

ICS 03.220.40;53.060

R 46

团 体 标 准

T/ITS 0147.4-2021

港口无人驾驶集装箱车技术要求 第 4 部分：车辆测试方法

Technical requirements for port driverless container vehicles

Part 4: Vehicle test method

2021-12-31 发布

2022-03-01 实施

中国智能交通产业联盟 发布

中国智能交通产业联盟

目 次

前言.....	II
引言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 试验条件.....	3
5 功能测试及试验方法.....	4

中国智能交通产业联盟

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。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件起草单位：东风商用车有限公司、中远海运港口有限公司、中移（上海）信息通信科技有限公司、厦门远海集装箱码头有限公司、交通运输部公路科学研究所、招商局检测车辆技术研究院有限公司、阿里巴巴（中国）有限公司、宁波大榭招商国际码头有限公司、北汽福田汽车股份有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、北京经纬恒润科技股份有限公司、上研智联智能出行科技（上海）有限公司、招商局国际科技有限公司等

本文件主要起草人：李阳、张达宇、敖婷、王敏、王沈元、申广俊、董轩、樊景帅、于海滨、黄庭、杨志魁、林建喜、张锦阳、周炜、王戡、牛成勇、王琳、李飞、林麒、乐群凯、金大鹏、田俊涛、曹建永、费音、张林、吴临政、吴海飞、周安伍、汪沛。

引 言

港口无人驾驶集装箱车技术要求标准分为4部分：第1部分 驾驶场景和行驶行为、第2部分 无线通讯和信息安全、第3部分 车辆功能要求、第4部分 车辆测试方法。

本文件是港口无人驾驶集装箱车技术要求系列标准的第4部分：车辆功能测试方法，是对第2部分和第3部分的功能进行功能测试的要求，适用于智能网联港口无人驾驶集装箱车自动驾驶系统的功能测试过程。

中国智能交通产业联盟

港口无人驾驶集装箱车技术要求

第4部分 车辆测试方法

1 范围

本文件规定了港口无人驾驶集装箱卡车系统的检测项目的测试场景、测试方法及要求。

本文件适用于港口无人驾驶集装箱车辆。其他车辆可参照执行

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 12676 商用车辆和挂车制动系统技术要求及测试方法

GB/T 13594 机动车和挂车防抱制动性能和测试方法

GB/T 19951 道路车辆静电放电产生的电骚扰试验方法

GB/T 28046.1-2011 道路车辆电气及电子设备的环境条件和试验 第1部分：一般规定

GB/T 28046.2-2011 道路车辆电气及电子设备的环境条件和试验 第2部分：电气负荷

GB/T 28046.3-2011 道路车辆电气及电子设备的环境条件和试验 第3部分：机械负荷

GB 34660 道路车辆 电磁兼容性要求和测试方法

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

BD 420021-2019 北斗/全球卫星导航系统（GNSS）网络RTK中心数据处理软件要求与测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

目标车辆 vehicle target (VT)

批量生产的商用车或特种车辆替代上述车辆的柔性目标，柔性目标具备激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达和摄像头等传感器的感知属性。

3.2

车载单元 on board Unit (OBU)

安装在测试车辆上，可实现联网通讯，支持车车、车路、车人、车网之间（V2X）通讯的硬件单元。

3.3

T/ITS 0147.4-2021

路侧单元 road side unit (RSU)

安装在测试场地道路路侧，可实现联网通讯，支持车车、车路、车人、车网之间（V2X）通讯的硬件单元。

3.4

测试场景 test scenario

测试场景指车辆测试过程中所处的地理环境、天气、道路、交通状态、车辆状态和时间等要素的集合。

3.5

设计运行范围 operational design domain (ODD)

设计时确定的驾驶自动化系统的运行条件，包括但不限于：

- 道路；
- 环境；
- 交通；
- 速度；
- 时间。

3.6

测试方法 test method

在测试场景中，测试车辆完成智能网联汽车自动驾驶功能检测项目测试的操作流程。

3.7

动态驾驶任务 dynamic driving task

完成车辆驾驶所需的感知、决策和操作，包括但不限于：

- 控制车辆横向运动；
- 控制车辆纵向运动；
- 目标和事件探测与响应；
- 行驶规划；

注：不包括行程计划，目的地和路径的选择等任务。

3.8

最小风险状态 minimal risk condition

当自动驾驶系统因相关系统失效或超出设计运行范围而无法完成其预先规划的行程时，由用户或驾驶自动化系统接管动态驾驶任务，并最终将事故风险降到最低的状态。

3.9

接管请求 request to intervene

自动驾驶系统请求用户或调度员迅速执行动态驾驶任务接管的通知。

3.10

车辆控制权限 vehicle control authority

对车辆转向、加速、制动、灯光等系统的控制权。

3.11

指令 instruction

调度员输入信号和测试车辆通过感知、地图等信息自主发出的信号。例如变更车道场景，测试车辆获得指令后执行变更车道动作，此时指令既可是调度员操纵转向指示灯发出的执行信号也可是测试车辆基于感知自主决策发出的执行信号。

3.12

预计碰撞时间 time to collision(TTC)

保持当前时刻的运动状态，测试车辆与目标发生碰撞所需的时间。

3.13

时距 time gap

测试车辆以当前车速行驶一定距离所需的时间。

3.14

最高自动驾驶速度 v_{max}

测试车辆在自动驾驶模式下能够保持的最高稳定车速。

4 试验条件

4.1 环境条件

环境条件如下：

- a) 试验温度范围： $-20^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 风速应小于 22m/s 。
- c) 水平能见度应大于 1km 。
- d) 阳光直射方向应避免与车辆行驶方向平行。

4.2 场地条件

场地条件如下：

- a) 干燥平坦清洁的沥青、联锁块或混凝土路面。
- b) 试验路面上可见车道标识应状态良好，道路两侧均有车道线，并符合 JTS168-2017 的规定。
- c) 试验车道长度应满足最小运行速度的需要。
- d) 车道线的宽度应在 $0.1\text{ m} \sim 0.3\text{ m}$ 之间。

4.3 载荷条件

试验应在半载偏置和额定荷载两种状态下分别进行。半载偏置是指 32.5 吨的载荷偏置（左右均可）于车辆载货区域。车辆额定荷载为 65 吨。试验设备的总质量（试验设备的总质量不大于 150kg ）。

4.4 测试参数

测试参数包括：

- a) 横向加速度；
- b) 相关数据；
- c) 车速。

数据应由系统以外的设备获取。

4.5 仪器测量精度要求

试验车辆数据采集及记录仪器应至少满足以下精度要求：

- a) 车速精度要求 0.1 km/h；
- b) 横向加速度精度要求 0.1 m/s²；
- c) 所有动态数据的采样和记录频率应不低于 100 Hz。

5 功能测试及试验方法

5.1 避障与自动紧急制动试验

5.1.1 避障

5.1.1.1 测试场景

测试道路为至少包含两条车道的长直道。测试车辆匀速行驶接近前方静止目标车辆，试验车辆与目标车辆中心线的偏差不应超过0.5m，如图1所示。

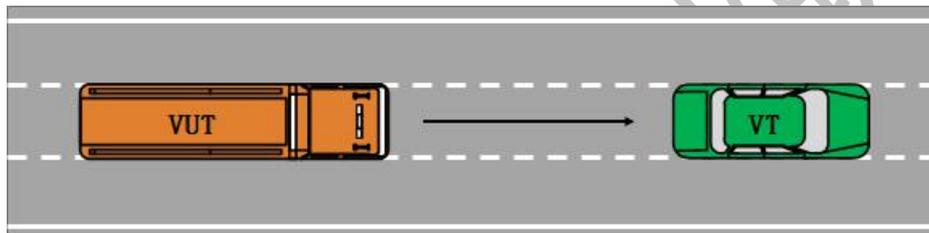


图1 静止目标下测试避障场景

5.1.1.2 测试方法

- a) 被试车辆应在试验开始之前至少 2 秒沿直线向静止目标行驶。
- b) 测试应在被试车辆以(35±2) km/h 车速行驶且距离目标至少 120 m 时开始，最高设计车速小于 35 km/h 的车辆以最高车速进行试验。
- c) 除为防止车辆方向偏移对转向盘进行轻微调整外，从试验开始直至碰撞点为止，调度员或智能车管平台不应对被试车辆进行任何调整。

5.1.1.3 测试要求

- a) 在 AEBS 碰撞预警阶段之前，系统不应启动紧急转向阶段。
- b) 在排除其他因素干扰后，3 次测试 3 次成功。
- c) 碰撞预警模式的时间设定应符合下列规定：
 1. 在紧急制动阶段开始之前，最迟应在紧急制动阶段开始前 1.4 s 以触觉或声学模式预警；
 2. 在紧急制动阶段开始之前，最迟应在紧急制动阶段开始前 0.8 s 前以至少两种模式预警；
 3. 预警阶段的速度下降不应超过 15km/h 或测试车辆速度下降总额的 30%，取较高者。

5.1.2 自动紧急制动试验

5.1.2.1 静止目标条件下的预警和启动紧急制动性能

5.1.2.1.1 测试场景

测试道路为至少包含两条车道的长直道。测试车辆匀速行驶接近前方静止目标车辆，试验车辆与目标车辆中心线的偏差不应超过 0.5m，如图 2 所示。

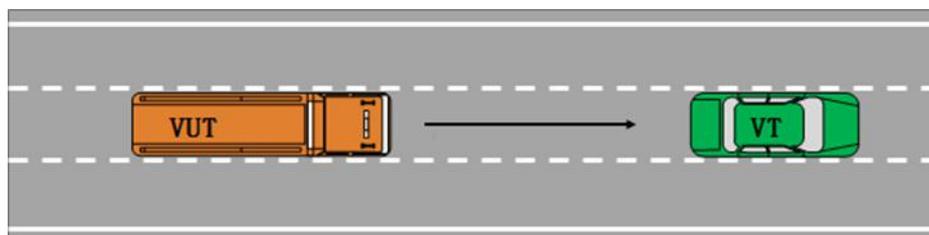


图2 静止目标测试自动紧急制动场景

5.1.2.1.2 试验方法

- 被试车辆应在试验开始之前至少 2 秒沿直线向静止目标行驶；
- 测试应在被试车辆以 (35 ± 2) km/h 车速行驶且距离目标至少 120 m 时开始，最高设计车速小于 35 km/h 的车辆以最高车速进行试验。
- 除为防止车辆方向偏移对转向盘进行轻微调整外，从试验开始直至碰撞点为止，调度员或智能管理平台不应应对被试车辆进行任何调整。

5.1.2.1.3 测试要求

碰撞预警模式的时间设定应符合下列规定：

- 在紧急制动阶段开始之前，最迟应在紧急制动阶段开始前 1.4s 以触觉或声学模式预警；
- 在紧急制动阶段开始之前，最迟应在紧急制动阶段开始前 0.8s 前以至少两种模式预警；
- 预警阶段的速度下降不应超过 15km/h 或试验车辆速度下降总额的 30%，取较高者。
- 碰撞预警阶段之后应为紧急制动阶段。
- 被试车辆速度为 35km/h 时，被试车辆在与静止目标碰撞时的速度下降总额不应小于 30 km/h。
- 被试车辆速度为 35km/h 时，应避免被试车辆在与静止目标碰撞。
- 紧急制动阶段不应在碰撞时间小于或等于 3s 前开始。
- 在排除其他因素干扰后，3 次试验 3 次成功。

5.1.2.2 移动目标下的预警和启动紧急制动性能

5.1.2.2.1 测试场景

测试道路为至少包含两条车道的长直道。测试车辆匀速行驶接近前方同向行驶目标车辆，测试车辆与目标车辆中心线的偏差不超过0.5米，如图3所示。

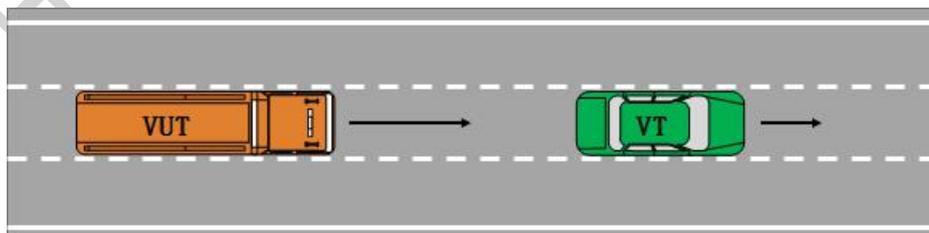


图3 移动目标下的预警和启动紧急制动测试场景

5.1.2.2.2 测试方法

- 被试车辆和移动目标应在测试之前至少 2s 沿直线同向行驶；被试车辆与目标中心线的偏差不超过 0.5m。

T/ITS 0147.4-2021

- b) 测试应在被试车辆以 (35 ± 2) km/h 车速行驶、最高设计车速小于 35 km/h 的车辆以最高车速进行测试；移动目标以 (12 ± 2) km/h 车速同车道行驶，测试在被试车辆和移动目标二者相距至少 120m 时开始，移动目标的速度应符合下列规定：
- c) 除为防止车辆方向偏移对转向装置进行轻微调整外，从测试开始直至被试车辆车速与目标车速相等为止，调度员或智能车管平台不应对测试车辆进行任何调整。

5.1.2.2.3 测试要求

碰撞预警模式的时间设定应符合下列规定：

- a) 在紧急制动阶段开始之前，最迟应在 3.8s 前以触觉或声学模式预警。
- b) 在紧急制动阶段开始之前，最迟应在 3s 前以至少两种模式预警。
- c) 预警阶段的速度下降不应超过 15km/h 或测试车辆速度下降总额的 30%，取较高者。
- d) 在排除其他因素干扰后，3 次测试 3 次成功。
- e) 紧急制动阶段应使被试车辆不与移动目标发生碰撞。
- f) 紧急制动阶段不应在预计碰撞时间小于或等于 3s 前开始。
- g) 在排除其他因素干扰后，3 次试验 3 次成功。

5.1.2.3 系统失效检测性能

5.1.2.3.1 测试场景

测试道路为至少包含两条车道的长直道，如图4所示。

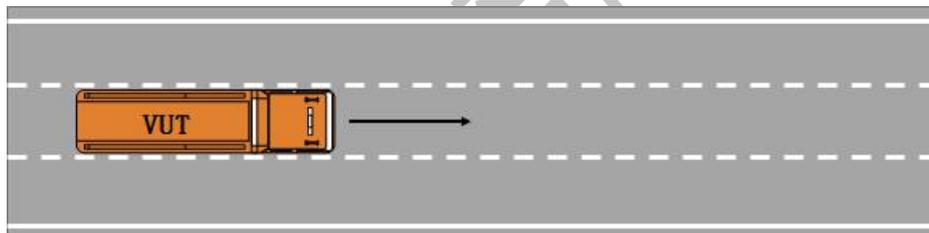


图4 系统失效检测测试场景

5.1.2.3.2 测试方法

- a) 通过断开 AEBS 部件的电源或AEBS部件间的电路连接来模拟电路失效；模拟AEBS失效时，不应切断报警信号的电路连接或AEBS手动解除控制装置。
- b) 启动并逐渐加速被试车辆，观察并记录失效警告装置信号及首次发出警告信号时候的车速及时间；停车后，车辆在静止状态下关闭启动开关又重新打开后，观察并记录失效报警信号是否立即重新点亮。

5.1.2.3.3 测试要求

- a) 失效报警信号最迟应在车辆以大于15km/h的车速行驶 3秒时启动；并且只要模拟的失效仍然存在，车辆在静止状态下关闭点火开关又重新打开后，失效报警信号应立即重新点亮；
- b) 进行1次测试，1次成功。

5.1.2.4 系统解除性能

5.1.2.4.1 同车道加速测试场景

被试车辆与目标车辆分别以 (35 ± 2) km/h和 (50 ± 2) km/h 的车速在同一车道上行驶。如图 5 所示。

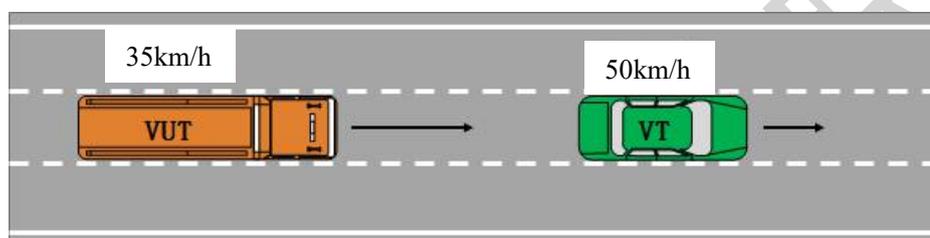


图5 同车道加速试验场景

5.1.2.4.2 测试方法

- a) 对安装有 AEBS 解除装置的车辆，将点火（启动）开关置于“点火”（运行）位置并解除 AEBS，检查报警信号是否点亮。将点火（启动）开关置于“关闭”位置。然后再次将点火（启动）开关置于“运行”位置，确认此前曾点亮的报警信号是否点亮。如果点火（启动）系统通过钥匙启动，则应在全程未拔出钥匙的条件下进行上述操作。
- b) 系统正常工作时，目标车辆以 (50 ± 2) km/h 的速度开始加速，当被试车辆与目标车辆距离超过 120m 时，被试车辆应自动解除 AEBS。除为防止车辆方向偏离对转向进行轻微调整外，试验中不应应对试验车辆进行任何调整。

5.1.2.4.3 测试要求

系统应满足如下要求：

- a) AEBS可允许调度员或智能车管平台中断预警阶段；
- b) AEBS应保证调度员或智能车管平台能够中断紧急制动阶段；
- c) 车辆解除AEBS时应满足下列的要求：
 - 1) AEBS应在车辆点火时自动恢复至正常工作状态；
 - 2) AEBS功能解除以后，应采用符合GB 4094规定的常亮的光学报警信号向调度员报警。
- d) 进行1次测试，1次成功。

5.1.2.4.4 同车道转弯测试场景

被试车辆与目标车辆分别以 (35 ± 2) km/h 和 (10 ± 2) km/h 的车速在同一车道上行驶。如图 6 所示。

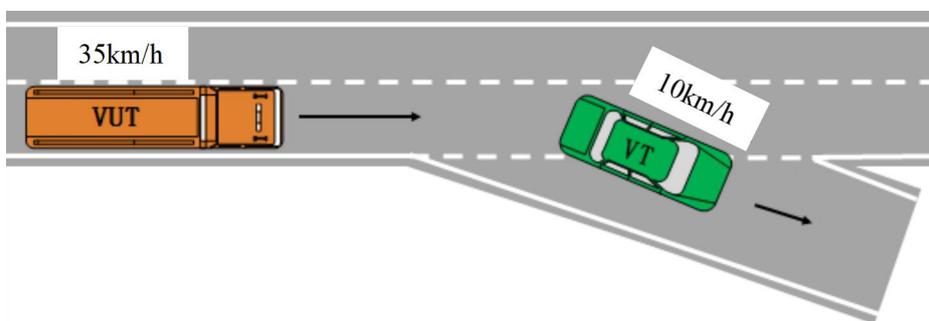


图6 同车道转弯测试场景

5.1.2.4.5 测试要求

- a) 当AEBS制动正在工作时，目标车辆路口转弯，超出雷达监测范围后，被试车辆应自动解除 AEBS；
- b) 进行1次测试，1次成功。

5.1.2.5 行人紧急制动测试

5.1.2.5.1 测试场景

测试开始时，测试车辆沿规划的车道中心线加速到35km/h，并保持一段距离，B-B为自车的车道中心线。同时控制行人系统从测试车辆左侧距离测试车道中心线5.5米远处沿A-A 路径运动，其中F=1.0m为行人的加速距离。L 点为主车与行人的碰撞点。如图7 所示。

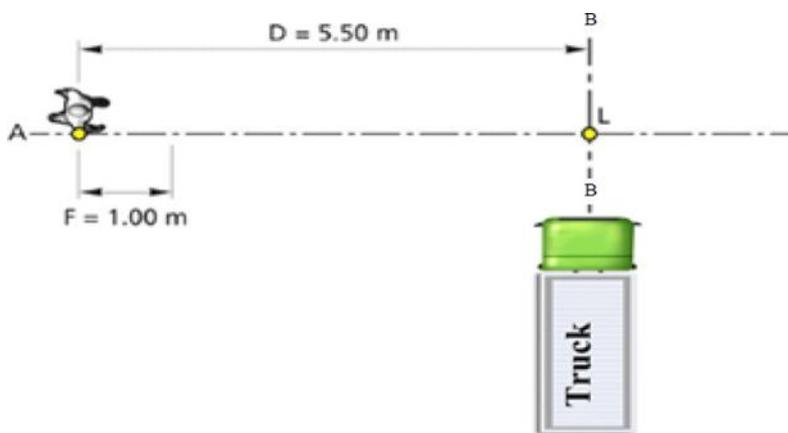


图7 针对行人紧急制动测试

5.1.2.5.2 测试要求

行人应达到 8km/h 的速度。若自车 AEBS 系统自动刹停或发生碰撞，则测试结束。

试验有效性要求如下：

- a) 自车速度应保持在 $\pm 2\text{km/h}$ 的误差范围内；
- b) 行人运动速度应保持在 $\pm 1\text{ km/h}$ 的误差范围内；
- c) 自车的中心线的偏差不应超过自车宽度的 $\pm 20\%$ 。试验通过标准如下：
- d) 自车AEBS应该在TTC大于2.2s时发出预警；
- e) 自车AEBS碰撞时车速减少量应在20km/h以上；
- f) 进行3次测试，3次成功。

5.1.2.6 系统防止误响应性能

5.1.2.6.1 夹道测试场景

将两辆普通乘用车放置与被试车辆行驶方向相同的状态，两车内侧相距 4.5m，尾部对齐，如图8所示。

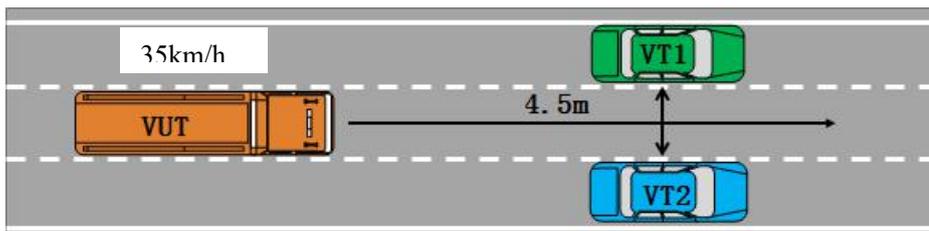


图8 夹道试验测试场景

5.1.2.6.2 夹道测试方法

被试车辆从至少 60 m 的以外开始以 (35 ± 2) km/h 的恒定速度从两辆静止的车辆中间通过。除为防止车辆方向偏离对转向进行轻微调整外，试验中不对试验车辆进行任何调整。

5.1.2.6.3 夹道测试要求

- a) AEBS不应发出碰撞预警，也不应启动紧急制动阶段；
- b) 进行1次测试1次成功。

5.1.2.7 弯道横向目标识别测试

5.1.2.7.1 测试场景

该测试在曲率半径为250m 的弯道上进行。此测试必须动态进行，自车、邻车道前车和目标车辆以10km/h 的速度同向行驶。如图9所示。

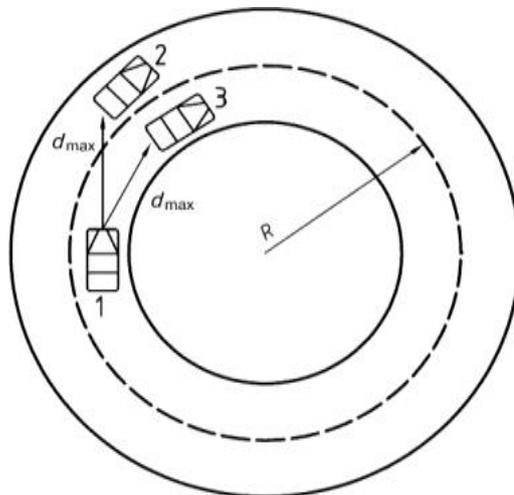


图 9 弯道横向目标识别测试场景

5.1.2.7.2 测试方法

自车和目标车在同一车道内行驶，邻车道前车在目标车辆外侧车道行驶，且车间距离不会触发预警。

5.1.2.7.3 测试要求

测试开始后，邻车道前车减速至30km/h 以下，在自车超过临车道前车的过程中系统不应报警且不执行制动。然后目标车辆减速至自车能发出碰撞报警的速度。当自车TTC 小于等于 1.89s 时未报警，则测试结束。

试验有效性要求如下：

- a) 测试开始前，3 台试验车辆速度应保持在 35 ± 3 km/h 范围内，至少 2s；
- b) 测试开始后到试验结束前，主车速度应稳定在 ± 3 km/h 误差范围内。试验通过标准如下：
- c) 在自车超过邻车道前车的过程中系统不应报警且不执行制动；
- d) AEBS 系统应在 TTC 大于 1.89s 之前发出报警；
- e) 进行1次测试1次成功。

5.1.3 并道与超车试验

5.1.4 并道

5.1.4.1 相邻车道无车并道

5.1.4.1.1 测试场景

测试道路为至少包含两条车道的长直道。测试车辆匀速行驶，且相邻车道无干扰车辆。如图10所示。

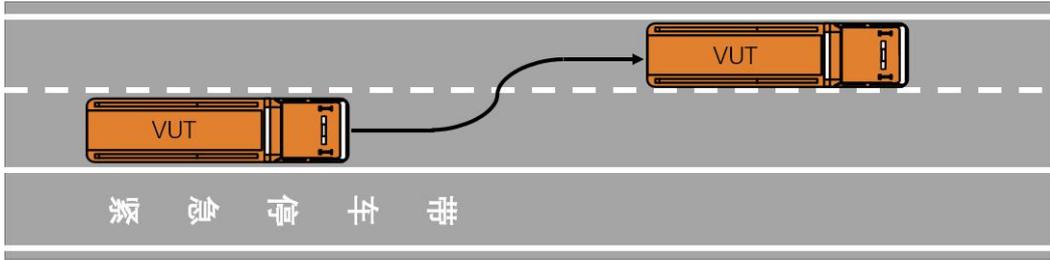


图10 相邻车道无车并道测试场景

5.1.4.1.2 测试方法

测试车辆在自动驾驶模式下以30km/h 的速度沿车道中间匀速行驶，测试车辆开启系统。

5.1.4.1.3 测试要求

- 测试车辆应能开启正确转向灯，并在转向灯开启至少 3s后开始转向。
- 测试车辆从开始转向至完成并入相邻车道动作的时间不大于5s。
- 完成并道后正确关闭转向灯。
- 向左或者向右并道各进行 3 次测试3次成功。

5.1.4.2 相邻车道测试车辆后方有车并道

5.1.4.2.1 测试场景

测试道路为至少包含两条车道的长直道。测试车辆匀速行驶，在相邻车道内，测试车辆的后方区域存在目标车辆行驶，且目标车辆与测试车辆车间时距较长，如图11所示。

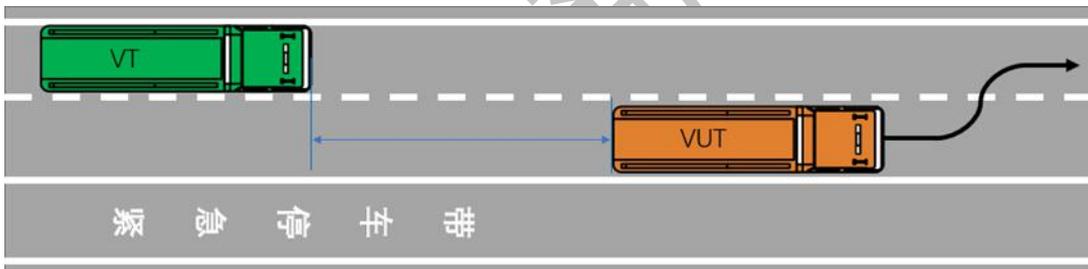


图11 相邻车道测试车辆后方有车并道

5.1.4.2.2 测试方法

测试车辆在自动驾驶模式下，以30km/h 的速度在车道中间匀速行驶。相邻车道内目标车辆在测试车辆后方区域内以行驶，测试车辆开启系统。

5.1.4.2.3 测试要求

- 测试车辆应能正确检测目标车辆的位置、速度及加速度，并计算碰撞时间。
- 若碰撞时间 $\geq 7.5s$ ，测试车辆执行并道。
- 测试车辆应能开启正确转向灯，并在转向灯开启至少3s后开始转向；
- 测试车辆从开始转向至完成并入相邻车道动作的时间不大于 5s。
- 完成并道后正确关闭转向灯。
- 向左或者向右并道各进行 3 次测试3次成功。

5.1.4.3 相邻车道测试车辆后方有车并道

5.1.4.3.1 测试场景

测试道路为至少包含两条车道的长直道。测试车辆匀速行驶，在相邻车道内，测试车辆的后方区域存

在目标车辆行驶，且目标车辆与测试车辆车间时距较短，如图12所示。

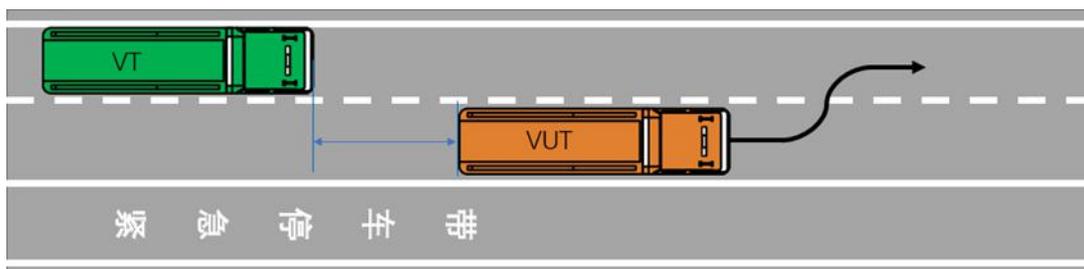


图12 相邻车道测试车辆后方有车并道

5.1.4.3.2 测试方法

测试车辆在自动驾驶模式下，以30km/h 的速度在车道中间匀速行驶。相邻车道内目标车辆在测试车辆后方区域内以行驶，测试车辆开启系统。

5.1.4.3.3 测试要求

- 测试车辆应能正确检测目标车辆的位置、速度及加速度，并计算碰撞时间。
- 若碰撞时间 $<7.5s$ ，系统应发出警告，且不发出并道指令。
- 向左或者向右并道各进行3次测试3次成功。

5.1.4.4 测试车辆前方有车并道相邻车道无车

5.1.4.4.1 测试场景

测试道路为至少包含两条车道的长直道。测试车辆匀速行驶，测试车辆前方区域存在目标车匀速行驶，在相邻车道无车，如图13所示。

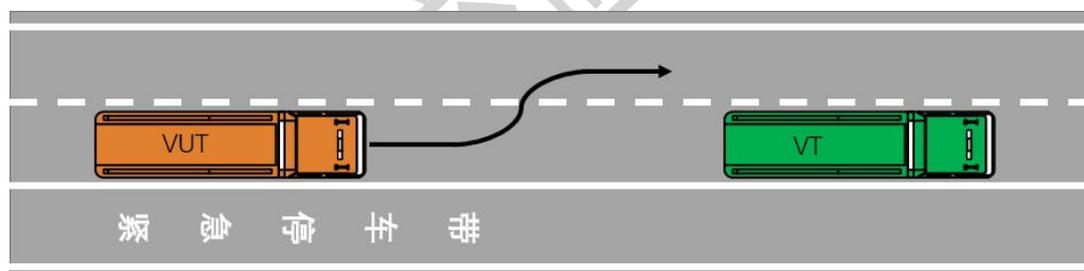


图13 测试车辆前方有车并道相邻车道无车

5.1.4.4.2 测试方法

测试车辆在自动驾驶模式下，以 30km/h 的速度在车道中间匀速行驶。目标车辆在测试车辆前方区域正常行驶，测试车辆开启系统。

5.1.4.4.3 测试要求

测试车辆应能正确检测目标车辆的位置、速度及加速度，并计算碰撞时间。

- 若碰撞时间 $\geq 7.5s$ ，测试车辆执行并道。
- 测试车辆应能开启正确转向灯，并在转向灯开启至少 3s 后开始转向；
- 测试车辆从开始转向至完成并入相邻车道动作的时间不大于 5s。
- 完成并道后正确关闭转向灯。
- 若碰撞时间 $<7.5s$ ，系统应发出警告，且不发出并道指令。
- 向左或者向右并道各进行3次测试，3次成功。

5.1.4.5 测试车辆前方有车并道相邻车道有车

5.1.4.5.1 测试场景

测试道路为至少包含两条车道的长直道。测试车辆匀速行驶，测试车辆前方区域存在目标车1正常行驶，在相邻车道内存在目标车辆2正常行驶，如图5所示。

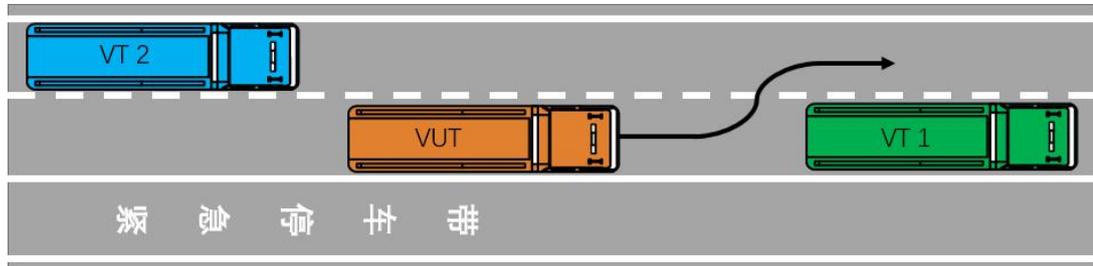


图14 测试车辆前方有车并道相邻车道有车

5.1.4.5.2 测试方法

测试车辆在自动驾驶模式下,以30km/h 的速度在车道中间匀速行驶。目标车辆1在测试车辆前方区域正常行驶,目标车辆2在测试车辆后方区域正常行驶,测试车辆开启系统。

5.1.4.5.3 测试要求

- a) 测试车辆应能正确检测目标车辆的位置、速度及加速度,并计算碰撞时间。
- b) 若碰撞时间 $\geq 7.5s$,测试车辆执行并道。
- c) 测试车辆应能开启正确转向灯,并在转向灯开启至少3s后开始转向;
- d) 测试车辆从开始转向至完成并入相邻车道动作的时间不大于5s。
- e) 完成并道后正确关闭转向灯。若碰撞时间 $< 7.5s$,系统应发出警告,且不发出并道指令。
- f) 向左或者向右并道各进行3次测试3次成功。

5.1.4.6 前方车道减少

5.1.4.6.1 测试场景

测试道路为至少包含两条车道的长直道,在车道减少位置的前方50m处存在指示标志牌。测试车辆初始行驶于最右侧车道内,在相邻车道内存在目标车辆,并以相同速度匀速行驶如图5。

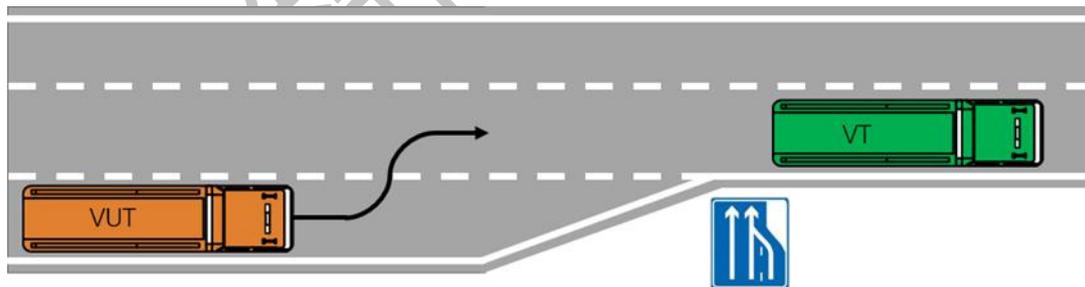


图15 前方车道减少测试场景

5.1.4.6.2 测试方法

测试车辆在自动驾驶模式下,在距离车道变少指示标志牌200m前达到30km/h的车速,并沿车道中间匀速驶向车道变少指示标志牌,相邻车道内目标车辆在测试车辆前方10m至测试车辆后方10m的区域内以相同速度匀速行驶,如果测试车辆无并道操作,则调度员应及时接管车辆。

5.1.4.6.3 测试要求

- a) 测试车辆应能正确检测目标车辆的位置、速度及加速度,并计算碰撞时间。

- b) 系统应能通过加速或减速方式避让目标车辆，确保碰撞时间 $\geq 7.5s$ 来完成并道。
- c) 测试车辆应能开启正确转向灯，并在转向灯开启至少3s后开始转向。
- d) 测试车辆从开始转向至完成并入相邻车道动作的时间不大于 5s。
- e) 完成并道后正确关闭转向灯。

5.1.5 超车

5.1.5.1 双车道及以上超车

5.1.5.1.1 测试场景

测试道路为至少包含两条车道的长直道，中间为白色虚线。测试车辆稳定行驶，系统以适当方式向测试车辆发出超车指令，如图6。

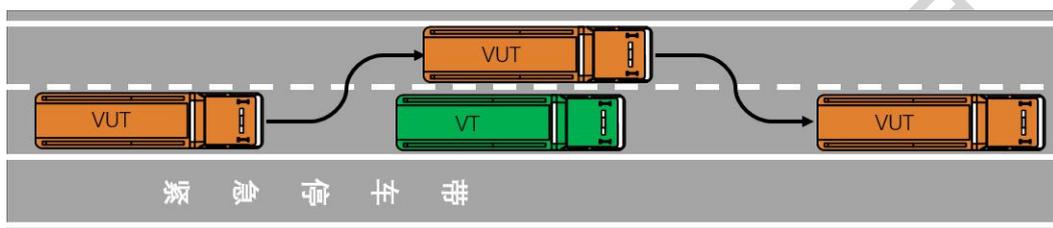


图16 双车道及以上超车

5.1.5.1.2 测试方法

测试车辆在自动驾驶模式下以 35km/h 的速度接近目标车辆，目标车辆正常行驶，以适当方式向测试车辆发出超车指令。

5.1.5.1.3 测试要求

- a) 若碰撞时间 $< 7.5s$ ，测试车辆不得执行超车动作。
- b) 若碰撞时间 $\geq 7.5s$ ，测试车辆可执行超车动作，且需正确开启转向灯至少3s后开始转向。
- c) 测试车辆完成并道超车返回本车道后，需保持在车道中心行驶。
- d) 测试车辆在超车过程中不得与目标车辆发生碰撞，且不得影响目标车辆正常行驶。

5.1.5.2 单车道超车

5.1.5.2.1 测试场景

测试道路为单车道的长直道，中间为白色虚线。测试车辆稳定行驶，系统以适当方式向测试车辆发出超车指令，如图8。

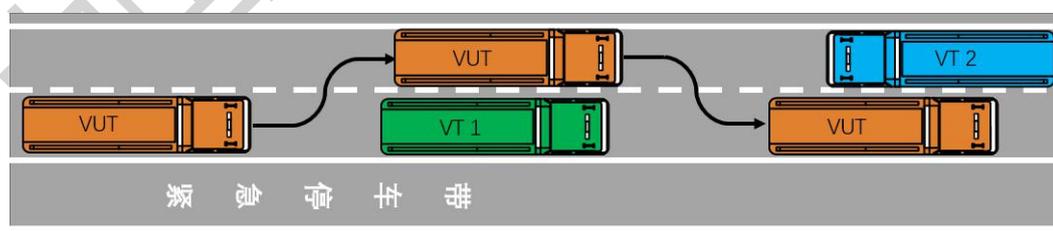


图17 单车道超车测试场景

5.1.5.2.2 测试方法

5.1.5.2.3 测试车辆在自动驾驶模式下以 35km/h 的速度接近目标车辆，目标车辆以 20km/h 的车速正常行驶，以适当方式向测试车辆发出超车指令。

5.1.5.2.4 测试要求

T/ITS 0147.4-2021

- a) 若碰撞时间 $<7.5s$, 测试车辆不得执行超车动作;
- b) 若碰撞时间 $\geq 7.5s$, 测试车辆可执行超车动作, 且需正确开启转向灯至少 $3s$ 后开始转向;
- c) 测试车辆完成并道超车返回本车道后, 需保持在车道中心行驶;
- d) 测试车辆在超车过程中不得与目标车辆发生碰撞, 且不得影响目标车辆正常行驶。

5.2 定点停靠、起步

5.2.1 测试场景

测试道路为至少包含两条车道的长直道。测试车辆匀速行驶, 测试车辆侧方区域存在港口装卸机械设备等机械设备或车辆。

5.2.2 测试方法

测试车辆在自动驾驶模式下, 以 $35km/h$ 的速度在车道中间匀速行驶。测试车辆接收指令, 在到达测试区域时减速, 停车, 并判断测试车辆定位系统并可以微调车辆姿态。进行 3 次测试。

5.2.3 测试要求

- a) 测试车辆接收指令。
- b) 测试车辆应能正确检测车辆的位置、速度及加速度。
- c) 测试车辆应能根据要求正确判断停车位置。
- d) 测试车辆停车位置误差 $\pm 5\text{ cm}$ 。
- e) 测试车辆停车航向误差 $\pm 0.3^\circ$ 。
- f) 测试车辆精准定位、停车、起步成功后应以视觉、听觉等方式提示。

5.3 自适应行驶

5.3.1 测试场景

测试道路为至少包含两条车道的长直道。测试车辆匀速行驶, 测试车辆侧方区域存在港口装卸机械设备等机械设备或车辆。

5.3.2 测试方法

测试车辆在自动驾驶模式下, 以 $35km/h$ 的速度在车道中间匀速行驶。测试车辆接收指令, 在到达测试区域时减速, 停车, 并判断测试车辆定位系统并可以微调车辆姿态。进行 3 次测试。

5.3.3 测试要求

在无人驾驶集装箱车自适应行驶时至少满足如下 要求:

- a) 在路径规划下, 行驶过程中与规划路线偏差 $\pm 20\text{cm}$;
- b) 在 T/十字型路口无人驾驶集装箱车与横向行驶集装箱车间距离不小于 0.5 安全距离;
- c) 岸桥、拆装扭锁站下车辆跟车距离不小于 3 安全距离;
- d) 轮胎吊堆场内作业车辆跟车距离不小于 14 安全距离;
- e) 堆高机堆场内作业车辆跟车距离不小于 18 安全距离;

5.4 路径规划

模拟给智能车管平台发送调度任务, 监测“路线规划”应用运行情况, 核查车辆接收运载任务信息及行驶线路信息的有效性和合理性。

中国智能交通产业联盟
标准
港口无人驾驶集装箱卡车性能和测试方法第4部分：车辆测试和试验方法
T/ITS 0147.4-2021

北京市海淀区西土城路8号（100088）
中国智能交通产业联盟印刷
网址：<http://www.c-its.org.cn>

2021年12月第一版 2021年12月第一次印刷