



# 河北省地方计量技术规范

JJF(冀)××××—××××

## 环境空气颗粒物 (PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub>) 采样器校准规范

Calibration Specification For PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> Samplers

(报批稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

河北省市场监督管理局 发布

# 环境空气颗粒物 (PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub>) 采样器校准规范

JJF (冀) ××××  
-××××

Calibration Specification For PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> Samplers

归口单位：河北省市场监督管理局

起草单位：秦皇岛市计量测试研究所

本规范委托秦皇岛市计量测试研究所负责解释

**本规范主要起草人：**

李 铮（秦皇岛市计量测试研究所）

李 侠（秦皇岛市计量测试研究所）

程祥瑞（秦皇岛市计量测试研究所）

**参加起草人：**

李卫东（秦皇岛市计量测试研究所）

李 磊（秦皇岛市计量测试研究所）

何汶瀚（秦皇岛市计量测试研究所）

# 目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 术语.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(1)
5 校准条件.....	(2)
5.1 环境条件.....	(2)
5.2 测量标准及其他设备.....	(2)
6 校准项目及校准方法.....	(2)
6.1 工作点流量示值误差.....	(2)
6.2 流量设定值偏移.....	(3)
6.3 流量重复性.....	(3)
6.4 流量稳定性.....	(3)
6.5 计时误差.....	(4)
6.6 计前温度示值误差.....	(4)
6.7 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 环境空气颗粒物采样器测量结果的测量不确定度评定示例.....	(6)
附录 B 环境空气颗粒物 (PM <sub>10</sub> 和 PM <sub>2.5</sub> ) 采样器校准记录格式.....	(8)
附录 C 环境空气颗粒物采样器校准证书内页格式.....	(9)

# 引 言

JJF 1071-2011《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制订工作的基础性系列文件。

编写过程中参考了 HJ 93-2013《环境空气颗粒物(PM<sub>10</sub>和 PM<sub>2.5</sub>)采样器技术要求及检测方法》和 JJG 943-2011《总悬浮颗粒物采样器》中的内容。

本规范为首次发布。

## 环境空气颗粒物 (PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub>) 采样器校准规范

### 1 范围

本规范适用于环境空气颗粒物 (PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub>) 采样器的校准。

### 2 术语

#### 2.1 工作点流量

在工作环境条件下, 采样器采气流量保持定值, 并能保证切割器切割特性的流量称为采样器的工作点流量。

#### 2.2 流量设定值误差

采样器实际流量与设定流量的偏离程度。

### 3 概述

环境空气颗粒物 (PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub>) 采样器 (以下简称采样器) 是采集环境空气中 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的仪器。

采样器通过测量流量计前的压力、温度以及环境中的大气压、温度等参数, 对采样流量进行实时控制, 以恒定流量将环境中颗粒物捕集到滤膜上。采样器由切割器、滤膜、流量测量及控制装置、抽气泵等组成。采样器的结构如图 1 所示。

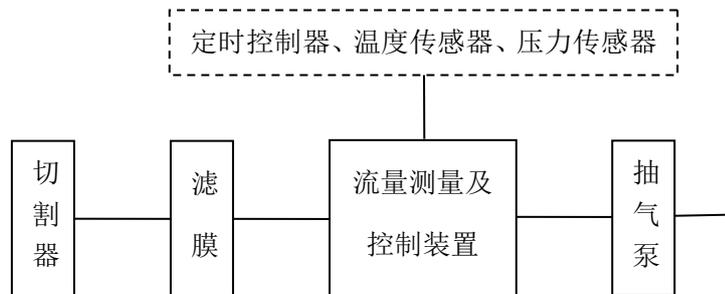


图 1 采样器结构示意图

### 4 计量特性

#### 4.1 工作点流量示值误差

最大允许误差不超过  $\pm 2\%$ 。

#### 4.2 流量设定值误差

流量设定值误差不超过  $\pm 5\%$ 。

#### 4.3 流量重复性

重复性不超过最大允许误差绝对值的  $1/3$ 。

#### 4.4 流量稳定性

稳定性不大于 2%。

#### 4.5 计时误差

1 h 计时误差不超过  $\pm 3.0$  s。

#### 4.6 计前温度示值误差

流量计前温度最大允许误差不超过  $\pm 1$  °C。

#### 4.7 大气压示值误差

大气压力最大允许误差不超过  $\pm 0.5$  kPa。

注：以上指标不适用于仪器设备的合格性判定，仅供参考。

### 5 校准条件

#### 5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：(15~25) °C。

5.1.2 环境相对湿度： $\leq 85$  %。

5.1.3 大气压：(80~106) kPa。

#### 5.2 测量标准及其他设备

5.2.1 流量标准装置：装置的最大允许误差或扩展不确定度 ( $k=2$ ) 应不大于采样器流量最大允许误差绝对值的 1/3。

5.2.2 电子秒表：日差  $\pm 0.5$  s。

5.2.3 温度计：测量范围 (0~50) °C，最大允许误差为  $\pm 0.3$  °C。

5.2.4 气压计：测量范围 (80~106) kPa，最大允许误差为  $\pm 0.2$  kPa。

### 6 校准项目及校准方法

#### 6.1 工作点流量示值误差

采样器的工作点流量不做必须要求，一般情况如下：

大流量采样器工作点流量：1.05 m<sup>3</sup>/min

中流量采样器工作点流量：100 L/min

小流量采样器工作点流量：16.67 L/min

取下被校采样器的切割器，安装上一张洁净的滤膜。按照图 3 方式将流量标准装置的出气口与被校采样器的进气口连接，确保气路密封无泄漏。

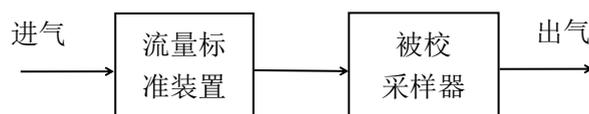


图 2 流量校准连接示意图

待被校采样器通电后，设定工作点流量，启动被校采样器，待被校采样器工作稳定后，分别读取流量标准装置和被校采样器工况流量值，重复测量 6 次，按公式 (1) 计算工作点流量示值误差。

$$E = \frac{\bar{q}_v - \bar{q}_s}{\bar{q}_s} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

$E$ ——工作点流量示值误差, %;

$\bar{q}_v$ ——被校采样器工作点 6 次测量结果平均值, L/min;

$\bar{q}_s$ ——流量标准装置的 6 次测量结果平均值, L/min。

## 6.2 流量设定值误差

在校准环境下, 设定好工作点流量, 待被校采样器稳定后, 使用流量标准装置测量仪器工作点的工况流量, 重复测量 3 次, 按公式 (2) 计算流量设定值误差。

$$\Delta Q_v = \frac{Q_v - \bar{q}_s}{\bar{q}_s} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

$\Delta Q_v$ ——流量设定值误差, %;

$\bar{q}_s$ ——流量标准装置的 3 次测量结果平均值, L/min;

$Q_v$ ——被校采样器的流量设定值, L/min。

## 6.3 流量重复性

按照 6.1 方法中得到的流量值按公式 (3) 计算流量重复性  $s_r$ 。

$$s_r = \frac{1}{\bar{q}_s} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_{s,i} - \bar{q}_s)^2}{n-1}} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

$s_r$ ——被校采样器的流量重复性, %;

$q_{s,i}$ ——流量标准装置第  $i$  次测量结果, L/min;

$\bar{q}_s$ ——流量标准装置的 6 次测量结果平均值, L/min;

$n$ ——测量次数。

## 6.4 流量稳定性

在校准环境下, 设定好工作点流量, 待被校采样器稳定后使用流量标准装置测量工作点工况流量的初始值  $q_0$ , 并开始计时, 以后每隔 60 min 读取一次流量标准装置示值, 共测量 5 次, 取 5 个读数中的最大值和最小值, 用公式 (4) 计算出采样流量稳定性。

$$\delta_q = \frac{q_{\max} - q_{\min}}{q_0} \times 100\% \quad (4)$$

式中:

$\delta_q$  ——流量稳定性, %;

$q_{\max}$  ——最大流量示值, L/min;

$q_{\min}$  ——最小流量示值, L/min;

$q_0$  ——被校采样器采样点流量初始值, L/min。

### 6.5 计时误差

将被校采样器的采样时间设定为 1 h, 同时启动被校采样器和秒表, 当被校采样器停止工作时停止秒表, 记录秒表计时时间  $t_1$ , 按公式 (5) 计算计时误差  $\Delta t$ 。

$$\Delta t = 3600 - t_1 \quad (5)$$

式中:

$\Delta t$  ——计时误差, s;

$t_1$  ——秒表计时时间, s。

### 6.6 计前温度示值误差

将温度计与被校采样器温度传感器置于同一环境中, 待示值稳定后读取并记录温度计所测量的温度值  $T_s$  和被校采样器温度传感器所测得的温度值  $T_m$ , 按公式 (6) 计算被校仪器计前温度示值误差。

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

式中:

$\Delta T$  ——计前温度示值误差, °C;

$T_m$  ——被校采样器计前温度示值, °C;

$T_s$  ——温度计示值, °C。

### 6.7 大气压示值误差

将被校采样器与气压计置于同一环境中, 待示值稳定后, 读取并记录气压计压力值  $P_s$  和被校采样器大气压环境压力显示值  $P_m$ , 按公式(7)计算被校采样器大气压示值误差  $\Delta P$ 。

$$\Delta P = P_m - P_s \quad (7)$$

式中:

$\Delta P$  ——大气压示值误差, kPa;

$P_m$  ——被校采样器环境大气压示值, kPa;

$P_s$  ——气压计的示值, kPa。

## 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，如“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，如果与校准的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) 如果校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称和代号；
- 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) 校准结果及测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- 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，不得部分复制证书的声明。

## 8 复校时间间隔

由于复校时间间隔长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

建议复校时间间隔最长不超过 12 个月。

## 附录 A

## 环境空气颗粒物采样器示值误差测量结果的不确定度评定示例

## A.1 测量方法

将流量标准装置的出气口与被校采样器的进气口连接，确保气路密封无泄漏。

被校采样器通电后，设定工作点流量，启动被校采样器，待被校采样器工作稳定后，分别读取标准器和被校采样器工况流量值，按公式计算示值误差。

## A.2 测量模型

$$E = \frac{\bar{q}_v - \bar{q}_s}{q_s} \times 100\% \quad (\text{A1})$$

式中：

$E$ ——工作点流量示值误差，%；

$\bar{q}_v$ ——被校采样器工作点 6 次测量结果平均值，L/min；

$\bar{q}_s$ ——流量标准装置的 6 次测量结果平均值，L/min。

## A.3 测量不确定度来源和传播公式

从式 (A.1) 可以看出，影响测量不确定度的因素主要有：被校采样器重复性引入的不确定度  $u_2$ ，被校采样器分辨力引入的不确定度  $u_3$  和标准装置引入的不确定度  $u_1$ ，各不确定度分量不相关。

根据不确定度传播律可得：

$$u_c^2 = (c_1 u_1)^2 + (c_2 u_2)^2$$

其中：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta E}{\partial q_v} = \frac{1}{q_s} \quad c_2 = \frac{\partial \Delta E}{\partial q_s} = -\frac{\bar{q}_v}{q_s^2}$$

## A.4 标准不确定度分量计算

A.4.1 标准装置引入的不确定度分量  $u_1$ 

上级证书给出标准装置 16.67 L/min 流量点的的相对扩展不确定度  $U_{\text{rel}}=0.36\%$ ， $k=2$ ，则由标准装置引入的不确定度分量则：

$$u_1 = \frac{0.36\%}{2} \times 16.67 = 0.0300 \text{ L/min}$$

A.4.2 重复测量引入的不确定度分量  $u_2$ 

被校采样器在 16.67 L/min 流量点连续独立测量 6 次，得到测量数据如下：

JJF (冀) ××××-××××

测量次数	1	2	3	4	5	6
测量数据 (L/min)	16.9	16.9	16.9	17.0	16.9	16.8

$$\bar{X} = \frac{\sum_{x=1}^6 X_x}{n} = 16.900 \text{ L/min}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.0632 \text{ L/min}$$

依据规范，实验时以 6 次测量值的平均值计算被校采样器的流量示值误差则：

$$u_2 = \frac{s}{\sqrt{6}} = 0.0258 \text{ L/min}$$

A.4.3 被校采样器分辨力引入不确定度分量  $u_3$

被校采样器数字显示最小分辨率为 0.01L/min，服从均匀分布，则

$$u_3 = \frac{0.01}{2\sqrt{3}} = 0.00289 \text{ L/min (均匀分布)}$$

远小于测量重复性引入的不确定度，所以忽略不计。

A.5 标准不确定度分量计算一览表

不确定度来源	标准不确定度分量	灵敏度系数	$c_i u_i$
测量重复性	$u_2$	0.0592	0.153 %
标准器	$u_1$	-0.0584	-0.175 %

A.6 合成不确定度及扩展不确定度计算

$$\text{合成标准测量不确定度: } u_c = \sqrt{(c_1 u_1)^2 + (c_2 u_2)^2} = 0.24 \%$$

$$\text{取包含因子 } k=2, \text{ 则相对扩展不确定度: } U_{\text{rel}} = k u_c = 0.5\%$$

A.7 测量结果不确定度报告

仪器示值测量结果的相对扩展不确定度为： $U_{\text{rel}}=0.5\%$   $k=2$

## 附录 B

环境空气颗粒物 (PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub>) 采样器校准记录格式

送检单位:					证书编号:		
仪器名称:			出厂编号:			型号:	
生产厂家:							
测量标准:							
出厂编号:							
型号:							
生产厂家:							
不确定度、最大允许误差或准确度等级:							
校准地点:				校准依据:			
温度:			湿度:			大气压:	
<b>一、工作点流量示值误差</b>							
	6 次流量测量值(L/min)					平均值	误差
被校采样器示值:						L/min	%
流量标准装置示值:						L/min	
流量重复性 (%):							
<b>二、流量设定值误差</b>					流量设定值: L/min		
序号	1	2	3	平均值	流量设定值误差		
流量标准装置示值:	L/min	L/min	L/min	L/min	%		
<b>四、流量稳定性</b>							
时间 (h)	0	1	2	3	4	5	流量稳定性 (%)
流量(L/min)							
<b>五、计时误差</b>							
秒表计时时间 (s)					计时误差 (s)		
<b>六、计前温度示值误差</b>							
被校采样器计前温度示值 (°C)	温度计示值 (°C)			示值误差 (°C)			
<b>七、大气压示值误差</b>							
被校采样器大气压示值 (kPa)	气压计的示值 (kPa)			示值误差 (kPa)			
流量示值误差校准结果相对扩展不确定度:							

校准员:

核验员:

校准日期:

## 附录 C

## 环境空气颗粒物采样器校准证书内页格式

校准证书		
证书编号:		
校准结果		
序号	校准项目	校准结果
1	工作点流量示值误差	
2	流量设定值误差	
3	流量重复性	
4	流量稳定性	
5	计时误差	
6	计前温度示值误差	
7	大气压示值误差	

流量示值误差校准结果相对扩展不确定度:

\_\_\_\_\_