

生态理念在农田水利设计中的应用研究

李 苹

河南省水务规划设计研究有限公司 河南 郑州 450000

摘要：随着生态保护与可持续发展需求提升，生态理念在农田水利设计中的应用成为研究热点。该理念以“生态优先、系统协调、可持续发展、人与自然共生”为核心，通过节水灌溉、生态护坡、人工湿地净化等技术，减少工程对水环境、土壤及生物群落的负面影响。研究聚焦生态灌溉系统布局、排水系统优化、水资源循环利用及生物多样性保护，旨在实现经济效益、生态效益与社会效益的统一，推动农业绿色转型。

关键词：生态理念；农田水利设计；应用

引言：农田水利作为农业发展的基础支撑，其设计理念直接影响着生态环境与农业可持续性。传统设计侧重于灌溉排水功能，却忽视了生态系统的完整性，导致水体污染、生物多样性下降等问题日益突出。在此背景下，将生态理念融入农田水利设计，成为破解资源约束与生态保护矛盾的关键路径。本研究立足生态优先原则，探讨如何通过技术创新与系统优化，实现农田水利工程的生态化转型，为农业绿色发展提供科学依据与实践参考。

1 生态理念与农田水利设计的理论基础

1.1 生态理念的核心内涵

生态理念以“生态优先”为根本准则，强调在农田水利设计中优先保障生态系统完整性，避免人类活动对水环境、土壤及生物群落造成不可逆影响；“系统协调”要求将水利工程纳入区域生态系统整体，实现水资源调配、防洪排涝与生态保护的协同推进；“可持续发展”聚焦资源高效利用，通过科学设计实现水资源供需平衡，满足当代需求的同时不损害后代发展权益；“人与自然共生”是核心目标，追求水利工程与自然生态系统的和谐共存，实现经济效益、生态效益与社会效益的统一。

1.2 农田水利设计的生态原则

最小干预原则要求在工程建设中尽量减少对自然地貌、水文过程（包括径流路径、水位变化节律、水体渗透与补给循环等关键环节）的扰动，采用生态友好型技术与材料，降低工程对生态环境的破坏；生物多样性保护原则强调通过营造多样化生态环境，保护农田周边动植物种群，维持生态系统的稳定性与自我修复能力；资源循环利用原则注重水资源的循环配置，通过雨水集蓄、灌溉尾水净化回用等技术，提高水资源利用效率，减少面源污染与资源浪费。

1.3 生态水利设计的理论框架

（1）生态学与水文学交叉理论为生态水利设计提供核心支撑，该理论融合生态学的系统观与水文学的过程机理，通过分析水文循环与生态系统的相互作用，明确水利工程对生态环境的影响机制，为工程设计中的水资源优化配置、生态流量保障等提供科学依据。（2）景观生态学与农田水利的融合理论强调从景观尺度出发，将农田水利系统作为景观生态格局的重要组成部分，通过合理布局灌排设施、生态廊道等，构建结构完整、功能稳定的景观生态系统，实现水利工程的生态服务功能与景观价值的协同提升^[1]。

2 传统农田水利设计的生态问题分析

2.1 典型生态问题识别

（1）水体污染问题突出：传统农田水利设计缺乏对农业面源污染的防控考量，农田中大量使用的农药、化肥经雨水冲刷或灌溉渗漏，随径流进入灌排渠道与周边水体。这些污染物不仅导致水体氮、磷含量超标，引发富营养化，形成水华、蓝藻等现象，还会破坏水体微生物群落结构，降低水体自净能力，进而威胁饮用水安全与水生生物生存环境，形成“灌溉-污染-再灌溉”的恶性循环。（2）生态系统割裂严重：一方面，为追求输水效率，传统设计普遍采用混凝土、浆砌石等硬化材料衬砌渠道，虽减少了渗漏损失，却阻断了渠道与周边土壤的水力联系，破坏了地下水补给通道；另一方面，在水利工程建设过程中，过度侵占天然湿地、坑塘等生态空间，导致水生生物栖息地碎片化，切断了生物迁徙与繁衍的廊道，使得农田周边生态系统完整性受损，生物多样性显著下降，生态系统的自我调节功能被大幅削弱。

（3）水资源浪费与低效利用普遍：传统农田水利多采用“大水漫灌”的灌溉模式，缺乏精准灌溉技术与设施支撑，灌溉定额制定粗放，未能根据作物生长周期、土壤

墒情动态调整供水量,导致大量水资源在输水、配水与田间灌溉环节被浪费。同时,灌排系统缺乏有效的雨水集蓄与回用设施,汛期雨水快速外排,无法转化为可用水资源,进一步加剧了水资源供需矛盾,尤其在干旱半干旱地区,水资源低效利用问题更为突出。

2.2 问题成因分析

(1) 设计目标单一化制约生态考量:传统农田水利设计长期以“保障灌溉排水、提高粮食产量”为唯一核心目标,将工程的功能性与经济性置于首位,忽视了水利系统与生态环境的关联性。设计过程中仅关注输水效率、排涝标准等技术指标,未将生态保护纳入设计体系,导致工程建设与生态需求脱节,从源头埋下生态问题隐患^[2]。(2) 生态服务功能被长期忽视:传统设计理念未充分认识到农田水利系统的多元生态服务价值,仅将其视为“输水工具”,而忽略了其在水质净化、气候调节、生物栖息地供给等方面的重要作用。例如,未在渠道周边配置植被缓冲带以拦截污染物,未保留天然沟渠的蜿蜒形态以营造多样化生态环境,导致水利工程失去了生态调节功能,反而成为生态系统的“干扰源”。

(3) 缺乏动态适应性加剧系统脆弱性:传统农田水利设计基于历史气候数据与水文条件,采用静态设计标准,未考虑气候变化带来的降水模式改变、极端天气频发等风险。当遭遇洪涝、干旱等异常气候事件时,固定的灌排设施无法灵活调整运行方式,如汛期排涝能力不足易引发内涝,枯水期供水能力短缺影响作物生长,导致水利系统应对气候变化的脆弱性显著增加,生态与生产安全均受到威胁。

3 生态理念在农田水利设计中的具体应用

3.1 生态化灌溉系统设计

(1) 节水灌溉技术与生态兼容性融合:在设计中优先推广滴灌、喷灌等高效节水技术,摒弃传统大水漫灌模式。滴灌系统通过精准输送水分至作物根系,减少蒸发与渗漏损失,水资源利用率提升30%-50%,同时避免因过度灌溉导致的土壤次生盐碱化;喷灌技术则可根据作物类型调整喷水强度与范围,模拟自然降雨过程,减少对土壤表层结构的破坏。设计时注重技术与生态的兼容性,例如选用可降解材料的滴灌带,避免塑料残留污染土壤;喷灌设备布局避开鸟类栖息地,减少对生物活动的干扰,实现节水与生态保护的双重目标^[3]。(2) 灌溉渠道的生态化改造:针对传统硬化渠道的生态缺陷,采用生态护坡与植被缓冲带设计。生态护坡可选用透水混凝土、植草砖或自然土坡结合灌木、草本植物种植,既保证渠道稳定性,又恢复土壤与水体的水力联系,促

进地下水补给;在渠道两侧设置1-3米宽的植被缓冲带,种植芦苇、菖蒲、狗尾草等本土植物,既能拦截农田径流中的农药、化肥,净化水质,又能为小型鸟类、昆虫提供栖息空间,增强渠道的生态服务功能。

3.2 生态排水系统设计

(1) 人工湿地净化农田退水:在农田排水出口处规划建设人工湿地,根据排水规模设计湿地面积与水力停留时间(通常为2-5天)。湿地内部采用“挺水植物+沉水植物+微生物”的复合净化体系,挺水植物如香蒲、茭白可吸收水体中的氮、磷,沉水植物如金鱼藻、黑藻能抑制藻类生长,微生物则通过降解作用分解有机污染物。经人工湿地处理后,农田退水水质可达到地表水Ⅲ类标准,再排入自然水体或回用于灌溉,有效减少农业面源污染。(2) 生态沟渠的构建与功能优化:摒弃传统直线型、硬化型沟渠,采用蜿蜒曲折的自然沟渠形态,保留沟渠内的浅滩、深潭等微地形,营造多样化生境。沟渠底部铺设碎石、鹅卵石,增强透水性;两岸种植垂柳、杞柳等耐湿树种,搭配水生植物带,形成“乔木+灌木+草本”的立体植被结构。生态沟渠不仅能高效排出农田积水,还能通过植被拦截、微生物降解净化水质,同时为鱼类、两栖动物提供觅食、繁殖场所,提升排水系统的生态价值^[4]。

3.3 水资源循环利用设计

(1) 雨水收集与中水回用系统:在农田周边、灌排泵站附近建设雨水集蓄设施,如蓄水池、塘坝等,结合屋顶、路面等硬化地表的雨水收集管网,将汛期雨水导入集蓄设施。同时,在农田排水系统中设置中水回用处理单元,通过格栅过滤、沉淀池澄清、生物滤池净化等工艺,将达标后的农田退水与雨水一同储存,作为非饮用灌溉水源。设计时需根据区域降雨量、灌溉需求确定集蓄设施容量,确保水资源循环利用的稳定性与可持续性。(2) 农田-湿地-河道的水系连通:打破传统水利系统中各水体孤立的状态,通过生态沟渠、管道等连接农田灌排系统、人工湿地与自然河道,构建“农田-湿地-河道”互联互通的水系网络。在连通节点设置节制闸、橡胶坝等调控设施,根据季节与水文条件灵活调节水流方向与流量,汛期将农田多余水量引入湿地滞蓄净化后再排入河道,枯水期将河道水引入湿地与农田,实现水资源的优化配置与循环利用,同时维持各水体生态流量,保障生态系统稳定。

3.4 生物多样性保护设计

(1) 农田景观格局优化:在农田水利设计中融入景观生态学理念,优化农田景观格局。沿灌排渠道、道路

两侧构建生态廊道,宽度不小于5米,选用本土乔木、灌木与草本植物搭配种植,形成连续的生物迁徙通道;在农田集中区域预留5%-10%的生态斑块,如天然坑塘、荒草地或人工营造的小树林,修复受损栖息地,为鸟类、小型哺乳动物提供觅食与繁殖场所。通过“廊道+斑块”的景观结构,减少农田碎片化对生物多样性的影响,提升生态系统连通性^[5]。(2)本地物种引入与生态平衡维护:在水利工程周边及生态修复区域,优先引入本土物种,避免外来物种入侵破坏生态平衡。例如,在人工湿地、生态沟渠中种植本土水生植物,在生态廊道中种植本土乔木、灌木;在农田周边适度投放本土昆虫天敌,如瓢虫、赤眼蜂等,减少化学农药使用,通过生物防治维持农田生态平衡。同时,建立物种监测机制,定期调查区域内动植物种类与数量,根据监测结果调整物种配置方案,确保生态系统的稳定性与可持续性。

4 生态理念在农田水利设计的挑战与对策

4.1 主要挑战

(1)技术瓶颈制约推广落地:生态理念下的农田水利设计依赖生态友好型材料(如透水混凝土、可降解防渗膜)与精准监测技术,但当前生态材料生产成本比传统材料高20%-40%,增加工程建设投入;同时,生态系统动态监测技术(如水质实时监测、生物多样性跟踪)尚不完善,部分地区缺乏专业监测设备与技术人员,难以精准评估工程生态效益,导致设计方案优化缺乏数据支撑。(2)政策与制度障碍阻碍协同推进:现有政策体系中,农田水利生态补偿机制尚未健全,工程建设方因生态投入无明确经济回报而积极性不足;此外,农田水利涉及农业、水利、环保等多部门,各部门权责划分模糊,存在“多头管理”现象,协同决策效率低,如生态沟渠建设需水利部门审批、环保部门评估,流程繁琐易延误工期。(3)农民接受度与参与度低:部分农民对生态水利设计认知不足,认为生态化改造(如生态护坡、人工湿地)会占用耕地、增加灌溉成本,且短期内难以看到生态效益,对工程建设存在抵触情绪;同时,由于缺乏让农民参与设计渠道,工程方案多由政府或设计院主导,未充分结合农民生产实际需求,导致后期管护中农民配合度低。

4.2 对策建议

(1)加强生态技术研发与推广:加大科研投入,支持高校、企业研发低成本生态材料(如利用农业废弃物制备防渗材料),通过技术创新降低材料成本;建立“政府+科研机构+企业”合作机制,推广便携式水质监测仪、生物多样性调查APP等简易监测工具,开展技术培训,提升基层人员监测能力,为设计优化提供数据支持。(2)完善政策支持体系:制定农田水利生态补偿细则,对采用生态设计的项目给予一定金额的生态补贴,同时引入绿色金融,鼓励银行推出低息生态水利贷款;明确农业、水利、环保等部门权责,建立跨部门联席会议制度,简化项目审批流程,实现“一站式”服务,提升协同效率。(3)提升公众参与与生态教育:通过村广播、田间宣传册、短视频等形式,普及生态水利的长期效益(如减少污染、提升土地质量);在工程设计阶段组织村民座谈会,收集农民需求并纳入方案;建立“农民管护员”制度,给予管护补贴,让农民参与工程后期维护,增强其主人翁意识,推动生态水利长期落地。

结束语

生态理念融入农田水利设计,是推动农业绿色转型、实现人与自然和谐共生的必然选择。本研究通过系统分析生态化灌溉、排水、水资源循环及生物多样性保护等技术路径,验证了其在减少污染、提升资源利用率、维护生态平衡方面的显著成效。未来需进一步突破技术成本瓶颈、完善跨部门协同机制、增强农民生态意识,以加速生态水利的普及应用,为保障国家粮食安全与生态安全提供双重支撑。

参考文献

- [1]李志前.生态理念在农田水利设计中的应用[J].中国集体经济,2023(24):5-8.
- [2]林斌.可持续发展生态理念在水利设计中的应用[J].陕西水利,2023(01):132-133.
- [3]郎敏,李一平.水利设计中的生态理念应用方法研究[J].给水排水,2022,58(08):194-195.
- [4]秦玥佳.河道建设中生态水利工程设计的应用分析[J].四川建材,2022,48(06):214-215.
- [5]阎玉伟.生态理念在农田水利工程设计中的应用研究[J].工程建设与设计,2020(09):109-111.