

济钢1 080 m³ 高炉锌平衡分析及其控制

郭江¹ 李荣¹ 张芳²

(1 济源职业技术学院冶金与化学工程系, 济源 454650; 2 内蒙古科技大学材料与冶金学院, 包头 014010)

摘要 测定了济钢炼铁厂5号1 080 m³高炉入炉原燃料及产出项的锌含量,并结合高炉实际生产数据进行锌平衡分布计算。结果表明,5号高炉锌负荷为625 g/t,入炉原燃料中,以烧结矿带入的锌最多,可以达到72.22%;其次是球团矿,可以达到24.13%;支出项中,由瓦斯灰带走的锌量最多,占总支出量的96.14%。提出入炉原燃料的选用、高炉操作制度以及含铁尘泥脱锌等相应的控制措施。

关键词 高炉 锌负荷 平衡计算 控制措施

Analysis on Zinc Balance and Its Control for 1 080 m³ Blast Furnace at Jiyuan Steel

Guo Jiang¹, Li Rong¹ and Zhang Fang²

(1 Dept of Metallurgical and Chemical Engineering, Jiyuan Vocational and Technical College, Jiyuan 454650; 2 Materials and Metallurgy School, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010)

Abstract Zinc content in charging and output items for 1 080 m³ No5 blast furnace at Ironmaking Plant, Jiyuan Steel has been analyzed, and combined with real production data of furnace the calculation on equilibrium distribution of zinc is carried out. Results show that zinc load of No5 blast furnace is 625 g/t, in furnace charging, most zinc load is from sinter ore its percentage is up to 72.22%, next zinc load is from pellet ore it can reach to 24.13%; in output items the most amount of zinc is in gas ash which makes up 96.14% of the total output value. The corresponding measures to control zinc including selecting of charging, optimizing blast furnace operation scheduling and dust de-zincing etc. are presented.

Material Index Blast Furnace, Zinc Load, Balance Calculation, Control Measure

锌是高炉原料中的一种微量元素,通常以氧化物或硫化物形式进入高炉。大部分锌蒸汽被煤气带走后进入煤气除尘系统,若除尘灰回收利用,则锌重新进入高炉形成“大循环”^[1-2]。

济钢高炉休风期间,从2号风口部位滴出白色金属液体,经化验其中锌含量超过80%。说明济钢高炉所用原燃料锌含量较高,有必要弄清锌对高炉冶炼的影响;并寻找减少锌负荷的措施。

1 取样

对济钢5号高炉(1 080 m³)进行为期10天的现场取样。高炉用原燃料(烧结矿、球团矿、澳矿、焦炭及砂石)在槽下振动筛下料口取样,每天上、下午各取一次,每次20 kg,其中烧结矿每天两个样品,其余上、下午试样合为一个样品,经人工混匀筛分,最后取1~2 kg样品供制样分析用;喷吹煤粉从煤粉取样点取样;瓦斯灰,出铁场集尘灰从各自放灰口取样,每天上、下午各取一次,每次1~2 kg;生铁、炉渣分别从炉前铁、渣沟中每天各取2个样品。

取样期间各种原燃料及辅助原料用量、生铁产量以及炉渣量,根据济钢5号高炉日报表提供数据

进行统计,高炉产生瓦斯灰、集尘灰及炉顶煤气产生量采用月平均值进行计算。

2 试样锌含量检测结果

从表1可以看出,济钢5号高炉入炉原燃料中,烧结矿、球团矿的锌含量相对较高,分别达到0.04%和0.047%。支出项中,各级除尘灰中锌含量均较高,其中布袋灰最高,达到7.62%。而铁水和炉渣的含锌量较低,这是因为锌的沸点低(907℃),蒸汽压较高(1 373 K纯物质饱和蒸汽压为5×10⁵ Pa),易挥发,在出铁的过程中大部分进入出铁

表1 济钢5号高炉炉料和产出项的锌含量/%
Table 1 Content of zinc in charging and output items, No5 blast furnace at Jiyuan Steel /%

收入项	锌含量	支出项	锌含量
烧结矿	0.040	生铁	0.000 23
球团矿	0.047	炉渣	0.004 4
澳矿	0.006 8	重力灰	1.53
砂石	0.002 0	旋风灰	1.82
焦炭	0.001 8	布袋灰	7.62
煤粉	0.004 7	集尘灰	0.21
		煤气	0.08 mg/m ³

注:由于生铁中锌含量的检测结果为≤0.005%,为了使平衡计算更准确,参照宝钢2号高炉;净煤气锌含量亦参照宝钢2号高炉。

场集尘灰中。

3 高炉的锌平衡

由表 2 可以看出:

(1) 取样期间, 济钢 5 号高炉吨铁带入锌量 625.34 g/t。收入项中, 由烧结矿带入的锌量最多, 占入炉总锌量的 72.22%; 其次, 是球团矿, 占入炉总锌量的 24.13%。由其余原燃料(焦炭、澳矿、砂石及煤粉)带入锌量之和仅为 3.65%。所以, 控制烧结矿^[3]和球团矿中的锌含量是降低济钢 5 号高炉入炉原料锌负荷的关键。

(2) 支出项中, 由瓦斯灰(重力灰、旋风灰、布袋灰)从济钢 5 号高炉中带走的锌量占总支出量的 96.14%, 炉渣和铁水带走的锌量只占 3.67%。从各级除尘灰含锌量来看, 布袋灰远高于重力灰、旋风灰及出铁场集尘灰。目前, 济钢烧结矿生产已不再将高炉布袋灰作为原料进入造块生产环节, 但高炉其他除尘灰仍被重复利用。因此, 在进一步降低作为烧结主要原料的混合精矿含锌量的同时, 应严格控制各级除尘灰进入烧结系统。

(3) 根据收入和支出量计算锌平衡, 绝对误差为 29.96 g/t, 相对误差为 5.03%。出现的误差应主要考虑为锌在高炉内的循环积累。目前国内外部分高炉入炉锌负荷对比如表 3 所示。由表 3 可以看出^[4], 济钢 5 号高炉锌负荷为 625 g/t, 远高于宝钢 2 号高炉的 130 g/t, 在国内处于中等偏高水平, 必须对其进行严格的控制。

4 抑制高炉内锌负荷的措施

(1) 优化高炉配料。在所有入炉原燃料中又以烧结矿带入的锌量最多, 所以通过配矿限制锌的入炉量成了关键之举。

表 2 济钢 5 号高炉锌的平衡分布

Table 2 Equilibrium distribution of zinc, No5 blast furnace at Jiyuan Steel

收入项				支出项			
项目	单耗/ (kg·t ⁻¹)	锌含量/ (g·t ⁻¹)	比例/ %	项目	产出/ (kg·t ⁻¹)	锌含量/ (g·t ⁻¹)	比例/ %
烧结矿	1 129	451.60	72.22	生铁	1 000	2.30	0.39
球团矿	321	150.87	24.13	炉渣	323	14.21	2.38
澳矿	161	10.95	1.74	重力灰	8	122.4	20.56
砂石	11	0.22	0.04	旋风灰	8	145.6	24.45
焦炭	478	8.60	1.38	布袋灰	4	304.4	51.13
煤粉	66	3.10	0.49	集尘灰	3	6.3	1.06
				高炉 煤气	2120 m ³	0.17	0.03
合计		625.34	100	合计		595.38	100

注: 绝对误差 625.34 - 595.38 = 29.96 g/t;

相对误差 29.96/595.38 = 5.03%

表 3 国内外部分高炉入炉锌负荷对比

Table 3 Contrast of zinc load of blast furnace between steelworks at home and abroad

企业名称	数据时间(年)	锌负荷/(g·t ⁻¹)
奥钢联	1998	75
芬兰 Raabe	1998	64
霍戈文	1998	140
宝钢 2BF	2003	130
昆钢 6BF	2004	764
酒钢 1BF	2005	1 795
攀钢 1BF	2005	823
湘钢 4BF	2007	595
济钢 5BF	2010	625
马钢新区 A 高炉	2009	132

(2) 提高烧结矿碱度。Zn 的金属活泼性排在 Fe 的前面, 高温下硅和铁会以氧化物负离子团的形式与锌组成复杂化合物, 给锌的脱除带来困难。通过加入较锌活泼的 Ca、Mg 熔剂使 Ca、Mg 置换了 Zn, 对脱除 Zn 是有利的。

(3) 改善原料冶金性能。选用铁矿石软熔温度高的原料有助于提高低温下锌的还原程度, 一定程度上可以减少锌循环区的锌量。

(4) 完善高炉操作制度, 增加锌从炉顶的排除量。

(5) 实施含铁尘泥、炼钢污泥脱锌。转底炉脱锌^[5]虽然投资大, 但对 Fe、C、Zn 等资源回收利用率很高而且环保, 建议对高炉瓦斯灰等进行转底炉脱锌。

5 结论

通过降低入炉原燃料中的锌含量、提高烧结矿碱度、改善冶金性能、完善高炉操作制度, 实施含铁尘泥、炼钢污泥脱锌等多种措施来降低高炉的锌负荷, 提高经济效益和减少环境污染。

参考文献

- [1] 尹慧超, 张建良, 王传琳. 国丰 1 号 1780m³ 高炉锌平衡的研究[J]. 炼铁, 2009, 28(3): 48-49.
- [2] 王雪松, 付元坤, 李肇毅. 高炉内锌的分布及平衡[J]. 钢铁研究学报, 2005, 17(1): 67-71.
- [3] 彭其春, 田俊, 陈本强, 等. 湘钢高炉锌平衡的研究[J]. 武汉大学(自然科学版), 2007, 30(1): 1-4.
- [4] 周云, 陈祖强, 李辽沙, 等. 马钢高炉的锌平衡及控制措施[J]. 钢铁研究学报, 2010, 22(4): 59-61.
- [5] 金俊, 刘自民, 宋灿阳. 降低高炉锌负荷经济方法的探讨[J]. 炼铁, 2009, 28(4): 38-39.

郭江(1979-), 男, 硕士研究生, 讲师, 2002 年包头钢铁学院毕业, 高炉炼铁研究. E-mail: lirong_025@163.com

收稿日期: 2012-12-10