

ICS 43.020

T 40

团 体 标 准

T/CDAIA 0003—2021

智能网联汽车开放道路测试环境建设 总体技术要求

2021-9-15 发布

2021-10-1 实施

成都市绿色智能网联汽车产业生态圈联盟 发布

目 次

目 次.....	错误! 未定义书签。
前 言.....	错误! 未定义书签。
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 技术要求.....	2
4.1 开放道路测试环境选取标准要求.....	2
4.1.1 道路环境选取技术要求.....	2
4.1.2 交通状况选取技术要求.....	3
4.1.3 交通环境选取技术要求.....	3
4.2 开放道路测试环境建设一般要求.....	3
4.2.1 道路环境建设要求.....	4
4.2.2 交通状况建设要求.....	6
4.2.3 交通环境建设要求.....	7
4.2.4 应用场景建设要求.....	7
4.2.4.1 城市综合道路场景建设.....	7
4.2.4.2 高速测试道路.....	9
4.3 开放道路测试环境建设其他要求.....	10
4.3.1 安全防护设施.....	10
4.3.2 路侧监管系统.....	10
4.3.3 基本通信环境技术要求.....	10
4.3.4 指示标志建设要求.....	10
4.3.5 RnX 道路参考标准要求.....	11
4.4 网络安全技术要求.....	11
4.4.1 安全物理环境.....	11
4.4.2 安全通信网络.....	11
4.4.3 安全区域边界.....	12
4.4.4 安全计算环境.....	12
4.4.5 安全管理.....	12
附 录 A.....	13

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。

本文件由成都市绿色智能网联汽车产业生态圈联盟提出并归口。

本文件起草单位：信通院车联网创新中心（成都）有限公司、华录易云科技有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、四川省新能源汽车智能控制与仿真测试技术工程研究中心、成都福马智行科技有限公司、中移物联网有限公司、成都卫士通信息产业股份有限公司、广东为辰信息科技有限公司。

本文件主要起草人：王龙翔、孙健康、余红艳、王松浩、万远航、李树、黎青松、邓鹏毅、陈勇、司廷哲、杨松、周力、张治杰、黄明浩、李允、赵焕宇、张成艳。

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。

本文件为首次发布。

全国团体标准信息平台

智能网联汽车开放道路测试环境建设总体技术要求

1 范围

本文件规范了智能网联汽车开放道路测试环境选取标准、环境建设要求以及环境建设其他要求。

本文件适用于成都市智能网联汽车开放道路测试环境建设，其他城市可以参考使用。

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，仅所注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 道路交通标志和标线

JTG D81-2017 公路交通安全设施设计规范

3 术语和定义

3.1

硬质隔离 Hard Isolation

材质为水泥、铁质、不锈钢等硬质材料围成的隔离带。

3.2

软质隔离 Soft Isolation

材质为布质、橡胶、塑料凳软质材料围成的隔离带。

3.3

网联道路 Connected Road

安装有V2X网联设备的开放测试道路。

3.4

道路环境 Road Environment

开放道路的基础设施条件。

3.5

交通状况 Traffic Situation

开放道路的动态交通信息。

3.6

交通环境 Traffic Environment

开放道路的通信定位环境。

3.7

车道控制系统 Lane Control System

根据车流情况对车道通行进行管控的系统。

4 技术要求

4.1 开放道路测试环境选取标准要求

结合目前智能网联汽车技术特征和道路交通运行特征，制定并完善了测试道路分级指标体系，选取道路环境、交通状况、交通环境三个方面对测试道路综合复杂度进行评价。

4.1.1 道路环境选取技术要求

道路环境为第一个一级指标，细分为 32 个二级指标。其二级指标名称及定义如表 1 所示。

表 1 道路环境下属二级指标表

序号	二级指标名称	二级指标定义
1	车道宽	即机动车道或机非混行车道的车行道宽度（m），又称标准车道宽度，指的是道路上供一列车辆安全顺利行驶所需要的宽度，包括设计车辆的外廓宽度和错车、超车或并列行驶所必需的余宽等
2	限高	有无道路限高标志和限高架，及限高数值大小
3	限宽	有无道路限宽标志和限宽墩或梅花桩，及限宽数值大小
4	单向车道数	同一路段同一方向的机动车道或机非混行车道的数量（条）
5	机非分离类型	使机动车交通和非机动车交通分离以各行其道的不同方式
6	专用车道	规定只允许某种车辆行驶或只限某种用途使用的机动车车道
7	路边停车位	路侧合法停车位
8	限速标识	有无限速标识
9	限速信息	限制最高车速的交通标志
10	车道类型	不同类型的机动车道或机非混行车道（潮汐车道、环岛、主辅道、掉头出入口、高速路或快速路出入口等）
11	交叉路口类型	各个类型的交叉路口
12	交通灯情况	路口交通灯信息
13	人行横道情况	路口人行横道信息
14	路段视野	路段视野是否开阔，有无静态遮挡物
15	交通标线	道路上的车道线、转向指示等
16	隔离带	是否有隔离带、隔离带类型
17	路边防护带	是否有防护带、防护带类型
18	公交站停车站	公交站台或港湾
19	交通标志	是否有交通标志及清晰度
20	交通灯放置位置	信号灯位置(路口动态遮挡)
21	交通灯&倒计时清晰度	交通灯是否清晰可见
22	交通灯倒计时	信号灯倒计时指示
23	路面种类	道路表面类型
24	道路表明平整度	道路表面平整度
25	坡道	坡道情况

26	急弯道	急弯道情况
27	道路接入口	道路接入口
28	高架桥	行驶路段内出现汇入/汇出高架桥的场景
29	周边居住密度	周边游居住区和小区情况，居住区小区越多，分值越高
30	夜间道路照明情况	是否有道路照明
31	公共设施	是否有公共设施（医院/消防/商场/学校/地铁等）
32	路面状态	易发生气象地质等次生灾害（路面积水，结冰，积雪，团雾等）

4.1.2 交通状况选取技术要求

交通状况为第二个一级指标，细分为7个二级指标。其二级指标名称及定义如表2所示。

表2 交通状况下属二级指标表

序号	二级指标名称	二级指标定义
1	道路车流组成	道路车辆主要分为5类，货车和客车等商用车、普通乘用车、摩托车、自行车、电动车（包含电动三轮，老年代步车）等。车辆混流程度对自动驾驶难易有影响
2	行人、非机动车影响	行人和非机动车（不按交通规则）对机动车自动驾驶的影响
3	占道停车情况	违章占道停车分布情况
4	交通拥堵状态	道路拥堵状态，可以用拥堵指数或者平均车流速度衡量
5	交警参与交通指挥	交警参与交通指挥
6	安全风险度	依据历史统计信息和路况评估的安全事故发生概率

4.1.3 交通环境选取技术要求

交通环境为第三个一级指标，细分为3个二级指标。其二级指标名称及定义如表3所示。

表3 交通环境下属二级指标表

序号	二级指标名称	二级指标定义
1	网联路侧基础设施	RSU，摄像头，雷达等基础设施
2	网络覆盖	4G/5G网络覆盖情况
3	卫星定位质量	城市峡谷（建筑物对定位精度的影响）、遮挡（隧道和高架）

4.2 开放道路测试环境建设一般要求

开放道路测试环境建设根据附录A《成都市智能网联汽车开放道路评价定义及细则》中指标项的含义及影响，基于测试道路的现状情况确定，赋值范围为1~5分，分值越高代表复杂度越高、测试难度越大。计算各测试路段交通复杂度之后，片区路线的分级取决于路线包含路段评分集中的最高值，划分测试开放道路的分级方案，其分级标准如下：

- a) 当道路综合复杂度评分为[1, 2]时为一级测试道路（R1）；
- b) 当评分为(2, 3]时为二级测试道路（R2）；
- c) 当评分为(3, 4]时为三级测试道路（R3）；
- d) 当评分为(4, 4.5]时为四级测试道路（R4）；
- e) 当评分为(4.5, 5]时为五级测试道路（R5）；

RnX道路为道路等级从R1到R5安装有网联通信设备的道路，可对智能网联汽车提供信号灯切换信号、道路施工、交通管制等信息。

道路评分级别越高则表明该路段更符合多样化的测试工况，同时代表着更高的复杂度、风险性以及不确定性。

4.2.1 道路环境建设要求

结合道路基础设施对测试道路综合复杂度的影响，确定了道路环境的下属 32 个二级指标，如表 4 所示。道路环境建设要求依照对应的二级指标进行。

表 4 道路环境建设下属二级指标

一级指标	二级指标	建设要求
道路环境	车道宽	1分: 3.75米 2分: 3.50米 3分: 3.25米 4分: 3.00米 5分: 2.80米
	限高	1分: 无限高要求, 或限高 5.0米 2分: 限高 4.5米 3分: 限高 3.5米 4分: 限高 3.0米 5分: 限高 2.5米
	限宽	1分: 无限宽要求, 或限宽 2.5米 2分: 限宽 2.4米 3分: 限宽 2.3米 4分: 限宽 2.2米 5分: 限宽 2.1米
	单向车道数	1分: 1条 2分: 2条 3分: 3条 4分: 4条 5分: ≥5条
	机非分离类型	1分: 设立绿化带(灌木) 2分: 设立绿化带(草坪) 3分: 设立防撞护栏/分割栏杆 4分: 设立分隔实线 5分: 机非混行道
	专用车道	1分: 设立快速公交专用车道 3分: 设立公交专用车道/海关专用道/多乘员专用道等(划线隔离) 5分: 无专用车道
	路边停车位	1分: 无路侧车位 5分: 有路侧停车位
	限速标识	1分: 有标识(标识清晰) 3分: 无标识(或标识不清晰) 5分: 有标识(标识不清晰)
	限速信息	1分: 限速≤40km/h

	2分: 限速 50km/h 3分: 限速 60km/h 4分: 限速 70km/h 5分: 限速≥80km/h
车道类型	有 1 项加 1 分, 最高 5 分
交叉路口类型	1分: T 字型, 或 Y 字型路口 2分: 十字型, 或 X 字型路口 3分: 错位交叉路口 4分: 五支路交叉路口 5分: 支路数>5 的交叉路口
交通灯情况	1分: 交通信号灯占比 100% 3分: 无交通信号灯路口占比: [0, 50) 5分: 无交通信号灯路口占比: [50, 100)
人行横道情况	1分: 有人行横道且清晰 100% 3分: 有人行横道且清晰[50,100) 5分: 有人行横道且清晰[0,50)
路段视野	1分: 视野无遮挡 5分: 视野有遮挡
交通标线	1分: 有交通标线且交通标线清晰占比 100% 2分: 有交通标线且交通标线清晰占比[75,100) 3分: 有交通标线且交通标线清晰占比[50,75) 4分: 有交通标线且交通标线清晰占比[25,50) 5分: 有交通标线且交通标线清晰占比[0,25)
隔离带	1分: 硬质分隔带 3分: 软质分隔带 4分: 实线分隔带 5分: 无隔离带, 无车道分隔线
路边防护带	1分: 硬质分隔带 3分: 软质分隔带 5分: 无防护带
公交停靠站	1分: 无公交站台或有公交站台但有专用车道 5分: 有在用的公交站台或港湾且无专用车道
交通标志	1分: 交通标识不清晰 0% 3分: 交通标识不清晰 (0, 50]; 5分: 交通标识不清晰 (50, 100]
交通灯放置位置	1分: 道路中间悬挂 3分: 道路侧面悬挂 5分: 交叉路口地面
交通灯&倒计时清晰度	1分: 交通信号灯和倒计时清晰 3分: 交通信号灯或倒计时不清晰 5分: 交通信号灯和倒计时不清晰
交通灯倒计时	1分: 有红绿黄三色灯倒计时指示 3分: 有红绿黄二色灯倒计时指示

		5分：无倒计时指示
	路面种类	1分：沥青路面 3分：水泥路面 5分：其他路面
	道路表面平整度	1分：道路平整 3分：部分不平整 5分：全路段不平整
	坡道	1分：无坡道 3分：缓坡 5分：陡坡
	急弯道	1分：无急弯道或小曲率（半径 ≥ 500 米）弯道 3分：中度曲率弯道（ $50 \text{米} \leq R < 500 \text{米}$ ） 5分：急转弯/连续转弯（ $R < 50 \text{米}$ ）
	道路接入口	1分：无接入口 2分：接入1车道 3分：接入2车道 4分：接入3车道 5分：接入4车道及以上
	高架桥	1分：无 5分：有
	周边居住密度	低居住密度，1分 中居住密度，3分 高居住密度，5分
	夜间道路照明情况	1分：有且效果良好 3分：有，但效果不好 5分：无
	公共设施	有1个加1分，最多5分
	路面状态	异常天气路面完好且安全1分 异常状况每多1个加1分

4.2.2 交通状况建设要求

结合动态交通信息对测试道路综合复杂度的影响，确定了道路状况的下属7个二级指标，如表5所示。交通状况建设要求依照对应的二级指标进行。

表5 道路状况建设下属二级指标

一级指标	二级指标	建设要求
交通状况	道路车流组成	有1个加1分，最多5分 统计类型：普通乘用车、大客车、大货车、摩托车、电动车
	行人、非机动车影响	1分：无影响 5分：有影响

占道停车情况	1分：无 3分：较少 5分：较多
交通拥堵状态	1分：完全畅通，车辆速度接近道路各路段限速 2分：基本畅通，平均车速高于 45 km/h， 3分：拥堵，平均车速低于 45 km/h 4分：较严重拥堵，平均车速低于 30 km/h， 5分：极严重拥堵，平均车速低于 20 km/h；
交警参与交通指挥	1分：无 5分：有
安全风险度	1分：无风险 2分：低风险 3分：较低风险 4分：中风险 5分：高风险

4.2.3 交通环境建设要求

结合通信定位条件对测试道路综合复杂度的影响，确定了交通环境的下属 3 个二级指标，如表 6 所示。交通环境建设要求依照对应的二级指标进行。

表 6 交通环境建设下属二级指标

一级指标	二级指标	建设要求
交通环境	网侧基础设施	1分：完全不具备 2分：具有一定的路侧设施但配置较低 3分：具有一定的路侧设施但配置中等 4分：具有一定的路侧设施且配置较好 5分：具有一定的路侧设施且配置很高
	网络覆盖	1分：4G/5G 有覆盖，吞吐量好且平均通信延迟较低 2分：4G/5G 覆盖且吞吐量较高 3分：具 4G/5G 有覆盖但网络吞吐量低 4分：4G/5G 有覆盖但不连续 5分：4G/5G 覆盖缺失
	卫星定位质量	1分：全程无卫星遮挡 2分：全程超过 10%存在卫星遮挡 3分：全程超过 20%存在卫星遮挡 4分：全程超过 30%存在卫星遮挡 5分：全程超过 50%存在卫星遮挡

4.2.4 应用场景建设要求

4.2.4.1 城市综合道路场景建设

城市综合测试道路为自动驾驶汽车进行车速为 20~100km/h 范围内的测试提供道路及测试环境,具有城市道路的典型特点。根据实际道路情况布置街景、公交站台、路边停车位、人行道,并在道路两侧设置路面状态监测设备等,可进行绿波带通行、车辆前碰撞预警、交通诱导等场景演示。

目前城市综合测试道路共设计测试场景 74 个,覆盖范围包括城市主干路、次干路、支路、潮汐车道路、立交连接道路、立交及匝道等,场景所需的交通增强系统需求具体如下表所示。

表 7 城市综合测试道路交通增强系统设备需求统计表

道路类型		场景数量	场景名称	交通增强系统设备需求	
路段	潮汐车道	9	可变标志识别 动态车道管理 逆向超车预警 (DNPW) 编队加速 编队减速 编队换道 自适应编队 车辆感知共享 (VSS) 遥控驾驶	路侧设备	摄像头
					车道控制系统
			雷达		
	交通标志标线	可变交通标志、车道线等路面标线			
主干道	32	稳定跟车行驶、停-走功能、跟车过近提醒、车辆靠近(前方加速行驶/以较低速度匀速行驶/减速行驶/静止车辆)、静止车辆启动时与同向行驶车辆冲突、防追尾碰撞、车辆倒车时与其他车辆冲突、大车靠近预警、非通讯车辆碰撞预警、会车/对向来车/逆行碰撞预警、车速引导、前向碰撞预警 (FCW)、前方事故预警、跟随公交车、车辆编队行驶 (Platooning)、前方公交提醒、车辆驶入识别及响应、超车、邻近车道有车并道、前车变更车道检测及响应、变道预警 (LCW)、紧急车辆提醒 (EVW)、通过公共汽车站/公交进站/出站提醒、自适应巡航、异常车辆提醒、车辆失控预警、通过拥堵区、逆向超车提醒、长直路段车路通讯、长直路段车车通讯、前方车道减少、前方拥堵提醒 (TJW)	路侧设备	摄像头	
				带有倒计时的信号灯	
				信号机	
				电子警察系统	
		雷达			
交通标志标线	车道线等路面标线,前方车道减少标志				
次干路	3	最右车道内靠边停车、邻近车道无车并道、与路边的交通车交通车参与者保持安全距离	路侧设备	摄像头	
			交通标志标线	车道线等路面标线	
支路	11	路边禁止停车区域停车预警、避让应急车辆、对向车辆借道本车车道行驶识别及响应、逆向行驶提醒、检测并响应工	路侧设备	摄像头	
			交通标志标线	道路两侧黄色实线 (一个场景)	

			作区和意外/计划事件中指挥交通的人、响应碰撞事故后的人、行人横穿马路、行人沿道路行走、两轮车横穿马路、两轮车沿道路骑行、学校区域预警		车道线等路面标线
交叉口	主干路和次路交叉口	6	方向指示信号灯识别及响应、右转车辆冲突通行、左转车辆冲突通行、视距影响下交叉路口车辆冲突避免、信控交叉路口通行、路口行人通行	路侧设备	信号机、摄像头、机动车信号灯、信号机、电子警察系统、方向指示信号灯
				交通标志标线	信控交叉口渠化
	次干路和支路交叉口	5	无信号交叉口通行、交叉路口通行控制（IPC）、直行车辆冲突通行、十字路口车车通讯、在十字路口和人行横道为行人和非机动车让行	交通标志标线	交叉口渠化、停车让行标志、无信号（停车让行）交叉口渠化设计，包括停车让行标线
				路侧设备	信号灯、信号机（接入LTE-V2X （PC5）RSU、边缘计算平台以及网联管理平台）、摄像头、雷达
	支路与支路交叉口	6	停车让行标志标线识别及响应、路口掉头、交叉路口碰撞预警（ICW）、左转辅助（LTA）、行人（VRU）预警、违章驾驶预警	监控设备	摄像头、雷达、电子警察系统、机动车信号灯、信号机（接入LTE-V2X（PC5）RSU、边缘计算平台以及网联管理平台）
				交通标志标线	停车让行标志、停车让行标线、车道线等路面标线、交叉口渠化设计（允许掉头）
环岛	城市环岛	2	环形路口通行、视距影响下环岛车辆冲突避免	路侧设备	摄像头
合计：74					

4.2.4.2 高速测试道路

高速测试道路为自动驾驶汽车提供高速公路测试环境，具有高速公路的特点。高速环形道路的设计使得高速测试与低速测试隔离，保证了安全也降低了建设成本，节省了空间。高速测试道路包含高速公路、匝道、模拟收费站、模拟服务区、模拟隧道等基本测试场景。

目前高速测试道路共设计测试场景14个，覆盖范围高速公路、匝道、模拟收费站、模拟服务区、模拟隧道等，场景所需的交通增强系统需求具体如下表所示。

表 8 高速测试道路交通增强系统设备需求统计表

点位类型	场景数量	场景名称	所需交通增强系统设备
------	------	------	------------

路段	3	高速行驶测试 加减速测试 超车测试	路侧设备	摄像头
				雷达
				电子警察系统
				枪机
				汽车电子标识-读写器
已确定固定 点位	1	货车/大车车道错误提醒 车辆匝道控制 服务区引导 加油站引导 充电桩引导 通过收费站 隧道通行	交通标志标线	车道线
				车道指示标志（大车、货车）
				匝道口标线
				服务区指示标志
				服务区（加油站）指示标志
	1	隧道拥堵提醒 隧道限速/限高/限宽提醒 隧道定位精度测试 隧道碰撞预警		服务区（充电桩）指示标志
				收费站指示标志
				隧道限速/限高/限宽标志牌等路面标线
				隧道标志
				前照灯使用标志

4.3 开放道路测试环境建设其他要求

4.3.1 安全防护设施

测试道路具有危险的地方，应设置路侧护栏等安全防护设施。安全防护设施的设置应符合 JTG D81《公路交通安全设施设计规范》的规定。

4.3.2 路侧监管系统

测试道路宜布设路侧监管系统。应支持采集交通拥堵状态、测试视频、气象等信息。

4.3.3 基本通信环境技术要求

除了隧道等特殊场景外，测试环境的通信强度应大于-80dBm。

4.3.4 指示标志建设要求

开放道路指示标志建设应满足以下要求：

- 指示标志的颜色为蓝底、白字、白边框、蓝色衬边；
- 指示标志的形状为矩形；
- 指示标志上的汉字应使用规范汉字，字体应符合 GB 5768《道路交通标志和标线》要求；
- 指示标志的文字按照自左至右，自上而下的方式排列；

- e) 指示标志的外框尺寸，见图 1。指示标志的字数、文字高度及排列情况以图 1 规定



尺寸为参考依据；

图 1 开放测试道路指示标志样式

- f) 指示标志设置在开始路段的路口前适当位置；
g) 指示标志安装应使标志面垂直于行车方向，视实际情况调整其水平或俯仰角度。

4.3.5 RnX 道路参考标准要求

RnX 道路安装的网联通信路侧设备的网联通信协议、性能和安全、互联互通和互操作要求需符合相关标准，若后期相关标准发生变化，应对参考标准进行相应增加、删除。

4.4 网络安全技术要求

4.4.1 安全物理环境

- 应保证信息系统、网络物理设备和物联网感知层节点的安全，包括防盗窃、防破坏、防雷击、防火、防水和防潮、防静电等。
- 应保证物理设备所处环境具备稳定的电力供应、温度调控与电磁防护等功能。
- 应为机房配置电子门禁系统与视频监控系统，并保证电子门禁进出记录与视频监控记录的完整性。

4.4.2 安全通信网络

- 应保证车联网网络架构、云平台架构和物联网架构的安全。
- 应实现网络通信双方的双向身份鉴别，确保身份鉴别数据在传输过程中的真实性、完整性、机密性和防重放。
- 应保证重要数据（报文）在传输过程中的机密性和完整性。
- 应保证重要通信数据（报文）在传输过程中，数据源发的真实性与不可否认性。
- 应支持对终端真实身份标识及位置信息的隐藏，防止用户隐私泄露。

- f) 宜采用可信计算技术建立起系统的信任链, 保证系统运行过程中重要程序或文件的完整性。

4.4.3 安全区域边界

- a) 应保证边界区域安全, 能检测、限制、防止入侵攻击。
- b) 应在边界部署访问控制机制, 保证只有授权节点可接入, 包括车联网设备(OBU/RSU/SP)、物联网感知层节点和其他设备等。
- c) 应实现安全审计功能, 记录接入日志、入侵防御日志等, 并保证日志数据的完整性。
- d) 应关闭系统不需要端口, 删除多余或过期的账户、组件, 防止非法接入与越权访问。

4.4.4 安全计算环境

- a) 应采用合规的双因子认证方式实现对登录用户身份的鉴别, 若使用口令, 则口令设置应满足一定的复杂度且需定期更换。
- b) 应建立一条安全信息传输通道用于对组件的集中管理。
- c) 应建立安全的访问控制机制, 配置相应的访问控制策略, 实现最小权限与权限分离。
- d) 应保证重要数据在传输和存储过程中的机密性和完整性。
- e) 应提供重要数据的备份冗余机制, 增强系统可用性。
- f) 应启用安全审计功能, 保证审计日志数据的完整性以及关键操作日志的不可否认性。
- g) 应保证升级软件包来源的真实性与数据的完整性。
- h) 应及时清除系统中残留的敏感数据信息。

4.4.5 安全管理

- a) 应建立网络安全管理制度, 明确安全管理工作的目标、范围、方法等。
- b) 应设置网络安全管理岗位并配备管理人员, 明确人员职责、权限、考核方式等。
- c) 系统建设应具备完备的安全方案, 包括安全建设方案、安全应用方案、安全运维方案、安全应急预案与安全事件处置方案等。

附录 A

(资料性附录)

智能网联汽车开放道路环境评价指标

一级指标	权重	二级指标	权重	指标定义	评分细则	评分计算	单项评分
道路环境	0.3	车道宽	0.03	即机动车道或机非混行车道的车行道宽度(米), 又称标准车道宽度, 指的是道路上供一列车辆安全顺适行驶所需要的宽度, 包括设计车辆的外廓宽度和错车、超车或并列行驶所必需的余宽等。	1分: 3.75米 2分: 3.50米 3分: 3.25米 4分: 3.00米 5分: 2.80米		
		限高	0.01	有无道路限高标志和限高架, 及限高数值大小。	1分: 无限高要求, 或限高5.0米 2分: 限高4.5米 3分: 限高3.5米 4分: 限高3.0米 5分: 限高2.5米		
		限宽	0.01	有无道路限宽标志和限宽墩或梅花桩, 及限宽数值大小。	1分: 无限宽要求, 或限宽2.5米 2分: 限宽2.4米 3分: 限宽2.3米 4分: 限宽2.2米 5分: 限宽2.1米		
		单向车道数	0.05	同一路段同一方向的机动车道或机非混行车道的数量(条)。	1分: 1条 2分: 2条 3分: 3条 4分: 4条 5分: ≥5条		
		机非分离类型	0.05	使机动车交通和非机动车交通分离以各行其道的不同方式。	1分: 设立绿化带(灌木) 2分: 设立绿化带(草坪) 3分: 设立防撞护栏/分割栏杆 4分: 设立分隔实线 5分: 机非混行道		

专用车道	0.03	规定只允许某种车辆行驶或只限某种用途使用的机动车车道。	1分：设立快速公交专用车道 3分：设立公交专用车道/海关专用道/多乘员专用道等(划线隔离) 5分：无专用车道		
路边停车位	0.03	路侧合法停车位。	1分：无路侧车位 5分：有路侧停车位		
有无限速标识	0.01	有无限速标识。	1分：有标识（标识清晰） 3分：无标识(或标识不清晰) 5分：有标识（标识不清晰）		
限速信息	0.05	限制最高车速的交通标志。	1分：限速≤40km/h 2分：限速 50km/h 3分：限速 60km/h 4分：限速 70km/h 5分：限速≥80km/h		
车道类型	0.05	不同类型的机动车道或机非混行车道（潮汐车道、环岛、主辅道、掉头出入口、高速路或快速路出入口等）。	有1项加1分，最高5分		
交叉路口类型	0.05	各个类型的交叉路口。	1分：T字型，或Y字型路口 2分：十字型，或X字型路口 3分：错位交叉路口 4分：五支路交叉路口 5分：支路数>5的交叉路口		
交通信号灯情况	0.03	路口交通信号灯信息	1分：交通信号灯占比100% 3分：无交通信号灯路口占比：[0, 50) 5分：无交通信号灯路口占比：[50, 100)		
人行横道情况	0.03	路口人行横道信息	1分：有人行横道且清晰100% 3分：有人行横道且清晰[50,100) 5分：有人行横道且清晰[0,50)		

路段视野	0.05	路段视野是否开阔，有无静态遮挡物	1分：视野无遮挡 5分：视野有遮挡		
交通标线是否清晰	0.05	道路上的车道线、转向指示等	1分：有交通标线且交通标线清晰占比100% 2分：有交通标线且交通标线清晰占比[75,100) 3分：有交通标线且交通标线清晰占比[50,75) 4分：有交通标线且交通标线清晰占比[25,50) 5分：有交通标线且交通标线清晰占比[0,25)		
马路中间是否有隔离带	0.03	是否有隔离带、隔离带类型	1分：硬质分隔带 3分：软质分隔带 4分：实线分隔带 5分：无隔离带，无车道分隔线		
是否有路边防护带	0.01	是否有防护带、防护带类型	1分：硬质分隔带 3分：软质分隔带 5分：无防护带		
是否有公交站台或港湾	0.01	公交站台或港湾	1分：无公交站台或有公交站台但有专用车道 5分：有在用的公交站台或港湾且无专用车道		
交通标志	0.01	是否有交通标志及清晰度	1分：交通标识不清晰 0% 3分：交通标识不清晰 (0, 50] 5分：交通标识不清晰 (50, 100]		
交通信号灯放置位置	0.03	信号灯位置(路口动态遮挡)	1分：道路中间悬挂 3分：道路侧面悬挂 5分：交叉路口地面		
交通信号灯和倒计时清晰度	0.01	交通信号灯是否清晰可见	1分：交通信号灯和倒计时清晰 3分：交通信号灯或倒计时不清晰 5分：交通信号灯和倒计时不清晰		
交通信号	0.03	信号灯倒计时指示	1分：有红绿黄三色灯倒计时指示		

灯倒计时			3分：有红绿黄二色灯倒计时指示 5分：无倒计时指示		
路面种类	0.01	道路表面类型	1分：沥青路面 3分：水泥路面 5分：其他路面		
路面是否平整	0.01	道路表面平整度	1分：道路平整 3分：部分不平整 5分：全路段不平整		
有无坡道	0.01	坡道情况	1分：无坡道 3分：缓坡 5分：陡坡		
是否有急弯道	0.05	急弯道情况	1分：无急弯道或小曲率（半径 ≥ 500 米）弯道 3分：中度曲率弯道（ $50\text{米} \leq R < 500\text{米}$ ） 5分：急转弯/连续转弯（ $R < 50\text{米}$ ）		
道路接入口	0.05	道路接入口	1分：无接入口 2分：接入1车道 3分：接入2车道 4分：接入3车道 5分：接入4车道及以上		
是否汇入/汇出高架桥	0.05	行驶路段内出现汇入/汇出高架桥的场景	1分：无 5分：有		
周边居住密度	0.03	周边游居住区和小区情况，居住区小区越多，分值越高	低居住密度，1分 中居住密度，3分 高居住密度，5分		
夜间道路照明情况	0.03	是否有道路照明	1分：有且效果良好 3分：有，但效果不好 5分：无		
公共设施（医院/消防/商场/学校/地铁等）	0.05	是否有公共设施	有1个加1分，最多5分		

		路面状态 (路面积水, 结冰, 积雪, 团雾等)	0.05	易发生气象地质等次生灾害	异常天气路面完好且安全 1分 异常状况每多1个加1分		
交通状况	0.4	道路车流组成	0.2	道路车辆分为5类, 货车和客车等商用车、普通乘用车、摩托车、自行车、电动车(包含电动三轮, 老年代步车)等。车辆混流程度对自动驾驶难易有影响	有1个加1分, 最多5分 统计类型: 普通乘用车、大客车、大货车、摩托车、电动车		
		行人、非机动车影响	0.2	行人和非机动车(不按交通规则)对机动车自动驾驶的影响	1分: 无影响 5分: 有影响		
		占道停车情况	0.08	违章占道停车分布情况	1分: 无 3分: 较少 5分: 较多		
		交通拥堵状态	0.28	道路拥堵状态, 可以用拥堵指数或者平均车流速度衡量	1分: 完全畅通, 车辆速度接近道路各路段限速 2分: 基本畅通, 平均车速高于45 km/h 3分: 拥堵, 平均车速低于45 km/h 4分: 较严重拥堵, 平均车速低于30 km/h 5分: 极严重拥堵, 平均车速低于20 km/h;		
		交警参与交通指挥	0.04	交警参与交通指挥	1分: 无 5分: 有		
		安全风险度	0.2	依据历史统计信息和路况评估的安全事故发生概率	1分: 无风险 2分: 低风险 3分: 较低风险 4分: 中风险 5分: 高风险		

交通环境	0.3	有无网联的路侧基础设施	0.5	RSU, 摄像头, 雷达等基础设施	<p>1分: 完全不具备</p> <p>2分: 具有一定的路侧设施但配置较低</p> <p>3分: 具有一定的路侧设施但配置中等</p> <p>4分: 具有一定的路侧设施且配置较好</p> <p>5分: 具有一定的路侧设施且配置很高</p>		
		有无良好的4G/5G网络覆盖	0.2	4G/5G网络覆盖情况	<p>1分: 4G/5G有覆盖, 吞吐量好且平均通信延迟较低</p> <p>2分: 4G/5G覆盖且吞吐量较高</p> <p>3分: 具4G/5G有覆盖但网络吞吐量低</p> <p>4分: 4G/5G有覆盖但不连续</p> <p>5分: 4G/5G覆盖缺失</p>		
		卫星定位质量(高架、隧道等)	0.3	城市峡谷(建筑物对定位精度的影响)、遮挡(隧道和高架)	<p>1分: 全程无卫星遮挡</p> <p>2分: 全程超过10%存在卫星遮挡</p> <p>3分: 全程超过20%存在卫星遮挡</p> <p>4分: 全程超过30%存在卫星遮挡</p> <p>5分: 全程超过50%存在卫星遮挡</p>		