

农田水利工程的设计与管理研究

李毅¹, 顾浩然¹, 孙思², 孙新², 朱营³

1. 淮安市水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 淮安 223000

2. 江苏淮阴水利建设有限公司, 江苏 淮安 223000

3. 山东元鸿勘测规划设计有限公司, 山东 济南 250014

摘 要： 农田水利工程在农业生产中起着至关重要的作用，对提高水资源利用效率、保障农田灌溉和促进农业可持续发展具有重要意义。研究探讨了农田水利工程的设计原则，包括水源配置、灌溉系统布局和排水设施设计等方面。同时，管理措施如工程维护、节水技术应用以及智能化管理系统的引入也被详细分析。通过对现有设计模式和管理实践的评估，提出了优化建议，以提高农田水利工程的运行效率和经济效益。研究结果为农田水利工程的改进和科学管理提供了有益参考。

关 键 词： 农田水利工程；设计原则；管理措施；节水技术；智能化管理

Research on the Design and Management of Farmland Water Conservancy Projects

Li Yi¹, Gu Haoran¹, Sun Si², Sun Xin², Zhu Ying³

1. Huai'an Water Resources Survey and Design Research Institute Co., Ltd. Huai'an, Jiangsu 223000

2. Jiangsu Huaiyin Water Conservancy Construction Co., Ltd. Huai'an, Jiangsu 223000

3. Shandong Yuanhong Survey and Planning Design Co., Ltd. Jinan, Shandong 250014

Abstract： Farmland water conservancy projects play a crucial role in agricultural production, which is significant for improving water resource utilization efficiency, ensuring farmland irrigation, and promoting sustainable agricultural development. This study explores the design principles of farmland water conservancy projects, including water source allocation, irrigation system layout, and drainage facility design. Simultaneously, management measures such as engineering maintenance, water-saving technology application, and the introduction of intelligent management systems are also analyzed in detail. Through evaluating the existing design patterns and management practices, optimization suggestions are proposed to improve the operational efficiency and economic benefits of farmland water conservancy projects. The research results provide a valuable reference for the improvement and scientific management of farmland water conservancy projects.

Keywords： farmland water conservancy projects; design principles; management measures; water-saving technology; intelligent management

引言

农田水利工程作为现代农业发展的重要基础设施，不仅影响着水资源的有效利用，还直接关系到农业生产的稳定与发展。随着全球气候变化和水资源紧张问题的加剧，传统的水利设计与管理模式面临严峻挑战。因此，如何通过科学设计和高效管理提升农田水利工程的性能，成为当前亟待解决的关键问题。探索创新的设计方法与先进的管理技术，不仅可以显著提高水资源的使用效率，还能为农业可持续发展提供强有力的保障。这一领域的研究将有助于推动农田水利工程的现代化，优化资源配置，提升整体生产效益^[1]。

一、农田水利工程设计的基本原则与方法

1. 农田水利工程设计的基本原则

农田水利工程设计的基本原则是确保水资源的有效利用与优化配置，满足农业生产需求的同时，最大限度地提升工程效益。首先，设计必须依据实际地形和土壤条件进行合理规划。不同地区的水土资源状况差异较大，设计时应综合考虑地势起伏、土壤渗透性

等因素，确保灌溉系统的覆盖范围和排水能力能够适应当地实际需求。其次，水源配置应遵循科学合理的原则，包括水源选择、引水路径规划和水量调度。通过精确计算水量需求，避免水资源浪费，合理配置各类水源，确保在不同季节和气候条件下都有足够的水源支持农田灌溉。最后，设计过程中还需重视工程的可持续性，选择环保材料和节能技术，减少对环境的负面影响。

如图1所示。

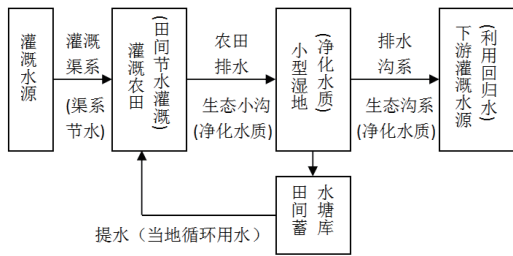


图1 农田水利工程设计的基本原则

2. 灌溉系统的布局与优化

灌溉系统的布局是农田水利工程设计中的核心环节，它直接影响到水资源的利用效率和农业生产的稳定性。有效的灌溉系统应当采用科学的布置方式，以实现均匀灌溉和高效利用。常见的灌溉系统包括滴灌、喷灌和沟渠灌溉，每种系统都有其适用范围和优缺点。在设计过程中，应根据农田的具体情况选择合适的灌溉方式。例如，在水源有限或土壤渗透性较差的地区，滴灌系统能够提供精准的水量供应，减少水分蒸发和流失。而在大面积农田或水源丰富的情况下，喷灌系统则能够高效覆盖广阔的区域。此外，灌溉系统的布局还应考虑到水流路径和水压分布，以确保系统的运行稳定性和水分均匀分布^[2]。

3. 排水设施的设计与维护管理

排水设施在农田水利工程中同样扮演着关键角色，其主要任务是有效排除农田中的多余水分，防止土壤水分过多导致作物根系病害和减产。排水设施的设计应根据农田的排水需求和水文条件进行合理规划，包括排水沟、暗管排水系统和蓄水池等。设计时应充分考虑排水能力、管道材料选择以及施工工艺，确保排水系统能够在各种气候条件下稳定运行。同时，排水设施的维护管理也是保障工程长期有效性的关键。

二、水源配置与灌溉系统布局优化策略

1. 水源配置的优化策略

水源配置是农田水利工程设计的基础环节，直接关系到灌溉系统的效能和农业生产的稳定。优化水源配置首先需要精准评估水源的可用性和需求量。应根据区域的水资源状况、季节性变化以及农田的实际用水需求，选择合适的水源类型，如地表水、地下水或再生水。针对不同类型的水源，其引水路径和存储方式也需要进行科学规划。例如，对于地表水源，可以通过修建水库或蓄水池来调节水量，而地下水则需要考虑钻井深度和水量控制。其次，水源配置的优化还需结合水资源的时空分布特点，制定合理的水量调度方案。在干旱季节或水资源紧张时，应优先保障重要作物的用水需求，采取节水措施，如轮灌或节水灌溉技术，以最大限度地提升水资源利用效率^[3]。

2. 灌溉系统的布局优化

灌溉系统的布局优化是提高水资源利用效率的关键。设计过程中，应根据农田的地形地貌、土壤特性和作物需求，选择适当的灌溉方式和系统布置。对于平坦地形且土壤渗透性较好的农田，可以采用沟渠灌溉或喷灌系统，这些系统能够覆盖较大的区域并且实现均匀灌溉。在水源有限的情况下，滴灌系统则能够提

供精准的水量控制，减少水分蒸发和浪费。此外，灌溉系统的布局还需考虑到水流路径和系统的整体效率。在布置过程中，应避免水流过长造成的压力损失，同时确保水源覆盖每块农田。

3. 灌溉与排水的协调管理

灌溉与排水系统的协调管理是农田水利工程效能的关键。设计阶段需考虑两者的配合，确保灌溉系统的排水沟与排水设施连接良好，避免排水不畅或堵塞，同时设计时还要考虑排水系统容量，以应对强降雨或过量灌溉。实际运行中，应定期监测和维护系统，通过先进监测技术，如传感器和智能控制系统，实时跟踪土壤湿度和水流情况，调整灌溉与排水策略，保持水分供应与排除的平衡。良好的协调管理能提高水资源利用效率，保障作物健康生长和稳定产量^[4]。如表1所示。

表1 水源配置与灌溉系统布局优化策略

策略类别	实施方法和目标	预期效果
水源配置的优化	精准评估水源可用性与需求，选择适当水源类型，科学规划引水路径和存储方式	缓解水资源短缺，提高灌溉可靠性和经济效益
灌溉系统的布局优化	根据地形地貌、土壤特性和作物需求选择灌溉方式，优化系统布置	提升水资源利用效率，实现均匀灌溉，提高作物产量
灌溉与排水的协调管理	设计阶段考虑灌溉与排水配合，运用监测技术调整灌溉排水策略	保持水分供应与排除平衡，提高水资源利用效率，保障作物健康生长与稳定产量

有效地整合和展示水源配置与灌溉系统布局优化策略在农田水利工程中的应用及其效益，有助于提供一种结构化的视角来分析和理解这些策略的实际影响。

三、排水设施的设计与维护管理

1. 排水设施的设计原则

排水设施的设计是农田水利工程中不可或缺的环节，其主要任务是有效排除多余水分，避免土壤积水对作物生长产生负面影响。在设计排水设施时，首先需依据地形地貌和水文条件，选择合适的排水系统类型，如排水沟、暗管排水系统或地下排水系统。排水沟的设计应根据农田的排水需求和水流路径进行规划，确保水流畅通，避免沟渠堵塞或排水不畅。暗管排水系统适用于较大面积的农田，通过埋设地下管道，能够有效排除地表水分，并减少对农田作业的干扰^[5]。

2. 排水设施的材料选择与施工

排水设施的材料选择直接影响到其使用寿命和维护成本。常用的排水材料包括混凝土、塑料、PVC管和陶土管等。混凝土管道耐用性强，适合于大流量排水系统，但其重量较大，施工难度较高。塑料和PVC管则具有较好的耐腐蚀性和较低的施工成本，适用于一般排水需求的场合。在选择材料时，应根据排水设施的实际需求和预算进行综合评估。此外，施工质量对排水设施的长期效能也至关重要。在施工过程中，应严格按照设计要求进行管道铺设，确保管道的坡度和连接质量，以防止排水系统出现漏水或堵塞问题。施工后还应进行必要的验收和调试，确保排水设施的正常运行^[6]。

3. 排水设施的维护与管理

排水设施的维护和管理是保障其长期有效运作的关键措施。定期检查和维护排水系统能够及时发现和解决潜在问题，避免因设施故障导致的农田积水和作物损害。维护工作包括清理排水沟和管道中的杂物，检查管道连接处是否有渗漏或堵塞现象，并对损坏部分进行修复。引入先进的监测技术，如传感器和自动化控制系统，可以实时监测排水系统的运行状态，及时发现故障并进行处理^[7]。

四、节水技术在农田水利工程中的应用

1. 节水灌溉技术的应用

节水灌溉技术在农田水利工程中扮演着至关重要的角色，旨在提高水资源利用效率并减少水资源浪费。滴灌技术是最常见的节水灌溉方法之一，通过将水直接输送到植物根部，能够显著减少水分蒸发和地表径流。滴灌系统不仅提高了水分的利用效率，还能提供精准的水量控制，适用于水源紧张的地区。喷灌技术也是一种有效的节水手段，通过喷头将水雾化后均匀洒落在作物表面，可以减少土壤表层的蒸发损失。虽然喷灌技术的初期投资较高，但其覆盖范围广、适应性强，适用于大面积农田的灌溉需求^[8]。

2. 节水技术的应用策略

节水技术的应用策略需根据具体的农田条件和作物需求进行定制化设计。首先，进行土壤和作物的综合评估，了解土壤的保水能力和作物的需水特性，以选择最合适的节水技术。对于土壤渗透性差的区域，滴灌系统能够有效控制水量并减少浪费。而在需要大面积覆盖的农田中，喷灌或微喷系统可能更为适用。其次，合理规划灌溉时间和频率是节水技术的关键。通过安装土壤湿度传感器和气象监测设备，可以实时获取土壤水分和天气数据，调整灌溉计划，避免过度灌溉。同时，采用智能控制系统，能够根据实时数据自动调节水量，进一步提升水资源利用效率。最后，定期检查和维护节水灌溉系统，确保设备运行正常，防止漏水和系统故障，保障节水技术的长期有效性。

3. 节水技术的经济与环境效益

节水技术的应用不仅能够显著提高水资源利用效率，还带来显著的经济和环境效益。从经济角度看，虽然节水技术的初期投入较高，但通过减少水资源消耗和提高灌溉效率，可以降低水费支出和改善作物产量，从而实现长期的经济回报^[9]。

五、智能化管理系统对农田水利工程的影响与前景

1. 智能化管理系统的主要功能

智能化管理系统在农田水利工程中的应用具有显著优势，主要体现在提高系统运行效率和优化资源配置。首先，这些系统通过集成先进的传感器和监控设备，实现对土壤湿度、气象条件和水流量的实时监测。数据收集后，系统能够自动分析和处理，生成科学的灌溉方案。其次，智能化管理系统通过自动化控制技术，能够精确调节水源的分配和灌溉时间，避免人为操作的误差和浪费。例如，当土壤湿度低于设定值时，系统会自动启动灌溉

设备，并在达到理想湿度后自动停止灌溉。这种智能化的操作方式，不仅提高了水资源的使用效率，还减少了人工干预的需求。

2. 智能化系统的经济效益

智能化管理系统在农田水利工程中的应用带来了显著的经济效益。通过自动化和智能化控制，系统能够精准调整水量，减少不必要的水资源浪费，从而降低水费支出。此外，智能化系统的实时监测和数据分析能力可以提升灌溉的科学性和准确性，提高作物的生长状况和产量。长远来看，虽然智能化管理系统的初期投资较高，但其通过提高水资源利用率和作物产量，实现了长期的经济回报。系统的维护成本也相对较低，进一步优化了农业生产经济效益^[10]。

3. 智能化系统的未来发展前景

智能化管理系统在农田水利工程中的应用前景广阔，随着技术的不断进步和成本的逐渐降低，其普及和应用将会越来越广泛。未来，智能化系统将更加注重与大数据、人工智能和物联网的融合，进一步提升其数据处理能力和智能决策水平。例如，结合气象预测数据和作物生长模型，可以实现更加精确的灌溉调度，进一步优化水资源的使用。此外，智能化系统的应用还将推动农业生产方式的转型升级，实现农业的智能化和自动化。

六、结语

智能化管理系统在农田水利工程中的应用，显著提升了水资源利用效率和农业生产效益。通过实时监测和自动化控制，系统不仅减少了水资源浪费，还优化了灌溉方案，带来了显著的经济回报。未来，随着技术的进步和成本的降低，智能化系统将更加普及，推动农业生产方式向智能化、自动化方向发展。这一进程不仅促进了农业的可持续发展，还为应对水资源紧张和环境变化提供了有力支持。智能化管理系统的不断发展，将为现代农业带来更加高效、环保的管理模式，开创了农田水利工程的新篇章。

参考文献

- [1]张军明. 干旱山区滴灌工程规划与设计管理——以固原市原州区农田水利灌溉工程为例[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(25): 12713-12716+12737. DOI: 10.13989/j.cnki.0517-6611.2012.25.076.
- [2]陈永雄. 农田水利工程设计中的渠道设计与施工管理[J]. 南方农机, 2015, 46(04): 60-61.
- [3]蓝卡, 林诗能. 农田水利工程设计中的渠道设计与施工管理[J]. 农村经济与科技, 2017, 28(08): 47+52.
- [4]芝士博. 小型农田水利节水滴灌工程设计及施工管理[J]. 农业科技与信息, 2018(03): 118-119. DOI: 10.15979/j.cnki.cn62-1057/s.2018.03.060.
- [5]刘雷. 关于农田水利工程设计中的渠道设计与施工管理探讨[J]. 湖北农机化, 2018(05): 58.
- [6]王堡俊. 试析农田水利工程设计中的渠道设计与施工管理要点[J]. 科技风, 2019(35): 117. DOI: 10.19392/j.cnki.1671-7341.201935098.
- [7]冯朗天. 农田水利工程设计中的渠道设计与施工管理[J]. 住宅与房地产, 2020(05): 84.
- [8]岳浩杰. 农田水利工程设计中的渠道设计与施工管理[J]. 中华建设, 2021(01): 65-66.
- [9]赵金宏. 农田水利工程中的渠道设计与施工管理路径探索[J]. 农业科技与信息, 2022(03): 85-87. DOI: 10.15979/j.cnki.cn62-1057/s.2022.03.012.
- [10]孔宁宁. 农田水利工程设计中的渠道设计与施工管理[J]. 当代农机, 2023(03): 44-45.