

# 首钢二炼钢 210 t 转炉烟气净化及煤气回收系统的改造和效果

马世立

(中冶赛迪工程技术股份有限公司 重庆 400013)

**摘 要** 介绍了首钢二炼钢 210 t 转炉烟气净化及煤气回收系统改造工程的设计方案、工艺流程、工程改造后的运行效果,对改造后的经济和环境效益进行了分析和说明,总结了该工程的设计经验。

**关键词** 转炉 烟气净化 煤气回收

## The Improvement of the Flue Gas Purification and Gas Recycling System of Shougang Steel Making Plant No.2 210 t of Converter and the Results

MA Shi-li

(CISDI Engineering Co., Ltd. Chongqing 400013)

**Abstract** This paper introduces the design program, process flow and the operation results after the improvement of the flue gas purification and gas recycling system of Shougang Steel Making Plant No.2 210 t of converter, analyses and expounds the economic and environmental results after the improvement and sums up the design experiences of this engineering.

**Keywords** converter flue gas purification gas recycling

### 0 引言

北京首钢股份有限公司第二炼钢厂有 3 座 210 t LD 转炉(3 吹 3),为比利时引进的二手设备。转炉在生产过程中因烟尘净化设备陈旧,净化效率较低,粉尘的排放浓度严重超标,对工作岗位及周围环境造成了严重污染。同时除尘系统带水严重,影响煤气鼓风机的正常运行和使用寿命,直接影响到车间钢产量的完成和转炉炉龄。

原转炉烟气净化及煤气回收系统采用湿法工艺,一文为老式文氏管,水平卧式布置,净化效率低,阻损大,喉口流速高,经过一文的高温烟气未能充分进行热湿交换,喷水雾化未布满其喉口断面,使烟气出现明火现象,而出口的烟尘浓度大,又增加了二文的净化负荷。二文为 PA 型老式文氏管,因使用时间较长和结构不合理,在运行中净化效率极低。一文和二文的脱水器脱水效果较差,饱和烟气中的机械水滴不能有效捕集下来,造成了风机叶轮的严重磨损和腐蚀。转炉炉口微差压装置自控系统失灵,二文喉口的翻板不能自动调节,只能手动操作。

为解决 210 t LD 转炉烟气净化系统存在的问题,首钢决定对 LD 转炉烟气净化系统进行改造。

该工程自 2001 年 3 月 18 日开工,1 号转炉于 2001 年 5 月 15 日竣工,2001 年 5 月 20 日随转炉大修完工同步投产;2 号转炉于 2002 年 9 月投产。投产后的烟气捕集率、吨钢煤气回收量、煤气品质、系统运行风量、风机叶轮使用周期、系统脱水效果、吨钢能耗等指标均达到或超过了设计指标,为改善首钢的烟气污染和大气环境质量起到了重要作用。

### 1 工艺冶炼参数及除尘系统改造目标

- (1)转炉公称容量:210 t。
- (2)原始烟气流速:17.6 万  $\text{m}^3/\text{h}$ (标况)。
- (3)原始烟气含尘质量浓度: $> 120 \text{ g}/\text{m}^3$ (标况)。
- (4)原始烟气温度:1 200—1 400  $^{\circ}\text{C}$ 。
- (5)除尘系统阻损:17.400—19.7 kPa。
- (6)粉尘排放质量浓度: $< 100 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。
- (7)系统设计风量:34 万  $\text{m}^3/\text{h}$ 座(工况)。
- (8)系统装机功率:2 500 kW/座。
- (9)吨钢回收煤气量: $> 80 \text{ m}^3$ 。

### 2 改造方案

#### 2.1 工艺流程

为吻合转炉大修工期尽量不影响生产,同时节约投资,确定仅对转炉一次除尘系统的一文、二文及其脱水器和相应管道、煤气鼓风机进行改造,并相应地对一次除尘的检测控制系统、供电设施、浊环水系统、厂房结构、梯子平台等进行局部改造。其改造后工艺流程如下:

转炉炉气  $\rightarrow$  活动烟罩  $\rightarrow$  固定烟罩  $\rightarrow$  汽化冷却烟道  $\rightarrow$   
塞兰式文氏管  $\rightarrow$  重力脱水器  $\rightarrow$  RD 可调喉口文氏管  $\rightarrow$   
旋流式脱水器  $\rightarrow$  90 $^{\circ}$  弯头脱水器  $\rightarrow$  双级水雾分离器  $\rightarrow$   
煤气流量计  $\rightarrow$  煤气鼓风机  $\rightarrow$  三通切换阀  
 $\rightarrow$   $\begin{cases} \text{水封逆止阀及 V 型水封} \rightarrow \text{煤气柜} \\ \text{煤气放散塔} \rightarrow \text{点火装置} \rightarrow \text{燃烧放散} \end{cases}$

#### 2.2 具体改造方案

(1)一文、二文顶喷嘴采用美国喷雾公司生产的雾化螺旋喷嘴,易于安装,雾化、冷却降温及除尘效果好。

(2)在原一文喉口附近再增加一级喷水装置,采取强化喷水冷却措施,消除烟气中的火焰并使高温烟气充分与水进行热湿交换,达到降温和提高净化效率的目的。

(3)二文 PA 型文氏管更换为液压伺服机构传动的 RD 可调喉口文氏管,喉口处的椭圆形阀板的开度调节与炉口微差压连锁,使烟气通过喉口的流速,控制在 80~120 m/s 范围内,达到精除尘的目的,大大提高其净化效率。

(4)对原重力脱水器及旋流脱水器进行改造,提高其脱水效率,并在净化系统中新增一级 90°弯头脱水器和双级水雾分离器,使进入风机前的饱和烟气中的机械水滴有效脱掉。

(5)炉口微差压取压采用带氮气吹扫的多孔取压环管,避免了取压口的堵塞和取压的均匀、准确。

(6)系统采用的双级水雾分离器在国内转炉一次除尘系统中为第一次在工程中运用,事实证明脱水效果明显。改变了传统设计采用的丝网脱水器易堵塞、难清理的毛病。

3 投产效果

改造工程完成后,取得了以下效果:

(1)改造前风机转速仅能达到 1 250~1 350 r/min(风机额定转速为 1 450 r/min);系统改造后风机转速达到了 1 400~1 450 r/min,风机提速 50~200 r/min,保证了除尘系统的抽风量和效果。

(2)改造前煤气鼓风机的连续不维修运转炉数仅有 1 132 炉,改造后在 2001 年连续不维修运转炉数提高到 3 742 炉。从时间方面比较,改造前连续运转时间为 42 d,改造后连续运转时间提高到 145 d,提高 330%。

(3)减少了风机叶轮磨损和风机轴承温升,也是提高了风机使用寿命的原因之一。

(4)据测算,风机使用寿命在改造后提高了 2~3 年。煤气鼓风机连续不维修运转炉数和使用寿命的提高,一方面稳定了转炉生产,提高钢产量,另一方面减少了维护费用,降低了吨钢成本,提高了企业效益。

(5)吨钢煤气回收量的增加,降低了吨钢能耗和钢材成本,提高了产品的市场竞争力。

(6)实施后,由于采用活动烟罩降罩操作,炉口微差压的使用,回收的转炉煤气品质(CO 质量分数)提高了约 10%。

本项目实施后,烟尘净化效率及烟尘排放浓度,吨钢回收的烟尘量对比(按转炉平均产生烟尘质量浓度 120 g/m<sup>3</sup>,改造前排放质量浓度平均为 230 mg/m<sup>3</sup>,改造后为 53.1 mg/m<sup>3</sup>),见表 1、表 2。

表 1 烟尘排放质量浓度对比 mg/m<sup>3</sup>

序号	名称	指标
1	改造设计指标	< 100
2	改造后实测数据	53.1
3	国内平均水平	150~200
4	国内先进水平	100~150

表 2 煤气回收量(吨钢)对比 m<sup>3</sup>/t

序号	名称	指标	备注
1	改造设计指标	85	
2	改造后实测数据	91	改造前约为 83
3	国内平均水平	60	
4	国内先进水平	103	仅宝钢一炼钢

4 经济及环境效益

4.1 经济效益

R-D 可调喉口文氏管(二级文氏管)配以炉口微差压闭环控制系统,提高了煤气回收量,因减少混入过剩空气,提高了煤气回收质量,比改造前约提高 10%的煤气回收量。

(1)本项目改造投产后,按车间年产 500 万 t 钢产量计算,每座转炉平均年产量为 167 万 t。则 1 号转炉一次除尘系统改造后每年多回收煤气量约为 1 336 万 m<sup>3</sup>(改造后吨钢煤气回收量净增 8 m<sup>3</sup>/t),按煤气发热量 6 200 kJ/m<sup>3</sup> 计算,约合 82 832 GJ 转炉煤气,按国内当时可比价格 11 元/GJ 计算,每年可多创效益 91 万元。

(2)本项目改造投产后,每年约比改造前多回收含铁粉尘 102.76 t,按国内当时可比价格 100 元/t 计算,每年多创造效益约 1 万元。

(3)据测算,风机使用寿命在改造后延长了 2~3 年。一方面稳定了转炉生产,提高钢产量,另一方面减少了维护费用,降低了吨钢成本,提高了企业效益。按煤气鼓风机叶轮每个 60 万元计算,每年可减少备品备件费用约 60 万元。

综上所述,本项目实施后,每年可为首钢创直接经济效益 152 万元。

4.2 环境效益

本项目改造前后烟尘平均排放质量浓度由 230 mg/m<sup>3</sup> 降为 53.1 mg/m<sup>3</sup>,大大低于国家和北京市排放标准的要求。减少了向大气中排放的烟尘量和废气量。转炉烟尘治理成功,改善了首钢大气环境质量,整个转炉区域整洁干净,绿草茵茵,真正起到了保护环境,造福人类的作用。

转炉煤气净化及回收系统的正常工作,保证了转炉的正常冶炼,同时改善了转炉区域的生产环境和工人劳动条件。

5 工程总结

(1)系统采用的 OC 流程和净化设备,特别是采用的双级水雾分离器系统净化效果显著,烟尘排放浓度大大低于国家排放标准。采用的工艺方案和设备适合首钢的生产、管理实际。系统改造投资大大低于类似工程的投资,改造工期短,不影响炼钢生产,而且效果好。系统改造后由于受转炉冶炼条件、煤气取样和预处理装置的限制,吨钢煤气回收量没有达到宝钢的指标(宝钢煤气回收量为 103 m<sup>3</sup>/t,为负能炼钢),但在国内也处于先进水平。

(2)净化喷嘴采用螺旋喷嘴,雾化效果好。

(3)R-D 可调喉口文氏管,R-D 顶喷高度适应雾化效果的改进,也是提高系统净化效果的成功探索。

(收稿日期:2007-12-24)