



中华人民共和国工业和信息化部 石油和化工计量技术规范

JJF（石化）XXXX—20XX

落砂耐磨试验仪校准规范

Calibration Specification of Falling Sand Abrasion Test Instruments

（报批稿）

202×—××—××发布

202×—××—××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

落砂耐磨试验仪 校准规范

Calibration Specification of Falling
Sand Abrasion Test Instruments

JJF(石化) XXXX—20XX

归口单位：中国石油和化学工业联合会

主要起草单位：上海市质量监督检验技术研究院

参加起草单位：标格达精密仪器（广州）有限公司

本规范委托全国石油和化工行业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

杨 曦（上海市质量监督检验技术研究院）

孙 凤（上海市质量监督检验技术研究院）

梁荣驹（上海市质量监督检验技术研究院）

汪雪梅（上海市质量监督检验技术研究院）

周晓峰（上海市质量监督检验技术研究院）

参加起草人：

陈 巍（上海市质量监督检验技术研究院）

苏 纳（标格达精密仪器（广州）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

5 校准条件..... 2

5.1 环境条件..... 2

5.1.1 温度条件..... 2

5.1.2 湿度条件..... 2

5.2 测量标准及其他设备..... 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

6.2.1 校准前检查..... 2

6.2.2 样板角度..... 3

6.2.3 流出时间..... 3

7 校准结果..... 3

7.1 校准记录..... 3

7.2 校准证书..... 4

7.3 不确定度..... 4

8 复校时间间隔..... 4

附录 A 校准原始记录（参考）格式 5

附录 B 校准证书内页（参考）格式 6

附录 C 样板夹角测量结果不确定度评定示例 7

附录 D 流出时间测量结果不确定度评定示例 9

引 言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》等基础性系列规范进行编制。

本规范主要参考 GB/T 23988-2009《涂料耐磨性测定 落砂法》制定。

本规范为首次发布。

落砂耐磨试验仪校准规范

1 范围

本规范适用于采用 GB/T 23988 进行涂料耐磨测定的落砂耐磨试验仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1071—2010 国家计量校准规范编写规则

GB/T 23988-2009 涂料耐磨性测定 落砂法

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

落砂耐磨试验仪是用于 GB/T 23988《涂料耐磨性测定 落砂法》中规定的涂料的耐磨性测试方法中使用的仪器。将一定量的磨料加入落砂耐磨试验仪，从一定高度通过导管落到涂层表面，直到涂层被磨穿，暴露出底层或前一层涂层，以磨损涂层的单位膜厚所需磨料量来表示耐磨性。

落砂耐磨试验仪主要由漏斗、导管、样板三个部分组成。

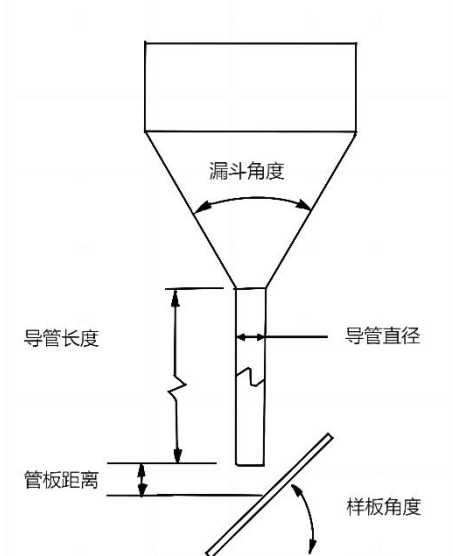
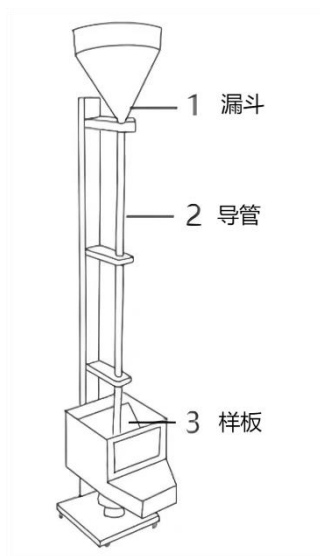


图 1 落砂耐磨试验仪工作原理图

4 计量特性

仪器计量特性的参考指标见表1。

表 1 落砂耐磨试验仪计量特性一览表

序号	项目	技术要求
1	样板角度/°	45±1
2	流出时间/s	(21.0~23.5)
注：以上技术指标仅作参考，不作为合格性判定依据。		

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 温度条件

环境温度：（15~40）℃。

5.1.2 湿度条件

相对湿度：不大于 85 %。

5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 2。

表 2 校准项目和测量标准

序号	项目	测量标准名称及技术要求
1	样板角度	数显倾角仪：测量范围（-90° ~+90°），分度值不大于 0.1°，最大允许误差±0.2°。
2	流出时间	量筒：量程 2000 mL, 最大允许误差±10 mL 电子秒表：测量范围（0~3600）s，分度值不大于 0.1 s，最大允许误差：±0.10 s/h 中国 ISO 标准砂：国家标准样品编号 GSB08-1337

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

落砂耐磨试验仪校准项目见表 2。

6.2 校准方法

6.2.1 校准前检查

6.2.1.1 仪器和设备

数显卡尺：测量范围（0~1000）mm；，分度值 0.01mm；

数显卡尺：测量范围（0~200）mm，分度值 0.01 mm；

数显角度尺：测量范围（0~360）°，分度值 0.05°，长度（0~200）mm。

上述所有仪器和设备应通过检定或校准符合要求。

6.2.1.2 外观检查

采用目视观察仪器外观应完好。漏斗、导管表面光滑，无弯曲变形，生锈等缺陷，各紧固件装配后无松动。仪器铭牌应标有仪器名称、型号、出厂编号、制造厂名等信息。仪器如有底座水平调整功能，应将仪器调整至水平使导管垂直。

漏斗如有开关功能，应能流畅打开，无大量标准砂卡在开关处。

6.2.1.3 导管长度检查

用数显卡尺测量导管顶端至末端的长度。将数显卡尺零刻度对准测量导管与漏斗连接处至导管底端长度，直接读取卡尺测量值，测量3次，取算术平均值 L ，结果保留到0.01 mm。长度应为（914.40±0.25）mm。

6.2.1.4 导管内径检查

用数显卡尺分别测量导管末端三个方向的内径，三个方向均匀分布，每个方向测量一次，共三次取平均值，结果保留到 0.01 mm。内径应为（19.05±0.08）mm。

6.2.1.5 漏斗角度检查

用数显角度尺测量漏斗夹角，三个方向均匀分布，每个方向测量一次，共三次取平均值，结果保留到0.1°。漏斗角度应为（60.0±2.0）°。

6.2.1.6 管板距离检查

检查导管下端到样板的距离，如果管板距离可以调整，应能调整至（25.4±0.5）mm。

6.2.2 样板角度

用数显倾角仪测量样品夹板与水平面之间夹角，重复测量3次取算术平均值，结果保留到0.1°。

6.2.3 流出时间

用量筒量取2000 mL中国ISO标准砂，倒入落砂耐磨试验仪漏斗中，打开开关，用电子秒表记录全部标准砂从导管末端流出的时间。重复测量3次，取算术平均值作为测量结果。保留小数点后一位。

7 校准结果

7.1 校准记录

校准记录应详尽记录校准数据和计算结果。推荐的仪器校准记录格式见附录 A。

7.2 校准证书

经校准的仪器应出具校准证书。校准证书内容应符合 JJF 1071—2010 中的 5.12 要求。推荐的仪器校准证书（内页）格式参见附录 B。

7.3 不确定度

校准证书应给出各校准项目的扩展不确定度，评定示例见附录 C、附录 D。

8 复校时间间隔

仪器的使用频率、使用者、使用环境、落砂耐磨试验仪本身质量等诸因素均可影响其计量性能，用户可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议复校时间间隔不超过1年。更换重要部件后、维修后或对仪器性能有怀疑时，应及时校准。

附录 A

校准原始记录（参考）格式

共 页第 页

委托方名称					
委托方地址		校准地点			
原始记录编号		证书编号			
型号规格		仪器编号			
生产厂家		校准日期			
环境温度		相对湿度			
校准依据	JJF（石化）xxx—202x 落砂耐磨试验仪校准规范				
主要测量设备					
名称/型号	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	溯源机构名称
校准前检查					
1.漏斗、导管表面光滑，无弯曲变形，生锈 符合要求 <input type="checkbox"/> 不符合要求 <input type="checkbox"/>					
2.漏斗开关可流畅打开，无卡砂 符合要求 <input type="checkbox"/> 不符合要求 <input type="checkbox"/>					
3. 导管长度	标称值（mm）		测量值（mm）		
4. 导管内径	标称值（mm）		测量值（mm）		
5. 漏斗角度	标称值（°）		测量值（°）		
6.管板距离	标称值（mm）		测量值（mm）		
校准结果					
1. 样板角度					
标称值（°）	测量值（°）				扩展不确定度 U （ $k=2$ ）
	1	2	3	平均值	
2.流出时间					
标称值（°）	测量值（s）				扩展不确定度 U （ $k=2$ ）
	1	2	3	平均值	
结果/说明：					
校准员：			核验员：		

附录 B

校准证书内页（参考）格式

证书编号 XXXXXX—XXXX					
校准机构授权说明					
校准的技术依据 JJF（石化）xxx—202x 落砂耐磨试验仪校准规范					
校准环境条件及地点					
地点					
环境温度	℃	相对湿度	%	其他	
主要测量设备					
名称/型号	名称/型号	名称/型号	名称/型号	名称/型号	名称/型号
校准结果					
1. 样板角度					
标称值 (°)		测量值 (°)		扩展不确定度	
2. 流出时间					
标称值 (s)		测量值 (s)		扩展不确定度	
备注:					

附录 C

样板夹角测量结果不确定度评定示例

C.1 概述

通过数显倾角仪测量样板与水平面角度，并重复三次取平均值。

C.2 测量模型

$$C = C_m \quad (\text{G.1})$$

式中：

C ——落砂耐磨试验仪的样板角度， $^{\circ}$

C_m ——3次测量样板角度测量结果的平均值， $^{\circ}$

C.3 不确定度来源

角度测量值 C 不确定度来源主要是角度重复性引起的不确定度 $u_a(C_m)$ 和数显倾角仪导致的测量不确定度 $u_b(C_m)$ 。

C.4 测量重复性引入的不确定度分量 $u_a(C_m)$ 的评定

测量重复性引入的不确定度分量采用 A 类方法进行评定。连续测量 10 次，测量结果见表 C.1

表 C.1 样板角度测量列

第 i 次测量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测得值 $C_{mi} / ^{\circ}$	45.1	45.2	45.1	45.0	45.0	45.1	44.8	45.0	45.0	44.9

按照贝塞尔公式计算标准偏差

$$s(C_m) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}} = 0.12^{\circ} \quad (\text{G.2})$$

实际测量中，重复测量 3 次，以算术平均值作为测量结果，因此测量重复性引入的不确定度分量为

$$u_{a1}(C_m) = \frac{s(C_m)}{\sqrt{3}} = 0.067^{\circ} \quad (\text{G.3})$$

数显倾角仪的分辨力为 0.1° ，按均匀分布，其引入的不确定度分量为

$$u_{a2}(C_m) = \frac{0.1^{\circ}}{2\sqrt{3}} = 0.029^{\circ} \quad (\text{G.4})$$

$0.029^{\circ} < 0.067^{\circ}$ ，因此 $u_a(C_m)$ 取 0.067° 。

备注：若仪器测量重复性引入的不确定度分量小于 0.029° ，则 $u_a(C_m)$ 取

0.029°。

C.5 数显倾角仪引入的不确定度分量 $u_b(C_m)$ 的评定

数显倾角仪引入的不确定度分量采用 B 类方法进行评定。根据数显倾角仪的标称说明精度为 $\pm 0.2^\circ$ 按均匀分布，其引入的不确定度分量为

$$u_b(C_m) = 0.2^\circ / \sqrt{3} = 0.12^\circ \quad (\text{G.5})$$

C.6 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_a^2(C_m) + u_b^2(C_m)} = \sqrt{0.067^{\circ 2} + 0.12^{\circ 2}} = 0.14^\circ \quad (\text{G.6})$$

C.7 扩展不确定度

扩展不确定度为 $U = ku_c$ ，取包含因子 $k=2$ ，则

$$U=0.3^\circ (k=2) \quad (\text{G.7})$$

附录 D

流出时间测量结果不确定度评定示例

D.1 概述

通过秒表计时，测量仪器的流出时间，重复三次取平均值。

D.2 测量模型

$$T = T_m \quad (\text{H.1})$$

式中：

T ——落砂耐磨试验仪的流出时间，s；

T_m ——3次流出时间的平均值，s。

D.3 不确定度来源

流出时间测量结果的不确定度的来源主要有：测量重复性引入的不确定度分量 $u_a(T_m)$ ，秒表计时误差引入的不确定度分量 $u_b(T_m)$ ，量筒量取标准砂体积误差引入的不确定度分量 $u_c(T_m)$ 。

D.4 测量重复性引入的不确定度分量 $u_a(t)$ 的评定

测量重复性引入的不确定度分量采用 A 类方法进行评定。连续测量 10 次，测量结果见表 D.1

表 D.1 流出时间测得值

第 i 次 测量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测得值 T_{mi} /s	22.32	22.55	22.40	22.61	22.35	22.93	22.15	22.38	22.35	22.53

按照贝塞尔公式计算标准偏差

$$s(T_m) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n-1}} = 0.28 \text{ s} \quad (\text{H.2})$$

实际测量中，重复测量 3 次，以算术平均值作为测量结果，因此测量重复性引入的不确定度分量为

$$u_{a1}(t_m) = \frac{s(t_m)}{\sqrt{3}} = 0.162 \text{ s} \quad (\text{H.3})$$

秒表的分辨力为 0.01 s，按均匀分布，其引入的不确定度分量为

$$u_{a2}(t_m) = \frac{0.01 s}{2\sqrt{3}} = 0.0029 s \quad (\text{H.4})$$

0.0029 s < 0.162 s, 因此 $u_a(t)$ 取 0.162 s。

备注：若仪器测量重复性引入的不确定度分量小于 0.0029 s, 则 $u_a(t)$ 取 0.0029 s。

D.5 秒表引入的不确定度分量 $u_b(t)$ 的评定

秒表引入的不确定度分量采用 B 类方法进行评定。秒表的最大允许误差 MPE 为 ± 0.10 s。则

$$u_b(T_m) = \frac{0.10 s}{\sqrt{3}} = 0.058 s \quad (\text{H.5})$$

D.6 量筒量取标准砂体积的不确定度 $u_c(T_m)$

2000mL 量筒的体积的最大允许误差为 ± 10 mL, 测量时间平均值 $t = 22.56$ s, 假设其呈均匀分布, $k = \sqrt{3}$,

$$u_c(T_m) = \frac{10}{2000 \times \sqrt{3}} \times 22.56 s = 0.065 s \quad (\text{H.6})$$

D.7 合成标准不确定度

$$\begin{aligned} u_c &= \sqrt{[u_a(T_m)]^2 + [u_b(T_m)]^2 + [u_c(T_m)]^2} \\ &= \sqrt{0.162 s^2 + 0.058 s^2 + 0.065 s^2} = 0.184 s \end{aligned} \quad (\text{H.7})$$

D.8 扩展不确定度

扩展不确定度为 $U = k u_c$, 取包含因子 $k = 2$, 则

$$U = 0.4 s (k=2) \quad (\text{H.8})$$

JJF（石化）XXXX— 202X