

JJG (沪苏浙皖)

沪苏浙皖地方计量检定规程

JJG (皖) 100—2020

细颗粒物 (PM_{2.5}) 自动监测仪

Automated Monitoring Instrument for

Fine Particulate matters (PM_{2.5})

2020-10-22 发布

2020-11-15 实施

上海市市场监督管理局

江苏省市场监督管理局

发布

浙江省市场监督管理局

安徽省市场监督管理局

细颗粒物(PM_{2.5})自动 监测仪检定规程

Verification Regulation of Automated
Monitoring Instrument for Fine
Particulate matters (PM_{2.5})

JJG (皖) 100-2020

归口单位：上海市市场监督管理局

江苏省市场监督管理局

浙江省市场监督管理局

安徽省市场监督管理局

主要起草单位：浙江省计量科学研究院

参加起草单位：杭州市环境监测中心站

聚光科技（杭州）股份有限公司

本规程技术条文委托浙江省计量科学研究院负责解释

本规程主要起草人：

陈哲敏（浙江省计量科学研究院）

林楨（浙江省计量科学研究院）

陈宁（浙江省计量科学研究院）

李国水（浙江省计量科学研究院）

参加起草人：

潘孙强（浙江省计量科学研究院）

黄伟（聚光科技（杭州）股份有限公司）

孙鸿良（杭州市环境监测中心站）

目 录

目 录.....	I
引 言.....	II
1 范围.....	1
2 术语和计量单位.....	1
3 概述.....	2
4 计量性能要求.....	2
5 通用技术要求.....	3
6 计量器具控制.....	3
6.1 检定环境条件.....	3
6.2 检定用标准器具及设备.....	3
6.3 检定项目.....	3
6.4 检定方法.....	4
7 检定结果的处理.....	9
8 检定周期.....	9
附录 A 测量不确定度评定实例.....	10
附录 B PM _{2.5} 自动监测仪检定记录格式.....	14
附录 C PM _{2.5} 自动监测仪检定证书内页格式.....	16
附录 D PM _{2.5} 自动监测仪检定结果通知书内页格式.....	17

引 言

本规程参考了 GB/T31159-2014《大气气溶胶观测术语》、HJ 653-2013《环境空气颗粒物(PM₁₀和 PM_{2.5})连续自动监测系统技术要求及检测方法》和 HJ 93-2013《环境空气颗粒物 (PM₁₀和 PM_{2.5}) 采样器技术要求及检测方法》等标准相关内容,依据 JJF 1002《国家计量检定规程编写规则》进行编写。

本规程为首次发布。

细颗粒物(PM_{2.5})自动监测仪检定规程

1 范围

本规程适用于基于微量振荡天平法或β射线法，测量范围为(0~1000) μg/m³且标称采样流量为16.67L/min的细颗粒物(PM_{2.5})自动监测仪的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 术语和计量单位

2.1 空气动力学当量直径 aerodynamic diameter

指单位密度($\rho_0=1\text{g/cm}^3$)的球体，在静止空气中作低雷诺数运动时，达到与实际粒子相同的最终沉降速度时的直径。计量单位为μm。

2.2 细颗粒物(粒径小于等于2.5 μm) particulate matter (PM_{2.5})

指环境空气中空气动力学当量直径小于等于2.5 μm的颗粒物，也称细颗粒物。

2.3 切割器 particle separate device

指具有将不同粒径粒子分离功能的装置。

2.4 工作点流量 air flow rate

指采样器在工作环境条件下，采气流量保持定值，并能保证切割特性的流量称为采样器的工作点流量。计量单位为L/min。

2.5 50%切割粒径(D_{a50}) 50% cut point diameter

指切割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。

2.6 捕集效率的几何标准偏差(σ_g) geometric standard deviation of sampling efficiency

切割器对颗粒物的捕集效率有以下两种表述方法：

(1) 捕集效率为16%时对应的粒子空气动力学直径 D_{a16} 与捕集效率为50%时对应的粒子空气动力学直径 D_{a50} 的比值；

(2) 捕集效率为50%时对应的粒子空气动力学直径 D_{a50} 与捕集效率为84%时对应的粒子空气动力学直径 D_{a84} 的比值；

计算公式见(1)、(2)式：

$$\sigma_{g16} = \frac{D_{a16}}{D_{a50}} \quad (1)$$

$$\sigma_{g84} = \frac{D_{a50}}{D_{a84}} \quad (2)$$

式中： σ_g ---捕集效率的几何标准差；

D_{a16} ---切割器对颗粒物的捕集效率为 16%时对应的粒子空气动力学直径， μm ；

D_{a50} ---切割器对颗粒物的捕集效率为 50%时对应的粒子空气动力学直径， μm ；

D_{a84} ---切割器对颗粒物的捕集效率为 84%时对应的粒子空气动力学直径， μm 。

3 概述

PM_{2.5}自动监测仪（以下简称仪器）是指采用微量振荡天平法或 β 射线法自动测量PM_{2.5}质量浓度的仪器。其工作原理为仪器以恒定流量抽取环境空气样品，样品采集系统将颗粒物进行切割分离并输送到测量系统，样品测量系统对PM_{2.5}颗粒物样品进行测量，并进行对测量结果进行分析，最后由显示系统输出测量结果。

4 计量性能要求

计量性能要求见表 1。

表 1 计量性能要求

项目	仪器计量性能要求
流量示值误差	$\pm 5\%$
平均流量偏差	$\pm 5\%$ 工作点流量
流量重复性	2%
流量稳定性	5%/1h
采样计时误差	$\pm 3\text{s}/1\text{h}$
温度示值误差	$\pm 2^\circ\text{C}$
大气压示值误差	$\pm 1\text{kPa}$
质量浓度示值误差	$\pm 20\%$
质量浓度零点漂移	$\pm 5\mu\text{g}/\text{m}^3$
50%切割粒径	$D_{a50} = (2.5 \pm 0.2) \mu\text{m}$
捕集效率的几何标准偏差	$\sigma_{g16} = 1.2 \pm 0.1$, $\sigma_{g84} = 1.2 \pm 0.1$

5 通用技术要求

5.1 仪器应有产品铭牌，铭牌上有下列标志：仪器名称、型号、编号、制造厂名、额定工作电源电压及频率等信息。

5.2 所有紧固件均应安装牢固，连接件应连接良好，各调节旋钮、按键和开关均能正常工作，无松动现象，电缆线的接插件应接触良好。

5.3 气路连接正确，数显部位显示清晰、完整。

6 计量器具控制

计量器具的控制包括：首次检定、后续检定及使用中检查。

6.1 检定环境条件

6.1.1 环境温度：(15~30) °C；相对湿度：≤85%。

6.1.2 实验室内不得有明显的机械振动和电磁干扰，不得存放与实验无关的易燃、易爆和强腐蚀性气体或试剂。

6.2 检定用标准器具及设备

6.2.1 PM_{2.5} 质量浓度检定装置

PM_{2.5} 质量浓度检定装置由气溶胶发生器和气溶胶监测仪组成。

气溶胶发生器的颗粒物发生范围为(0~1000)μg/m³；

PM_{2.5} 质量浓度检定装置的测量不确定度为 6%， $k=2$ 。

6.2.2 空气动力学粒径谱仪

粒径测量范围为(0.5~10) μm，最大检测浓度大于或等于 1000 个/cm³。

6.2.3 流量计

测量范围为(0~25)L/min，最大允许误差为±1%。

6.2.4 电子秒表

分度值 0.01s，最大允许误差为±0.5s/d。

6.2.5 温度计

测量范围为(-60~100) °C，分度值 0.01°C，最大允许误差为±0.1°C。

6.2.6 气压计

测量范围为(60~106) kPa，最大允许误差为±0.15kPa。

6.3 检定项目

检定项目见表 2。

表 2 检定项目一览表

项目	首次检定	后续检定	使用中检查
外观	+	+	-
流量示值误差	+	+	+
平均流量偏差	+	+	+
流量重复性	+	+	-
流量稳定性	+	+	-
计时示值误差	+	+	-
温度示值误差	+	+	-
大气压示值误差	+	+	-
质量浓度示值误差	+	+	+
质量浓度零点漂移	+	+	-
50%切割粒径	+	-	-
捕集效率的几何标准偏差	+	-	-

注：1. “+”为需要检定项目；“-”为不需要检定项目。
2. 经安装及维修后对采样装置计量性能有较大影响的，其后续检定按首次检定要求进行。

6.4 检定方法

6.4.1 外观

通过目视、手感检查。仪器所有紧固件均应安装牢固，各部件均能正常工作，气路连接正确，数显部位显示清晰完整。

6.4.2 检定前准备

仪器需在检定环境条件下放置 2h 以上，方可进行检定。

6.4.3 流量示值误差

在检定环境中，启动仪器，待其稳定后将流量标准装置与仪器进气口相连，连续读取标准流量值和被检仪器流量示值（均为工况）3次，按公式（3）计算瞬时流量示值误差。

$$\Delta Q = \frac{(\bar{Q}_m - \bar{Q}_s)}{\bar{Q}_s} \times 100\% \quad (3)$$

式中： ΔQ —流量示值误差；

\bar{Q}_m —被检仪器流量示值的算术平均值，L/min；

\bar{Q}_s —流量标准装置3次测量值的算术平均值，L/min。

6.4.4 平均流量偏差

在检定环境中，待仪器稳定后，使用流量标准装置测量仪器工况流量，重复测量3次，按公式（4）计算平均流量偏差。

$$\Delta Q_R = \frac{(\bar{Q}_R - Q_s)}{Q_s} \times 100\% \quad (4)$$

式中： ΔQ_R —平均流量偏差；

\bar{Q}_R —仪器流量的算术平均值，L/min；

Q_s —仪器的工作点流量，16.67L/min。

6.4.5 流量重复性

在检定环境中，待仪器稳定后，使用流量标准装置测量仪器工况流量，重复测量6次，按公式（5）计算流量重复性。

$$s_r = \frac{1}{\bar{Q}_R} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{R,i} - \bar{Q}_R)^2}{n-1}} \times 100\% \quad (5)$$

式中： s_r —仪器的流量重复性；

$Q_{R,i}$ —第*i*次的测量结果，L/min；

\bar{Q}_R —仪器流量的算术平均值，L/min；

n —测量次数。

6.4.6 流量稳定性

在检定环境中，待仪器稳定后，使用流量标准装置测量仪器流量的初始值 Q ，并开始计时，以后每隔 20 分钟读取 1 次流量值，共 3 次。对于间歇抽气的仪器，可缩短间隔时间以在单个抽气周期内读取 3 次流量值。取 4 个读数中的最大值和最小值按公式（6）计算采样流量稳定性。

$$\delta_Q = \frac{(Q_{\max} - Q_{\min})}{Q} \times 100\% \quad (6)$$

式中： δ_Q —流量稳定性；

Q_{\max} —仪器最大流量示值，L/min；

Q_{\min} —仪器最小流量示值，L/min；

Q —仪器流量初始值，L/min。

6.4.7 采样计时误差

在检定环境中，待仪器稳定后，将被检仪器的时间设定为1小时，启动被检仪器的同时按下秒表开始计时，当被检采样器停止工作时停止秒表或计时器的计时。分别读取和记录被检仪器开始时间 t_0 、结束时间 t_1 和秒表显示时间 t_2 。按公式(7)计算计时示值误差。

$$\Delta t = t_1 - t_0 - t_2 \quad (7)$$

式中： Δt —计时示值误差，s；

t_0 —被检仪器开始时间，(时-分-秒)；

t_1 —被检仪器结束时间，(时-分-秒)；

t_2 —秒表显示时间，s。

6.4.8 温度示值误差

在检定环境中，待仪器稳定后，分别读取并记录标准温度计环境温度示值 T_s 和被检仪器环境温度显示值 T_m ，按公式(8)计算温度示值误差。

$$\Delta T = T_m - T_s \quad (8)$$

式中： ΔT —温度示值误差， $^{\circ}\text{C}$ ；

T_m —被检仪器显示温度示值， $^{\circ}\text{C}$ ；

T_s —标准温度计温度示值， $^{\circ}\text{C}$ 。

6.4.9 大气压示值误差

在检定环境中，待仪器稳定后，分别读取并记录标准气压计压力值 P_s 和被检仪器大气环境压力显示值 P_m ，按公式(9)计算被检仪器大气压示值误差 δ_p 。

$$\delta_p = P_m - P_s \quad (9)$$

式中： δ_p —大气压示值误差，kPa；

P_m —被检仪器显示大气压示值，kPa；

P_s —标准气压计气压示值，kPa。

6.4.10 质量浓度示值误差

将被检仪器按照附录 A 所示的质量浓度检定装置中开展检定。

按照仪器的测量范围, 发生质量浓度在 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 三个检定点附近的颗粒物浓度, 待浓度稳定后, 依次检定。分别记录每个浓度点在检定时间段内的标准质量浓度值和仪器显示质量浓度值, 每个测量点分别测量 2 次, 按公式 (10) 计算仪器在每个质量浓度点的质量浓度示值误差。本规程中的质量浓度为标准状态温度为 273.15K, 压力为 101.325kPa 时的浓度。

$$\delta C_{r_i} = \frac{\overline{C_{m_i}} - \overline{C_{s_i}}}{\overline{C_{s_i}}} \quad (i = 1, 2, 3) \quad (10)$$

式中: δC_{r_i} —第 i 个检定点的浓度示值误差, %;

$\overline{C_{s_i}}$ —第 i 个检定点的 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度检定装置标准浓度值的算术平均值, $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

$\overline{C_{m_i}}$ —第 i 个检定点的被检仪器浓度测量值的算术平均值, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

6.4.11 质量浓度零点漂移

在被检仪器正常工作过程中, 在测量单元前串接 $0.3\mu\text{m}$ 过滤滤筒抽取空气, 保持气体流速稳定, 连续读取仪器示值 3 次, 记录仪器示值 C_1 、 C_2 、 C_3 , 分别计算 C_2 、 C_3 与 C_1 的偏差, 取其中绝对值最大的值为仪器质量浓度零点漂移的检定结果。

$$Z_0 = \max(|C_i - C_1|) \quad (i = 2, 3) \quad (11)$$

式中: Z_0 —零点漂移, $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

C_i —第 i 次的测量结果, $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

C_1 —第 1 次的测量结果, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

6.4.12 切割器 50%切割粒径与捕集效率的几何标准偏差

采用表 3 所示的 8 种粒径的颗粒物进行切割性能检定, 检定示意图如图 1 所示, 所采用的颗粒物为有证标准物质或可溯源的粒径谱仪监测的单分散颗粒物。

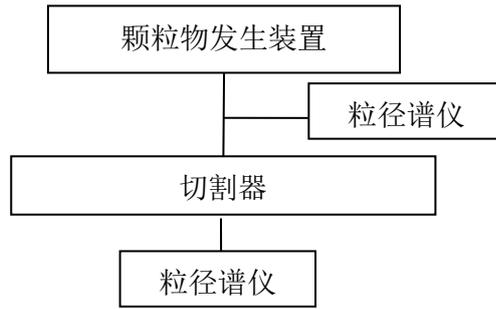


图 1. 切割器切割效率检定示意图

表 3 切割效率检定用 8 种气溶胶粒径

实验粒子的空气动力学当量直径 (μm)							
1.5±0.25	2.0±0.25	2.2±0.25	2.5±0.25	2.8±0.25	3.0±0.25	3.5±0.25	4.0±0.5

利用气溶胶发生器发生如表3所示的单分散气溶胶颗粒，通过粒径谱仪获得切割器上下游浓度值，每个点单独测量3次，利用式（12）计算单次气溶胶的捕集效率。

$$\eta_{ij} = \frac{C_{2ij}}{C_{1ij}} \times 100\% \quad (12)$$

式中： η_{ij} —每个粒径点单次测量的捕集效率，%；

C_{1ij} —切割器上游固态单分散颗粒物单次测量浓度，/m³；

C_{2ij} —切割器下游固态单分散颗粒物单次测量浓度，/m³；

i —发生的气溶胶粒径点($i=1\sim 8$)；

j —每个粒径点测量的次数($j=1\sim 3$)。

对发生8种粒径的粒子，利用式（13）计算8个粒径点的平均捕集效率，

$$\eta_i = \frac{\sum_{j=1}^3 \eta_{ij}}{3} \times 100\% \quad (13)$$

式中： η_i —每个粒径点捕集效率的平均值 ($i=1\sim 8$)，%。

对每个粒径点进行符合性判断，利用式（14）计算捕集效率相对标准偏差，如果标准偏差超过10%，则该粒径点的捕集效率测试无效，

$$C_{v_i} = \frac{1}{\eta_i} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^3 (\eta_{ij} - \eta_i)^2}{j-1}} \times 100\% \quad (14)$$

式中： C_{v_i} —每个粒径点捕集效率的相对标准偏差 ($i=1\sim 8$)。

将得到的8个捕集效率平均值通过式(15)计算出拟合曲线，得出切割器捕集效率为16%，50%，84%时所对应的空气动力学当量直径 D_{a16} ， D_{a50} ， D_{a84} ，计算得到几何标准偏差 σ_{g16} 和 σ_{g84} 。

$$y = a + b \left[1 - \left[1 + \exp \left(\frac{\left(x + d \ln(2^{1/e} - 1) - c \right)}{d} \right) \right]^{-e} \right] \quad (15)$$

式中： x —切割效率；

y —每个粒径点捕集效率。

7 检定结果的处理

7.1 按本规程要求检定合格的仪器，发给检定证书；检定不合格的仪器，发给检定结果通知书，并注明不合格项目。

7.2 检定证书和检定结果通知书内页格式见附录C，附录D。

8 检定周期

PM_{2.5}自动监测仪的检定周期不超过1年。

附录 A

测量不确定度评定实例

A.1 概述

PM_{2.5}自动监测仪主要用于测量空气中细颗粒物 (PM_{2.5}) 的质量浓度, 因此检定结果的不确定度评定主要评定质量浓度示值误差的不确定度。质量浓度示值误差的不确定度包括质量浓度检定装置引入的不确定度和检定过程引入的不确定度。质量浓度检定装置引入的不确定度主要包括 PM_{2.5}质量浓度监测装置引入的不确定度和气溶胶发生混匀装置不均匀性引入的不确定度; 检定过程引入的不确定度主要是浓度测量稳定性。

A.2 方法分析

使用 PM_{2.5}气溶胶发生器发生质量浓度不低于 20 μg/m³ 的单分散气溶胶颗粒。将 PM_{2.5}质量浓度检定装置和被检仪器设定为相同采样时间等流量采样。记录在检定时间段内 PM_{2.5}质量浓度检定装置的标准浓度值 C_s 和被检仪器浓度测量值 C_m , 计算得到 PM_{2.5}质量浓度示值误差 δC 。

A.3 评定模型

$$\delta C = \frac{C_m - C_s}{C_s} \quad (A1)$$

其中: δC -质量浓度示值误差, %;

C_s -PM_{2.5}质量浓度检定装置标准浓度值, μg/m³;

C_m -被检仪器浓度测量值, μg/m³。

A.4 不确定度评定

A.4.1 PM_{2.5}质量浓度检定装置引入的不确定度 $u(C_s)$ 的评定。

质量浓度检定装置示意图如图 A1 所示。

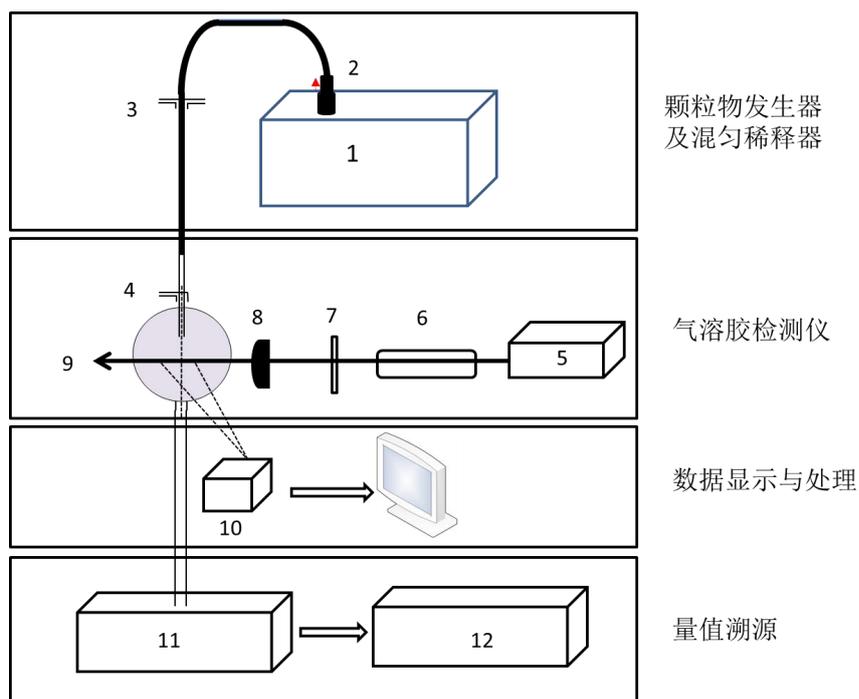


图 A1 质量浓度检定装置量值溯源图

1-气溶胶发生器, 2-静电中和, 3-混合稀释器, 4-鞘气, 5-激光器, 6-扩束系统, 7-光阑, 8-柱面镜, 9-光陷阱, 10-光电倍增管, 11-颗粒物采样器, 12-天平。

PM_{2.5} 质量浓度检定装置溯源至称重法（实验中利用百万分之一天平称重），以表 A1 给出的一组试验数据为例，进行不确定度评定。

表 A1 PM_{2.5} 质量浓度检定装置测量值与天平称量质量浓度数据表

称重法浓度值 C_b ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM _{2.5} 质量浓度检定装置测量值 C_s ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
48.86	51.13
49.6	50.03
51.04	51.76
82.1	86.29
85.8	90.48
104.86	109.23
107.08	110.26
147.6	150.36
182.3	182.09
186	189.69
226.8	237.60

256.75	262.35
271.3	269.15
274.1	276.26
278.9	276.11
280.1	291.40

计算标准偏差，得到不确定度为

$$u(C_s) = 2.1\% \quad (\text{A2})$$

因此检定装置的测量不确定度为 4.2%， $k=2$ 。

A.4.2 被检仪器引入的不确定度评定。

PM_{2.5} 自动监测仪检定示意图如图 A2 所示。

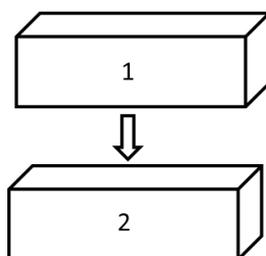


图 A2 PM_{2.5} 自动监测仪检定示意图

1-PM_{2.5} 自动监测仪检定装置，2-被检仪器。

以表 A2 中给出的一组试验数据为例。

表 A2 质量浓度检定数据表

PM _{2.5} 质量浓度检定装置测量值 C_s ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	被检仪器示值 C_m ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
112.74	104.19
110.41	111.55
110.99	101.05
109.67	120.24
120.63	111.56
117.10	121.62

计算标准偏差，得到不确定度为

$$u(C_m) = 7.6\% \quad (\text{A3})$$

扩展不确定度为 15%， $k=2$ 。

合成不确定度为

$$\begin{aligned}u_r &= \sqrt{u(C_s)^2 + u(C_m)^2} \\ &= \sqrt{2.1\%^2 + 7.6\%^2} \\ &= 7.9\%\end{aligned}\tag{A4}$$

因此扩展不确定度 $U = 16\%$, $k = 2$ 。

附录 B

PM_{2.5} 自动监测仪检定记录格式

检定日期：__年__月__日 温度：__℃ 相对温度：__% 气压：__ kPa

仪器名称：_____ 型号：_____ 出厂编号：_____

送检单位：_____ 制造厂：_____

检定依据：_____ 检定用标准和装置：_____

一、外观与机构：

二、流量性能参数

流量示值误差							
流量指示值 (L/min)							流量示值误差 (%)
流量标准值 (L/min)							
平均流量偏差							
	1	2	3				平均流量偏差 (%)
流量值 (L/min)							
流量重复性							
次数	1	2	3	4	5	6	流量重复性 (%)
流量值 (L/min)							
流量稳定性							
	初始值	1	2	3			流量稳定性 (%)
流量值 (L/min)							

三、采样计时误差

起始时间 t_0 (s)	停止时间 t_1 (s)	秒表计时 t_2 (s)	示值误差 Δt (s)

四、温度示值误差

标准温度值 T_s (℃)	温度测量值 T_m (℃)	示值误差 ΔT (℃)

五、大气压示值误差

标准压力值 P_s (kPa)	仪器压力示值 P_m (kPa)	示值误差 δ_p (kPa)

六、质量浓度特性

质量浓度示值误差						
测量次数	1	2	3	4	5	6
质量浓度标准值						
被检仪器						
示值误差						
质量浓度零点漂移						
测量次数	1	2	3	零点漂移		
浓度示值 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						

七、切割器特性

粒子粒径 (μm)	1.5±0.25	2.0±0.25	2.2±0.25	2.5±0.25	2.8±0.25	3.0±0.25	3.5±0.25	4.0±0.5
1	上游浓度							
	下游浓度							
	切割效率							
2	上游浓度							
	下游浓度							
	切割效率							
3	上游浓度							
	下游浓度							
	切割效率							
Da_{50}								
σ_g								

结论:

检定员:

核验员:

附录 C

PM_{2.5} 自动监测仪检定证书内页格式PM_{2.5} 自动监测仪检定证书内页格式

证书编号:				
检定结果				
序号	检定项目		技术要求	检定结果
1	外观及结构			
2	流量特性	流量示值误差	±5%	
		平均流量偏差	±5%工作点流量	
		流量重复性	2%	
		流量稳定性	5%/1h	
3	采样器计时误差		±3s/1h	
4	温度示值误差		±2℃	
5	大气压示值误差		±1kPa	
6	质量浓度特性	浓度示值误差	±20%	
		质量浓度零点漂移	±5μg/m ³	
7	捕集性能	D _{a50}	$D_{a50} = (2.5 \pm 0.2) \mu\text{m}$	
		捕集效率的几何标准偏差	$\sigma_{g16} = 1.2 \pm 0.1$ $\sigma_{g84} = 1.2 \pm 0.1$	
结论:				

——以下空白——

附录 D

PM_{2.5} 自动监测仪检定结果通知书内页格式PM_{2.5} 自动监测仪检定结果通知书内页格式

检定结果				
序号	检定项目		技术要求	检定结果
1	外观及结构			
2	流量特性	流量示值误差	±5%	
		平均流量偏差	±5%工作点流量	
		流量重复性	2%	
		流量稳定性	5%/1h	
3	采样器计时误差		±3s/1h	
4	温度示值误差		±2℃	
5	大气压示值误差		±1kPa	
6	质量浓度特性	浓度示值误差	±20%	
		质量浓度零点漂移	±5μg/m ³	
7	捕集性能	D _{a50}	$D_{a50} = (2.5 \pm 0.2) \mu\text{m}$	
		捕集效率的几何标准偏差	$\sigma_{g16} = 1.2 \pm 0.1$ $\sigma_{g84} = 1.2 \pm 0.1$	
结论:		(注明不合格项目)		

——以下空白——

