



中华人民共和国工业和信息化部
有色金属计量技术规范

JJF（有色金属）XXXX—20XX

粉末流动性测定仪校准规范

Calibration Specification for Powder Fluidity Meters

（报批稿）

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

粉末流动性测定仪 校准规范

Calibration Specification for Powder Fluidity
Meters

JJF（有色金属）XXXX—20XX

归口单位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：广东省科学院工业分析检测中心

有色金属技术经济研究院有限责任公司

国标(北京)检验认证有限公司

广船国际有限公司

西南铝业（集团）有限责任公司

国合通用（青岛）测试评价有限公司

西安汉唐分析检测有限公司

广东省科学院新材料研究所

天津艾隆科技开发有限公司

本规范委托有色金属行业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

刘巨强（广东省科学院工业分析检测中心）

伍超群（广东省科学院工业分析检测中心）

闫雁楠（有色金属技术经济研究院有限责任公司）

周 鹏（广东省科学院工业分析检测中心）

陈晓朋（国标（北京）检验认证有限公司）

蔡文科（广船国际有限公司）

任全山（西南铝业（集团）有限责任公司）

王世敏（国合通用（青岛）测试评价有限公司）

余泽利（西安汉唐分析检测有限公司）

黄雨平（广东省科学院工业分析检测中心）

黄佳建（广船国际有限公司）

袁祥奕（广东省科学院新材料研究所）

史宏伟（天津艾隆科技开发有限公司）

目 录

引 言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(2)
4.1 容器内径示值误差	(2)
4.2 空气流量示值误差	(2)
4.3 粉末高度尺示值误差	(2)
4.4 计时器示值误差	(2)
5 校准条件	(2)
5.1 环境条件	(2)
5.2 测量标准	(2)
6 校准项目和校准方法	(2)
6.1 校准项目	(2)
6.2 校准方法	(2)
7 校准结果表达	(4)
8 复校时间间隔	(5)
附录 A 校准原始记录参考格式	(6)
附录 B 校准证书内页参考格式	(8)
附录 C 粉末流动性测定仪容器内径示值误差测量不确定度评定示例	(9)

引 言

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

本规范参考了 GB/T 21782.5 《粉末涂料 第 5 部分：粉末空气混合物流动性的测定》的技术内容。

本规范为首次发布。

粉末流动性测定仪校准规范

1 范围

本规范适用于粉末流动性测定仪的校准，其流化因子一般为 1.2~3.0。

2 引用文件

本规范无引用文件。

3 概述

粉末流动性测定仪是在无空气流动的条件下，将规定质量的粉末置于容器中，在标准大气压力和温度条件下，用洁净的干燥空气流化，测定流化中和流化后粉末的高度及流化粉末流过特定孔口时的速率，用于表征粉末输送和喷涂的特性。

粉末流动性测定仪由壁上有一环形流粉口的流化容器和容器粉末高度测试的仪器组成。流化容器由透明的聚甲基丙烯酸甲酯材质制造，容器内径约 100mm，高度不低于 200mm，其结构图见图 1。

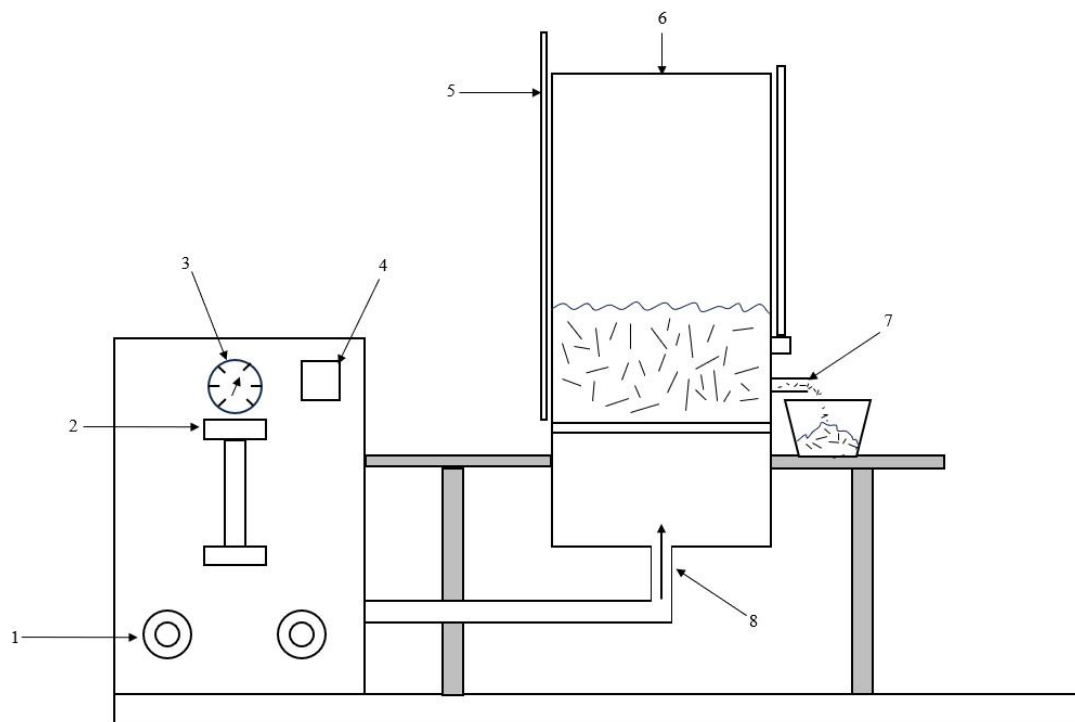


图 1 粉末流动性测定仪结构示意图

1—主气压调整阀；2—流量计；3—压力表；4—计时器；5—粉末高度尺
6—流化容器；7—环形流粉口；8—流化容器空气入口

4 计量特性

4.1 容器内径示值误差

容器内径最大允许误差为 $\pm 1\text{ mm}$ 。

4.2 空气流量示值误差

空气流量示值最大允许误差为 $\pm 5\%$ 。

4.3 粉末高度尺示值误差

粉末高度尺示值最大允许误差为 $\pm 1\text{ mm}$ 。

4.4 计时器示值误差

计时器最大允许误差为 $\pm 1\text{ s}$ 。

5 校准条件

5.1 环境条件

环境温度： $(20\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度：45%~75%；环境压力：大气压力。

5.2 测量标准

测量标准的技术要求见表 1。

表 1 测量标准的技术要求

序号	测量标准	技术要求	用途
1	内径千分尺	尺寸范围不大于 150 mm, 最大允许误差: $\pm 0.006\text{ mm}$	校准容器内径示值误差
2	标准气体流量计	(0~250) L/h, 准确度等级: 1 级	校准空气流量示值误差
3	钢直尺	(0~500) mm, 最大允许误差: $\pm 0.15\text{ mm}$	校准粉末高度尺示值误差
4	电子秒表	最大允许误差: $\pm 0.10\text{ s/h}$	校准计时器示值误差

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目为容器内径示值误差、空气流量示值误差、粉末高度尺示值误差和计时器示值误差。

6.2 校准方法

6.2.1 容器内径示值误差

在容器高度范围内选取高、中、低 3 个位置作为校准点, 每个校准点分别计算示值误差。校准位置距离容器底部和顶部距离应不小于 10mm, 用内径千分尺测量容器内径。每

个校准点测量 3 个位置, 3 个位置沿圆周均匀分布, 取 3 个位置的算术平均值作为该校准点的校准结果, 按公式 (1) 计算容器每个校准点内径示值误差。

$$\Delta d = d_m - \bar{d} \quad (1)$$

式中:

Δd ——容器内径示值误差, mm;

d_m ——容器内径标称值, mm;

$\bar{d}$ ——容器内径 3 个位置的算术平均值, mm。

6.2.2 空气流量示值误差

量程范围内至少选取 3 个点进行校准, 应包含 200 L/h 校准点。将标准流量计接入流化容器空气入口, 启动仪器, 调节主气压调整阀, 使粉末测定仪流量计的读数保持恒定, 同时读取被校流量计示值和标准流量计测量值, 重复测量 3 次, 按公式 (2) 计算空气流量示值误差。取 3 次测量的算术平均值作为该校准点的校准结果。

$$E = \frac{\overline{q_i} - \bar{q}}{\bar{q}} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

E ——空气流量示值误差;

$\overline{q_i}$ ——粉末流动性测定仪流量计 3 次示值的算术平均值, L/h;

$\bar{q}$ ——标准流量计 3 次测量的算术平均值, L/h。

6.2.3 粉末高度尺示值误差

在粉末高度尺的有效测量范围内选取大致均匀分布的 3 个校准点, 宜包含 50 mm 和 100mm。将粉末高度尺的刻线面与钢直尺的侧边放置在同一平面上, 调整钢直尺, 使其尺边与被校粉末高度尺线纹轴线平行, 并使钢直尺的首端与粉末高度尺的“0”刻线对齐, 在钢直尺上读出被校粉末高度尺相应校准点的示值, 每个校准点重复测量 3 次, 按公式 (3) 计算粉末高度尺示值误差。取 3 次测量的算术平均值作为该校准点的校准结果。

$$\Delta L = L_m - \bar{L}_{si} \quad (3)$$

式中:

ΔL ——粉末高度尺示值误差, mm;

L_m ——粉末高度尺标称值, mm;

$\overline{L_{si}}$ ——钢直尺 3 次测量值的算术平均值, mm。

6.2.4 计时器示值误差

选取 30 s 作为校准点进行校准。设定粉末流动性测定仪计时器的计时时间为 30 s, 启动仪器计时功能的同时按下电子秒表进行测量, 待粉末流动性测定仪计时器计时结束读取电子秒表示值, 重复测量 3 次, 按公式 (4) 计算计时器示值误差。

$$\Delta t = t_m - \overline{t_{si}} \quad (4)$$

式中:

Δt ——计时器示值误差, s;

t_m ——计时器标称值, s;

$\overline{t_{si}}$ ——电子秒表 3 次测量的算术平均值, s。

7 校准结果表达

经校准的粉末流动性测定仪出具校准证书, 校准证书至少应包括以下信息:

- a) 标题: “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点 (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) 进行校准活动的日期, 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) 本次校准所用的测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 校准环境条件的描述;
- 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。

校准原始记录参考格式见附录 A，校准证书内页参考格式见附录 B。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年，粉末流动性测定仪使用频繁时应适当缩短周期，在使用过程中粉末流动性测定仪经过修理，或者更换重要部件应重新校准。

附录 A

校准原始记录参考格式

证书编号:

校准日期:

委托单位:

校准依据:

被校设备信息							
设备名称				设备编号			
型号/规格				制造厂			
校准地点				环境条件	°C	%RH	
测量标准信息							
名称	型号	编号	证书编号	技术要求	有效期		
校准结果							
1. 容器内径示值误差 (mm)							
标称值							
位置	测量值			平均值	示值误差	扩展不确定度 ($k=2$)	
	1	2	3				
高							
中							
低							
2. 空气流量示值误差							
校准点 (L/h)	测量值 (L/h)				平均值 (L/h)	示值误差 (%)	相对扩展不确 定度 ($k=2$)
	数据来源	1	2	3			
200	测定仪器流量 计示值						
	标准流量计测 量值						
	测定仪器流量 计示值						
	标准流量计测 量值						

	测定仪流量计 示值						
	标准流量计测 量值						
3. 粉末高度尺示值误差（mm）							
标称值	测量值			测量平均值	示值误差	扩展不确定度 （ $k=2$ ）	
	1	2	3				
4. 计时器示值误差（s）							
设定值	测量值			测量平均值	示值误差	扩展不确定度 （ $k=2$ ）	
	1	2	3				
30							

附录 B

校准证书内页参考格式

校准结果

校准项目	标称值	校准结果	扩展不确定度 ($k=2$)
容器内径示值误差 (mm)			
空气流量示值误差 (%)			
粉末高度尺示值误差 (mm)			
计时器示值误差 (s)			

附录 C

粉末流动性测定仪容器内径示值误差测量不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 校准依据

本规范。

C.1.2 测量标准

内径千分尺，量程为（50～150）mm，分辨力为 0.001mm，最大允许误差为±6μm。

C.1.3 被校对象

粉末流动性测定仪，容器内径标称值为 100mm。

C.1.4 校准方法

见本规范 6.2.1。按照 6.2.1 要求应选取高、中、低 3 个位置作为校准点，本示例仅取低位置点为例评定容器内径示值误差的测量不确定度，其他校准点也可参考本示例评定。

C.2 测量模型

容器内径示值误差的测量模型见公式（C.1）。

$$\Delta d = d_m - \bar{d} \quad (\text{C.1})$$

式中：

Δd ——容器内径示值误差，mm；

d_m ——容器内径标称值，mm；

$\bar{d}$ ——容器器内径 3 个位置的算术平均值，mm。

灵敏系数为：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta d}{\partial d_m} = 1$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta d}{\partial \bar{d}} = -1$$

由于各输入量彼此不相关，合成标准不确定度为：

$$u_c^2 = c_1^2 u^2(d_m) + c_2^2 u^2(\bar{d})$$

C.3 不确定度来源分析

容器内径误差测量结果不确定度来源有：

(1) 测量重复性引入的不确定度 u_1 ；

(2) 内径千分尺分辨力引入的不确定度 u_2 ;

(3) 内径千分尺测量误差引入的不确定度 u_3 。

C.4 测量结果不确定度评定

C.4.1 测量重复性引入的不确定度 u_1

在相同条件下, 使用内径千分尺在流化容器低位置处 (距离容器底部距离为 20 mm) 重复测量容器内径 10 次, 测量数据见表 C.1。

表 C.1 容器内径重复测量数据

第 i 次测量	1	2	3	4	5
测量值 (mm)	100.456	100.445	100.476	100.435	100.475
第 i 次测量	6	7	8	9	10
测量值 (mm)	100.465	100.458	100.462	100.432	100.456

标准差为:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.015 \text{ mm}$$

实际测量以 3 次测量的平均值作为测量结果, 取 $n=3$, 则

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.0087 \text{ mm}$$

C.4.2 内径千分尺分辨力引入的不确定度 u_2

内径千分尺的分辨力为 0.001 mm, 则区间半宽为 $a = 0.0005 \text{ mm}$, 假设服从均匀分布, 取 $k = \sqrt{3}$, 则

$$u_2 = \frac{a}{k} = \frac{0.0005}{\sqrt{3}} = 0.00029 \text{ mm}$$

重复性和分辨力引入的不确定度取较大者, $u_2 < u_1$, 故 u_2 忽略不计。

C.4.3 内径千分尺测量误差引入的不确定度 u_3

内径千分尺的最大允许误差为 $\pm 0.006 \text{ mm}$, 则区间半宽为 $a = 0.006 \text{ mm}$, 假设服从均匀分布, 取 $k = \sqrt{3}$, 则

$$u_3 = \frac{a}{k} = \frac{0.006}{\sqrt{3}} = 0.0035 \text{ mm}$$

C.4.4 合成标准不确定度

由各分量不确定度，可以计算合成不确定度为

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2} = 0.01\text{mm}$$

C.4.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，其扩展不确定度为

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 0.01 = 0.02\text{mm}$$
