



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107952794 A

(43)申请公布日 2018.04.24

(21)申请号 201711166126.6

C21D 9/00(2006.01)

(22)申请日 2017.11.21

(71)申请人 攀钢集团攀枝花钢铁研究院有限公司

地址 617000 四川省攀枝花市东区桃源街  
90号

(72)发明人 杨柳 王莹 江健 方强

(74)专利代理机构 成都虹桥专利事务所(普通  
合伙) 51124

代理人 梁鑫

(51)Int.Cl.

B21B 1/22(2006.01)

B21B 45/00(2006.01)

B21B 37/74(2006.01)

C21D 1/26(2006.01)

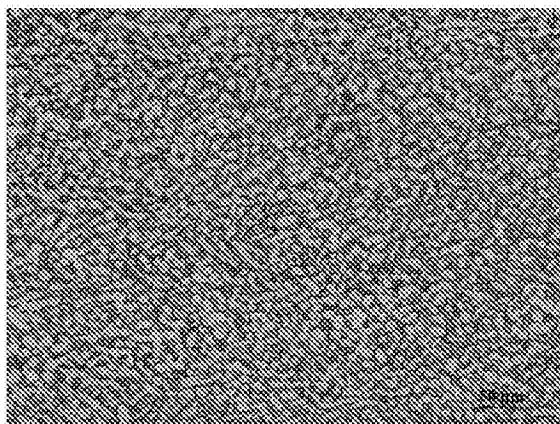
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

TC4钛合金中厚板的单火轧制方法

(57)摘要

本发明属于钛合金热加工成型技术领域，具体涉及一种TC4钛合金中厚板的单火轧制方法。针对现有一般都需要采用多层次轧制工艺才能制备得到组织性能优异的TC4钛合金，单火轧制合金的成型性能不好的问题，本发明提供一种TC4钛合金中厚板的单火轧制方法，包括以下步骤：a、对TC4钛合金板坯进行加热；b、均热完成后，提高均热段温度至1000~1020℃，继续保温30~60min，随后出炉轧制；c、轧制前关闭辊道冷却水和除磷水，开轧温度≥950℃，终轧温度大于800℃；d、轧制后的板坯进行退火热处理，随后出炉空冷，得到TC4钛合金。本发明轧制的钛合金中厚板组织均匀性好，表面质量好，能够满足国标的要求；本发明简化了轧制工艺，提高了轧制效率，显著降低了生产成本。



1. TC4钛合金中厚板的单火轧制方法,其特征在于,包括以下步骤:
  - a、对TC4钛合金板坯进行加热,预热段<800℃保温60~90min,加热段880~930℃保温60~90min,均热段950~980℃保温60~90min;
  - b、均热完成后,提高均热段温度至1000~1020℃,继续保温30~60min,随后出炉轧制;
  - c、轧制前关闭辊道冷却水和除磷水,开轧温度≥950℃,终轧温度大于800℃;
  - d、轧制后的板坯进行退火热处理,随后出炉空冷,得到TC4钛合金中厚板。
2. 根据权利要求1所述的TC4钛合金中厚板的单火轧制方法,其特征在于:步骤c所述轧制时前三道次采用大压下量,单道次变形量满足20~30%,中间道次变形量控制在15~20%,末道次变形量控制在5~10%。
3. 根据权利要求1所述的TC4钛合金中厚板的单火轧制方法,其特征在于:步骤c所述轧制过程全部采用横轧的方式进行轧制。
4. 根据权利要求1所述的TC4钛合金中厚板的单火轧制方法,其特征在于:步骤d中所述退火温度900~950℃,退火时间2~4h。
5. 根据权利要求1所述的TC4钛合金中厚板的单火轧制方法,其特征在于:步骤d中所述TC4钛合金中厚板的厚度为15~30mm。

## TC4钛合金中厚板的单火轧制方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于钛合金热加工成型技术领域,具体涉及一种TC4钛合金中厚板的单火轧制方法。

### 背景技术

[0002] TC4是一种中等强度的 $\alpha+\beta$ 两相钛合金, $\alpha+\beta$ 之间的转变温度约为980℃。TC4综合性能优异,在航空航天工业中有着广泛的应用,其长期工作温度可达到400℃。在航空工业中它主要用于制造发动机的风扇和压气机盘及叶片,以及飞机结构中的梁、接头及隔框等重要承力部件。TC4合金的力学性能与初生 $\alpha$ 相数量和形态有关,也与材料成形过程中的加工条件有密切关系,在成形中的微观组织演变会影响到产品的最终使用性能。为了获得性能良好的TC4轧制产品,必须通过深入研究其高温成形特性,以制定合理的加工工艺参数。

[0003] 由于TC4钛合金高温强度较高,对轧机的轧制能力要求较高,同时采用两相区轧制时,温度窗口很窄,因此通常采用多火次轧制工艺,这样可以减少单道次变形量,降低轧机负荷,每火次采用较少的轧制总道次,可以减少轧制时间,保证终轧温度。

[0004] 现有技术中目前还没有一种采用单火次能够轧制得到组织性能优异的TC4钛合金的方法。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题为:现有一般都需要采用多火次轧制工艺才能制备得到组织性能优异的TC4钛合金,单火轧制合金的成型性能不好的问题。

[0006] 本发明解决上述技术问题的技术方案为:提供一种TC4钛合金中厚板的单火轧制方法。该方法包括以下步骤:

[0007] a、对TC4钛合金板坯进行加热,预热段<800℃保温60~90min,加热段880~930℃保温60~90min,均热段950~980℃保温60~90min;

[0008] b、均热完成后,提高均热段温度至1000~1020℃,继续保温30~60min,随后出炉轧制;

[0009] c、轧制前关闭辊道冷却水和除磷水,开轧温度≥950℃,终轧温度大于800℃;

[0010] d、轧制后的板坯进行退火热处理,随后出炉空冷,得到TC4钛合金中厚板。

[0011] 其中,上述TC4钛合金中厚板的单火轧制方法中,步骤c所述轧制时前三道次采用大压下量,单道次变形量满足20~30%,中间道次变形量控制在15~20%,末道次变形量控制在5~10%。

[0012] 其中,上述TC4钛合金中厚板的单火轧制方法中,步骤c所述轧制过程全部采用横轧的方式进行轧制。

[0013] 其中,上述TC4钛合金中厚板的单火轧制方法中,步骤d中所述退火温度900~950℃,退火时间2~4h。

[0014] 其中,上述TC4钛合金中厚板的单火轧制方法中,步骤d中所述TC4钛合金中厚板的

厚度为15~30mm。

[0015] 本发明的有益效果为：

[0016] 本发明提供了一种TC4钛合金中厚板的单火轧制方法,通过对TC4钛合金中厚板轧制及加热过程的工艺制定,合理安排道次变形量,使得单火次轧制总变形量能够超过85%,实现一火成型的目的,能够单火轧制获得组织性能优异的TC4钛合金中厚板产品。本发明轧制的钛合金中厚板组织均匀性好,表面质量好,能够满足国标的要求;本发明简化了轧制工艺,提高了轧制效率,显著降低了生产成本。

## 附图说明

[0017] 图1所示为实施例1轧制得到的TC4钛合金钢板的组织晶相图(50um)；

[0018] 图2所示为实施例2轧制得到的TC4钛合金钢板的组织晶相图(100um)；

[0019] 图3所示为实施例3轧制得到的TC4钛合金钢板的组织晶相图(100um)。

## 具体实施方式

[0020] 本发明提供了一种TC4钛合金中厚板的单火轧制方法,包括以下步骤:

[0021] a、对TC4钛合金板坯进行加热,预热段<800℃保温60~90min,加热段880~930℃保温60~90min,均热段950~980℃保温60~90min;

[0022] b、均热完成后,提高均热段温度至1000~1020℃,继续保温30~60min,随后出炉轧制;

[0023] c、轧制前关闭辊道冷却水和除磷水,开轧温度≥950℃,终轧温度大于800℃;

[0024] d、轧制后的板坯进行退火热处理,随后出炉空冷,得到TC4钛合金中厚板。

[0025] 其中,上述TC4钛合金中厚板的单火轧制方法中,步骤c所述轧制时前三道次采用大压下量,单道次变形量满足20~30%,中间道次变形量控制在15~20%,末道次变形量控制在5~10%。

[0026] 其中,上述TC4钛合金中厚板的单火轧制方法中,步骤c所述轧制过程全部采用横轧的方式进行轧制。

[0027] 其中,上述TC4钛合金中厚板的单火轧制方法中,步骤d中所述退火温度900~950℃,退火时间2~4h。

[0028] 其中,上述TC4钛合金中厚板的单火轧制方法中,步骤d中所述TC4钛合金中厚板的厚度为15~30mm。

[0029] 具体的,上述TC4钛合金中厚板的单火轧制方法的具体操作步骤如下:

[0030] ①采用步进式加热炉对板坯进行加热,加热温度及保温时间由步进周期控制,通过对加热炉各加热段的长度和步进长度进行计算得出步进周期,使之满足以下阶梯加热条件:预热段<800℃保温60~90min,加热段880~930℃保温60~90min,均热段950~980℃保温60~90min;

[0031] ②完成均热段制定的保温时间后,提高均热段温度至1000~1020℃,继续保温30~60min,随后出炉轧制;

[0032] ③关闭辊道冷却水以及除磷水,快速将坯料传送至轧机进行轧制;

[0033] ④开轧前换向,即首道次进行横轧,并且随后道次都采用横轧;

[0034] ⑤开轧温度大于950℃,前三道次采用大压下量,单道次变形量满足20~30%,中间道次变形量控制在15~20%,末道次变形量控制在5~10%,终轧温度大于800℃;

[0035] ⑥将轧制后的板坯进行退火热处理,退火温度900~950℃,保温时间2~4h,随后出炉空冷。

[0036] 本发明通过控制加热温度和时间,在轧制前提高均热时间等操作,有效提高开轧温度,增大轧制过程的温度区间;坯料尺寸设计时,使坯料长度为中厚板产品的宽度,可以采用单次换向轧制,避免两次换向导致的轧制时间增加;在保证开轧温度950℃的条件下,可以减小轧机负荷,实现前三道次的大压下量,同时可以避免板坯表面由于大压下引起的开裂;采用高温退火,可以使组织完成再结晶过程,实现组织均匀化。

[0037] 下面将通过实施例对本发明的具体实施方式做进一步的解释说明,但不表示将本发明的保护范围限制在实施例所述范围内。

[0038] 实施例1采用本发明方法对TC4钛合金进行轧制

[0039] 具体的操作步骤如下:

[0040] ①采用步进式加热炉对151mm厚度的TC4板坯进行加热,预热段<800℃保温90min,加热段930℃保温60min,均热段980℃保温90min;

[0041] ②均热段保温90min后,提高均热段温度至1000℃,继续保温30min,随后出炉轧制;

[0042] ③关闭辊道冷却水以及除磷水,快速将坯料传送至轧机进行轧制;

[0043] ④开轧前换向,即首道次进行横轧,并且随后道次都采用横轧;

[0044] ⑤开轧温度955℃,前三道次变形量分别为24%、29%、27%,中间道次变形量控制在15~20%,末道次变形量7%,终轧温度820℃;经过9道次轧制,成品板厚度20.5mm,总变形量86.4%;

[0045] ⑥将轧制后的板坯进行退火热处理,退火温度920℃,保温时间3h,随后出炉空冷;

[0046] ⑦取样进行力学性能测试,抗拉强度926.5MPa,屈服强度859.4MPa,伸长率12.2%。

[0047] 获得的组织为等轴组织(如图1所示),平均晶粒尺寸21μm。

[0048] 实施例2采用本发明方法对TC4钛合金进行轧制

[0049] 具体的操作步骤如下:

[0050] ①采用步进式加热炉对140mm厚度的TC4板坯进行加热,预热段<800℃保温90min,加热段950℃保温60min,均热段980℃保温90min;

[0051] ②均热段保温90min后,提高均热段温度至1020℃,继续保温30min,随后出炉轧制;

[0052] ③关闭辊道冷却水以及除磷水,快速将坯料传送至轧机进行轧制;

[0053] ④开轧前换向,即首道次进行横轧,并且随后道次都采用横轧;

[0054] ⑤开轧温度960℃,前三道次变形量分别为25%、28%、28%,中间道次变形量控制在15~20%,末道次变形量5%,终轧温度800℃;经过9道次轧制,成品板厚度15.2mm,总变形量89.1%;

[0055] ⑥将轧制后的板坯进行退火热处理,退火温度950℃,保温时间4h,随后出炉空冷;

[0056] ⑦取样进行力学性能测试,抗拉强度898.6MPa,屈服强度836.7MPa,伸长率

14.5%。

[0057] 获得的组织为双态组织+网篮组织(如图2所示),平均晶粒尺寸 $24\mu\text{m}$ 。

[0058] 实施例3采用本发明方法对TC4钛合金进行轧制

[0059] 具体的操作步骤如下:

[0060] ①采用步进式加热炉对150mm厚度的TC4板坯进行加热,预热段 $<800\text{ }^\circ\text{C}$ 保温90min,加热段 $950\text{ }^\circ\text{C}$ 保温60min,均热段 $980\text{ }^\circ\text{C}$ 保温90min;

[0061] ②均热段保温90min后,提高均热段温度至 $1020\text{ }^\circ\text{C}$ ,继续保温30min,随后出炉轧制;

[0062] ③关闭辊道冷却水以及除磷水,快速将坯料传送至轧机进行轧制;

[0063] ④开轧前换向,即首道次进行横轧,并且随后道次都采用横轧;

[0064] ⑤开轧温度 $958\text{ }^\circ\text{C}$ ,前三道次变形量分别为24%、29%、29%,中间道次变形量控制在15~20%,末道次变形量8%,终轧温度 $841\text{ }^\circ\text{C}$ ;经过9道次轧制,成品板厚度21mm,总变形量86%;

[0065] ⑥将轧制后的板坯进行退火热处理,退火温度 $950\text{ }^\circ\text{C}$ ,保温时间5h,随后出炉空冷;

[0066] ⑦取样进行力学性能测试,抗拉强度 $902.7\text{ MPa}$ ,屈服强度 $867.5\text{ MPa}$ ,伸长率13%。

[0067] 获得的组织为网篮组织(如图3所示),平均晶粒尺寸 $17\mu\text{m}$ 。

[0068] 实施例中轧制得到的TC4钛合金中厚板力学性能优异,都能够满足国标GB/T-3621-2007对力学性能的要求,抗拉强度 $\geq 895\text{ MPa}$ ,屈服强度 $\geq 830$ ,伸长率 $\geq 8$ 。

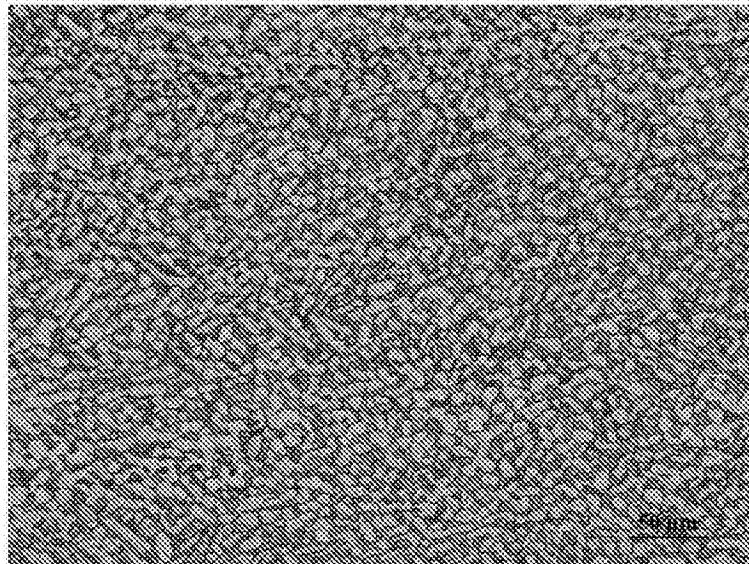


图1

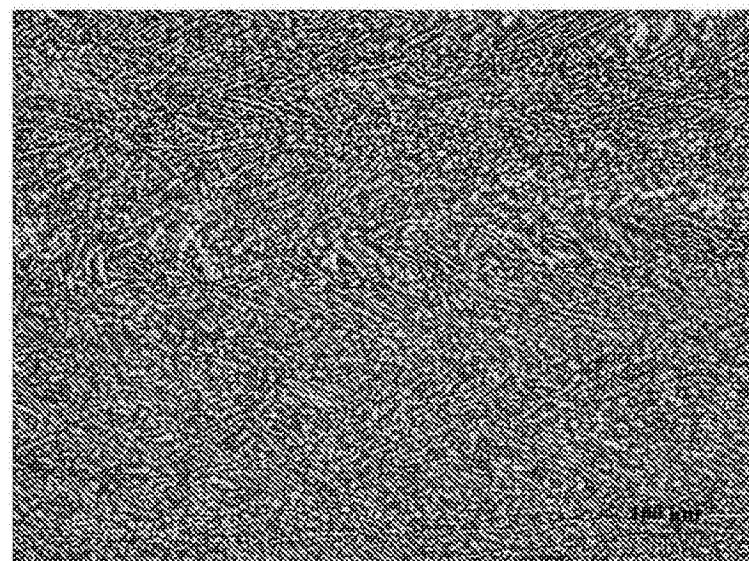


图2

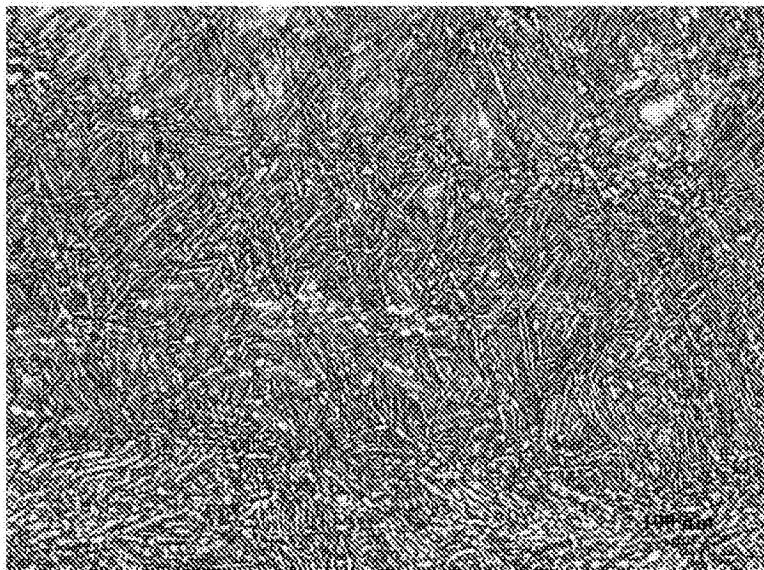


图3