210 t 转炉干法除尘系统关键设备运行实践探索*

王海栋，赵保民，张长河

（内蒙古包钢钢联股份有限公司薄板坯连铸连轧厂，内蒙古 包头 014010）

摘 要： 包钢薄板厂于 2006 年完成对 1#、2#转炉湿法除尘改干法除尘的工作。针对 210 t 转炉干法除尘系统设备存在故障和故障多发部位以及设备运行效率低下等问题，经过长期的摸索，找出了降低设备故障的措施和设备的运行规律，对部分设备进行了有效改进和改造，减少设备事故时间，提高除尘器运行效率。

关键词： 转炉 干法除尘 运行 实践

中图分类号： TF805.3 **文献标识码：** B **文章编号：** 1009－5438(2017) 05－0004－04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.05.002

Operation Practice Exploration on Key Equipment of 210 t Converter Dry Dedusting System

WANG Hai－dong, ZHAO Bao－min, ZHANG Chang－he

(*CSP Plant of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Nei Monggol*, *China*)

Abstract: The work of dry dedusting instead of wet dedusting for No. 1 and No. 2 converter in CSP Plant of Baotou Steel has been completed in 2006. In view of the problems existed in equipment of 210t converter dry dedusting system, such as failure, failure of multiple parts and the low efficiency of equipment operation and so on, after a long period of exploration, measures to reduce the equipment failure and equipment operation rules have been found out, and some equipment have been effectively improved and transformed to reduce the equipment accident time and improve the efficiency of dust collector.

Key words: converter; dry dedusting; operation; practice

包钢薄板厂两座 210t 转炉分别对应两座铸机，即 2×210t 转炉分别对应 CSP 生产线和宽厚板生产线，年生产任务为 418 万 t，生产节奏紧，对设备运行要求较高，要求设备的故障率低，设备除计划检修外的非正常停机时间少。投产后的干法除尘设备相继出现蒸发冷却器内壁大量积灰、输灰系统故障、除尘器效率低下以及风机振动大等几个主要影响生产的问题，针对出现的问题我们进行了实践探索。

1 转炉干法除尘工艺

1.1 干法除尘工艺流程简述

210t 转炉干法除尘系统的工艺流程见图 1。

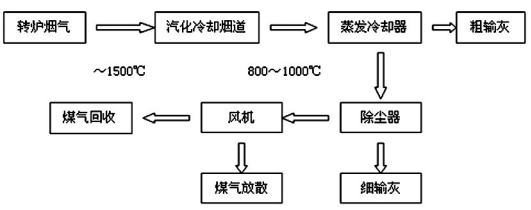


图 1 转炉干法除尘系统的工艺流程图

* 收稿日期：2017－06－30

作者简介：王海栋(1986－)，男，内蒙古包头市人，工程师，现从事干法除尘技术管理工作。

转炉 1 500 ℃左右的高温烟气经汽化冷却烟道冷却至 800 ~ 1 000 ℃后，进入蒸发冷却器。在蒸发冷却器内高压水经雾化喷嘴喷出，将烟气直接冷却到 200 ~ 300 ℃，喷水量根据烟气含热量精确控制，所喷出的水完全蒸发；喷水降温的同时对烟气进行调质处理，使粉尘的比电阻有利于电除尘器的捕集，烟气中约 30% ~ 40% 的粗粉尘在蒸发冷却器内沉降到底部，经输灰系统排出；冷却和调质后的烟气经过煤气管道进入有 4 个电场的圆形电除尘器，在除尘器内进行精除尘，电除尘内收集下的粉尘通过扇形刮板器、链式输送机和斗提机等输灰设备排出；净化后的烟气经过风机，合格的煤气通过切换站送往煤气冷却器进行冷却回收，不合格的煤气排放。

1.2　主要设备简介

1.2.1　蒸发冷却器(EC 系统)

转炉冶炼时，高温烟气冷却后才能满足干法除尘系统的运行条件。蒸发冷却器入口的烟气温度为 800 ~ 1000℃，出口温度为 200 ~ 300℃左右才能达到静电除尘器的条件。为此，采用若干个双流喷嘴调节最佳水量降温。双流喷嘴的水量可根据进入蒸发冷却器内的干燥气体的热含量随时调整。通入的蒸汽使水雾化成细小的水滴，水滴受烟气加热被蒸发，在水由液态变成气态的的相变过程中吸收烟气的热量，从而降低烟气温度。

蒸发冷却器除了冷却烟气外，通过对气流的减速以及进口处水滴对烟尘的润湿将粗颗粒的烟尘分离出去，达到粗除尘的目的，灰尘聚积在蒸发冷却器底部由链式输送机输出。

1.2.2　静电除尘器(EP 系统)

电除尘器中在阴极线和阳极板之间施加高压直流电压，使其建立足够使流经电场的气体产生电离的电场，气体电离后就产生电子和正、负离子等带点粒子，这些带电粒子便吸附在粉尘颗粒的表面上，使粉尘颗粒荷电。其中吸附负电荷的粉尘颗粒在电场作用下向收尘极板运动，而吸附正电荷的粉尘颗粒在电场力作用下向放电极运动，并沉积在收尘极板和放电极线上，从而完成了气灰的分离过程。收尘极板和放电极线上的灰通过振打装置落到除尘器底部的排灰装置内排走。

1.2.3　粉尘排放系统(输灰系统)

通过刮板输送机、斗提机、螺旋输灰机等输灰设备将粉尘输到储灰罐内，再由汽车拉运走，达到粉尘排放的目的。

1.2.4　风机系统

为干法除尘系统提供动力，将转炉在生产过程中产生的烟气和粉尘吸经除尘器，通过除尘器将转炉的烟气得到净化，并将净化后的烟气送到煤气柜或排到大气中。

1.2.5　煤气回收及放散系统

主要包括煤气切换系统和煤气冷却器。合格的煤气通过液压驱动切换站使得煤气进入到煤气冷却器进行降温，不合格的废气通过烟囱直接排放到大气中。

2　210 t 转炉干法除尘设备运行实践

2.1　系统温度的控制

干法除尘控制的核心是温度的控制，是保证干法除尘系统正常运行的前提，而 EC 出口温度控制的根本是保证 EP 入口的温度。下面首先谈一下温度对除尘器的影响:

2.1.1　烟气温度的变化引起烟气量的波动

对运行的电除尘器来说，烟气温度的变化，能引起烟气量的波动，即烟气流速的改变，通常影响电除尘器性能的实际状态下的烟气量。当烟气温度降低时，烟气量减少，电场烟气流速降低，比集尘面值增大，除尘效率提高。反之，烟气温度提高，烟气量增大，电场烟气流速提高，比集尘面积减小，除尘效率降低[1]。

2.1.2　烟气温度对火花放电电压的影响

在烟气压力和大气压力不变的条件下，气体密度主要取决于烟气的温度，烟气密度与绝对温度成正比。当烟气温度降低时，烟气密度增大，烟气的击穿电压提高，表现在电除尘器运行中，相应运行电压也提高了，对提高电除尘器的性能有利，相反，当烟气温度提高时，烟气密度减小，烟气击穿电压降低，表现在电除尘器运行中，相应的运行电压降低，对除尘器运行不利[1]。

烟气温度过低，将导致 EC 粗输灰系统堵塞现象，造成 EP 细输灰系统堵塞，甚至造成电场的放电频率增加，容易引起卸爆，更严重的是加剧电场内设备的腐蚀，降低设备的使用寿命。如果气流温度低于烟气的露点温度，烟气中会出现冷凝水，潮湿的粉尘吸附在极板和极线上不容易下落，造成阳极板积灰尤其是阴极线肥大，导致除尘器的除尘效果的下降，降低除尘效果。

烟气温度过高，也对干法除尘极为不利，过高的

温度使电场内部设备变形或损毁电场内部设备，降低除尘器的除尘效果。另一方面。烟气温度过高，烟气量增大，电场烟气流速提高，则在每一单位时间内停留在电场中的烟尘量增大，因而会在不同程度上产生电晕闭塞现象，使运行参数恶化。

因此，对于干法除尘而言，烟气温度的控制非常重要的，通过干法除尘系统在几年的运行经验，除尘器的入口温度应控制130～160 ℃之间，一般在150～160 ℃之间，温度偏高运行，EC筒体积灰较少。经过这几年的运行实际来看，效果较好，此时能够保证气流含有一定的水汽，并且保证气流在除尘器内不会产生冷凝，不会造成电场内的放电次数的加剧，也不会造成灰尘的潮湿，又能保证电场内的设备不会遭到破坏。

2.2 蒸发冷却器(EC)喷淋系统

2.2.1 蒸发冷却器内壁积灰原因分析

蒸发冷却器筒体内部板结对干法除尘整个系统影响较大。在干法除尘运行前几年，EC筒体的积灰厚度在500 mm以上甚至达到1 000 mm。通过分析认为造成蒸发冷却器筒体内部板结的主要原因是喷枪的雾化效果，而保证喷枪的雾化效果首先是检查喷嘴有无堵塞现象，其次对于未堵塞的喷枪采取定期更换。

2.2.2 采取措施

(1)用手持式测温枪检查水金属软管，确认喷枪是否堵塞，利用转炉翻料时间进行更换；另外，采取一个月定期更换未堵塞的喷枪，通过上述措施保证喷枪的雾化效果和正常运行。

(2)在满足EP入口温度偏高运行的前提下及时调整EC出口的温度。

2.3 输灰系统

2.3.1 材质改进

干法除尘输灰系统用刮板输灰链材质改为高温下具有较高的蠕变强度和持久强度的材质42CrMo

2.3.2 日常管理

(1)对滑道每年进行一次更换，尤其是粗输灰香蕉弯内部的滑道及支撑每年进行彻底更换，并保证焊接质量。

(2)安装链条时，采取将每个联接销轴轴端的销钉进行点焊封死，防止销轴窜出。

(3)在日常的维护过程中，及时调整链条的松紧度，利用定修时间，彻底检查链条及销轴的磨损程度，并检查销钉焊点是否磨损。

2.4 除尘器系统

2.4.1 积灰对除尘效果的影响

阴极线越细，产生的电晕越强烈，但因在电晕极周围的离子区有少量的粉尘粒子获得正电荷，便向负极性的电晕极运动并沉积在电晕线上，若粉尘的粘附性很强，不容易振打下来，于是阴极线的粉尘越集越多，即阴极线变粗，大大地降低电晕放电效果，这就是阴极线肥大[2]；粘附性很强的粉尘有时还会在阳极板上堆积起来。以上两种情况都会使运行参数明显降低。其产生的原因主要有以下几方面：

(1)部分极板、极线腐蚀变形严重，吸附在表面上的粉尘振打不易清除，虽然利用停炉机会更换部分阴极线，但变形的阳极板需等到大修才可更换；

(2)烟气温度低于露点温度，导致绝缘性能下降，发生在低电压下严重闪络；

(3)阴极振打绝缘子密封不严，保温不好，造成积灰结露而产生爬电现象；

(4)振打系统损坏、振打无力或振打周期不合理，造成阴极线肥大，放电次数增加，电流电压降低；

(5)阴极线断裂，异极距距离缩小，造成放电次数增加，电流电压降低；

经过这几年探索发现，当电流电压明显降低且闪络增大时，大部分原因都是因为该电场的阴极线肥大造成，阴极线肥大基本都是因振打系统故障造成，振打系统故障主要表现有：振打装置失灵、掉锤、打击位置偏离、振打力不够等。

2.4.2 采取的措施

(1)定期检查阴极线、阳极板的断裂和变形情况，对其进行更换；利用炉役修更换变形的阳极板及阴极框架；

(2)对阴极振打提升拉杆尺寸进行改进，延长拉杆的使用寿命；

(3)利用定修调整振打锤的角度和水平位置保证振打锤的力度，并检查振打锤的磨损情况，提高振打的力度和准确性，减少阳极板或阴极线的积灰，避免因大量积灰而造成电场电压和电流下降。

(4)改变阴极振打周期。将一、二电场阴极振打在转炉吹炼过程中的双侧振打改成只要一侧停止运转，另一侧立即启动。三、四电场阴极振打按设定时间间断运行。从而减少阳极板和阴极线的积灰量，防止极线或极板积灰过大而造成电场电压下降，另外也防止二次扬尘产生而造成电场除尘效果下降。

2.5　ID 风机

2.5.1　风机主要故障

两台轴流风机在投产后于 2009 年开始相继出现风机振动值突然增大现象，主要表现为风机出口侧轴承振动值在运行过程中突然增大，且风机振动值随着风机转速的提高而增大。2009 年 2#ID 风机、2010 年 2#ID 风机、2012 年 1#、2#ID 风机相继出现振动突然增大现象；经过对轴承的几次检查，确认轴承完好无损，加之对风机振动的特点分析（不平衡引起的振动对转速变化最敏感），风机的振动增大都是突然出现在运行过程中，无任何预兆，且风机的振动随转速的提高而增大，另一方面，风机振动增大主要是轴承径向方向，轴向振动则无明显变化，所以认为，造成风机振动增大的主要原因是由于叶轮部积灰引起，当积灰达到一定重量时，由于叶轮的旋转离心力作用将部分积灰甩出，造成积灰不均匀，导致叶轮质量不平衡，从而使风机振动增大。

2.5.2　采取措施

（1）每季度对风机转子部的积灰部位进行一次高压水枪清灰，并加强风机运行参数趋势的管理。

（2）每季度对轴承进行一次检查，并清洗轴承箱，更换润滑油。

3　实施效果

表 1、表 2 分别给出了改造前后设备指标对比及除尘器电流电压对比。由表 1、表 2 可看出：改造后，干法除尘设备的故障次数、时间及故障停机率大大降低；除尘器的电流和电压尤其是 A、B 电场电流和电压明显升高。

4　结论

（1）通过控制静电除尘器入口温度及对 EC 喷枪的管理，使 EC 筒体内壁积灰少甚至不积灰；

表 1　2013—2017 年设备指标对比

指标	改造前			改造后	
	2013	2014	2015	2016	2017
故障次数/次	13	15	10	7	2
故障停机时间/h	37	42	24	18	6
事故故障停机率/%	0.222	0.257	0.144	0.108	0.036

表 2　改造前后除尘器电流电压对比

电场	改造前		改造后	
	电流/mA	电压/kV	电流/mA	电压/kV
A	600	47	1300	52
B	700	49	1500	57
C	1700	47	2200	49
D	1900	50	2300	52

（2）通过改进输灰链条的材质和加强日常管理，实现输灰系统的零故障；

（3）通过改进阴极振打传动提升杆，降低阴极振打系统的故障；

（4）通过对 ID 风机的周期性管理，实现风机的稳定运行；

（5）通过调整阴极振打周期，进一步提高除尘器运行效率。

参　考　文　献

[1]　祁君田，党小庆，张滨渭. 现代烟气除尘技术[M]. 北京：化学工业出版社，2008.

[2]　何银虎. 最新除尘设备安装、运行、故障处理与检修维护及应用选型综合技术手册[M]. 长春：吉林电子出版社，2009.