HP型中速磨喷嘴环改造实践*

黄亚彬，李爱军，张明亮

（内蒙古包钢钢联股份有限公司炼铁厂，内蒙古 包头 014010）

摘 要： 文章针对包钢炼铁厂HP型中速磨制粉过程中废料量大、台时产量低的现象，通过现场调研分析，确定喷嘴环的进风口是主要的影响因素，经过三次对喷嘴环的改造，废料量大幅降低，达到了提高台时产量、节能降耗的目的。

关键词： 喷嘴环；废料量；台时产量；节能降耗

中图分类号： TF321 **文献标识码：** B **文章编号：** 1009－5438(2018)04－0072－03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.04.025

Modification Practices for Nozzle Ring of HP Type Medium－speed Mill

Huang Ya－bin, Li Ai－jun, Zhang Ming－liang

(*Iron－making Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In the paper, the main influence factor for the large scrap quantity and low output per machine－hour when milling with HP type medium－speed mill of Iron－making Plant of Baotou Steel is determined to be the air inlet of nozzle ring through the research analysis on site. The scrap quantity is greatly reduced with three times of modifying nozzle ring so that the goals of increasing the output per machine－hour as well as energy saving and consumption reduction are achieved.

Key words: nozzle ring; scrap quantity; output per machine－hour; energy saving and consumption reduction

高炉喷吹煤粉不仅是调剂炉况的重要手段，也是当前高炉冶炼为降低生铁成本、减轻环境污染和优化工艺结构所采取的主要技术措施。因此，维持较高的、合适的喷煤量是许多钢铁企业共同追求的目标。包钢炼铁厂目前有5座高炉，计划年产铁840万t，煤比140 kg/t Fe，年计划需求煤粉117.6万t。为高炉提供优质、足量低成本的煤粉是喷煤车间的目标。喷煤车间共有7个制粉系统生产，设计总台时产量233 t/h，其中5、6、7系列使用HP型中速磨，全负压一级收尘。由于5、6、7系列工艺、设备相对比1～4系列先进，能耗低，技术人员一直摸索如何提高5、6、7系列的台时产量，发挥能耗低的优势，降低煤粉的成本。

1 HP型中速磨工作原理

原煤从中心给煤管落到磨碗中心，磨碗旋转使原煤产生离心力向磨碗外沿运动，在磨辊与磨碗之间碾压研磨成粉，并向外移动溢出磨碗。干燥热风穿过旋转的喷嘴环后产生旋切，并携带煤粉旋转上升，遇到上方的倒向衬板后，失去动量进行第一次粗细粉分离，颗粒大的返回磨碗重新研磨，含有细粉的气体继续上升，再经过粗粉分离器受到折向叶片的遮挡改变方向，颗粒大的失去动量再次落入锥体返回磨碗，其余气粉混合物仍然继续上升，在经过出口

* 收稿日期：2018－05－30

作者简介：黄亚彬(1973－)，男，内蒙古乌兰察布市人，高级工程师，现从事炼铁生产技术管理工作。

文杜里管时进行第三次分离，分离后合格煤粉被干燥风携带出磨煤机进入收粉装置。从磨碗溢出的难以磨碎的杂物以及煤矸石穿过旋转喷嘴环落入烟气室，被废料刮板刮出磨机。

2　影响台时产量的因素

理论上讲中速磨的台时产量不仅与煤种、磨机转速有关，而且与干燥风量、磨辊压力及磨碗上煤层的厚度有关[1]。结合多年的生产实践，分析影响中速磨台时产量的原因主要有 2 点：①原煤水分过高（综合水分 15% 左右）；水分高，煤的可磨性差[2]，台时产量低。②中速磨废料排出量大。废料量增加，台时产量相应降低，废料量过大，废料不能及时清走，堵塞废料口，系统不能正常生产。

3　改造喷嘴环

包钢喷吹用煤使用宁夏、乌海地区的无烟煤和东胜地区的烟煤、低温半焦，煤种基本固定。原煤是由公司统一采购，而且没有大型的煤场用来晾水，因此原煤水分无法控制，只能降低废料量，提高台时产量。废料是指由磨机排出的自身硬度大、磨机无法磨碎的煤矸石和料场混入的杂物。通过现场观测分析，废料量大时，废料中 90% 是磨机没有磨碎就排出的煤，降低废料量实际就是减少废料中的煤。原煤没有被碾磨成煤粉而排出磨机，除受自身可磨性影响外，还受磨辊压力和喷嘴环处风速影响[3]。根据磨辊磨损的程度，调整磨辊与磨碗之间的间隙，使磨辊获得足够的压力，是磨机日常的维护工作，所以磨辊压力不是影响废料量的主要因素。喷嘴环是安装在磨盘周围的环状物，上面有进风口，干燥风由进风口进入磨盘区域，携带煤粉，风速越高携带能力越强，而废料是通过喷嘴环的进风口进入烟气室排出磨机的，缩小喷嘴环进风面积，提高喷嘴环处的风速，有利于干燥风携带煤粒在第一级分离时进入磨盘重新碾磨，降低废料量。制粉过程碾磨与烘干同时进行，进风面积过小，同样负压的条件下会降低干燥风量，系统热量收入少，也会降低台时产量。合适的进风面积能降低废料量，提高台时产量。

3.1　第一次改造

HP 型中速磨喷嘴环属于动环，随磨盘一起转动，使进入磨盘区域的干燥风产生旋转便于携带煤粉。喷嘴环由钢板焊接而成，中间加隔板分成单个进风口。为了不改变磨机内部干燥风的旋向，2011 年对喷嘴环进风口采用两侧限流的方式进行了第一次改造。改造时在喷嘴环的里侧（靠近磨盘）每个进风口斜焊一块钢板，使进风口上小下大，缩小了进风面积，同时在喷嘴环被堵的上部加盖板，一是为了避免干燥风在此处产生涡流影响磨盘区域气流的旋向，二是为了防止此处积煤自燃。

以 7 系列为例，喷嘴环宽 180 mm，改造后堵 90 mm。通过计算在干燥风量不变的情况下，改造后的风速是改造前的 1.95 倍。

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{Q_2/S_2}{Q_1/S_1}=\frac{2\Phi+0.18\times0.18}{2\Phi+0.27\times0.9} \tag{1}$$

其中，V_1、Q_1、S_1 为改造前的风速、风量、进风面积，V_2、Q_2、S_2 为改造后的风速、风量、进风面积，Φ 为磨盘直径（2.794 m）。

改造后磨机出入口压差升高，系统风量、负压无变化，废料排出量明显减少（见表 1）。6、7 系列台式产量提高近 5 t。运行半年后，打开磨机检查，喷嘴环有轻微磨损，焊缝有开裂的地方，导向衬板有磨损，由于是耐磨材料，不影响磨机的使用寿命。

表 1　改造前后的废料排出量（占台时产量的比例）　%

项目	5 系列	6 系列	7 系列
改造前	0.30	0.70	0.80
改造后	0.06	0.09	0.09

3.2　第二次改造

第一次改造后生产了近三年，虽然采用两侧限流进风可以提高风速、降低废料量，但与其他厂矿同类型磨机相比废料量还是偏大，而且改造后喷嘴环进风口变成了狭长形，磨机内一旦进入铁器，容易卡在进风口，造成导向板和喷嘴环损坏的事故，效果不太理想。2015 年 10 月 7 系列中修时，在借鉴新体系磨机喷嘴环遮挡形式后决定采用平面遮挡，在进风面积不变的情况下，干燥风在磨机中旋向更加合理，结构简单，尺寸容易控制，制作方便，同时进风口变成近似的方形，可以避免铁器卡入喷嘴环造成导向板和喷嘴环损坏。以 7 系列为例，喷嘴环宽 320 mm，改造后堵 170 mm。通过计算在干燥风量不变的情况下，改造后的风速是改造前的 2.14 倍。比第一次改造后风速略有增加。

改造后，废料量基本保持在 0.06% 左右，系统负压稍有上升，系统风量略有降低，给煤量同步增加，6、7 系列台时产量提高了 2 t/h（见表 2）。而且没有发生铁器卡入喷嘴环损坏喷嘴环和导向衬板的情况。

表2 7系列改造前后的台时产量和废料排出量(占台时产量的比例)

时间	给煤量/(t·h^{-1})	废料量/%	台时产量/(t·h^{-1})	时间	给煤量/(t·h^{-1})	废料量/%	台时产量/(t·h^{-1})
2014年7月5日	56	6.5	43.8	2015年11月4日	55	0.6	44.0
2014年7月6日	56	7.0	42.8	2015年11月5日	55	0.5	43.7
2014年7月7日	53	7.5	44.5	2015年11月6日	57	0.4	45.4
2014年7月8日	56	8.0	43.8	2015年11月7日	58	0.5	46.0
2014年7月9日	54	8.5	46.2	2015年11月8日	58	0.6	46.0
2014年7月10日	52	9.0	39.7	2015年11月9日	60	0.5	47.6
2014年7月11日	50	10.0	43.1	2015年11月10日	60	0.6	47.5

3.3 第三次改造

7系列第二次改造后,废料量减少,台时产量进一步提升,但由于干燥风旋流方向改变,生产半年后发现喷嘴环内侧和顶部的遮挡板磨损严重,喷嘴环使用不到一个检修周期就得更换。若拆了磨辊更换,工程量大,更换时间长;若不拆磨辊更换,空间狭小,难度大,而且安装质量得不到保证。2016年8月6系列中修时为了弥补该缺陷,在喷嘴环内侧焊一圈耐磨不锈钢板,同时遮挡板顺着喷嘴环的旋转方向上扬10°,降低风阻,减小磨损,保证使用寿命达到一个检修周期。经过三次改造后的喷嘴环,能完全满足生产要求。为了固化三次改造的成果,车间制定5、6、7系列喷嘴环改造标准(见表3)。

表3 喷嘴环改造标准

部件	原始尺寸/(mm×mm)	改造方案	封堵尺寸/(mm×mm)	判定基准
HP1103型喷嘴环	320×185	平面遮挡	170×185	水平、双面焊接
HP863型喷嘴环	240×130	平面遮挡	90×130	水平、双面焊接

4 结束语

通过改造喷嘴环,5、6、7系列降低了废料量,提高了台时产量,达到了节能降耗的目的。通过计算6、7系列一年产生的经济效益约327万元。调整喷嘴环进风面积是降低废料量最简单、最有效的手段,采用临时堵进风口,适当缩小进风面积的办法,来应对原煤质量的变化,保证制粉系统生产稳定。磨机内部气流的旋向不仅影响废料量,也改变了磨损部位,应对磨损严重部位进行重点防护,延长磨机检修周期。

参 考 文 献

[1] 汤清华,马树涵. 高炉喷吹煤粉知识问答[M]. 北京:冶金工业出版社,1997.

[2] 杨天钧,苍大强,丁玉龙. 高炉富氧煤粉喷吹[M]. 北京:冶金工业出版社,1996.

[3] 金艳娟. 高炉喷煤技术[M]. 北京:冶金工业出版社,2011.