



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110508765 A

(43)申请公布日 2019.11.29

(21)申请号 201910845970.4

(22)申请日 2019.09.09

(71)申请人 东北大学

地址 110819 辽宁省沈阳市和平区文化路
三巷11号

(72)发明人 王昭东 李海军 李天祥

(74)专利代理机构 大连理工大学专利中心
21200

代理人 刘秋彤 梅洪玉

(51) Int. Cl.

B22D 11/12(2006.01)

B21B 1/46(2006.01)

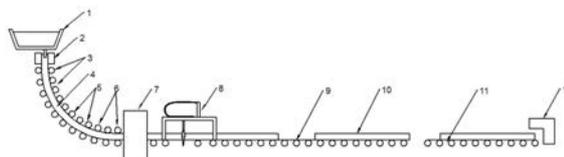
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种有利于消除芯部缺陷的大方坯连铸制造方法

(57)摘要

本发明提供一种有利于消除芯部缺陷的大方坯连铸制造方法,属于大断面方坯生产领域。该连铸生产方法将连铸坯轻压下技术和热芯高温大压下轧制技术优化组合。通过轻压下过程消除芯部宏观偏析缺陷;再通过连铸拉矫机后直接布置大压下率的轧机,在铸坯完全凝固状态下充分利用铸坯“外冷内热”温度场特征,进行在线对向压下的轧制过程,实现芯部缩孔疏松等缺陷的消除。



1. 一种有利于消除芯部缺陷的大方坯连铸制造方法,其特征在于,具体步骤如下:

(1) 连铸和拉坯工序

钢水经过中间包(1)分配到结晶器(2)中,随着与结晶器(2)接触的钢水凝固形成了固液共存状态的连铸坯(4);

(2) 连铸轻压下工序

连铸坯(4)从结晶器(2)底部稳定拉出,铸坯芯部处于固液共存的糊状,随之进入连铸二次冷却区(3),之后连铸坯(4)在轻压下区域(5)内进行单侧多辊连续轻压下变形;

(3) 高温大压下轧制工序

轻压下区域(5)后为矫直区(6),连铸坯(4)在矫直区(6)内通过拉矫机实现平直化,且凝固完成;高温大压下轧机(7)布置在拉矫机之后,且与连铸产线直接相接,凝固完成之后的连铸坯(4)利用特殊箱型孔型轧辊施加对向压下的热芯大压下率轧制过程,轧制过程中轧制速度与连铸的拉坯速度实现动态匹配;

(4) 切割与运输工序

稳定生产的铸坯经过轻压下和热芯高温大压下之后,采用火焰切割机(8)进行定尺火焰切割,切后的定尺铸坯(10)经导轨送入冷床(11),用打码机(12)打标并冷却。

2. 根据权利要求1所述的一种有利于消除芯部缺陷的大方坯连铸制造方法,其特征在于,所述的连铸坯(4)为方坯或矩形坯,边长控制在200mm-500mm之间,对应拉坯速度为0.4m/min-2.0m/min。

3. 根据权利要求1或2所述的一种有利于消除芯部缺陷的大方坯连铸制造方法,其特征在于,所述连铸轻压下工序中,对应铸坯芯部固相率为0.3-0.8,连续压下设备具有20mm的压下能力,多辊系连续总压下率为0.1%-5.0%。

4. 根据权利要求1或2所述的一种有利于消除芯部缺陷的大方坯连铸制造方法,其特征在于,所述高温大压下轧制工序中,高温大压下轧机(7)在铸坯完全凝固状态下进行轧制变形过程,此时铸坯芯部温度 T 接近固相点温度 T_s ,且温度差 $T_s - T \leq 200^\circ\text{C}$,铸坯芯表温差不低于 200°C ;铸坯表面的中心温度在 $800-1000^\circ\text{C}$ 之间。

5. 根据权利要求3所述的一种有利于消除芯部缺陷的大方坯连铸制造方法,其特征在于,所述高温大压下轧制工序中,高温大压下轧机(7)在铸坯完全凝固状态下进行轧制变形过程,此时铸坯芯部温度 T 接近固相点温度 T_s ,且温度差 $T_s - T \leq 200^\circ\text{C}$,铸坯芯表温差不低于 200°C ;铸坯表面的中心温度在 $800-1000^\circ\text{C}$ 之间。

6. 根据权利要求1、2或5所述的一种有利于消除芯部缺陷的大方坯连铸制造方法,其特征在于,所述高温大压下轧机(7)根据所生产的铸坯断面不同进行以下二选一的形式布置:针对横截面为大宽高比的方坯,选取带凸缘箱型孔型辊的立辊轧制;针对小宽高比的方坯,选取带凸缘箱型孔型辊的平辊轧制;使用对向压下完成轧制变形过程,铸坯中心线位置不变;所述高温大压下轧机(7)的轧制速度与拉坯速度动态匹配,通过两辊对向对称压下实现轧制变形过程。

7. 根据权利要求3所述的一种有利于消除芯部缺陷的大方坯连铸制造方法,其特征在于,所述高温大压下轧机(7)根据所生产的铸坯断面不同进行以下二选一的形式布置:针对横截面为大宽高比的方坯,选取带凸缘箱型孔型辊的立辊轧制;针对小宽高比的方坯,选取带凸缘箱型孔型辊的平辊轧制;使用对向压下完成轧制变形过程,铸坯中心线位置不变;所

述高温大压下轧机(7)的轧制速度与拉坯速度动态匹配,通过两辊对向对称压下实现轧制变形过程。

8.根据权利要求4所述的一种有利于消除芯部缺陷的大方坯连铸制造方法,其特征在于,所述高温大压下轧机(7)根据所生产的铸坯断面不同进行以下二选一的形式布置:针对横截面为大宽高比的方坯,选取带凸缘箱型孔型辊的立辊轧制;针对小宽高比的方坯,选取带凸缘箱型孔型辊的平辊轧制;使用对向压下完成轧制变形过程,铸坯中心线位置不变;所述高温大压下轧机(7)的轧制速度与拉坯速度动态匹配,通过两辊对向对称压下实现轧制变形过程。

9.根据权利要求6所述的一种有利于消除芯部缺陷的大方坯连铸制造方法,其特征在于,立辊轧制过程中,工作辊及孔型辊的最小直径位置的直径范围为500-1400mm,轧机压下量30-70mm;带有凸缘结构的箱型孔型的凸缘宽度为铸坯宽度的0.5-0.7倍,单侧凸缘高度为20-30mm。

10.根据权利要求7或8所述的一种有利于消除芯部缺陷的大方坯连铸制造方法,其特征在于,立辊轧制过程中,工作辊及孔型辊的最小直径位置的直径范围为500-1400mm,轧机压下量30-70mm;带有凸缘结构的箱型孔型的凸缘宽度为铸坯宽度的0.5-0.7倍,单侧凸缘高度为20-30mm。

一种有利于消除芯部缺陷的大方坯连铸制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及大断面方坯生产领域,具体为一种综合利用了连铸坯轻压下技术和热芯高温大压下轧制技术,进行低宏观偏析和缩孔缺陷的高品质铸坯生产方法。

背景技术

[0002] 通常,高品质大截面棒材等轧制产品是以大方坯为原材料进行热轧生产的,所以连铸生产中铸坯质量的控制对最终钢铁产品质量起决定性作用。大方坯的主要缺陷为中心缩孔、疏松和偏析等,如果铸坯芯部的缺陷不能在连铸生产中得到控制并在热轧生产中消除,会产生中心裂纹以及网状、带状组织缺陷,有可能对产品综合性能造成恶劣影响,甚至影响产品使用安全。所以在常规热轧生产中往往需要非常大的压缩比用以消除这些缺陷,不仅工艺流程长,生产成本低,而且限制了热轧产品的成品规格。

[0003] 针对这一常见问题,在连铸生产中常常应用轻压下技术用以解决铸坯芯部偏析和缩孔问题,即在在铸坯芯部固相率0.3-0.8的区段内,由一组具有压下功能的辊实施3.0%左右压下率的多辊连续小压下量变形,应用结果该过程对解决铸坯芯部偏析具有一定效果,但该过程对芯部疏松缩孔缺陷的消除效果并不明显。进而近些年出现了凝固末端重压下技术,旨在铸坯芯部固相率0.8-1.0区间内施加单辊或多辊连续的大变形压下过程解决铸坯芯部缩孔和偏析问题,但是该温度区间材料处于低塑性区内,钢铁材料流动补缩能力变差,故此在大的压下变形作用下,容易产生铸坯芯部裂纹并被保留在铸坯产品中。

[0004] 为了解决以上铸坯生产问题,本专利提出一种低缺陷率高品质铸坯生产方法,该方法通过在连铸拉矫机后在线布置大压下率的轧机,使轧制速度与连铸拉坯速度动态匹配,在铸坯完全凝固状态下利用特殊箱型孔型轧辊施加对向压下轧制,用以代替常规热轧工艺第一道次轧制,重点解决铸坯芯部疏松、缩孔缺陷;并且配合轻压下工艺过程解决芯部偏析问题。

发明内容

[0005] 发明要解决的问题是提出一种低缺陷率高品质大断面方坯的生产方法,综合利用轻压下技术和高温大压下轧制技术,重点解决铸坯芯部疏松、缩孔以及宏观偏析缺陷,从而生产高品质铸坯。

[0006] 本发明的技术的方案:

[0007] 一种有利于消除芯部缺陷的大方坯连铸制造方法,具体步骤如下:

[0008] (1) 连铸和拉坯工序

[0009] 钢水经过中间包1分配到结晶器2中,随着与结晶器2接触的钢水凝固形成了固液共存状态的连铸坯4。

[0010] (2) 连铸轻压下工序

[0011] 连铸坯4从结晶器2底部稳定拉出,铸坯芯部处于固液共存的糊状,随之进入连铸二次冷却区3,之后连铸坯4在轻压下区域5内进行单侧多辊连续轻压下变形。

[0012] (3) 高温大压下轧制工序

[0013] 轻压下区域5后为矫直区6,连铸坯4在矫直区6内通过拉矫机实现平直化,且凝固完成;高温大压下轧机7布置在拉矫机之后,且与连铸产线直接相接,凝固完成之后的连铸坯4利用特殊箱型孔型轧辊施加对向压下的热芯大压下率轧制过程,轧制过程中轧制速度与连铸的拉坯速度实现动态匹配。

[0014] (4) 切割与运输工序

[0015] 稳定生产的铸坯经过轻压下和热芯高温大压下之后,采用火焰切割机8进行定尺火焰切割,切后的定尺铸坯10经导轨送入冷床11,用打码机12打标并冷却。

[0016] 所述的连铸坯4为方坯或矩形坯,边长控制在200mm-500mm之间,对应拉坯速度为0.4m/min-2.0m/min。

[0017] 所述连铸轻压下工序中,对应铸坯芯部固相率为0.3-0.8,连续压下设备具有20mm的压下能力,多辊系连续总压下率为0.1%-5.0%。

[0018] 所述高温大压下轧制工序中,高温大压下轧机7在铸坯完全凝固状态下进行轧制变形过程,此时铸坯芯部温度 T 接近固相点温度 T_s ,且温度差 $T_s - T \leq 200^\circ\text{C}$,铸坯芯表温差不低于 200°C ;铸坯表面的中心温度在 $800-1000^\circ\text{C}$ 之间。轧制变形过程中利用连铸坯芯表温度梯度形成较大的芯表等效应力梯度,高温的铸坯芯部金属更容易产生塑性流动,从而填补缩孔体积实现铸坯芯部缩孔缺陷的消除。该轧制变形过程中轧辊对向压下且保持铸坯的轴向中心线不发生偏移,用以保证铸坯均匀变形并减小对连铸过程的影响。高温大压下轧机7拥有动态压下功能,并与连铸过程形成一体化的控制系统,从而实现在生产过程中在线调节辊缝。

[0019] 所述高温大压下轧机7根据所生产的铸坯断面不同进行以下二选一的形式布置:针对横截面为大宽高比的方坯,选取带凸缘箱型孔型辊的立辊轧制;针对小宽高比的方坯,选取带凸缘箱型孔型辊的平辊轧制;使用对向压下完成轧制变形过程,铸坯中心线位置不变。

[0020] 所述高温大压下轧机7的轧制速度与拉坯速度动态匹配,通过两辊对向对称压下实现轧制变形过程。

[0021] 立辊轧制过程中,工作辊及孔型辊的最小直径位置的直径范围为500-1400mm,轧机压下量30-70mm。带有凸缘结构的箱型孔型的凸缘宽度为铸坯宽度的0.5-0.7倍,单侧凸缘高度为20-30mm。

[0022] 本发明的有益效果是:

[0023] 本发明兼顾了糊状区轻压下过程和固相区近凝固点大压下轧制过程,可以分别发挥其在解决铸坯芯部宏观偏析和疏松缩孔缺陷的优势。轻压下和大压下轧制过程中都能充分利用铸坯在连铸过程中形成的“外冷内热”的温度特征,变形过程中在变形方向上的温度梯度会在该方向上产生相应的变形抗力梯度,从而促进铸坯芯部的传质过程和金属流动过程,促使铸坯缺陷消除。

[0024] 与现阶段的单一轻压下技术或铸坯凝固末端重压下技术相比,该连铸坯热芯高温大压下技术还表现出以下技术优势:

[0025] (1) 该工艺综合发挥了大压下轧制过程消除疏松缩孔缺陷的优势,配合轻压下技术,解决铸坯芯部偏析缺陷。

[0026] (2)与现有的重压下技术相比,热芯高温大压下轧制过程避开了铸坯芯部的低塑性温度区可以减小芯部裂纹产生风险。

[0027] (3)单道次热芯大压下轧制与现有的重压下技术多道次的累积压下相比,更有利于变形向芯部渗透及连铸坯芯部缩孔、疏松缺陷的消除。

[0028] (4)高温大压下轧制过程能够给予大压下率轧制变形,具有更高的铸坯芯部孔隙消除能力;针对大宽高比(铸坯横截面的宽边和高的比值 $\theta=W/H>1.3$)大方坯的选取带凸缘箱型孔型辊的立辊轧制,而针对小宽高比($\theta=W/H<1.3$)大方坯利用带凸缘箱型孔型辊进行平轧变形,能够优化缩孔缺陷消除效果,且使连铸坯产品规格更适用于后续热轧生产。

[0029] (5)大压下率的轧制变形过程可以打碎枝晶,改善铸态组织,促进动态再结晶过程,配合后续热加工过程的再加热工序实现铸坯组织和性能的均匀化。

[0030] (6)和常规热轧工艺的第一道次轧制相比,连铸坯温度场的芯表温差大的特征更有利于变形向芯部渗透,有望以较小的压缩比来生产更大截面的优质产品。

附图说明

[0031] 图1是该发明的结构示意图。

[0032] 图2是本发明涉及的适用于大方坯的高温大压下轧机布置图。

[0033] 图3是本发明涉及的适用于大方坯高温大压下轧机布置俯视图。

[0034] 图4是大方坯高温大压下轧机辊型示意图。

[0035] 图中:1中间包;2结晶器;3连铸二次冷却区;4连铸坯;4a矩形连铸坯;4b大方坯;5轻压下区域;6矫直区;7高温大压下轧机;7a立辊高温大压下轧机;7b平辊高温大压下轧机;8火焰切割机;9运输辊道;10定尺铸坯;11冷床;12打码机。

具体实施方式

[0036] 参照附图对本发明优选的实施方式进行详细说明如下。为了使以下解释易于理解,对关键设备结构进行了放大表示,示意图中具体的尺寸比例不限于与实际不知情况一致。

[0037] 以在300mm×360mm断面的大方坯生产中应用该连铸制造方法为例,精炼钢水经过中间包1进入结晶器2,随着与结晶器接触的钢水凝固形成了固液共存状态的连铸坯4。连铸坯4从结晶器2底部稳定拉出随之进入二次冷却区3,拉坯速度为0.6m/min保证了稳定的连铸坯生产过程同时也是大的芯表温度梯度的形成过程。

[0038] 稳定生产的固液共存连铸坯经过二冷阶段之后进入轻压下区域5,进行辊列式单侧多辊连续小压下量变形过程。连续压下设备拥有20mm的压下能力,用以满足不同生产批次、规格铸坯的轻压下要求。轻压下区段内,铸坯芯部固相率为0.35-0.7,通过压下过程促进铸坯芯部传质过程,解决芯部宏观偏析缺陷。

[0039] 弧形连铸机生产的铸坯经过二冷段和轻压下后进入矫直区6,经过该矫直过程铸坯实现平直化,并且该区域内连铸坯凝固完成,为后续高温大压下对向热芯轧制变形过程提供了必要条件。

[0040] 高温大压下轧机7直接在线布置在拉矫区6之后,轧制速度与连铸的拉坯速度实现动态匹配。该过程是热芯轧制过程,铸坯芯部完全凝固。该应用实例中,高温大压下轧制位

置铸坯芯表温差 348°C 以上,铸坯表面中心温度为 982°C 。轧制变形过程中利用连铸坯芯表温度梯度形成较大的芯表等效力梯度,高温的铸坯芯部金属更容易产生塑性流动,从而填补缩孔体积实现铸坯芯部缩孔缺陷的消除。该轧制变形过程中轧辊对向压下且保持铸坯的轴向中心线不发生偏移,用以保证铸坯均匀变形并减小对连铸过程的影响。大压下轧机7拥有动态压下功能,并与连铸过程形成一体化的控制系统,具体实施过程中在连铸开始和结束时,对冷硬的铸坯头部和尾部不进行大压下轧制过程。

[0041] 本发明针对大方坯设计了不同高温大压下轧制形式,针对具有较大断面宽高比的大方坯4a设计了如图2的轧机布置形式,即利用带有凸缘结构的箱型孔型立辊7a轧制铸坯窄面;针对小宽高比大方坯4b,设计了带有凸缘结构的箱型孔型平辊7b,通过平轧形式完成轧制过程。所述的带有凸缘结构的箱型孔型辊7b如图4所示。利用该辊型设计可以促进缩孔缺陷的三个维度方向的压合。本实施例中,以平轧形式布置轧机,轧辊上设计了带有凸缘结构的箱型孔型,孔型区内最细处轧辊直径为 1200mm ,最大能够提供 30mm 的压下量。带有凸缘结构的箱型孔型的凸缘宽度为铸坯宽度的 0.7 倍,单侧凸缘高度为 20mm 。

[0042] 经过轻压下和高温大压下过程的配合,实现解决铸坯芯部宏观偏析和缩孔缺陷的目标。

[0043] 完成轻压下和大压下过程的铸坯经过火焰切割机8的切割过程,形成定尺铸坯10。再经过运输辊道9运输到冷床11后,通过打号机12喷码,形成连铸成品铸坯。

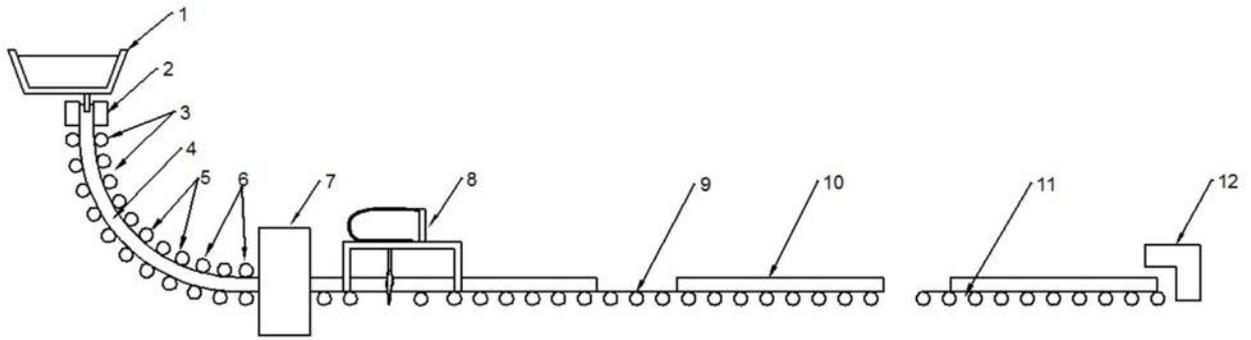


图1

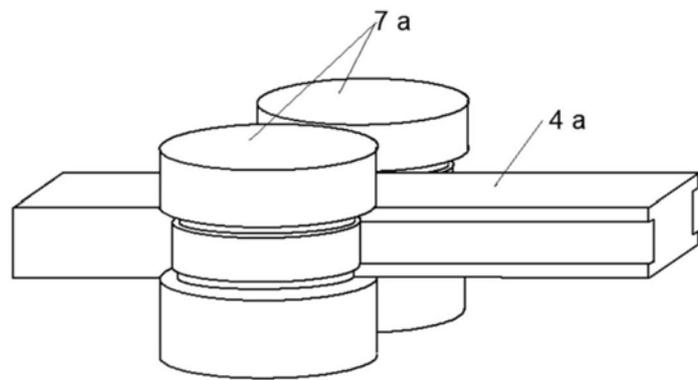


图2

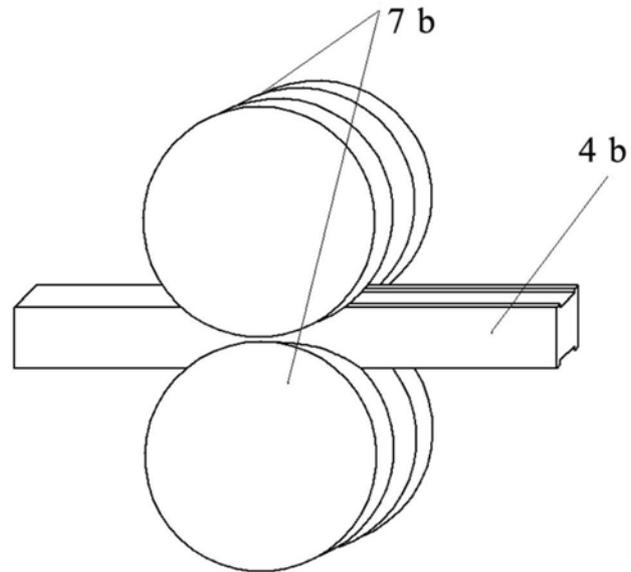


图3

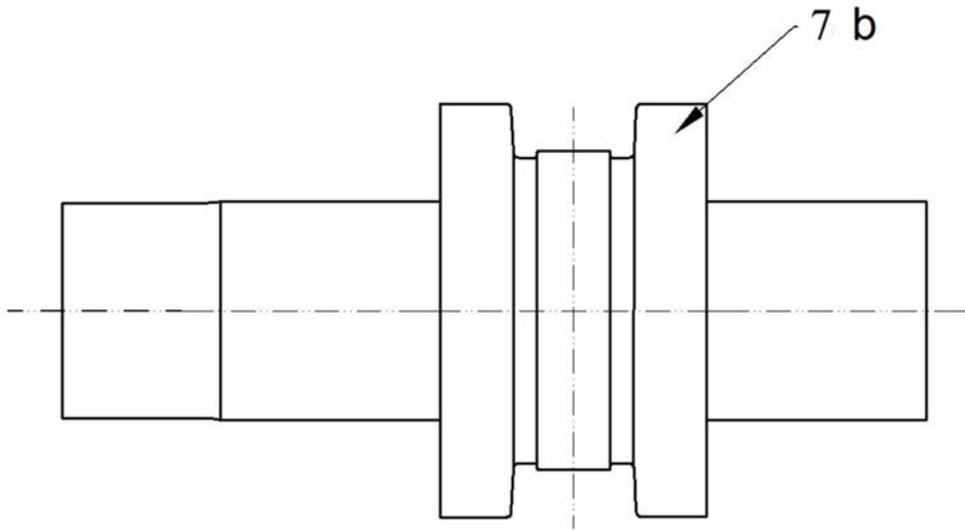


图4