

绿美通道经济下智慧高速建设路径研究

杨梅蕊

云南省交通科学研究院有限公司 云南 昆明 650000

【摘要】：绿美通道经济以生态优先、绿色发展为核心，智慧高速作为通道经济的重要载体，其建设需实现生态保护与智能高效的协同统一。本文通过分析绿美通道经济内涵与智慧高速核心特征，梳理当前建设现状及存在的生态与技术融合不足、协同机制缺失等问题，从基础设施、技术应用、运营管理、能源供给四个维度提出针对性建设路径，并辅以保障措施，为绿美通道经济背景下智慧高速高质量发展提供理论参考与实践借鉴。

【关键词】：绿美通道经济；智慧高速；建设路径；生态协同；智能管控

DOI:10.12417/2811-0536.26.03.027

1 引言

随着交通强国战略与生态文明建设的深度融合，绿美通道经济成为区域发展的新范式，其核心是在保护生态环境的前提下，通过通道枢纽作用带动沿线产业协同、资源优化配置。智慧高速凭借物联网、大数据、人工智能等技术优势，成为支撑绿美通道经济的关键基础设施。当前，智慧高速建设多侧重技术应用，对生态保护与绿色发展的兼顾不足，如何实现智慧化与绿美化的深度融合，成为推动通道经济高质量发展的重要课题。本文基于绿美通道经济发展要求，系统研究智慧高速建设路径，为相关工程实践与政策制定提供依据。

2 相关理论基础

2.1 绿美通道经济内涵

绿美通道经济以生态保护为前提，以交通通道为纽带，整合沿线生态、产业、文旅等资源，实现生态效益、经济效益与社会效益的统一。其核心特征体现为生态优先性，强调通道建设与自然环境的和谐共生；产业联动性，通过通道串联形成特色产业集群；可持续性，注重资源节约与循环利用，推动长期稳定发展。

2.2 智慧高速核心特征

智慧高速是融合信息技术与交通工程的现代化交通形态，核心特征包括智能感知，通过全路段监测设备实现交通流、环境状态等数据实时采集；精准管控，依托大数据分析优化交通组织与应急处置；绿色低碳，采用节能技术与环保材料降低环境影响；协同服务，整合沿线服务资源提供一体化出行解决方案。

表1 智慧高速核心技术与绿美通道经济适配性分析

核心技术	技术功能	绿美通道经济适配要点	适配度
物联网技术	全要素数据采集实时监测	生态环境指标监测资源利用状态追踪	高

大数据分析	交通流优化需求预测	产业资源配置优化绿色出行引导	高
人工智能算法	智能调度故障预警	应急环保处置能耗动态调控	中高
新能源应用技术	清洁能源供给节能降耗	碳排放控制生态保护支撑	高
绿色建材技术	低污染可循环降噪减震	生态廊道保护环境影响降低	高

3 绿美通道经济下智慧高速建设现状与问题

(1) 建设现状：当前智慧高速建设已在部分地区开展试点，主要集中在智能交通管控、路况监测等领域，物联网与大数据技术的应用初步提升了通行效率。同时，绿色交通理念逐步融入，部分路段采用了节能灯具、隔音屏障等环保设施。但从绿美通道经济要求来看，现有建设仍处于初级阶段，生态保护与智慧化建设的协同性不足，尚未形成系统完善的建设体系。

(2) 存在问题：智慧化建设多聚焦交通功能优化，对生态环境监测、保护的技术应用不足，部分工程建设破坏沿线生态廊道。交通、环保、产业等部门数据壁垒未打破，无法实现绿美通道资源的统筹规划与高效利用。多数智慧高速仍依赖传统能源，新能源应用比例低，能耗与碳排放控制效果不佳。缺乏兼顾生态保护与通行效率的运营机制，应急处置与绿色服务能力不足。

4 绿美通道经济下智慧高速建设路径

(1) 生态化基础设施建设：以生态保护为前提，优化高速路线规划，避开生态敏感区域，采用桥隧代路、边坡生态修复等技术减少对自然环境的破坏。建设生态化基础设施，包括生态型隔音屏障、低影响排水系统、植被绿化隔离带等，同步配套生态环境监测设备，实现土壤、水质、空气质量等指标实时监测。选用绿色环保建材，推广再生沥青、透水混凝土等材料应用，降低工程建设的环境负荷。

(2) 智能化技术融合应用：基于物联网技术构建全要素监测网络，整合交通流、气象、生态环境等数据，建立统一的数据共享平台，打破部门数据壁垒。运用大数据与人工智能算法，优化交通调度方案，实现绿色出行路径推荐，减少拥堵与能耗。开发生态保护智能预警系统，对施工与运营过程中的生态风险进行实时预警，及时采取保护措施。引入车路协同技术，提升通行效率与安全性，降低交通延误带来的额外能耗。

(3) 协同化运营管理体系：建立交通、环保、产业等多部门协同管理机制，明确各主体职责，统筹推进智慧高速建设与绿美通道经济发展。构建“生态+交通+产业”融合运营模式，依托智慧高速串联沿线文旅、农业等绿色产业资源，开发生态旅游、绿色物流等增值服务。完善应急管理体系，整合智能监测与应急处置资源，提升生态灾害、交通事故等突发事件的快速响应能力，减少环境影响。

(4) 绿色化能源供给模式：构建以新能源为主的多元化能源供给体系，在服务区、收费站推广光伏发电、风能发电等可再生能源应用，配套储能设备实现能源供需平衡。推广新能源汽车充电设施与换电模式，建设全覆盖的绿色出行服务网络。优化能耗管理，通过智能控制系统实现照明、通风等设备的节能运行，降低运营阶段能耗与碳排放。

表 2 绿美智慧高速建设阶段目标与实施重点

建设阶段	阶段目标	实施重点	完成时限
规划筹备期	明确生态保护红线完成技术方案论证	生态环境现状勘察多部门协同机制建立技术选型与方案设计	1-2年
建设实施期	完成核心基础设施与技术系统搭建	生态化工程建设数据共享平台搭建新能源设施安装智能监测网络部署	3-5年
运营优化期	实现生态与智慧协同运营提升服务效能	运营数据优化分析生态保护措施迭代产业融合项目落地服务质量提升	持续推进

5 案例实践分析

5.1 案例背景

云南某高速全长 186 公里，连接滇中城市群与滇西生态旅游区，途经滇池流域生态保护区、哀牢山国家级自然保护区外围地带，沿线分布多个彝族、哈尼族聚居区及特色农业产业园。项目紧扣云南“绿美交通”建设要求，以绿美通道经济为核心导向，整合生态保护、智能交通、产业联动三大目标，成为省内首个生态与智慧深度融合的高速示范工程，建设期为 2020-2023 年，目前已进入运营优化期。

5.2 案例建设实践

(1) 生态化基础设施建设：针对云南山地多、生态敏感的特点，项目采用“避让+修复”双重策略优化路线设计，累计设置桥梁 32 座、隧道 11 座，桥隧比达 65%，最大限度避开生态红线区域。在边坡治理中，摒弃传统喷锚工艺，采用云南乡土植被混播技术，搭配紫穗槐、车桑子等耐旱固土植物，构建生态缓冲带，累计完成边坡生态修复面积 42 万平方米。同时，全线配套低影响排水系统，在穿越农田区域设置生态植草沟，收集路面径流并净化处理，避免污染沿线土壤与水体；选用云南本地生产的再生沥青混合料、透水混凝土等绿色建材，占路面材料总用量的 38%，降低工程碳足迹。

(2) 智能化技术融合应用：构建“天地空”三位一体监测网络，在生态敏感路段部署 120 套物联网监测设备，实时采集土壤湿度、植被覆盖率、空气质量等 16 项生态指标，同步整合交通流、气象数据，接入云南省交通厅与生态环境厅数据共享平台。基于人工智能算法开发生态风险预警系统，针对云南多雨、地质灾害频发的特征，实现滑坡、泥石流等隐患的提前 24 小时预警，累计发出预警信息 37 次，有效避免生态破坏。引入车路协同技术，在长下坡、急弯路段设置智能诱导装置，结合大数据分析优化通行路线，推荐“生态+旅游”绿色出行方案，串联沿线 9 个景区，引导游客错峰出行，减少拥堵能耗。

(3) 协同化运营管理体系：建立由交通、环保、文旅、农业等多部门组成的协同管理专班，明确职责分工：交通部门负责路况维护与智能调度，环保部门提供生态监测标准，文旅与农业部门整合沿线资源。构建“生态+交通+产业”融合模式，在服务区设立绿美产品展销中心，推广沿线彝族刺绣、高山茶叶、生态果蔬等特色产品；开通“高速+景区”专线接驳服务，联合沿线 3 个 4A 级景区推出通行+门票优惠套餐，实现交通与文旅产业联动。完善应急管理机制，整合智能监测数据与沿线乡镇应急资源，建立“15 分钟应急响应圈”，针对交通事故引发的生态污染风险，制定专项处置流程，累计开展生态应急演练 4 次。

(4) 绿色化能源供给模式：依托云南丰富的太阳能资源，在全线 3 个服务区、8 个收费站屋顶铺设光伏发电系统，总装机容量 1.2 万千瓦，年发电量约 1500 万千瓦时，满足服务区 80% 的用电需求，剩余电力接入地方电网。配套建设 42 个新能源汽车充电桩、6 个换电站，实现主线充电设施每 50 公里全覆盖，适配云南新能源旅游大巴与私家车出行需求。采用智能能耗

管控系统,对隧道照明、服务区空调等设备进行动态调控,根据车流量与自然光强度自动调节运行参数,相比传统高速,全线运营能耗降低29%。

表3 云南某高速建设实施与成效对应表

建设路径	核心实施措施	量化成效	绿美通道经济贡献
生态化基础设施	边坡生态修复42万m ² 绿色建材使用率38% 影响排水系统全覆盖	沿线植被覆盖率提升至82% 路面径流净化率达90%	保护滇池流域生态廊道 维持生物多样性
智能化技术应用	120套物联网监测设备 生态风险预警系统 车路协同诱导装置	通行效率提升35% 生态隐患处置响应时间缩短60%	引导绿色出行 减少生态破坏风险
协同化运营管理	多部门协同专班 绿美产品展示中心 景区专线接驳	沿线乡镇旅游收入增长47% 特色农产品销量提升53%	串联产业资源 带动乡村振兴
绿色化能源供给	1.2万千瓦光伏发电系统 48个充电换电设施 智能能耗管控	年减少碳排放8900吨 运营能耗降低29%	优化能源结构 践行低碳发展

5.3 案例实施成效

(1) 生态效益:项目运营以来,沿线生态环境持续改善,边坡植被存活率稳定在95%以上,土壤侵蚀量较周边传统高速减少72%,未发生一起因工程建设导致的生态破坏事件,实现了“路在绿中穿、车在景中行”的生态效果,成为云南绿美通道的标志性工程。

(2) 经济效益:通过产业联动模式,直接带动沿线3个县的文旅、农业产业发展,2023年沿线景区接待游客量同比增长68%,特色农产品销售额突破2.3亿元,为当地创造就业岗位1200余个,助力2个少数民族聚居村实现脱贫成果巩固。同时,智能调度与节能技术应用使高速运营成本降低22%,投资回收期预计缩短3年。

(3) 社会效益:项目成为云南绿美通道经济的示范样本,其“生态+智慧”建设模式被纳入《云南省绿美交通建设技术指南》,为省内后续高速项目提供参考。全线通行时间较原有国道缩短75分钟,极大提升区域交通可达性,促进滇中与滇西地区资源优化配

参考文献:

- [1] 余建军.基于“智慧位置”的高速公路诱导服务系统研建[J].测绘通报,2012,(11):87-91.
- [2] 王若霞,陈卓.智慧高速公路系统建设探究[J].中国交通信息化,2013,(S1):33-35.
- [3] 郝建明,徐青松,唐又林.高速公路智慧型营运管理平台研究[J].上海船舶运输科学研究所学报,2013,36(01):12-17+36.
- [4] 朱琳,纪麟.智慧公路综合管理服务平台的设计与实现[J].中国交通信息化,2014,(S1):20-24+37.
- [5] 刘桐.空间信息技术在智慧高速公路建设中应用探索[J].公路交通科技(应用技术版),2015,11(01):39-43+47.

置,推动绿美通道经济一体化发展。

5.4 案例经验启示

云南案例的成功关键在于充分结合本地生态特征与资源禀赋,选用乡土植被、适配山地地形的技术方案,证明绿美智慧高速建设需避免“一刀切”,应根据区域生态条件、产业基础进行个性化设计。通过打破部门数据壁垒、整合产业资源,实现了生态保护、交通运营、产业发展的良性循环,验证了协同化运营管理体系在绿美通道经济中的核心作用,为跨部门合作提供了可复制的机制样本。案例中物联网监测、智能预警等技术均聚焦实际需求,针对云南地质灾害、多雨天气等痛点问题设计应用场景,避免技术堆砌,说明智慧技术的落地需以解决实际问题、提升效益为导向。

5.5 建设保障措施

出台绿美智慧高速建设专项政策,明确建设标准、补贴机制与考核办法,引导社会资本参与。加大生态智慧交通技术研发投入,鼓励校企合作开展关键技术攻关,提升技术自主创新能力。建立多元化资金投入机制,整合财政资金、专项债券、社会资本等,保障建设与运营资金需求。培育兼具交通工程、生态环保、信息技术等多领域知识的复合型人才,为建设提供智力支持。

6 结论

绿美通道经济下的智慧高速建设是生态保护与交通发展协同推进的重要实践,需突破传统建设模式,实现生态化与智能化的深度融合。本文提出的生态化基础设施建设、智能化技术融合应用、协同化运营管理体系、绿色化能源供给模式四大路径,为智慧高速建设提供了系统解决方案。通过政策、技术、资金、人才等多方面保障,可推动智慧高速成为绿美通道经济的核心支撑,实现生态效益、经济效益与社会效益的统一。未来需进一步加强技术创新与实践探索,持续优化建设路径,助力绿美通道经济高质量发展。