



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102534095 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 04

(21) 申请号 201210023943. 7

(22) 申请日 2012. 02. 03

(71) 申请人 南京钢铁股份有限公司

地址 210035 江苏省南京市六合区卸甲甸 1
号

(72) 发明人 潘中德

(74) 专利代理机构 南京汇盛专利商标事务所
(普通合伙) 32238

代理人 陈扬

(51) Int. Cl.

C21C 5/30 (2006. 01)

C21C 7/068 (2006. 01)

C21C 7/06 (2006. 01)

C21C 7/064 (2006. 01)

C21C 7/10 (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 4 页

(54) 发明名称

一种超纯净管线钢的冶炼工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种超纯净管线钢的冶炼工艺, 该工艺采用转炉过程和终点控制、留氧出钢工艺、RH 脱碳工艺、RH 脱氧合金化工艺、LF 脱硫工艺和 RH 脱气工艺生产超纯净管线钢, 在降低钢水成分偏析的同时提高钢的纯净度, 其中, 碳控制在 $\leq 0.04\%$, $[P] \leq 0.010\%$ 、 $[S] \leq 0.001\%$ 、 $[H] \leq 0.00015\%$ 、 $[N] \leq 0.0060\%$ 、 $[O] \leq 0.0020\%$ 。本发明通过降低钢水成分偏析的同时提高钢的纯净度, 更好的满足抗酸腐蚀管线钢对超低碳和超高纯净度质量要求。

1. 一种超纯净管线钢的冶炼工艺,其特征在于:该工艺采用转炉过程和终点控制、留氧出钢工艺、RH脱碳工艺、RH脱氧合金化工艺、LF脱硫工艺和RH脱气工艺生产超纯净管线钢,在降低钢水成分偏析的同时提高钢的纯净度,其中,碳控制在 $\leq 0.04\%$, $[P] \leq 0.010\%$ 、 $[S] \leq 0.001\%$ 、 $[H] \leq 0.00015\%$ 、 $[N] \leq 0.0060\%$ 、 $[O] \leq 0.0020\%$ 。

2. 根据权利要求1所述的超纯净管线钢的冶炼工艺,其特征在于:转炉过程和终点控制中,转炉双渣操作,前期加入50-60%的渣料,倒完一次渣后重新加入渣料进行造渣,保证钢水深脱磷,钢水终点控制: $[C] 0.03-0.05\%$ 、 $[P] \leq 0.010\%$ 、 $[S] \leq 0.010\%$ 、 $[O] \leq 1200\text{ppm}$ 、 $T \geq 1680^\circ\text{C}$;

留氧出钢工艺中,转炉出钢碳为0.03-0.05%,出钢过程加入低碳锰铁、精炼渣、石灰和铝控制钢水含氧量,进行留氧出钢;

RH脱碳工艺中,在不吹氧的条件下抽真空进行自然脱碳;

RH脱氧合金化工艺中,加入铝丸脱除钢水中多余的氧,然后用低碳锰铁、硅铁和合金对钢水进行合金化;

LF脱硫工艺中,完成深脱硫、升温 and 成分微调,提高脱硫效率,保证钢水终点 $[S] \leq 0.001\%$;

RH脱气工艺中,真空度 $\leq 5.0\text{mbar}$ 、保持时间 $\geq 15\text{min}$,钢水终点 $[H] \leq 0.00015\%$,水喂入200-250米纯钙线,静搅12分钟以上。

一种超纯净管线钢的冶炼工艺

技术领域

[0001] 本发明属于冶金领域,涉及一种冶炼工艺,具体地说是一种超纯净管线钢的冶炼工艺。

背景技术

[0002] 管线钢板中的抗酸腐蚀管线钢是石油、天然气用钢中生产难度最大的一类钢,由于其对钢水的纯净度、铸坯的偏析控制、控轧控冷及最终组织结构和状态的要求很高,因而对生产线硬件装备水平和整个冶金工艺流程的控制都有十分严格的要求。对于抗酸腐蚀管线钢,主要检验指标是钢板及钢管抗 HIC 和 SSCC 性能,而实际冶炼生产中,主要是通过控制钢水成分及纯净度要求来保证钢的抗氢致开裂性能,一般要求钢的成分偏析小,其中 $C \leq 0.04\%$,在保证强度及腐蚀性能情况下,合金元素尽量低;P、S、O、N、H 等有害元素尽量低。

[0003] 为保证管线钢较好的抗 HIC 性能要求,在冶炼工艺上必须保证钢水的低碳成分和高纯净度,尽可能降低夹杂物总量并进行变性处理。采用 RH 真空精炼和 LF 钢包精炼联合处理工艺,可以很好的满足高级别管线钢对钢水质量的要求,目前宝钢、鞍钢、武钢、沙钢等国内钢厂管线钢生产主要采用的生产工艺为:铁水预处理→转炉→LF 精炼→RH 真空处理及钙处理→浇注。但从转炉出钢到浇注过程由于合金、覆盖剂、保护渣等含碳材料的使用和耐材侵蚀,不可避免会引起钢水增碳,一般成品碳在 $0.04\% \sim 0.08\%$ 之间,抗 HIC 管线钢要求成品 $C \leq 0.04\%$ 的要求,仅靠转炉脱碳和控制后道工序增碳无法批量稳定生产,另外在转炉炉况维护、钢铁料消耗方面也存在一定的不足。

[0004] 为了消除 LF-RH 工艺生产管线钢的不足,开发了铁水预处理-转炉-RH-LF-连铸生产工艺,使用了 RH 脱碳功能,在该工艺中,碳含量得到了有效控制。检索发现,专利申请号为 200810020314.2、名称为“转炉-RH-LF-连铸生产管线钢的工艺”,此发明利用 RH 留氧自然脱碳,可减轻转炉脱碳负担,降低钢水氧化性,更好的满足 X70、X80 等管线钢对低碳和高纯净度质量要求,转炉-RH-LF-连铸新工艺生产的管线钢,碳可以按目标成分要求稳定控制在 $0.035\% \sim 0.050\%$, $N \leq 0.0060\%$ 、 $H \leq 0.0003\%$ 、 $P \leq 0.013\%$ 、 $S \leq 0.002\%$,夹杂物粗系和细系均 ≤ 1.5 级。但 LF 精炼处理结束后钢水直接吊至连铸进行生产,为保证脱硫效率及终点硫含量要求,LF 精炼过程中需加入大量石灰等原辅料进行造渣脱硫,由于石灰等原辅料无干燥保障措施,石灰等原辅料中水分含量波动较大,钢水容易吸收水分,导致钢水增氢而最终钢水氢含量超出标准要求。生产实践表明,采用转炉-RH-LF-连铸生产工艺,钢水氢含量难以完全达到 $\leq 1.5\text{ppm}$ 的要求,部分冶炼炉次钢水氢含量出现大于 3.0ppm 的现象,最终导致钢的抗 HIC 性能不够理想。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种超纯净管线钢的冶炼工艺,该工艺采用转炉-RH-LF-RH-连铸来生产超纯净管线钢,能降低钢的成分偏析,提高钢的纯净度,得到超

纯净管线钢。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的：

一种超纯净管线钢的冶炼工艺,其特征在于:该工艺采用转炉过程和终点控制、留氧出钢工艺、RH脱碳工艺、RH脱氧合金化工艺、LF脱硫工艺和RH脱气工艺生产超纯净管线钢,在降低钢水成分偏析的同时提高钢的纯净度,其中,碳控制在 $\leq 0.04\%$, $[P] \leq 0.010\%$ 、 $[S] \leq 0.001\%$ 、 $[H] \leq 0.00015\%$ 、 $[N] \leq 0.0060\%$ 、 $[O] \leq 0.0020\%$ 。

[0007] 转炉过程和终点控制中,转炉双渣操作,前期加入50-60%的渣料,倒完一次渣后重新加入渣料进行造渣,保证钢水深脱磷,钢水终点控制: $[C] 0.03-0.05\%$ 、 $[P] \leq 0.010\%$ 、 $[S] \leq 0.010\%$ 、 $[O] \leq 1200\text{ppm}$ 、 $T \geq 1680^\circ\text{C}$;

留氧出钢工艺中,转炉出钢碳为0.03-0.05%,出钢过程加入低碳锰铁、精炼渣、石灰和铝控制钢水含氧量,进行留氧出钢;

RH脱碳工艺中,在不吹氧的条件下抽真空进行自然脱碳;脱碳目标 $[C] \leq 0.015\%$ 。

[0008] RH脱氧合金化工艺中,加入铝丸脱除钢水中多余的氧,然后用低碳锰铁、硅铁和合金对钢水进行合金化;

LF脱硫工艺中,LF炉渣采用 $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 三元渣系,钢水到LF炉后,向渣面撒入铝粒造还原渣,迅速降低渣中 MnO+FeO 含量,同时在保证炉内微正压的前提下,提高钢包底吹氩流量到300-600NL/min之间,完成深脱硫、升温 and 成分微调,提高脱硫效率,LF终点硫 $[S] \leq 0.001\%$ 。

[0009] RH脱气工艺中,真空度 $\leq 5.0\text{mbar}$ 、保持时间 $\geq 15\text{min}$,钢水终点 $[H] \leq 0.00015\%$,水喂入200-250米纯钙线,静搅12分钟以上。



[0010]

为保证钢的抗HIC性能,冶炼工序上主要就是降低钢的成分偏析,提高钢的纯净度。一方面,降低钢的成分偏析,必须降低C、Mn等易偏析元素的含量及配合适当的连铸工艺,其中C含量一般小于0.04%,为保证钢水C含量的稳定控制,必须使用RH脱碳功能。另一方面,提高钢的纯净度,可以通过降低钢的P、S、O、N、H等杂质的含量来实现,而采用RH-LF钢水精炼工艺,钢水在LF至连铸生产之间未能真空脱气处理,容易导致钢水氢、氮含量超出标准要求,在连铸生产前应进行真空脱气处理。

[0011] 为同时保证钢水超低碳及超高纯净度,本发明采用转炉-RH-LF-RH-连铸工艺进行生产,较转炉-LF-RH-连铸生产工艺,减轻了转炉脱碳的压力,消除了超低碳控制、钢铁料消耗高等方面的不足,能够实现钢水 $[C]$ 稳定在0.04%以下;较转炉-RH-LF-连铸生产工艺,消除了钢水气体含量达不到标准要求的不足,能够保证钢水 $[H]$ 稳定在1.5ppm以下。

[0012] 本发明利用转炉双渣操作,可使钢水终点 $[P] \leq 0.010\%$;利用RH留氧自然脱碳,可减轻转炉脱碳负担,降低钢水氧化性,稳定控制 $[C] \leq 0.04\%$;利用LF脱硫工艺,保证钢水 $[S] \leq 0.001\%$;利用RH真空脱气工艺,钢水 $[H] \leq 0.00015\%$ 。经本发明转

炉 -RH-LF-RH- 连铸新工艺冶炼的管线钢,碳可以按目标成分要求稳定控制在 $\leq 0.04\%$, $[P] \leq 0.010\%$ 、 $[S] \leq 0.001\%$ 、 $[H] \leq 0.00015\%$ 、 $[N] \leq 0.0060\%$ 、 $[O] \leq 0.0020\%$,通过降低钢水成分偏析的同时提高钢的纯净度,满足抗酸腐蚀管线钢对超低碳和超高纯净度质量要求。

[0013] 本发明分步使用 RH 脱碳、真空脱气功能,即采用转炉 -RH 脱碳 -LF 精炼 -RH 真空脱气及钙处理 -连铸生产工艺,保证钢水成分偏析及纯净度要求,得到符合要求的超纯净管线钢。

具体实施方式

[0014] 一种本发明所述的超纯净管线钢的冶炼工艺,通过转炉 -RH-LF-RH- 连铸生产的工艺来实现,包括转炉过程和终点控制、留氧出钢工艺、RH 脱碳工艺、RH 脱氧合金化工艺、LF 脱硫工艺和 RH 脱气工艺;

①转炉过程和终点控制中,入炉铁水 $[S] \leq 20\text{ppm}$,转炉采用双渣操作模式进行脱磷,渣料的 50-60%在前期加入,氧枪吹炼周期至 25%-35% 时提枪暂停吹炼,倒渣;继续下枪吹炼,加入剩余渣料,在吹炼过程中适当补加返矿,控制碱度 ≥ 3.5 ,维持炉内的最佳脱磷温度,吹炼至 80%-90% 时进行 TSC 测温、定碳,根据测量结果进行最后补吹拉碳提温;转炉终点控制: $[C] 0.03-0.05\%$ 、 $[P] \leq 0.010\%$ 、 $[S] \leq 0.010\%$ 、 $[O] \leq 1200\text{ppm}$ 、 $T \geq 1680^\circ\text{C}$ 。

[0015] ②留氧出钢工艺中,转炉出钢碳为 0.03-0.05%,出钢过程加入精炼渣、活性石灰、低碳锰铁,根据钢水实际氧含量,加入相应的铝块控制钢水含氧量,进行留氧出钢;采用挡渣塞和挡渣锥挡渣出钢,控制下渣回磷,出钢时间不少于 4 分钟。

[0016] ③ RH 脱碳工艺中,钢水到达 RH 工位测温、取样、定氧,判断钢水符合条件后,一般钢水初始 $[O]$ 在 200-400ppm,在不吹氧的条件下抽真空进行自然脱碳,脱碳目标 $[C] \leq 0.015\%$,一般脱碳时间 5-8 分钟。

[0017] ④ RH 脱氧合金化工艺中,RH 脱碳结束后,先加入铝丸脱除钢水中多余的氧,然后用低碳锰铁、硅铁和其它合金对钢水进行合金化。

[0018] ⑤ LF 脱硫工艺中,主要完成深脱硫、升温 and 成分微调的任务。LF 炉渣采用 $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 三元渣系,钢水到 LF 炉后,向渣面撒入铝粒造还原渣,迅速降低渣中 MnO+FeO 含量到 0.5% 以下,同时在保证炉内微正压的前提下,提高钢包底吹氩流量到 300-600NL/min 之间,LF 终点硫 $[S] \leq 0.001\%$ 。

[0019] ⑥ RH 脱气工艺中,高真空度 $\leq 5.0\text{mbar}$ 保持时间 $\geq 15\text{min}$,保证终点钢水 $[H] \leq 1.5\text{ppm}$;经 RH 脱气的钢水喂入 200-250 米纯钙线,静搅 12 分钟以上,进行浇注,得到超纯净管线钢。

[0020] 经转炉 -RH-LF-RH -连铸工艺生产的管线钢,碳可以按要求稳定控制在 $\leq 0.040\%$, $[P] \leq 0.010\%$ 、 $[S] \leq 0.001\%$ 、 $[H] \leq 0.00015\%$ 、 $[N] \leq 0.0060\%$ 、 $[O] \leq 0.0020\%$ 。

[0021] 实施例 1

本实施例为 X65 级别抗酸管线钢的冶炼,X65 级别抗酸管线钢生产工艺流程为:铁水倒罐 → 铁水预处理 → 转炉 → RH → LF → RH → 连铸。X65 级别抗酸管线钢内控化学成分见下表:

成份 %	C	Mn	Si	P	S	N	O	H
内控	0.020-	1.20-	0.20-	≤	≤	≤	≤	≤
	0.040	1.30	0.30	0.010	0.0010	0.0060	0.0020	0.00015
目标	0.030	1.25	0.25	≤	≤	≤	≤	≤
				0.008	0.0010	0.0040	0.0020	0.00015

铁水经预处理,入炉铁水 $[S] \leq 0.002\%$,废钢选用低磷、低硫自产废钢,铁水、废钢装入量 170 ± 2 吨,稳定出钢量 158 ± 2 吨;转炉双渣操作,前期加入 50-60% 的渣料,倒完一次渣后重新加入渣料进行造渣,保证钢水深脱磷,钢水终点控制: $[C] 0.03-0.05\%$ 、 $[P] \leq 0.010\%$ 、 $[S] \leq 0.010\%$ 、 $[O] \leq 1200\text{ppm}$ 、 $T \geq 1680^\circ\text{C}$ 。出钢过程加入精炼渣、活性石灰、低碳锰铁、铝块,采用挡渣塞和挡渣锥挡渣出钢,控制下渣回磷,出钢时间不少于 4 分钟。

[0022] 钢水到达 RH 工位测温、取样、定氧,判断钢水符合条件后,一般钢水初始 $[O]$ 在 200-400ppm,在不吹氧的条件下抽真空进行自然脱碳,脱碳目标 $[C] \leq 0.015\%$;RH 脱碳结束后,先加入铝丸脱除钢水中多余的氧,然后用低碳锰铁、硅铁和其它合金对钢水进行合金化。

[0023] 经 RH 处理的钢水在 LF 主要完成深脱硫、升温 and 成分微调的任务。钢水到 LF 炉后向渣面撒入铝粒造还原渣,要求小批量、多批次撒入,保证渣钢界面反应的动力学条件,提高脱硫效率,保证钢水终点 $[S] \leq 0.001\%$ 。

[0024] 在 LF 工位按 X65 级抗酸管线内控目标成分微调合金,吊包至 RH 进行真空脱气处理,高真空度 $\leq 5.0\text{mbar}$ 保持时间 $\geq 15\text{min}$,保证钢水终点 $[H] \leq 0.00015\%$ 。经 RH 脱气的钢水喂入 200-250 米纯钙线,静搅 12 分钟以上,进行浇注。

[0025] 经转炉 -RH-LF-RH -连铸工艺冶炼的 X65 级别抗酸性管线钢质量控制水平: $[C] \leq 0.04\%$ 、 $[P] \leq 0.010\%$ 、 $[S] \leq 0.001\%$ 、 $[H] \leq 0.00015\%$ 、 $[N] \leq 0.0060\%$ 、 $[O] \leq 0.0020\%$,合金成分按目标要求控制,得到符合要求的超纯净管线钢。

[0026]