智能网联产业研究分析月度报告

第二十期

2022 年 04 月

编辑：北京智能车联产业创新中心

指导：中关村智通智能交通产业联盟

目　录

（一）国家级政策法规与标准 5

1. 五部委发布《关于试行汽车安全沙盒监管制度的通告》 5

2. 交通运输部、科学技术部公开《“十四五”交通领域科技创新规划》 5

3. 工信部发布汽车软件在线升级备案通知 6

4. 中央财经委会议明确提出将加强智慧基础设施建设 6

5. 中国经济时报等发布《中国智能交通产业生态发展战略研究》 6

（二）地方级政策法规与标准 7

1. 北京发布《北京市数字经济全产业链开放行动方案(征求意见稿)》 7

2. 广东省发布《广东省智能网联汽车道路测试与示范应用管理实施意见（试行）》（征求意见稿） 7

3. 江苏 13 部门联合印发《5G 应用“领航”行动计划（2022-2024 年）》 8

二、市场动态 8

（一）国内行业动态 8

1. 百度 Apollo Robobus 在北京获得路测牌照 8

2. 小马智行获广州市自动驾驶出租车经营许可 8

3. 文远知行车队在海南博鳌投入试运行 9

4. 元戎启行前装方案落地 30 辆 Robotaxix 9

5. 滴滴已组建无人驾驶卡车研发团队 9

6. 小米汽车车顶的摄像模组专利近日获批 10

7. 赢彻智能重卡助力上海物资保供 10

8. 岚图与百度达成汽车智能化深度合作 10
9. 中科创达与地平线成立合资公司 11
10. 毫末智行城市 NOH 将上市，未来将覆盖 100 座城市 11
11. 华为计划于 2022 年发布新款智能汽车 11
12. 比亚迪 2023 年部分车型将搭载地平线自动驾驶芯片 12
13. 科大讯飞智能汽车总部落户无锡 12
14. 德赛西威推出智能计算平台“Aurora” 12
（二）国外行业动态 13
1. Cruise 无人驾驶车因晚上未开大灯被交警拦下 13
2. 英国自动驾驶巴士开始上路测试为今夏运营做准备 13
3. 大众或推出专属自动驾驶商用车型 13
4. 丰田：将采用纯视觉路线扩大自动驾驶应用规模 14
5. 博世集团收购英国自动驾驶公司 Five.ai 14
6. 奔驰斥资 2 亿欧元开设软件中心 14
7. Mobileye 自动驾驶汽车搭载“真正冗余传感系统” 15
8. 安霸与 Imagination 将共同开发 HMI 可视化技术 15
9. 大众旗下 CARIAD 软件公司成立中国研发团队 15
三、测试与示范 16
（一）北京测试与示范工作推进情况 16
1. 北京市自动驾驶安全测试里程累计超过 568 万公里 16
2. 国内首个乘用车无人化运营试点在北京开放 16
（二）外省市测试与示范工作推进情况 17

1.安徽将推动建立合芜“国家级”车联网先导区 17

2.深圳将推动 V2X 网络实现全市重点区域覆盖 17

3.广西发出公开道路入厂物流场景的自动驾驶重卡测试牌照 18

（三）国外测试与示范工作推进情况 19

1. 英国交通部新规：司机在自动驾驶期间通过车载设备看影音时，发生事故将由保险公司担责 19

2.日本 L4 级自动驾驶车辆实地测试在大阪进行 19

3.美参议员敦促交通部长制定自动驾驶汽车规则 19

四、 专题研究 21

一、卡车编队行驶成为自动驾驶产业新高地 21

二、日本卡车编队行驶技术画像 21

2.1 后车有驾驶员的卡车编队行驶 - 导入型（SAE L2） 23

2.2 后车有驾驶员的卡车编队行驶 - 发展型（SAE L3） 23

2.3 后车无人卡车编队行驶 - 自动驾驶（SAE L4） 24

三、基于电子牵引技术的后车无人编队行驶系统 25

3.1 基本定义 25

3.2 系统功能 26

3.3 实证实验 32

3.4 卡车编队行驶的风险场景 36

四、社会接受度调查 38

五、总结 39

一、政策法规与标准

（一）国家级政策法规与标准

1. 五部委发布《关于试行汽车安全沙盒监管制度的通告》

4 月 1 日，市场监管总局、工业和信息化部、交通运输部、应急管理部、海关总署五部门联合发布《关于试行汽车安全沙盒监管制度的通告》，共同启动汽车安全沙盒监管试点工作。《通告》中提到，沙盒监管的对象是在车辆中使用的环境感知、智能决策、协同控制等前沿技术，或实现各级别自动驾驶、远程升级等的新功能新模式。该《通告》鼓励企业在不完全掌握产品风险时，自愿开展进一步测试，最大限度地防范产品应用风险。沙盒监管能改善监管应对风险的实时性、灵活性，防止监管过严对科技创新的抑制，较好地平衡技术创新和安全风险，积极倡导最佳安全实践，为推动我国汽车产业繁荣健康、安全有序发展提供了新的监管思路。

2. 交通运输部、科学技术部公开《“十四五”交通领域科技创新规划》

4 月 8 日，交通运输部、科学技术部公开《“十四五”交通领域科技创新规划》。在智慧交通层面，《规划》提出将大力发展智慧交通建设，开展智能交通先导应用试点。同时，该《规划》提出创建自主式交通系统技术体系，研究系统数字化、全息感知、互操作、交通计算、自主运行等共性技术。形成支撑道路自动驾驶、智慧轨道交通、自主水运和自主飞行等未来交通形态的核心技术与系统

装备。推动产业链上下游协同开展攻关与示范应用，提升相关技术和产品研发能力和水平。

3. 工信部发布汽车软件在线升级备案通知

4 月 15 日，工信部装备中心发布“关于开展汽车软件在线升级备案的通知”。要求整车生产企业对其生产的具备 OTA 升级功能的汽车整车产品实施 OTA 升级活动前，应按要求进行备案，备案后方可进行升级。在升级活动完成后 5 个工作日内，提交该具体升级活动的实施情况报告。此外，新申报《公告》具备 OTA 升级功能的整车产品，要在《公告》发布后的 15 个工作日内，提交车型及功能备案和相关证明材料。本通知发布前已《公告》的产品，应在企业管理能力备案后 60 个工作日内完成补充备案。

4. 中央财经委会议明确提出将加强智慧基础设施建设

4 月 26 日，中共中央召开中央财经委员会第十一次会议。会议指出要加强交通、能源、水利等网络型基础设施建设。把联网、补网、强链作为建设的重点，着力提升网络效益。会议还指出要加强智能道路、智能公交等智慧基础设施建设。会议强调，在党中央的统一领导下，建立重大基础设施建设协调机制，统筹协调各领域、各地区基础设施规划和建设。

5. 中国经济时报等发布《中国智能交通产业生态发展战略研究》

4 月 16 日，中国经济时报、国研经济研究院发布《中国智能交通产业生态发展战略研究》报告。报告指出，在全球“智能革命”中，我国汽车制造、集成

电路产业链仍处于后发追赶阶段，未来要实现高水平的科技自立自强、产业链自主可控，智能交通是近在眼前、必须抢抓的重要制高点。报告预计，得益于 5G、自动驾驶、车路协同等技术，我国智能交通将进入大规模商业化阶段。

（二）地方级政策法规与标准

1. 北京发布《北京市数字经济全产业链开放行动方案(征求意见稿)》

4 月 21 日，北京市经济和信息化局发布《北京市数字经济全产业链开放行动方案(征求意见稿)》。该征求意见稿提出，北京市将优化完善智能网联汽车道路测试、新产品应用、事故责任及运营监管等政策管理体系。持续推进高级别自动驾驶示范区 3.0 建设，推进车路协同，实现更大区域、更多场景联网联控，为智能网联汽车应用场景商业化落地和中间产品推广应用提供城市级工程试验平台。

2. 广东省发布《广东省智能网联汽车道路测试与示范应用管理实施意见（试行）》（征求意见稿）

4 月 7 日，广东省工业和信息化厅会同省公安厅、省交通运输厅研究起草《广东省智能网联汽车道路测试与示范应用管理实施意见（试行）》（征求意见稿），向社会公开征求意见。《实施意见（试行）》明确提出，智能网联汽车道路测试与示范应用的测试主体、测试驾驶人及测试车辆应符合相关要求，在测试区（场）等特定区域，进行相应的智能网联汽车自动驾驶功能测试，如交通信号识别及响应、行人与非机动车识别及响应等通用项目。

3. 江苏 13 部门联合印发《5G 应用“领航”行动计划（2022-2024 年）》

4 月 18 日消息，江苏省工业和信息化厅会同省委网信办、省发展改革委等 13 个部门联合印发《江苏省 5G 应用“领航”行动计划（2022-2024 年）》。该《行动计划》提出统筹“5G+车联网”先导示范，在港口、工业园区、城市主干道、高速公路等环境中，打造不少于 30 个 5G+车联网应用场景，部署路侧单元（RSU）车联网道路 300 公里以上。

二、市场动态

（一）国内行业动态

1. 百度 Apollo Robobus 在北京获得路测牌照

4 月 28 日，百度 Apollo Robobus 获得北京智能网联汽车政策先行区颁发的智能网联汽车道路测试牌照，可在北京经开区 60 万平方公里范围内进行道路测试。Apollo Robobus 目前已在广州、重庆落地运营，连同 Minibus，行驶总里程超过 37 万公里，覆盖站点超 200 个，为近 20 万市民提供了自动驾驶出行服务。

2. 小马智行获广州市自动驾驶出租车经营许可

4 月 24 日，小马智行宣布中标广州市南沙区 2022 年出租车运力指标，获得自动驾驶企业的出租车经营许可。中标通知称，允许符合广州市智能网联汽车

示范运营安全技术要求的自动驾驶车辆提供出租车经营服务。这意味着，自动驾驶车辆被正式纳入一般车辆的运输经营与管理范畴内，采用国家统一出租车规范化管理。

3. 文远知行车队在海南博鳌投入试运行

4 月 22 日，自动驾驶公司文远知行 WeRide 宣布，该公司为海南博鳌东屿岛车联网项目提供自动驾驶出租车和无人驾驶小巴服务，该项目在博鳌亚洲论坛年会期间集中展示，融合了 L4 级自动驾驶、C-V2X 和 5G 等技术。该项目在机场、景区、园区等需求密集地区设置站点，覆盖从博鳌机场至东屿岛的 17 公里开放路段，以及东屿岛岛内接驳，是海南省规模最大的自动驾驶试点。

4. 元戎启行前装方案落地 30 辆 Robotaxix

4 月 20 日，元戎启行首批 L4 级自动驾驶前装方案车队落地深圳。该车队由 30 辆自动驾驶车辆组成，将投入到元戎启行在深圳的 Robotaxi 运营中。感知硬件方面，元戎启行的前装方案在车身上嵌入 2 到 5 颗激光雷达和 8 个摄像头，传感器均通过车规级的高温、防水检测，该系统的精确感知距离超过 200 米。未来，传感器配置还可按车厂设计需求进行适配调整。

5. 滴滴已组建无人驾驶卡车研发团队

4 月 29 日消息，滴滴已组建 Robotruck 无人卡车驾驶卡车研发团队。该团队由滴滴 CTO 韦峻青负责组建，团队主要在北京。滴滴是国内较早布局自动驾驶技术的企业。滴滴官网显示，2016 年滴滴组建自动驾驶技术研发部门，2019

年该部门升级为独立公司。目前，滴滴已取得北京、上海、苏州和美国加州的自动驾驶公开道路测试牌照，并获得上海市颁发的全国首批智能网联汽车示范应用牌照。

6. 小米汽车车顶的摄像模组专利近日获批

4 月 7 日，北京小米移动软件有限公司获得了一项“车辆”相关的专利授权。该项专利公告号为 CN216184878U，详细内容则涉及到了车辆摄像头多方面采集目标方向的图像信息功能。在今年 3 月发布的小米财报中，官方宣称小米汽车业务研发团队规模已超过 1000 人，未来将继续在自动驾驶、智能座舱等核心领域拓展研发。

7. 赢彻智能重卡助力上海物资保供

疫情之下，防疫物资、食品、医疗用品等物资需求激增。高传染性的奥密克戎变异株导致物流运力空前紧张，尤其是干线物流运能得不到有效释放。近日，中央电视台《新闻联播》报道了赢彻科技智能重卡参与上海物资保供干线运输。干线运输通畅了，抗疫物资、生活物资就能源源不断地进入上海，快速补充上海物资供给。老百姓的菜篮子、米袋子得到了及时供应，大大增强抗疫的决心与信心。

8. 岚图与百度达成汽车智能化深度合作

4 月 15 日，岚图汽车与百度签署战略合作协议。根据协议，双方将在智能驾驶、智能座舱、智驾仿真云、汽车安全、智能地图等领域展开有限合作。2021

年 6 月，岚图首款车型岚图 FREE 上市，截至 2022 年 3 月，岚图 FREE 累计交付量超过 1 万辆。岚图与百度的合作，旨在探索创新商业模式，实现双赢。

9. 中科创达与地平线成立合资公司

4 月 18 日，智能操作系统产品和技术提供商中科创达与智能驾驶芯片厂商地平线宣布成立合资公司。合资公司将由中科创达控股，聚焦智能驾驶赛道，依托中科创达在操作系统、中间件等领域的产品、能力和项目落地经验，围绕地平线车规级 AI 芯片为主机厂和一级供应商等企业提供智能驾驶软件平台和算法服务。

10. 毫末智行城市 NOH 将上市，未来将覆盖 100 座城市

4 月 19 日，毫末智行在北京举办 2022 HAOMO AI Day，宣布城市导航辅助驾驶产品“毫末城市 NOH”将于近日正式上市。毫末智行董事长张凯表示，基于“2022 年智能驾驶竞争进入下半场”的判断，毫末希望在“数据智能技术之战”、“智能驾驶城市场景之战”和“末端物流自动配送车规模之战”三大战役中占据先机。目前，毫末城市 NOH 正在北京、保定等城市进行深度场景打磨。未来，毫末城市 NOH 功能落地城市将会超过 100 座。

11. 华为计划于 2022 年发布新款智能汽车

4 月 26 日，第 19 届 HAS2022 华为全球分析师大会在深圳举行。华为轮值董事长胡厚崑透露，华为目前的两种“造车”模式—华为智选和华为 Inside 今年都将有新品发布。胡厚崑还表示，网传今年 30 万的销量目标可能难以达到。

“华为在智能汽车行业是新来者，好多东西都要学习，可能会犯不少的错误，希望大家多宽容。”

12. 比亚迪 2023 年部分车型将搭载地平线自动驾驶芯片

4 月 21 日，比亚迪与地平线宣布达成定点合作，比亚迪将在其部分车型上搭载地平线自动驾驶芯片征程 5。打造行泊一体方案，实现高等级自动驾驶功能。按计划，搭载地平线征程 5 的比亚迪车型最早将于 2023 年中上市。比亚迪也成为首家官宣搭载地平线征程 5 芯片的车企。

13. 科大讯飞智能汽车总部落户无锡

4 月 29 日，科大讯飞汽车智能驾驶科技总部项目签约落地无锡经开区，科大讯飞将在此设立讯飞汽车智能驾驶科技总部公司和讯飞无锡公司。2021 年，科大讯飞智慧汽车业务实现前装 700 万套，新增交付车型 200 多个，达成合作车企 40+家，定点储备增长 90%。每月活跃用户超千万，年度语音交互次数近 20 亿次。产品已覆盖中国主流自主和合资品牌车厂。

14. 德赛西威推出智能计算平台“Aurora”

4 月 29 日，德赛西威全球首发第一代 ICP 产品—“Aurora”,该平台围绕中央计算理念，硬件搭载主流大算力芯片，例如 Orin、SA8295、A1000 等。总算力可达 2000TOPS 以上，软件则集成了智能座舱、智能驾驶、网联服务等在内的核心功能，实现跨功能领域的融合。

（二）国外行业动态

1. Cruise 无人驾驶车因晚上未开大灯被交警拦下

4 月 10 日消息，通用旗下的自动驾驶 Cruise 在美国旧金山运营的一辆全无人驾驶汽车，因在夜晚行驶未开大灯被交警拦下。又在交警转身返回警车时再次启动，向前行驶数十米停车并开启双闪。针对这一事件，Cruise 后在推特上回复称，旧金山警察局因该车没有在夜晚开大灯而将其拦下，并表示 Cruise 后来已经解决了这个问题。

2. 英国自动驾驶巴士开始上路测试为今夏运营做准备

4 月 27 日消息，苏格兰捷达巴士公司的新款自动驾驶巴士将从 4 月 25 日开始对该车进行道路测试，为今年夏天的正式运营做准备。道路测试之前，捷达巴士公司已经成功对这些巴士进行了车厂测试、轨道测试和虚拟模拟。在夏季全面投入使用后，每辆巴士都将配备一名经验丰富的安全驾驶员和一名乘务员。捷达巴士公司表示，这将向人们展示未来的巴士服务，即巴士没有驾驶员，而是由计算机控制驾驶。

3. 大众或推出专属自动驾驶商用车型

4 月 5 日消息，大众计划推出一款 SPV（特殊用途车，Special Purpose Vehicle），专用于自动驾驶业务运营，包括 Robotaxi、物流送货服务、摆渡车等。据大众商用车部门负责人 Carsten Intra 介绍，这款 SPV 将不会是此前发布

的大众 ID. Buzz 的衍生车型，其设计将与后者有很大区别。当前，大众 2025 年推出 Robotaxi 的计划，主要的承载方是大众与福特共同投资的自动驾驶初创公司 Argo AI。。

4. 丰田：将采用纯视觉路线扩大自动驾驶应用规模

4 月 6 日消息，丰田子公司 Woven Planet 近日表示，将采用仅依赖摄像头的纯视觉技术路线开展自动驾驶研发。2021 年 4 月，Woven Planet 斥资 5.5 亿美元收购北美网约车公司 Lyft 的自动驾驶部门。根据并购协议，Lyft 自动驾驶团队的软件算法、数据权限、测试车队等均无保留向丰田开放。

5. 博世集团收购英国自动驾驶公司 Five.ai

4 月 12 日，博世集团宣布，已同意收购英国自动驾驶初创公司 Five.ai，以加快其自动驾驶技术开发。这项收购将包含 Five 的知识产权、技术，以及在英国的 140 名员工。Five.ai 成立于 2015 年，早期致力于开发自己的 Robotaxi 车队，后转为提供自动驾驶技术服务的 B2B 企业。

6. 奔驰斥资 2 亿欧元开设软件中心

4 月 17 日消息，梅赛德斯-奔驰在一份声明中表示，该公司在德国 Sindelfingen 新开设了一个价值 2 亿欧元的软件中心，并计划在 2024 年前将其 MB.OS 操作系统推向市场。梅赛德斯计划在全球招募 3,000 名新员工来开发 MB.OS 操作系统，其中将在 Sindelfingen 招聘约 750 人，负责车载娱乐和自动驾驶等功能。

7. Mobileye 自动驾驶汽车搭载“真正冗余传感系统”

4 月 13 日，英特尔子公司 Mobileye 展示了搭载其真正冗余传感系统的自动驾驶汽车在以色列行驶的视频。在一段约 40 分钟的未剪辑视频中，测试车辆在自动驾驶模式下行驶，成功模拟了许多次停靠的网约车服务场景。Mobileye 称，行业此前对其环境传感技术多有怀疑，而此次在真实道路上展现“真正冗余传感系统”的表现，将有助于消除业界对 Mobileye 解决方案的质疑。

8. 安霸与 Imagination 将共同开发 HMI 可视化技术

4 月 26 日，软件公司安霸（Ambarella）与英国半导体与软件设计公司 Imagination Technologies 达成协议，安霸将可获权使用各种 IMG B 系列多核 GPU，包括在安全关键应用中使用获得 ASIL-B 级认证的 IMG BXS GPU。安霸将在 CV3 汽车人工智能(AI)域控制器系统级芯片(SoC)中集成 IMG BXS GPU，从而使得该系列芯片可实现强大的高级驾驶辅助系统（ADAS）和 L2+级至 L4 级自动驾驶（AD）系统。

9. 大众旗下 CARIAD 软件公司成立中国研发团队

4 月 28 日，大众汽车宣布，集团旗下全新软件公司 CARIAD 正式成立中国研发团队，这也是 CARIAD 在欧洲之外的第一家子公司。未来，CARIAD 中国团队将着力推动面向中国消费者的软件产品开发，包括高级驾驶辅助系统及自动驾驶、下一代智能互联功能、智能座舱及车身设计、大数据和软件操作系统等领域。

三、测试与示范

（一）北京测试与示范工作推进情况

1. 北京市自动驾驶安全测试里程累计超过 568 万公里

截至 2022 年 04 月 30 日，北京自动驾驶车辆安全测试里程累计超过 5684183 公里，测试过程平稳有序，未对其他交通参与者产生不良影响。

2. 国内首个乘用车无人化运营试点在北京开放

4 月 28 日，北京市智能网联汽车政策先行区发布首批“无人化示范应用道路测试”通知书。百度和小马智行获准向公众提供“主驾位无安全员、副驾有安全员”的 Robotaxi 出行服务，首批将投入 14 台无人化车辆开展示范应用。北

京市高级别自动驾驶示范区工作办公室主任孔磊表示，试点从里程、接单量、安全运行要求、用户提示、移动应用 App 等方面。对申请主体、测试车辆、安全员作出了明确准入要求。

（二）外省市测试与示范工作推进情况

1.安徽将推动建立合芜“国家级”车联网先导区

4 月 1 日消息，《安徽省“十四五”汽车产业高质量发展规划》日前正式向社会公示。该《发展规划》指出，”十四五”期间，安徽省将选取合肥、芜湖部分城市道路、桥梁高架、重点高速进行基础设施改造建设工作，建设内容主要包括通信设备、感知设备、本地计算设备及辅助设备等路侧设施，4G、5G 信号基站及通信网络等信息通信设施，交通信号灯、交通标示、道路标线等交通基础设施，以及高精度定位设施。同时，在先导区内规划开展智能汽车道路测试、示范运营和示范部署三类应用场景建设。

2.深圳将推动 V2X 网络实现全市重点区域覆盖

4 月 2 日消息，深圳市政府办公厅发布《深圳市推进新型信息基础设施行动计划（2022-2025）》，提出到 2025 年底基本建成先进、高速智能、天地一体、绿色低碳、安全高效的新型基础设施供给体系。该《规划》明确推动车联网设施的规模部署，将统筹推进车联网无线通信网络，5G 和城市道路管理设施数字化建设和改造。将把“蜂窝车联网（C-V2X）建设”纳入“城市千楼万物赋能工程”，支持各区制定道路设施数字化改造方案，推动 C-V2X 网络实现全市市政道路重点区域覆盖。

3.广西发出公开道路入厂物流场景的自动驾驶重卡测试牌照

4 月 4 日消息，广西柳州发出公开道路入厂物流场景测试牌照。东风柳汽乘龙 H5 电动物流车，获得柳州市智能网联汽车道路测试与示范应用管理联席小组的认可。柳州市公安机关交通管理部门对其颁发道路测试牌照，该自动驾驶重卡将于近期在柳州投入道路测试。

4、雄安新区智能网联汽车道路测试与示范应用启动

4 月 14 日消息，雄安新区智能网联汽车道路测试与示范应用日前正式启动。将重点推动车互联、车路协同技术创新，打造更多的无人驾驶测试场景。首批测试在雄安新区容东片区选取 6 条共计 25 公里的道路，开展点到点线路运行测试，后续道路测试范围还将不断拓展。首批 18 辆无人驾驶汽车率先部署到位。年内，将有不少于 100 辆的各类型无人驾驶车辆开展道路测试和应用示范。

5、广州自动驾驶公交车开放载客测试

4 月 29 日，广州市首批自动驾驶便民线正式开放载客测试。此次开放载客测试的两条自动驾驶便民线路分别为黄埔区生物岛地铁官洲站环线、广州塔西站环线，全长分别为 4 公里和 9 公里，共投入 5 台自动驾驶巴士。在测试期间，市民可通过自动驾驶预约微信小程序免费购票、预约体验，以载客测试志愿者身份体验 L4 级别的自动驾驶服务。

（三）国外测试与示范工作推进情况

1. 英国交通部新规：司机在自动驾驶期间通过车载设备看影音时，发生事故将由保险公司担责

4 月 25 日，英国交通部提出的拟议交通法规修改方案显示。车辆自动驾驶期间，只要保持在一条车道上且行驶速度低于 60 公里/小时，司机便可在汽车内置屏幕上观看电视和电影，但使用手机仍将是非法的。司机须做好准备在需要时接管车辆，当汽车处于自动驾驶模式发生事故时，将由保险公司负责理赔。

2.日本 L4 级自动驾驶车辆实地测试在大阪进行

4 月 21 日消息，一项 L4 级自动驾驶车辆实地测试在大阪进行。该测试由 Osaka Metro（大阪地铁）主办，测试场地设于大阪市的人工岛舞洲。主办方准备的测试车辆有自动驾驶的小型公交车和配送快递的小型车辆等共 19 辆。本次测试中使用的是 L4 级自动驾驶的车辆，没有驾驶座也没有方向盘。大阪地铁方面打算在 2025 年举办的大阪关西世博会会场引进自动驾驶的车辆，为人员移动提供服务。

3.美参议员敦促交通部长制定自动驾驶汽车规则

4 月 28 日消息，12 名美国参议院民主党人致信美国交通部长 Pete Buttigieg，敦促他为自动驾驶汽车制定全面的联邦框架。参议员们在信中提到了竞争对手的努力，特别是中国在此方面的努力。信中表示：“中国在自动驾驶

和车辆网技术方面进行了大量投资。”这些参议员还要求 Buttigieg 详细说明交通部在“近期内考虑采取哪些有关自动驾驶汽车的具体行动”。

四、专题研究

日本卡车编队行驶技术概览

一、卡车编队行驶成为自动驾驶产业新高地

目前，运力不足已经成为全球物流行业最为凸显的问题之一，特别是在新冠疫情的影响之下，货物堆积不及运送的情况更是层出不穷，因此聚焦于提升货运效率和保障运输安全的智慧物流越来越受到产业界的关注。

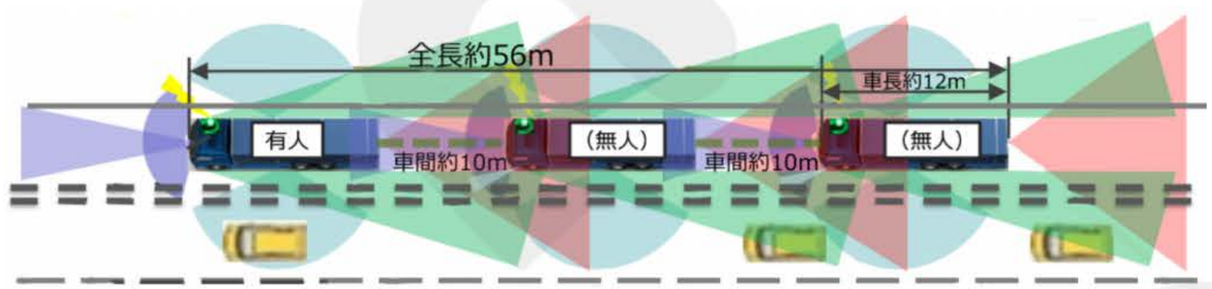
鉴于卡车实现完全的无人驾驶（SAE L4）仍有较长的道路要走，基于现有的技术能力和法律法规，卡车编队行驶已经成为有效缓解运力不足的重要研究方向，全球各国均展开相关研究和实证实验，期望能够尽早实现卡车编队行驶的商业化运营。2021 年 2 月，日本首次完成后车无人的卡车编队行驶道路测试，将卡车编队行驶的技术开发和商业落地推向一个新的阶段。

二、日本卡车编队行驶技术画像

日本国内的卡车物流业界出于对经营效率提高的期待和驾驶员数量锐减等原因，对卡车编队行驶抱有非常高的期待。2008 年到 2012 年，由日本的新能源产业技术综合开发机构（新エネルギー・産業技術総合開発機構 NEDO）主持的能源 ITS 推进事业项目开始进行卡编队行驶所必须的技术开发工作。2016 年到 2020 年由经济产业省和国土交通省牵头，在高速道路为主的公共道路上展开大规模实证实验。

根据技术开发和验证情况，卡车编队行驶技术画像被设计为以下 3 个阶段：

表 1 日本卡车编队技术形态三阶段

发展阶段	感知范围	车辆机能	技术特征
后车有人 导入型 SAE L2		● 自动加减速控制系统 ● 车道保持辅助系统 ● 紧急冲撞制动系统	● 通过 CACC 等功能实现对前车加速、刹车等纵向操作的响应 ● 在同一车道内行驶时，横向操作由各车系统进行执行 ● 变道、避障由驾驶员执行相关避险操作
后车有人 发展型 SAE L3		● 自动加减速控制系统 ● 紧急冲撞制动系统 ● 前车轨迹追踪功能 ● 变道时侧后方监视功能 ● 驾驶员控制台	● 通过 CACC 等功能实现对领头车和前车加速、刹车等纵向操作的响应 ● 横向操作依据领头车的动作做出相应执行 ● 紧急时由驾驶员接管进行避险
后车无人 发展型 SAE L4		● 自动加减速控制系统 ● 车道保持辅助系统 ● 紧急冲撞制动系统 ● 前车轨迹追踪功能 ● 驾驶员控制台 ● 通信及系统故障、驾驶员异常情况时安全停车 ● 车辆控制系统冗余 ● 网络安全保护系统	● 领头车驾驶员执行车道变更，后车根据领头车的动作跟随变道，若根据侧后方感知认定变道困难，则向领头车驾驶员发出警告 ● 车间通信故障时后车可自动缓慢靠边停车 ● 紧急情况下，自动驾驶系统可采取在道路中央紧急停车策略。

2.1 后车有驾驶员的卡车编队行驶 - 导入型（SAE L2）

这一阶段的主要特征是依靠高级安全驾驶辅助技术（L2 级别辅助驾驶功能）——CACC 协同式自动巡航（跟车）与 LKA 车道保持辅助等功能实现卡车之间的编队行驶状态。在同一车道内行驶时，横向操作由各车自动驾驶系统执行，当遇到需要变道、障碍物等情况时，由驾驶员执行相应避险操作。

根据技术验证和开放道路测试的实验结果，在车队时速保持在 80km/h 的情况下，车间距离约大约 0-35 米（车间时间约 1.6 秒）。由于后车仍配有驾驶员，整体车队属于 SAE L2 级辅助驾驶级别，因此在日本现行的道路安全法规制度框架之下可以实现运营。

图 1 导入型卡车编队示意图（SAE L2）

2.2 后车有驾驶员的卡车编队行驶 - 发展型（SAE L3）

相较于第一阶段的导入型，发展型卡车编队技术形态中，后车新增前车轨迹追踪功能、侧方和后方感知功能，可根据领头车的纵向操作和横向操作做出响应，执行相应的加减速和变道操作，当遇到紧急情况时，由安全驾驶员“接管（テークオーバー）”车辆采取避险措施。发展型卡车编队整体的技术能力满足 SAE L3 级别自动驾驶的能力要求，根据技术验证的实施情况，在 80km/h 的时速下，车队车间距离可缩短至 22 米（车间时间月 1.0 秒）。

图 2 发展型卡车编队示意图（SAE L3）

2019 年 5 月，日本对《道路交通法》、《道路运输车辆法》进行了修订，新的规定对 L3 自动驾驶汽车进行了解禁，从 2020 年 4 月 1 日开始，L3 自动驾驶汽车可以在日本公共道路上路行驶，同时修订了《道路运输车辆的保安基准》及《道路运输车辆的保安基准的细则确认告示》，明确 3.5 吨以内的 L3 级别自动驾驶货车可以上高速道路行驶。在这样的制度框架下，发展型卡车编队已经可以实现商业化落地。

2.3 后车无人卡车编队行驶 - 自动驾驶（SAE L4）

当卡车编队行驶发展到第三阶段，编队车辆将满足 SAE L4 级别自动驾驶的能力要求，并不配备人工驾驶相关装置。从示意图中可以看出，自动驾驶卡车编队的侧方和后方感知范围更大，解决了发展型卡车编队的侧后方视野盲区问题；同时作为 L4 级别的自动驾驶卡车，车队的任意车辆都可以在通信发生故障时或者感知到领头车驾驶员情况异常时采取安全停车的保护策略；若领头车发出变道信号时，后车因自身感知决策无法跟随变道，则会向领头车发送相应的信号。

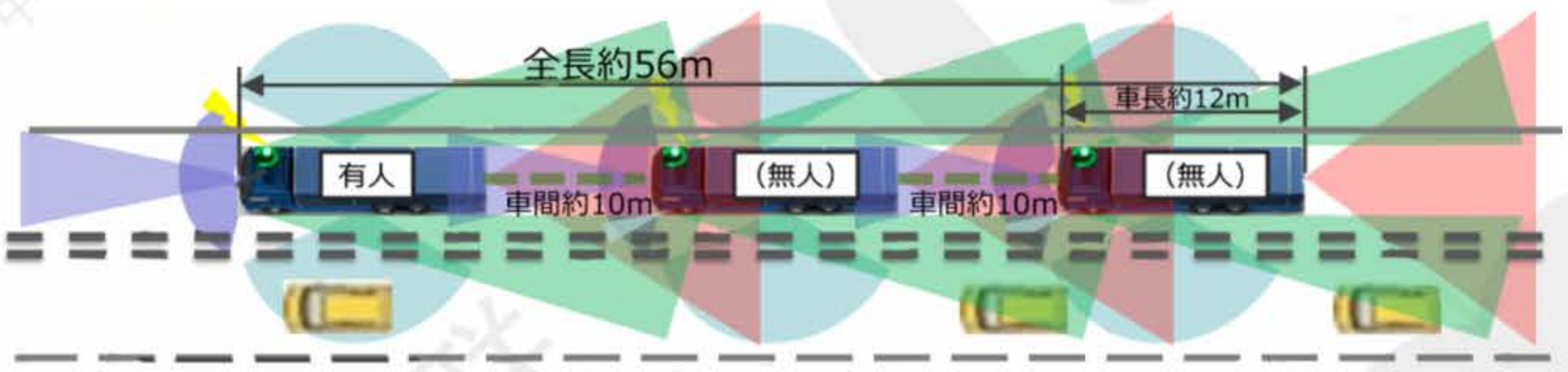


图 3 自动驾驶卡车编队示意图（SAE L4）

在自动驾驶卡车编队行驶的状态下，车间距离可缩短至 10 米，由于后车本身不配备人工驾驶相关装置和驾驶员，在高度压缩车间距离的情况下，也不存在驾驶员由于短车间距而产生心理压迫造成事故的风险，同时在如此小的车间距离之下，也最大限度避免了社会车辆切入的风险。

三、基于电子牵引技术的后车无人编队行驶系统

在经历多次技术验证和开放道路测试后，2019 年 11 月，由国土交通省和先进安全机动车推进研讨会共同发布《基于电子牵引技术的后车无人编队行驶系统基本设计书》，确立了一种基于电子牵引技术的后车无人卡车编队行驶的技术形态，并对其技术要求进行了详细的规范。从技术上来讲，该种卡车编队行驶的技术能力距离前文所述的 L4 级别自动驾驶卡车编队仍然有较长的路要走，但是对于发展型卡车编队行驶已经有了较大幅度的进步，并能够在现有的制度框架下实现落地运营。

3.1 基本定义

①基于电子牵引技术的后车无人编队行驶系统（以下简称“该系统”）中，配备驾驶员的领头车后方有 1 台或多台无驾驶员的被牵引车，通过车间通信等技术连接在一起，进行编队行驶。

②构成编队的被牵引车不是自动驾驶车辆。在该系统中，领头车与被牵引车通过网络通信等方式实现电子连接，被牵引车辆的一部分自动驾驶功能是由领头车执行或激发的，因此被牵引车本身并不是自动驾驶车辆。

③该系统的设计运行范围设定在高速道路，在高速道路的进出区域或特定区域，由领头车驾驶员驾驶领头车通过特定路径与被牵引车建立电子连接，形成编队。同时，车队由正常的合流道路汇入高速道路主路，道路管理侧将不为卡车编队行驶设置专用车道。当车队抵达目的地解除编队行驶状态后，各车仍然可以切换为人工驾驶模式，作为普通车辆由驾驶员操作。

④编队一旦形成，在编队解除之前，编队各车之间需要保持在适当的车间距离，并且保持相对一致的横向位置进行行驶。编队行驶的安全运行由领头车的驾驶员负责，当车队遇到车道数量变更，道路分叉或障碍物等特殊情况时，由领头车驾驶员确认道路安全情况对车队执行变道操作。

⑤编队行驶状态下，一般不考虑社会车辆切入车队的情况。

3.2 系统功能

该系统的功能被分为五大部分，领头车和被牵引车所具备的功能不尽相同，具体的功能区分参考如下表 2，本文将对部分功能进行详细说明。

表 2 基于电子牵引技术的后车无人编队行驶系统功能介绍（〇表示具备）

	领头车	**被牵引车**
1、卡车编队形成的功能		
编队形成	〇	〇
行驶准备	〇	〇
2、卡车编队行驶中的功能		
发车时的安全确认装置	〇	〇
领头车与被牵引车之间的信息通信功能	〇	〇
编队保持功能	〇	〇
车间距离保持功能	-	〇

被牵引车的横向控制功能	-	○
指示灯等信号装置的联动功能	○	○
网络安全保障功能	○	○
侧后方视野确认功能	○	○
变道时周边环境监控功能	○	○
切车时应对功能	○	○
超出系统功能范围或系统发生故障时的应对	○	○
被牵引车发生故障或异常时的应对	-	○
通信装置故障或异常时的应对	○	○
3、编队解除功能		
编队解除功能	○	○
4、领头车人机交互界面（HMI）		
编队行驶时的人机交互	○	-
故障、异常情况的人机交互	○	-
驾驶员监控功能	○	-
5、车外信息通告功能		
编队行驶时的车外信息通告	○	○
发生紧急情况时的车外信息通告	○	○

3.2.1 卡车编队形成与解除的功能

卡车编队要在高速道路上的服务区 SA 和停车区 PA 形成和解除，而在 SA/PA 的区域有较多的急转弯，在实际的方案设计中，利用 GNSS、磁力定位和 IMU（惯性测量装置）共同实现编队形成与解除的功能：

①人工驾驶车辆驶入划定的编队形成与解除特定区域。

②在上述区域铺设磁力感应装置，与卡车底部的磁力传感器相交互，获取领头车的位置信息，被牵引车根据该位置信息与自身位置的对比实现实现对领头车的跟踪，在特定区域形成或解除编队。

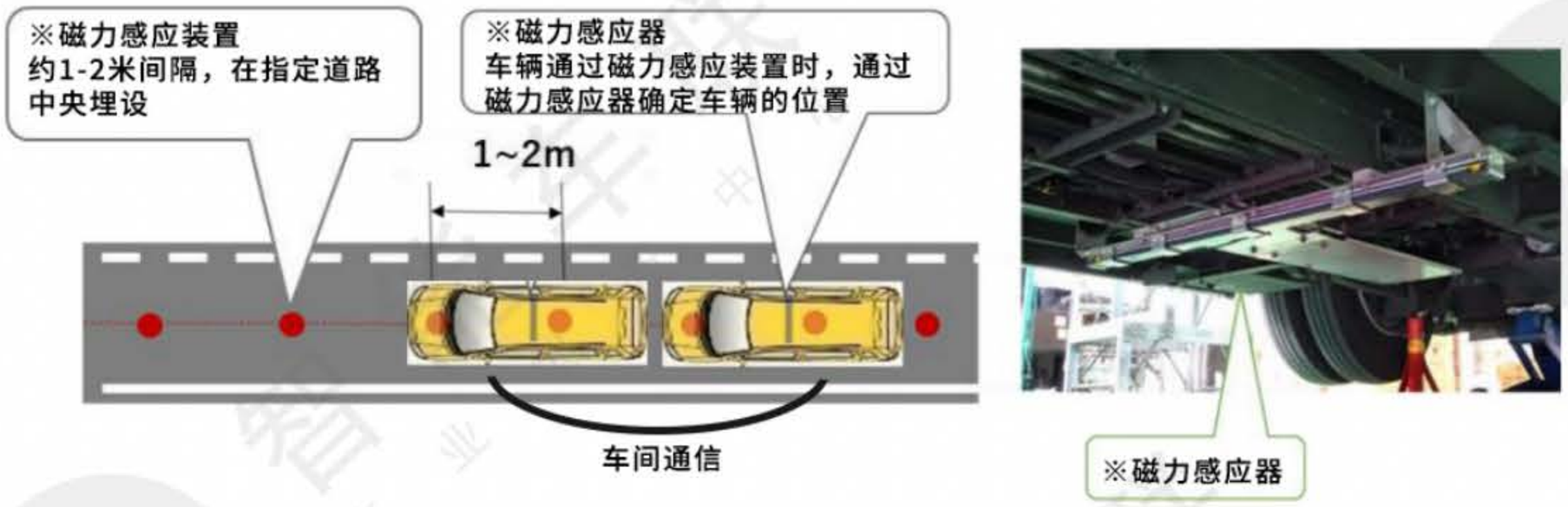


图 4 磁力感应装置工作原理

根据功能验证的情况，在此种技术方案下，可实现在编队行驶的过程中，车队的横向位置差小于 40 厘米。由于领头车为人工驾驶，在行驶过程中可能发生横向位置差导致无法收集到其位置信息的情况，在未来的优化方案中考虑加入辅助驾驶系统解决在编队形成和解除过程中的位置获取问题。

3.2.2 编队行驶中的安全性功能

①侧后方环境感知功能：在实际的技术方案中，为领头车设计了侧后方感知功能（电子后视镜），通过被牵引车的侧方摄像头将画面回传到领头车的监视器上，为驾驶员提供侧后方视野。

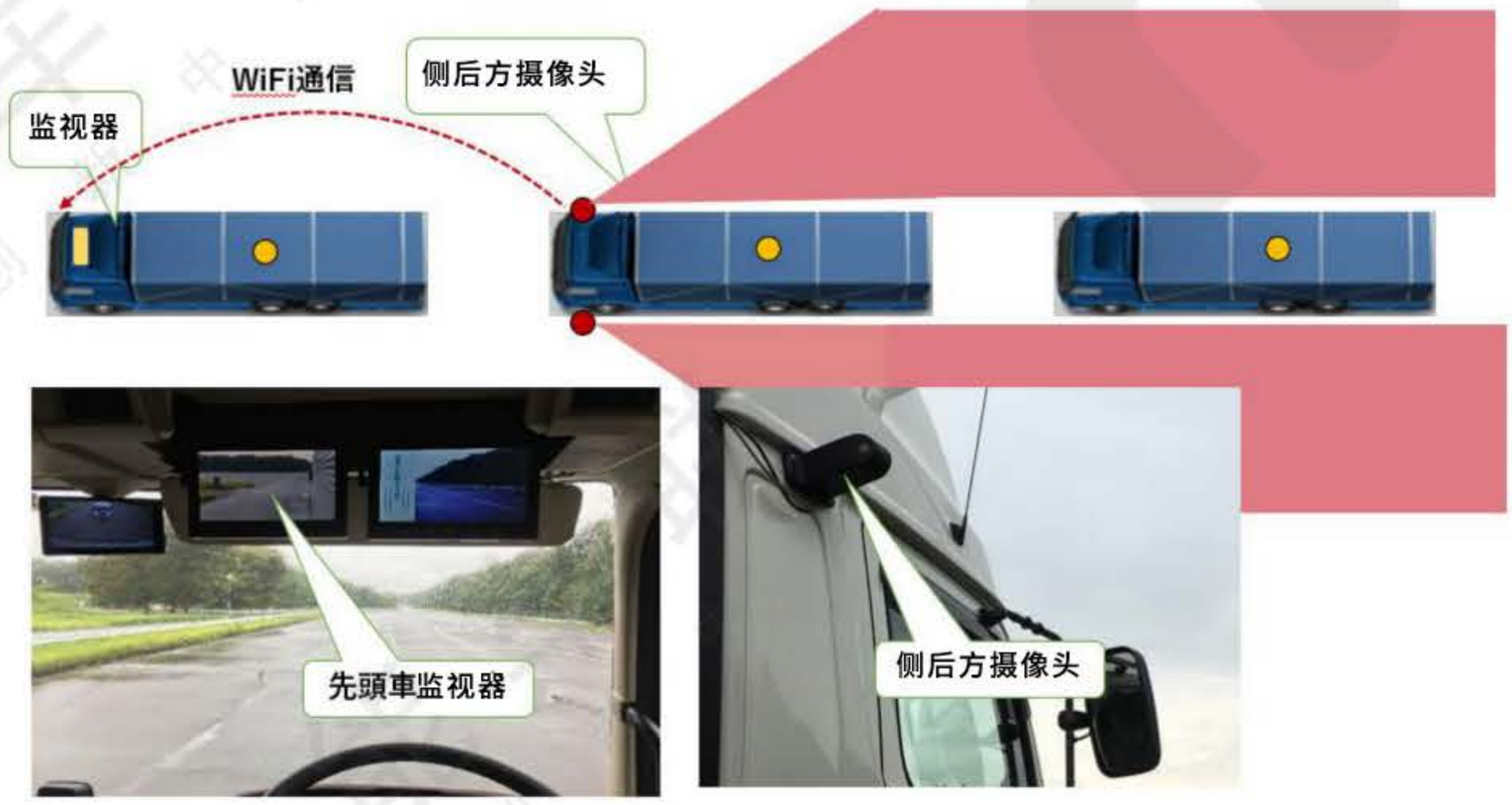


图 5 电子后视镜

②MRM（最小风险策略）：当发生重大故障或交通场景无法应对时，会触发 MRM，紧急停车已保障道路安全。

③缩退行驶功能：当遇到轻微故障或切车时，车队整体会采取限制一部分速度或功能的方式维持编队行驶的状态，当故障或者切车状态解除时，则慢慢恢复一般驾驶状态。若在缩退行驶状态，仍然无法维持编队行驶时，则会触发 MRM，紧急停车已保障道路安全。一般驾驶状态、缩退行驶和 MRM 的相互转化关系如下图 6 所示。

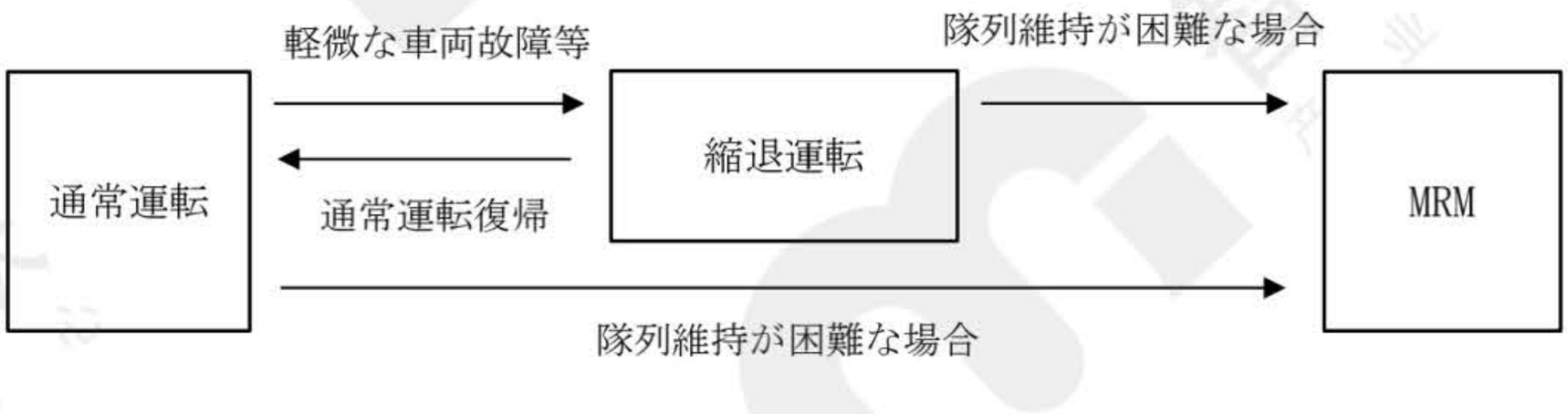


图 6 一般驾驶状态、缩退行驶与 MRM 相互转化关系

3.2.3 领头车人机交互系统

在实际的技术方案中，领头车配备了人机交互系统，帮助驾驶员掌握车队的实时状况，包括实时车速、横纵向位置差、加减速度、是否可以变道、系统故障情况等信息。

图 7 正常行驶时 HMI 显示状态

图 8 触发缩退行驶时 HMI 显示状态

图 9 触发 MRM 时 HMI 显示状态

3.2.4 车外信息通告

在实证实验的过程中，为了进一步确保编队行驶的安全，对于社会车辆的信息告知也是技术方案的重要组成部分。车外信息通告分为两个层面的内容：

①车辆自身情报通告：在组成编队的卡车车身上，增加关于卡车编队的告知信息，通过示意图和警告标语的方式提醒社会车辆注意与车队发生互动时的安全风险，提示内容包括“车队全场约 60 米”、“卡车编队行驶实验进行中”、“超车请注意”、“切车请注意”等。

图 10 卡车车身装饰提示信息

②基础设施分合流区域情报支援：在分合流路口区域设立 LED 信息牌，当车队即将靠近时提示途经车辆注意道路安全。

图 11 分合流路口 LED 信息牌

3.3 实证实验

国土交通省和经济产业省「面向社会应用的卡车编队行驶实证实验」课题组在新东名高速道路的长泉沼津 IC 和浜松いなさ IC 之间约 140 公里的道路上开展后车无人的卡车编队行驶实证实验。2021 年 2 月 22 日，在远州森町 PA 到浜松 SA 之间约 15 公里的路段，首次开展后车无人（驾驶员）的卡车编队行驶实证实验。

图 12 后车无人（驾驶员）的卡车编队行驶实证实验路段

3.3.1 编队形成与解除

以远州森町 PA 为例，在停车场划定卡车编队行驶路线，如下图 13 所示，粉色虚线标识路线为人工驾驶路线，粉色区域为编队形成和解除区域，红色实线为铺设磁力感应装置区域，在急弯的位置磁力感应装置铺设间隔较小约 1 米。

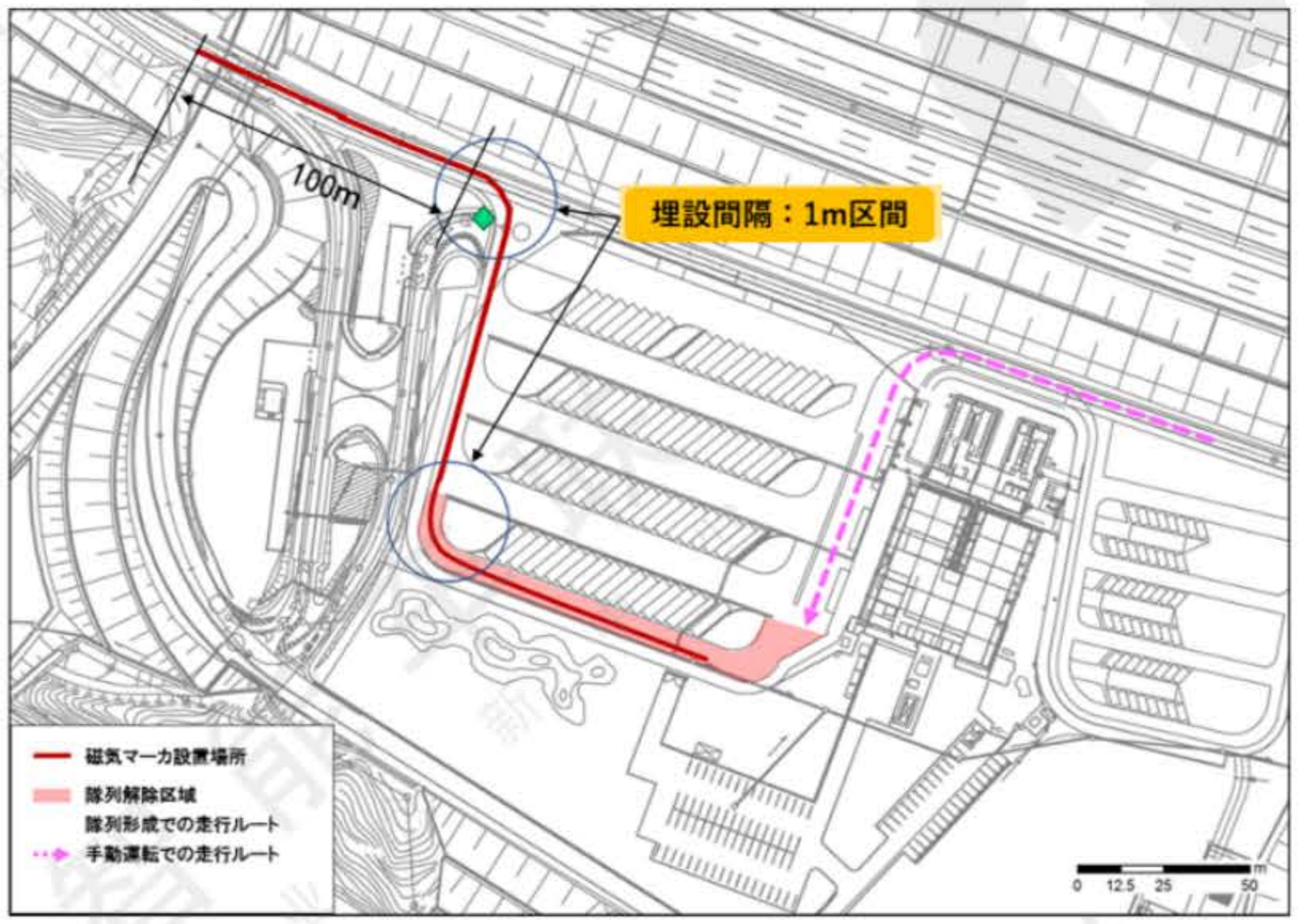


图 13 远州森町 PA 磁力感应装置铺设示意图

卡车编队在人工驾驶状态下经过粉色虚线驶入编队形成区域，在该区域与磁力感应装置相匹配，形成编队行驶状态，沿红色实线自动行驶至高速主干道。

3.3.2 高速道路编队行驶

在高速道路进行编队行驶实验的过程中，除了编队行驶的三辆卡车之外，还安排了两辆支援车（“サ”代表“サポート”，支援）与两辆安全保障车（“黄”），整体车队如下图 14 所示：编队行驶的三辆卡车，车间距离保持在 9 米，领头车有驾驶员，被牵引车无驾驶员，副驾位置有安全员；在编队行驶的三辆卡车前后约 30-50 米的位置分别配有一辆支援车，队前车（サ 1）负责勘察千方道路交通状况，队后车（サ 2）负责监视车队行驶状况；在队后车（サ 2）后方约 50 米和 200 米各安排一辆安全保障车，向社会车辆提示实验正在进行等讯息。

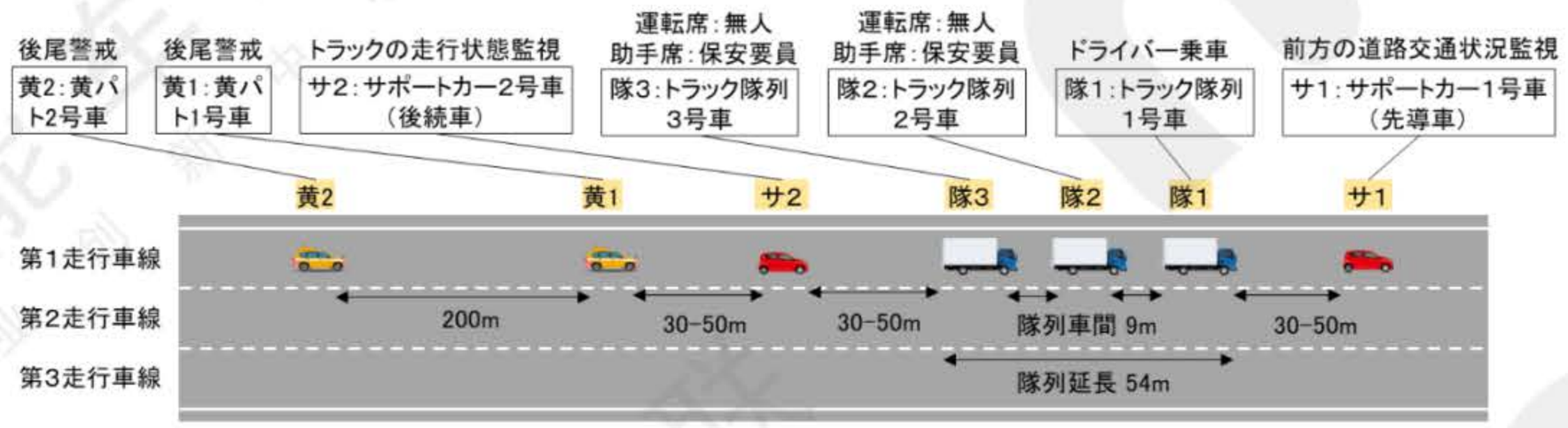


图 14 实验车队示意图

图 15 实验车队测试实景

当卡车编队进行变道行驶时，由后方黄色安全保障车（黄 1）先行变道，前方车队在黄 1 的安全保障下，进一步实施变道实验，如下图 16 所示。

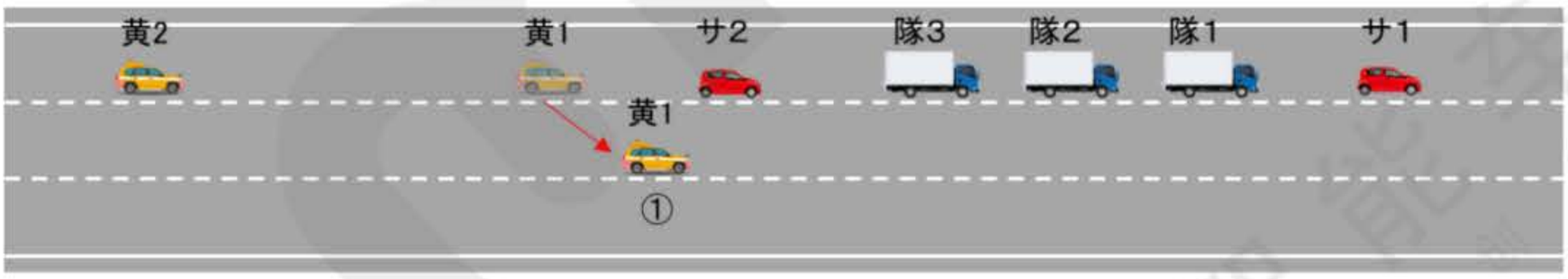


图 16 变道时车队动作示意图

3.3.3 实验结果

与实验计划相一致，在时速 80Km/h，车间距离小于 10 米（服务区和停车场内，时速 10Km/h，车间距离 5 米）的编队状态下，完成两次往返实验，实验期间系统运行稳定，并未触发缩退行驶和 MRM。

在横向控制方面，全程横向位置偏移控制在 40cm 以内，下图 17、18 为远州森町与浜松之间往返时记录的车辆横向位置差，可以看到除 SA/PA 区域的横向位置偏差波动较大，在高速道路主道行驶过程中的横向位置差基本都可以控制在 20cm 以内。

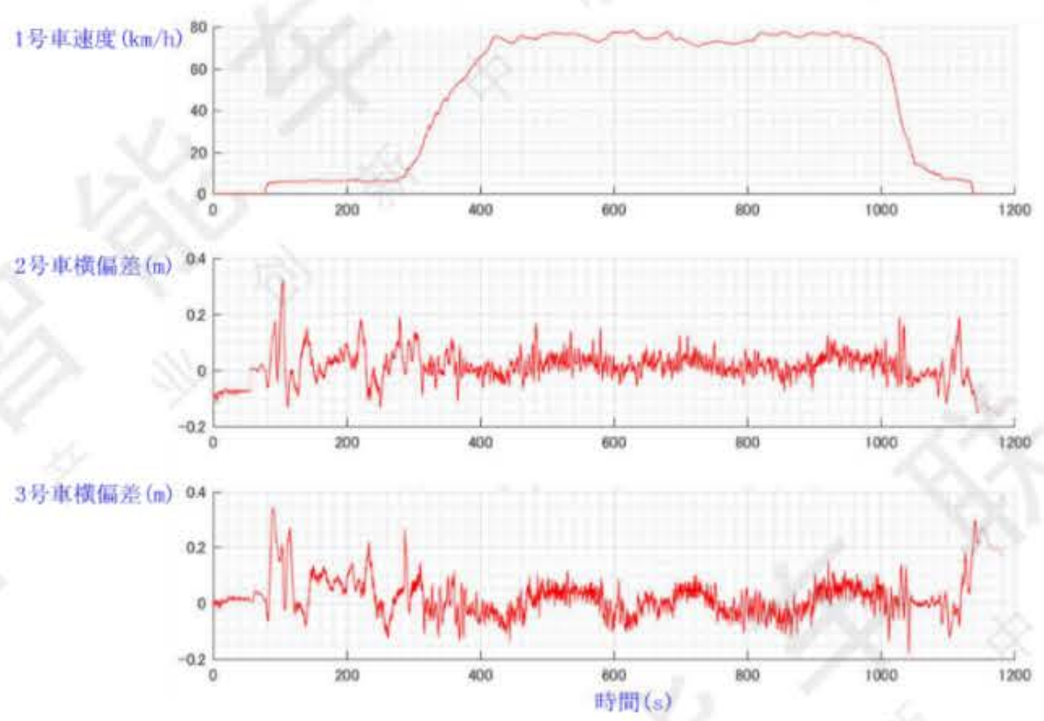


图 17 由浜松驶向远州森町记录的车速及横向位置差

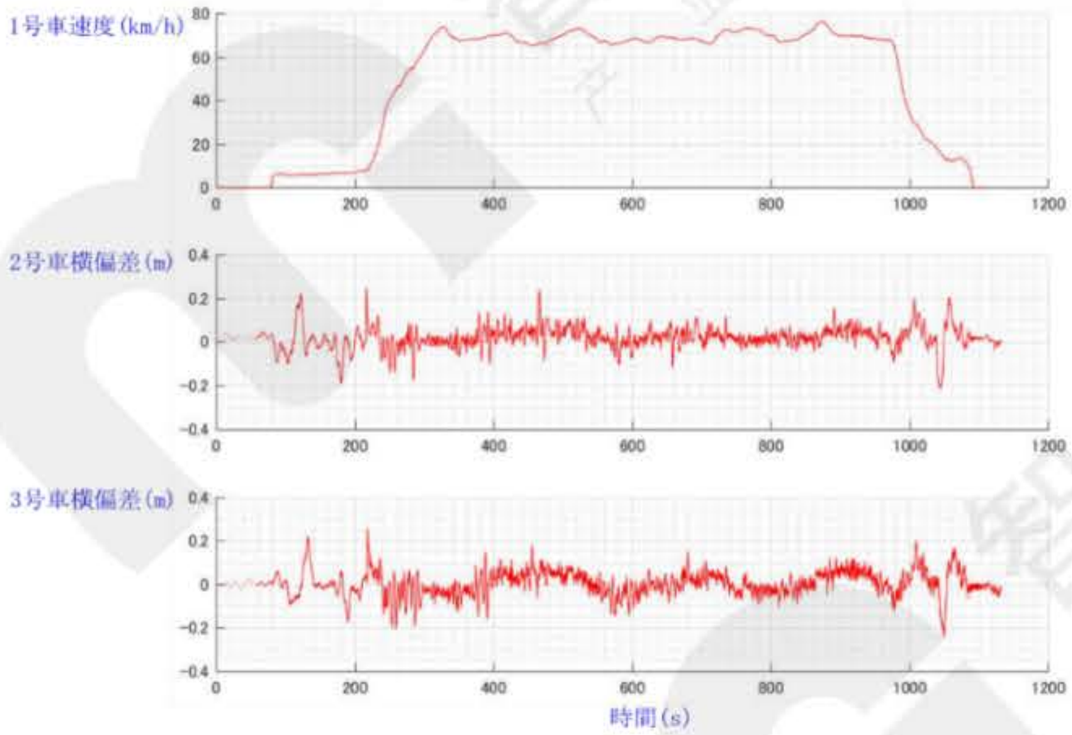


图 18 由远州森町驶向浜松记录的车速及横向位置差

在纵向控制方面，全程车间距离成功控制在 10 米以内，平均值为 5.4 米，下图 19、20 为远州森町与浜松之间往返时记录的车间距离曲线，可以看到除 SA/PA 区域车速较慢时车间距离可以维持在 5 米上下，在高速道路主道行驶过程中的车间距离基本可以保持在 8 米上下。

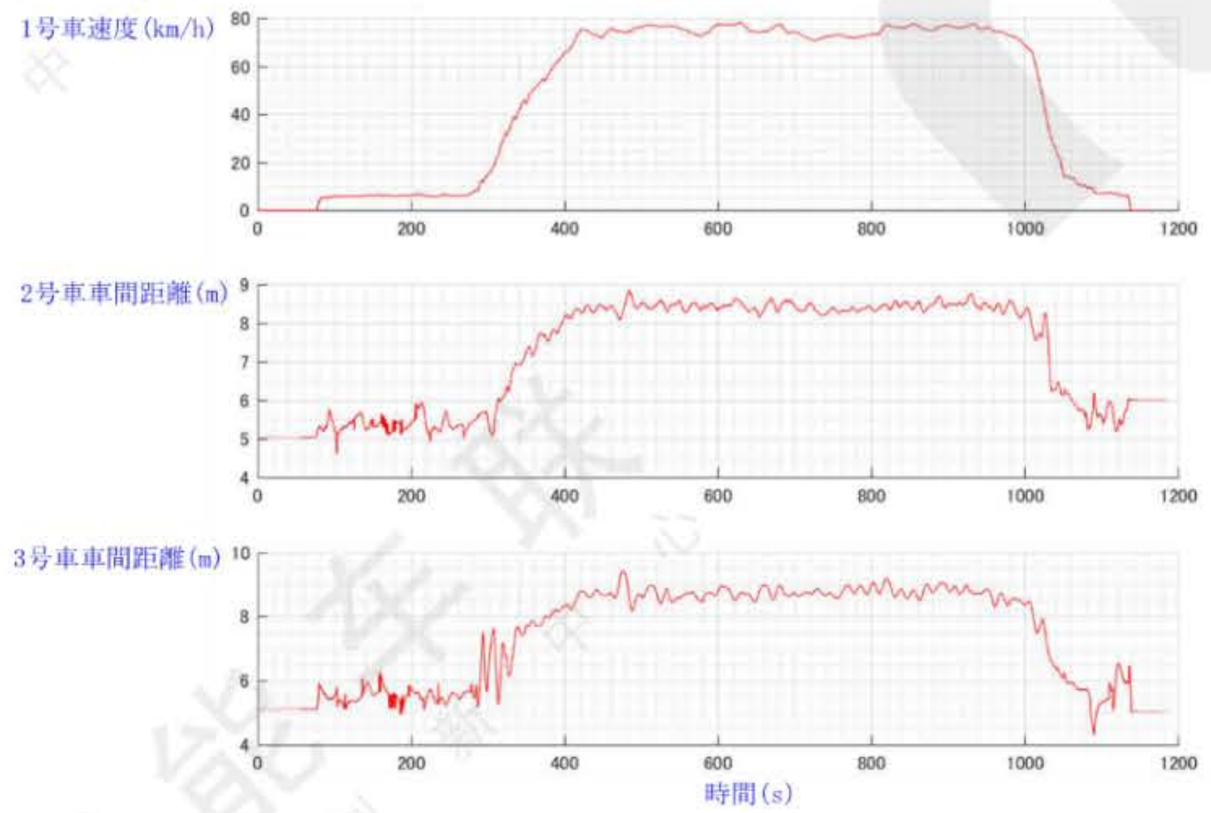


图 19 由浜松驶向远州森町记录的车速及车间距离

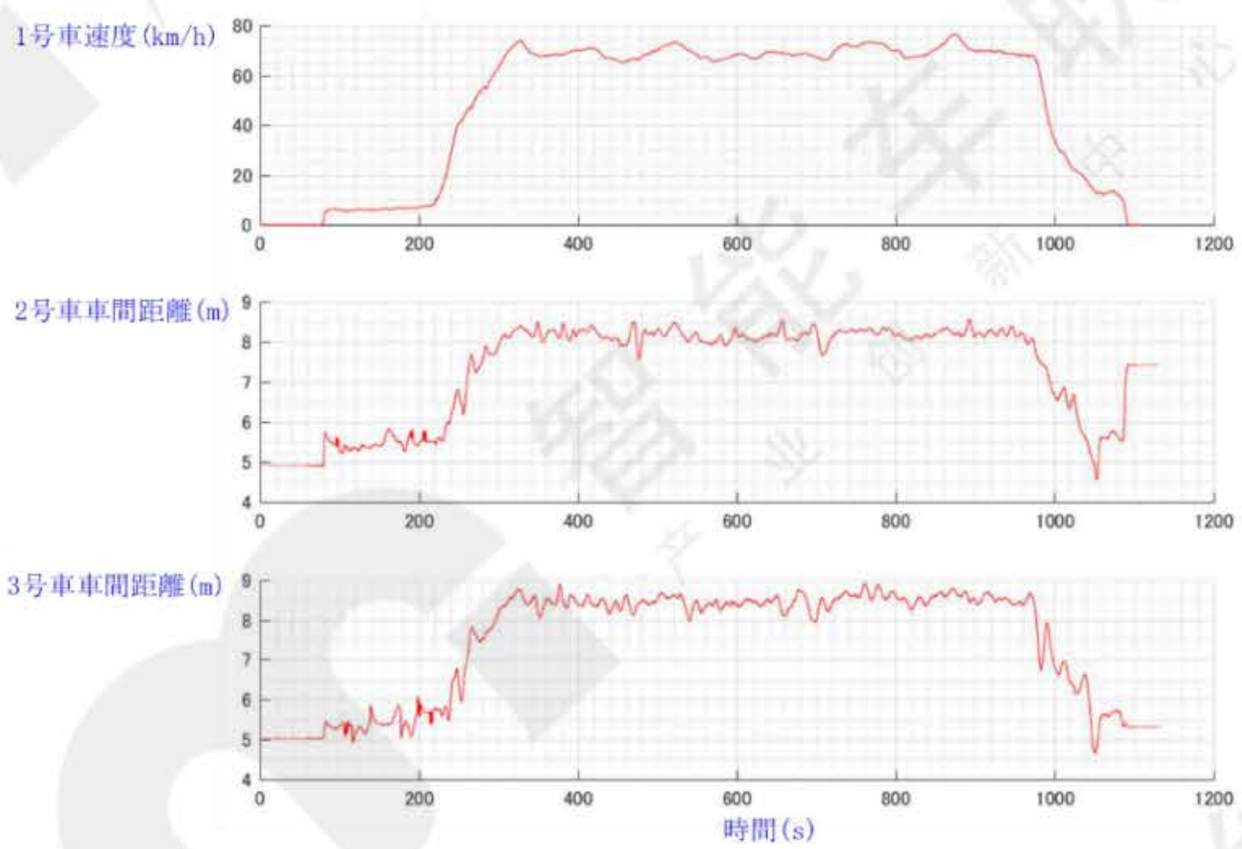


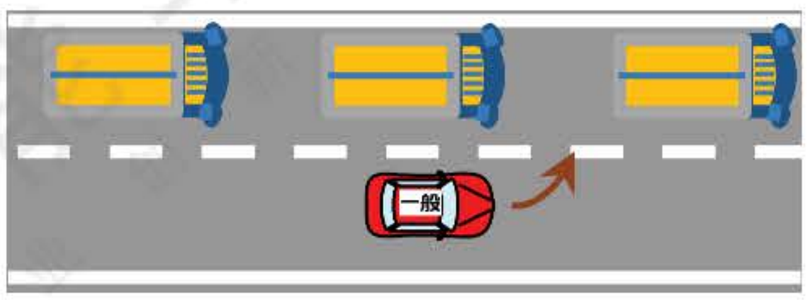
图 20 由远州森町驶向浜松记录的车速及车间距离

3.4 卡车编队行驶的风险场景

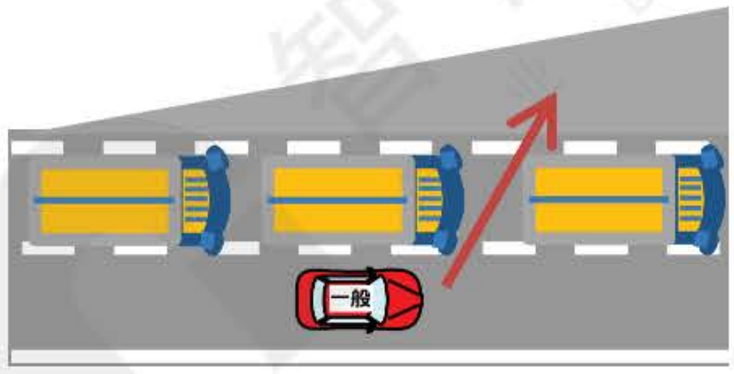
在国土交通省 2021 年 5 月发布的《先进机动车推进计划报告书 第六期》中总结了目前基于电子牵引技术的后车无人编队行驶系统所面临的的一些风险场景：

①编队混乱、维持困难的问题：受到社会车辆或环境变化的影响导致编队维持困难的情况，具体表现为车间距离不稳定、横向位置差较大等问题。

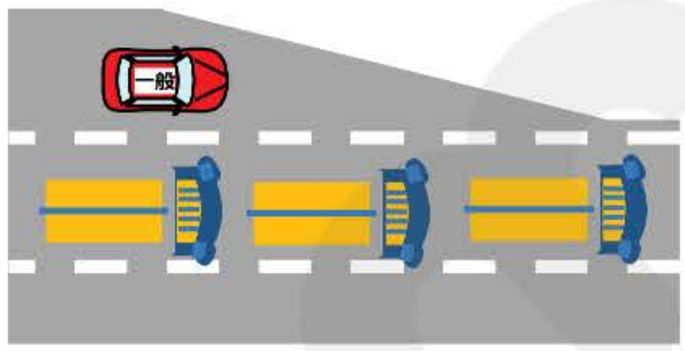
②社会车辆的切入问题：即使编队的车间距离已经缩短至 10 米以下，仍然面临被社会车辆切入的风险。



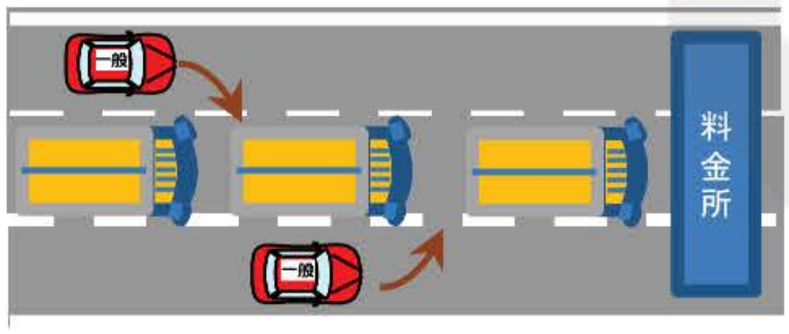
③出口堵塞、社会车辆无法变更车道的问题：当编队行驶至分流区域，内侧车道的社会车辆在卡车编队的阻碍下无法进行车道变更进入分流区域、进入高速道路出口。



④合流困难问题：当编队行驶至合流区域，社会车辆在卡车编队的阻碍下无法顺利汇入主干道。



⑤收费站与社会车辆产生交叉拥堵：在进入收费站时，由于车速较低，可能产生与社会车辆交错进入的情况。



四、社会接受度调查

除了编队行驶的技术研发与验证之外，自 2018 年起同步开展了社会接受度的调查，在开展技术验证和道路测试的过程中，对参与测试的驾驶员、一部分高速道路交通参与者和社会人士进行了一系列的问卷调查，调查结果如下表 3。社会接受度调查收集的广泛意见有助于了解其他交通参与者对编队行驶的认识情况和决策倾向，进一步理清编队行驶技术发展的方向。

表 3 2018-2020 社会接受度调查结果汇总

	监控调查	SA/PA 调查	网络调查
调查方式	社会车辆内观察行驶中的编队，收集相关意见	SA/PA 区域相关意见收集	通过传单或海报上的二维码进行广泛的意见收集
调查结果	● 在与队列相遇时，约 7 成被访者选择加速超车。 ● 当发现有队列准备汇入主干道时，约 8 成被访者选择变道避开，约 5 成被访者选择减速。 ● 关注点在于队列的变道行驶和汇入主干道时的超车时机。	● 在队列的识别问题上，通过队列卡车的统一外观进行识别的情况较多，其次是通过车间距离和队列相关标识。 ● 在与队列相遇时，约 6-7 成被访者选择加速超车。 ● 合流时，约 7 成被访者选择变道避让。 ● 关注点在于队列的变道行驶和汇入主干道时的超车时机。	● 在队列的识别问题上，通过队列卡车的统一外观进行识别的情况较多，其次是通过车间距离和队列相关标识。 ● 在与队列相遇时，约 7-8 成被访者选择加速超车。 ● 关注点是当卡车编队在主干道行驶时，社会车辆如何合流、其次是超车时机。

五、总结

日本在卡车编队的技术研发与实证实验过程中，充分考虑到交通管理各个环节的参与者，分别从车端自动驾驶技术的研发、路端情报支援和辅助编队形成的功能、其他交通参与者（人）对编队行驶的接受度等方面进行了广泛的实验和调研，并基于实验和调研的结果不断优化技术方案，在确保技术发展进步的同时，最大限度与现有的交通环境和交通文化实现兼容。

客观来讲，编队行驶的商业落地仍然面临技术和产业层面的诸多课题。首先，在特殊天气（雨雪天气、雾天）的应对和路面遗撒、故障车时变更车道的场景还有待进一步的实验，特别是在环境比较复杂时，车间通信是否仍能保持通畅，维持稳定的编队行驶状态等课题都需要进一步的实验进行验证。同时，在商业化的探讨中，构建一个卡车编队的统一运营平台成为最重要的课题，希望通过统一运营平台使所属不同物流企业的卡车能够灵活进入和脱离编队，最大程度降低物流运输的成本、保障运输过程的安全。