(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107570552 B
(45)授权公告日 2019.09.10

(21)申请号 201710801224.6

(22)申请日 2017.09.07

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107570552 A

(43)申请公布日 2018.01.12

(73)专利权人 鑫鹏源智能装备集团有限公司
地址 252024 山东省聊城市凤凰工业园

(72)发明人 张志玉 刘怀玉 石满鹰

(74)专利代理机构 济南泉城专利商标事务所 37218
代理人 耿媛媛

(51)Int.Cl.
B21C 37/06(2006.01)

(56)对比文件
CN 105568195 A,2016.05.11,
CN 106583490 A,2017.04.26,
CN 106540985 A,2017.03.29,
CN 104588410 A,2015.05.06,
CN 105618508 A,2016.06.01,
CN 106734328 A,2017.05.31,

审查员 周凌云

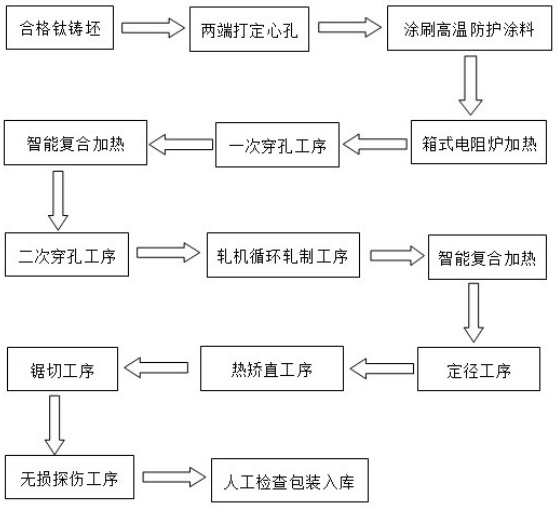
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种钛合金TC4铸坯热轧无缝管的生产方法

(57)摘要

本发明涉及无缝管生产技术，具体涉及一种钛合金TC4铸坯热轧无缝管的生产方法，主要包括：A、加工出铸坯；B、铸坯两端打定心孔，进行表面加工；C、涂刷高温防护涂料；D、箱式电阻炉对铸坯加热；E、一次穿孔；F、对毛管保温加热；G、二次穿孔；H、循环轧制；I、对荒管保温加热；J、定径；K、热矫直工序；本发明所提供的一种钛合金TC4铸坯热轧无缝管的生产方法，成功的对钛合金TC4铸坯进行了热轧制，使生产成本大幅度降低，为后续钛合金铸坯热轧制奠定了基础。



CN 107570552 B

1.一种钛合金TC4铸坯热轧无缝管的生产方法,其特征是,方法步骤如下:

A、加工出铸坯;

B、铸坯两端打定心孔,进行表面加工;

C、涂刷高温防护涂料;

D、箱式电阻炉对铸坯加热;

箱式电阻炉内充入防氧化保护惰性气体,加热时采用分段加热,0～600℃、600～800℃、800～1000℃三个温度段,通过控制电阻炉升温速度,实现低温慢速加热,高温快速加热,使铸坯充分均匀受热;

E、一次穿孔;

第一次穿孔在1000℃高温开坯穿孔,采用变速轧制控制系统,实现低速咬钢、高速轧制、低速抛钢,并采用具有增量式PI调节器的双闭环调速系统,保障电机转速的控制精度;

F、对毛管保温加热;

采用中频感应加热炉和电阻保温炉在线结合加热的智能复合加热装置;

G、二次穿孔;

H、精轧;

该步骤进行4道次循环轧制;第一、二次轧机轧制减壁3mm,第三次减壁2mm,第四次减壁1mm;

I、对荒管保温加热;

采用中频感应加热炉和电阻保温炉在线结合加热的智能复合加热装置;

J、定径;

K、热矫直工序。

2.根据权利要求1所述的钛合金TC4铸坯热轧无缝管的生产方法,其特征在于,所述定心孔一端为喇叭口状,在轧制时为毛管的咬入端,另一端为柱状;在步骤C中,对表面加工完成后的铸坯在轧制24小时之前进行防护涂层的涂刷处理,涂料厚度0.2～0.3mm。

3.根据权利要求1所述的钛合金TC4铸坯热轧无缝管的生产方法,其特征在于,在步骤G中,二次穿孔后的毛管壁厚为a+b+c,a为要求壁厚,b为精轧余量,c为热胀冷缩的误差;3mm≤b≤9mm,1mm≤c≤2mm。

4.根据权利要求1所述的钛合金TC4铸坯热轧无缝管的生产方法,其特征在于,在步骤F中,对毛管保温加热的温度为900±5℃,在步骤I中,对荒管保温加热的温度为850±5℃。

5.根据权利要求1所述的钛合金TC4铸坯热轧无缝管的生产方法,其特征在于,在步骤K中,温度冷却至550～650℃时,矫直机开始热矫直;采用循环方式对管体进行矫正2次,矫直前后快速测量的外径为正公差。

6.根据权利要求5所述的钛合金TC4铸坯热轧无缝管的生产方法,其特征在于,所述定心孔内表面粗糙度Ra值为6.3μm,内表面采用圆滑过渡无棱角;在步骤K中,矫直后的管体局部弯曲度≤1mm/m,全长弯曲度小于管体总长度的0.15%;矫直完成后保障匀速转动冷却至室温。

一种钛合金TC4铸坯热轧无缝管的生产方法

技术领域

[0001] 本发明涉及无缝管生产技术，具体涉及一种钛合金TC4铸坯热轧无缝管生产方法。

背景技术

[0002] 钛材具有记忆性、超导性、高比强、高耐蚀、亲生物、高低温性能优良等特性，被称为第三金属(相对于铁、铝)、海洋金属(耐海水性能良好)、航空金属(理想的航空航天材料)和未来金属(朝阳产业)。钛金属被广泛应用于航空、航天、化工、石油、化学、电力、冶金、医药以及海洋工程、地热工程、制冷工程、体育、旅游等领域，随着这些行业的产业升级换代，国家经济实力逐步增强，钛材日益明显地成为工程技术和高科技领域中的关键材料和支撑材料。其中钛合金无缝管的使用率在以上领域占有相当大的比例，比如飞机发动机压气机部件及火箭、导弹和高速飞机的结构件、电解工业的电极、发电站的冷凝器、石油精炼和海水淡化的加热器等。

[0003] 现有钛合金热轧无缝管领域，热轧钛坯均采用的是锻坯，经过2～3次真空自耗炉熔炼成铸锭，然后进行多道次锻造，制成所需钛棒坯尺寸。该钛棒坯的锻造方法，生产周期长，制造成本高，严重制约了我国钛无缝管的广泛应用。

发明内容

[0004] 为了解决上述问题，本发明提供了一种钛合金TC4铸坯热轧无缝管生产方法，该方法解决了我国钛铸坯热轧制的难题，为后续钛合金铸坯热轧制奠定了基础。

[0005] 为达到上述目的，本发明采用的技术方案如下：一种钛合金TC4铸坯热轧无缝管的生产方法，其特征是，方法步骤如下：

[0006] A、加工出铸坯；

[0007] B、铸坯两端打定心孔，进行表面加工；

[0008] C、涂刷高温防护涂料；

[0009] D、箱式电阻炉对铸坯加热；

[0010] E、一次穿孔；

[0011] F、对毛管保温加热；

[0012] G、二次穿孔；

[0013] H、精轧；

[0014] I、对荒管保温加热；

[0015] J、定径；

[0016] K、热矫直工序。

[0017] 进一步地，所述定心孔一端为喇叭口状，在轧制时为毛管的咬入端，另一端为柱状；在步骤C中，对表面加工完成后的铸坯在轧制24小时之前进行防护涂层的涂刷处理，涂料厚度0.2～0.3mm。

[0018] 进一步地，在步骤D中，箱式电阻炉内充入防氧化保护惰性气体，加热时采用分段

加热，0～600℃、600～800℃、800～1000℃三个温度段，通过控制电阻炉升温速度，实现低温慢速加热，高温快速加热，使铸坯充分均匀受热。

[0019] 进一步地，在步骤G中，二次穿孔后的毛管壁厚为a+b+c，a为要求壁厚，b为精轧余量，c为热胀冷缩的误差；3mm≤b≤9mm，1mm≤c≤2mm。

[0020] 进一步地，在步骤H中，进行4道次循环轧制；第一、二次轧机轧制减壁3mm，第三次减壁2mm，第四次减壁1mm。

[0021] 进一步地，在步骤F中，对毛管保温加热的温度为900±5℃，在步骤I中，对荒管保温加热的温度为850±5℃。

[0022] 进一步地，采用变速轧制控制系统，咬钢前，该系统控制其以低速180r/min运行；咬钢后，低速运行1～2s后，提速到最高转速220r/min；当轧制接近尾端500～1000mm时降低电机转速，进行低速抛出。

[0023] 进一步地，在步骤F和I中，采用中频感应加热炉和电阻保温炉在线结合加热的智能复合加热装置。

[0024] 进一步地，在步骤K中，温度冷却至550～650℃时，矫直机开始热矫直；采用循环方式对管体进行矫正2次，矫直前后快速测量的外径为正公差。

[0025] 进一步地，所述定心孔内表面粗糙度Ra值为6.3μm，内表面采用圆滑过渡无棱角；在步骤K中，矫直后的管体局部弯曲度≤1mm/m，全长弯曲度小于管体总长度的0.15％；矫直完成后保障匀速转动冷却至室温。

[0026] 有益效果：本发明所提供的一种钛合金TC4铸坯热轧无缝管生产方法，针对钛铸坯，制定了钛铸坯热轧制方法，成功的对钛合金TC4铸坯进行了热轧制，使热轧钛合金无缝管生产成本大幅度降低，为后续钛合金铸坯热轧制奠定了基础。

附图说明

[0027] 图1为本发明所提供的钛铸坯定心孔示意图。

[0028] 图2为具体实施例中钛合金TC4铸坯热轧无缝管生产方法的生产流程图。

具体实施方式

[0029] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述。

[0030] 图1至图2出示了一种钛合金TC4铸坯热轧无缝管生产方法，以Φ210规格钛铸坯生产Φ219×16mm规格成品管为例，其方法步骤如下。

[0031] A、合格的铸坯。

[0032] B、对铸坯两端打特制定心孔，进行表面加工；

[0033] 所述定心孔，一端为喇叭口状，另一端为柱状定心孔，且定心孔内表面粗糙度Ra值6.3μm，内表面各处圆滑过渡无棱角，进行外表面加工。

[0034] C、涂刷高温防护涂料；

[0035] 由于钛合金原料较贵，而且高温容易对其表面造成永久性损伤，故在表面加工完成后的钛铸坯在轧制的24小时之前进行防护涂层的涂刷处理。涂刷一遍，涂料厚度0.2～0.3mm；干燥后对坯料进行包裹处理后再进行加热。

[0036] D、箱式电阻炉对铸坯加热；

[0037] 采用箱式电阻炉来代替环形炉加热，同时箱式电阻炉内充入惰性气体氩气，进行防氧化保护；由于此次加热是对铸坯进行加热，所以所需温度较高，为了既能快速加热，又能使铸坯受热均匀，加热采用分段加热，通过控制升温速度，实现低温慢速加热，高温快速加热方式，使钛铸坯充分均匀加热。加热总时间为260分钟，最高加热温度为1000℃。钛合金铸坯装炉后，用100分钟加热到600℃。在600℃保温30分钟；用40分钟提到800℃，保温30分钟；用30分钟提到1000℃，保温30分钟后出炉。

[0038] E、菌式穿孔机对铸坯一次穿孔；

[0039] 第一次穿孔在1000℃高温开坯穿孔，在穿孔工序，我们采用变速轧制控制系统，实现低速咬钢、高速轧制、低速抛钢，并采用具有增量式PI调节器的双闭环调速系统，保障电机转速的控制精度。解决了难变形材料的轧制瓶颈问题，降低了生产能耗，提高了生产效率，保证穿孔咬钢、轧制、抛出各过程的顺利进行。电机转速设定：咬钢：180r/min，轧制：220r/min，抛钢：180r/min，穿孔时间在25s左右。

[0040] F、智能复合加热装置对毛管保温加热，使得满足温度要求：900±5℃；

[0041] 此次保温加热是为下个工序的二次穿孔做准备，智能复合加热装置是中频感应加热炉和电阻保温炉在线结合加热，中频感应加热炉，缩短加热时间，电阻保温炉内充氩气进行惰性气体保护，减少毛管氧化，确保定径前钛合金的温度平均化，并满足退回到轧机前台进行第二次或多次轧制的温度要求，保障轧制后钛合金无缝管的综合性能指标；由于二次穿孔需大幅度减壁，对温度要求较高，本实施例电阻保温炉设定温度为900℃。

[0042] G、菌式穿孔机对毛管二次穿孔；

[0043] 在二次穿孔工序，我们同样采用变速轧制控制系统，根据钛铸坯塑性低的特点，我们采用二次穿孔方法来控制毛管壁厚，二次穿孔可大幅度减壁，使得毛管的壁厚达到精轧的要求，精轧余量为3～9mm，二次穿孔后的毛管壁厚为要求壁厚与精轧余量之和，由于热胀冷缩，所以余量应多留出1～2mm。本具体实施例的要求壁厚为16mm，精轧余量为9mm，热胀冷缩误差设为1mm，二次穿孔之后的壁厚为26.0～26.1mm。

[0044] H、多功能轧机循环轧制；

[0045] 根据成品管壁厚要求，铸坯的定心孔为喇叭状一端为咬入端开始精轧，进行多道次循环轧制，一般4次就能满足条件，保证壁厚精度和内外表面质量；第一、二次轧机轧制壁厚减去3mm，第三次减去2mm，第四次减去1mm；所以精轧之后的荒管壁厚为17.2～17.3mm。

[0046] I、采用智能复合加热装置对荒管保温加热，使得满足定径温度要求：850±5℃；

[0047] 此保温加热工序是给后续的定径工序做准备，使荒管内组织分布均匀，便于定径，确保定径前钛合金的温度平均化，保证成品管的尺寸精度。

[0048] J、定径机进行定径；

[0049] 此时直径为221.2～221.4mm，壁厚17.1～17.2mm。

[0050] K、热矫直工序；

[0051] 当铸坯温度冷却至550～650℃，矫直机开始对其进行热矫直，矫前矫后快速测量外径，保证外径正公差，采用循环方式对管体进行矫正2次，管体局部弯曲度≤1mm/m，全长弯曲度小于管体总长度的0.15％。矫正完成后保障滚动冷却至室温，此时直径为219.0～219.1mm，壁厚为16.0～16.1mm。

[0052] 至此，所述Φ210规格钛铸坯生产Φ219×16mm规格成品管的生产基本完成，后续再进行锯切工序、无损探伤工序、人工检查包装入库；所述钛合金TC4铸坯热轧无缝管的成品管正式完成。

[0053] 以上所述仅为本发明申请的优选实施例，并不用于限制本申请，对于本领域的技术人员来说，本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

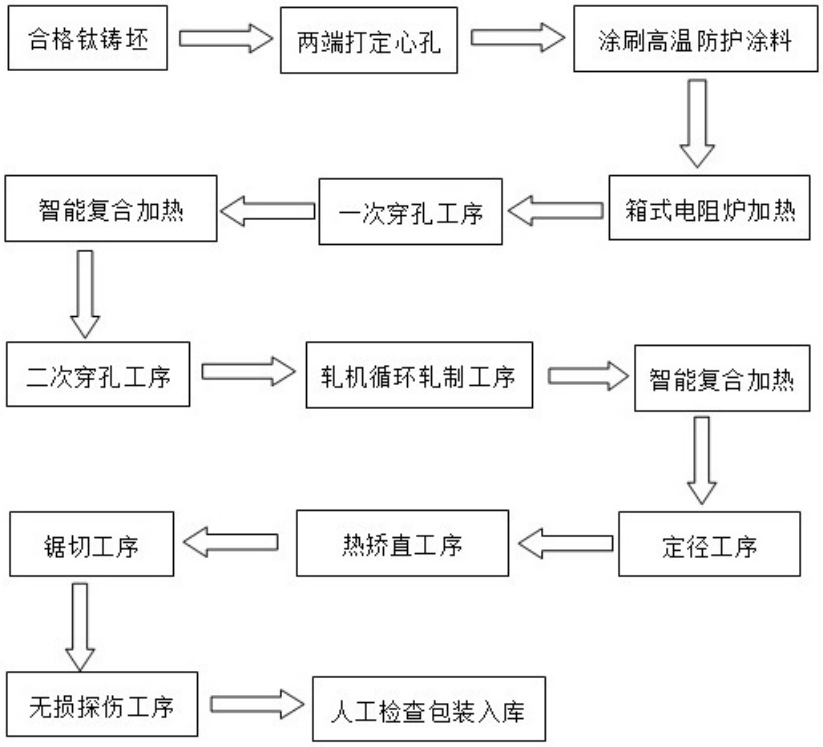

合格钛铸坯
两端打定心孔
涂刷高温防护涂料
箱式电阻炉加热
一次穿孔工序
智能复合加热
二次穿孔工序
轧机循环轧制工序
智能复合加热
定径工序
热矫直工序
锯切工序
无损探伤工序
人工检查包装入库

图1

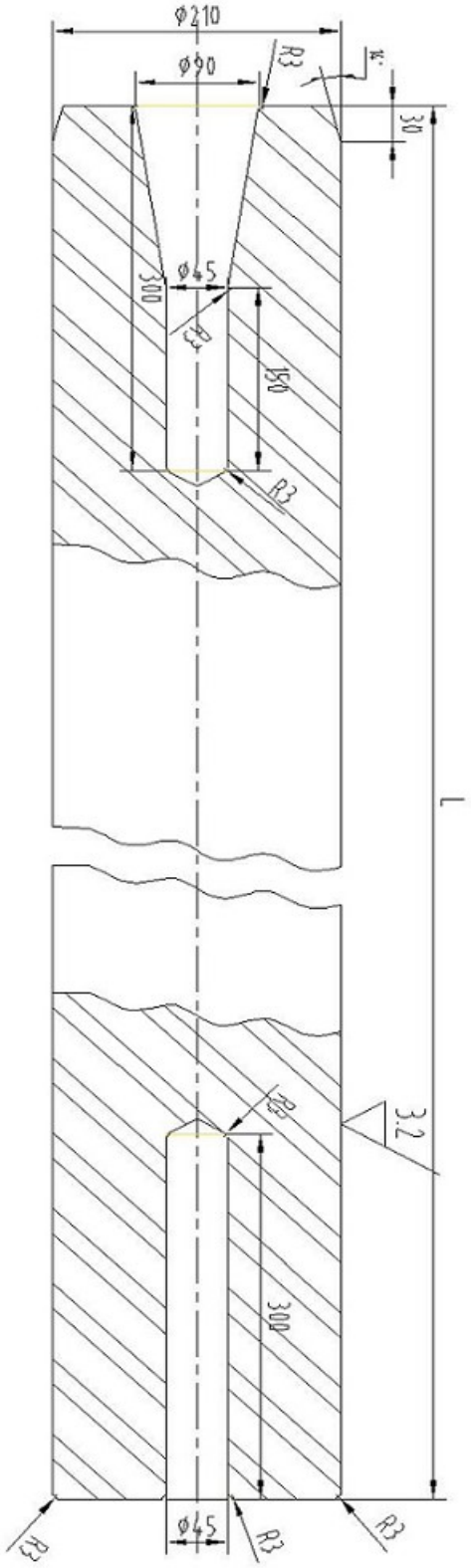


图2