

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1196-2008

机动车方向盘转向力—转向角检测仪校准规范
Calibration Specification of Motor Vehicle Testers
for Steering Force and Steering Angle

2008-03-24 发布

2008-06-24 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

机动车方向盘转向力—转向角检测仪校准规范
Calibration Specification of Motor Vehicle Testers
for Steering Force and Steering Angle

JJF1196-2008

本规范经国家质量监督检验检疫总局 2008 年 03 月 24 日批准，并自 2008 年 06 月 24 日起施行。

归口单位：全国法制计量管理计量技术委员会

主要起草单位：江西省计量测试研究院

石家庄华燕交通科技有限公司

中国计量协会机动车计量检测技术工作委员会

参加起草单位：中交（北京）交通产品认证中心有限公司

上海计量测试技术研究院

湖北汽车检测设备交通计量站

上海通运汽车科技有限公司

本规范委托全国法制计量管理计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

戴映云（江西省计量测试研究院）

陈南峰（石家庄华燕交通科技有限公司）

杨 欣（江西省计量测试研究院）

鲍国华（中国计量协会机动车计量检测技术工作委员会）

参加起草人：

赵文辉（中交（北京）交通产品认证中心有限公司）

卞汝锦（上海计量测试技术研究院）

苏风华（湖北汽车检测设备交通计量站）

许 基（上海通运汽车科技有限公司）

常 强（江西省计量测试研究院）

马 明（上海计量测试技术研究院）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(1)
5.1 转向力(或力矩)	(1)
5.2 转向角	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 校准用器具	(2)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 转向力(或力矩)的校准	(3)
7.2 转向角的校准	(5)
8 校准结果的表达	(5)
9 复校时间间隔	(5)
附录A 砝码校准专用装置	
附录B 测力仪校准专用装置	
附录C 扭矩仪校准专用装置	
附录D 机动车方向盘转向力—转向角检测仪转向力示值误差测量结果的不确定度评定	
附录E 校准证书内容	

机动车方向盘转向力—转向角检测仪校准规范

1 范围

本规范适用于机动车方向盘转向力—转向角检测仪（以下简称方向盘力角仪）的校准。

本规范规定了方向盘力角仪的计量特性及校准方法。

2 引用文献

JJF1001—1998 通用计量术语及定义

JJF1059—1999 测量不确定度评定与表示

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 术语和计量单位

3.1 方向盘转向力 **steering force**

操纵方向盘转向时，作用在方向盘外缘的切向力。

3.2 方向盘转向力矩 **steering torque**

操纵方向盘转向时，方向盘转向力相对转轴的力矩。

3.3 方向盘转向角 **steering angle**

操纵方向盘转向时，方向盘绕其转轴的转动角度。

3.4 计量单位

方向盘力角仪使用的计量单位是：转向力单位为牛（顿）（N），转向力矩单位为牛（顿）米（Nm），转向角单位为度（°）。

4 概述

方向盘力角仪是用来测量汽车、拖拉机和其轮式车辆方向盘（转向盘）的操纵力及转动角度的仪器。适用于方向盘的转角、转向力（或力矩）等静态或动态计量参数的检测。

方向盘力角仪通常由机械构件、传感器、显示器等部分组成。转向力（或力矩）是通过测力机构经传感器转换为电信号由仪表显示器显示的方法实现测量；转向角可通过测角传感器转换成电信号经仪表显示器显示或通过指针与角度盘显示。

5 计量特性

5.1 转向力（或力矩）

5.1.1 测量范围：

转向力：（100 ~ 500）N ；

转向力矩：（20 ~ 100）Nm 。

5.1.2 最大允许误差： $\pm 3\%$ 。

5.1.3 重复性： 3% 。

5.1.4 分度值 d ：

转向力：不大于 1 N ；

转向力矩：不大于 0.2 Nm 。

5.1.5 鉴别力：不大于 $1.5 d$ 。

5.1.6 漂移：数字显示式仪表的变化量 10min 不大于 $2d$ 。

5.2 转向角

5.2.1 测量范围：顺、逆时针旋转均不小于 50° ；对用于汽车试验、并带有信号输出端口的方向盘力角仪应不小于 1080° 。

5.2.2 最大允许误差： $\pm 3^\circ$ 。

5.2.3 重复性： 3° 。

5.2.4 分度值 d_α ：不大于 1° 。

5.2.5 漂移：数字显示式仪表的变化量 10min 不大于 $2d_\alpha$ 。

注：由于校准不判定合格与否，故上述计量特性的要求仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度： $(0 \sim 40)^\circ\text{C}$ ；

相对湿度： $\leq 85\%$ 。

6.2 校准用器具

6.2.1 转向力校准

6.2.1.1 砝码校准

a) 砝码校准专用装置（见附录 A）。

b) M_2 级千克组砝码（砝码大小、数量根据实际测力范围选择）。

c) M_2 级克组砝码（砝码大小、数量根据实际需要选择）。

6.2.1.2 测力仪校准

a) 测力仪校准专用装置（见附录 B）。

b) 测力仪：测量范围 $(100 \sim 500)\text{ N}$ ，0.5 级。

6.2.2 转向力矩校准

6.2.2.1 组合校准

a) 转向力校准：同 6.2.1.1 或 6.2.1.2。

b) 长度量具：测量范围 $(0 \sim 500)\text{ mm}$ ，最大允许误差 $\pm 0.5\text{ mm}$ 。

6.2.2.2 扭矩仪校准

a) 扭矩仪校准专用装置（见附录 C）。

b) 扭矩仪：测量范围 $(20 \sim 100)\text{ Nm}$ ，0.5 级。

6.2.3 转向角校准

角度计量器具：测量范围 $(0^\circ \sim 180^\circ)$ ，最大允许误差 $\pm 30'$ 。

6.2.4 数字多用表

对校准用于汽车试验、并带有信号输出端口的方向盘力角仪选用数字多用表，其准确度等级：0.1级。

7 校准项目和校准方法

检查外观及功能，确认没有影响计量特性的因素后进行校准。

7.1 转向力（或力矩）的校准

7.1.1 转向力（或力矩）测量点的确定

分别按顺时针和逆时针旋转方向，取约为满量程（或实际使用最大量程）的20%、40%、60%、80%、100%的5个点作为转向力（或力矩）测量点。

7.1.2 最大允许误差

7.1.2.1 转向力

用砝码校准时，将方向盘力角仪安装在校准装置上，方向盘力角仪的旋转平面应处于铅垂位置。

用测力仪校准时，将方向盘力角仪安装在校准装置上，应保证在校准时测力仪的力作用线处于被校方向盘力角仪的盘缘切线方向。

按7.1.1规定的转向力测量点，逐点对方向盘力角仪加载（在校准的连续加载过程中不得卸载），重复测量3次。按公式（1）分别计算顺时针和逆时针旋转方向相应各点的示值误差。

$$\delta_{Fi} = \frac{\bar{X}_i - A_i}{A_i} \times 100\% \quad (1)$$

式中： δ_{Fi} — 第*i*测量点转向力示值误差（*i* = 1、2、3、4、5）；

\bar{X}_i — 第*i*测量点方向盘力角仪的3次测量示值（对用于汽车试验、并带有信号输出端口的方向盘力角仪，应将端口输出信号量按产品说明书给出的转换系数转换为相应的力值）的平均值，*N*；

A_i — 第*i*测量点加载的标准力值，*N*。

7.1.2.2 转向力矩

a) 组合校准

用长度量具测量方向盘力角仪盘缘两个相互垂直的直径 D_1 和 D_2 （或通过方向盘力角仪中心轴线的实际作用的力臂长度 L_1 和 L_2 ）。按7.1.1规定的转向力矩测量点逐点对方向盘力角仪加载，重复测量3次。按公式（2）或（3）分别计算顺时针和逆时针旋转方向相应各点的示值误差。

$$\delta_{Mi} = \frac{\bar{M}_i - B_i \cdot (D_1 + D_2)/4}{B_i \cdot (D_1 + D_2)/4} \times 100\% \quad (2)$$

$$\delta_{Mi} = \frac{\bar{M}_i - B_i \cdot (L_1 + L_2)/2}{B_i \cdot (L_1 + L_2)/2} \times 100\% \quad (3)$$

式中： δ_{Mi} — 第*i*测量点转向力矩示值误差（*i* = 1、2、3、4、5）；

\bar{M}_i — 第*i*测量点方向盘力角仪的3次测量示值（对用于汽车试验、并带有信号

输出端口的方向盘力角仪，应将端口输出信号量按产品说明书给出的转换系数转换为相应的力矩值)的平均值，Nm；

B_i — 第*i*测量点加载的标准值，N；

D_1 、 D_2 — 方向盘力角仪盘缘两个相互垂直的直径，m；

L_1 、 L_2 — 通过方向盘力角仪中心轴线的实际作用力的力臂长度，m。

b) 扭矩仪校准

用扭矩仪校准时，被校方向盘力角仪转轴应与扭矩仪的传感器刚性同轴联接。

按7.1.1 规定的转向力矩测量点逐点对方向盘力角仪加载力矩（在校准的连续加载过程中不得卸载），重复测量3次。按公式（4）分别计算顺时针和逆时针旋转方向相应各点的示值误差。

$$\delta_{Mi} = (M_i - M_{si}) / M_{si} \times 100\% \quad (4)$$

式中： M_{si} — 第*i*测量点加载的标准力矩值，Nm。

7.1.3 重复性

7.1.3.1 转向力

在7.2.2.1 转向力最大允许误差校准的基础上，按公式（5）分别计算顺时针和逆时针旋转方向相应各点的重复性。

$$r_{Fi} = (X_{imax} - X_{imin}) / \bar{X}_i \times 100\% \quad (5)$$

式中： r_{Fi} — 第*i*测量点转向力示值重复性误差；

X_{imax} — 第*i*测量点转向力3次测量示值中的最大值，N；

X_{imin} — 第*i*测量点转向力3次测量示值中的最小值，N；

\bar{X}_i — 第*i*测量点转向力3次测量示值的平均值，N。

7.1.3.2 转向力矩

在7.2.2.2 转向力矩最大允许误差校准的基础上，按公式（6）分别计算顺时针和逆时针旋转方向相应各点的重复性。

$$r_{Mi} = (M_{imax} - M_{imin}) / \bar{M}_i \times 100\% \quad (6)$$

式中： r_{Mi} — 第*i*测量点转向力矩重复性误差；

M_{imax} — 第*i*测量点转向力矩3次测量示值中的最大值，Nm；

M_{imin} — 第*i*测量点转向力矩3次测量示值中的最小值，Nm；

\bar{M}_i — 第*i*测量点转向力矩3次测量示值的平均值，Nm。

7.1.4 鉴别力

在7.1.2最大允许误差的校准时，对约为40%满量程（或实际使用的最大量程）的测量点，逐渐加载1.0d、1.5d、2.0d……，示值变化时的加载值作为测量结果。

7.1.5 漂移

在7.1.2 最大允许误差校准时,对约为40%满量程(或实际使用的最大量程)的测量点(作为起始值)观测约10 min,每隔5 min记录一次读数。各次读数与起始值的最大差值作为测量结果。

7.2 转向角的校准

7.2.1 转向角测量点的确定

分别取顺时针和逆时针旋转方向10°、30°、50°作为测量点;对用于汽车试验、并带有信号输出端口的方向盘力角仪测量点应为0°、50°、180°、720°、1080°。

7.2.2 最大允许误差

按7.2.1 规定的转向角测量点逐点旋转方向盘力角仪,读取角度计量器具的相应示值,重复测量3次。按公式(7)分别计算顺时针和逆时针旋转方向相应各点的示值误差。

$$\Delta_{ai} = \alpha_i - \bar{\beta}_i \quad (7)$$

式中: Δ_{ai} — 第*i*测量点示值误差, (°);

α_i — 第*i*测量点被校方向盘力角仪的示值(对用于汽车试验、并带有信号输出端口的方向盘力角仪,应将端口输出信号量按产品说明书给出的转换系数转换为相应的角度值), (°)。

$\bar{\beta}_i$ — 第*i*测量点角度计量器具3次示值的平均值, (°)。

7.2.3 重复性

在7.2.2 最大允许误差校准的基础上,按公式(8)分别计算顺时针和逆时针旋转方向相应各点的重复性。

$$r_{ai} = \alpha_{i\max} - \alpha_{i\min} \quad (8)$$

式中: r_{ai} — 第*i*测量点重复性误差, (°);

$\alpha_{i\max}$ — 第*i*测量点3次测量示值中的最大值, (°);

$\alpha_{i\min}$ — 第*i*测量点3次测量示值中的最小值, (°)。

7.2.4 漂移

在7.2.2 最大允许误差校准时,对约30°的测量点(作为起始值)固定观测约10min。每隔5min记录一次读数,各次读数与起始值的最大差值作为测量结果。

8 校准结果的表达

经校准的方向盘力角仪,出具校准证书。校准证书的内容见附录E。

9 复校时间间隔

根据方向盘力角仪的使用状况而定,建议校准时间间隔为1年。

附录A 砝码校准专用装置（略）

附录B 测力仪校准专用装置（略）

附录C 扭矩仪校准专用装置（略）

附录D

机动车方向盘转向力—转向角检测仪 转向力示值误差测量结果的不确定度评定

一、数学模型

采用砝码校准方向盘力角仪转向力，在专用校准装置上安置被校方向盘力角仪，通过方向盘外缘切线方向上加载不同量的砝码进行测量。按下列公式计算被检方向盘力角仪转向力示值误差（被检方向盘力角仪示值 X 、加载砝码值 m ，被检方向盘转向力角仪示值误差 δ 为输出量）的数学模型为

$$\delta = \frac{X - A}{A} = \frac{X}{mg} - 1$$

式中： δ — 方向盘力角仪转向力示值误差；

X — 被检方向盘力角仪转向力示值，N；

A — 加载点标准值；

m — 加载砝码值，kg；

g — 重力加速度，近似取 9.8m/s^2 。

因为各分量 X 、 m 互不相关，由不确定度传播律得：

$$u_{\text{crel}}^2(\delta) = C_1^2 \times u^2(X) + C_2^2 \times u^2(m)$$

其中灵敏系数： $C_1 = \frac{1}{mg}$

$$C_2 = -\frac{X}{m^2g}$$

即合成方差表达式为：

$$u_{\text{crel}}^2(\delta) = \left(\frac{1}{mg}\right)^2 \times u^2(X) + \left(-\frac{X}{m^2g}\right)^2 \times u^2(m)$$

二、输入量的不确定度来源

1 被校方向盘力角仪转向力示值的测量结果重复性

$$\left(\frac{1}{mg}\right) \times u_1(X) = u_{Arel}$$

2 被校方向盘力角仪转向力示值的数显量化误差

$$\left(\frac{1}{mg}\right) \times u_2(X) = u_{1rel}$$

3 加载砝码误差

$$\left(-\frac{X}{m^2g}\right) \times u(m) = u_{2rel}$$

三、输入量的标准不确定度的评定

1 被校方向盘力角仪转向力示值 X 估计值（测量结果重复性）的标准不确定度的评定

被校方向盘力角仪转向力示值 X 估计值的不确定度主要来源于方向盘力角仪示值的测量结果重复性。测量结果重复性可以通过连续测量得到的测量列，采用 A 类方法进行评定。在标准装置及被校方向盘力角仪正常工况条件下，在加载 10.20 kg 测量点(对应 99.96N 力值)时等精度重复测量十次，由统计得单次测量实验标准差 $s(X)$

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.42 \text{ N}$$

实际测量时，在每个测量点读取三次示值，取其平均值作为测量结果。故测量结果重复性引入的标准不确定度为

$$u_1(X) = s(X)/\sqrt{3} = 0.24 \text{ N}$$

自由度 $\nu_A = 9$

2 被校方向盘力角仪转向力示值 X 估计值（数显量化误差）的标准不确定度的评定

通常数显方向盘力角仪的分度值为 1 N，其数显量化误差以等概率分布(矩形分布)落在宽度为 $1 \text{ N} \div 2 = 0.5 \text{ N}$ 的区间内。考虑其引入的标准不确定度为

$$u_2(X) = 0.5\text{N}/\sqrt{3} = 0.29 \text{ N}$$

自由度 $\nu_1 \rightarrow \infty$

3 加载砝码值 m 误差引入的标准不确定度的评定

加载砝码根据 M_2 级的要求，对 10.20 kg 加载砝码（对应 99.96 N 力值）就有 $\pm 0.00163 \text{ kg}$ 的误差。按均匀分布考虑

$$u(m) = 0.00163\text{kg}/\sqrt{3} = 0.94 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

估计该标准不确定度 90% 可靠，故自由度为

$$\nu_2 = \frac{1}{2} \times \left[\frac{\Delta u(m)}{u(m)} \right]^{-2} = \frac{1}{2} \times \left[\frac{0.10}{1} \right]^{-2} = 50$$

四、输出量的标准不确定度分量一览表

序	输入量估计值的标准不确定度评定			自由度		输出量估计值的相对标准不确定度分量		
	来源	符号	数值	符号	数值	符号	灵敏系数 C_i	$ C_i \times u(x)$
1	测量结果重复性	$u_1(X)$	0.24 N	ν_A	9	u_{Arel}	$\frac{1}{mg}$	0.24 %
2	数显量化误差	$u_2(X)$	0.29 N	ν_1	∞	u_{1rel}	$\frac{1}{mg}$	0.29 %
3	加载砝码误差	$u(m)$	0.00094 kg	ν_2	50	u_{2rel}	$-\frac{X}{m^2 g}$	0.09 %

注：上述计算按 $X = 99.96 \text{ N}$ 、 $m = 10.20 \text{ kg}$ 、 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ 计。

五、合成标准不确定度的评定

由于各标准不确定度分量相互无关，故

$$u_{crel}(\delta) = \sqrt{u_{Arel}^2 + u_{1rel}^2 + u_{2rel}^2} = 0.39 \%$$

$$\text{有效自由度} \quad \nu_{eff} = \frac{u_{crel}^4(\delta)}{\sum \frac{u_{irel}^4}{\nu_i}} = \frac{0.39^4}{\frac{0.24^4}{9} + \frac{0.29^4}{\infty} + \frac{0.09^4}{50}} = 62$$

六、扩展不确定度的评定

按置信概率 $p = 0.95$ ，有效自由度 $\nu_{eff} = 62$ ，查 t 分布表，得 $k_p = t_{95}(62) = 2.01$ 。

故转向力示值误差的扩展不确定度应当为

$$U_{95rel} = k_p \times u_{crel}(\delta) = 2.01 \times 0.39 \% = 0.78 \%$$

七、测量不确定度的报告

上述分析及计算按 JJG1059—1999《测量不确定度评定与表示》进行，被校方向盘力角仪转向力示值误差的相对扩展不确定度 $U_{95rel} = 0.78 \%$ ($\nu_{eff} = 62$ ， $k_p = 2.01$)。

根据被校方向盘力角仪的要求，转向力最大允许误差不大于 3%，说明本校准方法能够满足量值溯源的要求。

附录 E

校准证书内容

校准证书的内容应排列有序，格式清晰，至少应包括以下内容：

1. 标题：校准证书；
 2. 实验室名称和地址；
 3. 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
 4. 证书或报告编号、页码及总页数；
 5. 送校单位的名称和地址；
 6. 被校准仪器名称：方向盘力角检测仪；
 7. 被校方向盘力角检测仪的制造商、型号规格及编号；
 8. 校准所使用的计量标准名称、溯源性及有效性说明；
 9. 本规范的名称及编号和对本规范的任何偏离、增加或减少的说明；
 10. 校准时的环境情况；
 11. 校准项目的校准结果；
 12. 示值误差的测量不确定度；
 13. 校准人签名，核验人签名，批准人签名及职务；
 14. 校准日期及校准证书签发日期；
 15. 复校时间间隔的建议；
 16. 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书。
-