



新疆维吾尔自治区地方计量校准规范

JJF(新) 137—2024

烟气流速检测仪校准规范

Calibration Specification for Smoke Flow Velocity Detector

2024-12-31 发布

2025-6-30 实施

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 发布

烟气流速检测仪校准规范

Calibration Specification for

Smoke Flow Velocity Detector

JJF(新)137—2024

归口单位：新疆维吾尔自治区市场监督管理局

主要起草单位：新疆维吾尔自治区计量测试研究院

本规范委托新疆维吾尔自治区流量容量计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

王 杰（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

陶 梅（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

刘 明（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

参加起草人：

田 钢（黑龙江省计量检定测试研究院）

李金聚（国家水大流量计量站）

侯 晶（哈尔滨市计量检定测试院）

张 淞（广西壮族自治区计量检测研究院）

目 录

引 言	II
1 范围	1
2 引用文献	1
3 术语和计量单位	1
4 概述	1
4.1 工作原理	2
4.2 结构	2
4.3 用途	3
5 计量性能	3
5.1 准确度等级和最大允许误差	3
5.2 重复性	4
6 校准条件	4
6.1 环境条件	4
6.2 主标准器及配套设备	4
7 校准项目和校准方法	5
7.1 校准项目	5
7.2 校准方法	5
8 校准结果的表达	8
9 复校时间间隔	8
附录 A 流速仪校准记录格式	9
附录 B 校准证书内页参考格式	8
附录 C 测量结果不确定度评定实例	12

引 言

本规范参考了GB/T 17061《作业场所空气采样仪器的技术规范》、HJ/T 48《烟尘采样器技术条件》等标准，结合我国烟气检测流速仪生产、使用和流速量值溯源现状进行制定。

本规范所用术语，除在本规范中专门定义外，均采用JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001《通用计量术语及定义》和JJF1004《流量计量名词术语及定义》等基础性系列规范。

本规范首次发布。

烟气流速检测仪校准规范

1 范围

本规范适用于烟气流速检测仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 518 皮托管

JJG 640 差压式流量计

JJG 643 标准表法流量标准装置

JJG 680 烟尘采样器

JJG 943 总悬浮颗粒物采样器

JJG 956 大气采样器

JJG 1169 烟气采样器

JJF 1004 流量计量名词术语及定义

GB/T 17061 作业场所空气采样仪器的技术规范

HJ/T 48 烟尘采样器技术条件

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 术语和计量单位

3.1 术语

JJF1004界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1.1 烟气流速检测仪 smoke flow velocity detector

烟气流速检测仪（以下简称为**流速仪**）是通过使用传感器技术如差压式、速度面积法等原理来测量烟气流速的设备。

3.2 计量单位

3.2.1 体积单位：立方米，符号 m^3 ；或升，符号L、l；或毫升，符号mL、ml。

3.2.2 质量单位：千克，符号kg；或克，符号g。

3.2.3 时间单位：秒，符号s；或分钟，符号min；或小时，符号h。

3.2.4 瞬时流速单位：米每秒，符号 m/s 。

3.2.5 压力单位：帕[斯卡]，符号Pa；或千帕，符号kPa。

3.2.6 温度单位：摄氏度，符号℃。

4 概述

4.1 工作原理

烟气流速仪是一种利用差压测量原理测量烟气流速的仪器，即利用差压法测量管道中气体流速。当空气被吸入流速仪，通过一个弯曲的管道流经测量孔，流经后去除了一部分动能，测量孔分别装有静压孔和动压孔，烟气在测量孔处产生压差，此压差与烟气流动的速度成正比，差压传感器只要测量这个差压，就可以测量出烟气的流速。烟气流速检测仪应用于测量固定污染源烟气的流速、流量、动压、静压及温度等参数。

4.2 分类和组成

烟气流速检测仪主要包括采样系统(采样探头、样气处理器、过滤器等部分)、传感器(将烟气流速、温度、压力等参数转换成电信号)、差压探头等组成。

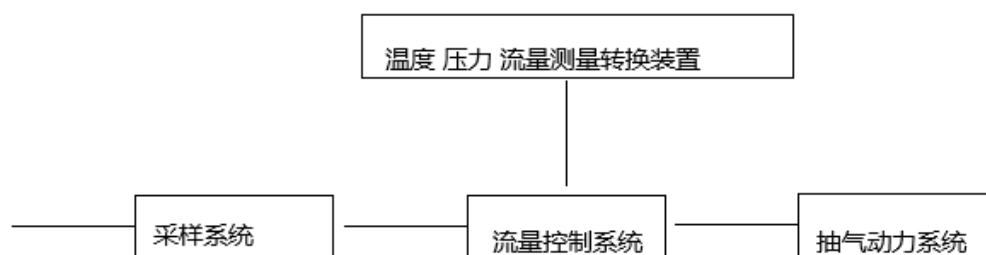


图1 烟气流速检测仪结构简图

4.3 用途

烟气流速检测仪广泛应用于环保、卫生、安监、军事、科研、教育等部门用于各种锅炉、炉窑以及排风管道的气体流速、流量、动压、静压、温度等参数。

5 计量性能要求

5.1 流速示值误差

瞬时流速示值误差：不超过±5%。

5.2 流速的重复性

瞬时流速重复性不大于示值误差绝对值的1/2。

5.3 流速稳定性：≤5%。

注：以上指标不是用于合格性判别，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 校准环境条件：

a) 温度：(5~40) °C

b) 湿度：(20~95) %RH

c) 其他影响量：电源、振动、大气中水汽凝结和气流及磁场等因素对校准结果产生的影响应可以忽略。

6.1.2 校准介质

一般为洁净空气。

6.2 主标准器及配套设备

主标准器及配套设备应满足表2要求。

表2 主标准器及主要配套设备一览表

序号	设备名称	测量范围	准确度等级/最大允许误差/扩展不确定度
1	流速标准装置	(0~50) m/s	0.5 级及以上
2	压力表或压力计	(-50~50) kPa	0.5 级
3	精密微压计	(0~2500) Pa	二等及以上
4	温度计	(0~100) °C	MPE: ± 0.2 °C
5	气压表	(86~106) kPa	2.5 hPa
6	秒表	(0~99999) s	0.01s

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

7.1.1 外观及功能性检查。

7.1.2 流速仪输出流速示值误差的校准。

7.1.3 流速仪输出流速重复性的校准。

7.1.4 流速稳定性校准。

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

7.2.1.1 被校流速仪应具有仪器名称、生产厂家、型号、出厂编号等标识。

7.2.1.2 被校流速仪应结构完整，无影响正常工作和妨碍读数的缺陷及机械损伤。

7.2.1.3 被校流速仪运行时，传动与调节机构工作平稳，动力端应无异常声响并可靠工作，各部件无泄漏现象。

7.2.1.4 校准前使流速仪通电预热，在校准流速下运行10min，排出管路内的气体，等待流体温度、压力和流速稳定后进行校准。

7.2.2 流速仪输出流速的校准

7.2.2.1 校准点与校准次数

校准点应根据被校流速仪的实际流速范围或根据用户需要确定。当用户无要求时，校准流速点应包括最大流速的100%、50%、20%三个流速点，每个校准点不少于3次。

7.2.2.2 校准步骤

将被校流速仪的流速调至规定的流速点，待流体温度、压力和流速稳定后，记录被校流速仪的示值和流速标准装置的标准值，并记录试验过程中流速标准装置和流速仪的前后温度、压力。

7.2.3 数据处理

7.2.3.1 示值误差的数据处理

$$E_{ij} = \frac{v_{ij} - v_{sij}}{v_{sij}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

E_{ij} ——第*i*校准点第*j*次校准时被校流速仪的相对示值误差，%。

v_{ij} ——第*i*校准点第*j*次校准时被校流速仪显示流速值，m/s。

v_{sij} ——第*i*校准点第*j*次校准时流速标准装置换算到被校流速仪状态时的流速值，m/s。

7.2.3.2 流速的稳定性

将流速仪置于校准位置，将流速调至设定值，连续工作 30 分钟，每 5 分钟测定一次，共 6 次并记录，取其最大值 v_{max} 和最小值 v_{min} 。按下列公式（2）计算

其稳定性 W_i 。

$$W_i = \frac{v_{\max} - v_{\min}}{v_0} \times 100\% \quad (2)$$

v_{\max} —— 流速仪的最大流速测得值，m/s。

v_{\min} —— 流速仪的最小流速测得值，m/s。

v_0 —— 流速仪的测得平均流速值，m/s。

7.2.3.3 重复性计算

第 i 个校准点，流速仪输出流速的重复性 $(E_r)_i$ 按式 (3) 计算。

$$(E_r)_i = \frac{(E_{ij})_{\max} - (E_{ij})_{\min}}{d_n} \quad (3)$$

式中：

$(E_{ij})_{\max}$ —— 第 i 个流量点，流速仪输出流速相对示值误差的最大值；

$(E_{ij})_{\min}$ —— 第 i 个流量点，流速仪输出流速相对示值误差的最小值；

d_n —— 极差系数，其值见表3。

表3 极差系数 d_n 数值表

校准次数 n	3	4	5	6
极差系数 d_n	1.69	2.06	2.33	2.53

8 校准结果的表达

原始记录和校准证书格式见附录A和附录B，测量不确定度评定示例见附录C。

9 复校时间间隔

复校时间间隔由流速仪的使用情况、使用者、流速仪本身质量等诸因素所决定的。因此申请校准单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议流速仪的复校时间间隔不超过1年。

附录 A

流速仪校准记录参考格式

记录编号：

证书编号：

送检单位								准确度				
仪表名称								出厂编号				
制造单位								型号规格				
装置名称								准确度等级/扩展 不确定度/最大允 许误差				
装置型号								装置有效期				
校准依据								校准地点				
环境温度								环境湿度				
外观及功能性检查												
流速范围：												
校准点 (m/s)	校准 流速	指示 流速	校 准 时 间	流 速 仪 压 力	流 速 仪 温 度	标 准 器 压 力	标 准 器 温 度	单 次 示 值 误 差 %	平 均 示 值 误 差 %	重 复 性 %	稳 定 性 %	相 对 扩 展 不 确 定 度 $U_{rel}(\%)$, $k=2$
	m/s	m/s	s	kPa	℃	kPa	℃					
校准：			核验：					校准日期：	年 月 日			

附录 B

烟气流速检测仪校准证书的内容

B.1 校准证书的内容

校准证书至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 校准证书编号，页码及总页数的标识；
- e) 校准单位校准专用章；
- f) 委托单位的名称和联络信息；
- g) 被校计量器具的描述和明确标识：制造单位、名称、型号及出厂编号；
- h) 校准日期；
- i) 校准所依据的技术规范的名称及代号；
- j) 本次校准所用的主要计量标准器具的名称、测量范围、不确定度或准确度等级或最大允许误差、证书编号及有效期；
- k) 校准时的环境温度、相对湿度、校准用流体物性参数；
- l) 校准人与核验人的签名；
- m) 校准证书批准人的签名与职务；
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

附录 B

校准证书内页格式

- 1、外观检查：
- 2、校准时介质温度：
- 3、校准流速范围：（ \sim ） m/s
- 4、校准数据结果：

流速点 (m/s)	示值误差 (%)	重复性 (%)	稳定性 (%)	相对扩展不确定度 U_{rel} (%), $k=2$
1				
2				
3				
4				
5				

校准内容结束

附录 C

测量结果不确定度评定示例

C.1 烟气流速检测仪输出流量的校准

C.1.1 测量依据

JJF(新)**-2024《烟气流速检测仪校准规范》

C.1.2 环境条件

大气温度为 $(25.5 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ ；大气相对湿度为 $(42 \pm 1)\% \text{RH}$ ；大气压为 $(93.0 \pm 0.5) \text{kPa}$ ，校准用介质温度 $(19.4 \pm 0.2)^\circ\text{C}$ ；电源电压为 $(220 \pm 22) \text{V}$ ，电源频率为 $(50 \pm 2.5) \text{Hz}$

C.1.3 测量标准

主标准器：流速标准装置 $U_{\text{rel}}=0.5\%$ ， $k=2$

温度计最大允许误差： 0.2°C

秒表最大允许误差： $\pm 0.01 \text{s}$ 。

C.1.4 测量对象

流速仪种类：烟气流速检测仪

准确度等级：5级

C.1.5 测量过程

在规定的环境条件下，将流速仪安装在流速标准装置上，以洁净空气为校准介质。使校准流体流过流速仪，且处于正常运行状态，等待介质温度、压力和流速稳定后进行正式校准。

依据本规范，流速仪流速点分别为 v_{max} ， $0.5 v_{\text{max}}$ ， $0.2 v_{\text{max}}$ ，每个流速点重复校准3次，均取其平均值作为该流速点的测量结果。把流速调到规定的流速值，等待流速、温度和压力稳定。按装置操作要求运行一段时间后，同时停止标准器记录功能和被校流速仪输出功能，记录标准器和被校流速仪的最终示值。最终计算出各流速点的相对示值误差。

C.1.6 评定结果的使用

符合上述条件下的测量结果，一般可直接使用本不确定度的评定结果。对于其它流速仪，可根据其口径和等级，参照本不确定度的评定方法。

C.2 测量模型

C.2.1 测量模型:

$$E_{ij} = \frac{v_{ij} - v_{sij}}{v_{sij}} \times 100\% \quad (\text{C.1})$$

式中:

E_{ij} ——第 i 校准点第 j 次校准时被校流速仪的相对示值误差, %。

v_{ij} ——第 i 校准点第 j 次校准时被校流速仪显示的累积流速值, m/s。

v_{sij} ——第 i 校准点第 j 次校准时流速标准装置换算到被校检流速仪状态时的累积流速值, m/s。

C.2.2 灵敏系数

对上式中各参量求偏导, 得到灵敏系数如下:

$$c_1 = \frac{\partial E_{ij}}{\partial v_{ij}} = \frac{1}{v_{sij}} \quad \dots \dots \dots \quad (\text{C.2})$$

$$c_2 = \frac{\partial E_{ij}}{\partial v_{sij}} = -\frac{v_{ij}}{v_{sij}^2} \approx -\frac{1}{v_{sij}} \quad \dots \dots \dots \quad (\text{C.3})$$

C.2.3 传播率公式

根据上述测量模型, 建立传播率

$$u_c(E_{ij})^2 = c_1^2 u(v_{ij})^2 + c_2^2 u(v_{sij})^2 \quad (\text{C.4})$$

C.3 全部输入量的标准不确定度评定

C.3.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u(v_{ij})$ 的评定

输入量 v_{ij} 的标准不确定度主要来源是被校流速仪测量的重复性, 可以通过连续测量得到测量列 v_{1j} 、 v_{2j} …… v_{nj} 的方法计算得出, 采用 A 类方法进行评定。

取一台测量范围 (0.5~40) m/s、准确度等级为 5 级的流速仪, 流速点选择为 $0.25 v_{\max}$, 即 10m/s。用流速标准装置测量流速仪, 连续测量 10 次, 在室温 20.2 °C 下, 每次测量时间 60s, 得到一组测量值, 见表 C.1:

表C.1 重复测量的测得误差值

序号 n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$(v_s)_{ij}$	0.166	0.17	0.191	0.168	0.167	0.196	0.169	0.17	0.188	0.187

单次测量的实验标准差:

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - \bar{v}_{ij})^2}{n-1}} = 0.0012 \text{ m/s } (n=10) \dots\dots\dots (\text{C.5})$$

实际测量情况, 在重复性条件下连续测量 3 次, 以 3 次测量算术平均值为测量结果, 则可得到:

$$u'(v_{ij}) = s_i / \sqrt{3} = 0.0012 / \sqrt{3} = 0.0007 \text{ m/s } \dots\dots\dots (\text{C.6})$$

其相对标准不确定度

$$u(v_{ij}) = u'(v_{ij}) / 0.168 = 0.41\% \dots\dots\dots (\text{C.7})$$

C. 3. 2 标准装置引入的标准不确定度 $u(v_{sij})$ 的评定

C. 3. 2. 1 输入量 $(v_s)_{ij}$ 标准不确定度 $u(v_{sij})$ 主要来源于标准装置的扩展不确定度, 采用 B 类方法评定。

依据检定证书, 流速标准装置的相对扩展不确定度为: $U_{\text{rel}}=0.5\%$, $k=2$, 所以其标准不确定度为: $u(v_{sij})=0.5\%/2=0.25\%$ 。

C. 3. 2. 2 温度计引入的不确定度分量 $u(T)$

温度计的最大允许误差为 $\pm 0.2^\circ\text{C}$, 按照均匀分布考虑, 则:

$$u(T) = \frac{0.2}{\sqrt{3}} = 0.0059\%$$

C. 3. 2. 3 秒表引入的不确定度分量 $u(t)$ 。

秒表的最大允许误差为 $\pm 0.01\text{s}$, 按照均匀分布考虑, 则:

$$u(t) = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.0016\%$$

根据以上计算, 标准不确定度分量汇总表见表 2

表 2 标准不确定度分量表

标准不确定度分量 u_i	不确定度来源	相对标准不确定度 %	灵敏系数	概率分布
$u(v_{ij})$	被测流速仪的重复性	0.41	$\frac{1}{(v_s)_{ij}}$	正态分布
$u(v_{sij})$	标准装置引入的不确定度	0.25	$-\frac{1}{(v_s)_{ij}}$	正态分布
$u(T)$	温度引入的不确定度	0.0059	1	均匀分布
$u(t)$	秒表引入的不确定度	0.0016	1	均匀分布

C.4 合成标准不确定度计算

根据公式 (3)，计算合成标准不确定度为：

$$u_c(E_{ij}) = \sqrt{c_1^2 u^2(v_{ij}) + c_2^2 u^2(v_{sij}) + u^2(T) + u^2(t)} = 0.489\%$$

C.5 扩展不确定度计算

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U_{\text{rel}} = 2 \times u_c(E_{ij}) = 2 \times 0.489\% = 0.97\%$$

新疆维吾尔自治区
地方计量校准规范

烟气流速检测仪校准规范

JJF(新)137—2024

新疆维吾尔自治区市场监督管理局发布

*

版权所有 不得翻印

*

880mm×1230mm 16 开本

2025 年 2 月第 1 版 2025 年 2 月第 1 次印刷

印数 1-100