



清华大学
Tsinghua University

中国智能网联汽车创新发展及产业化推进

李**克强**

清华大学车辆与运载学院

汽车安全与节能国家重点实验室

国家智能网联汽车创新中心

教授

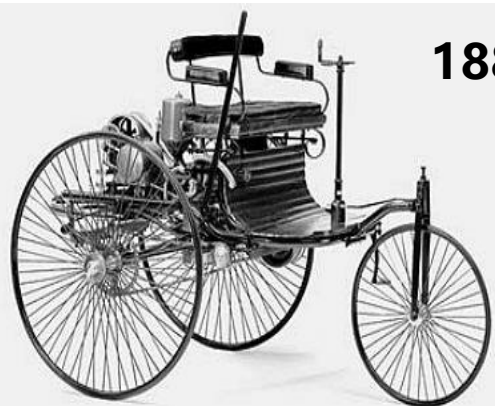
主任

首席科学家

- 概述
- 智能网联汽车国内外发展态势
- 中国智能网联汽车创新发展战略
- 中国方案智能网联汽车产业化进展
- 结束语

汽车产品的进化历程

汽车 是经过上千年的马车时代，从近代欧州的机械文明发展中而产生的交通工具。
称之为 **“改变世界的机器”**



1880s



1900s



1930s



1950s



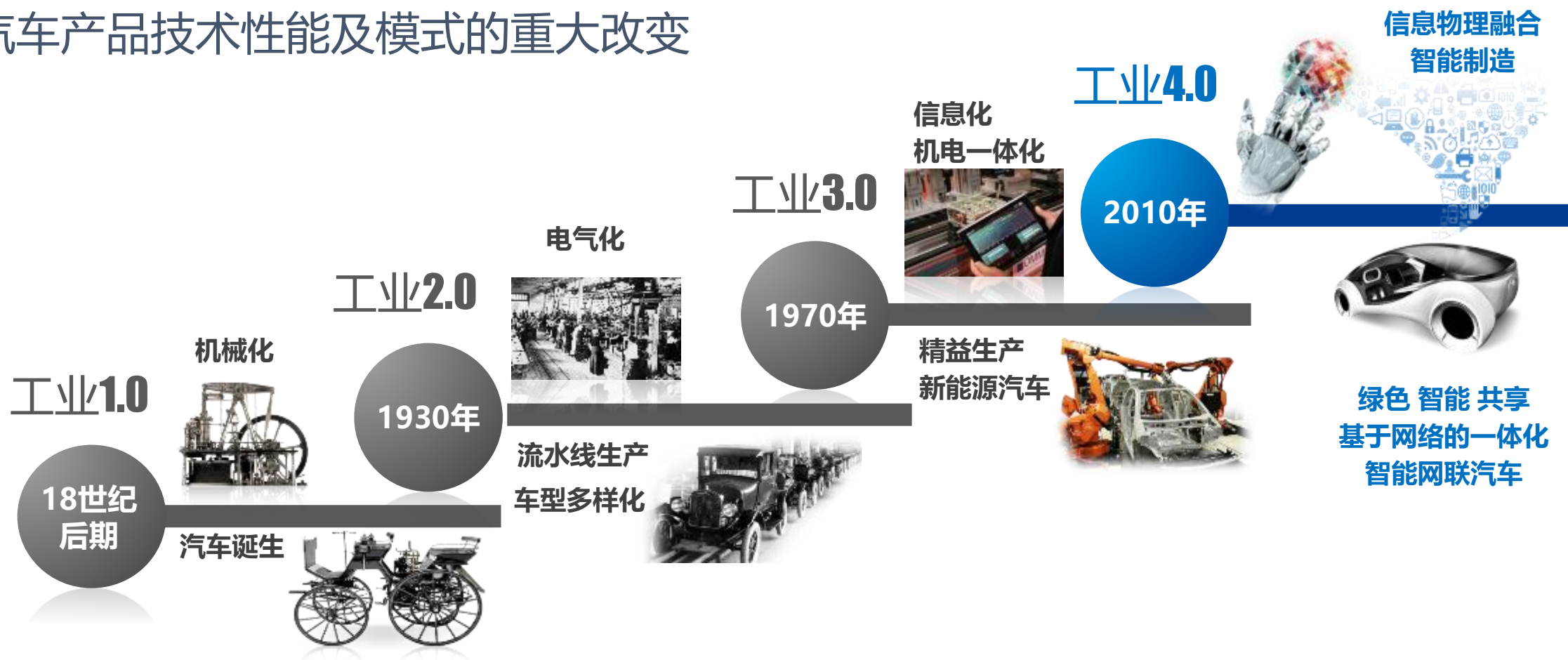
1980s



2010s

汽车工业迎来4.0时代

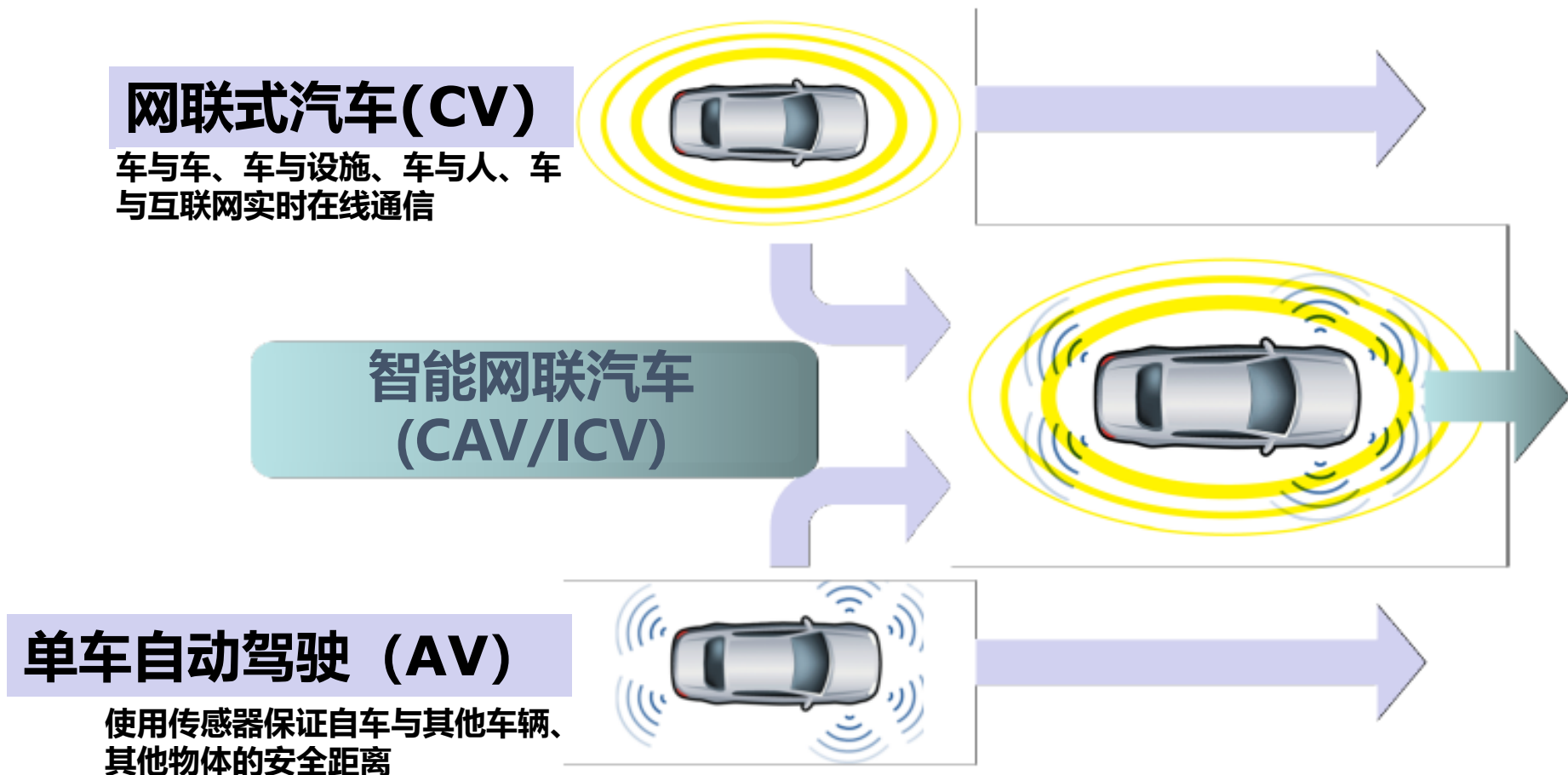
汽车产品技术性能及模式的重大改变



- 从工业1.0的机械化、2.0的电气化到3.0的信息化，汽车工业每次都发生了重大变革
- 以信息物理系统为标志的工业4.0时代，将使汽车交通系统在未来10~20年中发生革命性的变化

智能网联汽车是自动驾驶汽车发展的新阶段

智能网联汽车 = 单车自动驾驶 + 网联式汽车融为一体的新产品、新模式、新生态



智能网联汽车是新一代AI技术的典型应用



智能网联引发的汽车交通系统及生态变革



驾驶去人化



出行共享化



产业生态化

1. **交通安全**：交通事故率可降低到目前的 1%

2. **交通效率**：车联网技术可提高道路通行效率10%，CACC系统大规模应用将会进一步提高交通效率

3. **节能减排**：协同式交通系统可提高自车燃油经济性20%-30%，高速公路编队行驶可降低油耗10%-15%

4. **产业带动**：智能网联汽车产业将会拉动机械、电子、通信、互联网等相关产业快速发展

5. **交通出行及商业模式的改变**：减轻驾驶负担，娱乐，车辆共享，便捷出行

- 概述
- 智能网联汽车国内外发展态势
- 中国智能网联汽车创新发展战略
- 中国方案智能网联汽车产业化进展
- 结束语

智能网联汽车已成为全球汽车产业发展的战略方向



智能网联汽车已成为带动AI、信息通信、大数据、云计算等发展的**战略制高点**。

汽车与相关产业加速跨界融合和深度协同，**产业链重构，价值链不断扩展延伸**。



技术层面

The technical layer is divided into four main sections:

- 智能驾驶上游硬件 (Upstream Hardware):** Includes processors and storage (Intel, NVIDIA, Samsung), radar (Continental, Aeva), cameras (MORILEVE, 保千里电子), and electric/electronic control (MAGNA, SIEMENS, Panasonic, LG, BYD).
- 智能驾驶上游软件 (Upstream Software):** Includes high-precision map data (NAVINFO, 四维图新, 高德, Baidu, 百度, here, 高德, EMG), algorithms (Google, Baidu, 百度, UISEE 驭势), and operating systems (Google, Apple, Baidu, 百度, TESLA MOTORS).
- 智能驾驶解决方案 (Solutions):** Includes ADAS (RENASAS, XILINX, freescale, ANALOG DEVICES), vehicle solutions (Google, 百度, UISEE 驭势), and vehicle manufacturing (SAP, 上汽集团, 长安汽车, 北汽集团, BAIC Group, TESLA MOTORS, 蔚来汽车).
- 智能驾驶商业应用 (Commercial Applications):** Includes car sharing (U, 滴滴, 曹操, lyft).

产业层面

智能网联汽车产品功能和使用方式深度变革，汽车逐渐转变为**智能移动空间**。

通过**制定国家战略**强化部门协同合作等措施，发达国家已形成智能汽车先发优势。

应用层面

Global initiatives in autonomous driving:

- 英国 (UK):** 2014, 英国自动驾驶汽车在英国道路上行驶，与此同时，英国政府投资1900万英镑的无人驾驶测试项目在4个城镇正式开始运行。
- 美国 (USA):** 2016.03, 美国车辆安全监管机构表示，由人工智能系统驾驶的谷歌无人驾驶车，将被认为符合联邦法律。2011.06, 《Bill ABS1 Nevada Legislature》，内华达州成为世界上第一个允许自动化载具合法行驶于一般道路上的行政区域。
- 法国 (France):** 2014, 《无人驾驶汽车发展路线图》，投资1亿欧元，利用三年时间重点研发无人驾驶汽车。
- 欧盟 (EU):** 2014.02, “Adaptive” 项目，旨在开发在城市道路和高速公路上行驶的部分或完全自动化汽车。
- 日本 (Japan):** 2016.05, 《自动驾驶普及路线图》，自动驾驶汽车将于2020年允许在高速公路上行驶。
- 韩国 (South Korea):** 2016.03, 发布韩国首个自动驾驶轿车牌照。2016.04, 产业通商资源部将从2017年开始投入1455亿韩元用于无人驾驶汽车核心技术开发。
- 中国 (China):** 2016.03, 《“十三五”汽车产业发展规划意见》。2016.07, 来自工信部和汽车工程学会的官员透露，目前中国正积极推动制定无人驾驶相关技术规范。
- 德国 (Germany):** 2015.02, 成立无人驾驶汽车项目委员会，召集了来自学界、业界和政界的知名人士，研究无人驾驶相关法律问题。
- 联合国 (UN):** 2016.01, 《联合国自动驾驶安全标准》(未确定)。2016.03, 《国际道路交通公约》，在全面符合联合国车辆管理条例或者驾驶员可以选择关闭该技术功能的情况下，将驾驶车辆的职责交给自动驾驶技术可以应用到交通运输当中。

竞争层面

主要国家地区智能网联汽车创新进展

联合国世界车辆法规协调论坛（WP29）自动驾驶车辆工作组（GRVA）协调全球利益相关者，推动自动驾驶、网联功能相关法规的制定工作。

发布“自动车道保持系统（ALKS）”等三项法规

2020年6月，联合国的欧洲经济委员会（UNECE）联合60多个国家和地区，通过并开始实施《自动车道保持系统（ALKS）》《信息安全与信息管理系统》《软件升级与软件升级管理系统》三项法规。

目前，德国、英国已经在2021年开始推广ALKS应用，实现L3级自动驾驶的商业化。

推进自动驾驶功能要求及测试评价工作

联合国自动驾驶与网联车辆工作组**功能要求**非正式工作组（WP.29/GRVA/FRAV）与自动驾驶**测试方法**非正式工作组（VMAD IWG）召开多次会议，加强国际协同，明确自动驾驶的功能需求与测试评价，推动全球自动驾驶技术发展和应用。

关注车辆网联化，布局信息安全等相关法规

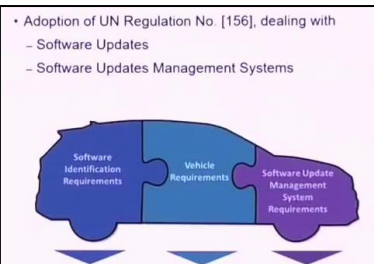
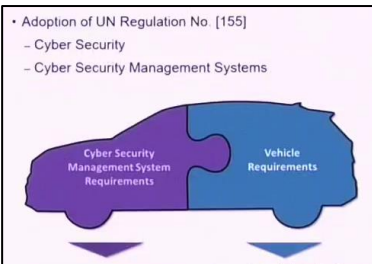
2020年，联合国提出《网络安全及网络安全管理系统》Regulation No. 155、《软件更新及软件更新管理系统》Regulation No. 156法规提案，关注车辆的网联安全与软件更新。

Adoption of UN Regulation No. 155

- Cyber Security
- Cyber Security Management Systems

Adoption of UN Regulation No. 156

- Software Updates
- Software Updates Management Systems



WP.29 Stakeholders



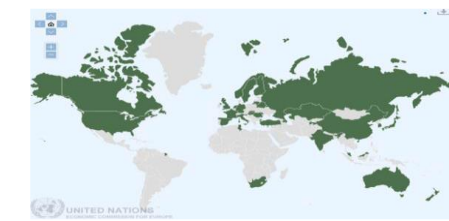
1958 Agreement:

- UN Regulation
- Directly applicable by the stakeholders/industry
- Mutual recognition of Type Approvals



1988 Agreement:

- UN Global Technical Regulations
- Requires transposition in national law
- No administrative procedures → suitable for:
 - Self Certification
 - Type Approval



主要国家地区智能网联汽车创新进展

美国强调技术创新，营造创新发展环境，连续更新发布“自动驾驶汽车规划”（AV1.0~AV4.0）、《智能交通战略》等，加快RoboTaxi、物流配送等示范应用和商业化步伐。



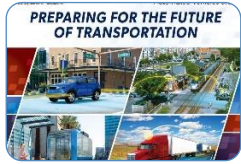
AV1.0，联邦自动驾驶汽车政策指南

- 要求汽车厂商提供设计、开发、测试和部署四个方面的15项安全评估文件
- 强调联邦政府对安全技术标准的管理权



AV2.0，安全愿景

- 对AV1.0的替代，提出创新性的监管方案
- 自愿性自动驾驶系统指南，包含12个优先考虑的安全设计元素
- 阐明联邦和各州在自动驾驶系统监管方面的职能



AV3.0，准备迎接未来交通

- 进一步放宽对自动驾驶技术的发展限制
- 明确“安全第一”等监管原则
- 取消十大指定自动驾驶试验场



AV4.0，确保美国自动驾驶技术领先地位

- 聚焦于使监管政策跟上产业发展步伐
- 致力于推动企业创新，提升公众对自动驾驶车辆的认知与信任

AV1.0~AV4.0发展理念一脉相承，不断迭代更新，**在明确政府监管工作重点和原则的基础上，政策体系不断完善。**

2020年4月，美国发布《ITS战略 2020-2025》，与《ITS战略2015-2019》《ITS战略2010-2015》一脉相承。

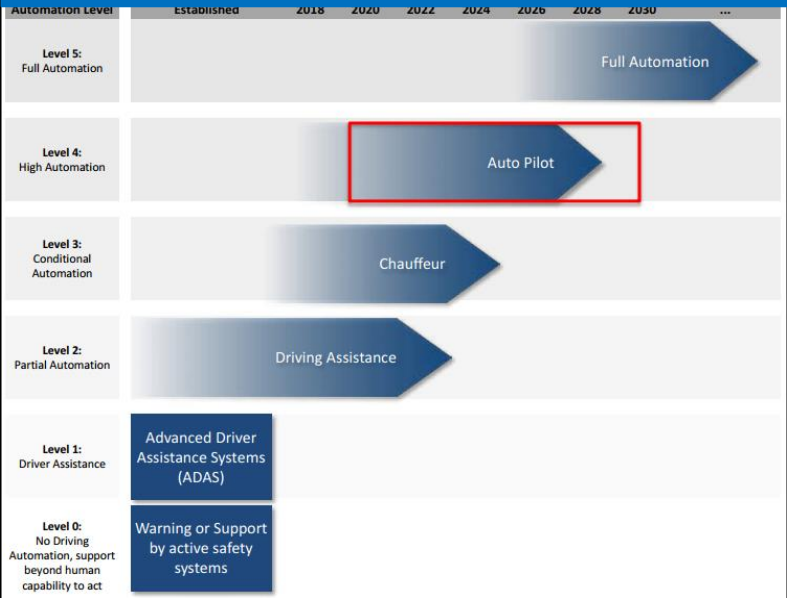
- 美国通过ITS技术的应用拓展提升交通的安全和效率，推进社会的整体进步。
- 美国ITS战略以五年规划为蓝图布局智能交通发展战略，其愿景和使命具有一定的延续性和继承性；
- 在战略重点上，2010版战略强调交通的连通性，2015版战略重视车辆自动化和基础设施互联互通，**2020版战略从强调自动驾驶和智能网联单点突破到新兴科技全面创新布局，完善了基于技术生命周期的发展策略，着重推动新技术在研发-实施-评估全流程示范应用；**



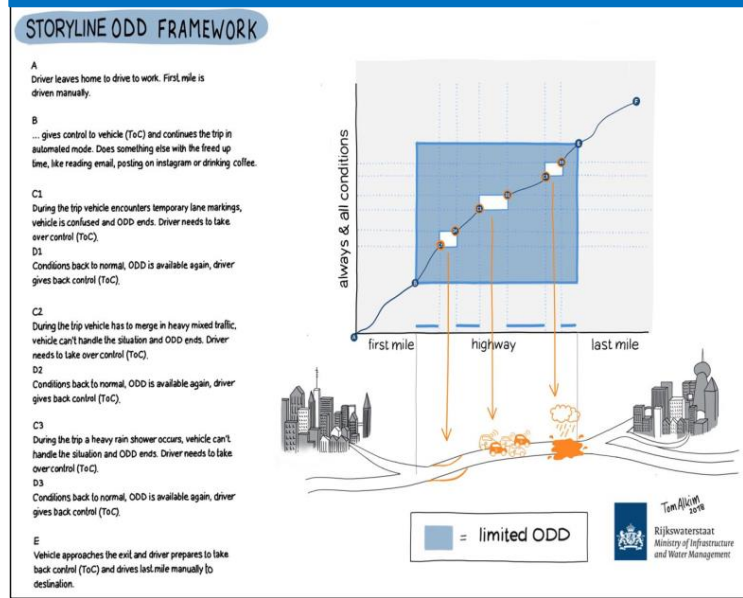
主要国家地区智能网联汽车创新进展

欧盟通过C-ITS系统建设的战略规划、技术路线图研究、支持创新研究项目等方式促进欧盟层面共识达成与跨行业协同，通过对物理/数字基础设施的研究，加速网联式自动驾驶发展。

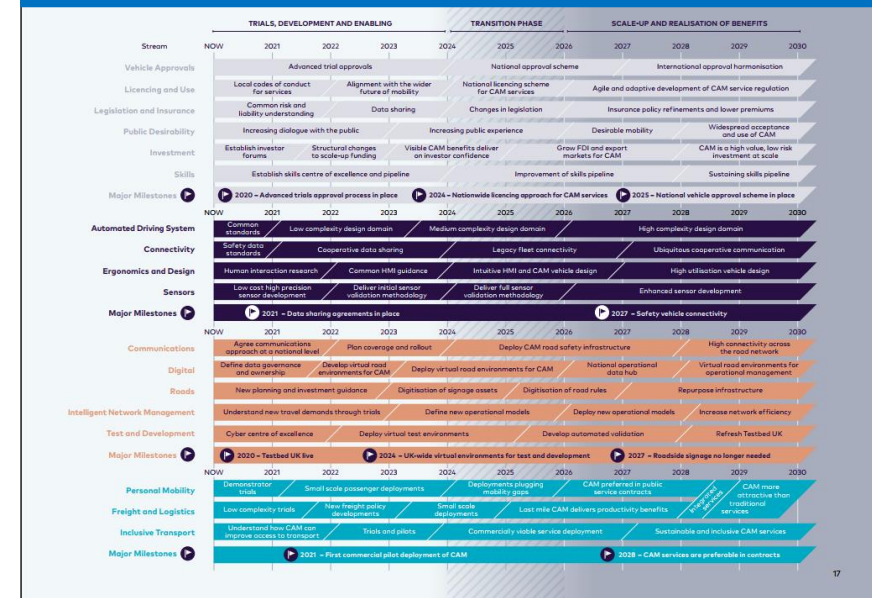
ERTRAC不断更新路线图开展顶层规划，于2019年提出CAD并纳入ISAD分级



欧盟STRIA开展多个领域路线图研究，自动驾驶是重点领域，推动共识达成



英国Zenzic于2019年发布网联自动驾驶出行路线图并于2020年10月完成更新



	Level	Name	Description	Digital map with static road signs	VMS, warnings, incidents, weather	Microscopic traffic situation	Guidance, speed, gap, lane advice
Digital infrastructure	A	Cooperative driving	Based on the real-time information on vehicle movements, the infrastructure is able to guide AVs (groups of vehicles or single vehicles) in order to optimize the overall traffic flow.	X	X	X	X
	B	Cooperative perception	Infrastructure is capable of perceiving microscopic traffic situations and providing this data to AVs in real-time	X	X	X	
	C	Dynamic digital information	All dynamic and static infrastructure information is available in digital form and can be provided to AVs.	X	X		
Conventional infrastructure	D	Static digital information / Map support	Digital map data is available with static road signs. Map data could be complemented by physical reference points (landmarks signs). Traffic lights, short term road works and VMS need to be recognized by AVs.	X			
	E	Conventional infrastructure / no AV support	Conventional infrastructure without digital information. AVs need to recognise road geometry and road signs.				

ACEA 发布队列驾驶路线图

TECHNOLOGY	Enabling technology	Mono-brand platooning	Multi-brand platooning	Communication with infrastructure and other road users
	Truck manufacturers develop and introduce	European Truck Platooning Challenge demonstrated the technological feasibility of (mono-brand) platooning and provided assessment of remaining barriers	Further development of platooning technology, testing and verification projects by truck manufacturers	Manufacturers take part in various test cases involving logistics operators to examine platoons in real-life conditions and develop the business case for truck platooning
		2016	2017	2018
				2019
				2020
				2021
				2022
				2023

POLICY

Regulatory changes and enabling policy measures required for platooning

Regulatory kick-off: Declaration of Amsterdam

National authorities and the EU support and facilitate cross-border testing across Europe

Review, adaptation and development of the required regulatory framework, as well as harmonising it, at various levels:

- UNECE
- EU framework
- National traffic laws

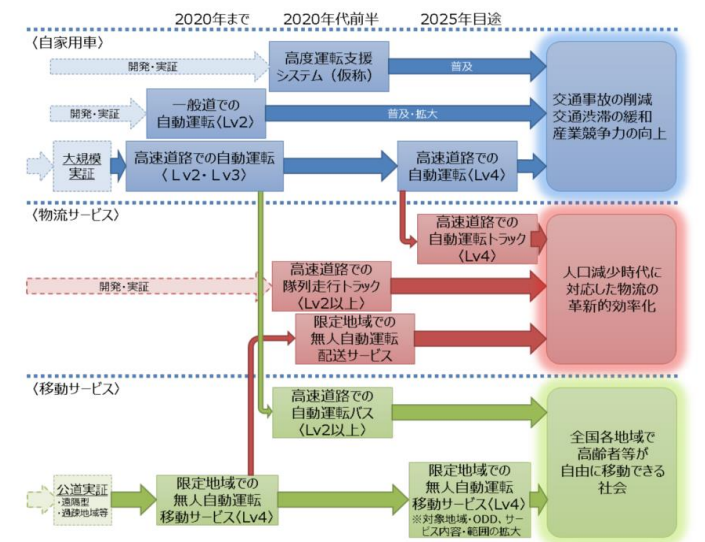
Development of market incentives, such as toll and tax reductions, CO2 bonuses or flexibility in driving time, to stimulate the uptake of truck platooning

Market introduction of this technology will require permission to drive platoons on motorways across the EU, without needing any specific exemptions

主要国家地区智能网联汽车创新进展

日本依托构建社会5.0大系统的顶层设计规划，通过与智能交通、智慧城市的深度融合发展自动驾驶，在全国范围内部署大量的FOT测试，有效推动自动驾驶测试验证与示范推广。

SIP-adus以构建世界最安全的交通体系并服务社会为目的，已经进入2.0阶段，自2014年每年更新发布《官民ITS构想·路线图》



红色字体: 包括SIP相关研发的项目
SIP: 综合科学技术及技术创新委员会战略创新计划
※为推进民需企业参与市场化进程, 政府应明确达成预期目标的时间

国外智能网联汽车发展动态-产业

众多汽车品牌推动AVP、TJP（交通拥堵自动驾驶，属于L3级，60km/h以下）、HWA（高速公路辅助驾驶，可全速脱手）等量产应用，国外车企在网联化方面发力明显，C-V2X功能开始前装上车

L3级自动驾驶逐步进入量产阶段



搭载**L3级自动驾驶系统**Honda SENSING Elite的**Legend Hybrid EX**车型，在日本可实现**TJP（≤50km/h，L3级）、脱手驾驶（L2）、自动紧急靠边停车**等功能。

2021年3月5日上市发售，首批作为租赁专用车辆限量生产和销售100辆。



2020年9月发布**第11代奔驰S**，宣布搭载**L3级自动驾驶系统**Drive Pilot（TJP功能）和Intelligent Park Pilot系统（AVP功能）。

Drive Pilot于2022年上半年在德国开始销售，AVP功能与博世联合开发，将在斯图加特当地机场开展测试。

量产L2级功能智能化水平不断提升，支持脱手驾驶应用

丰田	2021年4月，丰田发布Advanced Drive辅助驾驶系统，搭载激光雷达和高精地图，具备V2X功能，支持OTA升级，具备车道保持、自动跟车、车道汇入、车道变更及超车等功能，率先搭载在雷克萨斯LS 500H（4月8日发售）和New Mirai（4月12日发售）
日产	2019年发布ProPilot2.0功能，搭载高精度地图，可以 北美、日本的高速公路上实现脱手驾驶
福特	2021年4月，福特发布Blue Cruise 脱手驾驶辅助系统 ，计划2021年第三季度搭载在F-150和野马Mach-E车型。现阶段尚不具备变道功能，后续通过OTA升级提供
通用	2016年凯迪拉克CT6已搭载Super Cruise功能，在有高精地图支持的高速公路可实现脱手应用
宝马	2018年起已经量产交通拥堵辅助功能（Assisted driving Plus，L2级），搭载在3系、5系、X5等多个车型， 具备脱手驾驶能力 ，利用DMS监测保障安全
特斯拉	发布Navigate on Autopilot辅助驾驶功能，可实现自动变道

加速C-V2X功能技术储备，支撑前装上车应用

福特、大众、宝马、奔驰等主流车企在**海外积极开展C-V2X测试**，加速技术储备，但未前装量产（**长安福特、上汽通用在国内已前装C-V2X功能应用**）



国外智能网联汽车发展动态-产业

智能化网联化加速融合，车路协同赋能自动驾驶。随着智能网联汽车技术和产业发展，单车智能的局限性愈发明显，以网联化赋能智能化，加强车路协同技术发展逐渐成为全球共识，探索推动汽车与城市融合发展

美国开始探索网联化融合发展路径

SAE J3216，关注网联化赋能功能

类别	类别	定义
Class A Status-sharing Cooperation	状态共享	我在这里，我看到这些（Here I am and what I see）。发送方发送其交通环境感知信息以及发送方信息，供接收方使用。
Class B Intent-sharing Cooperation	意图共享	这是我计划要做的（This is what I plan to do）。发送方发送其今后计划采取的行动信息，供接收方使用。
Class C Agreement-Seeking Cooperation [Among CDA Device Agents]	协同决策	让我们一起来（Let's do this together）。特定CDA设备之间通过一系列协作消息，旨在影响特定DDT相关行动计划。
Class D Prescriptive Cooperation	协同调度	我会按指示行事（I will do as directed）。特定操作者针对特定的交通参与者的指示，以规划自动驾驶汽车执行特定DDT或道路运营商执行特定任务（例如，更改交通信号相位），由调度方CDA设备发出指令，并由接收方CDA设备遵行。

密歇根州建设40km网联自动驾驶专用车道



欧盟加强车路协同技术研究与基础设施建设

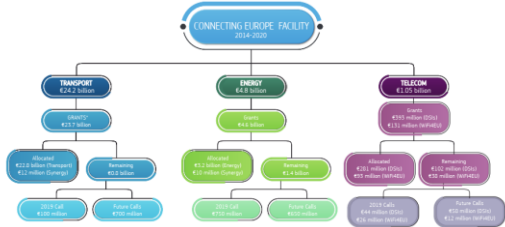
形成ISAD分级，以基础设施支撑自动驾驶

等级	名称	描述	数字化地图和静态道路标识信息	VMS、预警、事故、天气信息	交通状况信息	引导行驶速度、车辆间距、车道选择
数字化基础设施	A 协同驾驶	基于车路协同实时信息的获取，基础设施能够引导自动驾驶车辆或车队行驶以优化整体交通流量。	√	√	√	√
	B 协同感知	基础设施能够获取交通状况信息并实时向自动驾驶车辆传输。	√	√	√	√
	C 动态信息数字化	所有静态和动态基础设施信息均以数字化形式提供给自动驾驶车辆。	√	√	√	√
传统基础设施	D 静态信息数字化/地图支持	可提供数字化地图数据和静态道路标志信息。地图数据可以通过物理参考（如地标）来补充，交通和临时道路施工和VMS（可变信息标志）仍需要由自动驾驶车辆识别。	√			
	E 传统基础设施/不支持自动驾驶	传统基础设施不能提供数字化信息，需要自动驾驶车辆本身来识别道路几何形状和交通标志。				



依托CEF计划，支持基础设施建设

2021年7月，欧盟通过Regulation (EU) 2021/1153法规，规划在2021-2027年期间投入337.1亿元用于交通、数字和能源基础设施投资，支撑跨界基础设施建设与车路协同应用。



我国智能网联汽车创新进展——顶层规划及产业政策日趋完善

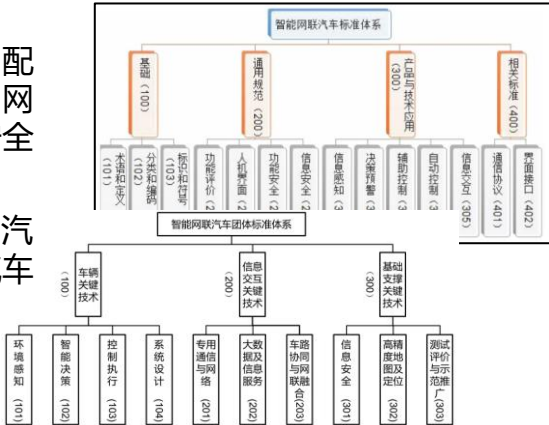
各部委协同制订**顶层设计与规划**，明确智能网联汽车发展目标与体系任务，各部委积极制定产业政策，开展法规制修订，推动自动驾驶测试示范、基础设施建设等全方位发展

- 2021年4月，国家制造强国建设领导小组车联网产业发展专委会**第四次全体会议**在北京召开
- 2020年11月**，国务院办公厅印发《**新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）**》
- 2020年2月，发改委、工信部等11部委联合印发《**智能网联汽车创新发展战略**》
- 2019年9月，中共中央、国务院发布《**交通强国建设纲要**》



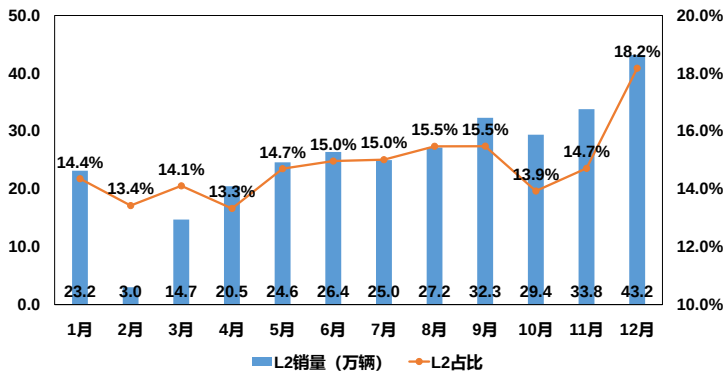
《**国家车联网产业标准体系建设指南**》系列文件逐渐完善，汽车、通信、车辆管理、电子产品与服务、交通等国标体系纷纷发布，行标、团标有效支撑补充技术与产业发展的迫切需求。

- 明确总体框架，建立国标、行标、团标协同配套的多层次新型标准体系，健全自动驾驶、网联功能与应用、车用操作系统、汽车信息安全等标准领域子体系。
- 2020年9月，在工信部装备中心、汽标委、汽车工程学会支持下，联盟发布《**智能网联汽车团体标准体系建设指南**》。



技术研发备受重视，部分**核心零部件**达到国际先进水平。L2级车辆已规模化应用，2021年全国销售新车渗透率超过**20%**，特定场景自动驾驶应用形成中国特色落地路径。

- 乘用车L2级自动驾驶实现大规模商业化应用，新能源汽车智能驾驶渗透率远超燃油汽车，电动化与智能化、网联化深度协同发展。
- 多家厂商生产的**激光雷达性能上达到国际先进水平**，在多家企业测试车辆取得应用。
- 华为、地平线等发布的**计算平台产品**，在算力、功耗等指标方面已经达到国际先进水平，并开始前装应用准备。



技术研发与测试验证阶段逐步进入**示范应用**、**商用创新阶段**，各地积极探索智能网联汽车 / 智能交通示范推广商业化



道路测试验证技术可靠性，为开放道路测试做准备。

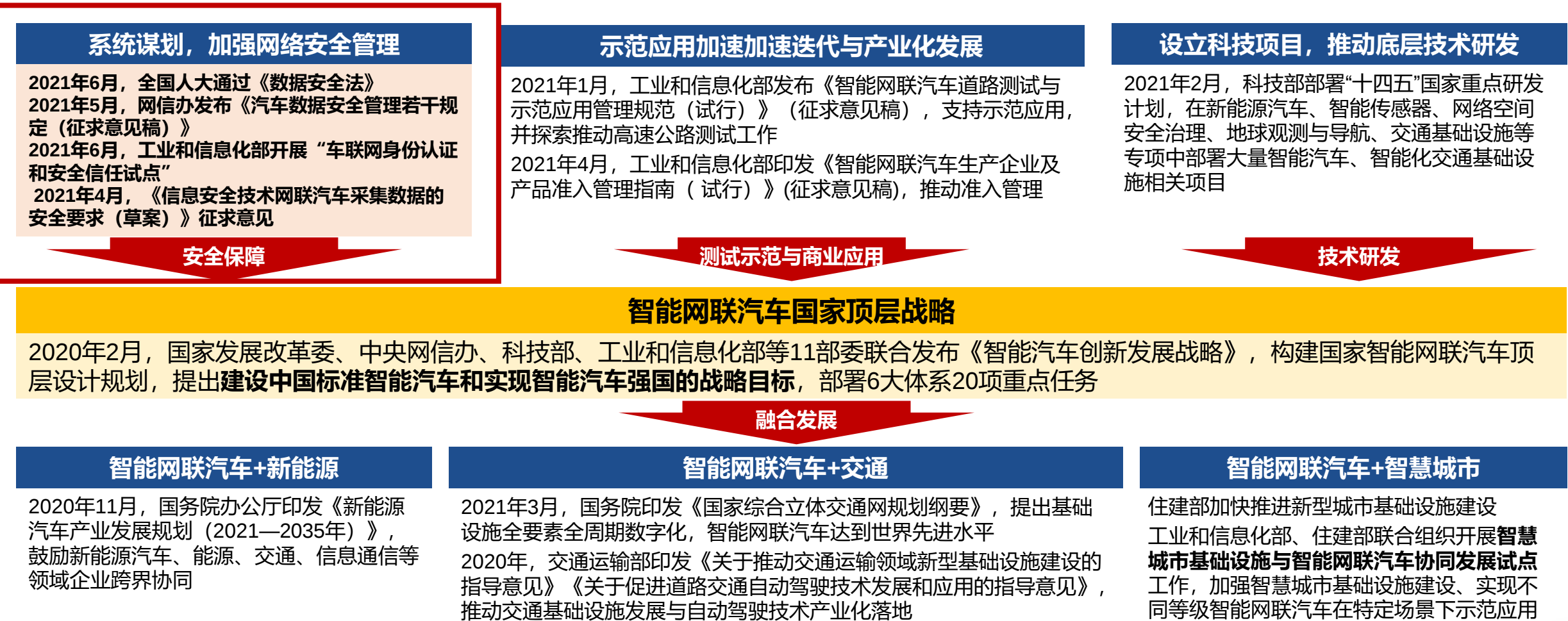
载人/载物/高速/无安全员等新测试模式不断放开，进一步加速技术研发与应用步伐。

探索在高速和城市道路的商业化自动驾驶商业化应用，实现全民共享“安全、高效、绿色、文明”的汽车社会。

我国智能网联汽车创新进展——网络安全与融合发展成为焦点

部委协同制订**顶层设计与规划**，明确智能网联汽车发展目标与体系任务，各部委积极制定产业政策，开展法规制修订，在推动测试示范、基础设施建设等全方位发展同时，网络安全成为关注焦点。

国家制造强国建设领导小组车联网产业发展专委会打造国家顶层协调机制。在专委会统筹下，2021年3月，工业和信息化部研究成立了**智能网联汽车推进组（ICV-2035）**。同时，2021年4月，专委会**第四次全体会议**在北京召开，审议通过了专委会近期重点工作及部门任务分工。



- 概述
- 智能网联汽车国内外发展态势
- 中国智能网联汽车创新发展战略
- 中国方案智能网联汽车产业化进展
- 结束语

与常规汽车相比，智能网联汽车具备两大重要特征

多技术交叉、跨产业融合

常规汽车是**机电一体化产品**，而智能网联汽车是**机电信息一体化产品**，需要汽车、交通设施、信息通信基础设施（包括4G/5G、地图与定位、数据平台）等多个产业**跨界融合**。



区域属性与社会属性增加

智能网联汽车的**区域属性及社会属性**增加，在行驶过程中需要**通信、地图、数据平台**等本国属性的**支撑和安全管理**，每个国家都有自己的使用标准规范，因此智能网联汽车**开发和使用具有本地属性**。



与传统汽车相比，我国智能网联汽车产业需要路线创新

智能网联汽车产业尚没有成功经验和既定道路可以借鉴，必须立足高新技术与产业发展要求，并结合国情，打造智能网联汽车创新发展的**中国方案**



对于沿着单车智能化驾驶水平逐步提升的**渐进式发展**

- 我国在汽车电子、车辆控制执行方面的差距在渐进式发展道路中会被持续放大，将导致未来我国智能汽车产业核心技术的“空心化”



对于以单车高度智能化驾驶为核心的**阶跃式发展**

- 我国不具备先发优势，特别是在高精度传感器、高性能中央处理芯片、计算平台、开发测试工具链等方面存在诸多卡脖子技术

发展中国方案的原因：

- 1、汽车在行驶过程中所需的通信、地图和数据具有极强的**本地属性**，需要国家**统一的安全监管**，因此难以直接复制引用国外技术。
- 2、智能网联汽车是**新一代信息通信技术、汽车系统技术、集成技术三者融合组成**。需要跨界协同、融合创新，但国际上没有成功方案可借鉴。

我国智能网联汽车愿景与目标

2020年2月，国家发改委等11部委联合发布《智能汽车创新发展战略》，形成顶层设计规划

远期愿景：2035~2050



**中国标准
智能汽车体系
全面建成**

**安全、高效、
绿色、文明的
智能汽车强国
愿景逐步实现**

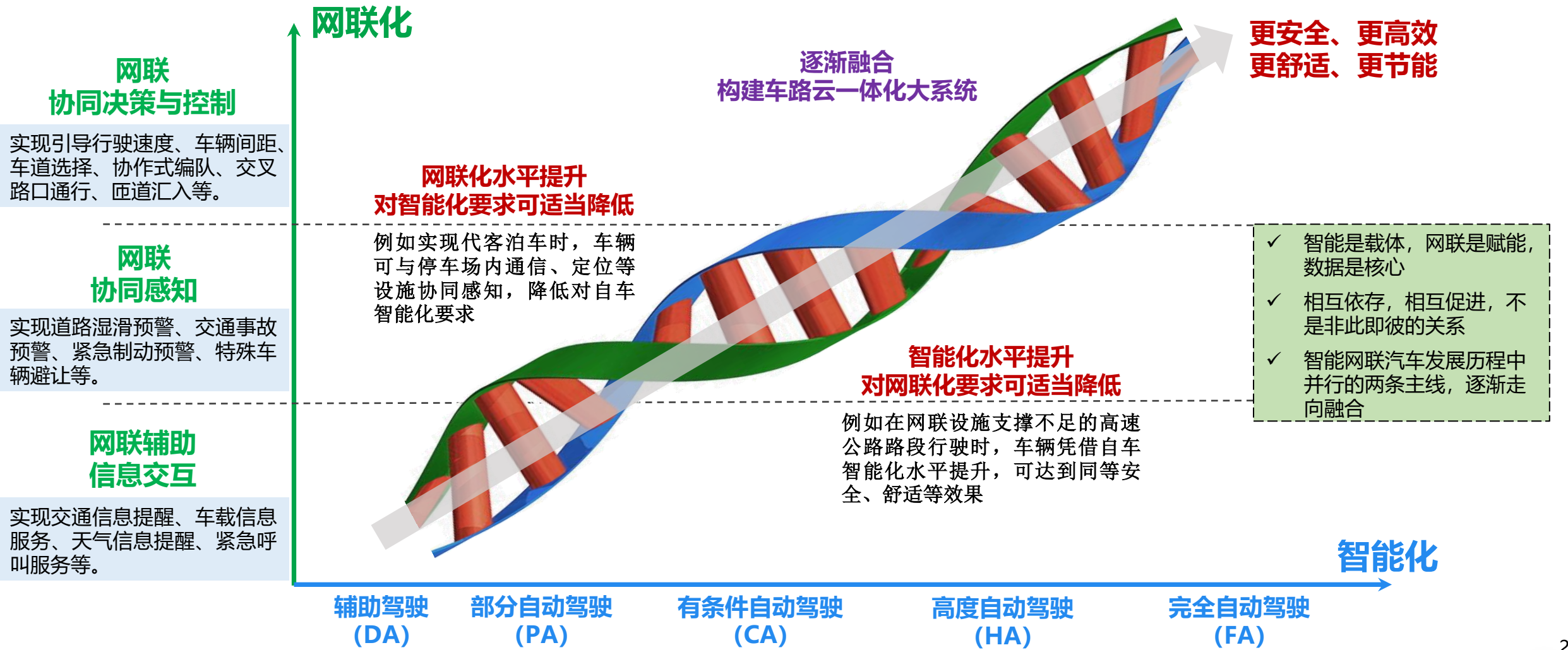
**充分满足人民
日益增长的美
好生活需要**

近期目标：到2025

- **体系建设：**中国标准智能网联汽车技术创新、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
- **市场培育：**实现有条件自动驾驶的智能网联汽车达到规模化生产，实现高度自动驾驶智能网联汽车在特定环境下市场化应用
- **基础设施：**车用无线通信网络实现区域覆盖，新一代车用无线通信网络逐步开展应用，高精度时空基准服务网络实现全覆盖

我国坚持智能化与网联化深度融合发展

我国编制发布《智能网联汽车技术路线图》（2020版），明确智能化与网联化深度融合技术路径、发展目标，凝聚行业共识，形成跨行业发展合力。



与国外路线相比，我国更强调协同式智能和基础设施支撑

中国方案智能网联汽车内涵与外延

具有**车路云一体化**的系统架构，以及**分层解耦、跨域共用**的两大技术特征，且满足以下三个条件：（**1架构 2 特征 3 条件**）

1. 符合中国**基础设施标准**

符合中国的道路基础设施标准、地图数据标准、V2X通信标准、交通法规等

2.2. 符合中国**联网运营标准**

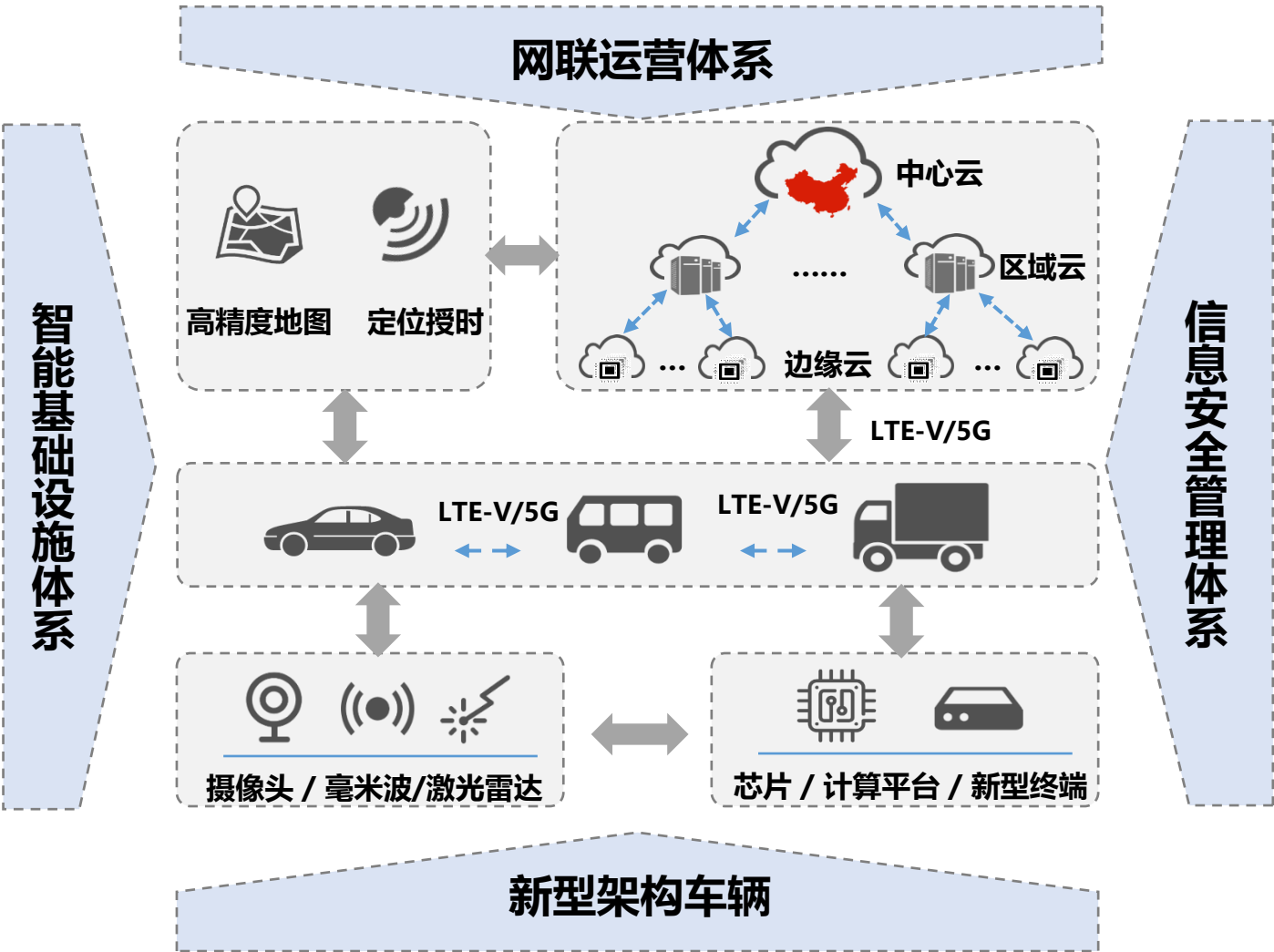
符合中国要求的智能网联汽车准入、联网运营监管、信息安全与数据治理等相关标准

3. 符合中国**新体系架构汽车产品标准**

符合中国标准的智能终端、通信系统、云平台、网关、驾驶系统等新架构汽车产品标准

中国方案智能网联汽车发展思路

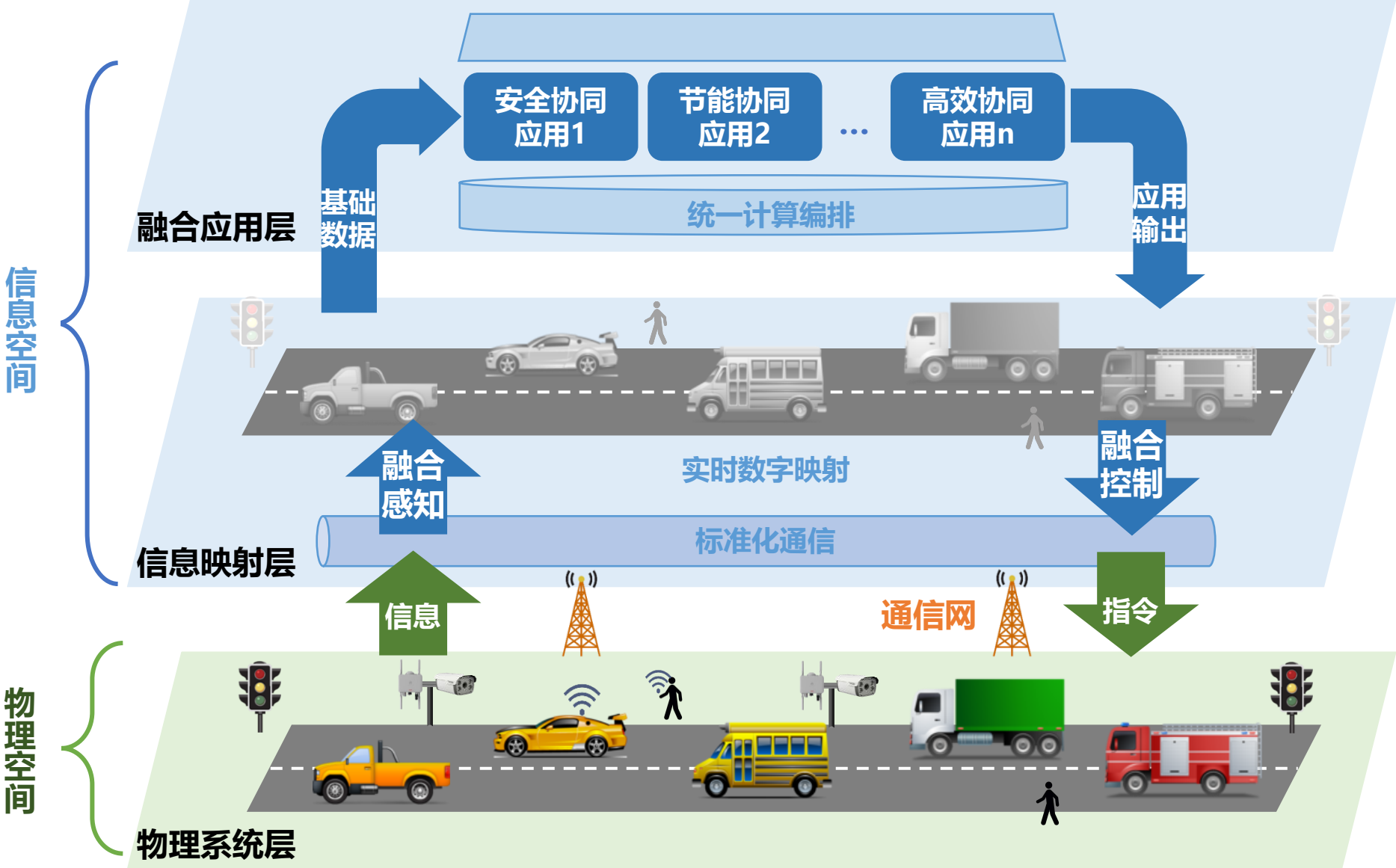
通过建立**中国方案的智能网联汽车信息物理系统架构**，充分融合**智能化与网联化**发展特征，以**五大基础平台**为载体，实现**车路云一体化**的智能网联汽车系统。



中国方案智能网联汽车体系架构

车路云一体化融合系统

车路云一体化系统是信息物理系统（CPS）在汽车交通系统中的典型应用



车路云一体化融合系统，具有信息物理系统（CPS）的典型特征，是大规模网联应用实时协同计算环境的**新一代交通系统**，以数据融合与服务融合，共同**实现物理-虚拟双向交互与协同**，也是**数字孪生系统**的典型应用案例。

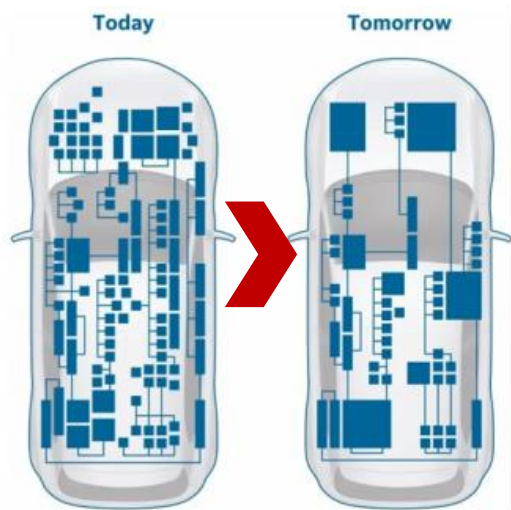
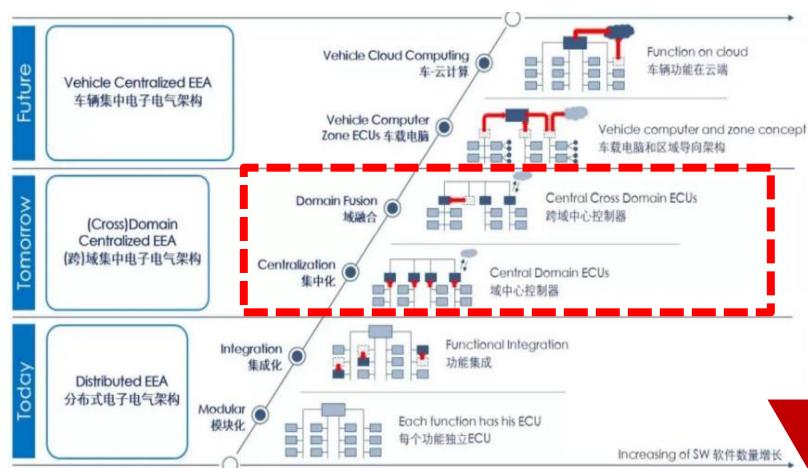
发展智能网联汽车的五大基础平台（新型“零部件”）

加速五大基础平台建设，完善五大基础平台体系，支撑中国方案智能网联汽车探索实践



- 概述
- 智能网联汽车国内外发展态势
- 中国智能网联汽车创新发展战略
- 中国方案智能网联汽车产业化进展
- 结束语

1. 计算基础平台：研发背景——EE架构演进带来的产品和组织变革



新产品

计算平台



Tesla FSD

全自研 已量产



Nvidia DRIVE

合作车企：

小鹏 XPILLOT (Xavier)

理想 (Orin)



MDC 610/810

极狐αS



伟世通 DriveCore™

合作车企：

广汽

新组织

国内外车企加速向软件驱动型企业转型

BOSCH



博世成立智能驾驶与控制事业部，统一为客户提供电子系统和必备软件。



Das Auto.

大众成立Car.Software部门，开发适用于集团所有品牌的标准化操作系统VW.OS。



丰田重组丰田研究院高级研发公司TRI-AD，正式成立软件公司Woven Planet Holdings。



上汽集团
SAIC MOTOR

上汽集团将软件中心重新定名为零束，主要聚焦软件架构、域控制器开发。



长安汽车
CHANGAN

长安汽车成立了专门的全资子公司长安汽车软件科技公司。



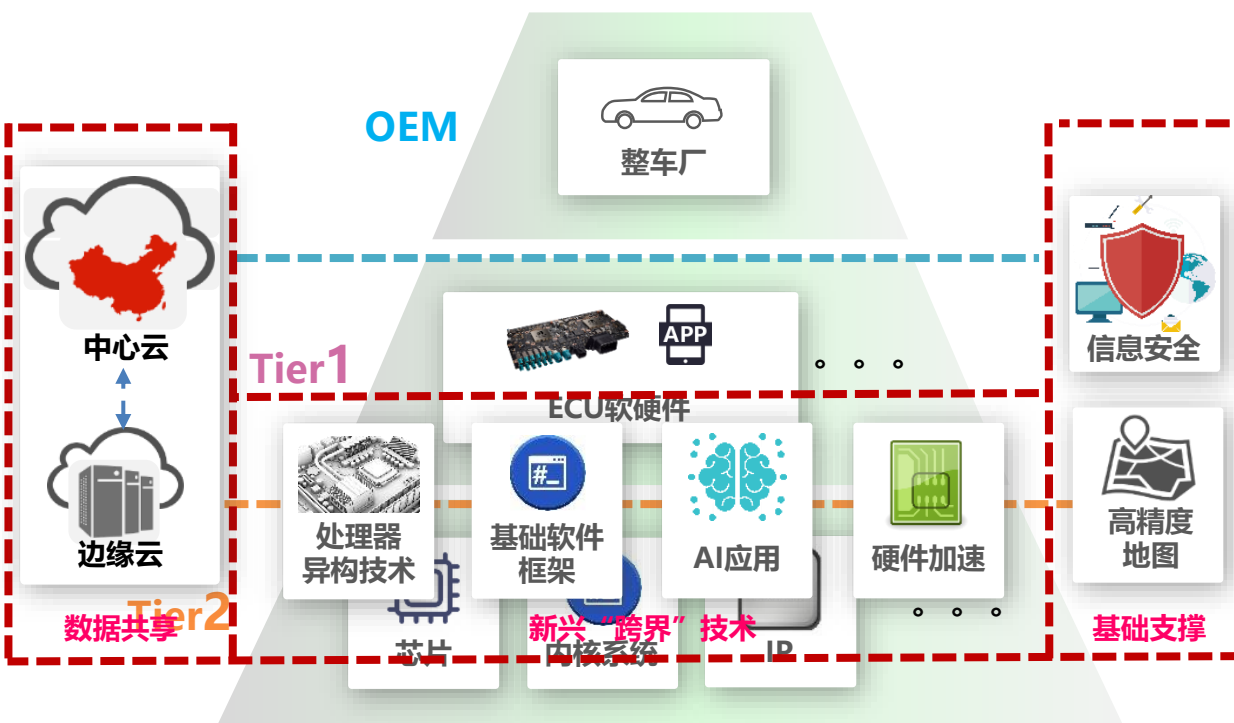
中国一汽

一汽集团成立了一汽南京致力自主突破自动驾驶、智能交互、大数据的软件开发。

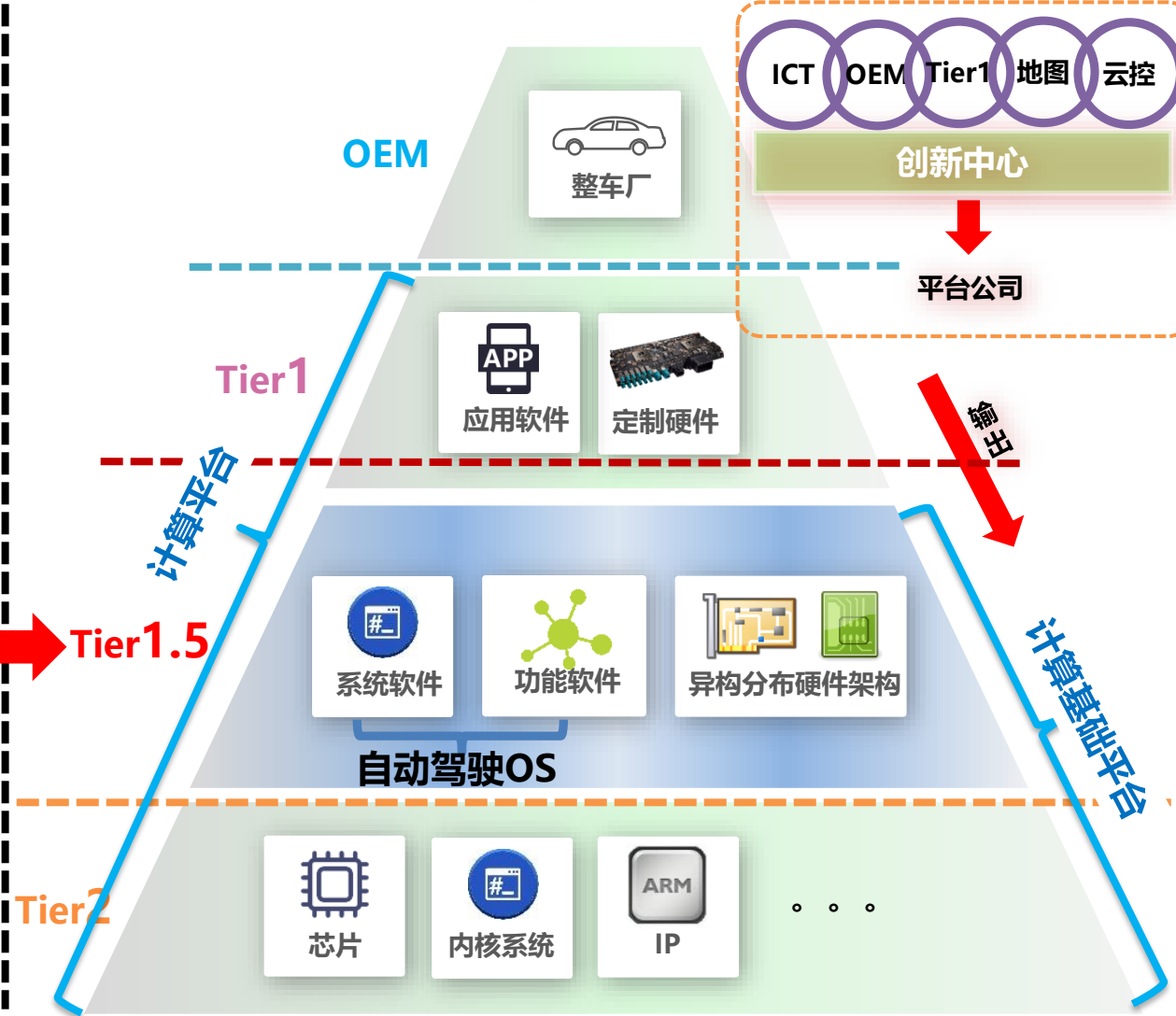
智能网联汽车随着EE架构演进将出现计算基础平台，为车云大数据、网联云控、信息安全等提供融合载体

1. 计算基础平台、自动驾驶OS和计算平台三者的定义与关系

传统汽车电控系统产业链条



智能网联汽车计算平台产业链条



1. 发展云支持的分层双解耦、跨域公用的车控计算基础平台系统

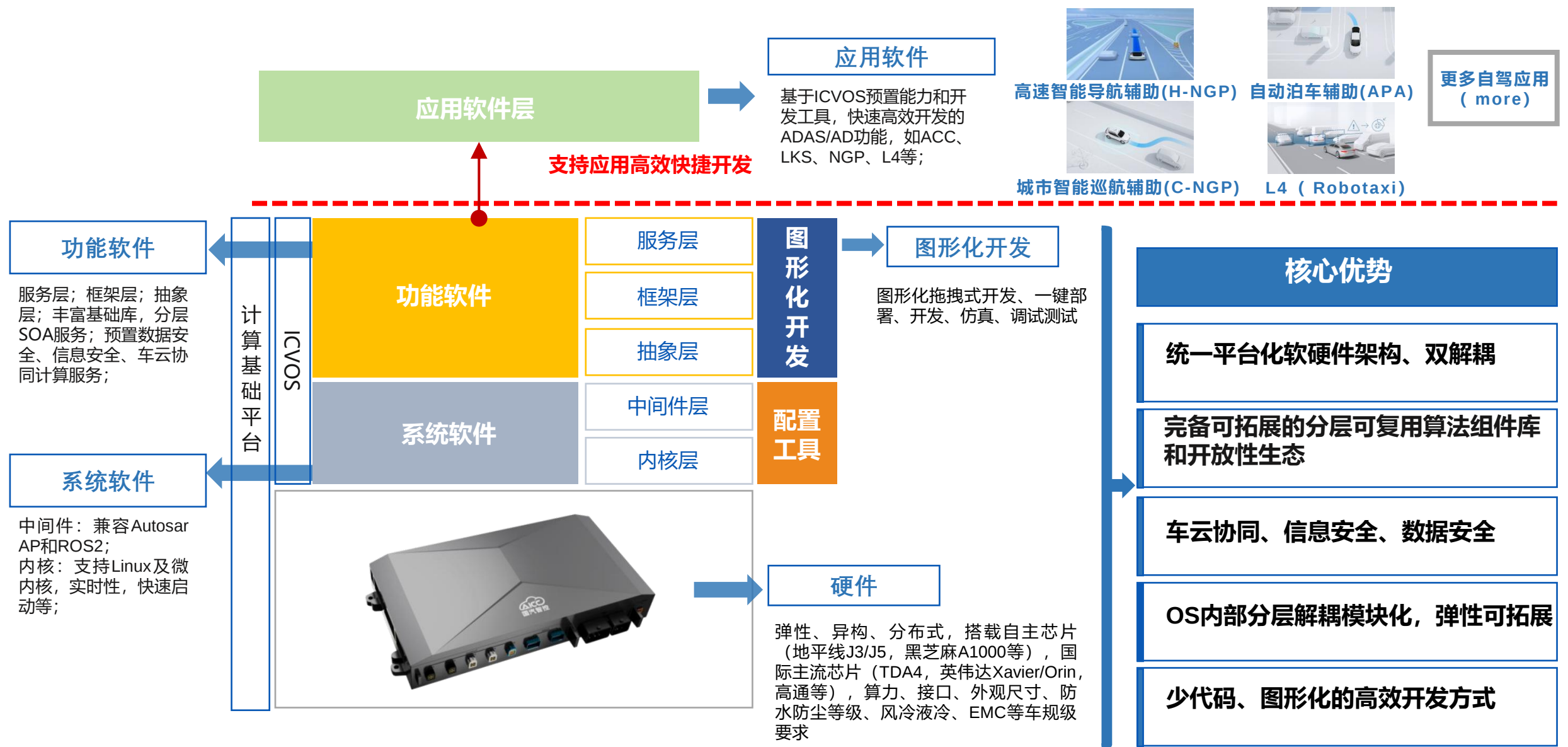
统一架构、双解耦、中国特色信息安全和车云协同



架构特点

- 主机厂差异化、定制化开发，高效响应
- 实时安全扩展的软硬一体中央域控制器
- 跨芯片适配不同异构硬件平台
- 基于成熟先进模块集成开发，如内核、中间件等

1. 计算基础平台产品及其核心关键技术

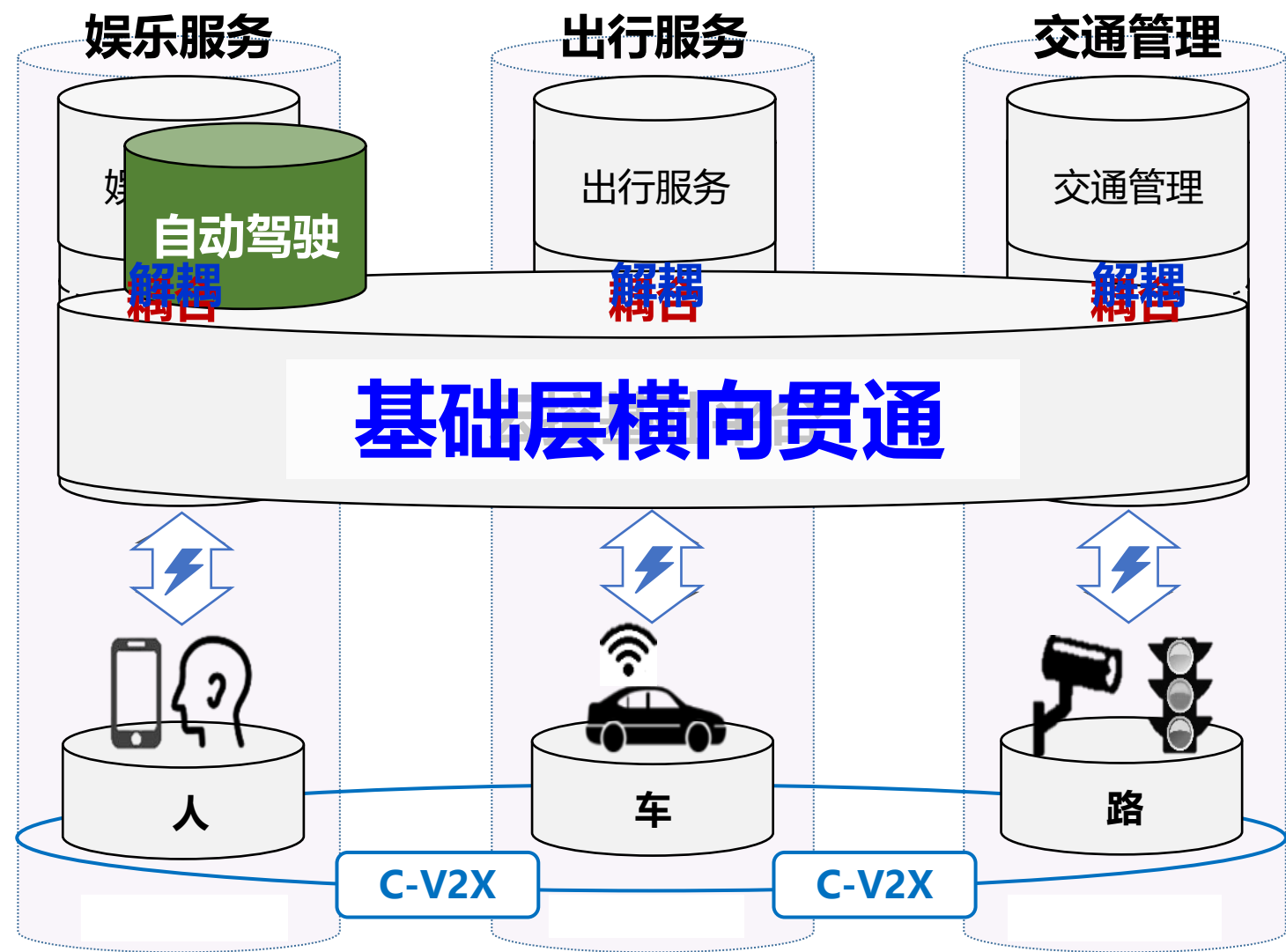


2.2.2 计算基础平台产业化实践应用案例

基于计算基础平台产品和共识架构，与比亚迪、广汽、长安、宇通和长城五家主机厂开展合作

	比亚迪 	广汽 	长安 	宇通 	长城 
	基于OS的L1/2 量产自动驾驶开发	基于OS的量产平台， 信息安全、数据服务	基于OS的定制软件 定义车辆平台	基于OS的L2/3/4 跨平台及应用开发	基于OS,路测OS,边OS孪 生的车云计算智能试验场
应用 / 场景	国汽智控： L0-L2的30+应用	广汽：L2应用	长安：智驾、更多	L0-L2, L3/4 统一 OS跨平台应用	智能试验场： 长城+智控
功能软件	国汽智控+感知算法	国汽智控(信息安全、 数据) + 广汽算法	国汽智控(数字底座) + 长安算法	国汽智控+感知算法 + 宇通AEB	国汽智控车,路,边 OS+定位地图 +Lidar路侧
中间件	华为AP 华为CP	华为AP 华为CP	智控AP EB/普华	智控/华为 EB/华为	智控AP EB/普华
内核	AOS VOS	AOS VOS	第三方 EB	智控/华为 EB/华为	第三方 EB
硬件	MDC610	MDC610	待定：MDC/地平线	TDA4/A1000平台	3TDA4

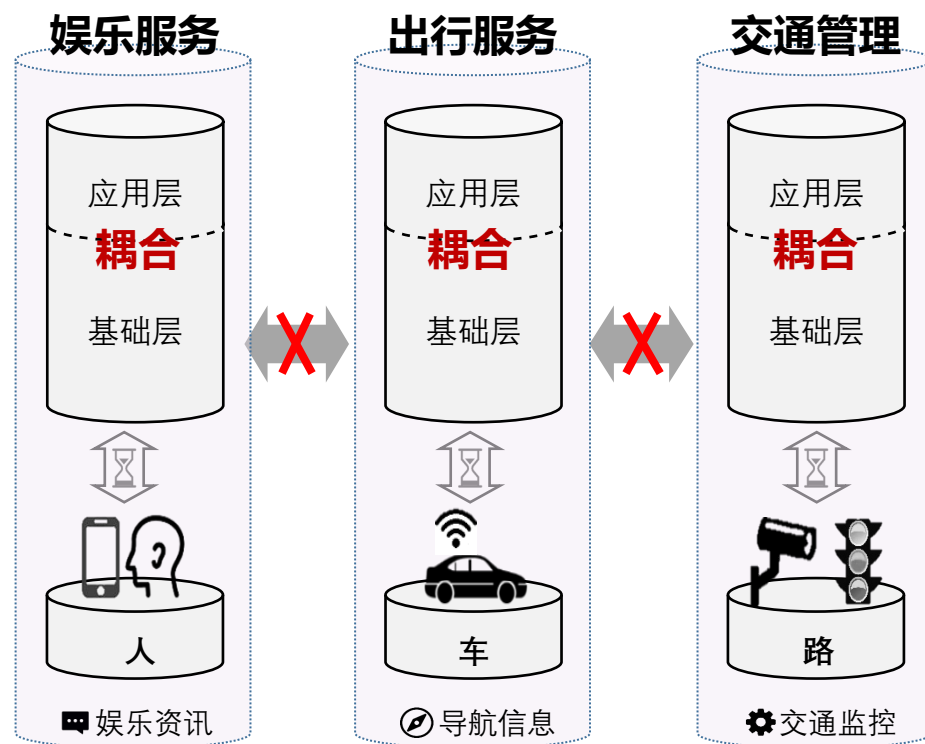




车-路-云融合的云控基础平台
Vehicle-road-cloud integrated cloud control basic platform

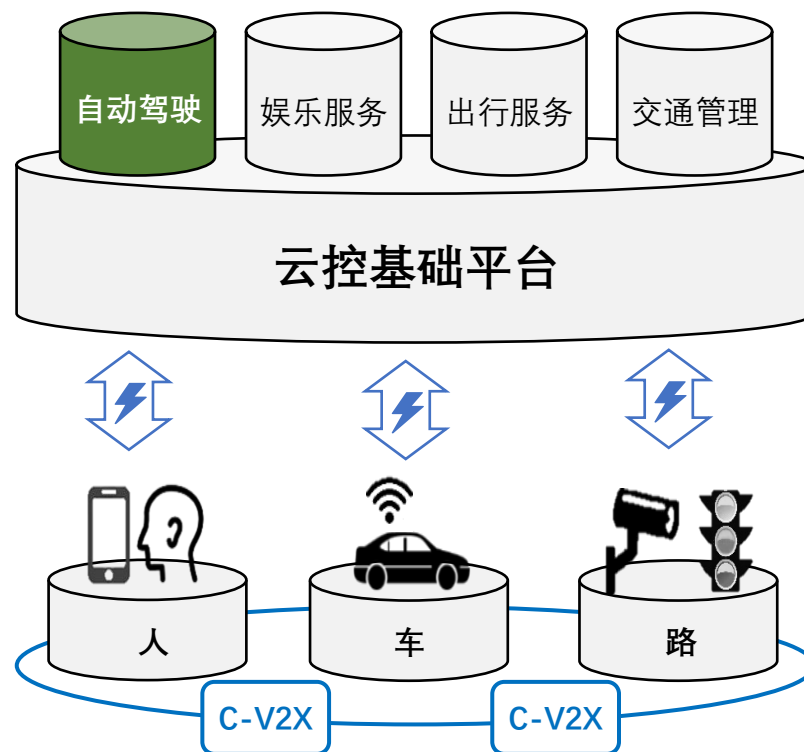
2. 云控基础平台：研发背景

云控系统特点



垂直独立型车联网平台

平台各自独立，信息交互困难
依靠单车智能



车-路-云融合的云控基础平台

车路云一体化，性能综合提升
单车智能与云端智能协同

2. 云控基础平台：研发进展



10类车载端应用

+

22类边缘云应用

+

19类区域云应用

+

9类中心云应用



国际上首个具备“车-路-云”融合特征的智能网联汽车云控系统平台

2. 云控基础平台：研发进展（网联驾驶类应用案例）

实时数字孪生



城市网联巡航（提升单车智能水平）



高速公路协同决策引导（提升交通效率）



高速公路云控节能巡航（提升经济性）



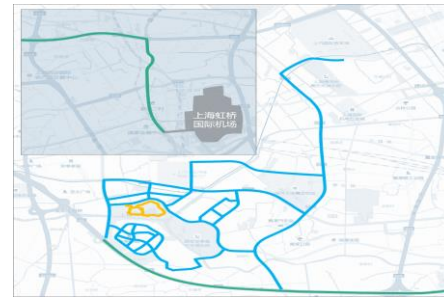
2. 云控基础平台：应用情况

全国城市样板案例

国汽智联、云控智行、清华大学联合打造

基于智能汽车云控基础平台的“车路网云一体化”综合示范建设项目（上海）
全国首个获国家发改委资金支持的车路云一体化项目

全国**首个**集合了“车路网云”要素于一体的综合示范项目；
项目总投资**3亿**，修建道路里程**70公里**，涵盖高速、高架、省道、城市主干、乡村道路等。



智慧高速与智能网联示范区“两个100公里”建设项目（湖南长沙）
全国首个省会城市商业化项目

对城区、高速全场景进行统一服务与管理，支持自动驾驶场景**200+**，连接管理百度等多家自动驾驶企业车辆；实现与交管平台打通；兼容大陆，CIDI等多方路侧智能化设备。



基于智能汽车云控基础平台的“人车路云”与智能交通示范建设项目（河北雄安）
未来城市车路云协同样板

负责雄安新区车路协同顶层规划；
云控体系全面支撑智能交通，围绕市民中心广场，支持无人接驳；**全新的智能交通城市建设**范本。



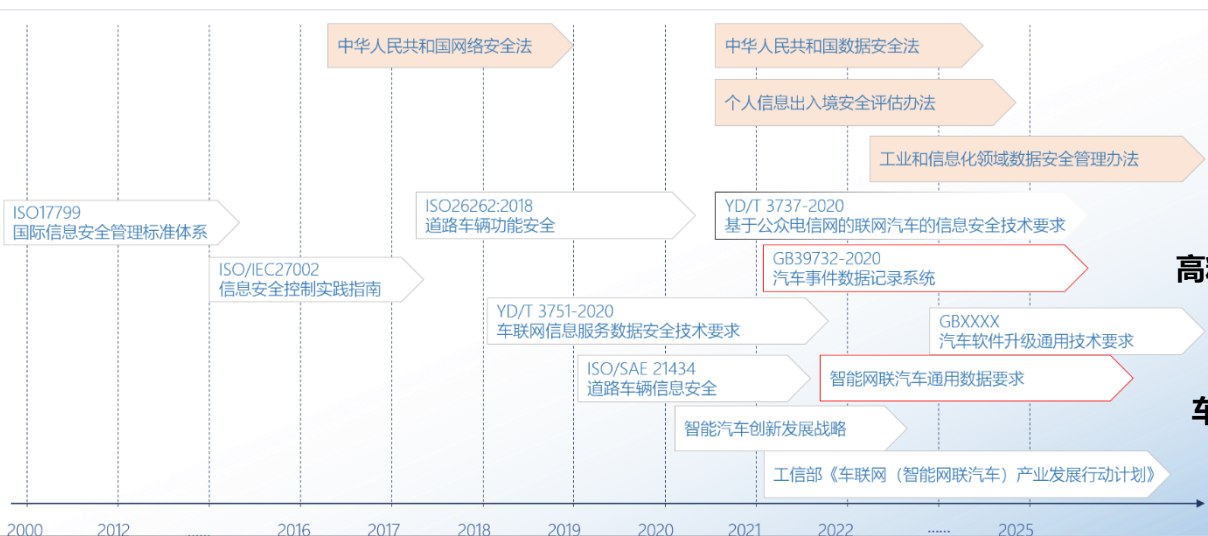
北京经济技术开发区网联云控式高级别自动驾驶示范区项目（北京）
首都云控样板工程

在车、路、云、应用方面全面参与，以云控平台为基础支持全部路侧、车辆接入，并与城市交通信息打通；至2.0阶段已经建成**329个**智能网联标准路口，双向**750公里**城市道路和**10公里**高速公路；**云控系统**与**交通**、**智能网联汽车**全面打通。



3. 车载智能终端基础平台：研发背景

- 车载智能终端产品功能多样化的发展，而国家标准出现空档，制约了行业的健康、有序成长，尤其是网联的座舱智能化方向，由于相关国标的缺失，导致在当今主流车型架构中的各自为政、移植扩展性差、功能接口不统一等一系列兼容性问题；
- 市场上各种功能、形态的“车载智能终端”类产品，其不同的芯片/算力、操作系统、应用程序、基础软件，以及前后装的商业模式等为行业带来了极大的浪费与不匹配，继而为主机厂的整车集成、验证、生产与售后带来了更高的复杂性压力。
- 此外车载智能终端在整个产业体系内的诸如车内外网络信息安全技术能力欠缺、C-V2X渗透率不足、面向智能座舱与智能驾驶的多模定位技术不完善等跨平台技术问题等亟待解决。



国家强标使汽车功能安全和汽车数据监管类的法规时间表已经发布，但是如OTA、车载信息服务终端等技术或产品标准依然欠缺



3. 车载智能终端基础平台：定义及参考架构

新一代车载智能终端是智能网联汽车新型电子电器架构下的复杂系统集成型设备，基于功能安全、信息安全、预期功能安全标准正向开发的前装量产型产品，具备多模式通信、安全网关、多模式定位、高精度地图、关键事件数据存储、整车OTA等功能，同时，**兼具数据安全机制，严格隔离管控车内/外的数据信息，确保车端产生的国家级数据的机密性**，全面赋能自动驾驶以及智能座舱技术实现。

功能分类

网关类产品



通信类产品



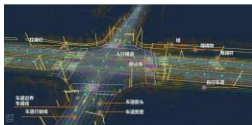
高精度定位产品



车规数据存储产品



高精地图产品



车载智能终端基础平台

应用场景



自由流收费



OTA



红绿灯绿波通行



汽车数据记录和监控

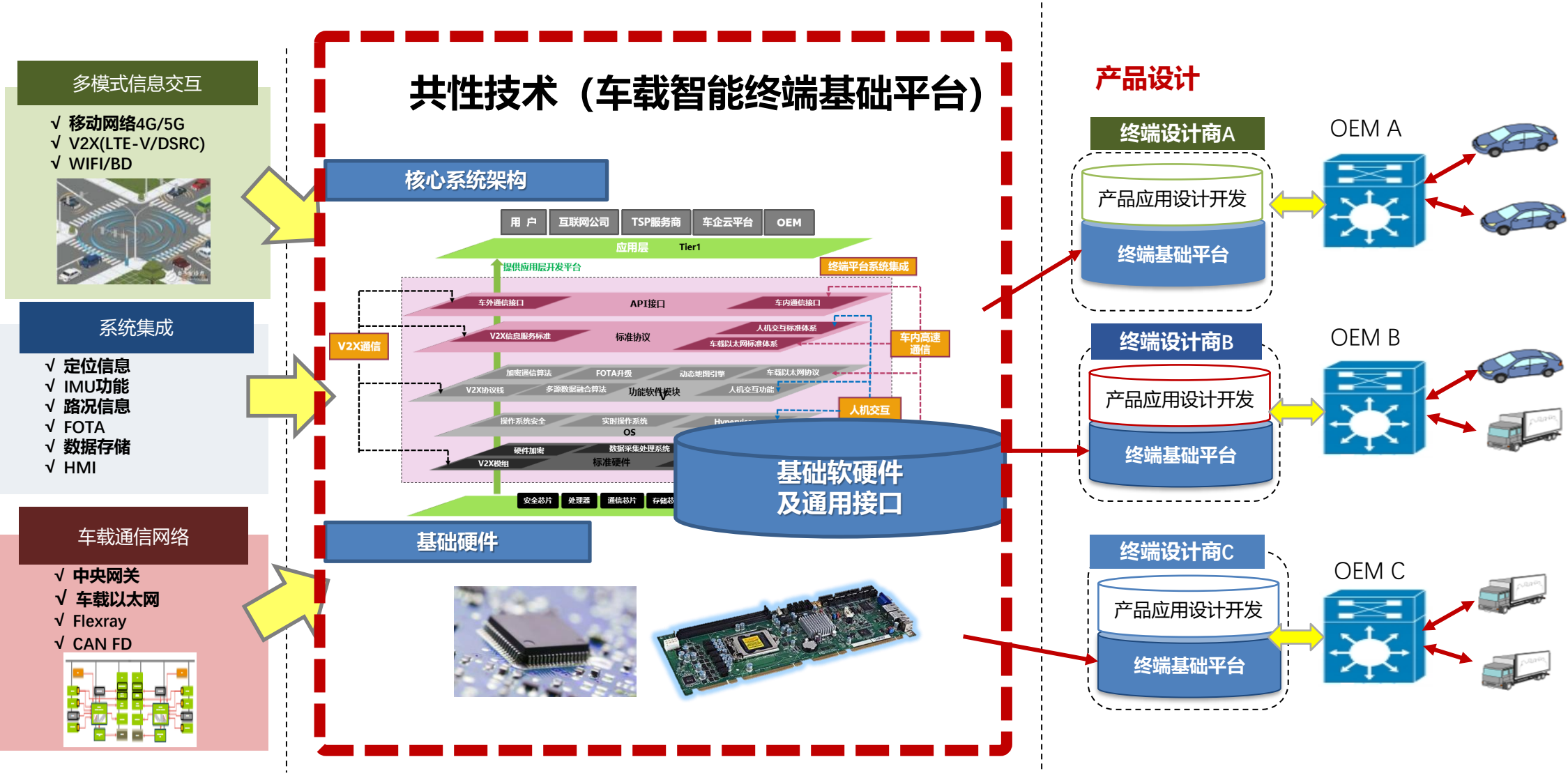


超视距感知



闯红灯预警

3. 车载智能终端基础平台：平台定位



3. 车载智能终端基础平台：研发进展

车载智能终端基础平台核心关键技术



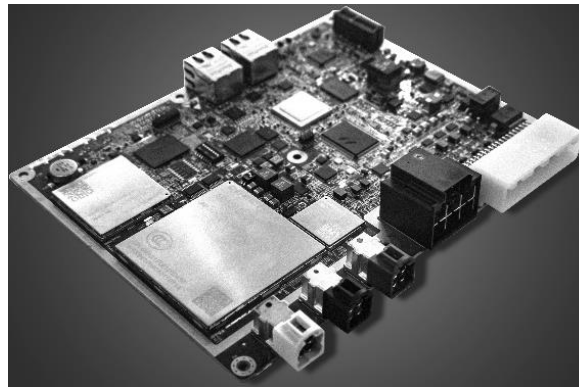
异构硬件架构设计

采用芯片异构架构设计，硬件高度集成和复用，降低成本



基于SOA 设计的中间组件和基础服务

应用软件开发聚焦差异化，方便行业软件互换，降低进入门槛，独立于硬件平台和操作系统



可控权限动态存储介质分配技术

基于存储区域隔离锁定机制，对不同安全等级数据进行存储控制，数据防篡改、防删除



智能安全网关技术

内置硬件加密芯片，支持安全审计和安全域控制，实现全面安全防护



车规级硬实时操作系统

微内核架构，高实时性，高可靠性，满足功能安全和信息安全等级要求



基于整车安全的OTA动态升级技术

在整车安全前提下，为零部件、系统升级提供安全保障

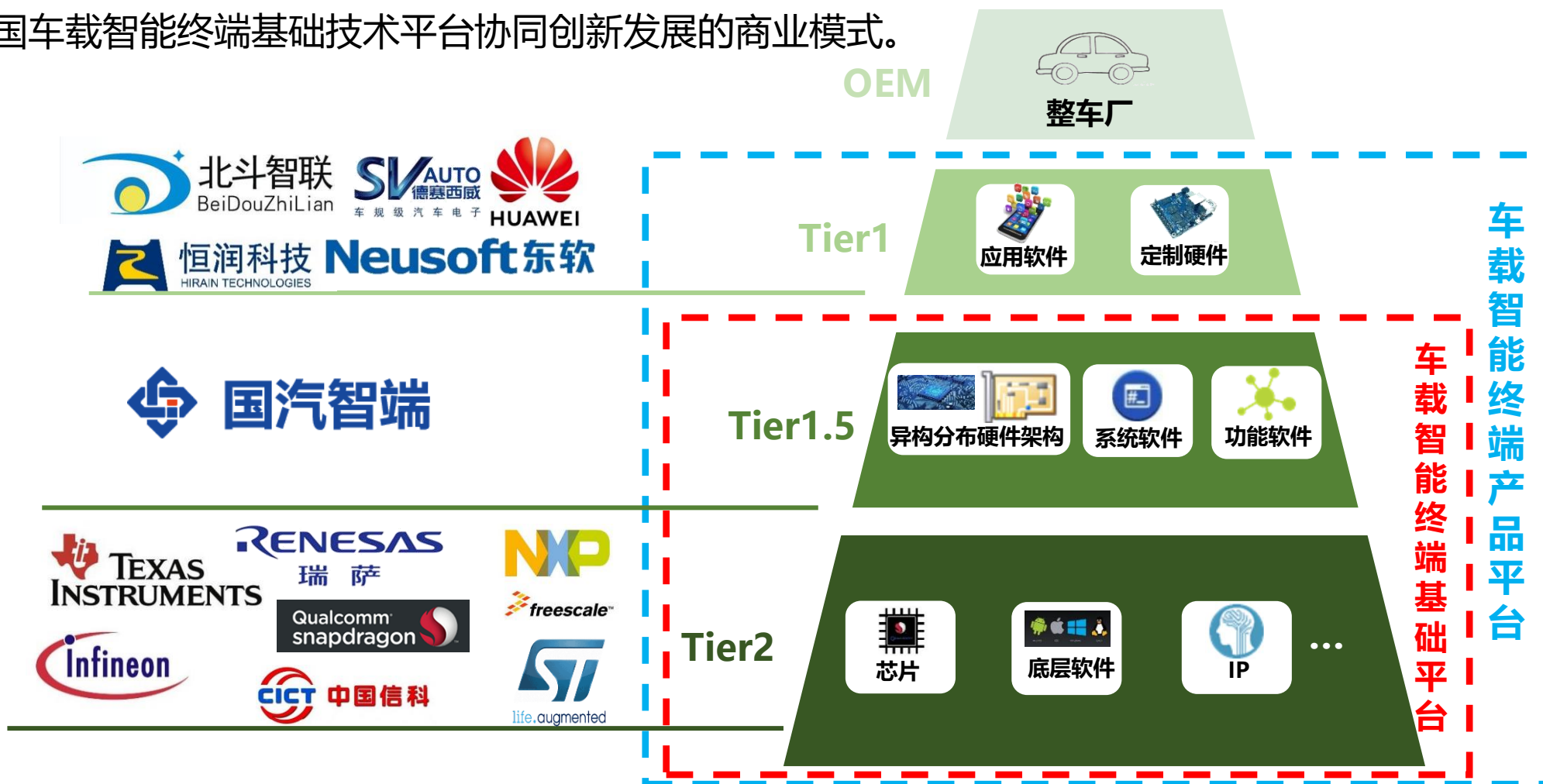


复杂场景下高精度融合定位技术

多模式、紧耦合的高精度定位服务与高精度地图实时融合

3. 车载智能终端基础平台：生态建设与商业模式

- 车载智能终端基础技术平台将融合芯片产业、电子元器件产业、软件产业、行业机构、零部件供应商、主机厂的完整产业链资源，打造基础技术平台的产业生态。
- 国汽智端定位Tier1.5，为主机厂提供总成产品+开放应用层接口与工具；同时还可为Tier1提供基础平台方案，开发引领中国车载智能终端基础技术平台协同创新发展的商业模式。



4. 高精动态地图基础平台——研发背景

高精动态地图基础平台可以补充自动驾驶厂商在芯片及算法感知能力上的不足，在保障国家地理信息安全的前提下，帮助高级别自动驾驶车辆实现超视距感知，提升系统安全性。

高精地图可以解决自动驾驶安全问题必要补充

- ① 高精动态数据更新不及时会影响自动驾驶车辆决策精准性，增加故事率。目前70%的自动驾驶事故是由于临时施工造成，如果高精地图能做到实时动态，就可以减少70%的事故。
- ② 传感器感知能力具有局限性，需要高精度地图作为安全冗余进行支撑。

国家地理信息数据需要

智能网联汽车相关数据包括高精地图等核心数据信息，要经过国家认定的保密处理技术处理，在点位精度、属性信息符合公开地图内容表示规定，依法履行地图审核程序后才能公开使用

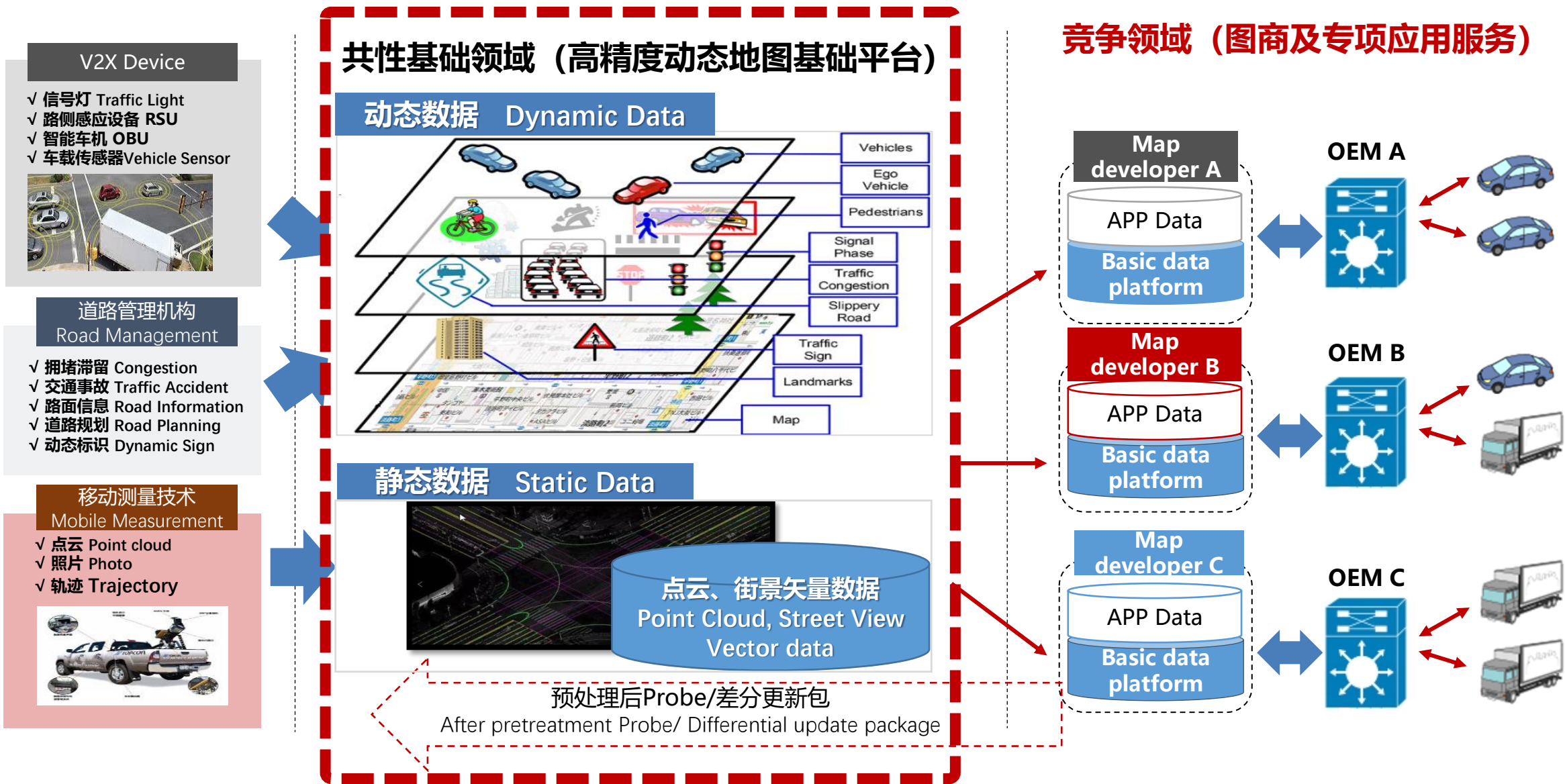
数据鲜度及丰富度

目前行业平均季度更新，重点路段尝试月更新，车企期望更快更新高精地图，并需要增加动态事件数据

数据合规

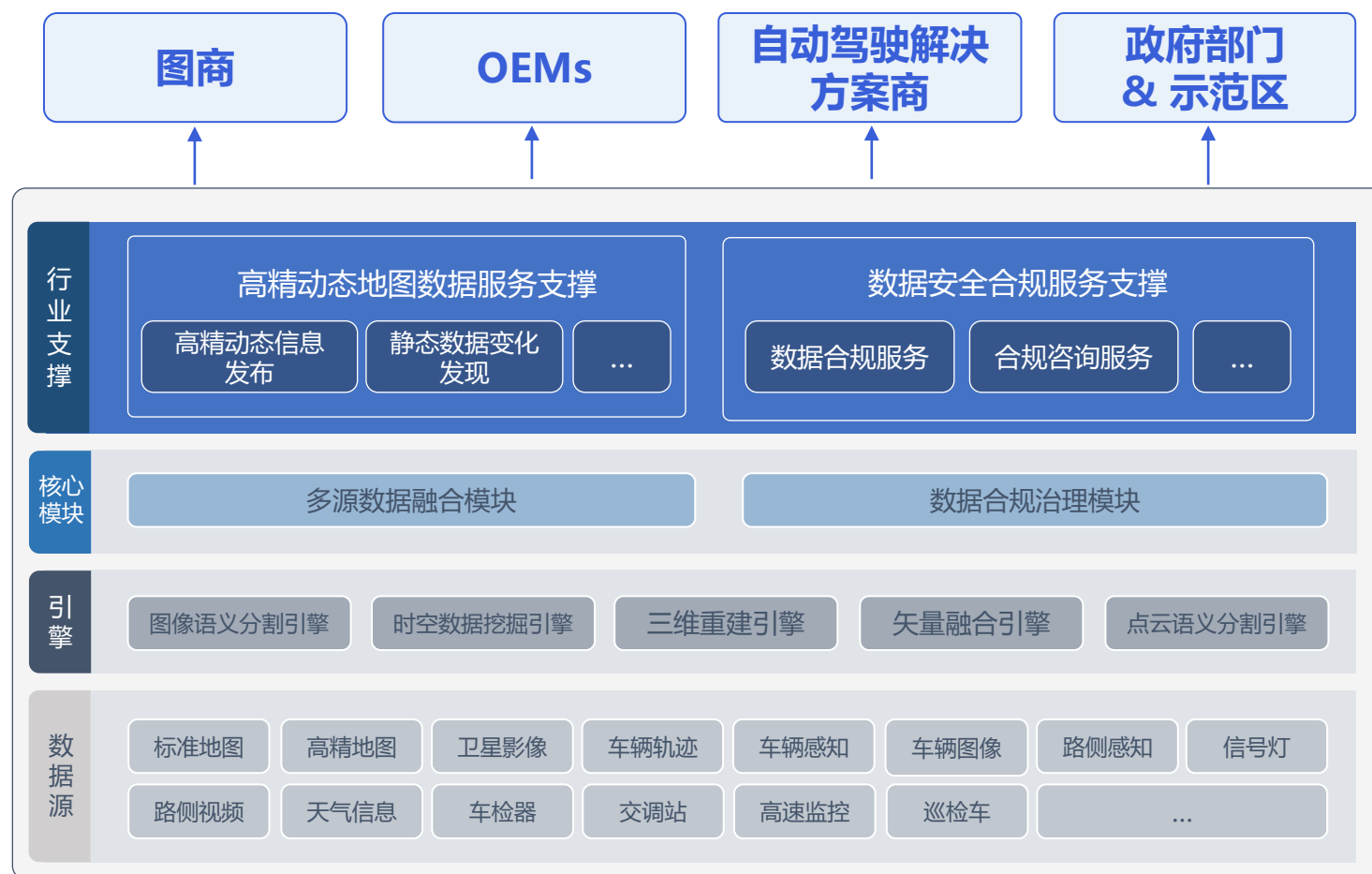
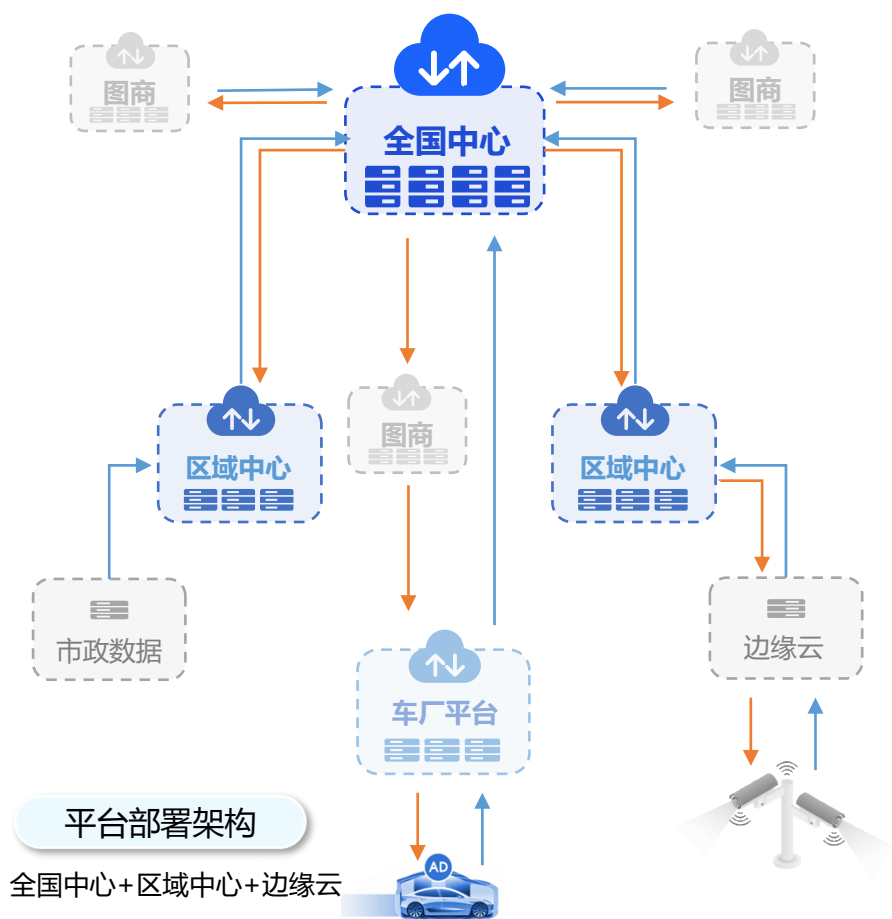
车企需要自动驾驶数据进行产品研发，但数据使用需严格按照法律法规要求，保障相关数据安全合规

4. 高精动态地图基础平台——模式



平台部署架构

全国中心+区域中心+边缘云



4. 高精动态地图基础平台：研发进展（核心技术）

01 基于高精度测量系统的数据采集

32路激光雷达，6镜头全景相机，自主研发的时空同步和电力控制系统，保证厘米级精度



02 精度优化

自动噪点识别及降噪处理

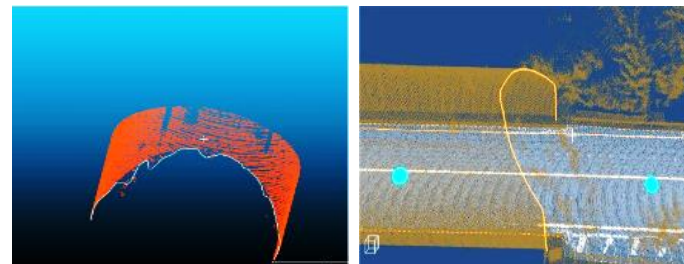


弯曲的路面及墙体

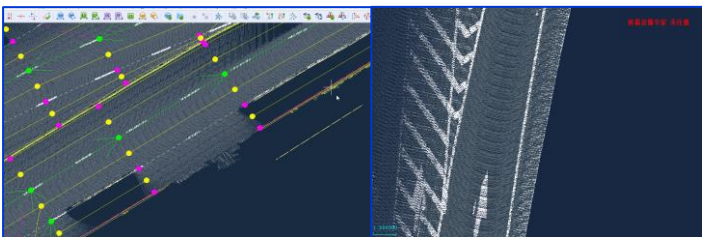
优化后平滑的路面及墙体表面

03 高自动化特征提取

算法鲁棒性强, 可自动提取60个以上的地图要素



04 高自动化的人机交互编辑

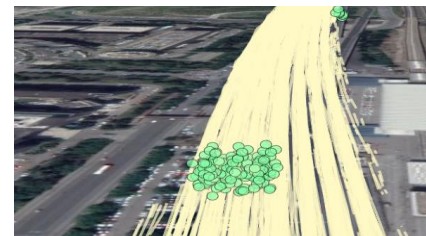


05 独立的KPI质量评估

识别涵盖标牌300+类，以及红绿灯、车道标线、减速带等30多种要素。



06 基于众源的地图学习



海量信息可持续扩展机器学习训练，将地理位置和变化信息进行拟合、聚合分析，提取高置信度变化信息直接转化成高精地图要素。

5. 信息安全基础平台：研发背景

面对ICV产业融合带来的新型信息安全挑战，解决当前汽车行业中安全防护体系不健全、相关安全能力建设重复冗余的问题，需要建立统一的信息安全基础平台，为ICV产业发展提供基础、共性的信息安全防护技术，化解网络与数据安全威胁。

安全防护不成体系

孤立

仅考虑自身的
安全问题

陈旧

技术陈旧、无法
适应实际需要

单点

单点点状防护，
缺少协同机制

无序

无标准化、系
统化建设思维

多行业融合面临新的挑战

新技术

大数据分析
威胁建模
IDPS\FW
C-V2X
...



跨系统

AUTOSAR
Linux\AGL
FreeRTOS
Windows
...

跨平台

TSP平台
OTA平台
云控平台
地图平台
...



跨行业

智慧交通
人工智能
物联网
5G应用
共享出行
...

共性能力重复建设

车端

身份认证、入侵防范、恶意代码防范、数据加密...

路侧

身份认证、入侵防范、恶意代码防范、数据加密...

云端

身份认证、入侵防范、安全算法、数据加密、数据安全传输、数据安全存储...

网络

身份认证、入侵防范、安全算法、数据加密、数据安全传输...

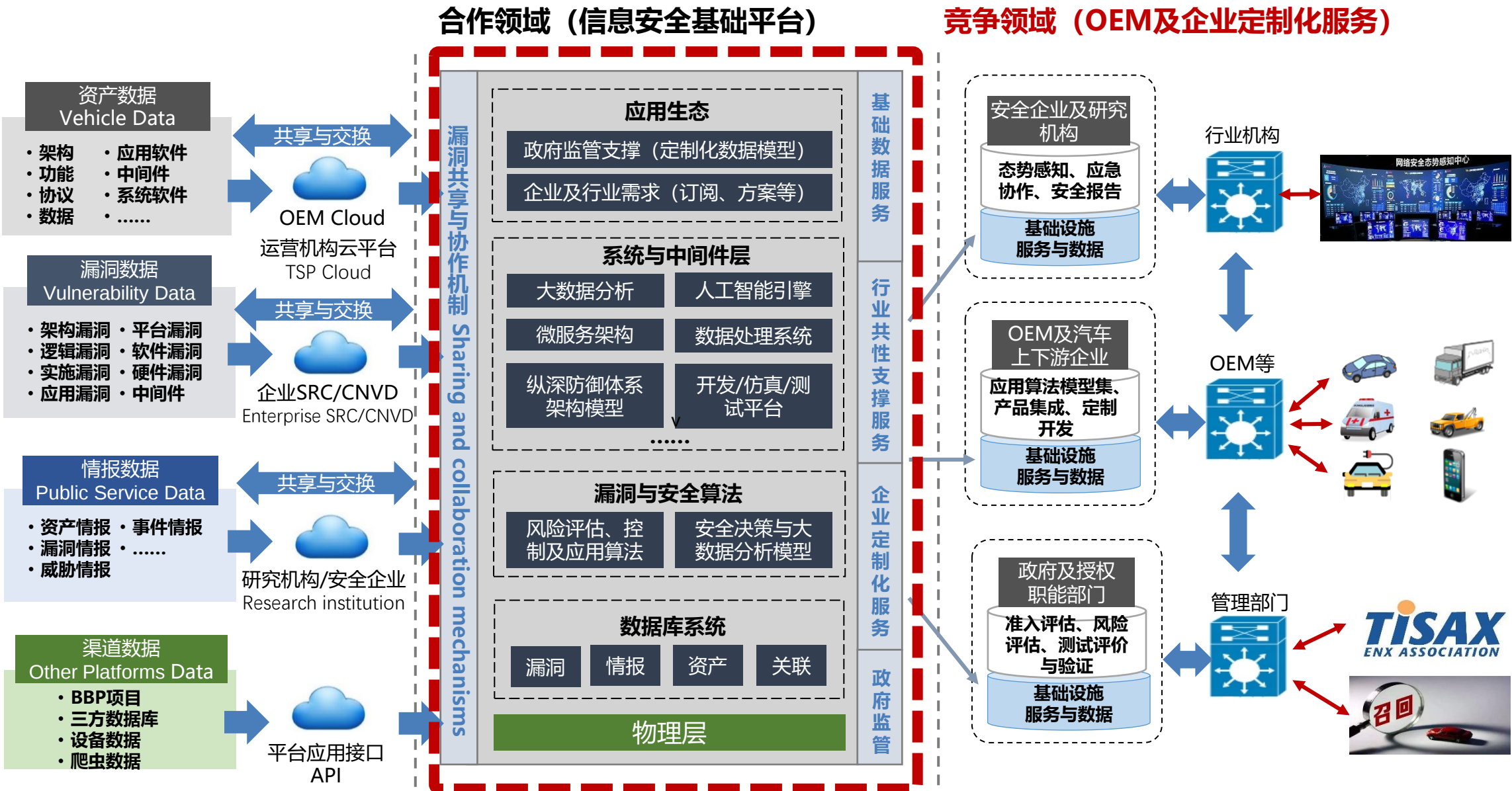
身份认证、漏洞库、威胁模型、安全算法、数据安全...

为ICV交叉融合新业态下的安全问题提供基础安全能力

为“车-路-云-网-图”等新型基础设施提供防护保障

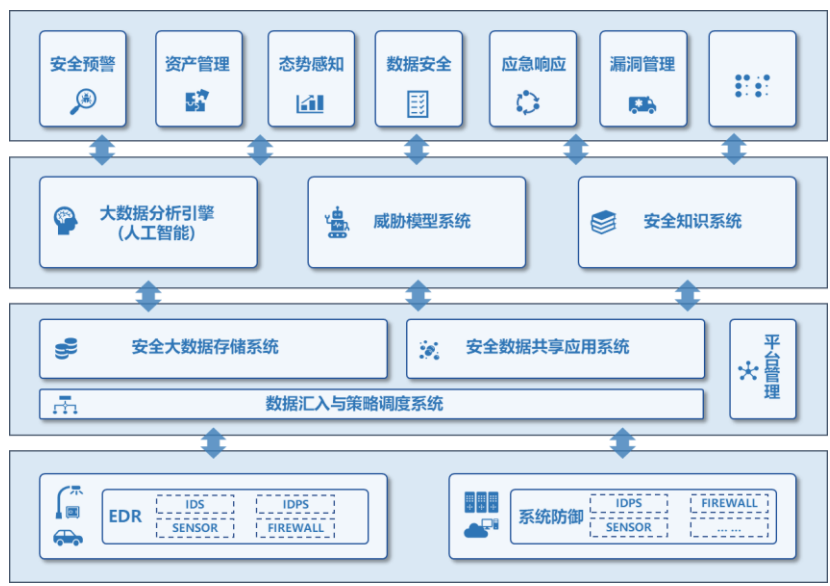
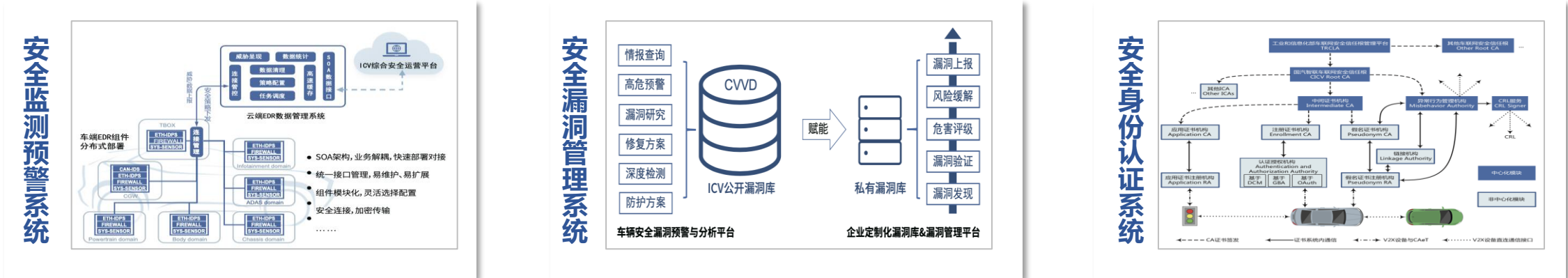
为行业健康发展提供全生命周期的技术支撑

5. 信息安全基础平台：平台定位



5. 信息安全基础平台：研发进展

基础平台层已完成数据汇聚、分析、威胁建模、入侵监测与响应、漏洞与威胁情报库、身份认证管理等核心技术的研发。安全系统层已完成安全运营平台研发，可为示范区、企业提供安全预警、资产管理、态势感知、数据治理、应急响应等安全技术措施，可为行业监管提供车端网络态势、系统运行态势的监测技术。



5. 信息安全基础平台：应用情况

已应用于北京示范区、南京江心洲示范区以及北汽、广汽、比亚迪、蔚来、丰田等车企客户，助力客户提升企业安全能力、提高运营管理效率、满足法规遵从要求，并为平台进一步迭代完善提供了可靠的可落地的技术经验和安全数据累积

示范区安全保障建设

自动驾驶示范区安全建设的先行者

树立行业安全标杆：北京市高级别自动驾驶示范区



- **示范区安全防护基础体系：**形成贯通“车、路、云、网、图”各个层面的主动安全防护体系
- **示范区综合安全运营体系：**形成资产管理、数据治理、OTA监管等能力，符合行业监管相关规定



■ 南京江心洲先导区

先后参与车联网安全防护建设、车端和路侧安全检测与响应体系建设、安全运营建设等

■ 成都东安湖示范区

先后参与车路安全防护技术、V2X身份认证等方向合作，提供针对性的安全防护方案等

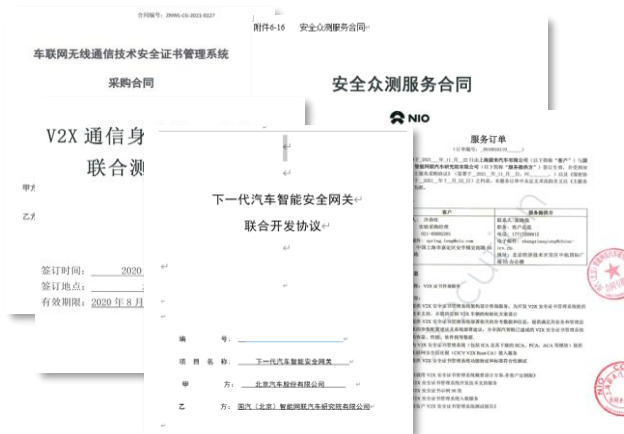
车企安全产品&服务

积累了大量的ICV安全市场化的成功项目经验



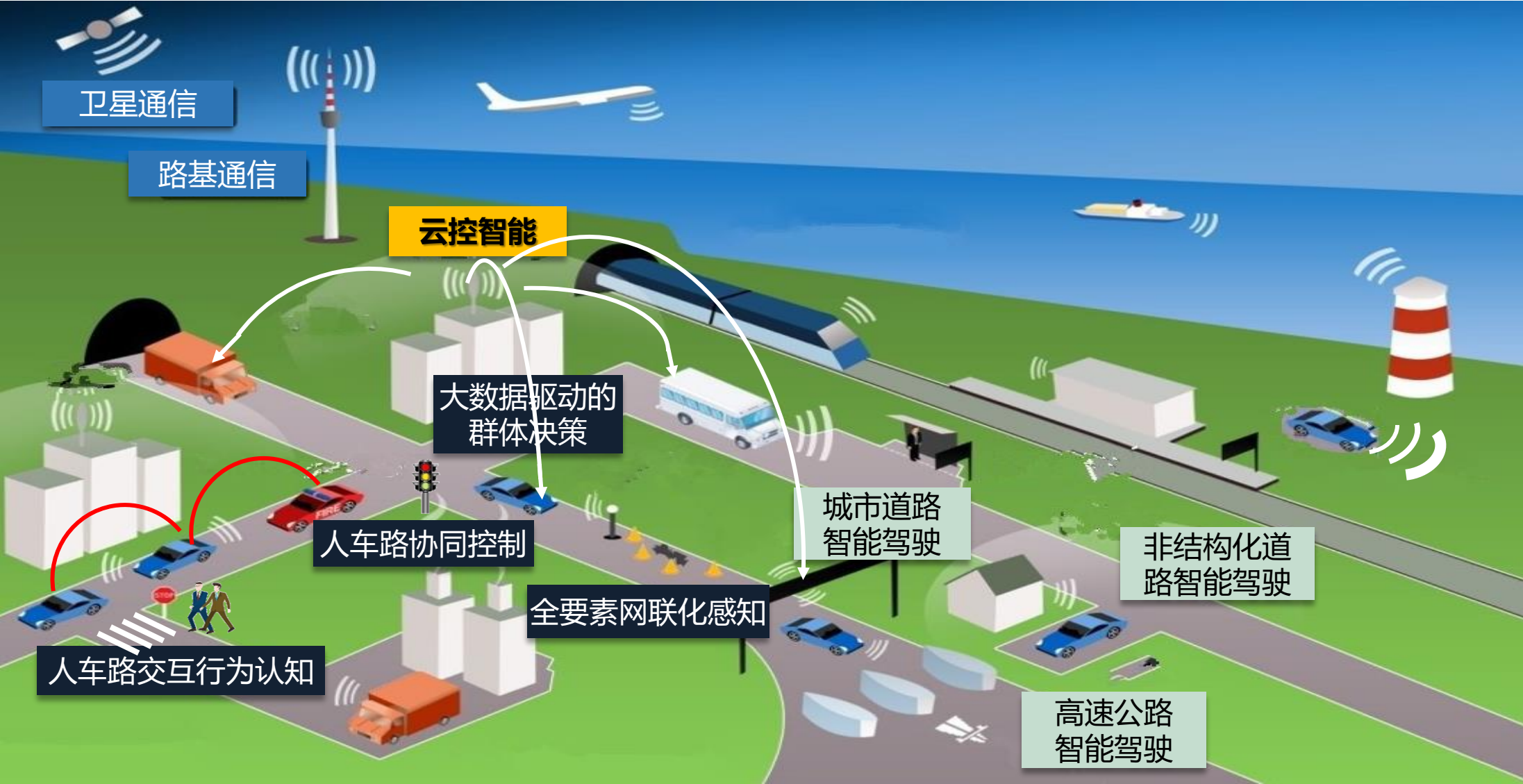
已为超过10家的主机厂、零部件企业、业务提供商等车联网企业提供了咨询、防护技术、防护组件、渗透测试等安全产品或安全服务。

- 安全技术联合开发
- 安全咨询、安全体系建设
- V2X通信安全产品和服务
- 安全防护产品
- ICV安全测试服务
- OTA业务安全测试服务
- ...



- 概述
- 智能网联汽车国内外发展态势
- 中国智能网联汽车创新发展战略
- 中国方案智能网联汽车产业化进展
- 结束语

构建车路云一体化与智慧交通深度融合生态



构建车路云一体化与智慧交通深度融合生态

➤ 将智能汽车、移动出行与社会生活服务要素融合

➤ 为我国智慧交通产业发展建立生态

➤ 为智能时代蓄积战略数据资源



谢 谢！

李克强

清华大学车辆与运载学院

汽车安全与节能国家重点实验室

国家智能网联汽车创新中心

教授

主任

首席科学家