



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109093084 B

(45)授权公告日 2020.03.31

(21)申请号 201811146706.3

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2018.09.29

B22D 11/04(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B22D 11/16(2006.01)

申请公布号 CN 109093084 A

B22D 11/22(2006.01)

B22D 11/124(2006.01)

(43)申请公布日 2018.12.28

B22D 11/12(2006.01)

(73)专利权人 东北大学

B22D 11/10(2006.01)

地址 110819 辽宁省沈阳市和平区文化路3号巷11号

审查员 涂琴

(72)发明人 袁国 韩斌 张元祥 李振垒

曾建立 宋祖兴 康健 贾志鑫

王国栋

(74)专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限公司 21109

代理人 宁佳

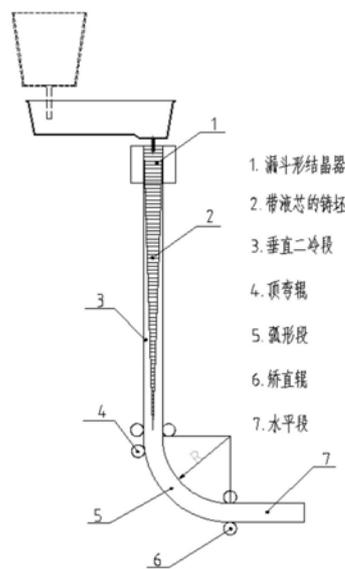
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种连铸薄板坯的生产方法

(57)摘要

本发明的一种连铸薄板坯的生产方法,属于薄板坯连铸技术领域,包括步骤如下:铸坯采用平行板结晶器浇铸成形、进入二冷段后经加长型垂直辊列段,带液芯铸坯受内外弧双侧长区间压下,大幅减薄铸坯厚度,再经大弧形半径弯曲矫直,在多组驱动辊同步驱动下,以拉坯速度4~6m/min生产出厚度为80~120mm的薄板坯。该薄板坯的连铸生产方法,克服了现有薄板坯连铸工艺复杂、结晶器容量小,摩擦阻力大和浸入式水口寿命短等问题,实现了薄板坯的高拉速连铸。



1. 一种连铸薄板坯的生产方法,其特征在于,采用铸机完成,所述的铸机设有二冷段和水平段,所述的二冷段包括二冷垂直段和二冷弧形段,所述的水平段设有2组矫直辊,在铸机的二冷弧形段和水平段设有5~8对驱动辊,生产方法具体包括以下步骤:

(1) 铸坯坯壳的形成:

将钢水经浸入式水口送入结晶器内,结晶器内部通水冷却,使钢水遇铜冷却壁,表层结晶凝固,形成内部带液芯铸坯,结晶器在高频振动下脱模,在下部铸坯的牵引力下,将带液芯铸坯拉出结晶器;其中,所述的浸入式水口为直筒形双侧开口浸入式水口,所述的结晶器为平行板结晶器,平行板出口厚度为200mm;

(2) 带液芯铸坯厚度的减薄和冷却:

带液芯铸坯出结晶器后,进入二冷垂直段,经压下辊压下,在整个二冷垂直段总压下量为80~120mm,并在二冷段对带液芯铸坯进行冷却,直至铸坯液芯全部凝固;其中,所述的二冷垂直段长度为4~7m,所述的二冷垂直段设有6组压下辊;

(3) 铸坯的弯曲矫直:

带液芯铸坯厚度减薄到设定尺寸后,在顶弯辊的作用下进入二冷弧形段,经多点缓慢弯曲,再缓慢矫直为水平,直至出二冷弧形段,其中,所述的二冷弧形段半径 $\geq 7\text{m}$,所述的二冷弧形段设有弯曲辊,所述的顶弯辊设置在二冷弧形段起始处;

(4) 铸坯高拉速拉出结晶器:

在驱动辊和电机同步驱动下,铸坯向下运动,并以4~6m/min的速度,拉出铸坯,所述的铸坯即为薄板坯,厚度为80~120mm。

2. 根据权利要求1所述的连铸薄板坯的生产方法,其特征在于,所述的步骤(1)中,所述的水冷却水温为35~40℃,水量为5800~6500L/min。

3. 根据权利要求1所述的连铸薄板坯的生产方法,其特征在于,所述的步骤(2)中,在二冷垂直段采用水冷却,比水量为2.0~3.5L/kg,进入二冷弧形段后采用气雾冷却,比水量为1.0~2.0L/kg,直至铸坯液芯全部凝固,冶金长度20~25m。

一种连铸薄板坯的生产方法

技术领域：

[0001] 本发明属于薄板坯连铸技术领域，具体涉及一种连铸薄板坯的生产方法。

背景技术：

[0002] 薄板坯连铸连轧工艺，是将传统的连铸机、加热炉和热轧机组有机地结合在一起，是一种紧凑式钢铁生产流程新技术，与传统工艺相比，薄板坯连铸连轧工艺具有流程短、工序紧凑、装备简单、投资少、能耗低、环境污染小、生产率高和成本低等优势。

[0003] 世界第一条薄板坯连铸连轧产线采用了德国西马克的CSP技术，在美国纽柯公司建成并投产。其薄板坯由立弯式连铸机浇铸而成，铸机由漏斗形结晶器、垂直二冷段、弯曲与矫直段和水平段组成，详见图1，连铸坯厚度50mm，由于其厚度相较于传统板坯(200~250mm)更接近最终成品厚度，称之为薄板坯。

[0004] 薄板坯代表性技术之一：德国西马克的CSP技术，铸机构成如图1所示，即采用立弯式连铸的方式生产薄板坯，钢水浇入出口厚度50~90mm的漏斗形结晶器，形成带液芯的铸坯，在垂直状态拉坯，二次冷却段采用全水冷却，铸坯未全部凝固之前呈垂直状态，垂直段长9~11m，待铸坯全部凝固后，进入弯矫段，冶金长度 $\leq 11m$ ，铸机半径3.0~3.5m，铸坯经弯曲90°呈水平状态，以拉速4~6m/min的速度输出厚度50~90mm的铸坯。该种薄板坯生产方式，铸坯在垂直段完成凝固，二冷全水冷却，使具有夹杂物易上浮，铸坯凝固更加均匀，偏析轻的优点。

[0005] 薄板坯代表性技术之二：Arvedi公司ESP技术，2009年意大利Arvedi公司ESP产线投产，该产线采用超高速连铸的方式，实现了厚度90~110mm铸坯的生产，由于其拉速快，通钢量大，从而满足了连铸-热轧一体化要求，实现了的无头轧制。

[0006] 该技术采用直弧形连铸机生产薄板坯，铸机构成如图2所示，钢水浇入出口厚度90~110mm的漏斗形结晶器，形成带液芯的铸坯，拉坯出结晶器后，即进入弯曲段，垂直段仅长1.5m~2m，铸坯在带液芯状态下弯曲矫直，铸机半径5m，二冷段铸坯采用气雾冷却，冶金长度20m，铸坯逐渐矫直呈水平出二冷段，以拉速4~6m/min的速度输出厚度90~110mm铸坯。

[0007] 使用该方式生产薄板坯优点为：(1) 铸坯在带液芯的状态下弯曲成弧形，铸机高度大幅降低；(2) 铸坯弯曲和矫直的形变温度较高，铸坯裂纹发生率低。

[0008] 现有的薄板坯生产技术，为了达到较薄的板坯厚度，采用了较薄的结晶器，薄厚度的结晶器为了容纳浸入式水口，结晶器中部设计为漏斗形，从而满足了浸入式水口的放置，如图3(a)和图3(b)所示，为了适应薄厚度的结晶器，浸入式水口也设计为扁平状，耐材厚度较薄。

[0009] 现有的薄板坯连铸存在的问题：

[0010] 1、CSP立弯式连铸问题：(1) 铸坯完全凝固后矫直，温度低，所需矫直力大，易出现裂纹缺陷；(2) 铸机高度较高，通常在10m以上，厂房投资高，操作不便。

[0011] 2、ESP直弧形连铸问题：(1) 铸坯出结晶器后，立即进入弯曲段，高拉速漏钢后，事故损伤范围大，维修难度高，工作量大；(2) 铸机高度降低，但水平段长度大幅增加，整个产

线长度增加,基建投资增加,受产线长度限制的可实施性差。

[0012] 3、漏斗形结晶器问题:(1)铸坯拉出结晶器过程,坯壳与结晶器壁的摩擦阻力大,易造成铸坯裂纹和结晶器磨损;(2)结晶器厚度薄,容量小,在高流量的条件下,结晶器内钢水液面波动大,不利于控制;

[0013] 4、浸入式水口问题:浸入式水口设计成扁平状,耐材厚度薄,浸入式水口使用寿命低。

发明内容:

[0014] 本发明的目的是针对现有技术中存在的传统立弯式连铸生产过程中矫直温度低,易形成铸坯裂纹缺陷;直弧形连铸高拉速漏钢后,事故处理工作量大,维修难度高,及铸机水平长度大;漏斗形结晶器中坯壳与结晶器壁的摩擦阻力大,结晶器厚度薄,容量小,液面波动大;扁平状的浸入式水口寿命低的问题,提出了一种连铸薄板坯的生产方法,该方法中铸坯采用平行板结晶器浇注成形,进入二冷段后,带液芯铸坯在内外弧双侧压力作用下,经特有的加长型垂直辊列,大幅减薄铸坯厚度,再经过大弧形半径弯曲和矫直,以拉坯速度4~6m/min生产出厚度为80~120mm铸坯。该薄板坯的连铸生产方法,克服了现有薄板坯裂纹缺陷发生率高,维修操作复杂、结晶器容量小,摩擦阻力大和浸入式水口寿命短等问题,实现了薄板坯的高拉速连铸。

[0015] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0016] 一种连铸薄板坯的生产方法,采用铸机完成,包括以下步骤:

[0017] (1)铸坯坯壳的形成:

[0018] 将钢水经浸入式水口送入结晶器内,结晶器内部通水冷却,使钢水遇铜冷却壁,表层结晶凝固,形成内部带液芯铸坯,结晶器在高频振动下脱模,在下部铸坯的牵引力下,将带液芯铸坯拉出结晶器;其中,所述的浸入式水口为直筒形双侧开口浸入式水口,所述的结晶器为平行板结晶器,平行板出口厚度为200mm;

[0019] (2)带液芯铸坯厚度的减薄和冷却:

[0020] 带液芯铸坯出结晶器后,进入二冷垂直段,经压下辊压下,在整个二冷垂直段总压下量为80~120mm,并在二冷段对带液芯铸坯进行冷却,直至铸坯液芯全部凝固;其中,所述的二冷垂直段长度为4~7m,所述的二冷垂直段设有6组压下辊;

[0021] (3)铸坯的弯曲矫直:

[0022] 带液芯铸坯厚度减薄到设定尺寸后,在顶弯辊的作用下进入二冷弧形段,经多点缓慢弯曲,再缓慢矫直为水平,直至出二冷弧形段,其中,所述的铸机二冷弧形段半径 $\geq 7m$,所述的二冷弧形段设有弯曲辊,所述的顶弯辊设置在二冷弧形段起始处;

[0023] (4)铸坯高拉速拉出结晶器:

[0024] 在驱动辊和电机同步驱动下,铸坯向下运动,并以4~6m/min的速度,拉出铸坯,所述的铸坯即为薄板坯,厚度为80~120mm。

[0025] 所述的步骤(1)中,所述的水冷却水温为35~40℃,水量为5800~6500L/min。

[0026] 所述的铸机设有二冷段和水平段,所述的二冷段包括二冷垂直段和二冷弧形段,所述的水平段设有2组矫直辊,在铸机二冷弧形段和水平段设有5~8对驱动辊。

[0027] 所述的步骤(2)中,二冷垂直段压下分3段,压下量分布在二冷垂直段,由于铸

坯带有液芯,因此,所需压下力较小,同时,压下采用铸坯内外弧同时向中心收缩的方式压下,单侧坯壳变形量40~60mm。铸坯在压下辊的压力下变形,总压下量从结晶器出口至进弯曲段前逐渐减小的方式分布在二冷垂直段内(例如:压下量120mm,则第1段压下60mm,第2段压下40mm,第3段压下20mm),将带液芯铸坯从200mm压下到80~120mm。

[0028] 所述的步骤(2)中,在二冷垂直段采用水冷却,比水量为2.0~3.5L/kg,进入二冷弧形段后采用气雾冷却,比水量为1.0~2.0L/kg,直至铸坯液芯全部凝固,冶金长度20~25m。

[0029] 该技术中的薄板坯采用特有的连续铸造装备生产,该装备具有200mm厚规格平行板结晶器、长区间铸坯带液芯压下(压下量80~120mm)、加长二冷垂直段辊列布置方式(4m≤二冷垂直段≤7m)和大弧形半径(≥7m)等特征,详见图4。

[0030] 本发明的有益效果:

[0031] (1) 采用200mm厚度的平行板结晶器,显著降低了铸坯坯壳与结晶器壁的摩擦,提高了铸坯质量和结晶器寿命;此外,结晶器厚度增大,容量增大,结晶器液面的稳定性增加,有利于铸坯质量控制;

[0032] (2) 采用通用型的直筒型双侧开口的浸入式水口,寿命高于扁平状浸入式水口,同时,采用了通用式的结晶器铜板和浸入式水口,薄板坯的制造成本大幅降低;

[0033] (3) 铸机高度低于立弯式铸机,高于直弧形铸机,同时具备了两种铸机的优势,又避免了立弯式铸机高度高,投资高,以及直弧形铸机长度大,产线长度受限的问题;

[0034] (4) 铸坯出结晶器后,在直线段内,发生漏钢事故时,对下方的设备影响较小,维修,安装方便;

[0035] (5) 铸坯带液芯矫直,温度相对较高,矫直力小,弯曲与矫直缺陷少。

附图说明:

[0036] 图1为CSP立弯式连铸机结构示意图;

[0037] 图2为ESP直弧形连铸机结构示意图;

[0038] 图3为漏斗形结晶器与浸入式水口结构示意图,其中,3(a)为漏斗形结晶器,3(b)为浸入式水口;

[0039] 图4为本发明实施例1采用的铸机及铸坯运行图,其中,1-平行板结晶器,2-压下辊,3-二冷垂直段,4-顶弯辊,5-二冷弧形段,6-带液芯矫直的铸坯,7-矫直辊,8-水平段;

[0040] 图5为平行板结晶器及直筒双侧开口的浸入式水口的截面图,其中,5(a)为纵截面图,5(b)为横截面图。

具体实施方式:

[0041] 下面结合实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0042] 实施例1:

[0043] 本实施例中钢水为典型Q195成分;钢水过热度20℃;

[0044] 采用的铸机及铸坯运行图如图4所示,铸机结构包括平行板结晶器1,压下辊2,二冷垂直段3,顶弯辊4,二冷弧形段5,矫直辊7,水平段8;平行板结晶器及直筒双侧开口的浸入式水口的截面图如图5所示,其中,5(a)为纵截面图,5(b)为横截面图,钢水经直筒形双侧

开口浸入式水口,将钢水送入出口厚度200mm的平行板直结晶器1,形成带液芯的铸坯,拉坯出结晶器后,进入二冷垂直段3,该区段长4.8m,通过6组压下辊2进行压下,总压下量为80mm,该压下量分布在整个二冷垂直段3,由于铸坯带有液芯,因此,所需压下力较小,同时,压下采用铸坯内外弧同时向中心收缩的方式压下,单侧坯壳变形量40mm,在该区域受铸坯辊缝的收缩,总压下量以从结晶器出口至进弯曲段前逐渐减小的方式分布在二冷垂直段内,将带液芯铸坯从200mm压下到120mm,之后带液芯铸坯在顶弯辊4的作用下进入半径7m的二冷弧形段5,经多点缓慢弯曲,结合矫直辊7缓慢矫直为水平,形成带液芯矫直的铸坯6,二冷垂直段3采用水冷却,比水量为3.5L/kg,进入二冷弧形段5后采用气雾冷却,比水量为2.0L/kg,直至铸坯液芯全部凝固,冶金长度22m,在二冷弧形段5和水平段8布置有5~8组驱动辊,驱动铸坯以拉坯速度4.5m/min生产出厚度为120mm铸坯。

[0045] 实施例2:

[0046] 钢水为典型Q235A成分;

[0047] 本实施例采用的铸机及铸坯运行图同实施例1,钢水过热度15℃,经直筒形双侧开口浸入式水口,将钢水送入出口厚度200mm的平行板直结晶器,形成带液芯的铸坯,拉坯出结晶器后,进入二冷垂直段,该区段长5.8m,通过6组压下辊进行压下,总压下量为100mm,该压下量分布在整个二冷垂直段,由于铸坯带有液芯,因此,所需压下力较小,同时,压下采用铸坯内外弧同时向中心收缩的方式压下,单侧坯壳变形量50mm,在该区域受铸坯辊缝的收缩,总压下量以从结晶器出口至进弯曲段前逐渐减小的方式分布在二冷垂直段内,将带液芯铸坯从200mm压下到100mm,之后带液芯铸坯在顶弯辊的作用下进入半径7m的二冷弧形段,经多点缓慢弯曲,结合矫直辊缓慢矫直为水平,形成带液芯矫直的铸坯,二冷垂直段采用水冷却,比水量为3.5L/kg,进入二冷弧形段后采用气雾冷却,比水量为1.0~2.0L/kg,直至铸坯液芯全部凝固,冶金长度24m,在二冷弧形段和水平段布置有8组驱动辊,驱动铸坯以拉坯速度5m/min生产出厚度为100mm铸坯。

[0048] 实施例3:

[0049] 钢水为典型Q235B成分;

[0050] 钢水过热度15℃,经直筒形双侧开口浸入式水口,将钢水送入出口厚度200mm的平行板直结晶器,形成带液芯的铸坯,拉坯出结晶器后,进入二冷垂直段,该区段长7m,通过6组压下辊2进行压下,总压下量为120mm,该压下量分布在整个二冷垂直段,由于铸坯带有液芯,因此,所需压下力较小,同时,压下采用铸坯内外弧同时向中心收缩的方式压下,单侧坯壳变形量50mm,在该区域受铸坯辊缝的收缩,总压下量以从结晶器出口至进弯曲段前逐渐减小的方式分布在二冷垂直段内,将带液芯铸坯从200mm压下到80mm,之后带液芯铸坯在顶弯辊的作用下进入半径7m的二冷弧形段,经多点缓慢弯曲,结合矫直辊缓慢矫直为水平,形成带液芯矫直的铸坯,二冷垂直段采用水冷却,比水量为3.5L/kg,进入二冷弧形段后采用气雾冷却,比水量为2.0L/kg,直至铸坯液芯全部凝固,冶金长度25m,在二冷弧形段和水平段布置有8组驱动辊,驱动铸坯以拉坯速度6m/min生产出厚度为80mm铸坯。

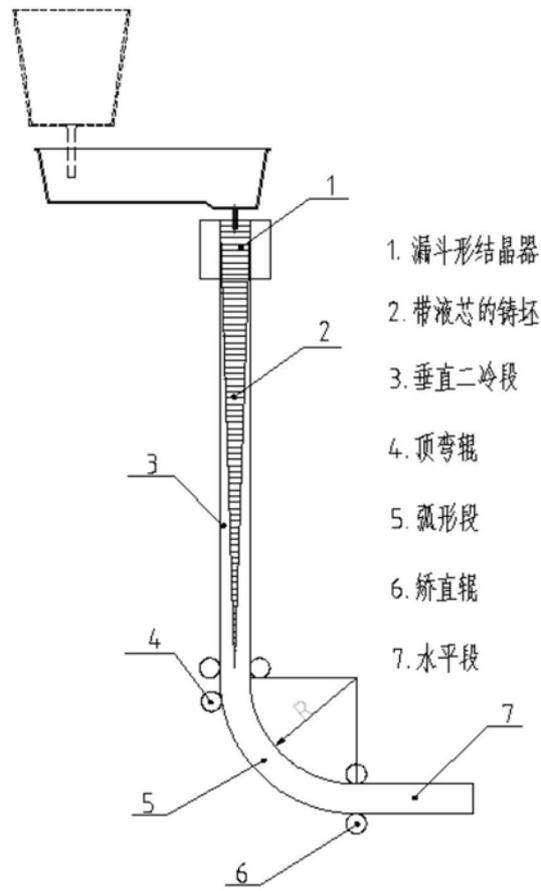


图1

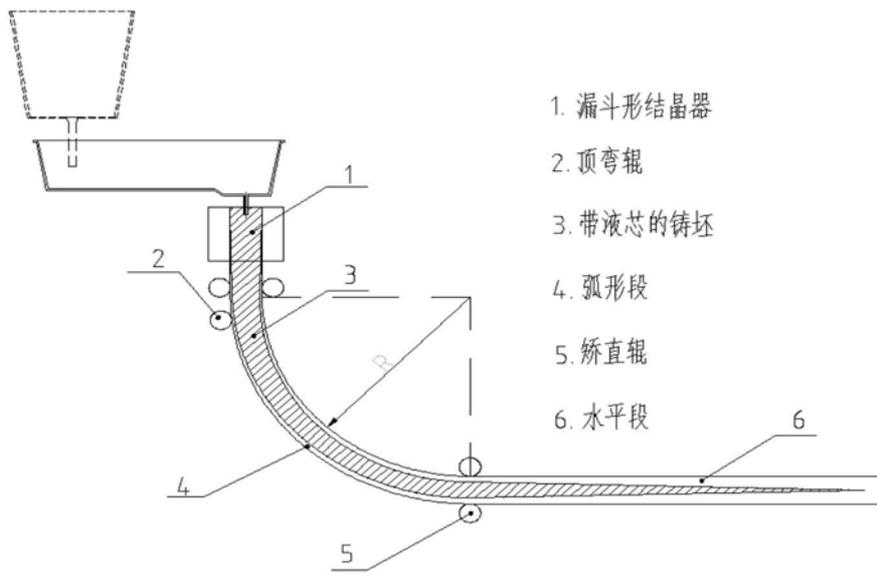
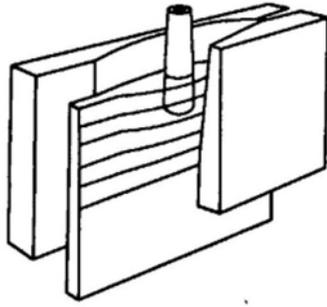
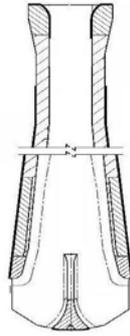


图2



(a)



(b)

图3

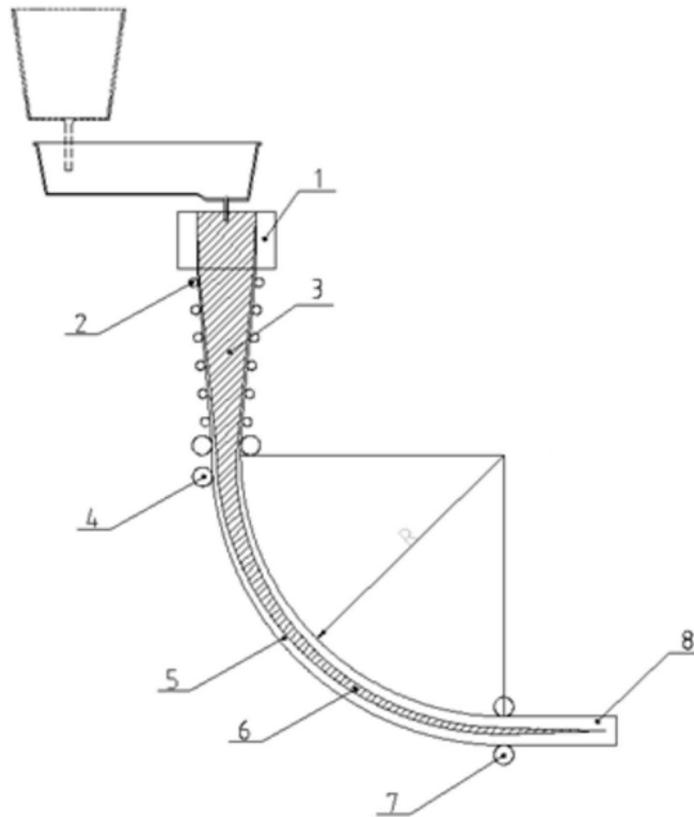


图4



(a)



(b)

图5