

# 智慧高速调研报告

## 概念解析

高速公路是指由政府统一编号标识的全封闭或半封闭的高等级公路，其中也包括符合相关公路技术标准、交通流量需求和经济政策意义等的高等级公路和一级公路。这些高等级公路由政府同意编排形成独立路网，即中国高速公路网。按管理和战略意义，高速公路分为国家高速公路和省级高速公路两大类。国家高速公路联通全国范围内的城市，省级高速公路主要联通本省和邻省的城市。

智慧高速公路，是在高速公路沿线布设相应设施设备并建有交通运行控制中心，集成应用感知、通信、控制和绿色能源等先进技术，实现汽车更加安全、快速和绿色行驶的高速公路。

智慧高速公路主要特征：1）强调对现有先进技术的集成应用。智慧高速公路的智慧能力（或智慧化水平）都需要几种技术集成后才能体现出来，比如：高速公路车道级管控能力（包括对车辆的车道级导航能力）需要应用基础设施数字化、高精度电子地图、厘米级高精度定位、低时延无线通信、大数据实时分析和云控制系统等多项技术，且涉及在路侧设备、车辆侧终端和云控中心侧数据信息和控制指令的处理传递逻辑。2）以实现更加安全、快速、绿色的人员出行和货物运输为根本目标。交通运输的初衷是实现人和物的位移，智慧高速公路是新一代高速公路，其功能目标不仅是实现人和物的位移，而是要在确保安全的前提下，能够实现更加快速、绿色的人员出行和货物运输。3）对正在发生的道路交通颠覆性变革具有先导和引领作用。主要体现在智慧高速公路支持自动驾驶技术应用落地，探索“聪明的车+智能的路”这种未来公路交通模式的实现路径。

## 政策分析

2011 年，浙江省开展智慧城市建设试点工作，将智慧高速公路建设作为 2012 年首批启动的 13 个示范试点项目之一。

2014 年初，交通运输部党组提出加快推进“四个交通”发展，即综合交通、智慧交通、绿色交通、平安交通的发展，各地的智慧高速公路建设试点项目明显增多，进行了很多相关的验证。“十三五”期间，交通运输部组织开展了“新一代国家交通控制网和智慧公路试点”，在全国 9 个省市进行基础设施数字化、路运一体化、北斗高精度定位综合利用等 6 大主题的试点。

2017 年底，浙江省按照“现有技术用足、未来技术预留”的原则，启动了全长 170km

的杭绍甬智慧高速公路建设工程,标志着智慧高速公路技术研究和工程实践已从点状的技术试点验证向系统化的技术集成示范转变。

到 2020 年底,交通运输部已经正式批复的 13 个省的交通强国建设试点,其中 8 个省有明确的智慧高速公路的建设试点内容,见图 1。



2021 年,各地密集发布了十四五交通运输发展规划,部分省市相关规划如下:

1) 上海市:《上海市全面推进城市数字化转型“十四五”规划》中提到打造智慧高速公路新亮点。

2) 山东省:《山东省“十四五”综合交通运输发展规划》《山东省“十四五”战略性新兴产业发展规划》中提到加快以智能设施、车路协同等技术为特征的“智慧高速”试点工程建设。开展交通强国“智慧高速公路系统工程研究及实践”试点,实施济青中线、京台高速泰安至枣庄段智慧高速公路项目,在路网感知、车路协同、信息化管服等方面实现新突破;利用滨莱高速原址保留路段,打造全国首个面向无人驾驶的智能网联高速公路封闭测试基地。

3) 重庆市:《打造全国一流新能源和智能网联汽车应用场景三年行动计划(2021-2023 年)》中提到渝蓉高速等智慧高速开工建设,累计启动超过 500 公里智慧高速建设工作。推进智慧高速协同建设。深化川渝协同协作,共同推进渝蓉高速、成渝高速扩能、遂渝高速扩能等智慧高速建设,着力打造成渝智行走廊。率先推动渝蓉智慧高速开工布设,加速推进石渝智慧高速能力提升,加快建成一批类型丰富、实用性高的高速公路应用场景,实现隧道无线定位、急坡弯道路侧感知预警等特色应用,提升高速公路通行安全及运行效率。

4) 四川省:《四川省“十四五”综合交通运输发展规划目录》中提到开展车路协同测试、特殊场景车路协同应用,推动智慧高速特殊场景规模化应用,建成面向车路协同的“行业监管+生态共享”智慧高速云控平台,在交通新基建运维、车路协同、智慧高速建设等方面形成相关成果。开展智慧高速试点工程建设,建设成都绕城、成都第二绕城、成宜高速、峨汉高速、成绵高速扩容等智慧高速公路。

5) 浙江省:《浙江省综合交通运输发展“十四五”规划》中提到建成 1000 公里智慧高速公路,重点推进“杭绍甬-杭州湾跨海大桥-沪杭甬”湾区智慧高速公路环建设,形成可复制、可推广的范本,带动全省域智慧高速建设。重点打造智慧高速公路云控平台。

## 应用场景

### 1) 高精度信息服务:

高效精准的路径诱导及导航服务

个性化微观车辆信息服务

高精度宏观交通流状态信息服务

### 2) 自由流收费服务:

基于 ETC 的自由流收费服务

基于射频、视频等技术综合应用的自由流收费技术

基于车路通信或高精度北斗移动定位技术的完全自由流收费服务

### 3) 自动驾驶货车编队服务:

自动驾驶专用车道服务

营运车编队自动驾驶服务

### 4) 车路协同式安全预警服务:

在分合流区等事故多发地,提供车路协同式安全预警服务

为自动驾驶车辆提供车路协同式安全控制

实现车路协同式自动驾驶及货车编队行驶的示范应用

### 5) 准全天候通行服务:

部分路段或专用车道的“准全天候”通行

高速公路全线的“全天候”快速通行

### 6) 电动车续航服务:

静态充电服务

移动充电服务

7) 应急处置服务:

紧急交通事件快速发现、快速反应和快速处理

紧急交通事件快速感知, 结合数据处理、辅助决策、智能化调度

区域路网协调联动应急指挥调度与处置

8) 高速公路精准管控服务:

“客货分离”、“分车道限速”等管控措施

基于云控平台精准计算和决策对交通流进行管控

对全路网交通流及车辆精准管控

9) 智慧隧道:

隧道内、隧道间智慧照明

隧道出入口、隧道内安全预警与控制

隧道交通事件预警与紧急救援

10) 智慧服务区:

车辆管控服务、停车诱导服务

服务能力动态信息发布

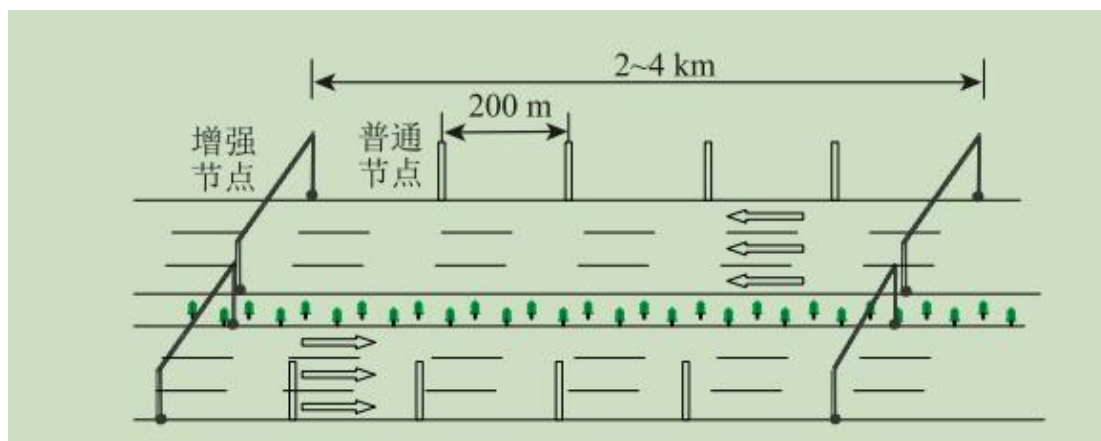
高速公路动态信息服务

## 应用案例

### 1、杭绍甬智慧高速公路

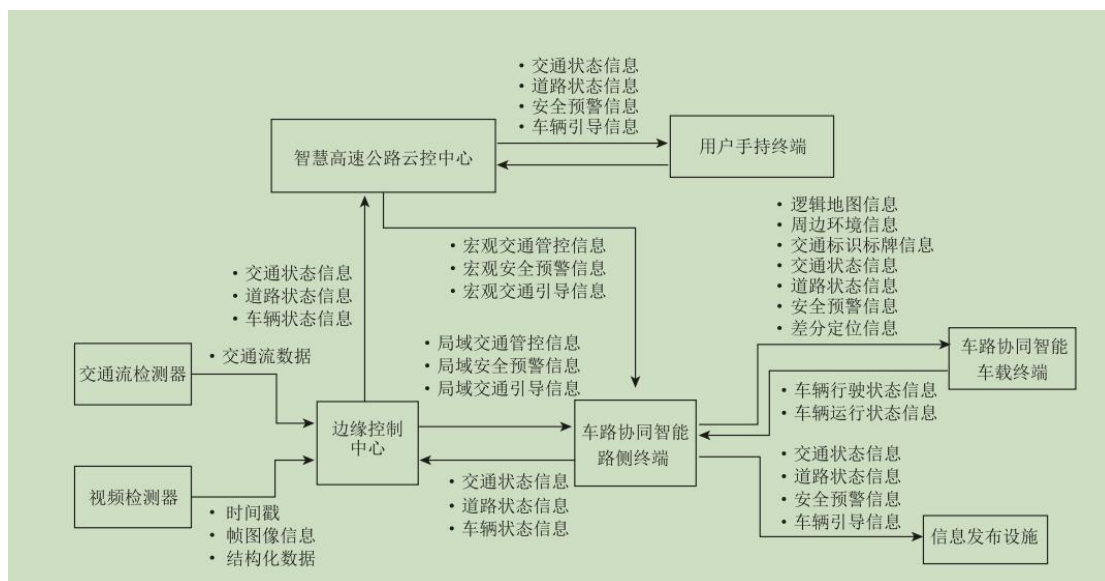
(1) 构建了“三网合一”智能基础设施与“云边端”协同云控平台组成的智慧高速公路体系。

通过全线部署全要素感知设施和车路协同设施、全覆盖的无线通信网络、高精定位系统, 定制高精地图系统等, 提升智慧高速感知控制能力。为满足感知通信控制网的部署及设备能源供给要求, 杭绍甬智慧高速公路主体工程建设时, 同步建设基础设施预留条件: 沿高速公路全线路段每隔 2~4km (与自由流收费门架复用) 布设 1 增强型节点, 每隔 0.2km 布设 1 普通型节点, 增强型节点较普通型节点的区别在于增加了边缘计算与控制能力。沿途以 0.2km 为间隔对光缆及电缆接入点进行全线预留, 如图 2 所示。



感知通信控制网部分，为用户提供 ETC-DSRC（电子不停车收费系统-DSRC 协议）、LTE-V（LTE-V 是我国具有自主知识产权的 V2X 技术，是按照全球统一规定的体系架构及其通信协议和数据交互标准，在车辆与车辆（V2V）、车辆与基础设施（V2I）、车辆与行人（V2P）之间组网，构建数据共享交互桥梁，助力实现智能化的动态信息服务、车辆安全驾驶、交通管控等）、4G/5G 等可按需选择的融合通信网络服务，具备集成路侧交通信息采集、发布等系统的能力，根据管理需要全线具备北斗地面增强等位置信息服务功能，结合车路交互中响应速度快、时延小的要求，具备本地边缘计算能力，即能实现本地小区域范围动态感知和反馈信息的计算、处理与指令自动化执行功能。绿色能源网方面，充分利用路域新能源资源，在服务区设置动态及静态充电设施，创新高速公路电动车能源供给服务。

采用“云边端”协同控制的逻辑架构（见图 3），建设云控平台，实现感知信息处理、智能决策分析和分级协同管控等功能，支撑智慧高速公路各项创新服务的实际落地。



（2）提出了智慧高速公路可实现的创新服务。基于上述“三网合一”智能基础设施和“云边端”协同的云控平台，杭绍甬智慧高速公路可实现创新服务主要包括：

1) 车路协同安全预警服务。在合流区、分流区、弯道、上下坡道等区域,通过部署的视频、雷达、车路协同等路侧感知设备,实施感知交通运行状态、交通气象等信息,并在本地边缘计算节点完成安全预警和控制决策服务。

2) 车道级交通控制服务。杭绍甬高速公路全线,基于高精度定位、高精地图、全覆盖的传感及通信,实现车道车速管控、危险状态下的车道级车辆运行管控,以及自动驾驶专用车道管控服务等。

3) 自由流收费服务。根据《取消高速公路省界收费站总体技术方案》要求,建设收费子系统、ETC 门架系统、收费车道等系统,实现主线自由流收费。

4) 货车编队行驶服务。在杭绍甬高速公路上修建专用于自动驾驶汽车的智能车道,建立自动驾驶车路协同传感通信控制系统,加密视频监控点,在自动驾驶专用道沿路段纵向间距 0.03~0.05km 布设照明设施,结合货车编队控制策略,实现卡车编队运行服务。

5) 准全天候通行服务。基于沿途全线覆盖的传感通信控制网,在易出现团雾和路面结冰路段增加布设路面状态检测器、气象传感器等感知设备;高速公路沿线中央分隔带及路侧设置智能诱导装置,根据现场能见度和雨雪等气象条件,调控智能诱导灯状态,以诱导车辆安全行驶。

6) 交通应急指挥调度与处置服务。发生突发事件时,管理者通过先进的感知系统及时发现事故,通过视频监控、公众等移动视频等方式及时数字孪生事故现场,基于现场情况和路网运行演变态势,实时判定事故等级并进行事件处理,并基于知识决策进入精细化服务推送场景提供相关交通诱导服务。

## 2、五峰山智慧高速公路

### (1) 提供精细化交通服务。

1) 实施车道级管控。对每一个车道提供限速,提供每一个车道的状态信息,如果有的车因事故占据了 1~2 个车道,可以在上游发布信息,对这 1~2 个车道实施封闭,将车辆诱导或者控制到另外的车道上通行。在上游发布信息以后,可以规避车辆到事故现场前才开始做规避动作或换道动作,能够避免安全事故的发生。车道级管控也为应急车道的使用提供了技术手段,在紧急情况下,经交管部门同意,应急车道可以开放使用。人工驾驶的车辆可以在行驶的过程中获取信息,也可以通过其它端获取信息发布。

2) 匝道交通流实时管控。在汇入匝道设置匝道控制器,管控匝道车辆汇入,一方面保障主线交通畅通,另一方面降低匝道车辆汇入可能带来的交通事故风险。

3) 服务区智慧服务。服务区布设的智慧灯杆与 5G 微基站、停车诱导屏结合,提供一些车辆停车的疏密度诱导信息,当驾驶人进入服务区时,能够快速找到空闲车位。建设智慧厕所,上部空调新风引入,下部岗位式排风,不好的气味能够控制在我们的呼吸点以下。尝试非接触式充电服务,以无线充电桩的方式向车主提供。

## (2) 提供智慧综合管理平台。

1) BIM 建模及处理 五峰山全线主体、监控、交安、通信管道、采集感知设备等附属设施均按照 LOD300 精度完成 1:1 的 BIM 建模,完成了轻量化、参数化,按照类型对全线附属设施模型进行了分类和索引,方便运营管理过程中对设施设备的快速查找和定位。

## 2) GIS 平台融合

将 BIM 模型融合在 GIS 平台内,使之具备影像数据加载、BIM 轻量化模型加载、地理信息服务等功能。

## 3) 数据中心

实现养护和管控业务底层数据的统一接入、标准化清洗、开放共享功能;实现用户管理、日常管理、监测管理、数据库管理等系统管理功能。

## 4) 智慧管控

实现交通监控系统的统一整合,全息感知:交通参数采集、气象参数采集、事件检测系统、主桥健康监测、全线电力监控、设施状态监测;实现对未来智慧高速系统的管理、应用、决策分析:雾区诱导、匝道分合流、匝道流量管控、消冰除雪、车道级管控、交通事件极速感知、无人机控制、车路协同。其中交通事件极速感知是指通过护栏碰撞感知、毫米波雷达、无线探针实时流量统计、视频事件检测等多种技术手段,通过数据融合,实现交通事件极速感知。如果车辆撞击了护栏以后,可直接获得准确的桩号位置,第一时间通知值班人员。无人机控制是指以无人机数据采集系统和交通事件监测管理系统组成的总体实施方案,通过制定和执行飞行任务,实现日常飞行巡检、4K 高清视频信息采集和远程指挥作业。在检修维护时、应急的情况下及有交通阻塞时放飞它,管理者或者救援的人员通过无人机观察交通态势,进一步的制定交通管理的处理和方案。

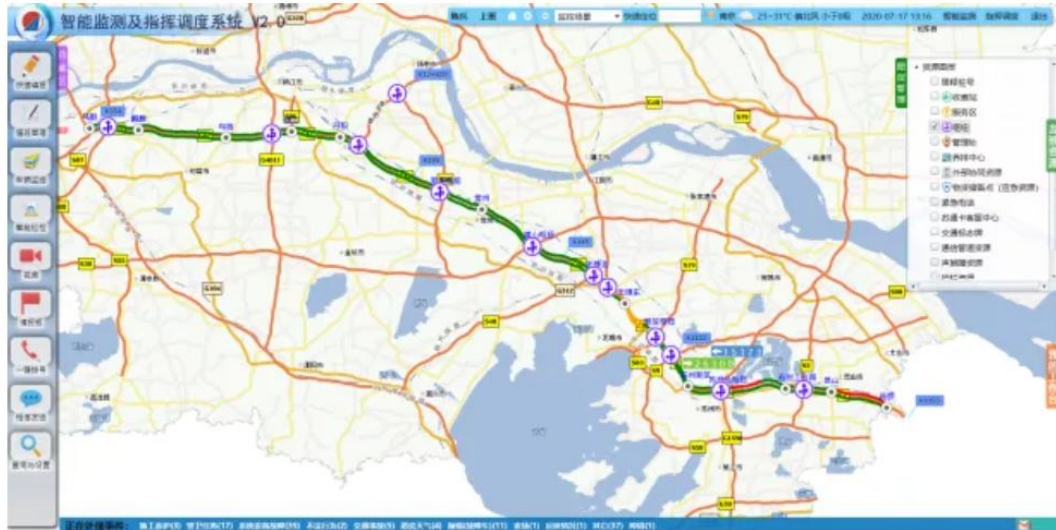
## 5) 机电维护

实现全线机电设备的日常监测巡检和养护管理。

## 6) 对接江苏交控云

系统部署在江苏交控云,与江苏交控指挥调度云、养护管理云对接,实现数据共享、业务协同,实现数据融合、辅助决策,界面如图 4。





### （3）提供恶劣天气安全保障。

实时了车道级雾天诱导系统，能够准确感知车辆所在车道，实现了车道级行车诱导，具有低功耗、自组网、易维护等特点。

该系统有两个关键的设备。首先是地面的诱导灯，它分成三个模组：频闪视觉诱导、无线组网及持续电力供给，同时具有安装简易，路面破坏最小及能够安装在路面层等优点。其次是路侧激光测距车检器，它包括供电模组、无线的通信模组和测距的模组，能够精确检测车辆所处位置，检测到以后发送给控制单元，然后由控制单元来控制的地面灯，在车辆所处路段用灯光的方式进行诱导。诱导灯要做到车道级的诱导，需要考虑以下因素：在雾条件下，车速降低，驾乘者仍能够持续获得车道轮廓指示，纵向间距不能过大；驾乘者能够获得所属车道前方路况信息，不至于误判诱导信息；定位基准线易于获得，便于施工。

在五峰山高速上布设了大概 10 公里左右的路段，每个断面部署 1 套诱导灯，每两个断面相邻 15 米，车辆在行驶的过程当中，不断的检测它所处位置，检测到车辆的车道后，车道后方的灯颜色变成另外一种颜色，屏闪的频率做出相应改变，后方车辆就知道车道的前方存在车辆，可以进行规避。通过诱导灯的颜色和频率的变化，能够起到警示的作用，后方车辆保持自己的速度，即使看不到前方的车辆，它也有警觉和提示。实施效果如图 5。





## 相关标准

交通部相关标准

## 相关产品功能

阿里、华为等厂商相关产品的功能。