

车联网白皮书

(2023 年)

中国信息通信研究院
2023年12月

版权声明

本白皮书版权属于中国信息通信研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。



前 言

汽车产业核心竞争力正经历从“改变能源供给模式”向“改变车辆驾驶主导权”演进，智能网联促使汽车产品升级为新型智能终端，推进汽车、信息通信、交通运输跨产业链融合变革以及数字经济新价值链构建。美欧日韩发布战略规划、鼓励技术创新、建设新型基础设施等多举措抢占智能网联协同发展制高点。我国持续加强技术攻关和新型基础设施建设，健全政策法规和标准体系，明确提出“构建‘车能路云’融合发展产业生态”，智能网联协同发展战略进一步共识并落地实践。

本白皮书聚焦 2023 年涌现的新热点、新趋势、新业态，重点关注我国智能网联汽车载体、新型基础设施构建体系、数据要素价值三大方面的发展。一是把握好“应用需求”和“技术创新”的双向奔赴，分析汽车整车产品在“智能驾驶”和“智能座舱”两个领域的智能网联进程，研判跨行业相互激励、融合驱动的产业发展和生态合作变革。二是总结新型基础设施部署进展及技术迭代演进趋势，提炼具备先导特色、规模化前景的典型应用场景，进一步探讨“建设-运营”的价值闭环模式以及城市级辐射效应。三是首次以数据要素价值为锚点，梳理“业务贯通-数智决策-流通赋能”的多次多维车联网数据要素类型及应用场景，总结凝练保障“人-车-路-云”数据要素价值安全释放的技术手段与管理运营举措。最后，本

白皮书从“企业融合、行业协同、区域共用”三个层面提出持续深化智能网联协同发展战略的举措建议。



目 录

一、 全球车联网产业发展洞察	1
(一) 国际主要国家多举措抢占智能网联协同发展战略制高点	1
(二) 我国智能网联协同发展战略进一步共识并落地实践	6
二、 智能网联汽车产品与业态创新	9
(一) 整车产品加速竞逐“智能驾驶”和“智能座舱”功能升级	10
(二) 应用需求驱动技术架构升级，跨产业链研发呈强耦合趋势	12
(三) 智能网联协同促进汽车产业生态变革发展	17
三、 车联网新型基础设施服务体系与模式演进	19
(一) 路侧感知走向成熟，车路融合提升规模应用服务能力	19
(二) 网络赋能持续增强，服务能力向精细化多元化演进	23
(三) 云平台规模服务能力持续提升，商业化应用加速孵化	29
(四) 新型基础设施建设不断夯实，“建设-运营”闭环模式持续深化	33
四、 车联网数据要素价值及模式探索	37
(一) 多次多维挖掘车联网数据要素价值	37
(二) 新技术促进车联网数据要素价值释放	42
(三) 数据安全管理和运营交易体系逐步完善	45
五、 总结和展望	49
(一) 强化跨企业业务布局融合	50
(二) 强化跨行业生态发展协同	51
(三) 强化跨区域部署运营共用	51

图 目 录

图 1 融合算法由单点融合走向跨域融合	22
图 2 高级别自动驾驶网络架构图	25
图 3 车联网多级多业务云平台架构图	31
图 4 车联网运营和服务模式	36
图 5 车联网数据的三次价值释放	37
图 6 Catena-X 的碳足迹追踪应用示例	42

表 目 录

表 1 5G 现网支持不同类型车联网业务测试性能	27
--------------------------------	----

一、全球车联网产业发展洞察

（一）国际主要国家多举措抢占智能网联协同发展战略制高点

1. 自动驾驶商用受到普遍重视，网联通信技术应用加速

美国批准自动驾驶商用，提出加速车联网部署计划。2023 年，美国交通部发布《无人驾驶汽车乘客保护规定》政策文件明确无人驾驶汽车配置要求，加州公用事业委员会批准谷歌 Waymo 等在旧金山提供无人驾驶出租车收费服务，机动车辆管理局批准梅赛德斯-奔驰汽车自动驾驶系统在车速不超过 64km/h 的条件下在加州湾区等指定高速公路上行驶。2023 年 4 月，美国联邦通信委员会通过车联网 5.9GHz 频谱分配方案，两批 5.9GHz 频段部署蜂窝车联网的豁免频率申请获得批复，申请成员包括了犹他州和弗吉尼亚州等多个州交通管理部门、福特和奥迪等车厂、哈曼等设备制造商和密歇根大学等高等院校。2023 年 10 月，美国交通部发布加速车联网部署计划草案¹，提出 2024-2034 年期间将推动 6 家车企、20 款量产车型搭载 5.9GHz C-V2X 通信技术，支持网联驾驶安全类应用。

欧盟完善自动驾驶商用配套举措，多国开展 5G/C-V2X 网联通信技术验证示范。欧盟在小批量自动驾驶车辆型式认证法规基础上，持续开展无限制批量的车辆型式认证；欧盟修订自动紧急呼叫系统

¹ 来源：https://www.its.dot.gov/research_areas/emerging_tech/htm/ITS_V2X_CommunicationSummit.htm

法规，要求系统软硬件（包括车载设备和紧急呼叫中心设备）适配 4G/5G 网络要求，持续推进汽车强制安装联网设备。在“地平线欧洲”等科技政策框架下，德国、法国、奥地利、意大利等多国在境内和跨境地区开展基于 5G/C-V2X 网联自动驾驶的技术验证、应用示范，推动网联自动驾驶车辆产业化。

日韩政策法规明确自动驾驶发展计划，网联通信技术将纳入新车评价规定。2023 年 4 月，日本《道路交通法》修正案正式实施，推动 L4 级自动驾驶车辆在特定条件下提供出行服务和无人快递业务。同年 5 月，日本在公共测试道路开启了 L4 级自动驾驶出行服务。2022 年 9 月，韩国发布《汽车产业全球三强战略》，明确发展自动驾驶及移动出行新产业核心战略，并发布《出行方式革新路线图》，明确到 2027 年实现具备 L4 级自动驾驶功能的乘用车商用，到 2035 年新车自动驾驶功能普及率达到 50%以上²。2023 年 9 月，韩国交通部拟投资 1 千亿韩元，用于建立城市级自动驾驶应用创新实验室，开展自动驾驶技术验证及应用示范。V2X 通信技术纳入新车评价程序，2023 年 2 月，韩国发布《汽车安全度测试和评价规定》，规定了 V2X 通信设备试验和评价方法，包含支持前向碰撞预警、红绿灯提示等 10 种应用场景，计划于 2024 年 1 月实施。2023 年 12 月，韩联社消息称，韩国新一代智能交通系统(C-ITS)决定使用 LTE-V2X 直连通信技术作为唯一车联网通信方式。

² 来源：http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95087208

2. 车联网新型基础设施赋能价值凸显，规模化部署计划启动

车联网新型基础设施，不仅能够加速汽车的智能化、网联化融合升级，满足人车互动需求，提升汽车安全，降低燃油车能耗等，为用户提供智能、安全、节能、舒适的综合驾乘体验；还可以通过车辆和交通基础设施的信息交互，助力应对交通拥堵、能源压力、污染物和碳排放等多重挑战，提升城市治理智能化水平。车联网新型基础设施的重要价值和赋能价值凸显，得到全球普遍关注。

美国拟加强全国范围车联网部署，推进一致性服务。2023 年 4 月，美国智能交通系统生态的十大组织向美国交通部提出了在全国范围内部署车联网的计划，拟在 10 年内实现美国跨地域的车联网一致服务。2023 年 10 月，美国交通部发布加速车联网部署计划草案和 4000 万美元投资公告³，计划在 10 年内实现高速公路车联网应用全覆盖，75 个大城市 80%的信号灯路口联网，全国 75%的路口部署 C-V2X 设备，50 个州实现车与车、车与路互联互通。

欧洲持续加强自动驾驶基础设施部署研究，推进大规模示范应用。欧洲先后在“地平线 2020”“地平线欧洲”等科技政策框架下设立近百项专项开展面向网联自动驾驶的无线通信、数字基础设施等关键技术研发及应用示范，促进自动驾驶出行服务实现大规模部署。2021-2022 年设立“为网联自动驾驶部署扩大和评估物理和数

³ 来源：https://www.its.dot.gov/research_areas/emerging_tech/htm/ITS_V2X_CommunicationSummit.htm

字基础设施” “物理和数字基础设施的连通性和协同为网联自动驾驶建立信任和可持续性”等 18 个网联、协作和自动驾驶出行相关项目，总投资达 1.8 亿欧元。此外，网联、协作和自动驾驶伙伴关系发布战略研究与创新议程，制定了网联、协作和自动驾驶推进计划，分三个阶段在法国、德国、意大利等各国建设大规模示范应用项目，并将连通各地开展综合大规模应用示范。

日韩面向自动驾驶和交通系统能力升级，积极部署路侧基础设施。日本发布《实现和普及自动驾驶的行动方针 5.0》，提出推广智能化基础设施以支持 L4 级自动驾驶落地，计划 2025 年在 50 个地点实现多个区域、多种类型车辆的无人自动驾驶服务。截至 2023 年 10 月，已在高速公路等道路部署 4000 余台联网路侧设备，超 1000 万车辆搭载新型联网终端设备⁴，实现道路拥堵信息提醒、最佳出行路线等应用。韩国交通部公开信息显示，2021 年至 2027 年，韩国将投入 1.1 万亿韩元用以支持自动驾驶汽车研发和相关基础设施部署。首尔宣布 2023 年至 2026 年将持续投入 6600 万美元用于智慧交通相关建设，计划通过部署城市级的合作式智能交通系统和协作式自动驾驶业务，提高交通参与者的安全。

3.汽车加速向第三生活空间转变，新业态激活数字消费新市场

⁴ 来源：<https://www.go-etc.jp/>

车联网新型基础设施打通了汽车与人、城市和交通基础设施的数据边界，数据的互联互通推动智能网联汽车与智慧交通和智慧城市的协同发展，加速人、车、路、云之间的连接，带来更多的移动连接数和数据流量需求。与此同时，车企积极构建车载硬件与软件服务结合生态，通过车内短距通信支持手机-车机互联，通过人工智能大模型优化人车交互，通过端云结合汇聚海量内容与应用。新技术与车载交互结合多场景无缝切换体验，推动了以用户体验为核心的地图导航、移动出行、车内影音娱乐等智能应用的迅速发展，汽车已不再是单纯的交通工具，而是成为继手机之后规模最大的“新型智能终端”，加速向第三生活空间转变，拓展从智能出行到智慧生活的新场景，催生“超级VIP影院”“移动办公空间”等车载信息消费新业态。

美欧等国家地区在数字经济大战略下，积极鼓励和促进企业科技创新，提升技术竞争力，构建创新产业生态系统。美国特斯拉公司基于强大的人工智能等技术，将导航、音乐播放、语音助手和自动驾驶等功能集成上车，开启智能座舱信息娱乐新生态；谷歌公司推出直接基于车载硬件运行的操作系统和平台 Android Automotive 产品，其可接管车内从中控屏幕到仪表盘的所有屏幕，覆盖信息、娱乐、空调操控等更加全面的功能。欧洲奔驰、宝马、奥迪等汽车厂商正积极投入智能座舱研发升级，奔驰E级车智能座舱升级换代，将搭载“TikTok”“愤怒的小鸟”“Zoom”等影音娱乐和工作生活

应用软件，打造基于人工智能技术的“智能场景”功能；宝马发布下一代 BMW iDrive 操作系统，全面升级人车交互界面，首次提出全景视域桥概念，可在无需使用任何辅助设备的情况下，通过混合现实技术享受沉浸式的车内体验，计划于 2025 年实现量产。

（二）我国智能网联协同发展战略进一步共识并落地实践

我国开启高级别自动驾驶准入试点，多举措助推 5G/C-V2X 网联通信技术商用。自动驾驶配套政策与标准体系持续完善。2023 年 6 月，国务院常务会议明确提出“构建‘车能路云’融合发展的产业生态”。2023 年 11 月，工业和信息化部、公安部、住房和城乡建设部、交通运输部联合发布《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》，对具备量产条件的搭载 L3 和 L4 级自动驾驶功能的智能网联汽车产品开展准入试点，并且获得准入的汽车产品可在限定区域内开展上路通行试点，加快自动驾驶功能量产商用。在此基础上，2023 年 12 月，交通运输部印发《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》，聚焦应用场景、自动驾驶运输经营者、运输车辆、人员配备、安全保障、监督管理等影响运输安全的核心要素，明确在现行法律法规框架下使用自动驾驶汽车从事运输经营活动的基本要求。自然资源部、工业和信息化部分别发布《智能汽车基础地图标准体系建设指南（2023 版）》《国家车联网产业标准

体系建设指南（智能网联汽车）（2023 版）》，持续构建支撑汽车自动驾驶的标准体系。地方政府探索自动驾驶立法权，开启自动驾驶商用示范。深圳、上海等地积极探索自动驾驶立法权，发布智能网联汽车管理条例和智能网联汽车道路测试与示范应用管理实施细则；武汉、北京等地开启 L4 级自动驾驶商业化示范运营。多举措助推车辆 5G/C-V2X 网联规模商用。2023 年 4 月，工业和信息化部支持湖北（襄阳）、浙江（德清）、广西（柳州）创建国家级车联网先导区。2023 年 10 月，发布《关于推进 5G 轻量化（RedCap）技术演进和应用创新发展的通知》，持续推进车联网规模化应用。交通运输部积极推动营运车辆网联与 AEBS 融合系统，联合产业界开展基于 C-V2X 通信技术的 II 型 AEBS 系统的试验验证。2023 年 7 月，《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023 版）》发布，提出优先开展基于 LTE-V2X 的信息辅助类技术标准制定。2023 年 9 月，《中国新车评价规程（C-NCAP）2024 版（征求意见稿）》发布，首次将 C-V2X 支持应用功能纳入测评范围。

我国持续加强车联网新型基础设施建设，建设规模领跑全球。截至 2023 年 10 月，我国 5G 基站累计达到 321.5 万个⁵。地级市城区、县城城区道路智能化升级改造、路侧通信单元部署数量均取得显著进展，截至 2023 年 10 月，全国部署车联网路侧通信单元超 8500

⁵ 来源：工业和信息化部统计（https://www.gov.cn/zhengce/jiedu/tujie/202311/content_6916551.htm）

套⁶，相比去年同期增长超 2000 套。2023 年 9 月，交通运输部发布《公路工程设施支持自动驾驶技术指南》，通过适度提升公路基础设施的智能水平，更好地支持车辆在公路上进行自动驾驶。我国已有 30 余个城市和高速公路路段启动车联网融合基础设施建设，无锡、天津、重庆等 7 个国家级车联网先导区和北京、上海、合肥等 16 个“双智”试点城市相继发布扩大车联网新型基础设施规模建设规划，呈现从单一区县（单一高速路段）部署向多区县（多高速路段）部署乃至市级全域（全路段）部署的发展趋势，如无锡、苏州等已经形成多区协同部署、市级平台统筹的建设模式；“车联网 1 号高速”（即 G2 京沪高速）津京塘段、山东段、江苏段等多段路线完成 710 公里路段的网联化改造。

我国积极促进以汽车为载体的数字消费新经济发展。政府持续加强政策引导，2023 年，商务部等九部门联合发布《关于推动汽车后市场高质量发展的指导意见》，国家发展改革委发布《关于促进汽车消费的若干措施》《关于促进电子产品消费的若干措施》，工业和信息化部等七部门发布《汽车行业稳增长工作方案（2023-2024 年）的通知》，引导企业加快 5G 信息通信、车路协同、智能座舱、自动驾驶等新技术的创新应用，开发更多适合消费者的服务功能，促进汽车消费，壮大数字消费。产业打造汽车数字消费新生态，一汽、长安、上汽、蔚来、理想等汽车厂商，腾讯、百度、阿里等互

⁶ 来源：中国信息通信研究院统计

联网公司，中国移动、华为等通信企业纷纷围绕智能座舱展开生态布局。同时，多方合力提升普通用户对车联网的认知度和体验感。百度地图、腾讯地图在无锡、成都、北京亦庄等地开通网联信号机数据互通，实现更精准的红绿灯信息推送服务。武汉、淄博、无锡、柳州、成都等多个车联网运营主体开发专用出行应用程序或将相关功能集成到城市便民应用程序，通过语音助手、地图导航、个性化音频内容等交互方式向司乘用户提供交通信息服务和辅助驾驶提醒。Warm Car 共享汽车在柳州实现应用程序内集成红绿灯信息推送。

在智能化、网联化双轮驱动下，我国围绕智能网联汽车产品核心能力升级、“路-网-云”新型基础设施构建和基于车联网数据的数字经济新价值链进行布局。本白皮书将聚焦 2023 年涌现的新热点、新趋势、新业态，重点关注我国智能网联汽车载体，分析研判其产品、技术、生态发展情况及趋势；总结新型基础设施部署进展及技术迭代演进趋势，探讨建设运营模式；提炼车联网数据要素价值，探索数据技术手段及运营举措。

二、智能网联汽车产品与业态创新

伴随着人工智能、5G/C-V2X、大数据等新一代信息通信技术与汽车产业的加速融合创新，整车产品智能化、网联化能力持续升级，智能网联汽车成为继智能手机之后的又一新型智能终端。与此同时，汽车产业积极拥抱这一轮科技革命带来的产业变革，产业链深度协

同、价值链不断延伸，带动形成跨行业相互激励、融合驱动的产业
发展模式和生态合作。

（一）整车产品加速竞逐“智能驾驶”和“智能座舱” 功能升级

整车产品与智能化网联化技术的结合主要体现在“智能驾驶”
和“智能座舱”两方面的功能升级。在供给侧，汽车厂商加强智能
驾驶和智能座舱技术研发；在需求侧，智能驾驶和智能座舱功能日
益成为消费者购车的主要考量因素。

“智能驾驶”功能现阶段仍以辅助驾驶为主，“城区领航”等
高阶辅助驾驶功能成为当前高端车型竞争焦点。辅助驾驶功能实现
规模应用。通过车端传感器、计算平台、操作系统等软硬件设备，
运行各类智能驾驶算法，可实现诸如自适应巡航、车道保持、自动
泊车、导航辅助驾驶等不同级别的辅助驾驶功能，在不同程度帮助
驾驶员缓解驾驶疲劳，并不断向自动驾驶汽车演进。2023 年上半年，
具备组合驾驶辅助功能的乘用车新车销量占比达到 42.4%⁷。全速自
适应巡航、自动泊车辅助等 L2 级辅助驾驶功能已经规模化成熟应
用。以“高速领航辅助驾驶”和“城区领航辅助驾驶”为代表的高
阶智能辅助驾驶功能加速量产应用，小鹏、问界、阿维塔、蔚来、
理想等车型相继在 2023 年前后推出城区领航辅助驾驶功能，消费者

⁷ 来源：工业和信息化部

接受度不断提升，随着装机量不断提升，领航辅助驾驶解决方案的成本有望持续下降，并向更低价格区间的车型加速渗透。

“智能驾驶”渐进式演进路线愈加清晰，人工智能大模型等新技术赋能作用凸显。渐进式演进路线有望成为主机厂和科技公司的共同选择。目前，众多高端 L2 量产车型已经配备激光雷达、毫米波雷达、摄像头、大算力芯片等硬件，与 L4 级自动驾驶示范车型硬件配置已十分接近，并基于 L2 级驾驶自动化功能运行条件，不断迭代升级算法，向 L3、L4 级驾驶自动化运行条件探索突破，小马智行、百度等从 L4 级切入自动驾驶研发的科技公司也在陆续推出 L2 量产方案。**时空融合、大模型等新技术被引入自动驾驶。**

“BEV+Transformer”⁸时空融合技术可将二维图像和传感器信息综合转化为三维向量空间，支持多传感器信息的特征级融合以及时序信息融入，在车端实现高精度局部地图的实时构建，降低自动驾驶对高精度地图的强依赖，目前小鹏、理想、华为、蔚来、比亚迪、极越等企业均在积极跟进并逐步上车。特斯拉、小鹏、华为、理想等企业也在积极投入基于大模型的端到端自动驾驶算法研发，探索从传感器感知输入、直接产生车辆输出控制的端到端模型，自动驾驶行业或迎来“奇点时刻”。

“智能座舱”功能现阶段以更加便捷的车内人机交互和驾乘舒适体验为主。通过配置车载显示屏、液晶仪表盘、车内摄像头、增

⁸ 来源：BEV 全称 Bird's Eye-View（鸟瞰图），Transformer 是一种基于注意力机制的机器学习模型

强现实抬头显示、车载通信终端、高保真音响、座舱域控制器等硬件以及车载操作系统、车机应用软件、驾驶员监测系统、语音识别系统等软件，智能座舱可以实现多模态人机交互、音视频播放、车机应用软件、驾驶员疲劳监测、个性化舒适配置等娱乐类、舒适类功能服务。小鹏 G9、蔚来 ET7、理想 L9、问界 M5 等智能座舱产品通过引入车机大屏、多屏联动、车机互联、高级音响、AR/VR 等技术，为用户提供智能化、沉浸式车机交互体验。伴随智能硬件、新材料、元宇宙、人工智能等技术在智舱领域的不断创新，基于人工智能大模型的情感交互、无缝连接的手车互联、车内沉浸式视听服务、个性化服务配置等功能有望加速成熟。百度、阿里、华为、腾讯、科大讯飞等纷纷推出语言大模型，已在吉利、智己、问界等车型量产应用，为用户提供更自然的对话体验、生成式的交互界面和更个性化的出行服务建议。

（二）应用需求驱动技术架构升级，跨产业链研发呈强耦合趋势

在整车智能化网联化技术体系中，整车电子电气架构的集中化演进和面向服务的软件架构升级奠定了整车智能网联功能的开发基础，“智能驾驶”和“智能座舱”两大功能需求牵引“高性能计算平台-操作系统-功能软件”技术开发架构不断升级迭代。

整车电子电气架构从“异构分布式”到“分域集中式”发展，

未来将进一步演进至“中央集中式”。现阶段行业已实现分域集中式架构，通过域集成减少单一功能电控单元的分散部署，提升功能开发和软件更新效率。当前车企主要采用按功能集成或按空间整合两种分域架构。功能域集成架构主要按照座舱域、车身控制域、整车控制域、自动驾驶域进行集成，国内广汽、上汽、吉利、长城、比亚迪、蔚来、理想、小鹏等车企普遍采用功能域集成路线，从分布式向功能域控或域融合的架构发展。特斯拉采用空间域集成路线，按照前部、左部、右部空间对区域内电控单元及相关部件进行集成，并采用中央计算单元对三个域进行集中控制，中央计算单元集成了自动驾驶、信息娱乐、远程通信等计算需求。伴随更高性能车载计算芯片和车用操作系统的能力演进，整车电子电器架构将进一步加速迈向中央集中式架构。

整车软件架构从面向信号的软件架构向面向服务的软件架构转变，支撑实现“计算能力共用、软件分层解耦”的开发理念。开放式、松耦合的服务架构打破了传统控制单元的黑盒式部署，可以将应用程序分解为独立于硬件和操作系统、特定的功能组件或服务。通过标准化协议和应用程序接口，组件或服务可支持灵活访问、调用、组合、持续功能扩展和更新。例如，当前众多品牌车型推出“一键进入休憩模式”功能，革新了传统架构下单一功能单一控制的模式，通过面向服务的软件架构，将空调、车窗、音响、座椅调节、氛围灯等单一功能通过调用的方式实现逻辑组合，实现基于场景的

一键功能联动。

以“舱行泊一体”为代表的智驾域和智舱域加速融合，车载计算平台方案差异化布局。华为推出系列智能驾驶 MDC 计算平台，自研 ARM 处理器、AI 处理器、图像处理器、存储处理器等整套片上系统，自研操作系统、软件栈、中间件等软件核心组件，支持 AutoSAR、POSIX 标准生态，已在问界、阿维达、极狐阿尔法等车型量产应用。特斯拉自研 FSD 车载计算机，搭载两颗自研 FSD 芯片、3 个 AI 神经网络处理器，自研基于 Linux 的操作系统，支持自动驾驶算法运算。蔚来汽车采用自研 ADAM 计算平台，嵌入四颗 NVIDIA Orin X 芯片，支持基础辅助驾驶、高速和城区领航辅助驾驶、自动泊车等智驾功能。高通、地平线等公司推出面向“舱驾融合”的芯片方案，德赛西威、亿咖通、纵目科技等国内供应商陆续推出“行泊一体”计算平台。面向差异化整车产品需求，产业界正在探索更多参数配置的车载计算平台方案产品。

更多企业致力于通过基于“视觉为主”路线实现高阶智能辅助驾驶，“数据闭环”支撑智驾能力演进速度。L2 级以下辅助驾驶主要采用摄像头与毫米波雷达的组合配置方案。而在领航辅助驾驶为代表的 L2++ 功能中，存在“多传感器融合”和“视觉为主”不同技术路线，多传感器融合路线主张以激光雷达为主导，配合毫米波雷达、摄像头等，代表企业包括蔚来、理想、阿维塔等。视觉为主路线倾向于更多采用摄像头降低硬件布设成本，通过加强算法优化提

升以视觉为主的感知性能，代表企业如特斯拉，问界、小鹏等积极跟进视觉为主的技术路线，希望在领航辅助驾驶等功能中实现降本方案部署。

现阶段智能驾驶、智能座舱仍以独立的车控操作系统或车载操作系统为主，整车全域操作系统有望成为下阶段发展趋势。在用于智能驾驶的车控操作系统方面，企业主要基于 QNX 或 Linux 内核以及 ROS、Adaptive AUTOSAR 中间件开发，例如特斯拉基于 Linux 内核自研车控操作系统、大众基于 Linux 内核和 Adaptive Autosar 自研车控操作系统、上汽集团部分采用阿里 OS 基于 Linux 内核和 Adaptive Autosar 的自研操作系统。在用于座舱娱乐的车载操作系统方面，企业主要基于 QNX、Linux、Android 开发，华为基于 Linux 内核自研鸿蒙操作系统，小米基于 Linux 内核自研澎湃操作系统，国内企业有望以自主操作系统掀起座舱应用生态浪潮，逐步实现整车全域打通并与智能手机等终端形成生态协同。

5G 蜂窝和 C-V2X 直连通信渗透率加速提升，网联融合辅助驾驶功能有望成熟落地。“4G 蜂窝通信+蓝牙+WiFi”方案主要支持车内手机与车机互联、组件互联以及车云互联，4G 模组及终端产品不断成熟，联友、东软、华为等厂商市场份额处于头部序列。伴随移远、华为、中兴、中信科智联、广和通、Autotalks 等 5G 车载通信模组、C-V2X 直连通信模组的规模化降本效应，5G 和 C-V2X 直连通信方案有望在新车中不断提升渗透率，支撑更高速率、低时延需

求的车联网应用，以及低时延、高可靠的直连通信安全效率应用。

2023 年 1-10 月，国内乘用车新车市场车联网前装标配 1301.24 万辆，同比增长 23.69%，搭载率 77.78%。其中，前装配备 5G 车联网 131.99 万辆（含选装），同比增长 245.61%，搭载率 7.88%；前装配备 C-V2X 24.19 万辆，同比增长 97.31%，搭载率 1.45%⁹。同时，基于 C-V2X 直连通信和 ADAS 融合的辅助驾驶功能有望加速成熟落地。

根据中国新车评价规程（C-NCAP）2024 版测试规范，在高速度差且存在遮挡情况下的前向车辆避撞、交叉路口有遮挡情况下的车辆避撞、闯红灯预警三项功能测试中，基于 C-V2X 车与车、车与路直连通信的解决方案，有望弥补基于单车传感器在遮挡情况下无法及时识别和采取制动的不足，助力车辆取得更高分数评价。中信科智联、博世等企业联合车企研究车联网 C-V2X 与单车智能功能融合，在无锡验证了协作式自适应巡航、协作式匝道汇入等 11 项基于 C-V2X 直连通信的 L2+辅助驾驶功能。IMT-2020（5G）推进组组织研究并发布《C-V2X 与单车智能融合功能及应用》，研究网联融合应用功能场景。

⁹ 来源：高工智能汽车统计

（三）智能网联协同促进汽车产业生态变革发展

伴随汽车智能化网联化的能力升级，赋予汽车在传统交通工具之上，承载提升大众消费者出行安全和体验、赋能垂直行业用户降本增效的新时代使命。这不仅带来了汽车产业链供应链从链状到网状的生态变革，还催生了汽车生态与数字生态、交通运输生态的深度融合。

网联化技术与智能化技术加速融合支撑车辆智能驾驶功能。

2023 年 9 月，汽车、通信、交通、公安、测绘、住建等行业的十四家学会、联盟、研究机构联合发布《基于 C-V2X 的智能化网联化融合发展路线图》，路线图从智能化网联化融合的维度提出车路云一体化提醒预警、车路云一体化的辅助驾驶（C-ADAS）、车路云一体化的自动驾驶（C-ADS）三个发展阶段。提出到 2025 年，网联提醒预警功能进入规模化应用，具备融合感知的 C-ADAS 功能开始实现量产应用，在试点地区 C-ADS 功能实现示范。新注册车辆网联渗透率达 80%；到 2028 年，网联提醒预警功能基本普及，C-ADAS 功能实现规模化应用，C-ADS 功能实现量产应用。并对智能网联汽车、智能化道路基础设施、云平台、通信网络、信息安全、测试评价等车路云一体化系统关键组成部分提出分阶段建设发展目标和实现路径。

汽车智能化网联化需求推动信息通信基础设施和软件服务能力

演进。智能座舱、智能驾驶在车端实时应用、云端实时服务、研发端支持供给方面，需要无线通信、云服务、算力的必要支持，包括满足音视频上下行大带宽、辅助驾驶低时延高可靠、多制式无缝切换的无线通信网络需求，满足远程信息服务、整车软件在线升级、高精地图实时更新、自动驾驶数据回传的多级云计算服务需求，以及满足自动驾驶算法训练、大模型算法训练的算力设施需求等。

伴随整车架构集成化、分层解耦趋势，智能网联汽车愈加趋近大型“移动智能终端”。智能网联汽车已成为互联网应用、人工智能应用、VR/AR/MR 应用的重要载体，乘用车新车前装标配中控娱乐系统渗透率超过 90%¹⁰，各类音视频娱乐、生活办公应用程序日益成为消费者每日必需。一汽红旗、东风岚图、长安、长城、吉利、上汽智己等众多车企与互联网厂商合作，开启人工智能大模型应用，赋能车载语音、行车助手等交互应用。蔚来、理想推出车载 AR 眼镜，奥迪 e-tron 推出车载 VR 系统，提高沉浸式驾驶体验。互联网生态、人工智能生态、混合现实生态的繁荣发展，将是催动智能网联汽车功能创新、产品升级的重要外部激励。

物流、出行、城市管理的新需求亦驱动智能网联汽车持续演进升级。在物流运输方面，智能网联汽车有助于提升管理效能、提升行驶安全、降低运维成本。例如，通过搭载驾驶员疲劳监测、危险状况提醒等智能网联功能，有助于司机提升行驶安全，减少风险事

¹⁰ 来源：高工智能汽车研究院统计（2023 年 1-6 月）

故发生。通过搭载辅助驾驶功能，有助于缓解驾驶员疲劳，减少备用司机，从而大幅节省车辆运营成本。在共享出行方面，无人接驳、景区观光旅游等封闭园区无人驾驶应用已经在多地落地应用并积极探索商业模式，武汉、重庆、上海、北京等地已经启动全无人自动驾驶出租试点。在智慧城市与智慧交通方面，智能网联汽车感知到的路况和路边信息，对城市和交通治理具备潜在应用价值，例如通过车端感知支持检测发现道路抛洒、缺陷路段、故障交管设施、故障路灯设施等。

三、车联网新型基础设施服务体系与模式演进

车联网新型基础设施包含了路侧感知系统、通信网络及车联网平台。路侧感知系统和车联网平台，能够提供泛在精准的数据来源、高效融合的计算分析和灵活开放的接口服务，支撑实现用户体验一致的车联网应用服务。通信网络通过部署 5G 蜂窝网络、C-V2X 直连通信网络和骨干网、承载网等有线网络，遵循标准化的通信协议、数据接口和统一语义体系，支撑“人-车-路-云”要素之间互联互通和数据交互融合。

（一）路侧感知走向成熟，车路融合提升规模应用服务能力

路侧感知产业逐步走向成熟，已可部分满足车联网应用需求。随着多传感器融合等技术的广泛应用，当前路侧感知单点位感知能

力可基本满足大多数车联网应用场景。根据中国信息通信研究院在广西柳州、浙江德清、江苏无锡等车联网先导区多个点位、不同供应商、不同位置的测算数据显示，在部署了路侧感知系统的路口路段，约有 70%的面积可达到 1.5 米以内的定位精度，90%的面积可达到 5 米以内的定位精度，可实现对交通数据感知与统计、驾驶员提醒等车路协同应用的有效支撑。**路侧感知系统标准体系不断完善。**路侧感知系统涉及到通信、汽车、交通以及市政等多方面交叉与协作。中国通信标准化协会牵头完成行业标准《车路协同 路侧感知系统技术要求及测试方法》的报批稿，已应用于多地基础设施建设与验收；中国智能交通产业联盟、中国汽车工程学会等组织发布了路侧感知系统相关团标。另外，面向路侧感知系统与单车系统的融合需求，路侧感知系统的可靠性、安全性标准与要求正在开展预研。

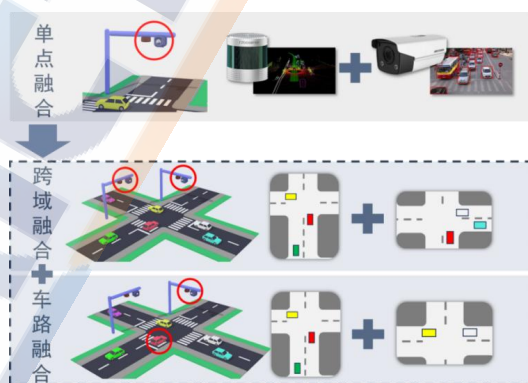
路侧感知产业已形成相对完备的产业链。智能交通系统集成商、电信运营商等提供整体解决方案服务。如电信运营商通过联通智网科技、中移智行、天翼交通等专业公司作为集成商提供整体解决方案服务，通过网络侧边缘云计算扩展路侧感知单元的处理能力。算法提供商如商汤建立了子公司绝影，提供路云平台等智能路侧感知产品以及车路协同云平台，支撑实现“车-路-云”一体化的自动驾驶和交通决策及控制。华为、海康、大华等传统安防设备商已通过整合提升计算资源，形成了以视觉、毫米波雷达为主的路侧感知系统解决方案。算法与设备提供商、互联网科技企业、电信运营商等角

色组成了路侧感知系统的产业链上下游，为路侧感知系统的研发与应用提供了充足的发展土壤。

路侧感知系统向一体化、融合化发展。路侧传感器作为路侧感知系统的信息收集与获取最前端，是整体系统的性能基石。路侧感知传感器不断引入新型技术，提升感知性能。同时，路侧感知系统展现出与车载感知技术方案的趋同发展趋势，融合感知方案已形成行业基础共识，异构传感器一体化融合，进一步降低部署成本。**在单一传感器方面，4D 毫米波雷达崭露头角。**毫米波雷达作为传统交通参数与交通事件检测的核心设备，其检测精准度、气候适应性以及部署成本经过了多年的验证。但传统毫米波雷达也存在分辨率较低，无法分辨垂直方向目标的问题。4D 毫米波雷达通过多芯级联、虚拟合成孔径等技术，大幅提升了毫米波雷达的分辨率，达到“点云成像”的效果。惠尔视、德冠隆等企业相继推出相关产品和解决方案。**在传感器整合方面，多传感器一体机集成逐渐成为主流方案。**将多种感知传感器集成封装进同一设备，在提升设备的稳定性的同时，可降低实际部署与制造成本。同时，传统一体化集成方向主要集中在雷达与视觉传感器上，而路侧感知技术的最新市场发展则向着多光谱、多焦距等方向发展。华为于 2023 年 3 月推出双目雷视流量事件一体机，通过长短焦镜头接力，将视频与雷达感知融合，实现隧道全范围雷视感知。卓视智通 2023 年 4 月推出自研双光谱系列产品，通过红外热成像及可见光视频双光谱视频采集，融合毫米波

雷达交通分析技术，能够准确地检测目标的位置、速度等信息并且不受天气状态的干扰，覆盖范围大。

先进融合算法提升跨域感知能力。路侧感知系统在满足单点位感知性能后，继续攻关车-路数据融合感知、路端跨域感知共享等感知融合问题。当前车端感知算法的迭代升级也给路侧感知带来了新思路，产业展现了将路侧感知系统算法与车侧感知向架构趋同融合尝试，如图 1 所示。2023 年 1 月，百度发布了 UniBEV 车路一体解决方案，集成了车端多相机、多传感器的在线建图、动态障碍物感知，以及路侧视角下的多路口多传感器融合等任务。路侧感知采用与车端相似的 BEV+Transformer 技术栈，首先可**增强路端跨域融合能力，解决跳变跟踪等数据处理问题**；其次，BEV 感知方案降低了不同视角、不同传感器之间的转换壁垒，通过统一车-路感知架构，有望通过路端采集的数据辅助车端感知算法的训练，同时推进车-路融合感知应用进程。



来源：中国信息通信研究院

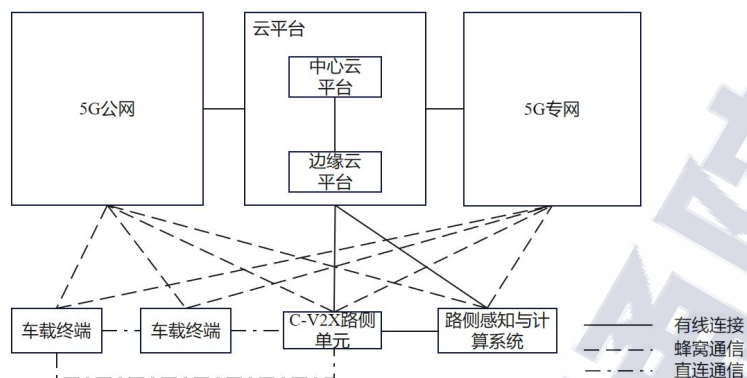
图 1 融合算法由单点融合走向跨域融合

（二）网络赋能持续增强，服务能力向精细化多元化演进

车联网网络服务能力走向精细，提供多元化供给能力。包括 LTE-V2X、5G 等车联网无线通信技术可与光纤网络深度融合，形成多网融合的交通信息通信网络，提供广覆盖、低时延、高可靠、大带宽的网络通信服务。龙拱港部署光纤网络作为岸桥远程控制数据传输的传输回路，同时采用 5G 专网进行网络备份；港口内的无人集卡通过 5G 专网实现远程遥控驾驶，依托 LTE-V2X 网络在内外集卡混行的道路上实现碰撞预警等应用。矿区内基于 5G 专网的无人矿卡与洒水、维修等保障车辆的调度与管控，和其他矿卡、电铲等作业车辆基于 LTE-V2X 的局部车车协作、协同作业，已得到较好的推广与应用。面向多种业务场景的差异化网络指标要求，网络部署方案逐渐明晰。针对实时性要求较高的场景，可部署专用 5G 核心网 UPF 进行数据分流，结合上行增强、网络切片等技术提高网络传输能力，并通过边缘云平台等提供基于 5G 的边缘计算基础能力。宝日希勒煤矿建设了全覆盖的 5G 专网，并将系统云智能调度平台部署在边缘，实现车与车、车与路、车与云平台的实时通信连接和信息传输，为承载无人驾驶业务提供基础条件。联通智网联合苏州工业园区、沃尔沃等发布网联式自主泊车方案，利用量产车已有的 L2+智能辅助驾驶系统，通过 5G+MEC 连接车端、场端、云端，达

到 L4 级别的自主泊车服务能力，支撑解决停车和寻车等难题。针对实时性要求较低的场景，可复用已部署的 5G 公网，提供广覆盖服务。邯郸公交第一条 5G 示范线路，搭建了智慧交通云平台，依托 5G 公网实现公交车辆可视化监管、大数据运营支持等应用。针对局部热点区域的，可通过 LTE-V2X 直连通信提供低时延、高可靠的信息播发服务。上海洋山深水港智能重卡编队行驶，车与车之间通过 LTE-V2X 直连通信实现跟随。

多网络融合、多业务协同逐渐形成产业共识。由上海通管局指导，上海移动、中国信息通信研究院联合牵头，多家通信设备厂商、自动驾驶解决方案商、车企等多家企业单位共同编制的《支持高级别自动驾驶的 5G 网络规划建设 and 验收要求》和《支持高级别自动驾驶的 5G 网络性能要求》两项团体标准正式发布，针对高级别自动驾驶的网络需求（如图 2 所示），分析不同业务场景和基本应用之间的对应关系，提出满足应用需求的网络的性能要求，并提出 5G 网络的规划建设和验收标准，确保网络质量满足自动驾驶智能网联汽车不同业务场景对于通信系统的性能需求。IMT2020(5G)推进组 C-V2X 工作组开展 LTE-V2X 与 5G 网络跨网业务协同信息交互关键技术研究，支持面向多源数据的多模通信连接，从而能够可靠地、大范围地向更广泛的车联网终端/VRU 终端发送车联网业务数据或者收集感知数据，扩大车联网业务的应用范围。



来源：T/SHV2X 2—2023 支持高级别自动驾驶的 5G 网络性能要求

图 2 高级别自动驾驶网络架构图

网络性能保障持续增强。网络服务状态指标采集能力逐步形成，强化网络状态掌握能力。中国信息通信研究院研发了 5G 车联网场景的“网络+业务”一体化测试工具，可在港口无人作业、智慧公交、自主泊车、5G 远程遥控驾驶等场景开展 5G 网络性能、应用场景功能评估，促进 5G 网络与应用需求的衔接匹配。中国移动、中国联通等纷纷推出 5G 车联网质量探针，可采集车端基础信息、状态指标、性能指标和相关事件数据，提供网络实时状态监测能力，实现车联网端到端轻量化、智能化运维。**多链路冗余备份方案逐渐成熟，提升“全程全网”稳定的网络服务性能。**受信道状态、业务负载等影响，无线移动通信的性能天然具有随机性与不稳定性，单一网络覆盖及业务服务稳定性有限，会出现小区切换导致速率掉坑、覆盖空洞导致业务中断、多业务并发时资源不足导致业务性能降低等问题。针对不同的道路环境，当前产业提出不同的解决方案。面向港口、园区等封闭区域，单一运营商通过多频段的冗余传输实现备份，

保障高可靠网络通信，已开展大量应用实践。中国移动在天津港采用 700M 和 2.6G 双频段进行网络备份，满足无人集卡对网络严苛的服务级别协议要求。针对开放道路，通过多运营商网络重复传输相同数据提升可靠性，服务端根据数据包抵达顺序，将数据送达应用端。晟元通信联合文远知行在广州开展多运营商网络多发选收解决方案验证，实现多运营商网络切换下的数据稳定传输。同时，高速公路 5G 与光纤视频专网双备份成熟应用，保证沿路视频监控业务的稳定运行。

测试验证深入场景实际使用环节，提高车联网应用场景规模化应用能力。具体体现在：一是推进基于地图保密插件（高精度）的 C-V2X 功能验证活动。面向 C-V2X 产业存在使用地图保密插件（高精度）经验不足、地图保密插件（高精度）对 C-V2X 功能触发影响不确定、以及相关企业尚未开展基于地图保密插件（高精度）的 C-V2X 功能触发定量试验等问题，IMT-2020（5G）推进组 C-V2X 工作组、中国汽车工程学会、中国智能网联汽车产业创新联盟、移动通信及车联网国家工程研究中心等联合相关部门提出问题解决方案，一汽、长安、上汽大众、上汽通用、小鹏、宝马、奔驰、标致、雪铁龙等整车制造厂商积极参与，共同在浙江德清县开展了基于地图保密插件（高精度）的 C-V2X 功能验证活动，持续推进地理信息在车联网领域的合规应用。二是推进 5G 现网对车联网典型业务的服务能力验证。中国信息通信研究院联合中国移动、中国联通、中

国电信等运营商，华为、中兴等设备商，以及广汽等车企，在无锡、上海、重庆、常州等地验证了不同 5G 网络架构下的车联网信息交互类、协作感知类的辅助驾驶业务（如表 1 所示），提供时延、可靠性、速率等通信性能参考指标，为 5G 车联网商用提供数据支撑。

表 1 5G 现网支持不同类型车联网业务测试性能

业务	指标要求	通用 UPF	下沉 UPF
负责信息交互类	时延：100ms 可靠性：90%	时延：<15ms 可靠性：100%	时延：<10ms 可靠性：100%
协作感知类	时延：50ms 可靠性：99% 速率：15Mbps	时延：<20ms 可靠性：100%	时延：<15ms 可靠性：100%
远程遥控驾驶类	上行时延：100ms 可靠性：99% 速率：64Mbps	时延：<30ms 可靠性：100%	时延：<25ms 可靠性：100%

注：选取好点数据，时延为单向时延，可靠性为测试 1000 个数据包时的收包率

来源：中国移动研究院

车联网网络安全防护能力整体逐步提升，保障车联网健康有序发展。车联网企业针对零部件、终端、服务平台、应用程序等能够采取有效安全措施保障网络安全，建立了多层纵深防御、软硬件结合的安全防护体系。网御星云、360、奇安信等安全企业建立面向车联网业务场景的整体安全解决方案，推出车联网安全态势感知与安全运营管理平台，实现车联网云、管、端、数据、应用等全生命周期安全威胁监测、预警通报和远程升级修复。**车联网网络安全检测工具持续完善，支撑车联网“云-管-端”安全检测。**360、奇安信、天融信、为辰信安等安全企业研发了面向车载网关、T-BOX、车机

系统、通信、平台等专用安全检测工具，覆盖合规性检测、安全设计符合性检测、安全审计、渗透测试等，有效支撑车联网“云-管-端”各环节、各类对象的安全检测，助力企业生产安全合规的产品。车联网网络安全标准体系初步建立，为车联网产业安全健康发展提供支撑。《车联网网络安全和数据安全标准体系建设指南》《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023 版）》明确了车联网（智能网联汽车）网络安全标准体系架构，全国通信标准化技术委员会、全国汽车标准化技术委员会等组织制定车联网网络安全风险分类和风险评估、服务平台安全防护和定级备案、终端设施安全技术要求、网联通信安全、漏洞分类分级、事件应急响应等标准 50 余项。全国汽车标准化技术委员会已完成国家强制标准《汽车整车信息安全技术要求》，为整车型式批准中信息安全测评提供依据。北京、无锡等地发布道路设施建设指南，明确路侧基础设施网络安全要求。

前沿技术标准不断演进，持续强化网络赋能能力。直连通信进一步提升覆盖能力。作为 5G-Advanced 第一个版本，3GPP 在 R18 版本增强 NR 直连通信中继能力，进一步提高网络覆盖、提升网络容量和可靠性，包括新增支持“UE 到 UE”单跳直通链路中继能力，提供蜂窝网络覆盖内、覆盖外的连接能力；增强“UE 到网络”单跳直通链路中继的场景，节省终端能耗，提升边缘用户性能，保障用户移动场景下的服务连续性；支持“UE 到网络”建立多个通信

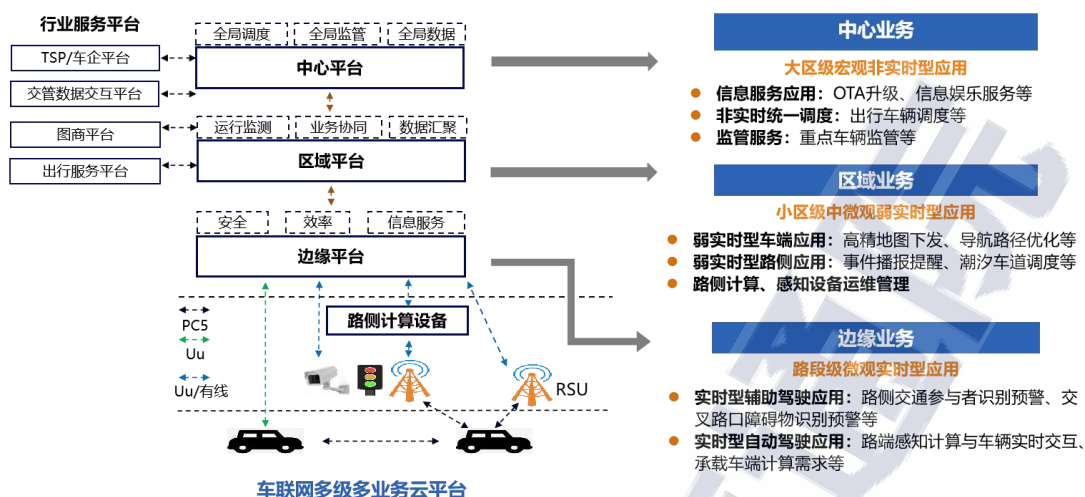
路径，提升网络吞吐量，保证高可靠性。蜂窝通信依托通感融合提供感知能力。3GPP 从场景需求，网络架构、信道建模、空口技术等方面推进通感一体化技术标准化，业内主流企业初步验证了 5G 低频和毫米波在交通场景下的通感融合应用可行性。华为完成 5G-A 通感融合演示验证，在交通场景探测车辆感知距离超过 500 米，实现车道级感知精度；中兴通讯在 5G-A 通感融合演示验证测试中，实现多小区车辆移动轨迹连续跟踪，测试组网区域内感知距离精度达到 0.3 米，感知角度精度达到 $1^{\circ 11}$ 。

（三）云平台规模服务能力持续提升，商业化应用加速孵化

车联网多级多业务云平台架构形成共识，跨域互联互通方案推动规模化服务。车联网业务具有类型多、实时性需求与业务服务范围不同等特性，通过“边缘-区域-中心”多层级协同部署架构实现路段级微观实时型边缘业务、小区级中微观弱实时型区域业务、大区宏观非实时型中心业务已成为业界共识，如图 3 所示。“边缘-区域-中心”多层级协同架构部署需求在业界已形成共识，目前，我国多个城市和高速公路已根据各自实际业务需求，开展多级多业务云平台的落地建设，呈现出“边缘-区域”“区域-中心”“边缘-区域-中心”多种灵活部署方案。无锡、长沙、天津等城市级平台架

¹¹ 来源：IMT-2020(5G)推进组

构通常为“边缘-区域-中心”或路侧设备与“区域-中心”联合的模式。工业和信息化部“车联网先导应用环境构建及场景测试验证平台建设项目”建设了覆盖京沪高速京津塘路段、山东路段、江苏路段的“区域-中心”两级云平台联合架构。随着车联网应用规模化推广，各地云平台互联互通的需求日益凸显，业界对跨域互联互通部署方案展开了积极探索。**云控平台架构推动平台数据跨域共享。**中国智能网联汽车产业创新联盟指导发布《车路云一体化系统白皮书》，提出建设“分层解耦、跨域融合”特征的多层级云控平台，包含“1个云控基础平台+N个云控应用平台”，将平台应用与基础功能解耦，在信息域实现跨域互通、融合。目前云控平台在北京、重庆等地部署，正在开展基础功能、应用类型解耦、分层接口等相关技术验证。**算网协同推动云平台基础设施跨域共享。**以电信运营商为代表的企业，依托其算网基础设施资源优势，加速构建面向车联网业务的算网协同能力，推动云平台跨域互联互通。联通智网科技打造京津冀城市群 MEC 与 C-V2X 融合试验床，构建跨省互联多级云平台环境，利用多云分发技术实现中心云对边缘、区域应用编排和快速部署。中国移动牵头发布《车路协同算力网络白皮书（2023）》，深入分析车联网实时、准实时、非实时端边云场景下多层 MEC 平台的算网协同机制，并面向量产车辅助驾驶、高级别自动驾驶等典型场景开展技术验证。



来源: 中国信息通信研究院

图 3 车联网多级多业务云平台架构图

云平台南向接口标准化已成熟，北向接口开放服务产品涌现。

南向接口方面，中国通信标准化协会发布平台与路侧设备的接口要求系列标准，明确了云平台与路侧单元、路侧边缘计算单元、路侧感知设备间的业务、运维数据传输要求。目前，北京、天津、柳州、成都等地已建设标准化的接口服务环境，实现跨厂家设备的规模化接入和统一运营运维。北向接口方面，中国通信标准化协会针对面向 C-V2X 的 MEC 典型业务场景进行了数据集和接口的标准化。除了已标准化场景，云平台还存在面向不同应用对象的定制化接口服务需求。腾讯、百度、阿里等企业发布面向网联开放服务的接口中间件产品，通过聚合南向标准化数据、形成适配不同应用服务的北向数据共享能力，赋能应用生态建设。

云平台功能实现模块化、可解耦的服务引擎成为趋势。近年来，由于各地投建的车联网云平台通常会分多期迭代建设，因此以业务

最小级为单位进行云平台功能的拆解和部署，有利于服务可迭代、可升级，系统可维护、可扩展。中国通信标准化协会发布《面向 C-V2X 的多接入边缘计算平台技术规范》，对云平台基础功能提出了明确要求。云控智行、腾讯、百度等云平台技术服务商已陆续研发相关引擎产品，如大数据引擎、感知融合引擎、车路协同引擎、设备运维管理引擎等。但目前单一企业的引擎产品存在粘连度较高现象，不同厂家之间引擎产品的协同耦合仍待突破。

规模化、商业化云平台应用加速孵化。端边云协同应用持续创新。电信运营商、联想、腾讯、天安智联、中汽研等不同行业企业相继推出基于 5G 的云平台应用产品，通过应用程序、小程序、后视镜等多种渠道为用户提供安全预警、效率通行、信息提醒类服务。兆边科技联合同济大学等研发智博路侧系统应用市场，使用方可通过中心云按需下载安装、更新升级信控优化、交通流等应用，实现边缘服务的“即插即用”。**跨域规模化应用逐步涌现。**中国移动打造长三角跨域车路协同交通信号服务系统，通过打通用户在无锡、德清、上海的认证鉴权，实现跨地区的交通信号类应用互等服务。中国联通基于其 5G 算网一体化调度能力，通过智能 DNS 技术实现面向低时延、高并发远程升级业务的 MEC 跨域连续服务。**多云数据融合应用创造更高行业价值。**大众安徽智慧物流项目通过智慧物流平台与车联网平台的数据综合分析，实现更精准的物流车辆实时

追踪、路径规划和任务调度能力，有效提升物流运输的智能化、高效化、安全化、节能化水平。

MEC 与 C-V2X 融合系统级解决方案已陆续开展验证，为云平台规模化、商用化应用奠定基础。C-V2X 业务部署在 MEC 平台上，可以降低端到端数据传输时延，缓解终端或路侧智能设施的计算与存储压力，减少海量数据回传造成的网络负荷，提供具备本地特色的高质量服务。2021-2023 年期间，IMT-2020（5G）推进组 C-V2X 工作组组织 MEC 与 C-V2X 融合测试床（第二批）工作，推进产业开展 MEC 与 C-V2X 融合系统部署实践，形成详细的“多级多业务”参考性解决方案，明确的平台功能与性能、南北向接口技术规范，丰富的云平台支持应用场景。电信运营商、汽车、交通行业企业在各地方积极构建了跨省、跨地区、跨厂家互联互通的规模化、标准化验证环境，深入实践了 5G 和非 5G 边缘平台、区域平台、中心云平台不同层级组合的解决方案，打造了“约车-行车-泊车”智慧全出行服务、汽车网联靶场、精准公交等特色应用。

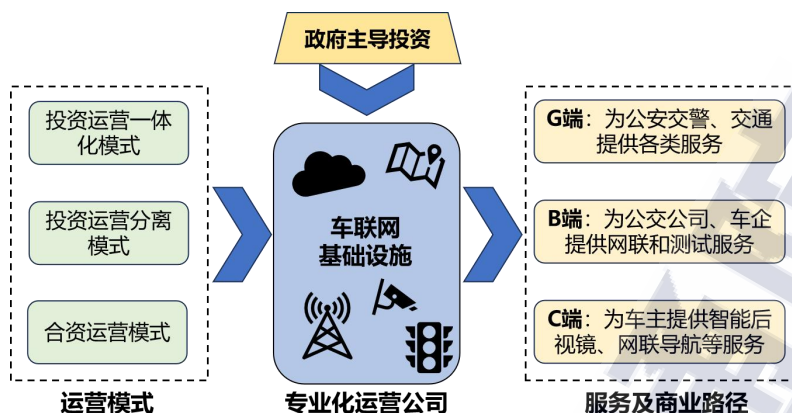
（四）新型基础设施建设不断夯实，“建设-运营”闭环模式持续深化

在国家级先导区、车联网示范区、“双智试点”等先行先试带动下，推动我国车联网新型基础设施在各区域已形成一定规模，随着示范应用不断扩大，应用场景不断深化，面对不同应用场景和主

体形成不同商业模式，车联网新型基础设施“建设-运营”闭环模式持续深化，满足车联网规模化服务需求。

车联网新型基础设施建设方案逐步优化和不断夯实。路侧感知能力在应用需求的牵引下不断补强。襄阳在原有新型基础设施基础上重点优化感知能力，增加路口反向摄像机，并在路口部署边缘计算设备，支持路口全智慧自适应控制及交通碳排放实时量化监测；柳州针对无人物流等远程遥控驾驶需求，升级、优化路侧感知设备与算法。5G 网络与 LTE-V2X 直连通信网络面向应用场景的需求相互补充、趋于融合。成都经开区建设 215 个 LTE-V2X 路侧单元，并基于 5G 用户侧设备对近 280 个红绿灯进行网联化改造，支持不同类型车载终端的信息或预警服务；龙拱港、日照港等多个河、海港口同步建设 5G 虚拟专网与 LTE-V2X 网络，联合支持无人集卡等自动作业应用。车联网云平台不断向数据接口标准化和数据服务产品化的方向升级和完善。重庆西部科学城搭建了统一的云控基础平台，对 382 个智能化道路节点、超 1000 台路段感知设备进行接入管理，支持 9 个生态共建的网联应用平台，已服务超千台智能网联汽车；北京亦庄建设的云控基础平台实现全量汇聚和共享接入两种模式，实现数据标准化采集与存储，并分领域进行数据融合场景计算与统一服务能力封装；德清基于车联网云平台推动车联网数据产品化和数据要素高效流通，推出路侧设备数据、路侧感知数据等 8 款数据产品。

车联网新型基础设施建设投资仍以政府为主导，各地根据实际情况选择不同的建设与运营模式。如长沙、德清采用投资运营一体化模式，政府投资成立专业运营公司，负责区域内所有路侧基础设施及云平台的建设和运营，可以有效的保证区域范围内新型基础设施的互联互通，服务一致。广州、南京等地则采用投资和运营分离的模式，各区建设由区级国资和企业自行实施，市级成立运营主体牵头组织运营，最大化激发各区投资建设热情，新型基础设施和场景建设更符合区域需求。天津则采用合资运营模式，建设资金由国有平台出资，运营主体则由项目集成商与国资平台企业合资成立，实现投资运营分离，同时保障运营阶段的专业性。部分小型特色场景已有部分社会资本进入投资并运营，实现商业循环。如自动驾驶出租车已在北京、武汉、长沙等多地开展常态化商业运营，车辆投入及运营均为社会资本，政府则提供准入及监管服务，并提供政策支持。此外，在公园、园区、港口等半封闭场景，不少企业自主投入车辆并建设路侧设备，实现部分区域内车联网应用。



来源：中国信息通信研究院整理

图 4 车联网运营和服务模式

车联网新型基础设施持续赋能各类主体，探索形成多种运营和服务模式。如图 4 所示，在 G 端，基于车联网路侧感知设备和云平台的分析处理能力为公安交警、交通等部门提供服务，产生收益。如无锡依托路侧感知能力为公安交警提供道路监控服务，可为交警节省感知设备安装费用；襄阳基于路侧感知的车流量、排队长度等路况信息，优化信控配时方案，降低空等、空放比例，高峰时段路口排队长度下降近 50%。在 B 端，车联网路侧设施为公交、车企等提供网联测试环境和信息服务，产生商业收益。如各地路侧系统为网联车辆提供测试环境；长沙为福特、丰田等车企有偿提供信号灯下发服务，为公交车提供信号优先服务；苏州轻车熟路系统提供路侧全息感知服务，可降低车端感知成本。在 C 端，市场推动、配合政策引导快速打开用户市场，逐步探索商业模式。一方面，通过导航应用程序、小程序等为民众提供导航和信号灯类服务，在实现 C 端快速推广同时吸引用户长时间驻留，通过广告等方式获取收益；

另一方面，通过合作开发后装智能后视镜、车载终端等，向车主售卖，实现精准触达。

四、车联网数据要素价值及模式探索

以智能网联汽车为核心载体产生的数据要素资产迅速增长，其中不仅包含了车辆运行状态、驾驶员行为习惯，还包括了道路交通、城市情况等众多方面信息，数据已经成为汽车、交通创新发展的基础要素。充分发挥数据要素的乘数效应，不仅可为汽车产品优化和交通效率提升提供有力支撑，还是赋能汽车、交通产业变革和数字时代新经济发展的必然选择。

（一）多次多维挖掘车联网数据要素价值



来源：中国信息通信研究院整理

图 5 车联网数据的三次价值释放

随着汽车智能网联化升级、道路智能化改造以及城市智慧化治理，摄像头、毫米波雷达、激光雷达、高精定位等各类感知设备在车辆和路侧大量部署，感知并收集到海量车联网数据，如车辆端的运行状态、驾驶行为和轨迹等数据；道路端的信号灯状态、目标轨

迹、交通流量等数据；云端的路网地图、交通事件等数据。

车联网数据具有**地域特征**、**多源异构**、**数据量大**、**多层价值特点**。**地域特征**是指行车和路侧采集的数据因为各地交通环境、路网特点、交通参与者组成的差异而呈现出不同的特点，如山区城市复杂的高架路网环境、快速路为主的中大型城市交通系统，与地面平交信控为主的小城交通系统相比较，行车和管理模式均有较大区别，不同的特征对数据模型的适应性提出了较高的要求。**多源异构特征**是指车联网数据来源广泛且数据结构复杂。来自于车、路、互联网、个人终端的视频、雷达、激光点云、定位和轨迹、气候、交通管理等异构数据，给数据的汇聚和融合处理带来了一定的挑战。**数据量大**是指城市与车辆实时产生的数据量巨大，例如一辆普通的智能网联汽车每天能产生 TB 级别的数据¹²，成都交通运行协调中心日均新增 6 亿条数据，总数据量超过 3100 亿条¹³，大体量的数据对数据治理和处理工具提出要求。**价值差异大**是指数据对不同主体的价值存在较大差异，如车辆采集的雷达点云和接管数据对于自动驾驶训练更具价值，而路侧感知数据则对车联网和城市管理更具价值，数据价值的差异也促使行业探索可信数据流通模式和交易机制的形成。

依据中国信息通信研究院《数据要素白皮书（2022 年）》，数据要素投入生产的途径可概括为三次不同的价值释放过程。具体到

¹² 来源：https://www.gov.cn/zhengce/2021-12/26/content_5664607.htm

¹³ 来源：https://jtys.chengdu.gov.cn/cdjty/c148564/2022-02/15/content_c873f7b8fa0241c996fcdc07f7baa64f.shtml

车联网的数据领域来说，如图 5 所示。一次价值体现在业务贯通层面，通过实体的数字化、数据的标准化和车路云的全方位连接，实现汽车、路侧、云端的全线业务贯通；二次价值体现在数智决策层面，通过对各类数据的深度挖掘和分析，产生超出原始数据以外的新信息，提升车辆和交通的各类决策的效率及科学；三次价值则是体现在数据流通层面，通过数据在主体之间的流动，让数据流通到需要的行业和企业，实现数据要素价值更大释放。

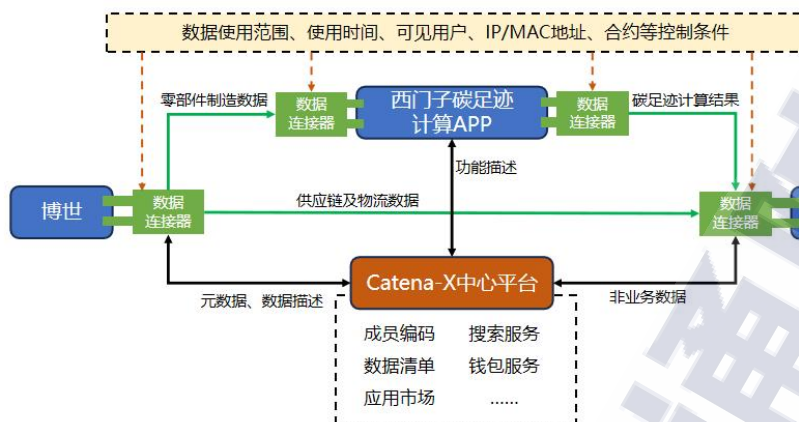
数据贯通，车路云典型应用规模化推广。数据的业务贯通价值是指通过数据实现车辆、路侧与云端的业务打通，达到车路云系统内部各主体的贯通，从而实现各类车联网典型应用。**车与路的业务贯通**，数据承载着信号灯信息、交通感知信息，由路侧通信系统下发给网联车辆，使车辆能及时获取相关的信息，从而实现各类安全、效率类应用，如无锡、重庆等地运行的路侧信号灯和盲区预警应用。**车与云的业务贯通**，车辆数据承载着车辆状态信息、位置信息、图像信息等，通过网联系统上传至云端后，使云端平台可以实时掌握车辆状态，实现车辆状态的监控，如合肥、南京等地对道路测试车辆的监控系统，通过车载终端实时上传的车辆数据，监控车辆运行状态；同时，云平台可将调度数据、地图数据等通过无线通信传输给车辆，实现远程调度、导航等应用，如长沙的定制公交应用，通过将乘客预定信息下发给公交车辆，实现公交的远程调度。**路与云的业务贯通**，路侧设备将感知数据和设备状态数据上传给云平台，

实现设备的远程监控，降低运维成本，如无锡、重庆等各地云平台的通过路侧设备的心跳数据来监控路侧设备状态；同时，云平台可将配置数据下发给路侧设备，实现设备的远程控制，如远程调整监控设备的角度，也可以将感知算法推动给路侧 MEC，实现远程升级。

数智决策，支撑汽车与交通智能化能力升级。通过对数据的加工、分析和建模，提取大量数据中蕴含的深层关系和规律，从而产生新的价值和信息，推动智能网联汽车产品和智慧交通服务升级。**汽车厂商依托汽车电气架构和远程升级功能，在售卖产品后持续收集用户使用和反馈数据，快速迭代车辆各类功能。**如小鹏汽车基于车主市场调研需求，可以在汽车使用环节推出车内空调“高温抑菌”功能。**互联网企业基于数据挖掘开发新功能，服务个人和行业。**高德、百度通过对导航数据进行挖掘学习，为个人用户提供信号灯下倒计时服务，同时形成出行大数据报告，为地方交通规划提供决策支撑。**路侧运营企业深入挖掘交通数据，赋能智慧交通，助力“双碳”实现。**深圳、无锡、襄阳等地通过对路侧采集的交通流数据分析，形成信号灯配时优化方案，可自动化调整路口配时，有效提升交通效率。中信科智联通过接入路侧融合感知设施数据，挖掘出精细化的车速、车型、道路流量等排放相关数据，并结合出行区域数据转化为碳排放数据，为后续“双碳”目标提供支撑。但是车端数据和路侧数据的汇聚和分析，也对企业的数据挖掘、模型分析、数据筛选等能力提出了更高的要求，产生的应用相比一次价值释放更

为聚焦和专业。

数据流通，赋能跨行业协同共建产业新生态。数据异质性使得相同数据在不同使用者和不同场景下存在较大价值差别，通过有效的数据流通和交易手段，在前两次基础上可以进一步释放数据价值。**车端方面，供应链数据流通降低生产阶段管理成本。**德国由宝马、博世等企业牵头成立的 Catena-X 数据空间，用于各供应链企业间数据安全流通交换，实现碳足迹追踪（图 6）、零部件质量管理等应用，提升了整个汽车供应链的协作水平。**路端方面，路侧感知数据多维赋能多个行业。**百度联合清华，发布了基于路侧感知数据的 DAIR-V2X 车路协同数据集，为自动驾驶和车路协同解决方案商提供车路协同模型的研发和训练；德清城市运营主体利用路侧的感知数据，为交警、企业等提供道路事件监控等服务，并成功上线大数据交易所。**云端方面，车联网数据与交通云、交管云、城管云等融合，在交通管理、城市治理等方面拓展应用。**广州市车城网平台通过对接交通车辆管理平台、城管数据中心等平台，通过对车辆闯红灯、逆行、道路遗撒、车斗未封闭等交通事件以及事故进行识别，实现对重点车辆可追溯、自动化监管。



来源:中国信息通信研究院整理

图 6 Catena-X 的碳足迹追踪应用示例

虽然产业各方针对车联网数据要素释放开展了许多有益探索，但目前仍存在路侧数据采集质量差异较大、可信数据流通架构和新型基础设施尚未建成、数据运营和交易机制尚不完善、安全合规准线尚不明晰等方面的问题，影响数据流通和应用的发展，制约数据价值的进一步释放。

（二）新技术促进车联网数据要素价值释放

数据要素价值释放的全生命周期包括数据生产、数据流通和数据应用三个环节，数据安全保障则贯穿全生命周期。

数据生产层完成数据采集、筛选、处理和分析，实现原始数据向数据服务、数据资产的转变。数据采集与汇聚方面，人工智能识别、时序时空数据库等技术持续提升数据采集的效率和准确性。人工智能识别有助于筛选潜在价值场景，有效节省数据传输和存储成本、提升训练效率，如百度阿波罗基于人工智能识别，可对感知数

据进行关键信息提取，可对自动驾驶模型进行针对性训练。时空时序数据库技术能有效的汇聚海量的感知、定位、授时、地图数据，形成具备时空、时序属性的自动驾驶场景集和交通统计数据，为后续挖掘和使用奠定基础。百度推出的天工时序时空数据库能存储实时采集的每辆车自动驾驶时的运行状态，借助高精定位技术和基础地理数据，可在数据库中还原车辆的运行轨迹和场景，实现高效数据分析和算法迭代。不断提高的数据采集精度和效率要求，促进**采集技术向更加智能化、动态化的方向发展**。针对具体需求选择更有价值的**数据**，同时基于大模型，未来数据筛选流程有望部署在车/路的边缘侧，进一步提高数据采集效率。

数据处理与分析方面，自动化标注、交通大数据模型等技术持续提升数据处理分析效率。特斯拉的 Auto-Labeling、商汤科技的商汤明眸等自动标注技术，能自动对图像和视频中的交通参与者、车道线、标志等信息进行标注，极大提升标注效率，降低数据处理成本。交通大数据模型可对交通及车辆流量信息等进行统计分析，实现区域信号优化、交通态势预测等应用。如深圳基于交通感知数据实现在线动态交通仿真和路网状态精准预测，并从中还原出交通出行量表、路径等关键信息，支撑信控优化方案选择。数据价值释放依赖于专业数据治理工具和数据处理模型，**针对非结构化、多源数据关键信息提取的高效治理工具将会成为数据商品化、资产化的关键**。同时，面向自动驾驶场景提取、场景泛化以及智慧交通优化、

决策的相关模型的迭代一定程度上会影响数据的价值。

数据流通层通过数据控制、交易等实现数据价值可信流通及融合应用。一方面，以数据连接器为代表的技术通过数据加密、使用规则附加等功能确保数据主权。如 Catena-X 数据空间中的数据连接器能在对数据加密的同时，实现数据跨域的删除、锁定、撤回等操作；华为推出的数据胶囊产品，可将加密后的数据、使用策略、描述信息以及校验信息等封装成数据胶囊，实现阅后即焚、定时访问、定点访问、定量访问等功能。另一方面，以可信数据空间为代表的**数据流通基础设施快速发展**。华为、数鑫科技等企业推出了基于可信数据空间架构的数据交换解决方案，可以在数据主权可控、数据分布式存储的前提下，实现各主体间数据的安全流通和共享。目前，车联网领域数据流通的基础设施还在起步阶段。产业各方对于数据空间形态、数据流通模式、组织形式仍未形成共识，行业级的数据空间平台和组织还未形成。面向未来车联网数据流通的需求，仍需探索非结构化、高敏感性、高度定制化的数据流通技术和解决方案，推动标准化的数据流通中间件研发和行业级的身份及数据认证平台建设，打造行业化的可信数据流通平台。

隐私保护、数据脱敏、数据溯源多方面保障数据安全合规。隐私保护方面，利用同态加密、联邦学习、安全多方计算等技术，探索大模型联合训练，为车联网数据流通过程中隐私保护提供了新的思路。信安世纪、360 数科、安恒信息、腾讯等企业建立可信隐私

计算平台，并通过“可信隐私计算评测”，解决数据共享过程中的安全、信任和隐私保护问题。**数据脱敏方面**，利用人工智能等技术对车外人脸、车牌数据进行脱敏处理，防止敏感信息泄露，如信长城、格尔软件等推出人脸、车牌快速脱敏算法，助力企业满足信息保护要求。**数据溯源方面**，基于区块链、数字水印等技术保障数据不可篡改、可溯源。如宝马开发的 PartChain 区块链项目，通过对零部件企业数据上链，在数据流通时确保零部件来源可溯；中汽协以区块链为底层架构开发汽车大数据区块链交互平台，将企业脱敏数据的标签上链，保证数据的确权和不可篡改，实现数据资产的线上交易和线下交割。数据水印技术将标识信息隐藏在结构化数据中，使数据在流通和使用过程中具备可识别分发者、分发对象、分发时间、分发目的等特点。如京东安全通过在图片中插入水印信息，实现敏感图片不被轻易转发。目前，针对图像和视频中的人脸、车牌等敏感信息的脱敏技术已经相对成熟，能够满足小批量数据场景下敏感信息保护需求；但面向大数据场景的信息挖掘和处理技术还未成熟，同时针对车联网数据的分类分级方法、不同等级的安全应对体系还在持续探索，区块链、隐私计算及联邦学习等技术也将持续与车联网数据应用场景结合，更好的保障车联网数据的安全应用。

（三）数据安全管理和运营交易体系逐步完善

覆盖车联网数据收集、存储、传输、使用、删除等全生命周期

的数据安全管理体系逐渐完善。数据安全国家管理政策不断发布。

工业和信息化部出台《关于加强车联网网络安全和数据安全工作的通知》《关于加强智能网联汽车生产企业及产品准入管理的意见》，明确提出对车联网（智能网联汽车）实行数据分类分级管理，要求企业建立健全数据安全管理制度，建设数据安全保护技术措施，确保数据持续处于有效保护和合法利用的状态。国家互联网信息办公室、国家发展和改革委员会等多部委联合发布《汽车数据安全若干规定（试行）》，提出汽车数据处理者处理个人信息应履行告知义务，对于采集的车外人脸、车牌等数据在向车外提供时应当进行匿名化处理。国家互联网信息办公室发布《数据出境安全评估办法》和《个人信息出境标准合同办法》，提出对数据出境实施数据出境安全评估、订立个人信息出境标准合同、个人信息保护认证三种管理方式。数据安全地方探索不断推进。如北京市高级别自动驾驶示范区先后发布《北京市智能网联汽车政策先行区数据安全管理办法》和《北京市智能网联汽车政策先行区数据分类分级管理细则（试行）》，将车联网数据分为车、路、云、网、图、其他六大类，并制定了由低到高的 1-6 级数据级别，首次对车联网数据领域进行分级分类探索。数据安全标准体系初步建立，一系列标准得以制定和实施。《车联网网络安全和数据安全标准体系建设指南》《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023 版）》建立了车联网完善的数据安全标准体系，包括数据通用要求、数据

安全要求、数据安全管理体系规范、数据安全共享模型和架构等。全国信息安全标准化技术委员会、全国汽车标准化技术委员会、中国通信标准化协会等已发布或正在起草《信息安全技术 汽车数据处理安全要求》《智能网联汽车 数据通用要求》《车联网数据安全 数据安全保护通用要求》《车联网信息服务 用户个人信息分级保护及评估要求》《车联网数据跨境流动安全评估规范》等一系列车联网（智能网联汽车）数据安全标准，为规范车联网数据安全合规处理提供依据。

公共数据授权运营快速推进，各地积极探索创新运营模式。公共数据包含交通路网数据、公共交通数据、交通管理数据等，可与汽车导航、车联网信息服务及智慧交通数据结合应用，蕴藏巨大的经济和社会价值。“数据二十条”要求针对公共数据建立确权授权机制、全流程合规与监管体系以及价值收益分享方式等。相较企业和个人数据，公共数据具有更为明晰的权属结构，可通过确权、授权、运营、经营等方式实现流通。北京、杭州、济南、青岛、长沙等地方发布针对公共数据授权运营的专项政策，从制度层面上明确地方开展授权运营的推进方向。如杭州市发布《杭州市公共数据授权运营实施方案（试行）》，提出机制建立、平台搭建、运营管理等工作方向，促进数据应用与市场化流通；北京先后发布北京“二十三”条和《北京市公共数据专区授权运营管理办法》，要求建立公共数据开发利用的收益分配机制与持续推进各领域的公共数据专

区建设，明确专区运营单位的要求和条件；长沙发布《长沙市政务数据运营暂行管理办法（征求意见稿）》，明确提出“市级政务数据运营项目中的数据权属主体收益分配纳入市级财政收入”，探索公共数据授权运营收益分配及激励机制。授权运营模式能极大提升公共数据供应量，有效释放公共数据要素价值。面向未来，如交通信号灯、交通流量、公共停车等数据可与智能网联汽车及车联网服务深度融合，提升车联网服务质量，促进新场景新应用的创新落地。

数据交易所探索交易服务新范式，企业数据交易变现推动数据资产入表。根据“数据二十条”对数据交易所的规划，可分为国家级数据交易场所、区域性数据交易场所和行业性数据交易平台等。从职能来看，交易所主要提供数据确权登记、交易存证、交易撮合等公共服务，支撑主体间数据或数据服务交易，实现数据要素价值释放和数据资产入表。车联网运营企业积极探索车联网数据交易，柳州、德清、苏州等地已落地车联网数据交易。柳州市东城集团东科智慧公司与中信科智联，成功完成柳州市车联网先导区首单车联网数据产品交易，北部湾大数据交易中心为此次数据交易进行了数据（产品）的登记和数据交易的存证服务，并为交易双方颁布凭证。德清市基于车联网产业研发的 8 个数据产品正式上线浙江大数据交易服务平台，覆盖企业服务、交通地理、城市治理等业务领域，其中自动驾驶仿真场景库产品，通过对真实交通场景数据的脱敏和转换，形成适配自动驾驶企业仿真模拟训练所需的场景，吸引了大众

集团、毫末智行等企业使用。苏州实施全国首例车联网路侧数据资产化服务，由路侧设备运营商、数据加工商、数据产品开发商合作开发路侧数据产品，并通过苏州大数据交易所与检测机构、主机厂、自动驾驶公司等企业完成交易，首批分类场景达 20 类，首期产生有效数据生产量 500TB，签约额度 1000 万元¹⁴。数据交易所为数据要素价值释放提供了一条可行路径，车联网运营企业可充分挖掘自身数据资源，结合产业需求针对性推出数据产品和服务，从而实现企业资产增值。未来，数据交易所的服务范围和流程将逐步明确，车联网运营企业则会持续推出车联网数据服务，并逐步探索形成标准化的数据产品，形成车联网数据运营的新模式。

五、总结和展望

经过政产学研用各方的协同配合与积极努力，我国车联网产业的智能网联协同发展共识深化、态势明确、成果显著。智能座舱、辅助驾驶、部分自动驾驶等智能网联汽车产品从技术验证向前装量产迭代，“路-网-云”新型基础设施由规模化部署向常态化运营转变，汽车、信息通信、交通运输等关联产业生态由链式向网状演进并向着基于数据的数字经济时代新价值链延伸。但车联网产业涉及汽车、信息通信、交通运输多个行业，又需兼顾考虑技术创新、产业经济、社会治理等多重属性，仍然面临企业间、行业间、区域间

¹⁴ 来源：<https://mp.weixin.qq.com/s/zZ8Qivq2pXEuwu-yW-sVUg>

多个层面的协同难题，是一个复杂系统工程。“犯其至难而图其至远”，产业各方应当坚定智能网联协同发展战略，探寻共同价值锚点，共同面对产业发展新阶段的新挑战，共创车联网产业融合创新发展。

（一）强化跨企业业务布局融合

一是推进跨行业企业研发融合。围绕车载操作系统及中间件、智能网联计算处理平台、低时延高可靠通信系统、路侧感知计算设备、云控基础平台底座等方向领域，鼓励汽车、信息通信、智慧城市、交通运输等行业企业通过专项攻关、组建联合体以及战略性投资等方式，充分发挥各自在应用场景理解、核心技术实力、市场化推广等方面的优势，加快推进技术研发和产业化。二是推进新型基础设施建设部署融合。围绕路侧智慧灯杆、算力网络、通信回传网络等，鼓励电信运营企业、高速公路业主方、地方城市运营主体等跨行业主体在建设部署过程中强化共建共享，不仅能够提高新型基础设施复用率、有效降低投资成本，还有助力形成可复制推广的规模化部署合力。三是推进跨数据主体应用融合。在保障数据安全和隐私的前提下，鼓励汽车、交通运输等行业企业与人工智能企业加强在人工智能大模型行业数据集构建方面的合作，鼓励交通和城市治理相关企业利用智能网联汽车采集数据提升交通事件感知和触达效率，鼓励汽车企业开发基于 C-V2X 直连通信与 ADAS 融合的协

同驾驶应用，诸如此类，鼓励跨行业企业共同探讨数据作为生产要素的赋能应用场景和新价值链。

（二）强化跨行业生态发展协同

一是加强跨行业实施路径协同。支撑跨行业主管部门制定出台协同统一的产业发展政策，引导产业明确技术路线选择、阶段性工作目标和重点任务安排，如车路云一体化架构设计、多域操作系统生态培育、路侧基础设施部署与车辆网联渗透率提升之间的协同等。

二是加强跨行业标准体系协同。在《国家车联网产业标准体系建设指南》系列文件指导下，加强跨行业标准化技术委员会统筹协调，为行业发展提供清晰的标准参考模板；同时，围绕数据格式、交互接口、通信协议等互联互通需求以及可靠性、可用性和安全性等技术要求联合推进相关标准制定，如满足高级别自动驾驶的网络传输性能和可靠性要求等。跨行业联盟组织机构持续联合开展互联互通、规模化测试验证与应用实践活动。

三是加强数据空间基础体系构建，加快开展满足跨行业数据要素交互与交易需求的政策法规研究，探索建立覆盖“人-车-路-云”多环节的车联网数据要素空间基础底座，打造数据流转过程中的信任关系和价值评估体系，组织开展数据挖掘挑战赛、应用赛等实践活动，激发车联网数据要素价值安全释放。

（三）强化跨区域部署运营共用

一是打造支持跨区域共用的建设运营模板。优先考虑面向可规

模复制推广的典型应用场景，遵循“单城打通”部署思路，在城市级区域范围内部署标准化的、功能一致的车联网新型基础设施及应用服务系统，既能够兼顾新量产车辆与存量用户的普遍性需求，又能够支持跨区域的互联互通、业务协同和安全统一管理，从而提升用户体验感，推进产业规模化发展。相关政府部门指导建立相关产品设备、服务系统、应用功能的测试评估体系，并对各地建设部署情况予以相应评估考核。

二是建立跨区域共用的运营服务体系。相关主管部门加强各车联网先导区、智能网联汽车示范区、双智试点城市的合作交流，推动建立车联网跨域运营合作机制，推动跨地域的车联网运营企业服务能力互认与服务模式打通，以多域数据流转和价值挖掘为切入点，进一步探索通过市场化、商业化手段对外提供一体化的运营服务。

中国信息通信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮编：100191

电话：010-62300016

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn

