

中华人民共和国工业和信息化部
轻工计量技术规范

JJF (轻工) ××-××××

砂尘试验箱校准规范

Calibration Specification for
Dust and Sand Testing Chambers

(报批稿)

2024-xx-xx 发布

2024-xx-xx 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

砂尘试验箱 校准规范

Calibration Specification for Dust and Sand Testing
Chambers

JJF(轻工) XXX—XXXX

归口单位：中国轻工业联合会

主要起草单位：中国家用电器研究院

苏州市计量测试院

中家院（北京）检测认证有限公司宁波分公司

参加起草单位：北京中家智锐智能装备科技有限公司

中家院（北京）检测认证有限公司

本规范由主要起草单位负责解释

本规范主要起草人：

赵 哲（中国家用电器研究院）

陈 海（苏州市计量测试院）

谢海兵〔中家院（北京）检测认证有限公司宁波分公司〕

参加起草人：

贾潇雅（北京中家智锐智能装备科技有限公司）

李 强（中国家用电器研究院）

张 健（中国家用电器研究院）

张 扬（中家院（北京）检测认证有限公司）

周明达（中家院（北京）检测认证有限公司）

目 录

引言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语.....	1
4 概述.....	2
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 校准项目.....	3
7.2 校准方法.....	4
8 校准结果表达.....	8
9 复校时间间隔.....	8
附录 A 测量结果不确定度评定示例 (参考件)	9
附录 B 校准原始记录格式 (参考件)	11
附录 C 校准证书内页格式 (参考件)	14

引 言

JJF 1071《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定工作的基础性系列规范。

本规范的附录 A“校准结果不确定度评定示例（参考件）”、附录 B“校准原始记录格式（参考件）”、附录 C“校准证书内页格式（参考件）”均为资料性附录。

本规范为首次发布。

沙尘试验箱校准规范

1 范围

本规范适用于砂（沙）尘试验箱的校准，具有相同测量原理的其他试验箱也可参考使用。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1101 环境试验设备温度、湿度参数校准规范

JJF（军工）18 环境试验设备温度、湿度参数校准规范

GB/T 2423.37 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验L：沙尘试验

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

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

JJF 1101、JJF（军工）18、GB/T 2423.37、GB/T 4208 界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1 尘浓度 dust concentration

单位体积空气中的尘粒子总质量。

[来源：GB/T 2423.37-2006,3.2]

3.2 沙尘沉降速率 dust and sand sedimentation rate

沙尘在规定面积上单位时间的自由沉降量。

[来源：JJF（军工）18-2012,3.2]

4 概述

砂（沙）尘试验箱是一种通过控制温度、湿度、风速、砂尘浓度等参数模拟不同自然环境中砂尘的环境条件，为产品提供砂尘试验环境，从而检验产品的外壳防护性能的综合试验设备。试验箱通常为外壳密封的箱体，一般带有真空系统、粉尘预热系统、振动装置等，通常使用循环风机吹出一定的搅拌风速吹起砂尘，振动装置保证喷尘浓度稳定，粉尘预热装置控制湿度，根据试验箱内的容积注入相对应质量砂尘的方法控制砂尘浓度。

5 计量特性

校准项目的技术要求见表 1。

表 1 校准项目技术要求

校准项目	测量范围	技术要求
温度偏差	(10~50) °C	±2.0 °C
湿度	——	<25%RH
风速	(1.5~30) m/s	±10%
砂尘浓度	1.0 g/m ³	±0.3 g/m ³
	5.0 g/m ³	±1.5 g/m ³
	10.0 g/m ³	±3.0 g/m ³
砂尘沉降速率	600 g/(m ² ·h)	±200 g/(m ² ·h)
	6 g/(m ² ·d)	±1 g/(m ² ·d)
注：1.以上所有指标不用于合格性判别，仅供参考。		

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 温度：(15~35) °C；湿度：≤75%RH。

6.1.2 当校准用设备对环境条件另有要求时，应满足其规定要求。

6.2 标准器及其他设备

校准所用标准器及其它设备见表 2。

表 2 校准用标准器及其它设备

序号	设备名称	技术要求
1	环境温湿度测量系统	各项参数指标测量覆盖被校试验箱测量范围；

JJF（轻工）xxx—xxxx

		温度最大允许误差： $\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，湿度最大允许误差： $\pm 2.0\%\text{RH}$
2	风速计	风速测量覆盖被校试验箱测量范围； 最大允许误差： $\pm 3\%$
3	秒表	测量范围与试验时间相适应； 最大允许误差： $\pm 0.5\text{s/d}$
4	气体采样仪	流量范围： $(0.8\sim 6)\text{L/min}$ ，具有流量调整校准因子（校准系数）、 定时器和采样体积功能，采样体积允差： $\pm 5\%$
5	采样器	一般采用直径约 15mm 的圆柱形容器，内置圆柱形海绵，海绵直径比容器内径稍大，使海绵与容器内壁紧密接触，海绵柱高大于 30mm ，海绵规格为 25 密度的普通海绵，容器进气口孔径约 3mm ，海绵与容器进气口处留有约 5mm 的间隙（结构型式如图 1），容器与海绵的总质量不大于 4g 。详见 JJF（军工）18-2012 附录 D。
6	收集器	收集面的面积约 80cm^2 ，质量不大于 18g 。
7	电子天平	测量范围： $(0\sim 20)\text{g}$ 准确度等级：①级
8	流量校准器	流量范围： $(0.1\sim 6)\text{L/min}$ 准确度等级：①级
注：除上表规定的标准器外，也可使用其他符合要求的计量器具作为标准器。		

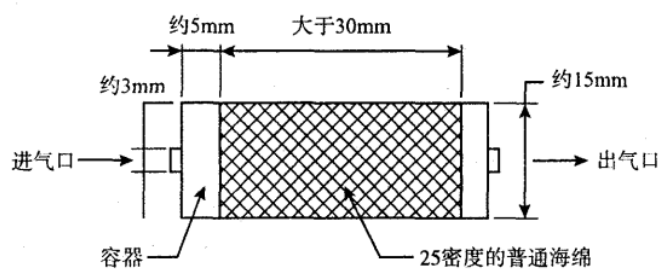


图 1 采样器结构型式示意图

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

检测装置校准项目见表 3。

表 3 校准项目表

序 号	校准项目	校准方法条款
1	温度	7.2.2
2	湿度	7.2.2

3	风速	7.2.2
4	砂尘浓度	7.2.2
5	砂尘沉降速率	7.2.3

7.2 校准方法

7.2.1 校准前检查

校准前检查试验箱各部分是否处于正常工作状态。

7.2.2 温度、湿度、风速、砂尘浓度校准点的选择、位置和数量

7.2.2.1 校准点的选择

- a) 温度校准点一般选择 40℃；其他温度校准点一般根据用户需要选择常用的温度点进行，或选择设备使用范围的下限、上限和中间点；
- b) 湿度校准一般通过提高温度保持在 25%以下；
- c) 风速校准点一般选择 2.0m/s，10.0m/s，30m/s；
- d) 砂尘浓度校准点一般选择 1g/m²，5g/m²，10g/m²；
- e) 砂尘沉降速率校准点一般选择 600 g/(m²·h)，6 g/(m²·d)。

7.2.2.2 测量点位置

传感器布放位置为试验箱校准时的测量点，应布置在试验箱工作空间的三个不同层面上，称为上、中、下三层，中层为通过工作空间几何中心的平行于底面的校准工作面，各布点位置与试验箱内壁的距离为各边长的 1/10，最大距离不超过 500mm。

传感器测量点布放位置也可根据用户实际工作进行布置。

7.2.2.3 测量点数量

温度传感器测量点用 1、2、3.....数字表示，湿度传感器测量点用 O、A、B 字母表示。

风速、砂尘浓度测量点数量及布放位置与温度测量点完全相同。

- a) 试验箱容积小于等于 2m³时，温度测量点为 5 个，湿度测量点为 1 个，温度点 5、湿度点 O 是位于试验箱工作空间中层几何中心处，如图 2 所示。

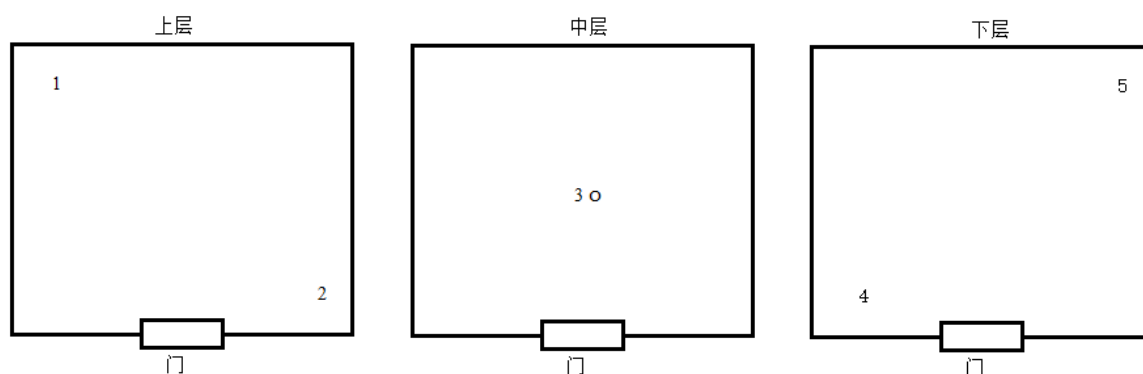


图 2 试验箱容积小于等于 2m³布点示意图

- b) 试验箱容积大于 2m^3 时, 温度测量点为 15 个, 湿度测量点为 4 个, 温度点 15、湿度点 O 位于试验箱工作空间中层几何中心处, 如图 3 所示。

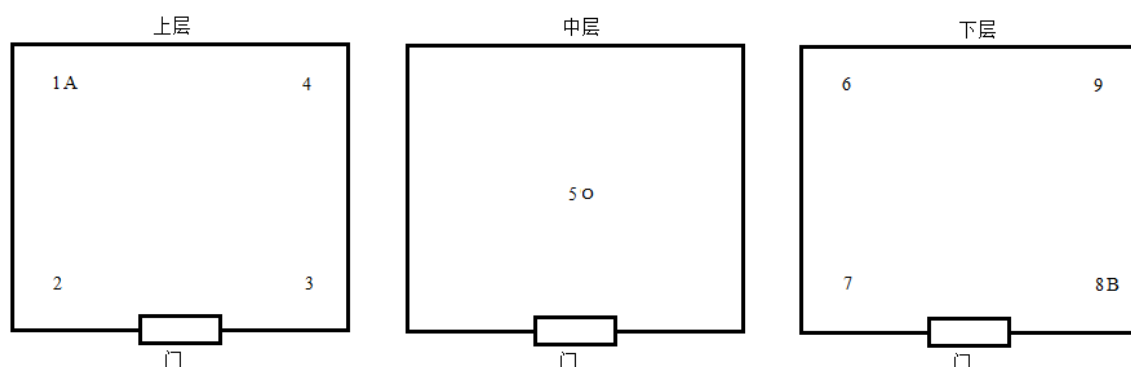


图 3 试验箱容积大于 2m^3 布点示意图

7.2.3 砂尘沉降速率的校准

7.2.3.1 校准点的选择

砂尘沉降速率校准点一般选择 $600\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$, $6\text{g}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

7.2.3.2 测量点位置

测量点位于试验箱放置样品的水平面上。水平面的面积小于或等于 2m^2 时, 除中心测量点外, 其它各测量点与试验箱内壁的距离为 150mm ; 试验箱放置样品水平面的面积大于 2m^2 时, 除中心测量点外, 其它各测量点与试验箱内壁的距离为 170mm 。

7.2.3.3 测量点数量

- a) 试验箱放置样品水平面的面积小于或等于 2m^2 时, 测量点 5 个, 如图 4 所示。

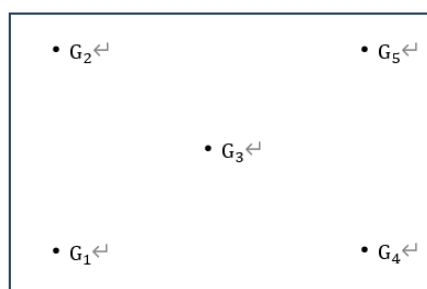


图 4 试验箱放置样品水平面的面积小于等于 2m^2 布点示意图

- b) 试验箱放置样品水平面的面积大于 2m^2 时, 测量点 9 个, 如图 2 所示。

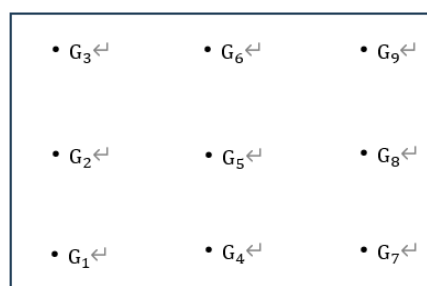


图 5 试验箱放置样品水平面的面积大于 2m^2 布点示意图

7.3 数据处理

7.3.1 温度偏差

温度偏差测量一般在未注入砂尘时进行

按照 7.2.2.2、7.2.2.3 规定布放温度传感器，将试验箱调设定到校准温度，开启运行。待试验箱内温度达到校准温度点后稳定 30min（稳定时间最长不超过 2h），开始记录各测量点的温度，记录时间间隔为 2min，30min 内共记录 16 组数据。

按公式（1）、（2）计算温度偏差。

$$\Delta t_{\max} = t_{\max} - t_s \quad (1)$$

$$\Delta t_{\min} = t_{\min} - t_s \quad (2)$$

式中：

Δt_{\max} ——温度上偏差；℃；

Δt_{\min} ——温度下偏差，℃；

t_{\max} ——各测量点在30min内测量的最高温度值，℃；

t_{\min} ——各测量点在30min内测量的最低温度值，℃；

t_s ——校准点温度设定值，℃。

取温度上偏差和温度下偏差中绝对值最大者为砂尘试验箱温度偏差的校准结果

7.3.2 湿度

湿度测量一般在未注入砂尘时进行。

按照7.2.2.2、7.2.2.3规定布放湿度传感器，温度设置为40℃，湿度设置为所能达到的最低湿度，开启运行。待试验箱内湿度达到最低后稳定30min（稳定时间最长不超过2h），开始记录各测量点的湿度，记录时间间隔为2min，30min内共记录16组数据。取湿度全部测量点中的最大值为试验箱湿度的校准结果。

按公式（3）计算试验箱的最大湿度作为湿度的校准结果。

$$h_{\max} = \max \{h_A, h_B, h_C, h_O\} \quad (3)$$

式中：

h_{\max} ——各测量点测量的最高湿度，%RH。

7.3.3 风速

风速测量在未注入砂尘时及在常温下进行。

按照7.2.2.2、7.2.2.3规定布放风速计探头，试验箱设置为常温，开启运行，待风机稳定后，依次读取风速计各测量点示值的最大值。

按公式（4）计算试验箱的平均风速作为风速的校准结果。

$$\bar{v} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i \quad (4)$$

式中:

\bar{v} ——砂尘试验箱的平均风速, m/s;

v_i ——第*i*个测量点风速计测得的风速最大值, m/s;

n ——测量点数。

7.3.4 砂尘浓度

气体采样仪在使用前需用流量校准器校准。一般情况下, 气体采样仪合适的流量一般取1L/min, 用流量校准器校准该流量, 校准时调节气体采样仪的校准因子, 使气体采样仪的流量值与流量校准器的流量值一致。

用电子天平逐一测量各个采样器的质量, 然后按规定位置安装各个采样器, 把砂尘试验箱调节到校准的砂尘浓度点上。

砂尘浓度达到稳定状态后, 用气体采样仪分别连接各个采样器并采集约1L的样气。取下各个采样器并清除采样器外表面的砂尘, 用电子天平逐一测量各个采样器采样后的质量。

按公式(5)计算砂尘试验箱的平均砂尘浓度并作为试验箱砂尘浓度的校准结果。

$$c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(m_{2i} - m_{1i})}{V_i} \quad (5)$$

式中:

c ——砂尘试验箱的平均砂尘浓度, g/m³;

m_{2i} ——第*i*个测量点采样器采样后的质量, g;

m_{1i} ——第*i*个测量点采样器采样前的质量, g;

V_i ——第*i*个测量点采样器采样的空气体积, m³。

n ——测量点数。

7.3.5 砂尘沉降速率

砂尘沉降速率测量在温度40℃、湿度小于25%RH时进行。

用电子天平逐一测量各个收集器的质量, 然后按规定将收集器布放在测量点的位置上。

将试验箱温度调节到40℃, 湿度调节到小于25%RH。当试验箱温度、湿度稳定后, 在1min内将规定的尘注入试验箱, 然后让砂尘自由沉降59min。

砂尘注入时间和砂尘自由沉降时间合计为1h之后, 取出收集器并清除收集器外表面的砂尘, 用电子天平逐一测量各个收集器收集砂尘后的质量。

按公式(6)计算各个测量点的砂尘沉降速率。

$$G_i = \frac{M_{2i} - M_{1i}}{S_i \times t} \quad (6)$$

式中:

G_i ——第*i*个测量点的砂尘沉降速率, $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$;

M_{2i} ——第*i*个测量点收集器收集砂尘后的质量, g ;

M_{1i} ——第*i*个测量点收集器收集砂尘前的质量, g ;

S_i ——第*i*个测量点收集器收集面的面积, m^2 ;

t ——砂尘注入时间和砂尘自由沉降时间的总和, $\text{d}/24$ 。

取砂尘沉降速率全部测量点中的最小值和最大值的范围为试验箱砂尘沉降速率的校准结果。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映, 校准证书应至少包括以下信息:

- a) 标题, 如“校准证书”;
- b) 试验箱名称和地址;
- c) 进行校准的地点(如果与试验箱的地址不同);
- 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, 应对被校准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。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。由于复校时间间隔的长短是由试验箱的使用情况、使用者、试验箱本身质量等诸多因素所决定的, 因此, 使用单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

测量结果不确定度评定示例（参考件）

A.1 砂尘浓度测量不确定度评定

A.1.1 测量模型

砂尘浓度测量模型见公式 (A.1):

$$c = \frac{m_2 - m_1}{V} = \frac{\Delta m}{V} \quad (\text{A.1})$$

式中:

c ——砂尘浓度, g/m^3 ;

m_2 ——采样器采样后的质量, g ;

m_1 ——采样器采样前的质量, g ;

V ——采样体积, m^3 ;

Δm ——采样器采样前后的质量差, g 。

灵敏度系数:

$$c_{\Delta m} = \frac{\partial c}{\partial m} = \frac{1}{V}; \quad c_v = \frac{\partial c}{\partial V} = \frac{-\Delta m}{V^2}$$

A.1.2 不确定度来源分析

根据测量模型列出各个不确定度分量的来源, 见表 A.1。

表 A.1 不确定度来源

不确定度来源	符号	灵敏系数
电子天平的短期重复性引入的标准不确定度	$u_{\Delta m1}$	$c_{\Delta m}$
电子天平测量不准确引入的标准不确定度	$u_{\Delta m2}$	$c_{\Delta m}$
气体采样仪的短期重复性引入的标准不确定度	u_{v1}	c_v
气体采样仪采样体积不准确引入的标准不确定度	u_{v2}	c_v

A.1.3 电子天平的短期重复性引入的标准不确定度

用 A 类标准不确定度评定。采样器采样前和采样后的质量测量使用同一台电子天平, 且均在(0~5)g 的测量范围内, 两次测量不确定度分量正强相关。在相同条件下, 在测量范围内任意点进行 10 次测量, 计算得:

$$u_{\Delta m1} = s_{m1} + s_{m2} = 3 \times 10^{-6}(\text{g})$$

A.1.4 电子天平测量不准确引入的标准不确定度

用 B 类标准不确定度评定。采样器采样前和采样后的质量测量使用同一台电子天

平, 且均在(0~5)g 的测量范围内, 两次测量不确定度分量正强相关。电子天平的最大允许误差为 $\pm 5 \mu\text{g}$, 按均匀分布考虑, 计算得:

$$u_{\Delta m2} = \frac{5 \times 10^{-6}}{\sqrt{3}} + \frac{5 \times 10^{-6}}{\sqrt{3}} = 5.8 \times 10^{-6}(\text{g})$$

A.1.5 气体采样仪的短期重复性引入的标准不确定度

用 A 类标准不确定度评定。在相同条件下, 在 1L 点进行 10 次测量, 计算得:

$$u_{v1} = s = 4.1 \times 10^{-6}(\text{m}^3)$$

A.1.6 气体采样仪采样体积不准确引入的标准不确定度

用 B 类标准不确定度评定。气体采样仪采样体积在 1L 点的最大允许误差为 $\pm 5\%$ 按均匀分布考虑, 计算得:

$$u_{v2} = \frac{1 \times 10^{-3} \times 5\%}{\sqrt{3}} = 29 \times 10^{-6}(\text{m}^3)$$

A.1.7 合成标准不确定度

标准不确定度分量汇总见表 A.2。

表 A.2 标准不确定度分量汇总表

不确定度来源	输入量	标准不确定度分量	灵敏系数	输出不确定度分量
电子天平的短期重复性引入的标准不确定度	$u_{\Delta m1}$	$3 \times 10^{-6}(\text{g})$	$\frac{1}{V}$	$\frac{3 \times 10^{-6}}{V}(\text{g})$
电子天平测量不准确引入的标准不确定度	$u_{\Delta m2}$	$5.8 \times 10^{-6}(\text{g})$	$\frac{1}{V}$	$\frac{5.8 \times 10^{-6}}{V}(\text{g})$
气体采样仪的短期重复性引入的标准不确定度	u_{v1}	$4.1 \times 10^{-6}(\text{m}^3)$	$\frac{-\Delta m}{V^2}$	$\frac{4.1 \times 10^{-6} \Delta m}{V^2}(\text{m}^3)$
气体采样仪采样体积不准确引入的标准不确定度	u_{v2}	$29 \times 10^{-6}(\text{m}^3)$	$\frac{-\Delta m}{V^2}$	$\frac{29 \times 10^{-6} \Delta m}{V^2}(\text{m}^3)$

则合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{\frac{u_{\Delta m1}^2}{V^2} + \frac{u_{\Delta m2}^2}{V^2} + \frac{u_{v1}^2 \Delta m^2}{V^4} + \frac{u_{v2}^2 \Delta m^2}{V^4}}$$

A.1.8 合成标准不确定度计算实例

砂尘浓度 $1.0\text{g}/\text{m}^3$ 测量, 采样气体体积 1L, 收集器采样前质量 3.214324g , 收集器采样后质量 3.215432g 时:

$$u_c = 0.034 \quad (\text{g}/\text{m}^3)$$

A.1.9 扩展不确定度

取置信因子 $k = 2$, 其扩展不确定度为: $U = 2 \times 0.034 = 0.07 \text{ g}/\text{m}^3$

结论: 上述分析及计算得到砂尘浓度测量结果的扩展不确定度为:

$$U = 0.07\text{g}/\text{m}^3 \quad (k = 2)。$$

附录 B

校准原始记录格式 (参考件)

委托单位名称			
委托单位地址			
设备名称			
制造单位			
规格型号		仪器编号	

校准用主要计量标准器具

标准器名称	规格型号	设备编号	不确定度/准确度等级 /最大允许误差	证书编号	有效期

校准依据: _____

环境条件: 温度: _____相对湿度: _____

校准地点: _____

备注: _____

校准日期: _____

校准人员: _____核验人员: _____

1.温度偏差测量															
温度校准点 (°C):					试验箱设定值 (°C):					试验箱指示值 (°C):					
次 数	实测温度值 (°C)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
2.湿度测量															
次 数	实测湿度值 (%RH)														
	O		A		B		C								
1															
2															
3															
4															
5															

JJF (轻工) xxx—xxxx

6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
h_{max}																
3.风速测量																
测 量 点	实测风速值 (m/s)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
4.砂尘浓度测量																
砂尘浓度校准点 (g/m ³):				试验箱设定值 (g/m ³):						试验箱指示值 (g/m ³):						
测量点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
采样器采样前质量 (g)																
采样体积 (m ³)																
采样器采样后质量 (g)																
5.砂尘沉降速率测量																
砂尘沉降速率校准点 g/(m ² ·d):																
测量点	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	G ₅	G ₆	G ₇	G ₈	G ₉							
收集器收集前质量 (g)																
收集器收集面面积 (m ²)																
收集器收集后质量 (g)																

附录 C

校准证书内页格式 (参考件)

证书编号: XXXX—XXXX

校准机构说明				
校准环境条件及地点:				
温 度		地 点		
相对湿度		其 他		
校准所依据的技术文件 (代号、名称):				
校准所使用的主要测量标准:				
名 称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	校准 证书标号	证书 有效期至

注:

- 1.XXXX XXXX 仅对加盖“XXXXXXXXX 校准专用章”的完整证书负责。
- 2.本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。
- 3.未经实验室书面批准,不得部分复印证书。

证书编号: XXXX—XXXX

校 准 结 果

校准项目	校准点	校准结果	扩展不确定度 ($k = 2$)
温度偏差 (°C)			
湿度 (%RH)			
风速 (m/s)			
砂尘浓度 (g/m ³)			
砂尘沉降速率 g/(m ² · d)			

校准员:

核验员: