

# R16标准是C-V2X车联网重要里程碑

——访中国信科副总经理、专家委主任陈山枝

## R16车联网标准

为业界指明技术演进路径

C-V2X是结合蜂窝移动通信和直通通信的车联网技术，发展历史并不算长。

美国主导的IEEE 802.11p标准在WiFi基础上增强设计为V2X直通通信，已有近十年的研究和测试评估，虽然能够提供多对多、低时延通信，但可靠性差。此外，蜂窝移动通信（如4G LTE）技术具有覆盖广、容量大、可靠性高的优点，但端到端通信时延大。单一的直通通信或蜂窝通信制式各具优缺点，但均无法满足车联网通信的严苛需求。

为了解决这一世界性的共同难题，陈山枝带领大唐研究团队在2013年提出蜂窝通信与直通通信融合的LTE-V2X概念和关键技术，之后从2015年开始在3GPP牵头并联合相关企业制定LTE-V2X国际标准，于2017年3月完成标准化，建立了基本（道路）安全服务的基础。过去几年的多次实际道路测试的结果均表明，相对于DSRC（IEEE802.11p）车联网通信技术标准，LTE-V2X技术在网络覆盖、通信场景、时延、可靠性、通信速率等关键性能指标方面具有显著比较优势，吸引了来自信息通信、汽车、交通运输领域的学术专家与行业专家们的浓厚兴趣。由此，C-V2X已发展成为全球主流的车联网通信标准。

此外，随着移动通信系统从4G向5G演进，为满足自动驾驶、车辆编队等增强应用及更高通信传输速率、更低时延、更高可靠性等要求，LTE-V2X进一步向NR-V2X演进。中国信科（大唐）团队在此次R16的NR-V2X技术标准方面做出了重要贡献，提出了适应车联网拓扑剧烈变化的高效、快速和可靠的车辆间同步技术方案；高效的资源分配和反馈方案，降低资源碰撞概率，保证车联网传输可靠性和实时性。

C-V2X目前主要包括LTE-V2X和5GNR-V2X两个大的标准阶段，其中LTE-V2X标准在3GPP的R14、R15中完成，NR-V2X标准则在3GPP的R16、R17中完成。陈山枝说，LTE-V2X和NR-V2X是互补的关系，而非替代，未来支持C-V2X的汽车中，LTE-V2X和NR-V2X将在车内设备内共存。

相比LTE-V2X，NR-V2X面向更高级的车联网业务，提供更灵活、更可靠、更快速的通信服务，包括空口时延3毫秒级、接入可靠性99.999%、数据包大小从600-1200Bytes、消息发送速率高达100Hz等更严苛的通信需求，支持如车辆编队、高级驾驶、传感扩展、远程驾驶等业务。

陈山枝说，对汽车工业来说，车联网技术是否具有长期演进路径和能否平滑升级，对汽车业能否提供长期稳定和支持，是极其重大的事情。R16版本中NR-V2X的确

本报记者 刘晶

在上海举办的2020世界人工智能大会上，自动驾驶是一个热门的话题。近日，国际移动通信标准组织3GPP也刚刚完成了R16版本的标准制定。在这一版本的标准中，首次对基于5G新空口（NR）技术实现的V2X（车联网）功能进行了定义，参与标准制定的专家认为，R16能够支持L3/L4级别的自动驾驶。那么，新的标准是否能够很快在车联网中商用推广？

《中国电子报》记者近日对C-V2X技术与产业领军人物，中国信科副总经理、专家委主任，无线移动通信国家重点实验室主任，IEEE Fellow陈山枝博士就R16标准对车联网发展的影响进行了专访。

陈山枝认为，R16是C-V2X车联网标准的重要里程碑，也是NR-V2X车联网的起点，为C-V2X服务于汽车产业和交通行业提供了长期演进的技术方向，意义重大。但从标准推出到产业落地，要经过一个严格的性能和安全测试过程，尤其是用于自动驾驶的功能，需要经过从芯片到产品研发，再到车规级严格测试的过程，真正实现落地商用，还需要三到五年。而当前车联网的商用，更多要依靠已经成熟的基于LTE-V2X支持的车联网技术。

是一个强烈的信号，给产业界以足够的信心。

## NR-V2X商用落地

### 尚需时日

R16标准定义之后，NR-V2X会像5G用在智能手机里一样，很快用在汽车上吗？陈山枝说，手机是通信消费类产品，追求技术的先进性和时尚感；汽车则是车规级产品，追求技术的可靠性和产业的稳定性。尽管近年受造车新势力的影响，汽车业的技术迭代节奏在加快，但这种速度依然无法与移动通信行业的手机每年的更新换代速度相提并论。

目前，产业界使用的通信模组分为三个等级，分别是消费级、工业级和车规级。消费级的要求与手机的要求相当，最高级别是车规级的通信芯片和模组，它们要做包括高低温度、振动、电磁兼容、破坏性测试等各种严苛测试。陈山枝告诉记者，车规级仅温度一项，要做从-40℃低温到80℃高温的连续几千次冲击压力测试，C-V2X芯片模组要在这个条件下依然具有稳定可靠的功能和性能，这在消费级手机芯片中是不可想象的。

“作为支持汽车产业的通信企业，我们要懂得和理解汽车行业的产业发展规律。”

陈山枝说，“我们已经在汽车行业里做车规级的芯片和模组，这个行业的开发测试需要三到五年，这期间要不断测试和验证各种功能和性能，一旦通过测试验证进入到汽车的前装供应商里，整个供货期将是5到10年。”

“正是意识到汽车行业技术和产品的迭代速

度和生命周期不同，因此在R16标准中，NR-V2X与LTE-V2X是互补的关系，不是替代关系，而且在标准规范中已制定了两者在设备内如何共存，这意味着两者是长期共存的。

LTE-V2X经历了R14和R15两个版本的迭代之后已经趋于成熟。陈山枝认为，对于NR-V2X，将与LTE-V2X相似，在当前R16标准冻结的同时，3GPP已经启动了R17研究工作，以实现对NR-V2X性能的增强，包括：弱势道路使用者（VRU）保护，保护行人和非机动车，以及更低时延和更高可靠性通信，支持实现更高级的自动驾驶，预计在2021年底完成。

尽管NR-V2X商用落地没有那么快，但相应的准备要提前做，例如对频谱需求的研究和频谱规划。

2018年，我国已经确定在5.9GHz频段上分配2MHz带宽用于LTE-V2X，其后美国也确定同一频段和带宽用于C-V2X车联网。

陈山枝表示，NR-V2X的功能和性能相较于LTE-V2X有进一步增强，包括传感器信息共享、驾驶意图共享等需求，NR-V2X需要更多频率带宽。但具体需要多少频率带宽，要结合车联网的应用场景需求，特别是未来车路协同下的高速自动驾驶的通信带宽需求，通过进一步研究得出结论和提出建议。

## 要加快LTE-V2X

### 规模应用

目前，全国有近50个车联网示范



区，经过四年的发展已经覆盖了大部分的一线和中东部二线城市，辐射效应已经形成。

陈山枝认为，国外自动驾驶专注于单车智能（如Google），将其做得很强，而我国在智能交通和智能驾驶上走一条不同的创新之路，是让“聪明的车”走在智慧的路“上”，通过基于C-V2X车路协同提高交通效率和实现自动驾驶。

陈山枝说，在一些特殊复杂场景中，仅有单车的智能是无法应对的，比如高速公路的连环撞车，单车的视频感知和雷达，即使感知到了，因为速度太快还是会撞上。车联网通信可以实现车车信息的共享，第一辆车踩刹车，刹车信息可以及时与后车共享，如果后面每一辆跟随的车都带点刹车，就在很大程度上可以避免连环撞车。车间的传感器信息共享和驾驶意图共享特别重要，在复杂路面，特别是车辆多、车距近的情况下，以及无人驾驶与有人驾驶混合过渡时期，如果没有驾驶意图的共享，尤其在中国特有的交通与路况下，自动驾驶这件事几乎不可想象。

而支撑车路协同的车联网技术发展不是一蹴而就的。

陈山枝说，车联网有三个发展阶段，相对应的自动驾驶有二个发展阶段：

一是提高交通效率和辅助驾驶安全，主要在路侧部署LTE-V2X和感知设备，包括城市道路和高速公路的路侧，有条件地在社会运营车辆上安装OBU（车载设备），例如二客一危、城市清洁车、货车、工程车等，提高交通效率和辅助驾驶安全。

二是在封闭道路、封闭园区（如矿山、码头港口、园区等）中，支持实现出租车、物流车、货车、工程车等的中低速自动驾驶。此阶段，LTE-V2X加上5GUU，和ADAS配合能够支持。

三是真正实现乘用车的自动驾驶，包括在复杂道路、高速公路等环境下，支持实现和现在有人驾驶车速相当的自动驾驶，无人驾驶与有人驾驶混合。这是终极目标，挑战比较大，还涉及法律与伦理等问题。在这一阶段，从技术上需要NR-V2X和5GUU，以及ADAS配合才能实现。

“车联网的产业发展节奏要紧扣和满足我国智能交通和自动驾驶的发展节奏及其需求，当前首要之事是加快LTE-V2X的应用普及，提高交通效率和辅助驾驶安全；并开展基于LTE-V2X的中低速自动驾驶，为基于车路协同的自动驾驶在跨界融合和政策变革上开山劈路，为未来引入NR-V2X的第三阶段自动驾驶奠定基础。”陈山枝说。同时，在LTE-V2X车路协同实现自动驾驶阶段，需要研究和验证车载感知能力和路侧感知能力之间的折衷和平衡，这涉及系统的初始成本和未来的边际成本；需要研究制定具有车路协同感知能力情况下的交通信号决策、车辆行驶决策的规范，这在当前是缺乏的，需要政策创新。

目前，LTE-V2X已经能够实现基本道路的安全业务，以及车车协同和车路协同，提高交通效率和辅助驾驶安全。在提高交通效率上，能够实现红绿灯的协同、车辆协同；辅助驾驶安全是在有驾驶员的前提下，C-V2X做到道路和交通信息的实时提示，比如高速公路弯道上有事故车辆临时抛锚等，这是车辆ADAS系统不能即时感知到的信息。LTE-V2X还可以在中低速特定区域、特定道路上，使装有相应OBU与ADAS的汽车配合实现自动驾驶。

陈山枝分析，车联网是跨领域的融合应用，涉及公安、交通、汽车和通信等四个部门和行业，甚至涉及城市管理，车路协同的产业生态发展和政策协调复杂。但现在的情形和移动通信新技术落地时又有很多相似之处，在大量的测试和验证之后，规模化商用部署即将到来。那些能够解决实际“痛点”的方案，无疑是这场技术竞赛的胜者。

陈山枝表示，国内应在推动智能网联示范区的基础上，扩大应用规模，推动政策变革和鼓励商业模式创新，如培育智慧路网运营商、出行服务提供商等新业态、新模式，将车路协同的技术优势转换为社会效益和经济效益，以此激发相关各方的投入动力，为未来车联网的大规模应用和自动驾驶的到来奠定基础。

陈山枝认为，只有政府“有形的手”的前期推动和市场“无形的手”的后期发力，才能实现车联网的商业成功。



本报记者 张依依

日前，特斯拉CEO埃隆·马斯克在2020世界人工智能大会云端峰会上远程发表讲话，放言特斯拉将于年内实现L5级别自动驾驶车辆的开发。

马斯克认为，实现L5级别的自动驾驶目前不存在底层根本性挑战，但是有很多细节问题，所面临的挑战是要解决所有这些小问题，然后整合系统持续解决长尾问题。

马斯克所说的“底层根本性挑战”指的是特斯拉车辆目前搭载的硬件版本。赛迪顾问汽车产业研究中心总经理鹿文亮告诉《中国电子报》记者，自动驾驶车辆的硬件主要指车载AI芯片。据悉，特斯拉自己开发的自动驾驶芯片被称作是“具有双系统的特斯拉完全自动驾驶电脑”，可降低数百瓦功率的消耗，也可避免车辆空间被计算机和GPU巨大的冷却系统占据。车载信息服务产业应用联盟（TIAA）秘书长庞春霖表示，芯片只是一个功能搭载和实现的平台，如果芯片的功能和性能可满足自动驾驶的需求，芯片本身的设计与制造是不存在任何问题的。

马斯克所说的“细节问题”和“小问题”指的是特斯拉的软件版本，涉及芯片本身的功能和性能能否适应自动驾驶的需求。庞春霖表示，现在自动驾驶主要面临四个问题。一是场景和数据能否穷尽，二是学习和自学习的方法是否可靠，三是人工智能的算法是否可靠，四是有一些有争议的驾驶动作处置所需要遵循的原则。庞春

Sens凌感科技有限公司CEO何安莉在

接受《中国电子报》记者采访时表示，SLAM的位置跟踪和识别以及物体识别技术也是自动驾驶算法两个比较重要的技术。在核心算法做到领先全球的同时，特斯拉更需考虑到驾驶场景的多样性。

此前有消息显示，一位特斯拉车主驾驶车辆开启了FSD（Full-Self Driving）全自动自动驾驶功能，结果车辆遇到渣土车时

没有自动避让反而加速行驶，花重金买的FSD自动驾驶系统就这样“跌落神坛”。

针对此类状况，马斯克给出了解释。他表示，特斯拉自动驾驶工程的开发主要集中在美国加州，因此自动驾驶在加州“发挥更好”。何安莉认为，此次事故中的自动驾驶车辆对于渣土车的识别可能没有经过深度学习训练，因此无法正确识别车辆，也无法避让该车。由此可见，特斯拉若要避免离开加州后的“水土不服”，还需在中国本土化功能上进行更多改进和开发，以此适应更多的驾驶场景。可喜的是，针对这点，马斯克给出了解决方案：特斯拉将会在中国建立自动驾驶团队，并在中国做原创性工程开发，而不是简单地将美国的东西搬到中国。看来，为了实现L5级别自动驾驶的梦想，马斯克这回是要“动真格”了。

此外，鹿文亮还指出，网络和云端也是实现自动驾驶必不可少的一个要素。5G技术的发展有助于建立高速和稳定的网络系统，基于5G的车路协同车联网标准化工作能够满足未来自动驾驶车辆规模化和协同云控的应用需求，也能进一步提高自动驾驶技术的安全性。

庞春霖也表示，车辆自身的传感系统，包括视觉、毫米波雷达、激光雷达等都有一些功能死角，需要其他技术手段来补充和支持，而网络就是一种重要的环境与支持。“未来汽车是智能交通的一个有机组成，需要网络提供全域信息。仅仅只是车辆传感器视觉内的信息远远不够，因此网络必不可少。现在网络最大的问题是投入产出效益不够，同时5G当前阶段主要在消费领域和部分工业互联网环境推广，车联网应用还有待时日。”庞春霖对记者说。

随着科技的发展，完全自动驾驶的实现可能真的只是一个时间问题。只不过，这个时间要等多久现在仍是未知。