

# 北京市自动驾驶车辆 道路测试报告

2024



编制

北京智能车联产业创新中心  
北京车网科技发展有限公司

中关村智通智能交通产业联盟

指导

北京市自动驾驶测试管理联席工作小组  
北京市高级别自动驾驶示范区工作办公室



# 2024 北京市自动驾驶车辆 道路测试报告

## 编制

北京智能车联产业创新中心  
北京车网科技发展有限公司  
中关村智通智能交通产业联盟

## 指导

北京市自动驾驶测试管理联席工作小组  
北京市高级别自动驾驶示范区工作办公室

## 在风雨洗礼中成长、在历经考验中壮大

随着人工智能、5G 移动通信等新一代数字技术与汽车产业深度融合，汽车智能化和自动化技术加速发展，全球范围内的自动驾驶技术不断成熟，政策环境日趋完善，市场规模持续扩大。在此背景下，自动驾驶技术场景落地应用逐步成为汽车产业转型升级的重要方向。

国内政策层面，2024 年，工信部等多部委推进智能网联汽车准入和上路通行试点及“车路云一体化”应用试点，支持探索自动驾驶新模式与新业态；北京市出台《北京市自动驾驶汽车条例》，确立 L3 级及以上自动驾驶制度框架；武汉市发布《武汉市智能网联汽车发展促进条例》，进一步规范市场行为，加强安全保障……我国正逐渐形成一个既严格监管又鼓励创新的自动驾驶政策法规体系，引导自动驾驶成为创新驱动、技术引领、安全可控、生态协同的新兴战略性新兴产业。

国内市场层面，随着算法优化、高精度地图等关键技术取得显著突破，技术革新与产业应用深度融合，自动驾驶车辆示范运行更加深入、广泛。丰富多样的载人载货类自动驾驶细分场景相继在北京、上海、武汉等城市实现规模化应用，并产生多方面影响。从积极角度看，有助于提升交通效率、降低碳排放，助力智慧城市构建。但同时，也带来就业结构变化、数据安全风险、法律监管难题及公众接受度考验等挑战。平衡技术创新与社会利益，成为自动驾驶发展的关键议题。

国内测试层面，基于多年测试经验总结，中国自动驾驶软件的快速迭代，赋予其在全球自动驾驶领域的显著竞争优势。同时，中国自动驾驶车辆的开发注重快速试错和性能迭代，以软件为核心，数据为驱动，建立了完善的迭代 - 反馈机制，有效促进了技术进步和市场适应。然而，技术快速迭代创新的模式不仅对传统汽车工业所秉承的品质保障原则构成挑战，也对政府监管体系提出了新的要求，需在保障公共安全、消费者权益与促进技术创新之间找到恰当的平衡。

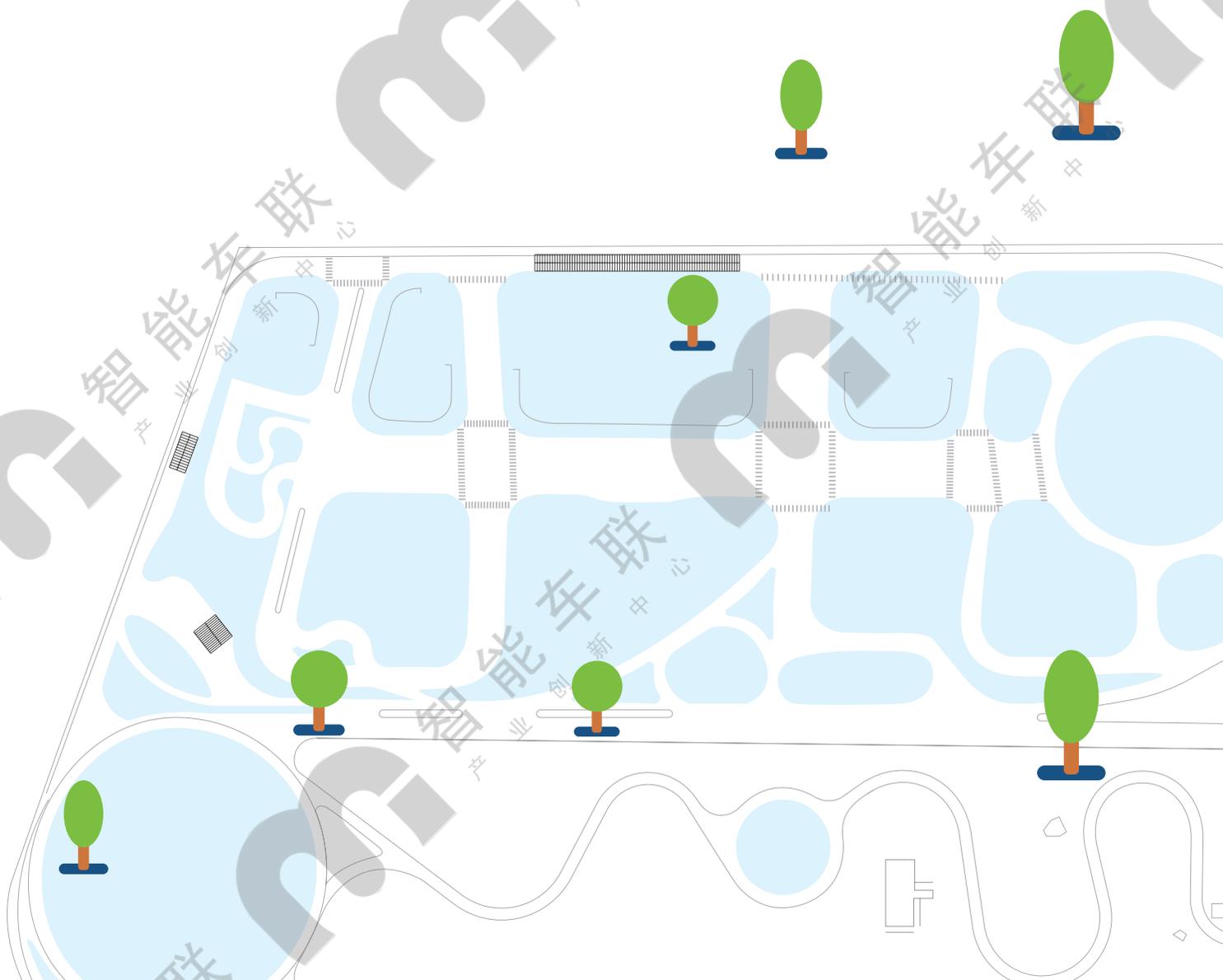
纵观美国，其自动驾驶产业展现出跨越式、进阶式的发展特征。在政策层面，美国针对自动驾驶商业化，实行了“宽进严出”的管理措施。美国交通部通过简化行政豁免程序，允许仅满足基础安全能力的车辆，在技术可靠条件下上路行驶，但在自动驾驶商业化部署后配套实行严格的安全监督措施，以确保自动驾驶车辆的安全性和可靠性。

在规模化层面，Waymo 作为美国自动驾驶领域的领头羊持续加速发展，在 2024 年 6 月向旧金山全域用户开放无人驾驶出行服务，并扩展旧金山和洛杉矶的无人驾驶出租车服务区域。特斯拉采用纯视觉技术，通过大规模真实数据训练端到端神经网络，实现了自动驾驶与汽车量产的

结合。而深受瞩目的自动驾驶公司 Cruise 在经过一系列负面事件后，停止了其自动驾驶出租车相关业务。美国自动驾驶行业正在经历快速整合和洗牌。

综上所述，依托技术快速迭代与多元化应用场景赋能，我国自动驾驶技术应用取得显著成果，具备实现高质量发展的有利条件。但综合分析国内外自动驾驶技术演进历程可知，政府管理与产业发展均需审慎且务实地对待自动驾驶技术发展路线。在管理层面，宜适度减少干预，充分利用测试、评价、认证等手段做好安全保障和创新支撑工作，鼓励技术多元化发展。同时，在立法层面需深入思考无人化阶段车辆的安全性、用户服务车辆的综合服务能力和应急保障能力、标准体系与法律法规的匹配性。

**聚力创新，向着自动驾驶新赛道扬帆起航！**



# 目录

|  |    |
|--|----|
| 在风雨洗礼中成长、在历经考验中壮大                      | i  |
| 一、政策标准双管齐下，保障产业健康发展                    | 1  |
| 1.1 政策支持                               | 1  |
| 1.2 标准方面                               | 4  |
| 二、提升完善测试服务，助力技术迭代升级                    | 10 |
| 2.1 封闭试验场地测试                           | 10 |
| 2.2 开放道路测试                             | 12 |
| 2.3 关键脱离情况分析                           | 15 |
| 三、示范应用加速推进，商业模式持续完善                    | 18 |
| 3.1 北京市自动驾驶示范运营情况                      | 18 |
| 3.2 国内主要城市不同自动驾驶应用场景的示范运营情况            | 22 |
| 3.3 自动驾驶产业分析及 Robotaxi 运营挑战            | 23 |
| 四、自动驾驶测评创新与实践                          | 26 |
| 4.1 概述                                 | 26 |
| 4.2 中国智能网联汽车类人评价模型 - ACC 单一功能测评体系介绍    | 26 |
| 4.3 中国智能网联汽车类人评价模型 - 城市 NOA 场地连续测评体系介绍 | 32 |
| 五、总结与展望                                | 38 |
| 北京智能车联产业创新中心介绍                         | 39 |

# 一、政策标准双管齐下，保障产业健康发展

## 1.1 政策支撑

汽车产业正处于智能化与网联化的关键阶段，政策法规的革新突破不仅是推动自动驾驶汽车产品化和商业化的关键，也是确立产品标准和性能要求、保障公共安全的必要条件。

全球自动驾驶领域，政策法规的构建主要呈现出两种模式。第一种是“立法先行”，即通过政策法规创新来消除制度壁垒，开拓商业化路径。如英国、德国、日本以及韩国等国家通过专门法案或修订法律，为自动驾驶车辆测试、示范以及商业化运营构建完善的法律与监管体系。

第二种是“测试示范先行”，即在积极开展技术验证和示范试点的基础上，根据实践经验稳步实现政策法规的协同。在中国，多部委有序推动自动驾驶车辆的准入和上路通行试点，以及车路云一体化应用试点工作。同时，多个地区发布了自动驾驶车辆的地方性法规，并试行了细分场景的实施细则等政策措施，以促进自动驾驶车辆场景的建设。美国则通过建立“自愿性全国性评估和监管框架”，逐步授权更多自动驾驶车辆的公众销售和商业化运营。

各国家及地区在自动驾驶政策法规与商业化运营步调上所展现的差异，是当前自动驾驶技术发展阶段、汽车产业现状以及社会经济环境综合态势的体现。

从自动驾驶技术发展阶段来看，不同国家、企业在自动驾驶技术能力上的差异日益加剧。一些技术领先的实体已经完成了关键技术研究，并正致力于产品性能的优化提升。然而，必须指出的是，目前自动驾驶技术仅被证实为相对安全，并非绝对安全。中国和美国的政策法规更注重自动驾驶产品化路径的开辟以及产品安全性和稳定性的提升，以推动产业稳步有序发展。而英国、德国等国家，则期望通过开放性政策法规快速引入成熟产品。例如，英国、德国等国家面向自动驾驶车辆专门出台相关法案，为自动驾驶车辆应用落地建立完善的法律监管框架，日本通过修改《道路交通安全法》推动自动驾驶车辆商业化部署等。

从汽车产业现状来看，传统燃油汽车制造商面临更大的挑战和难度。一方面，对于智能化转型所必需的电子电气架构、软件算法、数据处理等新兴技术领域相对陌生。另一方面，技术壁垒、学习成本、配套公共设施完善度以及地区能源结构的差异，导致其在产品智能化、网联化转型方面的积极性和紧迫感有所减弱。因此，在一些汽车产业发达并且政策高度开放的地区，传统燃油车企业在自动驾驶车辆商业化应用层面依然表现出一定程度的滞后。

从社会经济环境态势来看，当前全球正处于宏观经济下行周期。自动驾驶技术对社会就业、交通管理、城市规划乃至保险行业都将带来前所未有的变革，会对全球经济结构和人民的社会生活带来巨大影响。因此，各国政府和企业需在推进技术的同时，充分考虑这些变化可能带来的挑战，努力实现产业升级与社会稳定的平衡。

自动驾驶技术已经展现出不可逆转的发展趋势，在较短的时间跨度内，产业发展与政策规范可能在一定程度上存在步调差异，然而从长远视角审视，这种差异将逐步得到调整。随着产业的成熟与政策的完善，二者将形成积极的互动关系，共同促进自动驾驶技术向更高层次发展。

表 1 自动驾驶汽车产业政策全景图  
(表格编号为对应政策及落实情况, 具体内容见表后注释)

| 分类       |                 | 政策发布地 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------|-----------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|          |                 | 国内    |    |    |    |    | 国外 |    |    |    |    |    |
|          |                 | 国家层面  | 北京 | 上海 | 广州 | 深圳 | 武汉 | 重庆 | 美国 | 英国 | 日本 | 韩国 |
| 示范应用     | 一般性载人示范应用/有安全员  | 1     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|          | 无人化载人示范应用/无安全员  | 6     | 7  | 2  |    |    |    |    | 3  | 4  |    | 5  |
|          | 高速公路及城市快速路载人试运营 |       | 8  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|          | 夜间载人试运营         |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 9  |
| 自动驾驶巴士场景 |                 |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 12 |
| 无人驾驶接驳场景 |                 |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 干线物流场景   |                 |       | 13 | 14 |    |    |    |    |    |    | 15 |    |
| 无人配送场景   |                 |       |    | 16 |    |    |    |    |    |    | 18 | 19 |
| 无人零售场景   |                 |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 无人清扫场景   |                 |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 无人巡逻场景   |                 |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 港口场景     |                 |       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 矿区场景     |                 |       | 20 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

立法层面 管理层面 测试示范活动



**注：**

1 2024.01《关于开展智能网联汽车“车路云一体化”应用试点工作的通知》鼓励在限定区域内开展智慧公交、智慧乘用车、自动泊车、城市物流、自动配送等多场景应用试点；2024.07确定北京市、上海市、广州市、深圳市、武汉市、重庆市等20个城市（联合体）为试点城市；

2 2024.11《在不同混行环境下开展智能网联汽车（自动驾驶）应用示范运营的工作方案（第二版）》支持巡游出租车、网约车场景；

3 2018.05加州发布18-05-043号决议，提出“有安全员的自动驾驶乘车服务试点项目”和“完全无人的自动驾驶乘车服务试点项目”；

4 2024.05《自动驾驶汽车法》为符合条件的自动驾驶乘用车颁发自动驾驶客运服务许可证；

5 2021.03《自动驾驶汽车安全操作要求和试验操作规定》（第四版）增加A型自动驾驶汽车：一种带有方向盘和加速器/刹车踏板的自动驾驶汽车，只有测试驾驶员，或者测试驾驶员和乘员；

6 2024.08《北京市智能网联汽车政策先行区无人化道路测试与示范应用管理细则（试行）》；

7 2024.07发放首批无驾驶人智能网联汽车示范应用许可；

8 2024.02《上海市落实〈全面对接国际高标准经贸规则推进中国（上海）自由贸易试验区高水平制度型开放总体方案〉的实施方案》探索开展高度自动驾驶车辆在高速公路和高架道路上测试及示范应用；

9 2024.10首尔运营深夜自动驾驶出租车；

10 2024.11《在不同混行环境下开展智能网联汽车（自动驾驶）应用示范运营的工作方案（第二版）》支持公交车场景；

11 2024.05《自动驾驶汽车法》为符合条件的自动驾驶公交车颁发自动驾驶客运服务许可证；

12 2021.03《自动驾驶汽车安全操作要求和试验操作规定》第四版增加B型自动驾驶汽车定义：一种无方向盘、加速器、刹车踏板的自动驾驶汽车，只有测试驾驶员，或测试驾驶员和乘员（例如：无驾驶员座椅的自动驾驶班车）；

13 2024.02《上海市交通领域科技创新发展行动计划》推动洋山智能重卡示范应用升级，试点货车队列行驶无人驾驶技术；

14 2024.11《在不同混行环境下开展智能网联汽车（自动驾驶）应用示范运营的工作方案（第二版）》支持小型货车、牵引车和重型货车场景；

15 2023.5制定“mobility roadmap”计划，计划2026年允许L4级完全自动驾驶卡车商业运营；

16 2024.11《在不同混行环境下开展智能网联汽车（自动驾驶）应用示范运营的工作方案（第二版）》根据技术发展情况，陆续开放如城市智能环卫、快递、货运、外卖等应用

场景；

17 2017.07弗吉尼亚州通过法案，允许快递机器人在该州非机动车道测试运行；

18 2020《关于自动配送机器人标准放宽认证制度》，给无人配送车测试提供安全措施；2021.06《特定自动配送机器人等开展道路测试相关道路使用管理规范》，简化已在公共道路上测试无人配送车的许可审查；

19 2021.03《自动驾驶汽车安全操作要求和试验操作规定》（第四版）增加C型自动驾驶汽车定义：一种自动驾驶汽车，在测试驾驶员和乘员不能乘坐的结构中运输货物或执行特殊功能（例如：无人驾驶送货车）；

20 2024.02《上海市交通领域科技创新发展行动计划》试点港区无人驾驶技术在洋山港加快建设自动化驾驶智能测试专用道；

21 2024.06《北京市智能网联汽车政策先行区乘用车出行服务商业化试点管理细则（试行）》；2024.12《北京市自动驾驶汽车条例》开放道路应用试点申请，需通过安全评估、取得相应类别的试点资质，可申领自动驾驶车辆号牌；

22 2025.01《广州市智能网联汽车创新发展条例》有条件自动驾驶的智能网联汽车上道路行驶，应当按照规定配备驾驶人或者安全员；示范运营、商业运营的车辆需办理机动车注册登记，从事道路运输经营活动，需申请办理相关营运证件，可按照有关规定收费；

23 2024.12《武汉市智能网联汽车发展促进条例》从事出租汽车客运商业化运营活动，需办理市场主体注册登记；

24 2020.11加州发布20-11-046号决议，通过了“有安全员的自动驾驶乘车服务商用部署计划”和“完全无人的自动驾驶乘车服务商用部署计划”；2021.09Cruise和Waymo获得加州机动车管理局无人驾驶出租车收费许可；

25 2021.07《促进和支持自动驾驶汽车商业化法》修订版，允许满足条件的自动驾驶车辆在试点运营区域提供载客收费服务；

26 2024.06《北京市智能网联汽车政策先行区乘用车出行服务商业化试点管理细则（试行）》；

27 2025.01《广州市智能网联汽车创新发展条例》高度自动驾驶以上级别的智能网联汽车上道路行驶，经测试认定和检测合格后，可以按照规定由安全员进行远程应急处置；示范运营、商业运营的车辆需办理机动车注册登记，从事道路运输经营活动，需申请办理相关营运证件，可按照有关规定收费；

28 2024.02《深圳市宝安区智能网联汽车商业化试点管理办法（试行）》支持巡游出租车、网约车场景；驾驶座上无人；出租车实行政府定价，网约车实行市场调节价；

29 2022.10《道路交通安全法》修正案；

30 2024.06《北京市智能网联汽车政策先行区乘用车出行服务商业化试点管理细则（试行）》先行区开放高速公路及城市快速路主驾有人商业化试点申请；

31 2025.01《广州市智能网联汽车创新发展条例》支持高速公路场景；

32 2023.08 加州批准 Cruise 和 Waymo 在旧金山提供全天候（每周7天、每天24小时）无人驾驶出租车收费服务；

33 2024.03《北京市智能网联汽车政策先行区智能网联客运巴士道路测试、示范应用管理实施细则（试行）》先行区开放智能网联巴士商业化试点申请；2024.12《北京市自动驾驶汽车条例》支持除校车业务以外的城市公共汽电车、汽车租赁等客运服务场景；开放道路应用试点申请，需通过安全评估、取得相应类别的试点资质，可申领自动驾驶车辆号牌；

34 2025.01《广州市智能网联汽车创新发展条例》支持城市公交场景；示范运营、商业运营的车辆需办理机动车注册登记，从事道路运输经营活动，需申请办理相关营运证件，可按照有关规定收费；

35 2024.02《深圳市宝安区智能网联汽车商业化试点管理办法（试行）》支持公交车场景；驾驶座上无人；公交车实行政府定价；

36 2024.12《武汉市智能网联汽车发展促进条例》从事城市公共汽（电）车客运、道路旅客运输、汽车租赁等商业化运营活动，需办理市场主体注册登记；

37 2022.10《道路交通安全法》修正案；

38 2024.12《北京市自动驾驶汽车条例》支持摆渡接驳场景；

39 2025.01《广州市智能网联汽车创新发展条例》支持摆渡接驳场景；

40 2024.03《北京市智能网联汽车政策先行区智能网联重型卡车编队行驶管理细则（试行）》先行区高速公路及城市快速路开放智能网联重卡商业化试点申请；2024.12《北京市自动驾驶汽车条例》开放道路应用试点申请，需通过安全评估、取得相应类别的试点资质，可申领自动驾驶车辆号牌；

41 2025.01《广州市智能网联汽车创新发展条例》支持除危险货物运输外的物流配送场景；示范运营、商业运营的车辆需办理机动车注册登记，从事道路运输经营活动，需申请办理相关营运证件，可按照有关规定收费；

42 2024.02《深圳市宝安区智能网联汽车商业化试点管理办法（试行）》支持小型货车、牵引车和重型货车等场景；驾驶座上无人；货物运输实行市场调节价；

43 2024.12《武汉市智能网联汽车发展促进条例》从事道路普通货物运输商业化运营活动，需办理市场主体注册登记；

44 2024.12《北京市自动驾驶汽车条例》列入汽车产品目录并符合国家规定条件的自动驾驶汽车，可用于个人乘用车出行；

45 2024.12《北京市自动驾驶汽车条例》低速无人车的测试和上路通行规范按照国家和北京市有关规定执行；

46 2025.01《广州市智能网联汽车创新发展条例》支持无

人配送、无人清扫、无人售卖、智能巡检等场景；低速无人车开展创新应用活动，参照适用道路交通安全法律、法规有关非机动车的速度、车道等通行规定；

47 2024.02《深圳市宝安区智能网联汽车商业化试点管理办法（试行）》支持环卫、安防及其他作业场景；2024.04《深圳市龙华区无人小车道路测试与商业应用实施细则（试行）（征求意见稿）》开放载货、配送、环卫、安防等多种形式收费商业服务申请；

48 2024.09《武汉经开区自动驾驶装备商业化试点管理办法》开放载货、配送、环卫、安防等多种形式的收费服务试点申请；无非机动车道路段，靠右通行，最高时速低于40km/h；2024.12《武汉市智能网联汽车发展促进条例》支持配送、清扫、消杀、巡检、售卖等场景；

49 2020.12 Nuro 获加州自动送货服务收费许可；

50 2025.01《广州市智能网联汽车创新发展条例》支持港口场景；

51 2024.06 确定进入智能网联汽车准入和上路通行试点；2024.12《北京市自动驾驶汽车条例》向市经济和信息化部门申请安全评估；

52 2024.06 确定进入智能网联汽车准入和上路通行试点；

53 2024.06 确定进入智能网联汽车准入和上路通行试点；2025.01《广州市智能网联汽车创新发展条例》相应车型自动驾驶相关装置和功能应当符合国家有关标准、规范要求，获得产品准入或者经工业和信息化部组织检验符合产品测试评价体系的同等条件；

54 2024.06 确定进入智能网联汽车准入和上路通行试点；

55 2023.12《重庆市智能网联汽车准入和上路通行试点管理办法（试行）》生产企业通过产品测试与安全评估后，向工业和信息化部提交产品准入申请，通过产品准入后，按照要求进行上路通行试点工作；2024.06 确定进入智能网联汽车准入和上路通行试点；

56 2022.09 加州发布 S1398 法案，要求销售任何配备部分驾驶自动化功能（如定义）的新乘用车，或提供任何软件更新或车辆升级以添加部分驾驶自动化功能的乘用车的经销商或制造商，向买家或车主提供消费者通知，说明这些功能的功能和限制；

57 2020.05 开始实施《道路车辆运输法》修正案，允许企业在车辆上安装自动驾驶系统；

58 2020.01《自动驾驶汽车安全标准》，为L3级别自动驾驶制定安全标准和商业化标准。

## 1.2 标准方面

### 1.2.1 国内标准

2024年6月，工信部发布了《2024年汽车标准化工作要点》，针对智能网联汽车标准领域，强调推动自动驾驶功能道路试验方法、LTE-V2X等推荐性国家标准发布实施，推进自动泊车、自动驾驶测试场景术语等在研标准制定，构建智能网联汽车产品准入管理支撑标准体系。随着自动驾驶产业的快速发展，依据行业管理需要，我国持续推动了智能网联相关标准的研究工作，以支撑各个管理阶段对应政策的实施。

表2 中国自动驾驶汽车标准在各管理阶段的支撑情况

| 序号 | 管理阶段       | 标准支撑的核心政策                     | 配套标准情况  |
|----|------------|-------------------------------|---|
| 1  | 道路测试       | 《智能网联汽车道路测试管理规范（试行）》          | 依据智能网联汽车相关标准，如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/T 40429-2021《汽车驾驶自动化分级》等，支撑管理部门客观评价道路测试车辆的技术能力                             |
| 2  | 示范应用       | 《智能网联汽车道路测试与示范应用管理规范（试行）》     | 依据智能网联汽车相关标准，如GB/T 44719-2024《智能网联汽车 自动驾驶功能道路试验方法及要求》、GB/T 43758.1-2024《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》等，支撑管理部门客观评价道路测试车辆及示范应用车辆的技术能力 |
| 3  | 准入试点       | 《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》    | 形成准入试点支撑标准清单，涵盖标准32项，加快推进急需标准研制，截止目前完成率超过80%  |
| 4  | 车路云一体化应用试点 | 《关于开展智能网联汽车“车路云一体化”应用试点工作的通知》 | 支撑形成车路云一体化应用试点推荐标准清单，包含10项汽车行业标准  |

2024年，以“强化标准引领，促进自动驾驶技术高质量发展”为纲，在北京市自动驾驶测试管理联席工作小组、北京市高级别自动驾驶示范区工作办公室的指导下，在北京市科学技术委员会、中关村科技园区管理委员会等单位的支持下，中关村智能交通产业联盟、北京智能车联产业创新中心、北京车网科技发展有限公司联合产业上中下游龙头企业、科研院所等，不断推进智能网联汽车领域相关标准的研发工作，以攻克制约产业进步的共性技术问题。累计完成78项智能网联汽车国际、国家、行业、地方和团体标准的制定工作。

表 3 自动驾驶汽车产业落地场景相关标准汇总

| 标准类型        | 标准号                | 标准名称  | 研究状态          |
|-------------|--------------------|---|---------------|
| 国家标准 / 预研项目 | GB/T 43758.1-2024  | 《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》  | 2024 年 3 月发布  |
|             | GB/T 44719-2024    | 《智能网联汽车 自动驾驶功能道路试验方法及要求》  | 2024 年 9 月发布  |
|             | /                  | 《智能网联汽车自动驾驶系统“多支柱”标准综合应用指南》   | 2024 年 12 月发布 |
|             | /                  | 《车用人工智能技术及标准体系研究》   | 2024 年 12 月发布 |
| 国际标准        | ISO 34504          | 《Road Vehicles - Test scenarios for automated driving systems - Scenario categorization》                                    | 2024 年 2 月发布  |
| 行业标准        | CH/T 2022-2024     | 自动驾驶卫星导航增强与惯导组合定位技术规程   | 2024 年 3 月发布  |
| 地方标准        | DB11/T 2328.1-2024 | 车路云一体化路侧基础设施 第 1 部分：建设指南  | 2024 年 11 月发布 |
|             | DB11/T 2328.2-2024 | 车路云一体化路侧基础设施 第 2 部分：道路交通信号控制机信息服务技术指南   | 2024 年 11 月发布 |
|             | DB11/T 2329.1-2024 | 车路云一体化信息交互技术要求 第 1 部分：路侧设施与云控平台   | 2024 年 11 月发布 |
|             | DB11/T 2329.2-2024 | 车路云一体化信息交互技术要求 第 2 部分：应用平台与云控平台   | 2024 年 11 月发布 |
|             | DB11/T 2328.2-2024 | 车路云一体化路侧基础设施 第 2 部分：道路交通信号控制机信息服务技术指南   | 2024 年 11 月发布 |
|             | DB11/T 2328.3-2024 | 车路云一体化路侧基础设施 第 3 部分：摄像机应用技术要求   | 2024 年 12 月发布 |
|             | DB11/T 2328.4-2024 | 车路云一体化路侧智能基础设施 第 4 部分：毫米波雷达应用技术要求   | 2024 年 12 月发布 |
|             | DB11/T 2345-2024   | 车路云一体化系统车载单元应用技术要求  | 2024 年 12 月发布 |
| 国家标准 / 预研项目 | /                  | 《智能网联汽车 车载人脸识别系统技术要求及试验方法》  | 在研项目          |
|             | /                  | 《列队跟驰系统技术规范 第 1 部分：总体要求》  |               |
|             | /                  | 《列队跟驰系统技术规范 第 2 部分：功能、性能及试验方法》  |               |
|             | /                  | 《道路车辆 自动驾驶系统测试场景 场景分类》  |               |
|             | /                  | 《智能网联汽车 驾驶自动化系统用户告知及安全使用规范》   |               |
|             | /                  | 《智能网联汽车 感知功能测试目标物运载系统标准化需求研究》   |               |
|             | /                  | 《智能网联汽车 基于网联技术的测试装备标准化需求研究》   |               |
| 国际标准        | ISO 34505          | 《Road Vehicles - Test scenarios for automated driving systems - Evaluation of test scenarios for automated driving systems》 |               |

| 标准类型 | 标准号 | 标准名称                             | 研究状态 |
|------|-----|----------------------------------|------|
| 行业标准 | /   | 《智能网联汽车 末端配送自动驾驶系统技术规范》          | 在研项目 |
|      |     | 《自动驾驶营运车辆安全技术要求》                 |      |
|      |     | 《人工智能 自动驾驶系统仿真测试场景要求 第1部分：无人配送车》 |      |
|      |     | 《人工智能 自动驾驶系统仿真测试场景要求 第2部分：小型客车》  |      |
| 地方标准 | /   | 《智能网联汽车封闭试验场地测试技术规范 第1部分：乘用车》    |      |
|      |     | 《智能网联汽车封闭试验场地测试技术规范 第2部分：无人配送车》  |      |
|      |     | 《车路云一体化路侧基础设施 第7部分：信息安全技术要求》     |      |
|      |     | 《车路云一体化路侧基础设施 第8部分：运维管理指南》       |      |

2024年6月，北京、上海、苏州达成共识，推动智能网联汽车标准体系共建互认。京沪苏三地拟利用其独特的产业优势，针对自动驾驶车辆产业需求，深入规划标准化发展路径，确立愿景目标及阶段性建设任务，构建完善的协同合作框架，加速推动自动驾驶领域资源共享与标准体系统一进程。积极发挥标准化对产业发展的支撑和促进作用，持续打造智能网联汽车标准化高地，全力以赴争创车路云一体化发展全国样板。

2024年，国内智能网联汽车标准研发进一步加强，加快制定信息安全、仿真试验等在研标准，推进自动紧急制动、数据安全等标准立项。构建产品准入标准体系，推动全景影像、智能限速标准发布，制定自动泊车、测试场景术语等标准，预研网联化等级划分、列队跟驰标准，持续支撑产业技术升级与创新。

在技术细分领域，以高速公路、城市道路、其他特定区域等不同应用场景为基础，车辆自动驾驶系统在相应场景下的技术要求以及评价方法和指标等相关标准还有待全面开发或进一步完善。公共服务层面，技术标准对自动驾驶商业化运营支撑仍然存在“标准空白”。自动驾驶技术相关核心应用场景如出租车场景、巴士场景、干线物流场景、无人配送场景、无人清扫场景等，在步入实际运营阶段后，还面临事故责任界定模糊、安全管理标准体系不完备等难题，制约着自动驾驶产业发展。因此，建立健全自动驾驶规范运营标准体系有助于产业高质量发展，提高社会认可度，促进其商业化进程加快。

### 1.2.2 国际标准

国际标准化组织（ISO）已发布多项自动驾驶车辆相关国际标准。我国全面参与了ADAS、AD、功能安全、信息安全、传感器数据接口、软件升级等领域的标准制订、修订工作，并取得了显著成果，为推动自动驾驶技术的发展和應用做出重要贡献。自动驾驶领域重点ISO国际标准摘录如下表所示。

表 4 自动驾驶领域重点 ISO 国际标准摘录

| 序号 | 标准号           | 标准名称   | 研究状态 |
|----|---------------|--|------|
| 1  | ISO 34501     | 《Road Vehicles - Terms and Definitions of Test Scenarios for Automated Driving Systems》  | 已发布  |
| 2  | ISO 34502     | 《Road Vehicles - Engineering Framework and Process of Scenario-based Safety Evaluation》  |      |
| 3  | ISO 34503     | 《Road Vehicles - Taxonomy for Operational Design Domain for Automated Driving Systems》   |      |
| 4  | ISO 34504     | 《Road Vehicles - Scenario Attributes and Categorization》   |      |
| 5  | ISO 34505     | 《Road Vehicles - Evaluation of Test Scenarios for Automated Driving Systems》   | 在研项目 |
| 6  | ISO/PAS 34506 | 《Road Vehicles - Test Scenarios for Automated Driving Systems - Qualification of Virtual Test Environments》                    |      |
| 7  | ISO/PAS 34507 | 《Road Vehicles - Test Scenarios for Automated Driving Systems - Controlled Natural Language for Description for ADS Scenarios》 |      |

2024年3月，欧洲议会正式投票通过并批准欧盟《人工智能法案》。随后，德国提出了关于车用人工智能相关标准法规的提案，拟针对车用人工智能技术，从通用要求层面提出可量化的明确规定。2024年7月，欧洲智能速度辅助系统强制标准实施。该强制标准要求欧洲大陆销售的所有新车必须配备智能速度辅助系统（ISA），帮助识别限速标识并在超速时提醒驾驶员遵守限速规定，该标准适用范围包括乘用车、商用车、公共交通工具、货车和卡车等车辆类别。

## 二、提升完善测试服务，助力技术迭代升级

### 2.1 封闭试验场地测试

#### · 继续做好封闭场地测试服务，支持北京自动驾驶发展

在自动驾驶车辆的研发、测试、验证进程中，封闭试验场地依旧且将长期起着至关重要的作用。2024年，亦庄基地继续做好封闭场地测试服务，支持北京自动驾驶发展。2024年，亦庄基地为汽车企业、研发机构以及高校等17家单位提供了全方位的测试服务，服务时长累计超过1800小时，充分满足了各单位的测试需求。

在2024年封闭场地的测试服务中，除法规标准类测试外，量产车的自主研发类测试及媒体测评相关测试量显著增长，同比增加40%以上。

#### · 支持多应用场景的自动驾驶功能封闭场地测试

2024年，依据政策先行区相关标准，亦庄基地支持萝卜运力、中国第一汽车股份有限公司等多家企业的乘用车进行自动驾驶功能的封闭场地测试。测试项目包含交通信号识别及响应、道路交通基础设施与障碍物识别及响应、周边车辆行驶状态识别及响应等典型测试项目。测试结果显示少数车辆不具备收费站通行功能，但能够在到达收费站前发出超出设计运行范围的提示信息，给出声音提示，并亮起危险报警，符合技术规范的要求。



图1 乘用车测试

依据《北京市智能网联汽车政策先行区智能网联清扫车测试技术规范》，亦庄基地对北京环卫集团环卫装备有限公司研发的自动驾驶清扫车自动驾驶功能进行测试。测试内容包含了交通信号灯识别及响应、道路交通基础设施与障碍物识别及响应、行人与非机动车识别及响应、周边车辆行驶状态识别及响应、自动紧急避险、停车、动态接管任务干预、最小风险策略及远程介入、网络安全等项，测试全部通过。环卫清扫作为自动驾驶重要场景，具备快速验证商业模式形成商业闭环的应用前景。



图 2 清扫车测试

2024 年，智道网联科技（蘑菇车联）小巴在亦庄基地进行了封闭场地测试。核心测试场景包括交通标志、标线的识别及响应、并道行驶类等场景，测试结果符合技术规范要求。此外，亦庄基地为京东、新石器等企业提供了无人配送车的基础性能及基于应用场景的技术验证测试，同时依据企业提交材料与车辆信息进行车辆的“三同”审查工作并出具第三方测试报告，支持企业进行技术能力的提升及促进城市间的互认工作。



图 3 小巴和无人配送车测试

### · 支持政策先行区 L3 级自动驾驶测试

北京政策先行区积极推动 L3 级智能网联乘用车的测试工作，特别是在高速路和城市快速路关键场景中。亦庄基地依据《北京市智能网联汽车政策先行区 L3 级智能网联乘用车高速路及城市快速路测试规范》，对小米汽车进行了测试。在测试中，小米汽车自动驾驶系统能够准确识别车辆、行人等交通参与者及交通基础设施，并根据实时交通状况做出快速、准确的决策，实现了在高快路上的自动驾驶。此外，对于如道路封闭、摄像头遮挡等高风险场景，小米汽车能够有效识别并及时提醒安全员进行接管，符合相关规范要求。



图 4 小米汽车测试

### · 量产车 L2+ 级辅助驾驶功能测试需求增加

2024 年，亦庄基地在高级别自动驾驶测试有序开展的同时，为奔驰、理想、小米等多家企业和媒体提供了 L2+ 级辅助驾驶能力的研发测试服务和能力评测服务，包括当前量产车主流标配功能研发测试服务和横评对标测试。测试过程中发现：部分车辆的 AEB 功能已经远远超过 C-NCAP 等技术测评要求。例如行人横穿的场景，法规要求测试车辆在车速 60km/h 下能够进行有效制动，测试结果显示部分车型在 90km/h 的情况下也能够及时识别到行人并进行有效制动。



图 5 辅助驾驶功能测试

## 2.2 开放道路测试

### · 测试工作有序推进

截至 2024 年底，累计 45 家企业的 1042 辆车在北京市开展自动驾驶车辆道路测试，累计测试里程超过 4705 万公里。北京市自动驾驶道路测试工作安全有序推进，道路测试里程连续 7 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。

表 5 在京测试自动驾驶企业道路测试情况汇总表（2018 年 -2024 年）

| 序号 | 企业名称                               | 车辆数量 | 2024 年度测试里程 | 累计测试里程<br>(单位: 公里) | 车辆类型 |
|----|------------------------------------|------|-------------|--------------------|------|
| 1  | 萝卜运力(北京)科技有限公司<br>北京百度网讯科技有限公司     | 344  | 5,809,167   | 21,806,024         | 乘用车  |
| 2  | 北京沃芽科技有限公司<br>苏州滴滴旅行科技有限公司         | 78   | 1,780,892   | 877                | 卡车   |
|    |                                    |      |             | 2,292,715          |      |
| 3  | 北京小马易行科技有限公司<br>北京小马智行科技有限公司       | 70   | 3,203,760   | 8,424,021          | 乘用车  |
|    |                                    |      |             |                    |      |
| 4  | 中国第一汽车集团有限公司<br>中国第一汽车股份有限公司       | 30   | 77,108      | 143,830            | 乘用车  |
|    |                                    |      |             |                    |      |
| 5  | 文远京行(北京)科技有限公司                     | 27   | 475,607     | 804,210            | 乘用车  |
|    |                                    |      |             |                    |      |
|    |                                    | 5    | 27,485      | 52,473             | 环卫清扫 |
| 6  | 安途智行(北京)科技有限公司                     | 20   | 112,858     | 196,784            | 乘用车  |
| 7  | 北京智行者科技股份有限公司                      | 10   | 1,210       | 1,336              | 乘用车  |
| 8  | 北京汽车股份有限公司                         | 10   | -           | 716                | 乘用车  |
| 9  | 北京新能源汽车股份有限公司                      | 6    | 18,022      | 19,025             | 乘用车  |
| 10 | 智道网联科技(北京)有限公司                     | 5    | 105,566     | 105,566            | 乘用车  |
|    |                                    |      |             |                    |      |
| 11 | 小米汽车科技有限公司                         | 5    | 4,197       | 4,197              | 乘用车  |
| 12 | 北京汽车研究总院有限公司                       | 5    | 45          | 45                 | 乘用车  |
| 13 | 梅赛德斯-奔驰(中国)投资有限公司<br>戴姆勒大中华区投资有限公司 | 5    | 19          | 19                 | 乘用车  |
|    |                                    |      |             |                    |      |
| 14 | 丰田汽车研发中心中国有限公司                     | 4    | -           | -                  | 乘用车  |
| 15 | 北京罗克维尔科技有限公司                       | 3    | 13,066      | 13,066             | 乘用车  |
| 16 | 上海蔚来汽车有限公司                         | 2    | -           | -                  | 乘用车  |
| 17 | 奥迪中国企业管理有限公司                       | 2    | -           | -                  | 乘用车  |
| 18 | 重庆金康新能源汽车设计院有限公司                   | 1    | -           | -                  | 乘用车  |
| 19 | 北京四维图新科技股份有限公司                     | 1    | -           | -                  | 乘用车  |
| 20 | 腾讯大地通途科技有限公司                       | 1    | -           | -                  | 乘用车  |
| 21 | 北京小马智卡科技有限公司                       | 4    | 28,893      | 49,841             | 卡车   |
| 22 | 北汽福田汽车股份有限公司                       | 4    | 2,482       | 6,982              | 卡车   |
| 23 | 北京主线科技有限公司                         | 4    | 1,511       | 24,305             | 卡车   |
| 24 | 北京京深深向科技有限公司<br>京深深向(北京)技术有限公司     | 3    | 6,782       | 6,782              | 卡车   |
|    |                                    |      |             |                    |      |
| 25 | 卡尔动力(北京)科技有限公司                     | 2    | 2,991       | 2,995              | 卡车   |
| 26 | 新汽有限公司                             | 1    | -           | -                  | 卡车   |
| 27 | 新石器慧通(北京)有限公司                      | 206  | 130,056     | 568,307            | 无人配送 |
|    |                                    |      |             |                    |      |
| 28 | 北京京东乾石科技有限公司                       | 102  | 161,728     | 373,990            | 无人配送 |
| 29 | 北京三快在线科技有限公司                       | 26   | 176,056     | 436,871            | 无人配送 |
| 30 | 毫末智行科技有限公司                         | 10   | 53,570      | 81,950             | 无人配送 |
| 31 | 北京数字政通科技股份有限公司                     | 1    | -           | -                  | 无人配送 |
| 32 | 北京轻舟智航科技有限公司                       | 4    | 5,447       | 58,521             | 巴士   |
| 33 | 北京公交集团亦庄运营管理有限公司                   | 2    | 9,615       | 15,047             | 巴士   |
| 34 | 国汽(北京)智能网联汽车研究院有限公司                | 2    | 2,128       | 2,393              | 巴士   |
|    |                                    |      |             |                    |      |
| 35 | 上海商汤临港智能科技有限公司                     | 1    | 1,251       | 3,113              | 巴士   |
| 36 | 阿波罗智联(北京)科技有限公司                    | 1    | -           | 124                | 巴士   |
| 37 | 北京福田欧辉新能源汽车有限公司                    | 1    | -           | -                  | 巴士   |
| 38 | 北京环卫集团环卫装备有限公司                     | 2    | 2,728       | 2,728              | 环卫清扫 |

### · 专项技术测试情况

自 2020 年起，《北京市自动驾驶车辆道路测试管理实施细则（试行）》允许企业开展专项技术测试，支持无人化、载人、高速公路、编队行驶等场景的开放道路测试。

无人化测试方面，截至 2024 年底，萝卜运力、小马智行、文远京行、滴滴、一汽等 5 家企业共 116 辆自动驾驶车辆在高级别自动驾驶示范区开展无人化道路测试，累计测试里程超过 304 万公里。



图 6 前排无人化道路测试

高速测试方面，截至 2024 年底，萝卜运力、小马智行、小米汽车等共 10 家企业（仅乘用车）的 130 辆自动驾驶车辆在高级别自动驾驶示范区进行高速公路测试，累计测试里程超过 238 万公里。



图 7 高速测试

夜间测试方面，截至 2024 年底，萝卜运力、小马智行、新石器共 14 家企业的 300 余辆自动驾驶车辆在高级别自动驾驶示范区进行夜间道路测试，累计测试里程超过 570 万公里。



图 8 夜间测试

编队测试方面，截至 2024 年底，小马智卡、主线科技、卡尔运力共 3 家企业 10 辆自动驾驶车辆在高级别自动驾驶示范区进行车辆编队行驶测试，累计测试里程超过 6.8 万公里。



图 9 卡车编队测试

## 2.3 关键脱离情况分析

自动驾驶关键脱离是指自动驾驶车辆因系统故障（软硬件故障）和驾驶策略问题、超出设计运行域（算法不成熟）等原因，车辆控制权限切换到人类驾驶员的事件。其他测试客观需求、任务临时变化或人员休息等原因造成自动驾驶过程中车辆被接管，不属于关键脱离。

分析关键脱离场景，准确识别脱离根本原因，不断探索和分析关键脱离场景对降低脱离率至关重要，这直接关系到车辆道路测试的安全性和效率，也是自动驾驶技术进步和能力增强的重要手段。随着北京市自动驾驶车辆步入规模化试运营阶段，自动驾驶技术明显提升，关键脱离的原因已从软硬件问题转变为算法层面的问题，脱离原因更加集中到实际的冲突与违章场景，本年度已不存在因软硬件故障造成的关键脱离。

### · 脱离地域分析

2024年北京市道路测试关键脱离与各区道路测试开展情况基本匹配，由于北京经济技术开发区承载的道路测试较多，场景丰富度高，北京市道路测试的关键脱离绝大部分发生在北京经济技术开发区，其余分布在石景山首钢园、通州区等地的测试区域。从脱离分布来看，易发生关键脱离的地点主要包括交通流量较大的十字路口，以及双向两车道的机非隔离道路等。

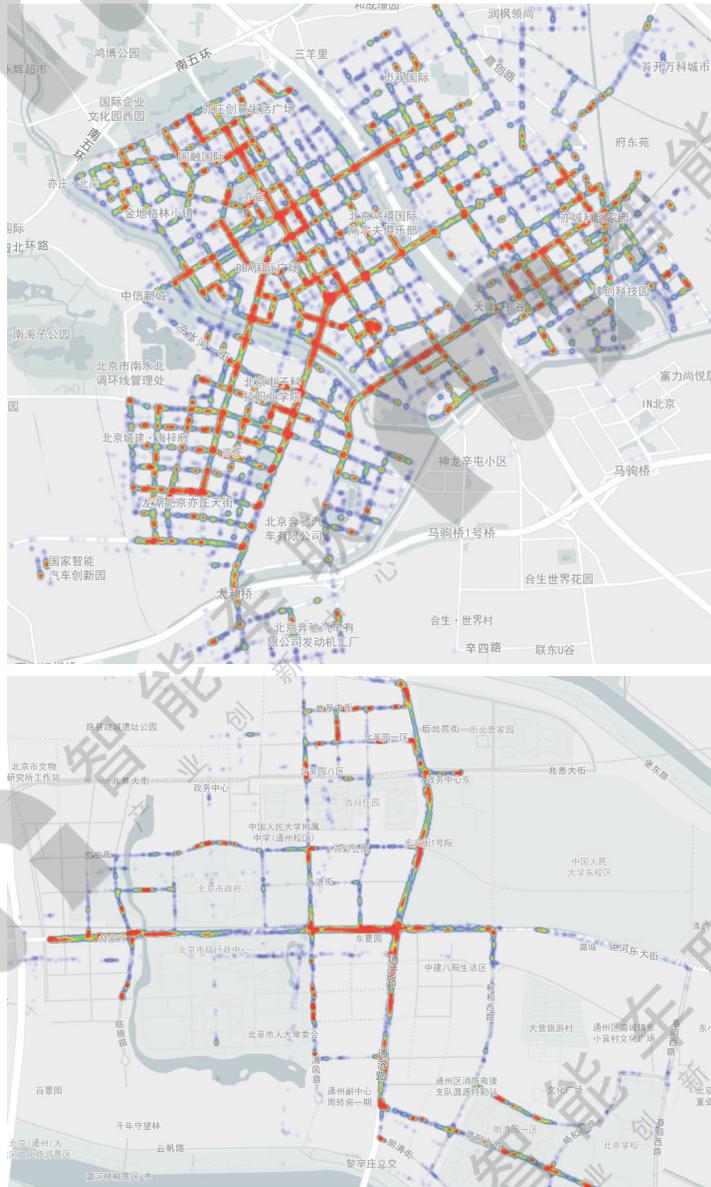


图10 2024年北京市道路测试关键脱离地点分布图（左：亦庄，右：通州）

### · 脱离原因分析

从关键脱离的脱离原因来看，2024年北京市道路测试关键脱离原因集中在车车冲突（车辆切入等）、行人非机动车冲突、基础设施、静态障碍物等，其中车车冲突和行人非机动车冲突仍占较大比例。值得注意的是，与行人、非机动车等道路弱势群体冲突造成的关键脱离占比相比去年上升约4倍，一方面说明测试车辆对机动车等大型目标的交互能力有所提升，另一方面也表明测试正更多的向识别更困难、随机性更强的重难点复杂场景倾斜。同时，异形静态障碍物的识别失误一直在关键脱离原因中稳定地占据一席之地。

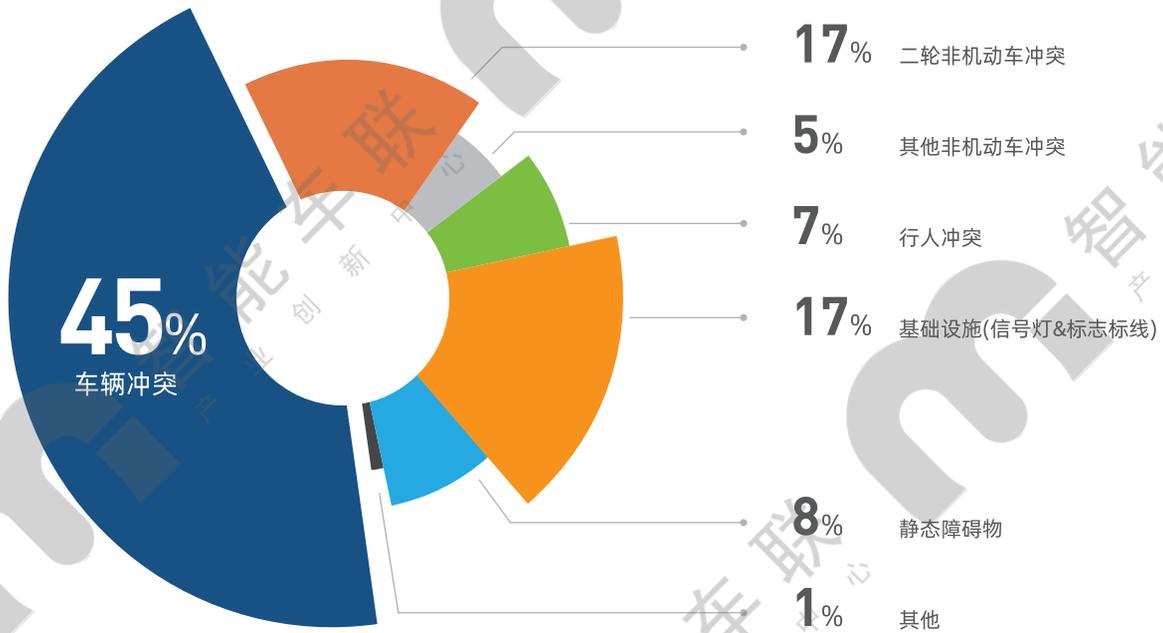


图 11 关键脱离原因分布

### · 光照条件脱离分析

测试车辆在各区域持续进行全天候的道路测试。按光照条件分，关键脱离在白天、夜间和清晨傍晚均有发生。在不同的光照条件（时段）下，车辆发生关键脱离的频率各不相同。车辆在不同光照条件下发生关键脱离的几率如下图所示。相比白天、清晨和傍晚，在夜间车辆有更高的几率发生关键脱离。这是由于夜间光线条件较弱，给车辆对周边环境的综合感知带来较大的挑战。

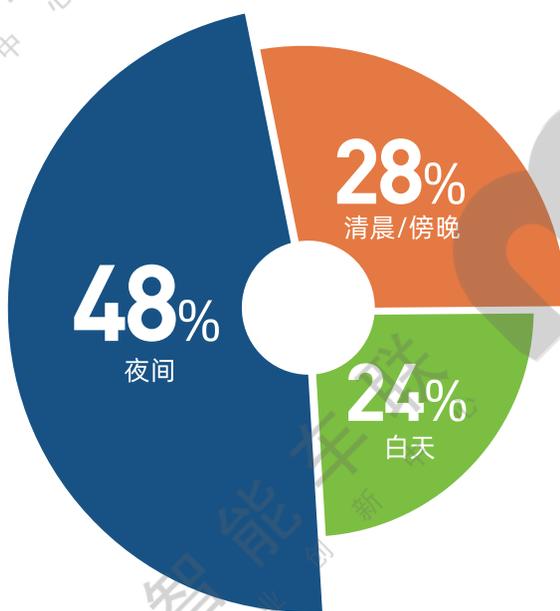


图 12 不同光照条件下关键脱离发生概率

## 三、示范应用加速推进，商业模式持续完善

### 3.1 北京市自动驾驶示范运营情况

2024年，北京市自动驾驶车辆在开放道路环境中已迈入规模化试运营阶段，在实践维度深度验证了自动驾驶系统的各项性能指标，实现了对相关技术参数与指标的进一步优化与提升。此举为加速构建环保、高效且安全的自动驾驶商业化应用体系奠定了坚实的实施基础，促进了自动驾驶技术从研发向市场应用的顺利过渡。

#### · 载人试运营测试及示范应用

截至2024年底，北京市范围内载人试运营总里程累计超过2947万公里，其中全无人载人测试里程超过179.1万公里。取得北京市自动驾驶测试管理联席工作小组意见的载人试运营测试车辆达到293辆。在高级别自动驾驶示范区内开展可载人的示范应用及商业化试点的车辆达420辆，其中86辆自动驾驶乘用车获准主驾无人副驾有人（无人化一阶段）自动驾驶载人示范应用及商业化，106辆自动驾驶乘用车获准车内无人（无人化三阶段）自动驾驶载人商业化。



图 13 北京市载人试运营测试及示范应用

#### · L3 级自动驾驶乘用车道路测试示范

2024年，一汽集团、北汽新能源、理想、小米、奔驰共5家企业，19辆自动驾驶乘用车在北京市开展了L3级自动驾驶乘用车道路测试示范，全年测试示范总里程超过4.7万公里，累计测试示范总里程超过5.0万公里。

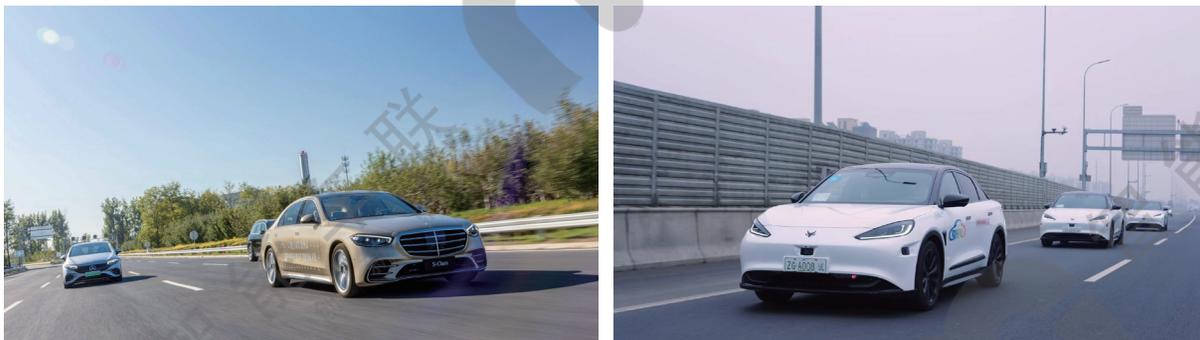


图 14 北京市 L3 级自动驾驶乘用车道路测试示范

### · 自动驾驶巴士道路测试及示范应用

截至 2024 年底，来自文远京行、轻舟智航、福田欧辉、阿波罗、商汤科技、智道网联科技等 9 家企业及联合体的 28 辆自动驾驶巴士在高级别自动驾驶示范区开展了道路测试与示范应用，累计测试里程超过 14.8 万公里。



图 15 北京市自动驾驶巴士道路测试及示范应用

### · 干线物流道路测试及示范应用

截至 2024 年底，来自沃芽科技、小马智卡、主线科技、京深深向、卡尔动力等 8 家企业及联合体的 19 辆干线物流车辆在高级别自动驾驶示范区开展了道路测试与示范应用，累计测试里程超过 9.1 万公里。



图 16 北京市干线物流道路测试及示范应用

### · 无人巡逻车道路测试及示范应用

截至 2024 年底，来自新石器的 15 辆无人巡逻车在高级别自动驾驶示范区开展了道路测试与示范应用，累计测试里程超过 33.8 万公里。



图 17 北京市无人巡逻车道路测试及示范应用

### · 无人清扫车道路测试及示范应用

截至 2024 年底，来自文远京行、北京环卫集团 2 家企业及联合体的 7 辆无人清扫车在高级别自动驾驶示范区开展了道路测试与示范应用，累计测试里程超过 5.5 万公里。



图 18 北京市无人清扫车道路测试及示范应用

### · 无人配送车道路测试及示范应用

截至 2024 年底，来自新石器、北京三快在线科技、北京京东乾石科技、毫末智行科技、北京数字政通科技等 5 家企业的 344 辆无人配送车在高级别自动驾驶示范区开展了道路测试与示范应用，累计测试里程近 180 万公里。

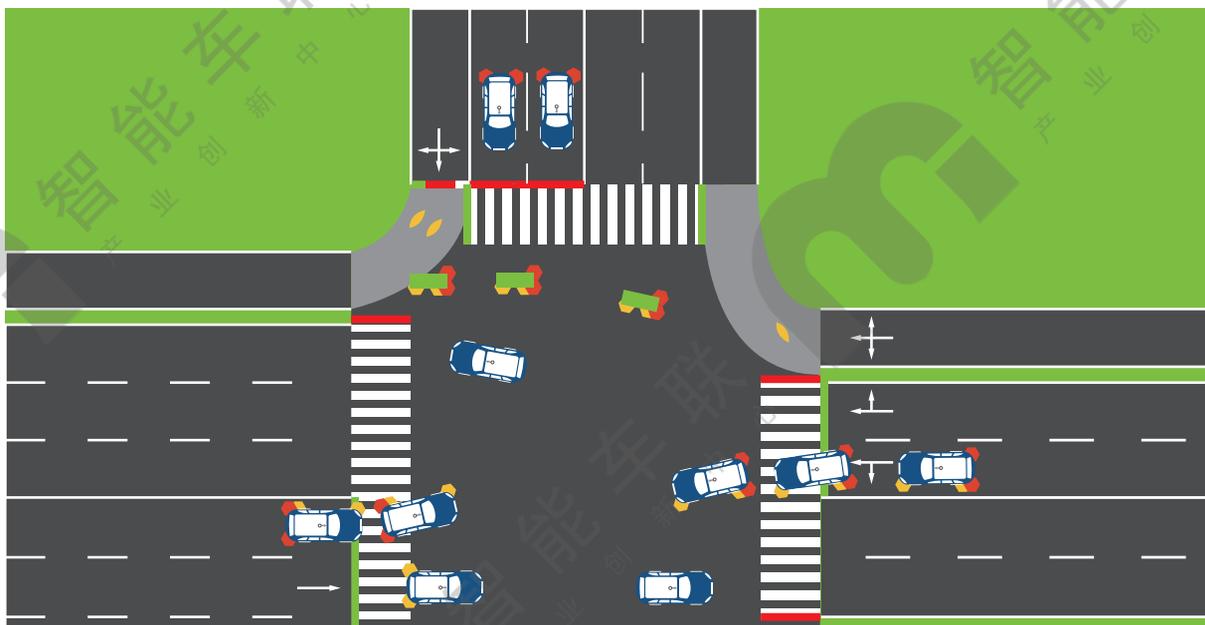


图 19 北京市无人配送车道路测试与商业示范

### · 无人配送车测试示范交通风险评估研究

2024 年，北京市交通委员会开展了无人配送车测试示范交通风险评估研究。对无人配送车道路测试示范投放管理的三大核心指标（人车配比、开放时间、投放总量）进行了科学研究。

研究从效率和安全两个维度提出了城市交通运行风险的评估方法，通过构建“区域 - 蜂窝 - 关键节点”三级评估模型，实现了区域内无人配送车投放前后交通风险的中微观评估。在此基础上，利用仿真引擎分别进行无人配送车投放前及投放后的仿真实验，根据实验结果训练无人配送车测试示范安全风险评估模型。运用该模型评估无人配送车投放至特定区域后的交通运行风险，从而制定基于三大核心指标的无人配送车投放规则方案。



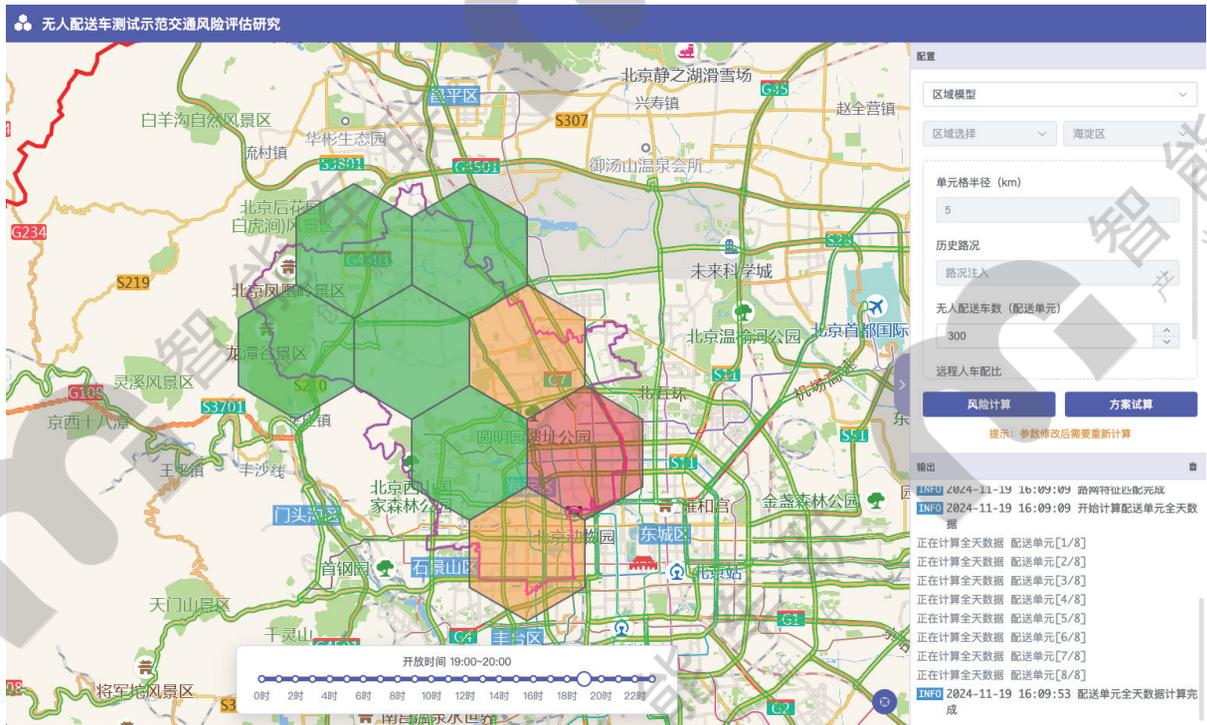


图 20 无人配送车投放仿真实验及区域风险评估

项目成果有助于科学制定无人配送车管理规范，加速其道路测试与商业示范进程，增强物流配送的安全与便捷性，降低成本，提升用户满意度，积极推动无人配送技术的演进与商业化应用。

同理，为了确保整体道路安全与通行效率，其他相关自动驾驶车辆在规模部署时，也应遵循科学、系统的规划原则，进行定量分析与精准投放。通过综合考虑道路条件、交通流量、车型性能等多方面因素制定出合理的投放策略从而有效降低交通风险，提升道路通行效率，进一步保障广大交通参与者的基本权益。

### 3.2 国内主要城市不同自动驾驶应用场景的示范运营情况

表 6 2024 年国内主要城市道路测试及示范运营情况汇总表

| 应用场景    | 北京   | 上海  | 广州  | 深圳  | 武汉   | 重庆   |
|---------|--|---|---|---|--|--|
| 自动驾驶出租车 | 截至2024年底，500辆智能网联自动驾驶示范应用及运营服务，累计里程超过2947万公里                             | 截至2024年，上海在嘉定区和临港新片区以及浦东新区投入45辆自动驾驶出租车，同年，上海中心城区开启无人驾驶载人载客服务            | 2024年，广州共运营超280辆自动驾驶出租车，累计运营超过30000小时   | 深圳坪山实现全域开放，率先推出全无人商业化试点，累计单车次超26000单，运行里程超50万公里。                            | 截至2024年6月，自动驾驶出租车和无人巴士580辆，超自动驾驶出行服务订单超158万单，累计服务超198万人次                 | 2024年5月，重庆在科学城智能网联汽车示范区投放68辆自动驾驶出租车，为科学城金凤片区、大学城片区、科学谷片区市民提供服务                   |
| 自动驾驶巴士  | 截至2024年底，28辆智能网联客运巴士开展运营，累计测试里程超过14.8万公里                                 | 2024年，上海奉贤示范区布局5台智能驾驶小巴，小巴共开行近10条自动驾驶线路，覆盖从社区到园区、轨交站点的出行需求              | 2024年，广州开通前装量产自动驾驶巴士收费运营项目，投入50辆无人驾驶小巴车队，覆盖广州中心城区，乘车一次收费2元。广州累计开通约10条自动驾驶小巴接驳线路 | 2024年8月，B998自动驾驶公交线路正式开通，共投放5台自动驾驶公交车。并在前海总共规划了4条自动驾驶线路，计划在年内总计将推广20台自动驾驶车辆 | 2023~2024年，智能驾驶重卡往返于圆通武汉集运中心和临海集运中心之间                                    | 2024年4月~2025年10月，拟在永川主城区内，投入3辆自动驾驶公交车，打造1条出行服务线路，累计完成出行服务不少于3000人次，运行里程不少于3.5万公里 |
| 干线物流    | 截至2024年底，19辆开展干线物流道路测试及示范应用，累计测试里程超过9.1万公里                               | 截至2024年8月，以上海东海大桥场景为依托，智能重卡逐步开展自动驾驶常态化运营，已累计完成1000万公里以上自动驾驶运营里程         | 2024年，广州开展L4级自动驾驶货运车公开路试。广州国际生物岛试点，试点期间每日承运货物超50000件                            | 实现L4级自动驾驶轻卡商业化运营  | 2024年，中通快递引进8辆无人快递车作为试点运行  | 西部（重庆）科学城落地大宗货运场景中短途运输智能电动重卡，具备将“车路云一体化”进行运用的物质基础，截至2024年12月完成仅100辆订单            |
| 无人配送车   | 截至2024年底，344辆开展无人配送服务，累计测试里程近180万公里                                      | 2024年，上海奉贤区部署30台无人配送车，20台无人零售车。无人配送车每次满载100至200件快递                      | 2024年，广州发布无人物流配送等12个低空经济及全空间无人体系应用场景，南沙区加快落地末端无人配送场景                            | 截至2024年12月，深圳坪山已累计开通近30条无人配送车示范线路，并有32辆无人配送车获批上路，开展城市配送服务。                  | 2024年4月~2025年10月，拟在永南物流园、重百永川商场、重庆云谷·永川大数据产业园等区域，投入15辆无人配送车，累计完成订单不少于3万单 | 2024年9月，重庆綦江区在子如广场和西区广场投放2台智能无人自动驾驶清扫车   |
| 无人清扫车   | 截至2024年底，7辆车开展无人清扫道路测试及示范应用，累计测试里程超过5.5万公里                               | 2024年，上海奉贤区部署5台无人清扫车，无人清扫车满电状态下可以持续工作8小时，这一时间内清扫里程可达14-16km，每台车容量为1000L | 截至2024年底，广州城管已在越秀、荔湾、天河、白云等区试点投放自动驾驶清扫车，清扫车可以容纳150升垃圾，充电一次可以连续清扫6-8个小时          | 2024年，深圳盐田公安导入AI人工智能算法开展智能巡逻  | 2024年，2辆无人巡逻车在武汉经济技术开发区投入使用，分别侧重于在人员密集区域执行任务和道路巡逻                        | 2024年，重庆永川投入数量无人巡逻车应用在日常出警、巡逻防范、交通管理、社区警务、应急指挥等多个警务领域。                           |
| 无人巡逻车   | 截至2024年底，15辆车开展无人巡逻道路测试及示范应用，累计测试里程超过33.8万公里                             | 截至2024年，上海洋山港超过100辆智能集卡全流程无人化作业及7*24小时全场景全天候智能化作业                       | 广州港南沙港区四期全自动化码头构建了北斗导航无人驾驶（IGV车队，车队配备了近140台智能型引导运输车                             | 2024年，近十台自动驾驶集卡投入武汉阳逻国际港  | 重庆果园集装箱港区实现了无人驾驶和人工驾驶集卡混合运行  |  |
| 港口      | ——   | ——  | ——  | ——  | ——   | ——   |
| 矿区      | 截至2024年9月，我国已有超50个露天煤矿完成无人驾驶矿卡的部署，无人驾驶矿卡数量达到1510辆。预计到2024年底，这一数字将超过2500辆 | ——  | ——  | ——  | ——   | ——   |

注：表中数据基于公开资料整理，“——”表示暂未找到相关公开资料。

## 3.3 自动驾驶市场化挑战

### 3.3.1 自动驾驶产业化快速渗透

中国自动驾驶产业化进程正呈现多层次协同突破态势，形成“L1-L2 规模化应用夯实基础、L3 商业化试点突破临界点”的递进式发展格局。当前，L1 级 ADAS 系统已经在不同价位段的车型中得到了较为广泛的覆盖，其毫米波雷达与视觉融合方案成本下探至千元级，成为智能汽车标配；L2 级辅助驾驶则依托 BEV+Transformer 算法架构升级，在 2024 年渗透率达到 55.7%，高阶功能如自动泊车 (NPA)、高速领航 (NOA) 正加速从豪华车型向 15 万元级大众市场渗透<sup>1</sup>。

更具里程碑意义的是，北京、武汉等 20 余个试点城市通过“车路云一体化”新型基础设施部署，构建起支撑 L3 级有条件自动驾驶的 V2X 通信网络，配合工信部《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》等政策突破，推动具备 ODD 动态监控能力的 L3 系统进入规模化验证阶段。这种由技术迭代、基建升级、法规突破构成的“三角驱动”模式，正在重构从核心元器件到整车集成的产业链价值分布，预计将催生涵盖高精地图、车规级计算芯片、冗余线控系统关键环节的万亿级市场空间。

### 3.3.2 自动驾驶出行服务挑战

2024 年以来，自动驾驶出行服务行业经历洗牌后回归理性，伴随 L3 级自动驾驶政策推行，产业进入稳步发展阶段。中美两国作为自动驾驶市场化进程的“领头羊”，已分别在各自国家的特定城市中，为公众推出了自动驾驶出行服务，并实现了自动驾驶车辆全无人驾驶商业运营，但是在成本、技术、用户接受度、服务提供与售后保障上还面临一定的挑战。

#### (1) 投入成本高，出行服务模式难以闭环

自动驾驶应用初期，车辆制造与服务提供的成本高于传统车辆。上述成本包括定制化软硬件、远程监测、调度系统、地勤维护体系等。进一步压缩成本是企业未来几年的重点工作。

表 7 现阶段国内自动驾驶出行服务与传统网约车的乘坐价格 (不考虑平台补贴)<sup>2</sup>

| 类型    | 公司   | 起步价<br>(人民币元) | 每公里收费<br>(人民币元) | 地区            |
|-------|------|---------------|-----------------|---------------|
| 传统网约车 | 滴滴快车 | 13            | 1.5             | 北京市高级别自动驾驶示范区 |
|       | 小马智行 | 18            | 3.0             | 北京市高级别自动驾驶示范区 |
| 自动驾驶车 | 萝卜快跑 | 18            | 2.7             | 北京市高级别自动驾驶示范区 |
|       | 萝卜快跑 | 15            | 2.4             | 重庆、武汉         |

1 上述数据基于市场调查结果整理。

2 表中数据基于市场调查结果整理。

中国采取车路云协同与单车智能并重的一体化发展策略，需大规模智能化新基建支持，预示着中国在智能道路改造新基建投入上将更为显著。因此，我国为实现自动驾驶技术转化目标，需要突破规模化量产的核心瓶颈，在确保性能安全的同时，推动成本有效降低。

## (2) 技术待升级，长尾场景仍存技术瓶颈

近年来，自动驾驶技术亮点纷呈，自动驾驶平台以 BEV+Transformer 为主路线持续升级，新整车架构开发助力单车智能化提升、复杂场景处理能力增强，可靠性初见成效，产业数据闭环同步强化。然而，虽然目前自动驾驶车辆在常规场景下已基本实现自动驾驶，但长尾场景仍存在技术瓶颈，自动驾驶技术在感知精度与算法层面尚需进一步优化。例如，美国自动驾驶头部技术公司之一 Cruise 自动驾驶系统在复杂场景下性能不足，突发事件识别能力有限，导致事故频发。

在自动驾驶技术领域，技术研发难题构成的主要挑战尤以软硬件一体化解决方案的稳定性和可靠性为甚。这要求产业链各环节协同攻关，尤其在车辆设计初期即启动多方位合作。有关专家强调，前装量产是达成 L4 级自动驾驶规模化的核心要素。

## (3) 全面普及难，社会接受程度尚需提高

在用户接受度层面，首要考虑的问题是安全，这也是自动驾驶发展最重视的问题之一。而安全需要成熟的自动驾驶技术兜底，因此，企业不断投入研发，优化算法，以确保自动驾驶技术的可靠性和安全性，从而提升公众对自动驾驶出租车的信任和接受度。此外，有关自动驾驶企业为每辆车及乘客购买了高额保险作为保障，从风险转移和财务保障层面，进一步增强了用户信心与安全感。

然而在另一方面，国内相关企业对选择自动驾驶出行的用户进行了调查，结果表明受限于当前自动驾驶出行服务的有限部署区域、固定上下车站点以及较小的车队规模，其市场接受度及满意度尚待提升。此外，相对较高的成本因素可能会抑制用户将自动驾驶出行服务模式作为日常出行方式的意愿。所以综合来看，自动驾驶在市场接受度与成本竞争力方面仍需进一步优化与提升，以更好地满足用户需求并推动规模化应用。

## (4) 运维要求高，售后保障体系有待健全

自动驾驶出行服务与售后运维系统的高技术要求超越了传统车辆的维护范畴，导致现有汽车售后资源在满足自动驾驶汽车对售后服务的高效性、可靠性和经济性需求方面存在挑战。为此，行业领先企业正积极采取策略，自建或主导构建专业化、智能化的自动驾驶车辆服务与售后运维体系。

在通行试点阶段，可降低自动驾驶车辆停靠场站智能化门槛，借助人工辅助实现更经济、更有效、更安全的部署方式。构建“车企+智驾公司+运维商”三方协同机制，整合多方优质资源以优化服务与运维效率，进而满足自动驾驶汽车应用的专业化服务要求。

从当前数据来看，各自动驾驶企业现阶段暂时面临财务赤字挑战，但其依然致力于构建完整的商业生态链，推动全球范围内的规模化部署，持续优化自身的盈利模型并提升财务可持续性。而在实际操作层面，自动驾驶企业也倾向于采取分阶段盈利策略，优先从简单场景实现应用推广如用于物流、巡检、零售、环卫等，降低成本，促进企业进入正向循环的自我造血阶段。

## 四、自动驾驶测评创新与实践

### 4.1 概述

自动驾驶车辆根据 SAE 的标准可分为 L1-L5 级，每个等级代表了不同的自动化水平和驾驶辅助能力。针对 L2 级及 L2+ 辅助驾驶功能，目前全球范围内已经建立了一套成熟的国际、国家法规及行业规范体系。这些标准涵盖了从车辆设计、制造到道路测试等多个环节，确保了自动驾驶技术的安全性和可靠性。主机厂和检验机构依据这些标准进行严格的测试，以评估车辆的技术能力和性能表现。常见的功能包括自动紧急制动（AEB）、自适应巡航控制（ACC）、车道保持辅助（LKA）和盲点监测（BSD）等。这些功能通过各种传感器和算法实现对车辆周围环境的感知和决策，以提高驾驶安全性和舒适性。除专业检测机构的参与外，媒体也在自动驾驶功能的评价中扮演着重要角色。媒体通过选择典型的测试场景并结合实际用户的使用体验，在封闭场地内进行测试，也从一定程度上弥补了标准化测试的不足。

对于更高级别的 L3 级自动驾驶功能，国际标准方面已经有了包括 WP.29 发布的 ALKS 法规、ISO 发布的 ISO 22737 LSAD 标准等相关规定，而国内则制定了 GB/T 41798-2022 等标准来指导封闭场地的测试工作。国内检验检测机构通常依据这些国家标准开展测试活动，以确保 L3 级别自动驾驶技术的合规性和安全性。

值得注意的是，尽管国家标准尚未更新，但从近年来测试机构、测试车企及车企供应商的测试内容来看，测试思路已经在逐步转变。已经从单一的测试场景向连续场景过渡，引入多目标物参与的复杂场景变化，自动驾驶功能测试评价方面正朝着更加全面和深入的方向发展。

### 4.2 中国智能网联汽车类人评价模型 -ACC 单一功能测评体系介绍

自动驾驶车辆与人类司机良好的一致性对道路安全与高效具有重要意义，自动驾驶车辆保持与多数人类驾驶员相似的驾驶行为，不仅能为乘员提供舒适的乘坐感受，还有利于周围车辆更好地理解并预测其行为，实现人类司机与自动驾驶车辆良好的互动。北京智能车联积极推动测试技术研发创新，从自动驾驶车辆与人类驾驶的相似程度（类人性）角度出发，研究自动驾驶系统与国内驾驶员驾驶风格的差异，在 2023 年开始建立“中国汽车类人评价指数”（China Car Human-like Assessment Index，以下简称 CCHAI）。评价结果反映自动驾驶系统功能表现与国内人类驾驶员的差异性和匹配度，是自动驾驶车辆用户驾乘感受的综合体现。

#### · 评价思路

基于大量人类驾驶场景数据分析成果，CCHAI 以各项场景指标数据分布的众数为评价标杆，以分布的人群占比为边界区分不同的驾驶风格或等级，针对不同的等级赋予不同的评价得分。

以某项指标的数据分布为例：

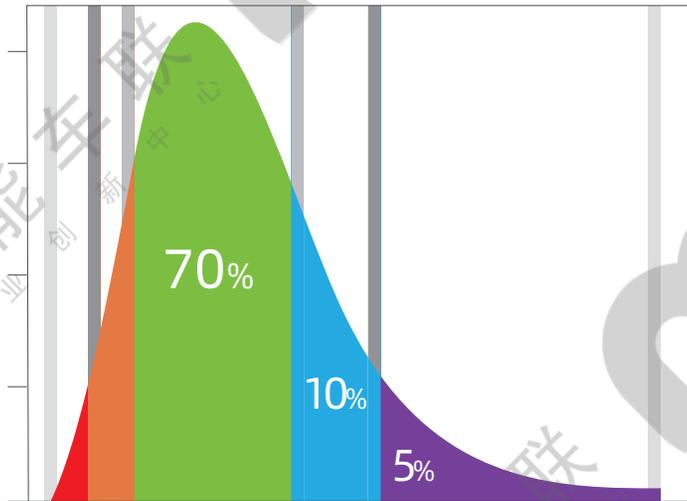


图 21 数据分布形态示例

以众数为中心，数值向高低两侧分布占比达“70%”的人群定义为驾驶行为良好。如自动驾驶车辆的值位于“70%”人群范围内，表明该车驾驶行为与多数人类驾驶行为相似，拥有较好的一致性，兼顾安全和效率。

以“70%”为中心，两侧共占“20%”数量的人群定义为驾驶行为一般，高低两侧的“10%”，分别为较激进和较保守两类人群；位于“20%”人群范围内，表明自动驾驶车辆驾驶行为与少数人驾驶行为相似，安全性偏差或行车效率偏低。

剩余“10%”数量的人群则为极端激进和极端保守的两类。位于“10%”人群范围内，表明自动驾驶车辆驾驶行为与部分过于激进或过于保守的人类驾驶行为相似，存在危险驾驶或阻碍交通通行的行为。

### · 评价模型建立

评价模型的建立基于“全息交通场景库”中的海量人类自然驾驶场景数据。场景库以无人机航拍典型交通区域的方式进行采集，有对自然交通流零干扰，采集数据无盲区，厘米级精度等优势。目前，场景库已经积累了逾 200 余万公里自然驾驶里程，超过 1000 小时人类驾驶数据，覆盖城市、高速两大区域 80% 以上的交通场景，场景要素覆盖行人、非机动车、机动车、动物等 17 类交通参与者类型。

进行测试时，北京智能车联基于自动驾驶车辆典型行驶工况，设定偏向实际使用的场景参数，以场景库内相同工况下的人类驾驶数据为评价依据，结合法规、标准等安全性要求，建立从实际场景出发，以用户体验为主要依据，覆盖安全、效率、舒适的产品评价体系。

以 CCHAI 中的 ACC 自适应巡航功能测评为例，评价涵盖稳定跟车、跟车加速、前方车辆切入切出等 8 项典型跟车功能场景，共 17 项评价指标。评价依据以人类跟车参数为主，结合 ALKS 法规、碰撞域等安全性指标。

表 8 CCHAI 评价模型

| 测试项目           | 评价指标     | 指标描述                              | 得分  | 单项满分<br>(得分值*测试工况数量) | 系数  | 综合评价占比 |
|----------------|----------|-----------------------------------|-----|----------------------|-----|--------|
| 稳定跟车<br>5类速度工况 | 跟车距离     | 与人类跟车距离的相似程度，以人类驾驶数据为评价依据         | 0-5 | 5分×5                 | 1   | 25     |
|                | 档位差异     | 车辆不同跟车挡位实际跟车距离差异                  | 0-2 | 2分×5                 | 0.1 | 1      |
|                | 稳定性      | 稳定跟车状态下，车辆的速度波动评价                 | 0-1 | 1分×5                 | 0.1 | 0.5    |
| 跟车加速<br>5类速度工况 | 最大跟车距离   | 跟车加速过程中车间距与人类表现的相似性，以人类驾驶数据为评价依据  | 0-5 | 5分×5                 | 1   | 25     |
|                | 加速度      | 非紧急工况下，跟车加速过程中的舒适性，以加速度主观评价为依据    | 0-2 | 2分×5                 | 0.1 | 1      |
|                | 响应距离     | 对前车加速行为的响应情况，以人类驾驶数据为评价依据         | 0-1 | 1分×5                 | 0.1 | 0.5    |
| 跟车减速<br>5类速度工况 | 最大跟车距离   | 跟车减速过程中车间距与人类表现的相似性，以人类驾驶数据为评价依据  | 0-5 | 5分×5                 | 1   | 25     |
|                | 加速度      | 非紧急工况下，跟车减速过程中的舒适性，以减速度主观评价为依据    | 0-2 | 2分×5                 | 0.1 | 1      |
|                | 响应距离     | 对前车减速行为的响应情况，以人类驾驶数据为评价依据         | 0-1 | 1分×5                 | 0.1 | 0.5    |
| 跟车起停<br>3类速度工况 | 起步最大跟车距离 | 跟车起步时在车间距方面与人类驾驶的相似性，以人类驾驶数据为评价依据 | 0-5 | 5分×3                 | 1   | 15     |
|                | 停车距离     | 跟车停车后与前车车间距的合理性                   | 0-1 | 1分×3                 | 0.1 | 0.3    |
|                | 响应距离     | 对前车起步行为的响应能力                      | 0-1 | 1分×3                 | 0.1 | 0.3    |
| 前车低速<br>3类速度工况 | 响应距离     | 对前方低速车辆的响应距离是否足够安全，以ALKS法规为评价依据   | 0-5 | 5分×3                 | 0.1 | 1.5    |
|                | 最小碰撞时间   | 车辆安全性，以碰撞域为评价依据                   | 0-3 | 3分×3                 | 0.1 | 0.9    |
|                | 减速度      | 减速过程中的舒适性，以减速度主观评价为依据             | 0-1 | 1分×3                 | 0.1 | 0.3    |
| 前车切入<br>2类速度工况 | 最小碰撞时间   | 车辆安全性，以碰撞域为评价依据                   | 0-5 | 5分×2                 | 0.1 | 1      |
| 前车切出<br>2类速度工况 | 最小碰撞时间   | 车辆安全性，以碰撞域为评价依据                   | 0-5 | 5分×2                 | 0.1 | 1      |
| 横向识别           | 横向识别范围   | 对前车的横向感知范围                        | 0-2 | 2分                   | 0.1 | 0.2    |

## · ACC 功能评价实践

基于评价体系，北京智能车联以当前量产车型为测试目标，开展了大量 ACC 功能评价测试。

表 9 多款车评价得分

| 测试车型         | 得分    |
|--------------|-------|
| 鸿蒙智行 - 享界 S9 | 85.33 |
| 理想 MEGA      | 79.3  |
| 小鹏 P7+       | 74.36 |
| 零跑 C16       | 71.47 |

以其中一款车型为例，对 ACC 功能类人性评价过程进行较详细的介绍。本次测试选取车型为配备 AD Max 系统的理想牌 MEGA 型纯电动 MPV(以下简称理想 MEGA)。在 CCHAI 模型下，针对理想 MEGA 的 ACC 自适应巡航功能进行 8 大维度测试。测试内容包括：不同时速下的稳定跟车、跟车加速、减速、应对前方低速车辆、跟车起停、前车切入、切出、横向识别等。最终的理想 MEGA 得分成绩为 79.3 分。



图 22 理想 MEGA

表 10 理想 MEGA 得分详表

| 测试项目        | 评价指标   | 得分 / 满分   | 分项得分 |
|-------------|--------|-----------|------|
| 稳定跟车 15 类场景 | 跟车距离   | 26.5/26.5 | 25   |
|             | 档位差异   |           | 1    |
|             | 稳定性    |           | 0.5  |
| 跟车加速 15 类场景 | 最大跟车距离 | 11.5/26.5 | 10   |
|             | 加速度    |           | 1    |
|             | 响应距离   |           | 0.5  |

|              |          |           |      |
|--------------|----------|-----------|------|
| 跟车减速 15 类场景  | 最小跟车距离   |           | 20   |
|              | 减速度      | 21.4/26.5 | 0.9  |
|              | 响应距离     |           | 0.5  |
| 跟车启停 3 类挡位场景 | 起步跟车最大距离 |           | 15   |
|              | 停车距离     | 15.5/15.6 | 0.2  |
|              | 响应距离     |           | 0.3  |
| 前车低速 9 类场景   | 响应距离     |           | 1    |
|              | 最小碰撞时间   | 2.2/2.7   | 0.9  |
|              | 减速度      |           | 0.3  |
| 前车切入 2 类速度场景 | 最小碰撞时间   | 1/1       | 1    |
| 前车切出 2 类速度场景 | 最小碰撞时间   | 1/1       | 1    |
| 周边车辆感知       | 横向识别范围   | 0.2/0.2   | 0.2  |
| 总分           |          |           | 79.3 |

以跟车减速为例，跟车减速是指两车一前一后保持稳定行驶时，前车突然降低速度。这个场景考验车辆对前方减速车辆识别反应能力、加速度等行为类人性。理想 MEGA 在高中低档的不同档位下，在跟车减速时车辆响应差异较大，整体上偏保守，如下图所示。

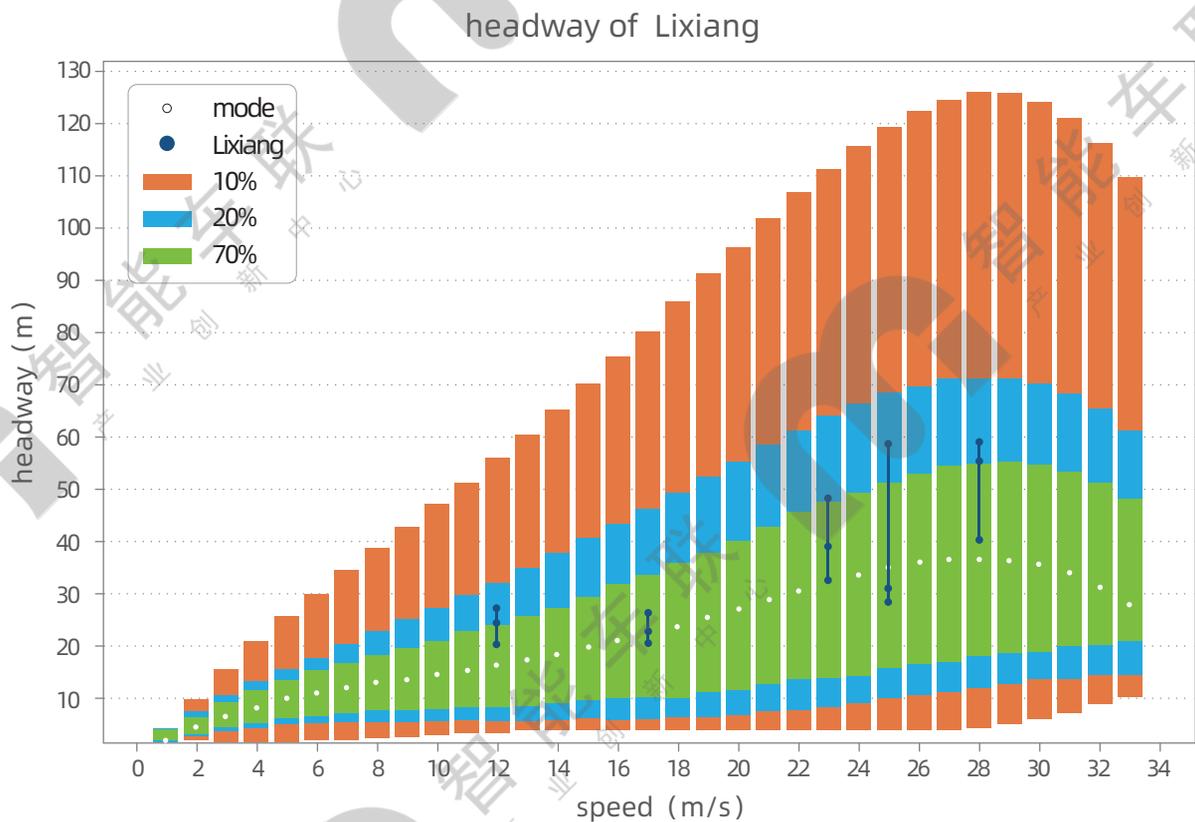


图 23 理想 MEGA 不同挡位和车速的跟车减速最小跟车距离示意图

以 80km/h 工况下的跟车减速为例，理想 MEGA 能快速识别到前车的速度变化，在应对减速时跟车距离平缓下降，最小距离为 22m，在适应低速前车的过程中减速度未超过  $2.5\text{m/s}^2$ 。

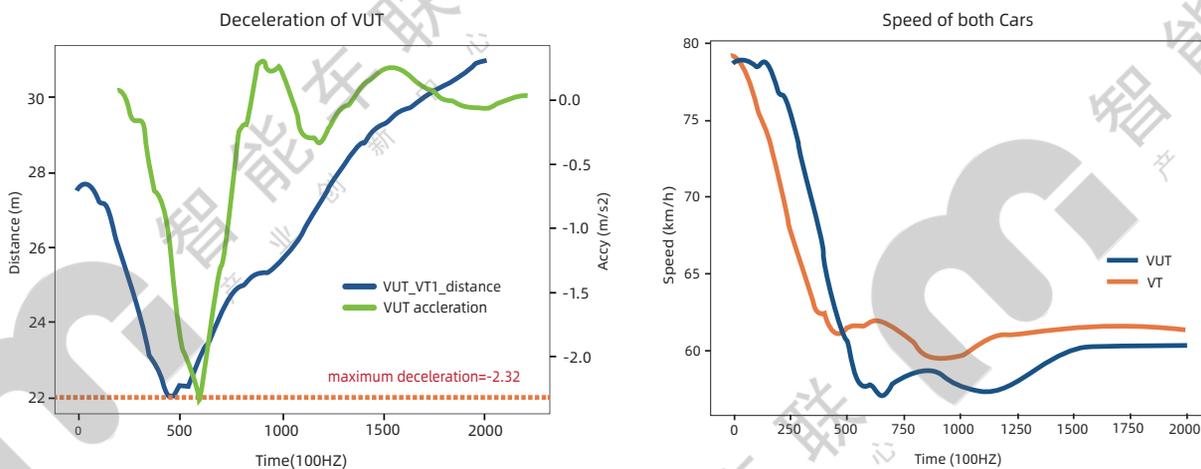


图 24 理想 MEGA 减速跟车车距和加速度（左）、本车和前车车速（右）

从减速跟车测试项目整体情况来看，在多个速度工况下，理想 MEGA 都可保证最基础的安全，且可以较快地一次性适应前车改变后的车速，不存在反复波动的情况。这表明理想 MEGA 的 ACC 功能在减速跟车时的类人性较好，但整体偏向保持较大的安全距离，例如最保守挡位的跟车距离处于人类驾驶员效率较低的范围。

前车切入场景是指被测车辆在快速行驶状态下遭遇相邻车道低速车辆在前方切入，考察车辆是否能及时发现并做出响应。以 60km/h 匀速行驶遇 30km/h 前车切入为例，理想 MEGA 在两车距离达到 20m 时开始对低速切入车辆做出响应，在 5 秒钟内完成减速至稳定跟车。减速过程中，理想 MEGA 的减速度未超过  $3.2\text{m/s}^2$ ，未触发 AEB，在整个减速过程中，理想 MEGA 的预碰撞时间最低仅为 3.0 秒，未进入 2.4 秒内的危险区域，整体安全性较好，驾乘人员舒适度良好。

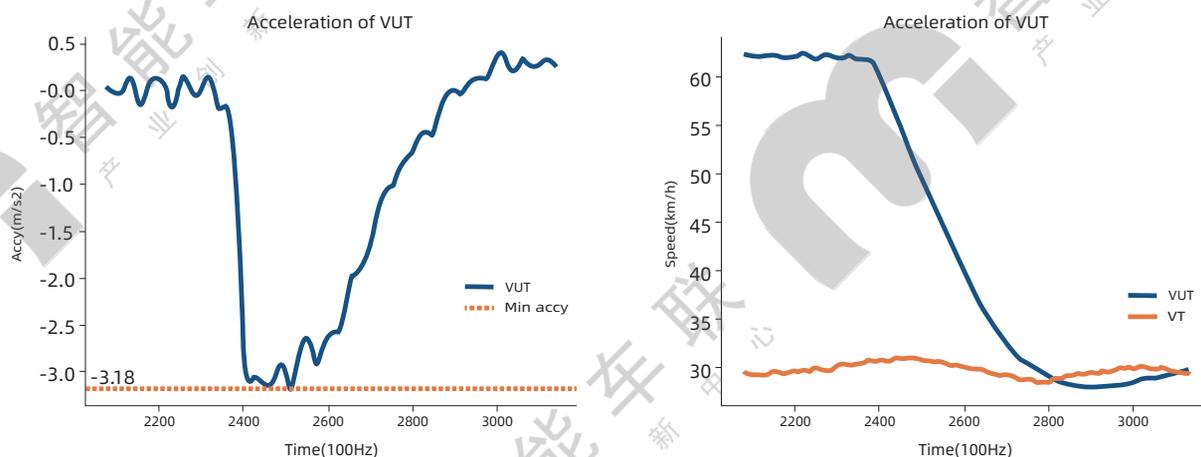


图 25 理想 MEGA 前车切入加速度（左）、本车和前车车速（右）

基于 CCHAI 模型的 ACC 功能测试情况可知，理想 MEGA 的安全性和舒适性表现出色，通行效率方面仍有提升空间。

## 4.3 中国智能网联汽车类人评价模型 - 城市 NOA 场地连续测评体系介绍

导航辅助驾驶（NOA）功能是近年来自动驾驶技术取得的新突破之一，也是企业和消费者重点关注的热点之一。按运行环境分，NOA 可进一步细分为高速和城市道路两个方向。其中，城市 NOA 由于路网和交通环境复杂、交通参与者多等原因被认为是相对较难的方向。到 2024 年已有多家车企开放了部分城市 NOA 功能，并逐步扩大可用城市范围。

目前，基于城市 NOA 的实现方案主要包含有图、无图，有激光雷达、无激光雷达等多种技术路线。目前较为主流的是采用有图、有激光雷达的方案，该方案可以最大限度的保障车辆的行驶安全。在测评方面，行业内主要有两大测评团队，一类是媒体，一类是检测机构。媒体基于城市内某条道路规划一条测试路线，依靠道路上随机出现的交流通作为测试场景，评价标准主要以主观性为主。检测机构的测评主要依据标准来进行评测，其测试设备和标准更加专业化，但是现阶段城市 NOA 功能方面的测评标准欠缺，不足以支撑全面的测试内容。

整体来看，无论是媒体测评还是检测机构测试，综合起来存在标准欠缺、测试碎片化、场景不统一和量化性不足的情况。基于上述现状，北京智能车联结合《自动驾驶车辆道路测试能力评估内容与方法》的要求和多年来对 L3 级以上自动驾驶测试方面积累的经验，经过近 2 年时间的测试验证，形成了一套城市 NOA 功能测评体系，该体系从安全合规性、行车效率和舒适性等多维度对城市 NOA 功能开展评测，通过完整的体系和量化的数据，对城市 NOA 功能进行全面评测，目前已形成第一版测试体系（下称 1.0 版本）。

### · 评测体系设计思路：

北京智能车联于 2018 年开始，积累自动驾驶场景库，截至目前已经完成了包含法规场景、事故场景、脱离场景、人类自然驾驶场景的场景案例百万余个，由于场景的出现频率和场景的危险度成反比关系，随着“场 - 路 - 区 - 城”测试范围和测试规模的扩大，自动驾驶测试重点发生变化，测试场景更趋于复杂危险，对于自动驾驶车辆能力也提出更高的要求，如图 26 所示。

目前城市 NOA 功能处于起步发展的阶段，功能研发的初衷还是保证基本的行车安全，所以本着评测体系的制定与行业发展保持一致的原则，1.0 版本的评测体系中的场景选择主要集中在日常生活中场景频率高且具备一定危险度的场景，以及部分主流法规类场景。随着城市 NOA 辅助驾驶水平的提升，基本的行车安全已经不再成为技术发展的障碍时，评测体系的场景选择方向也会发生改变，由原来的场景频率高、危险度低的场景为主，逐步变化为场景频率低、危险度高的场景，即逐步演化后期的 2.0 版本和 3.0 版本，最大限度的测试车辆的极限能力，评价思路如图 27 所示。

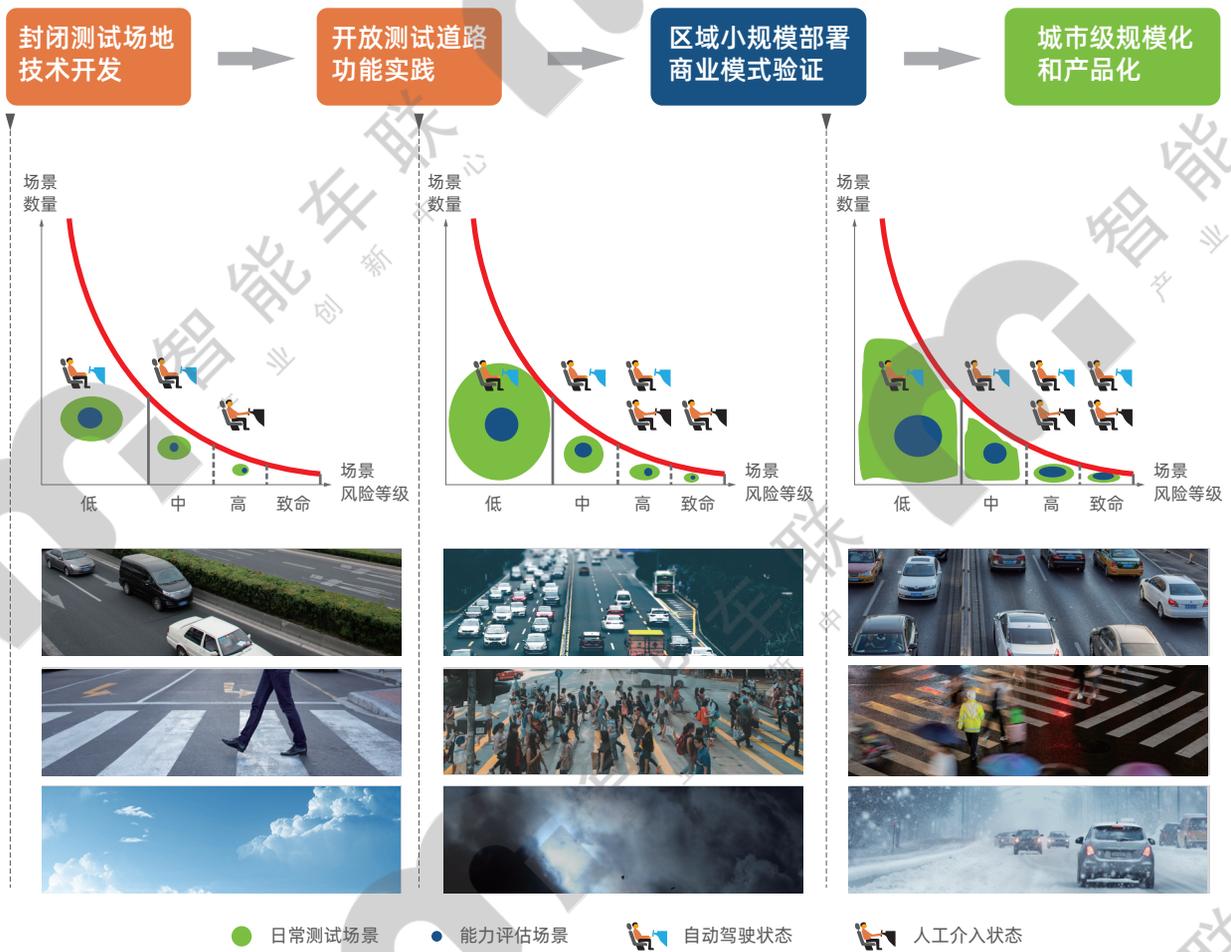


图 26 场景的危险度与概率关系图



图 27 城市 NOA 功能评价思路示意

由于现阶段城市 NOA 测评方面的标准较少，且消费者在智能性方面的评价尚未有明确的共识，所以 1.0 版本测评体系的评价模块，沿用了传统的智能驾驶评价维度中的要素，即安全、舒适、效率和能耗。不同的维度下，采用主客观评价相结合的方法，保证了数据的客观公正性，同时也保证了测试结果基本符合人类的自然驾驶期望。目前城市 NOA 功能测评体系主客观评分占比为客观（85%）与主观（15%），以安全 - 合规 - 高效 - 舒适的主次顺序施加各自不同的二级权重。依据这套评价标准，可给消费者或主机厂详细而直观的竞品车型对比和城市 NOA 功能的提升建议。

### · 城市 NOA 测评体系 1.0 版本

截至 2024 年 12 月，城市 NOA 功能测试评价体系已完成 1.0 版本的测试路线、测试场景设计和相应评价标准的配置，并开展了完整的场地测试。

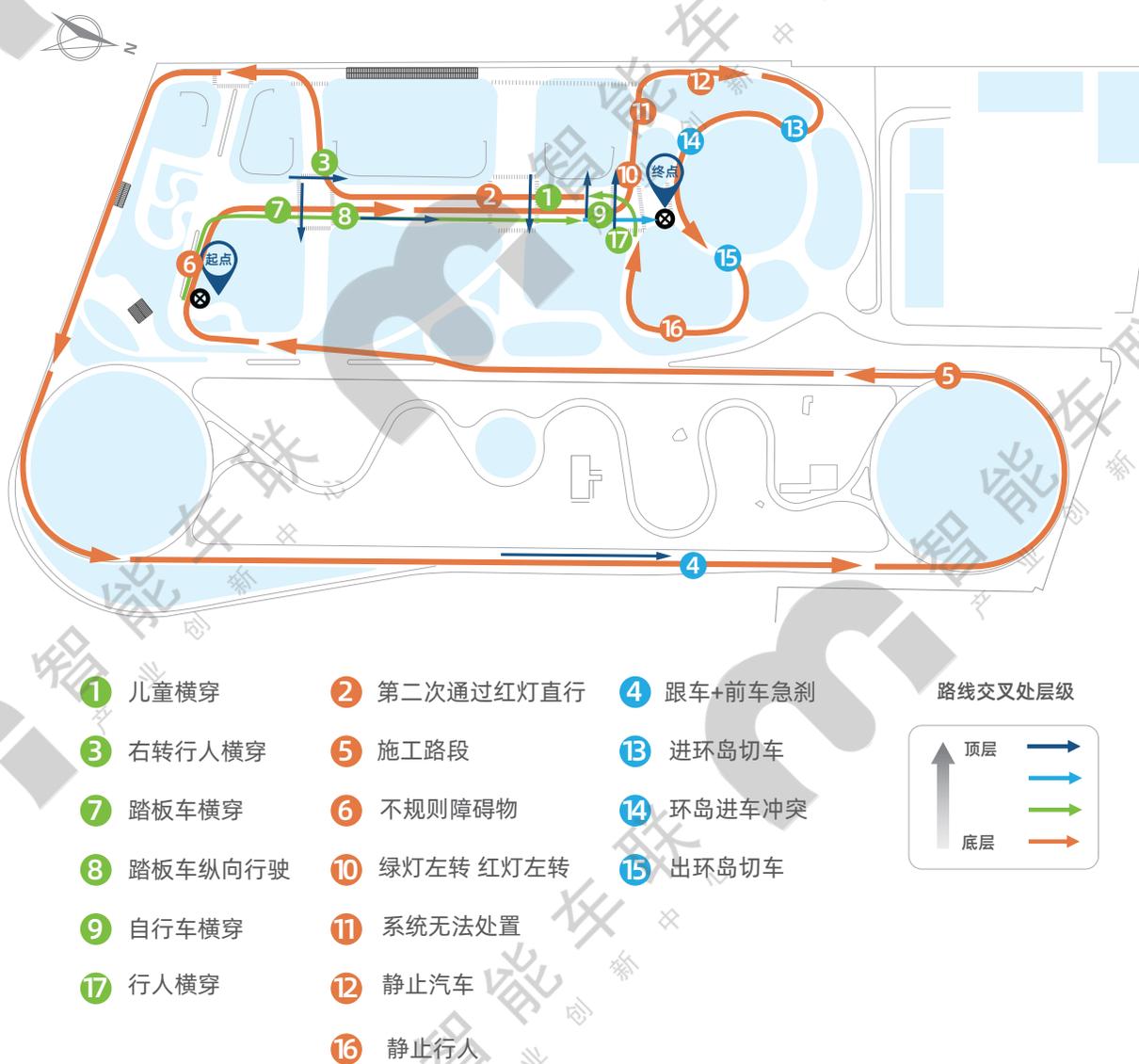


图 28 城市 NOA 测试路线 1.0 版本示意

1.0 版本共包含 8 个动态场景、6 个静态场景、3 种信号灯路口转弯和多种标线识别（场景明细见表 13-理想 L6 城市 NOA 功能评价详表），满分 100 分，采用扣分制的方式计分，具体测评标准如下。

表 11 城市 NOA 测试评价标准 - 客观部分

| 大项      | 测试能力                     | 最大扣除分数 |
|---------|--------------------------|--------|
| 道路通行    | 基本道路行车功能，如启停、信号识别        | 24     |
| 避让静态障碍物 | 特殊道路情况应对功能和识别绕行功能        | 15     |
| 非机动车冲突  | 弱势群体紧急避让功能               | 10     |
| 行人冲突    |                          |        |
| 机动车冲突   | 道路互动和紧急避让功能              | 16     |
| 通用评价    | 全过程评价<br>整体车速、压线违章、接管频率等 | 20     |
| 客观评价总分  |                          | 85     |

表 12 城市 NOA 测试评价标准 - 主观部分

| 大项     | 测试能力             | 最大扣除分数 |
|--------|------------------|--------|
| 行车安全   | 给司机和乘客的安全性印象     | 10     |
| 行车效率   | 车辆能否高效通行，不无故浪费时间 | 5      |
| 变速控制   | 乘车体验，车辆纵向控制是否平顺  | 5      |
| 方向控制   | 乘车体验，车辆横向控制是否平顺  | 5      |
| 功能操作   | NOA 功能操作的便利性     | 5      |
| 主观评价总分 |                  | 15     |

### · 测试案例

北京智能车联在国家智能汽车创新园场地内开展了完整的基于 1.0 版本路线的城市 NOA 功能测试活动，并对被试车型在测试中的表现进行了完整的记录和分析。被试车型为搭载最新 AD MAX 智能驾驶系统的理想牌 L6 车型，以下简称理想 L6。



图 29 理想 L6

依托高精导航计量设备，本次测试对理想 L6 的多种参数进行持续监控和记录。以最突出车辆城市 NOA 功能安全性表现的非机动车和行人冲突为例，这两项测试考验车辆应急避让保护道路弱势群体的能力。理想 L6 没有发生任何碰撞，对目标的识别和反应及时，仅有 1 次避让儿童时达到了  $-4.15\text{m/s}^2$ ，刚刚进入紧急制动范围。整个测试过程车内驾乘人员舒适性和安全性评价较高。

理想 L6 全过程仅进行了 2 次人工接管，其中仅 1 次需要切换为手动驾驶脱困。整体来看，理想 L6 的城市 NOA 功能具有以下特点。

表 13 理想 L6 城市 NOA 功能评价详表

| 大项   | 场景        | 评价   |
|------|-----------|--|
| 道路通行 | 交通标志识别及响应 | 车辆能正确识别停车让行标志，并低速 ( $<4\text{km/h}$ ) 通过。车辆能识别限速标志，但在默认城市或场内道路的地区，设定限速不超过 $50\text{km/h}$ 。  |
|      | 交通标线识别及响应 | 车辆总体能正确识别车道线，且能及时选择一条车道行驶。在部分路段，出现压导流线、黄实线等情况发生。<br>遇左转弯路口，车辆能选择正确的左转车道，但在较窄路口右转会偏左行驶导致压黄实线。遇有减速带的急转弯，车辆自动减速 ( $<20\text{km/h}$ ) 通过。车辆能在路口转弯、并线等操作时正确使用转向灯。 |
|      | 信号灯识别及响应  | 车辆能正确识别多种形式的信号灯，如圆形和左右转箭头绿灯均可正确识别并正常通过，起步时间 $<2\text{s}$ ；红灯停车距停止线距离 $<1\text{m}$ 。信号灯故障或无信号灯的路口，车辆能自动减速通过。  |
|      | 起步        | 车辆起步较为顺畅，对进入 NOA 条件要求严格，有一定概率不能直接进 NOA，而是先进入 LCC/ACC 再看图标拨杆升级。   |
|      | 靠边停车      | 车辆暂时不支持到终点靠边停车，接近终点时会发出声光提示请求接管或自动降级为 LCC/ACC。   |

|                 |   |   |
|-----------------|---|---|
| 避让<br>静态<br>障碍物 | 系统无法处置的场景   | 车辆暂不识别禁停网状线，在网状线区域内停车，安全员接管。  |
|                 | 不规则障碍物  | 车辆遇到障碍物能正确识别，且能自主变道避让障碍物，整体体感顺畅。部分场景变道压虚线时间超过 5s。   |
|                 | 路侧静止车辆  |   |
|                 | 施工路段  |   |
| 路侧静止行人          |   |   |
| 非机动车<br>冲突      | 踏板车纵向行驶   | 各场景车辆均未触发 AEB 或发生碰撞，无接管。遇较紧急的场景，车辆可减速至停车并自行恢复行驶。识别范围较广，能提前识别到目标并开始制动。全程制动较为平顺，峰值减速度 $-4.15\text{m/s}^2$ 。   |
|                 | 踏板车横穿   |   |
| 行人<br>冲突        | 左转遇自行车横穿  | 各场景车辆均未触发 AEB 或发生碰撞，无接管。遇较紧急的场景，车辆可减速至停车并自行恢复行驶。识别范围较广，能提前识别到目标并开始制动。全程制动较为平顺，峰值减速度 $-4.15\text{m/s}^2$ 。   |
|                 | 右转遇行人纵穿   |   |
|                 | 行人横穿  |   |
| 机动车<br>冲突       | 儿童横穿  |   |
|                 | 环岛交通  | 车辆出入环岛都会遵守礼让规则，优先选择内侧车道行驶，导致到出口时留给自己的变道时间较少，环岛内整体车速较快（25-30km/h）  |
| 主观<br>评价        | 跟车遇前车急刹   | 跟车遇前车急刹场景，最大减速度为 $9.83\text{m/s}^2$ ，NOA 功能退出，AEB 功能激活。急刹触发前左侧有超越空间，车辆选择减速适应前车，而非变道超车。刹停后两车车距小于 1m。刹停后尝试开启 NOA，功能开启后车辆无法移动，切换为手动驾驶脱离至左侧车道，再开启 NOA 功能正常继续行驶。 |
|                 | 行车安全  | 部分路段车辆不识别标线造成逆行，或有连续变道情况  |
|                 | 行车效率  | 预设路线受阻后车辆选择跟随，效率略低  |
|                 | 变速控制  | 平顺性好  |
|                 | 方向控制  | 出匝道识别标线游移不定，使人选择主动接管  |
| 功能操作            | 功能便利性好  |   |
| 其他评价            | 车辆起动的加速度较大；<br>每次行驶相同的路线相同的场景可能有不同的决策策略；<br>触发 AEB 急刹时自动使用双闪。 |   |

理想 L6 的城市 NOA 功能具有很高的安全性和舒适性，在行车过程中未发生碰撞事故。车辆对不同形状的信号灯识别准确，可自行在正确位置停车并及时起步。行驶路线遇到其他交通参与者阻挡或干扰时，车辆的避让形式也较为合理。面对临时、近处受遮挡和复杂组合交通标线及障碍物时，车辆可能会出现决策失误，导致驾驶员接管。整体来看，理想 L6 的城市 NOA 功能的安全性较高，道路行驶过程中较为保守，部分场景的智能性上仍有提升空间。

## 五、总结与展望

自动驾驶产业正经历深度融合创新，技术迭代加速并日臻完善，法规框架及标准体系逐步健全，测试技术不断升级，产业市场潜力巨大。展望未来，该领域将迈向全面智能化阶段，重塑交通格局，引领出行革命。

政策层，在汽车产业向智能化与网联化转型的关键时期，政策法规的引导与规范作用至关重要。它们不仅是推动自动驾驶汽车产品化和商业化的核心动力，还通过确立产品标准和性能要求，为公共安全提供了坚实保障。国际与国内在自动驾驶政策法规构建上，分别采取“立法先行”和“测试示范先行”两种模式，这种差异主要由自动驾驶技术的发展阶段、汽车产业的现状以及社会经济环境所决定。自动驾驶技术的发展势不可挡，政策法规与测试示范的良性互动，必将协同推动自动驾驶技术向更高水平迈进。

标准层面，随着自动驾驶车辆广泛应用于智能交通、物流、共享出行等多个领域，自动驾驶车辆标准体系将持续支撑产业高质量发展。标准体系将融合深度学习、机器视觉、多传感器融合感知等前沿科技，确保车辆能在复杂多变的道路环境测试中实现精准识别、高效决策与稳健控制。自动驾驶车辆标准体系将从关注单一技术的成熟度过渡至更强调系统整体的安全冗余与鲁棒性，通过构建全面的故障预测与应急响应机制，确保自动驾驶在各类细分应用场景中相对安全、可靠地运行，并支撑道路运行监管及事故责任的界定。此外，随着自动驾驶产业行业管理阶段的推进，将进一步推进智能网联汽车准入和“车路云一体化”应用试点，完善车端、路端、网端标准体系，促进智能网联汽车测试示范中各城市相关标准规范协同，为产业健康发展优化标准支撑体系。

城市 NOA 测试评价方面，随着各车企在全球范围内逐步开放更高级的 NOA 功能，其复杂场景应对和环境适应能力将显著增强，反过来推动城市 NOA 测试评价体系向更高标准升级，以适应 L3 和 L4 级自动驾驶技术的发展需求。该体系将全面扩展测试范围，涵盖更多车型、更长测试路线、更全面广泛拟真的复杂场景及多样化道路类型，如立交桥和乡村土路等，以更真实地模拟拥堵城市道路环境，并引入夜间、雨雾、无照明等极端环境条件进行全方位评估。通过技术创新和设备升级，测试的精准度和量化能力将得到进一步提升。此外，评价标准将随测试场景的丰富而同步更新，并加深与类人评价模型的融合，实现城市 NOA 测试评价体系内的“类人指数打分”，为自动驾驶技术的安全性和可靠性提供更全面的保障。

未来，北京智能车联将进一步直面需求痛点，解决当前自动驾驶车辆测试的技术难题。全力配合相关政策制定，着力参与标准体系完善，大力推动城市 NOA 测试评价体系的升级与广泛应用，前瞻性地构建针对 L4+ 级自动驾驶功能的测试评价方法，为更高层次的自动驾驶技术发展奠定坚实基础。

## 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制约智能网联行业发展的测试难、评价难与上路难等问题，牵头建设形成全国首套自动驾驶开放道路测试验证技术标准体系。该技术体系已涵盖团体标准 20 余项，其中 1 项入选工信部“百项团体标准应用示范项目”面向全国推广，1 项成功转化为国家标准，1 项转化为地方标准，3 项被北京市采纳应用作为自动驾驶道路测试管理技术标准，5 项获评“中关村标准”。

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，其中占地 650 亩的亦庄基地自动驾驶封闭试验场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。依托丰富的测试场景和完善的测试设备，北京智能车联可全面支持北京市及北京市智能网联政策先行区自动驾驶道路测试及示范工作。同时北京智能车联搭建完成全国首个自动驾驶道路测试管理与服务平台，推进北京市自动驾驶道路测试与示范，支持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，北京智能车联已建设完成智能网联汽车全链条服务体系：测试服务方面，依托多年深耕自动驾驶专业测试工作，建设完善智能网联汽车主动安全、网联功能、领航辅助功能等测试服务能力，服务多家头部主机厂及核心科研单位；软件及工具链研发方面，自主开发全套智能网联汽车测试工具链，建立人类自然驾驶场景集并开发自动驾驶类人指数评价体系，为智能网联汽车的研发提供支持的同时，结合政府管理和产业链上下游的相关需求定制开发各类工具平台；行业咨询方面，已参与编制智能网联行业国际、国家和地方等共计 78 项标准，并基于丰富的行业服务经验，为政府、科研院所和主机厂等机构提供多种类政策标准和行业发展咨询服务。

未来，北京智能车联希望与行业合作伙伴继续同心戮力，为智能网联行业的健康、稳步、快速发展持续贡献力量。





# 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
  - 3 城市支路
  - 4 环岛
  - 5 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
  - 10 林荫道
  - 11 可变导向车道
  - 12 公交专用道
  - 13 单行道
  - 14 机非混行道
  - 15 右转专用道
  - 16 潮汐车道
  - 17 曲线行驶
  - 18 直角转弯
  - 19 左转待转区
  - 20 涉水区
  - 21 雨篦子
  - 22 公共汽车站
  - 23 城市街景
  - 24 路侧停车
  - 25 隧道
- 雨雾模拟  
强光 / 弱光模拟

## 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 实验室
    - 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

## 服务型电动自动驾驶轮式车测试区

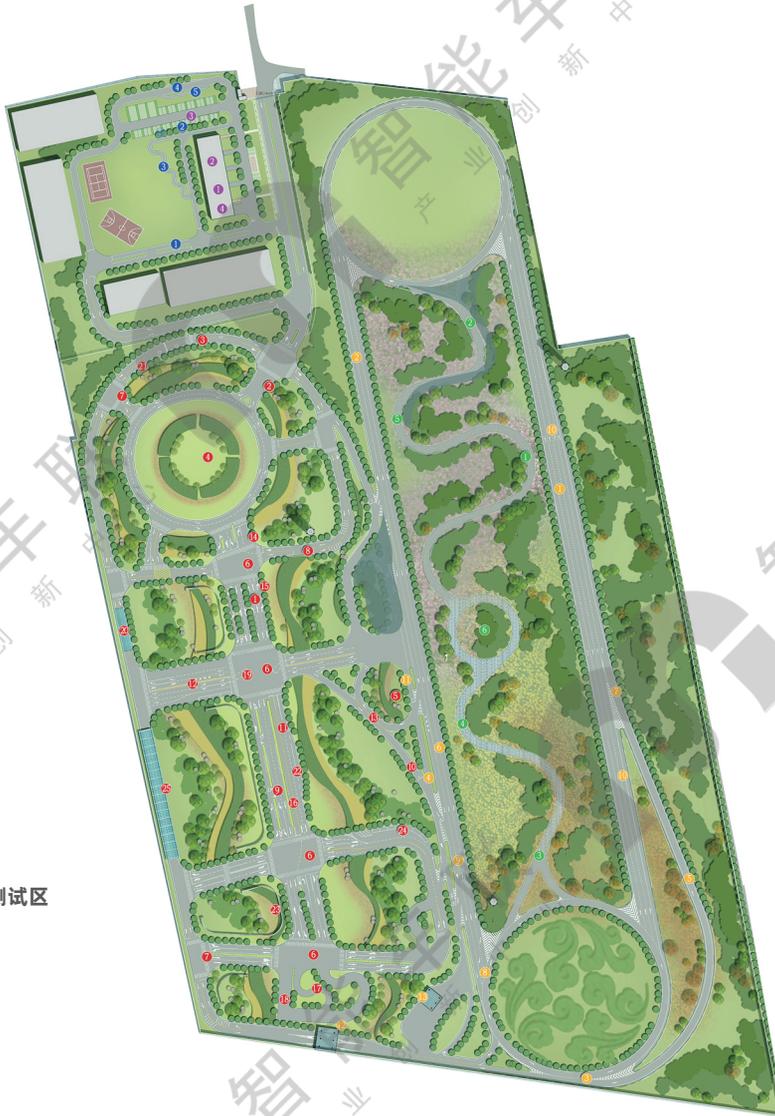
- 1 街区道路
- 2 园区道路
- 3 连续曲线行驶路
- 4 上下坡路
- 5 侧向倾斜路

## 乡村道路测试区

- 1 弯道
- 2 坡道
- 3 水泥路
- 4 砂石路
- 5 砖块路
- 6 环岛

## 高速公路与快速道路测试区

- 1 高速公路
- 2 快速道路
- 3 高速路环道
- 4 快速路辅路
- 5 匝道
- 6 公交专用道
- 7 高速路入口
- 8 高速路出口
- 9 主辅路出入口
- 10 高速路车道控制
- 11 主辅路出入口信号控制
- 12 收费站(含 ETC)
- 13 充电站 + 服务区



---

## 版权声明

本报告版权属于北京智能车联产业创新中心、中关村智通智能交通产业联盟，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：北京智能车联产业创新中心、中关村智通智能交通产业联盟”。

违反上述声明者，将追究其相关法律责任。



国家智能汽车与智慧交通（京冀）示范区



智能车联  
产业创新中心



智联会  
China Mobility Alliance



+86 10 87925218



bicmi@mzone.site



www.mzone.site

中国北京·国家智能汽车与智慧交通（京冀）示范区 - 亦庄基地



扫码关注官方微信