

中国智慧公路建设调研报告

(2023)

并购家 免费行业报告网

IPOIPO.CN 每日更新 不用注册会员 无广告 永久免费

中国智慧公路建设调研报告

（2023）

中国公路勘察设计协会

中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会

赛文研究院

2024 年 3 月

前言

公路是交通运输体系的重要组成部分，在人民生活中发挥积极重要的作用，2018 年交通运输部发布了《关于加快推进新一代国家交通控制网和智慧公路试点的通知》，启动九个省市六个方向的试点工作。随着 2019 年国务院发布《交通强国建设纲要》，各省市积极开展智慧公路示范项目建设，并取得了较好效果，但是也存在一些不足。基于上述情况中国公路勘察设计协会联合赛文研究院开展智慧公路建设调研。

本次调研主要通过问卷调查的方式，面向中国公路勘察设计协会会员单位、智慧公路专业委员会会员单位、各地公路建设和运营管理部门、智慧公路建设集成商等行业组织开展调研；此外还实地走访了新疆、浙江、河北等典型省份和阿里云等 IT 头部企业；并组织行业专家和人员召开智慧公路建设技术和效能研讨会；通过赛文交通网调研了行业发展相关数据，提高了调研的科学性。

调研报告从智慧公路发展环境、发展现状、主要建设内容和技术及其效果评价、发展建议四个方面入手，系统梳理、总结了我国智慧公路发展和实践情况、细分场景和关键技术应用效果，并结合 2023 年 9 月交通运输部发布《关于推进公路数字化转型加快智慧公路建设发展的意见》等相关政策文件，对智慧公路建设提出了明确的建议。希望本调研报告能为交通行业主管部门和各从业单位在智慧公路领域的科研、建设、运营和管理工作中提供帮助，共同推动中国智慧公路建设的健康、快速发展。

目 录

一、 智慧公路发展环境 1

 （一） 宏观形势 1

 （二） 产业政策与标准 3

二、 智慧公路发展现状 13

 （一） 智慧公路建设现状 13

 （二） 智慧公路市场现状 16

 （三） 各区域智慧公路典型案例 18

三、 智慧公路主要建设内容、技术及其效果评价 33

 （一） 智慧公路建设内容分析 33

 （二） 基本业务场景 34

 （三） 专项场景 41

 （四） 创新场景 46

 （五） 智慧云平台 50

 （六） 新技术在智慧公路建设应用分析 55

四、 智慧公路发展建议 58

 （一） 智慧公路建设原则 58

 （二） 智慧公路优先建设内容 59

 （三） 推动协同管理机制建设 64

一、智慧公路发展环境

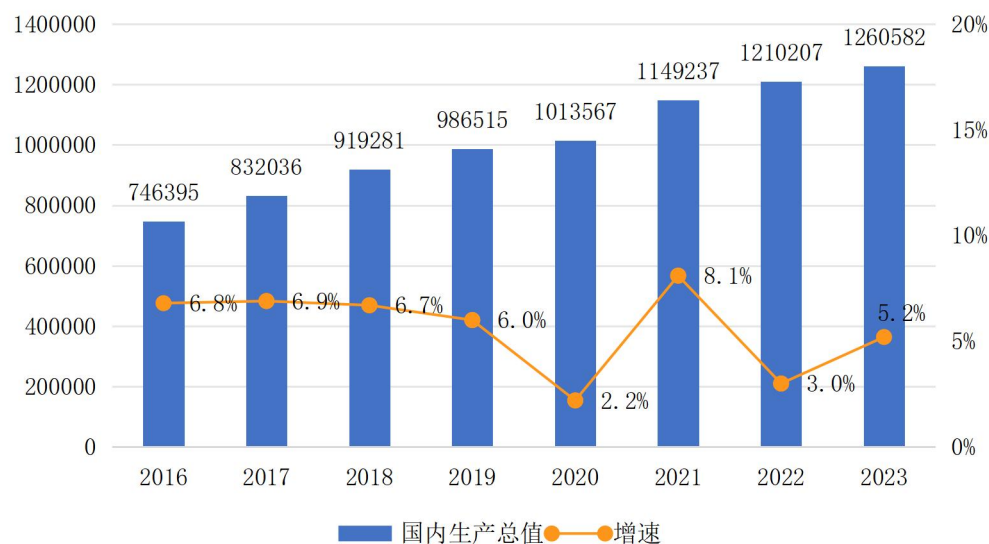
（一）宏观形势

1. 宏观经济企稳回升，经济恢复向好趋势明显

根据国家统计局发布数据，初步核算，2023 年全年国内生产总值达到 1260582 亿元，按不变价格计算，比上年增长 5.2%，增速比 2022 年加快 2.2 个百分点，完成年初确定的 5% 左右增长目标，宏观经济企稳回升。

中国政府在第十四个五年计划中明确提出到 2035 年实现经济总量或人均收入翻一番目标，而要实现这一目标，根据全国政协经济委员会预测，2021-2035 年国内生产总值年均实际增速必须达到 4.73%，按照前高后低的趋势，“十四五”时期国内生产总值年均增速应达到 5%~5.5% 左右，后十年达到 4% 左右，未来我国经济将保持中高速增长。经济的稳步增长，也将为智慧公路市场投资带来积极影响。

图 1 2016-2023 年中国国内生产总值及增速



单位：亿元

数据来源：国家统计局

2. 公路投资继续增长，高速公路是投资重点领域

随着经济的发展和城市化进程的加快，公路建设的需求越来越大。2016 年

至 2022 年，我国公路固定资产投资一直保持增长趋势，年复合增长为 8.0%。2022 年我国公路完成固定资产投资 28527 亿元，比上年增长 9.7%。其中，高速公路完成投资 16262 亿元，同比增长 7.3%；普通国省道完成投资 5973 亿元，同比增长 6.5%；农村公路完成 4733 亿元，同比增长 15.6%。

高速公路作为公路的重要组成部分，历年投资一直保持高位水平，投资规模占比最大，而普通国省道和农村道路的投资规模处于相对波动的状态。

表格 1 2016-2022 年国内公路固定资产投资情况

时间	公路总投资	增长率	高速公路	增长率	占比	普通国省道	农村道路
2016	17979	8.9%	8235	3.6%	45.8%	6081	3659
2017	21253	18.2%	9258	12.4%	43.6%	7264	4731
2018	21335	0.4%	9972	7.7%	46.7%	6378	4986
2019	21895	2.6%	11504	15.4%	52.5%	4924	4663
2020	24312	11.0%	13479	17.2%	55.4%	5298	4703
2021	25995	6.9%	15151	12.4%	58.3%	5609	4095
2022	28527	9.7%	16262	7.3%	57.0%	5973	4733

单位：亿元

数据来源：交通运输部

3. 通车里程稳步增长，公路设施网络不断完善

我国公路通车里程稳步增长，2016-2022 年复合增长率为 2.21%，截止 2022 年底，我国公路通车里程达到 535.5 万公里，其中高速公路里程达到 17.73 万公里（国家高速公路里程 11.99 万公里），国省道里程 77.31 万公里，农村道路里程 453.14 万公里。

近两年公路通车里程增长速度放缓，一方面是受到疫情防控等因素冲击，另一方面《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》提出推进高速公路繁忙路段扩容改造，改扩建项目开始增多，新建项目有所减少。

表格 2 2016-2022 年国内公路通车里程基本情况

时间	公路总里程	增长率	高速公路里程	增长率	国省道里程	增长率	农村道路里程
2016	469.63	2.60%	13.1	6.07%	66.81	29.73%	395.98
2017	477.35	1.64%	13.65	4.20%	69.22	3.61%	400.93
2018	484.65	1.53%	14.26	4.47%	73.52	6.21%	403.97
2019	501.25	3.43%	14.96	4.91%	74.09	0.78%	420.05
2020	519.81	3.70%	16.10	7.62%	75.34	1.69%	438.23
2021	528.07	1.59%	16.91	5.03%	76.29	1.26%	446.60
2022	535.48	1.40%	17.73	4.85%	77.31	1.34%	453.14

单位：万公里

数据来源：交通运输部

（二）产业政策与标准

1. 国家政策陆续出台，政策体系愈发完善

2017 年，交通运输部确定了北京、河北、吉林、江苏、浙江、福建、江西、河南、广东九个试点省份，推进了新一代国家交通控制网和智慧公路试点工作，开启了我国智慧公路建设之路。国家部委陆续发布《交通强国建设纲要》、《数字交通“十四五”规划》、《公路“十四五”发展规划》等政策，对智慧公路的建设提出明确要求。

为促进公路数字化转型，加快智慧公路建设发展，提升公路建设与运行管理服务水平，2023 年 9 月，交通运输部发布《关于推进公路数字化转型加快智慧公路建设发展的意见》。《意见》共八个部分、30 项内容，主要包括总体要求 2 项、主要任务六方面 22 项、保障措施 6 项。

发展目标是到 2027 年，公路数字化转型取得明显进展。

- 构建公路设计、施工、养护、运营等“一套模型、一套数据”，基本实现全生命期数字化，加快构建公路智慧调度、维护抢修、物资储备和运输投送体系。

- 基本建成“部省站三级监测调度”体系，公路运行效能、服务水平和保通保畅能力全面提升，打造公路出行服务新模式，提升公众满意度。
- 公路市场数据资源充分整合，提升公路领域市场服务和治理能力。
- 建立健全适应数字化的公路标准体系。
- 在国家综合交通运输信息平台架构下，完善公路基础数据库，形成公路数字化支撑保障和安全防护体系。

到 2035 年，全面实现公路数字化转型，建成安全、便捷、高效、绿色、经济的实体公路和数字孪生公路两个体系。

- 公路建设、管理、养护、运行、服务数字化技术深度应用，提升质量和效率、降低运行成本。
- 助力公路交通与经济运行及产业链供应链深度融合，公路数字经济及产业生态充分发展，为构建现代化公路基础设施体系、加快建设交通强国提供支撑。

主要任务即“六提升、五推动、一筑牢”。包括提升设计施工、养护业务、路网服务、政务服务、技术标准、基础支撑的数字化水平，推动智慧建造、智慧养护、智慧出行、智慧治理、标准升级，筑牢数字底座。

此外，交通运输部近几年还聚焦联网收费、桥梁监测等场景发布专项政策。2021 年 11 月，交通运输部印发《加快推进高速公路联网收费系统优化升级实施方案》，提出包括提升计费准确率、加强系统优化升级、探索站级收费系统标准化建设等内容；2021 年 3 月，交通运输部印发《公路长大桥梁结构健康监测体系建设实施方案》，提出力争 2023 年 12 月底前，完成各单桥系统构建、监测平台和数据平台建设，联调成网试运行。

表格 3 “十四五”智慧公路相关行业政策

时间	部门	政策名称	内容摘要
2021.02	中共中央 国务院	《国家综合立体交通网规划纲要》	提升智慧发展水平,加快既有设施智能化,推进交通基础设施数字化、网联化,提升交通运输智慧发展水平
2021.08	交通运输部	《交通运输领域新型基础设施建设行动方案(2021—2025 年)》	提升公路智能化管理水平、智慧化服务水平;开展智慧公路建设
2021.10	交通运输部	《数字交通“十四五”发展规划》	构建交通新型融合基础设施网络;部署北斗、5G 等信息基础设施应用网络;培育数字交通创新发展体系
2021.12	国务院	《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》	围绕智慧公路等打造交通基础设施数字化网联化升级工程
2022.02	交通运输部	《公路“十四五”发展规划》	建设智慧公路提升路网管理运行水平
2022.04	交通运输部	《“十四五”公路养护管理发展纲要》	推进基础数据归集;提升养护管理数字化水平;推进路网运行管理数字化
2022.07	交通运输部 国家发改委	《国家公路网规划》	基本实现运行管理智能化和出行场景数字化
2023.02	中共中央 国务院	《数字中国建设整体布局规划》	加快传统基础设施数字化、智能化改造
2023.09	交通运输部	《关于推进公路数字化转型 加快智慧公路建设发展的意见》	运用现代数字技术赋能公路交通,实现人、车、路、环境深度融合以及全业务流程数字化
2023.09	交通运输部	《关于加快建立健全现代公路工程标准体系的意见》	强化公路基础设施、勘察设计、施工、检测等基础性标准制定;大力发展公路数字化标准

来源:网络公开资料、赛文研究院整理 (www.7its.com)

2. 各地明确发展目标，智慧公路有序推进

在国家出台多个顶层规划背景下，各省市陆续制定并发布地方“十四五”智慧公路相关发展规划，明确地方智慧公路建设内容。江苏、浙江、四川、河北、北京、广东、山东等省份的“十四五”规划提出在多条高速公路、国省道开展智慧公路建设，以及智慧桥梁、智慧隧道建设。此外，江苏、浙江、广东、山东等省份提出打造区域级、省级高速路网云控平台。

表格 4 地方“十四五”智慧公路相关发展规划

政策名称	智慧公路相关内容
《四川省“十四五”综合交通运输发展规划》	强化北斗卫星导航系统、高分辨率对地系统在交通基础设施调查核查、线路灾毁损失评估、重大建设项目监管、关键设施形变监测、辅助交通 BIM（建筑信息模型）设计、道路运输、智能航运等领域的应用，提升集成管理、智能分析和预警预告能力。开展智慧高速、智慧旅游公路试点工程建设，在公路方面，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；依托 G318 提质改造工程，试点建设智慧旅游公路。
《上海市综合交通发展“十四五”规划》	加快建设智慧交通和新型基础设施，推进 S32、G15 嘉浏段、G50 智慧高速实施方案，推进城市快速路智慧化改造。
《浙江省综合交通运输发展“十四五”规划》	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；提升普通公路管养数字化水平，重点推进 G228 和安吉县、诸暨市智慧农村公路建设，加快布设虚拟数字网、路侧感知网、5G 通信网；重点打造智慧高速公路云控平台等。
《海南省“十四五”综合交通运输规划》	加快推进环岛旅游公路等“智慧公路”建设，以环岛旅游公路等重点项目为依托，通过将路侧通讯、感知、北斗高精度定位等技术应用融入基础设施规划、设计、建设、运营全过程，实现公路基础设施交通流诱导、雨雾天行车安全保障、事故智能感知、服务区智慧停车、无人超市、无极充电等智慧功能，打造市级智慧停车平台一张网。
《山东省“十四五”综合交通运输发展规划》	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；完善国家干线公路视频监控网络，深化电子不停车收费系统（ETC）门架应用，推进高精度数字化基础设施地图和

	交通基础设施信息库建设，实现视频、气象、事件检测等信息云上汇聚、全省网联。
《天津市综合交通运输“十四五”规划》	推进公路资产数字化管理，实现基于地理信息系统的干线公路重要路段、节点“一张图”；构建智慧高速公路运行监测管控体系，建立视频监控云平台，推进国省道重点路段、节点高清视频监控全覆盖，试点开展车道级运行监测，提高高速公路视频监控数据应用水平；整合升级高速公路智能出行服务平台，深化高速公路 ETC 门架应用，研究应用自由流收费技术，扩大 ETC 在其他领域应用；探索建设路侧基站，试点应用自动驾驶、车路协同技术。
《湖南省“十四五”现代化综合交通运输体系发展规划》	建成耒宜高速、平益高速等一批智慧公路建设示范项目；完善路网运行管理与服务相关平台与系统；构建“人文旅游+科技创新”示范服务区，建设客流车流大数据智能分析系统，配置智慧厕所、智慧灯杆等设施。
《江苏省“十四五”智慧交通发展规划》	推动包含沪宁智慧高速、苏锡常南部高速未来智慧隧道、常泰过江通道未来智慧大桥、京沪高速扩建工程智慧高速、沿江智慧高速、苏台智慧高速、南京 126 省道全生命周期智慧公路、G312 镇江段智慧公路、S341 宜马智慧隧道、S325 宿迁段智慧公路、S503 淮安段智慧公路、G204 南通段智慧公路、徐州大学路快速化改造工程智慧道路、基于车路协同的智慧路网建设示范工程（苏州）、智慧农路科技示范工程（南通）、苏式养护智慧工区（苏南地区）等一批智慧公路建设及智慧路网云控平台
《福建省“十四五”现代综合交通运输体系专项规划》	基于大数据路网综合管理的智慧高速公路建设工程、智慧引领的福建省高速公路高品质服务体系建设工程、公路断面观测和公路治超非现场执法点建设工程、地质复杂地区高边坡防灾减灾安全预警监测体系工程、普通公路路网感知设备等
《山西省“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》	建设广泛覆盖的智慧公路基础设施；加快完善高速公路信息通信系统等骨干通信网络，构建车路间高效信息交互体系，深化高速公路电子不停车收费系统（ETC）拓展应用；搭建农村交通一体化服务平台，推进农村公路智慧化提升。推进车路协同等设施建设，丰富车路协同应用场景，开展智能网联重载货运车路协同智慧公路试点。
《内蒙古自治区“十四五”公路水路交通运输发展规划》	加强 BIM、GIS 地图、区块链、人工智能等现代信息技术在交通基础设施规划、设计、建造、运营管理中的应用；开展基础设施数字化改造，大力推进我区在役、在建项目数字化改造，增强已有公路基础设施、场站、枢纽全要素数据采集能力；围绕智慧公路建设，在重要隧道、桥梁、边坡、长大下坡、事故多发路段等关键部位部署运行监测、状态感知、风险预警等设施，提高全区重大交通基础设施健康监测和主动预警能力。
《甘肃省“十四五”综合交通运输体系发展规划》	智慧公路建设方面，构建覆盖全域公路路网基础设施的数字化平台；实施基于高分遥感和人工智能的农村公路核查工程；开展公路桥梁隧道数字化监测平台、公路高边坡安全监测平台建设；在智慧网联自动驾驶方面，推进兰州新区 5G 车路协同车联网验证与应用项目；实施 G312 线清水驿至傅家窑公路“5G+智慧公路”试点和智能网联车路协同自动驾驶汽车试点项目建设。
《宁夏回族自治区综合交通运输体系“十四五”发展规划》	积极开展智慧公路等示范建设，构建交通基础设施数字化感知系统，增强关键路段、主要设施、重要节点全生命周期运行状态监测能力，推进交通基础设施精准感知、精准分析和精准管理；支持青银高速机场段等智慧高速试点路段项目等

《新疆维吾尔自治区“十四五”交通运输发展规划(征求意见稿)》	加快交通基础设施智慧化升级改造,稳妥有序推动重要路段智能升级改造,打造若干条具有智慧效能的线路或车道。有序开展智慧交通示范,充分发挥新疆地域优势和自身特点,依托国家新一代控制网工程建设等,积极参与国家交通基础设施网与运输服务网、信息网、能源网等融合示范,谋划布局智慧高速公路建设,为无人驾驶、车路协同、无线充电、自由流收费等提供测试实验环境。
《西藏自治区“十四五”时期综合交通运输发展规划》	构建交通新基建网络,推进智慧公路建设,完善公路感知网络,实施公路基础设施数字化试点工程,建设公路智能化养护管理系统;推进运输服务智能化升级,加强北斗导航在交通运输领域示范应用,推进自治区综合交通运输调度和应急指挥系统工程建设,推进高等级公路应急联网联控运行中心建设等。
《湖北省综合交通运输发展“十四五”规划》	大力推进智慧公路等示范项目建设,建设一批便捷智慧的融合基础设施,形成先进经验和典型成果,发挥示范引领作用;利用新技术赋能既有交通基础设施发展,提高存量设施利用效率和服务水平;包括完善高速公路和国省道等感知设备设施,实施国家公路网智能运行监测网络工程,实现基础设施数字化;以鄂州机场高速公路等建设项目为试点,建设“人、车、路、云”融合协同的智慧公路。
《重庆市综合交通运“十四五”规划(2021—2025 年)》	依托渝蓉高速公路、成渝高速公路等大流量运输通道,推进智慧公路示范段建设。统筹推进大观、龙溪河、大足、武隆、浦里等智慧服务区建设。推动先进信息技术应用,逐步提升公路基础设施规划、设计、建造、养护、运行管理等全要素、全周期数字化水平。深化高速公路电子不停车收费系统(ETC)门架应用。加强视频智能分析应用,推动智慧路网管控平台建设。
《贵州省“十四五”数字交通发展规划》	以贵安智慧高速为示范,推进智慧公路建设,深入推动高速公路及普通国省干线公路全生命周期数字化,发展车路协同,支持重点路段全天候通行;建设高速公路“视频云”,形成监测、调度、管控、应急、服务一体的智慧路网云控平台。推动公路建设施工及养护智能化,建设山区桥梁野外长期观测基地,推广应用基于物联网的工程质量控制技术,推进公路智慧服务区建设。
《陕西省“十四五”综合交通运输发展规划》	实施西安绕城高速智慧扩容,推进高速公路 ETC 门架深化应用、关中环线智慧交通示范、S219 智慧公路示范、智慧客运枢纽示范工程。开展 G70 福银高速西安至永寿段智慧高速公路工程、G5 京昆高速秦岭隧道群智能化工程、综合交通运输信息平台 and 综合交通大数据中心一体化建设。
《安徽省交通运输“十四五”发展规划》	围绕长三角地区智慧公路体系建设,协调建设连接宁波—杭州—上海—南京—合肥的新一代国家交通控制网和宁芜等智慧公路示范项目;依托合宁、宁芜等高速公路和 G312 六安段等普通国省干线公路开展智慧公路建设。
《江西省“十四五”综合交通运输体系发展规划》	大力推进交通新型基础设施建设,加强公路等交通基础设施数字化建设。应用智能视频分析等技术,在全省范围内开展监测、调度、管控、应急、服务智慧应用。推动公路建设、施工及养护智能化等。

《河北省公路发展“十四五”规划》	推进集监测、调度、管控、应急、服务一体的智慧路网云控平台建设。依托国家新一代交通控制网和智慧公路试点工程建设，开展智能交通关键技术研发应用，积极探索“ETC+北斗”开放式自由流收费、车路协同、自动驾驶等新技术应用，高标准建设延崇、京雄、荣乌新线、京德等智慧高速公路，从智慧设施、智慧决策、智慧管理、智慧服务等方面，推进现代化综合服务体系建设和智慧公路建设等。
《辽宁省“十四五”综合交通运输发展规划》	推进实施一批智慧交通示范项目，结合沈山、沈大等综合交通运输通道改造和辽宁东部绿色经济区发展，谋划建设智慧公路；尽早开工建设京哈高速公路绥中（冀辽界）至盘锦段扩容改造，推进基础设施数字化改造，建成智慧高速公路。
《黑龙江省“十四五”公路水路交通运输发展规划》	推进智慧公路等新型基础设施建设试点示范应用；加快推动 5G、人工智能等前沿技术与交通运输深度融合，深化北斗系统行业应用等
《广西智慧交通“十四五”发展规划》	全区智慧高速公路里程达到 300 公里。依托南宁沙井至吴圩公路和南宁绕城高速公路，开展车路协同及自动驾驶技术应用。；推动交通感知网络与公路基础设施同步规划建设，提升公路基础设施全要素全周期数字化水平；深化大数据应用，建设监测、调度、管控、应急、服务一体的智慧路网平台；建设高速公路智慧服务区示范点。
《河南省“十四五”现代综合交通运输体系和枢纽经济发展规划》	智慧公路工程依托安罗高速、郑洛高速等开展区域路网诱导、车道级管控、车路协同等建设；打造沿大别山高速鸡公山至商城段等一批智慧服务区；推进全域智慧工地建设，开展一批收费站自由流收费试点；推进 G311、S312 等智慧公路建设，建设普通公路“车路空天”一体化感知系统工程。智慧桥隧工程依托安罗高速黄河特大桥、沿黄高速沁河特大桥等，搭建桥梁建管养一体化智能平台，实现桥梁实时监测和全生命周期管理。加强长大隧道交通事故、火灾、设备运行高效感知、实时监测能力。
《云南省“十四五”综合交通运输发展规划》	推进智慧公路建设，提升公路基础设施规划、设计、建设、养护、运行管理等全要素、全周期数字化水平；重点打造昆大丽香、昆玉磨智慧高速试点，提升“人、车、路、云”融合协同能力。
《青海省“十四五”交通运输发展规划》	以智慧公路建设为抓手，加快构建高精度地理信息平台，实现基础设施、交通运行、周边环境等相关数据全面掌握，推动基础设施物理实体和数字模型同步交付，推动公路感知网络与基础设施同步规划、同步建设、同步使用。推进公路资产数字化管理，推广智能养护系统，推进智慧服务区建设。
《广东省数字交通“十四五”发展规划》	新建改造扩建智慧高速公路达到 1000 公里。建设智慧公路示范工程，选取广深高速、乐广高速、广州机场第二高速、南沙-中山高速公路、南沙港快速路、广州北二环高速、机荷高速、深圳外环高速、水官高速、广东滨海旅游公路等开展智慧公路示范工程，推进物联网、5G、智能网联等新技术与高速公路运营管理服务融合，推进区域路网一体化智慧管控，实现基础设施数字化资产管理、路运一体化车路协同、北斗高精度应急指挥调度、自由流收费、“互联网+”服务、基于大数据的路网综合分析决策等业务应用。

《北京市“十四五”时期交通发展建设规划》	推进延崇智慧高速、京雄智慧高速基础设施数字化管理与服务水平，构建交通运行状态的精准感知系统，构建高速公路设施资产动态管理子系统，打造基础设施数字化智慧管控平台。逐步建设完善面向电动交通工具的智能充电设施。开展车路协同示范应用，研发隧道机器人，开展隧道智能监管及应急处置示范。
《吉林省交通运输科技及信息化发展“十四五”规划》	开展季冻区环境下极端条件道路通行能力监测预警与应急处置技术研究，提升全天候通行能力；建设监测、调度、管控、应急处置及服务一体的智慧路网云控平台；开展高速公路重点工程智慧工地建设，推进公路智慧服务区、服务站、公路驿站、司机之家建设；配合做好中俄国际交通运输走廊无人驾驶技术研究。

来源：网络公开资料、赛文研究院整理（www.7its.com）

3. 多地发布技术指南，建设标准逐步明晰

智慧公路建设初期，各省结合实际情况，各领任务，从满足个性化需求出发，开展智慧公路建设。但在建设过程中，仍然存在建设任务及实施目的不明确，总体思路及发展路径不确定，功能需求及层级架构不清晰，省之间、区域之间、路段之间技术标准不统一，建设内容各异、发展不均衡，大量应用无法形成联动效应等诸多问题。

因此，为加强智慧交通规划顶层设计，有规可依推动智慧公路建设，各省在实践的基础上，开展了智慧公路技术标准（指南）的编制工作，试图通过理论和实践相结合的方法，进一步明确智慧公路的建设目标和技术路线。

截止 2024 年 1 月，浙江、江苏、宁夏、四川、重庆、北京、云南、甘肃、河南、山东、上海、广东、吉林、贵州、河北、广西、安徽 17 个省份发布智慧高速公路技术标准（指南），同时江苏和广东两省还发布普通国省道智慧公路建设（技术）指南，为后期的智慧公路建设提供指导思想和发展方向。

表格 5 不同省份智慧公路建设指南或标准规范

序号	省份	指南/标准名称	指南/标准类型	发布时间
1	浙江	《智慧高速公路建设指南（暂行）》	浙江省交通建设指南	2020.03
2	江苏	《江苏省智慧高速公路建设技术指南》	江苏省智慧交通建设标准	2020.11
3	江苏	《江苏省普通国省道智慧公路建设技术指南》	江苏省智慧交通建设标准	2020.12
4	宁夏	《宁夏公路网智能感知设施建设指南》	宁夏回族自治区交通运输新基建标准	2021.02
5	山东	《智慧高速公路建设指南（试行）》	山东省智慧交通建设标准	2021.06
6	四川 重庆	《智慧高速公路》一系列标准	川渝区域地方标准	2021.11
7	北京	《智慧高速公路建设指南（试行）》	北京市交通标准化技术文件	2021.12
8	云南	《云南省智慧高速公路建设指南（试行）》	云南省交通运输厅技术指南	2022.02

9	甘肃	《甘肃省智慧高速公路建设技术指南》	甘肃省交通运输厅文件	2022.03
10	河南	《河南省智慧高速公路建设指南（试行）》	河南省交通运输厅技术指南	2022.06
11	上海	《上海市智慧高速公路建设技术导则》	上海市交通委员会文件	2022.09
12	广东	《广东省智慧高速公路建设指南（试行）》	广东省交通运输厅指导性技术文件	2022.09
13	广东	《广东省普通国省道智慧公路建设指南（试行）》	广东省交通运输厅指导性技术文件	2023.11
14	吉林	《智慧高速公路建设技术指南》	吉林省地方标准	2023.01
15	贵州	《贵州省智慧高速公路建设指南（试行）》	贵州省交通运输厅技术指南	2023.02
16	河北	《智慧高速公路建设指南》	河北省地方标准	2023.05
17	广西	《智慧高速公路建设总体技术指南》	广西壮族自治区交通运输行业指南	2023.11
18	安徽	《智慧高速公路建设指南》	安徽省地方标准	2023.12

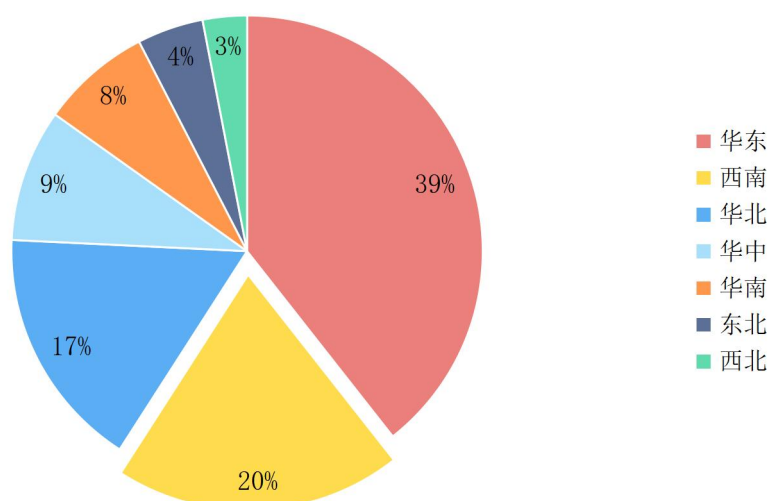
来源：网络公开资料、赛文研究院整理（www.7its.com）

二、智慧公路发展现状

（一）智慧公路建设现状

截止 2023 年 12 月，全国各地均已开展智慧公路相关建设。全国建设完成、在建和拟建¹的智慧公路超过 100 条。其中建设完成的智慧公路约 70 条，主要集中在华东、西南、华北三个区域，其中华东区域是智慧公路建设重点区域，主要集中在江苏省和浙江省；西南区域智慧公路集中在四川省；华北区域智慧公路集中在北京市和河北省。

图 2 建成智慧公路区域分布情况

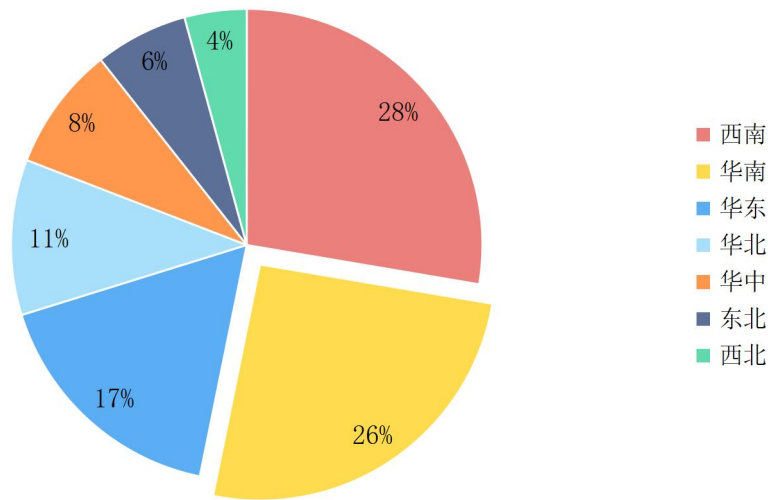


来源：赛文研究院（www.7its.com）

在建和拟建的智慧公路超过 40 条，主要集中在西南、华南、华东区域。其中西南区域智慧公路项目集中在云南省；华东区域集中在浙江省和江苏省；华南区域集中在广东省。

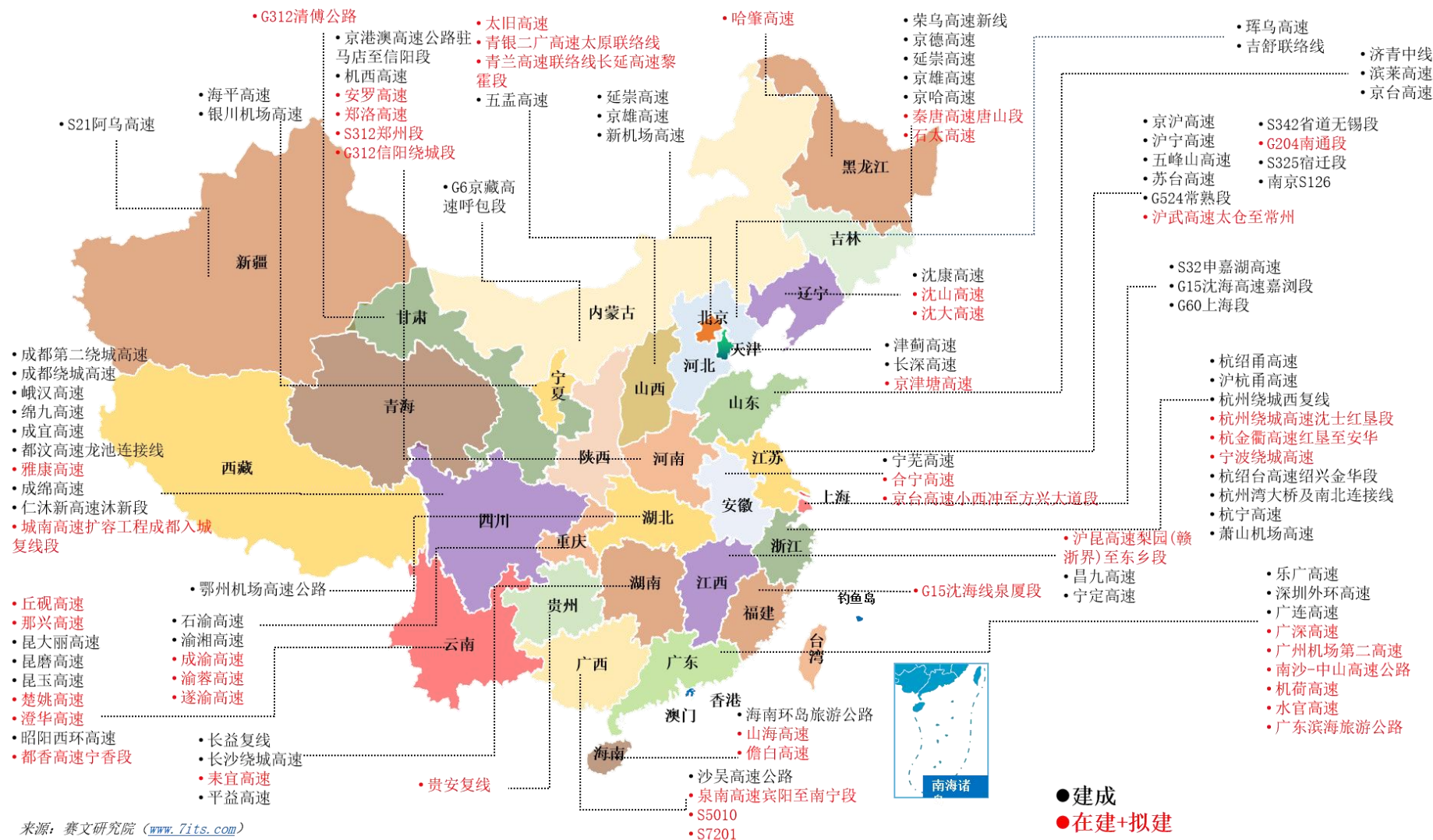
¹ 各地智慧公路信息主要来源于各地方“十四五”相关规划文件及网上公开信息整理

图 3 在建和拟建的智慧公路区域分布情况



来源：赛文研究院（www.7its.com）

图 4 智慧公路分布情况

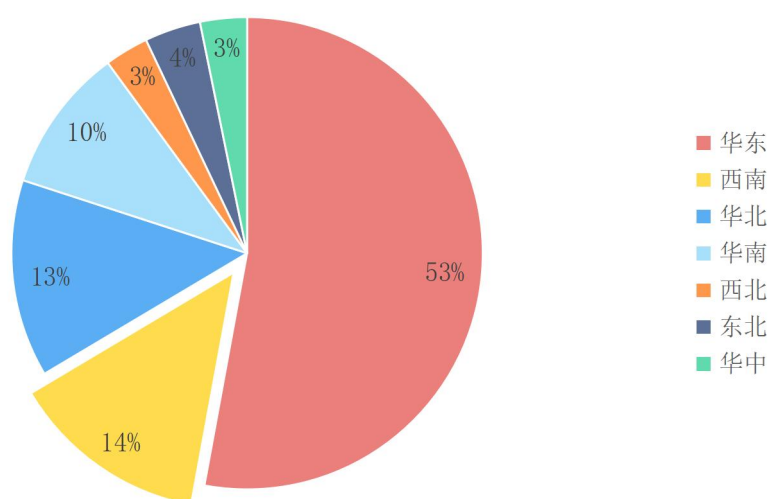


（二）智慧公路市场现状

1. 智慧公路投资规模稳步增长

根据赛文研究院数据统计，2022 年智慧公路市场投资规模约 34 亿元，同比增长 26.0%。从投资规模区域分布来看，华东地区作为我国经济发展的主要区域，智慧公路市场投资规模远超其它区域，主要集中在山东和浙江两省；其次是西南和华北区域，分别集中在四川省和河北省。

图 5 2022 年智慧公路行政区域市场投资规模比例分布



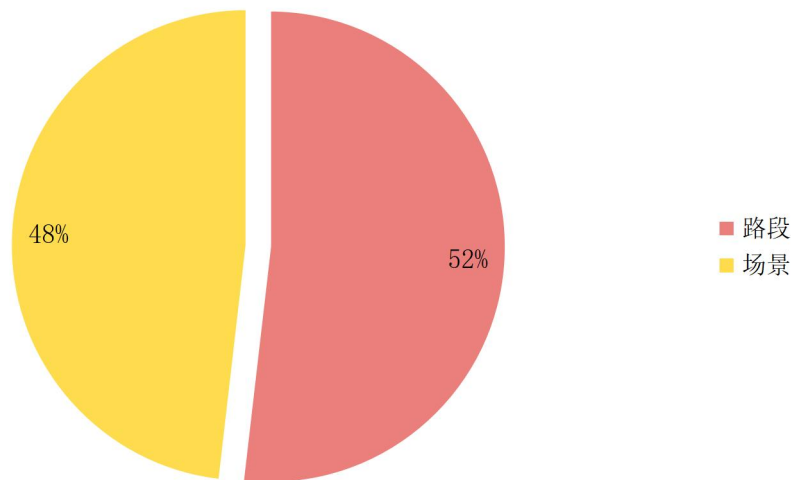
来源：赛文研究院（www.7its.com）

2. 场景化智慧改造项目投资加快

2021 年路段级智慧高速投资占当年智慧高速总投资规模的 70%，而 2022 年路段级与场景化投资几乎各占一半，路段级智慧高速投资开始放缓，收费站、服务区等场景智慧改造项目投资加快。

路段级智慧高速投资占比下降，主要是智慧高速还未有成熟的商业模式，依托传统的收取通行费的方式无法收回追加的“智慧化”投资，各省市交投或高速公路集团对智慧高速公路大规模投资越来越谨慎。

图 6 2022 年不同类型项目市场投资规模比例



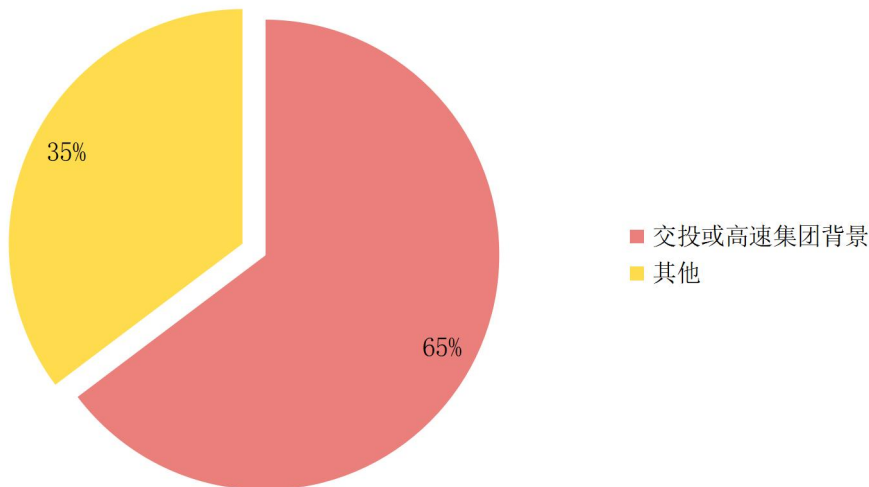
来源：赛文研究院（www.7its.com）

3. 不同类型市场参与者定位愈发清晰

智慧公路市场参与者包括交投或高速集团背景的系统集成商、非交投或高速集团背景系统集成商、互联网科技公司、产品商等。

根据赛文研究院统计，智慧公路多数项目由交投或高速集团背景的系统集成商中标，2022 年中中标的项目金额约 22 亿元，占整体智慧公路项目市场投资规模的 65%，智慧公路建设市场内循环现象突出。

图 7 2022 年智慧公路项目市场参与者份额占比



来源：赛文研究院（www.7its.com）

非交投/高速背景的企业生存愈发艰难，相关系统集成商也更加注重科技创新，围绕智慧公路建设需求，结合本单位优势，加大科技创新力度，打造场景智慧化解决方案和软硬件产品，进一步提升自身核心竞争力。

互联网公司在智慧公路领域，过去积极争取直接中标相关项目，但由于对行业理解不足，缺乏工程管理和交付的经验，现在更多是做技术平台，提供技术赋能，和集成商优势互补。产品商也开始提供以自身产品为核心的专项解决方案。

（三）各区域智慧公路典型案例

1. 华北区域

华北区域包含北京市、天津市、河北省、内蒙古自治区、山西省。其中北京市和河北省两地建成京雄高速、延崇高速、北京新机场高速、京哈高速、荣乌高速新线、京德高速等，天津市建成津蓟高速、长深高速天津北段，内蒙古自治区建成 G6 京藏高速呼包段，山西省建成五孟高速等智慧公路。

➤ 延崇高速

延崇高速公路是 2022 年冬奥会交通保障体系建设重点工程，主线全长 114.752 公里，其中北京段 33.2 公里，河北段 81.552 公里，为双向四车道高速公路标准，于 2020 年 1 月正式通车。

延崇高速河北段以“智慧设施、智慧决策、智慧管控和智慧服务”为手段，以建设“三示范、三体验、五亮点、三服务”的智慧公路为目标，开展基础设施数字化、路云一体化车路协同、北斗高精定位综合应用、基于大数据的路网综合管理和服务等内容建设。

北京段重点从自动驾驶和车路协同方面开展示范工程建设，围绕延崇高速公路管理、服务及奥运会需求，开展高速公路基础设施数字化、基于大数据的路网综合管理、智慧服务区与换乘枢纽系统、自动驾驶与车路协同、北斗高精度定位综合应用等业务场景建设，主要打造全要素的基础设施数字化、支持“自动驾驶与车路协同”的智能化创新示范路和信息服务示范路三个业务场景。

➤ 京雄高速

京雄高速是交通部新一代国家交通控制网和智慧公路的试点项目，采用双向八车道，全长约 102 公里，其中河北段 75 公里，于 2021 年 5 月全线开通；北京段 27 公里，其中六环至京冀界段在 2022 年 12 月通车，五环至六环段于 2023 年 12 月正式通车运营。

河北段以高速公路大数据挖掘与综合利用为核心，以“准全天候、精准化”的出行服务和“科学决策、智能管控”的综合管理为主线，运用新一代信息技术与公众服务和运营管理需求融合，构建京雄高速“11456”智慧交通体系，建设智能感知与车路协同系统、北斗高精度定位、准全天候通行、基于大数据的路网综合管理系统和高精度地图等内容。其中最有特色的是在内侧车道设置了长达 54 公里的自动驾驶专用车道。

北京段建立了智慧高速监控中心，引入 5G 专网，利用北斗高精度定位、高精度数字地图、可变信息标志等，为车主提供车路通信、高精度导航和预警等服务；全线实现气象数据采集，提供精细化气象预警预报信息，实现多种气象灾害的监测与预警；利用 App、交通广播、可变信息板、行车安全诱导系统等多种渠道，提供差异化的综合道路交通服务，实现由事件被动响应向风险主动干预的转变。另外在起点主线收费站设置了 4 条潮汐车道，以提高上下班高峰期的通行效率。

➤ 北京新机场高速

北京新机场高速公路全长 26.3 公里，采用双向八车道，设计时速为 100 至 120 公里/小时，于 2019 年 7 月建成通车。

北京新机场高速公路借助云计算、大数据、物联网等新一代信息技术，打破高速公路传统“三大机电系统”模式，打造京津冀首条“6+1”智慧高速公路。通过使用移动互联网收费系统构建智慧高速新收费方式；通过建立综合监控系统、大数据智能分析、仿真推演与电子沙盘打造智慧管理体系。同时，通过采用综合管控技术、智慧路灯、主动发光标志等先进措施，进一步打造出行安全保障体系。

➤ 河北京哈高速

京哈高速公路河北段全长 220.985 公里，共设置 13 个收费站，采用双向六车道标准设计。主要探索准全天候通行的运行机制和构建“12345”智能化管理体系，分别是建设 1 个数字孪生智慧高速基础底座，构建准全天候通行云控和服务 2 个平台，打造 AI、地图、数据 3 个中台，建设信息感知、边缘计算、管控诱导、支撑保障 4 类设施，实现精准管控水平、道路通行效能、交通安全水平、通行费增收能力、客户通行体验 5 个方面的提升。

通过智能化建设，以科技赋能有效破解京哈高速大流量运行、交通事故多发、特殊车辆管控难、恶劣天气下通行缺少安全保障、智能管控平台欠缺、路况信息缺少共享等诸多问题，最终实现“全量感知、全线可控、全端触达、全天通行”和非特殊情况不管控、不分流的智能化建设目标，以及“可测、可视、可控、可服务”的智能化服务目标。

➤ 天津津蓟高速

津蓟高速全长 118.5 公里，双向 4 车道，主要实现全路段快速通行、全天候安全保障和全过程智慧养管三个层面的智慧化应用，并建立了智慧高速公路综合运行管理系统。

全路段快速通行方面，通过精准感知运行态势，在因事故拥堵造成缓行时开启硬路肩，作为通道提高通行效率；减少 ETC 故障影响带来的收费站拥堵，同时提高收费效率。全天候安全保障方面，通过雨雾天安全通行、匝道分合流诱导、事故快速处置等减少交通事故的发生。全过程智慧养管方面，通过配备机电设施、智慧巡检车、隧道机器人等，减少上路作业的频次，分析智能养护决策，探索夜间养护作业，减少白天对车辆的影响，减少因养护带来的交通阻断和交通影响，实现降本增效。智慧高速公路综合运行管理系统，通过强化“事件秒级主动发现”场景快速感知和出行 APP 一键救援功能，实现事故快速发现处置，减少事故对交通运行产生的影响。

2. 东北区域

东北区域包含辽宁省、吉林省、黑龙江省。吉林省建成珲乌高速、吉舒联络线智慧公路，辽宁省已经开展沈康高速智慧公路建设。

➤ 吉林珲乌高速

珲乌高速位于我国高纬度地区，冬季平均气温-20℃，大雪、雾、路面结冰等状况高发，2019 年作为新一代国家交通控制网和智慧公路试点项目，于 2020 年进入试运行。

珲乌高速重点克服高纬度地区的建设难题。根据高纬度地区的特殊气候条件，对高速公路路面材料选择、路基处理等进行适应性调整，以保持高速公路良好的性能和耐久性。通过建立智能监控系统，对高速公路沿线的气象、路况等信息进行实时监测和采集，解决高速公路的安全行驶威胁，还可对异常情况进行自动识别和报警。采用智能化的施工设备和技术，提高施工效率和质量；利用大数据、人工智能等技术手段对高速公路的运营管理进行优化，提高道路运输的安全性和效率。

该示范工程依托珲乌高速公路和吉舒联络线，致力于打造“一条智慧路、一条节能路、一张健康监测网和一个一体化平台”，重点开展基础设施数字化、寒冷地区路运一体化车路协同、北斗高精度定位应用、基于大数据的路网综合管理和“互联网+”路网综合管理五大建设任务。

3. 华东区域

华东区域包含上海市、江苏省、浙江省、安徽省、福建省、江西省、山东省。其中上海市已经建成 S32 申嘉湖高速、G15 高速嘉浏段、G60 高速上海段，江苏省建成 S342 省道无锡段、G524 常熟段、S126 南京段、S325 宿迁段、京沪高速、沪宁高速、五峰山高速、苏台高速，浙江省建成杭绍甬高速、沪杭甬高速、杭州绕城西复线、杭绍台高速绍兴金华段、杭州湾跨海大桥及南北连接线、杭宁高速、萧山机场高速，安徽省建成宁芜高速，江西建成昌九高速、宁定高速，山东省建

成济青中线、滨莱高速、京台高速等智慧公路。

➤ 江苏沪宁高速

沪宁高速江苏段全长约 274 公里，双向 8 车道，沿线设有长深、常台、京沪、沪武等互通枢纽 12 个，连接 7 座跨江大桥。针对沪宁高速大流量路段拥堵问题，开展多源全景感知、车道主动管控、匝道红绿灯及转向专用车道的设计、构建综合管控平台四个方面的智慧化改造。

在多源全景感知方面，在实验路段布设交调设备、智能卡口监控、毫米波雷达、高清监控摄像机、环境气象监测站，构建以毫米波雷达、视频监控等多元感知手段为核心的监测体系。

在车道主动管控方面，提出动态应急车道、动态可变限速、分车道、分车型管控等车道管控策略。车道内车流保持连续或一致的速度行驶时，车道通行能力将处于较高水平，情报板动态发布，自拥堵点上游逐级降速，减缓车流汇集。车道信息由原来的断面级细化到车道级，路段指令由原来的互通级细化到公里级，逐步实现智慧管控。通过精准可变的限速方式引导车辆行驶，实现车道通行能力的最大化。

在匝道红绿灯及转向专用车道的设计方面，设置了红绿灯信号、车辆检测器、雷达、抓拍等设备，通过标志牌、地面文字标线、物理隔离等辅助设施实现了汇入车辆的间歇性、拉链式交替放行，平衡入口匝道处高速公路上、下游交通量，减少无序交织带来的拥堵和安全隐患。

在综合管控平台建设方面，依托大流量管控云平台、苏交控指挥调度云平台、AI 平方事件检测预警三个信息化平台实现业务流程的升级，提升道路的通行能力。同时在三大平台的基础上，创新了“疏两头、控中间”和“车道+匝道”两种管理管控模式。

➤ 江苏五峰山高速

五峰山高速位于江苏中轴线，是江苏省首条新建双向 8 车道高速公路，全长

约 33 公里（不含公铁合建段），设计车速为 100-120km/h，共设 6 处互通式立交、4 处匝道收费站和 1 处服务区，于 2021 年 6 月建成通车。

智慧化建设方面，围绕全天候安全保障、全方位出行服务、全数字运营养护、全寿命绿色建管四个方向，包含了二十九个典型应用场景。

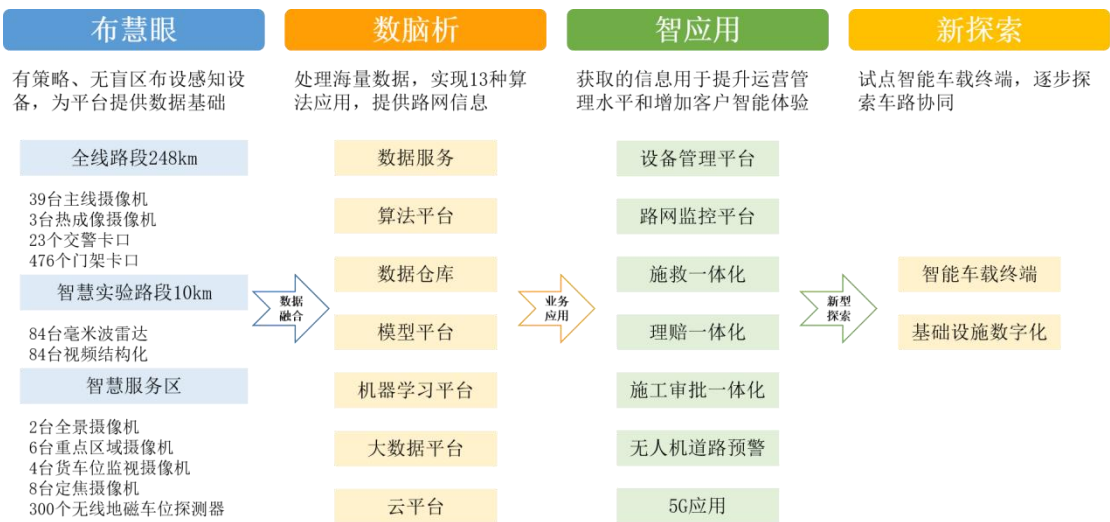
图 8 五峰山高速典型应用场景



➤ 浙江沪杭甬高速

沪杭甬高速公路全长 247.9km，共设 15 个互通出入口和枢纽。在智慧化建设方面，通过增加前端感知设备、建设高速智慧大脑、加强各方联勤联动、实施醒目工程、完善诱导系统等建设内容，实现基础设施数字化、出行服务精准化、车路感知协同化、客货运输绿色化、数据处理智能化和关键技术化。

图 9 沪杭甬智慧化提升改造项目建设内容



➤ 浙江杭绍台高速绍兴金华段

杭绍台高速绍兴至金华段长 115.368 公里，路段高达 80.3% 的桥隧比，于 2022 年 2 月全线通车。

杭绍台高速绍金段以高速安全行车及最终实现“无人驾驶”为导向，首创“1 个云计算平台+3 套智能支撑引擎+3 个移动端 APP，支撑 N 个业务应用和智慧化场景”。以“1+N”的建设模式，打造“智慧隧道”、“智慧服务区”、“准全天候通行”、“车路协同”为核心的四大特色场景。在采集整合原有信息资源基础上，通过建设智慧高速云平台，搭建智慧基础设施，协同建设 5G 基础设施，构建道路信息交互平台等方式，逐步打通不同平台间的信息瓶颈。

主线应用 AI 识别系统替代人工巡检，异常事件秒级发现、联动处置，实现对风险、事故苗头的超前预控；嵊州谷来段、新昌回山段近 10 公里路段启用“智能雾灯”实时监测天气状况，在特殊气象条件下，为司机提供精准预警和警示，实现“准全天候驾驶”；依托安装隧道应急逃生“智能诱导指示系统”2800 余套，突发事件发现率从“分”级提升到“秒”级，实现隧道全覆盖式智能诱导。引入智慧照明，安装智慧景观灯，实现隧道自动调光和六种灯带模式切换，有效缓解隧道内行驶的视觉疲劳，提高驾驶体验感；服务区布设智慧路桩、智慧道钉、智能停车系统等 11 种丰富的外场设施，实现资源科学调配，升级司乘出行体验。

➤ 江西昌九高速

昌九高速全长 87.82 公里，为双向 8 车道，包含 10 公里智慧高速示范路段。先期建设昌九高速新祺周到永修收费站试验段，于 2019 年 9 月建成通车，实现基于车路协同技术（V2I）的交通信息获取及 3 辆客车编队自动驾驶辅助功能。后拓展至全昌九高速全路段，构建一张智慧公路车路感知交互网和搭建智慧公路基础支撑平台。

构建一张智慧公路车路感知交互网，昌九高速采用了交通监控系统、交通信号控制系统、智能化收费系统和紧急救援系统等智能化的控制系统。依托昌九高速公路，部署路侧智能站，建设交通控制网路侧智能站系统及车路交互车载终端；利用高速公路收费站等沿线站址，建设公路北斗卫星导航增强系统；建设交通基础设施健康监测系统；建设雷达交通事件检测系统；建设基于视频的交通智能分

析系统；构建智慧公路交通控制传输网；建设智慧公路云平台。

➤ 山东京台高速泰安至枣庄段

京台高速泰安至枣庄段全长 189 公里，桥梁 41 公里，占比 23%，为双向八车道“改扩建+智慧高速”项目，于 2021 年 9 月正式通车。

京台高速泰安至枣庄段以“全天候通行、全路段感知、全过程管控”为目标，重点打造车路协同、智慧服务区、安全通行、智能养护和伴随式信息服务 5 项主要功能。

打造了 20 公里全面支撑自动驾驶试验路段；通过设置的情报板、车载智能终端、e 高速 APP 等多源信息发布手段，丰富服务信息内容和显示载体，发布交通运营服务信息，为公众提供全方位的出行信息服务；融合应用主动发光标志、雨夜标线、雾区智能诱导、融冰除雪等设施设备，提高道路轮廓可视性，实现路域范围内“雨雪冰雾夜”等特殊环境状态感知、安全预警、融冰除雪及行车诱导全链条保障；在宁阳服务区内设置多种感知设备，连接智能管控平台，综合多种信息发布手段，实现智能 AI 分析、智能停车诱导、智慧餐厅、智慧卫生间、光伏绿色能源智能管控、ETC 无感支付等功能，打造安全、绿色、高效、智能服务区。

4. 华中区域

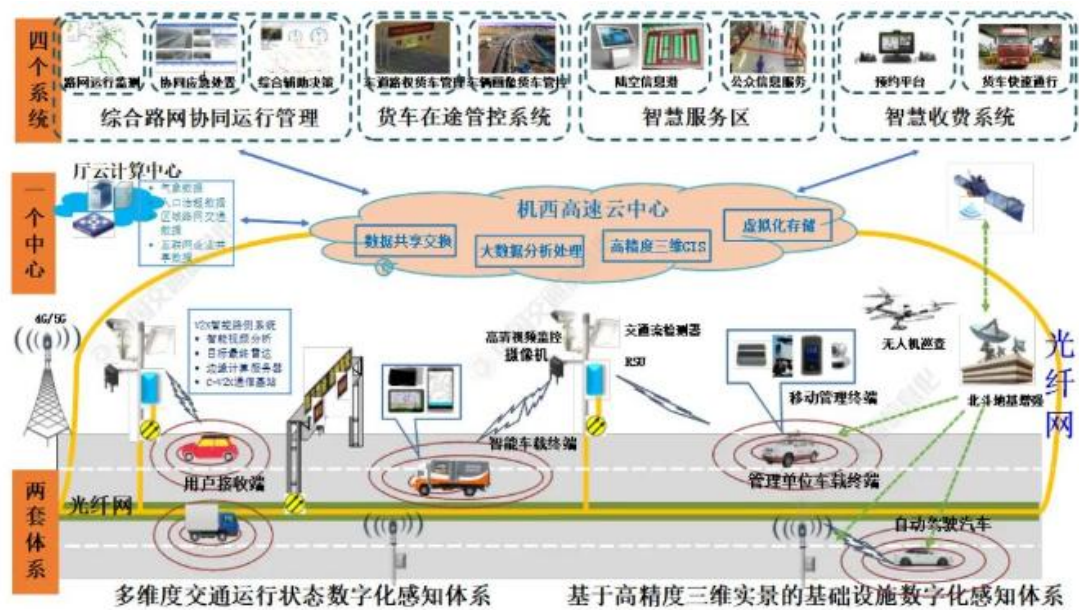
华中区域包含河南省、湖北省、湖南省。其中河南省已经建成机西高速、京港澳高速公路驻马店至信阳段，湖北省建成鄂州机场高速，湖南建成长益复线公路、长沙绕城高速和平益高速等智慧公路。

➤ 河南机西高速

作为交通运输部开展新一代国家交通控制网和智慧公路试点工程，机西高速公路打造基于陆空信息协同，以货运车辆在途智能管控为核心的智慧物流通道和高速公路网与城市主干道路网相融合的综合路网协同运行管理示范工程，创新主动管控、协同管理的高速公路管理和服务模式，全面提升运营管理和信息服务智

能化水平，助力区域经济发展。

图 10 机西智慧高速公路建设方案示意图



➤ 湖北鄂州机场高速

鄂州机场高速全长 13.2 公里，采用双向六车道高速公路标准，设计时速 120 公里/小时，于 2022 年 5 月建成通车。

鄂州机场高速基于光栅光纤、雷达和视频的多源融合传感系统，实现两大功能目标，一是通过光栅光纤的全域感知能力，全时、全域、全天候采集和监测道路运营状态，二是通过光栅光纤的波形变化，全时、全域、全天候采集和监测道路结构健康状态。

鄂州机场高速在全线设置 7 套激光雷达为主的智慧基站、18 套雷视一体机和 96 公里的光栅阵列振动传感缆等外场设备，建设了鄂州机场智慧高速一体化管控平台，建设的核心在于一体化智能网联平台，重点聚焦运行监测、指挥调度、公众出行和智慧运营四个版块，通过系统管控算法策略，探索通过可变情报板、北斗服务平台、ETC 拓展服务平台、高警预警平台、专用预约通行 APP、基于车辆画像的出行服务平台、导航图商等多种方式实现用户精准触达。此外，为满足物流车辆高效通行需求，设置了入口预称重、出口预交易系统。

➤ 湖南平益高速

平益高速主线全长 176.66 公里，全线按照双向四车道高速公路标准建设，核准速度 120 公里/小时，于 2022 年 11 月全线通车运营。在智慧化方面，搭建了智慧综合运营管理平台、主动交通管控系统以及智慧服务区。

平益高速的综合管控平台主要包括综合展示、运行态势、路网安全、收费管理、服务区、机电运维和主动交通管控 7 个业务专题，能够详细展现当前平益高速交通运行情况，实现高速公路全景业务的高效协同和精准管控；在车流量较大的路段，建设主动交通管控系统，基于外场毫米波雷达、高清相机等设备采集数据进行监测和预警，通过交通运行动态调控、恶劣天气安全保畅、重要路段安全防护、重点车辆主动监测、事故风险精准预测、伴随式出行服务、示范性车路协同 7 大功能，实现路段效能动态提升、交通安全主动防控、行车信息精准服务三大目标；打造长寿、瓮江、汨罗、新泉 4 对智慧服务区，其中长寿结合红色文化打造红色主题服务区，汨罗结合屈原文化打造龙舟主题服务区。

5. 华南区域

华南区域包含广东省、广西壮族自治区、海南省。其中广东省已经建成乐广高速、深圳外环高速、广连高速，广西壮族自治区建成沙吴高速，海南省建成环岛旅游公路等智慧公路。

➤ 广东深圳外环高速

深圳外环高速公路全长约 94km，其中深圳段 77km、东莞段 17km。其中深圳段分三期建设，目前已经完成两期建设，二期工程已于 2022 年 1 月建成通车，三期正在建设中。

深圳段是广东省智慧高速省级科技示范路，也是全国 5G 全覆盖的高速公路。主要实现 5G 全覆盖、路网综合监测、基础设施数字化、北斗高精定位综合应用、智慧运营及管养。

深圳外环高速公路深圳段沿途布设多功能智能杆，挂载基站实现全线 5G 通讯网络全覆盖，实现智能路网监测、智慧应急指挥、实时交通在线仿真、无人驾驶辅助等功能。综合监测平台通过外环高速数据汇聚中心，实现道路运行监测、

事件监测、车辆运行监控，运营管理、应急处理、公众出行信息服务，同时平台通过深高速路网监测与指挥调度中心形成集中管理，与广东省运输厅数字化平台实现数据互通。通过对全线的路、桥梁、隧道以及边坡、交安设施资产进行数据采集，结合三维实景建模，实现基础设施数字化、可视化管理。北斗卫星导航隧道内定位系统在深外环高速公路深圳段清林隧道开展示范应用，实现隧道内卫星导航信号实时覆盖；基于北斗+5G 的边坡安全监测系统实时掌握边坡安全状态。路面施工信息化管理平台实现全方位过程管控，提升路面施工质量；无人机飞行指挥调度中心，实现无人机技术下的多维感知、多维数据融合及智能分析，有助于道路运行监测、构造物巡查监测、道路应急指挥救援。

➤ 广西沙吴高速

沙吴高速主线全长 28.5 公里，其中，起点沙井至那洋互通采用双向六车道标准建设，那洋互通至吴圩西互通段采用双向八车道标准建设，于 2021 年 9 月建成通车。车路协同示范工程由 4 类智慧基础设施、1 条 5G 高通量低延迟通行链路、1 个车路协同云管控平台、3 类智慧示范应用四大板块构成。

建设内容主要包括北斗高精度增强网工程、全生命周期高精度多模态空间数据工程、车路协同数据互联与云管控平台工程、基于 5G 的车路协同通信工程、交通控制工程以及数字化施工、智慧服务区示范应用工程六大工程。

➤ 海南环岛旅游公路

海南环岛旅游公路途径 12 个沿海市县，主线全长约 998 公里，主要构建快进漫游，多点串联、分段成环的环岛旅游交通体系通过融入“旅游+公路+人文+智慧”的新理念，利用云计算、人工智能、大数据、5G 等新技术，打造智能监测、信息服务、车路协同、交通治理等场景，于 2023 年 12 月 18 日全线通车。

海南环岛旅游公路主要基于 1+2+2+5+N 体系打造智慧公路。包括交旅融合基础 1 个云平台，交通大数据和交通人工智能服务 2 个中心，木兰湾和博鳌 2 个示范段，智能监测与协调服务平台、交通信息服务平台、车路协同服务平台、基础设施数字化管理平台、区块链数据开发平台 5 个智慧应用平台，安全管控系统、

便捷服务系统、车路协同系统等 N 个系统。

6. 西南区域

西南区域包含重庆市、四川省、贵州省、云南省、西藏自治区。其中重庆市已经建成石渝高速，四川的都汶高速龙池连接线、成都第二绕城高速、成都绕城高速、峨汉高速、成绵高速、成宜高速、绵九高速、仁沐新高速沐新段，云南省建成昆玉高速、昭阳西环高速，以及贵州省正在建设贵安复线等智慧公路。

➤ 重庆石渝高速

G5021 石渝高速涪丰段双向全长 128.6 公里，具有长隧道、特大桥、长下坡、急弯、团雾天气、积水、上下行车道分离等全场景路况，桥隧比高达 42%，重点打造车路协同的智慧高速，于 2020 年 9 月建成通车。

通过外场布设 C-V2X RSU、摄像头、雷达、能见度传感器、积水传感器等路侧感知、计算、显示设备，通过车车、车路信息互通、路云信息同步、平台一体化调度等多项应用功能，支撑道路全方位安全预警、实时引导、专用车道、编队行驶、自由流收费、全天候通行、精准管控调度等创新服务，为现有社会车辆提供精准信息服务和安全提醒，为具备驾驶辅助车辆提供安全预警辅助和决策辅助。中远期，可为高等级自动驾驶车辆提供车路协同式自动驾驶体验服务。

➤ 四川成都第二绕城高速

成都第二绕城高速（西段）全长 114 公里，为双向 6 车道设计，互通立交 20 座（一般互通 15 座，枢纽互通 5 座），服务设施 4 个。在智慧化建设方面，主要验证全天候感知系统（雷达为主、视频为辅），以及实时数字孪生在高速管理和车道级导航等场景。

在感知方面，采用以雷达为主、视频为辅的技术方案，实现全天候、全轨迹、高精度、低延时的感知；在计算方面，依靠感知轨迹数据和相关道路互联网数据，实现历史回溯、交通预测、调度策略生成、应急诱导等全流程服务；在决策方面，实现了对车道、路段、路网三个层级进行一体化仿真推演，从而满足事故车道关

闭、车道级的动态限速等功能；在触达方面，以车机和手机为载体，为用户推送服务信息，将交通信息实时孪生呈现，在可视条件不佳的天气情况下，为交通参与者创建更完整的“上帝视角”，提供及时和准确的交通引导服务。

➤ 四川成宜高速

成宜高速公路全长约 157 公里，全线双向六车道建设，全线共设置桥梁 157 座、隧道 4 座、互通式立交 17 处，设计时速 120km/h。

作为是四川省交通强国试点省份实施方案中的重点项目之一，同时还是四川省“新基建示范工程”、四川省交通强省“首批示范项目”，成宜高速以面向车路协同的“数字高速”为突破，构建全面感知、专用车路协同、云控、管理和运营维护四个体系。

同时，国内首个全天候车道级精准导航 APP—蜀道·高德行业版 APP 在成宜高速中应用，蜀道·高德行业版 APP 可充分调用“路端智能”，把更清晰的路面状况投射到导航界面上。针对雨雪雾恶劣天气以及驾车视线受到遮挡，普通用户通过手机即可享受到车路协同提供的超视距感知服务，实现全天候通行。

➤ 云南昭阳西环高速

昭阳西环高速公路全长 28.809 公里，双向四车道，设计时速为 80 公里/小时，于 2022 年 12 月建成通车。作为昭通市首个智慧高速示范项目，昭阳西环高速围绕“创新、协同、安全”理念，构建了涵盖 1 套全息泛在物联感知体系，1 套高效融合通信网络，1 个智慧公路云控中心，消冰融雪及行车诱导、分合流智慧预警、智慧服务区 3 类智慧服务与应用系统，1 项基于数字孪生隧道的 AR 可视化示范应用的“11131”系统。

➤ 贵州贵安复线

贵安复线全长 90.722 公里，采用 100km/h 的设计时速，分段采用双向六/八车道高速公路标准，路基宽度为 33.5 米和 41 米，分为新建段和改扩建段。本路段新建段共有 5 处枢纽互通式立交和 8 处匝道通式立交；改扩建段共有 2 处匝

道通式立交。共设置 2 处服务区和 2 处停车区。

作为贵州省交通强国试点项目，以贵安复线高速公路为依托面向全省，基于云边端系统架构，融合多项先进信息技术，构建一张贵安复线高速公路车路信息感知交互网、一套智慧高速大数据支撑平台（智慧高速云平台）、一套高速公路“建管养运服”智慧应用系统以及贵安复线高速公路车路协同示范段（远期）。其中高速公路“建管养运服”智慧应用系统包括全过程数字管控、准全天候安全通行和全方位立体服务三大类共计 14 个应用系统。

7. 西北区域

西北区域智慧公路包含甘肃 G321 清傅公路、新疆 S21 阿乌高速、宁夏银川机场高速和海平高速，青海省重点围绕智慧收费站开展智慧化建设。

➤ 甘肃 G312 线清傅公路

G312 线清水驿至傅家窑公路（简称清傅公路）全长 61 公里，是甘肃省打造的首条“5G+智慧公路”示范项目，其中有 8 公里的试验段支持无人驾驶。

建设包括结构检测系统、交通状况检测系统、环境检测系统、设备状态检测系统组成的路段数字化基础设施平台；建设包括高速专网、物联网、5G 等方式的多元通信网络；以公有云+私有云的方式打造智慧公路智慧大脑，建设路段级智慧管控中心；建设高精地图、数字孪生、准全天候通行、伴随式信息服务、车道级管控、重点营运车辆运行监测、智慧服务区、智慧隧道、智慧养护等智慧服务应用体系；利用数字化平台及外场全息感知，开展自动驾驶测试，同时研究货车编队行驶，班线车辆、特定车辆车路协同、安全预警等场景应用。

➤ 宁夏海平高速

海原至平川（宁甘界）高速公路全长 44 公里，全线采用双向四车道高速公路，设计时速为 80 公里/小时，是宁夏首条智慧高速公路，于 2023 年 12 月建成通车，智慧化亮点在于智慧收费站和服务区的建设。

智慧收费站方面，全路段采用标准化收费站，收费岗亭被集显示屏、摄像头

等装备于一身的一体机所替代，通行车道显著加宽，驾车通过无人值守的标准化收费站时，栏杆快速抬起，车辆顺畅通过；智慧服务区方面，全线服务区按照“智慧+近零碳”的运营理念，通过设置综合管理服务、能耗监测、客流统计、车流统计、停车引导、智慧卫生间、客流引导、司乘人员交互管理等平台系统，实现服务区智能人性化运营。同时，在路基边坡、收费站屋顶、服务区屋顶、车棚顶面设置分布式光伏，并配备充电桩及储能设施，实现“光储充”一体化建设，打造黄土高原智慧低碳绿色公路示范工程。

➤ 新疆 S21 阿乌高速

S21 阿乌高速是全疆首个应用智慧高速综合一体化平台的工程建设项目，实现全方位道路监控、交通事件并行处置、智慧管理、智能交通管控、全线电能设施监控预警、机电设备养护监测、道路数据分析等多项功能。

一是通过平台应用，实现智慧化管控。S21 阿乌高速公路进一步强化突发气候精准预警和道路通行管控能力。气象数据阈值超限时，第一时间弹窗提示，声音报警，通过查看气象的变化曲线及监控视频确认，进行气象超限应急预案匹配，第一时间通过公众号、出行 APP、情报板向用户提供气象预警，管理中心根据气象状况及时做出控制方案。二是通过数据分析手段，精准、快速做好应急处置，可精确的定位道路易发生风吹雪、风吹沙路段，为道路安全运行提供有效的数据。在发生突发事件时，根据上报事件，系统第一时间提示、声音报警，通过查看事件的详细信息、通过视频确认，进行应急预案匹配并处置，实现对事件全过程跟踪及车辆抵达情况的实时跟踪。三是在事后评估过程中，可提供数据支撑。能够根据历史事件查看重点隐患位置，分析各路段处置进度、处置时长等支持辅助决策。实现根据突发事件信息、形成快速接警、快速定位、应急预案一体化快速启动、人员定位与救援物资定位、快速追踪等功能，为公路管理者提供快速处置能力。

三、智慧公路主要建设内容、技术及其效果评价

本次调研主要通过问卷调查的方式，面向中国公路勘察设计协会会员单位、智慧公路专业委员会会员单位、各地公路建设和运营管理单位、智慧公路建设集成商等行业组织开展调研；此外还实地走访了新疆、浙江、河北等典型省份和阿里云等 IT 头部企业，并组织行业专家和人员召开智慧公路建设技术和效能研讨会，通过赛文交通网调研了行业发展相关数据，提高调研的科学性。

（一）智慧公路建设内容分析

智慧公路的建设内容涉及基础设施数字化、匝道分/合流区预警、准/全天候通行安全预警（雾区行车安全诱导系统）、伴随式出行信息服务、消冰除雪系统、机电设备智慧资产管理与智能运维系统建设、智慧服务区、智慧隧道、智慧桥梁、智慧收费站、特殊路段全天候通行、主动交通流管控、车路协同系统等。

关于智慧公路建设内容重要程度排序，调研结果显示，“基础设施数字化、云控中心、伴随式出行信息服务、特殊路段全天候交通运行状态感知、智慧收费站、智慧服务区、机电设备智慧资产管理和智能运维系统”七项智慧公路建设内容重要程度较高。

表格 6 智慧公路建设内容重要性排序

序号	智慧公路建设内容	重要	一般	不重要
1	基础设施数字化	86%	4%	10%
2	云控中心	77%	16%	7%
3	伴随式出行信息服务	75%	15%	10%
4	特殊路段全天候交通运行状态感知	74%	13%	13%
5	智慧收费站	74%	19%	7%
6	智慧服务区	70%	18%	12%
7	机电设备智慧资产管理和智能运维系统	70%	24%	6%
8	准/全天候通行安全预警（雾区行车安全诱导系统）	67%	24%	9%
9	智慧隧道	67%	18%	15%
10	主动交通流管控	65%	28%	7%

11	匝道合流区预警	59%	31%	10%
12	车路协同系统	57%	21%	22%
13	智慧桥梁	53%	35%	12%
14	匝道分流区预警	48%	43%	9%
15	其他场景或行业首创的新设备、新技术应用案例	46%	35%	19%
16	消冰除雪系统	34%	36%	30%

来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

（二）基本业务场景

基本业务场景建设内容主要包括基础设施数字化、匝道分/合流区预警、准/全天候通行安全预警（雾区行车安全诱导系统）、伴随式出行信息服务、消冰除雪系统、机电设备智慧资产管理与智能运维系统建设。

1. 基础设施数字化

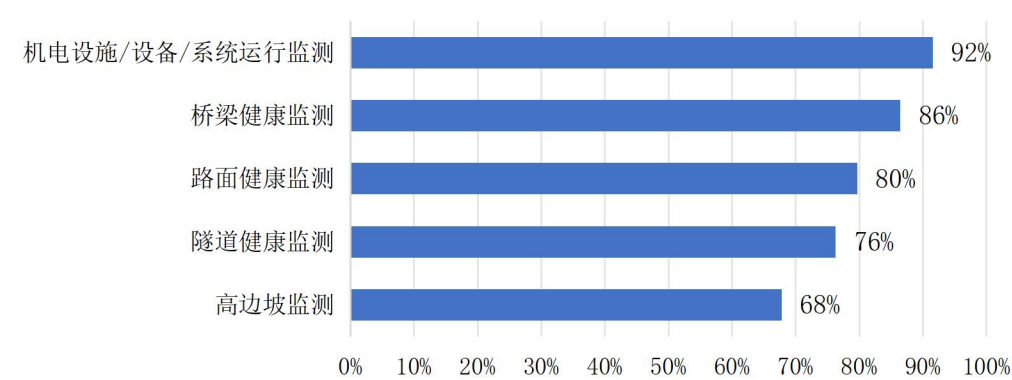
智慧公路基础设施数字化主要调研了建设内容适用公路类型、技术适用场景类型，以及建设效果和技术成熟度评价。

（1）建设内容的重要程度

基础设施数字化建设内容包含路面健康监测、桥梁健康监测、高边坡监测、隧道健康监测、机电设施/设备/系统运行监测。

关于公路基础设施数字建设内容和技术的重要程度，调研结果显示，“机电设施/设备/系统运行监测、桥梁健康监测、路面健康监测”三项建设内容受关注度较高。

图 11 基础设施数字化建设内容选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

（2）建设内容适用公路类型

对于路面、桥梁、高边坡、隧道健康监测及建设期数据传递，均适用于新建高速和改扩建高速公路；对于运营高速公路，高边坡监测、建设期关键数据的延续和传递关注度相对较低；无论是新建、改扩建，还是运营期的高速公路，都着重关注机电设施/设备/系统运行监测建设，高速公路机电系统设备多而分散，其管理是一项相对复杂的工作，如通过各种技术手段实现高速公路机电设施/设备/系统运行监测，可以提高管理工作效率和质量，保障高速公路的正常运营，提供通行效率；对于普通国省干线智慧化，更加关注特大桥梁健康监测。

表格 7 基础设施数字化建设内容适用公路类型

建设内容	新建高速	改扩建高速	运营高速	普通国省干线
路面健康监测	75%	69%	66%	39%
桥梁健康监测	78%	75%	66%	51%
高边坡监测	71%	71%	54%	42%
隧道健康监测	75%	73%	69%	41%
机电设施/设备/系统运行监测	86%	83%	85%	42%
建设期关键数据的延续和传递	76%	81%	53%	39%

来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

(3) 技术适用场景类型

调研结果显示，不同基础设施数字化技术适用场景存在差异。数字孪生系统更加适用于“特长/长隧道”场景，BIM 技术应用更加适用“特大/大型桥梁”场景，建设期关键数据的延续和传递对“全线”工程建设非常重要。

图 12 基础设施数字化技术适用场景类型

相关技术	特大/大型桥梁	特长/长隧道	管理设施	全线
BIM 技术应用	44%	19%	7%	31%
数字孪生系统	24%	32%	14%	31%
建设期关键数据的延续和传递	22%	22%	8%	47%
其他技术	22%	22%	22%	34%

来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

(4) 建设效果和技术成熟度评价

关于基础设施数字化建设效果和技术成熟度评价，“机电设施/设备/系统运行监测、桥梁健康监测、高边坡监测、隧道健康监测”四项建设效果和技术成熟度较高。

对于 BIM 和数字孪生技术，选择“好”与“一般+待检验”的比例均接近 50%，主要是现阶段 BIM 和数字孪生技术的应用以试点项目居多，大家对于其效果与技术成熟度褒贬不一。随着交通运输部公路数字化转型相关政策发布，相关技术应用会得到快速发展。

表格 8 基础设施数字化建设效果和技术成熟度评价

建设内容与技术	好	一般	待检验
机电设施/设备/系统运行监测	75%	15%	10%
桥梁健康监测	68%	20%	12%
高边坡监测	66%	20%	14%
隧道健康监测	66%	20%	14%
建设期关键数据的延续和传递	54%	27%	19%

路面健康监测	52%	29%	19%
数字孪生系统	49%	32%	19%
BIM 技术应用	48%	32%	20%

来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

2. 匝道分/合流区预警

匝道分/合流区预警场景，主要调研了适用公路类型，以及建设效果和技术成熟度评价。

关于匝道分/合流区预警适用的公路类型，调研结果显示，“匝道分/合流区预警”均适用于交通流量大的高速。

表格 9 匝道合流区和分流区预警适用公路类型

建设内容	交通流量大的高速	所有高速
匝道分流区预警	81%	19%
匝道合流区预警	80%	20%

来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

关于匝道分/合流区预警应用效果和技术成熟度评价，选择“好”比例都高于“一般+待验证”比例，可见现阶段多数人对匝道分/合流区预警应用效果和技术持认可态度。

表格 10 匝道合流区预警应用效果和技术成熟度评价

建设内容	好	一般	待检验
匝道分流区预警	70%	22%	8%
匝道合流区预警	62%	22%	16%

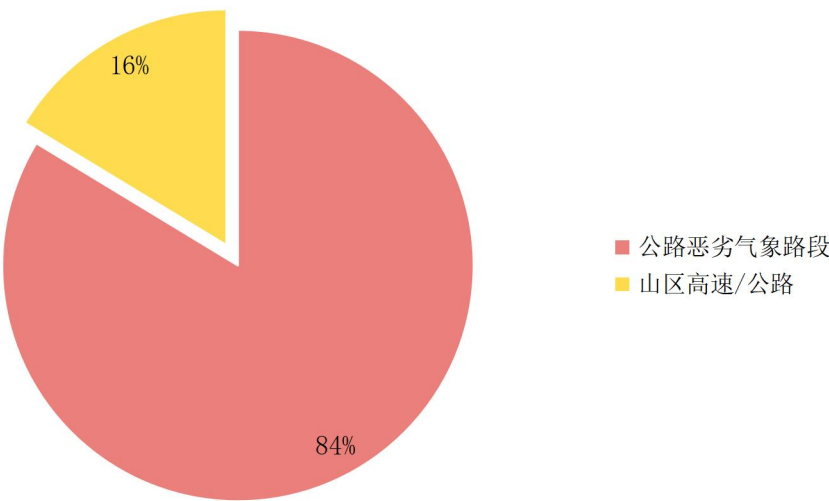
来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

3. 雾区行车安全诱导

雾区行车安全诱导系统，主要调研了适用公路类型，以及建设效果和技术成熟度评价。

调研结果显示，雾区行车安全诱导系统更适用于“公路恶劣气象路段”，而不适宜对所有山区道路进行设计。

图 13 雾区行车安全诱导系统适用公路类型选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

关于雾区行车安全诱导系统应用效果和技术成熟度评价，选择“好”比“一般+待验证”的比例略高，说明其应用效果和技术成熟度尚可，仍需进一步提升。

图 14 雾区行车安全诱导系统应用效果和技术成熟度评价

建设内容	好	一般	待检验
雾区行车安全诱导系统	55%	35%	10%

来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

4. 伴随式出行信息服务

伴随式出行信息服务主要调研了信息触达 C 端的方式，以及相应的建设效果和技术成熟度评价。伴随式信息服务信息触达 C 端的方式主要包括 CMS 情报板、自定开发 APP、联合第三方导航软件和调频广播。

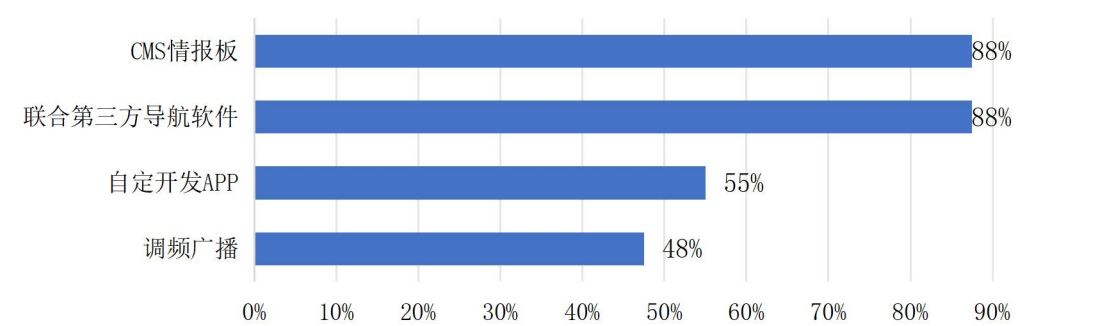
调研结果显示，选择“CMS 情报板和联合第三方导航软件”两种信息触达 C 端的方式远高于其他方式，也是现阶段应用效果和技术成熟度最高的。

基于“自定开发 APP”方式触达 C 端的方式，在发布出行信息的同时，可以

获取更多的用户用于拓展商业应用，因此也有超过 50%的人选择该种触达方式。但由于 APP 推广难度大，从而导致现阶段自定开发 APP 触达 C 端的应用效果和技术成熟度不高，选择“一般+待验证”的比例远高于“好”比例。

此外，也有人提出通过“声学广播系统”将信息服务触达 C 端，有部分高速公路在沿线重点路段建设了有线广播系统，采用该方式需重点考虑广播效果。

图 15 伴随式信息服务信息触达 C 端的方式选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

表格 11 伴随式信息服务信息触达 C 端的方式效果和技术成熟度评价

触达方式\效果	好	一般	待检验
联合第三方导航软件	82%	10%	8%
CMS 情报板	77%	20%	3%
调频广播	47%	40%	13%
自定开发 APP	35%	50%	15%

来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

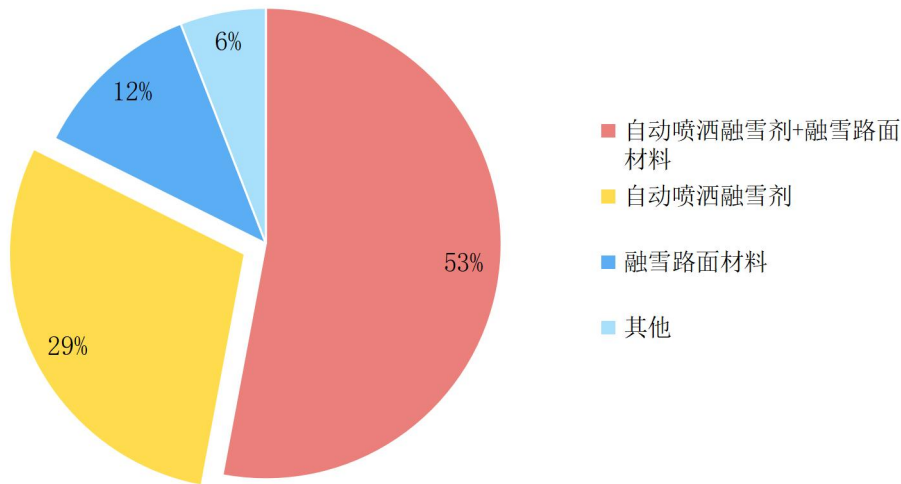
5. 消冰除雪系统

从智慧公路建设内容重要性排序看，由于使用场景存在特定性，大家对于消冰除雪系统建设的关注度较低。消冰除雪系统主要调研了技术选择、使用场景，以及建设效果和技术成熟度评价。

选择采用“自动喷洒融雪剂+融雪路面材料”融合的技术用于消冰除雪的比例远高于单项技术，说明多种技术融合的方式更有利于公路消冰除雪，其应用效

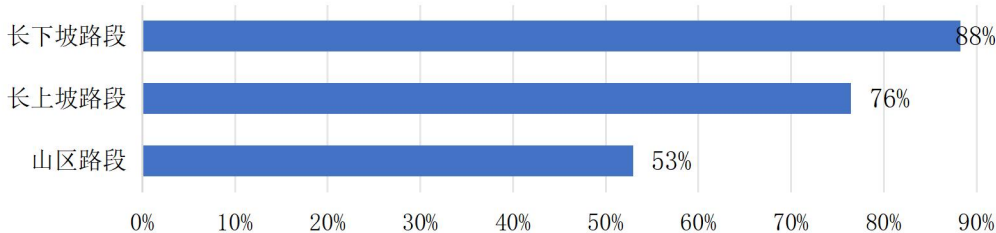
果和技术成熟度尚可；从适用建设路段类型看，更加适用于对长下坡和长上坡等坡度较大的路段。

图 16 消冰除雪系统技术选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

图 17 消冰除雪系统适用场景选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

表格 12 消冰除雪效果和技术成熟度评价

效果	好	一般	待检验
消冰除雪系统	47%	35%	18%

来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

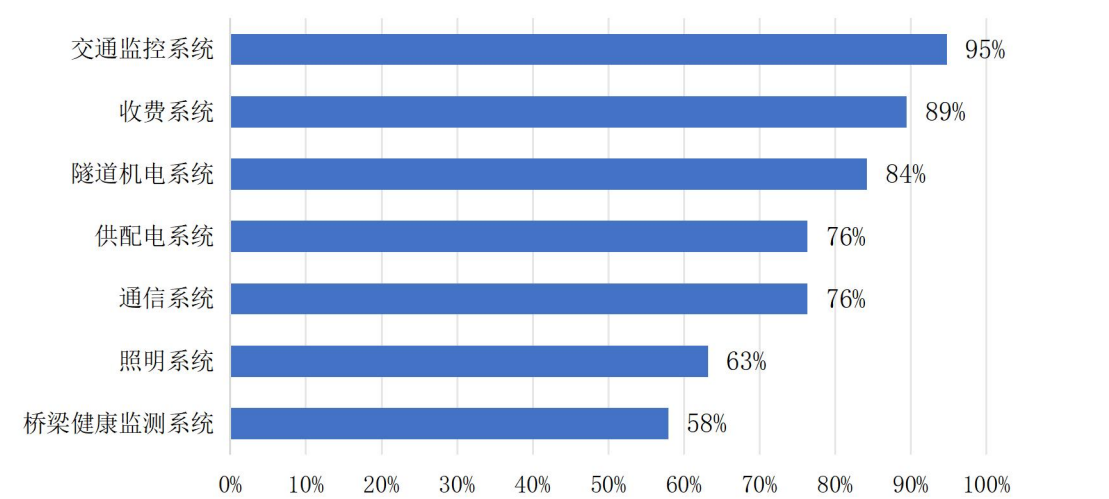
6. 机电设备智慧资产管理和智能运维系统

机电设备智慧资产管理和智能运维系统，主要调研了系统设备选择，以及建设效果和技术成熟度评价。

机电设备智慧资产管理和智能运维系统包含交通监控、收费、通信、供配电、

照明、隧道机电、桥梁健康监测等系统设备。调研结果显示，行业对于所有机电系统设备的智慧资产管理和智能运维系统的需求度都较高。

图 18 机电设备智慧资产管理和智能运维系统包含的系统设备选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

关于机电设备智慧资产管理和智能运维系统效果和技术成熟度评价，调研结果显示，大家对其应用效果和技术成熟度较为认可。

表格 13 机电设备智慧资产管理和智能运维系统效果和技术成熟度评价

建设内容	好	一般	待检验
机电设备智慧资产管理和智能运维系统	71%	13%	16%

来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

（三）专项场景

专项场景主要是面向高速公路特定区域和任务开展的智慧化应用，建设主要内容包括智慧收费站、智慧服务区、智慧隧道和智慧桥梁。

1. 智慧收费站

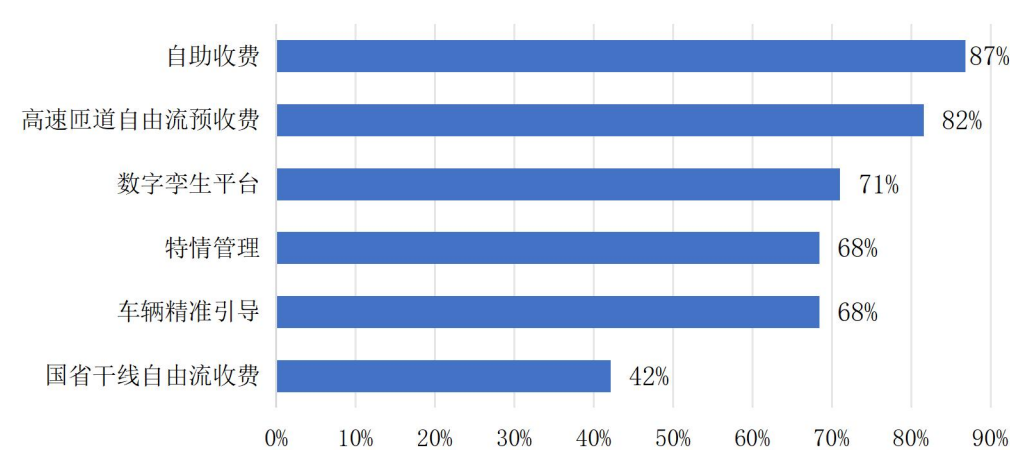
智慧收费站主要调研了智慧化的建设内容重要程度，以及各项建设内容效果和技术成熟度评价。

智慧收费站建设内容涉及数字孪生平台、高速匝道自由流预收费、车辆精准

引导、自助收费、特情管理、国道干线自由流收费等。

调研结果显示，“自助收费和高速匝道自由流预收费”是智慧收费站重点关注的建设内容。对于普通国省干线收费，“自由流收费”这种新型技术需求也在不断提升。

图 19 智慧收费站主要智慧化建设内容选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

关于智慧收费站主要建设内容效果和技术成熟度评价，“自助收费、特情管理和高速匝道自由流预收费”三项应用效果和技术成熟度较好。

表格 14 智慧收费站各项建设内容效果和技术成熟度评价

建设内容	好	一般	待检验
自助收费	84%	13%	3%
特情管理	77%	18%	5%
高速匝道自由流预收费	70%	25%	5%
车辆精准引导	61%	26%	13%
国省干线自由流收费	55%	29%	16%
数字孪生平台	50%	32%	18%

来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

2. 智慧服务区

智慧服务区主要调研了智慧化的建设内容重要程度，以及各项建设内容效果

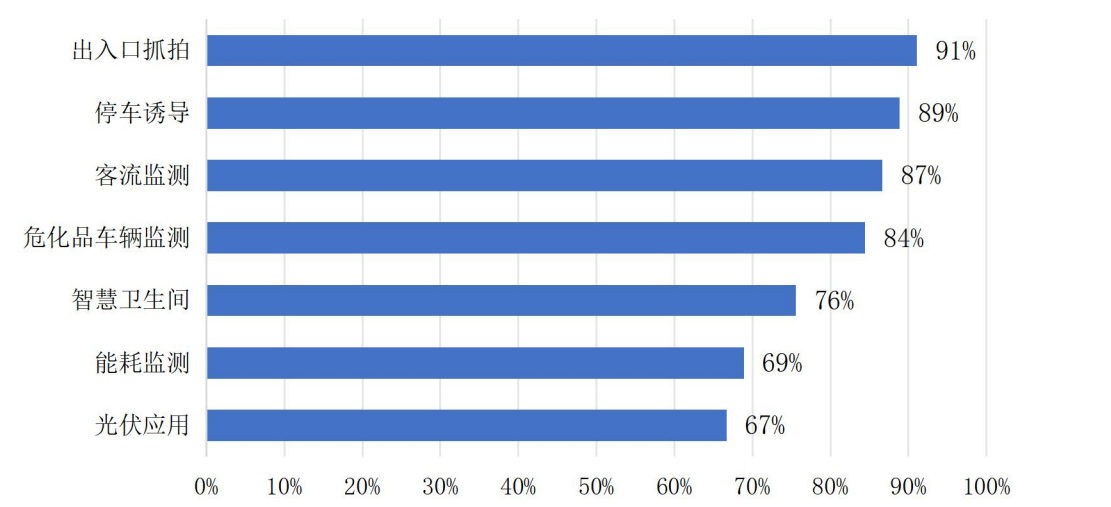
和技术成熟度评价。

智慧服务区智慧化建设内容涉及出入口抓拍、客流监测、停车诱导、危化品车辆监测、能耗监测、智慧卫生间、光伏应用。有些项目还建设有商业客流分析/用餐、商品/充电车位预定、交旅融合等内容。

调研结果显示，“出入口抓拍、停车诱导、客流监测和危化品车辆监测”四项是智慧服务区重点关注的建设内容，这四项建设效果和技术成熟度也较好，说明大家仍重点关注服务区管理方面建设内容。

能耗监测和光伏应用这两项建设内容也有越来越多的人关注，但现阶段大多处于试点建设，效果还不是很理想。在“双碳”背景下，未来会越来越重视能耗监测和光伏应用的建设。

图 20 智慧服务区主要智慧化建设内容选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

表格 15 智慧服务区各项建设内容效果和技术成熟度评价

建设内容	好	一般	待检验
出入口抓拍	91%	9%	0%
客流监测	85%	11%	4%
停车诱导	74%	22%	4%
危化品车辆监测	76%	13%	11%

智慧卫生间	60%	31%	9%
能耗监测	58%	24%	18%
光伏应用	48%	36%	16%

来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

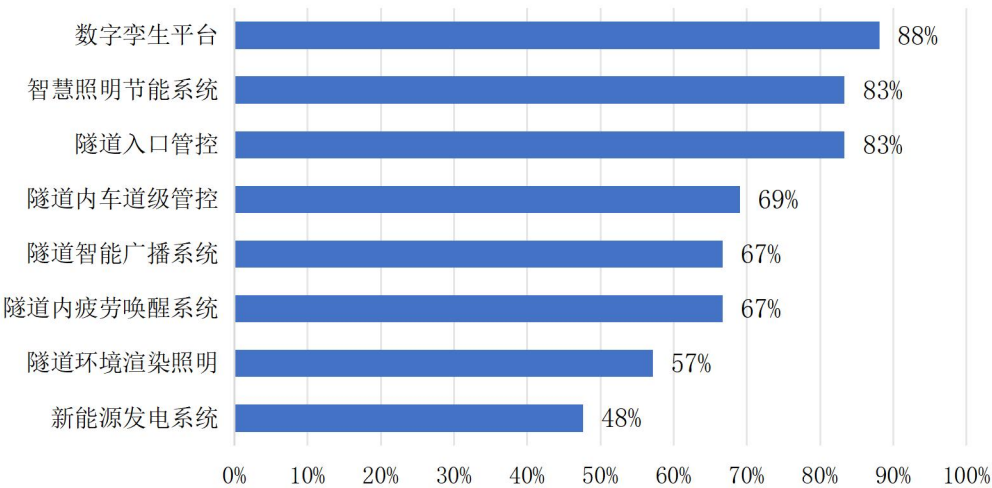
3. 智慧隧道

智慧隧道主要调研了智慧化的建设内容重要程度，以及各项建设内容效果和技术成熟度评价。

智慧隧道智慧化建设内容涉及数字孪生平台、隧道内车道级管控、隧道入口管控、隧道环境渲染照明、隧道内疲劳唤醒系统、智慧照明节能系统、隧道智能广播系统、新能源发电系统等。

调研结果显示，“数字孪生平台、隧道入口管控、智慧照明节能系统”三项是智慧隧道重点关注的建设内容。

图 21 智慧隧道主要智慧化建设内容选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

关于建设效果和技术成熟度评价，调研结果显示，“智慧照明节能系统、隧道入口管控、隧道环境渲染照明”三项建设效果和技术成熟度较高。而数字孪生受制于技术成熟度，即使隧道是最适合应用的场景，但现阶段数字孪生隧道都以试点项目开展，故应用效果和技术成熟度不高。

表格 16 智慧隧道各项建设内容效果和技术成熟度评价

建设内容	好	一般	待检验
智慧照明节能系统	73%	17%	10%
隧道入口管控	71%	24%	5%
隧道环境渲染照明	62%	24%	14%
隧道智能广播系统	58%	21%	21%
数字孪生平台	57%	33%	10%
隧道内车道级管控	57%	29%	14%
隧道内疲劳唤醒系统	54%	29%	17%
新能源发电系统	42%	29%	29%

来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

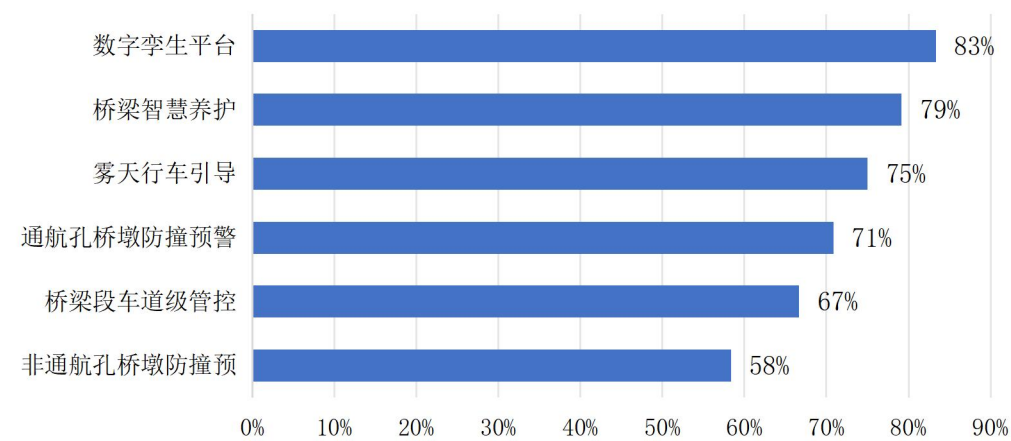
4. 智慧桥梁

智慧桥梁主要调研了智慧化的建设内容重要程度，以及各项建设内容效果和技术成熟度评价。

智慧桥梁智慧化建设内容涉及数字孪生平台、桥梁段车道级管控、桥梁智慧养护、通航孔桥墩防撞预警、非通航孔桥墩防撞预警、雾天行车诱导等。

调研结果显示，“数字孪生平台、桥梁智慧养护、雾天行车诱导、通航孔桥墩防撞预警”四项是智慧桥梁重点关注的建设内容，并且“桥梁智慧养护和通航孔桥墩防撞预警”两项建设内容应用效果与技术成熟度较高，而“数字孪生和雾天行车诱导”试点项目居多，故应用效果与技术成熟度不高。

图 22 智慧桥梁主要智慧化建设内容选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

表格 17 智慧桥梁各项建设内容应用效果和技术成熟度评价

建设内容	好	一般	待检验
桥梁智慧养护	71%	21%	8%
通航孔桥墩防撞预警	62%	21%	17%
数字孪生平台	54%	29%	17%
非通航孔桥墩防撞预警	50%	29%	21%
雾天行车引导	50%	33%	17%
桥梁段车道级管控	46%	29%	25%

来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

（四）创新场景

创新场景主要是结合自身业务需求与行业、技术发展趋势开展的具有探索性、示范性的智慧化试点。建设主要包括特殊路段全天候通行、主动交通流管控、车路协同系统。

1. 特殊路段全天候交通运行状态感知

特殊路段全天候交通运行状态感知主要调研了应用效果和技术成熟度评价，应用场景，以及技术和设备选择。

关于特殊路段全天候交通运行状态感知应用效果和技术成熟度评价，选择“好”比例远远高于“一般+待检验”比例，说明其应用效果和技术成熟度较高。

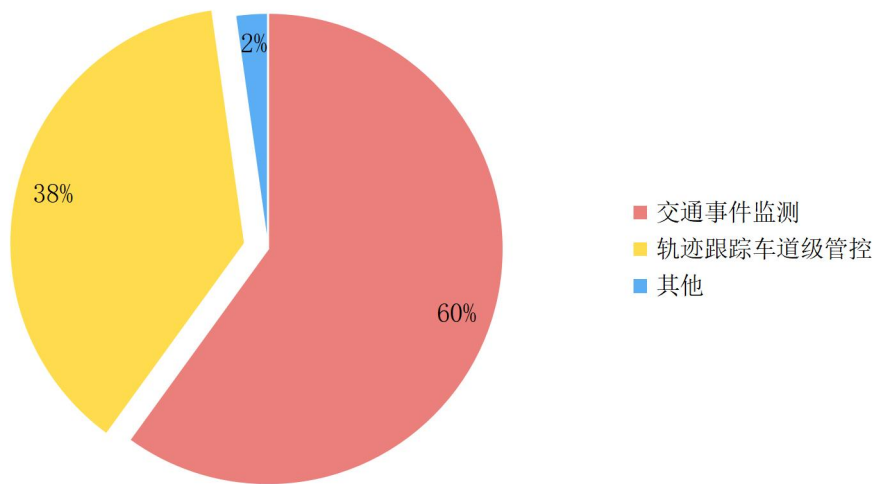
表格 18 特殊路段全天候交通运行状态感知应用效果和技术成熟度评价

建设内容	好	一般	待检验
特殊路段全天候交通运行状态感知	73%	11%	16%

来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

在应用场景方面，特殊路段全天候交通运行状态感知可用于交通事件监测、轨迹跟踪车道级管控等。调研结果显示，特殊路段全天候交通运行状态感知主要用于“交通事件监测”。

图 23 特殊路段全天候交通运行状态感知适用场景

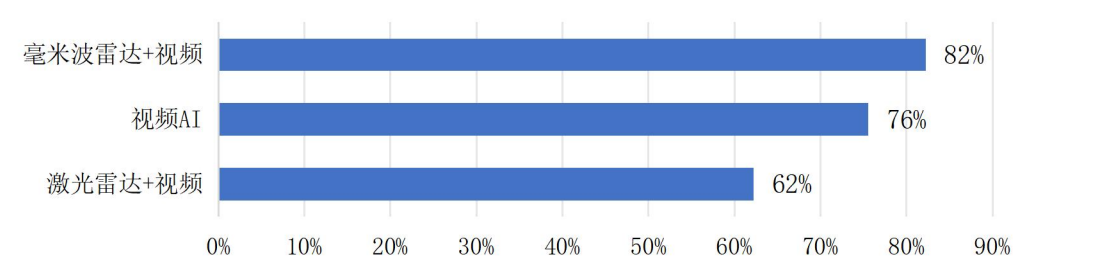


来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

特殊路段全天候交通运行状态感知应用可通过毫米波雷达+视频、激光雷达+视频、视频 AI 三种技术手段实现。

调研结果显示，“毫米波雷达+视频”技术路线最受人们关注，主要是毫米波雷达在作用距离、全天候工作等多方面与其他技术与设备相比更加具备优势；视频技术经过多年的发展，有一定的技术积累和价格优势，故也有较高关注度。

图 24 特殊路段全天候交通运行状态感知应用采用的技术及设备选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

2. 主动交通流管控

主动交通流管控，主要调研了效果和技术成熟度评价、应用场景和管控策略。

关于主动交通流管控应用效果和技术成熟度评价，选择“好”比例略高于“一般+待检验”比例，说明其应用效果和技术成熟度尚可。

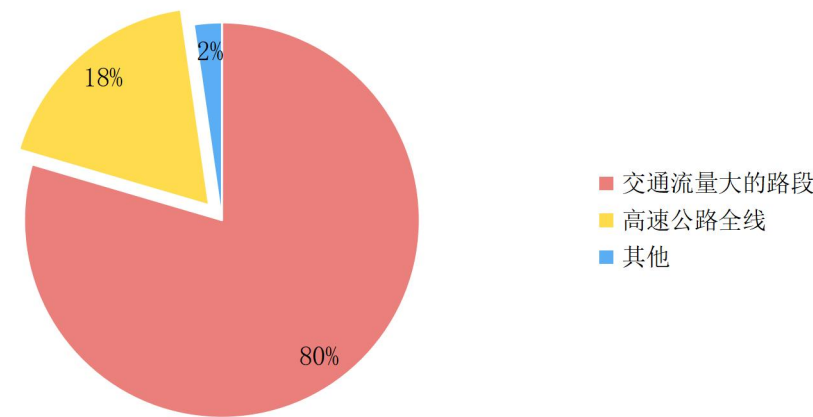
表格 19 主动交通流管控应用效果和技术成熟度评价

建设内容	好	一般	待检验
主动交通流管控	57%	32%	11%

来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

关于主动交通流管控适用场景，调研结果显示，主动交通流管控适合应用于“交通流量大的路段”，而不适宜在全线范围开展建设。

图 25 主动交通流管控适用场景选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

从调研看，高速公路主动交通流管控可采用信息诱导、分车道限速、动态车道分配、开放硬路肩等类型策略。

3. 车路协同系统

车路协同系统，主要调研了效果和技术成熟度评价、适用场景，以及车路协同中关键技术边缘计算的应用场景。

关于车路协同应用效果和技术成熟度评价，选择“一般+待检验”比例略高于过“好”比例，说明技术和应用效果目前整体还不理想，在某些场景方面应用效果尚可。

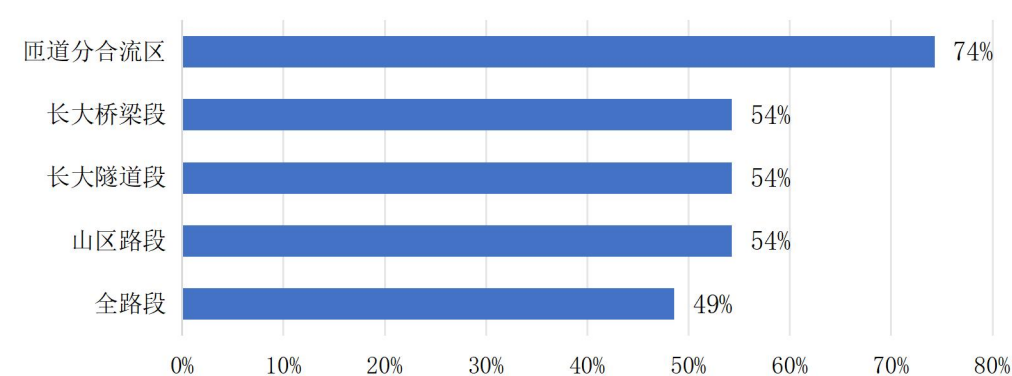
表格 20 车路协同系统应用效果和技术成熟度评价

建设内容	好	一般	待检验
车路协同系统	43%	31%	26%

来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

关于车路协同系统适用场景，调研结果显示，车路协同系统最适合应用于“匝道分合流”场景，对“长大桥梁段、长大隧道段、山区路段”对于车路协同系统应用也有一定需求。

图 26 车路协同系统使用场景选择

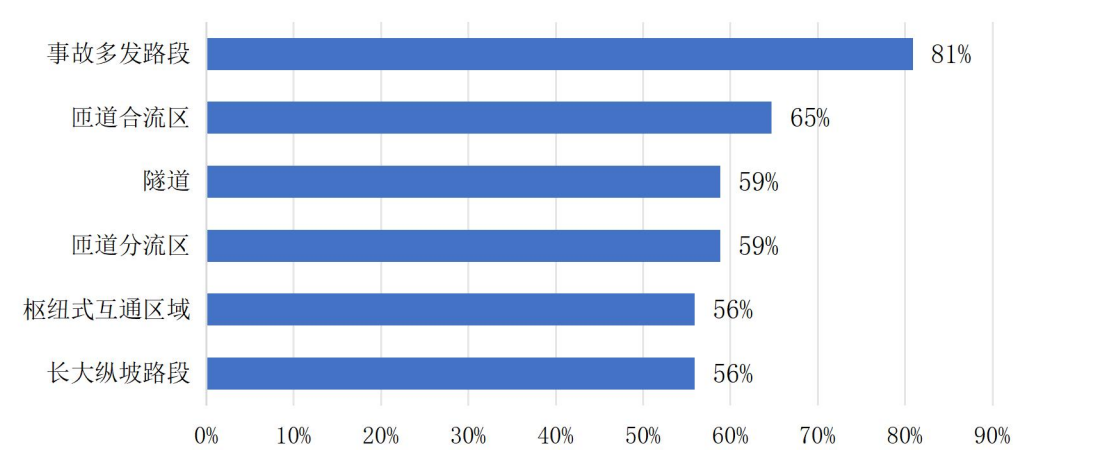


来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

车路协同的关键技术边缘计算，可适用于匝道合流区、匝道分流区、长大纵坡路段、枢纽式互通区域、事故多发路段、隧道等场景。

调研结果显示，边缘计算更加适用于“事故多发路段”场景，其次是匝道合流区。对于隧道、匝道分流区、枢纽式互通区域及长大纵坡路段等信息发布时效性要求高的场景也同样适用。

图 27 边缘计算技术主要应用场景选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

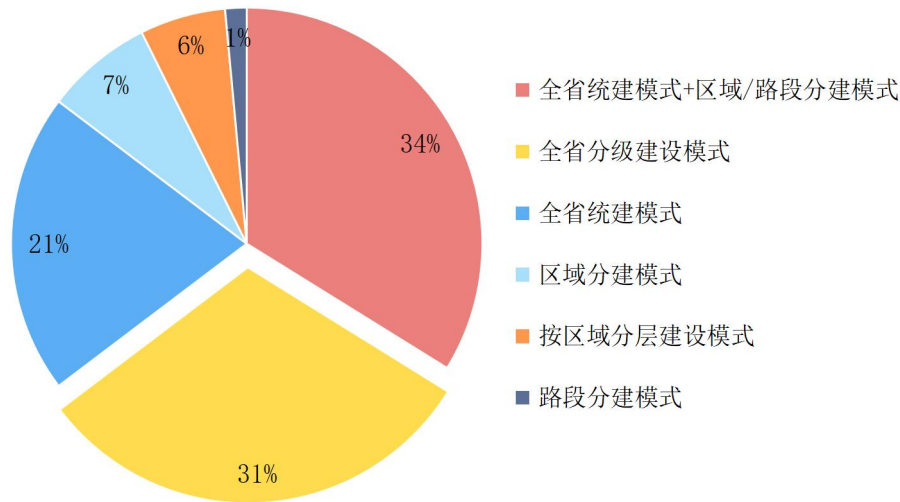
（五）智慧云平台

1. 省级智慧公路云平台建设模式和总体架构

从省级角度考虑，各省智慧公路云平台建设模式不尽相同，行业对于平台建设模式也有多种提法，包括全省统建（建设一个云平台）、区域分建（按区域建设多个独立的云平台）、路段分建（按路段建设多个独立的云平台）、区域分层建设（区域中心云—路段边缘云）、全省统建+区域/路段分建（省级中心云—区域/路段边缘云）和全省分级建设（省级中心云—区域云—路段边缘云）6 种建设模式。

调研结果显示，选择“全省统建模式+区域/路段分建模式”和“全省分级建设模式”的占比较高，说明大家更期望省级智慧公路云平台建设能加强顶层统筹，尽早制定统一的数据标准格式，总体架构以“总分”模式进行建设。现阶段智慧公路都是“散装的”，故已建成的智慧公路的云平台多数采用区域或路段单独建设模式，希望有条件的省份可以结合一条智慧公路的建设，同期建设省级平台，避免分散独立建设，导致智慧公路建设效果不佳。

图 28 智慧公路云平台建设模式和总体架构选择



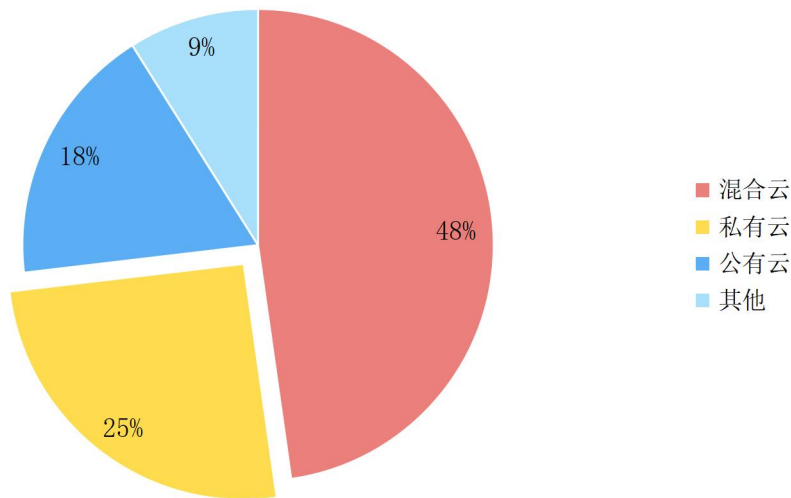
来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

2. 云平台 Issa 设施服务建设模式

智慧公路云平台 Issa 设施服务建设，可采用公有云、私有云、混合云，以及私有云+混合云等多种方式。

调研结果显示，行业人员优先推荐使用“混合云”建设模式，其次是“私有云”建设模式，私有云建设模式要充分考虑自身运维团队能力；选择公有云建设模式的比例很低，主要是从数据安全等方面考虑。

图 29 云平台 Issa 设施服务建设模式优先选择



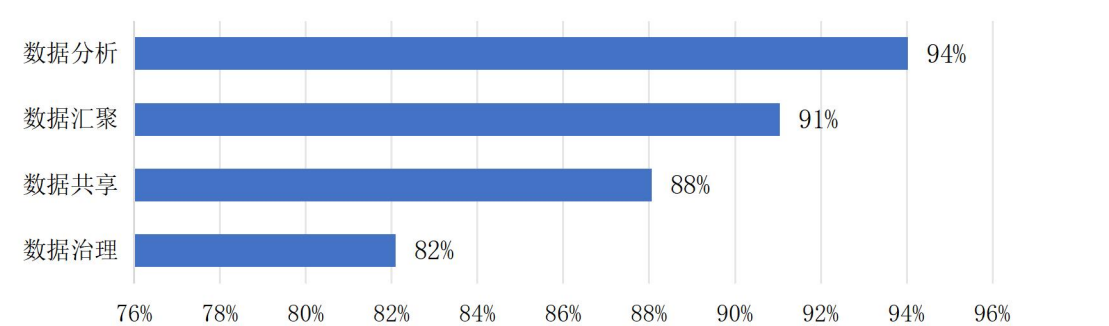
来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

3. 云平台基础功能

智慧公路云平台必备的基础功能，一般包含数据汇聚、数据治理、数据分析和数据共享。

调研结果显示，选择数据汇聚、治理、分析和共享的比例都超过 80%，说明行业对于云平台基础功能的建设都有了清晰一致的认识。也有人提出云平台需具备“数据安全”的功能，无论其是否作为一项基础功能，云平台的网络和数据安全是必须重视的内容。

图 30 云平台必备的基础功能选择



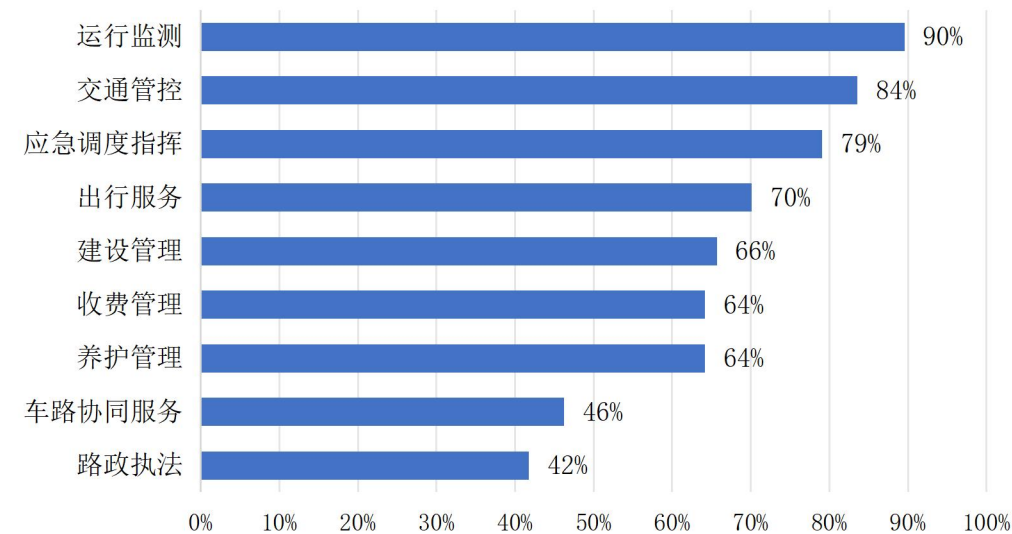
来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

4. 云平台的业务应用

对于智慧公路云平台的业务应用，各省建设重点不同。根据调研，行业普遍认为云平台业务应用功能优先包括建设管理、路政执法、养护管理、运行监测、交通管控、应急调度指挥、收费管理、出行服务、车路协同服务。

行业从业者普遍认为运行监测、交通管控、应急调度指挥和出行服务这四项业务云平台应该优先应用，其次建设管理、收费管理和养护管理也应综合考虑。

图 31 云平台单项业务应用选择



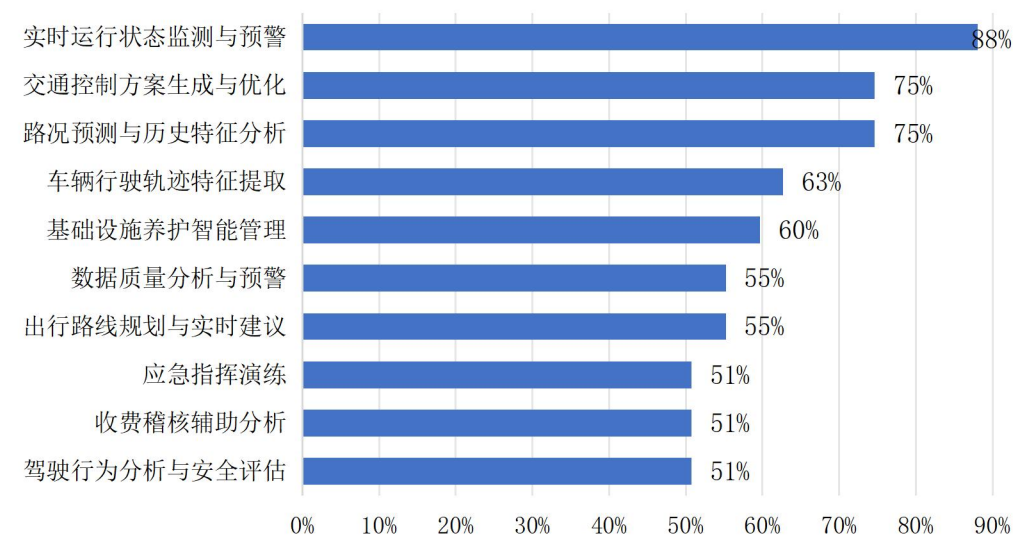
来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

5. 智慧公路云平台中的具体应用功能

目前，各省已建智慧公路云平台功能包含驾驶行为分析与安全评估、车辆行驶轨迹特征提取、实时运行状态监测与预警、路况预测与历史特征分析、交通控制方案生成与优化、基础设施养护智能管理、收费稽核辅助分析、出行路线规划与实时建议、数据质量分析与预警、应急指挥演练等。

调研结果显示，“实时运行状态监测与预警、交通控制方案生成与优化、路况预测与历史特征分析、车辆行驶轨迹特征提取和基础设施养护智能管理”五项是行业对于智慧公路云平台较看重的应用功能，这几项应用功能均是基于大数据 AI 智能分析的应用，这也是充分体现了智慧公路云平台建设的意义。

图 32 云平台具体应用功能选择



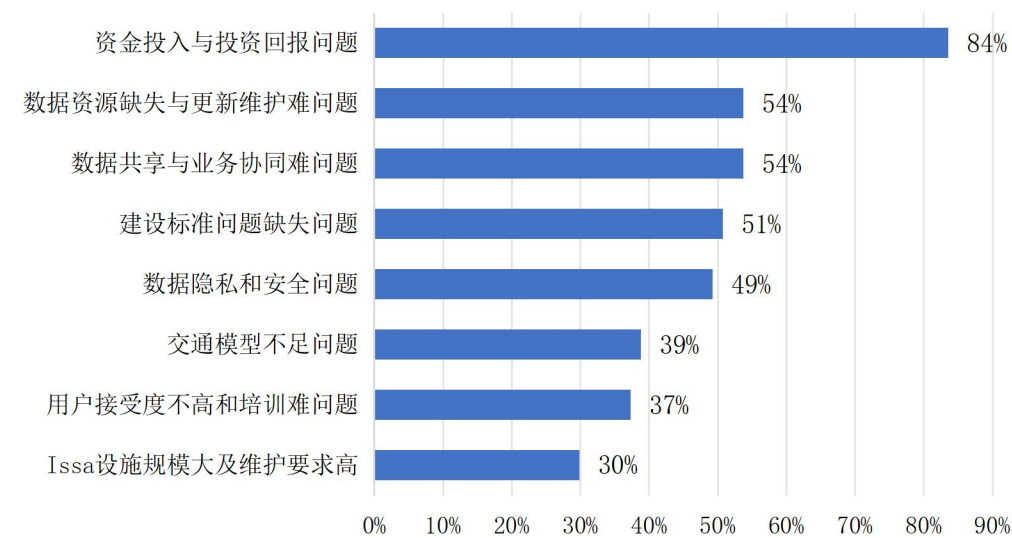
来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

6. 智慧公路云平台建设瓶颈

智慧公路云平台建设存在资金投入与投资回报不匹配、数据隐私和安全无法保障、交通模型不足、数据共享与业务协同难、数据资源缺失与更新维护难、建设标准问题缺失、用户接受度不高和培训难、lssa 设施规模大及维护要求高等问题。

调研结果显示，现阶段智慧公路云平台建设的最大瓶颈依然是“资金投入与投资回报问题”。

图 33 云平台建设存在的问题选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

（六）新技术在智慧公路建设应用分析

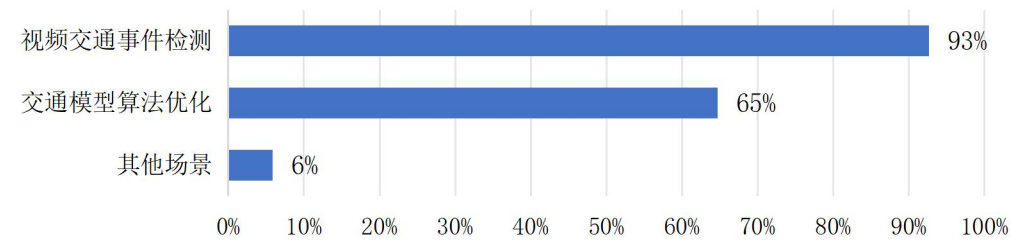
近些年，随着政策的支持和技术进步，人工智能、数字孪生、高精地图等新技术开始广泛的应用在智慧公路建设。

1. 人工智能

根据国家标准化管理委员会发布的《人工智能标准化白皮书（2018 年）》，人工智能（AI）是指利用数字计算机或者由数字计算机控制的机器，模拟、延伸和扩展人类的智能，感知环境、获取知识并使用知识获得最佳结果的理论、方法、技术和应用系统。

随着智慧公路的建设，AI 算法开始普及，逐渐应用在视频交通事件检测、交通模型算法优化，以及声学模型算法优化等其他场景。调研结果显示，AI 新技术现阶段更多是应用在“视频交通事件检测”场景。随着智慧公路建设范围的扩大，数据量的提升，基于 AI 的各种交通模型算法优化将得到有效应用。

图 34 人工智能 AI 新技术主要应用场景选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

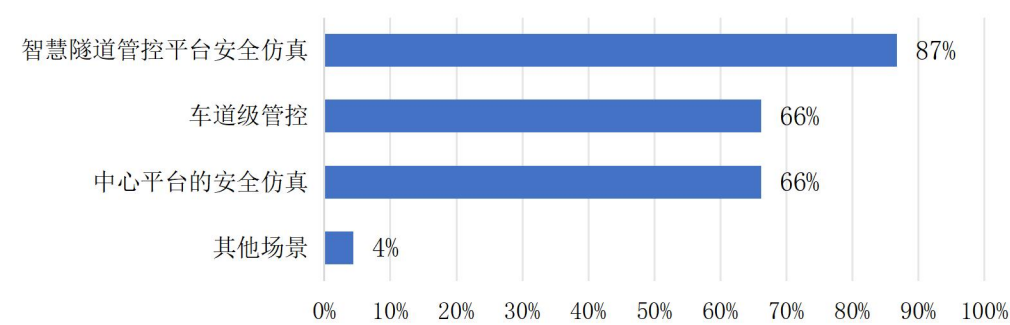
2. 数字孪生

数字孪生是充分利用物理模型、传感器更新、运行历史等数据，集成多学科、多物理量、多尺度、多概率的仿真过程，在虚拟空间中完成映射，从而反映相对应的实体装备的全生命周期过程。数字孪生是一种超越现实的概念，可以被视为一个或多个重要的、彼此依赖的装备系统的数字映射系统。

公路涉及人、车、路、环境等多种要素，不同要素间存在信息交换及多层次关联关系，各独立要素会随着系统演变而变化，是典型的开放复杂巨系统。数字孪生技术的应用推广，为构建公路监测、诊断、回溯、预测、决策、优化、控制闭环系统提供了基础条件，为公路运营管理提供新的技术手段。

数字孪生技术可应用安全仿真、车道级管控，以及智慧运维等场景。调研结果显示，智慧隧道管控平台安全仿真是更普遍、更重要的场景。

图 35 数字孪生技术主要应用场景选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

3. 高精度地图

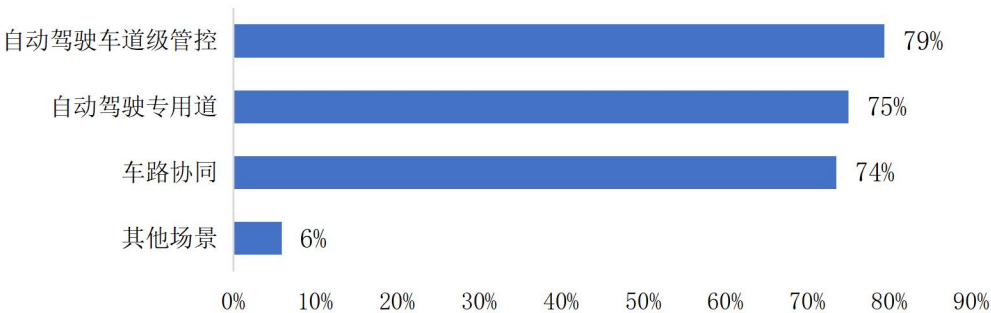
高精度地图最早是为自动驾驶来服务的，它是指以绝对精度和相对精度均在分米级下的高精度、高新鲜度、高丰富度、位置准确、语义丰富的电子导航地图。

高精度地图的高精度主要是体现在两个方面，一是绝对坐标和相对坐标精度更高，二是所包含的道路交通信息元素更加丰富和细致。在高精度地图的基础上叠加行业数据，可以构建行业专属高精度地图，更好地支撑行业的发展需求。

高精度地图在智慧公路领域，可适用于自动驾驶车道级管控、自动驾驶专用道、车路协同，以及数字孪生底座搭建、轨迹跟踪和公路沿线土建、交安、机电设施管理等其他场景。

调研结果显示，自动驾驶车道级管控、自动驾驶专用道、车路协同这三大场景均是高精度地图的重要应用场景。

图 36 高精度地图主要应用场景选择



来源：中国公路勘察设计协会智慧公路专业委员会、赛文研究院（www.7its.com）

四、智慧公路发展建议

综合来看，各省智慧公路建设在多个方面都取得了一定的成绩，包括积极出台行动方案和地方指南标准、推进新技术与公路交通业务融合赋能公路运营管理、结合政策要求和实际需求推进各类试点工作、建立智慧管控平台提高运营管理能力、多方协同提高公路运营服务水平、利用智慧技术提升普通公路安全保障等，有效提高了公路的通行效率，提升了公路安全应急能力水平。根据问卷调查结果，也反映出智慧公路建设存在的一些不足，包括各省对智慧公路的认识存在差异、跨部门协作尚无明确的机制、智慧化工程投资效益不明显造成资金投入动力不足、新技术应用场景需求不足等。

根据相关政策要求，结合智慧公路发展现状调研情况，提出下阶段智慧公路建设发展建议，供行业参考。

（一）智慧公路建设原则

智慧公路建设宜参照以下原则：

1. 优先加强公路基础设施数字化工程的推进；
2. 重点聚焦公路运行的效率、安全、服务提升和节能降本；
3. 加强省域智慧公路云平台的顶层设计和统筹架构，重视大数据的采集汇总和挖掘应用；
4. 要注重道路使用者的体验感，服务人民满意交通建设；
5. 由点及面推动有效应用场景的规模化应用；
6. 智慧公路场景解决方案应注重实际效果，不盲目追求新技术；
7. 新建智慧公路应注重与传统机电系统一体化规划建设；
8. 在役公路智慧化提升要坚持“利旧”原则，充分利用既有设施；
9. 加强与相关部门的协同机制建设推动多方数据共享和协调联动。

（二）智慧公路优先建设内容

1. 优先开展传统基础设施数字化，加强智慧化基础，提升科学管养水平

数字化是实现智慧化的前提，数据是智慧化的基础。调研结果显示，基础设施数字化在智慧公路 16 项建设内容中重要性选择居首位，达到 86%。在基础设施数字化建设内容中，机电设施/设备/系统运行监测、桥梁健康监测、高边坡监测、隧道健康监测的技术成熟度都比较高，使用效果较好，具备大范围推广使用的条件；对于 BIM 和数字孪生是数字化应用的重要支撑，通过前期试点示范，技术有较大的发展。

基础设施数字化重点建设内容如下：

一是对于新建项目，要加强公路全生命周期数字化的统筹，加强项目全过程数字化应用策划。注重 BIM 技术在设计阶段的应用，促进 BIM 设计成果向施工传递，通过数字化模拟施工工艺、优化施工组织。建设阶段要注重各类基础设施监测、检测传感器的设置，建立传统基础设施全生命周期的数据库，收集设施运行状态，为智慧化养护和智慧化运营奠定基础。

二是对于既有运营的项目，要加强重要基础设施的安全预警。要加快开展特大桥梁、高边坡等基础设施多源立体监测网络，推广在线巡检和防灾应急等场景应用，对监测数据进行 AI 智能分析助力开展智慧养护的科学化决策。

三是加快公路机电设施资产智慧管理和智慧运维相关系统的建设和推广。随着路网日益扩大，各路段机电和智能交通系统产品设施类别、品牌和数量规模快速增长，电子产品快速更新迭代，迫切需要建立道路机电设施资产和运维智慧管理系统，提高运维效率和运营经费科学投放。

2. 推动基础设施智慧扩容，提升公路整体通行效率

在智慧公路建设技术和效能研讨会上，沪宁和沪杭甬智慧化改造项目交流均提出，当部分时段公路通行交通量远超设计通行能力时，通过智慧化手段可以在一定程度上缓解交通压力，提高通行能力；另外，由于沪宁高速枢纽互通多，在

采取管控措施可能会引起局部路网的交通波动，因此开展区域高速公路的综合管控手段是非常有必要的。调研结果显示，伴随式出行服务在智慧公路 16 项建设内容中重要性选择居第三位，达到 75%，其中可变情报板、联合第三方导航软件的应用效果和技术成熟度均达到 88%；智慧收费站在智慧公路 16 项建设内容中重要性选择居第五位，达到 74%，其中自助收费、特情管理和匝道预收费应用效果和技术成熟度均超过 70%；智慧服务区在智慧公路 16 项建设内容中重要性选择居第六位，达到 70%，其中出入口抓拍、停车诱导、客流监测和危化品车辆监测的应用效果和技术成熟度均达到 76% 以上。由此可见，从建设内容的重要性、应用效果和技术成熟度等方面看，应加快推进对现有基础设施进行智慧化扩容，优化存量设施利用，提升路网整体通行效率。

基础设施智慧扩容重点建设内容如下：

一是加强干线通道、区域路网的主动管控，提升干线、区域路网的综合通行能力。围绕运输强度大的骨干网络加强保通保畅，在交通量大、易拥堵等重点路段的出入口匝道和互通立交分合流区可策划开展出入口协调控制；有条件路段可在主线开展分车道主动交通流管控或动态车道管控，根据交通事件、交通拥堵以及道路施工养护或路面异常等信息，与相关部门协调联合实施分车道管理或动态开放硬路肩以及车道等交通引导策略，如车道的开启/关闭、变道提醒、分车道限速及速度和谐策略等，提升路段运行效率。要实现上述功能，需加强特殊路段全天候交通运行感知系统的建设，并充分利用大数据和 AI 技术深化智能分析预警模型，完善交通运行管理平台功能。

二是加强公路关键节点运行效率的提升。高速公路出入口、收费站是公路交通高效运行的关键节点，收费站运行效率低易形成交通运行瓶颈。智慧收费站建设可以有效提高公路收费站通过效率。结合调研情况，智慧收费站建设重点内容包括在流量大、易拥堵的高速公路收费站推广站前预交易（高速匝道自由流预收费），推动收费交易在线计费，提升收费站通行服务能力；加强收费特情管理工作，提高特情处理效率；推动绿通车辆智能查验，提高收费站服务保障效率。另外在国省干线公路开展自由流收费，提升普通公路收费站通行效率。

三是加强信息服务，提升交通出行者体验感。体验感的提升要站在出行者的角度看问题，而不能仅仅是从公路相关主管部门的角度解决和思考问题。加强全线出行信息相关数据采集，完善出行信息数据库，包括交通运行状态、突发事件、施工养护、气象环境等数据，采用合适的方式将信息快速触达交通出行者，提高司乘人员出行效率的同时提升体验感。加强智慧服务区建设，优先建设出入口卡口监测、客流监测、停车位/充电桩监测，及时发布服务区运营服务能力情况，结合服务区运营情况，在车辆多的服务区内建设停车诱导系统，提高服务区服务的快速、便捷和舒适性。

3. 加强交通运行安全管控监测，提升公路运营智能化水平

调研结果显示，准全天候通行在智慧公路 16 项建设内容中重要性选择居第八位，达到了 67%，准全天候通行的技术成熟度达到 73%，通过智慧公路建设技术和效能研讨会了解，河北京哈高速项目准全天候通行项目还针对经济效益进行了较为成功的探索；智慧隧道在智慧公路 16 项建设内容中重要性选择居第九位，也达到了 67%。通过对海南旅游路、江西 S541 等智慧化项目调研，普通公路的交通安全日益受到重视。

交通运行安全管控监测重点建设内容如下：

一是优先开展智慧隧道建设，加强智慧隧道交通安全运行。以长大隧道为重点，加强感知能力，开展交通流量、交通事件、交通运行环境和重点运营车辆监控，深化人工智能 AI 异常情况分析，加强隧道内信息发布手段，提升隧道应急处理能力，提高隧道安全运营管理水平；积极采用新技术和智能管控策略改善隧道行车环境，提高行车安全性。

二是加强公路运行安全管控监测和预警。主要侧重两方面内容，一方面是完善升级路段交通感知系统，注重基于多源感知数据融合的全线交通运行状态监测和运行态势分析；另一方面是加强对“两客一危”重点运营车辆在线监控，尤其是应注重重点运营车辆在特殊结构特大桥梁和特长隧道的运行轨迹的监测和跟踪。

三是提升公路准全天候通行能力。在恶劣气象路段建设准全天候安全预警系统和智能诱导系统，助力提升准全天候公路交通运行安全，助力提升高速公路通行能力。

四是提升普通国省干线重点节点的交通安全。对于交通事故频发的普通国省干线公路，重点加强平交路口尤其是未设置信号灯路口的预警、穿行城镇村庄路口，包括面向车辆与行人的双向信息提醒和预警；同时加强小半径弯道的智能化安全预警，提高普通公路行车安全。

4. 加强智慧公路云平台建设，重视数据汇聚应用，实现智慧公路建设效果

调研结果显示，云控中心在智慧公路 16 项建设内容中重要性选择居第二位，达到 77%，其重要性不言而喻；另外其建设模式、数据应用、具体功能都是业内比较关注的内容。因此应加强智慧公路云平台建设。

一是做好省级智慧公路云平台顶层设计和总体架构规划。智慧公路建设是系统工程，常常跟随不同的工程分项建设，很难一蹴而就、一步到位。结合目前高速公路管理现状，建议优先做好智慧公路建设云平台顶层设计和总体架构规划，目前多个省份虽然出台了智慧公路建设的地方标准，但是部分省份的云平台总体架构顶层设计在操作性方面尚有不足。建议各省结合本省示范路段云平台建设情况，及时开展智慧公路云平台建设模式和总体架构设计。

二是重视数据汇聚和深度挖掘应用。数据已成为数字交通发展的核心驱动力之一，也是未来我国交通发展的关键要素。智慧公路建设要注重数据标准建立和数据中心（中台）架构设计，有效合理分类、分主题、逐级汇聚数据，确保数据共享和大数据融合应用；要围绕业务充分挖掘数据对业务支撑的潜在价值，利用 AI 深度智能分析技术，优化交通应用分析模型，提升业务管理效能。需要注意的是要合理部署各级数据中心交通模型算法类别，数据挖掘应用宜充分结合不同管理层级的职能和业务管理范围，比如收费稽核辅助分析在省级数据中心开展效果更好，实时运行状态监测与预警、驾驶行为分析与安全评估和路段常发事故分析等在路段数据中心开展会更有效果。

三是合理设置智慧公路云平台业务应用的功能。智慧公路建设运行从业务功能涉及公路基础设施监测和养护，公路交通运行监测和管控、应急指挥调度、出行信息服务、收费管理以及公路资产管理等多项业务；结合管理节点划分又包括收费站管理、隧道管理、服务区管理等。专业交叉多、管理部门多，在做智慧公路云平台顶层设计时，要做好业务子系统功能的构建，尽量避免烟囱式、补丁式建设以及数据分析结论的不一致。

四是要构建智慧公路网络安全防护体系，完善数据安全管理制度，要重视智慧公路网数据安全和隐私保护。通过技术手段、管理措施和法律法规，保障数据的安全和合法使用。

5. 积极开展新技术推广应用，提高公路运行效率、安全和服务

智慧公路建设离不开新技术的应用。根据调研结果显示，人工智能 AI 技术在“视频交通事件检测”应用场景上达到 93%，数字孪生技术在“智慧隧道管控平台安全仿真”应用场景上达到 87%，高精度地图技术在“车路协同车道级管控”应用场景上达到 79%，因此应积极开展新技术的推广应用，赋能智慧公路建设。

一是合理推进车路云协同技术创新应用，助力交通运行安全。在高速公路匝道分合流区、隧道出入口、长大下坡路段、以及恶劣气象影响路段加强感知，结合路侧计算设施及时发现路段安全隐患、车辆行驶冲突和特殊车辆异常行为等，及时进行场景安全预警，提高预警效率。另外从扩大 ETC 系统拓展应用和全国技术互通角度考虑，建议加快探索并推广 ETC 系统开展车路协同信息触达。

二是进一步加强北斗高精度定位和北斗导航技术应用。合理选择北斗高精度经纬服务或相关设施建设，提高基础设施健康监测的精度；采用新技术加强特长隧道内定位和导航技术，助力隧道安全运行监控。

三是积极推进数字孪生技术在智慧隧道建设中的应用。隧道的安全运营是高速公路安全运营的重点、难点和痛点。根据调研结果以及行业部分智慧隧道建设示范效果，对于特长隧道、以及交通量大事故率高的长隧道，适宜利用数字孪生技术搭建数字孪生智慧隧道管控平台，通过感知数据采集、流量预测、分析研判、

动态管控、应急救援和智慧决策支持系统的孪生，实现隧道内通行车辆全域感知，改善洞内交通管控，提升应急处置效能，降低运维成本，可有效提升隧道安全运营效率，降低交通事件影响范围。

（三）推动协同管理机制建设

智慧公路高质量发展离不开跨部门、跨地区、跨层级业务协同。省域内智慧公路建设层面，应借助政府的协调，重点围绕以下三方面开展协同管理机制建设：

一是加强公路运营管理部门与交通运输物流管理部门、公安、应急、气象、相关地方道路管理部门和其他社会资源的协调，建立健全数据共享机制，加强各类数据的共建共享，推动多源数据深度融合应用。

二是加强与公安交通管理部门的协调联动，推动动态车道管控和应急车道动态开放，提高高速公路干线通行效率。

三是加强与公安、路政、应急、消防、医院等部门建立联动机制，实现一路多方协同联动功能，保障高速公路应急指挥智能调度和安全快速救援。

致 谢

本报告是由中国公路勘察设计协会、赛文研究院共同联合完成，在报告撰写期间，亦得到以下单位提供的大力支持，特此感谢！

河北交通投资集团有限公司

河北高速公路集团有限公司

河北省交通规划设计研究院有限公司

河北雄安交通投资有限公司

浙江省交通投资集团有限公司

浙江数智交院科技股份有限公司

浙江交投高速公路运营管理有限公司

浙江沪杭甬高速公路股份有限公司

浙江高信技术股份有限公司

新疆交通投资（集团）有限责任公司

新疆交通规划勘察设计研究院有限公司

新疆交通科学研究院有限责任公司

中国公路工程咨询集团有限公司

中咨泰克交通工程集团有限公司

阿里云计算有限公司

（以上排名不分先后）



电话: 010-65950846

网址: WWW.CHSDA.ORG.CN

地址: 北京市东城区东四前炒面胡同33号