

T/XXX

团 体 标 准

T/XXX

北斗定位小型智能车
第二部分：自动驾驶功能封闭测试场测试
方法

The Small Autonomous Vehicle With Beidou

Part 2: Test methods and requirements of closed test field for automated
driving function

征求意见稿

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国汽车工业协会 发布

北斗小型智能车

第二部分：自动驾驶功能封闭测试场测试方法

1 范围

本文件规定了北斗定位小型智能车的测试项目、测试方法及通过要求等。

本文件适用于在固定区域或交通道路上行驶，无驾驶舱非载人，具备自动驾驶功能的小型智能车。小型智能车的最高设计速度不大于 45km/h，长度不大于 3.5m，宽度不大于 1.5m，高度不大于 2.0m，至少安装有支持北斗全球导航定位系统，具备环卫、配送、安防、零售等功能。

。

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 5768（所有部分）道路交通标志和标线

GB 14886 道路交通信号灯设置与安装规范

GB 14887 道路交通信号灯

GB/T 39517.1-2020 农林拖拉机和机械农用定位与导航系统测试规程 第1部分：卫星定位装置的动态测试

GB/T 40429-2021 汽车驾驶自动化分级

GB/T 41798-2022 智能网联汽车 自动驾驶功能场地试验方法及要求

DB4403/T 359.1—2023 智能网联汽车自动驾驶系统技术要求 第1部分：高速公路及快速路自动驾驶

DB4403/T 362—2023 智能网联汽车车载卫星定位系统技术要求

3 术语和定义

DB4403/T 359.1 界定的术语和定义适用于本文件。

4 通用测试要求

4.1 测试基本要求

- a) 测试车辆应完成附录 1 中的所有测试项目，每个场景的测试次数为 3 次。
- b) 测试机构应根据测试主体申请的测试专项，在封闭试验场内对测试车辆进行逐个场景的测试，测试主体应提供技术人员进行配合。
- c) 任一测试项目不通过则判定为该测试不通过。

4.2 测试记录要求

记录测试过程的工具包含但不限于具有摄像、车辆状态信息记录、数据存储和传输等功能的设备，以及评估人员记录的信息文件。

测试时需要记录测试车辆通过所有测试场景的操作过程，记录的数据包括但不限于：

- a) 车辆控制模式数据；
- b) 车辆状态数据，包括车辆位置、速度、行驶方向等；
- c) 车辆外部环境以及远程操控等视频监控数据；
- d) 测试车辆对外界环境及场景的信息数据，包含动静态目标的空间位置等。

测试记录工具的安装位置包含但不限于：

- a) 搭载在测试车辆上的；
- b) 安装在封闭测试道路内路侧的；
- c) 跟随测试车辆的。

以上工具记录能力评估的过程和内容，作为能力评估评判与复查的依据。

4.3 测试场景布置要求

测试场景布置的一般要求为：

- a) 自然环境：晴天，白天，能见度不小于 500m，路面平坦、干燥。如测试主体提出特殊天气（如雨、雪、雾、霾和夜间等自然条件）测试要求，可根据要求设置相应的自然环境，并安排相应的测试；
- b) 目标物：目标车辆、自行车和摩托车应为大批量生产的乘用车、两轮自行车和两轮普通摩托车，或表明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。其中，目标车辆速度控制准确度应为 $\pm 2\text{km/h}$ 。交通锥高度因为 90cm 且符合 GB/T 24720。
- c) 道路：道路选取应不低于测试方法的要求，在封闭测试场内选择对应的能力评估场地，合理动态布设；
- d) 速度：车辆速度限制在 45km/h 以下。
- e) 试验场地具有良好附着能力的混凝土或沥青路面。
- f) 交通标志和标线清晰可见，并符合 GB 5768.2-2022 第二部分道路交通标志和第三部分道路交通标线相关要求。
- g) 道路信号灯符合 GB 14886、GB 14887 相关要求。
- h) 具备测试车辆自动驾驶模式正常激活的必要数据和设施条件。

5 自动驾驶功能测试场景

5.1.1 自动驾驶系统激活能力测试

(1) 测试场景

设计运行范围内和外的天气状况、道路条件等环境中，自动驾驶系统的激活测试。

(2) 测试方法

1) 小型智能车正常供电，通过人工驾驶至设计运行范围内、外的天气状况、道路条件等环境中，车辆的自动驾驶系统处于待激活状态，按照小型智能车生产企业所规定的激活方式进行激活操作。

2) 其中分别对设计运行范围内、外进行 3 次测试。

(3) 通过要求

1) 在设计运行范围内能够正常激活, 并将激活状态通过声、光、图形、文字等一种或多种方式提示给近场操作员(如适用)、远程操作员(如适用)、车辆周边人员(非安全员)。

2) 在设计运行范围外不能正常激活, 且通过声、光、图形、文字等一种或多种方式提示不能激活原因。

5.1.2 交通信号灯及标线识别及响应

5.1.2.1 方向指示信号灯识别及响应

(1) 测试场景

试验场景为至少包含双向两车道的十字交叉路口, 路口设置包括直行、左转、右转的方向指示信号灯。

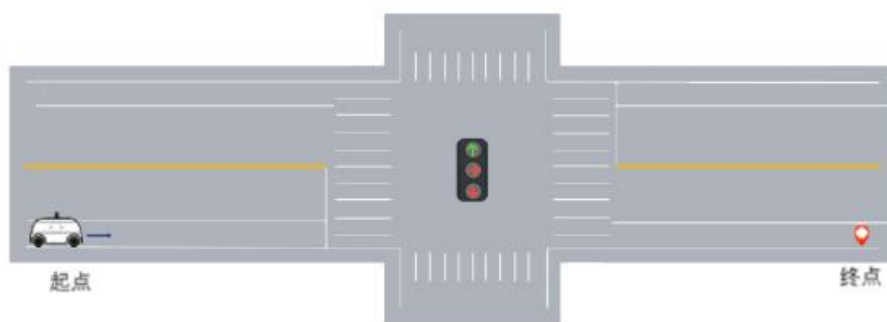


图1 方向指示信号灯识别及响应场景示意图

(2) 测试方法

测试车辆在车道内驶 15km/h-20km/h 向方向指示信号灯。方向指示信号灯初始状态为绿色并随机调整为下列两种信号灯状态之一:

a) 绿灯: 信号灯保持绿色状态;

b) 红灯: 信号灯在测试车辆最前端距离停止线 10m~20m 时由绿色变为黄色持续 3s 后变成红色并持续 30s 后变为绿色。试验过程中, 应完成直行、右转、左转试验各 3 次, 且均应包含 a) 和 b) 两种信号灯状态。

(3) 通过要求

当进行绿灯状态试验时, 测试车辆应通过路口且在通过过程中不应存在停止行驶的情况。

当进行红灯状态试验时, 要求如下所示:

a) 测试车辆在红灯点亮后应停止于停车线前;

b) 测试车辆最前端与停止线最小距离应不大于 2m; 当信号灯变为绿色后, 起动时间不应超过 3s。

5.1.2.2 机动车信号灯识别及响应

(1) 测试场景

测试道路选取带有机动车信号灯的机动车道路口路段, 分别设置机动车信号灯为红灯和绿灯。

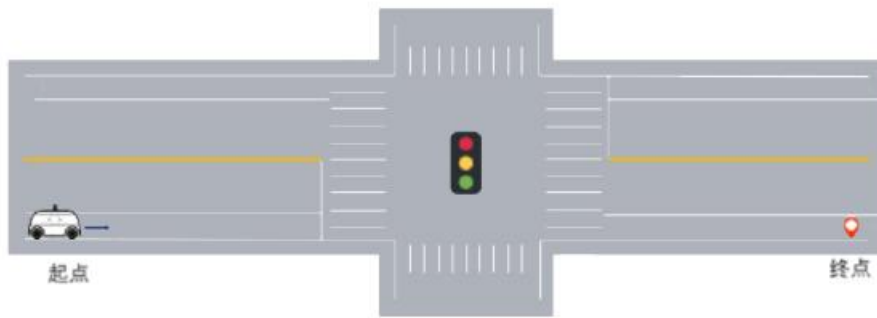


图 2 机动车信号灯识别及响应场景示意图

(2) 测试方法

在自动驾驶模式下，测试车辆在自动行驶状态下 15km/h-20km/h 进入测试路段，分别测试机动车信号灯红灯、绿灯、黄灯、黄闪的识别情况。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆出现以下情形的，该项测试场景不予通过：

- a) 绿灯亮起时，车辆 5s 内未起步的；
- b) 红灯下停车骑轧或越过停止线的；
- c) 未按照信号灯要求正确操作的；

若测试过程中，测试车辆出现以下情形的，该项测试场景才能通过：

- d) 黄灯时，已越过停止线的车辆可以继续通行，未过停止线的车辆应当停止前行。
- e) 黄闪烁时，测试车辆减速慢行，安全通过路口。

5.1.2.3 非机动车信号灯识别及响应

(1) 测试场景

测试道路选取带有非机动车信号灯的非机动车道路口路段，分别设置非机动车信号灯为红灯和绿灯。



图 3 非机动车信号灯识别及响应场景示意图

(2) 测试方法

在自动驾驶模式下，测试车辆在自动行驶状态下 15km/h-20km/h 进入测试路段，分别测试非机动车信号灯红灯和绿灯、信号灯关闭、无信号灯装置的识别情况。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆出现以下情形的，在该项测试场景不予通过：

- a) 绿灯亮起时，车辆 5s 内未起步的；
- b) 红灯下停车骑轧或越过停止线的；
- c) 未按照信号灯要求正确操作的。

5.1.2.4 人行横道线识别及响应

(1) 测试场景

测试道路选取带有人行横道线且至少包含一条非机动车道或机非混行道的长直道路，测试中人行横道线上无行人，车辆等。



图 4 人行横道线识别及响应场景示意图

(2) 测试方法

测试车辆在自动驾驶状态下 20km/h 进入测试路段；起点位于人行横道线前至少 30m，终点位于人行横道线后至少 30m。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆出现以下情形的，在该项测试场景不予通过：

- a) 未通过人行横道线；
- b) 在人行横道线上无故停车。

5.1.2.5 道路边沿识别及响应

(1) 测试场景

测试道路为至少包含一条车道的直道与弯道组合，无车道线但有道路边沿。

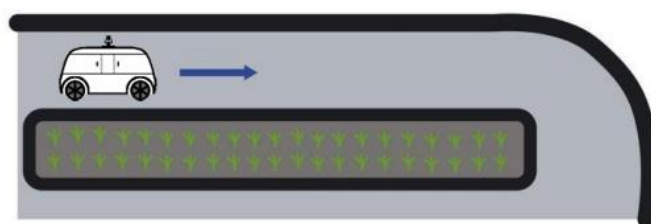


图 5 道路边沿识别及响应场景示意图

(2) 测试方法

测试车辆在车道内以 15km/h~20km/h 行驶，由直道进入弯道。

(3) 通过要求

测试过程中，测试车辆应满足以下条件：

- a) 测试车辆应能准确识别到车道线并保持在车道内稳定行驶；
- b) 车辆在行驶过程中无明显摆动，且车轮不应触及道路边沿。

5.1.3 道路类型、交通基础设施及障碍物识别及响应

5.1.3.1 弯道

(1) 试验场景和试验方法参照 DB4403/T 359.1—2023 的 C.4.1.3.2 弯道场景要求。

(2) 通过性条件

能够在 15km/h-20km/h 的速度区间内匀速驶过弯道。

5.1.3.2 环岛行驶

(1) 测试场景

测试道路为包含环岛的道路。

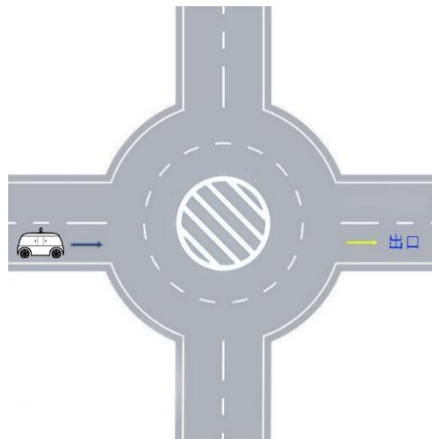


图 6 环岛行驶场景示意图

(2) 测试方法

测试车辆由入口进入三出口及以上环岛，由出口驶出环岛。

(3) 通过要求

测试过程中，测试车辆应满足以下条件：

- a) 测试车辆应能正常在环岛内行驶；
- b) 车轮不应触及车道线；
- c) 任意出口均能驶出。

5.1.3.3 施工车道

试验场景、试验方法和通过条件参照 DB4403/T 359.1—2023 的 C.4.2.3.4 施工车道场景要求。

5.1.3.4 静态目标物识别及响应（包括车辆、行人、自行车、小动物）

(1) 测试场景

测试道路为至少含 2 条单向车道的测试路段。

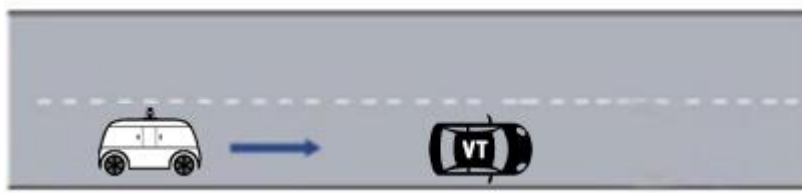


图 7 静态目标物识别及响应场景示意图

(2) 测试方法

在测试道路中间位置放置静态目标物（车辆、行人、自行车、小动物）。测试车辆在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间以 15km/h~20km/h 的车速，匀速驶向前方目标物。

(3) 通过要求

测试车辆不与静态目标物发生碰撞。

5.1.3.5 机非隔离栏识别及响应

(1) 测试场景

测试道路为至少包含一条车道的直道与弯道组合，并在车道边沿设置机非隔离护栏。

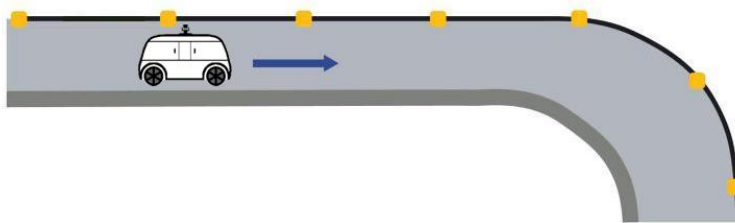


图 8 机非隔离栏识别及响应场景示意图

(2) 测试方法

测试车辆 15km/h~20km/h 在车道内行驶，由直道进入弯道。

(3) 通过要求

测试过程中，测试车辆应满足以下条件：

- a) 测试车辆应能准确识别到机非隔离护栏并保持在车道内稳定行驶；
- b) 车辆在行驶过程中无明显摆动，且不应触及到机非隔离护栏。

5.1.4 行人及非机动车识别及响应

5.1.4.1 行人横穿人行横道线

(1) 测试场景

测试道路至少为具备单向双车道的长直道，并在路段内设置人行横道线。左侧车道外侧存在行人，行人沿人行横道线横穿试验道路。

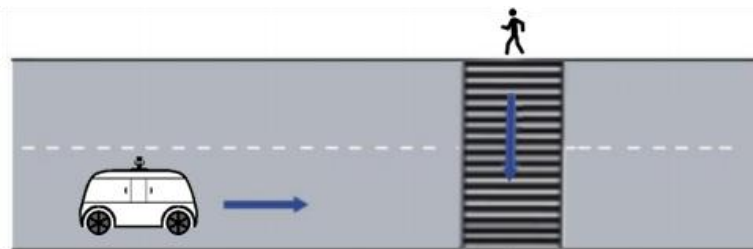


图 9 行人横穿人行横道线场景示意图

(2) 测试方法

在自动驾驶模式下，测试车辆以 20km/h 的车速，在最右侧车道内匀速行驶；当预碰撞时间首次到达 3.5s~4.5s 时间区间时，行人在测试车辆左侧以 5km/h~6.5km/h 的速度横穿道路动作，并通过测试车辆所在车道的最右侧车道线。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆出现以下情形的，则该项测试场景不予通过：

- a) 测试车辆与行人发生碰撞。

5.1.4.2 行人沿道路行走

(1) 测试场景

试验道路为至少包含单向双车道的长直道，中间车道线为白色虚线。行人以 5km/h~6.5km/h 的速度于距离车道右侧车道线内侧 1m~2.5m 范围内沿外侧车道行走。

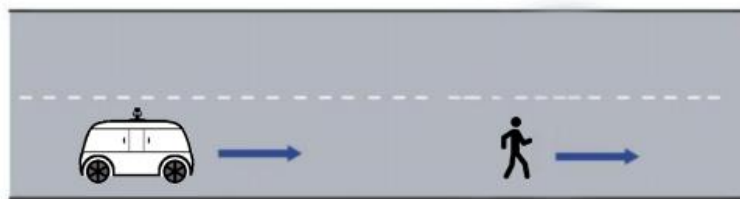


图 10 行人沿道路行走场景示意图

(2) 测试方法

在自动驾驶模式下，测试车辆于外侧车道驶向行人；若跟随行人行驶，当试验车辆速度不大于 6.5km/h 时，且持续时间超过 5s 后，行人从车道右侧离开当前车道。

(3) 通过要求

- a) 测试车辆应采用绕行或跟随方式通过场景且不与行人发生碰撞；
- b) 若采用跟随方式通过该场景，试验车辆应在行人离开本车道后加速行驶。

5.1.4.3 非机动车沿道路骑行

(1) 测试场景

试验道路为至少包含单向双车道的长直道，中间车道线为白色虚线。自行车以 10km/h~20km/h 速度于距离本车道右侧车道线内侧 1m~2.5m 范围内沿外侧车道骑行。

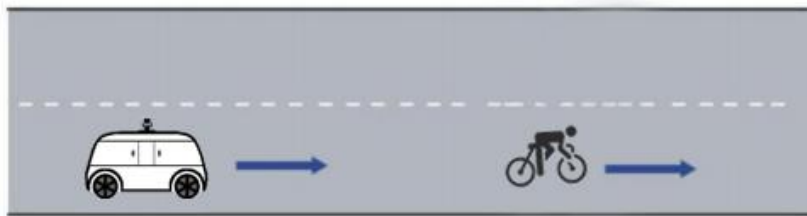


图 11 非机动车沿道路骑行场景示意图

(2) 测试方法

试验车辆于外侧车道驶向自行车。若跟随自行车行驶，当试验车辆速度不大于 20km/h 时，且持续时间超过 5s 后，自行车从车道右侧离开当前车道。

(3) 通过要求

- a) 测试车辆应采用绕行或跟随方式通过场景且不与自行车发生碰撞；

b) 若采用跟随方式通过该场景，试验车辆应在自行车离开本车道后加速行驶。

5.1.5 周边车辆行驶状态识别及响应

5.1.5.1 静止车辆占用部分车道

试验场景、试验方法和通过条件参照 DB4403/T 359.1—2023 的 C.4.3.3.1 静止车辆占用部分车道场景要求。

5.1.5.2 前方车辆切入

(1) 测试场景

试验道路为至少包含单向双车道的长直道，中间车道线为白色虚线。目标车辆以预设速度匀速行驶。

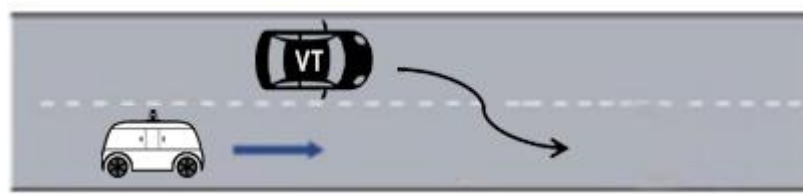


图 12 前方车辆切入场景示意图

(2) 测试方法

测试车辆在自动驾驶模式下，测试车辆于内侧车道，以 15-20km/h 的车速向前匀速行驶，同时目标车辆以 10km/h 的预设速度沿相邻车道中间匀速同向行驶。当两车预碰撞时间首次到达预设时间区间 3s-4s 时，目标车辆由外侧车道开始切入内侧车道并完成换道，完成换道时间不大于 3s，且目标车辆在切入过程中和切入完成后其纵向速度等于预设速度。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆应满足以下条件：
测试车辆应该避免与目标车辆发生碰撞。

5.1.5.3 前方车辆切出

(1) 测试场景

试验道路为至少包含单向双车道的长直道，试验车辆前方存在目标车辆 (VT₁)，相邻车道存在目标车辆 (VT₂)，目标车辆以低于测试车辆速度匀速 (10km/h~15km/h) 行驶。

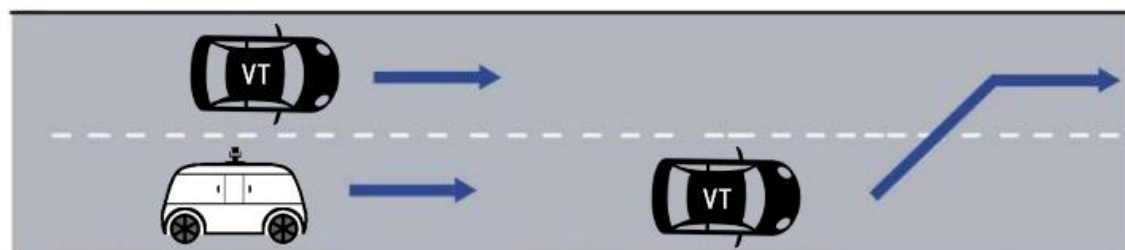


图 13 前方车辆切出场景示意图

(2) 测试方法

测试车辆在外侧车道驶向 VT_1 。当测试车辆稳定跟随目标车辆 VT_1 后，目标车辆 VT_1 开始换道并入相邻车道，完成换道时间不大于 3s。 VT_2 最前端在 VT_1 换道开始前保持在与试验车辆最后端 3m 以内行驶。

(3) 通过要求

测试车辆应不与目标车辆发生碰撞。当目标车辆切出后，测试车辆应执行加速动作。

5.1.5.4 目标车辆切出后存在静止车辆

试验场景、试验方法和通过条件参照 DB4403/T 359.1—2023 的 C.4.3.3.5 目标车辆切出后存在静止车辆的要求。其中目标车 VT_1 预设速度为 10km/h，预设时间区间为 [3, 4]。

5.1.5.5 摩托车同车道行驶

(1) 测试场景

试验道路为至少包含单向双车道的长直道，中间车道线为白色虚线。摩托车以 15km/h~20km/h 速度于距离本车道右侧车道线内侧 1m~2.5m 范围内沿外侧车道行驶。

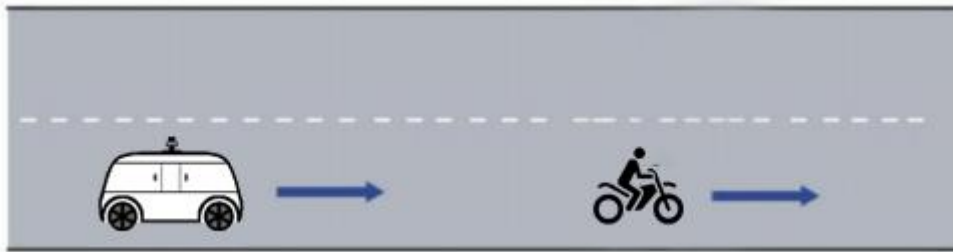


图 14 摩托车同车道行驶场景示意图

(2) 测试方法

测试车辆于外侧车道驶向摩托车。若跟随摩托车行驶，当测试车辆速度不大于 20km/h 时，且持续时间超过 5s 后，摩托车从车道右侧离开当前车道。

(3) 通过要求

测试车辆应采用绕行或跟随方式通过该场景且不与摩托车发生碰撞。

5.1.5.6 跟车停-走

(1) 测试场景

测试道路为至少包含单向双车道的长直道，中间车道线为白色虚线。

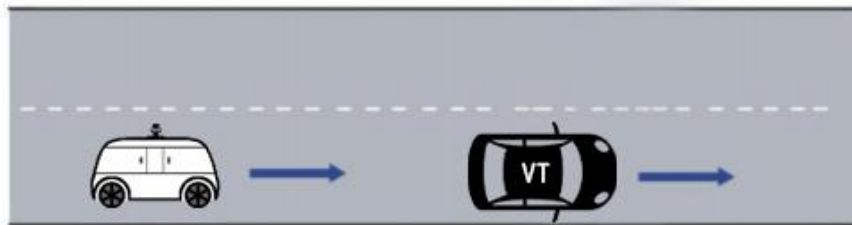


图 15 跟车停-走场景示意图

(2) 测试方法

测试车辆在自动驾驶模式下，测试车辆和目标车辆在最右车道内以 15km/h-20km/h 的车速向前匀速行驶，当测试车辆稳定跟随目标车辆后，前方目标车辆紧急制动至车辆完全刹停。目标车辆保持原

车道起步并于 2s 后前方目标车辆重新起步加速至 10km/h 的车速。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆应满足以下条件：

- a) 若具备换道行驶功能，目标车辆减速至停止过程中，试验车辆应完成换道并超越目标车辆且不与目标车辆发生碰撞；
- b) 若不具备换道行驶功能，试验车辆应跟随目标车辆行驶且不与目标车辆发生碰撞。

5.1.6 遵守道路通行规定的的能力

5.1.6.1 右侧行驶

(1) 测试场景

测试道路为长度不小于 100m，至少单向双车道的长直路，中间车道线为白色虚线。



图 16 右侧行驶场景示意图

(2) 测试方法

初始状态时，测试车辆在右侧第二车道内以 15-20km/h 速度行驶。

(3) 通过要求

- a) 测试车辆会自动变道至最右侧车道；
- b) 测试车辆的纵轴线在最右侧车道的中心对称线右侧。

5.1.6.2 直行通过无信号灯路口时与右侧直行车辆冲突通行

(1) 测试场景

测试道路为包含双向两车道的十字交叉路口。目标车辆从测试车辆右方横向直线驶入路口。

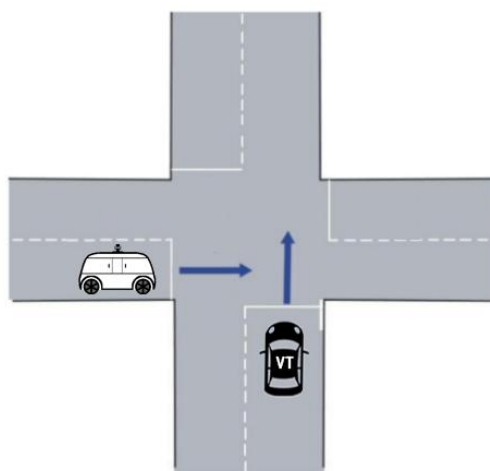


图 17 直行通过无信号灯路口时与右侧直行车辆冲突通行场景示意图

(2) 测试方法

测试车辆根据路径设定在车道内沿标有指示标线的车道直行通过该路口。目标车辆以 20-40km/h 速度匀速驶向路口，测试车辆保持当前行驶状态，两车存在碰撞风险。

(3) 通过要求

a) 测试车辆应驶入对应车道，且不应与目标车辆发生碰撞；

ba) 测试车辆应遵守右方来车先行的交通规则，实现避让并驶入对应车道行驶，且不应与目标车辆发生碰撞。

5.1.6.3 右转通过无信号灯路口时与左侧直行车辆冲突通行

(1) 测试场景

测试道路为至少包含双向两车道的十字交叉路口，目标车辆从对向车道驶入路口并直行。

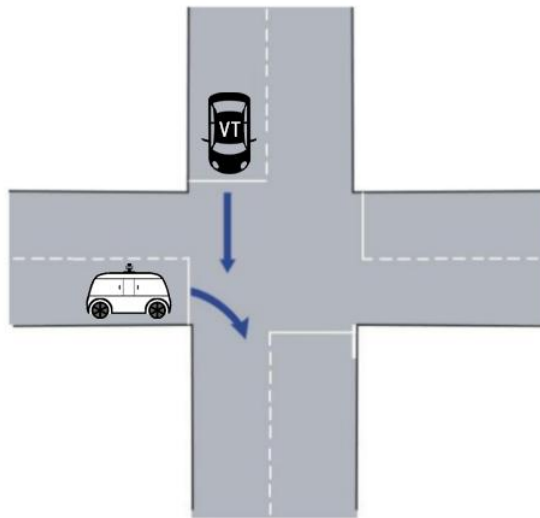


图 18 右转通过无信号灯路口时与左侧直行车辆冲突通行场景示意图

(2) 测试方法

机动车在车道内 30km/h-60km/h 直行通过路口，测试车辆按测试道路设定路线驶入路口。

(3) 通过要求

测试过程中，测试车辆应满足以下条件：

测试车辆应遵守“转弯的机动车让直行的机动车”先行的交通规则，实现避让并驶入对应车道行驶，测试车辆应驶入对应车道且不与机动车发生碰撞。

5.1.6.4 右转通过无信号灯路口时与行人直行冲突通行

(1) 测试场景

测试道路为至少包含双向两车道的十字交叉路口，行人在人行横道上行走。

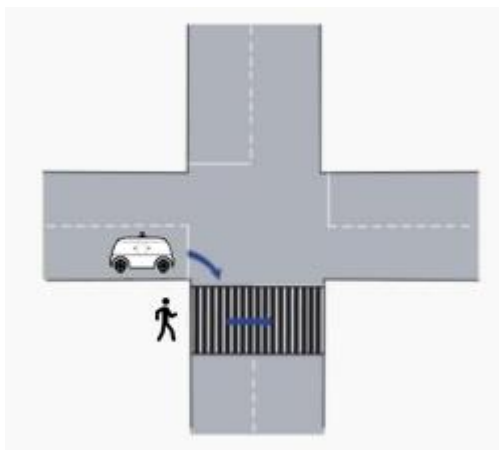


图 19 右转通过无信号灯路口时与行人直行冲突通行场景示意图

(2) 测试方法

测试车辆在车道内右转弯行驶通过该路口，行人以 5km/h~6.5km/h 的速度按测试道路设定路线通过路口。

(3) 通过要求

测试过程中，测试车辆应满足以下条件：

测试车辆避让行人，应驶入对应车道且不与行人发生碰撞。

5.1.7 车辆停车

5.1.7.1 靠边停车

(1) 测试场景

测试道路为至少包含一条车道的长直道。



图 20 靠边停车场景示意图

(2) 测试方法

在自动驾驶模式下，测试车辆在测试道路以速度 15-20km/h 行驶，通过测试路段。测试车辆在路径规划终点处停靠。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆出现以下情形的，则该项测试场景不予通过：

- a) 停车后，车身超过道路右侧边缘线或人行道边缘；
- b) 停车后，车身外轮廓距离道路右侧边缘线或人行道边缘平均距离大于 0.3m。
- c) 停车后，车身最前端距离停靠点纵向距离超过 10m。

5.1.7.2 行人占用停车点

(1) 测试场景

测试道路为至少包含一条车道的长直道，设置行人占用停车点。



图 21 行人占用停车点场景示意图

(2) 测试方法

在自动驾驶模式下，测试车辆在车道内以 15-20km/h 的速度驶向指定停车点。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆应满足以下条件：

测试车辆避开障碍物并在停车点附近停车，车辆右侧距离车道右侧边缘最大距离不大于 0.3m，车身最前端距离停靠点纵向距离超过 2m。

5.1.7.3 静止车辆占用停车点

(1) 测试场景

测试道路为至少包含一条车道的长直道，设置静止车辆占用停车点。



图 22 静止车辆占用停车点场景示意图

(2) 测试方法

在自动驾驶模式下，测试车辆在车道内以 15km/h 的速度驶向指定停车点。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆应满足以下条件：

测试车辆避开障碍物并在停车点附近停车，车辆右侧距离车道内侧最大距离不大于 0.3m。

5.1.8 车辆循迹行驶

(1) 测试场景

测试道路至少包含一条车道的长直道，测试车辆沿规划的直线行驶路线行驶。直线行驶路线长度超过 100m。

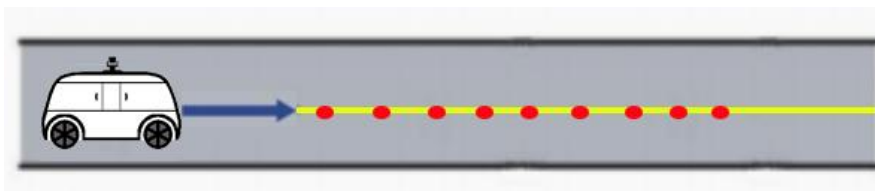


图 23 车辆循迹行驶场景示意图

(2) 测试方法

按示意图中的点画线为预定行驶路线自动驾驶，预先定位 A、B 点，长度不小于 100m。以 15.0km/h~20km/h 行驶，完成行驶路线后，在 A、B 点建引出行驶幅宽中心线作为基准。随后，在稳态直线跟踪段均匀提取行驶区域的边界点 10 个，两个边界点间距不小于 1m，用卷尺量取边界点至白色基准线之间的距离，后用行驶区域幅宽的一半减去该测量值，即为边界点处的横向偏移误差。取 10 次横向偏移误差的绝对值的最大值作为该行最大跟踪误差，取 10 次横向偏移误差的平均值作为该行平均跟踪误差。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆出现以下情形的，则该项测试场景不予通过：

- a) 测试车辆在测试过程中，出现中途停车情形；
- b) 测试车辆在整个行进过程中与所设定行驶路线的跟踪误差的均方根误差不大于 0.15m。

5.1.9 紧急避险能力

5.1.9.1 行人突然横穿

(1) 测试场景

测试道路为至少包含单向双车道的长直道，中间车道线为白色虚线。

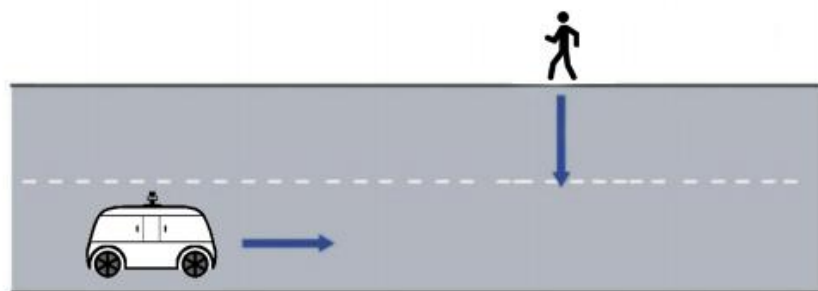


图 24 行人突然横穿场景示意图

(2) 测试方法

在自动驾驶模式下，测试车辆在最右侧车道内，以 15~20km/h 的车速向前匀速行驶。当预碰撞时间首次达到 3.5s~4.5s 时间区间时，行人于试验车辆左侧以 5km/h~6.5km/h 的速度横穿道路动作，并通过试验车辆所在车道的最右侧车道线。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆应满足以下条件：

测试车辆不应与行人发生碰撞。

5.1.9.2 动物突然横穿

(1) 测试场景

测试道路为至少包含单向双车道的长直道，中间车道线为白色虚线。

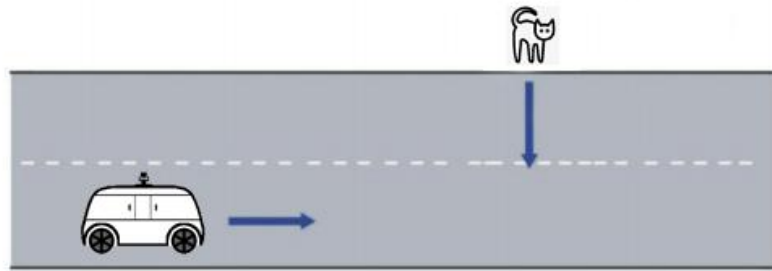


图 25 动物突然横穿场景示意图

(2) 测试方法

在自动驾驶模式下，测试车辆在最右侧车道内，以 15~20km/h 的车速向前匀速行驶。当预碰撞时间首次达到 3.5s~4.5s 时间区间时，小动物于试验车辆左侧以 10km/h~15km/h 的速度横穿道路动作，并通过试验车辆所在车道的最右侧车道线。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆应满足以下条件：

测试车辆应能正确识别动物，且不发生碰撞。

5.1.9.3 非机动车横穿道路

(1) 测试场景

测试道路为至少包含单向双车道的长直道，中间车道线为白色虚线。

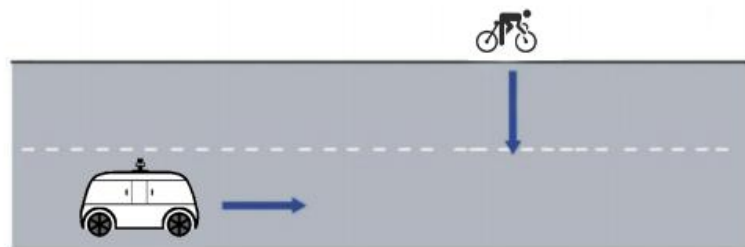


图 26 非机动车横穿道路场景示意图

(2) 测试方法

试验车辆在外侧车道内行驶，以 20km/h 的车速向前匀速行驶；当预碰撞时间首次达到 3.5s~4.5s 时间区间时，非机动车于左侧出发，以 14km/h~16km/h 横穿道路动作并停止于试验车辆当前行驶车道中间，停止 2s 后非机动车继续加速至 14km/h~16km/h 通过该道路。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆出现以下情形的，则该项测试场景不予通过：

测试车辆与非机动车发生碰撞。

5.1.9.4 前方车辆紧急制动

(1) 测试场景

测试道路为至少 1 条单向车道的测试路段。



图 27 前方车辆紧急制动场景示意图

(2) 测试方法

测试车辆在自动驾驶模式下，与前方目标车辆均以 15km/h 的车速沿车道中间匀速行驶。当测试车辆达到稳定跟车状态后，前方目标车辆 1s 内达到减速度 6m/s^2 并减速至停止。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆应满足以下条件：
测试车辆应该避免与目标车辆发生碰撞。

5.1.9.5 小型智能车交通事故后的最小风险策略

(1) 测试场景

测试道路为单向至少有 1 个车道的测试路段。

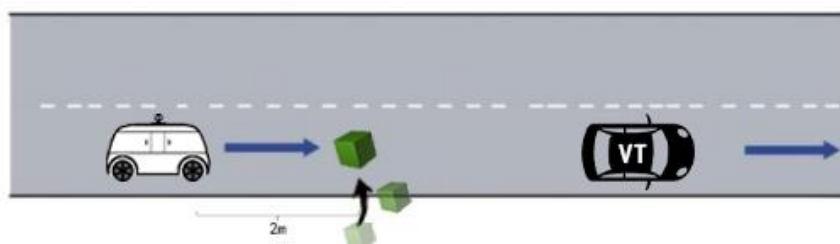


图 28 小型智能车交通事故后的最小风险策略场景示意图

(2) 测试方法

测试车辆在自动驾驶模式下，与前方目标车辆均以 $15\text{km/h} \sim 20\text{km/h}$ 的车速沿车道中间匀速行驶。在距离测试车辆纵向距离 2m 处，在道路旁边向车道上掷出一块边长为 30cm 的立方体障碍物，使得车辆与立方体障碍物发生碰撞。若车辆未与立方体障碍物发生碰撞，则将纵向距离减少至前一次纵向距离的 $1/2$ ，依次按 $1/2$ 进行缩减，直至车辆与立方体障碍物发生碰撞。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆应满足以下条件：

a) 测试车辆与障碍物发生碰撞后，执行最小风险缓解操作，进入最小风险状态。

b) 在通过自动驾驶系统或/和近场干预操作员（如适用）或远程干预操作员（若适用）的自检确认小型智能车的安全运行状态之前，自动驾驶系统不得恢复正常运行。

5.1.10 人工接管

5.1.10.1 现场人工接管及接管后的可操作性

(1) 测试场景

测试道路为包含非机动车道或机动车道的长直道路。

(2) 测试方法

测试车辆在自动行驶状态下以测试速度进入测试路段；现场操作人员根据操作人员指令人工接管车辆，并测试车辆的加速、减速、灯光、制动等性能。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆出现以下情形的，则该项测试项目不予通过：

- a) 人工介入无法紧急制动车辆；
- b) 人工介入后，自动行驶系统未退出；
- c) 人工介入后，制动时间超过 5s；
- d) 人工介入后，测试车辆无法按测试人员指令行驶；
- e) 人工介入后，车辆动力，制动，转向，灯光等系统出现异常。

5.1.10.2 远程人工接管及接管后的可操作性

(1) 测试场景

测试道路为至少含一条双向 2 车道的测试路段。

(2) 测试方法

远程接管测试：测试车辆能够在自动驾驶模式下，具备远程接管能力，在被远程接管之后，自动驾驶优先级低于远程接管，控制响应远程操作；

远程控制测试：测试车辆在远程接管模式下，能够进行前进、倒退、左转、右转、刹车等操控，以及灯光控制。

远程退出接管测试：测试车辆在远程接管模式下，能够远程退出接管模式，自动恢复自动驾驶模式。

(3) 通过要求

每类场景测试次数为 3 次，1 次不通过，则该项场景测试不通过。任何一个场景测试不通过，则该测试项目不通过。

5.1.11 最小风险策略

(1) 测试场景

测试道路为至少包含一条车道的长直道。在各车道内垂直于道路行驶方向均匀放置至少 3 个锥形交通路标。



图 29 最小风险策略场景示意图

(2) 测试方法

测试车辆以 15km/h 的速度驶向前方障碍物，行驶过程无人为干预。

(3) 通过要求

若测试过程中，测试车辆应满足以下条件：

- a) 不与障碍物发生碰撞；
- b) 发出超出设计运行范围提示信息。

5.1.12 故障测试

5.1.12.1 自动驾驶系统故障测试

(1) 测试场景

测试道路为至少包含一条车道的长直道。在测试车辆行驶和静止状态下，通过物理或模拟方式触发自动驾驶系统故障。



图 30 自动驾驶系统故障测试场景示意图

(2) 测试方法

应包含以下两种状态：

1) 测试车辆在直线行驶的过程中，通过物理或模拟方式触发自动驾驶系统（传感器或软件系统等）故障。

2) 测试车辆在车辆静止的时，通过物理或模拟方式触发自动驾驶系统（传感器或软件系统等）故障，后激活自动驾驶系统。

3) 进行 3 次测试。在三次测试中，上述各状态至少出现一次。

(3) 通过要求

1) 测试车辆在行驶过程中触发故障的，应执行风险减缓策略，不与道路其他设施发生碰撞，且发出自动驾驶系统故障警告信息；

2) 测试车辆在静止状态下触发故障的，应发出自动驾驶系统故障警告信息。

5.1.12.2 车辆故障测试

(1) 测试场景

测试道路为至少包含一条车道的长直道。在测试车辆行驶和静止状态下，通过物理或模拟方式触发车辆故障。



图 31 车辆故障测试场景示意图

(2) 测试方法

应包含以下两种状态：

1) 测试车辆在直线行驶的过程中，通过物理或模拟方式触发车辆（ESP 或胎压等自动驾驶系统以外部分）故障。

2) 测试车辆在车辆静止的时，通过模拟或物理方式触发车辆故障（ESP 或胎压等自动驾驶系统以外部分）故障，后启动自动驾驶。

3) 进行 3 次测试。在三次测试中，上述各状态至少出现一次。

(3) 通过要求

T/XXX

1) 测试车辆在行驶过程中触发故障的，应执行风险减缓策略，不与道路其他设施发生碰撞，且发出车辆故障警告信息；

2) 测试车辆在静止状态下触发故障的，应发出车辆故障警告信息。

5.1.13 数据记录测试

试验方法和通过条件参照 DB4403/T 359.1—2023 的 C.4.7 数据记录系统辅助存储设备数据记录试验。

5.1.14 车辆信息安全测试

5.1.14.1 车辆外部连接安全测试方法

应符合 DB4403/T 355—2023 标准 A.4 车辆外部连接安全测试方法。

5.1.14.2 车辆通信通道安全要求

应符合 DB4403/T 355—2023 标准 A.5 车辆通信安全测试方法。

5.1.14.3 车辆软件升级安全要求

应符合 DB4403/T 355—2023 标准 A.6 车辆软件升级安全测试方法。

附录 A 自动驾驶封闭场地功能测试列表

序号	测试项目	测试场景
1	自动驾驶系统激活能力测试	
2	交通信号灯及标线识别及响应	方向指示信号灯识别及响应
		机动车信号灯识别及响应
		非机动车信号灯识别及响应
		人行横道线识别及响应
		道路边沿识别及响应
3	道路类型、交通基础设施及障碍物识别及响应	弯道
		环岛行驶
		施工车道
		静态目标识别及响应（包括车辆、行人、自行车、小动物）
		机非隔离栏识别及响应
4	行人及非机动车识别及响应	行人横穿人行横道线
		行人沿道路行走测试
		非机动车沿道路骑行
5	周边车辆行驶状态识别及响应	静止车辆占用部分车道
		前方车辆切入
		前方车辆切出
		目标车辆切出后存在静止车辆
		摩托车同车道行驶
		跟车停-走测试
6	遵守道路通行规	右侧行驶

	定的能力	直行通过无信号灯路口时与右侧直行车辆冲突通行
		右转通过无信号灯路口时与左侧直行车辆冲突通行
		右转通过无信号灯路口时与行人直行冲突通行
7	车辆停车	靠边停车
		行人占用停车点
		静止车辆占用停车点
8	车辆循迹行驶	
9	紧急避险能力	行人突然横穿
		动物突然横穿
		非机动车横穿道路
		前方车辆紧急制动
		小型智能车交通事故后的最小风险策略
10	人工接管	现场人工接管及接管后的可操作性
		远程人工接管及接管后的可操作性
11	最小风险策略	
12	故障测试	自动驾驶系统故障测试
		车辆故障测试