



吉林省地方计量技术规范

JJF (吉) XXX—2023

砂尘试验设备校准规范

Calibration Specification for Sand and Dust Testing Equipments

(报批稿)

2023-XX-XX 发布

2023-XX-XX 实施

吉林省市场监督管理厅 发布

砂尘试验设备校准规范

Calibration Specification for
Sand and Dust Testing Equipments

JJF (吉) XX- XXXX

归口单位：吉林省市场监督管理厅

主要起草单位：吉林省计量科学研究院
长春汽车检测中心有限责任公司

本规范由吉林省计量科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

王宇航 （吉林省计量科学研究院）

徐崧涵 （吉林省计量科学研究院）

王新野 （长春汽车检测中心有限责任公司）

参加起草人：

何佳融 （吉林省计量科学研究院）

李梁冰 （长春汽车检测中心有限责任公司）

目 录

引 言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语.....	(1)
3.1 温度偏差 TEMPERATURE DEVIATION.....	(1)
3.2 砂尘浓度 SAND AND DUST CONCENTRATION.....	(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 校准项目.....	(3)
7.2 校准方法.....	(3)
8 校准结果表达.....	(6)
9 复校时间间隔.....	(6)
附录 A.....	(7)
附录 B.....	(8)
附录 C.....	(9)
附录 D.....	(12)

引 言

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

本规范是参考 JJF 1101-2019《环境试验设备温度、湿度参数校准规范》, GJB 360B-2009《电子及电气元件试验方法 方法 110 沙尘试验》, GB/T 2423.37《电工电子产品环境试验 第 2 部分: 试验方法》, GB/T 30038-2013《道路车辆 电气电子设备防护等级》、GB/T 2423.61-2018《环境试验 第 2 部分:试验方法 试验和导则:大型试件沙尘试验》中的部分条款制定。

本规范为首次制定。

沙尘试验设备校准规范

1 范围

本规范适用于沙尘试验设备的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJF 1101-2019 环境试验设备温度、湿度参数校准规范

GJB 360B-2009 电子及电气元件试验方法 方法 110 沙尘试验

GB/T 2423.37 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法

GB/T 30038-2013 道路车辆 电气电子设备防护等级

GB/T 2423.61-2018 环境试验 第2部分：试验方法 试验和导则：大型试件沙尘试验

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；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 术语

3.1 温度偏差 temperature deviation

沙尘试验设备稳定状态下，工作空间各测量点在规定时间内实测最高温度和最低温度与设定温度的上下偏差。温度偏差包含温度上偏差和温度下偏差。

3.2 沙尘浓度 sand and dust concentration

单位体积空气中沙尘粒子总质量。

4 概述

沙尘试验设备是一种模拟自然环境中沙尘的环境条件，供样品进行沙尘试验的综合试验设备。沙尘试验设备通常设计成在密封的箱体内部，利用一定的搅拌风速将沙尘吹起的方式来实现，一般带有粉尘烘干装置、震动器等辅助装置。设备一般不带湿度、沙尘浓度监测装置，通常使用除湿装置或通过提高设备箱内温度的方法降低湿度，根据设备箱内的容积注入相应质量沙尘的方法获得相应的沙尘浓度。

5 计量特性

沙尘试验设备的温度偏差、相对湿度偏差、风速、沙尘浓度常用技术要求见表 1。

表 1 沙尘试验设备常用技术要求

参数名称	温度	湿度		风速		沙尘浓度
范围	23℃, 60℃	23℃	60℃	1.5m/s	8.9m/s	10.6g/m ³
温度偏差	±2℃	±2℃	±2℃	---	---	---
相对湿度	---	<22%RH	<10%RH	---	---	---
偏差	---	---	---	±1 m/s	±1.2 m/s	±7 g/m ³

注：1) 对计量特性另有要求的沙尘试验设备，按有关技术文件规定的要求进行校准。
2) 以上指标可依据产品说明书的技术要求，但不用于合格性判断，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：(15 ~ 35) °C；

6.1.2 环境相对湿度：不大于 85%；

6.1.3 周围无影响校准系统正常工作的气流扰动、机械震动、电磁干扰。

6.2 测量标准及其他设备

校准用仪器设备及其它设备见表 2。

表 2 校准装置

	名称	技术要求	用途	备注
校准用 仪器设 备	电子天平	测量范围：(0 ~ 210) g 准确度等级：D级	采样器采样前和采样后 的质量测量	
	流量校准器	流量范围：(0.1 ~ 6) L/min 准确度等级：1.0 级	气体流量的测量	
	温度测量系统	满足使用的测量范围，最大允许误差：±0.3℃	温度测量	
	相对湿度测量系 统	满足使用的测量范围，最大允许误差：±2.0%RH	相对湿度测量	
	风速计	满足使用的测量范围，最大允许误差：(0.2 ~ 20) m/s 时：±0.4m/s；(20 ~ 30) m/s 时：±3m/s；	风速测量	风向为全 向型
其它设 备	气体采样仪	流量范围：(0.8 ~ 6) 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，采样体积最大允许 误差：±5%	沙尘采样	
	采样器	采用直径为 15mm 的圆柱形量筒。	沙尘采样	

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

温度偏差、相对湿度、风速、砂尘浓度

7.2 校准方法

7.2.1 校准点的选择

- a) 温度偏差校准点：23℃，60℃；
- b) 湿度校准点：温度23℃时的湿度，温度60℃时的湿度；
- c) 风速校准点：1.5m/s，8.9m/s；
- d) 砂尘浓度校准点：10.6g/m³。

校准点也可根据用户需要选择常用的温度、湿度、风速、砂尘浓度点进行。

7.2.2 温度、湿度、风速、砂尘浓度测量点数量及位置

- a) 将砂尘试验设备工作空间分为上、中、下三层，中层通过工作空间几何中心点，测量点分别位于上、中、下三层；
- b) 温度测量点用符号 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 表示；
- c) 相对湿度测量点用符号 O, A, B, C 表示；
- d) 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；
- e) 测量点 5, 10, O, 15 分别位于上、中、下层的几何中心。其它各测量点与设备内壁的距离为各自边长的 1/10，遇风道时，此距离可加大，但不应超过 500mm。如果设备带有样品架或样品车时，下层测量点可布放在样品架或样品车上 10mm 处。
- f) 砂尘试验设备容积小于或等于 2 m³，温度测量点为 9 个，相对湿度测量点为 3 个，布放位置如图 1 砂尘试验设备容积小于或等于 2m³时温度、湿度测量点布放位置示意图所示；



图 1 砂尘试验设备容积小于或等于 2m³时温度、湿度测量点布放位置示意图

- g) 砂尘试验设备容积大于 2m³时，温度测量点为 15 个，相对湿度测量点为 4 个，布

放位置如图 2 砂尘试验设备容积大于大于 2m^3 时温度、湿度测量点布放位置示意图所示；



图 2 砂尘试验设备容积大于 2m^3 时温度、湿度测量点布放位置示意图

h) 当砂尘试验设备容积小于 0.05m^3 或大于 50m^3 时, 可适当减少或增加测量点。

根据试验和校准的需要, 可在砂尘试验设备工作空间增加对可疑点的测量。

7.2.3 温度偏差

温度偏差测量一般在未注入砂尘时进行。

按规定位置安装温度传感器, 将砂尘试验设备调节到校准的温度点上。设备的温度状态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, 每隔 2min 记录一次, 在 30min 内共记录 16 次。

按公式 (1)、(2) 计算温度偏差。

$$\Delta T_{max} = T_{max} - T_N \quad (1)$$

$$\Delta T_{min} = T_{min} - T_N \quad (2)$$

式中:

ΔT_{max} —温度上偏差, $^{\circ}\text{C}$;

ΔT_{min} —温度下偏差, $^{\circ}\text{C}$;

T_{max} —各测量点在 30min 内测得的最高温度值, $^{\circ}\text{C}$;

T_{min} —各测量点在 30min 内测得的最低温度值, $^{\circ}\text{C}$;

T_N —校准点温度设定值, $^{\circ}\text{C}$ 。

7.2.4 相对湿度

湿度测量一般在未注入砂尘时进行。

按规定位置安装湿度传感器。温度分别设置为 23°C 和 60°C , 湿度设置为所能达到的最低湿度。

砂尘试验设备的湿度状态达到所能达到的最低湿度后稳定 30min (稳定时间最长不超过

2h), 开始记录各测量点的湿度, 每隔2min记录一次, 在30min内共记录16次。

7.2.5 风速

风速测量在未注入砂尘时及在常温下进行。

砂尘试验设备设置为常温, 将风速计的探头置于各测量点处, 开启设备, 待风机稳定后, 开始记录各测量点的风速值, 每隔10min记录一次, 在30min内共记录3次, 读取风速计各测量点示值的最大值。

按公式(3)计算砂尘试验设备的平均风速并作为设备风速的校准结果。

$$\bar{v} = \sum_{i=1}^n \frac{v_i}{n} \quad (3)$$

式中:

\bar{v} — 砂尘试验设备的平均风速, 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。

7.2.6 砂尘浓度

一般情况下, 气体采样仪合适的流量一般取1L/min, 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, 把砂尘试验设备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1L的样气, 采样后, 关闭阀门, 停止采集样气。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(4)计算砂尘试验设备的平均砂尘浓度并作为设备砂尘浓度的校准结果。

$$c = \sum_{i=1}^n \frac{(m_{2i} - m_{1i})/V_i}{n} \quad (4)$$

式中:

c — 砂尘试验设备的平均砂尘浓度, 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。

8 校准结果表达

经校准的砂尘试验设备出具校准证书，校准结果应在校准证书上反映（校准结果内容见附录 B）。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) 确定校准的日期，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

由于复校时间间隔的长短是由设备的使用情况、使用者、设备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。砂尘试验设备的复校时间间隔一般不超过 12 个月。

附录 A

砂尘试验设备校准记录参考格式

委托单位		设备编号																	
设备名称		环境温度																	
设备型号		环境湿度																	
出厂编号		校准依据的规范																	
主要测量仪器设备																			
1. 温度偏差测量																			
温度校准点 (°C):		设备设定值 (°C):	设备指示值 (°C):																
测量次数	温度测量点 (°C)																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
1																			
2																			
...																			
16																			
上偏差						下偏差													
测量结果的不确定度 $U/^\circ\text{C}$ ($k=2$)																			
2. 相对湿度测量																			
温度设定点:		相对湿度设备指示值 (%RH):																	
测量次数	湿度测量点 (%RH)																		
	O					A					B					C			
1																			
2																			
...																			
16																			
相对湿度最小值 (%RH):		相对湿度最大值 (%RH):																	
测量结果的不确定度 $U/\%RH$ ($k=2$)																			
3. 风速测量																			
设备风机调节值 (Hz)																			
测量点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
测量值 (m/s)																			
平均值 (m/s)																			
测量结果的不确定度 $U/\text{m/s}$ ($k=2$)																			
4. 砂尘浓度测量																			
砂尘浓度校准点 (g/m^3):		设备设定值 (g/m^3):		设备指示值 (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)																			
砂尘浓度 (g/m^3)																			
测量结果的不确定度 $U/\text{g}/\text{m}^3$ ($k=2$)																			

校准员:

核验员:

校准日期:

附录 B

砂尘试验设备校准证书内页参考格式

校准结果

1. 温度偏差

校准项目 设定值/°C	上偏差/°C	下偏差/°C	测量结果的不确定度 $U/°C(k=2)$

2. 相对湿度

校准项目 设定值/°C	相对湿度最小值 (%RH)	相对湿度最大值 (%RH)	测量结果的不确定度 $U/\%RH(k=2)$

3. 风速

校准项目 设定值/ m/s	实测平均值/ m/s	测量结果的不确定度 $U/ m/s(k=2)$

4. 砂尘浓度

校准项目 设定值/ g/m^3	实测值/ g/m^3	测量结果的不确定度 $U/ g/m^3(k=2)$

(以下空白)

附录 C

砂尘试验箱温度偏差测量不确定度评定示例

C.1 校准方法

砂尘试验箱，温度设定分辨力：0.1℃，校准点：温度23℃。

C.2 测量标准

温湿度场巡检仪，温度指示分辨力：0.001℃；测量时带修正值使用，温度不确定度 $U=0.04^{\circ}\text{C}$ $k=2$ 。

C.3 校准方法

按照本规范对温度偏差的校准要求，将标准器—温湿度场巡检仪温度传感器按图1测试点要求布置。砂尘试验箱设定值：23℃，开启运行。试验设备达到设定值并稳定后开始记录设备的温度示值及各布点温度，记录时间间隔2min，30min内共记录16组数据。

计算各温度测试点30min内测量的最高温度与设定温度的差值，即为温度上偏差；各测试点30min内测量的最低温度与设定温度的差值，即为温度下偏差。

C.4 数学模型

温度上偏差公式

$$\Delta T_{max} = T_{max} - T_N \quad (\text{C.1})$$

式中：

ΔT_{max} —温度上偏差，℃；

T_{max} —各测量点在30min内测得的最高温度值，℃；

T_N —校准点温度设定值，℃。

不确定度来源：被校对象测量重复性引入的标准不确定度分量，标准器分辨力引入的标准不确定度分量，标准器修正值引入的标准不确定度分量，标准器的稳定性引入的标准不确定度分量。

由于上偏差与下偏差不确定度来源和数值相同，因此本规范仅以温度上偏差为例进行不确定度评定。

C.5 标准不确定度分量

C.5.1 测量重复性引入的标准不确定度分量

温度测量重复性引入的标准不确定度 u_1

在 23℃校准点重复测量 10 次，标准偏差 s 用式 (C.2) 计算：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.03 (\text{°C}) \quad (\text{C.2})$$

$$\text{则 } u_1 = s = 0.03\text{°C}$$

C.5.2 标准器分辨力引入的标准不确定度分量

标准器温度分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

标准器温度分辨力为 0.001℃，不确定度区间半宽 0.0005℃，服从均匀分布，则分辨力引入的标准不确定度分量：

$$u_2 = \frac{0.0005}{\sqrt{3}} \approx 0.00(\text{°C})$$

C.5.3 标准器修正值引入的不确定度分量

标准器温度修正值引入的标准不确定度分量 u_3

标准器温度修正值的不确定度 $U=0.04\text{°C}$ ， $k=2$ ，则标准器温度修正值引入的标准不确定度分量：

$$u_3 = U/k = \frac{0.04}{2} = 0.02(\text{°C})$$

C.5.4 标准器稳定性引入的标准不确定度分量

标准器温度稳定性引入的标准不确定度分量 u_4

本标准器相邻两次校准温度修正值最大变化 0.10℃，按均匀分布，由此引入的标准不确定度分量：

$$u_4 = 0.10/\sqrt{3} = 0.06 (\text{°C})$$

C.6 标准不确定度分量汇总表

标准不确定度分量汇总表见表 C.1。

表 C.1 温度上偏差校准标准不确定度分量汇总表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度
u_1	温度测量重复性	0.03℃
u_2	标准器温度分辨力	0.00℃
u_3	标准器温度修正值	0.02℃

u_4	标准器温度稳定性	0.06℃
-------	----------	-------

C.7 合成标准不确定度

温度上偏差校准合成标准不确定度 u_c 计算

由于 u_1 、 u_2 、 u_3 、 u_4 互相独立，则合成标准不确定度 u_c 按式 (C.3) 计算：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.07(^\circ\text{C}) \quad (\text{C.3})$$

C.8 扩展不确定度

取包含因子 $k = 2$ ，温度上偏差扩展不确定度为： $U = k \times u_c = 0.14(^\circ\text{C}) \approx 0.1(^\circ\text{C})$

C.9 不确定度报告

不确定度报告见 C.2。

表 C.2 砂尘试验设备温度偏差校准不确定度报告

校准温度/℃	23
温度上偏差 Δt_{max} /℃	0.5
温度上偏差扩展不确定度 U /℃ ($k=2$)	0.1

附录 D

砂尘浓度测量结果不确定度评定示例

D.1 测量方法

砂尘浓度测量仪器包括采样器、气体采样仪、流量校准器、电子天平等。流量校准器用于校准气体采样仪，气体采样仪采样 1L 的样气，采样器分离样气中的砂尘，电子天平测量采样器采样前后的质量，从而计算出砂尘浓度。

D.2 数学模型

数学模型：

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

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 。

D.3 方差和传播系数

根据公式：

$$u_c^2(y) = \sum \left(\frac{\partial c}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i) \quad (\text{D.2})$$

则方差为：

$$u_c^2 = c^2(\Delta m)u^2(\Delta m) + c^2(V)u^2(V) \quad (\text{D.3})$$

传播系数为：

$$c(\Delta m) = \frac{\partial c}{\partial m} = \frac{1}{V} \quad (\text{D.4})$$

$$c(V) = \frac{\partial c}{\partial V} = \frac{-\Delta m}{V^2} \quad (\text{D.5})$$

D.4 不确定度来源

- a) 电子天平的短期重复性引入的标准不确定度，A 类；
- b) 电子天平测量不准确引入的标准不确定度，B 类；
- c) 气体采样仪的短期重复性引入的标准不确定度，A 类；
- d) 气体采样仪采样体积不准确引入的标准不确定度，B 类。

D.5 标准不确定度评定

D.5.1 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：

$$u_{\Delta m1} = s_{m1} + s_{m2} = 2 \times 10^{-6}(\text{g})$$

D.5.2 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：

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

D.5.3 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：

$$u_{V1} = s = 3.6 \times 10^{-6}(\text{m}^3)$$

D.5.4 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：

$$u_{V2} = \frac{1 \times 10^{-3} \times 5\%}{\sqrt{3}} = 29 \times 10^{-6}(\text{m}^3)$$

D.6 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量一览表

不确定度来源	标准不确定度	类型	分布
电子天平的短期重复性	$2 \times 10^{-6}(\text{g})$	A	正态
电子天平测量不准确	$5.8 \times 10^{-6}(\text{g})$	B	均匀
气体采样仪的短期重复性	$3.6 \times 10^{-6}(\text{m}^3)$	A	正态
气体采样仪采样体积不准确	$29 \times 10^{-6}(\text{m}^3)$	B	均匀

D.7 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{\frac{u_{\Delta m1}^2}{V^2} + \frac{u_{\Delta m2}^2}{V^2} + \frac{u_{V1}^2 \Delta m^2}{V^4} + \frac{u_{V2}^2 \Delta m^2}{V^4}}$$

合成标准不确定度计算实例：

沙尘浓度 $10.6\text{g}/\text{m}^3$ 测量，采样气体体积 1L，收集器采样前质量 3.068827g ，收集器采样后

质量 3.081751g 时:

$$u_c = 0.38(\text{g/m})$$

D.8 扩展不确定度

扩展不确定度: $U = k \times u_c$, 取 $k = 2$, 分布计算得:

砂尘浓度 10.6g/m^3 测量时: $U = 0.8 \text{g/m}^3$

D.9 测量结果不确定度报告

砂尘浓度 10.6g/m^3 测量时: $U = 0.8 \text{g/m}^3$ ($k = 2$)

吉林省地方计量技术规范

XXXX 校准规范

JJF(吉)XX—202X

吉林省市场监督管理厅发布

*

版权所有 不得翻印

297 mm × 210 mm A4 纸

202X 年 X 月第 X 版 202X 年 X 月第 X 次印刷