

电弧炉炉盖砖对冶炼2Cr18Ni11Ti钢增磷的影响

王代洲, 苏雄杰, 胡茂会

(攀钢集团成都钢铁有限责任公司, 四川 成都 610066)

摘要: 分析了攀钢集团成都钢铁有限责任公司用返回吹氧法冶炼2Cr18Ni11Ti钢之初, 出现因使用磷酸盐结合的不烧高铝砖炉盖引起冶炼过程中两炉钢液严重增磷的情况和采取的对策。研究和实践证明, 采用返回吹氧法冶炼2Cr18Ni11Ti钢时不能用磷酸盐结合的不烧高铝砖做电弧炉的炉盖砖。

关键词: 2Cr18Ni11Ti钢; 返回吹氧法; 钢液增磷

中图分类号: TF741.5; TF065.1*2 **文献标识码:** **文章编号:** 1001-2311(2003)05-0023-04

Study on EAF Roof Brick vs [P] Pick-up in Melting of 2Cr18Ni11Ti Steel

Wang Daizhou, Su Xiongjie, Hu Maohui

(Pangang Group Chengdu I & S Co., Ltd., Chengdu 610066, China)

Abstract: The investigation is made into the case that during the early operation of melting the 2Cr18Ni11Ti steel with the return oxygen blast process by Pangang Group Chengdu I & S Co., Ltd., and severe [P] pick-up occurs with two heats due to the furnace roof refractory work built with non-sintered phosphate-combined high alumina bricks, based on which, specific countermeasures have been taken. Relevant studies and operations have brought about the conclusion that no non-sintered phosphate-combined high alumina bricks can be used to build up the EAF roof in case of melting the 2Cr18Ni11Ti steel with the return oxygen blast process.

Key words: St. 2Cr18Ni11Ti; Return oxygen blast process; Furnace roof built with non-sintered phosphate-combined high alumina bricks; [P] pick-up in liquid steel

0 前言

攀钢集团成都钢铁有限责任公司生产的特殊用途的高强度2Cr18Ni11Ti钢要求磷含量小于0.030%, 采用的冶炼工艺是电弧炉+电渣重熔。2000年初在电弧炉上采用返回吹氧法冶炼此钢时, 前两炉钢出现磷含量随着冶炼过程的进行而不断增高并超标的现象。在工艺上采取特殊的控制措施, 可有效地控制磷含量增高及超标。分析找出了这种现象产生的原因, 本文就此作相应介绍。

1 电弧炉冶炼工艺简介

冶炼2Cr18Ni11Ti钢, 使用公称容量为5t的交

流电弧炉, 其变压器容量为5 500kVA。电弧炉冶炼的工艺流程是: 进料→熔化→取样分析→吹氧→停止吹氧→取样分析→预还原→扒渣 (70%~80%) →加合金→正式还原→取钢样1→取钢样2→取钢样3→调整成分→出钢。

2 问题的出现

用返回吹氧法冶炼不锈钢是不能脱磷的, 磷主要靠严格准确的配料工作来控制。冶炼前的配料计算对磷的控制作了反复核算, 但开炼的第1炉(炉号0070084)就发生了磷含量随着冶炼过程的进行而不断增高并最终超标事故(表1)。事故发生后, 被迫暂停生产2Cr18Ni11Ti钢并及时组织相关工程技术人员展开事故分析, 提出了控制措施。

经过充分准备, 开炼第2炉2Cr18Ni11Ti钢

王代洲(1954-), 男, 四川人, 高级工程师, 主要从事电弧炉冶炼、炉外精炼、连铸工艺的研究和管理工作。

表1 第1炉2Cr18Ni11Ti钢冶炼过程及[P]的变化

时间	操 作	钢液温度/℃	[P]/%
17:53	加不锈钢返回料4 000kg, 低磷废钢3 550kg, CaO、CaCO ₃ 各200kg, Ni板710kg		
19:15	取样1	1 665	0.021
19:35	吹氧		
19:42	停吹氧, 取样2		0.023
19:51	插A1块35kg, 加Fe-Si 35kg、Al粉20kg、Fe-Si粉20kg		
20:04	扒渣, 加CaO 200kg, 取样3		0.024
20:10	加低铬1 900kg, JMn 110kg		
20:25	加Al粉20kg, 加Fe-Si粉15kg、电石12kg	1 672	
20:45	吹氩搅拌		
20:49	取样4		0.027
20:54	取样5		0.028
21:00	取样6		0.029
21:17	炉内加Fe-Ti 100kg, Ni板67kg、JFe-Cr 220kg、Ni板710kg	1 660	
21:40	出钢, 包中加A1块16kg、Fe-Ti 230kg		
21:43	出完, 取样7	1 628	0.034

(炉号0070095), 与第一炉相似的过程增[P]现象再次出现(表2), 并且未加铬铁时磷含量已经高达0.027%, 一旦补加合金, 正式还原后其磷的含量可能比前一炉还高, 鉴于此, 被迫提前出钢, 暂停冶炼, 寻找原因。

表2 第2炉2Cr18Ni11Ti钢冶炼过程及[P]的变化

时间	操 作	钢液温度/℃	[P]/%
10:44	加不锈钢返回料4 000kg, 低磷废钢3 550kg, CaO、CaCO ₃ 各200kg, Ni板700kg		
11:50	取样1	1 537	0.017
12:07	取样2	1 604	0.022
12:22	取样3		0.025
12:28	取样4		0.027
12:37	插A1块30kg		
12:45	取样5		0.027
12:25	取样6		0.027
13:10	被迫出钢	1 672	
13:13	出钢完, 取样7		0.027 8

料、还原剂带入钢水中的磷进行了核算, 后来又对炉内残渣和构成炉体的耐火材料可能的增磷效果进行了调研, 找到了过程增磷的主要原因。

3.1 入炉料磷的核算

3.1.1 入炉金属料磷含量核算

首先对称量器具作了反复校核, 结果表明称量器是准确的; 二是通过入炉料和出钢量的比较, 证明称量也是可信的; 三是对0070084和0070095两炉2Cr18Ni11Ti钢金属料的磷含量再次作了反复核算(如0070084炉, 见表3)。

表3 第1炉金属料磷含量核算

金属料	数量/kg	[P]含量/%	增[P]量/%
不锈钢返回料	4 000	0.024	0.009 1
低磷废钢	3 500	0.013	0.004 2
低铬	1 900	0.030	0.005 4
Fe-Ti	330	0.010	0.000 31
JMn	110	0.010	0.000 21
JFe-Cr	220	0.010	0.000 1

3 核算和调研

针对两炉钢磷含量随着冶炼过程的进行而不断增高并最终超标的现象, 先对入炉金属料、造渣材

从表3可以看出, 废钢、铁合金带入钢水中的磷含量为0.019 3%。核算结果表明, 原配料工作无误。磷超标不是加入的金属料带入的。

3.1.2 造渣料磷含量核算

对造渣材料、还原剂磷含量的核算列于表4。

表4 第1炉造渣料和主还原剂磷含量核算			
渣料及还原剂	数量/kg	[P]含量/%	增[P]量/%
CaO	400	0.01	0.000 38
CaCO ₃	200	0.01	0.000 19
Si-Fe块	35	0.05	0.000 17
Si-Fe粉	35	0.05	0.000 17

从表4可以看出，造渣材料和还原剂带入钢水中的磷含量仅为0.000 91%，它们也不会对钢水增磷有明显影响。

由以上核算可知，入炉的金属料和非金属料带入的磷总量为0.020%，不可能对钢水形成超过预算值的增磷现象。

3.2 炉墙残渣和构成炉体的耐火材料的增磷情况

3.2.1 炉墙残渣的增磷情况

对炉墙上残渣取样分析，其磷含量为0.10%~0.13%。由计算可知：每熔化100 kg此残渣，仅可使钢水增磷0.000 9%~0.001%。事实上炼1炉2Cr18Ni11Ti钢，原先在炉墙上形成的残渣很难熔化100kg，即残渣增磷量将小于0.001%。由此可见，其量很小。

3.2.2 炉底焦油镁砂砖的增磷情况

对炉底焦油镁砂砖取样分析，其磷含量为0.10%~0.13%。统计该砖的使用寿命和拆炉时炉底残砖尺寸，再反算出消耗掉的尺寸和重量，最后算出该砖每炉对钢水的增磷量为0.000 7%~0.001%。由此可见，其量也很小。

3.2.3 出钢槽砖的增磷情况

对出钢槽砖取样分析，其磷含量为0.21%。如果假设每出1炉钢，出钢槽砖被冲刷10kg进入钢包，并且其磷含量100%被还原进入钢水，则可增磷0.000 2%，其量更小。

3.2.4 磷酸盐结合的不烧高铝砖炉盖的增磷情况

对炉盖磷酸盐结合的不烧高铝砖取样分析，其磷含量为1.4%，按照3.2.2相同的思维和方法计算出该砖每炉消耗掉的重量对钢水增磷量为0.008%~0.009%。此值较大。

由以上分析计算可知：炉墙残渣和构成炉体的耐火材料可能的增磷总量为0.011 7%~0.013%。这部分增磷较多，超出了预料。

4 过程增磷的主要原因

4.1 增磷总量的核对

由3.1和3.2计算可知：入炉的金属料和非金属料带入2Cr18Ni11Ti钢水总的磷含量为0.020%；炉墙残渣和构成炉体的耐火材料进入2Cr18Ni11Ti钢水总的磷含量为0.011 7%~0.013 0%，这两大增磷因素可使炉内钢水磷含量达到0.031 7%~0.033 0%。这一结果和表1所列的0070084炉钢包样中的实际磷含量0.034%的结果相吻合。证明上述核算和调研结果可信。

4.2 确认过程增磷的主因

上述调研结果表明，所用的废钢、铁合金、各种还原剂及造渣材料带入钢水的磷是固有的，炉底焦油镁砂砖和炉墙粘渣增磷量也较少，而磷酸盐结合的不烧高铝炉盖增磷高达0.008%~0.009%，是造成这两炉钢磷含量超标的主要原因。

5 讨 论

5.1 磷酸盐结合的不烧高铝砖强化原理^[1]

由生产厂家得知，不烧高铝砖使用的结合剂是第一磷酸铝，即Al(H₂PO₄)₃。随着温度的升高，酸式磷酸铝分解聚合，产生粘结作用。其加热后相变如图1所示。

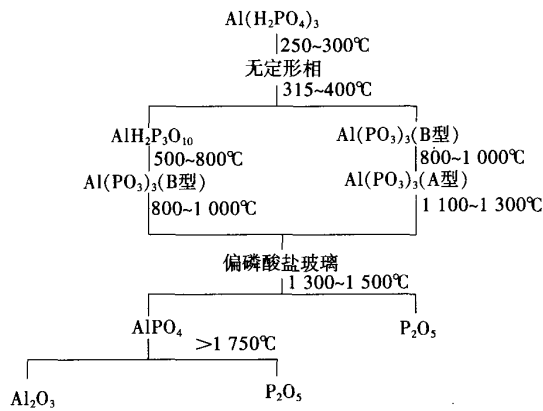
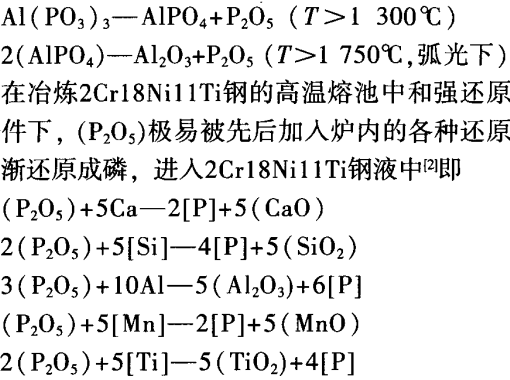


图1 磷酸盐加热相变

5.2 炉盖砖在冶炼过程中的剥落及增磷

由于炉盖在冶炼2Cr18Ni11Ti钢的过程中，长期处于无遮挡电弧的长时间高温辐射状态，又因冶炼时交替进行的加料、吹氧、扒渣等操作使供电间断，断断续续的高温电弧作用使炉盖温度急变，中途开启炉盖装合金引起炉盖强烈的机械震动和冷热剧变等恶劣的工作条件，造成磷酸盐结合的不烧高

铝炉盖砖在冶炼过程中不断地逐层剥落掉入熔池，在高温作用下发生如下反应



这些被还原进入钢水中的磷，正是用返回吹氧法冶炼2Cr18Ni11Ti钢过程中不断使磷含量增加并最终超标的主要原因。

5.3 用氧化法冶炼其他钢种增磷不显著

在用磷酸盐结合的不烧高铝炉盖砖的同样条件下，用氧化法冶炼其他钢种时没有发现明显的增磷现象。一方面是由于用氧化法冶炼其他钢种时，氧化法本身具有脱磷的能力且还原期时间相对较短；另一方面用氧化法冶炼其他钢种时，冶炼条件没有像用返回吹氧法冶炼不锈钢时那样恶劣。表5为相邻时段用氧化法冶炼其他钢种和用返回吹氧法冶炼2Cr18Ni11Ti钢各10炉的条件比较。

表5 冶炼2Cr18Ni11Ti钢与冶炼其他钢种条件比较

冶炼钢种	冶炼方法	敞弧冶炼 时间/min	高温冶炼 (T≥1570℃) 时间/min	加入还原 剂至出钢 时间/min	还原剂种类及数量/(kg·炉 ⁻¹)							
					BaAlSi块	Al块	Al粉	Ca-Si粉	Fe-Si块	Fe-Si粉	电石	Si-C粉
2Cr18Ni11Ti钢	返回吹氧法	219	126	99		89	36	57		12		5
其他钢种	氧化法	96	81	40	27				20	20	17	30

由表5可见，用氧化法冶炼其他钢种比用返回吹氧法冶炼2Cr18Ni11Ti钢的冶炼条件缓和得多。比如，敞弧作用时间短123min；高温作业时间短45min；从加入还原剂至出钢时间短59min；从还原剂的种类及数量比较也可看出，返回吹氧法冶炼2Cr18Ni11Ti钢大量使用的是强还原性的Al和Ca-Si等材料，而氧化法冶炼其他钢种使用的仅仅是普通还原剂。这些条件的缓和使得炉盖砖相对不易剥落掉块，掉入熔池的炉盖砖数量明显减少，钢水增磷量极不明显，因而不易引起人们的注意。

综上所述，不难确认：使用磷酸盐结合的不烧高铝炉盖砖，是本公司用返回吹氧法在冶炼2Cr18Ni11Ti钢的过程中发生增磷并使磷含量超标的主要原因。

6 措 施

用返回吹氧法冶炼2Cr18Ni11Ti钢时所采取的特殊控制措施是不采用磷酸盐结合的不烧高铝砖，而采用非磷酸盐结合的高铝砖作炉盖砖。

7 结 论

用返回吹氧法冶炼2Cr18Ni11Ti钢时，为确保磷合格，炉盖不能用磷酸盐结合的不烧高铝砖，而应用非磷酸盐结合的高铝砖。

8 参考文献

1 葛霖主编.筑炉手册[M].北京:冶金工业出版社,1994.
2 张承武主编.炼钢学[M].北京:冶金工业出版社,1994.
(收稿日期:2003-05-21)

● 信 息

鞍钢无缝钢管厂新建Φ159mm MPM连轧管机组顺利达产

鞍钢(集团)新钢公司无缝钢管厂AG机组整体改造后建成1条Φ159mm限动芯棒五机架连轧管机组，该机组采用MINI-MPM、计算机自动控制、自动换辊等当今世界最先进的无缝管生产工艺。其主轧机从德国西马克·米尔公司引进，具有高效、低耗、质量稳定的特点。新机组设计可年产Φ70~159mm×4~16mm的无缝钢管16万t，主要品种有油井管、管线管、液压支柱管、汽车半轴管、合金管等。

工程于2002年7月25日正式开工，2003年3月17日全线联动热负荷试轧成功，8月份产量已达到设计能力。

(鞍钢(集团)新钢公司无缝钢管厂 姜长华)