

T/CITSA 05-2020

ICS 01.110

T 00/09

团体标准

T/CITSA 05-2020

短途智能无人车配送服务技术要求

Technical requirements for distribution service of short distance intelligent
unmanned vehicle

2020-11-16 发布

2020-11-16 实施

中国智能交通协会 发布

目 次

前 言II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 2

5 测试方法 6

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由新石器慧通（北京）科技有限公司提出。

本标准由中国智能交通协会归口。

本标准起草单位：新石器慧通（北京）科技有限公司、北京卡达克科技中心有限公司、北京百度网讯科技有限公司、上海燕汐软件信息科技有限公司、上海德邦物流有限公司、北京京东乾石科技有限公司

本标准主要起草人：余恩源、刘淼、朱成、吕文鹏、陈佚、颀晶华、王猛、曾文达。

短途智能无人车配送服务技术要求

1 范围

本标准规定了开展配送服务的短途智能无人车的一般要求、测试方法和性能评价。
本标准适用于开展配送服务的短途智能无人车。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 5920-2008 汽车及挂车前位灯、后位灯、示廓灯和制动灯配光性能

GB 17509-2008 汽车及挂车转向信号灯配光性能

GB 4785-2007汽车及挂车外部照明和光信号装置的安装规定

GB 11564-2008机动车回复反射器

GB 4785-2007汽车及挂车外部照明和光信号装置的安装规定

GB 17761-2018 4.1 电动自行车安全技术规范

GB 11564-2008机动车回复反射器

GB 32087-2015 轻型汽车牵引装置

GB 5768-2009 道路交通标志和标线

GB 14887-2011 道路交通信号灯

GB/T 31484-2015 电动汽车用动力蓄电池循环寿命要求及试验方法

GB/T 31485-2015 电动汽车用动力蓄电池安全要求及试验方法

GB/T 31486-2015 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及试验方法

GB/T 3730.3-1992 汽车和挂车的术语及其定义 车辆尺寸

GB/T 8410-2006 汽车内饰材料的燃烧特性

GB/T 4208-2017外壳防护等级(IP代码)

GB/T 20234.1-3-2015 电动汽车传导充电用连接装置

GB/T 37153-2018电动汽车低速提示音

GB/T 18488.1-2 2015 电动汽车用驱动电机系统技术条件和试验方法

GB/T 29307-2012 电动汽车用驱动电机系统可靠性试验方法

GB/T 38186-2019 商用车自动紧急制动系统(AEBS)性能要求及试验方法

QC/T 518-2013汽车用螺纹紧固件紧固扭矩

NB/T 33001-2010 电动汽车非车载传导式充电机技术条件

2000/53/EC欧盟废弃车辆指令(ELV)

2005/64/EC机动车辆的再使用性、再利用性和回收利用性

3 术语和定义

3.1 短途智能无人车

指纯电驱动，满载最大质量应不大于1200kg，设计最高车速为20km/h~40km/h，具备自动行驶功能，能够在特定区域内的道路上自动、安全行驶，进行货物配送的无人驾驶车辆。

3.2 动力电池模块

动力电池模块是一种由多个单体电池、电池壳和相关电路组成，且单个或多个动力电池模块串联、并联或混联组成的车载蓄能装置。

3.3 满载最大质量

短途智能无人车在满载情况下的最大质量。

3.4 自动紧急制动系统

实时监测车辆行驶环境，并在可能发生碰撞危险时自动启动车辆制动系统使车辆减速，以避免碰撞或减轻碰撞的系统。

3.5 交互系统

交互系统用于实现车辆与操作者、服务对象、行人进行语音交互、视觉交互的系统。

3.6 人工接管

现场操作者通过遥控器或远程操作者通过远程驾驶系统直接操控车辆。

3.7 车联网

利用信息通信技术，建立车与车、车与人、车与路、车与网络等环境要素之间的网络平台。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 短途智能无人车一般由底盘系统、动力系统、电器系统、无人驾驶系统、车身系统、箱体系统、配送信息交互系统、车联网系统组成，根据不同的运营场景，可配备快递柜、售卖柜、外置监控设备、人机交互设备等。

4.1.2 车厢密闭，具备防介入、防拆卸等安全措施。

4.1.3 应配备监控系统，远程监控车辆位置、车辆行驶状态、车辆周边及内部有关信息，应配备自动行驶数据记录装置，实时记录以上信息。

4.1.4 涂漆件的表面应光滑平整，色泽均匀。

4.1.5 焊接件的焊缝应均匀平整。

4.1.6 塑料件的表面应平整，色泽均匀。

4.1.7 用紧固件连接的各零部件应按照要求联接牢靠，重要部件紧固件的拧紧力矩应符合QC/T 518-2013的规定。

4.1.8 各转动部件应运动灵活。

4.1.9 短途智能无人车内饰材料应符合GB/T 8410-2006 汽车内饰材料的燃烧特性要求。

4.1.10 短途智能无人车及其零部件产品材料中的铅、汞、六价铬、多溴联苯（PBBs）、多溴联苯醚（PBDEs）的含量应小于等于质量的0.1%，镉的含量应小于等于质量的0.01%。短途智能无人车及其零部件产品中应不使用石棉，并应符合标准2000/53/EC要求，可回收汽车及其零部件产品应满足2000/53/EC和2005/64/EC。

4.1.11 电池系统短路电阻不大于20毫欧，接线端短路10分钟，要求保护装置起作用，蓄电池系统无泄漏，外壳破裂，着火或爆炸等现象。试验后的绝缘电阻值不小于100Ω/V

4.2 结构和配置要求

4.2.1 外形尺寸

短途智能无人车主要尺寸限值应满足表1的规定。

表1 尺寸限值

项目	尺寸 mm
整车长度	$2000 \leq L \leq 3000$
整车宽度	$900 \leq W \leq 1200$
整车高度	$1300 \leq H \leq 1800$
注：W为包括由部件及车厢构成的横向尺寸（传感器支架及暴露在外的传感器除外）。 H为车体顶部最高处至地面的距离（传感器支架及暴露在外的传感器除外），整车高度低于1000mm时，应当增加警示标志。	

4.2.2 满载质量

短途智能无人车的满载最大质量应不大于1200kg。

4.2.3 动力电池

短途智能无人车载蓄能装置的动力电池，推荐采用标准化的锂离子电池模块。标准化的动力电池模块应满足GB/T 31484-2016、GB/T 31485-2016、GB/T 31486-2016要求。

4.2.4 质量分配

短途智能无人车的电机及动力电池系统应合理布置。动力电池（包含电池箱及箱内部件）总质量与整车整备质量的比值，不宜大于20%。

4.2.5 电能补充

短途智能无人车电能补充方式包括充电和换电，推荐使用换电方式；

车载充电时，若采用慢速充电，则充电电压为220V，最大充电功率 $\leq 6.6\text{kW}$ ，充电连接线、车身充电口、车外充电座应满足GB/T20234.1-3-2015的要求，也可根据需要搭载快充充电接口。

换电时，运维人员换电操作简便、快捷，且无需借助任何工具。

4.2.6 照明及信号装置

短途智能无人车应配备前组合灯（包含位置灯和转向灯）、后组合灯（包含位置灯，转向灯和制动灯）、侧转向灯和高位制动灯；

其中位置灯和制动灯应满足GB5920-2008要求；转向灯应满足GB17509-2008 要求。位置灯、转向灯和制动灯均应符合GB4785-2007中对灯光颜色的相关要求。

4.2.7 反光标识

反光装置应满足GB11564-2008的相关规定，但发光区域的面积按照不小于15cm²执行。

反光装置应满足GB4785-2007中4.3.8非三角形后回复反射器的相关要求。

4.2.8 前拖车钩要求

应配备前拖车钩装置，满足GB 32087的要求。

4.2.9 提示音装置

短途智能无人车应装有行人避让的提示音装置，其性能和声压级应满足GB/T 37153-2018的要求。

4.2.10 电机技术要求

应满足GBT 18488.1-2-2015和GBT 29307-2012 的要求。

4.3 整车性能要求

4.3.1 最高设计车速

按照5.3.1试验方法,短途智能无人车最高设计时速不应低于20km/h,不应高于40km/h,若特定园区有其它要求时,在满足本规定的同时还应符合园区规定的最高车速限值。

4.3.2 0-10km/h 起步加速时间

按照5.3.2试验方法,短途智能无人车0~10km/h起步加速时间应不少于 2s。

4.3.3 驻车制动性能

按照5.3.3试验方法,短途智能无人车应能停在上、下坡度不低于20%的坡道上,车辆不得滑溜。

4.3.4 最大爬坡度(爬坡性能)

按照5.3.4试验方法,短途智能无人车满载时,其爬坡度应不小于20%,车辆不得停车或者后溜。

4.3.5 最大侧倾稳定角(倾斜稳定性能)

按照5.3.5试验方法,短途智能无人车满载时,左右(侧向)倾斜不大于20°时,应能保持稳定。

4.3.6 转向性能

按照5.3.6试验方法,短途智能无人车回转半径 $\leq 4.5\text{m}$ 。

4.3.7 制动距离

按照5.3.7试验方法,短途智能无人车满载时,制动距离要求:

- a) 10km/h制动距离 $\leq 1.1\text{m}$;
- b) 15km/h制动距离 $\leq 2\text{m}$;
- c) 20km/h制动距离 $\leq 3\text{m}$ 。

4.3.8 满电续驶里程

按照5.3.8试验方法,短途智能无人车续驶里程应大于100km。

4.3.9 淋水性能

按照5.3.9试验方法,短途智能无人车应具有防雨密封性能,按规定方法试验后,短途智能无人车应不丧失其正常行驶功能,各电器部件功能正常,且箱体内部无水迹。

4.3.10 涉水性能

按照5.3.10试验方法,短途智能无人车在水深140mm的环境中以15km/h满载行驶,应能保证车辆绝缘,车辆可保持正常行驶,各电器部件功能正常。

4.3.11 可靠性能和耐久性能

按照5.3.11试验方法,整车控制器及总线系统、动力蓄电池及管理系统、电机、车载充电系统(如果有)等系统和设备不应出现危及人身安全、引起主要总成报废、对周围环境造成严重危害的故障(致命故障);也不应出现影响行车安全、引起主要零部件和总成严重损坏或用易损备件和随车工具不能在短时间内排除的故障(严重故障),其他系统和零部件参照相关标准的要求。

4.4 自动行驶能力要求

4.4.1 交通标志和标线的识别与响应

按照5.4.1试验方法,短途智能无人车应能正确识别和响应标准GB5768-2009要求的交通标志和标线,并按照交通标志和标线的要求正确行驶。

4.4.2 交通信号灯的识别与响应

按照5.4.2试验方法，短途智能无人车应能正确识别和响应GB14887-2011规定的交通信号灯及其设置方法，并按照交通信号灯的要求正确行驶。

4.4.3 障碍物检测与响应

4.4.3.1 静态障碍物检测与响应

按照5.4.3.1试验方法，短途智能无人车应能正确识别静态障碍物，规避障碍物安全行驶。可检测静态障碍物的类型包括但不限于表3：

表2 可检测静态障碍物的类型

序号	障碍物分类	行驶方向
1	路缘石（15cm 以上）	前进/转向/后退
2	锥形交通路标（50cm*35cm）	前进/转向/后退
3	隔离栏/护栏（70cm*200cm）	前进/转向/后退
4	*按需添加	--

4.4.3.2 行人及非机动车检测与响应

按照5.4.3.2试验方法，短途智能无人车应能正确识别和响应环境中的行人及非机动车行为，预测行人和非机动车的行进路线，并做出规避和提醒。

4.4.3.3 前方机动车检测与响应

按照5.4.3.3试验方法，短途智能无人车应能正确识别和响应机动车行驶状态和行为。

4.4.4 自动行驶/停车能力

按照5.4.4试验方法，短途智能无人车应能够按照道路与业务环境的要求，自主进行路径规划，并按照规则自主行驶。

在规划路径的行驶中途或终点，应能实现定点靠边停车，停车纵向与横向位置平均误差不超过0.5m。

4.4.5 交叉路口通行

按照5.4.5试验方法，短途智能无人车应能按照交叉路口交通信号状态，实现交叉路口直行、右转、左转和掉头。

4.4.6 自动掉头能力

按照5.4.6试验方法，短途智能无人车在交通状态和交通规则允许掉头的路段或路口，应能在双向两车道的道路宽度下实现掉头。

4.4.7 自动紧急制动

短途智能无人车应配备有独立的自动紧急制动系统，按照5.4.7试验方法，对于静止、匀速和加速前进的障碍物，应实现以下功能：

- 保障车辆在10km/h及以下车速直行向前行驶不发生碰撞情况；
- 保障车辆在以不大于5km/h速度转向行驶时不发生碰撞情况；
- 保障车辆在以不大于5km/h速度倒车行驶情况下不发生碰撞情况；

4.4.8 人工接管

按照5.4.8试验方法，紧急情况下，应具备人工接管的能力，现场人员通过遥控器或远程操作人员通过远程驾驶系统能够直接制动车辆保证安全。

4.5 货箱要求

4.5.1 最大载货空间

短途智能无人车货箱最大载货空间不小于 1.5m^3 。

4.5.2 最大承载质量

短途智能无人车货箱最大承载质量不小于 300kg 。

4.5.3 与用户的交互性要求

4.5.3.1 语音交互

按照5.5.1试验方法，短途智能无人车与用户能够进行语音交互互动。

4.5.3.2 视觉识别

按照5.5.2试验方法，短途智能无人车能够检测到车辆周边的行人。

4.5.4 安全要求

短途智能无人车货箱带防盗设计，满足货品的防盗要求；货箱设计应有利于用户安全使用，不能对用户造成伤害。

4.6 车联网信息安全

4.6.1 信息通路安全

采用数字证书进行身份认证，使用密钥加密算法为数据安全传输提供加密通道，建立安全连接。

4.6.2 数据存储/访问安全

车辆运行数据应适时保存，数据存储采用加密的方式，确保只有拥有相应密钥的用户能够访问被保护的数据。保证信息在储存和传输过程中不被查看和修改。

4.6.3 容灾备份/恢复

网络服务器数据相互备份和异地备份，系统遭遇故障和灾害时能迅速切换到其他正常服务器，保证系统能正常运行；数据信息每天全量备份（包括新增数据和历史数据）和实时增量备份，当数据信息造成意外丢失和毁坏时，可快速恢复。

5 测试方法

5.1 测试环境要求

除另有特殊规定外，试验应在以下环境进行：

- a) 温度： $-10\text{℃}\sim 50\text{℃}$ ；
- b) 相对湿度： $10\%\sim 90\%$ ；
- c) 大气压力： $86\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ ；
- d) 风速不大于 3m/s ，无降雨、降雪、冰雹等恶劣天气，水平能见度应不低于 500m 。
- e) 应在干燥的平坦水泥或沥青路面上进行，路面坚硬、平整、干净且要有良好的附着系数。纵向坡度不超过 0.5% ，横向坡度不超过 3%
- f) 测试场景交通标志、标线清晰可见，且符合GB 5768-2017《道路交通标志和标线》要求。
- g) 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，第三方检测机构可根据要求设置相应的自然环境，并安排相应的测试。

试验应符合如下条件：

- a) 短途智能无人车应满足正常使用且装备完善，其轮胎气压与标称气压一致；
- b) 试验用短途智能无人车蓄电池的容量最少应达到其额定容量的 75% ；
- c) 短途智能无人车的性能试验，应在干燥的平坦水泥或沥青路面上进行，路面坚硬、平整、干净且要有良好的附着系数。纵向坡度不超过 0.5% ，横向坡度不超过 3% 。

5.2 测试前车辆检查

5.2.1 尺寸限值测量

参考标准GB 3730.3-92进行测量。

5.2.2 车体检测

车厢密闭性检测采用手感和直观检测法检测；监控系统和自动行驶数据记录装置采用直观检测和专业工具检测。

5.2.3 照明及信号装置检测

位置灯和制动灯的检测应按照《GB5920-2008-汽车及挂车前位灯、后位灯、示廓灯和制动灯配光性能》要求执行；转向灯的检测应按照《GB17509-2008 汽车及挂车转向信号灯配光性能》要求执行。

5.2.4 反光标识检测

反光装置的检测应按照GB11564-2008要求执行。

5.2.5 阻燃性能试验

按照GB/T 8410-2006中第三章的规定执行。

5.2.6 绝缘电阻试验

用500 V兆欧表进行测量，断开蓄电池电路，将兆欧表“L”端连接测试车辆线路的正极或负极，将“E”端依次接车厢、电动机的外壳，观察是否达到要求的绝缘值。

5.3 整车性能试验

5.3.1 最高车速检测

试验在满载状态下进行。采用配重块叠加到最大装载质量值，并均匀地放在测试车辆的厢体中，模拟短途智能无人车最大装载质量。短途智能无人车从静止开始加速行驶，行驶速度到达最高速度且保持稳定行驶1km以上，记录速度值，试验往返进行3次，取平均值。

5.3.2 起步加速性能检测

试验在空载状态下进行，试验开始时，测试车辆从零起步，行驶2s，记录速度值；试验进行3次，取最平均速度值。

5.3.3 驻车制动检测；

短途智能无人车满载时，在上或下 20% 坡道上进行驻车制动，测试车辆不得出现下列情形之一：

- a) 短途智能无人车的车轮开始沿坡道向下滚动(制动失效)；
- b) 短途智能无人车失稳(一个或多个轮子抬离坡道)；
- c) 短途智能无人车开始沿坡道滑动(车轮与坡道摩擦力不足)。

5.3.4 爬坡能力检测；

选择平直、干燥、清洁、混凝土铺装的人工坡道为试验坡道，允许以表面平整、土质坚硬的自然坡道代替。试验坡道的坡度应均匀一致，接近20%，坡道总长应不小于20m，坡前应有不少于5m的平直路段。（如图1）

从坡底向上划出5 m作为辅助行驶区。测试区间长 10m，在起点、5m和10m处设置计时装置。

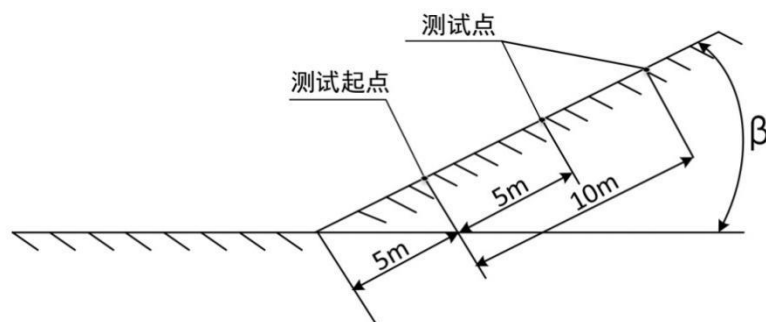


图1 爬坡能力试验示意图

5.3.5 倾斜稳定性检测

试验在满载状态下进行。将测试车辆左右(侧向)放置在 20° 的斜坡上, 观察短途智能无人车是否稳定, 车轮是否有离开地面的现象。

5.3.6 回转半径检测

试验在空载状态下进行。在水平路面上, 保持速度低于 5km/h , 方向转到极限位置, 向一侧做 360° 转向, 测量短途智能无人车前外轮对应的印迹中心圆的转弯半径。

两个方向测试, 取最大值。

5.3.7 制动检测

试验场地:

- 试验路面应为干燥、平整的混凝土或具有相同附着系数的其他路面, 路面上不许有松散的杂物和明显的凹陷;
- 在道路纵向任意 50m 长度上的坡度应小于 1% ;
- 路拱坡度小于 2% 。

气候条件:

- 风速: 应小于 5m/s ;
- 气温: 不超过 35°C 。

车辆状态:

- 试验车辆至少进行 100 次制动盘磨合试验;
- 轮胎充气至厂定压力值, 误差不超过 10kPa ;
- 胎面花纹高度不低于新花纹的 50% 。

测试车辆载荷: 满载。

试验初速度: 10km/h 、 15km/h 、 20km/h 。

试验项目: 当车速达到初速度 $+5\text{ km/h}$ 进行紧急制动, 当车速降为初速度时开始计时, 记录从初速度 $\sim 0\text{ km/h}$ 的制动距离。对应每一初速度, 测试 3 次, 取 3 次制动距离的平均值为最终的制动距离。

5.3.8 续驶里程检测

检测环境满足 $5.1.1$ 条规定, 在车辆满载状态下进行, 将车辆充满电后静置 2 小时后, 将所有用电设备全部打开(运行时自动驾驶设备、车联网设备、车辆自身用电设备全部开启)开始测试, 以表 4 规定工况循环行驶, 当车速达不到工况要求或电量低于 20% 时终止试验。记录试验期间车辆行驶的总里程 D (km)、总时间 T (min), 按四舍五入圆整到整数, 测试 3 次取最大值。

表3 循环工况一和循环工况二

工况一													
办公 园区 、 步行 街	速度 km/h	0	20	5	20	5	20	0	20	5	20	0	大约 里程 5km 耗时 20min
	计时 min	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
	动作	静 止	加 速	减 速	加 速	减 速	加 速	制 动	加 速	减 速	加 速	制 动	
工况二													
公 园 、 展 馆	速度 km/h	0	20	20	20	20	5	20	20	20	20	0	大约 里程 6km 耗时 20min
	计时 min	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
	动作	静 止	加 速	运 行	运 行	运 行	制 动	加 速	运 行	运 行	运 行	制 动	

5.3.9 淋水性能检测

将短途智能无人车驱动轮离地，试验前接通电路。

采用符合 GB/T 4208-2017中IPX3规定的喷头洒水设备，向测试车辆作顶部及两侧的喷淋洒水，持续时间为15 min。

试验后，检查厢体内水迹，测试车辆的运行状态，对测试车辆进行绝缘电阻测量。

5.3.10 涉水性能检测

在水深140mm的环境中以15km/h满载正反向通过长度100米水道，在测试车辆湿的状态下测量车辆动力系统绝缘电阻，要求绝缘电阻 $\geq 500\Omega/V$ ；记录车辆是否能正常行驶，电动机、蓄电池等声光信号功能，并且10min内电器部件无短路、起火等现象。

涉水后检查测试车辆如发现车厢内地板出现渗漏及故意以遮挡、屏蔽电路、插接口涂胶等方法“提高”绝缘性能的一律按不合格论处。

5.3.11 可靠性能、耐久性能检测

a) 试验道路

短途智能无人车试验道路一般应包括：具有固定路形的特殊道路（如：石块路、卵石路、鱼鳞坑路、沙槽、水池、盐水池等），坡道等。

短途智能无人车试车园区道路应包括：具有固定路形的园区内部道路（如：水泥路、柏油路、减速带、方砖路），缓坡等。

b) 可靠性、耐久性行驶

短途智能无人车的可靠性行驶的里程为3000km，其中特殊道路 $\geq 30\%$ ，其他为试车园区道路。

短途智能无人车的耐久性行驶里程，在可靠性行驶完成的基础上，追加到10000km，其中特殊道路 $\geq 30\%$ ，其他为试车园区道路。

（可靠性、耐久性行驶试验前的动力性能试验里程，以及各试验间的行驶里程和各部件、总成磨合行驶里程等，可计入试验总里程试车园区道路部分）。

c) 行驶操作

短途智能无人车的可靠性试验采用自动驾驶模式进行；

车速：应在保证安全的前提下，尽量高速行驶，但不得超过园区限速。

制动：平均每行驶1km最大力矩制动1次。

坡道：平均每行驶100km至少在7%的坡道上作一次上坡停车、驻车和起步。（此项仅在特殊道路试验体现）

倒挡行驶：平均每100km至少有一次倒挡行驶200m；

夜间行驶不少于试验里程的20%。

5.4 自动行驶能力试验

5.4.1 交通标志和标线的识别与响应测试

测试场地应至少包含同向双车道或者一条机非混行车道、一条非机动车道，该路段设置至少包含限速标志、停止标志、禁止左转标志、禁止右转标志等交通标志和停车让行标线、车道线和人行横道线等三类标线。

测试车辆在自动驾驶模式下，按照道路和路面传递的信息行驶。

每类场景测试次数为10次，1次测试不通过，则该场景测试不通过。任何一个场景测试不通过，则该检测项目不通过。

5.4.2 交通信号灯的识别与响应测试

测试场地应至少包含同向双车道或者一条机非混行车道、一条非机动车道，该路段设置非机动车信号灯、移动交通信号灯、机动车信号灯、闪光警告信号灯和道路与铁路平面交叉道口信号灯。

测试车辆在自动驾驶模式下，按照交通灯传递的信息行驶。

每类场景测试次数为10次，1次测试不通过，则该场景测试不通过。任何一个场景测试不通过，则该检测项目不通过。

5.4.3 障碍物检测与响应测试

5.4.3.1 静态障碍物检测与响应测试

测试道路为至少包含一条车道的长直道，在车道中间依次放置锥形交通路标、隔离栏及其他障碍物或模拟障碍物，测试车辆匀速驶向前方障碍物。如图2、图3、图4所示。

测试车辆沿道路中心直行/左转/右转，在距离障碍物10 m 前直行达到不低于20km/h 的车速，转弯达到不低于5km/h的车速。障碍物为测试道路内垂直于道路方向并排开放置的3 个锥形交通路标或其他障碍物。不同速度、不同障碍物的测试应分别进行。

测试车辆应能通过制动、绕行或组合方式避免与上述障碍物发生碰撞。

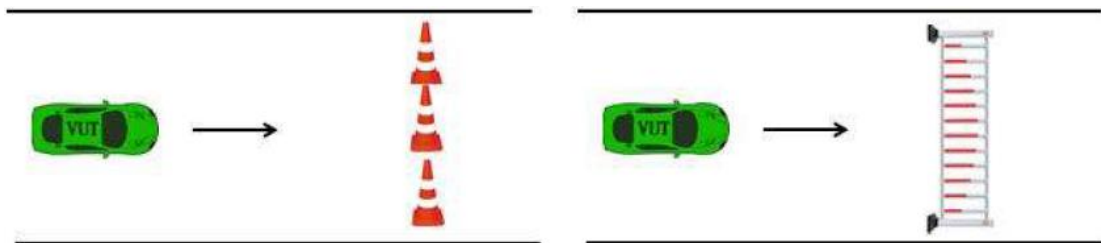


图2 直行障碍物测试场景示意图

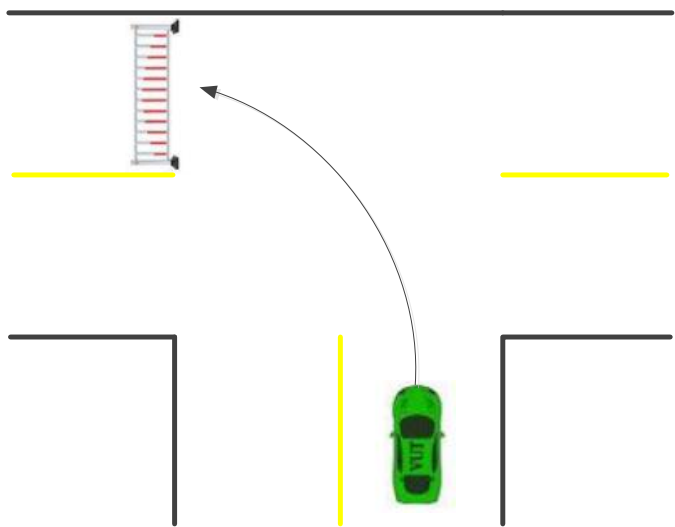


图3 左转向障碍物测试场景示意图

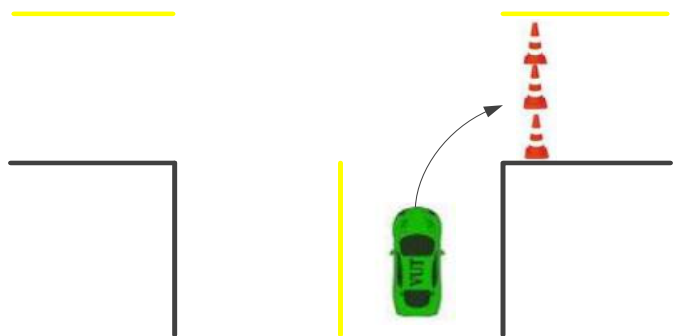


图4 右转向障碍物测试场景示意图

5.4.3.2 行人及非机动车检测与响应测试

测试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。测试车辆沿车道中间匀速行驶，同时行人或者非机动车于测试车辆正前方沿车道向前行走。

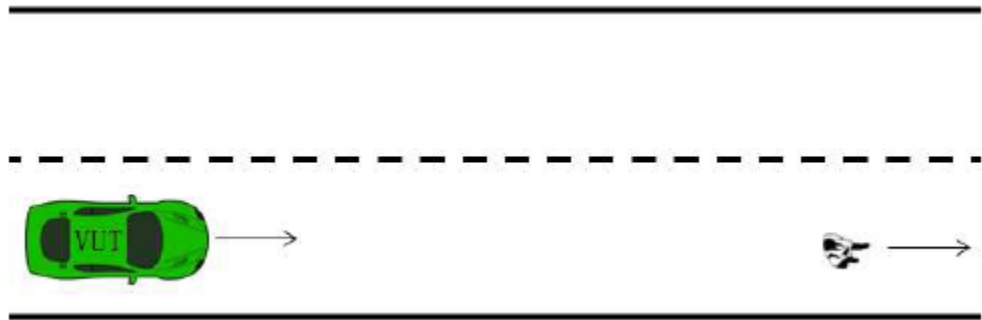


图5 行人沿道路行走测试场景示意图

测试车辆在距离行人10 m 前达到不低于10km/h 的车速，并匀速沿车道中间驶向行人。行人或者非机动车速度为3.6-5 km/h。

测试车辆应能通过制动、绕行或组合方式避让行人或者非机动车。

5.4.3.3 前方机动车检测与响应测试

机动车辆测试的主要要求是对前方车辆行驶状态的识别和响应，评价测试车辆对前方车辆的感知、和响应能力。

要求进行包括不限于两种场景的测试：

a) 车辆驶入识别及响应

测试场景

测试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。测试车辆和环境车辆在各自车道内匀速行驶，在测试车辆接近环境车辆过程中，环境车辆驶入测试车辆所在车道。如图6所示。

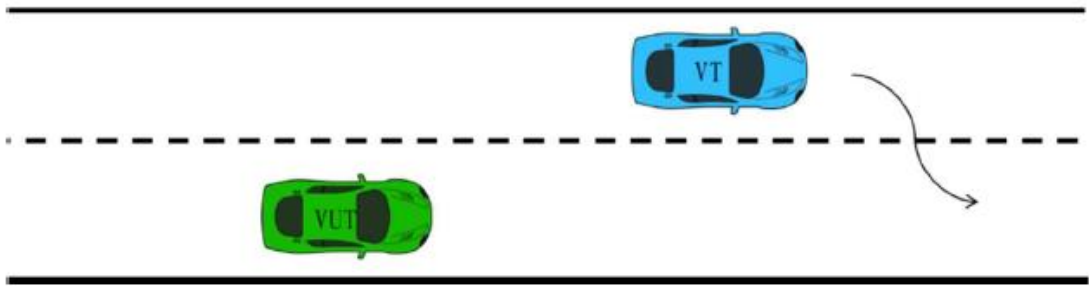


图6 环境车辆驶入识别及响应测试场景示意图

测试车辆沿车道中心以15 km/h 的速度沿车道中间匀速行驶，环境车辆以10 km/h 的速度沿相邻车道中间匀速同向行驶。当两车间距不大于3m 时，环境车辆切入测试车辆所在车道。

测试车辆应与环境车辆确保不发生碰撞；

b) 对向车辆借道行驶识别及响应

测试道路为至少包含双向两条车道的长直道，中间车道线为黄色虚线。测试车辆沿车道中间匀速行驶，同时对向环境车辆压黄色虚线匀速行驶。如图7所示。

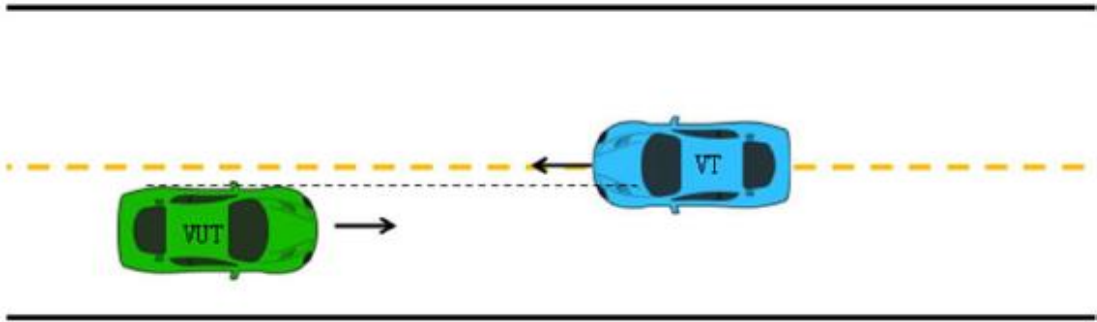


图7 对向车辆借道行驶识别及响应测试场景示意图

测试车辆沿车道中心以15 km/h 匀速行驶，对向环境车辆压黄色虚线以10km/h速度接近测试车辆，两车稳定行驶后的初始纵向距离不小于10 m，横向重叠率不小于10%。

测试车辆应在前车接近前有效制动停车或绕行避免碰撞。

5.4.4 自动行驶/停车测试

测试场地应至少包含同向双车道或者一条机非混行车道、一条非机动车道，测试车辆沿着车道行驶。

测试车辆根据系统输入的起始地点，自动规划路径，并按照路径正确行驶；在自动驾驶模式下，测试车辆可以根据后方和右侧的交通情况，实现减速，向右转向靠边，并平稳停车。

百次停车纵向和（或）横向位置平均误差不超过0.5m。

5.4.5 交叉路口通行测试

测试道路为至少包含双向两车道的十字交叉路口。环境车辆直行以10-30km/h速度行驶，左转/右转以0-10km/h速度行驶。测试车辆在自动驾驶直行车速5-20km/h，转弯车速0-5km/h。

- a) 测试车辆直行通过路口。在距离路口中心线20m处车速达到10km/h，匀速直行通过路口；环境车辆在垂直方向距离路口中心线40m处车速达到20km/h，两车同时开始。
- b) 测试车辆右转通过路口。在距离路口中心线10m处车速达到5km/h，匀速右转通过路口；环境车辆在垂直方向距离路口中心线40m处车速达到20km/h，两车同时开始。
- c) 测试车辆左转通过路口。在距离路口中心线10m处车速达到5km/h，匀速左转通过路口；环境车辆在垂直方向距离路口中心线40m处车速达到20km/h，两车同时开始。
- d) 测试车辆左转通过路口。在距离路口中心线10m处车速达到5km/h，匀速左转通过路口；环境车辆在平行方向逆向距离路口中心线40m处车速达到20km/h，两车同时开始。

测试车辆应该能合理根据交通情况，采取正确的策略安全通过路口。交叉路口转弯时应避让直行车辆和行人；转弯时应减速行驶，并正确使用转向灯，不得突然猛拐；行经人行横道时应主动避让行人。

每类场景测试次数为10次，1次测试不通过，则该场景测试不通过。任何一个场景测试不通过，则该检测项目不通过。

5.4.6 自动掉头能力测试

掉头道路为双向两车道，每条车道宽度3.75m，测试车辆在自动驾驶模式下应能够在到达掉头路口时应能够以不大于5km/h的速度实现掉头。掉头弧线应较为平顺，避免出现掉头后反复矫正方向的情况。

该检测项目测试次数为10次，1次测试不通过，则该检测项目不通过。

5.4.7 自动紧急制动检测

5.4.7.1 直行紧急制动检测

测试道路为至少包含两条车道的长直道,一个左转弯路口和一个右转弯路口。

测试车辆以不高于10km/h 的速度匀速行驶，当测试车辆到达人行横道线前3m距离时，行人自测试车辆左侧路侧开始起步，以3.6-5 km/h 的速度通过人行横道线。

- a) 测试车辆应能提前减速或制动，并保证行人安全通过测试车辆所在车道；
- b) 测试车辆停止于人行横道前方时，待行人穿过测试车辆所在车道后，测试车辆应能自动启动继续行驶，启动时间不得超过5s。

每类场景测试次数为10次，1次测试不通过，则该场景测试不通过。任何一个场景测试不通过，则该检测项目不通过。

5.4.7.2 转弯紧急制动检测

测试车辆以不高于5km/h 的速度匀速左/右转弯，当测试车辆到达人行横道线前2m距离时，行人自车辆左侧路侧开始起步，以3.6~5 km/h 的速度通过人行横道线。

- a) 测试车辆应能提前减速或制动，并保证行人安全通过车辆所在车道；
- b) 测试车辆停止于人行横道前方时，待行人穿过测试车辆所在车道后，车辆应能自动启动继续行驶，启动时间不得超过5s。

每类场景测试次数为10次，1次测试不通过，则该场景测试不通过。任何一个场景测试不通过，则该检测项目不通过。

5.4.7.3 倒车紧急制动检测

测试车辆以不高于5km/h 的速度匀速倒车直行，当测试车辆到达人行横道线前2m距离时，行人自车辆左侧路侧开始起步，以3.6~5 km/h的速度通过人行横道线。

- a) 测试车辆应能提前减速或制动，并保证行人安全通过车辆所在车道；
- b) 测试车辆停止于人行横道前方时，待行人穿过测试车辆所在车道后，车辆应能自动启动继续行驶，启动时间不得超过5s。

每类场景测试次数为10次，1次测试不通过，则该场景测试不通过。任何一个场景测试不通过，则该检测项目不通过。

5.4.8 人工接管检测

测试车辆处于自动驾驶行驶模式下，且在静止或行驶过程中。现场人员通过遥控器或远程操作人员通过远程驾驶系统接管车辆，使车辆完成制动。车辆制动后可通过遥控器或远程驾驶系统解除制动，控制车辆行驶（前进、倒车、左右转向、制动），并能恢复车辆行驶模式为自动驾驶行驶模式。

能够对测试车辆成功完成人工制动、控制车辆行驶、恢复自动驾驶行驶模式。

每类场景测试次数为10次，1次测试不通过，则该场景测试不通过。任何一个场景测试不通过，则该检测项目不通过。

5.5 交互及通信模块检测

5.5.1 语音提醒试验

测试方法：测试车辆高低电压完成上电。测试车辆处于静止、行驶状态时，车载喇叭播放2种不同的语音。

测试要求：测试车辆在对应状态下正常播放对应的语音。

5.5.2 视觉识别试验

测试方法：测试车辆高低电压完成上电。测试车辆处于静止、行驶状态时，行人出现在车头前方。

测试要求：能够捕获到人像。
