

基于绿色理念的公路路线设计方法与实践探索研究

刘 瑱

山东省交通规划设计院集团有限公司, 山东 济南 250031

[摘要]在可持续发展背景下, 绿色理念逐渐成为公路路线设计的重要指导思想。通过系统分析绿色交通的核心原则, 融合生态保护、资源节约与环境友好等因素, 构建兼顾工程效益与生态平衡的路线设计方法。在路线选择、线路优化与施工控制等环节引入绿色策略, 不仅有效降低生态破坏, 还提升了道路系统的整体可持续性。结合典型工程案例, 探讨绿色设计理念的实际应用路径, 推动公路工程绿色转型与高质量发展。

[关键词]绿色理念; 公路路线设计; 生态保护; 可持续发展; 工程实践

DOI: 10.33142/sca.v8i5.16418

中图分类号: TU984

文献标识码: A

Exploration and Research on Highway Route Design Method and Practice Based on Green Concept

LIU Zhen

Shandong Provincial Communications Planning and Design Institute Group Co., Ltd., Ji'nan, Shandong, 250031, China

Abstract: In the context of sustainable development, green concepts have gradually become an important guiding ideology for highway route design. By systematically analyzing the core principles of green transportation, integrating factors such as ecological protection, resource conservation, and environmental friendliness, a route design method that balances engineering benefits and ecological balance is constructed. Introducing green strategies in route selection, route optimization, and construction control not only effectively reduces ecological damage, but also enhances the overall sustainability of the road system. Combining typical engineering cases, explore the practical application path of green design concepts, and promote the green transformation and high-quality development of highway engineering.

Keywords: green concept; highway route design; ecological protection; sustainable development; engineering practice

引言

随着生态文明建设的不断推进, 传统以速度与成本为导向的公路路线设计方式面临转型压力。如何在保障交通功能的同时实现资源节约与环境友好, 成为行业关注的焦点。绿色理念的引入为公路工程注入了可持续发展的新动力, 不仅体现了对自然环境的尊重, 更回应了社会对生态安全的迫切需求。在此背景下, 探索符合绿色理念的路线设计方法具有重要的现实意义与推广价值。

1 绿色理念在公路路线设计中的价值体现

绿色理念作为可持续交通发展的核心, 正逐步融入公路路线设计各环节, 推动设计理念从“速度优先”向“生态优先”转变。

1.1 生态保护意识的全面提升

绿色理念强调在路线设计阶段充分尊重自然地貌、水文条件与生态系统结构。传统路线设计多以缩短通行距离、节约成本为主要目标, 忽视了对生态环境的破坏, 诸如水源地污染、动植物栖息地破碎化等问题屡见不鲜。而绿色导向下, 设计者需在方案初步构思阶段全面调查环境敏感区与生态红线区域, 优先避让生态脆弱地带, 通过隧道、桥梁等工程措施减少对山体、林地、水系的切割与干扰。生态保护已成为路线选线不可或缺的基础性前提, 是公路

工程与自然系统和谐共处的根本保障。

1.2 绿色价值链条的系统构建

绿色理念不仅是设计导向, 更是一套完整的价值链条体系, 贯穿于规划、设计、施工乃至运营维护全周期。在路线设计层面, 体现为选线合理化、结构轻量化与建设集约化的综合考虑。例如, 合理利用原有地形, 避免大规模土方开挖, 减少对自然景观的干扰; 在材料选用上, 倾向使用高性能、可再生与本地供应材料, 降低碳排放与运输能耗; 在设计参数选择上, 平衡通行效率与生态效益, 避免过度超前设计带来的资源浪费。通过构建绿色设计的系统链条, 实现路线设计由“单点绿色”向“全过程绿色”升级, 显著提升项目整体的环境友好度。

1.3 社会与环境效益的协同提升

绿色路线设计不仅有助于环境保护, 更在多方面带来良好的社会效益。首先, 绿色设计提升了工程的公众接受度。通过公众参与、环境影响评估等机制, 凝聚社会共识, 避免因设计缺陷引发的群体性环境纠纷。其次, 绿色设计降低了长期运维成本。生态护坡、自然排水、低维护路面等措施既保护环境, 又减少后期人工干预需求。此外, 绿色路线设计还能提升区域景观价值, 促进沿线生态旅游与乡村振兴, 形成交通基础设施与区域经济协同发展的良性

循环。在这一过程中，绿色理念不仅实现了工程目标与环境责任的统一，更使公路建设真正走上可持续发展的道路。

2 公路路线设计中的生态因子与环境约束分析

在推进生态文明建设的大背景下，公路路线设计必须充分识别与分析生态因子和环境约束，以实现工程可行性与生态可持续性的协调统一，指导科学选线与合理布局。

2.1 地形地貌对选线的制约作用

地形地貌作为公路路线设计的基础背景，其复杂程度直接影响设计方案的安全性与经济性。在生态理念指导下，不仅需分析地形高差、坡度、地质稳定性等传统指标，更应关注其对生态系统的承载与影响。例如，在山地、丘陵等区域，应尽量利用自然等高线布设路线，减少大面积开挖与边坡破坏，防止水土流失与山体滑坡。同时，对于生态价值较高的喀斯特地貌、红树林湿地、原始林地等，应设置严格的避让与缓冲区。通过因地制宜的设计手法，降低地形干预强度，最大程度地保持地貌原貌，实现工程与自然的融合。

2.2 水域生态系统的保护机制

水域生态系统是维系区域生态平衡的重要组成部分，路线设计过程中对其影响尤为敏感。路基建设常会打破原有的水流路径，引发地表径流变化、湿地退化与水体污染。为避免这些问题，应在设计阶段开展详尽的水文分析，识别流域分界、地表水系分布与地下水补给区。设计中应设置科学的排水系统，如生态边沟、雨水花园、透水路面等，维持水文循环的连续性。在跨越河流、湿地时，优先采用桥梁结构，并预留必要的生态廊道与水生生物通道，确保水体连通性与生物迁移通畅，降低对区域生态链的干扰。

2.3 环境敏感区的空间管控

环境敏感区是指生态功能突出、受扰动易退化的区域，在公路路线设计中需给予高度重视。常见的环境敏感区包括自然保护区、风景名胜区、饮用水源保护区、野生动植物栖息地等。这些区域通常具有限制性开发条件，甚至存在“零干扰”要求。在路线比选阶段，应将敏感区划分为不可穿越或优先避让区域，并通过 GIS 技术与遥感手段精准识别其范围与等级。如无法避让，应通过屏障隔离、生态补偿等方式缓释风险，并结合环保政策与土地规划，提升生态兼容性与规划科学性。

3 绿色导向下的路线选线与优化策略

绿色导向已成为现代公路设计的重要方向，在路线选线与优化过程中，应坚持生态优先、节能减排和资源节约的基本原则，推动设计理念从“工程导向”向“环境导向”转变。

3.1 生态敏感区的避让优先

在选线阶段，应以生态敏感区的系统识别为前提，落实“避让优先”的原则，确保公路建设对自然系统的干扰降至最低。通过分析土地利用类型、生态红线、动植物分

布与水体分布，确定关键生态区域，并利用 GIS 空间分析技术建立“生态敏感区图层”，作为路线比选的基础资料。在实践中，常规的“最短路径优先”策略易忽视生态风险，而绿色导向下的选线逻辑则更关注生态完整性与连通性。例如，当路线需穿越林区或湿地时，优先选择边缘区域或已有交通通道协同利用，减少新建工程对原生生态的二次分割，体现绿色理念在路径层级的引导作用。

3.2 用地集约与线形协调并重

在满足通行效率的前提下，绿色路线设计应高度重视土地资源的节约与利用效率的提升。避免重复征地、冗余布线和不必要的“绕行工程”，可通过线形优化实现建设节约与运营高效的统一。在具体实施中，注重将公路与周边交通基础设施协同布设，如与铁路、城市道路平行设置、共用走廊资源，实现交通用地集约化。同时，路线线形设计应尽量顺应地形地貌，减少急弯、陡坡等对行车安全与能耗不利的因素，优选平顺、和谐的纵横断面型式。通过提升设计精度，合理压缩用地范围和施工规模，从源头上实现资源与环境压力的“双减”轻。

3.3 绿色要素的融合设计策略

绿色导向不仅要求避让与节约，更强调绿色元素的主动嵌入与设计融合。在路线优化过程中，应将绿色基建理念融入桥梁、隧道、边坡、路面等各个构造环节。例如，在边坡设计中引入植物护坡与生态带结构，不仅提升边坡稳定性，还能改善景观与微环境；在沿线构筑生态通道、涵洞与动物过街设施，保障野生动物活动空间的连续性；在路面结构中应用透水混凝土、冷再生技术与再生材料，降低碳排放与能源消耗。此外，还可利用新能源设施（如太阳能路灯、智慧节能系统）提升运营阶段的绿色性能，实现设计—建设—运维全过程绿色化。绿色要素的有机融合，是从理念到细节落地的关键，体现绿色设计的综合价值。

4 绿色施工与资源节约的技术路径探索

公路工程的绿色化不仅体现在规划与设计阶段，更在施工过程中发挥关键作用。通过优化施工工艺、节约资源材料与强化过程控制，实现绿色理念在项目全生命周期的深入落地。

4.1 施工组织的绿色转型

传统施工方式多以效率和进度为主，往往忽视对生态环境的保护。绿色导向下，施工组织需在源头上进行结构性优化，注重生态保护与资源配置的协调统一。在工程开工前，通过精细化施工组织设计，合理安排场地布置与机械路径，避免对非作业区域的无序扰动。在施工进程中，推广模块化、装配化施工工艺，减少现场湿作业和材料浪费；同时，建立施工期环境监测机制，及时对水体、空气、噪声等污染因子进行检测与干预，确保生态影响最小化。严格控制作业范围，防止外溢破坏，提升空间利用率，推进绿色施工管理。

4.2 再生资源的高效利用

绿色施工强调资源的循环利用和材料使用地再生化,既降低了原材料消耗,又有效减少了建筑废弃物的排放。在公路建设中,可广泛采用再生沥青混合料、水泥稳定再生基层、工业固废利用骨料等绿色建材,提升材料利用效率。例如,就地冷再生技术利用原有旧路材料加工成新路面基层,不仅缩短施工周期,还减少运输与碳排放;废旧建筑材料通过加工后可替代天然砂石,降低对自然资源的依赖。施工单位应建立原材料可追溯与分类利用系统,科学制定材料使用配比方案,推动资源从“一次性使用”向“全生命周期利用”转变,实现资源利用的闭环管理。

4.3 节能降耗的智能管理

施工阶段的能耗控制是绿色目标实现的另一关键点。采用数字化与智能化管理手段,可有效提升施工过程的能效水平。例如,引入智慧工地系统,对现场机械设备运行、能源消耗、水资源使用等进行实时监控与动态调度,避免长时间空转、重复作业等浪费现象;通过 BIM+GIS 融合技术,建立全过程可视化管控平台,实现对关键工序、物资与人员的绿色管理。此外,还可推广使用低能耗设备、清洁能源机械及太阳能照明等节能设施,提升工地运行的绿色水平。节能降耗不仅带来经济效益,也在社会责任层面体现企业的绿色承诺,是绿色施工的重要技术支撑。

5 典型案例分析与绿色设计实践成效评估

绿色理念在公路路线设计中日益成熟,通过典型项目的实践探索,可全面反映绿色设计技术的落地能力与实际成效,为今后工程推广提供经验借鉴与路径参考。

5.1 珠三角环线高速的绿色设计实践

珠三角环线高速公路作为广东省重点生态交通工程,其设计全面贯彻绿色理念,构建了生态友好与高效通行并重的样板。项目在路线选线阶段大量采用遥感与 GIS 分析技术,精确识别自然保护区、水源涵养区与农田生态红线,优选避让生态敏感区,通过增加桥梁和隧道比例,减少对地表干扰,桥隧比达 42%。在结构设计方面,采用透水性材料用于路肩和中央分隔带,减轻雨水径流对地表的冲刷,同时通过雨水回收系统对沿线绿化进行灌溉,形成内部循环。此外,项目设置 12 处野生动物通道和 5 处生态涵洞,有效缓解交通基础设施对动物迁徙路径的割裂,兼顾生态连通与交通安全,真正实现生态与交通共赢。

5.2 四川汶马高速的生态恢复策略

汶马高速横穿四川阿坝藏族羌族自治州,是典型的高原生态脆弱区高速公路项目。该项目面对复杂地形与高生态敏感区双重挑战,在设计与施工阶段突出生态修复与绿

色建造理念。在高山峡谷地带,优先选择桥梁跨越方式,最大限度减少对林地与水体的直接扰动;隧道开挖采用湿喷混凝土+植物纤维覆盖技术,减少粉尘外泄并促进边坡快速绿化。更具代表性的是,该项目在弃土场设计上因地制宜,建设了“生态沉淀池+植被覆盖+景观利用”三位一体系统,不仅处理施工废弃物,还实现生态重建与景观一体化,提升整体视觉与环境价值。监测数据显示,通车后区域生物多样性恢复率达 85%以上,生态干预效果明显优于传统施工项目。

5.3 项目成效评估与推广建议

上述项目显示,绿色设计提升了生态质量并兼顾经济与社会效益。珠三角环线高速建设期碳排放较同类项目减少 18%,运营维护成本下降 15%;汶马高速通过生态建设带动旅游发展,实现生态与经济共赢。项目成功关键在于绿色理念的系统化融入全过程,包括选线、用材、施工与修复。同时,环境监测贯穿建设与运营阶段,实现动态管理闭环。未来建议:一是加强绿色评价标准体系建设,推动设计可量化;二是完善绿色技术库,加快技术集成;三是强化公众参与环保意识,凝聚绿色交通发展合力。

6 结语

绿色理念的融入,正在深刻改变公路路线设计的技术路径与价值导向。从前期选线中的生态避让,到施工阶段的资源节约与智能管理,再到后期的生态修复与效益评估,绿色公路建设正迈向系统化、精细化与高效化。实践表明,科学的绿色设计不仅有助于环境保护,更推动了社会效益与经济效益的双赢。未来应持续优化设计标准与技术体系,加快绿色交通的推广与落地。

[参考文献]

- [1]江勇,晏一灵,刘正陶.绿色公路建设理念在路线设计中的应用研究[J].运输经理世界,2021(18):37-40.
- [2]籍晓靖.昔榆高速公路斜峪沟段路线方案比选[J].黑龙江交通科技,2024,47(3):24-26.
- [3]尹传军.绿色理念在大兴国际机场北线高速设计中的应用[J].交通节能与环保,2024,20(2):108-112.
- [4]冯成义.基于生态环保设计理念的绿色公路设计[J].交通科技与管理,2023,4(6):39-41.
- [5]侯丁山.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].智能建筑与智慧城市,2024(8):170-172.

作者简介:刘瑛(1982.10—),毕业院校:山东交通学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:山东省交通规划设计院集团有限公司,职务:职员,职称级别:高级工程师。