

# 团 体 标 准

T/CSAEXX—2020

## 汽车整车道路行驶风噪试验方法

Test method of wind noise for motor vehicles driving on road

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

2020-XX-XX 发布

2020-XX-XX 实施

中国汽车工程学会 发布

## 目 次

前言 .....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
3.1 风噪.....	1
3.2 自功率谱 .....	1
3.3 1/3 倍频程谱 .....	1
3.4 能量平均 .....	2
3.5 声压级.....	2
3.6 响度.....	2
3.7 语音清晰度.....	2
4 试验条件.....	2
4.1 试验道路 .....	2
4.2 试验环境 .....	2
5 试验车辆.....	3
5.1 整车条件 .....	3
5.2 发动机和轮胎条件 .....	3
5.3 车辆载荷 .....	3
5.4 车辆可调功能部件 .....	3
5.5 座椅调节 .....	4
6 测量仪器.....	5
6.1 传声器 .....	5
6.2 声校准器 .....	5
6.3 数据采集仪器 .....	5
6.4 声学测量仪器的校准 .....	5
6.5 车速表 .....	5
6.6 气象参数测量仪器 .....	5
6.7 仪器定检 .....	5
7 测量方法.....	5
7.1 传声器布置要求.....	6
7.2 等速法测量.....	6
7.3 测量条件记录 .....	6
8 风噪评价.....	7
8.1 频谱.....	7

8.2	A 计权声压级 .....	7
8.3	语音清晰度 .....	7
8.4	响度 .....	7
8.5	累计声压差分值 .....	7
9	试验报告 .....	7
附录 A	（规范性附录） 等速法测量 .....	8
附录 B	（规范性附录） 试验条件记录表 .....	9

## 前 言

本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则编写。

本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国汽车工程学会汽车空气动力学分会提出。

本标准起草单位：广州汽车集团股份有限公司汽车工程研究院，东风汽车集团技术中心，同济大学，中国汽车工程研究院股份有限公司，吉利汽车研究院、长安汽车研究院、江淮汽车。

本标准主要起草人：徐仰汇、张斌瑜、周万田、黄祚华、王毅刚、李沛然、魏伟、汤环球、沈哲、任超、宋俊、杨超、董国旭、李星、汪小鹏。

本标准于\*\*\*年\*\*月首次发布。

# 汽车整车道路行驶风噪试验方法

## 1 范围

本标准规定了在测试车道路面上进行整车车内风噪试验的方法，给出了试验基本条件、测量过程、数据处理、评价指标内容。

本标准适用于具有完整车身密封系统的 M1 类汽车。

本标准规定的方法所获取的结果可以评价车内风噪水平。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 3240-1982 声学测量中的常用频率

GB/T 3730.2 道路车辆质量词汇和代码

GB/T 3785.1 电声学 声级计

GB 15089-2001 机动车辆及挂车分类

GB/T 15173 电声学 声校准器

GB/T 15485 声学 语言清晰度指数的计算方法

GB/T 18697-2002 声学 汽车车内噪声测量方法

GB/T 22157 声学 测量道路车辆和轮胎噪声的试验车道技术规范

T/CSAE 113—2019 汽车整车气动 声学风洞风噪试验 车内风噪测量方法

ISO 532-1-2017 声学 响度计算方法：第一部分 Zwicker 方法 (Acoustics - Methods for calculating loudness-Part 1: Zwicker method)

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准

### 3.1

**风噪 wind noise**

气动噪声在工程领域的简称，是空气与目标对象相对运动，造成气体非定常流动产生的噪声。

### 3.2

**自功率谱 auto power spectrum**

线性频谱乘以它的共轭，幅值采用平方根形式，是常见的窄带信号的谱函数形式。

### 3.3

**1/3 倍频程谱 1/3 octave spectrum**

倍频程是指以  $o_c = 2^{n/2}$  为系数, 选定中心频率  $f_c$  分别乘以系数  $o_c$  和除以系数  $o_c$  为上下限频率, 然后分段计算功率谱后合并。1/3 倍频程即取  $n=1/3$ , 中心频率系列值参考 GB 3240-1982。

### 3.4

#### 能量平均 energy averaging

多个频谱进行平均处理时的一种计算方式, 即对频谱的幅值进行平方和开根计算, 见公式 (3.1)。式中,

$$A = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i^2} \dots\dots\dots(3.1)$$

其中:

$A$  为平均完以后的幅值

$A_i$  为第  $i$  个频谱的幅值

$n$  为需要平均的频谱数量

### 3.5

#### 声压级 sound pressure level

声压与参考声压之比以 10 为底的对数乘以 20, 单位为分贝 (dB), 空气中的参考声压为  $20\mu\text{Pa}$ 。

### 3.6

#### 响度 loudness

一种心理声学参数指标, 表示听觉判断声音强弱的属性, 根据它可以把声音排成由轻到响的序列, 单位为宋 (sone)。

### 3.7

#### 语音清晰度指数 articulation index

在给定的语言通道和噪声条件下, 语言可懂程度的有效比例即为语音清晰度 AI。它是通过大量语音清晰度测试导出的, 具有频带可加性, 用来计算给定语言传递系统的语言可懂度的一个指数, 取值在 0~1 之间。

## 4 试验条件

### 4.1 试验道路

测量车道路面应满足 GB/T 22157 中规定的路面特性。此外测量车道应平直、干燥, 表面无其余杂物。车道试验段长度满足车辆 140km/h 巡航 10s 以上。

测量车道应具备如下条件, 即从汽车辐射的声音只能通过车体辐射和道路表面的反射成为车内噪声的一部分, 而不能通过建筑物、墙壁或者汽车之外的类似大型物体的反射成为车内噪声。测量车道中心线两侧五十米范围内无大的声反射物。

### 4.2 试验环境

#### 4.2.1 背景噪声

噪声测量前后，应持续测量 10 s 背景噪声。采用与测量过程中所用的同一传声器并置于与噪声测量时相同的位置，记录其最大“A”计权声级。

由背景噪声和仪器内部电噪声而确定的动态范围上限应小于所测声级 10dB 以上。

#### 4.2.2 气象条件

试验应在无雨、雪、冰雹等恶劣气象活动的天气条件下进行，地表以上 1.5 m 高度环境风速峰值不得大于 3m/s，环境温度应在 5℃~40℃的范围内（如果汽车生产企业允许，可进行试验的最低环境温度为 0℃）。噪声测量过程中，风速和风向对比于汽车行驶方向应在报告中加以说明。

在试验前，试验中，试验后，都需记录温度、风速及方向、相对湿度、气压等气象条件。

### 5 试验车辆

#### 5.1 整车条件

5.1.1 测量开始之前，被测汽车的技术状况应符合该车型的技术条件。为保证试验有效性，子系统、组件应装配到位，螺栓预紧力应满足设计要求。

5.1.2 试验车辆所有液体媒质，包括燃料、冷却液、制动液、润滑油、动力转向液等应按设计要求加注，燃料应至少充满燃料箱总容积的 3/4。

5.1.3 车身表面整洁，无伪装、无异常突起物和其他异物，备胎、随车工具等应按设计要求固定。

5.1.4 试验前车辆应进行热车，以 60km/h-80km/h 匀速行驶 10 分钟以上（约 10km）。

5.1.5 整车、子系统和零部件应达到设计要求，制造、装配无异常情况，任何违背或未达到整车、子系统和零部件设计、制造、装配要求的异常情况均应在试验原始记录中注明。

#### 5.2 发动机和轮胎条件

5.2.1 在测量过程中，发动机的所有运行条件，如燃料、润滑油、点火正时或喷油时间等都应符合制造厂家的规定。

5.2.2 被测汽车装用的轮胎应为该车型配置轮胎，且方便从市场购买，轮胎冷态气压充至汽车生产企业规定的气压。

5.2.3 轮胎应较新，花纹无明显磨损（特别是不应有偏磨），轮胎花纹深度不应低于 1.6mm。

5.2.4 轮胎型号和充气压力应该在报告中加以说明。

5.2.5 测量开始之前需对被测汽车车轮进行动平衡校准，避免车轮不平衡影响车内噪声测量。

#### 5.3 车辆载荷

车辆载荷基本条件应该符合 GB/T3730.2 规定的整备质量。汽车在测量噪声时必须是空载（除驾驶员、测量人员和测量设备外，不得有其他载荷）。

#### 5.4 车辆可调功能部件

5.4.1 车辆开口部件，如天窗、所有的车窗需处于关闭状态，默认内循环。

5.4.2 电器部件如雨刮器、鼓风机、空调、座椅按摩、座椅通风等，在测量试验过程中不得工作，如

果某一电器自动工作，则必须将工作条件在试验报告中加以说明。

## 5.5 座椅调节

座椅位置调节参考 T/CSAE 113—2019，对座椅的前后、高低、俯仰、椅背角度、头枕、腰部支撑做详细规定。

### 5.5.1 前排座椅

#### a) 座椅前后调节

对于支持座椅前后调节的车辆，将座椅前后位置调节至中间位置，对于主副驾驶座椅可调节范围不同的情况，应当以主驾驶位置为准，将副驾驶与主驾驶座椅对齐。

#### b) 座椅高低调节

如主副驾驶座椅均能进行高度调节，且可调范围一致，则将座椅高度调节至中间位置；当仅主驾驶位置高度可调，则将主驾驶位置调节至与副驾驶同样高度；当主副驾驶可调范围不同，先调节主驾驶至中间位置，再将副驾驶座椅高度与主驾驶对齐。

#### c) 座椅俯仰调节

如主副驾驶座椅均能进行俯仰调节，且可调范围一致，则将座椅俯仰调节至中间位置；当仅主驾驶位置俯仰可调，则将主驾驶位置调节至与副驾驶同样角度；

#### d) 座椅椅背调节

前排座椅椅背与水平面的夹角应调节至  $114^\circ$ 。

#### e) 头枕调节

前排头枕高度可调情况下，高度调整至最低位置起向上抬升 100mm，如头枕支持前后调节，则前后调整至最后位置。

#### f) 腰部支撑调节

如前排座椅支持腰部支撑调节，应将腰部支撑调节至最后位置，即椅面最凹。

### 5.5.2 第二排座椅位置(如可调)

#### a) 座椅前后调节

对于第二排座椅支持前后调节的车辆，将座椅前后位置调节至中间位置。

#### b) 座椅横向调节

对于第二排座椅支持横向调节的车辆，将座椅调整至最外侧即最靠近侧门。

#### c) 座椅椅背调节

对于第二排座椅椅背角度可调的车辆，椅背与水平面的夹角应调节至  $114^\circ$ ，如无法达到  $114^\circ$ ，则尽量接近此角度。

#### d) 头枕调节

对于第二排座椅头枕高度可调的车辆，高度调整至最低位置起向上抬升 100mm，如头枕支持前后调节，则前后调整至最后位置。

#### f) 腰部支撑调节

对于第二排座椅支持腰部支撑调节，应将腰部支撑调节至最后位置，即椅面最凹。

### 5.5.3 第三排座椅位置(如可调)

## a) 座椅前后调节

对于第三排座椅支持前后调节的车辆，将座椅前后位置调节至最后位置。

## b) 座椅椅背调节

对于第三排座椅椅背角度可调的车辆，椅背与水平面的夹角应调节至  $114^\circ$ ，如无法达到  $114^\circ$ ，则尽量接近此角度。

## c) 头枕调节

对于第三排座椅头枕高度可调的车辆，高度调整至最低位置起向上抬升 200mm。

## 6 测量仪器

### 6.1 传声器

包含信号调理和信号线的自由场传声器，应在 20-20KHz 频率范围内满足 GB/T 3785.1 规定的一级仪器要求，动态范围大于 120dB。

### 6.2 声校准器

应满足 GB/T 15173 规定的一级精确度要求，可在测量频率范围内一个或多个频率上进行整个测量系统的校验。

### 6.3 数据采集仪器

应满足 GB/T 3785.1 规定的一级仪器要求，可在 0Hz~20kHz 计算频率域结果，动态范围大于 120dB。

### 6.4 声学测量仪器的校准

测量前后,应对整个声学测量系统进行校准。在没有做任何调整的条件下，如果后一次校准读数相对前一次校准读数的偏差超过 2%，则认为前一次校准后的测量结果无效。

### 6.5 车速表

应选用外置车速表采集车速信号，要求刷新率大于等于 10Hz，精度高于或等于 0.2km/h。

### 6.6 气象参数测量仪器

应包括如下设备，其准确度应满足以下限值：

- a) 温度计， $\pm 1^\circ\text{C}$ ；
- b) 大气压力表， $\pm 5\text{ hPa}$ ；
- c) 相对湿度计， $\pm 5\%$ ；
- d) 风速仪， $\pm 0.1\text{m/s}$ 。

### 6.7 仪器定检

所有测量仪器均应按国家有关计量仪器的规定进行定期检验。

## 7 测量方法

## 7.1 传声器布置要求

7.1.1 如图 1 所示，选择 1、2、4、5、7、8 测点，如有第三排座椅，可在第三排左侧位置外耳，右侧位置内、外耳增加测点。

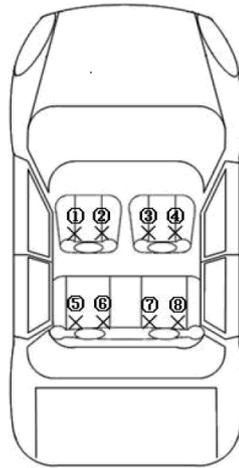


图 1 测点位置示意图

7.1.2 传声器安装于头枕两侧，满足 GB/T 18697 规定的传声器安装要求。

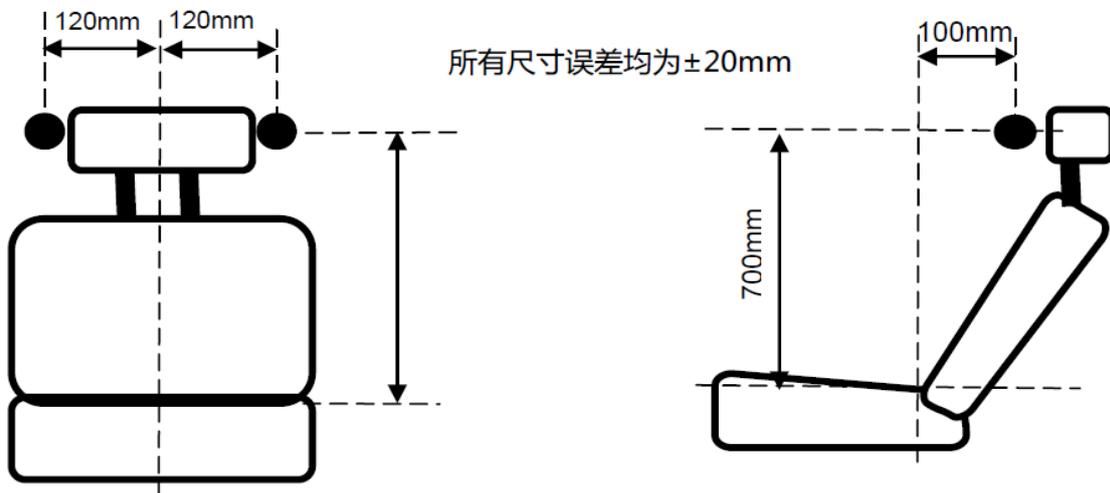


图 2 传声器安装要求

## 7.2 等速法测量

保持车辆按照规定速度匀速行驶，测量车内风噪，具体要求及数据数据处理见附录 A

## 7.3 测量条件记录

测量完成后应记录测量过程的相关信息，具体内容见附录 B。

## 8 风噪评价

### 8.1 频谱

按照附录A的数据处理方式和参数分别得出线性谱和1/3倍频程频谱。

### 8.2 A计权声压级

计算 1/3 倍频程频谱中心频率 63Hz 到 12800Hz 的总声压级，采用 A 计权。

### 8.3 语音清晰度

计算方法见 GB/T15485 ，采用 1/3 倍频程法。

### 8.4 响度

计算方法见 ISO 532-1:2017 声学 响度计算方法：第一部分 Zwicker 方法，采用混响场。

### 8.5 累计声压差分值

累计声压差分值比较两组噪声数据 A 计权 1/3 倍频程各中心频率处的声压级之差，并通过累加各个频率段得到总值。此标准适用于多组泄漏工况对比、评价，对局部贡献量较为敏感。累计声压差分值  $\Delta pt_0$  的计算公式如公式 8.1 所示，应注意，局部泄漏噪声的计算中心频率范围为 400Hz~10000Hz。

$$\Delta pt_0 = \sum_i^n \Delta pt_i = \sum_i^n (L_{pib} - L_{pia}) \dots\dots\dots (8.1)$$

其中：字母 *a* 表示基准工况，字母 *b* 表示被考察工况，*i* 为 1/3 倍频程中心频率序号。 $L_{pia}$ 、 $L_{pib}$  分别为 *a*、*b* 工况第 *i* 个中心频率点对应的声压级。定义  $L_{pib} - L_{pia} < 0$  时， $\Delta pt_0 = 0$ 。

## 9 试验报告

测量报告编制应包含下列内容：

- (1) 试验来源和目的。
- (2) 试验对象。
- (3) 试验方法。
- (4) 试验设备、测量系统。
- (5) 试验结果及分析。试验报告中应当明确计算分析采用的参数设置。
- (6) 试验结论。
- (7) 试验人员、日期和地点。

附录 A  
(规范性附录)  
等速法测量

### A.1 车辆动力模式

A.1.1 手动挡选择能维持所测速度的最高挡。

A.1.2 自动挡类变速器，均选择 D 挡进行测量。如果车辆有节能、普通、运动等模式进行选择时，选择车辆性能最为均衡的普通模式进行测量，需要研究其他模式可单独测量并记录。

A.1.3 对于纯电动车（EV），需保持车辆电量高于 80%，选用普通模式。

A.1.4 对于插电式混合动力车（PHEV），需测量电量高于 80% 下纯电行驶工况；以及低电量时混动行驶工况，低电量测量过程保持普通模式，采用 D 挡普通模式测量。

A.1.5 对于混合动力车（HEV），采用 D 挡普通模式测量。

### A.2 测量步骤

A.2.1 为保证测量精度，正式采集数据之前，应利用数据采集系统的自动增益功能调整各通道的量程范围，使信号刻度处于满量程刻度的 3/4 左右；

A.2.2 选择 80km/h、100km/h、120km/h、140km/h 匀速行驶测量风噪，测量过程中速度的波动在±1km/h 以内。

A.2.3 每一个速度在道路的来回两个方向分别测量 3 组，总共 6 组数据，每组至少采集 10s。

A.2.4 检查数据的一致性，所有数据的声压级数值偏差≤1dB（A）为有效数据，否则增加测量组别，每次增加两个方向都需进行测量。

A.2.5 如果需要研究超过上述规定范围以外车速、工况或者了解规定以外测点噪声情况，可以根据具体情况对运行工况及测点进行调整及描述。

### A.3 数据处理

A.3.1 计算 6 组时域数据的自功率谱，分析带宽 0Hz-12800Hz，频谱分辨率 1Hz，峰值为有效值，记为：

$$S_i(A_i, f) \quad i = 1, \dots, n, \text{六组数据, 即 } n \text{ 为 } 6$$

其中：

$A_i$  为自功率谱的幅值

$f$  为自功率谱的频率

A.3.2 对六组自功率谱幅值进行能量平均，平均后的频谱记为  $S(A, f)$ ，见公式 A.1，用于 8.2 风噪指标的计算。

$$S(A, f) = S_i \left( \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i^2}, f \right) \dots \dots \dots \text{(A.1)}$$

## 附录 B

(资料性附录)

## 试验条件记录表

测量日期\_\_\_\_\_ 测量地点\_\_\_\_\_ 路面状况\_\_\_\_\_

天 气\_\_\_\_\_ 气温(℃)\_\_\_\_\_ 大气压力(kPa)\_\_\_\_\_

相对湿度 (RH%) \_\_\_\_\_ 风速 (m/s) \_\_\_\_\_ 风向\_\_\_\_\_

汽车：型号\_\_\_\_\_ 出厂日期\_\_\_\_\_ 已驶里程 (km) \_\_\_\_\_

VIN 号\_\_\_\_\_ 额定载客人数\_\_\_\_\_ 汽车类型 (轿车、SUV 等) \_\_\_\_\_

动力：型式 (点火式，压燃式，新能源等) \_\_\_\_\_ 型号\_\_\_\_\_

变速器：型号\_\_\_\_\_ 前进挡位数\_\_\_\_\_ 型式 (手动、自动或其它) \_\_\_\_\_

轮胎：型号\_\_\_\_\_ 充气压力\_\_\_\_\_

传声器：型号\_\_\_\_\_ 准确度等级\_\_\_\_\_ 检定有效日期\_\_\_\_\_

校准器：型号\_\_\_\_\_ 准确度等级\_\_\_\_\_ 检定有效日期\_\_\_\_\_

校准值：测量前\_\_\_\_\_ dB (A) 测量后\_\_\_\_\_ dB (A)

背景噪声：测量前\_\_\_\_\_ dB (A) 测量后\_\_\_\_\_ dB (A)

车速仪：型号\_\_\_\_\_ 准确度\_\_\_\_\_ 检定有效日期\_\_\_\_\_

温度计：型号\_\_\_\_\_ 准确度\_\_\_\_\_ 检定有效日期\_\_\_\_\_

湿度计：型号\_\_\_\_\_ 准确度\_\_\_\_\_ 检定有效日期\_\_\_\_\_

风速仪：型号\_\_\_\_\_ 准确度\_\_\_\_\_ 检定有效日期\_\_\_\_\_

大气压力表：型号\_\_\_\_\_ 准确度\_\_\_\_\_ 检定有效日期\_\_\_\_\_

轮胎压力表：型号\_\_\_\_\_ 准确度\_\_\_\_\_ 检定有效日期\_\_\_\_\_