

# 车联网简介

董振江



2021-05



# 目录 | CONTENTS

- 略谈自动驾驶
- 车联网简介
- 典型应用场景
- 关键技术简析



# 1

## 略谈自动驾驶

---

- 事故与拥堵
- 自动驾驶



## 交通事故损失

死亡原因

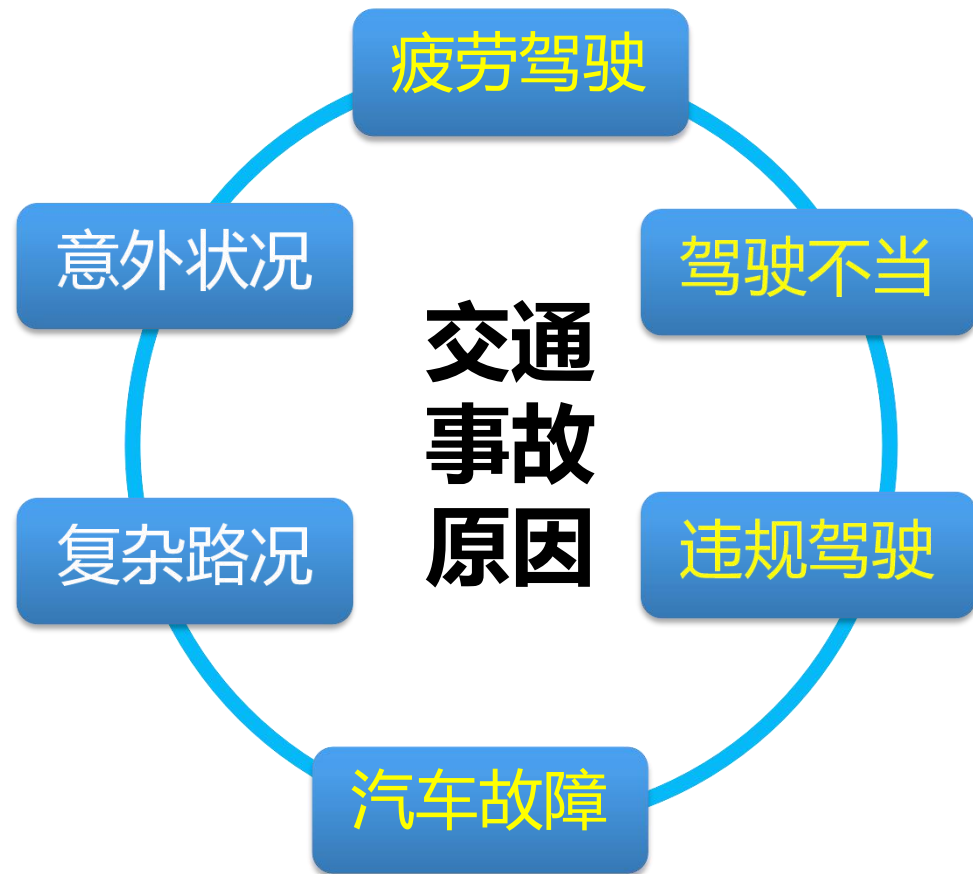
**TOP1**  
15-29岁

**TOP8**  
所有人

全球每年车祸死亡人  
**135万/年，3700人/天**

每年车祸死亡人  
**美国3.5万 VS 中国26万**

死亡损失2600亿  
其他经济损失3650亿



# 交通拥堵堵心，GDP的5%到8%的损失

## 交通拥堵损失

气体排放增加40%+

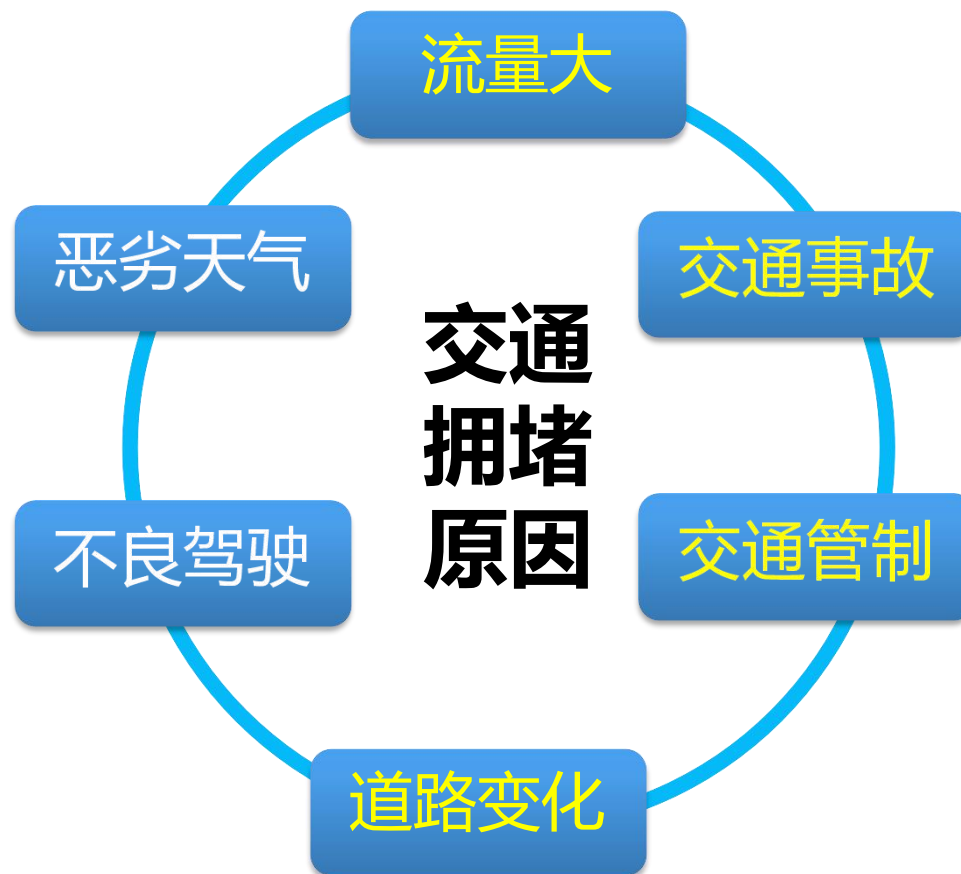
30亿加仑

70亿小时

北京人均年拥堵**174** 小时

国内交通拥堵造成 GDP  
5% ~ 8% 的损失。

高德地图《2018年度中国主要城市交通分析报告》



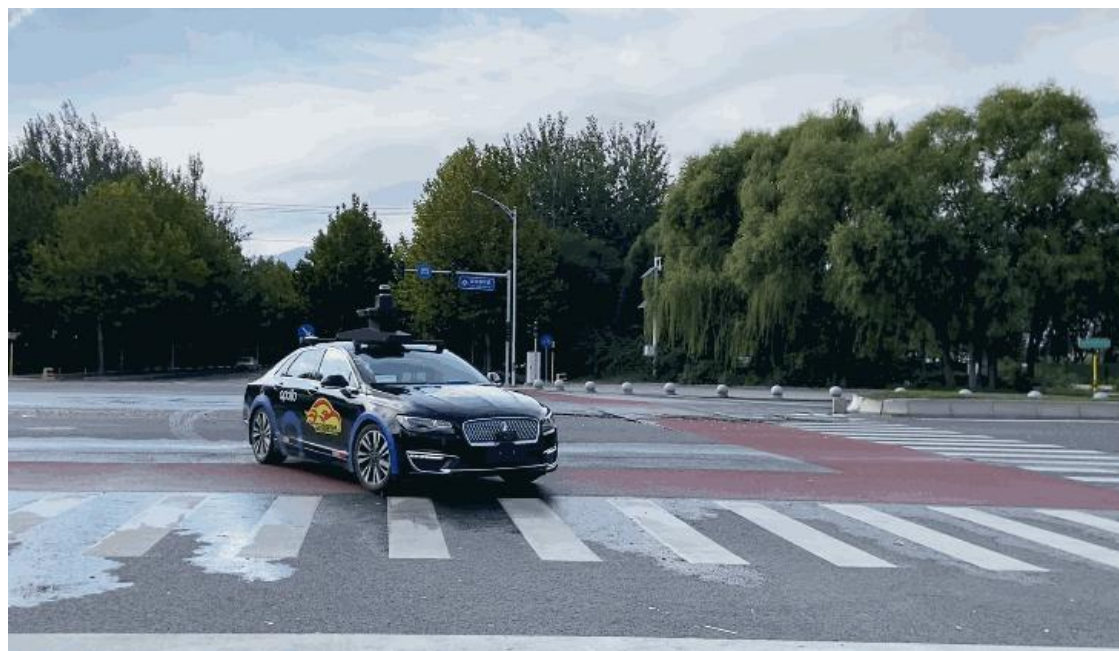
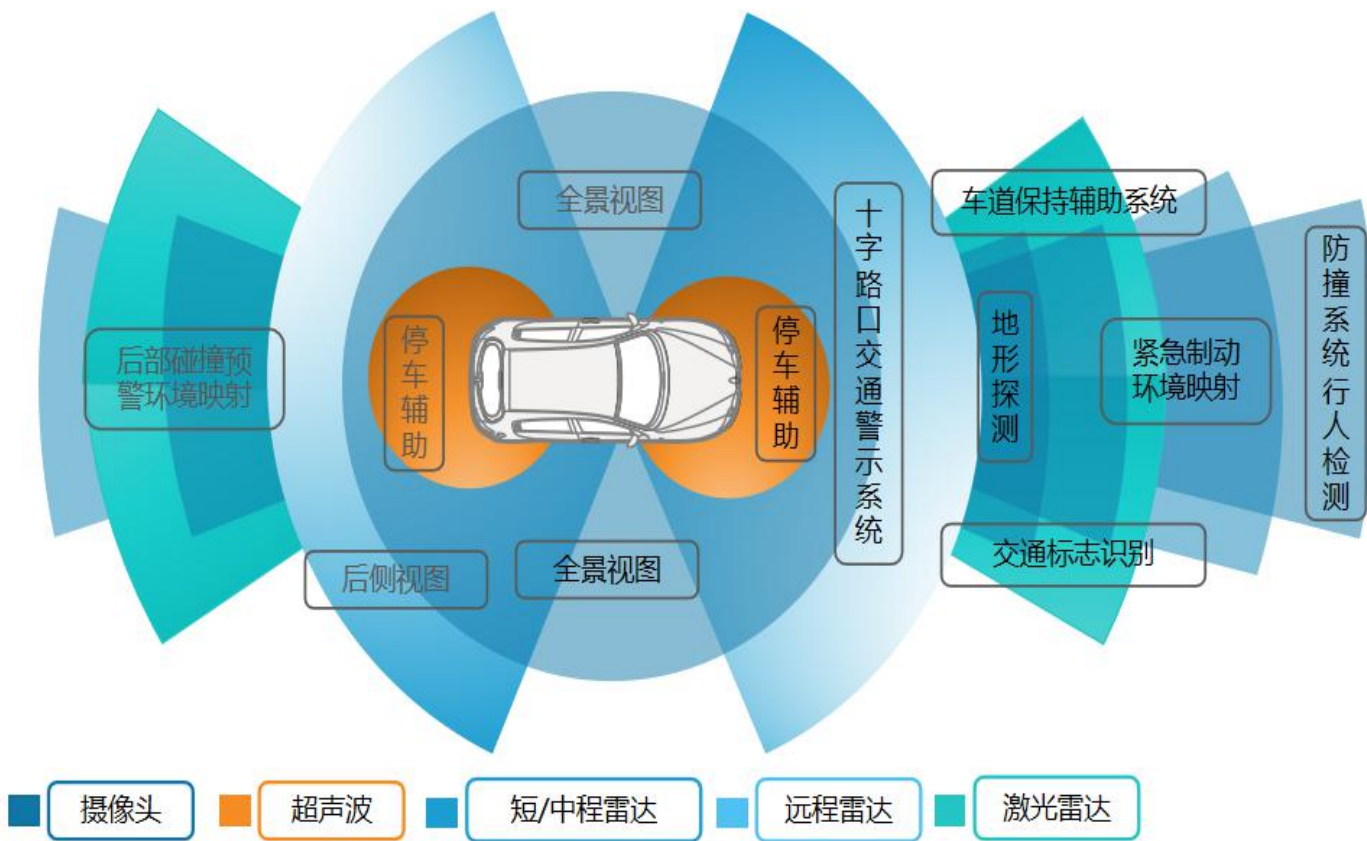
自动驾驶是解决之道!

# 从自动驾驶谈起

自动驾驶汽车（Autonomous vehicles; Self-driving automobile）又称无人驾驶汽车，是一种通过电脑系统实现无人驾驶的**智能汽车**。在20世纪已有数十年的历史，21世纪初呈现出接近实用化的趋势。

自动驾驶汽车依靠人工智能、视觉计算、**雷达**、监控装置和**全球定位系统**协同合作，让电脑可以在没有任何人类主动的操作下，自动安全地操作机动车辆。

- 百度百科



# 自动驾驶三大核心环节

## 感知层

- 感知“我在哪？”与“周边环境？”
- 感知车辆位置信息以及外部环境（行人、车辆）信息

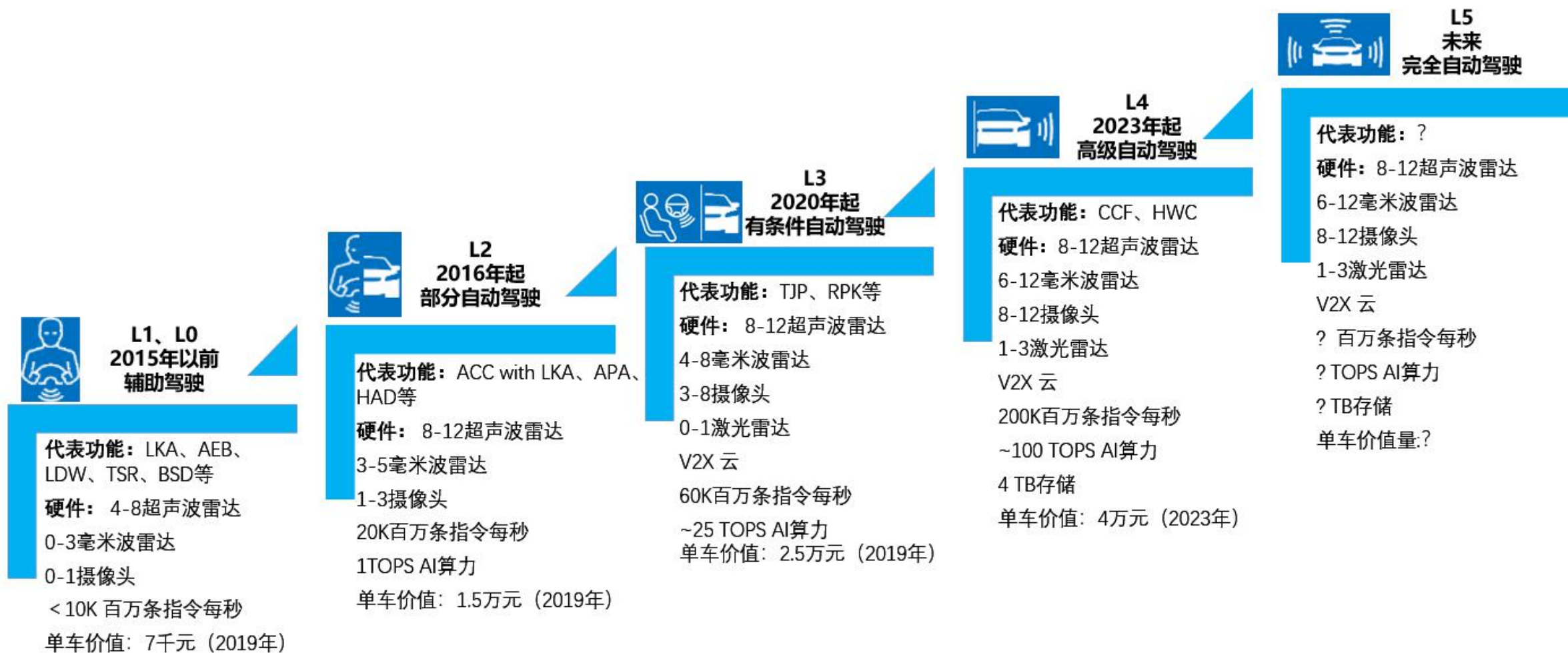
## 决策层

- 判断“周边环境后续如何变化”“下步该怎么做”
- 车辆大脑（计算平台+算法）基于感知信息进行环境建模（预判行人、车辆的行为），理解全局信息、决策判断，发出指令（加速、超车、减速、刹车等）

## 执行层

- 执行层偏机械控制，将机器的决策转换为实际的车辆行为
- 将决策层信号转换为汽车的动作行为（转向、刹车、加速）

# 自动驾驶的分级



国际自动机工程师学会SAE自动驾驶技术等级标准





# 依靠单车智能的自动驾驶面临困境

- 单车智能成本过高，L5级难度和计算量远超预期
- 感知能力有限，无法了解别人
- 无法感知路侧和道路信息，智能交通难
- 缺乏常识，不断爆出低级严重故障
- 编队、特殊车辆通行等难以实现

弱势群体参与



鬼探头



- 车年增长20% vs 路年增长1%
- 车不够用 vs 车95%时间闲置



## 自动驾驶与车联网的协同解决交通困境

# 2

## 车联网简介

---

- 概念内涵
- 组网方案
- 网元简介

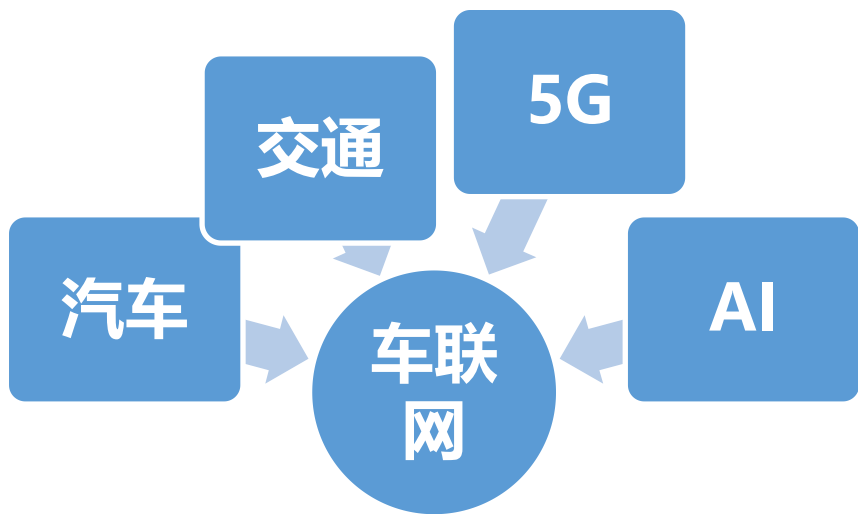
# 车联网的概念与定义

## 车联网，V2X (Vehicle to Everything)

- 内涵：车辆上的车载设备通过无线通信技术，对信息网络平台中的所有车辆动态信息进行有效利用，在车辆运行中提供不同的功能服务。
- 特征：车联网能够为车与车之间的间距提供保障，降低车辆发生碰撞事故的几率；车联网可以帮助车主实时导航，并通过与其它车辆和网络系统的通信，提高交通运行效率。  
-- 百度百科
- C-V2X (Cellular Vehicle to Everything) 是基于3G/4G/5G等蜂窝网通信技术演进形成的车用无线通信技术。



# 车联网是5G、AI和交通的汇聚点，国家领先战略的发力点



**工信部  
2025年  
目标**



事故降低 **80%**  
效率提升 **30%**  
碳排放减少 **20%**

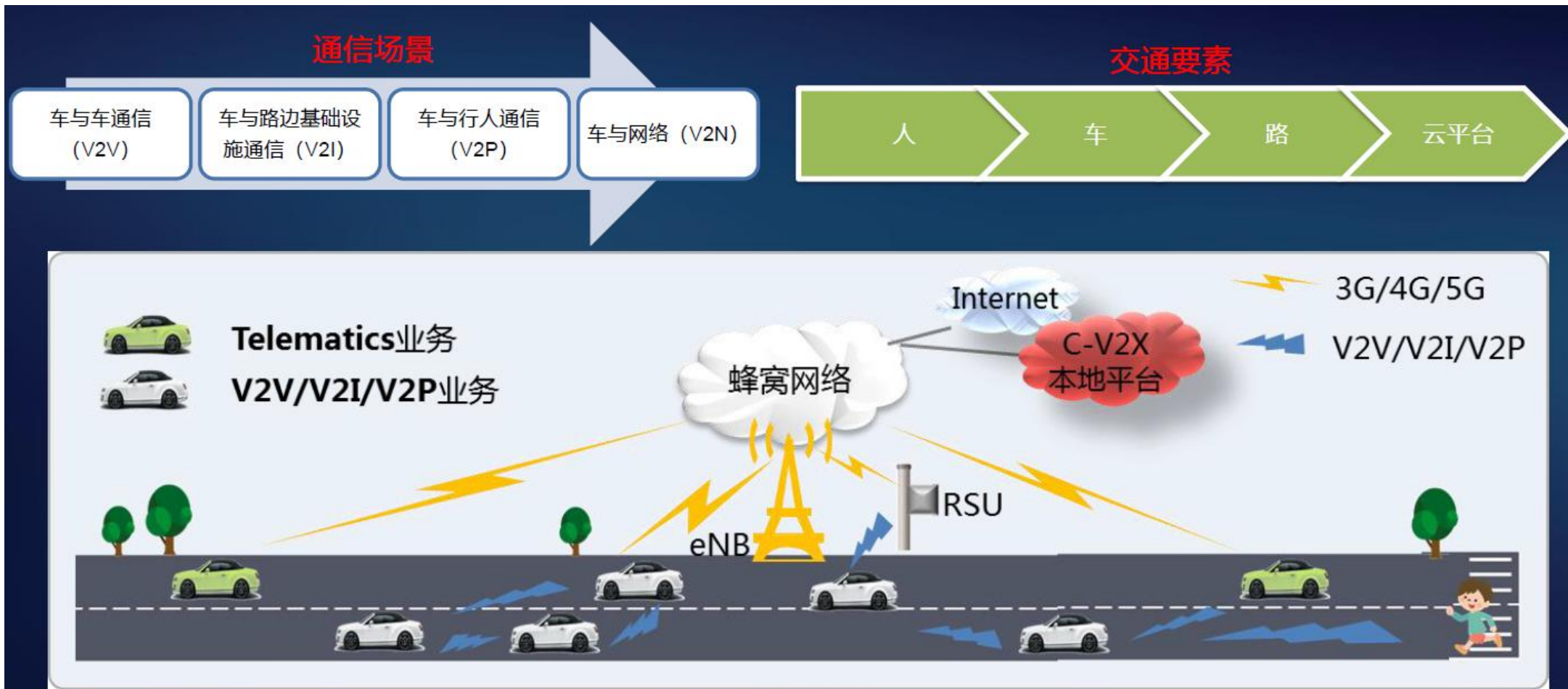
时间	部门	政策	关键点
2020年2月	国家发改委等11部委	《智能汽车创新发展战略》	到2025年，智能交通系统和智慧城市相关设施建设取得积极进展，车用无线通信网络（LTE-V2X）实现区域覆盖，新一代车用无线通信网络（5G-V2X）在部分城市、高速公路逐步开展应用，高精度时空基础服务网络实现全覆盖。
2019年12月	交通运输部	推进综合交通运输大数据行动纲要（2020-2025年）	推进第五代移动通信技术（5G）、微型通信信息网络等在交通运输各领域的研发应用。
2019年12月	工信部	新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）（征求意见稿）	到2025年，智能网联汽车新车销量占比达到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。
2018年11月	工信部	车联网直接通信使用5905~5925MHz频段管理规定	明确5.9G频段作为基于LTE的C-V2X技术的车联网（智能网联汽车）直连通信的工作频段
2018年6月	工信部	国家车联网产业标准体系建设指南	以充分发挥标准在车联网产业生态环境构建中的顶层设计和基础引领作用，加快共性基础、关键技术、产业急需标准的研究制定，为打造具有核心技术、开放协同的车联网产业提供支撑
2018年4月	工信部公安部交通部	《智能网联汽车道路测试管理规范（试行）》	提出省、市政府相关主管部门可以根据当地实际情况，制定实施细则，具体组织开展智能网联汽车道路测试工作
2018年1月	发改委	《智能汽车创新发展战略》（征求意见稿）	三大战略愿景：1）2020年，智能汽车新车占比达50%，大城市高速公路车用无线通信网络（LTE-V2X）覆盖率达90%；2）2025年，新车基本实现智能化，高级别智能汽车实现规模化应用，新一代车用无线通信网络（5G-V2X）基本满足智能汽车发展需要；3）2035年，中国标准智能汽车享誉全球，率先建成智能汽车强国
2017年12月	工信部	《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）》	贯彻落实《中国制造2025》战略部署，深入推进“互联网+”，促进智能网联汽车技术和产业发展，实现工业化和信息化的高度融合，推动汽车技术创新发展和产业转型升级，建立跨行业、跨领域、适应我国技术和产业发展需要的智能网联汽车标准体系
2017年9月	国务院	成立“国家制造强国建设领导小组车联网产业发展专项委员会”	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
2017年7月	发改委交通部	《推进“互联网+”便捷交通促进智能交通发展的实施方案》	旨在全面推进交通不互联网更加广泛，更深层次的融合，加快交通信息化、智能化进程，推动我国交通产业的现代化发展
2017年4月	发改委工信部科技部	《汽车产业中长期发展规划》	加大智能网联汽车关键技术攻关；开展智能网联汽车示范推广；到2020年，汽车驾驶辅助、部分自动驾驶、有条件自动驾驶系统新车装配率超过50%，网联式驾驶辅助系统装配率达到10%
2017年1月	工信部	物联网发展规划（2016-2020年）	推动交通管理和服务智能化应用；开展车联网新技术应用示范包括自动驾驶，安全节能，防碰撞等应

**中国政府陆续发布多项大力推动车联网和智能汽车发展的政策  
车联网成为多产业融合汇聚点，构建智慧出行新生态**

对比项	DSRC	5G车联网
通信方式	IEEE 802.11p / IEEE 1609 标准通信	基于D2D的终端直连
最大传输距离	800 m	1000 m
最大移动速度	60 km/h	350 km/h
最大数据速度	27 Mbit/s	1 Gbit/s
频段	5.86 ~ 5.92 GHz	授权频段
时延	大于 10ms	约 1 ms

- 福特、奥迪、宝马、戴姆勒、本田、现代、日产及沃尔沃相继加入5GAA，选择C-V2X。
- 丰田与通用联手，更倾向于DSRC技术

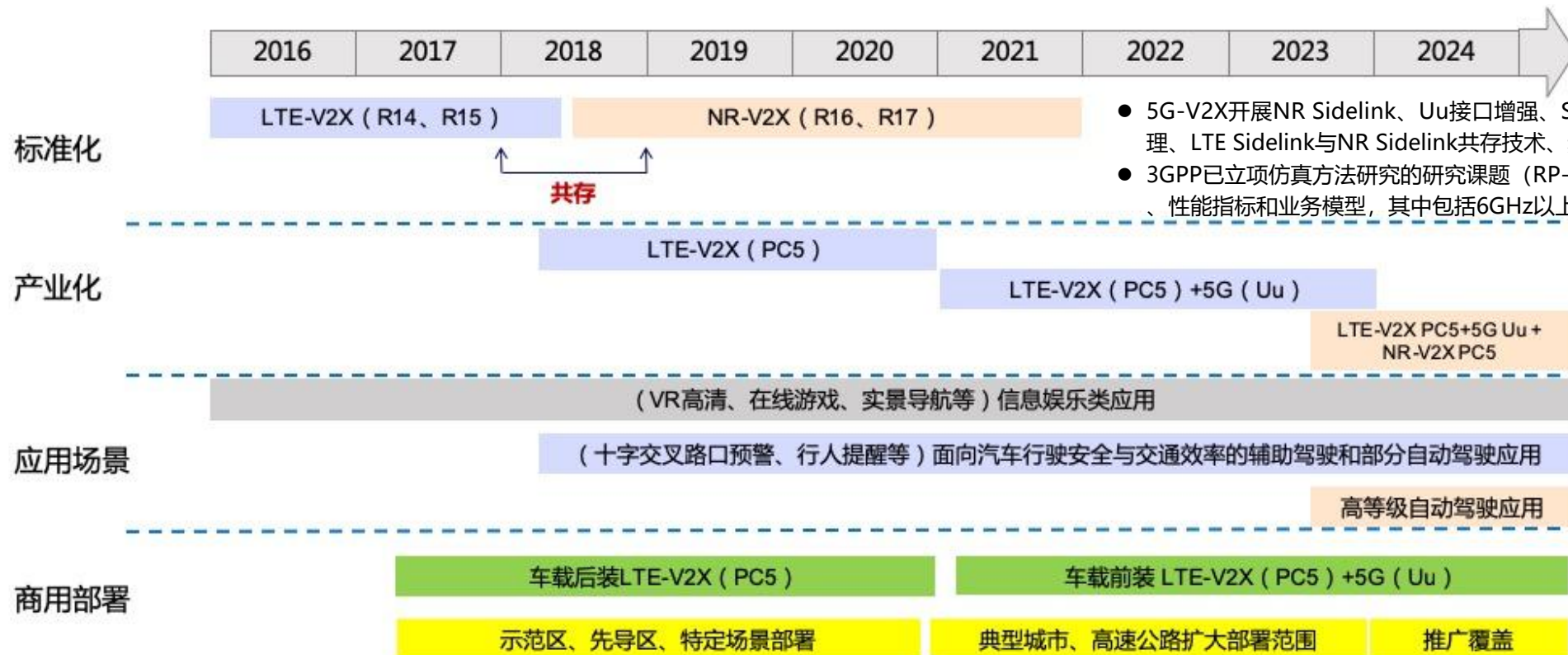
■C-V2X中的C是指蜂窝（Cellular），它是基于3G/4G/5G等蜂窝网通信技术演进形成的车用无线通信技术。





# 车联网 (C-V2X) 标准化及产业化研发

面向**车联网**业务场景，3GPP定义了**LTE-V2X**和**NR-V2X**两个阶段的标准化工作



- 5G-V2X开展NR Sidelink、Uu接口增强、Sidelink资源分配、QoS管理、LTE Sidelink与NR Sidelink共存技术、频谱等研究
- 3GPP已立项仿真方法研究的研究课题 (RP-170837)，包括仿真场景、性能指标和业务模型，其中包括6GHz以上Sidelink的信道模型研究

- LTE-V2X于2017年3月完成标准化；2020年7月3日，3GPP宣布R16 NR-V2X版本冻结
- 3GPP 5G-V2X主要面向四类高级应用-车辆编队、共享传感器、远程遥控驾驶、自动驾驶。
- 当前，LTE-V2X的芯片模组、OBU、RSU等核心设备均具备了实际商用能力

# 端到端的LTE-V2X标准体系，基本建设完成

- 我国LTE-V2X相关空口、网络层、消息层和安全等核心技术标准已制定完成，行业应用类标准持续完善
- 2018年11月，四标委签署了《关于加强C-V2X标准合作的框架协议》，加快LTE-V2X标准在汽车、交通、公安行业的应用

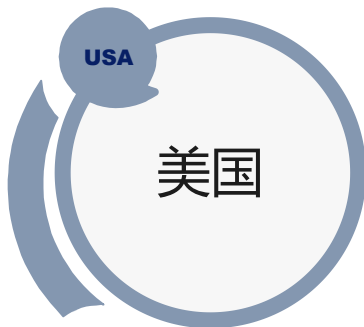
分类	标准名称	标准类别	标准组织	升国标建议组织
总体	基于LTE的车联网无线通信技术 总体技术要求	行标、国标	CCSA	通标委
接入层	基于LTE的车联网无线通信技术 空口技术要求	行标、国标	CCSA	通标委
网络层	基于LTE的车联网无线通信技术 网络层技术要求	团标、行标、 <b>国标</b>	C-ITS、CCSA	通标委
消息层	基于LTE的车联网无线通信技术 消息层技术要求	团标、行标、 <b>国标</b>	C-ITS、SAE-C、CCSA	通标委
安全	基于LTE的车联网无线通信技术 安全技术要求	行标、 <b>国标</b>	CCSA	通标委
	基于LTE的车联网无线通信技术安全证书管理系统技术要求	行标、 <b>国标</b>	CCSA	通标委
应用（系统）	基于LTE-V2X直连通信的车载信息交互系统技术要求	团标、国标	SAE-C、C-ITS、SAC/TC114	汽标委
	基于LTE-V2X直连通信的路侧单元系统技术要求	团标、 <b>国标</b>	SAE-C、C-ITS	交通/公安
功能应用	合作式智能运输系统 车用通信系统 应用层及应用层数据交互标准	团标、 <b>行标、国标</b>	<b>汽标委/交通/公安</b>	汽标委/交通/公安

注：标准红色是计划推动的部分

# 各国相继明确频谱规划方案

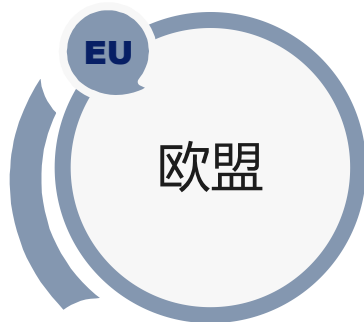


- 美国FCC基于DSRC业务划分频段 5.850-5.925GHz
- 目前讨论WiFi共享该频段



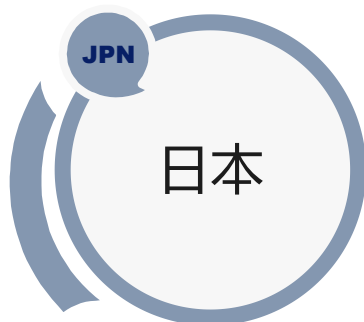
- 韩国5.855-5.925GHz

- 欧盟车对路系统: 5.795-5.805GHz, 可扩展至5.815GHz
- 安全类ITS应用: 5.875-5.906GHz



- 新加坡5.875-5.925GHz

- 日本ITS道路安全应用: 755.5-764.5MHz
- DSRC: 5.770-5.850GHz

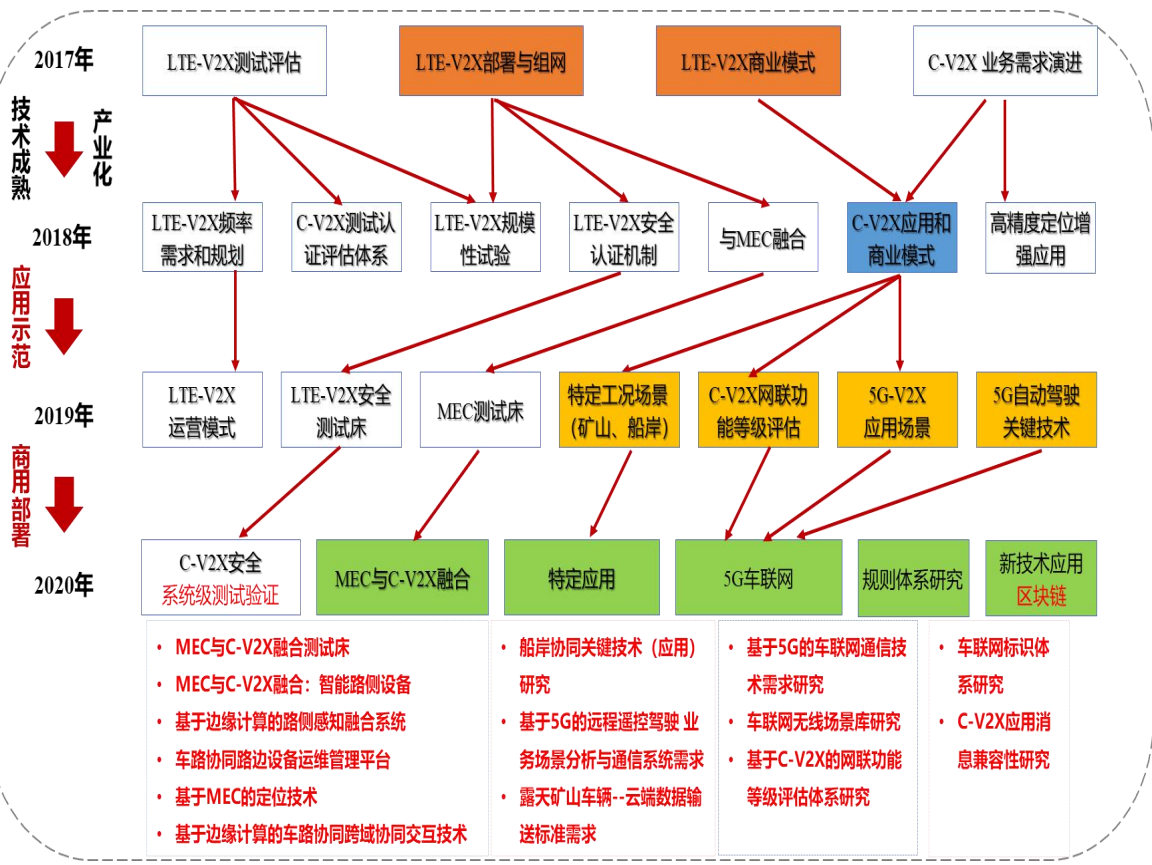


- 中国LTE-V2X: 5.905-5.925GHz

# IMT-2020 C-V2X工作组，车联网跨行业融合创新平台



- IMT-2020 (5G) 推进组蜂窝车联 (C-V2X) 工作组，负责组织开展LTE-V2X和5G-V2X的**技术研究、试验验证和产业与应用推广**等工作。
- 270余家科研院所、企业加入，形成了“产、学、研、用”合作、“汽车、信息通信、交通”等多行业协同的成员联盟



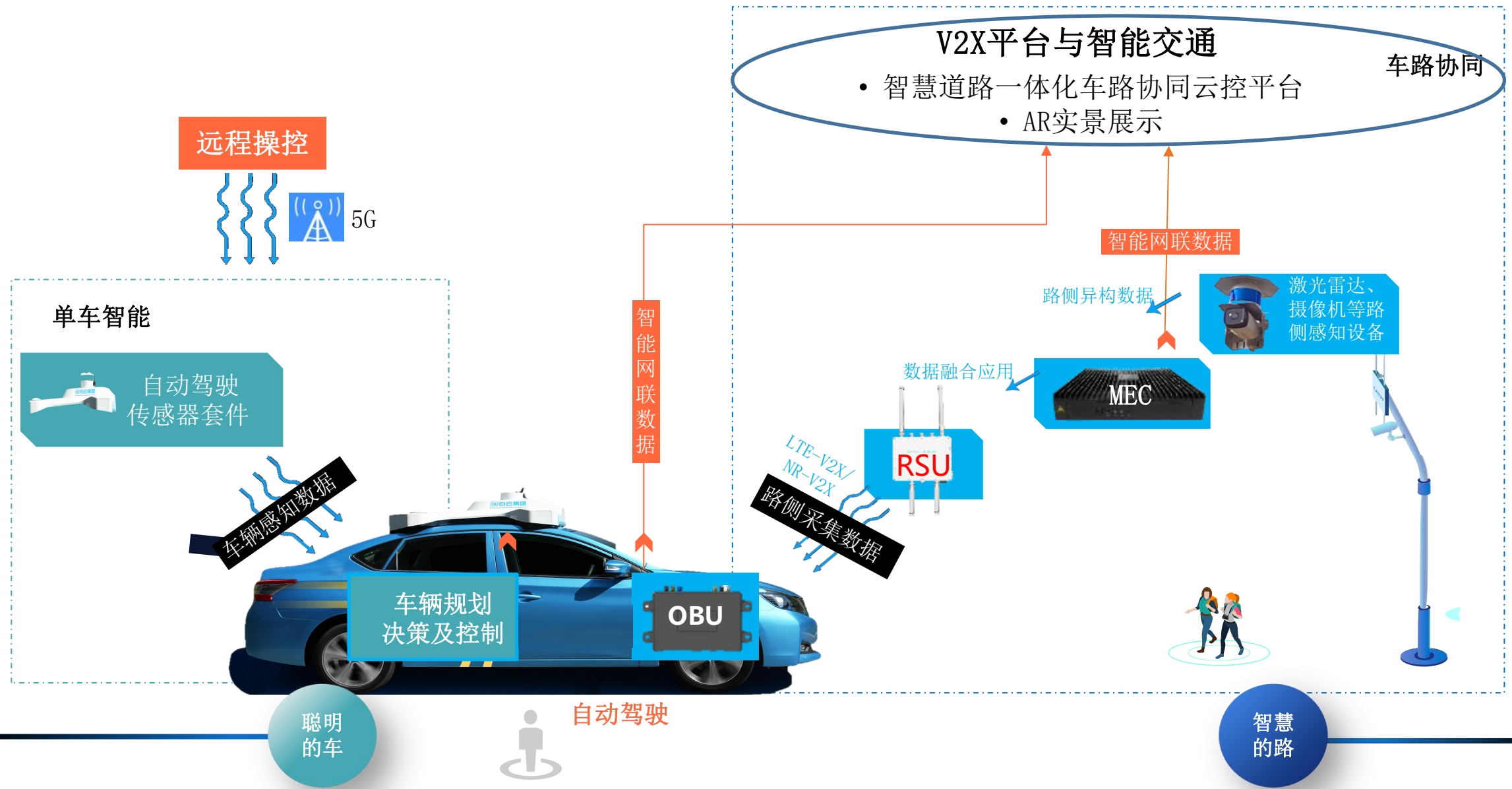


# C-V2X车路协同解决方案架构图



云车路网协同支撑自动驾驶，为人带来更多的自由和享受

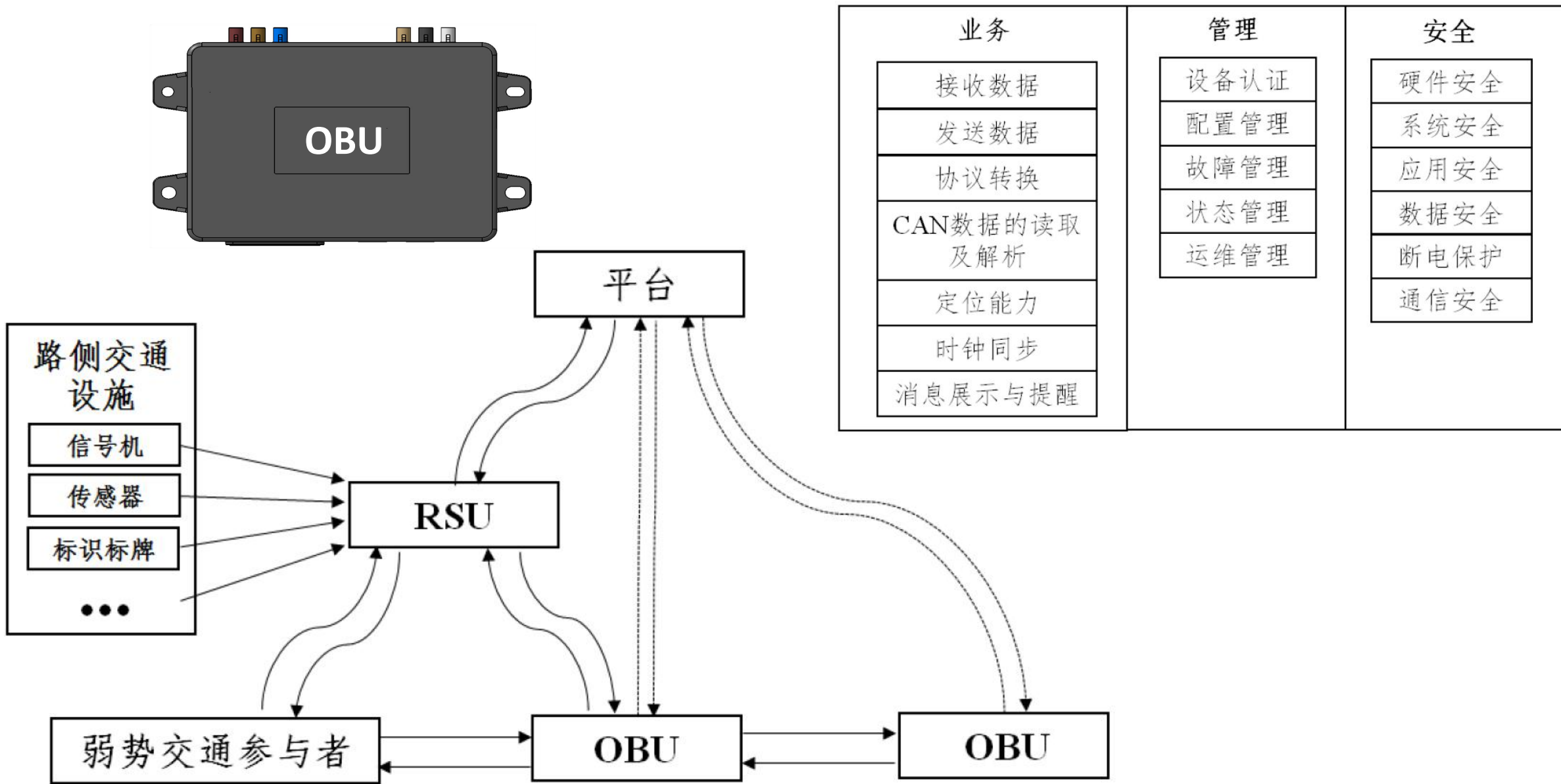
# 车联网方案示意图



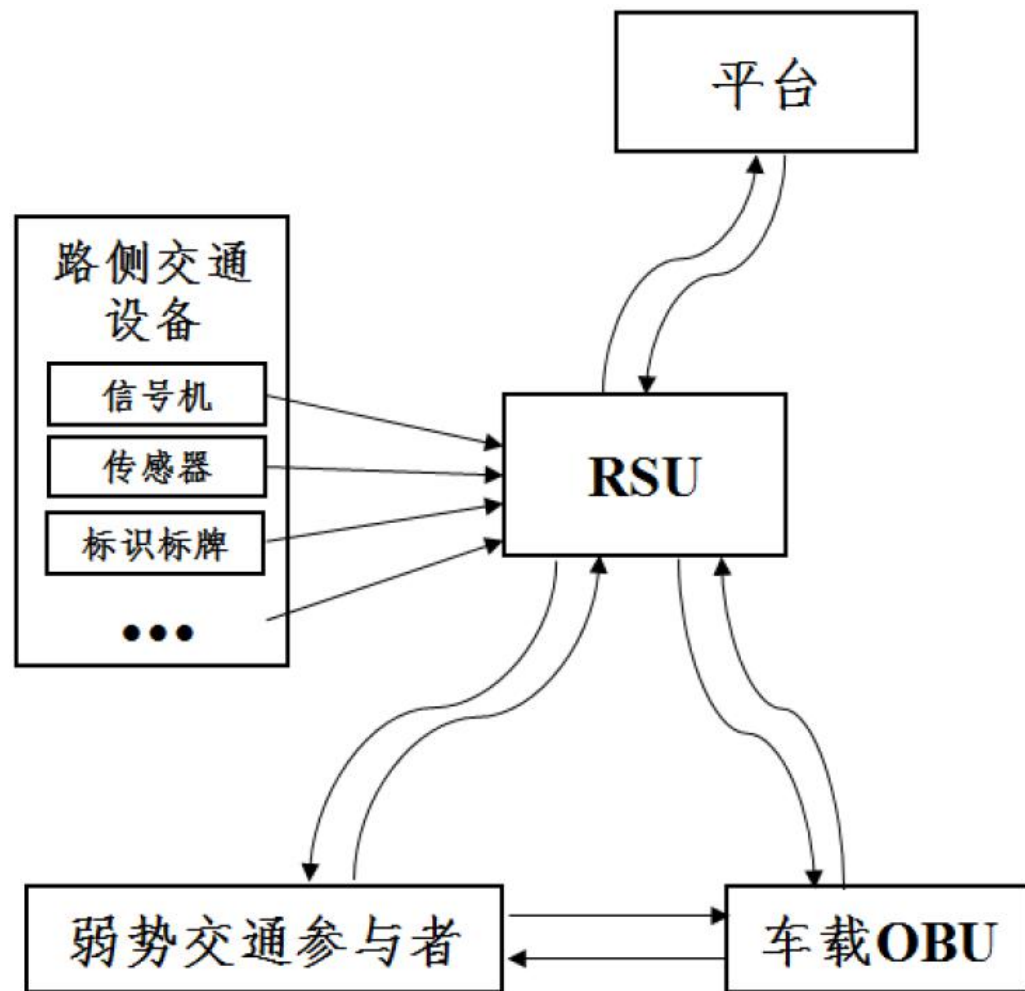
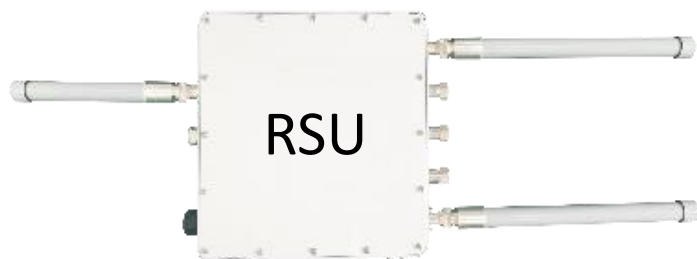
产品	定位	形态
V2X平台	打造智慧道路一体化车路协同云控平台中心	云服务与智慧城市、交通、公安等融合
MEC	车路协同边缘侧综合信息处理中心—边缘大脑	路侧 vs 区间
RSS	路侧感知中心，全景感知	硬件与算法融合，AI芯片/FPGA/GPU
RSU	车路协同标配，信息中转中心	标准化轻量化 智能化一体化？
OBU	车辆接入协同网络的终端	与MDC、车上传感器的融合



# 车载单元OBU







## ■ 摄像机



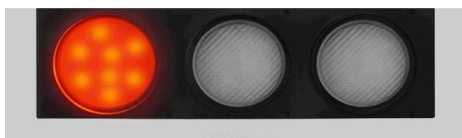
## ■ 激光雷达



## ■ 毫米波雷达

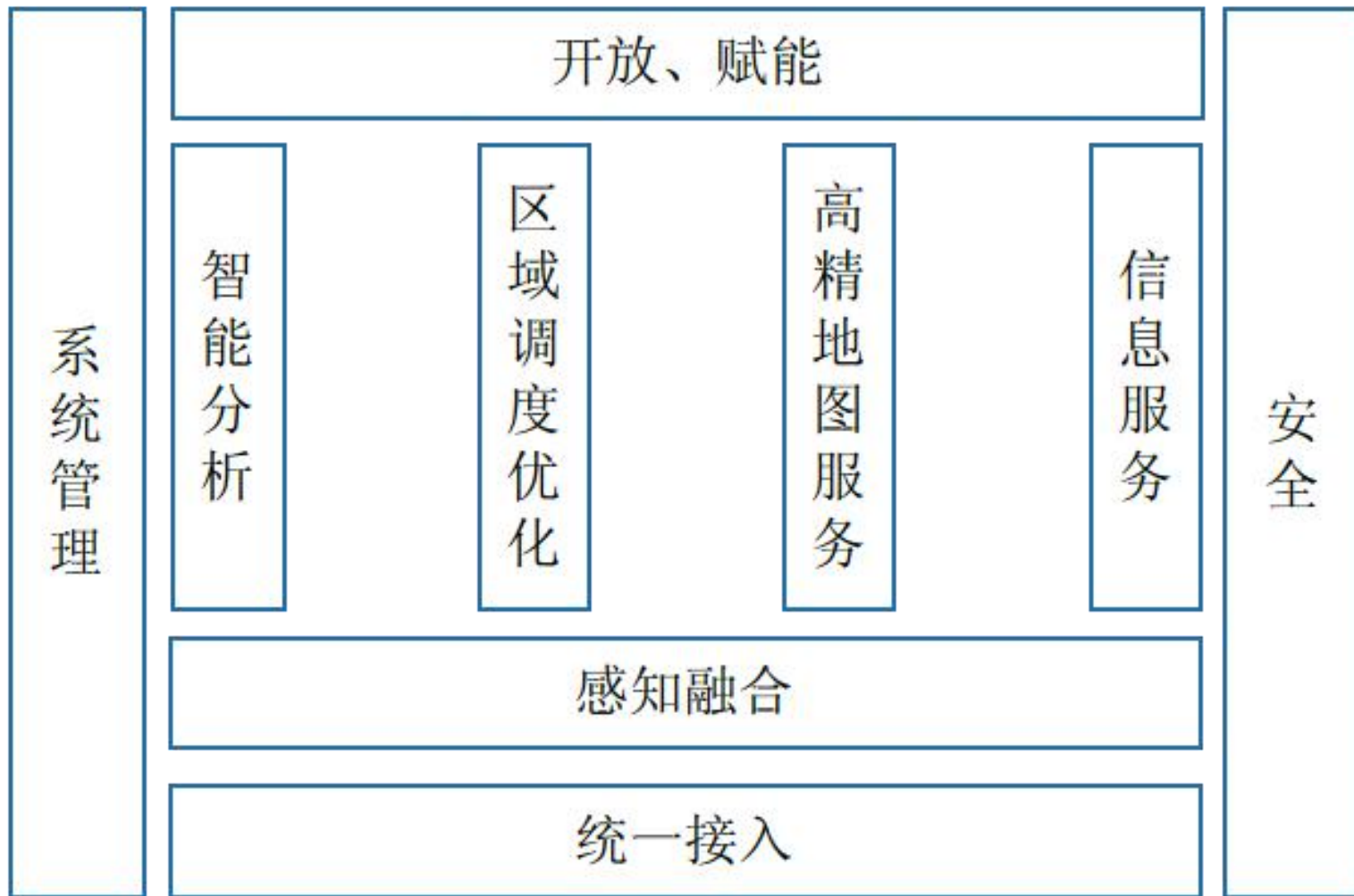


## ■ 信号灯



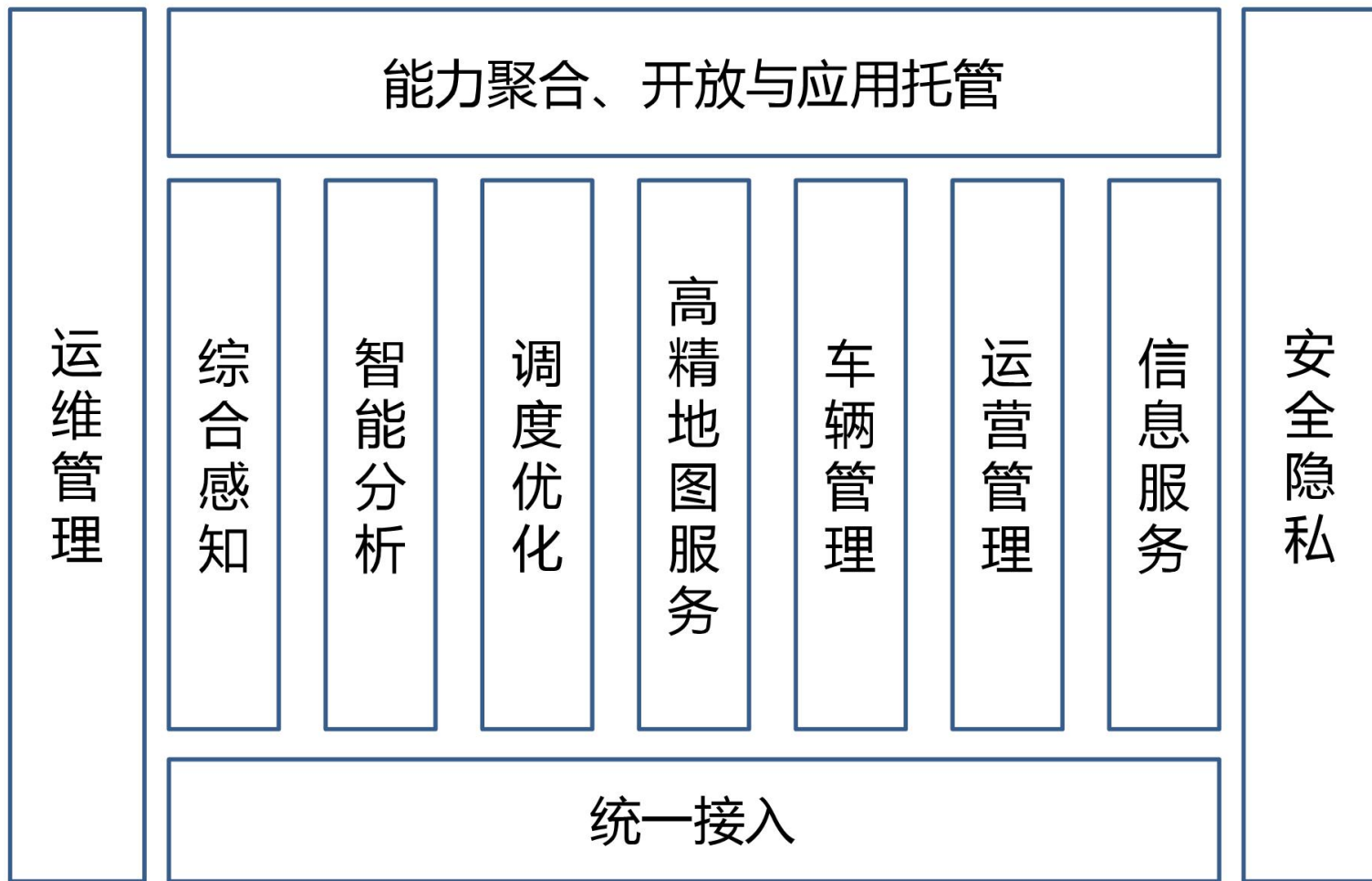


# MEC是路侧融合综合信息处理中心

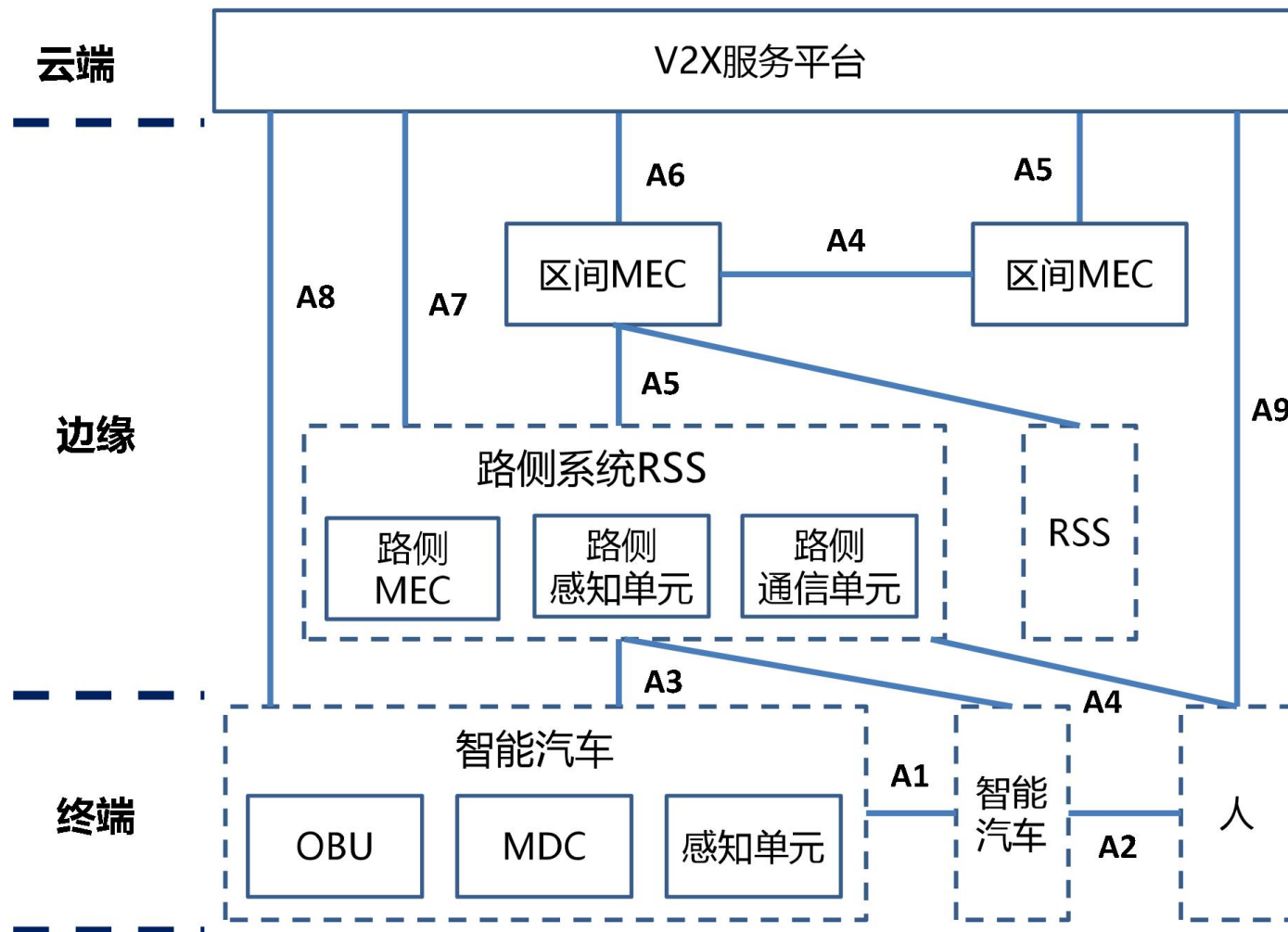


■路侧MEC

■区间MEC



提供车路云一体的云端管理、决策、控制能力，与智能交通融合



云、边、端协同支撑车联网的各项服务

# 3


## 典型业务场景

---

- 典型业务
- 应用方案

## 城市环岛应用场景：

- 行人和非机动车检测
- 车辆汇入预警
- 环岛出入口提醒



行人和非机动车检测

# 限定场景布局将为自动驾驶技术落地提供更多可能性

■ 当前自动驾驶在载货商用车领域有六大主流应用场景，包括：港口场景、物流园区、矿区场景、机场场景、干线物流、末端物流。

## 自动驾驶商用车领域六大主流应用场景

港口场景



物流园区



矿区场景



机场场景



干线物流



末端物流



- **场景简介：**港口场景复杂度低，对自动驾驶技术要求低，但市场规模较小；
- **应用现状：**在上海、天津、宁波、深圳等多地港口已展开自动驾驶集卡试运营；天津港已布局超25辆自动驾驶集卡；
- **车辆类型：**自动驾驶集卡；
- **实现功能：**自动驾驶集卡行驶在塔吊和堆场之间，负责运输集装箱，速度为30km/h以下。

- **场景简介：**物流园区基建完善，自动化程度高，内部行驶的车辆类型较多；
- **应用现状：**菜鸟、苏宁、德邦均布局物流园自动驾驶，京东也在筹备5G物流示范园，全园将引入自动驾驶技术；
- **车辆类型：**自动驾驶重卡  
自动驾驶轻型货车；
- **实现功能：**仓与仓之间货物运输，速度为30km/h以下。

- **场景简介：**自动驾驶主要应用在露天矿区，该场景基建程度相对较差，粉尘多，自动驾驶感知难度高；
- **应用现状：**白云鄂博矿区、鄂尔多斯矿区等多个矿区展开试运营；
- **车辆类型：**自动驾驶矿卡  
自动驾驶宽体车；
- **实现功能：**自动驾驶矿卡完成岩石土方剥离，将煤矿运送到指定位置，速度为30km/h以下。

- **场景简介：**机场场景内车辆类型多，包括加油车、摆渡车、拖车、飞机等，对感知和决策的考验较大；
- **应用现状：**广州、海口、北京等多地机场已展开自动驾驶接驳车试运营；
- **车辆类型：**自动驾驶接驳车；
- **实现功能：**在机场行李仓和飞机行李仓之间，运输行李及货物，速度为30km/h以下。

- **场景简介：**干线物流场景机动车与非机动车隔离，无对向来车，降低了感知及决策难度；
- **应用现状：**目前国内应用是会铺设一条专用的智慧道路，图森未来、主线科技已在多地进行商业试运营；
- **车辆类型：**自动驾驶货车；
- **实现功能：**实现货物点到点的自动干线运输，行驶速度80-120km/h。

- **场景简介：**末端物流具有高频、分散的特点，目的是解决“最后一公里”配送难题；
- **应用现状：**目前苏宁、京东等平台均推出了4级无人配送小车，并已实现试运营；
- **车辆类型：**无人配送小车；  
无人配送大车；
- **实现功能：**小体积配送车主要行驶在人行道，负责配送食品外卖；大体积则是用于线下零售配送；行驶速度为15-25km/h。

资料来源：亿欧智库整理；图片来源：Pixabay、苏宁官方稿件





# 典型车联网业务



类别	通信方式	应用名称
安全	V2V	前向碰撞预警
	V2V/V2I	交叉路口碰撞预警
	V2V/V2I	左转辅助
	V2V	盲区预警/变道辅助
	V2V	逆向超车预警
	V2V-Event	紧急制动预汽车警
	V2V-Event	异常车辆提醒
	V2V-Event	车辆失控预
	V2I	道路危险状况提示
	V2I	限速预警
	V2I	闯红灯预警
	V2P/V2I	弱势交通参与者碰撞预警
效率	V2I	绿波车速引导
	V2I	车内标牌
	V2I	前方拥堵提醒
	V2V	紧急车辆提醒
信息服务	V2I	汽车近场支付

汽车标准委员会T/CSAE 53-2017

类别	通信方式	典型应用
安全	V2V/V2I	协同式感知
安全	V2I	基于路侧协同的无信号交叉口通行
安全	V2I	基于路侧协同的自动驾驶车辆“脱困”
信息	V2I	高精地图版本对齐及动态更新
效率	V2I	自主泊车
安全	V2I	基于路侧感知的“僵尸车”识别
效率	V2I	基于路侧感知的交通状况识别
安全	V2V/V2I	基于协同式感知的异常驾驶行为识别

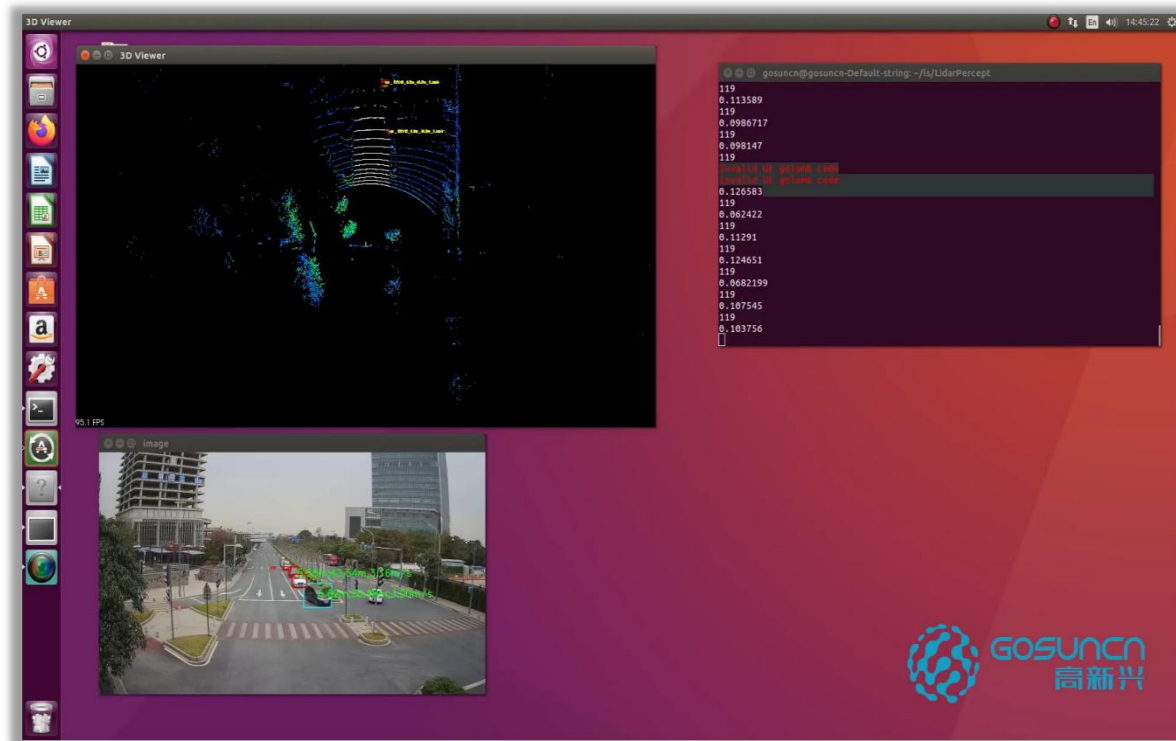
基于车路协同的高等级自动驾驶典型应用列表



## 场景概述

车辆到达路口前提前接收到路口RSU设备发送的信号灯状态信息，遇到红灯时减速停车等待，绿灯时正常减速通过。

# 弱势行人检测预警应用场景



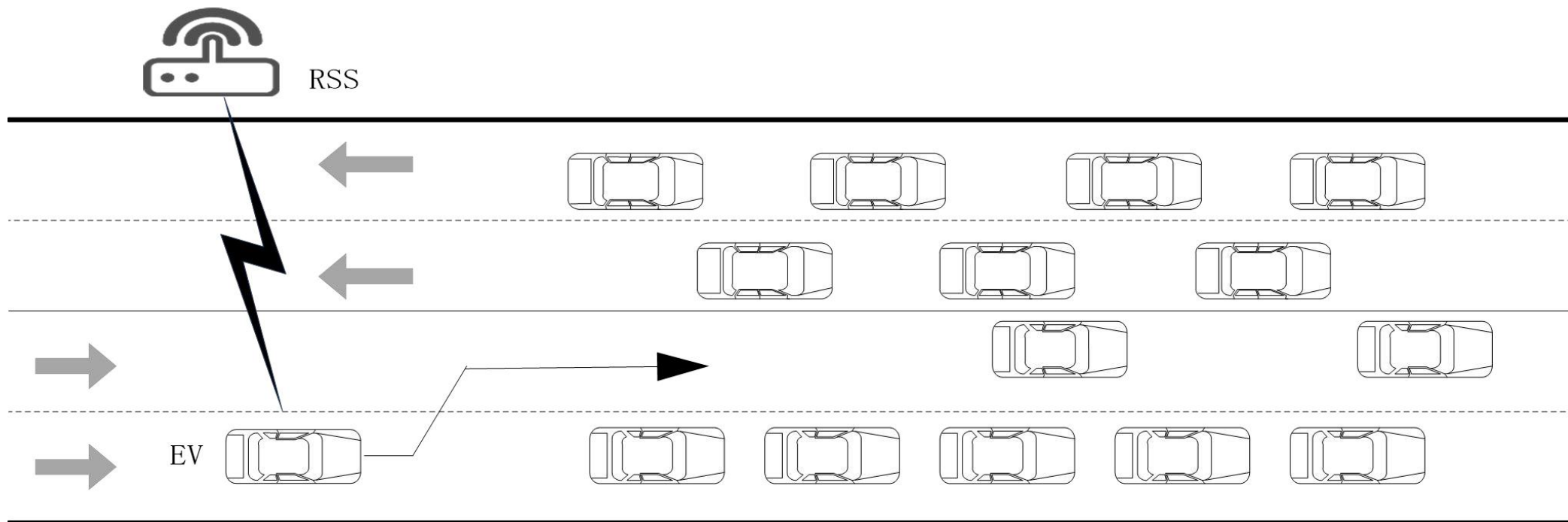
当路侧设备监测到有行人或非机动车进入车道，存在碰撞危险时，向路过车辆和后方的其他路侧设备广播该信息，尚未进入该路段的车辆收到预警，提前减速避让，以最优速度通过路口。



## 场景概述

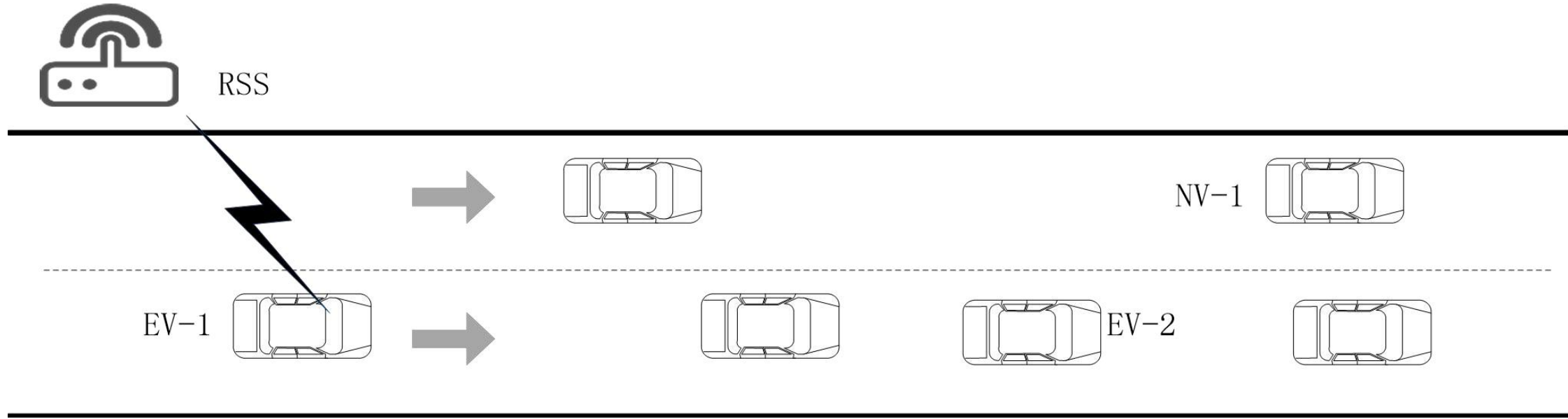
施工车道预警通过智慧锥桶采集占道施工的位置，精确到厘米级，数据上传到部署在云端的管理平台后，管理平台直接将位置信息下发到MEC进行计算分析并通过RSU广播给车载OBU，行驶在施工影响车道上的车辆接收到施工警示信息，提前变换车道，避免发生碰撞事故，或者重新规划路线。

# 基于路侧感知的交通状况识别



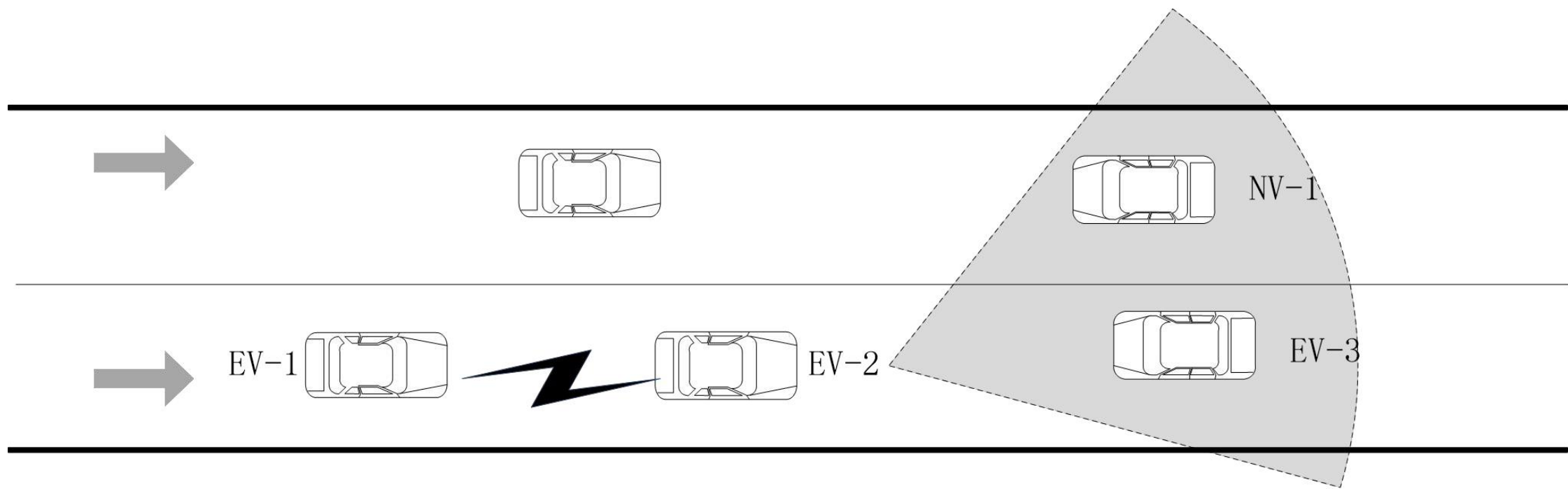
- 自动驾驶车辆 EV 正常行驶；
- 路侧感知设备（例如摄像头、雷达等）周期性对周边的交通状况进行探测，路侧感知设备可针对每个车道级别上的交通状况进行感知；
- 路侧感知设备将感知到每个车道上的交通流状况及拥堵状况；
- RSU 实时广播给其覆盖范围内的自动驾驶车辆；
- 自动驾驶车辆的 OBU 接收感知信息，如图EV 从路侧消息获取到每个车道的交通流状况及拥堵状况，得知当前行驶的车道前方拥堵，则会提前变道行驶。

# 基于车路协同式感知的异常驾驶行为识别



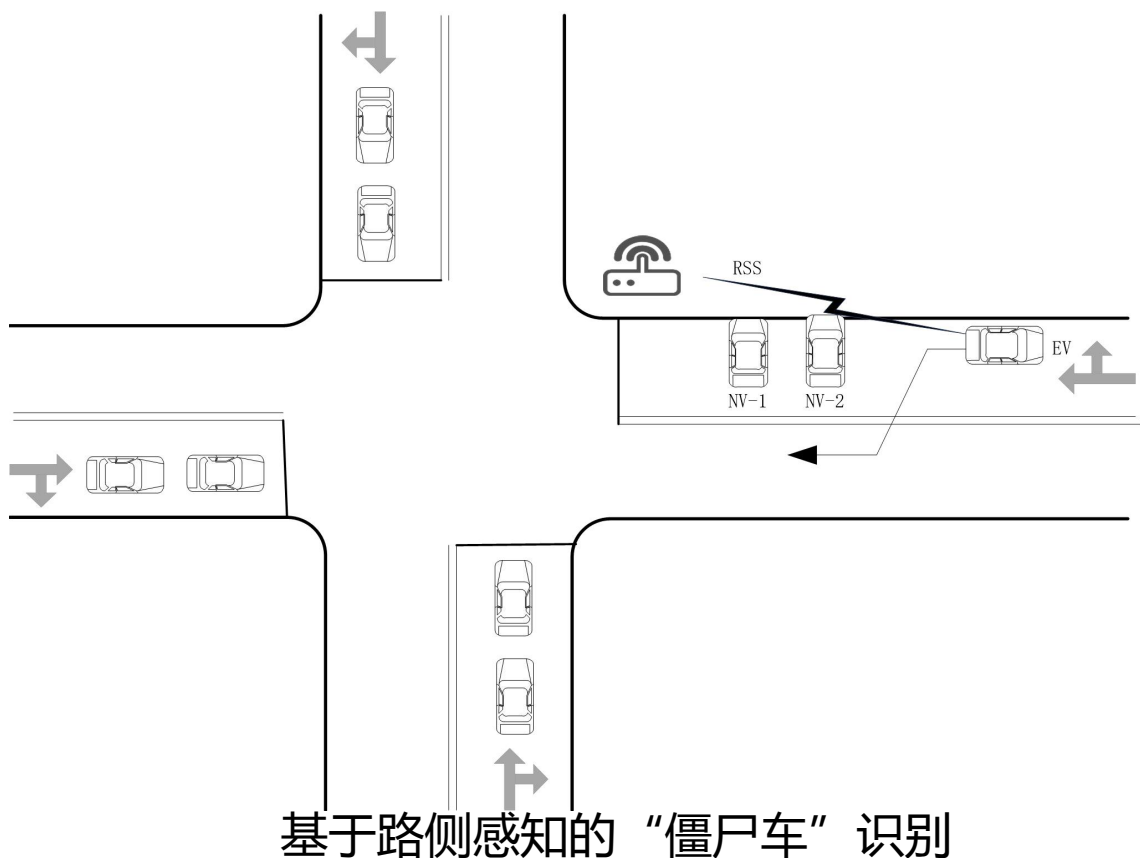
- 自动驾驶车辆 EV-1 正常行驶，车辆 EV-2 及 NV-1 的运行车速低于其他车辆；
- 路侧感知设备（例如摄像头、雷达等）周期性对周边的车辆的运行状况进行探测；
- 路侧感知设备将感知到的原始信息发送给 MEC 处理，可识别出车辆 EV-2 及 NV-1 为异常驾驶车辆；
- RSU 实时广播给其覆盖范围内的自动驾驶车辆；
- 自动驾驶车辆的 OBU 接收感知信息。如图 19 中，EV-1 从路侧消息获取到 NV-1 及 EV-2 为异常驾驶车辆，可以进行提前减速等操作。

# 基于车车协同式感知的异常驾驶行为识别



- 自动驾驶车辆 EV-1，EV-2 正常行驶，车辆 EV-3 及车辆 NV-1 逆行；
- 自动驾驶车辆 EV-2 可通过其车端感知设备实时感知周边车辆的运行状况；
- 车端感知设备通过与周边车辆的运行情况对比分析，可识别出 EV-3 及 NV-1 为异常行驶车辆；
- OBU 实时广播给其覆盖范围内的自动驾驶车辆；
- 自动驾驶车辆的 OBU 接收感知信息，如图 EV-1 可以通过 EV-2 获取到 EV-3 及 NV-1 车辆逆行。

# 基于路侧感知的“僵尸车”识别

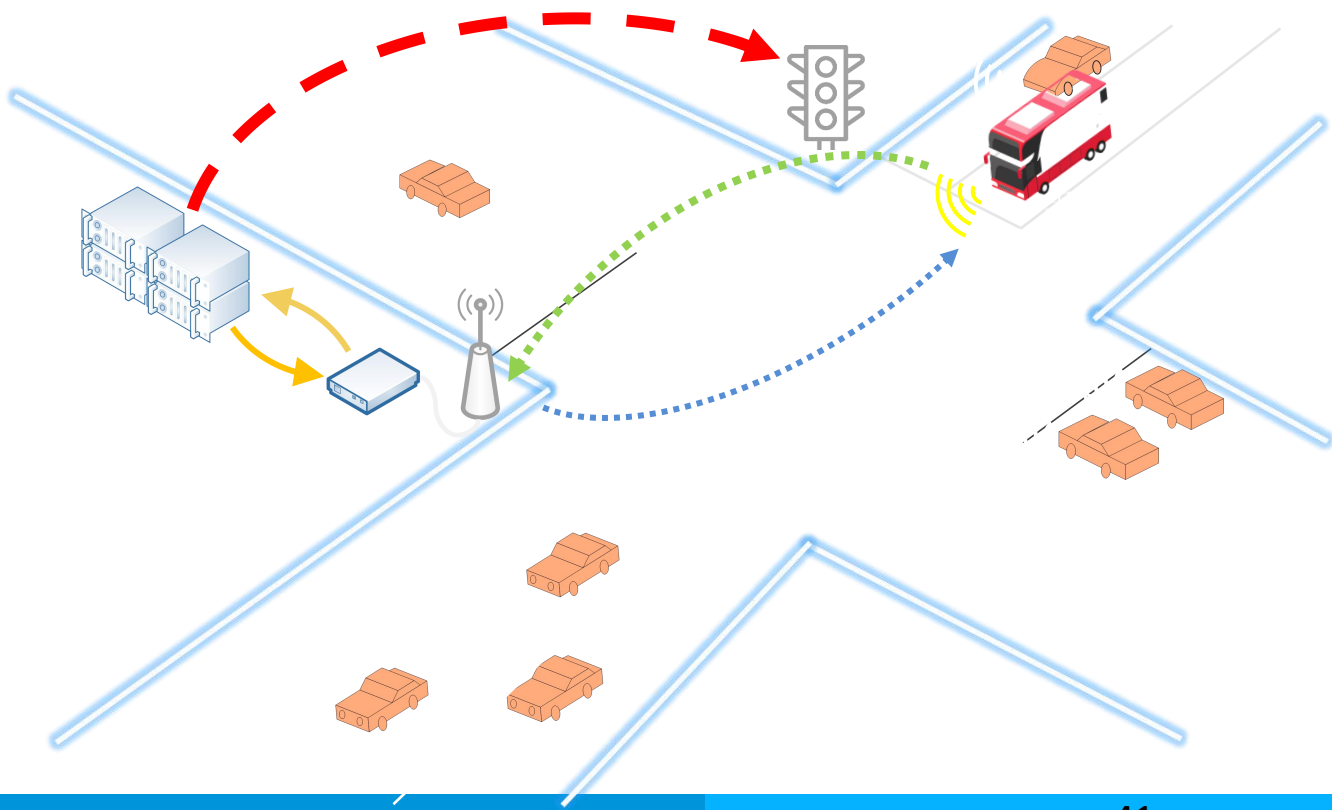


- 自动驾驶车辆 EV 从远处驶向路口；
- 路侧感知设备（例如摄像头、雷达等）周期性对周边的交通状况进行探测，可探测到路口车辆 NV-1 和 NV-2（NV-1 和 NV-2 是“僵尸车”）；
- 路侧感知设备将感知到的原始信息发送给 MEC 实时的处理，并判断 NV-1 和 NV-2 为“僵尸车”；
- RSU 实时广播给其覆盖范围内的自动驾驶车辆；
- 自动驾驶车辆的 OBU 接收感知信息，如图车辆 EV 从路侧消息中得到 NV-1 和 NV-2 为“僵尸车”信息后，则会提前变道行驶



# 智慧公交解决方案

从通过车联网共享城市交通信号灯信息入手，以提升公交车运行效率、到站准时率和主动安全性能为目标，逐步实现车联网与信号灯控制系统、公交调度系统的深度融合，为乘客出行提供更加便捷的服务，为公交调度提供更实时准确的信息支持，让民众公交出行更“靠谱”。





# 智慧高速公路解决方案



# 车联网基础设施建设加快推广

## 先导区

- 2019年5月工信部批复支持创建**江苏（无锡）车联网先导区**。实现无锡市全覆盖，丰富车联网应用场景。
- 2019年12月工信部批复支持创建**天津（西青）车联网先导区**。构建开放融合、创新发展的产业生态。
- 2020年9月工信部批复支持创建**湖南（长沙）车联网先导区**。带动全路网规模部署，促进创新技术和产品应用。
- 2021年1月工信部批复创建**重庆（两江新区）车联网先导区**。车联网与5G和智慧城市统筹发展。

## 高速公路

- 2020年7月工信部指导交通、信息通信、汽车等行业联合发起**“1号高速公路”工程**，以**“贯通京沪高速，赋能干线物流”**为目标，打造国内**首条车联网先导性应用示范高速公路**
- **杭绍甬高速公路**

### 亿欧智库：2020年全国各地车路协同布局情况

- 重庆：3月7日，重庆两江新区新基建-智能网联专场活动举办，签约项目总投资62.8亿元
- 山西：3月24日，山西省“交通强国”建设试点自动驾驶车路协同示范区（城市路段）项目，将在阳泉市进行车路协同规划建设
- 江苏无锡：5月10日，无锡市政府表示，下阶段将着力布局车联网“新基建”，创新部署打造示范样板工程
- 河北沧州：5月14日，沧州市宣布开放第二批智能网联汽车测试路网
- 雄安新区：6月5日，雄安新区绿色智能交通先行示范区车路协同体验活动开启
- 江苏：6月17日，江苏省发布了《江苏省智能网联汽车集群产才融合推进工作方案》
- 山东青岛：6月22日，山东省委常委、青岛市委书记王清宪主持召开海信集团发展规划工作主题座谈会，青岛将打造全业态、全场景、全智能的全球首个“智慧新生活之城”
- 上海：5月7日，上海市经信委表示，在智能网联汽车方面，上海将重点建设安亭国家智能网联汽车等3个示范区和车联网云一体化等示范项目，总投资超过20亿元
- 天津：6月28日，天津港（集团）有限公司、宣布将打造全国首个港口智能网联测试示范区项目

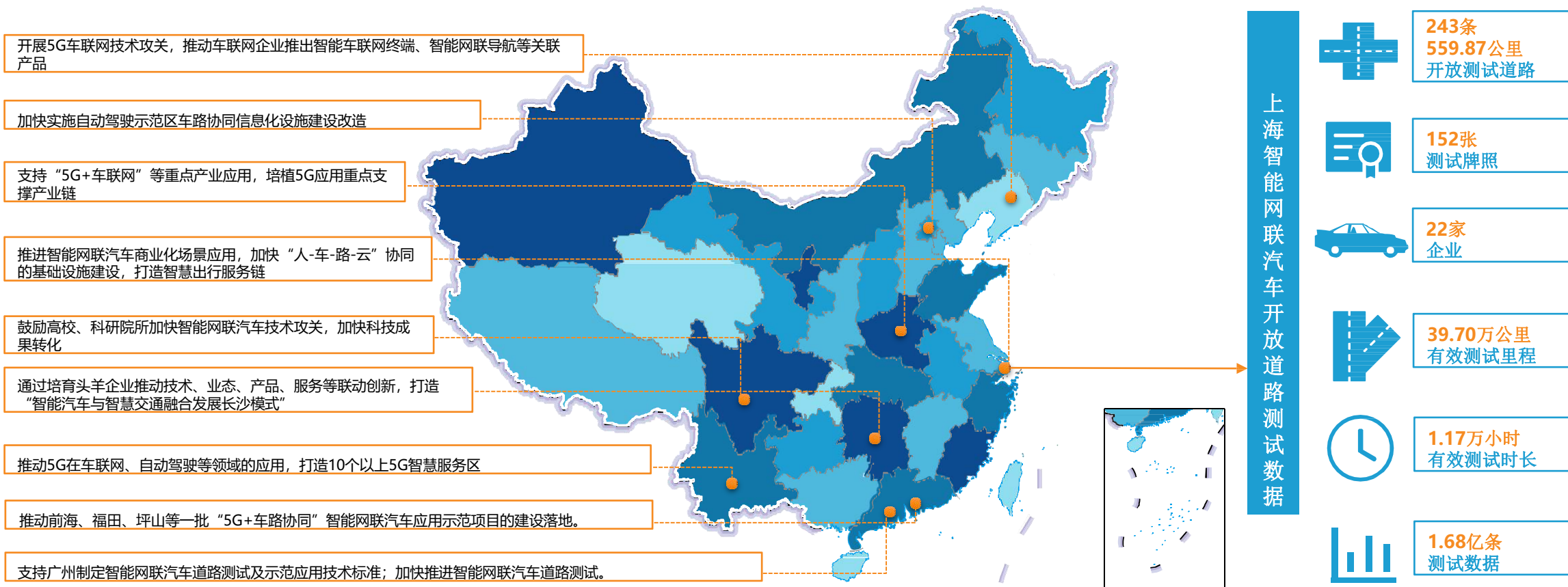


来源：政府公开信息，亿欧智库

新基建助推下，车路协同产业迸发出了自己的特色：**围绕数字化、智能化、互联化的产业正加速被推进；以政府为主导，多方竞争且加速融合的产业生态不断形成。**随着智能汽车发展，智能网联汽车测试示范区在全国落地。

# 政策驱动：地方政府为主导，多方竞争加速融合的车联网产业生态形成

- 当前，中国各省市及地区，都在推进汽车产业“数字化、智能化、网联化”发展，产业借助政府政策营造市场氛围、创造市场需求，多方竞争，逐步形成完整的生态链，持续提升车联网技术水平；
- 以上海市为例，截止2020年底，上海累计开放**243**条**559.87**公里测试道路，向**22**家企业、**152**辆车颁发道路测试或示范应用资质，企业数量和牌照数量均位居全国首位，涉及**乘用车、商用车、专项作业车**等车型，已有**105**辆智能网联汽车开展示范应用，占**69.1%**。



来源：网络公开资料，亿欧智库

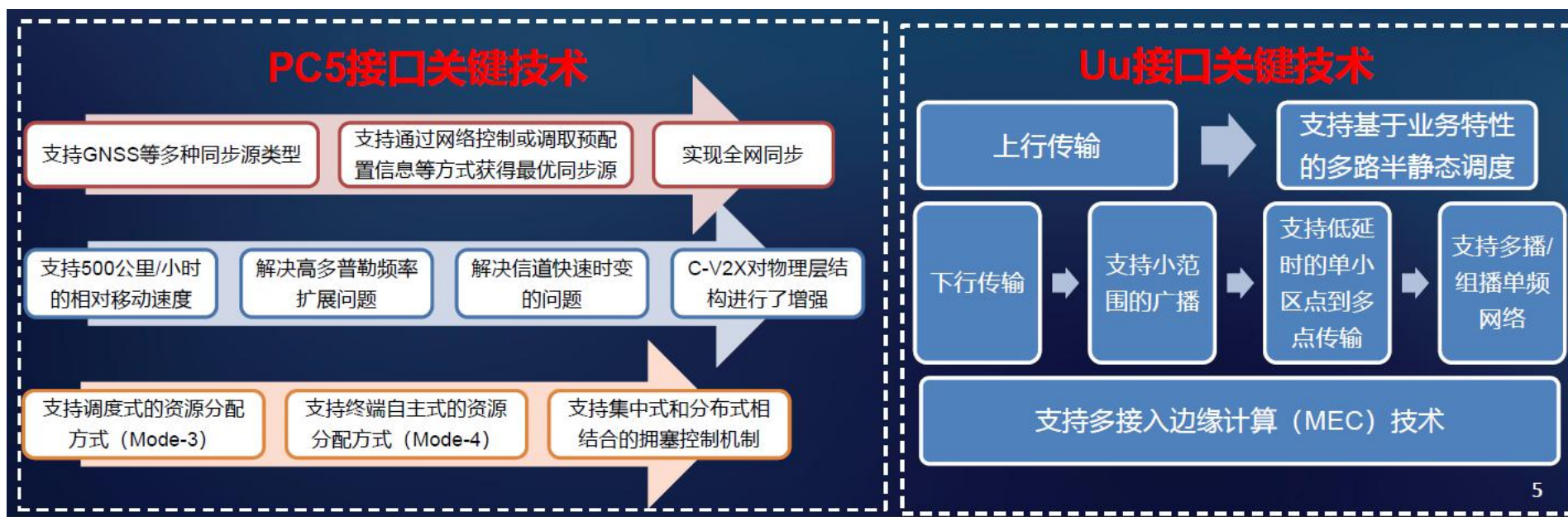
# 4

## 关键技术

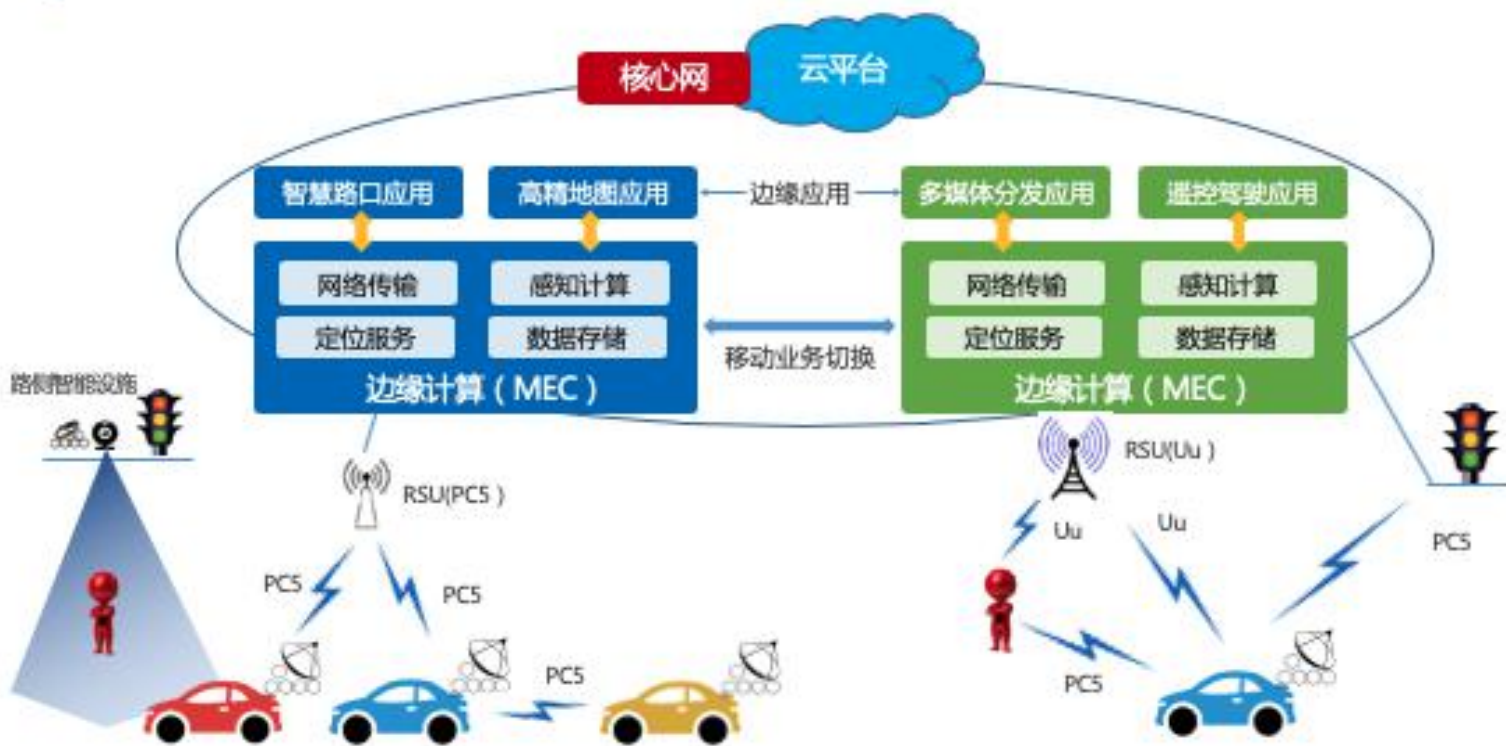
---

- 通信技术
- 业务处理
- 人工智能
- 定位技术
- 高精地图

- C-V2X包含**两种通信接口**：车、人、路之间的短距离**直接通信接口（PC5）**，**终端和基站之间的通信接口（Uu）**；
- C-V2X终端设备**处于蜂窝网络覆盖内**时，可在蜂窝网络下使用**Uu接口**；
- **是否有网络覆盖**，均可采用**PC5接口**进行V2X通信



MEC是车联网边缘大脑，可实现全面设备接入、数据处理、存储分析、协议开放、赋能服务等能力，将分散在各处的设备与系统串联、数据打通，综合处理。



“路侧-区域-中心”多层次架构已形成共识

**路侧平台**：负责路侧范围的原始数据汇聚处理和应用服务，具有实时性高、精度高等特点  
**区域和中心平台**：负责多源数据融合和区域的开放服务，具有范围广、服务类型多等特点

路侧MEC建设是培育车联网生态的重要过程

**前期聚焦**发展路侧范围、功能性强的小平台，分级、分步部署实施  
**逐步整合**出协同统一的基础服务平台，促进实现跨平台的互联互通和开放服务



- 人车物目标的检测、分类、识别、跟踪等；
- 车道线等路侧目标的检测、识别
- 异常事件的检测、识别与告警
- 道路状况的检测与识别

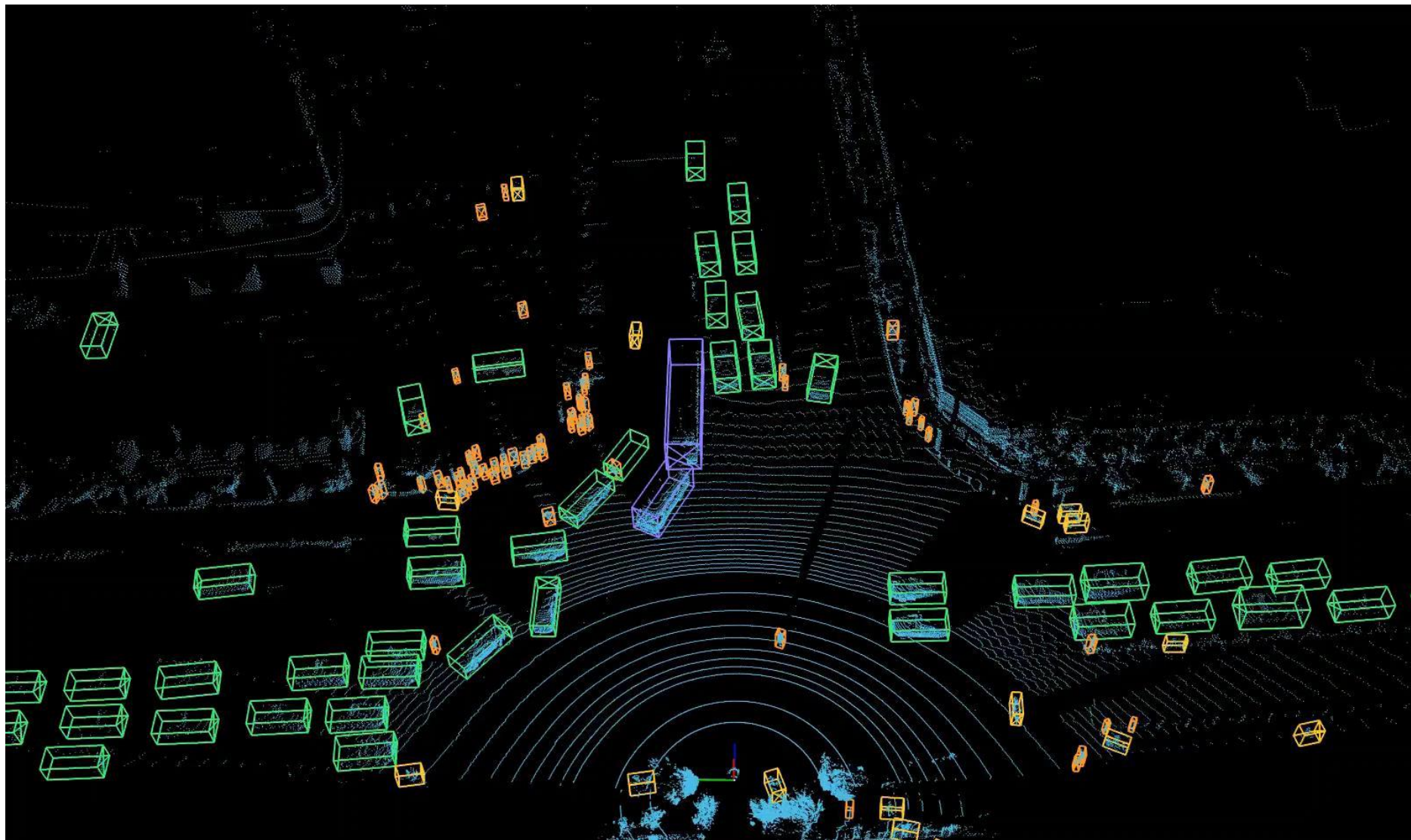




- 人车物目标的检测、分类、跟踪等；
- 目标的速度、角速度与位置感知
- 异常事件的检测、识别与告警



# 雷达实际检测效果



扫描方式	原理	优势	劣势
机械式	机械旋转部件作为光束扫描的方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 单点测量精度高;</li> <li>• 抗干扰能力强;</li> <li>• 可承受高激光功率</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 很难达到车规级要求;</li> <li>• 垂直扫描角度固定; 装调工作量大</li> </ul>
微机电系统 (MEMS)	利用MEMS微振镜, 把所有的机械部件集成到单个芯片, 利用半导体工艺生产	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 集成度高, 体积小;</li> <li>• 耗损低;</li> <li>• 芯片及工艺适合量产</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 高精度高频振动控制难度大;</li> <li>• 制造精度要求高;</li> <li>• 无法实现360度扫描, 需组合使用</li> </ul>
光学相控阵 (OPA)	通过调节发射阵列中每个发射单元的相位差来改变激光的出射角度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 扫描速度快;</li> <li>• 扫描精度高;</li> <li>• 可控性好</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 易形成旁瓣, 影响光束作用距离和角分辨率;</li> <li>• 干涉效果易形成旁瓣, 使得激光能量被分散;</li> <li>• 加工难度高</li> </ul>
面阵闪光 (FLASH)	单次探测可覆盖视角内所有方位, 一次性实现全局成像, 使用探测器阵列探测返回信号	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 无扫描器件;</li> <li>• 成像速度快;</li> <li>• 集成度高, 体积小;</li> <li>• 芯片级工艺, 适合量产</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 激光功率受限;</li> <li>• 探测距离近;</li> <li>• 抗干扰能力差;</li> <li>• 角分辨率低</li> </ul>

工作方式	脉冲类型	连续波类型			
		CW (恒频连续波)	FSK (频移键控)	PSK (相移键控)	FMCW (调频连续波)
特点	适于长距离目标探测； 测量过程简单，精度较高	通过来自目标的多普勒频移信息测速	可测量被测目标的距离、速度	利用随机二相码或四相码调制载频测量距离和速度	可对多个目标测量距离、速度信息；分辨率高，信号处理复杂度低、成本低廉、技术成熟
不足	在汽车防撞雷达这种短距离应用情况下，窄脉冲产生相对困难；发射峰值功率大，测量多目标困难	不能测量距离	难以测量多个目标	当要求分辨率较高时，对信号处理要求很高，目前技术难以实现	好的线性调频度不易获得，影响距离分辨率

雷达分类	探测范围	水平角	俯仰角	ADAS功能
远距LRR	10-250m	±15°	±5°	自适应巡航、紧急刹车
中距MRR	1-100m	±45°	±5°	紧急刹车、行人检测、碰撞警告、变道辅助系统、自动泊车
短距SRR	0.15-30m	±80°	±10°	紧急刹车、行人检测、碰撞警告、变道辅助系统、自动泊车、倒车横穿警告、盲点检测

■ FMCW是主流的毫米波雷达工作方式,检测多个目标、分辨率较高、成本较低,大多数Tier 1供应商的选择。

# 路侧主要传感器优劣势比较



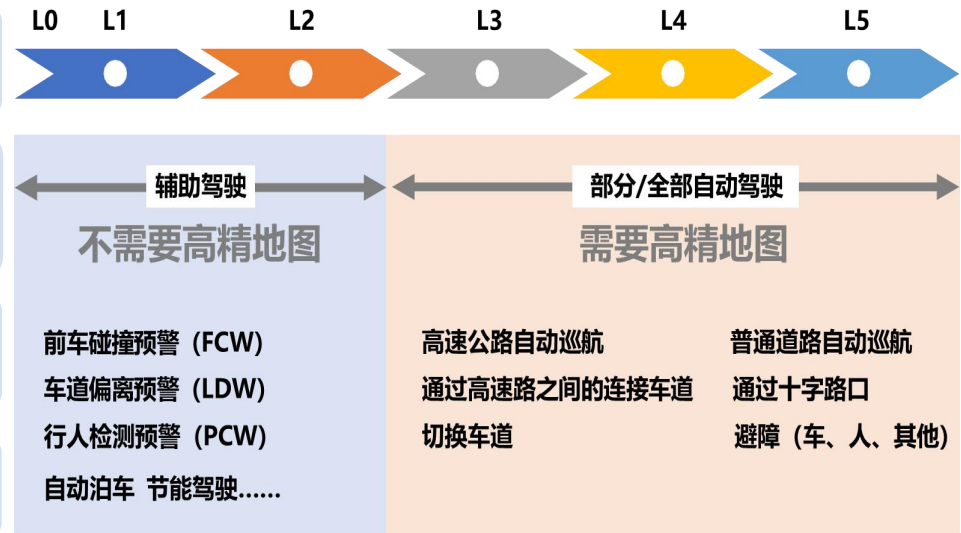
	优点	缺点	范围	功能
<b>激光雷达</b>	精度高、探测范围较广、可以构建车辆周边环境3D模型	容易受到雨雪雾等恶劣天气影响，技术不够成熟，产品造价高	200米以内	障碍物探测识别 车道线识别 辅助定位 地图构建
<b>摄像头</b>	可对物体几何特征、色彩及文字等进行识别、可通过算法实现对障碍物距离的探测、技术成熟成本低	受光照变化影响大，容易受到恶劣环境干扰	最远控制范围可以超过500米	障碍物探测识别 车道线识别 辅助定位 道路信息读取 地图构建
<b>毫米波雷达</b>	对烟雾穿透能力强、抗干扰能力强、对速度、距离精度高	测量范围相对lidar更窄，难以辨别物体大小和形状	200米以内	障碍物探测 (中远)
<b>超声波雷达</b>	技术成熟、成本低、受天气干扰小、抗干扰能力强	测量精度差、测量范围小、距离近	3米以内	障碍物探测 (近距)

- 激光雷达 VS 毫米波雷达
- 雷达与视觉深度融合。静止车辆检测、低照度环境、异常天气
- 坐标对准技术
- 检测、跟踪技术
- 分类识别技术

目标分类	检测距离	200米
目标特征识别	定位精度	±1米 (最远)
道路状态识别	角度精度	±4°
车道和方向判断	速度精度	2KM/h
信息可视化	环境适应性	全天候

# 高精度地图技术

- 提升感知**
  - 高精度地图超视距对整体道路流量、交通事件、路况进行预判，感知层的安全冗余；
- 先验知识**
  - 基本原则：让车的判断越少、也就越安全。
  - 提供车辆环境模型的先验知识，减少车辆感知层压力；
- 车辆位置**
  - 通过高精度地图以及其创建的环境模型确定车辆在地图中的位置
- 辅助决策**
  - 辅助自动驾驶车辆实现车道级的路径规划，支持并线超车等高等级的驾驶决策。



场景	内容	精度
手机导航	SD MAP覆盖道路路网形状、拓扑等内容	5~10米左右
ADAS	在导航地图基础上增加了一些道路坡度、曲率、简单的车道信息	50厘米
高级ADAS	全域智能驾驶地图包含详细的车道属性等，用于实现高速、城市道路的L2+、NOA等功能	20~50厘米
高精度地图	包含高精度车道几何信息、路口表达，红绿灯停车位等语义，主要用在L3/L4高级自动驾驶	10厘米

- 高精度地图的高效构建技术
- 高精度地图的众包技术
- 基于车路协同的更新技术
- 高精度地图的下载

# 高精地图效果示意图



高速路口  
入口引导效果图



复杂路口  
引导效果图

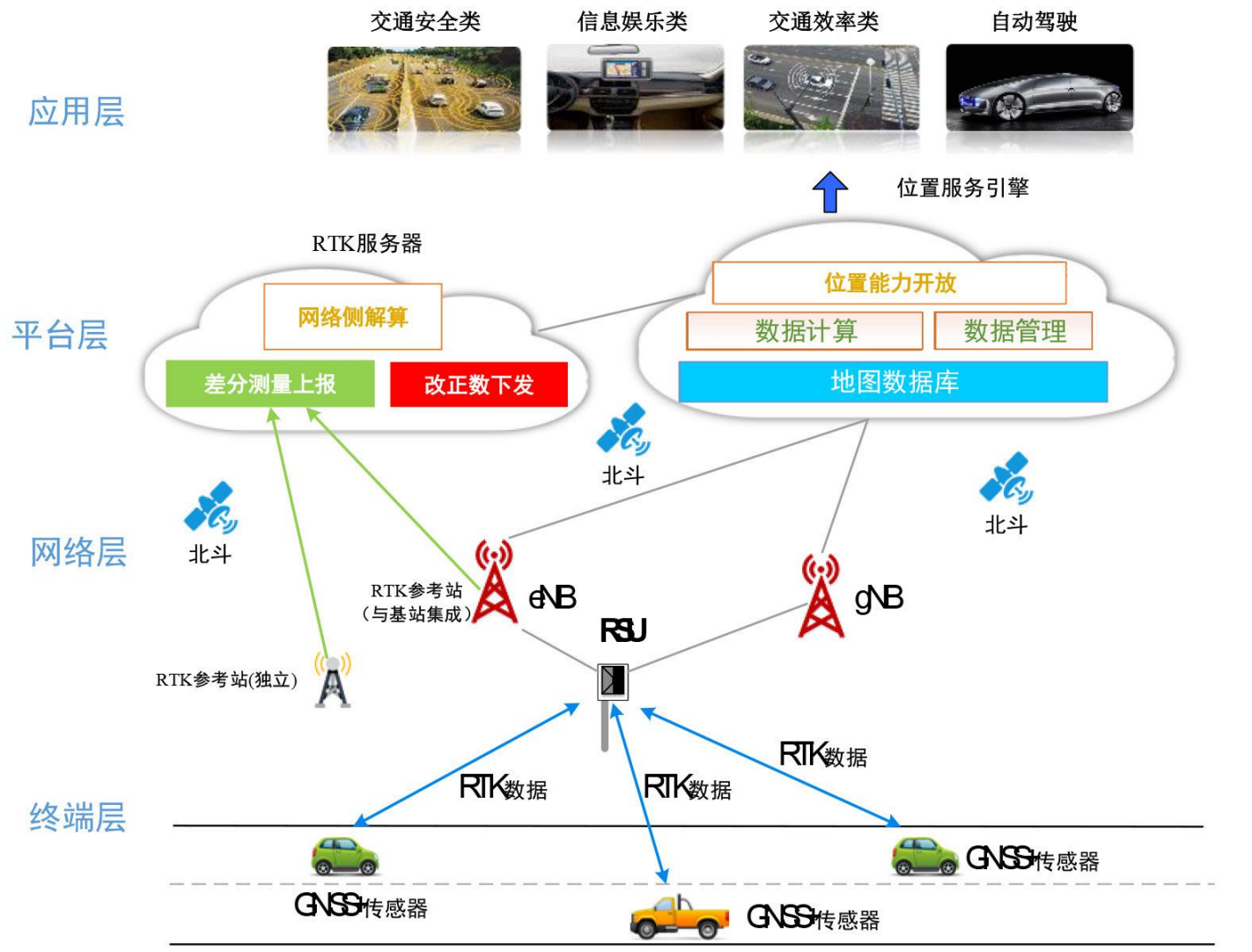


动态信息展示效果图





# 车联网高精度定位技术



- 终端层实现多源数据融合（卫星、传感器及蜂窝网数据）算法，保障不同应用场景、不同业务的定位需求；
- 平台层提供一体化车辆定位平台功能，包括差分解算能力、地图数据库、高清动态地图、定位引擎，实现定位能力开放；
- 网络层包括5G基站、RTK基站和路侧单元（Road Side Unit, RSU），为定位终端实现数据可靠传输；
- 应用层基于高精度定位系统能够为应用层提供车道级导航、线路规划、自动驾驶等应用

# 高精定位存在的问题

- 可靠的车道级定位成本。高精地图+GNSS+定位增强服务(RTK/PPP 等) + 相机+IMU (惯性测量单元通常由3个加速度计和3个陀螺仪组成) + 车辆 CAN 信号
- 融合定位的可靠性。如何在全国范围内验证其可靠性是另一个难题。
- 功能安全和完好性方面, 尚未解决的核心问题。
- 其他问题
  - 高精地图还没有形成统一的行业规范。
  - 高精地图的安全性验证还没有行业统一的共识。
  - 高精地图需要高覆盖度和高频率更新, 采集制作成本与商业模式还不成熟。
  - 国内高精地图的生产和发布过程受到严格的测绘地理信息法律法规管理, 与自动驾驶需求不能完全对应满足。

云端威胁	云平台安全	数据安全（数据隐私性、完整性和可恢复性）
		访问控制
传输威胁	网络传输安全威胁（认证、传输和协议风险）	
终端威胁	节点层	T-BoX、IVI、终端升级、车载OS、接入、传感器
	传输层	车内网络传输
	架构层	车载终端架构安全
外部威胁	移动APP安全 充电桩信息安全	

**车联网发展前景广阔**