

# 日本除尘装置规范

本手册中引用的标准、规范仅作“参考资料”使用，如需采用，必须以现行有效版本的标准、规范为准。

院总工程师办公室 1997.10

国家建委建筑科学研究院建筑情报研究所

一九七八年十二月

工本费：0.20元

# 出版说明

排气除尘是环境保护方面的一项重要工作。在毛主席革命路线指引下，在各级党委领导下，经过广大工人、科技人员的努力，我国排气除尘工作已有不少进展。为了实现新时期的总任务，适应建设清洁城市、工厂的需要，还应当大力开展技术革新和科学研究，迅速提高排气除尘技术水平。

国内实践已经提出，统一除尘装置性能标准和测试方法是急待解决的一项主要课题。鉴于日本为解决严重的公害问题，在吸收别国先进技术的基础上，在除尘技术方面做了许多工作，编制的除尘装置性能测定方法等标准，反映了当前国际水平，可供我们借鉴。为此遵照“洋为中用”的方针，请北京工业大学陈明绍、李光同志将其中两种标准译出，供大家参考。

本项工作，得到了北京市环境保护办公室的大力支持。由于我们水平有限，译校、编辑工作中的错误与缺点，请批评指正。

国家建委建筑科学研究所建筑情报研究所

一九七八年七月

## 目 录

除尘装置性能的测定方法 ( JIS B9910-1977 ) .....	( 1 )
《除尘装置性能的测定方法(JIS B9910-1977)》编制说明.....	( 7 )
除尘装置规格的表示方式 ( JIS B9909-1977 ) .....	( 31 )

# 除尘装置性能的测定方法

(JIS\* B 9910-1977)

**1.适用范围:** 除尘装置是从处理气体中捕集和分离粉尘的装置。本标准对除尘装置在使用状态下性能的测定方法作出规定。

注: 作为参考, 本标准用□表示国际单位制(SI)的单位和数值。

**2.除尘装置性能的测定项目:** 除尘装置性能的必要测定项目, 从下列项目中选择:

(1) 除尘装置进口和出口管道内气体的温度、静压及成分;

(2) 除尘装置进口和出口管道内气体的流量;

(3) 除尘装置的压力损失;

(4) 除尘装置进口和出口管道内气体含尘浓度;

(5) 除尘装置进口和出口管道内粉尘流量;

(6) 除尘装置的除尘效率或透过率;

(7) 除尘装置进口管道内粉尘的比重和分散度; 出口管道内粉尘的比重和分散度; 捕集的粉尘的比重和分散度;

(8) 除尘装置进口管道内粉尘或捕集粉尘的表观电阻;

(9) 除尘装置的用水量和液气比;

(10) 除尘装置的排水量和排水水质;

(11) 除尘装置的动力消耗量;

(12) 除尘装置的噪声。

**3.术语的含义:** 本标准所用主要术语的含义, 依据JIS B 9909(除尘装置规格的表示方式)中的规定。

**4.测定方法总则:** 本标准第2条所规定的各项的测定, 原则上选择在除尘装置和发生源处于稳定状态时进行。如果有周期性

的变化, 则至少要在比一个周期更长的期间中进行测定。测定项目(1)~(7)中在进口和出口管道方面的测定事项, 各自在同一期间进行测定, 其测定位置和测定点原则上根据JIS Z 8808(排气中粉尘浓度的测定方法)中的规定来选择。但测定位置在不影响测定精度和除尘装置性能的范围内, 应尽可能接近除尘装置本体。

**5.除尘装置进口和出口管道内气体的温度、静压及成分的测定方法:**

(1) 温度的测定方法: 温度的测定用玻璃管温度计或用电气式温度计在各测定点按JIS Z 8705(用玻璃管温度计测定温度的方法)或按JIS Z 8704(温度的电气测定方法)中的规定测定之, 所得结果取平均值。

(2) 静压的测定方法: 静压的测定用毕托管的静压孔在各测定点测定之, 所得结果取平均值。但在管壁左右两处设有静压孔, 而所得结果又相差不很大的情况下, 取其平均值即可。

(3) 气体成分的分析方法: 气体的分析, 按JIS K 0103(排气中硫的氧化物的分析方法)、JIS K 0104(排气中氯化物的分析方法)、JIS K 2301(燃气的Hempel分析方法)、JIS Z 8808等标准中的规定进行。

**6.除尘装置进口和出口管道内气体流量的测定方法:** 气体的流量, 按JIS Z 8808和

\* JIS为Japanese Industrial Standard(日本工业标准)的简称

JIS B 8330 (风机的试验及检查方法)规定的孔板法或喷咀法测定之,并换算为下述任一种状态的数值来表示:

(1) 在进口和出口管道内气体的温度和压力下的湿气体流量;

(2) 在进口和出口管道内气体的温度和压力下的干气体流量;

(3) 标准状态(温度0°C,压力760毫米汞柱[101.3千帕斯卡])下湿气体的流量;

(4) 在标准状态下的干气体流量;

(5) 指定状态下的湿气体流量;

(6) 指定状态下的干气体流量。

7. 除尘装置的压力损失的计算方法: 压力损失用除尘装置进口和出口管道内处理气体的平均全压差表示,是从用毕托管在各测定点测得的全压和流速的测定值,按下式求得的:

$$\Delta p = \bar{p}_{ti} - \bar{p}_{t0} + p_H$$

$$\bar{p}_{ti} = \frac{p_{ti1}v_{i1} + p_{ti2}v_{i2} + \dots + p_{tin}v_{in}}{v_{i1} + v_{i2} + \dots + v_{in}}$$

$$\bar{p}_{t0} = \frac{p_{t01}v_{01} + p_{t02}v_{02} + \dots + p_{t0n}v_{0n}}{v_{01} + v_{02} + \dots + v_{0n}}$$

$$p_H = (\rho_a - \rho) g H$$

式中  $\Delta p$ ——压力损失(毫米水柱或公斤力/米<sup>2</sup>) [千帕斯卡];

$p_t$ ——气体的全压,若  $p$  表示静压,  $p_d$  表示动压,则  $p_t = p + p_d$ ; 若以  $\rho$  (公斤/米<sup>3</sup>) 表示气体密度,  $v$  (米/秒) 表示流速,则

$$p_d = \frac{\rho}{2} v^2;$$

$\bar{p}_t$ ——管道内平均全压(毫米水柱或公斤力/米<sup>2</sup>) [千帕斯卡];

$p_{t1}, p_{t2}, \dots, p_{tn}$ ——管道内各测定点气体的全压(毫米水柱或公斤力/米<sup>2</sup>) [千帕斯卡];

$v_1, v_2, \dots, v_n$ ——管道内各测定点气体流速(米/秒)。

脚注  $i$  表示进口管道的各量, 0 表示出口管道的各量;

$p_H$ ——高温气体在大气中的浮力校正值(毫米水柱或公斤力/米<sup>2</sup>) [千帕斯卡];

$\rho_a$ ——大气密度(公斤/米<sup>3</sup>);

$g$ ——重力加速度(米/秒<sup>2</sup>);

$H$ ——出口管上测定点与进口管测定点的高度差(米)。

进出口平均全压差也可以采用静压差加一修正值(此修正值是由于进口和出口管测定点处截面的不同而引起的动压差),按下式确定:

$$\bar{p}_{ti} - \bar{p}_{t0} = p_i - p_0$$

$$+ \frac{\rho}{2} v_i^2 \left[ 1 - \left( \frac{A_i}{A_0} \right)^2 \right]$$

式中  $p_i, p_0$ ——进口、出口的平均静压(毫米水柱或公斤力/米<sup>2</sup>) [千帕斯卡];

$A_i, A_0$ ——进口、出口管道测定点处横截面积(米<sup>2</sup>);

$\rho$ ——进口和出口管内气体的平均密度(公斤/米<sup>3</sup>)。

8. 除尘装置的进口和出口管道内气体含尘浓度的测定方法:

(1) 测定方法: 粉尘浓度按 JIS Z 8808 的规定测定之。

(2) 粉尘浓度的表示方式: 粉尘浓度

按下列四种方式表示:

1) 在进口和出口管道内气体所处状态下1米<sup>3</sup>湿气体中所含粉尘质量;

2) 在进口和出口管道内气体所处状态下1米<sup>3</sup>干气体中所含粉尘质量;

3) 在标准状态(温度0℃, 压力760毫米汞柱[101.3千帕斯卡])下1米<sup>3</sup>湿气体中所含粉尘质量;

4) 在标准状态下1米<sup>3</sup>干气体中所含粉尘质量。

**9. 除尘装置进口和出口管道粉尘流量的计算方法:** 粉尘流量按JIS Z 8808中的规定进行计算。

**10. 除尘装置的除尘效率或透过率的测定及其计算方法:**

(1) 除尘效率或透过率的计算方法: 除尘装置的除尘效率, 根据同一时间内所测定的除尘装置进口和出口管内的粉尘流量、粉尘浓度、气体流量或根据除尘装置在每单位时间内所捕集的粉尘量, 按下列三种求法中相应的一种求得。

1) 根据进口和出口管内粉尘的流量求除尘效率的方法:

$$\begin{aligned}\eta &= \left(1 - \frac{S_o}{S_i}\right) \times 100 \\ &= \left(1 - \frac{C_o Q_o}{C_i Q_i}\right) \times 100 \\ &= \left(1 - \frac{C_{oN} Q'_{oN}}{C_{iN} Q'_{iN}}\right) \times 100\end{aligned}$$

当 $Q_i = Q_o$ 时,

$$\eta = \left(1 - \frac{C_o}{C_i}\right) \times 100$$

也可用下式:

$$\eta = \left(1 - \frac{C_{oN}}{C_{iN}}\right) \times 100$$

2) 根据进口管内粉尘流量和除尘装置单位时间内捕集的粉尘量求除尘效率的方法:

$$\eta = \frac{S_c}{S_i} \times 100$$

3) 根据出口管内粉尘流量和除尘装置单位时间内捕集的粉尘量求除尘效率的方法:

$$\eta = \frac{S_c}{S_o + S_o} \times 100$$

除尘装置的透过率按下式求得:

$$P = 100 - \eta = \frac{S_o}{S_i} \times 100$$

式中  $\eta$ ——除尘效率(%) ;  
 $S$ ——管内粉尘流量(公斤/小时);  
 $C$ ——在管道内气体所处状态下的含尘浓度(克/米<sup>3</sup>);  
 $C_N$ ——将管道内气体含尘浓度换算为在标准状态下的干气体含尘浓度(克/标米<sup>3</sup>);  
 $Q$ ——在管道内气体所处状态下的气体流量(米<sup>3</sup>/小时);  
 $Q'_N$ ——将管道内气体流量换算为在标准状态下的干气体气体流量(标米<sup>3</sup>/小时);  
 $S_c$ ——除尘装置在单位时间内所捕集的粉尘质量(公斤/小时);  
 $P$ ——透过率(%)。

脚注  $i$  表示进口管的各量,  $o$  表示出口管的各量。

(2) 除尘装置单位时间所捕集的粉尘量的测定方法: 除尘装置单位时间所捕集的粉尘量, 由测定捕集时间和所捕集到的粉尘质量按下式计算:

$$S_c = \frac{M_c}{t}$$

式中  $S_c$ ——除尘装置单位时间所捕集的粉尘质量(公斤/小时);

$M_c$ ——除尘装置在捕集管道内试验粉尘的全部时间中所捕集到的粉尘质量(公斤);

①表示标准状态(0℃, 760毫米汞柱[千帕斯卡])下的体积。

$t$  —— 除尘装置捕集管道内试验粉尘的全部时间 (小时)。

附录1. 在需要求分级除尘效率的情况下, 可根据在同一时间内所测定的除尘装置进口和出口管内粉尘的质量和分散度以及除尘装置捕集到的粉尘的质量和分散度, 分别按下列三式计算:

(1) 根据在进口和出口管内测定的粉尘质量和分散度求分级除尘效率的方法:

$$\eta_x = \left( 1 - \frac{M_{o,x}}{M_{i,x}} \right) \times 100$$

由于  $M_{o,x} = f_o \cdot \Delta x \cdot M_o$ ,  $M_{i,x} = f_i \cdot \Delta x \cdot M_i$ , 以及  $M_o/M_i = (100 - \eta)$ :

$$\begin{aligned} \eta_x &= 100 - \frac{f_o}{f_i} (100 - \eta) \\ &= 100 - \frac{\frac{\partial R_o}{\partial x}}{\frac{\partial R_i}{\partial x}} \cdot (100 - \eta) \end{aligned}$$

(2) 根据进口管内粉尘的质量和分散度以及除尘装置所捕集到的粉尘的质量和分散度求分级除尘效率的方法:

$$\eta_x = \frac{M_{c,x}}{M_{i,x}} \times 100$$

由于  $M_{c,x} = f_c \cdot \Delta x \cdot M_c$ ,  $M_{i,x} = f_i \cdot \Delta x \cdot M_i$  以及  $M_c/M_i = \eta$ :

$$\begin{aligned} \eta_x &= \frac{f_c}{f_i} \cdot \eta \\ &= \frac{\frac{\partial R_c}{\partial x}}{\frac{\partial R_i}{\partial x}} \cdot \eta \end{aligned}$$

(3) 根据出口管内粉尘的质量和分散度以及除尘装置所捕集到的粉尘质量和分散度求分级除尘效率的方法:

$$\begin{aligned} \eta_x &= \frac{M_{c,x}}{M_{c,x} + M_{o,x}} \times 100 \\ &= \frac{1}{1 + \frac{M_{o,x}}{M_{c,x}}} \times 100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{1 + \frac{f_o}{f_c} \left( \frac{1 - \eta}{\eta} \right)} \times 100 \\ &= \frac{1}{1 + \frac{\frac{\partial R_o}{\partial x}}{\frac{\partial R_c}{\partial x}} \left( \frac{1 - \eta}{\eta} \right)} \times 100 \end{aligned}$$

分级透过率按下式计算:

$$P_x = 100 - \eta_x$$

式中  $\eta_x$  —— 分级除尘效率, 即当粒径用  $x$  来表示时, 对于粒径范围在  $\Delta x$  内的粉尘的除尘效率 (%);

$M_o$  —— 在进口和出口以及除尘装置所捕集到的粉尘中, 粒径为  $x$  的粉尘的质量 (公斤);

$f$  —— 粒径为  $x$  的粉尘的质量频率 (%/微米);

$R$  —— 筛网孔径为  $x$  时, 筛余粉尘的质量百分比 (%);

$P_x$  —— 分级透过率, 即粒径为  $x$  的粉尘中未被捕集的粉尘所占百分比 (%).

其中, 脚注  $i$  表示进口诸量,  $o$  表示出口诸量,  $c$  表示除尘装置所捕集到的粉尘的诸量。

附录2. 除尘效率和分级除尘效率之间的关系, 除附录1中各式外, 还可以分别按下式(1)和(2)计算:

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{M_c}{M_i} \times 100 \\ &= \frac{M_{c_1} + M_{c_2} + \dots + M_{c_n}}{M_i} \times 100 \\ &= \eta_1 \left( \frac{M_{i_1}}{M_i} \right) + \eta_2 \left( \frac{M_{i_2}}{M_i} \right) \\ &\quad + \dots + \eta_n \left( \frac{M_{i_n}}{M_i} \right) \quad (1) \end{aligned}$$

式中  $M_{c_j}$  —— 第  $j$  级粒径  $\Delta x$  范围内所捕集到的粉尘质量 (公斤);

$\eta_j$  —— 第  $j$  级粒径  $\Delta x$  范围内的分级除尘效率 (%);

$M_i$ ——进口管内粉尘的质量（公斤）。

$$\eta = \frac{\sum_{x_{min}}^{x_{max}} \eta_x \cdot f_{ix} \cdot \Delta x}{\int_0^{\infty} \eta_x \left( -\frac{\partial R_i}{\partial x} \right) dx} \quad (2)$$

式中  $f_{ix}$ ——进口粉尘中粒径为  $x$  的粉尘的频率（%/微米），即

$$f_{ix} = \frac{\frac{M_{ix}}{M_i}}{\Delta x};$$

$\Delta x$ ——将进口粉尘整个粒径范围分为  $n$  段，各分点  $x_1, x_2, \dots, x_n$  间所包含的粒径范围（微米）；

$R_i$ ——筛网孔径为  $x$  时，筛余粉尘的质量百分比（%）。

### 11. 粉尘比重、分散度和表观电阻的测定方法：

(1) 粉尘试样的采样方法：待测的粉尘，包括除尘装置进口和出口管道内的粉尘以及除尘装置所捕集到的粉尘。但对于表观电阻的测定只包括进口管内及除尘装置所捕集的粉尘。

对于管道内粉尘的采样方法，是用滤纸、滤布、小型旋风子、静电式采样器、冲击采样器等器具单独或合并使用进行的。

对于除尘装置所捕集的粉尘，按第10条第(2)点的规定采样。

(2) 粉尘比重的测定方法：粉尘的比重按 JIS Z 8807（固体比重的测定方法）中的规定或由空气比较式比重计测定之。

(3) 粉尘分散度的测定方法：粉尘的分散度按 JIS Z 8801（标准筛）中规定的筛分法、JIS Z 8901（试验用粉尘）及 JIS A1204（土的粒度的试验方法）中规定的沉降法、显微镜法等测定之，所得结果以质量为基准表示之。

(4) 粉尘表观电阻的测定方法：粉尘

的表观电阻由圆板电阻法、针-圆板电极法、圆筒电极法、梳子形电极法等方法测定。

### 12. 除尘装置的使用水和排水的测定方法：

(1) 用水量和排水量的测定方法：用水量和排水量按 JIS Z 8761（用浮子面积流量计测定流量的测定方法）中的规定用浮子流量计、JIS Z 8762（用节流装置测定流量的测定方法）中规定的节流装置流量计、JIS Z 8763（用文丘里管测定流量的测定方法）中规定的文丘里管，或按 JIS K 0102（工厂排水试验方法）中规定的堰式流量测定法来测定。

(2) 液气比的计算方法 液气比按下式计算：

$$L = \frac{q_w}{Q_i}$$

式中  $L$ ——液气比（升/米<sup>3</sup>）；

$q_w$ ——洗涤液的流量（升/小时）；

$Q_i$ ——除尘装置进口管内湿气体的流量（米<sup>3</sup>/小时）。

(3) 水质试验方法 排水水质试验，按 JIS K 0102 中的规定进行。

### 13. 除尘装置动力消耗量的测定方法：

(1) 压力损失产生的动力消耗：除尘装置由于压力损失而产生的动力消耗，按下式计算：

$$P = 2.73 \times 10^{-6} \Delta P \cdot Q_i;$$

$$\{P = 2.78 \times 10^{-6} \Delta P \cdot Q_i\}$$

式中  $P$ ——动力消耗（千瓦）；

$\Delta P$ ——除尘装置的压力损失（毫米水柱或公斤力/米<sup>2</sup>）[千帕斯卡]；

$Q_i$ ——除尘装置进口气体流量（米<sup>3</sup>/小时）。

(2) 电力消耗量：电力消耗量是指引

① 将进口粉尘整个粒径范围分为  $n$  段，以点  $x_1, x_2, \dots, x_n$  为分点的各段粒径取为  $x$ ，其最小粒径为  $x_{min}$ ，最大粒径为  $x_{max}$ 。



风机用电动机、除尘装置附属设备用电动机所消耗的电力，由电表折算为单位时间的消耗量表示。

(3) 其它能量的消耗：其它形式能量的消耗是指除上述能量外，为产生压缩空气和水蒸汽用的动力，调温调湿及冷却水所消耗的能量，各自用相应的方法来测定。

**14. 除尘装置噪声的测定方法：**噪声按 JIS Z 8731 (噪声声级测定方法) 中的规定进行测定。有送风机附属设备时，其噪声按 JIS B 8330 中的规定来测定。

**15. 除尘装置性能测定的次数：**除尘效率及其它项目的测定次数，原则上要求在同一运转期中连续进行两次采样。但必要时可以增加次数。

**16. 粉尘浓度及除尘效率的测定误差：**

(1) 粉尘浓度的总测定误差：粉尘浓度的总测定误差  $\sigma$  按下式计算：

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \sigma_4^2}$$

式中  $\sigma_1$  —— 因处理气体的流量和粉尘浓度的时间、空间的变化而产生的误差；

$\sigma_2$  —— 抽气流量的测定误差；

$\sigma_3$  —— 非等速采样引起的测定误差；

$\sigma_4$  —— 所捕集的粉尘在干燥和称量时产生的误差。

(2) 除尘效率的测定误差  $\Delta\eta$ ：除尘效率的测定误差  $\Delta\eta$ ，在除尘装置进口粉尘浓度  $C_{iN}$  的总测定误差用  $\sigma_i$  表示，出口粉尘浓度  $C_{oN}$  的总测定误差用  $\sigma_o$  表示时，按下式计算：

$$\eta + \Delta\eta = 1 - \frac{C_{oN}(1 - \sigma_o)}{C_{iN}(1 + \sigma_i)}$$

$$\eta - \Delta\eta = 1 - \frac{C_{oN}(1 + \sigma_o)}{C_{iN}(1 - \sigma_i)}$$

# 《 除尘装置性能的测定方法 (JIS B 9910-1977) 》 编制说明

**1. 制定标准的目的和经过** 除尘装置是大多数工厂中产生煤尘和粉尘的设施的附属设备,是为防止公害,保护环境服务的。为合理选择和使用除尘装置,在 JIS B 9909 (除尘装置规格的表示方式)中已经对除尘装置的设计、维修、管理等必要的规格表示方式作出规定,本标准进一步说明各种除尘装置在使用状态下性能的测定方法,它是制定日本工业标准和体系的统一基准。

## 2. 有关的国外标准 (略)

**3. 测定方法总则** 在测定除尘装置性能的时候,要选择除尘装置及发生源已经运转,并且,其运转初期的异常状态得到消除的稳定时期进行。

由于除尘装置进口和出口处状态值会有变化,因此,在测定性能时,对正文中第 2 条 (1)~(7)项,必须同时测定。但在这些状态值被认为不产生变化的条件下,例如对气体流量等,也可以省略进口或出口的某一个值的测定。

在由于除尘装置和发生源构造的不同,选择合适的测定位置和测定点有困难的情况下,原则上也要按 JIS Z 8808 的规定选定。

在离开除尘装置测定位置选取测定点的情况下,必须考虑对测定值进行必要的修正。

**4. 压力损失的表示方式** 本标准规定,除尘装置的压力损失  $\Delta P$ ,由流经装置进口 ( $i$ ) 和出口 ( $o$ ) 管中各自的气体平均全压  $\bar{p}_t$  的差值 ( $\bar{p}_{ti} - \bar{p}_{to}$ ) 加上由于测定点位置的高度差引起的浮力校正值  $p_H$  来计算。式

中平均全压是从流经管道的测量断面上各分区 (分为等面积) 的气体的全压能量  $p_t \cdot Q$  (公斤力·米/秒) 的总和,按下式计算:

$$\bar{p}_t = \frac{p_{t1}Q_1 + p_{t2}Q_2 + \dots + p_{tn}Q_n}{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n}$$

式中  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ , 是流经各分区的气体流量,当第  $j$  分区的面积为  $A_j$ , 速度为  $v_j$  时,  $Q_j = A_j \cdot v_j$ 。在各分区面积相等的情况下,上式中的  $Q_j$  可以用  $v_j$  来代替,表示为:

$$\bar{p}_t = \frac{p_{t1}v_1 + p_{t2}v_2 + \dots + p_{tn}v_n}{v_1 + v_2 + \dots + v_n}$$

如图 1 所示,在用毕托管测定的情况下,全压  $p_t$  直接从毕托管的全压孔求得;在用其它测量仪器的情况下,必须按  $p_t = p_s + \frac{\rho}{2}v^2$  计算 ( $p_s$ —静压,  $\rho$ —气体密度)。

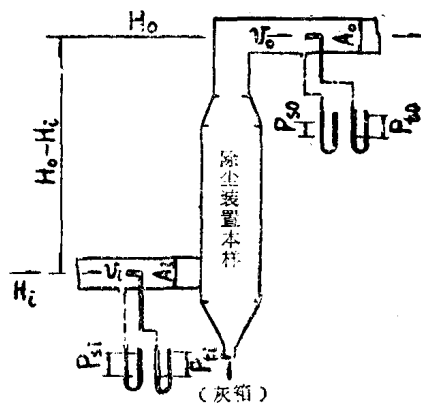


图 1 求除尘装置压力损失的方法

浮力校正,等于除尘装置进口和出口处测定位置的高度差  $H$  和气体与大气密度差 ( $\rho_a - \rho$ ) 的乘积。即:

$$p_H = H \cdot g \cdot (\rho_a - \rho)$$

一般，相对于除尘装置的压力损失，浮力校正值很小，但当气体温度高，测定点位置相差很大的情况下，必须注意不能忽视浮力校正值。

因此，除尘装置的压力损失，按上述的全压和浮力校正值表示如下：

$$\Delta P = \bar{p}_{ti} - \bar{p}_{to} + p_H$$

当测定断面的流速及其分布大体上均匀的情况下，可以用静压差代替全压差，并根据进口和出口处测定断面面积的不同对压力损失加以修正。即：

$$p_{ti} = p_{si} + \frac{\rho}{2} \left( \frac{Q_i}{A_i} \right)^2$$

$$p_{to} = p_{so} + \frac{\rho}{2} \left( \frac{Q_o}{A_o} \right)^2$$

当  $Q_i = Q_o$  时：

$$p_{ti} - p_{to} = p_{si} - p_{so}$$

$$+ \frac{\rho}{2} \left[ 1 - \left( \frac{A_i}{A_o} \right)^2 \right]$$

$$\therefore \Delta P = [p_{si} - p_{so}]$$

$$+ \frac{1}{2} \left[ 1 - \left( \frac{A_i}{A_o} \right)^2 \right]$$

$$+ [(H_o - H_i)g \cdot (\rho_a - \rho)]$$

上式右边第一项是除尘装置进口和出口的静压差，第二项是进口和出口测定断面面积差产生的动压修正值，第三项是浮力校正值。假定进出口管截面积相等，并且没有位置上的高差，则上式右边第二项、第三项就消失，而成为：

$$\Delta p = p_{si} - p_{so}$$

上述压力损失，也包括了除尘装置前后管道的压力损失。除尘装置本体的压力损失应从上述压力损失中减去（前后）管道的压力损失  $\Delta P_1$ ，按下式计算：

$$\Delta P' = \Delta P - \Delta P_1$$

## 5. 粉尘比重、分散度及表观电阻的测定方法

(1) 测定的目的：测定粉尘比重、分散度和表观电阻的目的是因为粉尘的这些性

质是影响除尘装置性能，特别是影响除尘效率的极为重要的因素。

1) 粉尘的比重，对重力除尘装置、惯性力或离心力除尘装置，从处理气体中分离粉尘的作用有很大影响。一般，比重大的粉尘容易分离，因此除尘效率也偏高。

2) 粉尘的分散度，是影响除尘装置性能的最重要因素之一，一般，粒径大的粉尘容易从处理气体中分离，粒径微小的粉尘不容易分离。这种情况，可以清楚地从分级除尘效率曲线上显示出来。

此外，对各种除尘装置，都有不能捕集的粒径范围。因此，在选择除尘装置时，必须根据粉尘的分散度确定最合适的除尘装置类型。

3) 粉尘表观电阻，对电除尘装置有决定性影响，通常表观电阻为  $10^4 \sim 10^{11}$  欧姆·厘米时是适合的，在  $10^4$  欧姆·厘米以下时沉淀极板上所捕集的粉尘会产生再飞扬现象，反之，在  $10^{11}$  欧姆·厘米以上时，由于产生反向电离现象而使除尘效率降低。因此，当粉尘的表观电阻相对于上述范围有所增减的情况下，必须通过改变温度、湿度或通过其它方法对表观电阻加以调节。

此外，对过滤式除尘装置，从滤布上清除表观电阻高的粉尘时，粉尘不易落下。

基于上述原因，不论是对待处理的粉尘的比重、粒径和表观电阻，还是粉尘的其它性质、气体的必要性质，都必须预先调查清楚。

(2) 粉尘的比重：

1) 粉尘试样的采样方法：

① 粉尘成份相同的情况

(a) 粉尘成份相同并且均匀时，由于不存在因粒径不同而造成的比重的差别，因此从除尘装置所捕集到的粉尘中采样是最方便的。但对湿式除尘装置，必须特别注意水溶性的粉尘，可以按下面的方法采集除尘装置进口管内的粉尘。

(b) 在除尘装置的进口或出口管道采样时,用滤纸、滤布、小型旋风子、静电式粉尘采样器或冲击采样器,不一定按 JIS Z 8808 规定的方法,也可以在任意测定点,用非等速抽气采样。

### ② 粉尘是由各种成分构成的情况

粉尘的比重因粒径、成分等而不同时,必须用测定平均含尘浓度的方法。即在除尘装置进口管道内和出口管道内按 JIS Z 8808 规定的测定点,用等速抽气采集粉尘(用在各点或移动位置或代表点的取样法采集粉尘)。

若采集的试样不止一个时,把所采的全部粉尘进行完全混合。

在这种情况下下的采样,除按 JIS Z 8808 规定的滤纸外,可用捕集效率在 99% 以上的滤布、小型旋风子、静电粉尘采样器或冲击采样器等。

2) 测定方法 粉尘的比重,按 JIS Z 8807 (固体比重测定方法)规定的方法或用空气比较式比重计。

### (3) 粉尘的分散度

#### 1) 采样方法

① 测定已采集的粉尘的分散度的情况在除尘装置进口和出口管内采样时,用前述(2)1)②的方法。

② 测定处于流动状态的粉尘分散度时:为正确求得实际状态的分散度,与采集后粉尘的测定方法相比,希望用流动状态粉尘的测定方法。

这时,作为测定装置通常用冲击采样器,将其直接插入管道内采集粉尘。

#### 2) 测定方法

##### ① 已采集的粉尘的分散度的测定方法

目前,因粉尘分散度的测定方法尚未标准化,不可能指定用哪一种方法,可以利用 JIS Z 8901 (试验用粉尘)所规定的标准筛法或沉降法(安德森移液管法等)

##### ② 流动状态粉尘分散度的测定方法

由上述的冲击采样器捕集除尘装置进口

和出口管内的粉尘,求得以质量为基准的分散度,但粉尘的抽吸捕集要选用等速抽吸。

### (4) 粉尘表观电阻的测定方法

#### 1) 粉尘试样的采样方法

① 测定已采集粉尘表观电阻的方法 从除尘装置进口管内按上述(2)1)中②的方法采集粉尘,或从除尘装置所捕集下的粉尘中采样。但必须注意,除尘装置所捕集的粉尘,随取样地点以及粉尘组成、粒径等不同,其表观电阻会有相当大的变化。

② 测定流动状态粉尘的表观电阻的方法 粉尘的表观电阻,因随粉尘和气体的温度、湿度而变化,因此理想的是在除尘装置进口管内测定处于流动状态的粉尘的表观电阻。这种情况下,由于将测定部位插入到管道内,所以没有必要特地采样。

2) 测定方法 目前,由于测定方法尚未标准化,不能指定用哪一种方法。但“电除尘装置调查专门委员会”编制的方法,是最有参考价值的测定方法,现介绍其中两种:

#### ① 赛马场法 (race track) \*

图 2 所示是实验室所使用的粉尘电阻测定装置之一(赛马场法)。

在保持所希望的温度、湿度的同时使处

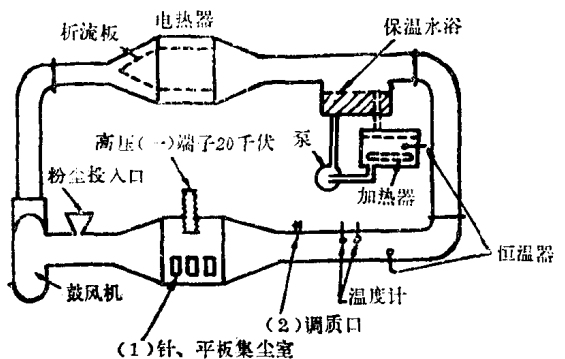


图 2 粉尘电阻测定装置

\* 又称环形轨道法

理气体在集尘室 1 中循环，利用针状电极电晕放电，在平板电极上堆积粉尘，通过测定流经此粉尘层中的电流，计算粉尘的电阻。气体温度可以任意保持在从室温到 300~400°C 范围内，其相对湿度在 0~40%（体积比）的范围内调整。从 2 注入特定的气体，能使集尘室内保持和实际相近的状态。

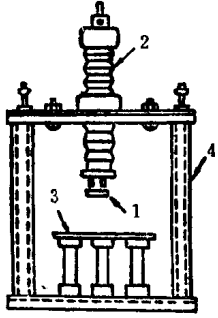


图 3 粉尘电阻测定部分  
1—针状电极；2—绝缘子；  
3—平板电极；4—瓶子

图 3 所示为集尘室的构造，针状电极可以上下自由调整。

图 4 为测定线路，直流高压电源外加电压 0~20 千伏，电流计能测到  $10^{-12}$  安培，这时能测定的粉尘表观电阻大致可以到  $10^{14} \sim 10^{15}$  欧姆·厘米。

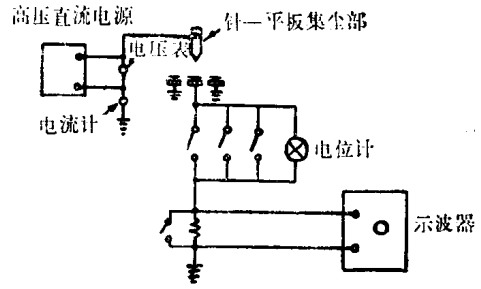


图 4 针—平板粉尘电阻测定器线路图

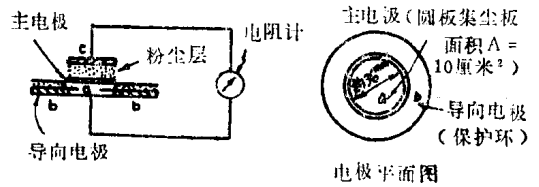


图 5 粉尘电阻测定法（平行平板电极法）

(a) 平行平板电极法 图 3 中由针—平板电极电晕放电而在平板上堆积的粉尘，用图 5 中的装置，将测定电阻用的对向平板降下并贴在粉尘面上，在两极板上加上电压，测出主电极电流，按下式计算表观电阻：

$$V = i \cdot \rho \cdot l$$

$$\rho = \frac{V}{i \cdot l} \text{ (欧姆·厘米)}$$

式中  $V$ ——加在粉尘层上的电压（伏）；

$i$ ——电流密度（电流计的读数/主电极面积）（安培/厘米<sup>2</sup>）；

$\rho$ ——粉尘层的表观电阻（欧姆·厘米）；

$l$ ——粉尘层的厚度（厘米）。

(b) 探针法 是通过图 6 所示装置测定针状电极与平板电

极间的电晕电流，以及放在粉尘层内的探针的电位来计算粉尘表观电阻的方法，按下式计算：

$$\rho = \frac{A}{l} \cdot \frac{\Delta V}{I}$$

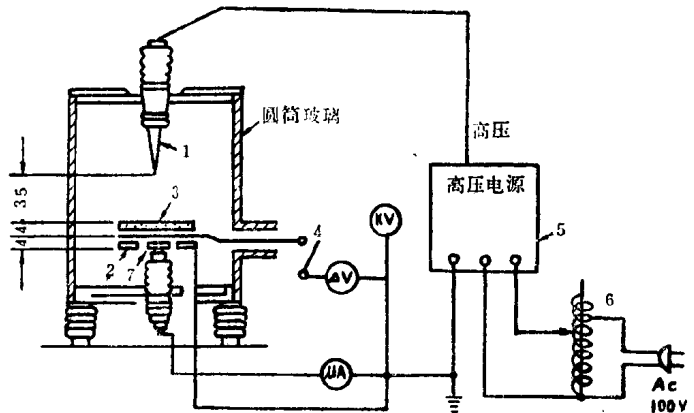


图 6

1—针状放电极；2—导向电极；3—粉尘层；4—探针  
5—高压直流电源；6—可调变压器；7—主电极

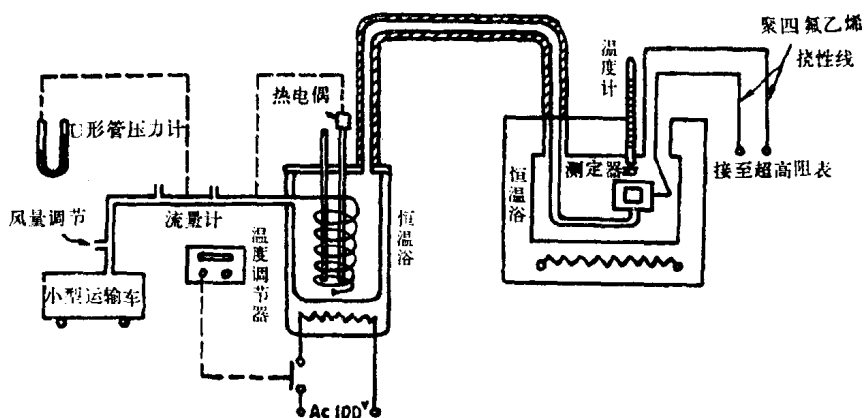


图 7 粉尘电阻率测定装置

式中  $A$  ——主电极面积 (厘米<sup>2</sup>)；  
 $l$  ——探针和平板间的距离 (厘米)；  
 $\Delta V$  ——探针的电位 (伏)；  
 $I$  ——主电极电流 (安培)；  
 $\rho$  ——粉尘层的表观电阻 (欧姆·厘米)。

②恒温恒湿槽法 是通过图 7 所示装置，在恒温恒湿槽内设适当的电极，测定粉尘电阻的温度和湿度特性求表观电阻的方法。例如图 8 中，由圆柱  $a$  和外筒  $b$  构成同心圆筒电极，在  $a$ 、 $b$  的间隙中放满粉尘试样，通过测定加在  $ab$  间的电压  $V$  和主电极电流  $I$ ，按下式能计算出粉尘的表观电阻：

$$\rho = \frac{V}{I} \cdot \frac{2\pi l}{l \left( \frac{R_2}{R_1} \right)}$$

式中  $R_1$  ——圆柱  $a$  的半径 (厘米)；  
 $R_2$  ——外筒  $b$  的半径 (厘米)；  
 $l$  ——主电极的长度 (厘米)；  
 $V$  ——电压 (伏)；  
 $I$  ——电流 (安培)；  
 $\rho$  ——粉尘的表观电阻 (欧姆·厘米)。

图 9 是同心圆筒电极的一种形式，由于强迫气体通过粉尘层，可以缩短平衡吸附所需要的时间。

测定用的电极，除了这种形式外，还有图 10 所示的 ASME\* 规范中规定的形式。ASME 方法和图 5 所示的大致相同，但通过

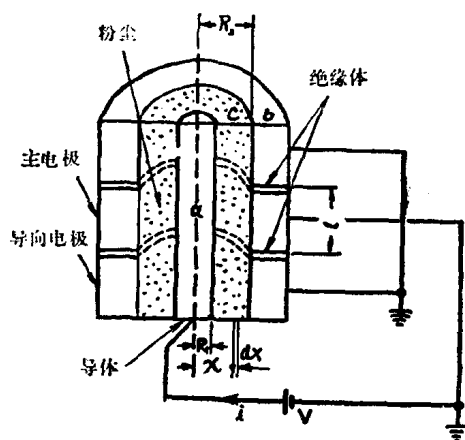


图 8 同心圆筒测定器

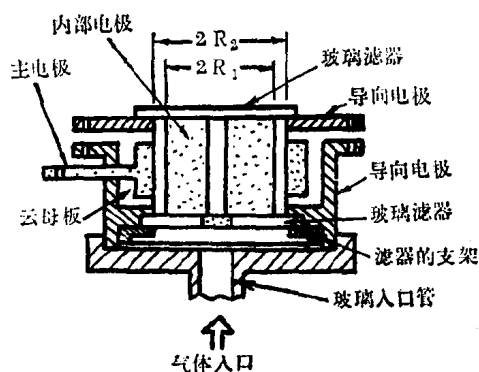


图 9 同心圆筒电极的结构 (电极系数 24)

在电极上压上重物保持一定的压力，并使用 25 微米烧结金属制的电极，缩短平衡吸附时间是其特点。

\* 美国机械工程师学会的简称

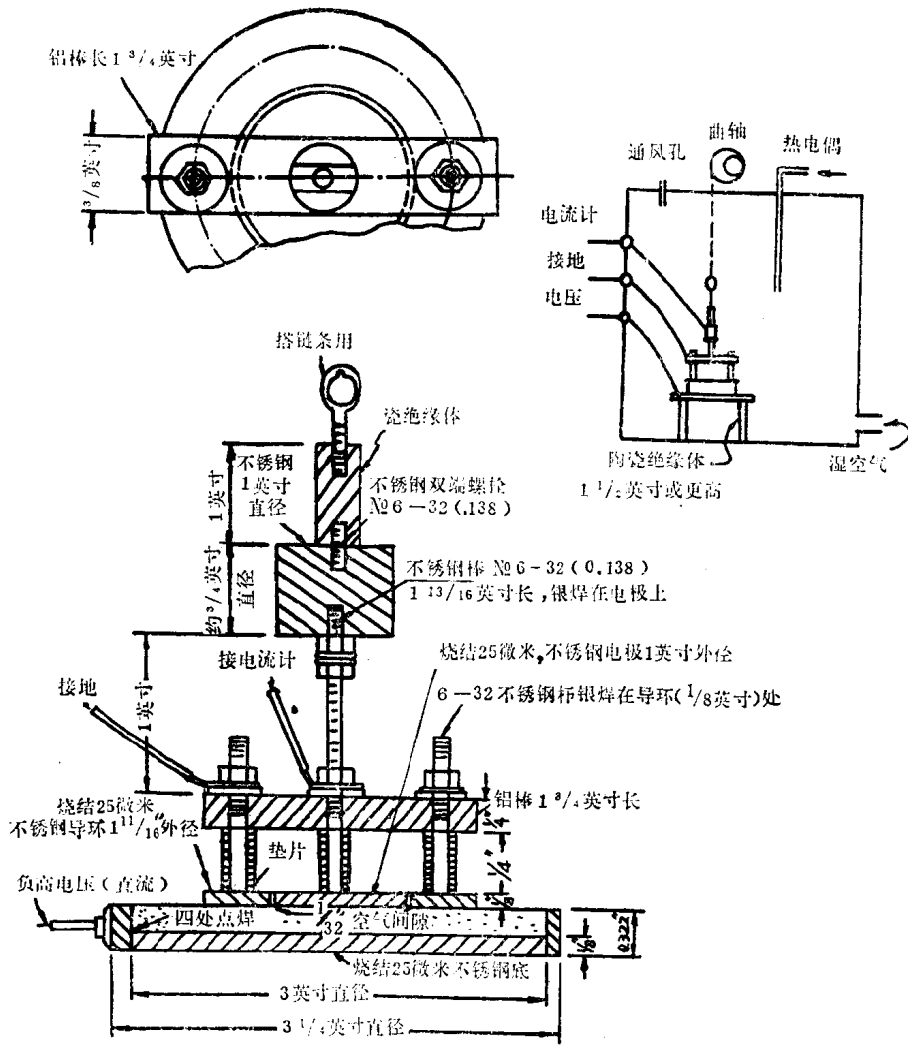


图 10

### 3) 测定方法不同造成的差异

粉尘的表观电阻，不但随粉尘成分不同有差异，而且因温度和粉尘表面处气体成分尤其是水分、 $SO_3$ 、 $NH_3$ 的不同而有差异。因此，在测定表观电阻时，必须特别注意粉尘和气体所处状态。表 1 中列出因测定方法不同而产生的测定值的差异，造成这种情况的原因考虑是以下几点：

①粒径 粉尘成份相同的情况下，若粒径大则表观电阻也大。

②粉尘层的密实程度 电除尘装置集尘电极所捕集的粉尘受电场力的作用，和自然堆积状态不同。在这种情况下，因粉尘的

密实度不同，表观电阻也不相同。通常，粉尘密度大者表观电阻要低些。

③测定时的电压 在测定粉尘表观电阻时，由于加在粉尘层的电压和流经粉尘层的电流间不是线性关系，因此由测定表观电阻时的电压大小不同就产生测定值的差异。测定时电压高者，电阻就小。

④其它 表观电阻还因测定时的时间（电流值随时间而变化）及各种测定装置的特性也会有差异。

### 6. 液气比

对洗涤式除尘装置，其液气比与基本流速一样对除尘性能有很大影响。由于除尘装

粉尘表现电阻测定方法的比较

表 1

试料序号	粉尘种类	表现电阻 (欧姆·厘米)			耐放电强度 (千伏/毫米)	电极放电电压(千伏)	
		针圆板	圆板	圆筒		无粉尘	有粉尘
1	硫酸亚铁	$7 \times 10^9$	$3 \times 10^9$	$4 \times 10^{10}$	2.0	>39	>39
2	硫酸亚铁	$3 \times 10^{10}$	$6 \times 10^9$	$2 \times 10^{11}$	2.2	>39	36
3	氧化锌	$6 \times 10^{10}$	$2 \times 10^{10}$	$4 \times 10^{10}$	1.6	>39	>39
4	氧化铁	$2 \times 10^{11}$	$2 \times 10^{11}$	$1 \times 10^{12}$	3.0	>39	>39
5	煤(A)	$2 \times 10^{11}$	$2 \times 10^{12}$	$3 \times 10^{12}$	4.1	>39	35
6	(C)	$2 \times 10^{12}$	$1 \times 10^{13}$	$2 \times 10^{12}$	3.7	>39	28~30
7	氧化镁	$1 \times 10^{12}$	$2 \times 10^{13}$	$6 \times 10^{13}$	3.8	>39	39
8	波特兰水泥	$2 \times 10^{12}$	$3 \times 10^{13}$	$5 \times 10^{13}$	4.1	>39	27~32
9	(D)	$2 \times 10^{12}$	$5 \times 10^{13}$	$3 \times 10^{13}$	3.5	>39	33~36
10	煤(B)	$9 \times 10^{12}$	$3 \times 10^{14}$	$3 \times 10^{13}$	3.3	>39	29

说明：试料 1 是在露点为 60°C(水分为 19.3%)下试验的；试料 2 是采用相同的试料在露点为 40°C(水分为 7.3%)时试验的；试料 2~10 都是在露点为 40°C 下试验的，温度包括试料 1 都是在 150°C 下试验的。

置的类型而不能确切地计算液气比时，可按下式计算：

$$L = \frac{q_w}{Q_i}$$

式中  $L$ ——液气比 (升/米<sup>3</sup>)；  
 $q_w$ ——洗涤液量 (升/小时)；  
 $Q_i$ ——除尘装置进口管内湿气体流量 (米<sup>3</sup>/小时)。

洗涤液原则上是为除尘装置达到除尘作用而直接使用的液体，不论新补充的还是循环使用的，都是以能起到除尘作用的液体作为考察对象。

其中为使气体冷却、蒸发、水分的补充、液面的保持、排出液的输送等目的所使用的液体，都是为除尘作用以外的次要目的 (从结果本身来说是次要的) 使用的，不包含在洗涤液量中；在对除尘装置的起除尘作用的液体量和起上述次要作用的液体量不能明确加以区分时，则都包含在洗涤液量中。

但例如象水膜除尘装置那样以保持一定的液面为主要目的而供液的情况下，因很难求出起除尘作用的液体量，因此求液气比很难。

此外，除尘装置进口气体中已混有液滴的情况下，则应从洗涤液量中扣除液滴的

量。

**7. 动力消耗量的计算方法** 除尘装置所需要的能量由外部供给，一般多用电量。因此为判断除尘装置运行状态优良与否，将除尘装置的动力消耗作为性能测定项目之一而加以测定。

一般，为使除尘装置的性能或机能持续保持正常，设置了附属设备以排除影响除尘作用的故障。这些附属设备的动力消耗对除尘装置固有机能的评价很有必要，因而要进行测定。

在除尘装置中，消耗电力的附属设备列举如下：

- 送风机用电动机；
- 泵用电动机 (洗涤式除尘装置)；
- 电晕放电用供电设备 (电除尘装置)；
- 清灰机构 (过滤式除尘装置)；
- 机械振动用电动机；
- 反吹气流用电动机 (风门、送风机、移动装置)；
- 间歇反吹气流用动力；
- 振打装置 (电除尘装置)；
- 电动机；
- 电磁铁；
- 粉尘排除装置 (包括渣土等排除装置)；



电动机（风门、转动式锁气器，螺旋输送机，及其它输送机所用）；  
 加热装置：  
 电热器。

在锅炉及化工设备中，除尘装置作为设备一个部分与设备串联在一起，并设置了设备用送风机。在这种情况下，送风机对克服气体（除在除尘装置外）在上述设备中流动时的压力损失也起作用。

因此由除尘装置压力损失而产生的动力消耗，要与上述送风机用电动机的动力消耗区别开来，可以按标准正文第13条（1）所示的公式计算。

在某些类型的洗涤式除尘装置中，送风机包括在除尘装置内，此外在装置内还包括有具有产生液滴等用途的回转体。通常，由于单独测定这些回转体的动力消耗有困难，因此就包括在送风机用的电动机的动力消耗之内。

其它能量的消耗：

上述能量消耗中，也有以电力以外的其它形式从外部加进去的情况。这也都是为了发挥除尘装置的除尘作用，消耗在附属设备上，其消耗量在标准正文第13条（2）及第13条（3）中已说明。

以下，将除尘装置的电力以外的能量消耗列举出来。

空气：

清灰机构（过滤式除尘装置）；

喷射用空气；

风门驱动用空气。

水蒸汽：

调湿用（凝结式除尘装置）。

水：

调湿用；

冷却气体用。

湿式除尘器调湿、冷却气体用水按标准正文第12条进行测定，因此本条中是指湿式除尘器以外的除尘装置消耗水的情况。

以上消耗量分别用适当的方法进行测定，此处不再涉及。

**8. 噪声的测定** 利用 JIS C 1502（噪声指示计）规定的噪声指示计，或性能同等的噪声计，按 JIS Z 8731（噪声级的测定方法）的规定测定噪声级。

噪声级的测定，原则上按下列方法进行。

（1）测定方法

1）测定时噪声计的拾音器要对声源垂直放置。

2）噪声计的动态特性，测定时要用快速（fast）档进行。但当噪声级的变动幅度小时，在快速档与慢速档的差别不大的情况下，也可以用慢速（slow）档测定。

3）噪声计的听觉校正回路用 A 档。同时更希望用 C 档测定。

4）周围的本底噪声比除尘装置的噪声级大时，一般无法进行测定，因此在测定时，必须注意不受本底噪声的影响。

另外，对于时有时无的对象声相差不满 10 分贝时，可按表 2 推定噪声级。

本底噪声对指示值影响的校正（分贝） 表 2

有对象声和无对象声时指示值的差 ( $L_m - L_B$ )*	3	4, 5	6, 7, 8, 9
校正（加在 $L_m$ 上的值）	-3	-2	-1

\*  $L_m$ ——噪声计的指示值；  
 $L_B$ ——对象声停止时的本底噪声。

（2）测定点的位置

1）测定点的位置按下表选取

	除尘器最大尺寸*	距除尘器表面距离（米）
小型	0.2 米以下	0.15
中小型	0.2 米以上 0.5 米以下	0.30
中型	0.5 米以上 3.0 米以下	1.00
大型	3.0 米以上	1.50

\* 最大尺寸不应包括安装架等尺寸。