

ICS 13.040.01
Z 25
备案号: 53941-2016

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1520 — 2016

火电厂烟气中细颗粒物（PM_{2.5}）测试 技术规范 重量法

Specifications for fine particles (PM_{2.5}) monitoring in the thermal
power plants—gravimetric method

2016-01-07 发布

2016-06-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 方法原理 2

5 设备技术要求 2

 5.1 采样嘴 2

 5.2 采样枪 2

 5.3 旋风分离器 3

 5.4 撞击器 3

 5.5 加热包 3

 5.6 温度控制装置 3

 5.7 采样泵 4

 5.8 流量计 4

 5.9 干燥器 4

 5.10 收集膜和滤膜 4

 5.11 天平 4

 5.12 烘箱 4

6 采样步骤 4

 6.1 采样系统 4

 6.2 采样过程 4

 6.3 样品保存 5

7 分析步骤 5

 7.1 空白收集膜和空白滤膜恒重 5

 7.2 样品恒重 5

8 结果计算和表示 5

 8.1 结果计算 5

 8.2 结果表示 5

9 质量控制及质量保证 6

附录 A（规范性附录） 有代表性采样点的确定 7

附录 B（规范性附录） 采样流量和采样嘴的确定 8

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业环境保护标准化技术委员会归口并负责解释。

本标准起草单位：国电环境保护研究院、河南省电力勘测设计院、浙江菲达环保科技有限公司、环境保护部环境工程评估中心火电环境保护中心、国网河南省电力公司电力科学研究院、西安交通大学。

本标准主要起草人：朱法华、段玖祥、席黎明、朱少平、易玉萍、莫华、张文杰、李军状、周道斌、王圣、王贺岑、张营帅、谭厚章。

本标准为首次制定。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

火电厂烟气中细颗粒物 (PM_{2.5}) 测试技术规范 重量法

1 范围

本标准规定了火电厂烟气中细颗粒物 (PM_{2.5}) 质量浓度的手工测试方法。

本标准适用于火电厂低浓度烟气中一次细颗粒物 (PM_{2.5}) 的测试 (标准状态下干烟气颗粒物半小时平均质量浓度低于 40mg/m³)。

本标准的检出限为 0.150mg/m³ (以环境空气为样本, 采样体积为 2m³)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件, 仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件, 其最新版本 (包括所有的修改单) 适用于本文件。

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

HJ 93 环境空气颗粒物 (PM₁₀ 和 PM_{2.5}) 采样器技术要求及检测方法

HJ/T 194 环境空气质量手工监测技术规范

HJ 618 环境空气 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的测定 重量法

ISO 12141 固定源排放—低浓度颗粒物质的质量浓度测定—手工重量分析法 (Stationary source emissions – Determination of mass concentration of particulate matter (dust) at low concentrations – Manual gravimetric method)

ISO/IEC 17025 检测和校准实验室能力的一般要求 (General requirements for the competence of testing and calibration laboratories)

ISO 23210 固定源排放—烟气中 PM₁₀/PM_{2.5} 质量浓度的测定—使用撞击器在低浓度下测量 (Stationary source emissions – Determination of PM₁₀/PM_{2.5} mass concentration in flue gas – Measurement at low concentrations by use of impactors)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

半小时平均质量浓度 half-hourly averages

任何半小时的平均质量浓度。

3.2

空气动力学当量直径 aerodynamic diameter

单位密度 $\rho_0=1\text{g/cm}^3$ 的球体, 在静止空气中做低雷诺数运动时, 达到与实际粒子相同的最终沉降速度时的直径, 也称气体动力学当量直径。

3.3

切割粒径 cut-off diameter

采样器对颗粒物的捕集效率为 50% 时所对应的粒子空气动力学当量直径。

3.4

可吸入颗粒物 inhalable particulate matter (PM₁₀)

空气动力学当量直径不大于 10 μm 的颗粒物, 本标准指切割粒径为 10 μm 的颗粒物。

3.5

细颗粒物 fine particulate matter (PM_{2.5})

空气动力学当量直径不大于 2.5μm 的颗粒物，本标准指切割粒径为 2.5μm 的颗粒物。

3.6

一次颗粒物 primary particles

烟道内以液态或固态存在的颗粒物。一次颗粒物包括两种形态，可过滤颗粒物和可凝结颗粒物。

3.7

标准状态 standard condition

大气压为 101.325kPa，温度为 273.15K 的状态，简称“标态”。

3.8

斯托克斯数 Stokes's number

颗粒松弛时间和流体特征时间的比，以 St 表示。

3.9

坎宁汉因子 Cunningham factor

修正颗粒物与气相之间相互作用后产生变化的系数。

3.10

收集膜 collecting filter

用于收集撞击后截留颗粒物的膜片。

3.11

滤膜 backup filter

用于过滤截留最后一级收集膜后的颗粒物的膜片。

3.12

旋风分离器 cyclone separator

用于气固体系或者液固体系分离的一种设备。工作原理为靠气流切向引入造成的旋转运动，使具有较大离心力的固体颗粒或液滴甩向外壁面分开。

4 方法原理

本标准采用重量法测试火电厂烟气中细颗粒物 (PM_{2.5}) 质量浓度，其原理是基于采用圆形喷嘴撞击器的撞击作用，如图 1 所示。被测气体通过一个喷嘴得到加速并偏转 90°，空气动力学当量直径较大的颗粒物由于其质量惯性无法跟随气流运动，进而撞击收集膜并被捕集，较小的颗粒物随气流继续前进，进入下一级撞击收集膜。烟气中不同粒径范围的颗粒物被收集在已知质量的收集膜和滤膜上，根据采样前、后收集膜和滤膜的质量差和采样体积，计算出细颗粒物 (PM_{2.5}) 的质量浓度。

5 设备技术要求

5.1 采样嘴

采样嘴的直径选择应按照附录 A 中的计算公式计算。采样嘴应保证等速率的计算值在 90%~130% 之间。

5.2 采样枪

采样枪应由耐高温、耐腐蚀的材质制成。采样枪应设伴热装置，温度应为 (130±10)℃。

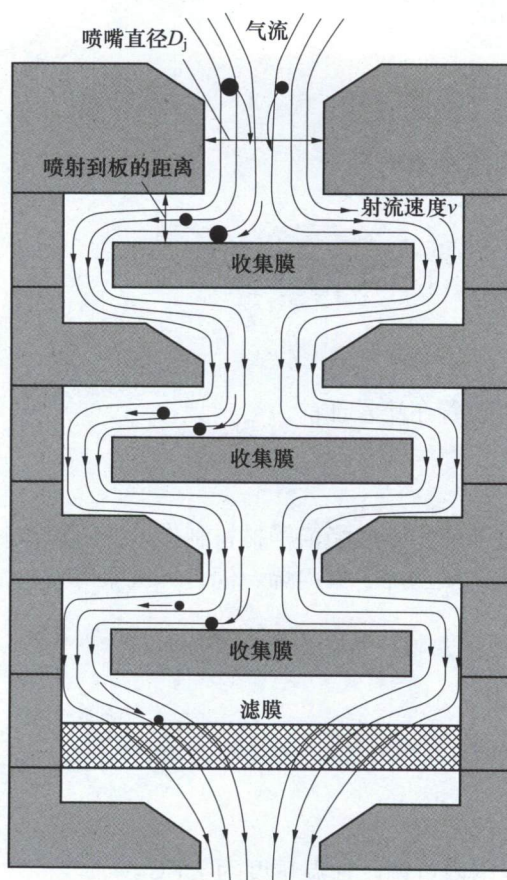


图1 颗粒物撞击方法原理示意图

5.3 旋风分离器

旋风分离器应能分离粒径大于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒物。旋风分离器应由耐腐蚀、耐高温的材料制成。旋风分离器宜结构简单、内部应无活动件、对气固两相流的参数无特殊要求。

5.4 撞击器

5.4.1 撞击器应标有名称、型号、生产厂名称、出厂编号及生产日期等，并经我国相关政府部门认证许可。

5.4.2 撞击器应由耐腐蚀且耐高温的材料制成，如钛或不锈钢。撞击器宜分二级或二级以上。撞击器将颗粒物粒径分为空气动力学直径大于 $10\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}\sim 2.5\mu\text{m}$ 和小于 $2.5\mu\text{m}$ 。应符合下列技术要求：

- PM_{10} 级切割粒径 D_{a50} 应为 $(10\pm 0.5)\mu\text{m}$ ，捕集效率的几何标准偏差 σ_g 应为 (1.5 ± 0.1) ；
- 细颗粒物 ($\text{PM}_{2.5}$) 级切割粒径 D_{a50} 应为 $(2.5\pm 0.2)\mu\text{m}$ ；捕集效率的几何标准偏差 σ_g 应为 (1.2 ± 0.1) 。

5.5 加热包

用于旋风分离器和撞击器加热，加热温度应为 $(130\pm 10)^\circ\text{C}$ ，加热包应由耐高温、耐腐蚀且绝缘的材质制成。

5.6 温度控制装置

加热包温度应控制在 $(130\pm 10)^\circ\text{C}$ ，材质应绝缘，且有显示装置或符合本标准技术指标要求的其

他装置。

5.7 采样泵

宜为旋转式的流量可调的气体输送泵。

5.8 流量计

应能测量瞬时流量和累积流量，误差应不大于 2%。

5.9 干燥器

应能除去烟气中的水分，宜设置在流量计前。

5.10 收集膜和滤膜

收集膜表面应光滑，宜用铝箔或聚碳酸酯箔等材料制作，使用铝箔时应涂油脂。滤膜宜选用玻璃纤维滤膜、石英滤膜等无机滤膜或聚氯乙烯、聚丙烯、混合纤维素等有机滤膜。滤膜对 $0.01\mu\text{m}$ 颗粒物的截留效率应不低于 99%。

5.11 天平

应采用分度值不低于 0.01mg 的天平。

5.12 烘箱

烘箱工作温度应在 200°C 范围内可调，控温精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

6 采样步骤

6.1 采样系统

采样系统流程如图 2 所示。

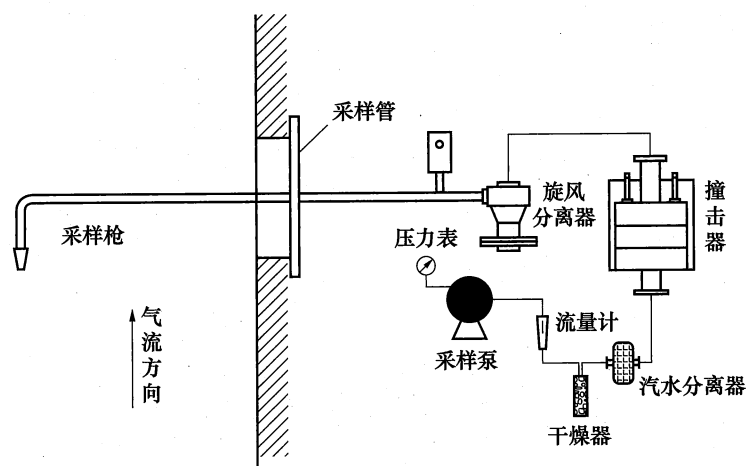


图 2 采样系统流程

采样孔应适应采样枪的需要。采样孔内径宜大于 110mm ，采样孔管长宜不大于 50mm 。

6.2 采样过程

a) 应选取具有代表性的采样点，确定方法参见附录 A。

- b) 应确定采样流量和采样嘴，确定方法参见附录 B。
- c) 采样时，应将已恒重的收集膜和滤膜用镊子放入洁净的收集膜支撑件和滤网上。收集膜光滑表面应朝进气方向，滤膜毛面朝进气方向。应将收集膜牢固压紧至不漏气。
- d) 采样时长应确保滤膜上的颗粒物负载量大于 0.1mg。
- e) 采样结束后，应用镊子将收集膜和滤膜取出，放入专用的膜盒内，并做好采样记录。

6.3 样品保存

收集膜和滤膜应在密闭并有清楚标识的膜盒中存放和运输。收集膜和滤膜放入膜盒时应将收集颗粒物的面朝上，并不可倒置，膜盒应存放于干燥、平稳的位置。如不能立即称重，应满足 ISO 12141 的要求。

7 分析步骤

7.1 空白收集膜和空白滤膜恒重

将空白收集膜和空白滤膜放入称量瓶中，于 105℃~110℃烘箱中烘干 1h，取出后放入干燥器内平衡 0.5h，之后用分度值为 0.01mg 的天平称重，记录空白收集膜和空白滤膜的质量。空白收集膜和空白滤膜在烘箱中相同条件下再烘 0.5h 后称重，连续两次烘干后的质量，其差值在±0.04mg 范围内为满足恒重要求，并以较大值为准。

7.2 样品恒重

将收集膜和滤膜放入称量瓶于烘箱中，于 105℃~110℃烘箱中烘干 1h，取出后放入干燥器内平衡 0.5h，之后用分度值为 0.01mg 的天平称重，记录收集膜和滤膜的质量。收集膜和滤膜在烘箱中相同条件下再烘干 0.5h 后称重，连续两次烘干后的质量，其差值在±0.04mg 范围内为满足恒重要求，并以较大值为准。

8 结果计算和表示

8.1 结果计算

标准状态下的细颗粒物 (PM_{2.5}) 质量浓度应按公式 (1) 计算，即：

$$c = \frac{(M_{f,1} - M_{f,0}) + \sum_{i=1}^n (M_{pi,1} - M_{pi,0})}{V} \times 1000 \quad (1)$$

式中：

- c ——标准状况下细颗粒物 (PM_{2.5}) 的质量浓度，mg/m³；
- $M_{f,0}$ ——空白滤膜的质量，g；
- $M_{f,1}$ ——采样后滤膜的质量，g；
- $M_{pi,0}$ ——第 i 级空白收集膜的质量，g；
- $M_{pi,1}$ ——采样后第 i 级收集膜的质量，g；
- n ——撞击器细颗粒物 (PM_{2.5}) 以下的分级数；
- V ——标准状态下的采样体积，m³。

8.2 结果表示

结果应符合数值修约原则。宜保留三位有效数字，小数点后数字可保留到第 3 位。

9 质量控制及质量保证

- 9.1 实验室应符合 ISO/IEC 17025 的要求,应具有计量认证证书(CMA)和/或实验室认可证书(CNAS)认证资质。
- 9.2 测量过程中应保持锅炉运行工况、机组负荷、烟气流量、烟气流速稳定。
- 9.3 天平准确度不应低于Ⅲ级。
- 9.4 新购置或维修后的采样流量计在启用前应进行流量校准,正常使用的流量计每月或使用前应进行一次流量校准。
- 9.5 旋风分离器和撞击器使用前、后应清洗干净,并干燥存放。
- 9.6 在采样过程中,烟气条件应保持恒定。插入烟道的采样嘴进口应正对烟气流速方向,采样嘴和烟气流速的方向偏差应小于 5° 。
- 9.7 收集膜和滤膜使用前应进行检查,不得有针孔或任何缺陷。称量时应用金属盒盖法或除静电器消除滤膜本身的静电。
- 9.8 如使用涂油收集膜,油脂应均匀涂于收集膜中心位置,其面积应约为收集膜面积的 $3/4$,并保证收集膜边沿清洁。
- 9.9 采样时间的长短取决于烟道气中颗粒物的浓度和粒径分布情况,应提前了解这些参数,以避免收集膜和滤膜过载。收集膜上的颗粒物负载量应不低于 0.1mg 。
- 9.10 采样系统应进行泄漏检查,泄漏量应低于 2% 。具体做法为将采样系统安装好,用塑料堵头将采样嘴堵住,开启采样泵,流量计读数归零,则表明泄漏检查通过。当采样后发现采样膜上颗粒物与四周边界模糊,应当检查或更换密封垫后重新采样。
- 9.11 如果撞击器壁上有可见的粗颗粒物,应检查滤膜;如果滤膜上聚集了粗颗粒物,那么此次测量无效,结果应舍弃。
- 9.12 收集膜和滤膜应按照 ISO 12141 的要求烘干、平衡和称重。烘干过程中不宜打开烘箱鼓风装置。采样前、后收集膜和滤膜称量应使用同一台天平,采用相同的称量程序、烘干温度与时间,并由同一分析人员称重。
- 9.13 采样嘴、采样枪、旋风分离器、撞击器应采用同一材质。

附 录 A
(规范性附录)
有代表性采样点的确定

应用网格法确定一个有代表性采样点，并按下列要求采样：

- a) 按 GB/T 16157 的规定，用网格法测量被测断面各点的流速。
- b) 计算被测断面平均流速。
- c) 选取与平均流速相同或相近的测点为有代表性的采样点；或者按 a) ~ c) 测量温度或氧量来确定代表性的采样点。
- d) 网格法布点如图 A.1~图 A.3 所示。

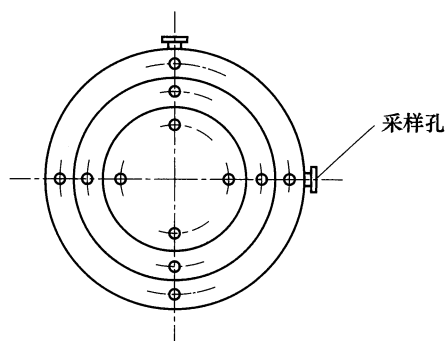


图 A.1 圆形断面的测定点

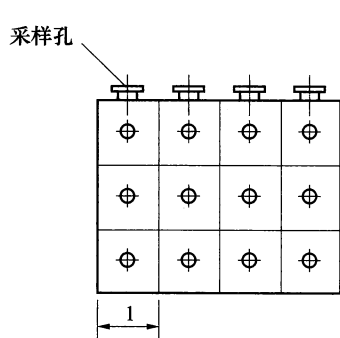


图 A.2 矩形断面的测定点

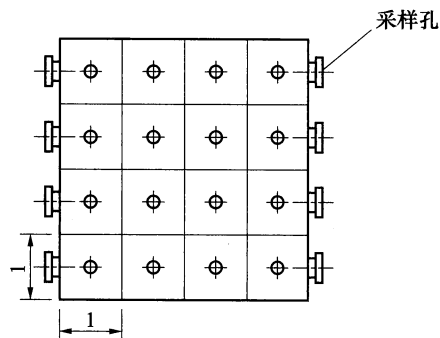


图 A.3 方形断面的测定点

附 录 B
(规范性附录)
采样流量和采样嘴的确定

B.1 采样流量的确定

B.1.1 撞击器喷嘴流量

单级撞击器喷嘴流量，应按公式 (B.1) 计算，即：

$$V_{\text{impactor},i} = \frac{9\pi d_{\text{in},i}^3 St_{50} \eta(T) N_i}{4d_{50,i}^2 C_i \rho_{0,P}} \quad (\text{B.1})$$

式中：

- i ——颗粒物层级的指数， $i=2.5\mu\text{m}$ ， $10\mu\text{m}$ ；
- $d_{\text{in},i}$ ——撞击器喷嘴直径，mm；
- St_{50} ——斯托克斯常数；
- $\eta(T)$ ——气体黏度；
- N_i —— i 级撞击器喷嘴的数量；
- $d_{50,i}$ ——切割粒径， μm ；
- C_i —— i 级颗粒物的坎宁汉因子 (Cunningham)；
- $\rho_{0,P}$ ——颗粒物的单位质量密度， g/cm^3 。

撞击器采样流量应根据公式 (B.2) 计算，即：

$$\overline{V}_{\text{impactor}} = \frac{V_{2.5\mu\text{m}} + V_{10\mu\text{m}}}{2} \quad (\text{B.2})$$

式中：

- $\overline{V}_{\text{impactor}}$ ——撞击器采样流量，L/min；
- $V_{2.5\mu\text{m}}$ —— $2.5\mu\text{m}$ 级撞击器喷嘴流量，L/min；
- $V_{10\mu\text{m}}$ —— $10\mu\text{m}$ 级撞击器喷嘴流量，L/min。

标干态下撞击器采样流量应按公式 (B.3) 来计算，即：

$$V_{\text{impactor},n} = \overline{V}_{\text{impactor}} \times \frac{273.15}{273.15 + t_{\text{impactor}}} \times \frac{B_a + p_{s,\text{impactor}}}{B_a} \times (1 - X_{\text{sw}}) \quad (\text{B.3})$$

式中：

- $V_{\text{impactor},n}$ ——标准状态干基下撞击器采样流量，L/min；
- t_{impactor} ——撞击器内烟气温度的， $^{\circ}\text{C}$ ；
- $p_{s,\text{impactor}}$ ——撞击器内烟气表观静压，Pa；
- B_a ——标准大气压力，Pa；
- X_{sw} ——烟气湿度，%。

根据公式 (B.1) 计算撞击器喷嘴流量时，应先计算撞击器内的气体黏度 $\eta(T)$ 和 i 级颗粒物的坎宁汉因子 (Cunningham)。

B.1.2 气体黏度的计算

进行撞击器内气体黏度计算时，应先确定不同气体成分的体积分数，然后计算撞击器内气体黏度。根据单气体成分的黏度来计算混合气体的黏度。

撞击器内各气体成分的气体黏度按公式 (B.4) 计算，即：

$$\eta_j(T) = \eta_{n,j} \times \sqrt{\frac{T}{T_n}} \times \frac{1 + \frac{S_j}{T_n}}{1 + \frac{S_j}{T}} \quad (\text{B.4})$$

式中：

j —— 烟气中各气体成分的指数 ($j=\text{CO}_2, \text{O}_2, \text{N}_2$, 空气, 水蒸气);

$\eta_j(T)$ —— 撞击器内各气体成分的气体黏度;

$\eta_{n,j}$ —— 在标准温度下各气体成分的气体黏度;

T —— 烟气温度的, K;

T_n —— 标准温度, 273.15K;

S_j —— Sutherland 常数。

湿烟气体积分数应按公式 (B.5) 和公式 (B.6) 计算。

a) $j=\text{CO}_2, \text{O}_2, \text{N}_2$, 空气时为:

$$r_j = r_{n,j} \times \frac{1}{1 + \frac{c_n}{\rho_{n,wv}}} \quad (\text{B.5})$$

b) j =水蒸气时为:

$$r_{wv} = \frac{c_n}{\rho_{n,wv}} \times \frac{1}{1 + \frac{c_n}{\rho_{n,wv}}} \quad (\text{B.6})$$

式中:

r_j —— 各气体组分的体积分数;

$r_{n,j}$ —— 干烟气气体成分体积分数;

c_n —— 在标准状态干基下水蒸气的质量浓度;

$\rho_{n,wv}$ —— 在标准状态下的水蒸气密度, $\rho_{n,wv}=0.803 \text{ kg/m}^3$ 。

撞击器内气体黏度应按公式 (B.7) 计算，即：

$$\eta(T) = \frac{\sum_j r_j \eta_j(T) \sqrt{M_j T_{\text{Crit},j}}}{\sum_j r_j \sqrt{M_j T_{\text{Crit},j}}} \quad (\text{B.7})$$

式中:

$T_{\text{Crit},j}$ —— 撞击器内各气体组分的临界温度, K;

M_j —— 撞击器内各气体组分的摩尔质量。

B.1.3 坎宁汉因子 (Cunningham) 的计算

坎宁汉因子的计算需要确定平均自由程和气体的平均摩尔质量。平均自由程 λ 按公式 (B.8) 来计算，即：

$$\lambda = 2 \frac{\eta(T)}{p} \times \sqrt{\frac{\pi RT}{8M}} \quad (\text{B.8})$$

式中:

λ ——平均自由程;
 $\eta(T)$ ——撞击器内烟气的气体黏度;
 p ——绝对气压, Pa;
 T ——烟气温度, °C;
 $\overline{M}$ ——烟气的平均摩尔质量;
 R ——气体常数。

烟气的平均摩尔质量应按公式 (B.9) 计算, 即:

$$\overline{M} = \sum_j r_j M_j \quad (\text{B.9})$$

坎宁汉因子应按公式 (B.10) 计算, 即:

$$C_i = 1 + \frac{2\lambda}{d_{50,i}} \times \left[1.23 + 0.41 \times \exp\left(-0.88 \frac{d_{50,i}}{2\lambda}\right) \right] \quad (\text{B.10})$$

B.1.4 采样嘴处流量的计算

采样嘴处流量应按公式 (B.11) 计算, 即:

$$V_{\text{nozzle}} = \frac{V_{\text{impactor},n}}{1 - X_{\text{sw}}} \times \frac{t_s}{273.15} \times \frac{B_a}{B_a + p_s} \quad (\text{B.11})$$

式中:

V_{nozzle} ——采样嘴处采样流量, L/min;
 t_s ——采样嘴处烟气温度, K;
 p_s ——采样嘴处烟气静压, kPa。

B.1.5 采样泵前流量的计算

采样泵前流量的计算应按公式 (B.12) 计算, 即:

$$V = V_{\text{impactor},n} \times \frac{273.15 + t_L}{273.15} \times \frac{B_a}{B_a + p_j} \quad (\text{B.12})$$

式中:

V ——采样流量, L/min;
 t_L ——采样泵前烟气温度, K;
 p_j ——采样泵前烟气静压, kPa。

B.1.6 撞击喷嘴的气体流速

撞击喷嘴处的气体流速应按公式 (B.13) 来计算, 即:

$$v_{\text{in},i} = \frac{4V_{\text{nozzle}}}{N_i \pi d_{\text{in},i}^2} \quad (\text{B.13})$$

式中:

$v_{\text{in},i}$ ——撞击喷嘴处的气体流速, m/s。

B.1.7 斯托克斯数

斯托克斯数应按公式 (B.14) 来计算, 即:

$$St = \frac{\rho_{0,p} d_{ae}^2 C v_{in}}{9 \eta d_{in}} \quad (B.14)$$

式中:

St —— 斯托克斯数;
 d_{ae} —— 空气动力学直径;
 C —— 坎宁汉因子;
 v_{in} —— 撞击喷嘴处的气流速度, m/s;
 η —— 气体动力黏度;
 d_{in} —— 撞击喷嘴直径, mm。

B.1.8 切割粒径

切割粒径应按公式 (B.15) 来计算, 即:

$$d_{50,i} = \sqrt{\frac{9 \pi St_{50,i} \eta(T) N_i d_{in,i}^3}{4 \rho_{0,p} C_i V_{nozzle}}} \quad (B.15)$$

式中:

$St_{50,i}$ —— 与切割直径 D_{50} 有关的斯托克斯数。

B.2 采样嘴直径的确定

采样嘴直径应按公式 (B.16) 计算, 即:

$$d_{nozzle} = \sqrt{\frac{4 V_{nozzle}}{\pi v_{fg}}} \quad (B.16)$$

式中:

v_{fg} —— 采样点的烟气流速, m/s。

B.3 计算用常量

计算所需的常量见表 B.1, 简便计算见表 B.2。

表 B.1 计算所需的常量

内 容	符 号	数 值	单 位
Gas constant 气体常数	R	8.314 51	J/ (mol · K)
Standard temperature 标准温度	T_n	273.15	K
Standard pressure 标准压力	B_a	101 325	Pa
Density of CO ₂ in standard conditions 标准状态下 CO ₂ 密度	ρ_{n,CO_2}	1.977	kg/m ³
Density of O ₂ in standard conditions 标准状态下 O ₂ 密度	ρ_{n,O_2}	1.429	kg/m ³
Density of N ₂ in standard conditions 标准状态下 N ₂ 密度	ρ_{n,N_2}	1.251	kg/m ³
Density of dry air in standard conditions 标准状态下干空气密度	$\rho_{n,air}$	1.293	kg/m ³

表 B.1 (续)

内 容	符 号	数 值	单 位
Density of water vapour in standard conditions 标准状态下水蒸气密度	$\rho_{n,wv}$	0.804	kg/m ³
Particle unit mass density 单位物质密度	$\rho_{n,p}$	1000	kg/m ³
Dynamic viscosity of CO ₂ 标准状态下 CO ₂ 气体黏度	η_{n,CO_2}	1.370×10^{-5}	kg/ms
Dynamic viscosity of O ₂ 标准状态下 O ₂ 气体黏度	η_{n,O_2}	1.928×10^{-5}	kg/ms
Dynamic viscosity of N ₂ 标准状态下 N ₂ 气体黏度	η_{n,N_2}	1.652×10^{-5}	kg/ms
Dynamic viscosity of air 标准状态下空气气体黏度	$\eta_{n,air}$	1.717×10^{-5}	kg/ms
Dynamic viscosity of water vapour 标准状态下水蒸气黏度	$\eta_{n,wv}$	8.660×10^{-5}	kg/ms
Molar mass of CO ₂ CO ₂ 摩尔质量	M_{CO_2}	44.01	g/mol
Molar mass of O ₂ O ₂ 摩尔质量	M_{O_2}	32.00	g/mol
Molar mass of N ₂ N ₂ 摩尔质量	M_{N_2}	28.02	g/mol
Mean molar mass of dry air 干空气平均摩尔质量	$\overline{M}_{air}$	28.97	g/mol
Molar mass of water vapour 水蒸气摩尔质量	M_{wv}	18.02	g/mol
Sutherland constant of CO ₂ CO ₂ 的 Sutherland 常数	S_{CO_2}	273	K
Sutherland constant of O ₂ O ₂ 的 Sutherland 常数	S_{O_2}	125	K
Sutherland constant of N ₂ N ₂ 的 Sutherland 常数	S_{N_2}	104	K
Sutherland constant of air 空气的 Sutherland 常数	S_{air}	113	K
Sutherland constant of water vapour 水蒸气的 Sutherland 常数	S_{wv}	650	K

表 B.2 简便计算表

计 算 单 元	数 值	单 位
$\sqrt{MT_{crit}}$ (二氧化碳)	115.7	$\sqrt{\text{g mol}^{-1}\text{K}}$
$\sqrt{MT_{crit}}$ (氧气)	70.4	$\sqrt{\text{g mol}^{-1}\text{K}}$

表 B.2 (续)

计 算 单 元	数 值	单 位
$\sqrt{MT_{\text{Crit}}}$ (氮气)	59.5	$\sqrt{\text{g mol}^{-1}\text{K}}$
$\sqrt{MT_{\text{Crit}}}$ (空气)	61.9	$\sqrt{\text{g mol}^{-1}\text{K}}$
$\sqrt{MT_{\text{Crit}}}$ (水蒸气)	107.9	$\sqrt{\text{g mol}^{-1}\text{K}}$
注：此表为公式 (B.7) 的简便计算提供帮助。		

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
火电厂烟气中细颗粒物(PM_{2.5})测试
技术 规范 重量法
DL/T 1520—2016

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京九天众诚印刷有限公司印刷

*

2016年6月第一版 2016年6月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 1印张 27千字
印数 0001—1000册

*

统一书号 155123·3124 定价 9.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

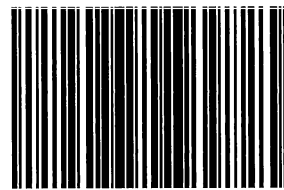
版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.3124