

团 体 标 准

T/CAAMTB XXX—20XX

智能网联汽车 仿真测试场景库 场景分类

Intelligent connected vehicle simulation test scenario library scenario
classification

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

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 场景要素 3

5 场景分类 6

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提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

智能网联汽车 仿真测试场景库 场景分类

1 范围

本文件规定了智能网联汽车仿真测试场景库的场景要素、场景分类。
本文件适用于智能网联汽车场景库的设计和应用。

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 917 公路路线标识规则和国道编号

GB 5768.3 道路交通标志和标线 第3部分：道路交通标线

GB/T 40429 汽车驾驶自动化分级

ISO 34501 Road vehicles Test scenarios for automated driving systems Vocabulary 道路车辆 自动驾驶系统测试场景 术语

3 术语和定义

GB/T 40429和ISO 34501界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

情景 scene

所有实体的快照，包括但不限于自动驾驶系统/受试车辆、静景、动态环境、所有行为者和观察者的自我表示，以及这些实体之间的关系。

3.2

场景 scenario

自动驾驶系统受试车辆及其在执行动态驾驶任务过程中的相互作用。

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的组织、管理和应用。

3.4

自然驾驶场景 naturalistic driving scenario

人类驾驶员驾车行驶在道路环境中与周围交通参与者、交通基础设施等产生交互的真实场景。主要通过车载多源传感器采集平台和路侧传感器获取。

3.5

测试用例 test case

给定测试场景中各个场景要素具体参数，是测试场景的具体体现，用于直接测试自动驾驶系统。

3.6

附着系数 adhesion coefficient

附着力与北侧物体表面法向力之比。

[来源：GB/T 44411, 3.4]

4 场景要素

4.1 场景要素模型

自动驾驶仿真测试场景库场景要素模型如表1所示。

表1 场景要素结构

要素分类	层次	类别
静态要素	一层	道路几何信息
	二层	道路设施和交通规则
	三层	时间变化和事件
动态要素	四层	运动目标
环境要素	五层	环境信息
	六层	数字化信息

4.2 场景要素分层

4.2.1 道路几何信息

4.2.1.1 道路几何设计要素包括道路平面、纵断面、横断面、道路平面交叉口、立体交叉口以及城市道路公交和排水。

4.2.1.2 按照等级，道路可分为如下几类分类如下

- 公路按照 GB/T 917 的要求，根据公路技术等级分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路及四级公路五个技术等级。
- 道路根据速度可划分为城市道路与乡村道路，城市道路又可分为快速路、主干路、次干路、支路。

4.2.1.3 根据路面的力学特性，把路面分为混凝土路面、沥青路面、水泥路面与铺装沙子、灰渣路面，以及由雨雪等天气影响形成的冰路面和雪路面不同类型的公路与环境及形势条件下对应附着系数参考见表2。

表2 各级公路路面等级及面层类型表

路面类型		环境及车速条件			
		干燥		潮湿	
		48km/h以下	48km/h以上	48km/h以下	48km/h以上
混凝土路面	新路	0.80-1.00	0.70-0.85	0.50-0.80	0.40-0.75
	交通量比较小的公路	0.60-0.80	0.60-0.75	0.45-0.70	0.45-0.65
	交通量比较大的公路	0.55-0.75	0.50-0.65	0.45-0.65	0.45-0.60
沥青路面	新路	0.80-1.00	0.60-0.70	0.50-0.80	0.45-0.75
	交通量比较小的公路	0.60-0.80	0.55-0.70	0.45-0.70	0.40-0.65
	交通量比较大的公路	0.55-0.75	0.45-0.65	0.45-0.65	0.40-0.60
	焦油过多的公路	0.50-0.60	0.35-0.60	0.30-0.60	0.25-0.55
铺砂石路面		0.40-0.70	0.40-0.70	0.45-0.75	0.45-0.75
灰渣公路路面		0.50-0.70	0.50-0.70	0.65-0.75	0.65-0.75
平坦的冰路面		0.10-0.25	0.07-0.20	0.05-0.10	0.05-0.10
雪压实的路面		0.30-0.55	0.35-0.55	0.30-0.60	0.30-0.60

4.2.2 道路设施和交通规则层

4.2.2.1 道路交通标线

道路交通标线应满足GB 5768.3的相关要求。

4.2.2.2 基础交通设施

- 交通灯，包含交叉路口交通通行指示灯，特殊路口禁止通行指示灯等；
- 指示牌，包含限速、限高、限重指示牌，禁止鸣笛、禁止停车等指示牌；
- 栅栏；
- 减速带；
- 防护栏；

- f) 安全岛；
- g) 公交站；
- h) 环形岛；
- i) 禁行区。

4.2.2.3 智慧交通设施

智慧交通设施包含但不限于以下设备：

- a) 用于道路状态监测的传感器如相机、激光雷达、毫米波雷达等；
- b) 用于信息处理的路侧计算设备或单元等；
- c) 用于交通信息提示的设备，如显示屏、声音或语音提示设备等；
- d) 用于超视距或盲区显示的路侧信息收集、处理、显示等设备。

4.2.3 时间改变和事件

4.2.3.1 人为因素导致的道路临时改变

交通事件导致的道路临时改变包含但不限于：

- a) 因道路维修、施工等引起的道路变化；
- b) 因搁置标准交通标志或设施导致的道路临时改变，以及交警指挥等；
- c) 因油污、涂鸦等导致的道路临时改变。

4.2.3.2 自然因素导致的道路临时改变

自然因素事件导致的道路临时改变包含但不限于：

- a) 因路面积水、覆雪、覆冰、山体滑坡等导致的道路临时改变；
- b) 因周围物体如树木、电线杆等倾斜或横倒导致的道路临时改变等。

4.2.4 运动目标

4.2.4.1 车辆

车辆包含但不限于：

- a) 普通车辆，如公交车、汽车、自行车、电动自行车等；
- b) 特殊功能车辆，如警车、消防车、急救车、危化车辆、军警车辆、特种车辆、环卫车等；
- c) 具有特殊姿态的车辆，比如倾斜、侧翻、仰卧等车辆；
- d) 特殊外形车辆，如因载货或载物等导致外形发生变化的车辆；
- e) 在道路上行驶的非道路车辆；
- f) 无人驾驶车辆。

4.2.4.2 行人

行人包含但不限于：

- a) 普通行人；
- b) 外形或表面特征发生变化的行人，包括携带物体、特殊着装等；
- c) 其他行人，如跌倒、佝偻、轮椅、助力车行人等。

4.2.4.3 动物

有一定体积的动物，如人类饲养的家禽、飞禽、野生动物。

4.2.4.4 其他移动物体

其他移动物体包括但不限于以下几种：

- a) 包含道路清洁机器人等；
- b) 遗撒物，如车上掉落的物体、风吹移动的物体。

4.2.4.5 交通流

包括交通流量、密度、速度、人车分布等。

4.2.5 环境信息层

环境信息包含但不局限于：

- a) 温度；
- b) 湿度；
- c) 时间；
- d) 亮度；
- e) 电磁波；
- f) 机械波；
- g) 风速/风向；
- h) 雨/雪/冰/积水；
- i) 雾/霾/沙尘。

4.2.6 数字化信息层

数字化信息包含但不局限于以下信息：

- a) V-V 车与车之间的通信信息，包括车辆的位置、速度、加速度、制动状态、方向、稳定性等；
- b) V-P 与车辆行驶相关的行人信息，包括行人的位置、速度、行进方向、行动意图等；
- c) V-I 车与道路之间的通信信息，包括交通信号灯状态、路面状况、交通流量、限速信息、数字地图等；
- d) V-N 车与网络间的通信信息，包括车辆的位置、状态、驾驶行为、环境感知信息等，以及从网络获取的交通信息、天气信息、娱乐信息等；
- e) V-C 车与云端之间的通信信息等，包括车辆的位置、状态、驾驶行为、环境感知信息等，以及从云服务获取的交通信息、天气信息、娱乐信息等；
- f) V-B 与车辆行驶相关的建筑信息，包括楼宇信息、桥梁信息、隧道信息、服务区、停车场信息。

5 场景分类

5.1 按照不同自动驾驶系统的运行设计范围分类

根据现阶段国内外智能网联汽车道路测试及应用示范的行驶区域，基于自动驾驶功能设计运行范围，可划分为五大典型应用场景：

- a) 高速/环路，道路条件较好，车速稳定，交通参与者相对较少，主要为车辆，且行驶方向明确；
- b) 市内运行，场景复杂多变，包括城市道路、交叉口、人行道等多种道路类型，交通参与者众多，包括车辆、行人、非机动车等；
- c) 泊车/取车，主要发生在停车场或停车位附近，空间有限，需要精确控制车辆的位置和速度；
- d) 封闭园区，指园区、机场、港口等限定区域，道路条件相对简单，交通参与者较少，但可能有特定的交通规则和要求；
- e) 城际/郊区，高速公路、乡村道路、城市道路等多种道路类型，交通参与者相对较少，但路况可能较为复杂。

5.2 按抽象程度分类

5.2.1 功能场景

功能场景是抽象行为场景的非形式化的自然语言描述。

5.2.2 抽象场景

抽象场景是形式化的、机器可阅读的、声明式的描述，有效地描述复杂关系。主要用于概念阶段的项目定义、危险分析和风险评估。

5.2.3 逻辑场景

逻辑场景是一组场景的参数化表示,其中影响因素通过参数范围和分布来描述,并允许参数的变化。主要用于项目开发阶段生成需求,

5.2.4 具体场景

具体场景是一个单一的场景,它精确地描述一个特定的情景和带有固定参数的事件链,并可以被特定语言描述出来。可转化为测试用例用于测试和评估自动驾驶系统性能或行为。根据不同的测试目的,可以生成不同的测试场景。

5.3 按照测试功能分类

按自动驾驶功能通用检测项目对驾驶场景进行分类,具体场景分类详见表3。

表3 按测试功能场景分类

序号	功能测试	能力描述	测试场景细化
1	交通信号识别及响应	自动驾驶汽车对静态和动态交通标志、路口和路段交通信号灯(颜色与通行要义)、交通标线等的识别及响应能力	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
2	道路交通基础设施与障碍物的识别及响应	自动驾驶汽车对交通基础设施包含交通安全设施的识别及响应能力	方向指示信号灯识别及响应
			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
			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
			常规障碍物测试
			静止车辆占用车道测试
			匝道测试
			前方车道减少测试
			大曲率弯道测试
			隔离护栏识别与响应
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			

3	行人和非机动车的识别及响应	自动驾驶汽车对行走或驻足的行人、非机动车的识别及响应能力	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
			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
4	周边车辆行驶状态的识别及响应	自动驾驶汽车对行驶或停放在被测车辆道前方、对向车道的其他车辆的识别及响应能力	前方车辆切入/切出测试
			前方车辆（同被测车辆车道）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（被测车辆当前车道）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道行驶测试
			对向车辆静止测试
前方车辆停一走测试			
5	动态驾驶任务干预及接管	自动驾驶汽车超出设计域ODD或驶出限定道路时的人工操作接管能力	人工接管测试
6	风险减缓策略及最小风险状态	自动驾驶汽车判断人类驾驶员未接管，系统适时降低风险的能力	超出设计运行域测试
			前方道路封堵测试
7	自动紧急避险	自动驾驶汽车行驶中遇到行人、非机动车突然窜出、前方其他车辆突然刹车等意外情形时的应急响应能力	前车静止测试
			前车制动测试
			行人横穿测试
			非机动车横穿测试
8	车辆定位	自动驾驶汽车定位能力	定位精度测试
			定点停车测试
9	联网通信	自动驾驶汽车与其他车辆、路边设备、中心系统的联网操作控制能力	长直路段车车通讯测试
			长直路段车路通讯测试
			十字路口车车通讯测试
			编队行驶测试
10	实时远程监管控制	自动驾驶汽车远程驾驶和控制的能力	对车辆运行状态进行实时记录
			及时获取车辆异常状态信息
			对车辆实施远程操控

5.4 按照智能等级分类

自动驾驶场景库适用于3级及以上的自动驾驶系统，即3级有条件的自动驾驶系统、4级高度自动驾驶系统和5级完全自动驾驶系统。对于3、4、5级自动驾驶系统，通过定义场景各层要素或参数，设计并生成测试场景，对其功能的安全性、安全机制的有效性、系统的量化使用边界进行测试与分析。

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] PAS 1883 《自动化驾驶系统运行设计区域分类规范》
 - [3] VMAD-SG1-11-03 Scenario Categories for the Assessment of Automated Vehicles
-