

袋式除尘器性能测试方法

Measuring method for performance of bag filter

1 主题内容和适用范围

本标准规定了袋式除尘器的性能测试方法,共分两篇:第一篇〈袋式除尘器试验样机性能测试〉,适用于新产品研制和现有产品抽样检验;第二篇〈袋式除尘器现场使用性能测试〉,适用于已运行的袋式除尘器验收和定期检验。

2 引用标准

GB 6719 袋式除尘器分类及规格性能表示方法

GB 5748 作业场所空气中粉尘测定方法

第一篇 袋式除尘器试验样机性能测试

3 测试项目

- a. 试验粉尘;
- b. 入口和出口风量;
- c. 入口和出口粉尘浓度;
- d. 过滤速度、设备阻力、除尘率;
- e. 漏风率;
- f. 耐压强度。

4 试验装置和测试规则

4.1 试验装置

按图 1 所示建立试验装置。

试验装置的处理风量一般可不超过 $10\,000\text{ m}^3/\text{h}$,风机的风量应富余 30%以上,风机的全压不得低于 $3\,000\text{ Pa}$ 。对于额定处理风量大于 $10\,000\text{ m}^3/\text{h}$ 的袋式除尘器,可做成一个单元或一组袋子的试验样机,也可以采取结扎或封堵部分滤袋的办法进行测试。

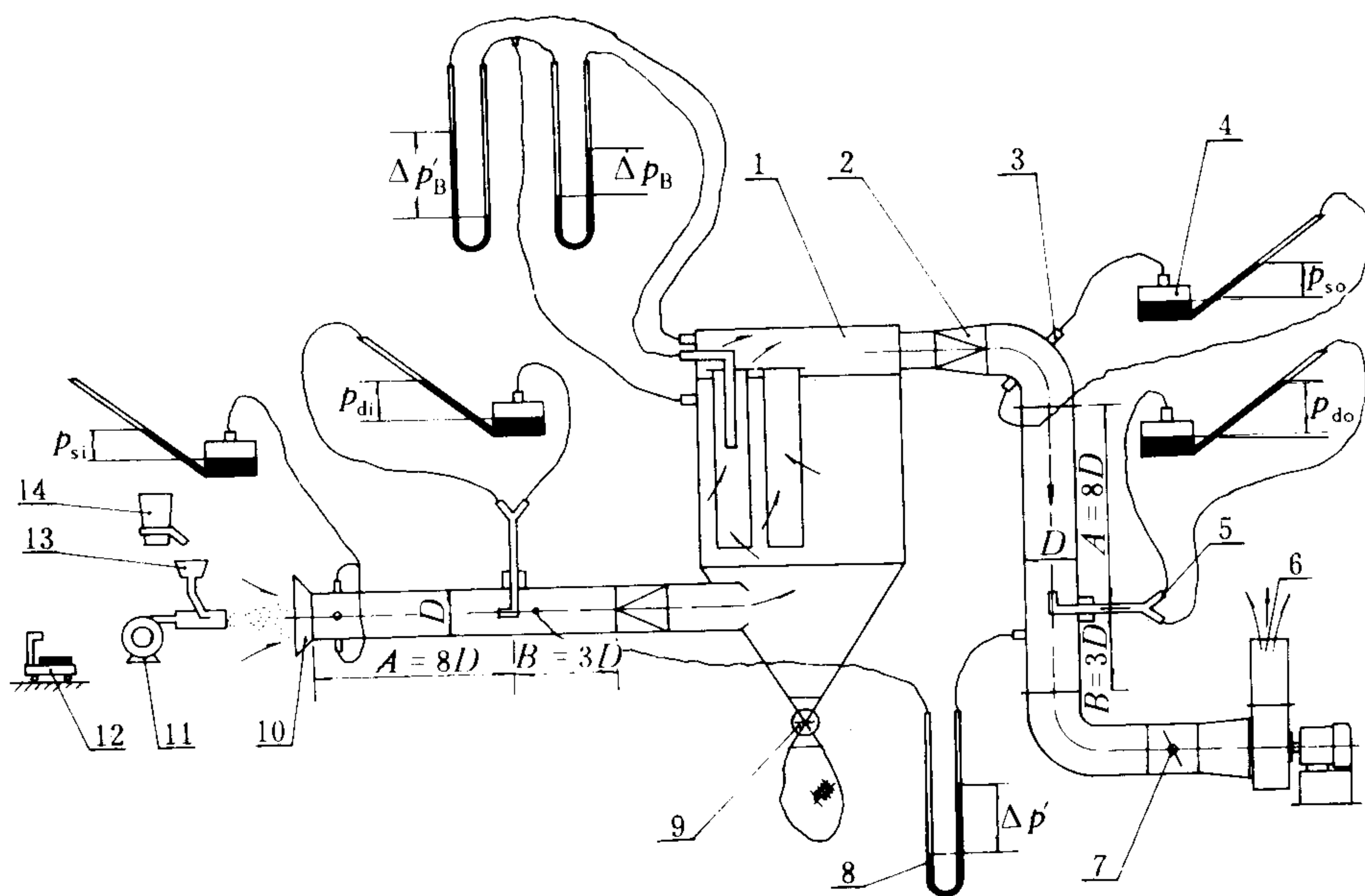


图 1 试验装置系统图

- 1—试验样机;2—变径管(入、出口各一个);3—弯头流量计;4—斜管式压力计(3个);
5—标准皮托管;6—风机;7—调风蝶阀;8—U型管压力计(3支);9—排灰装置;
10—入口集流器;11—小吹风机;12—磅秤;13—发尘漏斗;14—给料机

4.2 对试验装置的要求

4.2.1 发尘装置应能连续和较均匀地发尘。发尘浓度一般分为三档:低档为 $3 \pm 1 \text{ g/m}^3$;中档为 $10 \pm 2 \text{ g/m}^3$;高档为 $20 \pm 3 \text{ g/m}^3$ 。

4.2.2 可采用电振式、圆盘式或其他给料机,并需采取分散粉尘的措施。试验粉尘应是干的,试验环境的大气相对湿度应低于 75%。

4.2.3 入口与出口管道均采用圆形截面,直径宜相等。按预计的最低风量时气流速度为 12 m/s 确定管道直径。管道内壁应光滑,无凹凸现象。管道与试验样机入口及出口应采用变径管连接;管道各法兰连接面间应加密封垫。

4.2.4 静压测孔的构造如图 2 所示,孔的轴线应与管壁垂直,孔径为 2 mm ,孔周边不得有毛刺。静压接头为内径 6 mm ,长 30 mm 的管嘴,与管壁的焊缝不得漏气。

4.2.5 风量和粉尘浓度测孔的构造如图 3 所示。每个测定截面设两个测孔,其轴线夹角为 90° 。

4.2.6 在风机入口端必须设有调节风量的蝶阀。蝶阀应有调定开度的机构,能在 90° 调节范围的任何开度上锁紧。

6 人口和出口风量

6.1 风量测定方法

6.1.1 事先在调风蝶阀不同开度时,用标准皮托管和斜管式压力计在不发尘情况下测定风量,同时记录在入口集流器处测出的静压和在出口弯头内外侧测出的静压差,绘制以静压或静压差为横坐标,以风量为纵坐标的入口风量曲线和出口风量曲线。试验时按入口集流器处静压值读取入口风量,按出口弯头内外侧静压差值读取出口风量。

6.1.2 入口集流器的构造和静压测孔的配置及其与斜管式压力计的连接,应与图 4 和图 1 相符;出口弯头的构造和静压测孔的配置及其与斜管式压力计的连接,应与图 5 和图 1 相符。

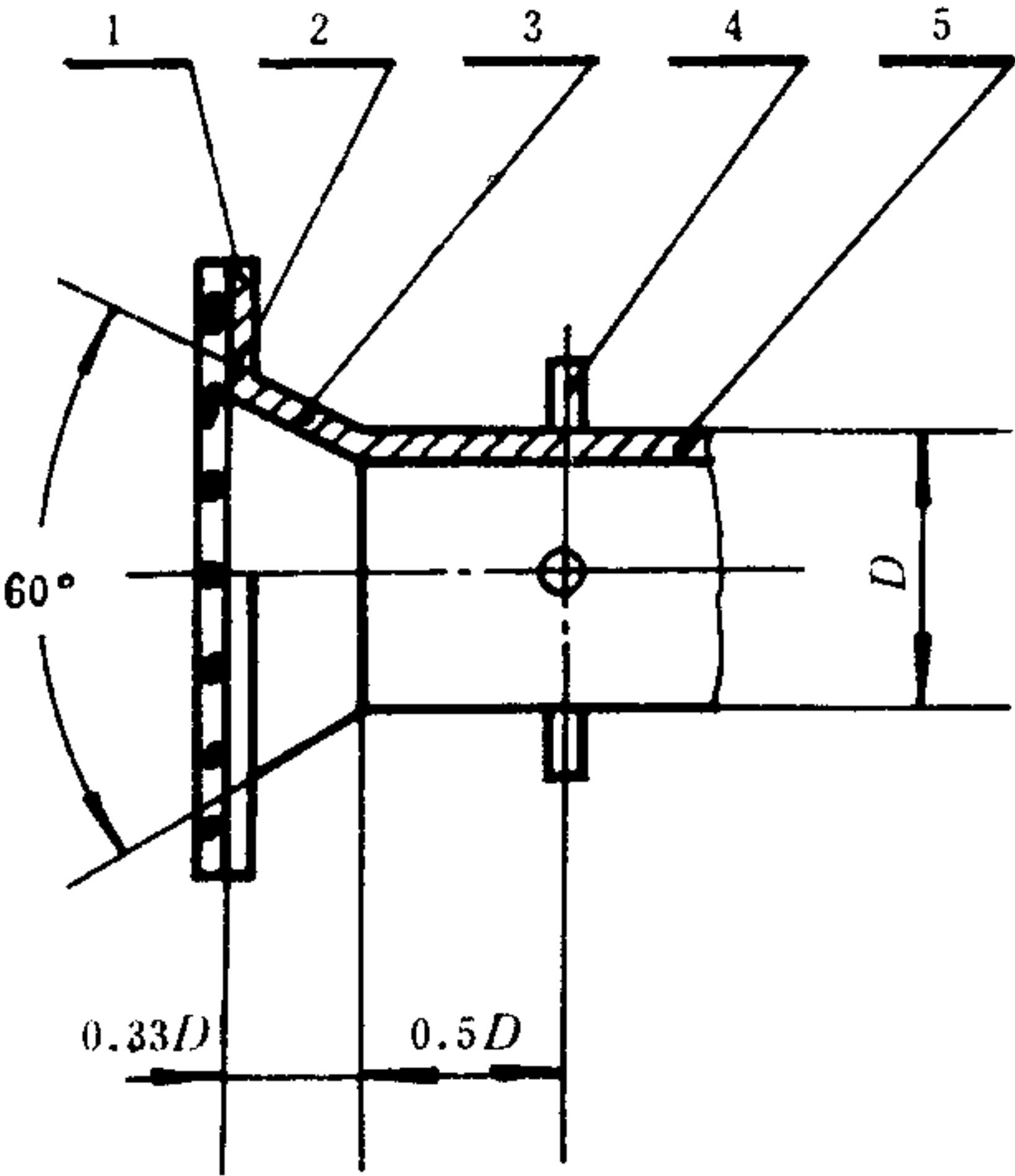


图 4 入口集流器

1—法兰;2—钢丝网(3~4 目);
3—锥管;4—静压测孔(4 个);
5—风管

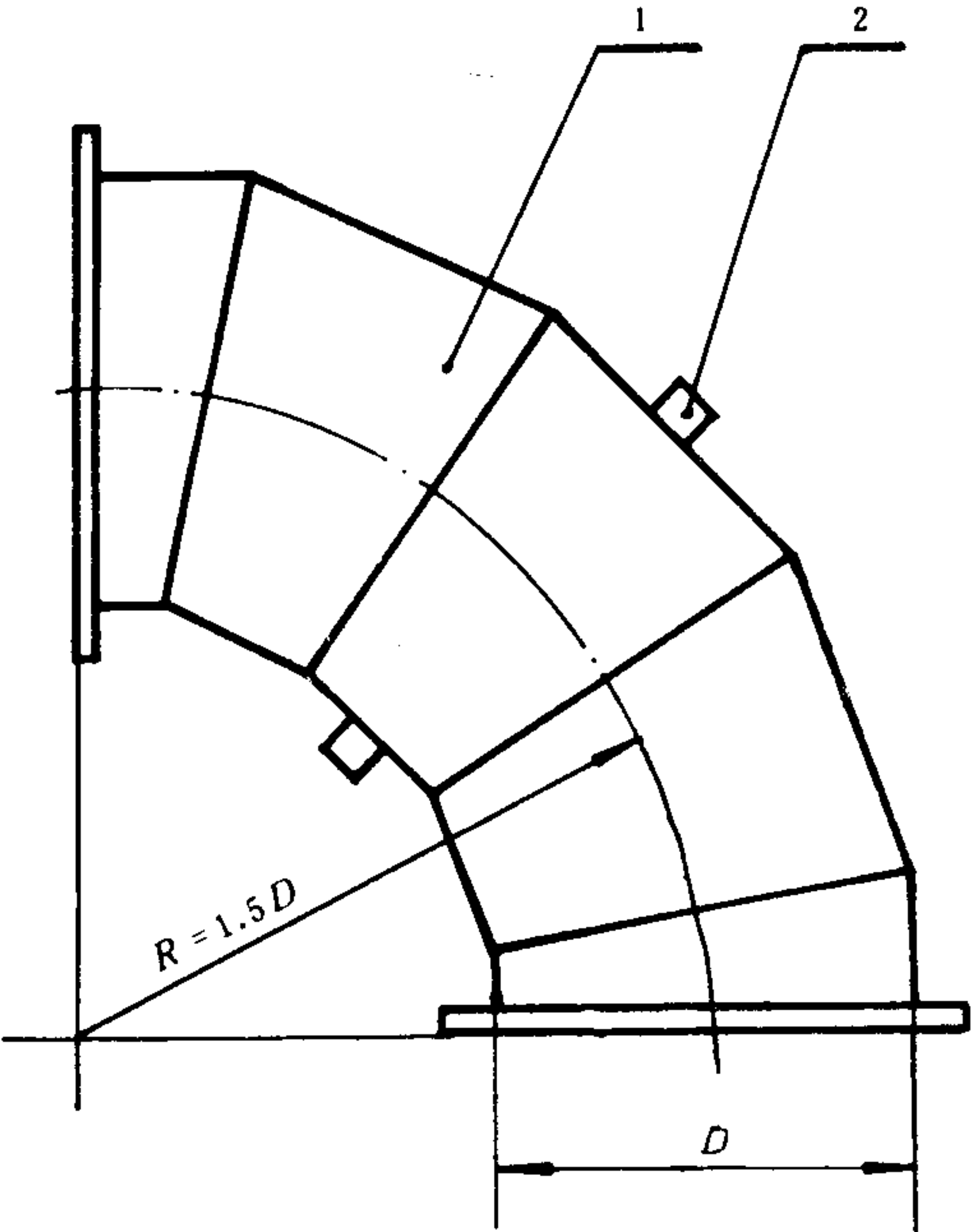
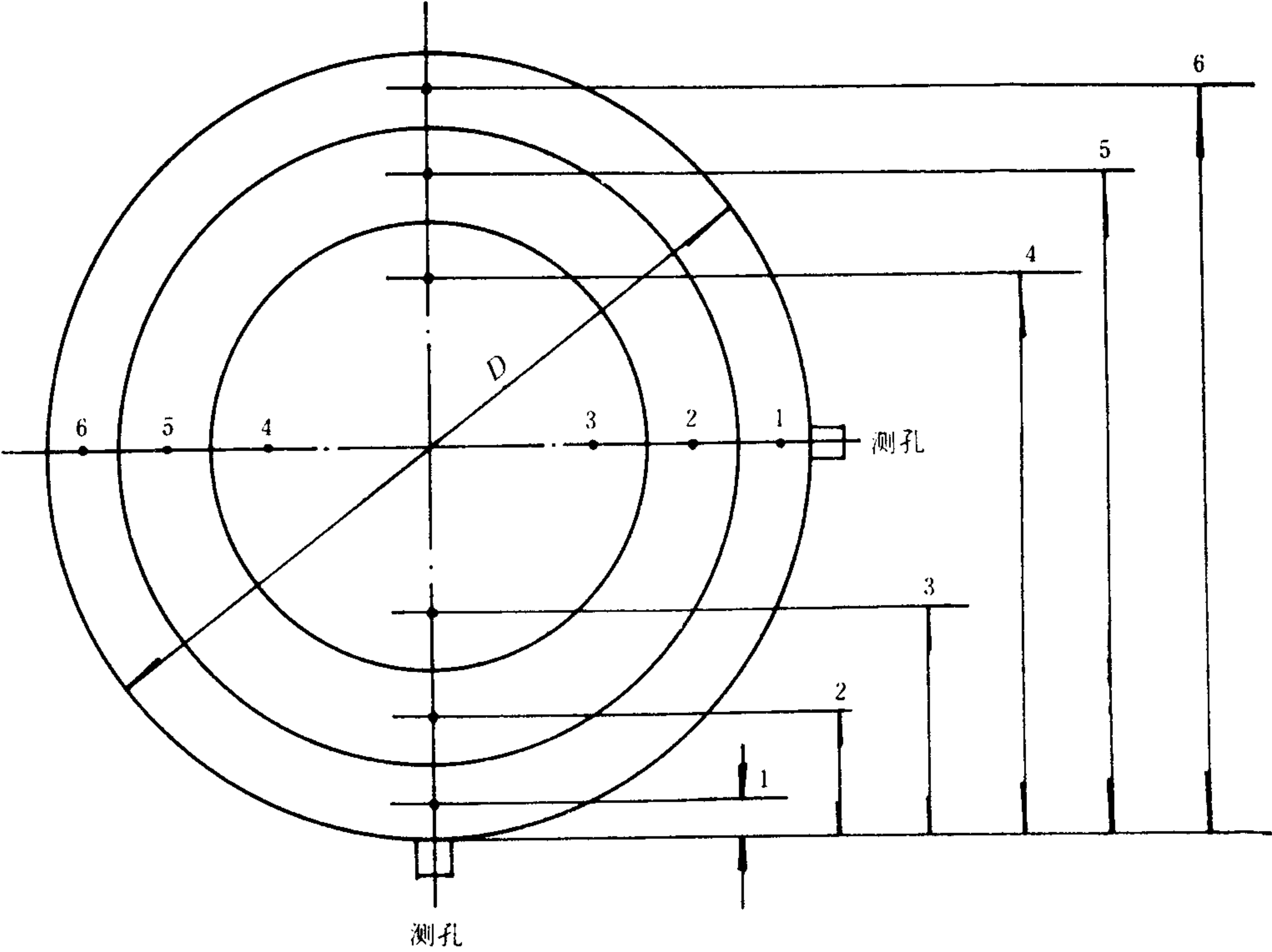


图 5 出口弯头

1—弯头;2—静压测孔(2 个)

6.1.3 入口侧与出口侧用皮托管测定的截面位置应符合图 1 所示的 A、B 尺寸的要求。

测定时将测定截面划分成若干等面积同心环,测点位于各等面积环的重心线上;通过两个测孔,每环共测 4 点。测点至管壁的距离及分环数见图 6 和表 1、表 2。



测点号	至管壁距离 $D\%$	测点号	至管壁距离 $D\%$
1	4.4	4	70.4
2	14.6	5	85.4
3	29.6	6	95.6

图 6 测点布置(以 12 个测点为例)

表 1 分环数和测点数

管径 D ,mm	<200	200~600	>600
分环数	1	2	3
测点数 n	4	8	12

表 2 圆形截面各测点至管壁距离(以 $D\%$ 计)

测点号	一条轴线上测点数($n/2$)					
	2	4	6	8	10	12
1	14.6	6.7	4.4	3.2	2.6	2.1
2	85.4	25.0	14.6	10.5	8.2	6.7
3		75.0	29.6	19.4	14.6	11.8
4		93.3	70.4	32.3	22.6	17.7

续表 2

测点号	一条轴线上测点数(n/2)					
	2	4	6	8	10	12
5			85.4	67.7	34.2	25.0
6			95.6	80.6	65.8	35.6
7				89.5	77.4	64.4
8				96.8	85.4	75.0
9					91.8	82.3
10					97.4	88.2
11						93.3
12						97.4

6.2 风量计算

根据用皮托管测出的各测点动压,按下列公式求出动压方根平均值、工况风量和标况风量,以绘制风量曲线。

$$\sqrt{p_d} = \frac{\sqrt{p_{d1}} + \sqrt{p_{d2}} + \cdots + \sqrt{p_{dn}}}{n} \dots\dots\dots (1)$$

$$\overline{U} = 0.758K_p \sqrt{\frac{p_d(273 + \overline{t})}{Ba + \overline{p_s}}} \dots\dots\dots (2)$$

$$Q = 2\,730K_p \sqrt{\frac{p_d(273 + \overline{t_s})}{Ba + \overline{p_s}}} \cdot A \dots\dots\dots (3)$$

$$Q_N = 7\,350K_p \sqrt{\frac{p_d(Ba + \overline{p_s})}{273 + \overline{t_s}}} \cdot A \dots\dots\dots (4)$$

式中: $\sqrt{p_d}$ ——测定截面的动压方根平均值;
 $p_{d1}、p_{d2}、\cdots p_{dn}$ ——各测点动压,Pa;
 n ——测点总数;
 $\overline{U}$ ——测定截面的平均风速,m/s;
 K_p ——皮托管校正系数;
 $\overline{t_s}$ ——测定截面的气体平均温度(一般可取环境温度),℃;
 Ba ——当地当时大气压力,kPa;
 $\overline{p_s}$ ——测定截面的平均静压(各测点静压的算术平均值,作入口风量计算时,可忽略不计),kPa;
 A ——测定截面积,m²;
 Q ——测定的工况风量,m³/h;

Q_N ——换算成标准状态的风量, m^3/h 。

7 入口和出口粉尘浓度

7.1 粉尘浓度测定法

7.1.1 采用称量发尘量的方法测定入口粉尘浓度, 计算公式如式(5):

$$c_i = \frac{60G}{TQ_{iN}} \dots\dots\dots(5)$$

式中: c_i ——发尘期间的入口粉尘平均浓度, g/m^3 ;

G ——发尘量, g ;

T ——发尘时间, min ;

Q_{iN} ——入口风量, m^3/h 。

7.1.2 采用滤膜(筒)计重法测定出口粉尘浓度。

7.2 滤膜(筒)测尘采样规则

7.2.1 必须对采样系统进行检漏后方能采样。

7.2.2 滤膜(筒)的准备和称量, 执行 GB 5748 的规定。

7.2.3 遵守等速采样原则, 以移动采样方法用一个滤膜(筒)在各测点上采样。各测点的采样时间应相同。

7.2.4 采样时, 采样嘴轴线与管内气流方向的偏差应不大于 $\pm 5^\circ$ 。

7.3 等速采样的抽气流率与采样体积

7.3.1 等速采样时通过转子流量计的实际流率及流量计应指示的读数, 按下列公式计算:

$$q_m = 0.0357d^2K_p\sqrt{\frac{p_d(Ba + p_s)}{273 + t_s}} \cdot \frac{273 + t_m}{Ba + p_m} \dots\dots\dots(6)$$

$$q'_m = 0.0607d^2K_p\sqrt{\frac{p_d(Ba + p_s)}{273 + t_s}} \cdot \sqrt{\frac{273 + t_m}{Ba + p_m}} \dots\dots\dots(7)$$

式中: q_m ——测定状态下通过转子流量计的实际流率, L/min ;

q'_m ——当标定流量计的介质为 $20^\circ C$ 、 $101.3kPa$ 、湿度不大的空气时, 根据实际流率 q_m 修正成的流量计应指示读数, L/min ;

d ——采样嘴入口直径, mm ;

K_p ——皮托管校正系数;

p_d ——采样点的气体动压, Pa ;

Ba ——当地当时大气压力, kPa ;

p_s ——采样点的气体静压, kPa ;

t_s ——采样点的气体温度, $^\circ C$;

p_m ——流量计入口处气体静压, kPa ;

t_m ——流量计入口处气体温度, $^\circ C$ 。

7.3.2 采样体积按下式计算:

$$V_s = \sum_{i=1}^n q_i T_i \times 10^{-3} \dots\dots\dots(8)$$

$$q_i = 0.0471d^2U \dots\dots\dots(9)$$

$$q_{iN} = 0.1269d^2U\left(\frac{Ba + p_s}{273 + t_s}\right) \dots\dots\dots(10)$$

$$V_{SN} = \sum_{i=1}^n q_{iN} T_i \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中: V_s —— 工况采样体积, m^3 ;

V_{SN} —— 标准状态采样体积, m^3 ;

q_i —— 在各采样点达到的工况采样流率, L/min ;

q_{iN} —— 在各采样点达到的标准状态采样流率, L/min ;

T_i —— 在各采样点的采样时间, min ;

d —— 采样嘴入口直径, mm ;

U —— 在采样点的气流速度, m/s ;

Ba —— 当地当时大气压力, kPa ;

p_s —— 在采样点的气体静压, kPa ;

t_s —— 在采样点的气体温度, $^{\circ}C$ 。

7.4 出口粉尘浓度和粉尘排放率

7.4.1 出口粉尘浓度按下式计算:

$$c_o = \frac{\Delta W}{V_{SN}} \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中: c_o —— 出口粉尘浓度, g/m^3 ;

ΔW —— 采样后的滤膜(筒)增重, g ;

V_{SN} —— 标准状态采样体积, m^3 。

7.4.2 粉尘排放率按下式计算:

$$E_o = c_o Q_{oN} \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中: E_o —— 粉尘排放率, kg/h ;

c_o —— 出口粉尘浓度, g/m^3 ;

Q_{oN} —— 出口风量, m^3/h 。

8 过滤速度、设备阻力、除尘率

8.1 过滤速度

根据各阶段试验工况下的入口风量和试验样机的总有效过滤面积,由式(14)计算各试验阶段的过滤速度:

$$U_f = Q_i / 60F \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中: U_f —— 过滤速度, m/min ;

Q_i —— 工况入口风量(见 6.2 条), m^3/h ;

F —— 试验样机滤袋的总有效过滤面积, m^2 。

8.2 设备阻力(试验样机压力损失)

8.2.1 试验样机的设备阻力按式(15)计算:

$$\Delta p = \Delta p' - \Sigma \Delta h \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中: Δp —— 试验样机的设备阻力, Pa ;

$\Sigma \Delta h$ —— 自样机前后两测定截面至样机入口及出口法兰之间的管道阻力之和, Pa ;

$\Delta p'$ —— 样机前后两测定截面的气体平均全压差, Pa 。

$$\Delta p' = p_i - p_o \quad \dots\dots\dots (16)$$

式中: p —— 测定截面的气体平均全压, Pa ;

角标 i, o 分别代表样机前后的测定截面。

$$p = \frac{p_1 U_1 + p_2 U_2 + \cdots + p_n U_n}{U_1 + U_2 + \cdots + U_n} \quad \cdots \cdots (17)$$

式中： $p_1, p_2, \cdots, p_n$ ——测定截面各测点的气体全压, Pa;

$U_1, U_2, \cdots, U_n$ ——测定截面各测点的气流速度, m/s。

8.2.2 设备阻力包括滤袋阻力和设备结构阻力两部分。设备结构阻力包括入口阻力、袋口阻力、出口阻力及其他结构阻力。其测定装置见图 1。

8.3 除尘率

除尘率按式(18)计算:

$$\eta = \left(1 - \frac{c_o Q_{oN} T_s}{60 G_s} \right) \times 100 \quad \cdots \cdots (18)$$

式中： η ——除尘率, %;

c_o ——出口粉尘浓度, g/m³;

Q_{oN} ——出口风量, m³/h;

T_s ——进行出口粉尘浓度测定的时间, min;

G_s ——在时间 T_s 内以称量法加入的粉尘量, g。

9 漏风率

本标准规定袋式除尘器试验样机的漏风率为尘气箱静压保持在 -1 kPa 条件下的漏气百分数。测定方法是:先将调风蝶阀置于全开位置,以 5~10 g/m³ 的入口粉尘浓度连续发尘,不作清灰操作,到净气箱静压达到 -1.5 kPa 时停止发尘,然后在集流器入口的钢丝网上贴纸,增加入口阻力而使尘气箱静压达到 -1 kPa;此时用皮托管测定入口与出口风量,按式(19)计算设备漏风率:

$$\alpha = \frac{Q_o - Q_i}{Q_i} \times 100 \quad \cdots \cdots (19)$$

式中： α ——漏风率, %;

Q_i ——工况入口风量, m³/h;

Q_o ——工况出口风量, m³/h。

漏风率测定应进行三次,取其算术平均值。

10 耐压强度

一般袋式除尘器的耐压强度应满足在 -3 kPa 压力下正常工作的要求。

第二篇 袋式除尘器现场使用性能测试

11 测试项目

- a. 粉尘粒径分布和真密度;
- b. 气体温度;
- c. 气体湿度;
- d. 气体静压;
- e. 气体流量;
- f. 气体含尘浓度;
- g. 过滤速度、设备阻力、除尘率、排放率、漏风率。

以上各项目的测试应在袋式除尘器运转一个月后进行;作为袋式除尘器定期检验项目时,可不测定粉尘粒径分布和真密度。

12 气体流量和粉尘浓度的测定位置和测点

12.1 测定位置的选择

测定气体流量和粉尘浓度的测孔应设在除尘器入口和出口总管上,并尽可能靠近除尘器。

从测孔至弯头、变径管等能引起气流扰动的部件的距离,若以上游侧为 A ,下游侧为 B ,一般应遵守 $A \geq 8D$ 、 $B \geq 2D$ 的原则;当无法实现时,至少也应达到 $A \geq 2D$ 、 $B \geq D/2$ 。 D 为管道直径;对矩形管道,则用当量直径 D_e ,按式(20)计算:

$$D_e = \frac{2 LW}{L + W} \dots\dots\dots (20)$$

式中: D_e —— 当量直径,mm;
 L —— 矩形边长,mm;
 W —— 矩形边宽,mm。

对圆形管道,在测定截面的管壁上设两个测孔,其轴线互为 90° ;对矩形管道,在测定截面的管壁上设 2~5 个测孔(视管道大小而定),其轴线互相平行。

12.2 测点数目的确定

当符合 $A \geq 8D$ 、 $B \geq 2D$ 时,测点数 n 为:

- D 或 $D_e > 610$ mm, $n = 12$;
- $D = 300 \sim 610$ mm, $n = 8$;
- $D_e = 300 \sim 610$ mm, $n = 9$ 。

当 $2D < A < 8D$ 和 $D/2 < B < 2D$ 时,按 A 和 B 从图 7 分别查出最小测点数,取其高者并调整到能被 4 除尽的数值,即为测点数。

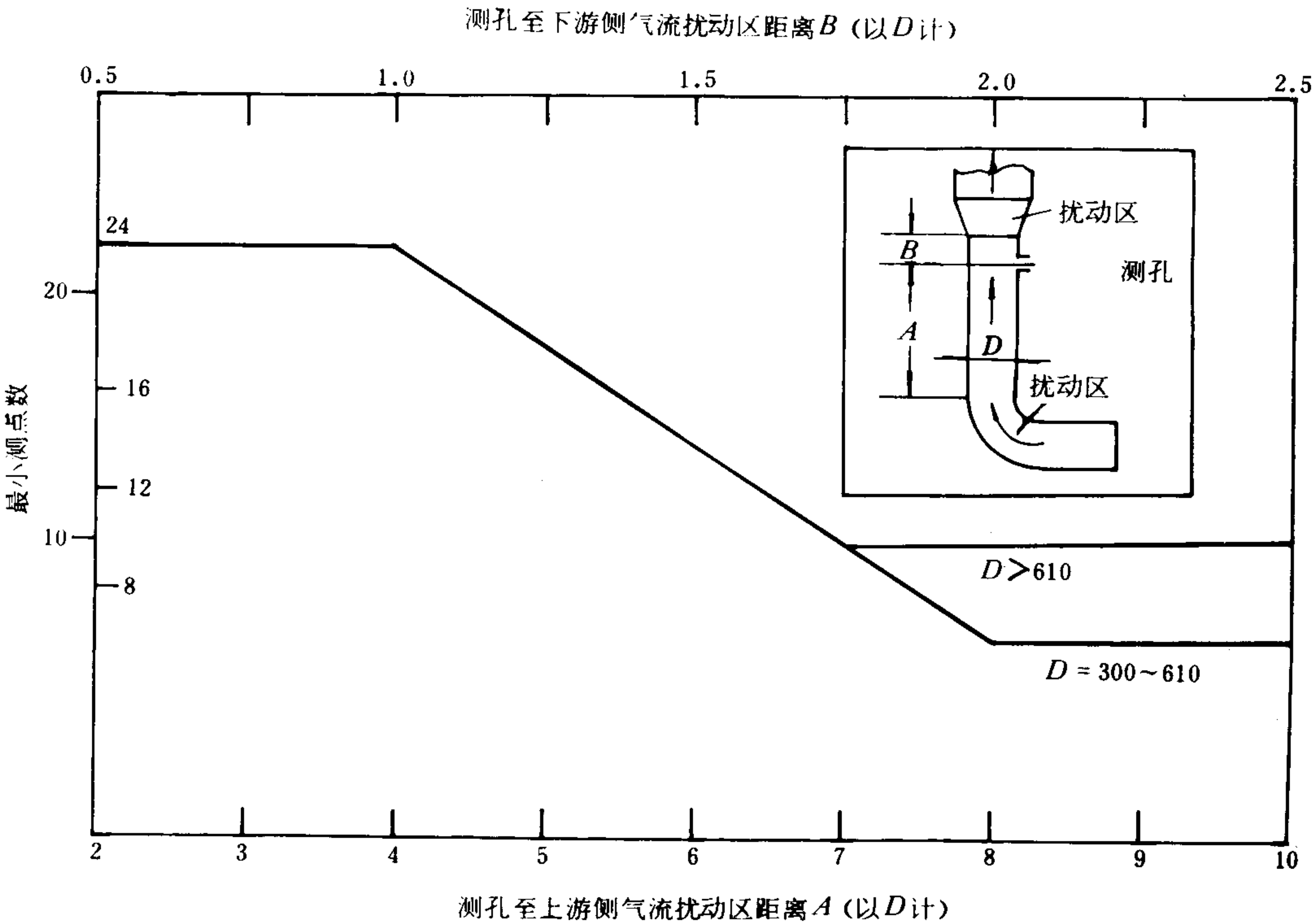


图 7 含尘气体管道最小测点数

12.3 测点布置

圆形截面管道,按 6.1.3 的图 6 和表 2 来确定测点位置;矩形截面管道,按表 3 和图 8 来确定测点位置。

表 3 矩形截面的分块

测 点 数	等面积块的划分
9	3×3
12	4×3
16	4×4
20	5×4
24	6×4

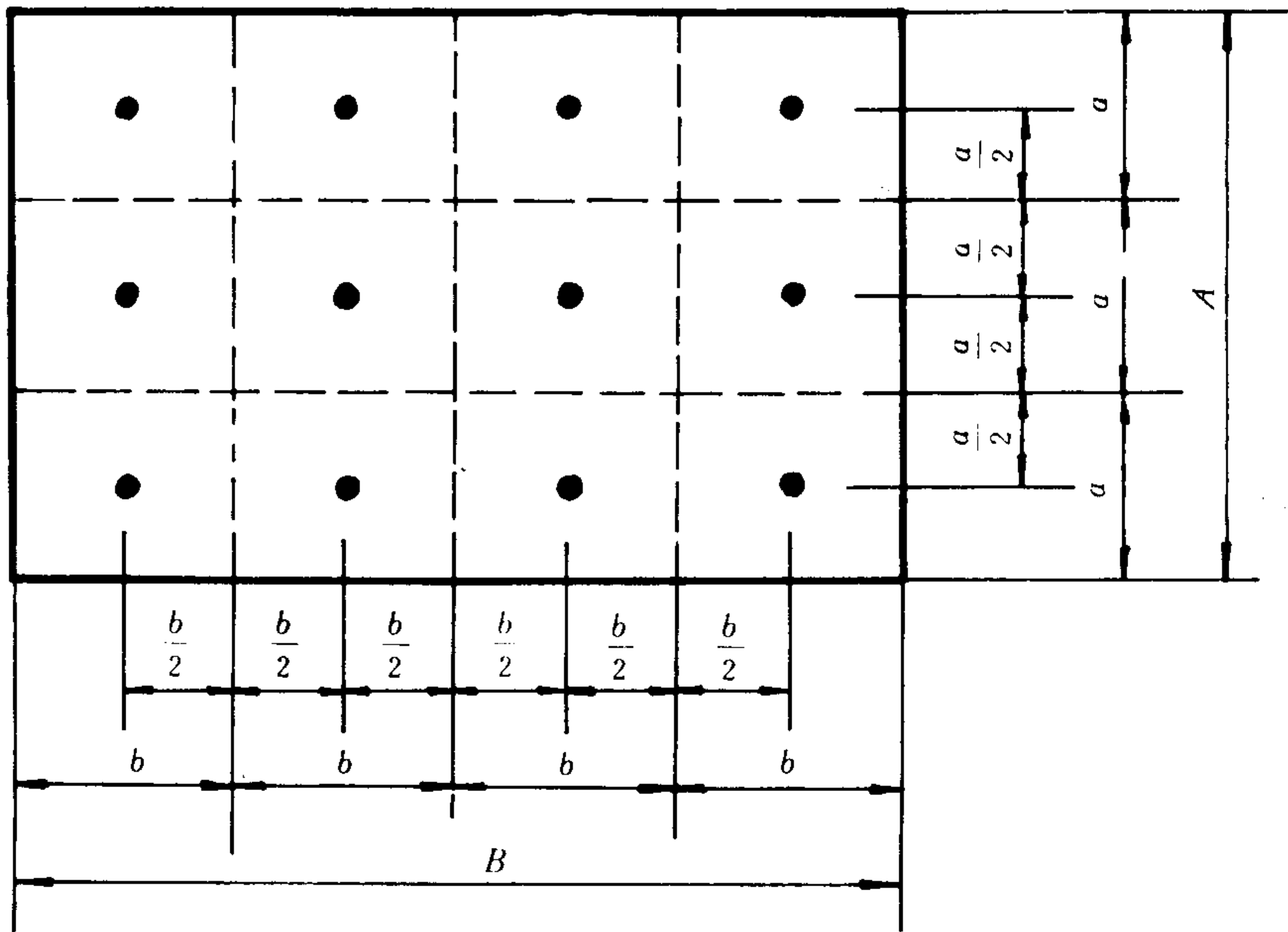


图 8 矩形管道截面测点分布示例(12 个测点)

13 测试方法

13.1 粉尘粒径分布和真密度

测定进入袋式除尘器的粉尘粒径分布可使用级联冲击器；测定粉尘真密度可使用液体置换法。测定时一般应取三个样品。

13.2 管道内气体温度

对常温气体，可使用玻璃水银温度计测量(需防止测孔漏风)。一般只需测管道中央部位的温度；当管道较粗时，插入深度也不应小于 200 mm。温度计插入后 5 min 方可读数。

对高温气体，一般使用热电偶温度计测量。当温度场比较均匀，高低温度之差不大于 10℃时，可只测管道中央部位的温度，否则应至少测定一条轴线上各测点的温度，取其算术平均值。

13.3 管道内气体湿度

对物料煅烧(湿法或半干法)、物料烘干、燃煤锅炉以及含水物料的磨机、混合设备等气体含湿量大的除尘系统，应进行含尘气体湿度测定。

13.3.1 气体温度在 100℃以下时，可使用干湿球温度计测定气体温度。气体中水蒸气含量的体积百分数按式(21)计算：

$$X_w = \frac{P_v - 0.00066(t_d - t_w)(Ba + p_b)}{Ba + \bar{p}_s} \times 100 \dots\dots\dots(21)$$

式中：X_w ——气体中所含水蒸气的体积百分数，%；
P_v ——温度为 t_w 时的饱和水蒸气压力(见表 4)，kPa；
t_d ——干球温度，℃；
t_w ——湿球温度，℃；
Ba ——当地当时大气压力，kPa；
p_b ——通过湿球表面的气体静压，kPa；
 $\bar{p}_s$ ——管道内的气体平均静压(各测点静压的算术平均值)，kPa。

13.3.2 气体温度在 100℃ 以上时，可采用冷凝法测定湿度；一般可在测定粉尘浓度的同时进行。

表 4 在 101.33 kPa 压力下，不同温度时的饱和水蒸气压力 P_v

温度 ℃	P _v kPa	温度 ℃	P _v kPa	温度 ℃	P _v kPa	温度 ℃	P _v kPa	温度 ℃	P _v kPa
0	0.61	21	2.49	38	6.63	55	15.74	75	38.53
5	0.87	22	2.64	39	6.99	56	16.50	80	47.32
6	0.93	23	2.81	40	7.37	57	17.30	85	57.78
7	1.00	24	2.99	41	7.77	58	18.14	90	70.07
8	1.07	25	3.17	42	8.20	59	19.00	95	84.47
9	1.15	26	3.36	43	8.64	60	19.91	100	101.28
10	1.23	27	3.56	44	9.10	61	20.84		
11	1.31	28	3.77	45	9.58	62	21.83		
12	1.40	29	4.00	46	10.09	63	22.84		
13	1.49	30	4.24	47	10.61	64	23.89		
14	1.60	31	4.49	48	11.16	65	24.99		
15	1.71	32	4.76	49	11.73	66	26.13		
16	1.81	33	5.03	50	12.34	67	27.32		
17	1.93	34	5.32	51	12.95	68	28.55		
18	2.07	35	5.63	52	13.61	69	29.81		
19	2.20	36	5.95	53	14.29	70	31.14		
20	2.33	37	6.28	54	14.99				

注：1kPa≈7.5 mmHg，表中数值乘以 7.5 即为以 mmHg 计的水蒸气压力。

13.4 管道内气体静压

使用皮托管测定各测点静压，取其算术平均值。如用 S 型皮托管测定，应以其静压校正系数修正。

13.5 管道内气体流量

13.5.1 在含尘浓度大的管道中，应使用 S 型皮托管测量动压，然后按下式计算气流速度：

$$U = K_v \sqrt{\frac{2p_d}{\rho}} \dots\dots\dots(22)$$

式中：U ——测点的气流速度，m/s；
K_v ——S型皮托管的风速校正系数；
p_d ——测点的气体动压读数，Pa；

ρ ——测点的气流密度, kg/m³。

$$\rho = 2.695\rho_N \times \frac{Ba + p_s}{273 + t_s} \dots\dots\dots(23)$$

式中: ρ_N ——标准状态下的测点气体密度, kg/m³;

Ba ——当地当时大气压力, kPa;

p_s ——测点的气体静压, kPa;

t_s ——测点的气体温度, °C。

标准状态下气体密度的通用计算式为:

$$\rho_N = \frac{1}{22.4} [(m_1X_1 + m_2X_2 + \dots\dots + m_nX_n)(1 - X_w) + 18X_w] \dots\dots\dots(24)$$

式中: $m_1, m_2, \dots\dots, m_n$ ——气体中各种成分的分子量;

$X_1, X_2, \dots\dots, X_n$ ——干气体中各种成分的体积百分数, %;

X_w ——气体中的水蒸气体积百分数, %;

对一般除尘系统, 可忽略气体含湿量的影响, 取 $\rho_N = 1.293$ kg/m³, 则可按下式计算气体密度:

$$\rho = 3.485 \times \frac{Ba + p_s}{273 + t_s} \dots\dots\dots(25)$$

对高湿系统, 应测出气体湿度, 由下式求出 ρ 值:

$$\rho = 2.695 [\rho_{Nd}(1 - X_w) + 0.804X_w] \frac{Ba + p_s}{273 + t_s} \dots\dots\dots(26)$$

式中: ρ_{Nd} ——标准状态下干气体密度, kg/m³。

13.5.2 根据气流速度, 由下式求出气体流量:

$$Q_N = 9\,700A \left(\frac{Ba + \bar{p}_s}{273 + \bar{t}_s} \right) \bar{U} \dots\dots\dots(27)$$

$$Q'_N = Q_N(1 - X_w) \dots\dots\dots(28)$$

式中: Q_N ——气体流量, m³/h;

Q'_N ——干气体流量, m³ 干气体/h;

A ——测定截面积, m²;

$\bar{p}_s$ ——测定截面气体平均静压, kPa;

$\bar{t}_s$ ——测定截面气体平均温度, °C;

$\bar{U}$ ——各测点流速的算术平均值, m/s。

13.6 管道内气体含尘浓度

13.6.1 除尘器入口与出口管道内的粉尘浓度采用过滤计重法测定, 测除尘率时必须同时在这两处采样。测孔位置和测点数按 12.1、12.2、12.3 三条确定。当除尘器出口管道内存在气流严重扰动的情況时, 可在通风机出口管道上设测孔。

大型压入式袋式除尘器的出口粉尘浓度可采用大流量采样器进行采样, 见图 9。

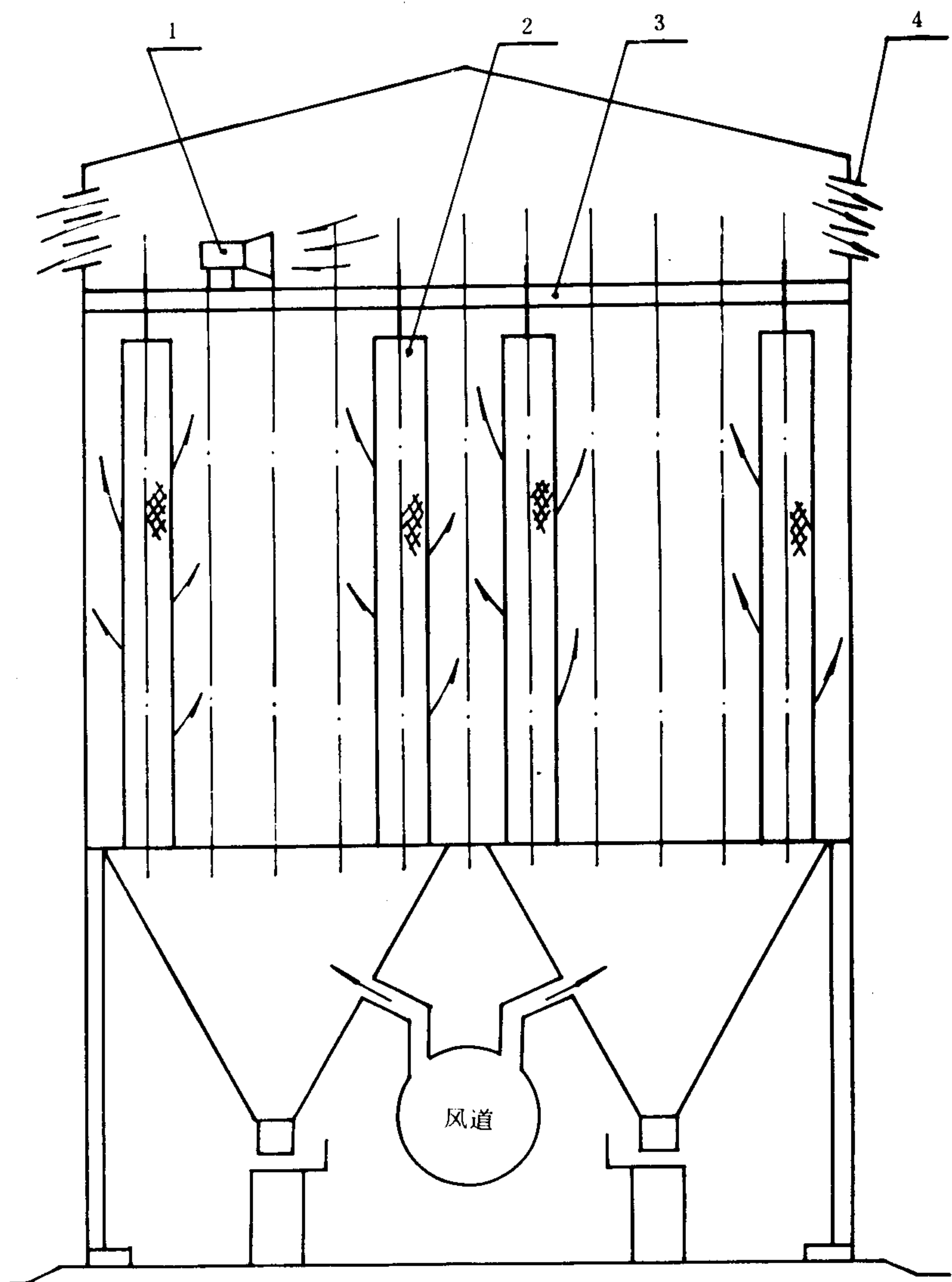


图 9 大型压入式袋式除尘器出口浓度测定装置

1—大流量采样器(500 L/min);2—滤袋;3—吊袋格栅;4—百叶窗

13.6.2 采样时一般用移动采样法在各测点以相同的采样时间进行等速采样。当不可能使用移动采样法时,可使用代表点采样法。即根据在各测点测定的气流速度,求出平均流速,然后选定其速度接近平均流速的测点作为采样代表点,进行粉尘采样。采样时仍应遵守等速采样的原则。

13.6.3 对湿度不大的除尘系统进行等速采样的抽气流率与采样体积可按式(6)~(11)进行计算。

13.6.4 高湿系统的采样装置如图 10 所示。在进行等速采样时,可先利用采样系统中的冷凝干燥装置进行湿度测定,求出气体中的水蒸气体积百分数。其方法是:

a. 取任一流量计读数 Q'_c 。(一般可取 10~20 L/min),采样十余分钟或更长一些时间,量出冷凝器中产生的凝结水量和冷凝器出口温度 t_v (°C);

b. 从表 4 查出与 t_v 相对应的饱和水蒸气压力 p_v (kPa)值,用下式求出所采气体的含湿量:

$$G_{sw} = 910 \frac{g_w}{Q'_c} \sqrt{\frac{R_m(273 + t_m)}{Ba + p_m}} + \frac{1\,000(R_m/R_w)p_v}{Ba + p_m - p_v} \dots\dots\dots(29)$$

如果通过流量计的气体分子量和空气的相差不大,则

$$G_{sw} = 488 \frac{g_w}{Q'_c} \sqrt{\frac{273 + t_m}{Ba + p_m}} + \frac{622\,p_m}{Ba + p_m - p_v} \dots\dots\dots(30)$$

式中: G_{sw} —— 气体含湿量, g/kg 干气体;

g_w —— 每单位采样时间的凝结水量, g/min;

R_m —— 采样时通过流量计的气体的气体常数, kJ/(kg · K);

R_w —— 水蒸气的气体常数, kJ/(kg · K);

t_m —— 流量计入口的气体温度, °C;

p_m —— 流量计入口的气体静压, kPa;

Ba —— 当地当时大气压力, kPa。

气体中所含水蒸气的体积百分数 X_w (%) 可用式(31)计算:

$$X_w = \frac{G_{sw}}{1\,000(R_m/R_w) + G_{sw}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(31)$$

如果通过流量计的气体分子量和空气的相差不大, 则

$$X_w = \frac{G_{sw}}{622 + G_{sw}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(32)$$

求出 X_w 后, 即可用下式求出等速采样的抽气实际流率和转子流量计应指示的读数:

$$q_m = 0.047\,1d^2U(1 - X_w) \frac{Ba + p_s}{Ba + p_m} \times \frac{273 + t_m}{273 + t_s} \quad \dots\dots\dots(33)$$

$$q'_m = 0.042\,8d^2U(1 - X_w) \frac{Ba + p_s}{273 + t_s} \sqrt{\frac{273 + t_m}{(Ba + p_m)R_m}} \quad \dots\dots\dots(34)$$

如果通过流量计的气体分子量与空气的相差不大, 则:

$$q'_m = 0.079\,9d^2U(1 - X_w) \frac{Ba + p_s}{273 + t_s} \sqrt{\frac{273 + t_m}{Ba + p_m}} \quad \dots\dots\dots(35)$$

式中: q_m —— 测定状态下通过转子流量计的实际流率, L/min;

q'_m —— 当标定流量计的介质为 20°C、101.3 kPa、湿度不大的空气时, 根据实际流率 q_m 修正成的流量计应指示读数, L/min;

d —— 采样嘴入口直径, mm;

U —— 管道中采样点的气流速度, m/s;

t_s —— 采样点的气体温度, °C;

p_s —— 采样点的气体静压, kPa;

其余符号意义与式(29)、(31)同。

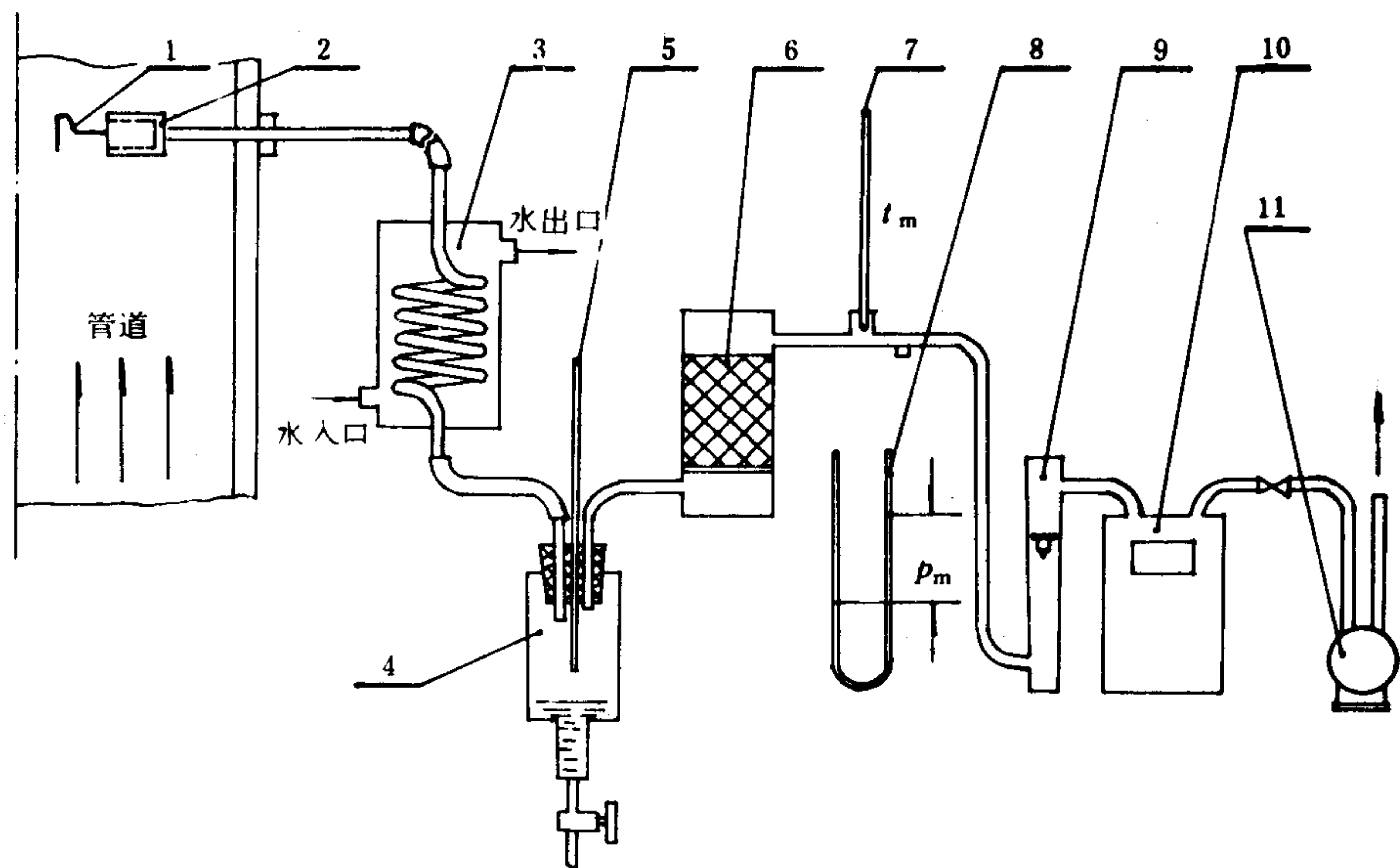


图 10 高湿系统采样装置

1—采样嘴;2—滤筒;3—冷凝器;4—冷凝水瓶;5—温度计;
6—干燥器;7—温度计;8—压力计;9—转子流量计;10—累积流量计;
11—抽气泵

13.6.5 标准状态下的采样体积(干气体)可按累积流量计在结束抽气时的读数之差用下式计算:

$$V_{SN} = 2.695(V_{S2} - V_{S1}) \frac{Ba + p_m}{273 + t_m} \dots\dots\dots(36)$$

式中: V_{SN} ——标准状态下的采样体积, m^3 干气体;
 V_{S2} ——累积流量计终读数, m^3 干气体;
 V_{S1} ——累积流量计初读数, m^3 干气体;
 Ba ——当地当时大气压力, kPa ;
 p_m ——累积流量计入口处的气体静压, kPa ;
 t_m ——累积流量计入口处的气体温度, $^{\circ}C$ 。

当采样系统不接入累积流量计时,可由下式求出标准状态下的采样体积:

$$q_{Nd} = 0.1269 d^2 U \left(\frac{Ba + p_s}{273 + t_s} \right) (1 - X_w) \dots\dots\dots(37)$$

$$V_{SN} = \sum_{i=1}^n q_{Nd} T_i \times 10^{-3} \dots\dots\dots(38)$$

式中: q_{Nd} ——在各采样点达到的标准状态采样流率, L 干气体/ min ;
 d ——采样嘴入口直径, mm ;
 U ——在采样点的气流速度, m/s ;
 Ba ——当地当时大气压力, kPa ;
 p_s ——在采样点的气体静压, kPa ;
 t_s ——在采样点的气体温度, $^{\circ}C$;
 X_w ——气体中所含水蒸气的体积百分数, %;
 T_i ——在各采样点的采样时间, min 。

13.6.6 干含尘气体中的粉尘浓度用下式计算:

$$C' = \frac{\Delta W}{V_{SN}} \dots\dots\dots(39)$$

式中: C' ——干含尘气体中的粉尘浓度, g/m^3 干气体;

ΔW —— 采样后的滤筒增重, g;
 V_{SN} —— 标准状态下的采样体积, m³干气体。

13.7 过滤速度、设备阻力、除尘率、排放率、漏风率

13.7.1 过滤速度按式(14)计算。

13.7.2 除尘设备阻力按下式计算:

$$\Delta P = \Delta p' - \Sigma \Delta h + p_H \dots\dots\dots (40)$$

式中: ΔP —— 除尘器总阻力, Pa;
 $\Delta p'$ —— 除尘器前后两测定截面的气体平均全压差按式(16)、(17)计算, Pa;
 $\Sigma \Delta h$ —— 自除尘器前后两测定截面至除尘器入口及出口法兰之间的管道阻力之和, Pa;
 p_H —— 气体的浮力校正值, Pa。

$$p_H = (\rho_a - \rho_g) g H \dots\dots\dots (41)$$

式中: ρ_a —— 测定处的大气密度, kg/m³;
 ρ_g —— 管道内气体密度, kg/m³;
 g —— 重力加速度, 9.8 m/s²;
 H —— 除尘器前后管道内测定位置的高度差, m。

13.7.3 吸入式除尘器的除尘率按下式计算:

$$\eta = \left(1 - \frac{c'_o Q'_{oN}}{c'_i Q'_{iN}} \right) \times 100 \dots\dots\dots (42)$$

压入式除尘器的除尘率按下式计算:

$$\eta = \frac{Q'_{oN}}{Q'_{iN}} \left(1 - \frac{c'_o}{c'_i} \right) \times 100 \dots\dots\dots (43)$$

式中: η —— 除尘率, %;
 c'_o —— 除尘器出口的气体含尘浓度, g/m³干气体;
 Q'_{oN} —— 除尘器出口的气体流量, m³干气体/h;
 c'_i —— 除尘器入口的气体含尘浓度, g/m³干气体;
 Q'_{iN} —— 除尘器入口的气体流量, m³干气体/h。

13.7.4 粉尘排放率按下式计算:

$$E_o = c'_o Q'_{oN} \times 10^{-3} \dots\dots\dots (44)$$

式中: E_o —— 除尘器出口的粉尘排放率, kg/h;
 c'_o —— 除尘器出口的气体含尘浓度, g/m³干气体;
 Q'_{oN} —— 除尘器出口的气体流量, m³干气体/h。

13.7.5 漏风率按下式计算:

$$\alpha = \frac{Q'_{oN} - Q'_{iN}}{Q'_{iN}} \times 100 \dots\dots\dots (45)$$

式中: α —— 漏风率, %;
 Q'_{oN} —— 除尘器出口的气体流量, m³干气体/h;
 Q'_{iN} —— 除尘器入口的气体流量, m³干气体/h。

13.8 现场使用性能测定次数一般为两次,必要时可增加。测定数据汇总表如表5。

表 5 袋式除尘器使用情况及性能测定数据汇总表

工厂名称								
车间名称								
系统编号及名称								
尘源名称 及工作情况								
除尘系统基本情况			测定项目		单 位	设计值	测 定 值	
							①	②
粉 尘	成分		入 口 气 体	流量	m³/h			
	粒径分布 或中位径			温度	℃			
				静压	Pa			
	真密度			含湿量	%			
气 体	成分			含尘浓度	g/m³			
	理化特性							
除 尘 器	型号规格		出 口 气 体	流量	m³/h			
				温度	℃			
	过滤面积			静压	Pa			
	清灰方法			含湿量	%			
	清灰周期			含尘浓度	g/m³			
	清灰强度							
滤 袋	尺寸		出口粉尘排放率		kg/h			
	材料		除尘率		%			
	运转天数		漏风率		%			
风 机	型号		设备阻力		Pa			
	风量×风压×功率		过滤速度		m/min			
	消声情况							
备 注			测定日期					
			测定人员					

附加说明：

本标准由中华人民共和国劳动部提出。

本标准由劳动部劳动保护科学研究所归口。

本标准由劳动部劳动保护科学研究所负责起草。

本标准主要起草人胡鉴仲、刘梅。