

首钢球团厂氧化球团工艺技术的优化

刘福来 董 伟
(首钢矿业公司球团厂)

摘 要 介绍了首钢氧化球团生产工艺的发展情况。以及该厂在优化生产工艺及操作方面积累的经验。

关键词 氧化球团 生产工艺 优化

1 前 言

氧化球团矿具有铁品位高、有害元素少、粒度组成均匀、冷态强度高、便于长途运输等特点,素有高炉冶炼的“顺气丸”之称,已经成为高炉炉料结构中的一种主要原料。

随着炼铁技术的不断发展,要求高炉设备向大型化发展,对球团矿的质量要求不仅更加严格,而且要求向规模化发展。而竖炉球团生产工艺,由于受工艺限制,原料的适应性差强、受热不均匀,造成产品质量差、劳动生产率低,不能满足大型高炉生产的要求,而且其单炉生产规模小,难以满足大型钢铁企业的规模要求;带式焙烧机球团生产工艺,由于能源和高温耐热设备制造等因素的限制,在国内长期未得到发展;链篦机-回转窑氧化球团生产工艺,在国内尽管开发较晚,但通过首钢球团厂在矿山成功建成以煤粉为燃料的链篦机-回转窑氧化球团生产工艺,并通过对工艺和技术的优化,用实践证明该生产工艺不仅具有原料适应性强、高温耐热设备在国内加工制造方便、热效率高、产品质量稳定等特点,而且更适合我国的国情,尤其适合在矿山发展。

2 技术发展概况

首钢球团厂为国内第一家百万吨以上氧化球团生产规模的企业,始建于 1985 年,

原设计采用煤基直接还原生产工艺,年产 30 万 t,主体工艺设备为:链篦机 $4\text{ m} \times 52\text{ m}$,回转窑 $\varnothing 4.7\text{ m} \times 74\text{ m}$,冷却筒 $\varnothing 3.7\text{ m} \times 50\text{ m}$,于 1986 年 6 月建成投产,开始生产金属化球团;1989 年 3 月 18 日转产氧化球团;2000 年 7 月~10 月进行了以改进冷却方式为主的工艺优化改造,形成了 $4\text{ m} \times 41.4\text{ m}$ 链篦机- $\varnothing 4.7\text{ m} \times 35\text{ m}$ 回转窑- $\varnothing 12.5\text{ m}$ 环冷机氧化球团生产新工艺,设计能力 100 万 t/a;2003 年 4 月份,第二条年产 200 万吨 $4.5\text{ m} \times 56\text{ m}$ 链篦机- $\varnothing 5.9\text{ m} \times 38\text{ m}$ 回转窑- $\varnothing 18.5\text{ m}$ 环冷机氧化球团生产线竣工投产,形成了氧化球团年产总能力 300 万 t 以上的规模,随着首钢球团厂对氧化球团工艺和技术的优化,引领了国内球团工业的发展,尤其是二十一世纪,链篦机-回转窑-环冷机氧化球团技术的迅猛发展,促进了与国际先进生产工艺的接轨。目前国内 60 万 t 以上规模的链篦机-回转窑-环冷机氧化球团生产厂家有 30 家,百万 t 以上的有 18 家。

3 链篦机-回转窑-环冷机氧化球团生产工艺优化

3.1 原生产工艺存在的主要问题

首钢球团厂 1989 年 3 月~2000 年 7 月,近 12 年的氧化球团生产中,球团工艺和设备虽历经几次中修改造,得到了一定程度的完善和改进,但是由于生产工艺的先

天不足,如:冷却方式不合理、回转窑长径比失调、热工温度分布不合理,余热未能回收利用等,造成主体设备故障多,产量低,质量差,能耗高,设备维修费用高等,从而严重制约着企业的生存和发展。

3.2 工艺优化

针对原氧化球团不合理的生产工艺、设备状况,以建成“质量、规模、效益、环保”的现代化大型企业为宗旨,在北京科技大学、北京首钢设计院等科研、设计部门的大力协助下,首钢球团厂对氧化球团生产工艺和技术进行了全面优化。

3.2.1 工艺优化特点

1) 采用最佳的球团矿冷却方法,开创了国内链篦机-回转窑-环冷机氧化球团生产新工艺的先河。

以有效降低工序能耗、提高球团矿质量为目的,2000 年对球团矿冷却方式进行了合理改进,取消了原有的两条冷却筒,选用了环形冷却机,冷却方式由间接冷却改为鼓风直接冷却,同时将冷却余热直接回流利用,全面理顺了热气流分布和高温余热的循环再利用,在国内率先形成了链篦机-回转窑-环冷机氧化球团生产新工艺。球团矿冷却方式的最佳选用,有效提高了球团矿冷却效果,不仅产品质量全面提高,而且使出料温度大幅度降低,由原 300℃ 以上降到 50℃ 以下,有效延长了成品输送皮带的使用寿命;同时工序能耗大幅度降低。

2) 采用双层辊筛的生球筛分方式,彻底解决了入链篦机生球粒度不均的问题。

3) 改进燃煤燃烧方式,稳定热工温度。

针对原工艺回转窑窑身喷煤,造成窑内高温区域延长,不利于窑况稳定控制的问题,对燃煤燃烧方式进行了全面改进,取消了窑身喷煤,使用三风道主枪喷煤燃烧的方式,使回转窑内的温度分布更加合理。

4) 合理分布链篦机烟罩温度,有效提高干球焙烧质量。

以全面提高干球焙烧质量为目的,重点对链篦机烟罩进行了合理分布,取消链篦机喷煤,完全利用回转窑的热气流和环冷机的余热,使烟罩高、低温度段有了合理的温度分布梯度,不仅易于各段温度的控制,且利于干球质量的全面提高。

5) 全面改进回转窑耐火材质和砌注结构,提高耐火材料的整体使用寿命。

回转窑是球团生产重要的热工设备之一,耐火材料使用寿命直接关系到球团生产的稳定,为此,以全面提高窑衬整体使用寿命为目标,在截窑改造中,将窑衬材质由磷酸盐改为低水泥高铝莫来石,同时采用了砌 1 捣打 1.5 的砌注结构方式,使窑衬整体使用寿命由 1 年提高到 2.5 年。

6) 实现热工温度的自动控制。

以稳定热工温度为核心,实现了从喷煤、倒仓到回转窑温度等过程的自动化控制,为回转窑热工制度的全面稳定创造了基础条件。

7) 200 万 t 生产线工艺和设备更加先进,促进了大型回转窑技术的发展。

①链篦机生球干燥采用鼓风与抽风相结合的干燥技术,有效提高了生球干燥效果。

②采用立式混合机技术。

立式混合机较卧式混合机具有混合均匀、设备故障率低、检修方便、电耗低等特点。

③采用挠性篦床技术,大大减轻了小轴的受力负荷,为链篦机设备大型化提供了技术保障。

④采用可调式铲料板技术,改善了铲料板在高温下的受力状况,而且可实现在线调整,降低了机头漏料率。

⑤回转窑采用液压马达传动。回转窑驱动采用液压马达较传统的电机-减速机方式具有启动性能好、可靠度高、维护量低、齿圈受力均匀等优势。

⑥回转窑轴承采用滚动轴承。回转窑轴

承采用滚动轴承代替滑动轴承,降低了运行阻力,简化了托轮组结构,提高了使用寿命,也便于安装和维护。

3.2.2 操作优化

针对链篦机-回转窑-环冷机氧化球团生产工艺的特点,首钢球团厂在较短时间内,熟练掌握了最佳的操作和控制方法,并重点解决了以下问题:

1) 在使用钠化膨润土的前提下,解决了干球破裂问题

第二条年产 200 万 t 的煤基链篦机-回转窑-环冷机氧化球团生产线,于 2003 年 4 月下旬竣工、投产。随着日产水平向设计能力的逐步接近,发现链篦机上干球存在明显破裂、裂纹的问题,尤其是链篦机抽风干燥段的生球破裂比例平均高达 65%~70%,最严重时甚至高达 100%。通过分析,确认链篦机干球破裂是制约球团矿抗压强度稳定和提的关键因素,也直接制约着日产水平的有效提高;同时还造成大量粉末和强度较低的干球入窑,对窑况的稳定顺行也造成非常不利的影响。

针对制约产质量稳定和有效提高的关键环节,突出以解决大窑操作过程中的干球破裂问题为核心,主要从以下方面采取有效措施:

一是对链篦机工艺分布进行合理调整。将抽风干燥段后移一个风箱,使鼓风干燥段长度由 11 m 减少到 8 m;同时通过合理控制环冷机三段温度,有效提高鼓风干燥风量,使鼓风干燥速度达到 2.08 m/s。

二是确定适宜生产的膨润土质量。从降低或避免钠化膨润土配加比例高在一定程度上造成干球破裂的角度出发,应选择钙基膨润土替代钠化膨润土。由于钙基膨润土配加比例比钠化膨润土升高 0.3%,考虑稳定球团矿品位和严格控制 SiO_2 含量的需要,经研究仍然选用钠化膨润土作为粘结剂,但必须对钠化膨润土的质量进行严格控制。为

此,对钠化膨润土质量标准进行合理确定;同时对外购膨润土的供货渠道进行了全面规范,选定了比较正规的湿法改性土生产厂家。

通过提高链篦机鼓风干燥段的干燥速度、稳定热源温度、选定湿法改性膨润土等有效措施,自 2004 年 11 月份开始,链篦机上干球的破裂比例明显降低,抽风干燥段生球破裂比例仅为 10%左右,且爆裂的生球呈细微裂纹状,基本无粉末产生;同时干球抗压强度连续稳定在 500N/个左右,干球强度整体提高 150N/个左右。

2) 解决了大型回转窑内的结圈问题

第二条生产线的回转窑直径为 5.9m,由于该种类型的大窑氧化球团生产线为国内第一家,从大窑的设计和、设备、操作的理顺需要一个完善的过程。为此,首钢球团厂以特有的控制和操作技术,通过优化热工控制参数,既保证了稳定产品质量的需要,又实现了窑况稳定顺行。通过对参数进行合理优化,彻底解决了回转窑窑内结块、结圈的问题,自 2004 年 11 月份开始,窑况连续稳定顺行,窑内高温区仅有一层 150~200mm 的窑皮。

3.2.3 优化效果

氧化球团生产工艺和技术的优化,取得了明显效果,各项经济技术指标均比新工艺应用前大幅度提高,同时随着对工艺、设备及技术操作的进一步优化,各项经济技术指标不断刷新历史最好纪录。其中:

1) 一系列

①生产能力大幅度提高,由改造前最好水平的 72.23 万 t/a 提高到 120 万 t/a,回转窑利用系数由 $7.44\text{t}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ 提高到 $11.52\text{t}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ 。

②工序能耗大幅度降低。热工温度的合理匹配和余热的充分回收利用,使热能、动力消耗明显降低,尤其是燃煤消耗大幅度降低,由优化前的 52.1 kg/t 降低到目前的

20.27 kg/t, 工序能耗也由 63.54 k/t 降低到 27.27 kg/t。

③产品质量全面提高。氧化球团生产工艺技术的优化, 尤其是回转窑长径比和球团矿冷却方式的最佳选择, 使产品质量全面提高, 尤其是球团矿抗压强度明显提高, 连续稳定在 2500N/个以上; FeO 和粉末大幅度降低, 均连续稳定在 1% 以下。

新工艺应用前后的一系列主要技术经济指标见表 1。

表 1 新工艺应用前后的一系列主要技术经济指标

主要技术指标	2005 年 上半年	1999 年	比较
回转窑利用系数/ $t \cdot m^{-3} \cdot d^{-1}$	11.52	7.44	4.08
设备日历作业率/%	90.08	80.07	10.02
燃煤消耗/ $kg \cdot t^{-1}$	20.27	52.10	-31.83
工序能耗/ $kg \cdot t^{-1}$	27.27	63.54	-36.27
球团抗压强度/ $N \cdot 个^{-1}$	2570	1653	917
球团矿亚铁含量/%	0.44	7.08	-6.64
筛分指数/%	0.26	4.22	-3.96

2) 二系列

①日产水平有效提高, 燃煤消耗大幅度

降低。通过对氧化球团生产工艺技术的全面优化, 日产水平逐步提高, 自 2005 年 1 月份开始, 日产水平连续稳定在 6 100 ~ 6 200 t, 从 5 月 21 日开始, 连续稳定在 6200 t 以上, 燃煤消耗大幅度降低, 由 27 kg/t 降低到 17 kg/t 左右; 同时从 8 月份开始, 日产量已经稳定在 6 300 t 以上。

②球团矿抗压强度明显提高。链篦机上干球破裂比例的大幅度降低, 为产品质量的稳定和有效提高提供了可靠保障。自 2004 年 11 月份开始, 球团矿抗压强度连续稳定在 2 200 ~ 2 400 N/个, 抗压强度整体提高幅度近 300 N/个。

4 主要技术经济指标与国内同行业比较

通过对氧化球团生产工艺和技术的优化, 各项经济技术指标明显提高, 与国内同行业相比, 9 项可比经济技术指标中有 8 项指标排名第一, 并且矿耗、膨润土消耗、工序能耗、球团矿品位、筛分指数 5 项指标处于绝对优势, 见表 2。

表 2 链篦机-回转窑主要技术经济指标对比

主要经济技术指标	承钢烧结厂	首钢球团厂		新兴铸管公司	弓长岭球团一厂	首钢球团厂排名
		一系列	二系列			
日历作业率/%	89.9	89.75	77.21	91.65	76.55	3
窑利用系数/ $t \cdot m^{-3} \cdot d^{-1}$	6.12	11.52	11.20	8.86	-	1
精矿粉消耗/ $kg \cdot t^{-1}$	1222	965	964	992	1032	1
膨润土消耗/ $kg \cdot t^{-1}$	32.58	20.6	26.90	35.00	58.03	1
工序能耗/ $kg_{标准煤} \cdot t^{-1}$	84.57	27.27	24.26	54.78	35.08	1
TFe/%	58.53	65.34	65.22	62.64	64.49	1
FeO/%	1.7	0.44	0.57	3.29	0.53	1
抗压强度/ $N \cdot 个^{-1}$	1950	2570	2251	1810	2430	1
筛分指数 < 5mm/%	-	0.26	0.22	3.11	2.39	1

5 结 语

通过对氧化球团生产工艺、技术的优化, 可以得出以下结论:

1) 在矿山成功建成以燃煤为原料的大规模的氧化球团厂, 实现了矿山产业链的延

伸, 提高了综合经济效益。

2) 首钢球团厂 2000 年率先形成的链篦机-回转窑-环冷机氧化球团生产新工艺, 具有原料和燃料适应性强、工序能耗低、产品质量好等特点, 开创了国内氧化球团生产技术的新时代, 引领了国内球团工业的发展。

大型混合机提高产能的改造

韩世旺

(唐山钢铁公司炼铁厂)

摘 要 唐山钢铁公司炼铁厂为了满足唐钢的发展对混合机进行了改造,改造后出现了一些问题。本文对二次混合机的相关参数进行了分析和计算。并提出了改造后二混损坏原因及进一步改造的方案。

关键词 圆筒混合机 改造 轴承寿命 电机

1 前 言

唐山钢铁公司是河北省钢铁大户,在国内排行也很靠前,为我国钢铁行业的发展、创新都相应地做出了应有的贡献。唐山钢铁公司烧结厂为了满足唐钢的发展需要将 180 m² 烧结机改造成为 210 m² 烧结机,由此产生了混合机生产能力不能满足生产需要的问题。公司及厂领导经过多方研究之后决定对一次混合机 $\varnothing 3200 \times 13000$ 和二次混合机 $\varnothing 3800 \times 15000$ 进行改造,以此来满足圆筒混合机能力不足而影响烧结生产的状况。

2 改造前后的参数及相关数值

烧结厂对一、二次混合机进行了改造,改造项目为:

1) 在倾角方面都做了调整:一次混合机倾角从 2.29° 降到 1.36°;二次混合机倾

角从 2° 降到了 1.1°。

2) 在转速方面,一次混合机从 7 r/min 提高到 7.794 r/min。二次混合机转速未做调整,仍保持在 7 r/min。

3) 一、二次混合机由原橡胶衬板改为稀土含油尼龙衬板,在一、二次混合机大梁上加刮刀;衬板上焊接角钢,以形成料衬保护衬板。

改造后填充率和物料停留时间都发生了改变。一混填充率从 12.13% 提高到 16.30%,停留时间从 138.22 s 提高到 199 s;二混填充率从 9.3% 提高到 13.20%,停留时间从 170 s 提高到 275 s,混合机改造后 > 3 mm 粒级物料增加了 10% 左右。

以上改造产生了以下效果:倾角减小,物料停留时间长;3 mm 以上粒级增加,物料填充率提高。这既增加了产量又增加了物料烧结时的透气性。这次改造从使用参数上

3) 2003 年第二条链篦机-回转窑-环冷机氧化球团生产线的竣工、投产,促进了国内大型回转窑的发展。

4) 在使用钠化膨润土的前提下,解决了链篦机干球破裂的问题。

5) 熟练掌握了大型回转窑的操作和控制方法,彻底解决了回转窑结圈的问题。

6) 在满足公司内部高炉球团用量的前提下,以优质的产品不断赢得外部市场,在

牢固占领周边外部市场的同时,产品远销山东、山西等地,使球团矿成为了商品。

7) 首钢球团厂经过多年的氧化球团生产实践,积累了大量特有的生产技术和操作方法,自 2002 开始先后为新兴铸管公司、鞍钢弓长岭球团一厂、太钢峨口铁矿球团厂等单位成功提供技术服务,并为十余家兄弟单位培训了大量工艺技术骨干。