



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109290537 B

(45) 授权公告日 2021.02.09

(21) 申请号 201811207752.X

(22) 申请日 2018.10.17

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109290537 A

(43) 申请公布日 2019.02.01

(73) 专利权人 安阳钢铁股份有限公司  
地址 455004 河南省安阳市殷都区梅园庄

(72) 发明人 曹树卫 高新军 武郁璞 郭永谦  
徐刚 孙拓 王新志 袁世堂  
申斌 王向松 李志广 张苓志  
王庆彬 厚健龙 王中岐 田云生

(74) 专利代理机构 郑州红元帅专利代理事务所  
(普通合伙) 41117  
代理人 宋巧兰

(51) Int.Cl.

B22D 11/111 (2006.01)

B22D 11/112 (2006.01)

B22D 11/115 (2006.01)

C22C 38/02 (2006.01)

C22C 38/04 (2006.01)

C22C 38/06 (2006.01)

C22C 38/42 (2006.01)

审查员 胥孝龙

权利要求书1页 说明书4页

(54) 发明名称

一种原料纯铁小方坯的生产方法

(57) 摘要

本发明提供了一种原料纯铁小方坯的生产方法,通过实施全程无氧化保护浇注,控制液态纯铁的温度和氧含量,控制结晶器冷却水流量、结晶器电磁搅拌参数、结晶器保护渣类型,控制拉速和二次冷却强度等工艺技术措施,实现原料纯铁连铸小方坯的生产。本发明可以实现批量、高效、低成本地生产原料纯铁,生产的原料纯铁成分纯净均匀。

1. 一种铁基非晶合金原料纯铁小方坯的生产方法,其特征在于,该生产方法所生产的原料纯铁的成分为: $C \leq 0.0020\%$ , $Si \leq 0.006\%$ , $Mn \leq 0.04\%$ , $P \leq 0.006\%$ , $S \leq 0.005\%$ , $Al \leq 0.01\%$ , $Ni \leq 0.02\%$ , $Cr \leq 0.02\%$ , $Cu \leq 0.05\%$ ,其余为Fe和不可避免杂质;

该生产方法具体为:将液态原料纯铁从钢包注入连铸机的中间包,再从中间包注入结晶器内,液态原料纯铁在结晶器内冷却凝固,获得外部凝固但中间为液芯的坯壳,将坯壳从结晶器内拉出,边拉边冷却边凝固,从而形成钢锭,再利用切割机将获得的钢锭切割成所需规格的原料纯铁方坯;

所述钢包的温度控制为 $1600^{\circ}\text{C}$ ,中间包内液态原料纯铁的温度控制为 $1580^{\circ}\text{C}$ ,氧含量控制范围为100ppm;

所述生产方法中液态原料纯铁从钢包到中间包再到结晶器的浇注过程采用全程无氧化保护浇注,具体为:钢包与中间包之间的浇注采用长水口和氩气保护,中间包与结晶器间的浇注采用浸入式水口保护,中间包液面上加入覆盖剂以隔绝液面与空气的接触,结晶器液面上加入保护渣隔绝空气;所述覆盖剂的钢水增碳小于5ppm,所述保护渣为超低碳保护渣,所述超低碳保护渣的总碳量小于3wt%;

所述生产方法中所述结晶器内采用电磁搅拌,电磁搅拌的电流为280A,频率为4Hz;所述结晶器内除采用电磁搅拌进行强制散热还需要冷却水冷却,结晶器内冷却水的流量为3000L/min;

所述生产方法中坯壳从结晶器内拉出的速度为2.2m/min;

所述生产方法中坯壳从结晶器内拉出时进行二次冷却,二次冷却比水量范围为1.5L/kg。

## 一种原料纯铁小方坯的生产方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于小方坯连铸技术领域,具体涉及一种利用连铸机低成本、高效率生产原料纯铁小方坯的方法。

### 背景技术

[0002] 与传统的金属磁性材料相比,铁基非晶态合金由于非晶合金原子排列无序,没有晶体的各向异性,而且电阻率高,因此具有高的导磁性、低的损耗,是优良的软磁材料,制作变压器铁心,可以大大提高变压器效率、缩小体积、减少重量、降低能耗。而原料纯铁是生产铁基非晶态合金的主要原料之一。

[0003] 原有原料纯铁钢锭的生产主要采用模铸,存在生产批量小、成本高、钢锭成分不均匀等缺点。因此,需要一种能够批量低成本生产质量稳定的原料纯铁小方坯的方法。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种原料纯铁小方坯的生产方法,该生产方法利用连铸机生产原料纯铁小方坯,不仅能够连续生产,生产效率高,质量稳定,而且无需二次开坯直接使用,下游用户再加工方便,节约成本。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0006] 一种原料纯铁小方坯的生产方法,具体为:将液态原料纯铁从钢包注入连铸机的中间包,再从中间包注入结晶器内,液态原料纯铁在结晶器内冷却凝固,获得外部凝固但中间为液芯的坯壳,将坯壳从结晶器内拉出,边拉边冷却边凝固,从而形成钢锭,再利用切割机将获得的钢锭切割成所需规格的原料纯铁方坯。

[0007] 作为本发明优选的,上述生产方法中液态原料纯铁的成分为: $C \leq 0.0020\%$ ,  $Si \leq 0.006\%$ ,  $Mn \leq 0.04\%$ ,  $P \leq 0.006\%$ ,  $S \leq 0.005\%$ ,  $Al \leq 0.01\%$ ,  $Ni \leq 0.02\%$ ,  $Cr \leq 0.02\%$ ,  $Cu \leq 0.05\%$ ,其余为Fe和不可避免杂质。

[0008] 作为本发明优选的,上述生产方法中钢包内液态原料纯铁的温度控制在 $1580 \sim 1620^{\circ}\text{C}$ 。

[0009] 作为本发明优选的,上述生产方法中液态原料纯铁从钢包到中间包再到结晶器的浇注过程采用全程无氧化保护浇注,具体为:钢包与中间包之间的浇注采用长水口和氩气保护,中间包与结晶器间的浇注采用浸入式水口保护,中间包液面上加入覆盖剂以隔绝液面与空气的接触,结晶器液面上加入保护渣隔绝空气。

[0010] 作为本发明优选的,上述生产方法中所述覆盖剂具有良好的铺展性,吸附夹杂物能力良好,有一定保温效果,烟尘量小,满足环保要求;对钢水无不良影响,钢水增碳小于5ppm,流动性能好,覆盖剂面不结。

[0011] 作为本发明优选的,上述生产方法中所述保护渣为超低碳保护渣,所述超低碳保护渣具有良好的铺展性和保温性,能形成合理稳定的三层结构,不结团,渣条小;熔化后有合适粘度、润滑性,消耗量稳定,热通量稳定,不能造成坯壳与铜板间的粘结;能较好地吸附

钢中夹杂,不污染钢水,且整个浇次保护渣不变性;保护渣总碳量小于3wt%;不因保护渣原因而在铸坯表面形成夹杂、夹渣、裂纹等缺陷;保护渣吨钢消耗0.5~0.65Kg。

[0012] 作为本发明优选的,上述生产方法中所述中间包内液态原料纯铁的温度控制范围为1545~1585℃,氧含量控制范围为20ppm~200ppm。

[0013] 作为本发明优选的,上述生产方法中所述结晶器内采用电磁搅拌,电磁搅拌的电流为230~300A,频率为2~6Hz。电磁搅拌可以对坯壳强制散热。

[0014] 作为本发明优选的,上述生产方法中所述结晶器内除采用电磁搅拌进行强制散热还需要冷却水冷却,结晶器内冷却水的流量为2600~3200L/min。

[0015] 作为本发明优选的,上述生产方法中坯壳从结晶器内拉出的速度为2.0~2.8m/min。

[0016] 作为本发明优选的,上述生产方法中坯壳从结晶器内拉出时进行二次冷却,二次冷却比水量范围为1.45~1.70Kg/t钢。

[0017] 作为本发明优选的,上述生产方法用于生产断面 $\leq 150 \times 150\text{mm}^2$ 的原料纯铁方坯。

[0018] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0019] 1、本发明的生产方法可以批量生产原料纯铁小方坯,连铸生产克服了模铸单炉生产的缺陷,通过中间包的缓冲作用,可以实现多炉连续生产,因此在生产组织方面可以批量生产原料纯铁小方坯。

[0020] 2、本发明的生产方法可以高效生产原料纯铁小方坯,连铸生产时,由于结晶器冷却水强制冷却以及电磁搅拌的强制散热功能,液态原料纯铁在水冷的结晶器内快速凝固形成一定厚度的坯壳,即可拉出结晶器,在随后的运行过程中,通过水或水雾喷到钢锭表面,加速了钢锭的冷却及凝固,在切割前完成完全凝固,因此连铸拉速高,作业效率高。

[0021] 3、本发明生产的原料纯铁小方坯成分纯净均匀,由于全程无氧化保护浇注,防止液态原料纯铁的氧化;另外,液态原料纯铁在中间包内停留期间,其中的夹杂物上浮进入中间包覆盖剂内去除,发挥了中间包冶金的功能;结晶器采用电磁搅拌,可以促进夹杂物上浮进入保护渣。因此,与传统模铸相比,连铸生产的原料纯铁方坯纯净度高。

[0022] 4、本发明的生产方法为一种低成本生产原料纯铁小方坯的方法,连铸生产从根本上消除了模铸中注管和汤道的损失,减少了切头、尾的损失,因此其金属收得率高,这能够极大地降低生产成本。

## 具体实施方式

[0023] 下面结合本发明实施例,对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0024] 实施例1

[0025] 本发明提供一种原料纯铁小方坯的生产方法,用于生产断面为 $150 \times 150\text{mm}^2$ 的原料纯铁小方坯。具体过程为:将液态原料纯铁从钢包注入方坯连铸机的中间包,再从中间包注入结晶器,液态原料纯铁在引锭头(事先插入结晶器内并密封好)为活底的结晶器内冷却凝固,外部凝固但中间为液芯的坯壳在引锭杆的牵引下从结晶器内以一定的拉速拉出,边拉边冷却边凝固,从而形成原料纯铁方坯的连续铸造,利用火焰切割机将连续浇铸的方坯切割成定尺。本发明的生产方法生产的小方坯方便下游用户的使用,成分纯净,相比传统的模铸方式,本发明可以连续高效生产原料纯铁小方坯。

[0026] 本发明的生产方法中液态原料纯铁从钢包浇注到中间包,再从中间包浇注到结晶器内均采取全程无氧化保护浇注。具体为:钢包与中间包之间的注流采用长水口、密封垫、氩气保护,中间包与结晶器之间的注流采用浸入式水口保护,中间包内加入覆盖剂以隔绝液面与空气的接触,结晶器加入保护渣隔绝空气。本实施例中,覆盖剂的选择要求是具有良好的铺展性,吸附夹杂物能力良好,有一定保温效果,烟尘量小,满足环保要求;对钢水无不良影响,钢水增碳小于5ppm,流动性能好,覆盖剂面不结。保护渣为超低碳保护渣,所述超低碳保护渣的选择要求是具有良好的铺展性和保温性,能形成合理稳定的三层结构,不结团,渣条小;熔化后有合适粘度、润滑性,消耗量稳定,热通量稳定,不能造成坯壳与铜板间的粘结;能较好地吸附钢中夹杂,不污染钢水,且整个浇次保护渣不变性;保护渣总碳量小于3%;不因保护渣原因而在铸坯表面形成夹杂、夹渣、裂纹等缺陷;保护渣吨钢消耗0.5~0.65Kg。

[0027] 本发明的生产方法中控制中间包内液态原料纯铁的温度为1545℃~1585℃:连铸到站钢包内液态原料纯铁的温度控制在1580℃~1620℃,浇注期间对中间包温度进行测量。

[0028] 中间包液态原料纯铁的氧含量范围为20ppm~200ppm,将钢包内精炼结束时液态原料纯铁中的氧含量控制在20~185ppm,浇注期间用定氧仪检测中间包液态原料纯铁的氧含量。

[0029] 控制连铸过程的拉速为2.0~2.8m/min,具体通过操作按钮设定拉速,系统经过计算后控制拉矫辊的旋转速度,拉矫辊压紧铸坯并旋转,靠拉矫辊与方坯表面的摩擦力带动铸坯行走。

[0030] 结晶器加入超低碳专用保护渣,具体通过人工或自动加保护渣装置将保护渣加入结晶器内,保护渣不仅起到隔绝空气和隔热的作用,还改善结晶器传热,增加坯壳与结晶器铜管之间的润滑,以利于生产顺行。

[0031] 使用结晶器电磁搅拌,搅拌参数为搅拌器电流230~300A,频率2~6Hz,具体调整结晶器电磁搅拌参数设定值,使其达到要求值,结晶器电磁搅拌系统将按照要求值进行运行。结晶器电磁搅拌投用后,迅速均匀结晶器液态原料纯铁的温度,消除过热,加快坯壳的形成和生长,不仅可以提高拉速,还能够消除方坯皮下气孔、夹杂等缺陷。

[0032] 结晶器冷却水流量为2600L/min~3200L/min,具体通过调整结晶器冷却水管路阀门的开口度,使结晶器冷却水量达到要求水量。结晶器冷却水起到强制冷却的作用,带走液体原料纯铁初期冷却和凝固过程中的热量。

[0033] 二次冷却比水量1.45~1.70Kg/t钢,二次冷却由二次冷却系统实现,二次冷却系统包括管道(含控制阀门、过滤器、检测仪表)、喷淋管、喷嘴等组成,从上到下分为5个区,每个区水量单独控制,通过调整每个区的流量,使二冷水达到要求的冷却强度。具体的,按照从上到下分别为第一区、第二区、第三区、第四区、第五区,第一区的流量为46~184L/min,第二区的流量为52~211L/min,第三区的流量为32~132L/min,第四区的流量为17~66L/min,第五区的流量为16~66L/min。

[0034] 应用例

[0035] 原料纯铁牌号:YT3;

[0036] 成分:C≤0.0020%,Si≤0.006%,Mn≤0.04%,P≤0.006%,S≤0.005%,Alt≤0.01%,Ni≤0.02%,Cr≤0.02%,Cu≤0.05%,其余为Fe和不可避免杂质。

[0037] 断面:150mm×150mm;

- [0038] 钢包温度:1600℃;
- [0039] 中间包温度:1580℃;
- [0040] 中间包内液态原料纯铁氧含量:100ppm;
- [0041] 拉速:2.2m/min;
- [0042] 结晶器冷却水流量:3000L/min;
- [0043] 结晶器电磁搅拌:电流280A、频率4Hz;
- [0044] 结晶器保护渣:超低碳保护渣,人工加入;
- [0045] 二冷比水量:1.50L/kg;
- [0046] 连拉炉数: 7炉;
- [0047] 生产情况:按照计划要求完成生产任务,生产平稳无事故发生。
- [0048] 质量情况:低倍评级:中心偏析C0.5,无中心疏松,裂纹指数0,其它缺陷无;表面情况:无表面夹渣、气孔等缺陷;坯形:无脱方、无菱变,坯形良好,断面尺寸满足相关要求。
- [0049] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。