

# 减少钢包系统事故的措施探讨与应用效果

付衍国

(济南钢铁股份有限公司 第一炼钢厂 济南 250101)

**摘 要:** 介绍了济钢第一炼钢厂(西区)钢包系统诸多事故的主要原因,重点针对钢包滑动水口的滑块砖和滑动机构等最主要因素进行了大量的研究与攻关,取得了满意的效果。根据存在的问题,合理制定对策,并组织实施,确保了钢水包整个系统的稳定,事故几率明显降低。

**关键词:** 钢包 滑动水口 脱碳层 精炼 渣线 夹钢

## MEASURES AND EFFECT IN LADLE SYSTEM TO REDUCTION ACCIDENTS

Fu Yanguo

(Jinan Steel Co. the First Steelworks Jinan 250101)

**Abstract:** This paper introduces the main reason for many accidents of ladle system in the first steelworks in Jinan Steel (Western). Focusing on the most important factor for slider sliding gate brick and sliding bodies, a lot of study and research are carried through, and satisfactory results are achieved. Reasonable measures and the implementation according to the existing problems, ensure the ladle system stability.

**Key words:** ladle slide gate decarburization refining slag layer steel clamps

### 0 前 言

钢水包是炼钢厂的重要工艺装备,是转炉和连铸机的重要衔接纽带,也是生产管理和技术管理的重要课题,能否减少甚至杜绝钢包系统的事故,对于生产稳定有至关重要的作用。

济钢第一炼钢厂西区钢包水口应用 HKF-50 型滑动机构,钢包系统事故曾一度频繁发生,为适应高效的生产节奏、杜绝钢包事故、提高生产效率,自 2006 年 2 月份,开始对钢包系统的事故进行全面探讨和攻关,取得了大副降低生产事故的效果。

### 1 生产条件

第一炼钢厂西区现有 2 座 25t 氧气顶吹转炉, R6m4 机 4 流弧形连铸机 1 台,钢包喂丝机 2 台,底吹

氩装置 2 套,钢包在线周转个数 4 个,每包钢水浇注时间 11~14min,浇钢温度 1540~1560℃,钢包滑动水口自开率 98% 左右,钢包水口砖内孔直径 50mm,无保护浇注,浇注的钢种有 Q235、HRB335、HRB400、Gr460、SD390 等。2003 年产量突破 60 万 t,2006 年达 90 万 t。

### 2 钢包事故的原因分析

近几年钢包系统常见事故包括滑动水口机构事故、耐火材料事故以及操作不当造成的不开浇、低温等事故。其中滑动水口事故最为突出,一旦造成事故将难以补救,轻则造成钢水泼废或回炉,重则可能连铸断浇、甚至烧坏设备等恶性事故。因此,探讨钢包可能造成事故的原因,制定合理的防范措施,具有很重要的意义。

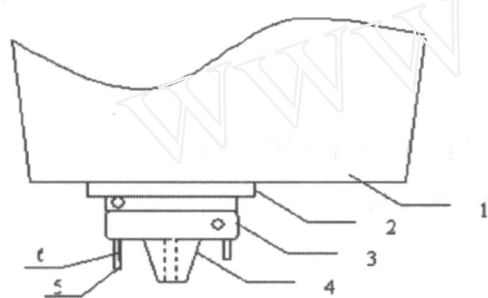
#### 2.1 滑动水口事故

##### 2.1.1 机构装置方面的原因

作者:付衍国,男,35 岁,工程师。

收稿日期:2007-05-22

钢包水口整套滑板砖是通过左右两个板销预紧滑托,滑托给滑板砖足够的压力保证紧密配合,根据生产实践及钢水的静压力公式  $P = gh$ ,板销的预紧力低于钢包内钢水的静压力时,不能形成足够的滑板面压;或者因柱形开口销受热膨胀,导致预紧力减小;水口在全开状态浇注时,钢水的静压力会大部分作用于下滑板上,此压力一旦超过滑板预紧力,滑板间就可能出现缝隙,导致滑板间夹钢甚至漏钢,见图 1、图 2。这也足以说明为什么在钢包取样时发生窜滑板的几率较多。



1 - 钢包本体;2 - 滑件底座;3 - 下滑板及滑托;  
4 - 下水口;5 - 柱形开口销;6 - 柱形销孔及板销

图 1 滑动水口装置示意

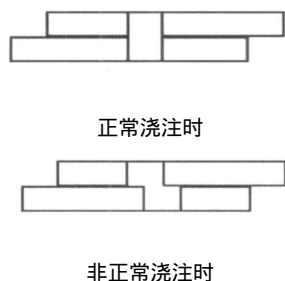


图 2 浇注时上下滑板的相对位置

## 2.1.2 滑板安装操作方面的原因

1) 滑板机构摩擦面有粘钢未清理干净,会出现滑板在安装后压力不均,浇钢过程中因频繁开启水口致使滑板间出现缝隙;

2) 难以掌握安装的松紧程度,滑板预紧力不足。

## 2.1.3 滑板自身质量方面的原因

1) 滑板材质中有害成分超标,导致滑板的热化学侵蚀加剧;

2) 滑板在使用过程中有裂纹产生,受热后扩大,钢水沿裂纹冲刷使滑板产生“V”字型熔损,滑板外缘

的铁箍强度不够,导致滑板在使用过程中开裂等。

## 2.1.4 钢包浇注操作方面的原因

1) 当钢包不自动开浇时,烧氧可能烧坏上滑板的下底面。

2) 生产中出现意外事故导致浇注时间延长,注速减小,水口处于半开启状态,下滑板面与钢水的接触面比正常浇钢时增加,而滑板面与钢水的接触面越大,钢水对滑板的侵蚀越快。当滑板面出现侵蚀沟时,滑板间会产生较厚的夹钢层;同时,因滑板开启次数比正常浇钢时增加,滑板面损坏加剧,从而导致钢水漏出。

## 2.1.5 钢水中的某些成分造成滑板窜钢

即便选用材质合适、质量可靠的滑板,但由于废钢、合金等原材料成分复杂,脱氧、精炼时加入的某些元素对滑板有强烈的侵蚀作用,滑板的热化学侵蚀速度大大加快,导致滑板在短时间内漏钢。本厂在冶炼出口坯时,曾出现连续的夹钢(未窜出)事故,对其中较严重的一次夹钢钢片及残余滑板(铝碳质)做认真分析,找到了滑板化学侵蚀的原因。

观察此夹钢片,厚度不均,有梗状增厚的钢片自内向外辐射,残余下滑板的上面有钢水侵蚀沟,侵蚀沟表面颜色明显变浅,成黄褐色,应是钢水侵蚀造成的。其损坏机理如下:

1) 滑板氧化脱碳形成脱碳层。滑板表面的碳在浇钢温度(1 540 ~ 1 560 °C)下被钢水中 [O] 氧化,形成脱碳层,导致滑板工作面的气孔率增加,强度降低。

2) [Ca] 对滑板的毁损。当时冶炼的钢种为英标 G460,在脱氧后期加入了 Si - Ca 合金,精炼时又喂入 Si - Ba - Ca 丝,成品钢成分见表 1。

表 1 成品钢成分

	%							
	C	Si	Mn	P	S	Nb	Ti	Al
G460	0.24	0.51	1.53	0.015	0.018	0.033	0.014	0.004
								0.0063

其侵蚀过程分析如下:因加入了强脱氧的含 Ca 合金,致使 [Ca] 元素过量,滑板中的  $Al_2O_3$  首先被钢水中的 [Ca] 还原生成 CaO 和 Al, Al 继续和 [O] 反应生成  $Al_2O_3$  进入渣相,而 CaO 与滑板中的  $Al_2O_3$  反应,形成  $Al_2O_3 - CaO$  系低熔点化合物而被钢液冲刷掉。

有资料证实:当钢水中 [Ca] 含量(质量分数) < 0.003 % 时,主要生成高熔点的  $CaO \cdot 3Al_2O_3$  (熔点 1 850 °C) 和  $CaO \cdot 2Al_2O_3$  (熔点 1 750 °C),对滑板的侵蚀作用较微弱;当钢水中 [Ca] 含量为 0.003 % ~

0.005 %时,生成部分高熔点的  $\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$  及部分低熔点的  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  (熔点 1 600 ) 和  $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$  (熔点 1 415 ),对滑板的侵蚀加重;当钢水中 [Ca]含量 > 0.005 %时,生成大量的  $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$  低熔物及部分  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ,对滑板的侵蚀非常严重,可能导致滑板在短时间内窜钢。此外,钢水中 [Ca]还会与钢包衬中的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  反应,从而损坏包衬材料。

## 2.2 包衬耐火材料事故

钢包内衬工作层直接受到钢水的机械冲刷与热化学侵蚀作用,能否准确判断包衬的厚度是避免包衬漏包事故的关键。我们曾一度结合包口部位渣线整体下移的高度来判断包衬的残余厚度。因随着钢包使用炉数的增加,钢包容积扩大,在出钢量相对稳定的条件下,随包龄增加渣线逐步下移。对有些局部无明显凹坑的钢包只能通过渣线下移的深度来判断包衬的整体侵蚀情况。根据经验,渣线每下移 100mm 包壁厚度减少 12mm。也可根据公式  $V = 1/3 \times (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \times S_2}) \times h$  测算。

## 3 钢包系统事故的预防措施

1) 加强对滑动水口机构的维护,每炉检查机构是否产生变形,如发现水口开闭时的阻力不均匀,上下松紧程度不一致,首先要考虑是由于部件变形引起的,及时更换可能变形和损部的部件,不带隐患使用钢包。

2) 严格按照操作要点进行滑板的安装和引流剂灌装,将滑件摩擦面的粘钢、粘渣等杂物清理干净。

3) 浇注时精心操作,浇钢过程中,尽量减少滑板的开启次数,以降低拉动滑板时对滑件的柱形销产生人为的拉伸作用。

4) 严格控制好钢水的 [Ca]含量,以减少其对滑板、包衬的热化学侵蚀。

5) 采取必要的措施对钢包水口部位进行热辐射防护,因钢包浇注时中包内钢水对滑件的烘烤比较剧烈,使滑件温度达 670 ~ 820 ,该温度条件下滑件柱形销热膨胀率为 100.8 %左右。我们实施了钢包水口热辐射防护,能最大限度地减少钢包滑件的烘烤变形,有效提高了钢包滑动水口的安装质量,明显减少滑件变形造成的生产事故。

6) 钢包退役后,钢包使用人员协助包衬拆除工作,以增强判断包衬厚度的经验,杜绝包衬漏钢事故。

## 4 效果与结论

钢包整个系统的事故原因是多方面的,滑动水口机械、滑板安装操作、滑板自身质量、钢包浇钢操作、钢水冶炼、包衬合理使用等方面控制不好都可能导致诸多事故。针对不同的原因制定相应的防范措施,可以减少事故的几率,甚至达到杜绝事故的目标,见表 2。

表 2 2005 ~ 2006 年度事故次数统计对比

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2005年	3	4	2	5	0	3	2	2	4	1	5	1
2006年	1	2	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0

(上接第 35 页) 弹簧钢和轴承钢的冶炼;4) 技术支持,包括用户加工工艺和对加工团队的支持。

## 3 结 语

安赛乐米塔尔钢铁公司目前仍在整合中,预计将于 2007 年 7 月结束主要整合工作,届时年产量超亿吨的全球钢铁业领头羊将诞生。

安赛乐公司通过强强联合,建立了一流的技术创新体制和世界级的研发中心,研发和生产出了一流的高附加值精品,其主导产品如汽车板、包装材、家电及

建筑用钢等在全球市场占有率中均处于领先地位。

米塔尔公司通过不断并购和重组,公司的产能得到了快速扩张。同时,在美国的研发中心确保了其在北美地区扁平材的领先优势,如高强汽车板和高性能桥梁用钢等。

经过整合的安赛乐米塔尔公司将会在所并购的传统一流的欧美钢铁公司的基础上,通过对其技术和技术创新体制的整合,产生巨大的协同效益。

欢迎订阅《冶金标准化与质量》