

农田水利工程施工对生态环境的影响与保护策略探讨

刘晓亮 何承香

湖北省水利水电规划勘测设计院有限公司

DOI:10.12238/hwr.v9i8.6548

[摘要] 农田水利工程作为保障国家粮食安全与农业可持续发展的重要基础设施,在提升灌溉效率、增强抗旱排涝能力方面发挥着关键作用。然而,其施工过程不可避免地对周边生态环境造成显著影响,涉及水文、土壤、生物多样性及水体质量等多个维度。本文基于最小化干预、全过程管控与动态平衡三大生态保护原则,系统分析了农田水利工程施工对生态环境的多重负面影响,包括水文循环干扰、土壤结构破坏、生物栖息地碎片化及污染叠加等问题。在此基础上,提出生态友好型设计、土壤侵蚀防控、生物多样性保护与全过程污染管控等保护策略,强调从规划、设计、施工到运维的全生命周期生态管理。研究旨在为实现农田水利建设与生态保护的协同优化提供理论支持与实践路径,推动农业基础设施绿色转型。

[关键词] 农田水利工程; 生态环境影响; 生态保护原则; 生态修复; 污染防控; 可持续发展

中图分类号: TV93 文献标识码: A

Discussion on the Impact of Agricultural Water Conservancy Engineering Construction on Ecological Environment and Protection Strategies

Xiaoliang Liu Chengxiang He

湖北水资源与水电规划勘测设计院有限公司

[Abstract] As an important infrastructure to ensure national food security and sustainable agricultural development, agricultural water conservancy projects play a crucial role in improving irrigation efficiency and enhancing drought resistance and drainage capabilities. However, its construction process inevitably has a significant impact on the surrounding ecological environment, involving multiple dimensions such as hydrology, soil, biodiversity, and water quality. This article systematically analyzes the multiple negative impacts of agricultural water conservancy construction on the ecological environment, including hydrological cycle disturbance, soil structure destruction, fragmentation of biological habitats, and pollution accumulation, based on the three ecological protection principles of minimizing intervention, whole process control, and dynamic balance. On this basis, comprehensive strategies such as eco-friendly design, soil erosion prevention and control, biodiversity conservation, and full process pollution control are proposed, emphasizing the full lifecycle ecological management from planning, design, construction to operation and maintenance. The research aims to provide theoretical support and practical paths for the coordinated optimization of agricultural water conservancy construction and ecological protection, and promote the green transformation of agricultural infrastructure.

[Key words] agricultural water conservancy engineering; Ecological environment impact; Ecological protection principle; Ecological restoration; Pollution prevention and control; Sustainable development

引言

农田水利工程作为保障国家粮食安全、推动农业可持续发展的关键基础设施,在提升灌溉效率、增强抗旱排涝能力方面意义重大。然而,其施工过程不可避免地对周边生态环境产生多方影响,涉及水文、土壤、生物多样性及水体质量等复杂系统。

当前,如何在工程建设中平衡功能需求与生态保护,实现协同发展,成为亟待解决的重要课题。本文基于生态保护原则,系统分析施工的负面影响,并提出针对性保护策略,为农田水利建设与生态保护协同优化提供理论与实践参考。

1 农田水利工程施工生态保护原则

1. 1最小化干预原则

在农田水利工程建设中,最小化干预原则强调在满足工程功能的前提下,最大限度地减少对自然生态系统的扰动。这一原则并非简单地缩小工程规模,而是通过科学选址、优化线路布局与采用低影响施工技术,将生态足迹控制在可承受范围内。例如,在渠道选线过程中,应优先避开生态敏感区,如湿地、水源涵养林或珍稀物种栖息地,避免“穿心式”切割生态系统。同时,施工过程中应减少临时占地,采用模块化预制构件,缩短现场作业周期,从而降低对地表植被和土壤结构的长期破坏。最小化干预的核心在于“以自然为师”,尊重原有地形地貌与水文特征,避免人为强行改变自然格局,使工程与环境形成和谐共生的关系。

1. 2全过程管控原则

生态保护不应局限于施工完成后的修复阶段,而应贯穿于项目全生命周期,涵盖前期规划、设计、施工、运营及后期维护。全过程管控原则要求建立从源头预防到过程控制再到末端治理的闭环管理体系。在规划阶段,应开展生态本底调查与环境影响评价,识别潜在生态风险;在设计阶段,应融入生态设计理念,如采用生态护坡、透水材料等;在施工阶段,实施严格的环境监理制度,确保各项环保措施落实到位;在运营阶段,则需建立生态监测机制,及时评估工程对周边环境的长期影响。该原则强调各阶段之间的衔接与协同,避免“先破坏、后治理”的被动模式,实现生态保护的前置化与系统化。

1. 3动态平衡原则

生态系统具有自我调节与恢复能力,但这种能力是有限度的。动态平衡原则主张在工程建设过程中,维持生态系统结构与功能的相对稳定,防止因过度干扰导致生态失衡。这意味着在施工期间应采取阶段性施工策略,避免集中高强度作业对生态系统的连续冲击。例如,可将大型渠道工程分段实施,每完成一段即进行生态恢复,使周边生态系统有时间适应变化。此外,动态平衡还体现在对生态参数的实时监测与反馈调整上。通过布设水质、土壤湿度、植被覆盖率等监测点,动态掌握环境变化趋势,并根据数据反馈及时优化施工方案或调整保护措施,确保生态系统在扰动中保持恢复潜力,避免陷入不可逆退化状态。

2 农田水利工程施工对生态环境的负面影响

2. 1水文循环干扰与水资源失衡

农田水利工程施工往往涉及大规模的土方开挖、渠道开凿与水库建设,这些活动直接改变了区域原有的水文循环路径。传统的硬质渠道(如混凝土衬砌)虽然提高了输水效率,但也切断了地表水与地下水之间的自然交换,导致地下水补给减少,进而引发局部地下水位下降。在干旱或半干旱地区,这种现象尤为突出,可能加剧土壤盐渍化或引发土地荒漠化。此外,水利工程改变了径流的时空分布,可能导致下游河道流量减少,影响湿地生态系统的水分供给,破坏其生态功能。更为严重的是,部分工程在设计时忽视了生态需水量,过度引水用于灌溉,使得河流生态基流无法保障,威胁水生生物的生存环境,形成“工程性缺水”与“生态性缺水”并存的局面。

2. 2土壤结构破坏与侵蚀加剧

施工过程中的机械碾压、开挖与填筑作业对土壤物理结构造成严重破坏。表层肥沃土壤被剥离或掩埋,导致土壤有机质含量下降,团聚体结构解体,通气透水性能恶化。特别是在坡地或河岸地带,不合理的施工方式极易引发水土流失。雨季来临时,裸露的施工面成为泥沙的主要来源,大量泥沙随地表径流进入水体,不仅降低水质,还可能淤积河道与水库,缩短工程使用寿命。此外,土壤结构的破坏还影响了土壤微生物群落的稳定性,削弱了土壤的自净能力与养分循环功能。长期来看,这种退化可能演变为土地生产力下降,进而影响农业可持续发展,形成“工程建、地力减”的恶性循环。

2. 3生物栖息地碎片化与物种减少

农田水利工程的线性结构(如渠道、堤坝)在空间上形成物理屏障,割裂了原本连续的生态系统,导致生物栖息地的碎片化。小型哺乳动物、两栖类及昆虫等移动能力较弱的物种难以跨越硬质渠道或高大堤坝,造成种群隔离,基因交流受阻,遗传多样性下降。例如,青蛙、蝾螈等依赖水陆两栖生活的物种,在渠道硬化后失去产卵与觅食场所,种群数量锐减。同时,施工期间的噪声、灯光与人为活动加剧了对野生动物的惊扰,迫使它们迁离原有栖息地。即使工程完工后,若未采取生态恢复措施,这些“生态孤岛”仍将持续存在,导致区域生物多样性水平长期低于施工前状态。栖息地破碎化不仅影响单一物种,还会破坏食物链与生态网络的稳定性,降低生态系统的整体韧性。

2. 4水体污染与农业面源污染叠加

施工过程中产生的各类污染物若未得到有效控制,将直接进入周边水体,造成水质恶化。常见的污染源包括施工机械漏油、建筑材料(如水泥、砂石)的粉尘与废渣、施工人员生活污水等。这些污染物富含悬浮物、重金属与有机物,短期内可导致水体浑浊、溶解氧下降,影响水生生物呼吸与光合作用。更为严峻的是,农田水利工程往往位于农业活动密集区,其施工污染与农业面源污染(如化肥、农药流失)形成叠加效应。例如,施工期间土壤裸露加剧了氮磷养分的流失,而这些养分本就因农业施肥过量而处于富集状态,两者叠加极易引发水体富营养化,导致藻类暴发、水体黑臭等问题。此外,部分工程在施工后期未及时清理临时设施或建筑垃圾,遗留的塑料、金属等废弃物长期释放有害物质,构成慢性污染源,威胁水生态安全。

3 农田水利工程施工的生态保护策略

3. 1生态友好型施工设计与优化布局

实现生态保护的首要环节在于设计阶段的前瞻性与科学性。生态友好型施工设计强调将生态理念融入工程规划与结构设计之中,而非事后补救。首先,在工程布局上应遵循“避让优先、修复补充”的原则,通过遥感与GIS技术进行生态敏感性分析,避开生态红线区域,选择对环境影响最小的线路方案。其次,在结构设计上推广生态工法,如采用生态混凝土、植生型护坡砖、格宾网箱等材料,既满足工程强度要求,又为植物生长提供基质,促进植被自然恢复。例如,在渠道边坡设计中,可采用阶梯

式断面,设置浅水区与植被带,为水生昆虫与两栖类提供栖息空间。此外,优化水资源配置设计,保障生态基流,设置生态泄水口或鱼道,维持河流生态连续性。通过设计创新,使水利工程从“灰色基础设施”向“绿色基础设施”转变,实现功能与生态的双重目标。

3.2 土壤侵蚀防控与植被恢复技术

针对土壤破坏与侵蚀问题,需构建“预防—控制—修复”三位一体的技术体系。在预防阶段,施工前应进行表土剥离与集中堆放,保留富含有机质的耕作层,待工程完工后回填用于生态恢复,避免“客土”带来的生态不兼容问题。在控制阶段,采用临时性水土保持措施,如设置草帘、土工布覆盖裸露地表,修建沉砂池拦截泥沙,利用植被缓冲带减缓径流速度。在修复阶段,则应实施科学的植被恢复技术。优先选用本地适生植物,构建多层次植被群落(乔—灌—草复合结构),增强根系固土能力。对于重度退化区域,可引入微生物修复技术,接种固氮菌、解磷菌等有益微生物,改善土壤微生态环境。同时,结合雨水收集系统与滴灌技术,保障植被初期成活率。通过系统性措施,不仅恢复土壤物理结构,更重建其生态功能,为后续农业生产和生物多样性提供支撑。

3.3 生物多样性保护与生态廊道构建

3.3.1 生态廊道的空间布局与结构设计

生态廊道的构建需基于景观生态学原理,综合考虑区域生物分布格局、地形地貌特征及工程布局,进行科学的空间定位与结构设计。廊道的走向应与主要物种迁移路径保持一致,确保其在空间上有效连接被工程割裂的生态斑块,避免形成新的隔离屏障。廊道宽度需满足最小通行需求,以降低边缘效应并提升内部生境质量,同时结合植被配置形成连续覆盖,增强遮蔽性与栖息适宜性。结构上应注重异质性营造,通过设置不同高度与密度的植被层次,满足多层次物种的活动需求。此外,廊道的连续性需贯穿整个工程区域,避免因局部中断而削弱其连通功能。在设计过程中,应充分考虑水文条件对廊道稳定性的影响,确保其在不同季节均具备通行能力。

3.3.2 工程结构中的生物通行设施集成

在农田水利工程的结构设计中,应将生物通行功能纳入基础设施的组成部分,实现工程功能与生态保护的融合。通行设施的设置需依据目标物种的行为特征与生理需求,确定适宜的尺寸、形态与位置,确保其具备实际可利用性。通道的高程与坡度应符合自然地形过渡规律,避免形成垂直障碍,同时保证内部空间的干燥或湿润状态与目标物种的栖息偏好相匹配。材料选择应具备良好的耐久性与生态兼容性,表面纹理需提供足够的摩擦力以利于爬行类或小型哺乳动物移动。在渠道、堤坝等线性工程中,通行设施应沿纵向均匀分布,形成网络化布局,提升整体连通效率。此外,设施的开口方向应避开强风或强光区域,减少环境压力对物种通过意愿的影响。

3.3.3 施工期生态干扰的时序管控与补偿机制

施工阶段的生态管理需遵循时间维度上的有序调控,通过合理的作业时序安排降低对生物活动的干扰强度。施工活动应避开关键生物节律期,如繁殖、迁徙或冬眠时段,减少对种群繁衍与生存的直接影响。高强度作业应集中于非敏感时期实施,缩短持续时间以降低累积影响。

3.4 全过程污染管控与循环利用体系

污染防控需贯穿施工全过程,建立“源头削减—过程拦截—末端治理—资源化利用”的闭环体系。在源头,推广绿色施工技术,如使用电动或低排放施工机械,减少燃油污染;采用预拌混凝土,降低现场粉尘与废水产生。在过程控制中,建立施工废水处理系统,对含泥沙、油污的废水进行沉淀、过滤与油水分离,达标后回用于洒水降尘或绿化灌溉。生活污水则通过小型一体化污水处理装置处理,避免直排。在末端治理方面,加强建筑垃圾分类管理,可回收材料(如金属、塑料)统一回收,不可降解废弃物安全填埋。尤为重要的是,构建资源循环利用体系。例如,将施工产生的弃土用于低洼地填平或造景,废弃混凝土破碎后作为路基材料;收集雨水用于施工用水,减少对地下水的依赖。通过循环经济模式,不仅降低环境污染风险,还节约资源成本,提升工程的可持续性。

4 结语

农田水利工程施工在提升农业生产力的同时,对生态环境构成多重挑战,涉及水文、土壤、生物与水质等复杂系统。本文基于最小化干预、全过程管控与动态平衡三大原则,系统剖析了施工活动引发的水文失衡、土壤退化、栖息地破碎与污染叠加等问题,并提出了涵盖生态设计、土壤修复、生物保护与污染治理的保护策略。这些策略强调从被动应对转向主动预防,从单一治理转向系统集成,体现了生态保护与工程建设协同发展的新范式。实践表明,唯有将生态理念贯穿于项目全生命周期,采用科学的技术手段与管理机制,方能实现农田水利功能提升与生态环境保护的双赢,为农业可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1]刘家伟.农田水利工程施工对生态环境的影响与保护策略[J].大众标准化,2024(12):75—77.
- [2]杨益平.农田水利工程施工对生态环境的影响与保护策略[J].大众标准化,2024(22):80—82.
- [3]邢晓霞.农田水利工程施工对生态环境的影响与保护策略[J].农业开发与装备,2025(3):166—168.
- [4]严艳文.农业水利工程施工对生态环境的影响及对策[J].数字农业与智能农机,2023(11):61—63.
- [5]姚玉美.农田水利工程施工对生态环境的影响与保护策略[J].今日农业,2025(9):88.

作者简介:

刘晓亮(1983—),男,武汉人,本科、高级工程师,研究方向或从事工作: 水利工程。