

团 体 标 准

T/ITS 0175-2021

基于车路协同的自动驾驶实车在环测试系统 通用要求

Cooperative vehicle infrastructure system based Vehicle-In-the-Loop test system for
autonomous vehicles – General requirements

2021-12-07 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

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语、定义和缩略语..... 1

 3.1 术语和定义..... 1

 3.2 缩略语..... 2

4 系统组成和功能要求..... 2

 4.1 系统组成..... 2

 4.2 功能要求..... 3

5 数据交互流程..... 4

 5.1 测试场景数据下发..... 5

 5.2 测试过程控制..... 5

 5.3 测试车辆状态上报..... 5

6 系统工作流程..... 6

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。

本文件由中国智能交通产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：

腾讯云计算（北京）有限责任公司、交通运输部公路科学研究院、中国信息通信研究院、长沙智能驾驶研究院有限公司、上海临港智能网联汽车研究中心有限公司、中国汽车工程研究院股份有限公司、上海淞淞智能汽车科技有限公司、深圳市未来智能网联交通系统产业创新中心、重庆长安汽车股份有限公司、北京新能源汽车股份有限公司、北京汽车研究总院有限公司、上海汽车集团股份有限公司、宁波吉利汽车研究开发有限公司、中国联合网络通信有限公司、中国电信集团、高新兴科技集团股份有限公司、北京航空航天大学、同济大学、湖南大学、东南大学、中兴通讯股份有限公司、上海图森未来人工智能科技有限公司、电信科学技术研究院有限公司、北京聚利科技股份有限公司、北京四维图新科技股份有限公司、华人运通（江苏）技术有限公司、北京地平线信息技术有限公司、广州市埃特斯通讯设备有限公司、山东高速信息集团有限公司、北京百度智行科技有限公司、北京滴滴无限科技发展有限公司、英特尔中国研究院、湖南湘江智能科技创新中心有限公司、辽宁艾特斯智能交通技术有限公司、北京赛目科技有限公司、华录易云科技有限公司

本文件主要起草人：

张卓筠、张云飞、雷艺学、汪林、张一鹏、李振华、李文亮、高金、康陈、廖臻、孙驰天、刘思杨、张长隆、戴金钢、刘建泉、汪大明、吴海飞、周安伍、牛雷、杨良义、张强、郑雪松、周明、王博、郑楠、周志敏、曹增良、李宏枫、曹晓钧、高吉、赵淑婧、钟微微、童利华、张军、邱佳慧、林晓伯、熊小敏、宋菲、许玲、陈晓、张慧、杨天、李阳龙、秦洪懋、毕欣、马万经、陈子轩、边有钢、张慧、徐勇、吴楠、张民岗、储林波、裴静、黄小岛、张伟、郝文江、彭伟、王鲲、高红、朱倩影、张冬晖、杨静、石亦磊、刘高、曲喆、李英、才智、薛晓卿、夏晓敬、胡满江

基于车路协同的自动驾驶实车在环测试系统 通用要求

1 范围

本文件规定了基于车路协同的、面向高等级自动驾驶的实车在环测试系统的系统组成、功能要求、数据交互要求以及系统工作流程。

本文件适用于基于车路协同的自动驾驶实车在环测试系统的搭建以及自动驾驶车辆在具备车路协同能力的封闭场地进行实车在环测试。

2 规范性引用文件

本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。

T/ITS 0101-2019 自动驾驶商用汽车测试场建设及自动测试规范

T/ITS 0133 基于车路协同的自动驾驶实车在环测试系统 应用数据交互信息集

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

V2X

车载单元与其他设备通讯，包括但不限于车载单元之间通讯、车载单元与路侧单元通讯、车载单元与行人设备通讯和车载单元与网络之间通讯。

[来源：YD/T 3709-2020, 3.1.1]

3.1.2

车载单元 on-board unit

安装在车辆上的可实现V2X通讯，支持V2X应用的硬件单元。

[来源： T/ITS 0058-2017， 3.1.5]

3.1.3

路侧单元 road side unit

安装在路边的可实现V2X通讯，支持V2X应用的硬件单元。

[来源： T/ITS 0058-2017， 3.1.6]

3.1.4

实车在环测试系统 Vehicle-In-the-Loop test system

将完整的车辆系统嵌入仿真回路之中进行的仿真测试系统。

[来源： T/ITS 0133-2020， 3.1.4]

3.1.5

测试车辆 vehicle under test

为进行自动驾驶汽车道路测试申请、按本文件要求进行自动驾驶功能测试的自动驾驶车辆。

[来源： T/ITS 0101-2019， 3.1， 有修改]

3.1.6

测试场景 test scenario

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

[来源： T/ITS 0101-2019， 3.5]

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件

OBU：车载单元（On-board Unit）

RSU：路侧单元（Road Side Unit）

V2X：车载单元与其他设备通讯（Vehicle to Everything）

VIL：实车在环（Vehicle-In-the-Loop）

4 系统组成和功能要求

4.1 系统组成

基于车路协同的自动驾驶实车在环测试系统包括仿真测试平台、路侧通信子系统、测试车辆（包含车载单元（OBU））。该系统通过建立仿真测试平台与真实场地测试车辆之间的双向交互，实现虚实结合闭环自动化测试。

注：自动驾驶汽车测试场建设可参照ITS/T 0101-2019，本文件不对测试场地和虚拟测试场景的设计进行限定。

该系统组成架构图如图1所示。

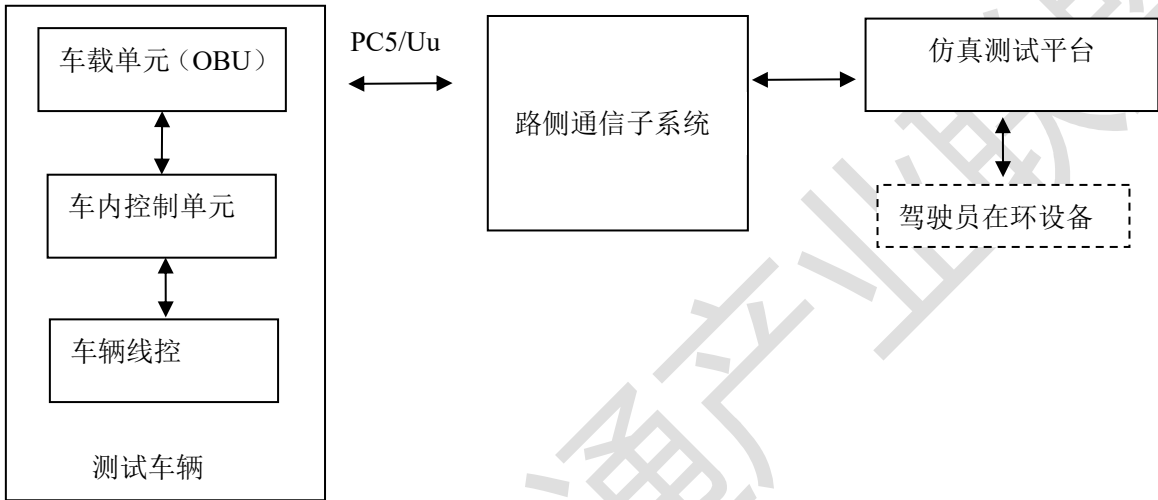


图1 系统组成架构

4.2 功能要求

4.2.1 仿真测试平台

本系统的仿真测试平台具备如下功能：

- 应支持将真实的物理测试场地和环境映射成虚拟的仿真测试场地和环境；
- 应支持测试场景建模、监控及仿真，对测试场景进行视景模拟时，可自动运行也可以人工干预运行状况；
- 应支持根据虚拟测试场景，生成测试场景的配置数据；
- 应支持对测试过程的控制，包括测试过程的启动和停止；
- 应支持发送测试场景配置数据的初始化数据和更新数据、以及测试过程的控制消息；
- 应支持接收测试车辆上报的实时状态信息；

- 应支持对测试车辆响应情况进行记录、保存和评估，并生成测试报告；
- 应支持对多辆测试车辆同时进行在环测试；
- 可支持外接驾驶员在环设备，对测试场景进行实时人工控制；
- 可支持根据测试场景驱动测试用的其他装置，如具备驱动系统的测试用的假人或假车等。

4.2.2 路侧通信子系统

本系统的路侧通信子系统实现测试车辆和仿真测试平台的通信连接，可以通过路侧单元（RSU）或者 4G/5G 通信网络来实现。本文件后续的功能和数据交互要求均以路侧单元（RSU）作为路侧通信子系统的情况来进行要求和阐述。

RSU 应具备如下功能：

- 支持广播传输方式与车辆进行直连链路短程通信；
- 支持通过有线网络与仿真测试平台通信；
- 支持把从仿真测试平台接收的测试场景相关信息和测试过程控制信息通过 V2X 消息传递给测试车辆；
- 支持从测试车辆接收车辆状态上报的 V2X 消息，并把测试车辆的状态等数据回传给仿真测试平台；
- 路侧单元和测试车辆之间的 V2X 消息符合 T/ITS 0133 的规定。

4.2.3 测试车辆

本系统的测试车辆是真实的自动驾驶实车，具备如下功能：

- 应至少包含 OBU、车内控制单元、线控系统功能模块，并具有定位功能。其中，OBU 为测试车辆提供通信能力，是车路交互信息集的交互通道；
- 可具备所需的其它车载感知设备（如激光雷达、摄像头、毫米波雷达等），以及融合感知系统等。

5 数据交互要求

5.1 测试场景数据下发

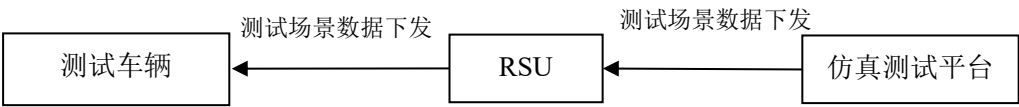


图2 数据交互流程-测试场景数据下发

图1所示系统中，仿真测试平台根据测试场景要求生成虚拟测试场景的配置数据，并将该虚拟测试场景配置数据发送给RSU；RSU根据该虚拟测试场景配置数据通过V2X消息发送给测试车辆。测试场景数据下发的数据交互流程如图2所示。

- 该流程可用于初始化虚拟测试场景数据的下发，或者虚拟测试场景数据的更新；
- 可支持测试场景更新数据的周期性发送或者临时发送；
- 该流程中涉及到的虚拟测试场景数据可包含交通参与者信息、道路交通信息、虚拟交通灯信息等。测试场景数据下发的V2X消息应符合T/ITS 0133的规定。

5.2 测试过程控制



图3 数据交互流程-测试过程控制

图1所示系统中，仿真测试平台将测试过程控制指令发送给RSU, RSU通过V2X消息发送给测试车辆。测试过程控制的数据交互流程如图3所示。

- 该流程可用于仿真测试平台控制实车在环测试过程的启动和停止；
- 测试过程控制的V2X消息应符合T/ITS 0133的规定。

5.3 测试车辆状态上报



图4 数据交互流程-测试车辆状态上报

图1所示系统中，测试车辆在测试执行过程中通过路侧单元RSU向仿真测试平台周期性报告其实时状态信息（例如，位置、速度等），宜同时上报其感知到的周围其他真实交通参与者的信息。测试车辆状态上报的数据交互流程如图4所示。

- 上报频率应不低于10Hz；
- 测试车辆状态信息的报告应伴随整个测试过程；
- 测试车辆状态上报的V2X消息应符合T/ITS 0133的规定。

6 系统工作流程

在搭建好完整的测试系统后，进行实车在环测试的整体工作流程示意图如图5所示。

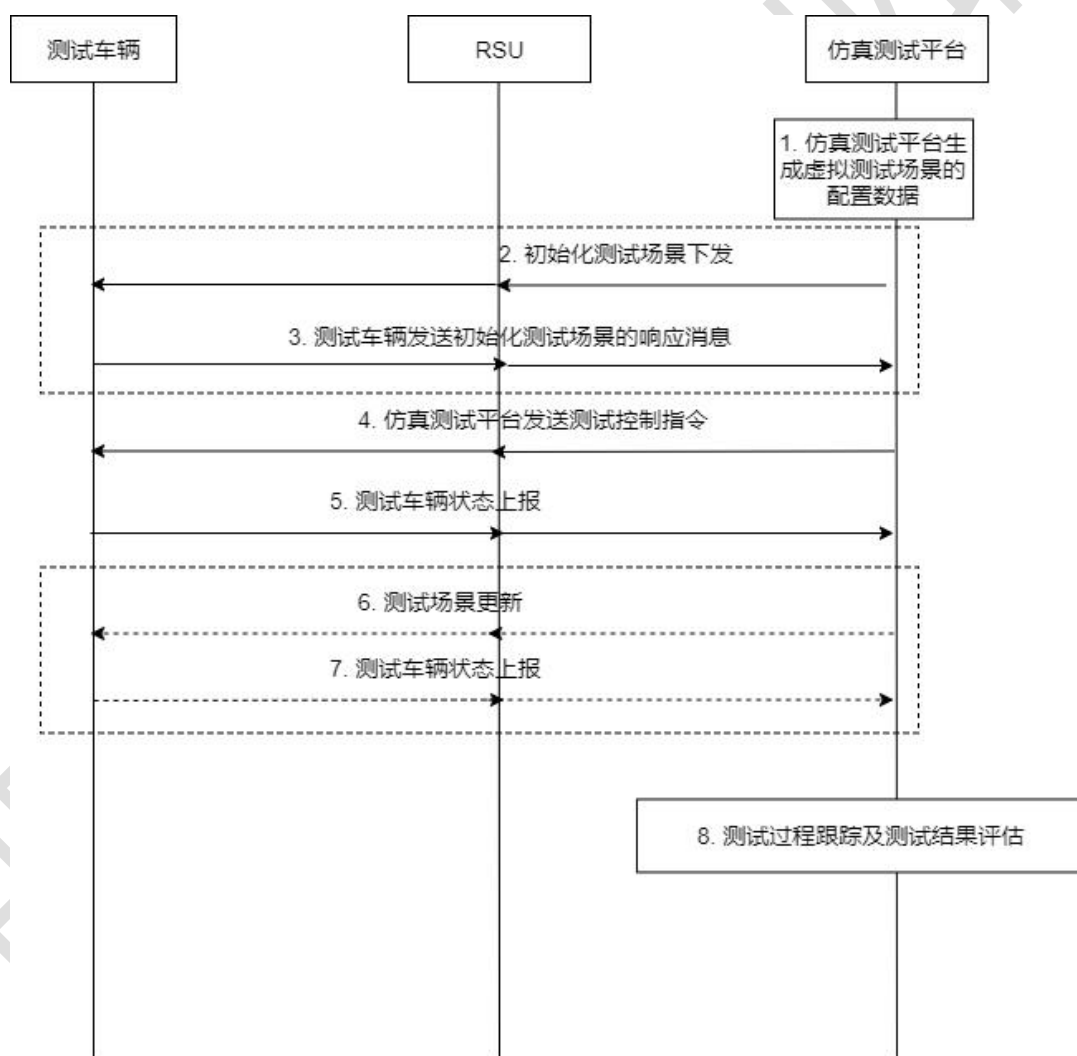


图5 系统工作流程示意图

如图5所示，本系统的工作流程如下：

- 1) 仿真测试平台生成虚拟测试场景的配置数据；

2) 在初始化测试场景配置阶段, 仿真测试平台将初始化测试场景的配置数据下发给RSU。RSU将初始化测试场景的配置数据通过V2X消息下发到测试车辆;

3) 测试车辆发送初始化测试场景配置的响应消息给RSU, RSU将该信息发送给仿真测试平台;

4) 在初始化测试场景配置阶段完成后, 仿真测试平台通过RSU向测试车辆发送测试过程控制指令(例如, 测试过程的启动), 控制测试过程的开始和结束;

5) 测试车辆在测试执行过程中通过RSU向仿真测试平台周期性报告其实时状态信息(例如, 位置等), 车辆状态信息的报告可以伴随着整个测试过程;

6) 根据测试场景的需求, 仿真测试平台在测试执行过程中通过路侧单元RSU向测试车辆下发临时更新或者周期性更新的测试场景(例如, 行人横穿马路);

注1: 根据测试场景需求, 测试场景临时更新的或者周期性更新的内容可以作为测试场景的增量内容下发给测试车辆。

注2: 本文件对测试场地中RSU的部署数量没有限制, 根据测试场景需求, 仿真测试平台下发测试场景可以通过其中的一个或多个RSU进行发送。

7) 测试车辆根据更新的测试场景, 周期性的通过RSU向仿真测试平台报告其实时状态信息;

8) 仿真测试平台在测试执行过程中, 实时跟踪分析测试车辆的状态, 综合评估测试车辆是否通过了当前场景下的测试, 并在测试过程结束后给出测试结果, 生成测试报告。

中国智能交通产业联盟

标准

基于车路协同的自动驾驶实车在环测试系统 通用要求

T/ITS 0175-2021

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