

JJF(浙)

浙江省地方计量技术规范

JJF(浙) 1208—2024

摩擦系数测定仪校准规范

Calibration Specification for Friction Coefficient Testers

2024-03-01 发布

2024-06-01 实施

浙江省市场监督管理局 发布

摩擦系数测定仪校准规范

Calibration Specification for Friction Coefficient
Testers

JJF(浙)1208-2024

归口单位：浙江省市场监督管理局

主要起草单位：浙江科鉴启真计量校准有限公司

杭州市质量技术监督检测院

参加起草单位：浙江中乾计量校准有限公司

本规范委托浙江科鉴启真计量校准有限公司负责解释

本规范主要起草人：

倪 云（浙江科鉴启真计量校准有限公司）

王志帆（浙江科鉴启真计量校准有限公司）

俞 卿（杭州市质量技术监督检测院）

参加起草人：

杨盛鲜（浙江科鉴启真计量校准有限公司）

吴 佳（杭州市质量技术监督检测院）

代雪娇（浙江中乾计量校准有限公司）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
5.1 滑块质量相对误差	(2)
5.2 动摩擦系数相对示值误差	(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 滑块质量相对误差	(3)
7.2 动摩擦系数相对示值误差	(3)
8 校准结果表达	(4)
9 复校时间间隔	(4)
附录 A 摩擦系数测定仪校准记录参考格式	(5)
附录 B 校准证书校准结果内容及校准证书内页格式	(6)
附录 C 摩擦系数测定仪动摩擦系数示值误差测量结果不确定度评定示例	(7)

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》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范的编写参考 GB/T 10006-2021《塑料薄膜和薄片摩擦系数的测定》的相关术语和部分技术内容。

本规范为首次发布。

摩擦系数测定仪校准规范

1 范围

本规范规定了平面法摩擦系数测定仪（以下简称测定仪）的校准方法，适用于测量薄膜和薄片摩擦系数的测定仪的校准，其他使用相同原理测定摩擦系数的试验仪器也可参照本规范进行校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 10006-2021 塑料薄膜和薄片摩擦系数的测定

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）适用本规范。

3 术语

3.1 摩擦系数 Coefficient of Friction (源于 GB/T 10006-2021)

摩擦力与法向力之比

3.2 摩擦力 Frictional Force (源于 GB/T 10006-2021)

克服摩擦需要的力。

3.3 法向力 Normal Force (源于 GB/T 10006-2021)

垂直施加于两个接触表面的力。

4 概述

测定仪的测量原理（平面法）：两试验表面在一定的接触压力下，平面接触放在一起，记录使两表面相对移动所需的摩擦力，摩擦力与法向力之比即为摩擦系数。

主要组成部分：滑块、平板、基座、传动链条、测力传感器、测力弹簧、驱动机构、数据处理模块等组成。其结构示意图如图 1 所示。

测定仪主要用于测量塑料薄膜和薄片、橡胶、纸板、纸张、编织袋、织物、通信光缆用技术材料复合带、传送带、木材、涂层、刹车片、雨刷、鞋材、轮胎等材料滑动时的静摩擦系数和动摩擦系数。

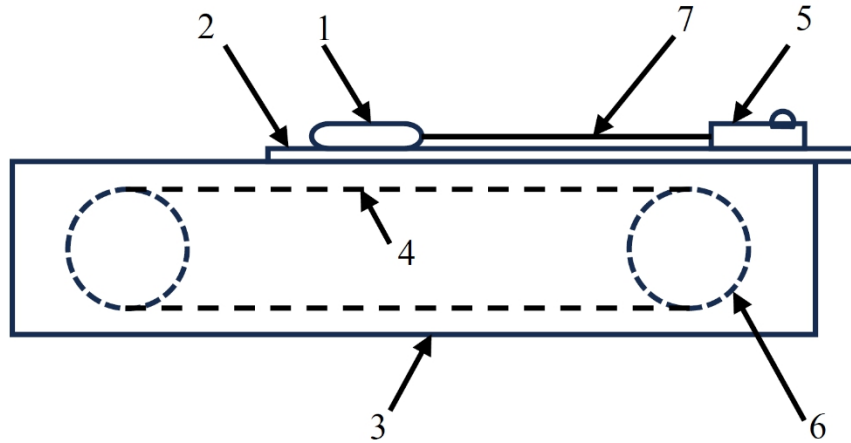


图1 摩擦系数测定仪结构示意图

1——滑块；2——平板；3——基座；4——传动链条；5——测力传感器；6——驱动机构；
7——测力弹簧

5 计量特性

5.1 滑块质量相对误差

滑块质量相对误差不超过 $\pm 1\%$ 。

5.2 动摩擦系数相对示值误差

动摩擦系数相对示值误差不超过 $\pm 2\%$ 。

注：校准工作不判断合格与否，上述计量特性要求仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(10\sim 35)$ $^{\circ}\text{C}$ ；

6.1.2 相对湿度： $\leq 80\%$ ；

6.1.3 无影响校准结果的振动、冲击、电磁场及其他干扰源。

6.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表1，允许使用满足测量不确定度要求的其他测量标准及设备进行校准。

表1 测量标准及其他设备

序号	校准项目	测量标准
1	滑块质量	电子天平， III 级，分度值0.1g
2	动摩擦系数	力值砝码，MPE： $\pm 0.3\%$ ； 或标准测力仪，0.3级

7 校准项目和校准方法

首先通过目力观察和试验检查外观和各部分的相互作用，确定没有影响校准计量特性的因素后再进行校准。校准操作前应按照仪器或装置使用说明书中的规定，对仪器或装置通电预热。

7.1 滑块质量相对误差

将滑块与毛毡粘合后，放置于天平上测量 3 次，按照公式 (1) 计算滑块质量相对误差：

$$\delta_m = \frac{m - \overline{m}_i}{\overline{m}_i} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

δ_m —— 滑块质量相对误差，%；

m —— 滑块质量标称值，g；

\overline{m}_i —— 滑块质量 3 次测量的算术平均值，g。

7.2 动摩擦系数相对示值误差

在测定仪中设置滑块质量（法向力）标称值 m 或测量值 \overline{m}_i 。在测定仪摩擦力的测量范围内均匀选取 5 个测量点。

每个测量点测量时，先在测定仪测力传感器受力方向的同一直线上，用砝码或者标准测力仪加载与每个测量点对应的测量力，然后启动测定仪进行动摩擦系数测量，重复测量 3 次，分别在测定仪上读取动摩擦系数值 μ_i ($i=1, 2, 3$)，取 3 次读数的算术平均值作为动摩擦系数的测量值 $\overline{\mu}_i$ 。最后按照公式 (2) 计算每个测量点的动摩擦系数相对示值误差。

$$\delta_\mu = \frac{\overline{\mu}_i - \mu_L}{\mu_L} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

δ_μ —— 动摩擦系数相对示值误差；

$\overline{\mu}_i$ —— 动摩擦系数测量值；

μ_L —— 动摩擦系数标准值。

其中，动摩擦系数标准值 μ_L 按公式 (3) 计算：

$$\mu_L = \frac{F_D}{F_p} \quad (3)$$

式中：

F_D ——动摩擦力，N；

F_p ——法向力，N。

其中，法向力 F_p 按公式 (4) 计算：

$$F_p = \overline{m_i} \times g \quad (4)$$

式中：

$\overline{m_i}$ ——滑块质量测量值，kg；

g ——重力加速度， m/s^2 （一般取 $9.8m/s^2$ ）。

注：对于在测定仪测力传感器受力方向的同一直线上无法加载测量力的测定仪，可以借助滑轮辅助装置。

8 校准结果表达

校准后的测定仪，应填发校准证书或报告，校准结果应在校准证书上反映，校准证书至少包括 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》5.12 条款中的信息。校准结果内页格式可参见附录 B。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器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。

附录 A

原始记录格式

受理编号: _____
 委托单位: _____ 证书编号: _____
 仪器名称: _____ 型号规格: _____
 制造单位: _____ 器具编号: _____
 环境温度: _____ °C, 相对湿度: _____ % 校准地点: 室, 现场
 校准依据: _____

校准所用主要标准器

名称	测量范围	不确定度/准确度/最大允许误差	检定/校准单位及证书号	有效日期

1、滑块质量相对误差

标称值 (g)	测量值 (g)				相对误差 (%)
	1	2	3	平均值	

2、动摩擦系数相对示值误差

标准值	动摩擦力(N)	法向力 (N)	动摩擦系数示值			平均值	相对示值误差 (%)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$
			1	2	3			
		$\overline{F_p} = \overline{m_i} \times g$						

校准: _____ 核验: _____ 日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

附录 B

校准证书内页格式示例

校准结果

1、滑块质量误差

标称值 (g)	实测平均值 (g)	相对示值误差 (%)

2、动摩擦系数示值误差

标准值	动摩擦系数实 测平均值	相对示值误差 (%)	不确定度 $U_{rel}(k=2)$

附录 C

摩擦系数测定仪动摩擦系数示值误差测量结果不确定度评定示例

C.1 校准方法:

依据本规范 7.2 条款的方法进行测量。

C.2 测量模型:

$$\delta_{\mu} = \frac{\overline{\mu}_i - \mu_L}{\mu_L} \times 100\% \quad (\text{C.1})$$

式中:

δ_{μ} ——动摩擦系数相对示值误差;

$\overline{\mu}_i$ ——动摩擦系数测量值;

μ_L ——动摩擦系数标准值。

$$\mu_L = \frac{F_D}{F_P} \quad (\text{C.2})$$

式中:

F_D ——动摩擦力, N;

F_P ——法向力, N。

$$F_P = \overline{m}_i \times g \quad (\text{C.3})$$

式中:

\overline{m}_i ——滑块质量测量值, kg;

g ——重力加速度, m/s^2 (一般取 9.8m/s^2)。

C.3 方差和灵敏系数

将公式(C.2), 公式(C.3)代入公式(C.1)后, 经整理得:

$$\delta_{\mu} = \frac{\overline{\mu}_i \times \overline{m}_i \times g - F_D}{F_D} \times 100\% \quad (\text{C.4})$$

C.3.1 方差:

$$u_c^2 = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2 \quad (\text{C.5})$$

C.3.2 灵敏系数:

$$c_1 = \frac{\partial \delta_{\mu}}{\mu_i} = \frac{\overline{m_i} \times g}{F_D}$$

$$c_2 = \frac{\partial \delta_{\mu}}{m_i} = \frac{\overline{\mu_i} \times g}{F_D}$$

$$c_3 = \frac{\partial \mu_L}{F_D} = -\frac{\overline{\mu_i} \times \overline{m_i} \times g}{F_D^2}$$

C.4 标准不确定度的评定

C.4.1 测量重复性引入的标准不确定度 u_{11}

选一台分辨力为 0.0001 的摩擦系数测定仪在重复性条件下对 0.5 校准点测量 10 次, 测量结果如下:

0.5002、0.5003、0.5002、0.5004、0.5003、0.5003、0.5004、0.5002、0.5003、0.5004

其平均值为:

$$\overline{\mu} = 0.5003$$

单次实验标准差为:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\mu_i - \overline{\mu})^2}{n-1}} = 0.00008$$

实际测量中, 以 3 次测量的算术平均值作为测量结果, $n=3$, 则有:

$$u_{11} = \frac{s}{\sqrt{n}} = 0.000046$$

C.4.2 被校测定仪的分辨力引入的标准不确定度 u_{12}

被校测定仪的分辨力为: 0.0001, 其半宽度为: 0.00005, 服从均匀分布, 取包含因子: $k=\sqrt{3}$, 则其引入的标准不确定度为:

$$u_{12} = \frac{0.00005}{\sqrt{3}} = 0.000029$$

由于分辨力引入的标准不确定度小于测量过程重复性引入的标准不确定度,

故为了避免重复计算，只取最大影响量 u_{11} ，舍弃 u_{12} 。

$$u_1 = 0.000046$$

C.4.3 滑块质量不准确引入的标准不确定度 u_2

电子天平最大允许误差为 $\pm 0.5\text{g}$ ，其半宽度为 0.5g ，服从均匀分布，取包含因子： $k=\sqrt{3}$ ，则其引入的标准不确定度为：

$$u_2 = \frac{0.0005\text{kg}}{\sqrt{3}} = 0.00029\text{kg}$$

C.4.4 动摩擦力不准确引入的标准不确定度 u_3

力值砝码最大允许误差为 $\pm 0.3\%$ ，其半宽度为 0.3% ，服从均匀分布，取包含因子： $k=\sqrt{3}$ ，则其引入的标准不确定度为：

$$u_3 = \frac{0.3\%}{\sqrt{3}} \times 1\text{N} = 0.00174\text{N}$$

C.5 合成标准不确定度

C.5.1 主要标准不确定度汇总表：

不确定度分量汇总表见表 C.1。

表 C.1 不确定度分量表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	灵敏系数 $c(x_i)$	$ c(x_i) \times u(x_i)$
u_1	测量重复性	0.000046	$\frac{\overline{m_i} \times g}{F_D}$	0.009%
	分辨力	0.000029		
u_2	滑块质量不准确	0.00029kg	$\frac{\overline{\mu_i} \times g}{F_D}$	0.142%
u_3	力值砝码不准确	0.00174N	$\frac{\overline{\mu_i} \times \overline{m_i} \times g}{F_D^2}$	0.170%

C.5.2 合成标准不确定度的计算

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2}$$

$$u_c = 0.22\%$$

C.6 扩展不确定度的确定

取 $k=2$, 则:

$$U_{\text{rel}} = k \times u_c = 0.5\%$$
