

# 首钢3号高炉冲渣系统“板结物”增长过快的原因

温太阳 王春生  
(首钢总公司)

**摘要** 对首钢3号高炉螺旋排渣冲渣系统“板结物”增长速度过快的原因进行了分析,剖析“板结物”形成机理,并提出改进措施。

**关键词** 大型高炉 螺旋冲渣 板结物 措施

## 1 概况

2006年3月份,首钢3号高炉(2536 m<sup>3</sup>)螺旋冲渣系统停机检修,冲渣沟壁附着大量“板结物”,螺旋排渣机叶片背面“板结物”厚达300~400 mm。此系统检修时间不过一个月,板结物增长速度异常过快,严重影响冲渣生产的顺利进行,需停机清理。

和以前比较,同样在冲渣沟壁上和叶片会形成“板结物”,但是从量及增长速度而言,都较轻微,检修间隔时间较长,在半年左右。因此,分析查找“板结物”形成速度过快的原因,提出解决问题的办法,对维护生产顺利进行具有非常重要的意义。

## 2 “板结物”的特性和形成机理

### 2.1 “板结物”的特性

所谓“板结物”,是粘附在冲渣系统设备壁上的一种物质,在现场生产中的一种俗称。实际上,是高炉熔渣在降温过程中形成的、粘附在沟壁或设备上的一种低熔点硅酸盐化合物,随着冲渣持续,逐步积累而成的。此类化合物没有很高的强度,可以用风镐很容易清理干净,但是需要及时停机处理,影响正常生产。

高炉炉渣成分见表1。在熔融状态下,炉渣各种成分稳定存在。随着冲渣的进行,高炉炉渣被强力的冲渣水击散,由1500℃左右的高温冷却并形成各种硅酸盐化合物。在这个过程中,炉渣结晶生成一些熔点不一的各类硅酸盐化合物。此类硅酸盐化

合物难溶于水,结晶后大部分化合物,也就是“水渣”,被带走进行二次利用,少量结晶粘附在冲渣沟壁或设备上,逐渐增厚形成“板结物”。

### 2.2 “板结物”形成机理

就高炉炉渣主要成分形成的硅酸盐系统中,冷却结晶形成CS、C2S、C12A7、A2S3、CAS2(钙长石)、C2AS(铝方柱石)、MS、M2S、MA、M2A2S5(堇青石)、M4A5S2(假蓝宝石)等硅酸盐化合物的,冷却结晶反应平衡点温度均在1200℃以上,这在高压冲渣水的冲击下,击散形成“水渣”。

但在实际冲渣生产过程中,或多或少的在水中,引入碱金属成分(如:Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O)。通过K<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、CaO、SiO<sub>2</sub>组成三元系统进行分析显示,随着炉渣温度的降低,结晶生成硅酸钠、铝硅酸钠、硅酸钾等形成的低熔点硅酸盐化合物,析出这些物质的反应平衡点温度在700℃左右。在冲渣生产中,冲渣工艺不同,炉渣温度下降速度、时间不同,从而影响炉渣结晶过程。在3号高炉冲渣过程中,偶尔发现个别大点的渣块被水带出冲渣沟嘴时还发红,温度在600℃以上。由于冲渣水的冷却作用,致使炉渣析晶温度恰好在这这些反应的温度区间范围内,生成硅酸钠、铝硅酸钠、硅酸钾(本身具有较高的黏度)等低熔点化合物,在沟壁或设备表面上“结晶”积攒下来,形成“板结物”。

## 3 冲渣系统状况的变化

3号高炉冲渣系统参数见表2。冲渣水自2005年高炉检修后开始,换用煤气洗气水补给大水池水位后,冲渣系统在生产过程中,“板结物”形成速度比以前加快,厚度增加1~3倍,同时滤池过滤层的滤速变慢,影响生产(见表3)。

表1 高炉炉渣成分(%)及碱度

序号	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	S	TiO <sub>2</sub>	R
1	35.947	37.5	8.588	14.777	0.404	1.044	0.51	1.282
2	36.19	37.78	8.547	14.658	0.404	1.038	0.52	1.28
3	36.134	37.8	8.645	14.591	0.413	1.02	0.56	1.285

表 2 首钢 3 号高炉冲渣系统参数

冲渣方式	供水方式	水量, m <sup>3</sup> /h	水温, ℃	水压, MPa	冲渣水	排渣方式
螺旋冲渣	单泵	2200~2500	72~85	0.20~0.25	洗气水	皮带运输
普通水冲渣	单泵	2200~2500	72~85	0.20~0.25	洗气水	进入大水池

表 3 首钢 3 号高炉冲渣系统状况变化对比

项 目	改用洗气水补给前	改用洗气水补给后
板结物增长速度	相对较慢	快, 且量多, 呈网状
滤池清理间隔时间	3 个月	15~20 天
清理时板结物厚度	100~200 mm	300~400 mm
滤池状况	渣池中滤料呈黄色	渣池滤料呈白色, 黏度大, 堵塞滤层, 影响滤速

“板结物”不光在滤池中堵塞过滤层, 使滤池水循环滤速变慢, 地下水位下降, 需要额外工业水补给维持生产; 同时还粘结在冲渣工艺线上的水通道、滤池壁及螺旋排渣叶片上(工艺流程如图 1 所示), 需要停止生产进行清理。

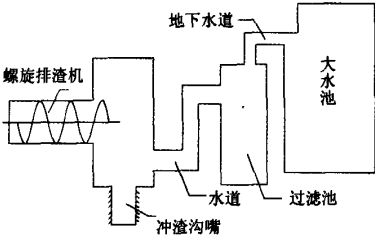


图 1 首钢 3 号高炉螺旋排渣系统工艺流程

4 原因分析

经过对 3 号高炉冲渣系统现场用洗气补给水与冲渣水及 2 号高炉冲渣水取样送首钢技术中心化验分析(见表 4), 发现洗气水及冲渣水中含有大量的碱金属。

从表中可以看出, 3 号高炉冲渣水中 Na<sub>2</sub>O 含量近 3 倍于洗气水中含量, 近 2 倍于 2 号高炉冲渣水中含量。K<sub>2</sub>O 的含量更是远远高于洗气水和 2 号高炉冲渣水。按目前 3 号高炉冲渣水量 2200 m<sup>3</sup>/h 计算, 每冲渣一小时, 循环带入 Na<sub>2</sub>O: 1201.2 kg; K<sub>2</sub>O: 451.0 kg。

同时对冲渣沟板结物及冲渣池沉积物取样送技术中心化验, 主要成分见表 5。

不难理解, 用洗气水补充冲渣水池水量过程中, Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup> 不断富集, 提高了渣池内碱金属的积累含量。这样, 在冲渣过程中, 大量的水中碱金属(Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O) 在炉渣冷却结晶过程中, 反应生成低熔点、黏度高的硅酸盐化合物(硅酸钠、硅酸钙、铝

表 4 冲渣水样碱金属(Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O) 分析

项 目	洗气水	3 号高炉冲渣水	2 号高炉冲渣水
Na <sub>2</sub> O, mg/L	219.00	546.60	331.30
K <sub>2</sub> O, mg/L	40.40	205.00	64.20

表 5 冲渣沟嘴板结物及冲渣池沉积物分析, %

项 目	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	S
冲渣沟嘴板结物	26.67	13.63	4.27	38.13	6.54	0.28	0.33	
冲渣池沉积物	24.52	4.72	0.47	26.18	1.29	1.3	1.05	9.57

硅酸钠、四硅酸钾等)。在连续的生产过程中, 挂附积累在沟壁和设备上。

从渣池的沉积物取样分析结果看, 部分可溶或易溶的钾、钠硅酸盐化合物进入沉渣池, 与水中的 Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup> 进一步发生水解反应, 生成水垢, 沉积在过滤层中, 造成堵塞, 影响过滤池滤速。

通过以上分析, 对比首钢其他高炉冲渣系统状况, 认为板结物增长速度过快、量较大, 与冲渣水中的碱金属(Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O) 含量多少有关, 因此, 造成 3 号高炉板结物增长速度过快有如下原因:

- ①洗气水给大水池补给水位, 不断引入和积累大量碱金属(Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O) 是促使板结物形成速度过快的主要原因;
- ②3 号高炉冲渣系统大水池检修间隔时间过长, 未将冲渣大水池用工业水替换是问题暴露的诱因;
- ③冲渣过程中, 冲渣水(包括温度、压力、流量) 不能在短时间内将炉渣击散快速冷却是次要原因。

5 结语

- (1) 在用洗气水给大水池补给水位后, 如何减少碱金属在冲渣水中的富集是值得研究的。
- (2) 通过对滤池滤层改造, 减少滤层堵塞。
- (3) 从冲渣工艺的角度出发, 降低冲渣水的温度或改进冲渣工艺(比如水压、水量), 使冲渣过程中, 缩短炉渣在 600~1000 ℃ 温度段的范围内停留的时间, 减少板结物的形成时间。

联系人: 温太阳 工程师 电话: 010-88295917  
(100041) 北京市石景山区首钢炼铁厂 3 号高炉  
收稿日期: 2006-10-30