包钢4 150 m^3 高炉粗煤气系统设备故障的处理*

任春勇,师 伟

(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: 文章介绍了包钢两座4 150 m^3 高炉粗煤气系统重力和旋风除尘器设备发生泄漏的故障过程,通过诊断和分析,提出合理的处理措施并实施,根据现场实际设备安装情况进行结构改造,实现设备稳定运行,为高炉的稳产顺产起到积极作用,可在其他高炉的相关设备维护进行借鉴。

关键词: 煤气处理;重力除尘;旋风除尘;导流筒;结构优化

中图分类号: TF321.9 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2020)02-0014-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.02.006

Treatment of Equipment Fault for Raw Gas System of 4 150 m^3 Blast Furnace of Baotou Steel

Ren Chun-yong, Shi Wei

(*Rare Earth Steel Iron-making Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this paper, it is introduced the fault of leakage for gravitational dust collector and cyclone dust collector in the raw gas system of two 4 150 m^3 blast furnaces of Baotou Steel. The reasonable treatment measures are put forward and implemented through diagnosis and analysis. The structure modification is carried out according to the actual installation of equipment on site to realize the stable operations of equipment, which plays a positive role in stable and trouble free productions of blast furnace as well as can be used for reference in the maintenance of related equipment for other blast furnaces.

Key words: gas processing; gravitational dust collection; cyclone dust removal; draft tube; structure optimization

包钢两座4 150 m^3 高炉分别于2014年和2015年陆续投产,目前各项生产指标处于较高水平,日均生铁产量达到9 000 t以上。经过几年的生产,由于高炉粗煤气的冲刷磨损以及本体的设计缺陷,在重力除尘器的上下锥段处周围壳体、旋风除尘器本体导流板壳体相继出现磨漏和本体结构开裂导致的煤气泄漏现象,造成高炉无规律性的减风和休风处理,设备的故障率较高。在每次高炉定修时进行检查修补,检修时间较长,严重制约着高炉的稳产和顺产。重力或旋风除尘器煤气泄漏处理,生产时处理属于煤气带压焊补作业,休风时处理属于煤气密闭空间内检修或煤气压力容器检修,存在极大的安全隐患。

高炉冶炼是一个长期连续的生产过程,避免由于设备故障导致的减风和休风,在设备运行状态下消除设备缺陷和隐患,或在高炉定修过程中快速处理,是提高高炉生产效率的一种有效手段。结合国

* 收稿日期:2019-11-01

作者简介:任春勇(1985-),男,山西省文水县人,硕士,高级工程师,现从事机械设备管理。

内相关专业研究人员已针对重力和旋风设备运转情况进行分析研究[1-2]，就稀土钢炼铁厂重力和旋风除尘器在使用过程中的存在问题和解决方法进行说明，并对结构缺陷进行改造，实现设备稳定高效运行。

1　粗煤气系统及存在问题

高炉粗煤气系统，煤气经下降管进入重力除尘器的中心喇叭管后，气流突然转向和减速，煤气中的灰尘颗粒在惯性力和重力作用下沉降到除尘器底部，完成一次除尘。煤气流由重力除尘器的出口矩形管道，以切线方向进入旋风除尘器，中等直径的尘粒借离心力的作用被分离出来，借助于惯性沉积于旋风除尘器底部，完成二次除尘[3]。再经旋风除尘器的中心导出管进入干法布袋除尘器完成最后的净化。流程图如图 1 所示，主要参数及设计运行参数见表 1、表 2。

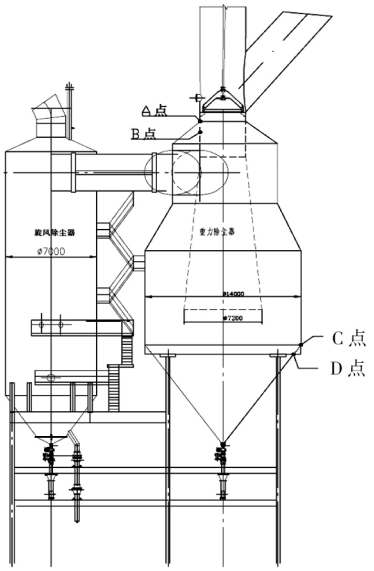


图 1　高炉粗煤气处理流程图

如图 1 所示，在高炉生产过程中，重力除尘器上锥段遮断阀根部，即高炉粗煤气下降管正对的重力导流管一侧，在 A 点部位出现磨漏喷灰现象；重力除尘器下锥段陆续出现煤气泄漏的现象，直接表现在重力环形支撑的焊缝 D 点处开裂并漏煤气，长度约 1/3 圈；而内部的漏点 C 点位置无法判断；旋风除尘器筒体外壳同一高度陆续出现磨漏现象。高炉随即进行检修处理。

表 1　粗煤气系统主要参数

项目		参数
高炉煤气发生量	正常(富氧 5% 时)	600 000
/($Nm^3 \cdot h^{-1}$)	最大	715 000
炉顶操作压力/Mpa	正常	0.20 ~ 0.25
	最大	0.28
含尘量/($g \cdot m^{-3}$)	重力除尘器前	15 ~ 20
	重力除尘器后	10
	旋风除尘后	4 ~ 6
	净煤气	≤0.005
炉顶煤气温度/℃	正常	100 ~ 250
	短时高温	>275 ℃炉顶打水降温

表 2　粗煤气系统主要设计运行参数

项目	下降管	重力除尘器	旋风除尘器
内径/mm	3 600	14 000	7 000
喷涂厚度/mm	50		
设计流速范围/($m \cdot s^{-1}$)	7 ~ 11	0.6 ~ 1.0	2.4 ~ 4.0

2　改造方案

2.1　重力除尘器上锥段壳体磨漏处理

2019 年 4 月，重力除尘器上锥段遮断阀根部 A 点出现磨漏现象。由于炼铁生产的连续进行，采用未减风进行包覆处理。按正常高炉煤气发生量进行分析计算[4]，重力除尘器处理含尘量 7 g/m^3，该重力除尘器产生粉尘约 4.2 t/h，旋风除尘器产生粉尘约 3 t/h。计算下降管出口的荒煤气流速为 16.38 m/s，重力除尘器内部荒煤气流速为 1.08 m/s，实际下降管进入重力处荒煤气流速为设计流速的 1.5 倍。含尘气流快速长时间冲刷下 A 点被磨漏；重力除尘器内部导流管 A 点到 B 点之间也有磨漏可能，外部检查无表征，需长时间休风进内部检查。如磨漏将直接导致 Φ3 250 mm 煤气遮断阀无法关严，并且大量高速含尘气流通过磨漏 B 点喷出，直接短路进入重力除尘器的出口方管道，降低重力除尘器的效率，并且加大了旋风除尘器的磨损量。

检修方案：对重力除尘器该漏点处的壳体进行局部更换；对该部位在定修时进行开人孔内部检查，在下降管的尾部长度约 2 m 处，沿着荒煤气气流方向，增加耐磨导流板并进行喷涂，以改变气流的方

向,使下降管的气流进入重力导流管的方向角度增大,从而降低对导流管的磨损。

2.2 重力除尘器本体结构改造

针对重力除尘器本体下锥段C点和D点磨漏,高炉采取休风检修处理。分析认为,重力下锥段与直段壳体的焊缝处开裂,与长时间的重力积灰有关,设计煤气灰量180 t;并且在重力卸灰时,同时将两台仓壁振动器打开,从而使焊口开裂;重力除尘器的环形支撑结构设计存在缺陷,四根承重柱均布在环形支撑结构上,长时间的负载和结构振动导致环缝开裂和重力除尘器整体下挠。

检修改进措施:休风置换煤气合格后,进入重力除尘器内部对下锥段与直段的壳体焊缝进行挖补,并在开裂处增加筋板;在环形支撑的密闭壳体上增设四个球阀,用于煤气的置换;对环形支撑的环形焊缝进行焊补和分段打筋板加强结构;在下锥段设计增加环形梁,使重力的整体载荷均布在四根支撑柱上,如图2所示;制定重力除尘器积灰的料位上限,严禁内部积灰超量,将仓壁振动器调整为两台交替工作,减小设备振动对结构造成的影响。

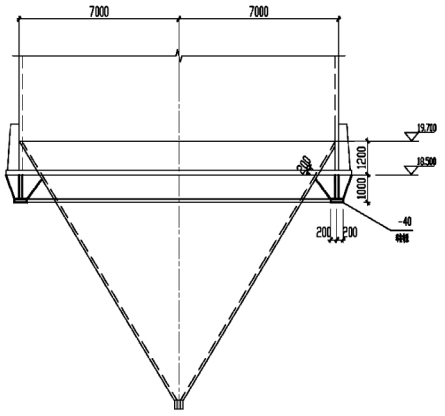


图2 重力下锥段增设环形梁结构图

2.3 旋风本体磨漏与处理

2018年旋风除尘器筒体外壳同一高度部位陆续出现四次磨漏现象,每次均进行外部包覆处理,属于高空煤气作业。过一段时间还出现相同故障,且越漏越大,隐患未得到彻底解决。在高炉定修时,进入旋风除尘器内部筒体检查发现,内部导流筒二被含尘气体磨漏后,对应的除尘器本体也被磨漏,从而煤气外泄,如图3所示。本除尘器下设锥形式的导流筒一,可以有效的改善气流在筒体内的流动线路,减少了下锥段内部积灰的反混现象和二次扬尘。分析认为,旋风除尘器内部导流筒二在设备安装时存在缺陷,未安装合适的导流角度,气流长时间固定冲刷一个部位,导致设备故障。

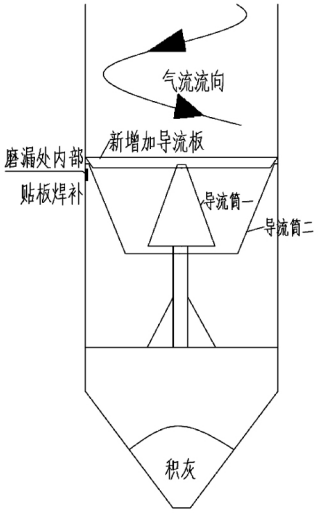


图3 旋风除尘器本体磨漏处理图

检修改进措施:利用高炉定修进入旋风除尘器内部,对原有导流筒二局部切除,对除尘器本体漏点处进行贴板焊补,保证无漏点;新增设导流板,并增大安装角度,避免气流的冲刷;在导流板以及焊缝上进行耐磨材料的涂抹,增加其耐磨性。

3 使用效果及建议

2018年两座高炉由于重力和旋风除尘器故障,共进行带压处理3次674 min,减风处理2次724 min,定修休风处理2次43 h。经过改造,粗煤气系统设备运行稳定,2019年故障率明显下降,未出现由于设备原因导致的高炉休减风,为高炉生产的稳定提供了基础。

同时对重力和旋风除尘器提出以下改造方向:(1)在重力除尘器内部壳体和中心倒流喇叭管上增设挡灰板,增加对颗粒的阻挡效果,提高除尘效率;(2)对旋风除尘器进口管的斜度向下增加,避免除尘器顶部形成上涡旋气流产生灰环,与已净化的上旋气流混合,经排气管排出除尘器;(3)加长旋风除尘器的出风管;(4)在重力和旋风内部易磨损部位增设耐磨材质的涂层。保证重力和旋风除尘器设备的高效运行,可以直接减轻后续干法布袋除尘器的

(下转第37页)

50 ℃，过氧化氢的加入量 H_2O_2∶CeO_2 = 0.7∶1（质量比），$NH_3 \cdot H_2O$ 加入量为理论值的 130%。

（2）在盐酸体系下制得氢氧化铈是可行的，氧化率可达 97.5% 以上，制备的氢氧化铈在常温、6 mol/L的硝酸中具有良好的溶解性，且此工艺只产生的一种废水，废水总量为硝酸体系中的 75% 左右。

参 考 文 献

[1] 乔军，郝先库，柳召刚，等. $Ce_2(CO_3)_3$ 转化制备 $Ce(OH)_4$ 工艺研究 [J]. 稀土，1998，19（3）：66 – 67.

[2] LU Yan，LIU Yan – lei，JIANG Heng，GONG Hong，Discussion on Phosphate Adsorption Mechanism by Cerium Hydroxide [J]. Journal of Salt and Chemical Industry，2013，42（08）：27 – 29.

[3] 孙慧，殷恒波，姜本鹏，等. 硝酸铈铵复盐制备工艺研究 [J]. 无机盐工业，2005，37（2）：21 – 23.

[4] 王晓平，陈国奇，万军. 硝酸铈铵复盐制备工艺的研究 [J]. 宁夏工程技术，2008，7（1）：16 – 19.

[5] 钟学明，邓安民，舒红英，等. 氢氧化铈合成的新方法 [J]. 过程工程学报，2005，5（1）：74 – 76.

[6] 张兰生，方中心. 超高纯级氢氧化铈生产工艺及产业化研究 [J]. 无机盐工业，2010，42（9）：38 – 40.

[7] 李月红，李树胜，方中心. 高纯氢氧化铈生产工艺研究 [J]. 无机盐工业，2011，43（9）：40 – 42.

[8] 张其春. 制取纯氢氧化铈的工艺方法 [P]. 中国专利：CN1114564C，2003 – 07 – 16.

[9] 乔军，马莹，王晶晶，等. 高纯氢氧化铈的制备工艺研究 [J]. 湿法冶金，2015，34（2）：126 – 130.

（上接第 16 页）

压力，有效的延长布袋除尘器的使用寿命，从而降低设备使用费用。

4　结束语

通过对包钢两座 4 150 m^3 高炉粗煤气系统设备故障分析，在重力除尘器的荒煤气入口、本体结构支撑的改造、以及旋风除尘器内部导流板的改型并实施，解决了影响高炉连续生产的设备不稳定问题。现有改造充分体现了设备运行的可靠性和安全性，为高炉的稳产顺产起到积极作用，可在其他高炉的相关设备维护进行借鉴。

参 考 文 献

[1] 王义，王庆丰，韩云平，等. 高炉煤气重力除尘器局部磨损的改进措施 [J]. 河南冶金，2006，14（4）：26 – 27.

[2] 陈宏基，姜大志. 旋风除尘器的性能及改进方案 [J]. 化工环保，2005，25（5）：409 – 411.

[3] 严允进. 炼铁机械 [M]. 北京：冶金工业出版社，2004.

[4] 成兰伯. 高炉炼铁工艺及计算 [M]. 北京：冶金工业出版社，1991.