



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

汽车直线行驶稳定性试验方法

Test method of vehicle driving stability in straight line

（征求意见稿）

（本稿完成日期：202104）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准 监督 管理 委员会

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 通则 1

4 测量变量 1

5 测量设备 2

6 试验条件 2

7 试验过程 2

8 试验数据处理 3

附录 A（规范性附录）数据表—基本评价试验 5

附录 B（规范性附录）数据预处理要求 6

参考文献 8

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本文件由全国汽车标准化技术委员会（SAC/TC114）归口。

本文件起草单位： 。

本文件主要起草人： 。

汽车直线行驶稳定性试验方法

1 范围

本文件规定了汽车直线行驶稳定性试验方法。

本文件适用于GB/T 15089中定义的M、N类车辆，其它类型车辆可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 3730.2 道路车辆 质量 词汇和代码

GB/T 12534 汽车道路试验方法通则

GB/T 12549 汽车操纵稳定性术语及其定义

GB/T 15089 机动车辆及挂车分类

3 术语和定义

GB/T 3730.2、GB/T 12534、GB/T 12549和GB/T 15089界定的术语和定义适用于本文件。

3.1 直线行驶稳定性 driving stability in straight line

汽车直线行驶时由转向系统中心区特性影响的不偏离直行的能力，以直行通道内驾驶员对汽车转向盘的修正量来表征。

4 通则

本文件的目的是考察汽车直线行驶中转向系统自身的稳定性，主要是通过汽车在直行通道内行驶时驾驶员对转向盘的修正量来评价。该试验是闭环试验，不同驾驶员的试验结果会有差异，因此，试验应采用同一设备并由同一驾驶员完成。

5 测量变量

试验中需要测量如下变量，参数定义见GB/T 12549：

- a) 车速
- b) 转向盘转角
- c) 转向盘转角速度
- d) 转向盘力矩

6 测量设备

6.1 试验测试仪器

试验中需要的测试仪器如下：

- a) 车速测量仪
- b) 转向盘力矩、转向盘转角测量仪
- c) 多通道数据采集系统

6.2 传感器量程

所有的变量都应该选取合适的传感器进行测量，其时间历程由多通道数据采集仪记录。试验仪器设备应符合GB/T12534中第3.5条的规定，测量范围及最大误差满足表1的要求。

表1 变量、常规量程和推荐最大偏差

测量变量	测量范围	精度
车速	0 km/h~ 150 km/h	±1 km/h
转向盘转角	-50 ° ~ +50 °	±0.1 °
转向盘转角速度	-100 °/s ~ +100 °/s	±1 °/s
转向盘力矩	-50 N·m~+50 N·m	±0.5 N·m

7 试验条件

7.1 试验车辆

试验车辆载荷状态有两种，即 GB/T 3730.2 中定义的最大设计总质量状态和汽车整备质量状态基础上增加驾驶员、试验员及仪器的轻载状态。试验前，测定车轮定位参数。对转向系、悬架系进行检查、调整和紧固，按规定进行润滑。只有认定试验汽车已符合厂方规定的技术条件，方可进行试验。测定及检查的有关参数的数值，记入附录 A 中。试验车辆行驶不应跑偏

采用新轮胎试验，试验前至少经过 200 km 正常行驶的磨合；若用旧轮胎，试验终了时残留轮胎胎冠花纹深度不小于 1.6 mm，轮胎气压、不平衡量应符合汽车出厂技术要求。

7.2 试验路面条件

试验场地应在平整、干净、干燥并且铺设均匀的道路上进行，测试道路的坡度在任何方向不能超过 2 %（推荐1.5 %）。推荐试验区间路段长度为500 m~1000 m，对于每一次试验，路面条件、坡度和铺路材料都应记录在附录A中。

7.3 试验环境

在测试过程中，环境风速在不低于路面1m高度处测量，最大环境风速不得超过5 m/s，理想状况下环境风速应不超过1.5 m/s。若在试验过程中风速超过1.5 m/s，为避免侧风影响，车辆应在顺风的方向上进行测试。大气温度在0 °C~40 °C 范围内。每次测试时的环境条件应记录在附录A中。

8 试验过程

8.1 预热

在正式试验之前，驾驶员要以试验车速行驶不低于10 km的距离来进行预备行驶，在热车的同时使驾驶员熟悉试验要求和场地。

8.2 直线行驶过程

车辆在试验过程中保持稳定的行驶速度，试验车速为样车最高车速的80 %并四舍五入为10的整数倍，也可以该车速为基准，提高或降低试验车速（车速间隔为20 km/h），整个试验过程中应保证车速偏差不得超过试验规定车速的 $\pm 3\%$ ，试验车速应在试验报告中详细记录。如有必要，试验车速可采用加速或减速。

在直线行驶试验区间应布置标桩或在地面绘制车道线，车道宽度在被测车辆的车宽基础上增加0.4 m。在试验中，驾驶员按正常驾驶习惯操纵转向盘，确保试验车辆在车道内直行通过。如果试验过程中，撞倒标桩或碾压车道线，则本次试验无效。

在整个试验区间内，需记录各传感器的信号时间历程，正反两个方向上的有效试验数据均不得少于3组，最终获得的有效数据总里程不得少于4 km，同时记录试验顺序。

9 试验数据处理

为了维持汽车在测试车道内行驶，驾驶员需要对方向盘进行操作，这一过程中的转向盘转角、转向盘角速度、转向盘力矩可以作为评价汽车直线行驶性能的指标。

9.1 试验数据预处理

数据采集及数据处理建议采用下列参数

- a) 截止频率： $f_c \geq 30$ Hz；
 - b) 数据滤波：采用抗混叠滤波器；
 - c) 采样时间间隔在满足截止频率的基础上根据数据采集过程中采用的抗混叠滤波器性能指标确定。
- 试验数据预处理方法按附录 B 的要求进行。

9.2 试验评价指标计算

9.2.1 标准差

第 k 次试验转向盘转角标准差按下式确定：

$$\sigma_{\delta_{SWk}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_{SWki} - \bar{\delta}_{SWk})^2}{n}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $\sigma_{\delta_{SWk}}$ ——转向盘转角标准差，单位为度（°）；
 $\bar{\delta}_{SWk}$ ——第 k 次试验转向盘转角，单位为度（°）；
 δ_{SWki} ——第 k 次试验第 i 个采样点转向盘转角瞬时值，单位为度（°）。

平均标准差按下式确定：

$$\overline{\sigma_{\delta_{SW}}} = \frac{1}{k} \sum_{k=1}^k \sigma_{SWk} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $\overline{\sigma_{\delta_{SW}}}$ ——转向盘转角平均标准差，单位为度（°）；
 $\sigma_{\delta_{SWk}}$ ——转向盘转角标准差，单位为度（°）。

第 k 次试验转向盘转角速度标准差按下式确定：

$$\sigma_{\omega SWk} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\omega_{SWki} - \overline{\omega_{SWk}})^2}{n}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$\sigma_{\omega SWk}$ ——转向盘转角速度标准差，单位为度（°）；

ω_{SWk} ——转向盘转角速度，单位为度（°）；

ω_{SWki} ——第 k 次试验第 i 个采样点转向盘转角速度瞬时值，单位为度（°）。

平均标准差按下式确定：

$$\overline{\sigma_{\omega SW}} = \frac{1}{k} \sum_{k=1}^k \sigma_{\omega SWk} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\overline{\sigma_{\omega SW}}$ ——转向盘转角速度平均标准差，单位为度（°）；

$\sigma_{\omega SWk}$ ——转向盘转角速度标准差，单位为度（°）。

9.2.2 均值

转向盘力矩均值按下式确定：

$$\overline{M_{SW}} = \frac{1}{k} \sum_{k=1}^k \overline{M_{SWk}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$\overline{M_{SW}}$ ——转向盘力矩均值，单位为牛米（Nm）；

M_{SWk} ——第k次试验转向盘力矩，单位为牛米（Nm）。

附录 A
(规范性)

数据表—基本评价试验

试验汽车型号_____	试验汽车编号_____
制造厂名_____	出厂日期_____
发动机号_____	底盘号_____
行驶里程_____km	轴距_____m
前轮距_____m	后轮距_____m
轻载质量_____kg	
前轴载质量_____kg	后轴载质量_____kg
额定最大装载质量_____kg	
前轴载荷质量_____kg	后轴载质量_____kg
前轮胎型号_____	前轮辋型号_____
前左轮气压	前右轮气压
冷态_____kPa	冷态_____kPa
花纹高度	
前左轮_____mm	前右轮_____mm
后轮胎型号	后轮辋型号_____
后左轮气压	后右轮气压
冷态_____kPa	冷态_____kPa
花纹高度	
后左轮_____mm	后右轮_____mm
车轮定位参数	
主销内倾	
左轮_____ (°)	右轮_____ (°)
主销后倾	
左轮_____ (°)	右轮_____ (°)
车轮外倾	
前左轮_____ (°)	前右轮_____ (°)
后左轮_____ (°)	后右轮_____ (°)
车轮前束	
前轮_____mm	后轮_____mm
转向盘直径_____m	转向盘自由行程_____ (°)
所用仪器	
测操舵力矩_____	测横摆角速度_____
测汽车前进速度_____	测车身倾角_____
测侧向加速度_____	
试验地点_____	路面状况及材质_____
场地坡度_____	风速_____m/s
大气温度_____℃	试验日期_____
试验参加人员_____	驾驶员_____
数据处理人员_____	

附录 B
(规范性)
数据预处理要求

B.1 概述

测试、评价的频率范围 0Hz~5Hz。

B.2 模拟信号调试

B.2.1 传感器和采集系统的带宽要求

带宽应大于等于 8Hz。

B.2.2 滤波器要求

对信号的滤波应采用低通滤波器。通频带宽（从 0Hz 到-3dB 的频率 f_0 ）不得小于 9Hz。在 0Hz~5Hz 频率范围内，幅值误差应小于 $\pm 0.5\%$ 。所有模拟信号应使用具有相同相位特性的滤波器进行处理，以保证由于滤波带来的时间延迟是相同的。

注：为保存低频信号，信号应采用直流耦合。由于包含不同频率成分的模拟信号滤波处理会发生相移，推荐采用 B.3 节中描述的数字信号处理方法。

B.3 混叠误差及抗混叠滤波器

B.3.1 模拟信号处理

模拟信号处理的准备包括：选择避免混叠误差的采样频率和滤波器幅值衰减特性、滤波器的相位滞后和时间延迟特性。

B.3.2 采样和数字化总体要求

采样和数字化应考虑的内容：保证数字化误差最小的预采样放大率、每次采样的位数、每个周期的采样数、采样和保持放大器、样本空间。对于其它无相移数字滤波器应考虑通带、阻带、衰减、允许纹波的选择，以及滤波器相位滞后的校正。

为了实现整体数据达到 $\pm 0.5\%$ 的采集精度，上述因素十分重要。

采用巴特沃斯滤波器的衰减和相移信息，避免无法校正的混叠误差，在采样和数字化之前对模拟信号应正确滤波。滤波器阶次及其通带的选择应该根据关注频率范围和对采样频率下信号平整度的要求来确定。最低滤波特性和最小采样频率应满足：

a) 在 0Hz~ $f_{\max}=5\text{Hz}$ 的频率范围内，模拟信号的最大衰减量应小于信号数字化的分辨率；

b) 在二分之一采样频率处（即奈奎斯特频率或折叠频率），信号和噪声的所有频率成分的大小要减小到小于数字化分辨率。

示例：对于 0.05% 的分辨率，在 5Hz 范围内滤波器的幅值衰减应该小于 0.05%。对于二分之一采样频率以上的所有频率处幅值衰减应该大于 99.95%。

B.3.3 滤波器阶次要求

为保证数据处理效果，推荐抗混叠滤波器是四阶或者更高。

应抗混叠滤波，也应避免过度的模拟信号滤波。此外，所有的滤波器应具有相同的相位特性，以确保信号之间的时间延迟差异满足时域测量精度的要求。

注：因为被测变量幅值相乘时，相移及相应的时间延迟会增加，因此当被测变量相乘后形成新的变量时，相移尤其应注意。通过增加滤波器的截止频率 f_0 可以降低相移及时间延迟。

B. 4 采样及数字化

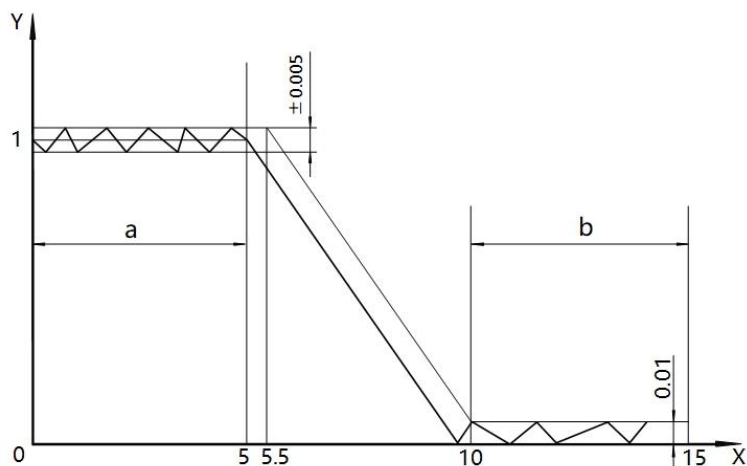
应限制模拟输入变化超过 0.1% 而引起的动态误差，采样或数字化的时间应小于 $32\ \mu\text{s}$ 。每一对或一组要比较的样本数据应同时或在足够短的时间内采集。

数字化应采用 14 位或更高分辨率 ($\pm 0.05\%$)，2LSB ($\pm 0.1\%$) 精度的系统。数字化前模拟信号的放大应该保证：在数字化过程中，由于有限分辨率和数字化的不准确而导致的综合误差应小于 0.25%。

B. 5 无相移数字滤波器

对于用于评价的数据的滤波，无相移（0 相移）数字滤波器应该具有以下特点（见图 B. 1）：

- 通带的范围应是 0 Hz~5 Hz；
- 阻带应在 10 Hz~15 Hz 之间开始；
- 通带滤波器增益应是 1 ± 0.005 ；
- 阻带滤波器增益应是 ± 0.01 。



图注：
X——频率, f (Hz)；
Y——滤波器增益；
a——通带；
c——阻带。

图 B. 1 无相移数字滤波器特点要求

参考文献

- [1] ISO/TS 20119:2002 《Road vehicles — Test method for the quantification of on-centre handling — Determination of dispersion metrics for straight-line driving》