



文章栏目：大气污染防治

DOI 10.12030/j.cjee.202210055 中图分类号 X964 文献标识码 A

郑清月, 尹茜茜, 刘东, 等. 上部开口诱导引流装置对卧式长滤筒清灰性能的影响[J]. 环境工程学报, 2023, 17(2): 580-587. [ZHENG Qingyue, YIN Qianqian, LIU Dong, et al. Effect of upper-opening induced diversion device on the cleaning performance of horizontal long filter cartridges[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2023, 17(2): 580-587.]

# 上部开口诱导引流装置对卧式长滤筒清灰性能的影响

郑清月<sup>1</sup>, 尹茜茜<sup>1</sup>, 刘东<sup>2</sup>, 林龙沅<sup>1,✉</sup>

1. 西南科技大学 环境与资源学院, 绵阳 621010; 2. 西南科技大学 土木工程与建筑学院, 环境与资源学院, 绵阳 621010

**摘要** 采用仿真模拟及喷吹实验, 研究采用卧式长滤筒的脉冲滤筒除尘器的清灰性能。由于卧式长滤筒在截面形状、放置方式和筒身长度上与传统滤筒有明显区别, 使得其清灰方式需要进一步优化。探究诱导引流装置的上部开口尺寸对卧式长滤筒清灰性能的影响发现, 随着上部开口口径增大, 压力均值逐渐增大, 压力分布均匀性有所降低。综合清灰性能指标评价得出, D<sub>16</sub>型上部开口引流装置在 0.4 MPa, 175 mm 的喷吹参数下可实现卧式长滤筒的高效清灰。本研究结果可为卧式长滤筒清灰性能的优化提供参考。

**关键词** 卧式长滤筒; 上部开口诱导引流装置; 清灰性能

脉冲滤筒除尘器是高效集尘技术, 可有效减少工作人员暴露于高浓度粉尘作业环境的几率, 对于维护企业职工健康安全具有重要意义。脉冲滤筒除尘器的工作过程可以总结为粉尘阻截(过滤)过程和脉冲清洁(清灰)过程<sup>[1]</sup>。滤筒在对粉尘进行拦截时, 尘粒会嵌入滤筒的褶皱结构中, 由于滤筒内部的负压环境, 尘粒被紧紧吸附不易脱落并随着过滤过程的推进会不断在滤筒上堆积, 导致滤筒的有效过滤面积减小, 除尘器内部运行阻力增大, 进而削弱除尘器的作业效率。脉冲喷吹清灰是运用瞬时的高速气流使滤料内部受压膨胀, 粉尘由于惯性作用脱离滤筒表面, 达到滤筒表面清洁的效果。但由于气流在滤筒内部的运动状态十分复杂, 往往呈现不均匀分布状态, 造成滤筒在清灰过程中不可避免地出现清洁不完全现象。卧式滤筒呈现椭圆横截面, 水平放置的特征, 区别于一般立式滤筒的圆形横截面、竖直放置特征。这一差别会造成卧式滤筒内部的脉冲喷吹气流组织不同于立式滤筒, 从而导致脉冲喷吹组合参数及喷吹方式的改变。巨敏<sup>[2]</sup>发现, 相同规格参数下的卧式滤筒除尘器内部的运行阻力比立式滤筒除尘器高 30~45 Pa, 意味着卧式滤筒在滤筒清洁方面存在更大挑战。ANDERSEN 等<sup>[3]</sup>在对袋式除尘器的研究中发现文丘里可使滤袋内部的压力峰值提高 6%-17%; 张情等<sup>[4]</sup>提出文丘里管改善滤筒清洁效果的机理在于文丘里管可延缓气流出流, 延长气流在滤筒内部的作用时间; 张硕等<sup>[5]</sup>发现双拉瓦尔喷嘴可有效解决长滤筒顶端侧壁压力峰值小, 脉冲清灰困难的问题。亦有学者提出对滤筒加装锥形散射器可以有效均匀滤筒内

收稿日期: 2022-10-12; 录用日期: 2022-12-01

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(11402218); 四川省科技项目(2018JY0438); 四川省科技计划资助项目(2023YFS0362)

第一作者: 郑清月(1998—), 女, 硕士研究生, 1357706654@qq.com; ✉通信作者: 林龙沅(1981—), 男, 博士, 教授, Lly7572@126.com

部气流分布，改善清灰不均的现象<sup>[6-7]</sup>；胥海伦等<sup>[8-10]</sup>提出上部开口散射器能提高滤筒的清灰效率，但不同锥度和开口大小的散射器对滤筒内部脉冲气流的干扰程度不同。LIN 等<sup>[11]</sup>首次探讨了不同文丘里喉径对卧式椭圆短滤筒的清灰效果，分析了文丘里管对卧式滤筒内部气流组织的影响；在此基础上，YUAN 等<sup>[12]</sup>对比分析了文丘里管、散射器、旋转喷嘴对卧式短滤筒清灰性能的影响，提出了对于卧式短滤筒，散射器是一种优于文丘里的喷吹附加装置。以上研究均表明，对除尘器附加诱导引流装置能在一定程度上改善滤筒的清洁效果，但当前对于诱导引流装置改善滤筒清灰性能的研究主要集中在立式滤筒结构和部分卧式短滤筒结构上，鲜少有对诱导装置影响卧式长滤筒清灰性能的相关报道。

随着卧式滤筒筒身长度增加，筒内脉冲清灰气流流场更为复杂，为提高卧式长滤筒壁面的清灰压力值，均化滤筒轴向方向上的压力差值。本研究拟通过 CFD 数值模拟实验、洁净喷吹实验对增设上部开口诱导引流装置的卧式长滤筒进行流场结构及清灰特性影响分析，以了解不同上部开口尺寸的诱导引流装置在不同喷吹参数下，脉冲清灰流场及滤筒壁面压力峰值的分布规律，以期为卧式长滤筒诱导引流装置设计选型提供参考。

### 1 实验部分

#### 1.1 洁净喷吹实验装置及设计参数

洁净喷吹实验装置图见图 1，其型号及参数见表 1。洁净喷吹实验是在忽略粉尘理化性质的基础上所进行的滤筒清灰性能模型实验，侧壁压力峰值是当前评价滤筒清灰效果的有效指标<sup>[13-15]</sup>。当侧壁压力峰值大于 600 Pa 时，可认为能实现滤料的有效清洁<sup>[16-17]</sup>。评价清灰性能的优劣来自于对清灰强度和清灰均匀度的综合考量，本研究将滤筒侧壁压力峰值作为清灰强度的评判标准，将侧壁压力分布方差作为清灰均匀度的评判标准。

为探讨 3 种上部开口尺寸的诱导引流装置对卧式长滤筒清灰性能的影响，将对不同喷吹参数下的滤筒侧壁压力大小及分布进行分析。将开口大小为 10 mm、16 mm、22 mm 的上部开口引流装置（图 2）分别设定为 D<sub>10</sub>、D<sub>16</sub>、D<sub>22</sub> 型引流装置。具体实验参数设计见表 2。

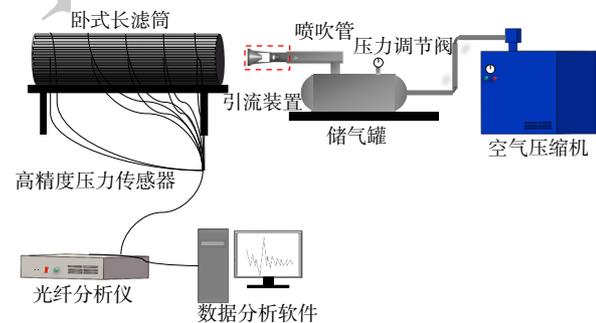


图 1 洁净喷吹实验装置示意图

Fig. 1 Schematic diagram of clean pulse-jet experiment device

表 1 实验装置的型号及具体参数

Table 1 Model and specific parameters of experimental device

设备名称	型号	数量	具体参数
卧式长滤筒		1	长轴：365 mm；短轴：285 mm；长度：1 500 mm；过滤面积：21.6 m <sup>2</sup>
脉冲阀	DMF-Z-40s	1	阀出口尺寸：1.5 寸；适用过滤面积：20~22 m <sup>2</sup>
脉冲控制仪	SXC-8A1	1	脉冲宽度 80 ms
高精度压力传感器	BA-FPP90	10	滤筒长轴、短轴各分布 5 个测点，距离滤筒顶部为 100、330、560、980、1 400 mm
光纤传感分析仪	FT610-16	1	采集频率为 2 500 Hz，波长测量范围为 1 525~1 565 nm， 波长分辨率 0.1 pm，波长精度±0.3 pm
上部开口诱导引流装置		3	10/16/22(上部开口尺寸)，锥度 59°

## 1.2 CFD 数值模拟

### 1.2.1 模型构建及网格划分

Fluent 数值模拟用于探究上部开口诱导引流装置对卧式长滤筒流场的干扰效果,进而分析该诱导装置对于卧式长滤筒清洁的作用机理。以脉冲卧式滤筒洁净喷吹实验平台为参考,构建 1:1 物理几何模型。在模型构建中,忽略相关仪表构件及滤筒表面褶皱结构,保留对气流造成主要影响的零部件。如,喷吹管、滤筒、花板、上部开口引流装置等,形成的箱体长宽高为 1 865 mm×480 mm×520 mm。用 Hexcore 网格划分方式对几何模型进行离散(模型见图 3),对高速射流区域进行局部加密以保证模拟仿真的可靠性。划分完成的网格最大歪斜度不超过 0.75,网格总数为 249 万。

### 1.2.2 数值模拟计算方法

仿真计算采用瞬态求解器,运用 standard k-ε 模型描述湍流流场,该模型通过求解湍动能方程(见式(1))、扩散方程(见式(2))来实现模型的输运计算,使用压力-速度耦合算法,保证压力与速度的高耦合状态,同时将喷吹过程中的流体视为理想气体,忽略滤筒因脉冲射流作用而产生滤料形变。将喷吹管进口处视为 pressure-inlet(压力进口),箱体出口边界设为 pressure-outlet(压力出口),箱体壁面及花板处设为 wall(标准无滑移边界),上部开口诱导引流装置的进出口处均设置为 interior,滤筒内壁设置为 porous-jump(多孔跳跃介质)。

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho k u_i)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \left( \mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k + G_b - \rho \epsilon - Y_M - S_k \quad (1)$$

$$\frac{\partial(\rho \epsilon)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho \epsilon u_i)}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \left( \mu + \frac{\mu}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right] + C_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} (G_k + G_{3\epsilon} G_b) - C_{2\epsilon} \rho \frac{\epsilon^2}{k} + S_\epsilon \quad (2)$$

其中,多孔介质区域中的阻力系数与压力损失的关系符合式(3)。

$$\Delta P = - \left( \frac{\mu}{\alpha} v + C_2 \frac{1}{2} \rho v^2 \right) \Delta m \quad (3)$$

式中:  $\mu$  为层流粘度;  $\alpha$  为介质渗透率;  $v$  为法向速度;  $C_2$  为压力跃升系数;  $\rho$  为流体密度;  $\Delta m$  为介质厚度。取  $\alpha=5e-11 \text{ m}^2$ ,  $\Delta m=0.75 \text{ mm}$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 CFD 数值模拟实验结果分析

#### 2.1.1 数值模拟计算验证

为验证网格离散及计算参数设置的合理性,对比 D<sub>22</sub> 型引流装置在喷吹距离为 140 mm 下各测



图 2 上部开口诱导引流装置实物图

Fig. 2 Physical model of upper-opening induced diversion device

表 2 洁净喷吹实验设计组合参数

Table 2 Cleaning pulse-jet experiment parameters

喷嘴类型	喷吹压力/MPa	喷吹距离/mm
D <sub>10</sub>	0.3/0.4/0.5	155/180/205/230/255
D <sub>16</sub>	0.3/0.4/0.5	150/175/200/225/250
D <sub>22</sub>	0.3/0.4/0.5	140/165/190/215/240

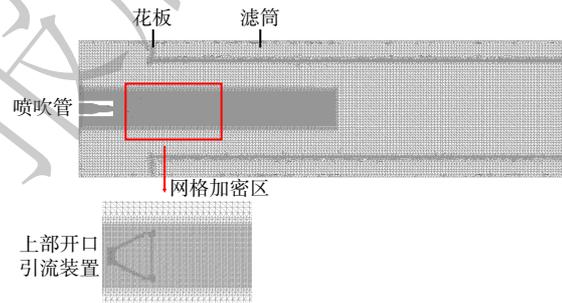


图 3 网格离散模型

Fig. 3 Mesh model

点 (P1~P5) 的实验值与模拟值得到图 4。5 个测点的压力值呈现先减小后增大的趋势，各测点的侧壁压力实验值与模拟值基本吻合。通过计算发现实验值与模拟值的平均相对误差为 9.9%，能满足数值模拟实验的精度要求<sup>[18]</sup>。

### 2.1.2 脉冲速度流场分布

相较于传统的直管喷吹，上部开口诱导引流装置能将脉冲射流进行分束，有利于减轻传统直管喷吹中高速射流直接冲击滤筒底部所造成的机械损害。图 5 为 30 ms 时刻处，3 种上部开口引流装置的滤筒长轴速度流场云图。上部开口尺寸影响的是孔内流和孔外流的气流流量分布。上部开口越大，孔外流越少，孔内流越多；反之，孔外流越多，孔内流越少。其中，对比图 5(a)~(c) 虚线部分发现，D<sub>10</sub> 型引流装置会在装置出口处形成较大的涡旋，孔内流回吸孔外流的现象明显；经 D<sub>22</sub> 型引流装置分散后的气流成股流状，孔外流明显减少，引流装置的分流效果削弱。D<sub>16</sub> 型引流装置的孔内外流量分布较为均匀。

为探明上部开口引流装置对滤筒内部速度流场的影响，将对滤筒内部的射流速度变化进行分析。图 6 展示了喷吹管出口处至滤筒底部的中心轴气流速度变化。气流在通过上部开口诱导引流装置之前具有相同的流动速度及变化规律，但经引流装置分散后呈现出不同速度变化趋势。D<sub>10</sub>、D<sub>16</sub>、D<sub>22</sub> 型上部开口引流装置在滤筒入口处的流动速度分别为 229 m·s<sup>-1</sup>、434 m·s<sup>-1</sup>、447 m·s<sup>-1</sup>。此外，在滤筒中上部同一测点，D<sub>22</sub> 型引流装置的速度高于 D<sub>10</sub>、D<sub>16</sub> 型引流装置 13~270 m·s<sup>-1</sup>、2~77 m·s<sup>-1</sup> 不等。总体规律呈随着上部开口尺寸的增大，射流速度会随之增快。这是由于运动气流能带动周围静止流体一起运动。当上部开口增大时，保持高动压的气流越多，诱导周围流体进入滤筒的能力越强，导致进入滤筒内部的气流总量增大、气体速度提高。为进一步探究上部开口尺寸对卧式长滤筒清洁性能的影响，将运用洁净喷吹实验获取滤筒表面瞬时压力以分析滤筒壁面压力峰值分布趋势。

## 2.2 洁净喷吹实验结果分析

### 2.2.1 上部开口尺寸对装置中压力的影响

表 3 展示了不同开口大小的诱导引流装

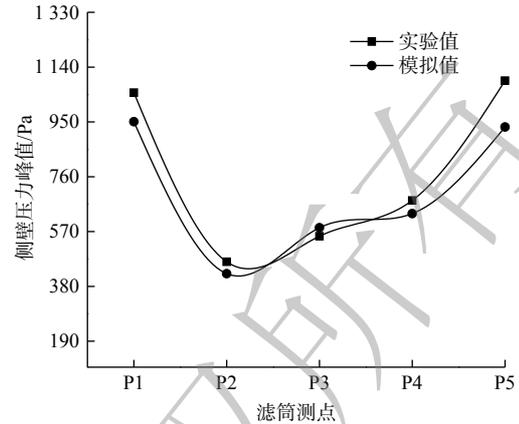


图 4 实验值与模拟值数据对比图

Fig. 4 Comparison of experimental and simulated data

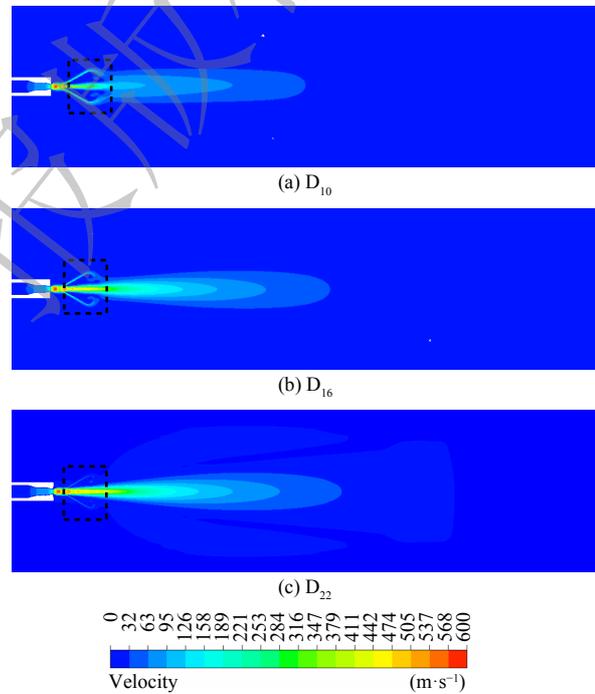


图 5 滤筒内部速度云图

Fig. 5 Velocity distribution diagram of filter cartridge

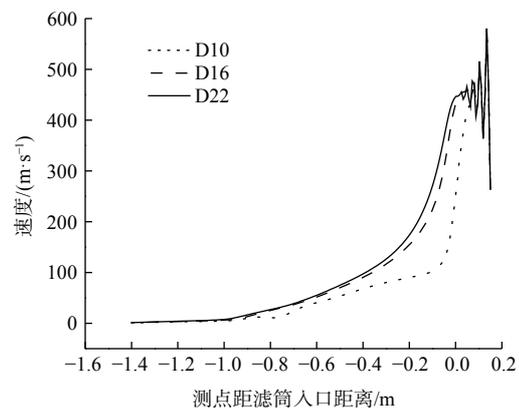


图 6 中心轴线处速度变化图

Fig. 6 Velocity variation diagram at the central axis

表3 滤筒各测点侧壁压力峰值的均值及方差

Table 3 Mean and variance of peak sidewall pressure at each measurement point

喷嘴类型	喷吹压力/MPa	长边侧壁峰值压力平均值/ Pa					方差	短边侧壁峰值压力平均值/ Pa					方差
		P1	P2	P3	P4	P5		P6	P7	P8	P9	P10	
D <sub>10</sub>	0.3	1 057	591	450	464	602	221	1 096	653	455	458	588	236
	0.4	1 209	707	536	600	803	237	1 241	810	557	590	786	244
	0.5	1 356	819	610	743	966	256	1 394	858	762	649	935	255
D <sub>16</sub>	0.3	1 038	443	457	577	775	224	1 082	456	469	528	746	237
	0.4	1 142	584	561	743	1 069	242	1 202	583	603	702	1 015	245
	0.5	1 279	637	651	945	1 154	259	1 347	694	680	868	1 176	266
D <sub>22</sub>	0.3	1 034	426	555	679	1 055	254	1 051	439	533	588	995	252
	0.4	1 130	529	590	755	1 089	249	1 163	583	638	767	1 161	252
	0.5	1 238	581	707	952	1 210	263	1 364	633	945	901	1 283	267

置在不同喷吹压力下,各测点的压力水平及压力方差。滤筒的长轴压力和短轴压力具有相同变化规律。在沿滤筒轴向方向上,筒壁的静压力呈现出先减少后增大的趋势。这是由于上部开口诱导引流装置的分束作用能强制提高气流的径向速度以增大滤筒上部静压,但随着气流运动过程的不断推进,气流速度衰减增多,导致滤筒中部静压减小,而当气流到达滤筒底部时,气流受约束作用而反弹冲击壁面,此时静压出现显著回升。对比滤筒长短轴的侧壁压力均值可发现滤筒的长短轴存在清洁的不均性。总体来说,卧式椭圆滤筒短轴的压力水平会大于长轴,这与现有文献对卧式滤筒清灰性能的研究结果一致<sup>[19]</sup>,故后续分析与阐述将主要以滤筒长轴为讨论对象。根据图7及对比采用不同开口尺寸上部开口诱导引流装置的滤筒侧壁压力分布规律(表3)可知,随着上部开口增大,侧壁静压值的总体水平会提高,清洁力度会加强,即清灰强度为 $D_{22} > D_{16} > D_{10}$ 。具体表现为滤筒下部压力显著提高,滤筒中上部压力出现不同程度的降低。其中,压力最大值出现在P1(P6)点,压力最小值出现在P2、P3(P7、P8)点。根据方差所代表的滤筒整体清灰均匀性表示,随着上部开口增大,方差数值会略微增大,清洁均匀性逐渐降低,即清洁均匀性为 $D_{10} > D_{16} > D_{22}$ 。上部开口诱导引流装置一方面将收束的气流进行扩散,有利于将气流动压转换为作用于滤筒内壁的静压;另一方面继续保持部分气流原有的动能,有利于卷吸周围气体从而提高进入滤筒中的总体气流量。当上部开口尺寸过小时,孔外流占主导地位,形成的局部涡旋会加大气流的耗散;当上

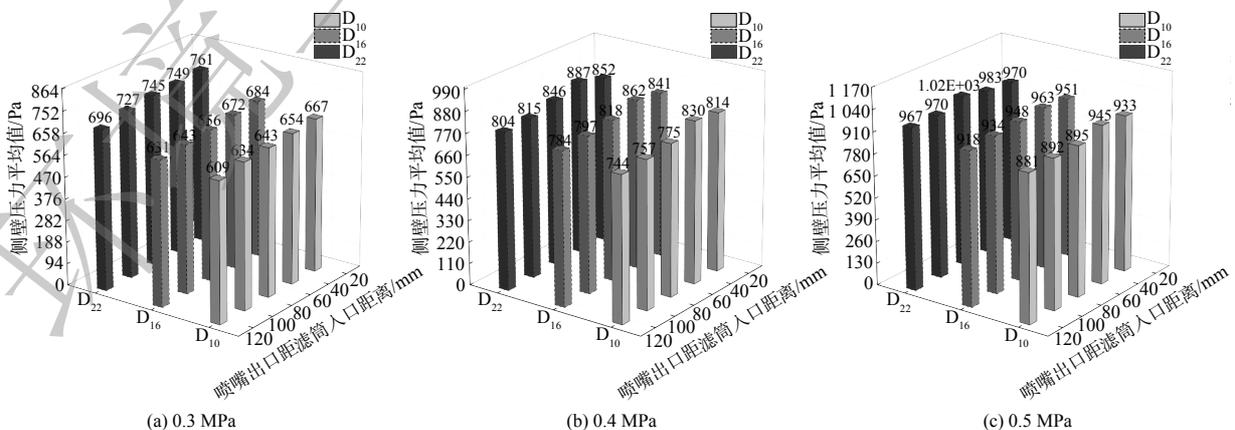


图7 不同喷吹参数下滤筒侧壁压力平均值

Fig. 7 Average pressure on side wall of filter cartridge under different blowing parameters

部开口尺寸过大时，孔内流口的气流占主导地位，上部开口诱导引流装置将削减对滤筒内部静压的蓄积能力。因此，该引流装置存在一个最佳上部开口尺寸，既能减少能量的耗散提高压力密度，又能使气流均匀，以平均滤筒内壁压力的分布。

### 2.2.2 喷吹参数对清灰性能的影响

喷吹距离对于滤筒清灰具有一定程度的影响。当喷吹距离过小时，会导致滤筒入口处受气流卷吸作用生成负压区域造成清灰盲区；当喷吹距离过大时，会加大气流在滤筒开口断面的夹角导致气流受花板阻挡不能尽数进入滤筒中，故在滤筒清灰过程中，存在一个最佳喷吹距离。图 8 展示了 3 种开口尺寸的引流装置在 0.4 MPa 的喷吹压力下，滤筒侧壁压力峰值及压力方差随喷吹距离的变化。在实验参考的喷吹距离范围内，滤筒测点压力均随喷吹距离增大呈现先增加后减小的趋势，滤筒压力方差随喷吹距离增大呈现逐渐减小的趋势。这表明在改变喷吹距离的过程中存在一个高效喷吹区间，且喷吹距离增大会提高滤筒的清灰均匀性。在实验喷吹压力下， $D_{10}$ 、 $D_{16}$ 、 $D_{22}$  型引流装置所对应的高效喷吹距离为 180 mm、175 mm、165 mm，压力均值分别为 830 Pa、862 Pa、887 Pa。

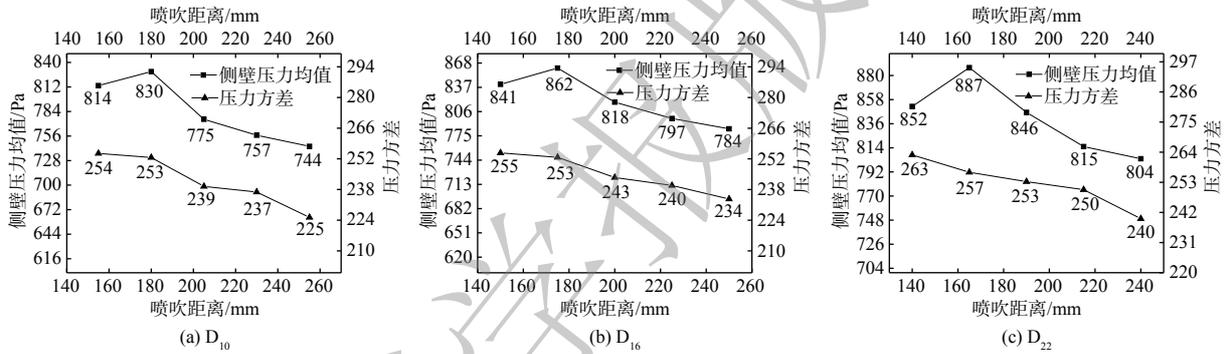


图 8 喷吹距离对滤筒清灰性能的影响

Fig. 8 Effect of pulse-jet distance on the cleaning performance of filter cartridge

图 9 表明，在最优喷吹距离下，滤筒内壁各测点随喷吹压力的变化。在 3 种不同开口尺寸诱导引流装置的使用条件下，滤筒各测点的静压值均随喷吹压力增大而增大。这是由于提高喷吹压力会增大进入滤筒的总体气量，从而增强清灰表现；但当喷吹压力过大时，会加大气流对滤筒底部的冲击磨损，同时会破坏在过滤过程中形成的尘粒初层，加速滤筒的破损与报废。同时，滤筒各测点压力分布情况会随着喷吹压力趋于不均化，这是由于气流速度会随着喷吹压力增大会提

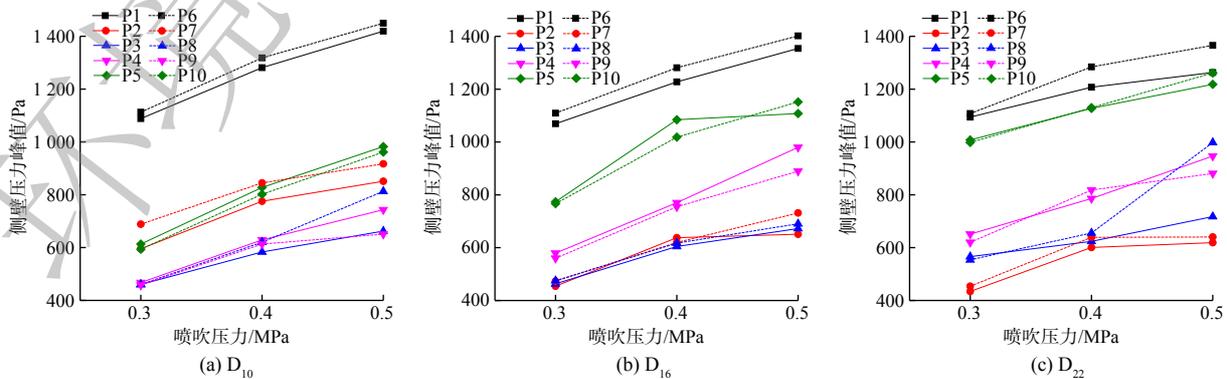


图 9 喷吹压力对滤筒清灰性能的影响

Fig. 9 Effect of pulse-jet pressure on the cleaning performance of filter cartridge

高, 高速的气流在滤筒上部不能充分膨胀, 从而加剧滤筒上、下部压力均值的差值变化。在喷吹压力为 0.4 MPa 时,  $D_{10}$  型引流装置的中部区域侧壁压力峰值 ( $< 600$  Pa) 不能达到清灰所需最低的侧壁压力强度, 无法实现有效清灰;  $D_{16}$ 、 $D_{22}$  型引流装置的侧壁压力则显示在该喷吹组合参数下, 能有效清除除尘器运作过程中大部分粉尘的附着, 并且整体压力分布呈现较均匀分布状态。此时,  $D_{16}$ 、 $D_{22}$  型引流装置所对应压力均匀度为 253、257。综合滤筒侧壁静压值及压力分布情况得到  $D_{16}$  型诱导引流装置于卧式长滤筒的清灰性能最佳。

### 3 结论

1) 上部开口诱导引流装置通过分散高速射流经由上部开孔的气体流量来干涉滤筒内部的气流流场。小口径的上部开口尺寸, 孔外流大于孔内流, 着重于气流的分散, 表现为增大滤筒内静压蓄积, 提高滤筒上部压力。大口径的上部开口尺寸, 孔内流大于孔外流, 着重于气流的诱导, 表现为滤筒内部速度提高, 提高滤筒下部压力。

2) 增大上部开口尺寸, 能在一定程度上提高滤筒内壁整体压力, 而降低滤筒表面压力分布的均匀性。增大的上部开口孔径一方面会降低孔外流回吸时所产生的局部涡旋, 减少能量的损耗; 另一方面会提高孔内流气流流量, 帮助扩大进入滤筒内部的气流总量。综合两方面因素, 滤筒内壁总体压力会随上部开口孔径增大而升高, 但由于气流膨胀时间的延迟会导致滤筒上、下部压力分布均匀性有所降低。

3) 综合清灰强度及清灰均匀性所代表的清灰性能指标显示,  $D_{16}$  型引流装置更适配于卧式长滤筒的清灰过程。其原因在于卧式长滤筒大口径、长尺度的特征决定了卧式长滤筒需要更多的诱导气流进入滤筒内部参与清灰, 同时需要适当的分散能力平均气流分配以均匀滤筒内壁压力分布。

### 参考文献

- [1] 张殿印, 王纯. 脉冲袋式除尘器手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2011.
- [2] 巨敏, 张明星, 陈俊东, 等. 滤筒除尘器脉冲清灰动态分析[J]. 环境工程学报, 2013, 7(3): 1091-1094.
- [3] ANDERSEN B O, NIELSEN N F, WALTHER J H. Numerical and experimental study of pulse-jet cleaning in fabric filters[J]. *Powder Technology*, 2016, 291: 284-298.
- [4] 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): 133-137.
- [5] 张硕, 谭志洪, 刘丽冰, 等. 脉冲喷吹流动对带双拉瓦尔喷嘴滤筒除尘特性的影响[J]. 环境污染与防治, 2021, 43(4): 411-415.
- [6] 郝元, 姜文文, 王国际, 等. 锥形散射器强化清灰的CFD模拟研究[J]. 山东化工, 2021, 50(1): 119-121.
- [7] 王素洁, 刘东, 余洪浪, 等. 基于散射结构的脉冲流场与清灰压力动态特性分析[J]. 环境工程, 2021, 39(5): 89-95.
- [8] 胥海伦, 周苗苗, 张情, 等. 开口散射器对滤筒除尘脉冲清灰效果的影响[J]. 环境工程学报, 2017, 11(8): 4647-4652.
- [9] 胥海伦, 李岚溪, 沈玉妹, 等. 上部开口锥形散射器对滤筒脉冲清灰效果的影响[J]. 环境工程学报, 2017, 11(10): 5549-5553.
- [10] 刘东, 余洪浪, 王令, 等. 上部开口散射器提高脉冲喷吹清灰性能实验[J]. 环境工程, 2019, 37(8): 138-142.
- [11] YUAN N, REN L, WANG B Z, et al. Experimental study on the effects of diversion of horizontal filter cartridge[J]. *Process Safety and Environmental Protection*, 2021, 145: 247-254.
- [12] LIN L Y, LIU T N, YUAN N, et al. Study on the influence of venture on the cleaning performance of elliptical filter cartridge[J]. *Powder Technology*, 2021, 377: 139-148.
- [13] YAN C P, LIU G J, CHEN H Y. Effect of induced airflow on the surface static pressure of pleated fabric filter cartridges during pulse jet cleaning[J]. *Powder Technology* 2013, 249: 424-430.
- [14] LI Q Q, ZHANG M X, QIAN Y L, et al. The relationship between peak pressure and residual dust of a pulse-jet cartridge filter[J]. *Powder Technology*, 2015, 283: 302-307.
- [15] W. HUMPHRIES, MADDEN J, 1983. Fabric Filtration for Coal-Fired Boiler: Dust Dislodgement in Pulse Jet Filters[J]. *Filtration & Separation*, 1981, 18(6): 40-44.
- [16] 颜翠平. 脉冲喷吹褶皱式滤筒的清灰效果及机理研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2014.
- [17] 王沁淘, 张明星, 赖小林, 等. 高温滤袋的有效清灰强度[J]. 环境工程学报, 2015, 9(3): 1318-1322.

- [18] 边飞龙, 朱有利, 杜晓坤, 等. 基于CFD方法的气动喷丸两相流场特性研究[J]. 计算机仿真, 2015, 32(1): 264-269.
- [19] 袁娜, 林龙沅, 刘佺楠. 卧式滤筒除尘器的气流组织模拟研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2019, 15(7): 173-178.

(责任编辑: 靳炜)

## Effect of upper-opening induced diversion device on the cleaning performance of horizontal long filter cartridges

ZHENG Qingyue<sup>1</sup>, YIN Qianqian<sup>1</sup>, LIU Dong<sup>2</sup>, LIN Longyuan<sup>1,\*</sup>

1. Southwest University of Science and Technology, College of Environment and Resources, Mianyang 621010, China; 2. Southwest University of Science and Technology, College of Civil Engineering and Architecture, Mianyang 621010, China

\*Corresponding author, E-mail: Lly7572@126.com

**Abstract** Using simulation and pulse-jet experiments, the cleaning performance of a horizontal long filter cartridge were studied. Since the horizontal long filter cartridge is obviously different from the traditional filter cartridge in terms of cross-sectional shape, placement method, and cylinder length, its cleaning method needs to be further optimized. Exploring the influence of the upper-opening size of the induction diversion device on the cleaning performance of the horizontal long filter cartridge, it was found that with the increase of the upper opening diameter, the average pressure gradually increases, and the uniformity of pressure distribution decreases. Based on the evaluation of cleaning performance indicators, the  $D_{16}$  upper open drainage device can realize the efficient cleaning of horizontal long filter cartridges under injection parameters of 0.4 MPa and 175 mm. The results of this study can provide a reference for the optimization of the cleaning performance of horizontal long filter cartridges.

**Keywords** horizontal long filter cartridge; upper-opening induced diversion device; cleaning performance