

团 体 标 准

乘用车异响评价道路标准及路谱采集规范

The road standards of squeak&rattle evaluation for passenger vehicles and road spectrum acquisition specification

(征求意见稿)

目 次

| | |
|---------------------------|---|
| 前 言 | 1 |
| 1 范围 | 2 |
| 2 规范性引用文件 | 2 |
| 3 术语和定义 | 2 |
| 4 乘用车异响评价道路基本规定 | 3 |
| 5 乘用车异响评价道路路谱采集一般要求 | 6 |
| 6 乘用车异响评价道路路谱采集技术要求 | 7 |

前 言

汽车异响性能是影响用户驾乘体验的重要性能之一，建立乘用车异响评价道路标准，促进车企全面、规范的管控异响。统一异响评价道路也是制定异响评价标准及零部件试验标准的基础。规范乘用车异响评价道路谱采集方法，复现真实道路激励，有利于整车及零部件台架试验发现异响问题。

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》的规定起草。

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。

本文件由中国中国汽车工业协会归口。

本文件起草单位：中国汽车工程研究院股份有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、奇瑞汽车股份有限公司、广州汽车集团股份有限公司、上汽集团创新开发研究总院、东风汽车公司技术中心、重庆长安汽车股份有限公司、中国第一汽车集团有限公司研发总院、上汽大众汽车有限公司、智己汽车科技有限公司、大众汽车（中国）科技有限公司。

本文件主要起草人员：郑婷婷、龚小平、余扬佳、张仕全、刘伟、程亮、杨晋、许翔、韩琦、张浩、屈少举、叶常景、杨亮、徐朋、刘祖斌、林纪春、何融、唐重才。

乘用车异响评价道路标准及路谱采集规范

1 范围

本文件规定了乘用车异响评价道路分类、道路特征、道路选择、推荐车速、异响道路路谱采集要求。

本文件适用于乘用车包含新能源汽车、燃油车(包含M1、M2、N1)的汽车异响性能路试评价,整车异响路谱采集等。

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 12534-1990 汽车道路试验方法通则;

GB/T 15089-2001机动车辆及挂车分类

T/CECS G:T10-2018 汽车试验场特种道路设计;

GB/T 7031-2005/ISO 8608:1995 机械振动 道路路面谱测量数据报告;

GBT 920-2023 公路路面等级与面层类型代码。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

汽车试验场 automotive proving ground

模拟汽车使用过程中遇到的典型道路条件和环境条件的综合试验场,由各种特种道路、连接道路、试验设施和相关配套设施等组成。

[来源: T/CECS G:T10-2018]

3.2

舒适性试验路 noise vibration harshness testing road

用于汽车舒适性评价的特种道路,包括汽车行驶的平顺性、振动、噪声测试评价及异响评估等。

[来源: T/CECS G:T10-2018]

3.3

M1、M2、M3

M1: 指包括驾驶员座位在内,座位数不超过九座的载客汽车;

M2: 指包括驾驶员座位在内座位数超过九座,且最大设计总质量不超过5000kg的载客汽车;

M3:指最大设计总质量不超过3500kg的载货汽车。

3.4

路谱 road spectrum

路面平整度的功率谱密度曲线。作为汽车振动输入的路面平整度，主要采用位移功率谱密度描述其统计特性，路面平整度的时间历程可以视作平稳随机过程处理。

[来源：T/CECS G:T10-2018]

功率谱密度 power spectral density (PSD)

信号在单位频率范围内的有限均方值，表征单位频率上的能量分布。

[来源：GB/T 7031-2005/ISO 8608:1995]

3.5

快速傅里叶变换 (fast fourier transformation)

快速傅里叶变换一种将信号从时域信号变换为频域信号的数字信号处理的算法。

3.6

采样频率 (sampling frequency)

采样频率也称为采样速度或者采样率，定义了单位时间内从连续信号中提取并组成离散信号的采样个数，它用赫兹 (Hz) 来表示。

4 乘用车异响评价道路基本规定

4.1 乘用车异响评价道路标准制定原则

4.1.1 关联型

乘用车异响评价道路标准的制定是充分结合用户道路及使用工况，全面涵盖用户使用场景中会产生异响的道路，充分暴露汽车潜在的异响问题

4.1.2 适用性

乘用车异响评价道路标准适用于整车及零部件异响性能开发，整车及零部件异响水平评价、认证，整车量产异响检测、整车异响路谱采集。

4.1.3 全面性

乘用车异响评价道路标准涵盖恶劣路面、一般坏路、光滑路面三种不同等级路面，涉及分别针对底盘、悬架、车身、内外饰、四门两盖等子系统异响评价的十多种路面，全面涵盖用户工况，并包含异响路谱采集规范。

4.1.4 先进性

乘用车异响评价道路标准充分考虑现代汽车电动化、智能网联化的趋势以及大量新材料的使用等特点，标准中规定的道路及工况更适合现代汽车异响的评价。

4.2 乘用车异响评价道路分类

乘用车异响评价一般在专业汽车试验场舒适性评价道或者工厂量产检测道路进行，专业异响评价道路按路面粗糙程度划分为恶劣路面、粗糙路面、光滑路面三大类。其中恶劣路面按照激励方式划分为随机路面、侧向激励路面、扫频路面、冲击路面、扭转路面、悬架大位移六种。恶劣路面等效用户道路非铺装路面或者破损失修路面，是乘用车异响调校、评价的专业路面。调校、评价过程中可在以下恶劣路面每项分类中任意选择其中一种或多种路面进行整车异响评价。

恶劣路面分类：

随机路面：比利时路面、欧洲砖路面、植草砖路面等具有随机频率特征的路面；

侧向激励路面：鹅卵石路面、凹凸路面等具有侧向激励特征的路面；

扫频路面：搓衣板路面等具有扫频特征的路面；

冲击路面：绳索路面、角钢路面、减速带路面、井盖路面等具有冲击特征的路面；

扭转路面：直线扭转路面、弯曲扭转路面等具有扭转特征的路面；

悬架大位移路面：正弦波路面、起伏路面、下降路面、直道扭曲路等具有悬架大行程特征的路面。

粗糙路面：

粗糙等效用户道路中二级、三级公路中修补路面、弯道减速路面、波纹减速路面、粗糙水泥路面、接缝路面具有中等激励水平的路面。调校、评价过程中可选择其中一种或多种路面进行整车异响评价。

光滑路面：

光滑路面等效用户道路中高速公路、一级公路、其它等级路面中的光滑柏油路面。调校、评价过程中可任意选择其中一种路面进行整车异响评价。

4.3 乘用车异响评价道路特征及建议车速

汽车试验场和下线车试验道路种类繁多，进行乘用车异响水平横向比较、认证、异响问题确认等需要统一异响评价道路的情况，异响评价路面建议统一使用以下评价道路及车速：

表1 异响评价道路分类及特征

| 路面等级 | 路面类型 | 路面特征 | 建议车速 (km/h) |
|------|----------------------|---|----------------|
| 恶劣路面 | 鹅卵石路面 cobblestone | 鹅卵石采用自然圆形或椭圆形，圆滑无棱角，规格为直径50~200mm的鹅卵石不规则地埋入水泥混凝土路槽中，卵石高出地面高度15~50mm不等，鹅卵石分布密度为26-32个/m ² ，相邻鹅卵石间隙为5-15cm激励频率应控制在5~20Hz. | 8~15km/h 加速 |
| | 砖块路面 brick | 砖块路一般由路槽和石块组成，石块铺设于路槽内，水泥混凝土结构。砖块A尺寸20*7.5*10cm（长宽高），砖块B尺寸10*7.5*10cm（长宽高）。砖块纵缝错开，横缝对齐，缝宽度保证在1cm左右。砖块A相邻砖块高度差需覆盖0-16mm；砖块B相邻砖块高度差需覆盖0-8mm（尺寸仅供参考）。该路面激励频率应具有10~100Hz频带随机路面特征。 | 25km/h 匀速 |

| | | | |
|------|---|--|----------------|
| | 绳索路面 rope | 绳索路面是用直径32mm左右的聚丙烯绳索通过平行排布或交错排布的方式实现车辆的前后轮同步跳动、前后轮异步跳动、左右轮同步跳动、左右轮异步跳动。 | 25km/h 匀速 |
| | 角钢路面 angle iron | 角钢路是预埋长条形钢带至水泥混凝土的异响道路。角钢数量采用“544”循环设计，角钢凸出地面25mm。实现随机或周期不确定的周期性冲击类激励。 | 20km/h 匀速 |
| | 搓衣板路面 washboard | 搓衣板路为密集波浪形正弦波路面，通常由正搓板与斜搓板或错位搓板组合而成，试验场搓衣板路面正弦波长277mm，幅值5mm。 | 0~24km/h 加速 |
| | 起伏路面 rough road | 起伏路面是由表面为弧形的凸台组成，凸台横向宽度3m，纵向宽度1.5m，凸台高度0.1m，每个凸台的间隔8m左右。 | 8~15km/h |
| | 直线扭转路面 Twist straight/ 弯扭路 twist turn | 直线扭曲路由左右两排互相交错的凸块组成，凸块形状有梯形、正弦波形或环锥形，检验车辆的车架、车身结构强度和各系统的连接强度、干涉等。凸块高度一般为80~200mm。 弯扭路是结合转弯与扭曲路特征的典型异响道路，凸台高度46cm。 | 5km/h 匀速 |
| 粗糙路面 | 修补路 patch | 水泥混凝土或沥青路面，表面有开裂或局部修补，开裂或修补产生1-2cm高度不规则修复特征。 | 30km/h 匀速 |
| | 减速带 strip | 减速带宽30cm，高4cm，布置有单条、双条等形式。 | 30km/h 匀速 |
| 光滑路面 | 水泥路 smooth cement | 由水泥混凝土浇筑而成的平整路面，表面无破损和开裂。 | 80km/h 匀速 |

| | | |
|--------------------------|-------------------------------|--------------|
| 沥青路 smooth asphalt | 由沥青混凝土铺设而成的标准光滑沥青路面，表面无破损和开裂。 | 80km/h 匀速 |
|--------------------------|-------------------------------|--------------|

5 乘用车异响评价道路路谱采集一般要求

采集试验场异响道路路谱,通过台架迭代后在四通道试验台模拟整车或零部件的振动,加载温湿度、模拟光照,复现异响问题。

5.1 试验车辆准备。

轮胎气压检查:试验过程中轮胎冷充气压力应符合该车技术条件的规定(参考车辆铭牌推荐胎压),误差不超过10kpa($\pm 0.1\text{kgf/cm}^2$);

装载质量:车辆按3人配重,每人75kg,行李箱配重45kg,路谱采集时装载质量和路谱迭代时保持一致;

确保车辆表面清洁,检查车辆是否缺少紧固件或者零件。

5.2 气象。

试验时应无雨无雾天气;

相对湿度不大于95%;

气温 $0\sim 40$ 摄氏度;

风速不大于3m/s。

5.3 试验仪器。

加速度传感器:异响评价道路路谱采集轮心振动三向加速度信号($x\backslash y\backslash z$ 三个方向),推荐使用电容式加速度传感器,量程50g以上;

位移传感器:拉线位移传感器行程大于600mm;

数采设备:带笔记本电脑的数采前端,数采推荐使用HBM eDaq、somatXR、西门子数采前端、HEAD, $\geq 4\text{MB}$ 内存。

5.4 试验道路。

整车异响台架试验主要采集异响评价道路恶劣路面路谱(考虑CDC),常用采集道路和车速推荐如下:

表2 异响路谱采集对应车速

| 异响路谱采集 | |
|--------|-----------|
| 路面类型 | 车速 (km/h) |
| 鹅卵石路面 | 8 |
| 砖块路面 | 25 |
| 搓衣板路面 | 0-24 |
| 绳索路面 | 24 |
| 角钢路面 | 20 |

5.5 传感器布置方案:

路谱信号测点:异响路谱采集时加速度传感器布置在四轮轴头轮心位置,方向与车辆坐标一致;

监测点:监测轴头相对车身的位移变化信号,拉线位移传感器可布置在减振器上下安装点之间;

路谱采集时传感器的安装位置不受整车运行的影响；
台架迭代时，传感器的位置必须与路谱采集时的位置保持一致。

6 乘用车异响评价道路路谱采集技术要求

6.1 数据采集

采样设置：

采样频率：512Hz

采样时长：采样时长由路面长度决定，一般可采30~60s的时域文件；

采集次数：每一种路面采集3次。

数据采集：添加汉宁窗，按照以上设置，采集轴头轮心处的三向加速度振动信号，轴头相对于车身的位移信号（CDC减振器还需要同步采集CAN信号）。

6.2 数据处理。

根据实际异响评价的需要，对数据进行滤波，添加抗混叠滤波器，对于整车异响而言，频率范围一般控制振动频率在0.6~100Hz；

提取的CDC减振器CAN信号需要使用对应车辆的CBD文件进行打开；

采集的路谱轴头加速度信号或位移信号迭代后可用于四通道台架试验，迭代前后时域谱吻合率不小于90%，路谱数据时域信号可进行快速傅里叶变换（FFT）转换为功率谱密度（PSD）形式进行道路的横向比较。