炼铁厂4#高炉布料溜槽长寿化实践*

高万良[1],张建东[2],张 峰[3]

(1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司设备工程部,内蒙古 包头 014010;
2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司炼铁厂,内蒙古 包头 014010;
3. 内蒙古包钢金属制造有限责任公司,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 高炉布料溜槽作为生产的关键备件,其工作状态的优劣以及寿命直接影响高炉的稳定生产。文章通过研究分析布料溜槽寿命较短的原因,有针对性地重新设计制造、使用新型材料,对布料溜槽进行长寿化改进,提高了布料溜槽的寿命,对高炉的稳定顺行起到了积极作用。

关键词: 高炉; 布料溜槽; 长寿化

中图分类号: TF321.3 **文献标识码**: B **文章编号**: 1009-5438(2020)05-0075-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.05.022

Practice for Long Life of Material Chute for 4# Blast Furnace of Iron-making Plant

Gao Wan-liang[1], *Zhang Jian-dong*[2], *Zhang Feng*[3]

(1. *Equipment Engineering Dept. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
2. *Iron-making Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
3. *Inner Mongolia Baotou Steel Metal Manufacturing Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: As a key spare part in the production, the working status and service life of material chute of blast furnace directly affect the stable production of blast furnace. In this paper, it is introduced the service life of material chute is improved by studying and analyzing the reasons for its shorter life as well as redesigning, remanufacturing and using new materials, which plays a positive role in the stable and trouble-free running of blast furnace.

Key words: blast furnace; material chute; long life

随着高炉技术的发展及冶炼强度的提高,采用无料钟炉顶装料的高炉已经成为高炉炼铁的必选设备。布料溜槽是高炉的一个重要部件,安装于高炉炉顶布料器上。布料溜槽的作用是通过上料主皮带将原燃料运送到炉顶装入料罐,之后通过料流调节阀,经过高落差冲向布料溜槽,布料溜槽按生产要求的角度将原燃料均匀地布在炉喉料面上。从结构的完整性上看,布料溜槽属于布料器的一个部件,但是由于其特殊的地位和关键作用,通常将其视为一个独立的设备来进行处理[1]。目前,国内钢铁企业基

* **收稿日期**: 2020-08-27

作者简介: 高万良(1971-),男,内蒙古呼和浩特市人,硕士,高级工程师,现从事冶金设备管理工作。

本采用中心加焦的“发展中心”操作制度，致使高炉内中心煤气流温度在600～900 ℃，炉况不顺时最高温度可达1 100 ℃以上。目前，包钢3 000 m^3 以上高炉布料溜槽因高温气流的冲刷，导致其使用寿命只有1～6个月，因此提高布料溜槽的使用寿命，对减少生产损失、降低高炉休风率具有十分重要的意义。

1 布料溜槽结构特点

布料溜槽主要由两部分组成，本体采用铸造外壳半圆形本体，内部安装不同形式的耐磨衬板，结构形式见图1。

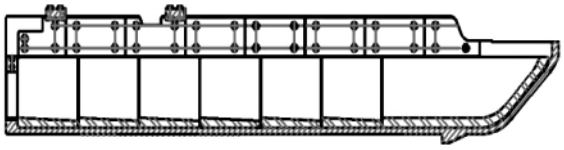


图1 原溜槽图

包钢炼铁厂4#高炉曾经选用多个厂家的布料溜槽，平均使用寿命在3～4个月，最短的寿命仅仅只有1个多月。布料溜槽长期处于600～800 ℃，偶尔达到1 100～1 300 ℃的工况温度。由于溜槽在生产过程中的工作状况无法从外部直接观察，只能通过定修时的磨损损坏情况来分析判断。在定修时，经常出现耐磨衬板磨损脱落变形、溜槽本体变形等损坏情况，严重时出现溜槽本体与装配溜槽的托架一同变形的恶劣事故，造成更换溜槽时需将托架臂切割，与布料器一并更换，对生产造成严重影响。

2 布料溜槽对炉况的影响

布料溜槽的主要目的是通过布料器控制溜槽的角度，按照生产工艺要求将原燃料均匀地布在料面上。当溜槽在生产过程中出现本体变形、耐磨衬板磨损变形等情况时，由于无法直观的了解变形程度，工艺操作继续依照原有的布料制度布料时，将会造成布料混乱，炉喉料面布料不均匀，既增加了工艺控制气流的难度，又造成了部分气流利用不好，引起炉顶温度升高或管道崩料等失常状况，最终导致高炉工艺操作困难，炉况波动严重，炉顶温度难以控制[2]；当炉顶温度难以控制时，又会反作用于溜槽及布料器托架，加快溜槽的变形磨损，进而进入恶性循环中，最终难以维持高炉的稳定顺行。

3 布料溜槽寿命过低原因分析

布料溜槽主要受到原燃料的冲击磨损、耐磨衬板的滑移磨损；高炉中心煤气流对溜槽外壳的烧损与气蚀、外壳开裂以及扁担梁与横梁的弯曲等，严重时甚至出现落料点位置磨穿现象。通过对下线溜槽损坏情况分析，溜槽寿命低主要由以下原因造成。

(1) 溜槽使用的工况条件恶劣，中心温度高，同时，由于溜槽与布料器托架安装的特性及本身自重，造成溜槽本体变形。

(2) 原燃料通过料流调节阀落入溜槽落料点的落差较高，造成溜槽落料点处耐磨衬板磨损、脱落或击穿等情况。

(3) 溜槽衬板质量不稳定，寿命相差较大，在高温下性能达不到大过料量的要求。

(4) 溜槽设计存在缺陷，在高温热变形情况下产生的热应力，致使本体与下部圆弧段衬板、本体与侧衬板之间热变形不一致，导致紧固侧衬板的螺栓剪断后衬板上翘。

在以上原因的共同作用下，溜槽只有3～4个月的平均使用寿命，严重影响高炉的稳定顺行。

4 布料溜槽耐磨长寿化方案及措施

4.1 布料溜槽改进方案

根据以上溜槽损坏的原因分析，针对性地制定溜槽长寿化方案。由于无法改变溜槽的使用工况以及落料点高度，只能通过改变溜槽本身的结构形式、材质特性来提高溜槽的使用寿命，采取方案如下：

(1) 减轻目前溜槽整体重量，从而减小溜槽出料口与托架间的力臂，减少溜槽从托架处受力变形。

(2) 溜槽落料点取消镶嵌合金刀片衬板，采用积窝(料磨料)形式衬板，优点在于可以对高落差的料流形成缓冲，降低对落料点衬板的冲击，同时可以减轻溜槽重量[3]。

(3) 采用前方后圆溜槽结构设计，溜槽工作高温区间主要在鹅头及外伸约1 m左右，为高温受热区，前方后圆式溜槽高温受热区仍采用圆弧形，而出口的前端改为方形，在方形出口处料流分布更加均匀，有利于精准控制布料操作，使炉况稳定运行[1]。另外加强横梁强度，提高了溜槽整体的系统刚性。

(4) 选用抗高温耐磨材料制作溜槽及积窝衬板。

4.2　布料溜槽设计制造

布料溜槽外壳材质选用 DSYG8—21 耐高温特种材料，具有非常好的高温防烧抗变形能力。该材料在 800 ℃时，应力为 21 MPa，在此温度下布料溜槽最大工作应力为 4 ~ 5 MPa，完全可以满足溜槽的高温强度要求。

外壳的制造采用铆焊钢构单层外壳，出口有横梁形成框架。外壳、梁、衬板相互间通过焊接连接的同时，增加了螺栓连接，使用时许可高温下焊接开裂（高温下焊接是不可靠的），及许可部分螺栓断裂（有增强设计，经高温变形形成稳态）。对固定的螺栓则选用 316L 高温不锈钢材料，既可保证高温下的强度，又可保证本体的抗侵蚀性。

积窝衬板的耐磨材料选用了难熔耐磨金属（DSYH900）进行激光熔覆，该耐磨材料在高温下硬度不降反升，在 900 ~ 1 000 ℃下也保持有较高的硬度，见图 2（德国法奥迪公司实验数据），具备高温耐磨性；同时配用了 400 ~ 600 ℃下具有高硬度的耐磨材料（DSYH600），以保证不同温度区间的耐磨能力。

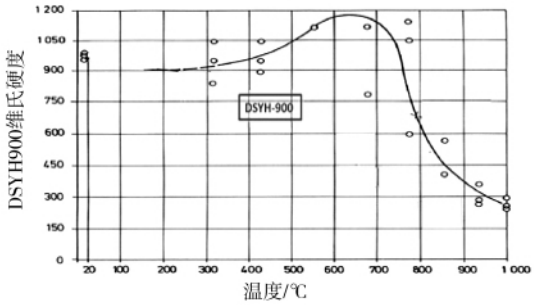


图 2　DSYH900 硬度 – 温度特征曲线图

耐磨材料与本体经过冶金结合后，在高温下具备不易脱落的特性，并且运用深层技术防止耐磨材料脱落失效，积窝衬板的可耐磨厚度在溜槽上可达 120 ~ 150 mm。最终设计结构图如图 3 所示。溜槽设计寿命 12 个月以上，重量较原溜槽减轻约 1 t。

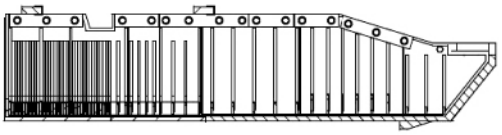


图 3　长寿化溜槽设计结构图

5　耐磨长寿化布料溜槽应用情况

2018 年 10 月 31 日新设计制造的布料溜槽安装于包钢 4#高炉，2019 年 4 月 6 日休风时对溜槽检查，溜槽壳体数据基本无变化，溜槽内部结构保持完好，无脱落现象。落料点部位最大磨损 5 mm（耐磨层厚度为 120 mm，允许磨损值为 70 mm，实际磨损量仅为允许磨损量的 7.1%），出料口最大实际磨损量为 15 mm，耐磨层实际厚度 80 mm，磨损量未达到 20%。

2019 年 5 月 22 日包钢 4#高炉休风再次对溜槽检查，在运行 6.5 个月后，溜槽壳体和结构未发生变化，耐磨层未发生加剧磨损现象，即使在最受冲击的落料点处，也未发现加剧磨损情况，充分体现了壳体采用的抗高温特种材料 DSYG8—21 的抗高温能力。根据检查后溜槽的磨损情况，该溜槽在包钢 4#高炉现有工况下完全可以达到 12 个月的设计寿命。

6　结束语

通过实践证明，本次对包钢 4#高炉布料溜槽长寿攻关达到了预期目的，避免了因溜槽寿命较短而造成的高炉炉况波动，有利于高炉的稳定顺行，可以在包钢其它高炉推广使用。

参　考　文　献

[1]　闫凤龙. 2 500 m^3 高炉布料溜槽使用寿命分析[J]. 冶金设备，2015，特刊(1)：118 – 119.

[2]　钱人毅. 首钢新 2 号高炉无钟布料的初步研究和实践[J]. 钢铁，1981，16(7)：56 – 78.

[3]　华成. 无料钟炉顶布料溜槽的综合分析[J]. 冶金设备，2010，(6)：55 – 70.