

试验研究

莱钢烧结、高炉锌的分布及平衡研究

李建云, 曾 晖, 杜春风, 罗霞光, 周 林
(莱芜钢铁集团有限公司, 山东 莱芜 271104)

摘 要:对莱钢型钢区域的烧结、高炉进行了系统的锌分布及平衡研究。结果表明, 265 m²烧结机的锌金属带入量为0.88 kg/t, 主要由混匀料和冷返矿+灰带入(合计95.40%), 由烧结矿和返矿带出(合计97.77%); 1#高炉的锌金属带入量为0.85 kg/t, 主要由烧结矿和球团矿带入(合计92.45%), 由重力灰和布袋灰排出(合计82.86%)。结合莱钢生产实际, 提出了降低锌带入量及提高脱锌率的建议, 如除尘灰、污泥等通过转底炉脱锌后再利用, 通过高炉操作降锌等。

关键词:烧结; 高炉; 锌含量; 锌分布; 锌平衡

中图分类号:TF037.3

文献标识码:A

文章编号:1004-4620(2010)02-0050-03

1 前 言

金属锌是一种对高炉极为有害的元素, 还原后的Zn蒸汽会渗入到高炉砖衬缝隙中, 冷凝并氧化成ZnO后, 体积膨胀从而损坏内衬, 严重时危及高炉寿命^[1-3]。莱钢各工序产生的含铁粉尘物料95%以上返回烧结工序进行循环利用。近年来随着废钢中镀锌板材用量的增加, 金属锌在烧结和高炉中不断循环富集, 莱钢烧结、高炉锌负荷越来越重, 直接影响到高炉生产的稳定顺行。2007年4月、11月莱钢老区1#高炉煤气管道出现严重堵塞, 经检测, 堵塞物中锌含量高达30.94%; 2007年5月中旬以来, 莱钢老区3#750 m³高炉炉底多次异常升温、炉缸炉皮多次裂开, 对之实施特护, 于2008年6月1日停炉大修, 在炉缸炉底破损调查中发现碳砖粉化, 有大量氧化锌呈层状分布在粉化碳砖上。为全面了解烧结、高炉锌的来源及分布状况, 莱钢决定对原料较为固定的型钢区域烧结、炼铁进行系统的锌分布及平衡研究, 以指导实际生产操作。

2 锌分布检测及平衡计算

2.1 取样、制样及检测

在正常生产条件下, 对莱钢型钢1#高炉和265

m²烧结机的所有当日进出物料进行了3轮取样, 并对当日烧结用到的所有含铁原料分别进行了取样。每轮取样时间间隔15 d左右。另根据莱钢烧结成品料直接经过皮带输送进高炉的特性, 每次烧结取样时间要比高炉取样时间提前0.5 d, 以确保烧结、炼铁样品均为同一批原料。根据以往高炉锌平衡计算经验^[4], 炉顶净煤气的锌含量不到总出量的1%, 且炉顶煤气不宜取样, 不同时段样品所含尘量差别较大, 样品代表性难以识别, 决定不考虑高炉炉顶净煤气的锌含量, 即不对高炉炉顶净煤气进行取样。

除生铁样品外, 全部样品都经人工混合、专用制样设备制得, 所得样品粒度-0.074 mm在90%以上, 送交国内在Zn检测方面有丰富经验的资深检测单位进行检测。

2.2 检测结果

莱钢型钢1#高炉和265 m²烧结机样品锌检测结果分别见表1、表2, 检测期间烧结用矿粉、含铁粉尘的检测结果如表3所示。表中数据均为3次取样检测结果的平均值。

表1 莱钢型钢1#高炉样品锌含量检测结果 %

烧结矿	球团矿	生矿	焦炭	煤	铁	渣	重力灰	布袋灰
0.055	0.027	0.024	0.003	0.024	0.010	0.009	7.49	1.74

表2 莱钢型钢265 m²烧结机样品锌含量检测结果 %

混匀矿	焦粉	白云石	白灰	蛇纹石	冷返矿+灰	烧结矿	返矿	机头电场灰			机尾电场灰		
								机头1	机头2	机头3	机尾1	机尾2	机尾3
0.045	0.006	0.027	0.006	0.008	0.071	0.055	0.057	0.18	0.35	0.46	0.087	0.096	0.085

从检测结果可以看出: 精粉中, 毛粉、古精和新泰铜业精粉的锌含量较高; 含铁杂料中, 污泥、杂矿、炼钢粗灰、炼钢细灰及特钢电炉灰的锌含量均较高。

收稿日期: 2009-12-17

作者简介: 李建云, 女, 1978年生, 2001年毕业于中南大学粉末冶金专业。现为莱钢技术研发中心工程师, 从事烧结炼铁工艺技术研究工作。

2.3 平衡计算

取样期间, 265 m²烧结机用矿粉种类由实际使用情况决定, 烧结矿产量、各种原燃料、熔剂(矿粉、煤粉、焦粉、白灰等)用量根据烧结机日报表提供的数据进行计算(换算成干料用量)。烧结机产生的机头、机尾灰数量采用烧结厂经验算法, 即机头灰按烧结矿产量的0.5%和机尾灰按烧结矿产量的

表3 各种矿粉、含铁粉尘锌含量检测结果

物料名称	Zn/%	物料名称	Zn/%	物料名称	Zn/%
鲁中精粉	0.014	烟台巴粗	0.012	新泰铜业精粉	0.130
智利精粉	0.015	纽曼矿	0.008	智利粗粉	0.011
诺顿巴粗	0.017	PB粉	0.012	污泥	0.240
毛粉	0.043	日照巴粗	0.007	杂矿	0.276
阿瑞斯巴粗	0.015	卡特	0.009	炼钢粗灰	0.160
毛粗	0.010	加拿大精粉	0.012	炼钢细灰	0.140
钢渣精粉	0.007	克顿巴粗	0.007	氧化铁皮	0.073
古精	0.066	至尊巴粗	0.007	特钢电炉灰	2.770
扬迪	0.009	奥粗	0.006		

表4 莱钢型钢1#高炉锌分布与平衡

项目	入量/(kg·t ⁻¹)						出量/(kg·t ⁻¹)					平衡系数
	烧结矿	球团	块矿	焦炭	煤	合计	生铁	渣	重力灰	布袋灰	合计	
含锌量/%	0.055	0.027	0.024	0.003	0.024		0.010	0.009	7.49	1.74		
出入量	0.726	0.06	0.021	0.014	0.029	0.85	0.109	0.032	0.583	0.097	0.82	94.61
质量百分比/%	85.38	7.07	2.46	1.70	3.39	100	13.27	3.87	71.05	11.81	100	

表5 莱钢型钢265 m²烧结锌分布与平衡

项目	入量/(kg·t ⁻¹)							出量/(kg·t ⁻¹)					平衡系数
	混匀料	焦粉	白云石	白灰	蛇纹石	冷返矿+灰	合计	烧结矿	返矿	机头灰	机尾灰	合计	
含锌量/%	0.045	0.006	0.027	0.006	0.008	0.071		0.055	0.057	0.327	0.089		
出入量	0.560	0.004	0.028	0.008	0.001	0.279	0.88	0.547	0.245	0.011	0.007	0.81	92.40
质量百分比/%	63.66	0.45	3.16	0.93	0.06	31.74	100	67.56	30.21	1.34	0.88	99.99	

3 分析与讨论

本次平衡计算的相对误差在±10%之间,这个误差在工业生产上是允许的。日本及我国宝钢、湘钢等钢厂进行锌平衡计算的相对误差通常在±10%之间。

分析认为,导致烧结、高炉锌平衡误差的主要因素是烧结、高炉内循环锌量的变化。

从表4可以看出,1)莱钢型钢1#高炉锌的带入量为0.85 kg/t,远远高于国外高炉对入炉锌含量≤0.15 kg/t的要求,莱钢高炉锌负荷严重偏高,必须采取措施加以控制。2)入炉锌主要由烧结矿和球团矿带入(合计92.45%),由重力灰和布袋灰排出(合计82.86%)。3)锌平衡系数94.61,残留在高炉内的锌含量为0.03 kg/t。

从表5可以看出,1)莱钢型钢265 m²烧结锌的入机量为0.88 kg/t。2)烧结入机锌主要由混匀料和冷返矿+灰带入(合计95.40%),由烧结矿和返矿带出(合计97.77%)。3)入机锌金属中,仅有2.2%随着除尘灰排出,67.56%随着烧结矿进入高炉,30.21%返回烧结机循环使用,说明莱钢的烧结过程基本上没有脱锌能力。4)锌平衡系数92.40,残留在烧结系统内的锌含量为0.07 kg/t。

莱钢型钢265 m²烧结混匀料实际配灰(各工序产生的含铁粉尘)量按照5%进行配料。根据当日所用料堆配比和各含铁物料的检测结果,计算不配灰

0.8%计算,机头、机尾各电场灰产量按经验比例值进行计算。炼铁厂取样期间,球团、块矿种类由实际使用情况决定,生铁产量、炉渣量,各种原燃料(烧结矿、球团矿、块矿、焦炭、煤粉)用量根据高炉日报表提供的数据进行计算。高炉产生的重力灰、布袋灰采用月平均值进行计算。

计算3轮取样的平均值,得到莱钢型钢1#高炉和265 m²烧结的锌金属分布及平衡情况,分别如表4和表5所示。

时的入机Zn量,从而得出灰对锌量的影响情况。不配灰时,入机锌量0.44 kg/t;配灰时,入机锌量0.89 kg/t。因此,进入烧结的锌中,有50.56%由配入的灰带入,可见其影响之大。

4 结论及建议

4.1 莱钢型钢1#高炉锌的入量为0.85 kg/t,远远高于国外高炉对入炉锌含量≤0.15 kg/t的要求,锌负荷严重偏高,主要由烧结矿和球团矿带入(合计92.45%),由重力灰和布袋灰排出(合计82.86%)。

4.2 莱钢型钢265 m²烧结机锌入机量为0.88 kg/t,锌负荷严重偏高,主要由混匀料和冷返矿+灰带入(合计95.40%),由烧结矿和返矿带出(合计97.77%),莱钢的烧结过程基本上不具备脱锌能力。

4.3 烧结混合料配灰对烧结锌负荷影响极大,莱钢型钢265 m²烧结机入机锌中有50.56%由配灰带入。

4.4 基于莱钢烧结、炼铁实际生产状况,提出以下减少锌入机、入炉量和提高烧结、高炉排锌的建议。

1)原料降锌。入炉锌主要来源于烧结矿,而烧结混匀料和冷返矿+灰是烧结矿含锌的主要来源。因此,降低原料中锌含量是降低锌入机、入炉最直接和最有效的途径:①对含锌偏高的高炉重力灰、特钢电炉灰、炼钢粗灰、炼钢细灰、杂矿和污泥可采取进转底炉的方式进行脱锌处理。②原料采购在条件允许的情况下,应尽可能采购锌含量较低的矿粉。

2) 进行合理配矿和配料, 确保高炉锌负荷不超标。将不配灰时的烧结混合料含锌量(0.44 kg/t)定为莱钢型钢265 m²烧结机锌负荷标准, 将以此推算出来的0.50 kg/t定为型钢1[#]高炉锌负荷标准。虽然这个标准仍远高于国际先进高炉入炉锌负荷≤0.15 kg/t的要求, 但因其由莱钢生产所得, 故对于指导莱钢实际操作更有意义。据此标准, 要求烧结混匀料锌含量≤0.017%, 对照表3, 建议对含锌高的铁精粉(毛粉、古精、新泰铜业精粉)限量使用。当单一配料时, 毛粉不能超过39%, 古精不能超过16%, 新泰铜业精粉不能超过27%。

3) 高炉操作降锌。在莱钢高炉现有操作和炉矿条件下, 可以通过以下操作进一步降低锌的有害影响: ①提高烧结矿、球团矿的强度, 加强原燃料筛分, 提高入炉矿的冶金性能, 选用铁矿石软熔温度高的原料有助于提高高温下锌的还原程度, 减少锌循环区的锌量, 增加锌从炉顶的排出量, 还有利于炉况顺行和焦比降低。②按照莱钢型钢高炉锌负荷标准优化炉料结构, 当发现炉料结构锌含量超标时, 操作上临时采取适当降低炉顶压力及发展边缘

气流, 以防止锌过量造成炉墙结瘤及侵蚀炉墙。③上部调剂保持合理的煤气流分布, 下部调剂吹活炉缸, 使锌循环达到最大富集量的动态平衡, 而这个最大富集量是高炉正常生产所允许的, 因而可以达到预防锌害的目的。④及时出尽渣铁, 减少锌在炉内的滞留时间, 使锌能最大量地排出。

4) 建立“烧结和高炉锌动态数学模型”。将烧结和高炉的锌平衡检测纳入常规检测范围, 定期对烧结和高炉进行平衡检测。通过长期定时检测, 建立“莱钢型钢烧结和高炉锌动态数学模型”, 及时为工作人员提供锌出入的变化情况, 为烧结、高炉遏制锌危害提供数据依据。

参考文献:

- [1] 张祥富, 白国华. 钢铁厂含铁尘泥回收利用新途径研究[J]. 矿产综合利用, 1996(5): 11-14.
- [2] 李肇毅. 宝钢高炉的锌危害及其抑制[J]. 宝钢技术, 2002(6): 18-20.
- [3] 汤乐山, 张理强. 综合利用高炉尘泥的研究与实践[J]. 烧结球团, 2000, 25(3): 52-54.
- [4] 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): 68-71.

Zinc Distribution and Balance Study in the Sinter and Blast Furnace of Laiwu Steel

LI Jian-yun, ZENG Hui, DU Chun-feng, LUO Xia-guang, ZHOU Lin

(Laiwu Iron and Steel Group Corporation, Laiwu 271104, China)

Abstract: This article studied zinc distribution and balance in Laiwu Steel's Structure Steel sinter and the blast furnace. The results showed that: the zinc amount brought to the 265 m² sintering machine was 0.88 kg/t; it was brought mainly by blending, cold return fines and ash (total 95.40%) and carried off by sinter ore and return fines (total 97.77%); the zinc amount brought to the No.1 BF was 0.85 kg/t, and it was brought by sinter ore and pellet (total 92.45%) and removed by gravitational dust and bag dust (total 82.86%). With the practice production of Laiwu Steel, the suggestion to reduce Zn-input and improve Zn-remove rate were proposed, such as, precipitator dust, sludge etc were reused after dezincing by rotary hearth furnace, reducing the zinc content by BF operation.

Key words: sintering; blast furnace; zinc content; zinc contribution; zinc balance

信息园地

转炉炼钢节能减排未来发展方向

1) 流程优化应成为炼钢厂进一步节能首先关注的重点。流程优化主要体现在紧凑、高效和自控三个方面。①流程功能的解析、优化、重组, 实现转炉炼钢生产的紧凑化, 即工序时间的最小化、衔接最优化。当前最重要的是推进全量铁水脱硫, 转炉预脱硅、脱磷, 脱碳转炉少渣炼钢, 全量钢水精炼后连铸。②高效化是转炉炼钢节能的重要措施。首先, 流程紧凑化、优化衔接匹配是高效化的主要内容; 其次大型化的方向必须坚持; 另外, 必须坚持高速化的发展方向(铁水预处理、冶炼、精炼、连铸都适用)。③自动化是转炉炼钢节能的重要保证。一个重要的思路是以自动化的要求来促进、完善装备, 严格执行系统精料标准、控制过程(尤其是终点)等关键技术进步, 而不是等条件成熟了再上自动控制手段。

2) 以进一步提高炼钢能源转换效率, 更高效地回收和利用二次能源为当前的重要创新方向, 突出优化现有重点节能技术, 取得更好的节能效果。①烟气能量的高

效转换及回收利用, 烟气物理热及转炉煤气在回收过程被燃烧部分所放出的化学热是产生蒸汽的热源, 因此煤气和蒸汽回收量之间应当有一个合理的组合数值, 这是各转炉钢厂在制订转换与回收目标时应考虑的问题。②连铸坯热送热装是衔接炼钢、轧钢两大工序的重要节能措施, 当前的重点应当是抓好生产计划的衔接优化, 尽量提高直接热装比。③炉渣余热的回收和利用, 这部分余热能量很大, 但目前基本上没有回收利用。④冷却水余热回收利用技术是转炉炼钢厂进一步提高能源转换与利用效率的新课题和难题。

3) 转炉钢厂节能的其他思路。①加大全过程的保温措施是转炉钢厂节能的重要基础; ②以稳定的工艺操作, 实现全厂低温制度的运行, 有效地节能降耗; ③在钢铁企业能源高效转换利用和构建能量流网络与优化的总体框架思路下, 研究转炉炼钢厂更加节能降耗的新措施。

(摘自2010年3月16日《世界金属导报》)