包钢大型高炉喷煤系统设计缺陷与改进措施

王存喜,杨玉龙 闫 风

(内蒙古包钢钢联股份有限公司稀土钢炼铁厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章针对包钢两座大型高炉喷煤系统投产后遇到仓顶除尘器箱体严重变形、喷吹氮气消耗量大、喷吹支管、喷枪软连接频繁磨漏等问题,通过逐步完善生产工艺,改进设备缺陷,加固仓体,改善排风不畅,调整管路风喷嘴,降低喷吹用风量等方法,降低了能耗,解决了生产中的问题。

关键词: 高炉喷煤; 仓体变形、罐压操作、加压组件、支管磨损

中图分类号: TF543 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009 - 5438(2017)03 - 0017 - 03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.03.005

Design Defects and Improvement Measures of Pulverized Coal Injection System for Large Blast Furnace in Baotou Steel

WANG Cun - xi, YANG Yu - long, YAN Feng

(*Iron - making Plant of Inner Mongolia Rare Earth Steel Plate Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*)

Abstract: In this paper, it aims at the problems encountered after the commissioning of pulverized coal injection system for two large blast furnaces in Baotou Steel, such as serious silo deformation of roof scrubber, large consumption of nitrogen injection, frequently worn - out of branch injection pipe and spray gun soft connection. By means of gradually improving the production process, equipment defects and poor ventilation, strengthening the silo, adjusting the pipeline air nozzle, increasing operation methods, improving operation technique and reducing injection air volume to reduce the energy consumption and to solve the problems in production.

Key words: blast furnace pulverized coal injection; silo deformation; tank pressure operation; pressurizing assembly; branch pipe wearing

包钢稀土钢炼铁厂两座4150m^{3}大型高炉的喷煤系统始建于2012年,位于7#高炉西北,采用制粉喷吹为一体的直接喷吹模式,其功能是满足高炉75~92 t/h的喷煤量。与包钢原有的喷吹工艺相比较,该工艺煤粉干燥系统采用了90%的热风炉废烟气,兑入10%的加热炉烟气,采取旋切搅混式混风方式,杜绝原有工艺中的热风层流弊端[1];喷吹系统采用国内喷煤工艺中为数不多的旋转给料机喷吹形式。整个喷煤工艺具有布局紧凑,喷吹精确、操作简单、自动化程度高等优点。

1 喷煤工艺流程

制粉系统包含4个系列,设计台时产量60 t/h,每两个系列对应一座高炉。主要设备有:原煤仓、HPS1103型中速磨、排煤风机、旋切搅混式干燥发生炉、废气风机,煤粉仓、仓顶除尘器等。高炉喷吹系统采用

收稿日期: 2017 - 03 - 10

作者简介: 王存喜(1970 -),男,山西省朔州市人,煤粉工中级技师,现从事炼铁喷煤技术工作。

三罐并列，单管路加三分配器，旋转给料机精确投煤的喷吹模式。为了使高炉风口均匀喷煤，支管采取了等距离，每根支管上装有检查支管堵塞装置。

喷煤工艺流程见图1所示：

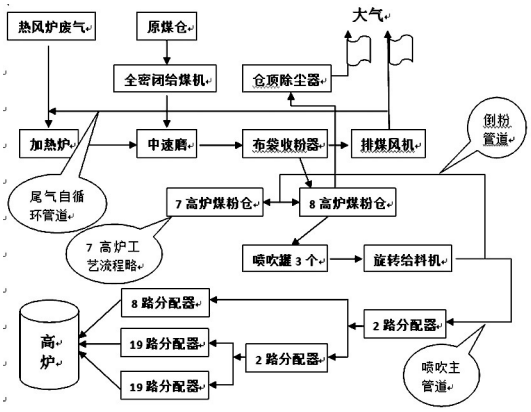


图1 喷煤工艺流程图

2 存在缺陷及改进措施

2.1 调节阀频繁烧损

喷煤加热炉采用的是卧式筒状加热炉，筒状前半部分为燃烧室，装有烧嘴、点火检修炉门等。筒状后半部分为混风室，结合部装有混风装置，即可在加热炉烟气中兑入热风炉废气，也可以兑入制粉系统尾气[2]。其混风方式采用旋切搅混方式，混风效果良好。

加热炉烧嘴的焦炉煤气助燃风管道和高炉煤气助燃风管道离地面500 mm高，管道上分别装有两道调节阀，调节阀的位置正对点火炉门。生产初期，加热炉遇到制粉系统急停，或者系统调整不及时，加热炉炉膛反正压，火焰顺炉门外返，导致两个调节阀短时间内烧损。后期连续烧损了六个调节阀。再者，由于助燃风管道离地不高，遇到紧急情况，容易绊倒人，引发安全事故。

决定更改助燃风管道，将原来处于地面的助燃风管道安装到4.1 m平台上，问题得以解决。

2.2 仓顶除尘器的设计缺陷

2.2.1 泄爆装置选型不合适

2座4 150 m^3高炉的制喷系统虽然同在一个厂房内，但从设备到操作都相对独立。为了解决因设备检修或其他原因造成煤粉不够用的问题，设计中增加了倒粉系统。喷吹系统调试期间，在使用倒粉系统进行自循环调试过程中，仓顶除尘器的重锤式泄爆孔大量漏煤，并造成仓顶除尘器内的布袋破损。

为了解决这个问题，先期采用增加重锤式泄爆装置的配重，漏煤问题只是稍有缓解；之后又采取固定重锤式泄爆装置的翻板，漏煤问题虽然得以解决，但存在极大安全隐患。最终在不改变原设计理念的前提下，将重锤式泄爆装置改为防爆膜式泄爆装置，使高炉正常喷煤。

2.2.2 排气不畅造成仓体变形

仓顶除尘器位于煤粉仓顶盖，其下部与煤粉仓连通，连接部位装有50 mm×50 mm的栅格。生产中，仓顶除尘器是用于收集喷吹罐泄压时携带的煤粉。由于仓顶除尘器排风风道的截面积小，经布袋过滤后的风不能及时排入大气，仓顶除尘器仓体严重变形，煤粉仓上盖凸起变形。在一次设备检修中，由于两个喷吹罐同时泄压，导致了煤粉仓上盖与侧壁撕开的生产事故。

生产中，喷吹罐是循环作业，每次喷吹结束泄压，都会造成仓顶除尘器侧壁的膨胀，仓体很快变形。为了解决这个问题，决定先在操作上控制喷吹罐放散阀的开度，减缓因全开放散阀造成大量气体集中冲击仓顶除尘器。同时计划给仓顶除尘器增加一条排风管道，并用槽钢加固仓顶除尘器侧壁。由于高炉已经正常生产，无法施工，故先在喷吹罐的放散管道上增加了限流孔板，适当延长放散时间，并采取放散调节阀的开度逐步打开的方法。经过多次试验，有效缓解喷吹罐泄压时对仓顶除尘器的冲击。试用一段时间后，将该方法改编到计算机程序中。

利用消缺的机会，将仓顶除尘进行了加固，同时增加了一条排风管道。仓顶除尘器没有再出现任何变形。

2.3 喷吹工艺缺陷

2.3.1 小煤量无法喷吹

新体系喷吹系统是按照大喷吹量设计，正常喷吹量75 t/h，最高喷吹量92 t/h。生产初期，高炉的喷煤量一般在30 t/h左右，有时低于20 t/h，喷吹程序里设定的最低喷吹量是20 t/h，最少选枪数20支，致使小煤量无法喷吹。

喷吹系统采用旋转给料机的给煤方式，给煤量的大小是通过旋转给料机的转速、喷吹罐的罐压、输送风和管路风的比例等决定。小煤量势必会造成喷吹的核心设备旋转给料机低速运转，对设备伤害极大，有可能烧损电机。经过多次试验，通过调整罐压、平衡管开度、输送风、管路风的比例，实现喷吹小煤量时，旋转给料机依旧在规定范围内运转，后更改程序，实现了大高炉小煤量的喷吹。

2.3.2　小煤量喷吹精度差

喷煤量低于 20 t/h 的喷吹过程中，喷煤精度非常难以调控，有时理论喷煤量与实际喷煤量每小时相差 6～7 t，另外喷吹氮气消耗量平均都在9 600 m^3/h以上。生产一个月后，喷吹支管弯头出现大量磨漏，喷枪软连接频繁破损，每月需更换 50 根左右。高炉因喷吹支管磨漏处理造成多次停煤，动力消耗、材料备件维修费居高不下，7#高炉喷吹初期的氮气与喷枪软连接消耗量改进前后对比见表 1：

表 1　氮气消耗量和软连接的消耗量

指标	改进前(2014 年)					改进后(2015 年)				
	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月
消耗氮气量/(m^3·h^{-1})	18 020	10 200	9 900	9 760	9 640	5 750	6 020	5 470	5 860	5 590
喷枪软连接消耗量/根	55	48	56	44	47	23	26	21	27	25

针对出现的问题，判断喷吹管路风限流孔板存在问题。经多次调整限流孔板喷嘴，在原有的基础上增加调整限流喷嘴的个数以及型号，从Φ5 mm、Φ7.5 mm 到 Φ10 mm 的喷嘴中选择，通过调试，最终采取直径 10 mm 的喷嘴。喷吹耗气量从 9 600 m^3/h降到 7 600 m^3/h。

为进一部降低氮气消耗量，要求厂家在其原有的流量控制模式增加罐压控制操作模式。采用罐压控制操作后，氮气消耗量从 7 600 m^3/h 降到 5 800 m^3/h。在低于 20 t/h 的喷吹量，喷吹精度远高于流量控制模式。从实际生产的情况看，完全能够满足高炉喷煤的要求。改进后的氮气消耗量和软连接消耗量见表 1。

2.4　喷吹罐加压组件缺陷

2.4.1　过滤网缺陷

7#、8#高炉各有三个喷吹罐，每个喷吹罐上有 44 套加压组件，由带过滤网的筒状加压头、逆止阀、软连接、弯头四部分组成，同一条加压管道供气。投产 8 个月后，高炉休风检查煤粉喷吹罐加压组件，发现部分加压组件的过滤网出现磨漏现象，这部分加压组件集中在喷吹罐的上半部分。同时检查出加压组件过滤网边缘因点焊，过滤网与加压组件壁有一定的间隙，造成煤粉流向变化，加压组件壁被煤粉磨漏，喷吹罐也被磨出沟。

利用高炉休风机会，拆卸所有加压组件，对过滤网破损的采取贴板修复，将点焊的过滤网与侧壁进行满焊，解决了因煤粉变线冲刷罐壁的问题。

2.4.2　逆止阀及软连接破损

2016 年 8 月，喷煤开始喷吹半焦试验，由于半焦的供货单位多，质量存在一定问题，对设备磨损极为严重，原本到了使用周期的加压组件，因过滤网的破损，造成煤粉进入加压管道冲刷加压组件弯头与逆止阀。

喷吹罐加压属于间歇式加压，加压阀组在罐压加到一定压力后，停止加压，此时罐压高于加压管道压力，喷吹罐内煤粉通过有间隙的逆止阀，或弹簧无法复位的逆止阀继续前行，通过软连接进入加压管网。再次加压时，加压管网内的气体携带回流煤粉冲刷所有逆止阀，造成逆止阀在短期内大量破损，加压软管、弯头磨漏，导致厂房内煤粉弥漫，存在重大安全隐患。

通过多次拆卸喷吹罐上的逆止阀，发现喷吹罐上部集中在 7.8 m 平台上两环 16 套逆止阀破损频繁且严重，大多数的磨漏点也集中在两环，喷吹罐下半部处于零米以上的 28 个逆止阀基本完好。另外观察到零米以上的 28 个加压组件中有 60% 已经堵塞，但并未影响到喷吹罐的正常喷吹。

经过细致的计算，决定封堵喷吹罐下半部分三环 28 套加压组件，上部两环 16 套加压组件的逆止阀全部更换。投入使用后，喷吹罐的加压速度、喷吹精度，完全能够满足生产。之后，陆续将剩余的 5 个喷吹罐陆续改造完成。

3　结束语

包钢稀土钢炼铁厂喷煤系统投产两年来，从摸索新工艺开始生产，边生产边改进，设备工艺改进近 50 项。仅喷吹罐封堵部分加压组件的设备工艺改进，年节省 30 万元；高炉喷吹降低氮气消耗量的设备改进与操作改进，年节省 300 多万元。此类改进值得借鉴。

参　考　文　献

[1]　金艳娟. 高炉喷煤技术 [M]. 北京: 冶金工业出版社，2011.

[2]　汤清华. 高炉喷煤知识问答 [M]. 北京: 冶金工业出版社，1997.