

基于土地集约利用的公路路线设计研究

周辉¹ 戴靖宗²

1 浙江数智交院科技股份有限公司

2 温州筑诚交通工程监理有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i8.4986

[摘要] 土地集约利用在公路路线设计中通过优化线形布局、复合利用土地功能及动态适应未来需求,实现土地资源高效配置与可持续利用。本文构建了选线技术体系、平纵线型优化方法及交叉设施布设策略,结合全生命周期协同路径与技术创新,推动公路建设与生态保护双赢,提升经济、生态、社会综合效益,为绿色交通发展提供科学支撑。

[关键词] 土地集约利用;公路路线设计;生态保护

中图分类号:U412 文献标识码:A

Research on Highway Route Design Based on Intensive Land Use

Hui Zhou¹ Jingzong Dai²

1 Zhejiang Digital Intelligence Transportation Technology Co., Ltd.

2 Wenzhou Zhucheng Traffic Engineering Supervision Co., Ltd.

[Abstract] Intensive land use in highway route design achieves efficient allocation and sustainable utilization of land resources by optimizing linear layout, compound utilization of land functions, and dynamic adaptation to future needs. This paper constructs a route selection technical system, horizontal and vertical alignment optimization methods, and interchange facility layout strategies. Combined with full-lifecycle collaborative paths and technological innovation, it promotes a win-win situation between highway construction and ecological protection, enhances economic, ecological, and social comprehensive benefits, and provides scientific support for green transportation development.

[Key words] intensive land use; highway route design; ecological protection

引言

随着我国公路网规模扩大及城镇化进程加速,土地资源约束加剧。如何在保障交通需求、提升土地利用效率的同时,减少耕地占用、保护生态敏感区成为关键挑战。土地集约利用通过科学规划线位、复合利用土地功能及动态适应需求,实现工程与自然和谐共生,对缓解人地矛盾、推动绿色交通发展具有现实意义,是公路设计的重要导向。

1 基于土地集约利用的公路路线设计核心内涵与理论基础

1.1 土地集约利用在公路路线设计中的核心内涵与目标

土地集约利用在公路路线设计中的核心内涵,是通过科学规划实现土地资源的高效配置与可持续利用;其目标在于平衡交通需求与土地保护,提升空间利用效率。(1)优化线形布局:结合地形地貌特征,减少高填深挖,降低对耕地、林地等生态敏感区域的占用,实现工程与自然的和谐共生。(2)强化空间复合利用:通过路线与周边土地功能的协同设计,如结合农田灌溉、乡

村道路等设施,提升土地综合效益,避免单一功能导致的资源闲置。(3)注重动态适应性:考虑未来交通流量增长与土地开发需求,预留弹性空间,确保路线设计在长期使用中保持集约利用特性,避免频繁改扩建带来的土地浪费。设计过程需聚焦土地价值挖掘,而非单纯追求工程规模,最终形成经济、生态、社会效益统一的路线方案。

1.2 公路路线设计与土地集约利用的内在耦合关系

公路路线设计与土地集约利用存在双向促进的内在耦合关系,前者需以土地高效利用为前提,后者通过路线优化实现价值提升。(1)空间尺度协同:路线布局需与区域土地利用格局匹配,如避开基本农田集中区,优先利用闲置或低效土地,减少对优质耕地的分割与占用。(2)功能叠加增效:通过路线与周边土地功能的融合设计,如设置服务区兼作农业观光节点,提升土地复合利用价值,避免单一交通功能导致的资源浪费。(3)生态效益联动:路线设计需考虑生态廊道连通性,减少对自然生态系统的割裂,同时通过植被恢复、边坡绿化等措施提升土地生态功能,实

现工程与生态的双赢^[1]。这种耦合关系要求设计者从系统视角出发,平衡交通效率与土地保护需求。

1.3 土地集约利用导向下公路路线设计的核心原则

土地集约利用导向下的公路路线设计需立足土地资源特性,实现工程与自然的深度融合。设计时需优先考虑生态脆弱区域保护,通过微地形调整减少对原生植被的破坏,维护区域生态平衡;同时,应注重土地资源的循环利用,如利用挖方土石填筑路基,减少弃土占地,严控新增建设用地规模,提升资源利用效率。此外,需关注路线对周边社区的影响,通过合理布线减少对居民区的分割,保障社区连通性。设计过程应贯穿全生命周期视角,从规划、建设到运营阶段均体现土地集约理念,最终形成既满足交通需求又最大限度保护土地资源的路线方案,实现经济、生态、社会的综合效益最大化。

1.4 公路路线设计中土地集约利用的核心影响要素

土地集约利用在公路路线设计中的实现,需关注多重核心要素的协同作用。地形起伏直接影响线位选择,平缓地带可减少高填深挖,降低土地占用;陡峭区域则需通过合理坡度设计,平衡工程可行性与土地保护。地质条件同样关键,稳定岩土层可减少支护结构需求,避免因地质风险导致的路线调整与土地额外占用;交通流量预测需结合区域发展潜力,避免过度超前规划导致土地闲置,或规划不足引发频繁改扩建。土地利用现状需纳入考量,避开基本农田、生态敏感区,优先利用闲置或低效土地,实现土地资源的高效配置与可持续利用,最终形成交通效率与土地保护双赢的路线方案。

2 基于土地集约利用的公路路线设计核心方法与技术路径

2.1 土地集约利用导向的公路路线选线技术体系

土地集约利用导向的公路路线选线技术体系需以多维度数据融合为基础,实现科学决策。(1)地形适配算法:通过数字高程模型分析区域地形特征,识别平缓地带与陡峭区域,优化线位布局以减少高填深挖,降低土地占用强度,同时提升工程经济性。(2)生态敏感区识别:利用遥感影像与地理信息系统,精准定位生态敏感区域,如湿地、林地等,在选线过程中主动避让,减少对自然生态系统的干扰与破坏。(3)交通流量动态模拟:结合区域发展潜力与人口分布数据,模拟未来交通流量变化趋势,避免过度超前规划导致的土地闲置,或规划不足引发的频繁改扩建,保障土地长期集约利用^[2]。该技术体系通过数据驱动与算法优化,最终实现交通效率提升与土地资源保护的双赢目标,为公路路线设计提供科学支撑。

2.2 公路路线平纵线型设计的土地集约优化方法

平纵线型设计的土地集约优化需体现动态适应与生态协同理念,平面线型可结合微地形特征进行局部调整,如沿等高线布线减少对坡地的过度切割,既降低工程难度又减少土地占用,同时维护自然地形完整性并提升景观协调性。纵断面设计需关注填挖方平衡的长期效益,通过优化坡度与坡长减少高填深挖区域,降低对原地貌的破坏程度,提升土地资源利用效率;此外,

线型设计需预留弹性空间,如关键节点设置可扩展路基宽度,适应未来交通流量增长需求,避免频繁改扩建导致的土地浪费。通过平纵线型的综合优化,实现交通效率提升与土地资源保护的双重目标,同时兼顾生态廊道连通性,减少对自然生态系统的割裂,最终形成兼具经济性、生态性与社会性的路线方案,为土地集约利用提供可持续的技术路径。

2.3 公路路线交叉与附属设施布设的土地集约控制方法

路线交叉与附属设施布设需以土地集约为目标,实现空间高效配置与功能融合。(1)交叉口几何形态优化:通过调整交叉角度与曲线半径,减少土地占用面积,同时提升车辆通行效率,避免因过度切割导致的土地浪费。(2)附属设施用地复合利用:将服务区、停车区与周边土地功能结合,如设置兼具生态教育功能的休息区,提升土地综合价值,避免单一功能导致的资源闲置。(3)生态友好型设计:在设施周边布设生态走廊或绿化带,减少对自然生态系统的割裂,同时通过植被恢复提升土地生态功能,实现工程与生态的双赢^[3]。设计过程需兼顾交通效率、土地保护与生态效益,最终形成兼具功能性与可持续性的设施布设方案,为土地集约利用提供实践支撑,推动公路建设与自然环境的和谐共生。

2.4 土地集约利用导向的公路路线设计方案比选体系

土地集约利用导向的公路路线设计方案比选需构建多维评估框架,实现科学决策。技术可行性评估需关注线型与地形、地质的适配性,确保工程实施的经济性与安全性;土地占用效率分析需量化不同方案的土地占用面积,优先选择占用耕地、林地等优质土地较少的方案,同时兼顾对周边土地功能的协同影响。生态影响评价需评估路线对自然生态系统的割裂程度,优先选择对生态廊道连通性影响较小的方案;交通效率评估需结合交通流量预测,确保路线满足未来通行需求,避免因规划不足导致的频繁改扩建;长期维护成本分析需考虑路线全生命周期的维护需求,优先选择维护成本低、可持续性强的方案。通过多维度评估,最终选择既满足交通需求又最大限度减少土地占用的最优方案,实现经济、生态、社会的综合效益最大化,为土地集约利用提供科学决策支持。

3 基于土地集约利用的公路路线设计优化路径与技术提升方向

3.1 公路路线全生命周期的土地集约设计协同路径

公路路线全生命周期的土地集约设计需贯穿规划、建设、运营各阶段,形成协同优化路径。(1)规划阶段土地资源适配分析:通过土地类型、承载力评估,优先选择闲置或低效土地布线,避开优质耕地、林地等高价值区域,从源头减少土地占用。(2)设计阶段多专业协同优化:交通、生态、地质等专业联合设计,通过平纵线型微调、交叉口紧凑布局等手段,提升单位土地的交通承载效率。(3)建设阶段土地保护与修复:采用低扰动施工工艺,减少临时用地规模,施工后及时复垦或生态修复,降低对原地貌的长期影响。(4)运营阶段动态适应性调整:基于交通流量监测与土地开发变化,适时调整路线服务功能或附属设施规模,

避免土地闲置或过度占用,保障长期集约利用效能。该协同路径通过全阶段联动,实现土地资源的高效配置与可持续利用,推动公路建设与土地保护的深度融合。

3.2 土地集约利用导向的公路路线设计技术创新方向

土地集约利用导向的技术创新需聚焦前沿科技与工程实践的深度融合,新型材料研发可探索高强度轻质路基材料,减少填方量与占地规模,同时提升工程耐久性。智能算法优化方面,可引入机器学习模型分析地形、交通流量与土地类型的关联性,实现线位布局的动态优化,降低对优质土地的占用强度;生态修复技术可结合微生物土壤固化、植被快速恢复等手段,减少施工对原地貌的破坏,提升土地生态功能。此外,数字孪生技术可构建公路全生命周期的虚拟模型,模拟不同设计方案对土地资源的影响,辅助决策者选择最优方案^[4]。这些技术创新方向通过科技赋能,推动公路路线设计从经验驱动向数据驱动、智能驱动转变,最终实现土地资源的高效配置与可持续利用,为土地集约利用提供持续的技术支撑。

3.3 公路路线设计中土地集约与生态保护的协同优化路径

公路路线设计需在规划阶段综合地形、生态与交通需求,实现土地集约与生态保护双重目标,形成协同优化路径。(1)生态廊道保护:通过路线微调避开野生动物迁徙通道,保留关键生态廊道连通性,减少生物多样性割裂影响,并结合遥感技术动态跟踪迁徙路径。(2)生物栖息地修复:在施工区域布设人工湿地或植被缓冲带,采用本土植物绿化,提升生态承载力与自我修复能力。(3)低影响施工工艺:采用低噪声设备减少环境扰动,控制施工占地规模,并实施严格施工时段管理避免敏感时段作业。(4)生态监测与反馈:建立运营期生态监测网络,实时评估影响并动态调整措施,定期发布监测报告增强社会监督。该路径通过生态保护与土地集约深度融合,推动公路建设向绿色可持续转型,实现交通发展与生态保护双赢,为可持续发展提供实践范例。

3.4 公路路线设计土地集约利用效果的技术验证方法

土地集约利用效果的技术验证需构建多维度评估体系,确保设计方案的实际效能。数据采集阶段应整合地形测绘、土地类型分布、交通流量监测等基础信息,为验证提供精准数据支撑;模型仿真阶段可运用交通流模拟、土地占用分析等软件,量化不同方案对土地资源的占用强度与交通效率的影响,识别最优布局策略。实地验证需结合卫星遥感、无人机航测等技术,对比设计预期与实际土地利用情况,评估方案实施的准确性;长期监测则需建立动态跟踪机制,定期评估路线运营后的土地利用变化,如耕地占用减少率、生态廊道连通性等指标,确保集约利用效果的持续性^[5]。通过多阶段、多维度的技术验证,最终形成科学、可靠的土地集约利用效果评估方法,为公路路线设计的优化提供实证支持,推动土地资源的高效配置与可持续利用。

4 结束语

未来,土地集约利用在公路路线设计中将持续深化技术创新与生态协同。通过智能算法优化线位布局,结合生态修复技术减少施工扰动,利用数字孪生实现全生命周期模拟。跨学科团队将推动工程、生态、地质等专业深度融合,构建交通效率与土地保护双赢的可持续方案,为新型城镇化与乡村振兴注入绿色动能,助力人地和谐共生目标实现。

[参考文献]

- [1]石亚杰,张丰丰.基于土地集约利用的山区高速公路设计研究[J].交通科技与管理,2022(11):28-30.
- [2]李晨.基于土地节约利用的公路设计研究[J].交通世界,2023(9):34-36.
- [3]赵陈代豪.基于生态环保理念的绿色公路路线设计研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(5):138-141.
- [4]胡凯翔.公路路线设计原则及注意要点的研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(5):113-116.
- [5]孙小康.“三区三线”关系下的公路路线设计原则及控制要点[J].江西建材,2023(4):149-151.