

高标准农田建设中水利配套工程的生态化设计与实践

王 涛

梁山县寿张集镇人民政府 山东 梁山 272600

【摘 要】：高标准农田建设是实现农业现代化和粮食安全的重要基础，而水利配套工程作为其核心组成部分，在保障灌溉供水、提升土地利用效率和改善生态环境方面发挥着关键作用。传统水利工程设计多以灌溉效率和工程稳固为主要目标，忽视生态系统的协调性与可持续性，导致水资源利用不均、生态功能退化等问题。本文从生态理念出发，探讨高标准农田建设中水利配套工程的生态化设计路径与实践成效，重点分析节水灌溉系统、生态排水网络、面源污染控制与生态修复技术的综合应用。

【关键词】：高标准农田；水利工程；生态设计；节水灌溉；可持续发展

DOI:10.12417/3041-0630.25.24.094

在新时代农业高质量发展的背景下，高标准农田建设被赋予了更为全面的目标，不仅要求实现稳产高产，更要兼顾生态安全与资源可持续利用。水利配套工程是高标准农田建设的“命脉”，其科学设计与运行直接决定农田的抗旱、排涝能力及生态功能。目前，我国高标准农田水利工程已实现广泛覆盖，但部分地区依旧存在设计理念陈旧、生态功能薄弱、水资源利用效率低等问题。单一追求灌溉效率和工程量的传统模式，往往导致地表径流加剧、水体富营养化及生物栖息地破坏等生态隐患。因此，在高标准农田建设中引入生态化设计理念，是实现农业绿色发展的必由之路。生态化设计不仅强调工程的安全与实用，更注重自然系统的自我调节与修复能力，使农田水利工程在保障生产的同时具备生态服务功能。本文从理论与实践两方面探讨水利配套工程的生态化设计方法、关键技术及应用效果，为构建资源节约、环境友好的现代农业提供参考路径。

1 水利配套工程生态化设计的理论基础与原则

1.1 生态化设计的内涵与特征

生态化设计是一种将生态学原理与工程设计相结合的综合理念，强调人与自然系统的共生共赢。在高标准农田水利建设中，生态化设计不仅追求灌溉效率与工程稳定，更重视生态系统的完整性与可持续性。其核心特征包括“系统性”“协调性”和“可循环性”。系统性体现在对水、土、气、生等要素的整体协调，协调性强调工程与自然过程的融合，可循环性则体现为水资源的高效再利用与生态功能的动态平衡。通过在工程设计中引入生态思维，可以实现水资源合理配置与农田生态环境的协同优化。

1.2 高标准农田建设中的生态约束与需求

高标准农田建设对水利系统提出了双重要求：一方面要实现高效稳产的农业目标，另一方面要维护农田生态安全。随着气候变化和水资源紧张问题的加剧，传统灌溉模式难以适应生态文明建设的新要求。水利工程必须在满足灌溉排水需求的同时，

防止水土流失、污染扩散与生态破坏，实现“节水、控污、保生态”的综合目标。此外，农田生态系统的生物多样性保护、湿地恢复及生态景观功能的实现，也是生态化设计的重要组成部分。

1.3 生态化水利设计的基本原则

高标准农田水利配套工程的生态化设计应以“以自然为本、因地制宜、可持续发展”为核心理念，强调工程建设与自然环境的协调共生。在总体布局上，应综合考虑区域气候条件、地形地貌、土壤结构与水文循环特征，科学选择灌溉方式与排水结构，避免过度硬化化与大规模填挖，保持地表自然形态。设计应注重“渗、蓄、排、用”的系统平衡，通过雨水下渗、地表蓄水与循环利用构建良性水循环机制，实现水资源的高效利用与生态补给。

同时，应遵循“最小干扰、顺应自然”的原则，充分利用地形高差和自然势能，减少外部能源依赖；在渠系与田埂设计中，结合植被护坡与生态隔离带，降低水流冲刷与土壤侵蚀。植被配置应优先选择本地耐旱、耐湿植物，以提升生态系统稳定性。通过生态理念与工程技术的融合，形成节能、高效、低碳、和谐的现代化农田水利体系，为农业可持续发展提供坚实支撑。

2 生态化水利配套工程的关键设计要素

2.1 节水灌溉系统的优化设计

节水灌溉是生态水利工程体系中的核心环节，其目标是以最小的水资源消耗获得最大的农业产出效益。根据不同作物的需水特性、土壤类型及气候条件，应科学选择喷灌、滴灌、微喷等多种精准灌溉方式，以实现“按需供水、定量控制”。喷灌适用于大面积粮食作物，可有效减少蒸发损失；滴灌则更加节水精准，特别适合蔬菜、果树等经济作物。

在系统设计上，应配套自动化监测与调控设备，如土壤湿度传感器、气象监测站和作物需水模型，实现对灌溉时机、水

量与频率的智能调节。通过大数据与物联网技术的融合,可形成“实时监测—智能分析—精准灌溉”的闭环管理模式,大幅提升灌溉效率。与此同时,雨水收集与再利用系统的建设也至关重要,通过屋面汇水、地表径流收集和储水池调蓄,可在干旱季节有效补充灌溉用水。相关研究表明,采用滴灌与智能控制系统后,水资源利用率可提高30%—40%,化肥利用率提升20%,肥料流失率降低显著,从而实现节水、提效与减污的多重生态效益。

2.2 生态排水系统的构建

传统农田排水系统多以硬质水泥明渠为主,虽然排水速度快,但生态功能有限,且容易造成面源污染扩散。生态化水利设计则强调“慢排缓释、生态净化”的理念,通过构建生态沟渠、渗滤带与人工湿地系统,实现排水与净化的协同目标。

生态沟渠底部采用透水性良好的天然材料(如卵石、碎石)铺设,以促进雨水下渗和地下水补给。渠岸种植耐湿植物如芦苇、香蒲、水葱等,通过植物根系吸收氮、磷等养分,减少农业面源污染。同时,渗滤带能在暴雨期间缓解地表径流冲刷,防止水土流失。人工湿地作为系统末端处理单元,通过微生物分解与植物净化作用进一步降低污染负荷,使农田排水中的化学需氧量(COD)、总氮和总磷浓度分别下降40%—60%。生态排水系统不仅改善农田水质,还提升了景观价值,成为人与自然和谐共生的绿色基础设施。

2.3 农田水环境的综合治理

生态水利设计的最终目标是实现农业生产与生态环境的协调共生。在高标准农田建设中,应强化水质保护与生态修复的系统治理理念。通过设置生态隔离带与植被缓冲区,可有效阻隔农药、化肥等污染物随径流进入水体,从源头上控制农业面源污染。进一步,建立循环水利用系统,将经人工湿地净化后的农田尾水重新用于灌溉或生态补水,形成“灌溉—排水—净化—再利用”的水资源循环模式。

此外,生态修复措施如“鱼塘—湿地”复合系统在不少地区得到成功应用。通过在农田低洼区建设多功能生态塘,不仅可储水调蓄、净化尾水,还能发展生态渔业,增加农户经济收入。研究显示,该系统能使农田湿地生物多样性增加30%以上,区域生态系统稳定性显著提升。

综上,节水灌溉、生态排水与水环境治理三者相辅相成,构成生态水利农田体系的核心支撑。通过科学设计与智能管理,可实现农业高效生产、生态环境修复与水资源可持续利用的多重目标,为现代农业绿色发展提供重要路径。

3 生态化水利配套工程的实践案例与应用效果

3.1 北方旱区节水灌溉实践

在华北平原等典型旱区,水资源短缺长期制约农业生产的发展。为应对这一问题,当地在高标准农田建设中推广了“井渠结合、滴灌入田”的生态水利模式。该系统将深层地下水与地表引水进行联合调度,通过智能灌溉控制系统实现精准供水。农田配备土壤湿度与作物生长监测装置,根据实时数据自动调节灌溉时机与水量,从而显著提升了用水效率。监测数据显示,灌溉水利用系数由0.55提高至0.73,单位面积产量提升12%,地下水开采量减少18%。此外,地下水水位下降趋势得到有效遏制,农田盐碱化状况明显改善。该模式实现了从“粗放灌溉”向“精准节水”的转变,成为北方旱区农业可持续发展的典范,为我国干旱半干旱地区节水农业提供了可复制的经验。

3.2 南方湿润区生态排水系统示范

长江中下游地区气候湿润、降雨丰富,但排水系统设计不当常导致农田积水与面源污染问题。针对这一现象,生态水利工程引入了“沟塘湿地化”改造模式,在农田排水沟渠中嵌入生态湿地、缓流池、人工塘坝及植被护岸结构,形成自然净化与生态修复的复合系统。该系统利用植物吸收与微生物降解作用净化排水中的氮、磷等污染物,同时通过缓流与沉淀作用改善水体透明度与自净能力。监测数据显示,排水中氮、磷浓度平均降低40%以上,水体透明度提升显著,农田周边生态环境明显改善。该系统不仅提升了水环境质量,也兼顾了景观功能,促进了农田生态系统的多样化与稳定性,实现了排水、净化与生态修复的有机结合。

3.3 西南山区生态护坡与水土保持工程

西南丘陵区地形起伏大、降雨集中,极易引发坡地侵蚀与水土流失,影响农业生产安全。为应对这一问题,当地推行“生态护坡+蓄水梯田”模式,将传统水利工程与生态修复理念有机融合。通过在渠道与田埂边坡种植深根草本植物(如狗牙根、苜蓿)与乔灌木混交林,形成多层次植被群落结构,以增强坡体稳定性,减少雨水冲刷。同时,建设小型蓄水梯田与渗水沟渠,实现雨水拦截、渗透与储存,提高土壤含水率与保墒能力。数据显示,该区域泥沙入河量减少约35%,土壤含水量提高20%,农作物抗旱性能显著增强。生态护坡体系不仅提高了农田防灾减灾能力,还恢复了山地生态功能,促进农业生产与生态保护的协调发展。

综合来看,北方旱区的节水灌溉、南方湿润区的生态排水以及西南山区的生态护坡工程,分别从节水、净化与保土三个维度展示了生态水利理念在不同区域的适应性与成效。这些典型实践案例表明,生态水利农田灌溉系统能够在提升农业生产

效率的同时,实现生态环境修复与可持续发展目标,为我国现代农业水利建设提供了科学的路径与示范经验。

4 生态化水利设计的推广难点与改进方向

4.1 技术与资金约束

生态水利灌溉系统在设计与实施过程中对施工技术、监测设备及生态材料的要求较高,需要综合考虑水文、土壤、生态及信息化等多学科因素,建设周期长、系统集成度高。由于初期投入较大,尤其是在中西部农业地区,财政压力和技术储备不足成为制约推广的重要因素。为此,应建立多元化资金投入机制,通过政府财政补贴、政策性贷款、生态补偿及社会资本引导,吸引企业、合作社与金融机构参与生态水利建设,形成“政府引导、社会共建、效益共享”的投资模式。同时,加强对关键设备和材料的本土化研发,降低工程成本,推动可持续发展。

4.2 管理与维护体系薄弱

在部分地区,生态水利工程建成后存在“重建设、轻管理”的问题,缺乏完善的运行监测与维护机制,导致设施老化、功能下降。为提高工程的长效运行水平,应构建“政府主导、农

民参与、专业运维”的三级管理体系:政府负责政策制定与监督评估;村级组织和农民合作社负责日常运行与维护;专业技术团队提供定期检测与技术支持。同时,通过定期培训提升农户的生态保护意识和系统维护能力,使其从被动接受者转变为主动参与者。

此外,应利用信息化手段建立工程运行监测平台,对水质、水量、设备运行等关键指标进行动态管理,实现“建设—运行—维护—评估”的闭环管理模式,从而确保生态水利灌溉系统的长期稳定运行与生态效益最大化。

5 结语

高标准农田建设中的水利配套工程生态化,是实现农业绿色转型和生态文明建设的重要途径。实践表明,生态化设计不仅提升了农田水资源利用效率,也显著改善了区域生态环境,为农业可持续发展奠定了坚实基础。未来,应在政策支持、技术创新与管理优化三方面持续发力,构建可复制、可推广的生态水利模式。通过推进生态理念在设计、施工与运行全过程的渗透,实现“高产、节水、环保、共生”的现代农田体系,推动我国农业发展进入生态与经济协调共进的新阶段。

参考文献:

- [1] 武升堂.农田水利基础配套工程施工质量现状及探讨[J].新农业,2024,(08):72-73.
- [2] 冷悦霞,秦俊桃,黄金美,等.北京市水务领域基础设施 REITs 项目可行性分析[J].水利发展研究,2024,24(11):40-45.
- [3] 舒杨.灌区供水风险综合评价指标体系构建及应用[J].水利技术监督,2024,(06):103-106.
- [4] 别梦琴.高原长距离输水工程农业水价定价机制研究[D].云南农业大学,2024.
- [5] 河南省水利厅调研慰问南水北调配套工程运行保障一线工作人员[J].河南水利与南水北调,2024,53(02):3.
- [6] 刘英杰,秦鸿飞,王海峰.河南省南水北调配套工程流量计校核研究[M].中国水利水电出版社:202312:103.