

团体标准

T/ITS XXXX-20XX

汽车智能座舱乘客晕动测试技术方法

Technical method for testing passenger motion in intelligent cockpit of automobiles

(征求意见稿)

本稿件完成日期：2026年5月19日

20**-**-**发布

2020-**-**实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	2
5 评价指标	6
6 测试方法	8

中国智能交通产业联盟

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。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件由中国智能交通产业联盟提出并归口。

本文件主要起草单位：重庆渝微电子技术研究院有限公司、招商局检测测量技术研究有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、交通运输部公路科学研究所、东风商用车股份有限公司，华为技术有限公司。

本文件主要起草人：王丽丽、杨庆、漆奇、彭靖、杨诺、董轩、刘璐、李阳、钱杨萍、何静茹、唐宇、刘延、唐秋阳、李博。

引 言

为统一汽车智能座舱乘客晕动测试的技术流程、评价指标与试验方法，规范主观评价、生理测试及仿生机器人客观测试手段，明确车辆运动特性、座舱环境与乘客晕动感受之间的量化关系，提升智能座舱舒适性与驾乘体验，保障测试结果的一致性、可重复性与可比性，特制定本文件。

本文件聚焦乘客晕动机理与测试评价需求，构建覆盖主观体验、生理响应、客观参数的综合评价体系，适用于乘用车智能座舱晕动性能的研发验证、检测认证与舒适性优化，为整车企业、检测机构、研发单位提供统一技术依据，推动智能网联汽车驾乘品质高质量发展。

中国智能交通产业联盟

中国智能交通产业联盟

汽车智能座舱乘客晕动测试技术方法

1 范围

本文件规定了汽车智能座舱乘客晕动测试技术方法,根据汽车智能座舱乘客晕动的技术需求,确定了晕动的测试方法、试验工具。

本文件适用于指导汽车智能座舱乘客晕动的评价,以确定汽车产品或系统客观参数与晕车体验量化评价指标之间的关系,建立晕动模型,促进智能座舱乘客舒适性的研究。

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 5768-2022 道路交通标志和标线

GB 14886-2022 道路交通信号灯设置与安装规范

GB/T 10000-2023 中国成年人人体尺寸

GB/T 17245-2004 成年人人体质心

GB/T 3785-2010 声学 声级计的电声性能与测试方法

GB/T 40230.1-2021 人体系统振动 实验室评价人体全身振动 第1部分:一般要求

IEC 61672-1 声学 电声学 声级计 第1部分:规范

3 术语和定义

3.1

晕动 motion sickness

乘坐交通工具时,人的视觉系统、前庭系统以及本体觉感知到信息之间的冲突导致的不适,其症状包括眩晕、恶心、面色苍白、出冷汗、腹痛、呕吐等。

3.2

主试者 experimenter/observer

实验中,主持实验进展的人员。注:主试者的任务主要是在实验中按照实验设计给测试对象指导语并执行实验程序。

[来源:GB/T 40230.1—2021,3.4]

3.3

被试者 subject/participant

实验中，参加实验过程或接受实验的人员。 注：也叫受试者或被测者。

[来源：GB/T 40230.1—2021, 3.5]

3.4

量表 scale

确定主观的、有时是抽象的概念的定量化测量的程序和工具。

3.5

晕场 simulated field strength

某一时刻下，人体（或仿生机器人）在三维空间（横向、纵向、垂直向）中，各轴速度分量与对应轴加速度的乘积，是量化“瞬时运动刺激强度”的物理指标。

3.6

速度分量 velocity component

三维空间中（适配车辆与人体运动场景），物体（人体或仿生机器人）的合速度在各个坐标轴上的投影值，是分解“三维运动速度”的核心物理参数。每个坐标轴的速度分量独立表征该方向的运动快慢与方向（正值/负值对应运动方向，绝对值对应速度大小）。

3.7

视觉空间 visual space

乘客在乘车环境中通过视觉感知到的整体空间范围。

3.8

视觉偏移角度 visual deviation angle

视觉目标相对于乘客视觉基准方向（如头部稳定时的视线方向）的角度偏差。

4 一般要求

4.1 测试设备

4.1.1 量表

量表工具采用信度和效度来评价其可靠性和有效性，所选择的晕动评价量表信度应 ≥ 0.90 ，效度应 ≥ 0.80 。

4.1.2 皮电仪

皮电仪采样率应不小于2048 Hz。

4.1.3 脑电仪

脑电仪每导采样率应 ≥ 500 Hz，共模抑制比应 ≥ 120 dB，额区导联数应 ≥ 8 导。

4.1.4 仿生机器人

4.1.4.1 仿生机器人外观要求

仿生机器人的尺寸应满足 GB/T 10000-2023 中 18 到 60 岁成年人身高、坐姿眼高、头部形态面长尺寸要求，见表 1，质量应满足 GB/T 17245-2004 的要求，见表 2。

表 1 仿生机器人尺寸

坐姿测量项目	尺寸 (±30 mm)
坐高	968 mm
坐姿颈椎点高	715 mm
坐姿眼点	845 mm
坐姿肩高	653 mm
坐姿肘高	303 mm
坐姿大腿厚度	170 mm
坐姿膝高	537 mm
坐姿腘高	442 mm
坐姿两肘肩宽	505 mm
坐姿臀宽	379 mm
坐姿臀-腘距	507 mm
坐姿臀-膝距	601 mm
坐姿下肢长	1025 mm

表 2 仿生机器人质量分布

测量项目	质量 (±20%)
总体重	75 kg
头颅	6.64 kg
上躯干	12.6 kg
下躯干	20.43 kg
大腿 (单侧)	10.64 kg
小腿 (单侧)	2.75 kg
足 (单侧)	1.10 kg
上臂 (单侧)	1.82 kg
前臂 (单侧)	0.94 kg
手 (单侧)	0.49 kg
全躯干 (上躯干+下躯干)	33.04 kg

4.1.4.2 仿生机器人的采集参数及相关指标

仿生机器人的采集参数及相关指标应满足表 3 和表 4 的要求。

表 3 仿生机器人动力学参数表

参数类别	具体指标	规格要求
振动	量程 (振动速度)	0~50 mm/s
	量程 (振动加速度)	±16 g
	量程 (振动角速度)	±2000 ° /s
	量程 (振动角度)	0~180°
	量程 (振动位移)	0~30000 um
	量程 (振动频率)	0.1~100 Hz
	精度	<F.S±5%
	采样速率	10 Hz

表 3 (续)

姿态	角度 (俯仰)	$\pm 180^\circ$
	角度 (横滚)	$\pm 90^\circ$
	角度精度 (俯仰)	0.1°
	角度精度 (横滚)	0.1°

表 4 仿生机器人座舱感知参数表

参数类别	具体指标	规格要求
空间视觉感知	水平视场角 (FOV)	$\geq 106^\circ$
	垂直视场角 (FOV)	$\geq 80^\circ$
视觉感知性能	视靶尺寸	0.36 米 * 0.25 米
	视靶分辨率	80 点 * 48 点
嗅觉感知性能	TVOC 测量范围	0~15000 ppm
	TVOC 分辨率	0.1 ppm
	CO ₂ 测量范围	0~10000 ppm
	CO ₂ 测量精度 (1000ppm 以下)	± 40 ppm
	响应时间	≤ 3 s
听觉感知性能	频率范围	10 Hz~8 kHz (± 1 dB) / 6.3 Hz~20 kHz (± 2 dB)
风速感知性能	测量范围	0~10 m/s
	精度	$\pm 2\%$
	测量方向	全向
行车感知性能	定位精度	≤ 1.5 m
	定位频率	≤ 20 Hz

4.2 测试场地和环境

4.2.1 测试场地

测试场地应满足以下要求:

- 试验应在干燥、均匀、坚实的路面上进行, 具有良好附着能力的混凝土或沥青路面;
- 交通标志、标线应清晰可见, 且符合GB 5768-2022的要求;
- 基础设施符合GB 14886-2022要求;
- 道路类型丰富, 应包括快速路、市区道路、郊区道路、高架桥、隧道、立交桥;
- 道路限速能够覆盖车辆触发不同的车速;
- 测试路线应包含弯道、坡道、拥堵、交叉路口汇流等, 测试路段可以往复循环。

4.2.2 测试环境

测试环境应满足以下要求:

- 大气温度应在 $-20\sim 40$ °C范围内;
- 风速 < 5 m/s;
- 每次试验的气象情况均应在报告中注明。

4.3 被试者选择要求

所有参与实验的被试者应满足以下要求：

a) 被试者人数应不小于 30 人，年龄 18~65 岁，其中女性占比不小于 0%，不同晕车程度的被试者比例为轻度被试者 30%，中度被试者 50%，重度被试者 20%，被试者晕车程度可使用 MSSQ 等量表进行筛选；

b) 身体状况健康(无感冒、无前庭功能障碍、视力正常/矫正至正常，无任何神经、精神和心理障碍相关疾病，无脑部疾病史)；

c) 所有被试在实验前 24 h 内正常作息，未饮用酒精类饮品或进行剧烈运动，保证在实验过程中处于良好的精神状态；

d) 女性受试者未妊娠；

e) 被试者之前未参加过类似实验，对实验材料不具有先验知识；

f) 被试者应能够清楚无误地理解测试时所需要完成的任务，并具有清晰表达能力。

4.4 主试者资质要求

从事测试的主试者应具有心理学、人类工效学、眼视光学、社会学、生物学等相关领域工作经验，

测试前需要确认是否有相关资质，并经过专业培训。

4.5 车辆要求

车辆应满足以下要求：

a) 首先检查车辆状态是否完好，确认零部件完整、整车外观无明显损坏、状态指示灯正常、整车上电及自检功能正常、试验相关系统功能正常。若有异常则记录，若异常状态与试验相关，则应对其修复或更换车辆；

b) 自动挡测试车辆选择 D 挡，具有多种模式的车辆统一选用“标准模式”；手动挡测试车辆根据测试要求调节变速器；

c) 测试车辆为电动车辆时，能量回收设置为标准模式。

4.6 驾驶员及驾驶操作

驾驶员及驾驶操作应该满足以下要求：

a) 驾驶员的年龄在 25~45 岁，平均年龄 40 岁，驾驶员应持有相应准驾车型的有效机动车驾驶证，且具有不少于 10 年相关车型的驾驶经验，无严重交通违法记录；

b) 驾驶员的驾驶风格应平稳驾驶，避免急加速、急刹车和剧烈转向等行为，确保驾驶过程的连贯性和舒适性；

c) 试验当日驾驶员应处于良好生理与心理状态，未服用影响认知或操作能力的药物，无疲劳驾驶情形；

d) 驾驶员应严格按照试验路线及操作指令进行驾驶，保持驾驶动作的连续性与一致性，避免随意变更路线或驾驶方式；

e) 应根据试验方案规定的速度范围行驶，使用定速巡航装置（如配置），或手动保持稳定车速。试验期间车速波动不得超过标准允许的误差范围；

f) 在加速、减速及转向操作过程中，驾驶员应确保操作平稳、连贯，不得出现急加速、急刹车、剧烈转向等影响乘员舒适性的行为，除非试验要求特殊驾驶动作；

g) 试验期间驾驶员应避免与试验乘员交流，不得与试验过程无关的人员进行语言或肢体互动，以确保试验环境客观中立。

5 评价指标

5.1 主观评价

MISC量表将晕动症从轻到重的症状进行描述，把晕车程度划分为11级（0-10），见表5。MISC则允许在试验期间的不同时间点使用，以11分制衡量晕动症的严重程度，通常在受试者的评分达到6时停止运动刺激。

表 5 MISC量表（11级）

症状	程度	MISC
没有任何不舒服	-	0
有些不舒服，但无特别症状	-	1
眩晕，变冷/热，头疼，胃/喉咙难受，出汗，实现模糊，打呵欠，打嗝，疲惫，分泌唾液增多，但不恶心	模糊	2
	轻微	3
	较明显	4
	严重	5
恶心	轻微	6
	较明显	7
	严重	8
	干呕	9
呕吐	-	10

5.2 仿生机器人客观评价

晕动的得分范围为 0~100 分，分数越高说明所引起的晕动程度越轻，对大脑晕动的影响越小。晕动的等级要求见表6，晕动的指标权重划分见表7，晕动的限值划分见表8。

表 6 晕动评价等级

总分等级	四级	三级	二级	一级
分数范围	晕动得分<50	50≤晕动得分<75	75≤晕动得分<90	90≤晕动得分
评价	不合格	合格	良好	优秀

表 7 晕动指标权重划分

一级指标	一级指标权重	二级级指标	二级指标权重	三级级指标	三级指标权重
机器人动力学参数	70%	晕场	100%	横向晕场	30%
				纵向晕场	30%
				垂直向晕场	40%
座舱参数	30%	噪声	18%	-	-
		视觉空间	18%	-	-
		视觉偏移	18%	-	-
		TVOC	18%	-	-
		CO ₂	18%	-	-
		风速	10%	-	-

表 8 晕动指标限值划分

一级指标	二级指标	评分说明	得分
动力学参数	横向晕场 (m^2/s^3)	横向晕场 < 0.005	100
		$0.005 \leq$ 横向晕场 < 0.01	75
		$0.01 \leq$ 横向晕场 < 0.02	50
		横向晕场 ≥ 0.02	0
	纵向晕场 (m^2/s^3)	纵向晕场 < 0.5	100
		$0.5 \leq$ 纵向晕场 < 1.00	75
		$1.00 \leq$ 纵向晕场 < 1.50	50
		纵向晕场 ≥ 1.50	0
	垂直向晕场 (m^2/s^3)	垂直向晕场 < 0.005	100
		$0.05 \leq$ 垂直向晕场 < 0.10	75
		$0.10 \leq$ 垂直向晕场 < 0.15	50
		垂直向晕场 ≥ 0.15	0
车辆参数	视觉空间 (m^3) (第二排右侧)	视觉空间 > 1.5	100
		$1.0 <$ 视觉空间 ≤ 1.5	75
		$0.5 <$ 视觉空间 ≤ 1.0	50
		$0.0 <$ 视觉空间 ≤ 0.5	0
	噪声 (db)	噪声 < 60	100
		$60 \leq$ 噪声 < 65	75
		$65 \leq$ 噪声 < 70	50
		噪声 ≥ 70	0
	视觉偏移角度 ($^\circ$)	$0 \leq$ 视觉偏移角度 < 5	100
		$5 \leq$ 视觉偏移角度 < 7	75
		$7 \leq$ 视觉偏移角度 < 10	50
		视觉偏移角度 ≥ 10	0
	TVOC (mg/m^3)	TVOC < 0.2	100
		$0.2 \leq$ TVOC < 0.4	75
		$0.4 \leq$ TVOC < 0.6	50
		TVOC ≥ 0.6	0

表 8 (续)

	CO ₂ (ppm)	CO ₂ <450	100
		450≤CO ₂ <1000	75
		1000≤CO ₂ <2000	50
		CO ₂ ≥2000	0
	风速 (m/s)	1≤风速	100
		0.5≤风速<1	75
		0.25≤风速<0.50	50
		0≤风速<0.25	0

6 测试方法

6.1 主观测试

主观测试方法步骤如下：

- a) 设定测试路线，测试路线包括弯道、坡道、拥堵、交叉路口等，测试路线可以往复循环，单次行程总行驶时间不小于45 min；
- b) 按照4.5检查测试车辆状态是否正常，状态正常则进行试验，状态不正常则更换车辆；
- c) 选择被试人员和主试人员，主试人员在正式实验前，对被试人员进行MISC量表指导；
- d) 主试人员坐在副驾驶位置，被试人员乘坐于副驾驶后排；
- e) 驾驶员按照规定的测试路线驾驶车辆，主试人员在每个测试工况结束后，按照MISC量表（表5）对被试人员进行询问，记录被试的状态；
- f) 测试结束时，依据MISC量（表5）表询问一次被试人员的状态；
- g) 根据被试人员姓名与手机号进行数据保存。

6.2 基于真人的客观生理测试

基于真人的客观生理测试步骤如下：

- a) 设定测试路线，测试路线包括弯道、坡道、拥堵、交叉路口等，测试路线可以往复循环，单次行程总行驶时间不小于45 min；
- b) 按照4.5检查测试车辆状态是否正常，状态正常则进行试验，状态不正常则更换车辆；
- c) 选择被试人员和主试人员，主试人员在正式实验前，对被试人员进行MISC量表指导；
- d) 主试人员为被试者正确佩戴皮电仪和脑电仪；
- e) 主试人员坐在副驾驶位置，被试人员乘坐于副驾驶后排；
- f) 在实验开始时，皮电仪、脑电仪同时打开，时间同步误差应小于1 秒；
- g) 采集两分钟的皮电信息与脑电静息信息作为受试人员的基准信号；
- h) 驾驶员按照规定的测试路线驾驶车辆，测试人员在每一种路线结束后，按照 MISC 量表对被试人员进行询问，同时采集被试者的脑电和皮电信号；

- i) 测试结束时，依据 MISC 量表询问一次被试人员的状态；
- j) 根据被试人员姓名与手机号进行生理信息与主观数据保存。

6.3 基于仿生机器人客观测试

基于仿生机器人客观测试步骤如下：

- a) 设定测试路线，测试路线包括弯道、坡道、拥堵、交叉路口等，测试路线可以往复循环，单次行程总行驶时间不小于45 min；
- b) 按照4.5检查测试车辆状态是否正常，状态正常则进行试验，状态不正常则更换车辆；
- c) 将仿生机器人安装于车辆乘员位置（第二排，副驾后面的座位），如图1所示；

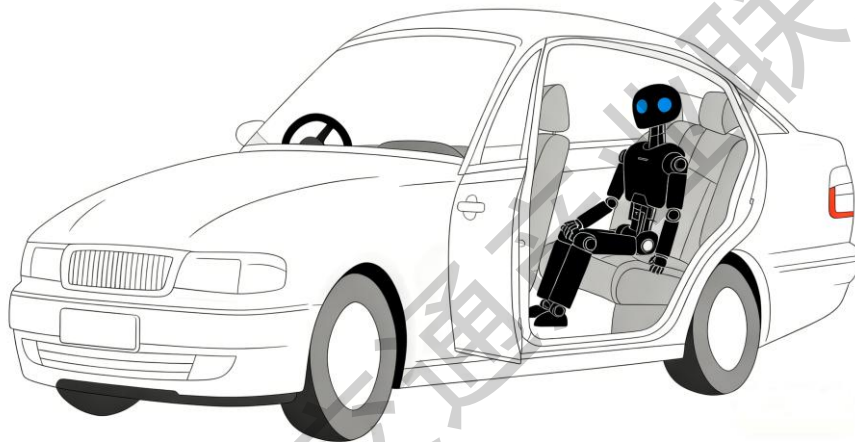


图 1 仿生机器人安装位置

- d) 在车辆静止状态下，晕动仿生机器人采集座舱的视觉空间参数，得到视觉空间；
- e) 车辆保持静止状态且车窗关闭，放置于恒温 24 ± 2 °C 的测试环境中，维持 10 分钟；仿生机器人安装于汽车第二排右侧，调节后排空调出风口朝向假人面部；若出风口开合度不满足该条件，上下方向调节至居中，左右方向调节至最右侧；开启车辆空调，设置为内循环模式，将目标温度调节为 24 °C；仿生机器人采集风速值，采集时长 30 分钟，采样频率 10 Hz；
- f) 驾驶员按照规定的测试路线驾驶车辆，仿生机器人采集车辆运动过程中动力学参数和座舱参数；
- g) 根据采集的静态数据和动态数据，计算晕动值，按照表6、表7、表8对车辆的晕动进行评价。

T/ITS XXXX-XXXX

中国智能交通产业联盟

中国智能交通产业联盟

标准

标准名称

T/ITS XXXX-20XX

北京市海淀区西土城路 8 号（100088）

中国智能交通产业联盟印刷

网址：<http://www.c-its.org.cn>

XXXX年 X 月第一版 XXXX年 X 月第一次印刷