

ICS 43.020

CCS R80

团体标准

T/CITSA 72-2025

智能驾驶测试对抗生成及 模拟目标物技术要求

Technical Requirements for Intelligent Driving Test Adversarial
Generation and Simulation of Target Objects

2025-08-28 发布

2025-09-30 实施

中国智能交通协会 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

4 总体要求 2

 4.1 覆盖常见驾驶环境 2

 4.2 符合相关标准和规程 2

 4.3 操作便捷与可靠性 2

5 对抗生成式目标物 2

 5.1 对抗生成式标识牌目标物 2

 5.2 对抗生成式交通锥目标物 3

 5.3 对抗生成式假人目标物 4

 5.4 对抗生成式假车目标物 5

 5.5 对抗生成式目标物要求 6

6 夜间场景 3D 乘用车（带前大灯及后灯光源）目标物 6

 6.1 外形尺寸 7

 6.2 车身结构 7

 6.3 反射属性 7

 6.4 光源条件 7

 6.5 耐用性 7

 6.6 环境适应性 7

 6.7 使用要求 7

7 遗留儿童目标物 8

 7.1 外形尺寸 8

 7.2 动作模拟 8

 7.3 反射属性 9

 7.4 环境适应性 9

 7.5 使用要求 9

8 目标物载体系统 9

 8.1 外形尺寸 9

 8.2 运动精度 9

 8.3 定位导航 9

 8.4 控制响应 10

 8.5 数据传输 10

 8.6 数据记录 10

 8.7 反射属性 10

 8.8 环境适应性 10

8.9	安全机制	10
8.10	用户界面	10
8.11	使用要求	10
9	墙体+消防栓泊车目标物	11
9.1	外形尺寸	11
9.2	反射属性	11
9.3	耐用性	12
9.4	环境适应性	13
9.5	使用要求	13
	参考文献	14

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。

本文件由中汽智联技术有限公司提出。

本文件由中国智能交通协会归口。

本文件起草单位：中汽智联技术有限公司、湖南立中科技股份有限公司、中汽数据（天津）有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、中国科学院计算技术研究所、北京中科晶上科技股份有限公司、重庆长线智能科技有限责任公司、一汽一大众汽车有限公司、吉利汽车集团有限公司、长城汽车股份有限公司、广州汽车集团股份有限公司、奇瑞汽车股份有限公司、东风汽车集团有限公司、上海汽车集团股份有限公司、安徽江淮汽车集团股份有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、上汽大通汽车股份有限公司、东风柳州汽车有限公司、中国第一汽车股份有限公司、一汽解放汽车有限公司、比亚迪股份有限公司、上汽大众汽车有限公司、厦门金龙联合汽车工业有限公司、浙江吉利远程新能源商用车集团有限公司、华行智途数字科技（长春）有限公司、天津大学、吉林大学、华南理工大学。

本文件主要起草人：张骁、吴俊、徐树杰、曹立波、刘畅、赵青才、赵帅、孙博华、王磊、于文尧、张庆余、徐智玉、张曦月、胡清华、韩亚洪、谢蓉、张蕊、翟洋、李茂莹、齐海政、邱洋迪、赵克刚、杨雄、董若霆、邓晶、杨果、邹宇、罗小锋、李金广、杨贵永、周嘉鑫、万亮亮、黄龙超、王亮平、李维光、丁彦辰、陈龙、吴小龙、赵辉、梁锦帮、李明、张栋林、董庆战、陈波、李洋、刘兰骏、谢业军、余天龙、宋琛、施佳能、宾仕博、岑霖霖、郑建明、孙殿喜、张新生、张惠林、刘燕、李亮、肖丹、王妍、龙腾、柏尚奇、方琳、刘云婷、吕宇星、王渤超、杨培明。

智能驾驶测试对抗生成及模拟目标物技术要求

1 范围

本文件规定了智能驾驶封闭场地测试及半/开放道路测试下对抗生成及模拟目标物的总体技术要求，并分别对每一个目标物的相关特性进行了具体的技术要求。

本文件适用于智能驾驶封闭场地测试及开放道路测试中所使用的对抗生成及模拟目标物的设计、开发、生产。

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 4599-2024 汽车道路照明装置及系统

GB 4660-2016 机动车用前雾灯配光性能

GB 5768.2 道路交通标志和标线 第二部分：道路交通标志

GB 5768.4-2017 道路交通标志和标线 第4部分：作业区

GB 14561-2003 消防栓箱

GB/T 15089 机动车辆及挂车分类

GB/T 18833-2012 道路交通反光膜

GB 21259-2007 汽车用气体放电光源前照灯

GB/T 24720-2009 交通锥

GB 25991-2010 汽车用LED前照灯

GB/T 41798 智能网联汽车自动驾驶功能场地试验方法及要求

GB 50003-2011 砌体结构设计规范

ISO 19206-2:2018 Road vehicles — Test devices for target vehicles, vulnerable road users and other objects, for assessment of active safety functions

ISO DIS 19206-3: Road vehicles-Test devices for target vehicles vulnerable road users and other objects, for assessment of active safety functions Part 3:Requirements for passenger vehicle 3D targets

ISO 19206-3:2021 Road vehicles — Test devices for target vehicles, vulnerable road users and other objects, for assessment of active safety functions — Part 3: Requirements for passenger vehicle 3D targets

C-NCAP (China New Car Assessment Program) 中国新车评价规程

E-NCAP (European New Car Assessment Programme) 欧洲新车评价规程

C-ICAP (China Intelligent-connected Car Assessment Programme) 中国智能网联汽车技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

目标物 target

在评估车辆主动安全系统和先进驾驶辅助系统（ADAS）性能的测试过程中，用来模拟真实交通参与主体或环境的人工构造物。

3.2

生成式人工智能 generative AI

能够生成文本、图像等数据和实例的人工智能技术。

3.3

扰动 perturbation

对原始数据进行的人为的、微小的修改。

3.4

对抗生成式目标物 adversarial generated target

结合实际交通环境和测试需求,通过生成式人工智能技术模拟或生成具有人为扰动的特定属性或行为的目标物。例如,对抗生成式标识牌目标物、对抗生成式交通锥目标物、对抗生成式假人目标物以及对抗生成式假车目标物等。

3.5

试验车辆 vehicle under test

装备有先进驾驶辅助系统,用于试验的车辆。

[来源GB/T 41798, 3.2, 有改动]

3.6

雷达截面 RCS radar cross section

RCS即雷达截面。

3.7

相对湿度 RH relative humidity

相对湿度是指在特定温度下,空气中的实际水汽压与同温度下饱和水汽压的比值,用百分数(%)来表示。

3.8

遗留儿童 left behind children

被无意或者故意留在封闭车内的儿童。

4 总体要求

4.1 覆盖常见驾驶环境

典型目标物应能够模拟驾驶过程中常见的环境和障碍物,如车辆、行人、墙体、交通标识等;能够覆盖白天和夜间、不同行驶速度和复杂特殊场景,如夜间对向行驶和儿童遗留检测等测试需求。

4.2 符合相关标准和规程

选取的目标物应参考并符合国内外相关的智能驾驶测试标准和测评规程(如GB/T41798、C-NCAP和E-NCAP)。

4.3 操作便捷与可靠性

目标物设计应易于安装、拆卸和运输,操作便捷,确保高效性和可重复性,并具备良好的可靠性,能够在电磁干扰、环境风、光源、噪声等各种干扰条件下保持可靠运行。

5 对抗生成式目标物

5.1 对抗生成式标识牌目标物

对抗生成式标识牌目标物是在标准标识牌目标物的基础上,通过生成式人工智能技术模拟或生成具有人为扰动的目标物,主要用于模拟真实交通环境中的各式标识牌。



图1 对抗生成式标识牌目标物

5.1.1 外形尺寸及反光性

5.1.1.1 标识牌目标物应模拟真实标识牌的外形、尺寸和颜色，符合 GB 5768.2 相关规范规定。

5.1.1.2 标识牌在各种光照条件下都应清晰可见，特别是在夜间或低光环境中，应具有良好的反光性能，应符合 GB/T 18833-2012 的相关规定。

5.1.2 耐用性

标识牌应能抵抗自然老化、风雨侵蚀、紫外线照射等环境因素，以及可能的物理损伤。

5.1.3 环境适应性

标识牌目标物应能在-10~45℃的环境温度和0%~95%RH环境湿度下正常使用；可在-20℃~60℃的环境温度下储存。同时，防尘防水等级应≥IP65，以适应户外测试环境。

5.1.4 使用要求

5.1.4.1 使用场景

标识牌目标物主要用于C-NCAP主动安全ADAS试验规程、C-ICAP各类行车/泊车辅助测试中需要标识牌目标物的实验场景搭建。

5.1.4.2 设备维护

在设备使用中应满足下列维护要求：

- 1) 定期检查：定期对标识牌目标物进行检查，包括检查表面是否有污渍、破损、松动等问题，以及检查其亮度和颜色是否正常。对于发现的问题，应及时处理，以确保标识牌的清晰度和可见性。
- 2) 清洁保养：使用清洁工具和清洁剂对标识牌目标物进行定期清洁。
- 3) 维修与更换：对于损坏、老化、磨损严重的标识牌目标物，应及时进行维修或更换。维修时应确保使用与原标识牌相同的材料和工艺，以保证其性能和外观的一致性。

5.2 对抗生成式交通锥目标物

对抗生成式交通锥目标物是在标准交通锥目标物的基础上，通过生成式人工智能技术模拟或生成具有人为扰动的目标物。主要用于模拟真实道路中的各式交通锥。



图2 对抗生成式交通锥目标物

5.2.1 外形尺寸及反光性

5.2.1.1 交通锥目标物应模拟真实交通锥的外形、尺寸和颜色，符合 GB 5768.4-2017 相关规范规定。

5.2.1.2 交通锥目标物应具备与真实交通锥相似的视觉特征，包括反光性、亮度以及在不同光线条件下的可见性，特别是在夜间或低光环境中，应具备良好的反光性能，其上白色部分逆反射系数值应符合 GB/T 18833-2012 的相关规定。

5.2.2 耐用性

交通锥目标物应能抵抗自然老化、风雨侵蚀、紫外线照射等环境因素，以及可能的物理损伤。

5.2.3 稳定性

交通锥底座的大小、形状以及交通锥的最小质量等应参考GB/T 24720-2009，尽量保证交通锥不易翻滚，具备一定稳定性。不同质量的交通锥分别承受5N-13N的顶部水平作用力时，不应该出现翻倒现象。

5.2.4 环境适应性

交通锥目标物应能在-10~45℃的环境温度和0%~95%RH环境湿度下正常使用；-20℃~60℃的环境温度下储存。同时，目标物防尘防水等级应 $\geq$ IP65，以适应户外测试环境。

5.2.5 使用要求

5.2.5.1 使用场景

交通锥目标物可用于C-ICAP基础行车辅助测试中“道路施工-锥桶识别及响应”、“高速前车紧急避障”（详见C-ICAP附录A1）、基础泊车辅助测试中“平行停车位内存在障碍物”（详见C-ICAP附录B1）等需要交通锥目标物的场景搭建。

5.2.5.2 设备维护

在设备使用中应满足以下维护要求：

- 1) 定期检查：应定期对交通锥进行检查，包括检查其形状是否完整、颜色是否清晰、反光性能是否正常等。对于损坏或老化的交通锥，应及时更换。
- 2) 清洁保养：定期清洁交通锥的表面，去除灰尘、污渍等，以保持其清晰度和反光性能。清洁时，应使用软布和清水，避免使用化学清洁剂。
- 3) 固定稳定：在摆放交通锥时，应确保其底部稳定，不易被风吹倒或被车辆撞倒。可以使用重物或沙袋对交通锥进行固定。

5.3 对抗生成式假人目标物

对抗生成式假人目标物是在标准假人目标物的基础上，通过生成式人工智能技术模拟或生成具有人为扰动的目标物。主要用于模拟真实环境中的各式行人。



图3 对抗生成式假人目标物

5.3.1 外形尺寸

假人目标物应在外形上高度模拟真实的人体形态，包括身高、体型等，以提供逼真的测试环境。

5.3.2 反射属性

假人目标物应能够被测试车辆的雷达和传感器系统准确识别。其雷达反射属性应满足测试要求，以全面评估测试车辆的行人感知能力。

从各个角度看，装配完整后，假人对于毫米波雷达的RCS值均匀分布且满足表1要求；

表1 RCS 范围（77GHz）

距离雷达	0m	10m	20m	30m	40m
RCS 上限（dB）	-5	0	+3	+5	+5
RCS 下限（dB）	-25	-15	-10	-7	-5

5.3.3 动作模拟

假人目标物的动作模拟应尽可能接近真实行人的行为模式，双腿应可以摆动，摆动频率应当和假人行进的速度相匹配，要求速度为 3km/h,5km/h,8km/h，同时微多普勒效应与实际人相当。

5.3.4 耐用性

假人目标物应具有良好的耐用性，能够承受相对速度不大于60km/h的撞击，撞击后不会对被测试车辆和假人造成损伤，假人目标物应易于重新组装或修复，可以使用手动工具进行现场维修，参考ISO 19206-2 相关要求。

5.3.5 环境适应性

假人目标物应能在-10~45℃的环境温度和0%~95%RH环境湿度下正常使用；-20~-10℃时，可在室内热机后，移到室外正常使用，-20℃~60℃的环境温度下正常储存。同时，目标物防尘防水等级应≥IP65，以适应户外测试环境。

5.3.6 使用要求

5.3.6.1 使用场景

- 1) 假人目标物可用于 C-NCAP 中行人自动紧急制动系统 (AEB VRU_Ped) 测试中各需要提供假人目标物的实验场景搭建，详见 C-NCAP 附录 O。
- 2) C-ICAP 基础泊车辅助测试中“泊车过程存在行人干扰”场景的搭建，详见 C-ICAP 附录 B.1。

5.3.6.2 设备维护

在设备使用中应满足以下维护要求：

- 1) 定期检查：假人目标物需要定期进行检查，包括检查假人的结构完整性以及模拟人体的准确性等。对于发现的问题，应及时进行维修或更换。
- 2) 校准和标定：为了确保假人目标物的准确性和可靠性，需要定期对其进行校准和标定。这可以通过与真实人体的数据进行比较来实现，以确保假人在模拟人体行为时的准确性。

5.4 对抗生成式假车目标物

对抗生成式假车目标物是在标准假车目标物的基础上，通过生成式人工智能技术模拟或生成具有人为扰动的目标物。旨在模拟真实环境中的各式车辆，以评估测试车辆在驾驶过程中对周围车辆的识别和避让能力。



图 4 对抗生成式假车目标物

5.4.1 外形尺寸

假车目标物应高度模拟真实车辆，包括外形、尺寸、颜色、车牌、车灯等特征，以确保测试过程中的逼真度。外形等尺寸要求，参考并符合ISO DIS 19206-3的要求。

5.4.2 反射属性

假车目标物应具有与真实车辆相似的雷达反射特性以及红外辐射特性。需满足ISO19206-3要求，并满足C-NCAP和E-NCAP测试使用要求。

5.4.3 运动模拟

假车目标物应具有与真实车辆相似的运动性能，如加速、制动、转向等，以模拟真实交通环境中的车辆行为。

5.4.4 耐用性

假车目标物应具有良好的耐用性，应满足以下要求：

- 1) 可承受侧面、追尾相对速度 80km/h（含 80km/h）以内、正面相对速度 120km/h 以内（含 120km/h）的撞击。
- 2) 应易于重新组装或在接触后进行维修，现场维修应能够使用标准手动工具进行。
- 3) 重新组装和维修后，应满足传感器相关要求，参考 ISO 19206-3 相关要求。

5.4.5 环境适应性

假车目标物应能在-10~45℃的环境温度和0%~95%RH环境湿度下正常使用；-20~-10℃时，可在室内热机后，移到室外正常使用，-20℃~60℃的环境温度下正常储存。同时，假车目标物防尘防水等级应≥IP65，以适应户外测试环境。

5.4.6 使用要求

5.4.6.1 使用场景

假车目标物主要用于C-NCAP主动安全ADAS试验规程、C-ICAP各类行车/泊车辅助测试中需要假车目标物的实验场景搭建。

5.4.6.2 设备维护

在设备使用中应满足以下维护要求：

- 1) 定期检查：假车目标物应定期进行检查，包括外观检查、结构检查、性能检查等，以确保其在使用过程中始终保持稳定的性能。
- 2) 修复与更换：对于在检查中发现的损坏或性能下降的部件，应及时进行修复或更换，以确保假车目标物的准确性和可靠性。
- 3) 保养与清洁：定期对假车目标物进行保养和清洁，可以延长其使用寿命并保持其良好的性能。

5.5 对抗生成式目标物要求

5.5.1 真实性与多样性平衡

对抗生成式目标物应尽可能接近真实世界的目标物包括其物理特性、与其他目标物的交互方式等，并具备多样性，能覆盖各种驾驶场景和条件。

5.5.2 可解释性、可控性与安全性

对抗生成式目标物应具有一定的可解释性和可控性，确保用户能理解生成逻辑并可通过调整参数影响生成过程。生成和使用过程中应避免安全隐患。

5.5.3 鲁棒性与欺骗迁移能力

对抗生成式目标物应具备鲁棒性，能在各种扰动和变化条件下保持一致性和稳定性。同时，对抗生成式目标物的扰动大小应尽可能小，以保证人类观察者对其的不可感知性。对抗生成式目标物的欺骗能力应具有迁移性，通过特定方法生成的对抗生成式目标物能够在不同模型、不同训练数据、不同环境甚至不同任务之间保持良好的欺骗效果。

6 夜间场景 3D 乘用车（带前大灯及后灯光源）目标物

夜间场景3D乘用车（带前大灯及后灯光源）目标物用于替代真实乘用车，主要用于夜间对向行驶的场景测试。



图5 3D 乘用车目标物（带光源）

6.1 外形尺寸

对于夜间场景3D乘用车的外形等尺寸要求，参考并符合ISO DIS 19206-3的要求。

6.2 车身结构

车身应采用可拆解结构，便于拆卸、运输和装卸，在碰撞后宜易于重新组装，车身部分位置撞坏后，不需要整车更换，只需更换损坏部分，车身及其零部件材料不宜对被试车辆造成大于表面损伤的损害。

6.3 反射属性

雷达反射特征以及红外反射特征均符合ISO DIS 19206-3的相关要求。

6.4 光源条件

夜间场景3D乘用车目标物配置前大灯及后灯光源，用于夜间对向行驶的场景测试，应满足以下要求：

- 1) 光源色温 5000-6500k；
- 2) 光源安装位置参考 ISO DIS 19206-3 的相关要求，并容易更换；
- 3) 远光灯和近光灯应符合 GB 4599（除 A 级外）、GB 21259、GB 25991 对灯具的相关要求，前雾灯应符合 GB 4660 中对灯具的相关要求。

6.5 耐用性

6.5.1 夜间场景 3D 乘用车目标物宜满足以 60km/h 的相对速度与 M1 类车辆碰撞至少 50 次而不损坏的要求。

6.5.2 可承受侧面、追尾相对速度 80km/h（含 80km/h）以内、正面相对速度 120km/h 以内（含 120km/h）的撞击。

6.5.3 现场修理应能够使用标准手工工具执行，由两人在 15 分钟内完成重新组装。

注1：本要求不适用于一次性和单次撞击目标。

注2：M1类：包括驾驶员座位在内，座位数不超过九座的载客车辆。（来源：GB/T 15089-2001：机动车辆及挂车分类）。M1类：为载客而设计和制造的车辆，除驾驶员座椅外，不超过8个座位。（来源：联合国综合决议R.E.3和指令2007/46/EC）。

6.6 环境适应性

夜间场景3D乘用车目标物应能在-10~45℃的环境温度和0%~95%RH环境湿度下正常使用；-20~-10℃时，可在室内热机后，移到室外正常使用，-20℃~60℃的环境温度下正常储存。同时，3D乘用车目标物防尘防水等级应≥IP65，以适应户外测试环境。

6.7 使用要求

6.7.1 使用场景

6.7.1.1 夜间场景 3D 乘用车目标物应当用于夜间对向行驶测试场景搭建。

6.7.1.2 夜间场景 3D 乘用车目标物应当用于汽车 AEB 与 FCW 等功能的检测。

6.7.1.3 测试前应设定电子围栏并划定测试无人区，确保测试区域安全，避免无关人员进入测试场地。同时确保测试车辆和假车测试设备之间路面平整无杂物。

6.7.1.4 进行测试时，应选择背景照度低于 1 lux 的环境，以模拟真实的夜间驾驶条件。确保测试场地没有其他光源干扰。

6.7.2 光源校准

测试前确保夜间场景3D乘用车目标物的前大灯及后灯光源具有足够的亮度和合适的色温（5000K-6500K），确保在测试过程中模拟真实车辆的光照条件。

6.7.3 设备维护

每次测试后，应对夜间场景3D乘用车目标物进行全面清洁维护，确认雷达反射情况，评估其损伤程度，如有必要，进行维修或更换。检查确认设备符合反射属性、光源条件、车身结构等各项技术要求，确保其在后续测试中的正常使用。

7 遗留儿童目标物

7.1 外形尺寸

参考国内外相关的标准法规，采用4种不同年龄段的儿童假人模拟遗留儿童目标物的外形尺寸。不同年龄段的遗留儿童目标物的详细外形尺寸要求如表2所示：

表 2 不同年龄段的遗留儿童目标物的详细技术要求

序号	型号	技术要求
1	新生儿假人	新生儿目标物身長 50.4cm；目标物呼吸模拟频率 30 次/分钟，幅度和频率都可调；具有多个运动自由度；新生儿目标物在毫米波雷达探测下具有与真人一致的雷达属性；目标物呼吸动作可产生与真人一致的微多普勒效应
2	1 岁儿童假人	1 岁儿童目标物身長 76.5cm；目标物模拟呼吸频率 22 次/分钟，幅度和频率都可调；心跳频率每分钟 80-150 次，频率可调；具有多个运动自由度；1 岁儿童目标物在毫米波雷达探测下具有与真人一致的雷达属性；1 岁儿童目标物的呼吸动作可产生与真人一致的微多普勒效应
3	3 岁儿童假人	3 岁儿童目标物身長 96.8cm；目标物模拟呼吸频率 20 次/分钟，幅度和频率都可调；心跳频率每分钟 80-150 次，频率可调；具有多个运动自由度；3 岁儿童目标物在毫米波雷达探测下具有与真人一致的雷达属性；目标物呼吸动作可产生与真人一致的微多普勒效应
4	6 岁儿童假人	6 岁儿童目标物身長 117.7cm；目标物模拟呼吸频率 18 次/分钟，幅度和频率都可调；心跳频率每分钟 80-150 次，频率可调；具有多个运动自由度；6 岁儿童目标物在毫米波雷达探测下具有与真人一致的雷达属性；目标物呼吸动作可产生与真人一致的微多普勒效应

7.2 动作模拟

遗留儿童目标物要求能够复现系统探测的生理特征，包括儿童的呼吸动作和运动。其中，呼吸频率参考18bpm-30bpm；儿童运动包括头部俯仰、翻转、侧倾、四肢挥动等动作。

7.3 反射属性

遗留儿童目标物要求具备拟真的雷达、红外和摄像头反应特征。

7.4 环境适应性

遗留儿童目标物应能在 $-10\sim 45^{\circ}\text{C}$ 的环境温度和 $0\%\sim 95\%\text{RH}$ 环境湿度下正常使用； $-20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下正常储存。遗留儿童目标物防尘防水等级应 $\geq \text{IP65}$ ，保证长期使用。

7.5 使用要求

7.5.1 使用场景

遗留儿童目标物主要用于锁车儿童存在探测发出警告场景的使用，测试场景应包括白天和夜间的试验，以证明系统可以在各种照明条件下正常工作。

7.5.2 车辆要求

试验车辆能够放置前向和后向儿童约束系统（CRS），后向CRS设置为乘坐新生儿假人（参考体重：4kg-9kg），前向CRS设置为乘坐12岁以内的儿童假人（参考体重：20kg-40kg）。且所使用的CRS应至少在车辆二排座椅的每个座位上进行测试。

7.5.3 硬件检查

测试前检查所有硬件部件是否完好，包括呼吸模拟装置和心跳模拟装置。确保所有关节部位无松动，动作流畅，能够进行模拟儿童运动，包括头部俯仰、翻转、侧倾、四肢挥动等动作。确认各传感器应清洁无尘，工作正常。

8 目标物载体系统

8.1 外形尺寸

8.1.1 在长度和宽度上，应符合搭载目标物的连接尺寸要求。

8.1.2 车身高度应低于普通试验车辆的最低离地间隙，并在平台四周设置斜坡，以方便试验车辆通过。

8.1.3 车身结构需能够承受试验车辆的碾压。

8.2 运动精度

目标物载体系统速度应达到其搭载目标物的模拟的真实城市道路的设计使用速度，满足不同测试环境下的性能要求，根据不同测试场景，对运行速度、加速度、减速度、转角半径、位置精度和速度精度的要求如表3所示：

表3 不同测试场景下目标物载体系统运动精度要求

测试场景	低速测试场景	中速测试场景	高速测试场景
运行速度	0-25km/h	25-80km/h	$\geq 80\text{km/h}$
最大加速度	2.5m/s ²	4m/s ²	2.5m/s ²
最大减速度	4m/s ²	6m/s ²	8m/s ²
转角半径	$\leq 1\text{m}$	1.8-2.5m	4.5-7.5m
位置控制精度	$\leq 0.05\text{m}$	$\leq 0.1\text{m}$	$\leq 0.1\text{m}$
速度控制精度	$\pm 0.2\text{km/h}$	$\pm 0.2\text{km/h}$	$\pm 0.2\text{km/h}$

8.3 定位导航

目标物载体系统应配备高精度的导航系统，确保在运行过程中能够精准定位和导航。导航系统精度要求如表4所示：

表4 导航系统精度要求

水平定位精度	单点		1.5m
	RTK		1.5cm + 1ppm
高程定位精度	单点		2.5m
	RTK		2cm + 1ppm
测量精度	载波相位		<1mm(RMS)
	伪距	L1CA, L2C, L2P, G1, G2	< 0.12m (RMS)
		其他信号	< 0.06m (RMS)
首次定位时间	冷启动		<45s
	温启动		<30s
最大数据率	GNSS 原始观测量		5Hz
	GNSS RTK 定位		最高 5Hz
	INS 组合导航定位		100Hz/125Hz**
	IMU 原始数据率		100Hz/125Hz**
授时精度	20ns RMS		
测速精度	0.03m/s RMS		
定向精度	基线 = 2m		0.08°
	基线 = 4m		0.05°

8.4 控制响应

8.4.1 目标物载体系统应具备实时数据分析功能，控制指令响应时间应在 10ms 内。

8.4.2 提供数据可视化界面，数据查询响应时间应在 1.5s 内，帮助用户快速分析测试车辆的性能表现。

8.5 数据传输

目标物载体系统应内置通讯系统，通讯天线可承受试验车辆动态碾压，同时测试过程中该驱动平板能够和其他同类平板设备、测试车辆驾驶机器人、测试车辆上装备的组合导航设备进行数据通信，能够和用户已有的驾驶机器人组合导航设备同步协同工作。

8.6 数据记录

目标物载体系统应具备精准的测量以及数据记录功能，采样频率不低于100hz，存储频率不低于50hz，能够准确地记录自身以及测试车辆速度、位置、加速度等参数，以评估系统的准确性和稳定性。

8.7 反射属性

目标物载体系统RCS值的上边界应与其搭载的目标物RCS下边界保持一定界限，达到对试验干扰程度最小化。

8.8 环境适应性

目标物载体系统应能在-10~45℃的环境温度、0-95%RH的湿度下正常使用；-20~-10℃时，可在室内热机后，移到室外正常使用。应能在-20℃~60℃储存，且防尘防水等级≥IP66。

8.9 安全机制

目标物载体系统应具备冗余的失效安全紧急制动系统。带冗余安全控制器和制动器，在系统出错故障时，冗余控制系统介入确保工作安全或安全停机，集成通信失联急停、超出电子围栏紧急制动(划定安全区域)、车道偏离紧急制动停车等功能。

8.10 用户界面

目标物载体系统应具备简洁清晰的用户操作界面，包括主页、测试管理、轨迹规划、数据分析、系统设置等功能，操作简便易懂，能够满足不同用户的需求，包括车辆制造商、测试机构和监管部门等。

8.11 使用要求

8.11.1 使用场景

目标物载体系统应满足 C-NCAP、E-NCAP等国内外新车测评规程中需要为可移动测试目标物提供载体系统的场景搭建。

8.11.2 硬件检查

每次使用前，应对目标物载体系统进行全面检查，确保所有部件正常工作。检查各部件是否变形、连接稳定性等，确保没有松动或损坏的部件。

8.11.3 场地检查

划定测试无人区，确保测试区域安全，避免无关人员进入测试场地。同时确保测试场地无障碍物，地面平整，无积水或其他可能影响设备运行的因素。

8.11.4 设备维护

每次使用后，对目标物载体系统进行清洁，尤其是传感器和电气连接部位。

9 墙体+消防栓泊车目标物

泊车目标物用于替代真实物体，主要用于泊车系统测试，用以减轻或避免测试车辆泊车过程中导致的碰撞。

9.1 外形尺寸

对于消防箱体以及墙体的外形等尺寸要求，符合GB 14561-2003以及GB 50003-2011的要求。

9.2 反射属性

消防箱及墙体目标物应具备与真实物体完全相同的摄像头视觉特征，汽车毫米波雷达特征以及汽车激光雷达特征，根据实验进展补充。

9.2.1 摄像头识别

满足不同角度下摄像头对目标物的识别性能，主要视角如下图所示：

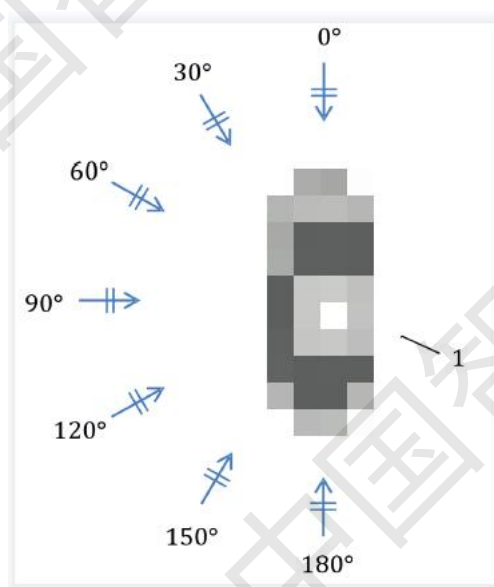


图6 摄像头识别角度

9.2.2 雷达频段

满足在汽车雷达使用的频段24GHZ和（76-79）GHZ下的识别要求。

9.2.3 雷达截面静态测量和要求

雷达截面积的测试要求：

- 1) 安装雷达，把雷达安装在车辆前方，中心高度为 $500 \pm 150\text{mm}$ ，保证雷达在水平和垂直方向的精度符合要求。
- 2) 在空旷的道路中间摆放墙体和消防栓等泊车目标物及相关配套设备，把测试墙体等泊车目标物的正面朝向汽车的行驶方向，相对于车辆呈 90° ，汽车前进时保证误差偏离值在规定范围内。
- 3) 测试车辆预先停在距离泊车目标物 50m 以外的距离，摆正车辆，使车辆的中心线与路上的中心线重合，车头朝向墙体等泊车目标物，误差控制在规定范围内。
- 4) 以最大速度为 10km/h 的速度驶向墙体，同时接收雷达返回的数据，快接近目标物时，迅速刹车，获取从起点 50m 至最终 4m 的距离内的雷达反射截面积（RCS）。
- 5) 重复试验，每种工况下进行 5 组试验。
- 6) 将步骤 2 的 90° 工况改为 45° 工况。重复步骤 2-5，记录试验数据。
- 7) 对已经记录的 10 组数据进行处理，在 4-50m 的区间内每隔 0.2m 取数据进行平均处理，最终得到墙体的一组数据，再使用滑动平均窗口（ $\pm 2.5\text{m}$ ）进行低通滤波来处理试验数据。

9.2.4 泊车目标物的雷达识别特性

具体的雷达属性应满足具体要求：在 77GHZ 毫米波雷达的测试条件下，目标物与雷达相对角度为 90° 时，雷达反射属性值在 10-30dBsm；目标物与车辆相对角度为 45° 时，雷达反射属性值在 0-20dBsm。如下图所示：

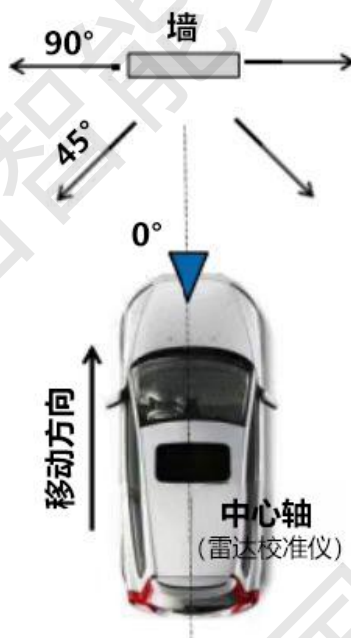


图 7 摄像头识别角度

9.3 耐用性

9.3.1 在低于 40km/h 的碰撞测试中，不会对被测车辆以及驾驶员造成任何损伤，且可多次重复使用，且碰撞发生后宜易于重新组装或维修，组合安装简便，撞散后 2 人 15 分钟内可维修恢复测试场景。

9.3.2 泊车目标物宜满足被测车辆以 $\leq 20\text{km/h}$ 的相对速度至少 100 次的碰撞要求。

9.4 环境适应性

泊车目标物应能在-10~45℃的环境温度和0%~95%RH环境湿度下正常使用；-20℃~60℃的环境温度范围内正确储存时不应损坏。同时，目标物防尘防水等级应 $\geq$ IP65，以适应户外测试环境。

9.5 使用要求

9.5.1 使用场景

墙体+消防栓泊车目标物主要用于模拟搭建地下车库或有固定障碍物的泊车环境。可用于测试车辆的自动泊车辅助系统，如车位前泊入能力、车位前遥控泊车能力测试下各测试场景的搭建。

9.5.2 硬件检查

使用前检查确认泊车目标物的结构完整，无明显损坏或变形。检查目标物的表面是否光滑无裂纹，确保测试车辆在碰撞时泊车目标物及其零部件不会对被试车辆造成损害。

参 考 文 献

- [1] GB 4785 汽车及挂车外部照明和光信号装置的安装规定 特殊规定
 - [2] GB 5768.3 道路交通标志和标线 第三部分：道路交通标线
 - [3] GB 5768.5 道路交通标志和标线 第五部分：限制速度
 - [4] GB 34660 道路车辆 电磁兼容性要求和试验方法
 - [5] GB/T 18385 电动汽车 动力性能 试验方法
 - [6] GB/T 20608 智能运输系统 自适应巡航控制系统 性能要求及检测方法
 - [7] GB/T 34590 道路车辆 功能安全
 - [8] GB/T 39263 道路车辆 先进驾驶辅助系统（ADAS）术语及定义
 - [9] GB/T 40429 汽车驾驶自动化分级
 - [10] GB/T 41630 泊车辅助系统性能要求及试验方法
 - [11] JGJ 100 《车库建筑设计规范》
 - [12] JGJ/T 188 施工现场临时建筑物技术规范
 - [13] PD ISO/TR 12349-2 公路车辆 用于约束系统测试的假人 儿童假人
 - [14] ISO 16787 《Intelligent transport systems - Assisted parking systems （APS） - Performance requirements and test procedures》
 - [15] ISO 21448 Road vehicles – Safety of the intended functionality
 - [16] ISO 34502 Road vehicles – Engineering framework and process of scenario-based safety evaluation
-