

文章编号: 1000-5013(2010)03-0307-06

褶皱型气溶胶过滤器过滤阻力与结构参数关系

付海明, 徐芳, 晋瑞芳

(东华大学 环境科学与工程学院, 上海 201620)

摘要: 对褶皱型气溶胶过滤器过滤阻力进行理论计算及实验测试. 在对速度函数假设的基础上, 对 Navier-Stokes 方程进行压力求解. 采用缝隙宽度上压力平均值的概念, 提出一个用于求解褶皱型过滤器过滤阻力的方法, 得出褶皱型气溶胶过滤器过滤阻力的解析解. 理论计算结果与实验测试基本吻合. 研究表明, 减小褶皱或增大褶高可增加过滤介质面积, 减小过滤器介质过滤阻力; 但是, 过滤器结构阻力也将增加, 褶皱型气溶胶过滤器阻力与单位长度褶数存在最佳值.

关键词: 过滤器; 气溶胶; 过滤阻力; 褶皱型结构; Navier-Stokes 方程

中图分类号: TU834.8+3; TB 122

文献标识码: A

随着环境污染的日益严重和人们环境保护意识的加强, 空气质量已成为世界关注的焦点. 气溶胶是以液体或固体为分散相, 气体为分散介质所形成的溶胶, 通常指悬浮在大气中的各种粒径为 $0.01 \sim 100 \mu\text{m}$ 的固体和液体颗粒. 气溶胶粒子由于能长期悬浮于大气中, 如果包含无机或有机污染物质, 就会通过呼吸道侵入体内, 而危害机体健康. 因此, 气溶胶过滤装置被广泛应用于不同的工业领域及民用住宅^[1]. 为了提高气溶胶过滤器的性能及减少过滤阻力, 大多数过滤器产品中过滤材料呈多褶结构^[2]. 过滤介质的褶形结构增大了过滤面积和容尘能力, 同时也降低了气流通过过滤介质的阻力, 从而减少了能量消耗. 然而, 空气进入或离开褶皱的倾斜过滤介质缝隙时, 流动方向急速变化会产生有旋流动和脱流, 引起附加能量损失^[2-3]. 国外一些学者对方形及圆筒状褶式过滤器进行了一些实验或模拟研究^[4-6]. 本文采用 Navier-Stokes 方程理论, 求解褶皱型过滤器结构阻力及倾斜设置过滤介质的阻力^[7], 并进行理论及实验对比分析.

1 褶皱型气溶胶过滤器的阻力

褶皱型气溶胶过滤器的阻力由结构阻力和介质阻力两部分组成.

1.1 褶皱结构引起的阻力

褶皱的基本几何结构和一些参数的定义, 如图 1 所示. 其中: V 为迎面风速; Y 为褶宽; L 为褶高; s 为过滤介质厚度; ϕ 为褶角 (褶与中心线的夹角); $H(x)$ 为 x 处的褶距, 且 $H(x) = 2tg(\phi)x$.

对于通过褶皱型过滤介质的空气, 做以下的假设: 忽略空气的压缩性, 且空气密度为常量; 空气的粘性系数 μ 为常量; 没有外力作用. 因此, x 方向 (褶中心线方向) 的动量守恒方程为

$$V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_x}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} V_x \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 V_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_x}{\partial y^2} \right). \quad (1)$$

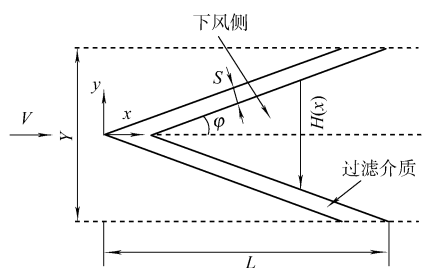


图 1 褶的参数示意图

Fig. 1 Schematic of pleat parameters

收稿日期: 2009-05-19

通信作者: 付海明 (1962-), 男, 高级工程师, 博士, 主要从事空气过滤净化及尘源控制技术的研究. E-mail: fhm@dhhu.edu.cn.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (50578034); 上海市重点学科建设基金资助项目 (B604)

式(1)中: V_x, V_y 分别为 x, y 方向的分速度.

若认为来流均匀,对空气通过褶截面产生的阻力进行求解,即可得到褶型气溶胶过滤器的阻力.用面速度(V)和褶的宽度(Y)对涉及的参数进行无量纲化.即有

$$\left. \begin{aligned} p &= \frac{p}{V^2}, & V_x &= \frac{V_x}{V}, & V_y &= \frac{V_y}{V}, \\ x &= \frac{x}{Y}, & y &= \frac{y}{Y}, & s &= \frac{s}{Y}, & L &= \frac{L}{Y}, \\ H(x) &= \frac{H(x)}{Y}, & V_m(x) &= \frac{V_m(x)}{V}, & H(x) &= 2\lg(\phi x). \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

式(2)中: V_m 为气流通过过滤介质的速度(设其方向垂直于介质表面).将式(1)用上述方法进行无量纲,可得

$$V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_x}{\partial y} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{1}{Re} \left(\frac{\partial^2 V_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_x}{\partial y^2} \right). \quad (3)$$

式(3)中: $Re = VY/\mu$; 为空气密度; μ 为空气动力粘滞系数.则有

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{1}{Re} \left(\frac{\partial^2 V_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_x}{\partial y^2} \right) - V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} - V_y \frac{\partial V_x}{\partial y}. \quad (4)$$

定义 x 处函数在缝隙无量纲宽度上的平均值^[3]为

$$z(x) = \frac{2}{H(x)} \int_0^{\frac{H(x)}{2}} z(x, y) d\hat{y}, \quad (5)$$

并对气流进出褶型结构渐扩段过程的压力差进行计算.由于 $L \gg s$, 则下风侧入口与出口处的缝隙宽度上的平均压强差为气流通过褶型结构引起的阻力,即有

$$p_g = |p_g| \cdot V^2 = |p(x=s/\sin) - p(x=L)| \cdot V^2. \quad (6)$$

1.1.1 x 方向速度分量的计算 设 x 方向的速度可近似表示为一个二次多项式^[3],有

$$V_x(x, y) = V_{x, \max}(x) \left[1 + f_1(x) \left(\frac{2y}{H(x)} \right) + f_2(x) \left(\frac{2y}{H(x)} \right)^2 \right]. \quad (7)$$

假设:(1) 缝隙中心线位置 x 方向速度分量达到最大值,有

$$V_x(x, y=0) = V_{x, \max}(x); \quad (8)$$

(2) 速度是对称分布的,有

$$\frac{\partial V_x(x, y=0)}{\partial y} = 0; \quad (9)$$

(3) 流体垂直进入介质表面,并且垂直介质表面流出,有

$$V_x(x, y=1/2 H(x)) = V_m(x) \sin. \quad (10)$$

由此可得

$$\begin{aligned} V_x(x, y) &= \frac{3}{2} V_x(x) - \frac{1}{2} V_m(x) \sin + \\ &\left(\frac{3}{2} V_m(x) \sin - \frac{3}{2} V_x(x) \right) \left(\frac{2y}{H(x)} \right)^2. \end{aligned} \quad (11)$$

1.1.2 y 方向速度分量的计算 设 y 方向速度分量可近似表示为一个特殊的二次多项式^[3],有

$$V_y(x, y) = f_3(x) \left(\frac{2y}{H(x)} \right)^2 + f_4(x) \left(\frac{2y}{H(x)} \right). \quad (12)$$

假设:(1) 缝隙中心线位置 y 方向速度为零,有

$$V_y(x, y=0) = 0; \quad (13)$$

(2) 流体垂直进入介质表面,并且垂直介质表面流出,有

$$V_y(x, y=1/2 H(x)) = -V_m(x) \cos; \quad (14)$$

(3) 在 $y=0$ 处,满足

$$\frac{\partial V_y(x, y=0)}{\partial y} = -\frac{\partial V_x(x, y=0)}{\partial x}; \quad (15)$$

由此可得

$$V_y(x, y) = f_3 \left(\frac{2y}{H(x)} \right)^2 - (V_m(x) \cos \alpha + f_3) \left(\frac{2y}{H(x)} \right) =$$

$$\left[\frac{3}{4} H(x) \frac{dV_x(x)}{dx} - \frac{1}{4} H(x) \frac{d(V_m(x) \sin \alpha)}{dx} - V_m(x) \cos \alpha \right] \left(\frac{2y}{H(x)} \right)^2 +$$

$$\left[\frac{1}{4} H(x) \frac{d(V_m(x) \sin \alpha)}{dx} - \frac{3}{4} H(x) \frac{dV_x(x)}{dx} \right] \left(\frac{2y}{H(x)} \right). \quad (16)$$

1.1.3 参数 $V_x(x)$ 的求解 设 α 为介质表面与缝隙中心线的夹角, $V_m(x)$ 为流体通过过滤介质的速度, 对下风侧缝隙内微元体运用质量守恒定律, 可得

$$\frac{1}{2} H(x) V_x(x) + V_m(x) \frac{1}{\cos \alpha} x = \frac{1}{2} H(x) V(x)_x + \frac{d}{dx} \left(\frac{1}{2} H V_x(x) \right) x, \quad (17)$$

所以, 有

$$\frac{d}{dx} H(x) V_x(x) = 2V_m(x) \frac{1}{\cos \alpha}. \quad (18)$$

由于制作过程中, 褶端的介质被严重压缩, 很少有流体从此处进入褶内, 故使用边界条件 $V_x(x = s/\sin \alpha) = 0$. 假设 s 远小于 L , 对方程(18)进行积分(从 $x = 0$ 开始), 可得

$$V_x(x) = \frac{2}{H(x) \cos \alpha} \int_0^x V_m(x) d\alpha. \quad (19)$$

1.1.4 $V_m(x)$ 的求解 根据质量守恒定律, 可得

$$V \cdot Y = \frac{Y}{2 \sin \alpha} \cdot V_m \cdot 2, \quad (20)$$

即
$$V_m = \frac{V_m}{V} = \sin \alpha. \quad (21)$$

1.1.5 褶型结构阻力的求解 根据式(21), 可将式(19), (11), (16)化为

$$V_x(x) = 1, \quad (22)$$

$$V_x(x, y) = \frac{3}{2} - \frac{1}{2} \sin^2 \alpha + \left(\frac{3}{2} \sin^2 \alpha - \frac{3}{2} \right) \left(\frac{2y}{H(x)} \right)^2 =$$

$$1 + \frac{1}{2} \cos^2 \alpha - \frac{3}{2} \cos^2 \alpha \cdot \frac{4y^2}{4tg^2 \cdot x^2} = 1 + \frac{1}{2} \cos^2 \alpha - \frac{3}{2} \frac{\cos^2 \alpha}{tg^2} \frac{y^2}{x^2}, \quad (23)$$

$$V_y(x, y) = \left[\frac{3}{4} H(x) \frac{d(V_x(x))}{dx} - \frac{1}{4} H(x) \frac{d(V_m(x) \sin \alpha)}{dx} - V_m(x) \cos \alpha \right] \times$$

$$\left(\frac{2y}{H(x)} \right)^2 + \left[\frac{1}{4} H(x) \frac{d(V_m(x) \sin \alpha)}{dx} - \frac{3}{4} H(x) \frac{d(V_x(x))}{dx} \right] \left(\frac{2y}{H(x)} \right) =$$

$$(0 + 0 - \sin \alpha \cos \alpha) \frac{4y^2}{4tg^2 \cdot x^2} + 0 \cdot \frac{2y}{2tg \cdot x} = - \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{tg^2} \frac{y^2}{x^2}. \quad (24)$$

将式(23), (24)代入式(4), 可得

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{1}{Re} \left(-9 \frac{\cos^2 \alpha}{tg^2} \frac{y^2}{x^4} - 3 \frac{\cos^2 \alpha}{tg^2} \frac{1}{x^2} \right) - \left[\left(1 + \frac{1}{2} \cos^2 \alpha \right) - \frac{3}{2} \frac{\cos^2 \alpha}{tg^2} \frac{y^2}{x^2} \right] \cdot 3 \frac{\cos^2 \alpha}{tg^2} \frac{y^2}{x^3} -$$

$$\left(- \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{tg^2} \right) \frac{y^2}{x^2} \cdot \left(-3 \frac{\cos^2 \alpha}{tg^2} \frac{y^2}{x^2} \right) = - \frac{1}{Re} \left(-9 \frac{\cos^2 \alpha}{tg^2} \frac{y^2}{x^4} - 3 \frac{\cos^2 \alpha}{tg^2} \frac{1}{x^2} \right) -$$

$$3 \left(1 + \frac{1}{2} \cos^2 \alpha \right) \frac{\cos^2 \alpha}{tg^2} \frac{y^2}{x^3} + \frac{9}{2} \frac{\cos^4 \alpha}{tg^4} \frac{y^4}{x^5} - 3 \frac{\sin \alpha \cos^3 \alpha}{tg^4} \frac{y^3}{x^4}. \quad (25)$$

对式(25)两边从 x 到 L 进行积分, 可得

$$\int_x^L \frac{\partial p}{\partial x} d\alpha = p(x = L, y) - p(x, y).$$

设出口处压力为零, $p(x = L, y) = 0$, 则有 $p(x, y) = - \int_x^L \frac{\partial p}{\partial x} d\alpha$. 所以, 有

$$p(x, y) = - \int_x^L \frac{1}{Re} \left(9 \frac{\cos^2 \alpha}{tg^2} \frac{y^2}{x^4} + 3 \frac{\cos^2 \alpha}{tg^2} \frac{1}{x^2} \right) d\alpha + \int_x^L 3 \left(1 + \frac{1}{2} \cos^2 \alpha \right) \frac{\cos^2 \alpha}{tg^2} \frac{y^2}{x^3} d\alpha -$$

$$\begin{aligned} \int_0^L \frac{9}{2} \frac{\cos^4}{\text{tg}^4} \frac{y^4}{x^5} d\hat{x} + \int_0^L 3 \frac{\sin^2 \cos^3}{\text{tg}^4} \frac{y^3}{x^4} d\hat{x} = \frac{1}{Re} \left[3 \frac{\cos^2}{\text{tg}^2} y^2 \left(\frac{1}{x^3} - \frac{1}{L^3} \right) + \right. \\ \left. \frac{3}{2} \left(1 + \frac{1}{2} \cos^2 \right) \frac{\cos^2}{\text{tg}^2} y^2 \left(\frac{1}{x^2} - \frac{1}{L^2} \right) - \right. \\ \left. \frac{9}{8} \frac{\cos^4}{\text{tg}^4} y^4 \left(\frac{1}{x^4} - \frac{1}{L^4} \right) + \frac{\sin \cos^3}{\text{tg}^4} y^3 \left(\frac{1}{x^3} - \frac{1}{L^3} \right) \right]. \quad (26) \end{aligned}$$

根据式(5),取压强在缝隙无量纲宽度上的平均值,可得

$$\begin{aligned} p(x) = \frac{2}{H(x)} \int_0^{\frac{H(x)}{2}} p(x, y) dy = \frac{1}{\text{tg}} \int_0^{\text{tg}} p(x, y) dy = \\ \frac{1}{Re} \frac{\cos^2}{x} \left[1 - \left(\frac{x}{L} \right)^2 \right] + \frac{3}{Re} \frac{\cos^2}{\text{tg}^2} \frac{1}{x} \left[1 - \left(\frac{x}{L} \right) \right] + \\ \frac{1}{2} \cos^2 \left(1 + \frac{1}{2} \cos^2 \right) \left[1 - \left(\frac{x}{L} \right)^2 \right] - \frac{9}{40} \cos^4 \left[1 - \left(\frac{x}{L} \right)^4 \right] + \frac{1}{4} \cos^4 \left[1 - \left(\frac{x}{L} \right)^3 \right]. \quad (27) \end{aligned}$$

将式(27)带入式(6),可得

$$\begin{aligned} p_g = \frac{\mu}{V} \frac{\cos^2 \sin}{s} \left[1 - \left(\frac{s}{L \sin} \right)^3 \right] + \\ \frac{3\mu}{V} \frac{\cos^2}{\text{tg}^2} \frac{\sin}{s} \left[1 - \left(\frac{s}{L \sin} \right) \right] + \frac{1}{2} \cos^2 \left(1 + \frac{1}{2} \cos^2 \right) \left[1 - \left(\frac{s}{L \sin} \right)^2 \right] - \\ \frac{9}{40} \cos^4 \left[1 - \left(\frac{s}{L \sin} \right)^4 \right] + \frac{1}{4} \cos^4 \left[1 - \left(\frac{s}{L \sin} \right)^3 \right]. \quad (28) \end{aligned}$$

因此,由于褶皱结构引起的阻力 p_l 即为

$$p_g = p_l / \cdot V^2. \quad (29)$$

1.2 气流通过过滤介质引起的阻力

由于过滤发生在低速流中,可用达西定律表示气流通过倾斜过滤介质时产生的阻力^[2],即有

$$\begin{aligned} p_m = \frac{\mu \cdot s}{K} \cdot V \sin \left[1 + \left(\frac{1}{\sin^2} - 1 \right) / \left(\frac{2\mu_s}{K V \cdot \sin} \right) \right] = \\ \frac{\mu \cdot s}{K} \cdot V \sin \left(\frac{\cos^2 \cdot K V}{\sin \cdot 2\mu_s} \right) = \frac{\mu \cdot s}{K} \cdot V \sin \frac{\cos^2}{2} V^2. \quad (30) \end{aligned}$$

式(30)中: K 过滤介质的渗透系数.

1.3 褶皱气溶胶过滤器的阻力

褶皱气溶胶过滤器的阻力由结构阻力和介质阻力两部分组成,结合式(29)、(30)可得

$$p = p_g + p_m, \quad (31)$$

$$p = f_1(\cdot, V, L, \mu, \cdot, K, s). \quad (32)$$

为便于使用,用单位长度的过滤器可设计的褶皱数 N ,对式(31)中的褶皱角 γ 进行变换. 由于 γ

$\frac{1-2 \cdot s \cdot N}{N}$. 故式(31)的褶皱角 $\arctg(\frac{\gamma}{2L}) = \arctg(\frac{1-2 \cdot s \cdot N}{2LN})$. 代入式(32)后,可得

$$p = f_2(N, L, s, K, V, \mu, \cdot). \quad (33)$$

即褶皱气溶胶过滤器的阻力,可表达为褶皱数 N 、褶皱高 L 、过滤介质厚度 s 、过滤介质的渗透系数 K 、过滤速度 V 、空气动力粘滞系数 μ 及空气密度 ρ 等因素的函数.

2 计算结果与实验结果的比较

采用同种过滤介质,加工成3种同一褶皱高,不同单位褶皱数的空气滤清器.(1)过滤介质参数: K 为 $11.89 \mu\text{m}^2$; s 为 0.406 mm . (2)空气参数: μ 为 $18.40 \mu\text{Pa} \cdot \text{s}$; ρ 为 $1.185 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. (3)结构参数: L 为 40 mm , N 分别为 $333, 250, 200$ 个 $\cdot \text{m}^{-1}$, 记为 F-1, F-2, F-3. 迎面风速的变化范围为: $0.45 \sim 2.25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 该种空气滤清器额定流量下的迎面风速为 $1.50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. 将空气滤清器的实验阻力与由式(31)得

到的计算阻力进行比较,结果如图 2 所示.

由图 2 可以看出,理论计算结果与实验测试结果还存在一定的误差. 其主要原因有以下 4 点.

(1) V 型结构是理想化的简化,实际过滤过程中结构形式会发生变化.

(2) 流体垂直进入和离开过滤介质的假设缩短了气流在过滤介质中的实际路径,气流通过介质的速度 V_m 在计算时选取的是平均值. 因此,计算出来的阻力会有所偏差.

(3) 用二次多项式来表示速度场的精确度还需要探讨. 由于实验时测得的阻力一定包括过滤器进出口的阻力,这部分的变化在理论计算中未考虑,当褶角越大时,理论与实验测试误差越大.

(4) 滤料的不均匀性、工艺的不稳定性及测试误差的存在.

基于以上原因,误差的存在是难以避免的. 由于误差均在 20 % 以内,故认为由所提出的理论计算方法所得结果与实验结果基本吻合. 在过滤介质的参数和过滤器几何结构已知的情况下,可以根据式 (31) 对褶型空气滤清器的阻力进行预测.

3 最佳单位长度褶数 N 的选取

在过滤器的过滤介质、外形尺寸、通风量一定时,多褶结构的形式在增大过滤面积的同时也降低了气流通过过滤介质时的速度,进而降低了介质阻力;同时,增加滤料面积时所采取的措施(如减小褶距、增大褶高)常常会导致结构阻力的升高^[8]. 以 F-1 为例,根据式 (31) 得到的总阻力、结构阻力与介质阻力随褶距 Y 、褶高 H 的变化,如图 3、4 所示. 图 3 的计算结果是在来流风速不变的前提下进行的.

由图 3 可知,在过滤器截面宽度相同的前提下选取参数 N ,褶距的增大会引起过滤介质面积的减少,导致 $V_m(x)$ 的增大,必然出现介质阻力的增大. 褶距非常小的时候,气流受压缩比较严重,应该出现非常大的阻力. 理论计算结果也证实了这点. 在褶距小于 0.7 mm 的范围内,其结构压降呈现急剧上升的趋势.

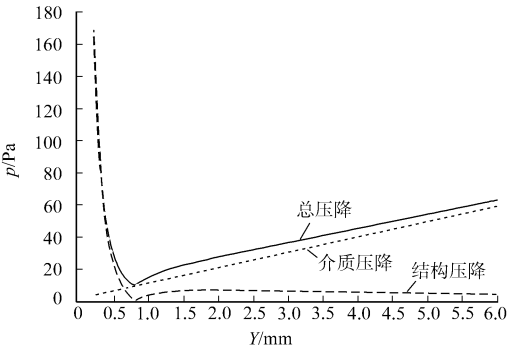


图 3 压降随褶距的变化情况
Fig. 3 Dependence of the total pressure drop on the pleat distance

由图 3、4 可知,随着褶距的减小,介质阻力变小,结构阻力增大;而随着褶高的增大,介质阻力变小,结构阻力增大. 因此,以增大过滤面积的方式来降低阻力是有限的. 综合的结果就是存在最佳的结构参数,使过滤器的总阻力最低.

以 F-1 为例,由于其应用场合的特定性,当褶高 $L = 40$ mm 时,4 种迎面风速下,阻力随单位长度褶数 N 的变化情况,如图 5 所示. 由图 5 可知,该种气溶胶过滤器在特定的使用情况下,存在一个使得总阻力最小的单位长度褶数 N . 实验中, N 约为 $550 \text{ 个} \cdot \text{m}^{-1}$. 对于图 5,随着单位长度褶数 N 的增大,总

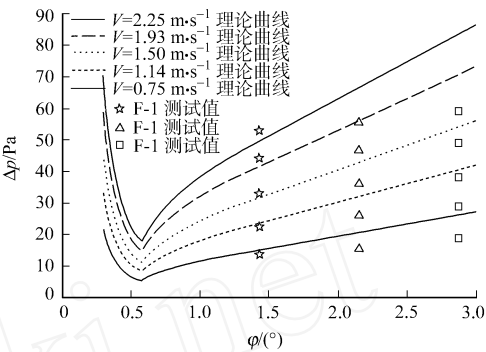


图 2 气溶胶过滤器阻力的理论值和实测值比较
Fig. 2 Comparison between the calculated values and the experimental results of the filtration resistance

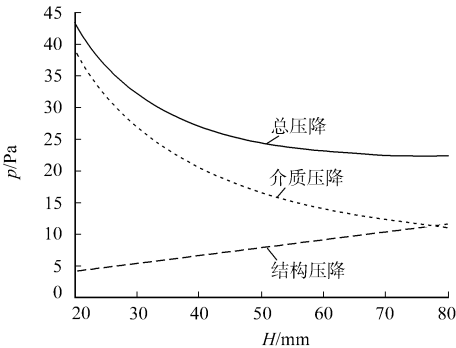


图 4 压降随褶高的变化情况
Fig. 4 Dependence of the total pressure drop on the pleat depth

阻力呈现出先下降后上升的变化趋势;而对于图 4,随着褶距 γ 的减小,总阻力也是呈现出先下降后上升的趋势,两者的趋势是一致的.

4 结论

(1) 通过对速度函数的假设,对 Navier-Stokes 方程进行求解,同时结合缝隙宽度上平均值的概念,进行了阻力计算的理论推导,最终得到褶型气溶胶过滤器阻力的理论计算式(31). 即褶型气溶胶过滤器的阻力,可表达为褶数 N 、褶高 L 、过滤介质厚度 s 、过滤介质的渗透系数 K 、过滤速度 V 、空气动力粘滞系数 μ 及空气密度等因素的函数.

(2) 以空气滤清器的阻力实验结果与式(31)的计算结果进行比较,结果表明,计算结果与试验结果基本吻合,可用于褶型气溶胶过滤器阻力的计算.

(3) 以空气滤清器 F-1 为例,通过分析可知,存在一个使得总阻力达到最小值的单位长度褶数.

参考文献:

- [1] 刘来红,王世宏. 气溶胶过滤器的发展及应用[J]. 过滤与分离,2000,10(4):8-9.
- [2] 蔡杰. 空气过滤 ABC[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [3] TOBIAS L, HEINAZ F. The prediction of filtration performance of high efficiency gas filter elements[J]. Chemical Engineering Science, 1996,51(8):1199-1208.
- [4] FABBRO L D, LABORDE J C, MERLIN P. Air flows and pressure drop modelling for different pleated industrial filters[J]. Filtration & Separation, 2002,2:34-40.
- [5] CAESAR T, SCHROTH T. The influence of pleat geometry on the pressure drop in deep-pleated cassette filters[J]. Filtration & Separation, 2002,39(1):49-54.
- [6] NASSEHI V, HANSPAL N S, WAGHODE A N, et al. Finite-element modelling of combined free/porous regimes: Simulation of flow through pleated cartridge filters[J]. Chemical Engineering Science, 2005,60(4):995-1006.
- [7] 付海明,尹峰. 褶型空气滤清器捕集效率及压力损失[J]. 华侨大学学报:自然科学版,2009,30(6):650-655.
- [8] 冯朝阳,张振中,江锋,等. 核级高效气溶胶过滤器的结构与阻力关系的探讨[J]. 环境科学学报,2008,28(6):1041-1046.

Relationship of Filtration Resistance with Geometry Parameters Across Pleated Aerosol Filter

FU Hai-ming, XU Fang, JIN Rui-fang

(College of Environmental Science and Engineering, Donghua University, Shanghai 201620, China)

Abstract: The theoretical analysis and experiments about filtration resistance of pleated aerosol filter was carried out in this paper. Based on the assumption of the velocity function, the pressure was solved from the Navier-Stokes equation. With the averaged pressure across the local gap width, a model for the overall filtration resistance of pleated air filter and analytical solution was developed. The results of the theoretical calculation were agreed with the experimental results. Reducing the pleat distance or raising the pleat depth produces an increase in the filtration surface, which results an decrease in the medium filtration resistance and an increase in the geometry filtration resistance. There is a optimal pleat nunmber per unit length to make the theoretical filtration resistance minimum.

Keywords: filter; aerosol; filtration resistance; pleated type structure; Navier-Stokes equation

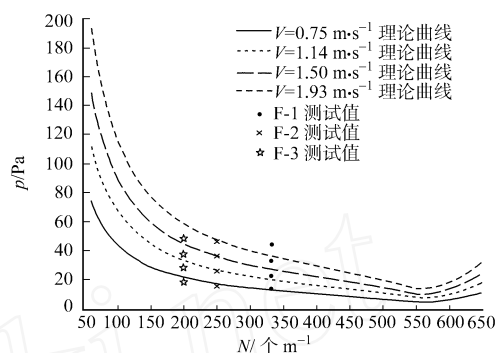


图5 压降随单位长度褶数的变化

Fig. 5 Dependence of the total pressure drop on pleats nunmber per unit length