



中华人民共和国工业和信息化部
机械计量技术规范

JJF (机械) 1112—2023

机动车辅助驾驶检测设备（动态转向参数）
校准规范

Calibration Specification for
Motor vehicle assisted driving detection equipment (dynamic
steering parameters)

20**—**—**发布

20**—**—**实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

机动车辅助驾驶检测设备 (动态转向参数)校准规范

Calibration Specification for
Motor vehicle assisted driving detection equipment
(dynamic steering parameters)

JJF (机械)1112—2023

归口单位：中国机械工业联合会

起草单位：洛阳西苑车辆与动力检验所有限公司

本规范委托中国机械工业联合会负责解释

本规范主要起草人：

步雨辰 （洛阳西苑车辆与动力检验所有限公司）

李艳波 （洛阳西苑车辆与动力检验所有限公司）

参加起草人：

李占博 （洛阳西苑车辆与动力检验所有限公司）

罗一鸣 （洛阳西苑车辆与动力检验所有限公司）

朱 健 （洛阳西苑车辆与动力检验所有限公司）

目 录

引 言.....	I
1 范围.....	1
2 引用文献.....	1
3 概述.....	1
4 计量特性.....	2
4.1 外观检查.....	2
4.2 示值误差.....	2
4.3 示值重复性.....	2
5 校准条件.....	2
5.1 环境条件.....	2
5.2 标准装置.....	3
6 校准项目和校准方法.....	3
6.1 外观检查.....	3
6.2 示值误差校准.....	3
6.3 示值重复性校准.....	4
7 校准结果的表述.....	5
8 复校时间间隔.....	5
附录 A 机动车辅助驾驶检测设备动态转向角度示值误差测量结果的不确定度评定示例 .	6
附录 B 机动车辅助驾驶检测设备瞬时角速度示值误差测量结果的不确定度评定示例 ...	9
附录 C 校准证书或校准报告内容	11

引 言

本规范依据 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF 1196-2008《机动车方向盘转向力-转向角检测仪校准规范》、JJF(汽车)07-2008《转向力角测试仪校准规范》、GB/T 6323-2014《汽车操纵稳定性试验方法》、GB/T 25979-2010《道路车辆重型商用汽车列车和铰接客车横向稳定性试验方法》、JT/T 884-2014《营运车辆抗侧翻稳定性试验方法稳态圆周试验》等编制。本规范为首次发布。

机动车辅助驾驶检测设备（动态转向参数）校准规范

1 范围

本规范适用于新制造、使用中和维修后机动车辅助驾驶检测设备（动态转向参数）（以下简称检测设备）的校准。

2 引用文件

本规范引用下列技术文件：

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

JJF 1196-2008 机动车方向盘转向力-转向角检测仪校准规范

JJF（汽车）07-2008 转向力角测试仪校准规范

GB/T 6323-2014 汽车操纵稳定性试验方法

GB/T 25979-2010 道路车辆重型商用汽车列车和铰接客车横向稳定性试验方法

JT/T 884-2014 营运车辆抗侧翻稳定性试验方法稳态圆周试验

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

作为替代驾驶员进行可靠性、危险性和高精度车辆道路测试的机动车辅助驾驶检测设备，主要由编码器、扭矩传感器、数据采集器等组成。检测设备目前广泛应用于汽车操纵稳定性试验、车辆抗侧翻稳定性试验方法稳态圆周试验、车辆动态转向系统的测试试验，用于检测在极端条件下驾驶员驾驶数据。

4 计量特性

4.1 外观检查

检测设备应有唯一性的识别标识,各部件操作灵活,显示清晰,不应有影响校准的缺陷。

4.2 示值误差

4.2.1 动态转向角度示值误差要求见表 1

表 1 动态转向角度示值误差要求

测量范围	允许误差
$\pm 50^\circ$	$\pm 0.5^\circ$
$\pm 180^\circ$	$\pm 2.0^\circ$
$\pm 360^\circ$	$\pm 4.0^\circ$
$\pm 1080^\circ$	$\pm 10.0^\circ$

4.2.2 瞬时角速度示值误差要求见表 2

表 2 瞬时角速度示值误差要求

测量范围	允许误差
$-50^\circ/\text{s} \sim 50^\circ/\text{s}$	$\pm 0.5^\circ/\text{s}$
$-100^\circ/\text{s} \sim 100^\circ/\text{s}$	$\pm 1.0^\circ/\text{s}$
$-500^\circ/\text{s} \sim 500^\circ/\text{s}$	$\pm 2.0^\circ/\text{s}$

4.3 示值重复性

4.3.1 动态转向角度示值重复性要求见表 3

表 3 动态转向角度示值重复性要求

测量范围	允许误差
$\pm 50^\circ$	$\pm 0.2^\circ$
$\pm 180^\circ$	$\pm 0.5^\circ$
$\pm 360^\circ$	$\pm 1.0^\circ$
$\pm 1080^\circ$	$\pm 3.0^\circ$

注:上述技术要求仅供参考

5 校准条件

5.1 环境条件

环境温度: $0^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$

相对湿度: $\leq 85\% \text{RH}$

室内无腐蚀性介质、无明显的干扰振源和强电磁环境

5.2 标准装置

5.2.1 动态转向参数检测设备校准装置，由转向盘固定基座，伺服电机，编码器及数据采集器组成。

表 4 标准装置及要求

名称	测量范围	最大允许误差
动态转向参数 校准装置	角度：无限制	$\pm 0.06^\circ$
	角速度：（-2000~2000）°/s	$\pm 0.06^\circ/\text{s}$
	模拟负载力矩：（0~100）Nm	$\pm 0.8\text{Nm}$

6 校准项目和校准方法

6.1 外观检查

检测设备应有唯一性的识别标识，各部件操作灵活，显示清晰，不应有影响校准的缺陷。

6.2 示值误差校准

6.2.1 校准前的准备工作

1) 将检测设备安装固定在动态转向参数校准装置，保证被校方向盘和校准装置的编码器、伺服电机的同轴安装。

2) 将检测设备连接至动态转向参数校准装置的数据采集器中，如供电不同可外接 24V 或 12V 电源。

3) 设置检测设备和校准装置采样频率一致。

6.2.2 动态转向角度示值误差校准

6.2.2.1 设置动态转向参数校准装置扭矩参数（建议参数 0Nm、70Nm），校准点的选择一般为 0° 、 180° 、 360° 、 540° 、 720° 、 1080° ，（也可根据用户的要求选择校准点）。

6.2.2.2 将检测设备转向角和校准装置同时清零。

6.2.2.3 分别在所设置的扭矩下转动检测设备和校准装置至相应校准点。记录检测设备和校准装置示值。

6.2.2.4 按公式（1）计算各校准点的示值误差：

$$\Delta\theta_i = \theta_i - \theta_{i0} \quad (1)$$

式中： $\Delta\theta_i$ —第*i*校准点检测设备转向角度示值误差，°；

θ_i —第*i*校准点检测设备转向角度，°；

θ_{i0} —第*i*校准点校准装置转向角度，°。

6.2.3 瞬时角速度示值误差校准

6.2.3.1 将被检测设备和校准装置同轴固定保证被校方向盘和校准装置的编码器、伺服电机的同轴安装，设置动态转向参数校准装置扭矩参数（建议参数0Nm、70Nm）。

6.2.3.2 将检测设备转向角和校准装置同时清零。

6.2.3.3 转动检测设备和校准装置至360°、720°。

6.2.3.4 读取检测设备转向角和校准装置瞬时角速度曲线，找到峰值，按公式（2）计算的示值误差

$$\Delta V_i = V_{mi} - V_{mi0} \quad (2)$$

式中： ΔV_i —第*i*校准点检测设备瞬时角速度示值误差，°/s；

V_{mi} —第*i*校准点检测设备瞬时角速度峰值，°/s；

V_{mi0} —第*i*校准点校准装置瞬时角速度峰值，°/s。

6.3 示值重复性校准

6.3.1 动态转向角度示值重复性校准

6.3.2.1 设置动态转向参数校准装置扭矩参数（建议参数0Nm、70Nm），校准点的选择一般为0°、180°、360°、540°、720°、1080°重复测量三次。

，按公式（3）计算被校检测设备动态转向角度重复性：

$$R_{\theta} = \theta_{imax} - \theta_{imin} \quad (3)$$

式中： R_{θ} —第*i*校准点检测设备动态转向角度示值重复性，°；

θ_{imax} —第*i*校准点检测设备动态转向角度示值最大值，°；

θ_{imin} —第*i*校准点检测设备动态转向角度示值最小值，°。

7 校准结果的表述

经校准的机动车辅助驾驶检测设备，出具校准证书或校准报告。注明校准项目，校准用测量标准的溯源性及有效性说明，测量不确定度等（详见附录 A、附录 B）。

8 复校时间间隔

机动车辅助驾驶检测设备的复校时间间隔由用户自定。

附录 A 机动车辅助驾驶检测设备动态转向角度示值误差测量结果的不确定度评定示例

A.1 测量方法

用本规范规定的测量方法如正文 6.2.2 所述。

A.2 动态转向角度示值误差数学模型

$$\Delta\theta_i = \theta_i - \theta_{i0} \quad (\text{A. 1})$$

式中： $\Delta\theta_i$ —第*i*校准点检测设备转向角度示值误差，°；

θ_i —第*i*校准点检测设备转向角度，°；

θ_{i0} —第*i*校准点校准装置转向角度，°。

A.3 方差和灵敏系数

因为各输入量彼此独立，依不确定度传播定律：

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^n [c_i u(x_i)]^2 \quad (\text{A. 2})$$

由（A.1）式得方差：

$$u_c^2(\Delta\theta_i) = c_1^2 u^2(\theta_i) + c_2^2 u^2(\theta_{i0}) \quad (\text{A. 3})$$

式中： $u(\theta_i)$ —被校检测设备引入的不确定度分量；

$u(\theta_{i0})$ —标准装置引入的不确定度分量。

灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial(\Delta\theta_i)}{\partial(\theta_i)} = 1 \quad (\text{A. 4})$$

$$c_2 = \frac{\partial(\Delta\theta_i)}{\partial(\theta_{i0})} = -1 \quad (\text{A. 5})$$

根据（A.4），（A.5）式得标准不确定度：

$$u_c^2(\Delta\theta_i) = u^2(\theta_i) + u^2(\theta_{i0}) \quad (\text{A. 6})$$

A.4 标准不确定度分量

本测量主要有两项不确定度分量，即由标准装置引入的不确定度 $u(\theta_{i0})$ 和被校检测设备引入的不确定度 $u(\theta_i)$ ，其他的不确定度来源如同轴度等可忽略不计。

A.4.1 标准装置引入的不确定度

A.4.1.1 由校准装置最大允许误差引入的不确定度分量 $u(\theta_{i0})$

校准装置的最大允许误差为 $\pm 0.02^\circ$ ，服从均匀分布。其标准不确定度分量为：

$$u(\theta_{i0}) = \frac{0.02^\circ}{\sqrt{3}} = 0.012^\circ$$

A.4.2 被校检测设备引入的不确定度 $u(\theta_i)$ A.4.2.1 由被校检测设备测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(\theta_i)$

以扭矩 70Nm 动态转向角度 180° 校准点为例，进行 10 次独立、等精度测量，测量结果如表 A.1。

表 A.1 180° 校准点检测设备动态转向角度测量数据表 (单位: $^\circ$)

179.87	179.96	179.92	179.87	179.93	179.91	179.99	179.92	179.92	179.86
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

得单次测量的实验标准差：

$$s(\theta_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\theta_i - \bar{\theta}_i)^2}{n-1}} = 0.041^\circ \quad (\text{其中 } n=10)$$

A.4.2.2 由检测设备数显量化误差引入的标准不确定度分量 $u_2(\theta_i)$

检测设备分辨力为 0.01° ，服从均匀分布，因此：

$$u_2(\theta_i) = \frac{0.01^\circ}{\sqrt{3}} = 0.0058^\circ$$

由重复性引入的不确定度分量大于由分辨力引入的不确定度分量，因此：

$$u(\theta_i) = u_1(\theta_i) = 0.041^\circ$$

A. 4. 3 合成标准不确定度：

$$u_c = \sqrt{u^2(\theta_i) + u^2(\theta_{i0})} = 0.043^\circ$$

取置信因子 $k=2$, 其扩展不确定度为： $U=2 \times 0.04=0.08^\circ$

上述得到检测设备动态转向角度示值误差的扩展不确定度为： $U=0.08^\circ$ ，（ $k=2$ ）。

附录 B 机动车辅助驾驶检测设备瞬时角速度示值误差测量结果的不确定度评定示例

B.1 测量方法

用本规范规定的测量方法如正文 6.2.3 所述。

B.2 检测设备瞬时角速度示值误差数学模型

$$\Delta V_i = V_{mi} - V_{mi0} \quad (B.1)$$

式中： ΔV_i —第*i*校准点检测设备瞬时角速度示值误差，°/s；

V_{mi} —第*i*校准点检测设备瞬时角速度峰值，°/s；

V_{mi0} —第*i*校准点校准装置瞬时角速度峰值，°/s。

B.3 方差和灵敏系数

因为各输入量彼此独立，依不确定度传播定律：

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^n [c_i u(x_i)]^2 \quad (B.2)$$

由（B.2）式得方差：

$$u_c^2(\Delta V_i) = c_1^2 u^2(V_{mi}) + c_2^2 u^2(V_{mi0}) \quad (B.3)$$

式中： $u(V_{mi})$ —被校检测设备瞬时角速度峰值引入的不确定度分量；

$u(V_{mi0})$ —校准装置瞬时角速度峰值引入的不确定度分量。

灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial(\Delta V_i)}{\partial(V_{mi})} = 1 \quad (B.4)$$

$$c_2 = \frac{\partial(\Delta V_i)}{\partial(V_{mi0})} = -1 \quad (B.5)$$

根据（B.4），（B.5）式得标准不确定度：

$$u_c^2(\Delta V_i) = u^2(V_{mi}) + u^2(V_{mi0}) \quad (B.6)$$

B.4 标准不确定度分量

本测量主要有两项不确定度分量，即被校检测设备瞬时角速度峰值引入的不确定度分量和校准装置瞬时角速度峰值引入的不确定度分量，其他的不确定度来源可忽略不计。

B. 4. 1 被校检测设备瞬时角速度峰值引入的不确定度分量 $u(V_{mi})$

以扭矩 70Nm 转动 360° 校准点为例:

其峰值为 202.23° /s, 分辨力为 0.01° /s, 服从均匀分布, 则

$$u(V_{mi}) = \frac{0.01^\circ / s}{\sqrt{3}} = 0.0058^\circ / s$$

B. 4. 2 校准装置瞬时角速度峰值引入的不确定度分量 $u(V_{mi0})$

标准装置的最大允许误差为 0.05° /s, 服从均匀分布。其标准不确定度分量为:

$$u(V_{mi0}) = \frac{0.05^\circ / s}{\sqrt{3}} = 0.03^\circ / s$$

B. 4. 3 合成标准不确定度:

$$u_c = \sqrt{u^2(V_i) + u^2(V_{mi0})} = 0.031^\circ$$

取置信因子 $k=2$, 其扩展不确定度为: $U = 2 \times 0.04 = 0.08^\circ / s$

上述分析及计算得到检测设备瞬时角速度示值误差测量结果的扩展不确定度为:

$$U = 0.08^\circ / s, \quad (k=2)。$$

附录 C

校准证书或校准报告内容

- a) 标题，如“校准证书”或“校准报告”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如不在实验室内进行校准）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页的标识；
- e) 送校单位的名称和地址；
- 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的应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
- i) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及测量不确定度的说明；
- m) 校准证书或校准报告签发人的签名标识，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，不得部分复制证书或报告的声明。