

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(2536m^3)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300~400mm。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:Na₂O、K₂O)。通过K₂O、Na₂O、CaO、SiO₂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 ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	FeO	S	TiO ₂	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 ³ /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	100~200mm	300~400mm
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。

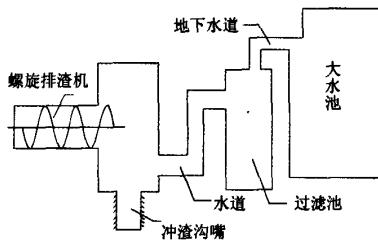


图1 首钢3号高炉螺旋排渣系统工艺流程

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Na₂O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。K₂O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 m³/h计算,每冲渣一小时,循环带入Na₂O:1201.2 kg;K₂O: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⁺、K⁺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(Na₂O、K₂O)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(Na₂O、K₂O)分析

项目	洗气水	3号高炉冲渣水	2号高炉冲渣水
Na ₂ O, mg/L	219.00	546.60	331.30
K ₂ 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 ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ 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Ca²⁺、Mg²⁺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(Na₂O、K₂O)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(Na₂O、K₂O)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