



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 2295—2025

在线尘埃粒子计数器校准规范

Calibration Specification for Online Airborne Particle Counters

市场监管总局

2025-09-08 发布

2026-03-08 实施

国家市场监督管理总局 发布

在线尘埃粒子计数器校准规范

Calibration Specification for
Online Airborne Particle Counters

JJF 2295—2025

归口单位：全国物理化学计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

上海市计量测试技术研究院有限公司

参加起草单位：苏州苏净仪器自控设备有限公司

沈阳加野科学仪器有限公司

青岛众瑞智能仪器股份有限公司

本规范委托全国物理化学计量技术委员会在线理化分析仪器分技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

刘俊杰（中国计量科学研究院）

丁臻敏（上海市计量测试技术研究院有限公司）

参加起草人：

修宏宇（中国计量科学研究院）

张文阁（中国计量科学研究院）

陈 建（苏州苏净仪器自控设备有限公司）

李赫峰（沈阳加野科学仪器有限公司）

郭 亮（青岛众瑞智能仪器股份有限公司）

市场监管总局

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 测量标准及其他设备	(2)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 零点	(3)
7.2 流量示值误差	(3)
7.3 流量稳定性	(3)
7.4 颗粒计数效率和计数重复性	(4)
7.5 粒径分布误差	(4)
8 校准结果表达	(6)
9 复校时间间隔	(6)
附录 A 在线尘埃粒子计数器校准装置	(7)
附录 B 颗粒计数效率校准结果的不确定度评定示例	(9)
附录 C 校准记录格式(参考)	(13)
附录 D 校准证书(内页)格式	(15)

引 言

JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本规范制定的基础性系列规范。

在本规范的制定中，颗粒计数效率的校准参照了 GB/T 29024.4—2017《粒度分析 单颗粒的光学测量方法 第4部分：洁净间光散射尘埃粒子计数器》和 GB/T 6167—2007《尘埃粒子计数器性能试验方法》中的内容，粒径分布误差的校准参照了 JJF 1190—2008《尘埃粒子计数器校准规范》中的内容。

本规范为首次发布。

市场监管总局

在线尘埃粒子计数器校准规范

1 范围

本规范适用于粒径范围（0.1~1） μm 的在线尘埃粒子计数器或粒子计数传感器的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1190—2008 尘埃粒子计数器校准规范

JJF 1562—2016 凝结核粒子计数器校准规范

GB/T 29024.4—2017 粒度分析 单颗粒的光学测量方法 第4部分：洁净间光散射尘埃粒子计数器

GB/T 6167—2007 尘埃粒子计数器性能试验方法

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

3 术语

3.1 零点 zero

在线尘埃粒子计数器或粒子计数传感器测量经高效空气过滤器（对 $\geq 0.3 \mu\text{m}$ 颗粒的过滤效率不低于99.97%）过滤的空气时产生的计数响应。

注：也称假计数或伪计数。

3.2 最低粒径挡 minimum particle size division

在线尘埃粒子计数器或粒子计数传感器显示的最低粒径通道。

注：也称最低报告粒径挡。

3.3 颗粒计数效率 particle counting efficiency

测量同一样品时被校准在线尘埃粒子计数器或粒子计数传感器结果与标准计数器结果的比值。

4 概述

在线尘埃粒子计数器或粒子计数传感器（Online Airborne Particle Counter/Sensor，以下简称计数器），主要用于测量洁净间或洁净区域的空气洁净度。其工作原理为：当被测颗粒经计数器进样系统并以恒定流速通过光敏感区时，会发生颗粒的光散射现象并产生散射信号，且光散射信号的强弱及数量与颗粒粒径和数量密切相关。通过对该信号的光电转化、放大及检测，再利用软件及显示单元可得到单位体积中的颗粒数量，即颗粒数量浓度。该计数器一般由激光光源、光学透镜、进样系统、光电检测器、软件及显

示单元等部分组成（见图 1）。

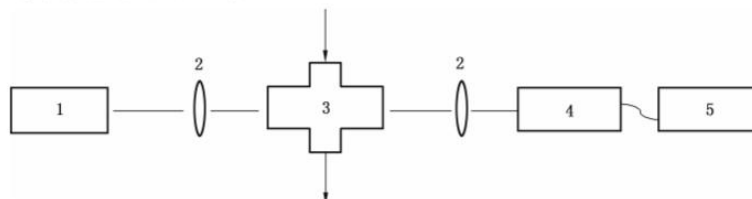


图 1 计数器的结构简图

1—激光光源；2—光学透镜；3—进样系统；4—光电检测器；5—软件及显示单元

5 计量特性

计数器的计量特性见表 1，性能指标供校准时参考。

表 1 计数器的计量特性

计量性能	性能指标
零点	≤ 1 个
流量示值误差	不超过 $\pm 5\%$
流量稳定性*	$\leq 15\%$
颗粒计数效率	$(100 \pm 20)\%$
颗粒计数重复性	$\leq 5\%$
粒径分布误差	不超过 $\pm 30\%$
* 无内置采样泵的计数器此项免做。	

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(18 \sim 30)^\circ\text{C}$ ；

6.1.2 相对湿度： $20\% \sim 80\%$ ；

6.1.3 其他：远离振动、电磁干扰，避免阳光直射。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 在线尘埃粒子计数器校准装置：在 $(3\ 000 \sim 10\ 000)$ 个/ $28.3\ \text{L}$ 的颗粒浓度范围内，颗粒计数效率的相对扩展不确定度小于 7% ($k=2$)；校准装置原理、组成及技术要求参见附录 A。

6.2.2 粒度标准物质：应使用国家有证标准物质，如表 2 所示。

表 2 校准所需的常用粒度标准物质

序号	粒径标准值	粒径分布	不确定度
1#	(0.15~0.20) μm	≤10%	≤5% (k=2)
2#*	(0.30~0.40) μm		
3#**	(0.45~0.60) μm		
4#	(0.75~1.00) μm		
5#**	(0.50±0.01) μm		
6#*	(0.40±0.02) μm		
7#	(0.60±0.02) μm		
注 1: 带* 2#和 6#可以是同一种标准物质; 注 2: 带** 3#和 5#可以是同一种标准物质。			

6.2.3 流量校准装置：流量范围（2~30）L/min，示值误差不超过±1.5%。

7 校准项目和校准方法

校准项目可根据被校计数器的预期用途选择使用。对校准规范的偏离，应在校准证书中注明。

7.1 零点

将高效空气过滤器连接到计数器入口处，并连续运行 10 min 以上。之后将计数器调节到累积计数模式，记录 5 min 内计数器在最低粒径挡 D_{\min} 处的颗粒计数测量值 C_0 ，并以 C_0 作为计数器的零点。

7.2 流量示值误差

开启计数器并达到稳定工作状态，将流量校准装置连接到计数器的入口处，读取 3 次流量测量值 q_m ，并计算其平均值 \bar{q}_m 。根据公式（1）计算计数器的采样流量示值误差 Δq 。

$$\Delta q = \frac{q_{vs} - \bar{q}_m}{\bar{q}_m} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

q_{vs} ——计数器的流量值，L/min；

\bar{q}_m ——流量校准装置的 3 次测量平均值，L/min。

7.3 流量稳定性

将流量校准装置连接到计数器入口处，计数器稳定后记录流量校准装置读数，然后在不调节流量的情况下连续运行 30 min，每 6 min 记录流量校准装置读数，共 6 次，计算 6 次的测量平均值 \bar{q}_2 ，按照公式（2）计算流量稳定性 δ_q 。

$$\delta_q = \frac{q_{\max} - q_{\min}}{\bar{q}_2} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

q_{\max} ——流量测量值中的最大值，L/min；

q_{\min} ——流量测量值中的最小值，L/min；

\bar{q}_2 ——流量测量平均值，L/min。

7.4 颗粒计数效率和计数重复性

按照附录 A.1 或 A.2 连接在线尘埃粒子计数器校准装置，并将标准计数器和被校准计数器的延迟采样时间设置在 5 s 以上。按照 6.2.2 的要求选择一种粒度标准物质，其粒径应是被校准计数器最低粒径挡 D_{\min} 的 (1.5~2.0) 倍。使用在线尘埃粒子计数器校准装置将标准物质雾化，并将被校准计数器入口处的颗粒浓度控制在 (3 000~10 000) 个/28.3 L 范围内，在此范围内选择高、低两个浓度点进行测量。在每个浓度点下，记录标准计数器和被校准计数器在最低粒径挡 D_{\min} 处 1 min 的测量结果，共计 10 次，计算 10 次测量结果的平均值。

按照公式 (3) 和公式 (4) 计算计数器在不同浓度下的颗粒计数效率。依据高浓度点下的测量数据，按照公式 (5) 计算得到颗粒计数重复性。

$$\eta_{\text{OPC1}} = \frac{\bar{C}_{\text{OPC1}}}{\bar{C}_{\text{S1}}} \times \eta_{\text{S}} \times f_1 \quad (3)$$

$$\eta_{\text{OPC2}} = \frac{\bar{C}_{\text{OPC2}}}{\bar{C}_{\text{S2}}} \times \eta_{\text{S}} \times f_2 \quad (4)$$

$$\delta_{\text{C}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_{\text{OPC1}, i} - \bar{C}_{\text{OPC1}})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

$\eta_{\text{OPC1}}, \eta_{\text{OPC2}}$ ——计数器在高、低浓度点的颗粒计数效率；

$\bar{C}_{\text{OPC1}}, \bar{C}_{\text{OPC2}}$ ——计数器在高、低浓度点的 10 次测量结果平均值，个/28.3 L；

$\bar{C}_{\text{S1}}, \bar{C}_{\text{S2}}$ ——标准计数器在高、低浓度点的 10 次测量结果平均值，个/28.3 L；

f_1, f_2 ——在高、低浓度点校准时的稀释倍数，无量纲量；

η_{S} ——标准计数器的计数效率，无量纲量；

δ_{C} ——计数器的颗粒计数重复性；

$C_{\text{OPC1}, i}$ ——高浓度点下计数器的第 i 次测量结果，个/28.3 L；

n ——测量次数， $n=10$ 。

注： η_{S} 为在线尘埃粒子计数器校准装置中标准计数器的技术参数，量值应在其校准证书中给出；使用标准尘埃粒子计数器作为标准计数器时， f_1, f_2 均为 1。

7.5 粒径分布误差

根据计数器测量范围选择 (1~2) 个粒径挡 D_v 作为校准点，通常选择 0.5 μm 粒径挡作为校准点。按照 A.1 的方式连接校准装置。分别选择 6# 和 7# 粒度标准物质。使用在线尘埃粒子计数器校准装置将 6# 标准物质雾化，按照 7.4 中方法将被校准计数器

入口处的颗粒浓度控制在 (3 000~10 000) /28.3 L 的高浓度范围内, 记录被校计数器和标准尘埃粒子计数器 1 min 的测量结果, 重复测量 3 次, 按照公式 (6) ~ 公式 (8) 计算粒径分布误差 Δh_1 。

$$h_{1i} = \frac{C_{0.5i}}{C_{0.3i}} \times \frac{\eta_s}{\eta_{OPC1}} \times 100\% \quad (6)$$

$$\bar{h}_1 = \frac{\sum_{i=1}^3 h_{1i}}{3} \quad (7)$$

$$\Delta h_1 = \bar{h}_1 - h_{s1} \quad (8)$$

式中:

h_{1i} ——第 i 次测量 6# 标准物质的粒径分布值, 用百分数表示;

$C_{0.5i}$ ——被校计数器大于或等于 0.5 μm 的粒子浓度的第 i 次测量值, 个/28.3 L;

$C_{0.3i}$ ——标准计数器大于或等于 0.3 μm 的粒子浓度的第 i 次测量值, 个/28.3 L;

η_{OPC1} ——被校计数器在高浓度范围的颗粒计数效率, 用百分数表示;

η_s ——标准计数器的计数效率, 用百分数表示;

\bar{h}_1 ——测量 6# 标准物质的粒径分布平均值, 用百分数表示;

h_{s1} ——理论值, 量值为 0。

使用在线尘埃粒子计数器校准装置将 7# 标准物质雾化, 按照上述方法, 根据公式 (9)~公式 (11) 计算粒径分布误差 Δh_2 。

$$h_{2i} = \frac{C_{0.5i}}{C_{0.3i}} \times \frac{\eta_s}{\eta_{OPC1}} \times 100\% \quad (9)$$

$$\bar{h}_2 = \frac{\sum_{i=1}^3 h_{2i}}{3} \quad (10)$$

$$\Delta h_2 = \bar{h}_2 - h_{s2} \quad (11)$$

式中:

h_{2i} ——第 i 次测量 7# 标准物质的粒径分布值, 用百分数表示;

$C_{0.5i}$ ——被校计数器大于或等于 0.5 μm 的粒子浓度的第 i 次测量值, 个/28.3 L;

$C_{0.3i}$ ——标准计数器大于或等于 0.3 μm 的粒子浓度的第 i 次测量值, 个/28.3 L;

η_{OPC1} ——被校计数器在高浓度范围的颗粒计数效率, 用百分数表示;

η_s ——标准计数器的计数效率, 用百分数表示;

\bar{h}_2 ——测量 7# 标准物质的粒径分布平均值, 用百分数表示;

h_{s2} ——理论值, 量值为 100%。

取绝对值较大的 Δh_1 和 Δh_2 作为计数器的粒径分布误差 Δh 。

选择相应的粒度标准物质, 按照上述方法, 对计数器其他粒径挡的分布误差进行校准。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 校准证书编号、页码及总页数的标识；
- e) 客户名称和地址；
- f) 被校计数器的制造单位、名称、型号及编号；
- g) 校准单位校准专用章；
- h) 校准日期；
- i) 校准所依据的技术规范名称及代号；
- j) 本次校准所用有证标准物质和主要测量设备名称、型号、准确度等级或不确定度或最大允许误差、计数器编号、证书编号及有效期；
- k) 校准时的环境温度、相对湿度；
- l) 校准结果及其测量不确定度；
- m) 对校准规范偏离的说明（若有）；
- n) 复校时间间隔的建议；
- o) “校准证书”的校准人、核验人、批准人签名及签发日期；
- p) 校准结果仅对被校计数器本次测量有效的声明；
- q) 未经实验室书面批准，部分复制证书或报告无效的声明。

9 复校时间间隔

计数器的复校时间间隔建议为1年。由于复校时间间隔的长短是由计数器的使用情况、使用者、计数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。

附录 A

在线尘埃粒子计数器校准装置

本规范中，可使用已校准的标准尘埃粒子计数器或凝结核粒子计数器作为标准计数器，通过比较法完成对计数器颗粒计数效率的校准。

A.1 标准尘埃粒子计数器作为标准计数器的校准装置

校准装置的工作原理为（如图 A.1 所示）：经高效过滤器过滤的洁净压缩空气进入气溶胶发生器后，将装置中的粒度标准物质雾化，经混匀稀释后得到浓度适当且稳定的气溶胶颗粒，并分别以特定流速流经标准尘埃粒子计数器和被校计数器。将计数器的测量值与标准尘埃粒子计数器测量值进行比较 [7.4 中的公式 (3) 和公式 (4)]，从而实现计数器计数效率的校准。

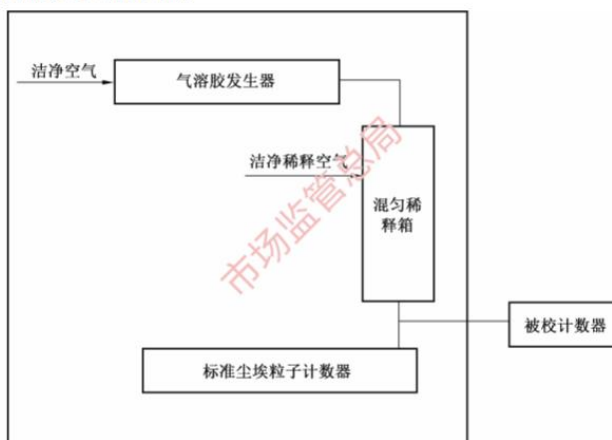


图 A.1 标准尘埃粒子计数器作为标准计数器的校准装置示意图

校准装置主要包括气溶胶发生器、混匀稀释箱、标准尘埃粒子计数器等，其中：

- 1) 气溶胶发生器：可将粒径在 $(0.1\sim 1)\mu\text{m}$ 范围内的标准颗粒雾化；
- 2) 混匀稀释箱：10 min 内的颗粒浓度的稳定性应优于 1%；
- 3) 标准尘埃粒子计数器：至少应具有 $0.3\mu\text{m}$ 、 $0.5\mu\text{m}$ 的粒径挡，可测量 $(3\ 000\sim 10\ 000)/28.3\text{ L}$ 范围内的颗粒数量浓度，重复性 $\leq 3\%$ ；颗粒计数效率应经国家法定计量检定机构校准，量值溯源至凝结核粒子计数器，校准的相对扩展不确定度 $\leq 6\%$ ($k=2$)。

A.2 凝结核粒子计数器作为标准计数器的校准装置

校准装置的工作原理为（如图 A.2 所示）：经高效过滤器过滤的洁净压缩空气进入气溶胶发生器后，将装置中的粒度标准物质雾化。产生的气溶胶粒子经粒子中和器后达到波尔兹曼电荷平衡，再经过差分电迁移分离器，最终产生单分散气溶胶粒子。通过稀释、补充洁净空气、抽气等技术手段使得气溶胶分流器各通道内的颗粒浓度达到动态平

衡，并分别以特定流速流经 CPC 和被校计数器。将计数器的测量值与凝结核粒子计数器的测量值进行比较 [7.4.3 中的公式 (4)]，从而实现计数器计数效率的校准。

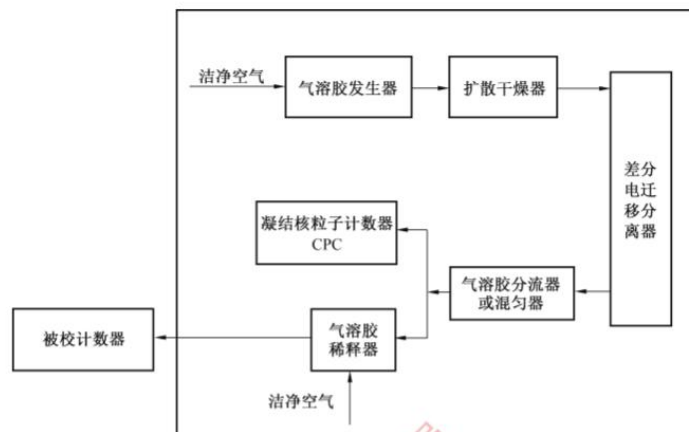


图 A.2 凝结核粒子计数器作为标准计数器的校准装置示意图

校准装置主要包括气溶胶发生器、差分电迁移分离器、气溶胶分流器或混匀箱、气溶胶稀释器、凝结核粒子计数器（CPC）、标准尘埃粒子计数器等，其中：

- 1) 气溶胶发生器：可将粒径在 $(0.1 \sim 1) \mu\text{m}$ 范围内的标准颗粒雾化；
- 2) 差分电迁移分离器：在 $(0.1 \sim 1) \mu\text{m}$ 范围内可根据气溶胶颗粒电迁移率对其选择和分离，并得到几何标准偏差（GSD）小于 1.15 的单分散样品；
- 3) 气溶胶分流器或混匀箱：10 min 内的气溶胶浓度的稳定性应 $\leq 1\%$ ；
- 4) 气溶胶稀释器：稀释比在 $(20 \sim 400)$ 倍范围内可调，出口流量 $\geq 28.3 \text{ L/min}$ ，稀释因子的校准不确定度 $\leq 3\%$ ($k=2$)；
- 5) 凝结核粒子计数器：可测量 $(50 \sim 400) / \text{cm}^3$ 范围内的颗粒数量浓度，重复性小于或等于 3% ，应按照 JJF 1562—2016 对仪器的颗粒计数效率进行校准，相对扩展不确定度 $\leq 5\%$ ($k=2$)；
- 6) 标准尘埃粒子计数器：至少应具有 $0.3 \mu\text{m}$ 、 $0.5 \mu\text{m}$ 的粒径挡，可测量 $(3\ 000 \sim 10\ 000) / 28.3 \text{ L}$ 范围内的颗粒数量浓度，重复性优于 3% ；颗粒计数效率应经国家法定计量检定机构校准，量值溯源至凝结核粒子计数器，校准不确定度 $\leq 6\%$ ($k=2$)。

附录 B

颗粒计数效率校准结果的不确定度评定示例

B.1 校准方法简述及测量模型

按 7.3 进行计数器颗粒计数效率的校准。按公式 (B.1) 计算计数器的计数效率。

$$\eta_{\text{OPC}} = \frac{\overline{C}_{\text{OPC}}}{\overline{C}_s} \times \eta_s \times f \quad (\text{B.1})$$

式中：

η_{OPC} ——计数器的颗粒计数效率；

$\overline{C}_{\text{OPC}}$ ——计数器的 10 次测量结果平均值，个/28.3 L；

\overline{C}_s ——标准计数器的 10 次测量结果平均值，个/28.3 L；

η_s ——标准计数器的计数效率，无量纲量；

f ——稀释倍数，无量纲量。

注： η_s 为标准粒子计数器校准装置的技术参数，其量值在其校准证书中给出。

B.2 不确定度来源及分析

从公式 (B.1) 可以看出，影响测量结果不确定度的因素主要有：计数器测量结果、标准计数器的测量结果、标准计数器的计数效率、稀释比。不确定度计算公式可由公式 (B.1) 导出。

$$u_r(\eta_{\text{OPC}}) = \sqrt{u_r^2(\overline{C}_{\text{OPC}}) + u_r^2(f) + u_r^2(\overline{C}_s) + u_r^2(\eta_s)} \quad (\text{B.2})$$

式中：

$u_r(\eta_{\text{OPC}})$ ——计数器计数效率的相对标准不确定度；

$u_r(\overline{C}_{\text{OPC}})$ ——计数器测量结果 $\overline{C}_{\text{OPC}}$ 引入的相对不确定度；

$u_r(f)$ ——稀释因子 f 引入的相对不确定度；

$u_r(\overline{C}_s)$ ——标准计数器测量结果 \overline{C}_s 引入的相对不确定度；

$u_r(\eta_s)$ ——标准计数器的计数效率 η_s 引入的相对不确定度。

B.3 不确定度分量的评定与计算

B.3.1 计数器测量结果 $\overline{C}_{\text{OPC}}$ 引入的相对不确定度

由 7.4.2，计数器的测量结果为 10 次测量的平均值，测量结果见表 B.1。

表 B.1 计数器的测量结果

测量序次 次数=10	测量结果 个/28.3 L
1	9 235
2	9 016
3	9 285
4	9 076
5	9 177
6	9 230
7	9 058
8	9 194
9	9 143
10	9 201
平均值	9 161.5
标准偏差	86.8

因此，计数器测量结果引入的相对不确定度为 $u_r(\bar{C}_{\text{opc}}) = \frac{\delta_c}{\bar{C}_{\text{opc}} \times \sqrt{n}} = 0.3\%$ 。

B.3.2 稀释因子 f 引入的相对不确定度

采用标准尘埃粒子计数器作为标准器时，进入被检计数器和标准尘埃粒子计数器的样品为同一样品，没有被稀释。因此 $u_r(f) = 0$ 。

采用凝结核粒子计数器作为标准器时，经国家法定计量检定机构校准，在（20～400）倍稀释比范围内，稀释因子的相对不确定度 $u_r(f) = 0.6\%$ 。

B.3.3 标准计数器测量结果 \bar{C}_s 引入的不确定度

由 7.3.2，标准计数器的测量结果为 10 次测量的平均值，测量结果见表 B.2 和表 B.3。

表 B.2 标准尘埃粒子计数器的测量结果

测量序次 次数=10	测量结果 个/28.3 L
1	9 011
2	8 956
3	9 018
4	9 110
5	9 067

表 B.2 (续)

测量序次 次数=10	测量结果 个/28.3 L
6	9 006
7	8 928
8	9 055
9	9 158
10	9 022
平均值	9 033.1
标准偏差	68.1

表 B.3 CPC 的测量结果

测量序次 次数=10	测量结果 cm ³
1	63.2
2	64.6
3	63.6
4	64.9
5	64.3
6	63.1
7	62.9
8	63.6
9	64.3
10	63.8
平均值	63.83
标准偏差	0.67

因此，标准计数器测量结果引入的相对不确定度为：

若标准计数器为标准尘埃粒子计数器，则：

$$u_r(\bar{C}_S) = \frac{\delta_c}{\bar{C}_S \times \sqrt{n}} = 0.3\%$$

若标准计数器为凝结核粒子计数器，则：

$$u_r(\bar{C}_S) = \frac{\delta_c}{\bar{C}_S \times \sqrt{n}} = 0.3\%$$

B.3.4 标准计数器的计数效率 η_s 引入的相对不确定度

采用标准尘埃粒子计数器作为标准器时，经国家法定计量检定机构校准，标准尘埃粒子计数器在 $(3\ 000\sim 10\ 000)/28.3\text{ L}$ 范围的颗粒计数效率 η_s 为98.40%，不确定度 $\leq 6\%$ ($k=2$)，校准引入的相对不确定度 $u_r(\eta_s)$ 为3%。

采用凝结核粒子计数器作为标准器时，经国家法定计量检定机构校准，凝结核粒子计数器在 $(50\sim 100)/\text{cm}^3$ 范围的颗粒计数效率 η_s 为99.23%，不确定度 $\leq 5\%$ ($k=2$)，校准引入的相对不确定度 $u_r(\eta_s)$ 为2.5%。

B.4 相对标准不确定度

以标准尘埃粒子计数器作为标准器时，计数器计数效率的校准不确定度：

$$u_{cr}(\eta_{\text{OPC}}) = 3.1\%$$

以凝结核粒子计数器作为标准器时，计数器计数效率的校准不确定度：

$$u_{cr}(\eta_{\text{OPC}}) = 2.7\%$$

B.5 相对扩展不确定度

以标准尘埃粒子计数器作为标准器时，计数器计数效率的校准不确定度：

$$U_r = 6.2\%, k=2$$

以凝结核粒子计数器作为标准器时，计数器计数效率的校准不确定度：

$$U_r = 5.4\%, k=2$$

附录 C

校准记录格式（参考）

在线尘埃粒子计数器校准原始记录

校准日期____年____月____日 原始记录号：_____ 校准证书号：_____

校准员：_____ 核验员：_____

计数器型号		制造厂	
计数器编号		委托单位	
温度	℃	相对湿度	%
校准依据			

	名称	型号	编号	证书编号	有效期至
	校准用主要标准及仪器设备	粒子计数器 校准装置			
粒度标准物质					
流量校准装置					

1. 零点：_____

2. 流量示值误差

单位：L/min

q_{vs}	q_m	平均值 \bar{q}_m	示值误差 Δq

3. 流量稳定性

单位：L/min

测量值					平均值 \bar{q}_2	流量稳定性 δ_a

4. 颗粒计数效率和重复性

样品 粒径	稀释 因子	测量值 个/28.3 L					测量 平均值 个/28.3 L	颗粒计数 效率	重复性
	$f_1 =$						$\bar{C}_{OPC1} =$	$\eta_{OPC1} =$	
							$\bar{C}_{S1} =$		
	$f_2 =$						$\bar{C}_{OPC2} =$	$\eta_{OPC2} =$	
							$\bar{C}_{S2} =$		

标准计数器的计数效率 $\eta_s =$

校准结果的不确定度：

5. 粒径分布误差

$C_{0.5i}$				$C_{0.5i}$			
$C_{0.3i}$				$C_{0.3i}$			
h_{1i}				h_{2i}			
\bar{h}_1				\bar{h}_2			
\bar{h}_1				\bar{h}_2			

附录 D

校准证书（内页）格式

D.1 校准证书第 2 页式样

证书编号：××××—××××				
校准机构授权说明				
校准所依据的技术文件（代号、名称）				
校准环境条件及地点： 温度： ℃ 地点： 相对湿度： % 其他：				
校准使用的主要标准器/主要仪器				
名称	测量范围	不确定度/ 准确度等级/ 最大允许误差	证书编号	有效期至
第×页 共×页				

D.2 校准证书第3页式样

证书编号：××××—××××

校准结果

1. 零点；
2. 流量示值误差；
3. 流量稳定性；
4. 颗粒计数效率；结果见表1。

表1 颗粒计数效率校准结果

校准项目	校准点	校准结果	相对扩展不确定度 U , ($k=2$)
颗粒计数效率/%			

5. 颗粒计数重复性；
 6. 粒径分布误差；
- 以下空白

市场监管总局

第×页 共×页