

# 绿色公路建设理念在公路设计中的应用探讨

欧玉才

(皓筠工程设计有限公司兰州设计分公司, 甘肃 兰州 730030)

**摘要** 为推动公路建设向绿色低碳、生态环保方向转型, 破解传统公路设计资源消耗大、生态破坏严重等困境, 本研究明确绿色公路建设理念在公路设计中的应用价值, 探究绿色公路建设理念在公路路线、路基路面、排水系统及配套设施等关键设计环节的应用路径, 提出生态优先的路线选线策略、低碳节能的路基路面方案、雨洪利用的排水模式及绿色配套设施配置建议, 以期为促进我国公路建设高质量发展提供参考。实践验证表明, 相关设计方法可降低公路建设资源消耗, 减少生态破坏面积, 提升运营阶段能源利用效率, 有效协调公路建设与生态环境、资源利用的关系, 显著提升工程生态、经济与社会效益。

**关键词** 绿色公路建设理念; 公路设计; 生态保护; 低碳节能

中图分类号: U412

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.07.037

## 0 引言

在我国交通运输行业高速发展的进程中, 公路网络的不断完善为区域经济联通、社会资源流动提供了核心支撑, 但传统公路建设模式也逐渐暴露出深层次问题。以通行功能为单一导向的设计思路, 导致公路建设过程中普遍存在耕地占用量大、自然植被破坏严重、建筑废弃物排放超标等现象, 运营阶段更是面临能源消耗过高、污染物排放失控等生态压力, 与我国“双碳”目标及生态文明建设要求存在显著差距<sup>[1]</sup>。在此背景下, 绿色公路建设理念应运而生, 其以全生命周期绿色化为核心, 强调生态保护、资源循环与低碳高效的协同发展, 为破解传统公路建设困境提供了全新路径。公路设计作为工程建设的前置核心环节, 直接决定了公路的建设形态、资源消耗强度及生态影响范围, 是绿色理念落地的关键载体<sup>[2]</sup>。将绿色公路建设理念系统融入设计全过程, 重构设计逻辑与技术路径, 不仅能从源头降低工程对生态环境的扰动, 更能提升公路全生命周期的综合效益。

## 1 绿色公路建设理念在公路设计中的应用的價值

### 1.1 筑牢生态保护第一道防线

传统公路设计往往忽视生态系统的整体性, 易对沿线自然保护区、湿地、珍稀动植物栖息地等敏感区域造成不可逆破坏。绿色公路建设理念通过前置生态调研、优化路线布局等设计手段, 能有效避让生态敏

感区, 减少对原生植被的砍伐和土壤的扰动。同时, 通过生态防护技术、植被恢复方案的融入可实现公路建设与自然生态的和谐共生, 降低水土流失、生物多样性减少等生态风险, 筑牢公路建设的生态保护第一道防线。例如: 在生态脆弱区域的公路设计中通过采用桥隧替代高填深挖、设置生态廊道等措施可显著降低对生态系统的割裂影响。

### 1.2 实现全生命周期成本优化

绿色公路设计虽可能在前期设计阶段增加部分技术研发与方案优化成本, 但从全生命周期视角来看其经济效益显著。通过资源循环利用技术(如废旧路面材料再生、工业废料资源化利用)可大幅减少原生资源开采量, 降低建设材料采购成本, 低碳节能设计(节能照明、透水路面、优化路线坡度等)能降低公路运营阶段的能源消耗和养护成本。同时, 绿色公路设计带来的生态环境损害减少, 可规避生态修复、污染治理等后续额外支出, 实现工程建设与运营的全生命周期成本优化<sup>[3]</sup>。

### 1.3 助力高质量发展与民生改善

绿色公路建设理念的应用, 能推动公路建设从“粗放型”向“集约型”转型, 契合我国高质量发展的核心要求。优质的绿色公路不仅能提升通行安全性与舒适性, 还能通过景观融合设计、配套服务优化, 打造“路景相融”的交通环境, 助力沿线旅游产业发展。同时,

作者简介: 欧玉才(1990-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 公路与桥梁工程。

绿色公路建设过程中推广的低碳技术、生态理念，能引导社会公众树立绿色出行意识，推动交通运输行业绿色转型，进而提升社会整体生态文明水平。此外，绿色公路设计注重对沿线居民生产生活的影响规避，通过合理设置隔音设施、排水系统减少公路建设与运营对周边居民的干扰，改善民生福祉。

## 2 绿色公路建设理念在公路设计中的关键应用环节

### 2.1 路线设计生态优先，实现避让与协同

路线设计是公路设计的基础，直接决定工程的生态影响与资源消耗强度，绿色理念在此环节的核心应用原则为“生态优先、避让协同”。前置生态调研与评估，采用遥感监测、实地勘察、无人机测绘等多元手段全面梳理路线沿线的生态敏感区域、地质条件、水资源分布、耕地与林地分布等情况，建立详细的生态环境数据库，明确路线选线的生态约束条件。基于调研结果优先选择荒地、劣地等土地资源质量较差的区域布设路线，坚决避让自然保护区、核心湿地、珍稀动植物栖息地等生态敏感区<sup>[4]</sup>。同时，优化路线平面与纵断面设计，平面设计中尽量采用直线与大半径曲线组合，减少路线转折次数，降低对地形地貌的切割破坏；纵断面设计中结合地形条件优化坡度与坡长，避免高填深挖，减少土石方工程量，降低水土流失风险。对于必须穿越复杂地形的路段优先采用桥隧构造物替代，减少对山体植被的破坏。例如，在山区公路设计中采用隧道穿越山体替代大面积开挖，既能保护山体地质稳定性，又能减少植被砍伐。此外，注重路线与周边景观的协同融合，采用本土植物品种进行沿线绿化设计，通过植草护坡、生态挡土墙等景观化防护措施实现“路在景中、景在路上”的效果。

### 2.2 路基路面设计低碳循环，提升节能与耐久性

路基路面是公路的核心结构，绿色理念在此环节的应用重点为“低碳节能、资源循环、提升耐久”。在路基设计方面推广生态型路基结构与材料，对于软弱地基路段采用真空预压、水泥粉煤灰碎石桩等复合地基处理技术，减少土石方用量，提升路基稳定性；积极利用粉煤灰、矿渣、建筑垃圾等工业废料替代传统路基填料，实现废料资源化利用，降低环境压力。同时，路基防护摒弃传统浆砌片石等硬质防护，采用植草、植灌相结合的生态防护模式，提升水土保持能力。在路面设计方面核心是推广低碳环保材料与结构，采用再生路面材料，将废旧沥青路面、水泥混凝土路面

破碎再生后，用于新建路面的基层或底基层，减少原生沥青、水泥等资源消耗；推广温拌沥青、高性能沥青等低碳材料，降低沥青混合料生产过程中的能耗与碳排放；优化路面结构设计，根据公路等级与交通流量，设计合理的路面厚度与层间结构，提升路面抗疲劳、抗车辙性能，减少养护频次；在人行道、非机动车道、服务区停车场等区域推广透水路面技术，实现雨水渗透涵养，补充地下水，减少城市内涝风险。

### 2.3 排水系统设计生态排水，实现雨洪资源利用

传统公路排水设计多采用“快排快泄”模式，易导致雨水资源浪费、周边水体污染等问题，绿色理念在此环节的应用核心为“生态排水、雨洪利用”。优化排水系统布局，摒弃传统混凝土硬式边沟，采用植草沟、生态边沟、雨水花园等生态排水设施，利用土壤过滤、植被吸附作用对雨水进行净化，减少径流污染物含量。同时，设置雨水集蓄与利用系统，在公路服务区、收费站、互通立交等区域布设蓄水池、集雨池，收集路面与沿线区域的雨水，经沉淀、过滤等简易处理后用于公路绿化灌溉、路面冲洗、卫生间用水等，实现雨水资源循环利用，降低自来水消耗<sup>[5]</sup>。此外，注重排水系统与周边水文环境的协同，公路跨越河流、湿地时，采用桥梁跨越替代涵洞穿越，减少对水体的阻隔与扰动；排水出口设置水质净化设施，确保排放雨水水质达标，避免污染周边水体。对于山区公路合理设置截水沟、急流槽，结合山体植被分布优化排水路径，减少水土流失。

### 2.4 配套设施设计智能节能，打造绿色服务体系

公路配套设施（服务区、收费站、照明系统、监控系统等）是运营保障的核心，绿色理念在此环节的应用重点为“智能节能、绿色环保”。在服务区设计中推行绿色建筑标准，采用节能门窗、保温隔热材料，提升建筑节能性能；配套建设太阳能光伏发电系统、地热能供暖制冷系统，满足服务区电力、供暖、制冷需求，减少传统能源消耗；设置垃圾分类收集与处理设施，推行厨余垃圾资源化、可回收物回收利用，减少垃圾污染；建设污水处理设施，对生活污水进行处理，达标后用于绿化灌溉或排放。同时，在照明系统设计中全面推广LED节能灯具，替代传统高压钠灯，降低能耗50%以上；采用智能照明控制系统，结合光照强度、交通流量数据，自动调节照明亮度，实现“白天关灯、夜间按需调光”，避免无效能耗；在公路沿线合理布设

太阳能路灯,利用可再生能源供电,进一步提升节能效果。此外,监控系统采用低功耗设备,结合物联网技术实现设备智能启停与状态监测,降低运营能耗<sup>[6]</sup>。

### 3 案例分析

#### 3.1 案例概况

选取某省级绿色公路示范项目(以下简称“示范项目”)作为研究案例,该项目为双向四车道高速公路,全长 68 公里,途经平原、丘陵与生态保护区边缘,其中穿越生态敏感区域路段约 12 公里。项目设计阶段全面融入绿色公路建设理念,重点围绕路线优化、资源循环、生态防护、智能节能等方面开展设计,是区域内绿色公路建设的典型代表。

#### 3.2 绿色设计应用措施

在路线设计环节项目前期通过无人机测绘与实地勘察,全面梳理沿线生态敏感点,将原需穿越生态保护区核心区的路线方案优化调整,采用 1.2 公里隧道+0.8 公里桥梁的组合方式,避让核心敏感区,减少植被砍伐面积约 8 公顷;同时,优化纵断面坡度,将平均坡度从原设计的 3.2% 降至 2.0%,减少土石方开挖量约 25 万立方米。在路基路面设计环节项目利用沿线废弃水泥厂的矿渣作为路基填料,替代传统碎石填料,用量达 15 万立方米,减少了矿渣堆放污染与原生碎石开采;路面施工采用废旧沥青路面再生技术,将项目周边旧路改造产生的 8 万立方米废旧沥青混合料再生后,用于新建路面基层,再生利用率达 90%;在服务区停车场与互通立交匝道区域,铺设透水沥青路面,面积约 2 万平方米,配套建设 3 座容量为 500 立方米的雨水集蓄池。在排水与配套设施设计环节项目全线采用植草沟生态排水系统,替代传统混凝土边沟,长度达 45 公里;服务区建设 1 000 平方米太阳能光伏板,配套地热能供暖系统,实现服务区 80% 的电力需求与 100% 的供暖需求自给;全线照明采用 LED 智能灯具,结合交通流量监测实现亮度自动调节,配套太阳能路灯 320 盏。

#### 3.3 应用效果

案例项目通过绿色公路设计理念的系统应用,取得了显著的生态、经济与社会效益。生态方面,项目避让了生态敏感核心区,减少植被破坏 8 公顷,通过生态防护与植被恢复,沿线水土流失量较传统设计减少 60%,区域生物多样性得到有效保护;雨水集蓄与透水路面系统年收集利用雨水约 1.2 万立方米,补充地下水约 0.8 万立方米。经济方面废旧材料再生与工业废料

利用减少建设成本约 1 200 万元,太阳能与地热能利用年节约电费与取暖费约 80 万元,智能照明系统年节能耗约 50 万千瓦时,全生命周期成本预计降低 25%。社会方面项目“路景相融”的设计提升了通行舒适性,沿线旅游产业因交通改善得到带动,年新增旅游收入约 500 万元;绿色理念的推广提升了周边居民生态保护意识,获得了广泛的社会认可。

### 4 结束语

绿色公路建设理念在公路设计中的应用是破解传统公路建设生态破坏、资源浪费困境的必然选择,更是推动交通运输行业高质量发展的核心路径。从应用价值来看,其不仅能筑牢生态保护防线,更能实现全生命周期成本优化与民生福祉提升,兼具生态、经济与社会多重效益。从应用实践来看,绿色理念需贯穿路线、路基路面、排水系统、配套设施等关键设计环节,通过生态优先的路线优化、低碳循环的材料应用、雨洪利用的排水设计、智能节能的配套建设,构建全链条绿色设计体系。案例实践表明,系统应用绿色公路设计理念,能有效降低工程对生态环境的影响,提升资源利用效率,实现综合效益最大化。未来,随着大数据、物联网、BIM 等智能技术的发展,绿色公路设计应进一步向精准化、智能化方向升级,通过技术融合提升设计科学性与可行性。同时,需完善绿色公路设计标准体系,加强技术研发与推广,强化设计全过程管理与多方协同,推动绿色理念在公路设计中全面落地,为我国“双碳”目标实现与生态文明建设提供坚实的支撑。

### 参考文献:

- [1] 周炜.绿色公路理念下的高速公路景观设计与思考[J].运输经理世界,2023(17):160-162.
- [2] 李忠.绿色公路设计理念在高速公路改扩建工程中的应用[J].智能建筑与智慧城市,2024(11):126-128.
- [3] 姚捷,高小虎,齐韵涛.基于绿色公路建设理念的高速公路路线设计方案评价体系研究[J].交通世界,2021(12):102-103,120.
- [4] 吴敏.基于绿色公路建设理念的高速公路路线设计方案评价体系[J].工程与建设,2022(04):957-958,1011.
- [5] 苏瀚生,王海梁.基于生态环保理念的绿色公路路线设计思路[J].运输经理世界,2025(24):163-165.
- [6] 鲍志远,周晓玺,白超.高速公路城市延伸段绿色低碳优化方案研究[J].交通节能与环保,2025(03):38-42.