

# 团体标准

T/ITS XXXX.2—XXXX

## 自动驾驶公交车

### 第2部分：自动驾驶功能测试方法与要求

Automated driving bus

—Part 2: Test methods and requirement of automated driving feature

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国智能交通产业联盟 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 自动驾驶能力要求.....	3
4.1 场地试验.....	3
4.2 道路试验.....	3
5 场地试验要求及方法.....	4
5.1 场地试验要求.....	4
5.2 封闭场地试验方法.....	4
6 道路试验要求及方法.....	21
6.1 道路试验要求.....	21
6.2 道路试验方法.....	24

## 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。

《自动驾驶公交车》为系列标准，包含《自动驾驶公交车 第1部分：车辆运营技术要求》和《自动驾驶公交车 第2部分：自动驾驶功能测试方法及要求》2个部分。

本文件为第2部分。

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。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件起草单位：北京百度智行科技有限公司、厦门金龙联合汽车工业有限公司、深圳市未来智能网联交通系统产业创新中心、同济大学、北京赛目科技有限公司、威马汽车科技集团有限公司、中兴通讯股份有限公司、中国信息通信研究院、湖南湘江智能科技创新中心有限公司、浙江吉利汽车有限公司、上海淞泓智能汽车科技有限公司、北京轻舟智航科技有限公司、上海国际汽车城集团有限公司、深圳元戎启行科技有限公司。

本文件主要起草人：。

中国智能交通产业联盟

# 自动驾驶公交车

## 第2部分：自动驾驶功能测试方法与要求

### 1 范围

本文件规定了自动驾驶公交车的自动驾驶能力要求及自动驾驶功能的封闭场地和道路试验方法与通过要求。

本文件适用于具备高度自动驾驶及完全自动驾驶能力且能够提供载客运营服务的小型、中型、大型公共汽车。

### 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。

- GB/T 3730.2-1996 道路车辆质量词汇和代码
- GB 5768 道路交通标志和标线
- GB 7258 机动车运行安全技术条件
- GB/T 12534 汽车道路试验方法通则
- 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 24720 交通锥
- GB/T 28046 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验
- GB 30678 客车用安全标志和信息符号
- GB/T 40429-2021 驾驶自动化分级
- JT/T 1094 营运客车安全技术条件

### 3 术语和定义

T/ITS XXXX.1—XXXX中以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**场地试验 track test**

在人为构建的道路环境和场景下试验自动驾驶功能的实车试验。

#### 3.2

**道路试验 road test**

在真实道路交通环境下试验自动驾驶功能的实车试验。

3.3

**自动驾驶功能 automated driving function**

GB/T 40429-2021 中所规定的 4 级或 5 级自动驾驶系统所包含的功能。

3.4

**试验车辆 vehicle under test;**

进行自动驾驶功能试验的车长在 4.5m 以上、12m 以下的经营性载客汽车。

3.5

**目标物 object target**

用于构建试验场景的交通参与者及障碍物。

3.6

**试验场景 testing scenario**

车辆试验过程中所处道路、交通标志标线及目标物等要素及其状态的集合。

3.7

**试验过程 testing process**

试验车辆自第一个试验项目开始至选取试验项目全部完成。

3.8

**稳定跟随 stable following**

前后车辆速度差在  $\pm 2$  km/h 以内保持 3 s 以上的行驶状态。

3.9

**起动 start moving**

试验车辆行驶速度由 0 km/h 加速至 2 km/h 的行驶过程。

3.10

**换道 lane changing**

车辆车轮首次触碰车道边线到车辆全部车轮进入相邻车道。

3.11

**试验时长 test duration**

试验车辆安装试验设备后，在自动驾驶功能激活条件下针对某种特定路况进行试验的时长。

3.12

**试验人员 test staff**

进行场地试验和道路试验的人员。

## 4 自动驾驶能力要求

### 4.1 场地试验

自动驾驶公交车应按照5.2章节的方法通过下述场景自动驾驶能力评估，标注\*为选测项目，并满足封闭场地试验方法的通过要求。

表1 自动驾驶公交车场地试验场景集

序号	能力类别	试验场景
1	交通标志标线的识别及响应	限速标志识别及响应
2		车道线的识别及响应
3		停车让行标志识别及响应
4	交通信号灯识别及响应	路口机动车信号灯识别及响应
5		方向指示信号灯识别及响应
6	隧道	隧道行驶*
7	环形路口	环形路口通行
8	十字路口	无信号灯路口直行车辆冲突通行
9		无信号灯路口右转车辆冲突通行
10		无信号灯路口左转车辆冲突通行
11	障碍物	常规障碍物
12		静止车辆占用部分车道
13	弱势交通参与者和车辆交互	行人通过人行横道线
14		行人沿道路行走
15		自行车沿道路骑行
16	弱势交通参与者和车辆横穿道路	自行车横穿道路
17		前方车辆切入
18		前方车辆切出
19	前方有其他车辆	目标车辆停-走
20		跟车行驶前方存在车辆静止
21		前方车辆紧急制动
22	进站停车	定点停车
23		公交车港湾式进站
24		普通公交站台式进站
25	应对遮挡区域	应对遮挡区域
26	公交车道行驶	公交车道行驶
27	远程操控	远程操控*

### 4.2 道路试验

通过5.1场地试验后，需在满足6.1要求的道路上按照6.2方法开展实际道路试验，并满足通过要求。

## 5 场地试验要求及方法

### 5.1 场地试验要求

#### 5.1.1 试验环境

- 5.1.1.1 试验场地具有良好附着能力的混凝土或沥青路面。
- 5.1.1.2 试验场地满足试验场景要求：试验项目→试验场景→试验用例。
- 5.1.1.3 试验场景交通标志、标线清晰可见；道路宽度不小于 3.5 m 且不大于 3.75 m。
- 5.1.1.4 试验场景搭建可根据试验车辆设计运行条件及试验场地所在地标志标线特征进行适应性调整，但试验过程中所涉及的标志标线均应符合 GB 5768 要求。
- 5.1.1.5 试验场电磁环境不对试验结果产生明显影响。
- 5.1.1.6 试验场天气良好且光照正常，若试验车辆设计运行条件包括如雨、雪、雾和夜晚等特殊天气及光照条件，可参照进行相对应的试验内容。

#### 5.1.2 目标物

- 5.1.2.1 目标车辆和两轮车应为大批量生产的普通乘用车、自行车或电动自行车，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，目标车辆速度控制精度应为 $\pm 2$  km/h
- 5.1.2.2 目标行人应为满足试验要求的成年和儿童假人，目标假人速度控制精度需满足试验场景要求。

#### 5.1.3 试验设备

- 5.1.3.1 试验车辆及目标车辆运动状态采样和存储的频率至少为 30 Hz。
- 5.1.3.2 视频采集设备分辨率不应小于(1920×1080)像素点。
- 5.1.3.3 试验车辆及目标车辆速度采集精度 0.1 km/h。
- 5.1.3.4 试验车辆及目标车辆横向和纵向位置采集精度 0.1 m。
- 5.1.3.5 试验车辆及目标车辆加速度采集精度 0.1 m/s<sup>2</sup>。

#### 5.1.4 试验数据

试验过程记录数据应包含以下数据内容：

- a) 车辆控制模式；
- b) 试验车辆运动状态参数；
- c) 车辆位置信息；
- d) 车辆纵向速度；
- e) 车辆横向速度；
- f) 车辆纵向加速度；
- g) 车辆横向加速度。
- h) 车辆灯光和相关提示信息状态；
- i) 反映试验车内人机交互状态的视频及语音监控情况；
- j) 反映试验车辆行驶状态的视频信息；
- k) 目标物的位置及运动数据。

### 5.2 封闭场地试验方法

#### 5.2.1 限速标志的识别及响应



## 5.2.1.1 试验场景

试验道路为至少包含一条车道的长直道，根据 $V_{max}$ 在表2中选取相对应的限速及解除限速标志牌数值，标志牌间距离至少为100米。如图1所示。

表2 限速标志选取参照表

$V_{max}$ (km/h)	初始道路限速 (km/h)	限速标志数值 (km/h)	解除限速标志 (km/h)	恢复限速标志 (km/h)
$60 \leq V_{max} < 80$	60	40	40	60
$40 \leq V_{max} < 60$	40	30	30	40
$V_{max} \leq 40$	40	$V_{max}-10$	$V_{max}-10$	40

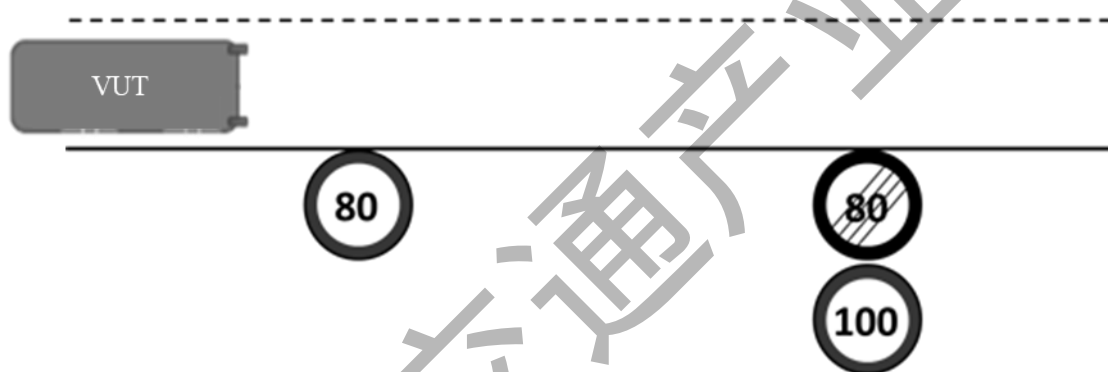


图1 限速标志试验场景示意图

## 5.2.1.2 试验方法

试验车辆以高于初始道路限速的75%的速度在长直道内驶向限速标志。

## 5.2.1.3 通过要求

- 试验车辆最前端超越限速标志时，速度不高于限速标志所示速度。
- 在限速标志牌间行驶时，试验车辆的行驶速度不低于该路段限速的75%。
- 通过解除限速标志牌后200 m时，试验车辆行驶速度不低于该路段限速的75%。

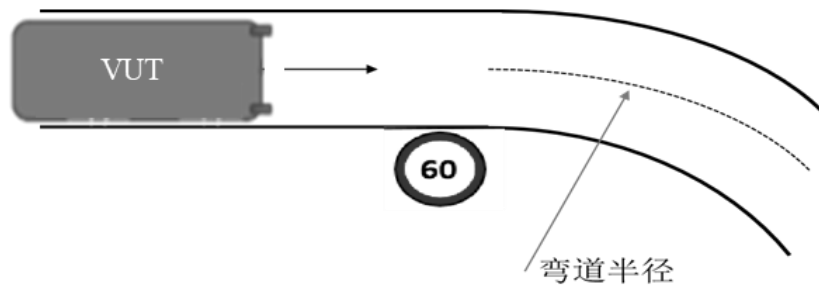
## 5.2.2 车道线的识别及响应

## 5.2.2.1 试验场景

试验道路为长直道和弯道的组合道路，弯道长度应大于100 m。在表2中对应的速度中选取任一最小弯道半径值，并设置相对应的限速标志牌。如图2所示。

表3 弯道最小曲率半径对照表

250	60
125	40
60	20



注：最小半径指弯道半径的最小值

图2 车道线试验场景示意图

#### 5.2.2.2 试验方法

试验车辆由长直道驶入并驶出弯道。

#### 5.2.2.3 通过要求

- 试验车辆车轮不应碰轧车道边线。
- 弯道内全程车速不应低于限速标志所示速度的50%。

#### 5.2.3 停车让行标志标线识别与响应

##### 5.2.3.1 试验场景

试验道路为至少两条各包含一条车道的丁字路口，并于交叉处设置停车让行标志牌和停车让行标线。如图3所示。

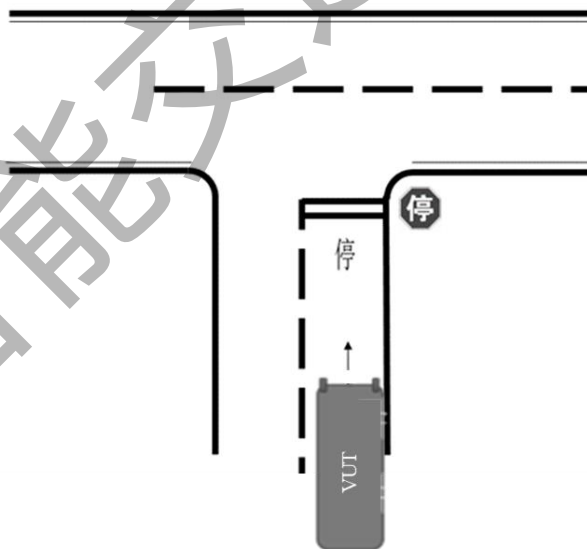


图3 停车让行标志标线试验场景示意图

##### 5.2.3.2 试验方法

试验车辆在车道内驶向停车让行线。

##### 5.2.3.3 通过要求

- 试验车辆应在停车让行线前停车。
- 最前端与停车让行线最小距离不应大于4 m，车辆静止时间不应超过5 s。

#### 5.2.4 路口机动车信号灯识别与响应

### 5.2.4.1 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，该路段设置限速为40 km/h。如图4所示。

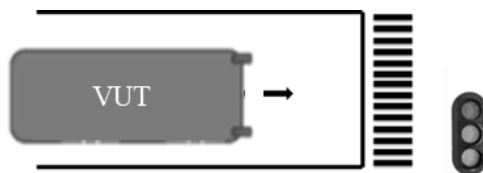


图4 机动车信号灯试验场景示意图

### 5.2.4.2 试验方法

试验车辆在车道内驶向机动车信号灯。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：

—绿灯通行：信号灯保持绿色状态；

—红灯停止：信号灯在试验车辆最前端距离停止线40m~60m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。

—三次通过本场景试验过程中，上述各信号灯状态至少出现一次。

### 5.2.4.3 通过要求

—当进行绿灯通行试验时，试验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。

—当进行红灯停止试验时，试验车辆在红灯点亮后应停止于停车线前且车身任何部位不越过停止线，车辆最前端与停止线最小距离应不大于4 m；当信号灯变为绿色后，起动时间不应超过5 s。

## 5.2.5 方向指示信号灯识别与响应

### 5.2.5.1 试验场景

试验道路为至少包含双向两车道的十字交叉路口，交叉口道路转弯半径不小于15 m，路口设置包括直行、左转、右转的方向指示信号灯，该路段限速为40 km/h。如图5所示。

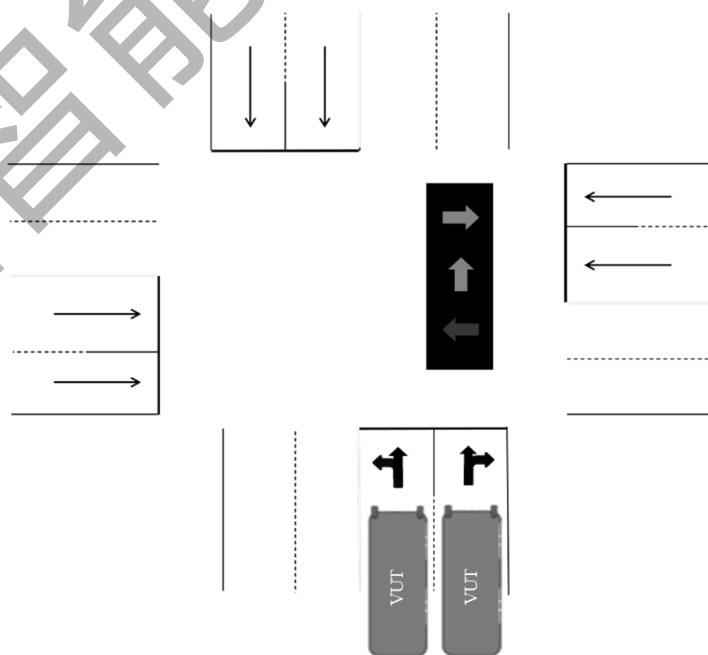


图5 方向指示信号灯试验场景示意图

## 5.2.5.2 试验方法

试验车辆在车道内驶向方向指示信号灯。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：

—绿灯通行：信号灯保持绿色状态；

—红灯停止：信号灯在试验车辆最前端距离停止线40 m-45 m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，直行、左转、右转方向指示信号均应完成三次试验，且均应包含绿灯通行和红灯停止试验。

## 5.2.5.3 通过要求

—当进行绿灯通行试验时，试验车辆应通过路口并进入对应车道，在通过过程中不应存在停止行驶的情况。

—当进行红灯停止试验时，试验车辆在红灯点亮后应停止于停车线前且车身任何部位不越过停止线，车辆最前端与停止线最小距离应不大于4m；当信号灯变为绿色后，起动时间不应超过5s。

## 5.2.6 隧道

## 5.2.6.1 试验场景

试验道路为至少包含两条车道的长直道，路段内设置隧道，隧道长度不应小于100m。如图6所示。



图6 隧道通行试验场景示意图

## 5.2.6.2 试验方法

试验车辆根据路径设定驶向隧道。

## 5.2.6.3 通过要求

—若不具备隧道内行驶能力，试验车辆在进入隧道前应发出超出设计运行范围的提示信息且不进入隧道区域。

—若具备隧道内行驶能力，试验车辆应在通行过程中保持相同车道驶入并驶出隧道。

## 5.2.7 环形路口

## 5.2.7.1 试验场景

试验场地为不低于3个出入口的环形路口，每个出入口至少为双向两车道。试验车辆入口上游存在1辆行驶目标车辆，下游第1个入口存在静止目标车辆。如图7所示。

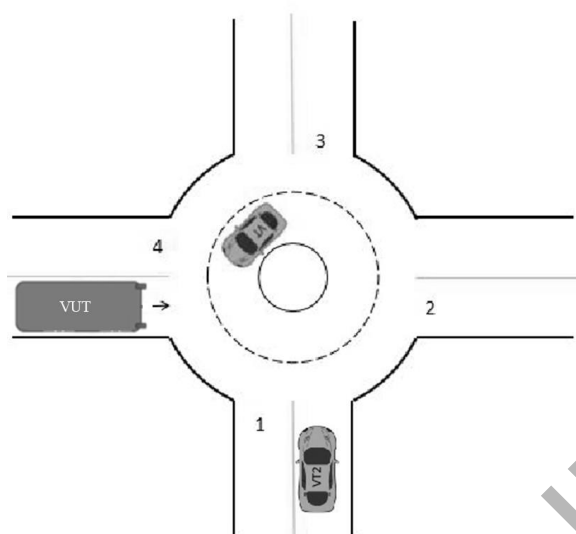


图7 环形路口试验场景示意图

#### 5.2.7.2 试验方法

试验车辆在车道内驶向环形路口，且车辆路径规划从出口2或出口3驶出环岛；当试验车辆到达环岛入口时，在入口上游存在计划于出口1驶出以15 km/h的速度匀速行驶的目标车辆。

#### 5.2.7.3 通过要求

- 正确使用转向灯；
- 绕经环岛由正确出口驶出并进入对应车道；
- 不与目标车辆发生碰撞；
- 不与路面基础设施发生碰撞；
- 不受静止目标车辆的影响。

### 5.2.8 无信号灯路口直行车辆冲突通行

#### 5.2.8.1 试验场景

试验道路为至少包含双向单车道的十字交叉路口。目标车辆从试验车辆右方横向直线驶入路口。如图8所示。

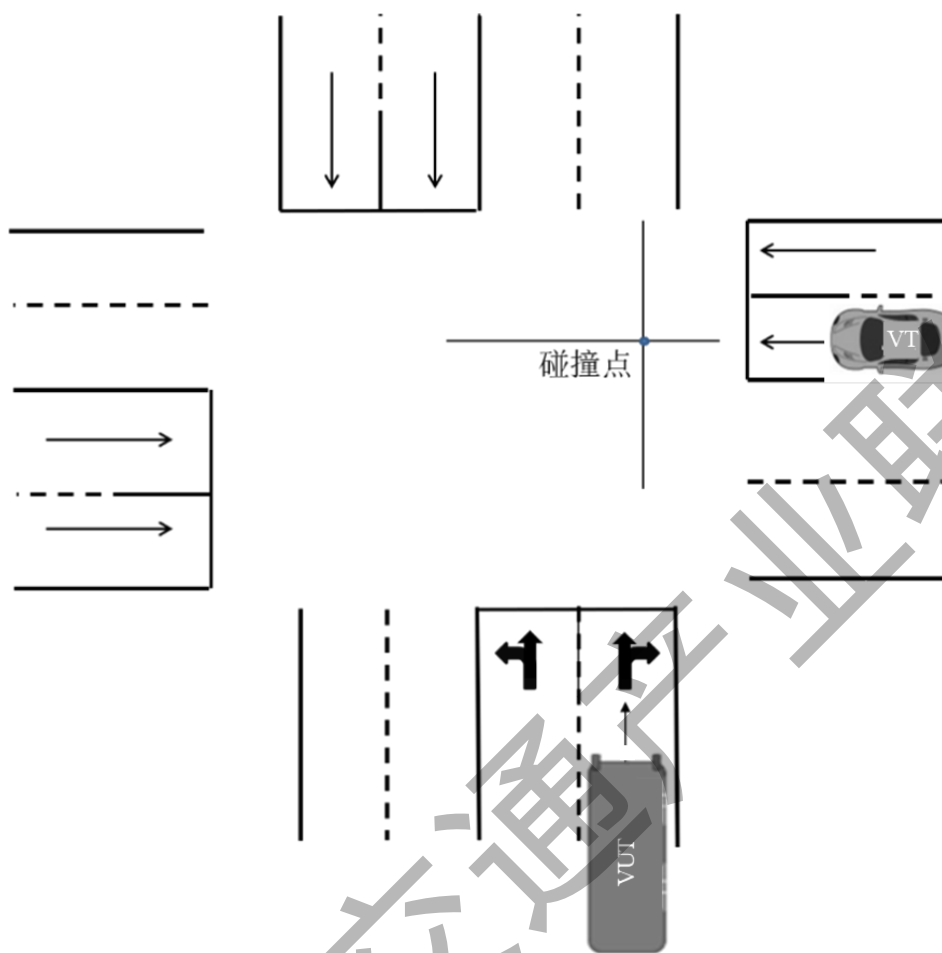


图8 直行车辆冲突通行试验场景示意图

#### 5.2.8.2 试验方法

试验车辆根据路径设定在车道内沿标有直行和右转指示标线的车道直行通过该路口。当两车预碰撞时间首次为5.5 s后1 s内，目标车辆以20 km/h速度由试验车辆右侧匀速驶向路口。

#### 5.2.8.3 通过要求

试验车辆应正确使用转向灯，驶入对应车道且不与目标车辆发生碰撞。

### 5.2.9 无信号灯路口右转车辆冲突通行

#### 5.2.9.1 试验场景

试验道路为至少包含双向两车道的十字交叉路口，交叉路口转弯半径不小于15 m。目标车辆从试验车辆左方横向直线驶入路口。如图9所示。

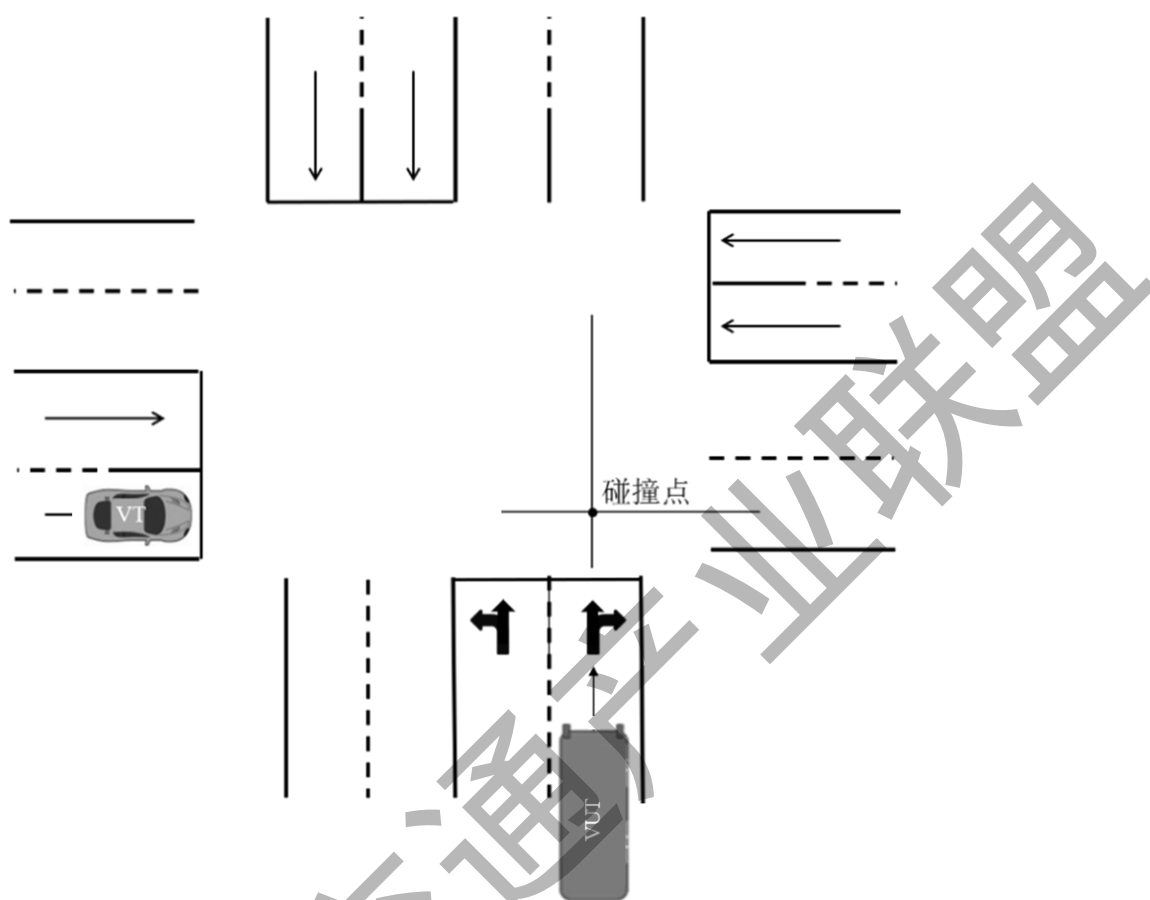


图9 右转车辆冲突通行试验场景示意图

#### 5.2.9.2 试验方法

试验车辆根据路径设定在车道内沿标有直行和右转指示标线的车道右转弯行驶通过该路口。当两车预碰撞时间首次为5.5s后1s内，目标车辆以20km/h速度匀速驶向路口。

#### 5.2.9.3 通过要求

试验车辆应正确使用转向灯，驶入对应车道且不与目标车辆发生碰撞。

### 5.2.10 无信号灯路口左转车辆冲突通行

#### 5.2.10.1 试验场景

试验道路为至少包含双向两车道的十字交叉路口，交叉路口转弯半径不小于15 m。目标车辆从对向车道直线驶入路口。如图10所示。

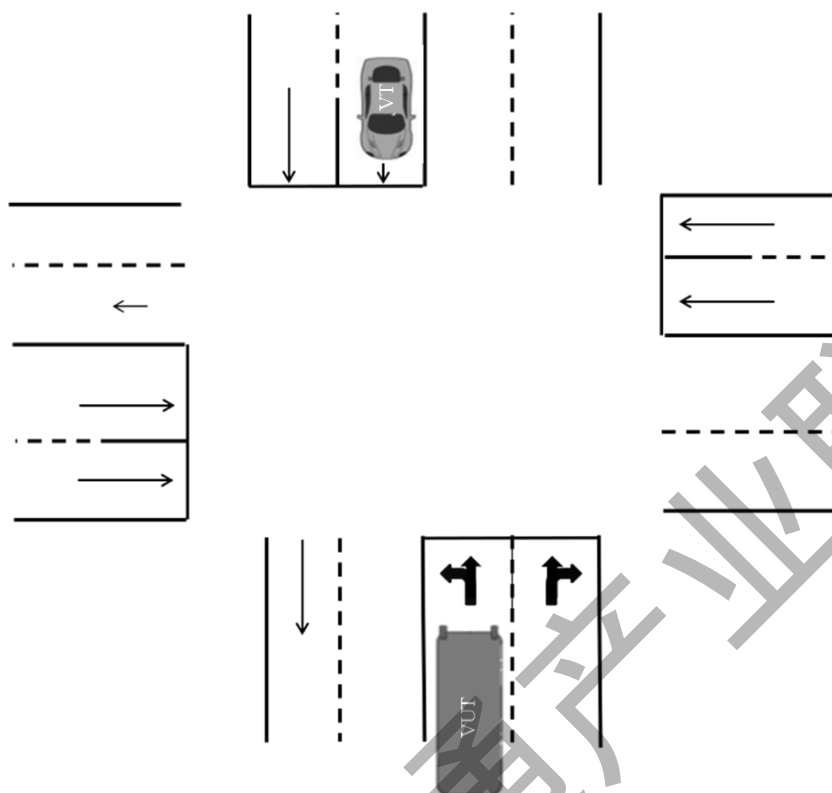


图10 左转车辆冲突通行试验场景示意图

#### 5.2.10.2 试验方法

试验车辆根据路径设定在车道内沿标有直行和左转指示标线的车道左转弯行驶通过该路口。当两车预碰撞时间首次为5.5s后1s内，目标车辆以20km/h速度匀速驶向路口。

#### 5.2.10.3 通过要求

试验车辆应正确使用转向灯，驶入对应车道且不与目标车辆发生碰撞。

#### 5.2.11 常规障碍物

##### 5.2.11.1 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。在车道内依据道路养护作业的交通控制要求摆放锥形交通路标及交通标志等。如图11所示。

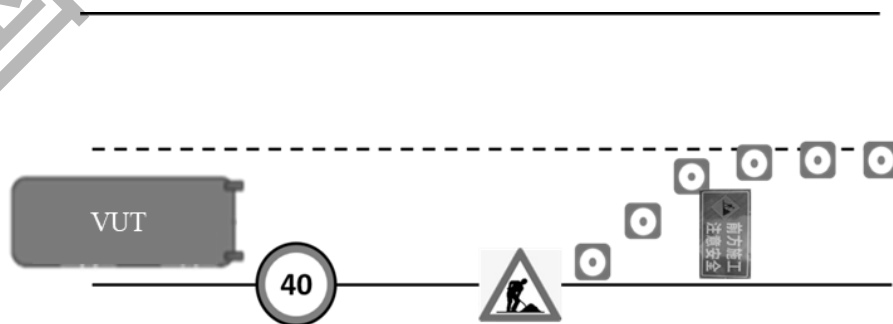


图11 常规障碍物场景示意图

##### 5.2.11.2 试验方法



试验车辆在施工车道内驶向障碍前方障碍物。锥桶高度>500mm。

### 5.2.11.3 通过要求

试验车辆应采用变更车道绕行方式通过该场景。

## 5.2.12 静止车辆占用部分车道

### 5.2.12.1 试验场景

试验道路为包含两条行车道的长直道且中间车道线为白色虚线。在右侧车道存在静止目标车辆且目标车辆占用试验车辆行驶车道横向距离为1 m~1.2 m，目标车辆与中间车道线夹角不大于30°。如图12所示。

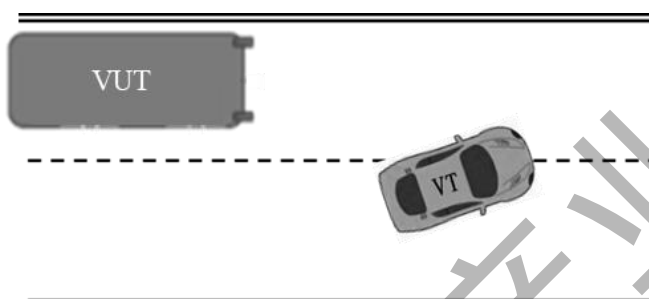


图12 静止车辆占用部分车道场景示意图

### 5.2.12.2 试验方法

试验车辆于车道内驶向目标车辆方向。

### 5.2.12.3 通过要求

- 若试验车辆采取绕行目标车辆，绕行过程中，试验车辆不应与目标车辆发生碰撞。
- 若试验车辆采取制动停止，试验车辆不应与目标车发生碰撞，并发出接管请求信号。

## 5.2.13 行人通过人行横道线

### 5.2.13.1 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，该路段限速40 km/h。左侧车道外侧1米内存在行人，行人沿人行横道线横穿试验道路。如图13所示。

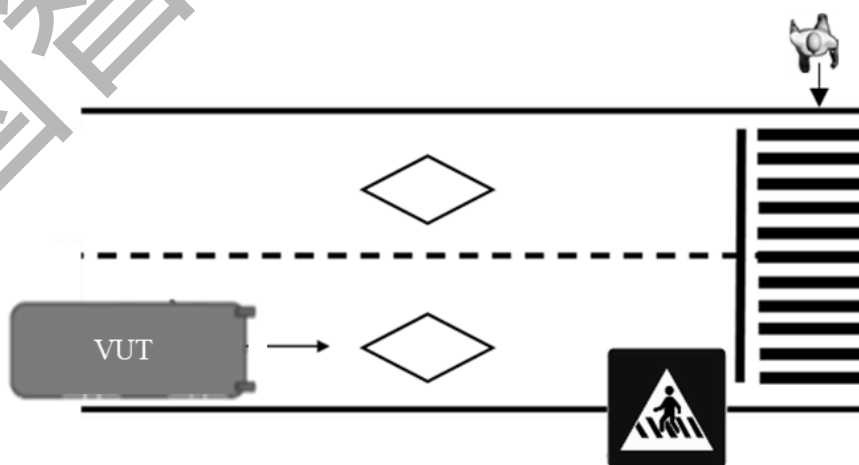


图13 人行横道线行人横穿道路场景示意图

### 5.2.13.2 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。当试验车辆与行人间的预碰撞时间首次为4.5 s后1 s内，行人于车辆左侧以5 km/h~6.5 km/h的速度横穿人行横道线。三次通过本场景试验过程中，目标行人应包括成年假人和儿童假人。

### 5.2.13.3 通过要求

- 试验车辆不应与行人发生碰撞。
- 若试验车辆停止，待行人通过试验车辆所在车道后，起动时间不应大于5 s。

### 5.2.14 行人沿道路行走

#### 5.2.14.1 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。行人以5 km/h~6.5 km/h的速度于距离本车道右侧车道线内侧1 m~2.5 m范围内沿道路行走。如图17所示。

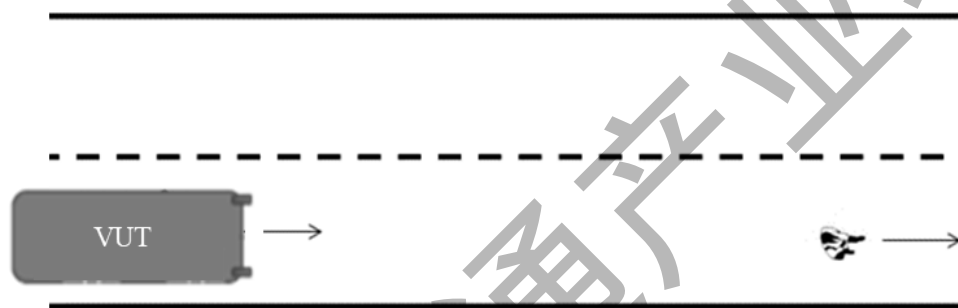


图14 行人沿道路行走场景示意图

#### 5.2.14.2 试验方法

试验车辆于右侧车道内驶向行人。  
三次通过本场景试验过程中，目标行人应包括成年假人和儿童假人。

#### 5.2.14.3 通过要求

试验车辆采用绕行方式通过该场景，应完成超越且不与行人发生碰撞。

### 5.2.15 自行车沿道路骑行

#### 5.2.15.1 试验场景

试验道路为至少包含两条车道的长直道且中间车道线为虚线。自行车以10 km/h~20 km/h速度于距离本车道右侧车道线内侧1 m~2.5 m范围内沿道路骑行。如图15所示。若试验车辆最高设计运行速度小于20 km/h时，无需进行该试验项目。

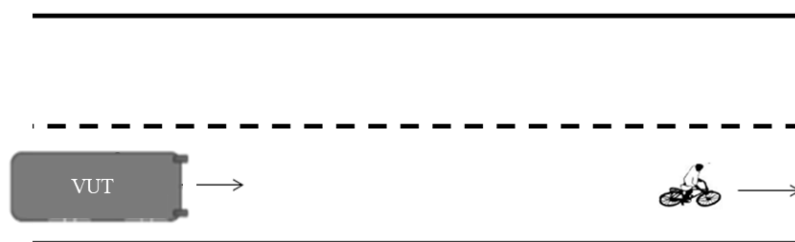


图15 自行车沿道路骑行场景示意图

### 5.2.15.2 试验方法

试验车辆在车道内驶向自行车。

### 5.2.15.3 通过要求

试验车辆采用绕行方式通过该场景，应完成超越且不与自行车发生碰撞。

## 5.2.16 自行车横穿道路

### 5.2.16.1 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，若 $V_{max}$ 大于等于60 km/h，则该路段限速60 km/h，若 $V_{max}$ 小于60 km/h，则该路段限速40 km/h。道路存在自行车横穿道路。如图166所示。

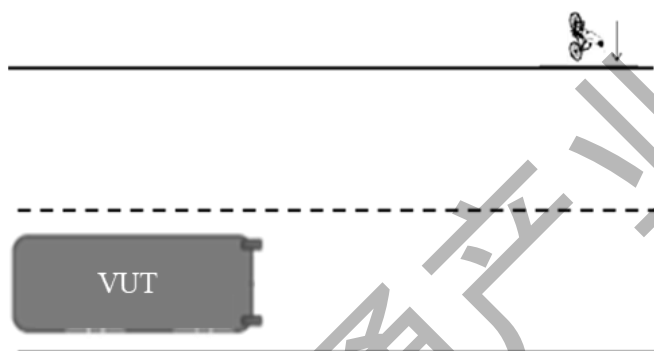


图16 自行车横穿道路试验场景示意图

### 5.2.16.2 试验方法

试验车辆在最右侧车道内行驶。当试验车辆与行人间的预碰撞时间首次为4.5 s后1 s内，自行车于试验车辆左侧触发以14 km/h~16 km/h速度横穿道路动作并停止于试验车辆行驶车道中间，车辆静止后自行车继续通过该道路。

### 5.2.16.3 通过要求

试验车辆不应与自行车发生碰撞。

## 5.2.17 前方车辆切入

### 5.2.17.1 试验场景

试验道路为包含两条车道的长直道，中间车道线为白色虚线。目标车辆以预设速度匀速行驶。如图19所示。

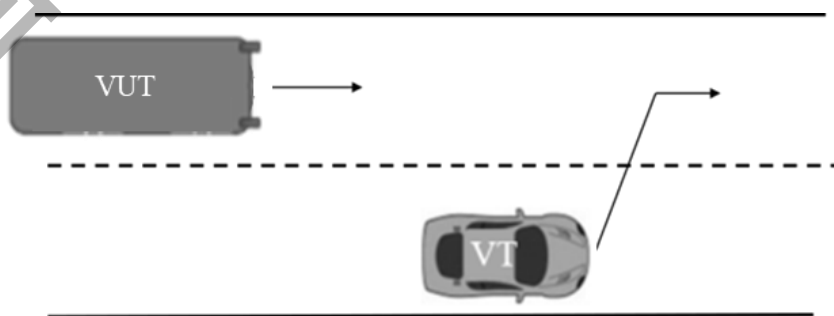


图17 前方车辆切入试验场景示意图

### 5.2.17.2 试验方法

试验车辆于左侧车道内行驶。当试验车辆达到 $V_{max}$ 的85%以上且两车预碰撞时间首次为预设时间后1 s内，目标车辆开始切入左侧车道并完成换道，完成换道时间不大于3 s，且目标车辆在切入过程中和切入完成后其纵向速度均等于预设速度。预设速度和预设时间如表4所示。

表4 切入预设速度/时间对照表

$V_{max}$ (km/h)	预设速度 (km/h)	预设时间 (s)
$60 < V_{max} \leq 80$	30	4
$V_{max} \leq 60$	$V_{max}/2$	4

### 5.2.17.3 通过要求

试验车辆不应与目标车辆发生碰撞。

### 5.2.18 前方车辆切出

#### 5.2.18.1 试验场景

试验道路为包含两条车道的长直道，两车道均存在目标车辆，目标车辆以 $V_{max}$ 的50%速度匀速行驶，试验路段限速大于目标车辆行驶速度。如图18所示。

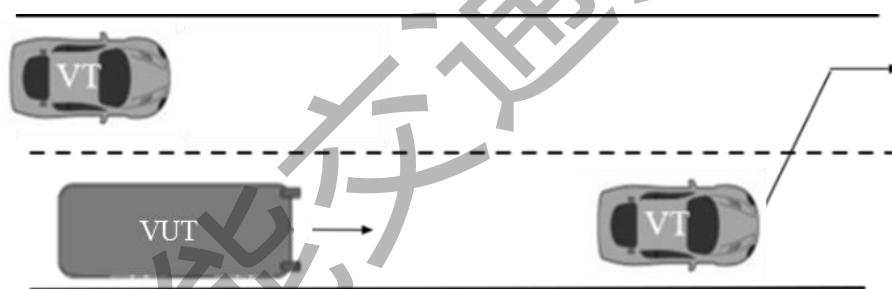


图18 前方车辆切出试验场景示意图

#### 5.2.18.2 试验方法

试验车辆在右侧车道驶向同车道目标车辆。当试验车辆稳定跟随目标车辆后，目标车辆开始换道并入相邻车道，完成换道时间不大于3 s。相邻车道目标车辆在本车道目标车辆换道开始前保持在试验车辆后端3 m以内行驶。

#### 5.2.18.3 通过要求

- 试验车辆不应与目标车辆发生碰撞。
- 目标车辆切出后，试验车辆应执行加速动作。

### 5.2.19 目标车辆停-走

#### 5.2.19.1 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；试验道路内存在以 $V_{max}$ 的75%匀速行驶目标车辆。如图19所示。

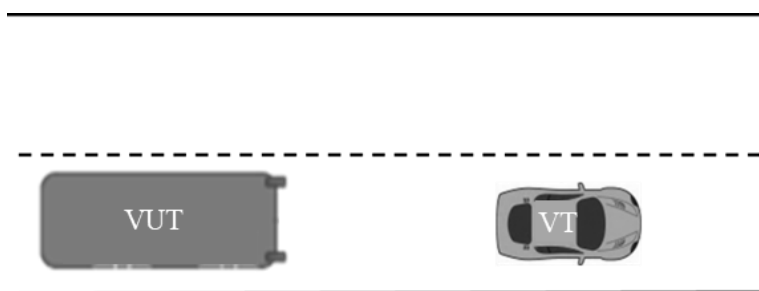


图19 目标车辆停-走试验场景示意图

## 5.2.19.2 试验方法

试验车辆跟随前方行驶的目标车辆；试验车辆稳定跟随目标车辆行驶后，目标车辆以 $2\text{ m/s}^2$ 至 $3\text{ m/s}^2$ 减速度减速直至停止；若试验车辆保持跟随状态，当试验车辆车速降为 $0\text{ km/h}$ 后，目标车辆起步并于 $2\text{ s}$ 内达到 $10\text{ km/h}$ 。

## 5.2.19.3 通过要求

—若具备换道行驶能力，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。

—若不具备换道行驶能力，试验车辆应跟随目标车辆且不与目标车辆发生碰撞；起动时间不应大于 $5\text{ s}$ 。

## 5.2.20 跟车行驶前方存在车辆静止

## 5.2.20.1 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。相同车道内存在两辆目标车辆（VT1和VT2），其中VT1以预设速度驶向静止状态VT2，两辆目标车辆的中心线偏差不得超过 $0.5\text{ m}$ 。如图20所示。

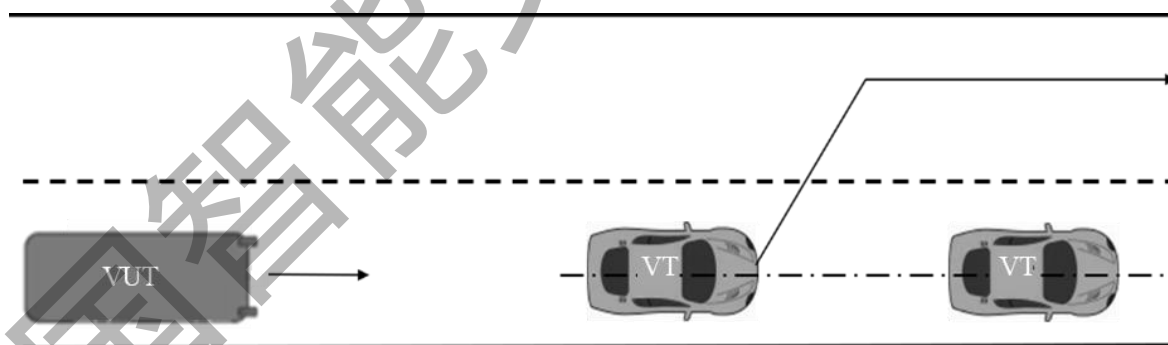


图20 前方静止车辆场景示意图

## 5.2.20.2 试验方法

试验车辆稳定跟随VT1在相同车道内行驶，当VT1距离VT2预碰撞时间在预设时间后 $1\text{ s}$ 内执行换道动作驶入相邻车道，完成换道时间不大于 $3\text{ s}$ 。预设速度及预设时间如表5所示。

表5 切出预设速度/时间对照表

$V_{\max}$ (km/h)	预设速度 (km/h)	预设时间 (s)

$V_{\max}$ (km/h)	预设速度 (km/h)	预设时间 (s)
$60 < V_{\max} \leq 80$	40	4
$V_{\max} \leq 60$	$V_{\max} - 20$	4

## 5.2.20.3 通过要求

试验车辆不应与目标车辆发生碰撞。

## 5.2.21 前方车辆紧急制动

## 5.2.21.1 试验场景

试验道路为至少包含一条车道的长直道且两侧车道线为实线；车道内存在以 $V_{\max}$ 的75%匀速行驶的目标车辆。如图21所示。

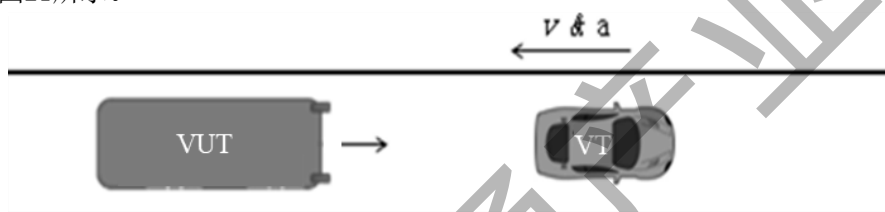


图21 目标车辆紧急制动场景示意图

## 5.2.21.2 试验方法

试验车辆稳定跟随前方行驶的目标车辆。目标车辆1 s内达到减速度 $6 \text{ m/s}^2$ 并减速至停止。

## 5.2.21.3 通过要求

试验车辆不应与目标车辆发生碰撞。

## 5.2.22 定点停车

## 5.2.22.1 试验场景

试验道路为至少包含两条车道的长直道，中间车道线为虚线，道路边存在停车点。如图22所示。

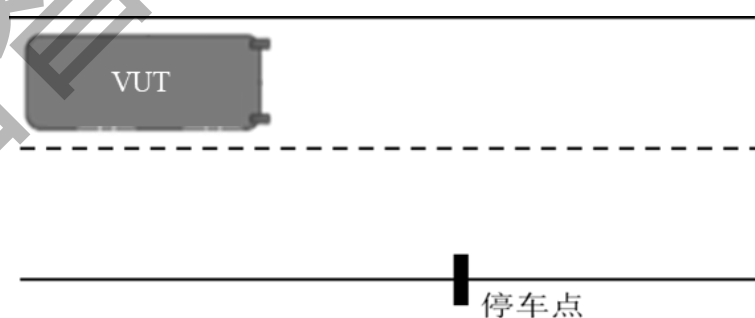


图22 最右车道内靠边停车场景示意图

## 5.2.22.2 试验方法

试验车辆在最左侧车道内行驶向指定位置停车点。

## 5.2.22.3 通过要求

—不出现倒车动作。

- 右侧距离车道内侧最大距离不大于0.3 m。
- 距离停车点最近距离不大于10 m。

### 5.2.23 公交车港湾式进站

#### 5.2.23.1 试验场景

试验道路为至少包含一条车道的长直道，路段内设置港湾式公交站，站台长度不小于25 m，设置上、下客区域。如图23所示。

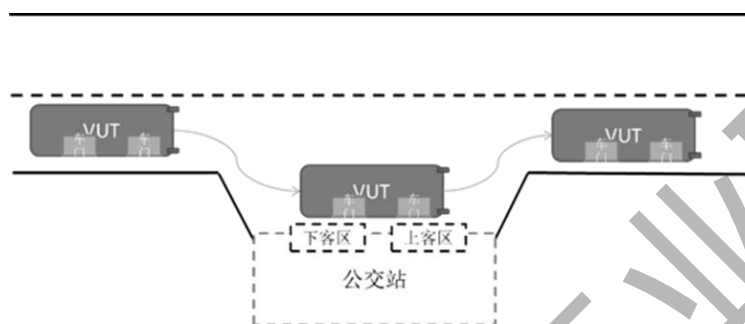


图23 公交车港湾式进出站试验场景示意图

#### 5.2.23.2 试验方法

试验车辆驶向公交站。

#### 5.2.23.3 通过要求

- 试验车辆应一次性进入公交站并完成停靠，无倒车调整情况，并保证车门与站台上、下客区域的对应。
- 试验车辆右侧距离车道内侧最大距离不应大于0.2 m。
- 试验车辆应在静止后3s内开启站台同侧车门。

### 5.2.24 普通公交站台式进站

#### 5.2.24.1 试验场景

试验道路为至少包含一条车道的长直道，路段内设置公交站，设置上、下客区域。如图24所示。

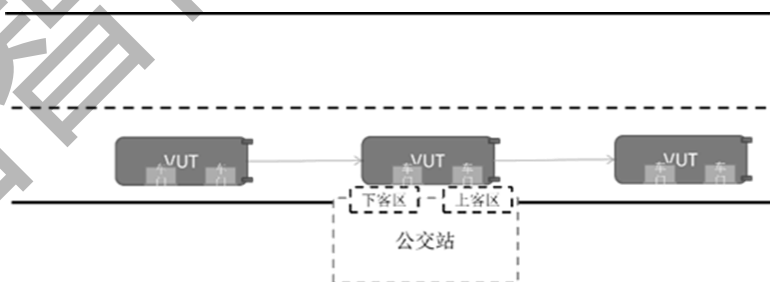


图24 公交车进出站（无需换道）试验场景示意图

#### 5.2.24.2 试验方法

试验车辆驶向公交站。

#### 5.2.24.3 通过要求

- 试验车辆应一次性进入公交站并完成停靠，无倒车调整情况，并保证车门与站台上、下客区域的对应。
- 试验车辆右侧距离车道内侧最大距离不应大于0.2 m。

—试验车辆应在静止后3s内开启站台同侧车门。

## 5.2.25 应对遮挡区域

### 5.2.25.1 试验场景

试验道路为至少两条车道的长直道，路段内设置公交站，公交车有目标公交车停靠，在公交车前方存在行人穿行。如图25所示。

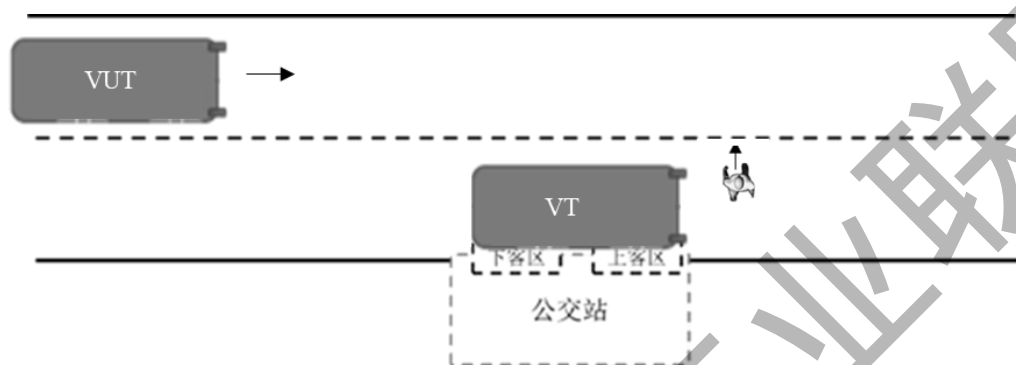


图25 应对遮挡区域试验场景示意图

### 5.2.25.2 试验方法

试验车辆在目标公交车所在车道的相邻车道行驶，初始速度为 $V_{max}$ 。目标车中心线与所在车道中心线重合，车辆宽度不小于2米，长度不小于6米，高度不低于2米。行人距目标车前方2米，初始时行人轮廓与目标车外边缘平齐。当试验车辆首次达到与行人的预碰撞点的预碰撞时间为4-5秒时，行人启动以1m/s的匀速穿行。

### 5.2.25.3 通过要求

- 试验车辆不与行人发生碰撞。
- 试验车辆最大制动加速度不得大于 $6m/s^2$ 。

## 5.2.26 公交车道行驶

### 5.2.26.1 试验场景

试验道路为至少两条车道的长直道，路段内设置公交车道，公交车初始所在车道为非公交车道，公交车前存在慢速行驶目标车。如图26所示。



图26 公交车道行驶示意图

### 5.2.26.2 试验方法

目标车辆以50%  $V_{max}$ 的速度匀速行驶。试验车辆从目标车所在车道驶向目标车。

### 5.2.26.3 通过要求



- 若具备换道行驶能力，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。
- 若不具备换道行驶能力，试验车辆应跟随目标车辆且不与目标车辆发生碰撞。

### 5.2.27 远程操控\*

#### 5.2.27.1 试验场景

试验道路为至少包含两条车道的长直道，车道间为双实线，在试验车辆行驶车道上设置均匀布置3个锥形交通路标；锥形路标高度不小于500mm，间隔为1米。如图27所示。



图27 公交车进出站（无需换道）试验场景示意图

#### 5.2.27.2 试验方法

试验车辆驶向公交站锥形交通路标。

#### 5.2.27.3 通过要求

- 试验车辆应制动停止在交通路标前，且不与其发生碰撞。
- 试验车辆在停止后5秒内发出远程操控请求。
- 操作人员可通过远程方式操控接管车辆，并绕行通过交通路标；接管后，自动驾驶系统不可自主恢复车辆控制权限。

## 6 道路试验要求及方法

### 6.1 道路试验要求

#### 6.1.1 试验道路选择

- 6.1.1.1 试验道路评价中测试道路的选择需要满足自动驾驶测试连贯性。
- 6.1.1.2 试验道路配套设施设置应符合 GB 5768、GB 14886、GB 14887 的相关要求。
- 6.1.1.3 自动驾驶汽车在城市道路进行实际道路试验时，所选择的测试道路应具备城市道路行驶区域应具备表6所示全部关键道路要素。

表6 城市道路区域关键道路要素

一级要素	二级要素	三级要素	要素要求
道路形态	平面	直道	60-400m
		最小弯道半径	
	横断面	机动车非机动车隔离带	中央分隔，无行人非机动车
		纵断面	
	十字路口	有信号灯十字路口	
		无信号灯十字路口	

	环形路口	/	
	桥梁	/	
	涵洞	/	
	隧道	最小长度	100m
道路路面	路面状态	路面损坏状况指数 PCI	大于 70
		路面行驶质量指数 RQI	大于 70
车道	车道类型	机动车道	
		非机动车道	
		公交车道	
		其他专用车道	
	车道数	同向双车道	
		同向多车道 (>2)	
交通设施	交通安全设施	交通标志	固定标志-限速
			固定标志-禁行
			固定标志-禁止停车
			变化标志
	交通标线	人行横道	
		虚线	
		实线	
		虚实线	
		潮汐车道线	
		护栏	
	警示障碍物	锥形桶/警示标志	
	隔离栅		
交通服务设施	公交车站	港湾式公交站台 普通公交站台	
交通运行状态	低密度	试验道路的交通密度为道路实际交通流量 (v/min:车辆/分钟)/道路设计最大交通能力 (v/min)	小于等于 0.3
	中密度		大于 0.3 且小于等于 0.6
	高密度		大于 0.6 且小于等于 0.8
	拥堵		大于 0.8
光照	光照度	差	<50 lux
	光照方向	太阳光照在前侧	/
			/
	光照来源	路灯	/
		无路灯	/
对向车灯			

## 6.1.2 车辆条件

### 6.1.2.1 试验车辆满足如下载荷要求:

—试验车辆质量应在整车整备质量加上试验人员和试验设备质量状态下进行试验, 质量的描述

应符合 GB/T 3730.2-1996 的要求；

—试验过程中不应调整车辆载荷。

6.1.2.2 试验过程中不应变更自动驾驶相关的硬件配置。

6.1.2.3 试验过程中不应进行软件版本以及配置变更。

6.1.2.4 试验过程中不应发生自动驾驶功能失效。

### 6.1.3 试验人员及设备

#### 6.1.3.1 试验人员

试验过程中，试验人员应依据试验过程情况，判定车辆是否满足通过要求，若不满足要求则需通过试验设备记录试验车辆不满足要求时刻

#### 6.1.3.2 试验设备

##### 6.1.3.2.1 一般要求

试验设备应满足试验人员记录下述信息：

- a) 最小风险控制提醒时间戳；
- b) 试验车辆未满足通过要求的原因。

##### 6.1.3.2.2 试验记录内容要求

试验过程记录应包含以下内容：

- a) 试验车辆控制模式，例如手动控制模式、自动驾驶系统控制模式等；
- b) 所遇场景名称及前后 10s 数据；
- c) 试验车辆周边的交通状态视频信息；
- d) 试验车辆运动状态参数：
  - 车辆位置信息；
  - 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；
  - 车辆横摆角速度。
- e) 试验人员及人机交互状态（试验人员面部、仪表盘、方向盘、中控屏等）的视频及语音监控信息；
- f) 试验里程及时长：
  - 记录车辆在不同道路行驶区域的试验里程；
  - 记录车辆在不同道路行驶区域的试验时长。

##### 6.1.3.2.3 试验设备精度

试验设备应满足如下要求：

- a) 试验车辆及目标车辆运动状态采样和存储的频率至少为 30 Hz；
- b) 视频采集设备分辨率不小于 (1920×1080) 像素点；
- c) 试验车辆速度采集精度至少为 0.1 km/h；
- d) 试验车辆及目标车辆横向和纵向位置采集精度 0.1 m；
- e) 试验车辆及目标车辆加速度采集精度 0.1 m/s<sup>2</sup>。

6.1.3.2.4 测试设备的安装、运行不应影响试验车辆及其自动驾驶功能的正常运行。

#### 6.1.4 试验周期及范围

6.1.4.1 试验时长应满足以下要求：

- 若车辆可在全天 24 小时开启自动驾驶功能，则试验时长至少为 3 个彼此独立且遍历全天所有时段的 24 小时；
- 若车辆仅可在部分时段内开启，则试验时长至少为若干个彼此独立、遍历可开启时段的累计 72 小时。

### 6.2 道路试验方法

#### 6.2.1 试验方法

试验人员启动试验车辆并沿规定试验道路行驶。

#### 6.2.2 通过要求

##### 6.2.2.1 系统激活与停用

6.2.2.1.1 车辆点火（上电）启动后（发动机自动启停除外），试验车辆应符合下列规定之一：

- a) 试验车辆自动驾驶功能应处于未激活状态；
- b) 符合车辆制造商声明的条件下，试验车辆自动驾驶功能可以自动处于就绪状态。

6.2.2.1.2 试验车辆自动驾驶功能处于“就绪”状态下，试验人员可通过制造商声明的专用操纵方式激活自动驾驶功能；处于“未就绪”状态下，试验人员通过专用操纵方式不可激活自动驾驶功能。

6.2.2.1.3 自动驾驶功能激活后，试验人员仅可在手握方向盘条件下通过专用操纵方式停用试验车辆自动驾驶功能。

##### 6.2.2.2 执行动态驾驶任务

6.2.2.2.1 系统应持续执行动态驾驶任务，不应主动导致交通事故。

6.2.2.2.2 通过设备采集车辆行驶状态，评价试验车辆是否满足下列要求：

- a) 不发生干预；
- b) 车辆行驶期间，除换道情况外不碰轧“对向车道分界线”和“同向车道分界线”；
- g) 若驻车等待，不碰轧停止线停车；
- h) 车速不超过路段规定时速行驶；
- i) 不得以危险、不合理的方式超车；
- j) 不违反交通信号灯指示信号行驶；
- k) 不违反路面指示标识行驶；
- l) 不违规占用专用车道行驶及停车；
- m) 除存在碰撞风险的情形外不得发生急刹，制动加速度不得小于 $-2\text{m/s}^2$ 且 jerk 小于 $4\text{m/s}^3$ 。
- n) 车辆需通过人行横道时应礼让行人、非机动车；
- o) 若具备换道功能，目标车道应为同向可行驶车道或者可借用超车车道；
- p) 车辆应正确使用照明及信号装置，满足以下要求：
  - 合理控制车辆照明装置，包括但不限于近光灯、车辆尾灯、雾灯等；
  - 合理控制车辆转向信号灯；

- 合理控制危险报警闪光灯；
- 合理控制车辆喇叭。
- r) 若为应对紧急场景导致车辆处于静止状态，应对外发出危险警告信号，若车辆恢复自动行驶，则应停止该危险警告信号；
- s) 行驶效率不应低于人类驾驶员一般驾驶水平，适应真实交通流，避免过多或长时间等待，且不应影响正常交通流；
- t) 自动驾驶系统激活运行时，车辆应及时响应车辆周边道路障碍物或者相关交通设施；
- u) 自动驾驶系统激活运行时，车辆是否能够及时响应到车辆周边可对本车行驶产生影响的其他交通参与者；
- v) 自动驾驶系统激活运行时，非紧急情况下，车辆稳定的保持在车道中央行驶；
- w) 自动驾驶系统激活运行时，非紧急模式下本车的车速稳定，车速变化不会让人产生眩晕及其他不适症状；
- x) 自动驾驶系统激活运行时，车辆避免对其他道路交通参与者构成安全风险；
- y) 自动驾驶系统激活运行时，车辆不应无故实施紧急制动或紧急转向措施；
- z) 系统发出的最小风险控制模式提醒应清晰、有效；
- aa) 自动驾驶系统激活运行时，应提前检测出计划内事件并及时提示。

#### 6.2.2.3 系统后援

试验车辆在试验过程中，一旦自动驾驶系统执行最小风险控制，则应符合下列要求：

- a) 最小风险控制应使车辆最终在安全区域内处于静止状态；
- b) 系统运行状态的提示信号应发生变化，该提示信号应明显区别于其他系统提示信号；
- c) 车辆应在立即对外发出危险警告信号；
- d) 不应主动导致交通事故；
- e) 车辆启动最小风险控制后，自动驾驶系统应禁用，并在车辆重新启动后方可重新激活。

#### 6.2.2.4 试验车辆状态显示

试验车辆的状态显示应符合以下要求：

- a) 系统未激活提示：
  - 系统处于关闭状态时，须有明显方式提示用户本车辆自动驾驶功能未打开；
  - 系统处于就绪状态时，车辆自动驾驶功能已处于打开状态且具备正常激活的条件，应至少有一种明确方式提示系统可被激活，如视觉文字指示等；
  - 系统处于未能成功激活的非就绪状态时，宜视觉提示典型的未激活原因类别，例如 ODD 不满足的情况，可视觉提示用户操作车辆；
- b) 系统激活和退出提示：
  - 系统由未激活状态进入激活状态时须进行明显的提示；
  - 系统由激活状态退出至未激活状态时须进行明显的提示；
- c) 系统运行状态提示：
  - 系统激活进入正常工作状态，须在用户直观可见的位置至少有视觉方式提示用户自动驾驶系统已正常工作；
  - 对于车上有用户的自动驾驶系统，正常激活状态下，若出现非危险工况下一定阈值范围内加减速度或大幅度转向控制等可能影响乘坐舒适性的工况，可提前一定阈值时间通过一种方式提示车内人员；

- d) 试验过程中若出现系统故障，须进行相应的提示，对于严重系统故障的情况，须有包含视觉在内的三种明显提示方式进行持续提醒。

中国智能交通产业联盟

中国智能交通产业联盟

标准

自动驾驶公交车 第2部分：自动驾驶功能测试方法与要求

T/ITS XXXX.2—XXXX

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>

XXXX年X月第一版 XXXX年X月第一次印刷