

# 团 体 标 准

T/CAAMTB 320—2025

## 智能网联汽车 基于仿真场景库的场景测试 方法与评价

Intelligent connected vehicle — Scenario testing based on simulation scenario library  
— Method and evaluation

2025 - 10 - 31 发布

2025 - 11 - 01 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 测试准备阶段 .....	4
4.2 测试执行阶段 .....	4
4.3 测试评估阶段 .....	4
5 被测对象评价指标 .....	5
5.1 一般要求 .....	5
5.2 通过性指标 .....	5
5.3 通用性指标 .....	8
5.4 安全性 .....	8
参 考 文 献 .....	9

## 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智能网联汽车分会提出。

本文件由中国汽车工业协会归口。

本文件起草单位：上海国际汽车城（集团）有限公司、上海车云数据科技有限公司、苏州智行众维智能科技有限公司、北京京东乾石科技有限公司、浙江绿色智行科创有限公司、智己汽车科技有限公司、载合汽车科技（苏州）有限公司、上海淞泓智能汽车科技有限公司、众链数智（上海）智能科技有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、招商局检测车辆技术研究院有限公司、中汽院（江苏）汽车工程研究院有限公司、长春汽车检测中心有限责任公司、中汽研汽车试验场股份有限公司、清华大学苏州汽车研究院（吴江）、清华大学苏州汽车研究院（相城）、北京工业大学、重庆邮电大学、招商局重庆交通科研设计院有限公司、中国信息通信研究院、长安大学、同济大学、福耀科技大学、西部水木灵境（重庆）智能科技有限公司。

本文件主要起草人：潘晓红、吴俊贤、周云冲、戴梦莹、陈玲俐、陈桂花、朴红艳、徐玮怡、陈相全、闫少伟、安宏伟、李月、张磊、毛乾辉、夏禹、姚若禹、周俊、方海斌、赵鹏程、徐从品、韩昭、丁微、滕添益、赵剑、廖伟、李庆庆、雷剑梅、李春洋、张克牛、梁荣亮、范欣炜、程汉、钱佳楠、孙川、田欢、陈晨、栾森、李永福、赵杭、伍雅洁、叶青、洪启安、李伯雄、王润民、承靖钧、毕欣、张培志、高继勇、王鹏、林雨琦、由洋多。

# 智能网联汽车 基于仿真场景库的场景测试 方法与评价

## 1 范围

本文件规定了智能网联汽车基于仿真测试场景库的测试方法与被测对象的评价指标。  
本文件适用于3级及以上的自动驾驶车辆单车智能的感知、决策、控制算法的测试。

## 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/T 34590 道路车辆 功能安全

GB/T 40429 汽车驾驶自动化分级

GB/T 43267 道路车辆 预期功能安全要求

GB 44495 汽车整车信息安全技术要求

ISO 34502 Road vehicles — Test scenarios for automated driving systems — Scenario based safety evaluation framework（道路车辆 自动驾驶系统的测试场景 基于场景的安全评估框架）

## 3 术语和定义

GB/T 40429、ISO 34502界定的术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**被测车辆** vehicle under test;VUT

在测试、评估或演示过程中被观察的车辆。

### 3.2

**全局车辆目标** global vehicle target;GVT

在测试场景中，与被测车辆相关的车辆目标物。

### 3.3

**场景库** scenario library

不同场景的数据集合，以数据库的形式表现出来，便于对测试场景进行统一有效地组织、管理和应用。

### 3.4

**测试驾驶员** test driver

在测试过程中，位于测试车辆内部执行部分或全部动态驾驶任务和/或接管的驾驶员。

### 3.5

**碰撞时间** time to collision;TTC

本车与目标物（如前方车辆、行人等）保持当前相对速度和运动轨迹不变的情况下，发生碰撞所需的预估时间。

### 3.6

**最小风险状态** minimal risk condition;MRC

当驾驶自动化系统因故障、系统限制或无法安全继续当前驾驶任务时，自动执行一系列动作后，车辆可达到的一个可预测、稳定且风险最低的状态。

### 3.7

**最小风险操作** minimal risk maneuver;MRM

自动驾驶系统在无法继续执行驾驶任务时，为达到最小风险状态而自动采取的一系列安全措施。

## 4 测试准备阶段

### 4.1.1 场景库构建

基于法规标准、逻辑推理、真实数据等不同构建依据，按照符合系统使用需求的典型场景占比构建仿真测试场景库，并对场景库数据进行分类和标签化。场景中包括道路及其通行逻辑、交通参与者及其行为、环境条件（如天气）等。场景库的构建应满足以下参数覆盖度和工况分布的要求。

#### 4.1.1.1 场景库参数化覆盖

场景库覆盖度旨在衡量场景库对于真实世界中可能发生各种交通情景的覆盖广度和深度。场景应进行参数化定义，关键参数应包括：

- a) 道路与环境参数，包括道路类型（高速、城市、乡村）、车道数量、曲率、坡度、光照条件（白天、黑夜、黄昏）、天气条件（晴天、雨、雪、雾、霾）等；
- b) 交通参与者参数，包括目标物类型（车辆、行人、非机动车）、相对位置、相对速度、加速度、行为意图（直行、变道、切入、横穿）等。

#### 4.1.1.2 工况类型分布与占比

场景库中各工况类型的分布应以大规模自然驾驶数据、事故统计数据 and 道路测试数据为基础进行标定，并适当侧重于对自动驾驶功能构成挑战的场景。建议的工况类型分布占比如表1所示。

表1 工况类型分布与占比建议

工况大类	描述	建议占比
常规工况	简单跟车、巡航、常规变道、通过路口等。	80%~90%
关键工况	易引发碰撞的场景，如紧急切入、鬼探头、前车急刹、对向来车越线等。	10%~15%
极端工况	极端天气（暴雨/暴雪）下的多车复杂交互、传感器故障与危险工况叠加等。	<5%

注：上述占比为指导性建议。其中，关键工况和极端工况的占比相比其在真实世界中的发生频率被人为调高，目的是为了在有限的测试时间内，更集中地暴露被测系统的潜在缺陷，从而实现加速测试的效果。

#### 4.1.2 测试需求与用例确定

根据智能网联汽车实际测试需求，按照5.2的要求确定测试样例和相应的通过性指标。

#### 4.1.3 测试环境准备

4.1.3.1 搭建与实际道路环境相似、或满足法规标准要求、或满足测试要求的仿真测试环境，包括道路布局、交通标志、障碍物等。

4.1.3.2 准备仿真环境下待测系统正常运行的相关配置，如传感器模型、数据记录系统等。

### 4.2 测试执行阶段

4.2.1 从场景库中选择符合测试需求的测试场景，并进行配置和组合。根据测试案例的通过性指标，设置测试参数和条件。

4.2.2 在测试环境中执行测试案例，模拟智能网联汽车在实际道路环境中的运行。

4.2.3 实时监控测试车辆的行驶状态、传感器数据等，记录测试过程中出现的异常情况、错误信息和性能指标数据。

### 4.3 测试评估阶段

4.3.1 对测试过程中产生的数据进行处理和分析，提取关键性能指标和异常信息。数据分析的处理和分析方法应符合3 $\sigma$ 标准。

4.3.2 将分析结果与测试样例的通过性指标进行对比，评估智能网联汽车的性能和安全性，识别潜在的安全隐患。

4.3.3 测试评估之后应形成测试报告，测试报告包含测试日期、待测系统的信息、测试所用的软硬件系统信息、执行单位测试方法、测试过程、测试结果、改进措施和建议等。

## 5 被测对象评价指标

### 5.1 一般要求

场景评价提出通过性指标、通用指标以及安全性指标：

- 通过性指标主要考核驾驶自动化系统在不同场景下的功能及性能要求；
- 通用性指标为在所有场景中以及实际驾驶中普遍且必须遵守的法规要求；
- 安全性能指标主要考核驾驶自动化系统是否可以保障驾乘人员的安全性。

### 5.2 通过性指标

#### 5.2.1 交通信号识别及响应

驾驶自动化系统应准确识别交通信号，并做出正确决策。测试场景见表2，其通过性指标为：

- 可准确识别静态以及动态的信号标识，静态信号识别准确率应大于 99%，动态信号识别准确率应大于 95%；
- 对识别出的信号标识进行处理并做出正确的决策与执行，决策响应延迟不大于 80ms；
- 可以在临时的交通指挥与路面标识中选择做出遵循临时交通指挥的决策，决策响应延迟不大于 80ms。

表2 交通信号识别及响应测试场景

测试项目	测试场景
交通信号识别及响应	禁令标志牌识别及响应
	指示标志牌识别及响应
	警告标志牌识别及响应
	停车让行标志标线识别及响应
	车道线识别及响应
	人行横道线识别及响应
	机动车信号灯识别及响应
	方向指示信号灯识别及响应
人工指挥信号识别及响应	

#### 5.2.2 道路交通基础设施与障碍物的识别及响应

道路交通基础设施与障碍物的识别及响应包含的测试场景见表3。其通过性指标为：

- 可以准确识别出不同类型的道路交通基础设施及障碍物；
- 识别出不同设施后可以执行在该类设施应有的驾驶动作，如收费站前选择闸口驶入排队，待抬杆后驶出收费站；学校在限速 60km/h 的道路上，在接近学校时应减速慢行；
- 必要时是否开启转向灯的决策与执行；
- 面对障碍物时可以合理规划出新的路线躲避或绕行，避免长时间等待；
- 识别准确率和决策响应延迟参考 5.2.1。

表3 道路交通基础设施与障碍物的识别及响应测试场景

测试项目	测试场景
道路交通基础设施与障碍物的识别及响应	环形路口通行测试
	施工区域通行测试
	收费站通行测试
	隧道通行测试
	学校区域通行测试
	公交站通行测试

表3 道路交通基础设施与障碍物的识别及响应测试场景（续）

测试项目	测试场景
道路交通基础设施与障碍物的识别及响应	慢车道通行测试
	坡道停走测试
	立交桥通行测试
	路口直行测试
	路口右转测试
	路口左转测试
	路口掉头测试
	无保护路段
	常规障碍物测试
	静止车辆占用车道测试
	匝道测试
	分合流测试
	大曲率弯道测试
	隔离护栏识别与响应
	水马、锥筒识别与响应
	减速带识别与响应
	井盖识别与响应
绿化带识别与响应	
硬路肩识别与响应	
动物识别与响应	

### 5.2.3 行人和非机动车的识别及响应

行人和非机动车的识别及响应包含的测试场景见表4，其通过性指标为：

- 可以准确识别出感知范围内的弱势交通参与者，并减速通过路径交汇的区域；
- 通过 TTC 判断与横穿的弱势交通参与者碰撞的可能性，并对车辆速度做出控制，选择通过或让行，每百公里危险事件（ $TTC < 1.5s$ ）数小于等于 0.5 次；
- 对同向或反向运动的弱势交通参与者，需要保持合理安全的横向距离不小于 0.5m；
- 识别准确率和决策响应延迟参考 5.2.1。

表4 行人和非机动车的识别及响应测试场景

测试项目	测试场景
行人和非机动车的识别及响应	行人横穿测试
	行人沿道路行走测试
	行人静止在被测车辆行驶路径内测试
	非机动车横穿测试
	非机动车沿道路骑行测试
	非机动车静止在被测车辆行驶路径内测试

### 5.2.4 周边车辆行驶状态的识别及响应

周边车辆行驶状态的识别及响应包含的测试场景见表5，其通过性指标为：

- 可以准确识别出感知范围内的车辆；
- 当其他全局车辆目标减速或变道，或其他动作侵入主车行进路径时，应决策与执行避让动作；
- 不允许因规避场景中的某一目标车的变道或入侵动作而主动与其他全局车辆目标发生碰撞；
- 不允许因自身的路径规划如改变车道而影响其他目标车的正常行驶；

- e) 识别准确率和决策响应延迟参考 5.2.1。

表5 周边车辆行驶状态的识别及响应测试场景

测试项目	测试场景
周边车辆行驶状态的识别及响应	前方车辆切入/切出测试
	前方车辆（与被测车辆同车道）加速/减速/匀速测试
	前方车辆持续侵入被测车辆车道测试
	前方车辆到达侵入位置后（与被测车辆同车道）返回原车道测试
	前方车辆静止在被测车辆车道内测试
	对向车辆借被测车辆车道行驶测试
	对向车辆静止测试
	前方车辆停——走测试

### 5.2.5 动态驾驶任务干预及接管

动态驾驶任务干预及接管的通过性指标为：

- 在 3 级驾驶自动化系统中，当测试驾驶员接管时，驾驶自动化系统应立即退出；
- 在 3 级、4 级的驾驶自动化系统中，当车辆驶出了设计运行范围时，应主动提示测试驾驶员进行接管操作。

### 5.2.6 风险减缓策略及最小风险状态

风险减缓策略及最小风险状态包含的测试场景见表6，其通过性指标为：自动驾驶汽车判断测试驾驶员未接管，系统应当适时采取使车辆达到最小风险的措施。

表6 风险减缓策略及最小风险状态测试场景

测试项目	测试场景
风险减缓策略及最小风险状态	超出设计运行范围测试
	前方道路封堵测试

### 5.2.7 自动紧急避险

自动紧急避险包含的测试场景见表7，其通过性指标为：

- 可以对感知范围前方的目标物快速感知，例如突然窜出的行人二轮车等；
- 通过 TTC 实时更新与前方目标物的纵向安全距离，控制车辆规避或减速以避免碰撞。

表7 自动紧急避险测试场景

测试项目	测试场景及要求
自动紧急避险	前车静止测试，被测车辆控制与前方的纵向安全距离，避免碰撞
	前车制动测试，被测车辆控制与前方的纵向安全距离，避免碰撞
	极端切入和前车抛洒物测试，应避免碰撞
	动物、行人和非机动车横穿测试

### 5.2.8 车辆定位

车辆定位包含的测试场景见表8，其通过性指标为：

- 系统可以获取当前车辆所在具体位置；
- 定点停车测试中可以在设计运行范围内自主寻找空余车位、自主决策并执行将车辆停至空余车位内。

表8 车辆定位测试场景

测试项目	测试场景及要求
车辆定位	定位精度测试增加定位精度值，无遮挡环境定位精度 $\leq 0.3\text{m}$ ，隧道等遮挡环境下定位精度小于等于 $0.8\text{m}$ ，其他环境 $\leq 0.5\text{m}$
	定点停车测试，设计运行范围内自主寻找空余车位、自主决策并执行将车辆停至空余车位内。

### 5.3 通用性指标

被测车辆应进行以下通用类指标的测试：

- a) 禁止逆行；
- b) 禁止占用专用车道；
- c) 正确抵达目的地；
- d) 在无特殊工况的影响下，不应低速通行，造成交通拥堵；
- e) 在堵车、极端天气等特殊工况影响下，应自主决策避免造成交通拥堵；
- f) 规范使用转向灯，满足车道保持的合规性。

### 5.4 安全性

安全性能指标主要考核驾驶自动化系统是否可以保障驾乘人员的安全性。

#### 5.4.1 安全事件与碰撞控制

安全事件与碰撞控制要求如下：

- a) 实际碰撞事件：测试全程零碰撞（0次）；如发生虚拟碰撞判定，则该用例直接判为不通过；
- b) 危险事件率：每百公里危险事件（ $TTC < 1.5\text{ s}$ ） $\leq 0.5$ 次；近失事件（最小安全距离/RSS边界被突破但最终避免碰撞） $\leq 0.2$ 次/100 km；
- c) 纵向/横向安全边界：在跟驰、变道、汇入/汇出等场景中，当预测  $TTC < 2.0\text{ s}$  或横向逼近速度导致碰撞风险上升时，系统必须触发减速/避让策略；未触发的次数为0。

#### 5.4.2 最小风险状态（MRC）达成质量

最小风险状态质量要求如下：

- a) 触发条件覆盖：关键故障、超出设计运行范围（ODD）、测试驾驶员未接管均应触发最小风险操作（MRM）流程；
- b) 响应时延：触发至开始减速的时间 $\leq 0.5\text{s}$ ；MRC达成时间（车辆完全停稳或驶入安全区） $\leq 10\text{s}$ （当车速 $\leq 60\text{km/h}$ ）， $\leq 20\text{s}$ （当车速 $> 60\text{km/h}$ ）；
- c) 减速度与舒适/稳定：MRC过程平均减速度（ $2\sim 4$ ） $\text{m/s}^2$ 、最大不超过 $6\text{m/s}^2$ ；纵向加加速度 $\leq 3\text{m/s}^3$ ；全过程横向偏差 $\leq 0.3\text{m}$ ；
- d) 停车位置与警示：在条件允许时优先停靠路肩/避险区；如需车道内停靠，必须开启双闪并对后方目标发布警示；MRC成功率 $\geq 99\%$ ；
- e) MRM期间与周边目标的安全距离：与前后车辆保持时距 $\geq 2.0\text{s}$ ；不产生次生危险事件。

### 参 考 文 献

- [1] 智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范（试行）
  - [2] ASAM OpenX Standards
-