



文章栏目: 大气污染防治

DOI 10.12030/j.cjee.202305021

中图分类号 X513

文献标识码 A

李建龙, 孙泽文, 曹大伟, 等. 错流内滤式滤芯脉喷清灰的数值模拟[J]. 环境工程学报, 2023, 17(9): 2966-2972. [LI Jianlong, SUN Zewen, CAO Dawei, et al. Numerical simulation of cross-flow inside-out filter element pulse jet cleaning[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2023, 17(9): 2966-2972.]

错流内滤式滤芯脉喷清灰的数值模拟

李建龙^{1,✉}, 孙泽文¹, 曹大伟¹, 杜雷恒¹, 吴庆¹, 吴泉泉¹, 吴代赦²

1. 南昌大学 资源与环境学院, 南昌 330031; 2. 萍乡学院 材料与化学工程学院, 萍乡 337000

摘要 错流式过滤除尘技术利用切向风流抑制尘饼生长变厚, 具有过滤阻力上升缓慢的优点, 采用脉喷气流撞击设置在滤芯外的横向挡板并产生局部静压可实现内滤式滤芯的清灰。构建 CFD 数值模拟考察了喷吹气流的分布, 分析了喷嘴入口处的喷吹压力和挡板位置对脉冲喷吹性能的影响, 设计并考察了挡板往复喷吹策略。结果表明: 滤芯压力随喷嘴入口压力升高而增加, 确定了最佳喷嘴入口压力为 5 000 Pa; 挡板位置的变化显著影响清灰的有效区, 对于 1 000 mm 长的滤芯, 挡板位置为 500 mm 和 350 mm 分别实现 350~500 mm 和 0~350 mm 区域的有效清灰; 相比普通喷吹, 设计的挡板往复喷吹(挡板位置依次为 350、500、650、500 mm)可实现滤芯喷吹压力增大 1.57 倍、均匀性提升 7.17 倍。该研究结果可为内滤式滤芯脉喷清灰提供参考。

关键词 脉喷气流; 挡板撞击; 往复移动; CFD 数值模拟; 内滤式滤芯

粉尘会诱发职业性尘肺病, 危害人群健康^[1]; 且粉尘还存在爆炸危险等安全风险^[2]。因此, 作业场所粉尘的控制具有重要的现实意义。传统的端流式过滤除尘技术(图 1(a)), 具有净化效率高、工艺简单等优点而广泛运用于除尘领域^[3]。但端流式过滤过滤阻力上升快、风机能耗大。错流式过滤除尘技术(图 1(b)), 利用切向流的剪切力抑制尘饼生长变厚、阻滞过滤阻力上升^[4], 对于处理大风量高浓度粉尘具有优势。错流式过滤除尘一般采用内滤方式^[5], 对错滤面上的持续累积的粉尘可采用脉冲喷吹进行清灰。

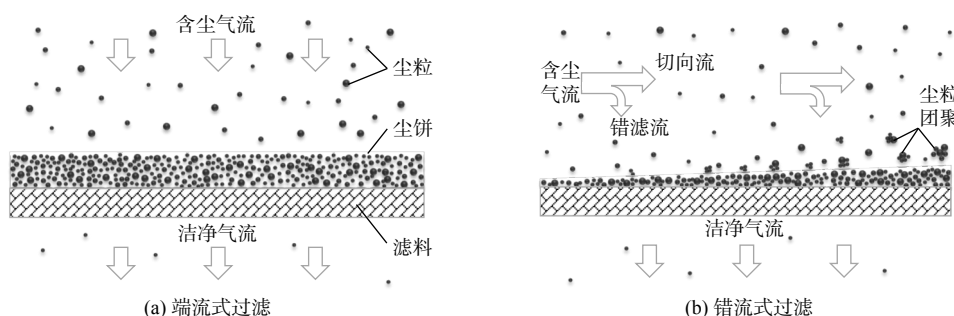


图 1 端流式和错流式过滤除尘原理对比

Fig. 1 Comparison of the principle of end-flow filtration and cross-flow filtration

目前, 除尘滤芯的脉冲喷吹清灰已被广泛研究。林莉君等^[6]研究了外滤式滤芯内部的脉冲喷吹清灰, 在滤芯长度方向上, 上部受到的压力最小、中部次之、底部最大; 喷吹压力越大, 滤芯内压力越大。LI 等^[7]提出在外滤式滤芯内部设置锥体, 能提高脉喷气流的强度, 显著提升了中部和顶部滤芯所受压力, 改善滤芯压力分布提高脉喷清灰效果。艾子昂等^[8]通过在外滤式滤芯内部增设半封闭式气流隔板, 降低气流能量损耗,

收稿日期: 2023-05-08; 录用日期: 2023-07-15

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(52064037); 江西省主要学科学术和技术带头人培养计划青年人才项目(20225BCJ23027)

第一作者: 李建龙(1988—), 男, 博士, 副教授, jlili@ncu.edu.cn; ✉通信作者

在 $[R,r]=[120,60]$ 的情况下滤芯所受压力提升至 2.11 倍, 清灰均匀性提升 4.11 倍, 增强了滤芯内整体脉喷清灰性能。薛峰等^[9]通过改进喷嘴, 设计上部开口散射器和诱导喷嘴改善喷吹流场, 提升外滤式滤芯的脉喷清灰性能, 在定阻模式清灰条件下对比普通喷嘴清灰间隔分别延长 220 s、95 s。QIU 等^[10]改进内部设置锥体为褶皱式锥体并考察锥体高度提升脉喷清灰的均匀性, 在高度为 760 mm 时清灰效果最好。CHEN 等^[11]研究了褶皱式滤芯不同褶皱形状对滤芯脉喷清灰性能的影响, 采用梯形褶皱式结构降低压力损失来提升外滤式滤芯脉喷清灰性能。CHEN 等^[12]提出了多脉冲喷吹技术改进喷吹策略提升外滤式滤芯清灰效果, 喷吹压力提升 6.5%。然而, 目前关于滤芯脉冲喷吹清灰的研究主要对象是外滤式滤芯, 针对内滤式滤芯的脉喷清灰的研究不足。

本研究拟通过构建 CFD 数值模型, 考察清灰装置的气流流场及错流内滤式滤芯压力变化, 探究喷嘴入口压力的影响, 考察错流滤芯所受压力随挡板位置移动的变化规律, 并设计挡板往复式喷吹策略与其他喷吹策略进行对比, 为内滤式滤芯的脉喷清灰设计提供参考。

1 模型构建

1.1 实验系统与模型简化

本模拟研究以错滤-端滤复合实验装置为基础, 系统结构如图 2 (a) 所示, 其中除尘器主体长宽高尺寸为 1 020 mm×500 mm×2 200 mm, 箱体内有错滤和端滤区域, 分别安装错流滤芯和端流滤芯。在错滤区域内, 上下两块花板之间安装错流滤芯(后文简称“滤芯”), 滤芯长度 1 000 mm, 滤料厚度 0.6 mm。滤芯周围设置多个喷嘴, 每个喷嘴离滤芯中心轴线 $75\sqrt{2}$ mm, 喷嘴直径 25 mm, 并且喷嘴入口与花板平齐。每个滤芯之间和每个喷嘴之间均相距 150 mm, 在花板之间设置一块挡板。脉冲喷吹时长设为 150 ms, 初始气包压力 0.2 MPa, 气包容积 20 L。滤芯上安装有高频压力传感器, MYD-1530A 型。

本模拟研究错流过滤核心区域, 将实验系统装置简化为如图 2 (b) 所示模型。为节省计算量, 根据对称性将此模型进一步简化为一个三棱柱区域如图 2 (c) 所示。采用结构化网格划分, 网格节点总数为 148 260 个, 元素为 159 541 个, 如图 3 (a) 所示。

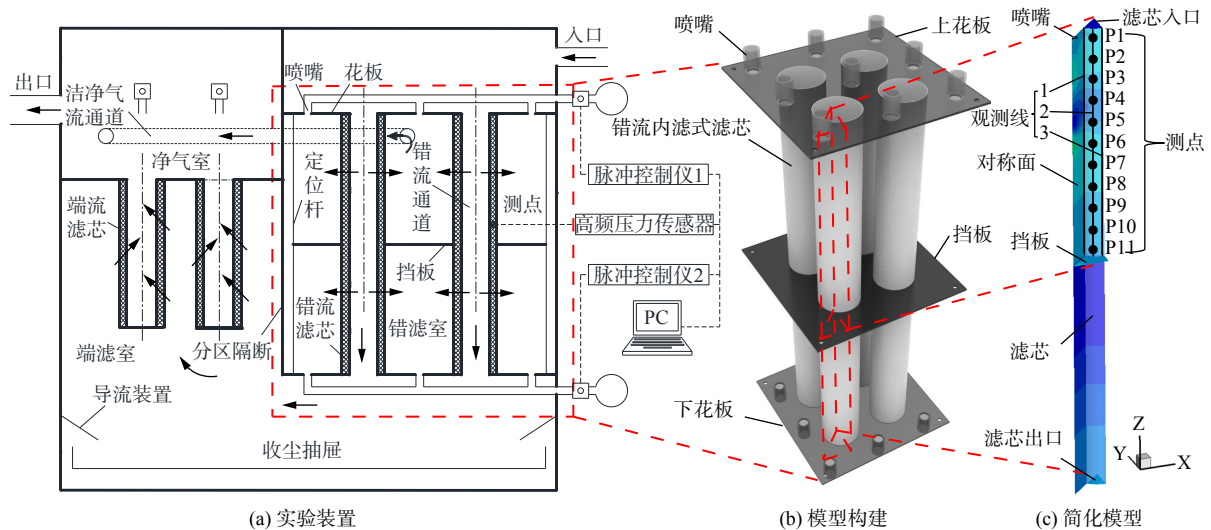


图 2 装置模型与简化

Fig. 2 Device model and simplification

1.2 模拟的边界条件和初始值

将滤芯入口和出口处设置为压力出口 (pressure outlet), 花板以及挡板设置成标准固定墙体 (wall), 喷嘴截面设置为压力入口 (pressure inlet), 滤芯过滤层设置为多孔介质 (porous zone), 多孔介质的厚度为 0.6 mm, 黏性损失系数 ($1/\alpha = 2.0 \times 10^{11} \text{ m}^{-2}$) 的计算可见先前报道^[13]。在滤芯沿长度方向上设置 3 条平行的观测线, 从左到右依次设置 1~3 号观测线 (图 2 (c)), 因为滤芯是轴对称的, 选取的 3 条观测线反应了滤芯内

壁距离喷嘴最近、最远和中间的喷吹压力的分布。每条观测线上均有压力测点 P1~P11, 测点间距为 50 mm, 单次计算时长设置为 0.000 5 s。计算域内流体假定为理想气体 (ideal gas), 控制方程为质量守恒方程和 Navier-Stokes 方程, 流体在求解器中认为是等温可压缩、非稳态的湍流, 选用 Realizable k- ϵ 湍流模型, 采用压力-速度耦合算法。喷吹过程中忽略粉尘及粉尘对计算域的影响、不考虑碰撞挡板时的振动和滤芯形变。

喷嘴压力入口函数通过实验测试获取并拟合得到。实验中在喷嘴出口正前方 1.0 cm 处设置高频压力传感器, 传感器测出喷嘴出口处脉喷气流的压力值, 将其变化曲线进行分段拟合, 得到式 (1)。

$$P_n = \begin{cases} 0, & t < 0.0086 \\ (5589.4t - 47.976) \times 60, & 0.0086 \leq t < 0.0254 \\ (-172.77t + 98.55) \times 60, & 0.0254 \leq t < 0.1615 \\ (-4304.4t + 765.77) \times 60, & 0.1615 \leq t < 0.1780 \\ 0, & 0.1780 \leq t \end{cases} \quad (1)$$

式中: P_n 为喷嘴的入口压力, Pa; t 为时间, s。将式 (1) 改编为用户自定义函数格式导入至喷嘴压力入口。

1.3 研究方案

1) 在挡板位置 (挡板到滤芯顶部开口的距离) 500 mm 条件下考察滤芯喷吹覆盖区 (上部花板和挡板之间的区域) 外侧脉喷气流喷吹压力的时空分布; 2) 考察喷嘴入口压力分别为 3 000、4 000、5 000、6 000、7 000、8 000、9 000、10 000 Pa 时喷吹覆盖区中滤芯所受压力峰值情况, 根据滤芯有效清灰压力确定最佳的喷嘴入口压力; 3) 在最佳喷嘴入口压力条件下, 考察挡板位置为 250、300、350、400、450、500 mm 对滤芯喷吹覆盖区中滤芯所受压力峰值情况, 对比确定挡板往复位置, 并设计挡板往复喷吹策略。

2 结果分析与讨论

2.1 模型的验证

为验证网格的独立性将滤芯内压力梯度变化较大的区域按如图 3 (b) 所示加密, 加密后网格节点总数为 487 574 个、元素 512 893 个。滤芯外壁中间测点计算出的模拟值如图 4 所示。对比喷吹压力值随时间变化趋势发现, 网格加密前后计算出的压力值大致吻合, 认为加密前的网格已满足网格独立性要求。

而实验与模拟的喷吹压力随时间的变化趋势大体一致, 并与实验测定数值的均值匹配度较高, 认为数值模拟与所得结果可反映实际情况。实验测定的数值相比模拟计算结果波动幅度较大。这可能是模拟未考虑滤芯侧壁区域的流固耦合, 而实际脉喷气流作用时会引起挡板或滤芯振动, 并使得传感器振动, 从而引起测试数据的波动。

2.2 喷吹压力的变化特征

图 5 所示为脉冲喷吹过程中喷吹覆盖区的静压力云图与流线图。压缩空气从喷嘴喷出后形成一股高压气流, 这股气流在喷嘴下方区域形成负压区, 导致涡流的形成并卷吸周围气体进入喷吹气流中。喷吹气流挤压下方气体导致了滤芯外部空间整

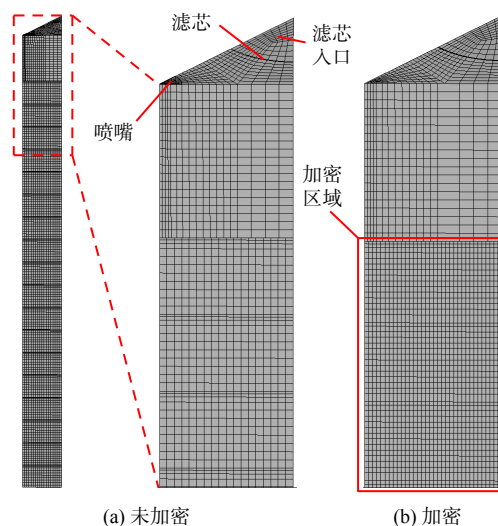


图 3 网格划分

Fig. 3 Meshing division

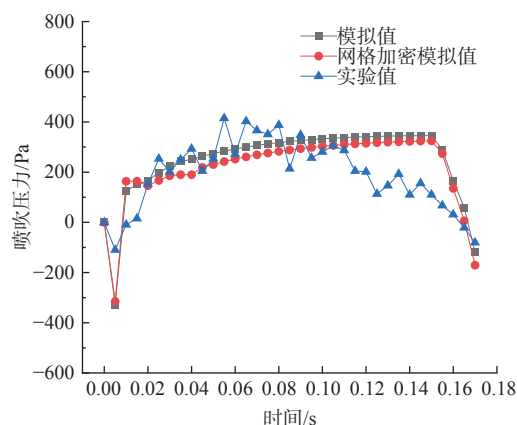


图 4 模拟值与实验值

Fig. 4 Simulation value and experimental value

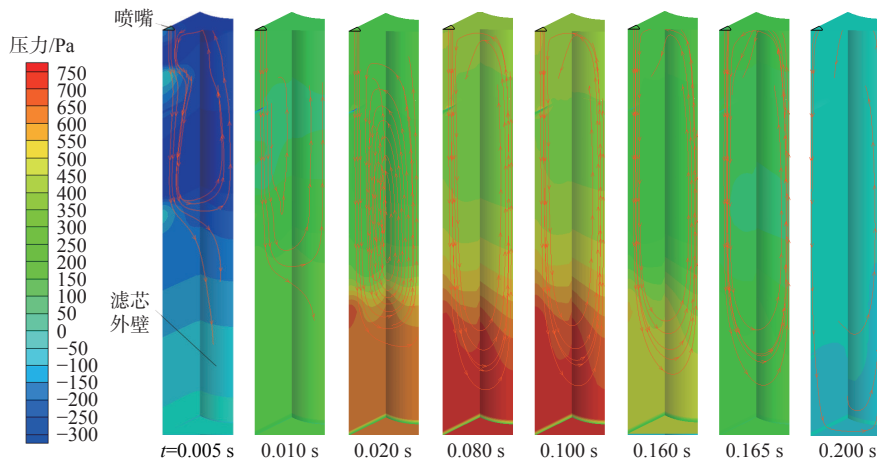


图 5 喷吹过程中静压力云图与流线图

Fig. 5 Static pressure contours and flow diagram during injection

体形成一定的压力。撞击到挡板的喷吹气流在横向扩散的过程中与(对称的)其它喷嘴的横向气流发生二次撞击并形成空气墙,使得喷吹气流在挡板与滤芯外壁形成的区域内发生蓄积。

根据静压力云图可知,压力在喷吹覆盖区呈现底部最大、上部次之、中部最小的特点,其中底部的压力较高的规律与滤芯内部脉喷喷吹的压力分布规律一致^[6,14-15];但值得注意的是本研究中滤芯上部压力大于中部压力,主要是顶部上方花板减缓了上升气流流速导致上部静压增大。从喷吹压力随时间的变化特征可知,开始滤芯受脉喷气流卷吸作用呈现负压,随后气流蓄积滤芯外壁所受静压迅速上升,到 $t=0.020$ s 时达到稳定, $t=0.080$ s 时达到最大值,并持续到 $t=0.160$ s 时后压力开始下降。

喷吹压力在水平上分布如图 6 所示。沿滤芯水平方向比较发现,喷吹压力呈现两侧较中间高的规律,其中左侧偏大原因主要是离喷嘴距离近,所受气流影响大;右侧偏大原因主要是靠近空气二次对撞区域导致静压增大;由于考虑到滤芯的有效清灰,故后续数值模拟均取水平方向上最小压力(2 号观测线)进行比较。

2.3 喷嘴的入口压力的影响

图 7 为不同入口压力情况下喷吹覆盖区滤芯的压力云图和流线图(只考虑滤芯压力分布情况,故仅保留滤芯部分)。

一般以喷吹压力 >600 Pa 能够进行有效清灰^[16-20]。图 8 为不同喷嘴的入口压力下各测点的压力峰值,通过对比可发现,喷吹覆盖区滤芯整体压力随着入口压力的增大而升高;但值得注意的是滤芯 350~500 mm 区域(挡板附近区域)压力增长速率快于其它区域。喷嘴入口压力大于 5 000 Pa 时,有效清灰区域面积增长缓慢,浪费气包压力。喷嘴入口压力小于 5 000 Pa 时,无有效清灰区。

此次喷吹仅对滤芯 350~500 mm 区域进行有效清灰,但挡板位置可变化,故仅部分区域满足有效清灰即可,其他区域可通过挡板位置变化后再次进行脉冲喷吹实现清灰。最后确定了最佳喷嘴入口压力为 5 000 Pa。

2.4 挡板位置的影响

从之前的喷嘴的入口压力分析可知在挡板 500 mm 实现了滤芯 350~500 mm 区域有效清灰,通过挡板位置变化实现滤芯 0~350mm 区域的有效清灰。图 9 为挡板位置变化时滤芯各测点压力峰值,喷吹覆盖区压

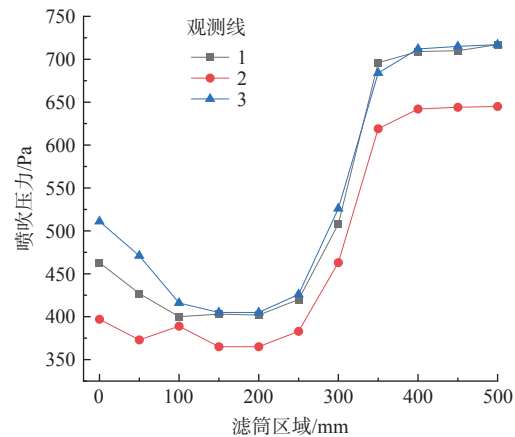


图 6 滤芯横向压力峰值图

Fig. 6 Peak transverse pressure of filter element

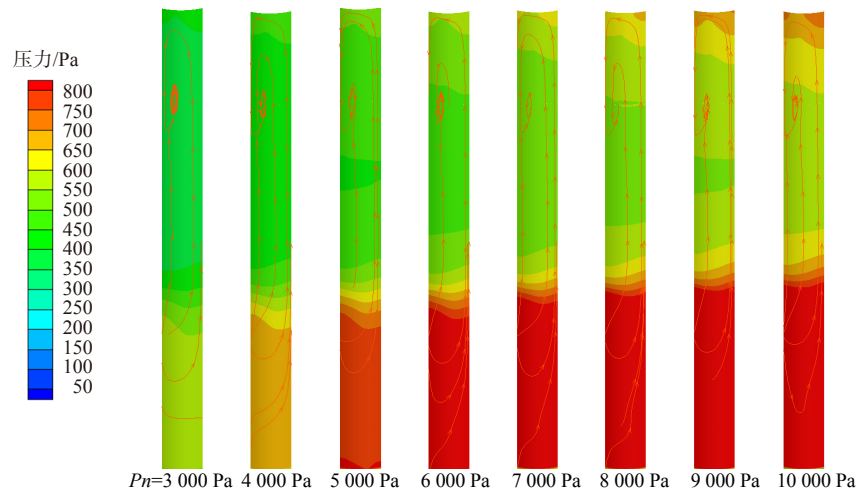


图 7 不同喷嘴入口压力下滤芯的压力云图和流线图

Fig. 7 Pressure contours and flow diagram of filter element under different nozzle inlet pressures

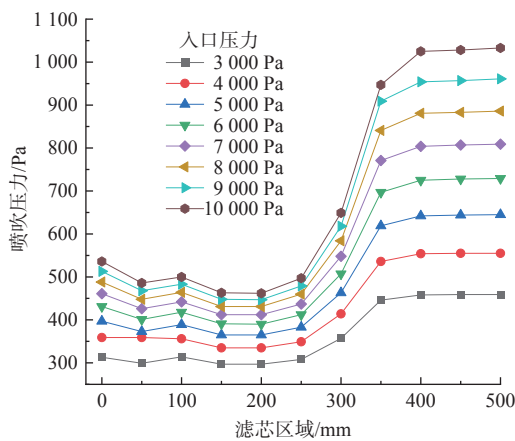


图 8 滤芯各区域喷吹压力随入口压力的变化

Fig. 8 The injection pressure in each area of the filter element changes with the inlet pressure

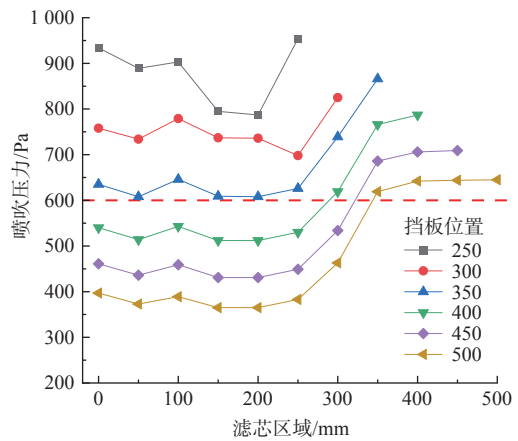


图 9 喷吹覆盖区滤芯喷吹压力随挡板位置的变化

Fig. 9 The change of the pressure of the filter element in the covering area with the position of the baffle

力随着挡板距离的减小而增大，再通过对比会发现挡板在 350 mm 处仅需进行一次喷吹实现了滤芯 0~350 mm 的有效清灰，若挡板距离减小如 300 mm 时会出现滤芯 300~350 mm 区域的清灰盲区，需再次更改挡板位置对此区域进行脉喷清灰，随着挡板位置减小喷吹覆盖区压力增加，同时清灰盲区面积扩大；若挡板距离增大如 400 mm 时喷吹覆盖区 0~350 mm 区域不能进行有效清灰。最后确定挡板位置在 350 mm 可实现滤芯 0~350mm 区域的有效清灰，在 500 mm 可实现滤芯 350~500mm 区域的有效清灰。

2.5 挡板往复喷吹策略设计与对比

根据上述结论设计挡板往复喷吹策略：1) 挡板开始在 350 mm 时上部喷吹，喷吹后位置移动至 500 mm；2) 在 500 mm 处上部喷吹，喷吹后位置移动至 650 mm；3) 在 650 mm 下部喷吹，喷吹后位置移动至 500 mm；4) 在 500 mm 处下部喷吹，喷吹后位置移动到 350 mm，完成一次挡板往复喷吹。喷嘴入口压力为 5 000 Pa 条件下，对比 3 种喷吹策略对滤芯喷吹性能进行考察。

图 10 为 3 种不同喷吹策略示意图，(a) 为普通单向式喷吹、(b) 为挡板双向式喷吹、(c) 为挡板往复喷吹。其脉冲喷吹的性能一般比较喷吹压力和喷吹均匀性^[21-23]，各测点正压力峰值的平均值 \bar{p} 越大说明喷吹压力越大，而峰值的变异系数 C.V. 越小则意味着喷吹均匀性越好，变异系数以式 (2) 计算。

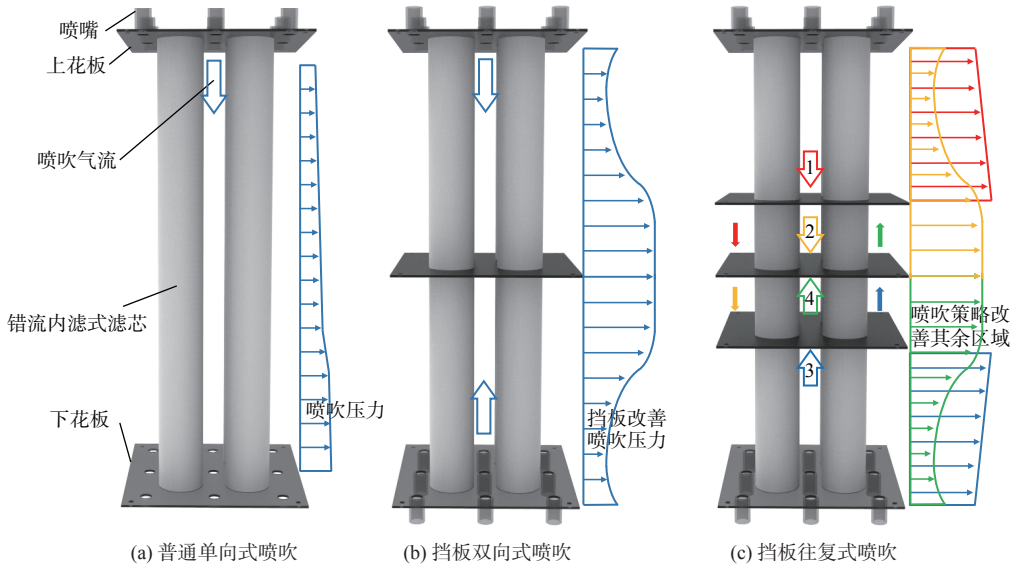


图 10 3 种喷吹策略示意图

Fig. 10 Schematic diagram of three injection strategies

$$C.V. = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - \bar{p})^2}}{(n-1)\bar{p}} \quad (2)$$

式中： p_i 为各测点压力峰值， n 为测点总数。图 11 显示 3 种喷吹策略下的平均喷吹压力和喷吹均匀性的比较。

普通单向式喷吹与挡板双向式喷吹比较后得出，后者相较于前者平均喷吹压力提升了 224.2 Pa，为 0.90 倍，清灰均匀性提升了 0.96 倍 (变异系数降为原来的 51.1%)，说明增设挡板蓄积气流提升滤芯整体压力，滤芯喷吹性能得到提升。挡板双向式喷吹与挡板往复式喷吹比较后得出，挡板位置的变化改进了对半固定式喷吹清灰不良区域的喷吹压力，平均喷吹压力进一步提升了 0.35 倍，均匀性提升了 3.18 倍，这说明改进喷吹策略，通过挡板位置变换来提高整体清灰均匀性，滤芯喷吹性能显著提升。

逐级往复式喷吹可实现 1000 mm 滤芯有效清灰。综上所述，相比普通单向式喷吹，本研究设计的逐级往复式喷吹可实现滤芯外侧脉冲喷吹压力增大 1.57 倍，清灰均匀性提升 7.17 倍。

3 结论

1) 挡板的设置迫使喷吹气流横向扩散并与相邻的喷吹气流发生二次撞击，由此蓄积局部较高静压从而对滤芯产生增强的清灰作用，滤芯所受气流压力呈现底部最大、上部次之、中部最小的特点；挡板附近滤芯的压力随喷嘴入口压力的增加而显著提高，最佳喷嘴入口压力为 5 000 Pa。

2) 喷吹覆盖区滤芯外侧所受压力随着挡板距离的减小而增大，对于所研究的 1 000 mm 长的滤芯，挡板位置为 500 mm 和 350 mm 分别可实现 350~500 mm 和 0~350 mm 区域的有效清灰。

3) 设计了挡板往复式喷吹策略：挡板位置依次控制在 350、500、650、500 mm 处，对应的滤芯外侧平均喷吹压力为 638 Pa、变异系数为 0.06。相比普通单向式喷吹，平均喷吹压力提升了 1.57 倍、喷吹均匀性提高了 7.17 倍；相比挡板双向式喷吹，平均喷吹压力提升了 0.35 倍、均匀性提高了 3.18 倍。

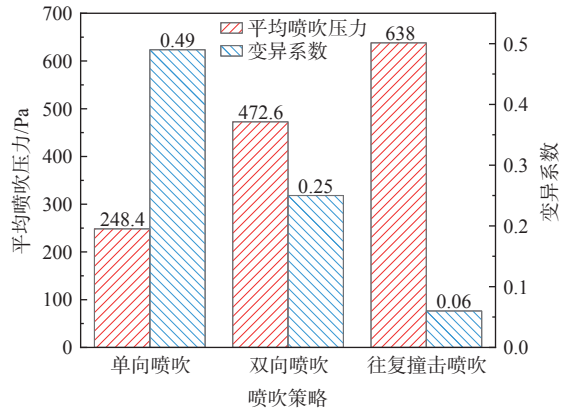


图 11 3 种喷吹策略下的脉喷性能对比

Fig. 11 Comparison of pulse injection performance under three injection strategies

参考文献

- [1] 国家卫生健康委员会规划发展与信息化司. 2021年我国卫生健康事业发展统计公报[J]. *中国病毒病杂志*, 2022, 12(5): 321-330.
- [2] 陈刚, 张晓蕾, 徐帅, 等. 我国2005-2020年粉尘爆炸事故统计分析[J]. *中国安全科学学报*, 2022, 32(8): 76-83.
- [3] 杨燕霞, 张明星, 秦文茜, 等. 脉冲喷吹内置锥形滤筒的清灰性能[J]. *中国粉体技术*, 2019, 25(1): 76-80.
- [4] V. SIBANDA, R. W. GREENWOOD, J. P. K. SEVILLE, et al. Predicting particle segregation in cross-flow gas filtration[J]. *Powder Technology*, 2010, 203(3): 419-427.
- [5] 李建龙, 孙泽文, 杜雷恒, 等. 一种错端滤一体式复合滤筒除尘装置[P]. CN114432811A, 2022-05-06.
- [6] 林莉君, 陈海焱, 周喜, 等. 脉冲喷吹滤筒除尘器清灰性能的实验研究[J]. *暖通空调*, 2009, 39(4): 148-151.
- [7] LI J L, LI S H, ZHOU F B. Effect of cone installation in a pleated filter cartridge during pulse-jet cleaning[J]. *Powder Technology*, 2015, 284: 245-252.
- [8] 艾子昂, 吴泉泉, 孙燕, 等. 气流隔板改善滤筒脉喷清灰性能的数值模拟[J]. *南昌大学学报(工科版)*, 2021, 43(4): 384-391.
- [9] 薛峰, 李朋, 黄琬岚, 等. 喷嘴型式对滤筒脉喷清灰效果的影响[J]. *中国粉体技术*, 2022, 28(5): 48-56.
- [10] QIU J, WU D S, CHEN D R, et al. Reverse pulsed-flow cleaning of pleated filter cartridges having an inner pleated filter cone[J]. *Process safety and Environmental Protection*, 2021, 146: 481-489.
- [11] CHEN S W, WANG Q, CHEN D R. Effect of pleat shape on reverse pulsed-jet cleaning of filter cartridges[J]. *Powder Technology*, 2017, 305: 1-11.
- [12] CHEN S W, CHEN D R. Numerical study of reverse multi-pulsing jet cleaning for pleated cartridge filters[J]. *Aerosol and Air Quality Research*, 2016, 16(8): 1991-2002.
- [13] 陈强, 林子捷, 李建龙, 等. 扩散喷嘴改善金锥滤筒脉喷清灰性能的数值模拟[J]. *环境工程学报*, 2021, 15(5): 1634-1644.
- [14] 李建龙, 王安琪, 范博, 等. 除尘器脉喷清灰影响阶段的粉尘分级排放特征[J]. *安全与环境学报*, 2018, 18(1): 315-319.
- [15] 袁彩云, 陈海焱, 李波. 脉冲喷吹滤筒除尘器喷吹清灰实验与数值模拟[J]. *暖通空调*, 2012, 42(5): 104-107.
- [16] HUMPHRIES W., MADDEN J. Fabric filtration for coal-fired boilers: nature of fabric failures in pulse-jet filters[J]. *Filtration & Separation*, 1983, 20(1): 40-42.
- [17] SIEVERT J., LOFFLER F. Dust cake release from non-woven fabrics[J]. *Filtration & Separation*, 1987, 24(6): 424-427.
- [18] LU HSIN-CHUNG, TSAI CHUEN-JINN. A pilot-scale study of the design and operation parameters of a pulse-jet baghouse[J]. *Aerosol Science and Technology*, 1998, 29(6): 510-524.
- [19] LI J L, WANG P, WU D S, et al. Numerical study of opposing pulsed-jet cleaning for pleated filter cartridges[J]. *Separation and Purification Technology*, 2020, 234: 116086.
- [20] 颜翠平, 张明星, 吕娟, 等. 脉冲喷吹大流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.
- [21] 李建龙, 陈源正, 林子捷, 等. 除尘滤筒脉喷清灰技术研究进展与展望[J]. *金属矿山*, 2022, 557(11): 23-35.
- [22] WU Q Q, LI J L, WU D S, et al. Effects of overall length and od on opposing pulse-jet cleaning for pleated filter cartridges[J]. *Aerosol and Air Quality Research*, 2020, 20: 432-443.
- [23] 李建龙, 赵艺, 孙泽文, 等. 环形缝隙喷嘴改进流内锥式除尘滤筒脉冲喷吹性能的数值模拟[J]. *南昌大学学报(工科版)*, 2023, 45(1): 1-4.

(责任编辑: 靳炜)

Numerical simulation of cross-flow inside-out filter element pulse jet cleaning

LI Jianlong^{1,*}, SUN Zewen¹, CAO Dawei¹, DU Leiheng¹, WU Qing¹, WU Quanquan¹, WU Daishe²

1. School of Resources and Environmental Engineering, Nanchang University, Nanchang 330031, China; 2. School of Materials and Chemical Engineering, Pingxiang University, Pingxiang 337000, China

*Corresponding author, E-mail: jlli@ncu.edu.cn

Abstract Cross-flow filter dust removal technology uses tangential air flow to suppress the growth and thickening of dust cake and has the advantage of slow rise of filtration resistance. The inside-out filter element can be cleaned by using pulse jet flow to impact the transverse baffle set outside the filter element and generate local static pressure. In this paper, CFD numerical simulation was constructed to investigate the distribution of jet flow, analyze the influence of the injection pressure at the nozzle entrance and the position of baffle on the performance of pulse jet, and design and investigate the baffle reciprocating injection strategy. The results showed that the filter element pressure increased with the increase of nozzle inlet pressure, and the optimal nozzle inlet pressure was 5 000 Pa. The effective cleaning area was significantly affected by the change of baffle position. For the 1 000 mm long filter element, the effective cleaning area of 350~500 mm and 0~350 mm could be achieved with the baffle position of 500 mm and 350 mm, respectively. Compared with the ordinary injection, 1.57 times increase in filter element injection pressure and 7.17 times increase in uniformity were achieved by the designed baffle reciprocating injection (baffle position at 350, 500, 650, 500 mm in order). The results of this study can provide a reference for pulse jet cleaning of inside-out filter element.

Keywords pulse-jet flow; baffle impact; reciprocating movement; CFD numerical simulation; internal filter element