

## 实验十五 旋风除尘器性能实验

### 一、实验目的和意义

通过本实验掌握旋风除尘器性能测定的主要内容和方法,并且对影响旋风除尘器性能的主要因素有较全面的了解。本实验主要对以下参数进行测定。

1. 管道中各点流速和气体流量的测定;
2. 旋风除尘器的压力损失和阻力系数的测定;
3. 旋风除尘器的除尘效率的测定。

### 二、实验原理

#### 1. 气体温度和含湿量的测定

由于除尘系统吸入的是室内空气,所以近似用室内空气的温度和湿度代替管道内烟气的温度和湿度。由挂在室内的温湿度计可以直接测量出空气的温度和相对湿度,由空盒气压表可以直接读出大气的压力,根据空气的温度和压力可以由式(15-1)计算出干烟气的密度

$$\rho_g = \frac{PM}{RT} = \frac{P}{288T} \quad (15-1)$$

式中  $\rho_g$  —— 干烟气的密度,  $\text{kg/m}^3$

P —— 当地大气压力, Pa

T —— 空气的温度, K

#### 2. 管道中各点气流速度的测定

本实验用皮托管和数字微压计测定管道中各测点的动压  $P_k$ , 各点的流速按下式(15-2)计算,

$$v = K_p \sqrt{\frac{2P_k}{\rho_g}} \quad (\text{m/s}) \quad (15-2)$$

式中  $K_p$  —— 皮托管的校正系数;

$P_k$  —— 各点气流的动压, Pa。

#### 3. 管道中气体流量的测定

根据断面平均流速计算, 由各点流速可求出断面平均流速, 则气体流量为,

$$Q = A\bar{v} \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (15-3)$$

式中 A —— 管道横断面积,  $\text{m}^2$ ;

$\bar{v}$  —— 管道中烟气的平均流速,  $\text{m/s}$ 。

#### 4. 旋风除尘器压力损失和阻力系数的测定

本实验采用静压法测定旋风除尘器的压力损失。由于除尘器进、出口接管的断面积相等，气流动压相等，所以除尘器压力损失等于进、出口接管断面静压之差。为使测定气流稳定，本实验适宜将测定断面设在距除尘器进、出口有一定距离的 1, 2 两点，所以除尘器的压力损失  $\Delta p$  应等于两测定断面的静压差减去 1 断面至除尘器进口和除尘器出口至 2 断面之间的管道压损之和，即

$$\Delta p = \Delta H - (R_L \times l + \Delta p_m) \quad (15-4)$$

式中  $\Delta p$  —— 除尘器阻力，Pa；

$\Delta H$  —— 1, 2 测量断面上的静压差，Pa；

$R_L$  —— 比摩阻，Pa/m，其数值查阅见附表三；

$l$  —— 管道长度，m；

$\Delta p_m$  —— 局部阻力 Pa，局部阻力系数查阅见附表四。

将  $\Delta p$  换算成标准状态下的阻力  $\Delta p_N$ ，

$$\Delta p_N = \Delta p \times \frac{T}{T_N} \times \frac{P_N}{P} \quad (15-5)$$

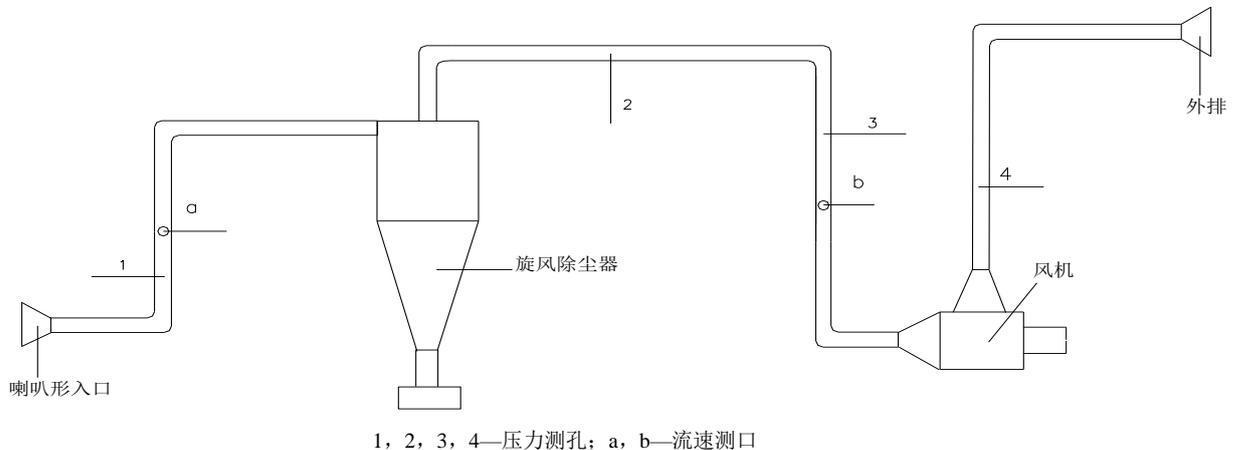
式中  $T_N$  和  $T$  —— 标准和实验状态下的空气温度，K；

$P_N$  和  $P$  —— 标准和实验状态下的空气压力，Pa；

测出旋风除尘器的压力损失之后，便可计算出旋风除尘器的阻力系数

$$\zeta = \frac{\Delta p}{\rho_g v_1^2 / 2} \quad (15-6)$$

式中  $v_1$  —— 旋风除尘器进口风速，m/s。



1, 2, 3, 4—压力测孔；a, b—流速测口

图 15-1 旋风除尘器性能实验装置示意图

### 5. 除尘系统中气体含尘浓度的计算

#### (1) 旋风除尘器入口前气体含尘浓度的计算

$$C_i = \frac{G_f}{Q_i \tau} \quad (15-7)$$

#### (2) 旋风除尘器出口后气体含尘浓度的计算

$$C_0 = \frac{G_f - G_s}{Q_0 \tau} \quad (15-8)$$

式中  $C_i$ 、 $C_0$  —— 除尘器进、出口的气体含尘浓度， $\text{g}/\text{m}^3$ ；

$G_f$ 、 $G_s$  —— 发尘量、收尘量， $\text{g}$ ；

$Q_i$ 、 $Q_0$  —— 除尘器进、出口的气体量， $\text{m}^3/\text{s}$ ；

$\tau$  —— 发尘时间， $\text{s}$ 。

### 6. 除尘效率的测定与计算

#### (1) 质量法

测出同一时间段进入除尘器的粉尘质量  $G_f$  和除尘器捕集的粉尘质量  $G_s$ ，则除尘效率，

$$\eta = \frac{G_s}{G_f} \times 100\% \quad (15-9)$$

#### (2) 浓度法

用等速采样法测出除尘器进口和出口管道中气流含尘浓度  $C_i$  和  $C_0(\text{mg}/\text{m}^3)$ ，则除尘效率，

$$\eta = \left(1 - \frac{C_0 Q_0}{C_i Q_i}\right) \times 100\% \quad (15-10)$$

### 7. 除尘器处理气体量和漏风率的计算

$$\text{处理气体量} \quad Q = \frac{1}{2}(Q_i + Q_0) \quad (15-11)$$

$$\text{漏风率} \quad \delta = \frac{Q_i - Q_0}{Q_i} \times 100\% \quad (15-12)$$

## 三、 实验装置和仪表

1. DP1000-III B 型数字微压计	1 台
2. SYT-2000 微电脑数字压计	1 台
3. S 型皮托管	1 支
4. WJ-60B 型皮托管平行全自动烟尘(油烟)采样器	1 台
5. 空盒气压表	1 台

6. 温湿度表	1 支
7. 天平	1 台
8. 秒表	1 块
9. 钢卷尺	1 块
10. 旋风除尘器性能实验装置(见图 15-1)	1 套
11. 干燥箱	1 台

## 四、实验耗材

1. 白优级管
2. 硅胶
3. 滑石粉
4. 毛巾
5. 烧杯以及药勺
6. 干燥器

## 五、实验步骤

### 1. 除尘器处理风量的测定

- (1) 读出室内空气的温度和大气压力，计算管内的气体密度；
- (2) 测量管道内径，确定分环数和测点数，求出各测点距管道内壁的距离，并用胶布标志在皮托管和采样管上；
- (3) 测定各点流速和风量。用微压计和皮托管测出测点 a、b 的动压，求出气流速度，除尘器前后的风量。

### 2. 除尘器阻力的测定

- (1) 用微压计测出两压损断面 1、2 的静压差；
- (2) 量出两压损断面 1、2 之间的直管长度(1)和圆弯管数量和角度，求出两断面间的沿程阻力和局部阻力。其比摩阻的确定见附录三，局部阻力的确定见附录四；
- (3) 按式(15-6)计算除尘器的阻力。

### 3. 除尘器效率的测定

- (1) 用天平称出发尘量  $G_f$ ；
- (2) 通过发尘装置均匀地加入发尘量  $G_f$ ，记下发尘时间  $\tau$ ，按式(15-7)计算除尘器入口气体的含尘浓度；
- (3) 称出收尘量( $G_s$ )，按式(15-8)计算除尘器出口气体的含尘浓度；
- (4) 按式(15-9)计算除尘器的效率；
- (5) 用 WJ-60B 型皮托管平行全自动烟尘(油烟)采样器测出除尘器的含尘浓度，按式(15-10)计算除尘器的效率；
- (6) 按式(15-11)和(15-12)分别计算处理气体量和漏风率；

(7)改变系统风量，重复 3~4 次上述试验，确定旋风除尘器在各种工况下的性能。

## 六、实验数据的记录与整理

实验时间\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日

实验小组成员\_\_\_\_\_

管道直径 11cm

S 型皮托管系数 0.85

空气温度\_\_\_\_\_

空气压力\_\_\_\_\_

空气密度\_\_\_\_\_

直管长度 \_\_\_\_\_

圆弯管数量\_\_\_\_\_

圆弯管角度\_\_\_\_\_

表 15-1 旋风除尘器测定结果记录表

实验次数	1,2 两断面静压差 $\Delta H$ /Pa	除尘器进口 a 孔动压/Pa	除尘器出口 b 孔动压/Pa	发尘量 $G_i$ /g	收尘量 $G_s$ /g	发尘时间 $\tau$ /s

根据表 15-1，请计算完成表 15-2,15-3,15-4,并写出详细的计算过程。

表 15-2 旋风除尘器的处理气流量和漏风率计算表

实验次数	除尘器进口平均动压/Pa	除尘器进口管内平均流速/(m/s)	除尘器进口管内风量/(m <sup>3</sup> /h)	除尘器出口平均动压/Pa	除尘器出口管内流速/(m/s)	除尘器出口管内风量/(m <sup>3</sup> /h)	平均风量/(m <sup>3</sup> /h)	漏风率/%

表 15-3 旋风除尘器阻力计算表

实验次数	1, 2 两断面静压差 $\Delta H$ /Pa	比摩阻 $R_L$	管内平均动压 $p_d$ /Pa	弯头局部阻力系数	1, 2 两断面间局部阻力 $\Delta p_m$ /Pa	除尘器阻力 $\Delta p$ /Pa	除尘器进口平均动压 $p_{d1}$ /Pa	除尘器阻力系数 $\xi$

表 15-4 旋风除尘器除尘效率计算结果表

实验次数	发尘量 $G_i$ /g	收尘量 $G_s$ /g	除尘效率 $\eta$ /%	除尘器进口气体含尘浓度 $C_i$ / (g/m <sup>3</sup> )	除尘器出口气体含尘浓度 $C_0$ / (g/m <sup>3</sup> )	除尘效率 $\eta$ /%

## 七、思考题(结果写入实验报告中)

1. 用静压法测定和计算旋风除尘器的压力损失有何优缺点? 你能提出改进方法吗?
2. 旋风除尘器的除尘效率和压力损失随处理气流量的变化规律是什么?它对旋风除尘器的选择和运行控制有何意义?
3. 你认为实验中还存在什么问题, 应如何改进?