

无人驾驶汽车测试场总体设计方法及典型功能分区

孔令旗

[同济大学建筑设计研究院(集团)有限公司,上海市 200092]

摘 要: 针对无人驾驶汽车运行安全性测试的重要载体——无人驾驶汽车测试场,提出了测试场景研究-场景模型构建-基础设施需求-设施集成落地的总体设计方法,归纳总结了道路交通类场景、效率类场景、信息服务类场景、通信和定位能力类场景4类主要测试场景,给出了从模型构建到设施集成落地的基本方法。结合国内外行业技术标准,提出了城市街区、环道(含高速测试)、低等级公路、多功能测试区等典型功能分区。最后总结认为,无人驾驶汽车测试场作为一个新的工程设计类型,涉及车辆、通信、交通等多学科,其总体设计面临较大的不确定性和成长性,须紧跟各专业学科的新技术、新方向调整完善。

关键词: 无人驾驶;测试场;测试场景;总体设计;功能分区

中图分类号: U467.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)05-0031-02

0 引言

以谷歌为代表的互联网企业推动了近十年来无人驾驶汽车产业的发展,但作为一个公共交通产品,其安全性始终是互联网车企与传统车企,甚至是车企与政府之间争论的焦点,从而成为影响无人驾驶汽车真正走向普及的最大障碍。

借鉴传统汽车的汽车性能测试场,各国政府甚至头部车企都在打造自己的无人驾驶汽车测试场,在打消大众顾虑的同时也在争夺着产业的话语权。因此测试场的设计质量成为影响无人驾驶汽车安全性,甚至影响整个产业发展的重要因素,其中测试场的总体设计又是核心要素。

1 总体设计方法

做好测试场总体设计首先要回答3个问题:为什么要测试?测试什么内容?怎么样测试?根据国际标准化组织以及中汽联等机构发布的相关指引,无人驾驶汽车测试场首要任务是检测车辆运行的安全性,采用虚拟与现实相结合的测试手段,测试“车-路-环境”之间的运行状态,保证各测试主体互联、互通、可控。不同的测试主体,测试内容和要求必然有所区别。测试场的总体设计将遵循测试场景研究-场景模型构建-基础设施需求-设施集成落地的基本思路开展。

1.1 测试场景研究

测试场景的分类有多种,其中可以根据测试目的不同分为道路交通类、效率类、信息服务类、通信和定位能力类4种场景。

(1) 道路交通类场景

主要考虑车辆可能会遇到的各种典型道路交通状况,测试其智能化识别能力。主要场景有:对静(动)态设施的识别、预警和控制,车道保持和车道偏离预警,前向碰撞预警,紧急制动预警,连续(S型)变道辅助,同(反)向超车辅助,道路条件预警,限高(重、宽)提醒(隧道、高架),多路况下速度预警和控制,多路况下处置预警和控制,对信号灯的识别、预警和控制,交叉口转向辅助,无(有)信号灯交叉口通行辅助等。

(2) 效率类场景

从社会资源配置角度出发,考虑交通参与者整体效率达到最高。具体场景有绿波通行、交叉口信号配时优化、多模式信号优先(公交、卡车、紧急交通等)、车队协作通行、动态车道管理、车速引导等。

(3) 信息服务类场景

主要依托高清电子地图及精确定位系统,为车辆提供综合信息服务。主要场景有加油站引导、充电桩引导、地上(地下)智慧停车库信息引导等。

(4) 通信和定位能力类场景

主要考虑在通信受干扰等情况下车辆的自动驾驶及精准定位能力。主要场景有隧道测试、林荫道测试、定位精度测试等。

1.2 模型构建及基础设施需求

场景模型构建需要深度解析测试场景原理,围绕

收稿日期:2020-12-03

作者简介:孔令旗(1978—),男,硕士,高级工程师,主要从事道路交通设计、咨询与研究工作。

信息流的传输过程,描述车-车、车-路、车-环境之间信息的采集、处理、发布流程。例如协作式车队管理(见图1),场景可以构建为:城市路网中,通过摄像头、DSRC(专用短程通信技术 Dedicated Short Range Communication)设备实时获取高密度的车辆状态,同时通过路侧处理器、AP(无线访问接入点 Wireless Access Point)等实时处理(通过既定的速度模型、交叉口信号配时模型),交换各种信息,再通过DSRC、AP设备将处理好的数据传递给车辆、信号机,高密度车辆按指令规定速度行驶、变道甚至超车,信号机按照指令指挥交通,最终提高路段及交叉口的整体运行速度和通行能力。

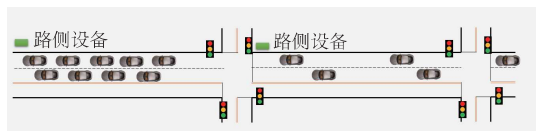


图1 协作式车队管理示意图

针对以上场景,道路基础设施需要有单向车道数不小于两车道路,信号灯交叉口连续数量不小于两个。智能交通路侧设施包括路侧处理器、AP、DSRC、信号机、摄像头等。

1.3 设施集成

每一个场景都可以构建一个模型,分析其基础设施需求清单,考虑到综合测试场场景较多,为节约测试场用地,提高测试效率,不可能为每一个测试场景设计单独的测试环境,因此需要对所有需求清单进行适当组合,在不影响测试效果的前提下,尽可能节约资源。通过对已有场景的分析,根据不同设施对场景布设的影响程度,优先考虑道路基础设施的整合,然后进行智能交通设施的整合。

2 典型功能分区

根据以上总体设计方法,对综合性测试场进行典型测试场景梳理,理清基础设施需求清单,结合国内外行业技术标准,合并归纳,形成典型功能分区,成为测试场总体设计成败的关键。

基于总体设计方法研究以及国内外多个测试场设计实例,建议一般综合性测试场可以分为城市街区、环道(含高速测试)、低等级公路、多功能测试区等典型功能分区。

2.1 城市街区

道路等级可以采用城市主干路、次干路、支路,根据测试基地规模采用不同的纵横道路架构(见图2),通过相对集中的城市路网架构,可以实现城市道

路的网级测试。城市道路断面的基本型式,可以采用可变侧分带、中分带实现一幅路到四幅路结构的灵活布置。车道数量可以根据需要将双向通行调整为单向通行(如双向两车道改为单向两车道),实现单方向车道数增加甚至翻倍。路侧处理器、信号灯、摄像头、AP、DSRC等智能交通设施原则上每个交叉口均布设。车道宽度采用3.25~3.5 m,设计车速取30~50 km/h,其他参数参考城市道路设计规范。

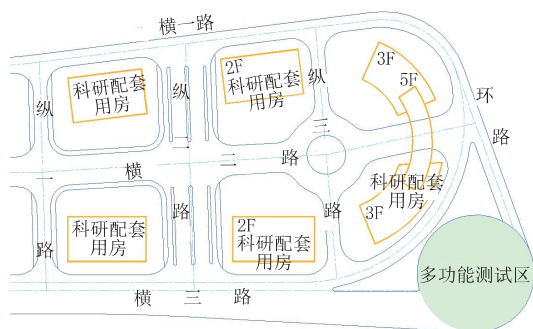


图2 城市街区测试区示意图

通过以上基础设施构建,基本能够完成城市道路区域的主要场景测试。

2.2 环道(含高速测试)

环道是提高测试效率的重要设施,同时也是实现车辆高速测试的好方法。环道的布设往往沿测试场地的用地边界或功能分区的外围设置,一般路线较长,容易形成高速测试环境,同时还可在环道上循环设置各种测试场景,提高测试效率。

如图3所示,同济-上汽智能网联汽车测评基地环道测试区处于城市街区与山区测试区外围,采用4车道(双向4车道,可根据需要灵活调整为单向4车道)与2车道组合设计,测试车速为40~80 km/h,车道宽度为3.5~3.75 m。环道既可以单独循环测试,也可以与其他功能分区联合测试。

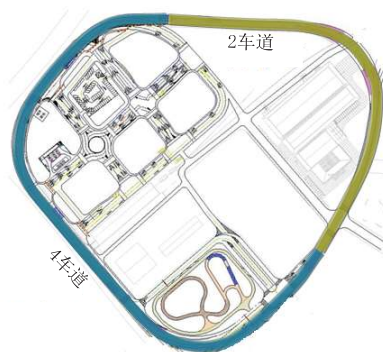


图3 同济-上汽智能网联汽车测评基地环道测试区

2.3 低等级公路

低等级公路的基础设施相对较差,给无人驾驶汽车的安全行驶带来更高挑战,也因此成为测试的

(下转第48页)

闪烁频率(次/min):55~75;

发光强度(CD):20~40;

适用低点:施工区段和起点以前。

(3)施工安全标志:提醒车辆、行人前方路段正在施工,需绕行或减速行驶。

5 其他施工注意事项

(1)施工时施工单位需要向交警部门申报,并且交通指挥人员必须协助交警管理部门搞好交通组织工作,确保交通安全畅通;

(2)采用统一的围挡,使施工作业现场安全、文明、美观;

(3)现场工作人员着装、施工机械、车辆应具有醒目的反光效果或反光装置;

(4)夜间施工作业范围、开挖好的基坑等部位悬挂上交通反光灯,配备足够的照明设备和安全警示标志;

(5)加强对施工作业人员的安全教育和意识教育;

(6)进入施工路段前的应设置标志牌且不少于2块,相应的围挡设施应安装牢固;

(7)过路管道施工应根据阶段施工情况适当安排工期组织交通,避免对交通通行产生较大影响;

(8)施工完毕后,拆除围挡等临时设施,撤销警示牌,保证道路通车顺畅;

(9)科学合理组织施工,降低节日期间施工对市民出行的影响;

(10)遵守深圳市有关市容卫生管理规定,尽量做到场地整洁,交通秩序良好;

(11)交通标志牌满足视距要求且清晰可见,交通标线需达到规范要求;

(12)交通指示牌的设置均不得占用车辆、行人的行驶空间;

(13)全路段急弯、水泥端头、车道指示器端头及危险处贴铝背基超强级反光膜。

6 结 语

总而言之,城市道路改建施工交通疏解方案是至关重要的,遵守交通疏解的设置原则,落实交通疏解方案,满足行车、行人出行需求,文明有序的施工,在保证安全、经济、适用、美观等各个方面要求的同时还能提高城市道路工程的施工质量。希望本次工程经验能够对类似城市道路交通疏解提供参考。

参考文献:

- [1] 史夕金,卞俊.轨道交通疏解道路设计研究[J].城市道桥与防洪,2019(5):5-8.
- [2] 高尚坤,隋毅.老城更新视角下的城市道路综合整治分析——以青岛市香港路整治提升设计为例[J].城市道桥与防洪,2019(8):61-63,109.
- [3] 吉金凤.提高市政道路工程质量措施[J].中国新技术新产品,2010(4):102.
- [4] 赖海兰.浅议市政道路工程施工方法与质量控制[J].江西建材,2014(24):212.
- [5] 刘家钦.市政工程道路施工质量控制标准及管理[J].中国标准化,2016(9):56-57.

~~~~~  
(上接第32页)

重要内容。目前,无人驾驶汽车测试场除了对公路基本性能进行测试,一般还兼顾对邻水、临崖等特殊路段的测试。

最高道路等级为二级公路,车道数为2车道,车道宽度为3.0~3.5 m,设计车速为20~60 km/h。

### 2.4 多功能测试区

多功能测试区是一个独立的测试区,像一个空白铺装场地,在智能网联汽车测试场中具有重要意义。这是因为作为技术迭代迅速的互联网汽车产业,需求层出不穷,变化较快,需要一个能够很容易自由组合各种测试场景的区域。从目前国内外各测试场实际情况看,该区域一般结合车辆回场或测试

车辆等候区等联合设置。如图2右下角区域的设计即为车辆回场与多功能测试区联合设计的一个典型案例。

## 3 结 语

无人驾驶汽车测试场作为一个新的工程设计类型,涉及车辆、通信、交通等多学科,目前互联网车企自我成长体系与政府提倡的社会整体效益优先体系之间存在不同的技术路线,因此测试场总体设计也面临较大的不确定性和成长性,要求设计师紧跟各专业学科的新技术、新方向,使用科学的总体设计方法,调整完善。