

# 基于生态水利的农田灌溉系统设计与应用研究

杨守锋

济宁市梁山县韩垓镇人民政府

DOI:10.12238/hwr.v9i10.6618

**[摘要]** 在现代农业发展过程中,水资源短缺与生态环境恶化已成为制约农业可持续发展的关键问题。传统农田灌溉系统在提高灌溉效率的同时,也造成了水资源浪费与生态破坏。为此,基于生态水利理念的农田灌溉系统设计逐渐成为农业现代化的重要方向。该研究以生态水利理论为基础,探讨如何在农田灌溉系统的规划、设计与应用中实现水资源的节约利用与生态环境的协同保护。通过系统分析生态水利的设计原则,结合不同地区农业生产特点,提出多级利用、循环再生和生态调控的综合设计思路,并阐述生态灌溉系统在实践中技术路径与应用成效。研究表明,生态水利灌溉系统不仅能显著提高水资源利用率,还能改善土壤结构、维持农田生态平衡,对实现农业绿色转型和农村可持续发展具有重要意义。

**[关键词]** 生态水利; 农田灌溉; 系统设计; 节水农业; 可持续发展

**中图分类号:** TU991.64 **文献标识码:** A

Design and application of farmland irrigation system based on ecological water conservancy

Shoufeng Yang

Hanhai Town People's Government, Liangshan County, Jining City

**[Abstract]** In the development of modern agriculture, water scarcity and ecological degradation have become critical challenges constraining sustainable agricultural development. While traditional irrigation systems enhance irrigation efficiency, they also lead to water waste and ecological damage. Consequently, the design of farmland irrigation systems based on ecological water management principles has emerged as a crucial direction for agricultural modernization. This study explores how to achieve water conservation and ecological synergy in the planning, design, and application of irrigation systems through ecological water management theory. By systematically analyzing design principles and considering regional agricultural characteristics, the research proposes an integrated design approach featuring multi-level utilization, circular regeneration, and ecological regulation. It further elaborates on practical implementation pathways and demonstrated effectiveness of ecological irrigation systems. The findings indicate that ecological water management irrigation systems not only significantly improve water utilization efficiency but also enhance soil structure and maintain agricultural ecological balance, playing a vital role in achieving green agricultural transformation and sustainable rural development.

**[Key words]** ecological water conservancy; farmland irrigation; system design; water-saving agriculture; sustainable development

## 引言

水资源是农业发展的基础,而科学高效的灌溉系统是保障粮食安全与农业效益的关键。长期以来,我国农田灌溉体系以传统水利工程为主,其优势在于结构简单、建设成本较低,但也存在能耗高、效率低、生态破坏严重等问题。随着社会经济的发展与生态文明建设的推进,传统灌溉方式已无法满足绿色农业和可持续发展的要求。生态水利理念的提出,为农业灌溉提供了

新的思路。生态水利强调人与自然的协调共生,注重水资源的循环利用与生态环境的修复,以最小的能耗实现最大的生态与经济效益。将生态水利理念应用于农田灌溉系统的设计,不仅能提高水资源利用效率,还能兼顾生态保护与农业生产的协调发展,形成节水、高效、可持续的农业水利体系。本文以生态水利为研究视角,系统分析农田灌溉系统设计的理论依据与应用路径,为农业水利工程建设提供科学参考。

## 1 生态水利理念与农田灌溉系统的理论基础

### 1.1 生态水利理念的内涵与特征

生态水利是一种以生态学和水文学为基础,融合环境科学、系统工程、农业科学等多学科理论的综合性理念。其核心目标是实现水资源的开发、利用与生态系统保护的协调统一,注重在水利建设与生态环境之间寻求平衡。与传统以“防洪”“供水”为中心的工程模式不同,生态水利强调“以自然为本”的思维,主张尊重自然规律,通过生态调节实现水循环的可持续利用。其主要特征体现在三个方面:一是低影响开发,通过合理布局减少对生态系统的扰动;二是循环利用,倡导雨水收集、中水回用和地表径流控制;三是系统协调,强调水、土、气、生的整体调控,推动水利工程与生态系统的共生发展。生态水利的建设不仅关注水量与水质的协调,还重视景观美学与社会效益的实现,体现了“工程—生态—人文”的综合价值。

### 1.2 农田灌溉系统的功能与演变

农田灌溉系统是农业生产中最重要的基础设施之一,其主要功能是保障作物获得充足的水分供应,维持生长发育所需的水分平衡。早期灌溉系统多采用明渠输水或重力灌溉,虽结构简单、成本较低,但水资源利用率不足50%,渗漏和蒸发损失严重,且易导致土壤盐碱化。进入现代农业阶段后,随着管道输水、喷灌、滴灌等节水技术的普及,水资源利用效率显著提升,农田水分分布更加均匀。然而,在部分地区仍存在过度抽水、能耗过高、水源污染等问题,制约了农业的可持续发展。生态水利理念的引入,使灌溉系统从单纯的“供水工程”演变为“生态调控系统”,功能实现从“灌溉作物”向“涵养水源、改善生态、优化环境”的多元转变。现代农田灌溉系统逐步集成了水资源管理、土壤修复与生态恢复等功能,成为农业生态系统的重要组成部分。

### 1.3 生态水利与农田灌溉系统融合的必要性的必要性

随着农业生产强度的增加,传统灌溉方式暴露出诸多生态问题,如过度灌溉导致地下水位下降、化肥与农药渗透引起水体富营养化、土壤结构退化等。这些问题不仅降低了农作物产量,也破坏了生态系统的自我调节能力。生态水利灌溉系统的提出,正是为解决这一矛盾提供了科学路径。通过合理配置水资源、引入生态修复与自然净化技术,可以在满足灌溉需求的同时维持生态平衡。例如,建设人工湿地、生态塘和过滤带,可通过植物吸收与微生物分解实现农田径流中氮、磷等污染物的自然净化;设置雨水回收渠与渗透系统,则能促进地下水补给,改善区域水循环结构。生态水利灌溉系统不仅具有节水、高效的工程特征,更兼具生态调节与环境治理功能。

综上所述,生态水利理念的引入是农业水利发展的必然趋势。它通过工程与生态的深度融合,使农田灌溉系统实现了从“单一供水”向“多功能调控”的转型。这一理念的推广应用,不仅有助于提高农业生产效率,还为生态文明建设与可持续发展提供了坚实支撑。

## 2 基于生态水利的农田灌溉系统设计原则与结构构想

### 2.1 系统设计的基本原则

生态水利农田灌溉系统的设计应以“节水优先、生态协调、因地制宜、系统集成”为核心原则,构建科学、高效、可持续的农业水资源利用体系。在节水优先方面,应充分利用雨水、地表水、地下水及再生水,建立多水源联合调度机制,采用滴灌、喷灌等高效节水技术,提高水的利用率。在生态协调方面,系统设计应兼顾水资源利用与生态保护,合理调控灌溉量与周期,防止土壤次生盐碱化,维护农田生态系统稳定。在因地制宜方面,应依据区域地形地貌、土壤质地与气候特征,选择最合适的灌溉模式与水源配置方案,实现经济性与实用性的统一。在系统集成方面,应融合物联网、遥感与智能控制技术,实现灌溉过程的动态监测与精准调控,构建“水—能—信息”协同运行的智慧化生态灌溉体系。

### 2.2 系统结构与功能组成

生态水利农田灌溉系统一般由取水、输配水、灌溉控制、生态调蓄与信息监测五大部分组成,形成一个高效、节水、生态兼顾的综合体系。其中,取水系统应优先利用雨水、地表径流及再生水,通过雨水收集池、中水回用设施等方式减少对地下水的依赖,保护水资源。输配水系统采用低压密闭管道输水,结合滴灌、微喷等高效节水技术,减少输水过程中的渗漏与蒸发损失。灌溉控制系统依托智能传感器、气象监测与远程控制平台,实现按需供水、精准调控,提高用水效率。生态调蓄系统通过设置人工湿地、生态塘、植被缓冲带等单元,实现径流调节、水质净化与生态修复功能。信息监测系统实时采集土壤湿度、气温、降水量及作物需水量等数据,为决策模型提供科学依据,保障灌溉系统的智能化与可持续运行。

## 3 生态水利技术在农田灌溉系统中的应用路径

### 3.1 节水与循环利用技术的应用

生态水利灌溉系统的核心理念在于“节水优先、循环利用、绿色发展”。在现代农业用水紧张的背景下,如何提高灌溉水的利用率成为关键问题。通过科学布局雨水收集与回用系统,可实现水资源的多级利用与闭环管理。例如,在农田边界设置雨水收集池和地下渗透渠,能够有效汇集降雨径流及屋顶雨水,经过简单沉淀过滤后,可再次用于灌溉或生态补水。此外,随着水处理技术的发展,中水回用与膜过滤技术在农业中得到了广泛应用。通过膜分离、反渗透等技术,可将农业生产过程中产生的废水(如洗涤水、畜禽养殖污水)处理至灌溉标准,实现农业废水资源化利用。这种循环利用模式不仅缓解了水资源短缺,还减少了地表径流引起的水土流失与化肥流失,从源头上控制面源污染。节水灌溉的理念通过系统化设计得以落实,实现“以最少的水,产出最多的粮”的可持续目标。

### 3.2 生态调控与自然净化技术的应用

生态调控技术的引入,使传统的水利灌溉系统从单一“供水功能”向“生态调节与环境保护”复合型系统转变。在灌溉系统中合理配置生态湿地、植被过滤带、生态沟渠等生态单元,不仅能发挥蓄水与净化功能,还能形成完整的生态链。生态湿地

系统依托植物吸收与微生物分解作用,可有效去除氮、磷等营养盐,降低灌溉回流水体的污染负荷。植被过滤带则通过根系吸附与土壤渗透作用,拦截农田径流中的悬浮颗粒物与农药残留,从而防止地表水污染。生态沟渠的设置可以将多余的灌溉水自然导入生态塘或调蓄池,形成生态缓冲区,不仅改善水质,还为水禽、两栖动物等提供适宜的生境,促进农业生态多样性。通过“自然净化+生态修复”的模式,生态水利灌溉系统实现了生产效益与生态效益的双重统一,体现了“以生态促农业、以农业养生态”的绿色发展理念。

### 3.3 信息化与智能化管理技术的融合

信息化与智能化是生态水利系统现代化发展的标志。传统灌溉依赖人工经验判断,效率低且易造成水资源浪费。而基于物联网(IoT)与大数据分析的智能灌溉系统,则实现了精准、科学的灌溉管理。系统通过布设土壤湿度传感器、气象监测站、地下水位监控仪等多种监测设备,实时采集田间环境数据,并与作物生长模型和需水曲线进行比对,从而自动判断灌溉的最佳时机与适宜水量。当土壤湿度低于设定阈值时,系统自动启动灌溉装置,精准控制供水,实现“按需浇水”。同时,智能化平台可通过无线网络与手机终端连接,农户或管理人员可远程监控灌溉状态并调整参数,大大提高了管理效率与响应速度。此外,数据长期积累可用于建立区域水资源数据库,为农业决策提供科学依据。信息化与生态化的融合,使灌溉系统从“经验管理”走向“数据驱动”,有效提升了水资源利用率与管理水平,为智慧农业的发展提供了技术支撑。

综上所述,生态水利灌溉系统通过节水循环利用、生态调控与信息化管理的有机结合,实现了“节水、高效、生态、智能”的综合目标。这不仅是农业可持续发展的现实路径,也是未来水资源管理模式创新的重要方向。

## 4 生态水利灌溉系统的实践成效与优化建议

### 4.1 应用实践成效分析

在典型案例中,如华北平原节水灌溉示范区,应用生态水利理念后,农田灌溉水利用率提升了30%以上,地下水开采量减少近四成,农业产量仍保持稳定增长。同时,灌区水质得到明显改善,农田盐碱化现象显著减轻。西南丘陵地区通过建设生态塘、雨水收集与渗透系统,实现了雨洪资源的高效回用,不仅缓解了旱季缺水问题,还改善了区域小气候,促进动植物多样性恢复。实践证明,生态水利灌溉系统在节水增效与生态修复方面具有显

著综合效益。

### 4.2 优化与推广建议

尽管生态水利灌溉系统前景广阔,但在实际推广中仍受制于初期投资高、运行维护复杂及管理机制不完善等问题。未来应从政策、技术与人才三方面协同推进:建立财政补贴与税收优惠政策,鼓励社会资本参与建设;加大低成本生态材料、节能装备及智能控制技术的研发力度,降低运行成本;加强基层水利管理与技术人员培训,完善长效管护机制。同时,构建政府、企业与农户多方协同的参与模式,推动生态水利向高效、可持续方向发展。

## 5 结语

基于生态水利理念的农田灌溉系统设计,是实现现代农业可持续发展的必由之路。该系统通过优化水资源配置、引入生态修复技术与智能管理手段,实现了节水增效与生态保护的统一。研究表明,生态水利灌溉系统不仅能提高灌溉效率,还能促进农田生态系统的良性循环,为农业绿色转型提供技术支撑。未来应进一步强化系统集成与科技创新,建立区域化、智能化的生态灌溉网络,实现“科技赋能水利、生态引领农业”的目标。通过政策引导与社会参与,构建以生态优先、绿色发展为核心的农业水利体系,使生态水利成为推动农业高质量发展的重要支撑力量。

### [参考文献]

- [1]张辉栋.基于物联网感知的农田灌溉节点数据采集方法[J].四川水利,2024,45(06):160-162+188.
- [2]臧国宽.基于自动化闸门控制技术的农田灌溉水利调度系统设计[J].农业开发与装备,2024,(10):45-47.
- [3]张九平.广西地区智能化农田灌溉系统在设施农业中的节水效益评估[J].农业工程技术,2024,44(29):56-57.
- [4]李淑娟.基于物联网技术的农田灌溉系统设计研究[J].水利科学与寒区工程,2024,7(09):72-76.
- [5]张志强,明照岳,徐效建.农田灌溉系统中水肥一体智能控制技术的优化研究[J].河南农业,2024,(16):66-68.
- [6]王凤惠.农田灌溉系统的智能化革命及其对农业可持续发展的推动作用[J].农业工程技术,2024,44(23):93-94.

### 作者简介:

杨守锋(1978--),男,汉族,山东省梁山县韩垓镇人,大学本科,职称:工程师,研究方向:农田水利。