



2017.10

中国联通车联网白皮书



中国联合网络通信有限公司

China Unicom

目 录

- 摘要 2
- 1 车联网概述 3
 - 1.1 车联网概念及特征 3
 - 1.2 车联网发展机遇与挑战 3
- 2 车联网业务愿景 5
 - 2.1 车载信息生活 5
 - 2.2 智能安全驾驶 6
 - 2.3 绿色高效出行 7
 - 2.4 联通车联网业务发展规划 7
- 3 联通车联网演进及部署策略 9
 - 3.1 车联网系统架构 9
 - 3.2 车联网网络演进 11
 - 3.2.1 车联网技术路线 11
 - 3.2.2 车联网关键技术 12
 - 3.3 车联网网络部署 18
 - 3.3.1 车联网网络部署方案 18
 - 3.3.2 车联网网络建设思路 19
- 4 总结与展望 20
- 5 致谢 21

摘要

随着通信技术的发展,越来越多的实体被连接在一起,逐渐实现万物互联。在智能交通领域,为了提高交通效率和驾驶安全性以及提升用户体验,汽车、行人和交通设施都通过 V2X 等技术接入通信网中,通过交通系统中不同元素的联网信息互通,享受通信技术发展给交通带来的便利,从而形成更广义的车联网。车联网是实现智慧城市和智能交通的重要途径之一。据预测,车联网的应用可提高 30% 的交通效率,减少 80% 的交通事故,降低 30% 的排放量,从而可以有效缓解或解决由于车辆快速增长而带来的各种问题,并有可能彻底改变人们未来的出行模式。

车联网作为新兴技术,产业链涉及各个方面,需要汽车制造商、芯片制造商、通信运营商以及内容服务提供商等通力合作。这样不仅打破了传统汽车制造行业的壁垒,同时也是对通信运营商、互联网、OTT 的机遇和挑战。该白皮书旨在从运营商的角度,对车联网的技术发展和网络部署进行探索及规划,从而寻求运营商在车联网产业中从传统的通信管道提供商到新型的业务运营商的转型,创造新的利润营收点,促进车联网产业的发展。

本白皮书以车联网的基本概念和特征为基础,描述了车联网发展的业务愿景,定义了车联网的基本系统架构,从运营商角度探索了车联网演进的技术路线及关键技术,初步给出了中国联通的车联网部署方案及规划思路。中国联通期望与产业界共同探讨车联网的发展路线及合作模式,共同推动智能交通和智慧城市的快速发展。

本白皮书的部分阐述尚存偏颇之处,欢迎产业界同仁指正,与时俱进,不断完善。

1 车联网概述

1.1 车联网概念及特征

车联网是以车内网、车际网和车载移动互联网为基础，按照约定的通信协议和数据交互标准，在车与车、车与人、车与道路基础设施以及车与网络之间进行无线通信和信息交换的系统网络，是能够实现智能交通管理、智能动态信息服务和车辆智能化控制的一体化网络，实现高效的信息交互实现智慧交通，从而实现车、人、路和基础交通设施的智能管控，为人们提供高效、绿色的出行。

车联网具有技术整合、信息共享、产业融合的特点。车联网是将定位技术、传感器技术、通信技术、互联网技术等多种先进技术有机的运用，并由此衍生出诸多增值服务。信息共享是将车、道路、人等信息共享，用户可以获取所需要的信息 and 应用交互，大大改善车生活体验，使得出行更加高效，便捷；产业融合是指芯片厂商、网络提供商、软件提供商、汽车提供商等构建了全新的汽车产业生态，也使得传统的车企走向开放和融合。

1.2 车联网发展机遇与挑战

车联网的发展遇到了前所未有机遇，不管在国家政策方面，还是市场需求方面，车联网的发展都具有强大的驱动力。

国家政策大力扶持车联网发展，为车联网发展提供了良好的环境。李克强总理在 2015 年 3 月的“两会”政府工作报告中首次提出要制定“互联网+”行动计划。7 月初，工信部落实《国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》的行动计划，首次提出要出台《车联网发展创新行动计划（2015~2020）》，要求推动车联网技术研发和标准制定，组织开展车联网试点和基于移动通信技术的车联网示范。同时，智能网联汽车已经进入了国家“中国制造 2025”的战略规划，成为“中国制造 2025”的重点推动产业之一。工信部在 2016 年发布的《信息通信行业发展规划（2016-2020 年）》，将实现面向车联网的无线接入技术、操作系统、智能感知、智能认知等关键技术突破，推动车联网技术研发和标准制定作为发展目标之一。

庞大的汽车市场必然带来车联网产业的巨大需求。2016 年全球汽车产销量分别为 9497.66 万辆和 9385.64 万辆，增速分别为 4.5% 和 4.7%，2016 年销量超过千万辆的仅中国和美国两大市场，其中，中国稳坐全球最大汽车市场之位，数量达 2802.82 万辆，增长 13.7%；车联网市场规模预测如图 1-1 所示，预计 2020 年全球联网汽车总量将达到 2.2 亿辆，同时车联网市场规模将突破 6500 亿人民币；中国车联网用户将超过 4000 万，渗透率将超过 20%，市场规模超过 2000 亿人民币。巨大的汽车市场为车联网的发展奠定了坚实的基础。

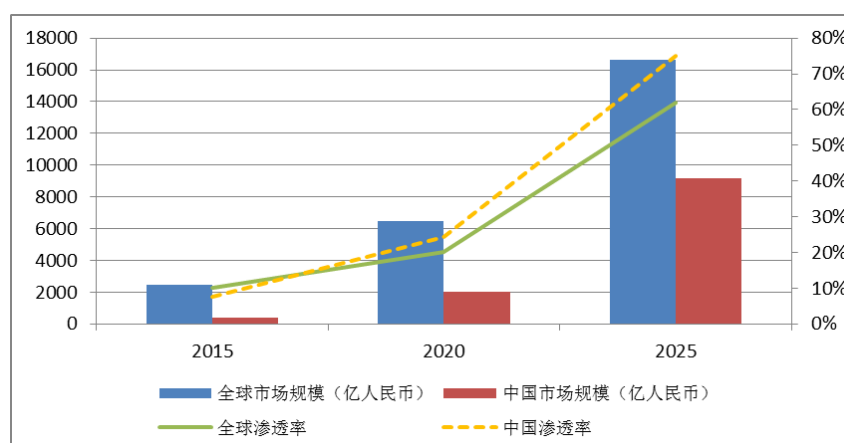


图 1-1 全球和中国车联网市场规模预测

面对车联网的商机和潜在的利润刺激了各行各业进军车联网。传统的汽车制造商、运营商、设备制造商、互联网公司、芯片商等加入车联网的新市场和新产业生态，例如设备商华为、博世以及沃达丰联手于德国测试 LTE-V2X，Nokia 和 Continental、德国电信在德国 A9 公路进行车联网测试；芯片厂商 Intel 助力数据分析赋予交通运输“芯”动力；高通联合 LG 将 5G 和 Cellular-V2X 通信应用于汽车领域，百度成立智能驾驶事业群组（IDG）；小米发力车联网，发布首款行车记录仪；北汽与国内领先的 UBI 驾驶行为分析专家签署战略合作协议；微软向丰田授权车联技术专利，扩大与车企合作；上汽通用汽车发布企业车联网 2025 战略。目前，中国联通在车联网市场上占据明显优势，联通具有 9 年以上的汽车行业运营经验，目前已经与 55 家车厂直接签署合同，后装市场占有超过 70% 的份额，车联网连接数超过 2000 万。

车联网运营面临颠覆性变革，联网技术不断演进，业务模式不断创新和多样化，服务运营走向场景化和个性化。车联网技术从传统 4G LTE 到 LTE-V 汽车互联的阶段，包括 V2V（Vehicle to Vehicle，车到车）、V2P（Vehicle to Pedestrian，车到人）、V2I（Vehicle to Infrastructure，车到基础设施）和 V2N（Vehicle to Network，车到网络），采用终端、网络、平台和应用的统一架构来满足车联网的业务需求。车联网业务模式从传统业务 telematics 向自动驾驶迁移，V2X 业务模式将带来新的机遇与挑战，新进入者也将使目前的市场竞争更加激烈。

2 车联网业务愿景

2.1 车载信息生活

随着社会和经济的高速发展，汽车保有量不断增加，人们的出行方式也逐渐发生变化，汽车成为人们出行的主要交通工具。科技的进步使得人们不仅仅满足于汽车带来的最基本的便利，在线导航、车内消费、影音娱乐等服务应运而生，在不远的将来，语音识别、文字信息朗读、人眼动作识别等新技术会被广泛应用在汽车上，使得人们的车载信息生活更加丰富多彩。

未来的车载信息服务主要包括两个方面的内容：远程信息服务和生活娱乐服务。

- **远程信息服务**主要是指利用网络的数据传输能力实时获取车主所需的数据信息，并发生下载、消费等行为的服务。信息服务使得人们的出行更加便利，车主可以随时随地方便地从网络获取所需要的信息，使得出行更加高效，便捷。典型的信息服务业务包括地图下载/更新、在线导航服务、交通信息获取等。以在线导航为例，车联网可以为用户提供实时、准确的导航服务。车辆通过网络与云端服务器连接，请求导航服务，应用服务器通过云端数据进行综合分析，将规划的最优路线发送给车辆，这种服务可以随时在有网络覆盖的地方为用户提供。
- **生活娱乐服务**主要是指通过网络为车主提供娱乐服务，一般以大连接和大流量等业务类型为主。典型的应用场景包括高清视频下载、兴趣点提醒、车载智能家居、旅游出行等。以车载智能家居为例，如图 2-1 所示，车联网可以在任何时间、任何地点为车主提供安全、稳定、高效的智能家居系统服务，包括家用电器远程控制、泊车引导等。目前已有许多企业在开展车载智能家居的研发工作，例如大众+LG、上汽+通用、福特+亚马逊、宝马、谷歌、苹果等等。汽车与智能家居联动的体验还有很大的提升空间，过于复杂的连接形式、不稳定的使用体验都需要改善。但是，智能家居更广泛的连接性、兼容性都是一个必然的发展方向，未来可通过更多设备、更多形式来享受智能家居服务。



图 2-1 车载智能家居互联示意图

2.2 智能安全驾驶

智能安全驾驶是目前车联网发展的重要应用场景，智能与网联相结合是未来安全驾驶技术发展的方向。随着传感器技术和人工智能技术的发展，车辆可以主动感知周围环境状态，获取周围路况信息，用于行车决策。但是，基于单车传感器的智能驾驶的弊端在于，信息探测范围较小，通常都在 100-200 米之内，而且容易受到环境如光照、天气等因素的影响，所以成本高、安全性差，因此需要网联化弥补这一缺点。网联化使得车辆可以与周围的车辆、行人、路侧设备等任何具备通信能力的物体相连，通过数据传输，获取周围的环境信息。网联化的探测范围相比智能化更大，但是它只能在网络覆盖的区域才能发挥作用，且受网络的容量和传输速率的影响较大。因此，网联与智能相辅相成，缺一不可。

智能安全驾驶业务主要包括两个发展阶段：辅助驾驶和自动驾驶。

- **辅助驾驶**是指车辆通过获取周围环境信息，通过语音或屏幕显示等方式提醒驾驶员需要注意的事项，紧急情况下可以直接做出决策控制车辆。典型的辅助驾驶业务包括紧急刹车预警、交叉路口预警、行人碰撞预警等。如图 2-2 所示。以行人碰撞预警为例，行人和车辆定期向周边广播自己的速度和位置等信息，车辆收到行人的消息，根据行人的位置、运动速度和方向判断是否存在碰撞风险，若风险存在，车辆则向驾驶员发出行人碰撞预警。同样，当行人终端收到车辆的信息，判断存在碰撞风险时，向人发出警告，该警告可以为声音和/或震动等形式。
- **自动驾驶**是自动驾驶是车联网发展的最高级阶段，未来汽车可能不需要方向盘，汽车完全依靠车内和云端中央控制器进行协同决策和控制。典型的应用场景包括自动泊车、远程驾驶、商用车编队行驶等。以商用车编队行驶为例，具有相同任务的车辆按照一定的规则行驶，车辆保持一定的距离、一定的车速、一样的行车路线，某些时刻按照既定的规则改变队形等，可以达到节约车辆能耗，降低环境污染的目的。

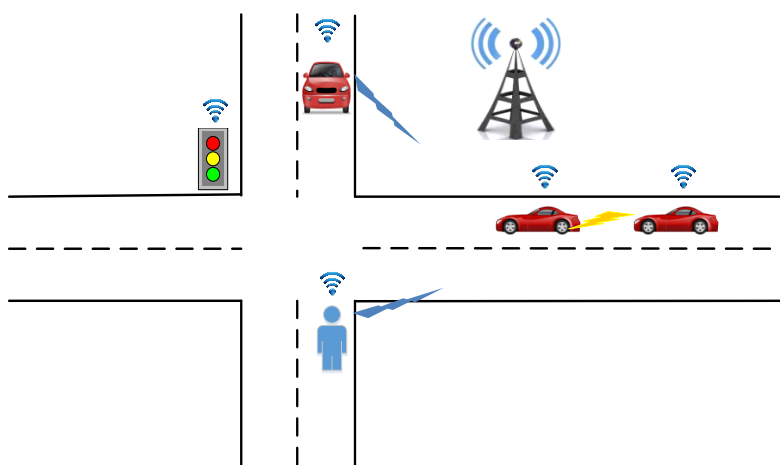


图 2-2 车辆/行人交叉路口防碰撞场景

2.3 绿色高效出行

现阶段，交通问题是制约经济增长的重要因素之一。截至 2017 年 3 月底，中国机动车保有量已经突破 3 亿辆，其中汽车达 2 亿辆，并以每年近两千万的数量激增，与时俱进发展创新技术产业，保障交通安全和提高交通效率，意义重大。车联网可以将交通基础设施、单车、新能源汽车等绿色交通工具与网络连接起来，为人们提供一个绿色、高效的行车环境，助力于新能源的普及和交通效率的提升。

- **高效出行**是指通过车联网技术、大数据分析技术获取用户行为信息，优化交通设施管理，提高交通效率，缓解城市拥堵。典型应用主要包括交叉路口智能信号灯、自适应巡航增强等。以交叉路口智能信号灯为例，车联网可以为交叉路口提供一个智能的管理机制，网络通过收集周边车辆速度、位置等信息，对信号灯参数进行动态优化，从而提高交叉口通行效率。
- **绿色出行**是指结合车联网技术，利用单车、电动车、新能源汽车等绿色交通工具出行。典型应用主要包括共享单车和新能源汽车分时租赁等。以福特新能源汽车分时租赁 CHARIOT 为例，如图 2-3 所示。用户可以通过终端 APP 获取车型、租赁有效时间、所在网点等信息，基于身份信息验证取车，根据用车时间来进行收费。汽车分时租赁可以有效地提高汽车的使用效率，减少尾气排放，保证出行舒适的同时降低出行成本，尤其适合限号愈发严格的北京、上海、广州等大型城市。目前国内商业化运营汽车共享的品牌有易多汽车共享、EVNET 和 EVCARD 等公司。分时租车是移动互联网+车联网的复合性业务，属于新兴行业，发展前景非常广阔。

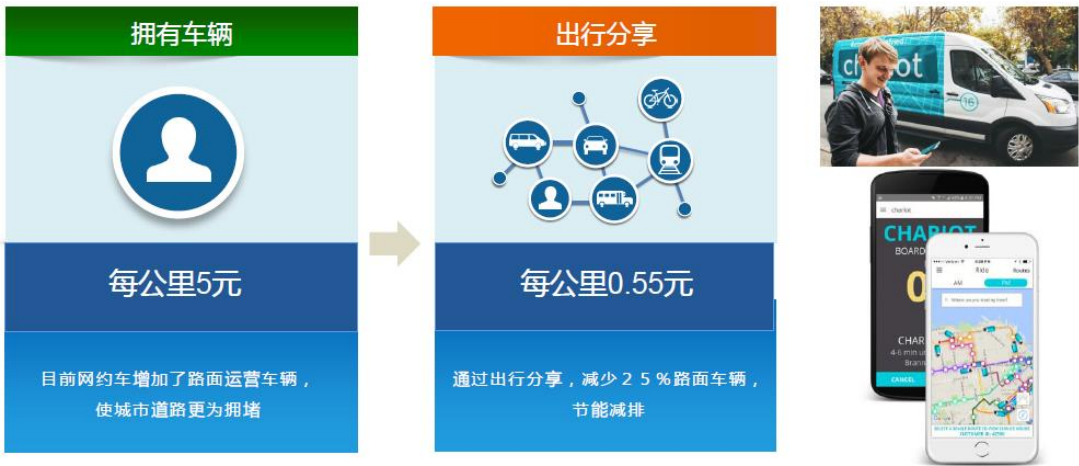


图 2-3 汽车分时租赁示意图

2.4 联通车联网业务发展规划

结合技术发展和服务能力的提升，联通车联网服务可划分为三个发展阶段：

第一阶段，以基础性车载信息服务为主要业务形态，传统的 Telematics 服务是典型代表，该阶段主要通过 2G、3G、4G 技术承载中低速信息流，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，该阶段实现用户习惯培育，积累初步的用户规模；

第二阶段，以实现安全预警、部分自动驾驶服务和中高速业务为目标，该阶段以 3G-HSPA、4G 和 LTE-V2X 等通信技术为支撑，网联化、智能化的汽车电子开始得到较广泛应用，安全预警和汽车环境感知能力逐渐增强，汽车逐步从代步工具向自动驾驶、智能交通、信息娱乐平台转化，业务形态更加丰富，形成一定规模的安全类、娱乐类、共享类、辅助自动驾驶类、智能交通类业务，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、万物互联和围绕用户各种生活需求服务为目标，高级/完全自动驾驶将解放驾驶者双手和大脑，以用户为中心服务能力得以完善，5G 通信将提供充分推动助力，网联化、智能化的汽车电子得到大规模普遍应用，安全预警和汽车环境感知能力显著增强，驾驶者注意力也得以释放，车联网业务形态将进入快速迭代和极大丰富阶段，车联网产业与智慧旅游、智慧家居和智慧商务等服务趋于融合，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。

车联网业务发展，迫切需要建设跨行业的综合大数据及云平台，为行业健康发展提供有效支撑。中国联通积极与政府、行业机构和企业共同合作，构建综合大数据及云平台，形成对用户、设备、数据、服务等基础信息元素的统一管理、大数据智能分析、跨行业信息集聚、智能决策与协同控制等基础支撑能力。推动统一的数据交互标准和规范，逐步实现与政府监管平台、企业级平台和社会服务平台等互联互通，支撑综合信息服务、安全与能效应用、汽车服务化和智能化转型应用的便捷开发与高效部署，全面提升智能出行的服务水平。

3 联通车联网演进及部署策略

3.1 车联网系统架构

为满足车联网的业务需求，未来网络将采用“终端—网络—平台—应用”的统一架构，打造“多模通信+人车路协同+车云同步”的云网协同一体化网络，如图 3-1 所示。

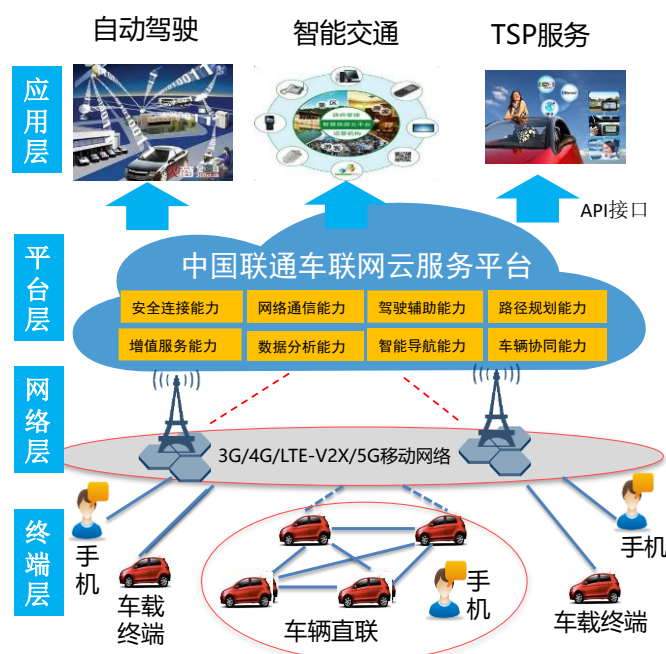


图 3-1 云网协同一体化网络架构

(1) 立体化通信网络

支撑未来车联网发展必然是一个立体化通信网络架构，通过横向和纵向两个方面实现多模接入、车车直通、支持多种低时延高可靠业务的车联网通信。横向实现 3G/4G/5G 网络共存，依据不同的业务需求（例如 Telematics 业务，V2X 业务）选用不同的网络及技术，实现多模通信。纵向实现车车之间无缝联通，在有网络覆盖情况下，可通过基站实现车车通信，而在无网络覆盖情况下，可通过 V2V 实现车车之间直接通信。通过网络实现路边设施信息回传与管理，实现 RSU（Road Side Unit）的快速、灵活、低成本的部署，实现数据与业务分流，降低网络时延，避免资源冲突，实现数据与业务的回传。为了增强基于基站通信的低时延高可靠业务，考虑沿公路部署光纤传输管道，引入边缘云计算，实现业务下沉，在靠近移动用户的位置上提供 IT 服务环境和云计算能力，并将业务存储和存储分发能力下沉至靠近用户侧（如基站），降低网络传输时延。

(2) 云网协同平台

打造车联网协同互联云平台，实现互联互通。在功能上，车联网云平台一方面具有网络管理能力，包括业务管理、连接管理，具有车联网通用业务分析组件；实现车车协同和车云协同；另一方面具有网络开放能力，例如进行大数据分析拓展新的业务渠道，或者向第三方企业开放网络接入功能，允许第三方企业进行业务定制。统一的云平台是未来车联网的重要组成部分，需具备以下特性，如图 3-2 所示：云平台作为连接网络与应用服务的桥梁，首先应支持共性平台建设，具有一定的通用性，灵活性、安全性、开发性以及稳定性；其次需要保证各类用户的体验，具有网络开往能力，实现网络间的互联互通，支持泛在接入，通过模块化实现云平台的灵活弹性，保证用户永远在线，并对客户做出实时响应。最后，要实现多场景支撑功能，例如：主动安全，路径规划、共享数据以及协同感知等。

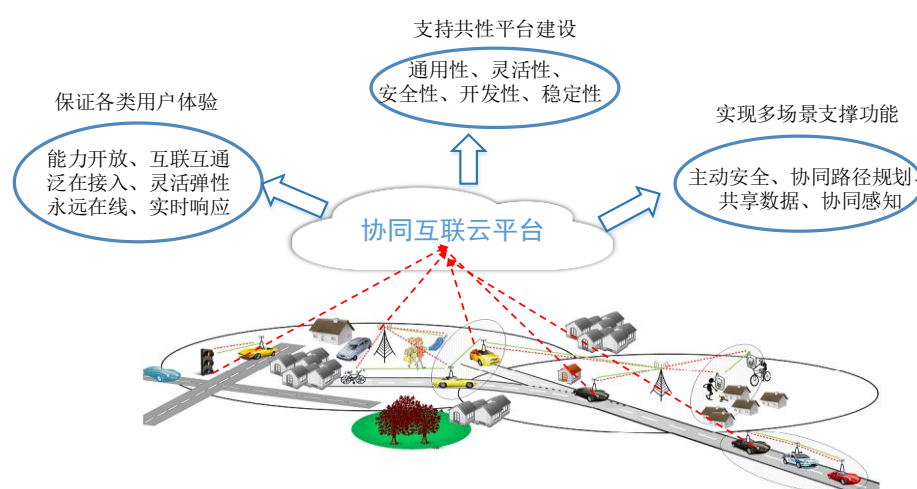


图 3-2 车联网协同互联云平台核心特点

（3）业务综合化和多样化

未来车联网业务以“Telematics—智能网联—智能交通”为基本路线，将朝着综合化和多样化方向发展。已有的 Telematics 业务主要提供远程信息服务，例如智能导航、视频下载、故障诊断等。随着 LTE-V2X 标准化的完成，辅助驾驶渐渐渗透到人们生活中，包括主动安全（交叉路口防碰撞、前向刹车提醒、超车提醒等）、交通效率（红绿灯车速引导、交通信息及路径规划等）和信息服务（汽车分时租赁、兴趣点提醒、充电站引导等）。在 5G 阶段车联网将实现自动驾驶功能，包括高级驾驶、编队行驶、传感器信息共享、离线驾驶等。

在大数据时代，针对车联网海量数据，融合通信网络大数据、个人用户大数据以及智能汽车和智能交通数据，提供大数据分析及推广服务，打造基于互联网和汽车的大数据生态圈。

（4）运营商的产业角色

在传统车联网产业链中，服务用户的不仅是车厂和 4S 店，还包括互联网应用提供商、软硬件提供商、汽车远程服务提供商以及电信运营商，如图 3-3 所示，其中直接服务于用户的有 4S 店、汽车后装设备提供商以及电

信运营商，其他行业则是间接服务于用户。未来产业链将呈现各行业交错模式，资金的流动也呈现多向化、快速化的特点。

对电信运营商而言，车联网产业格局处于变革期，运营商的角色也在发生变化。传统运营商在车联网产业中主要提供通信管道、维护网络稳定与安全，以流量运营为主要营收点。随着车联网产业格局的变化，运营商也在探索新的服务角色，开始向搭建车联网平台、开展车联网业务运营转型，创造新的营收机会。目前的转型探索主要有一下三种方式：

- (1) 搭建车联网业务运营平台。例如：中国联通提供汽车信息化服务支撑平台（Telematics Service Support Platform, TSSP），提供丰富的车载信息服务；
- (2) 基于网络经验为汽车厂商提供车联网网络解决方案。例如：Verizon 利用 4G 网络、云计算平台，向汽车厂商等等提供全套网络连接解决方案；
- (3) 基于流量优势进行车联网相关的软硬件捆绑销售。例如：AT&T 重点定位车联网流量经营及车联网软硬件捆绑销售。

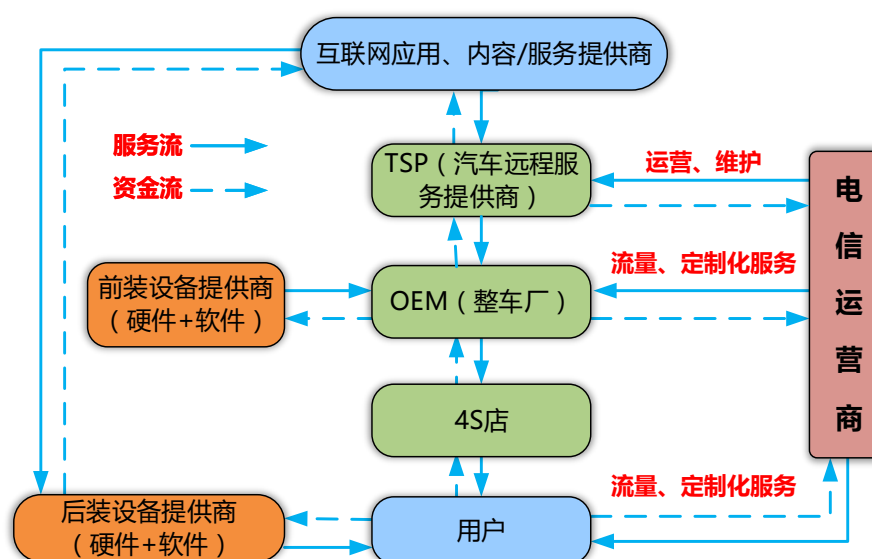


图 3-3 车联网产业链示意图

3.2 车联网网络演进

3.2.1 车联网技术路线

V2X 技术演进路线如图 3-4 所示。目前的车联网网络以 LTE-V2X 为主，包括 Uu 口通信以及 PC5 口通信两

种方式，功能上满足 3GPP 提出的 27 种应用场景（3GPP TR 22.885），包括主动安全，交通效率和信息娱乐。而 LTE-eV2X 的目标是在保持与 LTE-V2X 兼容性条件下，进一步提升 V2X 直通模式的可靠性、数据速率和时延性能，以部分满足更高级的 V2X 业务的需求。其相关技术主要针对 PC5 的增强，采用与 LTE-V2X 相同的资源池设计理念和相同的资源分配格式，因此可以与 LTE-V2X 用户共存且不产生资源碰撞干扰影响。LTE-V2X 中的增强技术主要包括载波聚合、高阶调制、发送分集，以及低时延研究和资源池共享研究等。未来车联网将是 5G-V2X 与 LTE-eV2X 多种技术共存的状态，主要实现与自动驾驶相关的 25 种应用场景（3GPP TR 22.886），包括编队行驶、高级驾驶、传感信息交互和远程驾驶等。

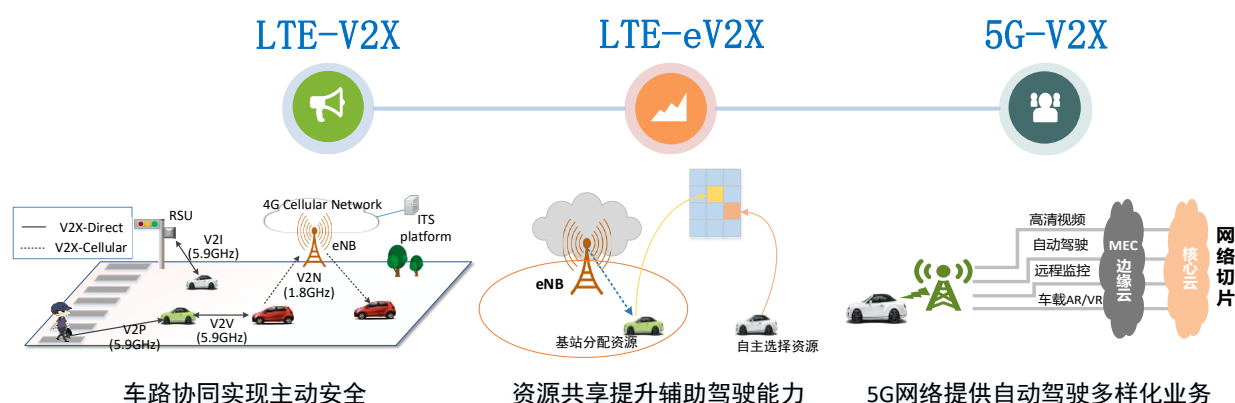


图 3-4 V2X 网络演进

3.2.2 车联网关键技术

3.2.2.1 C-V2X 通信

2015 年 2 月，3GPP SA1 正式启动了 LTE-V2X 业务需求研究项目，拉开了 LTE-V2X 技术在 3GPP 各小组的标准化序幕，并于 2017 年 3 月完成 V2X 第一阶段标准的制定。

按 C-V2X 按业务模式可以分为以下 4 类，包括：

V2N（vehicle-to-network）通信，包括动态地图下载，自动驾驶相关线路规划、远程控制等；

V2V（vehicle-to-vehicle）通信，包括核心防碰撞，避拥堵等安全类应用，V2V 安全类应用不受限于网络覆盖；

V2P（vehicle-to-pedestrian）通信，车与人之间通信，主要用于行人安全；

V2I（vehicle-to-infrastructure）通信，用于车与道路设施之间通信，提供或接受本地道路交通信息。

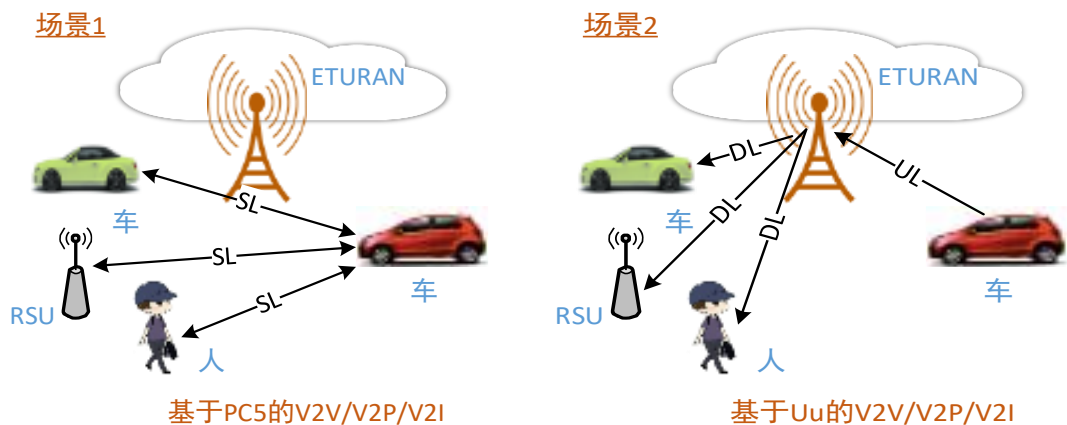


图 3-5 LTE-V2X 的分类

同时 C-V2X 根据接口的不同又可分为 V2X-Direct 和 V2X-Cellular 两种通信方式,如图 3-5 所示。V2X-Direct 通过 PC5 接口,采用车联网专用频段(如 5.9GHz),实现车车、车路、车人之间直接通信,时延较低,支持的移动速度较高,但需要有良好的资源配置及拥塞控制算法。V2X-Cellular 则通过蜂窝网络 Uu 接口转发,采用蜂窝网频段(如 1.8GHz)。具体的 PC5 口和 Uu 口对比如表 3-1 所示。

表 3-1 基于 Uu 通信和基于 PC5 通信比对

	PC5 口通信	Uu 口通信
特点	<ul style="list-style-type: none">低时延,覆盖范围小适合交通安全类、局域交通效率类业务	<ul style="list-style-type: none">广覆盖、可回传到云平台适合信息娱乐类、广域交通效率类业务
功能增强	<ul style="list-style-type: none">帧结构增强以应对高速移动带来的问题多种信息发送周期满足多种业务需求拥塞控制机制以应对车辆高密度场景基于位置的频谱池资源规划及调度管理自我感知资源和自组织通信方法车载终端多种同步方式	<ul style="list-style-type: none">本地下行广播满足低时延要求面向车联网应用的 QoS 设置多种信息发送周期满足多种业务需求

3.2.2.2 边缘云

车联网业务中有关驾驶安全类业务的主要特征是低时延、高可靠。在时延需求上,辅助驾驶要求 20~100ms,而自动驾驶要求时延可低至 3ms。边缘云是在现有移动网络中实现低时延业务的使能技术之一。

移动多接入边缘计算(Multi-access Edge Computing, MEC)是在靠近人、物或数据源头的网络边缘侧,融合网络、计算、存储、应用核心能力的开放平台,就近提供边缘智能服务,满足行业数字化在敏捷连接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的关键需求。一般情况下针对车联网场景,MEC 系统有两种

构建方式，一种是在基站侧利用若干台通用服务器构建的边缘云系统，完成流量本地卸载，及植入车联网相关应用。另一种是在基站内部提供一定的计算能力。边缘云提供本地化的云服务，并可连接公有云或者其他网络内部的私有云实现混合云服务。

边缘云计算通过将本地云平台下沉在基站侧，可为移动终端提供低时延业务。如图 3-6 所示，通过 LTE 蜂窝网络和 MEC 车联网平台的本地计算，在紧急情况是下发警告等服务驾驶信息给车载 OBU，相比现有网络时延，车到车时延可降低至 20ms 以内，大幅度减少车主反应时间。此外，通过 MEC 车联平台还可实现路径优化分析，行车与停车引导，安全辅助信息推送，和区域交通服务指引等。



图 3-6 基于 MEC 平台实现车联网应用

3.2.2.3 网络能力开放

运营商作为传统的通信服务提供者，正在努力尝试在新的产业合作中进行角色转换，以增加新的利润营收点，网络能力开放便是其中的重要方式之一。5G 网络能力开放将具有更加丰富的内涵，除了 4G 网络定义的网络内部信息、QOS 控制、网络监控能力、网络基础服务能力等方面能力的对外开放外，网络虚拟化、SDN 技术、以及大数据分析能力的引入，也为 5G 网络提供了更为丰富的可以开放的网络能力，比如：网络切片的编排管理能力等。

网络能力的开放应结合具体业务场景，并综合考虑第三方应用平台在系统架构及业务逻辑方面的差异性，从而实现简单友好的开放。此外，网络能力开放必须具有足够的灵活性，随着网络功能的进一步丰富，网络能力可向第三方应用实现持续开放，而不必对第三方平台及网络系统自身进行复杂的改动。网络能力开放主要包括：（1）网络及用户信息开放，（2）无线业务及网络资源开放，（3）网络计算资源开放。

运营商在新的产业模式下，实现网络能力开放势在必行，包含业务域，平台域和网络域，如图 3-7 所示。

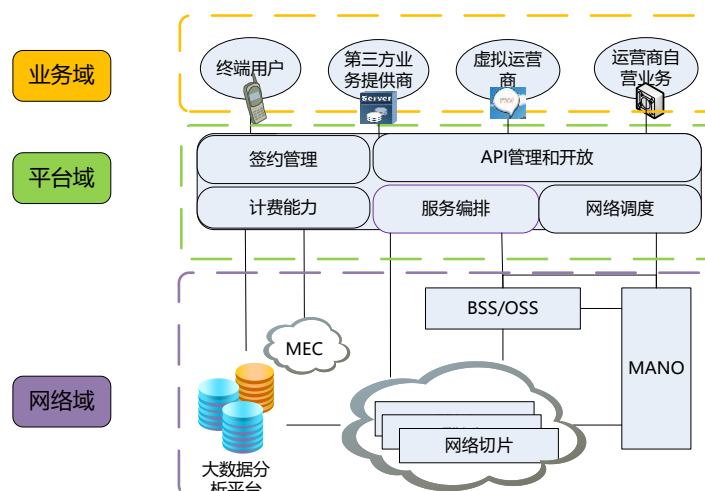


图 3-7 网络能力开放的三域架构愿景图

网络域包含了运营商的 BSS/OSS、MANO、网络切片和网元实体、MEC、大数据分析平台等网络要素实体。其中，BSS/OSS 和 MANO 能力的结合实现对网络切片的统一编排管理，以及对平台域的能力开放。网络切片可支撑不同车联网业务需求，在不同应用场景下实现不同的网络配置。网元实体实现具体的网络控制能力、监控能力、网络信息以及网络基本服务能力的开放。大数据分析平台实现对网络基础数据的大数据分析，并将分析结果上报给平台域进行对外开放。

其中，平台域是实现网络能力开放的大脑和核心，是连接网络内部能力和外部业务需求的纽带，也是真正实现网络智能化的关键。车联网系统中，平台域不仅具有网络管理能力，向下实现连接管理、终端管理，向上实现业务管理。允许第三方应用接入，实现车联网业务虚拟运营管理，因此需要具备第三方业务的签约管理，对业务域的 API 开放和计费功能，以及对网络域的能力编排和能力调度功能。

业务域包含了车联网所有可以和网络有交互能力的个人和企业，可以是第三方业务提供商、虚拟运营商、终端用户，或是运营商的自营业务等。业务域既可以向平台域输入网络能力的需求信息，并接受平台域提供的网络能力，也可以向平台域提供网络域需求的能力信息，实现反向的能力开放。

3.2.2.4 车联网信息安全

作为低时延、高可靠通信的重要应用，车联网的信息安全问题同样受到重视。随着车联网应用范围不断扩大，那么安全攻击也就相应增多。在车联网“端—管—云”的基本网络架构下，每一个环节都是信息安全的防护重点。车联网产业链较长，涉及到终端设备、通信设备、以及云端管理和服务平台，涉及的厂商有元器件供应商、设备生产商、整车厂商、软硬件技术提供商、通信服务商、信息服务提供商等，包括控制安全、数据安全、功能安全等各个方面。车联网安全防护环节众多、网络安全问题复杂，其中容易受到攻击的部分主要包括：

端： 信息娱乐系统、T-box、CAN 网络、钥匙；手机、手表上的 App；与 CAN 网络连接的 OBD 设备等；

管：包括从车机、T-box 到后台的通讯，App 到后台的通讯等；其中 V2X 是车联网通信的关键技术，对于不可信节点的检测、隔离以及处罚都缺乏相应的机制；

云：TSP 后台所在的云端服务器等；

在解决车联网网络安全策略上，针对不同的部分采取不同的安全防护措施，如图 3-8 所示：

车载智能终端：除了硬件采取加密措施，例如芯片防护、硬件加密外，开启车联网终端安全监测分析，加强对终端应用程序的应用加密、安全启动等。

通信安全：加强访问控制，实施分域管理，对网络进行分域管理，将控制域与信息服务域进行隔离，对数据进行分域管理，降低攻击风险；加强网络切面的功能，网络侧进行异常流量检测，提升车联网网络安全防护能力；加强身份认证及密钥管理，进行基于证书的私有通信加密。

云服务平台：采用现有网络技术进行安全加固，部署防火墙、入侵检测系统等安全设备；建立车联网用户凭证管理系统，对车辆、移动终端、应用程序等进行身份验证、加强密钥管理；对不同业务进行物理隔离，依照业务的安全级别采用不同级别的安全防护措施；对数据进行加密处理，同时建立数据共享、集中管理的核心凭条，对威胁情报及不安全因素进行系统共享。

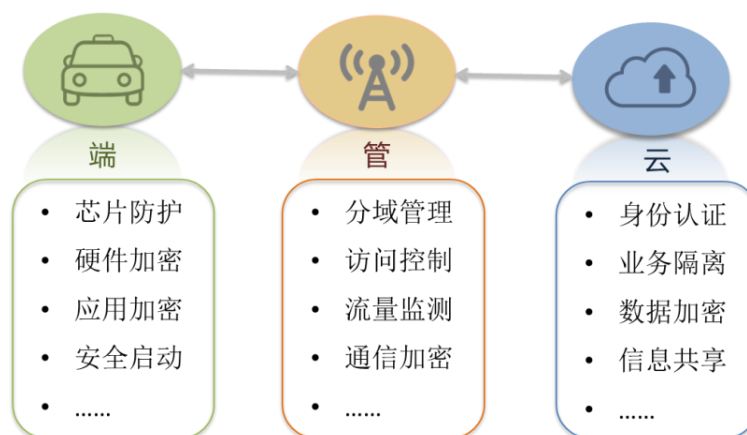


图 3-8 车联网信息安全防护措施

3.2.2.5 高精度定位

位置信息为实现车联网业务的提供重要参考，位置信息越准确，车联网业务可靠性越高。因此，高精度定位研究是实现车联网业务的关键技术之一。

在室外场景下，常用的定位技术包括 GPS、北斗、辅助 GPS (Assisted GPS, A-GPS) 以及基于无线通信蜂窝网络的定位，如小区 ID 技术 (Cell-ID)，增强型小区 ID 技术 (Enhance Cell ID, ECID)。其中北斗导航定位系统是我国拥有独立知识产权的卫星定位系统，目标是形成完善的国家卫星导航应用产业支撑、推广和保障体系，推动

卫星导航在国民经济社会各行业的广泛应用。而定位技术在室内场景下的更为复杂，为满足室内定位性能要求，近年来国内外学者及科研机构研究利用 WLAN、射频识别（Radio Frequency Identification, RFID）、超宽带（Ultra Wide Band, UWB）、蓝牙等无线网络来实现室内移动终端的定位技术，其定位精度可达米级，而采用 UWB 技术甚至可达厘米级精度。

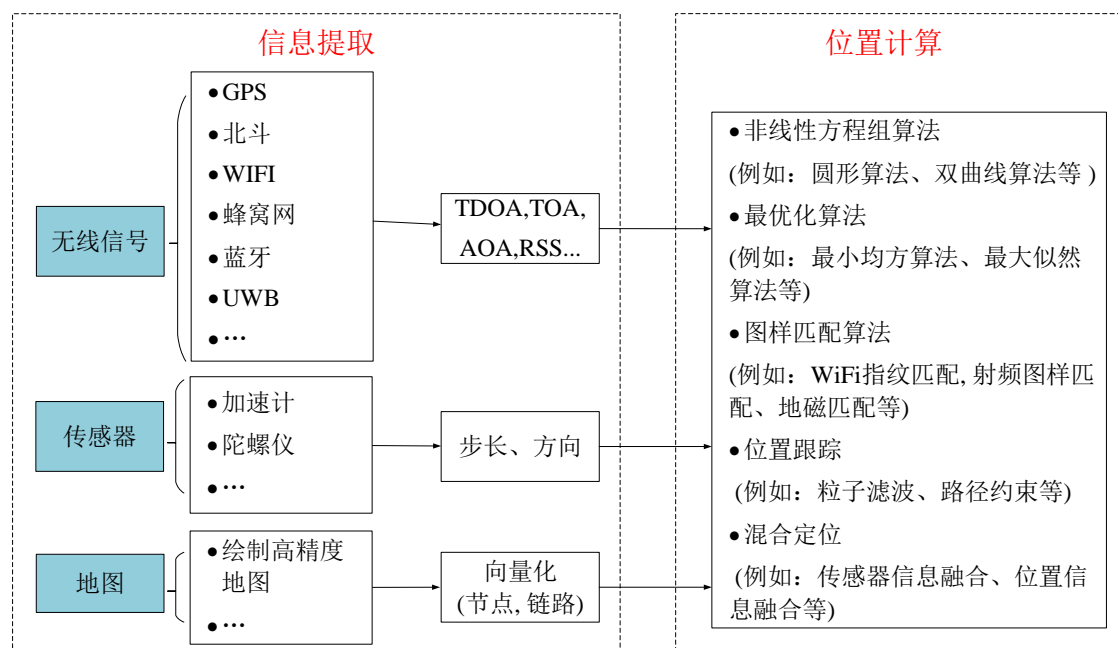


图 3-9 无线定位系统示意图

无线定位系统主要由两部分组成，如图 3-9 所示，包括信息提取和位置计算。各部分功能如下：

信息提取：可用于定位的对象包括无线信号（例如 GPS、北斗、WiFi、蜂窝网等）、传感器（例如加速器、陀螺仪等）以及地图信息等，而不同的对象提取出的定位信息参数也各不相同。对于无线信号，收发机之间距离信息需要通过估计两者无线信道链路的参数信息来获取，该参数包括接收信号强度（Received Signal Strength, RSS）、到达时间（Time of Arrival, TOA）、到达时间差（Time Difference of Arrival, TDOA）、到达角（Angle of Arrival, AOA）等。实际接收的无线信号受非视距传输及多径效应、阴影效应的影响，因而即使精确估计信道参数信息，也难以获取准确的收发机之间的直线距离。传感器获得的是定位目标的运动方向、步长等信息。地图信息通常通过绘制高精地图，获得向量化参数，用来对定位目标进行约束或优化。上述参数是进行下一步位置估计的前提。

位置计算：定位算法是整个定位系统性能的关键性影响因素，一方面要求定位算法有较好的精准度；另一方面又要求定位系统有较低的复杂度和时延。精准度与复杂度之间的平衡，是定位系统开发考虑的重要因素。根据提取参数的不同，采用的定位算法也各不相同。例如根据无线信号提取的参数，可以采用非线性方程组算法、最优化算法或图样匹配算法，而采用传感器信息和地图信息则可采用位置跟踪算法，包括粒子滤波、路径约束等。另外，在高精度定位系统中，通常采用多源信息融合的混合定位算法。

3.3 车联网网络部署

3.3.1 车联网网络部署方案

基于 LTE-V2X 的车联网网络架构如图 3-10 所示，是在蜂窝网架构基础上进行的增强和改进，其中涉及的关键网元及其功能如下：

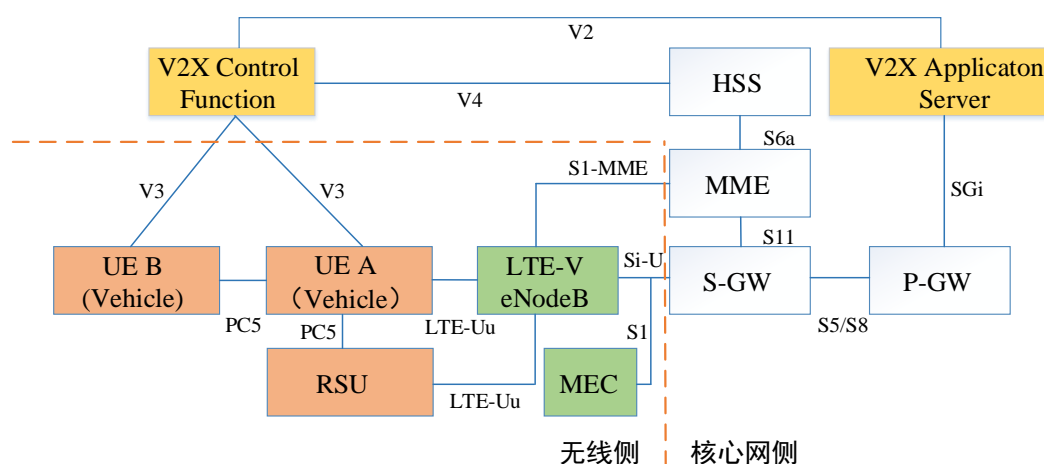


图 3-10 车联网网络架构

V2X 应用服务器：核心网侧逻辑单元，完成对 UE 数据的接收和处理，以及对广播信息的配置与发送。同时是运营商间异网互通的接口。

V2X 控制单元：核心网侧的逻辑控制单元，为 V2X 通信提供参数。

LTE-V 基站：无线侧实体单元，实现 Uu 口通信的数据转发，在 PC5 口通信的 mode3 下实现资源分配，在 mode 4 下修改预配置信息。

路侧单元（RSU）：终端实体单元，分为终端型 RSU 和基站型 RSU，均可以实现 V2X 数据的发送和接收。

车载终端：终端实体单元，实现 V2X 数据的发送与接收，在 PC5 通信 mode4 模式下实现资源选择的功能。

MEC 服务器：提供基于 Uu 口的低时延业务，对 V2X 的数据进行本地化处理。在交叉路口场景（车速引导、交通灯控制等业务场景），考虑到基站机房资源受限等因素，可在就近的基站/RSU 集成 MEC 功能，进行本地数据采集和边缘计算；在工业/企业园区等场景，可考虑在就近的站点机房/综合接入机房部署 MEC 边缘服务器，对园区内的车辆进行实时监控和调度；在高速公路等道路沿线，考虑到广覆盖等因素，MEC 边缘服务器需分布式部署在公路沿线，但现阶段，受限于切换场景下 MEC 移动性管理及资源迁移方案尚不成熟，该场景可在 5G 网络商用部署之后（连续性覆盖高速公路等道路沿线），随着 UPF 核心网用户面网关下沉进行推广使用，同步的，

计费、QoS 等问题也可随之解决。

3.3.2 车联网网络建设思路

车联网是智慧城市和智能交通的重要组成部分，联通车联网将以实际技术发展为依据，打造多维的立体化网络，为车联网业务的多样化提供支持与服务，聚焦重点区域进行部署，加快推进 LTE-V 技术成熟，并探索与 5G-V2X 的平滑对接的发展道路。

初步部署方案及时间表如图 3-11 所示，整体上可分为四个阶段：

第一个阶段（2017-2018）以建设开放实验室为主，广泛开展产业交流与合作，进行车联网试验基地建设以及典型场景业务演示；

第二阶段（2019）对 LTE-V2X 进行组网验证，同时对基于 LTE-V2X 的辅助驾驶业务进行预商用部署，包括主动安全、交通效率及信息娱乐类业务；

第三阶段（2020-2021）实现辅助驾驶业务的规模推广，同时开展基于 5G-V2X 车联网业务的试点部署，为实现自动驾驶打下基础；

第四阶段（2022-）开展 5G-V2X 自动驾驶试验及试点推广。



图 3-11 车联网建设推进时间表

4 总结与展望

5G 发展目标是实现网络连续广域覆盖、热点高容量、低功耗大连接和低延迟高可靠，与此同时，AR/VR、物联网、车联网、智慧医疗、工业互联网等各种新兴产业接踵而至，并逐渐改变人们的生活习惯和方式。“万物互联”是 5G 的重要特征，车联网作为其中的典型应用，受到广泛的关注，遇到了前所未有的发展机遇和挑战。

国际上，3GPP、5GAA 等标准化组织和产业联盟已开展了车联网相关的技术研究及标准化工作。国家政策也大力扶持车联网产业的发展，中国通信标准化协会（CCSA）、中国智能网联汽车产业创新联盟（CAICV）、车载信息服务产业应用联盟（TIIAA）、中国智能交通产业联盟（C-ITS）以及中国电动汽车充电基础设施促进联盟等多个标准组织与产业联盟相继开展了车联网相关标准研发、应用层标准以及具体的场景测试。

车联网的蓬勃发展为运营商带来新的商业契机和价值体系。一方面，运营商作为传统的通信管道提供商，需要通过网络演进及升级以支持低时延、高可靠业务；另一方面，运营商也正在积极探索在新形成的产业链中的角色转变，即从传统的管道服务向全面服务运营的转变。因此，运营商在关注车联网通信技术的同时，将持续发力行业共性支撑平台运营和能力开放，开展垂直行业业务制定及培养第三方应用，拓展新业务空间。

中国联通目前正积极开展车联网产业合作，探索车联网业务模式、网络演进策略、关键技术以及商用落地方案等。我们期待与各界同仁一起，共同参与车联网的技术标准研究、平台开发、典型业务场景演示与验证，共同探讨车联网商业模式，推动车联网产业的发展。

5 致谢

非常感谢产业界各方合作伙伴（排名不按先后）在白皮书编制过程中给予的大力支持！

