



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF ××××-202×

单轮式横向力系数测试仪

校准规范

Calibration Specification for Testing System of Single-wheel Sideway Force

Coefficient

(征求意见稿)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

国家市场监督管理总局 发布

单轮式横向力系 数测试仪校准规范

Calibration Specification for
Testing System of Single-wheel
Sideway Force Coefficient

JJF × × × × -202 ×

归口单位：全国公路专用计量器具计量技术委员会

主要起草单位：交通运输部公路科学研究所

参加起草单位：中路高科交通检测检验认证有限公司

中路高科交通科技集团有限公司

本规范委托全国公路专用计量器具计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

- 刘 璐（交通运输部公路科学研究所）
蔡嘉程（交通运输部公路科学研究所）
陈 磊（中路高科交通检测检验认证有限公司）
毛利建（中路高科交通检测检验认证有限公司）

参加起草人：

- 张 冰（中路高科交通科技集团有限公司）
李孝兵（交通运输部公路科学研究所）
郭鸿博（中路高科交通科技集团有限公司）

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 测试轮偏角	2
5.2 垂直荷载示值误差	2
5.3 水平荷载示值误差	2
5.4 动态重复测量变异系数	2
5.5 横向力系数示值相对误差	2
5.6 距离示值误差	2
5.7 温度示值误差	2
6 校准条件	2
6.1 环境条件	2
6.2 校准设备	2
7 校准项目和校准方法	3
7.1 校准前的检查	3
7.2 测试轮偏角	3
7.3 垂直荷载示值误差	3
7.4 水平荷载示值误差	3
7.5 动态重复测量变异系数	4
7.6 横向力系数示值相对误差	5
7.7 距离示值误差	5
7.8 温度示值误差	5
8 校准结果	6
8.1 校准记录	6
8.2 评定结果	6
9 复校时间间隔	6
附录 A 单轮式横向力系数测试仪校准记录式样	7
附录 B 单轮式横向力系数测试仪校准证书信息及内页式样	8
附录 C 横向力系数示值误差校准不确定度评定示例	10

引 言

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》共同构成编写本规范的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

单轮式横向力系数测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于单轮式横向力系数测试仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

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

下列术语和定义适用于本规范。

3.1 横向力系数 Sideway Force Coefficient, SFC

路面对测试轮形成轴向平行作用力，该平行力与测试轮垂直方向作用力比值为横向力系数。

4 概述

单轮式横向力系数测试仪（以下简称测试仪）用于测量路面的横向力摩擦系数，该系数可用于评价路面的抗滑性能。测试仪主要由数据采集与处理系统、承载车、温度传感器、喷水系统、测试轮、水罐等组成，仪器结构示意图如图 1 所示。

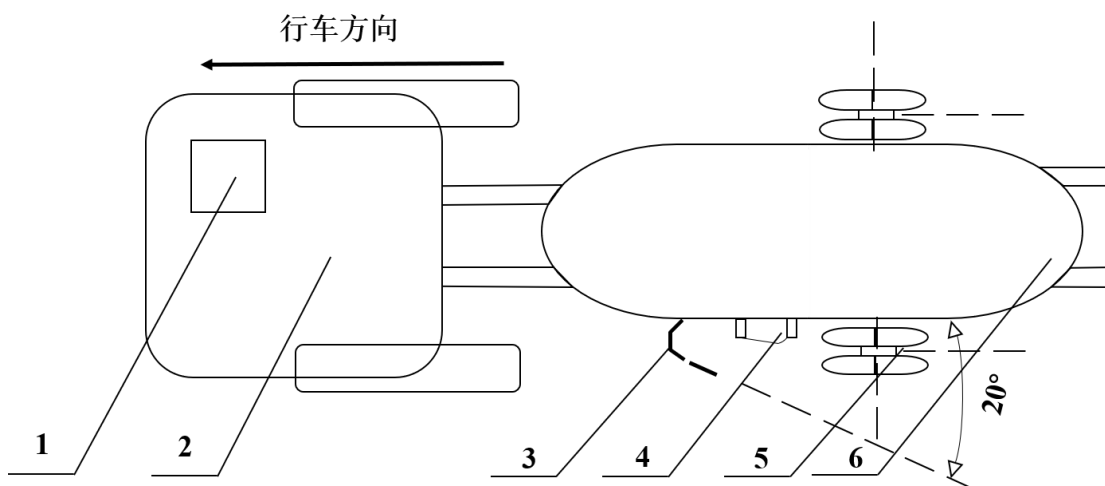


图 1 测试仪结构示意图

1——数据采集与处理系统；2——承载车；3——温度传感器；

4——喷水系统；5——测试轮；6——水罐。

测试仪工作时，测试轮与车辆行驶方向成 20° 偏角，路面对测试轮形成轴向平行作用力，通过计算该平行力与垂直方向作用力的比值得到横向力系数（SFC）。

5 计量特性

5.1 测试轮偏角

测试轮偏角应满足 $19.5^\circ \sim 21^\circ$ 。

5.2 垂直荷载

垂直荷载应满足 $2000\text{N} \pm 20\text{N}$ 。

5.3 水平荷载示值误差

水平荷载的最大允许误差为 $\pm 20\text{N}$ 。

5.4 横向力系数的测量重复性

横向力系数的重复性用变异系数表示，且应不大于 5%。

5.5 横向力系数的示值相对误差

横向力系数的最大允许误差为 $\pm 9\%$ 。

5.6 距离示值误差

距离的最大允许误差为 $\pm 1\%$ 。

5.7 温度示值误差

温度的最大允许误差为 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 校准环境温度为 $(5 \sim 50)^\circ\text{C}$ ；

6.1.2 湿度不大于 85%RH；

6.1.3 试验道路：平直、无破损、无积水、无污染、无交叉口。长度不少于 500m，路面横坡不大于 2%，路面抗滑能力分布均匀，宜选用沥青混凝土路面。

6.2 校准设备

a) 测力装置：测量范围 $(0 \sim 3) \text{kN}$ ，最大允许误差 0.5%；

b) 测力仪：测量范围 $(0 \sim 3) \text{kN}$ ，准确度等级 0.5 级；

c) 辐射温度计：测量范围 $(-10 \sim 80)^\circ\text{C}$ ，最大允许误差 $\pm 1^\circ\text{C}$ ；

- d) 锥形垂球：金属材质；
- e) 横向力系数标准装置：模拟测试仪的行车状态，为标准摩擦样品赋值；
- f) 标准摩擦样品：具有耐磨稳定性，长大于 7m，宽大于 1m；
- g) 全站仪：III级；
- h) 装置反力架：承载能力不低于 3kN。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准前的检查

测试仪应标明制造厂名、出厂编号、型号规格，不得有缺损，机械传动部分运转正常，无异常响声。

7.2 测试轮偏角

试验步骤如下：

- a) 将测试仪停放在水平硬质平台面上，测试仪承载车处于直行方向；
- b) 用锥形垂球沿测试车底盘的主梁外侧悬垂投影得到 A、B 两点，连接两点并延长，获得车行方向 AB；
- c) 用锥形垂球沿测试轮胎两侧正中心分别向地面投影得到 C、D 两点，连接两点并延长，可得到投影线 CD 与车行方向线 AB 交点 O；
- d) 将全站仪于 O 点，测量 AB 线与 CD 线夹角，取 3 次测量的平均值作为测试轮偏角的测量结果。

7.3 垂直荷载

试验步骤如下：

- a) 将承载车停放在水平的硬质测试平台场地，开启数据采集与处理系统；
- b) 将测力装置水平置于测试轮下，测试位归零；
- c) 使测试仪的测试轮下降至测力装置的正上方，并处于完全自由状态，读取测力装置所显示值；
- d) 重复步骤 b)、c)，测量三次，取 3 次测量的平均值作为垂直荷载的测量结果。

7.4 水平荷载示值误差

试验步骤如下：

- a) 将承载车停放在水平的硬质测试平台场地，开启数据采集与处理系统；
- b) 将车辆自带的加力板水平放置在测试轮下，扣好反力装置并降下测试轮至完全卸载状态；
- c) 测试仪预热 10min 后，启动校验状态；
- d) 使用加力装置加力，以测力仪的显示值作为标准值，记为 f_i ；加力，依次使测力仪的显示值分别为 400N、800N、1200N、1600N、2000N，同时读取测试仪相应的响应测值，得出相应的力值，记为 F_i ；
- e) 分别按照公式（1）计算不同测点的示值误差，取最大差值作为水平荷载的示值误差。

$$\delta_i = F_i - f_i \quad (1)$$

式中： δ_i ——第 i 个测点，水平荷载的示值误差；

F_i ——第 i 个测点，测试仪的水平荷载示值；

f_i ——第 i 个测点，测力仪的水平荷载示值。

7.5 横向力系数的测量重复性

试验步骤如下：

- a) 在试验道路上，标记横向力系数测试的起点位置；
- b) 将标准摩擦样品固定于距起点距离 150m、200m、250m、300m、350m；
- c) 测试仪开机预热不少于 10min，采样间距设置为 5m；
- d) 承载车驶向试验道路，测试仪对准起点位置，距离标准摩擦样品 50m 外，降下测试轮，车速度保持 50km/h，测试过程中应保持匀速；
- e) 进入测试路段后，启动测试，观察数据采集与处理系统在运行过程中的变化，检查速度、距离有无反常波动，直至测试结束；
- f) 记录每次 150m、200m、250m、300m、350m 路段标准摩擦样品测值；；
- g) 重复步骤 d)、e) 10 次，按照公式（2）、（3）分别计算各测点 10 次测量结果的平均值和标准差，取不同测点最大变异系数作为横向力系数的测量重复性。

$$C_v = S/\bar{x} \quad (2)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

式中： C_v ——变异系数；

S ——标准差；

x_i ——第 i 次测量的数据结果；

\bar{x} —— n 次测量结果的平均值。

7.6 横向力系数的示值相对误差

a) 在轮毂表面粘贴一圈标准摩擦样品；

b) 横向力系数标准装置的测试轮胎与标准摩擦样品接触；

c) 启动横向力系数标准装置，以 50km/h 的速度，采集横向力系数的标准值，记为 f_{si} ；采用 7.5 采集的数据，记为 F_{si} ；

d) 取 10 次测试结果的平均值，按式 (4) 计算横向力系数示值相对误差。

$$\delta_s = \frac{\overline{F_{si}} - \overline{f_{si}}}{\overline{f_{si}}} \times 100\% \quad (4)$$

式中： δ_s ——测试仪横向力系数示值相对误差；

$\overline{F_{si}}$ ——测试仪横向力系数测试值的平均值；

$\overline{f_{si}}$ ——横向力系数标准值的平均值。

7.7 距离示值误差

试验步骤如下：

a) 用全站仪沿试验道路从起点位置准确量出 500m，并在终点作标记；

b) 将测试仪停到测试路段的起点位置，将前轮中轴对齐起点，启动检测系统，检测车沿车道线平行方向驶向终点；当前轮的中轴与终点对准时停车，计算检测系统输出的行驶距离测试值与试验路段实际量取值的差；

c) 按上述方法连续测试 1 次，按公式 (5) 计算纵向距离传感器相对误差。

$$\delta_d = \frac{d_t - d_0}{d_0} \times 100\% \quad (5)$$

式中： δ_d ——距离传感器示值误差；

d_t ——测试系统距离测量结果，m；

d_0 ——500m 长度标准值，m。

7.8 温度示值误差

试验步骤如下：

a) 将测试仪的温度传感器和辐射温度计对准被测路面的同一区域，尽量保持辐射温度计与温度传感器距离路面的高度相同；

b) 启动测试仪，待温度示值显示稳定后，1min 内分别读取温度传感器和辐射温度计 3 次测量的温度示值；

c) 按照公式（6）计算该温度点的温度示值误差。

$$\delta_T = \overline{T_c} - \overline{T_b}$$

式中： δ_T ——温度示值误差， $^{\circ}\text{C}$ ；

$\overline{T_c}$ ——测试仪的温度测量平均值， $^{\circ}\text{C}$ ；

$\overline{T_b}$ ——辐射温度计的温度测量平均值， $^{\circ}\text{C}$ 。

8 校准结果

8.1 校准记录

测试仪的校准记录应信息齐全、内容完整，校准记录式样见附录 A。

8.2 评定结果

测试仪的校准结果以校准证书的形式表达，校准证书信息及内页式样见附录 B。测试仪校准结果的测量不确定度评定按照 JJF 1059.1 进行，测量不确定度评定示例见附录 C。

9 复校时间间隔

测试仪的复校时间间隔建议为（不超过）12 个月。由于复校时间间隔的长短是由测试仪的使用情况、使用者等诸多因素所决定的，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

单轮式横向力系数测试仪校准记录式样

表格编号：

第 页 共 页

样品名称				样品编号							
型号规格				样品状态							
制造单位				出厂编号							
校准依据				校准地点							
校准前样品状态				校准后样品状态							
环境条件	温度：_____℃ 湿度：_____ %RH										
所用测量标准 或主要设备	名 称	编 号			主要 技术参 数	溯源证 书有效 期	校准 前 情况	校准后 情况			
测试轮偏角	左侧夹角 (°)					右侧夹角 (°)					
水平荷载示值误差	标准值 (N)		400	800	1200	1600	2000				
	测试值 (N)										
	误差 (N)										
垂直荷载示值误差	测量值 (N)		平均值 (N)		标称值 (N)			示值误差 (N)			
	1	2	3								
动态重复测量变异 系数	次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	SFCs										
横向力系数示值相 对误差	次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	SFC ₀										
	SFCs										
距离示值误差	标准距离 (m)				测量值 (m)			示值误差 (%)			
温度示值误差	1 次	2 次	3 次	平均 值	测温装置测得的温 度示值 (°C)				示值误差 (°C)		
					5						
					25						
					45						
校准结果的不确定度描述											

校准：_____

核验：_____

日期：_____

附录 B

单轮式横向力系数测试仪校准证书信息及内页式样

B.1 校准证书信息

测试仪校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 校准实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 证书编号、页码及总页数；
- e) 委托单位的名称和地址；
- f) 被校准仪器的信息；
- g) 进行校准的日期；
- h) 证书的批准发布日期；
- i) 校准所依据的技术规范名称和代号；
- j) 所用测量标准或主要设备的名称、编号、主要技术参数及溯源证书有效期；
- k) 校准时的环境条件；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 校准报告批准人的签名或识别；
- n) 校准结果仅对校准对象有效的声明；
- o) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明；
- p) 如可获得，任何调整或修理前后的结果；
- q) 相关时，与要求或规范的符合性声明；
- r) 已与客户达成协议时，给出复校时间间隔的建议。

B.2 单轮式横向力系数测试仪校准结果内页式样

测试仪校准结果内页式样见表 B.1。

表 B.1 单轮式横向力系数测试仪校准结果

表格编号：

第 页 共 页

校准项目	技术要求	校准结果	校准结果的不确定度描述
测试轮偏角	$19.5^{\circ} \sim 21^{\circ}$		
垂直荷载示值误差	$2000 \pm 20 \text{ N}$		
水平荷载示值误差	$\pm 20 \text{ N}$		
动态重复测量变异系数	$\leq 5\%$		
横向力系数示值相对误差	$\pm 9\%$		
距离测量误差	$\leq 2\%$		
温度测量误差	$\pm 2^{\circ}\text{C}$		

附录 C

横向力系数示值误差校准不确定度评定示例

C.1 测量模型的建立

$$\delta_s = \frac{\overline{F_{si}} - \overline{f_{si}}}{\overline{f_{si}}} \times 100\%$$

式中：

式中： δ_s ——测试仪横向力系数示值相对误差；

$\overline{F_{si}}$ ——测试仪横向力系数测试值的平均值；

$\overline{f_{si}}$ ——横向力系数标准值的平均值。

C.2 不确定度分量的评定

(1) 由重复性引入的不确定度 u_{r1} ：

重复测量 10 次，所得数据如下表所示，实际测量时取 10 次测量平均值作为该校准点示值误差，按照贝塞尔公式计算其不确定度：

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值	55	55	54	54	55	56	55	55	55	55
平均值	55									
标准差	0.47									

$$u_{r1} = \frac{0.47}{55 \times \sqrt{10}} \times 100\% = 0.27\%$$

(2) 由标准测力仪引入的不确定度 u_2 ：

根据规范要求六分力传感器最大允许误差为 $\pm 0.3\%$ ，取半宽度 $a=0.3\%$ ，假设为均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ ，因此六分力传感器引入的不确定度

$$u_{r2} = \frac{0.003}{\sqrt{3}} \times 100\% = 0.17\%$$

C.3 合成标准不确定度的计算

(1) 不确定度分量的汇总

测试仪横向力系数示值误差测量结果的不确定度分量汇总见表 5-5。

表 5-5 横向力系数示值误差测量结果的不确定度分量汇总表

序号	不确定度来源	不确定度分量	类别	分布
----	--------	--------	----	----

1	由重复性引入的不确定度	$u_{r1} = 0.27\%$	A	/
2	由标准测力仪引入的不确定度	$u_{r2} = 0.17\%$	B	均匀分布

(2) 不确定度的合成

$$\text{合成标准不确定度为: } u_{rc} = \sqrt{u_{r1}^2 + u_{r2}^2}$$

$$\text{计算得: } u_{rc} = 0.32\%$$

C.4 扩展不确定度的计算

取 $k=2$, 则

$$U_{\text{rel}} = 0.64\%$$

C.5 不确定度描述

$$U_{\text{rel}} = 0.7\%, k=2$$