

团 体 标 准

T/CSAE091—2022

智能网联汽车 特殊环境自动驾驶功能 场地试验方法及要求

Intelligent and connected vehicles — Field testing methods and requirements
for automated driving functions in special environments

征求意见稿

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

中国汽车工程学会 发布

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 符号和缩略语.....	2
5 通用要求.....	2
5.1 试验车辆.....	2
5.2 试验场地.....	3
5.3 试验环境.....	3
5.4 数据获取试验设备及数据采集.....	3
5.5 试验过程.....	4
5.6 试验通过条件.....	4
6 试验项目.....	4
6.1 冰雪环境测试项目.....	4
6.2 热带环境测试项目.....	11
6.3 山地环境测试项目.....	16
6.4 特殊光照环境测试项目.....	22
附 录 A （资料性） 特殊环境行驶能力评估.....	25
A.1 总则.....	25
A.2 特殊环境行驶能力评估方法.....	25
A.3 低温及夜间测试情况说明.....	25
附 录 B （资料性） 试验项目分类及选取.....	26
B.1 总则.....	26
B.2 试验项目选取.....	26

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》给出的规则起草。

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。

本文件由提出。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

智能网联汽车 特殊环境自动驾驶功能场地试验方法及要求

1 范围

本文件规定了智能网联汽车特殊环境自动驾驶功能场地试验方法及要求的术语和定义、符号和缩略语、通用要求、试验项目和通过条件等。

本文件适用于进行特殊环境场地试验的具备 L3 级以上自动驾驶功能的 M、N 类车辆，其他车辆可参考执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于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。

GB 5768 道路交通标志和标线

GB/T 40429-2021 汽车驾驶自动化分级

GB/T 28592-2012 降水量等级

GB/T 35236-2017 地面气象观测规范 地面状态

GB/T 35224-2017 地面气象观测规范 天气现象

T/CSAEXX—2020 汽车高寒地区环境适应性试验方法

GB/T 17297-1998 中国气候区划名称域代码 气候带和气候大区

GB/T 20608—2006 智能运输系统 自适应巡航控制系统性能要求与检测方法

GB/T 39323—2020 乘用车车道保持辅助（LKA）系统性能要求及试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

特殊环境 special environment

是指单一或多种自然天气条件和道路地理环境要素的组合所产生的具有一定复杂或特殊性的车辆行驶环境。

3.2

冰雪环境 ice and snow environment

包含降雪以及由降雪引起的道路表面结冰、积雪、湿滑工况和特殊目标物的总称。

3.3

热带环境 tropical environment

是指具有高温、高湿、雨量大、日温差小等特点自然环境。

3.4

山地城市环境 mountainous urban environment

是指城市主要分布在山地区域，结构化道路、坡度起伏大且具有显著气候差异的地理环境。

3.5

结冰路面 icy road surface

道路表面全部或部分被冰层覆盖，附着系数为 0.1~0.2。

3.6

积雪路面 snowy road surface

道路表面全部或部分被雪覆盖，附着系数为 0.2~0.3。

3.7

超高路面 ultra-high road surface

超高路面指的是车辆在圆曲线上行驶时，受横向力或离心力作用会产生滑移，为抵消车辆在圆曲线路段上行驶时所产生的离心力，保证车辆能安全、稳定、舒适地通过圆曲线，在该路段横断面上设置的外侧高于内侧的单向横坡。

3.8

曲率半径 radius of curvature

曲率的倒数就是曲率半径，即 $R=1/K$ ，主要用来描述曲线上某处的弯曲变化程度。如弯道越急，曲率就越大，曲率半径越小。

3.9

坡度 slope

通常把坡面的垂直高度（h）和水平方向的距离（l）的比叫做坡度（i），用于表示地表单元陡缓的程度。表示坡度最常用的方法为百分比法，即两点的高程差与其路程的百分比，如坡度 3% 是指路程每 100 米，垂直方向上升（下降）3 米。

4 符号和缩略语

下列缩略语适用于本文件。

V_{max}	自动驾驶系统的最高设计运行速度，单位为 km/h
V	车辆初始速度，单位为 km/h

5 通用要求

5.1 试验车辆

试验车辆应满足如下条件：

- 试验车辆应具有明确的设计运行条件且仅可在满足设计运行条件下激活；
- 试验车辆应独立执行全部动态驾驶任务；
- 试验车辆和后援用户之间具有明确的驾驶任务分工；

d) 当设计运行条件即将不满足或已经不满足，试验车辆系统应执行合理的最小风险策略；

e) 试验车辆应具备目标和事件探测与响应和数据记录能力。

f) 考虑到特殊环境场地测试具有一定的风险性，因此，测试主体应为申请测试的车辆购买每车不少于500万元的交通事故责任保险或者提供不少于500万元的交通事故赔偿保函。

5.2 试验场地

试验场地应满足如下条件：

a) 试验场地具有良好附着能力的混凝土或沥青路面；

b) 试验场地满足试验场景要求；

c) 试验场景交通标志、标线清晰可见，且符合 GB 5768 要求；

d) 试验车辆自动驾驶模式正常开启的必要数据和设施条件。

5.3 试验环境

试验环境应满足如下条件：

a) 电磁环境不对试验结果产生明显影响；

b) 天气条件应满足特殊环境自动驾驶场地测试具体测试场景的搭建要求。

5.4 数据获取试验设备及数据采集

5.4.1 目标物

目标车辆、自行车和摩托车应为大批量生产的普通乘用车、两轮自行车和两轮普通摩托车，或采用表面特征参数能够代表上述车辆且适应传感器系统的柔性目标。目标行人应为满足试验要求的成年人和儿童假人。

其中，目标车辆速度控制精度应为 ± 2 km/h，目标假人速度控制精度应满足试验场景要求。目标车辆及目标假人时间触发控制精度应为 ± 0.5 s。

5.4.2 试验记录内容

试验过程记录应包含以下内容：

a) 试验车辆自动驾驶系统软、硬件版本信息；

b) 试验车辆控制模式；

c) 试验车辆运动状态参数：

——车辆几何或质量中心点位置信息；

——车辆纵向速度；

——车辆横向速度；

——车辆纵向加速度；

——车辆横向加速度；

——车辆纵向加速度变化率；

——车辆横向加速度变化率。

d) 车辆灯光和相关提示信息状态；

e) 反映驾驶人（安全员）及人机交互状态的车内视频及语音监控情况；

f) 反映试验车辆行驶状态的视频信息；

g) 目标物的位置及运动数据。

5.4.3 试验设备精度

试验设备应满足如下要求：

- a) 运动状态采样和存储的频率至少为 50 Hz；
- b) 车内外视频采集设备分辨率不小于 (1920×1080) 像素点；
- c) 速度采集精度至少为 0.1 km/h；
- d) 横向和纵向位置采集精度至少为 0.1 m；
- e) 加速度采集精度至少为 0.1 m/s²。

5.4.4 试验车辆人机交互要求

试验车辆应满足以下人机交互要求：

- a) 自动驾驶模式的开启和关闭便于人工操作；
- b) 系统状态及人机转换过程提示信息清晰可见。

5.5 试验过程

5.5.1 载荷要求

试验车辆应满足如下载荷要求：

- a) 乘用车在载荷小于最大允许总质量条件下进行试验；
- b) 商用车整车整备质量加上驾驶员和试验设备的总质量和最大允许总质量两种条件。

5.5.2 过程管理

5.5.2.1 试验过程应根据试验车辆设计运行条件下的行驶区域选取试验项目。其中，行驶区域对应的试验项目应根据附录 A 选取。

5.5.2.2 若自动驾驶模式需要引导车作为自动驾驶模式正常启动的条件，试验过程应设置引导车并按照 5.4.2 记录引导车数据，引导车不应影响试验通过结果产生影响。

5.5.2.3 试验过程中应满足如下要求：

- a) 各试验项目均在自动驾驶模式下完成；
- b) 不调整车辆载荷；
- c) 不进行软件版本及硬件配置变更；
- d) 除试验人员身体原因和不可抗力因素外，试验过程中不允许发生非策略性干预。

注：策略性干预是指由于行程规划、目的地选择等原因导致的试验人员干预车辆行驶。

5.6 试验通过条件

试验过程应完成 5.5.2.1 选取的试验项目，且各试验项目应根据试验方法重复进行三次且三次均符合其设计运行条件的通过要求。

6 试验项目

6.1 冰雪环境测试项目

6.1.1 结冰路面起停

6.1.1.1 试验场景

测试道路为至少包含一条车道的长直道，并在路段内设置停止线和机动车信号灯，结冰路面覆盖范围为距离停止线 20 m 内的全部车道表面，车道线可见。



图1 触发条件分析与识别流程

6.1.1.2 试验方法

试验车辆沿道路方向驶向结冰路面，初始速度 40km/h，机动车信号灯初始状态为红色，待试验车辆停稳后，机动车信号灯由红灯变为绿灯，试验车辆启动，通过该路段。

6.1.1.3 通过要求

6.1.1.3.1 试验车辆应在停止线前停车。

6.1.1.3.2 试验车辆停车后，若试验车辆为乘用车时，最前端与停止线最小距离不应大于 2 m，当信号灯变为绿色后，启动时间不应超过 3 s。

6.1.1.3.3 试验车辆停车后，若试验车辆为商用车时，最前端与停止线最小距离不应大于 4 m，当信号灯变为绿色后，启动时间不应超过 5 s。

6.1.1.3.4 测试过程中，试验车辆纵向减速度不应大于 4 m/s^2 ，纵向减速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.1.2 积雪路面通行

6.1.2.1 试验场景

测试道路为一条长直道和半径不大于 500 m 弯道，弯道长度大于 100 m，积雪覆盖车道线以及全部车道表面，试验车辆沿道路方向行驶。

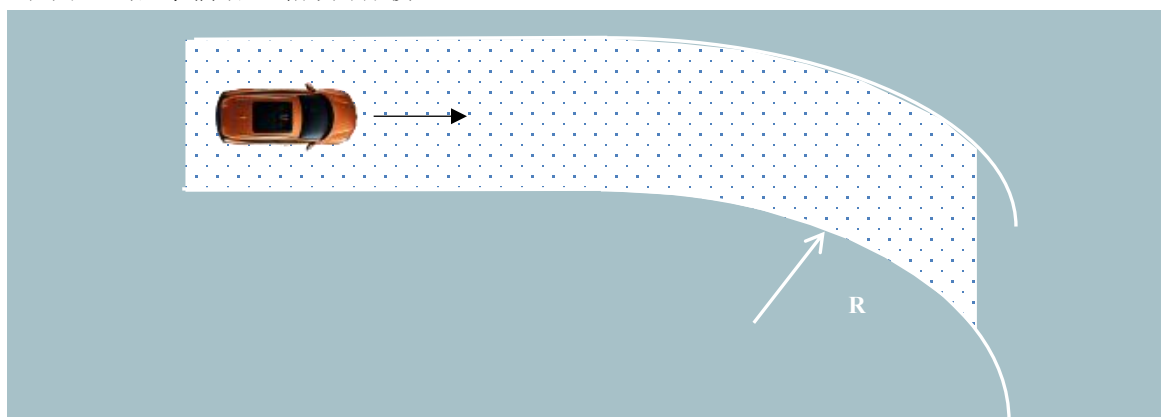


图2 积雪路面通行场景示意图

6.1.2.2 试验方法

试验车辆在沿车道行驶，由直道驶入并驶出弯道。

6.1.2.3 通过要求

6.1.2.3.1 试验车辆能始终保持在测试道路内行驶，方向控制准确，不偏离正确行驶方向。

6.1.2.3.2 试验车辆通过弯道速度小于 30 km/h。

6.1.2.3.3 试验车辆能平顺地驶出弯道，车辆无侧滑，无明显晃动。

6.1.2.3.4 试验车辆在积雪路段行驶过程中，车辆横向加速度不应大于 3 m/s^2 ，车辆横向加速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.1.3 车道线受积雪干扰

6.1.3.1 试验场景

a) 车道外侧积雪干扰车道线：测试道路为至少包含一条车道的长直道，两侧车道线为白色虚线，车道外侧靠近车道线处有沿车道方向的不连续条状积雪。条状积雪宽度不宽于 0.1 m ，长度至少覆盖 0.3 m 。

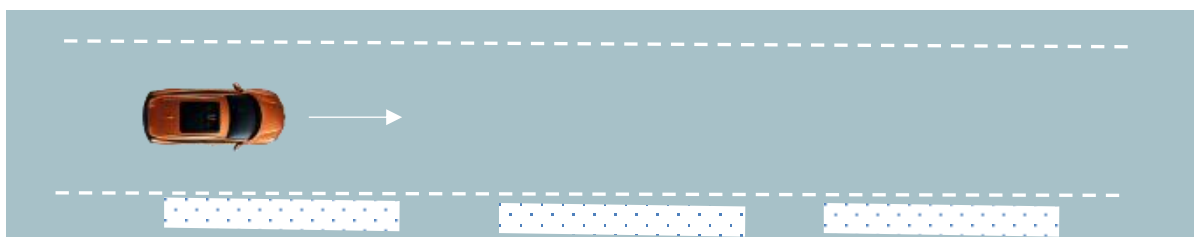


图3 积雪路面通行场景示意图- a) 场景

b) 车道一侧积雪干扰车道线：测试道路为至少包含一条车道的长直道，一侧车道线为白色虚线，另一侧车道线被积雪覆盖，积雪侵入车道不超过车道宽度的三分之一。

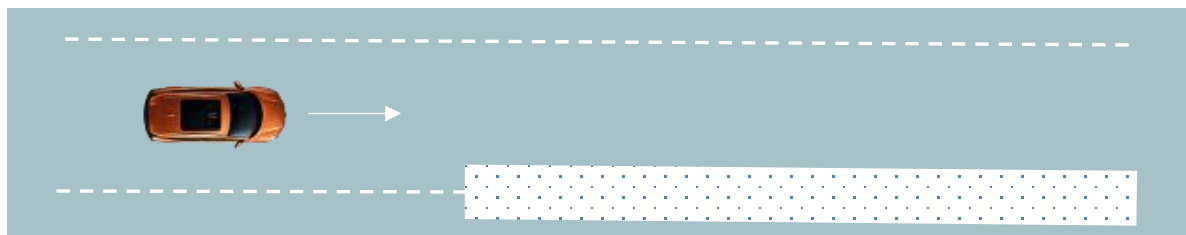


图4 积雪路面通行场景示意图- b) 场景

c) 车道两侧被积雪侵入：测试道路为至少包含一条车道的长直道，两侧车道线均被积雪覆盖，且两侧积雪共占用车道宽度不超过三分之一。

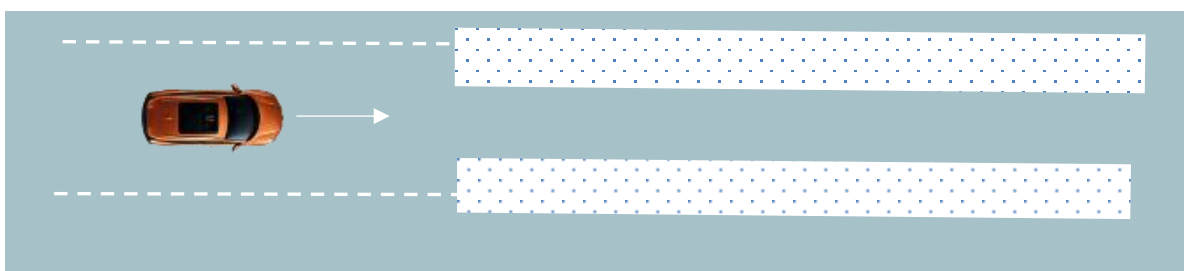


图5 积雪路面通行场景示意图- c) 场景

6.1.3.2 试验方法

试验车辆以 60 km/h 的速度沿车道中间进入测试道路并匀速通过试验道路。

6.1.3.3 通过要求

6.1.3.3.1 试验车辆能始终保持在测试道路内行驶，方向控制准确，不偏离正确行驶方向。

6.1.3.3.2 试验车辆在积雪路段行驶过程中，车辆横向加速度不应大于 3 m/s^2 ，车辆横向加速度变化率不应大于 5 m/s^3 ；

6.1.3.3.3 稳定行驶时，试验车辆中心线与车道中心线的距离不超过 0.2 m 。

6.1.4 路肩车道消失

6.1.4.1 试验场景

测试道路为至少包含一条车道的长直道，左侧车道线为白色虚线，右侧车道线为白色实线，车道右侧有宽 20 cm 的路肩，积雪覆盖路肩右侧不超过 10 cm 。长直道的右侧车道线在某处突然消失，车道线消失前的试验道路长度 200 m ，车道线消失后的试验道路长度 200 m 。

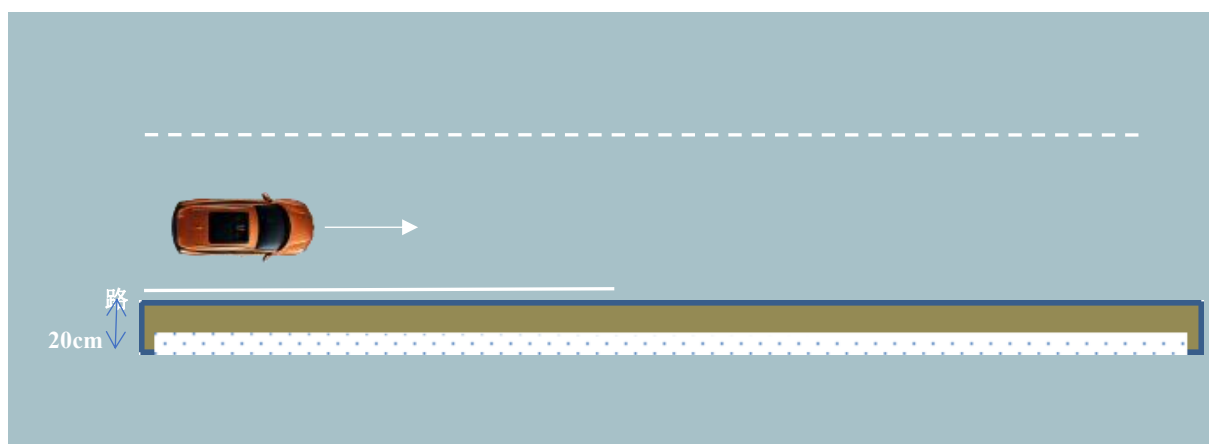


图6 路肩车道消失场景示意图

6.1.4.2 试验方法

试验车辆以 90 km/h 的速度沿车道中间进入测试道路并匀速通过。

6.1.4.3 通过要求

6.1.4.3.1 试验车辆可沿原方向不作调整，也可沿新道路的中心线行驶，但不应发生明显左右摆动或占用路肩；

6.1.4.3.2 车辆横向加速度不应大于 3 m/s^2 ，车辆横向加速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.1.5 积雪覆盖前车静止

6.1.5.1 试验场景

测试道路至少包含两条车道的长直道，中间车道线为白色虚线。试验车辆行驶前方存在静止目标车辆，目标车辆尾部 50% 以上表面被积雪覆盖。

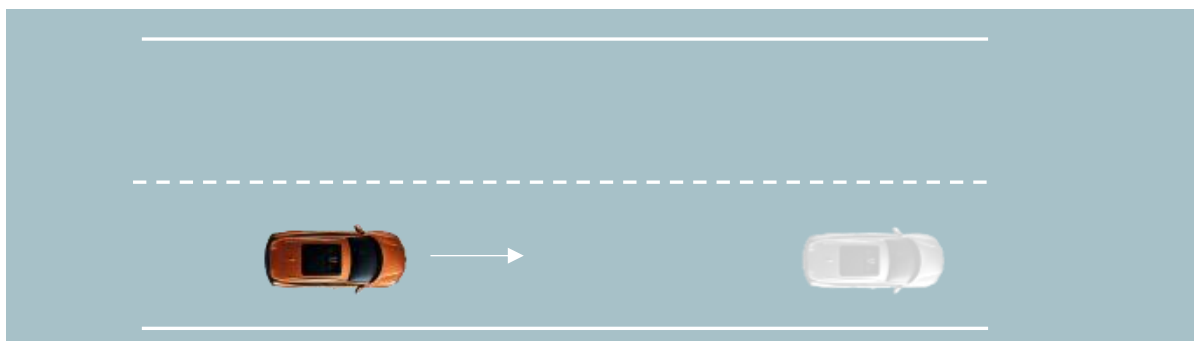


图7 积雪覆盖前车静止场景示意图

6.1.5.2 试验方法

试验车辆沿车道驶向目标车辆，若试验车辆停止于目标车辆后方，目标车辆起动并驶离该车道。

6.1.5.3 通过要求

6.1.5.3.1 若具备换道行驶能力，试验车辆换道前需开启相应转向灯，且不与目标车辆发生碰撞；

6.1.5.3.2 若不具备换道行驶能力，试验车辆为乘用车时，试验车辆应停止于目标车辆后方且不与目标车辆发生碰撞，最前端与目标车辆最小距离不应大于 2 m；试验车辆为商用车时，最前端与目标车辆最小距离不应大于 4 m；

6.1.5.3.3 测试过程中，试验车辆纵向减速度不应大于 4 m/s^2 ，试验车辆纵向减速度变化率不应大于 5 m/s^3 ；

6.1.5.3.4 测试过程中，试验车辆横向加速度不应大于 3 m/s^2 ，试验车辆横向加速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.1.6 积雪覆盖前车静止

6.1.6.1 试验场景

测试道路包含两条车道长直道，中间车道线为白色虚线，雪堆堆放至车道边缘，雪堆为锥形，高 1.5 m，地面直径 1.5 m，边缘距中间车道线 2 m，两车道各堆放一个雪堆，相距 20 m。

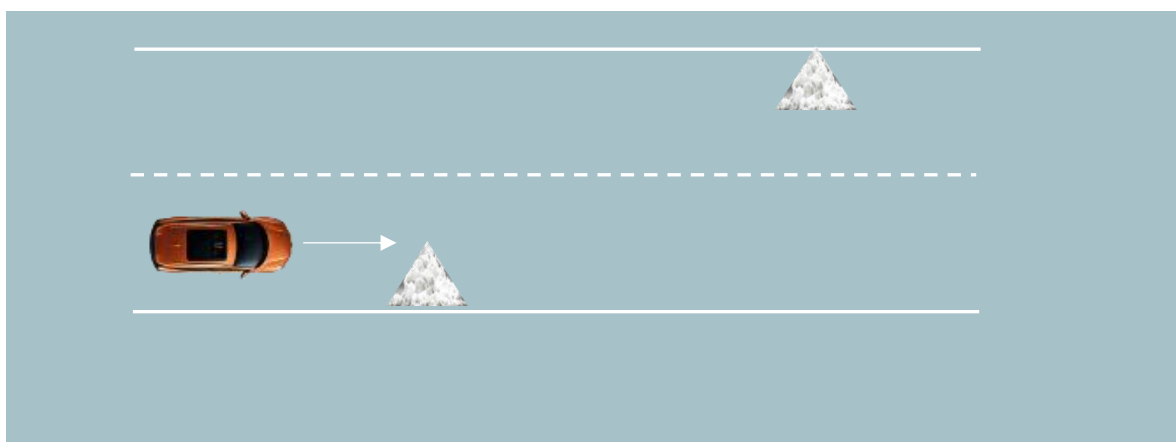


图8 路边雪堆避让场景示意图

6.1.6.2 试验方法

试验车辆在自动驾驶模式下，从测试起点出发，沿车道驶向雪堆。

6.1.6.3 通过要求

6.1.6.3.1 试验车辆不与雪堆发生碰撞。

6.1.6.3.2 测试过程中，试验车辆纵向减速度不应大于 4 m/s^2 ，试验车辆纵向减速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.1.6.3.3 测试过程中，试验车辆横向加速度不应大于 3 m/s^2 ，试验车辆横向加速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.1.7 冰雪遗撒物

6.1.7.1 试验场景

测试道路为至少包含一条车道的长直道，道路中间放置一标准雪块（ $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 10\text{mm}$ ）。



图9 冰雪遗撒物场景示意图

6.1.7.2 试验方法

试验车辆在车道内驶向雪块。

6.1.7.3 通过要求

6.1.7.3.1 试验车辆能够从雪块上方或避让通过，不得制动停车。

6.1.7.3.2 测试过程中，试验车辆纵向减速度不应大于 4 m/s^2 ，试验车辆纵向减速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.1.7.3.3 测试过程中，试验车辆横向加速度不应大于 3 m/s^2 ，试验车辆横向加速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.1.8 降雪天气红绿灯识别及响应

6.1.8.1 试验场景

试验道路为至少包含一条车道的长直道并在路段内设置机动车信号灯及停止线，降雪区域覆盖包含红绿灯至少 20 m 道路范围， 12h 降雪量为 $1.0 \text{ mm} \sim 2.9 \text{ mm}$ 或 24h 降雪量 $2.5 \text{ mm} \sim 4.9 \text{ mm}$ ，降雪区域道路表面覆盖部分干松雪，车道线表面被部分遮挡。

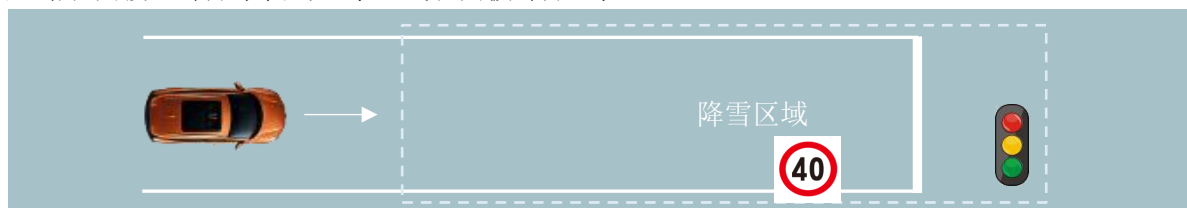


图10 降雪天气红绿灯识别及响应场景示意图

6.1.8.2 试验方法

试验车辆沿车道驶向机动车信号灯，该路段设置限速为 40 km/h，机动车信号灯初始状态为绿色，随机调整为下列两种信号灯状态之一：

- a) 绿灯通行：信号灯保持绿色状态；
- b) 红灯停止：信号灯在试验车辆距离停止线时距为 3.5 s 时，信号灯由绿色变为黄色持续 3 s 后变为红色并持续 30 s 后变为绿色。

试验过程中，三次通过本场景过程，上述各信号灯状态至少出现一次。

6.1.8.3 通过要求

6.1.8.3.1 当进行绿灯通行试验时，要求如下：

- a) 试验车辆应通过路口且通过过程中不应存在停止行驶的情况；
- b) 测试过程中，试验车辆纵向减速度不应大于 4 m/s^2 ，纵向减速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.1.8.3.2 当进行红灯停止试验时，要求如下：

6.1.8.3.3 试验车辆应在停止线前停车；

6.1.8.3.4 试验车辆为乘用车时，最前端与停车让行线最小距离不应大于 2 m，当信号灯变为绿色后，起动时间不应超过 3 s。

6.1.8.3.5 试验车辆为商用车时，最前端与停车让行线最小距离不应大于 4 m，当信号灯变为绿色后，起动时间不应超过 5 s。

6.1.8.3.6 测试过程中，试验车辆纵向减速度不应大于 4 m/s^2 ，纵向减速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.1.9 降雪天气红绿灯识别及响应

6.1.9.1 试验场景

试验道路为包含单向单车道的长直道，试验道路内存在以 $V_{\max}$ 的 75% 匀速行驶的目标车辆，降雪区域覆盖至少 20 m 道路范围，12 h 降雪量为 1.0 mm~2.9 mm 或 24 h 降雪量 2.5 mm~4.9 mm，降雪区域道路表面覆盖部分干松雪，车道线表面被部分遮挡。

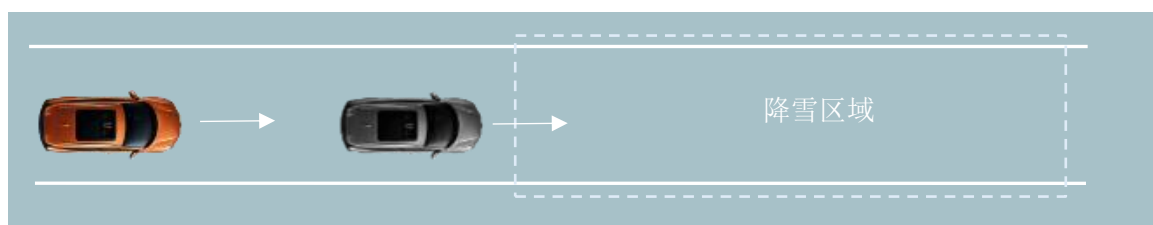


图11 降雪天气车辆识别及响应场景示意图

6.1.9.2 试验方法

试验车辆跟随前方行驶的目标车辆，目标车辆以 $V_{\max}$ 的 50%~75% 范围内任一速度同向行驶，试验车辆与目标车辆中心线偏差不超过 0.5 m，试验车辆稳定跟随目标车辆行驶至少 2 s 后，目标车辆驶入降雪区域，并以 2 m/s^2 至 3 m/s^2 减速度至停止，当试验车辆停止后，目标车辆起步通过降雪区域。

6.1.9.3 通过要求

6.1.9.3.1 试验车辆不应与目标车辆发生碰撞。

6.1.9.3.2 预计碰撞时间 3 s 前，试验车辆纵向减速度不应大于 4 m/s^2 。

6.1.9.3.3 目标车辆起步后，试验车辆为乘用车时，起动时间不应大于 3s，试验车辆为商用车时，起动时间不应大于 5 s。

6.1.9.3.4 试验车辆起步通过降雪区域的纵向加速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.1.10 降雪天气行人识别及响应

6.1.10.1 试验场景

试验道路为包含两条车道的长直道，并在路段内设置人行横道线、人行横道预告标志线及人行横道标志等相关标志标线。左侧车道外侧存在行人，行人着装为白色服饰，行人沿人行横道线横穿试验道路，降雪区域覆盖包含人行横道线至少 20 m 道路范围，12h 降雪量为 $1.0 \text{ mm} \sim 2.9 \text{ mm}$ 或 24 h 降雪量 $2.5 \text{ mm} \sim 4.9 \text{ mm}$ ，降雪区域道路表面覆盖部分干松雪，车道线表面被部分遮挡。

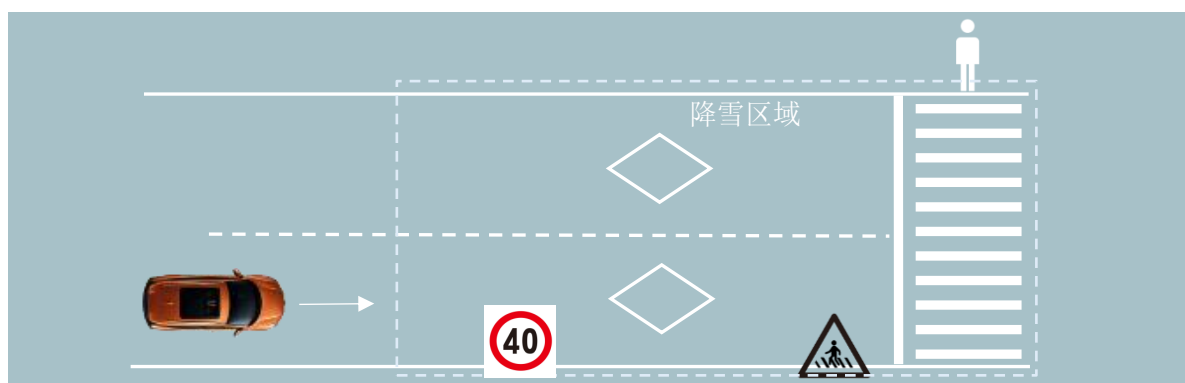


图12 降雪天气行人识别及响应场景示意图

6.1.10.2 试验方法

试验车辆在最右侧车道内行驶并驶向人行横道线，行人初始位置在人行横道线外。该路段设置限速为 40 km/h，当试验车辆预碰撞时间首次为 4 s 时，行人于车辆左侧触发以 5 km/h 至 6.5 km/h 的速度横穿人行横道线。

6.1.10.3 通过要求

6.1.10.3.1 试验车辆不应与行人发生碰撞。

6.1.10.3.2 预计碰撞时间 3 s 前，试验车辆纵向减速度不应大于 4 m/s^2 。

6.1.10.3.3 若试验车辆停止，待行人通过试验车辆所在车道后，试验车辆为乘用车时，起动时间不应大于 3 s，试验车辆为商用车时，起动时间不应大于 5 s。

6.1.10.3.4 试验车辆起步通过降雪区域的纵向加速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.2 热带环境测试项目

6.2.1 强光照下的标志和标线的识别及响应

6.2.1.1 试验场景

试验道路为包含双向 2 车道的长直路并在路段内设置限速标志牌，车道线为白色虚线，限定车速 40 km/h 及以下，光照度在 100000 lux 或以上，交通畅通，没有车辆行人等干扰，道路两侧除树外无

其他遮挡物。

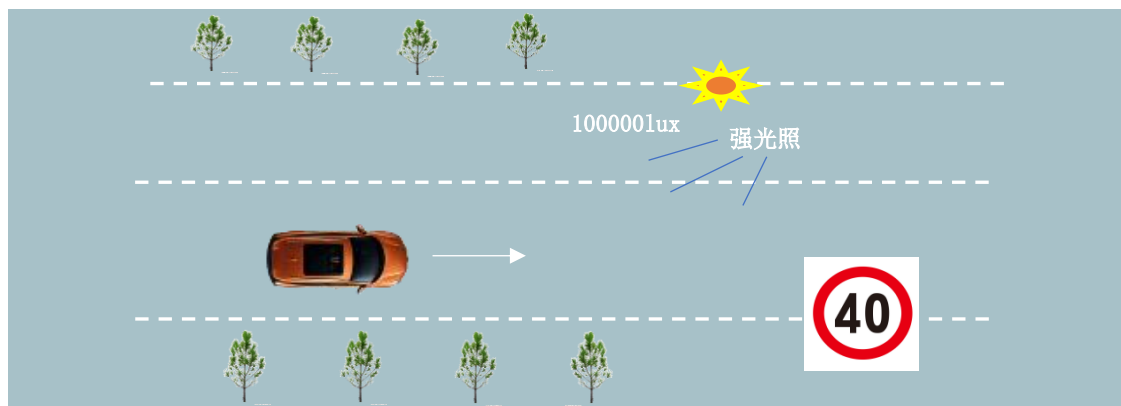


图13 强光照下的标志和标线的识别及响应场景示意图

6.2.1.2 试验方法

试验车辆初始位置位于车道中央，面向限速牌正面行驶，该路段设置限速为 40 km/h。

6.2.1.3 通过要求

6.2.1.3.1 试验车辆应在限速牌前 100 m 加速到限速牌速度以上，然后在车道内稳定行驶。

6.2.1.3.2 试验车辆车轮不应碰轧车道边线。

6.2.1.3.3 若试验车辆为乘用车，车速不应低于限速标识所示速度的 90%。

6.2.1.3.4 若试验车辆为商用车，车速不应低于限速标识所示速度的 80%。

6.2.2 强光照下的前方车辆的识别及响应

6.2.2.1 试验场景

试验道路为包含双向两车道的长直路，并在路段内设置前方固定车辆，车道线为白色虚线，限定车速为 30 km/h，光照度在 100000 lux 或以上，交通畅通，没有车辆行人等干扰，道路两侧除树木外无其他遮挡物。

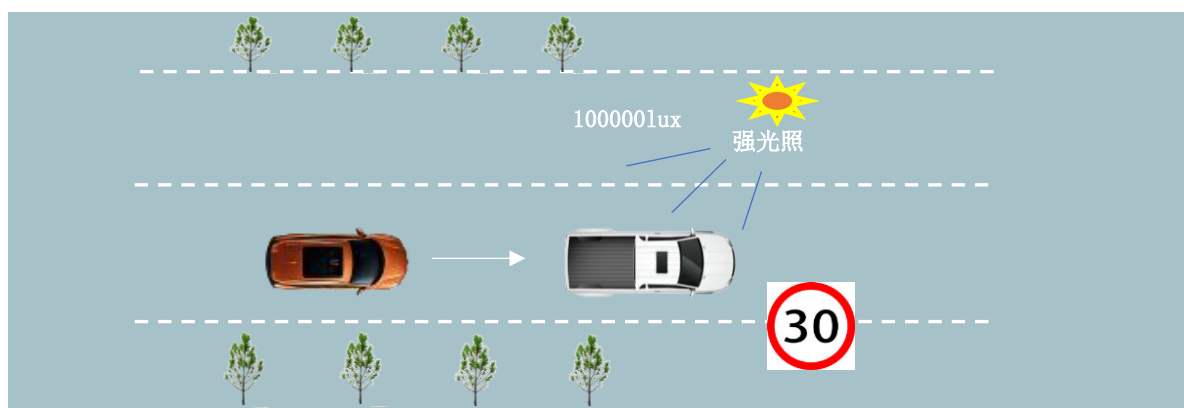


图14 强光照下的前方车辆的识别及响应场景示意图

6.2.2.2 试验方法

试验车辆初始位置位于车道中央，采用顺光或逆光两种方式，面向前方固定车辆正面行驶。

6.2.2.3 通过要求

试验车辆应能识别前方车辆，不能与前方车辆发生碰撞。

6.2.3 强光树阴下的行人路旁行走

6.2.3.1 试验场景

试验道路为至少包含两条车道的长直道，中间车道线为白色虚线。并在道路两侧设置各类热带植被，同时试验道路上方有长度 20 m 以上树阴。光照度：100000 lux 或以上，行人以 5 km/h 至 6 km/h 的速度于距离本车道右侧车道线内侧 1 m 至 1.5 m 范围内沿道路行走。

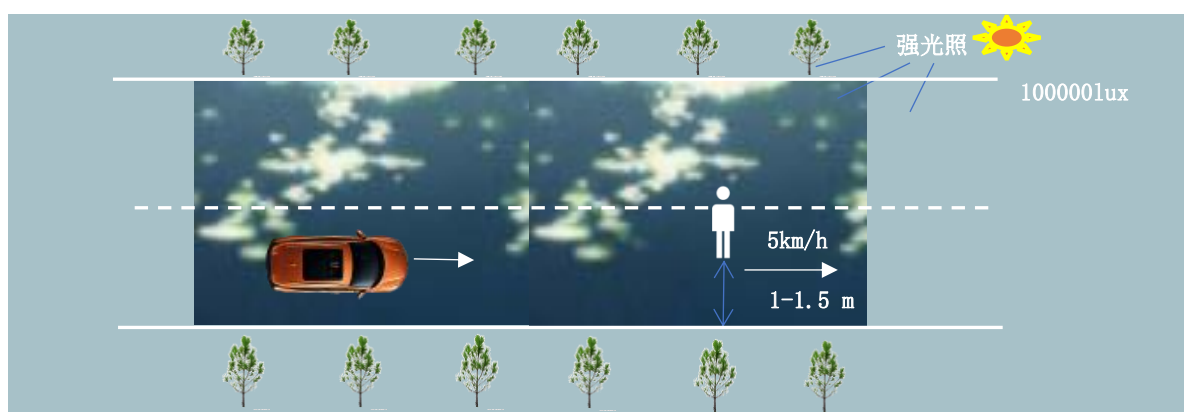


图15 强光树阴下的行人路旁行走场景示意图

6.2.3.2 试验方法

试验车辆初始位置位于车道中央，并逐步跟随前方行人行驶，行人行驶在树荫之下。当试验车辆速度不大于 10 km/h 持续时间超过 5 s 后，行人从车道右侧离开当前车道。

6.2.3.3 通过要求

6.2.3.3.1 试验车辆应距离行人 20 m 前达到 30 km/h，然后在车道内稳定行驶。

6.2.3.3.2 若采用跟随方式通过该场景，试验车辆应不与行人发生碰撞，并在行人离开本车道后加速行驶。跟随过程中，车辆可发出超出设计运行范围的提示信息，当发出提示信息后，试验车辆在行人离开本车道后可不执行加速行驶。

6.2.3.3.3 若采用绕行方式通过该场景，试验车辆应完成超越且不与行人发生碰撞。

6.2.4 雨雾模式下的标志识别及响应

6.2.4.1 试验场景

试验道路为长直道，并带有可模拟天气环境为降雨天的雨雾天气喷水装置，模拟下雨路段的道路长度为 50 m 以上，降雨量的参考标准如下表所示。同时在雨雾路段的终点提供 30 km/h 的车辆道路限速标志。模拟车辆从雨雾起点进入，能否不受雨雾影响，正常识别道路限速标志。

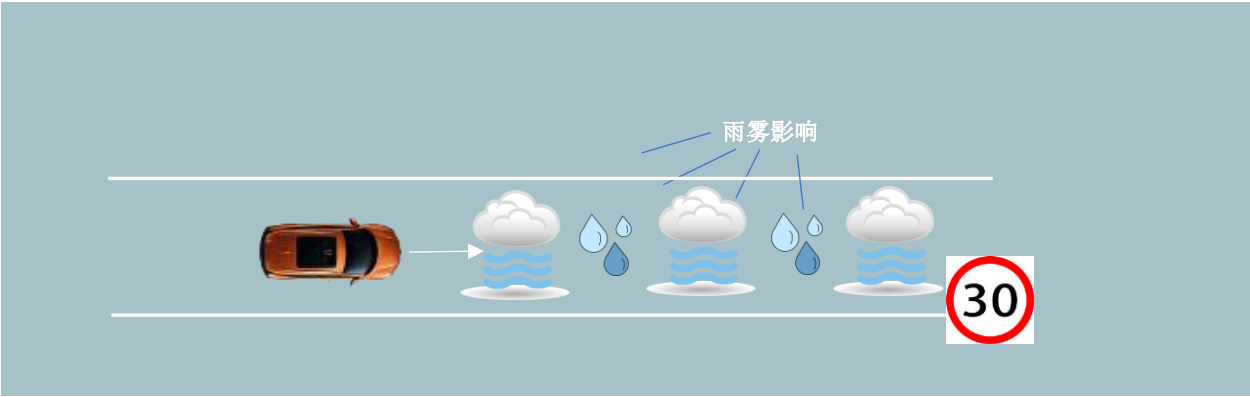


图16 雨雾模式下的标志识别及响应场景示意图

表1 降雨量类型及参考标准

序号	降雨类型	参考标准
1	小雨	0.1-9.9 mm/24 h
2	小雨-中雨	5.0-16.9 mm/24 h

6.2.4.2 试验方法

试验车辆以 35 km/h 进入雨雾模拟道路起点，通过雨雾模拟路段，并能按照雨雾模拟路段的终点限速标志要求进行动作。

6.2.4.3 通过要求

试验车辆沿车道稳定行驶，并应有制动等动作，并以符合终点限速标志要求的车速通过。

6.2.5 海边（湖边）公路通行

6.2.5.1 试验场景

测试道路为一条海边（湖边）道路，道路长度大于 200 m，试验车辆沿海边（湖边）道路向前方行驶。

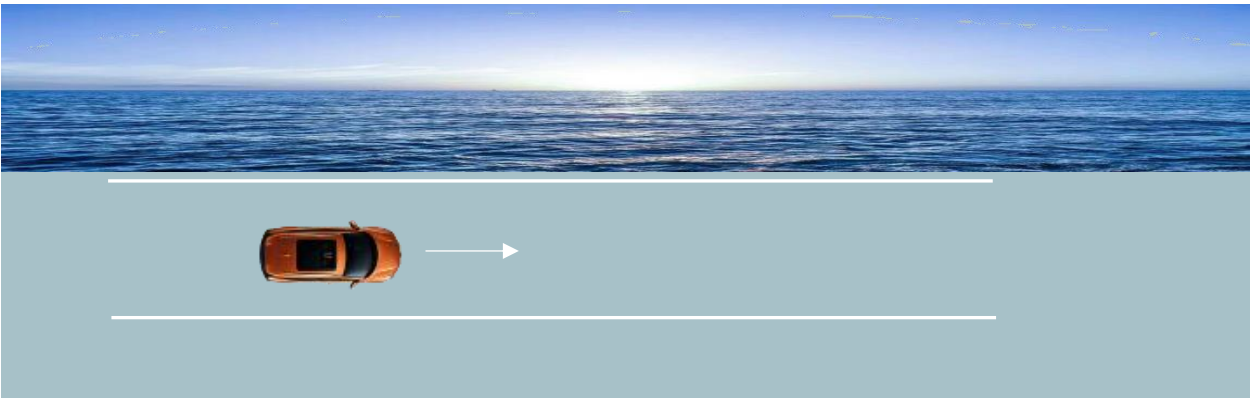


图17 海边（湖边）公路通行场景示意图

6.2.5.2 试验方法

试验车辆沿海边（湖边）道路驶入，在测试道路进入端时尽快加速，以 40 km/h（例子）速度匀速通过全程的海边（湖边）道路。

6.2.5.3 通过要求

6.2.5.3.1 试验车辆能始终保持在测试道路内行驶，车道偏离不超过车道边线外侧。

6.2.5.3.2 试验车辆能平顺地驶完测试路段，车辆无明显制动，无明显晃动，无明显蛇形。

6.2.5.3.3 试验车辆在海边（湖边）道路行驶过程中，不出现目标误识别。

6.2.6 前方路面积水通行

6.2.6.1 试验场景

试验道路为包含双向两车道的长直道，车道线为白色虚线，直道长度大于 500 m，并带有可模拟路面积水的测试区，模拟路面积水的道路长度为 100 m 以上，道路两侧无其他遮挡物。

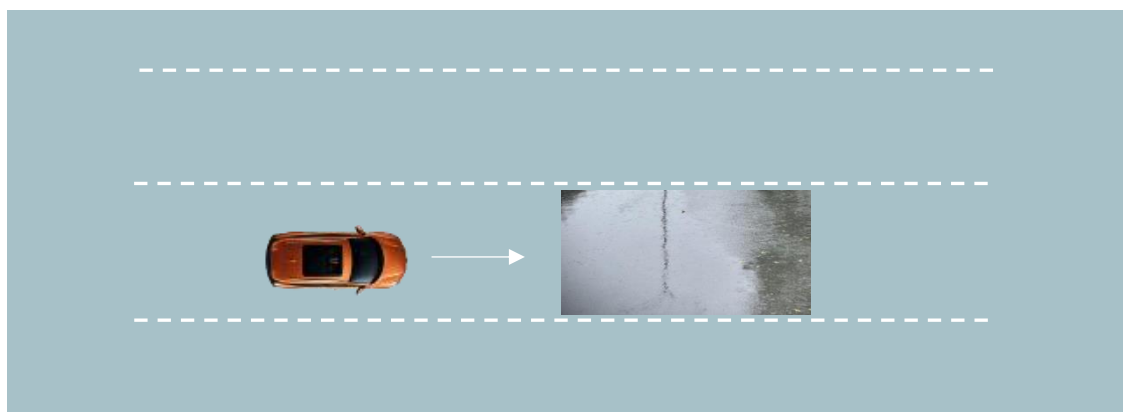


图18 前方路面积水通行场景示意图

6.2.6.2 试验方法

试验车辆沿车道由直道驶入，在距离积水路面起始段前方 300 m 处的直道段，完成加速并保持车速 60 km/h 以上，保持测试速度在直道稳定行驶，通过积水路面 50m 距离结束试验。

6.2.6.3 通过要求

6.2.6.3.1 试验车辆能始终保持在测试道路内行驶，车道偏离不超过车道边线外侧。

6.2.6.3.2 试验车辆能平顺地驶过直段的测试路段，车辆无明显晃动，无明显蛇形，试验车辆自动驾驶系统不出现临时或永久退出。

6.2.7 茂盛灌木丛道路通行

6.2.7.1 试验场景

试验道路两边密布超过车身高度的灌木丛，道路长度大于 200 m，灌木超过道路边缘小于 15cm。

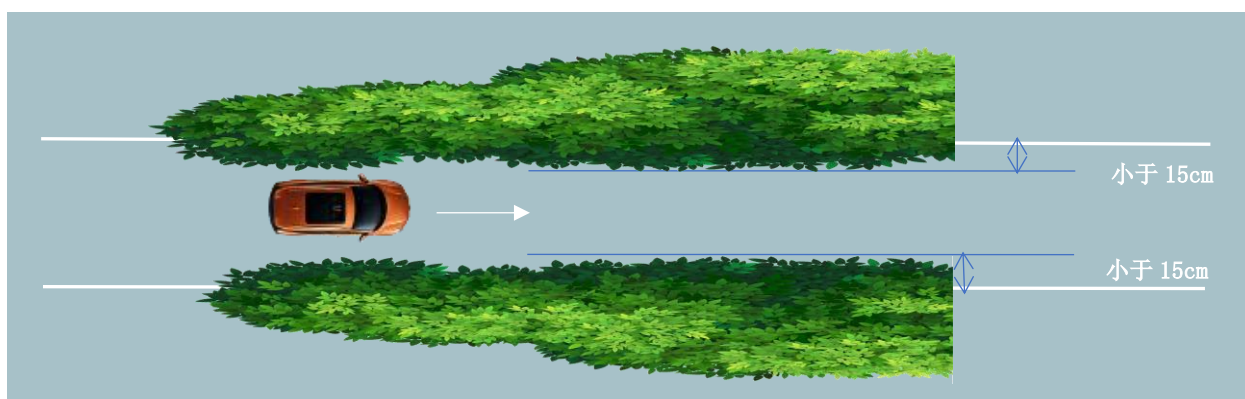


图19 茂盛灌木丛道路通行场景示意图

6.2.7.2 试验方法

试验车辆在进入测试道路前已完成加速并激活自动驾驶系统，驶入茂盛灌木丛道路，保持测试速度通过测试道路。

6.2.7.3 通过要求

6.2.7.3.1 试验车辆能始终保持保持在测试道路内行驶，车道偏离不超过车道边线外侧。

6.2.7.3.2 试验车辆能平顺地驶过测试路段，车辆无明显晃动，无明显蛇形，试验车辆自动驾驶系统不出现临时或永久退出，试验车辆的定位信号不应出现中断。

6.3 山地环境测试项目

6.3.1 小曲率半径（带坡度）弯道通行

6.3.1.1 试验场景

测试道路由一条直道和曲率半径为 50 m 的弯道连接组成，弯道坡度为 3%，且弯道外侧车道线旁有一段连续铁护栏，直道长度大于 300 m，弯道长度大于 100 m，试验车辆沿直道向弯道方向行驶。

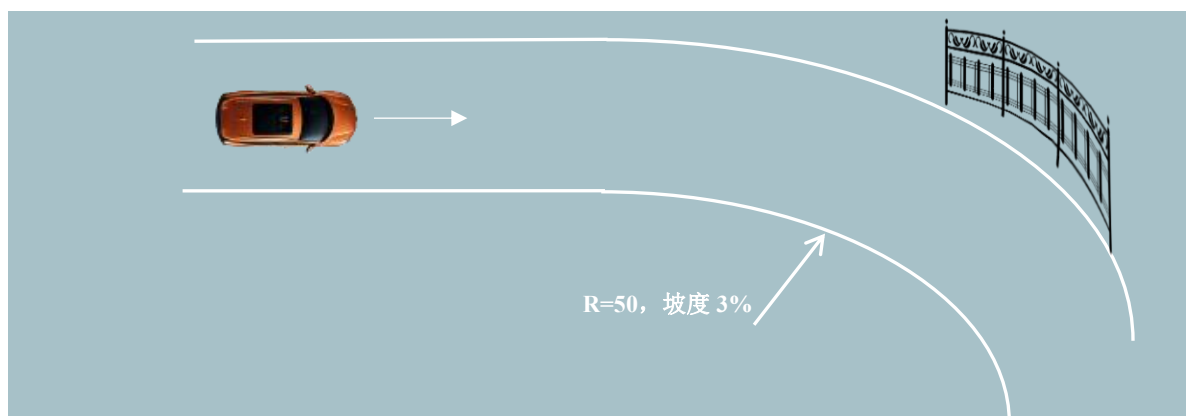


图20 小曲率半径（带坡度）弯道通行场景示意图

6.3.1.2 试验方法

试验车辆沿车道由直道驶入，在直道段尽快完成加速，保持测试速度在直道稳定行驶后进入弯道，

并由弯道驶出。

6.3.1.3 通过要求

6.3.1.3.1 试验车辆能始终保持在测试道路内行驶，车道偏离不超过车道边线外侧。

6.3.1.3.2 试验车辆能平顺地驶出弯道，车辆无侧滑，无明显晃动，无明显蛇形。

6.3.1.3.3 试验车辆在弯道行驶时，对铁护栏不出现目标误识别。

6.3.1.3.4 试验车辆在弯道路段行驶过程中，车辆横向加速度不应大于 3 m/s^2 ，车辆横向加速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.3.2 隧道通行

6.3.2.1 试验场景

测试道路由一条直道和隧道（直道）连接组成，直道长度大于 300 m，隧道长度大于 500 m，试验车辆沿直道向隧道方向行驶。

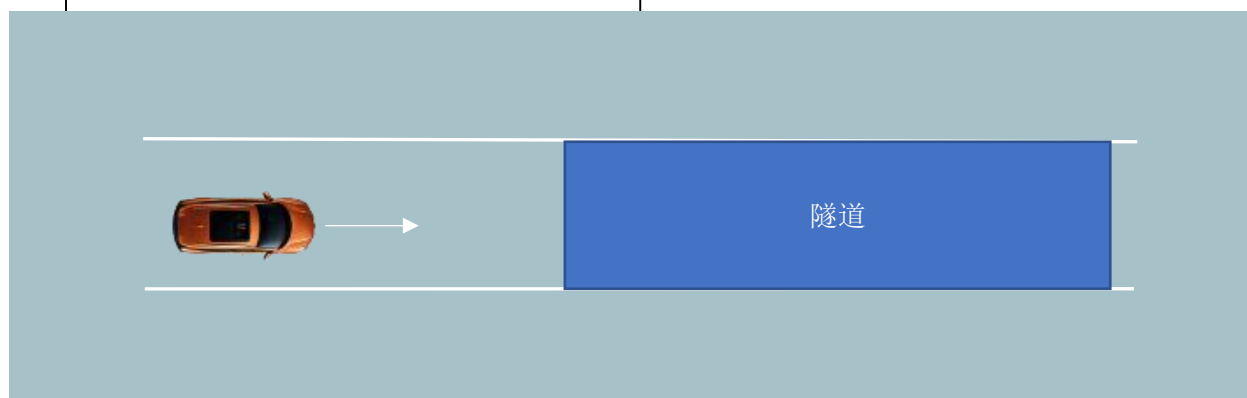


图21 隧道通行场景示意图

6.3.2.2 试验方法

试验车辆沿车道由直道驶入，在直道段尽快完成加速，保持测试速度在直道稳定行驶后进入隧道，并由隧道驶出。

6.3.2.3 通过要求

6.3.2.3.1 试验车辆能始终保持在测试道路内行驶，车道偏离不超过车道边线外侧。

6.3.2.3.2 试验车辆在进入隧道和驶出隧道时，横向控制不会因为亮度突变而产生明显偏移。

6.3.2.3.3 试验车辆能稳定驶出隧道，车辆无明显晃动，无明显蛇形。

6.3.2.3.4 试验车辆在隧道中行驶过程中，不出现目标误识别。

6.3.2.3.5 试验车辆在隧道路段行驶过程中，车辆横向加速度不应大于 3 m/s^2 ，车辆横向加速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.3.2.3.6 试验车辆在进入隧道后，自动开启车灯通行。

6.3.3 大坡道通行及起停

6.3.3.1 试验场景

测试道路由一条直道和坡道（直道）连接组成，直道长度大于 150 m，坡道长度大于 50 m，坡道坡度为 30%，试验车辆沿直道向坡道方向行驶。

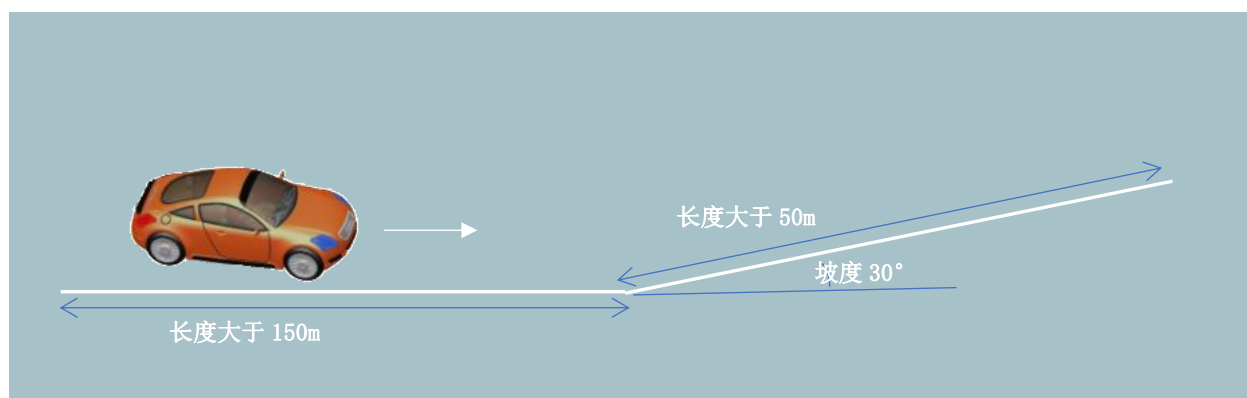


图22 大坡道通行及起停场景示意图

6.3.3.2 试验方法

a) 大坡道通行：试验车辆沿车道由直道驶入，在直道段尽快完成加速，保持测试速度在直道稳定行驶后进入坡道，并由坡道驶出。

b) 大坡道起停：试验车辆激活系统跟随前方行驶的目标车辆在直道达到跟车稳态后，驶入坡道，随后目标车以 1m/s^2 至 2m/s^2 减速度缓慢刹停，待试验车辆跟停后，目标车起步并逐渐加速驶离坡道。

6.3.3.3 通过要求

a) 大坡道通行：

试验车辆能始终保持在测试道路内行驶，车道偏离不超过车道边线外侧；

试验车辆速度控制偏差范围在设定车速 $\pm 3\text{ km/h}$ 内；

试验车辆能稳定驶出坡道，车辆无明显晃动，无明显蛇形；

试验车辆在坡道路段行驶过程中，车辆横向加速度不应大于 3 m/s^2 ，车辆横向加速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

b) 大坡道起停：

试验车辆跟随目标车在坡道行驶时，不出现目标丢失；

试验车辆在坡道跟停目标车辆后，不出现溜坡；

试验车辆在坡道跟随目标车辆起步后，不出现溜坡，不出现明显拖拽感，不出现激烈加速，起动时间不应大于 3s ；

试验车辆在跟随目标车起停过程中，平均减速度不应大于 3 m/s^2 (以 2 s 的长度按采样值求平均)，减速度平均变化率不应大于 2.5 m/s^3 (以 1 s 的长度按采样值求平均)，加速度不应大于 2 m/s^2 。

6.3.4 超高路面通行

6.3.4.1 试验场景

测试道路由一条直道和半径为 500 m 的弯道连接组成，道路外侧超高且坡度为 3% ，直道长度大于 300 m ，弯道长度大于 100 m ，试验车辆沿直道向弯道方向行驶。

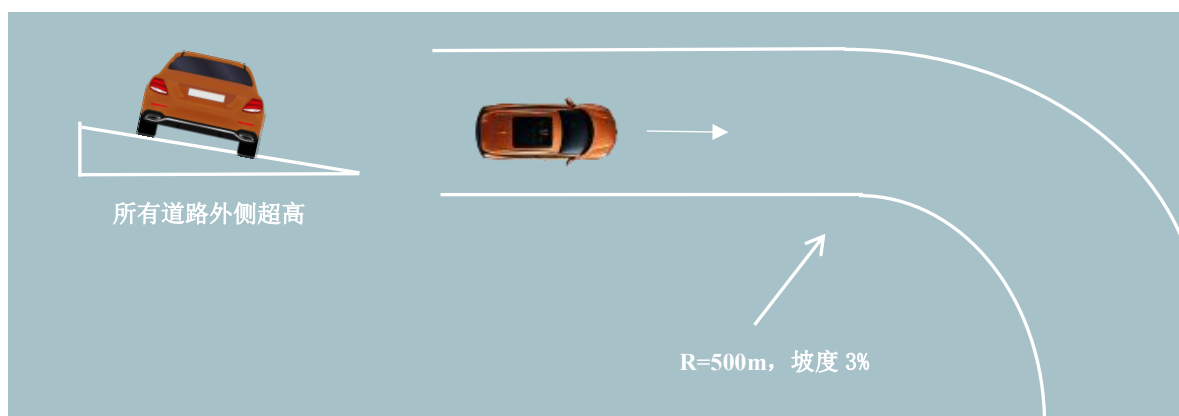


图23 超高路面通行场景示意图

6.3.4.2 试验方法

试验车辆沿车道由直道驶入，在直道段尽快完成加速，保持测试速度在直道稳定行驶后进入弯道，并由弯道驶出。

6.3.4.3 通过要求

6.3.4.3.1 试验车辆能始终保持在测试道路内行驶，车道偏离不超过车道边线外侧；。

6.3.4.3.2 试验车辆能平顺地驶出弯道，车辆无侧滑，无明显晃动，无明显蛇形；。

6.3.4.3.3 试验车辆在超高路段行驶过程中，车辆横向加速度不应大于 3 m/s^2 ，车辆横向加速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.3.5 连续 S 弯通行

6.3.5.1 试验场景

测试道路由一条直道和曲率半径为 500 m 的连续 S 型弯道连接组成，直道长度大于 300 m，弯道长度大于 200 m，试验车辆沿直道向弯道方向行驶。

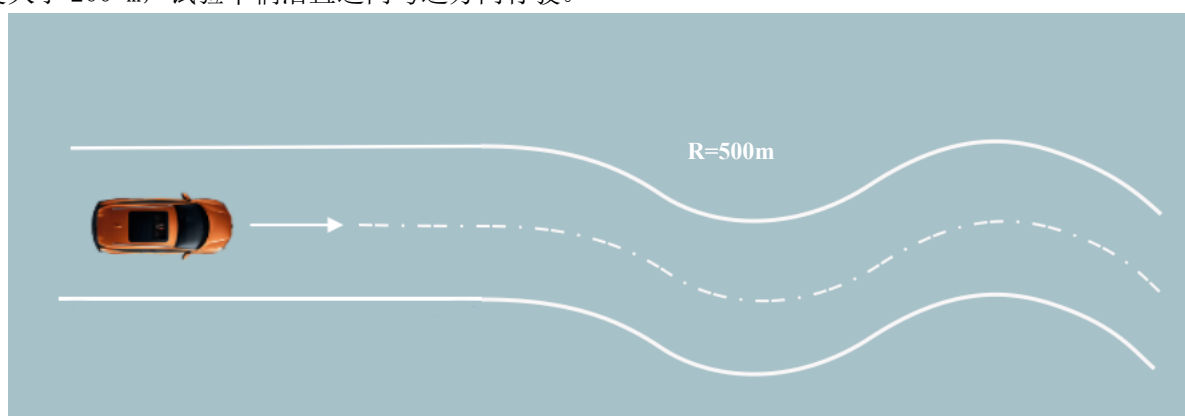


图24 连续S弯通行场景示意图

6.3.5.2 试验方法

试验车辆沿车道由直道驶入，在直道段尽快完成加速，保持测试速度在直道稳定行驶后进入弯道，并由弯道驶出。

6.3.5.3 通过要求

6.3.5.3.1 试验车辆能始终保持在测试道路内行驶，车道偏离不超过车道边线外侧。

6.3.5.3.2 试验车辆能平顺地驶出 S 型弯道，车辆无侧滑，无明显晃动，无明显蛇形。

6.3.5.3.3 试验车辆在 S 型弯道路段行驶过程中，车辆横向加速度不应大于 3 m/s^2 ，车辆横向加速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.3.6 雾天车辆识别及响应

6.3.6.1 试验场景

试验道路为包含双向两车道的长直道，车道线为白色虚线，直道长度大于 500 m ，并带有可模拟天气环境为雾天的高压造雾设备，模拟起雾路段的道路长度为 100 m 以上，能见度小于 50 m ，道路两侧无其他遮挡物。

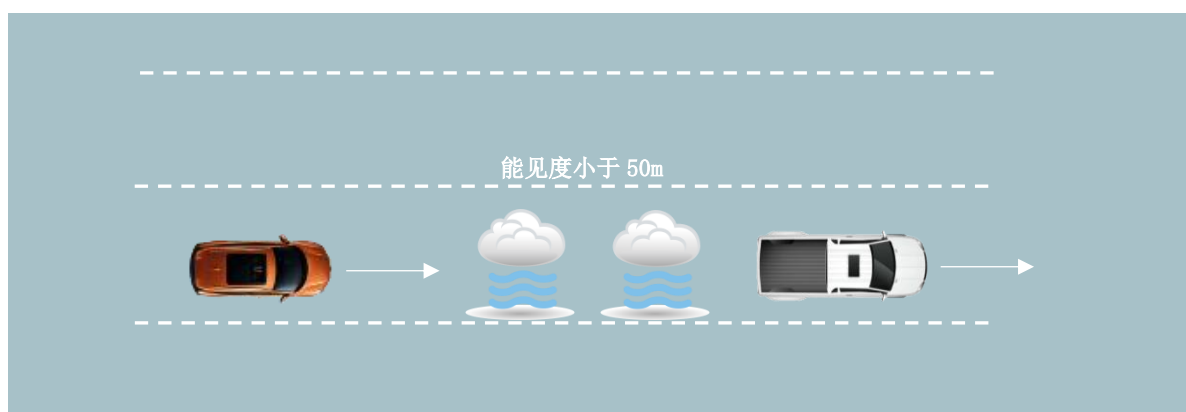


图25 雾天车辆识别及响应场景示意图

6.3.6.2 试验方法

目标车辆拖拽气球假车与试验车辆初始距离大于 120 m ，目标车辆以 10 km/h 的速度沿长直道匀速稳定行驶，随后试验车辆开始加速并以 60 km/h 的速度稳定行驶后，在模拟起雾路段追上气球假车。

6.3.6.3 通过要求

6.3.6.3.1 试验车辆在起雾路段能准确识别气球假车，且不会与其发生碰撞。

6.3.6.3.2 试验车辆识别气球假车后，制动过程平顺、无突兀感，车辆平均减速度不应大于 3 m/s^2 （以 2 s 的长度按采样值求平均）；车辆减速度平均变化率不应大于 2.5 m/s^3 （以 1 s 的长度按采样值求平均）；

6.3.6.3.3 试验车辆制动后保持 10 km/h 的速度，以设定的跟车时距跟随气球假车驶出模拟起雾路段。

6.3.7 雾天道线识别及响应

6.3.7.1 试验场景

试验道路为包含双向两车道的长直道，车道线为白色虚线，直道长度大于 500 m ，并带有可模拟天气环境为雾天的高压造雾设备，模拟起雾路段的道路长度为 100 m 以上，能见度小于 50 m ，道路两侧无其他遮挡物。

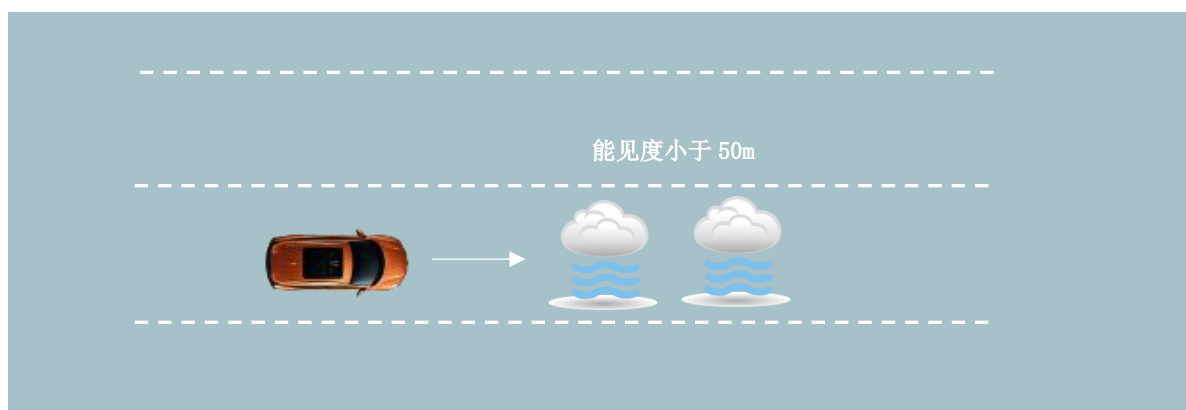


图26 雾天车道线识别及响应场景示意图

6.3.7.2 试验方法

试验车辆激活自动驾驶系统保持测试速度沿长直道稳定行驶后，驶入模拟起雾路段。

6.3.7.3 通过要求

6.3.7.3.1 试验车辆能始终保持在测试道路内行驶，车道偏离不超过车道边线外侧；

6.3.7.3.2 试验车辆在起雾路段能准确识别车道线，系统不出现临时或永久退出；

6.3.7.3.3 试验车辆能平顺地驶出模拟起雾路段，车辆无明显晃动，无明显蛇形，系统居中控制性能与进入起雾路段前无明显差异；

6.3.7.3.4 试验车辆在模拟起雾路段行驶过程中，车辆横向加速度不应大于 3 m/s^2 ，车辆横向加速度变化率不应大于 5 m/s^3 。

6.3.8 小曲率半径弯道与其他车辆会车

6.3.8.1 试验场景

试验道路为双向两车道的弯道，本车初始车速 60 km/h ，对向车辆匀速 60 km/h ，弯道半径为 150 m ，车道线为白色虚线，弯道长度大于 300 m ，道路两侧无其他遮挡物。

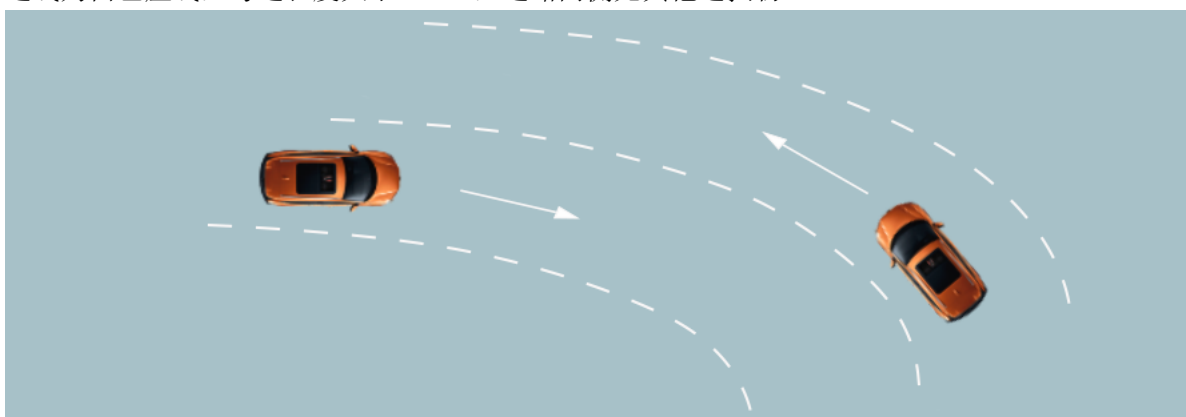


图27 小曲率半径弯道与其他车辆会车场景示意图

6.3.8.2 试验方法

试验车辆激活自动驾驶系统由弯道内侧驶入试验道路，同时有其他车辆沿对向车道与本车会车，对向车道来车不占用试验车辆车道。

6.3.8.3 通过要求

6.3.8.3.1 试验车辆能始终保持在测试道路内行驶，车道偏离不超过车道边线。

6.3.8.3.2 试验车辆与对向来车会车时，应及时减速，减速度大小不应大于 4 m/s^2 。

6.4 特殊光照环境测试项目

6.4.1 黑暗环境跟车起停

6.4.1.1 试验场景

测试道路至少包括一条长直道路及一条弯道，长直道路长度不小于 1000 m，弯道半径不大于 500 m，长度不小于 500 m，车道线清晰，光照强度不高于 0.01 lux，道路两侧无照明设施。

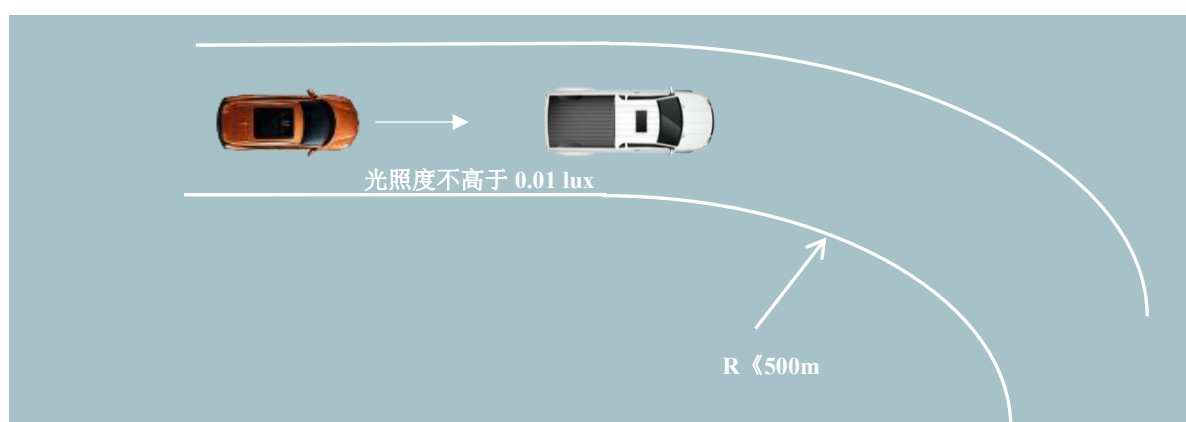


图28 黑暗环境跟车起停场景示意图

6.4.1.2 试验方法

试验车辆开启近光灯，并激活自动驾驶系统跟随目标车辆由直道匀速进入测试路段，目标车辆在直线段制动停车，试验车辆跟随停车后，目标车辆起步并匀速驶入弯道，试验车辆跟随进入弯道后，目标车辆再次制动停车，待试验车辆跟随停车后，目标车辆起步加速驶出弯道。

6.4.1.3 通过要求

6.4.1.3.1 试验车辆能始终保持在测试道路内行驶，车道偏离不超过车道边线外侧。

6.4.1.3.2 试验车辆的自动驾驶系统或驾驶辅助系统可以稳定持续激活，不应出现暂时性或持续性退出。

6.4.1.3.3 试验车辆稳定跟随目标车辆时的距离变化不超过 10 m，起步与制动过程应平稳。

6.4.1.3.4 试验车辆加速时纵向加速度不大于 4 m/s^2 ，减速时纵向减速度不大于 6 m/s^2 ，横向加速度不大于 3 m/s^2 。

6.4.2 眩光环境通行

6.4.2.1 试验场景

测试道路至少包括一条长直道路，车道上方设有高度为 4~5 m 的强光源或反光标志牌，强光源或反光标志牌前后的长直道路长度不小于 200 m。

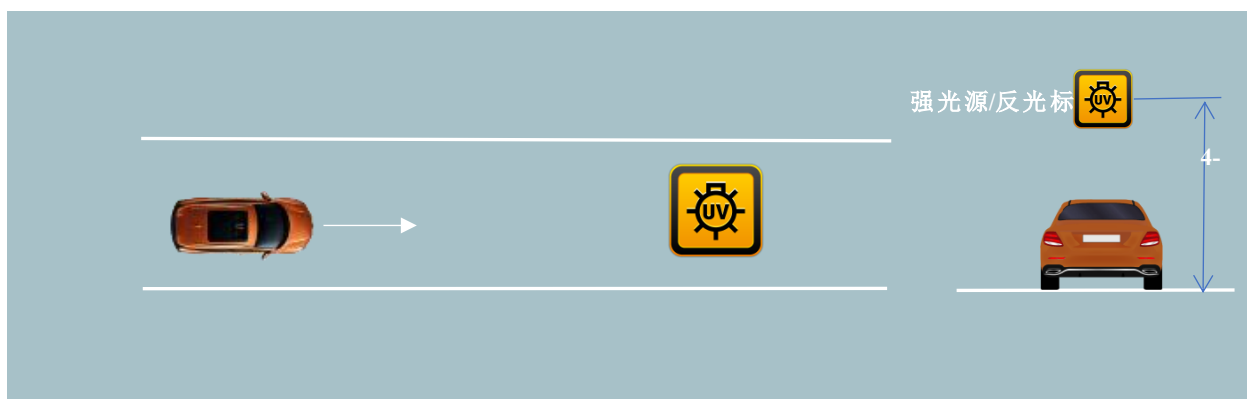


图29 炫光环境通行场景示意图

6.4.2.2 试验方法

试验车辆开启前照灯并激活自动驾驶系统，通过测试路段。

6.4.2.3 通过要求

6.4.2.3.1 试验车辆能始终保持在测试道路内行驶，车道偏离不超过车道边线外侧；

6.4.2.3.2 试验车辆的自动驾驶系统或驾驶辅助系统可以稳定持续激活，不应出现暂时性或持续性退出；

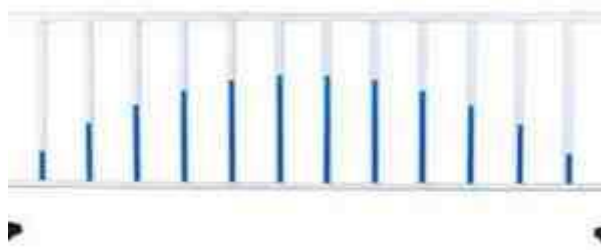
6.4.2.3.3 稳定行驶时试验车辆中心线与车道中心线的距离不大于 0.2 m；

6.4.2.3.4 试验车辆横向加速度不大于 3 m/s^2 。

6.4.3 光影环境通行

6.4.3.1 试验场景

测试道路至少包括一条平行光照射下的长直道路，平行光照射平面与道路方向所成锐角不小于 60° ，光照度为 100000 lux 或以上；道路一侧设置护栏，覆盖道路长度不小于 100 m，护栏影子覆盖测试道路宽度的 100%。



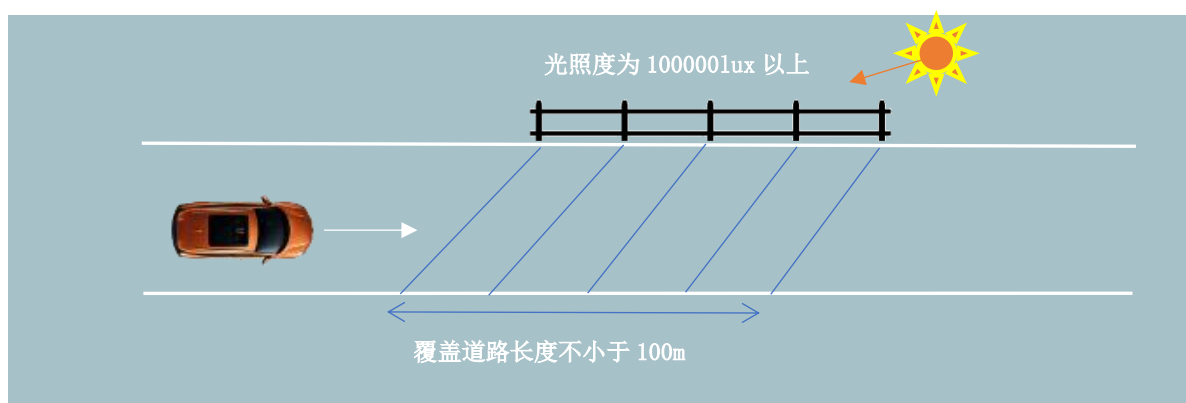


图30 光影环境通行场景示意图

6.4.3.2 试验方法

试验车辆激活自动驾驶系统达到测试速度后，通过路面被护栏阴影覆盖的测试路段。

6.4.3.3 通过要求

- 6.4.3.3.1 试验车辆的自动驾驶系统或驾驶辅助系统可以稳定持续激活，不应出现暂时性或持续性退出。
- 6.4.3.3.2 试验车辆能始终保持在测试道路内行驶，车道偏离不超过车道边线外侧。
- 6.4.3.3.3 试验车辆不应出现左右摆动现象。
- 6.4.3.3.4 稳定行驶时试验车辆中心线与车道中心线的距离不大于 0.2 m。
- 6.4.3.3.5 试验车辆横向加速度不大于 3 m/s^2 。

6.4.4 逆光环境通行

6.4.4.1 试验场景

测试道路至少包括一条长直道路，长度不小于 200 m，长直道路内有 2~3 条沿道路方向的沥青填补，长度不小于 20 m。平行光照射平面与道路方向平行，光照度为 100000 lux 或以上。

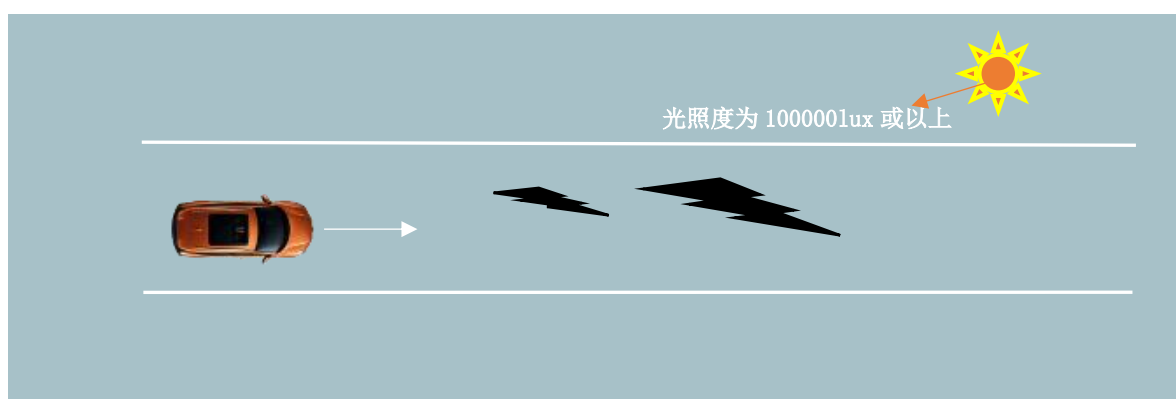


图31 逆光环境通行场景示意图

附 录 A
(资料性)
特殊环境行驶能力评估

A.1 总则

本附录规定了试验车辆特殊环境行驶能力评估的方法及要求。

A.2 特殊环境行驶能力评估方法

目前，特殊环境自动驾驶测试标准暂规定了冰雪、山地、热带和特殊光照四大类别的部分测试场景，后续会根据标准的推进进行扩展。

特殊环境行驶能力评估，如果试验车辆“冰雪、山地、热带和特殊光照”测试项目均通过，会由三家测试单位联合出具认证报告。在测试周期内（比如 5 年），相同配置车辆一旦通过某一类别，但其他类别未通过，则无需重复测试已通过类别测试项目。

表A.1特殊环境行驶能力评估分级表

序号	冰雪测试项目	热带测试项目	山地测试项目	特殊光照测试项目	成绩
1	1 次通过	1 次通过	1 次通过	1 次通过	优秀
2	2-3 次通过	2-3 次通过	2-3 次通过	2-3 次通过	良好
3	4-5 次通过	4-5 次通过	4-5 次通过	4-5 次通过	及格

A.3 低温及夜间测试情况说明

低温测试目的是验证自动驾驶车辆及所搭载的传感器等在低温条件下能否正常启动、稳定工作，不出现重启、死机等异常现象。

测试要求是自动驾驶车辆静止于低温环境（不高于-15℃）且持续设定时间（不少于 4 h）后驾驶自动化系统或传感器等正常启动、稳定运行，且性能需要与常温时保持一致。

夜间试验环境方法可参考《智能网联汽车自动驾驶功能场地试验方法及要求》附录 A.2 具体执行。

附 录 B
(资料性)
试验项目分类及选取

B.1 总则

本附录根据自动驾驶系统设计运行条件的道路类型分为城市道路和公路。

城市道路是指城市内交通运输所使用的道路，包括城市快速路和一般道路。城市快速路是指城市内具有中央分隔带，具有至少双向四车道规模，部分控制出入，供车辆以较高速度行驶的道路。一般道路指城市内除城市快速路的道路。

公路是指城市间能行驶汽车的公共道路，包括高速公路和其他公路。高速公路是指城市间专供汽车分向行驶、分车道行驶，全部控制出入的多车道公路。其他公路是指城市间除高速公路外的道路，包含但不限于国道、省道等。

B.2 试验项目选取

试验车辆应根据设计运行条件确定一个或多个行驶区域并完成该行驶区域下的试验项目。行驶区域与试验项目对照关系如表 B.1 所示。

表B.1 行驶区域试验项目对照表

序号	试验类别	试验项目	一般道路	城市快速路	高速公路	其他公路
1	冰雪环境测试项目	结冰路面起停	试验	试验		试验
2		积雪路面通行	试验	试验	试验	试验
3		车道线受积雪干扰	试验	试验	试验	试验
4		路肩车道消失	试验			试验
5		积雪覆盖前车静止	试验			
6		路边雪堆避让	试验	试验		试验
7		冰雪遗撒物	试验	试验	试验	试验
8		降雪天气红绿灯识别及响应	试验			试验
9		降雪天气车辆识别及响应	试验	试验	试验	试验
10		降雪天气行人识别及响应	试验			试验
1	热带环境测试项目	强光照下的标志和标线识别及响应	试验	试验	试验	试验
2		强光照下的前方车辆识别及响应	试验	试验	试验	试验
3		强光树荫下的行人路旁行走	试验			试验
4		雨雾模式下的标志识别及响应	试验	试验	试验	试验
5		海边（湖边）公路通行	试验			
6		前方路面积水通行	试验	试验	试验	试验
7		茂盛灌木丛道路通行	试验			试验
1	山地环境测试项目	小曲率半径（带坡度）弯道通行	试验	试验	试验	试验
2		隧道通行		试验	试验	
3		大坡道通行及起停	试验	试验		试验
4		超高路面通行	试验			试验
5		连续 S 弯通行	试验			试验
6		雾天车辆识别及响应	试验	试验	试验	试验
7		雾天车道线识别及响应	试验	试验	试验	试验
8		小曲率半径弯道与其他车辆会车	试验	试验		试验

1	特殊光照环境测试项目	黑暗环境跟车起停	试验			试验
2		眩光环境通行	试验	试验	试验	试验
3		光影环境通行		试验	试验	
4		逆光环境通行	试验	试验	试验	试验