

卧式脉冲滤筒除尘器的清灰效果测试及分析

杨龙军, 杨军瑞

(中冶东方工程技术有限公司, 内蒙古包头 014010)

摘要: 本文通过对卧式脉冲滤筒除尘器的清灰效果进行试验研究, 得出不同脉冲参数对除尘器清灰效果的影响。而且, 在试验过程中发现该类除尘器在清灰方面存在滤筒各部位清灰不均的现象, 为进一步改善和提高卧式脉冲滤筒除尘器的清灰效果, 解决其清灰不均的问题, 提出了切实有效的解决方法以指导卧式脉冲滤筒除尘器的设计及运行。

关键字: 卧式脉冲滤筒除尘器; 清灰效果; 试验研究; 解决方法

中图分类号: X701.2 文献标识码: A 文章编号: 1006-8759(2011)05-0032-04

THE CLEANING EFFICIENCY TEST AND ANALYSIS OF THE HORIZONTAL PULSE-JET CARTRIDGE FILTER

YANG Long-jun¹, YANG Jun-ru¹

(Beris Engineering and Research Corporation, Inner Mongolia 014010, China)

Abstract: Through the experiment research in the cleaning efficiency of the horizontal pulse-jet cartridge filter, get that cleaning efficiency at the different pulse parameters. And in the process, test results show that the cleaning of this kind of cartridge filter is none uniformly. In order to improve the cleaning efficiency of the horizontal pulse-jet cartridge filter and solve the problem of none uniformly of cleaning, the research suggests the effective solution to guide the design and operation of the horizontal pulse-jet cartridge filter.

Keywords: horizontal pulse-jet cartridge filter; cleaning efficiency; experiment research; solution

1 引言

滤筒式除尘设备具有除尘效率高、阻力小、体积小等优点, 随着国家对生产生活空间空气质量要求的不断提高和滤筒式除尘技术的发展, 使滤筒式除尘设备得到了广泛的使用^{[1][2][3]}。滤筒式除尘设备的主要作用是过滤除含尘气体中的粉尘颗粒物, 为了保证过滤的正常进行, 除尘器会周期性地向滤筒内喷吹压缩空气来清灰, 由此解决了长期以来困扰人们的人工清灰所带来的二次扬尘污染的问题, 使脉冲喷吹清灰得以长足的发展^{[4][5]}。

总体来说, 脉冲喷吹滤筒除尘器主要可分为过滤装置和清灰装置。该类除尘器的关键在于清灰, 清灰效果决定脉冲喷吹滤筒除尘器的性能^[6]。但是脉冲喷吹清灰不一定能达到很好的清灰效果, 特别是对于卧式脉冲滤筒除尘器, 由于在除尘器内部, 滤筒是水平放置的, 导致滤筒除尘器在运行和清灰过程中各部位清灰效果不一样。目前, 对于脉冲滤筒除尘器在清灰效果方面的研究相对较少, 大多数研究人员主要集中在清灰参数对滤筒除尘器清灰效果的影响测试方面^{[7][8]}, 对于滤筒除尘器内部实际的清灰效果研究较少, 如滤筒各部位的清灰效果是否一致等。

本研究主要针对目前滤筒除尘器清灰方面的研究现状, 通过具体的试验研究, 对卧式脉冲滤筒

收稿日期: 2011-04-22

基金项目: “十一五”国家支撑计划重大项目(2006BAF02A24)资助
第一作者简介: 杨龙军(1968-), 男, 工学博士, 高级工程师, 研究方向: 暖通空调、通风除尘技术。

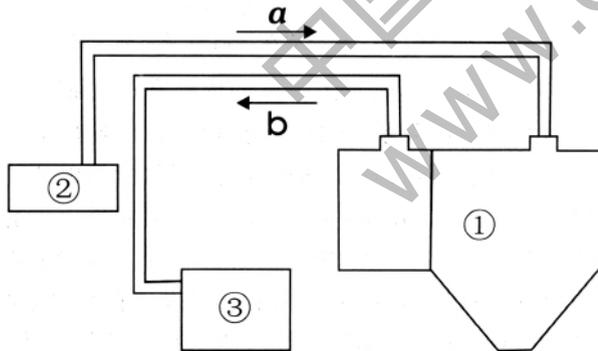
除尘器内部实际清灰效果的测试和分析,揭示了卧式脉冲滤筒除尘器在清灰方面存在的问题,并提出了相应的解决办法,对以后卧式滤筒除尘器的设计和运行提供了一定的试验依据和理论参考。

2 卧式脉冲滤筒除尘器的清灰效果试验研究

2.1 脉冲滤筒除尘器的工作原理

滤筒式除尘器为负压运行,含尘气体由进风口进入箱体,由于气流断面突然扩大及气流分布板作用,气流中一部分粗大颗粒在惯性力作用下沉降在灰斗;在折叠滤筒内负压作用下,气体由筒外透过滤料进入筒内,进入净气室,经风机从出风口排出,粒度细、密度小的尘粒进入滤尘室后,通过布朗扩散和筛滤等组合效应,使粉尘沉积在滤料表面上,当粉尘在滤料表面越积越多,滤筒式除尘器的阻力随滤料表面粉尘层厚度的增加而增大。阻力达到某一规定值时进行清灰。此时(也可设定时间)脉冲阀打开,压缩空气以极短的时间高速涌入滤筒,使滤筒膨胀变形产生振动,并在逆向气流冲刷的作用下,附着滤袋外表面上的粉尘被剥离落入灰斗中。清灰完毕后,除尘器又恢复过滤状态,恢复低阻运行^{[9][10]}。

2.2 卧式脉冲滤筒除尘器的系统运行流程图



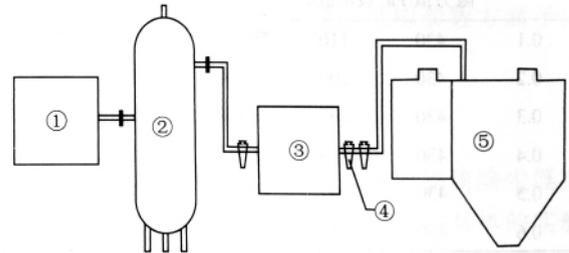
图中: ①唐纳森滤筒除尘器 ②加料、发尘装置
③变频风机 a含尘气体流向 b净化后气体流向

图2-1 滤筒除尘器系统运行流程图

本实验中所用除尘器是由美国唐纳森公司生产的DF01-1型卧式脉冲单滤筒除尘器。在除尘器内部,滤筒是椭圆形且水平插入式,气流进入后经过均流板,使进入箱体的气流能够均匀分布,有利于增强过滤效果;且该滤筒除尘器采用顺流式,含尘气流流动方向与粉尘下降方向一致,有利于粉尘的沉降。在其系统运行流程图2-1中,a和b

代表气流的走向,a是含尘气体流向 b是净化后气体流向。除尘器为负压运行,含尘气体经净化后从除尘器出风口排出。

2.3 滤筒除尘器脉冲清灰系统流程图



图中: ①空气压缩机 ②储气罐 ③冷干机
④干燥器 ⑤唐纳森滤筒除尘器

图2-2 脉冲喷吹清灰流程图

如图2-2所示,滤筒除尘器脉冲清灰系统流程为:空气经空压机压缩后储存在储气罐内,高压气体经冷干机和干燥器干燥后储存在气包内,当除尘器阻力达到一定值时,脉冲阀开启进行脉冲清灰,此时,通过调节调节阀实现不同喷吹压力下的清灰。

2.4 脉冲滤筒除尘器的清灰效果试验研究及分析

本研究中所采用的粉体物料是 $Al(OH)_3$ 粉体,该粉体是一种属于干燥性好、易分散的粉体,粒径大概分布在 $0.5\sim 5\mu m$ 范围内。在实验时分别在滤筒过滤风速为 0.8 m/min 和 1.25 m/min 情况下,通过改变脉冲喷吹压力、脉冲宽度、脉冲阀喷吹周期等脉冲喷吹参数来实现不同运行工况参数下的除尘器清灰效果测试。

2.4.1 改变喷吹压力对清灰效果的影响

滤筒除尘器在不同喷吹压力下的测试结果如表2-1和表2-2所示:

从表2-1和表2-2看出,在除尘器进行脉冲清灰时,除尘器阻力波动值随着喷吹压力的增大

表2-1 过滤风速为 0.8 m/min 时不同喷吹压力下
滤筒除尘器性能测试

喷吹压力 MPa	除尘器阻力测试		除尘器除尘效率测试		
	不喷吹时 阻力值/Pa	喷吹时阻力 波动值/Pa	采样前 称重/g	采样后 称重/g	除尘 效率/%
0.1	150	70	38.3556	38.3558	99.998
0.2	150	130	38.3762	38.3766	99.996
0.3	150	220	38.3883	38.3888	99.995
0.4	150	360	38.3790	38.3797	99.993
0.5	150	520	38.2556	38.2565	99.991
0.6	150	620	38.1453	38.1464	99.988

表 2-2 过滤风速为 1.25m/min 时不同喷吹压力下
滤筒除尘器性能测试

喷吹压力 MPa	除尘器阻力测试		除尘器除尘效率测试		
	不喷吹时 阻力值/Pa	喷吹时阻力 波动值/Pa	采样前 称重/g	采样后 称重/g	除尘 效率/%
0.1	430	110	38.2538	38.2542	99.996
0.2	430	200	38.4308	38.4313	99.995
0.3	430	290	38.1581	38.1587	99.994
0.4	430	410	38.3139	38.3147	99.992
0.5	430	560	38.3723	38.3733	99.990
0.6	430	660	38.3882	38.3895	99.987

而增大,这是因为,为了保证过滤的正常进行,脉冲喷吹系统会周期性地向除尘器滤筒内喷吹压缩空气来清灰。当高速气流喷入除尘器时,形成高速的反向气流,冲击滤筒内部,造成除尘器内部剧烈的压力波动,使得除尘器的阻力波动增大。而且喷吹压力越大,气流喷入的速度就越高,从而使除尘器内部气体压力增大,反向气流所形成的反向冲击力就越大,除尘器阻力波动值就越大。

一般情况下认为,提高喷吹压力有利于提高清灰效果。但是,从上述实验结果可以看出,脉冲喷吹清灰时,喷吹压力大小会对除尘器稳定性造成一定的影响,喷吹压力越大,除尘器阻力波动值就越大,对除尘器的稳定性影响就越大。而且,喷吹压力越大,喷吹所形成的反向气流就越高,对除尘器内部滤筒的冲击磨损越大,相应缩短了滤筒的使用寿命。

因此,在喷吹清灰时要注意:寻求和选择合适的脉冲喷吹压力是非常重要的,设置的喷吹压力值不仅要保证有效的清灰,减小除尘器阻力波动值,尽可能不破坏粉尘初层,不致对除尘器的除尘效率等除尘性能造成太大的影响,尽可能提高除尘器的清灰效果。

2.4.2 改变脉冲宽度对阻力波动值的影响

在过滤风速为 1.25 m/min 情况下进行测试,滤筒除尘器在不同脉冲宽度下的测试结果如表 2-3 所示:

表 2-3 不同脉冲宽度下的阻力波动值测试

脉冲 宽度/s	除尘器阻力波动值/Pa					
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
0.2	110	201	290	412	560	661
0.15	110	200	290	410	560	660
0.12	111	200	291	410	560	660
0.08	110	202	290	410	561	661
0.3	111	200	291	411	560	660

从表 2-3 可以看出,改变脉冲宽度后,各喷吹压力值下的除尘器阻力波动值曲线几乎接近于直线,说明脉冲宽度对除尘器阻力波动的影响不显著。这是由于影响喷吹效果的因素主要是高速喷吹气体诱导的二次气体量,但是喷吹时间短,瞬时摄入的诱导量差距微小,所以脉冲宽度对除尘器阻力波动的影响不显著。同时,实验结果与文献结论相一致,延长脉冲宽度不能很好的提高清灰效果,对除尘系统的影响不大。

2.4.3 改变喷吹周期对阻力值的影响

对于脉冲周期对滤筒除尘器阻力的影响有文献指出,在喷吹压力为 0.7 MPa、脉冲时间为 0.1 ~ 0.12 s、过滤风速为 3 m/min、气体含尘浓度为 10 g/m³ 情况下,脉冲周期和脉冲袋式除尘器的压力损失关系如图 2-3^[11]。

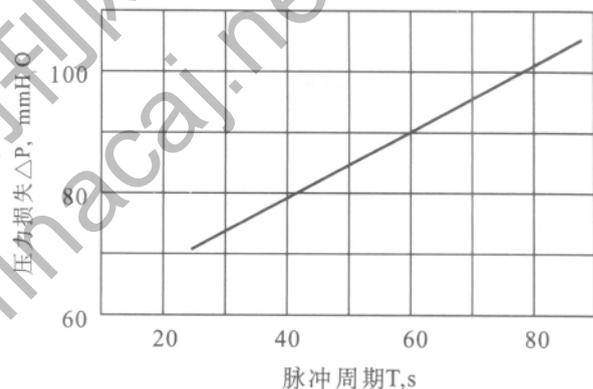


图2-3 脉冲周期与压力损失的关系

由图 4-7 可以看出,脉冲周期和压力损失关系两者成正比关系,脉冲周期越小,除尘器压力损失越小。随着脉冲周期的增大,滤筒除尘器的压力损失即阻力值相应增大,经分析,这主要是由于脉冲周期的增大导致脉冲喷吹次数减少,即清灰次数减少,使得滤筒除尘器不能得到及时的清灰,滤筒上面粉尘层逐渐增厚,导致压力损失逐渐增大。如果脉冲清灰周期太长,滤筒除尘器的压力损失就会成直线上升,导致除尘器运行不正常,严重影响了滤筒除尘器的运行和管理,而且风机克服除尘器压力损失所消耗的电能也越大。如果脉冲清灰周期选的太短,清灰次数增多,增加了清灰系统的运行费用。因此合理的选择脉冲清灰的周期对于滤筒除尘器显得非常的重要。

2.4.4 试验过程中发现的问题

本实验中所用的 DF01-1 型唐纳森除尘器是属于水平式滤筒除尘器,在除尘器内部,滤筒是水

平放置的,为便于做滤筒各部位清灰效果的分析,现按照滤筒在除尘器内部的安装方式将滤筒整体分为三部分,滤筒顶部、侧部和下部,如图 2-4 所示。

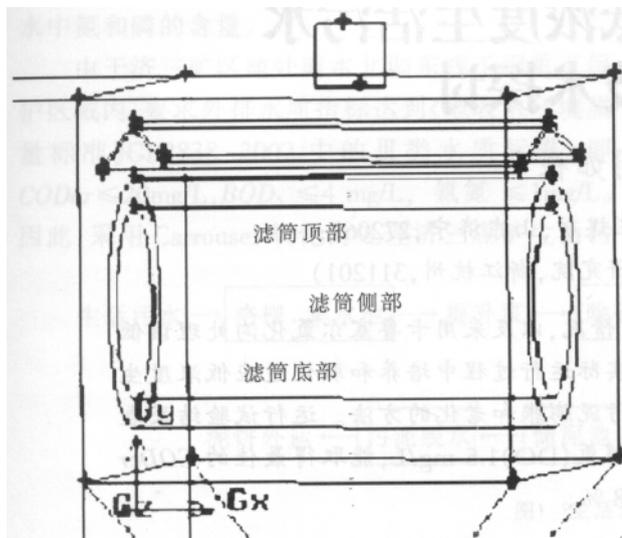


图2-4 滤筒在除尘器内的安装方式

在滤筒除尘器脉冲清灰后,我们将滤筒从除尘器内轻轻取出并拍摄了照片,如图 2-4 所示。我们可以看出,通过对卧式滤筒除尘器在不同入口粉尘浓度下的脉冲喷吹清灰效果测试,在脉冲清灰过程中,滤筒各部位清灰不均匀。滤筒侧面和下部清灰效果比较好,上部清灰效果不理想。经分析,这主要是由滤筒除尘器本身的结构特征所决定的,本实验中所用的是 DFO1-1 型唐纳森除尘器,该类型的滤筒除尘器属于水平式滤筒除尘器,在除尘器内部,滤筒是水平放置的,且该滤筒除尘器所用的滤筒是椭圆形滤筒。当脉冲喷吹清灰时,滤筒侧面和底部的粉尘由于高压气体喷吹的作用,使滤筒内部迅速膨胀,附着在滤筒表面的粉尘由于惯性作用离开滤筒滤料表面,然后在重力的作用下掉入灰斗,达到清灰的目的。然而对于滤筒上部附着的粉尘,由于惯性作用离开滤筒滤料表面后,部分粉尘在重力作用下又落到了滤筒上部表面,导致滤筒上部位清灰效果不好。

以上所提到的该类型除尘器在脉冲清灰方面存在的滤筒各部位清灰不均匀的现象,也是该类型滤筒除尘器在发展和使用方面受限制的一个主要因素,要想解决这一问题,需要从滤筒除尘器的使用和结构方面予以改进,如在滤筒使用一段时

间后将滤筒翻转一百八十度,使滤筒上下部为轮换调转使用,或者将该类型滤筒除尘器改造成滤筒可以定时翻转的除尘器。这样就可以解决该类型滤筒除尘器存在的清灰不均匀的现象。当然也可以从滤筒除尘器本身的其他结构参数方面予以改进。

3 结论

本研究主要对脉冲清灰参数对滤筒除尘器清灰效果的影响做了测试和研究。通过具体的实验研究和理论分析,我们可以得出如下结论:

(1)脉冲喷吹清灰时,喷吹压力大小会对除尘器的清灰造成一定的影响。喷吹压力越大,除尘器阻力波动值就越大,对除尘器的清灰效果影响就越大。改变脉冲宽度和脉冲周期对滤筒除尘器的清灰效果影响却非常的有限;

(2)DFO1-1 型唐纳森滤筒除尘器在脉冲喷吹清灰时,滤筒侧面和下部清灰效果非常好,但是滤筒上部清灰效果不明显,这也是该类型滤筒除尘器(卧式)在清灰方面所存在的主要问题,需要从滤筒除尘器的结构改造方面予以改进。

参考文献

- [1] 李隼. 滤筒除尘器在玻璃行业的应用 [J]. 煤气与电力. 2002.5 (456~457).
- [2] Croom.M.L. Effective selection of filter collectors [J]. Chemical Engineering. 1993.7(86~91)
- [3] Anthony C. Select the Right Cartridge Filter [J]. Chemical Engineering. 1988.1 (72~77).
- [4] 唐群. 滤筒用于燃煤锅炉干法脱硫除尘的可行性分析[J]. 广东建材. 2006.9(29~31).
- [5] 顾海根,施剑畴. 滤筒式除尘器的改进及在白云石生产中的应用[J]. 冶金环境保护. 2004.5(31~33).
- [6] 杨迪,陈海焱等. 脉冲喷吹滤筒除尘器清灰效果实验研究[J]. 暖通空调. 2008.4(112~115).
- [7] 吴利瑞,茅清希等. 滤筒式除尘器清灰性能研究[J]. 环境工程. 2004.3(36~37).
- [8] 杨迪,陈海焱,李怀玉等. 喷吹压力和脉冲宽度对脉冲喷吹滤筒除尘器清灰效果的影响[J]. 安全与环境学报. 2008.5(37~40).
- [9] 姚秀华. 滤筒式除尘器的原理和选用[J]. 玻璃. 2007.5. (65~67).
- [10] 顾海根,张殿印等. 滤筒式除尘器工作原理与工程实践[J]. 环境科学与技术. 2001.3(47~49).
- [11] 徐平安. 脉喷袋除尘器清灰机理及技术分析[J]. 中国环保产业. 2006.8(30~33).