

车联网白皮书

(2017 年)

CAICT 中国信通院

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
2017年9月

CAICT 中国信通院

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

近年来，车联网被认为是物联网体系中最有产业潜力、市场需求最明确的领域之一，是信息化与工业化深度融合的重要方向，具有应用空间广、产业潜力大、社会效益强的特点，对促进汽车和信息通信产业创新发展，构建汽车和交通服务新模式新业态，推动自动驾驶技术创新和应用，提高交通效率和安全水平具有重要意义。

车联网成为国内外新一轮科技创新和产业发展的必争之地，进入产业爆发前的战略机遇期，正在催生大量新技术、新产品、新服务。车联网技术向着智能化、网联化方向演进，车载操作系统、新型汽车电子、车载通信、服务平台、安全等关键技术成为研究热点。车联网产业链条长，角色丰富，跨界融合特征突出。ICT 产业与汽车、交通产业走向深度融合，新型汽车电子产品、车/路通信服务正在形成产业规模，汽车和交通服务创新日趋活跃，全新的产业生态即将构建。

本白皮书在深入解读车联网概念内涵基础上，研究车联网关键技术发展路线，分析判断车联网产业的新形势、新机遇，把握全球车联网产业和政策导向以及我国面临的挑战，提出我国发展车联网的策略建议。

目 录

一、车联网定义和内涵	1
(一) 车联网的定义	1
(二) 车联网要素分析	1
二、车联网关键技术发展研判	2
(一) 车联网关键技术和总体路线研判	2
(二) 高性能新型汽车电子技术成为焦点	4
(三) 车载操作系统软件结构呈现层次化、模块化、平台化特点	5
(四) LTE-V2X 和 5G 技术为汽车联网提供更优选择	7
(五) 车联网平台技术架构向开放化转变	9
(六) 汽车控制安全保护技术亟待突破	10
三、车联网产业发展态势	12
(一) 车联网产业链和发展态势判断	12
(二) 智能联网汽车电子成为发展重点，我国总体处于竞争劣势	14
(三) 汽车联网成为共识，我国积极参与 V2X 市场竞争	15
(四) 车联网服务处于产业爆发前期，我国业务创新日趋活跃	18
(五) ICT 产业与汽车、交通产业走向深度融合	21
四、政策措施与建议	23
(一) 发达国家积极布局车联网产业，努力占领产业发展制高点	23
(二) 我国相关政策和措施陆续出台，为车联网发展创造良好条件	24
(三) 面临问题和挑战	26
(四) 发展建议	27
附件：缩略语	30

图表目录

图 1	车联网定义示意图	1
图 2	车联网要素	2
图 3	车联网关键技术发展路线	3
图 4	车载操作系统软件结构向层次化、模块化和平台化方向发展	7
图 5	车联网产业链示意图	13
图 6	2015-2020 全球汽车细分领域收入复合年均增长率	14
图 7	汽车联网率预测	16
图 8	全球汽车产业收入结构	20
图 9	5G 通信技术核心场景	22

一、车联网定义和内涵

（一）车联网的定义

车联网的定义是：借助新一代信息和通信技术，实现车内、车与车、车与路、车与人、车与服务平台的全方位网络连接，提升汽车智能化水平和自动驾驶能力，构建汽车和交通服务新业态，从而提高交通效率，改善汽车驾乘感受，为用户提供智能、舒适、安全、节能、高效的综合服务。网络连接、汽车智能化、服务新业态是车联网的三个核心。图 1 为车联网定义示意图。



图 1 车联网定义示意图

（二）车联网要素分析

为了更好的解读车联网概念，分析车联网的内涵和边界，本白皮书对车联网服务涉及的物理对象和组成要素进行分析。车联网主要包括人、车、路、通信、服务平台 5 类要素。其中，“人”是道路环境参与者和车联网服务使用者；“车”是车联网的核心，主要涉及车辆联网和智能系统；“路”是车联网业务的重要外部环境之一，主要涉

及交通信息化相关设施；“通信”是信息交互的载体，打通车内、车际、车路、车云信息流；“服务平台”是实现车联网服务能力的业务载体、数据载体。图 2 为车联网要素示意。



图 2 车联网要素

二、车联网关键技术的发展研判

（一）车联网关键技术和总体路线研判

车联网关键技术分布在“端-管-云”三个层面：“端”层面，车辆和路侧设施的智能化、网联化进程加快，关键技术包括汽车电子、车载操作系统技术等；“管”层面关键技术包括 4G/5G 车载蜂窝通信技术、LTE-V2X 和 802.11p 直连无线通信技术等，直连 V2X 无线通信技术是目前各方竞争的焦点。“云”层面，实现连接管理、能力开放、数据管理多业务支持的车联网平台技术是核心。另外，车联网安全可能直接导致财务损失和人身伤害，车联网安全技术也成为当前的研究

热点。

车联网总体技术路线向着智能化、网联化方向演进，两条路线同步推进并走向融合。车联网各项关键技术中，高性能新型汽车电子技术创新活跃，传感融合、高性能计算芯片、新型人机交互是三大技术热点。车载操作系统从单一功能向支撑智能网联综合业务发展，软件结构呈现层次化、模块化、平台化的特点。5G 通信技术研发进展迅速，LTE-V2X 和 802.11p 技术路线竞争进入关键期。车联网平台技术向开放化转变，也是未来竞争焦点。车联网安全技术整体还处于研究初期，汽车控制安全保护技术亟待突破。



图3 车联网关键技术发展路线

图3给出了车联网关键技术发展路线，从图中关键技术的发展时间和变化节点看，车联网领域有两个技术变革的相对活跃期，第一个技术变革活跃期已经到来，主要集中在2017-2018年左右，体现在车载操作系统功能逐步丰富，向实时操作系统与信息娱乐操作系统融合方向演进，汽车电子智能化和网联化技术快速发展，V2X技术走向应用，业务平台由封闭逐步走向开放；第二个技术变革活跃期预计在2020-2021年左右，主要体现在车载操作系统发展为支持智能化控制

和综合业务的服务平台，汽车电子系统支持部分/高级自动驾驶，5G 技术逐步开始应用，各种关键技术围绕着智能化和网联化形成融合。技术不断发展和变革，推动车联网服务生态逐步升级。

（二）高性能新型汽车电子技术成为焦点

汽车电子技术按照功能特点和发展程度可以分成三类。第一类是利用电子系统对车辆机械系统进行管理、控制和状态显示，如动力、底盘、车身机电控制、数字仪表显示系统等；第二类是通信、运算、存储及影音多媒体等网联化、信息化功能被集成到汽车上，通过联网和服务提高车辆驾驶的舒适性和便捷性，形成车载信息娱乐系统；第三类是通过引入环境感知系统、增强的通信技术、控制决策和学习计算能力，增强汽车的智能化和网联化水平，提高汽车主动预警、辅助和自动驾驶的能力，形成环境感知、中央决策与底层控制等主动安全驾驶系统。目前，第一类汽车电子已相对成熟，创新重心转移到第二类和第三类汽车电子领域，信息娱乐、辅助/自动驾驶处于快速发展期。

高性能新型汽车电子技术不断创新，传感融合、高性能计算芯片、新型人机交互是三大技术热点。一是传感融合技术提升环境感知能力。功能互补的多种类型传感信息通过整合，实现更高精度的环境感知能力，在产品性能和成本之间有效平衡。例如将激光雷达、毫米波雷达、摄像头、超声波传感器等不同传感器通过传感融合技术各取所长，提升环境感知能力和精度。传感融合模块的性能随着所集成传感器数量的增多而提升，据 IHS 统计 2016 年全球汽车传感融合模块出货量超

过 500 万，其中可实现 6 项及以上安全功能的传感融合产品的发展增速显著高于融合度较低的中低阶产品（6 项以下）增速。**二是基于 GPU 高性能芯片的异构计算技术成为自动驾驶的核心技术之一。**随着汽车感应装置的增多，采集信息数据量巨大，数据处理需要与之匹配的计算资源。因并行计算处理在传感数据理解、驾驶行为决策方面的优势，适配深度学习算法的高性能 GPU 成为自动驾驶的关键元器件。全球著名的自动驾驶 KITTI 评测中，解决方案 TOP5 均采用 GPU 技术实现，基于 GPU 的异构计算技术等研究进展迅速。**三是新型人机交互技术提升汽车驾乘感受。**按照技术特点，汽车的人机交互技术可大致分为两个类别，第一类以物理实体按键、触摸屏交互技术为主，第二类以语音识别与手势识别、增强现实技术为主。目前，增强现实、语音识别、力反馈触摸屏、眼球追踪等新型人机交互技术成为发展重点。增强现实通过抬头显示等方式实现了更加安全、直观的车载导航和信息服务；力反馈通过压力、纹理的触觉反馈实现了类似物理按键的盲操作；语音交互使得人车交互更加自然和便捷，眼球追踪实现了对驾驶人疲劳程度和注意力降低的提醒。

（三）车载操作系统软件结构呈现层次化、模块化、平台化特点

车载操作系统从单一功能向支持智能网联综合服务发展。车载操作系统根据所承载业务类型的不同而呈现多样化趋势。用于车辆控制和内部系统管理的操作系统对事件响应延迟和延迟抖动、可靠性等技术指标要求相对较高，因此多使用嵌入式实时操作系统，市场占有率

比较高的是 QNX Neutrino, VxWorks 系统等；用于车内信息娱乐管理的操作系统主要满足多媒体业务需求,更多考虑功能呈现、业务开放、人机交互和用户体验。由于操作系统所支持的控制和内部系统管理、信息娱乐等业务功能相互独立,操作系统的能力需求开始出现分化。而随着智能化和网联化的发展,汽车领域出现了远程车辆控制、在线语音识别、导航与信息服务、辅助驾驶甚至自动驾驶等更多的新型服务,这促使车载操作系统开始支持更高速率的通信模块、更强的计算处理能力和更加丰富的应用,车载操作系统向支持智能网联综合服务的发展方向发展。

车载操作系统软件结构呈现层次化、模块化、平台化的特点。随着车载操作系统支持越来越多的业务功能,其软件结构也变得更加复杂,呈现出层次化、模块化的结构特点。底层操作系统保持了实时操作系统内核的必要功能,在底层操作系统之上,为了灵活地支持更加丰富的业务,出现了中间件和应用平台分层,为应用开发提供了框架和开发工具,使得应用的开发越来越独立于底层系统,能广泛地适应 PC、智能手机和车载系统,为应用在不同载体间迁移提供了便利。同时,针对不同的业务需求,操作系统中出现了面向各种应用的功能模块,例如 QNX 分别推出了针对仪表盘、辅助驾驶系统以及车载影音系统的软件模块,这些模块与底层通用内核相结合,形成了针对不同应用和功能的完整的操作系统。操作系统软件结构呈现的层次化、模块化和平台化的趋势,一方面能够适应不同功能需求,便于扩展新应用;另一方面精简了重复开发,减少了无用代码,使操作系统更加高效安

全。图 4 为操作系统软件结构发展示意图。

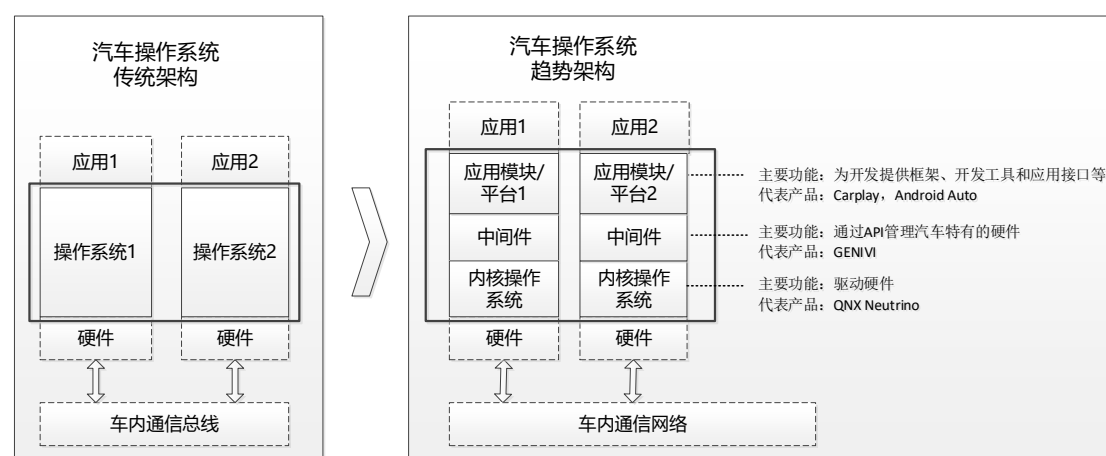


图 4 车载操作系统软件结构向层次化、模块化和平台化方向发展

随着智能、网联业务的丰富，车内系统之间交互的信息量激增，对通信速率的要求也随之提升。传统由几个 ECU 共同承载汽车某个功能的子系统，也逐渐转变为“域”的概念。每个域都具有集中的智能化处理单元，具备较强的运算处理能力，运行着适应该域业务特点的智能操作系统，并且与运行在域内各 ECU 上的相对简单的操作系统或固件代码相互配合，共同完成“域”所承载的功能和应用。

（四）LTE-V2X 和 5G 技术为汽车联网提供更优选择

直连模式 V2X 无线通信技术进入竞争关键期。直连模式 V2X 无线通信是针对汽车和道路联网提出的新型通信技术，目前存在技术路线之争。一是 IEEE 802.11p 通信技术，由 IEEE 在 2010 年完成标准制定。二是我国企业主导推动的 LTE-V2X 技术，2017 年 3 月该技术在国际标准组织 3GPP 完成标准化工作。与 IEEE 802.11p 相比，LTE-V2X 具有技术后发优势，例如覆盖距离远、传输可靠性高、时延短、系统容量高等特点，又可以利用广泛的蜂窝网络覆盖、芯片和终端的成熟产业基础。IEEE 802.11p 和 LTE-V2X 两种技术路线在事实

上已经形成竞争关系，目前都还未规模化商业应用，商业应用过程中的技术选择是产业各界关注的焦点。不排除两种技术在国际范围同时得到应用的可能，即不同地区选择不同技术路线，两条技术路线并存。

LTE-V2X 标准基本成熟，我国主导国际标准并加速 LTE-V2X 技术研发和产业化进程。2015 年初，3GPP 正式启动基于 LTE-V2X 的技术需求和标准化研究，我国华为、大唐、中兴等企业都积极参与其中。2015 年初 3GPP 需求工作组开展了 LTE-V2X 需求研究，于 2016 年 3 月完成结项；2016 年初 3GPP 架构工作组启动 LTE-V2X 架构研究，于 2016 年底完成标准化。在 LTE-V2X 空口研究方面，3GPP 无线技术工作组于 2015 年 7 月启动 SI 立项，于 2016 年 6 月完成结项；2015 年 12 月，针对车车直连 V2X 标准项目“基于 LTE PC5 接口的 V2V”启动立项，并于 2016 年 9 月完成标准化；2016 年 6 月针对车路/车人等 V2X 标准项目“基于 LTE 的 V2X 业务”启动立项，于 2017 年 3 月顺利完成项目研究。另外，2017 年 4 月在法国巴黎举行的 ISO TC 204 第 49 次全会上，中国提出的 LTE-V2X 标准立项申请获得通过，确定 LTE-V2X 成为 ISO ITS 系统的候选技术，目前该标准的制订工作正在稳步推进，预计于 2018 年第三季度完成。3GPP 和 ISO 的 LTE-V2X 标准化工作反映了国际社会对该标准的重视程度和产业界的积极态度。我国在 3GPP 的 LTE-V2X 国际标准化工作中发挥着引领作用，国内相关标准工作同步推进，同时，在工信部、交通部等主管部门的指导下，国内相关研究机构、企业和组织积极配合，推动 LTE-V2X 标准体系建设、标准规范制定和专用无线频段的研究和试验等工作。

5G 技术研发进展迅速，与汽车和交通应用结合越来越紧密。目前车联网以 2G/3G/4G 蜂窝通信技术为主，汽车行业已经将联网功能作为汽车产品的重要技术特性，通过实现定位导航、远程通信、智能交通、车载娱乐、车辆诊断远程控制、车队管理和紧急救援等功能。5G 蜂窝通信技术研发进展迅速，行业需求在 5G 技术研发过程发挥重要作用，车联网成为 5G 重要应用场景。5G 通信技术充分考虑汽车、交通产业需求，“高可靠低时延”成为 ITU 定义的 5G 三大应用场景之一，也是我国确定的四大应用场景之一。欧盟委员会计划于 2018 年启动 5G 规模试验，力争在 2020 年后实现 5G 商用，并重点推动 5G 与车联网等垂直行业的结合。中国采取一系列措施积极推动 5G 工作，已取得国际引领地位。一是建立协同推进机制，工信部、发改委和科技部共同支持产业界成立了 IMT-2020(5G)推进组（以下简称 5G 推进组），联合行业力量协同推进 5G 技术研发和产业化。二是加大研发支持力度，在国家科研项目方面部署了大量 5G 研发任务。同时，为支撑技术研发和国际标准研制，2016 年 1 月中国启动了 5G 技术验证试验网建设，国内外主流公司均参与其中，并逐步确定了 5G 试验频率。三是加强对外开放与合作，积极构建广泛的 5G 国际合作体系，与欧盟、美国、日本、韩国等国家和地区建立了合作机制。随着 5G 技术加速走向成熟，将为车联网发展提供更强的通信支持和更多选择。

（五）车联网平台技术架构向开放化转变

车联网开放基础数据平台成为产业界关注重点，也是未来竞争焦点。车联网平台技术向开放化发展，相比于传统“烟囱式”业务提供

模式，开放的服务平台有助于形成规模化用户公共服务能力，有助于中小型服务提供者加快业务部署和降低运营成本，有利于形成标准化的信息接口和业务接口，促进行业融合。同时，开放的车联网服务平台，有利于海量数据积累和大数据挖掘，促进业务创新和商业模式创新。未来车联网大数据和服务平台将根据数据与业务应用的性质不同，走“混合云”的发展模式，“混合云”有利于促进车联网平台的数据共享和开放。涉及到车联网底层安全与管理的应用将更多的部署在各自业务的“私有云”上，包括用户个人数据、政府监管、行业、企业等私有数据，例如用户的位置信息、运营车辆车内音频或视频监控信息、汽车厂商收集的相应 CAN 总线信息等。而不涉及底层安全的业务应用，将优选“公有云”的计算和服务资源，例如视频、音频、地图导航、社交等服务，互联网公司作为主要的服务提供商。分层和分级的业务架构，在助力破除“烟囱式”业务提供模式的同时，为更多业务提供者进入车联网服务体系创造了条件。

（六）汽车控制安全保护技术亟待突破

车联网安全技术整体处于研究初期，诸多核心安全问题亟待解决，安全问题将长期伴随车联网发展。车联网安全与一般意义上的 IT 系统安全有一定差异，其信息安全问题有可能直接演变成财产损失和人身伤害，车联网安全的重要性得到产业界高度重视。

车联网面临的核心安全威胁是影响驾驶员操控行为的控制安全问题，集中在 CAN 总线、OBD 接口设备、通信模块 T-BOX、移动端 APP 以及云端平台等控制性部件的安全攻击方面。目前车联网安全技术研

究的关注点主要体现在五个方面，一是智能网联汽车安全。智能网联汽车安全是车联网网络安全的核心，也是整车企业研究安全防护的重点，主要责任主体是整车厂商。目前智能网联汽车安全总体以“黑盒防护”为主线，逐步建立以生命周期管理为前提，以硬件安全防护为保障，软件安全服务为补充的防护体系，实现对攻击者破解和逆向分析的防御。二是移动应用安全。移动应用基于通用架构，常成为攻击者的入口，用于通讯协议的逆向分析和攻击行为发起点，成为“黑盒防护”思路为主的车联网网络安全防护的相对薄弱点之一。因此针对车联网移动应用的安全加固成为整车厂商的必要防护手段，目前主要通过代码混淆、加密、反调试等技术加强车联网移动应用保护。三是车联网服务平台安全。车联网服务平台承载着车联网用户的业务提供、控制指令发布、信息存储等重要功能，目前主要采用现有 IT 系统的网络和信息安全防护技术进行安全加固，涉及系统、网络、应用等多个层面。目前车联网业务规模普遍较小、碎片化严重，且较多是由整车厂或受其委托的服务企业运营，服务平台相对封闭，安全防护水平参差不齐。随着车联网服务平台向规模化、开放化和数据集中化发展，未来安全挑战将更加严峻，车联网服务平台安全保护技术的重要性将极大提升。四是车联网通信安全。现阶段的车联网通信安全防护主要针对“车-云”场景，以加强认证、访问控制、异常流量监测为主。其中访问控制是车联网通信安全的基础，认证及传输加密是车联网通信安全的保障，异常流量监测是车联网通信安全的补充。另外，随着 LTE-V2X 和 802.11p 技术的快速发展，“车-车”、“车-路”、“车

“人”场景下的通信安全问题开始显现，未来影响到车辆操控和外界环境感知准确性的直连方式 V2X 通信安全将成为研究重点。五是数据安全。车联网发展将推动汽车系统、服务平台由封闭逐步走向开放，数据安全、隐私保护等问题凸显。加强数据安全保护是车联网发展的重要课题，需要制定车联网数据采集要求和标准，对于涉及驾驶员信息、驾驶习惯、车辆信息、位置信息以及车内采集的音视频等敏感数据采取较高级别的管理要求。同时，要加强数据传输、使用等环节的管理要求和安全防护，推动数据分级、加密、访问控制、安全认证和攻击防范等技术的研究和应用，增强数据保护能力，防止数据泄露。

三、车联网产业发展态势

（一）车联网产业链和发展态势判断

车联网产业链条长，产业角色丰富，跨越服务业与制造业两大领域，服务业、制造业相互渗透，跨界融合特征突出。白皮书从“云”、“管”、“端”三个层面分析车联网产业链角色，“云”层面以服务业产业角色为主，包括软件和数据提供商、公共服务和行业服务提供商等；“管”层面，制造业和服务业产业角色比较均衡，主要包括设备提供商、通信服务商等；“端”层面以制造业产业角色为主，包括整车厂商、汽车电子系统提供商、元器件提供商、车内软件提供商等。图 5 为车联网产业链示意图，呈现了车联网产业链条的主要环节和产业角色。

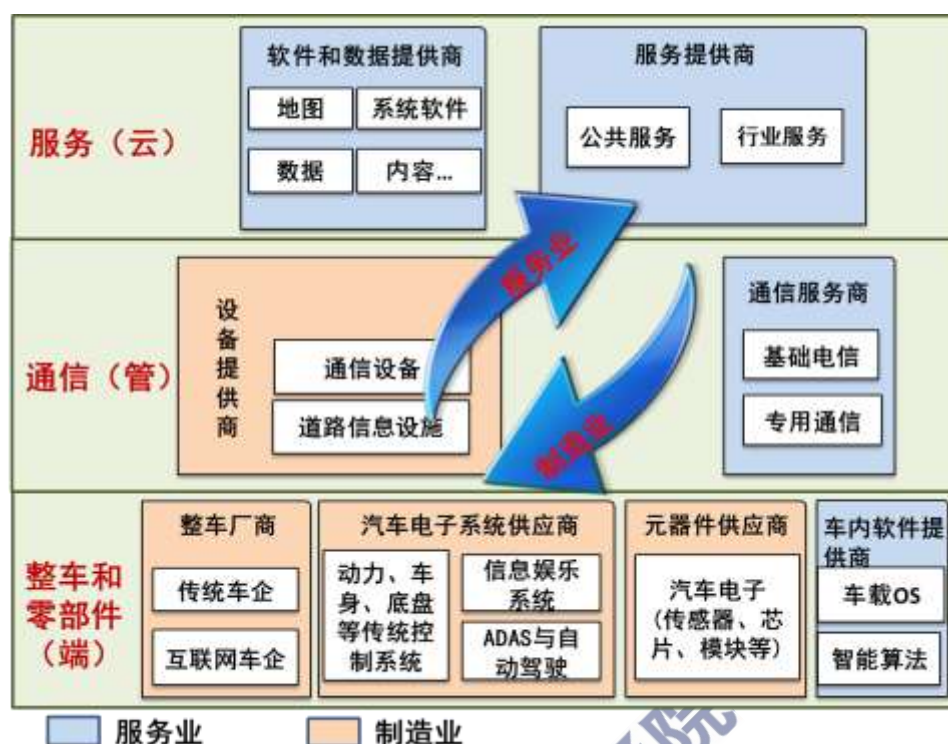


图5 车联网产业链示意图

车联网产业创新日趋活跃，处于爆发前的战略机遇期，国内外纷纷布局争夺产业发展制高点。车联网产业即将进入发展快车道，产业活跃度越来越高，潜力巨大。我国在车联网服务、联网通信方面具有较好的产业基础，与国际保持同步，部分创新业务走在世界前列，但在汽车电子和高端元器件方面国际竞争力相对薄弱。目前提升汽车和交通联网率成为产业共识，我国企业参与推动的 LTE-V2X 技术已经成为国际 V2X 无线通信两大主流技术之一，5G 技术也处于国际第一梯队。同时，智能化和网联化的汽车电子也是产业发展重点，我国总体处于竞争劣势，特别是高精尖汽车电子产品与国外差距尤为明显。总体看，ICT 产业与汽车、交通产业走向深度融合，车联网产业潜力巨大，将成为国内外新一轮科技创新和产业发展的必争之地。

（二）智能网联汽车电子成为发展重点，我国总体处于竞争劣势

汽车电子智能化和网联化水平提升，ADAS 与信息娱乐系统是产业首要增长点。相比动力总成、车身及底盘系统，ADAS 与信息娱乐系统是汽车电子的创新活跃地带，体现了汽车在智能化、网联化方面的强烈市场需求，ADAS 与信息娱乐系统市场保持高速增长。据 IHS 预测，2015-2020 年期间全球汽车细分领域收入的复合年均增长率如图 6 所示，ADAS 与信息娱乐系统市场由国外企业占据主导，收入份额 TOP10 尚无中国企业。德国博世、大陆分别以 21%、13% 位居 2015 年 ADAS 与信息娱乐收入份额前两位。

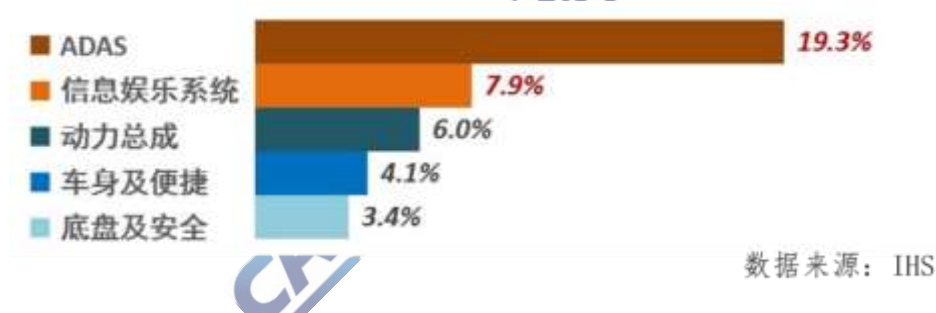


图 6 2015-2020 全球汽车细分领域收入复合年均增长率

ADAS 和信息娱乐相关产业中，车载信息采集、车载运算处理、人机交互成为发展重点，我国在这三个方面仍存在短板，车载电子产业核心竞争力不足问题凸显。车载信息采集方面，我国产业与国外差距较大。据 Yole 统计，2016 年全球汽车 MEMS 和传感器前十位的供应商占据了整个汽车传感市场的 77%，其中博世、安森美、英飞凌分别以 14%、11% 和 10% 的市场收入份额位居 TOP3。我国 90% 的车用传感器被欧美厂商垄断，特别在高端传感器领域，我国产品的技术性能、

成本和产品竞争力与国际差距很大。**运算处理方面**，汽车芯片严重依赖进口，全球 TOP60 中仅比亚迪一家中国大陆企业，由于技术门槛、可靠性要求与前期投入高于消费电子市场，我国芯片厂商在 ADAS、信息娱乐、动力总成、车身与底盘等领域难以进入前装市场。针对自动驾驶应用，英特尔、高通与英伟达在汽车芯片领域进行了大规模战略性投入，我国芯片产业急需提升车规级高性能处理器设计能力及与人工智能软件算法的协同适配。**在人机交互方面**，奥迪、宝马、福特、通用等主流车企跨过系统供应商，开始直接同新型显示厂商对接，这一产业供需变化反映出新型显示等人机交互领域在汽车产业中地位的提升。据 IHS 统计，当前我国显示产业占全球市场份额的 50%，其中汽车仪表盘显示面板的全球出货量市场份额从 2014 年的 10% 升至 2016 年的 20% 左右。此外，我国在车载语音识别领域也形成了一定国际竞争力，但在增强现实、眼球追踪、触觉反馈、脑电交互等新型人机交互领域积累不足，急需加强人机交互新技术、新产品等方面的投入和创新。

（三）汽车联网成为共识，我国积极参与 V2X 市场竞争

汽车联网成为共识，目前主要通过蜂窝通信技术实现，4G 蜂窝联网方式进入快速增长期。据中国信息通信研究院统计，截止到 2017 年 8 月，中国联通车联网用户数突破 2000 万，中国电信车联网用户数 1106 万，中国移动车联网用户数 2700 万。此外，截止 2017 年 8 月，我国共 683 款车载联网终端获工信部入网证，其中以 2G、3G 车载联网终端为主，4G 车载联网终端自 2016 年起开始迅速增长，一年

多时间迅速从零增加到 101 款，4G 车载联网终端将在今后 3 至 4 年继续保持快速发展势头。汽车企业也在积极推进汽车联网战略，例如上海通用汽车发布了“创领 2020”战略，计划 2020 年实现旗下产品 100% 互联；自 2015 年 6 月起，宝马所有在华销售的车型都实现了 100% 联网。汽车联网已经成为全球发展共识，根据 IHS 预测，2022 年全球联网汽车的市场保有量将达 3.5 亿台，市场占比达到 24%，具有联网功能的新车销量将达到 9800 万台，市场占比达 94%，图 7 为汽车联网率预测。随着汽车联网技术的多样化和联网率的不断提升，车联网服务市场潜力将逐步释放。

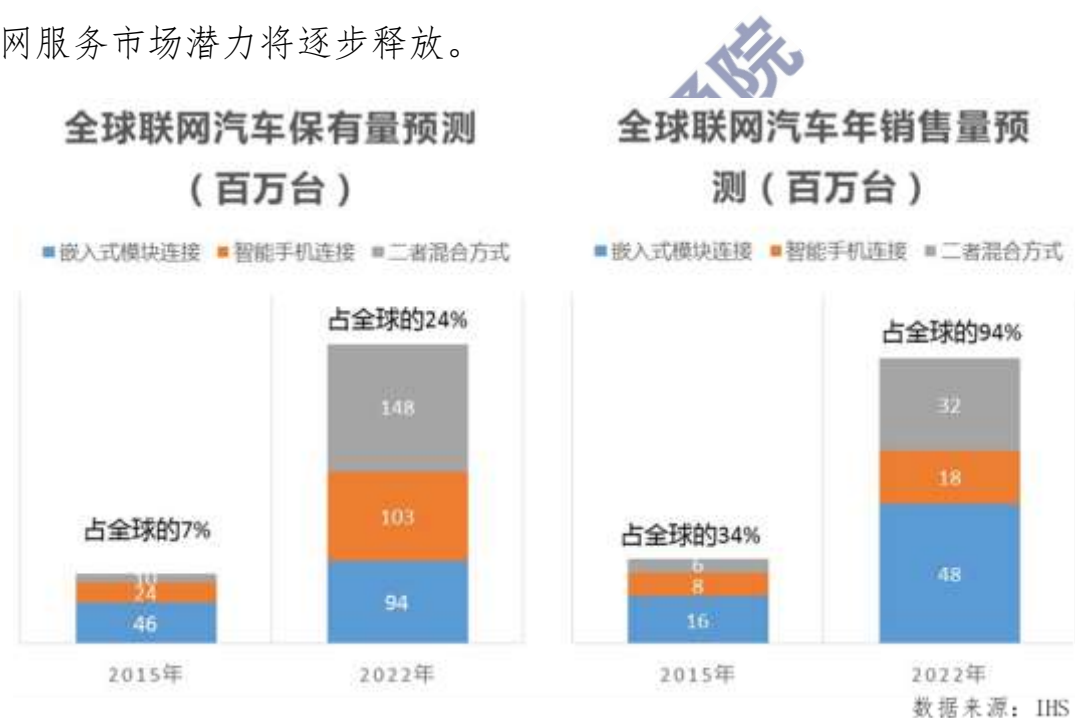


图 7 汽车联网率预测

直连模式 V2X 无线通信产品市场竞争和商业化推动进入关键期，将成为汽车联网市场的新爆点，我国积极参与竞争。作为新型汽车联网技术，全球范围直连模式的 V2X 无线通信技术还没有形成规模化商用部署，目前两个主流技术体系都在积极推动技术研发、测试和示

范。一方面，IEEE 802.11p 技术标准得到美国政府和业界支持，恩智浦等已经推出了 IEEE 802.11p 通信芯片；美国交通部主导的 safety Pilot 项目中测试了包括 Savari、Denso、Cohda 和 Arada 在内的多家厂商硬件产品；同时，部分车企和配套厂商如丰田、本田、通用、电装等也在积极推进基于 IEEE 802.11p 的产品研发和试验验证，通用 2017 款凯迪拉克 CTS 前装了 IEEE 802.11p 通信模块。另一方面，3GPP 提出的 LTE-V2X 技术标准在快速走向产业化，我国企业在 3GPP 中主导了部分 LTE-V2X 标准的制定及后续演进技术的研究。为了加快以蜂窝通信为基础的 V2X 技术产业化，全球通信产业和部分汽车企业联合成立了 5GAA（5G Automotive Association），加强汽车与通信产业合作。我国也在 IMT-2020（5G）推进组下也成立了蜂窝车联网（C-V2X）工作组，积极开展产业化推动工作。目前，大唐基于自主研发的芯片级解决方案，于 2016 年 11 月发布了 LTE-V2X 车载终端和路侧通信测试设备，计划 2017 年底发布基于 3GPP R14 LTE-V2X 的预商用通信模组，商用芯片研发计划已纳入日程；华为在 2016 年推出支持 LTE-V2X 的车载终端原型机，计划 2018 年上半年提供 LTE-V2X 测试芯片；2017 年 9 月 1 日，高通宣布 LTE-V2X 商用芯片组于 2018 年下半年出样；国际通信企业爱立信、英特尔、诺基亚等也在积极推动 LTE-V2X 芯片和设备产业化；奥迪、丰田、上汽、长安、东风等车企纷纷联合通信企业开展 LTE-V2X 技术测试。同时，我国于 2015 年启动了基于 LTE-V2X 技术的车联网频谱研究，2016 年 11 月工业和信息化部正式划分 5905-5925MHz 用于 LTE-V2X 技术试验，并通

过北京-保定、重庆、浙江、吉林、湖北、上海、无锡等车联网示范区开展测试和实验验证，试验第一阶段计划于 2017 年底前完成。根据目前产业发展状况，LTE-V2X 有望于 2018 年实现规模试点或试商用。

（四）车联网服务处于产业爆发前期，我国业务创新日趋活跃

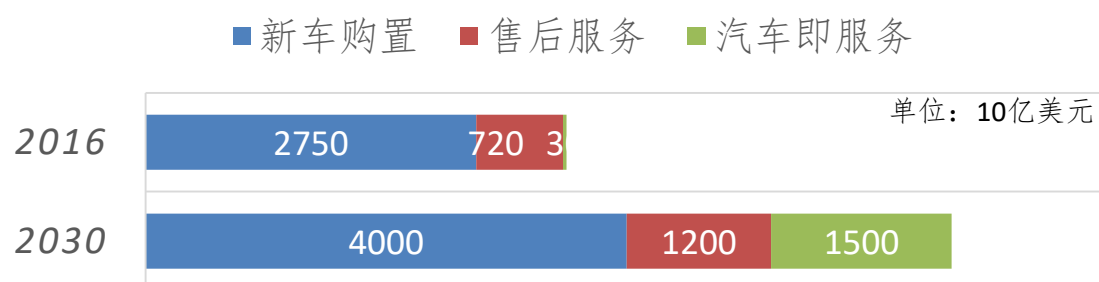
车联网服务进入快速发展通道，但构建全新业态还需一定时间，服务能力将分阶段逐步开启。结合技术发展和服务能力的提升，可以划分为三个发展阶段：第一阶段，以基础性联网信息服务为主要业务形态，Telematics 业务是其中的典型代表，主要实现定位导航、车载娱乐、远程管理和紧急救援等基本功能。这个阶段主要通过 2G、3G、4G 技术实现汽车联网，打通汽车内外信息流，培育用户习惯、积累用户规模；第二阶段，以实现安全预警、高带宽业务和部分自动驾驶服务为目标。该阶段 LTE-V2X 或 802.11p、5G 等通信技术和智能化的汽车电子系统广泛应用，安全预警和汽车环境感知能力大幅增强。同时，随着智能化、网联化程度提升，汽车逐步从代步工具向信息平台、娱乐平台转化，业务形态更加丰富，形成一定规模的共享类、安全类、高带宽需求业务、部分自动驾驶业务，车辆联网普及率和业务创新活跃度保持较高水平；第三阶段，以实现完全自动驾驶和全部联网为目标。高级/完全自动驾驶将解放驾驶者双手和大脑，将驾驶者注意力释放，车联网业务形态将进入快速迭代和极大丰富阶段，汽车空间真正开放给业务开发者，形成汽车和交通环境下的信息服务新生

态。

当前，我国车联网业务主要包括公共服务、行业服务两大类，初步形成一定产业基础。公共服务方面，Telematics 仍是我国当前主要的服务形态，截至 2017 年 8 月，我国获得车联网相关服务业务许可证企业约 500 家，大部分企业申请信息服务业务、呼叫中心业务许可为主，经营地图导航、定位、物流调度、汽车租赁和汽车综合服务等。行业服务方面，我国货运车辆和“两客一危”监管服务形成一定规模。截止 2017 年 8 月，“全国道路货运车辆公共监管与服务平台”接入各省级平台总数达到 31 个，重载普货车辆上线总数 460 万，基本覆盖国内重载普货车辆；“全国重点营运车辆联网联控系统”已接入“两客一危”车辆超过 70 万，基本覆盖国内两客一危车辆。因为用户局限在货运和两客一危范畴，用户规模总量不大，下一步如何丰富业务、保持用户持续活跃度面临一定挑战。总体看，当前我国车联网服务模式仍较封闭，跨品牌的开放性服务较少，用户分散在不同品牌、不同服务商体系中，用户分布碎片化严重，用户规模受品牌限制，天花板低，尚未形成规模效应。

传统汽车产业正从纯粹的产品销售模式向“汽车即服务”方向发展，业务创新趋于活跃。汽车即服务（Car-as-a-service, CaaS）是指随着信息技术的发展，汽车在实现传统行驶功能外，提供诸如汽车共享、约车平台、第三方快递、车联网保险、远程监控、紧急救援等一系列多元化服务的创新发展模式。麦肯锡预计这一趋势将对汽车产业收入结构带来显著影响，诸如共享经济、车联网大数据、数据连接

等服务收入份额占比将会从 2016 年 1%左右逐渐升至 2030 年 20%左右的水平，具体如图 8 所示。



数据来源：麦肯锡

图 8 全球汽车产业收入结构

我国“汽车即服务”热点业务集中在共享出行、车联网大数据、紧急救援等方面。共享出行成为汽车即服务的首要发力点。以网约车和分时租赁等为代表的共享出行方式开始被社会所接受，市场潜力巨大。共享出行突出了汽车作为交通工具的服务特性，减轻了用户在停车、保养、维修等方面的精力消耗，对缓解交通拥堵、减少闲置车辆、节能减排具有积极的意义。目前，滴滴、优步等巨头推出顺风车共享出行服务，宝马 MINI、奔驰 Car2Go、北汽绿狗等分时租赁也迎来市场爆发期。据罗兰贝格统计，2016 年我国拥有 26000 辆分时租赁汽车，数十家运营商，未来十年分时租赁汽车数量将保持 45% 的年复合增长率。车联网保险 UBI (usage based insurance) 成为车联网大数据典型应用。基于 UBI 车载信息终端获取车辆的实时运行状态，结合云端大数据处理能力分析用户的驾驶特点和使用频率，从而对车主的理赔服务、保险费用进行差异化、个性化定制。目前，以车厂、UBI 大数据平台、车险公司为核心的业务生态正在形成，欧洲、北美及韩国现已颁布了一系列鼓励政策以促进 UBI 发展。据思略特统计，2015

年全球 UBI 在意大利市场渗透率最高，超过到 10%。我国于 2012 年核准发布了 UBI 产品，车宝、车网互联、优智车联等第三方车险平台独立推出或与各大保险公司合作，开始涉足 UBI 产品，未来 UBI 市场发展潜力巨大。**车辆紧急救援服务具有规模化发展潜力。**紧急救援系统在车辆发生事故时可以让救援人员及时了解和掌握事故发生的基本情况，从而能够有针对性地施救，减轻人员伤害和财产损失。欧盟自 2018 年 3 月 31 日欧盟所有新车强制安装 eCall 系统，俄罗斯也于 2015 年开始强制要求安装用于应急救援的 ERA GLONASS。欧洲、俄罗斯强制计划的实施，对我国推动车辆紧急救援服务产生积极作用。我国汽车市场保有量大，截至 2017 年 6 月，中国机动车保有量达 3.04 亿辆，其中汽车 2.05 亿辆，庞大的汽车保有量为紧急救援服务市场提供了巨大的市场空间。目前我国产业界正在积极推动相关技术研究工作。如中国信息通信研究院正在积极推动车载应急救援系列标准的制定，长安、奇瑞、比亚迪等自主品牌和部分合资品牌汽车已陆续推出具有部分车辆应急救援功能的服务。

（五）ICT 产业与汽车、交通产业走向深度融合

通信技术研发与行业需求充分融合。LTE-V2X/802.11p、5G 等通信新技术围绕着汽车、交通产业需求进行研发和产业化推动，ITU 确定的 5G 的三大应用场景和我国 IMT-2020(5G)推进组提出的“2×2”场景，都将“低时延高可靠”作为核心场景，满足汽车和交通应用中对通信的需求。



图9 5G 通信技术核心场景

消费电子与车载电子相互渗透。在车载电子方面，由于集成电路在设计、制造、封测等环节均须大量技术与人才支撑，资本与技术高度相似的产业特性促使消费电子与车载电子相互渗透。在传感器领域，单独分立走向多轴组合成为发展趋势，基于技术路线的相似性、规模经济等因素，车载电子厂商开始涉足消费电子传感器领域，如车载电子企业德国博世自进入消费电子传感器市场以来，用于消费电子的传感器收入占比从零升至 2014 年 30% 的水平。另一方面，在处理器领域，传统 PC 市场低迷、手机需求饱和的背景下，英伟达积极向汽车领域渗透，适时推出基于 GPU 的自动驾驶平台 Drive PX2，凭借其在汽车这一新市场的布局，2017 财年汽车业务营收达到 1.3 亿美元，同比增长 38%，增速位居全球半导体行业榜首，远高于全球半导体 TOP20 企业合计营收增速 3% 的水平。在车载显示领域，车载产品价值高于传统消费电子，其中车载显示屏溢价可达数倍。2015 年全球车载显示收入超越平板成为中小尺寸显示第 2 大市场。预计 2016-2020 年期间，基于消费电子品类规格，全球 TFT-LCD 中控屏和仪表盘的市占率以 6% 的速度增长。整车企业开始逐步取代一级供应商成为车载显示屏幕的直接客户，这也促使性能领先的消费电子显示屏向车载电

子领域加速渗透。

ICT 服务能力与交通管理深度融合。一方面，道路交通管理亟需有效的技术手段支持。近年来各地频发的涉及公共交通以及危险品运输车辆的恶性事故引起社会各方极度重视，亟需有效的技术管理手段。早在 2011 年 4 月，中国交通运输部等四部门联合下发通知，要求全国所有旅游包车、三类以上班线客车和运输危险化学品、烟花爆竹、民用爆炸物品的道路专用车辆（简称“两客一危”车辆）均应安装使用车载卫星定位装置，全部纳入企业监控和政府监管平台，接受 24 小时全监控。另一方面，ICT 产业的快速发展为交通管理应用提供了强大的技术手段。例如，北斗定位导航产业形成了从芯片到终端的完整产业链条；我国移动通信产业快速实现 4G 网络大规模商用；数据中心以及大数据也逐步实现商业化应用。通过北斗定位导航技术实现车辆实时位置的获取，3G/4G 无线通信技术实现车辆和交通状态信息上报，基于数据中心和大数据计算的监管平台实现上报信息的处理和对车辆的实时管控，道路交通管理越来越离不开 ICT 技术的支持。

四、政策措施与建议

（一）发达国家积极布局车联网产业，努力占领产业发展制高点

美欧日等发达国家普遍重视车联网发展，美国是以企业为主体、政府搭平台，通过市场力量发展车联网，政府则从立法、政策、标准等方面着力营造良好发展环境；欧盟重视顶层设计和新技术研发，在关键领域通过大量资金引导产业发展，其中，车辆安全救援、自动驾

驶等是其政策引导的重点方向；日本政府关注主要产业发展，大力推动新技术应用，重点聚焦在智能交通与自动驾驶领域。总体上，美欧日的政策呈现三大特点：一是高度重视汽车联网相关产业发展，将其视为战略性新兴产业，在国家层面开展顶层设计；二是强制立法对部分重点领域大力推动和强力引领；三是政策主要聚焦于汽车的智能化和网联化，并逐步相互融合，具有高度自动化车辆已经成为各国产业热点。因此，美欧日通过在车联网的国家战略、法律、规划、标准等多个层面布局，抢占本轮产业发展的全球制高点。

（二）我国相关政策和措施陆续出台，为车联网发展创造良好条件

我国政府高度重视车联网相关技术及产业发展，国务院以及工业和信息化部、发展改革委、科技部等相关部门都在积极推动车联网相关工作，目前产业处于积极追赶阶段。

在国家层面，2015 年 5 月，国务院印发《中国制造 2025》，提出推动智能交通工具等产品研发和产业化。2015 年 7 月国务院出台《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》，提出推广船联网、车联网等智能化技术应用，形成更加完善的交通运输感知体系；加快车联网等细分领域的标准化工作等。为进一步加快推动车联网创新发展，加强部门协同，2017 年 9 月，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”，由 20 个部门和单位组成，负责组织制定车联网发展规划、政策和措施，协调解决车联网发展重大问题，督促检查相关工作落实情况，统筹推进产业发展。专项委员

会办公室设在工业和信息化部科技司。

国家发改委和交通部积极推动智能交通和车联网发展。2016 年 8 月，发布了《推进“互联网+”便捷交通，促进智能交通发展的实施方案》，提出加快车联网、船联网建设，发展车联网和自动驾驶技术，构建国家级车联网无线技术验证平台等，以推动构建下一代交通信息基础网络。交通部通过《关于加强道路运输车辆动态监管工作的通知》积极推动“两客一危”联网联控并取得积极成效，2016 年发布的《网络预约出租汽车经营管理暂行办法》也对车联网产业的发展产生重要影响。

工信部大力推动车联网创新发展。一是在政策方面，近年来先后安排专项资金组织实施了多项重大专项、产业化专项支持车联网关键技术研发、应用和示范推广，并从国家战略、政策措施及标准法规方面采取积极措施，支持和促进车联网相关技术及产业集群发展。2015 年 12 月，工信部发布了《工业和信息化部关于贯彻落实〈国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见〉的行动计划（2015—2018 年）》。推动车联网技术研发、标准制定，组织开展车联网试点、基于 5G 技术的车联网示范。2016 年 6 月工信部印发了《车联网创新发展工作方案》（工信厅科〔2016〕92 号），提出我国车联网各时期发展目标、重点任务和政策措施；重点聚焦共性关键技术、标准、基础条件建设、平台实验验证建设、应用推广、网络信息安全等领域。

二是在标准方面，工信部联合国家标准化管理委员会编制《国家车联网产业标准体系建设指南》系列文件，《国家车联网产业标准体系建

设指南（总体要求）》、《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）》、《国家车联网产业标准体系建设指南（信息通信）（2017）》、《国家车联网产业标准体系建设指南（电子产品和服务）（2017）》正在征求意见并将陆续发布。**三是示范应用方面**，在政策文件密集出台的同时，工信部还积极推动车联网示范区建设工作。工信部与北京-保定、重庆、浙江、吉林、湖北地方政府签署了《基于宽带移动互联网的智能汽车、智慧交通应用示范合作框架协议》示范合作框架协议，与公安部、江苏省人民政府签署《国家智能交通综合测试基地共建合作协议》，并通过智能制造试点示范项目支持上海市建设智能网联驾驶示范区，初步形成“5+2”车联网示范区格局。示范区推动车联网技术创新和标准制定、促进产业融合创新、培育发展新型业态，在各方共同努力下，示范区建设工作已经取得了阶段性成果。

总体来看，我国相关部委在职责范围内积极推动车联网发展，文件形式大多以《意见》、《指南》、《方案》为主，规范目标也大多指向政府各部门和各级政府之间的职责分工，而较少有直接面向行业参与主体的带有强制执行力的政策措施或强制立法，在这方面，我国相比美国、欧盟和日本等国的产业推动力和强制执行力等方面存在追赶空间。

（三）面临问题和挑战

当前，我国车联网产业进入快速发展新阶段，技术创新愈加活跃，新型应用蓬勃发展，产业规模不断扩大，但也面临诸多问题和挑战：一是跨部门协同需要不断深入。车联网的跨行业、跨领域属性突

出，涉及工信、发展改革、公安、交通等多个部门，在政策、重大专项、标准制定、试验示范等工作方面需要协同推进。目前“国家制造强国建设领导小组车联网产业发展专项委员会”部际协调机制刚刚建立，后续在跨部门协作强化顶层设计、完善标准体系、推动法律法规制定方面仍有大量工作需要开展；二是核心技术有待突破。LTE-V2X 与 802.11p 竞争进入关键时期，高端传感器、新型汽车电子、车载操作系统等产业链高端环节竞争力较弱，技术积累仍需不断加强。三是产业发展面临挑战。LTE-V2X 在产业化进程方面与 802.11p 仍有差距，ADAS、传感及雷达、车载芯片等产业领域与国外差距过大，需要在重点领域有所突破缩小差距、提升产业竞争力。四是安全问题存在隐患。车联网安全防护体系、安全管理制度等尚不完善，数据安全和个人信息保护问题突出，特别是影响驾驶操控行为的安全保护问题亟需强化研究。

（四）发展建议

为了抓住车联网产业发展的历史性机遇，促进产业持续健康发展。提出以下建议：

1、发挥国家车联网专委会作用，跨部门协同推动车联网发展。

适应车联网跨界融合特点，发挥好“国家制造强国建设领导小组车联网产业发展专项委员会”作用，通过部门间协同，推动车联网产业发展的战略设计、科研计划、重大专项及相关资源的有机互动、协调与配合，形成国家车联网研发及产业化体系的整体效应，推进车联网相

关的法规研究与立法准备。同时，加强部省联动，形成中央和地方共同推动的发展格局。

2、建立跨行业的标准化体系和合作机制。加强顶层设计，按照“共性先立、急用先行”的原则，推动跨行业、跨部门的统筹协调，建立较为完善的车联网产业标准体系，以技术和应用带动产业，在重点标准领域实现突破。建立车联网环境感知、决策和智能控制等核心功能标准体系，推动汽车电子核心零部件和智能化、网联化设备标准制定；制定 LTE-V2X、5G-V2X 等车联网无线通信技术标准和测试规范，形成一批与车联网相关的道路智能交通基础设施关键标准；开展车联网业务和应用、服务与运营平台和数据管理等标准制定，加快车联网网络与数据安全标准体系建设。

3、重点技术领域集中力量突破，推动产业化。通过财政补贴、示范应用和产业化推进等方式，强化官产学研协作，在汽车电子、车载通信、自动驾驶、大数据及云平台、安全与能效应用等方面实现突破，加大相关领域的关键技术开发与产业化。以应用带动产业，支持车载计算芯片、自动驾驶系统、传感器、车载显示、车载操作系统等技术研究；推动 LTE-V2X 标准、通信芯片和模块研发，研究 5G 支持自动驾驶技术；开展安全与能效应用开发和推广，推动车联网综合大数据平台建设及接口开放，促进车联网融合性应用的创新发展。

4、重视车联网信息安全保护。车辆本身所带有的具有身份识别性质的数据，以及车辆在联网运行过程中所产生的操控数据、位置信息和运行状况信息，面临着越来越多的安全挑战，车联网信息安全直

接影响车辆操控安全、车内系统安全、个人隐私和权益。建议尽快构建主动安全控制与信息安全协同的安全防护体系，加强数据安全和用户个人信息保护管理，规范数据有序开放共享。



附件：缩略语

缩略语	英文名称	中文名称
3GPP	3rd Generation Partnership Project	第三代合作伙伴计划
5GAA	5G Automotive Association	5g 汽车协会
APP	Application	应用
ADAS	Advanced Driver Assistant Systems	高级驾驶辅助系统
CaaS	CarasaService	汽车即服务
CAN	Controller Area Network	控制器局域网络
C-V2X	Cellular Based V2X	基于移动蜂窝网的 V2X
ECU	Electronic Control Unit	电子控制单元
GPU	Graphics Processing Unit	图形处理器
ICT	Information Communications Technology	信息通信技术
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	电气和电子工程师协会
IMT-2020	International Mobile Telecom System 2020	国际移动通信系统 2020
ITU	International Telecommunications Union	国际电信同盟
LTE	Long Term Evolution	长期演进
OBD	On-Board Diagnostic	车载诊断系统
T-BOX	Telematics BOX	远程信息服务系统盒子
TFT-LCD	Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display	薄膜晶体管液晶显示器
UBI	Usage Based Insurance	基于使用的保险
V2X	Vehicle to everything	车到一切
V2V	Vehicle-to-Vehicle	车到车



中国信息通信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

联系电话：010-62304839、62300017

传真：010-62304980

网址：www.caict.ac.cn

