



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110923394 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 10

(21) 申请号 201911189735.2

B22D 1/00 (2006.01)

(22) 申请日 2019.11.28

B22D 11/14 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110923394 A

(56) 对比文件

CN 211367630 U, 2020.08.28

US 6155333 A, 2000.12.05

(43) 申请公布日 2020.03.27

JP 2005103552 A, 2005.04.21

(73) 专利权人 中冶京诚工程技术有限公司

CN 110388830 A, 2019.10.29

地址 100176 北京市大兴区北京经济技术

CN 108642237 A, 2018.10.12

开发区建安街7号

JP 2009197285 A, 2009.09.03

(72) 发明人 耿明山 曹建宁 韩庆礼 潘宏涛

CN 107971499 A, 2018.05.01

CN 1279293 A, 2001.01.10

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

审查员 薛玉清

专利代理师 韩嫚嫚 汤在彦

(51) Int. Cl.

G21C 5/52 (2006.01)

G21C 7/10 (2006.01)

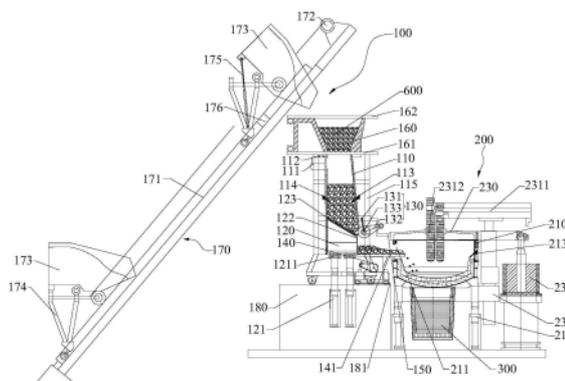
权利要求书3页 说明书13页 附图4页

(54) 发明名称

炼钢设备及炼钢方法

(57) 摘要

本发明提供了一种炼钢设备及炼钢方法,其中,炼钢设备包括预热装置、电弧炉、精炼装置、中间熔炼器和连铸机,预热装置具有入口口和排料口;电弧炉包括炉壳,炉壳上设有进料口和出钢孔,进料口与排料口相连通,炉壳的底部设有用于搅拌钢水的第一搅拌装置;精炼装置具有进液口和出液口,进液口与出钢孔相连通;中间熔炼器具有入口和出口,入口与出液口相连通,中间熔炼器内设有过滤组件;连铸机具有投料口和出钢口,投料口与出口相连通。本发明无需转运钢水包,炼钢过程可以实现动态连续运行,缩短了生产周期,提高了产量。



1. 一种炼钢设备,其特征在于,所述炼钢设备包括:  
预热装置,其具有入料口和排料口;  
电弧炉,其包括炉壳,所述炉壳上设有进料口和出钢孔,所述进料口与所述排料口相连通,所述炉壳的底部设有用于搅拌钢水的第一搅拌装置;  
精炼装置,其具有进液口和出液口,所述进液口与所述出钢孔相连通;  
中间熔炼器,其具有入口和出口,所述入口与所述出液口相连通,所述中间熔炼器内设有过滤组件;  
连铸机,其具有投料口和出钢口,所述投料口与所述出口相连通;  
所述精炼装置包括炉体、密封盖、精炼电极和真空精炼炉,所述炉体的上端敞开形成所述进液口,所述出液口设置于所述炉体的底部,所述密封盖能密封盖设于所述炉体的上端,所述精炼电极和所述真空精炼炉均能伸入所述炉体内,所述炉体上连接有旋转升降机构,所述密封盖、所述精炼电极和所述真空精炼炉均与所述旋转升降机构相接,所述旋转升降机构能带动所述密封盖、所述精炼电极和所述真空精炼炉上下移动和水平转动;通过所述旋转升降机构驱动所述精炼电极和所述真空精炼炉的交换进入所述精炼装置。
2. 根据权利要求1所述的炼钢设备,其特征在于,  
所述旋转升降机构包括液压缸,所述液压缸的缸体与所述炉体相接,所述密封盖、所述精炼电极和所述真空精炼炉分别通过一连接臂能转动的与所述液压缸的活塞杆相接。
3. 根据权利要求1所述的炼钢设备,其特征在于,  
所述出液口处连接有滑板式控制阀。
4. 根据权利要求1所述的炼钢设备,其特征在于,  
所述炉体的底部设置有用于搅拌钢水的第二搅拌装置。
5. 根据权利要求1所述的炼钢设备,其特征在于,  
所述中间熔炼器内还设有等离子燃烧器。
6. 根据权利要求1所述的炼钢设备,其特征在于,  
所述过滤组件包括至少一挡渣板,所述挡渣板设置于所述入口与所述出口之间,所述挡渣板上设有多个通孔,所述通孔内容置有过滤器。
7. 根据权利要求6所述的炼钢设备,其特征在于,  
所述入口通过长水口与所述出液口相连通,且所述长水口的出口端伸入至所述中间熔炼器内,所述过滤组件还包括湍流抑制器,所述湍流抑制器对应于所述长水口的出口端位置连接于所述中间熔炼器的内壁上。
8. 根据权利要求7所述的炼钢设备,其特征在于,  
所述湍流抑制器与所述长水口的出口端之间的距离小于或者等于400mm。
9. 根据权利要求7所述的炼钢设备,其特征在于,  
所述长水口上连接有流量检测器。
10. 根据权利要求1所述的炼钢设备,其特征在于,  
所述中间熔炼器内对应于所述出口的位置设有钢水流量控制装置。
11. 根据权利要求1所述的炼钢设备,其特征在于,  
所述第一搅拌装置包括至少两个间隔设置的喷枪,所述喷枪连接于所述炉壳的内壁上,且所述喷枪与所述出钢孔间隔设置,所述喷枪上连接有能与外部的气源相接的管道。

12. 根据权利要求11所述的炼钢设备,其特征在于,所述管道上设有调节阀。
13. 根据权利要求12所述的炼钢设备,其特征在于,所述炉壳上能分离的盖设有炉盖,所述炉盖上开设有观察孔,所述观察孔上设有用于观察所述炉壳的内部的摄像头。
14. 根据权利要求1所述的炼钢设备,其特征在于,所述预热装置包括竖井预热器,所述竖井预热器包括:竖井,所述入料口设置于所述竖井的上端,所述排料口设置于所述竖井的侧壁下部;卸料器,其设置在所述竖井内并能够沿竖直方向相对于所述竖井运动,所述卸料器具有朝向所述排料口倾斜的上表面,所述卸料器朝向所述排料口的侧壁上设置有烟气通孔,所述烟气通孔连通所述电弧炉的进料口与所述卸料器的上方;导向辊,其设置于所述排料口处,所述导向辊能够控制所述排料口的开度。
15. 根据权利要求14所述的炼钢设备,其特征在于,所述预热装置还包括能振动运料的炉料输送机,所述排料口通过所述炉料输送机与所述进料口相连通。
16. 根据权利要求15所述的炼钢设备,其特征在于,所述卸料器与所述电弧炉之间、所述排料口与所述炉料输送机之间、以及所述进料口与所述炉料输送机之间均设有密封件。
17. 根据权利要求16所述的炼钢设备,其特征在于,所述入料口处设有受料漏斗,所述受料漏斗的小径端与所述入料口相对设置,且所述受料漏斗的小径端连接有第一滑动密封板,所述第一滑动密封板能控制所述受料漏斗的小径端的开闭,所述受料漏斗的大径端连接有第二滑动密封板,所述第二滑动密封板能够控制所述受料漏斗的大径端的开闭。
18. 根据权利要求17所述的炼钢设备,其特征在于,所述预热装置还包括用于向所述受料漏斗内加入炼钢原料的倾斜上料机构,所述倾斜上料机构设置于所述竖井的一侧,所述倾斜上料机构包括倾斜设置的导轨,所述导轨上设有牵引装置和翻斗。
19. 一种炼钢方法,采用如权利要求1至18中任意一项所述的炼钢设备,其特征在于,所述炼钢方法包括以下步骤:  
将炼钢原料投入预热装置内进行预热处理;  
将预热处理后的所述炼钢原料投入电弧炉内进行熔化处理,并启动搅拌装置对所述电弧炉内的物料进行搅拌,以使所述炼钢原料熔化成钢水;  
将熔化处理后形成的所述钢水投入精炼装置进行精炼处理;  
将精炼处理后的所述钢水直接投入中间熔炼器内进行过滤处理;  
将过滤处理后的所述钢水直接投入连铸机内进行降温处理,以使所述钢水凝固形成预设长度的钢坯。
20. 根据权利要求19所述的炼钢方法,其特征在于,所述炼钢原料包括含铁原料和熔剂,所述含铁原料为含铁矿石、氧化铁皮、废钢、含铁粉尘和含铁尘泥中的至少一种,所述熔剂为生石灰、白云石和萤石中的至少一种。

21. 根据权利要求19所述的炼钢方法,其特征在于,  
所述电弧炉内容置有热装铁水,所述热装铁水的重量小于或者等于所述炼钢原料的重量的85%。

## 炼钢设备及炼钢方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及冶金技术领域,特别涉及一种炼钢设备及炼钢方法。

### 背景技术

[0002] 随着科技加速发展,对钢的质量要求也日益提高,薄板要求好的深冲性能,厚板要求整个厚度上性能均匀,管材要求有高的横向冲击值……这些都要求钢中硫、磷、氢、氮以及脱氧过程中产生的硅、锰、铝等氧化物非金属夹杂的单独含量,脱除降低到十万分之几或百万分之几,甚至千万分之几的超洁净钢,以消除对钢性能的有害影响。

[0003] 炼钢按工艺流程可分为长流程和短流程两种形式,其中:

[0004] 长流程是从铁矿石、烧结(或球团)、炼焦、高炉炼铁、转炉吹炼成粗钢水,再经精炼炉炼钢。焦炭是长流程不可缺少的最重要的原料,由于炼焦煤资源有限,焦煤仅占煤总量的5-10%,现有技术可经济开发的焦煤只占1.5~4%,使依赖炼焦煤的长流程面临煤资源匮乏而无法生产的局面。长流程规模庞大,投资高,占用土地面积大,生产周期长,吨钢能耗高,环境污染严重,尤其是炼焦系统的污染,是传统长流程无法克服的弊端。

[0005] 短流程即以废钢、直接还原铁(DRI、海绵铁)等为原料,通过电弧炉熔化、氧化成粗钢水,经精炼炉炼出成品钢,不需要焦炭,采用最普遍的是以天然气为还原剂的Midrex、HYL法以及煤为还原剂的回转窑法、竖炉法、转底炉法等,但仍然需要铁矿粉造块或造球工序,而且需要丰富的天然气资源,煤基回转窑法生产效率低,转底炉法如Inmetco工艺、Fastmet工艺和Iron Dynamics工艺、Comet工艺等规模难以扩大。

[0006] 电弧炉炼钢中节能、降耗、环保一直是全球电弧炉炼钢技术发展的核心技术之一。

[0007] 传统的炼钢电弧炉,废钢分为二至三次从炉顶装入,依靠电极与废钢之间产生的电弧来熔化废钢。因此,传统的电弧炉只能间断的向炉内送电,间隔一段时间即停电,旋开炉盖装料,这样极大地降低了电弧炉的生产率,增加了电弧炉的热损失和能源消耗。同时大量烟尘在装料时排放到厂房内,增加了除尘环保的难度。间断式的电极与废钢产生明弧,增大了对电网的冲击和噪音的危害程度,炼钢产生的高温烟气节能降耗是电弧炉冶炼的重要课题,其中利用烟气余热预热废钢一直被人们广泛关注。电弧炉冶炼过程中会产生大量的高温烟气,这些烟气的温度高达1000℃以上,排烟量高达500~1200m<sup>3</sup>/(h·t)。利用这些烟气显热预热废钢,将会产生巨大的经济效益。

[0008] 众所周知,废钢预热是电弧炉炼钢节能技术的发展方向之一,目前在与电弧炉配套的废钢预热中,代表性方式有水平连续输运方式和竖炉方式,所用设备分别如康斯迪电弧炉(即Consteel电弧炉)和篦式竖炉电弧炉。

[0009] 其中,利用电弧炉烟气预热废钢技术是一个二十多年来国内外均在研究的一项技术,但因其技术难度大,目前仅有少量方案投入实际使用,典型代表如振动连续加料的Consteel(US5400358-1992)手指竖炉(DE4025294A1-1992)、竖井侧推加料(US2007/0013112A1)技术。

[0010] 水平式废钢预热装置因对厂房高度没有过高的要求,已为部分企业所关注。

[0011] 目前具有代表性的水平式连续加料废钢预热装置主要是国外引进的所谓连续炼钢电弧炉(Consteel)。

[0012] Consteel (US5400358-1992) 是一种水平连续给料技术,可实现电弧炉稳弧冶炼,环保且电极消耗降低,可大大降低电弧炉的生产过程费用,但该方法废钢只有上层物料被加热,故废钢预热效果不佳,据国内外报道平均节能效果只有吨钢25kwh;此外,由于要提高原料(废钢)换热效率,输送槽内的废钢在输送带上堆高比较薄,必然加大预热段的长度,设备全长可达90~100m,针对车间的布置是非常不利的;再次,该方案动态密封漏气较严重,对风机等的容量要求较大。

[0013] 康斯迪电弧炉的热烟气在预热装置中逆着废钢运行流动,由于废钢在水平的预热装置中无法充满,有一大部份的气流在废钢层的上部流动,使得底部的废钢预热效果差,为了达到较高的热交换,通常需要60米长的预热隧道。由于废钢中具有含氯的化合物,如PVC等,理论上,这些含氯的化合物在低于800℃不完全燃烧就会产生二噁英,特别在300~500℃范围内不完全燃烧最容易产生二噁英,由于康斯迪炉的预热隧道较长,热烟气和废钢热交换后,温度不断降低,使废钢中的含氯的化合物在300~500℃之间不完全燃烧下极易产生二噁英,污染环境。但其存在的固有缺点是:1、虽然其发明者英特尔制钢公司认为该公司开发的Consteel工艺可将废钢预热至500℃左右,设备供应商意大利得德兴公司也宣传可将废钢预热到400℃~600℃,而Kyoei Steel(即日本共英制钢)公司的生产实践表明,经预热后的废钢温度上下不均(上高下低),距表面600mm~700mm处的废钢温度<100℃,其节能效果仅为25kwh/t钢,传热效率很低。国内在用Consteel电弧炉的生产实践也证明该设备废钢预热温度低,节能效果差。2、其设备长度很长,一般预热通道和装料运输机全长约60米左右,占地面积大,设备的安装和旧厂房的改造非常困难,一次性投资很高。3、漏风量大,烟气中混入大量野风,不仅增加了除尘风机的负担,而且大大不利于烟气余热的回收利用。4、上料电磁吊车作业率非常高,有的达到90%以上,有时会因装料而影响生产。

[0014] 手指竖炉电弧炉是德国FUCHS公司在20世纪90年代初开发和研制的,是一种典型的电弧炉废钢预热装置,所谓“手指”是指在竖炉和电弧炉连通接口之间有单排或多排的可通过机械装置开启和关闭的手指类托架。在电弧炉冶炼过程中,通过向废气流中直接加入废钢而充分利用废气对废钢的预热能力,不仅利用烟气显热,同时可利用烟气中的可燃气体进行二次燃烧的化学能,因此,这类带托料装置的废钢预热技术因烟气能穿透废钢层,预热节能效果好,可达到吨钢60~100kwh,但是,传统竖炉中由于废钢对手指类托架的直接冲击,容易导致被废钢砸坏,增加了设备维护,影响了废钢预热技术的推广使用。同时由于废钢中存在一定量的轻薄料,在可燃气体二次燃烧的情况下有可能造成局部废钢的熔化,造成竖炉内废钢粘结,引发竖炉废钢无法顺畅的进入电弧炉的问题。为此,避免废钢直接砸落到手指类托架,便可明显的减少废钢加料过程的冲击,减少设备的维护。FUCHS公司又推出了新一代FUCHS-COSS电弧炉,即是对竖炉的改进,用独立的推料系统代替原来的竖井,推料系统为无水冷系统,用铸铁板组成,避免了原来因竖井漏水而影响冶炼周期,但机械结构庞大,运行复杂。

[0015] 竖式虽然热效率较高,废钢预热温度较高,但它要求厂房的标高很高,设备庞大,一次性投资很高,且不适应现有电弧炉炼钢车间的改造。在篦式竖炉中,电弧炉的热烟气从竖井的下端进入,从竖井的上端排出。这样,竖井的断面要有足够大,才能让热烟气在废钢

间缝隙中流过。在实际生产中,水冷的指篦容易被废钢砸坏漏水,或被废钢卡住,设备的造价高,设备维护量大,所以篦式竖炉在电弧炉炼钢上只一部份的大炉子使用。

[0016] 电弧炉冶炼完成后的钢水要转移至钢水包中,然后利用天车或轨道车将钢水包运输至精炼车间,在精炼车间进行钢水精炼;经过钢包精炼后的钢水包继续转运到真空精炼工序,利用真空设备进行真空处理;真空处理后的钢水由钢包运输至连铸车间,钢水包内的钢水转移至中间包,中间包内的钢水浇注进入连铸机结晶器,钢水在结晶器内冷却凝固,连铸坯由结晶器拉出后进行二次冷却,后续进行火焰切割,切割完成的连铸坯可以经过加热炉加热后输送至轧钢车间。

[0017] 其中钢水包由电弧炉车间输送至精炼工序、由精炼工序输送至真空处理工序、由真空处理工序输送至连铸工序过程中,钢水包经过多次转运,钢水温度存在巨大波动,同时造成生产节奏的间断周期生产,不利于连铸生产的稳定性,同时造成钢水热量的巨大损失,提高了电弧炉出钢温度,造成电弧炉能耗的提高,缩短了电弧炉耐火材料的使用寿命。

## 发明内容

[0018] 本发明的目的是提供一种无需转运钢水包的炼钢设备及炼钢方法。

[0019] 为达到上述目的,本发明提供了一种炼钢设备,其包括:

[0020] 预热装置,其具有入料口和排料口;

[0021] 电弧炉,其包括炉壳,所述炉壳上设有进料口和出钢孔,所述进料口与所述排料口相连通,所述炉壳的底部设有用于搅拌钢水的第一搅拌装置;

[0022] 精炼装置,其具有进液口和出液口,所述进液口与所述出钢孔相连通;

[0023] 中间熔炼器,其具有入口和出口,所述入口与所述出液口相连通,所述中间熔炼器内设有过滤组件;

[0024] 连铸机,其具有投料口和出钢口,所述投料口与所述出口相连通。

[0025] 如上所述的炼钢设备,其中,所述精炼装置包括炉体、密封盖、精炼电极和真空精炼炉,所述炉体的上端敞开形成所述进液口,所述出液口设置于所述炉体的底部,所述密封盖能密封盖设于所述炉体的上端,所述精炼电极和所述真空精炼炉均能伸入所述炉体内,所述炉体上连接有旋转升降机构,所述密封盖、所述精炼电极和所述真空精炼炉均与所述旋转升降机构相接,所述旋转升降机构能带动所述密封盖、所述精炼电极和所述真空精炼炉上下移动和水平转动。

[0026] 如上所述的炼钢设备,其中,所述旋转升降机构包括液压缸,所述液压缸的缸体与所述炉体相接,所述密封盖、所述精炼电极和所述真空精炼炉分别通过一连接臂能转动的与所述液压缸的活塞杆相接。

[0027] 如上所述的炼钢设备,其中,所述出液口处连接有滑板式控制阀。

[0028] 如上所述的炼钢设备,其中,所述炉体的底部设置有用于搅拌钢水的第二搅拌装置。

[0029] 如上所述的炼钢设备,其中,所述中间熔炼器内还设有等离子燃烧器。

[0030] 如上所述的炼钢设备,其中,所述过滤组件包括至少一挡渣板,所述挡渣板设置于所述入口与所述出口之间,所述挡渣板上设有多个通孔,所述通孔内容置有过滤器。

[0031] 如上所述的炼钢设备,其中,所述入口通过长水口与所述出液口相连通,且所述长

水口的出口端伸入至所述中间熔炼器内,所述过滤组件还包括湍流抑制器,所述湍流抑制器对应于所述长水口的出口端位置连接于所述中间熔炼器的内壁上。

[0032] 如上所述的炼钢设备,其中,所述湍流抑制器与所述长水口的出口端之间的距离小于或者等于400mm。

[0033] 如上所述的炼钢设备,其中,所述长水口上连接有流量检测器。

[0034] 如上所述的炼钢设备,其中,所述中间熔炼器内对应于所述出口的位置设有钢水流量控制装置。

[0035] 如上所述的炼钢设备,其中,所述第一搅拌装置包括至少两个间隔设置的喷枪,所述喷枪连接于所述炉壳的内壁上,且所述喷枪与所述出钢孔间隔设置,所述喷枪上连接有能与外部的气源相接的管道。

[0036] 如上所述的炼钢设备,其中,所述管道上设有调节阀。

[0037] 如上所述的炼钢设备,其中,所述炉壳上能分离的盖设有炉盖,所述炉盖上开设有观察孔,所述观察孔上设有用于观察所述炉壳的内部的摄像头。

[0038] 如上所述的炼钢设备,其中,所述预热装置包括竖井预热器,所述竖井预热器包括:

[0039] 竖井,所述入料口设置于所述竖井的上端,所述排料口设置于所述竖井的侧壁下部;

[0040] 卸料器,其设置在所述竖井内并能够沿竖直方向相对于所述竖井运动,所述卸料器具有朝向所述排料口倾斜的上表面,所述卸料器朝向所述排料口的侧壁上设置有烟气通孔,所述烟气通孔连通所述电弧炉的进料口与所述卸料器的上方;

[0041] 导向辊,其设置于所述排料口处,所述导向辊能够控制所述排料口的开度。

[0042] 如上所述的炼钢设备,其中,所述预热装置还包括能振动运料的炉料输送机,所述排料口通过所述炉料输送机与所述进料口相连通。

[0043] 如上所述的炼钢设备,其中,所述卸料器与所述电弧炉之间、所述排料口与所述炉料输送机之间、以及所述进料口与所述炉料输送机之间均设有密封件。

[0044] 如上所述的炼钢设备,其中,所述入料口处设有受料漏斗,所述受料漏斗的小径端与所述入料口相对设置,且所述受料漏斗的小径端连接有第一滑动密封板,所述第一滑动密封板能控制所述受料漏斗的小径端的开闭,所述受料漏斗的大径端连接有第二滑动密封板,所述第二滑动密封板能够控制所述受料漏斗的大径端的开闭。

[0045] 如上所述的炼钢设备,其中,所述预热装置还包括用于向所述受料漏斗内加入炼钢原料的倾斜上料机构,所述倾斜上料机构设置于所述竖井的一侧,所述倾斜上料机构包括倾斜设置的导轨,所述导轨上设有牵引装置和翻斗。

[0046] 本发明还提供了一种炼钢方法,其包括以下步骤:

[0047] 将炼钢原料投入预热装置内进行预热处理;

[0048] 将预热处理后的所述炼钢原料投入电弧炉内进行熔化处理,并启动搅拌装置对所述电弧炉内的物料进行搅拌,以使所述炼钢原料熔化成钢水;

[0049] 将熔化处理后形成的所述钢水投入精炼装置进行精炼处理;

[0050] 将精炼处理后的所述钢水直接投入中间熔炼器内进行过滤处理;

[0051] 将过滤处理后的所述钢水直接投入连铸机内进行降温处理,以使所述钢水凝固形

成预设长度的钢坯。

[0052] 如上所述的炼钢方法,其中,所述炼钢原料包括含铁原料和熔剂,所述含铁原料为含铁矿石、氧化铁皮、废钢、含铁粉尘和含铁尘泥中的至少一种,所述熔剂为生石灰、白云石和萤石中的至少一种。

[0053] 如上所述的炼钢方法,其中,所述电弧炉内容置有热装铁水,所述热装铁水的重量小于或者等于所述炼钢原料的重量的85%。

[0054] 与现有技术相比,本发明的优点如下:

[0055] 本发明的炼钢设备,取消了钢水包的转运,实现了炼钢原料的连续预热、连续加热电炉、电炉连续冶炼、连续精炼和连续铸造,即整个炼钢过程可以实现动态连续运行,较传统间断生产可以明显缩短生产周期,提高生产效率,节约能源,提高产品质量;

[0056] 本发明的炼钢设备,通过在电弧炉内设置的第一搅拌装置对炼钢原料下落处的钢水进行搅拌,促进钢水的流动,加速炼钢原料的熔化,进一步提高了生产效率,且避免了炼钢原料周围钢水由于炼钢原料的大量吸热,造成局部液态钢水温度过低而凝固现象;

[0057] 本发明的炼钢设备,采用竖井预热器和炉料输送机联合的方式,实现连续加料,炼钢原料的预热效果良好,提高了电弧炉的烟气余热的利用率,有效降低了冶炼的电耗,节约了能源,降低了生产成本;

[0058] 本发明的炼钢设备,通过旋转升降机构驱动精炼电极和真空精炼炉的交换进入精炼装置,从而实现了在一个工位进行电极加热和真空精炼两个工序的操作,明显缩短工艺流程,同时可根据钢种选择单独使用钢包精炼工艺或真空精炼工艺;

[0059] 本发明的炼钢方法,实现了炼钢原料的连续预热、连续加热电炉、电炉连续冶炼、连续精炼和连续铸造,即整个炼钢过程可以实现动态连续运行,提高了生产效率和产品质量。

## 附图说明

[0060] 以下附图仅旨在于对本发明做示意性说明和解释,并不限定本发明的范围。其中:

[0061] 图1是本发明的炼钢设备的结构示意图;

[0062] 图2是电弧炉、精炼装置和中间熔炼器的连接结构示意图;

[0063] 图3是电弧炉和精炼装置的俯视结构示意图;

[0064] 图4是中间熔炼器与连铸机的连接结构示意图;

[0065] 图5是中间熔炼器的俯视结构示意图;

[0066] 图6是本发明的炼钢方法的流程图。

[0067] 附图标号说明:

[0068] 100、预热装置;

[0069] 110、竖井;111、烟气管道;112、烟气分析仪;113、燃料喷枪;114、助燃氧枪;115、框架;

[0070] 120、卸料器;121、卸料升降机构;1211、连接件;122、烟气通孔;123、卸料辊;

[0071] 130、导向辊;131、伸缩杆;132、摆动杆;133、辊子;

[0072] 140、炉料输送机;141、送料槽;

[0073] 150、密封件;

- [0074] 160、受料漏斗;161、第一滑动密封板;162、第二滑动密封板;
- [0075] 170、倾斜上料机构;171、导轨;172、牵引装置;173、翻斗;174、升降车;175、倾倒机构;176、限位挡块;
- [0076] 180、基座;181、限位锁定结构;
- [0077] 200、电弧炉;
- [0078] 210、炉壳;211、进料口;212、出钢孔;213、集束氧枪;214、电弧炉倾斜装置;
- [0079] 220、第一搅拌装置;221、喷枪;
- [0080] 230、炉盖;231、电极升降装置;2311、导电横臂;2312、电极;232、炉盖位移装置;
- [0081] 300、精炼装置;
- [0082] 310、炉体;311、进液口;312、出液口;313、滑板式控制阀;314、第二搅拌装置;
- [0083] 320、密封盖;321、穿孔;
- [0084] 330、精炼电极;
- [0085] 340、真空精炼炉;
- [0086] 350、旋转升降机构;351、连接臂;
- [0087] 400、中间熔炼器;
- [0088] 410、入口;411、长水口;4111、流量检测器;
- [0089] 420、出口;421、浸入式长水口;
- [0090] 430、挡渣板;431、过滤器;
- [0091] 440、湍流抑制器;
- [0092] 450、钢水流量控制装置;
- [0093] 460、等离子燃烧器;
- [0094] 500、连铸机;
- [0095] 510、结晶器;
- [0096] 520、二次冷却区;
- [0097] 530、矫直辊;
- [0098] 600、炼钢原料。

### 具体实施方式

[0099] 为了对本发明的技术方案、目的和效果有更清楚的理解,现结合附图说明本发明的具体实施方式。其中,形容词性或副词性修饰语“水平”和“竖直”、“上”和“下”、“顶”和“底”、“内”和“外”的使用仅是为了便于多组术语之间的相对参考,且并非描述对经修饰术语的任何特定的方向限制。另外,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量,由此,限定有“第一”、“第二”等的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0100] 如图1所示,本发明提供了一种炼钢设备,其包括依次连通的预热装置100、电弧炉200、精炼装置300、中间熔炼器400和连铸机500,具体的:

[0101] 预热装置100具有入料口和排料口,预热装置100能够对炼钢原料600(如废钢或含铁原料)进行预热,炼钢原料600经由入料口进入预热装置100,预热完成后经由排料口排

出；

[0102] 电弧炉200包括炉壳210，炉壳210上设有进料口211和出钢孔212，进料口211与排料口相连通，经由预热装置100排出的炼钢原料600能够直接通过进料口211进入炉壳210内，通过电弧炉200将炼钢原料600进行熔化成钢水，炉壳210的底部设有用于搅拌钢水的第一搅拌装置220，第一搅拌装置220能够将电弧炉200的电极2312附近的高温钢水输送至炼钢原料600的下落区域，实现高温钢水连续冲刷加热下落的炼钢原料600，被炼钢原料600降温的钢水上升到钢水液面后流动到电极2312加热区，利用电极2312对低温钢水进行加热，加热的高温钢水再次输送至炼钢原料600的下落区域，对炼钢原料600进行加热，促进炼钢原料600的升温 and 熔化，避免炼钢原料600周围钢水由于炼钢原料600的大量吸热，造成局部液态钢水温度过低而凝固现象；

[0103] 精炼装置300具有进液口311和出液口312，进液口311与出钢孔212相连通，经由电弧炉200熔化形成的钢水能够直接通过进液口311进入至精炼装置300内，精炼装置300能够对钢水进行精炼，并能对钢水中的夹杂物和合金成分进行精确控制，实现钢水的洁净化，其中，精炼装置300可以采用钢包精炼炉，也可以采用VOD精炼炉，或者采用其他形式的精炼设备，在此不再赘述；

[0104] 中间熔炼器400具有入口410和出口420，入口410与出液口312相连通，中间熔炼器400内设有过滤组件，精炼后的钢水能够直接通过入口410流入中间熔炼器400内，中间熔炼器400能够对精炼后的钢水进行过滤处理，去除钢水中夹杂物，进一步净化钢水；

[0105] 连铸机500具有投料口，投料口与出口420相连通，净化后的钢水能够直接通过投料口进入连铸机500内，连铸机500包括结晶器510和二次冷却区520，连铸机500的具体结构为现有技术，在此不再详述，结晶器510能对液态钢水进行冷却降温，实现钢水的初始凝固，被一定厚度的坯壳包裹的钢水进入二次冷却区520，在二次冷却区520继续进行降温冷却，直至连钢坯芯部的液态钢水全部凝固完成形成钢坯，钢坯能直接进入热轧工序进行轧制，生产不同尺寸规格的产品。

[0106] 其中，电弧炉200采用周期性操作，一个冶炼周期完成后将钢水排放到精炼装置300内，电弧炉200会进行下一个周期的冶炼，即电弧炉200采用非连续出钢的形式进行生产；精炼装置300在一个精炼周期内完成精炼，精炼完成后钢水输送至中间熔炼器400内，中间熔炼器400和连铸机500采用连续生产，中间熔炼器400内的钢水容量能够满足精炼装置300在一个精炼周期内能连续输送钢水至连铸机500，实现连铸的持续性。

[0107] 需要说明的是，炼钢设备可以包括串接的两个电弧炉200，前一电弧炉200主要实现废钢熔化和脱磷工艺，后一电弧炉200实现脱硫和脱碳工艺，后一电弧炉200后连接精炼装置300进行精炼，以实现电弧炉200的脱磷、脱碳和脱硫工序的串联工艺。

[0108] 本发明提供的炼钢设备，通过将预热装置100、电弧炉200、精炼装置300、中间熔炼器400和连铸机500依次连通，取消了钢水包的转运，减少了车间工序间的运输设备，实现了炼钢原料600的连续预热、连续加热电炉、电炉连续冶炼、连续精炼和连续铸造，即整个炼钢过程可以实现动态连续运行，缩短了生产周期，并且利用第一搅拌装置220对炼钢原料600下落处的钢水进行搅拌，促进钢水的流动，加速炼钢原料600的熔化，从而有效提高了生产效率。

[0109] 在一种具体实施方式中，如图1所示，预热装置100包括竖井预热

器,竖井预热器包括竖井110、卸料器120和导向辊130,其中:

[0110] 竖井110的外部连接有框架115,入料口设置于竖井110的上端,排料口设置于竖井110的侧壁下部,具体的,入料口能封闭,竖井110的侧壁上端连接有烟气管道111,烟气管道111上连接有用于检测烟气成分的烟气分析仪112,烟气分析仪112的具体结构及其使用原理为现有技术,在此不再赘述,竖井110内设有内设置有燃料喷枪113和助燃氧枪114,燃料喷枪113和助燃氧枪114均位于入料口的下方并位于卸料器120的上方,具体的,竖井110的内壁上设有喷枪基座,喷枪座能相对竖井110水平伸缩,燃料喷枪113和助燃氧枪114均能转动的连接于喷枪座上,以使得燃料喷枪113和助燃氧枪114均能在一定范围内进行摆动,燃料喷枪113和助燃氧枪114用于喷吹氧气或其它燃料,既可用于预热炼钢原料600,也可用于切割竖井110内堆积的炼钢原料600,且竖井110内烟气中剩余的可燃气体可在喷枪221火焰区燃烧,以避免二噁英等有害物质的释放;

[0111] 卸料器120设置在竖井110内并能够沿竖直方向相对于竖井110运动,卸料器120具有朝向排料口倾斜的上表面,具体的,卸料器120的上端设置有多个卸料辊123,多个卸料辊123间隔均布并形成卸料器120的上表面,上表面与水平面夹角在 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ,以使得炼钢原料600能够顺畅的向排料口移动,卸料器120朝向排料口的侧壁上设置有烟气通孔122,烟气通孔122连通电弧炉200的进料口211与卸料器120的上方,电弧炉200内的烟气能依次通过进料口211、排料口和烟气通孔122,并经由相邻两卸料辊123之间的空隙流入卸料器120的上方,以与卸料器120上方的炼钢原料600进行换热,换热后的冷却的烟气经由烟气管道111排出,而换热后温度升高的炼钢原料600能进入电弧炉200进行熔化,卸料器120的下方通过连接件1211连接有卸料升降机构121,卸料升降机构121能驱动卸料器120沿竖直方向相对竖井110移动;

[0112] 导向辊130设置于排料口处,导向辊130能够控制排料口的开度,具体的,导向辊130包括伸缩杆131、摆动杆132和辊子133,伸缩杆131的一端与竖井110的框架115铰接,伸缩杆131的另一端与辊子133的转动中心铰接,摆动杆132的一端与竖井110的框架115铰接,摆动杆132的另一端与导向辊130子的转动中心铰接,且伸缩杆131的一端与摆动杆132的一端错位设置,卸料器120能够对竖井110内的炼钢原料600位置进行高度方向的调节,导向辊130能够控制排料口的开度,通过卸料器120和导向辊130的共同作用,实现不同的卸料速度,并且辊子133可以封闭出料口,以达到停止送料的目的。

[0113] 需要说明的是,为了便于调节竖井110预热器的位置,在竖井110预热器设置于基座180上,具体的,框架115和卸料升降机构121均连接于基座180上,通过调节基座180的高度,调整竖井110预热器的位置,以使得进料口211能够顺畅地与排料口相接通。

[0114] 当然,电弧炉200、精炼装置300和中间熔炼器400也可以设置于基座180上,以便于调整电弧炉200、精炼装置300和中间熔炼器400的位置,使得钢水能够顺畅的流动。

[0115] 进一步,预热装置100还包括能振动运料的炉料输送机140,排料口通过炉料输送机140与进料口211相连通,具体的,炉料输送机140位于基座180的上方并通过限位锁定结构181固定于基座180上,以避免送料槽141在送料过程中发生移动的情况,限位锁定结构181可以是限位块,也可以是锁链,炉料输送机140的送料槽141的两端分别伸入排料口和进料口211,送料槽141采用可伸缩的结构设计,当炉料输送机140无法满足炼钢原料600的抛落位置要求时,通过调节送料槽141的长度实现炼钢原料600抛落位置的动态调节;送料槽

141可以采用机械振动的形式进行炼钢原料600的水平输送,也可采用链篦机的形式进行输送;炉料输送机140采用变频电机,实现送料槽141振动幅度和频率的动态调节,满足不同的加料速度要求,加料能力控制在0.4吨/分钟~4.5吨/分钟的加料速度;送料槽141可以采用U形结构,同时沿U形槽内壁加工成田字形凸起,增加送料槽141对炼钢原料600的摩擦力,避免炼钢原料600的打滑和翻滚,采用竖井预热器和水平振动的炉料输送机140联合的方式,实现连续加料,炼钢原料600的预热效果良好,提高了电弧炉200的烟气余热的利用率,有效降低了冶炼的电耗,节约了能源,降低了生产成本。

[0116] 再进一步,卸料器120与电弧炉200之间、排料口与炉料输送机140之间、以及进料口211与炉料输送机140之间均设有密封件150,具体的,密封件150为可以采用耐火棉、耐火纤维等柔性材料制成,利用密封件150进行柔性密封,避免烟气外溢。

[0117] 进一步,如图1所示,入料口处设有受料漏斗160,受料漏斗160的小径端与入料口相对设置,且受料漏斗160的小径端连接有第一滑动密封板161,第一滑动密封板161能控制受料漏斗160的小径端的开闭,受料漏斗160的大径端连接有第二滑动密封板162,第二滑动密封板162能够控制受料漏斗160的大径端的开闭,受料漏斗160能封闭入料口,在使用时,打开第二滑动密封板162,关闭第一滑动密封板161,将炼钢原料600加入到受料漏斗160内,同时将卸料器120升至最高位置,然后关闭第二滑动密封板162,打开第一滑动密封板161,炼钢原料600逐渐下落至竖井110的下段,并形成堆积区,后续下落的炼钢原料600逐渐落在之前下落的炼钢原料600上面,通过在入料口处设置双重密封,实现炼钢原料600加入竖井110过程中高温烟气不发生散溢。

[0118] 进一步,如图1所示,为了便于炼钢原料600的输送,预热装置100还包括用于向受料漏斗160内加入炼钢原料600的倾斜上料机构170,倾斜上料机构170设置于竖井110的一侧,倾斜上料机构170包括倾斜设置的导轨171,导轨171的一端设于地面堆料处,导轨171的另一端设置于受料漏斗160的上方,导轨171上设有牵引装置172和翻斗173,牵引装置172设置于导轨171的上端,翻斗173通过升降车174与牵引装置172相接,升降车174上设有倾倒机构175,倾倒机构175能够将翻斗173背向受料漏斗160的一侧顶起,使翻斗173内的炼钢原料600倾倒至受料漏斗160内,导轨171上对应于受料漏斗160的位置设有限位挡块176,限位挡块176能够限制升降车174的位移,当升降车174移动至限位挡块176处时,即可驱动倾倒机构175使翻斗173倾翻,将炼钢原料600倾倒至受料漏斗160内,从而使得上料的操作简单方便。

[0119] 当然,也可以采用链篦机装置进行连续上料,其具体工作原理为现有技术,在此不再赘述。

[0120] 在一种具体实施方式中,如图3所示,第一搅拌装置220包括至少两个间隔设置的喷枪221,具体的,在炼钢原料600的下落位置设置至少一个喷枪221,在远离炼钢原料600的下落位置设置至少一个喷枪221,喷枪221连接于炉壳210的内壁上,且喷枪221与出钢孔212间隔设置,并在喷枪221的出口位置铺设透气砖,喷枪221上连接有能与外部的气源相接的管道(图中未示出),具体的,将管道设置于壳体的底面,外部气源可以是氩气、氮气、氧气、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_2$ 与 $\text{CO}_2$ 混合气体或其它惰性气体。

[0121] 进一步,管道上设有调节阀(图中未示出),调节阀调节管道的流通面积,具体的,如图3所示,在炉壳210的底部设置四个喷枪221,四个喷枪221分别为第一喷枪、第二喷枪、

第三喷枪和第四喷枪,根据炼钢原料600下落至炉壳210的底部的分布位置,确定第一喷枪、第二喷枪和第三喷枪的气体流量,如果炼钢原料600主要分布在靠近第一喷枪的区域,可以选择仅开启与第一喷枪相连通的管道,促进高温钢水向第一喷枪的位置流动,促进炼钢原料600的熔化;如果炼钢原料600主要分布在第一喷枪、第二喷枪和第三喷枪的区域,选择开启与第一喷枪、第二喷枪和第三喷枪相连通的各管道,实现较大的钢水流动搅拌功能,促进高温钢水快速熔化炼钢原料600,减少炼钢原料600表层凝壳现象,第四喷枪主要针对电炉熔池内的钢水进行搅拌,促进钢水的流动。

[0122] 此外,管道上还可以设置流量计,以便于准确或者通入电弧炉200内气体的量。

[0123] 再进一步,炉壳210上能分离的盖设有炉盖230,炉盖230上开设有观察孔(图中未示出),观察孔上设有用于观察炉壳210的内部的摄像头(图中未示出),通过摄像头观察炼钢原料600的下落位置,以便于根据炼钢原料600实际下落位置及时控制适当的调节阀开启,以促进高温钢水快速熔化炼钢原料600。

[0124] 此外,炉壳210内还设有集束氧枪213,电弧炉200还包括电极2312和导电横臂2311、电极升降装置231、炉盖230位移装置和电弧炉倾斜装置214,上述部件的具体连接结构及使用原理与现有技术中电弧炉200的相似,在此不再详述;

[0125] 其中,如图3所示,集束氧枪213能移动的连接于炉壳210的内壁上,集束氧枪213能摆动,也可靠近或远离炉壳移动,集束氧枪213可通过伸缩管连接于炉壳210的内壁上,集束氧枪213与伸缩管铰接连通,集束氧枪213也可以采用其他方式能移动的连接于炉壳210的内壁上,碳粉可以通过集束氧枪213喷入炉壳210内。

[0126] 在一种具体实施方式中,如图2和图3所示,精炼装置300包括炉体310、密封盖320、精炼电极330和真空精炼炉340,炉体310的上端敞开形成进液口311,出液口312设置于炉体310的底部,密封盖320能密封盖320设于炉体310的上端,精炼电极330和真空精炼炉340均能伸入炉体310内,密封盖320上设有用于精炼电极330插入的穿孔321,精炼电极330能通过穿孔321插入炉体310内,炉体310上连接有旋转升降机构350,密封盖320、精炼电极330和真空精炼炉340均与旋转升降机构350相接,旋转升降机构350能带动密封盖320、精炼电极330和真空精炼炉340上下移动和水平转动,当精炼电极330加热合金元素合金化后,旋转升降机构350先将精炼电极330从炉体310内提升出来并旋转至精炼电极停放位置,再将密封盖320向上提升以使密封盖320与炉体310分离,并密封盖320旋转至密封盖停放位置,最后将真空精炼炉340旋转至炉体310的上方并正对工作工位,随后降低真空精炼炉340的高度,利用真空精炼炉340对钢水进行真空精炼,真空精炼炉340优选RH或DH形式的真空精炼设备,利用气体循环提升装置对钢水进行提升真空脱气,利用真空设备去除钢水中的溶解[H]、[N]、[O],以降低钢水中的气体含量。

[0127] 当需要再次使用精炼电极300时,只需通过旋转升降机构350将真空精炼炉340移动至精炼炉停放位置,将密封盖320移至密封盖设于炉体310上端,并使精炼电极330能通过穿孔321插入炉体310内即可。

[0128] 进一步,如图3所示,旋转升降机构350包括液压缸(图中未示出),液压缸的缸体与炉体310相接,密封盖320、精炼电极330和真空精炼炉340分别通过一连接臂351能转动的与液压缸的活塞杆相接,活塞杆能竖直向上伸出缸体,也能缩回缸体内,通过活塞杆的伸缩移动带动密封盖320、精炼电极330和真空精炼炉340上下移动,活塞杆的上端能转动的连接有

三个连接臂351,三个连接臂351的自由端分别连接密封盖320、精炼电极330和真空精炼炉340,其中,可以在活塞杆的上部连接外齿轮和内齿圈的齿轮配合机构,连接臂351通过该齿轮配合机构实现相对活塞杆转动,上述齿轮配合机构为现有技术,在此不再赘述,也可以使连接臂351与活塞杆通过铰链相接。

[0129] 进一步,如图2所示,出液口312处连接有滑板式控制阀313,滑板式控制阀313的具体结构为现有技术,在此不再赘述,通过调整滑板式控制阀313的开度控制从精炼装置300内排出的钢水的量,使得钢水以满足后续工艺要求的状态稳定的输送。

[0130] 进一步,炉体310的底部设置有用于搅拌钢水的第二搅拌装置314,第二搅拌装置314的具体结构与第一搅拌装置220相同,在此不再赘述,第二搅拌装置314能够促进钢水在炉体310内的循环,第二搅拌装置314位于炉体310水平长度的 $1/6\sim 1/3$ 区域内。

[0131] 在一种具体实施方式中,如图2和图5所示,中间熔炼器400内还设有等离子燃烧器460,等离子燃烧器460的具体结构为现有技术,在此不再赘述,等离子燃烧器460能够对中间熔炼器400内的钢水进行升温控制,以消除中间熔炼器400内部局部低温区,从而均匀钢水温度。

[0132] 进一步,如图5所示,过滤组件包括至少一挡渣板430,挡渣板430设置于入口410与出口420之间,优选的,挡渣板430围设于入口410的外部,挡渣板430既可以呈环状,也可以呈板状,还可以呈半环形,挡渣板430上设有多个通孔,通孔内容置有过滤器431,过滤器431能够捕获钢水中的夹杂物,进一步净化钢水。

[0133] 进一步,如图4所示,入口410通过长水口411与出液口312相连通,且长水口411的出口420端伸入至中间熔炼器400内,具体的,在出液口312处连接长水口411,且长水口411延伸至中间熔炼器400的内部,精炼装置300排出的钢水通过长水口411进入中间熔炼器400内,过滤组件还包括湍流抑制器440,湍流抑制器440对应于长水口411的出口端位置连接于中间熔炼器400的内壁上,经由长水口411进入中间熔炼器400内的钢水会直接下落至湍流抑制器440处,湍流抑制器440能使钢水在中间熔炼器400的底部平稳流动,以避免出现大的喷溅和液面波动,其中,湍流抑制器440的具体结构以及工作原理均为现有技术,在此不再赘述。

[0134] 再进一步,湍流抑制器440与长水口411的出口420端之间的距离小于或者等于400mm,以保证湍流抑制器440的控流效果。

[0135] 再进一步,长水口411上连接有流量检测器4111,流量检测器4111能够准确测量长水口411内钢水的流量,从而能够根据长水口411的内钢水的流量实时调节精炼装置300的滑板式控制阀313的开度,以确保钢水以满足后续工艺要求的状态稳定的输送。

[0136] 进一步,中间熔炼器400内对应于出口420的位置设有钢水流量控制装置450,钢水流量控制装置450能够相对中间熔炼器400上下移动,通过调节钢水流量控制装置450的底部和出口420之间的间隙的大小来控制钢水的流动速度和流量,以实现钢水流量的控制,其中,钢水流量控制装置450的具体结构为现有技术,在此不再赘述,在炼钢过程中,用钢水流量控制装置450的升降实现进入连铸机500内钢水流量的控制,同时协调精炼装置300的滑板式控制阀313的开口度,以使自精炼装置300进入中间熔炼器400内的钢水流量和排出中间熔炼器的钢水的流量相等,保证中间熔炼器400内的钢水量恒定,避免中间熔炼器400内钢水液面的波动,需要说明的是,在实际生产中允许中间熔炼器400内钢水的流入量和流出

量存在一定的偏差,具体的,允许中间熔炼器400内的钢水液面在100mm范围内波动,从而通过中间熔炼器400实现前后工序动态调节,以满足钢水流量的连续性和稳定性。

[0137] 需要说明的是,中间熔炼容器可以具有多个间隔设置的出口420,每个出口420处均设有钢水流量控制装置450,以满足多流连铸设备的同时浇注要求。

[0138] 如图6所示,本发明还提供了一种炼钢方法,其采用上述炼钢设备,该炼钢方法包括以下步骤:

[0139] 步骤210:将炼钢原料600投入预热装置100内进行预热处理,具体的,先将炼钢原料600放入翻斗173内,利用牵引装置172提升升降车174,升降车174沿着导轨171上升,当升降车174上升到限位挡块处时,利用限位挡块176阻挡升降车174继续上升,打开受料漏斗160上部的第二滑动密封板162,驱动倾倒机构175使翻斗173倾翻,将炼钢原料600倾倒至受料漏斗160内,再次利用倾翻机构将翻斗173恢复至水平位置,牵引装置172将升降车174下降至最低位置,进行下一次装料;然后关闭第二滑动密封板162,打开第一滑动密封板161,炼钢原料600逐渐下落至竖井110的下段,并形成堆积区,后续下落的炼钢原料600逐渐下落在之前下落的炼钢原料600上面,最后关闭第一滑动密封板161,通过电弧炉200产生的烟气对堆积的炼钢原料600进行预热;

[0140] 步骤220:将预热处理后的炼钢原料600投入电弧炉200内进行熔化处理,并启动搅拌装置对电弧炉200内的液体进行搅拌,以使炼钢原料600熔化成钢水,具体的,预热至预设温度的炼钢原料600在卸料器120的控制下,通过卸料辊123的转动,平稳的下落至炉料输送机140,炉料输送机140根据生产工艺要求,确定相应的输送速度,实现炉料均匀稳定的输送,满足电弧炉200冶炼周期需要的炼钢原料600的加热量,同时控制炼钢原料600均匀的分布在下落区,同时开启第一搅拌装置220,利用第一搅拌装置220促进钢水的流动,利用电极2312对钢水持续加热,实现高温钢水向炼钢原料600下落区的快速流动,促进炼钢原料的快速熔化,其中,第一搅拌装置220的具体结构及其工作原理已在上文描述,在此不再赘述;

[0141] 步骤230:将熔化处理后形成的钢水投入精炼装置300进行精炼处理,具体的,满足工艺要求的钢水由电弧炉200的出钢孔212持续的输送至精炼装置300内,开启精炼装置300内的第二搅拌装置314,利用第二搅拌装置314搅拌精炼装置300内的钢水,实现钢水的循环流动,实现温度和成分的均匀化,同时,通过旋转升降机构350将精炼电极330穿过密封盖320的穿孔321插入炉体310内,开启精炼电极330的供电电源,利用精炼电极330对精炼装置300内的钢水进行升温,同时向精炼装置300内加入合金料,以使钢水合金元素达到预设要求,当钢水需要进行真空处理时,在精炼电极330加热合金元素合金化后,旋转升降机构350先将精炼电极330从炉体310内提升出来并旋转至精炼电极330停放位置,再将密封盖320向上提升以使密封盖320与炉体310分离,并将密封盖320旋转至密封盖320停放位置,最后将真空精炼炉340旋转至炉体310的上方并正对工作工位,随后降低真空精炼炉340的高度,利用真空精炼炉340对钢水进行真空精炼,其中,旋转升降机构350的具体结构已在上文描述,在此不再详述;

[0142] 步骤240:将精炼处理后的钢水直接投入中间熔炼器400内进行过滤处理,具体的,满足工艺要求的钢水在出液口312处设置的滑板式控制阀313和长水口411上设置的流量检测器4111的控制下,按照预定的流量进入中间熔炼器400,进入中间熔炼器400内的钢水先利用湍流抑制器440控制长水口411排放的钢水的湍流,减小钢水的冲击,降低钢水卷渣等

现象,提高钢水质量,再通过挡渣板430上的过滤器431将钢水中的杂质进行过滤去除,进一步净化钢水,最后通过调节钢水流量控制装置450的底部和出口420之间的间隙的大小控制流出中间熔炼器400的钢水的量,以满足钢水流量的连续性和稳定性;

[0143] 步骤250:将过滤处理后的钢水直接投入连铸机500内进行降温处理,以使钢水凝固形成预设长度的钢坯,具体的,经由出口420排出的钢水通过浸入式水口进入连铸机500的结晶器510内,在结晶器510内钢水凝固成具有一定厚度的坯壳,凝固的坯壳和部分液态钢水在矫直辊530的拉坯作用下离开结晶器510,连铸坯在二次冷却区520域喷水冷却,直至坯壳内部的液态钢水完全凝固,凝固后的连铸坯切割成预定长度的钢坯;

[0144] 当然,制成的钢坯可以直接送至热轧工序进行轧制,生产不同规格尺寸的钢材。

[0145] 本发明的炼钢方法,实现了炼钢原料600的连续预热、连续加热电炉、电炉连续冶炼、连续精炼和连续铸造,即整个炼钢过程可以实现动态连续运行,较传统间断生产可以明显缩短生产周期,提高生产效率,节约能源,提高产品质量。

[0146] 进一步,炼钢原料600包括含铁原料和熔剂,含铁原料为含铁矿石、氧化铁皮、废钢、含铁粉尘和含铁尘泥中的至少一种,熔剂为生石灰、白云石和萤石中的中的至少一种,若含铁原料为混合物时,含铁矿石、氧化铁皮、含铁粉尘和含铁尘泥的比例不限,若熔剂为混合物时,生石灰、白云石和萤石中的比例不限。

[0147] 进一步,电弧炉200内容置有热装铁水,热装铁水的重量小于或者等于炼钢原料600的重量的85%,通过在电弧炉200内设置热装铁水,减少了炼钢原料600的消耗量,同时热装铁水携带了大量的物理热,能够明显缩短冶炼周期,提高电弧炉200产量。

[0148] 综上所述,本发明的炼钢设备,取消了钢水包的转运,实现了炼钢原料的连续预热、连续加热电炉、电炉连续冶炼、连续精炼和连续铸造,即整个炼钢过程可以实现动态连续运行,较传统间断生产可以明显缩短生产周期,提高生产效率,节约能源,提高产品质量;

[0149] 本发明的炼钢设备,通过在电弧炉内设置的第一搅拌装置对炼钢原料下落处的钢水进行搅拌,促进钢水的流动,加速炼钢原料的熔化,进一步提高了生产效率,且避免了炼钢原料周围钢水由于炼钢原料的大量吸热,造成局部液态钢水温度过低而凝固现象;

[0150] 本发明的炼钢设备,采用竖井预热器和炉料输送机联合的方式,实现连续加料,炼钢原料的预热效果良好,提高了电弧炉的烟气余热的利用率,有效降低了冶炼的电耗,节约了能源,降低了生产成本;

[0151] 本发明的炼钢设备,通过旋转升降机构驱动精炼电极和真空精炼炉的交换进入精炼装置,从而实现了在一个工位进行电极加热和真空精炼两个工序的操作,明显缩短工艺流程,同时可根据钢种选择单独使用钢包精炼工艺或真空精炼工艺;

[0152] 本发明的炼钢方法,实现了炼钢原料的连续预热、连续加热电炉、电炉连续冶炼、连续精炼和连续铸造,即整个炼钢过程可以实现动态连续运行,提高了生产效率和产品质量。

[0153] 以上所述仅为本发明示意性的具体实施方式,并非用以限定本发明的范围。任何本领域的技术人员,在不脱离本发明的构思和原则的前提下所作出的等同变化与修改,均应属于本发明保护的范围。而且需要说明的是,本发明的各组成部分并不仅限于上述整体应用,本发明的说明书中描述的各技术特征可以根据实际需要选择一项单独采用或选择多项组合起来使用,因此,本发明理所当然地涵盖了与本案发明点有关的其它组合及具体应用。

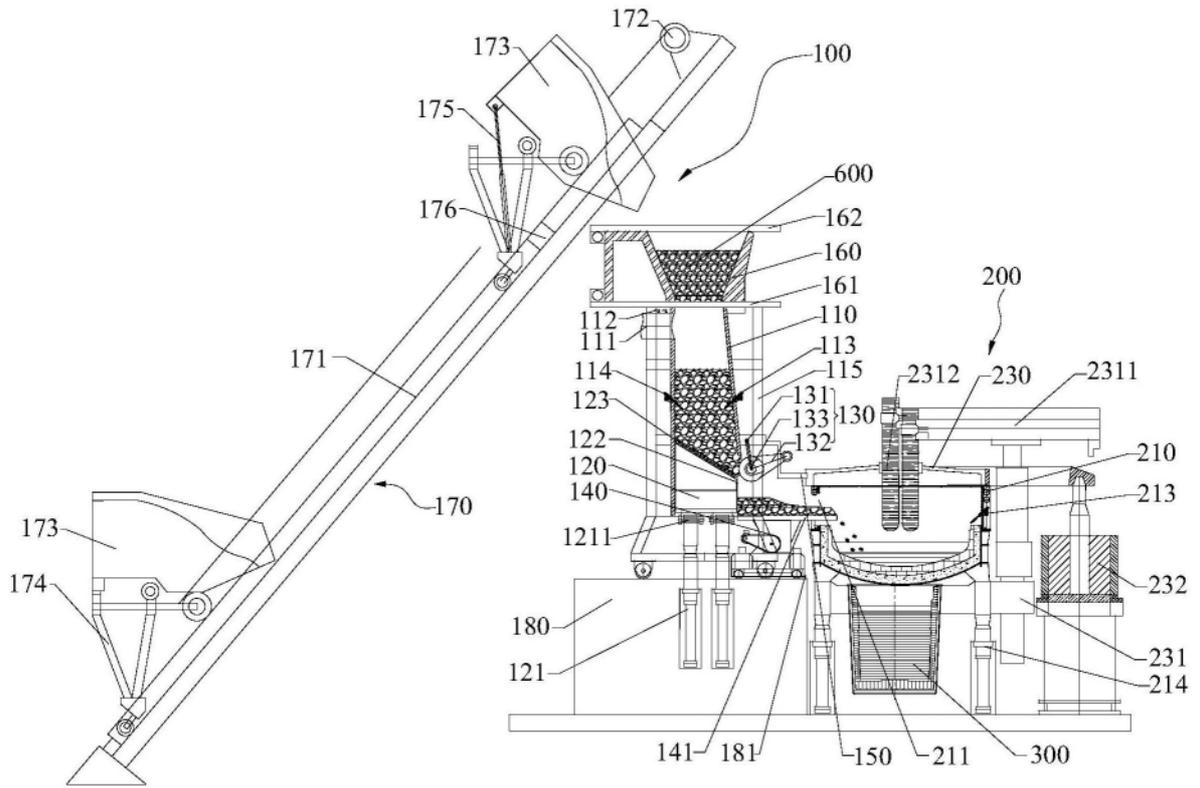


图1

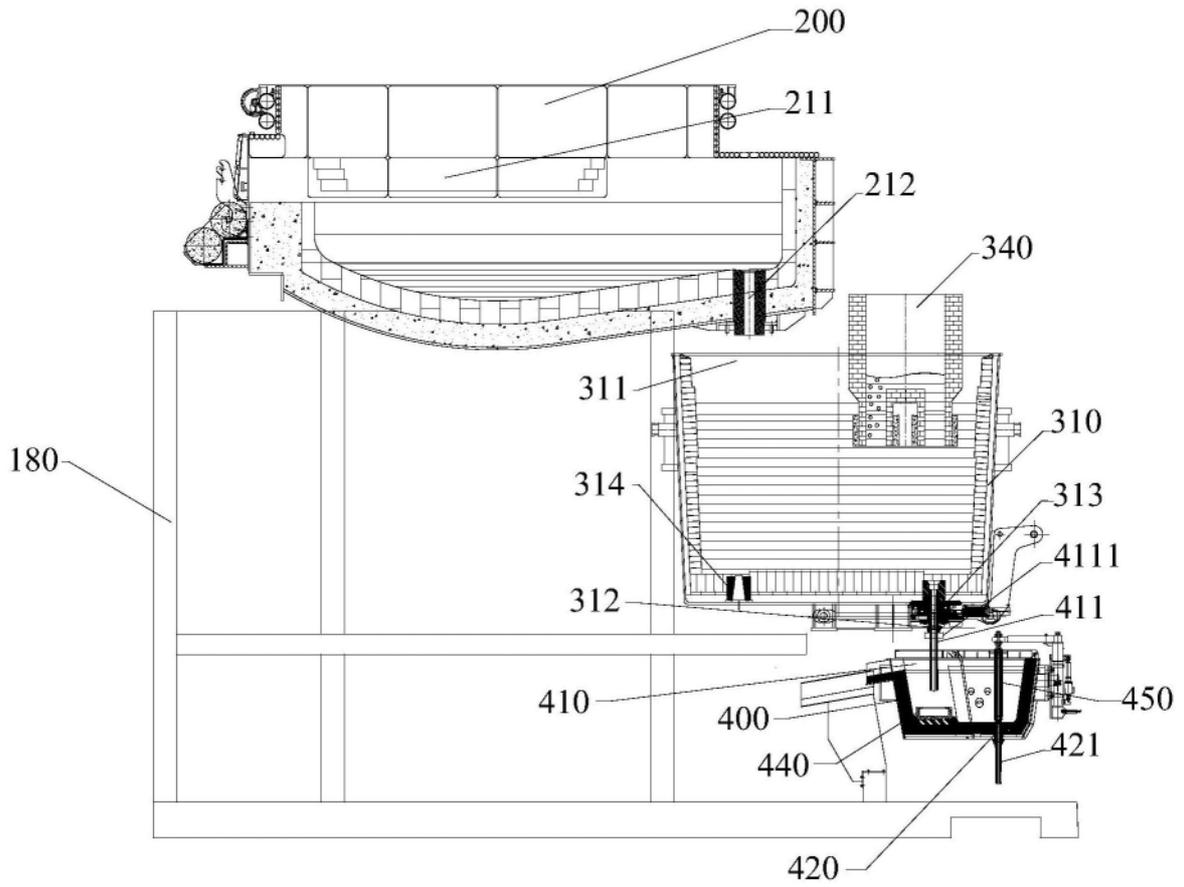


图2

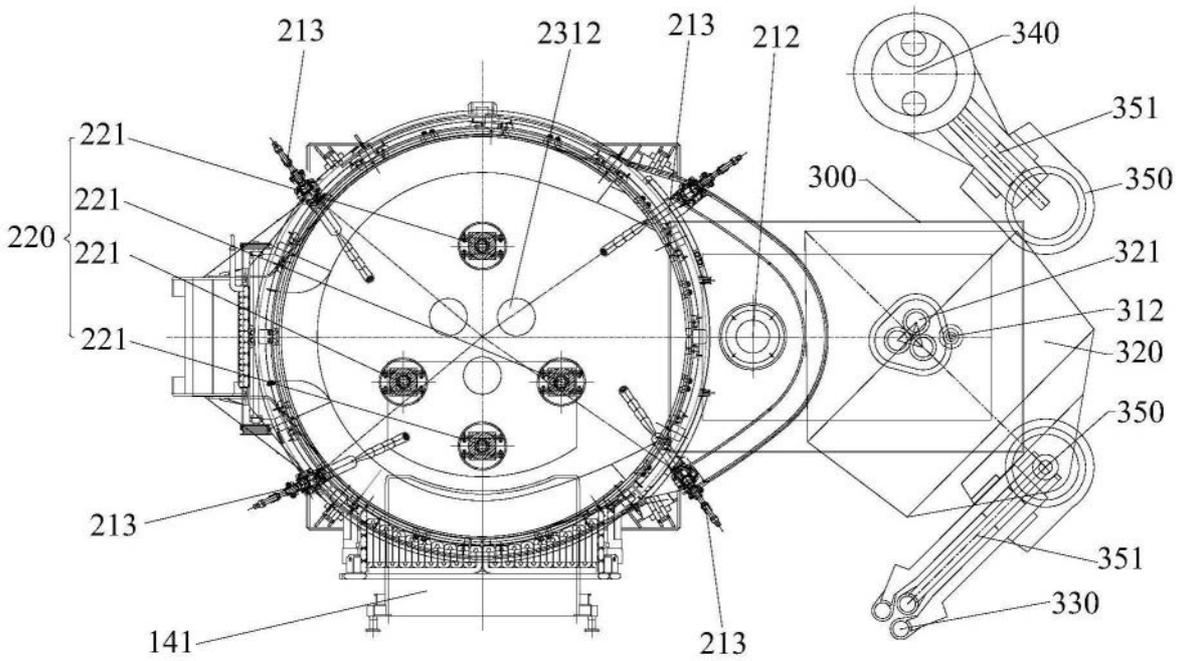


图3

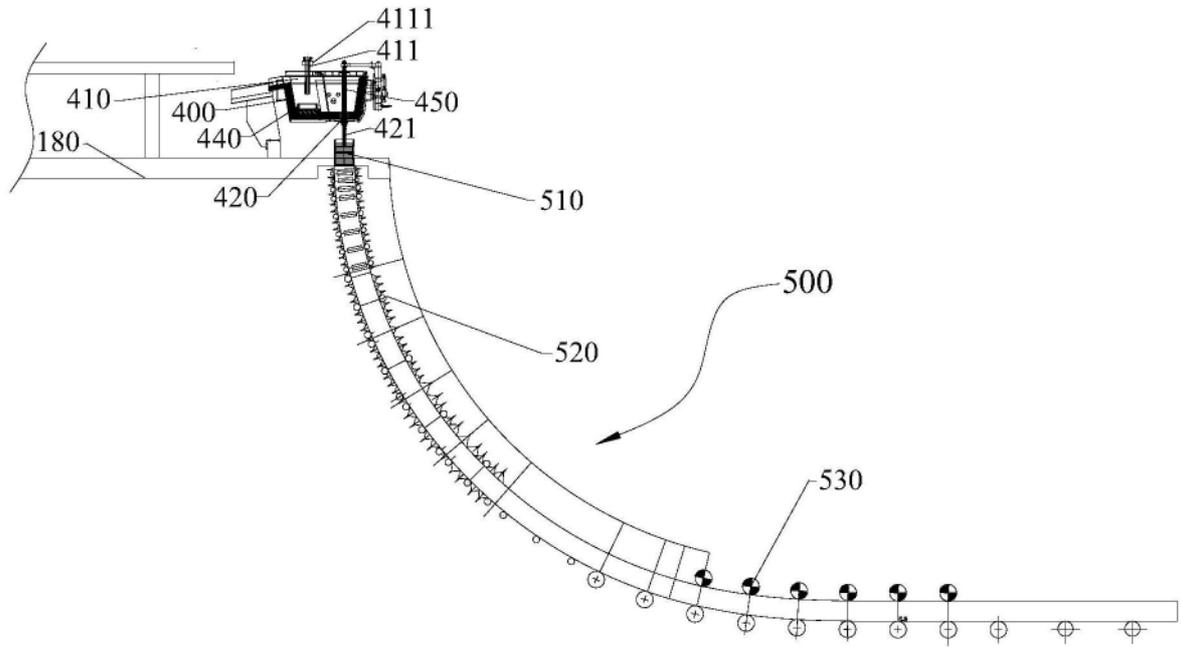


图4

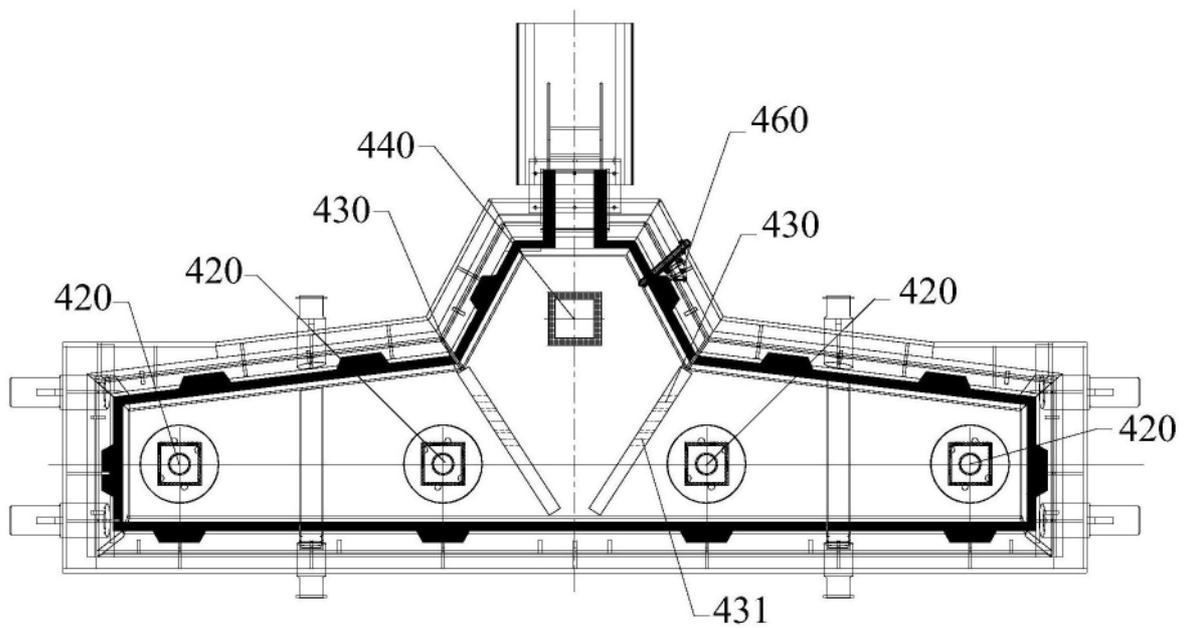


图5

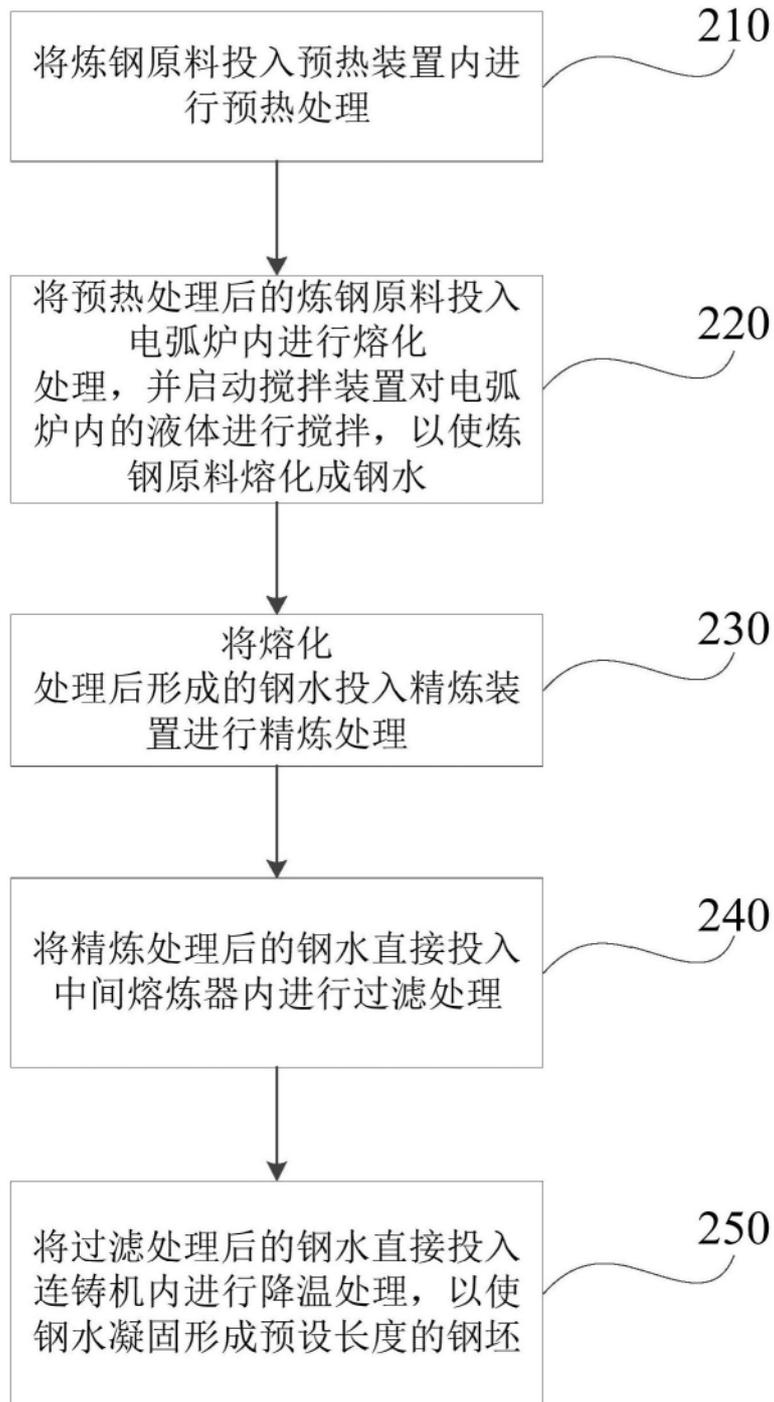


图6