|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | 点击此处添加ICS号 |
| CCS  |

|  |
| --- |
|  |

XXX |

团体标准

T/CAAMTB XXX—2025

汽车座舱抬头显示器（HUD）台架振动异响试验方法及性能要求

Automotive cockpit head-up display squeak & rattle bench test

method and requirements

20XX - XX – XX发布

20XX - XX - XX实施

中国汽车工业协会  发布

目次

前言 Ⅱ

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 试验要求 4

5 试验条件 5

6 试验方法 5

7 性能要求 7

附录A（资料性） 9

附录B（资料性） 10

附录C（资料性） 11

参考文献 12

1. 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。

本文件由中国汽车工业协会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

汽车座舱抬头显示器（HUD）台架振动异响试验方法及性能要求

* 1. 范围

本文件规定了汽车座舱抬头显示器HUD，包含C-HUD、W-HUD、AR-HUD）台架振动异响试验方法及性能要求。

本规范适用于HUD产品开发和研制以及产品改进开发过程。

* 1. 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 3947-1996 声学名词术语

T/ZQB 006-2025 汽车整车异响性能评价规范 乘用车

T/CAAMTB 237-2024 汽车内饰与车身附件系统异响台架测试及评价方法

T/ITS 0222-2023 道路车辆抬头显示（HUD）系统技术要求和测试方法

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

抬头显示器 Head-up Display（HUD）

将车速、导航信息、告警等信息，以图像、字符的形式，通过光学部件投射到驾驶员前方的综合电子显示设备。

[来源：T/ITS 0222-2023，3.1.1]

声压级 Sound Pressure Level

声压的平方与基准声压的平方之比，取以10为底的对数的10倍，用分贝（dB）表示：

$L\_{p}=10×log\_{10}\frac{p^{2}}{p\_{0}^{2}}$..................................(1)

式中：

Lp—声压级

P—待测声压

P0—基准值，=20μPa

[来源：GB/T 3947-1996，2.47]

传声器 Microphone

将声信号转化为相应电信号的电器换能器。

[来源：GB/T 3947-1996，6.15]

声校准器 Sound Calibrator

在其耦合到规定结构及规定型号的传声器上时，能在一个或多个规定的频率产生一个或多个已知有效声压级的校准装置。

[来源：GB/T 3947-1996，6.65]

N10响度 N10 Loudness

是指在随时间变化的响度值中，占90%的响度值的数值。

[来源：DIN 45631/A1-2010，B.4.2.1]

异响 buzz，squeak and rattle

汽车结构或部件受到激励时而产生的让人不悦的异常机械噪声。

[来源：T/ZQB 006-2025，3.1]

* 1. 试验要求
		1. 试验台

试验台应满足以下要求：

最大载荷：≤300 kg

频率范围：2 Hz～200 Hz

行程：±12.5 mm

配备半消声室，背景噪声测试时，传声器前端到HUD屏幕中心的垂直距离为150 mm,半消声室最小背景噪声：≤30 dB(A)，激振器运行时背景噪声：≤35 dB(A)。

激励方式：随机功率谱、扫频两种方式。

激振方向：X、Y、Z、

* + 1. 采集设备

4.2.1 传声器：1/2英寸的自由场传声器，频率范围：1 Hz～20000 Hz, 敏感度：50 mV/Pa，动态范围：15 dB～142 dB；

4.2.2 声校准器：失真：＜1 %；

4.2.3 数据采集系统：ICP通道数：6 A/D，转换数位：24位，最大采样率：96 kHZ，最大分析带宽：20 kHz，动态范围：优于97 dB，输入幅值精度：优于0.2 %；

4.2.4 直尺：量程：0 mm～500mm，最小刻度：1mm；

* + 1. 试验样品

4.3.1 HUD总成样件

HUD功能完好，无明显破损、变形等可见损坏。

4.3.2 固定装置

模拟实际车辆安装的HUD总成固定装置，固定装置与试验样件连接的固定点和样件与CCB连接的固定点相同，固定装置材料应选择小密度，高刚性材料，如铝合金，不得使用钢铁类易被磁铁吸附的材质，固定装置必须不发出可能干扰试验的声音。

固定装置一阶固有频率＞200Hz。

* + 1. 试验文件

4.4.1 试验路谱驱动文件

PSD随机激励路谱见表1：

表1 PSD随机激励路谱

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| X方向 | Y方向 | Z方向 |
| 频率Hz | PSD(m/s2）2/Hz | 频率Hz | PSD(m/s2）2/Hz | 频率Hz | PSD(m/s2）2/Hz |
| 5 | 0.000247471 | 5 | 0.000411147 | 5 | 0.000798627 |
| 8 | 0.000427533 | 10 | 0.000678703 | 13 | 0.003852495 |
| 10 | 0.001016587 | 15 | 0.002727206 | 26 | 0.001355069 |
| 15 | 0.001444766 | 25 | 0.000927465 | 34 | 0.004076611 |
| 20 | 0.00253009 | 42 | 0.002435412 | 42 | 0.001988229 |
| 22 | 0.003143423 | 46 | 0.000818296 | 46 | 0.004378936 |
| 29 | 0.002364158 | 59 | 0.000238309 | 60 | 0.001097378 |
| 38 | 0.004435196 | 78 | 0.000396572 | 83 | 0.005673629 |
| 46 | 0.001090201 | 100 | 9.11E-05 | 100 | 0.000176256 |
| 53 | 0.000314746 | RMS | 0.2879 | RMS | 0.5264 |
| 70 | 0.000359744 | / | / |
| 84 | 0.000761923 |
| 100 | 0.0001822 |
| RMS | 0.3496 |

4.4.2 扫频文件（试验方可根据要求作为选做项）

频率范围：5 Hz～100 Hz

扫频速率：3 Octive/Min

* 1. 试验条件

试验条件见表2：

表2 HUD总成试验条件

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 温度℃ | 试验路谱 |
| 1 | 23 | 随机路谱 |
| 注：试验路谱可根据试验方条件，提供出现异响较多的路面激励谱作为HUD总成试验路谱。 |

* 1. 试验方法

6.1 HUD总成台架振动异响测试

6.1.1 按照4.1、4.2、4.3、4.4、要求，进行试验前准备，检查车辆运送过程中的损伤，HUD总成装配缺陷及其它缺陷，并做拍照或录像记录，将4.3试验样品通过固定装置固定在试验台上。

6.1.2 对传声器进行校准，固定传声器，将其对准HUD屏幕中心，传声器前端到HUD屏幕中心的垂直距离为150 mm，传声器固定位置示意图如图1所示：



图1 传声器固定位置示意图

6.1.3 关闭半消声室大门，试验台为非运行状态，连接数采系统，将传声器插入校准口，按下声校准器开关，对传声器进行标定，标定时长不少于10 s，完成传声器标定后，采集此时的试验室背景噪声，采集三次，每次采集 30 s，每次采集之间间隔 15 s；

6.1.4 使用零部件振动试验台的随机振动模式，导入4.4中试验文件，待试验台运行稳定后，采集试验台运行时的背景噪声，采集三次，每次采集 30 s，每次采集之间间隔 15 s；

6.1.5 开启试验台进行预测试，待试验台架稳定运行后，试验台运行1 min，在此期间检查是否存在与样件本身无关的异响，若存在，则须消除这些异响后再进行下一步试验；

6.1.6 在确定样件振动状态正常后，对HUD总成样件X方向、Y方向和Z方向的振动噪声进行测试，每次采集30 s，采集三次，每次采集间隔30 s，完成所有样件X方向、Y方向和Z方向的噪声测试，将测试结果记录在附录A中；

6.2 HUD总成运行噪声测试

6.2.1 HUD总成与控制盒连接，并接通电源，运行3分钟，确保HUD总成达到正常工作状态；

6.2.2 将HUD总成显示姿态依次调节至可调范围内的最高位置、中间位置及最低位置过程中进行噪声测试，每个位置调节三次，采集运行过程中的噪声；将测试结果记录在附录B中；

6.3 HUD总成台架振动异响主观评价

6.3.1 将4.4.中的试验文件导入到零部件振动试验台控制系统；

6.3.2 开启设备，待试验台运行稳定后，依次对HUD总成显示姿态在最高位置、中间位置及最低位置进行异响主观评价，评价方法参照T/CAAMTB 237-2024中的5.2.6主观评价，异响主观评价等级判定参照表3，评价结果记录在附录C中；

表3 HUD总成异响主观评价等级判定

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 评判标准 | 异响程度 | 异响等级 | 方案优化必要性 |
| 评价人员距离评估点300mm与1000mm处均能非常清晰地听见很大的来自评估点的异响 | 严重异响 | A | 需要全面优化 |
| 评价人员距离评估点300mm处能清晰听见来自评估点的异响，距离1000mm处能听到或勉强听到来自评估点的异响。 | 中度异响 | B | 需要继续改善 |
| 评价人员距离评估点300mm，能勉强听见来自评估点的异响，距离1000mm处听不到来自评估点的异响。 | 轻微异响 | C | 必要时进行改善 |

6.4 数据处理

6.4.1 使用具有声学信号分析功能的相关软件系统对测试数据进行处理；

6.4.2 使用以下参数对测试数据进行分析，HUD总成测试结果记录在附录A中：

声压级分析：300 Hz高通滤波；频率分辨率：1Hz；声场：自由场；单位：dB（A）；计权方式：A计权；分析方法：声压级vs.时间，计算出声压级的3次结果取平均值；

响度分析：计算方法采用滤波器/ISO532B；声场：自由场；单位：Sone；滤波：300 Hz高通滤波，选择6阶滤波器；分析方法：响度vs.时间，计算方法选择N10响度，计算出N10响度的3次结果取平均值。

* 1. 性能要求

7.1 HUD总成台架振动异响要求见表4

表4 HUD总成台架振动异响要求

|  |  |
| --- | --- |
| 振动方向 | N10响度Sone |
| X方向 | ≤2.1 |
| Y方向 | ≤2.1 |
| Z方向 | ≤2.1 |

7.2 HUD总成运行噪声要求见表5

表5 HUD总成运行噪声要求

|  |  |
| --- | --- |
| HUD总成状态 | 最大声压级dB(A) |
| 最高位置 | ≤40 |
| 中间位置 | ≤40 |
| 最低位置 | ≤40 |

7.3 HUD总成振动台架异响主观评价要求

不允许存在A类、B类异响问题，C类异响问题不超过1个。

1. （资料性）

A.1 HUD总成台架振动异响N10响度测试结果见表A.1。

表A.1 HUD总成台架振动异响N10响度测试结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样件编号 | 振动方向 | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 平均值 |
| 1# | X方向 |  |  |  |  |
| Y方向 |  |  |  |  |
| Z方向 |  |  |  |  |
| ⁞ | X方向 |  |  |  |  |
| Y方向 |  |  |  |  |
| Z方向 |  |  |  |  |

1.
2. （资料性）

HUD总成总成运行噪声最大声压级测试结果见表B.1。

表B.1 HUD总成运行噪声最大声压级测试结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样件编号 | HUD总成状态 | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 平均值 |
| 1# | 最高位置 |  |  |  |  |
| 中间位置 |  |  |  |  |
| 最低位置 |  |  |  |  |
| ⁞ | 最高位置 |  |  |  |  |
| 中间位置 |  |  |  |  |
| 最低位置 |  |  |  |  |

1. （资料性）

HUD总成台架振动异响主观评价结果见表C.1。

 表C.1 HUD总成台架振动异响主观评价结果

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 样件编号 | HUD总成状态 | 异响位置 | 异响等级 | 异响原因 |
| 1# | 最高位置 |  |  |  |
| 中间位置 |  |  |  |
| 最低位置 |  |  |  |
| ⁞ | 最高位置 |  |  |  |
| 中间位置 |  |  |  |
| 最低位置 |  |  |  |

参考文献

1. DIN 45631/A1-2010 声谱中响度级和响度的计算.兹维克方法（Calculation of loudness level and loudness from the sound spectrum - Zwicker method）

