

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—XXXX

霍尔流速计校准规范

Calibration Specification for Hall Flowmeters

(报批稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

霍尔流速计校准规范

Calibration Specification for Hall Flowmeters

JJF（有色金属）XXXX—XXXX

归口单位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：西安汉唐分析检测有限公司

延安水务环保集团有限公司

四川六合特种金属材料股份有限公司

西北有色金属研究院

西安建筑科技大学

有色金属技术经济研究院有限责任公司

西南铝业（集团）有限责任公司

国标（北京）检验认证有限公司

湖南湘投金天钛业科技股份有限公司

中国石油集团工程材料研究院有限公司

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：

贾梦琳（西安汉唐分析检测有限公司）

李 培（延安水务环保集团有限公司）

曹 磊（西安汉唐分析检测有限公司）

郑 铨（西安汉唐分析检测有限公司）

边 锋（四川六合特种金属材料股份有限公司）

闫雁楠（有色金属技术经济研究院有限责任公司）

李 成（国标（北京）检验认证有限公司）

包超强（西南铝业（集团）有限责任公司）

杨军红（西北有色金属研究院）

邢海瑞（西安建筑科技大学）

肖宇斌（湖南湘投金天钛业科技股份有限公司）

赵金兰（中国石油集团工程材料研究院有限公司）

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(1)
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.....	(7)
附录 C 流动时间误差测量不确定度评定示例.....	(8)

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。本规范为首次发布。

霍尔流速计校准规范

1 范围

本规范适用于霍尔流速计的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 1482 金属粉末 流动性的测定 标准漏斗法（霍尔流速计）

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 概述

金属粉末的流动性，是以50g金属粉末流过规定孔径的标准漏斗所需要的时间来表示。霍尔流速计是用来测定粉末流动性的仪器，由标准漏斗、支架、底座和接收器（一般指量筒）构成，如图1所示。

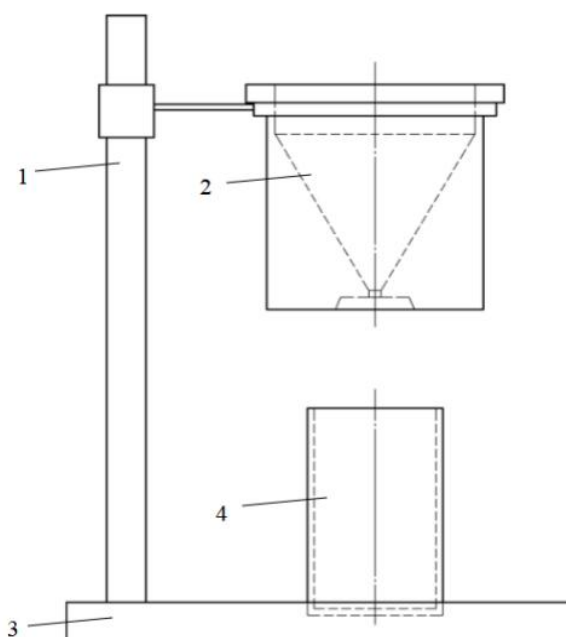


图1 霍尔流速计结构图

1—支架；2—标准漏斗；3—底座；4—接收器

4 计量特性

霍尔流速计的计量特性应符合GB/T 1482的规定，详见表1。

表1 霍尔流速计计量特性

序号	校准项目	技术指标
1	标准漏斗孔径误差	(0~0.4) mm
2	流动时间误差	±0.5 s
3	流动时间重复性	≤0.4 s

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 温度：(20±5) °C。

5.1.2 相对湿度：≤85%。

5.1.3 工作环境无振动无气流。

5.2 测量标准

5.2.1 金属粉末流动性标准物质：国家一级有证标准物质，样品的流动性为(40.0±0.5) s/50 g。

5.2.2 万能工具显微镜：最大允许误差为±10 μm（或满足测量精度的其他光学显微镜）。

5.2.3 电子秒表：分度值为0.1 s 或 0.01 s。

5.2.4 电子天平：分度值为1 mg，准确度等级为①级。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

标准漏斗孔径误差、流动时间误差、流动时间重复性。

6.2 校准方法

6.2.1 标准漏斗孔径误差

标准漏斗示意图见图 2，其孔径标称值为 2.5mm。将其置于微机型万能工具显微镜的工作台上，调整仪器光学系统，从目镜视场中观察到漏斗孔轮廓，以万能工具显微镜“米字形”刻线交点为基准，将交点依次对准被校标准漏斗孔轮廓边缘（1、2、3、4 位置点），被校标准漏斗孔径轮廓选点示意图见图 3，通过软件计算得到孔径直径 D_i ，重复测量 3 次，按公式（1）计算标准漏斗孔径误差 ΔD 。

$$\Delta D = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} - D_s \quad (1)$$

式中：

ΔD ——标准漏斗孔径误差，mm；

D_i ——标准漏斗孔径第*i*次的测量结果，mm；

D_s ——标准漏斗孔径标称值，mm；

n ——测量次数， $n=3$ 。

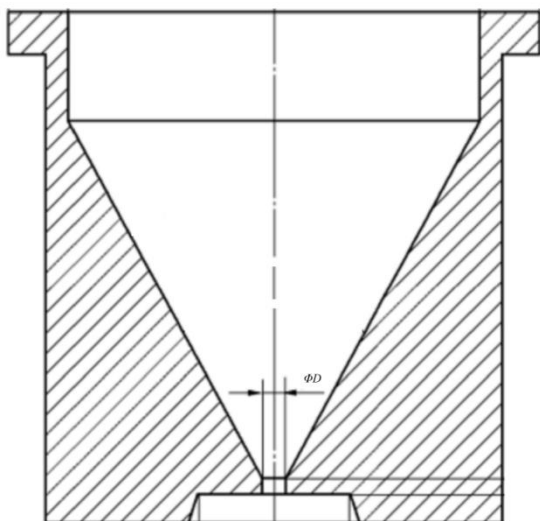


图2 标准漏斗（霍尔流速计）

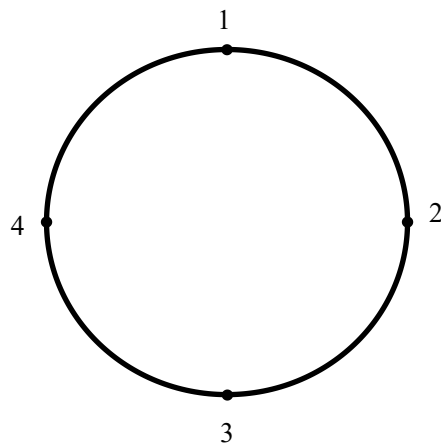


图3 被校标准漏斗孔径轮廓选点示意图

6.2.2 流动时间误差

6.2.2.1 将接收器置于底座，调整底座上方螺丝，同时观察底座右上方水平指示器，使接收器处于水平位置。取标准漏斗，用干净毛刷清理漏斗内部，将其放在支架上，将量杯置于接收器中央，再将高度块置于量杯上，使标准漏斗刚刚触碰到高度块。

6.2.2.2 将金属粉末流动性标准物质置于清洁的开口瓶内，在 $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ 下，烘干 60min，待金属粉末流动性标准物质冷却至室温，于电子天平称量 $50\text{g} \pm 0.1\text{g}$ 。

6.2.2.3 堵住漏斗出口，将金属粉末流动性标准物质放入标准漏斗，确保其充满标准漏斗底部，打开标准漏斗（粉末开始流动）的同时，启动秒表，当标准漏斗中的粉末全部流尽时，终止秒表，记录流动时间。重复测量 5 次，按公式（2）计算流动时间误差 ΔT 。

$$\Delta T = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} - T_s \quad (2)$$

式中：

ΔT ——流动时间误差，s；

T_i ——流动时间第*i*次的测量结果，s；

T_s ——金属粉末流动性标准物质标准值，s；

n ——测量次数， $n=5$ 。

6.2.3 流动时间重复性

依据 6.2.2.3 测得的 5 次流动时间，按公式（3）计算流动时间重复性。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n-1}} \quad (3)$$

式中：

s ——流动时间重复性，s；

T_i ——第 i 次测量的结果，s；

\bar{T} ——5 次测量结果的平均值，s；

n ——测量次数， $n=5$ 。

7 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：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如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) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及测量不确定度的说明；
- l) 对校准规范的偏离的说明；
- m) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期；
- 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。

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

可根据实际使用情况自主决定，建议复校时间间隔为1年。在相邻两次校准期间，如果对仪器的检测数据有怀疑或仪器更换主要部件及维修后应对仪器重新校准。

附录 A

校准原始记录参考格式

原始记录编号				证书编号		
送校单位				校准依据		
被校设备信息						
器具名称				出厂编号		
型号/规格				设备编号		
制造厂家						
校准地点				环境条件	℃	%RH
测量标准信息						
名称	型号	编号	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

1. 标准漏斗孔径误差

测量结果/mm				平均值/mm	
孔径标称值/mm	2.5			孔径误差/mm	
扩展不确定度/mm	$U=$ _____ ($k=2$)				

2. 流动时间误差、重复性

测量次数	1	2	3	4	5
测量结果/s					
平均值/s					
金属粉末流动性标准物质标准值/s					
流动时间误差/s			扩展不确定度/s	$U=$ _____ ($k=2$)	
流动时间重复性/s			扩展不确定度/s	$U=$ _____ ($k=2$)	

附录 B

校准证书内页参考格式

序号	校准项目	校准结果	扩展不确定度 U , $k=2$
1	标准漏斗孔径误差/mm		
2	流动时间误差/s		
3	流动时间重复性/s		

附录 C

流动时间误差测量不确定度评定示例

C.1 概述

本次评定以流动时间误差为示例，对其进行测量不确定度评定。其他校准项目可参照本附录作类似评定。

C.1.1 环境条件：温度为 23.5℃；相对湿度为 55%。

C.1.2 测量标准：测定金属粉末流动性用标准物质。

C.1.3 测量过程：

堵住漏斗出口，将金属粉末流动性标准物质放入标准漏斗，确保其充满标准漏斗底部，打开标准漏斗（粉末开始流动）的同时，启动秒表，当标准漏斗中的粉末全部流尽时，终止秒表，记录流动时间。重复测量 5 次。

C.2 测量模型及不确定度来源分析

C.2.1 测量模型

流动时间误差测量模型见公式（C.1）。

$$\Delta T = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} - T_s \quad (\text{C.1})$$

式中：

ΔT ——流动时间误差，s；

T_i ——流动时间第*i*次的测量结果，s；

T_s ——金属粉末流动性标准物质标准值，s；

n ——测量次数， $n=5$ 。

C.2.2 测量结果不确定度的主要来源分析

流动时间误差测量结果不确定度的主要来源有：

- （1）测量重复性引入的标准不确定度 u_1 ；
- （2）电子秒表分辨力引入的标准不确定度 u_2 ；
- （3）电子秒表最大允许误差引入的标准不确定度 u_3 。

C.3 流动时间误差测量不确定度评定

C.3.1 测量重复性引入的标准不确定度 u_1

用测定金属粉末流动性用标准物质测量流动时间时，重复测量 10 次，测量结果分别为：40.26s、40.18s、40.37s、40.20s、40.39s、40.23s、40.18s、40.31s、40.28s、40.22s。

根据标准偏差公式

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

计算得标准偏差 s 为 0.075s，由于校准时测量 5 次取其平均值，取 $n=5$ ，故测量重复性引入的标准不确定度为：

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{0.075}{\sqrt{5}} = 0.034s$$

C.3.2 电子秒表分辨力引入的标准不确定度分量 u_2

测量使用的电子秒表分辨力 $\delta=0.01s$ ，则其区间半宽为 $a = \frac{\delta}{2}$ ，假设服从均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u_2 = \frac{a}{k} = \frac{\delta}{2\sqrt{3}} = \frac{0.01}{2\sqrt{3}} = 0.0029s$$

重复性和分辨力引入的不确定度取较大者，所以分辨力引入的不确定度分量忽略不计。

C.3.3 电子秒表最大允许误差引入的标准不确定度 u_3

电子秒表的最大允许误差为 $\pm 0.07s$ ，则其区间半宽 $a=0.07s$ ，假设服从均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u_3 = \frac{a}{k} = \frac{0.07}{\sqrt{3}} = 0.041s$$

C.3.4 标准不确定度汇总

各输入量标准不确定度汇总见表 C.1。

表C.1 各输入量标准不确定度汇总

标准不确定度分量	不确定度来源	不确定度分量
u_1	测量重复性引入的标准不确定度	0.034s
u_2	电子秒表分辨力引入的标准不确定度	0.0029s
u_3	电子秒表最大允许误差引入的标准不确定度	0.041s

C.3.5 合成标准不确定度

电子秒表分辨力与最大允许误差，取二者中较大值，取 $u_2=0$ ，则合成标准不确定度 u_c 为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2} = \sqrt{(0.034)^2 + (0.041)^2} = 0.06\text{s}$$

C.3.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则流动时间误差测量结果的扩展不确定度为：

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 0.06 = 0.12\text{s} \quad (k = 2)$$
