



北京航空航天大学  
BEIHANG UNIVERSITY



车路协同与安全控制北京市重点实验室

Beijing Key Laboratory for Cooperative Vehicle Infrastructure Systems and Safety Control

# 车联网技术发展现状与展望

北京航空航天大学

王云鹏

**一、发展现状**

**二、技术展望**

# 车联网系统

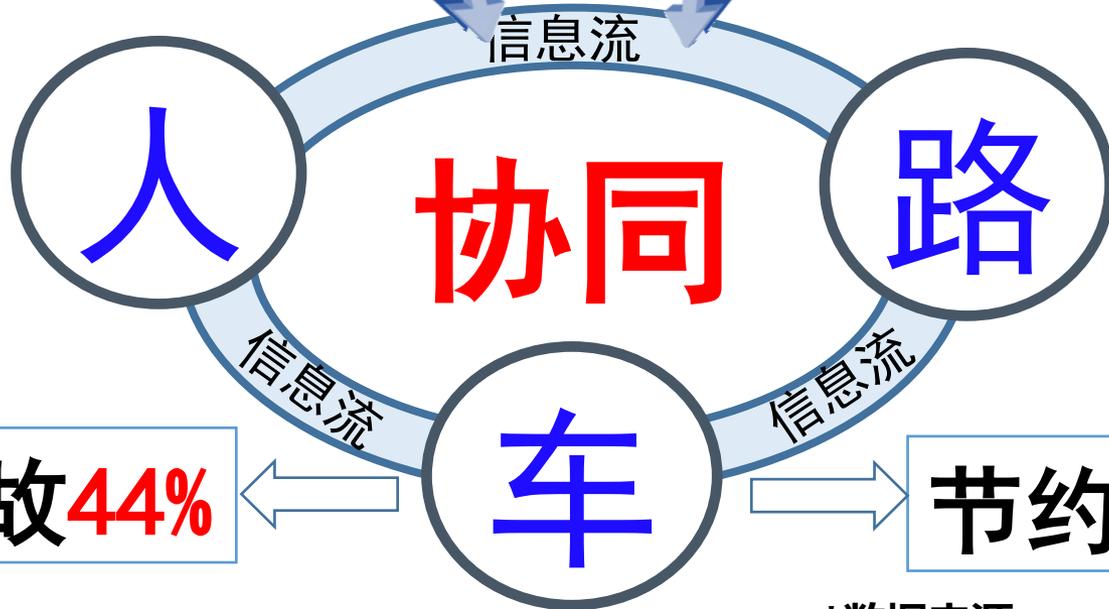
智能车辆



移动互联



智能道路



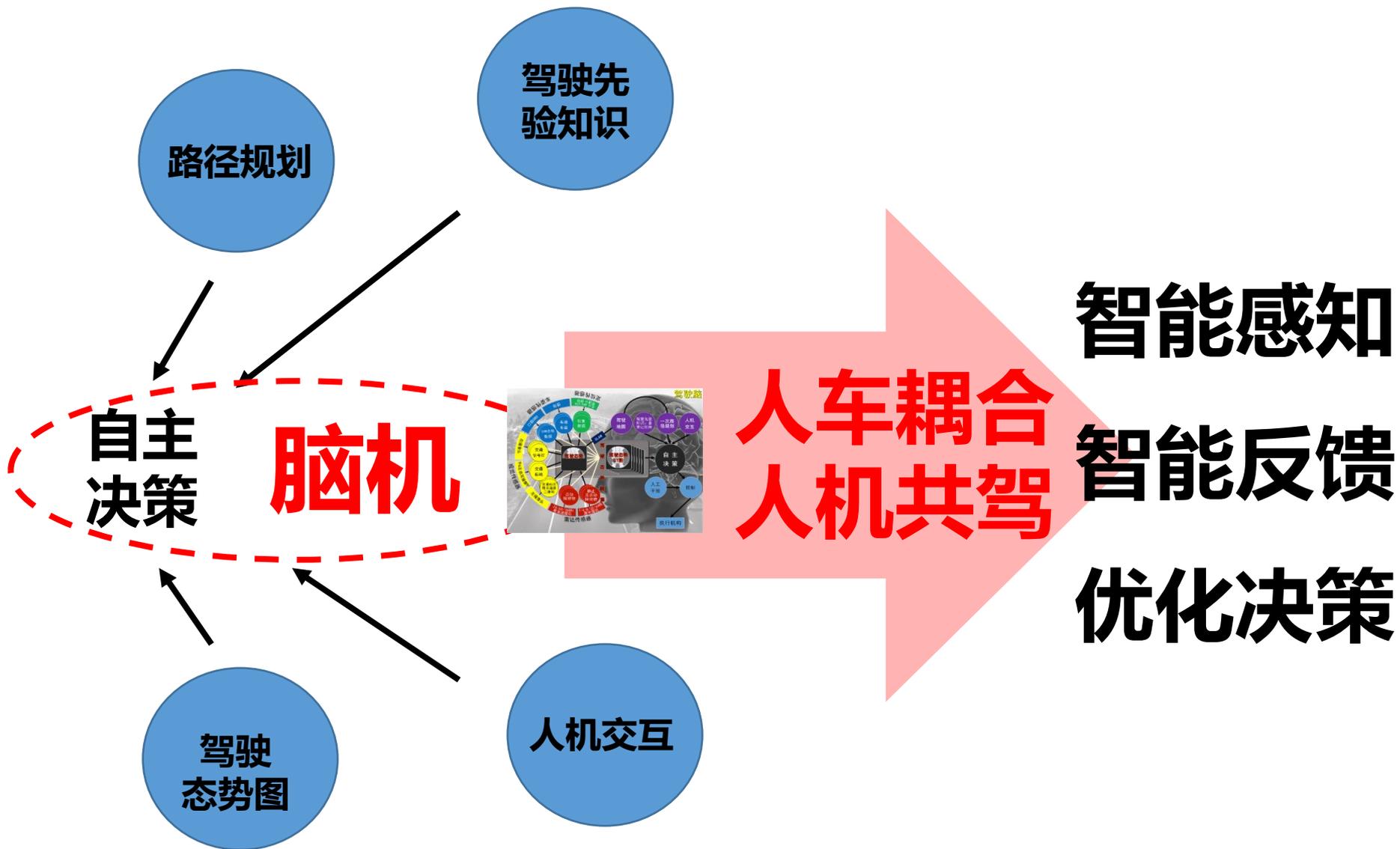
降低事故**44%**

节约能耗**39%**

- 数据来源：
- 美国safety pilot项目研究成果

\*数据来源：  
《美国NHTSA研究报告》

# 要素1：人-车耦合



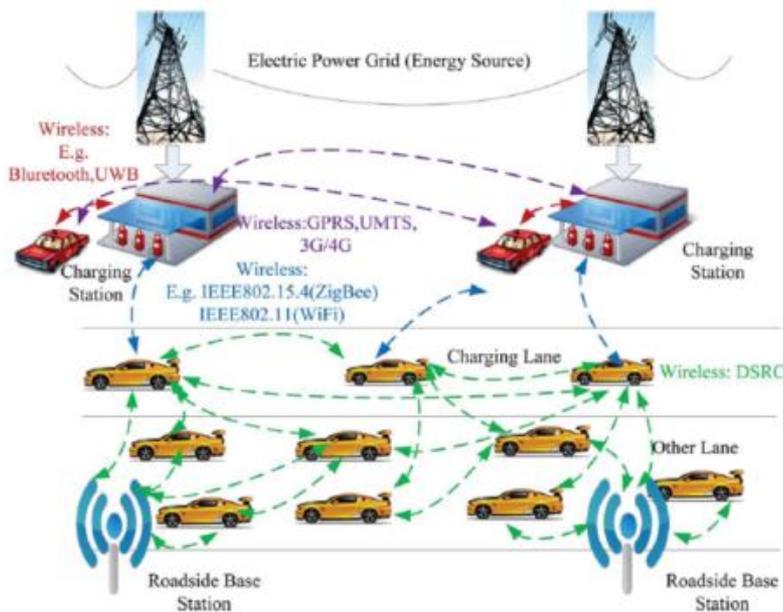
# 要素2：车-车耦合

5G通信

数据融合

状态感知

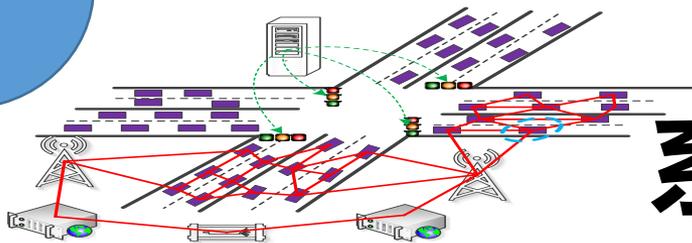
车辆控制



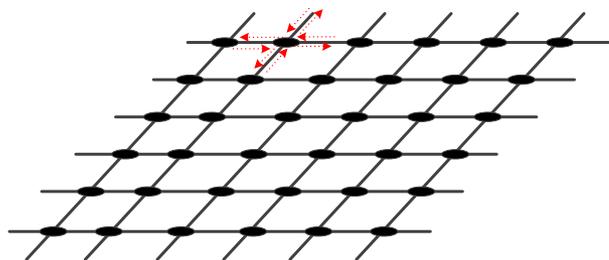
## 车辆编队 安全控制

# 要素3：车-路耦合

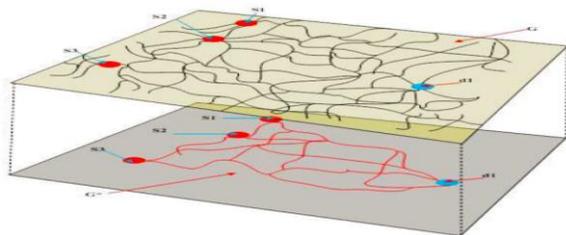
区域  
信号  
控制



全局  
路网  
信息



动态  
路段  
信息



系统优化控制

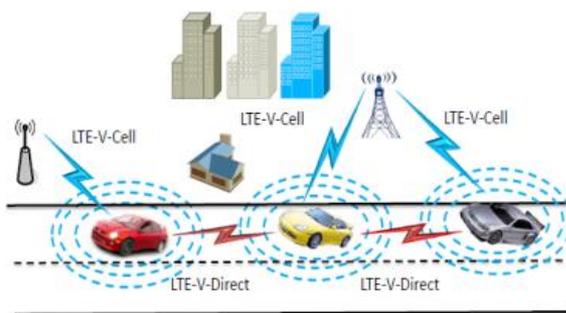
路网运行优化

全局诱导服务

# 热点：英国无人车群

## 英国考文垂和沃里克

全球首个能够在真实环境下，同时支持**网联汽车**、**半自动驾驶汽车**、以及**全自动驾驶汽车**共同参与的车联网系统测试环境



测试内容包含驾驶员、道路设备负载能力  
交通安全和信息安全等

# 热点：沃尔沃无人车队

## 道路列车：

卡车可能是领头汽车，私家车可以选择加入列队

VOLVO

每辆车都将**配备精密的传感器和通信系统**，  
可测量车距、车速和行驶方向，并根据前面的车辆进行**自动调整**



## 促进交通安全

减少至少80%由于人为因素造成的交通事故

# 热点：戴姆勒卡车队列

## Highway Pilot Connect

□ 德国杜塞尔多夫A52高速公路



## 成效

1吨货物百公里耗油0.66升

1吨货物百公里CO<sub>2</sub>排放13.3克

卡车成为互联网的一部分，  
可以智能化处理规模不断扩大的物流

节省7%的油耗，油耗量低于使用内燃发动机的小型乘用车，减少二氧化碳排放，减少对路面空间的占用

# 热点-荷兰无人驾驶巴士

## 荷兰Wepod

- 运载5人
- 时速20公里
- 将在Wageningen镇一条长达6公里的路线上运行

帮助前来Wegeningen大学的访客，解决**最后**  
**一公里**的问题，即从当地的火车站前往大学



## 三种运营模式

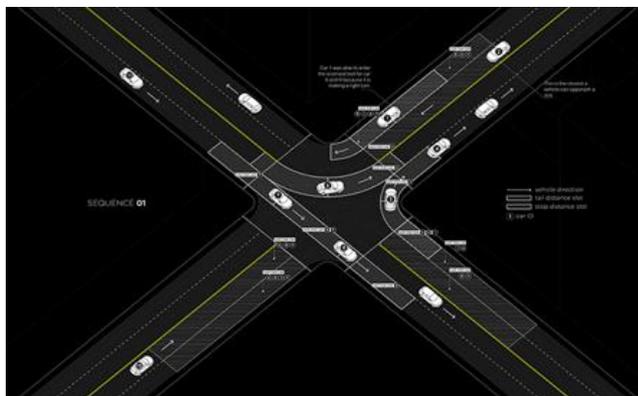
- 地铁模式，按照固定的时刻表行驶并在每个站点停车
- 巴士模式，按照乘客需求到站停车
- 出租车模式，通过App叫车



# 热点：无信号通行

## The Slot-based System

- MIT Senseable City Lab
- 瑞士苏黎世理工学院ETHZ
- 意大利国家研究委员会CNR



提出了适用于自动驾驶车辆的“基于时段的交叉路口通行方法”，是提高城市运行效能的新途径

# 集成示范-国外

- ◆ 美国在安娜堡进行了3000辆车的开放环境测试；建成Mc city 封闭环境测试基地（占地12.9万平方米）
- ◆ 欧盟大型示范测试床-DRIVE C2X
- ◆ 日本全国设置超过1600个DSRC站点

## Mc city

Mc city由60余家企业共同使用，包括汽车制造商、大学、研究机构等。主要进行自动驾驶和电动安全系统的测试与开发。在Mc city内，布有不同的道路、交叉路口以及V2I，充分模拟现实路况。测试区域面积为0.13平方公里（13万平方米），长约半公里。



## 关键技术指标：

传输距离：**300米**

传输延迟：**<50毫秒**

移动性：**>60m/h**

通信带宽：**10MHz**

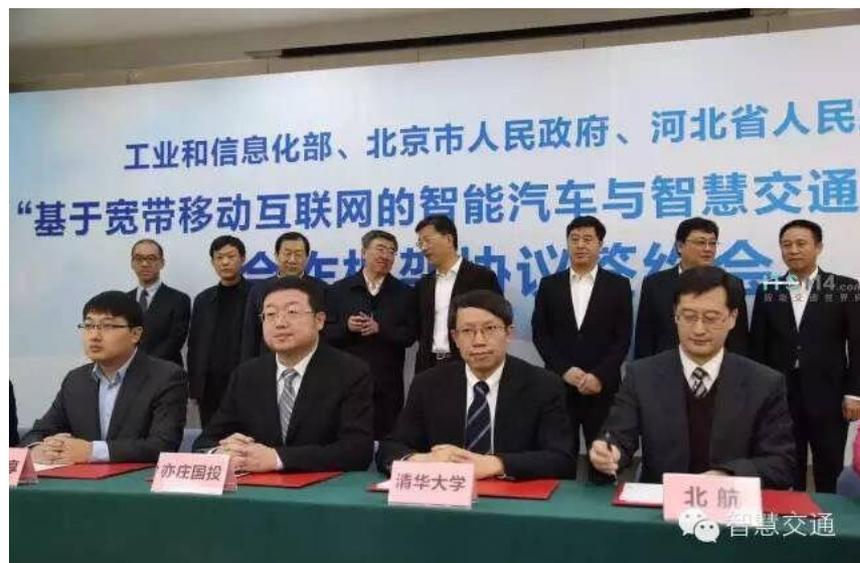
传输速率：**3-27Mbit/s**

已经完成关键技术与原型系统测试，进入集成示范阶段  
美国推动立法预计将在2017年左右强制安装V2V终端

# 集成示范-工信部

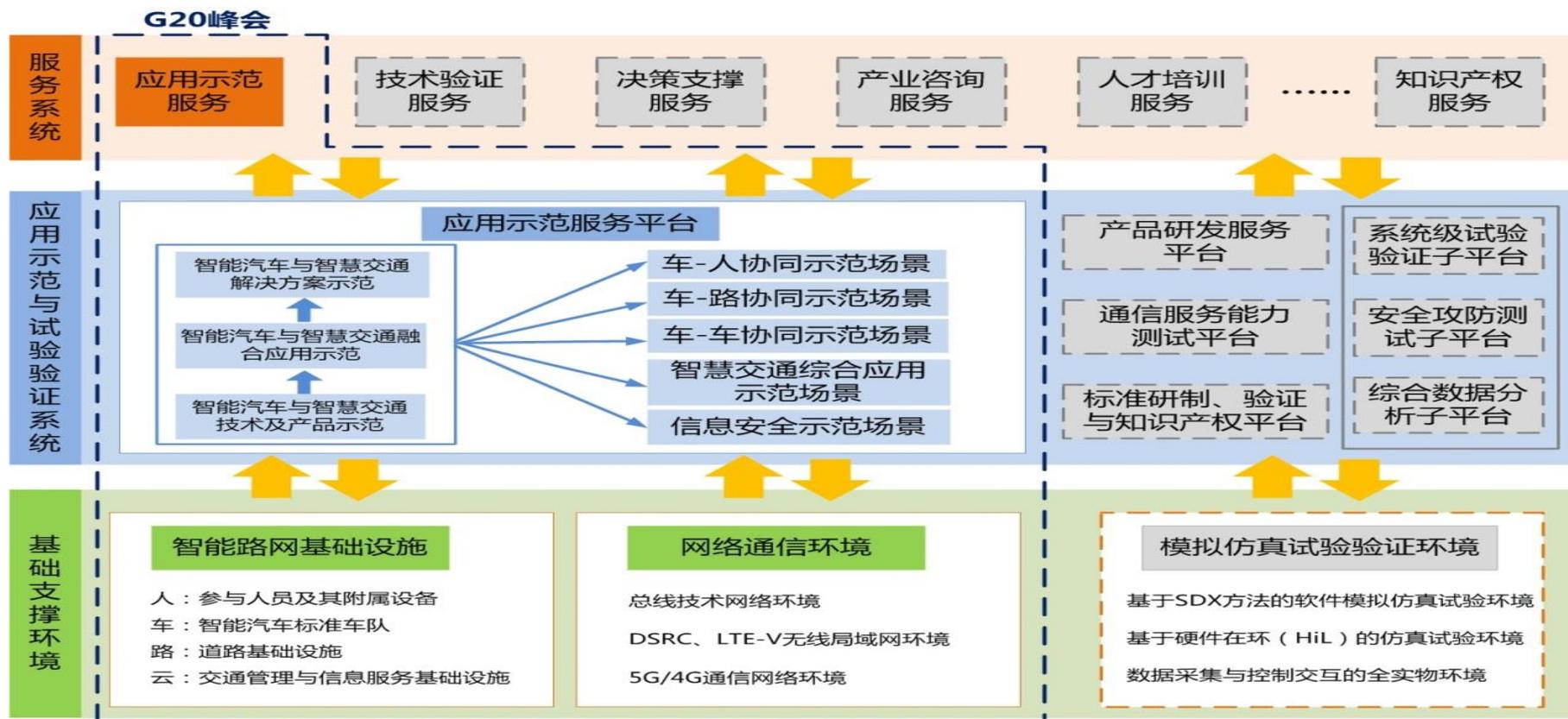
## 基于宽带移动互联网的智能汽车与智慧交通应用示范

以汽车和交通产业为应用领域，部署4.5G/5G宽带移动互联网为通信基础，以电动汽车、智能汽车为平台，提供技术跨界融合和协同创新的应用和测试验证环境。



# 集成示范-浙江

试点主要内容包括**交通大数据集成及信息服务模型构建**  
以**视频为核心的智能车载终端、路网设施、新能源汽车的**  
**技术与产品示范及车联网综合运营平台**



# 集成示范-北京

## 北京亦庄

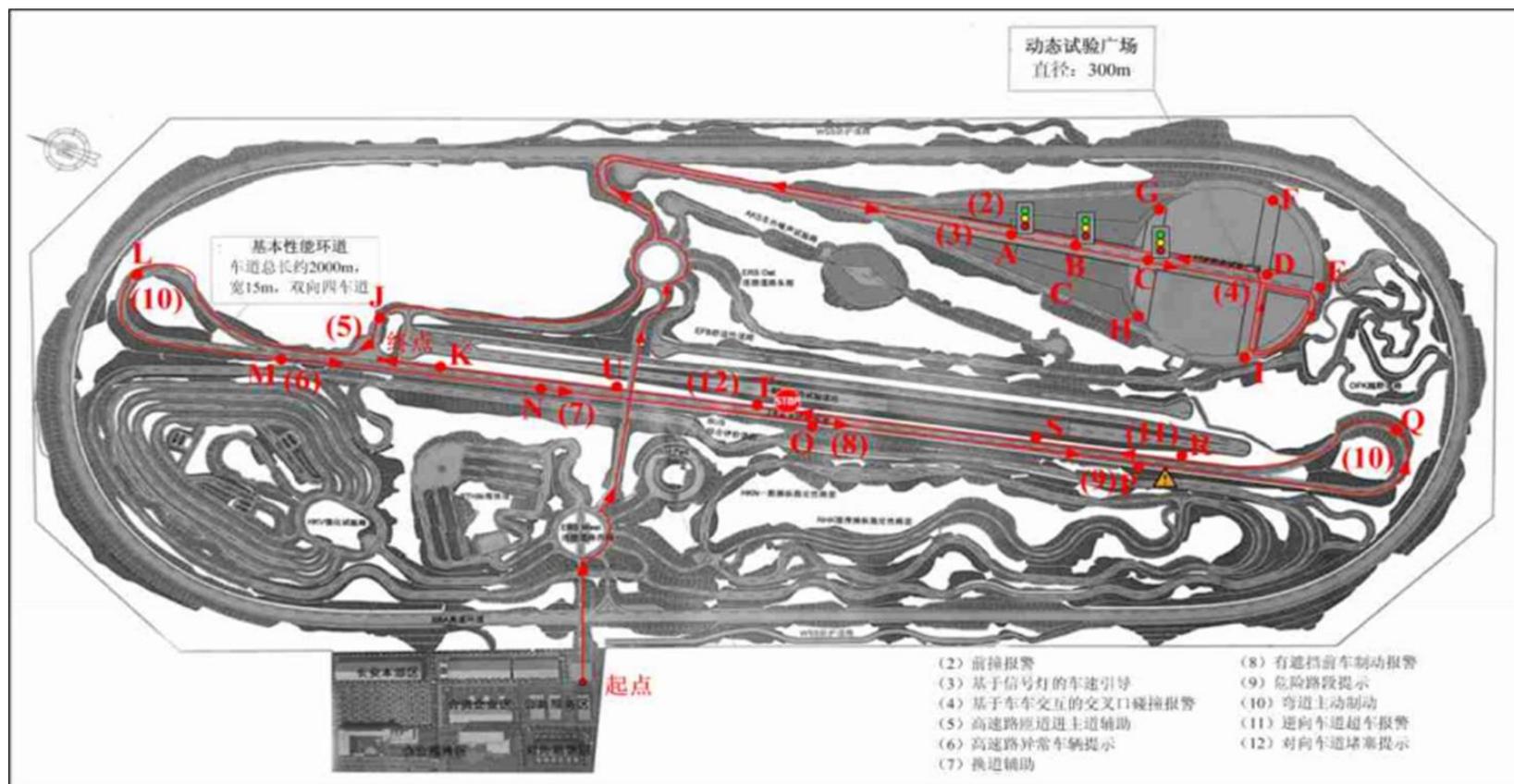
- 落地建设项目所有应用示范
- 落地建设创新中心、产业基金与产业联盟
- 示范区包含：示范推广、实验验证、检测评估与认证

全面覆盖北京市经济开发区全境，  
打造成为全国第一个基于共享经济的，  
实现**电动化、智能化、互联网化、社会化的绿色出行生态圈**



# 集成示范-重庆

计划在未来3年内逐步开展由**试验场地封闭环境**到**城市交通开放环境（南岸区）**的一系列试验。以此为基础，推动智能汽车、智慧交通相关产业新技术、新产品研发、**检测认证及标准制定**



**一、发展现状**

**二、技术展望**

# 1、智能运载工具

□ 载运工具向**高度智能化**发展已成定势



谷歌



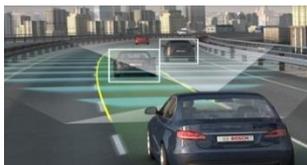
国家自然科学基金重大研究计划  
“**视听觉信息的认知计算**”



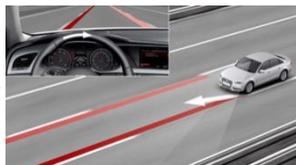
百度



无自动化



驾驶辅助 (ADAS)



部分自动化



有条件自动化



高度自动化

✓ 自主式驾驶辅助技术趋于完善

✓ 自主式无人驾驶技术日渐成熟

有待突破

# 1、智能运载工具-关键技术

## 车辆检测

车道线识别

直线道路

弯曲道路

目标车道与邻车道  
车辆与位置检测

识别目标  
车速  
及车间距

建立车辆  
前方危险  
模型

## 行人检测

朝向  
姿态  
大小

样本库

行人特征  
分类器

多特征行人检测算法

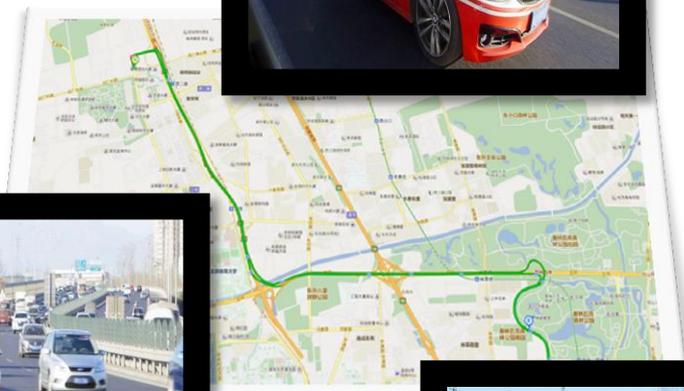
行人轨迹跟踪

行人速度与运动方向

行人信息

# 百度无人驾驶

城市、环路及高速道路混合路  
况下的全自动驾驶路测成功



国内唯一通过ISO26262的  
全自动驾驶项目

# 长安无人驾驶

## 测试的关键技术

- 0-100公里全速自适应巡航
- 自动刹车，紧急情况时自动减速或停车
- 单车道自动驾驶
- 自动变道，自动超车
- 限速识别
- 语音控制



## 2、多模式通信

蜂窝

□ 5G

大带宽，覆盖广，技术成熟

□ LTE-V

继承LTE，信道接入优势

WiFi

□ DSRC

短距离(300m)  
低延迟(100ms)  
独立于核心网  
抗干扰能力强

射频

□ RFID

短报文，短距离  
(30m)

其他

□ ZigBee

短距离(10m)

□ 蓝牙

低功耗

信息服务

未来车辆  
安全应用

道路交通  
安全应用

ETC系统  
ID识别

车内设备  
互联互通

# 5G网络

## 5G技术特点与智能汽车与智慧交通的技术需求

**Ultra Capacity**  
X 1000  
(Capacity/km<sup>2</sup>)

**Ultra High Rate**  
X 100  
(10Gbps)

**Ultra Low Latency**  
< 1ms

**Massive Connectivity**  
X 100

**Ultra Low Energy Consumption**  
X 1000

高带宽保障了  
视频、雷达大流量数据  
云+端协同计算与传输

低延迟与大容量保障了  
大量车端与道路设施  
联网以及云+端交互协同



智能驾驶  
云+端协同计算



智慧道路  
视频传输

智慧道路  
合流预警



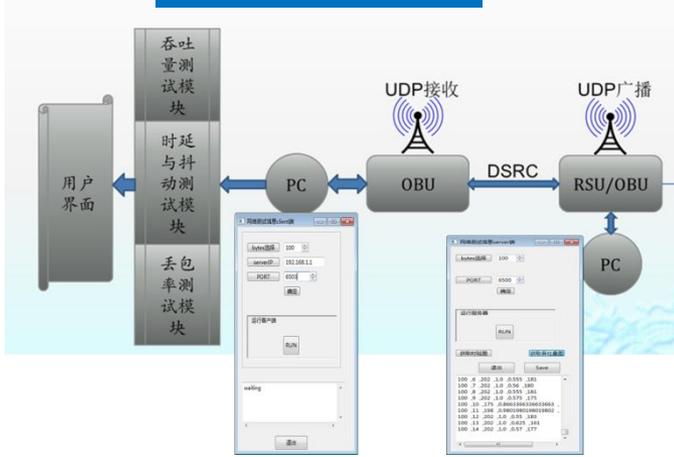
便捷停车

# 北航研发出具有自主知识产权的V2X自组网通信系统

## 通信终端 OBU-RSU



## 通信性能 测评系统



## 交通运输部公路交通试验场开展 封闭测试



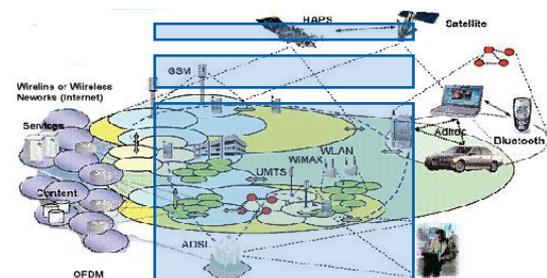
- 占地2.4平方公里，总长28.6公里各类试验道路
- ✓ 组网、路由、QoS通信性能测试
- ✓ 车车碰撞预警验证
- ✓ 车路信息交互验证

# 完成自然基金重大研究计划项目的关键技术测试

# 3、车辆智能网联联控

## 车联网系统V1.0(当前阶段):

- 车车/车路通信: 可感知、可交互
- 基于人的主动/半主动操控、干预



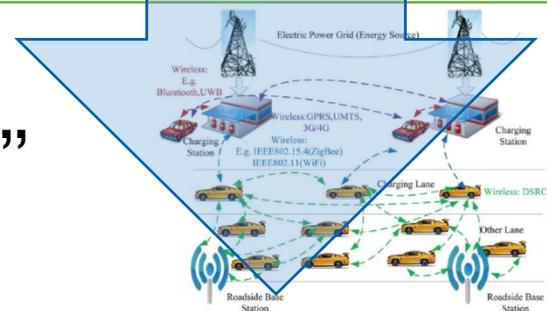
## 车联网系统V2.0(过渡阶段):

- 单个“脑机”: 使单车学会“思考”
- 全自动/半自动混合操控



## 车联网系统V3.0(未来阶段):

- 多个互联“脑机”: 车群学会“组织、协同”
- 多车自主协同



# 3、车辆智能网联联控

## 十三五国家重点研发计划重点专项

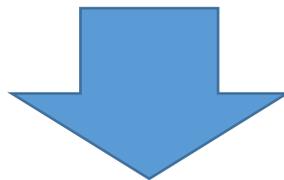
基础研究

任务2：车路协同系统耦合和群体智能控制



关键技术

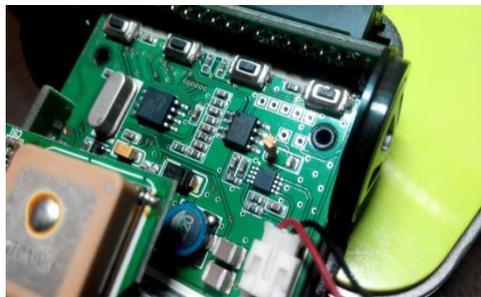
任务5：车辆智能网联联控



集成示范

任务6：协同式智能车路系统集成与示范

# 4、信息安全



车载ECU  
维护难

最新汽车上至少安装100个ECU，运行至少6000万行代码，出现安全漏洞很难查找修补

信息架构  
缺陷大

汽车中使用的计算和联网系统沿袭了计算机的既有架构，也继承了其天然的安全缺陷，难以改进修复

通信协议  
攻击多

车内通信协议种类增多，连接车内系统的渠道越来越多，受到攻击的可能性增大

智能汽车  
风险高

智能汽车开始兴起，智能驾驶辅助技术大规模进入市场，带来了更多的入侵点，安全风险逐步提高

操作系统  
漏洞多

现有车载操作系统完整性差，软件升级慢，漏洞与攻击入侵点多

# 4、信息安全

## 汽车信息安全防护-端网云



### ■端—安全网关

总线协议加密 安全设备认证 访问权限管理 总线数据过滤



### ■网—安全网络

+ 防火墙 入侵检测 防护系统 (IDPS) VPN系统 数字证书



### ■云—安全数据

+ 新防御体系 (可信认证 深度学习)

信息安全系统实现彻底的国产化

# 4、信息安全

## 中国汽车信息安全工作委员会

依托  
单位



**中国汽车工程学会**

*Society of Automotive Engineers of China*

智能网联汽车产业技术创新战略联盟

发起  
单位



北京航空航天大学



360  
WWW.360.CN

北京奇虎科技有限公司

成员  
单位



清华大学  
Tsinghua University



同济大学  
TONGJI UNIVERSITY



一汽-大众  
FAW-VOLKSWAGEN



# 5、车联网大数据分析与综合应用

车联网大数据



人

车

路

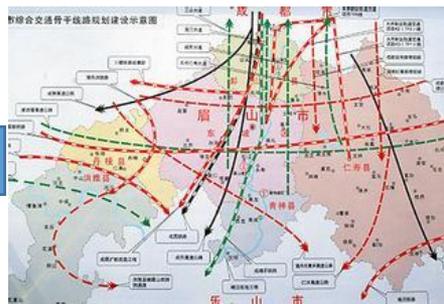
数据信息：

□全面 □精确

□泛在 □实时



城市规划及  
路网优化



交通态势感知  
及发展预测



大数据处理及  
深度挖掘

# 5、车联网大数据分析与综合应用

车联网大数据



人

车

路

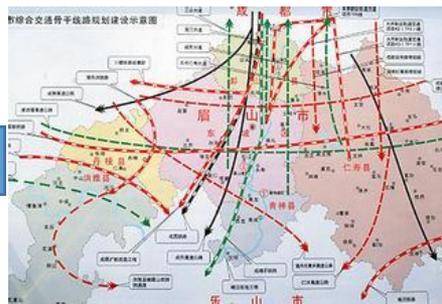
数据信息：

□全面 □精确

□泛在 □实时



城市规划及  
路网优化



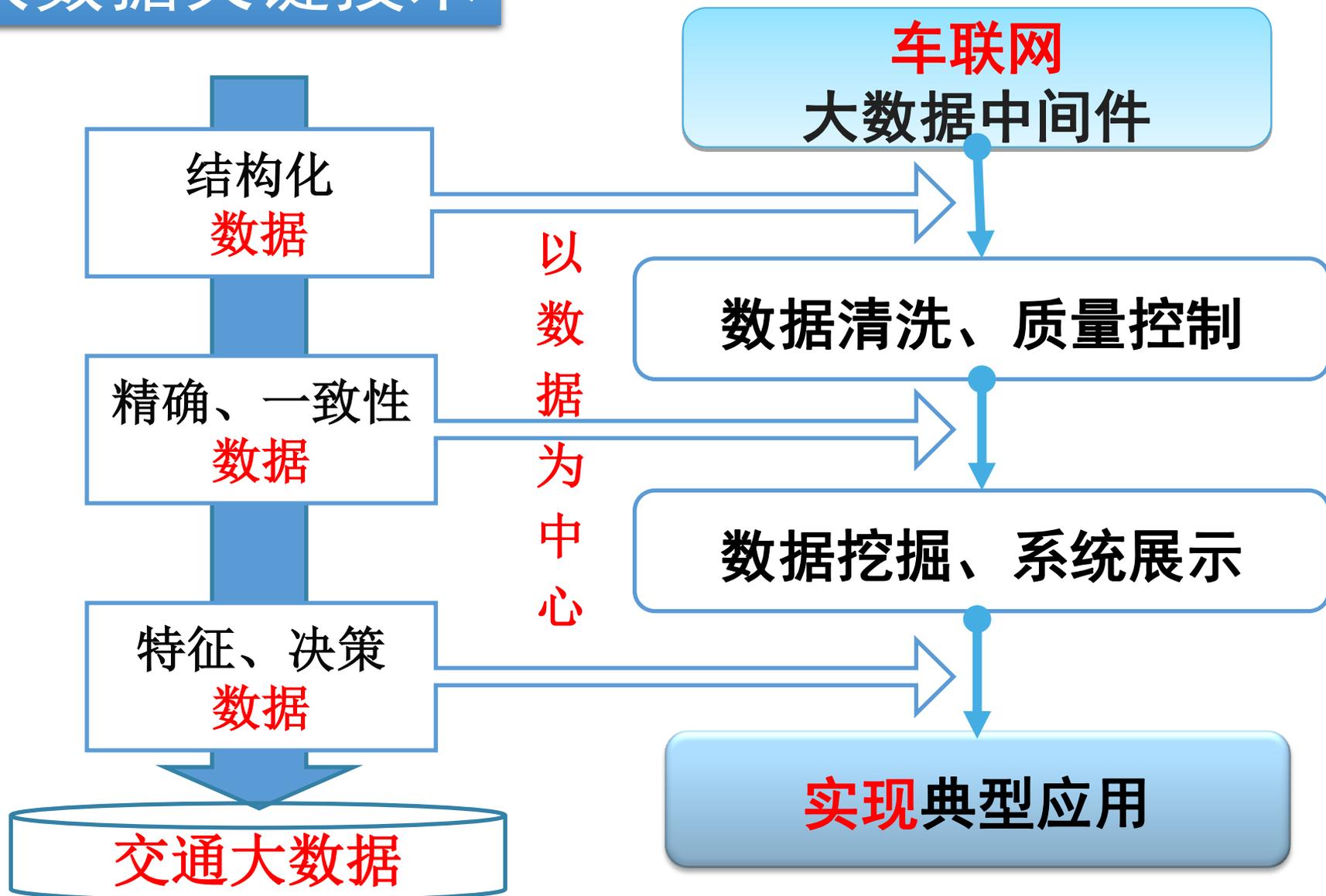
交通态势感知  
及发展预测



大数据处理及  
深度挖掘

# 5、车联网大数据分析与综合应用

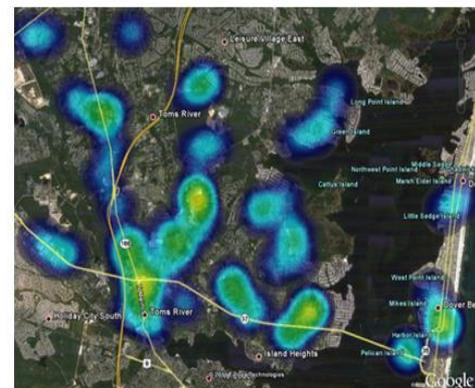
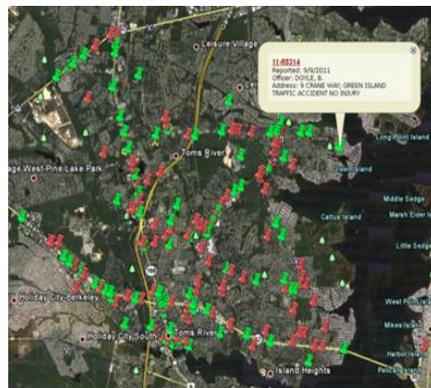
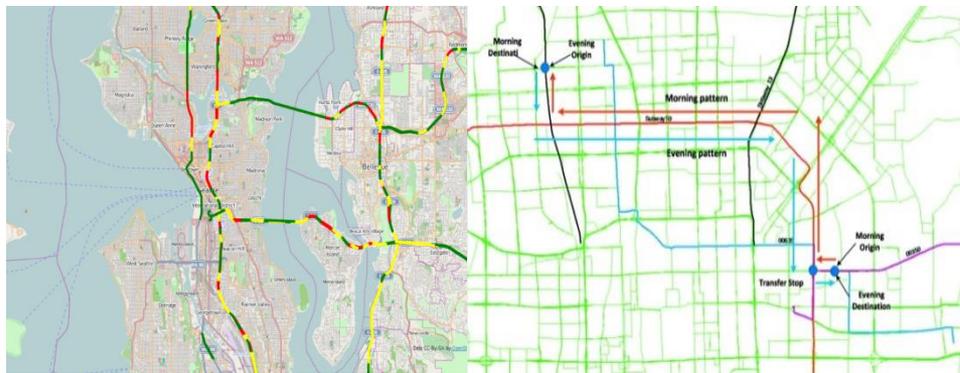
## 大数据关键技术



# 5、车联网大数据分析与综合应用

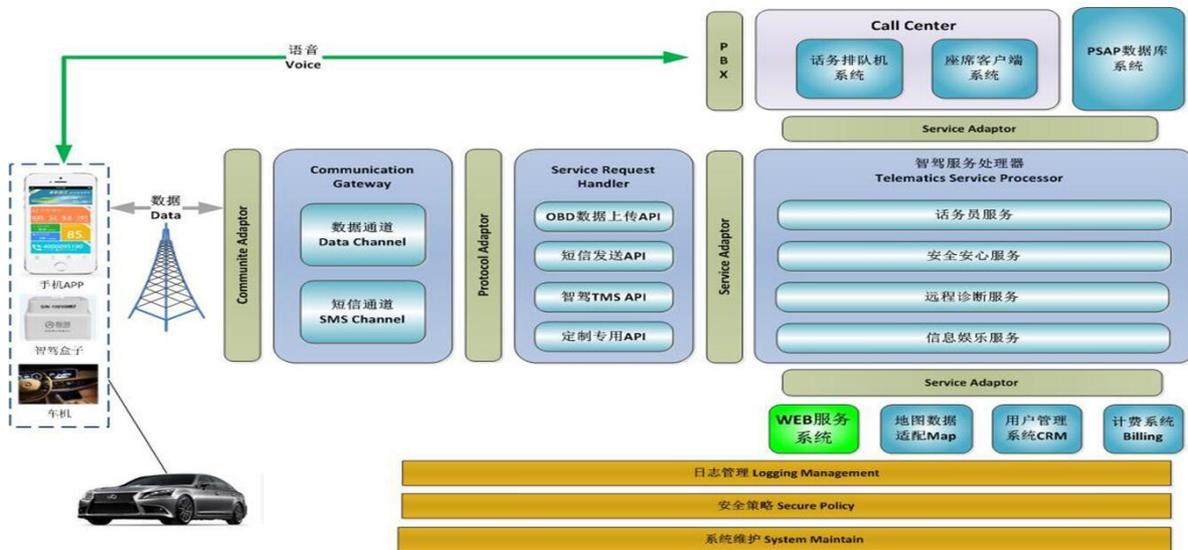
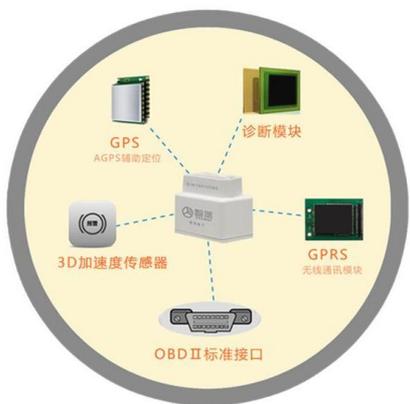
## 交通态势感知关键技术

- 基于深度学习理论的交通系统演化规律预测
- 海量移动终端协同组网监测技术
- 交通状态和驾驶人出行耦合分析
- 大规模路网拥堵趋势辨识技术



# 5、车联网大数据分析与综合应用

## 智能驾驶服务



智能驾驶服务平台

### 智驾服务平台

- ✓ 车辆异常状态感知
- ✓ 危险驾驶行为警告
- ✓ 突发事故警示
- ✓ 生态驾驶服务

**车况诊断**

- > 车辆故障诊断
- > 车况数据检查

**安防提醒**

- > 故障报警通知
- > 碰撞报警通知
- > 低电压报警通知
- > 非法点火报警
- > 车况异常通知

**一键导航**

- > 电话设置目的地
- > 实时交通信息
- > 全程语音导航
- > 在线和本地模式



荣获2015年度国家科技进步二等奖



谢谢