



北京市地方计量技术规范

JJF (京) XXXX-XXXX

大流量颗粒气溶胶采样器校准规范

Calibration Specification of High Flow Rate

Particulates Aerosol Sampler

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

大流量颗粒气溶胶采样器 校准规范

JJF(京) XXXX-XXXX

Calibration Specification of High Flow Rate

Particulates Aerosol Sampler

归口单位：北京市市场监督管理局

主要起草单位：北京市计量检测科学研究院

参加起草单位：

本规范委托 XXX 负责解释

目 录

| | |
|------------------|-----|
| 引 言..... | III |
| 1 范围..... | 1 |
| 2 引用文件..... | 1 |
| 3 概述..... | 1 |
| 4 计量性能..... | 1 |
| 5 校准条件..... | 1 |
| 5.1 环境条件..... | 1 |
| 5.2 校准用设备..... | 2 |
| 6 校准项目和校准方法..... | 2 |
| 6.1 流量示值误差..... | 2 |
| 6.2 流量重复性..... | 3 |
| 6.3 流量稳定性..... | 3 |
| 6.4 计时误差..... | 4 |
| 6.5 温度示值误差..... | 4 |
| 6.6 大气压示值误差..... | 4 |
| 7 校准结果表达..... | 5 |
| 8 复校时间间隔..... | 5 |
| 附录 A..... | 6 |
| 附录 B..... | 8 |
| 附录 C..... | 10 |

引 言

本规范依据 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、的规定编写。

本规范的主要技术指标参考了 HJ1009-2019《辐射环境空气自动监测站运行技术规范》、HJ61-2021《辐射环境监测技术规范》的有关规定。

本规范为首次发布。

大流量颗粒气溶胶采样器校准规范

1 范围

本规范适用于量程范围在 $(60\sim 1500)\text{ m}^3/\text{h}$ 的大流量颗粒物气溶胶采样器的校准。

2 引用文件

HJ1009-2019 辐射环境空气自动监测站运行技术规范

HJ61-2021 辐射环境监测技术规范

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 概述

大流量颗粒气溶胶采样器（以下简称采样器）主要是用于辐射环境质量监测样品采集的计量器具，其工作原理是：通过流量传感器和流量自动调节系统，调节抽气泵，使一定体积的空气恒流通过进气口处的滤膜。

采样器主要由滤膜夹具、流量调节装置、抽气泵及时间控制器等部分组成。

4 计量性能

采样器各项计量性能指标见表1。

表1 计量特性要求

| 检验项目 | 技术要求 | 备注 |
|---------|----------------------------|----------------|
| 流量示值误差 | $\leq \pm 5\%$ | / |
| 流量重复性 | $\leq 2\%$ | / |
| 流量稳定性 | $\leq 5\%$ | / |
| 计时误差 | $\leq \pm 1\text{ s}$ | 采样时间10min的计时误差 |
| 温度示值误差 | $\leq \pm 3^\circ\text{C}$ | 如具备该功 |
| 大气压示值误差 | $\pm 1\text{ kPa}$ | 如具备该功能 |

注：以上计量特性要求仅供参考，不作为判定依据。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：(10~35)℃。

5.1.2 相对湿度：≤85%RH。

5.2 校准用设备

5.2.1 流量校准装置

范围：(50~500)m³/h, $U_{rel} \leq 1\%$ ($k=2$)；

范围：(500~1500)m³/h, $U_{rel} \leq 1\%$ ($k=2$)。

注：装置自身需具备温度及大气压的调校功能。

5.2.2 秒表

分辨力不大于 0.1 s。

5.2.3 大气压计

范围：(800~1060)hPa, 最大允许误差±0.25hPa。

5.2.4 温度计

范围：(0~50)℃, 最大允许误差±0.3℃。

6 校准项目和校准方法

6.1 流量示值误差

按照 HJ1009-2019《辐射环境空气自动监测站运行技术规范》5.3 的要求，检查并安装滤膜后，将标准器与采样器出气口连接，确保气路密封不泄漏。

按照 HJ61-2021《辐射环境监测规范》6.2.1 的要求，保持采样器进气口和最终的出气口之间有足够大的距离，以防止形成部分气流自循环。

将采样器流量调至校准点，使采样器进入工作状态后，分别记录通过标准器和采样器入口处的大气压力、环境温度。其中，采样器入口处指的是贴近滤膜的位置，记录时不得影响进气。记录标准器的读数，首先按照公式（1）将标准器测得的瞬时流量换算成采样器入口处的状态对应的流量后，再按公式（2）计算流量示值误差。

$$Q_s = \frac{T_m}{T_s} \times \frac{P_s}{P_m} \times Q_{s0} \quad (1)$$

式中：

Q_s ——标准器测得的瞬时流量换算成采样器入口处的状态对应的流量，m³/h；

Q_{s0} ——标准器的瞬时流量值，m³/h；

T_0 ——标准器测得的热量学温度，K；

T_m ——采样器滤膜入口处的热量学温度，K；

P_s ——标准器测得的大气压力，Pa；

P_m ——采样器入口处的大气压力，Pa。

$$\delta = \frac{Q_0 - \overline{Q_{s_i}}}{\overline{Q_{s_i}}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$\overline{Q_{s_i}}$ —— $\sum_{i=1}^n Q_{s_i}$ (n=10), m^3/h ；

Q_0 ——采样器的校准点流量值， m^3/h 。

注：本规范中流量示值误差的校准方法仅适用于进气口位置不具备或不便开展校准工作，但可在出气口位置进行校准的采样器。试验中需将“大气压计”及“温度计”在标准器处测得的数值输入到标准器中。

6.2 流量重复性

按照 6.1 读取的流量值进行计算。按照公式 (3) 计算流量重复性。

$$s = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Q_{s_i} - \overline{Q_s})^2}}{\overline{Q_s}} \times 100\% \quad (n=10) \quad (3)$$

式中：

s ——采样器的流量重复性；

Q_{s_i} ——标准器第 i 次的测量值， m^3/h ；

$\overline{Q_s}$ ——标准器 10 次实际测量值的平均值， m^3/h 。

6.3 流量稳定性

按照 6.1 步骤进行，每隔 1min 读取一个数据。连续测试 10min，取最大值和最小值。按公式 (4) 计算流量稳定性。

$$W = \frac{Q_{s_{\max}} - Q_{s_{\min}}}{Q_0} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

W ——采样器的流量稳定性；

$Q_{s_{\max}}$ ——标准器显示的采样器流量最大值， m^3/h ；

$Q_{s_{\min}}$ ——标准器显示的采样器流量最小值， m^3/h ；

Q_0 ——采样器工作点流量值， m^3/h 。

6.4 计时误差

采样器进入正常工作状态后，将采样时间设定在 20min，同时启动秒表和采样器，待采样器到达设定时间后，停止计时，记录秒表最后显示时间。按公式（5）计算计时误差。

$$\Delta t = t - t_s \quad (5)$$

式中：

Δt ——计时误差；

t ——采样器设定时间，1200s；

t_s ——秒表计时结果，s。

6.5 温度示值误差

采样器温度传感器与数字温度计置于同一环境中，分别记录两者的温度值。按公式（6）计算温度示值误差。

$$\Delta T = T - T_s \quad (6)$$

式中：

ΔT ——温度示值误差；

T ——采样器的温度显示值， $^{\circ}\text{C}$ ；

T_s ——数字温度计的温度显示值， $^{\circ}\text{C}$ 。

6.6 大气压示值误差

采样器大气压传感器与大气压计置于同一环境中，分别记录两者的大气压值。按公式（7）计算大气压示值误差。

$$\Delta P = p - p_s \quad (7)$$

式中：

ΔP ——大气压示值误差；

P ——采样器的大气压显示值，Pa；

P_s ——大气压计的大气压显示值，Pa。

7 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范偏离的说明；
- n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔一般不超过一年。复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素决定，送校单位也可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。如果仪器经维修、更换重要部件或对仪器性能有怀疑时，应重新校准。

附录 A

流量示值误差的不确定度评定示例

A.1 概述

用流量校准装置测量被检采样器流量，重复测量 10 次，计算流量示值误差。

A.2 测量模型

$$\delta = \frac{Q_0 - \bar{Q}}{\bar{Q}} \times 100\% \quad \text{式 (A1)}$$

式中：

\bar{Q} ——标准器 10 次实际测量值的平均值， m^3/h ；

Q_0 ——采样器的校准点流量值， m^3/h 。

两个量相互独立，根据公式 (A1)，流量示值误差的合成标准不确定度可表示为：

$$\mu(\delta) = \sqrt{c_1^2 u(Q_0)^2 + c_2^2 u(\bar{Q})^2} \quad \text{式 (A2)}$$

灵敏系数：

$$c_1 = \frac{1}{Q}, \quad c_2 = -\frac{Q_0}{\bar{Q}^2}$$

A.3 不确定度来源分析

- 1、采样器重复性引入的不确定度；
- 2、采样器最小分辨力引起的不确定度；
- 3、标准器引入的不确定度；
- 4、标准器最小分辨力引入的不确定度。

A.4 标准不确定度评定

A.4.1 采样器重复性引入的不确定度 $u(Q_0)_1$

以采样器在 $500.0\text{m}^3/\text{h}$ 流量点下进行试验为例，实际流量分别为 $478.7\text{m}^3/\text{h}$ 、 $478.7\text{m}^3/\text{h}$ 、 $477.2\text{m}^3/\text{h}$ 、 $476.5\text{m}^3/\text{h}$ 、 $476.4\text{m}^3/\text{h}$ 、 $475.6\text{m}^3/\text{h}$ 、 $475.3\text{m}^3/\text{h}$ 、 $475.0\text{m}^3/\text{h}$ 、 $476.0\text{m}^3/\text{h}$ 、 $477.8\text{m}^3/\text{h}$ 。平均值为 $476.7\text{m}^3/\text{h}$ 。单次测量的试验标准差 $s=1.3\text{m}^3/\text{h}$ 。因取 10 次测量结果平均值作为测量结果。

则重复性引入的标准不确定度分量为：

$$\mu(Q_0)_1 = \frac{1.3}{\sqrt{10}} = 0.41 \text{ m}^3/\text{h}$$

A.4.2 采样器最小分辨力引起的不确定度 $u(Q_0)_2$

因采样器分辨力为 $0.1 \text{ m}^3/\text{h}$ ，则：

$$u(Q_0)_2 = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.029 \text{ m}^3/\text{h}$$

A.4.3 标准器引入的不确定度 $\mu(\overline{Q_0})_1$

溯源校准证书给出了 $500 \text{ m}^3/\text{h}$ 的相对扩展不确定度， $U_{\text{rel}}=0.84\%$ ($k=2$)。则：

$$\mu(\overline{Q_0})_1 = 500 \times \frac{0.84\%}{2} = 2.1 \text{ m}^3/\text{h}$$

A.4.4 标准器最小分辨力引入的不确定度 $\mu(\overline{Q_0})_2$

因标准器分辨力为 $0.1 \text{ m}^3/\text{h}$ ，则：

$$\mu(\overline{Q_0})_2 = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.029 \text{ m}^3/\text{h}$$

A.5 标准不确定度汇总

表 A1 标准不确定度一览表

| 不确定度来源 | 标准不确定度 | | 灵敏系数 $(\text{m}^3/\text{h})^{-1}$ |
|--------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| | 分量 | 数值 m^3/h | |
| 采样器重复性 | $u(Q_0)_1$ | 0.41 | 0.0020 |
| 采样器分辨力 | $u(Q_0)_2$ | 0.029 | 0.0020 |
| 标准器证书 | $\mu(\overline{Q_0})_1$ | 2.1 | -0.0022 |
| 标准器分辨力 | $\mu(\overline{Q_0})_2$ | 0.029 | -0.0022 |

A.6 合成标准不确定度

因分辨力引入的不确定度远小于其他来源，故舍去。则：

$$\mu(\delta) = \sqrt{c_1^2 u(Q_0)^2 + c_2^2 u(\overline{Q})^2} = \sqrt{0.002^2 \times 0.41^2 + (-0.0022)^2 \times 2.1^2} = 0.5\%$$

取包含因子 $k=2$ ，相对扩展不确定度为：

$$U_{\text{rel}}(\delta) = k \cdot u(\delta) = 2 \times 0.5\% = 1.0\%$$

附录 B

校准记录格式（推荐）

| | | | | | |
|---------|-------|-------------------|-------|-----------|------|
| 记录编号： | | | 委托单位： | | |
| 仪器名称： | | | 型号： | | |
| 制造厂： | | | 出厂编号： | | |
| 环境温度： | 相对湿度： | 介质： | 校准日期： | | |
| 校准依据： | | | | | |
| 使用的标准器： | | | | | |
| 名称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 设备编号 | 检定/校准证书编号 | 有效期至 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

一、流量示值误差及重复性

| 校准点 | 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------|-----------------------|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| m ³ /h | 测量值 m ³ /h | | | | | | | | | | |
| | 平均值 m ³ /h | | | | | | | | | | |
| | 示值误差 | | | | | | | | | | |
| | 重复性 | | | | | | | | | | |
| 本次测量结果的相对扩展不确定度（ $k=2$ ） | | | | | | | | | | | |
| 备注 | 是否调校 | 调校前为 m ³ /h | | | | | | | | | |

二、流量稳定性

| 测量时间 min | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 稳定性 |
|-----------------------|---|---|---|---|---|---|-----|
| 测量值 m ³ /h | | | | | | | |

三、计时误差

| | |
|-----------|-----|
| 采样器设定时间 s | 600 |
| 实测结果 s | |
| 计时误差 s | |

四、温度示值误差

| | |
|----------|--|
| 采样器温度℃ | |
| 数字温度计温度℃ | |
| 温度示值误差℃ | |

五、大气压示值误差

| | |
|-------------|--|
| 采样器大气压 kPa | |
| 大气压计 kPa | |
| 大气压示值误差 kPa | |

附录 C

校准证书内页格式（推荐）

介质：

| 实测项目 | | 实测结果 | 扩展不确定度 |
|------------------|--------|------|------------------------------|
| | | | 备注 |
| m³/h | 流量平均值 | m³/h | $U_{rel}= \quad \quad (k=2)$ |
| | 流量示值误差 | % | |
| | 重复性 | % | |
| 技术要求*：流量示值误差≤±5% | | | |
| 流量稳定性 | | % | |
| 技术要求*：流量稳定性≤5%。 | | | |
| 计时误差 | | s | |
| 温度示值误差 | | ℃ | |
| 大气压示值误差 | | ℃ | |