

# 《道路车辆-侧风敏感性-风机输入开环试验方法》

## 征求意见稿

### 编制说明

(一) 工作简况，包括任务来源、主要工作过程、主要参加单位和小组成员及其所做的工作等；

#### 1、任务来源

为了提升道路车辆在强风环境下的行驶安全性，保证汽车侧风稳定性测试方法的规范性，填补国家标准体系的空白，全国汽车标准化技术委员会（以下简称汽标委）整车分技术委员会（以下简称整车分委会）组织，由中国汽车技术研究中心有限公司牵头开展 ISO 12021:2010《Road vehicles - Sensitivity to lateral wind - Open-loop test method using wind generator input》标准的转化工作。

2019年12月31日，国家标准化管理委员会发布了《国家标准化管理委员会关于下达2019年第四批推荐性国家标准计划的通知》（国标委发〔2019〕40号），下达标准计划名称为《道路车辆-侧风敏感性-风机输入开环试验方法》，计划编号20194433-T-339。

#### 2、主要工作过程

##### 2.1 对 ISO 12021:2010 进行翻译

2017年年底，由标准研究工作组组建翻译小组对 ISO 12021:2010《Road vehicles - Sensitivity to lateral wind - Open-loop test method using wind generator input》标准进行翻译。

同时，对 ISO 12021 标准的修订状态进行查询，确认 2010 年版

本是其最新有效版本。

## 2.2 形成标准草案并提交立项

完成标准翻译和海外实测后，工作组讨论决定第一版标准草稿的型式为等同采用 ISO 12021:2010，并于 2017 年底将标准草稿及推荐性国家标准项目建议书报送给汽标委整车分委会秘书处进行标准项目立项申报工作。

## 2.3 工作组会议讨论

### 2.3.1 汽车风洞试验及应用标准研究工作组第四次会议

2018 年 12 月 5 日，汽车风洞试验及应用标准研究工作组第四次工作会议在天津召开。会议介绍了侧风敏感性相关背景，《道路车辆-侧风敏感性-风机输入开环试验方法》标准的基本框架和主要内容以及现有的三种测试方法，分别是自然侧风环境实地测试法、固定横摆角风洞试验测试法和风机输入侧风环境试验道路开环测试法以及三种方法各自的优劣。

会议讨论并认可了工作开展方式，建议补充完善风机设备外形及风品质的相关要求，便于进行试验的方法的统一。

### 2.3.2 汽车风洞试验及应用标准研究工作组第五次会议

2019 年 6 月 26 日，汽车风洞试验与应用标准研究工作组第五次工作会议在无锡召开。会上对标准项目的工作开展情况进行了介绍，该标准项目等同采用 ISO 12021，在技术内容上与上一版草案没有变化，只是在编辑性和文字上进行了调整。

会议讨论了标准中“脉冲值”的定义，以及术语与定义中直接

引用的 ISO 8855 没有中文版，需要后续考虑是否将相应的术语罗列在标准中的问题。建议工作组各单位后续对现有的标准草案进行研究，考虑标准等同采用，重点对标准描述性的问题提出建议并反馈。

### 2.3.2 汽车风洞试验及应用标准研究工作组第七次会议

2020 年 6 月 5 日，汽车风洞试验及应用标准研究工作组第七次工作组会议通过网络视频会议的形式召开。《道路车辆-侧分敏感性-风机输入开环试验方法》标准已于 2020 年 1 月下达立项计划，按照计划要求 2 年内完成标准起草工作。标准起草组介绍了标准草案的基本框架和主要内容，对试验原则、测量变量、测试条件、风机设备、试验程序等内容进行了介绍。

会议讨论了试验方法部分不完善的内容，对风速剖面的记录、 $t_0$  点的定义、数据记录等问题进行了讨论，建议对试验场风机设备进行调研。

### 2.3.2 汽车风洞试验及应用标准研究工作组第八次会议

2020 年 11 月 17 日，汽车风洞试验及应用标准研究工作组第八次工作组会议通过网络视频会议的形式召开。按照工作组第七次会议讨论情况，起草组对标准草案进行了部分调整，并详细介绍了 ISO 标准中参照系规定与国家标准体系中 GB/T 12549 的区别并给出了处理意见。

与会专家对介绍内容展开讨论，表示空气动力学与操稳的参照系规定不同，建议沿用 ISO 标准体系的定义来保证标准自洽。标准对于自动驾驶车辆适用性的问题，建议标准覆盖自动驾驶汽车。

此外标准起草组带领与会专家对文本内容进行了逐条审阅，并对部分条款的描述方式提出了编辑性修改建议。秘书处对讨论内容进行了汇总记录，要求起草组会后按照会议讨论对标准文本进行修改，尽快形成标准征求意见稿。

## 2.4 试验验证及标准技术内容确认

工作组于 2019 年底组织开展了一次车辆侧风稳定性海外测试，对标准技术内容进行实测确认。海外测试结果表明，该标准的技术内容合理，方法描述清晰、可操作性强，测试结果可靠度高，且该标准在不同车型间具有较高通用性。

## 2.5 标准征求意见稿

2020 年 12 月至 2021 年 3 月，标准起草组根据 GB/T 1.2-2020 标准化工作导则 第 2 部分：以 ISO-IEC 标准化文件为基础的标准化文件起草规则的有关要求，依据等同采用 ISO 标准的有关要求对标准草案进行了编辑，以保证国家标准与 ISO 标准的一致性。在此基础上形成了标准征求意见稿。

（二）标准编制原则和主要内容（如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等）的论据，解决的主要问题，修订标准时应列出与原标准的主要差异和水平对比；

### 1、编制原则

本标准制订的主要目的是通过转化、采用国际先进标准，完善我国关于道路车辆侧风稳定性测试的标准。本标准的编写采取等同采用 ISO 12021:2010 的原则进行。

## 2、标准的主要内容

### 2.1 适用范围

本文件规定一种测试汽车侧风敏感性的开环测试方法，其中侧风由风机设备产生。本文件适用于 ISO3833 标准中定义的乘用车，拖挂式房车，以及轻型卡车。本文件对于摩托车的适用性尚未明确。

### 2.2 总体原则

本项试验的目的是定量测量汽车对侧风作用的敏感性，需要测量一系列用于表征汽车在侧风条件下行驶表现的参数。试验中汽车将首先沿着一条直线路径行驶，随后测量该车对于一段由风机输入的侧风的响应。在大部分测试过程中，测试车辆的转向盘需保持固定。

### 2.3 测量变量

本标准规定的侧风试验包含若干测量变量，其中强制测量变量包括横摆角速度、侧向加速度、方向盘转角以及纵向车速；非强制测量变量包括侧向偏移、侧倾角、侧偏角以及侧向速度。

### 2.4 测量仪器要求

下表所列为测量变量的标准操控范围以及组合传感器和记录系统的建议最大误差值：

测量变量	范围	组合传感器和记录系统的建议最大误差值
横摆角速度	-10°/s 到+10°/s	±0.1°/s
侧向加速度	-5m/s <sup>2</sup> 到+5m/s <sup>2</sup>	±0.05m/s <sup>2</sup>
转向盘角	-30°到+30° <sup>a</sup>	±1°，分辨率小于 0.3°
纵向车速	0m/s 到 40m/s	±0.4m/s
侧向偏移	5m	±0.02m
侧倾角	-10°到+10°	±0.1°

侧偏角	-5°到+5°	±0.2°
侧向速度	-10m/s 到+10m/s	±0.2m/s

## 2.5 测试条件

### (1) 测试跑道

所有测试必须在硬度均匀且干净无污染的路面开展。测试路面的坡度在横向总宽度上以及纵向任意 50m 之间必须小于 2.5%。

建议测试跑道是光滑表面（沥青或者混凝土）或者高摩擦表面。

测试路面在侧风区前（至少）100m 到侧风区后 100m 的范围内宽度须至少为 5m。在侧风区后的测试跑道宽度须至少 7m。

### (2) 气候条件

在试验周期内，环境风速应越小越好，至少满足任意风向的风速不大于 3m/s。标准测试条件下宜使用干燥路面，也可使用无明显积水的湿润路面。

## 2.6 风机设备

本测试中的侧风由风机产生，侧风平均风速需达到 20m/s±3m/s（在周围环境风速小于 1m/s 的条件下）。计算平均风速值的空间范围需涵盖基准行驶线上侧风区的长度以及测试车辆的高度。

## 2.7 试验程序

### (1) 测试车速

测试车速定义为纵向车速的标称值，标准测试车速为 100km/h，也可用其它值进行测试，步长建议为 20km/h。

每轮测试中，在侧风区起点  $x_0$  之前纵向车速的改变量需保证在 ±2km/h 以内。起点之后油门踏板将被固定。

## （2）转向装置

每轮测试需保证驾驶车辆先以测试车速沿一条直线路径（基准行驶线）行驶。当车辆接近侧风区时，允许转向修正将车辆维持在基准行驶线上。但在侧风区起点  $x_0$  之前 40m 处、，到起点之后以测试车速至少行驶 2s 的位置点  $x_d$  之间，转向盘必须保持固定。

转向盘角度最大偏移量对比其平均值须保证小于  $2^\circ$ ，直到通过侧风区点  $x_d$ 。

尽量使用附带工具固定转向盘以提高测试质量。

## （3）测试轮次

需要至少执行五轮测试。

## 2.8 数据分析

### （1）横摆角速度及侧向加速度

计算横摆角速度及侧向加速度脉冲值的方法如下：将脉冲值定义为在信号值超过峰值 50% 的这段时间内的平均信号值。首先以信号零值作为初始参考值定义最大输出时间  $t_{peak}$  和初始峰值。时间点  $t_0$  应首先定义为沿时间轴回溯当信号值开始变为低于 0.15 倍峰值时的时间点。因为转向盘从侧风区起点之前 40m 处起将被固定，输出信号的参考值为从时间点  $t-40$  后 0.2s 算起到时间点  $t_0$  前 0.2s 间信号值的平均值。注意时间点  $t-40$  时速度值取决于纵向车速，但也可采用测试车速进行计算。

### （2）侧向偏移

采用染色示踪法或数值计算法获得车辆的侧向偏移。

### （三）主要试验（或验证）情况分析；

本标准在编制过程中，于 2019 年底组织开展了一次车辆侧风稳定性海外试验。该次试验针对三款不同车辆进行了侧风输入下的横摆角速度、侧向加速度、侧向偏移测试。试验于西班牙 IDIADA 实车横风试验场开展，如图 1 所示，该试验场的横风模拟设施是由 10 台风机阵列组成 30.5 米长的横风区，最大横风风速 30m/s，试验时侧风风速分别为 10m/s 和 20m/s，根据蒲福风级等级设定，分别相当于 5 级和 8 级大风的条件，试验时平均环境风速小于 3m/s。



图 1 侧风响应道路试验设施

图 2 所示为车辆在试验场测试示意图，其中黑色线为车辆直线行驶参照线，黄线为车辆受到横风激励时的偏转线。图 3 和图 4 为测试结果（分别为侧向位移和横摆角）。测试结果表明，该标准的技术内容合理，方法描述清晰、可操作性强，测试结果可靠度高。



图 2 实车侧风响应测试示意图

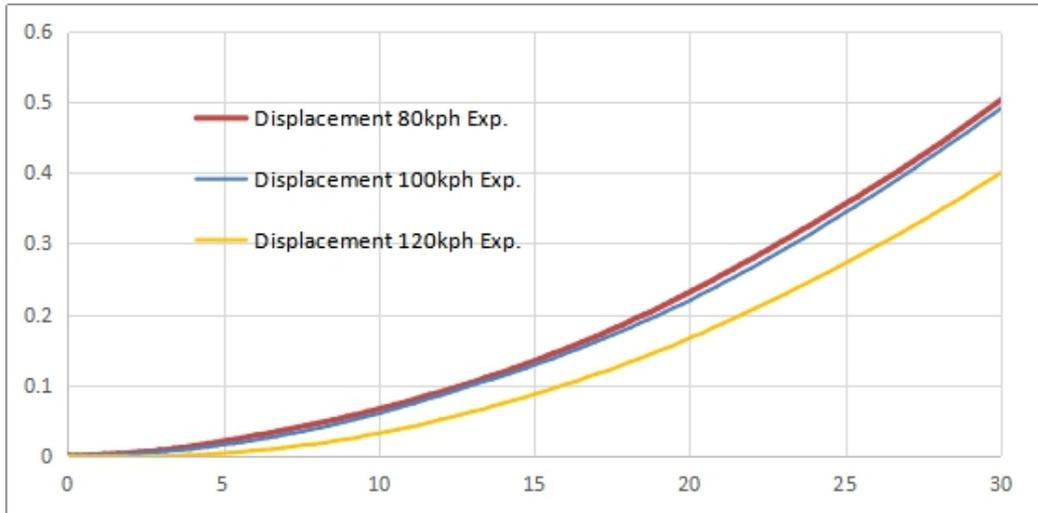


图 3 侧向位移曲线

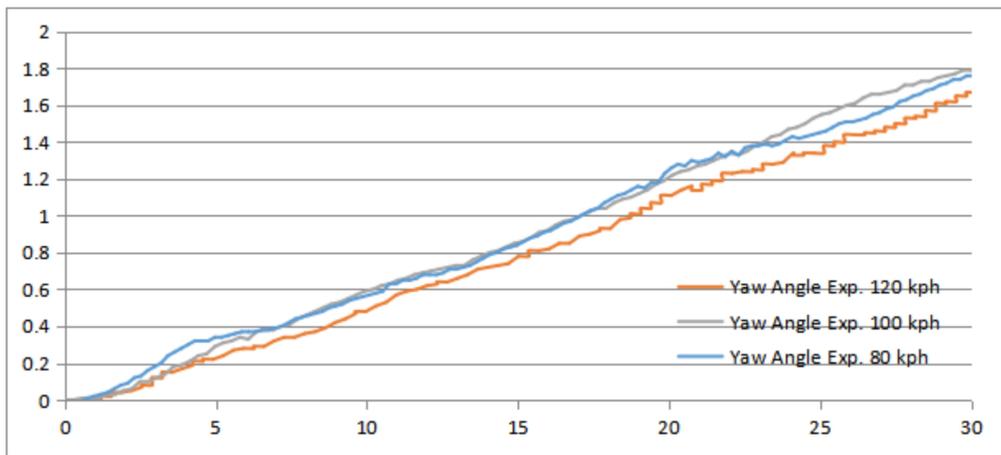


图 4 偏航角

(四) 明确标准中涉及专利的情况，对于涉及专利的标准项目，应提供全部专利所有权人的专利许可声明和专利披露声明；

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到 7.11 条、8.2 条及第 9 条相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利

持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：中汽研（天津）汽车工程研究院有限公司

地址：天津市东丽区先锋东路 68 号。

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

#### （五）预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况；

相关资料统计显示，每年因交通事故造成的直接经济损失达 10 亿元，而在这些交通事故中有相当比例是由于高速汽车受环境风影响造成的。因此，随着行车速度的不断提高，研究汽车的横风稳定性具有十分重要的意义。国外整车企业也已针对部分量产车型进行了横风稳定性研究，国际很多汽车厂均有自己的横风试验场，通过开展横风干扰对车辆驾驶员及车辆操纵稳定性影响的研究，建立针对横风稳定性研究的仿真和道路测试规范，并将该研究应用到量产车型开发中，如美国福特汽车公司的撼路者、福睿斯、B-MAX 等车型，日本丰田、马自达汽车公司等汽车企业相继开始研究横风干扰情况对车辆驾驶员及车辆操纵稳定性的影响、车辆穿过横风区对车辆瞬态气动力及气动力矩的影响，以及超车环境横风对流场变化的影响等，奔驰公司更是率先开发了横风稳定辅助系统，作为主动安全控制的全新模块，装配在 S 级、GL 级、GLA 级，以及 smart fortwo 等多款车型上。我国汽车空气动力学学科正在快速发展，但我国当前的汽车空气动力学技术水平仍然停留在起步阶段，对于横风稳定性的研究除部分高校进行

过小规模简单汽车模型的横风稳定性计算外，国内整车企业对横风稳定性的研究几乎处于空白状态，既没有相关测试场地，更没有相关测试标准，造成我国汽车空气动力学研究落后先进汽车生产国数十年的严峻局面。侧风敏感性作为汽车空气动力学研究的重要内容，建立测试标准对于促进我国汽车研发水平的提升，提高我国车辆的高速行驶安全性具有重要意义，同时可为前沿领域研究，如无人驾驶汽车的高速行驶安全性等可提供重要的技术支持。

**（六）采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况；**

本标准等同采用 ISO 12021:2010，总体技术水平与 ISO 标准保持一致。

**（七）在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及标准，特别是强制性标准的协调性；**

本标准与现行法律、法规和政策以及有关基础标准不矛盾。

**（八）重大分歧意见的处理经过和依据；**

标准编写过程中未出现重大分歧意见。

**（九）标准性质的建议说明；**

建议将该标准作为推荐性国家标准。

**（十）贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法、实施日期等）；**

建议自标准发布之日起第 7 个月实施。

(十一) 废止现行相关标准的建议；

无。

(十二) 其他应予说明的事项。

无。

《道路车辆-侧风敏感性-风机输入开环试验方法》标准起草组

2021年3月25日