

攀钢3号高炉钒钛磁铁矿高效生产实践

毛建林 林千谷

(攀枝花新钢钒股份有限公司)

摘 要 通过采取精料、增大高炉送风量、调整风口布局、注重高炉中部调剂及加强炉前管理等一系列强化措施,攀钢3号高炉利用系数较长时间稳定在2.7以上,使冶炼钒钛磁铁矿炼铁技术指标取得突破,实现了高效生产。

关键词 高炉 钒钛磁铁矿 强化冶炼 高效生产

High-productivity production practice of V-Ti magnetite in No.3 BF of Pangang

Mao Jianlin Lin Qiang

(Panzhihua New Vanadium & Steel Co Iron Making Plant)

Abstract Through adopting a series strengthening measures of excellent material, increasing wind quantity, regulating tuyere distribution, improving the middle part adjusting and reinforcing casthouse management, the productivity of No.3 BF achieves $2.700 \text{ t}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ in a long time, the index of ironmaking technology in V-Ti magnetite acquire breakthrough and realize high-productivity production.

Key words blast furnace V-Ti magnetite strengthening measures high-productivity production

攀钢3号高炉(1200m³)采用传统的双钟式炉顶、旋转布料器、4座内燃式热风炉、铸铁镶砖冷却壁等技术。高炉共设18个风口,2个渣口,1个铁口。高炉于2006年4月10日开炉投产后,由于受焦炭质量下降、设备故障和铁口炮泥质量差的影响,从大修第二个月后就出现渣铁难出。高炉经常憋压、憋风,风量减小,产量降低,高炉炉缸活跃度降低。在随后的几个月中,高炉原、燃料紧张,焦炭质量下降造成炉况波动,高炉守风困难加大,出现上部气流不稳,炉顶温度呈锯齿形波动,易出现中心吹焦炭颗粒,出现管道及崩、滑料频繁,高炉生产一度处于被动状态。

到2007年初,进一步重视炉腹4段以上冷却壁水温差的变化情况。采取降低水压,提高水温差,以减少炉身中下部黏结,使高炉能接受风量,通过提高炉温来守风,以及加强炉前管理,及时出净渣铁,使高炉炉况有所恢复。但长时间处于较高炉温状态,渣铁分离差,铁损高,焦比高,同时,高炉生产对原燃料和低炉温的适应能力差,高炉炉况时好时坏,总体

生产水平不理想。到2007年9月,高炉利用换大钟休风153h的契机,对风口面积进行调整。通过狠抓原料入炉,加强高炉操作,严格各项操作参数,及时出净渣铁,高炉指标得以提高。至今高炉已连续9个月稳定运行,指标良好。

1 攀钢钒钛磁铁矿冶炼特点

攀钢高炉属于高钛型钒钛磁铁矿冶炼,入炉矿品位仅50%(其中烧结矿TFe48.5%,球团矿TFe55%),渣量大,渣中TiO₂高达20%以上。当炉温高、波动大或渣铁在炉内滞留时间长,易还原生成TiC和TiN的难熔化合物,从而使炉渣变黏,流动性差,渣难出,渣中带铁多,铁损高。同时,烧结矿低温还原粉化率较高,上部透气性差,煤气流不易稳定,高炉守风困难,高炉风量小将严重影响到炉缸的活跃度,所以,高钛型钒钛磁铁矿冶炼一直是炼铁界公认的难题。近年来,攀钢高炉在防止钛渣黏稠的过程中,致力于稳定生铁中Ti+Si的含量,从增大高炉风量和提高焦炭冶炼强度着手,较大幅度地缩短了炉料的冶炼周期。同时,加快炉前渣铁排放速度,

对抑制生铁中 Ti 的过还原起到了很好的作用,高炉生产指标逐年改善。近期,攀钢高炉所用原、燃料质量并不理想,尤其燃料紧缺使各高炉用燃料条件差别较大。3 号高炉所用原料运输距离长,焦炭紧缺,燃料质量波动影响最大;有时也因炉前劳动强度大和渣铁罐不能及时到位等影响,高炉受憋。因此,高炉守风面临许多方面的困难,只有在生产实践中不断提高工艺操作水平,维持高炉良好炉况,才能实现钒钛磁铁矿的强化冶炼。

2 高效生产的主要措施

2.1 精料

(1)合理的炉料结构。攀钢 3 号高炉开炉后,采用的炉料基本结构为高碱度钒钛烧结矿+酸性球团矿+块矿。随着高炉冶炼强度和炼铁整体生产水平的提高,烧结生产能力不足,逐步提高了球团矿的用量,球团矿配比提高到 28%~30%,块矿配入量减少,入炉综合品位由 50.1% 提高到 50.6%。高炉风量增大后逐步发展中心气流,球团矿滚落性好,能抑制中心,球团矿配比的提高与高炉风量增大是相适应的,达到的效果好。入炉焦炭为攀钢焦化厂自产焦,其 $M_{40} \geq 78.0\%$, $M_{10} \leq 8.0\%$;喷吹煤粉为混合煤,灰分 $\leq 12.5\%$ 。通过铁前加强原燃料管理,最大限度保持原燃料稳定,保持了合理的高炉炉料结构。

(2)提高入炉原燃料质量。因钒钛烧结矿在炉内低温还原粉化率较高,易使块状带透气性变差,高炉上部煤气流不易稳定。为此,在烧结过程中严格控制 R_2 在合理范围,烧结矿入仓前设置多点喷洒 CaCl_2 溶液,高炉矿槽存烧结矿控制在一定范围以内,有效地提高了烧结矿的强度。同时,严格把上料关,天然块矿使用前要严格过筛,槽下配用新型的多层烧结矿振动筛,和部分球团矿槽下过筛。在上料允许范围内最大限度地减少了入炉粉末,入炉粉末长期稳定在 1.5% 以内。要求每班必须 2 次现场观察原燃料质量和粉末情况,并及时根据原燃料的成分和变动修改操作参数,保证高炉炉温稳定、风量稳定和料批稳定。

2.2 优化高炉操作

(1)缩小风口面积。2007 年 9 月高炉换大钟前,高炉风口配置为 $\phi 140 \text{ mm} \times 15 + \phi 130 \text{ mm} \times 3$ 。虽然高炉守风较好,但炉温向热太多,渣铁分离差,两渣口长期难放,渣口损坏多,下渣带铁多,高炉指标较差;一旦炉温向凉,高炉就出现守风困难。同时,生铁中 Si、Ti 含量接近,且含 V 量太高,认为风

口面积偏大,风速和鼓风动能低,炉缸中心未吹透吹活。为此,下部调剂采取缩小风口直径,减少 $\phi 140 \text{ mm}$ 的风口个数, $\phi 130 \text{ mm}$ 的风口由 3 个增加到 6 个,并加长个别风口的措施。从近年的实践来看,高炉保持理论风速在 190 m/s 以上,实际风速在 255 m/s 以上,炉缸较为活跃。

(2)富氧喷煤。钒钛矿冶炼适当富氧并保持一定煤比有利于炉况的稳定。富氧能有效改善煤粉的燃烧性能和炉渣流动性,提高风口前理论燃烧温度,补偿因喷煤引起的炉缸冷化和炉顶温度升高的影响,提高冶炼强度,降低焦比。高炉加大喷煤后,矿焦比增加,料柱自身增重,可适当增大风量提高压差操作,顶压为 120 kPa 时,压差 $\leq 158 \text{ kPa}$;炉温向凉或向热时,使用喷煤进行调节也切实可行。因此,喷煤量增大后,高炉操作更加灵活。攀钢高炉富氧喷煤已有较好的成功经验,3 号高炉煤比近年一直控制在 120 kg/t 以上,富氧率在 $2.7\% \sim 3.2\%$ 。通过重视和加强喷煤管理,3 号高炉克服了钒钛矿冶炼受外在因素制约的影响,在高炉产量大幅提高的情况下,煤比一直维持较为理想的水平。

(3)高风温。喷煤后,风口前理论燃烧温度降低,为高风温的使用创造了条件。通过优化热风炉烧炉和换炉制度,4 座内燃式热风炉采用两烧两送,交叉并联的方式送风,能稳定地提供风温 1180°C ,高炉工长认真贯彻稳定风温操作的思想,尽量不用风温调节炉况,充分利用了热风炉的能力,较好地改善了煤粉的燃烧率,使风口活跃,炉缸热量充沛。

(4)装料制度的调整。钒钛矿冶炼的基本特征是下部炉缸工作要活跃,上部气流要稳定。实践表明,随着喷煤量的增大,料柱焦炭层变薄,料柱中心透气性变差,易表现为边缘煤气流较发展,而中心气流不足。为此,在改善原燃料的基础上,适当降低料线,缩小开大钟的行程,以抑制边缘气流、开放中心气流为主;主料制选用加重边缘,能实现强化冶炼的料制,为: $20\text{COC} + 1\text{COCO} + 200 \downarrow \text{OCCC} \downarrow$;矿石批重随冶炼强度的提高适当扩大,以稳定上部气流,维持适宜的料批数为 $12.5 \sim 13 \text{ 批/h}$ 。

(5)实现“物理热、化学凉”,提高适应低炉温的能力。由于钒钛矿冶炼的特点,尤其渣中 TiO_2 含量高时,炉温和碱度过高,炉渣易黏稠,下渣难出,铁损高,恶化炉缸工作状态。因此,高炉不可能长时间维持较高的炉温,应坚持低硅钛操作,实现“化学凉”。炉缸热量充足,是高炉保持正常冶炼的基础。物理

热提高,脱硫效果及流动性等才能改善,炉况更容易稳定。高炉喷煤后,间接还原改善,减少直接还原对炉缸热量的消耗,喷煤使燃烧带向炉缸中心延伸,炉缸中心吹透,更加活跃,能较大程度改善炉渣流动性,缩短渣铁在炉内滞留时间,降低还原[Ti]的含量,加快渣铁排放速度,有利于提高冶炼强度。冶炼强度提高,料批稳定,更有利于调控上升的煤气流,达到气流稳定分布,从而改善高炉整体的下料水平,减少下料好坏对炉温和原燃料质量的依赖。当高炉适应低炉温状态稳定生产时,就能在很大程度上稳定风量,提高产量,降低焦比和铁损,提高钒钛矿冶炼的主要技术指标。

(6)风量稳定,炉型稳定。高炉操作必须要有一个合理的操作炉型,操作炉型不合理,煤气流难以调控。近年钒钛矿冶炼的实践证明,高炉风量、产量稳定,则操作炉型较稳定。炉况好坏与风量存在着紧密的关系,尤其风量小,慢风时间长的情况下,钒钛磁铁矿冶炼的操作炉型会发生明显的变化,高炉的炉缸状态将受到很大的影响。3号高炉经过实践摸索,炉腹以上4~7段水温差在4.0~6.0℃时,高炉较为稳定。为此,布料和水量调整以参照水温差为依据,并稳定进水温度在31℃左右。钒钛矿冶炼的渣铁排放极不均匀,炉温波动受渣铁排放的影响也大,高炉渣皮的稳定性较差,渣皮部分脱落的情况时有发生。因此,要稳定炉温,保持高炉渣皮和水温差在一定范围内波动,才有利于高炉能稳定守风,保持操作炉型趋于合理。

2.3 加强炉前管理和渣铁罐调配工作

钒钛矿冶炼渣量大,达到650 kg/t以上,甚至更高。渣铁能否及时出净至关重要,关系到量压、炉温、料批的稳定。3号高炉是单铁口作业,炉温高时,渣口带铁多,时放时堵,对铁口工作的压力更大。因此,要强调炉前管理,及时出净渣铁是生产的中中之重。出铁到后期时,铁口易窜煤气,渣铁流较散,易造成铁沟两侧积渣多。渣沟结壳的现象也很普遍,每次铁后都必须及时清理,炉前的劳动强度大;同时,渣、铁罐都是单铁道上作业,每次铁后都要进行调配,出铁经常要受渣铁罐调配的影响。通过强调炉前管理和渣铁罐调配工作,出铁间隔时间能

严格控制在30~40 min以内,每班8 h完成4次铁,每次力争铁口出吹,达到渣铁出净的目的。

3 主要效果和努力方向

高钛型钒钛磁铁矿高炉冶炼由于入炉品位低、渣量大、操作难度大,高炉指标一直不太理想。但是,3号高炉通过高效生产实践,已实现连续9个月稳定运行,指标良好(见表1)。

表1 攀钢3号高炉开炉以来主要技术指标

项目	2006年	2007年 1-9月	2007年 10-12月	2008年 1-6月
利用系数, t/(m ³ ·d)	2.459	2.530	2.695	2.700
焦比, kg/t	469	457	461	463
煤比, kg/t	109.6	123.0	123.4	122.0
综合冶炼强度, t/(m ³ ·d)	1.366	1.408	1.510	1.539
风量, m ³ /min	2855	2882	3040	2993
风温, ℃	1155	1172	1180	1180
矿耗, kg/t	1988	1985	1976	1964
TFe, %	50.13	50.30	50.34	50.67
富氧率, %	1.52	2.70	3.05	2.96
焦炭灰分, %	12.23	12.24	12.36	12.44

目前,3号高炉虽取得了一定的成绩,但要取得更好的指标和保持高炉长期稳定,仍需要做许多细致的工作。尤其在当前进口矿少,烧结矿铁分低,焦炭自给能力不足,需要外购质量较差的落地焦和冶金焦时,对高炉的操作提出了更高的要求。今后的努力方向是:

- (1)继续加大原燃料监管力度,稳定提高原燃料质量,让高炉吃上精料。
- (2)严格炉前放渣出铁的组织管理和渣铁罐调配工作,达到及时出净渣铁,减少高炉憋风,维持较高的冶炼强度,减少操作上出现大的波动。
- (3)钒钛矿冶炼要求稳定守风,增大风量,提高炉缸活跃度,增强高炉适应低炉温的能力。
- (4)加强高炉工艺操作管理,进一步保持高炉炉况的长期稳定,减小外围原燃料质量波动造成的负面影响,优化高炉生产指标。

联系人:林千谷 工程师 电话:0812-3395201
(617022)四川省攀枝花市攀枝花新钢钒股份有限公司炼铁厂
收稿日期:2008-09-08