深圳市智能网联汽车道路测试与示范应用

开放道路技术指引（试行）

一、总则

本指引为《深圳市智能网联汽车道路测试与示范应用管理实施细则》（深交规〔2022〕13号）配套落实技术文件及《深圳市智能网联汽车道路测试开放道路技术要求（试行）》（深交函〔2018〕3102号）的修订文件。

本指引包含深圳市智能网联汽车道路测试与示范应用开放的道路复杂度等级评估方法、道路测试与示范应用由简单道路向更复杂道路进阶的条件等内容。

（一）评估原则

可度量原则。智能网联汽车开放道路评估、测试示范评价，应尽可能选取可定量化的指标或将定性指标表述清晰化。

科学性原则。建立科学合理的智能网联汽车开放道路评估、测试示范评价指标体系和评估方法，为智能网联汽车道路开放提供科学指导。

安全性原则。智能网联汽车道路开放遵循最小风险原则，尽可能降低对现有道路运行秩序的影响，始终以安全为底线，推动各等级道路平稳有序开放。

（二）适用范围

本指引适用于评估本市行政区域内拟开放用于智能网联汽车道路测试与示范应用的道路，以及评估在本市行政区域范围内开展的道路测试与示范应用活动。

二、规范性引用文件

（一）《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范（试行）的通知》（工信部联通装〔2021〕97号）；

（二）《深圳市智能网联汽车道路测试与示范应用管理实施细则》（深交规〔2022〕13号）；

（三）《城市道路工程设计规范》（CJJ 37）；

（四）《深圳市城市规划标准与准则》（2021版）；

（五）《城市道路照明设计标准》（CJJ 45）；

（六）《道路交通标志和标线》（GB 5768）；

（七）《城市道路交通标志和标线设置规范》（GB 51038）；

（八）《道路交通标线质量要求和检测方法》（GBT 16311）；

（九）《城市道路交通设施设计规范》（GB 50688）；

（十）《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81)；

（十一）《公路交通事故多发点段及严重安全隐患排查工作规范（试行）》（公交管〔2019〕172号）。

三、术语和定义

（一）智能网联汽车

智能网联汽车是指可以由自动驾驶系统替代人的操作在道路上安全行驶的汽车，包括有条件自动驾驶、高度自动驾驶和完全自动驾驶三种类型。

有条件自动驾驶，是指自动驾驶系统可以在设计运行条件下完成动态驾驶任务，在自动驾驶系统提出动态驾驶任务接管请求时，驾驶人应当响应该请求并立即接管车辆。

高度自动驾驶，是指自动驾驶系统可以在设计运行条件下完成所有动态驾驶任务，在特定环境下自动驾驶系统提出动态驾驶任务接管请求时，驾驶人应当响应该请求并立即接管车辆。

完全自动驾驶，是指自动驾驶系统可以完成驾驶人能够完成的所有道路环境下的动态驾驶任务，不需要人工操作。

（二）道路测试

道路测试是指在公路（包括高速公路）、城市道路、区域范围内等用于机动车通行的各类道路指定的路段进行的智能网联汽车自动驾驶功能测试活动。

（三）示范应用

示范应用是指在公路（包括高速公路）、城市道路、区域范围内等用于机动车通行的各类道路指定的路段进行的具有试点、试行效果的智能网联汽车载人载物运行活动。

（四）道路测试与示范应用开放道路

道路测试与示范应用开放道路是指在既有的公路（包括高速公路）、城市道路、区域范围内等指定的专门用于进行智能网联汽车道路测试与示范应用的道路，简称开放道路。

（五）道路复杂度等级评估

基于道路交通安全原则，综合考虑交通参与者（人）、交通流（车）、道路设施（路）、道路交通环境（环境）等因素，对道路复杂度进行综合评估和分级。

（六）道路分级开放

结合道路复杂度等级评估结果，由简单到复杂开放道路。

四、道路复杂度等级评估

（一）评估目的

针对拟开放道路，综合考虑交通参与者（人）、交通流（车）、道路设施（路）、道路交通环境（环境）等因素进行复杂度评估，并划分为低复杂度（Ⅰ级道路）、中复杂度（Ⅱ级道路）、高复杂度（Ⅲ级道路）、超高复杂度（Ⅳ级道路）四个等级，作为本市智能网联汽车开放道路管理的参考依据。

（二）道路复杂度等级评估分级方案

综合考虑交通参与者、交通流、道路设施、道路交通环境等因素对道路复杂度的影响，全面评估道路复杂度并划分等级。

**1.道路复杂度指标**

从人、车、路、环境等方面综合选取指标进行道路复杂度评估，具体包括建设用地密度、热点片区分布、交通运行指数、交通组成、道路线形、非机动车道形式、交叉口数量及形式、道路开口数量、标志标线清晰度、路面质量、交通事故数量、路侧施工及停车占道情况、视距不良点位、通信信号不良点位等14项指标，并将各指标量化分级（详见表1）。

表 1 开放道路复杂度评估指标及分级

| **序号** | **分类** | **指标内容** | **指标解释** | **指标取值** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 人 | 建设用地密度 | 道路周边区域划定的建设用地密度等级 | 层次一：密度四、五区 |
| 层次二：密度二、三区 |
| 层次三：密度一区 |
| 2 | 热点片区分布 | 沿线学校、医院、商圈等人流密集场所的分布密度 | 层次一：0~0.5个/公里 |
| 层次二：0.5~1个/公里 |
| 层次三：1~2个/公里 |
| 3 | 车 | 交通运行指数 | 道路交通运行指数 | 层次一：0~4 |
| 层次二：4~8 |
| 层次三：8~10 |
| 4 | 交通组成 | 重型汽车（重型自卸车、货车等）、“两客一危”等车辆占比 | 层次一：0~10% |
| 层次二：10~20% |
| 层次三：20~30% |
| 5 | 路 | 道路线形 | 急转弯、长大坡等特殊道路线形位置分布密度 | 层次一：0个/公里 |
| 层次二：0~0.5个/公里 |
| 层次三：0.5~1.5个/公里 |
| 6 | 非机动车道形式 | 道路两侧设置的非机动车道形式 | 层次一：机非绿化、护栏分隔专用道 |
| 层次二：机非共板标线分隔专用道、人非共板无专用道（条件较好） |
| 层次三：人非共板无专用道（条件较差）、无非机动车道 |
| 7 | 交叉口数量及形式 | 沿线道路交叉口数量及形式（以十字路口为标准按照风险值对其他形式路口进行数量换算） | 层次一：0~2个/公里 |
| 层次二：2~4个/公里 |
| 层次三：4~6个/公里 |
| 8 | 道路开口数量 | 沿线地块、建筑出入口等开口数量 | 层次一：0~2个/公里 |
| 层次二：2~4个/公里 |
| 层次三：4~6个/公里 |
| 9 | 标志标线清晰度 | 标志标线不清晰点位数量 | 层次一：0~2处/公里 |
| 层次二：2~4处/公里 |
| 层次三：4~6处/公里 |
| 10 | 路面质量 | 坑槽、松散、沉陷等路面病害路段占比 | 层次一：0~10% |
| 层次二：10~20% |
| 层次三：20~40% |
| 11 | 环境 | 交通事故数量 | 路段平均每年每公里发生的交通事故数量 | 层次一：0~0.05起/公里/年 |
| 层次二：0.05~0.2起/公里/年 |
| 层次三：0.2~0.4起/公里/年 |
| 12 | 路侧施工及停车占道情况 | 因施工、停车等现象占用道路资源情况路段占比 | 层次一：0~10% |
| 层次二：10~20% |
| 层次三：20~40% |
| 13 | 视距不良点位 | 因绿化、建筑、弯道等导致车辆行驶视野被遮挡位置分布密度 | 层次一：0个/公里 |
| 层次二：0~0.7个/公里 |
| 层次三：0.7~1.5个/公里 |
| 14 | 通信信号不良点位 | 因隧道、地下通道、桥下道路及涵洞、建筑上盖等通信信号不良位置分布密度 | 层次一：0个/公里 |
| 层次二：0~0.5个/公里 |
| 层次三：0.5~1个/公里 |

**2.道路复杂度指标权重**

根据各指标对道路复杂度的影响大小，确定14项道路评估指标权重方案。

表 2 道路复杂度指标权重

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **结果** | **一级指标** | **指标权重** | **二级指标** | **指标权重** |
| 道路复杂度 | 人 | 0.12 | 建设用地密度 | 0.045 |
| 热点片区分布 | 0.075 |
| 车 | 0.22 | 交通运行指数 | 0.1 |
| 车辆组成 | 0.12 |
| 路 | 0.36 | 道路线形 | 0.03 |
| 非机动车道形式 | 0.09 |
| 交叉口数量及形式 | 0.095 |
| 道路开口数量 | 0.03 |
| 标志标线清晰度 | 0.075 |
| 路面质量 | 0.04 |
| 环境 | 0.30 | 交通事故数量 | 0.12 |
| 路侧施工及停车占道情况 | 0.09 |
| 视距不良点位 | 0.05 |
| 通信信号不良点位 | 0.04 |

**3.道路复杂度等级划分**

将标准化后的道路复杂度评估指标调研值及其权重分配方案代入综合模型，计算各条道路复杂度评价级别特征值j\*大小。依据分级方案，将拟开放道路分为低复杂度（Ⅰ级道路）、中复杂度（Ⅱ级道路）、高复杂度（Ⅲ级道路）、超高复杂度（Ⅳ级道路）四个等级。其中，Ⅳ级道路结合实际调研的道路复杂度情况（如道路风险等级过高、交通组成复杂度超高等）设置。高快速路可参照本指引进行专项评估。

表 3 道路复杂度等级划分

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 道路环境复杂度 | 低 | 中 | 高 | 超高 |
| 评价级别特征值*j\** | [1,1.45] | (1.45,1.8] | (1.8,2.5] | 专项评估道路 |
| 分级方案 | Ⅰ级道路 | Ⅱ级道路 | Ⅲ级道路 | Ⅳ级道路 |

（三）一般规定

1.选取开放道路时，应做好统筹规划争取开放道路连片成网。

2.开展道路测试或示范应用的车辆在隧道、地下通道、匝道、立交以及事故高发点等复杂路段应谨慎启动自动驾驶模式。

3.当道路测试路段存在施工或发生交通事故等情况时，车辆应谨慎启动自动驾驶模式。

4.当出现大雨、大雾、大风、冰雹等极端天气（对应气象灾害预警达到红色和橙色）时，应暂停测试示范相关活动；对应气象灾害预警达到黄色、蓝色级别时，应谨慎开展测试示范相关活动。

5.开放道路的标志标线应清晰，同时应具备良好的照明条件，在不具备条件情况下车辆应谨慎启动自动驾驶模式。

6.开放道路具有危险路段的，宜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《公路交通安全设施设计规范》（JTG D81）的规定，在条件不具备情况下车辆应谨慎启动自动驾驶模式。

7.开放道路宜安装路侧监控设备，在条件允许的情况下配套建设智能网联基础设施。

8.道路复杂度评估体系可结合智能网联汽车技术发展适时完善。

五、道路分级开放

（一）道路分级开放指标

主体评价指标：对企业技术实力、安全保障能力、过往测试示范经验等进行综合评价。

车辆评价指标：包含累计测试里程、平均接管间隔里程、交通事故及违法行为等，综合考虑车辆运行平均车速、加速度等指标，评价智能网联汽车运行表现以及对交通运行的影响。

表 4 道路分级开放指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 指标类别 | 主体 | 车辆 |
| 指标内容 | * 资质及经营情况
* 安全保障能力
* 测试示范经验等
 | * 累计测试里程
* 平均接管间隔里程
* 交通事故及违法行为
* 平均速度
* 加速度等
 |

（二）道路分级开放要求

智能网联汽车开放道路按照由简单到复杂的原则逐级开放，在主体和车辆满足各等级测试示范条件要求后，综合考虑其测试示范期间交通事故和违法行为等情况，可在更高等级道路上开展道路测试或示范应用，具体要求如下。

表 5在各等级道路开展道路测试的条件

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 道路等级 | 主体 | 车辆 |
| 综合能力 | 累计测试里程 | 平均接管间隔里程 | 综合评分 |
| Ⅰ级道路 | 适中 | ≥1000公里（封闭场地） | -- | ≥80 |
| Ⅱ级道路 | 较强 | ≥8000公里（Ⅰ级道路） | ≥80公里 | ≥85 |
| Ⅲ级道路 | 非常强 | ≥6000公里（Ⅱ级道路） | ≥100公里 | ≥90 |
| 注： 1、平均接管间隔里程针对有效的自动驾驶接管情形；2、车辆综合评分考虑速度、急加减速频率、乘坐体验、交通事故及违法行为等，进行评分。 |

表 6 在各等级道路开展示范应用、无人测试与示范的条件

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 道路等级 | 示范应用 | 无人测试 | 无人示范应用 |
| Ⅰ级道路 | Ⅰ级道路测试≥1000公里 | Ⅰ级道路测试≥30000公里 | Ⅰ级无人测试≥10000公里 |
| Ⅱ级道路 | Ⅱ级道路测试≥1500公里 | Ⅱ级道路测试≥10000公里+Ⅰ级道路无人测试10000公里 | Ⅱ级无人测试≥10000公里 |
| Ⅲ级道路 | Ⅲ级道路测试≥2000公里 | Ⅲ级道路测试≥10000公里+Ⅱ级道路无人测试10000公里 | Ⅲ级道路无人测试≥10000公里 |

六、附则

本指引自2025年\*月\*日起实施。《深圳市智能网联汽车道路测试开放道路技术要求（试行）》（深交函〔2018〕3102号）同时废止。

 附件：道路复杂度等级调研表

附件

道路复杂度等级调研表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 行政区 |  | 时间 |  |
| 道路名称 |  | 路段 | 起点-终点（公里） |
| 交通参与者（人）特征调查 |
| 建设用地密度 |  | 热点片区分布 |  |
| 交通流（车）特征调查 |
| 交通运行指数 |  | 交通组成 |  |
| 道路设施（路）特征调查 |
| 道路线形 |  | 非机动车道形式 | □机非绿化、护栏分隔专用道□机非共板标线分隔专用道、人非共板无专用道（条件较好）□人非共板无专用道（条件较差）、无非机动车道 |
| 交叉口数量及形式※ | \_\_\_有信号灯有左转相位十字型交叉口（系数1）\_\_\_有信号灯无左转相位十字型交叉口（系数1.6）\_\_\_无信号十字型交叉口\_\_\_有信号灯有左转相位T型交叉口（系数0.7）\_\_\_有信号灯无左转相位T型交叉口（系数1.1）\_\_\_无信号灯T型交叉口（系数2.1）\_\_\_环形交叉口（系数2.4）\_\_\_其他 | 道路开口数量 |  |
| 标志标线清晰度 |  |
| 路面质量 |  |
| 道路交通环境（环境）特征调查 |
| 交通事故数量 |  | 路侧施工及停车环境 |  |
| 视距不良点位 |  | 通信信号不良点位 |  |
| 其他 |  |

※交叉口数量及形式：以有信号灯有左转相位十字型交叉口作为标准值1，其他类型交叉口结合风险值差异计算得到换算系数（如环形交叉口2.4），该项得分等于各种类型交叉口个数与系数的乘积之和。

各指标解释及计算方法如下：

**指标1：建设用地密度。**

**定义：**《深圳市城市规划标准与准则》对道路周边区域划定的建设用地密度等级。道路周边建设用地密度越高，用地内人口、岗位越多，周边道路上行人流量越大。

指标 1 建设用地密度分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 层次 | 层次一 | 层次二 | 层次三 |
| 指标 | 密度四、五区 | 密度二、三区 | 密度一区 |
| 评估方法 | 《深圳市城市规划标准与准则》建设用地密度分区情况 |

**指标2：热点片区分布。**

**定义：**道路沿线学校、医院、商圈、景点等人流密集场所分布情况。分布密度越大，周边道路人流、非机动车流量越大。

指标 2 热点片区分布分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 层次 | 层次一 | 层次二 | 层次三 |
| 指标 | 0-0.5个/公里 | 0.5-1个/公里 | 1-2个/公里 |
| 评估方法 | 道路两侧学校、医院、商圈、景点等人流密集场所数量 |

**指标3：交通运行指数。**

**定义：**交通运行指数反映道路的交通运行状况，指数越大表明平均一次出行相比顺畅情况多花费的时间越长，交通状况越拥堵。结合深圳市道路交通运行指数平台交通指数，取值范围为0～10。

指标 3 交通运行指数分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 层次 | 层次一 | 层次二 | 层次三 |
| 指标 | 0-4 | 4-8 | 8-10 |
| 评估方法 | 根据深圳市道路交通运行指数平台获取道路交通运行指数值 |

**指标4：交通组成。**

**定义：**道路上重型汽车（重型自卸车、货车等）、“两客一危”等车辆占总车流的比例，占比越高表示道路环境越复杂。

指标 4 交通组成分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 层次 | 层次一 | 层次二 | 层次三 |
| 指标 | 0-10% | 10-20% | 20-30% |
| 评估方法 | 重型汽车、“两客一危”等车流占比 |

**指标5：道路线形。**

**定义：**路段上弯道数量及弯道半径、坡道数量及坡度、交叉口弯道半径等线形要素分布情况，依据《城市道路工程设计规范》（CJJ37）进行调查。不满足设计规范一般值的急转弯、长大坡等特殊道路线形越多，道路环境越差。

指标 5 道路线形分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 层次 | 层次一 | 层次二 | 层次三 |
| 指标 | 0个/公里 | 0-0.5个/公里 | 0.5-1.5个/公里 |
| 评估方法 | 不满足设计规范一般值的急转弯、长大坡等特殊道路线形数量 |

**指标**6**：非机动车道形式。**

**定义：**道路两侧非机动车道类型及非机动车通行条件良好程度。非机、人非隔离越好对车辆影响越少，非机动车上机动车道运行情况也越少，道路运行秩序越佳。

指标 6 非机动车道形式分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 层次 | 层次一 | 层次二 | 层次三 |
| 指标 | 机非绿化、护栏分隔专用道 | 机非共板标线分隔专用道、人非共板无专用道（条件较好） | 人非共板无专用道（条件较差）、无非机动车道 |
| 评估方法 | 非机动车道类型及非机动车通行条件 |

**指标7：交叉口数量及形式。**

**定义：**道路沿线设置的交叉口数量及其类型（十字、T型、环形等）、信控方式（有信控/无信控）。自动驾驶车辆交叉口博弈难度越大，道路交叉口越多、交叉口形式越复杂，对自动驾驶车辆运行影响越大。

指标 7 交叉口数量及形式分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 层次 | 层次一 | 层次二 | 层次三 |
| 指标 | 0-2个/公里 | 2-4个/公里 | 4-6个/公里 |
| 评估方法 | 各类交叉口的数量及其与标准交叉口风险换算值的乘积和 |

其中，各种类型交叉风险值，以有信号灯有左转相位十字型交叉口为标准换算如下：

|  |  |
| --- | --- |
| 交叉口类型 | 换算值 |
| 有信号灯有左转相位十字型交叉口 | 1.0 |
| 有信号灯无左转相位十字型交叉口 | 1.6 |
| 无信号十字型交叉口 | 2.1 |
| 有信号灯有左转相位T型交叉口 | 0.7 |
| 有信号灯无左转相位T型交叉口 | 1.1 |
| 无信号灯T型交叉口 | 1.5 |
| 环形交叉口 | 2.4 |
| 其他 | 与基准路口对比确定 |

**指标8：道路开口数量。**

**定义：**道路沿线因地块、建筑出入口、匝道出入口等情况设置的开口数量。道路开口处存在车辆交汇或分离，不同车辆间交通博弈、易产生冲突，道路开口越多对自动驾驶车辆运行影响越大。

指标 8 道路开口数量分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 层次 | 层次一 | 层次二 | 层次三 |
| 指标 | 0-2个/公里 | 2-4个/公里 | 4-6个/公里 |
| 评估方法 | 道路沿线设置的开口数量 |

**指标9：标志标线清晰度。**

**定义：**道路设置的标志错误或遗漏、标线缺失或不清晰等情况，根据《道路交通标志和标线》（GB 5768）、《城市道路交通标志和标线设置规范》（GB 51038）进行调查。标志标线越完整、清晰越利于自动驾驶车辆安全识别。

指标 9 标志标线清晰度分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 层次 | 层次一 | 层次二 | 层次三 |
| 指标 | 0-2处/公里 | 2-4处/公里 | 4-6处/公里 |
| 评估方法 | 有标志错误或遗漏、标线缺失或不清晰等情况的点位数量 |

**指标10：路面质量。**

**定义：**路面出现裂缝、坑槽、车辙、松散、沉陷等病害情况。路面病害越多，路面环境越差，对车辆运行影响越大。

指标 10 路面质量分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 层次 | 层次一 | 层次二 | 层次三 |
| 指标 | 0-10% | 10-20% | 20-40% |
| 评估方法 | 坑槽、松散、沉陷等路面病害路段占比 |

**指标11：交通事故数量。**

**定义：**道路平均每年每公里发生的交通事故数量。路段发生的事故数越高，说明车辆发生事故风险性越大，道路安全层次相对越低。

指标 11 交通事故数量分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 层次 | 层次一 | 层次二 | 层次三 |
| 指标 | 0-0.05起/公里/年 | 0.05-0.2起/公里/年 | 0.2-0.4起/公里/年 |
| 评估方法 | 道路每年每公里发生的事故数 |

**指标12：路侧施工及停车占道情况。**

**定义：**道路两侧因施工、停车等现象占用道路资源情况。道路资源占用越多，供机动车行驶的道路空间越小，更易发生碰撞现象。

指标 12 路侧施工及停车占道情况分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 层次 | 层次一 | 层次二 | 层次三 |
| 指标 | 0-10% | 10-20% | 20-40% |
| 评估方法 | 有施工、停车等占道情况的路段占比 |

**指标13：视距不良点位。**

**定义：**因绿化、建筑、弯道等固定物导致车辆行驶视野被遮挡，而出现的视距不良位置。视距不良点位越多，道路安全层次相对越低。

指标 13 视距不良点位分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 层次 | 层次一 | 层次二 | 层次三 |
| 指标 | 0个/公里 | 0-0.7个/公里 | 0.7-1.5个/公里 |
| 评估方法 | 沿线绿化、建筑、弯道等固定物遮挡车辆视野位置数量 |

**指标14：通信信号不良点位。**

**定义：**因路段隧道、地下通道、桥下道路及涵洞、建筑上盖、密集建筑等环境影响而出现的通信信号不良位置。信号对自动驾驶车辆影响较大，通信信号不良点位越多，道路安全层次相应越低。

指标 14 通信信号不良点位分级表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 层次 | 层次一 | 层次二 | 层次三 |
| 指标 | 0个/公里 | 0-0.5个/公里 | 0.5-1个/公里 |
| 评估方法 | 沿线通信信号不良位置数量 |