

# 公路施工对周边生态环境的影响及修复措施

康 东

新疆北新岩土工程勘察设计有限公司 新疆 乌鲁木齐 831400

**摘要:** 随着我国交通基础设施建设的快速发展,公路网络不断扩展,对区域经济发展和社会进步起到了重要推动作用。然而,公路施工过程中不可避免地对沿线生态环境造成显著扰动,引发水土流失、植被破坏、生物多样性下降、水体与大气污染等一系列生态问题。本文系统梳理了公路施工各阶段对生态环境的主要影响机制,重点分析了对土壤、水体、植被、野生动物及景观格局的负面效应,并在此基础上,提出了涵盖工程设计优化、施工过程管控、生态修复技术及后期监测评估在内的综合性修复与保护措施。研究表明,通过实施“预防为主、防治结合、生态优先”的全生命周期管理策略,可有效降低公路建设对生态环境的负面影响,实现交通发展与生态保护的协调统一。

**关键词:** 公路施工; 生态环境; 水土流失; 生物多样性; 生态修复; 可持续发展

## 引言

交通运输是国民经济发展的命脉。近年来,我国持续推进“交通强国”战略,高速公路和国省干线公路建设规模持续扩大。截至2024年底,全国公路总里程已超过535万公里,其中高速公路达18.4万公里,位居世界第一。然而,大规模公路建设在提升通行效率、促进区域互联互通的同时,也对沿线自然生态系统造成了不可忽视的干扰与破坏。公路施工通常穿越山地、丘陵、河谷、湿地等多种地貌单元,其开挖、填筑、爆破、取弃土等工程活动直接改变原有地形地貌和土地利用格局,打破生态系统的稳定性。尤其在生态敏感区(如水源保护区、自然保护区、生物多样性热点区域)附近施工,其生态风险更为突出。若缺乏科学规划与有效管控,不仅会导致短期内的环境退化,还可能引发长期甚至不可逆的生态后果。因此,深入研究公路施工对生态环境的影响机理,并提出切实可行的生态修复与保护对策,对于推动绿色交通建设、实现生态文明目标具有重要的理论与现实意义。

## 1 公路施工对生态环境的主要影响

### 1.1 对土壤与水土保持的影响

公路施工过程中,大量土石方工程(如路基开挖、边坡修整、隧道掘进)会剥离地表植被与腐殖质层,使土壤裸露,抗蚀能力显著下降。尤其是在降雨集中或地形陡峭地区,极易引发严重的水土流失。据相关研究,在未采取防护措施的施工路段,土壤侵蚀模数可达自然状态下的10-50倍。此外,施工机械碾压导致土壤结构板结,孔隙度降低,渗透性减弱,进一步加剧地表径流形成。弃土场若选址不当或防护不到位,易形成滑坡、泥石流等地质灾害隐患,威胁下游居民安全与河道稳定。

### 1.2 对水环境的影响

公路施工对水环境的影响主要体现在三个方面:(1)施工废水污染:混凝土搅拌、机械清洗、隧道涌水等产生大量含悬浮物、油类、重金属的废水,若未经处理直接排入附近水体,将导致水质恶化,影响水生生物生存<sup>[1]</sup>。(2)地表径流污染:施工期裸露地表在降雨冲刷下携带泥沙、化学添加剂(如沥青乳化剂、防冻剂)进入河流、湖泊或地下水系统,造成非点源污染。(3)水文过程改变:路基作为线性阻隔体,可能切断天然排水路径,改变局部汇流模式,导致上游积水或下游干旱;桥梁基础施工扰动河床,影响河道稳定性和水生栖息地结构。

### 1.3 对植被与土地资源的破坏

为修建路基、服务区、互通立交等设施,需大量征用土地,直接导致林地、草地、农田等自然或半自然植被被清除。据统计,每公里高速公路平均占用土地约60-80亩,其中不乏高生态价值区域。植被丧失不仅削弱了区域碳汇功能和水源涵养能力,还破坏了原有的植物群落结构,降低生态系统服务功能。此外,施工机械作业、材料堆放等活动造成土壤压实和化学污染(如油污、重金属),使土地难以自然恢复,形成“生态疤痕”。

### 1.4 对野生动物及其栖息地的干扰

公路如同一道“生态屏障”,切割野生动物的迁徙廊道与觅食范围,导致种群隔离、基因交流受阻,增加局部灭绝风险。施工期间的噪声、振动、灯光和人类活动进一步驱离敏感物种,压缩其生存空间。尤其对两栖类、爬行类及小型哺乳动物而言,公路成为难以逾越的障碍。夜间施工照明还会干扰夜行性动物的行为节律。部分珍稀濒危物种(如大熊猫、金丝猴、中华秋沙鸭等)的栖息地若位于公路沿线,其生存将面临严峻挑战。

### 1.5 对景观格局与视觉美学的破坏

公路施工常伴随大规模地形改造,形成高陡边坡、裸露岩面、堆渣场等人工地貌,与周边自然景观极不协调,造成视觉污染。原有连续的森林、农田或湿地景观被线性切割,景观破碎化程度加剧,生态连通性下降。此外,施工扬尘、临时工棚、废弃材料堆放等也严重影响区域整体景观质量,降低公众对环境的满意度。

### 2 生态修复与保护的核心原则

针对上述多维度、系统性的生态影响,公路工程的生态修复与保护工作必须建立在科学、前瞻且系统的原则基础之上。首要的是坚持预防优先原则,在项目规划与设计初期就充分识别并规避生态敏感区域,从源头上最大限度减少对自然生态系统的扰动。其次,应贯彻最小干预理念,在施工过程中严格控制作业范围和强度,推广低影响开发技术,避免不必要的土地开挖与植被清除。在具体的修复实践中,必须遵循近自然修复原则,即尊重并模拟当地自然生态系统的结构与演替规律,优先选用乡土植物物种,重建具有自我维持和更新能力的健康生态系统。同时,需秉持系统性与整体性思维,将公路视为区域景观生态网络中的一个组成部分,注重修复措施对提升生态廊道连通性和斑块完整性的贡献。最后,必须实施覆盖规划、设计、施工到运营维护全生命周期的全过程管理,建立动态监测与适应性调整机制,确保生态修复成效的长期稳定与可持续。

### 3 公路施工生态修复的关键措施

#### 3.1 规划与设计阶段的生态优化

在公路建设的最初阶段,生态考量应被置于核心位置。通过开展详尽的生态敏感性评价,并借助地理信息系统(GIS)与遥感(RS)等先进技术手段,精准识别出沿线的生态红线、水源涵养区、生物多样性热点及重要野生动物迁徙廊道等关键区域,从而在多个备选路线方案中优先选择对生态环境干扰最小的走向,实现真正的“生态选线”。在此基础上,针对无法完全避让的生态敏感区,应创新性地引入生态桥隧设计理念。例如,在已知的野生动物频繁穿越路段,科学设置不同尺度和类型的生态通道——包括供大型兽类通行的上跨式天桥、供中小型动物使用的下穿式涵洞,以及专为两栖爬行类设计的浅水通道,并辅以引导围栏和植被缓冲带,有效引导动物安全穿越,维系种群间的基因流动<sup>[2]</sup>。此外,大力推广“低填浅挖”的工程理念,通过精细化的纵断面设计,尽可能减少高填深挖带来的巨大土石方量和对原生地形的剧烈改造,既能节约工程成本,又能最大程度保留场地原有的生态基底和水文过程。

#### 3.2 施工过程中的生态保护措施

施工阶段是生态扰动最为剧烈的时期,也是落实保护措施的关键窗口。首先,必须高度重视表土这一不可再生的宝贵资源。在正式动工前,应系统性地剥离并集中储存富含种子库、有机质和微生物的表层土壤(通常为深度为30至50厘米),并做好防雨、防流失措施,为后续的边坡绿化和土地复垦提供优质的“生态基质”。其次,所有临时工程设施,如施工便道、工棚、材料堆放场等,都应严格限定在规划红线内,并优先利用荒地、劣质地等生态价值较低的区域;施工结束后,必须及时拆除所有临时设施,并立即启动土地平整与植被恢复工作。与此同时,必须配套完善的临时水土保持工程,如沿施工区边界设置临时排水沟、在出口处修建多级沉砂池、在高陡边坡下方布设拦挡坝等,以有效拦截和沉淀施工期产生的泥沙,防止其进入周边水体。在施工行为管理上,应制定严格的作业规范,例如避开鸟类繁殖季节和动物迁徙高峰期进行高噪声作业,限制夜间不必要的强光照明以减少光污染,并加强对施工机械的维护保养,严防油料泄漏对土壤和水体造成二次污染。

#### 3.3 边坡生态修复技术

公路边坡作为工程扰动最显著、生态修复需求最迫切的区域,其修复技术已从传统的纯工程防护向生态功能导向转变。过去普遍采用的浆砌片石或混凝土护坡虽然稳固,但完全隔绝了土壤与大气的交互,不具备任何生态价值。现代生态护坡技术则致力于在保障工程安全的前提下,重建一个能够自我演替的微型生态系统。例如,植被混凝土技术通过在水泥基材中科学配比有机质、保水剂和多种乡土草灌木种子,使其在硬化后仍能支持植物生长,特别适用于难以挂土的高陡岩质边坡。三维土工网垫结合液喷播技术,则利用网垫的物理锚固作用稳定客土层,并通过高压设备将种子、肥料、纤维和粘合剂的混合浆液均匀喷附于坡面,实现快速、均匀的植被覆盖<sup>[3]</sup>。对于已建成的硬质边坡,可通过在坡脚种植常春藤、爬山虎等攀援植物,利用其自然生长特性逐步向上覆盖裸露面,实现“软化”效果。生态袋或植生袋技术则将营养土与种子封装于可自然降解的袋体内,通过垒砌形成柔性挡墙,既具备一定的结构强度,又能随时间推移融入自然环境。无论采用何种技术,植被配置都应遵循乔、灌、草相结合,深根性与浅根性植物相搭配,速生种与慢生种相补充的原则,以构建结构复杂、功能稳定、抗逆性强的植物群落。

#### 3.4 水环境保护措施

保护水环境是公路生态修复不可或缺的一环。针对

施工期产生的各类废水,必须建立完善的收集与处理系统。例如,在混凝土拌合站和机械维修点附近设置隔油池和多级沉淀池,确保含油、含泥废水经过有效处理,达到回用或排放标准后再行处置。在雨水管理方面,应积极引入海绵城市理念,通过建设植草沟、雨水花园、透水铺装等绿色基础设施,将施工区及未来运营期的路面径流就地滞留、渗透和净化,从而削减洪峰流量,补充地下水,并有效拦截径流中的污染物。对于跨越河流、溪流的桥梁工程,施工时应优先采用钢围堰或导流明渠等非开敞式施工工艺,最大限度减少对河床原状和水生生物栖息地的直接扰动,并严禁将任何建筑垃圾或废弃物倾倒入河道,以维护河流生态系统的健康与完整。

### 3.5 生物多样性保护与栖息地重建

生物多样性的保护与恢复是衡量生态修复成效的核心指标。在植被恢复过程中,必须始终坚持乡土物种优先的原则,因为本地植物不仅适应性强、成活率高,而且能为本地动物提供适宜的食物和栖息环境,有效避免外来物种入侵带来的生态风险。除了恢复大面积的植被覆盖,还应注重微生境的营造。例如,在边坡平台、中央分隔带或路侧林带中,有意识地保留或设置枯木堆、石块堆、小型人工水塘等结构,为昆虫、蜘蛛、两栖类等小型生物提供隐蔽、繁殖和觅食的场所,从而丰富局部生物多样性<sup>[4]</sup>。更重要的是,要从景观尺度上思考栖息地的连通性问题。通过在公路两侧建设宽度适宜的植被缓冲带,或在关键节点设置“生态岛”,可以将被公路切割的破碎化生境重新连接起来,形成连续的生态网络,为野生动物的自由移动和基因交流提供可能。

### 3.6 后期监测与适应性管理

生态修复并非一劳永逸的工程,其成效需要长期的监测与维护来保障。因此,必须在公路运营初期就建立起一套科学、系统的生态修复效果监测体系。该体系应涵盖植被覆盖度与群落结构、土壤理化性质与侵蚀量、水土

保持工程运行状况、野生动物通道使用频率等多个维度的指标,并通过定期野外调查、遥感影像解译和红外相机监测等手段获取数据。基于这些监测结果,管理者可以对修复措施的有效性进行客观评估,并据此实施适应性管理。例如,若发现某一边坡植被覆盖不足或出现病虫害,应及时进行补播或施药;若监测数据显示野生动物极少使用某一生态通道,则需分析原因(如引导设施不足、通道内部环境不佳等)并进行针对性优化。这种“监测—评估—调整”的闭环管理模式,是确保生态修复成果能够长期、稳定发挥效益的根本保障。

## 4 结语

公路施工对生态环境影响大,涉及土壤、水等多层面,单纯末端治理难实现生态可持续,未来公路建设需转向“生态优先、绿色发展”模式。本文“全周期生态管理”框架,涵盖生态选线、低影响施工、近自然修复与智能监测,为缓解生态冲突提供系统方案。未来研究要聚焦:制定不同地理气候区和边坡类型的生态修复技术标准指南;建立衡量修复投入与生态产出关系的成本-效益分析模型;融合物联网等技术建设智慧生态公路,实现实时感知与精准干预;创新政策机制,完善生态补偿等制度,为绿色公路建设提供保障。将生态文明理念融入交通基建全周期,才能实现“人与自然和谐共生”,助力美丽中国建设。

## 参考文献

- [1]董先荣.公路工程施工的环境影响及治理措施[J].汽车画刊,2025,(02):236-238.
- [2]孙玉龙.高速公路施工对生态环境的影响及应对措施[J].交通世界,2021,(Z1):221-222.
- [3]霍鑫.高速公路施工对生态环境的影响以及防护措施[J].山西化工,2020,40(06):228-230.
- [4]张轶群.高速公路施工对生态环境造成的影响与防护对策[J].四川建材,2024,50(07):159-160+163.