

灌溉系统设计优化及施工实践

王广要

山东省菏泽市曹县青岗集镇农业农村服务中心

DOI : 10.12238/jpm.v5i7.6993

[摘要] 本文深入探讨了灌溉系统设计的理论基础,提出了优化方法,并结合施工实践进行了阐述。在设计中,重视需求分析、布局优化和设备选型,同时引入自动化与智能化技术。施工方面,强调准备工作的充分性、流程管理的规范性、质量控制的重要性以及安全环保的保障。本研究旨在为灌溉系统设计优化与施工实践提供了有价值的参考。

[关键词] 灌溉系统; 设计优化; 施工

Irrigation system design optimization and construction practice

Wang Guangyao

Agricultural and Rural Service Center, Qinggangji Town, Cao County, Heze City, Shandong Province

[Abstract] This paper deeply discusses the theoretical basis of irrigation system design, proposes optimization methods, and expounds them in combination with construction practice. In the design, attention is paid to demand analysis, layout optimization and equipment selection, and automation and intelligent technology are introduced. In terms of construction, the adequacy of preparation, the standardization of process management, the importance of quality control, and the guarantee of safety and environmental protection are emphasized. The purpose of this study is to provide a valuable reference for the design optimization and construction practice of irrigation system.

[Key words] irrigation system; design optimization; construction

灌溉系统是农业生产的基石,也应用于园林、体育场地、城市景观等其他领域,其设计和施工至关重要。当前,随着科技进步,灌溉系统日益智能化、高效化。然而,部分地区灌溉设施仍显落后,影响作物生长。因此,加强灌溉系统的设计与施工,对于提升农业生产效益具有重要意义。

本文旨在探讨灌溉系统设计的优化策略,以及施工实践中的关键技术和方法。通过对灌溉系统设计的深入分析,提出了一系列优化措施,旨在提高灌溉效率、降低能耗,同时减少对环境的影响,并为相关从业人员提供有益的借鉴与启示。

1. 灌溉系统设计理论基础

灌溉系统在农业、园林、体育场地、城市景观等领域都有重要应用。灌溉系统设计的理论基础包括基本原理、分类、设计要素、原则和关键技术。

1.1 灌溉系统基本原理与分类

灌溉的核心是控制向土壤浇水以促进植物生长。灌溉系统的基本原则围绕水管理,包括节约、分配和利用。

灌溉系统可以根据水源、应用方法和技术复杂程度等各种标准进行分类。常见的分类包括地面灌溉,即在土壤表面施用和分配水;喷灌,包括通过加压系统喷水;滴灌,水通过管道或发射器网络直接输送到植物根部。

每种灌溉系统都有其优点和局限性,因此选择中需要结合土壤类型、作物需求、气候和可用资源等因素。

1.2 灌溉系统设计要素与原则

有效的灌溉系统设计需要仔细考虑几个关键要素和原则,以确保高效的水输送和利用。

一是水力设计:确定所需的流量、压力水平和管道尺寸,以便在田间均匀输送水。二是空间设计:规划灌溉基础设施的布局,包括管道、阀门、喷头和发射器的位置,以最大限度扩大覆盖范围、节约水资源。三是作物需水量:了解不同作物在不同生长阶段的需水量,以相应调整灌溉计划和施用量。四是土壤特征:考虑土壤特性,如质地、结构和渗透率,以优化水渗透并最大限度地减少径流和侵蚀。五是能源效率:结合泵选型、系统自动化和可再生能源集成等节能措施,降低运营成本和环境影响。

1.3 灌溉系统设计中的关键技术

技术进步彻底改变了灌溉系统设计,实现了更高的精度、效率和可持续性。关键技术包括:

一是遥感和监测:利用卫星图像、无人机和传感器评估作物健康状况、土壤湿度水平和水分布模式,以进行实时决策。二是精准灌溉:实施可变流量灌溉和特定地点管理技术,在需要的时间和地点精确供水,优化用水效率和作物产量。

三是智能控制器和自动化:采用智能灌溉控制器和自动化系统根据天气预报、土壤湿度数据和作物需求调整浇水时间表和流量,最大限度减少人为干预,实现节水目标。

2. 灌溉系统设计优化方法

高效且有效的灌溉系统设计可以最大限度提高作物产量、减少水资源消耗和压缩运营成本。灌溉系统设计优化涉及需求分析、布局优化、设备选型以及自动化和智能化技术集成等要点。

2.1 灌溉系统需求分析

需求分析是设计灌溉系统的第一步，即根据作物类型、土壤特征、气候和蒸散率等因素评估需水量。该分析有助于确定满足作物整个生长季节用水需求所需的用水量 and 频率。

首先，了解不同作物在不同生长阶段的需水量，制定确保最佳生长和产量的灌溉计划。此过程考虑作物类型、种植密度、根部深度和蒸散速率等因素。其次，了解和分析土壤特性，如质地、结构、渗透性和持水能力，影响水的渗透率、排水和根系发育。进行土壤测试和水力传导率评估有助于确定灌溉施用率和频率，以防止内涝或干旱胁迫。此外，关注气候和环境因素，气候条件，包括温度、湿度、风速和太阳辐射，会影响蒸发率和作物需水量。而坡度、地形和小气候变化等环境因素也会影响水分分配的均匀性和灌溉效率。最后，评估地表水、地下水或再生水等水源的可用性和质量，设计满足作物用水需求同时确保可持续性和符合监管要求的灌溉系统。

2.2 灌溉系统布局优化

优化灌溉基础设施的布局涉及确定管道、阀门、喷头或灌水器的最有效配置，以实现整个田地的均匀配水，同时减少水浪费和能源消耗。

首先，进行空间规划，考虑场地大小、形状和地形有助于确定主干线、支线和子单元的布局，以确保足够的覆盖范围并减少压力损失。其次，根据水力原理计算流量、压力要求和管道直径，确保整个灌溉系统的正确供水和均匀分布。此外，根据土壤类型、作物需水量和海拔差异将田地划分为区域或分区，以便进行量身定制的灌溉管理和优化用水效率。最后，选择适当的灌溉方法，例如地面灌溉、喷灌或滴灌，取决于作物类型、土壤条件、水的可用性和能源资源等因素。

2.3 灌溉系统设备选型与配置

选择正确的设备并配置泵、过滤器、阀门和控制器等组件，确保可靠运行、能源效率和节水。

首先，根据现场的具体要求和操作条件，选择具有适当容量、扬程和效率的泵，可确保最佳的输水量和能耗。其次，安装过滤系统，如筛网、盘式过滤器或砂分离器，有助于清除水源中的碎片、沉积物和有机物，防止灌溉部件堵塞和损坏。此外，结合控制阀、压力调节器和流量计，可以精确控制水流、压力和分配，优化灌溉性能并最大限度减少水损失。再者，集成用于监测土壤湿度、天气状况和作物健康的传感器，实现数据驱动的决策和自适应灌溉管理，提高资源效率和作物生产力。

2.4 灌溉系统自动化与智能化技术应用

灌溉系统中自动化和智能技术的集成通过自动化流程、优化资源分配以及实现远程监控和控制，提高了效率、生产力和可持续性。

首先，利用基于天气或土壤湿度的灌溉控制器，可以根据

实时环境条件和植物用水需求自动调度和调整灌溉周期^[1]。其次，实施遥感、遥测和通信技术可以持续监控灌溉系统性能，并允许远程控制和故障排除，从而缩短停机时间和运营成本。此外，采用 VRI 技术，可以根据土壤特性、作物需求和环境因素的空间变化，对水和养分进行特定地点的应用，从而提高资源利用效率和产量。再者，利用 AI 算法和数据分析工具进行预测建模、优化和决策支持，有助于精准灌溉管理、预测性维护和资源分配，从而提高整体系统性能和弹性。

总之，灌溉系统的设计和优化需要采用多学科方法，整合农艺、水力、技术和环境因素。通过系统分析用水需求，优化系统布局，选择合适的设备，利用自动化和智能化技术，开发灌溉系统，提高农业生产力，节约水资源，促进可持续发展。

3. 灌溉系统施工实践

3.1 施工前的准备工作

在开始施工之前，充分的准备和规划，确保项目顺利执行并降低潜在风险。

一是对项目场地进行全面评估，评估地形、土壤条件、水源和现有基础设施，为设计决策和施工物流提供信息。二是从相关机构获得必要的许可、执照和批准，并确保遵守当地法规、环境标准和土地使用限制^[2]。三是根据设计规范、质量标准和项目要求，采购管道、管件、阀门、泵、控制器等建筑材料、设备和部件。四是组建一支技术熟练的劳动力队伍，包括工程师、技术人员、劳工和承包商，具有灌溉系统安装、操作和维护方面的专业知识。五是编制预算，实施成本估算和财务预测，以有效地分配资源、管理费用并确保项目的可行性和可持续性。六是与利益相关者、土地所有者和当地社区合作，说明项目目标，协调解决问题，保证整个施工过程中他们的配合与支持。

3.2 灌溉系统施工流程与要点

施工过程涉及多个阶段，每个阶段都有特定的任务、程序和质量检查点，以确保灌溉系统的成功安装和调试。要点包括：

一是清除施工现场的植被、碎片和障碍物，以便于进入和挖掘以铺设管道、安装组件和建设基础设施。二是挖掘沟渠或渠道以容纳管道、电缆和其他地下公用设施，确保适当的深度、对齐和坡度，以实现有效的水流和分配^[3]。三是根据设计规范安装干线、支线和次干线，使用适当的材料、接头和配件，实现紧密连接，防止泄漏或压力损失。四是组装和安装灌溉组件，如阀门、喷头、发射器、过滤器和控制系统，确保正确定位、对齐和校准，以获得最佳性能和覆盖范围。五是进行压力测试、流量测试和功能检查，以验证灌溉系统的完整性、功能和效率，在运行前识别和解决任何缺陷或缺陷。六是逐步激活和调整系统组件、对控制器进行编程并启动灌溉周期，以确保正常运行、配水和作物覆盖。七是为最终用户、操作员和维护人员提供有关系统操作、维护程序、故障排除技术和安全协议的培训和指导，以实现安全高效的操作^[4]。八是记录竣工图纸、规格、手册和维护记录，并建立用于资产管理、监控和未来维护计划的综合数据库。

下转第 134 页

在已有的货运计划基础上,通过改进的货运计划,对货运车辆的路径与时刻进行最优配置,降低等候期,提升货运的效率。在此基础上,研究采用更大、效率更高的车辆(比如电动翻斗车、无人车辆),满足水坝施工的高强度要求。

3.2 优化混凝土混合与浇筑

在拌和方面,应进一步研究最佳配比,改善其各项指标,并可采用连续搅拌装置;以缩短搅拌时间。通过对混凝土的浇注工艺进行自动监控,对混凝土的浇注速率、浇注部位进行精确的控制,保证混凝土的振捣均匀、密实。

3.3 碾压混凝土压实的精细化管理

在压实过程中,采用GPS、传感器等高精度的压实检测手段,实现对各层压实过程的实时监控,保证各层的压品质。通过对路面压实度的实时监控,对压路机的压实速率、压实次数进行了动态的调节,以期获得较好的压实效果。

3.4 创新养护技术

在混凝土养护过程中,除常规补水外,还应考虑引入智能化补水技术,例如:自动洒水、温控等;从而保证了在适宜的温度和水分环境下,水泥基材料的水化作用。另外,采用高效湿润薄膜等新的固化材料进行研究和应用,可以更好地改善固化效果。

3.5 优化施工组织与协调

通过搭建一个高效的信息交流平台,实现各个阶段的无缝

连接。在此基础上,通过对项目实施进度的跟踪和总结,对存在的问题进行跟踪和处理,使项目达到高效、安全、优质的目的。

4 结语

综上所述,通过对碾压混凝土施工工艺的深入探讨和分析,我们提出了从运输效率、混凝土混合与浇筑、压实质量、养护技术以及施工组织与协调等多个方面进行的改进与优化建议。这些措施旨在提升施工效率,保证工程质量,降低施工成本,并减少可能对环境的影响。通过持续的工艺创新和管理优化,我们可以更好地应对大坝建设中的挑战,实现可持续的工程发展。未来的研究和实践中,应进一步细化这些策略,并结合具体工程条件进行适应性调整,以期在实际应用中取得更显著的成效。

[参考文献]

- [1]何福元.水库大坝混凝土施工技术分析[J].低碳世界, 2016(27): 141-142.
- [2]郑建安.水库大坝混凝土防渗墙施工技术探究[J].黑龙江水利科技, 2016, 44(07): 20-22.
- [3]谭进轩.水库大坝混凝土防渗墙施工技术探究[J].中国水能及电气化, 2015(08): 18-21.
- [4]郭丽娜, 刘强.水库碾压混凝土坝施工质量关键技术研究[J].岩石力学与工程学报, 2023, 42(6): 789-796.

上接第 131 页

3.3 施工质量管理与控制

确保施工实践与设计方案、施工规范和质量标准相符合,保障灌溉系统的长期性能和可靠性。一是实施质量保证流程和程序,以验证整个施工过程是否符合设计意图、材料规格和行业标准^[5]。二是在施工关键阶段定期进行检查、审核和测试,发现缺陷、偏差和不合格项,并及时采取纠正措施。三是建立和维护有关施工活动、测试结果、检查情况等详细记录,并记录纠正措施、解决方案和经验教训,以供参考和后续改进。四是建立反馈机制、评审会议、绩效评估等,评估施工进度,找出需要改进的地方,主动实施纠正和预防措施。

3.4 施工安全与环保措施

施工安全管理与环境保护需要提升施工人员的安全意识,注意环境管理和风险防范,这是灌溉系统施工中落实可持续发展原则的关键。

一是制定全面的安全计划、风险评估和危险识别流程,以降低风险、预防事故,确保工人、承包商和周边社区安全^[6]。二是提供安全培训、认证计划和宣传活动,为人员提供知识、技能和工具,以识别危险、遵守安全协议并有效应对紧急情况^[7]。三是提供适当的个人防护装备,如头盔、手套、安全眼镜和反光背心,以保护工人免受人身伤害、环境暴露和职业风险。四是实施环境管理措施、侵蚀控制措施和污染预防策略,以尽量减少施工活动期间的土壤扰动、水污染和生态系统破坏。五是根据监管要求正确处置建筑废物、碎片和危险材料,尽可能回收利用,并通过负责任的废物管理实践尽量减少对环境的影响。六是建立应急响应协议、疏散程序和沟通渠道,及时处理事故、泄漏和事件,防控潜在风险,保护人类健康和环境安全。

结束语:

总之,本文深入研究了灌溉系统设计、优化和建设的复杂性,为所涉及的理论基础、方法和实际考虑提供了宝贵的见解。研究具体探索了“灌溉系统的理论基础和分类”“灌溉系统开发的设计要素、优化方法和关键技术”“准备、执行、质量管理、安全和环境保护措施等施工实践”等内容。

而研究依然在探索技术进步、应对气候变化挑战以及灌溉系统实施的社会经济影响等方面存在不足。后续研究可以侧重于整合尖端技术和促进可持续实践,以提高农业生产力和水资源管理效率。

[参考文献]

- [1]江如春, 徐俊, 于洪亮.基于粒子群算法的灌溉水泵系统优化设计与运行[J].河南水利与南水北调, 2022(4): 51.
- [2]刘小杰.基于SQL的智能灌溉专家系统优化设计[J].农机化研究, 2022, 44(4): 5.
- [3]李鹏学, 张钊, 陈元福.山区国家储备林供水灌溉工程规划设计与建设实践[J].甘肃科技, 2024(2): 40.
- [4]李由, 张吉, 李晓宇, 等.基于GNSS的平地控制系统优化设计与试验[J].农业工程, 2021, 11(4): 4.
- [5]李淑青.山东滨州智能灌溉系统的实践应用[J].农业工程技术, 2024, 44(6): 61.
- [6]张广平.基于PLC控制的自动灌溉系统设计与调试[J].大科技, 2020(23): 249-250.
- [7]高恺, 陆冰倩, 何仁宇, 等.面向城市绿化的高精度节水自动灌溉智能控制系统设计[J].装备制造技术, 2020(1): 5.