



# 车联网产业融合发展趋势

汤立波, 康陈

(中国信息通信研究院, 北京 100191)

**摘要:** 从通信技术的演进入手, 研究了通信技术支持自动驾驶的能力特征, 给出了车联网服务升级的趋势以及国内外政策情况, 分析了我国车联网政策和产业取得的重大突破和良好的发展环境。最后, 总结了车联网产业融合、加速发展的趋势。

**关键词:** 车联网; 通信技术; 自动驾驶; 融合

**中图分类号:** TP393

**文献标识码:** A

**doi:** 10.11959/j.issn.1000-0801.2019277

## Integration development trend of the internet of vehicles industry

TANG Libo, KANG Chen

China Academy of Information and Communications Technology, Beijing 100191, China

**Abstract:** Starting from communication technology evolution, the ability of communication technology to support automatic driving was studied. The upgrade trend of internet of vehicles services and the domestic and international policies were proposed. A major breakthrough in China's internet of vehicles policy and industry was analyzed, with a good development environment. The integration and accelerated development trend of the internet of vehicles industry was concluded.

**Key words:** internet of vehicles, communication technology, automatic driving, integration

### 1 引言

作为国内外新一轮的科技创新和产业竞争的必争之地, 车联网产业已进入爆发前的战略机遇期, 正在催生大量的新技术、新产品和新服务。本文将研究通信技术支持对自动驾驶的支持, 分析车联网业务的现状和服务新业态的发展方向, 研究我国车联网政策和产业取得的重大突破及发展环境, 对我国车联网产业融合创新发展的趋势进行分析。

### 2 通信技术支持自动驾驶和新业态的构建

近年来, 自动驾驶技术取得了很多突破, 但在向更高级的自动驾驶发展的过程中, 单车自主式自动驾驶遇到越来越大的困难, 车载感知和计算能力容易达到瓶颈。商用高级自动驾驶需要获得更多的环境数据、更强大的运算能力的支持, 通信技术可以有效地弥补单车智能的不足, 智能化和网联化融合发展成为汽车产业国际公认的发展趋势。

通信技术与自动驾驶的融合发展,帮助了汽车打通内外信息流,实现了车与周边环境全方位网联连接和信息交互。通过 V2X (vehicle to everything, 车对外界的信息交换)、车与车 (V2V) 以及车与人 (V2P)、车与基础设施 (V2I) 以及车与网络 (V2N), 可以为驾驶员提供综合信息服务, 为辅助驾驶和自动驾驶提供更丰富的信息补充、更强大的算力支持, 促进汽车向更高水平的智能化和自动驾驶发展。

图 1 是通信技术支持自动驾驶的能力特征, 重点体现在 5 个方面。一是通信技术不受环境、气候影响, 不受遮挡干扰, 可以高质量、高可靠地实现车与车、车与路、车与平台、车与人之间的网络连接和通信, 为自动驾驶提供更可靠的数据交互和信息获取能力, 弥补传感器抗干扰能力的不足。二是通信技术可以提供更远距离的信息交互和协同能力, 支持更大范围的环境信息获取, 弥补传感器信息获取距离受限的不足。三是通信技术打通了汽车与外部的信息交互通道, 外部交通流和交通视频图像采集信息、交通管控信息、高精度地图动态数据等更多样、动态的信息注入, 为自动驾驶控制提供更丰富、更全面的数据支持, 弥补传感器信息获取类型有限和数量有限的不足。四是通信技术支持远程控制, 通过低时延、高可靠通信技术支持辅助驾驶、远程自动驾驶和后台管控, 弥补传感器下行控制的不足。五是通信网络可以提供云端中央计算、边缘计算能力补充, 为自动驾驶提供更强大的计算能力支持, 弥补车载计算能力不足。

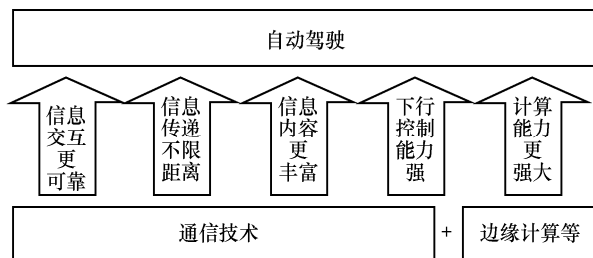


图 1 通信技术支持自动驾驶的能力特征

通信技术演进推动车联网服务水平不断提升, 构建交通和汽车服务新业态, 图 2 是通信技术发展推动车联网服务水平提升示意。当前 2G、3G、4G 是汽车联网的主要通信技术, 为驾驶员和乘坐人员提供综合信息服务 (如信息娱乐、网约车、共享出行、车联网保险和车辆售后服务等当前业务热点)。截至 2018 年年底, 中国移动、中国电信和中国联通三大运营商车联网终端连接数总量突破 1.4 亿, 互联网移动出行用户数接近 5 亿, 但现有的通信技术侧重信息服务支持, 对自动驾驶的贡献还比较有限。随着 LTE-V2X 通信技术的快速成熟, 汽车安全预警、交通管理效率提升类应用将迅速发展, 为车路协同、辅助驾驶和部分自动驾驶提供支持。下一步, 5G、边缘计算等技术逐步商用, 5G V2X 技术演进成熟, 将逐步构建人、车、路、云协同的立体通信网络和融合生态环境, 汽车和交通环境下的信息获取、信息传递、信息分析和处理能力全面提升, 将为自动驾驶提供生态级支持, 支持自动驾驶实现规模商用。在这个过程中, LTE-V2X、5G、5G V2X 和边缘计算等新技术将成为未来的发展重点和技术方向。

V2X 是车联网新业务发展的核心支撑技术。

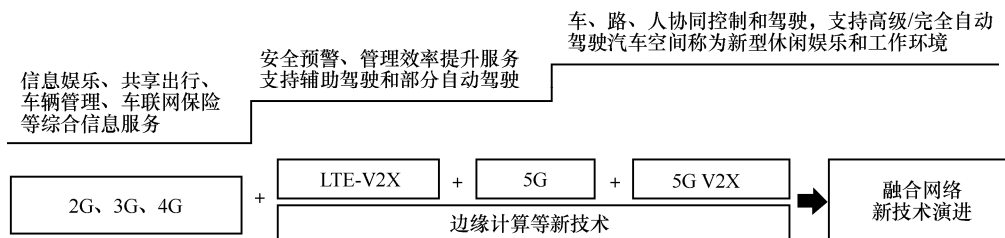


图 2 通信技术发展推动车联网服务水平提升示意



V2X 是将车辆与周边事物相连接的新型专用信息通信技术,目前,国际上主流的 V2X 无线通信技术有 IEEE802.11p 和 C-V2X (cellular-V2X) 两个技术选择。其中, C-V2X 具有清晰的技术演进路线,现阶段以 LTE-V2X 为主,未来向 5G V2X 演进。C-V2X 可以有效地支持驾驶辅助、安全预警和交通管理等车路协同应用,该技术将成为自动驾驶的重要支撑技术。过去几年,我国产业界在 LTE-V2X 研发和产业化方面投入巨大并取得积极进展,已初步形成覆盖 LTE-V2X 芯片、终端和系统的完整产业链,涌现出大唐、华为、星云互联、东软、金溢科技、万集科技、华砺智行、千方科技和中国移动等一批 LTE-V2X 终端提供商。其中,大唐、华为等公司全球首批发布了 LTE-V2X 通信芯片。2018 年,中国信息通信研究院联合产业界共同完成了试验室和外场环境下的 LTE-V2X 端到端通信功能、性能和互操作测试。中国智能网联汽车产业创新联盟、IMT-2020 (5G) 推进组 C-V2X 工作组以及上海国际汽车城(集团)有限公司等在上海开展了世界首例跨通信模组、跨终端、跨整车厂商的“三跨”LTE-V2X 互联互通应用示范,向国际社会呈现了 LTE-V2X 互联互通的效果和应用能力。2018 年,无锡市推出了世界第一个城市级 C-V2X 应用示范区,得到了国际社会的高度关注,我国多地都在探索和推动 C-V2X 的规模示范和应用。2018 年 11 月,汽车、交通、通信和公安 4 个行业的标准化技术委员会签署了《关于加强汽车、智能交通、通信及交通管理 C-V2X 标准合作的框架协议》,共同推动 C-V2X 等新一代信息通信技术在汽车、智能交通以及交通管理中的应用。目前,我国 LTE-V2X 技术和产业逐步成熟,基本具备商业化落地条件。

5G 为车联网应用提供强大支持。5G 在设计之初就特别重视与行业应用结合,支持连续广域覆盖、低时延/高可靠、热点高容量、低功耗大连接四大应用场景,推动社会进入“万物互联”新

时代。在车联网和自动驾驶领域,5G 有很好的应用前景,10 倍于 4G 的峰值速率、毫秒级的低时延、高可靠服务能力特别适用于车辆管控、自动驾驶的需求,满足自动驾驶和交通应用对图像和视频的实时传输、交通环境低时延/高可靠的信息传递、道路热点区域大容量接入等需求,支持车辆远程控制等应用。我国 5G 产业处于国际领先地位,2019 年 6 月,我国 5G 牌照正式发放,在运营商积极推动 5G 基础设施部署的同时,5G 与自动驾驶融合成为当前测试和试验热点。例如,北京市房山、亦庄和顺义等行政区在规划 5G 自动驾驶车辆测试道路建设;长沙市智能网联汽车测试区实现了 5G 试验网全覆盖,开展了 5G 自动驾驶测试实验;雄安新区开展了基于 5G 自动驾驶的测试试验,推动了车路协同网络部署与应用示范;厦门市开展了面向 5G 的快速公交示范应用;重庆市启动了 5G 自动驾驶应用服务平台建设;广州市计划开通 1 条基于 5G 的自动驾驶公交应用示范线等,这些积极探索将进一步地推动 5G 与自动驾驶的融合发展。

边缘计算有效地弥补了汽车计算能力的不足。通过汽车传感器和通信技术融合,可以极大地提升信息获取的可靠性和丰富程度,但获取信息后需要对信息进行分析计算,而汽车内的计算能力有限,多接入边缘计算 (multi-access edge computing, MEC) 技术成为车联网应用的重要支撑技术。边缘计算最大的特点是把后台或者中央计算能力下沉到网络边缘,数据上传/下载过程路径缩短,数据质量更有保障、传输时间更短,也减少了网络带宽压力和中央计算中心的压力。MEC 技术与车联网融合,可将部分车联网业务部署在路侧 MEC 平台上,借助 C-V2X、5G 等技术实现“人-车-路-云”协同,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、低时延服务。汽车单

机计算能力很容易达到上限,边缘计算在车联网中的应用得到了产业界的普遍关注,包括运营商、互联网企业和整车企业都在做边缘计算应用的研究和探索。未来,边缘计算在车联网的应用空间巨大。

总体而言,未来随着车联网应用的丰富、自动驾驶能力需求的不断提升,要通过多种技术融合构建端、管、云全面协同的生态体系,为更丰富的车联网应用提供基础能力支持,为更高级自动驾驶的商用提供生态环境保障,其中,通信技术与自动驾驶融合发展将促进产业的更快成熟。另一方面,通信技术为自动驾驶提供越来越多支持的同时也面临着很多挑战,其中,通信安全问题是重中之重,也是下一步需要重点研究和推动的技术方向。

### 3 产业发展重大问题取得突破

通信与汽车深度融合的政策环境正在逐步构建。国际上,美国、日本、欧洲等发达国家和地区在相关产业的推动和规划中都非常注重智能化、网联化融合发展。2015年,美国发布的《ITS 战略计划》强调了两个重点:一是车辆联网,二是车辆自动化,并将联网和自动化融合在一起考虑。2018年,美国发布的《迎接未来交通:自动驾驶汽车3.0》也强调要构建自动驾驶技术与交通环境的多模式融合。日本《自动驾驶系统研发计划》由内阁府牵头、多省厅联合推进,V2X、自动驾驶、安全道路是其核心内容。欧盟《欧盟未来交通研究与创新计划》,强调加强路-路、车-路、车-车通信以及安全应用,推动人-车-路一体和道路安全系统。这些政策显示国际社会正在积极布局车联网相关产业,智能化、网联化融合发展已经成为共识。

近几年,我国车联网产业的诸多重大问题陆续取得突破,良好的产业发展环境逐步形成,具体有以下5点。

一是车联网产业跨行业、跨部门协调机制正式建立,顶层设计逐步完善。我国很早认识到车联网发展的重要性和跨部门、跨行业融合的复杂性。2017年9月,经国务院批准,由工业和信息化部(以下简称工信部)牵头、联合20个部委成立了“国家制造强国建设领导小组车联网产业发展专项委员会”,建设跨部门协调机制,先后在北京市、雄安新区、无锡市召开了3次全体会议,跨部门、跨行业地协同推动车联网产业发展中的一系列重大问题。此外,2018年1月,国家发展和改革委员会发布了《智能汽车创新发展战略(征求意见稿)》,提出我国智能汽车发展的战略思路。2018年12月,工信部印发了《车联网(智能网联汽车)产业发展行动计划》,提出车联网产业的阶段性发展目标以及关键技术、标准、基础设施、综合应用和安全保障等重点任务。跨部门协调机制为我国车联网产业的发展提供了机制保障,顶层设计文件陆续出台明确了我国车联网产业发展的战略方向和具体举措。

二是车联网技术试验和应用示范取得突破,自2015年后,工信部先后支持浙江、上海、北京-河北、重庆、湖北、吉林、无锡、成都、广州和长沙等省市建设车联网相关示范区。2018年2月,交通运输部发布了《关于加快推进新一代国家交通控制网和智慧公路试点的通知》,支持北京、河北、吉林、江苏、浙江、福建、江西、河南和广东共九省市开展新一代国家交通控制网和智慧公路试点。2019年9月,在车联网产业发展专业委员会的第三次会议上,工信部、交通运输部联合认定上海临港、江苏泰兴和湖北襄阳的测试基地为智能网联汽车自动驾驶封闭场地测试基地。相关试点、示范区和测试基地在新技术、新应用方面开展了积极探索,有效地推进了我国车联网产业关键技术、标准、产品研发和测试示范。目前,工信部正在组织车联网先导区建设工作,推动技术和应用从试验示范走向商用,江苏(无锡)车联网先导区成为我国第一个获批的



车联网先导区。

三是车联网产业标准体系取得突破。自 2017 年年底，工信部与国家标准化委员会联合，陆续印发了《国家车联网产业标准体系建设指南》等系列文件，包括总体要求、智能网联汽车、信息通信、电子产品和服务等分册，目前，公安部、工信部正在联合开展车辆智能管理分册编制。该标准体系有效地指导了我国车联网产业的标准化工作，在标准制定、跨行业标准协调方面发挥着越来越重要的作用。

四是智能网联汽车道路测试取得突破。2018 年 4 月，工信部、公安部和交通运输部联合发布了《智能网联汽车道路测试管理规范（试行）》，我国智能网联汽车道路测试取得了政策突破。在该文件的指导下，北京、上海、河北保定、重庆和深圳等十余个省市陆续出台了道路测试管理规定或细则。道路测试政策突破为我国的车联网产业发展创造了基础条件，在该规范指导下，我国智能网联汽车的测试试验和应用示范工作取得积极进展。

五是车联网专用通信频率取得突破。2018 年 11 月，工信部印发了《车联网（智能网联汽车）直连通信使用 5 905~5 925 MHz 频段管理规定（暂行）》，授权 5 905~5 925 MHz 频率资源用于 LTE-V2X 直连通信技术，专用频率的分配表明 LTE-V2X 向规模化商用迈出了重要一步。

总体而言，在政府和产业各方共同努力下，影响车联网产业发展的诸多重大问题取得了突破，跨部委的协调机制、顶层规划、标准体系、政策法规和频率资源许可陆续发布，我国车联网产业发展环境逐步完善。下一步，频率分配、基础设施建设和运营、车联网业务资质管理等将成为重点研究方向，车联网产业发展中的重大问题将逐步被攻克，产业即将进入发展快车道。

## 4 结束语

本文对通信技术与自动驾驶的融合发展趋势进行了研究，分析了通信技术演进推动车联网新型服务业态构建的基本方向和技术路线，对我国车联网产业重大问题的不断突破、政策和产业环境逐步完善的形势进行了总结，明确了下一步技术和政策发展的重点，最后，给出车联网产业发展渐入佳境、产业即将进入快速发展期的判断。

## 参考文献：

- [1] 中国信息通信研究院，华为技术有限公司，电信科学技术研究院. 车联网白皮书（2017 年）[R]. 2017.  
CAICT, Huawei, CATT. White paper on internet of vehicles (2017) [R]. 2017.
- [2] 中国信息通信研究院. 车联网白皮书（2018 年）[R]. 2018.  
CAICT. White paper on internet of vehicles (2018) [R]. 2018.
- [3] 陈山枝，胡金玲，时岩，等. LTE-V2X 车联网技术、标准与应用[J]. 电信科学, 2018, 34(4): 1-11.  
CHEN S Z, HU J L, SHI Y, et al. Technologies, standards and applications of LTE-V2X for vehicular networks[J]. Telecommunications Science, 2018, 34(4): 1-11.

## 【作者简介】



汤立波（1975—），男，博士，中国信息通信研究院产业互联网研究部主任、高级工程师，主要研究方向为产业互联网、物联网技术，曾获得中国通信标准化协会科学技术二等奖、三等奖等省部级科技奖。



康陈（1990—），男，中国信息通信研究院技术与标准研究所产业互联网研究部工程师，主要研究方向为车联网技术与应用等。