

DB1331

雄 安 新 区 地 方 标 准

DB1331/T XX—XXXX

低速无人驾驶专用车安全通用技术条件

General safety specification of low-speed automated vehicles

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

河北雄安新区管理委员会改革发展局 发布



版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构。除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

目 次

前 言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 型式与分类 3

5 技术要求 4

6 试验方法 21

7 生产企业质量保证要求 43

附 录 A.....47

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这些专利的责任。

本文件由河北雄安新区管理委员会改革发展局提出并归口。

本文件起草单位：中汽研华诚认证（天津）有限公司、中国雄安集团交通有限公司、中汽研汽车检验中心（武汉）有限公司、雄安千方数城智联科技有限公司、中国雄安集团数字城市科技有限公司、中汽智联技术有限公司、中汽研汽车检验中心（天津）有限公司、中汽科技（北京）有限公司、国投中标质量基础设施研究院有限公司、国投（雄安）先进电子制造产业创新有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、福龙马城服机器人科技有限公司、北汽福田汽车股份有限公司、柳州五菱新能源汽车有限公司、长沙中联重科环境产业有限公司、三一环境产业有限公司、九识（苏州）智能科技有限公司、徐州徐工环境技术有限公司、上海易咖智车科技有限公司、青岛鸿日汽车科技有限公司、上海钦方科技有限公司、苏州苏试广博环境可靠性实验室有限公司。

本文件主要起草人：张宇、文应熙、柳东威、陈超、张文超、陈韬、王晨阳、张庆余、马文博、杨畅、李青山、王邵骞、李煜、胡建伟、申杰、韦波、贾卓、郝世伟、戴径、余志坤、张梓栋、赵光辉、钟声峙、张延岗、陈建设、刘建军、孙进、李飞、胡士刚、杜朝亮、周明、张晓辉、郭瑞玲、李春、柳海明、靳志刚、刘阳阳、张美芳、袁建军、孙文军、张星星、庞方超、胡志祥、黄欢、李善才、唐恒、张水田根、钱晓东、金大鹏、李世珍、李春晓、吴作清、袁嘉琦、郭志娟、蔡钊、潘瑞、张磊、杨蒙、卓凯敏、徐世平、程泉、孙聪。

低速无人驾驶专用车安全通用技术条件

1 范围

本文件规定了低速无人驾驶专用车的技术要求、试验方法和生产企业质量保证要求。
本文件适用于在雄安新区行政区域内行驶的低速无人驾驶专用车。

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。

GB 1589-2016 汽车、挂车及汽车列车外廓尺寸、轴荷及质量限值

GB/T 1988 信息技术 信息交换用七位编码字符集

GB 4785 汽车及挂车外部照明和光信号装置的安装规定

GB 5768.2 道路交通标志和标线 第2部分:道路交通标志

GB 5768.3 道路交通标志和标线 第3部分:道路交通标线

GB 7258 机动车运行安全技术条件

GB 14887 道路交通信号灯

GB 15741 汽车和挂车号牌板(架)及其位置

GB 16735 道路车辆 车辆识别代号(VIN)

GB 18030 信息技术 中文编码字符集

GB/T 18387-2017 电动车辆的电磁场发射强度的限值和测量方法

GB/T 18411 机动车产品标牌

GB 20182-2006 商用车驾驶室外部凸出物

GB/T 24720 交通锥

GB/T 31484 电动汽车用动力蓄电池循环寿命要求及试验方法

GB/T 31486 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及试验方法

GB/T 33012.2-2016 道路车辆 车辆对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第2部分：车外辐射源法

GB 34660-2017 道路车辆 电磁兼容性要求和试验方法

GB 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求

GB/T 40428-2021 电动汽车传导充电电磁兼容性要求和试验方法

GB/T 40429 汽车驾驶自动化分级

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

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50052 供配电系统设计规范

GB 50053 20kV 及以下变电所设计规范

GB 50054 低压配电设计规范

GB 50116 火灾自动报警系统设计规范

GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范

NB/T 33001 电动汽车非车载传导式充电机技术条件

NB/T 33002 电动汽车交流充电桩技术条件

NB/T 33008.1 电动汽车充电设备检验试验规范 第 1 部分：非车载充电机

NB/T 33008.2 电动汽车充电设备检验试验规范 第 2 部分：交流充电桩

QC/T 476-2007 客车防雨密封性试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低速无人驾驶专用车

搭载先进的传感器、控制器、执行器、无线通讯设备等装置，并融合现代通信与网络技术，具备复杂环境感知、智能决策、协同控制等功能，可与外界信息交互，通常行驶运营工作下无人人类驾驶操纵，在特定场景完成指定功能任务的新型轮式运载工具。

3.2

低速无人驾驶专用车底盘

自身具备动力推进装置，不需要人员在车内直接驾驶操纵，可以一种或多种控制模式（遥控或自主）工作，并能搭载不同任务模块完成相应任务的地面机动车辆，由动力系统、传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统等部分共同组成。

3.3

设计运行速度

低速无人驾驶专用车在其设计运行条件下可运行的最高速度。

3.4

运营速度

低速无人驾驶专用车在自动驾驶模式下可运营运行的最高速度。

3.5

紧急停车

低速无人驾驶专用车需人工介入工况下的紧急制动，或车辆自身故障导致的紧急停车。

3.6

云控平台 Cloud control platform

与低速无人驾驶专用车进行数据交互时，作为低速无人驾驶专用车数据接交互方的远程服务与管理平台。

3.7

上行 upstream

从低速无人驾驶专用车到云控平台的数据传输方向。

3.8

下行 downstream

从云控平台到低速无人驾驶专用车的数据传输方向。

3.9

登入 login

低速无人驾驶专用车向云控平台上报车辆信息前进行的认证。

3.10

登出 logout

低速无人驾驶专用车向云控平台确认车辆信息正常停止传输前进行的认证。

3.11

加密 encryption

数据传输进行编密码的过程。

3.12

解密 deciphering

数据传输进行解密码的过程。

3.13

密钥 key

一种用于控制密码变换操作的符号序列，主要用于加密、解密、密码校验函数计算、签名生成或签名验证。

3.14

测试端平台 Test platform

进行数据交互时，作为测试车辆数据接收方的远程服务与管理平台。

4 型式与分类

因产品功能和应用场景不同，低速无人驾驶专用车的型式分类不同。本文件仅列举以下4类低速无人驾驶专用车产品类别。

4.1 低速无人物流车

可实现将物流包裹安全运送到指定送货位置后，提醒收货对象取走物流包裹后收到返回指令，安全返回到指定位置的低速无人车。

4.2 低速无人售卖车

可实现将销售物品安全送到指定位置后，完成销售全流程的低速无人车。

4.3 低速无人安防车

应用于安全防范的、执行巡逻等任务的、没有车载驾驶员操作的专用低速无人车。

4.4 低速无人环卫车

具有清扫、洒水、洗地等保洁功能，可对指定的道路、广场、人行道等区域内作业，能够自主移动的低速无人车。

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 整车标志

5.1.1.1 在车身前部外表面的易见部位上应至少装置一个能永久保持的、与车辆品牌相适应的商标或厂标。

5.1.1.2 应在车体或者屏幕上标识低速无人驾驶专用车类型、服务企业及联系电话等相关信息。警示标志的字体、大小、颜色可参照GB 7258进行。

5.1.2 车辆产品标牌

低速无人驾驶专用车应标示产品标牌，产品标牌的标示内容和标示位置可参考GB/T 18411执行，标示内容应至少包括应品牌、整车型号、制造年月、生产厂名、制造国等。

5.1.3 外部凸出物

低速无人驾驶专用车外部凸出物可参考GB 20182-2006的要求执行。

5.1.4 防雨密封性

低速无人驾驶车辆应具备一定的防雨密封性，具体可参照标准QC/T 476-2007的要求执行。

5.1.5 最大总质量及外廓尺寸

低速无人驾驶专用车最大总质量及外廓尺寸限值应尽量参照表 1 中的建议。

表 1 最大总质量及外廓尺寸限值

序号	类别	总质量/kg	外廓尺寸			备注
			长/mm	宽/mm	高/mm	
1	小	$m < 1200$	≤ 2500	≤ 1500	≤ 1800	
2	中	$1200 \leq m < 2000$	≤ 4600	≤ 2100	≤ 2500	
3	大	$m \geq 2000$	—	—	—	符合应用场景要求，不应 对自行车及其他通行工 具的正常行驶造成影响。

5.1.6 外观

5.1.6.1 外观应整洁，各零部件应完好，联结紧固，无缺损。

5.1.6.2 车体应周正，车体外缘左右对称部位高度差不允许大于 40mm。

5.1.6.3 设计上应考虑起吊点或叉运位置。

5.1.6.4 专用作业车的特殊结构和专用装置不允许影响低速无人驾驶专用车的安全运行。

5.1.7 最高时速

低速无人驾驶专用车的最高设计车速应不大于 50km/h，最高运营速度应不大于 25km/h。

5.1.8 轴荷及质量参数

低速无人驾驶专用车最大允许轴荷不应超过该轴轮胎数乘以 3000 kg。低速无人驾驶专用车最大允许总质量不应超过各车轴最大允许轴荷之和。

5.1.9 低速提示音

低速无人驾驶专用车应配备低速提示音装置，车辆在行驶时发出的噪声最大不应超过 75 dB(A)。特殊情况如社区环境或工作时段有限制时，应通过其他方式实现其运行的安全性。

5.1.10 通过性

5.1.10.1 低速无人驾驶专用车通过性应符合 GB 1589-2016 中条款 4.4.1 的规定。

5.1.10.2 低速无人驾驶专用车满载状态下，最小离地间隙应不小于 100 mm（应用于特殊场景的车辆除外）。

5.1.11 号牌板

低速无人驾驶专用车号牌板可参考 GB 15741 的规定执行。

5.1.12 警示

5.1.12.1 低速无人驾驶专用车应具备语音提示功能，可在行走出发、行走遇障、行走躲避、作业装置异常时发出声音提醒。

5.1.12.2 低速无人驾驶专用车应具备倒车提示功能，可在倒车时发出警示声音。

5.1.13 安全配置

5.1.13.1 低速无人驾驶专用车车厢应密闭同时应具有一定的机械强度。

5.1.13.2 低速无人驾驶专用车应配备监控系统，可监控车辆周边、车辆位置、车辆行驶状态及内部有关信息，配备自动行驶数据记录装置可对车辆车速、位置信息、航偏角、车轮转速等测试车辆基本参数进行实时记录。

5.1.13.3 低速无人驾驶专用车的调度系统应具备实时、可靠地协调控制多台低速无人驾驶专用车的能力。

5.1.13.4 多台低速无人驾驶专用车在同一区域内工作时，其通信信号不应相互干扰。

5.1.14 外部照明和光信号装置

5.1.14.1 低速无人驾驶专用车的灯具应安装牢靠、完好有效，不允许因车辆振动而松脱、损坏、失去作用或改变光照方向。车辆不得安装遮挡外部照明和信号装置透光面的装置。除转向信号灯、危险警告信号、紧急制动信号及和警车安装使用的标志灯具外，其他外部灯具不得闪烁。

5.1.14.2 低速无人驾驶专用车应设置前位灯、后位灯、制动灯、后雾灯、后反射器和前、后转向灯，其数量、位置参照 GB 4785 执行。

5.1.14.3 昼夜工作的低速无人驾驶专用车应设置夜间工作照明装置。

5.1.14.4 在能见度较小、发生故障、发生交通事故、道路上临时停车等情况时，需要打开警示灯提醒其他车或行人。

5.1.15 车辆识别代号

低速无人驾驶专用车应具有唯一的车辆识别代号，内容和构成可参考 GB 16735，车辆识别代号打刻在车架外侧可见部位。

5.2 性能要求

5.2.1 侧倾稳定角

低速无人驾驶专用车在空载、静态状态下，向左侧和右侧倾斜最大侧倾稳定角不允许小于 25°。

5.2.2 紧急停车

低速无人驾驶专用车应具备紧急停车功能，并满足以下要求：

- (1) 在车身上应为红色蘑菇型按钮，应有防止误触的措施，且应易于使用；
- (2) 若低速无人驾驶专用车具备手持遥控系统，其界面应该是可见的，易于理解的，并且操

作流程是高效的；

- (3) 优先于低速无人驾驶专用车的其他控制；
- (4) 可切断低速无人驾驶专用车驱动器的驱动源或其他方式紧急停车；
- (5) 中止所有的危险；
- (6) 只能手动复位，复位后不会自动重启；
- (7) 紧急停车输出信号在撤除低速无人驾驶专用车动力后应一直有效。

5.2.3 行驶系

- 5.2.3.1 车辆的车架不应有变形，裂纹和锈蚀，螺栓和铆钉不应松动。
- 5.2.3.2 同一轴上的轮胎规格和花纹应相同。
- 5.2.3.3 轮胎气压和承受的负荷不应大于该轮胎的规定值。
- 5.2.3.4 轮胎胎冠花纹深度不应小于 1.6mm，胎面和胎壁不应有长度超过 25mm 破裂和割伤。
- 5.2.3.5 轮胎不应有影响使用的异常磨损和变形，胎面不应由于局部磨损暴露出轮胎帘布层。
- 5.2.3.6 轮辋应完整无损，螺栓，螺母应紧固。

5.2.4 制动性能

5.2.4.1 基本要求

低速无人驾驶专用车应设置足以使其减速、停车和驻车的制动系统或装置，其中低速无人驾驶专用车应具有完好的行车制动系；低速无人驾驶专用车应具有驻车制动装置；制动系应经久耐用，不允许因震动冲击而损坏。

5.2.4.2 行车制动

- 5.2.4.2.1 行车制动应保证车辆执行层在接收到控制层所发出的刹车指令后能有效地减速停车。
- 5.2.4.2.2 行车制动应作用在车辆的所有车轮上。
- 5.2.4.2.3 行车制动的制动力应在各轴之间合理分配。
- 5.2.4.2.4 行车制动性能测试

试验车辆应在平坦，干燥，清洁，坚实且轮胎与地面的附着系数不小于 0.7 的沥青或混凝土路面上进行行车制动性能试验，将试验车辆加速至 45km/h 后并保持车速 2s，然后进行行车制动性能试验，其中制动距离应不大于 4m，最大制动减速度不低于 4.9m/s²，制动稳定性不超过+0.5m。

5.2.4.3 驻车制动

- 5.2.4.3.1 低速无人车应具有可线控的驻车制动装置，线控接口信号数据开放，支持故障诊断。
- 5.2.4.3.2 驻车制动应通过失电机械装置把工作部件锁止。
- 5.2.4.3.3 驻车制动应通过纯机械装置把工作部件锁止和解除。
- 5.2.4.3.4 低速无人车在运行过程中不允许有自行制动现象。
- 5.2.4.3.5 驻车制动试验

在空载状态下，驻车制动装置应能保证低速无人车在坡度为 20%、轮胎与路面间的附着系数不小于 0.7 的坡道上正、反两个方向保持固定不动，其时间不应少于 5min。

5.2.5 线控底盘性能

5.2.5.1 线控转向性能

- 5.2.5.1.1 左右最大转角一致性：实测左转车轮最大转角与右转车轮最大转角偏差 $<1^{\circ}$ 。
- 5.2.5.1.2 基本功能：支持转角闭环控制功能。
- 5.2.5.1.3 接口需求：提供方向盘转角信号接口、转向电机转速信号接口。
- 5.2.5.1.4 故障诊断：基于方向盘转角传感器和转向电机转速传感器设计明确、合理的转向系统异常检测机制并上报对应的故障码。
- 5.2.5.1.5 匀速跑偏性能试验

将试验车辆加速至 40km/h 或最大设计速度，通过外接控制器发送 0° 期望转角，试验车辆行驶 100m，侧向跑偏 $<2m$ ，航向角变化 $<1.1^{\circ}$ 。

5.2.5.1.6 EPS 转向控制测试

试验车辆原地静止（空载），发送 0° 到±25° 阶跃信号以进行 EPS 阶跃响应测试及信号周期 6S，峰值±25° 信号的 EPS 正弦跟随测试，测试指标及要求见表 2。

表 2 EPS 转向控制性能标准

项目	指标	性能要求
阶跃响应测试	响应时间	<100 ms
	最大超调度	<1%
	超调时间	<200ms
	转向角速度	≥25° /s
	稳态误差角度	<0.5%
正弦跟随测试	最大瞬态误差	<1%
	角度响应分辨率	<0.1°
	最大延时	<200 ms

5.2.5.2 线控驱动性能

5.2.5.2.1 驱动接口

底盘速度接口，加速度接口或油门踏板接口均可支持。当使用速度接口时，底盘车速需能跟随期望速度的要求；当使用加速度接口时，车辆需实现对期望信号的响应，提供良好的加速及匀速工况响应。

5.2.5.2.2 线控驱动响应性测试

该工况评价低速无人驾驶专用车辆在自动驾驶系统接管智能车辆驾驶时，线控驱动在不同车速条件下的加速度梯度响应。

试验开始前，试验车辆静止。试验人员通过工控机向线控底盘控制器发送斜率为 1m/s3 直至加速度达到 1m/s2 的指令，将试验车辆从 0km/h 达到 10km/h 后保持车速 2s。重复上述试验 3 次，记录加速度随时间变化曲线，加速度响应精度应在±0.25m/s2 以内。

试验开始前，试验车辆静止。试验人员通过工控机向线控底盘控制器发送斜率为 1m/s3 直至加速度达到 1m/s2 的指令，将试验车辆从 10km/h 达到 20km/h 后保持车速 2s。重复上述试验 3 次，记录加速度随时间变化曲线，加速度响应精度应在±0.25m/s2 以内。

试验开始前，试验车辆静止。试验人员通过工控机向线控底盘控制器发送斜率为 1m/s3 直至加速度达到 1m/s2 的指令，将试验车辆 20km/h 达到 40km/h 后保持车速 2s。重复上述试验 3 次，记录加速度随时间变化曲线，加速度响应精度应在±0.25m/s2 以内。

所需进行减速度梯度测试如表 3 所示。

表 3 线控驱动系统响应性测试

试验车速（km/h）	达到目标加速度稳态值的时间（s）		
10	-	1	-
20	-	1	-
40	-	1	-

5.2.5.2.3 线控驱动精确性测试

测试开始前，试验车辆静止。试验人员通过工控机向线控底盘控制器发送 1m/s2 加速度指令，直至车速从 0km/h 达到 10km/h 并保持 2s。加速度响应精度应在±0.25m/s2 以内。重复上述试验 3 次，记录加速度随时间变化曲线及响应精度平均误差。加速度超调量≤20%。

测试开始前，试验车辆静止。试验人员通过工控机向线控底盘控制器发送 1m/s^2 加速度指令，直至车速从 10km/h 达到 20km/h 并保持 2s 。加速度响应精度应在 $\pm 0.25\text{m/s}^2$ 以内。重复上述试验 3 次，记录加速度随时间变化曲线及响应精度平均误差。加速度超调量 $\leq 15\%$ 。

测试开始前，试验车辆静止。试验人员通过工控机向线控底盘控制器发送 1m/s^2 加速度指令，直至车速从 20km/h 达到 40km/h 并保持 2s 。加速度响应精度应在 $\pm 0.25\text{m/s}^2$ 以内。重复上述试验 3 次，记录加速度随时间变化曲线及响应精度平均误差。加速度超调量 $\leq 10\%$ 。

制动加速度响应精度测试车速及对应加速度如表 4 所示。

表 4 线控驱动系统响应性测试

试验车速 (km/h)	驱动加速度 (m/s^2)		
10	—	1	—
20	—	1	—
40	—	1	—

5.2.5.3 线控制动性能

5.2.5.3.1 驻车

无人配送车应提供线控驻车接口，接口应能提供驻车挡位信息及驻车系统状态。包含正在释放，完成释放，正在夹紧，完成加紧四个状态。线控驻车需满足项目及指标结果见表 5。

表 5 驻车控制

序号	项目	指标
1	车速范围	$0\text{--}10\text{km/h}$
2	支持挡位	P, D, N, R
3	夹紧完成时间	$\leq 1.5\text{s}$
4	解锁完成时间	$\leq 1.5\text{s}$
5	驻车制动坡度	$\geq 15\%$
6	液压制动响应	$\leq 1\text{s}$

5.2.5.3.2 最大制动压力：需满足最小制动距离要求。

5.2.5.3.3 非正常退出自动驾驶模式时，低速无人驾驶专用车应能进入故障处理模式。

5.2.5.3.4 底盘制动力应保证线性输出，不同车辆间的制动压力-减速度曲线的最大和最小斜率应控制在 10% 内；

5.2.5.3.5 制动接口：需可提供速度，加速度或油压接口，以支持不同垂直载荷下，制动系统的闭环控制。当使用速度接口时，底盘车速需能跟随期望速度的要求。当使用加速度接口时，车辆需实现对期望信号的响应，提供良好的减速及匀速工况响应。

5.2.5.3.6 在同一路面、初始车速与制动压力条件下，不同车辆的减速度应该尽量保持一致，误差不应超过 0.1 。

5.2.5.4 里程计

5.2.5.4.1 两个后车轮需加装轮速传感器，速度精度需达到 0.1kph 。

5.2.5.4.2 轮速和轮位置信号以 CAN 报文形式发送，发送频率大于 10Hz 。

5.2.5.4.3 需保证底盘响应控制信号的稳定及可靠，不能出现底盘转向及制动响应失效的情况。

5.2.5.5 OTA

底盘需支持 OTA，需供应商开发支持 OTA 升级的 Bootloader 及相关的协议。

5.3 安全要求

5.3.1 碰撞安全和行人保护要求

低速无人车与行人碰撞应具备行人头部保护功能，按照 6.3.1 的规定进行头型对车辆前部结构的试验，车辆前部结构区域的 HIC 应不大于 1700。

$$HIC = (t_2 - t_1) \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a dt \right]^{2.5} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

a——为测量出的合成加速度，以 g 为单位（1g=9.81 m/s²）；

t₁ 和 t₂ 为在冲击过程中的两个时刻（以 s 为单位），表示记录开始与记录结束两个时刻之间的某一段时间间隔，在该时间间隔内 HIC 取最大值（t₂ - t₁ ≤ 15 ms）。

5.3.2 动力蓄电池要求

5.3.2.1 寿命要求

低速无人车用电池单体（电芯）循环寿命按照 GB/T 31484 规定的标准循环寿命连续循环试验 500 次后，电池单体（电芯）放电容量不低于原始状态的 90%。

5.3.2.2 电性能要求

低速无人车用动力蓄电池除耐振动性之外的性能要求应满足 GB/T 31486 的规定。

5.3.2.3 单体安全要求

低速无人车用动力蓄电池单体的安全要求应满足 GB 38031 规定。

5.3.2.4 系统安全要求

低速无人车用电池系统的电池包或系统安全要求应满足 GB 38031 的规定，其中电池模拟碰撞试验在 X 方向加速度为 GB 38031 要求规定的 80%，Y 方向加速度不变；振动试验振动量级为 GB 38031 要求规定的 60%。

5.3.3 电磁兼容要求

5.3.3.1 射频无意发射控制

5.3.3.1.1 低速无人驾驶专用车电磁场发射强度应满足 GB/T 18387-2017 中表 1 电场强度和表 2 磁场强度的限值要求。

5.3.3.1.2 低速无人驾驶专用车无线电骚扰特性应满足 GB 34660-2017 中 4.2 车辆宽带电磁辐射发射和 4.3 车辆窄带电磁辐射发射的限值要求。

5.3.3.2 外部射频敏感度

低速无人驾驶专用车抗扰试验中和试验后的电磁辐射抗扰度不应出现表 6 相关功能的性能降低，且低速无人驾驶专用车自动驾驶功能应满足行驶安全的基本要求。

表 6 抗扰度相关功能失效判定准则

“行驶工况”车辆试验条件	失效判定准则
车速 25 km/h 或最大设计车速 ±20%，车辆驱动转毂	速度变化大于运行速度的 ±10%
近光灯（如有）打开	灯熄灭
转向灯（如有）打开	频率改变（低于 0.75 Hz 或高于 2.25 Hz）或占空比改变（低于 25% 或高于 75%）
报警器（如有）关闭	非预期激活
喇叭（如有）关闭	非预期激活
自动门（如有）关闭	非预期打开

电动车窗（如有）处于中间位置	非预期动作
行驶记录仪（如有）处于正常工作状态	试验中或试验后，存储功能异常
制动踏板（如有）松开	制动功能或制动灯非预期激活
无线通讯（如有）连接，数据传输状态	通讯中断或数据传输异常
“制动模式”车辆试验条件	失效判定准则
车辆处于可行驶状态，松开驻车制动；设置使其激活行车制动功能（不用动态周期性动作），点亮制动灯，车速0km/h；	制动灯不亮 制动故障报警灯亮 制动功能失效
激活车辆防抱制动系统（如有），使其处于工作状态；	车辆防抱制动系统功能无法成功激活； 车辆车轮发生意外抱死； 防抱制动系统故障灯点亮。
“转向模式”车辆试验条件	失效判定准则
设置使车辆处于左右周期性稳定转向模式，单次转向角度达到车辆最大转向角	转向异常中断； 在任意转向周期内，转向角度的异常变化量超过总转向角度范围的10%

5.3.3.3 传导充电电磁兼容性

低速无人驾驶专用车进行传导充电时应满足 GB/T 40428-2021 中关于车辆的充电电磁兼容性要求。不进行车辆与供电设备组成的系统的检验。

5.3.3.4 系统间相互干扰

装有毫米波雷达的低速无人驾驶专用车在受到同等强度毫米波雷达信号干扰下应能正常工作。

5.4 基础设施要求

5.4.1 充电设施要求

5.4.1.1 环境要求

低速无人驾驶专用车充电区域应具备一定的通风条件。充电场地不应靠近有潜在危险的地方，不宜设在多尘或有腐蚀性气体、有剧烈振动或高温、地势低洼和可能积水的场所。

5.4.1.2 供电系统

低速无人驾驶专用车充电设施的供电系统配电容量宜选取 600kVA 容量，供电系统应符合 GB 50052 的要求；变压器室、配电室应符合 GB 50053 的要求；低压配电部分应符合 GB 50054 的要求。

5.4.1.3 充电设施

充电设备的布置应便于充电车辆停放和充电人员操作，在多车同时充电时，各充电机及车辆应不影响其他充电机和车辆的充电。充电设备安装在室外时，应安装防雨、雪的顶棚；充电设备安装在室内时，为防止温度过高，宜安装通风设施；充电设备宜安装在距地面一定高度的地方，应满足防雨、防积水要求；充电设备的布置宜尽量缩短充电电缆长度，以节约材料和能耗。

5.4.1.4 监控系统

低速无人驾驶专用车充电站应配备监控系统，包括充电监控系统、供电监控系统和安防监控系统，具备充电过程监控、配电设备监控和站内设备管理功能。

5.4.1.5 电能计量

低速无人车充电站电能计量包括两部分：充电站和电网之间的计量、充电设备和低速无人车辆之间的计量。

充电站与电网之间的电能计量由供电单位按照国家标准实施。

交流充电桩应选用符合国家计量标准的交流电能表计量, 安装在交流充电桩和低速无人车辆之间。

非车载充电机宜选用符合国家计量标准的直流电能表计量, 安装在非车载充电机直流输出端和低速无人车辆之间。

5.4.1.6 安全要求

低速无人驾驶专用车充电基础设施涉及消防、防火、防雷等应满足 GB 50016、GB 50116 和 GB 50974 的标准要求。

5.4.1.7 交流充电桩要求

用于低速无人驾驶专用车充电的交流充电桩应满足 NB/T 33002 的要求。

5.4.1.8 直流充电桩要求

用于低速无人驾驶专用车充电的直流充电桩应满足 NB/T 33001 的要求。

5.4.2 云控平台要求

5.4.2.1 总体架构

云控平台架构包括专用车、监控中心、控制中心、调度中心。云控平台信息交互框架图见图1。

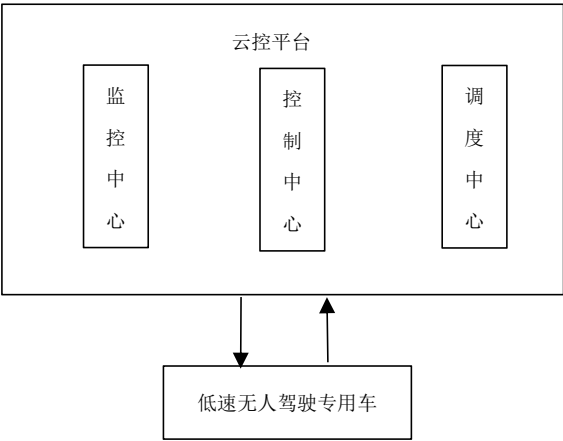


图 1 云控平台信息交互框架图

- a) 云控平台包括监控中心、控制中心、调度中心功能：
 - 1) 监控中心：提供低速无人驾驶专用车的车辆状态、动态信息及行驶时车辆碰撞数据；
 - 2) 控制中心：提供远程控制服务，可下发指令远程控制低速无人驾驶专用车；
 - 3) 调度中心：通过多种方式选择车辆，向低速无人驾驶专用车下发调度信息。
- b) 低速无人驾驶专用车
 - 与云控平台建立连接，上传车辆实时信息，接收云控平台下发指令。

5.4.2.2 通讯连接

5.4.2.2.1 通信协议

协议结构以 TCP/IP 网络控制协议作为底层通信承载协议，如图 2 所示。

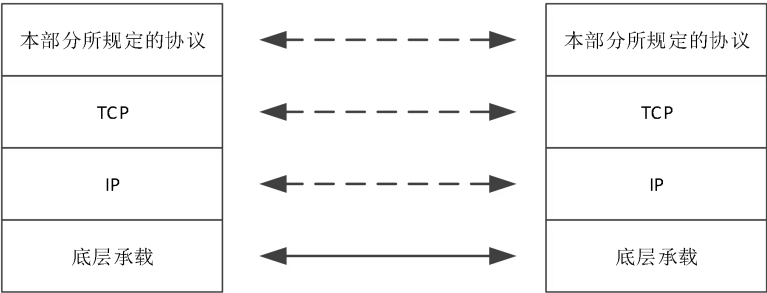


图 2 低速无人驾驶专用车与云控平台通信协议栈

5.4.2.2.2 连接建立

低速无人驾驶专用车向云控平台发起通信连接请求，当通信链路连接建立后，云控平台应对接收到的数据进行校验；校验正确时，云控平台应返回成功应答；校验错误时，云控平台应存储错误数据记录并通知低速无人驾驶专用车。登入流程如图3所示。

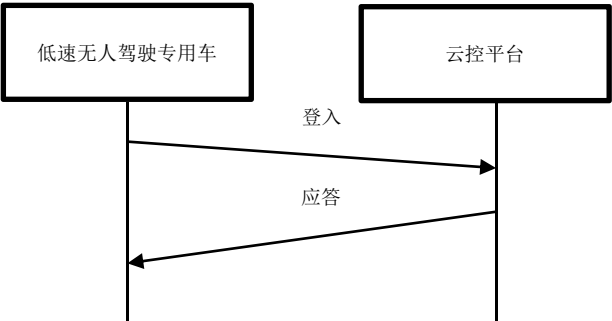


图 3 低速无人驾驶专用车登入流程示意图

低速无人驾驶专用车应在接收到云控平台的应答指令后完成本次登入传输；低速无人驾驶专用车在规定时间内未收到应答指令，应每间隔1分钟重新进行登入；若连续重复3次登入无应答，应间隔30分钟后，继续重新链接，并把链接成功前存储的未成功发送的数据重新上报，重复登入间隔时间可以设置。如低速无人驾驶专用车登出或异常下线后需重新发送登入申请。

5.4.2.2.3 信息传输

5.4.2.2.3.1 信息上报

低速无人驾驶专用车登入成功后，应向云控平台上报实时信息，实时信息上报流程如图4所示。

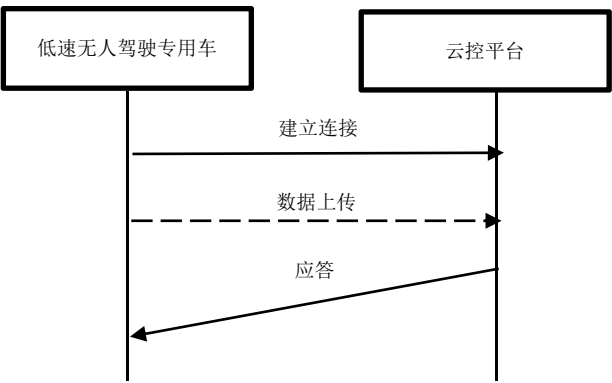


图 4 实时信息上报流程示意图

当低速无人驾驶专用车向云控平台上报信息时，云控平台应对接收到的数据进行校验。当校验正确时，云控平台做正确应答；当校验错误时，云控平台做错误应答。云控平台的应答信息错误时，低速无人驾驶专用车应重发车辆的本条实时信息，应每间隔1分钟重新发送1次，失败3次后不再发送。

当低速无人驾驶专用车向云控平台上报信息时，应根据实际情况，依照本文件第5.4.2.3.3条格式规范对数据进行上报。

5.4.2.2.3.2 命令下发

低速无人驾驶专用车与云控平台建立连接后，云控平台可对低速无人驾驶专用车进行命令下发，远程控制车辆，命令下发流程如图 5 所示。

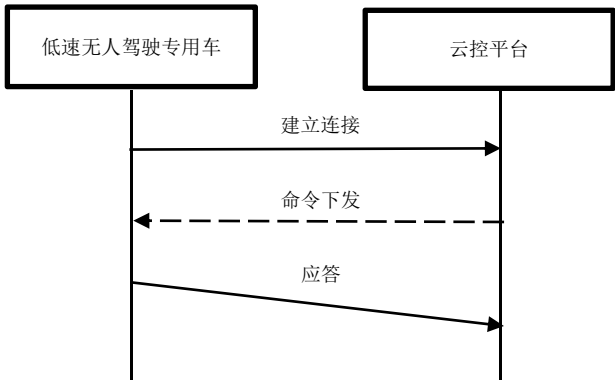


图 5 命令下发流程示意图

当低速无人驾驶专用车与云控平台建立连接后,云控平台可对低速无人驾驶专用车下发命令,远程控制车辆,低速无人驾驶专用车应对接收到的数据进行校验。当校验正确时,低速无人驾驶专用车做正确应答;当校验错误时,低速无人驾驶专用车做错误应答。云控平台应对每次的下发操作结果进行记录。

5.4.2.2.3.3 上报周期

低速无人驾驶专用车向云控平台上报信息的时间周期应可调整。车辆信息上报的时间周期最大应不超过 1s,信息采样周期不大于 1s。

5.4.2.2.3.4 连接断开

云控平台应根据以下情况断开与低速无人驾驶专用车的会话连接:

——TCP连接中断;

低速无人驾驶专用车应根据以下情况断开与云控平台的会话连接:

——TCP连接中断;

——TCP连接正常,达到重新发送次数后仍未收到应答。

5.4.2.2.3.5 补发机制

当数据通信链路异常时,低速无人驾驶专用车应将实时上报数据进行本地存储。在数据通信链路恢复正常后,在发送实时上报数据的空闲时间完成补发存储的上报数据。补发的上报数据应为七日内通信链路异常期间存储的数据,数据格式与实时上报数据相同,若为实时车辆状态信息应标识为补发车辆状态信息上报(0x04),若为碰撞事件应标识为补发碰撞事件上报(0x06),见表9。

5.4.2.2.4 通信安全要求

5.4.2.2.4.1 一般要求

低速无人驾驶专用车与云控平台之间的通信应满足数据的完整性、保密性和可用性要求。当通信链路连接建立后,低速无人驾驶专用车应自动向云控平台发送登入信息进行身份鉴别。

5.4.2.2.4.2 安全通信协议

- a) 应使用 TLS 1.2 或以上版本,不允许降级,例如降到 TLS 1.1或 TLS 1.0 或 SSL 3.0或 SSL 2.0;
- b) 应禁用 TLS 会话重协商,禁用 TLS 压缩;
- c) 若使用基于非对称密钥的身份认证机制,宜使用 SM2、密钥长度不低于 2048 位的 RSA 或同级别以及更高级的密码算法,应具有对应的证书更新及撤销机制,证书的有效期限宜不超过 365 d,证书更新过程应确保密钥安全性;
- d) 若使用基于对称密钥的身份认证机制,宜使用 SM4、密钥长度不低于 128 位的 AES 或同级别以及更高级的密码算法,应具有对应的密钥更新机制,更新过程中应确保密钥安全性。

5.4.2.2.4.3 数据加密

低速无人驾驶专用车与云控平台进行传输的数据为加密状态时，加密的数据单元应至少应包含实时车辆状态信息上报、补发车辆状态信息上报、远程控制、远程升级、车辆调度的数据，数据单元加密方式见表 2，加密应采用校验技术或密码技术保证通信过程中数据的完整性、保密性。

5.4.2.2.4.4 低速无人驾驶专用车通信安全要求

低速无人驾驶专用车通信应满足 5.4.2.2.4.1 的要求，通讯协议要求应满足 5.4.2.2.4.2 的要求，数据应按照 5.4.2.2.4.3 的要求进行加密处理。对于远程升级，需要对升级包进行完整性和授权签名校验。

5.4.2.2.4.4 云控平台通信安全要求

云控平台通信应满足 5.4.2.2.4.1 的要求，通讯协议要求应满足 5.4.2.2.4.2 的要求，数据应按照 5.4.2.2.4.3 的要求进行加密处理。

5.4.2.3 数据包结构和定义

5.4.2.3.1 数据类型

协议中传输的数据类型见表7所示。

表 7 数据类型

数据类型	描述及要求
BYTE	无符号单字节整型（字节，8 位）
WORD	无符号双字节整型（字，16 位）
DWORD	无符号四字节整型（双字，32 位）
BYTE[n]	n 字节
STRING	ASCII 字符码，若无数据则放一个 0 终结符，编码表示参见 GB/T 1988 所述含汉字时，采用区位码编码，占用 2 个字节，编码表示参见 GB 18030 所述

5.4.2.3.2 传输规则

协议应采用大端模式的网络字节序来传递字和双字。

5.4.2.3.3 数据包结构

一个完整的数据包应由起始符、命令单元、识别码、数据加密方式、协议版本号、数据单元长度、数据单元和校验码组成，数据包结构和定义见表8所示。

表 8 数据包结构和定义

起始字节	定义	数据类型	描述及要求
0	起始符	STRING	固定为 ASCII 字符 “**”，用 “0x2A, 0x2A” 表示
2	命令单元	命令标识 BYTE 应答标志 BYTE	命令单元定义见 5.4.2.3.4
4	唯一识别码	STRING	与 5.1.1 整车标识保持一致
21	数据单元加密方式	BYTE	0x01：数据不加密；0x02：数据经过 SM2 算法加密；0x03：数据经过 SM3 算法加密；0x04：数据经过 SM4 算法加密；0x05：数据经过 RSA3072 算法加密；0x06：数据经过 AES128 算法加密；“0xFE” 表示异常；“0xFF” 表示无效；其他预留
22	协议版本号	BYTE	0x01：2023 版协议；“0xFE” 表示异常，“0xFF” 表示无效，其他预留
23	数据单元长度	WORD	数据单元长度是数据单元的总字节数，有效值范围：0~65531

起始字节	定义	数据类型	描述及要求
25	数据单元		数据单元格式和定义见 5.4.2.4。
倒数第 1 位	校验码	BYTE	采用 BCC（异或校验）法，校验范围从命令单元的第一个字节开始，同后一字节异或，直到校验码前一字节为止，校验码占用一个字节，当数据单元存在加密时，应先加密后校验，先校验后解密

5.4.2.3.4 命令单元

5.4.2.3.4.1 命令标识

命令标识应是发起方的唯一标识，命令标识定义见表9所示。

表 9 命令标识定义

编码	定义	方向
0x01	车辆登入	上行
0x02	时间校正	上行/下行
0x03	实时车辆状态信息上报	上行
0x04	补发车辆状态信息上报	上行
0x05	事件信息上报	上行
0x06	补发事件信息上报	上行
0x07	远程控制	下行
0x08	远程升级	上行
0x09	车辆调度	上行/下行
0x0A	车辆登出	上行
0x0B	密钥交换	上行/下行
0x0C~0x0F	车辆数据预留	上行
0x10~0x7F	上行数据系统预留	上行
0x80~0x83	平台数据预留	下行
0x84~0xBF	下行数据系统预留	下行
0xC0~0xFE	平台交换自定义数据	—

5.4.2.3.4.2 应答标志

命令的主动发起方应答标志为0xFE，表示此包为命令包；当应答标志不是0xFE时，被动接收方不应答。当命令的被动接收方应答标志不是0xFE，此包表示为应答包。

当接收方发送应答时，应变更应答标志，保留报文时间，删除其余报文内容，并重新计算校验位。

应答标志定义见表10所示。

表 10 应答标志定义

编码	定义	说明
0x01	成功	接收到的信息正确
0x02	错误	收到的信息存在格式及内容错误
0xFE	命令	表示数据包为命令包，而非应答包

5.4.2.3.4.3 时间

时间均应采用北京时间，时间定义见表11所示。

表 11 时间定义

数据表示内容	长度（字节）	数据类型	有效值范围
年	1	BYTE	0~99
月	1	BYTE	1~12
日	1	BYTE	1~31
小时	1	BYTE	0~23
分钟	1	BYTE	0~59
秒	1	BYTE	0~59

5.4.2.4 数据单元格式及定义

5.4.2.4.1 车辆登入

车辆登入数据格式和定义见表12所示。

表 12 车辆登入数据格式和定义

数据表示内容	长度（字节）	数据类型	描述及要求
数据采集时间	6	BYTE[6]	时间定义见表 11
登入流水号	2	WORD	低速无人驾驶专用车每登入一次，登入流水号自动加 1，从 1 开始循环累加，最大值为 65531，循环周期为天
ICCID	20	STRING	SIM 卡 ICCID 号（ICCID 应为终端从 SIM 卡获取的值，不应人为填写或修改）

5.4.2.4.2 时间校正

车辆在每次登入成功后应进行时间校正，时间校正数据格式和定义见表13所示。

表 13 时间校正数据格式和定义

数据表示内容	长度（字节）	数据类型	描述及要求
校正方向	1	BYTE	0x01：请求；0x02：应答；“0xFE”表示异常，“0xFF”表示无效
时间	6	BYTE[6]	请求应答时，为低速无人驾驶专用车上报时间；应答为云控平台下发时间

5.4.2.4.3 车辆状态信息上报

车辆状态信息上报数据格式和定义见表14所示。

表 14 车辆状态信息上报数据格式和定义

数据表示内容	长度（字节）	数据类型	描述及要求
车辆类型	1	BYTE	0x01：低速无人物流车；0x02：低速无人售卖车；0x03：低速无人安防车；0x04：低速无人环卫车；0x05：其他；“0xFE”表示异常，“0xFF”表示无效
车辆状态	1	BYTE	0x01：启动；0x02：熄火；0x03：故障；“0xFE”表示异常，“0xFF”表示无效
充电状态	1	BYTE	0x01：停车充电；0x02：行驶充电；0x03：未充电状态；0x04：充电完成；“0xFE”表示异常，“0xFF”表示无效
线路标识	16	WORD	用于定义线路消息，详见表 19
车速	2	WORD	有效值范围：0~3000（表示 0 km/h~300 km/h），最小计量单元：0.1km/h，“0xFF, 0xFE”表示异常，“0xFF, 0xFF”

数据表示内容	长度（字节）	数据类型	描述及要求
			表示无效
累计里程	4	DWORD	有效值范围：0~9999999（表示 0km~999999.9km），最小计量单元：0.1km。“0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFE”表示异常，“0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF”表示无效
定位状态	1	BYTE	0:有效定位；1:无效定位（当数据通信正常，而不能获取定位信息时，发送最后一次有效定位信息，并将定位状态置为无效。）
经度	4	DWORD	以度为单位的经度值乘以 10 的 6 次方，精确到百万分之一度
纬度	4	DWORD	以度为单位的纬度值乘以 10 的 6 次方，精确到百万分之一度
车辆航向角	2	WORD	有效值范围：0~359（精确到 1°），正北方向为 0°，顺时针方向为正
签名信息	--	--	从数据发送时间的第一字节到签名信息前一个字节的的数据签名，签名信息定义见表 22

5.4.2.4.4 事件数据上报

事件信息上报数据格式和定义见表15所示。

表 15 事件信息上报数据格式和定义

数据表示内容	长度（字节）	数据类型	描述及要求
碰撞时间（1）	6	BYTE[6]	时间定义见表 11
碰撞发生位置（1）	8	WORD	包含经度，纬度，以度为单位的经纬度值乘以 10 的 6 次方，精确到百万分之一度，前 4 个 WORD 为经度值，后 4 个 WORD 为纬度值
碰撞方向（1）	1	BYTE	不同位代表不同的碰撞类型： ——1 位：前向碰撞； ——2 位：后向碰撞； ——3 位：左侧碰撞； ——4 位：右侧碰撞； ——5 位：车辆侧翻； ——6 位：未知 1 代表碰撞，0 代表正常
.....			
碰撞时间（n）	6	BYTE[6]	时间定义见表 11
碰撞发生位置（n）	8	WORD	包含经度，纬度，以度为单位的经纬度值乘以 10 的 6 次方，精确到百万分之一度，前 4 个 WORD 为经度值，后 4 个 WORD 为纬度值
碰撞方向（n）	1	BYTE	不同位代表不同的碰撞类型： ——1 位：前向碰撞； ——2 位：后向碰撞； ——3 位：左侧碰撞； ——4 位：右侧碰撞；

数据表示内容	长度（字节）	数据类型	描述及要求
			——5 位：车辆侧翻； ——6 位：未知 1 代表碰撞，0 代表正常

5.4.2.4.5 远程控制

远程控制指令数据格式和定义见表16所示。

表 16 远程控制数据格式和定义

数据表示内容	长度（字节）	数据类型	描述及要求
控制指令类型	1	BYTE	0x01：关机；0x02：重启；“0xFE”表示异常，“0xFF”表示无效
签名信息	--	--	从数据发送时间的第一字节到签名信息前一个字节的 数据签名，签名信息定义见表 22

5.4.2.4.6 远程升级

远程升级：根据需要组合升级参数，参数之间用半角分号分隔。

指令如下：“URL地址；拨号点名称；拨号用户名；拨号密码；地址；端口；生产厂商代码；硬件版本；固件版本；连接到升级服务器时限”，若某个参数无值，则为空。远程升级指令数据格式和定义见表17所示。

表 17 远程升级数据格式和定义

数据表示内容	长度（字节）	数据类型	描述及要求
URL 地址	--	STRING	低速无人驾驶专用车升级的完整 URL 地址，宜使用 FTP 协议，通过 FTP 协议从 FTP 服务器上获取新的软件
拨号点名称	--	STRING	升级服务器的 APN，无线通信拨号访问点，如果网络制式为 CDMA，则该值为 PPP 连接拨号号码
拨号用户名	--	STRING	升级服务器无线通信拨号用户名
拨号密码	--	STRING	升级服务器无线通信拨号密码
地址	6	STRING	升级服务器地址，IP 或域名，IPV4 的前 2 个字节为 0
端口	2	STRING	升级服务器端口，有效值范围：0~65531
生产厂商代码	4	STRING	生产厂商代码用位英文大写字母或数字 0~9 表示
硬件版本	5	STRING	厂商自行定义
固件版本	5	STRING	厂商自行定义
连接到升级服务器时限	2	WORD	有效值范围：0~60000（表示 0 min~600000 min），最小计量单元：1 min。在低速无人驾驶专用车接收到升级命令后的有效期截止前，低速无人驾驶专用车应重新连接到云控平台
签名信息	--	--	从数据发送时间的第一字节到签名信息前一个字节的 数据签名，签名信息定义见表 22

5.4.2.4.7 车辆调度

车辆调度指令数据格式和定义见表18所示。

表 18 车辆调度数据格式和定义

数据表示内容	长度（字节）	数据类型	描述及要求
--------	--------	------	-------

数据表示内容	长度（字节）	数据类型	描述及要求
命令方向	1	BYTE	0x01：下行指令；0x02：上行指令
调度指令	1	BYTE	0x01：计划调度指令；0x02：实时调度指令；0x03：停止调度；“0xFE”表示异常，“0xFF”表示无效
流水号	2	WORD	每下发一次调度，流水号自动加1，从1开始循环累加，最大值为65531，循环周期为天
开始时间	6	BYTE	时间定义见表11，“0xFF，0xFF，0xFF，0xFF，0xFF，0xFF”表示无效
结束时间	6	BYTE	时间定义见表11，“0xFF，0xFF，0xFF，0xFF，0xFF，0xFF”表示无效
线路标识	16	WORD	线路标识数据格式和定义见表19
签名信息	—	—	从数据发送时间的第一字节到签名信息前一个字节的数字签名，签名信息定义见表22
注：1. 下行指令：调度指令若为计划调度，应填写开始时间，结束时间为“0xFF，0xFF，0xFF，0xFF，0xFF，0xFF”表示无效；调度指令若为实时调度，应填写当前时间结束时间为“0xFF，0xFF，0xFF，0xFF，0xFF，0xFF”表示无效； 2. 上行指令：低速无人驾驶专用车开始执行调度，开始时间应填写当前时间，表示低速无人驾驶专用车实际执行完成的时间，结束时间为“0xFF，0xFF，0xFF，0xFF，0xFF，0xFF”表示无效；低速无人驾驶专用车结束调度时，结束时间应填写当前时间，表示低速无人驾驶专用车实际执行完成的时间，开始时间为“0xFF，0xFF，0xFF，0xFF，0xFF，0xFF”表示无效。			

表 19 线路标识数据格式和定义

数据表示内容	长度（字节）	数据类型	描述及要求
起点	8	WORD	包含经度，纬度，以度为单位的经纬度值乘以10的6次方，精确到百万分之一度，前4个WORD为经度值，后4个WORD为纬度值
终点	8	WORD	包含经度，纬度，以度为单位的经纬度值乘以10的6次方，精确到百万分之一度，前4个WORD为经度值，后4个WORD为纬度值

5.4.2.4.8 密钥交换

密钥交换数据格式和定义见表20所示。

表 20 密钥交换数据格式和定义

数据表示内容	长度（字节）	数据类型	描述及要求
密钥类型	1	BYTE	0x01：数据经过SM2算法加密；0x02：数据经过SM3算法加密；0x03：数据经过SM4算法加密；0x04：数据经过RSA3072算法加密；0x05：数据经过AES128算法加密；0x06：其他预留
密钥长度	2	WORD	密钥总字节数，有效值范围：0~65531
密钥	N	BYTE[N]	平台密钥
启用时间	6	BYTE[6]	时间定义见表11
失效时间	6	BYTE[6]	时间定义见表11

5.4.2.4.9 车辆登出

车辆登出数据格式和定义见表21所示。

表 21 车辆登出数据格式和定义

数据表示内容	长度（字节）	数据类型	描述及要求
数据采集时间	6	BYTE[6]	时间定义见表 11
登出流水号	2	WORD	低速无人驾驶专用车每登出一次，登出流水号自动加 1，从 1 开始循环累加，最大值为 65531，循环周期为天

5.4.2.4.10 签名

签名的数据格式和定义见表21所示。

表 22 签名的数据格式和定义

数据表示内容	长度（字节）	数据类型	描述及要求
签名 R 值长度	1	BYTE	签名数据 R 值长度
签名 R 值	N	BYTE[N]	签名实际 R 值
签名 S 值长度	1	BYTE	签名数据 S 值长度
签名 S 值	N	BYTE[N]	签名实际 S 值

5.5 自动驾驶功能要求

5.5.1 交通标志、标线及隔离护栏的识别及响应

低速无人驾驶专用车应能正确识别和响应与其行驶环境相关的交通标志、标线及隔离护栏，并按交通标志和标线要求正确行驶，不与市政公路交通设施发生碰撞。

5.5.2 交通信号灯的识别及响应

低速无人驾驶专用车应能正确识别和响应交通信号灯，并按交通信号灯要求正确行驶。

5.5.3 行人和非机动车的识别及响应

低速无人驾驶专用车应能正确识别和响应行人和非机动车，不与行人和非机动车发生碰撞。

5.5.4 前方车辆行驶状态的识别及响应

低速无人驾驶专用车应能正确识别和响应前方机动车，不与低速行驶车辆、静止车辆发生碰撞。

5.5.5起步

低速无人驾驶专用车应能在左侧存在行人、非机动车通行的情况下正常起步行驶。

5.5.6 靠路边停车

低速无人驾驶专用车应能在右侧存在行人、非机动车通行情况下正常靠路边停车。

5.5.7路口通行

低速无人驾驶专用车应能按照交叉路口交通状态，实现交叉路口直行、右转、左转。能避免与其他交通参与者发生碰撞，并能通过转向灯提示周边机动车、行人和非机动车。

5.5.8 紧急工况下的响应

低速无人驾驶专用车应能对出现的紧急情况进行响应，避免或减少碰撞风险。

5.5.9 功能自检能力

低速无人驾驶专用车具备通信功能自检能力。当发生通信故障时，低速无人驾驶专用车不能进入自动驾驶状态，同时有光学、声学和（或）触觉等人可感知的提醒，或感知内容或形式吸引安全员注意力。

5.5.10 环境感知能力

低速无人驾驶专用车能感知机动车、行人、非机动车位置和类别。

5.5.11 接管

除厂家声明外，低速无人驾驶专用车应能远程和/或现场接管，并具备接管后的可操作性。

6 试验方法

6.1 一般要求试验方法

按照5.1相关要求或相关国标进行。

6.2 性能要求试验方法

按照5.2相关要求或相关国标进行。

6.3 安全要求试验方法

6.3.1 行人保护试验方法

6.3.1.1 试验区域分为儿童头型区域和成人头型区域。

其中儿童头型区域：

前边界：WAD 1000；

后边界：WAD 1700或者车辆前端结构上部边缘在车辆纵向垂直平面内沿着外部轮廓向前移动130mm；在同一纵向方向上取最前位置。

侧边界：车辆前端结构最外侧边线向内82.5mm。

成人头型区域：

前边界：WAD 1700；

后边界：WAD 2300或者车辆前端结构上部边缘在车辆纵向垂直平面内沿着外部轮廓向前移动130mm；在同一纵向方向上取最前位置。

侧边界：车辆前端结构最外侧边线向内82.5mm。

注：包络线 wrap around distance(WAD)：在车辆正常行驶姿态下，使用软尺在车辆纵向垂直平面内沿着车辆前部结构横向移动，软尺的一端在车辆前部结构外表面上所形成的几何轨迹。

如果车辆前端结构上部边缘在车辆纵向垂直平面内沿着外部轮廓向前移动130mm的边界线，比WAD1700mm更靠前，那么试验区域只有儿童头型区域。

6.3.1.2 试验前需调整车辆胎压至设计状态，车辆质量为整备质量。

6.3.1.3 试验应在儿童头型和成人头型区域进行。应至少进行3次儿童头型试验和3次成人头型试验，将儿童头型区域和成人头型区域三等分，分别在三等分的中间和两侧试验区域内各进行1次试验，试验位置应选取最易对头部造成伤害的结构位置。如果试验区域只有儿童头型区域，则只进行儿童头型试验。

6.3.1.4 目标点间隔应不小于165 mm，此距离用一根软尺沿着车辆外表面拉紧确定。

6.3.1.5 不应选取头型冲击器撞击过程中冲击试验区域外部产生更严重二次伤害的位置作为目标点。

6.3.1.6 头型试验横向和纵向的冲击偏差应在 ± 10 mm内，此偏差应沿着车辆前端结构外表面测量。

6.3.1.7 冲击时头型速度为车辆最高行驶速度。

6.3.1.8 冲击方向在车辆纵向垂直平面内，冲击方向为目标点所在平面的法线方向。试验冲击方向相对于车辆前部结构应向下和向后。

6.3.2 动力蓄电池试验方法

6.3.2.1 低速无人车用电池单体（电芯）循环寿命和动力蓄电池电性能按照 GB/T 31484 规定的要求进行试验。

6.3.2.2 低速无人车用动力蓄电池的单体安全和系统安全按照 GB 38031 规定的要求进行试验。

6.3.3 电磁兼容试验方法

6.3.3.1 射频无意发射控制试验方法

低速无人驾驶专用车电磁场发射强度试验依照GB/T 18387-2017第8章规定的方法进行试验，无线电骚扰特性试验依照GB 34660-2017第5.2条款、第5.3条款规定的方法进行试验。

6.3.3.2 电磁辐射抗扰度试验方法

低速无人驾驶专用车电磁辐射抗扰度试验依照GB/T 33012.2-2016规定的方法进行试验。在0.01 MHz~20 MHz频率范围，采用整车带状线法（TLS）进行试验，试验场强30 V/m。在20 MHz~6 GHz频率范围，采用天线分别进行垂直极化和水平极化试验，试验场强30 V/m。

6.3.3.3 传导充电电磁兼容性试验方法

低速无人驾驶专用车传导充电电磁兼容性试验依照GB/T 40428-2021规定的方法进行试验。

6.3.3.4 系统间相互干扰试验方法

采用同类型雷达信号作为干扰源，照射低速无人驾驶专用车雷达传感器，监测无人驾驶车辆能否正确识别干扰信号与有用信号并做出决策。

干扰源应正对低速无人驾驶专用车雷达传感器，由远及近缓慢移动，最小间距不大于1米。无人驾驶专用车相关决策响应不出现功能故障（如虚警信息、目标位置偏离等）。

6.4 基础设施试验方法

6.4.1 充电设施试验方法

低速无人驾驶专用车用的交流充电桩功能和技术要求按照NB/T 33008.2规定进行试验。

低速无人驾驶专用车用的直流充电桩功能和技术要求按照NB/T 33008.1规定进行试验。

6.4.2 云控平台试验方法

6.4.2.1 车辆登入登出试验

低速无人驾驶专用车在点火后向测试端平台发送车辆登入报文，车辆登入数据格式和定义满足表 12 要求，登入成功后向测试端平台上报实时车辆状态信息，实时车辆状态信息上报数据格式和定义满足表 14 的要求，车辆状态信息上报维持的时间应大于 1 min 且上报周期最大应不超过 1 s。车辆熄火触发车辆登出，同时向测试端平台发送车辆登出报文，车辆登出报文数据格式和定义满足表 21 要求。重复进行 3 次该步骤。

6.4.2.2 车辆校时试验

低速无人驾驶专用车在登入成功后向测试端平台上报时间校正请求信息，时间校正请求信息的数据格式和定义满足表 13 的要求，测试端平台收到时间校正请求后作出时间校正应答信息，时间校正应答信息的数据格式和定义满足表 13 的要求，校正请求与应答的时间最大应不超过 1 s。

6.4.2.3 车辆行驶试验

低速无人驾驶专用车登入成功后向测试端平台上报实时车辆状态信息，进行信息传输，实时车辆状态信息上报数据满足表14要求，车辆状态信息上报维持的时间应大于5 min且上报周期最大应不超过1 s。

6.4.2.4 数据补发试验

低速无人驾驶专用车与测试端平台进行实时车辆状态信息传输且维持时间大于1 min后车辆离线，离线5 min后，离线期间的数据以补发的形式上传至测试端平台，补发车辆状态信息上报的时间周期最大应不超过1 s。补发数据格式满足表14要求，信息类型满足表9补发车辆状态信息上报的要求。

6.4.2.5 事件数据上报试验

低速无人驾驶专用车登入成功后向测试端平台上报实时车辆状态信息，进行信息传输，传输过程中触发事件条件，实时上报事件信息，事件信息上报数据满足表15要求。

6.4.2.6 事件数据补发试验

低速无人驾驶专用车与测试端平台进行实时车辆状态信息传输且维持时间大于1 min后车辆离线，离线5 min内触发事件条件，离线期间的事件数据以补发的形式上传至测试端平台。补发数据格式满足表15要求，信息类型满足表9补发事件信息上报的要求。

6.4.2.7 远程控制试验

低速无人驾驶专用车与测试端平台进行信息传输，测试平台下达远程控制指令，低速无人驾驶专用车能够按照指令内容执行相关操作：

- a) 测试平台下达关机远程控制指令后，低速无人驾驶专用车在收到指令后进行熄火操作；
- b) 测试平台下达重启远程控制指令后，低速无人驾驶专用车在收到指令后进行熄火，然后重新上电。

6.4.2.8 远程升级试验

低速无人驾驶专用车与测试端平台进行信息传输，测试平台下达远程升级指令，远程升级指令格式满足表17要求，低速无人驾驶专用车收到指令后能够进行远程升级操作，低速无人驾驶专用车应对升级包进行完整性校验和升级包来源真实性验证：

- a) 使用软件调试工具破坏升级包的任意内容，将被破坏的升级包下载到低速无人驾驶专用车指定区域，并下发远程升级指令，检测低速无人驾驶专用车加载升级包时是否进行完整性校验；
- b) 将非授权签名的升级包下载到低速无人驾驶专用车指定区域，并下发远程升级指令，检测低速无人驾驶专用车加载升级包时是否进行授权校验。

6.4.2.9 车辆调度试验

1. 测试端平台向低速无人驾驶专用车下发车辆调度指令，车辆调度试验分别进行计划调度测试和实时调度测试。

- a) 低速无人驾驶专用车与测试端平台进行信息传输，测试端平台下发计划调度指令：

- 1) 低速无人驾驶专用车应在开始时间后按照线路标识执行调度任务；
- 2) 若低速无人驾驶专用车在开始时间前收到停止调度指令，立即取消调度任务；
- 3) 若低速无人驾驶专用车在开始时间后收到停止调度指令，应按照停止调度指令中的路线标识终点路径执行；
- 4) 低速无人驾驶专用车在调度完成后收到与调度指令相同流水号的停止调度指令，不执行任何调度操作。

- b) 低速无人驾驶专用车与测试端平台进行信息传输，测试端平台下发实时调度指令，低速无人驾驶专用车立即执行最新的调度指令。

2. 低速无人驾驶专用车向测试端平台上报车辆调度执行结果：低速无人驾驶专用车开始执行调度，上传调度结果反馈，测试端平台应收到调度开始反馈信息，开始时间为当前时间且流水号与下发车辆调度指令流水号相同；低速无人驾驶专用车执行完成调度，上传调度结果反馈，测试端平台应收到调度结束反馈信息，结束时间为当前时间且流水号与下发车辆调度指令流水号相同。

6.4.2.10 通信安全试验

6.4.2.10.1 一般要求试验

6.4.2.10.1.1 机密性试验

使用网络抓包工具监听网络传输数据，检测低速无人驾驶专用车与测试端平台之间传输的数据是否为密文。

6.4.2.10.1.2 数据完整性试验

对传输的数据进行破坏，检测数据破坏后，低速无人驾驶专用车与测试端平台之间传输是否失败。

6.4.2.10.1.2 身份认证试验

在通信链路捕获车载终端与平台间通信流量包，分析捕获的数据报文，检测通信双方有无交换证书流量特征或者有无安全认证心跳包流量特征等双向认证方式。

6.4.2.10.2 通信协议试验

6.4.2.10.2.1 协议版本核查

核查安全通信协议是否为 TLS 1.2 或以上版本，是否允许降级，例如降到 TLS 1.1、TLS 1.0 或 SSL 3.0、SSL 2.0。

6.4.2.10.2.2 协议功能核查

核查安全通信协议是否禁用 TLS 会话重协商和 TLS 压缩功能。

6.4.2.10.2.3 协议功能核查

核查安全通信协议是否禁用 TLS 会话重协商和 TLS 压缩功能。

6.4.2.10.2.3 安全算法核查

核查 TLS 协议的安全算法的选择是否满足 5.4.2.2.4.2 中c)和d)的要求。

6.4.2.10.3 数据加密试验

使用网络抓包工具监听网络传输数据，检测低速无人驾驶专用车与测试端平台之间传输的实时车辆状态信息数据、补发车辆状态信息数据、远程控制、远程升级、车辆调度数据是否为密文。

6.5 自动驾驶功能试验方法

6.5.1 自动驾驶功能仿真测试方法

6.5.1.1 模拟仿真测试平台通用要求

1、应具备功能完整的算法测试能力，支持对自动驾驶车辆的感知、决策、控制等算法进行测试，可支持实时仿真测试，且具备多车并发测试的能力；

2、应具备支持多种类型的测试场景的能力，包括城市道路、封闭园区等环境；

3、应具备复杂交通场景快速构建和批量生成能力，主要包含道路和道路网络结构、道路路面和车道信息、地形、路边建筑物、可变的道路信息，信号灯、交通标识标线等；

4、应具备交通流仿真模拟能力；

5、应具备自然天气建模和渲染的能力，包括白天、夜晚、晴天、多云、阴天、雨、雪、雾、沙尘等，具备天气条件和路面附着条件的关联能力，具备自然天气条件对传感器的关联能力，可实时模拟路面积水、积雪、雨水浸润镜头等；

6、应具备传感器仿真建模能力，包括摄像头、毫米波雷达、超声波雷达、激光雷达、导航定位单元、惯性测量单元等。其中激光雷达和摄像头应能分别实现点云数和图像数据原始信号注入方式的仿真；超声波雷达和毫米波雷达应能满足仿真通用雷达传感的目标级信号，支持多传感器分布式部署，支持不同类型和数量进行仿真配置；

7、应具备车辆动力学仿真建模能力，支持外部车辆动力学模型设置和导入等；

8、应具备除车外的其他交通参与者的仿真建模能力，包括摩托车、两轮电动车、自行车，行人、动物等；

9、应支持传感器套件和环境条件的灵活配置；

10、应支持多种不同的高精地图格式导入，同时应具备一次性导入道路总长度不小于100公里的能力；

11、应支持运行数据的自定义组合分析，自动生成数据图表和分析报告；

12、应进行模拟仿真测试平台与实际路测标定；

13、同一场景多次重复测试时的一致性应不低于99%；

14、具备高并发测试的能力；

15、测试过程中可显示仿真动画和数据仪表，支持多种视角切换，可单步运行；

16、系统应支持对测试过程的回放功能，支持对测试结果数据的下载功能；

17、系统应支持单个场景输入测试和路网连续里程测试等多种测试模式；

18、系统应具备评价模块，能够对被测对象的测试结果进行评定，支持包括但不限于是否违反交通规则，是否发生碰撞等功能；

19、模拟仿真测试平台支持对被测对象不同的接入方式，同时具备相应的机制保证信息安全和数据安全。

6.5.1.2 模拟仿真测试平台技术要求

1、系统应具备不同等级和不同类型的道路，包括城市道路、园区道路和其他道路等，道路线形包括直线和平曲线，平曲线又包括圆曲线和缓和曲线。

2、系统内道路特征要求满足见表23。

表23 系统内道路特征要求

道路特征	具体要求	
覆盖特征	系统应具备不同的道路摩擦系统，对应不同的气候环境。	常温、干燥、无杂质
		潮湿，积水
		积雪，结冰
遮挡特征	系统应具备隧道，搭建隧道长度不少于1000米	
	系统应具备林荫道，利用树荫对车道线实现不同程度的光线遮挡。林荫道长度不少于1000米	
	系统应具备雨、雪、雾、等天气特征，可设置不同的能见度。	

3、系统内交通标志、标线及信号灯的要求见表24。

表24 系统内交通标志、标线及信号灯的要求

交通标志、标线与信号灯		具体要求
交通标志	指示标志	应设计包含GB5768.2中的直行、向左转弯、向右转弯、直行和向左转弯、直行和向右转弯、向左和向右转弯、靠右侧道路行驶、靠左侧道路行驶、单行路、最低限速、右转车道、直行和右转合用车道、人行横道、公交专用道等标志
	警告标志	应设计包含GB 5768.2中的注意儿童、注意行人等标志
	禁令标志	应设计包含GB5768.2中的禁止通行、禁止驶入、禁止左转、禁止右转、禁止直行、禁止掉头、限制速度、停车让行、减速让行、会车让行等标志
	指路标志	不做要求。根据实际测试需求，按照GB 5768.2要求设置
	道路施工安全标志	应设计包含GB5768.2中的所有道路施工安全标志
	辅助标志	应设计包含GB 5768.2中的学校、时间范围等标志
交通标线	指示标线	应设置GB 5768.3 中包含的双向2车道路面中心线、车行道分界线、车行道边缘线、左转弯待转区线、左转弯待导向线、人行横道线、停车位标线、临时停车区等
	禁止标线	应设置GB5768.3中包含的禁止超车线、停止线、停车让行线、减速让行线、导流线、网状线、专用车道线等
	警告标线	不做要求，根据实际测试需求，按照GB 5768.3要求设置
交通信号灯		应设置GB14887中包含的机动车信号灯、非机动车信号灯、人行横道信号灯、方向指示信号灯、闪光警告信号灯、掉

	头信号灯等
--	-------

交通标志应依据实际测试需求，按照GB5768.2要求设置。交通标线应依据实际测试需求，按照GB 5768.3要求设置。交通信号灯应依据实际测试需求，按照GB 14887要求设置。支持对交通标志标线进行模糊处理

4、系统内车辆模型可配置基本的车辆动力学试验工况。为了满足测试需要，车辆模型可配置并满足线控接口的需求，具体要求见表25的规定。

表25 车辆模型要求

车辆模型		具体要求
车辆属性配置	模型参数化与配置	可配置车辆的动力系统、制动系统、转向系统、悬架系统、轮胎系统、空气动力学等部件和参数
	车辆类型选择	可配置车辆的尺寸，如大型载客汽车、中型载客汽车、小型载客汽车、微型载客汽车，重型载货汽车、重型载货汽车、轻型载货汽车等；可配置轿车、MPV、SUV等车身结构；可配置纯电动、混合动力、燃油汽车等车辆类型
	线控接口配置	仿真系统可提供转向系统、制动系统、动力系统等线控接口

5、系统应具备对传感器不同层级仿真建模的能力，可设置不同传感器在自动驾驶车辆模型上的安装位置与安装角度，可设置传感器的视场范围，可同时仿真不同类型和不同数目的传感器，具体要求见表26。

表26 传感器模型要求

传感器模型	具体要求
摄像头模型	可以仿真单目摄像头、广角摄像头、鱼眼摄像头的摄像头信号，支持模糊、畸变、暗角、雨水浸润等物理缺陷，可输出彩色/灰白图像
毫米波雷达模型	可以仿真毫米波雷达目标反射特征、探测目标的相对位置和速度，可模拟电磁回波、发射功率、天线增益、杂波和衰减，且具备不同角度、距离、速度的分辨能力
激光雷达模型	可仿真不同率、不同线数的激光雷达；可仿真典型固态和机械旋转式激光雷达，可输出高精度的点云，可体现车辆、行人、障碍物、树木树叶、围栏等精细模型
超声波雷达模型	可仿真探测探头与障碍物的间距
惯性传感器模型	可仿真惯性传感器的信号
地图传感器模型	可仿真地图的基本输出信息，支持不同的地图协议和传输方式
GNSS模型	支多和定位方式，可仿真GNSS经纬度、速度、时钟同步等信息

6、系统应支持不同类型的具有复杂动力学模型的交通参与者以及相应的动态行为。对于单个测试场景能够支撑的交通参与者数量和设计速度的具体要求见表27。

表27 通参与者数量和设计速度要求

交通参与者	支持数量	设计速度（km/h）
普通车辆	≥20	0-120

特殊车辆	≥ 3	0-120
行人	≥ 10	0-5.4
自行车	≥ 5	0-20
摩托车	≥ 5	0-80

特殊车辆是指警车、消防车、救护车等，在执行紧急任务时拥有优先路权，包括不受行驶路线、行驶方向、行驶速度和信号灯的制约，其他车辆和行人应让行。

6.5.1.3 自动驾驶系统仿真测试

自动驾驶系统应按附录A中要求的测试项目完成仿真测试，每个测试场景进行3次测试，3次均应满足通过条件。

6.5.1.4 试验过程要求

1、试验方式为车辆在环仿真测试，测试车辆为完整的车辆系统，即传感器、控制器和执行器均为实际的物理系统，同时装备于完整的车辆系统之中；

2、传感器通过物理系统获取感知信号，信号可以根据测试场景通过物体系统模拟传感器所需的感知信号，也可以通过实际系统根据实车状态和所需场景，搭建对应目标的物理系统，供传感器采集信号；

3、车辆在环试验系统可参照图6搭建；

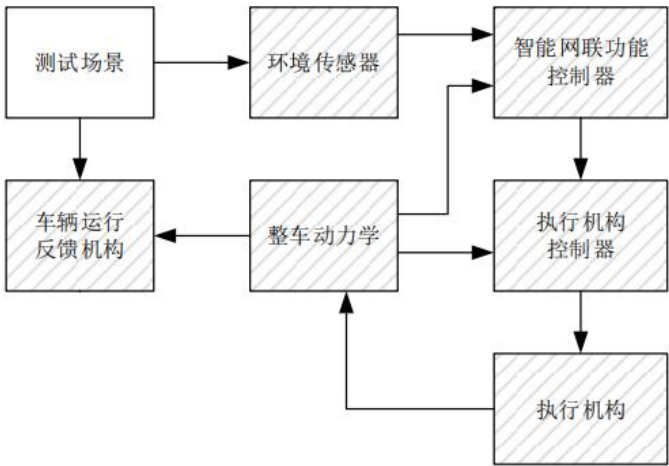


图 6 车辆在环试验系统图

- 4、车辆所处工况应与测试场景中的被测对象具有较高一致性；
- 5、通过转鼓等实现车辆在可控环境下的动态测试，提高测试的有效性；
- 6、试验输出应包括以下内容：
 - a. 对应测试场景下的各种参数和仿真结果；
 - b. 仿真结果的分析和结论；
 - c. 自动驾驶系统的性能评估；
 - d. 仿真结果分析报告。

6.5.2 自动驾驶功能道路测试方法

6.5.2.1 自动驾驶功能道路测试的要求

6.5.2.1.1 自动驾驶功能道路测试的试验要求

6.5.2.1.1.1 目标物的要求

目标车、目标非机动车应为大批量生产的乘用车、两轮自行车和两轮普通摩托车，或表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。其中，目标车速度控制准确度应为 ± 2 km/h。交通锥高度应大于90cm且符合GB/T24720。

注：两轮普通摩托车指车辆纵向中心平面上装有两个车轮的普通摩托车，其尺寸为长小于等于2.5 m，宽小于等于1.0 m，高小于等于1.4 m。

6.5.2.1.1.2 试验设备的要求

试验设备应满足以下要求：

- a) 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50 Hz；
- 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/s^2 。

6.5.2.1.1.3 试验记录内容的要求

试验过程记录应包含以下内容：

- a) 试验车辆自动驾驶系统软、硬件版本信息；
- b) 试验车辆控制模式；
- c) 试验车辆运动状态参数：
 - 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；
- d) 试验车辆灯光和相关提示信息状态；
- e) 反映试验车辆行驶状态的视频信息；
- f) 目标物的位置及运动数据。

6.5.2.1.1.4 试验车辆载荷的要求

试验过程中，试验车辆处于满载状态，载荷均匀布置。

6.5.2.1.2 自动驾驶功能道路测试的过程要求及通过条件

6.5.2.1.2.1 过程管理

应根据试验车辆设计运行条件下的行驶区域选取对应的试验项目。

试验道路限速设置应满足试验项目的目的。

试验过程中应满足如下要求：

- a) 各试验项目均在自动驾驶模式下完成；
- b) 不进行自动驾驶系统软件版本及硬件配置变更。

6.5.2.1.2.2 通过条件

按要求完成所选取的试验项目，且各试验项目需进行3次试验，且3次均符合评判标准。

试验过程中测试车辆出现以下任一事件，试验过程应视为不满足通过要求：

- a) 骑轧车道实线；
- b) 不按路段规定行驶速度行驶；
- c) 违反车道导向标线行驶；
- d) 未按规定使用灯光；
- e) 与道路基础设施发生碰撞。

6.5.2.2. 交通标志、标线及隔离护栏的识别及响应

6.5.2.2.1 机动车非机动车分道标志标线识别及响应

6.5.2.2.1.1 测试场景

测试道路选取一条含有机动车道和非机动车道的路段，且具有机动车和非机动车分道标志和标线。

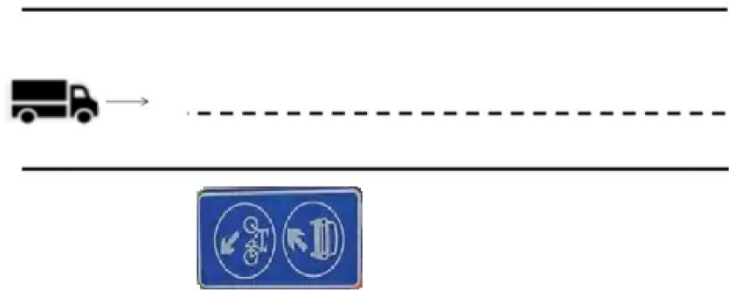


图 7 机动车非机动车分道标志标线识别及响应场景示意图

6.5.2.2.1.2 测试方法

为测试车辆设置起始点和终点，驶入对应车道，行驶到终点。起点位于分道标志前至少 50m，终点位于分道标志后至少 50m。

6.5.2.2.1.3 评判标准

- 不能进入对应车道行驶的，不通过；
- 行驶不平顺，方向控制不稳的，不通过；
- 行驶过程中骑轧车道边缘线的，不通过。

6.5.2.2.2 机非隔离护栏识别及响应

6.5.2.2.2.1 测试场景

测试道路选取一条带有机非隔离护栏的道路。

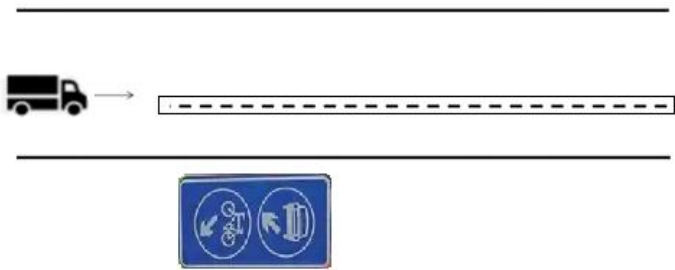


图 8 机非隔离护栏识别及响应场景示意图

6.5.2.2.2.2 测试方法

起点位于分道标志前至少 50m，终点位于分道标志后至少 50m。

6.5.2.2.2.3 评判标准

- 不能进入对应车道行驶的，不通过；
- 行驶不平顺，方向控制不稳的，不通过；
- 行驶过程中未避让机非隔离护栏，与其发生碰撞的，不通过。

6.5.2.2.3 人行横道线识别及响应

6.5.2.2.3.1 测试场景

测试道路选取带有人行横道线且至少含有一条车道的长直道路。



图 9 人行横道线识别及响应场景示意图

6.5.2.2.3.2 测试方法

起点位于人行横道前至少 50m，终点位于人行横道后至少 20m。

6.5.2.2.3.3 评判标准

- 在人行横道线前未减速行驶的，不通过；
- 行驶过程中无故停车的，不通过；
- 未通过人行横道线的，不通过。

6.5.2.3. 交通信号灯的识别及响应

6.5.2.3.1 机动车信号灯识别及响应

6.5.2.3.1.1 测试场景

测试道路选取带有机动车信号灯的路口路段，交叉口道路转弯半径不小于 15 m，分别设置机动车信号灯为红灯和绿灯。

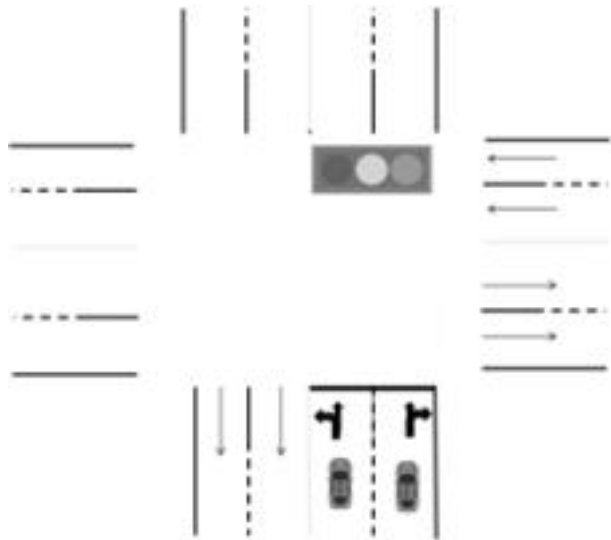


图 10 非机动车信号灯识别及响应场景示意图

6.5.2.3.1.2 测试方法

测试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，调整为下列两种信号灯状态之一：

- 1) 绿灯：信号灯保持绿色状态；
- 2) 红灯：信号灯在测试车辆最前端距离停止线 20 m 至 30 m 时由绿色变为黄色，持续 3 s 后变为红色，持续 30 s 后变为绿色。

直行、左转、右转试验且上述各信号灯状态各出现 1 次。

6.5.2.3.1.3 评判标准

- 当进行绿灯和右转红灯试验时，测试车辆通过路口过程中存在停车的情况的，不通过；
- 当进行直行、左转红灯试验时，
 - 1) 不能停止于停车线前的，不通过；

- 2) 最前端与停止线最小距离大于 2 m 的，不通过；
- 3) 车身任何部位越过停止线的，不通过；
- 4) 当信号灯变为绿色后，起动时间超过 3 s 的，不通过。

6.5.2.3.2 移动交通信号灯识别及响应

6.5.2.3.2.1 测试场景

测试道路选取带有移动交通信号灯的路口路段，交叉口道路转弯半径不小于 15 m，分别设置红灯和绿灯。

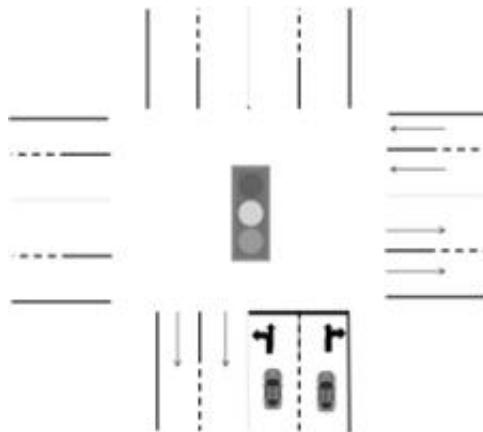


图 11 移动交通信号灯识别及响应场景示意图

6.5.2.3.2.2 测试方法

测试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：

- 1) 绿灯：信号灯保持绿色状态；
- 2) 红灯：信号灯在测试车辆最前端距离停止线 20 m 至 30 m 时由绿色变为黄色，持续 3 s 后变为红色，持续 30 s 后变为绿色。

直行、左转、右转试验且上述各信号灯状态各出现 1 次。

6.5.2.3.2.3 评判标准

当进行绿灯和右转红灯试验时，测试车辆通过路口过程中存在停车的情况的，不通过；

当进行直行、左转红灯试验时，

- 1) 不能停止于停车线前的，不通过；
- 2) 最前端与停止线最小距离大于 2 m 的，不通过；
- 3) 车身任何部位越过停止线的，不通过；
- 4) 当信号灯变为绿色后，起动时间超过 3 s 的，不通过。

6.5.2.3.3 方向指示信号灯识别及响应

6.5.2.3.3.1 测试场景

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。

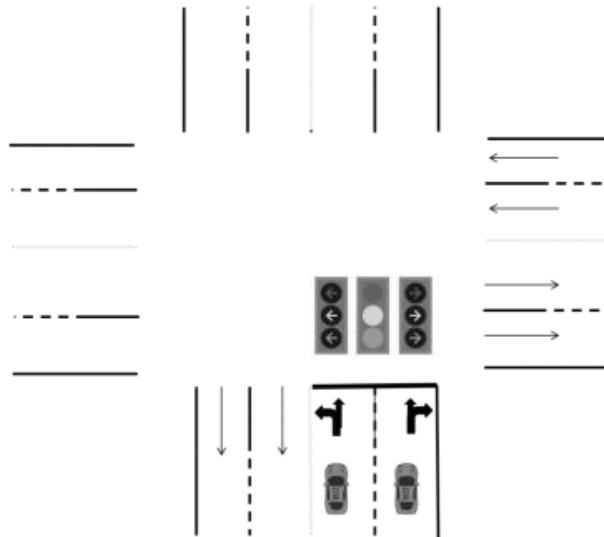


图 12 方向指示信号灯识别及响应场景示意图

6.5.2.3.3.2 测试方法

测试车辆在车道内驶向方向指示信号灯。车辆行驶路径方向的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：

- 1) 绿灯：信号灯保持绿色状态；
- 2) 红灯：信号灯在测试车辆最前端距离停止线 20 m 至 30 m 时由绿色变为黄色，持续 3 s 后变为红色，持续 30 s 后变为绿色。

通过直行、左转、右转场景且上述各信号灯状态至少出现 1 次。

6.5.2.3.3.3 评判标准

当进行绿灯试验时，测试车辆通过路口过程中存在停车的情况的，不通过；
当进行红灯试验时，

- 1) 不能停止于停车线前的，不通过；
- 2) 最前端与停止线最小距离大于 2 m 的，不通过；
- 3) 车身任何部位越过停止线的，不通过；
- 4) 当信号灯变为绿色后，起动时间超过 3 s 的，不通过。

6.5.2.3.4 车辆行驶至路口中央时信号灯变红灯

6.5.2.3.4.1 测试场景

测试道路选取带有机动车信号灯的路口路段。

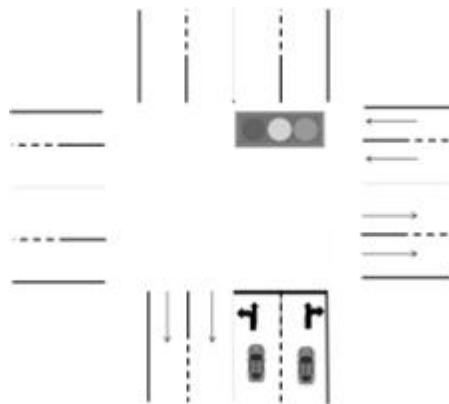


图 13 车辆行驶至路口中央时信号灯变红灯场景示意图

6.5.2.3.4.2 测试方法

测试车辆行驶至路口中间时信号灯变为红灯。

6.5.2.3.4.3 评判标准

在路口中间停车的，不通过；
未发出人类可感知的提醒的，不通过。

6.5.2.4. 行人和非机动车的识别及响应

6.5.2.4.1 多辆非机动车静止识别及响应

6.5.2.4.1.1 测试场景

测试道路选取至少包含一条车道的长直路段。

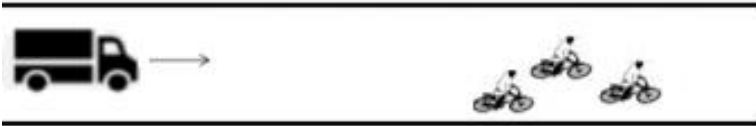


图 14 多辆非机动车静止识别及响应场景示意图

6.5.2.4.1.2 测试方法

起点距离静止非机动车至少 50 米，终点位于通过非机动车后至少 20 米。

6.5.2.4.1.3 评判标准

与静止非机动车发生碰撞的，不通过。

6.5.2.4.2 密集行人静止识别及响应

6.5.2.4.2.1 测试场景

测试道路选取至少包含一条车道的长直路段。



图 15 密集行人通行识别及响应场景示意图

6.5.2.4.2.2 测试方法

起点距离静止行人至少 50 米，终点位于通过行人后至少 20 米。

6.5.2.4.2.3 评判标准

与静止行人发生碰撞的，不通过。

6.5.2.4.3 行人沿道路行走识别及响应

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

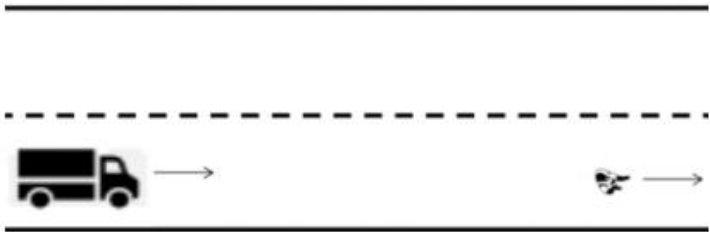


图 16 行人沿道路行走识别及响应场景示意图

6.5.2.4.3.2 测试方法

测试车辆于右侧车道内驶向行人。若跟随行人行驶，当测试车辆以速度不大于 10km/h 持续超过 5s 后，行人从车道右侧离开当前车道。

通过本场景的过程中，目标行人应包括成年假人和儿童假人。

6.5.2.4.3.3 评判标准

与行人发生碰撞的，不通过；

若采用超越方式通过该场景，超越行人前未提前打开左转向灯或单次压车道线时间超过 5s 的，不通过；

若采用跟随方式通过该场景，行人离开本车道后，测试车辆 5s 内不能加速行驶的，不通过。

6.5.2.4.4 非机动车同车道骑行识别及响应

6.5.2.4.4.1 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。非机动车以 10km/h~20km/h 速度于距离本车道右侧车道线内侧 1m~2.5m 范围内沿道路行驶。

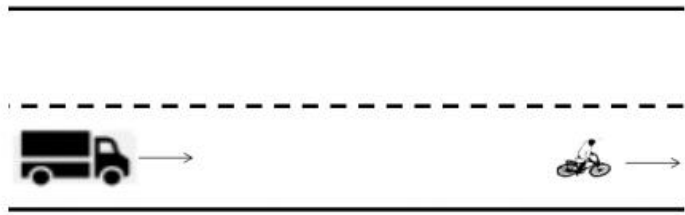


图 17 非机动车沿道路骑行识别及响应场景示意图

6.5.2.4.4.2 测试方法

测试车辆于右侧车道内驶向非机动车。若跟随非机动车行驶，当测试车辆以速度不大于 25km/h 持续超过 5s 后，非机动车从车道右侧离开当前车道。

6.5.2.4.4.3 评判标准

与自行车发生碰撞的，不通过；

若采用超越方式通过该场景，超越非机动车前未提前打开左转向灯或单次压车道线时间超过 5s 的，不通过；

若采用跟随方式通过该场景，非机动车离开本车道后，测试车辆 5s 内不能加速行驶的，不通过。

6.5.2.5. 前方车辆行驶状态的识别及响应

6.5.2.5.1 低速车辆识别及响应

6.5.2.5.1.1 测试场景

测试道路选取至少包含一条车道的长直路段。



图 18 前方低速车辆识别及响应场景示意图

6.5.2.5.1.2 测试方法

目标机动车在测试车辆前方与测试车同向低速行驶，调整目标车速度保持在 10 ± 1 km/h。

6.5.2.5.1.3 评判标准

与目标机动车发生碰撞的，不通过；

无法合理调整行驶速度及行车距离的，不通过；

- 行驶、制动不平顺的，不通过。
- 6.5.2.5.2 多辆静止车辆识别及响应
- 6.5.2.5.2.1 测试场景

测试道路选取至少包含一条车道的长直路段。



图 19 多辆静止车辆识别及响应场景示意图

- 6.5.2.5.2.2 测试方法
- 至少 3 辆目标车在测试道路内靠右侧停放；
- 起点距离目标车前至少 50 米，终点位于通过目标车后至少 20 米。
- 6.5.2.5.2.3 评判标准
- 与静止目标车发生碰撞的，不通过。
- 6.5.2.6. 起步
- 6.5.2.6.1 左侧行人通行起步
- 6.5.2.6.1.1 测试场景
- 测试道路选取至少包含一条车道的长直路段。

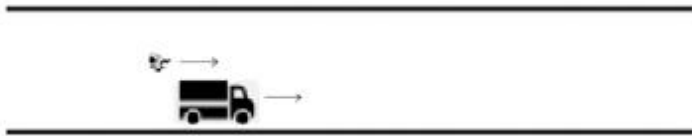


图 20 左侧行人通行起步场景示意图

- 6.5.2.6.1.2 测试方法
- 测试车辆于车道内右侧起步，终点设置在道路前方 100 米处；
- 行人在测试车辆左后方沿道路行走，行人与车辆的纵向最小距离为 0.5 米，在测试车辆起步时行人经过测试车辆。
- 6.5.2.6.1.3 评判标准
- 未提前 3s 开启转向灯，不通过；
- 起步时，车辆存在起步不平顺或行人通过后无法起步现象的，不通过；
- 与行人发生碰撞的，不通过。
- 6.5.2.6.2 左侧非机动车通行起步
- 6.5.2.6.2.1 测试场景
- 测试道路选取至少包含一条车道的长直路段。



图 21 左侧非机动车通行起步场景示意图

- 6.5.2.6.2.2 测试方法
- 测试车辆于车道内右侧起步，终点设置在道路前方 100 米处；

非机动车在测试车辆左后方沿道路行走，非机动车与车辆的纵向最小距离为 0.5 米，在测试车辆起步时非机动车经过测试车辆。

6.5.2.6.2.3 评判标准

- 未提前 3s 开启转向灯，不通过；
- 起步时，车辆存在起步不平顺或非机动车通过后无法起步现象的，不通过；
- 与非机动车发生碰撞的，不通过。

6.5.2.7. 靠路边停车

6.5.2.7.1 路边行人通行

6.5.2.7.1.1 测试场景

测试道路选取至少包含一条车道的长直路段。



图 22 路边行人通行场景示意图

6.5.2.7.1.2 测试方法

行人沿道路边缘与测试车辆同向行驶，控制行人速度，使行人和测试车辆同时到达终点。

6.5.2.7.1.3 评判标准

- 停车后，车身超过道路右侧边缘线的，不通过；
- 未提前 3s 打开右转向灯的，不通过；
- 未避让行人，与行人发生碰撞的，不通过。

6.5.2.7.2 路边非机动车通行

6.5.2.7.2.1 测试场景

测试道路选取至少包含一条车道的长直路段。

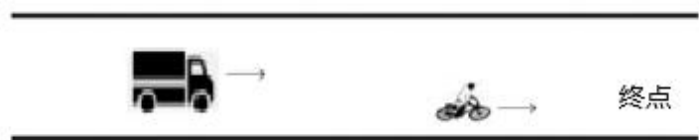


图 23 路边非机动车通行场景示意图

6.5.2.7.2.2 测试方法

非机动车沿道路边缘与测试车辆同向行驶，控制非机动车速度，使非机动车和测试车辆同时到达终点。

6.5.2.7.2.3 评判标准

- 停车后，车身超过道路右侧边缘线的，不通过；
- 未提前 3s 打开右转向灯的，不通过；
- 未避让非机动车，与非机动车发生碰撞的，不通过。

6.5.2.8. 路口通行

6.5.2.8.1 直行通过路口时与非机动车冲突通行

6.5.2.8.1.1 测试场景

测试道路选取带有机动车信号灯的路口路段。

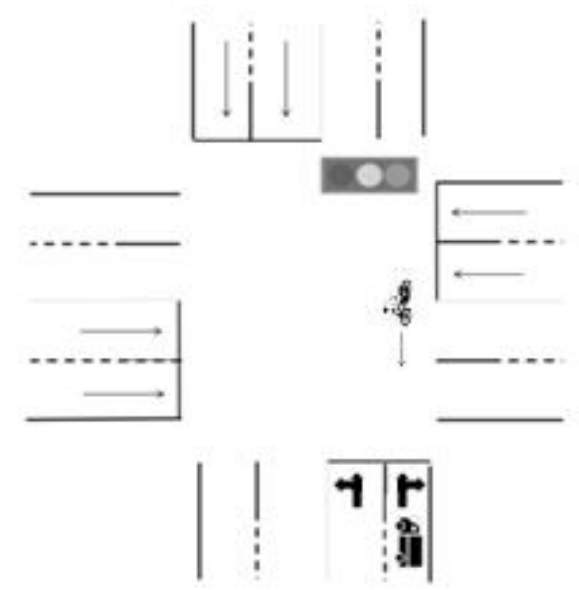


图 24 直行通过路口时与非机动车冲突通行场景示意图

6.5.2.8.1.2 测试方法

测试车辆直行通过交叉路口，红绿灯保持绿灯状态，起点距离路口大于 50 米，终点位于通过路口后大于 20 米处；

非机动车与测试车辆相向行驶。

6.5.2.8.1.3 评判标准

行驶、转向、制动不平顺的，不通过；

车辆减速不大于 5km/h 的，不通过。

6.5.2.8.2 右转通过路口与机动车冲突通行

6.5.2.8.2.1 测试场景

测试道路选取带有机动车信号灯的路口路段。

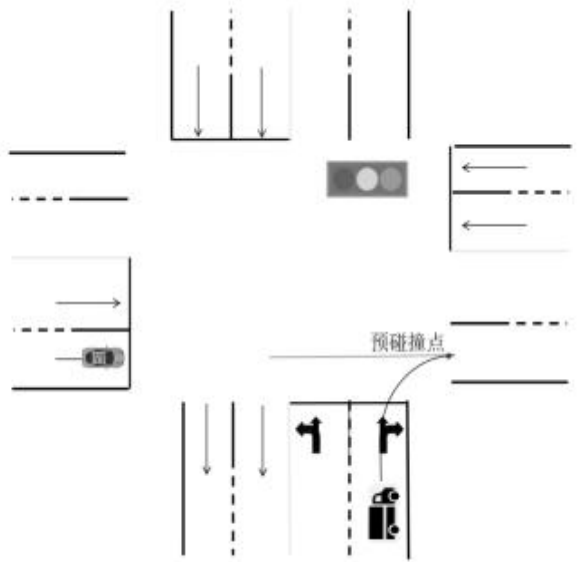


图 25 右转通过路口与机动车冲突通行场景示意图

6.5.2.8.2.2 测试方法

测试车辆右转通过交叉路口，起点距离路口大于 50 米，终点位于通过路口后大于 20 米处；

目标车直行通过路口，其行驶方向上红绿灯保持绿色状态，在测试车辆右转时经过测试车辆右转车道，预碰撞点如图所示。

6.5.2.8.2.3 评判标准

转弯前，未提前 3 秒打开右转向灯的，不通过；
行驶、转向、制动不平顺的，不通过；
与目标车发生碰撞的，不通过。

6.5.2.8.3 右转通过路口时与非机动车冲突通行

6.5.2.8.3.1 测试场景

测试道路选取带有机动车信号灯的路口路段。

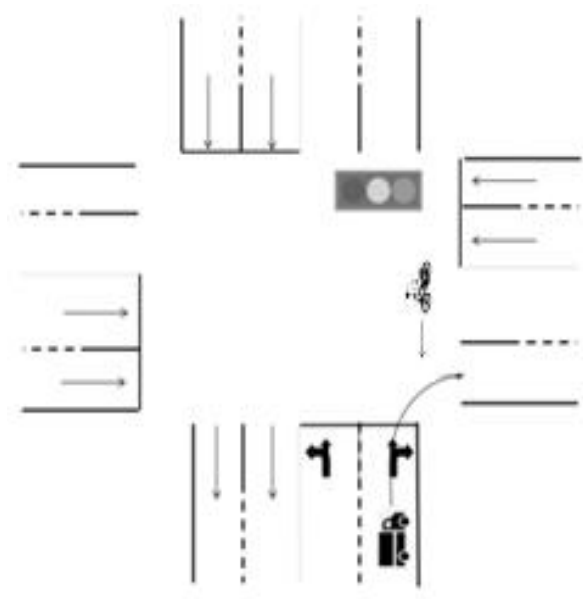


图 26 右转通过路口时与非机动车冲突通行场景示意图

6.5.2.8.3.2 测试方法

测试车辆在路口右转，红绿灯为可以右转状态，起点距离路口大于 50 米，终点位于通过路口后大于 20 米处；

测试车辆与非机动车冲突行驶。

6.5.2.8.3.3 评判标准

转弯前，未提前 3 秒打开右转向灯的，不通过；
行驶、转向、制动不平顺的，不通过；
车辆减速不大于 5km/h 的，不通过。

6.5.2.8.4 左转通过路口时与机动车冲突通行

6.5.2.8.4.1 测试场景

测试道路选取带有机动车信号灯的路口路段。

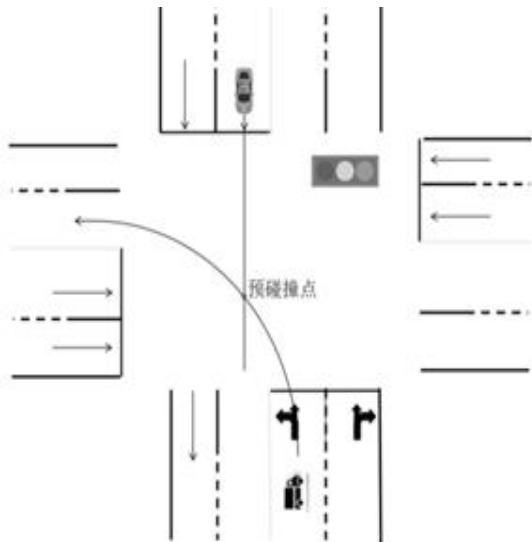


图 27 左转通过路口时与机动车冲突通行场景示意图

6.5.2.8.4.2 测试方法

测试车辆在路口左转，红绿灯为可以左转状态，起点距离路口大于 50 米，终点位于通过路口后大于 20 米处；

机动车与测试车辆冲突行驶。

6.5.2.8.4.3 评判标准

转弯前，未提前 3 秒打开左转向灯，不通过；

行驶、转向、制动不平顺的，不通过；

与目标车发生碰撞的，不通过。

6.5.2.9. 紧急工况下的响应

6.5.2.9.1 机动车切入后制动

6.5.2.9.1.1 测试场景

测试道路选取含有两条车道的长直道路。

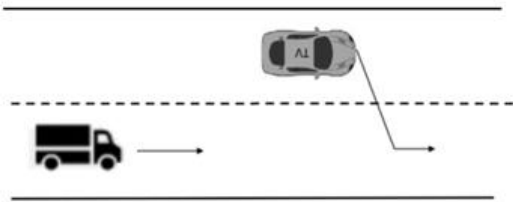


图 28 机动车切入后制动场景示意图

6.5.2.9.1.2 测试方法

目标车以低于测试车辆 10-15km/h 的预设速度在测试车辆左侧行驶，测试车辆在自动驾驶系统激活条件下沿规划车道行驶，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 [5, 6] 秒的时间区间时，目标车由其行驶车道开始切入测试车辆行驶车道并完成换道，完成换道时间不大于 3s，且目标车在切入过程中和切入完成后其纵向速度均等于预设速度。完成切入后，目标车行驶 3 秒后，目标车 1s 内达到减速度 6 m/s^2 并减速至停止。

6.5.2.9.1.3 评判标准

行驶、转向、制动不平顺的，不通过；

与目标车发生碰撞的，不通过；

6.5.2.9.2 车辆定位信号丢失

6.5.2.9.2.1 测试场景

测试道路选取含有一条车道的长直道路。



图 29 车辆定位信号丢失场景示意图

6.5.2.9.2.2 测试方法

测试车辆行驶过程中，通过信号屏蔽器等方法屏蔽车辆定位数据，10 秒钟后解除信号屏蔽。

6.5.2.9.2.3 评判标准

测试车辆被屏蔽定位数据后，发生碰撞或停车后未发出人类可感知的提醒的，不通过；

接触信号屏蔽器后，测试车辆不能恢复自动驾驶状态或无法重新进入自动驾驶状态的，不通过。

6.5.2.9.3 软件系统故障

6.5.2.9.3.1 测试场景

测试道路选取含有一条车道的长直道路。

6.5.2.9.3.2 测试方法

工程师通过后台关闭进程的方式模拟系统故障。

6.5.2.9.3.3 评判标准

系统未检测到系统故障信息的，不通过；

无法停车的，不通过；

停车后未开启危险报警闪光灯的，不通过。

6.5.2.9.4 传感器故障

6.5.2.9.4.1 测试场景

测试道路选取至少含有一条车道的长直道路。

6.5.2.9.4.2 测试方法

测试前人为设置车辆传感器故障，遮挡传感器或断开传感器。

6.5.2.9.4.3 评判标准

无法检测出传感器故障的，不通过；

正常起步行驶的，不通过。

6.5.2.9.5 道路临时封闭

6.5.2.9.5.1 测试场景

测试道路选取至少含有一条车道的长直道路，在各车道内垂直于道路行驶方向均匀放置交通锥临时封闭道路。

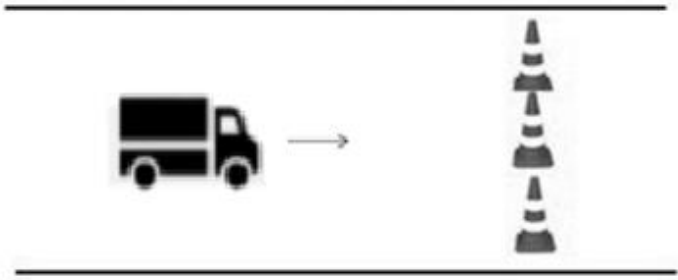


图 30 道路临时封闭场景示意图

6.5.2.9.5.2 测试方法

起点距离交通锥至少 50 米，终点位于通过交通锥后至少 20 米处。

6.5.2.9.5.3 评判标准

与交通锥发生碰撞的，不通过。

6.5.2.9.6 有遮挡情况下行人横穿道路

6.5.2.9.6.1 测试场景

试验道路为至少包含一条车道的长直道。道路右侧非机动车道内存在两辆静止障碍车辆，障碍车辆前侧存在行人横穿道路行为。

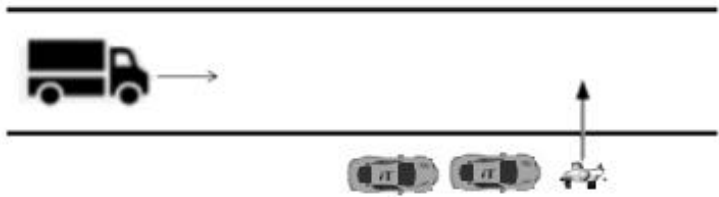


图 31 有遮挡情况下行人横穿道路场景示意图

6.5.2.9.6.2 测试方法

起点距离行人至少 50 米，终点位于通过行人后至少 50 米处；

预碰撞点设置在道路中间，当预碰撞时间首次到达 3.5s~4.5s 时间区间时，行人以 5km/h~

6.5km/h 的速度横穿道路；

目标行人应包括成年假人和儿童假人。

6.5.2.9.6.3 评判标准

若发生碰撞，测试车辆车速降低量小于 5km/h 的，不通过。

6.5.2.10. 功能自检能力

6.5.2.10.1 通信功能自检能力

6.5.2.10.1.1 测试场景

测试道路选取至少含有一条车道的长直道路。

6.5.2.10.1.2 测试方法

人为设置测试车辆通信故障；

操纵测试车辆进入自动驾驶状态。

6.5.2.10.1.3 评判标准

测试车辆能够进入自动驾驶状态并正常行驶的，不通过；

未有光学、声学 and （或）触觉等人可感知的提醒的，或感知内容或形式不能吸引安全员注意力的，不通过。

6.5.2.11. 环境感知能力

6.5.2.11.1 目标物感知能力

6.5.2.11.1.1 测试场景

选择空旷广场作为试验场地。



图 32 目标物感知能力测试场景示意图

6.5.2.11.1.2 测试方法

将测试车辆放置在广场中间位置；

分别将行人、非机动车、机动车目标物放置在被测车辆前方 20 米、左侧 8 米、右侧 8 米距离。

6.5.2.11.1.3 评判标准

感知类别错误的，不通过；

存在未识别到目标物的，不通过；

目标物位置感知错误的，不通过。

6.5.2.11.2 盲区感知能力

6.5.2.11.2.1 测试场景

选择空旷广场作为试验场地。

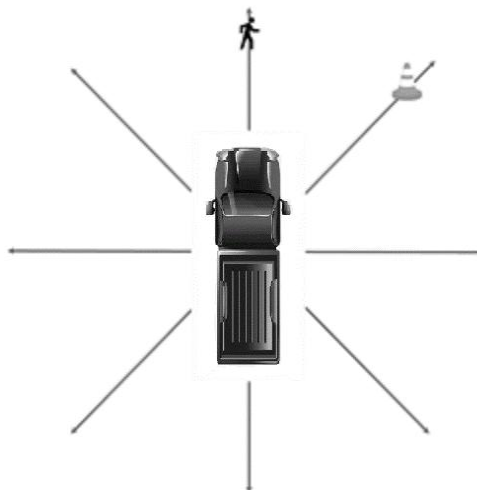


图 33 盲区感知能力测试场景示意图

6.5.2.11.2.2 测试方法

测试车辆水平放置在空旷地带；

分别选取行人、锥桶作为目标物；

分别将行人、锥桶放置在测试车辆正前、正后、正左、正右、左前 45°、右前 45°、左后 45°、右后 45° 距车辆 2 米位置。

6.5.2.11.2.3 评判标准

测试车辆无法感知目标物的，不通过；

6.5.2.12. 接管

6.5.2.12.1 远程接管及接管后的可操作性

6.5.2.12.1.1 测试场景

测试场地应至少含一条双向 4 车道以上测试路段，路段内设置至少包括一个交叉路口。

6.5.2.12.1.2 测试方法

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

远程控制测试：测试车辆在远程接管模式下，能够进行前进、后退、左转、右转、制动等控制；

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

6.5.2.12.1.3 评判标准

测试车辆出现违反交通规则的，不通过；

无法进行远程接管的，不通过；

无法远程控制车辆的，不通过；

远程接管后车辆动力、转向、制动、灯光等系统出现异常的，不通过。

6.5.2.12.2 现场人工接管及接管后的可操作性

6.5.2.12.2.1 测试场景

测试道路选取含有一条车道的长直道路。

6.5.2.12.2.2 测试方法

现场操作人员根据操作人员指令人工接管车辆，并测试车辆的加速、减速、灯光、制动等性能。

6.5.2.12.2.3 评判标准

人工介入后车辆出现违反交通规则的，不通过；

人工介入后车辆动力、转向、制动、灯光等系统出现异常的，不通过。

7 生产企业质量保证要求

生产企业是产品质量的责任主体，其质量保证能力应持续符合要求，生产的产品应符合标准要求。

7.1 职责和资源

7.1.1 职责

生产企业应规定与质量活动有关的各类人员职责及相互关系，且生产企业应在本组织管理层指定一名质量负责人，无论该成员在其他方面的职责如何，应具有以下方面的职责和权限：

(a) 确保本文件的要求在生产企业得到有效地建立、实施和保持；

(b) 确保产品一致性以及产品与标准的符合性。

质量负责人应具有充分的能力胜任本职工作。

7.1.2 资源

生产企业应配备必须的生产设备、检验试验仪器设备以满足稳定生产符合标准要求产品的需要；应配备相应的人力资源，确保从事对产品性能有影响的工作人员具备必要的能力；应建立并保持适宜的产品生产、检验试验、储存等必备的环境和设施。

对于需以租赁方式使用的外部资源，生产企业应确保外部资源的持续可获得性和正确使用；生产企业应保存与外部资源相关的记录，如合同协议、使用记录等。

7.2 文件和记录

7.2.1 生产企业应建立并保持文件化的程序，确保对本文件要求的文件、必要的外来文件和记录进行有效控制。产品设计标准或规范应不低于本标准要求。对可能影响产品一致性的主要内容，生产企业应有必要的图纸、样板、关键件清单、工艺文件、作业指导书等设计文件，并确保文件的持续有效性。

7.2.2 生产企业应确保文件的充分性、适宜性及使用文件的有效版本。

7.2.3 生产企业应确保记录的清晰、完整、可追溯，以作为产品符合规定要求的证据。与产品性能相关的记录保存期应满足法律法规的要求，且至少不低于 24 个月。

7.3 设计/开发

7.3.1 生产企业应建立并保持产品设计/开发程序。制定产品的设计标准或规范，其要求应不低于相关产品标准或技术要求。

7.3.2 生产企业应对产品进行设计/开发策划，在设计/开发方案或相应文件中确定产品主要性能指标并满足相应标准或技术要求。应对人员、设备、过程监控、检验等提出明确要求。

7.3.3 生产企业应对设计/开发结果进行评审和验证，并对其在满足顾客使用条件下进行有效确认。

7.3.4 生产企业应保存产品的设计评审/设计验证/设计确认的记录，记录应能够体现主要性能指标的实现过程和结果。

7.4 采购与关键件控制

7.4.1 采购控制

7.4.1.1 生产企业应制定对关键件和材料的供应商的选择、评定和日常管理的程序，以确保供应商具有保证生产关键件和材料满足要求的能力。

7.4.1.2 对于采购的关键件，生产企业应按照产品设计/开发方案或相关文件中对采购关键件、外协件的要求实施采购控制。生产企业应识别并在采购文件中明确其技术要求，该技术要求还应确保最终产品满足产品标准要求。

7.4.1.3 生产企业应建立、保持关键件合格生产者/生产企业名录并从中采购关键件，生产企业应保存关键件采购、使用等记录，如进货单、出入库单、台帐等。

7.4.2 关键件的质量控制

7.4.2.1 生产企业应建立并保持文件化的程序，程序中应包括检验项目、方法、频次和判定准则，在进货（入厂）时完成对采购关键件的技术要求进行验证和/或检验并保存相关记录。

7.4.2.2 生产企业应建立并保持对供应商提供的关键件和材料的检验或验证的程序及定期确认检验的程序，以确保关键件和材料满足标准要求。

关键件和材料的检验可由生产企业进行，也可以由供应商完成。当由供应商检验时，生产企业应对供应商提出明确的检验要求。生产企业应保存关键件检验或验证记录、确认检验记录及供应商提供的合格证明及有关检验数据等。

7.4.2.3 当从经销商、贸易商采购关键件时，生产企业应采取适当措施以确保采购关键件的一致性和持续满足其技术要求。

对于委托分包方生产的关键部件、组件、分总成、总成、半成品等，生产企业应按采购关键件进行控制，以确保所分包的产品持续满足规定要求。对于自产的关键件，按 7.5 进行控制。

7.5 生产过程控制

7.5.1 生产企业应对影响产品质量的工序（简称关键工序）进行识别，所识别的关键工序应符合规定要求。关键工序操作人员应具备相应的能力；关键工序的控制应确保产品与标准的符合性、产品一致性；如果关键工序没有文件规定就不能保证产品质量时，则应制定相应的作业指导书，使生产过程受控。生产企业应保持关键过程的生产记录。

7.5.2 产品生产过程如对环境条件有要求，生产企业应保证工作环境满足规定要求。

7.5.3 必要时，生产企业应对适宜的过程参数进行监视、测量。

7.5.4 生产企业应建立并保持对生产设备的维护保养制度，以确保设备的能力持续满足生产要求。

7.5.5 必要时，生产企业应按规定要求在生产的适当阶段对产品及其特性进行检查、监视、测量，以确保产品与标准的符合性及产品一致性。

7.6 例行检验（出厂检验）和/或确认检验

生产企业应建立并保持文件化的程序，对最终产品的例行检验和/或确认检验进行控制；检验程序应符合规定要求，程序的内容应包括检验频次、项目、内容、方法、判定等。生产企业应实施并保存相关检验记录。

确认检验报告可以包括生产企业自行出具的检验报告、第三方实验室检验报告、国抽或省抽检验报告、产品型式试验报告、监督抽样检测报告等。

对于委托外部机构进行的检验，生产企业应确保外部机构的能力满足检验要求，并保存相关能力的评价结果，如实验室认可证明等。

例行检验是在生产的最终阶段对生产线上的产品进行的100%检验，通常检验后，除包装和加贴标签外，不再进一步加工。

确认检验是为验证产品持续符合标准要求进行的抽样检验。

7.7 检验试验仪器设备

7.7.1 基本要求

生产企业应配备足够的检验试验仪器设备，确保在采购、生产制造、最终检验试验等环节中使用的仪器设备能力满足认证产品批量生产时的检验试验要求。检验试验人员应能正确使用仪器设备，掌握检验试验要求并有效实施。

7.7.2 校准、检定

用于确定所生产的产品符合规定要求的检验试验仪器设备应按规定的周期进行校准或检定，校准或检定周期可按仪器设备的使用频率、前次校准情况等设定；对内部校准的，生产企业应规定校准方法、验收准则和校准周期等；校准或检定应溯源至国家或国际基准。仪器设备的校准或检定状态应能被使用及管理人员方便识别。生产企业应保存仪器设备的校准或检定记录。

对于委托外部机构进行的校准或检定活动，生产企业应确保外部机构的能力满足校准或检定要求，并保存相关能力评价结果。

7.8 不合格品的控制

7.8.1 对于采购、生产制造、检验等环节中发现的不合格品，生产企业应采取标识、隔离、处置等措施，避免不合格品的非预期使用或交付。

生产企业应制定返工、返修作业指导书，内容应包括经返修、返工后的产品需重新检测。对重要部件或组件的返修应作相应的记录。未经确定或可疑状态的产品，应列为不合格品。

废旧产品必须以对待不合格品的类似方法进行控制。

应保存对不合格品的处置记录。

7.8.2 对于召回、国家级和省级监督抽查、产品召回、顾客投诉及抱怨等来自外部的产品不合格信息，生产企业应分析不合格产生的原因，并采取适当的纠正措施。生产企业应保存产品的不合格信息、原因分析、处置及纠正措施等记录。

7.9 内部质量审核

生产企业应建立文件化的内部审核程序，确保生产企业质量保证能力的持续符合性、产品一致性以及产品与标准的符合性。对审核中发现的问题，生产企业应采取适当的纠正措施、预防措施。生产企业应保存内部审核结果。

7.10 产品防护与交付

7.10.1 产品防护

生产企业在采购、生产制造、检验等环节所进行的产品防护，如标识、搬运、包装、贮存、保护等应符合规定要求。必要时，生产企业应按规定要求对产品的交付过程进行控制。

生产企业应按适当策划的时间间隔检查库存品状况，以便及时发现变质情况。

7.10.2 交付后的活动

生产企业应满足与产品和服务相关的交付后活动的要求。

在确定所要求的交付后活动的覆盖范围和程度时，生产企业应考虑：

- a) 法律法规要求；
- b) 与产品和服务相关的潜在不期望的后果；
- c) 产品和服务的性质、用途和预期寿命；
- d) 顾客要求；
- e) 顾客反馈。

注：交付后活动可能包括保证条款所规定的相关活动，诸如合同规定的维护服务，以及回收或最终报废处置等附加服务等。

7.11 售后保障能力

7.11.1 生产企业应为产品提供售后质量保修证明，明确售后保修年限。

7.11.2 生产企业应建立产品售后技术服务体系，包括产品故障诊断、故障维修、质量信息反馈、质量问题追溯等技术。

7.11.3 生产企业应按照国家相关规定，在自身的售后体系或指定机构销售产品，并将销售网点向社会进行公告。

7.11.4 生产企业应当建立完整的销售和售后服务体系，包括人员培训、销售和售后服务网络建设、维修服务提供、充电技术支持、备件提供、索赔处理、信息反馈、客户管理等内容。

7.11.5 生产企业发现其产品存在安全隐患，可能对人体健康和生命安全造成损害的，应当按照国家相关法律法规规定，向社会公布有关信息，通知销售者停止销售，告知消费者停止使用，主动召回产品。

附录 A
(规范性)
测试规程与评价标准

A.1 测试项目与测试场景

自动驾驶系统仿真测试场景要求见表 A-1。

表 A-1 测试项目及测试场景

序号	测试项目	测试场景
1	障碍物的识别与响应	静止车辆占用部分车道
		弯道存在静止障碍物
2	行人的识别与响应	行人横穿道路
		行人沿道路行走
3	车辆行驶状态的识别与响应	前方车辆切入
		对向车辆借道
		对向车辆掉头
		弯道前方车辆切入
4	交叉路口通行	无信号灯路口右侧存在直行车辆
		无信号灯路口左侧存在直行车辆
		无信号灯路口对向存在直行车辆

A.2 障碍物的识别与响应

A.2.1 静止车辆占用部分车道

A.2.1.1 测试场景

测试车辆匀速接近前方静止目标车辆。如图 A-1 所示。

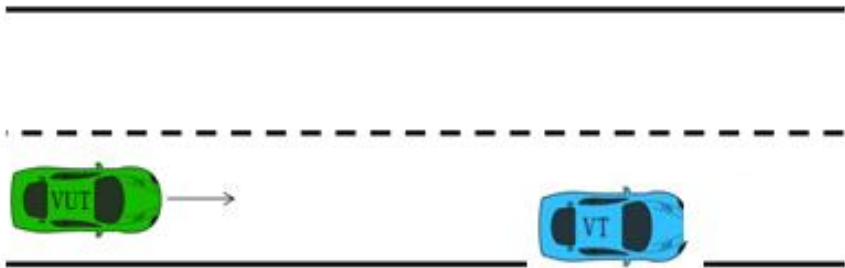


图 A-1 静止车辆占用部分车道测试场景示意图

A.2.1.2 测试方法

目标车辆：M1 车用车。
横向偏置率按 0%, 50%, 100% 分别进行测试。
测试车辆在车道内距离目标车辆 50 米处以最高设计车速驶向目标车辆。

A.2.1.3 评判标准

测试车辆应停车或提前变更车道行驶，避免与目标车辆发生碰撞。

若测试车辆停止于试验车辆道内,应在车辆行驶过程中或在车辆静止后发出超出设计运行范围的提示信息。

A. 2. 2 弯道存在静止障碍物

A. 2. 2. 1 测试场景

测试道路为直道和弯道的组合道路,在弯道处放置锥桶作为障碍物。如图 A-2 所示。

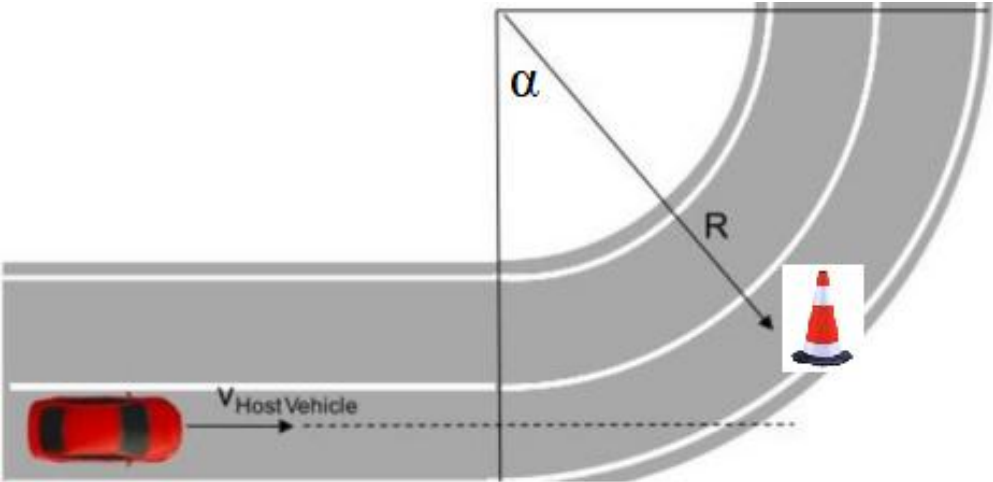


图 A-2 弯道存在静止障碍物测试场景示意图

A. 2. 2. 2 测试方法

测试车辆在直线路段以最高设计车速驶入弯道,在弯道路段车速不做要求,锥桶按表 A-2 中参数要求放置,分别进行测试。

表 A-2 弯道存在静止障碍物测试场景列表

测试场景编号	弯道半径 R (m)	锥桶放置角度 α	锥桶距车道中心横向偏置 Dx (m)
1	30	30°	0
2	30	30°	-0.5
3	30	30°	+0.5
4	30	60°	0
5	30	60°	-0.5
6	30	60°	+0.5

A. 2. 2. 3 评判标准

测试车辆应停车或提前变更车道行驶,避免与锥桶发生碰撞。

若测试车辆停止于试验车辆道内,应在车辆行驶过程中或在车辆静止后发出超出设计运行范围的提示信息。

A. 3 行人的识别与响应

A. 3. 1 行人横穿道路

A. 3. 1. 1 测试场景

测试道路为双向车道长直道,测试车辆行驶在测试车道,目标车辆静止停放在测试车到外侧,行人距离目标车辆 1 米处横穿车道。如图 A-3 所示。

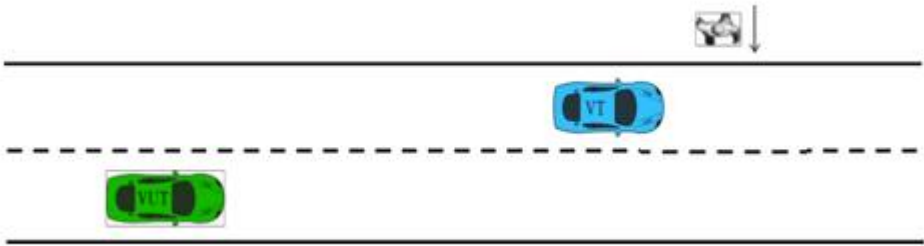


图 A-3 行人横穿道路测试场景示意图

A.3.1.2 测试方法

目标车辆：M1 车用车。

测试车辆在测试车道以最高设计车速驶向测试区域，行人目标物在测试车辆与行人目标物行驶路线距离为 D 位置时达到速度 V_1 并保持该速度横穿车道，按表 A-3 中参数，分别进行测试。

表 A-3 行人横穿道路测试场景列表

测试场景编号	行人速度 V_1 (km/h)	初始时刻车辆距碰撞点距离 D (m)
1	5	$1.15 \times V_1 + 1$
2	5	$1.15 \times V_1$
3	5	$1.15 \times V_1 - 1$
4	6.5	$0.88 \times V_1 + 1$
5	6.5	$0.88 \times V_1$
6	6.5	$0.88 \times V_1 - 1$

A.3.1.3 评判标准

测试车辆应能识别横穿的行人并自动执行减速、停车等操作避免与行人发生碰撞，且测试车辆能够在行人通过后正常行驶。

A.3.2 行人沿道路行走

A.3.2.1 测试场景

测试道路为双向车道的长直道，成年行人与车道右侧车道保持一定距离沿外侧车道行走。如图 A-4 所示。

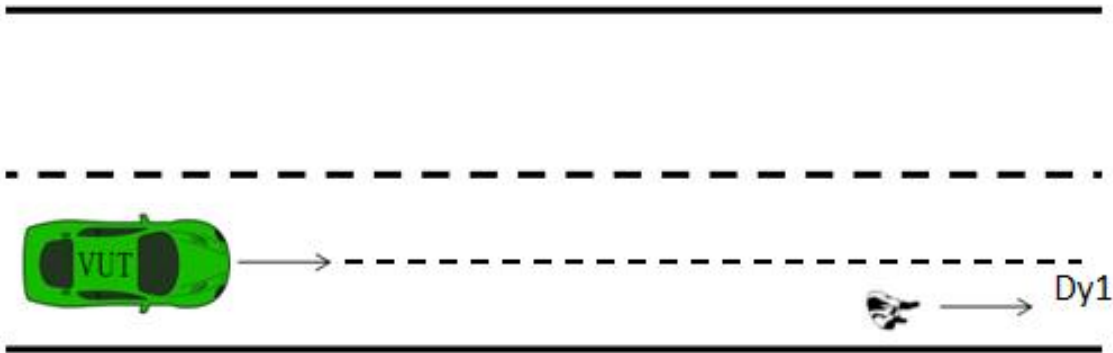


图 A-4 行人沿道路行走测试场景示意图

A.3.2.2 测试方法

测试车辆在行人后 30 米处达到最高设计车速，行人匀速与车辆同向行走，按表 A-4 中参数，分别进行测试。

表 A-4 行人沿道路行走测试场景列表

测试场景编号	行人行走速度 V_{p0}	行人与车道中心线横向距离 D_{y1}
1	4	0
2	4	0.5
3	4	1
4	5	0
5	5	0.5
6	5	1
7	6	0
8	6	0.5
9	6	1

A.3.2.3 评判标准

测试车辆应能识别行人并采取提前变道行驶、绕行或跟随等操作避免与行人发生碰撞。

A.4 车辆行驶状态的识别与响应

A.4.1 前方车辆切入

A.4.1.1 测试场景

测试道路为双向车道的长直道，测试车辆和目标车辆在不同车道匀速行驶。如图 A-5 所示。

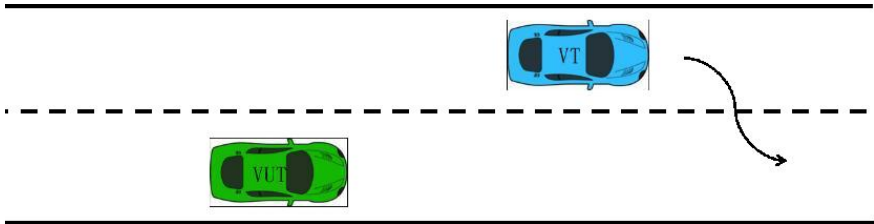


图 A-5 前方车辆切入测试场景示意图

A.4.1.2 测试方法

目标车辆：M1 车用车。

测试车辆以最高设计车速匀速行驶，目标车辆在测试车辆相邻车道前方 D_0 米处匀速行驶，并切入测试车辆车道并保持匀速行驶，按表 A-5 中参数，分别进行测试。

表 A-5 前方车辆切入测试场景列表

测试场景编号	目标车车速 V_0 (km/h)	两车纵向距离 D_0 (m)	切入动作持续时间 (s)
1	10	6	4
2	10	8	3
3	15	6	4
4	15	8	3
5	20	6	4
6	20	8	3

A.4.1.3 评判标准

测试车辆不与目标车辆发生碰撞。

A.4.2 对向车辆借道

A. 4. 2. 1 测试场景

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，同时对向目标车辆压黄色虚线匀速行驶。如图 A-6 所示。

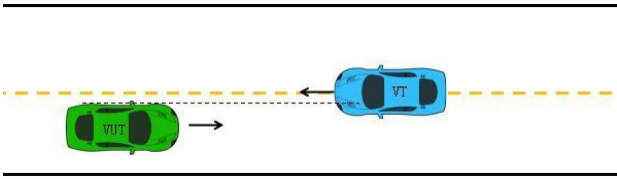


图 A-6 对向车辆借道测试场景示意图

A. 4. 2. 2 测试方法

目标车辆：M1 车用车。

测试车辆在自动驾驶模式下最高设计车速匀速行驶，对向目标车辆压黄色虚线以相同速度接近测试车辆，两车稳定行驶后的初始纵向距离不小于 100m。按表 A-6 中参数，分别进行测试。

表 A-6 对向车辆借道测试场景列表

测试场景编号	目标车车速（km/h）	横向重叠率
1	15	15%
2	20	13%
3	25	10%

A. 4. 2. 3 评判标准

测试车辆应于本车道内完成会车且不与目标车辆发生碰撞。

A. 4. 3 对向车辆掉头

A. 4. 3. 1 测试场景

测试道路为至少包含两条双向车道的长直道路。如图 A-7 所示。

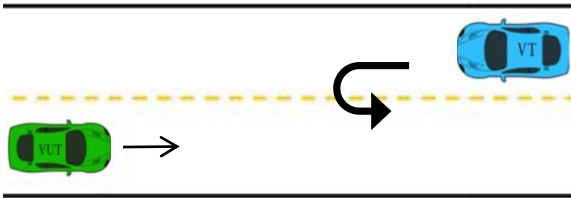


图 A-7 对向车辆掉头测试场景示意图

A. 4. 3. 2 测试方法

目标车辆：M1 车用车。

测试车辆在自动驾驶模式下最高设计车速匀速行驶，试验车辆接近目标车辆时，目标车辆开始执行掉头动作。按表 A-7 中参数，分别进行测试。

表 A-7 对向车辆掉头测试场景列表

测试场景编号	目标车掉头车速（km/h）	目标车辆距离车道线距离（m）	目标车掉头时刻与测试车横向距离（m）
1	5	0.9	6
2	5	0.9	8
3	5	0.9	10
4	10	3.1	6

5	10	3.1	8
6	10	3.1	10

A.4.3.3 评判标准

测试车辆不与目标车辆发生碰撞。

A.4.4 弯道前方车辆切入

A.4.4.1 测试场景

测试道路为至少包含两条双向车道的弯道，弯道半径 30 米，中间车道线为虚线。如图 A-8 所示。

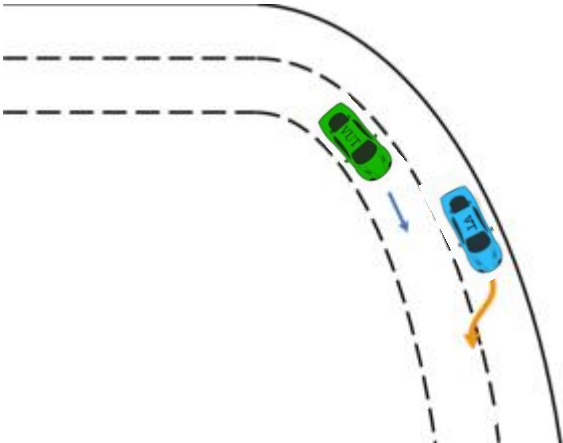


图 A-8 弯道前方车辆切入测试场景示意图

A.4.4.2 测试方法

目标车辆：M1 车用车。

测试车辆以设计弯道行驶速度沿弯道车道行驶，前方相邻车道有目标车辆以一定速度切入到测试车辆车道，按表 A-8 中参数，分别进行测试。

表 A-8 弯道前方车辆切入测试场景列表

测试场景编号	目标车车速（km/h）	目标车切入时刻与测试车辆纵向距离（m）	切入动作持续（s）
1	15	5	2
2	15	5	3
3	20	5	2
4	20	10	3
5	25	10	2
6	25	10	3

A.4.4.3 评判标准

测试车辆不与目标车辆发生碰撞。

A.5 交叉路口通行

A.5.1 无信号灯路口右侧存在直行车辆

A.5.1.1 测试场景

测试道路为双向四车道的十字交叉路口。测试车辆匀速行驶在标有直行和右转指示标 线的车

道直行通过该路口，目标车辆从测试车辆右方横向匀速直线驶入路口，两车存在碰撞风险。如图 A-9 所示。

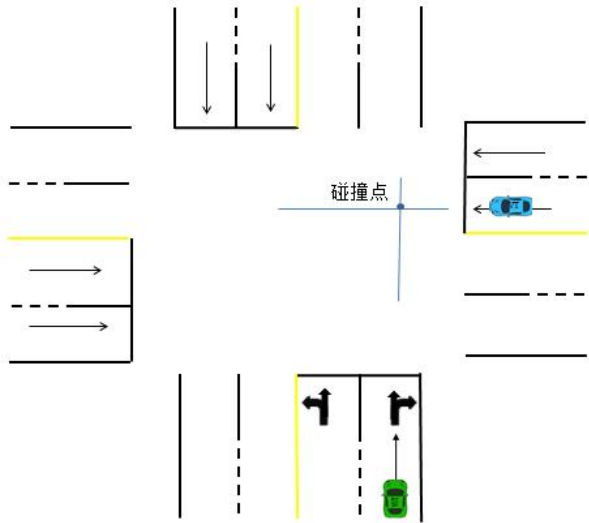


图 A-9 无信号灯路口右侧存在直行车辆测试场景示意图

A. 5. 1. 2 测试方法

目标车辆：M1 车用车。

测试车辆以最高设计车速匀速驶入路口，目标车辆匀速行驶，若测试车辆保持当前行驶状态，两车可在 T_0 时刻同时到达碰撞点。按表 A-9 中参数，分别进行测试。

表 A-9 无信号灯路口右侧存在直行车辆测试场景列表

测试场景编号	目标车车速（km/h）	目标车启动时刻（s）
1	15	T_0+2
2	15	T_0
3	15	T_0-2
4	20	T_0+2
5	20	T_0
6	20	T_0-2
7	25	T_0+2
8	25	T_0
9	25	T_0-2

A. 5. 1. 3 评判标准

测试车辆不与目标车辆发生碰撞；测试车辆应让行目标车辆，并驶入对应车道。

A. 5. 2 无信号灯路口左侧存在直行车辆

A. 5. 2. 1 测试场景

测试道路为双向四车道的十字交叉路口。测试车辆在标有直行和右转指示标线的车道内右转弯驶通过该路口，同时路口横向左侧存在匀速直线行驶的目标车辆驶向测试车辆将 转入车道，两车存在碰撞风险。如图 A-10 所示。

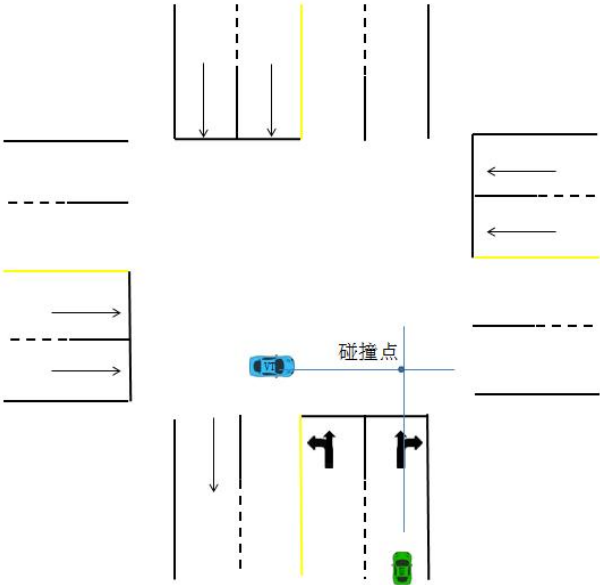


图 A-10 无信号灯路口左侧存在直行车辆测试场景示意图

A. 5. 2. 2 测试方法

目标车辆：M1 车用车。

测试车辆以最高设计车速匀速驶入路口，目标车辆匀速行驶，若测试车辆保持当前行驶状态，两车可在 T_0 时刻同时到达碰撞点。按表 A-10 中参数，分别进行测试。

表 A-10 无信号灯路口左侧存在直行车辆测试场景列表

测试场景编号	目标车车速（km/h）	目标车启动时刻（s）
1	15	T_0+2
2	15	T_0
3	15	T_0-2
4	20	T_0+2
5	20	T_0
6	20	T_0-2
7	25	T_0+2
8	25	T_0
9	25	T_0-2

A. 5. 2. 3 评判标准

测试车辆不与目标车辆发生碰撞：测试车辆应让行目标车辆，并驶入对应车道。

A. 5. 3 无信号灯路口对向存在直行车辆

A. 5. 3. 1 测试场景

测试道路为双向四车道的十字路口。测试车辆在标有直行和左转指示标线的车道 内左转弯行驶通过该路口，同时对向车道存在匀速直线行驶的目标车辆。如图 A-11 所示。

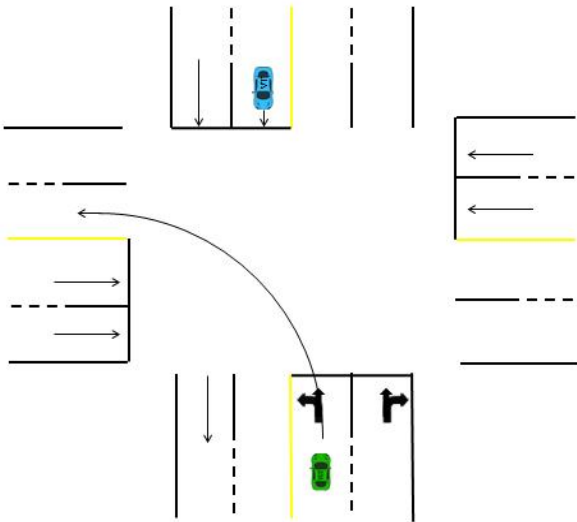


图 A-11 无信号灯路口对向存在直行车辆测试场景示意图

A. 5. 3. 2 测试方法

目标车辆：M1 车用车。

测试车辆以最高设计车速匀速驶入路口，目标车辆匀速行驶，若测试车辆保持当前行驶状态，两车可在 T_0 时刻同时到达碰撞点。按表 A-11 中参数，分别进行测试。

表 A-11 无信号灯路口对向存在直行车辆测试场景列表

测试场景编号	目标车车速（km/h）	目标车启动时刻（s）
1	15	T_0+2
2	15	T_0
3	15	T_0-2
4	20	T_0+2
5	20	T_0
6	20	T_0-2
7	25	T_0+2
8	25	T_0
9	25	T_0-2

A. 5. 3. 3 评判标准

测试车辆不与目标车辆发生碰撞；测试车辆应让行目标车辆，并驶入对应车道；测试过程测试车辆应自动开启和关闭转向灯。