2025 年第 5 卷第 1 期
https://jmba.oajrc.org

中国智慧高速公路建设路径研究

刘皓宇

辽宁交投集团高速通智慧出行有限公司　辽宁沈阳

【摘要】在全球智慧交通发展浪潮中，中国亟需探索符合国情的智慧高速公路建设路径。本文通过对国内智慧高速公路建设现状和经验的分析，提出了中国智慧高速公路建设的核心路径。针对中国智慧高速公路建设的现状与挑战，本文剖析了当前存在的主要问题，并提出了针对性的解决方案。在此基础上，本文构建了中国特色智慧高速公路的发展路径，包括核心技术攻关、服务区建设以及低碳环保等关键环节。这些路径的设计旨在推动中国智慧高速公路建设的可持续发展，为全球智慧交通的发展贡献中国智慧和力量。

【关键词】智慧高速公路；AI 技术；路径研究

【收稿日期】2025 年 3 月 20 日　【出刊日期】2025 年 4 月 28 日　【DOI】10.12208/j.jmba.20250017

Research on the construction path of China's smart expressways

Haoyu Liu

Liaoning Transportation and Investment Group Expressway Intelligent Mobility Co.,Ltd. Shenyang, Liaoning

【Abstract】Amid the global wave of intelligent transportation development, China urgently needs to explore a construction path for intelligent expressways that suits its national conditions. This article, through an analysis of the current situation and experience of intelligent expressway construction in China, proposes the core path for the construction of intelligent expressways in China. In response to the current situation and challenges of intelligent expressway construction in China, this article dissects the main existing problems and puts forward targeted solutions. On this basis, this article constructs the development path of intelligent expressways with Chinese characteristics, including key links such as core technology research and development, service area construction, and low-carbon environmental protection. The design of these paths aims to promote the sustainable development of intelligent expressway construction in China and contribute Chinese wisdom and strength to the development of global intelligent transportation.

【Keywords】Smart expressway; AI technology; Route research

1 引言

截至 2024 年，中国已建成全球规模最大、技术领先的高速公路网络，总里程突破 18 万公里，覆盖全国 95%以上人口超 20 万的城市，成为推动城镇化、经济一体化和民生改善的核心支柱。自 1988 年首条沪嘉高速公路通车以来，中国以《国家公路网规划（2022—2035 年）》为蓝图，持续推进路网智能化升级，例如浙江、广东等地的 5G 智慧高速公路已实现车路实时协同，而光伏路面、自动驾驶专用道等创新技术逐步落地。为践行“双碳”目标，京港澳等干线服务区超 40%配备电动汽车充电桩，云南等地试点生态友好型公路，物流发展。

中国高速公路智慧化转型已取得显著进展：全国超过 3500 公里路段完成智能化升级改造，京雄高速、沪杭甬高速等标杆工程率先实现车道级动态管控、车路协同等核心功能。其中，河南省在连霍高速、京港澳高速等 1589 公里路段部署的动态车道管理系统，通过“速度和谐”和“动态限速”模式使通行效率提升 20%以上。与此同时，全国 55 个重点收费站完成 ETC“秒过站”升级，混合车道全面支持智能支付，服

*通讯作者：刘皓宇（1997-），辽宁交投集团高速通智慧出行有限公司，拓展运营部副部长。

务区则引入智能停车引导、扫码点餐等便民服务，显著提升用户出行体验。智慧高速公路成为实现交通强国战略的核心抓手。本文整合国际前沿技术理念与成熟实践经验，直面我国智慧高速建设中挑战，进行智慧高速公路建设的探索，具有重要理论创新价值与实践指导意义。

2 智慧高速公路建设路径探索

2.1 技术公关路径

2.1.1 AI 技术对高速公路建设的影响

AI 技术的快速发展为中国高速公路建设注入了创新动能，显著提升了交通系统的智能化水平。在运营管理领域，AI 通过实时数据分析与深度学习算法，赋能动态车道管理、车路协同等核心场景，实现路网资源的精准调度。例如，依托 AI 视觉识别和边缘计算技术，高速公路可自动识别异常事件并触发应急响应，事故处置效率提升 60%以上；智能预测模型还能提前30分钟预警拥堵风险，动态调整限速策略，使京雄高速、沪杭甬高速等重点路段通行效率提高20%。同时，AI 驱动的智能边坡监测系统通过多模态传感器融合分析，将地质灾害预警准确率提升至95%，构建起全天候主动防护体系。在技术创新与产业升级层面，AI 深度融入高速公路全生命周期建设。基于机器学习的路网规划系统可优化基础设施布局，降低 15%的施工成本；自动驾驶测试场依托 AI 仿真平台，加速车路云一体化技术迭代，推动 L4 级自动驾驶商业化落地。AI 还驱动服务模式革新，智能客服系统日均处理 90%的公众咨询，语音交互准确率达 98%，显著提升出行体验。在政策层面，《交通强国建设纲要》明确将 AI 列为智慧交通关键技术，其与 5G、物联网的深度融合，不仅推动 ETC“秒过站”、无感支付等便民服务普及，更助力我国主导制定全球首个《智慧高速公路分级建设指南》，为全球智能交通发展提供“中国方案”。AI 技术的系统性应用，正推动中国高速公路从传统基建向数字化新基建跨越，构建起智慧化、绿色化的交通新生态。

2.1.2 AI 技术在智慧高速公路建设中的应用

在交通强国战略和综合立体交通网建设的大背景下，智慧高速公路作为交通领域科技创新的前沿阵地，正成为推动交通行业现代化转型的关键力量。而 AI 技术的融入，为智慧高速公路的发展注入了强大动力，带来了前所未有的变革 。AI 技术在智慧高速公路的建设中有着多方面的应用。

在交通管理层面，利用 AI 技术可以实现交通事件的智能检测与预警。通过部署在道路沿线的摄像头、传感器等设备收集大量交通数据，再借助 AI 算法对这些数据进行实时分析，能快速精准地识别出诸如车辆事故、故障停车、道路拥堵等交通异常情况。例如，当检测到前方路段出现交通事故时，系统会立即触发预警机制，通知相关部门及时进行处理，同时向后方车辆推送路况信息，引导其提前绕行，从而有效缓解交通拥堵，降低事故影响范围。

在道路养护方面，AI 技术也发挥着重要作用。借助 AI 算法和传感器技术，智慧高速公路系统能够实时监测道路的健康状况，如路面平整度、裂缝、坑洼等病害情况。通过对这些数据的分析，预测道路病害的发展趋势，提前制定养护计划，实现预防性养护。与传统的人工巡检方式相比，AI 技术大大提高了道路养护的效率和准确性，减少了人工成本，还能及时发现潜在的道路安全隐患，保障道路的安全畅通。

AI 技术在智慧高速公路的收费和稽核领域也展现出巨大优势。在收费环节，实现了自助收费、智能客服和特情智能处置等功能。通过车牌识别、电子不停车收费（ETC）等技术与 AI 算法的结合，车辆可以快速通过收费站，减少等待时间，提高通行效率。对于一些特殊情况，如 ETC 故障、车型争议等，智能系统能够通过智能感知和归类推理，指引工作人员或车主自助处置简单特情，复杂特情则通过远程视频进行处理，提升了收费服务的智能化水平。在稽核方面，利用 AI 技术建立逃费分析模型，实现智能取证和稽核自动化，有效打击偷逃通行费行为，保障高速公路运营的经济效益 。

此外，AI 技术还推动了智慧高速公路的车路协同发展。通过 V2X（车对外界的信息交换）技术，实现车辆与道路基础设施、车辆与车辆之间的信息交互。AI 算法可以对这些交互信息进行分析和处理，为车辆提供实时的路况信息、驾驶建议等，辅助驾驶员做出更安全、高效的驾驶决策。对于自动驾驶车辆，AI 技术更是关键支撑，能帮助车辆更好地感知周围环境，实现更精准的自动驾驶控制，提高自动驾驶的安全性和可靠性 。

尽管 AI 技术在智慧高速公路建设中取得了显

著成效，但仍面临一些挑战。如 AI 模型的建设成本较高，且模型的更新和优化需要大量的数据和计算资源；不同地区、不同路段的交通环境差异较大，模型的泛化能力有待进一步提升，以适应复杂多变的应用场景；同时，数据安全和隐私保护也是需要重点关注的问题 。随着技术的不断发展和创新，AI 技术在智慧高速公路建设中的应用前景将更加广阔。未来，通过制定统一的行业 AI 标准，建设泛化能力更强的模型，以及发展行业大模型等举措，有望进一步推动 AI 技术在智慧高速公路领域的深度应用，为人们提供更加安全、高效、便捷的出行服务，助力交通行业的高质量发展 。

2.2 智慧服务区建设路径

2.2.1 服务区综合开发：打造“商业+文旅+物流”枢纽

文旅融合赋能服务区功能升级属地文化 IP 深度植入，将地方历史、非遗技艺等文化元素转化为沉浸式场景，如设置文化展厅、主题街区、手作工坊等，构建“可感知、可消费”的文化体验空间。例如，山海关服务区通过整合北水关长城、水墨河景观，形成“服务区+文旅”一体化运营，未来计划联动周边景区打造 3A 级旅游目的地。特色消费场景创新：引入地方特产市集、特色餐饮集群，并拓展夜间经济业态，延长旅客停留时间。

2.2.2 物流节点功能整合

智能仓储与干线物流协同，在服务区布局自动化分拣中心、冷链仓库等设施，与高速公路干线形成“路内外一体化”物流网络，支撑农产品、电商货物快速中转。例如，可试点在京津冀、长三角等物流密集区域的服务区建设区域级智慧仓储节点。多式联运接驳优化：开通服务区至港口、铁路站点的接驳专线，探索“高速公路服务区+物流园区”联动开发，降低物流企业末端配送成本。

2.2.3 智慧化服务提升运营效率

数字化导览与精准营销，通过小程序、AR 导航等技术提供实时车位查询、餐饮预约、景点导览服务，并利用用户行为数据优化商业布局。车路协同功能延伸：在服务区部署充电桩状态监测、自动驾驶车辆专用泊位等设施，为新能源车及智能网联汽车提供无缝衔接服务。

2.3 绿色低碳智慧高速公路建设路径

中国绿色低碳智慧高速公路建设以“双碳”目标与新型基础设施战略为指引，通过顶层规划、技术创新与系统集成协同推进。建设路径涵盖四大核心维度：能源结构转型（推广光伏路面、沿线分布式风电及多能互补能源系统，力争 2030 年高速公路可再生能源利用率超 50%）、数字赋能管理（依托 5G、北斗与 AI 技术构建车路云一体化平台，实现动态感知、智能调度与碳排监测全覆盖）、全周期生态友好（从设计阶段嵌入生态修复技术，应用低碳建材与循环施工工艺，并建立野生动物通道及声屏障系统）、标准化与区域协同（制定智慧高速技术标准，推动京津冀、长三角等城市群基础设施互联与数据共享）。

3 挑战与未来方向

尽管取得显著成果，智慧高速公路建设仍面临早期路段改造成本高、城市群交通供需矛盾突出、数据安全风险等挑战。未来需从三方面深化突破：一是推动 AI 大模型与行业场景深度融合，开发通用性强、成本可控的智能决策系统；二是完善“新基建”投融资机制，吸引社会资本参与智慧服务区开发与新能源设施建设；三是强化国际标准话语权，通过中巴经济走廊等跨国项目输出“中国方案”，助力“一带一路”沿线交通现代化。

综上所述，中国智慧高速公路建设以技术创新为基石、制度创新为保障、场景验证为抓手，不仅重塑了国内交通产业格局，更以系统性解决方案为全球可持续交通贡献了中国智慧。这一路径的成功实践，标志着中国从交通大国向交通强国的历史性跨越，也为新兴经济体提供了可复制的现代化基建范式。随着技术迭代与政策深化，智慧高速公路将继续发挥“经济动脉”与“创新试验场”的双重价值，赋能经济社会高质量发展。

（数据来源：交通运输部《2025 年中国智慧交通发展报告》、国家发改委《新型基础设施建设白皮书（2025）》）

参考文献

[1] 高东明.高速公路智慧运营及信息化建设模式探讨[J].中国交通信息化,2024(S1).

[2] 蔡秀挺.基于国外经验的广东省高速公路发展阶段分析.商用汽车,2024(06).

[3] 储诚赞;程伟;于江浩.智慧高速公路建设技术现状综述

[J].中国交通信息化,2023(08).

[4] 张鹏;罗如意;欧阳诗杰.数字时代全球智慧高速公路发展趋势及建设思考.运输经理世界,2023(09).

[5] 王辉;王少飞;王小军;叶青;周欣.高速公路智能化基础设施分级研究[J].公路,2021(08).

[6] 王曙珲.新基建模式下智慧高速公路总体架构设计[J].中国交通信息化,2021(05).

[7] 张锦;徐君翔;郭静妮;鲍朝莉;董辉.我国智慧高速公路总体架构设计研究[J].综合运输,2020(02).

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心（OAJRC）所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

OPEN ACCESS