包钢炼铁厂6#高炉主沟使用寿命攻关*

孔德礼，刘家振，张立明

（内蒙古包钢钢联股份有限公司炼铁厂，内蒙古 包头 014010）

摘 要： 包钢炼铁厂6#高炉投产初期，由于泥炮设计缺陷造成液压泥炮在堵口过程中水平旋转，为保证液压泥炮顺利堵上铁口，将设计的主沟沟帮上表面标高整体下调250 mm，造成铁口中心线距离主沟沟帮上表面垂直高度为375 mm，导致出铁时渣铁射流延长，主沟冲击磨损加剧，寿命缩短。通过改进主沟各部位尺寸减轻了渣铁射流对主沟的冲击磨损，延长了主沟寿命，达到了降低工人劳动强度，减少耐材消耗的目的。

关键词： 高炉；出铁场；贮铁式主沟；管理与维护

中图分类号： TF576 **文献标识码：** B **文章编号：** 1009－5438(2018)04－0042－03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.04.015

Breakthrough of Service Life for Tap Drain of 6# Blast Furnace in Iron－making Plant of Baotou Steel

Kong De－li, Liu Jia－zhen, Zhang Li－ming

(*Iron－making Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In the initial stage of production for 6# blast furnace in Iron－making Plant of Baotou Steel, the hydraulic clay gun was rotated horizontally when plugging tap hole due to its design defects. In order to ensure the hydraulic clay gun to plug tap hole smoothly, the designed elevation of the top surface for side of in and tap drain was lowered by 250 mm so that the vertical height of it and tap hole center line was 375 mm. As a result, the jet of slag and iron was prolonged when tapping, the impact abrasion of tap drain was intensified and its service time was shortened. The impact abrasion of jet of slag and iron to tap drain was reduced and its service life was prolonged by improving the sizes of its each part so that the goal of reducing the labour intensity and refractory consumption was achieved.

Key words: blast furnace; casting house; iron storage tap drain; management and maintenance

包钢6#高炉有效容积2 500 m^3，于2006年底投产。炉前设东西两个矩形出铁场，东场设1个铁口，西场设2个铁口。主沟为贮铁式主沟，东西场各设1套INBA水渣处理系统。高炉投产后由于泥炮设计缺陷及主沟结构的不合理性，分别出现了生产及设备事故，给高炉的稳定顺行造成了影响。通过对主沟不同沟体结构的总结、分析、改进及加强主沟的日常维护与管理，使炉前工作逐步满足了高炉生产的要求，主沟通铁量增加，寿命延长。

1 主沟的结构形式[1]

1.1 主沟的作用

主沟的作用是容纳出铁过程中产生的渣铁，不产生渣铁外溢和憋流现象。通过砂口装置进行渣铁

* 收稿日期：2018－05－30

作者简介：孔德礼(1973－)，男，内蒙古包头市人，高级技师，现从事高炉炉前工作。

分离，保证渣沟不过铁，铁沟不过渣。因此主沟的设计不能一致化，需根据每座高炉出铁场的布局及渣铁道设置，结合现场主沟长度来确定主沟的宽度、深度、坡度及渣铁沟的结构形式。

1.2　主沟的长度

主沟的长度是指从铁口保护板到砂口大闸主沟一侧的直线距离。长度过短易造成主沟容积小，渣铁分离不好，甚至造成主沟内的渣铁憋流、上炕、外溢，主沟寿命缩短。主沟长度过长，易造成施工强度增加，耐火材料用量加大，维护成本增加，工人劳动强度增大。

1.3　主沟的宽度

主沟的宽度是指主沟沟体上表面两侧耐火材料的距离。宽度的设计决定了主沟内铁线以上炉渣液面的高度。出铁时主沟内新产生的炉渣液面越高，对主沟沟体的侵蚀越严重，影响主沟的使用寿命。合理的宽度设计可减轻出铁过程中炉渣对主沟沟帮的侵蚀，同时可减少耐火材料的使用。

1.4　主沟的深度

主沟的深度是保证贮铁式主沟能够贮存一定的铁水。主沟内铁水液面的高度决定了主沟及砂口的保温时间，可降低温度变化对主沟的影响。主沟的深度决定了铁流扬程落点处对主沟沟底的侵蚀。因此，保证主沟铁流射程落点处的熔池深度及宽度可减缓渣铁射流对主沟沟底及沟帮的侵蚀。

1.5　主沟的坡度

主沟的坡度是指距离铁口 2 m 处至砂口大闸主沟一侧的沟面坡度，主沟坡度大利于主沟及砂口放残铁作业，使主沟砂口内的渣铁流净，便于施工解体作业。但在实际生产中，主沟坡度大易造成主沟容积缩小，渣铁在主沟内的流速加快，炉渣和铁水不能进行有效的沉淀分离，造成渣铁直接从排渣口涌出，下渣带铁及过铁，影响水渣操作。实际生产中主沟的坡度设计为距离铁口 2 m 处至砂口大闸主沟一侧的沟面坡度 1% ~2%。

2　主沟破损机理

2.1　主沟的侵蚀

从铁口流出的渣铁射流落入主沟前端的熔池内，呈现搅动状态对主沟沟帮两侧及沟底造成冲刷侵蚀。实际生产时主沟的损耗属于局部损耗，最大的损耗部位在长度方向距离铁口 2 ~8 m 的位置。该位置正是渣铁射流落下的熔池区。强搅拌造成该位置出现最大的损耗。另外，在高度方向上存在两个局部损耗位置，其中一个为贮铁时炉渣/空气界面形成的渣线；另一个为出铁时炉渣/空气界面形成的渣线。高炉生产时，从铁口流出的渣铁在砂口大闸前进行分离。铁水经过道眼从小井流出，炉渣靠砂口大闸阻挡从下渣沟头流出，造成主沟内出铁过程中新生成炉渣液面向铁口方向回涌。从而造成主沟内渣铁界面处侵蚀加剧。

2.2　高温液态炉渣的化学侵蚀

主沟破损最先发生在主沟贮铁液面以上即渣区，主沟贮铁液面以下即铁区侵蚀很少。炉渣的侵蚀机理是炉渣与主沟耐火材料接触后，渣中的 SiO_2 及 Al_2O_3 通过耐火材料表面气孔渗人与耐火材料中水泥成分 CaO 发生反应，生成低熔点的钙长石（CaS_2）或钙铝黄长石（CAS_2），逐步熔融后被炉渣带走。即主沟渣线被侵蚀主要是存在 CaO 及气孔所致，所以要提高主沟耐火材料的抗渣性。

2.3　氧化反应

主沟浇注料引入 SiC 细粉等碳素材料，抗渣性得到提高。主沟不出铁时，原出铁过程中的主沟内炉渣界面暴露在空气中，主沟耐火材料中的碳即被缓慢氧化形成很多微孔，出铁时铁水或炉渣不断渗人微孔内部形成脱碳层，造成主沟内衬逐步剥落损坏。贮铁式主沟内衬中的碳素与贮存炉渣中的 FeO 发生化学反应转化为 CO 气体逸出，主沟内衬由此发生剥落损坏。为此，需在主沟浇注料中加入抗氧化剂，目前加入金属铝粉或硅粉，高温条件下金属硅和铝将优先和氧气发生反应生成致密氧化膜，从而抵抗 O_2 或 FeO 的继续侵入，降低氧化速度。实际生产中采取加宽主沟宽度、下渣沟头与小井沟头高度差（200 mm）、下渣沟头宽度由 400 mm 拓宽至 600 mm 的办法来降低主沟出铁时主沟内新生成的渣面厚度，延缓炉渣对主沟内衬的侵蚀。

3　优化各部位尺寸延长主沟通铁量

表 1 为铁口方向至砂口大闸主沟一侧不同位置主沟宽度及深度尺寸变化。由表 1 可知，3#主沟实际出铁过程中下渣多次出现过铁现象，同时产生泡沫渣，造成水渣转鼓多次压死被迫堵口。通过对水渣取样分析，水渣中带铁颗粒为形状不规则（30 mm×20 mm×3 mm）的片状颗粒，正常水渣中的带铁颗粒为小于 3 mm 的球状颗粒。通过对比反映出 3#主沟使用过程中水渣中的含铁颗粒是在下

渣过铁的情况下产生的。主要原因是从铁口流出的渣铁进入主沟及砂口附近没有进行有效的渣铁分离,而是直接从排渣口涌出,造成下渣过铁。经过改造将下渣沟头加高至主沟内炉渣液面300 mm,并将下渣沟固定嘴末端6 m长的渣沟宽度由400 mm拓宽至700 mm,下渣过铁现象基本杜绝。由于拓宽了渣沟宽度,使炉渣进入粒化塔时流速降低,水渣接触均匀,减少了泡沫渣的产生,能够满足水渣正常工作的要求。不良反应是下渣沟头加高导致出铁时主沟内的炉渣液面在主沟上表面200 mm处流动。为防止炉渣外溢,每次出铁前须将主沟两侧垒起400 mm高的沙坝,工人劳动强度加大,同时存在重大安全隐患。针对3#主沟的状况,我们分别对1#主沟、2#主沟的结构形式加以改进。表2为三条主沟通铁量对比,通过实际使用,2#主沟的结构形式基本能够满足正常生产的要求。

表1 铁口方向至砂口大闸主沟一侧不同位置主沟宽度及深度尺寸变化 mm

主沟编号	尺寸	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m
1#	宽度	800	800	850	870	900	920	950	980	980	1 000	1 000	1 000
	深度	450	500	550	550	600	650	700	800	900	950	950	950
2#	宽度	900	900	925	940	950	950	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
	深度	800	810	820	830	840	870	950	1 020	1 050	1 050	1 050	1 050
3#	宽度	800	800	825	850	900	900	950	980	980	980	980	980
	深度	350	400	425	500	600	620	650	700	800	900	900	900

表2 三条主沟的通铁量对比

主沟编号	使用时间/天	通铁量/t	下渣沟头与小井沟头高度差/mm
1#	34	96 221	280
2#	42	11 200	220
3#	30	82 000	380

通过以上数据采集与分析,我们将距离铁口保护板2 m处至砂口大闸主沟一侧的主沟沟面坡度控制在1% ~2%。距离铁口保护板2 m处,主沟深度不低于800 mm,砂口大闸最深处为1.1 m,主沟宽度为1.0 m。通过改进,基本解决了主沟沟体结构形式对生产的影响。

4 主沟管理与维护

(1) 高炉主沟的维护决定主沟的使用寿命,在日常的维护中用熔损速率作为检查主沟的标准,熔损速率为:(新沟壁厚 - 使用壁厚)/总通铁量。通过对现场实际熔损速率的比较,能有效的测算出铁沟体的侵蚀速度。可以有效的在达到危险通铁量时对主沟进行解体施工[2]。

(2) 日常生产清理主沟作业时减少主沟打水量,降低水对主沟耐火材料的侵蚀。

(3) 减少放残铁操作,努力做到主沟从开始使用至主沟解体期间不进行放残铁作业。实践总结每放一次残铁主沟通铁量降低1 ~1.5万t铁。

(4) 铁口维护操作对主沟寿命的影响。包钢炼铁厂6#高炉铁口角度为10°,由于铁口水平中心线距离主沟上表面375 mm,为了减轻渣铁射流对沟底及沟帮的侵蚀,必需保证足够的铁口深度;通过改善炮泥质量,做到易开口,扩径慢,延长铁流时间;根据炉况炉温合理使用开口机钻头直径,控制渣铁流速,减轻渣铁射流对主沟内衬的冲刷侵蚀。

5 结论

(1) 通过对6#高炉主沟结构形式的改进,现有主沟结构能够满足高炉生产的要求。

(2) 通过数据采集分析、主沟施工质量的提高及浇注质量攻关,使6#高炉主沟一次通铁量达到12万t铁以上。

参 考 文 献

[1] 崔伟,盛正平,李友武,等. 高炉出铁场主沟设计[J]. 炼铁,2011,33(2):10 - 13.

[2] 全荣,王守权. 高炉出铁量对主沟损毁速度的影响[J]. 耐火与石灰,2012,37(3):41 - 44.