

首钢迁钢 1 号高炉炉缸水温差反复升高原因探讨

宋少华 李延华 高忠信

(首钢迁钢公司, 河北, 064400)

摘要 本文主要对 1 号高炉在 2011 年炉缸二段局部冷却壁水温差反复升高原因进行了讨论, 详细论述了炉缸死料柱、铁水环流、热电偶温度、冷却壁水温差间的对应关系, 对炉缸凝铁保护层的作用进行了初步探讨。

关键词 高炉 炉缸 水温差 凝铁保护层

1 引言

迁钢 1 号高炉有效容积 2650m³, 于 2004 年 10 月 8 日点火送风。2011 年, 随着炉役的增加和炉缸炉底衬砖的不断侵蚀, 炉缸炉底热电偶温度和二段冷却壁局部水温差出现反复异常升高现象。每次炉缸水温差异常升高, 高炉均需采取通高压水强化冷却、加钛护炉、停风堵风口等措施, 才能遏制住水温差上升势头并将其控制在安全范围内。2011 年 1 号高炉因炉缸二段冷却壁水温差异常升高而被迫停风堵风口情况见表 1。

表 1 炉缸水温差异常升高被迫停风堵风口情况

日期	水箱号	最高水温差	热流强度	升幅	经历天数	上升速率	堵风口
		℃	kcal/m ² ·h	℃	<i>d</i>	℃/ <i>d</i>	位置
				1.1→1.4	6	0.050	25#
2011-2-23	49-2	1.3	37390	0.8→1.3	3	0.170	24#,25#
2011-3-15	49-2	1.0	28762	0.8→1.0	2	0.100	24#,28#
2011-5-5	10-1	1.1	34212	0.8→1.1	3	0.100	4#,5#
2011-7-20	6-2	1.1	30072	0.8→1.1	7	0.040	3#
2011-8-23	43-2	1.1	31324	0.8→1.1	11	0.030	22#,25#
2011-11-15	51-1	1.1	34212	0.8→1.1	40	0.010	26#

炉缸炉底热电偶温度和二段冷却壁水温差反复异常升高, 一般认为是炉缸铁水环流周期性加剧导致炉缸炉底衬砖不断侵蚀所致。而在高炉正常生产过程中, 何种因素会引起铁水环流加剧、铁水环流又是如何导致热电偶温度和冷却壁水温差上升的, 有待我们进一步深入分析以找出其主要影响因素, 为治理炉缸水温差提供参考依据。

2 关于炉缸二段冷却壁水温差反复升高原因分析

2.1 二段冷却壁水温差变化的特点

图 1 和图 2 分别为 2011 年 1 号高炉炉缸局部热电偶温度和对应方位冷却壁水温差变化趋势图。从图中可以看出, 炉缸局部热电偶温度和二段冷却壁水温差异常升高方位主要分布在 6#、10#、23#、43#、49#、51#和 55#冷却壁, 且热电偶温度与对应冷却壁水温差变化趋势具有高度的一致性。

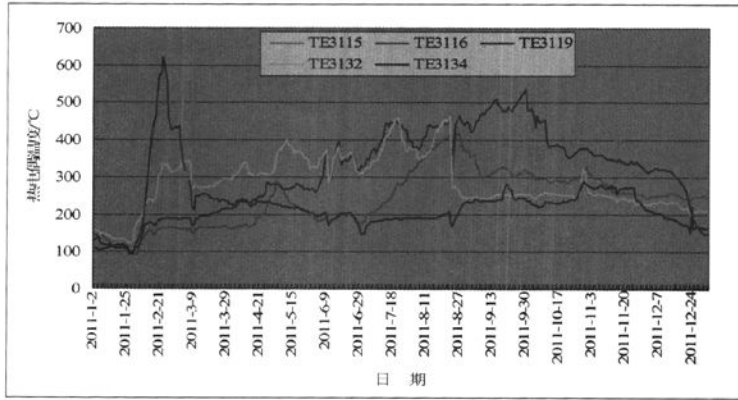


图1 2011年炉缸局部热电偶温度变化趋势

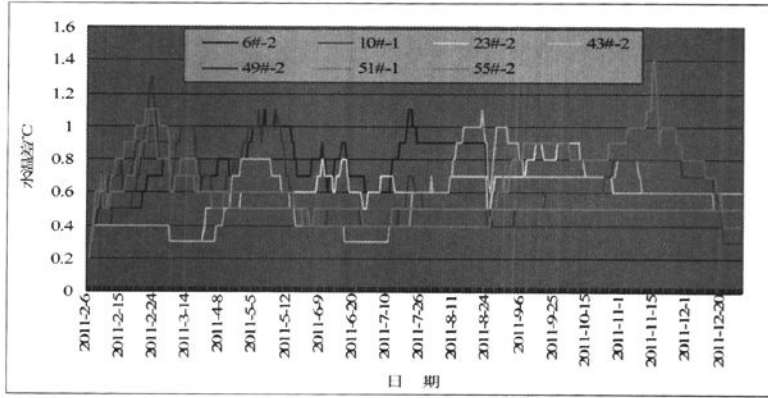


图2 2011年炉缸二段局部冷却壁水温差变化趋势

二段49#冷却壁水温差和该处热电偶TE3115点温度，其变化趋势在2011年2月份的分布特点与其他方位的热电偶温度、水温差在时间性和空间性上的分布特点相似，具有典型性，故选取49#-2水温差、TE3115点温度在2月份的变化趋势作为例子加以分析、说明二段冷却壁水温差变化的特点。图3~5是2011年2月份期间、1号高炉二段冷却壁49#-2水温差、热电偶TE3115点温度升高前后与干焦比例、焦炭负荷、铁水温度、炉内压差和护炉钛矿量的对应关系图。

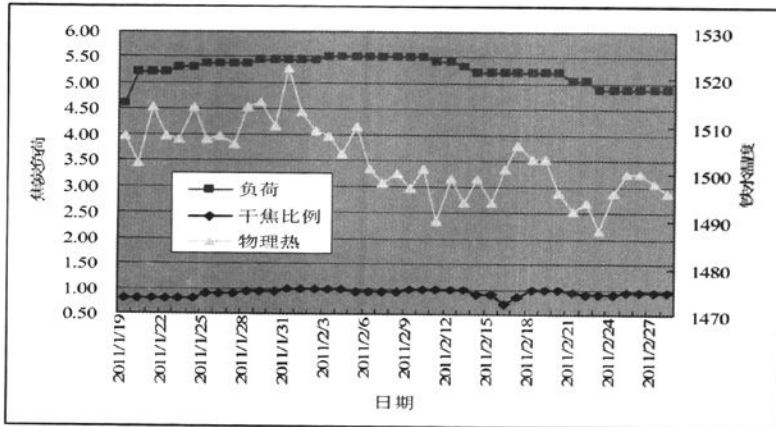


图3 高炉干焦比例、焦炭负荷和铁水温度变化情况

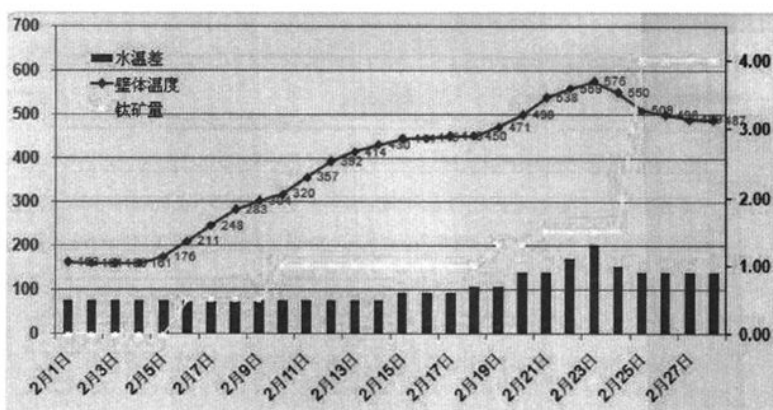


图4 水温差、衬砖温度和配加钛量情况

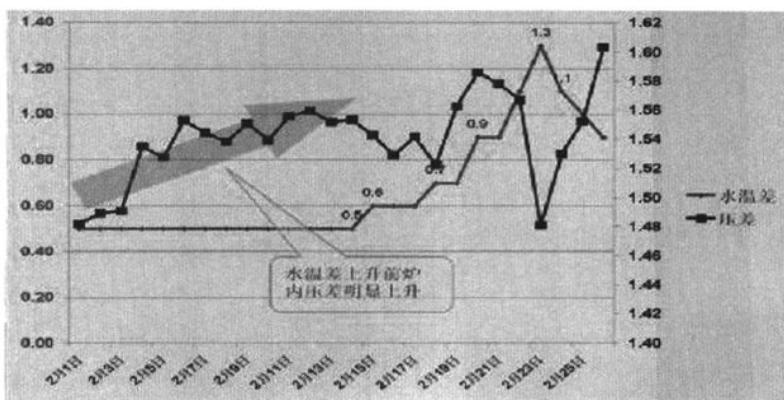


图5 水温差与炉内压差的对应关系

从图3~5可以看出二段冷却壁水温差、热电偶温度变化的若干特点：(1)水温差、热电偶温度升高前，随着干焦比例的提高，炉内有一段持续加重负荷的阶段；(2)随着负荷的加重，炉内压差、铁水温度出现一定程度的波动，且低于1500℃的持续时间较长；(3)热电偶温度上涨趋势先于水温差表现，且二者一旦开始升高，上涨速率相当快；(4)钛矿加入量与水温差、热电偶温度变化关系不明显。

2.2 铁水环流与炉况波动的关系

生产实践表明，长期稳定顺行的炉况，不但是高炉高产、低消耗的先决条件，也是延长寿命的必要条件，要维护好炉缸炉底必须搞好高炉稳定顺行，减少炉况波动^[1]。从1号高炉生产实际情况看，干焦比例下降，炉内压差升高，炉温长期不足，出铁流速不稳定，高炉不接受风量，这些因素在很大程度上会导致炉况周期性波动，进而周期性诱发炉缸死料柱透气和透液性变差。

死料柱透气和透液性变差，中心煤气流会不足，则滴落带生成的渣铁从死料柱中心进入炉缸的通道就会不畅，而从死料柱四周进入炉缸的渣铁量就会增多。在出铁过程中，从死料柱四周进入炉缸的渣铁会在铁口平面之上环流至出铁口；而铁口对面滴落的渣铁由于大多数通过死料柱渗透过去，一部分将通过死料柱底部流向铁口，另一部分将进入死铁层，挤压其内铁水迫使铁口下方的铁水向上流动并从铁口流出。上述铁水的诸种流动会搅动死铁层内的铁水迫使其沿炉缸炉底拐角处流动，在炉缸炉底拐角处形成强大的铁水环流。

2.3 铁水环流与水温差的关系

美联炭小块碳砖抗铁水冲刷能力弱,不应直接接触铁水^[2],在炉缸炉底拐角处形成的强大铁水环流,会不断冲刷在拐角处形成的凝铁保护层令其不断减薄直至消失;碳砖热面上附着的钛化物保护层,因母体不牢,极易在铁水环流的冲刷下随小块碳砖强度下降而从母体剥离;上述两种情况均会导致热电偶和冷却壁水温差会不断上升。没有凝铁或含钛保护层,衬砖热面直接与铁水接触,将会被进一步侵蚀,进而导致此处热电偶和冷却壁水温差异常升高。

2.4 炉缸保护层的形成

炉缸炉底拐角处碳砖在侵蚀到一定程度时,由于炉缸侧壁冷却壁和炉底水冷管的冷却作用,会在拐角处碳砖热面上形成一定厚度的凝铁保护层。新日铁八幡厂 Tobata 曾于 1998 年在一号高炉停炉时对炉缸侧壁进行中心钻孔取样,对炉缸内侧壁碳砖上残留物的研究表明:炉缸残留物是一层主要成分为铁并富含碳的合成物,这层凝固结构是熔铁渗入碳质母体逐渐固化生成的^[3]。

从其研究结果来看,邻近碳砖的金属富集层是这样形成的:(1)熔铁附着在碳砖表面,在高炉内表面达到共晶温度时形成一定厚度的固体表层。(2)当固体表层的温度因高炉的温度波动而在共晶温度左右波动时,熔铁就会析出碳素。这部分碳向奥氏体石墨扩散或沉淀,固体层厚度得以增加,在碳砖和铁水流之间形成了低流动性粘附层或高碳含量的固体层,阻止了侵蚀。该固体保护层能够稳定持久存在是炉缸炉底衬砖热面免受进一步侵蚀的基础,也是确保热电偶温度和水温差不再上涨的最主要手段。

3 结论

炉缸热电偶温度、冷却壁水温差与炉内焦炭负荷有很强的相关性,焦炭负荷加重过程中极易引发炉缸死料柱发生透气和透液性周期性变差,从而引起的铁水环流是炉缸热电偶温度和二段冷却壁水温差反复异常升高的主要原因。在炉缸热电偶温度出现上涨趋势时,炉内要果断采取措施改善炉况,降低压差,为抑制热电偶温度、冷却壁水温差上涨创造条件。

参考文献

- [1] 陆隆文,张然,尹腾.武钢 2 号高炉炉缸炉底维护.炼铁,2007,26(4):33
- [2] 李安宁.关于死铁层深度的讨论.炼铁,2005,24(4):55-56
- [3] [日]神原健二郎等.高炉解体研究.刘晓侦译.