

连铸中间包水口堵塞的原因及预防

张德才

(马钢合钢公司钢轧厂,安徽 合肥 230011)

摘要 经过长时间的调查,总结出了造成连铸中间包水口堵塞的几种原因,并针对每种原因提出了相应的预防措施,取得了明显的效果。

关键词 水口堵塞 原因 预防措施

Reasons and Preventive Measures of Nozzle Clogging in CC Tundish

Zhang Decai

(Hefei Iron & Steel Co. Ltd. of Masteel, Hefei, Anhui 230011)

Abstract Several reasons of the nozzle clogging in CC tundish were summarized after investigation for a long time. The protective measures were put forward and remarkable effects were achieved.

Key words nozzle clogging reasons preventive measures

0 前言

自 2006 年至 2009 年,在连铸生产过程中,多次发生了中间包水口堵塞的现象,使拉速降低甚至注流中断,中间包水口内的粘附物还可引起浸入式水口偏流,引起裹渣,产生裂纹等,给正常生产带来一定的影响,据统计因水口堵塞造成的中间包非计划停用数量约占 3.7%。中间包水口堵塞的问题,国内外的专家们也已进行了较多的研究,借鉴他们的经验,笔者也对本单位的情况进行了长期跟踪分析。

1 工艺概况

钢轧厂炼钢工序的工艺流程是:600t 混铁炉—45t 氧气顶吹转炉—底吹氩处理—R6m 弧形小方坯连铸机。转炉分阶段定量装入,单渣法,恒压变枪位操作,使用硅锰和硅铁合金化,脱氧剂是硅铝铁和钢包改质剂(铝质);连铸中间包采用液压快换机构,快换定径水口内层为锆质环,上水口内径为 18.0mm,下水口内径由 15.0 ~ 17.5mm,采用大包长水口和中间包浸入式水口保护浇注,液面自动控制拉速。冶炼钢种是碳素结构钢和低合金钢。

2 中间包水口堵塞原因分析

中间包水口堵塞主要有二种现象,一种现象

是各种原因导致的钢水低温蓄流,停浇水口中的粘物外圈深灰色而内圈是少量白色物体,取样后分析成分如表 1 成分(1)所示,主要成分为 Fe 和(FeO);另一种现象是中间包水口内壁附着的沉积物越聚越多引起水口内径狭窄乃至堵塞的水口结瘤,停浇水口中的粘物为白色物体,取样后分析成分如表 1 成分(2)所示,主要成分为 Al_2O_3 。

表 1 水口粘物成分 %

	TFe	FeO	CaO	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	MnO
成分(1)	49.04	12.33	18.0	5.59	7.00	1.12	1.03
成分(2)	-	2.80	20.60	5.50	3.90	57.0	0.45

注:由于受检测条件限制,无法做全分析。

2.1 钢水低温蓄流的原因

2.1.1 中间包水口烘烤不足

由于煤气不足或者不稳定,生产不正常连铸换包频繁导致中间包紧张,中间包烘烤达不到要求就仓促使用;注入钢液后由于水口部位温度偏低容易结冷钢,使得水口内径变小或堵塞。

2.1.2 钢水待浇时间过长

在生产过程中,转炉冶炼周期与铸机单包浇

注时间不匹配时,转炉本体及设备需维护调整时,铸机由于漏钢等操作事故及机械或电气故障导致生产流数减少时,生产组织比较困难,有时就会出现待浇时间过长,钢水自然降温过多,导致开浇后发生低温死流的现象。

2.1.3 中间包钢液降温过度

在连铸浇注过程中,发现钢液温度偏高或者在高拉速的情况下担心漏钢,常常往中间包钢液中加入废钢作降温处理。由于每一个钢种都有它自己的液相线温度,一旦降温过度,使得钢液温度接近或达到它的液相线温度,钢液就会凝固或冻结。统计数据表明,当过热度 ΔT 小于 5°C 时,发生蓄流的概率为 100%;当过热度 ΔT 在 $6\sim 10^{\circ}\text{C}$ 之间时,发生蓄流的概率为 31%,具体见图 1。

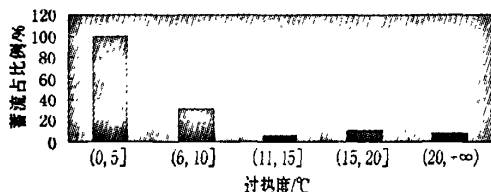


图 1 钢水过热度与低温蓄流的关系

2.1.4 钢液温度不达标

钢液自身温度不达标也是造成低温死流的一个不可忽视的因素。发生此种现象的情况有:1)当转炉下料系统的计量不准时,钢液温度偏高,加料后直接出钢。2)新钢包使用前,烘烤温度达不到 800°C 以上,出钢后钢液温度下降过快。3)事故钢包包底有大块未清理干净,炉前又未及时得到通知。4)出钢过程中,炉口渣块掉入钢包中。

2.2 中间包水口结瘤的原因

2.2.1 钢液中脱氧产物过多

钢轧厂转炉冶炼的钢种主要是普通的碳素结构钢(Q195、Q215、Q235、HPB235)和低合金钢(HRB335、HRB400),使用的脱氧合金自 2006 年以后都改成了硅铝铁,起初没有经验加入时间过晚,再加上吹炼终点钢液中 C 含量偏低,硅铝铁的使用量较大,脱氧后产生了相当的 Al_2O_3 夹杂,虽然经过底吹氩处理后,仍有一部分留在钢液中。

2.2.2 吹炼终点碳含量波动大

钢轧厂转炉吹炼终点 C 含量波动大,低的有 0.03%,高的达 0.10% 以上,脱氧剂硅铝铁的使用量难以准确控制,如果加入过多,钢液中酸溶铝

[AlS]含量达到 0.007% 以上^[1],在后续过程中会被继续氧化形成 Al_2O_3 夹杂留在钢液中。

2.2.3 吹氩时间不足的影响

水口结瘤是钢液中的脱氧产物和夹杂物在水口内壁积聚的结果。吹氩不仅能使钢液温度和成分均匀,更重要的一个作用是形成氩气泡,吸附钢液中弥散的脱氧产物和夹杂一起上浮排出。如果吹氩时间不足,排出脱氧产物和夹杂的效果就不好,这样就容易造成脱氧产物和夹杂物堵塞水口。吹氩时间与水口结瘤的关系见图 2。

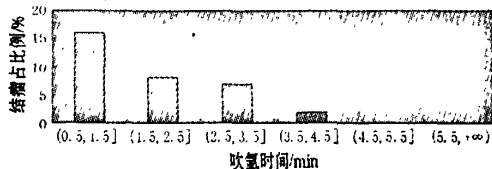


图 2 吹氩时间与水口结瘤的关系

2.2.4 钢包下渣和二次氧化的影响

钢包渣中 FeO 和 MnO 含量较高。连浇换包之间若钢包渣进入中间包后,氧化物直接冲进钢液中,使氧含量增加,生成细小而难于上浮的 Al_2O_3 夹杂,使中间包水口堵塞程度增加。

2.2.5 中间包水口的影响^[2]

首先,水口耐材中夹杂物 (SiO_2 等) 含量越高,水口堵塞倾向越大;其次,如果水口安装不垂直或快速更换下水口时不能一次到位,在内部形成分离流区,夹杂物最容易堆积在此处,使得水口内腔变小,钢液流动缓慢;再次,水口内壁表面的粗糙程度对水口堵塞也有一定影响。

2.2.6 中间包无控流技术

连铸使用的中间包有 2 种,其中 2# 机、3# 机为梯形(15t),4# 机为 T 型(15t),无论哪一种都没有使用挡堰、挡坝或紊流器等控流技术,钢水在中间包内的停留时间短,钢水中的夹杂物不容易上浮进入渣中。

3 中间包水口堵塞的预防措施

针对生产过程中出现的以上问题,主要采取了以下措施:

1)定期检查中间包煤气烘烤的管道,杜绝煤气管道堵塞或煤气泄漏现象的发生,保证足够的烘烤煤气量;中间包的烘烤严格执行“先小火后中火再大火”的原则,确保中间包在使用时温度

达到 1000℃ 以上。另外中间包的打结除满足正常的生产外,还要保证有一定的余量以备不时之需。

2)在炼钢炉前开展劳动竞赛,提高吹炼终点钢液温度、成分达标率,确保上连铸钢液温度合适、成分合格;连铸开浇时,若中间包钢液温度较低时,应推迟开浇时间,以增加开浇时中间包钢液的温度及静压力,延长夹杂物上浮时间,提高开浇成功率。

3)为了防止浇注时中间包钢液降温过度,要求大包工每炉钢测温不少于三次,另外根据碳素结构钢和低合金钢的各钢号化学成分确定它们合适的浇注温度,保证钢液过热度在 10~20℃ 范围内,并且督促大包工严格执行。

4)为了有利于脱氧产物的上浮,一方面改变了脱氧方式,把脱氧剂的加入时间提前,在出钢期的前 2/3 时间内加入钢包内;另一方面严格吹氩制度,保证足够的吹氩时间,提高底吹氩效果;另外生产组织上合理安排,保证钢水起吊至钢包开浇有 5~8min 镇静时间。

5)在终点成分控制上,普通镇静钢要求终点碳控制在 0.06%~0.08% 范围,低合金钢要求终点碳控制在 0.08%~0.10% 范围,这样脱氧剂的使用量也就稳定了,方便了炼钢炉前的操作。另外,还定期分析钢液中酸溶铝[Al_s]含量,一旦发现酸溶铝[Al_s]含量高于 0.006%,立即调整钢包改质剂和脱氧剂硅铝铁的用量。

6)为了减少钢包下渣和二次氧化的影响,从源头抓起,及时维护转炉出钢口使其保持合理形状,出钢挡渣力求实效、吹氩的压力调节避免大翻、长水口保护浇注和浸入式水口的规范使用,还有中间包钢渣的及时排放。

7)在中间包水口的进货时,不仅检查水口的外形尺寸,还要检查水口内壁表面的粗糙程度;在水口安装时,避免发生不垂直的现象。

8)在连铸浇注过程中,严禁带氧通中间包水口,一方面避免钢水氧化,另一方面防止破坏水口内壁表面的平整度。

9)对用于生产钢带的 Q195,要求炉炉喂硅钙线再进行底吹氩;连铸开浇的前二炉还必须定氧,确保氧含量在 80×10^{-6} 以下。

4 效果

通过生产过程中优化工艺,采取可行的措施,强化基础管理,使水口堵塞现象明显减少,钢水收得率等指标有了明显的提高。具体情况见表 2:

表 2 工艺优化前后指标对比情况

年份	钢水收得率/%	返回夹杂废品/t	钢水拉成率/%	单包连浇炉数
2008 (优化前)	98.45	203.059	99.70	28.98
2009 (优化中)	99.51	63.490	99.85	34.61
2010 (优化后)	99.84	47.495	99.92	35.96

5 结语

自 2009 年下半年以来,马钢(合肥)公司钢轧厂通过优化生产工艺,强化基础管理,提高了钢液纯净度,防止二次氧化,避免中间包降温过度,由于中间包水口堵塞而造成的停机事故明显减少。

参考文献

- 1 关学军,高世安.防止连铸中间包水口堵塞的影响因素.齐齐哈尔大学学报,2007:28.
- 2 吕文全,张震.中间包水口堵塞机理及其防止措施.甘肃冶金,2005(6):43.