

中关村智通智能交通产业联盟团体标准

T/CMAX 21006-2023

自动驾驶车辆无人化道路测试内容及方法

Testing contents and methods of unmanned road test for autonomous vehicles

(发布稿)

2023-07-21 发布

2023-07-21 实施

中关村智通智能交通产业联盟

发布

目 次

前 言	II
自动驾驶车辆无人化道路测试内容及方法	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般要求	2
4.1 测试场地及测试环境	2
4.2 测试设备及数据采集	2
4.3 测试车辆要求	3
4.4 通用评估要求	3
5 测试内容	3
6 测试方法	4
6.1 基础性能测试	4
6.2 稳定性测试	6
6.3 场景能力测试	6
附 录 A（资料性） 夜间及特殊天气测试方法	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。

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。

本文件由中关村智通智能交通产业联盟提出。

本文件由中关村智通智能交通产业联盟归口。

本文件起草单位：北京智能车联产业创新中心有限公司、中关村智通智能交通产业联盟、北京百度智行科技有限公司、北京千方科技股份有限公司、北京车网科技发展有限公司、吉林大学、北京工业大学、天津大学、北京航空航天大学、北京联合大学、北京电子科技职业学院、北京交通运输职业学院、北京警察学院、西华大学、北京智行者科技股份有限公司、毫末智行科技有限公司、北京掌行通信息技术有限公司

本文件主要起草人：任贵超、党利冈、林强、孙亚夫、于鹏、燕翔江、程周、彭伟、倪鹏、霍俊江、贾轶春、岳红盼、董萧、夏曙东、章新杰、张玉新、赵晓华、李洋、马楠、郭聪、裴毅强、张帆、朱青松、王学雷、宋建彤、段续庭、刘元盛、谭正平、刘修知、甘家华、张新敏、李卓、张放、王晶、谢国富、张博蟠、吴佳琪

自动驾驶车辆无人化道路测试内容及方法

1 范围

本文件规定了自动驾驶车辆开展无人化道路测试的内容及方法。

本文件适用于符合《北京市自动驾驶车辆道路测试管理实施细则(试行)》中无人化测试申请要求的自动驾驶车辆。

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/T 22451-2008 无线通信设备电磁兼容性通用要求
- GB/T 24720 交通锥
- T/CMAX 116-01—2020 自动驾驶车辆道路测试能力评估与方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

场景 scenario

场景是指自动驾驶车辆行驶时所处的地理区域、自然环境、道路、交通流和时间等要素的集合。

3.2

目标车辆 vehicle target (VT)

用于构建测试场景的量产乘用车。

3.3

目标物 object target

用于构建测试场景的交通参与者及障碍物。

3.4

测试车辆 vehicle under test (VUT)

进行自动驾驶功能测试的车辆。

3.5

预计碰撞时间 time-to-collision (TTC)

测试车辆在预设行驶轨迹中保持当前行驶速度到达与目标物的预碰撞点所需要的时间。

3.6

最高设计运行速度 maximum design operational speed

测试车辆在预设行驶轨迹中保持当前行驶速度到达与目标物的预碰撞点所需要的时间。

3.7

纵向距离 longitudinal distance

测试车辆与目标车辆车头之间的直线距离。

3.8

周围车辆 Surrounding vehicle

测试方法中未规定的、用于跟随记录测试过程与测试场景无关的其他车辆。

4 一般要求

4.1 测试场地及测试环境

4.1.1 测试场地应满足如下条件：

- a) 测试场地具有良好附着能力的混凝土或沥青路面；
- b) 交通标志和标线清晰可见，并符合GB5768（所有部分）要求；
- c) 道路宽度不小于3.0 m且不大于3.75 m；
- d) 电磁辐射对V2X相关设备不产生影响；
- e) 测试过程中周围车辆不对测试过程产生干扰。

4.1.2 测试环境应天气良好且光照正常，静态感知与动态感知测试项目中，光照度应不低于10000lux。若测试车辆需要在特殊天气或夜间光照条件下进行测试，可参照附录A。

4.2 测试设备及数据采集

4.2.1 测试车辆与目标物

测试车辆、目标车辆等测试设备应至少具备WiFi、5G等无线通信能力的一种，并符合GB/T 22451-2008要求。

目标物包括目标车辆、两轮车、目标行人、交通锥等。目标车辆和两轮车应为大批量生产的普通机动车、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；目标行人应为满足测试要求的成年或儿童假人。交通锥高度应大于70 cm且符合GB/T 24720。

4.2.2 测试设备要求

测试设备应满足如下要求：

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

4.2.3 测试记录内容

测试车辆在执行表1中测试场景过程中，应记录以下内容：

- a) 测试车辆运动状态参数：
 - 1) 车辆几何或质量中心点位置信息；
 - 2) 车辆纵向速度；

- 3) 车辆横向速度;
- 4) 车辆纵向加速度;
- 5) 车辆横向加速度;
- b) 测试车辆相关提示信息状态;
- c) 反映驾驶员及人机交互状态的车内视频及语音监控情况;
- d) 反映测试车辆行驶状态的视频信息;
- e) 目标物的位置及运动数据。

4.3 测试车辆要求

4.3.1 第一阶段无人化道路测试的自动驾驶车辆，安全员应位于驾驶位。

4.3.2 第二阶段无人化道路测试的自动驾驶车辆，安全员应位于车内除驾驶位以外的其他座位，车辆应在安全员所在位置应设置有制动装置。

4.3.3 第三阶段无人化道路测试的自动驾驶车辆，安全员应位于远程控制位。

4.4.4 测试车辆进行第一阶段无人化道路测试前，应满足 T/CMAX 116-01—2020 中通用技术测试要求并获得北京市 T3 级别自动驾驶道路测试牌照。

4.4.5 测试车辆进行第二、三阶段无人化道路测试前，应分别满足第一、二阶段场景测试要求。

4.4.6 测试车辆进行相应阶段无人化道路测试过程中，应通过表 1 中相应阶段所规定的所有场景。

4.4 通用评估要求

测试车辆与目标车辆或其他目标物、交通设备设施发生剐蹭或者碰撞的，不通过。

5 测试内容

开展无人化道路测试的自动驾驶车辆，应完成相应阶段测试内容，各阶段无人化道路测试场景如表1所示。

表 1 无人化道路测试场景

测试项目	测试场景	第一阶段	第二阶段	第三阶段
基础性能测试	静态感知	√	—	—
	动态感知	√	—	—
	规划控制精度	√	—	—
	感知控制延时	√	—	—
	其他位置制动性能	—	√	—
稳定性测试	—	√	—	—
场景能力测试	避让静止车辆变道	—	√	—
	避让施工作业区变道	—	√	—
	避让事故区域变道	—	√	—
	避让故障车辆变道	—	√	—
	避让障碍物变道	—	√	—
	避让低速行驶车辆变道	—	√	—
	会车	—	—	√
	邻车道车辆切入	—	—	√
前方行人沿道路行走	—	√	—	

表 1 无人化道路测试场景（续）

场景能力测试	前方非机动车沿道路行驶	—	√	—
	直行通过信号灯路口车辆冲突	—	—	√
	直行通过无信号灯路口车辆冲突	—	—	√
	直行通过信号灯路口非机动车冲突	—	—	√
	左转通过信号灯路口车辆冲突	—	√	—
	左转通过无信号灯路口车辆冲突	—	√	—
	左转通过信号灯路口非机动车冲突	—	√	—
	左转通过拥堵信号灯路口	—	√	—
	右转通过路口车辆冲突	—	√	—
	右转通过路口非机动车冲突	—	√	—
	路口掉头时直行车辆冲突	—	√	—
	近距离起步	—	—	√
	施工路段借道通行	—	—	√
	交通管制按照引导道路通行	—	—	√
	前方事故车辆借道通行	—	—	√
	邻车道车辆切入后停至安全区域	—	—	√
	直行通过路口后停至安全区域	—	—	√
	左转通过信号灯路口后停至安全区域	—	—	√
	右转通过信号灯路口后停至安全区域	—	—	√
	路口掉头后停至安全区域	—	—	√
	邻车道有车变道后停至安全区域	—	—	√
	避让前方行走行人后停至安全区域	—	—	√
	弱通讯环境	—	—	√
	传感器异常	—	—	√
	系统异常	—	—	√
	网络异常	—	—	√
	测试车辆碰撞其他交通参与者	—	—	√
	其他交通参与者碰撞测试车辆	—	—	√
	遇执法人员交互	—	—	√
	驾驶状态提示	√	—	—
紧急联系方式提示	√	—	—	

6 测试方法

6.1 基础性能测试

6.1.1 静态感知

6.1.1.1 测试场景

测试自动驾驶车辆在静止状态下对模拟成人、模拟儿童、模拟非机动车、机动车、锥桶和施工标志牌的感知距离。

6.1.1.2 测试方法

静态感知测试方法如下：

- a) 测试车辆静止停放于测试道路；
- b) 将模拟成人作为目标物放置于车辆正前方稳定识别距离之外；
- c) 调整目标物在车辆正前方的位置，由远到近逐渐接近测试车辆，直到测试车辆感知系统能正确稳定识别目标物至少5s为止，记录此时目标物距离车辆正前方边缘的距离；
- d) 依次进行正后方、正左方、正右方、左前方、左后方、右前方和右后方的测试；
- e) 测试结束后，使用模拟儿童、模拟非机动车、机动车、锥桶和施工标志牌作为目标物继续进行测试。

6.1.1.3 通过要求

测试车辆对模拟儿童、成人、非机动车以及机动车的静态感知距离应不小于表2要求。

表2 静态感知距离要求

	正前	左侧	右侧
模拟儿童、成人非机动车	60m	30m	30m
机动车	70m	50m	50m

6.1.2 动态感知

6.1.2.1 测试场景

测试自动驾驶车辆在运动状态下对模拟成人、模拟儿童、模拟非机动车的感知距离。

6.1.2.2 测试方法

动态感知测试方法如下：

- a) 测试车辆静止停放于测试道路，车辆纵向轴平行于车道线，安装定位设备；
- b) 将模拟成人作为目标物放置于车辆正前方距车身边缘200m处，安装定位设备；
- c) 测试车辆以10km/h的速度向目标物移动，当测试车辆稳定识别目标物时记录为时刻T并停止测试，通过测试车辆和目标物在T时刻的定位数据换算出车辆和目标物距离；
- d) 依次进行30km/h和50km/h车速的测试；
- e) 测试结束后，使用模拟儿童、模拟非机动车作为目标物继续进行测试。

6.1.2.3 通过要求

测试车辆对模拟儿童、成人、非机动车以及机动车的动态感知距离应不小于表2要求。

6.1.3 规划控制精度

6.1.3.1 测试场景

测试道路选取长度不低于300m的长直路段。

6.1.3.2 测试方法

测试车辆规划路径并按路径通过测试路段，起点与终点的距离不小于300m。

6.1.3.3 通过要求

测试车辆行驶路径与规划路径平均位置偏差应不大于0.3m。

6.1.4 感知控制延时

6.1.4.1 测试场景

测试道路选取至少包含单向三车道的长直路段，目标车辆与目标行人在右侧车道，目标行人位于目标车辆前方，被目标车辆遮挡，测试车辆在中间车道直行，如图1所示。

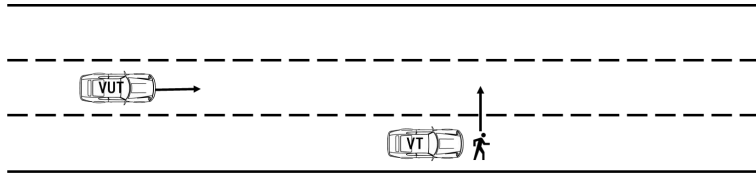


图 1 感知控制延时场景示意图

6.1.4.2 测试方法

测试车辆分别以10km/h、30km/h、50km/h速度在中间车道直行，测试车辆与目标行人的预碰撞时间首次到达3s-4s时间区间时，目标行人在目标车辆前方以5km/h-6.5km/h的速度横穿道路。测试车辆开始感知到目标物的时刻宜通过车辆感知数据获取，开始制动时刻宜通过车辆控制数据获取。

6.1.4.3 通过要求

测试车辆从开始感知到目标行人到开始有制动动作，时间应不大于0.5s。

6.1.5 其他位置制动性能

6.1.5.1 测试场景

测试道路选取至少包含单向双车道的长直路段，安全员位于车内有制动装置的其他位置（除驾驶位以外）。

6.1.5.2 测试方法

测试车辆以不低于30km/h的速度行驶，安全员接到指令后接管车辆进行制动。

6.1.5.3 通过要求

测试车辆应在安全员接到指令2s内静止。

6.2 稳定性测试

6.2.1 测试车辆应在封闭测试场地或开放道路行驶不低于100公里，且在行驶过程中不应有除任务结束、安全员休息、交接班等以外的安全员接管。

6.2.2 测试主体应对稳定性测试过程中的接管情况进行说明。

6.3 场景能力测试

6.3.1 避让静止车辆变道

6.3.1.1 测试场景

测试道路至少为具备单向双车道的长直道，中间车道线为白色虚线。右侧车道有静止目标车辆VT1，目标车辆VT2在左侧车道行驶。如图2所示。

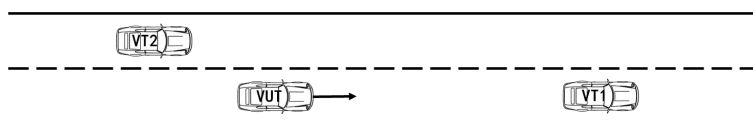


图2 避让静止车辆变道示意图

6.3.1.2 测试方法

测试车辆在右侧车道内行驶，目标车辆VT2在测试车辆左后方行驶，调整目标车辆VT2位置和速度，在测试车辆变道前加速超越测试车辆。

6.3.1.3 通过要求

测试车辆应变更车道绕行静止车辆，不妨碍其他车辆正常行驶。

6.3.2 避让施工作业区变道

6.3.2.1 测试场景

测试道路至少为具备单向双车道的长直道，中间车道线为白色虚线。右侧车道摆放交通锥及交通标志，目标车辆在左侧车道行驶，如图3所示。

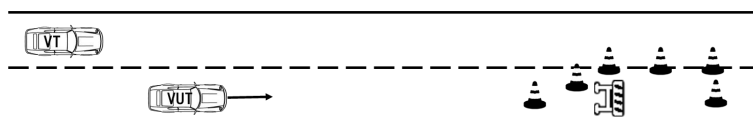


图3 避让施工作业区变道示意图

6.3.2.2 测试方法

测试车辆在右侧车道内行驶，目标车辆在测试车辆左后方行驶，调整目标车辆位置和速度，在测试车辆变道前加速超越测试车辆。

6.3.2.3 通过要求

测试车辆应变更车道绕行施工作业区，不妨碍其他车辆正常行驶。

6.3.3 避让事故区域变道

6.3.3.1 测试场景

测试道路至少为具备双向四车道的十字路口，且道路转弯半径不小于15m，路段设置限速为40km/h。路口内目标车辆VT1与VT2模拟交通事故并占用部分测试车辆行驶路线，如图4所示。

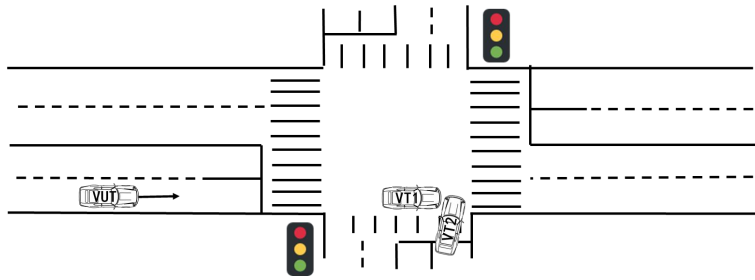


图 4 避让事故区域变道示意图

6.3.3.2 测试方法

测试车辆直行经由路口驶入相应车道。

6.3.3.3 通过要求

测试车辆应绕行事故区域，不与目标车辆发生碰撞。

6.3.4 避让故障车辆变道

6.3.4.1 测试场景

测试道路至少为具备单向双车道的长直路，中间车道线为白色虚线。右侧车道摆放目标故障车辆 VT1 与三角警示牌，三角警示牌与故障车辆距离 5m，左侧车道有目标车辆 VT2 在测试车辆左后方行驶，调整目标车辆行驶速度，在测试车辆变道前加速超越测试车辆。如图 5 所示。

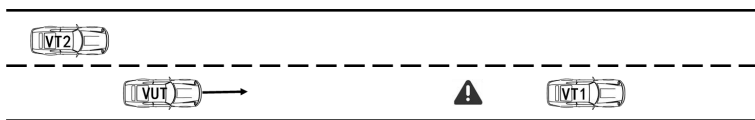


图 5 避让故障车辆变道示意图

6.3.4.2 测试方法

测试车辆在右侧车道起步通过测试路段。

6.3.4.3 通过要求

测试车辆应变更车道方式绕行故障车辆与三角警示牌，不妨碍其他车辆正常行驶。

6.3.5 避让障碍物变道

6.3.5.1 测试场景

测试道路至少为具备单向双车道的长直道，中间车道线为白色虚线。右侧车道摆放交通锥，目标车辆在左侧车道行驶，如图 6 所示。

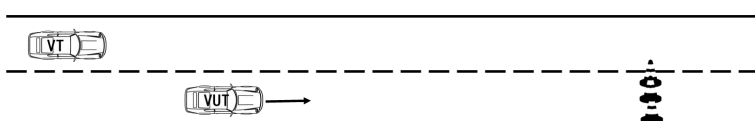


图 6 避让障碍物变道示意图

6.3.5.2 测试方法

测试车辆在右侧车道内行驶，目标车辆在测试车辆左后方行驶，调整目标车辆位置和速度，在测试车辆变道时加速超越测试车辆。

6.3.5.3 通过要求

测试车辆应变更车道避让障碍物，不妨碍其他车辆正常行驶。

6.3.6 避让低速行驶车辆变道

6.3.6.1 测试场景

测试道路至少为具备单向双车道的长直道，中间车道线为白色虚线。目标车辆VT1在右侧车道行驶，目标车辆VT2在左侧车道行驶。如图7所示。

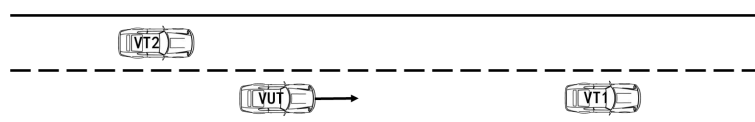


图7 避让低速行驶车辆变道示意图

6.3.6.2 测试方法

测试车辆在右侧车道内行驶，目标车辆VT1以20km/h在测试车辆前方匀速行驶，目标车辆VT2在测试车辆左后方行驶，调整目标车辆VT2位置和速度，在测试车辆变道时加速超越测试车辆。

6.3.6.3 通过要求

测试车辆应变更车道绕行低速车辆，不妨碍其他车辆正常行驶。

6.3.7 会车

6.3.7.1 测试场景

测试道路为双向两车道的长直道，中间车道线为黄色虚线，该路段限速40km/h。目标车辆越过中间车道线占用对向车道宽度的40%-60%并以30km/h匀速行驶。如图所示。

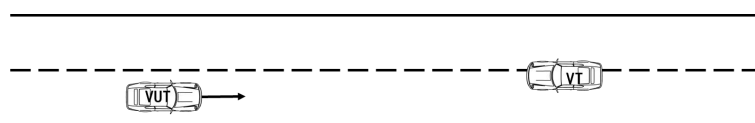


图8 会车示意图

6.3.7.2 测试方法

测试车辆在车道内行驶且速度波动在2 km/h以内保持3 s以上。测试车辆与目标车辆初始纵向距离不小于200 m并逐渐接近。记录两车相距200 m时测试车辆速度为初始速度，当两车距离小于200 m且试验车辆速度较初始速度降幅大于5 km/h时，目标车辆驶回原车道。

6.3.7.3 通过要求

测试车辆应在目标车辆驶回后继续行驶。

6.3.8 邻车道车辆切入

6.3.8.1 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。目标车辆VT1以预设速度匀速行驶。如图所示。

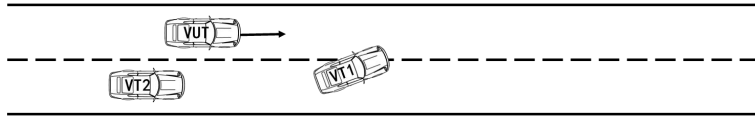


图8 邻车道车辆切入示意图

6.3.8.2 测试方法

测试车辆于内侧车道行驶。当测试车辆达到 V_{max} 的85%以上且两车预碰撞时间首次达到预设时间区间，目标车辆VT1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VT1在切入过程中和切入完成后其纵向速度均等于预设速度。目标车辆VT2在测试车辆右后方行驶。预设速度和预设时间区间如表3所示。

表3 切入预设速度/时间区间对照表

V_{max} (km/h)	预设速度 (km/h)	预设时间区间 (s)
$V_{max} > 100$	50	[5, 6]
$80 < V_{max} \leq 100$	40	[4, 5]
$60 < V_{max} \leq 80$	30	[3, 4]
$V_{max} \leq 60$	$V_{max}/2$	[3, 4]

6.3.8.3 通过要求

测试车辆不应与目标车辆发生碰撞。

6.3.9 前方行人沿道路行走

6.3.9.1 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。多个行人以5km/h-6.5km/h在距离车道右侧车道线内侧0m-1m范围内沿外侧车道行走。如图9所示。

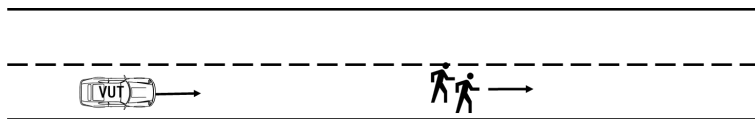


图9 前方行人沿道路行走示意图

6.3.9.2 测试方法

测试车辆在右侧车道驶向行人。若跟随行人行驶，当测试车辆速度不大于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。目标行人应分别测试成年假人与儿童假人。

6.3.9.3 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行人发生碰撞。若采用跟随方式通过该场景，测试车辆应在行人离开本车道后加速行驶。

6.3.10 前方非机动车沿道路行驶

6.3.10.1 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。右侧车道内存在两个非机动车以10km/h-20km/h速度在距离车道右侧车道线内侧0m-2m范围内沿外侧车道并行。如图10所示。

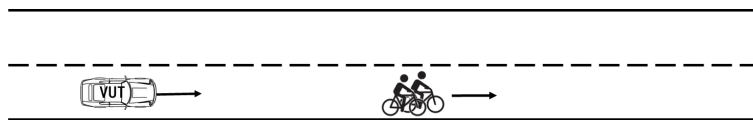


图 10 前方非机动车沿道路行驶示意图

6.3.10.2 测试方法

测试车辆在右侧车道驶向非机动车，若跟随非机动车行驶，当测试车辆车速不大于20km/h时，且持续5s后，非机动车从车道右侧离开当前车道。

6.3.10.3 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自行车发生碰撞。若采用跟随方式通过该场景，测试车辆应在自行车离开本车道后加速行驶。

6.3.11 直行通过信号灯路口车辆冲突

6.3.11.1 测试场景

测试道路为至少包含双向两车道且有信号灯的十字交叉路口，测试路段车速限制为40km/h。目标车辆左转或右转驶入路口。如图11所示。

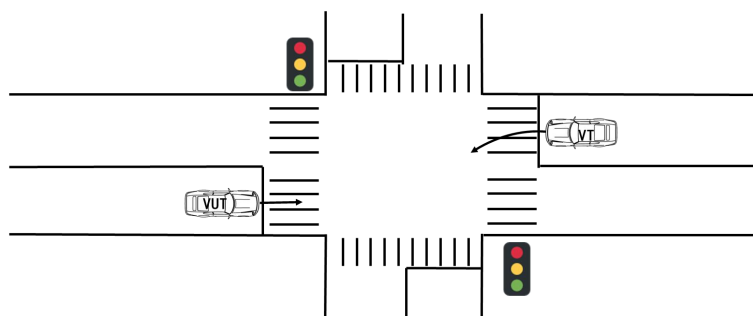


图 11 直行通过信号灯路口车辆冲突示意图

6.3.11.2 测试方法

测试车辆根据路径设定在车道内直行通过路口。当测试车辆行驶方向信号灯由红灯变为绿灯，两车预碰撞时间首次达到4s-5s时间区间时，目标车辆以20km/h在测试车辆对向车道左转或在测试车辆右侧车道右转驶入路口。目标车辆应分别测试左转和右转驶入路口两种情况。

6.3.11.3 通过要求

测试车辆应让行目标车辆并经由路口驶入对应车道。

6.3.12 直行通过无信号灯路口车辆冲突

6.3.12.1 测试场景

测试道路为至少包含双向两车道且无信号灯的十字路口，测试路段车速限制为40km/h。目标车辆左转或右转驶入路口。如图12所示。

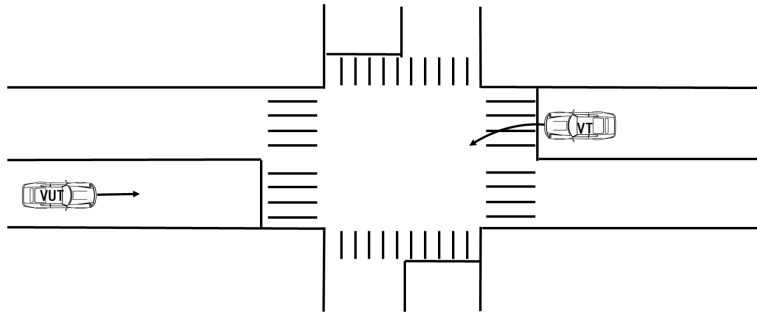


图 12 直行通过无信号灯路口车辆冲突示意图

6.3.12.2 测试方法

测试车辆根据路径设定在车道内直行通过路口。当两车预碰撞时间首次达4s-5s时间区间时，目标车辆以20km/h在测试车辆对向车道左转或测试车辆右侧车道右转驶入路口。应分别测试目标车辆左转和右转驶入路口两种情况。

6.3.12.3 通过要求

测试车辆应让行目标车辆并经由路口驶入对应车道。

6.3.13 直行通过信号灯路口非机动车冲突

6.3.13.1 测试场景

测试道路为至少包含双向两车道且有信号灯的十字路口，测试路段车速限制为40km/h。目标非机动车在测试车辆左侧车道直行通过路口。如图13所示。

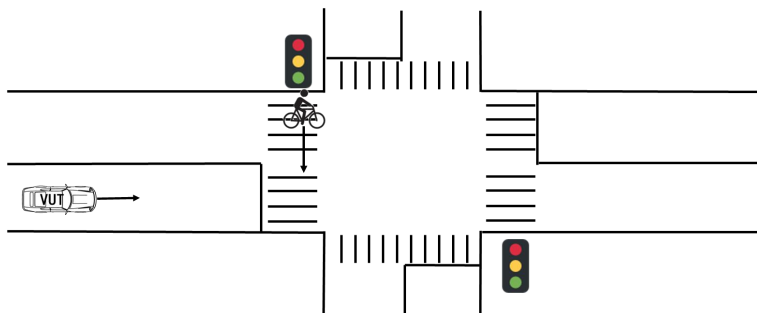


图 13 直行通过信号灯路口非机动车冲突示意图

6.3.13.2 测试方法

测试车辆根据路径设定在车道内直行通过路口，行驶方向信号灯为绿灯。当测试车辆与目标非机动车预碰撞时间首次达到4s-5s时间区间时，目标非机动车以14km/h-16km/h直行通过路口。

6.3.13.3 通过要求

测试车辆应该让行目标非机动车并经由路口驶入对应车道。

6.3.14 左转通过信号灯路口车辆冲突

6.3.14.1 测试场景

测试道路为至少包含双向两车道且有信号灯的十字交叉路口，测试路段车速限制为40km/h。目标车辆直行驶入路口。如图14所示。

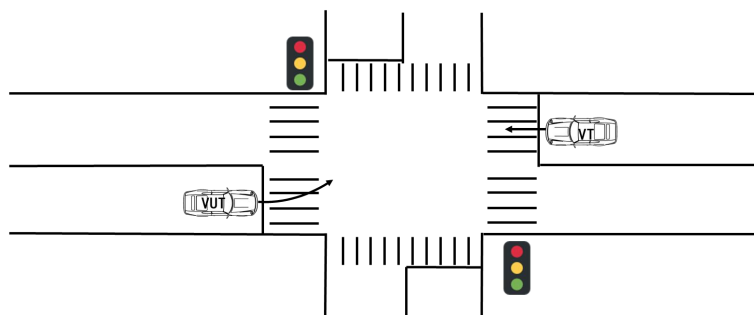


图 14 左转通过信号灯路口车辆冲突示意图

6.3.14.2 测试方法

测试车辆根据路径设定在车道内左转通过路口。当测试车辆行驶方向信号灯由红灯变为绿灯，两车预碰撞时间首次达到4s-5s时间区间时，目标车辆以20km/h在测试车辆对向车道直行驶入路口。

6.3.14.3 通过要求

测试车辆应让行目标车辆并经由路口驶入对应车道。

6.3.15 左转通过无信号灯路口车辆冲突

6.3.15.1 测试场景

测试道路为至少包含双向两车道且无信号灯的十字交叉路口，测试路段车速限制为40km/h。目标车辆直行驶入路口。如图15所示。

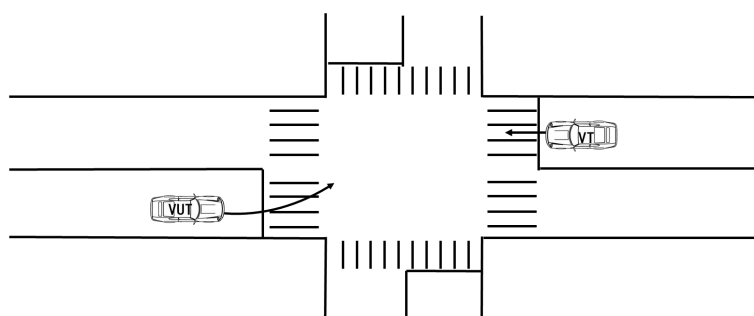


图 15 左转通过无信号灯路口车辆冲突示意图

6.3.15.2 测试方法

测试车辆根据路径设定在车道内直行通过路口。当两车预碰撞时间首次达4s-5s时间区间时，目标车辆以20km/h在测试车辆对向车道直行驶入路口。

6.3.15.3 通过要求

测试车辆应让行目标车辆并经由路口驶入对应车道。

6.3.16 左转通过信号灯路口非机动车冲突

6.3.16.1 测试场景

测试道路为至少包含双向两车道且有信号灯的十字路口，测试路段车速限制为40km/h。目标非机动车在测试车辆对向车道直行通过路口。如图16所示。

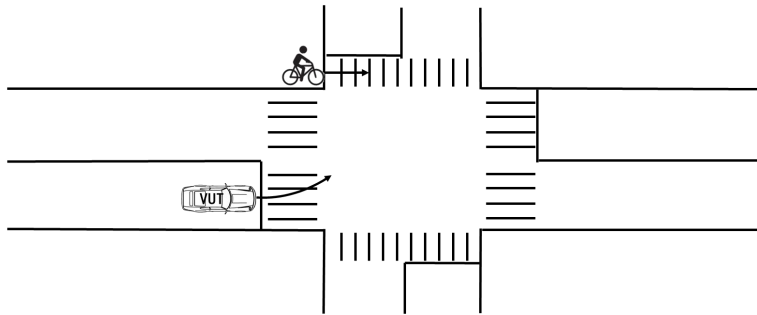


图 16 左转通过信号灯路口非机动车冲突示意图

6.3.16.2 测试方法

测试车辆根据路径设定在车道内左转通过路口。当测试车辆与目标非机动车预碰撞时间首次达到4s-5s时间区间时，目标非机动车以14km/h-16km/h直行通过路口。

6.3.16.3 通过要求

测试车辆应该让行目标非机动车并经由路口驶入对应车道。

6.3.17 左转通过拥堵信号灯路口

6.3.17.1 测试场景

测试道路为至少包含双向两车道且有信号灯的十字路口，测试路段车速限制为40km/h。目标车辆VT1在测试车辆左侧车道模拟路口拥堵。如图17所示。

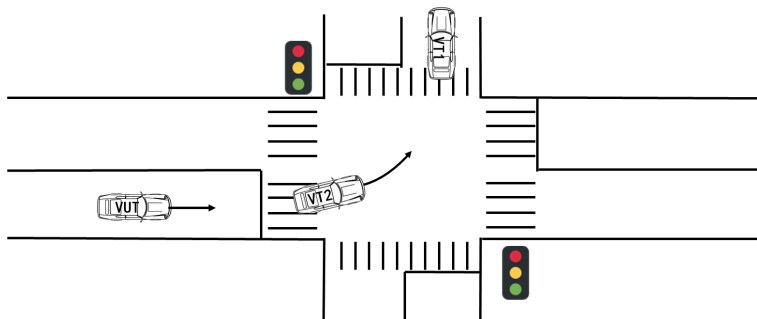


图 17 左转通过拥堵信号灯路口示意图

6.3.17.2 测试方法

测试车辆根据路径设定在车道内左转通过路口。当测试车辆行驶方向信号灯为绿灯时，测试开始；测试车辆与目标车辆VT2驶向路口，目标车辆VT2在测试车辆前方行驶并左转进入拥堵路口。若测试车辆未驶入路口，目标车辆VT1与VT2在测试车辆静止10s后驶离。

6.3.17.3 通过要求

测试车辆应在停止线内停车，并在目标车辆驶离后经由路口驶入对应车道。

6.3.18 右转通过路口车辆冲突

6.3.18.1 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，测试路段车速限制为40km/h。目标车辆在测试车辆左侧车道直行通过路口。如图18所示。

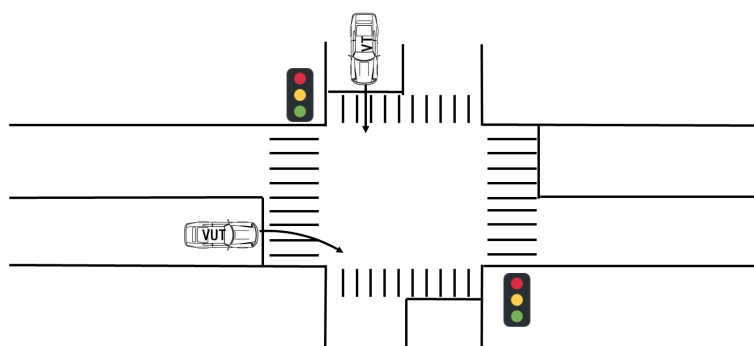


图 18 右转通过路口车辆冲突示意图

6.3.18.2 测试方法

测试车辆根据路径设定在车道内右转通过路口。当两车预碰撞时间首次达4s-5s时间区间时，目标车辆以20km/h在测试车辆左侧直行通过路口。

6.3.18.3 通过要求

测试车辆应让行目标车辆并经由路口驶入对应车道。

6.3.19 右转通过路口非机动车冲突

6.3.19.1 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，测试路段限速为40km/h。目标非机动车在测试车辆右侧直行通过路口。如图19所示。

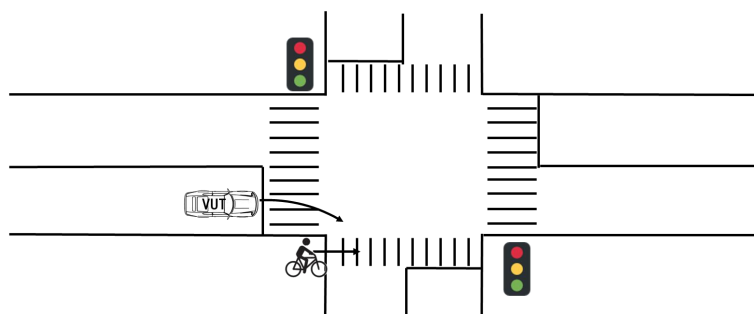


图 19 右转通过路口非机动车冲突示意图

6.3.19.2 测试方法

测试车辆根据路径设定在车道内右转通过路口。当测试车辆与目标非机动车预碰撞时间首次达到4s-5s时间区间时，目标非机动车以14km/h-16km/h在测试车辆右侧直行通过路口。

6.3.19.3 通过要求

测试车辆应让行目标非机动车并经由路口驶入对应车道。

6.3.20 路口掉头时直行车辆冲突

6.3.20.1 测试场景

测试道路为至少包含双向四车道的十字交叉路口，测试路段限速为40km/h。目标车辆在测试车辆对向车道直行通过路口。如图20所示。

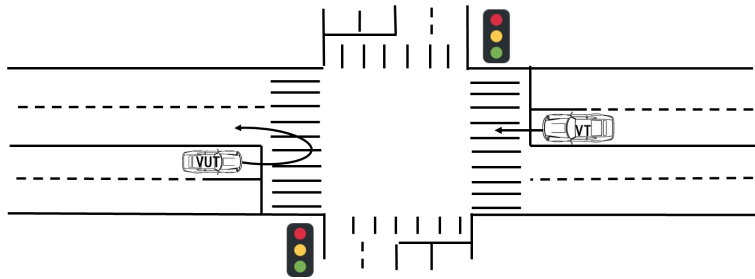


图 20 路口掉头时直行车辆冲突示意图

6.3.20.2 测试方法

测试车辆根据路径设定在路口掉头。当测试车辆与目标车辆预碰撞时间首次达到4s-5s时间区间时，目标车辆以20km/h直行通过路口。

6.3.20.3 通过要求

测试车辆应让行目标车辆并完成掉头驶入对向车道。

6.3.21 近距离起步

6.3.21.1 测试场景

测试道路为至少包含两条车道的长直道，测试车辆位于目标车辆后方，车头距离目标车辆车尾1m，两车纵向中心线平齐。如图21所示。

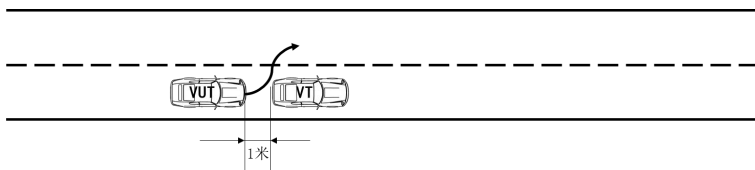


图 21 近距离起步示意图

6.3.21.2 测试方法

测试车辆在远程控制模式下完成起步，从右侧车道变更车道至左侧车道并行驶距离不小于50m。

6.3.21.3 通过要求

测试车辆应在远程控制模式下起步通过测试路段，不发生碰撞。

6.3.22 施工路段借道通行

6.3.22.1 测试场景

测试道路为双向两车道，中间车道线为黄虚线。测试车辆所在车道布置交通锥和施工牌的施工区域，目标车辆在测试车辆对向车道行驶。如图22所示。



图 22 施工路段借道通行示意图

6.3.22.2 测试方法

测试车辆在远程控制模式下通过测试路段；目标车辆以20km/h在对向车道行驶，调整目标车辆位置，使测试车辆到达施工区域前方时目标车辆未驶离施工路段。

6.3.22.3 通过要求

测试车辆应在远程控制模式下通过测试路段，不发生碰撞。

6.3.23 交通管制按照引导道路通行

6.3.23.1 测试场景

测试道路为至少包含双向两车道的十字路口，路口一侧实施交通管制，布置有交通锥和交通标志。如图23所示。

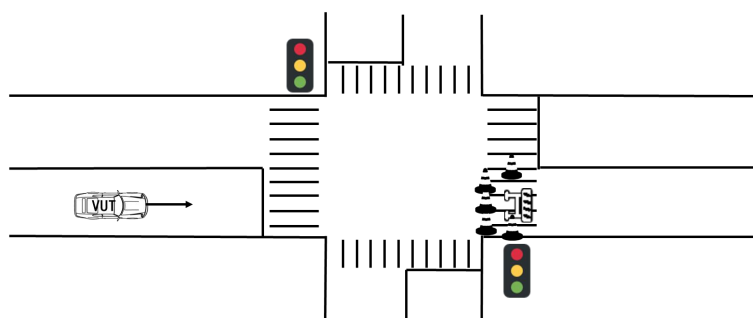


图 23 交通管制按照引导道路通行示意图

6.3.23.2 测试方法

测试车辆在远程控制模式下通过测试路段。

6.3.23.3 通过要求

测试车辆在远程控制模式下按照引导通行，不发生碰撞。

6.3.24 前方事故车辆借道通行

6.3.24.1 测试场景

测试道路为双向两车道，中间车道线为黄色虚线。右侧车道摆放有目标车辆与三角警示牌，三角警示牌与目标车辆距离5m，如图24所示。

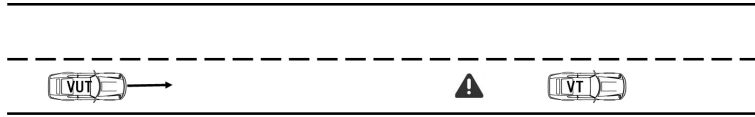


图 24 前方事故车辆借道通行示意图

6.3.24.2 测试方法

测试车辆在远程控制模式下通过测试路段。

6.3.24.3 通过要求

测试车辆在远程控制模式下借道通过测试路段，不发生碰撞。

6.3.25 邻车道车辆切入后停至安全区域

6.3.25.1 测试场景

测试道路为至少包含单向三车道的道路，测试车辆与目标车辆分别在中间车道与左侧车道。如图25所示。

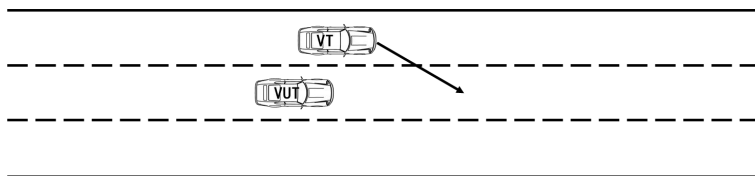


图 25 邻车道车辆切入后停至安全区域示意图

6.3.25.2 测试方法

测试车辆在远程控制模式下以30km/h行驶，调整目标车辆速度与位置，使目标车辆在测试车辆前方切入中间车道；远程安全员控制车辆，将车停靠至右侧车道。

6.3.25.3 通过要求

测试车辆应在远程控制模式下停靠至右侧车道，不发生碰撞。

6.3.26 直行通过路口后停至安全区域

6.3.26.1 测试场景

测试道路为至少包含双四两车道的十字交叉路口。如图26所示。

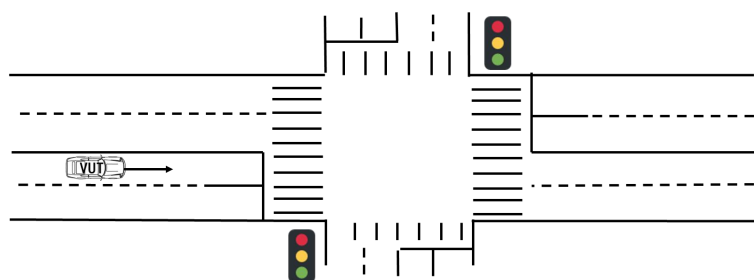


图 26 直行通过路口后停至安全区域示意图

6.3.26.2 测试方法

测试车辆在远程控制模式下起步直行通过路口，车辆行驶方向信号灯为红灯；信号灯变为绿灯后，测试车辆直行通过路口并停车。

6.3.26.3 通过要求

测试车辆应满足以下要求：

- a) 测试车辆不应发生碰撞；
- b) 测试车辆不应闯红灯，并在绿灯亮起后2s内完成起步；
- c) 测试车辆通过远程控制直行通过路口后停车。

6.3.27 左转通过信号灯路口后停至安全区域

6.3.27.1 测试场景

测试道路为至少包含双向四车道的十字交叉路口。如图27所示。

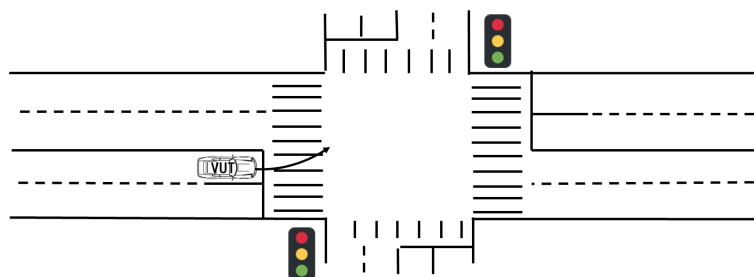


图 27 左转通过信号灯路口后停至安全区域

6.3.27.2 测试方法

测试车辆在远程控制模式下起步左转通过路口，车辆行驶方向信号灯为红灯；信号灯变为绿灯后，测试车辆在远程控制状态下左转通过路口并停车。

6.3.27.3 通过要求

测试车辆应满足以下要求：

- a) 测试车辆不应发生碰撞；
- b) 测试车辆不应闯红灯，并在绿灯亮起后2s内完成起步；
- c) 测试车辆通过远程控制左转通过路口后停车。

6.3.28 右转通过信号灯路口后停至安全区域

6.3.28.1 测试场景

测试道路为至少包含双向四车道的十字交叉路口。如图28所示。

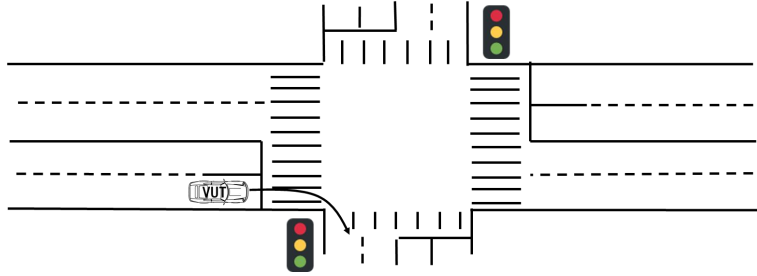


图 28 右转通过信号灯路口后停至安全区域示意图

6.3.28.2 测试方法

测试车辆在远程控制模式下起步右转通过路口并停车。

6.3.28.3 通过要求

测试车辆应通过远程控制在路口右转并停靠在安全区域，且不发生碰撞。

6.3.29 路口掉头后停至安全区域

6.3.29.1 测试场景

测试道路为至少包含双向四车道的十字交叉路口。如图29所示。

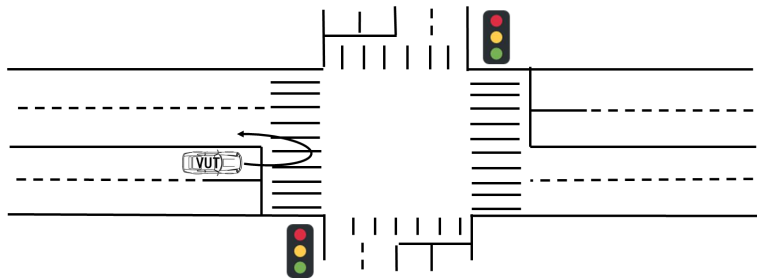


图 29 路口掉头后停至安全区域示意图

6.3.29.2 测试方法

测试车辆在远程控制模式下起步，在路口掉头，并停靠在右侧车道。

6.3.29.3 通过要求

测试车辆应通过远程控制在路口掉头并停靠在右侧车道，且不发生碰撞。

6.3.30 邻车道有车变道后停至安全区域

6.3.30.1 测试场景

测试道路为至少包含单向两车道的长直路段，测试车辆在左侧车道，目标车辆在右侧车道。如图30所示。

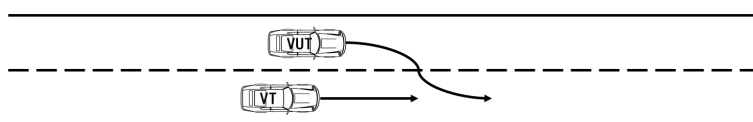


图 30 邻车道有车变道后停至安全区域示意图

6.3.30.2 测试方法

测试车辆在远程控制模式下以30km/h速度行驶，并向右变道；调整目标车辆速度与位置，使目标车辆位于测试车辆右侧；测试车辆待目标车辆通过后停靠至右侧车道。

6.3.30.3 通过要求

测试车辆应通过远程控制避让目标车辆后停靠在右侧车道，且不发生碰撞。

6.3.31 避让前方行走行人后停至安全区域

6.3.31.1 测试场景

测试道路为至少包含单向两车道的长直路段，测试车辆在右侧车道，目标行人在测试车辆前方。如图31所示。

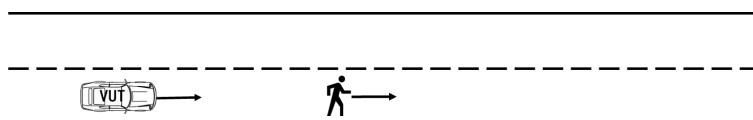


图 31 避让前方行走行人后停至安全区域

6.3.31.2 测试方法

目标行人以5-6.5km/h的速度在右侧车道行走；测试车辆在远程控制模式下起步通过测试路段。

6.3.31.3 通过要求

测试车辆应通过远程控制跟随或变道绕行前方行人，停靠于安全区域，且不发生碰撞。

6.3.32 弱通讯环境

6.3.32.1 测试场景

测试道路为至少包含单向双车道的长直路段，路段内设置弱通讯环境。

6.3.32.2 测试方法

测试车辆在远程控制模式下进入弱通讯环境路段，并在右侧车道停车。

6.3.32.3 通过要求

测试车辆应通过远程控制在右侧车道停车，且未发生碰撞。

6.3.33 传感器异常

6.3.33.1 测试场景

测试道路为至少包含一条车道的单向单车道路段。

6.3.33.2 测试方法

测试车辆在进入自动驾驶状态前中人为设置传感器故障。

6.3.33.3 通过要求

测试车辆应无法进入自动驾驶状态，并发出车辆或系统异常提示。

6.3.34 系统异常

6.3.34.1 测试场景

测试道路为至少包含一条车道的单向单车道路段。

6.3.34.2 测试方法

测试车辆在进入自动驾驶状态前人为设置系统故障。

6.3.34.3 通过要求

测试车辆应无法进入自动驾驶状态，并发出车辆或系统异常提示。

6.3.35 网络异常

6.3.35.1 测试场景

测试道路为至少包含一条车道的单向单车道路段。

6.3.35.2 测试方法

测试车辆在进入自动驾驶状态前人为设置网络故障。

6.3.35.3 通过要求

测试车辆应无法进入自动驾驶状态，并发出车辆或系统异常提示。

6.3.36 测试车辆碰撞其他交通参与者

6.3.36.1 测试场景

测试路段为至少包含一条机动车道与一条非机动车道的长直路段。

6.3.36.2 测试方法

测试车辆以20km/h直行通过测试路段，目标非机动车在测试车辆右前方并行之后向左变道进入机动车道，调整目标非机动车位置与速度，使目标非机动车变道后与测试车辆发生碰撞。如图32所示。

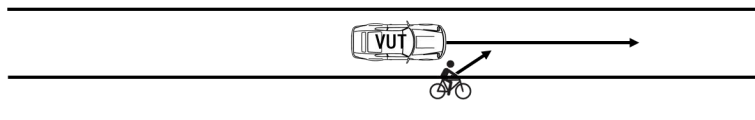


图 32 测试车辆碰撞其他交通参与者示意图

6.3.36.3 通过要求

测试车辆在远程安全员接管后应立即停车，测试主体应执行相应的处理流程，处理流程应符合《北京市自动驾驶车辆道路测试管理实施细则（试行）》。

6.3.37 其他交通参与者碰撞测试车辆

6.3.37.1 测试场景

测试路段为至少包含双向四车道的十字路口。

6.3.37.2 测试方法

测试车辆在路口右转，目标非机动车在测试车辆右侧直行通过路口，调整目标非机动车位置与速度，使测试车辆右转过程中目标非机动车碰撞测试车辆。如图33所示。

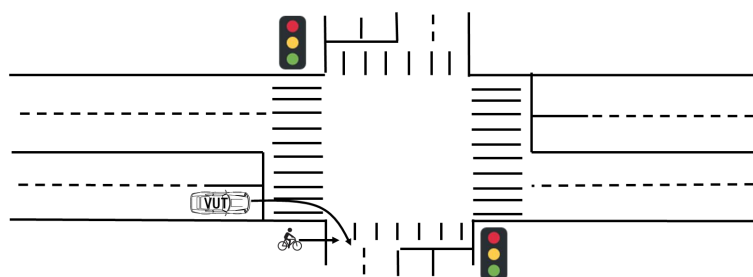


图 33 其他交通参与者碰撞测试车辆示意图

6.3.37.3 通过要求

测试车辆在远程安全员接管后应立即停车，测试主体应执行相应的处理流程，处理流程应符合《北京市自动驾驶车辆道路测试管理实施细则（试行）》。

6.3.38 遇执法人员交互

6.3.38.1 测试场景

测试路段为至少包含一条车道的单向单车道路段。

6.3.38.2 测试方法

测试车辆进入自动驾驶状态行驶，测试人员通过手势示意测试车辆停车。

6.3.38.3 通过要求

测试车辆应在测试人员前方停车。

6.3.39 驾驶状态提示

测试车辆应向车外人员提示当前车辆驾驶状态。

6.3.40 紧急联系方式

测试车辆应向车外人员提示车辆管理人员或单位的紧急联系方式。

附录 A

(资料性)

夜间及特殊天气测试方法

A.1 总则

本附录规定了测试车辆需要进行夜间或特殊天气测试的方法。

A.2 夜间测试环境测试方法

若测试车辆需要进行夜间环境测试，根据其设计运行条件选取表A.1对应光照强度，进行4.1.4所选取的全部测试项目并满足通过要求。

表 A.1 夜间路面光照强度分级表

单位：勒克斯

有路侧照明装置		无路侧照明装置	
最暗处	最亮处	最暗处	最亮处
≥ 5	≤ 50	≥ 0	≤ 5

A.3 特殊天气测试方法

若测试车辆需要进行特殊天气（雨、雪、雾等）测试，在对应的天气环境下，进行第5章表1所选取的全部测试项目并满足通过要求。