



中信建投证券  
CHINA SECURITIES

证券研究报告 · 2020年物联网系列报告之一

# 车联网：新基建重要方向，5G应用明珠

阎贵成

yanguicheng@csc.com.cn

010-85159231

执业证书编号：S1440518040002

香港执业证书编号：BNS315

武超则

wuchaoze@csc.com.cn

010-85156318

执业证书编号：S1440513090003

香港执业证书编号：BEM208

发布日期：2020年3月12日

第一章	车联网概述	02
第二章	商用进程研判	07
第三章	投资规模测算	35
第四章	投资建议	41

## 第一章

## 车联网概述

---

# 1.1 车联网连接车、路、人、云，从Telematics向V2X过渡

- 车联网是以车内网、车际网和车载移动互联网（车云网）为基础，按照约定的通信协议和数据交互标准，在车-X（X：车、路、行人及互联网等）之间，进行无线通讯和信息交换的大系统网络，是能够实现智能化交通管理、智能动态信息服务和车辆智能化控制的一体化网络。因此，车联网是一个较广泛的概念。
- 车联网包括车载信息服务（Telematics）、智能网联、智能交通三个阶段，目前正从第一阶段向第二阶段过渡。

图1：车联网阶段演进

## 基础设施演进（路的智能化）

以往：车企主导，面向车主(2C用户)

现在及未来：交通、公安、通信、服务运营商多方参与，以车路协同为特征，面向2B/2G用户

通信技术演进（网络智能化）

### 车载信息服务阶段(Telematics)

- E-Call/B-Call
- 导航服务
- 远程控制
- 盗车跟踪
- 语音识别

2G/3G/4G



无自动驾驶(L0)

### 智能网联服务阶段(ICV)

- 车、路、网、云协同探索
- 交通出行数据融合开放

LTE-V2X



驾驶辅助(L1)/部分自动驾驶(L2)/  
有条件自动驾驶(L3)

### 智能交通出行服务阶段(ITS)

- 智能交通/自动驾驶/共享出行

5G/NR-V2X



高度自动驾驶(L4)/完全自动驾驶(L5)

## 自动驾驶技术演进（车辆智能化）

## 1.2 下一代车联网将以V2X为核心，提高行车安全和交通效率

- 下一代车联网是以V2X为核心、以智能化和网联化为基础的智能辅助驾驶、自动驾驶及智能交通，即车联网的后两个阶段。
- 网联式自动驾驶（网联智能）可弥补自主式自动驾驶（单车智能）的不足，实现车辆与周围人、车、路等之间的信息充分交换，提升行车安全，降低车载设备成本，提高交通系统运行效率。
- 下一代车联网，不仅需要“聪明的车”，还需要“智慧的路”。

图2：单车智能与网联智能将走向深度融合

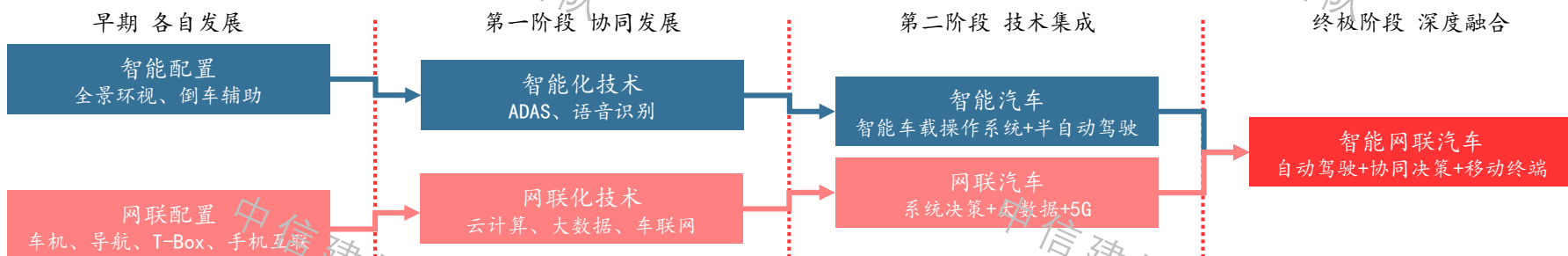


图3：SAE自动驾驶分级

	SAE LEVEL 0	SAE LEVEL 1	SAE LEVEL 2	SAE LEVEL 3	SAE LEVEL 4	SAE LEVEL 5
驾驶员坐在驾驶座上需要做什么？	无论何时使用驾驶辅助功能，您必须处于驾驶状态 即使双脚离开踏板，也没有控制方向盘		当使用自动驾驶功能，您无需驾驶汽车 您仅仅是坐在“驾驶座”上			
具有哪些功能特征？	您必须时刻观察各种情况 您需要主动制动、加速或者转向，确保安全		当功能请求时， 您必须驾驶汽车	这些自动驾驶功能 不需要您接管驾驶		
功能示例	仅提供警告 以及瞬时辅助	能够制动、 加速或转向， 辅助驾驶	能够制动、 加速和转向， 辅助驾驶	可以在有限的条件下 驾驶车辆， 除非满足所有条件， 否则不会运行	可以在任何条件下 驾驶车辆	
	自动紧急制动 视觉盲点提醒 车身稳定系统	车道偏离修正 或 自适应巡航	同时进行 • 车道偏离修正 • 自适应巡航	在交通拥堵的 情况下自动驾驶	城市中“机器 人出租车” • 踏板、转向装 置可能无需 安装	• 与L4相似， 但是在任何条件下 进行驾驶

表1：ERTRAC自动驾驶基础设施支持级别（ISAD）

分级	名称	可提供给自动驾驶车辆的数字化信息			
		具有静态道路标识的数字化地图	可变信息交通标志牌，告警，事故，天气	微观交通情况	导航：速度、间距、车道建议
数字化道路	A 协同驾驶	●	●	●	●
	B 协同感知	●	●	●	
	C 动态数字化信息	●	●		
传统道路	D 静态数字化信息/地图支持	●			
	E 传统基础设施/不支持自动驾驶				

## 1.3 车联网已成为国家战略，政策持续加码

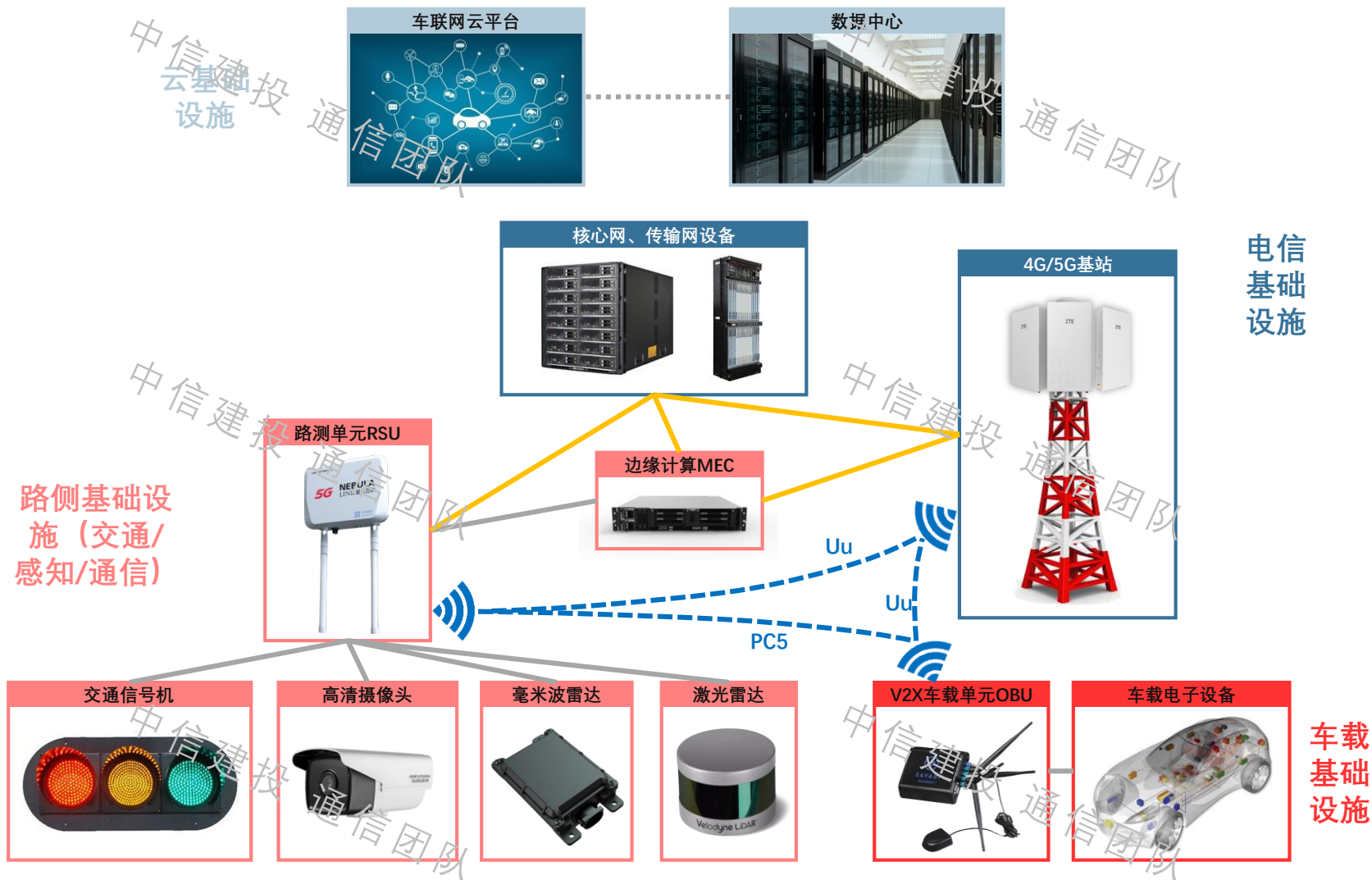
- 我国政府高度重视车联网产业发展，“制造强国”、“网络强国”、“交通强国”三大国家战略从顶层给予支持，各级政府陆续出台产业指导政策，从加快基础设施建设、推广应用示范等多个方面积极响应和部署。
- 中国国家层面于2017年成立车联网产业发展专项委员会，在国家制造强国建设领导小组下设立，由工信部、发改委、科技部、财政部、公安部、交通运输部等20个部门和单位组成，负责组织制定车联网发展规划、政策和措施，协调解决车联网产业发展重大问题，统筹推进产业发展。
- 2020年2月，11部委联合印发《智能汽车创新发展战略》，提出到2025年，中国标准智能汽车的技术创新、产业生态、基础设施、法规标准、产品监管和网络安全体系基本形成，到2035年，中国标准智能汽车体系全面建成。

表2：车联网相关政策持续出台

时间	发布方	政策及要点
2018年6月	工信部、国家标准 化委员会	《国家车联网产业标准体系建设指南（总体要求）》：为发挥标准在车联网产业生态环境构建中的顶层设计和引领规范作用，推动相关产业转型升级，加快制造强国和网络强国建设步伐。
2018年11月	工信部	《车联网（智能网联汽车）直连通信使用5905-5925MHz频段的频率管理规定》确定了基于LTE-V2X技术的车联网（智能网联汽车）直连通信的工作频段及使用要求。
2018年12月	工信部	《车联网（智能网联汽车）产业发展行动计划》：目标到2020年，车联网用户渗透率达到30%以上，新车驾驶辅助系统（L2）搭载率达到30%以上，联网车载信息服务终端的新车装配率达到60%以上。
2019年7月	交通运输部	《数字交通发展规划纲要》，提出促进5G等先进信息技术与交通运输深度融合，推动自动驾驶与车路协同技术研发。
2019年9月	中共中央、国务院	《交通强国建设纲要》：明确提出了加强新兴运载工具研发，加强智能网联汽车研发（智能汽车、自动驾驶、车路协同），形成自主可控完整的产业链。
2019年12月	工信部	《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》（征求意见稿）：到2025年，智能网联汽车新车销量占比达到30%，高度自动驾驶智能网联汽车实现限定区域和特定场景商业化应用。
2019年12月	交通运输部	《推进综合交通运输大数据行动纲要（2020-2025年）》，推进第五代移动通信技术（5G）、微型通信信息网络等在交通运输各领域的研发应用。
2020年2月	国家发改委等11个 国家部委	《智能汽车创新发展战略》：到2025年，智能交通系统和智慧城市相关设施建设取得积极进展，车用无线通信网络（LTE-V2X）实现区域覆盖，新一代车用无线通信网络（5G-V2X）在部分城市、高速公路逐步开展应用，高精度时空基础服务网络实现全覆盖。

# 1.4 C-V2X车联网示意图

图4：车联网通信架构及基础设施



资料来源：华为、浪潮信息、海康威视、星云互联、Velodyne、Savari等，中信建投证券研究发展部

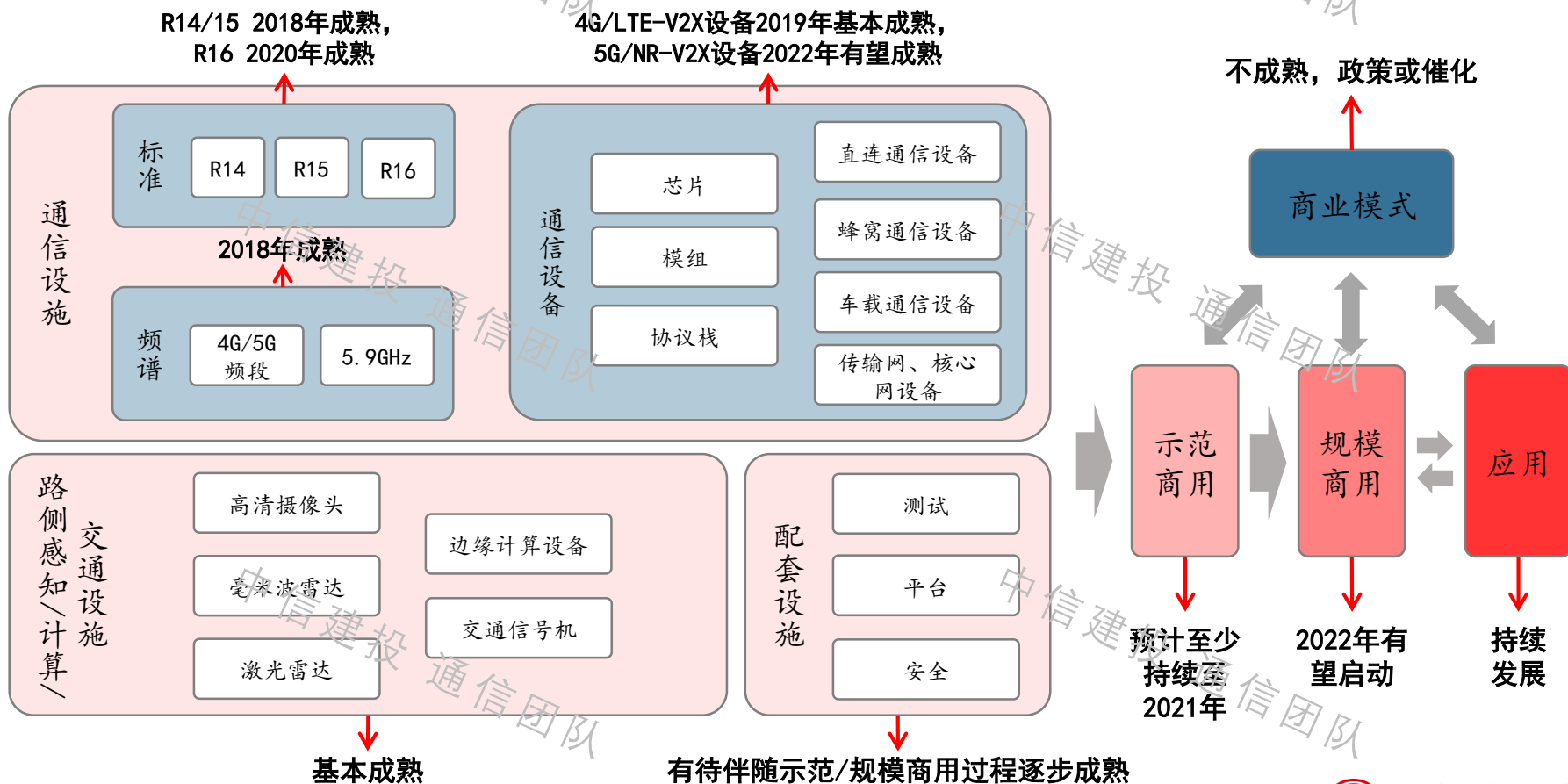
## 第二章

## 商用进程研判

## 2. C-V2X商用关键要素的成熟度判断

- 车联网商用的前提是要确定通信标准及频谱，进程主要取决于通信、感知、计算、交通及配套设备的成熟度，过程包括示范商用和规模商用，应用既是目标也是动力，广泛的自动驾驶/智能网联汽车应用将加速V2X产业成熟。
- 目前，4G/LTE-V2X通信设备及路侧感知/计算/交通设备基本具备商用条件，可满足辅助驾驶需求，面向自动驾驶的5G/NR-V2X设备尚不成熟；配套设备不成熟，有待在示范/规模商用过程中逐步完善；商业模式不成熟，政策可能起到催化作用。

图5：车联网关键设备商用进程



## 2.1.1 通信标准：C-V2X后来居上，我国已明确采用

- 车联网标准体系可分为无线和应用两大部分。目前，国际上主流的车联网无线通信技术有802.11p和C-V2X两条技术路线，而应用层标准由各国家和地区根据区域性的应用定义进行制定。
- 802.11p/DSRC基于WiFi改进，由IEEE于2010年完成标准化，应用层部分包括SAE J2735、J2945等。由于802.11p技术成熟相对较早，产业链相对较成熟，因此车联网起步较早的发达国家如美国、日本等早期均倾向部署802.11p技术。
- C-V2X是3GPP主导推动的基于4G/5G蜂窝通信演进形成的V2X技术，包含R14 LTE-V2X、R15 LTE-V2X和向后演进的NR-V2X。作为后起之秀，C-V2X可实现长距离和更大范围的通信，在技术先进性、性能及后续演进等方面相对802.11p具有优势，目前中国企业主推LTE-V2X，美国、欧洲主流车企也已转向C-V2X，日本ITS-forum宣布采取技术中立，将LTE-V2X作为备选技术。
- 2018年12月，工信部印发《车联网（智能网联汽车）产业发展行动计划》，明确支持LTE-V2X、5G-V2X研发与产业化。

图6：基于802.11p的车联网标准架构

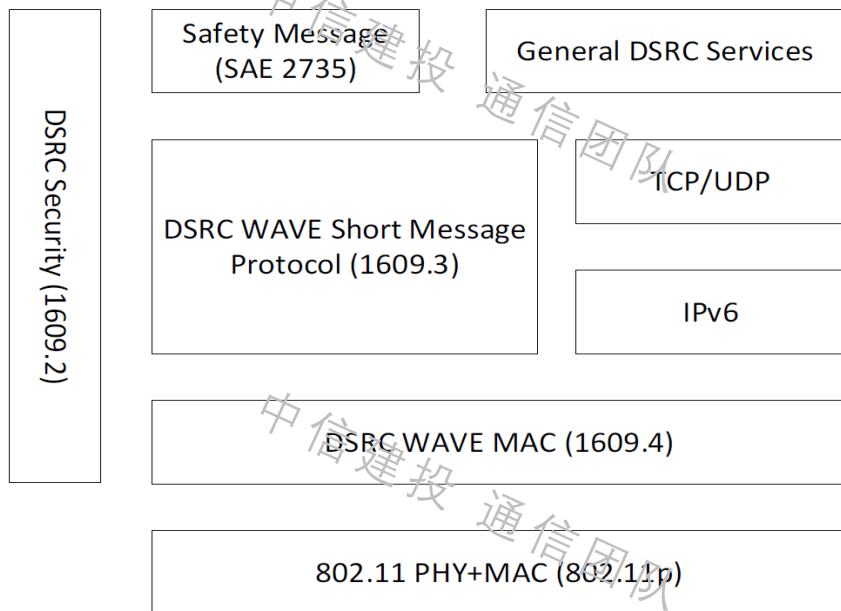


表3：DSRC与C-V2X比较

项目	C-V2X	DSRC (IEEE 802.11p)
制定目的	通过行动通讯技术来构建车联网架构	通过点对点短距通讯来构建车对车通讯架构
技术成熟度	低，标准尚未成熟 预计2020~2022年达到成熟阶段	高，发展近20年
可应用领域	V2I、V2N	V2V、无人机
主要标准制定者	3GPP	NHTSA、IEEE、ETSI
传输距离	可达数公里	约300~1,000公尺
扩充性/数据传输量	可扩充 / 大	无法扩充 / 小
通讯延迟	5G可降至1~4ms	<20ms
主导者	电信行业、车厂	车厂及Tier1大厂；需政府部门立法推动
目前主要发展地区	中国、美国	美国、日本、欧洲
主要芯片供应商	高通、华为、大唐	NXP、Autotalks

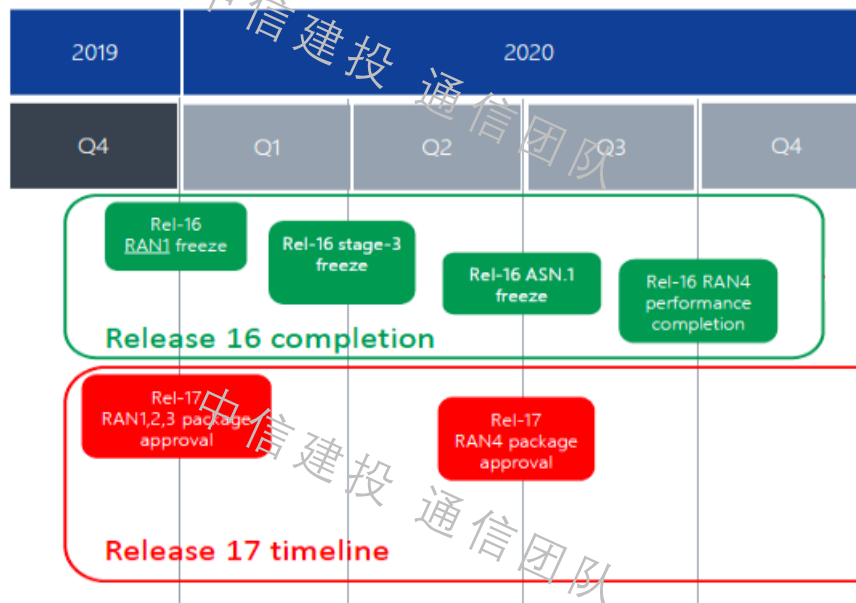
## 2.1.1.1 国际：R14、R15版本V2X标准已冻结，R16版本预计2020Q2冻结

- 4G/5G是C-V2X的基础，4G标准化工作已结束，5G标准化仍在进行中。
  - 5G第一版标准R15于2018年6月冻结，全面支持增强移动宽带(eMBB)场景，部分支持超高可靠低时延通信(uRLLC)场景，不支持大规模机器通信(mMTC)场景；5G第二版标准R16将于2020Q1冻结，将支持eMBB、uRLLC和部分mMTC场景。
  - 支持R15版本的设备可通过软件升级方式支持R16版本，2021年之前主要应用将是eMBB。
- 对应4G/5G标准演进过程，C-V2X标准化可以分为三个阶段。
  - 第一阶段，基于4G/LTE技术满足LTE-V2X基本道路安全业务需求，对应LTE-R14版本，2017年3月冻结；
  - 第二阶段，基于4G/LTE技术满足部分5G-V2X增强业务需求，对应LTE-R15版本，2018年6月完成；
  - 第三阶段，基于5G NR技术实现全部或大部分5G-V2X增强业务需求，对应5G R16、R17版本，R16版本预计2020Q2完成。

表4：3GPP C-V2X标准化工作三个阶段

阶段	时间	内容
R14 (LTE-V2X)	2015/6~2017/3	面向基本的道路安全业务的通信需求，引入了工作在5.9GHz频段的直通链路(PC5接口)通信方式，并对公众移动蜂窝网的Uu接口进行了优化。
R15 (LTE-V2X)	2017/3~2018/6	主要是在PC5接口引入了载波聚合、高阶调制等技术以提升数据速率、并引入可降低时延的部分技术。3GPP R15的5G标准重点针对增强移动宽带场景， <b>没有对V2X业务进行针对性设计和优化。</b>
R16 (NR-V2X)	2018/6~2020/6	主要标准化内容包括： <b>基于PC5和Uu接口支持高级V2X业务</b> ；对于PC5接口支持单播、组播和广播三种模式，以提供支撑不同业务的能力；NR-V2X支持In-Coverage, Partial-Coverage 和Out-of-Coverage；NR-V2X基于通用的架构支持直通链路在中低频和毫米波频段工作；支持LTE-V2X和NR-V2X共存。Uu接口网络还引入了V2X通信切片、边缘计算、QoS预测等特性，以满足车联网低时延、高可靠性、大带宽等需求。

图7：3GPP R16标准化工作预计2020年6月完成



## 2.1.1.2 国内：R14版本核心标准体系初步形成，应用层标准亟待制定

- 全国汽车标准化技术委员会 (NTCAS)、全国智能运输系统标准化技术委员会 (SAC/TC 268)、全国通信标准化技术委员会 (CCSA) 和全国道路交通管理标准化技术委员会 (SAC/TC 576) 共同签署《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》，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。
- 在底层技术层面，我国C-V2X标准已覆盖LTE-V2X (R14) 相关的接入层、网络层、消息层、安全、设备、系统/平台等，标准体系初步形成。未来工作包括：1) 将正在进行的工作尽快完成；2) 在C-V2X应用功能安全、C-V2X与ADAS系统融合相关标准方面开展研究；3) 积极开展下一阶段针对更高级别应用的相关技术研究 (R15、R16等)，制定相关标准。
- 在应用标准层面，目前针对C-V2X基础应用场景的标准定义已较为完善，但尚未进行大规模测试，技术成熟度仍有待验证，针对增强业务场景的标准尚在研究阶段。此外，C-V2X产业化应用场景尚未达成共识，还需汽车、交通、公安和通信等行业协作，明确各行业需求及规划，综合考虑C-V2X成熟度、可行性、迫切性，选择行业亟需场景首先进行产业化部署。

表5：我国C-V2X相关标准列表

分类	名称	等级	组织	状态	分类	名称	等级	组织	状态
接入层协议	基于LTE网络的车联网无线通信系统总体技术要求	行标/国标	CCSA/TC485	发布/立项	设备	基于LTE的车联网无线通信技术基站设备测试方法	行标	CCSA	报批稿
	基于LTE的车联网无线通信技术空中接口技术要求	行标/国标	CCSA/TC485	发布/立项		基于LTE的车联网无线通信技术核心网设备技术要求	行标	CCSA	报批稿
网络层协议	合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准	团标	C-SAE/C-ITS	发布	系统/平台	基于LTE的车联网无线通信技术核心网设备测试方法	行标	CCSA	征求意见稿
	基于LTE的车联网无线通信技术网络层技术要求	行标	CCSA	报批稿		基于LTE的车联网无线通信技术直接通信系统技术要求	团标	C-SAE/C-ITS	送审稿
消息层协议	基于LTE的车联网无线通信技术网络层测试方法	行标	CCSA	报批稿	基于LTE-V2X直连通信的车载信息交互系统技术要求	国标	NTCAS	起草	
	合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准	团标	C-SAE/C-ITS	发布	面向LTE-V2X的多接入边缘计算业务架构和总体需求	行标	CCSA	征求意见稿	
	基于LTE的车联网无线通信技术消息层技术要求	行标	CCSA	报批稿	面向C-V2X的多接入边缘计算服务能力开放和接口技术要求 (第一阶段)	行标	CCSA	征求意见稿	
通信安全	基于LTE的车联网无线通信技术消息层测试方法	行标	CCSA	报批稿	基于LTE的车联网无线通信技术MEC平台测试方法	行标	CCSA	立项	
	基于LTE的车联网通信安全技术要求	行标	CCSA	报批稿	合作式智能运输系统专用短程通信第3部分：网络层及应用层技术要求	国标	SAC/TC 268	发布	
	基于LTE的车联网无线通信技术安全认证技术要求	行标	CCSA	起草	道路交通信号控制系统通用技术要求	国标	SAC/TC 576	报批稿	
设备	基于LTE的车联网无线通信技术安全认证测试方法	行标	CCSA	起草	道路交通信号控制机信息发布接口规范	国标	SAC/TC 576	送审稿	
	基于LTE的车联网无线通信技术支持直连通信的车载终端设备技术要求	行标	CCSA	报批稿	合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准	团标	C-SAE/C-ITS	发布	
	基于LTE的车联网无线通信技术支持直接通信的车载终端设备测试方法	行标	CCSA	报批稿	基于LTE的车联网无线通信技术消息层技术要求	行标	CCSA/C-ITS	报批稿	
	基于LTE的车联网无线通信技术支持直接通信的路侧设备技术要求	行标	CCSA	报批稿	合作式智能运输系统增强应用需求	团标	C-ITS	发布	
	基于LTE的车联网无线通信技术支持直接通信的路侧设备测试方法	行标	CCSA	报批稿	合作式智能运输系统车用通信系统应用层及应用数据交互标准第二阶段	团标	C-SAE/C-ITS	起草	
	基于LTE的车联网无线通信技术基站设备技术要求	行标	CCSA	报批稿	营运车辆车路交互信息集	国标	SAC/TC 268	报批稿	

## 2.1.2 通信频谱：5905-5925MHz已确定为我国车联网直连通信专用频段

- 无线电波具有不同的频率，每一个频率范围可划分成一个频段(频谱)。
- C-V2X可提供两种通信接口，分别称为Uu接口（蜂窝通信接口）和PC5接口（直连通信接口）。其中：C-V2X Uu接口使用移动运营商的4G/5G蜂窝网频谱，PC5接口需分配专用频谱资源。
- 2018年11月，工信部印发《车联网（智能网联汽车）直连通信使用5905-5925MHz频段管理规定（暂行）》，规划5905-5925MHz频段作为基于LTE-V2X技术的车联网（智能网联汽车）直连通信的工作频段，与国际主流频段一致。

图8：C-V2X定义两种互补的传输模式及各自频谱

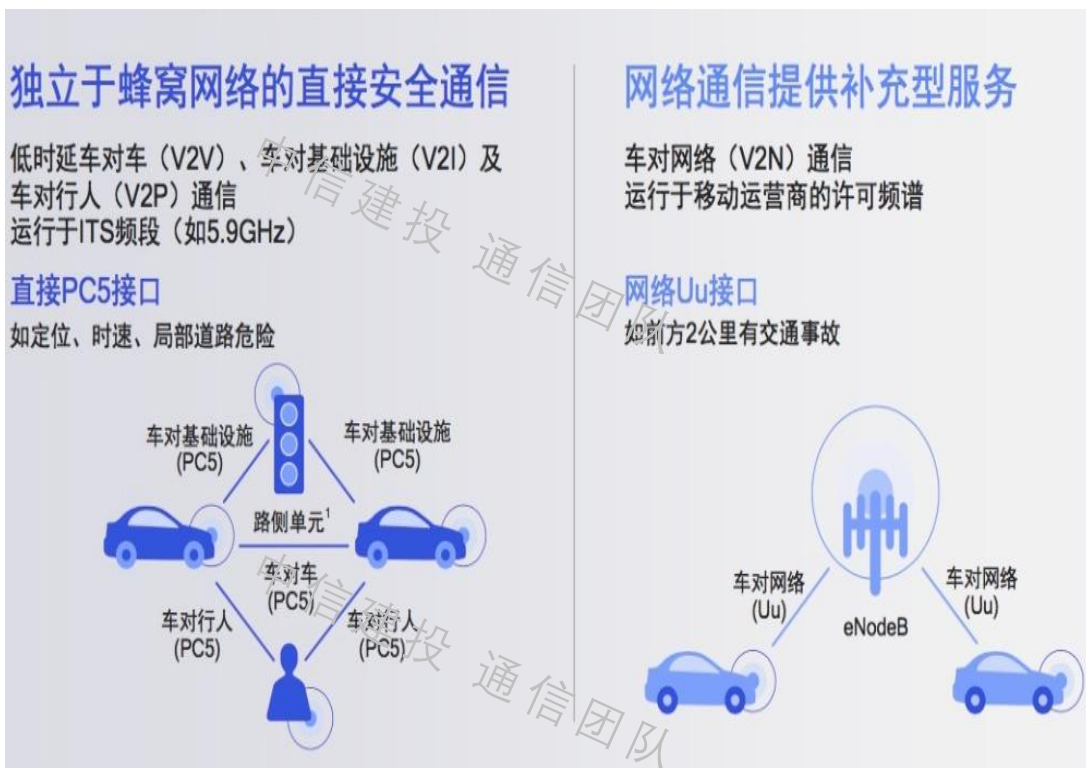


表6：各国车联网频率资源分配情况

国家/地区	频谱	中心频率	频谱宽度
中国	5905-5925MHz	5900MHz	20M
日本	5770-5850MHz	5810MHz	80M
韩国	5855-5925MHz	5890MHz	70M
新加坡	5875-5925MHz	5900MHz	50M
澳大利亚	5855-5925MHz	5890MHz	70M
美国	5850-5925MHz, 其中5855-5865MHz用于安全应用信道, 5885-5895MHz为控制信道	5887.5MHz	75M
欧洲	5855-5925MHz, 其中5855-5875MHz用于非安全类应用, 5875-5925MHz用于安全类应用	5890MHz	70M

## 2.1.3 通信芯片：4G、LTE-V2X芯片已较成熟，5G+LTE-V2X芯片已发布

■ 车联网接入端设备需要专用的基带芯片（调制解调器），是V2X通信必不可少的关键器件，目前供应商主要包括四家。

- 高通：针对4G蜂窝通信、直连通信分别推出9628、9150芯片，两者是目前在前装车终端中应用最广泛的芯片；2019年2月，高通推出新一代车载4G平台SA415M和车载5G平台SA515M，将蜂窝通信与直连通信整合，预计2021年搭载量产车型。
- 华为：2018年2月推出巴龙765，支持LTE-V2X直连和蜂窝通信模式，目前应用于华为自产的模组和终端产品；2019年1月华为发布巴龙5000，系全球首个支持V2X的单芯片多模5G芯片。
- 大唐：2017年11月发布基于自研芯片的LTE-V2X商用通信模组DMD31。
- Autotalks（以色列车用芯片供应商）：2018年9月发布支持DSRC和LTE-V2X的CRATON2芯片。

表7：主要车联网芯片

厂商	产品	通信模式	描述	商用情况
高通	骁龙 X5 LTE (MDM9x07/9x28)	蜂窝(4G)	28nm制程, LTE CAT. 4 TDD/FDD, 峰值下行速率150Mbps, 峰值上行速率50Mbps, 支持GNSS, 车规级	2015.2发布, 2016H2上市
	骁龙 X12 LTE (MDM9x40)	蜂窝(4G)	20nm制程, LTE-A Cat. 10 TDD/FDD, 峰值下行速率450Mbps, 峰值上行速率100Mbps, 支持GNSS, 车规级	2015.2发布
	9150 C-V2X	直连(LTE-V2X)	支持LTE-V2X PC5模式, 包括运行智能交通系统V2X堆栈的AP以及硬件安全模块(HSM), 支持GNSS, 车规级	2017.9发布, 2018H2上市
	骁龙汽车4G平台(SA415M)	蜂窝(4G)+直连	高通第六代多模LTE modem, 支持FD-MIMO和最多五路的LTE载波聚合, 支持C-V2X直连通信, 支持GNSS、惯导, 车规级	2019.2发布, 计划2019出样, 2021搭载量产车
	骁龙汽车5G平台(SA515M)	蜂窝(5G)+直连	高通首个车规级5G平台, 符合3GPP R15, 支持5G NR (NSA/SA), 支持C-V2X直连通信, 支持GNSS、惯导, 车规级	2019.2发布, 计划2019出样, 2021搭载量产车
骁龙 X55 (SDX55)	蜂窝(5G)	高通第二代5G modem, 7nm制程, 支持5G NR (NSA/SA), 最高速率7.5Gbps	2019.2发布, 2019Q4量产	
华为	巴龙 765	蜂窝(4G)+直连(LTE-V2X)	LTE Cat. 19, 峰值下行速率1.6Gbps (FDD) /1.4Gbps (TD-LTE), 8天线, 支持LTE-V2X PC5	2018.2发布, 2018Q3上市
	巴龙 5000	蜂窝(5G)+直连(LTE-V2X)	7nm制程, 符合3GPP R15, 支持5G NR (NSA/SA), Sub-6GHz峰值下行/上行速率6.5/2.5Gbps, 毫米波峰值下行/上行速率6.5/3.5Gbps, 支持3GPP R14 V2X	2019.1发布, 2019Q3上市
大唐	LTE-V芯片	直连(LTE-V2X)	支持LTE-V2X PC5模式	2017.11发布
Autotalks	CRATON2	直连(LTE-V2X/DSRC)	Autotalks第二代车联网芯片, 支持DSRC和C-V2X PC5模式(R14/R15), 车规级	2018.9发布

## 2.1.4 通信模组：4G、LTE-V2X模组已较成熟，5G+LTE-V2X模组已发布

- 模组是将基带、射频前端、定位单元、WiFi/BT单元、SIM/USIM、电源管理PMIC、应用处理器AP等集成到一块电路板上，并提供标准外部接口的功能单元。模组是C-V2X产业链的重要一环，终端制造商在模组的基础上能够更容易实现终端开发和生产，在成本和性能上达到比较好的效果。
- 目前，4G和LTE-V2X模组已基本成熟。其中，高新兴、移远通信、日海智能等基于高通9268/9150芯片推出车规级模组，基于高通4G芯片的非车规级模组产品更多。华为、大唐基于各自LTE-V2X芯片开发了通信模组，对外不直接提供芯片。
- 对于5G非车规级模组，华为2019年4月推出5G车载模组MH5000，支持5G+LTE-V2X，2019年10月上市，单价999元；基于骁龙X55的高通系5G模组已发布。2020年1月，高新兴、移远通信推出5G车规级模组，基于骁龙5G汽车平台，2021年有望商用。

图9：LTE-V2X模组基本逻辑结构

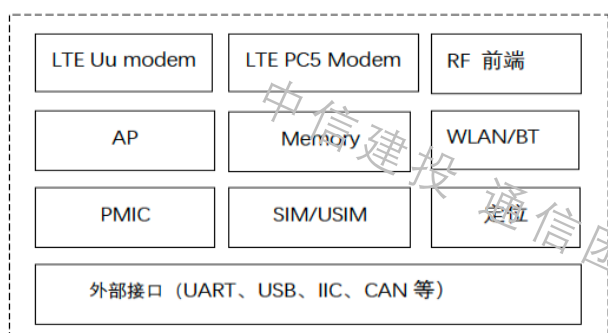


图10：移远通信(左)、高新兴(右)LTE-V2X模组

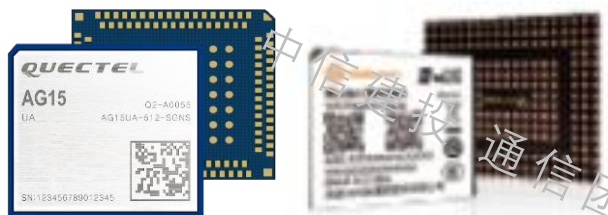


表8：主要车联网模组（不完全统计）

厂家	产品	内置芯片	通信模式	车规级	商用进展
高新兴	GM551A	骁龙X5 LTE (MDM9x07)	蜂窝(4G)	是	已批量应用
	GM552A	骁龙X5 LTE (MDM9628)	蜂窝(4G)	是	已经批量应
	GM556A	高通MDM9150	直连(LTE-V2X)	是	已商用
	GM850A	骁龙5G汽车平台	蜂窝(5G)	是	2020.1发布, 2020Q2提供商用样机
	GM860A	骁龙5G汽车平台	蜂窝(5G)+直连	是	2020.1发布, 2020Q3工程样机, 2021Q1商用样机
	GM800	骁龙X55 (SDX55)	蜂窝(5G)		2019.6发布
移远通信	GM801	骁龙X55 (SDX55)	蜂窝(5G)		2019.6发布
	AG35	骁龙X5 LTE (MDM9628)	蜂窝(4G)	是	2017.12发布, 已批量应用
	AG15	高通MDM9150	直连(LTE-V2X)	是	2018.12发布
	AG520R	骁龙汽车4G平台	蜂窝(4G)+直连(LTE-V2X)	是	2019.6发布, 2019Q3工程样片
	AG550Q	骁龙汽车5G平台	蜂窝(5G)+直连(可选)	是	2020.1发布, 已进入工程样片阶段
	RG500Q	骁龙X55 (SDX55)	蜂窝(5G)		2019.2发布, 2019Q3工程样片
	RG510Q	骁龙X55 (SDX55)	蜂窝(5G)		2019.2发布, 2019Q4工程样片
	RM500Q	骁龙X55 (SDX55)	蜂窝(5G)		2019.2发布, 2019Q3工程样片
	RM510Q	骁龙X55 (SDX55)	蜂窝(5G)		2019.2发布, 2019Q4工程样片
	日海智能(芯讯通)	SIM7800	骁龙X5 LTE (MDM9628)	蜂窝(4G)	是
SIM8100		高通MDM9150	直连(LTE-V2X)	是	2018.11发布
SIM8200		骁龙X55 (SDX55)	蜂窝(5G)		2019.4发布
SIM8300		骁龙X55 (SDX55)	蜂窝(5G)		2019.4发布
中兴通讯	ZM8350	高通MDM9150	直连(LTE-V2X)	是	2018年发布
	ZM9000	骁龙X55 (SDX55)	蜂窝(5G)		2019.11发布
华为	ME959	巴龙765	蜂窝(4G)+直连(LTE-V2X)		2019.3商用样机, 2019.12 C样机
	MH5000	巴龙5000	蜂窝(5G)+直连(LTE-V2X)		2019.4发布, 2019.10上市
大唐电信	DMD31	大唐自研芯片	直连(LTE-V2X)		2017.11发布

## 2.1.5 通信协议栈：中国标准协议栈软件即将固定、具备量产条件

- 协议栈是指网络中各层协议的总和。V2X协议栈是整个终端产品中共性的一部分软件，提供物理层以上的V2X通信协议解析和打包，也包含安全和管理功能。一套成熟、高效稳定的V2X协议栈软件是V2X通信一致性和稳定性的基础。
- 通常车载/路侧终端制造商可以有自己的协议栈软件，也可以选择集成业界成熟的三方V2X协议栈软件。国内企业东软、星云互联、ASTRI及国外企业Cohda Wireless、Savari等可以为终端模块厂商以及OEM提供稳定可靠的协议栈软件以及开发支持服务，也使得不同厂商之间在通信上实现可靠的互联互通。国内企业中，东软具备竞争优势，东软与华为合作，在无锡车联网LTE-V2X城市级示范应用项目中为所有V2X实验和示范提供软件应用支撑。
- 中国标准的通信协议标准已基本完成，一旦标准成熟，中国标准的协议栈软件也将很快固定下来，量产条件基本具备。

图11：C-V2X协议栈

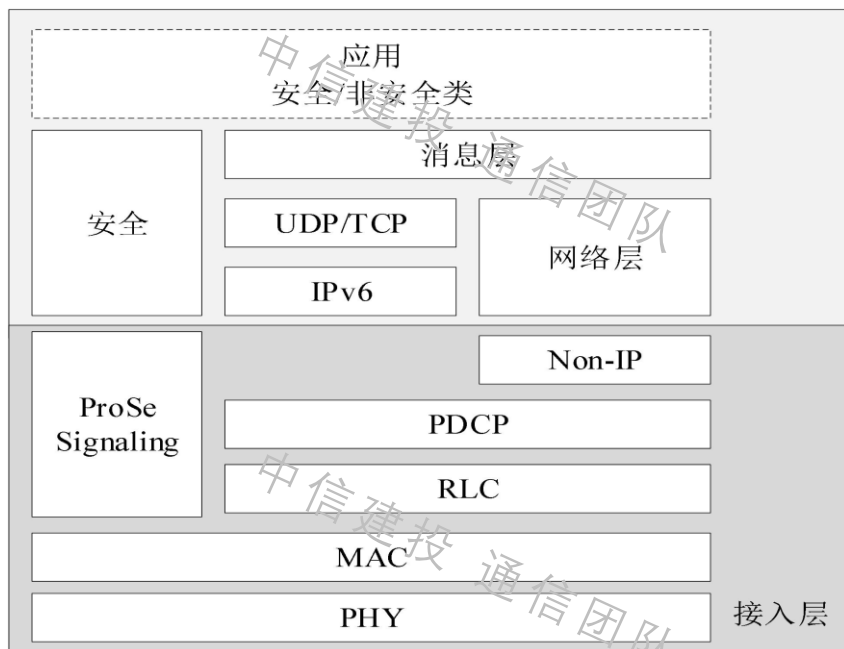
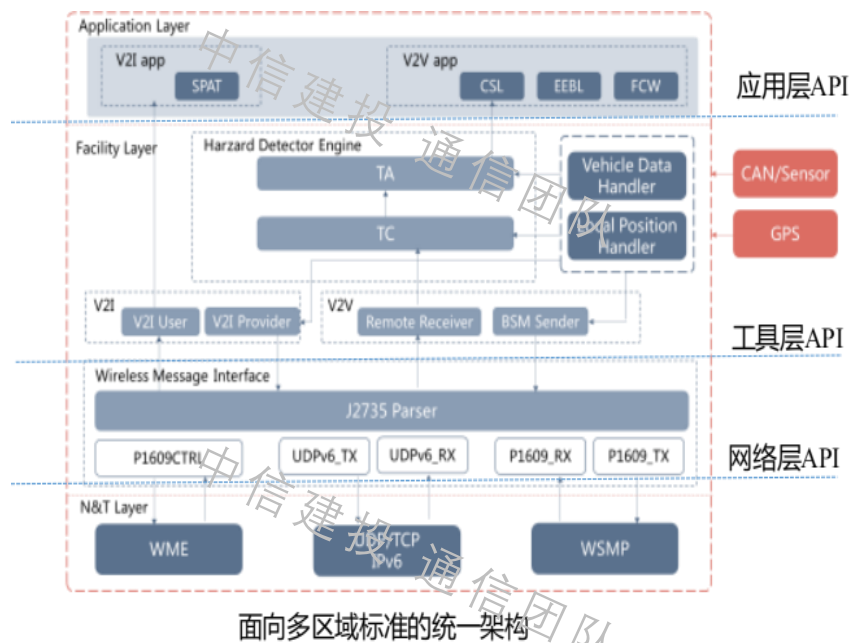


图12：东软V2X车路协同解决方案



## 2.1.6 直连通信设备：10余款国产LTE-V2X RSU已商用

■ RSU是部署在路侧的通信网关，是开展下一代车联网业务不可缺少的锚点：

- 业务功能：数据收集（通过有线/无线收集路侧交通设备数据、通过PC5接收车辆和弱势交通参与者数据、通过Uu或光纤接收平台下发数据），数据发送（通过Uu或光纤上传至V2X平台、通过PC5向道路交通参与者广播），协议转换（RSU内置C-ITS应用协议栈），定位能力，时钟同步等；
- 管理功能：完成设备的认证、管理与维护；
- 安全功能：实现RSU自身以及RSU与其他交互对象之间信息交互的安全保护。

■ 目前，RSU已在各V2X示范区小规模部署。

表9：国内RSU厂商及产品情况（不完全统计）

厂家	型号	通信模式	通信性能
高新兴	ZLITS7900 B1	蜂窝(4/5G)+直连(LTE-V2X)	V2X通信距离超过200米，支持最高车速250km/h
千方科技	QF-VX1000	蜂窝(3/4/5G)+直连(LTE-V2X)	空旷路况通信距离1000米，城市环境500到800米，通信时延小于25ms
金溢科技	LB-RD10	蜂窝(4G)+直连(LTE-V2X)	最大通信距离600m
星云互联	T-Station	蜂窝(3/4G)+直连(LTE-V2X)	覆盖范围超500m，内置高通9150芯片（选配大唐LTE-V芯片），支持中国ITS全协议栈
	T-Station Lite	蜂窝(4G)+直连(LTE-V2X)	覆盖范围超500m，支持国标协议栈
万集科技	未披露	直连(LTE-V2X)	
东软睿驰	未披露	蜂窝(2/3/4G)+直连(LTE-V2X/DSRC)	
中兴通讯	Y2000	直连(LTE-V2X)	
中移物联	中国移动RSU	蜂窝(4G)+直连(LTE-V2X)	直连通信距离大于500m 内置高通9150芯片
华为	RSU5201	蜂窝(4G)+直连(LTE-V2X)	最大覆盖范围500m，延时20ms以内置华为自研芯片
大唐电信	未披露	直连(LTE-V2X)	

图13：RSU功能

业务	管理	安全
数据收集	设备认证	硬件安全
数据发送	配置管理	系统安全
协议转换	故障管理	数据安全
定位能力	状态管理	断电保护
时钟同步	运维管理	通信安全

图14：RSU硬件架构

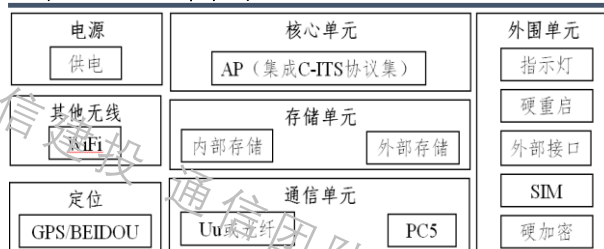
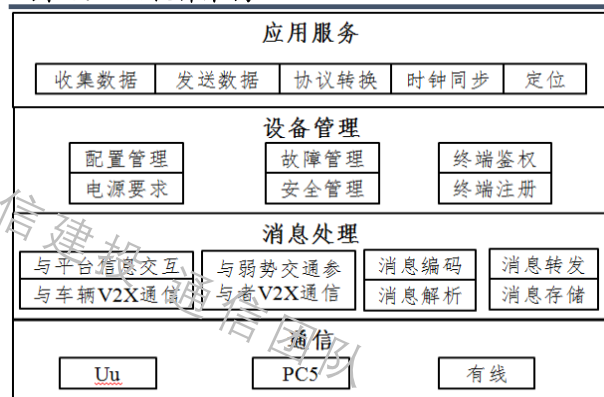


图15：RSU软件架构



## 2.1.7 蜂窝通信设备：4G基站已广覆盖，2020年5G基站将覆盖热点城市

- 基站是固定在一个地方的高功率多信道双向无线电发送机，是移动设备接入互联网的接口设备。
- 我国于2013年12月启动4G商用，2014-2016年为4G基站建设高峰期，2018-2019年进一步扩容，4G基站覆盖广度、深度不断提升。根据工信部数据，截至2019年底我国已建设4G基站544万站，占全球4G基站数量一半以上。
- 2019年6月6日，工信部发放5G商用牌照，10月31日三大运营商正式宣布5G商用。目前，5G基站设备已基本成熟。截至2019年底，我国建成5G基站超13万个。我们预计2020年5G建设数量约70万站左右。
  - 中国移动2019年建设超过5万个5G基站，覆盖超过50个城市，2020年将在所有地级以上城市提供5G商用服务。
  - 中国联通近期表示，2020上半年将与中国电信力争完成47个地市、10万基站的建设任务，三季度力争完成全国25万基站建设，较原定计划提前一个季度完成全年建设目标。
- 考虑到共建共享，我们预计5G基站主建设周期将缩短至3-4年，即2022/2023年达到4G基站在2016/2017年的覆盖水平，此后视需求情况进行针对性扩容（车联网/自动驾驶或是重要需求场景之一）。

图16：中国4G基站数量（万站）

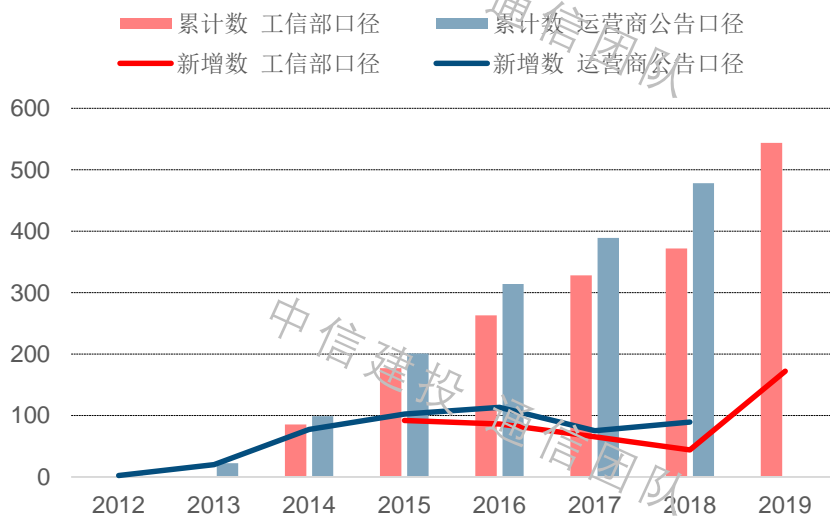
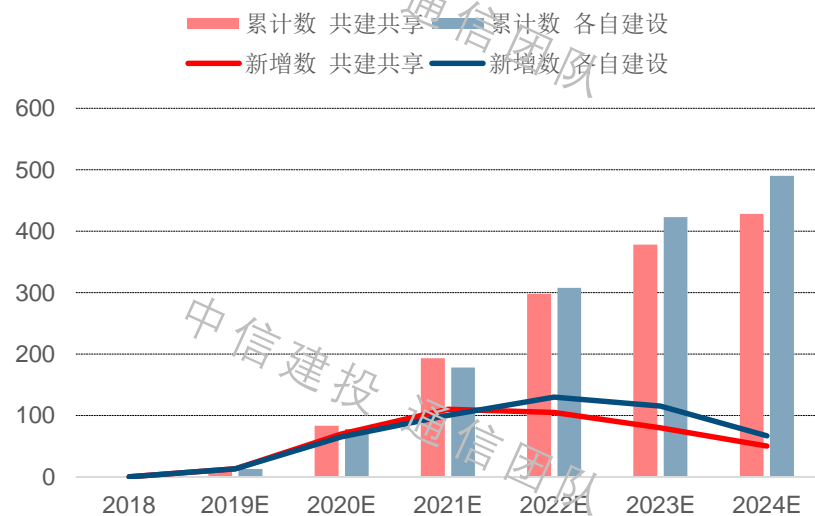


图17：中国5G基站数量（万站）



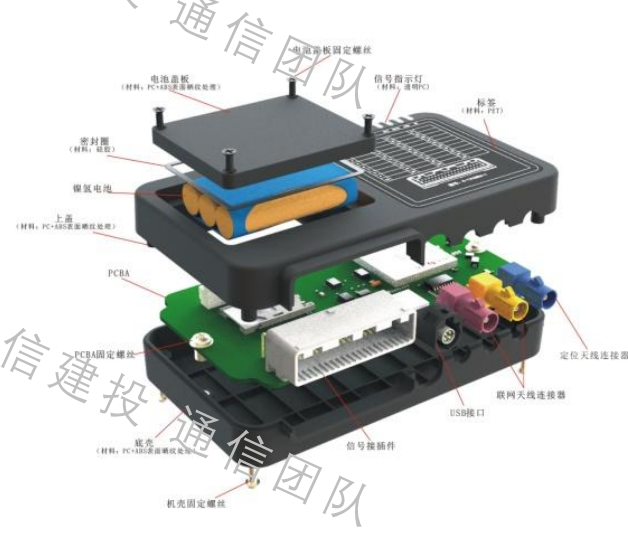
## 2.1.8.1 车载通信设备：目前4G前装多为选配，未来或成为标配

- 车载通信终端主要包括T-Box（面向前装）及OBD（面向后装）。
- T-Box即车载远程信息处理器，依托无线通信、GPS/北斗系统和CAN总线等，向驾驶员和乘客提供道路交通信息、导航信息、紧急情况对策、远距离车辆诊断、车辆远程控制以及互联网娱乐服务等，T-Box需满足车规级要求。
  - 目前，上汽荣威、长安、吉利、长城等自主品牌车企的中高配车型均具备联网功能，宝骏全系车型标配车联网，长安宣称2020年起不再销售非联网车型。目前T-Box厂商较多，国际厂商主要有博世、大陆、法雷奥、LG、哈曼等，国内厂商包括慧翰微电子、华为、经纬恒润、英泰思特、高新兴、雅迅网络、鸿泉物联、路畅科技、德赛西威、东软集团等等。
- OBD即车载诊断系统，通过OBD标准数据接口及OBD行车协议，实现驾驶行为分析、车辆定位和跟踪、诊断数据读取等功能。
  - 海外后装OBD市场商业模式成熟，主要面向车队管理、UBI车险等服务运营商，对产品性能要求较高，得润电子（Meta Systems）、高新兴、移为通信等均有相关产品。
  - 国内后装OBD市场主要以低端产品为主，门槛低，参与者众多，同质化竞争、价格战严重。

表10：部分国产T-Box厂商客户、销量及价格情况

	前装客户	2018年销量	2018年单价（元）
高新兴	吉利、长安、比亚迪（乘用车）	超过20万	500-600
雅迅网络	东风汽车、北汽福田、中国重汽、金龙汽车、中联重科等商用车、机械程车	13.43万（前装） +11.18万（后装）	517.72（前装）， 1053.48（后装）， 平均761.23
英泰思特	乘用车（北汽新能源等）、商用车（东风、中国重汽等）	24.75万套（车载无线及集成产品）	平均766元
鸿泉物联	智能驾驶终端（T-Box/行车记录仪+智能增强嘉实模块）主要面向重卡厂商，如一汽解放、东风、中国重汽、陕汽、北汽福田等 T-Box/行车记录仪客户较分散，非重点业务	2.69万套T-Box和行车记录仪，24.95万套智能增强驾驶终端	384.94（包括T-Box和行车记录仪） 551.03（智能驾驶终端）

图18：T-Box构造



## 2.1.8.2 车载通信设备：LTE-V2X OBU基本成熟，前装市场即将开启

- OBU是C-V2X的车载通信单元，由OBU衍生出的车载终端形态各异，如智能后视镜、T-BOX、车机、摆放式终端等。
- OBU功能包括三方面。1) 业务：数据接收（通过PC5接收RSU、其他OBU、弱势交通参与者广播的数据，通过Uu接收平台下发数据），数据发送（通过PC5广播自身BSM消息、通过Uu向平台上传数据），协议转换，CAN数据读取及解析，定位，时钟同步等。2) 管理：设备认证、管理与维护。3) 安全：实现OBU设备自身，及OBU与其他交互对象之间信息交互的安全保护。
- 目前商用的OBU产品以后装为主。前装方面，吉利、高通、高新兴计划在2021年发布吉利全球首批支持5G和C-V2X的量产车型，福特将于2021年在中国量产首款搭载C-V2X车型（先于在美国市场量产），上汽、广汽、东风、长安、一汽、北汽、江淮、长城、东南、众泰、江铃、BYD、宇通等将于20H2-21H1量产C-V2X车型。

图19：OBU功能

业务	管理	安全
接收数据	设备认证	硬件安全
发送数据	配置管理	系统安全
协议转换	故障管理	应用安全
CAN数据的读取及解析	状态管理	数据安全
定位能力	运维管理	断电保护
时钟同步		通信安全
消息展示与提醒		

图20：OBU硬件架构

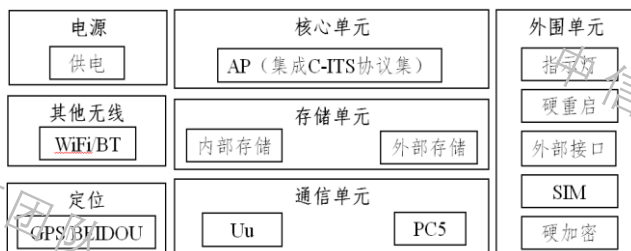


图21：OBU软件架构

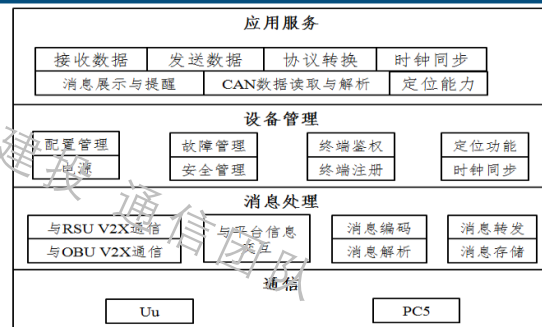


表11：国内OBU厂商及产品情况（不完全统计）

厂家	型号	通信模式	通信性能
高新兴	GTX60	直连(LTE-V2X)	搭载自研LTE-V2X模组
千方科技	QF-VX2000	蜂窝(3/4/5G)+直连(LTE-V2X)	空旷路况通信距离可达1000米，城市环境500到800米
金溢科技	LB-LD10	蜂窝(4G,可选)+直连(LTE-V2X)	最大通信距离600m
星云互联	V-Box	蜂窝(4G)+直连(LTE-V2X/DSRC)	支持中国ITS协议栈，内置高通9150芯片
	V2X Antenna	蜂窝(2/3/4G)+直连(LTE-V2X)	
东软睿驰	C-Box	蜂窝(2/3/4G)+直连(LTE-V2X)	内置高通9150芯片
万集科技	未披露	直连(LTE-V2X)	
中兴通讯	未披露	直连(LTE-V2X)	
华为	DA2300 (T-Box)	蜂窝(4G)+直连(LTE-V2X)	内置巴龙765芯片
大唐电信	未披露	直连(LTE-V2X)	内置大唐LTE-V芯片

## 2.1.9 传输网、核心网设备：LTE-V2X沿用现网架构，5G-V2X核心网能力将升级

- 传输网(承载网)是用来提供信号转换和传送的网络，主要分为接入层、汇聚层和骨干层，涉及传输介质(光纤)和各类传输设备(PTN、STN、OTN等)。
- 核心网是整个网络的控制中心，主要功能是提供用户连接、对用户的管理以及对业务完成承载，作为承载网络提供到外部网络的接口，涉及的具体设备类型非常多。
- 目前，5G核心网、传输网设备已基本成熟，主要供应商包括华为、中兴通讯、烽火通信、诺基亚、爱立信等。2020年5G网络从非独立组网(NSA)向独立组网(SA)过渡，传输网、核心网投资将较2019年有显著增量。
- V2X RSU设备一般通过沿公路部署的光纤接入传输网，也可通过Uu口连接4G/5G基站。
- LTE-V2X核心网沿用现网EPS架构，5G-V2X核心网络架构正处于研究初期阶段，需要具备的能力可能包括用于V2X服务的5G切片、部署边缘计算、引入智能网元、提供最高/最低QoS需求、保障车辆移动过程中的业务连续性等。

图22：移动通信网络示意图

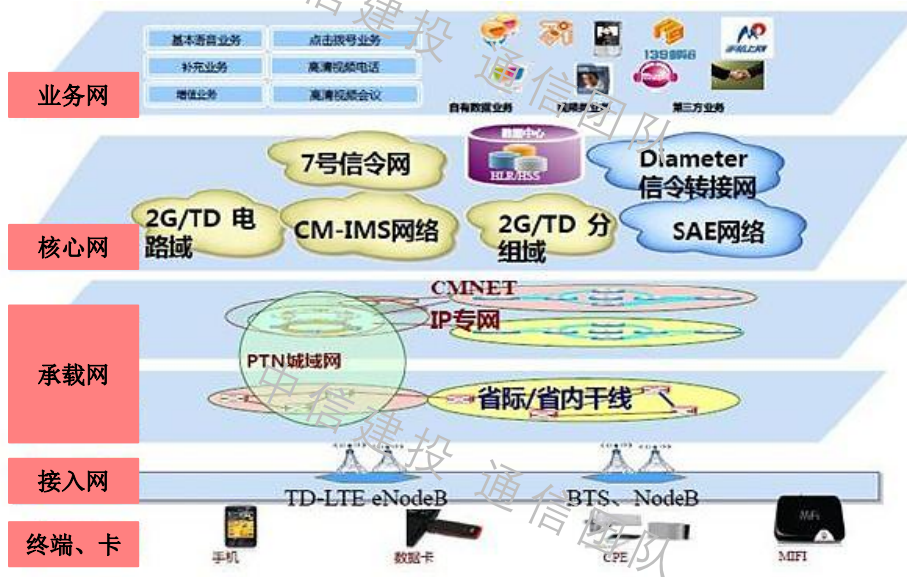
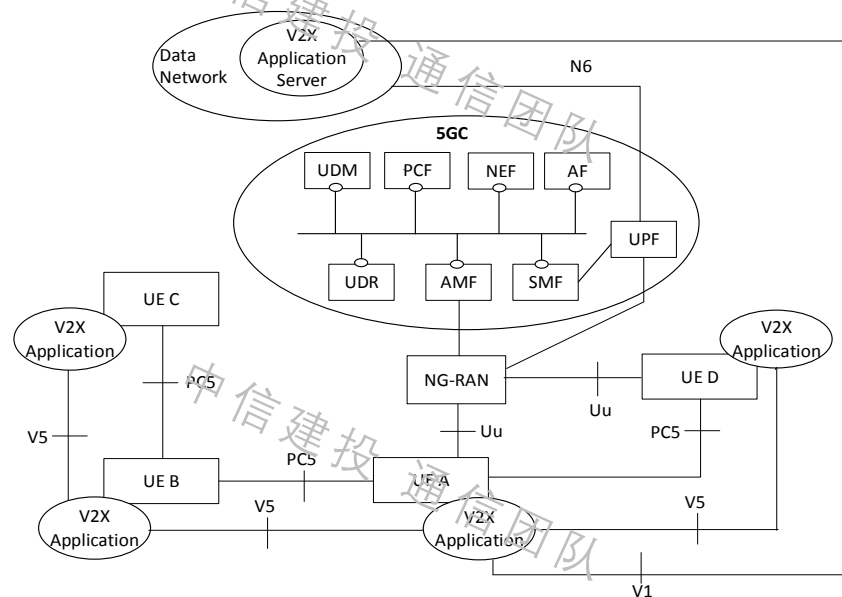


图23：PC5和Uu参考节点V2X通信的非漫游5G系统架构



## 2.2.1 感知设备：摄像头、毫米波雷达支持辅助驾驶，自动驾驶或需要激光雷达

- 当前，车载端传感器主要存在两个问题：一是感知盲区，如无法感知车前方500米外交通事故，留给驾驶员的反应时间较少；二是为保证感知效果需安装多个车载传感器，导致成本相对较高。路侧传感器可弥补车载传感器的不足。
- 路侧感知设备主要包括高清摄像头、毫米波雷达、激光雷达，三者各有优劣，可根据需求采取多传感器融合方式，以避免单一传感器的局限性。对于辅助驾驶场景，可采取毫米波雷达+高清摄像头，其中毫米波雷达主要负责识别车辆，摄像头主要负责识别行人；对于自动驾驶场景，可采取毫米波雷达+高清摄像头+激光雷达，对所有对象、事件进行精确识别。
- 路侧传感器将优先部署在交叉路口、盲区、弯道、匝道等，可大幅提升交通安全和效率，取得立竿见影的效果。
- 目前，我国在城市道路和高速公路上已安装了大量的监控摄像头、测速雷达等设备（摄像头数量估计在几千万个），但我们预计现存设备难以直接作为V2X感知设备，其中现存摄像头归属部门不一（如交警、城管、高速公路公司等）、协调难度大，现存测速雷达在技术上存在不足（可提供的信息类型、实时性等）。同时，考虑到摄像头和毫米波雷达两种传感器价格从路侧来看并不高，重新部署可能性较大。

表12：主要传感器比较

	测距	感知效果	主要识别对象	天气影响	成本
24GHz毫米波雷达	70m	绕射能力强，但分辨率低、没有高度信息	车	较小	低
77GHz毫米波雷达	250m	精度高，分辨率高，但没有高度信息	车	小	较高
激光雷达	16线约100m 32线约200m	精度高，分辨率高，可创建3D点云环境感知图	车、行人	较大	高
摄像头	理论上大于300m	可创建2D-3D环境图，但没有深度信息，需要后端运算	车、行人	大	较低

图24：华人运通“智路”全息感知系统及边缘计算系统



## 2.2.2 感知设备：三类传感器均具备国产能力，激光雷达价格降至万元以内

- **监控摄像头**：现有产品已较成熟，国内供应商较多。根据IDC数据，2018年中国视频监控市场前三大厂商依次为海康威视、大华股份、宇视科技，份额分别为36.4%、15.5%、4.5%。
- **毫米波雷达**：目前，车规级毫米波雷达供应商主要是博世、大陆、电装、德尔福、海拉等传统汽车电子巨头，部分国内企业初步具备了量产能力，例如华域汽车、德赛西威、森思泰克等；非车规级产品的国内供应商较多，主要是军转民企业。
- **激光雷达**：供应商以创业公司为主，如国外的Velodyne、Quanergy、Innoviz、Ibeo等，国内包括禾赛科技、速腾聚创、镭神智能等，华为、大疆等也已布局。目前，Ibeo、法雷奥合作研发的SCALA是唯一一款真正量产的车规级激光雷达，配套2017年发布的全球首款L3级自动驾驶汽车奥迪A8。过去几年，激光雷达价格从数十万美元降至数千美元，未来随着车规级产品大规模量产、相关厂商价格战开启，预计成本问题或不再是激光雷达在路侧批量部署的限制因素。

表13：国内厂商毫米波雷达量产情况（不完全统计）

厂商	量产情况
华域汽车	24GHz雷达2018年出货1.7万台（配套Marvel X、荣威HS等），77GHz雷达2019年量产（配套金龙客车）
德赛西威	24GHz雷达2019年量产，77GHz雷达2019Q2达到可量产状态，预计2020年量产
森思泰克 (海康威视投资)	24GHz雷达2018年量产（配套猎豹迈途等两款车型），77GHz雷达2019Q2量产（配套一汽红旗HS5）
理工雷科 (雷科防务子公司)	车用77GHz毫米波防撞雷达系统已被百度阿波罗计划、比亚迪DiLink计划相继列为国内唯一合作厂商，804T6型毫米波汽车前防撞雷达和SRR402T6型角雷达已获得数万套批量订单
行易道	2019年24GHz、77GHz产品已完成后装雷达商用化，2020年将正式量产
安智杰	2019年已经陆续有定点项目实现量产化，2020年将有余个项目实现量产

图25：CES 2020期间发布的部分激光雷达及售价



## 2.3.1 交通设备：四大阵营抢滩交通信号机市场

- 交通信号控制机是城市交通信号控制系统的核心组成部分，是交通信号控制系统中位于交叉口现场的底层执行单元，其核心功能是调节交叉口交通信号顺序、配时及控制信号灯运行，兼有交通信息采集、通信、交叉口监控等功能。
- 根据镭场景实验室数据，全国共有20多万个信号灯控制交叉口，对应交通信号机保有量20多万套。赛文交通网数据显示，截至2017年，我国31座省会/直辖市城区共有3.4万套信号机，其中集中协调式2.9万套(占比85%)，单点式5千套(占比15%)；92%的城市使用1-2种品牌的信号机，62%的城市只使用1种品牌的信号机。
- 目前，交通信号机供应商较多，主要包括以下几类：
  - 1) 国际领先企业，如澳大利亚SCATS、英国SCOOT、美国西门子ACTRA等，凭借先发优势，长期把持国内大部分一二线城市交通信号机市场，份额超50%（赛文交通网2017年数据）；
  - 2) 国内老牌交通信号控制企业，如海信、易华录、莱斯、中控、宝康等，抢占了大量新二线以及三四线城市市场；
  - 3) 安防企业，如海康、大华，拥有视频硬件、算法优势，通过道路智能化建设项目总包形式逐渐抢占新建、改建市场；
  - 4) 互联网巨头，阿里系浩鲸科技于2019年7月推出“软件定义信号机”的SDS-UTC智能信号系统，华为2019年9月发布TrafficGo2.0解决方案，计划2020年进入市场快速拓展期。

图26：交通信号机



表14：2018中国道路交通信号控制器行业十二强（出货量为核心指标，排名不分先后）

安徽科力信息产业有限责任公司	南京莱斯信息技术股份有限公司
北京易华录信息技术股份有限公司	青岛海信网络科技股份有限公司
重庆攸亮科技股份有限公司	上海骏码交通科技有限公司
杭州海康威视数字技术股份有限公司	无锡华通智能交通技术开发有限公司
江苏航天大为科技股份有限公司	浙江大华技术股份有限公司
连云港杰瑞电子有限公司	浙江浙大中控信息技术有限公司

## 2.3.2 交通设备：车路协同将重塑信号机，多城市建设统一信控平台

- 面向车路协同的交通信号机，将集交通感知、信号控制、网联通信、数据交换于一体，可将信号配时相位、红绿灯时长、排队长度等信息传递到车内，同时获取车联网云控平台的实时信息，业务定位由信号控制终端演变成前端智能化节点。
- 2019年，北京市完成1700处智能交通综合信号控制系统项目招投标，未来三年北京全市新改建的交通信号机合计共6000余个路口。本次“1700处项目”仅是第一轮放量，项目要求信号机具备车路协同相关功能，这可能会影响今后国内其他城市交通信号机建设的需求，车路协同功能成为信号机标配可能开始于北京，然后逐步扩展是全国。
- 当前，各信号机厂家系统通讯协议不兼容，不同产品的信控基本概念、基本方法也存在差异，导致各厂家生产的信号机之间不能进行（区域）协调控制，交通流检测系统无法与信号机联动实现实时自适应交通控制，跨平台勤务管理过于繁琐、复杂，容易导致一座城市或区域内的交通信号控制器/系统的后续扩容和维护维修仍只能使用这个品牌的产品。
- 赛文交通网的调研显示，目前已有多座城市建立了统一的信控平台，如海口、长沙、银川、武汉、南宁、合肥，此外北京、十堰、广州、苏州等城市已经或正在准备建设城市级的统一信控平台。

表15：国内城市交通信号控制系统

系统名称	研发单位	特点	内部协议	数据交换协议	结构
SCOOT	英国交通与道路研究所	方案形成式自适应控制系统	私有协议	无	集中式控制
SCATS	澳大利亚新南威尔士州道路交通局	方案选择式自适应控制系统	私有协议	自定义ITS接口协议	三级分布式控制
ACTRA	美国西门子公司	方案形成式+专家系统式自适应控制系统	NTCIP协议	自定义接口协议	分布式控制
HT-UTCS	公安部交通管理科学研究所	方案形成式+专家系统式自适应控制系统	私有协议	自定义接口协议	三级分布式控制
海信	青岛海信网络科技股份有限公司	感应式协调、方案选择	NTCIP协议	自定义接口协议	三级分布式控制
莱思	南京莱斯信息技术有限公司	自适应控制	私有协议	自定义接口协议	二级分布式控制

图27：海康威视“协议魔方”支持系统间的灵活接入和被接入



## 2.4 计算设备：服务器、C-V2X设备商已发布多款MEC产品

- 移动边缘计算（MEC）可以将汽车云分散部署到网络边缘的移动基站中，在靠近网络边缘的基站中为应用程序提供服务器，使数据处理尽可能靠近车辆和道路传感器，减少数据往返时间。
  - MEC服务器端应用可以直接从车辆和路面传感器的应用程序中获取本地消息，识别其中需要近乎实时传输的高风险、敏感信息并直接下发至该区域其他车辆，时延低至20ms内。
  - MEC服务器端应用也可以快速通知附近其他MEC服务器上运行的应用程序，或将本地信息发送到汽车云进一步统筹处理。
  - 面向车联网的MEC典型应用场景包括信息融合感知、高精度地图分发等。
- MEC的核心技术主要包括边缘节点(如路由器、交换机、基站、vCPE、数据中心等)、边缘网络、边缘管理系统、边缘应用和服务等，其中所涉及的硬件基础设施、软件技术大多已具备，但需根据MEC需求进行适配或优化。2019年以来，浪潮、华为、新华三、中兴等主流服务器厂商已相继推出MEC产品，星云互联、千方科技推出具备MEC能力的协同控制器。
- 路侧计算决策单元在设备端有多种实现方式，可以融合到RSU内，可以是本地的MEC单元，也可以是区域的计算中心。

图28：基于MEC的感知融合方案（RSU接入方式）

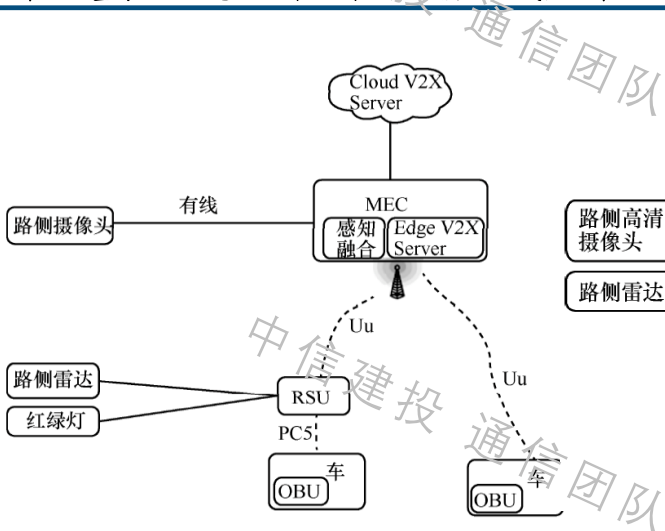


图29：基于MEC的高清地图方案

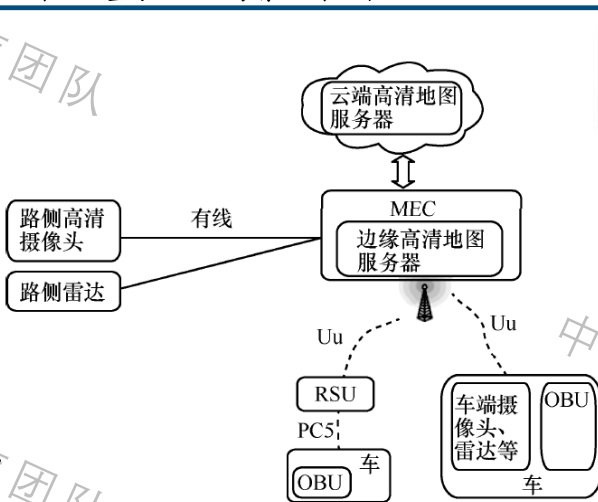


图30：部分边缘服务器产品



## 2.5.1 配套设施：安全标准/平台/管理主体及国密产业链仍待完善

- 车联网通信的主要特点是互相没有关系的车联网实体之间进行随机通信。为实现车联网实体之间的认证和通信安全，采用基于公钥基础结构(PKI)的安全机制已经是业界的共识。目前，欧美已研究并建立基于PKI的V2X安全标准体系，部署了用于技术验证的通信安全机制和认证管理平台，开展了一定规模的试点认证，部分先发厂商已制定完整的V2X商用路线。
- 国内针对C-V2X安全相关领域的研究工作尚处于起步阶段，具体情况如下。
  - 1) CSSA正开展V2X安全通信标准制定工作，部分标准尚未完成。
  - 2) 大唐、国汽智联初步建成针对V2X通信的安全认证平台，但针对C-V2X通信证书格式、身份认证管理平台、隐私保护等方面的检测能力尚未完善建立。
  - 3) 不同行业构建了各自的信息安全、证书管理系统（如交通部主导的交通运输行业密钥管理与安全认证系统、公安部主导的汽车电子身份密钥管理系统等），但C-V2X安全管理主体仍不明确，适用于C-V2X的证书管理架构尚未达成共识，缺乏统一的管理、协调、互认机制，尚未形成统一的信息服务平台。
  - 4) 国内标准要求LTE-V2X通信支持国密算法。硬件方面，华大电子、华大信安、信大捷安等可提供国密安全芯片，但仍缺乏车规级国密安全芯片、HSM产品。算法方面，目前车联网安全使用的是显式证书，未来可能使用隐式证书等新机制来减少空口开销及算力消耗，美国使用的生成隐式证书的算法是ECQV算法，我国并没有类似于用于车联网隐式证书的算法。

图31：基于PKI的车联网通信安全基本原理

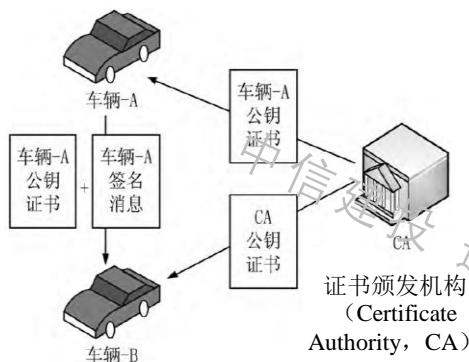


图32：集中式安全基础设施部署（统一管理）

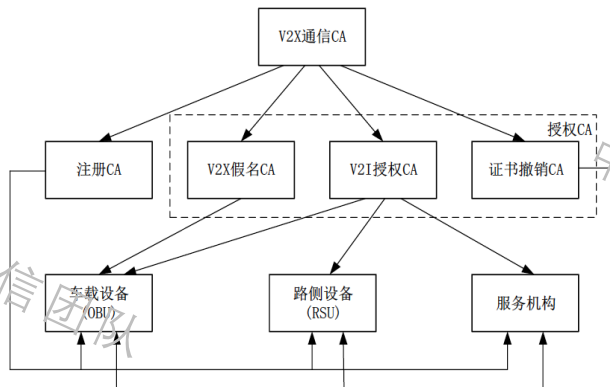
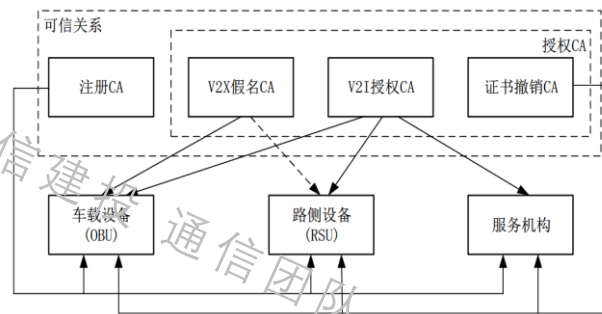


图33：分布式安全基础设施部署（多部门管理）



## 2.5.2 配套设施：内外场测试体系初步形成，主体待协调、流程待完善

- 构建开放统一的测试平台进行C-V2X相关产品的测试和验证，是C-V2X标准和技术普及推广的必经阶段，国内进展如下：
  - 标准方面，信通院联合各方力量在IMT-2020（5G）推进组C-V2X工作组积极推动LTE-V2X相关测试标准规范的研究，目前已形成针对接入层、网络层、应用层的多份文件。
  - 实验室测试验证方面，中国信通院、中国汽研、中汽中心、上机检测等测试机构已建立实验室测试环境，对外提供C-V2X应用功能、通信性能、协议一致性等测试服务。信通院2018年9月至10月组织9家终端设备厂商完成网络层应用层互操作、协议一致性测试，2019年9月至10月再次组织28家企业50余款产品开展互操作和互联互通测试。
  - 外场测试验证方面，国内各示范区均加快部署C-V2X网络环境，北京、长沙、上海、无锡、重庆等地建成了覆盖测试园区、开放道路、高速公路等多种测试环境。
- 存在问题：1) 测试主体不统一，各厂商和机构的测试方式和标准不统一，跨行业的测试认证体系仍需要协同；2) 测试流程不完善，现有C-V2X测试标准、规范、环境不完善，测试认证体系不明确，各测试环节的划分较为模糊，部分测试评估认证规范缺失；3) 亟待推动大规模外场测试，支撑C-V2X产业化落地。

图34：中国信通院车联网实验室 C-V2X 测试设备

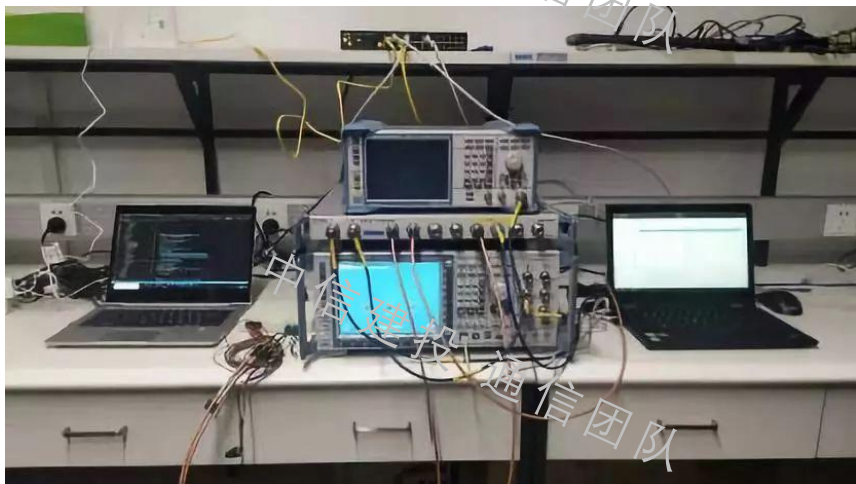


图35：国家智能交通综合测试基地（江苏）规划图



## 2.5.3 配套设施：依托示范区建设V2X平台，尚需完善互联互通与生态构建

- V2X平台将是车联网产业生态体系的核心，可实现全面的数据接入、存储分析、协议开放、赋能服务等能力。车联网平台向下能触及所有终端和路侧设备，平行方向能与跨行业应用平台或监管平台进行数据交互，向上能支持承载各式各样的应用服务。车联网平台的潜在用户包括汽车厂商、交管部门、运营商、应用服务商以及整车和交通产业链上所有关联企业。目前，业界已经基本形成“路侧-区域-中心”多层次平台架构的共识。
- 当前，V2X平台的搭建依托于智能交通及智能网联测试示范区、行业部门、企业建设。无锡、长沙、北京、上海、重庆等车联网先导区和示范区已经建立C-V2X运营服务平台。
- 现有V2X平台仍处于研究与示范验证阶段。从V2X运营平台自身来看，数据挖掘不足、提供服务单一；从与其他平台的对接来看，不同行业数据平台体系架构和标准不同，跨行业数据平台间互联互通困难，缺少数据共享接口。
- V2X平台的建设不只是技术层面打通所有接口，更是培育车联网产业新生态的过程。平台的建设将分级、分步骤实施，先期聚焦发展区域性、功能性的子平台，最终逐步整合出协同统一共性基础服务平台。针对不同企业特色、不同地域、不同功能的子平台，应在交互接口、传输协议、数据格式等方面进行协调和标准化，促进实现跨平台的互联互通和开放服务。

图36：V2X平台网络部署

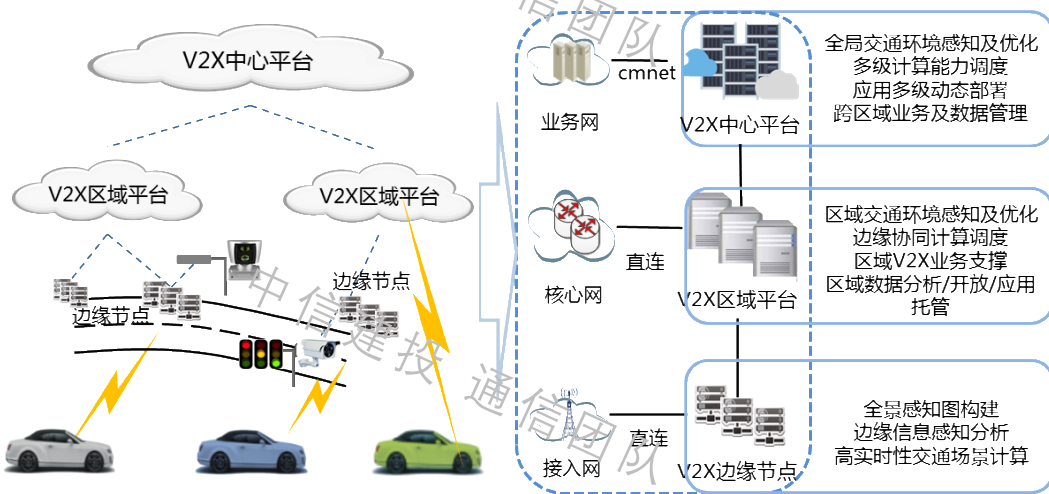


表16：各类车联网平台举例

类型	举例
V2X运营平台	中国移动在北京、无锡、上海、宁波、柳州等地方，中国电信在雄安，中国联通在常州、重庆等地部署支持车联网业务的MEC服务平台；全国首个V2X云控基础平台落地上海汽车城，启迪云控设计并负责实施；千方科技、高新兴等也有V2X运控管理服务平台
行业监管与服务平台	交通部：全国道路货运车辆公共监管与服务平台 全国重点营运车辆网联联控系统、精细化路网运行监测系统、智慧路网运行指数系统等 公安部：互联网交通安全综合服务管理平台 工信部：新能源汽车国家监测与管理平台
应用服务平台	百度、阿里、华为、滴滴等科技公司，以及车企构建的智能驾驶、出行服务平台

## 2.6.1 示范商用：美、欧、日、韩等汽车发达国家(地区)积极部署

图37：全球C-V2X评估/测试/试验区域分布（截至201909）



据GSA统计，截至2019年9月，全球共有25个运营商进行C-V2X相关的评估/开发/测试/试验，主要的场景包括避撞、实时状态感知、交通弱势群体、穿透显示、传感器共享、自动驾驶、应急车辆预警、交通管理等。

表17：美国车联网验证示范项目

技术	项目
802.11p	<p>美国有将近50个DSRC车联网示范项目，道路长度从几英里到几百英里不等，例如：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wave 1 Cities: 由美国交通部推动部署，在Tampa、New York City和Wyoming三个城市进行车联网系统部署和应用。</li> <li>Ann Arbor车联网测试场: 由密歇根大学和USDOT共同建立，测试产生的关键数据提供给USDOT用于分析和后续立法。</li> <li>Michigan DOT车联网项目: 由Michigan交通部门推动，目标是2020前建成世界最大的RSU部署区域之一。</li> <li>Columbus, Ohio智慧城市项目: 计划对城市基础设施进行全方位升级改造，与USDOT合作制定其车联网行动计划(ConOps)，计划2019年部署3000个OBU和175个RSU。</li> </ul>
LTE-V2X	<ul style="list-style-type: none"> <li>2017年10月，福特、诺基亚、AT&amp;T和高通宣布开展美国首个C-V2X试验项目，并得到了圣迭戈政府协会、加利福尼亚州运输局、丘拉维斯塔市及智能交通系统供应商McCain, Inc的支持。</li> <li>2018年6月，福特、松下、高通及加利福尼亚州的科罗纳多交通局宣布商用C-V2X技术，得到智能交通系统提供商Kapsch TrafficCom和Tier1法可赛的支持。</li> </ul>

表18：欧洲车联网验证示范项目

技术	项目
802.11p	<ul style="list-style-type: none"> <li>Corridor项目、瑞典DriveMe项目、德国A9高速公路测试项目均形成实际道路部署，对车联网系统进行技术验证。</li> </ul>
LTE-V2X	<ul style="list-style-type: none"> <li>英国政府在布里斯托、格林威治、考文垂、米尔顿凯恩斯等城市开展自动驾驶测试项目。</li> </ul>

表19：日本车联网验证示范项目

技术	项目
802.11p	<ul style="list-style-type: none"> <li>车联网技术评估方面，日本汽车工业协会(JAMA)定义了车联网的潜在用例；日本跨部委战略创新促进计划(SIP)也在进行无线接入技术实现车联网用例有效性的评估。</li> </ul>
LTE-V2X	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本智能交通系统信息交流论坛组织进行802.11p和LTE-V2X的技术性能评估。</li> <li>2018年，汽车企业、电信企业和ITS公司发布官方声明称在日本进行C-V2X测试，大陆集团、爱立信、日产、NTT DOCOMO、OKI和高通参与测试。</li> </ul>

表20：韩国车联网验证示范项目

技术	项目
802.11p	<ul style="list-style-type: none"> <li>已完成第一阶段试点部署。主要集中在高速公路，国家级公路和大田市、世宗市的市内道路（共计87.8公里），已完成公共安全应用和安全系统开发、安全性测试、经济效益分析、技术标准、设备验证及立法完善等工作。</li> <li>第二阶段试点部署工作已启动，计划2020年完成。部署范围包括首尔环城公路，京釜快速路（共128公里）、首尔市区（133.4公里主干道）以及济州岛高速公路和主干线（300公里），用于提供包括前向碰撞及拥塞预警、慢行和静止车辆预警等安全相关的应用服务。</li> </ul>

## 2.6.2 示范商用：国内C-V2X示范项目遍地开花

- 为满足智能网联汽车多场景多环境测试需求，工信部、交通部、公安部积极与推进智能网联汽车测试示范项目建设。此外，一些地方政府、企业或科研单位自发建设了智能网联/自动驾驶示范区。
- 据不完全统计，目前全国各类示范项目数量已经超过40个，基本覆盖中东部主要城市，特别是汽车工业发达地区。

图38：国家级智能网联汽车测试示范区分布(截至2019年9月)

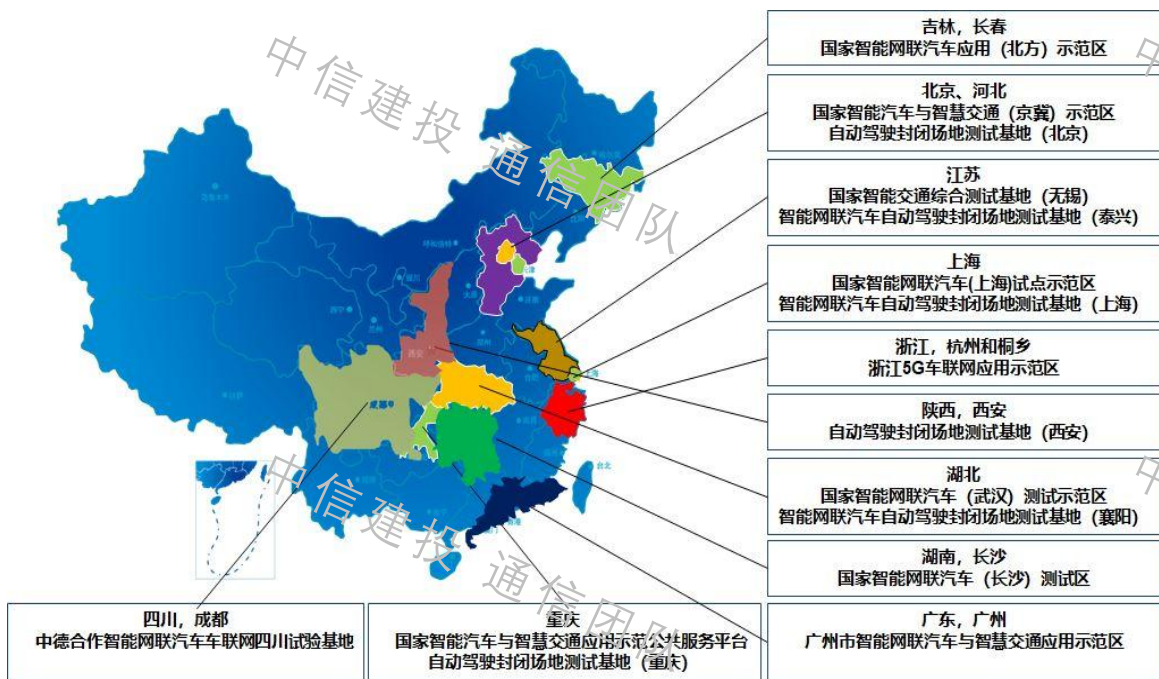


表21：我国智能网联汽车测试示范项目

类型	指导单位	项目举例
国家级智能网联汽车/自动驾驶示范(先导)区	工信部	江苏(无锡)车联网先导区(包括国家智能交通综合测试基地)
		国家智能汽车与智慧交通(京冀)示范区
		国家智能网联汽车(长沙)测试区(湖南湘江新区智能系统测试区)
		国家智能网联汽车(上海)试点示范区
		重庆i-VISTA智能汽车集成系统试验区
		国家智能网联汽车应用(北方)示范区
		浙江5G车联网应用示范区
		国家智能网联汽车(武汉)测试示范区
		广州智联汽车与智慧交通应用示范区
		中德智能网联汽车四川试验基地
天津(西青)国家级车联网先导区		
国家级智能网联汽车/测试试验场	交通部	公路交通综合试验场
		重庆车辆检测研究院
		长安大学车联网与智能汽车试验场
		中质国家智能驾驶华东检测基地
智慧高速公路	交通部	上海临港智能网联汽车综合测试示范区
		国家智能网联汽车质量监督检验中心(湖北)
		延崇高速东奥走廊智慧公路
		京雄高速
		杭绍甬智能高速
		齐鲁交通智能网联高速公路
		吉林省智慧高速
		河南机西高速智慧公路试点
		江西昌九智慧高速
		海南高速智能网联公路
注：不完全统计		
非国家级智能网联汽车/自动驾驶测试示范区	地方政府/企业/科研单位	深圳无人驾驶示范区
		襄阳智行隆中示范
		福建平潭无人驾驶汽车测试基地
		漳州无人驾驶汽车社会实验室
		柳州智能网联汽车示范区建设
		重庆中国智能网联汽车试验基地
		中国智能车综合技术研发与测试中心(常熟)
		中汽中心智能网联示范区
		嘉善产业新城智能网联汽车测试场
		武汉雷诺自动驾驶示范区
北汽蓝锦无人驾驶汽车运营项目		
注：不完全统计，实际数量较多		

## 2.6.3 示范商用：规模不断扩大，向城市级先导区升级

- 示范区规模持续扩张。例如，无锡车联网先导区将在2019年底覆盖400个路口、260平方公里，到2021年6月将覆盖1000个路口、500平方公里，到2023年将覆盖2000个路口、1200平方公里。北京市计划在500公里的道路部署LTE-V2X网络，2022年京津冀示范区2022年将达到2000公里道路（包括经济技术开发区、海淀区、顺义区内道路以及京礼高速、京雄高速、新机场高速）。广州市计划在超过700公里道路部署LTE-V2X网络。
- 示范区从最初以测试为主，过渡到多应用场景示范，目前正向综合性、城市级先导区转变。2019年9月，全国首个车联网先导区在无锡揭牌。2019年12月，工信部复函支持天津（西青）创建国家级车联网先导区。此外，长沙、广州、北京、重庆、浙江德清县等也积极筹备创建国家车联网先导区。

表22：国家智能汽车与智慧交通（京冀）示范区规划

	2016.1-2017.12 (场)	2017.12-2019.1 (路)	2019.1-2020.12 (城)
<b>车辆规模</b>	300辆 (背景车辆270辆)	1000 辆 (背景车辆900辆)	10000辆 (背景车辆9000辆)
<b>道路里程</b>	42Km	217km (封闭+开放道路)	800km
<b>道路类型</b>	城市+城郊	高速+城市+城郊	高速+城市+城郊
<b>应用场景</b>	50种, 封闭测试场+部分开放场	180种, 区域交通试验	300种, 综合交通试验

表23：国家智能网联汽车（上海）试点示范区规划

	封闭测试与体验区 (2016年)	开放道路测试区 (2017年底)	典型城市综合示范区 (2019年底)	城际共享交通走廊 (2020年底)
<b>面积</b>	5平方公里	27平方公里	100平方公里	100平方公里
<b>车辆规模</b>	200辆 (160辆背景车+40辆测试车)	1000辆 (900辆背景车+100辆测试车)	5000辆 (4500辆背景车+500辆测试车)	10000辆 (9000辆背景车+1000辆测试车)
<b>道路里程</b>	15公里	73公里	366公里 (含高速28公里)	500公里
<b>道路类型</b>	模拟高速+城市+乡村	快速+城市+乡村+园区	高速/快速+城市+乡村	高速/高架+城市+乡村
<b>RSU</b>	42个	182个	360个	500+
<b>应用场景</b>	封闭模拟交通 (36个)	区域共享交通 (68个)	城市区域交通 (86个)	城际综合交通 (预计150个以上)
<b>通讯制式</b>	DSRC/LTE-V/Wifi	DSRC/LTE-V	DSRC/LTE-V	DSRC/LTE-V

## 2.6.4 示范商用：技术和设备能力获验证，安全/效率类应用为当前重点

- 各大示范区初步实现C-V2X网络、路侧单元规模部署，装配一定规模的车载终端，完成重点区域交通设施车联网功能改造和核心系统能力提升，验证C-V2X技术及设备能力。
- 安全和效率类场景是当前应用发展重点。安全方面，利用V2V、V2I，可实现交叉路口碰撞预警、紧急刹车预警，以及高速公路匝道汇入预警、危险路段预警、异常车辆预警等。效率方面，经过网联化改造的交通灯、电子标识等可广播交通管理与指示信息，实现诱导通行、车速引导、红绿灯或限速提醒等，在高速公路可实现可变限速、服务区车辆排队信息通知等。
- 高等级自动驾驶是车联网的终极应用，但绝非一蹴而就，需要众多细分领域的应用持续积累突破。

图39：车联网应用成熟度象限

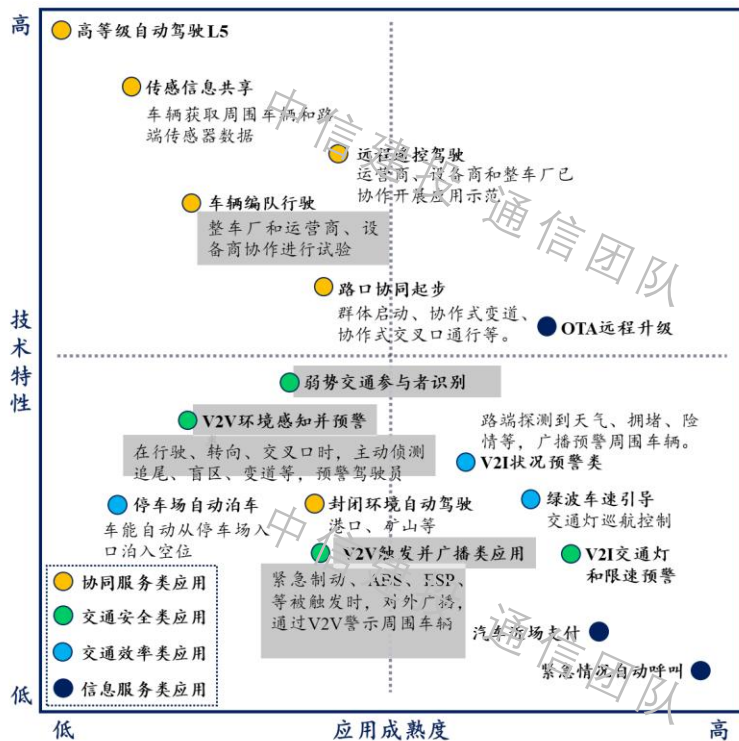


图40：无锡车联网(LTE-V2X)项目部分应用场景



## 2.6.5 示范商用：部委指导，地方政府/高速公司牵头，多方参与

- 以城市为核心的智能网联汽车示范区基本形成“部省合作”的建设模式，电信运营商、交通管理部门探索分工界限。
  - 举例：1) 无锡先导区是在工信部、公安部、江苏省政府支持下，江苏省工信厅牵头，无锡市政府组织中国移动、公安部交科所、华为、无锡市公安交警支队、中国信通院、天安智联、无锡智慧城市建设发展有限公司等七家核心单位创建。2) 京冀示范区的建设、管理与运营主体为北京智能车联产业创新中心有限公司，该公司是在北京市经信委的指导下，由千方科技牵头，联合汽车、通信、互联网、交通的多家龙头企业联合出资成立。3) 长沙测试区的建设和运营单位为湖南湘江智能科技创新中心，其股东包括湖南湘江新区发展集团有限公司、长沙含浦科教产业园开发建设有限公司、长沙智能驾驶研究院。4) 上海示范区由上海国际汽车城承建，执行机构为智能网联汽车产业技术联合创新中心，该中心由中国汽车工程学会、中国汽车工业协会、嘉定区政府共同筹建，首批发起成员单位有60多家。
- 在交通部推动下，多地高速公路公司积极建设智慧高速公路示范工程。举例：1) 延崇高速由首发集团牵头，百度、千方科技、华为、奥迪等公司参与建设；2) 杭绍甬高速公路业主为浙江杭绍甬高速公路有限公司，阿里云参与建设。
- 通过各地车联网测试示范项目，车联网运营主体和职责逐步明确，相关政府部门间的联络协调机制逐步完善。

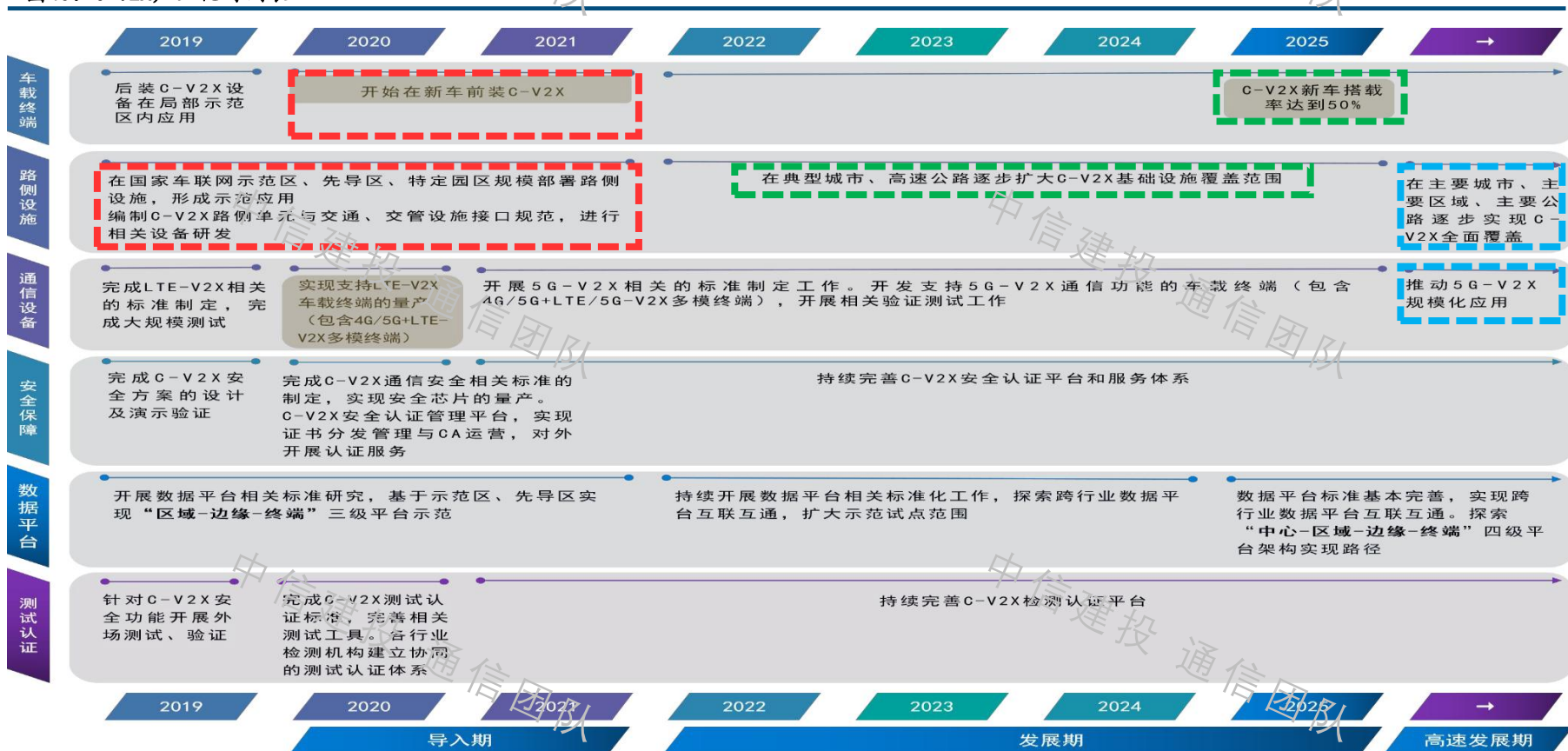
图41：无锡先导区核心单位（此外还包括无锡智慧城市建设发展有限公司） 图42：北京智能车联产业创新中心有限公司主管及发起单位



## 2.7 规模商用：2022年有望启动，2020-2021年仍以示范商用为主

- 根据中国智能网联汽车创新联盟《C-V2X产业化时间表》，2020-2021年为C-V2X导入期，2022-2025年将进入发展期。
- 对于2020年，我们认为主要有四大看点：1) C-V2X标准制定工作持续推进；2) C-V2X示范/先导区扩建；3) C-V2X前装车型上市；4) C-V2X支持政策出台，特别是全国性C-V2X运营或将取得新进展，若以2022年作为车联网规模商用的起点，则不排除全国性车联网运营主体在2020至2021年落地的可能性。

图43：C-V2X产业化时间表



### 第三章

### 投资规模测算

### 3.1 C-V2X基建包括四大方向，路侧/车端受益确定性高

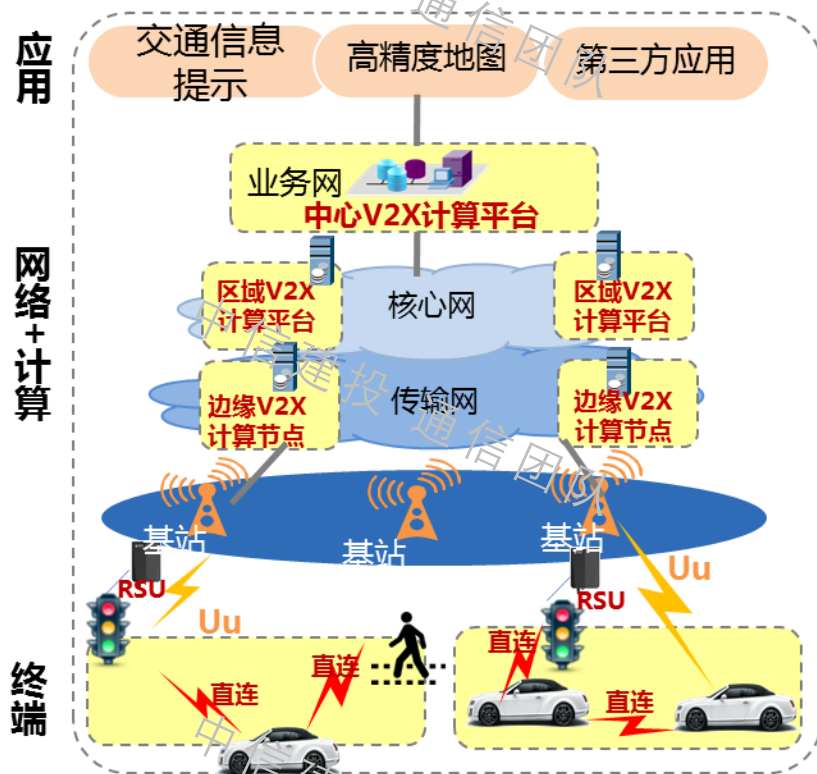
#### ■ 我们认为，车联网基础设施投资主要包括四个方面：

- 1、路侧基础设施，包括RSU、摄像头、毫米波雷达、激光雷达、边缘服务器、交通信号机等，投资主体为V2X运营商（示范区运营主体、高速公路公司、地方交通及市政部门等），该部分投资与C-V2X商用直接相关。
- 2、车载基础设施，主要是OBU，投资主体为整车厂/车主，该部分通投资与C-V2X商用直接相关。
- 3、电信基础设施，包括5G基站、传输网、核心网设备等，投资主体为三大电信运营商。由于车联网仅是诸多5G应用中的一项，此部分投资不完全与车联网相关，难以量化车联网商用带来的电信基础设施投资。
- 4、云基础设施，包括车联网平台和数据中心等，投资主体为V2X运营商、车载操作系统/自动驾驶平台供应商等。目前，车联网/自动驾驶业务量较小，云基础设施需求也较小，预计规模商用一段时间后才可能会有显著增量，且需要观察应用的发展情况。

■ 总体而言，路侧和车端基础设施投资与C-V2X商用直接相关，相关设备需求向好具有确定性。

■ 中国智能网联汽车产业创新联盟发布的《C-V2X产业化时间表》对导入期（2020-2021年）和发展期（2022-2025年）的路侧、车端基础设施发展水平进行了预判，我们基于此测算相关设备市场规模。

图44：V2X通信网络架构



资料来源：中国移动，中信建投证券研究发展部

### 3.2.1 C-V2X路侧基础设施：覆盖情况预测

- C-V2X路侧设备的部署位置主要包括两类。第一，在城市内部主要是交叉路口，可提升交通效率和安全性。城市内交叉路口之间的距离一般不超过1公里，目前C-V2X RSU的通信距离通常在500~1000m，因此在交叉路口部署RSU基本就能够实现对路段的整体覆盖。第二，城市间的高速公路，以及城市内部快速路、绕城快速路，平均每隔500m左右部署一套路侧设备。因此，首先需要对未来C-V2X路侧基础设施覆盖的城内交叉路口数和高速/快速路里程数进行预判。
- 根据《C-V2X产业化时间表》，2019-2021年“在国家车联网示范区、先导区、特定园区规模部署路侧设施，形成示范应用”，2022-2025年“在全国典型城市、高速公路逐步扩大C-V2X基础设施覆盖范围”。基于此，我们预计：2020-2021年，C-V2X覆盖的城市内交叉路口数量将新增1万个，累计达到1.2万个，C-V2X覆盖的高速/快速路将新增0.24万公里，累计0.30万公里；2022-2025年，C-V2X覆盖的城市内交叉路口数量将新增4.2万个，累计达到5.4万个，C-V2X覆盖的高速/快速路将新增10.94万公里，累计达到11.24万公里。主要假设、测算过程参见下表。

表24：C-V2X路侧基础设施覆盖情况预测

场景	项目	2020-2021年（导入期）	2022-2025年（发展期）
城市内交叉路口	主要假设及依据	1) 根据《C-V2X产业化时间表》，2019-2021年“在国家车联网示范区、先导区、特定园区规模部署路侧设施，形成示范应用”。目前，主要示范/先导区包括无锡、北京、上海、长沙、重庆、长春、杭州、武汉、广州、成都、深圳等，此外还有一些自发建设的、规模较小的示范区。假设总体规模等同于20个主要示范/先导区。 2) 目前发展较好的无锡示范区2019年底覆盖400个路口，上海示范区2019年底建设360个RSU。基于此，假设主要示范/先导区2019年平均覆盖100个交叉路口。 3) 无锡示范区计划2021年中覆盖1000个路口。基于此，假设主要示范/先导区2021年平均覆盖600个交叉路口。	1) 根据《C-V2X产业化路径和时间表》，2022-2025年“在全国典型城市、高速公路逐步扩大C-V2X基础设施覆盖范围”。假设“典型城市”包括一线城市（北上广深4座），新一线城市（成都、杭州、重庆、武汉等15座，参见《2019城市商业魅力排行榜》，下同），二线城市（无锡、长春、佛山等30座），合计49座。 2) 根据《2018年中国道路交通信号控制器市场研究》，截至2017年，82座样本城市（包括31个省会、直辖市，14个新一线城市在内）主城区灯控路口数量合计超过5.6万个，31座省会城市主城区灯控路口数量合计超过3.4万个，有1000个以上灯控路口的城市共17个。基于此数据，估计上述50个城市2017年灯控路口数量约4.5万个，假设到2025年增至9万个。 3) 假设到2025年，“典型城市”市内灯控路口的C-V2X覆盖率达到60%。
	累计覆盖数量（万个）	20*0.06=1.2	9*60%=5.4
	新增覆盖数量（万个）	20*(0.06-0.01)=1.0	5.4-1.2=4.2
高速/快速路	主要假设及依据	1) 从公开资料来看，截至2019年，在建车路协同高速/快速路项目较多（有新闻介绍的大约在10条），长度一般不超过100km，但完工的较少。此外，一些示范区内部建设了高速公路路段，例如湘江新区“双100”项目中的100公里智慧高速、上海示范区28公里高速等等，长度也通常不超过100km。总体看，我们假设截至2019年，C-V2X高速/快速路里程为600km。 2) 目前多地均有智慧高速公路建设计划。假设截至2021年，全国累计建成具备车路协同功能的高速/快速路30条，平均每条长度100km。	1) 根据《C-V2X产业化路径和时间表》，2022-2025年“在全国典型城市、高速公路逐步扩大C-V2X基础设施覆盖范围”。 2) 截至2018年末，全国高速公路里程14.26万公里，此前7年年累计增加5.77万公里，年新增里程呈下降趋势。假设未来7年新增3万公里，至2025年累计17.26万公里。 3) 除高速公路外，假设到2025年，49座“典型城市”内部及绕城快速路的平均里程达到300km。作为参考，目前北京三环、四环、五环、六环长度分别为48.3公里、65.3公里、98公里、187.6公里，合计399.2公里。 4) 假设到2025年，全国高速公路、49座“典型城市”内部/绕城快速路的C-V2X覆盖率达到60%。
	累计覆盖里程（万公里）	30*0.01=0.30	(17.26+0.03*49)*60%=11.24
	新增覆盖里程（万公里）	0.3-0.06=0.24	11.24-0.30=10.94

## 3.2.2 C-V2X路侧基础设施：单位成本预测

- 其次，需要对单个交叉路口、每公里高速/快速路的C-V2X建设成本进行预判。
- 我们假设了两种场景需要的路侧设备种类、数量、价格，加总结果为：2020-2021年，单个交叉路口的C-V2X改造成本平均约81.84万元，每公里高速/快速路的C-V2X改造成本平均约39.72万元；2022-2025年，单个交叉路口的C-V2X改造成本平均约57.84万元，每公里高速/快速路的C-V2X改造成本平均约26.88万元。

表25：C-V2X路侧基础设施单位成本预测

场景	项目	2020-2021年（导入期）		2022-2025年（发展期）			
		数量	假设单价 总价（万元）	数量	假设单价 总价（万元）		
城市内 交叉路 口	RSU	单个路口需要1~2个，遮挡不严重则仅需1个，假设平均每个路口1.3个	*	*	与上一阶段相同，假设每个路口平均1.3个	*	*
	高清摄像头	每个方向1~3个，四个方向合计4~12个，与信号灯调控情况相关，假设平均每个路口8个	*	*	与上一阶段相同，假设每个路口平均8个	*	*
	高清摄像头控制单元(CCU)	单个路口需要1个，控制8个摄像头	*	*	与上一阶段相同，每个路口1个，控制8个摄像头	*	*
	毫米波雷达	每个方向1~3个，四个方向合计4~12个，与信号灯调控情况相关，假设平均每个路口8个	*	*	与上一阶段相同，假设平均每个路口8个	*	*
	激光雷达	一般的辅助驾驶场景不需要激光雷达，自动驾驶场景下少则对角设置2个、多则每个方向设置2个(合计8个)，假设在示范区有20%新改造路口部署激光雷达，这20%的路口平均每个部署3个激光雷达，则整体上平均每个路口 $20\%*3=0.6$ 个	*	*	考虑到一般辅助驾驶不需要激光雷达，预计示范/先导区之外的城市激光雷达部署量更少，但示范/先导区内有可能提高部署率（2023年5G-V2X设备已基本成熟），假设两者对冲，最终仍是20%的路口部署，这20%路口平均每个部署4个激光雷达（考虑价格下降），整体上平均每个路口部署 $20\%*4=0.8$ 个	*	*
	边缘服务器	单个路口需要1个	*	*	与上一阶段相同，单个路口需要1个	*	*
	交通信号机	单个路口需要1个	*	*	与上一阶段相同，单个路口需要1个	*	*
	配套设备和基建	\	*	*	\	*	*
	<b>合计</b>		<b>81.84</b>			<b>57.84</b>	
高速/ 快速路	RSU	每500m部署1个，每公里2个	*	*	与上一阶段相同，每公里2个	*	*
	高清摄像头	每个RSU配备2个（前向、后向），每公里4个	*	*	与上一阶段相同，每公里4个	*	*
	高清摄像头控制单元(CCU)	每个RSU配备1个，每公里2个（分别控制2个摄像头）	*	*	与上一阶段相同，每公里2个（分别控制2个摄像头）	*	*
	毫米波雷达	每个RSU配备2个（前向、后向），每公里4个	*	*	与上一阶段相同，每公里4个	*	*
	激光雷达	假设初期高速/快速路不部署激光雷达	*	*	假设在高速/快速路匝道、转弯、桥梁、隧道等特殊位置部署激光雷达，假设特殊位置每20公里1个，每个特殊位置部署2个，则平均每公里0.1个	*	*
	边缘服务器	每5-10公里部署1个，平均每公里0.15个	*	*	与上一阶段相同，每公里0.15个	*	*
	配套设备和基建	\	*	*	\	*	*
	<b>合计</b>		<b>39.72</b>			<b>26.88</b>	

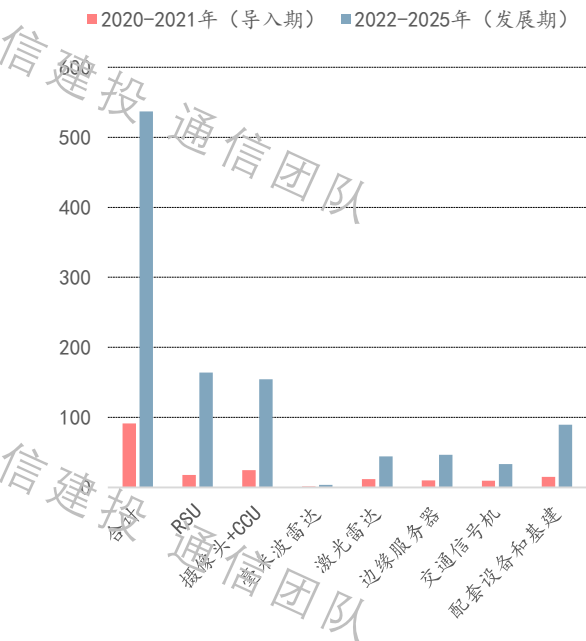
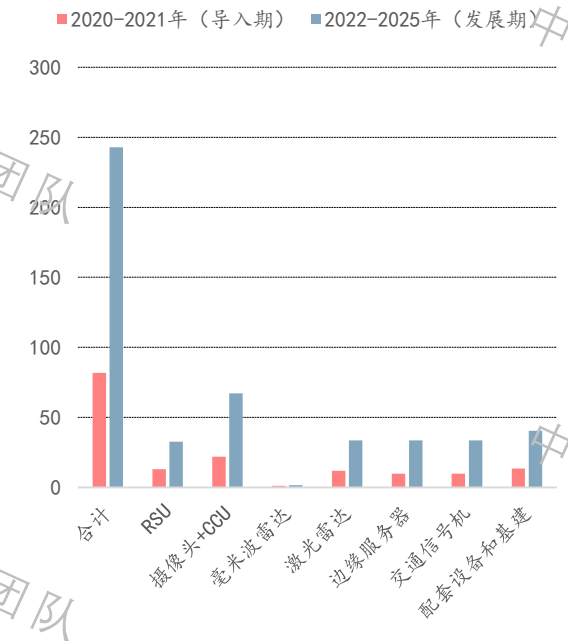
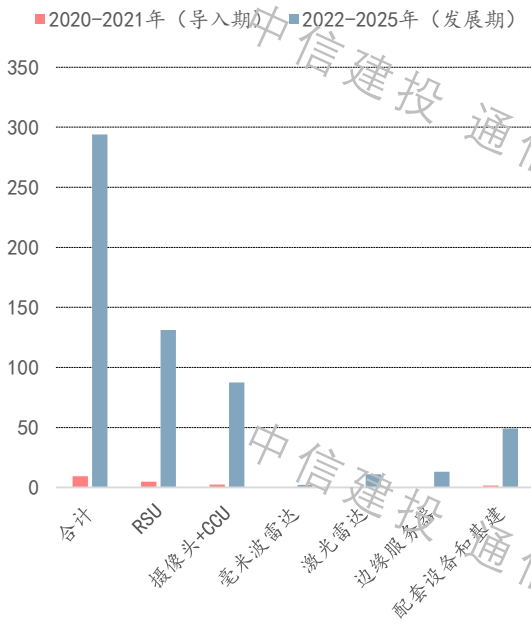
### 3.2.3 C-V2X路侧基础设施：投资规模预测

- 最后，基于以上覆盖情况和单位成本假设，我们得到C-V2X路侧基础设施的总投资规模。
  - 2020-2021年，交叉路口C-V2X改造投资为81.8亿元，其中RSU投资13亿元，高速/快速路C-V2X改造投资为9.5亿元，其中RSU投资4.8亿元，交叉路口+高速/快速路C-V2X改造投资合计91.4亿元，其中RSU投资17.8亿元。
  - 2022-2025年，交叉路口C-V2X改造投资为242.9亿元，其中RSU投资32.8亿元，高速/快速路C-V2X改造投资为294.1亿元，其中RSU投资131.3亿元，交叉路口+高速/快速路C-V2X改造投资合计537亿元，其中RSU投资164亿元。
  - 2020-2025年，交叉路口+高速/快速路C-V2X改造投资合计628.4亿元，其中RSU投资181.8亿元。

图45：交叉路口C-V2X路侧基础设施投资规模（亿元）

图46：高速/快速路C-V2X路侧基础设施投资规模（亿元）

图47：交叉路口+高速/快速路C-V2X路侧基础设施投资规模（亿元）



### 3.3 C-V2X车端基础设施：市场规模预测

- 根据北京水清木华研究中心数据，2018年中国乘用车T-Box前装市场装配量为613万，渗透率约25.9%；2019年1-4月T-Box装配量约为225万，同比增长28.9%；预计到2023年乘用车T-Box装配量将达到1416万套。商用车前装T-Box渗透率数据目前无公开数据，我们预计实际渗透率较低。我们假设2019年国内汽车前装T-Box渗透率30%，2020至2025年渗透率分别为45%、55%、61%、65%、68%、70%。目前4G T-Box单价约400元，预计未来每年下降5%（不含C-V2X功能）。
- 《C-V2X产业化时间表》预测，2020-2021年“开始在新车前装C-V2X”，2025年C-V2X新车搭载率达到50%。我们假设，2020-2025年新车C-V2X渗透率分别为0%、3%、10%、20%、35%、50%，2021年C-V2X/5G前装T-Box 2000元，此后每年下降5%。
- 2019年，我国汽车销量2577万辆，同比下降8.2%，连续第二年下降。我们假设2020至2025年汽车销量CAGR为2.5%。
- 基于上述假设，我们估计前装T-Box市场规模将从2019年的31亿元增至2025年的261亿元，CAGR达到42.7%。

图48：2020-2025年中国汽车销量假设（万辆）

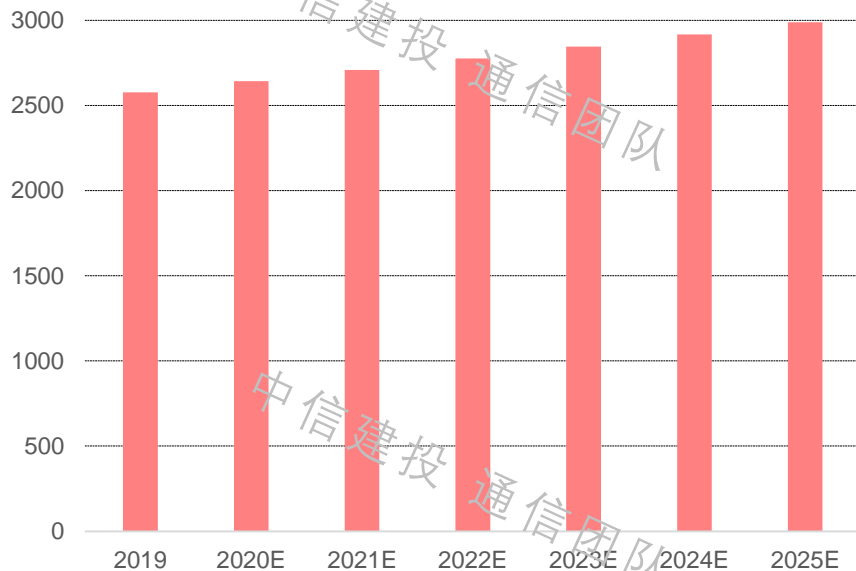
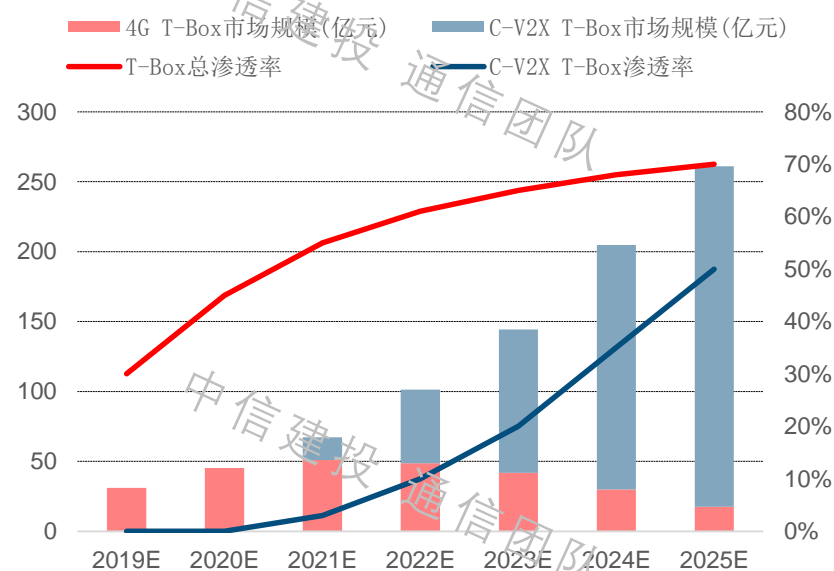


图49：2019至2025年中国前装T-Box市场规模测算

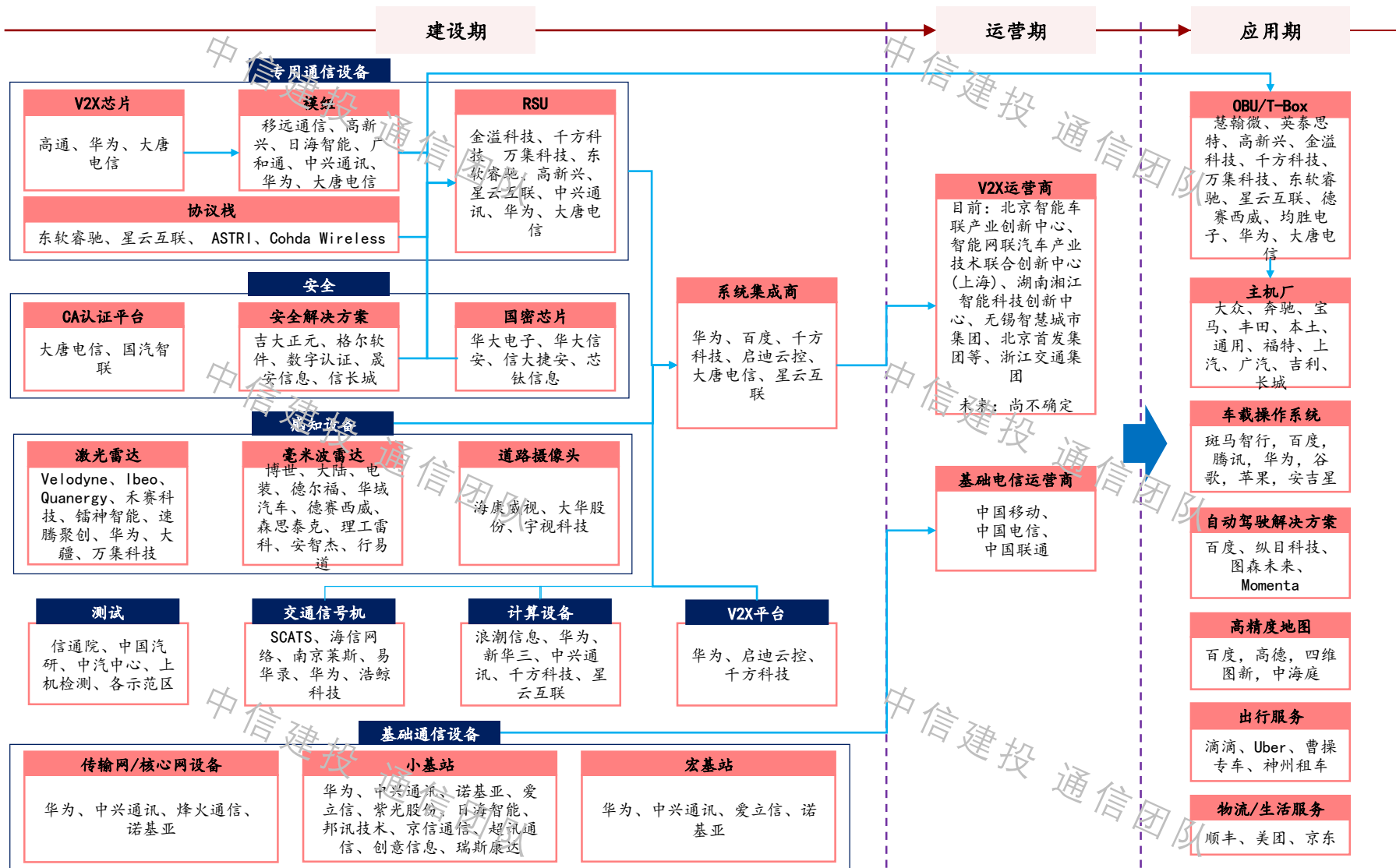


## 第四章

## 投资建议

# 4.1 聚焦车联网产业链，关注建设/应用期投资机会

图50: C-V2X产业链



资料来源: 中信建投证券研究发展部

## 4.2 高新兴：战略聚焦车联网，2020年有望业绩反转

- 高新兴业务板块包括物联网连接及终端应用（包含车联网、铁路列控系统、动环监控等）、警务终端及警务信息化应用、软件系统及解决方案业务。2018年，公司实现营收35.63亿元，物联网业务占比46.48%，其中车联网占比17.04%，车规级模组收入约2亿元；2019年归母净利润5.40亿元。
- 公司战略聚焦车联网，主要布局三大产品线。1) 后装车载单元：4G OBD出货量全球第一，客户包括AT&T、T-Mobile、Octo、MOJIO等欧美顶尖运营商和TSP。2) 前装车载单元：公司系国内首家4G车规级模组供应商，从模组向T-Box延伸，主要客户包括吉利、长安、比亚迪、延锋伟世通等，2018年车规级模组出货150万片，T-Box出货量超20万套；2019年推出支持LTE-V2X的车规级模组(GM556A)和OBU(GTX60)，2020年1月发布基于高通SDX55 Auto(SA515M)平台的车规级5G+V2X模组(GM850A、GM860A)，是高通全球首个阿尔法客户，高新兴、吉利、高通计划2021年发布吉利全球首批支持5G+C-V2X的量产车型。3) 路侧单元：2019年推出LTE-V2X RSU(ZLITS7900 B1)。
- 2019年，公司实现营收26.99亿元，同比-24.25%，归母净利润-11.62亿元，同比-315.35%，计提商誉减值10.7亿元。2020年，公司有望受益前装车联网渗透率提升，同时控制费用率，业绩有望明显向好。
- 风险提示：车联网路侧设施、车载终端发展不及预期；公司车联网、公安业务发展不及预期；5G研发支出大幅增长等。

图51：高新兴近三年营收、利润情况

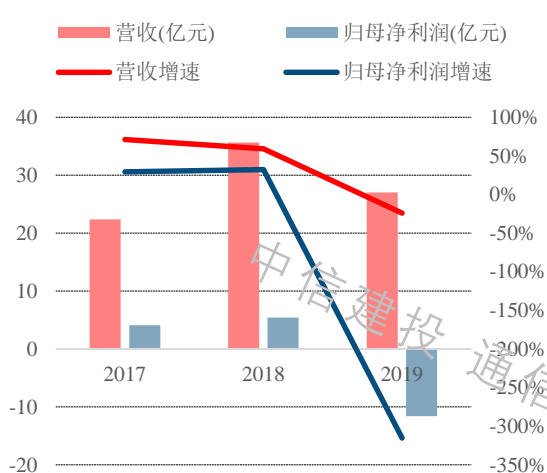


图52：高新兴车联网主要产品

产品类型	产品形态	市场	核心客户
车载单元	4G OBD	国际 (北美、西欧、东南亚)	
	2G/4G OBU		
车路协同	T-Box	国内	
	4G车规级模组		
	车规级V2X模组		
车路协同	汽车电子标识	国内	试点及案例：重庆金卡、天津中环、苏州、无锡、兰州、厦门、南京、银川、武汉
	RSU		
	汽车电子标识设备重庆实践		

## 4.3 移远通信：全球物联网模组龙头，5G/LTE-V2X模组研发进度领先

- 移远通信主营物联网蜂窝通信模块及其解决方案的设计、研发与销售服务，主要产品包括2/3/4/5G模组、NB-IoT模组、GNSS模组、EVB工具等，广泛应用于无线支付、车载运输、智慧能源、智慧城市、智能安防、无线网关、工业应用等领域。
- 2018年公司营收27亿元，同比增长62.7%，归母净利润1.8亿元，同比增长121.4%。2018年模组出货量4784万片，位居全球第一，预计2019年出货量将接近1亿片。
- 公司是国内为少数可提供车规级模组的厂商之一。在C-V2X领域，公司基于高通9150芯片的AG15模组已商用，支持LTE-V2X；基于高通4G汽车平台的AG520R、基于高通5G汽车平台的AG550Q也已进入工程样片阶段。目前，公司已与多家Tier 1供应商及整车厂在C-V2X应用领域展开合作。公司参与了无锡市车联网（LTE-V2X）城市级示范应用项目。
- 风险提示：物联网发展不及预期；模组行业竞争加剧，毛利率快速下降等。

图53：移远通信近三年营收、利润情况

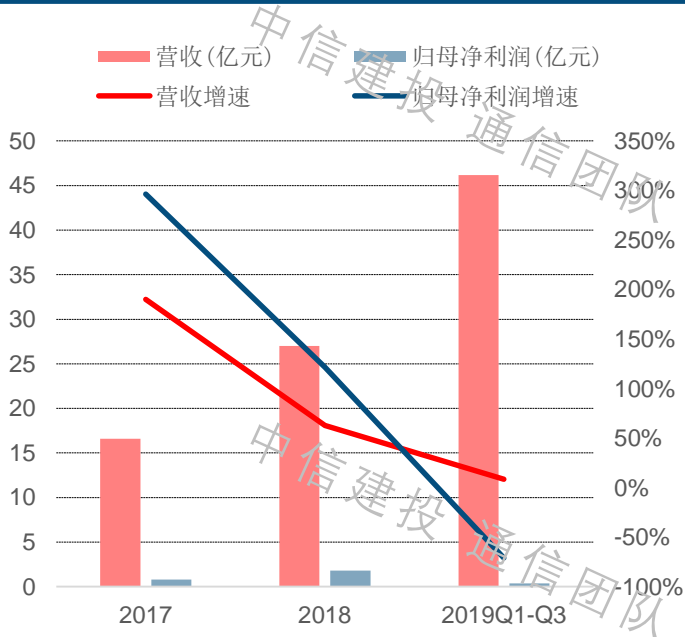


图54：移远通信产品应用领域



## 4.4 千方科技：领先的智慧交通系统集成商，并购宇视科技，获阿里战投

- 千方科技主要从事智慧交通和智能安防业务，提供覆盖城市交通、公路交通、轨道交通、民航等领域的智慧交通体系，以及全谱系视频前端+人工智能后台为基础的智能安防体系的产品、服务及综合解决方案。
- 公司传统核心业务为城市交通业务，为政府和行业客户提供从规划设计、软件开发、系统集成到运营维护的交通行业信息化建设全生命周期服务，在交通综合运行协调与应急指挥中心（TOCC）、综合城市交通枢纽、公路交通流量调查等多个领域拥有较大市场份额。公司是中国领先的智慧高速解决方案供应商，业务涵盖传统的高速公路机电系统（监控系统、收费系统、通信系统、隧道系统）集成以及智慧公路产品、智慧路网解决方案等新兴业务，ETC产品线齐全。
- 2018年，公司完成对智能安防领先企业宇视科技的并购。2019年，阿里36亿元入股千方科技，持股15%。
- 公司已推出V2X系列产品，涵盖C-V2X OBU、RSU、协同控制及(CCU)、边缘计算单元、V2X运控管理服务云平台等。由千方作为发起人代表成立的北京智能车联产业创新中心，系国家智能汽车与智慧交通(京冀)示范区的建设运营主体。
- 2019年，公司实现营收89.92亿元，同比+24%，归母净利润10.04亿元，同比+31.60%。
- 风险提示：C-V2X路侧设施、车载终端发展不及预期；境外安防业务发展不及预期。

图55：千方科技近三年营收、利润情况

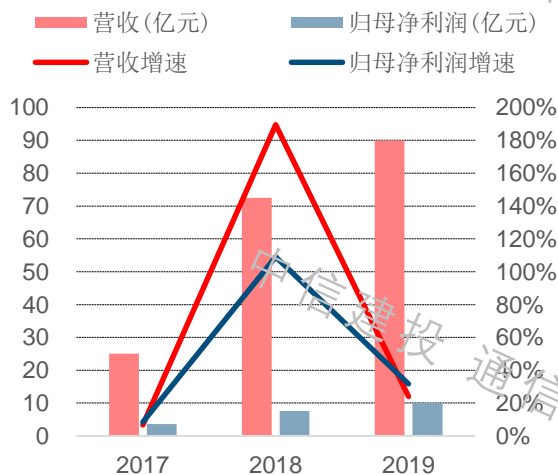


图56：千方科技2018年营收结构

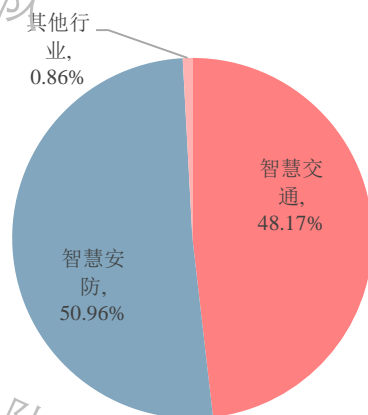
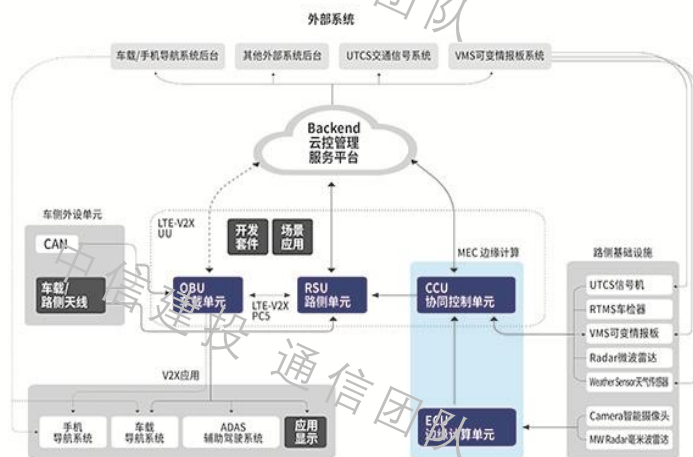


图57：千方科技V2X智能网联解决方案



## 4.5 金溢科技：ETC设备龙头，C-V2X有望打开新空间

- 金溢科技专注于智慧交通和物联网领域身份识别与电子支付的应用开发、产品创新与推广，是国内领先的车辆身份识别与电子支付解决方案和核心设备提供商，主要产品包括高速公路ETC、路径识别、多车道自由流ETC、车路协同、智慧停车场，以及基于射频技术的物联网身份识别产品，主要应用于高速公路、城市交通、车辆管理等智慧交通和出行领域。
- 公司在ETC产品市场占有率约35%-40%。2019年，国家大力推进取消全国高速公路省界收费站工程建设，推动ETC普及应用，ETC RSU、OBU等设备需求大幅增长。公司2019年营收28.6亿元，同比+373.48%，归母净利润8.81亿元，同比+6422.54%。
- 公司积极参与C-V2X产品研发和生态建设，目前已形成涵盖路侧单元、车载终端的全线V2X产品体系；与多家整车厂开展V2X相关研究合作、展开V2X在营运车辆中应用的合作；与大型企业、科研院所在智慧城市建设和方面展开合作，参与广东、江苏、山东等地的智慧公路示范项目。公司作为智能车路协同技术及装备行业研究中心的牵头人，积极参与并引导C-V2X行业标准制定，首席技术官、首席科学家何宁博士系国家“千人计划”特聘专家、ISO智能运输系统技术委员会国际标准专家。
- 风险提示：ETC应用拓展不及预期，需求下滑；C-V2X路侧设施、车载终端发展不及预期。

图58：金溢科技近三年营收、利润情况

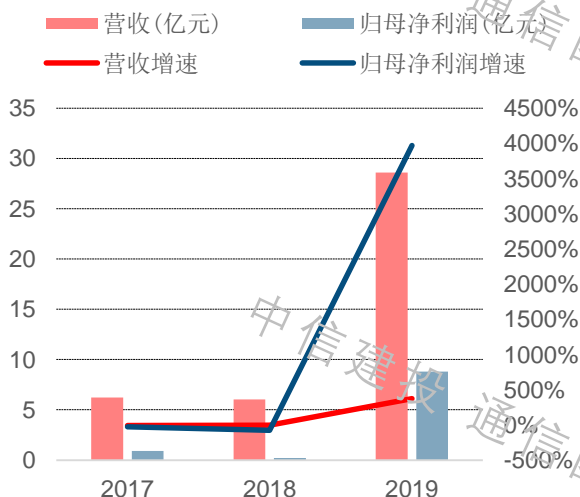


图59：金溢科技2018年营收结构

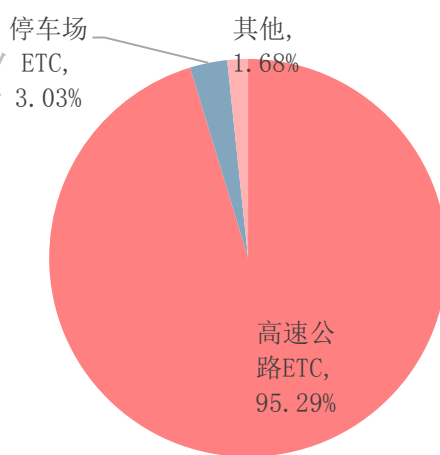
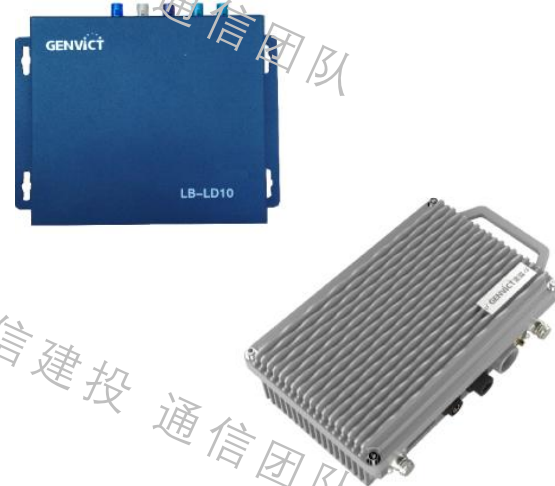


图60：金溢科技C-V2X OBU（左）和RSU（右）产品



## 4.6 万集科技：受益ETC需求爆发，推出激光雷达+C-V2X车路协同方案

- 公司是国内领先的智能交通产品与服务提供商，为公路交通和城市交通客户提供专用短程通信（DSRC）、激光检测、动态称重系列产品的研发和生产，以及相关的方案设计、施工安装、软件开发和维保等相关服务。
- 公司DSRC产品主要应用于电子不停车收费系统（ETC），主要产品包括车载单元（OBU）、路侧单元（RSU）、手持发行器、台式发行器、智能OBU、车载前装OBU等。2019年国家大力推进取消全国高速公路省界收费站工程建设，推动ETC普及应用，ETC RSU、OBU等设备需求大幅增长。公司2019年营收32.99亿元，同比376.56%，归母净利润8.31亿元，同比+12539.86%。
- 公司自主开发了多款单线束激光雷达，主要应用于公路交通领域的交通流量调查、车型识别分类、车辆轮廓尺寸检测等，以及用于仓储、物流、生产中的AGV、叉车、机器人的导航、避撞、报警，铁路货运车辆检测、港口码头物体体积检测等。
- 公司推出路侧激光雷达+V2X的车路协同方案，应用在位于山东省滨莱高速公路的国内首个智能网联高速公路测试基地，公司将为测试基地提供融合边缘计算技术的智能基站，实现高速公路全路段、全方位的车-路实时信息交互。
- 风险提示：ETC应用拓展不及预期，需求下滑；C-V2X路侧设施、车载终端发展不及预期。

图61：万集科技近三年营收、利润情况

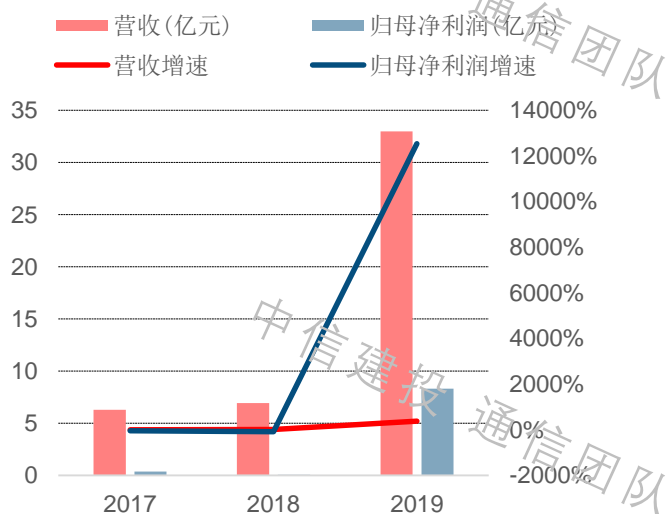


图62：万集科技2018年营收结构

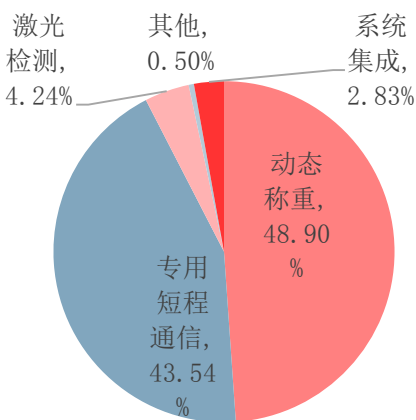


图63：万集科技路侧激光雷达+V-V2X车路协同方案



## 4.7 东软集团：转型期软件龙头，C-V2X协议栈市场份额领先

- 东软集团以软件技术为核心，业务覆盖智慧城市、医疗健康、智能汽车互联及软件产品与服务。公司正处于业务转型期，大力培育东软医疗（高端医疗设备制造）、东软望海（医疗信息化）、东软熙康（云医疗服务）、东软睿驰（汽车电池管理、ADAS、V2X）四家子公司，研发、市场投入较大，冲击短期业绩。2018年，公司实现营收71.71亿元，同比+0.55%，归母净利润1.10亿元，同比-89.60%，2019年归母净利润预计同比减少68%至82%。
- 在大汽车领域，东软车载系统已覆盖全球前30大汽车厂商的85%。针对车路协同，公司提供包括硬件开发套件、面向量产的V2X-ECU、专用网络协议栈、软件开发套件、标准一致性测试工具和典型应用等一站式解决方案（Vetalk），已广泛应用于各主要车厂、国家智能网联汽车示范区，国内市场占有率领先，V2X终端产品获得一汽红旗、宇通客车的量产定点。此外，公司还布局导航平台、智能座舱、商用车驾驶行为分析、新能源车BMS、ADAS摄像头和控制器等产品。
- 2018年，智能汽车互联业务收入14.92亿元，同比+28.82%，营收占比20.81%，东软睿驰营收1.10亿元，净利润-3.46亿元；2019H1，智能汽车互联业务收入6.20亿元，同比-3.33%，营收占比21.18%，东软睿驰营收0.84亿元，净利润-1.83亿元。
- 风险提示：创新业务继续亏损；医疗IT建设进度低于预期；汽车行业景气度回暖低于预期。

图64：东软集团近三年营收及利润情况

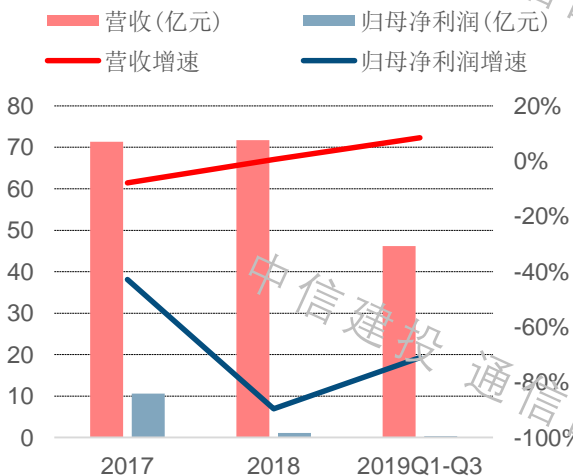


图65：2018年东软集团营收结构

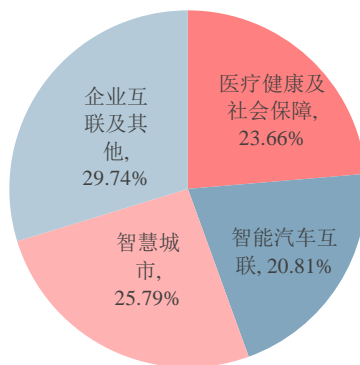
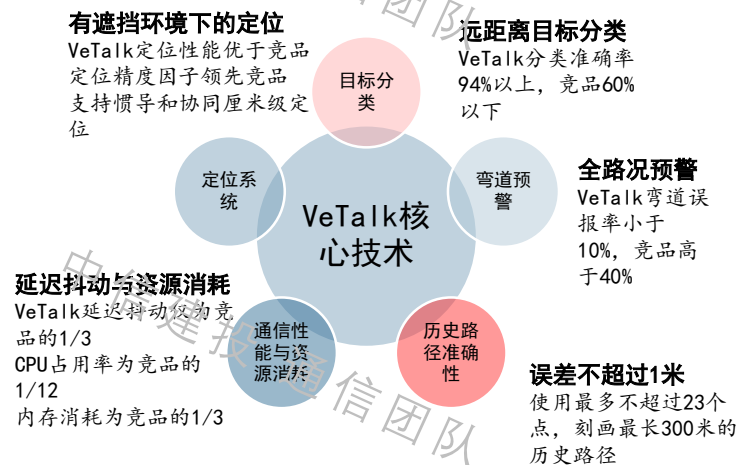


图66：东软C-V2X解决方案VeTalk核心技术竞争力



## 4.8 风险提示

---

- 车联网路侧设施建设不及预期；
- 智能网联汽车推广应用不及预期；
- 汽车销售回暖不及预期；
- 5G基建和应用发展不及预期；
- 市场风险等。

## 分析师介绍

**阎贵成：**通信行业首席分析师，北京大学学士、硕士，近8年中国移动工作经验，4年通信行业证券研究工作经验。专注于5G、物联网、云计算、光通信等领域研究。系2019年《新财富》、《水晶球》、Wind通信行业最佳分析师第一名，2019年金牛奖最佳分析师，2017-2018年《新财富》、《水晶球》通信行业最佳分析师第一名团队核心成员。

**武超则：**中信建投证券研究发展部行政负责人，董事总经理，TMT行业首席分析师，专注于TMT行业研究，包括云计算、在线教育、物联网等。《新财富》白金分析师，2013-2019年连续七年《新财富》通信行业最佳分析师第一名，2014-2019年《水晶球》通信行业最佳分析师第一名，2019年Wind通信行业最佳分析师第一名，2019年金牛奖最佳分析师。

## 报告贡献人

**孟东晖：**通信行业研究助理，清华大学工学博士、工学学士、经济学学士，加州大学伯克利分校访问学者，2019年加入中信建投通信团队，主要研究物联网、车联网等。2019年《新财富》、《水晶球》、Wind通信行业最佳分析师第一名团队成员，2019年金牛奖最佳分析师团队成员。

## 研究服务

### 北京保险组

张博 010-85130905 zhangbo@csc.com.cn  
郭洁 010-85130212 guojie@csc.com.cn  
郭畅 010-65608482 guochang@csc.com.cn  
张勇 010-86451312 zhangyongzgs@csc.com.cn  
高思雨 010-8513 gaosiyu@csc.com.cn  
刘京昭 - liujingzhao@csc.com.cn

### 北京公募组

李祉瑶 010-85130464 lizhiyao@csc.com.cn  
任师蕙 010-85159274 renshihui@csc.com.cn  
黄杉 010-85156350 huangshan@csc.com.cn  
李星星 021-68821600 lixingxing@csc.com.cn  
杨济谦 010-86451442 yangjiqian@csc.com.cn  
金婷 jinting@csc.com.cn  
夏一然 xiayiran@csc.com.cn  
杨洁 010-86451428 yangjiezs@csc.com.cn

### 社保组

吴桑 010-85159204 wusang@csc.com.cn  
张宇 010-86451497 zhangyuyf@csc.com.cn

### 创新业务组

高雪 010-86451347 gaoxue@csc.com.cn  
杨曦 -85130968 yangxi@csc.com.cn  
廖成涛 0755-22663051 liaochengtao@csc.com.cn  
黄谦 010-86451493 huangqian@csc.com.cn  
陈基轅 chenjiyuan@csc.com.cn  
诺敏 010-85130616 nuomin@csc.com.cn

### 上海公募组

黄方禅 021-68821615 huangfangchan@csc.com.cn  
戴悦放 021-68821617 daiyuefang@csc.com.cn  
翁起帆 021-68821600 wengqifan@csc.com.cn  
范亚楠 021-68821600 fanyanan@csc.com.cn  
薛蛟 021-68821600 xuejiao@csc.com.cn  
章政 zhangzheng@csc.com.cn  
李绮绮 021-68821867 liqiqi@csc.com.cn  
王定润 021-68801600 wangdingrun@csc.com.cn

### 深广公募组

曹莹 0755-82521369 caoyingzgs@csc.com.cn  
张苗苗 020-38381071 zhangmiaomiao@csc.com.cn  
XU SHUFENG 0755-23953843 xushufeng@csc.com.cn  
程一天 0755-82521369 chengyitian@csc.com.cn  
陈培楷 020-38381989 chenpeikai@csc.com.cn

## 评级说明

以上证指数或者深证综指的涨跌幅为基准。

买入：未来6个月内相对超出市场表现15%以上；

增持：未来6个月内相对超出市场表现5—15%；

中性：未来6个月内相对市场表现在-5—5%之间；

减持：未来6个月内相对弱于市场表现5—15%；

卖出：未来6个月内相对弱于市场表现15%以上。

## 重要声明

本报告仅供本公司的客户使用，本公司不会仅因接收人收到本报告而视其为客户。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，但本公司及研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证本报告所包含的信息或建议在本报告发出后不会发生任何变更，且本报告中的资料、意见和预测均仅反映本报告发布时的资料、意见和预测，可能在随后会作出调整。我们已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不构成投资者在投资、法律、会计或税务等方面的最终操作建议。本公司不就报告中的内容对投资者作出的最终操作建议做任何担保，没有任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺。投资者应自主作出投资决策并自行承担投资风险，据本报告做出的任何决策与本公司和本报告作者无关。

在法律允许的情况下，本公司及其关联机构可能会持有本报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或类似的金融服务。

本报告版权仅为本公司所有。未经本公司书面许可，任何机构和/或个人不得以任何形式翻版、复制和发布本报告。任何机构和个人如引用、刊发本报告，须同时注明出处为中信建投证券研究发展部，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和/或修改。

本公司具备证券投资咨询业务资格，且本文作者为在中国证券业协会登记注册的证券分析师，以勤勉尽责的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰地反映了作者的研究观点。本文作者不曾也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

股市有风险，入市需谨慎。

## 中信建投证券研究发展部

### 北京

东城区朝内大街2号凯恒中心B座12层  
(邮编：100010)  
电话：(8610) 8513-0588  
传真：(8610) 6560-8446

### 上海

浦东新区浦东南路528号上海证券大厦北塔22楼2201室(邮编：200120)  
电话：(8621) 6882-1612  
传真：(8621) 6882-1622

### 深圳

福田区益田路6003号荣超商务中心B座22层  
(邮编：518035)  
电话：(0755) 8252-1369  
传真：(0755) 2395-3859