北京市自动驾驶车辆 道路测试报告



中关村智通智能交通产业联盟 北京智能车联产业创新中心

指导

北京市自动驾驶测试管理联席工作小组

致广大而尽精微

一、自动驾驶已从关键技术验证阶段进入产品和商业模式验证阶段

自 2017 年底,北京市首发自动驾驶道路测试政策以来,全国各地开放测试道路长度超过 5000 公里,公开报道的自动驾驶车辆道路测试里程累计近千万公里。从限制性道路测试到全时、全域道路测试,从普通道路测试到无人化(二阶段)、夜间专项技术测试,从技术测试到载人(三阶段)试运营测试,北京市自动驾驶近五年的实践表明,自动驾驶产业已经从关键技术验证阶段进入到产品和商业模式验证阶段。

2021年,工业和信息化部、公安部、交通运输部联合发布《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范(试行)》,支持自动驾驶技术示范应用。公安部启动《道路交通安全法》修订工作,为自动驾驶的规模化商用设立了法律环境。8月,工业和信息化部发布了《关于加强智能网联汽车生产企业及产品准入管理的意见》,从加强汽车数据安全、网络安全、软件在线升级、功能安全、产品安全管理以及企业保障措施等多方面提出要求,推动智能网联汽车产业高质量发展。交通运输部发布《交通运输领域新型基础设施建设行动方案(2021—2025年)》,推动交通运输领域新型基础设施建设。11月,交通运输部发布了《交通运输部办公厅关于组织开展自动驾驶和智能航运先导应用试点的通知》,聚焦自动驾驶、智能航运技术发展与应用,促进新一代信息技术与交通运输深度融合。全国各地也纷纷展开智能网联汽车自动驾驶产品化落地的尝试与探索,北京、广州、上海已经开始构建体系化的政策和标准,为自动驾驶产品化落地与商业化运营提供依据。

二、产业化落地应用示范进入深水区,政策、监管、示范规模、基础设施、场景、产品、商业模式等需要再升级

在自动驾驶道路技术测试阶段,相关政策、环境、管理等都可以在不涉及核心关键问题中找到 折中方案。在自动驾驶产品和商业模式的验证阶段,产业化落地应用示范进入深水区,在政策 上将很难找到上位法的支撑和中间地带,在监管上将遇到许多棘手且很难预测的新问题。面向 人设计的道路基础设施需要做数字化改造和自动驾驶的适配,场景与运营规模需要能证明产品 和商业模式的真正价值,产品需要考虑运营安全,面向场景进行设计和实现,云端脱困需要可靠的网络,需要路、云、网、图产业链生态的全面支持。

这个阶段,需要更为突破的先行先试的政策、更具智慧的监管、规模化区域级且具备数字化的 道路基础设施、高价值的场景、安全可靠的产品、可行的商业模式和较为完整的产业生态支撑等。

这个阶段不会一蹴而就。按照业内共识,这一阶段还需要三到五年时间。一旦突破,自动驾驶 产业将迎来高速发展。

三、推进自动驾驶技术评价体系向自动驾驶产品与服务评价体系的 转变,是实现高级别自动驾驶、无人驾驶的关键

随着高级别自动驾驶、无人驾驶示范的逐步深入,示范的场景、范围、产品形态越来越多样, 部署规模越来越大,混行交通环境下小概率事件的发生也成为必然,道路交通安全事故和事件 的发生难以避免,管理难度越来越大。

在这些必然的事故和事件中,有自动驾驶技术的长尾问题,但还有很多是因运营测试带来的新 问题。长尾问题通过技术不断迭代,道路基础设施、交通管理环境的改善,会逐步收敛。运营 测试的新问题, 其实质是自动驾驶产品与服务测试及管理模式带来的问题。

要最终实现高级别自动驾驶、无人驾驶的产业落地,自动驾驶道路测试需要从原来道路技术测 试的技术评价体系向产品与服务评价体系转变。需要建立自动驾驶产品与服务运营安全评价体 系、风险辨识和预警预报机制,从车、路、人、企、管五个方面来保障示范运营安全运行。在 车端,要进一步解决驾驶安全、信息安全、便捷性和舒适性的问题,更为重要的是要解决车与 运营安全相关的问题;加强车与乘客的交互能力,车辆的冗余设计和最小风险管理,行车安全 策略梳理和风险预控。在企业端,要建立规模化运营测试安全管理的制度、组织、支撑系统, 并形成最佳实践等等。

回顾过去,从《2018年:未来交通之路,从现在开始》、《2019年:砥砺奋进,不负韶华》、 《2020年:征途漫漫,唯有奋斗》到现在,北京市自动驾驶车辆道路测试年度报告进入第四个 年头,2021年是自动驾驶产业发展的关键年,也是自动驾驶产品和商业模式验证的元年。

向未来,致广大而尽精微。



目录

		北京市自动驾驶车辆道路测试报告 / 2021 🚻
	目录	
	致广大而尽精微	i
	一、概述	1
	1.1 政策持续落地	1
	1.2 标准完善升级	1
	1.3 测试环境建设情况	2
	1.4 道路测试与试运营测试情况	4
	1.5 道路测试安全情况	5
	二、封闭试验场测试情况	6
	2.1 测试概况	6
W. W.	2.2 基础功能测试	10
	2.3 试运营验证测试	14
	2.4 关键场景还原测试	
	三、道路测试	16
	3.1 测试概况	16
	3.2 试运营测试——载人测试	20
	3.3 道路测试关键脱离情况	21
	3.4 车辆道路测试交通安全	27
	北京智能车联产业创新中心介绍	34
	北京市自动驾驶道路测试大事记(2021 年	37
	A.	

1.1 政策持续落地

北京市自动驾驶测试管理联席工作小组持续贯彻"安全第一、有序创新"的工作原则,进一步落实《北 京市自动驾驶车辆道路测试管理实施细则(试行)》,深化专项技术测试和载人试运营测试。

2021年,北京市有1家企业10辆自动驾驶车辆进入无人化专项技术测试第二阶段,开放道路测试里程 累计 75933 公里, 其中传统驾驶位与车内其他驾驶位命令来源率为 0。有 43 车依据 JVCMAX116-01 《自动驾驶车辆道路测试能力评估内容与方法》技术标准完成夜间测试技术评测,取得了北京市自动驾 驶测试管理联席工作小组意见。北京市自动驾驶载人试运营测试规模化推进,具备载人测试资质的车辆 达到 124 辆,累计载人测试里程超过 251 万公里。

2021 年 4 月,北京成立了智能网联汽车政策先行区,开展自动驾驶出行服务的收费运营,推进自动驾 驶车辆商业化运营机制的先行先试。

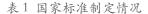
1.2 标准完善升级

在北京市交通委员会、北京市公安局公安交通管理局、北京市经济和信息化局、北京市科学技术委员会、 中关村科技园区管理委员会等部门支持和推动下, 北京市已经建立一整套较为完备的自动驾驶车辆技术 测试评价标准体系,涵盖了封闭试验场地、仿真测试平台、自动驾驶车辆技术评价、测试道路要求、数据 采集要求等多个方面。中关村标准化学会认定北京市多项自动驾驶相关团体标准为"中关村标准"。系列 团体标准经过多年实践验证,为自动驾驶产业提供科学支撑。

随着技术水平、产业需求、政策环境的持续迭代,标准也将不断升级。后续北京市将推动现有成熟的测试 标准向产品级标准转化,为智能网联汽车的产品化和规模化部署夯实基础。

中国合格评定国家认可委员会(CNAS)给予北京市团体标准充分认可,其中 T/MAX 116-01-2020《自 动驾驶车辆道路测试能力评估内容与方法》、T/CMAX 21001—2020《服务型电动自动行驶轮式车道路 测试能力评估内容与方法》、T/CMAX118-2019《场(厂)内专用自动驾驶纯电动小型巴士技术规范》 三项团体标准正式被 CNAS 采信。2020年,中国合格评定国家认可委员会(CNAS)依据此授予北京智 能车联产业创新中心(以下简称北京智能车联)为 CNAS 认可实验室。

2021年,北京市市场监督管理局授予北京智能车联中国计量认证(CMA)资质,持续助力北京市科学有 序推进智能汽车服务。公安部道路交通安全研究中心牵头与北京智能车联共同开展了《智能网联汽车道路 测试和示范应用宣传告知规范》研制工作,规定了智能网联汽车测试人员、交通参与者、社会公众告知提 示的标准要求。



标准发布形式	标准名称	标准状态	所属组织	牵头单位
	智能网联汽车 自动驾驶功能场地试验方法及要求	报批稿	汽标委	中汽中心
国家标准	智能网联汽车 自动驾驶功能道路试验方法及要求	征求意见稿	汽标委	中汽中心
	自动驾驶封闭测试场地建设技术要求	征求意见稿	ITS	公路院
	智能网联汽车运行安全测试环境技术条件 第1部分公共道路	征求意见稿	交标委	公安部交通管理 科学研究所

表2国际标准制定情况

标准发布形式	标准名称	标准号	标准状态	所属组织
	Road vehicles - Terms and definitions of test scenarios for automated driving systems	ISO 34501	DIS	ISO
	Road vehicles - Scenario-based safety evaluation framework for Automated Driving Systems	ISO 34502	DIS	ISO
国际标准	Road Vehicles-Taxonomy for operational design domain for automated driving systems	ISO 34503	WD	ISO
	Road Vehicles - Scenario attributes and categorization	ISO 34504	WD	ISO
	Road Vehicles - Evaluation of test scenarios for automated driving systems	ISO 34505	PWI	ISO

1.3 测试环境建设情况

2021年,北京市加大力度推进自动驾驶车辆道路测试环境建设,新开放大兴区、通州区两个行政区 27 条测试道路, 增开顺义区 51 条测试道路。截至 2021 年底, 北京市累计开放北京经济技术开发区、海淀 区、顺义区、房山区、通州区、大兴区6个区278条1027.88公里自动驾驶道路,测试道路长度较2020 年底(4区200条699.58公里)增加46.9%。

在原有通用技术测试的基础上,北京市推进专项技术测试的道路交通环境支撑。开放3个区(北京经济技 术开发区、海淀区、顺义区)82条423.26公里无人化专项技术测试道路;开放2个区(海淀区、顺义 区) 31条 190.92公里特殊天气(夜间、雨天、雾天、雪天)测试道路。2021年7月,北京市发展改革 委员会支持建设了车路协同自动驾驶北京市工程研究中心。"智慧的路"与"聪明的车"齐头并进,推 动人工智能 + 自动驾驶产业的快速发展。



图1北京市测试道路开放情况

1.4 道路测试与试运营测试情况

·道路测试情况¹

至 2021 年 12 月 31 日,有 16 家测试主体(含 8 家互联网测试主体,7 家主机厂、1 家地图厂商)共计 170辆车,参与北京市自动驾驶车辆通用技术测试。有1家厂商10辆车进入无人化测试第2阶段,主驾 和车内其他驾驶位接管率为 0。有 124 辆车开展了载人测试,有 43 辆车获得夜间测试通知书。

表 3 北京市测试牌照发放与道路测试里程情况

	2018年-2021年		
测试主体名称	累计道路测试 车辆数(辆)	累计道路测试 里程数(公里)	
北京百度网讯科技有限公司	4	3667021	
萝卜运力(北京)科技有限公司	124	- 3001021	
上海蔚来汽车有限公司	2	3515	
北京新能源汽车股份有限公司		235	
戴姆勒大中华区投资有限公司	4	926	
北京小马智行科技有限公司	7	171513	
腾讯大地通途(北京)科技有限公司	1	4157	
苏州滴滴旅行科技有限公司	2	1332	
奥迪(中国)企业管理有限公司	2	3615	
北京智行者科技有限公司	2	1403	
重庆金康新能源汽车设计院有限公司	1	0	
北京四维图新科技股份有限公司	1	1220	
丰田汽车研发中心(中国)有限公司	4	15022	
北京三快在线科技有限公司	1	464	
北京沃芽科技有限公司	9	40980	
北京汽车股份有限公司	5	291	
合计	170	3911694	

・试运营情况

2021年,北京市自动驾驶道路测试试运营测试进入规模化阶段,取得北京市自动驾驶测试管理联席工作 小组意见的载人测试车辆达到 124 辆,其中有 43 辆已经进入载人测试三阶段 2,76 辆为二阶段,5 辆为 一阶段。

|截至 2021 年底,北京市自动驾驶载人测试道路里程 251 万公里,超过 30 万人次参与载人试运营测试, 服务模式已经初见端倪。其中部分企业已开始在全国多个城市复制部署服务,技术与模式的可复制性与可 迁移性也将逐步得到验证。





图 2 北京市开放道路载人测试情况

2021年1月开始,萝卜运力与首钢园区合作开展封闭园区内的无人化测试,并于5月1日起在首钢园区 内开展无人化的载人试运营示范。首钢园区内无人化的载人示范里程达到 63409.94 公里, 载客数量达到 17433 人次。





图 3 首钢封闭园区无人化的载人试运营示范情况

1.5 道路测试安全情况

自动驾驶汽车应用的首要任务就是减少交通伤亡,提高道路交通安全。需要正视的是,自动驾驶不等于 0 事故,在人类驾驶汽车与自动驾驶汽车混行的很长时间里,交通事故依然是无法杜绝的。

截至 2021 年底, 北京市备案 7 起道路测试交通事故。从事故原因来看, 有 4 起为安全员不规范操作造 成,3 起为社会车辆违反交通规则造成。

则试管理实施细则(试行)》规定,载人测试一阶段测试需要配备测试驾驶员及工程师,测试志愿者仅限于 测试主体签订劳动或者劳务合同的人员;载人测试二阶段需要配备测试驾驶员及工程师,测试志愿者可向社会招募;载人测试三阶段需要配 武驾驶员,在载人测试志愿者书面同意的前提下可以不配备测试工程师,测试志愿者可面向社会招募。

二、封闭试验场测试情况



2021 年度,作为交通运输部认定的自动驾驶封闭场地测试基地,国家智能汽车与智慧交通(京冀)示范区亦庄基地(以下简称亦庄基地),为 20 余家国内外测试主体、科研院所、高等院校提供了测试服务,测试服务时长 3100 余小时,其中自动驾驶测试主体服务时长约 1800 小时,科技计划与产业服务支持约 1000 小时,自动驾驶系统及测试装备研发验证约 300 小时。封闭试验场内全年测试里程近 5.54 万公里,累计测试里程近 26 万公里。



图 4 亦庄基地测试服务概况

随着北京市自动驾驶政策的深化与自动驾驶关键技术的突破,自动驾驶车辆测试逐渐从封闭试验场技术验证阶段转向开放道路测试,再到规模化试运营阶段。

从北京市封闭试验场测试情况来看,2019年至2021年,在封闭试验场内持续开展自动驾驶车辆测试的测试主体有所减少,整体测试里程与时长出现降低趋势。首先,由于部分测试主体已经进入开放道路测试与规模化试运营测试阶段,对封闭试验场内基础性关键技术评价的测试需求降低;其次,随着技术迭代和产业升级,部分测试主体不再持续开展自动驾驶相关技术的测试验证。

在北京市自动驾驶测试管理联席工作小组、北京市科学技术委员会、中关村科技园区管理委员会的支持 下,亦庄基地持续开展"星火计划",为企业、科研院所、高等院校提供优惠测试服务,单元区域测试特 惠服务测试场地成本低至百元级。

在北京市科学技术委员会、中关村科技园区管理委员会的指导下,继续开展"X计划",组织北京市高校 相关专业学生进入亦庄基地科研实习,每年向符合条件的高校科研项目提供两免一减专业测试服务。

截至 2021 年底,通过"星火计划"和"X计划",北京智能车联已为中国信息通信研究院等 10 余家测试 主体、高校、科研团队提供了千余小时的优惠服务、节约研发资金达数千万元。



C-V2X 关键技术 大规模互联互通应用测试

中国信息通信研究院



第二阶段标准测试验证

中国信息通信研究院



智能网联电动微公交测试项目

交通运输部公路科学研究所



T/ITS 标准验证 《自动驾驶车辆决策安全保障系统 测试规程》

英特尔中国研究院

-自动驾驶方案成本降低

随着自动驾驶硬件国产化与配置方案升级,封闭试验场内开展测试的车辆出现自动驾驶方案成本降低趋 势。封闭试验场内某测试主体不同时期自动驾驶车辆的主要传感器信息如表 4。2018 年车辆使用 128 线 束或 64 线束的 velodyne 激光雷达, 而 64 线束 velodyne 激光雷达售价高达 50 余万元人民币; 2019 至 2020 年, 部分自动驾驶车辆开始使用 40 线束禾塞激光雷达; 2021 年, 40 线束禾塞激光雷达成为自 动驾驶车辆主要配置。据公开数据报道,百度与极狐合作的 Apollo Moon 车辆与自动驾驶套件整车成本 已降至48万元。

					11.4
		激光雷达品牌	激光雷达线数	毫米波雷达数量	相机数量
	第一阶段	velodyne	128、64	2	4 4
	第二阶段	velodyne+禾赛	64、40	3	9
N. A. Y.	第三阶段	禾赛	40	5	13

表 4 不同阶段自动驾驶传感器信息

自动驾驶车辆支持量产化车型增加

2021年, 封闭试验场内自动驾驶车辆支持量产化的车型不断增多, 如百度与一汽红旗合作的 Apollo 红 旗 E-HS3、百度与极狐合作的 Apollo Moon。自动驾驶车辆的车型量产化,能够减少自动驾驶测试主体 对已有车型的改装费用,降低生产成本,提升自动驾驶车辆的硬件可靠性。





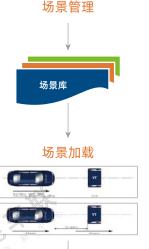
图 6 封闭试验场内自动驾驶支持量产化车型

全息交通场景库探索

为了更好地适应自动驾驶技术发展,北京智能车联积极推动新测试技术的研发,初步构建基于真实世界交 通场景的全息交通场景库(以下简称场景库)。当前自动驾驶车辆测试存在交通场景密度较低、类型单 一、边界场景缺乏、评价维度单一等问题,场景库从自然驾驶场景、事故场景、自动驾驶关键场景、标准 法规场景、仿真模拟器场景等多个层面构建人类驾驶场景库、自动驾驶场景库、标准法规场景库等多样化 的子场景库,以满足当前及未来自动驾驶产品全生命周期的测试与评价,为产品标准制定提供支持,共同 促进自动驾驶技术发展和落地。

虚实结合测试探索与实践

在测试技术创新方面,北京市科学技术委员会支持北京智能车联组织开展虚实结合测试技术研发。自动驾 驶行业龙头企业如百度等积极参与技术验证,目前,虚实结合技术已经在相关自动驾驶车型上得到了验 证。通过虚实结合自动驾驶测试技术研究与系统研发,结合全息交通场景库,建立包含边缘用例的测试场 景库,将真实世界元素和虚拟目标联动起来,通过在真实场地内虚拟注入交通目标,实现可重复的低成本 危险场景测试以及复杂场景测试,解决实际封闭试验场存在动态测试场景单一、多变量空间难于实现、高 风险测试场景损毁风险大、测试效率较低等问题,以及传统模拟仿真测试无法验证自动驾驶系统的感知、 控制层测试需求等问题,为自动驾驶安全测试提供新的快速测试技术与方法。



- 场景管理、场景加载、 车辆控制、设备调度、 结果分析全链条流程 自动化
- 智能化设备接入能力, 实现场景构建的 多元化及丰富性

测试调度及控制 (SccS)







数据分析

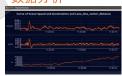


图 7 虚实结合测试系统

2.2 基础功能测试

自动驾驶车辆在进入开放道路测试前,须在封闭试验场内经过严格的系统级测试与整车测试,充分验证系统与车辆的稳定性和对典型交通场景解决能力,并经专家评估合格后,方可进入开放道路测试。

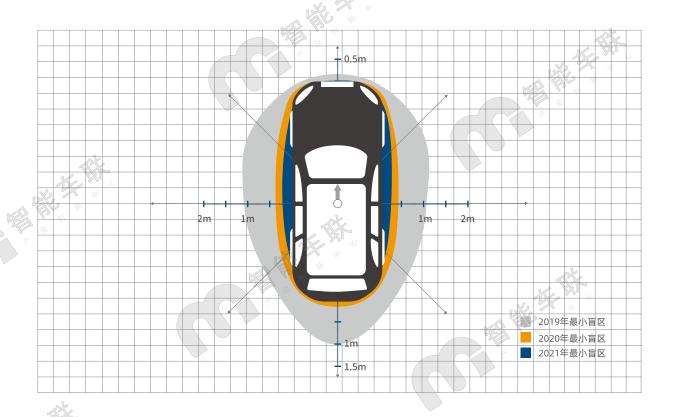
2.2.1 系统级测试

感知功能是自动驾驶车辆安全运行的必要前提,目标物及交通环境的感知能力在一定程度上反映了车辆行驶安全上限。当前,在北京市开展测试的测试主体基本上采用了激光雷达 + 毫米波雷达 + 摄像头的感知方案。

感知功能测试,主要包括儿童感知盲区测试、交通目标物感知距离测试、交通目标物感知类别测试等。下面以儿童感知盲区测试、前向最大感知距离测试为例对本年度车辆感知情况进行说明。

——儿童感知盲区测试

2021年,封闭试验场内测试的车辆在前、后、左、右四个方向对模拟儿童的最小感知距离分别达到 0m、0.15m、0.3m 与 0.28m。从 2020 年开始部分自动驾驶车辆在前格栅部分配置有低线束激光雷达,有效降低了车辆在前方的盲区;另外,随着感知方案的升级与算法的优化,自动驾驶车辆在其他方向的感知盲区也在逐年降低。



——最大感知距离测试

2021年,封闭试验场内测试的自动驾驶车辆在前方方向对机动车辆、成人、儿童、自行车、锥桶的最大感知距离达到 274.4m、151m、127m、125m、100m,自动驾驶车辆对交通目标物的感知距离基本呈逐年上升趋势。根据对联合国《自动车道保持系统(ALKS)》相关要求的解读,城市工况下(60km/h以内),车辆至少需要提前 46m 感知到前方交通目标,以保证行车安全;从 2021 年在封闭试验场内测试情况来看,自动驾驶车辆最优方案在前向对上述典型交通目标物的感知距离均不少于 100m,高于相关法规的要求。



图 9 2019 至 2021 年封闭试验场前向最大感知距离最优方案对比

随着自动驾驶车辆配置与算法的升级,自动驾驶车辆整体的性能也在不断优化,但不同测试主体的车辆之间仍存在差距。

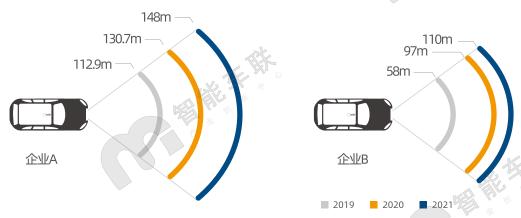


图 10 2019 至 2021 年企业 A/B 的测试车辆在前向对机动车感知距离变化

2.2.2 整车测试

——可靠性与专项测试

自动驾驶车辆在进入开放道路前,需要通过大量试验验证系统的可靠性和稳定性。《北京市自动驾驶车辆道路测试管理实施细则(试行)》规定测试主体首批申请的测试车辆或新增超出"三同原则"³的测试车辆,应在封闭试验场内完成同批次累计不少于 5000 公里的自动驾驶测试。自动驾驶车辆在半载、满载等不同工况下,通过完成封闭试验场内布设的道路交通场景测试,加速暴露设备、系统、车辆存在的问题。基于自然驾驶环境的自动驾驶性能加速测试方案,2021 年度亦庄基地内自动驾驶车辆平均每行驶 1km遇到的场景数量由 2020 年的 30.2 个增加至 38.5 个,测试效率进一步提升。

同时,根据测试主体所选的评估分级,开展以专项为单位逐个场景的测试,充分验证车辆在每个场景下的自动驾驶能力。2019 年至 2021 年,封闭试验场内自动驾驶车辆在各专项场景的通过率如图 11 所示。

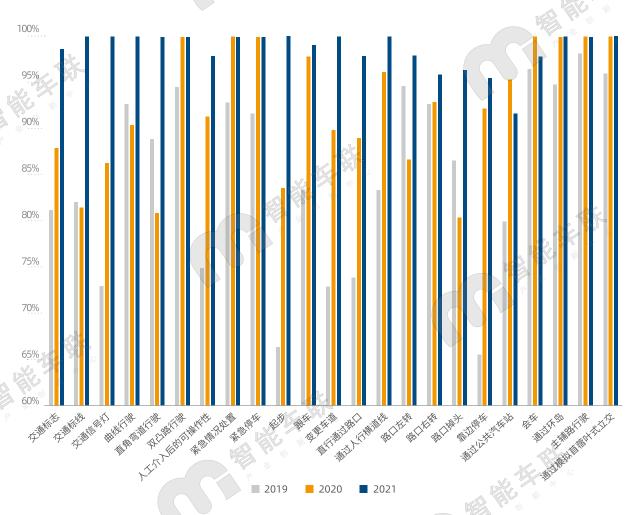


图 11 2019 至 2021 年各专项场景测试通过率

2021年,封闭试验场内自动驾驶车辆在交通标线、交通信号灯、曲线行驶、直角弯道以及变更车道等 13 个专项通过率达到 100%;场景通过率总体呈上升趋势,自动驾驶车辆在安全应对交通标志、交通信号灯、起步等场景的稳定性上不断提升。

——综合能力评估测试

综合能力评估测试以路线的方式将对应等级的专项测试场景进行随机串联,对自动驾驶车辆连续执行动态驾驶任务的能力、稳定性进行评估。2021 年度,封闭试验场内进行了二十余次综合能力评估,为测试主体发现问题六十余项。

根据 2019 年至 2021 年封闭试验场综合能力评估数据,平均每次综合能力评估发现自动驾驶车辆问题的数量呈逐年降低趋势。



图 12 2019 至 2021 年封闭试验场单车综合能力评估发现问题数量相对变化

2021 年,综合能力评估发现的主要问题包括车辆精度不够(含卫星定位精度)、未正确使用转向灯、变道策略不合理等。

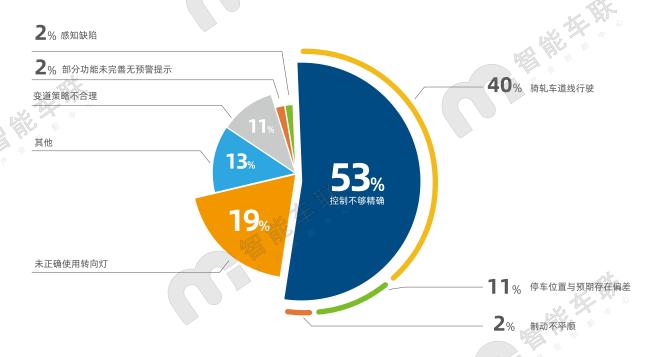


图 13 2021 年综合能力评估主要问题占比

2.3 试运营验证测试

随着自动驾驶技术的不断完善,测试主体进入规模化试运营阶段。在进入开放道路测试前,部分测试主体 在封闭试验场内开展了试运营验证测试,验证其产品功能的安全性和运营场景的有效性。

2021 年度,测试主体在封闭试验场内开展了无人巴士与无人配送轮式车试运营验证测试。测试场景主要 分为两类,第一类为基础功能场景测试,第二类为运营类场景测试,不同产品需要进行差异化的针对性测 试,如针对无人巴士的测试场景主要包括定点接驳、乘客人机交互等,而无人配送车测试场景主要包括货 物配送、远程操控等。



图 14 试运营验证测试情况

根据 2021 年亦庄基地试运营验证测试情况来看,在实际道路运行中,无人巴士与配送车将会面临:

- (1) 如何在紧急制动时保障乘客或货物安全;
- (2) 如何在夏季或冬季保障车内温度等环境的舒适性;
- (3) 如何匹配乘客与货物信息,保障配送安全等。

亦庄基地将在后续的工作中,不断的丰富、细化运营服务类测试,以保障大规模试运营测试的开展。

2.4 关键场景还原测试

在开放道路规模化测试的背景下,测试车辆在开放道路上遇到的场景数量、种类不断增加,其中应对由于系统故障、策略缺陷、超出设计运行域等原因造成的高风险或事故场景是开放道路测试的关键,在封闭试验场内针对这类场景进行复现测试,即关键场景还原测试。封闭试验场根据关键场景交通环境、参与者及其轨迹信息,利用安全、可控的道路环境与模拟交通参与者设施复现关键场景,帮助测试主体进一步验证自动驾驶技术或解决产品功能缺陷。

此类测试能够针对性地提升自动驾驶车辆在关键场景中的感知、规划与控制能力,满足测试主体定制化的测试需求,提升验证效率,优化车辆自动驾驶行驶能力;同时能够完善迭代测试标准,标定、优化标准测试参数,促进产业发展。

相对于基础功能场景测试,关键场景测试复杂度更高,交通目标物参与者类型及数量更多,同时目标物运动轨迹更加多样化,最大程度上复现了开放道路复杂的交通环境。2021 年度,亦庄基地协助测试主体完成"路口右转弯-非机动车冲突"、"路口左转弯-车辆冲突博弈"等百余个关键场景的技术验证。

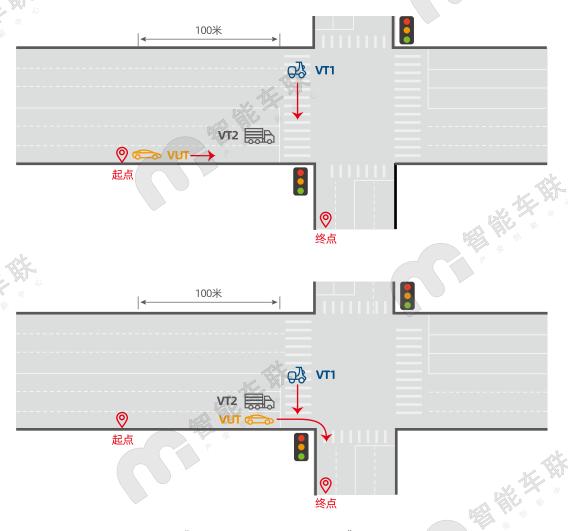


图 15 "路口右转弯-非机动车冲突"场景示意图

三、道路测试

3.1 测试概况

截至 2021 年 12 月,北京市自动驾驶车辆道路测试安全行驶里程累计已超过 3911694 公里,自 2018 年 开放自动驾驶道路测试以来,北京市道路测试里程连续 3 年保持增长,测试总里程处于全国领先地位,道 路测试过程安全可控,未对周边交通环境产生不良影响,北京市开放道路测试情况开放、透明,测试数据 将由第三方服务机构持续对外公布。

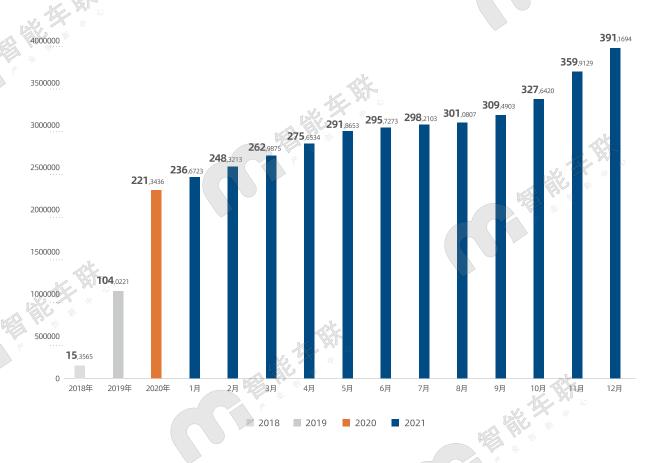


图 16 北京市开放道路累计测试里程 (单位:公里)

2021 年,平均每月道路测试里程超过 14 万公里,测试里程规模连年增长。







图 17 北京市道路测试年度测试里程 (单位:公里)

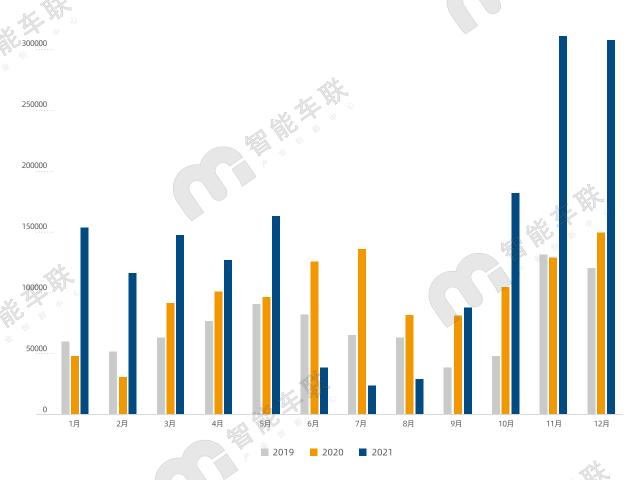


图 18 2019 至 2021 年北京市月度道路测试里程情况 (单位:公里)

-从测试区域来看

2021年,测试主体测试区域覆盖了北京经济技术开发区、海淀区、顺义区、通州区、大兴区5个测试区 域,其中通州区、大兴区为2021年新增测试区域。

从测试热度情况来看,测试主体对交通流量较大、交通场景更加丰富的路口及城区测试意愿更大。在当前 规模化测试阶段,测试主体道路测试需求从技术验证向试运营场景验证转变,未来自动驾驶道路开放应从 提高道路长度向增加开放道路场景复杂度,开放高价值示范运营场景转变,进一步推动自动驾驶试运营规 模化及商业模式探索。

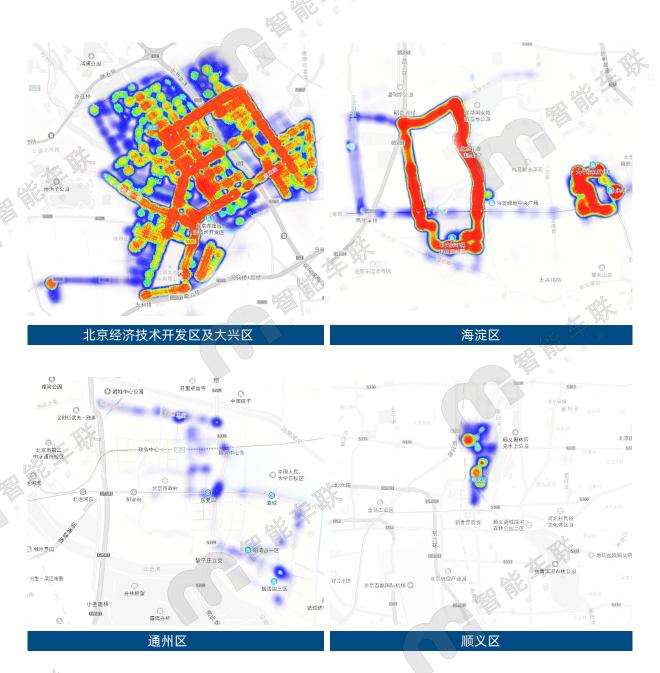


图 19 2021 年北京市道路测试热度概览 (部分)

从测试里程来看,2021年北京经济技术开发区承载的道路测试较多,测试规模较大。顺义区加大了创新产业开放发展力度,在2021年9月新增265公里开放道路。

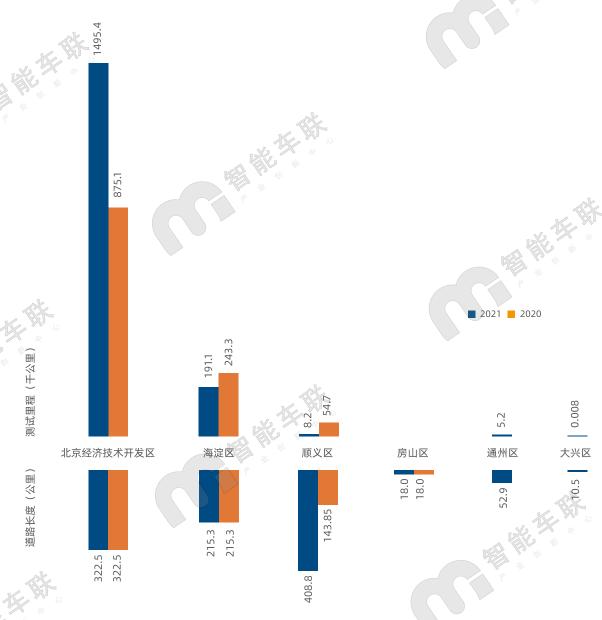


图 20 2020 至 2021 年北京市各区域道路测试里程情况及开放道路长度情况

从测试里程与道路长度的关系来看,2021年北京经济技术开发区开放道路长度占北京市开放道路长度31%,测试里程占总里程的87%。测试主体在北京经济技术开发区测试意愿较大,原因在于其开放的道路环境与复杂城市道路交通环境更加匹配,交通流量较大,测试区内覆盖的场景类型完整,便于开展规模化的试运营验证。

——从测试道路等级来看

目前北京市共开放 720 公里 R3 级测试道路,约占所有开放道路长度的 70%。2021 年,绝大多数测试主体均已达到 T3 级自动驾驶能力,R3 级测试道路测试里程超过 142 万公里,占比超过 80%。从近两年测试主体的道路测试情况来看,R3 级测试道路场景与大部分测试主体的道路测试需求相匹配。

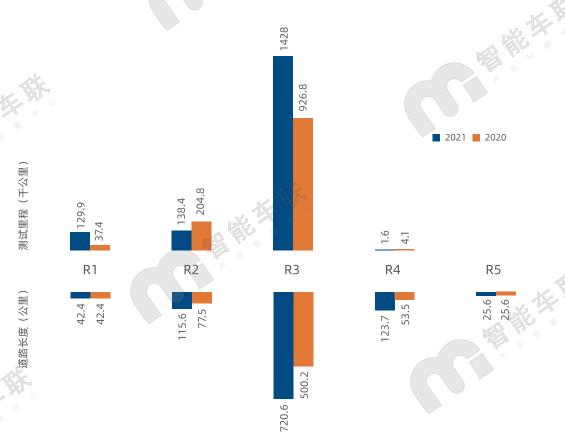


图 21 2020 至 2021 年各等级道路测试里程情况及道路长度情况

3.2 试运营测试——载人测试

截至 2021 年 12 月,北京市载人测试里程累计超过 251 万公里,参与载人试运营测试的志愿者超过 30 万人次。

根据对北京市载人测试用户信息统计情况,2021 年女性乘客占42.3%,比2020 年提高近两成;再次乘坐意愿由2020年的96%进一步提升至99.5%;随着规模化的自动驾驶载人试运营的开展,大部分用户对自动驾驶接受程度进一步提高。



图 22 2021 年北京市载人测试用户画像

2021年,通过对萝卜快跑载人测试用户满意度调查结果显示,用户对当前自动驾驶载人测试车辆整体评价较高。但在规模化试运营阶段,自动驾驶还需重点解决运营模式、运营安全、用户体验等试运营场景问题。测试主体应从用户角度出发,探索 HMI、乘车环境等用户偏好,进一步提升用户乘车体验。

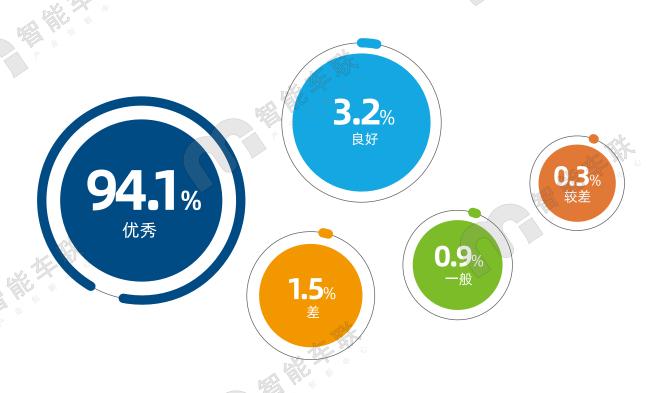


图 23 2021 年萝卜运力载人测试用户满意度情况调查 (部分)

3.3 道路测试关键脱离情况

自动驾驶关键脱离是指自动驾驶车辆因系统故障、策略缺陷、超出设计运行域等原因,车辆控制权限切换为人类驾驶员的事件。除却人为接管原因的关键脱离场景是反映各家测试主体技术成熟度的指标之一,也是未来自动驾驶技术发展提升的主要导向。

2021 年,北京市道路测试自动驾驶关键脱离原因更加集中,由于系统异常、定位异常等造成的脱离逐渐减少,持续开展规模化的道路测试对加速测试主体技术水平优化有重要意义。

表 5 2018 至 2021 年道路测试脱离类别及脱离原因

	脱离原因			
脱离类别	2021年	2020年	2019年	2018年
系统故障	◎ 车辆及硬件问题	◎ 车辆及硬件问题	◉ 传感器故障	◎ 传感器故障
系统检测到	◉ 地图原因	◉ 定位偏离	◉ 定位偏离	◉ 定位偏离
异常发出		● 系统异常	◉ 地图加载异常	◉ 地图加载异常
接管信号 引发的接管		● PAD页面异常	◎ 系统异常	◎ 系统时延异常
		● PAD刷新异常	◎ 地图标注异常	数据记录设备故障
		ALL BOOM	◉ 车辆及硬件异常	
		** W	● 车辆EPS控制器故障	
策略缺陷	◎ 社会车辆切入	◎ 社会车辆近距离切入	社会车辆近距离切入	社会车辆近距离切入
	◎ 测试车辆停滞不前	○ 社会车辆过于贴近测试车辆	社会车辆过于贴近测试车辆	社会车辆过于贴近测试车辆
由于算法模块 策略原因	社会车辆未按交规行驶	社会车辆未按规范车道行驶,	社会车辆未按规范车道行驶,	社会车辆未按规范车道行驶
导致的非预期	社会车辆过于贴近测试车辆	抢占道路	抢占道路	抢占道路
车辆行为 引发的接管	测试车辆行驶速度低	◎ 社会车辆行为预测错误	◎ 社会车辆行为预测错误	社会车辆行为预测错误
	感知问题	社会车辆未按交规行驶,	社会车辆未按交规行驶,	● 社会车辆逆行,且车速过快
	决策规划问题	且车速过快	且车速过快	◎ 路径规划错误
	7777777777	决策规划策略问题	决策规划策略问题	● 障碍物误识别或漏识别
		感知策略问题	感知策略问题	◎ 测试车辆行驶速度低,
		◎ 控制策略问题	空 控制策略问题	影响社会车辆通行
		◎ 测试车未按交规行驶	◎ 测试车未按交规行驶	◎ 车辆停滞不前
			● 路口减速不及时	at the
		***	◎ 行人过于贴近测试车辆	
人工安全防御	◎ 测试路线被社会车辆阻挡	• 社会车辆违章占用车道	社会车辆违章停车占用车道	● 社会车辆违章停车占用车道
超出ODD	◉ 测试车辆停在路中阻挡交通	其它交通参与者危险行为	◎ 其他交通参与者危险行为	● 单车道情况下非机动车
车辆系统	◉ 道路施工	◎ 道路施工无法通行	◎ 道路施工无法通行	占用车道慢速行驶
无法解决时的 接管	◉ 避让教练车	◎ 前方道路拥堵	● 复杂路况下防御性接管	◎ 道路施工无法通行
	◉ 周边车辆危险驾驶或交通环境	◉ 道路限速不正确	◎ 前方道路拥堵	
	复杂,进行防御性接管		◎ 信号灯故障	
		طاه	⊙ 功能调试	
人为接管	● 安全员休息	◎ 安全员休息	安全员休息	◎ 安全员休息
	安全员需要打电话	安全员需要打电话	安全员需要打电话	安全员需接打电话
由于测试需求或人为原因	工程师更换数据记录设备	• 工程师更换数据记录设备	文主负需要打电站工程师更换数据记录设备	工程师更换数据记录设备
造成的接管	• 工程师软件/设备数据整理	● 工程师软件/设备数据整理	工程师软件/设备数据整理	●工程师软件/设备数据整理
	工程师重新规划路径	工程师重新规划路径	工程师重新规划路径	◎ 工程师重新规划路径
	● 行驶至测试道路边界	● 行驶至测试道路边界	● 行驶至测试道路边界	 行驶至测试道路边界
	其他运营流程操作	安全员误操作	安全员误操作	
	误操作	其它运营流程操作	◎ 测试前对接管功能进行自检	
THE STATE OF THE S	到达测试结束时间	到达测试结束时间		

—关键脱离地点分布

2021年,北京市道路测试关键脱离超过八成发生在北京经济技术开发区,其余分布在海淀区、顺义区、通州区等测试区域,关键脱离情况与各区道路测试开展情况基本匹配。从关键脱离地点的分布来看,易发生关键脱离的地点主要包括交通流量较大的无左转信号灯路口,以及双向两车道的机非混行道路等,即路权模糊的区域更易引发关键脱离。

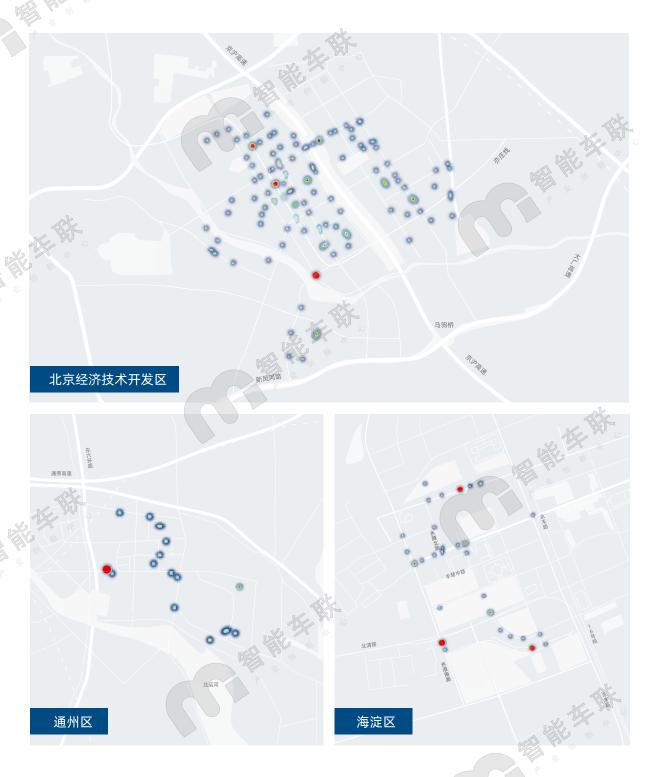
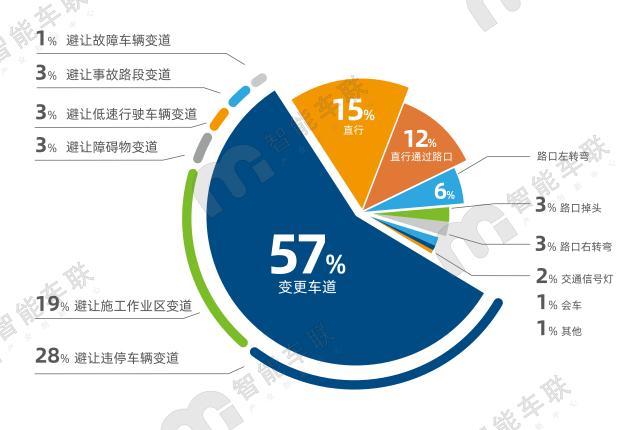


图 24 2021 年北京市道路测试关键脱离地点分布图 (部分)

-关键脱离场景分类(从主车驾驶行为角度分类)

从关键脱离发生的场景⁴来看,2021年自动驾驶关键脱离主要集中在变道(57%)、路口通行(24%)、 直行(15%)三大类场景。与 2020 年关键脱离场景相比,直行(2020 年占比 47%)、路口通行(2020 年占比 42%) 的占比下降, 但变道类场景占比大幅度提升。经过长期自动驾驶道路测试, 自动驾驶关键 技术提升显著,关键技术问题得到解决;但在自动驾驶规模化试运营阶段,长尾问题是制约高级别自动驾 驶发展的关键,即从数据上来看少量的 corner case,造成了较高的关键脱离占比。

变道脱离场景中,超过八成是由于违停车辆占用车道及施工作业区占用车道造成。不违反交通法规是自动 驾驶车辆的设计原则之一,但违停车辆占用车道及道路临时施工使道路环境临时发生变化,造成了自动驾 驶由于没有合规的通行路线而请求人类接管。人类在此类场景中通常会临时越过交通规则约束,如跨实线 变道、在直行车道右转等,在违反交通规则的同时默认一旦发生风险需要承担相关的法律责任这一事实。 自动驾驶车辆目前的设计原则决定了其不可能像人类一样违反交通规则,但根据目前的数据来看,上述此 类问题是影响未来自动驾驶车辆智能性及用户体验的一大因素;解决这类问题,需要从路权划分清晰化、 道路管理规范化、自动驾驶设计原则、法律法规豁免、责任认定等多角度出发。



直行场景脱离多为邻车道车辆切入造成。一方面自动驾驶车辆需要加强对高风险场景的感知预测能力,提高行驶安全性;另一方面,部分人类驾驶员的激进行为也对自动驾驶道路测试造成一定的困扰。

从造成关键脱离的原因分类来看,交通目标占用车道、道路施工、路口博弈、交通目标变道切入是关键脱离的主要成因。其中交通目标占用车道与道路施工是前文提到的变道脱离场景的主要原因,而路口博弈和目标切入车道是造成自动驾驶关键脱离的重要因素。

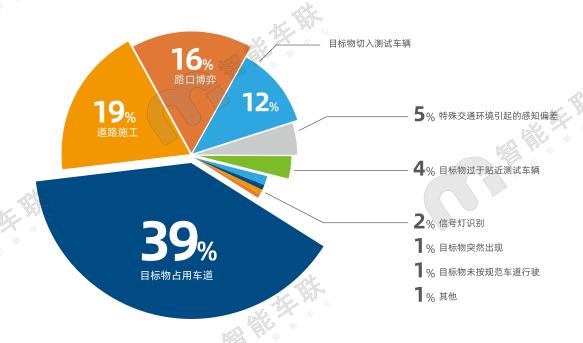


图 26 2021 年脱离原因类型占比

典型的路口博弈有自动驾驶测试车辆直行或右转,社会车辆左转;社会车辆直行或右转,自动驾驶测试车辆左转。在人类博弈过程中,决策判断不仅仅依据驾驶行为上的细微速度变化,还包含驾驶员的眼神、头部动作、手势等等肢体行为。这些,需要自动驾驶车辆积累大量的博弈数据,也需要人类驾驶员更为规范的行驶。仿真系统较难模拟出具有真实感的博弈场景,社会车辆或行人的行为按照"剧本",机械化地沿固定的路线和行驶参数运动或与自动驾驶测试车辆交互。而在实际道路环境中,驾驶员或行人的行为总是与自动驾驶车辆本身的行为息息相关的,双方在接近的过程中,基于目标车辆的行为,实时调整自身的位置和运动状态,为自身在交通参与中争取最大的收益。

在封闭试验场地,由于场地路口类型受限和背景车辆的数量受限,较难重复再现和模拟大量博弈行为。道路测试阶段的博弈场景处置能力对自动驾驶技术提升有较大的意义,未来虚实结合测试需要针对性的开展博弈交互相关的场景测试,以提升测试有效性。

关键脱离目标分类(从相关交通参与者类型与交通设施类型分类

2021 年关键脱离数据显示, 小型客车仍是造成关键脱离的主要交通参与者, 其次为中大型货车、特种车 辆(施工作业车等)、行人。

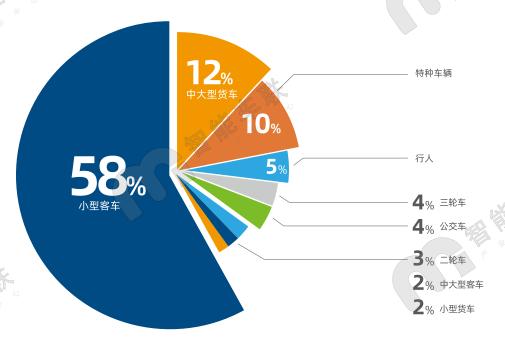
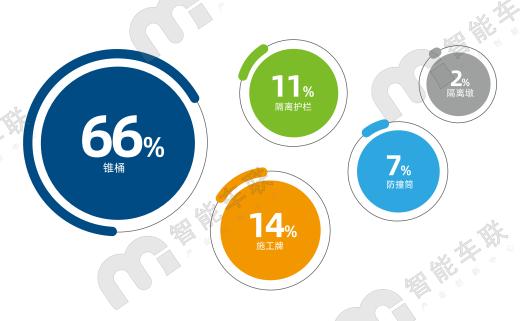


图 27 2021 年主要脱离交通参与者类型

在交通设施类型方面,锥桶为测试车辆发生脱离时出现频次最多的交通设施,自动驾驶仍需加强对锥桶类 目标的感知和认知学习,尤其是对多个或多类交通设施组合场景的处置能力。



2021 年主要脱离交通设施类型 图 28

根据 2021 年关键脱离场景数据情况,交互博弈场景和边界场景处理是当前自动驾驶车辆在道路测试阶段 面临的主要问题。

3.4 车辆道路测试交通安全

与国外不同的是,中国政府在产业发展的过程中积极地承担了更多的管理与服务的责任。以北京为代表的 国内自动驾驶先行城市,针对自动驾驶测试与示范工作持续出台完善管理政策,建设科学的测试与示范标 准,打造健全的管理体系,包括日常管理与服务、事故预防、事故处置等多个层面。

3.4.1 日常管理与服务

为了更好的支持行业技术快速发展,支撑北京市自动驾驶道路测试服务水平提升,有效降低企业负担,在北京市自动驾驶测试管理联席工作小组的支持和指导下,北京智能车联对"北京市自动驾驶车辆道路测试管理与服务平台"进行了持续的升级和功能拓展,实现了自动驾驶测试数据采集由实体装置向车云对接的重大转变。由北京智能车联制定和开发的"自动驾驶道路测试无线通讯协议"和"智能汽车数据采集虚拟网关"能够将自动驾驶测试的数据实时、稳定、高效地传输给平台,从而为平台能够准确、客观、公正地记录自动驾驶车辆在实际道路测试中的行为提供了"基石",通过对管理数据的溯源、挖掘、分析,为北京市自动驾驶政策的改进与优化提供了数据支撑,保障了自动驾驶车辆道路测试的规范性和安全性,提高了测试企业对交通事故的防范意识和应急手段,为第三方服务机构优化和提升管理与服务水平提供了数据基础,切实保障自动驾驶车辆道路测试安全可控,加速产业推进。

截至 2021 年底,平台共发现道路测试隐患 816 次,告知纠正测试问题 518 次,其他问题在管理系统警告后自动纠正,下发整改类通知 10 次,道路巡检(对开放道路标志标线等进行定期检查)约 10 万公里,有力地保障自动驾驶道路测试工作安全有序推进。



图 29 北京市自动驾驶车辆道路测试管理与服务平台

3.4.2 事故预防

为持续支持自动驾驶产业稳步创新发展,在北京市自动驾驶测试管理联席工作小组的指导下,北京市组织 开展了测试主体安全宣贯、事故模拟演练等道路测试安全事故预防和准备工作,形成快速有效的自动驾驶 车辆道路测试交通事故应对机制。

-安全宣贯

北京市采用道路测试安全运行研讨会、培训会等形式,通过开展深度的政策讲解、科学的研究分析,解读 "安全第一、有序创新"的测试原则,督导测试主体积极进行安全自查并消除隐患,为构筑车辆道路测试 安全体系提供支持。





图 30 安全宣贯会议情况

事故模拟演练

2021年2月初,由市交管局、市交通委、市经信局会同相关单位共同组织了自动驾驶车辆交通事故调查 处理的模拟演练,在有人值守的情况下在指定区域内设置了两种模拟事故场景,然后根据《北京市自动驾 驶车辆道路测试管理实施细则(试行)》的要求,开展对事故的全流程调查处理。

此次事故模拟检验了自动驾驶车辆向管理与服务平台回传数据的有效性和准确性,开展了对事故的全流程 调查处理,促进在自动驾驶示范区内形成更加安全、开放的自动驾驶车辆示范运行环境。

2021年10月至12月,滴滴、北汽、美团、戴姆勒、奥迪、萝卜运力等多家测试主体在封闭试验场内开 展安全演练工作。安全演练通过模拟交通事故场景及事故处理流程,帮助测试主体工具化和制度化事故处 理工作流程,建立高效的交通事故处理应对机制。





安全演练开展情况

3.4.3 事故处置

基于当前自动驾驶产业化进程加速环境下,北京市更加注重自动驾驶车辆道路测试安全问题。建立了从事故报案、应急处置、数据校核、事故分析到事故处理的完备处理流程,在事故发生时第一时间调取和收集事故数据,开展事故调查分析,并基于充分的事故分析后有序恢复测试,有效保障了道路测试安全性。



图 32 北京市自动驾驶车辆道路交通事故处置程序

3.4.4 事故分析

根据国内最大的道路交通数据库 CIDAS 中筛选出 2011 年至 2021 年因乘用车导致的 6967 场事故,发现约 81.5% 的乘用车事故是由驾驶员人为因素导致。其中约 79.9% 是由于驾驶员主观错误导致事故发生,约 20.1% 是由于驾驶员能力受限导致事故发生。自动驾驶的感知系统安全优势能够极大减少人类驾驶的主观错误,即人类驾驶 80% 的事故或能够得到有效的避免,交通安全将得到较大提升。除此之外,自动驾驶可通过多传感器融合、车路协同等技术,提前感知潜在风险,及时采取相应对策,缓解事故伤亡情况,减少二次事故的碰撞风险。

自动驾驶的安全性要高于人类,但不等同于完全 0 事故。理想状态下,自动驾驶车辆具备全方位的感知系统、高智能的决策系统和精准的控制执行能力,可以充分识别道路中各类动态、静态目标,实现自主决策和良好运行。但仍要清晰地认识到,在人类驾驶员和自动驾驶车辆大规模混行的情况下,道路交通事故仍然有可能发生。

公开信息显示,2021年1月以来,美国加州地区有8家测试主体向加州机动车辆管理局(DMV)备案91 起道路交通碰撞事故。其中,与全球自动驾驶龙头Waymo相关的交通事故43起,几乎占了半数。91 起涉及自动驾驶车辆的道路交通事故中,有39起车辆处于自动驾驶状态,有52起处于人工驾驶状态。

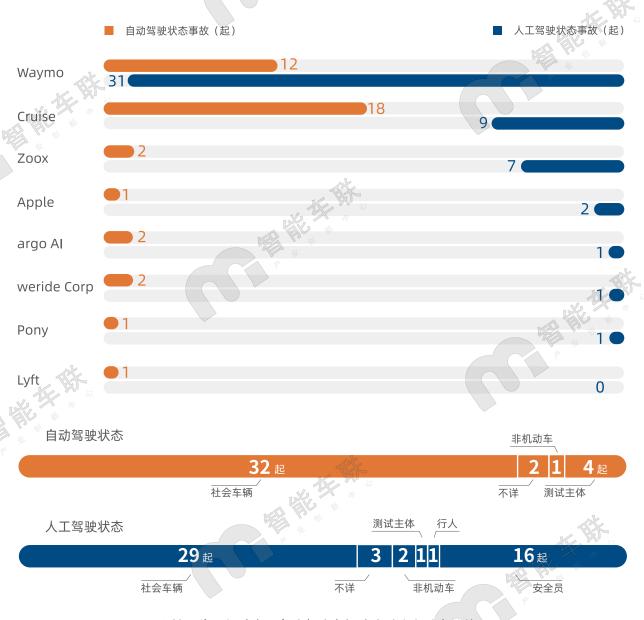


图 33 美国加州地区自动驾驶车辆道路测试交通事故情况

截至 2021 年底北京市备案了 7 起自动驾驶相关道路测试交通事故。目前收集到的自动驾驶相关道路测试交通事故中,均未能证实自动驾驶系统的安全缺陷,但也显露出在自动驾驶车辆规模化部署过程中仍存在许多要逐步优化和解决的问题。

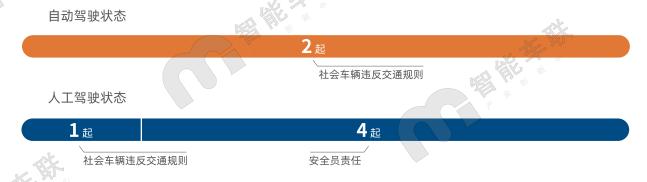


图 34 2021 年北京市自动驾驶车辆道路测试交通事故

- 1)事故发生率显著低于于美国同期水平,得益于北京市制定了各项自动驾驶道路测试管理制度与标准体系,道路测试监管到位,保障了道路测试安全有效的进行。
- 2)测试企业应进一步优化内部管理,包括测试主体的安全员安全意识培训与考核的强化,安全员驾驶行为的日常监管、评价与考核机制的建立,安全员行为安全能力定级与交通场景难度定级的适配管理;测试企业测试运行安全管理的组织、职责、权限与运行机制的优化和完善,尽可能杜绝由于人工驾驶造成的无意义事故。
- 3)要进一步面向公众宣传,引导公众正确认识自动驾驶测试阶段,给予自动驾驶道路测试友好行车环境。

以北京市备案的两起交通事故为例:

——案例一:社会车辆闯红灯导致的交通事故

这是一起因其他交通参与者严重违反交通规则导致的交通事故,同时出现了"鬼探头"的情况,因此是一起典型的难以避免的交通事故。自动驾驶车辆直行通过路口时,侧向社会车辆直行闯红灯,与自动驾驶车辆发生碰撞,事故造成车辆轻微损伤,未造成人员伤亡。

事故回述:

- 1) 自动驾驶车辆行驶方向绿灯亮起后,车辆在自动驾驶模式下起步直行进入路口,同时左侧车道的大型 货车对车辆左侧视线造成遮挡;
- 2) 此时社会车辆通行方向为红灯,社会车辆闯红灯直行通过路口;
- 3) 社会车辆离开自动驾驶车辆因大型货车造成的盲区后,社会车辆右侧车身与自动驾驶车辆车头擦碰。



图 35 交通事故 (1)

综上所述,社会车辆闯红灯行驶,是造成这起事故的直接原因;这件事故的整体过程表明,在感知受限的 情况下,车路协同方案有望成为避免这类问题的可行方案。

社会车辆抢行左转导致的交通事故

这是一起典型的社会车辆左转时未避让直行车辆导致交通事故。绿灯状态下,自动驾驶车辆直行通过十字 路口时,与对向抢行左转社会车辆发生碰撞。

事故回述:

- 1)绿灯状态下,自动驾驶车辆以自动驾驶模式于外侧车道直行通过路口,同时对向车道社会车辆在路权 低于直行车辆的情况下抢行左转;
- 2) 自动驾驶车辆系统感知到社会车辆,预测存在碰撞风险后发出急刹预警提醒,并开始制动;
- 3)安全员随后接管车辆采取制动操作,但未达到最大减速度,自动驾驶车辆与社会车辆发生碰撞。



图 36 交通事故 (2)

根据数据分析,社会车辆未遵守交通规则,礼让路权更高的直行车辆先行,造成了风险较高的直行与左转 的路口博弈场景;安全员在接管前,自动驾驶车辆已正确感知到社会车辆并开始采取制动措施,安全员出 于驾驶本能通过刹车的方式接管自动驾驶车辆。根据数据显示,如果安全员立即采取最大程度的刹车或转 弯避让,存在避免此次事故的可能;同时,如果安全员没有接管,自动驾驶系统存在处置本次碰撞风险的 时间和空间,存在避免事故的可能。

3.4.5 探索自动驾驶运营安全评价体系

当前自动驾驶正在经历从面向技术研发的测试转向面向产品化服务化的测试阶段,自动驾驶产品与运营安全问题关注度逐步提升。在北京市自动驾驶测试管理联席工作小组指导下,北京智能车联从车、路、人、企、管多维度入手,与自动驾驶路测企业一起,探索自动驾驶产品与服务运营安全评价体系、风险辨识和预警预报机制,以便更有力的支持保障自动驾驶测试与试运营安全。

车端

要进一步解决驾驶安全、信息安全、便捷性和舒适性的问题,更为重要的是要解决车与运营安全相关的问题;加强车与乘客的交互能力,车辆的冗余设计和最小风险管理,行车安全策略梳理和风险预控。因此,相应的评价标准除了需要满足当前驾驶安全的底线之外,也需要升级符合运营型产品的标准。

路端

要分阶段、分地点逐步提高道路车路协同的支撑能力;要梳理道路交通组织,规范交通标志标线信号设置;要为自动驾驶车辆调整道路设计,如:增设单独左转信号灯和导向线,复杂路口强化路口渠化设计,规范交通流行为等等。

安全员

在自动驾驶车辆道路测试示范过程中,车辆长期处于自动驾驶状态下,安全员很容易混淆自动驾驶和人工驾驶的边界,进而造成因安全员不规范操作、未及时接管、甚至违规操作造成的交通安全事故。因此,需要强化自动驾驶车辆的车端、远程或者云端安全或救援员的资格审查、培训筛选、分级管理、应急救援、奖惩激励等措施,保障道路测试安全。

企业端

在企业端,要建立规模化运营测试安全管理的制度、组织、支撑系统,并形成最佳实践。

管理端

智能网联汽车自动驾驶的产业化需要系统化的支撑,需要形成自动驾驶运营部署的全生命周期管理政策、组织、平台系统。加强违规交通行为的管理力度,交通秩序管理侧的量化管理能力,涉及自动驾驶的事故事件的鉴定处置能力等等。

北京智能车联产业创新中心介绍

北京智能车联产业创新中心有限公司,是全国首家车联网、智慧交通与智能汽车的产业创新中心,由千方科技牵头,包括交通、汽车、互联网、通信行业 9 家龙头企业共同出资成立,定位于打造全球领先的智能网联汽车"全生命周期"测试、验证、检测与评估机构和自动驾驶应用示范产业服务平台。

北京智能车联聚焦解决钳制智能网联行业发展的测试难、评价难与上路难等问题,牵头组织行业知名企业、科研院所编制了自动驾驶能力评估、道路选取、试验场建设、数据传输等系列团体标准。其中的《自动驾驶车辆道路测试能力评估内容与方法》标准入选工信部百项团标向全国推广,系列标准被北京市采纳作为自动驾驶相关适用标准。

北京智能车联支撑北京市建设完成"场-路-区"三级试验与示范环境,包括850亩自动驾驶封闭试验场。其中的亦庄基地是交通运输部认定的自动驾驶封闭场地测试基地,可复现京津冀地区85%城市、90%高速、80%乡村交通场景。北京智能车联搭建了全国首个自动驾驶道路测试管理与服务平台,推进自动驾驶道路测试与示范工作,同时全面负责国家智能汽车与智慧交通(京冀)示范区的管理、建设与运营,支撑并推进全国首个车联网(智能网联汽车)和自动驾驶地图应用试点工作。

当前,北京智能车联已经具备自动驾驶与车联网测试评估方法与标准研制能力和测试评估服务能力,自动驾驶与车联网测试评估政策研究推动能力、测试管理能力、技术方案咨询服务能力,以及自动驾驶与车联网测试设备、系统软硬件的设计开发与研制能力。希望与各家智能网联合作伙伴同心戮力,为智能网联行业的健康、稳步、快速发展贡献力量。





国家智能汽车与智慧交通(京冀)示范区亦庄基地 交通运输部认定自动驾驶封闭场地测试基地 车联网(智能网联汽车)和自动驾驶地图应用试点

城市道路测试区

- 1 城市主干道
- 2 城市次干道
- 🔒 城市支路
- 4 环岛
- 6 模拟苜蓿叶立交桥
- 6 有信号灯路口
- 7 无信号灯路口
- 8 铁道口
- 9 主辅路出入口
- 🕡 林荫道
- 1 可变导向车道
- ② 公交专用道
- ₿ 单行道
- 4 机非混行道
- **(5)** 右转专用道
- 🌀 潮汐车道
- 🕡 曲线行驶
- 18 直角转弯19 左转待转区
- ◎ 涉水区
- 4 雨篦子
- 2 公共汽车站
- 3 城市街景
- 24 路侧停车
- び 隧道 雨雾模拟 强光/弱光模拟

高速公路与快速道路测试区

9 主辅路出入口

● 高速路车道控制

1 主辅路出入口信号控制

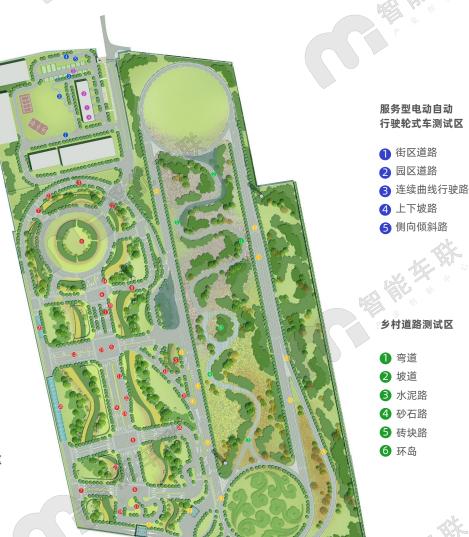
- 1 高速公路
- 2 快速道路
- 高速路环道
- 4 快速路辅路
- 🤨 匝道
- 6 公交专用道
- 7 高速路入口
- 8 高速路出口

配套设施

- 1 实验楼
- ・主控中心
- ・服务中心 ・展示中心
- 车库、调试车间
- 2 头粒至
 - · C-V2X 网联测试联合实验室
- 自动驾驶虚拟仿真联合实验室
- 人机混驾联合实验室
- 环境实验室

- 3 停车场 + 充电桩
- 4 高精度定位增强设施 GNSS 智能参考站

基地 V2X 网联通信覆盖 基地 5G 网络覆盖



(2) 收费站(含ETC)

▶ 充电站+服务区

截至

2021年12月31日,

北京市自动驾驶车辆道路测试安全行驶里程已超过

由千分科技牵头,京冀地区汽车、交通、通信、互联网行业10家龙头企业共同出资,成立北京智能车联产业创新中心, . 并由超过60家企业、高校、科研院所等签署协议,共同成立中关村智通智能交通产业联盟,共同推进产业共性技术、评测方法、法规、标准等工作。





智能网联应用示范

经开区、首钢园、环保园



示范应用区域V2X全场景覆盖

16 家企业 自动驾驶道路测试 / 临时号牌 pony_{ai} Tencent 腾讯 D 滴滴 SOKON NAVINFO> ★ TOYOTA 沃芽科技 萝卜运力 已发放

北京市自动驾驶道路测试

大事记(2021年)



- 《服务型电动自动驾驶行驶轮 式车道路测试能力评估内容内 容与方法》团体标准获批"中 关村标准"
- ▶ 北京市高级别自动驾驶示 范区工作办公室指定京台 高速部分道路为自动驾驶 测试道路

0

▶ 顺义区增开自动驾驶 车辆测试道路51条 265.36公里

▶ 《服务型电动自动行驶轮 式车第1部分技术要求》 团体标准发布

0

▶北京市智能网联汽车政策 先行区发放首批自动驾驶 出行服务商业化试点许可

▶ 海淀区、顺义区在原有 测试道路基础上支持专

项技术测试



程研究中心组建



▶ 车路协同自动驾驶北京市工
北京市首次发放夜间测 试联席审查意见



▶ 北京智能车联产业创新中心获CMA 检验检测机构资质认证证书

0

▶ 大兴区开放首条自动驾驶车辆 测试道路10.5公里

▶ 北京市发放无人化专项技术 测试二阶段联席审查意见

▶北京市高级别自动驾驶示范区为 首批无人配送车颁发车身编码



通州区开放首批自 动驾驶车辆测试道



北京智能车联 产业创新中心 获CNAS扩项认 ▶ 北京市智能 网联汽车政 策先行区启 动

0



《北京市自动驾驶车辆道路测试报告(2020)》发布

延伸阅读

"十四五"现代综合交通运输体系发展规划

智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范(试行)

关于加强智能网联汽车生产企业及产品准入管理的意见

交通运输领域新型基础设施建设行动方案 (2021-2025 年)

交通运输部办公厅关于组织开展自动驾驶和智能航运先导应用试点的通知

北京市自动驾驶车辆道路测试管理实施细则(试行)

北京市自动驾驶车辆道路测试报告(2020年)

北京市自动驾驶车辆道路测试报告(2019年)

北京市自动驾驶车辆道路测试报告(2018年)

Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to Automated Lane Keeping Systems

T/CMAX 116-01-2020 自动驾驶车辆道路测试能力评估内容与方法

T/CMAX 116-02-2018 自动驾驶车辆封闭试验场地技术要求

T/CMAX 21001-2020 服务型电动自动行驶轮式车道路测试能力评估内容与方法

本报告版权属于中关村智通智能交通产业联盟、北京智能车联产业创新中心,受法律保护。 如需转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的,应注明"来源:中关村智通智能交通产业联 盟、北京智能车联产业创新中心"。

违反上述声明者,将追究其相关法律责任。



