

团 体 标 准

T/ITS 0137.2—2020

自动驾驶出租汽车 第 2 部分：自动驾驶功能测试方法及要求

Automated driving taxi part 2: testing methods and requirements for
autonomous driving functions

2020 - 12 - 31 发布

2021- 03 - 01 实施

中国智能交通产业联盟

发 布

目 次

前 言..... 11

引 言..... 111

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 测试项目..... 2

5 测试要求..... 3

 5.1 车辆要求..... 3

 5.2 测试环境条件..... 3

 5.3 测试道路要求..... 4

 5.4 测试设备与记录工具..... 4

 5.5 测试过程..... 4

6 测试方法..... 5

 6.1 交通标志/标线的识别与响应..... 5

 6.2 交通信号灯的识别及响应..... 12

 6.3 前方车辆行驶状态识别及响应..... 15

 6.4 障碍物识别及响应..... 17

 6.5 行人和非机动车识别及避让..... 19

 6.6 跟车行驶..... 23

 6.7 靠路边停车..... 25

 6.8 超车..... 26

 6.9 并道..... 27

 6.10 十字路口通行..... 30

 6.11 环岛路口通行..... 34

 6.12 自动紧急制动..... 35

 6.13 人工操作接管..... 36

 6.14 信号干扰..... 38

 6.15 主辅路通行..... 39

 6.16 匝道通行..... 41

 6.17 坡道通行..... 44

 6.18 雨天通行..... 44

 6.19 低能见度路段通行..... 2

 6.20 湿滑路段通行..... 3

 6.21 泊车..... 4

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。

本文件由中国智能交通产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：北京百度网讯科技有限公司、湖南湘江智能科技创新中心有限公司、交通运输部公路科学研究院、上海淞泓智能汽车科技有限公司、北京滴滴无限科技发展有限公司、中国信息通信研究院、东风汽车集团有限公司技术中心、中国第一汽车集团有限公司、北京汽车股份有限公司、北汽新能源汽车股份有限公司、阿里巴巴（中国）有限公司、博世汽车部件（苏州）有限公司、电信科学技术研究院有限公司、上海国际汽车城（集团）有限公司、山西省交通科技研发有限公司、阳泉领航科技产业有限公司、威马汽车科技集团有限公司、北京汽车研究总院有限公司。

本文件主要起草人：彭伟、邢亮、谢国富、李焱、孙猛、杨静、李虹、杨梦燕、李霖、樊晓旭、霍燕燕、周炜、李文亮、高金、张学文、聂育仁、宋德王、杨杰、刘勃、孙松源、武晓宇、葛雨明、于润东、朱振夏、程周、张军、吴宏涛、刘力源、乔斌亮、崔昱、史钦君、王艳华、闫涛、赵学岩、李彪、张传桢、张文炬、陈立成。

引 言

本标准系列标准，包含《自动驾驶出租汽车 第1部分：车辆运营技术要求》和《自动驾驶出租汽车 第2部分：自动驾驶功能测试方法及要求》2个部分。本标准为第2部分。

中国智能交通产业联盟

自动驾驶出租汽车 第2部分：自动驾驶功能测试方法及要求

1 范围

本文件规定了自动驾驶出租汽车在封闭测试场地内进行自动驾驶功能测试的测试项目、测试要求和测试方法。

本文件适用于具备高度自动驾驶及完全自动驾驶能力，提供出租汽车运营服务的M1类乘用车。

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。

T/ITS 0137.1-2020 自动驾驶第1部分：车辆运营技术要求
智能网联汽车自动驾驶功能测试规程（试行）

3 术语和定义

T/ITS 0137.1-2020界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自动驾驶出租汽车 automated driving taxi

按照乘客提交的行程需求执行出行服务，并依据约定价格计费的经营性自动驾驶乘用车。

[T/ITS 0137.1-2020，定义3.1]

3.2

自动驾驶系统 automated driving system

在行驶过程中执行部分或全部动态驾驶任务，不包括仅在行驶过程中对测试安全员进行告警的系统。

[T/ITS 0137.1-2020，定义3.2]

3.3

设计运行范围 operational design domain

自动驾驶车辆实现功能的特定条件，包括但不限于本车状态、环境条件、地理条件、时间限制、交通条件、道路条件等。

[T/ITS 0137.1-2020，定义3.3]

3.4

动态驾驶任务 dynamic driving task

完成车辆驾驶所需的感知、决策和执行等行为，包括但不限于：车辆横向运动控制、车辆纵向运动控制、目标和事件探测与响应、驾驶决策、车辆照明及信号装置控制。

[T/ITS 0137.1-2020，定义3.4]

3.5

后侵入时间 post encroachment time, PET

在两个物体运动轨迹相交的场景下，两个物体经过十字点的时间差。

4 测试项目

自动驾驶功能检测项目及测试场景如表1所示。

表1 乘用车自动驾驶功能检测项目及测试场景

序号	检测项目	测试场景	备注
1	交通标志/标线的识别及响应	限速标志/标线识别及响应	/
		停车让行标志/标线识别及响应	
		车道线识别及响应	
		人行横道线识别及响应	
		禁止通行标志识别及响应	
		禁止长时停车标志/标线*	
		路口导向线识别及响应	
2	交通信号灯的识别及响应	左转待转区识别及响应	/
		机动车信号灯识别及响应	
3	前方车辆行驶状态的识别及响应	方向指示信号灯识别及响应	/
		车辆驶入识别及响应	
		对向车道借道本车车道行驶识别及响应	
4	障碍物的识别及响应	跟车时前方车辆切出	/
		障碍物测试	
5	行人和非机动车的识别及响应	误作用测试	比如：水马、围栏等
		比如：井盖、减速带等	
6	行人和非机动车的识别及响应	行人横穿马路	/
		行人沿道路行走	
		非机动车横穿马路	
		非机动车沿道路骑行	
		行人从停靠车辆后方横穿	
		非机动车穿行-遮挡	
7	跟车行驶	稳定跟车行驶	/
		停-走功能	
8	靠边停车	靠路边应急停车	/
		最右车道内靠边停车	
9	超车	超车	/
10	并道行驶	邻近车道无车并道	/
		邻近车道有车并道	
		前方车道减少	

表1 (续)

序号	检测项目	测试场景	备注
10	十字路口通行	直行车辆冲突通行	/
		右转车辆冲突通行	
		左转车辆冲突通行	
		掉头	
11	环形路口通行	环形路口通行	/
12	自动紧急制动	前车静止	/
		前车制动	
13	人工操作接管	人工操作接管提醒功能	/
		人工主动接管功能	
14	信号干扰	定位信号干扰	/
15	主辅路通行	驶入辅道	/
		驶出辅道	
16	匝道通行	邻近车道无车驶入匝道	/
		邻近车道有车驶出匝道	
		主道无车行驶驶入匝道	
		主道有车行驶驶出匝道	
17	坡道通行	坡道起步和停车	/
18	雨天通行	雨天通行	雨量≤10 mm/d 必测； 10 mm/d<雨量≤25 mm/d 选测；
19	低能见度路段通行*	低能见度路段通行	500 m≤能见度≤1000 m 必测； 50 m≤能见度<500 m 选测；
20	湿滑路段通行	湿滑路段通行	/
21	泊车*	平行车位泊车	/
		垂直车位泊车	
		斜向车位泊车	
注：*标记的为可选项，可具体根据测试车辆本身技术能力确定是否进行测试。			

5 测试要求

5.1 车辆要求

车辆在自动驾驶系统下, 如发生紧急情况、系统故障或超出设计运行范围, 车辆应能及时发出人工接管请求和提示, 确保安全员能够进行人工操作接管等相关功能。

5.2 测试环境条件

5.2.1 天气干燥, 无降水、降雪等情况。

5.2.2 水平方向上的能见度不低于 1000 m。

5.2.3 风速不大于 10 m/s。

5.2.4 对于在自然光条件下进行的试验, 整个试验区域内的照明情况一致, 光照强度不低于 2000 lux。

5.3 测试道路要求

测试路面应为沥青柏油路面，坡度应不大于6%。

5.4 测试设备与记录工具

5.4.1 测试设备性能应符合下列要求：

- a) 动态数据采集和存储的频率应不低于 100 Hz；
- b) 精度要求：
 - 1) 速度精度应达到 0.1 km/h；
 - 2) 横向和纵向位置精度应不高于 0.1 m；
 - 3) 加速度精度应不高于 0.1 m/s²；
 - 4) 定位精度：水平应不高于 0.5 m+1×10⁻⁶ 均方根值；
 - 5) 定向精度应不低于 0.02°/m 均方根值。

5.4.2 测试记录工具应具备车辆状态记录、存储及在线监控功能，能实时回传记录的信息，并自动记录 and 存储车辆事故或失效状况发生前至少 90 s 的数据。记录的信息包含但不限于：

- a) 搭载在测试车辆上的设备数据，如定位装置、加速度传感器、摄像机等的的数据；
- b) 安装在封闭测试场地内的设备数据，如摄像机、路侧单元、电子交通设施等的的数据；
- c) 安装在目标车辆上面的辅助设备数据，如定位装置、加速度传感器摄像机等的的数据；

5.4.3 测试设备与记录工具的安装应符合下列要求：

- a) 安装于车辆内外的设备应采用可靠的固定方式，避免测试过程中松动掉落；
- b) 安装于场地内的测试设备应不影响正常行驶；
- c) 除信号干扰专项测试中的干扰设备外，测试设备安装后应不影响原有自动驾驶功能，不影响传感器工作；
- d) 用于体感评估的加速度传感器应安装在乘坐空间的中心位置，并且与车体进行刚性连接。若无法安装于中心位置，应选取最接近中心的位置进行安装；
- e) 测试设备安装水平距离应不超过左右后视镜距离；
- f) 车内监控摄像头应安装在拍摄清晰无遮挡处。

5.5 测试过程

5.5.1 测试过程要求

除表明需在测试安全员协助下完成的测试内容，测试任务应由测试车辆通过自动驾驶系统完成。测试过程中还应满足下列要求：

- a) 测试车辆能进行自动和人工驾驶模式切换；
- b) 测试车辆整个测试过程中应不违反交通规则，避险工况或强制要求除外；
- c) 每个场景测试次数应不少于 3 次，通过率要求为 100%；
- d) 所有测试应在满载的条件下进行；
- e) 应避让车辆、行人、非机动车，让其优先通行；
- f) 应能对可能出现危险的情形采取安全应急措施；
- g) 车辆应控制准确，不出现明显晃动或偏离正确行驶方向；
- h) 车辆停车或起步时，驻车功能不当或失效导致的车辆发生后向移动距离应不大于 30 cm；
- i) 评估过程中测试车辆不得因不明或不当原因停车；
- j) 测试过程中，测试车辆不与其他道路交通参与者、交通设施设备、障碍物等发生碰撞。

5.5.2 测试数据记录

记录的数据内容应包含：

- a) 车辆控制模式；
- b) 车辆定位信息；
- c) 车辆速度和加速度；
- d) 环境感知与响应状态；
- e) 车辆灯光、信号实时状态；
- f) 车辆外部 360 度视频监控情况；
- g) 测试驾驶人和人机交互状态的车内视频及语音监控情况；
- h) 车辆人工干扰情况；
- i) 车辆接收的远程控制指令；
- j) 测试车辆发生碰撞、失控、脱离自动驾驶状态等问题故障情况。

5.5.3 测试参数

测试过程中数据记录精度要求如下：

- a) 速度： (0 ± 2) km/h；
- b) 加速度： (0 ± 0.5) m/s²；
- c) 横向位置： (0 ± 0.3) m；
- d) 纵向位置： (0 ± 0.5) m；
- e) 横摆角速度： (0 ± 1.0) ° /s；
- f) 视频码流率：动态码流最低码率应不低于 1024 Kbps；
- g) 视频分辨率：应不低于 1920×1080；
- h) 拍摄帧率：应不低于 25 帧每秒。

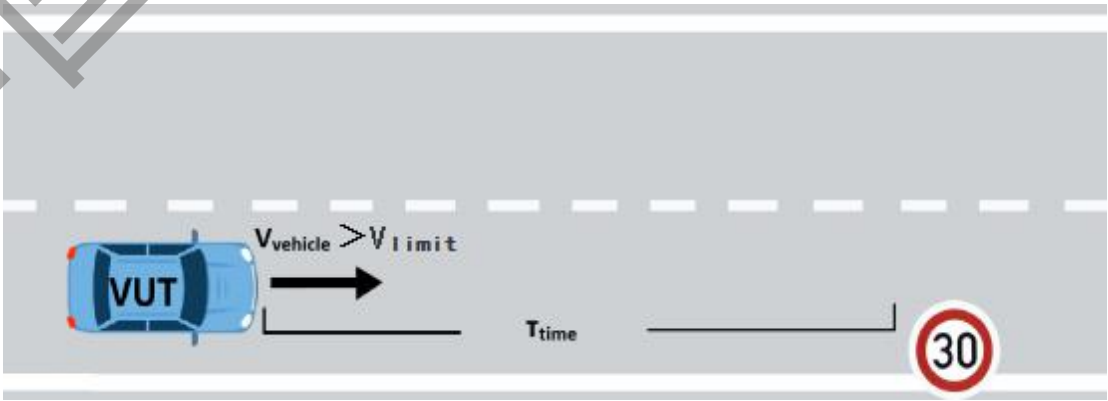
6 测试方法

6.1 交通标志/标线的识别与响应

6.1.1 限速标志识别及响应

6.1.1.1 测试场景

测试车辆以 $V_{vehicle}$ 匀速行驶，车辆前方 150m 处设置有限速标志。如图 1 所示。



说明:

V_{vehicle} ——测试车辆速度;

V_{limit} ——最高限制速度;

T_{time} ——时距。

注: 本文件下文示意图中的符号与此处含义相同, 下文不重复解释。

图 1 限速标志识别及响应场景示意图

6.1.1.2 测试方法

在自动驾驶模式下, 测试车辆沿车道中间平稳加速至 V_{vehicle} (V_{vehicle} 应大于 V_{limit}) 后匀速行驶。测试车辆检测到前方设置的限速标志后, 减速并以小于 V_{limit} 的速度通过限速标志, 平稳行驶一段距离。

6.1.1.3 测试通过要求

测试车辆经过限速标志时, 车速应不高于最高限制速度, 且不低于最高限制速度的 75%。

6.1.2 停车让行标志/标线识别及响应

6.1.2.1 测试场景

在测试道路长直车道上, 设置有停车让行标志和停车线。测试车辆以不低于 30km/h 的速度, 匀速驶向设置的标志标线。如图 2 所示。

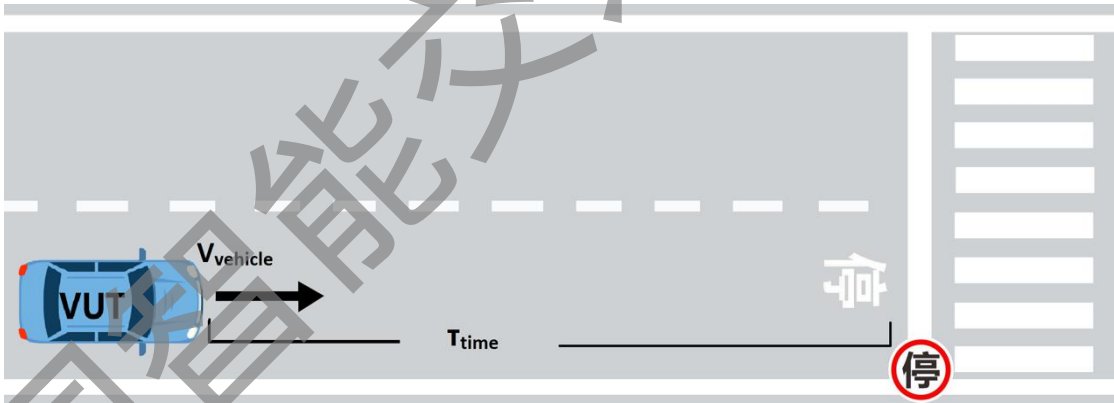


图 2 停车让行标志/标线识别及响应场景示意图

6.1.2.2 测试方法

按照下列方法进行测试:

- a) 在自动驾驶模式下, 测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度, 并匀速驶向前方 150m 处的停车线和停车让行标志;
- b) 测试车辆检测到停车让行线后, 减速至停车让行线前停车;
- c) 停车一段时间后, 测试车辆重新起步并加速至测试速度。

6.1.2.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆车头应在距离停车让行线 0 m~1.5 m 范围内停车；
- b) 测试车辆的停车时长应不超过 5 s。

6.1.3 车道线识别及响应

6.1.3.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度，匀速驶向弯道长度不小于 50 m，且进入弯道到驶出弯道时横向位移不少于一个车道的组合弯道。如图 3 所示。

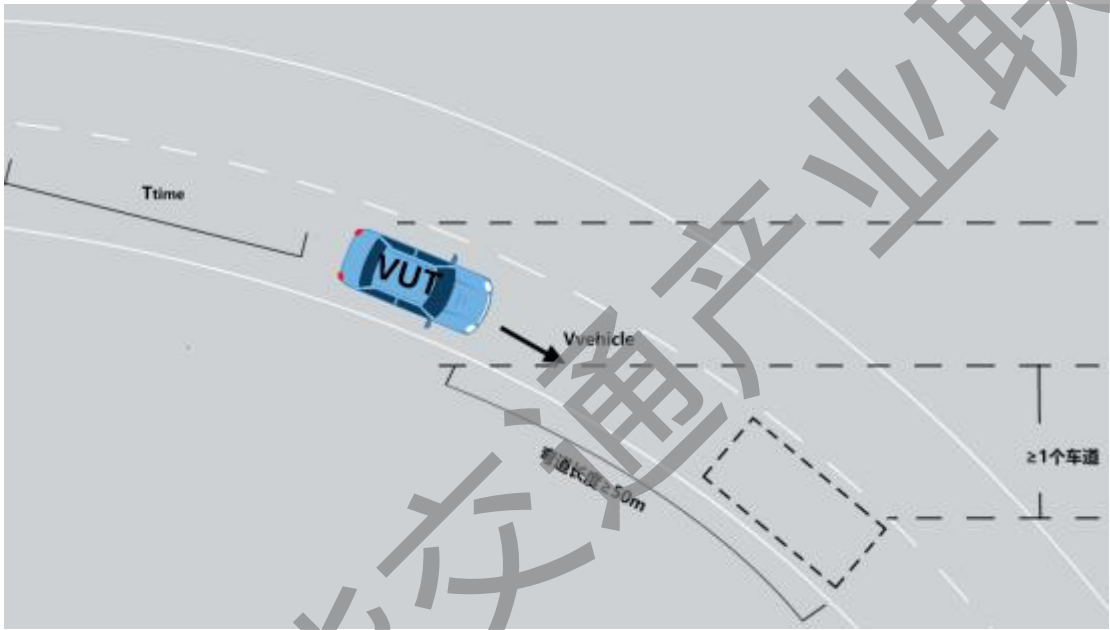


图 3 停车让行标志/标线识别及响应场景示意图

6.1.3.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度，并匀速驶向时距 6 s 处的弯道；
- b) 测试车辆识别车道线，并在车道内匀速行驶一段时距。

6.1.3.3 测试通过要求

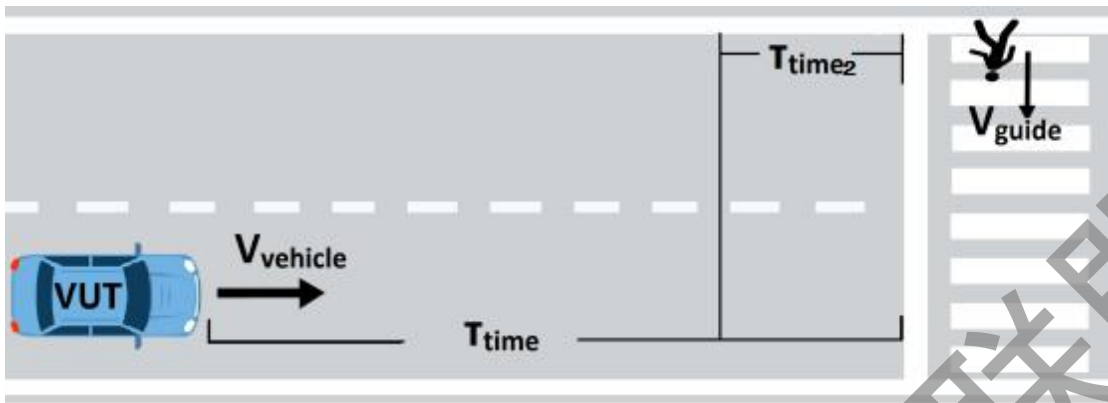
符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应始终保持在测试车道线内行驶，方向控制准确，不偏离轨道；
- b) 测试车辆的车轮应不碾压车道线。

6.1.4 人行横道线识别及响应

6.1.4.1 测试场景

在长直车道的路段内设置人行横道线，测试车辆以不低于 30km/h 的速度，沿测试道路匀速驶向人行横道线。有人通行时，如图 4 所示，无人通行时，如图 5 所示。



说明：
 V_{guide} ——目标物速度。
注：本文件下文示意图中的符号与此处含义相同，下文不重复解释。

图 4 人行横道线识别及响应有人通行场景示意图

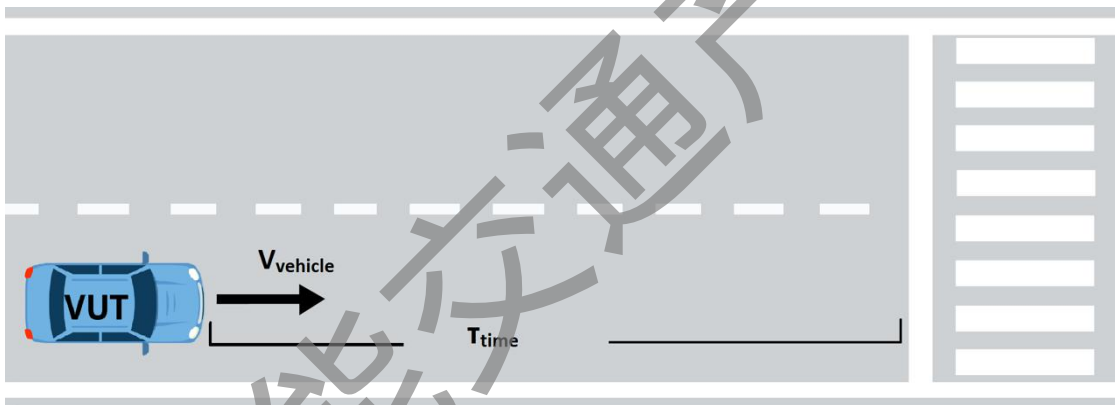


图 5 人行横道线识别及响应无人通行场景示意图

6.1.4.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度后，匀速驶向时距 6 s 处的人行横道线；
- b) 如有模拟行人通行时，行人在距离左车道线垂直距离 4.5 m 处起步，行人移动路线在人行横道线上保持居中，并在测试车辆距离人行横道时距 3.5 s 时，模拟行人以目标物速度 V_{guide} 由左侧相邻车道进入， $5\text{ km/h} < V_{\text{guide}} < 6.5\text{ km/h}$ ；待测试车辆检测到人行横道线和模拟行人后，应减速至停止线前停车；待模拟行人通过一定时间后，重新起步并加速至测试速度；
- c) 如无行人通行，测试车辆应减速慢行通过人行横道线。

6.1.4.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 有行人通行时，测试车辆应在人行横道前 0 m~1.5 m 范围内停车（从人行横道前的停止线开始测量，无停止线时从人行横道线近端开始测量），待行人离开车辆前进道路，停车时长不超过 5

s;

b) 无行人通行时，测试车辆应减速通过人行横道线，通过速度小于测试速度的 75%。

6.1.5 禁止通行标志识别及响应

6.1.5.1 测试场景

在长直路段路旁设置禁止通行标志，测试车辆以不低于 30km/h 的速度，匀速驶向禁止通行标识。如图 6 所示：

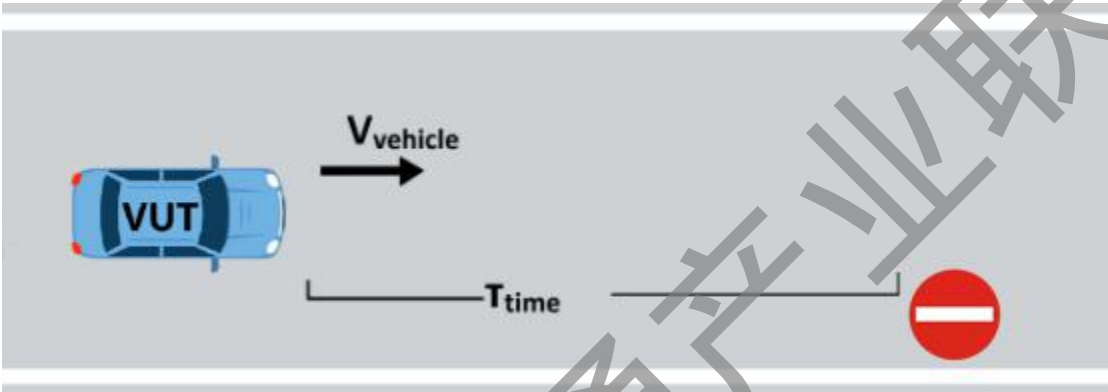


图 6 禁止通行标志识别及响应场景示意图

6.1.5.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在长直道路路旁设置禁止通行标志；
- b) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间以测试速度匀速驶向前方 150 m 处的禁止通行标志；
- c) 测试车辆检测到禁止通行标志后，不驶入禁止通行路段。

6.1.5.3 测试通过要求

测试车辆应能识别禁止通行标志，绕行或停车提示无法通行。

6.1.6 禁止长时间停车标志/标线

6.1.6.1 测试场景

在长直道路设置一段道路为禁止长时间停车路段，并在右侧设置禁止长时停车标志。测试车辆检测到禁止长时间停车标志后，能够临时停靠一段时长后离开。如图 7 所示：



图 7 禁止长时间停车标志/标线场景示意图

6.1.6.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间以测试速度匀速驶向前方 150m 处的禁止长时间停车标志；
- b) 待测试车辆检测到禁止长时间停车标志后，临时停靠。在停靠一定时间后，驶离禁止长时间停车区域，平稳行驶一段距离。

6.1.6.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应能识别禁止长时间停车标志；
- b) 测试车辆临时停靠时间应不超过 300 s。

6.1.7 路口导向线识别及响应

6.1.7.1 测试场景

直行车道存在左转、直行及右转线。测试车辆以不低于 30km/h 的速度，匀速行驶在直行车道上，并按照导向线标志，选择合理行车路线行驶到指定的终点。如图 8 所示：

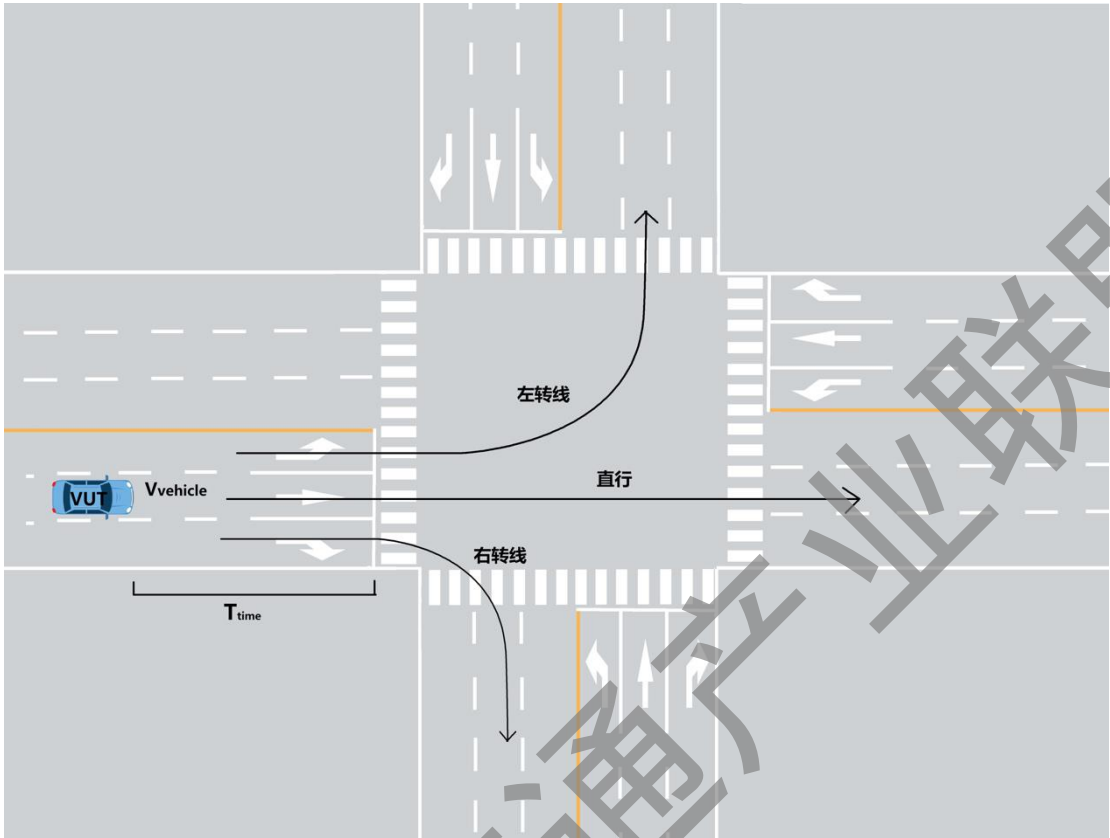


图 8 路口导向线识别及响应示意图

6.1.7.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆在中间车道上，以测试速度匀速驶向前方时距 6 s 的路口；
- b) 测试车辆根据规划路线选择左转、右转、直行车道，行驶到终点。

6.1.7.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆不得碾压实线；
- b) 测试车辆应按照导向指示正确的选择车道，完成左转、右转、直行等行为。

6.1.8 左转待转区识别及响应

6.1.8.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度，匀速行驶在标有直行、左转和左转待转区的指示标线的车道内。待直行方向交通信号灯为绿色时，慢速驶入左转待转区。如图 9 所示：

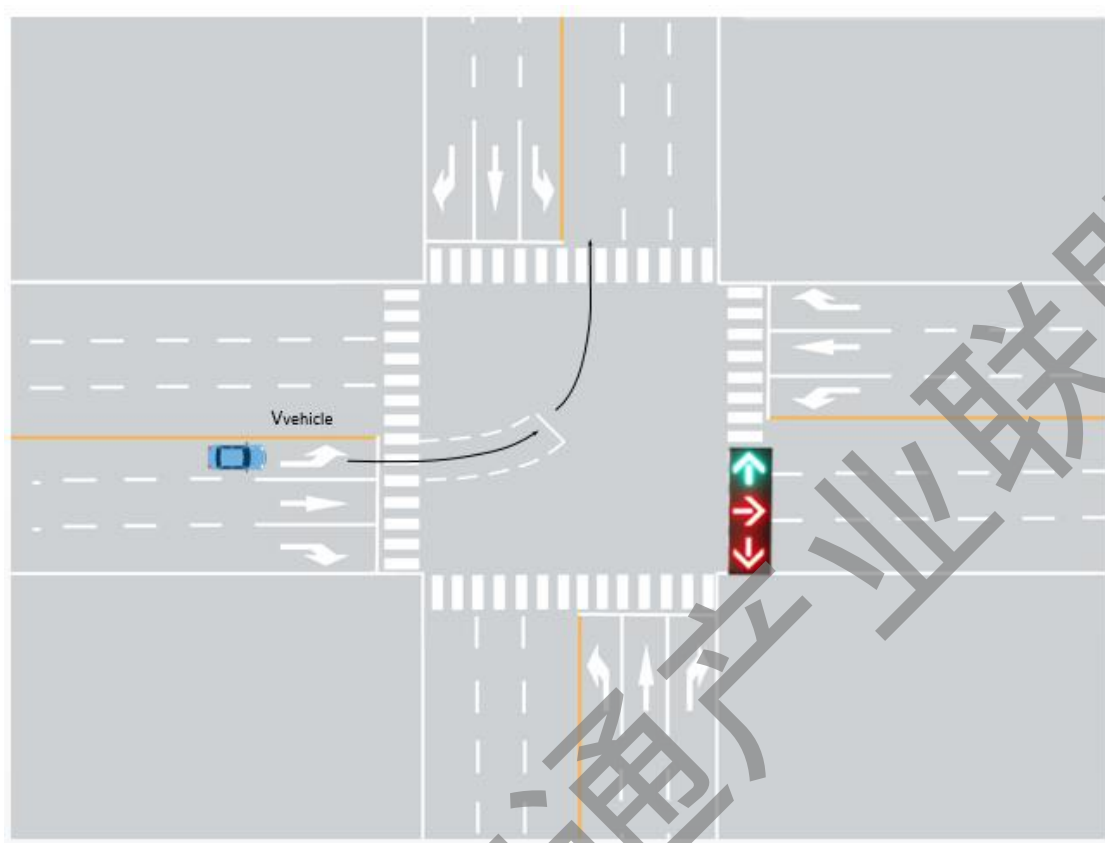


图9 左转待转区识别及响应示意图

6.1.8.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下,测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速驶向时距 6s 的十字路口;
- b) 测试车辆根据信号灯的指示通过路口:
 - 1) 如直行方向交通信号灯为红色,测试车辆减速并在停车线前停车。当直行方向转为绿色时,测试车辆慢速行驶至左转待转区。待左转信号灯亮后,左转通过路口,平稳行驶一段距离;
 - 2) 如直行方向交通信号灯为绿色,测试车辆慢速行驶至左转待转区,待左转信号灯亮后,左转并缓慢通过路口,平稳行驶一段距离;
 - 3) 如左转信号灯为绿色,测试车辆直接左转通过路口,平稳行驶一段距离。

6.1.8.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过:

- a) 测试车辆应在停车线 0 m~1.5 m 范围内停车,不碾压实线;
- b) 测试车辆应能正确开启转向灯,并在正确的时机行驶至左转待转区;
- c) 测试车辆应能按照交通规则,实现左转进入对应车道安全通行。

6.2 交通信号灯的识别及响应

6.2.1 测试场地要求

测试道路为封闭状态的长直路，路面平坦且无明显凹坑。测试路段中至少含一个路口，长度不少于 100 m，并根据测试需求，设置交通信号灯设备。

6.2.2 机动车信号灯识别及响应

6.2.2.1 测试场景

在测试长直路段的路口设置交通信号灯，可按测试需求配置交通灯工作状态。测试车辆以不低于 30km/h 的速度，匀速驶向交通信号灯。如图 10 所示：

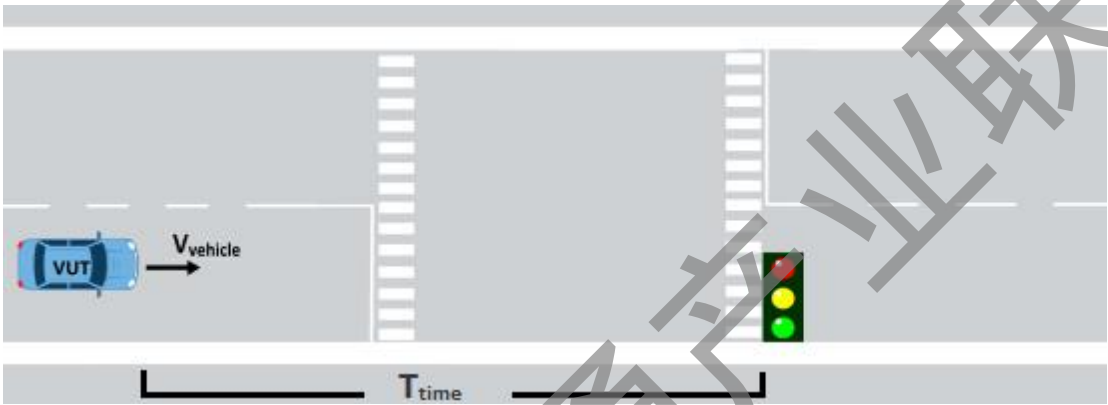


图 10 机动车信号灯识别及响应场景示意图

6.2.2.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至目标物速度并匀速驶向时距 6 s 处的交通信号灯；交通信号灯初始状态随机，测试包含绿色、黄色、红色、持续闪烁的黄色交通信号灯四种情况；
- b) 如交通信号灯是红色，测试车辆减速慢行至停止线前停车；待信号灯由红色变为绿色后，测试车辆起步慢速通过路口；然后加速至 $V_{vehicle}$ ；
- c) 如交通信号灯初始状态为红色，则在车辆距停止线 5s、4s、3s、2s、1s、0s 时分别由红灯转为绿灯并保持 10s 以上，测试车辆须在 10s 内通过停止线，过路口后减速直至停车。
- d) 如交通信号灯初始状态是绿色，测试车辆匀速通过交通信号灯；
- e) 如交通信号灯初始状态为绿色，则在车辆距停止线 5s、4s、3s、2s、1s、0s 时分别由绿灯转为黄灯，黄灯持续 3s 后转为红灯，测试车辆可选择在变为红灯前通过停止线，或停止于停止线前待信号灯由红色变为绿色后，起步通过路口。
- f) 如果初始状态是持续闪烁的黄色交通信号灯，测试车辆应减速并慢速通过路口。

6.2.2.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆在遇到红色交通信号灯时，应在距离停止线 0 m~1.5 m 范围内停车等待；
- b) 当交通信号灯由红色变成绿色时，测试车辆应在 5 s 内起步，慢速通过路口。

6.2.3 方向指示信号灯识别及响应

6.2.3.1 测试场景

测试道路的长直车道路段内设置人行横道线和方向指示信号灯，测试车辆以不低于 30km/h 的速度，匀速驶向信号灯。如图 11 所示：

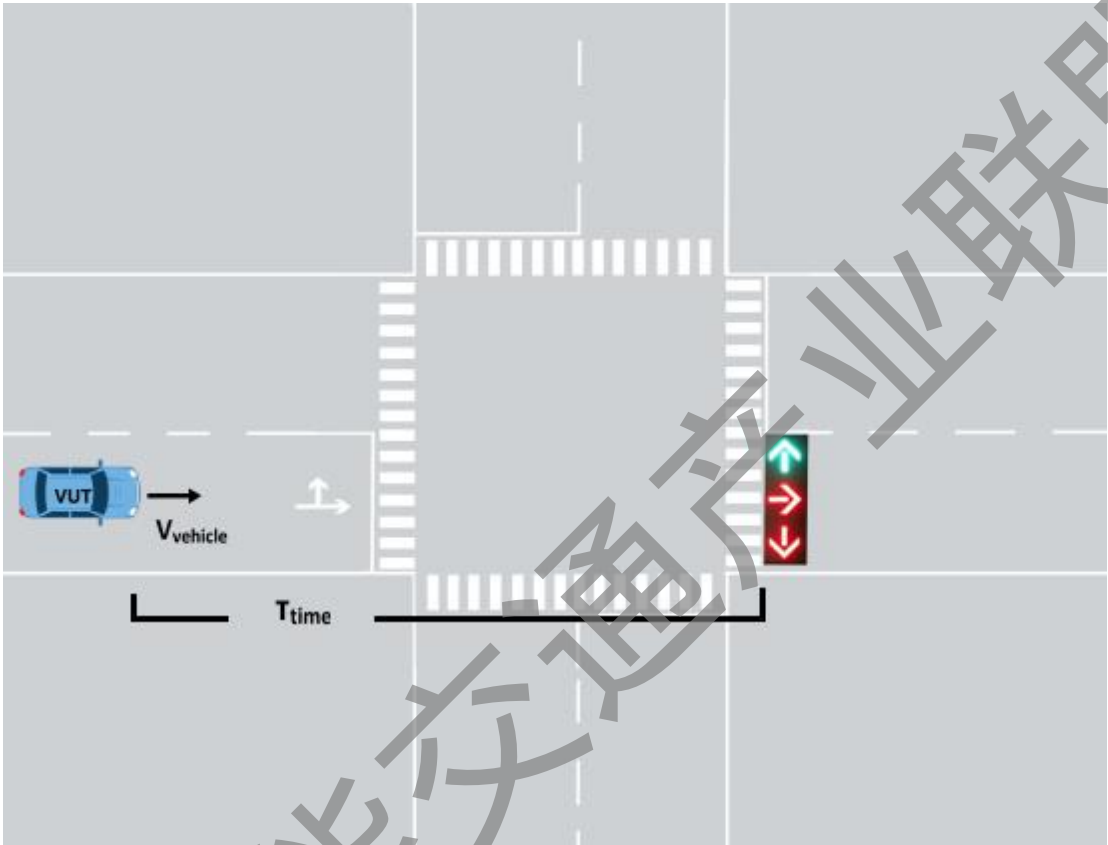


图 11 方向指示信号灯识别及响应场景示意图

6.2.3.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速驶向时距 6s 处的指示信号灯；
- b) 测试车辆行驶方向对应的方向指示信号灯初始状态随机，测试包含红色、绿色、黄色、持续闪烁的黄色交通信号灯四种情况；
- c) 如交通信号灯初始状态是红色，测试车辆减速慢行至停止线前仍然是红色，则停车等待，等待交通信号灯由红色变为绿色后，测试车辆起步慢速通过路口；如交通信号灯初始状态是红色，测试车辆减速慢行至停止线前转为绿色，则测试车辆慢速通过路口；
- d) 如交通信号灯初始状态是绿色，测试车辆匀速通过路口后；
- g) 如交通信号灯初始状态是黄色，测试车辆应减速，并在黄色变为红色前在停止线前停车，待信号灯由红色变为绿色后，测试车辆起步通过路口；
- e) 如交通信号灯初始状态是持续闪烁的黄色，测试车辆应减速至安全速度通过路口；
- f) 该场景各方向交通信号灯的识别与响应能力应分别进行测试。

6.2.3.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 红色时，测试车辆应在距离停止线 0 m~1.5 m 范围内停车等待，不碾压停止线；
- b) 当方向信号灯由红色变为绿色后，测试车辆应在 5 s 内起步通行；
- c) 测试车辆在进行左转或右转时，应能正确开启对应的转向灯。

6.3 前方车辆行驶状态识别及响应

6.3.1 测试场地要求

道路为封闭状态，长直路面平坦无明显凹坑，并绘制白色虚线车道线，道路长度不少于 100 m，单向至少 2 车道。对于对象车辆借道，则车道至少双向 2 车道，绘制黄虚线。

6.3.2 车辆驶入识别及响应

6.3.2.1 测试场景

测试车辆和目标车辆在相邻车道内同向，以不低于 30km/h 的速度匀速行驶。在测试车辆接近目标车辆过程中，目标车辆变道驶入测试车辆所在车道上行驶。如图 12 所示：

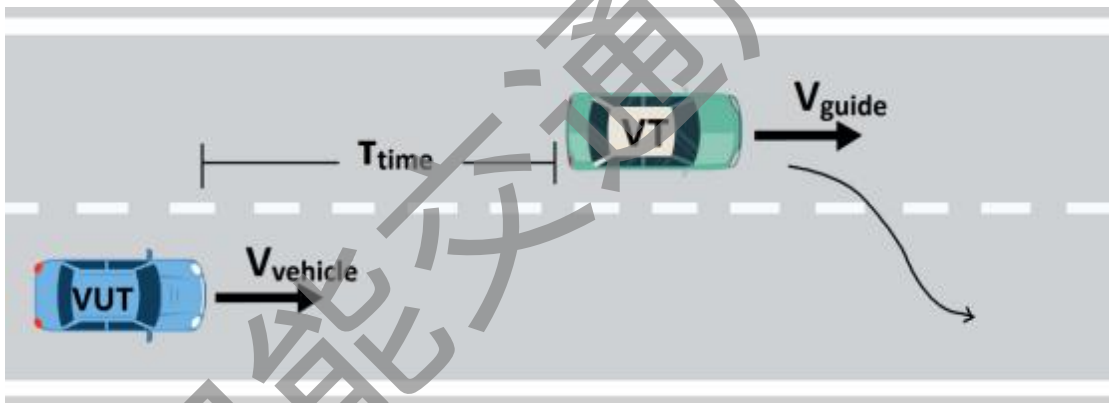


图 12 车辆驶入识别及响应场景示意图

6.3.2.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速行驶；目标车辆沿相邻车道中间加速至 V_{guide} 同向行驶；
- b) 当两车车间时距为 1.5 s 时，目标车辆车体并道驶入测试车辆所在车道；
- c) 测试车辆识别到有车辆并道，减速并与目标车辆保持一定距离，跟随行驶一段时间。

6.3.2.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应根据目标车辆并入的距离和速度，适应调整自身车速，且加减速过程平稳；
- b) 测试车辆与目标车辆应保持安全距离不发生碰撞；
- c) 跟随行驶时长应不少于 5 s；

d) 测试车辆在目标车辆并入车道后应能稳定跟随目标车辆行驶，且两车时距在 2 s~4s 内。

6.3.3 对向车辆借道行驶识别及响应

6.3.3.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度，沿长直车道匀速行驶，目标车辆碾压黄色虚线，以不低于 30km/h 的速度从对面匀速行驶而来。如图 13 所示：

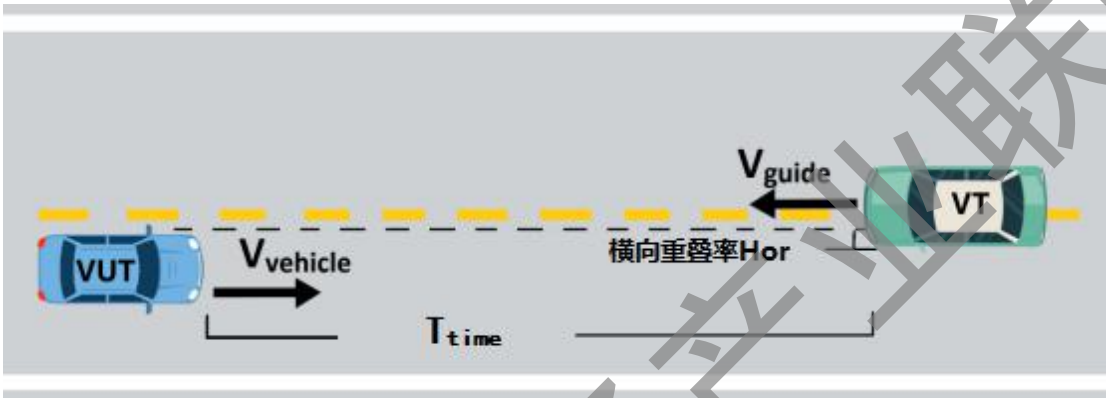


图 13 对向车辆借道行驶识别及响应场景示意图

6.3.3.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速行驶，目标车辆以相同速度迎面接近测试车辆；
- b) 两车稳定匀速行驶后的初始纵向车间时距 6 s，横向重叠率不少于 10%；
- c) 待测试车辆识别到目标车辆减速后，当车间时距为 2 s 时，目标车辆返回原车道行驶；
- d) 测试车辆停车让行后，再起步加速至测试速度；或靠右减速避让后，再加速至测试速度。

6.3.3.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应在本车道内进行停车避让或靠右减速避让，与目标车辆未发生碰撞或刮擦，且不碾压车道线；
- b) 从目标车辆与测试车辆不横向不重叠，且两车边缘横向间距为 1 m 开始计时，起步时长不超过 5 s。

6.3.4 跟车时前方车辆切出

6.3.4.1 测试场景

测试道路为至少包含一条车道的长直道路。测试车辆和目标车辆1在同一车道内行驶。目标车辆2静止于同一车道内前方。

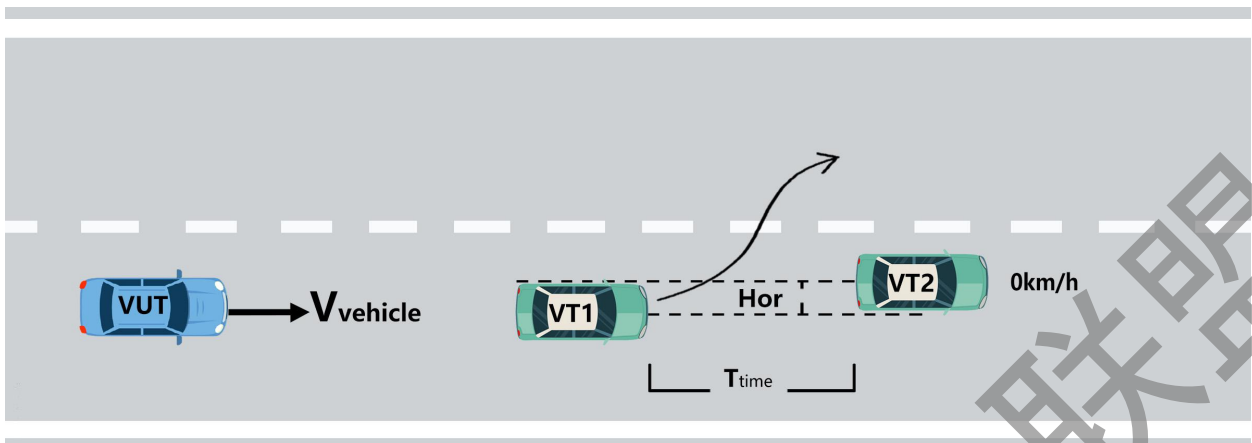


图 14 跟车时前方车辆切出场景示意图

6.3.4.2 测试方法：

应参考如下测试方法：

- a) 测试车辆（VUT）以初始速度在车道内接近目标车辆1（VT1）；
- b) 测试车辆（VUT）跟随前方行驶目标车辆1（VT1）驶向同一车道的前方静止目标车辆2（VT2），VT1和VT2的重叠率为25%~100%；
- c) 当VT1距离VT2的TTC等于4s时，VT1从本车道切出至相邻车道。

6.3.4.3 测试通过要求

测试车辆发生碰撞或刮擦的，不通过。

6.4 障碍物识别及响应

6.4.1 测试场地

测试场地应符合下列要求：

- a) 道路为封闭的长直道路，路面平坦无明显凹坑；
- b) 针对绕行障碍物的工况时，单向至少要有两条车道；
- c) 测试过程中，在测试道路两边 3 m 以内或是障碍物前方 100 m 内无任何车辆、障碍物，或是其他影响测试的物体；
- d) 障碍物类别、尺寸、材质等属性不做限定，可根据现实情况选择。

6.4.2 障碍物测试

6.4.2.1 测试场景

障碍物（不限于锥形桶、水马、围栏等）静止放置于测试车辆车道的中间，测试车辆匀速靠近障碍物。待测试车辆检测障碍物时，减速，并在安全距离制动、转向或组合方式避开障碍物。如图 14 所示：

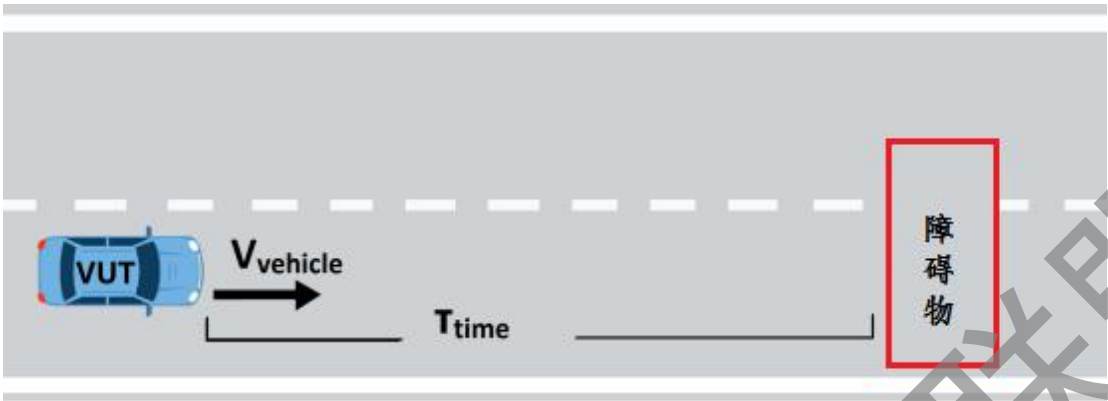


图 15 障碍物测试场景示意图

6.4.2.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在测试车道上放置障碍物，可以是锥形交通路障、隔离栏或其他类型障碍物；
- b) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速驶向时距 6s 处的障碍物；
- c) 测试车辆检测到障碍物后，减速至障碍物前停车或转向避让。

6.4.2.3 测试通过要求

测试车辆应能在障碍物前停车，或进行转向避让等方式避免与障碍物发生碰撞或刮擦。

6.4.3 误作用测试

6.4.3.1 测试场景

在测试道路的车道中央放置误作用障碍物，测试车辆以不低于 30km/h 的速度，匀速驶向障碍物。如图 15 所示：

注：误作用障碍物不限于井盖、铁板、减速带等，但均不影响正常速度通行。

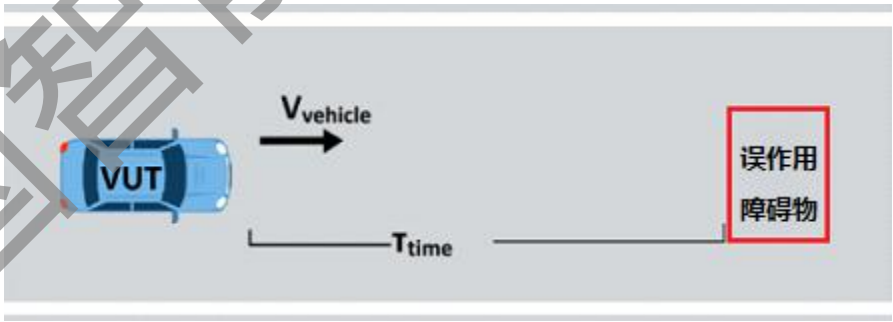


图 16 误作用测试场景示意图

6.4.3.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度，并匀速驶向时距 6s 处的误作用障碍物；

b) 待测试车辆检测到误作用障碍物后，减速慢行通过误作用障碍物。

6.4.3.3 测试通过要求

测试车辆应能通过减速，慢速碾压或避让等方法通过误作用障碍物，不得直接制动停车。

6.5 行人和非机动车识别及避让

6.5.1 测试场地要求

测试道路为封闭状态，长直车道平坦无明显凹坑，双向至少 2 车道。

6.5.2 行人横穿马路

6.5.2.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度，沿测试车道匀速行驶，模拟行人也以 5km/h 的速度匀速横穿马路，两者存在碰撞的风险。如图 16 所示：

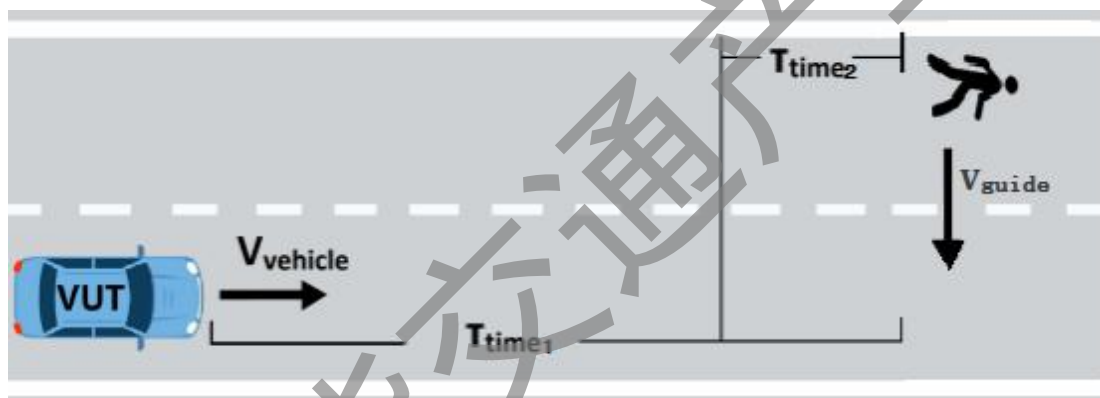


图 17 行人横穿马路场景示意图

6.5.2.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度，并匀速驶向距 6s 处的模拟行人；模拟行人在距离测试车辆时距 3.5 s 时，自距离左车道线垂直距离 4.5m 处起步，以 5 km/h~6.5 km/h 的速度穿过马路；
- 测试车辆检测到模拟行人后，减速至距离模拟行人一定距离处直至停车。待行人通过后，起步加速至测试速度。

6.5.2.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- 测试车辆应能提前减速，于模拟行人前 1 m~3.5 m 范围内停止；
- 待模拟行人穿过测试车辆所在车道后，测试车辆应在 5 s 内起步。

6.5.3 行人沿道路行走

6.5.3.1 测试场景

测试车辆在自动驾驶模式下，以不低于 30km/h 的速度沿测试车道匀速行驶。同时，模拟行人在测试车辆正前方同向匀速行走。如图 17 所示：

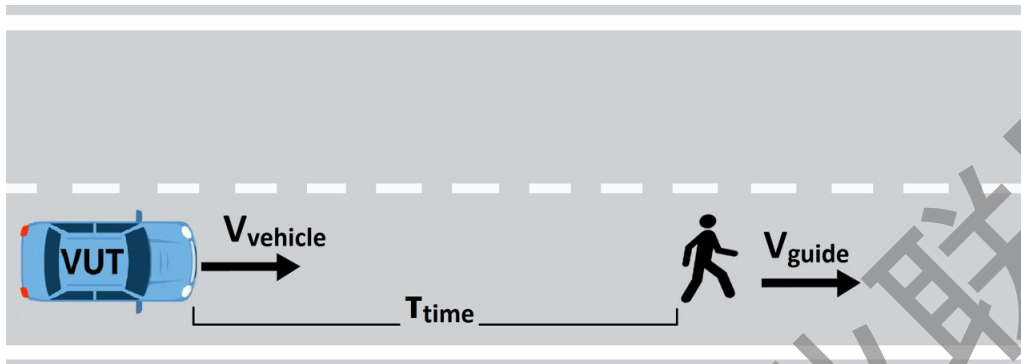


图 18 行人沿道路行走场景示意图

6.5.3.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速驶向模拟行人；
- b) 当与模拟行人时距 6 s 时，模拟行人以 5 km/h~6.5 km/h 的速度在测试车辆正前方匀速同向行走；
- c) 测试车辆检测到模拟行人时，系统发出警告提示并减速避让行人。

6.5.3.3 测试通过要求

测试车辆应能给行人发出声音或视觉报警信号，并通过减速制动、转向或是组合方式避让模拟行人，不得发生碰撞或刮擦。

6.5.4 非机动车横穿马路

6.5.4.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度匀速行驶，同时非机动车以 20km/h 的速度匀速横穿马路，两者存在碰撞风险。如图 18 所示：

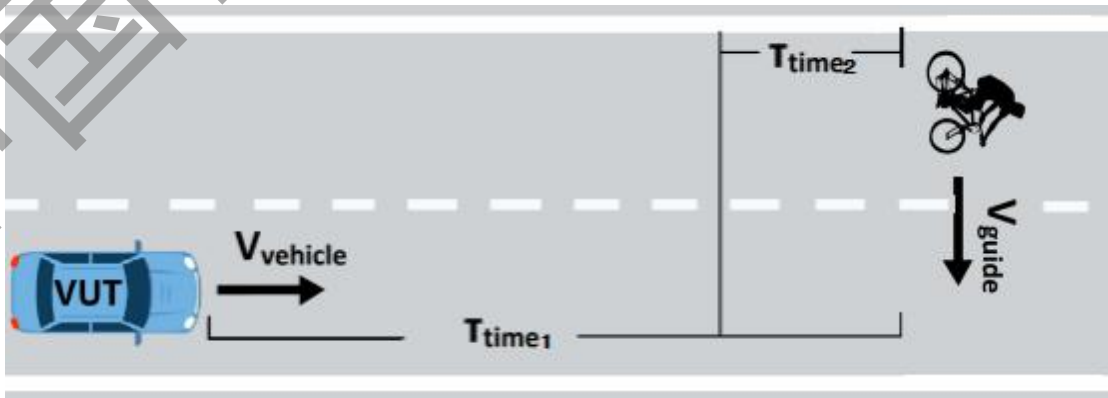


图 19 非机动车横穿马路场景示意图

6.5.4.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速驶向时距 6 s 处的非机动车；
- b) 当测试车辆与非机动车时距 2 s 时，非机动车自测试车辆左边路侧以 10 km/h~15 km/h 的速度通过马路；模拟行人在距离测试车辆时距 3.5 s 时，自距离左车道线垂直距离 4.5m 处起步，以 5 km/h~6.5 km/h 的速度穿过马路；
- c) 待测试车辆检测到非机动车后，减速至距离非机动车一定范围内停车。待非机动车通过后，起步加速至测试速度。

6.5.4.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应能提前减速，并保证非机动车安全通过测试车辆所在车道；
- b) 测试车辆应在距离非机动车前 1 m~3.5 m 范围内停车。待非机动车穿过测试车辆所在车道后，测试车辆应能在 5 s 内起步并重新行驶。

6.5.5 非机动车沿道路骑行

6.5.5.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度，沿测试车道匀速行驶，同时非机动车以 20km/h 的速度，匀速同向行驶在测试车辆的正前方。如图 19 所示：

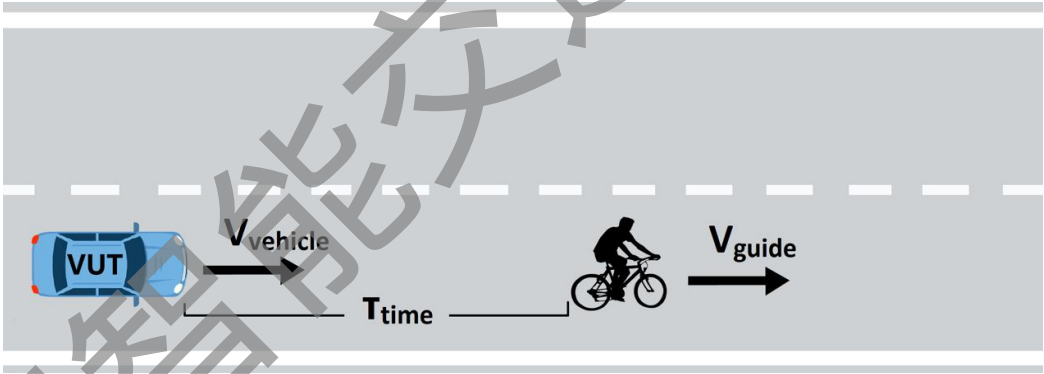


图 20 非机动车沿道路骑行场景示意图

6.5.5.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速驶向非机动车；
- b) 测试车辆与非机动车时距 6 s 时，非机动车以 10 km/h~20 km/h 在测试车辆正前方匀速同向骑行；
- c) 测试车辆检测到非机动车时，应发出警报提示非机动车驾驶人并减速避让非机动车。

6.5.5.3 测试通过要求

测试车辆应能发出至少包含声音和视觉报警信号的警报提示非机动车驾驶人，并通过减速制动、转向或是组合方式避让非机动车，不得发生碰撞或刮擦。

6.5.6 行人从停靠车辆后方横穿

6.5.6.1 测试场景

测试道路为至少包含双车道的长直道路。测试车辆直行，行人从停靠车辆后方横穿，两者存在碰撞的风险。

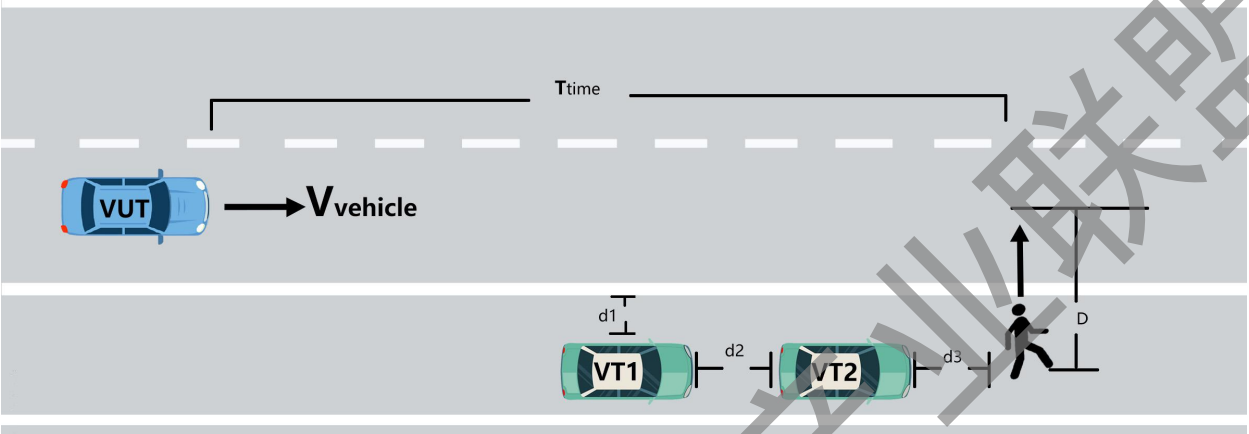


图 21 行人从停靠车辆后方横穿场景示意图

6.5.6.2 测试方法

应参考如下测试方法：

- a) 测试车辆（VUT）以初始速度在直线道路上行驶；
- b) 测试车辆（VUT）右侧放置停止的目标车辆1（VT1）和目标车辆2（VT2），VT1与目VT2之间的纵向距离为 $d_2=1.0$ ，目标车辆（VT1、VT2）与测试车辆（VUT）右侧车道线之间的横向距离为 $d_1=0.5\text{m}$ ；
- c) 目标车辆2（VT2）前方放置等待穿行本车道行人，目标车辆2（VT2）与行人之间纵向距离为 $d_3=1.0\text{m}$ ，行人与测试车辆（VUT）所在车道中心线之间的距离为 $D=4.0\text{m}$ ；
- d) 测试车辆（VUT）与行人之间的TTC为4s时，行人以5~6.5km/h的速度横穿车道。

6.5.6.3 测试通过要求

测试车辆发生碰撞或刮擦的，测试不通过。

6.5.7 非机动车穿行-遮挡

6.5.7.1 测试场景

测试道路为至少包含双车道的长直道路。测试车辆直行，遇到被遮挡的非机动车穿行本车道，两者存在碰撞的风险。

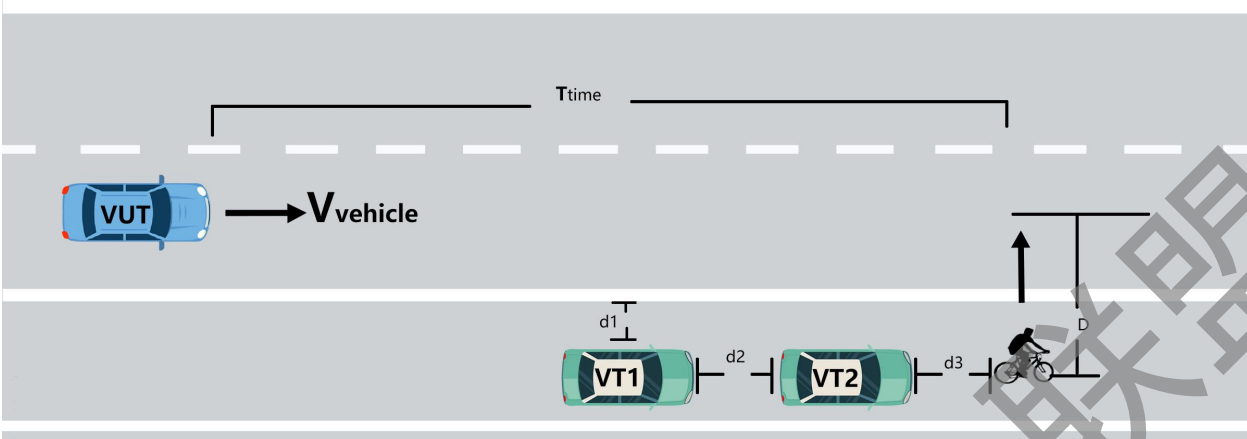


图 22 非机动车穿行-遮挡场景示意图

6.5.7.2 测试方法

应参考如下测试方法：

- a) 测试车辆（VUT）以初始速度在直线道路上行驶；
- b) 测试车辆（VUT）右侧放置停止的目标车辆1（VT1）和目标车辆2（VT2），VT1和VT2之间的纵向距离为 $d_2=1.0$ ，目标车辆（VT1、VT2）与测试车辆（VUT）右侧车道线之间的横向距离为 $d_1=0.5\text{m}$ ；
- c) 目标车辆2（VT2）前方放置等待穿行本车道非机动车，目标车辆2（VT2）与非机动车之间纵向距离为 $d_3=1.0\text{m}$ ，非机动车与测试车辆（VUT）所在车道中心线之间的距离为 $D=8.0\text{m}$ ；
- d) 测试车辆（VUT）与非机动车之间的TTC为4s时，非机动车以10~15km/h的速度从测试车辆（VUT）前方穿行车道。

6.5.7.3 测试通过要求

测试车辆发生碰撞或刮擦的，不通过。

6.6 跟车行驶

6.6.1 测试场地要求

测试道路为封闭状态，路面平坦无明显凹坑，长直车道两侧为白色实线，单向至少1车道，长度不少于100m。

6.6.2 稳定跟车行驶

6.6.2.1 测试场景

测试车辆和目标车辆以不低于30km/h的速度，在同一车道内匀速行驶。在测试车辆接近目标车辆过程中，测试车辆调节速度，与目标车辆保持一定距离跟车行驶。如图20所示：

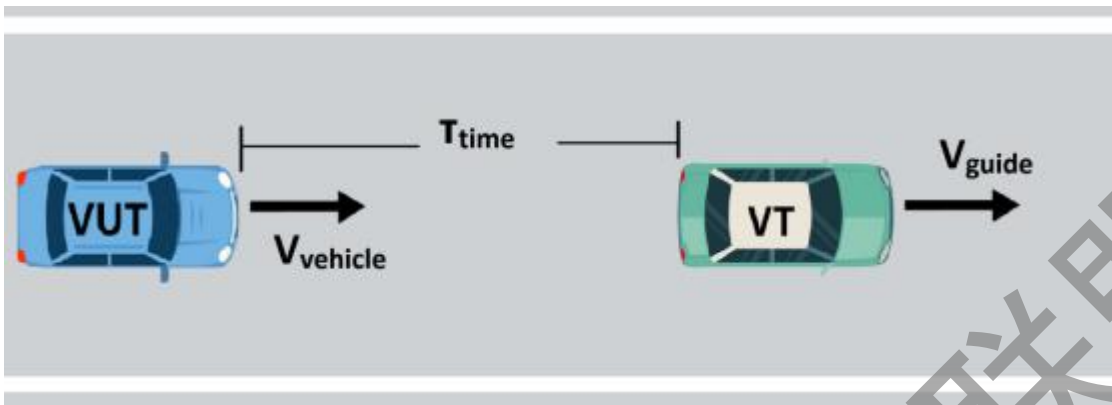


图 23 稳定跟车行驶场景示意图

6.6.2.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速接近目标车辆；
- b) 在测试车辆车间时距 6 s 处的正前方，目标车辆以目标物速度匀速同向行驶；
- c) 测试车辆检测到目标车辆后调整速度，与目标车辆保持一定时距，稳定跟车行驶一定时间。

6.6.2.3 测试通过要求

测试车辆应根据目标车辆状态，自适应地调节车速，实现时距 2s~4s 稳定跟车行驶，且跟车的时长不小于 10 s。

6.6.3 停-走功能

6.6.3.1 测试场景

测试车辆和目标车辆以不低于 30km/h 的速度，在同一车道内匀速行驶。在测试车辆接近目标车辆过程中，命令目标车辆减速停车，测试车辆减速至与目标车辆保持安全距离停车。待目标车辆起步行驶后，测试车辆起步并平稳加速后匀速行驶。如图 21 所示：

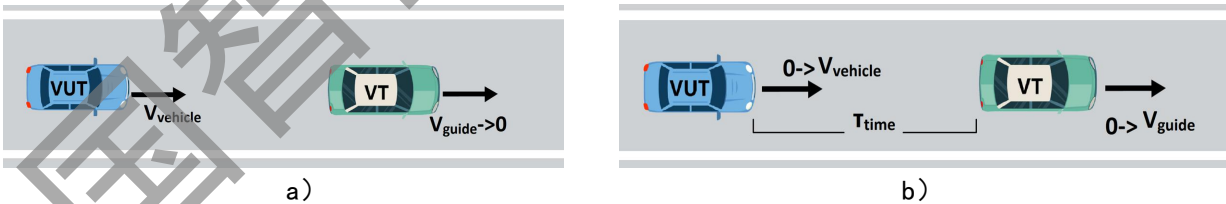


图 24 停-走功能场景示意图

6.6.3.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速行驶。同时，时距 2s~4s 处的正前方有一目标车辆，以相同速度 ($V_{guide}=V_{vehicle}$) 匀速同向行驶；
- b) 待测试车辆稳定跟随目标车辆行驶至少 3s 后，目标车辆减速直至停止，测试车辆根据目标车辆状态，减速直至停车；

- c) 测试车辆停车后，目标车辆起步并加速恢复至目标物速度；测试车辆起步并加速至测试速度匀速一段距离。

6.6.3.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应在距离目标车辆 1 m~5 m 范围内停止，且不与目标车辆发生碰撞；
- b) 当目标车辆重新启动时，测试车辆应在 5 s 内起步。

6.7 靠路边停车

6.7.1 测试场地要求

测试道路为封闭状态，道路平坦无明显凹坑，长直路面的车道线为白色实线。单向至少包含 1 条车道，长度不少于 100 m。靠右停车根据测试场景，道路旁提供港湾式停车区（考虑商用车车长，港湾长度不小于 15 m）。

6.7.2 靠路边应急停车

6.7.2.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度，在一条车道内匀速行驶，测试人员下达应急停车命令，测试车辆接收到命令，减速在车道内应急停车，并打开危险警告信号灯。如图 22 所示：

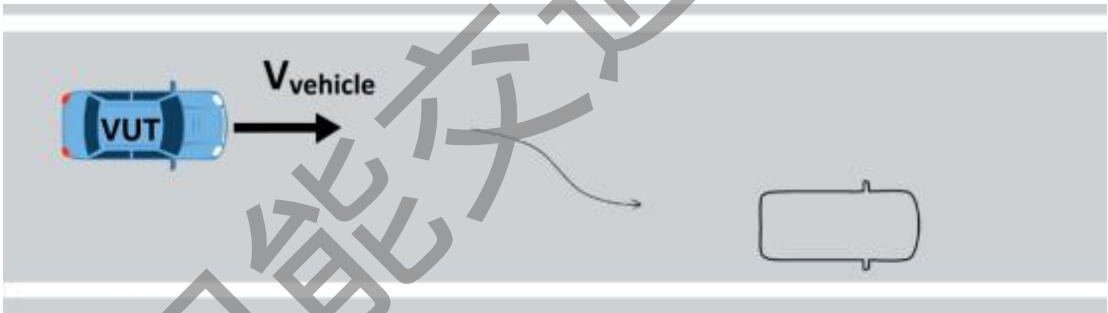


图 25 靠路边应急停车场景示意图

6.7.2.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速行驶；
- b) 测试人员以适当方式向测试车辆发出紧急停车指令，测试车辆接收指令后，测试车辆开启转向灯，减速并靠边停车。

6.7.2.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应能减速停车；
- b) 测试车辆停车后应能正确开启危险警告信号灯；
- c) 测试车辆完全停车后，车体应在车道内，不得碾压车道线。

6.7.3 最右车道内靠边停车

6.7.3.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度，在最右车道内匀速行驶，下达停车指令。测试车辆接收到指令，打右转向灯，减速向右进入港湾式停车区停车。如图 23 所示：

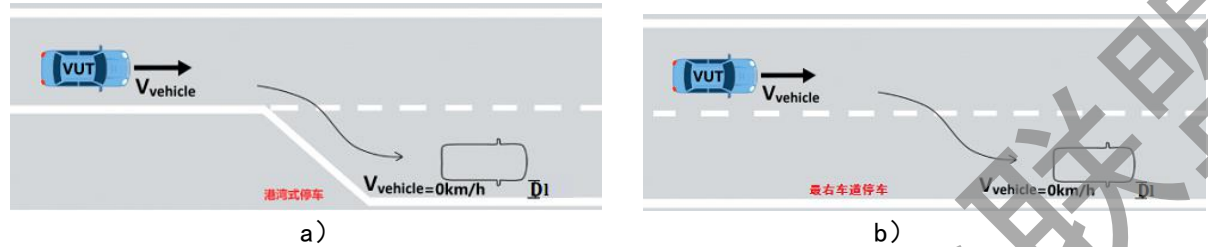


图 26 最右车道内靠边停车场景示意图

6.7.3.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速行驶；
- b) 测试人员向测试车辆发出靠边停车指令。测试车辆接到指令后打开右转向灯并减速，3 s 后进入到港湾式停车区，关闭转向灯。

6.7.3.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应能正确开关转向灯，开启转向灯时长不少于 3 s，并停于港湾式停车区或最右车道内；
- b) 测试车辆应一次性完成停车动作，不应出现倒车等动作；
- c) 测试车辆停稳后，车身基本平行于右侧车道线，且车身与最右侧车道线的距离在 0m~1m 范围内，不得碾压实线。

6.8 超车

6.8.1 测试场地要求

测试道路为封闭状态，道路平坦无明显凹坑，超车路段绘制有标准清晰的白色虚线车道线，单向至少 2 车道，长度不少于 150 m。

6.8.2 测试场景

测试车辆和目标车辆以不低于 30km/h 的速度，在同一车道上匀速行驶，测试车辆向目标车辆发出超车信号，随后变道并超车。如图 24 所示：

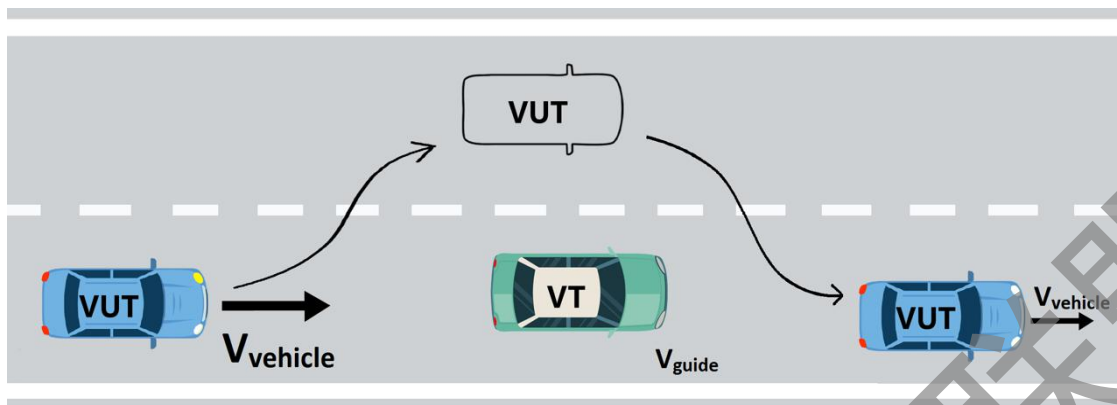


图 27 超车场景示意图

6.8.3 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度后匀速行驶，测试车辆正前方，有一目标车辆以目标物速度匀速同向行驶；
- b) 测试人员以适当方式向测试车辆发出超车指令，测试车辆接收指令后，开启左转向灯向目标车辆发出变道信号，3 s 后变道完成超车，平稳行驶一段距离。

6.8.4 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆在超车过程中不得与目标车辆发生碰撞或刮擦，且不得影响目标车辆正常行驶；
- b) 测试车辆应能正确开启转向灯，顺利完成超车动作。

6.9 并道

6.9.1 测试场地要求

测试道路为封闭状态，长直路面平坦无明显凹坑，路段绘制有标准清晰的白色虚线车道线。测试道路至少单向 2 车道且长度不少于 150 m。针对车道减少场景，要求从 2 车道减少到 1 车道，缓冲距离不少于 10 m。

6.9.2 邻近车道无车并道

6.9.2.1 测试场景

测试车辆在自动驾驶模式下，以不低于 30km/h 的速度在直道上匀速行驶，邻近车道无其他车辆。目标车辆平稳进行变道。如图 25 所示：

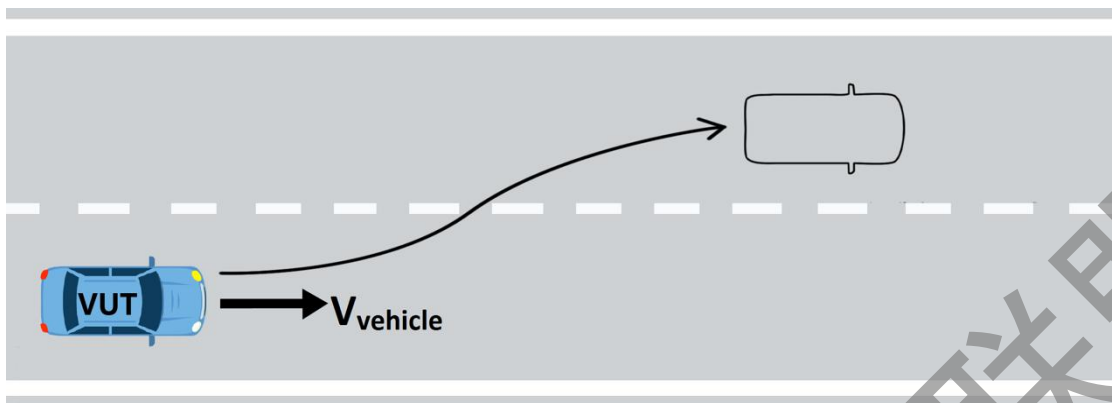


图 28 邻近车道无车并道场景示意图

6.9.2.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速到测试速度并匀速行驶；
- b) 测试人员向测试车辆发出并道指令。测试车辆接收指令后，开启左转向灯，3 s 后进行变道，完成后关闭转向灯，并继续平稳行驶。

6.9.2.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应能开启正确转向灯，且开启转向灯时长不少于 3 s；
- b) 测试车辆从开始转向至并入相邻车道的动作应在 5 s 内完成。

6.9.3 邻近车道有车并道

6.9.3.1 测试场景

测试车辆在自动驾驶模式下，以不低于 30km/h 的速度，与相邻车道上的目标车辆以相同速度匀速并行，测试车辆需要并入到目标车辆的车道内。如图 26 所示：

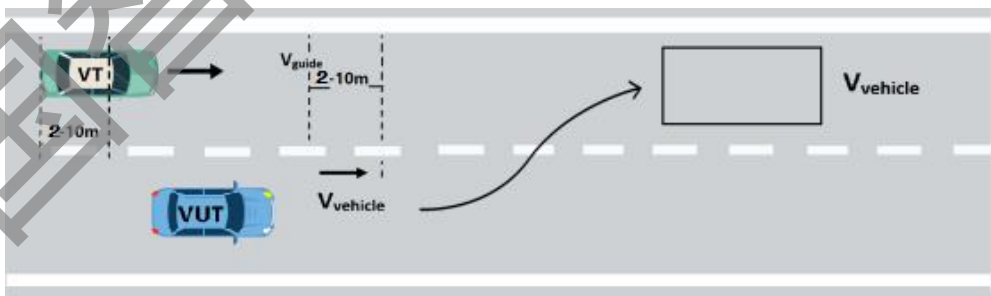


图 29 邻近车道有车并道场景示意图

6.9.3.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速行驶；

- b) 目标车辆在相邻车道内距离测试车辆 2 m~10 m 的以相同速度匀速行驶；
- c) 测试车辆检测到相邻车道有目标车辆，开启转向灯提示同时加速，与目标车辆保持安全距离后，开始并道，并道完成后关闭转向灯；或减速行驶，待目标车辆通过后，开启转向灯 3 s 后开始并道，并道完成后关闭转向灯，并继续平稳行驶。

6.9.3.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应能正确开启转向灯，开启转向灯时长应不少于 3 s 后才可变道；
- b) 测试车辆应能通过减速或加速方式避让目标车辆完成并道操作，且不与目标车辆发生碰撞或刮擦。

6.9.4 前方车道减少

6.9.4.1 测试场景

测试道路为包含两条车道的长直道，在车道减少位置的前方 50 m 处存在指示标志牌。测试车辆初始行驶于最右侧车道内，在邻近车道内存在目标车辆，并以不低于 30km/h 的相同速度匀速行驶。如图 27 所示：

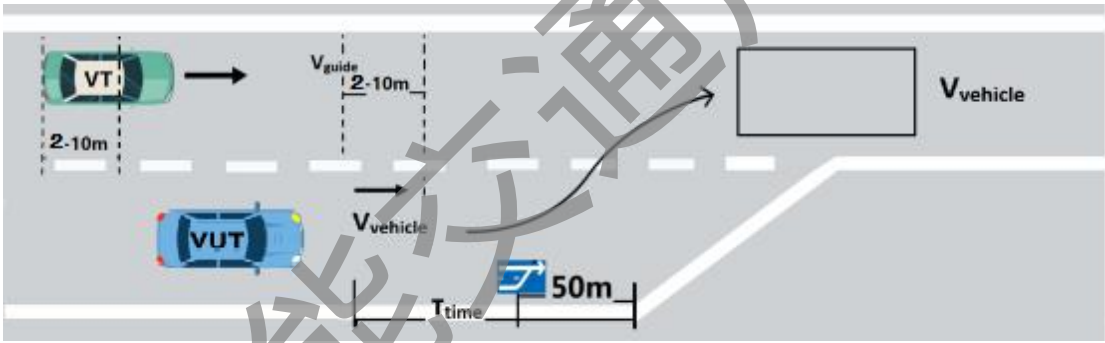


图 30 前方车道减少场景示意图

6.9.4.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速驶向时距 6 s 处的车道减少路段；目标车辆在相邻车道内与测试车辆距离 2 m~10 m，并以相同速度匀速行驶；
- b) 测试车辆检测到车道减少，同时检测到相邻车道有目标车辆后，开启左转向灯提示同时加速，与目标车辆保持安全距离后，开始变更车道，完成并道后关闭转向灯；或减速行驶，待目标车辆通过后，开启转向灯 3 s 后开始并道，完成并道后关闭转向灯，并继续平稳行驶后。

6.9.4.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应能正确开启转向灯，开启转向灯时长应不少于 3 s；
- b) 测试车辆应能通过减速或加速方式避让目标车辆完成并道操作，且不与目标车辆发生碰撞，不影响目标车辆正常行驶。

6.10 十字路口通行

6.10.1 测试场地要求

测试道路为封闭状态，路面平坦无明显凹坑，道路标线清晰，道路至少包含双向 2 车道，至少有 1 个十字路口。

6.10.2 直行车辆冲突通行

6.10.2.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度，匀速行驶在标有直行和左转指标标线的车道上，直行通过十字路口。目标车辆从测试车辆右方横向匀速直线驶入路口，两车在 A 点存在碰撞风险，如下图所示，两车道中心线相交于点 A。如图 28 所示：

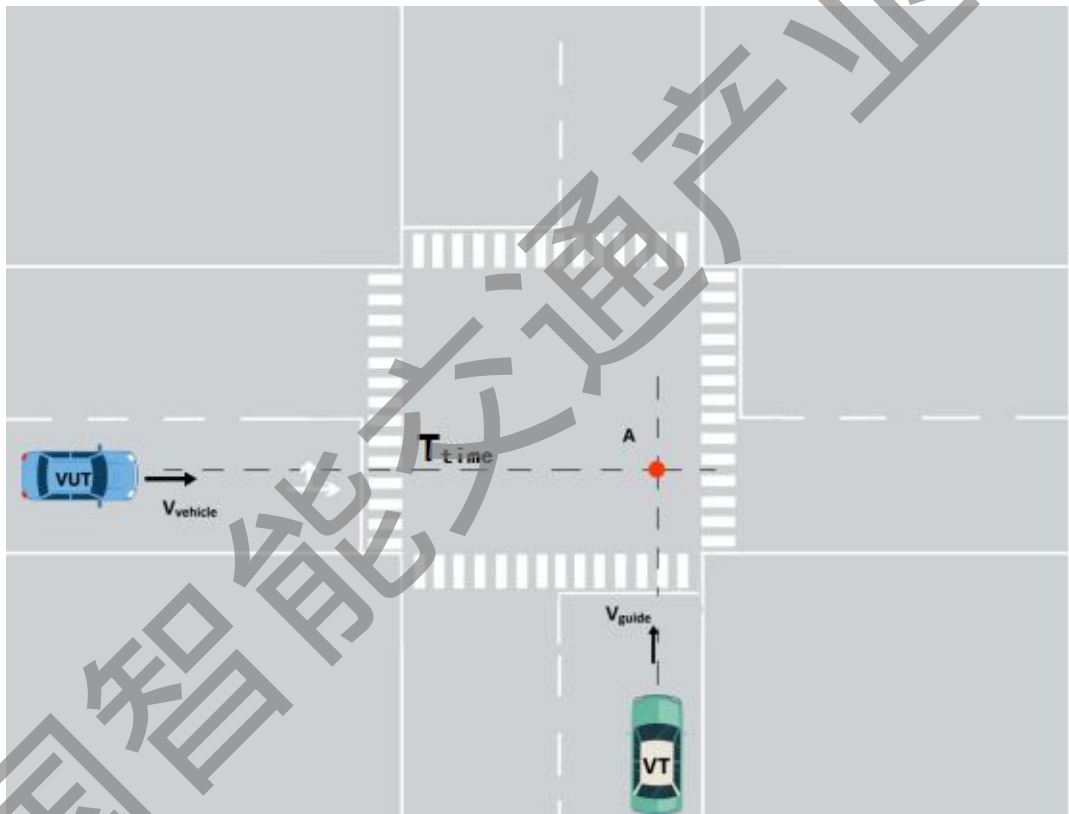


图 31 直行车辆冲突通行场景示意图

6.10.2.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速驶向十字路口；
- b) 当距离十字路口时距 6 s 时，目标车辆以目标物速度匀速驶向路口；
- c) 测试车辆检测到目标车辆后减速，待目标车辆通过后，再慢速通过路口。

6.10.2.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应能按照车辆右方来车先行的原则，安全进入对应车道通行；
- b) 测试车辆不得与目标车辆发生碰撞或刮擦；
- c) 后侵入时间值应不少于 1 s。

6.10.3 右转车辆冲突通行

6.10.3.1 测试场景

测试车辆在自动驾驶模式下，测试车辆在标有直行和右转指示标线的车道内右转通过该路口。同时路口左侧存在以不低于 30km/h 的速度，匀速直线行驶的目标车辆驶向测试车辆将转入的车道，两车存在 A 点碰撞风险。如图 29 所示。本场景会在测试车辆通行的路口人行道上随机布置横穿的行人或非机动车。

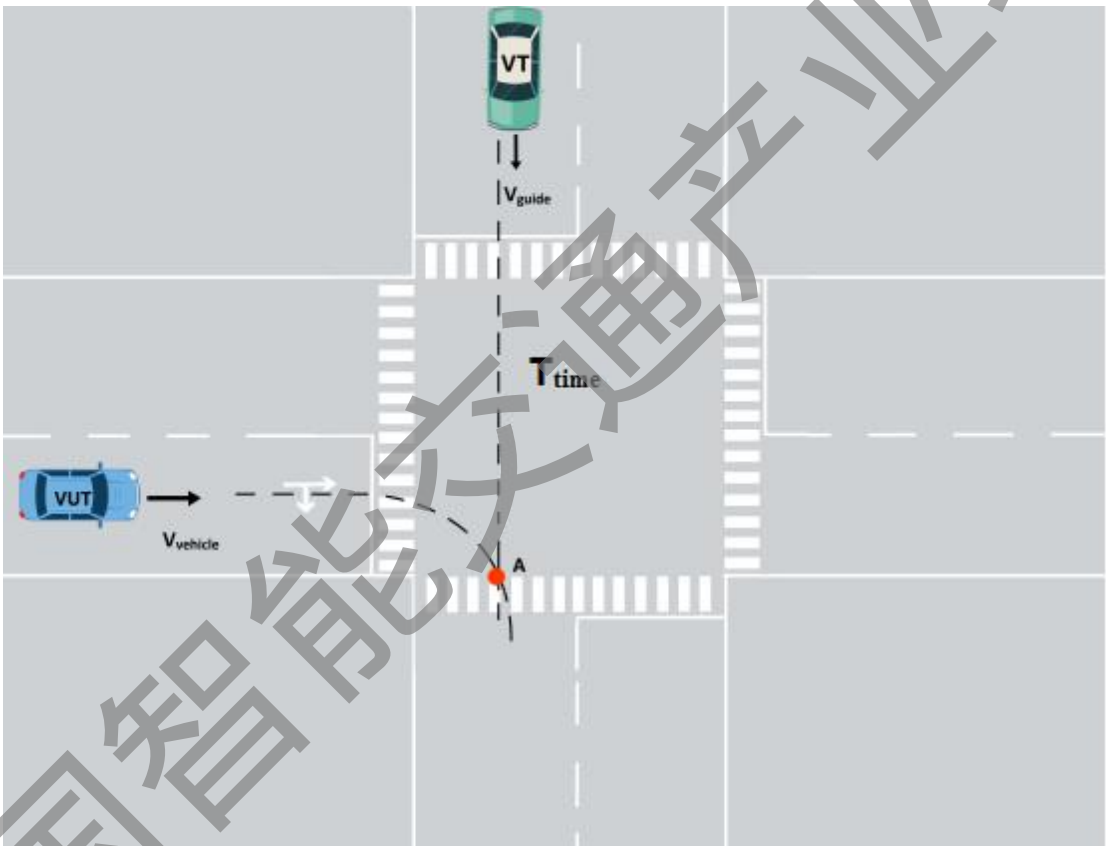


图 32 右转车辆冲突通行场景示意图

6.10.3.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速驶向十字路口；
- b) 当距离十字路口时距 3 s 时，目标车辆以目标物速度匀速向路口行驶；
- c) 测试车辆检测到目标车辆后，减速慢行，待目标车辆通过后，开启右转向灯，右转行驶一段距离后，关闭转向灯，并继续平稳行驶。

6.10.3.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆不与目标车辆、行人和非机动车发生碰撞或刮擦；
- b) 测试车辆应能正确开启转向灯；
- c) 测试车辆应遵守直行优先的交通规则，实现右转进入对应车道安全通行；
- d) 后侵入时间值应不少于 1 s。

6.10.4 左转车辆冲突通行

6.10.4.1 测试场景

测试车辆在自动驾驶模式下，以不低于 30km/h 的速度，匀速行驶在标有直行和左转指示标线的车道内，同时对向车道存在以不低于 30km/h 的速度，匀速直线行驶的目标车辆，两车存在 A 点碰撞风险。如图 30 所示：

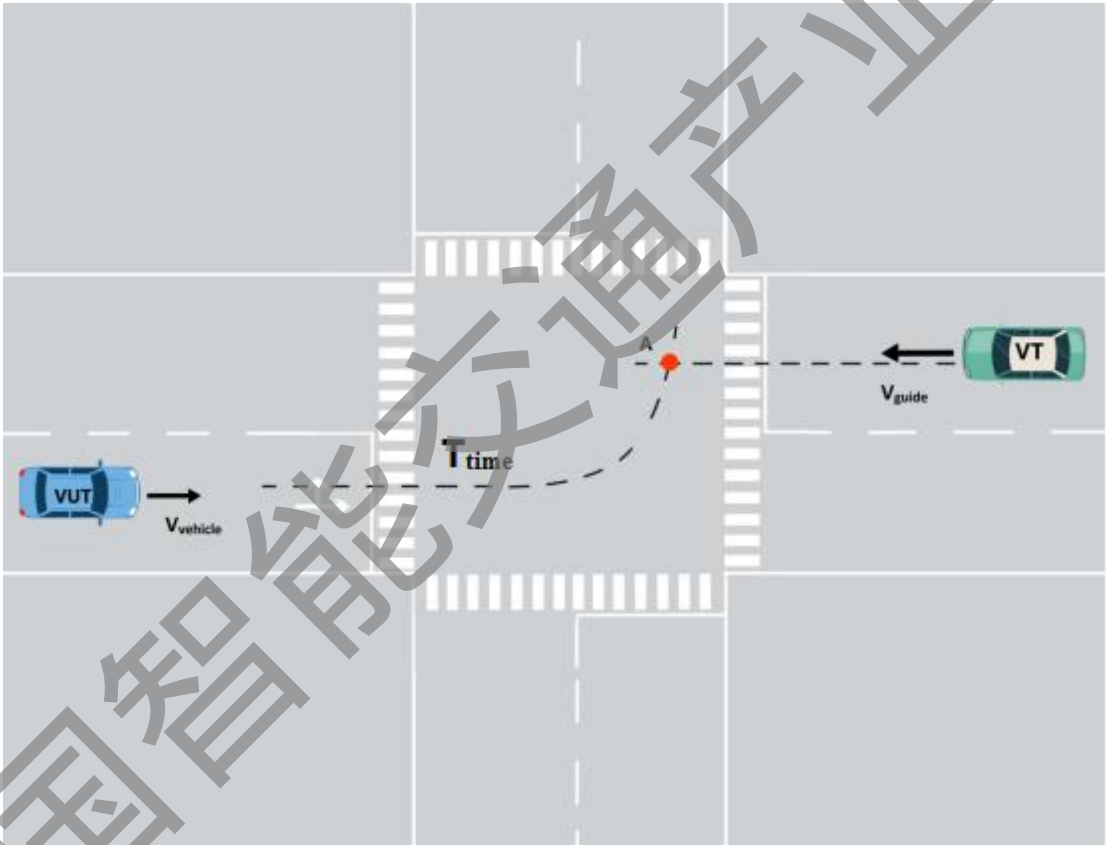


图 33 左转车辆冲突通行场景示意图

6.10.4.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速驶向十字路口；
- b) 在距离十字口时距 3 s 时，目标车辆从对向车道匀速从路口驶出；
- c) 测试车辆检测到目标车辆，减速并开启左转向灯，待目标车辆通过后，左转慢速通过路口；
- d) 本场景会在测试车辆通行的路口人行道上随机布置横穿的行人或非机动车。

6.10.4.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应能正确开启转向灯；
- b) 测试车辆不得与目标车辆、行人和非机动车发生碰撞；
- c) 测试车辆应遵守直行优先的交通规则，左转进入对应车道行驶；
- d) 后侵入时间值 PET 应不少于 1 s。

6.10.5 掉头

6.10.5.1 测试场景

测试车辆在自动驾驶模式下，以不低于 30km/h 的速度，匀速行驶在标有直行和左转/掉头指示标线的车道内，同时对向车道存在匀速直线行驶的目标车辆。如图 31 所示：

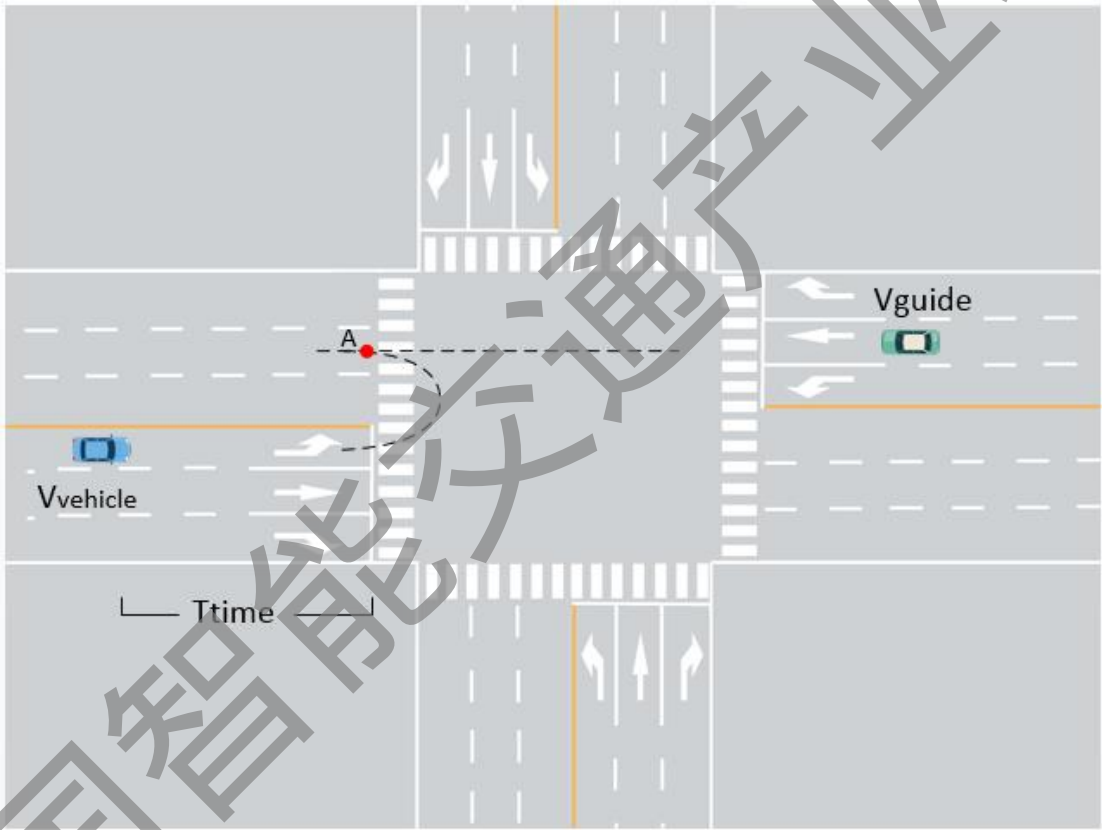


图 34 车辆掉头场景示意图

6.10.5.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速驶向十字路口；
- b) 在距离十字口时距 6 s 时，目标车辆从对向车道以目标物速度匀速从路口驶出；
- c) 测试车辆检测到目标车辆，减速并开启左转灯。待目标车辆通过后，慢速完成车辆掉头动作，完成掉头后回到正确的车道内继续行驶；
- d) 本场景会在测试车辆通行的路口人行道上随机布置横穿的行人或非机动车。

6.10.5.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应能正确开启转向灯；
- b) 测试车辆不得与目标车辆、行人和非机动车发生碰撞；
- c) 测试车辆应遵守直行优先的交通规则，实现掉头进入对应车道安全通行；
- d) 测试车辆应通过过人行横道线后再开始掉头。

6.11 环岛路口通行

6.11.1 测试场地要求

测试场地为封闭道路，路面平坦无明显凹坑。测试路段设置不低于 3 个出入口的环形路口，每个出入口至少为双向 2 车道，并绘制黄实线。环岛入口道路距离不少于 50 m。

6.11.2 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度，匀速驶向入口，入口的上游存在 1 辆目标车辆准备匀速驶出口。测试车辆经环形路口驶向测试终点。如图 32 所示：

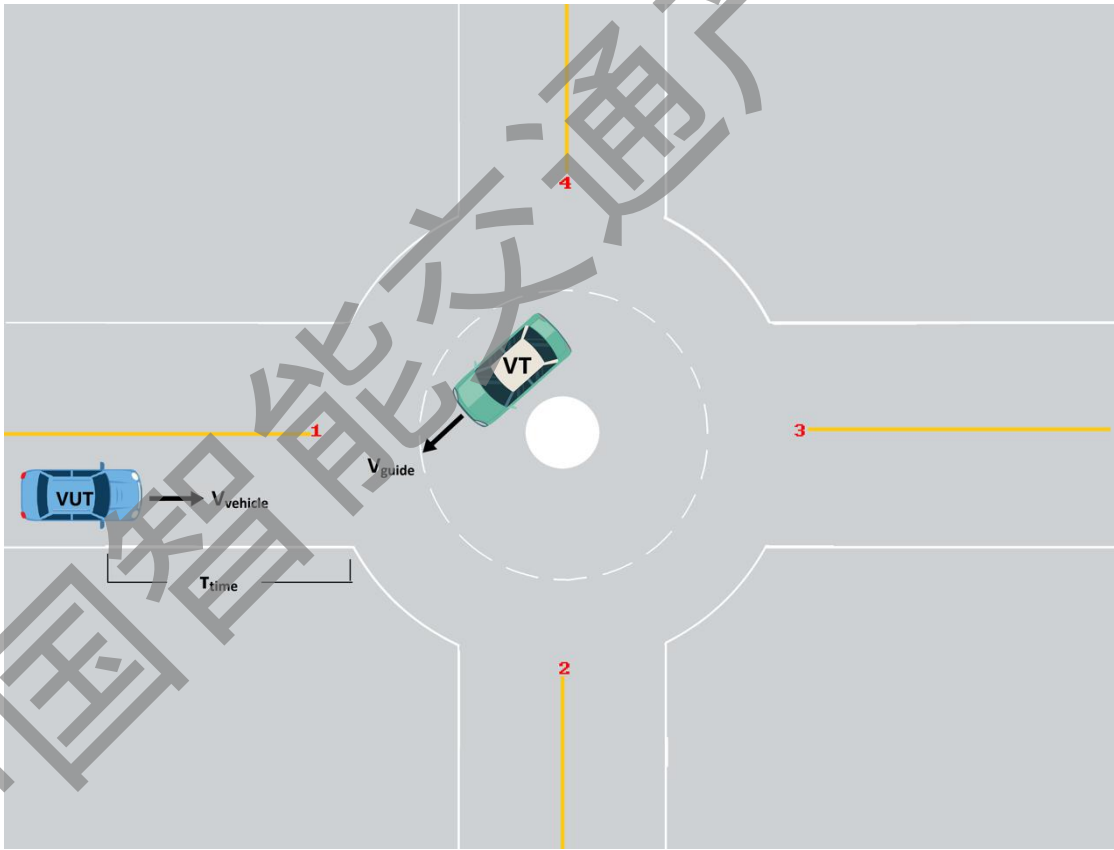


图 35 环岛路口通行场景示意图

6.11.3 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆以测试速度驶向环形路口；

- b) 当测试车辆距离环岛路口时距 3 s 时，环岛内存在正要通过 1 号出口，车速为目标物速度的目标车辆；
- c) 测试车辆开启左转向灯，进入环岛后关闭转向灯。经环岛绕行后通过 2 号出口后，开启右转向灯，从出口 3 驶出环岛，关闭转向灯后继续平稳行驶。

6.11.4 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应不与目标车辆发生碰撞或刮擦；
- b) 测试车辆进出环岛时应能正确开启转向灯信号；
- c) 测试车辆应能绕经环岛，并从指定出口驶离。

6.12 自动紧急制动

6.12.1 测试场地要求

测试道路为封闭状态，路面平坦无明显凹坑，道路为至少包含单向 1 条车道的长直道，长度不少于 100 m。

6.12.2 前车静止

6.12.2.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度匀速行驶，接近前方静止目标车辆，在一定安全距离内减速直至停车。如图 33 所示：

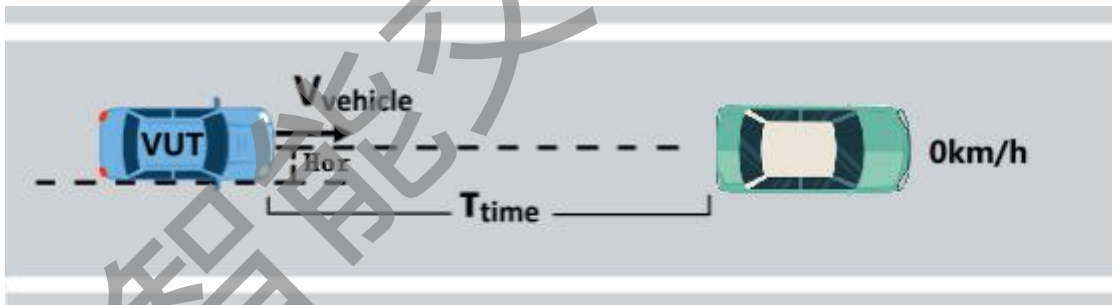


图 36 前车静止场景示意图

6.12.2.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 测试车辆和目标车辆横向重叠率 $\geq 20\%$ ；在人工驾驶或自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速接近前方时距为 6 s 且静止的目标车辆；
- b) 测试车辆检测到目标车辆后，发出警告提示并减速至与目标车辆一段距离后停车。

6.12.2.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆在减速前应发出警报提示，警报信息应至少包含声音和视觉报警信号；
- b) 测试车辆不得与目标车辆发生碰撞或刮擦；

- c) 紧急制动过程中，测试安全员不得触碰方向盘和制动踏板；
- d) 测试车辆应在距离目标车辆 1 m~5 m 范围内停车。

6.12.3 前车制动

6.12.3.1 测试场景

测试车辆和目标车辆以不低于 30km/h 的速度，在同一车道内匀速行驶。在测试车辆接近目标车辆过程中，目标车辆减速直至停车。测试车辆通过减速，在距离目标车辆安全范围内停车。如图 34 所示：

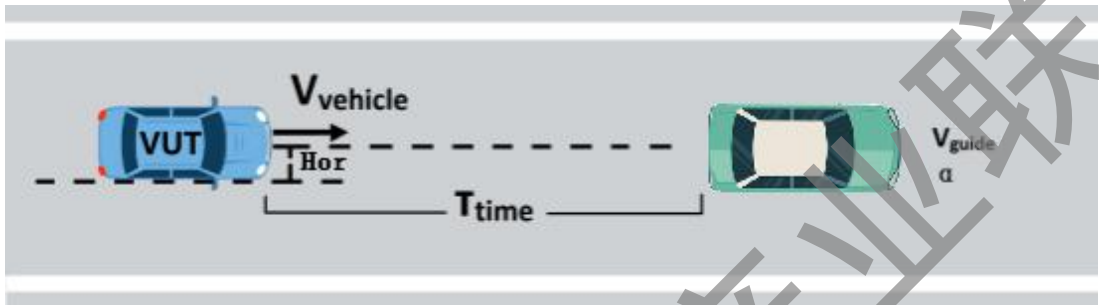


图 37 前车制动场景示意图

6.12.3.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在人工驾驶或自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速行驶；
- b) 在测试车辆距离目标车辆时距为 6 s，目标车辆以相同速度匀速同向行驶，且两车横向重叠率不低于 20%；同向行驶状态保持至少 3 s 后，前方车辆以 -4 m/s^2 的加速度减速并停车；
- c) 测试车辆检测到目标车辆减速后，发出警报提示并减速至距离目标车辆一段距离后停车。

6.12.3.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆在制动之前应发出警报提示，至少包含声音和视觉报警信号；
- b) 测试车辆应不与目标车辆发生碰撞或刮擦；
- c) 在测试车辆紧急制动过程中，测试安全员应不接触方向盘和制动踏板；
- d) 测试车辆应在距离目标车辆 1 m~5 m 范围内停车。

6.13 人工操作接管

6.13.1 测试场地要求

测试场地为封闭道路，路面平坦无明显凹坑，道路至少包含单向 1 条车道。

6.13.2 接管请求提醒功能测试

6.13.2.1 测试场景

测试车辆在自动驾驶模式下，以不低于 30km/h 的速度，匀速行驶在长直道路上。测试车辆遇到无法行驶的场景，触发人工操作接管请求。接管请求提供功能测试场景如图 36 所示。

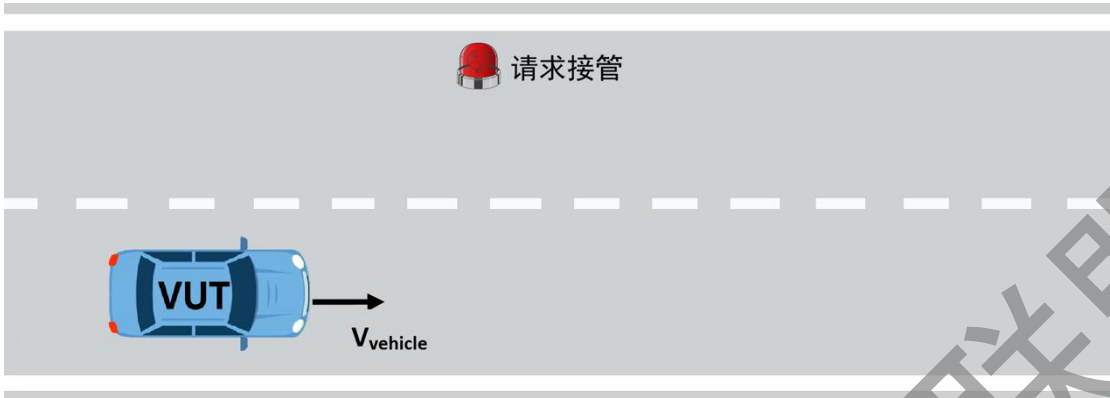


图 38 接管请求提醒功能测试场景示意图

6.13.2.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式状态下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速直线行驶；
- b) 测试车辆行驶 3 s 后，以警告信息或语音方式发送人工操作接管指令。测试安全员接收到指令后，接管测试车辆，安全驾驶直至停车。

6.13.2.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 报警信号应至少包括声音和视觉提醒；
- b) 报警声音应清晰、响亮，视觉警告应处于测试安全员前方视野范围内，且视觉信号装置点亮后应足够明亮醒目。

6.13.3 人工接管功能测试

6.13.3.1 测试场景

测试车辆在自动驾驶模式下，以不低于 30km/h 的速度，匀速行驶在长直道路上。测试车辆遇到无法行驶的场景，触发人工操作接管请求。人工操作接管功能测试场景如图 37 所示。

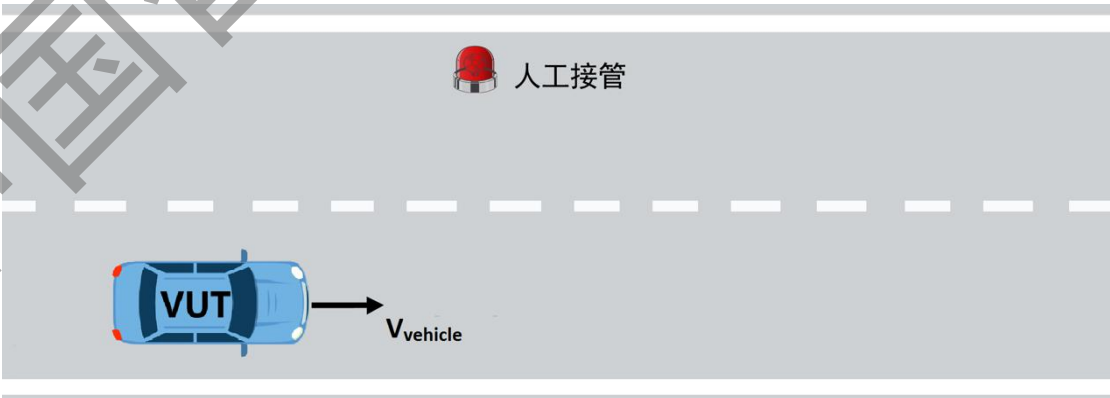


图 39 人工接管功能测试场景示意图

6.13.3.2 测试方法

本测试包含三项测试，分别为：操纵制动踏板接管、操纵方向盘接管以及操纵按钮或开关接管。在自动驾驶模式下，测试车辆平稳加速至测试速度并匀速直线行驶后：

- a) 操纵制动踏板接管：测试安全员通过操纵制动踏板，让测试车辆减速直至停车；
- b) 操纵方向盘接管：测试安全员通过接管方向盘，驾驶测试车辆行驶一段距离；
- c) 操纵人工驾驶模式应急开关或按钮接管：测试安全员通过操纵人工驾驶模式应急开关或按钮，测试车辆退出自动驾驶模式；
- d) 人工接管后持续行驶时长应不少于 10 s。

6.13.3.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 人工操纵制动、转向、按钮或开关后，测试安全员应在 1 s 内获得车辆控制权限，并能够正常操纵车辆，自动驾驶系统不可自动恢复车辆控制权限；
- b) 系统应能通过声音提示操作模式切换；

6.14 信号干扰

6.14.1 测试场地要求

测试场地为封闭道路，道路为至少双向 2 车道的长直路段，并至少包含一个十字路口，长度不少于 100 m。路面平坦无明显凹坑，开阔无遮挡。

6.14.2 定位信号干扰

6.14.2.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度，匀速行驶在长直道路上，在定位信号受到干扰情况下通过前方左转路口。如图 45 所示：

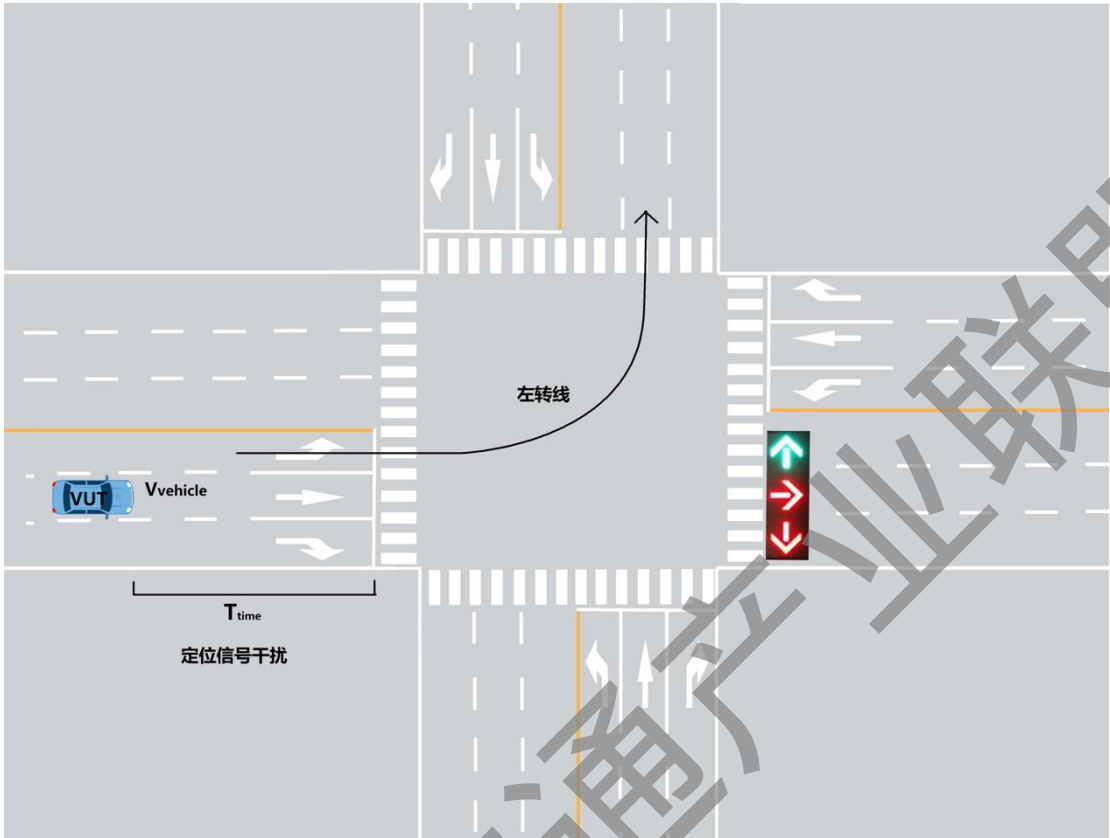


图 40 定位信号干扰场景示意图

6.14.2.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆沿车道中间平稳加速至测试速度并匀速驶向时距 6 s 的十字路口；
- b) 开启定位信号干扰器，测试车辆遇到红色交通信号灯时，在距离停止线 0 m~1.5 m 范围内直至停车；
- c) 待交通信号灯变成绿色后，测试车辆起步并左转通过路口，平稳行驶一段距离。

6.14.2.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆在定位信号受到干扰情况下可以安全通过十字路口到达终点；
- b) 测试车辆不得碾压实线。

6.15 主辅路通行

6.15.1 测试场地要求

测试场地为封闭道路，主路单向道路为至少 2 车道的长直路段，并至少包含主路匝道出口一个、主路匝道入口一个。测试路段长度不少于 100 m，路面平坦无明显凹坑，开阔无遮挡。

6.15.2 驶入辅道

6.15.2.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度，匀速行驶在主车道上，稍后将行驶到右前方的辅道。如图 46 所示：

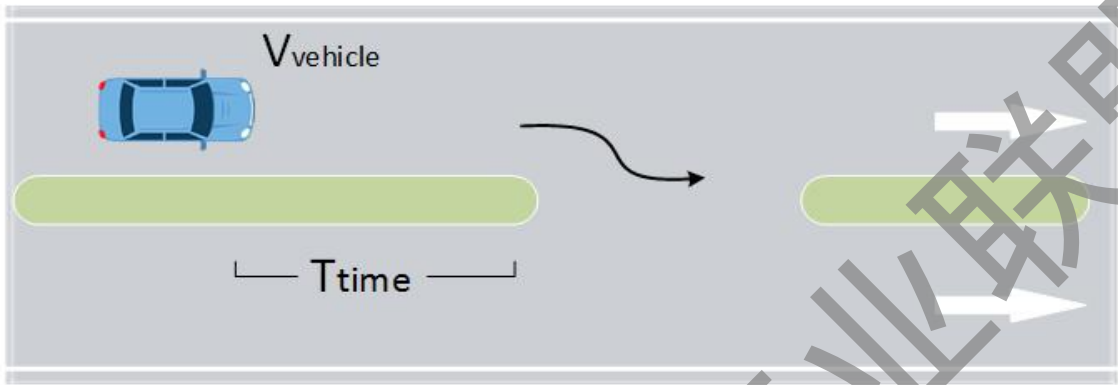


图 41 驶入辅道场景示意图

6.15.2.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆以测试速度并匀速驶向时距 6 s 的辅道路口；
- b) 测试车辆打开右转向灯，减速驶出主道并驶入辅道，平稳行驶一段距离；

6.15.2.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应能够正确使用转向灯；
- b) 测试车辆应不碾压车道线和刮擦路沿石。

6.15.3 驶出辅道

6.15.3.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度，匀速行驶在辅道上，稍后将进入前方的主车道。如图 47 所示：

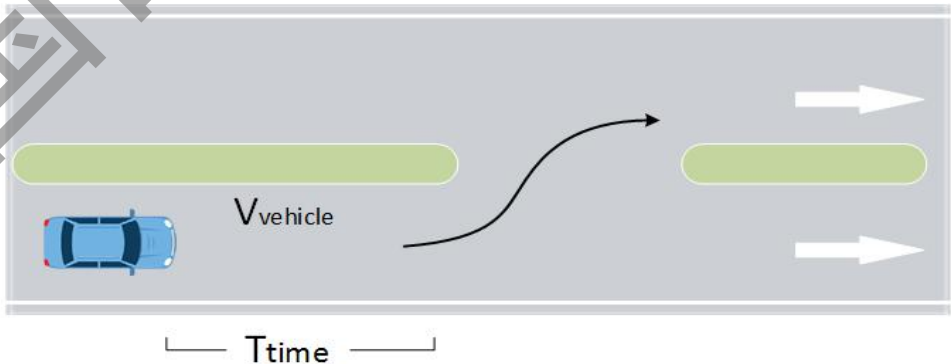


图 42 驶出辅道场景示意图

6.15.3.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆以不低于 30km/h 的测试速度匀速行驶在辅道上；
- b) 在辅道前方时距 6 s 处有主路汇入口；
- c) 测试车辆打开左转向灯并减速驶出辅道，进入主道后，恢复到测试速度行驶一段距离后停车；

6.15.3.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应能正确使用转向灯；
- b) 测试车辆应不碾压车道线和刮擦路沿石。

6.16 匝道通行

6.16.1 测试场地要求

测试场地为封闭道路，主干道单向道路至少有 3 车道的长直路段，并至少包含主干道匝道出口一个、主干道匝道入口一个，匝道至少包含 2 车道。测试路段长度不少于 100 m，路面平坦无明显凹坑，开阔无遮挡。

6.16.2 邻近车道无车驶入匝道

6.16.2.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度，匀速行驶在主干道上，即将驶入右前方的匝道。如图 48 所示：

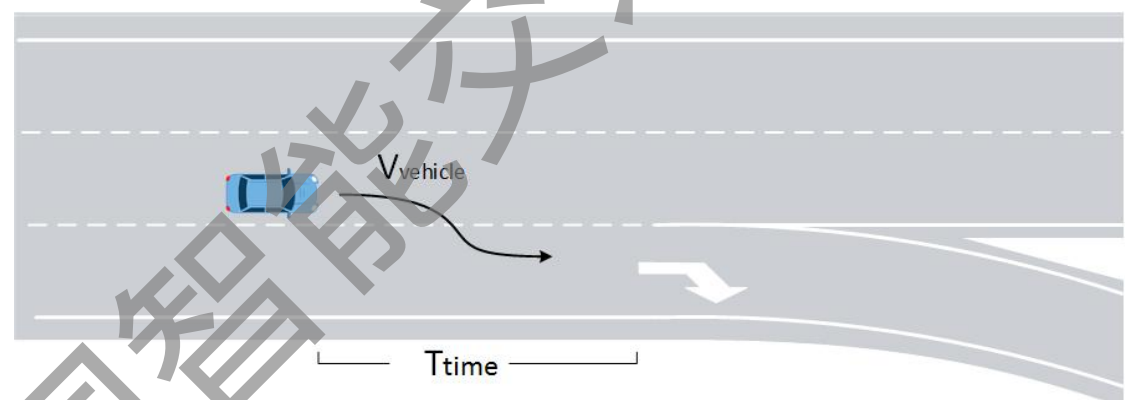


图 43 匝道通行场景示意图

6.16.2.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆以测试速度并匀速在主干道上，在前方时距 6 s 处有一个匝道路口；
- b) 测试车辆打开右转向灯并减速驶出主干道并驶入匝道，行驶一段距离后停车。

6.16.2.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应能至少提前 1s 开启右转向灯；
- b) 测试车辆能够减速驶入匝道，不得压实线、刮擦或碰撞。

6.16.3 邻近车道有车驶入匝道

6.16.3.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度，匀速行驶在匝道上，即将驶入前方的匝道，右侧车道有匀速行驶的目标车辆，两车有碰撞风险。如图 49 所示：

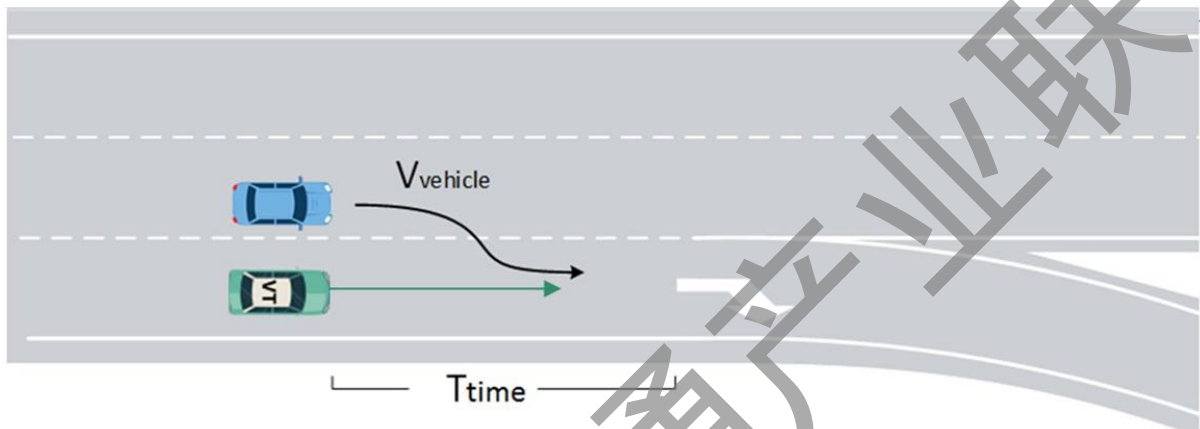


图 44 邻近车道有车驶入匝道场景示意图

6.16.3.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆以测试速度匀速行驶在匝道上；
- b) 在匝道前方时距 6s 处有主干道出口，且主干道内目标车辆与测试车辆同速，距离出口的时距同样为 6s；
- c) 测试车辆开启左转向灯并加速汇入主干道，进入立交桥的主干道后行驶一段距离后停车；

6.16.3.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆能够正确使用转向灯；
- b) 测试车辆能够减速避让目标车辆，驶出主干道，不碾压实线、刮擦或碰撞目标车辆。

6.16.4 主道无车行驶汇入主道

6.16.4.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度，匀速行驶在匝道上，即将驶入前方的主干道，主干道上没有车辆行驶。如图 50 所示：

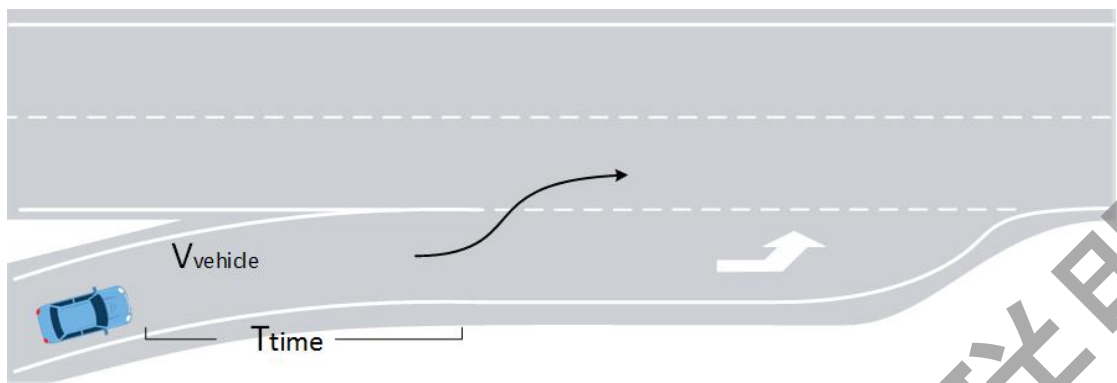


图 45 主道无车行驶汇入主道场景示意图

6.16.4.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆以测试速度匀速行驶在匝道上；
- b) 在匝道前方时距 6 s 处有主干道汇入口；
- c) 测试车辆打开左转灯并加速汇入主干道，进入立交桥的主干道后行驶一段距离后停车；

6.16.4.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆能够正确使用转向灯；
- b) 测试车辆能够减速驶出匝道进入主干道，不得压实线、刮擦或碰撞。

6.16.5 主道有车行驶汇入主道

6.16.5.1 测试场景

测试车辆以不低于 30km/h 的速度行驶在匝道上，即将驶入前方的主干道。主干道有行驶的目标车辆，两车有碰撞风险。如图 51 所示：

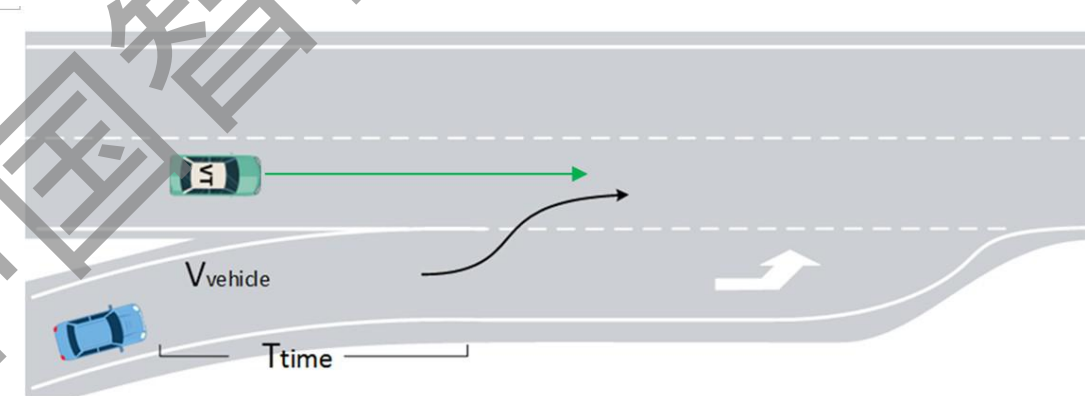


图 46 主道有车行驶汇入主道场景示意图

6.16.5.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆以测试速度匀速行驶在匝道上；
- b) 在匝道前方时距 6 s 处有主干道汇入口，且主干道上目标车辆与测试车辆同速，距离汇入口的时距同样为 6 s；
- c) 测试车辆打开左转向灯并加速汇入主干道，进入立交桥的主干道后平稳行驶一段距离后停车；

6.16.5.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆能够正确使用转向灯；
- b) 测试车辆能够减速避让目标车辆，驶出匝道并进入主干道，不碾压实线、刮擦或碰撞目标车辆。

6.17 坡道通行

6.17.1 测试场地要求

测试场地为封闭道路，单向至少有 1 车道，道路有一定的坡度，坡道坡度 3%~6%，长度不小于 50 m。

6.17.2 坡道起步和停车

6.17.3 测试场景

测试车辆在上坡路段起步，匀速行驶；再到下坡路段停车。如图 52 所示：

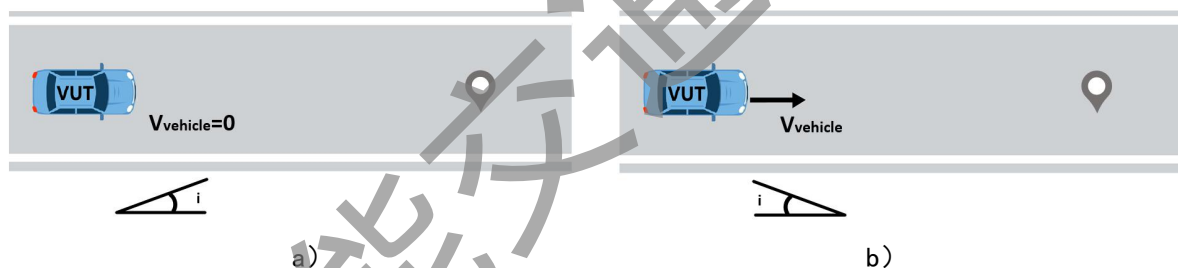


图 47 坡道起步和停车场景示意图

6.17.4 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 在自动驾驶模式下，测试车辆在上坡的路段开启左转向灯起步，达到测试速度后匀速行驶；
- b) 在坡道的下坡路段，开启右转向灯，减速直至停车。

6.17.5 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应能正确开启转向灯；
- b) 测试车辆在坡道上因驻车不当导致的后向移动距离不大于 30 cm。

6.18 雨天通行

6.18.1 测试场景要求

测试场地为封闭道路，单向道路至少有 2 车道，长度不少于 150 m；道路上至少包含一个交通信号

灯和人行横道线的路口；天气为 5 mm/d~10 mm/d 雨量的雨天。

6.18.2 测试场景

在下雨天气环境中，测试车辆驶向人行横道线，人行横道线处有交通信号灯。如图 53 所示：



图 48 雨天通行场景示意图

6.18.3 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 测试场地应模拟 5 mm/d~10 mm/d 降雨环境；
- b) 按照 6.2.3 交通信号灯识别及响应的场景进行测试。

6.18.4 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆能在雨天正确识别红色和绿色信号灯；
- b) 测试车辆在遇到红色信号灯时，应在停止线前 0 ~1.5 m 范围内停车，且不碾压实线。

6.19 低能见度路段通行

6.19.1 测试场地要求

测试场地为封闭道路，单向道路至少有 2 车道，长度不少于 150 m；道路上至少包含一个交通信号灯和人行横道线的路口；光照度为 100 lux~300 lux。

6.19.2 测试场景

在能见度很低的道路上，测试车辆识别红色信号灯并进行制动并停止于人行横道线前。如图 54 所示：

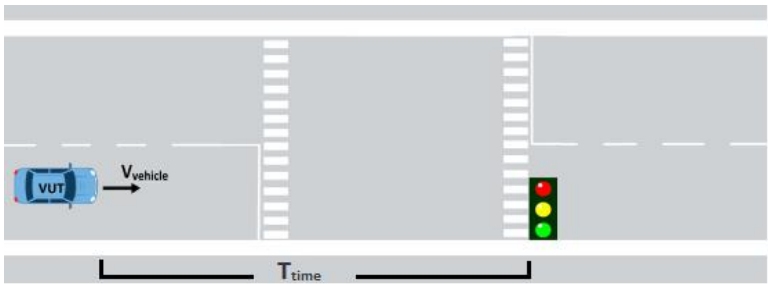


图 49 低能见度路段通行场景示意图

6.19.3 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 测试场地模拟能见度 500 m~1000 m 环境；
- b) 按照 6.2.3 交通信号灯识别及响应的场景测试。

6.19.4 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆应能在雾天正确识别红色和绿色信号灯；
- b) 测试车辆在遇到红色信号灯时，应在停止线前 0 m~1.5m 范围内停车，且不碾压实线。

6.20 湿滑路段通行

6.20.1 测试场地要求

测试场地为封闭道路，单向道路至少有 2 车道，长度不少于 150 m；保持道路湿润，构造附着系数为 0.15~0.65 的道路环境。

6.20.2 测试场景

在湿滑道路上，测试车辆以不低于 30km/h 的速度，匀速行驶在放置有障碍物的测试道路上；待测试车辆检测到雨中障碍物时，能够绕开障碍物安全行驶通过。如图 55 所示：

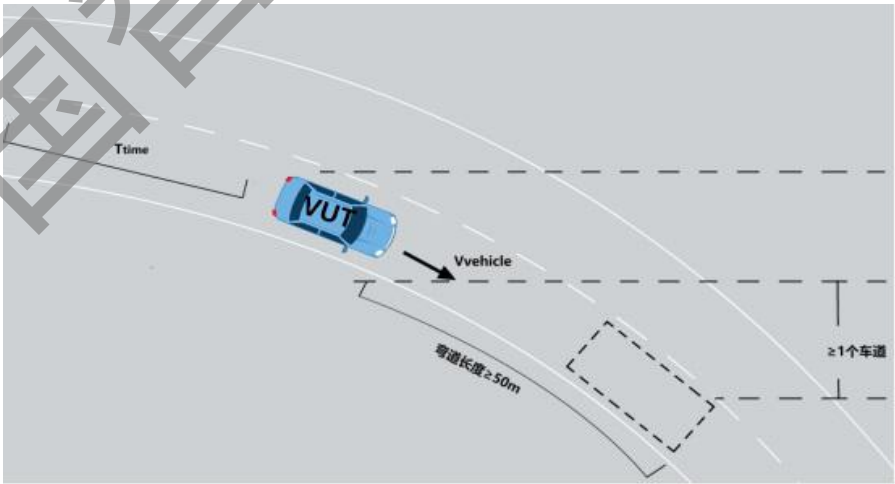


图 50 湿滑路段通行场景示意图

6.20.3 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 测试道路应模拟湿滑道路环境；
- b) 按照 6.1.5 车道线识别及响应的场景测试。

6.20.4 测试通过要求

测试车辆应能识别车道线，不得碾压实线。

6.21 泊车

6.21.1 测试场地要求

测试场地为封闭道路，平行车位宽度为 (2.4 ± 0.2) m，长度为 (6 ± 0.2) m；垂直车位宽度为 (2.3 ± 0.2) m，长度为 (5.3 ± 0.2) m；斜向车位宽度为 (2.3 ± 0.2) m，长度为 (6 ± 0.2) m，倾斜角为 $30^\circ \sim 60^\circ$ 。

6.21.2 平行车位泊车

6.21.2.1 测试场景

测试车辆泊入到侧方位车位，停车一段时间后，再泊出侧方位车位。如图 56 所示：

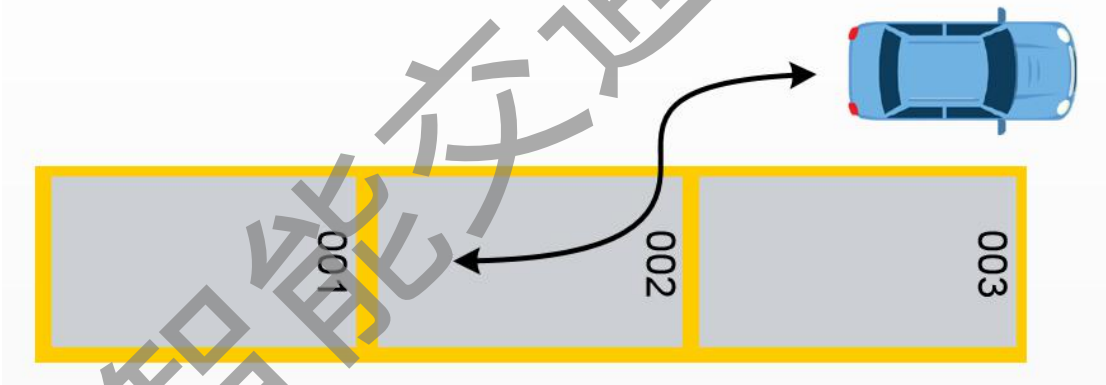


图 51 侧方位停车场景示意图

6.21.2.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 测试车辆以测试速度匀速驶向时距 6 s 的侧方位车位；
- b) 测试车辆减速并开启转向灯，慢速泊入车位中；
- c) 测试车辆停车一定时间后，慢速泊出车位。

6.21.2.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 泊入完成后车辆距离左右车位线距离不得小于 0.2 m（不含后视镜），车尾部距离车位线不得小于 0.1 m；

- b) 泊车过程速度不大于 0.8m/s，减速度不大于 5m/s²，减速度变化率不大于 5m/s³；
- c) 测试车辆泊入泊出车位全过程应不超过 90 s。

6.21.3 垂直车位泊车

6.21.3.1 测试场景

测试车辆将车泊入到垂直车位，停车一段时间后，再泊出垂直车位。如图 57 所示：

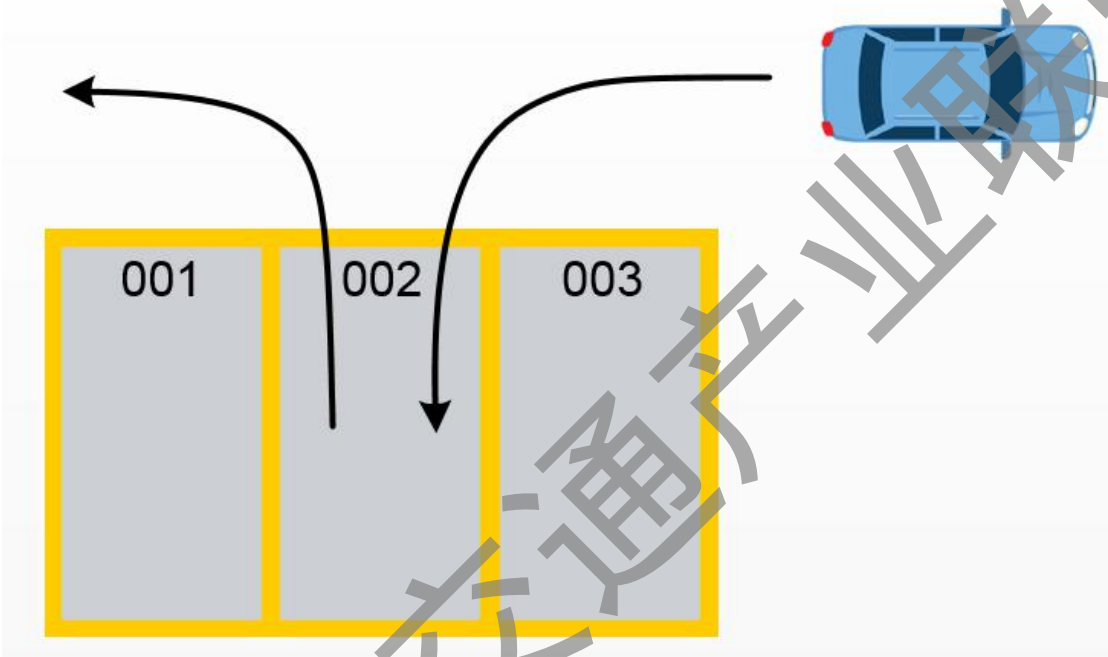


图 52 垂直车位停车场景示意图

6.21.3.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 测试车辆以测试速度匀速驶向时距 6 s 的垂直车位；
- b) 测试车辆减速并转向灯，慢速泊入车位中；
- c) 测试车辆停车一定时间后，慢速泊出垂直车位。

6.21.3.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆泊入泊出车位过程中不得碾压实线；
- b) 停车时长为 5 s；
- c) 测试车辆泊入泊车全过程应不超过 90 s。

6.21.4 斜向车位泊车

6.21.4.1 测试场景

测试车辆将车泊入到倾斜角为 45° 的斜向车位，停车一段时间后，泊出斜向车位。如图 58 所示：

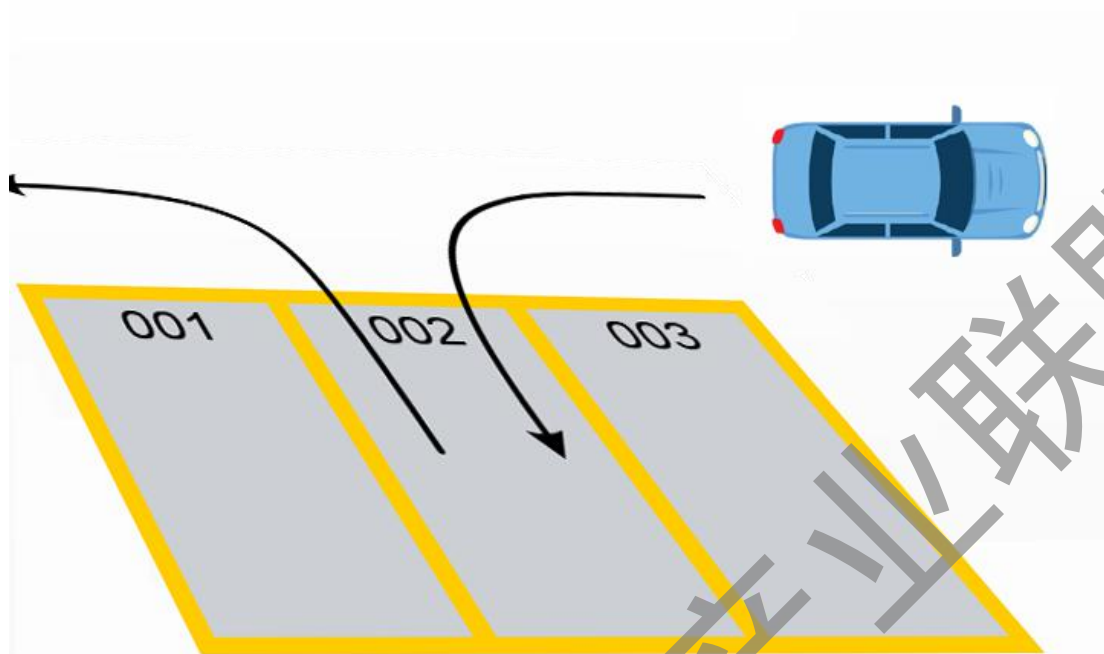


图 53 斜向车位停车场景示意图

6.21.4.2 测试方法

按照下列方法进行测试：

- a) 测试车辆以测试速度匀速驶向时距 6 s 的斜向车位；
- b) 测试车辆减速并开启转向灯，慢速泊入斜向车位中；
- c) 测试车辆停车一定时间后，慢速泊出斜向车位。

6.21.4.3 测试通过要求

符合下列要求的为测试通过：

- a) 测试车辆泊入泊出车位过程中不得碾压实线；
- b) 停车时长为 5 s；
- c) 测试车辆泊入泊车全过程应不超过 90 s。

中国智能交通产业联盟
标准

自动驾驶出租汽车 第2部分：自动驾驶功能要求和测试方法

T/ITS 0137.2-2020

北京市海淀区西土城路8号（100088）

中国智能交通产业联盟印刷

网址：<http://www.c-its.org.cn>

2021年1月第一版 2021年1月第一次印刷