

莱钢1000m<sup>3</sup>高炉喷煤系统设计特点及生产实践

元伟, 张敬现, 邵玲, 潘辉

(莱芜钢铁集团有限公司, 山东 莱芜 271104)

**摘要:** 介绍了莱钢两座1000m<sup>3</sup>高炉喷煤系统的设计特点和顺利投产后迅速达产达效的情况。喷煤系统工程采用短工艺流程、循环利用高炉废气、整体流化上出料、仓流化装料方式等多项先进技术。通过喷煤设备技术改造, 优化高炉操作, 强化冶炼, 短时间内实现了高炉利用系数2.8t/m<sup>3</sup>.d以上和最低入炉焦比315kg/t。

**关键词:** 高炉; 喷煤系统; 设计特点; 达产达效

中图分类号: TF538.6+3 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620(2006)04-0010-03

## Design and Production Practice of Pulverized Coal Injection System in Laigang

QI Wei, ZHANG Jing-xian, SHAO Ling, PAN Hui

(Laiwu Iron and Steel Group Co., Ltd., Laiwu 271104, China)

**Abstract:** Introduces the design characteristics of the PCI system and the circumstance of attaining the designed capacity and expected effects rapidly after starting-up all right of Laigang's two 1000m<sup>3</sup> blast furnaces. Many advanced technologies such as short technical process, using the blast furnace waste gas circularly, whole fluidization with upper outlet and bin fluidization charging etc are adopted in the PCI system. Through the technological transformations of the coal injection facilities, optimizing the blast furnace operation and strengthening smelting, the productivity reaches 2.8t/m<sup>3</sup>.d above and the lowest charge coke ratio is 315kg/t.

**Key words:** blast furnace; pulverized coal injection(PCI) system; design characteristic; attaining the designed capacity and expected effects

## 1 前言

莱芜钢铁股份有限公司炼铁厂(简称莱钢炼铁厂)两座1000m<sup>3</sup>高炉分别于2005年10月、12月相继投产。1000m<sup>3</sup>高炉配套喷煤工程设计富氧煤比200kg/t, 年喷吹能力38万t以上。

## 2 喷煤系统工艺流程及设计特点

莱钢炼铁厂1000m<sup>3</sup>高炉喷煤工程设计紧凑合理, 造价较低, 由原煤贮运系统、烟气、制粉和喷吹系统组成。工程采用多项先进技术: 中速磨制备煤粉、短流程制粉工艺、利用高炉废气、并罐式直接喷煤技术、整体流化上出料方式、仓流化装料方式、高精度锥式煤粉分配器技术、全系统计算机控制技术。喷吹煤粉系统的主要工艺设备参数如下:

中速磨: 型号ZGM123N, 单台处理能力65~70t/h; 布袋收粉器: 处理风量75000m<sup>3</sup>/h, 过滤面积1600m<sup>2</sup>, 入口浓度不大于1000g/m<sup>3</sup>, 出口浓度不大于50mg/m<sup>3</sup>, 入口温度小于120℃, 材质为抗静电针刺毡; 主引风机: 型号M9-26 No. 21.5D, 全风压15000Pa, 处理风量130000m<sup>3</sup>/h; 原煤仓容积400m<sup>3</sup>, 保证时间4

~5h; 煤粉仓容积400m<sup>3</sup>; 喷吹罐容积34m<sup>3</sup>, 可装煤20t, 设计压力不大于1.6MPa; N<sub>2</sub>用量3000m<sup>3</sup>/h; 压缩空气用量1500m<sup>3</sup>/h; 电气容量高压时1800kW, 低压100kW。

## 2.1 原煤贮运系统

原煤贮运系统设计为两座1000m<sup>3</sup>高炉喷煤使用, 按喷吹烟煤设计, 煤场面积33m×108m, 总有效堆存面积3500m<sup>2</sup>, 总贮煤量13141t。能满足两座1000m<sup>3</sup>高炉9.8天喷煤需求量。煤场设两台10t抓斗桥式起重机, 设3座6m<sup>3</sup>原煤储槽, 储槽下各设1台Φ2000圆盘给料机, 下设皮带机, 皮带机宽度1000mm, 带速1.25m/s。抓斗将原煤抓进原煤储槽, 通过给料圆盘落到皮带机上, 经皮带机输送至主厂房内的原煤仓。皮带机输送过程中经过二级除铁, 将原煤中的铁质物清除。若喷混合煤, 本煤场可通过圆盘配料实现。

## 2.2 烟气系统

制粉需要360℃的烟气进行干燥, 最大入磨一次风量为100000m<sup>3</sup>/h。考虑节能降耗及废物利用, 设计中选用高温风机1台, 用于抽送热风炉废气。高炉煤气消耗量15000 m<sup>3</sup>/h, 产生900℃高温废气25950 m<sup>3</sup>/h。烟气炉一头设混风室, 高温废气、热风炉废气在此汇合, 形成360℃的含氧量在5.5%以下的煤粉混合干燥气。

## 2.3 制粉系统

制粉主厂房占地160m<sup>2</sup>, 内设原煤仓、给煤机及中速磨煤机。采用与中速磨配套皮带秤给煤机, 该机特点是控制精度高, 寿命长。设1台ZGM123型中速磨煤机制粉, 设计制粉能力为58t/h, 负压操作, 自带粗粉分离器。收粉采用高浓度煤粉袋式收集器进行一级收粉的短流程工艺, 该设备特点是粉尘进口浓度高, 采用原装进口电磁阀进行脉动, 可实现在线及离线脉冲方式, 电磁阀及布袋寿命长, 效率高。布袋收粉器灰斗下方设木屑分离器, 筛除混在煤粉中的木屑等杂质。

## 2.4 喷吹系统

两座高炉喷吹系统共用一个煤粉仓。煤粉仓下锥体设氮气流化, 采用电子秤称量与超声波料位计控制仓内煤量。高炉喷吹系统采用并罐直接喷吹的方式, 双系列喷吹系统分别向两座高炉喷吹。喷吹系统采用总管加分配器的流化上出料浓相输送工艺流程: 在喷吹罐下煤口处直接连接流化罐, 流化罐为流化床上出料形式。其工作原理是流化罐下部设流化气室, 气体经流化板均匀进入罐内使煤粉流态化, 在流化区域与输送罐间压差作用下将煤粉输送到罐外。流化罐出料口安装煤粉切断阀, 在倒罐过程中使用, 阀门连接补气调节器, 依靠调节煤粉管道中气阻与固气比, 改变输送管内的煤粉状态, 以达到调节煤粉量的目的和远距离输送的要求。煤粉经与气体混合后, 用一根输送总管送至高炉附近的分配器, 分配器与高炉风口数对应20根支管, 基本按等径、等长度分布, 从而使各支管的压力损失基本相同。

2.4.1 主要工艺特点 (1) 煤粉仓采用仓流化措施, 流化气使用氮气, 钟阀采用偏置式, 保证下料顺畅, 也可使仓内气氛惰化。煤粉仓与布袋收粉器间设有2根Φ108吸湿管。另外, 考虑到煤粉仓容积较大, 增设DN400防爆排气用布袋喘气防爆孔, 既可靠布袋收粉器负压连续排除仓内气体, 又可通过布袋喘气防爆孔与大气连接排气。(2) 喷吹采用整体流化上出料方式和旋风式补气器, 通过控制罐压和改变补气流量实现下煤量调节和均匀、稳定、精确送煤。(3) 高炉炉前安装锥式煤粉分配器, 喷吹总管DN80, 支管DN25, 采用定期清理分配器的办法清除管道堵塞污物。(4) 主厂房外侧设置10m<sup>3</sup>中、低压氮气、压缩空气储气罐, 并增设串接管路, 可保证喷吹用气稳定、安全、可靠。(5) 煤粉仓和喷吹罐的锥体外角按不小于60°设计, 以避免产生煤粉挤压, 影响下料速度; 考虑今后上钟阀的渗漏维修更换, 增设插板阀。(6) 增设煤粉吹扫管道, 必要时可实现各高炉煤粉互备, 便于空罐检修。

2.4.2 安全措施 (1) 主要电气设备采用防爆电器, 厂房为钢结构方式, 系统所有设备、管道均可靠接地, 以消除静电。(2) 控制容器存煤时间, 其中煤粉仓静态存煤时间小于2天, 喷吹罐静态存煤时间小于8h。(3) 整个喷煤主厂房区域设置10台消防水设施, 并定置灭火器、沙箱, 煤粉仓、原煤仓、中速磨等设备设置事故冲氮管路, 并增设超温报警。(4) 制粉系统在中速磨入口及布袋箱出口处各设置1台激光式氧含量监测仪, 制备烟煤时, 入口控制在8%以下, 出口控制在12%以下。(5) 喷吹罐设置安全阀, 校订压力1.0MPa; 煤粉仓设置防爆孔和喘气防爆孔。

2.4.3 电气、自动化控制及保护程序 (1) 采用施耐德昆腾系列PLC控制系统, 以太网内部工控网络, 可实

现制粉、喷吹操作远程控制及烟气炉无人值守监控。(2)放弃使用原北京电力设备总厂配套液压站、稀油站及中速磨本体控制保护单台PC,所有控制数据、参数全部进入喷煤主PLC控制系统,自编逻辑控制,实现制粉顺序开机、喷吹倒罐等自动控制,增设稀油站、液压站、中速磨减速机油压及温度等变送器,实现中速磨稀油站油压保护、液压站加载油压在线修改控制、煤气压力底限自动关闭切断阀等功能。(3)在工控画面上增设煤气压力低报警、给煤机故障报警、喷吹系统总管压力高报警等实用报警画面。(4)在工控画面上增设主要设备参数,如稀油站压力、中速磨减速机轴瓦温度、加载油压、制粉风量等参数历史画面,可保留48h内的参数,指导操作人员进行设备点检、维护和故障查询处理。

### 3 高炉喷煤效果

1000m<sup>3</sup>高炉喷煤工程2006年1月14日一次投产成功,并迅速达产达效,3天内两座高炉煤比达到100kg/t以上,8天内实现高炉煤比160 kg/t以上,现高炉煤比已达到180 kg/t左右。喷煤后在节焦增产的同时,给高炉工长增加了炉况调剂手段,规范操作,大大降低操作失误,具体参数见表1、表2,可突出表现高炉喷煤在开炉达产达效过程中的效果及节焦降耗和增加产量等的作用。

表1 两座1000m<sup>3</sup>高炉生产数据

指 标	1#高炉					2#高炉		
	2005-10	2005-11	2005-12	2006-01	2006-02	2005-12	2006-01	2006-02
产量/t. d <sup>-1</sup>	46425.63	54526.98	65759.25	72337.72	79334.1	2584.56	73823.02	75064.5
利用系数/t. m <sup>-3</sup> . d <sup>-1</sup>	2.019	1.818	2.055	2.411	2.833	1.293	2.461	2.681
入炉焦比/kg. t <sup>-1</sup>	619	616	585	451	342	1094	508	376
煤比/kg. t <sup>-1</sup>	0	0	0	67.17	164.39	0	58.01	156.01
综合冶强/t. m <sup>-3</sup> . d <sup>-1</sup>	1.249	1.119	1.202	1.217	1.342	1.414	1.363	1.342
风温/°C	928	870	919	1039	1105	909	1001	1080
风量/m <sup>3</sup> . min <sup>-1</sup>	2192	1891	2038	2196	2306	1950	2279	2254
富氧量/%	0	0	0	0.109	0.769	0	0.11	0.637
入炉品位/%	59.948	57.998	58.712	58.752	58.361	61.009	59.001	58.357
炉顶压力/kPa	0.147	0.134	0.144	0.156	0.165	0.14	0.16	0.163
Si/%	0.644	0.914	0.872	0.634	0.446	1.084	0.639	0.475
渣量/kg. t <sup>-1</sup>	0.341	0.383	0.379	0.336	0.361	0.37	0.336	0.368

表3 1#1000m<sup>3</sup>高炉2006年1月喷煤前后的最佳典型操作数据

日期	产量/t	利用系数 /t. m <sup>-3</sup> . d <sup>-1</sup>	入炉焦比 /kg. t <sup>-1</sup>	煤比 /kg. t <sup>-1</sup>	风量 /m <sup>3</sup> . min <sup>-1</sup>	风压 /kPa	顶压 /kPa	压差 /kPa
13	2199.9	2.200	568		2166	0.269	0.155	0.114
14	2238.23	2.238	583	7	2280	0.278	0.157	0.121
15	2676.88	2.677	453	66	2320	0.278	0.158	0.12
16	2630.34	2.630	452	51	2212	0.283	0.16	0.123
19	2626.3	2.626	412	110	2280	0.28	0.159	0.121
20	2621.71	2.622	404	116	2283	0.282	0.16	0.122
23	2599.57	2.600	395	124	2251	0.281	0.16	0.121
24	2772.35	2.772	375	125	2275	0.285	0.162	0.123
26	2660.95	2.661	346	153	2260	0.286	0.162	0.124
28	3143.63	3.144	315	138	2260	0.289	0.163	0.126

### 4 经济效益分析

按照两座高炉2006年2月份实际产量推算,当年可产生铁2088000t,入炉焦比350kg/t,风温1150°C,

煤比180kg/t，焦炭价格900元/t，煤粉制备价格580元/t，煤焦置换比1.0。则：喷煤粉总量：375840.00t；煤粉成本：217987200.00元；可代焦炭：375840.00t；焦炭成本：338256000.00元。由此可计算出煤代焦效益为120268800.00元，吨铁可降低成本57.60元。而且其中尚未计算风温的提高、改善顺行和增产带来的效益。因此，4个月即可回收工程投资。

## 5 结 语

氧煤强化炼铁新工艺、新技术是当今世界炼铁发展方向。莱钢高炉采用的喷煤系统技术成熟，布局合理，设备运行稳定，达产达效迅速。在现在高炉炉料结构及能源条件下，喷煤给高炉带来了巨大的经济效益，增加了炉况调剂手段，保证了高炉稳产高效顺行。在现有设备基础上，通过下一步“四罐两喷”、高压电机设备软启动器应用的改造的实施，可进一步提高喷煤设备稳定性，提高抵御风险的能力。

---

[返回上页](#)