

首钢球团厂降低球团矿 FeO 的实践

吕金华 张永明 柳望洵
(首钢矿业公司生产技术处)

摘 要 分析了 1999 年 5~7 月和 12 月份首钢球团矿 FeO 波动的原因,介绍了降低球团矿 FeO 的生产实践以及 2000 年 1~7 月所取得的效果,并提出了进一步降低球团矿 FeO 的措施。

关键词 球团矿 FeO 含量 波动 降低 FeO 措施

1 概 况

首钢球团厂于 1986 年 6 月投产,设计年产金属化球团 25 万 t。由于金属化球团工艺不顺、消耗高及首钢总公司高炉合理炉料结构的要求,1986 年 3 月转产氧化球团。国内氧化球团的质量标准(YB T005-91)中 球团 FeO 一级品 $\leq 1\%$,二级品 $\leq 2\%$ 。考虑到整套工艺设备原先是生产

金属化球团的,回转窑及冷却筒内氧化气氛差,球团矿 FeO 无法降到 2% 以下,所以转产氧化球团矿以后,FeO 指标一直执行首钢内部的 $\leq 8\%$ 的质量要求。

转产氧化球团矿以来,球团 FeO 除 1995、1996 年外,均控制在 8% 以内,特别是 1998 年,在回转窑利用系数创历史最好水平的情况下,球团矿 FeO 控制到了 6.27% (见表 1)。

表 1 历年来回转窑利用系数及球团矿 FeO

指标名称	年 份										
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
利用系数/ $t \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$	2.52	3.63	6.16	6.58	7.36	7.32	7.11	6.86	6.96	7.44	7.44
球团 FeO/%	4.35	5.13	5.90	7.21	7.88	7.97	9.41	9.75	7.31	6.27	7.08

1999 年 1~4 月份,球团 FeO 累计平均为 6.62%,一直达到内控质量标准要求。5 月 11 日开始,球团 FeO 出现持续波动,经过采取一系列措施,到 9 月份球团 FeO 才控制到标准要求。12 月份,球团 FeO 又发生反复,通过完善质量管理体系,2000 年 17 月,球团矿 FeO 才又基本控制在 8% 以内。总结这一时期控制球团 FeO 过程的经验,对今后,尤其是截窑改造后开展技术工作可提供一定的借鉴参考。

2 1999 年 5~8 月球团 FeO 波动情况

5 月 11 日,球团矿 FeO 开始偏高,并持续居高不下。最高时,单个样达到 22%,生球基本没

表 2 1999 年 5~8 月球团 FeO 的波动情况

时 间	不同 FeO 含量范围所占比例/%			实际完成/%
	$\leq 8\%$	8%~10%	$\geq 10\%$	
1999 年 5 月	36.67	36.67	26.66	7.67
6 月	8.70	47.83	43.47	10.15
7 月	32.00	64.00	4.00	8.06
8 月	80.77	15.38	2.85	7.06
9 月	88.88	11.12	0.00	6.63
10 月	88.46	11.54	0.00	6.40
11 月	100.00	0.00	0.00	5.19
12 月	73.08	15.38	11.54	7.34
2000 年 1~7 月	96.84	2.53	0.63	4.81

有经过氧化焙烧。尽管从一开始就采取了一系列降 FeO 的措施,但未能奏效,球团矿的 FeO 未能达到质量要求。这种情况一直持续到 8 月 11 日,整整有 3 个月。具体情况见表 2。

2000 年 1 月 7 日以后,球团 FeO 基本得到控制,1~7 月球团 FeO 累计平均达到 4.81%。

3 1999 年 5 ~ 8 月球团 FeO 波动原因分析

5 月份以来,球团生产中新增加的影响因素较多,主要有:

3.1 地方民粉实际配加量增加

为降低球团成本,减少精矿品种,实现精矿分品种单仓上料的目的,1999 年 5 月份将大石河老过滤仓停产。球团厂的精矿供应由水厂粉、大石河粉和地方民粉三种,减少为水厂粉和地方民粉两种,其中地方民粉配比由 10% 提高到 50%。由于地方民粉受供货厂家较多的影响,粒度极不稳定,最低 - 200 目只占 60%,而大石河精矿、水厂精矿的粒度基本稳定, - 200 目在 75% 以上。由于增加了近 40% 的粒度不稳定的地方民粉,造成生球强度降低,落下强度由 4 月份的 6 次/0.5m 左右降低到 4 次/0.5m 左右。生球进入链篦机后,在链篦机上受压而挤在一起,影响了料层透气性,生球不能很好地与空气接触,氧化效果差,造成球团 FeO 含量高。

3.2 耐热风机扩容影响了链篦机的喷煤

作为球团厂截窑改造的准备项目,1998 年 10 月份开始陆续把两台 7.7 万 m³/h 的小耐热风机扩容为 20 万 m³/h。1999 年 5、6 月份,新 1 号、2 号大耐热风机相继投入使用。虽然链篦机风量得到提高,但由于风量大、风速快、负压大,链篦机机头喷煤枪喷出的火焰来不及在烟罩内充分燃烧,就被抽到烟道内,高温火焰变短,高温气体没有充分进入链篦机预热段,造成预热段(8 号、9 号)烟罩温度低。同时,由于链篦机煤枪喷出的煤粉未充分燃烧,耐热风机抽出的高温烟气排入链篦机干燥段后,不能很好地起到干燥生球的作用,造成链篦机干燥段(12 号)温度也降低。耐热风机投入使用后对链篦机烟罩温度的影响见表 3。

表 3 链篦机烟罩温度变化(℃)

时间	1 号	2 号	4 号	6 号	8 号	9 号	12 号
4 月份	932	954	997	936	904	638	322
5 月份	929	965	1021	947	816	497	271
6 月份	861	909	1022	923	864	621	365
9 月份	925	932	1035	884	910	675	265

由表 3 可见,5 月份干球在链篦机内特别是

进入预热段时,升温速度较快。干球在链篦机内被急剧加热而形成一层硬壳。进入回转窑后,由于这层硬壳的存在,阻碍了干球进一步氧化。从回转窑窑头取样表明,大部分成品球外层硬壳与干球的外壳厚度基本相近。生球的 FeO 含量一般在 25% 左右,而成品球球芯的 FeO 含量就达 22.99%,球芯的磁铁矿基本上没有被氧化。

3.3 取消 3 号喷煤枪后,窑内温度分布不合理

3 号喷煤枪喷出的火焰能够直接触及回转窑窑尾缩口,造成回转窑窑尾缩口频繁烧坏,而对其进行处理又需长时间停机检修。因此,4 月底检修时,取消了回转窑 3 号喷枪,使回转窑内高温点前移。4 月与 5 月回转窑内温度对比见表 4。

表 4 回转窑内温度分布对比(℃)

时间	1 号	2 号	3 号	4 号	5 号	6 号	7 号
4 月份	693	765	994	1000	1027	1082	1023
5 月份	646	750	910	1021	1055	1048	987
6 月份	759	894	1023	1043	1040	1039	1016
9 月份	727	784	986	922	1021	1048	1058

在链篦机内预热好的干球,已达到 1000℃ 的温度水平(7 号点)。进入回转窑后,为尽快获得合理的球团焙烧效果,在 6 号点时应达到回转窑内最高温度 1050℃ 以上,持续到 5 号点待球团焙烧透后,回转窑内温度逐步降低,到达窑头时达到 800℃ 以下,在回转窑内完成氧化过程。然后进入冷却筒,利用冷却筒外打水,把球团矿由 800℃ 冷却到 150℃ 以下,而冷却筒内由于氧化气氛差,基本不会降低球团 FeO。

从表 4 可知,5 月份 7 号点温度偏低,且高温点由 6 号前移到 5 号。7 号点温度低,造成在链篦机上预热好的干球进入回转窑后,不能尽快达到焙烧条件,而高温点由 6 号点前移到 5 号点,延长了球团在回转窑内的升温时间,同时又缩短了球团焙烧透后,在回转窑内的降温时间,不利于球团在回转窑内的降温氧化,造成球团 FeO 升高。

3.4 上层辊筛的取消,使生球粒度难以控制

为提高生球粒度合格率,1997 年 10 月,我们把只筛 - 5mm 粉末的单层辊筛改为双层辊筛。上层辊筛筛除 + 18mm 的大球,下层辊筛筛除 - 5mm 的粉末。双层辊筛投入使用后,虽对改善生球粒度组成、降低球团 FeO 起过一定的作用,但因

受场地影响,运行一直不正常。1999 年 3 月将上层辊筛拆除,这之后,生球中 +18mm 的大球数量增加,造成生球粒度大小不匀。

如果溜料板上堆料多,布料容易产生偏析,大球布到篦床上部,小球布到篦床下部(见图 1),造成大球与小球之间干燥预热不均。另外,由于生球粒度大小不匀,未形成布料偏析的生球,大球间的缝隙大,小球填充到大球的缝隙中,造成料层综合透气性差,致使生球在链篦机上不能均匀干燥、预热,干球 FeO 升高。

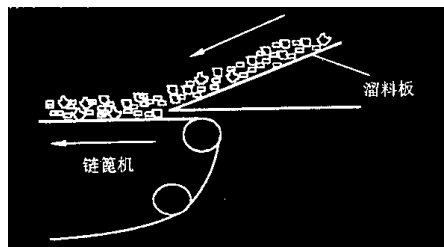


图 1 链篦机布料示意图

干球在回转窑运转时,也同样存在料流偏析的现象。大球一直在料面上部,小球大多被埋在下部,造成小球不能充分氧化焙烧,也影响了小球焙烧的效果,成品球中小球 FeO 高,球团综合 FeO 指标不能达到质量要求。

4 降低球团 FeO 的措施

针对 5 月份以来球团生产中新增影响 FeO 的因素,逐一进行研究,分阶段理顺工艺,到 9 月底基本将球团 FeO 控制到质量要求的水平。

4.1 第一步措施

第一步降 FeO 的措施是从操作入手,改善链篦机、回转窑内的气氛。

1) 一旦球团 FeO 出现波动,操作人员立即采用低机速和厚料层的操作,以达到提高链篦机温度,增加篦床上的生球与氧气接触几率的目的。

2) 将只在回转窑点火时才开启的窑头风机、助燃风机改为经常开启,以提高窑内的氧含量。

3) 针对地方民粉配加量提高后,生球强度低,影响链篦机透气性的问题,于 6 月初停配了地方民粉,使造球效果改善,生球落下强度由 5 月份的 4 次/0.5m 提高到 6 次/0.5m,最好的达到 9 次/0.5m。 万方数据

4) 为缓解新耐热风机投入使用后,造成链篦机负压增高的问题,5 月下旬采取了将新耐热风机的风门关小的措施,以降低链篦机内负压,从而提高其火焰长度。

通过实施以上措施,6 月份与 5 月份相比,链篦机烟罩预热段 8 号点的温度提高 48℃,9 号点提高 124℃,干燥段 12 号点提高 94℃(参见表 3)。6 月 15 日从链篦机机头取样观察,干球剖面基本上不存在硬壳,6 月份球团的 FeO 都控制在 15% 以内,但平均仍在 10% 以上。

4.2 第二步措施

第二步措施是于 7 月初恢复回转窑的 3 号喷煤枪。针对 5、6 月份生产中回转窑高温点由 6 号点前移到 5 号点,7 号点温度低,使回转窑内温度分布不合理而影响球团氧化的问题,于 7 月初利用检修时间,恢复了回转窑的 3 号喷煤枪。同时,为使 3 号喷煤枪喷出的火焰不烧到窑尾缩口上,将 3 号喷煤枪向窑头前移了 6m。由于 7 月份回转窑结块问题,5、6 号热电偶显示不准确,所以无法从热工制度上分析回转窑恢复使用 3 号喷煤枪的效果。但从球团 FeO 方面来看,7 月份球团 FeO 为 8.06%,大于 10% 的所占比例由 6 月份的 43.47% 降低到 4%,可见恢复回转窑 3 号喷煤枪对降低球团 FeO 含量的作用是显著的。

4.3 第三步措施

第三步措施是进一步完善工艺,把球团 FeO 稳定控制在 8% 以下。7 月份,球团 FeO 虽然控制到了 8.06%,但大部分都在 8%~10% 之间,仍未达到质量标准的要求。因此,8、9 两月球团厂又对各点位作了进一步完善,从而确保了球团 FeO 达到标准要求。

1) 为解决新耐热风机投入使用后,链篦机内风量大、风速快、负压高,机头喷煤形成的火焰未充分燃烧就被抽到烟道内,造成链篦机烟罩内温度分布不合理而影响球团 FeO 的问题,8 月初我们把链篦机东、西两侧的喷煤枪抬高了 150mm,以延长煤粉在链篦机烟罩内的燃烧时间,提高了链篦机干燥段、预热段的温度。

2) 为解决由于生球粒度大小不均而造成的在链篦机上布料时,大球布在料层上部,小球处在

下部,使得篦床上干燥、预热不均的问题,我们一是要求岗位加强操作,规定溜料板上的堆料不得超过溜料板的二分之一高度;二是把溜料板角度由固定角度改为可调,随时调整溜料板角度,使其与生球安息角基本相符,以减少布料偏析。

3) 链篦机自动喷煤投入使用以前,链篦机的温度是靠人工增减仓式泵内的压力来控制喷煤量进行控制的。倒仓时,需人工按照规程规定,对 9 个阀门逐个进行开、关,操作繁琐,且操作时间长,并存在误操作的可能。在链篦机温度控制或倒仓时,常常造成链篦机温度不稳定而影响球团 FeO。链篦机自动喷煤系统投入使用后,链篦机温度控制及倒仓均由微机控制,方便灵活,并有利于链篦机烟罩内温度的稳定,为降低 FeO 提供了保证。

4) 回转窑 3 号喷煤枪恢复使用后,为保证回转窑最佳温度分布,1、3 号喷煤枪的使用频度高。但这两支煤枪是使用同一个输煤管道,而 2 号喷煤枪是单独使用一个管道,致使 7 月份 3 号喷煤枪恢复使用以来,经常憋压,造成回转窑温度常常不能达到规定温度。8 月初,将 3 号煤枪改为与 2 号串联,1 号煤枪单独使用一个管道,基本上解决了这一问题,为稳定球团焙烧创造了条件。

5 1999 年 12 月份球团波动的原因分析

1999 年 5~8 月由于采取了一系列措施,使球团 FeO 能够控制在内部质量标准 8% 以内。在工艺和操作并未改变的情况下,12 月中旬,球团 FeO 又发生了波动,全月球团 FeO 大于 10% 的高达 11.54%。这说明 12 月份球团 FeO 波动并不是由工艺因素造成的,而是管理上存在问题。具体说,就是对于球团 FeO 和抗压强度指标,以往只是在规章制度和工艺规程上提出了质量要求,但并没有制订考核办法,缺乏考核的严肃性和可操作性,岗位人员重视不够。为此,我们专门制订下发了《关于加强球团质量管理的补充规定》,要求各级管理和操作人员要把确保球团抗压强度、FeO、粉末等指标达到质量要求,在认识上提高到与控制球团品位同等的地位,并明确提出了相应的考核

规定。这样,在工艺操作和管理双重努力之下,2000 年 1~7 月,球团 FeO 指标不但达到了内控质量标准,而且还创造了历史最好水平,达到 4.81%,与去年同期的 7.37% 比较,降低 2.56%。且膨润土消耗较去年降低 0.063kg/t,煤耗降低 2.60kg/t。2000 年 1~7 月球团矿产量实际完成 43.1573 万 t,合计由于球团 FeO 降低实现的效益达 56 万元。

6 进一步降低球团 FeO 的措施

1) 建精矿混匀料场,把所有品种精矿提前搭配混匀,提高精矿粉质量稳定性,以利于稳定造球作业。

2) 增设矿粉烘干机,以降低精矿水分,改善生球粒度组成,提高生球强度。

3) 增设双层辊筛,以筛除不符合粒级标准的大球和小球,使生球粒度均匀,减少球团在回转窑和链篦机内的料流偏析。

4) 将回转窑长度由 74m 截短为 35m,使回转窑达到能承受高温焙烧的要求,为球团矿在回转窑内烧好、烧透创造条件。

5) 将间接冷却筒改为直接冷却球团的环冷机,使球团矿在冷却时也能被氧化,达到充分降低球团 FeO 的目的。

以上这些措施将在 2000 年下半年大修改造时分步实施。

7 结 语

1) 1999 年 5~8 月,球团矿 FeO 波动是由多方面原因造成的,主要有:地方民粉实际配加量增加,影响了造球操作;两台大耐热风机取代两台小耐热风机,影响了链篦机喷煤;取消回转窑 3 号喷煤枪,回转窑内温度不能达到合理分布;上层辊筛的取消,使进入链篦机内的生球粒度难以控制。

2) 1999 年 12 月份,球团 FeO 波动是由于管理制度不够完善造成的。2000 年 1~7 月在完善工艺操作的基础上,通过完善管理制度,并严格落实,使球团 FeO 稳定在内部质量标准以内,合计实现效益 56 万元。

3) 进行以截窑为主的大修改造,以实现球团
FeO 稳定在 $\leq 2\%$ 的水平,达到利用链篦机 - 回转

窑系统生产出 FeO 符合国内质量标准的球团矿。

OPERATING PRACTICE OF DECREASING PELLETS FeO DURING 1999 TO THE FIRST HALF YEAR OF 2000,SHOUGANG PELLETIZING PLANT

Lu Jinhua et al.

Abstract In this paper,the cause of instability of FeO content of pellets during May to August and December in 1999 was analyzed,the practice of decreasing pellets FeO content and attaining economical benefit in the first half year of 2000 were introduced,the measures of further decreasing FeO content of pellets were presented.

Key words 万方数据 FeO content of pellets, instability, decreasing FeO, measures