

ICS 43.020
中国标准文献分类号 R10



团体标准

T/CAABZ2022002

交通参与者行为理解与轨迹预测的评测方法及 数据集构建标准

Key Technologies and Evaluation Dataset

Construction Standards for Traffic Participant

Behavior Understanding and Prediction

(征求意见稿)

20**-**-**发布

20**-**-**实施

中国自动化学会发布

目 次

(必备要素)

目次.....	I
前 言.....	IV
1 范围 (必备要素)	5
2 规范性引用文件 (非必备要素)	5
3 术语和定义 (必备要素)	5
3.1 动态开放交通环境 (DYNAMIC AND OPEN TRAFFIC SCENES)	5
3.2 交通参与者 (TRAFFIC PARTICIPANT)	5
3.3 交通参与者 ID (TRAFFIC PARTICIPANT INDEX)	5
3.4 交通参与者检测 (TRAFFIC PARTICIPANT DETECTION)	5
3.5 交通参与者跟踪轨迹 (TRAJECTORY OF TRAFFIC PARTICIPANT)	6
3.6 交通参与者行为识别 (BEHAVIOR RECOGNITION OF TRAFFIC PARTICIPANT)	6
3.7 交通参与者轨迹预测 (TRAJECTORY PREDICTION OF TRAFFIC PARTICIPANT)	6
3.8 交通参与者行为预测 (BEHAVIOR PREDICTION OF TRAFFIC PARTICIPANT)	6
3.9 预计行为发生时间间隔 (TIME TO EVENT, TTE)	6
3.10 检测速度 (DETECTION SPEED)	6
3.11 准确率 (ACCURACY)	6
3.12 精确率 (PRECISION)	6
3.13 召回率 (RECALL)	6
3.14 F1-检验值 (F1-MEASURE (F1) SCORE)	6
3.15 平均精确率 (AVERAGE-PRECISION (AP) SCORE)	7
3.16 平均位移误差 (AVERAGE DISPLACEMENT ERROR, ADE)	7
3.17 终点位移误差 (FINAL DISPLACEMENT ERROR, FDE)	7
3.18 遗漏率 (MISS RATE, MR)	7
3.19 跟踪准确度 (MULTIPLE OBJECT TRACKING ACCURACY, MOTA)	7
3.20 跟踪精确度 (MULTIPLE OBJECT TRACKING PRECISION, MOTP)	7
3.21 交通参与者种类 (CATEGORY OF TRAFFIC PARTICIPANT)	8
3.22 交通参与者行为类型分类 (CATEGORY OF TRAFFIC PARTICIPANT BEHAVIOR)	8
4 关键技术测试标准要求	8
4.1 测试环境要求	8
4.1.1 道路交通条件要求	8
4.1.2 路侧设施要求	9
4.1.3 光照要求	9
4.1.4 天气要求	9
4.1.5 时间要求	9
4.2 测试设备要求	10

4.3 交通参与者行为识别技术测试方法	10
4.3.1 交通参与者行为类型	10
4.3.2 传感器输入的行为识别测试方式	10
4.3.3 检测结果作为输入的行为识别测试方法	12
4.3.4 跟踪结果作为输入的行为识别测试方法	13
4.4 交通参与者轨迹预测技术测试方法	13
4.4.1 传感器输入的交通参与者轨迹预测技术测试方法	13
4.4.2 检测结果作为输入的交通参与者轨迹预测技术测试方法	14
4.4.3 跟踪结果作为输入的交通参与者轨迹预测技术测试方法	14
4.5 交通参与者行为预测技术测试方法	14
4.5.1 交通参与者行为类型	14
4.5.2 传感器输入的交通参与者行为预测技术测试方法	15
4.5.3 检测结果作为输入的交通参与者行为预测技术测试方法	15
4.5.4 跟踪结果作为输入的交通参与者行为预测技术测试方法	15
5 通用数据集要求	15
5.1 数据集制作标准	16
5.1.1 采集对象要求	16
5.1.2 采集视角要求	16
5.1.3 采集设备要求	16
5.1.4 覆盖范围要求	16
5.2 交通参与者行为识别数据集要求	16
5.2.1 交通参与者种类要求	16
5.2.2 数据集环境属性要求	16
5.2.3 数据集标注属性要求	16
5.2.4 数据集划分标准	17
5.2.5 数据集场景覆盖范围（道路、停车场场景）	17
5.3 交通参与者轨迹预测数据集要求	17
5.3.1 交通参与者种类要求	17
5.3.2 数据集环境属性要求	17
5.3.3 数据集标注属性要求	17
5.3.4 数据集划分标准	18
5.3.5 数据集场景覆盖范围	18
5.4 交通参与者行为预测数据集要求	18
5.4.1 交通参与者种类要求	18
5.4.2 交通参与者基本行为类型要求	18
5.4.3 数据集环境属性要求	18
5.4.4 测试数据集标注属性要求	18
5.4.5 测试数据集划分标准	19
5.4.6 测试数据集覆盖范围	19
附录 典型应用场景评测要求	20
附录 1 货车高速场景评测要求	20
1.1 交通参与者行为识别/预测评测要求	20
1.2 交通参与者轨迹预测评测要求	21
附录 2 货车矿区场景评测要求	22
2.1 交通参与者行为识别评测要求	22
2.2 交通参与者轨迹预测评测要求	23
2.3 交通参与者行为预测评测要求	23

附录3 乘用车城区场景评测要求	24
3.1 场景类型要求	24
3.2 交通参与者类型要求	24
3.3 交通参与者行为类型要求	24
3.4 测试环境条件要求	24
3.5 交通参与者行为识别评测方法	24
3.6 交通参与者轨迹预测评测方法	24
3.7 交通参与者行为预测评测方法	25
参 考 文 献	25

前 言

本文件按照GB/T1.1—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这些专利的责任。

本文件由中国自动化学会提出。

本文件起草单位：

本文件主要起草人（按对标准的贡献大小排列）：

本标准为首次发布。

交通参与者行为理解与轨迹预测的评测方法及数据集构建标准

1 范围（必备要素）

本文件规定描述了交通参与者行为识别、轨迹预测、行为预测技术评测方法、数据集采集、构建要求及场景测试需求。

本文件适用于符合国家道路交通标志、标线设置下的城区场景、高速场景、矿区场景中的行为理解及预测任务研发、维护、测评及产品研制。先进辅助驾驶、自动驾驶、智能交通系统^[9]等其他领域系统安全测试也可参考。

2 规范性引用文件（非必备要素）

下列文件对本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

ISO26262 道路车辆：功能安全

GB 5768.2 道路交通标志和标线 第2部分：道路交通标志

GB 5768.3 道路交通标志和标线 第3部分：道路交通标线

GB 17859 计算机信息系统 安全保护等级划分准则

GB/T 15089 机动车辆及挂车分类

GB/T 40429 汽车驾驶自动化分级

SAE/J3016TM 车辆自动化分级标准及术语

T/ITS 0093 营运车辆自动驾驶系统分级

T/ITS 0067 智能交通系统 智能驾驶术语

T/ZSA 40 自动驾驶仿真测试场景集要求 术语和定义 场景 坡度 车道宽度

T/ZSA 53 自动驾驶车辆道路测试能力评估内容与方法 术语和定义 评估车型

T/CITSA 15 智能交通摄像机安全技术要求

T/ZAI 032 面向专用场景的低速无人车运行规范

3 术语和定义（必备要素）

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 动态开放交通环境（dynamic and open traffic scenes）

在一定的时间和空间范围内，由车辆、行人、道路、交通设施等交通元素在非封闭环境中的综合交互运动场景。

3.2 交通参与者（traffic participant）

交通场景中可执行一定动作并与环境进行交互的个体，如行人、机动车、非机动车等。

3.3 交通参与者 ID（traffic participant index）

交通参与者对象在评估时唯一的索引号。

3.4 交通参与者检测（traffic participant detection）

用模型获取交通参与者的空间像素坐标或者三维位置坐标。

3.5 交通参与者跟踪轨迹 (trajectories of traffic participant)

用跟踪器获取的交通参与者轨迹点坐标序列, 坐标序列可表示为图像空间像素坐标点序列或者物理空间坐标点序列。

3.6 交通参与者行为识别 (behavior recognition of traffic participant)

辨别交通参与者在动态开放交通环境中持续一定时间的动作行为。

3.7 交通参与者轨迹预测 (trajectory prediction of traffic participant)

预测交通参与者在未来时刻内的像素坐标点序列或者物理坐标点序列。

3.8 交通参与者行为预测 (behavior prediction of traffic participant)

预测交通参与者在未来时间间隔内发生的行为类型。

3.9 预计行为发生时间间隔 (time to event, TTE)

交通参与者行为预测时, 从最后观测时刻到行为发生时刻之间的时间间隔。

3.10 检测速度 (detection speed)

单位时间内检测的输入视频数据的帧数, 计算公式如下:

$$speed = \frac{N}{t},$$

式中:

N ——在 t 时间内检测的输入的视频帧数

3.11 准确率 (accuracy)

所有的预测正确的占总的比例, 计算公式如下:

$$accuracy = \frac{TN+TP}{TN+TP+FP+FN},$$

式中:

TP ——正确的正例, 一个实例是正类并且也被判定成正类;

FN ——错误的反例, 漏报, 本为正类但判定为假类;

FP ——错误的正例, 误报, 本为假类但判定为正类;

TN ——正确的反例, 一个实例是假类并且也被判定成假类。

3.12 精确率 (precision)

正确预测为正占全部预测为正的的比例, 计算公式如下:

$$precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

3.13 召回率 (recall)

正确预测为正的占全部实际为正的的比例, 计算公式如下:

$$recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

3.14 F1-检验值 (F1-measure (F1) Score)

指的是对于每个阈值条件, 根据每帧视频统计的精度 (Precision) 和召回率 (Recall) 结果得到的调和平均值:

$$F_1 = \frac{2 \times (precision_m \times recall_m)}{precision_m + recall_m},$$

式中:

m ——阈值 $[0, 1]$;

$precision_m$ ——阈值 m 条件下精确率;

$recall_m$ —— 阈值 m 条件下召回率。

3.15 平均精确率 (Average-Precision (AP) Score)

指的是对于每个阈值条件, 计算得到的精度 (Precision) 的加权平均值:

$$AP = \sum_{k=1}^{n-1} (recall_{m_{k+1}} - recall_{m_k}) \times precision_m,$$

式中 m_k 指第 k 个阈值, 同时假定 m_{k+1} 相比 m_k 将产生更高召回率。

3.16 平均位移误差 (Average Displacement Error, ADE)

指在每个时间步上所有预测轨迹点与真实轨迹点间的平均欧式距离:

$$ADE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{T_{pred}} \sum_{t=T_{obs}+1}^{T_{obs}+T_{pred}} (\|u_i^t - u_i^t\|_2)$$

式中, N —表示每一帧被预测交通参与者的数量;

T_{obs} —表示观测的历史帧数;

T_{pred} —表示预测帧数;

u_i^t —表示第 i 个交通参与者在第 t 时刻预测出的坐标;

u_i^t —表示第 i 个交通参与者在第 t 时刻的真实坐标;

$\|\cdot\|_2$ 表示2范数, 即坐标点之间欧式距离计算。

3.17 终点位移误差 (Final Displacement Error, FDE)

指最终预测时刻预测位置坐标和真实位置坐标之间的平均欧式距离:

$$FDE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\|u_i^t - u_i^t\|_2)$$

参数定义同3.16。

3.18 遗漏率 (Miss Rate, MR)

计算终点位移误差大于某个阈值 e 的测试样本所占的比例,

$$MR = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 1(FDE_i > e)$$

N 定义同3.16, i 定义同3.16, $1(\cdot)$ 表示判断函数, 括号内的值为真则为1, 为假则为0。

3.19 跟踪准确度 (Multiple Object Tracking Accuracy, MOTA)

$$MOTA = 1 - \frac{FN + FP + IDSW}{GT},$$

式中:

FN (False Negative) 为整个跟踪序列中漏报数量给之和;

FP (False Positive) 为整个跟踪序列中误报数量给之和;

$IDSW$ (ID Switch): 为整个跟踪序列中交通参与者ID变换次数之和;

GT (Ground Truth): 为整个跟踪序列中所有目标真实值轨迹坐标点数目之和;

3.20 跟踪精确度 (Multiple Object Tracking Precision, MOTP)

$$MOTP = \frac{\sum_{t,i} d_{t,i}}{\sum_t c_i}$$

式中:

$d_{t,i}$: 表示第 t 帧中第 i 个匹配对的距离;

C_t : 表示第 t 帧中输出轨迹和真实轨迹成功匹配上的轨迹坐标点数目。

3.21 交通参与者种类 (categories of traffic participant)

不同的交通参与者拥有不同的行为,为尽可能地提升行为预测模型的性能,交通参与者的种类应更为详细,可分为行人、非机动车、机动车辆三个大类,分别包含行人、自行车,以及摩托车、汽车、货车、公交车等小类。

3.22 交通参与者行为类型分类 (categories of traffic participant behaviors)

根据不同交通参与者所处运行空间、时间以及交通规则约束及安全第一性要求^[14],本文件中的交通参与者行为类型制定如下:

- **行人目标的基本行为类型包含:** 沿人行道行走、奔跑、走路横穿马路、奔跑横穿马路、驻停、非法闯红灯、停留在机动车通行路径、二次过街安全岛停留。
- **自行车目标的基本行为类型包含:** 沿自行车道骑行、横穿马路、驻停。
- **摩托车目标的基本行为类型包含:** 沿自行车道骑行、沿道路匀速骑行、横穿马路、驻停、黄灯期间穿插交叉口、非法闯红灯、驻停在机动车前方,沿车道加速直行、沿车道减速直行、向左换道、向右换道、左转、右转、绕环岛、弯道前行(建议包含汽车目标的一些基本行为)。
- **汽车目标基本行为类型包含:** 沿车道匀速直行、沿车道加速直行、沿车道减速直行、向左换道、向右换道、左转、右转、十字路口横穿马路、绕环岛、弯道前行、靠近路边停车、起步驶离路边、驻停、超车、黄灯期间穿插交叉口、非法闯红灯、驻停在机动车前方。
- **货车目标基本行为类型包含:** 沿车道匀速直行、沿车道加速直行、沿车道减速直行、向左换道、向右换道、左转、右转、十字路口横穿马路、绕环岛、弯道前行、靠近路边停车、起步驶离路边、坡道直行、坡道转弯、驻停、超车。
- **公交车目标基本行为类型包含:** 沿车道匀速直行、沿车道加速直行、沿车道减速直行、向左换道、向右换道、左转、右转、十字路口横穿马路、绕环岛、弯道前行、驶入站台、驶离站台、驻停、超车。

注: 机动车种类符合 GB/T15089^[4]。

4 关键技术测试标准要求

4.1 测试环境要求

4.1.1 道路交通条件要求

道路交通条件指道路交通运行的状态,主要反映指标包括交通量、密度、设计速度,道路类型和各类交通参与者比例等参数。为反应交通参与者在不同交通条件下的行为差异,评测场景需涵盖不同城市交通条件,参考规范 CJJ37-2012,具体不同道路基本路段交通条件要求,如表 1 所示。其中,交叉口为交通参与者的冲突区域,各类交通参与者行为相互影响,交通行为会根据交叉口交通条件动态变化,本标准特别评测不同服务水平下的信号交叉口,具体信号交叉口服务水平分级,如表 2 所示。

表 1 不同道路基本路段交通条件要求

道路等级	设计行车速度 (km/h)	单车道基本通行能力 (pcu/h)	单车道设计通行能力 (pcu/h)	可通行车辆类型	服务水平
高速	80/100/120	1800/2100/2200	2000/1750/1400	货车、乘用车、汽车	一级

快速路	60/80/100	1800/2100/2200	2000/1750/1400	汽车、货车、公交车	二级
主干道	40/50/60	1650/1700/1800	1300/1350/1400	汽车、货车、公交车	三级
次干道	30/40/50	1600/1650/1700	1300/1300/1350	汽车、货车、公交车、自行车、摩托车	三级
支路	20/30/40	1400/1600/1650	1100/1300/1300	汽车、货车、公交车、自行车、摩托车	三级

注：pcu/h 表示一个小时通过标准车的数量。

表 2 信号交叉口服务水平分级表

服务水 平 指标	高速	一级	二级	三级	四级
控制延误 (s/veh)	无延误	<30	30~50	50~60	>60
负荷度 V/C	无延误	<0.6	0.6~0.8	0.8~0.9	>0.9
排队长度(m)	无延误	<30	30~80	80~100	>100

注：V 表示交叉口交通量，C 表示交叉口基本通行能力。控制延误：是指用户由于控制器的原因而经历的多余的旅行时间，包括由于信号灯引起的停车延误以及车辆停止和起动的减、加速延误。

车流量要求：包含车流量 ≤ 10 辆/h、 $10 < \text{车流量} \leq 100$ 辆/h、 $100 < \text{车流量} \leq 1000$ 、 $\text{车流量} > 1000$ 辆/h 四种条件。

4.1.2 路侧设施要求

为捕捉各类交通参与者行为，应在评测场景道路的路侧部署摄像头、激光雷达、毫米波雷达、通信单元和路侧计算单元等基础设施，各类设备的覆盖面积应满足数据采集的要求，详见 5.3.5。

4.1.3 光照要求

考虑光照对交通参与者出行行为的影响，将评测场景分为初晨、白天、傍晚、夜晚 4 类，从而大致反映出不同的光照影响。在不同光照条件下，分别评测交通出行者行为。

考虑到隧道等场景以及天气对环境光照度的影响，评测场景光照要求按照环境照度值划分。如：环境照度 $\leq 0.1\text{lux}$ 、 $0.1\text{lux} < \text{环境照度} \leq 10\text{lux}$ 、 $10\text{lux} < \text{环境照度} \leq 1000\text{lux}$ 、环境照度 $< 1000\text{lux}$ 。

4.1.4 天气要求

不同天气下交通参与者行为存在显著的差异，因此需设定不同天气下的评测场景，包括晴天、雨天、雾天、雪天和雾霾天 5 种天气。其中，晴天条件下，光照强度不低于 2000lux ；雨天条件下，分别评测雨量 $\leq 10\text{mm/d}$ 、 $10\text{mm/d} < \text{雨量} \leq 25\text{mm/d}$ 和雨 $> 25\text{mm/d}$ ；雾天条件下，分别评测 $500\text{m} < \text{能见度} \leq 1000\text{m}$ 和 $50\text{m} \leq \text{能见度} \leq 500\text{m}$ 。增加强风条件： $13.9\text{m/s} \leq \text{风速} < 5.5\text{m/s} \leq \text{风速} \leq 13.9\text{m/s}$ 。

4.1.5 时间要求

考虑城市交通具有时间周期性，存在早晚高峰，因此需建立不同时间阶段的测试场景，包括平峰和高峰两个阶段。早高峰为 7:00 点到 9:00 点，晚高峰为 17:00 点到 20:00 点，其余时间为平峰。

4.2 测试设备要求

车载传感器设备要求：采集设备包括车载相机（分辨率不低于 1024*768）（相机安全标准符合 T/CITSA 15-2021^[12]）、三维激光雷达（线数不少于 8 线）、毫米波雷达。为减小抖动，应确保设备相对于车辆保持稳定，车载相机镜头口径不小于 72mm。

监控视角传感器设备要求：采集设备包含相机、毫米波雷达。相机设备的拍摄帧率 ≥ 25 帧/秒、分辨率（相机分辨率不低于 1024*768，三维激光线数不少于 8 线）、数据格式便于读取和存储。

测试车辆：满足高速货车、高速乘用车、城区乘用车、矿区卡车车况测试标准。

4.3 交通参与者行为识别技术测试方法

4.3.1 交通参与者行为类型

参考术语3.21。

4.3.2 传感器输入的行为识别测试方式

4.3.2.1 单传感器输入

- **相机数据输入**

输入为车载或者监控拍摄的视频数据，数据帧率不小于25帧/秒，分辨率不小于1024*768，相机数据输入码率不小于2500kbps。

- **三维激光数据输入**

输入为车载拍摄的三维激光点云数据，数据帧率不小于30帧/秒，分辨率不小于8线。

- **毫米波数据输入**

输入为车载的毫米波数据，数据帧率不小于30帧，观测距离不小于80米。

4.3.2.2 多传感器融合输入

相机、三维激光、毫米波可在数据层、中间检测结果层、中间跟踪结果层进行融合输入。

- **多传感器数据层融合输入：**数据层融合输入需要将多种传感器数据时钟同步，同时应以交通参与者对象的坐标位置为参考，将多传感器数据进行空间配准，使交通参与者对象在不同传感器数据中的坐标位置相同。

- **多传感器数据检测结果层融合输入：**利用和轨迹预测同步迭代的检测器的检测结果层融合作为中间结果，需要将多种传感器数据的检测结果配准到同一目标，同时保持不同传感器数据中的检测结果时钟同步。

- **多传感器数据跟踪结果层融合输入：**利用和轨迹预测同步迭代的检测器、跟踪器的跟踪结果层融合作为中间结果，需要将多种传感器数据的跟踪结果配准到同一目标，同时保持不同传感器数据中的跟踪结果时钟同步。

4.3.2.3 主要技术指标

行为识别指标包含四个系列：准确率、精确率、召回率、F-检验值。

4.3.2.3.1 总体性能指标

总体性能应至少满足以下要求：

- 支持 7×24 小时不间断运行；
- 在无外部因素影响的情况下，故障后报警时间小于 5s；
- 工作状态下，从输入到输出结果时间不超过 1s；
- 系统可以使用现有的市面通用车载电源。

4.3.2.3.2 相机数据输入性能指标

相机输入性能应至少满足以下要求：

- 至少支持 2 路相机输入；
- 系统处理的图片不小于 1024*768 像素；
- 相机输入的帧率不小于 25/秒。

4.3.2.3.3 三维激光输入性能指标

三维激光输入性能应至少满足以下要求：

- 多路三维激光输入的累计覆盖视场角不小于 300 度；
- 三维激光输入的有效深度不小于 200 米；
- 三维激光输入的刷新频率不小于 30 次/秒；
- 三维激光输入的有效深度不小于 200 米@10%反射率。

4.3.2.3.4 毫米波数据输入性能指标

毫米波输入性能应至少满足以下要求：

- 多路毫米波输入的累计覆盖视场角不小于 300 度；
- 毫米波输入的有效探测距离不小于 80 米；
- 毫米波输入的刷新频率不小于 30 次/秒；
- 在天气没有出现轻雾以上（不含）或中雨以上（不含）情况下各项指标衰减不超过 50%。

4.3.2.3.5 数据存储和备份

数据存储及备份要求如下：

- 本地存储前 15 工作分钟的全部数据；
- 对于传感器数据，保存 1 工作小时的数据；
- 对于检测模型输出数据，保存 1 工作小时的数据；
- 对于检出交通参与者行为的识别模型，保存 1 工作小时的数据。

4.3.2.3.6 安全要求

平台部署环境安全应满足以下要求：

- 满足标准 JT/T 809 第 3 级及以上安全要求；
- 数据库使用用户密码加密存储；
- 至少每 1 年进行 1 次系统更新维护；
- 数据交换安全要求及加密传输应符合 JT/T 809 的相关规定。

4.3.2.4 测试方法

4.3.2.4.1 概述

将系统按照要求安装在测试车辆上，测试人员在标准试验场地中驾驶测试车辆对各种交通参与者进行追踪，对各种交通参与者的各种行为进行识别。检测系统在实际车辆运行时的可靠性，判断设备在实际装车后是否能够有效运作。

4.3.2.4.2 测试条件

场地试验的测试条件如下：

- 道路条件：干燥平坦的沥青和混凝土路面；
- 水平能见度：水平可见度超过 80 米；
- 时间条件：涵盖初晨、白天、傍晚和夜晚的不同时段；
- 季节条件：春夏秋冬；
- 天气条件：晴天、雨天、雾天、雪天和雾霾天等各种天气条件；
- 测试地点的直道长度应当满足驾驶和加速/减速路线的要求；
- 各类交通参与者的行为应该尽可能进行还原；
- 对于确对人员有危险的测试场景，使用 1:1 的行人或车辆模型进行模拟测试。

4.3.2.4.3 测试数据（场景）配置

测试场景包含行人、车辆、骑行者（包含摩托车、自行车）在十字路口、干道、丁字路口、弯道、道路汇入口、错位交叉路口、复合交叉路口场景下的指标测试。

- 在城区环境行人对象占比 20%、非机动车对象占比 20%、机动车辆对象占比 60%；
- 对于车辆和骑行者，一般直线行驶路线占比 10%，各种路口行为占比 40%，小路、窄道、拱桥等其他直线行驶路线占比 20%，立交桥等其他复杂路线占比 30%；
- 在不同的地域场景进行测试，其中平原占比 60%、山地占比 30%、雪地森林等其他罕见地域占比 10%；
- 特别地，每类对象的行为中，可能涉及危险的行为（包含行人穿出、车辆超车行为）占比不低于 20%。

以上条件的第 1 条、第 3 条需要同时满足，第 2 条和第 4 条可条件满足。

4.3.2.4.4 输出描述

连续不少于 30 帧视频的行为类型。

4.3.2.4.5 测试步骤

- 参与测试的行人、非机动车、机动车辆就位，涉及到危险测试场景的交通参与者模型就位；
- 设置若干被测车辆，装载待测系统，进入测试区域；
- 按设定好的测试场景要求，参与测试的行人、非机动车、机动车辆或交通参与者模型按照预先确定的场景开始活动；
- 待测系统开始工作；
- 记录待测系统的输入；
- 记录待测系统的输出，及**行为识别**结果；
- 实验完成后，装载待测系统的车辆离场；其他测试人员按下一次测试设置就位；
- 观察交通参与者及其行为的识别测试条件是否满足条件；
- 每种测试设置重复 10 次，每项小项均记录最差成绩为最终成绩；
- 遍历所有测试设置；
- 根据结果导出报告。

4.3.2.4.6 指标测试

为了避免测试结果的偶然性，针对于同一个序列的每一个预测时刻，模型输出 K 次未来可能的行为类型。通过模型预测的行为类型和真实的行为类型，计算其在 K 次的 F-检验平均值、平均精确率、准确率值。

4.3.3 检测结果作为输入的行为识别测试方法

4.3.3.1 输入/输出描述

输入描述：输入包括原始输入的视频数据，每一帧视频中目标物体的检测边界框，以及每一帧视频数据中目标物体的分类结果（包括：行人、非机动车、机动车辆）。

输出描述：输出为输入视频中每一帧所包含对象（行人、非机动车、机动车辆）的行为，每种对象的可能行为由4.3.1给出。

4.3.3.2 主要技术指标

行为识别指标包含四个系列：准确率、精确率、召回率、F-检验值。

4.3.3.3 数据存储和备份

数据存储及备份要求如下：

- 本地存储前 15 工作分钟的全部数据；
- 对于传感器数据，保存 1 工作小时的数据；
- 对于检测模型输出数据，保存 1 工作小时的数据；

- 对于检出交通参与者行为的识别模型，保存 1 工作小时的数据。

4.3.3.4 安全要求

平台部署环境安全应满足以下要求：

- 满足标准 JT/T 809 第 3 级及以上安全要求；
- 数据库使用用户密码加密存储；
- 至少每 1 年进行 1 次系统更新维护；
- 数据交换安全要求及加密传输应符合 JT/T 809-2019 的相关规定。

4.3.3.5 测试方法

同 4.3.2.4。

4.3.4 跟踪结果作为输入的行为识别测试方法

4.3.4.1 输入/输出描述

输入描述：（1）离线跟踪器获得的若干连续帧交通参与者位置序列。具体而言为在跟踪结果指标的 MOTA 和 MOTP 数值在[60%-80%)、[80%-90%)、[90%,100%)、100%四个区间内的观测对象位置序列。。

输出描述：输出为输入视频中每一帧所包含对象（行人、非机动车辆、机动车辆）的行为，每种对象的可能行为由 4.3.1 给出。

4.3.4.2 主要技术指标

行为识别准确率、精确率、召回率、F-检验值。

4.3.4.3 测试方法

同 4.3.2.4。

4.3.4.4 数据存储和备份

同 4.3.2.3。

4.4 交通参与者轨迹预测技术测试方法

4.4.1 传感器输入的交通参与者轨迹预测技术测试方法

4.4.1.1 单传感器输入

同 4.3.2.1。

4.4.1.2 多传感器融合输入

同 4.3.2.2。

4.4.1.3 主要技术指标

采用带有检测召回率约束的预测误差，即当目标检测算法的召回率（Recall）固定为 60%、80%时，对所有被检目标计算轨迹预测指标(同 4.5.1.3 指标叙述)。

主要技术指标至少包含三个系列：平均位移误差（Average Displacement Error, ADE）、终点位移误差（Final Displacement Error, FDE）、遗漏率（Miss Rate, MR）。

4.4.1.4 测试方法

4.4.1.4.1 概述

同 4.3.2.4.1。

4.4.1.4.2 测试条件

同 4.3.2.4.2。

4.4.1.4.3 测试数据（场景）配置

同 4.3.2.3.3。

4.4.1.4.4 输出描述

从观测最新时刻开始，未来 6 秒的交通参与者位置坐标。

4.4.1.4.5 测试步骤

- 参与测试的行人、非机动车、机动车辆就位，涉及到危险测试场景的交通参与者模型就

位；

- 设置若干被测车辆，装载待测系统，进入测试区域；
- 按设定好的测试场景要求，参与测试的行人、非机动车、机动车辆或交通参与者模型按照预先确定的场景开始活动；
- 待测系统开始工作；
- 记录待测系统的输入；
- 记录待测系统的输出，及轨迹预测结果；
- 实验完成后，装载待测系统的车辆离场，其他测试人员按下一次测试设置就位；
- 观察交通参与者及其行为的识别是否满足条件；
- 每种测试设置重复 10 次，每项小项均记录最差成绩为最终成绩；
- 遍历所有测试设置；
- 根据结果导出报告。

4.4.1.4.6 指标测试

为了避免测试结果的偶然性，针对于同一个轨迹序列的每一个预测时刻，模型输出 K 个未来可能的轨迹点坐标。通过模型预测的轨迹坐标和真实的预测坐标，计算其在 K 个可能轨迹上的 ADE 和 FDE 值，即可以得到反应预测精度的误差值序列 $\{ADE_1, \dots, ADE_K\}$ 和 $\{FDE_1, \dots, FDE_K\}$ 。对应于两个不同的误差值序列，分别计算 K 次预测误差值序列的最小值，即最小平均位移距离（minimum ADE ）和最小最终位移距离（minimum FDE ）。得到最小最终位移距离后，可计算最小遗漏率（minimum MR ）。

4.4.2 检测结果作为输入的交通参与者轨迹预测技术测试方法

4.4.2.1 输入/输出描述

输入描述：外置目标检测算法对若干连续帧得到的多帧目标检测结果。目标检测结果中需包含三维空间位置（通过相机获取的二维检测结果需通过标定转为世界坐标系）或俯视角下二维空间位置，其他属性信息输入不加以限制。

输出描述：最后输入帧中被检测目标的未来轨迹点坐标序列。

4.4.2.2 主要技术指标

采用带有检测召回率约束的预测误差，即当目标检测算法的召回率固定为 60%、80%时，对所有被检目标计算轨迹预测指标(同 4.4.1.4.6 指标叙述)。

4.4.2.3 测试方法

同 4.4.1.4 测试方法。

4.4.3 跟踪结果作为输入的交通参与者轨迹预测技术测试方法

4.4.3.1 输入/输出描述

输入描述：离线跟踪器获得的若干连续帧交通参与者轨迹点坐标序列。具体而言为在跟踪结果指标的 MOTA 和 MOTP 数值在 [60%-80%)、[80%-90%)、[90%,100%)、100% 四个区间内时的观测对象轨迹点坐标序列。

输出描述：未来若干帧待预测交通参与者对应的轨迹点坐标序列。

4.4.3.2 主要技术指标

同 4.4.1.3 指标叙述。

4.4.3.3 测试方法

同 4.4.1.4 测试方法。

4.5 交通参与者行为预测技术测试方法

4.5.1 交通参与者行为类型

参考术语3.22。

4.5.2 传感器输入的交通参与者行为预测技术测试方法

4.5.2.1 单传感器输入

同 4.3.2.1。

4.5.2.2 多传感器融合输入

同 4.3.2.2。

4.5.2.3 主要技术指标

主要技术指标包含如下两个系列指标：F-检验 (F-measure (F1) Score)、平均精确率 (Average-Precision (AP) Score)。

4.5.2.4 输出描述

给定一定长度观测数据序列下，未来 1-2 秒的序列行为类型。

4.5.2.5 测试方法

指标测试方法：为了避免测试结果的偶然性，针对每一个预测帧，模型输出 M 个类别的预测结果，分别统计每个类别的 TP 、 FP 、 TN 和 FN 数量，进而得到每个类别的精确率和召回率值，最后计算整体的 F-检验值和平均精确度结果。

场景测试方法：测试场景包含行人、车辆、骑行者（包含摩托车、自行车）在十字路口、干道、丁字路口、弯道、道路汇入口场景下的指标测试。

4.5.3 检测结果作为输入的交通参与者行为预测技术测试方法

4.5.3.1 输入/输出描述

输入描述：(1) 目标检测结果中需包含三维空间位置（通过相机获取的二维检测结果须通过标定转为世界坐标系）或二维图像像素位置。目标检测结果中需包含三维空间位置（三维激光点云数据输入）或者二维度目标空间像素坐标位置（相机数据输入）。(2) 观测时间区间，TTE 数值。

输出描述：TTE 时间之后连续若干数据帧的交通参与者行为类型，每一帧交通参与者的位置、ID。

4.5.3.2 主要技术指标

同 4.5.2.3。

4.5.3.3 测试方法

同 4.5.2.4。

4.5.4 跟踪结果作为输入的交通参与者行为预测技术测试方法

4.5.4.1 输入/输出描述

输入描述：(1) 离线跟踪器获得的若干连续帧交通参与者位置序列。具体而言为在跟踪结果指标的 MOTA 和 MOTP 数值在[60%-80%)、[80%-90%)、[90%,100%)、100%四个区间内的观测对象位置坐标序列。(2) 观测时间区间，TTE 数值。

输出描述：TTE 时间之后连续若干数据帧的交通参与者行为类型，每一帧交通参与者的位置、ID。

4.5.4.2 主要技术指标

同 4.5.2.3。

4.5.4.3 测试方法

同 4.5.2.4。

5 通用数据集要求

5.1 数据集制作标准

5.1.1 采集对象要求

采集对象包括各类交通参与者，分类标准参考术语 3.21。

5.1.2 采集视角要求

采集视角可分为车载视角和监控视角，不同的采集视角的应用范围不同，单一视角都可达到轨迹预测任务的要求，但考虑到交互时，则需要应用多个视角下的传感器联动。

5.1.3 采集设备要求

车载视角：采集设备包括车载相机（分辨率不低于 1024*768）、三维激光（线数不少于 8 线）、毫米波。设备的拍摄帧率 ≥ 25 帧/秒，为减小抖动，应确保设备相对于车辆保持稳定。

监控视角：采集设备包含相机、雷达。设备的拍摄帧率 ≥ 25 帧/秒、分辨率（相机分辨率不低于 1024*768，三维激光线数不少于 8 线）、数据格式便于读取和存储。

5.1.4 覆盖范围要求

数据集采集的距离覆盖范围应保持在 80 米之内，覆盖场景包含高速道路场景、矿区场景、停车场场景、地下车库场景。

5.2 交通参与者行为识别数据集要求

5.2.1 交通参与者种类要求

参考术语 3.21。

5.2.2 数据集环境属性要求

5.2.2.1 天气要求

为更全面地测试行为识别算法在不同天气条件的识别性能，数据集采集应充分包含多种天气类型，包含：晴天、雨天、雾天、雪天、扬沙 6 种天气。

5.2.2.2 光照要求

为更全面地测试行为识别算法在不同光照条件的识别性能，数据集采集应充分包含不同光照类型，根据采集难易程度可分为：初晨、白天、傍晚、夜晚 4 类，大致反映出不同的光照影响。

5.2.2.3 季节要求

为更全面地测试行为识别算法在不同季节条件的识别性能，数据集应说明数据采集时的季节情况，包含：春、秋、夏、冬等。

5.2.3 数据集标注属性要求

5.2.3.1 数据集样例规模要求

为保证测试效率，数据集样例规模包含两类：小尺度规模数据样例，每类行为样例数量应不少于 50 个序列；大尺度规模数据样例，每类行为样例数量应不少于 300 个序列。在不同天气、光照、季节等条件下的样例数目不宜相差过大。

5.2.3.2 最短帧数要求

每个视频图像分辨率应不小于 320×240 像素，持续时长应不低于 2 秒，采样帧率应大于 8 帧/秒。

5.2.3.3 数据集行为标注要求

每个序列样例至少应标注一个行为类别，同时还对与行为相关的交通参与者属性进行标注（如行人性别、年龄，车辆车型、车身颜色等）；当评测行为检测算法时，还应标注行为发生的时间及空间属性，其中时间属性指行为发生的起始与终止时刻（帧），空间属性指包含行为发生的图像上的二维包围框；评测复杂行为识别算法时，还可标注组成复杂行为的若干子行为及其时

空属性。

行为标注由人工完成，为保证标注有效性，每个标注应保证至少两个人员标注为同一类型行为。大规模测试数据需经质检员随机抽查，标注准确率应大于 95%。

5.2.4 数据集划分标准

数据集应至少划分为训练集与测试集，建议划分标准为：

- 若数据集规模较小，如 100 左右，可采取 10 折交叉验证方式，将数据集整理为 10 个不同的划分，训练集和测试集比例 9:1，经 10 次评测后计算识别准确率的平均值。
- 若数据集规模较大，可采取 3 折交叉验证方式，将数据集整理为 3 个不同的划分，训练集和测试集比例 2:1，经 3 次评测后计算识别准确率的平均值。

5.2.5 数据集场景覆盖范围（道路、停车场场景）

根据典型交通场景内车辆驾驶速度，数据集场景可分为：高速路面、市区路面、交通路口和停车场。

高速路面包含：高速公路路面、高速路出口匝道及变道桥面、高速路收费站

市区路面包含：双向通行国道和市区道路、单向通行路（包括窄巷、小区内道路）、市区立交桥桥面。

交通路口包含：十字路口、丁字路口、行人斑马线路口；

停车场包含：室内停车楼（地库）、室外停车场、及带充电桩的电动车停车位等。

5.3 交通参与者轨迹预测数据集要求

5.3.1 交通参与者种类要求

参考术语 3.21。

5.3.2 数据集环境属性要求

5.3.2.1 天气要求

传感器数据作为输入的轨迹预测方法需要保证数据集的天气多样性，数据集的制作过程中应充分考虑各种天气条件，包括晴天、雨天、雾天、雪天和雾霾天 5 种天气。

5.3.2.2 光照要求

传感器数据作为输入的数据集应包含多种光照条件下的数据，但考虑到数据集的制作难度和复杂度，不选择对光照条件进行量化，须分为初晨、白天、傍晚、夜晚 4 类，从而大致反映出不同的光照影响。具体要求同 5.2.2.2。

5.3.2.3 季节要求

数据集应包含在春夏秋冬四季采集到的数据，尽可能地在数据集中体现出不同季节的不同特性。

5.3.3 数据集标注属性要求

5.3.3.1 数据集样例规模要求

为有效促进轨迹预测方法数据测试，数据集样例可以包含两部分，分别为小尺度样例集和大尺度样例集。其中小尺度样例集应不少于 50 个序列。大尺度样例集针对每种交通参与者的样例应不少于 300 个序列。尽可能保证天气、光照、季节等条件下的样例数目平衡，以便测评公平。

5.3.3.2 最短帧数要求

每个轨迹序列长度应不小于 16 帧，持续时长应不低于 8 秒，采样帧率应大于 8 帧/秒。

5.3.3.3 数据集轨迹标注要求

数据集制作过程中保证样例属性充足，从而确保数据集可用于多类任务。轨迹标注应包括交通参与者属性和轨迹属性两个方面，交通参与者属性包括参与者的类别、ID、位置信息(包围框)，

轨迹属性包括轨迹方向、长度等属性。

相机数据输入时的轨迹标注要求：标注等间距时刻内交通参与者对象的空间像素中心点坐标，附注数据天气、光照、参与者类型属性；标注像素级别语义区域（可选）。

三维激光点云数据输入时的轨迹标注要求：标注等间距时刻内交通参与者对象的三维点云中心点坐标，附注数据天气、光照、参与者类型属性；标注点云语义区域（可选）；并利用 SLAM 等技术构建交通场景地图。

轨迹标注由人工完成，为保证标注有效性，每个标注应保证至少两个人员标注为同一类型轨迹。大规模测试数据需经质检员随机抽查，标注准确率应大于 95%。

5.3.4 数据集划分标准

数据集划分应遵从随机划分的原则，从而保证各个分数据集中的样本分布较为平衡并降低域差异。训练集、验证集和测试集之间的比例建议为 6:2:2，也可采用 5.2.4 数据集划分标准。

5.3.5 数据集场景覆盖范围

数据集的天气、光照、季节等条件都应具有相应的数据。此外为尽可能地概述现实场景，道路环境也应更为丰富，包括城市道路、乡村道路和高速公路等场景，具体包含十字路口、丁字路口、匝道、车流汇入口、停车场、地下车库等，具体同 5.2.5。采集距离范围应保持在 80 米以内。

5.4 交通参与者行为预测数据集要求

5.4.1 交通参与者种类要求

参考术语 3.21。

5.4.2 交通参与者基本行为类型要求

参考术语 3.22。

5.4.3 数据集环境属性要求

同 5.3.2。

5.4.4 测试数据集标注属性要求

5.4.4.1 数据集样例规模要求

同 5.3.3.1。

5.4.4.2 最短帧数要求

为给预测任务留下充足的预测间隔，每一序列的帧数不应小于 100 帧，持续时长应不低于 10 秒，采样帧率应大于 10 帧/秒。

5.4.4.3 数据集行为标注要求

数据集制作过程中保证样例属性充足，从而提高数据集的适用性。针对不同的交通参与者，应制定不同行为类别，标注属性包括交通参与者属性和行为属性两大方面，交通参与者属性包括类别、ID、位置和其他信息（如针对行人的性别、年龄，针对车辆的车型、颜色等），行为属性则为对应的行为类别。

(1) 相机数据中的交通参与者行为标注要求

- **交通参与者对像空间位置标注要求：**相机数据中的交通参与者对象空间位置应提供参与者对象的二维包围框，包含对象中心点坐标（center point）、包围框长度（height）和包围框宽度（width）。应尽可能减少背景区域，可以提供对象实例级标注。
- **交通参与者时序帧数标注要求：**被预测的交通参与者持续出现时间帧数不少于 16 帧，对被预测对象在每个序列内应保证 16 个连续标注包围框或者实例级标注。
- **交通参与者行为标注要求：**被预测的交通参与者在序列中至少标注 1 种行为类型，一个

样例序列中可以出现多种行为。

- **交通参与者行为预测 TTE (Time to Event) 时间要求:** 被预测的交通参与者待预测时间间隔 TTE 不小于 1 秒。

(2) 三维激光点云数据中的交通参与者行为标注要求

- **交通参与者对像空间位置标注要求:** 相机数据中的交通参与者对象空间位置应提供参与者对象的三维包围框, 包含对象三维中心点坐标、三维包围框长度 (length)、三维包围框宽度 (width) 和三维包围框高度 (height)。应尽可能减少背景点云。
- **交通参与者时序帧数标注要求:** 被预测的交通参与者持续出现时间帧数不少于 16 帧, 对被预测对象在每个序列内应保证 16 个连续标注三维框。
- **交通参与者行为标注要求:** 被预测的交通参与者在序列中至少标注 1 种行为类型。
- **交通参与者行为预测 TTE (Time to Event) 时间要求:** 被预测的交通参与者待预测时间间隔 TTE 不小于 1 秒。
- 行为标注由人工完成, 为保证标注有效性, 每个标注应保证至少两个人员标注为同一类型行为。大规模测试数据需经质检员随机抽查, 标注准确率应大于 95%。

5.4.5 测试数据集划分标准

同5.3.4。

5.4.6 测试数据集覆盖范围

同 5.3.5。

附录 典型应用场景评测要求

附录 1 货车高速场景评测要求

因结构化场景特点，该部分标准从商用车（按车重分为微卡、轻卡、中卡、重卡四类）在高速场景的特性应用需求和提高评测针对性及效率出发，在前述关键技术指标和评测方案的基础上，形成必要的专用评测要求。

随着自动驾驶技术的不断提升，未来货车的自动驾驶覆盖范围将从高速延升至城区环境，针对城区部分的交通参与者行为识别预测和轨迹预测，请参见附录 1.2 节。

本章节适用自动驾驶货车车型（按重量区分）：

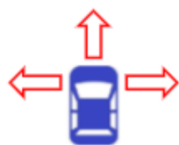
- 微卡：总质量 ≤ 1.8 吨
- 轻卡： $1.8 \text{ 吨} < \text{总质量} \leq 6$ 吨
- 中卡： $6 \text{ 吨} < \text{总质量} \leq 14$ 吨
- 重卡：总质量 > 14 吨

交通参与者：车辆，包括高速路常见的小车、轿车、SUV、MPV、中巴车、大巴车、公交车、微卡、轻卡、中卡、重卡、道路施工车等。不包含行人、骑行者等非机动车目标

1.1 交通参与者行为识别/预测评测要求

必要预测的行为：

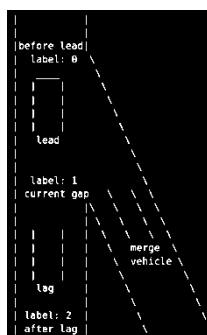
针对车辆，以当前时刻其所在目标车道，预测未来 5 秒的行为意图，包括（附图 1 中箭头从左至右分别示意左换道、直行和右换道）。



附图 1: 车辆换道行为意图

- 直行行为（普通高速多车道道路，包含沿本车道匀速、加速和减速直行，不进入自动驾驶车辆所在车道）；
- 左换道行为（普通高速多车道道路，若预测车辆在自动驾驶车辆右车道前方，左换道则表现为插入自动驾驶车辆所在车道；若预测车辆在自动驾驶车辆同一车道前方，左换道则表现为驶离自动驾驶车辆所在车道）；
- 右换道行为（普通高速多车道道路，若预测车辆在自动驾驶车辆左车道前方，右换道则表现为插入自动驾驶车辆所在车道；若预测车辆在自动驾驶车辆同一车道前方，右换道则表现为驶离自动驾驶车辆所在车道）。

特别地，在匝道、服务区等强交互场景中，涉及道路拓扑结构的变化，需进一步细化对车辆行为的预测，包括（附图 2 中，预测车辆为（merge vehicle），头车为（lead vehicle），后车为（lag vehicle））



附图 2: 匝道汇入车流行为

- 超越头车（激进汇入行为，即预测车辆（merge vehicle）以纵向上超越头车 lead 的方式汇入）；
- 礼让头车（普通汇入行为，即预测车辆（merge vehicle）纵向上选择避让跟随头车（lead vehicle）、而超越后车（lag vehicle）的方式汇入）；
- 礼让后车（保守汇入行为，即预测车辆（merge vehicle）纵向上避让跟随后车 lag 的方式汇入）。

评价指标：

- **行为预测的准确率和召回率**（定义参考术语 3.12、3.13）。

针对从传感器数据输入的轨迹预测方法，不评价上述指标。

针对从检测结果、跟踪结果输入的行为预测和轨迹预测方法，分别评测：

- （1）分普通场景下的直行行为、左换道行为和右换道行为；
- （2）分特定场景下的激进汇入、普通汇入和保守汇入行为。

普通场景测试总量与特定场景测试总量占比分别为 90%和 10%。

覆盖范围：

- 以自动驾驶车辆为主体，评测该车型所需目标检测范围内的所有道路参与者；
- 针对微卡、轻卡和中卡自动驾驶货车，需评测前方 100m、后方 50m、同向行驶所有交通参与者（车辆）未来 5 秒内的行为预测指标；
- 针对重卡自动驾驶货车，需评测前方 150m、后方 100m、同向行驶所有交通参与者（车辆）未来 5 秒内的行为预测指标。

1.2 交通参与者轨迹预测评测要求

轨迹预测的相关行为：

- 重点评价附录 1.1 章节中的相关行为。

轨迹预测的评价指标：

- 轨迹预测的 ADE 值和 FDE 值（定义参考术语 3.16、3.17）：
 - （1）针对端到端轨迹预测方法，取模型输出概率最高的 6 条轨迹，在实际计算时按每条轨迹概率一致计算。
 - （2）针对行为预测和轨迹预测的两阶段方法，基于行为预测正确的前提进行评测，取模型输出概率最高的 6 条轨迹，在实际计算时按每条轨迹概率一致计算。

覆盖范围：

- 以自动驾驶车辆为主体，评测该车型所需目标检测范围内的所有道路参与者。
 - （1）针对微卡、轻卡和中卡自动驾驶货车，需评测前方 100m、后方 50m、同向行驶所有交通参与者（车辆）未来 5 秒内的轨迹预测指标。
 - （2）针对重卡自动驾驶货车，需评测前方 150m、后方 100m、同向行驶所有交通参与者（车辆）未来 5 秒内的轨迹预测指标。

附录 2 货车矿区场景评测要求

矿区场景交通参与者种类可分为：作业车辆、辅助车辆、调度车辆、矿区人员及其他。

- 作业车辆主要包括：矿卡、宽体车、挖掘机、铲车、推土机、装载机。
- 辅助车辆主要包括：加油车、洒水车、压路车、平地机、防暴车、通勤车。
- 调度车辆主要包括：矿用皮卡指挥车、引导车。
- 矿区人员主要包括：矿工、司机、调度员、安全员、维修人员、测量员、地质员等。
- 其他交通参与者包含：临时人员（记者、医生、参观者）、无人机、动物等。

2.1 交通参与者行为识别评测要求

2.1.1 种类要求

要求能够识别矿区交通参与者典型行为及危险/边界行为：

- **作业车辆的典型行为包括：**矿卡、宽体车等运输车辆的装载、卸载、运输（起步、沿车道匀速直行、沿车道加速直行、沿车道减速直行、向左换道、向右换道、左转、右转、上坡（缓坡/陡坡）、下坡（缓坡/陡坡）、靠近路边停车、驻停、会车、超车、编队行驶、U形弯）；挖掘机、铲车、推土机、装载机的挖/铲/推/装土方，变更作业位置，作业臂/铲/斗的举升/回降等。
- **作业车辆的危险/边界行为包括：**运输车辆偏离车道、驶出车道、超载行车、超速行车、脱离指挥、异常停车/行车、崖边操作等。
- **辅助车辆的典型行为包括：**正常驾驶（起步、沿车道匀速直行、沿车道加速直行、沿车道减速直行、向左换道、向右换道、左转、右转、上坡、下坡、靠近路边停车、驻停、会车、超车）、加油车加油作业、洒水车洒水作业等。
- **辅助车辆的危险/边界行为包括：**偏离车道、驶出车道、超速行车、脱离指挥、异常停车/行车、崖边行驶、加油车油气泄露等。
- **调度车辆的典型行为包括：**正常驾驶（起步、沿车道匀速直行、沿车道加速直行、沿车道减速直行、向左换道、向右换道、左转、右转、上坡、下坡、靠近路边停车、驻停、会车、超车）、指挥调度、车辆引导等。
- **调度车辆的危险/边界行为包括：**偏离车道、驶出车道、超速行车、异常停车/行车、崖边行驶等。
- **矿区人员的典型行为包括：**沿车道行走、奔跑、走路横穿车道、奔跑横穿车道、停留、上下车、架设设备、正常操作等；
- **矿区人员的危险/边界行为包括：**侵入行车专用道、侵入车辆盲区、长时间驻留、违规驾驶/操作、不佩戴劳保等。
- **其他交通参与者的典型行为包括：**临时人员的正常人因行为（同矿区人员），无人机起落、飞行，动物行走等。
- **其他交通参与者的危险/边界行为包括：**侵入作业区域、侵入车辆盲区、违规行为等。

2.1.2 天气要求

为更全面地评测矿区交通参与者行为识别算法在不同天气条件的识别性能，应充分包含多种矿区典型天气类型，包含：晴、多云、雨、雪、雾霾、扬沙、大风天气等。考虑矿区实际场地多为环境恶劣区域，应重点评测大风、扬沙、雾霾、雨后、雪后等天气，而暴雪、暴雨、沙尘暴等极端天气由于一般矿区会选择终止作业，可暂不进行评测考虑。

2.1.3 光照要求

为更全面地测试矿区交通参与者行为识别算法在不同光照条件的识别性能，应充分包含不同光照类型，根据采集难易程度可分为：日间（光照良好）、日间（低光照）、夜间（有作业照明）与夜间（无作业照明）等 4 类，或初晨、白天、傍晚、夜晚等 4 类。考虑矿区实际作业有

一半为夜晚作业场景，应重点评测有/无作业照明条件下的夜间行为识别能力。

2.1.4 季节要求

为更全面地测试矿区交通参与者行为识别算法在不同季节条件的识别性能，应包含不同季节情况，包含：春、秋、夏、冬等。

2.1.4 几何尺寸要求

为更全面地测试矿区交通参与者行为识别算法对于不同几何尺寸的交通参与者的识别性能，应尽可能多选取各类型、尺寸的交通参与者，比如不同型号、载重的运输车，同一车辆空载与满载状态、不同尺寸的障碍物以及不同身高年龄的人员。

2.2 交通参与者轨迹预测评测要求

2.2.1 种类要求：

为尽可能地提升轨迹预测评测的合理性与精度，将交通参与者的种类合理分为车辆、行人两大类，具体小类可参考 2.1.1。（无人机与动物轨迹预测暂不列入本次评测范围）

2.2.2 车辆轨迹种类：

根据矿区车辆实际驾驶及作业行为特点，其轨迹可分为直行、左转、右转、上坡、下坡、通过 U 型弯、通过环岛、通过十字路口、冲出车道、跌落悬崖等。

2.2.3 道路要求

除 2.1.2 中天气、光照、季节与几何尺寸外，矿区交通参与者轨迹预测评测还应考虑不同宽度（单车道、两车道、四车道等），水平度（平路、上坡、下坡、陡坡、缓坡等）、车道结构（单向车道、双向车道、交叉口等）、路面覆盖情况（沥青路面、土质路面、积雪路面、积水路面、泥泞路面等）以及有无房无措施（挡土墙、隔离墙）各种道路条件的影响。

2.3 交通参与者行为预测评测要求

2.3.1 种类要求：

同附录 2.1.1，交通参与者的行为预测可合理分为车辆、行人两大类，具体小类可参考 2.1.1。（无人机与动物行为预测暂不列入本次评测范围）。

2.3.2 车辆行为预测种类：

- 根据道路情况（宽度、水平度、道路结构、障碍物位置）预测车辆加减速、转向、制动、变更车道、变更行进方向行为；
- 根据路口结构及车辆优先级（车辆属性、载重与否）预测路口通行顺序；
- 根据作业地图及作业计划预测车辆起停、装载、卸载行为；
- 根据天气、光照等环境变化预测车辆作业行为；
- 根据作业时间预测车辆加注燃油或其他能源/物资补给需求行为；
- 根据事故处理预案预测事故发生后救援车辆及人员的抢救/处理行为。

附录3 乘用车城区场景评测要求

城区交通参与者行为复杂，不同参与者交通行为强耦合，交通参与者行为识别方法、轨迹预测方法和行为预测方法受到动态交通环境的严重影响，须在多类复杂城区场景下进行评测。

3.1 场景类型要求

为保证城区测试场景的全面性，场景类型应涵盖以下城市道路典型场景：道路基本路段、信号交叉路口、无信号交叉路口、环形路口、快速路出入口、停车场出入口、高架桥匝道、隧道、特殊场所进出路段（例如医院、学校、商场和景区等）。

3.2 交通参与者类型要求

城市道路交通环境复杂，交通参与者众多，需将交通参与者类型可分为行人、车辆两大类，具体包含行人、自行车、摩托车、汽车、货车、公交车等小类。

3.3 交通参与者行为类型要求

交通参与者行为评测应包含如附表1所示的城区场景。

附表1 不同场景下须评测的交通参与者行为

序号	评测场景	交通参与者类型	场景应包含的交通参与者行为	备注
1	交叉口	行人、机动车	行人：参考术语 3.22-行人行为类型	① 交通参与者行为识别、轨迹预测和行为预测均可在此场景进行评测； ② 行人及非机动车的行为应设置随机性。
			机动车：参考术语 3.22-摩托车、车辆、货车、公交车行为类型	
2	基本路段	行人、机动车 行人、机动车	行人：参考术语 3.22-行人行为类型	① 交通参与者行为识别、轨迹预测和行为预测均可在此场景进行评测； ② 行人及非机动车的行为应设置随机性。
			机动车：参考术语 3.22-摩托车、车辆、货车、公交车行为类型	
3	快速路匝道	机动车	机动车：参考术语 3.22-摩托车、车辆、货车、公交车行为类型	机动车行为识别、轨迹预测和行为预测均可在此场景进行评测

3.4 测试环境条件要求

参见 4.1.1 至 4.1.7。

3.5 交通参与者行为识别评测方法

同 4.3 节评测方法。

3.6 交通参与者轨迹预测评测方法

同 4.4 节评测方法。

3.7 交通参与者行为预测评测方法

同 4.5 节评测方法。

参 考 文 献

- [1] ISO26262:2018 道路车辆：功能安全
- [2] GB 5768.2 道路交通标志和标线 第2部分：道路交通标志
- [3] GB 5768.3 道路交通标志和标线 第3部分：道路交通标线
- [4] GB/T 15089 机动车辆及挂车分类
- [5] GB 17859-1999 计算机信息系统 安全保护等级划分准则
- [6] GB/T 40429-2021 汽车驾驶自动化分级
- [7] SAE/J3016TM 车辆自动化分级标准及术语
- [8] T/ITS 0093-2018 营运车辆自动驾驶系统分级
- [9] T/ITS 0067-2018 智能交通系统 智能驾驶术语
- [10] T/ZSA 40-2020 自动驾驶仿真测试场景集要求 术语和定义 场景 坡度 车道宽度
- [11] T/ZSA 53-2018 自动驾驶车辆道路测试能力评估内容与方法 术语和定义 评估车型
- [12] T/CITSA 15-2021 智能交通摄像机安全技术要求
- [13] T/ZAH 032-2021 面向专用场景的低速无人车运行规范
- [14] Matthew Wood, Philipp Robbel, et al.自动驾驶安全第一白皮书，2020.
- [15] 《城市道路工程设计规范CJJ37-2012》。