

ICS 43.020

CCS T 47



团 标 准

T/CEATEC XXX—2025

新能源汽车附件系统 NVH 集成评价 方法与技术要求

New energy vehicle accessory system NVH integration evaluation method
and technical requirements
(征求意见稿)

2025-X-XX 发布

2025-X-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 评价原则与要求	2
4.1 评价原则	2
4.2 评价机构与人员要求	2
4.3 试验车辆与设备要求	2
5 技术要求	3
5.1 噪声限值要求	3
5.2 振动限值要求	4
5.3 声振粗糙度限值要求	4
6 试验方法	4
6.1 测量点布置	4
6.2 系统单独试验流程	4
6.3 综合工况试验流程	5
7 数据处理与计算	5
7.1 噪声数据处理	5
7.2 振动数据处理	5
7.3 声振粗糙度 (HI) 计算	5
8 评价指标与等级	6
8.1 评价指标体系	6
8.2 单项指标评分	6
8.3 综合评价等级	7
9 评价报告要求	7
附录 A (规范性) HI 计算加权系数	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》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。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件主要起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次编制。

新能源汽车附件系统 NVH 集成评价方法与技术要求

1 范围

本文件规定了新能源汽车附件系统NVH集成的评价原则与要求、技术要求、试验方法、数据处理与计算、评价指标与等级、评价报告要求。

本文件适用于M1类新能源汽车的附件系统，包括但不限于空调系统、冷却系统、制动系统、转向系统、充电系统等；其他类别的新能源汽车可参照本文件执行。

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 7258 机动车运行安全技术条件
- GB/T 12534 汽车道路试验方法通则
- GB/T 18697 声学 汽车车内噪声测量方法
- GB/T 38146.3 中国汽车行驶工况 第3部分：发动机
- GB/T 39631 新能源汽车空调压缩机用伺服电动机系统通用规范
- NB/T 33008.1 电动汽车充电设备检验试验规范 第1部分：非车载充电桩
- QC/T 1167 乘用车行车制动器噪声台架试验方法

3 术语和定义

GB/T 39631界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

新能源汽车附件系统 new energy vehicle accessory system

新能源汽车上除动力传动系统和车身结构外，为实现车辆基本功能或提升驾乘舒适性而配备的辅助系统总称，包括空调系统、冷却系统、制动系统、转向系统、充电系统等。

3.2

噪声、振动与声振粗糙度 noise, vibration and harshness

新能源汽车在运行过程中产生的噪声、振动特性以及由噪声和振动共同引起的驾乘人员主观不适感的综合指标。

3.3

空气传播噪声 airborne noise

通过空气介质传播到测量点的噪声，主要来源于风扇旋转、气流扰动等（单位：dB（A））。

3.4

结构传播噪声 structure-borne noise

通过车身结构振动传递到测量点的噪声，主要来源于电机振动、部件共振等（单位：dB（A））。

3.5

振动加速度级 vibration acceleration level

振动加速度与基准加速度（ 10^{-6} m/s²）之比的以 10 为底的对数乘以 20（单位：dB（A））。

3.6

声振粗糙度指标 harshness index

基于 10Hz~200Hz 频段噪声与振动信号的加权耦合计算，量化表征瞬态声振对人体主观感受的干扰程度。

4 评价原则与要求

4.1 评价原则

4.1.1 客观性原则

评价过程应基于客观试验数据，采用标准化的试验设备和方法，避免人为主观因素对评价结果的影响；试验数据应至少进行3次重复测量，取算术平均值作为最终数据，当单次测量值与平均值的偏差超过±5%时，应重新进行测量。

4.1.2 系统性原则

评价应覆盖附件系统的主要组成部分（空调、冷却、制动、转向、充电系统）及典型工况（怠速、匀速、加速、制动、充电等），确保对附件系统NVH性能的全面评估。

4.1.3 关联性原则

评价指标应同时考虑噪声、振动的客观物理量与驾乘人员的主观感受，建立客观数据与主观评价的关联关系，确保评价结果符合实际驾乘体验。

4.1.4 时效性原则

评价应在附件系统正常工作状态下进行，试验前应确保车辆及附件系统处于稳定运行状态（空调系统运行30min以上、冷却系统达到正常工作温度80℃~90℃），避免因系统未达稳定状态导致评价结果偏差。

4.2 评价机构与人员要求

4.2.1 评价机构

开展新能源汽车附件系统 NVH 集成评价的机构应具备CNAS或CMA资质。

4.2.2 评价人员

应满足下列要求：

- a) 试验操作人员应具备汽车NVH试验操作资质，熟悉本文件规定的试验方法及相关设备的使用；
- b) 数据分析师应具备振动噪声信号处理专业知识，能够熟练使用信号分析软件进行数据处理；
- c) 主观评价人员应经过专业培训，且听觉、触觉无异常。

4.3 试验车辆与设备要求

4.3.1 试验环境

4.3.1.1 半消声室

应满足下列要求：

- a) 背景噪声：不大于30dB（A）；
- b) 截止频率：不大于125Hz，声场不均匀度：不大于±2dB（100Hz~2000Hz 频段）；
- c) 温度：23℃±5℃，相对湿度：30%~70%，气压：86kPa~106kPa。

4.3.1.2 转鼓试验台

应满足下列要求：

- a) 速度控制精度: $\pm 1\text{km/h}$, 可模拟GB/T 38146.3规定的C-China工况;
- b) 惯性质量模拟范围: $800\text{kg} \sim 3000\text{kg}$, 误差不超过 $\pm 2\%$;
- c) 振动隔离: 转鼓自身振动对测量点的影响不大于 5dB ($10\text{Hz} \sim 2000\text{Hz}$ 频段)。

4.3.1.3 充电环境

应满足下列要求:

- a) 背景噪声: 不大于 45dB (A), 无明显电磁干扰 (电场强度 $\leq 1\text{V/m}$);
- b) 电网电压: $220\text{V} \pm 10\%$ (交流)、 $500\text{V} \pm 5\%$ (直流), 频率 $50\text{Hz} \pm 1\text{Hz}$ 。

4.3.2 试验车辆

试验车辆应符合下列要求:

- a) 车辆状态: 车辆应处于出厂合格状态, 无改装、维修痕迹; 行驶里程应在 $1000\text{km} \sim 5000\text{km}$ 范围内 (处于磨合期后稳定状态);
- b) 附件系统状态: 空调系统、冷却系统、制动系统、转向系统、充电系统等附件系统应无故障, 功能正常; 制动片磨损量应小于 3mm , 转向助力油液位符合车辆说明书要求;
- c) 车辆准备: 试验前应按照GB/T 12534的要求进行车辆预热, 轮胎气压调整至车辆说明书规定的标准值 (误差 $\pm 0.05\text{bar}$), 车辆载荷为满载荷 (M1类车辆满载荷为4名乘员, 每人质量按 65kg 计算, 含驾驶员)。

4.3.3 试验设备

试验设备应符合表1的要求, 并在计量检定有效期内 (检定周期不超过1年)。

表1 试验设备技术要求

设备名称	精度等级	频率范围	测量范围	采样率
声级计	1 级	$20\text{Hz} \sim 20\text{kHz}$	$30\text{dB} \sim 140\text{dB}$	—
麦克风	1 级	$20\text{Hz} \sim 20\text{kHz}$	$\pm 3\text{dB}$ (参考值)	—
振动加速度传感器	IEPE型	$0.5\text{Hz} \sim 5\text{kHz}$	$\pm 50\text{m/s}^2$	—
数据采集仪	—	$0 \sim 10\text{kHz}$	24位分辨率	$\geq 20\text{kHz}$
转速计	—	$0 \sim 20000\text{r/min}$	误差 $\leq \pm 0.1\%$	—
温度记录仪	—	$-40^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$	误差 $\leq \pm 0.5^\circ\text{C}$	1次/s

5 技术要求

5.1 噪声限值要求

噪声限值依据人体听觉敏感特性 ($200\text{Hz} \sim 500\text{Hz}$ 为语言干扰频段, $800\text{Hz} \sim 2000\text{Hz}$ 为刺耳感频段) 制定, 具体要求见表2。

表2 噪声限值要求 (A计权声压级)

系统类型	噪声类型	测量位置	试验工况	限值 (dB (A))	测试标准依据
空调系统	空气传播噪声	驾驶员耳旁 (P1)	制冷最大档 ($25^\circ\text{C} \rightarrow 18^\circ\text{C}$, 内循环)	≤ 58	GB/T 18697
冷却系统	空气传播噪声	驾驶员耳旁 (P1)	电子风扇高速档 (水温 $90^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$)	≤ 58	GB/T 18697
制动系统	结构传播噪声	前排乘员耳旁 (P2)	100km/h 急制动 (减速度 $0.8\text{g} \pm 0.05\text{g}$)	≤ 65	QC/T 1167

系统类型	噪声类型	测量位置	试验工况	限值 (dB (A))	测试标准依据
转向系统	结构传播噪声	后排乘员耳旁 (P3)	原地转向 (左→右极限, 5s±1s)	≤55	GB/T 18697 GB 7258
充电系统	空气传播噪声	车外 1m 处 (01)	快充 (功率≥80% 额定值)	≤68	NB/T 33008.1

5.2 振动限值要求

振动限值针对人体敏感频段（10Hz～80Hz为胸腔共振频段，40Hz～125Hz为手部共振频段）制定，具体要求见表3。

表3 振动限值要求（振动加速度级）

系统类型	测量位置	频率范围 (Hz)	限值 (dB)	测量方向	备注
空调压缩机	安装座 (V1)	10～200	≤72	垂直方向	压缩机转速 6000r/min 时
电子冷却风扇	散热器支架 (V2)	10～200	≤70	垂直方向	风扇最高转速时
电动转向器	转向管柱 (V3)	10～80	≤65	水平径向	原地转向过程中
车载充电机	安装支架 (V4)	20～500	≤68	垂直方向	快充功率 80% 时

5.3 声振粗糙度限值要求

声振粗糙度指标 (HI) 应结合噪声与振动的主观感知关联度，具体要求见表4。

表4 声振粗糙度限值要求

评价位置	试验工况	HI 限值	频率权重范围 (Hz)
驾驶员位置	空调最大档+60km/h 匀速行驶	≤4.0	10～200
后排乘员位置	空调最大档+60km/h 匀速行驶	≤4.5	10～200

6 试验方法

6.1 测量点布置

6.1.1 噪声测量点

噪声测量点如下所示：

a) P1 (驾驶员耳旁)：头枕中心前方100mm±10mm，与耳孔同高（约1.2m），麦克风指向车辆前进方向；

b) P2 (前排乘员耳旁)：与P1对称位置；

c) P3 (后排乘员耳旁)：后排左侧座椅头枕中心前方100mm±10mm，高度1.2m±50mm；

d) O1 (车外噪声点)：车辆左侧距车身侧面1m±50mm、地面以上1.2m±50mm，麦克风指向车身。

6.1.2 振动测量点

振动测量点如下所示：

a) V1 (空调压缩机)：压缩机与车身连接安装座螺栓处，传感器垂直贴合表面；

b) V2 (冷却风扇)：散热器上支架中点，传感器垂直贴合表面；

c) V3 (转向管柱)：转向管柱距离方向盘150mm±10mm处，传感器沿水平径向贴合；

d) V4 (车载充电机)：充电桩与车身连接支架中点，传感器垂直贴合表面。

6.2 系统单独试验流程

6.2.1 空调系统试验

应按照下列步骤进行：

- 车辆静置4h以上，确保初始温度与环境一致（25°C±2°C）；
- 启动空调，设置内循环、制冷模式，风速最大档，目标温度18°C；
- 待蒸发器温度稳定（≤10°C，持续30s）后，采集P1、P2点噪声及V1点振动，持续10s；
- 重复测量3次，每次间隔2min，记录压缩机转速（6000r/min±500r/min）。

6.2.2 充电系统试验

应按照下列步骤进行：

- 车辆电量≤30% SOC，连接快充电桩，设置充电功率为额定值的80%（通过BMS实时监控）；
- 充电5min后，采集01点噪声及V4点振动，持续30s；
- 每5min重复测量1次，共3次，记录充电电压（500V±25V）、电流（100A±5A）。

6.3 综合工况试验流程

应按照下列步骤进行：

- 转鼓试验台预热30min，设置车速60km/h±1km/h，模拟匀速行驶；
- 开启空调最大制冷、冷却系统自动模式，确保各附件系统正常工作；
- 同步采集P1~P3点噪声、V1~V3点振动，持续20s；
- 重复测量3次，每次间隔5min，记录环境温度、湿度。

7 数据处理与计算

7.1 噪声数据处理

应按照下列步骤进行：

- 单次测量取10s内A计权声压级有效值；
- 3次测量值的算术平均值为最终结果，计算公式见式（1）：

$$\overline{L_p} = \frac{L_{p1} + L_{p2} + L_{p3}}{3} \quad (1)$$

式中：

$\overline{L_p}$ ——平均声压级（dB(A)）；

L_{p1} 、 L_{p2} 、 L_{p3} ——单次测量值（dB(A)）；

c) 若背景噪声与测量值差值在3dB~10dB之间，按式（2）修正：

$$L_{p,corr} = 10 \lg(10^{0.1L_{p,meas}} - 10^{0.1L_{p,bg}}) \quad (2)$$

式中：

$L_{p,corr}$ ——修正后声压级（dB(A)）；

$L_{p,meas}$ ——测量声压级（dB(A)）；

$L_{p,bg}$ ——背景噪声声压级（dB(A)）。

7.2 振动数据处理

采用1/3倍频程分析，计算10Hz~200Hz频段振动加速度级，剔除异常值（偏离平均值±5%）后取平均，计算公式见式（4）：

$$\overline{L_a} = \frac{L_{a1} + L_{a2} + L_{a3}}{3} \quad (3)$$

式中：

$\overline{L_a}$ ——平均振动加速度级（dB(A)）；

L_{a1} 、 L_{a2} 、 L_{a3} ——单次测量值（dB(A)）。

7.3 声振粗糙度（HI）计算

应按照下列步骤进行：

- 提取10Hz~200Hz频段噪声与振动加权值（见附录A）；

b) 加权噪声声压级计算：

$$L_{n,w} = \frac{\sum_{i=1}^n (w_{n,i} \cdot L_{p,i})}{\sum_{i=1}^n w_{n,i}} \quad (4)$$

式中：

$L_{n,w}$ ——加权噪声声压级 (dB(A))；

$w_{n,i}$ ——第i频段噪声权重系数；

$L_{p,i}$ ——第i频段声压级 (dB(A))；

c) 加权振动加速度级计算：

$$L_{v,w} = \frac{\sum_{i=1}^n (w_{v,i} \cdot L_{a,i})}{\sum_{i=1}^n w_{v,i}} \quad (5)$$

式中：

$L_{v,w}$ ——加权振动加速度级 (dB)；

$w_{v,i}$ ——第i频段振动权重系数；

$L_{a,i}$ ——第i频段振动加速度级 (dB)；

d) HI最终计算：

$$HI = 0.05L_{n,w} + 0.04L_{v,w} - 0.3 \quad (6)$$

8 评价指标与等级

8.1 评价指标体系

评价指标体系包含3个一级指标和10个二级指标，权重分配见表5。

表5 评价指标权重分配

一级指标	二级指标	权重 (%)	单项满分 (分)
噪声指标 (40%)	驾驶员耳旁噪声	16	16
	前排乘员耳旁噪声	12	12
	后排乘员耳旁噪声	8	8
	车外充电噪声	4	4
振动指标 (35%)	转向管柱振动	14	14
	空调压缩机振动	10.5	10.5
	冷却风扇振动	7	7
	车载充电机振动	3.5	3.5
声振粗糙度 (25%)	驾驶员位置 HI 值	15	15
	后排乘员位置 HI 值	10	10

8.2 单项指标评分

单项指标按“测量值与限值的偏差”线性评分 (满分100分)，计算公式见式 (7)：

$$S_i = \begin{cases} \frac{100}{X_i - 0.9X_{0,i}} & (X_i \leq 0.9X_{0,i}) \\ 100 - 100 \cdot \frac{0.1X_{0,i}}{X_i} & (0.9X_{0,i} < X_i \leq X_{0,i}) \\ 0 & (X_i > X_{0,i}) \end{cases} \quad (7)$$

式中：

S_i ——单项指标得分；

X_i ——测量值；

$X_{0,i}$ ——限值。

示例：驾驶员耳旁噪声限值58dB(A)，若测量值52dB(A)（ ≤ 52.2 dB(A)），得100分；若55dB(A)，得67分；若60dB(A)（ > 58 ），得0分。

8.3 综合评价等级

综合得分（100分制）按一级指标权重加权计算，分为四级，见表6。

表6 综合评价等级

综合得分	等级	评价说明
90~100	一级	NVH 性能优异，所有单项指标 ≤ 0.9 限值，适用于高端车型
80~89	二级	NVH 性能良好，不合格项 ≤ 1 ，适用于中高端车型
60~79	三级	NVH 性能合格，满足基础舒适性要求，适用于经济型车型
<60	四级	NVH 性能不合格，应进行优化

9 评价报告要求

报告应包含以下内容：

- a) 封面：报告编号、车辆信息（品牌、型号、VIN、里程、动力类型）、评价机构、日期；
- b) 试验概况：环境参数（温度、湿度、背景噪声）、设备信息（型号、编号、检定证书号）；
- c) 原始数据：各工况3次测量值、平均值、频谱图；
- d) 计算过程：噪声修正值、振动加速度级、HI 值的详细计算步骤；
- e) 评价结果：单项指标得分表、综合得分、评价等级、不合格项分析；
- f) 改进建议：针对不合格项的技术方案，提出改进建议；
- g) 附件：原始数据记录表、仪器检定证书复印件。

附录 A

(规范性)

HI 计算加权系数

A.1 计算加权系数

计算加权系数见表A.1。

表A.1 10Hz~200Hz 频段加权系数

中心频率 (Hz)	噪声权重系数 (w_n)	振动权重系数 (w_v)
10	0.1	0.2
12.5	0.15	0.25
16	0.2	0.3
20	0.25	0.4
25	0.3	0.5
31.5	0.4	0.6
40	0.5	0.7
50	0.6	0.8
63	0.7	0.9
80	0.8	1.0
100	0.9	0.9
125	1.0	0.8
160	0.9	0.7
200	0.8	0.6