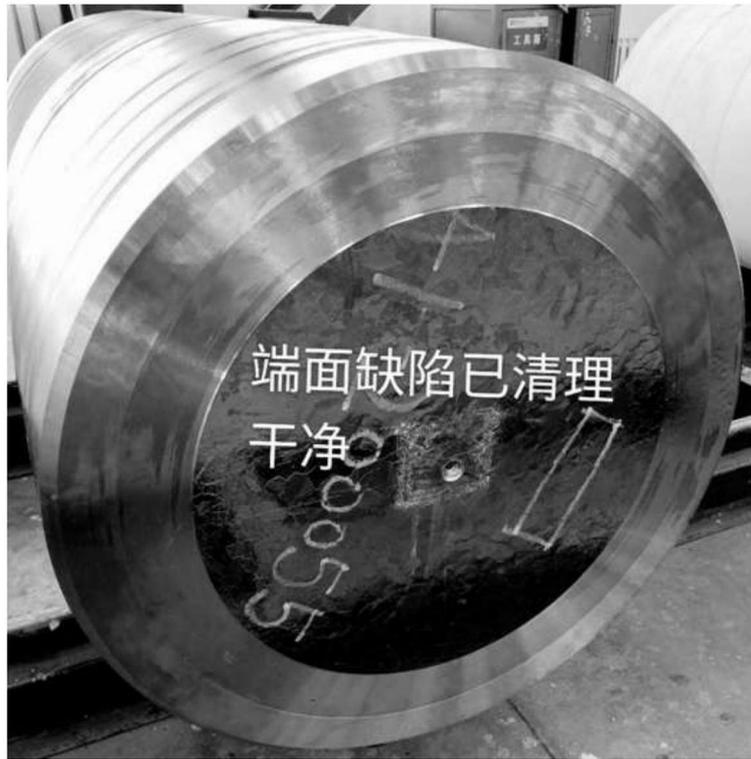


图3



图4



图5

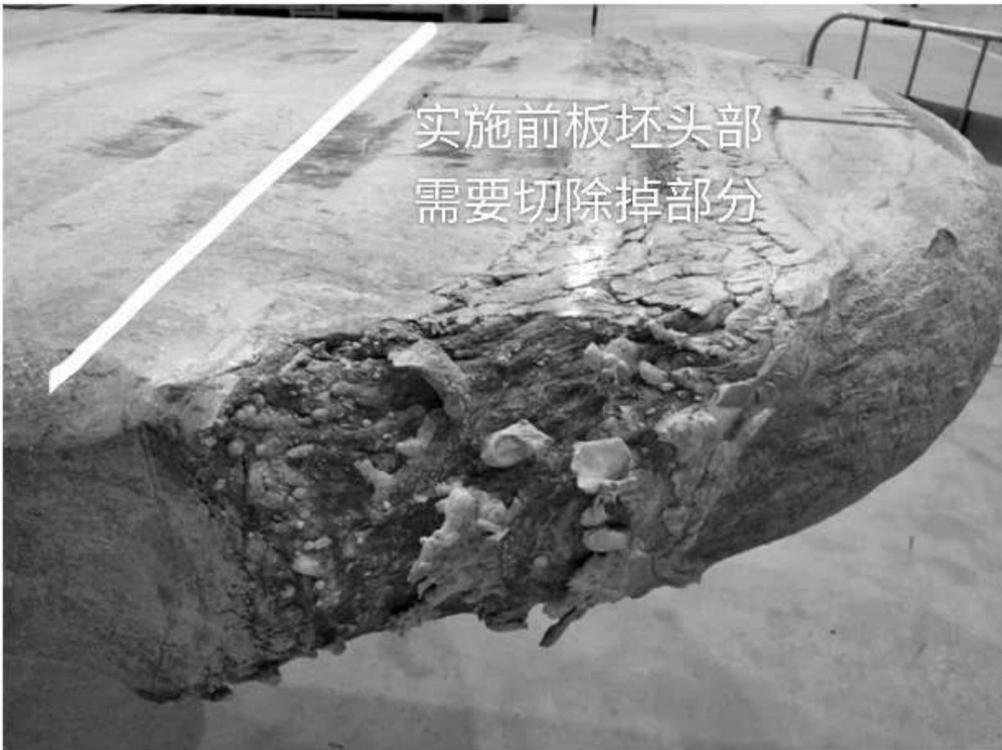


图6



图7



图8



图9



图10