ICS 23.120
J 88

中华人民共和国国家标准

GB/T 15187—2005
代替 GB/T 15187—1994

湿式除尘器性能测定方法

Measuring method for performances of wet dust collectors

2005-07-11 发布　　2006-01-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会　发布

前　言

本标准代替 GB/T 15187—1994《湿式除尘器性能测定方法》。

本标准与 GB/T 15187—1994 相比主要变化如下：

增加了测量烟气中 SO_2 和 NO_x 浓度的内容；增加了湿式除尘器在脱硫和脱硝性能方面的计算方法；在湿式除尘器的定义术语中，相应补充了脱硫和脱硝的作用；增加了仪器法测量烟气成分的内容；增加了附录 A 中 50℃～100℃的饱和水气压力数值。

本标准的附录 A 和附录 B 是资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由机械工业环保机械标准化技术委员会机械除尘与有害气体处理设备分技术委员会归口。

本标准起草单位：哈尔滨环保制氢设备工业公司、机械科学院环保所。

本标准主要起草人：舒家骅、王耀民、侯玉祥、杜秉正。

湿式除尘器性能测定方法

1 范围

本标准规定了湿式除尘器的除尘与脱硫、脱硝的性能测试与计算方法。

本标准规定了湿式除尘器在除尘系统中运行时的性能测定及新产品研制、开发中的性能测定方法。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 5748 作业场所空气中粉尘测定方法

HJ/T 42—1999 固定污染源排气中氮氧化物的测定 紫外分光光度法

HJ/T 43—1999 固定污染源排气中氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺分光光度法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

湿式除尘器

利用液体(一般是水)捕集含尘气体中的粉尘，同时也可以利用水(或经过一定处理)吸收含尘气体中的 SO_2、NO_x 等有害气体，以达到净化气体的目的。

3.2

吸湿剂

能够吸收气态和液态水的固体物质。

4 湿式除尘器的性能参数

湿式除尘器的性能参数应包括以下部分或全部内容：

a) 除尘率(除尘效率)；

b) SO_2 排放浓度(或者脱硫效率)；

c) NO_x 排放浓度；

d) 阻力；

e) 漏风率；

f) 耗水量。

5 湿式除尘器的测定项目及要求

5.1 湿式除尘器的测定项目

湿式除尘器的测定项目包括以下部分或全部内容。

a) 管道内气体的静压、动压、全压；

b) 管道内气体的温度；

c) 管道内气体的湿度；

d) 管道内气体的流速、流量；

e) 管道内气体的含尘浓度；

f) 管道内气体的 SO 浓度；

g) 管道内气体的 NO 浓度；

h) 耗水量。

5.2 湿式除尘器的测定要求

5.2.1 湿式除尘器进口和出口管道内的气体静压、动压、流速、流量和含尘浓度等项目的测量，应保证进出、口管道同项参数同时测量，SO_2 和 NO_x 浓度的测量，如有必要也应保证进、出口管道同项参数同时测量。

5.2.2 现场测定时湿式除尘器的运行工况应符合设计要求，生产设备运行的工况应稳定。

5.2.3 样机试验的粉尘采用 325 目滑石粉，中位径 d_{p50} 为 8 μm～12 μm，发尘装置应能连续均匀地发尘，含尘浓度可在 1 g/m³～20 g/m³ 范围内任意选择和调整。

样机各项性能参数的测定，应保证样机试验在设计的额定风量和含尘浓度条件下进行。

6 测孔位置、测点数目和测孔结构

6.1 测孔位置应尽量靠近除尘器，测点应选择在平直管段上，距上游弯头、三道、阀门或变径管等不小于 6 倍管段直径(或当量直径)处，距下游弯头、三道、阀门或变径管等不小于 3 倍直径(或当量直径)处，如不能满足上述要求，则应增加测点数。

6.2 圆形管道按等面积分环法布置测点，不同管径分环数见表 1。

表 1 不同管径分环数

管道直径/m	<0.2	0.2～0.5	>0.5～1.0	>1.0
分环数		1～2	3	4
测点数	1	4～8	12	16

测点应布置在穿过圆心的两条互相垂直的直径上(见图 1)。测点位于各等面积环的几何中心圆线上，距烟道内壁的距离见表 2。

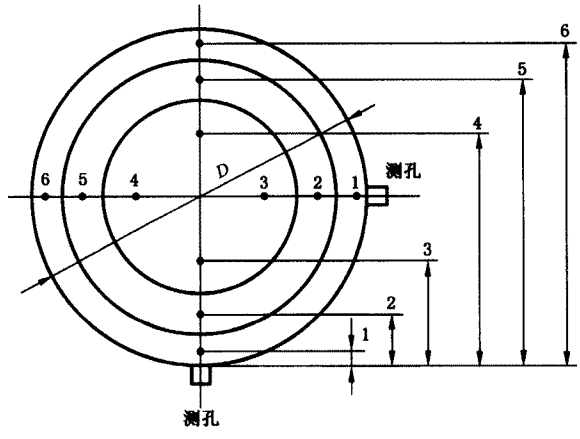


图 1

如测点位置不能满足 6.1 时，管径小于或等于 1 m 的应增加 1 环(4 个测点)，大于 1 m 应增加 2 环(8 个测点)。

表 2　圆形管道测点与管道内壁距离的系数

分环数	测点											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	距离 D/m											
1	0.146	0.854										
2	0.067	0.250	0.750	0.933								
3	0.044	0.146	0.296	0.704	0.854	0.956						
4	0.033	0.105	0.194	0.323	0.677	0.806	0.895	0.967				
5	0.026	0.082	0.146	0.226	0.342	0.658	0.774	0.854	0.918	0.974		
6	0.022	0.067	0.118	0.178	0.25	0.356	0.644	0.750	0.822	0.882	0.933	0.978

6.3　矩形管道应将截面分为若干等面积矩形，每个测点在小矩形的中心，测点数目选择见表 3。

表 3　矩形管道测点选择

截面面积/m^2	测点数
<0.25	1
0.25～1.0	4
>1.0	每 m^2 4 个点

小矩形应尽量接近正方形，面积不大于 0.25 m^2，测点布置见图 2。

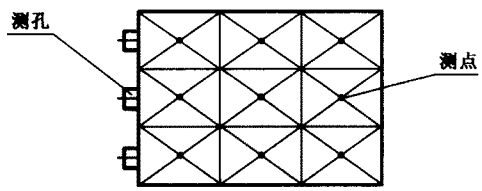
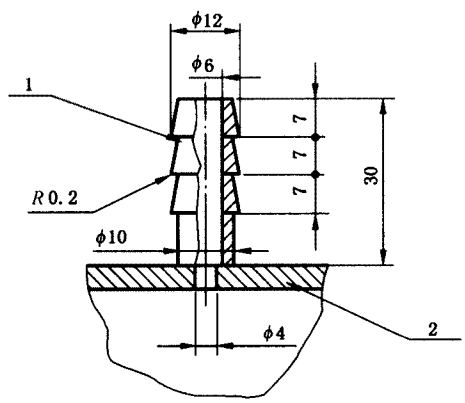


图 2

如测点位置不能满足 6.1 时，测点数不少于 9 个。

6.4　样机试验的静压测孔结构如图 3，孔的轴线应与管壁垂直，周边光滑无毛刺，与管壁焊接不漏气。

单位为毫米



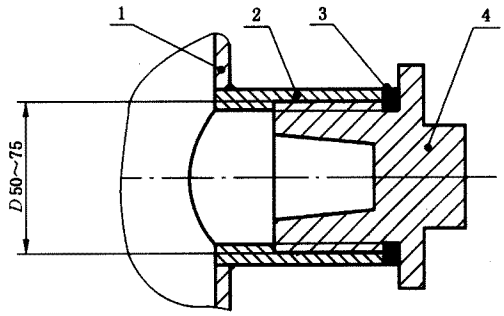
1——测静压接头；

2——管壁。

图 3

6.5 除尘系统中管道上的测孔结构如图 4。

单位为毫米



1——管壁；
2——短管；
3——密封圈；
4——丝堵。

图 4

7 温度的测量

7.1 测点的位置与数量按 6.1～6.3 的规定，取各点的算术平均值。在温度场比较均匀的情况下（温差小于 10℃），测点可适当减少或只测中心点。

7.2 测温仪器精度不小于 1 级。

8 湿度的测量

8.1 测点选在采样管道中心。可采用吸湿法、冷凝法和湿度仪法。流量计采用干式累计式流量计。

8.2 吸湿法采用两级或两级以上吸湿管，采用装置如图 5。吸湿剂应选用只吸收水蒸汽而不吸收其他气体的小颗粒状材料（如无水氯化钙）。如使用粉末状吸湿剂应预先与小块浮石拌匀，然后装进吸湿管以降低阻力。吸湿管用硬质玻璃制成，装吸湿剂后，其上应填充少量玻璃棉，以防吸湿剂飞散。每级吸湿管中吸湿剂的填充量应不少于 30 g，通过吸湿管的气体流量应在 3 L/min 左右，抽气时间不少于 10 min，最后一级吸湿管的增重不应大于 0.15 g，称量吸湿管的天平分度值应不大于 10 mg。系统安装应注意封闭，不能漏气。

气体的含湿量按式(1)计算：

$$G_{SW} = 3.71 \times \frac{(273+t) \cdot \sum_{i=1}^{n} Q_{hi}}{K(N_2 - N_1)(B_a + P_r)} \times 10^5 \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

G_{SW}——气体的含湿量，单位为克每立方米[$g/m^3_{(标\cdot干)}$]；

Q_{hi}——第 i 级吸湿管的增重，单位为克(g)；

N_1——累积流量计起始读数，单位为升(L)；

N_2——累积流量计终止读数，单位为升(L)；

n——吸湿管的数量；

P_r——流量计前的静压值（负值），单位为帕(Pa)；

t——流量计前的温度，单位为摄氏度(℃)；

B_a——当时当地大气压，单位为帕(Pa)；

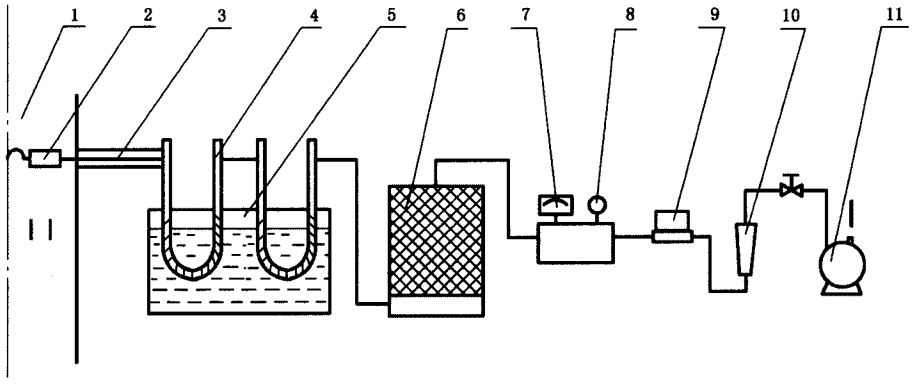
K——累积流量计校正系数。

气体在标准状态（压力为 101 325 Pa、温度为 0℃）下水蒸气的体积百分数按式(2)计算：

$$X_W = \frac{1.24\sum_{i=1}^{n} Q_{hi}}{0.002\,7K(N_2 - N_1)(B_a + P_t)(273 + t)^{-1} + 1.24\sum_{i=1}^{n} Q_{hi}} \times 100\% \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

式中：

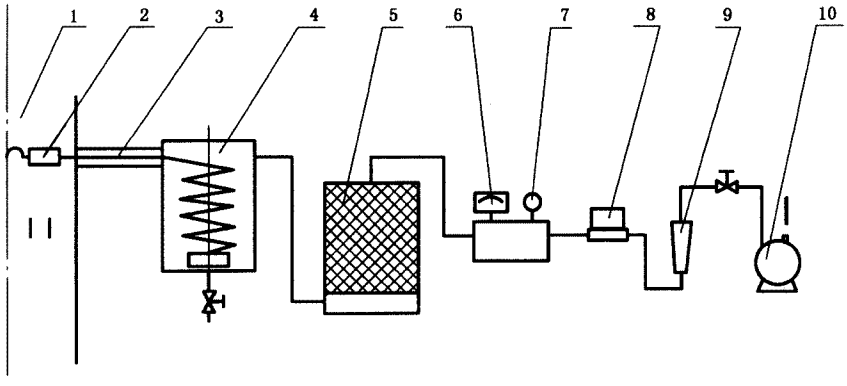
X_W——标准状态下水蒸气在气体中的体积百分数。



1——管道；
2——采样头；
3——保温套管；
4——吸湿管；
5——水槽；
6——干燥器；
7——温度计；
8——负压表；
9——累积流量计；
10——转子流量计；
11——抽气泵。

图 5

8.3 高温高湿气体可采用冷凝法测湿，采样装置如图 6。系统安装不能漏气，冷凝器不能漏水、在结构上不得存水。冷凝器在采样前应先用清水注入进气管，再将冷凝水排水开关打开，将水放净后再安装使用。所抽取的气体量应保证总冷凝水量大于 30 g，称量精度应在 0.5 g 以上，冷却水温度不得高于 15℃。冷凝法测湿的抽气速度应在 10 L/min～20 L/min。



1——管道；
2——采样头；
3——保温套管；
4——冷凝器；
5——干燥器；
6——温度计；
7——负压计；
8——累积流量计；
9——转子流量计；
10——抽气泵。

图 6

气体含湿量按式(3)计算：

$$G_{SW}=\frac{Q_c+0.002\,16Kb(B_a+P_r)P_V(273+t)^{-1}(B_a+P_r-P_V)^{-1}}{0.002\,7\,K(N_2-N_1)(B_a+P_r)(273+t)^{-1}}\times 100\% \quad \cdots\cdots(3)$$

式中：

b——冷凝器校正系数，一般可取为 1.0；

Q_c——冷凝器析出的水量，单位为克(g)；

P_V——与冷凝器后排气温度相对应的饱和水气压，单位为帕(Pa)。不同温度的饱和水气压力见附录 A。

气体在标准状态下水蒸气的体积百分数按式(4)计算：

$$X_W=\frac{1.24Q_c+0.002\,7Kb(N_2-N_1)(B_a+P_r)P_V(273+t)^{-1}(B_a+P_r-P_V)}{1.24Q_c+0.002\,7Kb(B_a+P_V)(N_2-N_1)(273+t)^{-1}[1+bP(B_a+P_r-P_V^{-1}]}\times 100\% \quad \cdots\cdots(4)$$

8.4 当采用带湿敏元件测湿仪测量烟气含湿量时，测湿仪的精度应在±3%RH 以内；测量范围应不小于 0～90% RH；仪器的年漂移率在±6% RH；传感器的使用寿命不低于 2 年。仪器的使用要遵守其生产厂的使用要求。

气体的含湿量按式(5)计算：

$$G_{SW}=\frac{0.8P_{V'}\mathrm{RH}}{B_a-P_{V'}\mathrm{RH}}\times 100\% \quad \cdots\cdots(5)$$

式中：

RH——湿度仪显示的相对湿度；

$P_{V'}$——与温度相对应的饱和水气压，不同温度时的饱和水气压力见附录 A。

气体中水汽的体积百分数按式(6)计算：

$$X_W=\frac{P_{V'}\mathrm{RH}}{B_a-P_{V'}\mathrm{RH}}\times 100\% \quad \cdots\cdots(6)$$

9 SO_2 浓度的测量

9.1 采样位置

原则上符合 6.1 的规定。

9.2 采样点

靠近烟道中心的一点作为采样点。

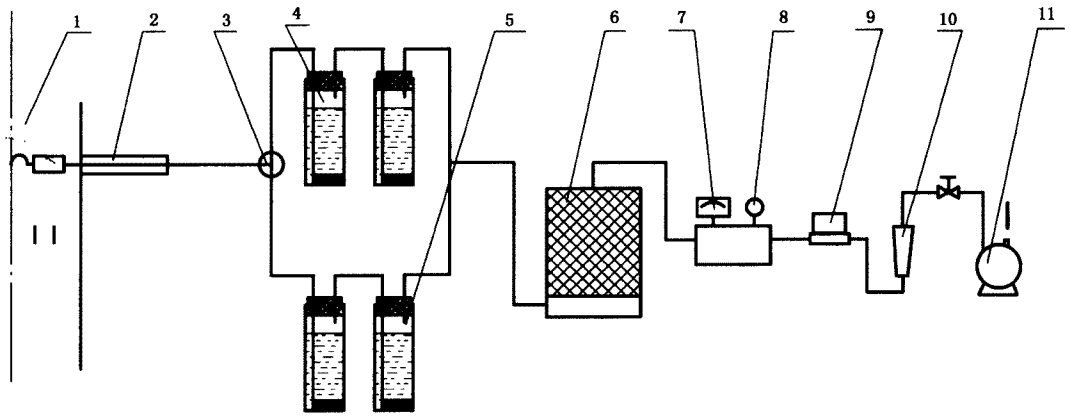
9.3 化学吸收法测定 SO_2 浓度

9.3.1 碘标准溶液滴定法

烟气中 SO_2 被氨基磺酸铵溶液吸收，用碘标准溶液滴定，根据滴定液浓度、体积和抽取采样气体体积计算烟气 SO_2 浓度，反应原理如下式：

$$SO_2+2H_2O+I_2 \longrightarrow H_2SO_4+2HI$$

按图 7 安装采样系统，系统安装后不能漏气，加热采样管的温度应在 120℃～160℃之间，旁路吸收瓶应与测量吸收瓶相同，以使两者的气体流动阻力相同。



1——烟道；
2——加热采样管；
3——三通阀；
4——旁路吸收瓶；
5——多孔玻板吸收瓶；
6——干燥器；
7——温度计；
8——压力表；
9——累计流量计；
10——转子流量计；
11——抽气泵。

图 7

多孔玻板吸收瓶内各装入 50 mL～80 mL 0.2%的氨基碘酸铵吸收液，放在冰浴或冷水浴中。以旁路吸收瓶调整流量为 5 mL/min，转动三通阀，使采样气体完全通过吸收瓶，除尘器前端抽气 3 min～6 min，除尘器后端抽气 6 min～12 min。采样后待吸收瓶内温度降到 25℃以下时用标准碘液滴定。标准碘滴定液和氨基磺酸铵溶液的配制见附录 B。根据式(7)计算出 SO_2 浓度：

$$C_{SO_2} = 64000VC_1/V_{nd} \qquad \cdots\cdots(7)$$

式中：

C_{SO_2}——二氧化硫浓度，单位为毫克每立方米[$mg/m^3_{(标\cdot干)}$]；

V——滴定吸收液消耗的碘标准溶液的体积，单位为毫升(mL)；

C_1——碘标准溶液的浓度，单位为摩尔每升(mol/L)；

V_{nd}——标准状态下的气体采样体积，单位为升(L)。

实际气体采样体积按式(8)换算为标准状态下的气体体积：

$$V_{nd} = 0.002\,7\,V_a \times \frac{B_a + P_r}{273 + t} \qquad \cdots\cdots(8)$$

式中：

V_a——实际采样体积，单位为升(L)。

根据公式(9)换算为 SO_2 的体积含量。

$$SO_{2\,ppm} = 0.35C_{SO_2} \qquad \cdots\cdots(9)$$

式中：

$SO_{2\,ppm}$——SO_2 的体积含量，10^{-6}($1\times10^{-6}=1$ ppm)。

9.3.2 也可以采用其他化学分析法测量 SO_2 浓度。

9.4 使用烟气分析仪测量 SO_2 浓度

烟气分析仪对 SO_2 测量精度应在±5%读数之内，探头中传感器的使用寿命不小于 2 年。

仪器的使用要遵守其生产厂的使用要求。

10 NO_x 浓度的测量

10.1 采样位置

同 9.1。

10.2 采样点

同 9.2。

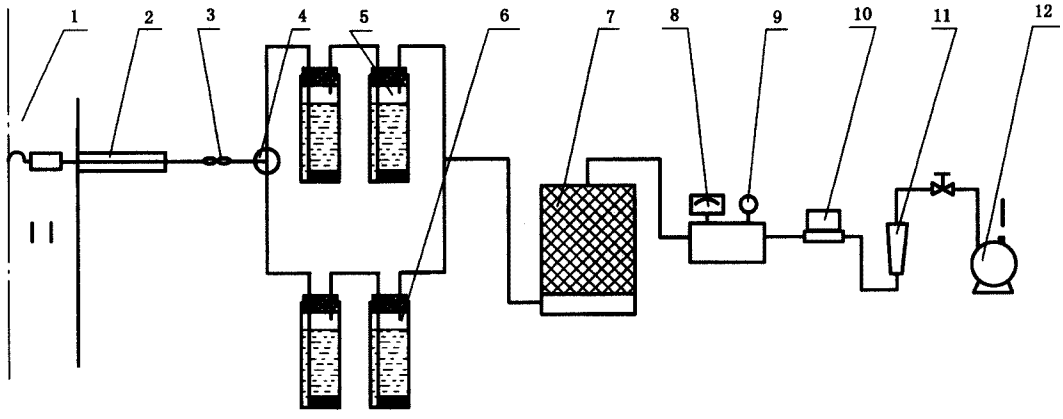
10.3 化学吸收法测定 NO_x 浓度

采用化学吸收法测定 NO_x 浓度时，采样装置原理如图 8。加热采样管的温度应在 140℃～160℃之间。

安装完成以后，采样系统不能漏气。

10.3.1 盐酸萘乙二胺比色分析方法

烟气中的 NO_x 主要是 NO、NO_2，其中 NO 易氧化为 NO_2，所以烟气中的 NO_x 测量以 NO_2 的测量为准，氧化管中加入 CrO_3 对 NO 进行氧化。NO_2 被吸收液吸收后生成亚硝酸和硝酸，其中亚硝酸与对氨基苯磺酸作用生成重氮盐，再与盐酸萘乙二胺偶合，生成紫色的偶氮染料，比色定量。



1——烟道；
2——加热采样管；
3——氧化管；
4——三通阀；
5——旁路吸收瓶；
6——多孔玻板吸收瓶；
7——干燥器；
8——温度计；
9——压力表；
10——累计流量计；
11——转子流量计；
12——抽气泵。

图 8

10.3.1.1 吸收液、氧化管的制备按 HJ/T 43—1999 中的第 4 章执行。

10.3.1.2 分析方法按 HJ/T 43—1999 中的 6.4、6.5、第 7 章和 8.1 执行。

10.3.1.3 实际气体采样体积按式(8)换算为标准状态下的干气体体积。

10.3.2 紫外分光光度法

按 HJ/T 42—1999 中第 4、5、7、8 章和 6.3、6.4、6.5、6.6 执行。

10.4 使用烟气分析仪测量 NO_2 浓度

烟气分析仪对 NO_2 测量精度应在±5%读数之内，探头中传感器的使用寿命不小于 2 年。

仪器的使用要遵守其生产厂的使用要求。

11 管道中气体的静压、动压和全压的测定

11.1 使用皮托管、微压计和U形压力计测量。

11.1.1 静压测定采用多点测量法，测点布置应符合6.1～6.3的规定，取各点的算术平均值为该截面静压值。如各点数值波动在±30 Pa以内，可以适当减少测点。

11.1.2 动压测定采用多点测定法，测点布置应符合6.1～6.3的规定，各点均需测3次，取算术平均值为该点的动压值。取各点动压平方根的平均值为该截面的计算数据。测量动压时皮托管要对准气流方向，偏差不得大于5°。

动压平方根的平均值按式(10)计算：

$$\sqrt{P_d} = \frac{\sqrt{P_{d1}} + \sqrt{P_{d2}} + \cdots\cdots + \sqrt{P_{dn}}}{n} \qquad \cdots\cdots(10)$$

式中：

$\sqrt{P_d}$——测量截面的动压平方根平均值，单位为帕(Pa)；

P_{d1}、P_{d2}……P_{dn}——各点动压值，单位为帕(Pa)。

11.1.3 全压测定采用多点测定法，测点布置应符合6.1～6.3的规定，各点均需测3次，取算术平均值为该截面的全压值。

11.2 使用烟气分析仪测量管道内静压、动压

11.2.1 静压测定方法同11.1.1。

11.2.2 动压测定方法同11.1.2。

11.3 测量截面的全压按式(11)计算：

$$P = P_d + P_j \qquad \cdots\cdots(11)$$

式中：

P——测量截面全压，单位为帕(Pa)；

P_j——测量截面静压，单位为帕(Pa)。

12 管道内气体流速、流量的测定

12.1 管道内气体流速通过动压值按式(12)计算求得：

$$v = C_V \sqrt{\frac{2P_d}{\rho}} \qquad \cdots\cdots(12)$$

式中：

v——测点的流速，单位为米每秒(m/s)；

C_V——皮托管的校正系数；

ρ——被测气体的密度，单位为千克每立方米(kg/m³)。

12.1.1 标准状态下气体密度按式(13)计算：

$$\rho_N = \frac{1}{22.4}[(M_1X_1 + M_2X_2 + \cdots\cdots + M_nX_n)(1 - X_W) + 18X_W] \qquad \cdots\cdots(13)$$

式中：

ρ_N——标准状态下湿气体的密度，单位为千克每立方米(kg/m³)；

M_1、M_2、……M_n——气体中各气体成分的分子量；

X_1、X_2、……X_n——气体中各气体成分的体积百分数，%。

当某种气体成分所占百分数较小时，可以忽略其影响。

12.1.2 气体成分建议使用烟气分析仪测量，也可以使用其他方法测量。

气体成分分析应包括O_2、CO、CO_2、SO_2和N_2。

12.1.3 管道内湿气体的密度按式(14)计算：

$$\rho_s = 0.002\,7\,\rho_N \frac{B_a + P_j}{273 + t} \qquad \cdots\cdots(14)$$

式中：

ρ_s——测量状态下管道内的湿气体密度，单位为千克每立方米(kg/m^3)。

12.1.4 当气体为干气体时，可以采用式(15)计算测量状态下管道内的气体密度：

$$\rho = 0.002\,7\rho_r \frac{B_a + P_j}{273 + t} \qquad \cdots\cdots(15)$$

式中：

ρ_r——标准状态下干气体密度，单位为千克每立方米(kg/m^3)。

12.2 管道内的气体流量由流速计算求得，并以下列任一状态表示：

——管道内实际状态下的湿气体流量；

——在标准状态下的气体流量；

——在标准状态下的干气体流量。

12.2.1 管道内实际状态下的湿气体流量按式(16)计算：

$$Q = 3\,600 \cdot v \cdot F \qquad \cdots\cdots(16)$$

式中：

Q——管道内气体流量，单位为立方米每小时(m^3/h)；

v——管道内测点所在截面的平均风速，单位为米每秒(m/s)；

F——管道内测点所在截面的面积，单位为平方米(m^2)。

12.2.2 在标准状态下的气体流量按式(17)计算：

$$Q_S = 0.002\,7Q \frac{B_a + P_j}{273 + t} \qquad \cdots\cdots(17)$$

式中：

Q_S——标准状态下管道内湿气体的流量，单位为立方米每小时[$m^3_{(标)}/h$]。

12.2.3 在标准状态下的干气体流量按式(18)计算：

$$Q_g = Q_S(1 - X_W) \qquad \cdots\cdots(18)$$

式中：

Q_g——标准状态下干气体流量，单位为立方米每小时[$m^3_{(标\cdot干)}/h$]。

12.3 采用其他方法测量管道内气体流速、流量时，测量精度应在±5%以内。

13 管道内气体含尘浓度的测定

13.1 测定管道内气体含尘浓度使用过滤计重法，也可以采用光电技术或直流耦合技术或交流耦合技术等在线监测仪。

13.2 采用过滤计重法时，必须进行多点等速采样，其测量位置应符合 6.1～6.3 规定。

滤筒(膜)的准备和称量执行 GB/T 5748 规定。

采样系统装置如图 6。

对采样装置检漏后再进行采样，采样时采样嘴必须对准气流方向，偏差不得大于 5°。

13.3 普通采样管依靠预测流速法进行等速采样。压力平衡型等速采样装置直接采样。采样时用移动采样法，即用同一个滤筒(膜)对同轴线上的各测点以相同的时间进行等速采样，每次取 3 个样品。

13.4 等速采样流量计读数按式(19)计算：

$$V_C = 0.002\,54d^2 v\left(\frac{B_a + P_J}{273 + t_1}\right)\left(\frac{273 + t_2}{B_a + P_r}\right)^{1/2}(1 - X_W) \qquad \cdots\cdots(19)$$

式中：

V_C——等速采样流量计读数，单位为升每分钟(L/min)；

d——采样嘴直径，单位为毫米(mm)；

t_1——管道内气体温度，单位为摄氏度(℃)；

t_2——流量计前的温度，单位为摄氏度(℃)。

13.5 标准状态下的采样体积按式(20)计算：

$$V_t = 0.002\,7K(N_2 - N_1)\frac{B_a + P_r}{273 + t} \qquad \cdots\cdots(20)$$

式中：

V_t——标准状态下的采样体积，单位为升(L)。

13.6 气体的含尘浓度按式(21)计算：

$$C_m = \frac{g}{V_t} \times 10^6 \qquad \cdots\cdots(21)$$

式中：

C_m——气体的含尘浓度，单位为毫克每立方米[$mg/m^3_{(标\cdot干)}$]；

g——采样所得的粉尘量，单位为克(g)。

14 耗水量的测量

测定耗水量应用标定后的水表，并符合水表的安装规定。测定时按时记下测量的开始与终止时间 T_1、T_2 和对应的水表读数 m_1 和 m_2。

15 湿式除尘器性能参数的计算

15.1 除尘效率(除尘率)

15.1.1 当除尘器进、出口管道的干气流量相等时，按式(22)计算：

$$\eta = \left(1 - \frac{C_2}{C_1}\right) \times 100\% \qquad \cdots\cdots(22)$$

式中：

η——湿式除尘器的除尘效率；

C_1——除尘器入口的气体平均含尘浓度，单位为克每立方米[$g/m^3_{(标\cdot干)}$]；

C_2——除尘器出口的气体平均含尘浓度，单位为克每立方米[$g/m^3_{(标\cdot干)}$]。

15.1.2 当除尘器位于通风机吸入端，除尘器漏风时，按式(23)计算：

$$\eta = \left(1 - \frac{C_2 \times Q_{g2}}{C_1 \times Q_{g1}}\right) \times 100\% \qquad \cdots\cdots(23)$$

式中：

Q_{g1}——除尘器入口的气体干气流量，单位为立方米每小时[$m^3_{(标\cdot干)}/h$]；

Q_{g2}——除尘器出口的气体干气流量，单位为立方米每小时[$m^3_{(标\cdot干)}/h$]。

15.1.3 当除尘器位于通风机压出端，除尘器漏风时，按式(24)计算：

$$\eta = \frac{Q_{g2}}{Q_{g1}}\left(1 - \frac{C_2}{C_1}\right) \times 100\% \qquad \cdots\cdots(24)$$

15.2 脱硫效率

15.2.1 当除尘器进、出管道的干气流量相等时，按式(25)计算：

$$\eta_{SO_2} = \left(1 - \frac{C_{2\,SO_2}}{C_{1\,SO_2}}\right) \times 100\% \qquad \cdots\cdots(25)$$

式中：

η_{SO_2}——湿式除尘器的效率；

$C_{1\,SO_2}$——除尘器入口的气体平均 SO_2 浓度，单位为毫克每立方米[$mg/m^3_{(标\cdot干)}$]；

$C_{2\,SO_2}$——除尘器出口的气体平均 SO_2 浓度，单位为毫克每立方米[$mg/m^3_{(标\cdot干)}$]。

15.2.2 当除尘器位于通风机吸入端，除尘器漏风时，按式(26)计算：

$$\eta_{SO_2} = \left(1 - \frac{C_{2\,SO_2} \times Q_{g2}}{C_{1\,SO_2} \times Q_{g1}}\right) \times 100\% \qquad \cdots\cdots(26)$$

15.2.3 当除尘器位于通风机压出端，除尘器漏风时，按式(27)计算：

$$\eta_{SO_2} = \frac{Q_{g2}}{Q_{g1}}\left(1 - \frac{C_{2\,SO_2}}{C_{1\,SO_2}}\right) \times 100\% \qquad \cdots\cdots(27)$$

15.3 脱硝效率

等同于 16.2。

15.4 湿式除尘器阻力(压力降)

按式(28)计算：

$$\Delta P = P_1 - P_2 - P_H - \Sigma h \qquad \cdots\cdots(28)$$

式中：

ΔP——湿式除尘器的阻力，单位为帕(Pa)；

P_1——进口管道测量截面上气体的平均全压，单位为帕(Pa)；

P_2——出口管道测量截面上气体的平均全压，单位为帕(Pa)；

Σh——测点截面至除尘器入口及出口法兰之间的管道阻力之和，单位为帕(Pa)；

P_H——气体的浮力，单位为帕(Pa)。

15.5 气体的浮力计算

气体的浮力按式(29)计算：

$$P_H = (\rho_a - \rho_m) g H \qquad \cdots\cdots(29)$$

式中：

ρ_a——大气的密度，单位为千克每立方米(kg/m^3)；

ρ_m——除尘器内气体的密度，单位为千克每立方米(kg/m^3)；

g——重力加速度，9.81 m/s^2；

H——进、出口管道内测定位置的高度差，单位为米(m)。

15.6 除尘器漏风率

除尘器漏风率按式(30)计算：

$$\varepsilon = \frac{Q_{g2} - Q_{g1}}{Q_{g1}} \times 100\% \qquad \cdots\cdots(30)$$

式中：

ε——除尘器漏风率。

15.7 湿式除尘器耗水量

湿式除尘器耗水量按式(31)计算：

$$W_1 = (m_2 - m_1)/(T_2 - T_1) \qquad \cdots\cdots(31)$$

式中：

W_1——耗水量，单位为立方米每小时(m^3/h)；

m_2——水表终止读数，单位为立方米(m^3)；

m_1——水表开始读数，单位为立方米(m^3)；

T_2——终止时间，单位为小时(h)；

T_1——开始时间，单位为小时(h)。

耗水量也可以用式(32)计算：

$$W_2 = W_1 / Q_{g1} \times 10^3 \quad \cdots\cdots (32)$$

式中：

W_2——耗水量，$m^3/1\ 000\ m^3_{(标\cdot干)}$。

附 录 A
（资料性附录）
不同温度时的饱和水气压力 P_v

温度/℃	P_v/kPa	温度/℃	P_v/kPa	温度/℃	P_v/kPa	温度/℃	P_v/kPa
0	0.61	29	4.00	54	14.99	79	45.45
5	0.87	30	4.24	55	15.74	80	47.32
6	0.93	31	4.49	56	16.50	81	49.28
7	1.00	32	4.76	57	17.30	82	51.30
8	1.07	33	5.03	58	18.14	83	53.40
9	1.15	34	5.32	59	19.00	84	55.56
10	1.23	35	5.63	60	19.91	85	57.78
11	1.31	36	5.95	61	20.84	90	70.07
12	1.40	37	6.28	62	21.83	91	72.78
13	1.49	38	6.63	63	22.84	92	75.58
14	1.60	39	6.99	64	23.89	93	78.46
15	1.71	40	7.37	65	24.99	94	81.42
16	1.81	41	7.77	66	23.13	95	84.47
17	1.93	42	8.20	67	27.32	100	101.28
18	2.07	43	8.64	68	28.55		
19	2.20	44	9.10	69	29.81		
20	2.33	45	9.58	70	31.14		
21	2.49	46	10.09	71	32.51		
22	2.64	47	10.61	72	33.93		
23	2.81	48	11.16	73	35.41		
24	2.99	49	11.73	74	36.94		
25	3.17	50	12.34	75	38.53		
26	3.36	51	12.95	76	40.18		
27	3.56	52	13.61	77	41.88		
28	3.77	53	14.29	78	43.64		

附 录 B
（资料性附录）
SO_2 吸收液、标准碘溶液的制备

B.1 SO_2 吸收液的配制

SO_2 吸收液可按以下比例配制，称取氨基磺酸铵 2.00 g（$H_6N_2O_3S$，分子量 114，极易溶于水），加入硫酸铵约 1.00 g，溶于蒸馏水中，加蒸馏水至 100 mL，摇匀。

B.2 碘标准滴定液（$C_{碘}$ = 0.05 mol/L）

B.2.1 配制

B.2.1.1 称取 13 g 碘，加 35 g 碘化钾、100 mL 蒸馏水，溶解后加入 3 滴盐酸及适量蒸馏水稀释至 1 000 mL，用垂融漏斗过滤，置于阴凉处，密闭，避光保存。

B.2.1.2 称取 1 g 酚酞，用乙醇溶解并稀释至 100 mL。

B.2.1.3 制淀粉指示液：称取 0.5 g 可溶性淀粉，加入约 5 mL 水，拌匀后缓缓倒入 100 mL 沸水中，随加随搅拌，煮沸 2 min，放冷，备用。此指示液应临时配制。

B.2.2 标定

取约 0.2 g 在 105℃干燥 1 h～2 h 的基准三氧化二砷（As_2O_3），准确称量，加入 25 mL 蒸馏水和 5 mL氢氧化钠溶液（1 mol/L），微热使之溶解，冷却。加入 20 mL 水及 2 滴酚酞溶液，加入硫酸（0.5 mol/L）中和至红色消失，再加 40 mL 饱和碳酸氢钠溶液及 3 mL 淀粉指示液。用碘标准溶液滴定至溶液显浅蓝色。

B.2.3 计算

碘标准滴定溶液浓度按式（B.1）计算：

$$C_{碘} = \frac{G}{V \times 0.049\ 46} \qquad \cdots\cdots (B.1)$$

式中：

$C_{碘}$——碘标准滴定溶液的浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

G——基准三氧化二砷的质量，单位为克（g）；

V——碘标准滴定溶液的体积，单位为毫升（mL）。

B.2.4 稀释

根据需要配制碘标准滴定溶液的总量和浓度，碘标准滴定液的稀释按公式（B.2）计算：

$$V = \frac{M_0 - M}{M} \times V_0 \times 1\ 000 \qquad \cdots\cdots (B.2)$$

式中：

V——稀释所需添加的蒸馏水，单位为毫升（mL）；

V_0——稀释前的碘溶液的体积，单位为升（L）；

M_0——稀释前的碘溶液浓度，单位为摩尔每升（mol/L）；

M——所需的碘溶液浓度，单位为摩尔每升（mol/L）。

建议使用浓度范围在 0.005 mol/L～0.05 mol/L 之间。