

旧有除尘器本体系统检测研究

谢 然 朱 明

北京首钢国际工程技术有限公司 北京 100043

摘 要：针对钢铁行业超低排放要求下旧有除尘器改造需求，本文系统研究了除尘器本体的检测方法，并提出关键改造优化策略。通过综合应用声音法、触碰法、荧光粉检测法等多种手段，对除尘器上箱体、中箱体、下箱体进行泄漏与结构完整性检测；结合喷吹系统检测方法如气泡法、压力表监测、气流扩散角检查，提出喷吹参数的调整方案。研究结果表明，系统性检测可精准定位泄漏点与性能瓶颈，通过喷吹系统优化可显著降低除尘器压差，为旧设备低成本改造并满足超低排放要求提供技术支持。

关键词：除尘器；压差；喷吹系统；花板；超低排放

引言；除尘器是钢铁冶炼行业重要的烟气净化设备，尤其是环大气〔2019〕35号文件《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》的发布，对于钢铁厂的烟气排放提出更高要求。很多钢厂的除尘器设备为既有设备，为了满足超低排放要求，如果将旧有除尘设备推倒重建，给企业带来巨大的成本压力，所以在旧有除尘器设备的基础上进行改造是一种最优方式。在对旧有除尘器改造前，需要对除尘器进行整体检测，以便确定除尘器的改造内容，从而达到超低排放要求。

对于除尘器的各组件进行检测已经有很多学者做过研究，如通过传感器使除尘器进出口压差稳定在一定范围，研究滤筒脉冲清灰系统的设计开发和安装调试，喷吹管和气流喷吹距离的控制研究，滤筒除尘器脉冲清灰过程研究，但对整个除尘器本体的系统性检测还不完善，本文结合既往研究以及工程实际情况，对旧有除尘器本体系统检测进行完善。

1 除尘器系统构成

除尘器本体主要由上箱体（净器室）、中箱体、下箱体（灰斗）、喷吹系统等部分组成，见图1除尘器外形图。

1.1 上箱体（净器室）

上箱体（净器室）：主要由仓顶盖板、净气出口、提升阀组成。为了保证除尘器负压，仓顶盖板密封采用密封胶条。

1.2 中箱体

中箱体：主要是由花板、除尘器布袋（或滤筒）组成。除尘布袋（或滤筒）需要与花板孔匹配。花板需平整，采用数控加工，花板孔洞制成后清理各孔的锋利边角和毛刺。花板焊接后通过整形确保平整，无挠曲、凹凸不平等缺陷。

1.3 下箱体（灰斗）

下箱体（灰斗）：主要由灰斗、进风弯管、支撑框架、排灰装置和检查孔组成。

1.4 喷吹系统

喷吹系统：主要由控制设备、电磁脉冲阀、喷吹管、气包和防护装置组成。喷吹系统的控制设备可以调整脉冲周期和脉冲宽度，保证喷吹系统的正常运行及除尘器清灰的效果。^[1]

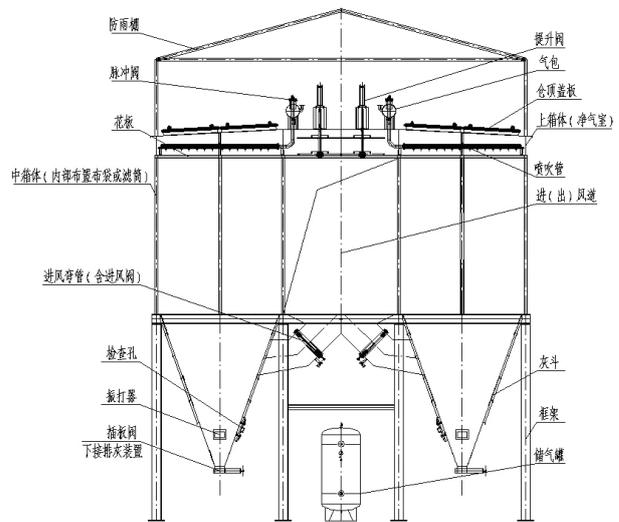


图1 除尘器外形图

2 除尘器检测分类及检测方法

除尘器检测分为除尘器本体结构检测和除尘器喷吹系统检测。除尘器本体结构检测，包含下箱体（灰斗）、中箱体、上箱体（净气室）检测。除尘器喷吹系统检测，包含控制设备、电磁脉冲阀、喷吹管、气包和防腐检测。

2.1 除尘器本体结构检测及检测方法

2.1.1 下箱体检测

首先对除尘器灰斗进行检查，在除尘器停机状态下，

通过灰斗检查孔,观察灰斗内部情况,灰斗下部需要有格栅板。《钢铁企业超低排放改造技术指南》(以下简称超低排放指南)中要求除尘灰等粉状物料采用气力输送设备等方式密闭输送。为防止大块异物堵塞气力输送设备进口及管道,通过格栅板对除尘灰中的大块异物进行初步筛选。^[2]

对进风弯管进行检查,通过现场人员操作,检查进风阀启闭是否正常。通过敲击弯管位置的声音判断弯管位置是否积灰。如果弯管位置积灰,敲击声音比较沉闷,如果弯管位置无积灰,则敲击声音比较清脆。同时也可以通过灰斗的人孔进入灰斗内部,对进风弯管的积灰情况进行更直观检查。

对支撑框架外管进行详细检查,观察是否有破损、腐蚀严重现象。

2.1.2 中箱体检测

超低排放指南中要求高效袋式除尘器过滤风速宜小于0.8m/min,滤筒除尘器全过滤风速小于0.7m/min。旧有布袋除尘器的过滤风速往往比较高,通过更换为滤筒或者更长的布袋,提高过滤面积满足过滤风速要求。在订购新滤筒或者布袋前,要对既有花板孔尺寸进行详细测量。尤其是更换为滤筒后,滤筒内径相对于布袋内径往往小很多,这将对除尘器本体阻力产生影响,并且影响到既有喷吹系统的优化改造。对于除尘器内部还可以通过荧光粉检测法进行检漏,如花板、集合总管、布袋或滤筒等有泄漏,利用荧光手电观察泄漏情况。

2.1.3 上箱体检测

首先检测仓顶盖板泄漏情况,通过声音法判断,如果仓顶盖板泄漏可以听到明显气流声音;通过触碰法判断,将手放在仓顶盖板缝隙处,如果能够感受明显气流,则说明仓顶盖板密封不严;通过标记物法,在仓顶盖板缝隙周围放置小漂浮物,如塑料袋,纸片等,如果标记物明显向缝隙方向运动,则说明仓顶盖板存在泄漏。

检测除尘器上箱体边缘泄漏情况,有些旧有除尘器气包位于上箱体边缘,由于气包遮挡,很难发现上箱体边缘泄漏。可以通过透光法,在上部用强光照射,打开仓盖观察仓室透光情况,如果仓室内发现透光,需要及时补漏,防止雨水进入除尘器内部,造成布袋或者滤筒板结。^[3]

提升阀是仓室离线的重要设备,通过声音法对提升阀检测,通过提升阀上部手动按钮控制提升阀启闭,如果能听到提升阀板触碰到出风口钢板的声音,则说明提升阀工作正常。有些提升阀阀杆裸露在外,通过观察气缸阀杆的动作情况判断提升阀是否工作。同时检查提升

阀的供气管路是否有明显泄漏声音。

2.2 除尘器喷吹系统检测及检测方法

2.2.1 脉冲阀检测

检测脉冲阀是否正常工作有多种方法。通过声音法直观判断,脉冲阀工作的声音清脆绵长,脉冲阀故障的工作声音沉闷短促。通过电路短接法,一个个试验脉冲阀是否正常工作。通过气泡法检测脉冲阀泄漏情况,在脉冲阀和气包螺栓孔位置以及脉冲阀和气包接触位置,喷洒少量水将这些部位全覆盖,观察是否有气泡产生,如果有气泡产生则说明脉冲阀有泄漏情况。^[4]

2.2.2 气包检测

与脉冲阀检测方法类似,气包检测同样可以采用声音法和气泡法判断是否漏气。气包漏气情况还可以通过气包上的外置压力表判断。关闭其余气包,将需要检测的气包入口阀打开,当被检测气包上的脉冲阀不工作时,观察压力表变化情况,如果压力表示数下降,则说明气包漏气。

2.2.3 喷吹管检测

为了提高旧有除尘器过滤面积,将布袋更换为滤筒后,滤筒内径相对于布袋内径往往小很多。对旧有喷吹管的测量检测至关重要,这将直接影响滤筒表面的清灰效果。

通常喷吹主管底距离花板高度要大于150mm,可以减小喷吹管对布袋或者滤筒出来的气流阻力;喷吹管喷口处压缩空气扩散角一般为15-20度^[7],气流要能够全部进入到滤筒内部;喷口与主管焊接部位要留有缝隙,起到二次引流作用,或者在喷口短管增加开口起到二次引流作用;喷口的尺寸需要根据距离气包的位置进行差别设计;喷吹管的固定方式对喷吹效果也有重要影响,常规采用螺栓连接,将喷吹管牢牢固定,并确保喷口中心与布袋或者滤筒中心对应,尽量避免采用抱箍方式固定,由于喷吹压力较大,喷吹管会沿着抱箍方向滑移,造成喷口和布袋(滤筒)中心不对应。^[5]

对控制设备参数进行检测,由于粉尘性质以及气源压力等因素的影响,为了更好的清灰效果,需要调整脉冲清灰时间间隔,脉冲宽度,清灰周期间隔。

2.2.4 气源检测

通过观察既有的储气罐的压力表判断气源压力情况。通过声音法,判断储气罐是否有漏气。通过气包压力表和储气罐压力表示数的差异判断储气罐至气包间的减压阀及管路是否工作正常。如果调整减压阀,气包压力无变化,说明减压阀损坏。如果管路漏气,由于压缩空气压力较高,漏气声音会很明显,往往通过漏气声音

判断管路是否漏气。^[6]

3 旧有除尘器改造效果评价指标

旧有除尘器改造后的主要评价指标是颗粒物排放指标及除尘器进出口压差指标。

3.1 颗粒物排放指标

对于颗粒物排放指标,在除尘器各结构单元不泄露的情况下,颗粒物排放指标往往是达标的。但在除尘器改造完成初期会出现部分时段颗粒物排放超标的情况,这是由于在改造完初期,有部分焊渣或者灰尘散落在花板表面,当风机转速较高时,带动花板表面的灰尘进入烟囱,被CEMS装置捕捉到,而造成颗粒物排放超标。当改造完除尘器运行一段时间后,依旧出现颗粒物超标情况,此时要对除尘器进行严格的荧光粉检测,排除除尘器布袋(滤筒)、花板、集合总管内的斜板(分隔板)是否有漏点;同时对CEMS装置进行全面检测,排除CEMS装置故障的影响。对于一些旧有除尘器,由于年久失修,在改造前存在腐蚀漏雨的情况,部分灰尘板结在除尘器净气室的角落、提升阀周边、或者集合总管出风侧的斜板(分隔板)上。当风机转速足够高的时候,或者提升阀动作有振动的时候,板结灰尘会部分脱落后进入烟囱,也会出现颗粒物排放超标的情况。^[7]

3.2 除尘器进出口压差指标

除尘器进出口压差是旧有除尘器改造后的关键评价指标。由于旧有除尘器在改造过程中,除尘器自身结构往往很难改变。通过对除尘器本体结构检测,找出各泄漏点并进行封堵,最终对除尘器压差的影响主要是喷吹系统。

喷吹系统主要由脉冲阀、气包、喷吹管及电控系统组成。其中脉冲阀相关参数为脉冲清灰时间间隔,脉冲宽度,清灰周期间隔;气包相关参数为气包(气源)压力;喷吹管的相关参数为喷口直径,喷吹管高度。

根据不同的运行工况,脉冲清灰时间间隔为5-15S,脉冲宽度为50-250ms,清灰周期间隔2min-60min。脉冲清灰时间间隔及脉冲宽度,与脉冲阀尺寸、气包容积、气包压力密切相关。气包压力受到气源压力的影响,对于除尘器清灰系统常规气源压力在0.5-0.6MPa。常规滤筒(布袋)除尘器气包压力维持在0.25-0.35MPa,对于难清

灰的滤筒除尘器气包压力需要维持在0.4MPa以上,根据清灰情况,相应提到气包压力。通常喷吹主管底距离花板高度要大于150mm,以减小喷吹管对布袋(滤筒)出来的气流的阻力;喷吹管喷口处压缩空气扩散角一般为15-20度,气流要能够全部进入到滤筒内部;喷口尺寸对喷吹效果也有很大影响,喷口尺寸需要根据与气包的距离进行相应的调整,常规设计喷口距离气包越近喷口尺寸越大。^[8]

为了使除尘器进出口压差满足要求,需要结合粉尘性质、气源压力、布袋(滤筒)口径、脉冲阀规格、生产工艺等因素的影响,相应的调整脉冲清灰时间间隔、脉冲宽度、清灰周期间隔、气包压力、喷吹管高度、喷口直径等,以达到更好的清灰效果,降低除尘器进出口压差。

4 结论

通过对旧有除尘器进行整体检测,确定除尘器的改造内容,通过改造影响除尘器运行压差的关键部位,从而达到超低排放要求的运行压差。喷吹系统是影响除尘器压差的关键因素,在对除尘器改造前,对除尘器喷吹系统的检测及优化至关重要。

参考文献

- [1]胡心平,吕惠生,张元喜,等.袋式除尘器压差传感器及自动检测控制技术[J].环境工程,1996,14(6):32-35.
- [2]巨敏.滤筒除尘器脉冲清灰系统研究[D].绵阳:西南科技大学,2013.
- [3]刘建华,贾云升,江家辉.脉冲袋式除尘器的清灰及检测技术[J].中国环保产业,2008(1):36-39.
- [4]颜翠平,张明星,卢娟,等.脉冲喷吹大风量滤筒除尘器的清灰变化过程研究[J].环境工程学报,2016,10(2):829-834.
- [5]颜翠平.脉冲喷吹褶皱式滤筒的清灰效果及机理研究[D].中国科学技术大学,2014.
- [6]王岩.脉冲喷吹长滤筒除尘器的清灰性能研究[D].西南科技大学[2025-06-12].
- [7]张殿印,王纯.除尘器手册[M].化学工业出版社,2005.
- [8]张情,钱云楼,刘东,等.文丘里对脉冲滤筒除尘系统清灰影响的实验研究[J].环境科学与技术,2015,38(7):5.