



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109252013 A

(43)申请公布日 2019.01.22

(21)申请号 201811139368.0

(22)申请日 2018.09.28

(71)申请人 中天钢铁集团有限公司

地址 213000 江苏省常州市中吴大道1号

(72)发明人 黄永生 孙光涛 王海洋 肖微

赵阳 莫秉干

(74)专利代理机构 常州市英诺创信专利代理事

务所(普通合伙) 32258

代理人 谢新萍 王美华

(51)Int.Cl.

G21C 7/06(2006.01)

G21C 7/076(2006.01)

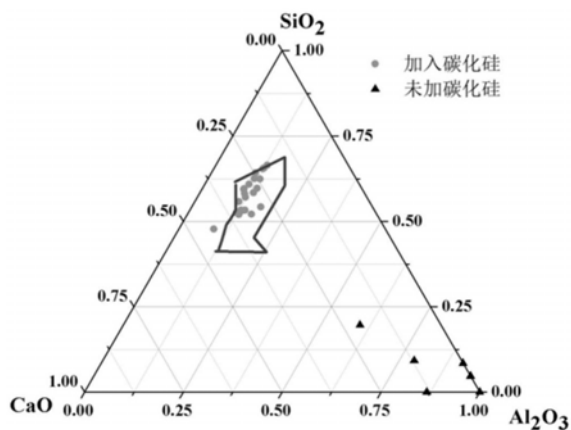
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种全塑性夹杂物的轴承钢造渣工艺控制方法

(57)摘要

本发明属于炼钢冶炼技术领域,特别涉及一种全塑性夹杂物的轴承钢造渣工艺控制方法。在LF精炼前期使用碳化硅脱氧,以硅脱氧代替传统铝脱氧;精炼后期加入石英砂变渣,控制顶渣碱度变化实现夹杂物塑性化,避免成品中出现D(粗)和DS类夹杂物,同时将B类夹杂物控制在≤0.5级;精炼过程中加入合金调整成分,调渣定氧,使轴承钢的T.[O]小于10ppm。LF精炼过程中加入碳化硅,使硅与钢液中本身存在铝共同发挥脱氧作用,在保证脱氧效果的前提下,不仅减少了传统铝脱氧工艺会带来不利于轴承钢疲劳寿命的不变形夹杂物问题,且避免了钢液中本身存在的铝脱氧会产生的不变形夹杂物问题,整体上实现了轴承钢中夹杂物的塑性化和纯净化。



1. 一种全塑性夹杂物的轴承钢造渣工艺控制方法,其特征在于,包括以下步骤:出钢后进入LF工序进行精炼,精炼前期补加石灰,渣面脱氧使用碳化硅,渣样碱度控制在3.5-5.5之间,然后加入石英砂变渣,渣样碱度控制在1.5-3.0之间。

2. 如权利要求1所述的全塑性夹杂物的轴承钢造渣工艺控制方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 转炉出钢过程中依次加入碳化硅、低氮增碳剂、合金、石灰、萤石,控制钢水成分;

(2) 出钢后进入LF工序进行精炼,精炼前期补加200~500kg/炉石灰,观察化渣情况,若化渣速度慢,使用200~300kg/炉萤石调渣,渣面脱氧使用碳化硅;

(3) LF精炼后期进行变渣操作,加入石英砂,继续化渣。

3. 如权利要求2所述的全塑性夹杂物的轴承钢造渣工艺控制方法,其特征在于:步骤(1)中,转炉出钢后刚进入到精炼炉中的钢水成分为,C:0.50~0.90wt%、Si:0.05~0.40wt%、Mn:0.15~0.50wt%。

4. 如权利要求2所述的全塑性夹杂物的轴承钢造渣工艺控制方法,其特征在于:步骤(1)中碳化硅含60%以上SiC,加入量为100~300kg/炉;低氮增碳剂含氮小于400ppm,加入量为700~1000kg/炉;石灰含80%以上CaO,加入量为400~600kg/炉;萤石含70%以上CaF₂,加入量为200~300kg/炉。

5. 如权利要求2所述的全塑性夹杂物的轴承钢造渣工艺控制方法,其特征在于:步骤(1)中的合金为低碳锰铁3kg/t、低钛低铝硅铁3kg/t、低钛高碳铬铁30kg/t,均需严格控制合金中的[Ti]和[Al]含量,要求[Ti]<0.050%, [Al]<0.050%。

6. 如权利要求2所述的全塑性夹杂物的轴承钢造渣工艺控制方法,其特征在于:步骤(1)中,出钢时接收钢水的钢包使用高镁低铝质内衬钢包,钢包引流砂使用真空钢专用引流砂。

7. 如权利要求1所述的全塑性夹杂物的轴承钢造渣工艺控制方法,其特征在于:步骤(2)LF工序采用碳化硅弱脱氧剂脱氧造渣,碳化硅含60%以上。

8. 如权利要求1所述的全塑性夹杂物的轴承钢造渣工艺控制方法,其特征在于:步骤(2)为LF工序前期造渣过程,使用碳化硅脱氧造渣,加入量为200~350kg/炉。

9. 如权利要求1所述的全塑性夹杂物的轴承钢造渣工艺控制方法,其特征在于:步骤(3)为LF工序后期变渣过程,使用石英砂变渣,加入量为200~500kg/炉;变渣时间确保大于15min。

10. 如权利要求1所述的全塑性夹杂物的轴承钢造渣工艺控制方法,其特征在于:确保变渣前渣碱度控制在3.5-5.5,终渣碱度控制在1.5-3.0。

一种全塑性夹杂物的轴承钢造渣工艺控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于炼钢冶炼技术领域,特别涉及一种全塑性夹杂物的轴承钢造渣工艺控制方法。

背景技术

[0002] 目前国内外钢厂冶炼轴承钢的基本工艺路线为转炉(电炉)→精炼→RH(VD)→连铸,传统冶炼工艺思路存在以下弊端:(1)炼钢全过程采用Al脱氧获得较低的T.[O],同时配以高碱度渣来吸附夹杂物,通过Al与自由氧反应、Al与精炼渣、钢包内衬反应产生不变形的 Al_2O_3 类和 $MgO \cdot Al_2O_3$ 类夹杂物,甚至大颗粒的DS类,此类不变形夹杂物是轴承钢疲劳寿命的重要影响因素;(2)初炼出钢和精炼过程加Al,产生絮状的脱氧产物 Al_2O_3 ,无法上浮被顶渣吸附的 Al_2O_3 会堵塞水口,导致连铸液面波动卷渣,严重时铸流结死而无法浇铸,堵塞水口的絮流产物,在浇铸过程也会随机剥落,导致轧材在探伤时报警。

[0003] 因此,需要改善精炼过程中的造渣工艺,来改善钢中夹杂物的塑性,使轴承钢获得更好的浇注性能和疲劳寿命。

发明内容

[0004] 本发明针对现有冶炼技术的缺点,提供了一种全塑性夹杂物的轴承钢造渣工艺控制方法,目的是通过在LF精炼过程中用Si代替Al造弱脱氧渣脱氧,并在LF精炼后期加入石英砂调节渣碱度,生成以硅酸盐为主的全塑性夹杂物,并有效控制轴承钢中的B类、D(粗)和DS类塑性差的夹杂物。

[0005] 为了实现以上目的,本发明采取的技术方案为:

[0006] 一种全塑性夹杂物的轴承钢造渣工艺控制方法,所述冶炼方法包括转炉冶炼和LF精炼。

[0007] (1)转炉出钢过程中,依次加入碳化硅、低氮增碳剂、合金(低碳锰铁、低钛低铝硅铁、低钛高碳铬铁)、石灰、萤石,控制转炉出钢后进入到精炼炉中的钢水成分为,C:0.50~0.90wt%、Si:0.05~0.40wt%、Mn:0.15~0.50wt%。其中,碳化硅含60%以上SiC,加入量为100~300kg/炉;低氮增碳剂含氮小于400ppm,加入量为700~1000kg/炉;石灰含80%以上CaO,加入量为400~600kg/炉;萤石含70%以上 CaF_2 ,加入量为200~300kg/炉;合金为低碳锰铁3kg/t、低钛低铝硅铁3kg/t、低钛高碳铬铁30kg/t,均需严格控制合金中的[Ti]和[Al]含量,要求[Ti]<0.050%, [Al]<0.050%。

[0008] 出钢时接收钢水的钢包使用高镁低铝质内衬钢包,钢包引流砂使用真空钢专用引流砂,保证钢水质量和大包自开;

[0009] (2)精炼前期补加200~500kg/炉石灰,观察化渣情况,若化渣速度慢,使用200~300kg/炉萤石调渣,渣面脱氧使用碳化硅,精炼过程中补加石英砂变渣,具体为:变渣之前取渣样,以确保变渣前渣碱度控制在3.5-5.5,变渣时间确保大于15min;出钢前取终渣样,终渣碱度控制在1.5-3.0。

[0010] LF工序采用碳化硅弱脱氧剂脱氧造渣,碳化硅含60%以上。

[0011] LF工序前期造渣过程,使用碳化硅脱氧造渣,加入量为200~350kg/炉。

[0012] 精炼前期尽快将温度升高,防止后期加石英砂后埋弧效果差而导致的长时间送电升温,精炼过程中调整成分时采用低氮增碳剂、低锰低钛低铝硅铁,低钛高碳铬铁或低碳铬铁,精炼调渣结束定氧,如果精炼调渣结束时[O]太高,加入一些渣料进行脱氧,目标氧含量 $\leq 12\text{ppm}$ 。

[0013] 本发明的有益效果在于:

[0014] 1) 通过一种全新的硅脱氧代替传统的加入铝脱氧的轴承钢冶炼工艺,一般情况下,硅脱氧能力是不如铝的,如钢水中铝含量0.02%,则自由[O]在3~5ppm,但如果仅用硅,钢水中[Si]含量0.2wt%,但自由[O]在50ppm,因此虽然本方案加入硅进行脱氧,但是钢水中铝的含量还是存在的,且也发挥着脱氧的贡献,因此总的脱氧效果不会下降,但正是由于少量硅(相对于钢水中需要被脱除的氧含量)的加入,不仅不会带来不利于轴承钢疲劳寿命的不变形夹杂物,而且还避免了钢液中本身存在的那部分铝脱氧而产生不变形夹杂物,而后者是本专利与传统概念上的铝脱氧最大的不同,从而整体上实现了轴承钢中夹杂物塑性化和纯净化,塑性化夹杂物对疲劳寿命影响较小,而传统的轴承钢铝脱氧工艺是无法实现夹杂物塑性化的;

[0015] 2) 本专利采用硅脱氧实现夹杂物塑性化区间为轧材夹杂物各成分比例 $\text{CaO}/\text{SiO}_2 = 0.4 \sim 0.6$, Al_2O_3 含量20wt%,此时 $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ 系夹杂物塑性区熔点小于 1400°C ,而传统铝脱氧夹杂物主要为 MgO 、 $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 和 Al_2O_3 等不变形夹杂物,轧制过程无法变形;

[0016] 3) 本专利要实现夹杂物的塑性化,仅用硅代替铝脱氧是不够的,需要对原辅料和过程关键参数有着严格控制,炼钢全过程使用含硅的材料脱氧,禁止直接加入铝或者含铝较多的材料脱氧,控制转炉出钢终点 $[\text{C}] \geq 0.08\text{wt}\%$,过程钢水中 $[\text{Al}]$ 含量小于15ppm;

[0017] 4) 通过多个过程参数的综合作用,确保本专利生产的轴承钢中钢水纯净度 $T.[\text{O}] \leq 10\text{ppm}$,满足国标要求,B类均小于0.5级,同时轧材中的夹杂物成分落在 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系相图的塑性区,减少用传统铝脱氧产生的 Al_2O_3 不变形类DS大颗粒夹杂和水口堵塞剥落物,与传统工艺相比,解决了夹杂物塑性化和纯净化的问题。

附图说明

[0018] 图1为实施例2产品中铸坯夹杂物在 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系相图投影图。

具体实施方式

[0019] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细描述。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,并不用于限定本发明。

[0020] 相反,本发明涵盖任何由权利要求定义的在本发明的精髓和范围上做的替代、修改、等效方法以及方案。进一步,为了使公众对本发明有更好的了解,在下文对本发明的细节描述中,详尽描述了一些特定的细节部分。对本领域技术人员来说没有这些细节部分的描述也可以完全理解本发明。

[0021] 实施例1

[0022] 120t转炉冶炼GCr15轴承钢,此次冶炼炉号为0849,冶炼过程包括转炉和LF精炼,具体步骤如下所示:

[0023] (1) 127t铁水经过转炉冶炼后,出钢时[C]=0.137wt%、[P]=0.021wt%、钢水温度=1630℃;出钢1/4时,开始依次加入碳化硅150kg、低氮增碳剂770kg、合金(低碳锰铁350kg、低钛低铝硅铁386kg、低钛高碳铬铁3240kg)、石灰456kg、萤石282kg,出钢时间为4min,转炉到精炼第一样成分中,C:0.82wt%、Si:0.204wt%、Mn:0.25wt%;

[0024] (2) 出钢后进入LF工序进行精炼,精炼前期补加204kg石灰,渣面脱氧使用碳化硅,加入320kg碳化硅,取渣样,检测到渣成分如表1所示,碱度为3.67,控制在了3.5-5.5之间,满足要求,加入270kg石英砂变渣,变渣时间为20min,取终渣样,检测到渣成分如表1所示,碱度为1.93,控制在了1.5-3.0之间,满足要求,变渣完成。

[0025] 表1 0849炉次LF精炼变渣前后渣成分

[0026]

炉号	精炼渣样	CaO/wt%	SiO ₂ /wt%	MnO/wt%	MgO/wt%	P ₂ O ₅ /wt%	Al ₂ O ₃ /wt%	碱度
0849	变渣前	45.87	12.50	0.6	6.4	0.02	5.6	3.67
	变渣后	42.92	22.24	0.4	6.4	0.01	2.9	1.93

[0027] 本实施例的成品成分见表2所示。

[0028] 表2 0849炉次成品成分

[0029]

炉号	成品成分/wt%										
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Ti	Ca
0849	1.02	0.25	0.36	0.009	0.009	1.44	0.01	0.02	0.0013	0.0022	0.0001

[0030] 实施例2

[0031] 120t转炉冶炼GCr15轴承钢,此次冶炼炉号为0852,冶炼过程包括转炉和LF精炼,具体步骤如下所示:

[0032] (1) 132t铁水经过转炉冶炼后,出钢时[C]=0.145wt%、[P]=0.020wt%、钢水温度=1654℃;出钢1/4时,开始依次加入碳化硅162kg、低氮增碳剂619kg、合金(低碳锰铁321kg、低钛低铝硅铁369kg、低钛高碳铬铁3580kg)、石灰433kg、萤石206kg,出钢时间为6min,转炉到精炼第一样成分中,C:0.844wt%、Si:0.231wt%、Mn:0.291wt%;

[0033] (2) 出钢后进入LF工序进行精炼,精炼前期补加200kg石灰,渣面脱氧使用碳化硅,加入316kg碳化硅,取渣样,检测到渣成分如表3所示,碱度为4.25,控制在了3.5-5.5之间,满足要求,加入290kg石英砂变渣,变渣时间为18min,取终渣样,检测到渣成分如表3所示,碱度为2.31,控制在了1.5-3.0之间,满足要求,变渣完成。

[0034] 表3 0852炉次LF精炼变渣前后渣成分

[0035]

炉号	精炼渣样	CaO/wt%	SiO ₂ /wt%	MnO/wt%	MgO/wt%	P ₂ O ₅ /wt%	Al ₂ O ₃ /wt%	碱度
0849	变渣前	47.9	11.27	0.2	7.7	0.01	3.0	4.25
	变渣后	44.5	19.26	0.4	8.0	0.02	2.9	2.31

[0036] 本实施例的成品成分见表4所示。

[0037] 表4 0852炉次成品成分

[0038]

炉号	成品成分/wt%										
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Ti	Ca
0849	1.02	0.25	0.36	0.009	0.009	1.44	0.01	0.02	0.0013	0.0022	0.0001

[0039] 实施例3

[0040] 120t转炉冶炼GCr15轴承钢,此次冶炼炉号为0853,冶炼过程包括转炉和LF精炼,具体步骤如下所示:

[0041] (1) 135t铁水经过转炉冶炼后,出钢时[C]=0.124wt%、[P]=0.018wt%、钢水温度=1662℃;出钢1/4时,开始依次加入碳化硅160kg、低氮增碳剂800kg、合金(低碳锰铁300kg、低钛低铝硅铁380kg、低钛高碳铬铁3543kg)、石灰410kg、萤石240kg,出钢时间为6min,转炉到精炼第一样成分中,C:0.884wt%、Si:0.214wt%、Mn:0.288wt%;

[0042] (2) 出钢后进入LF工序进行精炼,精炼前期补加200kg石灰,渣面脱氧使用碳化硅,加入280kg碳化硅,取渣样,检测到渣成分如表5所示,碱度为4.02,控制在了3.5-5.5之间,满足要求,加入329kg石英砂变渣,变渣时间为21min,取终渣样,检测到渣成分如表5所示,碱度为2.13,控制在了1.5-3.0之间,满足要求,变渣完成。

[0043] 表5 0853炉次LF精炼变渣前后渣成分

[0044]

炉号	精炼渣样	CaO/wt%	SiO ₂ /wt%	MnO/wt%	MgO/wt%	P ₂ O ₅ /wt%	Al ₂ O ₃ /wt%	碱度
0849	变渣前	54.4	13.53	0.1	5.5	0.02	3.2	4.02
	变渣后	49.7	23.3	0.2	5.4	0.01	2.2	2.13

[0045] 本实施例的成品成分见表6所示。

[0046] 表6 0853炉次成品成分

[0047]

炉号	成品成分/wt%										
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Ti	Ca
0849	0.97	0.24	0.36	0.014	0.008	1.42	0.01	0.02	0.0011	0.0011	0.0001

[0048] 其中,0852号炉的产品中铸坯夹杂物在CaO-Al₂O₃-SiO₂系相图投影见图1所示(其中,未加碳化硅是指在上述实施例中0852号炉炼钢工艺的基础上,在其余操作均相同的情况下,没有加入任何碳化硅)。

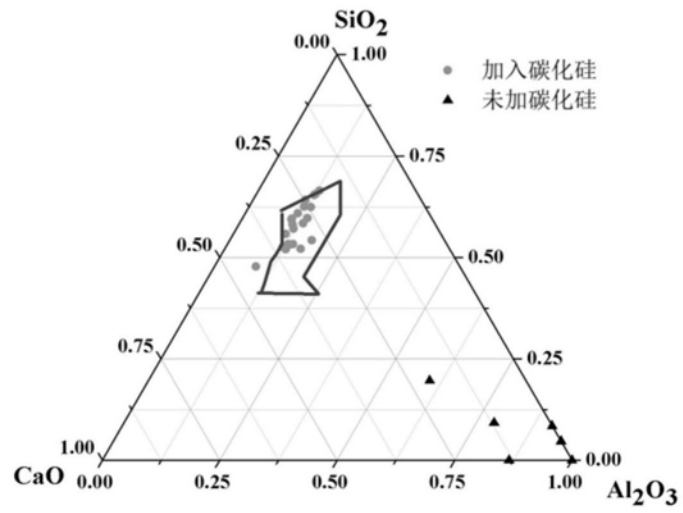


图1