

“车路云一体化”重塑汽车业生态规模化应用待破壁

金红谦¹ (通讯作者) 徐翔¹ 王锐¹ 李聪颖² 杨亚天²

1 浙江海康智联科技有限公司, 浙江杭州, 311100;

2 海南宏安智联科技有限公司, 海南琼海, 571442;

摘要: 本文围绕车路云一体化条件下汽车产业生态的重塑展开论述, 聚焦整车产品形态、零部件及供应链、运营模式以及质量与安全治理等环节, 梳理产业结构的具体调整。在此基础上, 结合实践分析投资回收压力、区域标准差异和数据合规风险给车企规模化部署带来的局限, 提炼出场景包设计、车端接口抽象和数据事件日志体系等可执行方案, 为后续政策设计和企业决策提供针对性的技术参考。

关键词: 车路云一体化; 汽车产业生态; 规模化应用

DOI: 10.69979/3041-0673.26.05.075

引言

在智慧城市与交通强国战略的加速推进下, 智能交通系统正经历从信息化向智能化、协同化的深度变革。国家发改委《智能汽车创新发展战略》与住建部“双智试点”政策中也明确提出构建车路云交通融合新智慧交通体系, 从而打破传统交通管理碎片化、响应滞后等问题瓶颈。因此智能网联和自动驾驶技术在近几年快速进入产业化阶段, 车路云一体化逐步从试验场场景走向城市道路和高速路网, 汽车业与交通基础设施、通信网络的边界开始被打破。本文立足已有实践, 选取车路云一体化条件下汽车产业生态中受影响较大的环节开展分析, 在此基础上, 分析现实问题, 提出面向场景的有效路径, 期望为车企决策和地方车路云建设提供可落地的技术思路。

1 车路云一体化对汽车业的重塑

车路云一体化是指通过新一代信息通信技术, 将人、车、路、云的物理与信息空间深度融合, 构建一个安全、高效、绿色的智能交通信息物理系统。其核心在于“云控基础平台”, 通过“聪明的车+智慧的路+强大的云”实现对车辆、路侧设施、交通数据的统一接入、处理与服务输出。截至2025年, 中国已在全国范围内建立了多个车路云一体化的试点城市, 累计开放测试示范道路超过35000公里, 发放测试示范牌照超过1万张。这些措施导致汽车行业发生了一定的变化。

1.1 整车产品形态与技术平台的重构

车路云一体化直接改变整车企业的产品定义方式, 车辆不再被视为封闭的机械单元, 而是在设计阶段就被定位为接入道路基础设施和云控平台的移动终端。研发

流程中, 整车厂需在电子电气架构、车载操作系统和中间件层面预设与路侧设备、云控平台的数据交互通道, 并在底盘、制动、转向等关键子系统上配置线控化接口, 以便执行基于车路协同产生的控制指令。为适应车路云业务场景, 车身平台在空间预留、电源管理和散热布局上也要匹配通信模组、高性能计算单元和冗余传感器的部署需求, 整车标定策略纳入路侧感知信息和云端路径规划结果^[1]。车企在新车型定义时, 将场景化协同功能写入产品需求说明书, 将车辆状态信息、位置信息和感知结果按照标准化数据模型进行组织, 为后续云端分析和路侧策略下发提供稳定的数据基础, 从而带动整车技术平台向面向车路云协同的软硬一体结构演进。这种平台化改造要求整车企业在项目立项阶段就与通信运营商和道路管理单位协同评估接口规范和部署条件, 研发决策与交通基础设施建设节奏形成更紧密的耦合关系。

1.2 零部件体系与供应链结构的再组织

车路云一体化将通信、计算和感知环节紧密嵌入整车, 使传统零部件谱系发生明显变化, 车载通信模组、高精度定位单元、车规级计算平台和传感器融合控制器等成为核心部件, 与动力总成和底盘系统处于同等重要的位置。在C-V2X产业链中, 芯片设计企业、模组厂商、路侧单元提供者和运营维护服务商不断进入整车供应体系, 原本相对封闭的汽车业上下游格局被扩展为覆盖车端设备、路侧设施和云控平台的跨领域网络。智能网联相关并购和战略投资活动密集出现, 头部车企与信息通信企业围绕操作系统、车载芯片和云控平台展开联合开发, 供应关系不再局限于单一零部件采购, 而是围绕完整功能模块和长期软件迭代进行合作。面向车路协同的项目中, 道路感知设备和边缘计算节点往往由交通基础设施企业建设, 却需要与整车厂共享接口定义、诊

断信息和安全策略,形成跨行业联合设计和联合验证模式,为汽车业原有供应链管理体系提出新的分工边界和质量控制要求。

1.3 整车企业运营与出行服务角色的再定位

在车路云一体化示范城市中,自动驾驶出租车、网联公交和干线物流车等项目大量采用整车厂、自动驾驶技术公司和运营企业共同组建的联合团队,车辆从单次销售的产品转变为纳入云控平台和路侧设施统一调度的运营资产。车企需要建设面向车队运行的数据运营中心和远程运维平台,接收云控系统和路侧感知单元发送的状态信息与控制指令,编制与路况、信号配时、优先通行策略关联的车辆运行规则,并在后台对行驶轨迹和能源消耗进行精细化管理。出行服务合同开始约定道路基础设施开放时间、优先通行路段范围和云端调度接口等级,整车企业在商务谈判中引入车路云协同能力指标,用以约束双方在路端改造、通信保障和运维响应方面的责任划分^[2]。该运营模式下,传统售后服务内容向软件版本管理、远程功能开通和云端策略适配延展,车企内部形成面向车队运营的专门岗位和流程,产品开发部门与运营部门围绕实际路测数据反复调整控制策略和部件选型,使企业的组织结构与车路云一体化场景相互契合。

1.4 质量管理、测试验证与安全治理体系的重塑

车路云一体化条件下,整车企业的质量管理不再仅围绕单车硬件和软件缺陷展开,开始扩展到车端、路侧和云控平台共同构成的系统工程,问题定位环节需要同时追踪通信链路状态、路侧感知准确度和云端算法输出。新车型量产前,车企在封闭试验场开展的耐久性试验和操稳试验旁边增加车路协同场景验证,构建设计工况、虚拟仿真和开放道路路测相结合的测试流程,验证车辆在不同信号控制策略和协同控制模式下的响应边界。量产,车端日志、路侧设备运行记录和云控平台任务执行信息被纳入同一质量数据平台,形成面向全生命周期的缺陷追溯链条,内部质量审核和召回应对流程中引入道路管理单位和云服务商参加的联合评审环节。在网络安全和功能安全方面,整车企业需要建立与车路云一体化相适应的安全运营中心,统一管理密钥分发、身份认证和安全策略更新,并且同车规级功能安全标准和信息安全要求相衔接,使汽车业原有的安全治理框架向跨系统协同的方向延展。

2 车路云一体化重塑汽车业生态规模化应用面临的局限

2.1 投入与回报失衡对整车企业决策的约束

在车路云一体化推广中,整车企业面临投入与回报难以对等的局限。路侧设施、云控平台和车端改造需要长期资金支撑,车型增加车路协同硬件和软件,却难以在车价或服务中形成清晰收益,不少项目仍依赖示范项目和政府招标^[3]。车型开发周期往往超过三年,而试点城市的预算和政策节奏按年度调整,运营区域范围变化较快,使整车厂在全国统一配置车路云能力时缺乏稳定预期。

2.2 区域差异与标准分化削弱协同功能的可复制性

车路云一体化在多个城市同步推进,但技术路线、建设深度和标准体系差异明显,限制了汽车企业对协同功能的规模复制。部分城市侧重高速场景,部分集中在城区路口,路侧单元厂商、应用协议和云控平台架构组合差异较大,接口规范尚未统一。同一款车型在不同地区需要单独适配和测试,软件版本管理和功能标注更为复杂,大量存量车辆又缺少协同能力,协同功能在真实道路中的触发频次偏低,难以支撑车企持续优化产品与服务。

2.3 数据合规与责任边界不清带来的运营风险

在数据利用和责任划分方面的不确定性,也显著压缩了车路云一体化在汽车业的落地节奏。车端、路侧和云端之间传输的运行数据涉及位置轨迹、驾驶行为和环境图像,受到数据安全法和个人信息保护法约束,车企在与道路运营单位和云平台共享数据时面临合规审查成本。一旦协同驾驶场景出现事故,需要在整车厂、系统集成商和道路管理部门之间划分责任,目前多依赖合同约定,行业通行规则仍在探索阶段,企业对大规模开放高阶协同功能保持谨慎^[4]。

3 车路云一体化重塑汽车业生态规模化应用的优化

3.1 投资回收与运营模式的技术化重构

面向车企投入与回报失衡的现实,应在车型开发与基础设施建设之间重构成本分摊和收益回收路径。在整车层面,将车路云协同功能拆分为不同等级的场景包,例如出租车专用路口优先通行包、干线物流协同跟驰包、城市环卫安全预警包,由车企预留统一硬件接口,只在目标车型上加载对应软件和标定方案,降低一次性全量开发成本。在项目实施环节,建议与试点城市共同设立车路云一体化运营公司,由整车厂以设备或系统入股,城市方提供路侧资源和政策支持,运营主体根据协同功

能的实际使用次数或节省的运力成本向车队收取服务费,将原本分散的投入转化为长期运营收入。针对尚未完成基础设施改造的区域,可采用车端功能冻结策略,待路侧设施上线后再远程激活,对车主进行分阶段授权和计费。对于规模较大的主机厂,还可以将车路协同能力嵌入车队管理平台,在车辆交付后按年度收取软件订阅费和运维费,费用结构与里程、车队规模挂钩,使单车在整个生命周期内持续贡献现金流^[5]。在风险控制方面,需要在合作协议中预设技术升级节奏和退出机制,当示范项目未达到约定车流量或覆盖里程时,自动调整协同功能开通范围,减轻车企长期负担。

3.2 车端架构与标准体系的协同优化

面对各地标准和技术路线差异带来的适配负担,车企可以在车端架构设计阶段建立统一的车路云接口抽象层,把城市差异限制在软件适配层而不是硬件平台。车载系统内部将 C-V2X、车道级高精度地图、信号机状态等信息统一封装成标准数据对象,车端只识别统一格式,由中间件完成不同城市 RSU 和云控平台协议的转换,这样在进入新试点城市时主要工作集中在中间件升级和场景标定。在外部协同方面,整车企业应主动参与国家和行业组织牵头的车路云一体化标准体系建设,将量产车型的接口需求和工程约束纳入标准文本,减少后续项目反复定制的情况。对于已经投入运营的城市,可组建跨区域测试车队,在同一套车型上记录各城市协同场景触发频次、信息时延和成功率,形成可量化的差异评估报告,反馈给标准制定和云控平台集成团队,推动逐步收敛。在工程落地层面,要与主要 RSU 厂商和云平台供应商共建兼容性实验室,预先完成接口联调,再向各城市推广经过验证的组合方案。车企内部的质量管理系统也需增加城市配置管理模块,对每一个城市的车路云配置进行版本管理和风险标记,当地基础设施升级时,可以快速匹配到受影响的车型和软件版本,缩短适配周期。

3.3 数据安全与责任治理的工程化完善

在数据合规和责任划分方面的制约下,汽车企业要把数据治理和安全设计嵌入车路云一体化技术方案,而不是在项目验收阶段临时补救。在车端,车企可依据数据安全治理规定完成数据分类分级,将涉及个人身份的信息在本地脱敏或聚合处理后再上传,只保留实现协同控制所必需的关键字段,并在车内记录完整的采集和处理链路。在云控平台和企业后台,需要建设统一的行驶

事件日志系统,把车端决策、路侧感知、云端策略下发和通信状态按时间序列同步记录,事故调查时可以直接给监管部门和保险机构提供技术证据,减少责任争议。在技术实现上,车端应配置安全芯片和独立存储区域,用于保存关键证据数据和密钥,避免在事故场景中因设备损坏导致记录缺失^[6]。与地方政府、道路运营单位和平台公司签订合作协议时,建议采用数据类型清单加使用目的清单的方式明确各方边界,对敏感数据设置访问审批和留痕机制,数据出境或跨机构共享环节交由专门合规团队集中办理。在示范区域,车企还需要联合保险公司和司法鉴定机构,参与制定基于车路云数据的责任认定规则,并在真实案件中进行小范围试运行,逐步把实践经验沉淀为行业通行做法,从而为规模化推广扫清安全与合规障碍。

4 结语

车路云一体化正在把汽车从孤立产品引向与城市基础设施深度耦合的系统节点,整车企业在产品平台、供应链布局、运营组织和安全治理等层面已经进入新一轮调整。本文围绕规模化应用中暴露的投资回收、区域差异和数据合规压力提出若干工程路径,说明车企只要在场景设计、接口架构与数据体系上形成稳定协同,产业生态便有机会迈向更高层次的一体化。未来研究需要在跨区域运营评估、车路云融合对能源消耗与服务效率影响等方面积累更细致的数据,为汽车业与交通系统的长期协同提供更加坚实的量化依据。

参考文献

- [1] 闫娜. 车路云一体化如何翻越三重高墙? [J]. 智能网联汽车, 2025, (06): 32-34.
- [2] 梁晓晓. 车路协同: 智能交通领域的升维谋划 [J]. 人民论坛·学术前沿, 2021, (04): 56-65.
- [3] 冯霞, 毛凌峰, 徐婷婷, 等. 面向车路云协同自动驾驶的大语言模型安全研究综述 [J]. 通信学报, 2025, 46 (11): 291-307.
- [4] 徐明星, 王坤俊, 刘洋, 等. 智慧城市基础设施与智能网联汽车协同发展现状及展望 [J]. 清华大学学报 (自然科学版), 2025, 65 (12): 2464-2492.
- [5] 李聪. 基于“车路云一体化”的城市数字交通建设探究 [J]. 中国信息化, 2025, (09): 128-129.
- [6] 钟俊鹏, 徐程. 智慧高速交通管理中的车路云一体化应用研究 [J]. 汽车与安全, 2025, (09): 68-73.