

重型汽车操纵稳定性试验通用条件

编制说明

1 工作简况

1.1 背景

道路车辆的操作稳定性行为是车辆主动安全中的重要部分。由于在驾驶员、车辆、环境之间相互作用并且该三者之间存在独特的个体复杂性，因此，对车辆操作稳定性行为的评价存在一定困难。

试验测试条件对测试结果有相当大的影响，仅在具有相同测试工况下的测试结果才具有可比性。在 ISO 15037-2-2002 标准中，对重型汽车操纵稳定性试验测试通用条件有明确的规定，可供汽车企业参考。目前我国还没有统一的关于车辆动力学试验的一般试验条件，各企业和研究机构多参考国外标准制定企业标准，导致各企业和研究机构使用标准不一致，影响企业和研究机构在相互交流时不能统一试验条件，对国内汽车操纵稳定性试验发展不利。通过此次标准制定能够填补国内空白，为国内汽车研发公司在该领域的研究提供标准试验条件，促进行业发展。

1.2 前期研究及任务来源

吉林大学汽车仿真与控制国家重点实验室长期从事汽车操纵稳定性测试与分析，完成了 30 余款车的操纵稳定性试验测试，积累了丰富的经验和数据。本次联合国内多家汽车企业，共同制定适合我国国情的重型汽车操纵稳定性试验通用条件，将是可行的。

依据 2015 年 5 月 29 日，全国汽车标准化技术委员会车辆动力学分技术委员会的会议决议，对 ISO 15037-2: 2002 标准进行研究，并进行国标转换。

全国汽车标准化技术委员会向全标委立项，获得标准编制项目(项目编号 20162470-T-339)，本项目按照立项要求进行编制，制定的标准将主要规定重型汽车操纵稳定性试验的测试变量、试验装备以及数据处理方法、环境要求等，主要解决重型汽车操纵稳定性试验的测试条件的一致性问题。

1.3 主要工作过程

《重型汽车操纵稳定性试验通用条件》修订工作由工信部组织开展，并于 2015 年正式启动，吉林大学汽车仿真与控制国家重点实验室作为牵头起草单位与中国汽车技术中心有限公司共同成立标准起草工作组按工信部的要求完成相关研究任务。

2015 年 5 月前，吉林大学汽车仿真与控制国家重点实验室依据国际 ISO 15037-2: 2002，以及实验室前期研究对 10 余辆重型汽车操纵稳定性测试的经验，起草了《重型汽车操纵稳定性试验通用条件》草稿。

2015 年 5 月 29 日，向全国汽车标准化技术委员会车辆动力学分技术委员会提出制定《重型汽车操纵稳定性试验通用条件》国家标准的建议，并向分标委进行了说明，分标委全体委员表决同意开展该项标准的编制。

2015 年 9 月，通过全国汽车标准化技术委员会向国家提出编制推荐性国家标准建议书，并申请立项。

2015 年 9 月-2016 年 7 月，吉林大学汽车仿真与控制国家重点实验室组织标准起草小组开展多轮次的标准编制会议，对《重型汽车操纵稳定性试验通用条件》进行了多次讨论和修改。

2016.07.20-21, 全国汽车标准化技术委员会车辆动力学分标委在南京组织分标委技术专家对吉林大学汽车仿真与控制国家重点实验室提出的《重型汽车操纵稳定性试验通用条件》进行了评审, 提出了修改意见。

2016年9月, 国家标准技术评审中心对标准进行了立项答辩, 评审通过了《重型汽车操纵稳定性试验通用条件》标准编制立项。

2016年11月29-30日, 全国汽车标准化技术委员会车辆动力学分标委在成都组织分标委技术专家对《重型汽车操纵稳定性试验通用条件》修改稿进行了新一轮评审和修改建议。

2017年1月-2019年10月, 标准起草小组根据专家意见对标准进行了多轮次修改和征求意见, 形成了《重型汽车操纵稳定性试验通用条件》征求意见稿。

2 标准编制原则和主要技术内容

《重型汽车操纵稳定性试验通用条件》标准主要依据国际标准 ISO 15037-2: 2002 的内容, 结合我国汽车工业现状和我国汽车试验场地条件、各家汽车企业测试装备情况进行转换, 目标是解决重型汽车操纵稳定性试验的测试条件的一致性问题。主要内容包括规定重型汽车操纵稳定性试验的测试变量、试验装备以及数据处理方法、环境要求等。

2.1 试验测量变量

参考坐标系。试验记录的运动变量坐标原点通常取在车辆质心, 也可取在其它位置处, 但应记录在试验报告中。

应确定的变量包括：转向盘转角、转向盘力矩、纵向速度、整车侧偏角、纵向加速度、侧向加速度、横摆角速度、侧倾角速度、俯仰角速度、侧倾角、俯仰角、铰接角。

2.2 测量设备要求

试验采用多通道采集系统和传感器测量。传感器和记录系统的工作范围以及推荐的最大误差如表 1 所示。无论是测量还是计算的变量均应达到指定的精度要求，为了计算某些特征值，应提高测量精度。若采用系统的误差超过推荐值，则该误差以及实际最大误差应记录在试验报告中。

表1 变量及其典型工作范围和推荐的最大误差

变量	典型工作范围	推荐最大误差
转向盘转角	$-360^{\circ} \sim 360^{\circ}$	$\pm 1^{\circ}$, $\delta_{sw} < 50^{\circ}$ 时 $\pm 2^{\circ}$, $50^{\circ} < \delta_{sw} < 180^{\circ}$ 时 $\pm 4^{\circ}$, $\delta_{sw} > 180^{\circ}$ 时
转向盘力矩	$-30\text{Nm} \sim 30\text{Nm}$	$\pm 0.1\text{Nm}$, $M_{\text{H}} \leq 10\text{Nm}$ $\pm 0.3\text{Nm}$, $M_{\text{H}} > 10\text{Nm}$
纵向速度	$0\text{km/h} \sim 180\text{km/h}$	$\pm 1\text{km/h}$, $u \leq 100\text{km/h}$ $\pm 2\text{km/h}$, $u > 100\text{km/h}$
侧向速度	$-10\text{m/s} \sim 10\text{m/s}$	$\pm 0.2\text{m/s}$
侧偏角	$-20^{\circ} \sim 20^{\circ}$	$\pm 0.3^{\circ}$
纵向加速度	$-15\text{m/s}^2 \sim 15\text{m/s}^2$	$\pm 0.15\text{m/s}^2$
侧向加速度	$-15\text{m/s}^2 \sim 15\text{m/s}^2$	$\pm 0.15\text{m/s}^2$
横摆角速度	$-50^{\circ}/\text{s} \sim 50^{\circ}/\text{s}$	$\pm 0.3^{\circ}/\text{s}$, $r < 20^{\circ}$ 时 $\pm 1^{\circ}/\text{s}$, $r > 20^{\circ}$ 时
俯仰角速度	$-50^{\circ}/\text{s} \sim 50^{\circ}/\text{s}$	$\pm 0.3^{\circ}/\text{s}$, $q < 20^{\circ}$ 时 $\pm 1^{\circ}/\text{s}$, $q > 20^{\circ}$ 时
侧倾角速度	$-50^{\circ}/\text{s} \sim 50^{\circ}/\text{s}$	$\pm 0.3^{\circ}/\text{s}$, $p < 20^{\circ}$ 时 $\pm 1^{\circ}/\text{s}$, $p > 20^{\circ}$ 时
侧倾角	$-15^{\circ} \sim 15^{\circ}$	$\pm 0.15^{\circ}$
俯仰角	$-15^{\circ} \sim 15^{\circ}$	$\pm 0.15^{\circ}$

2.3 数据处理方法

重型汽车操纵稳定性的测试、评价的频率范围 $0\text{Hz} \sim 2\text{Hz}$ 。

传感器和采集系统的带宽应大于等于 8Hz。

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~2Hz 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。

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。

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，应综合考虑上述影响因素。

巴特沃斯滤波器的衰减和相移信息。应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应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~ $f_{\max}=2\text{Hz}$ 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。

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。

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%。

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：

- 通带的范围应是 $0\text{Hz} \sim 2\text{Hz}$ ；
- 阻带应在 $6\text{Hz} \sim 10\text{Hz}$ 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 。

2.4 试验条件

主要说明环境条件和汽车测试条件的要求，特定的试验也应遵循这些条件。任何与本标准规定不一致的都应该在测试报告中列出，包括显示结果的各图表。对于每种测试方法，特定的测试条件和会变化的数据（如轮胎花纹深度）做一个单独的测试报告。

所有试验都应该在平整、干净、干燥并且铺设均匀的场地上进行。在试验路段外加 25m 的道路区间，测试场地的坡度在任何方向不能超过

2%（推荐 1.5%）。对于每次试验，测试报告应记录试验场地表面条件和道路材料。

试验中周围环境风速应不超过 5m/s。每次试验，试验报告均应记录测试时的气候条件。

试验汽车的基本数据信息应该记录在测试报告中。任何汽车参数的变化（如负荷），均应再次记录基本数据信息。

车轮定位参数应满足产品设计要求。

轮胎应该按照汽车制造商的说明书选择新轮胎安装到试验汽车上。如果轮胎制造商没有明确说明，轮胎应该在被测试汽车或者相似汽车上磨合至少 150km，但要保证无过度使用，如紧急刹车、急加速、急转弯、压路肩等等。磨合后，轮胎应该保持在相同的位置进行测试。

轮胎花纹深度（包括轮胎整个接触地面的宽度及整个轮胎表面）应该是初始轮胎花纹深度 90%以上。

在试验测试条件中应记录轮胎的生产日期。试验轮胎距生产日期不应超过一年。

轮胎应按照汽车制造商说明的对应试验环境温度的压力充气。对于胎压小于等于 250kPa，冷充气压力的误差应为 ± 5 kPa；胎压超过 250kPa 时，误差应不超过 2%。

预热前的轮胎压力和轮胎胎面花纹深度应在试验报告中记录。

除基本轮胎条件外，其它条件下也可进行试验。具体的细节应在试验报告中记录。

影响整车性能测试的关键部件（如部件型号及车型号）和测试条件（如减震器参数和悬架几何参数）应满足制造商的说明。任何偏离制造商说明的数据都应记录在基本信息里。

试验中测试汽车的总质量不应超过制造商规定的最大总质量和最大轴载荷，且应说明总质量和重心位置（纵向、侧向、垂向）。

为了试验车辆质量、重心位置及转动惯量应与设计相接近，其增加载荷应均布，由此产生的轮荷应测量并记录到试验报告中

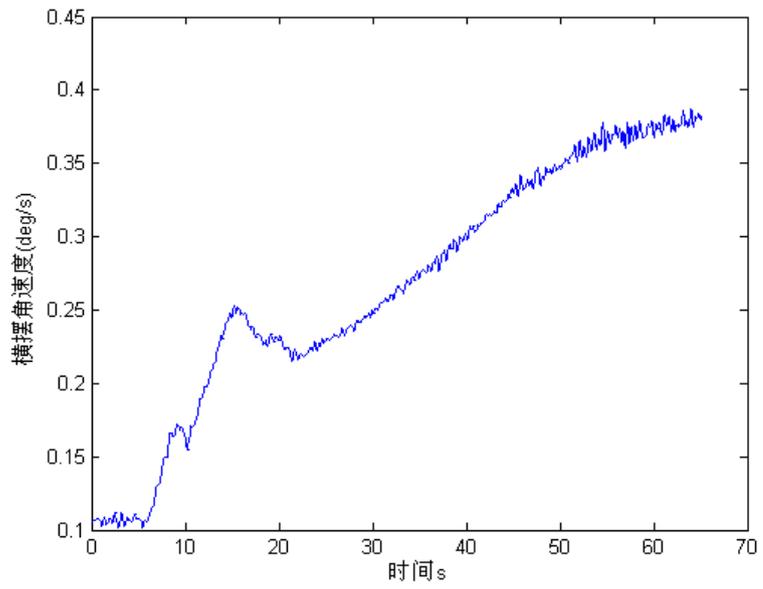
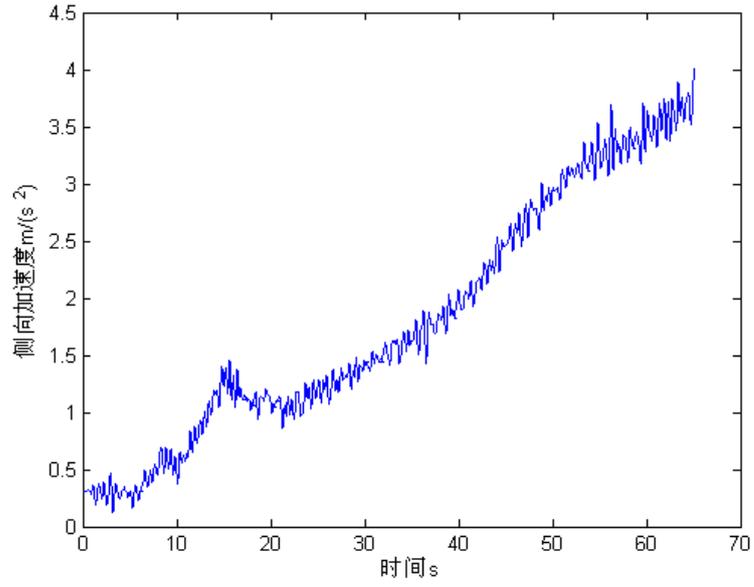
最大载荷条件是标准测试条件。最大载荷条件是指牵引车或拖挂车的总质量等于整车整备质量加上设计最大装载质量或使试验车处于设计最大总质量的状态，同时还应保证任意车轴上的荷载不超过标准要求的最大轴载荷。试验车重心高度和附加载荷的质量分布应反映试验车的应用情况。

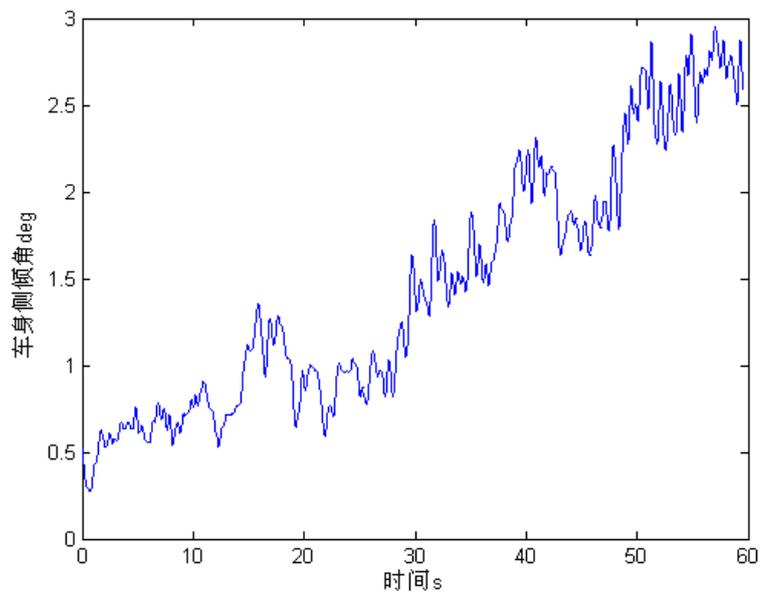
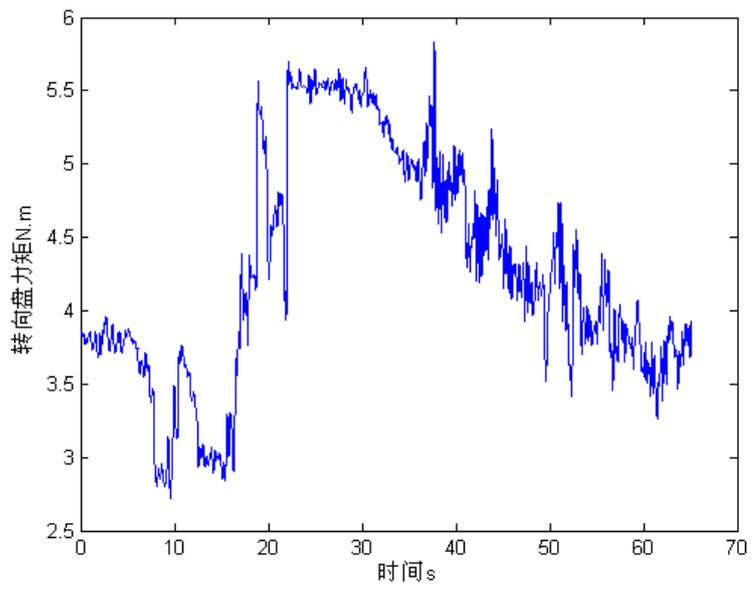
重型汽车最小载荷条件是指每个单元的整备质量加上试验仪器质量。对于牵引单元需加上驾驶员质量，另外根据需要可加上一个设备操作员或观察员的质量。最小载荷条件是可选做条件。

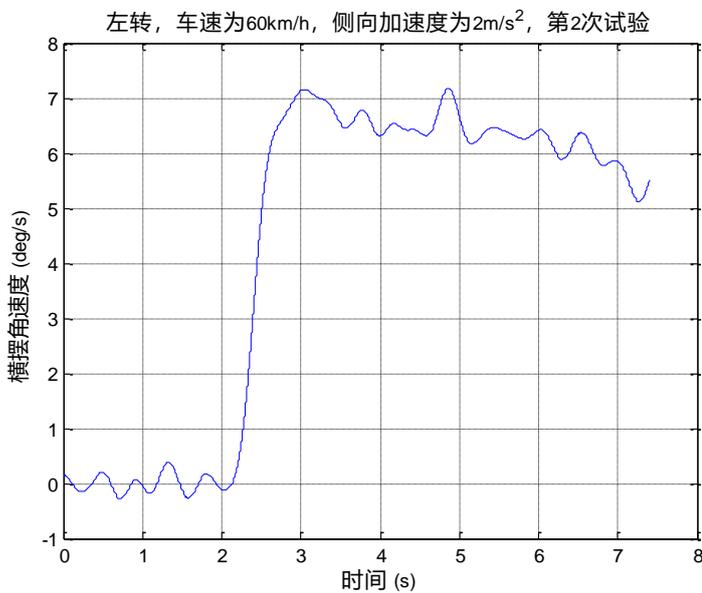
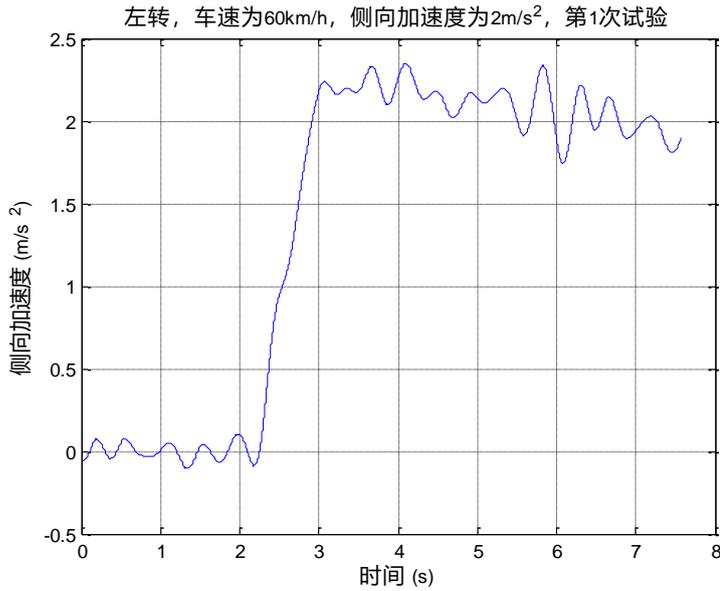
其它载荷条件可用于代表特殊运输条件。

3 主要试验（或）验证情况分析

该标准规定的测量变量、测试方法、场地要求、试验条件等在吉林大学汽车仿真与控制国家重点实验室开展的 30 余辆车的操纵稳定性试验中进行了验证，所有变量可测量，测试方法可行，采用的数据处理方法可保证试验结果的一致性，试验条件在国内各大汽车试验场都可实现。重型车操纵稳定性试验的一些结果如下：







4 专利说明

本标准不涉及专利。

5 预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本标准规定了重型汽车开展操纵稳定性试验的基本条件，是进行重型汽车操纵稳定性试验的基础，实施该标准将统一我国各汽车企业进行操纵稳定性试验的测试变量、测试方法、数据处理方法、试验条件等，各企业自主开展的操纵稳定性试验结果将具有可比性、一致性，将统一

我国汽车企业的试验测试结果表达，对推动我国汽车工业整车操纵稳定性性能自主开发，提升我国自主汽车操纵稳定性性能起到积极作用。

6 采用国际标准和国外先进标准情况

6.1 采用国际标准情况

本标准等同采用国际标准 ISO 15037-2-2002。

6.2 与同类国际/国外标准的对比

与国际标准 ISO 15037-2-2002 相比，本标准基本采用了国际标准中的内容，并结合了我国汽车工业现状和试验场地情况进行了修改。

7 在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准是我国汽车操纵稳定性试验的基础；与现行相关法律、法规、规章及相关标准没有冲突或矛盾。

8 重大意见的处理过程和依据

本标准制定过程中无重大分歧。

9 标准性质的建议说明

本标准为推荐性标准。

10 贯彻标准的要求和措施建议

该标准是重型汽车操纵稳定性试验的基础，为操纵稳定性场地试验规定了基本试验条件，为企业统一试验结果，试验结果可参考性奠定了基础。因此，该标准应全面推广应用到我国汽车整车企业及相关零部件企业，规范各企业的试验测量、试验条件、数据处理，提高我国汽车企业操纵稳定性试验的结果一致性。

11 废止现行相关标准的建议

本标准无现行标准，无废止现行标准需求。

12 其它应予说明的事项

无。

2019 年 12 月 16 日