

农田灌溉水渠水利工程施工技术研究

马涛

伊犁哈萨克自治州喀什河流域管理处

DOI:10.12238/btr.v7i3.4429

[摘要] 随着农业现代化的推进,针对农田灌溉水渠系统的设计创新与施工技术的研究日益受到重视。本文综合探讨了优化水渠布局方案、绿色建筑材料应用、信息化技术集成以及高效施工技术在农田水渠建设中的运用。同时,文章深入分析了水渠防渗漏的新技术、生态修复与自然景观恢复技术,并对水渠维护的标准化与信息化管理进行了系统性的探索。本研究旨在为农田灌溉水渠系统提供理论参考和实践指南,推动水资源高效利用和农业可持续发展。

[关键词] 农田灌溉; 水渠设计创新; 高效施工; 信息化技术; 生态修复

中图分类号: TV212.5+4 文献标识码: A

Research on the construction technology of irrigation canal in farmland

Tao Ma

Kashi River Basin Administration of Ili Kazak Autonomous Prefecture

[Abstract] With the advancement of agricultural modernization, the research on the design innovation and construction technology of farmland irrigation canal system has been paid more and more attention. In this paper, the optimization of canal layout, the application of green building materials, the integration of information technology and the application of efficient construction technology in the construction of farmland canals are comprehensively discussed. At the same time, the article deeply analyzes the new technology of water channel leakage prevention, ecological restoration and natural landscape restoration technology, and systematically explores the standardization and information management of water channel maintenance. The purpose of this study is to provide theoretical reference and practical guide for farmland irrigation canal system to promote efficient use of water resources and sustainable development of agriculture.

[Key words] farmland irrigation; Channel design innovation; Efficient construction; Information technology; Ecological restoration

引言

农业水资源的合理规划和有效利用对于保障粮食安全和促进可持续农业发展具有重要意义。当前,面对全球气候变化和水资源短缺的双重挑战,如何提升农田灌溉水渠系统的性能,降低环境影响,成为制约农业生产发展的关键因素。

1 农田灌溉水渠设计创新

1.1 优化水渠布局方案与设计参数

在现代农田灌溉水渠水利工程的规划与设计实践中,高效运用水资源、保障农业生产并维护生态平衡已成为当务之急。水渠布局方案及设计参数的优化,是提升灌溉效率、保障水资源合理分配的关键环节^[1]。是基于水流力学及水利水电工程领域的理论,调研具体地形地貌、气候条件与耕作需要,确保设计方案具备实用性与前瞻性。设计参数及策略分析见表1。

表1 设计参数及策略分析

设计参数	描述	优化策略
水渠走向	考虑水源与灌溉区的相对位置,植被状态,及土地利用类型	运用 DEM 和 GIS 进行模拟分析,确定最小地形调整的优化路径
断面形状	牵涉到水渠的容积和流速	根据土壤特性与灌溉需求选择合适的梯形或矩形断面
渠底坡度	影响水流速度和水力阻力	审慎评估并决定坡度,以维持适宜的流速和最小化侵蚀潜力

1.2 绿色建筑材料在水渠施工中的应用

在农田灌溉水渠工程的施工过程中,绿色建筑材料的应用

是实现环境可持续性与促进生态友好型农业的关键。绿色建筑材料不仅减少了对自然资源的消耗,也大幅降低了施工过程中的碳排放。以轻质高强度的复合材料和回收废弃物生产的建筑材料为代表,在水渠施工中的应用表现出超越传统材料的优势。

值得一提的案例是使用混凝土添加石灰石粉、粉煤灰等工业副产品作为掺合料来替代部分水泥的绿色混凝土技术。该技术已在多个农田水渠项目中得到应用,展示了优异的环境绩效。应用此技术不但可以提高混凝土的工作性和耐久性,还能降低混凝土的自身体积变化,提升防裂性能^[2]。通过优化混合比,实现了对水泥用量的大幅减少,从而减少了CO₂排放,这对于实现农业工程的绿色转型具有重大意义。

再者,采用再生塑料制造的渠道衬里作为水渠防渗的材料,这种材料轻便又耐用,能有效延长水渠的使用寿命,并且由于其来源是回收塑料,因此在减少环境污染方面起到了显著作用。生态透水混凝土也是一种绿色建筑材料,它不仅有利于地下水的补给,同时其透水性能能够在防止土壤侵蚀和增加生物多样性方面发挥作用。

1.3 信息化技术在水渠设计中的集成

信息化技术在现代水渠设计中的融合,不仅优化了设计流程,还极大提升了系统的效能与可靠性。借助如CAD、GIS以及BIM等高端技术手段,工程师能够在设计阶段进行更为精细与全面的分析与评估,确保所设计水渠方案具备最大限度的适应性和经济效益。

运用地理信息系统(GIS)和遥感技术进行农田水渠设计可以有效辨识最佳布局路径和潜在问题点。例如,在中国某大型灌区项目中,工程师利用GIS对农田进行详尽的地形和地貌分析,成功规避了地下水文情况复杂区域,减少了水渠受污染的可能性,同时为后期维护提供了数据支持。

建筑信息模型(BIM)技术已被引进水渠施工设计阶段,通过创建三维虚拟模型,实现设计理念直观化。该技术可集成设计数据和工程管理信息,使得各专业团队操作一致性和协同工作的可能性大幅增加。这种全方位的集成保证了农田灌溉水渠设计过程的高效率 and 高质量输出。

2 高效施工技术在农田水渠建设中的应用

2.1 现代化施工装备的运用与管理

现代化施工装备在农田水渠建设中的应用,是提高工程效率、保障施工安全及节约成本的有效手段。随着技术进步,多功能工程机械、无人操作机械(UAV)以及智能控制系统等逐渐在水渠建设项目中被部署。

以多功能挖掘机为例,在农田灌溉水渠施工期间,通过先进的液压系统和可变工作装置来执行土方挖掘、铲平工作和辅助材料搬运。与此同时,GPS定位和3D测量技术的融入,使得精准挖掘成为可能;施工过程中能够实时监控挖掘深度和斜率,从而大幅提升施工精准性和效率。

例如在中国西北某大型农田水利工程项目中,利用无人机

对施工区域进行航拍,结合摄影测量软件分析土地利用情况,为施工规划提供依据。此外,通过搭载红外和多光谱传感器,无人机能实时监测施工过程与环境影响,为项目管理提供了实时、精准的数据支持。

2.2 节能减排施工方法研究与实践

在农田灌溉水渠的建设过程中,低碳施工技术作为节能减排的核心,它包含了一系列创新的操作手法及管理流程。例如,采用先进的电子控制技术优化机械设备动力系统的性能,实施变频技术和节能驱动系统,能够根据实际工作负载自动调整发动机输出功率,从而减少无效能耗和尾气排放^[3]。资源循环利用也是减少农田水渠建设中能源消耗的有效途径,如使用废弃物进行土工填筑,不仅节省材料,还减轻对环境的压力。

另外,利用BIM(建筑信息模型)技术进行施工模拟,提前预知各种风险,以便优化施工方案,减少不必要的返工和资源浪费。此外,通过引入精益施工理念,施工过程中严格执行物资管理和排程计划,确保材料和设备供应按需到位,避免出现停工或拖延导致的能源与物资浪费。

在施工工艺方面,适用于特定地形和土壤条件的非开挖技术,如顶管或定向钻进,可以减少大规模的土方移动,降低对生态环境的破坏,进而达到节能减排的目的。

2.3 智能化施工监控系统的开发与应用

随着传感技术、数据分析、人工智能与物联网的日趋成熟,该领域内施工监控系统的开发及应用成为提高项目管理效率、保证施工质量与工人安全的关键。此类监控系统的开发,依托于多元化的传感器——温度、湿度、压力、位置传感器无处不在地配置于施工场地,感知环境及设备状态,实时收集作业数据^[4]。结合无人机对施工现场的实时图像捕捉,这些数据流被汇聚至中央处理平台。

智能化监控系统的应用不仅提升了项目的时效性,降低了故障响应时间,而且通过准确的数据反馈,为决策制定提供科学依据。例如,通过监控土体湿度与机械压实度,系统能够指出最佳的灌溉时间与土石方施工参数,避免了灌溉过程与土方施工的无效循环。

3 水渠运行管理及维护技术

3.1 水渠防渗漏新技术研究

现代科技进步促成各类新型防渗材料的诞生,例如高密度聚乙烯(HDPE)膜、改性黏土衬垫(GCL)以及喷射混凝土技术等。这些材料和方法,在增强水渠结构、延长使用寿命和降低维护成本方面表现突出。具体而言,HDPE是一种耐酸碱、抗老化的塑料膜材料,作为防渗层能有效阻止水分通过水渠墙体渗漏。

例如,在中国某条新建的灌溉水渠中采用HDPE防渗膜成功地降低了水土流失和渗漏率。将该材料平铺至水渠基底与侧壁,并通过专业焊接设备确保接缝密合,施工简单高效,且材料的长期稳定性经历了时间的验证。

此外,GCL作为一种环保型的新材料,其防渗机制源自于天然黏土层与织物材料的复合。该材料重量轻,施工便利,能适应

各种气候变化,特别适用于复杂地形的农田水渠。同时,喷射混凝土技术(Shotcrete)也在水渠防渗中占有一席之地。这种通过压力喷射将混凝土涂覆到水渠表面的方法,除了提升防渗效果,也为水渠墙体提供了额外的结构加固。

3.2 生态修复与自然景观恢复技术

农田灌溉水渠工程在提升农业生产力的同时,需考虑其对生态系统产生的潜在影响,生态修复与自然景观恢复技术应运而生,旨在提高水资源利用效率的同时,重建和保护自然环境的完整性。生态修复技术的核心在于实现工程建设与环境保护的协调一致。通过在灌溉水渠建设中采用透水性材料,比如透水混凝土或生态格室结构,可以确保地下水的自然补给,同时这也有助于保持地表水与地下水之间的自然交换^[5]。而自然景观恢复涉及的不仅是生态平衡,还有视觉美感。具体策略中,生态植被带的建立是关键举措。

表2 水渠维护的标准化与信息化管理要素分析

管理要素	技术手段	实施策略
数据整合与共享	GIS和云数据存储	构建统一数据平台,整合水渠网络信息,促进跨部门数据共享
水渠网络监测	远程传感器、移动设备	在关键节点安装监测设备,通过移动应用实时获取数据
预测性维护	物联网(IoT)技术、大数据分析、机器学习	利用算法模型分析运行数据,预测潜在风险与故障
维护流程优化	机器学习算法	分析历史维护数据,动态优化维护策略和流程

最新的技术进展中,生态模拟技术被广泛运用于生态修复

项目的规划和实施阶段,通过模拟自然生态系统的过程,科学地设计生态修复方案。同时,运用景观生态学原理,优化生态网络布局,实现生态系统服务功能的维护和提升。

3.3 水渠维护的标准化与信息化管理

水渠标准化要求制定一套详尽的维护操作规程与检测标准,这些规程和标准对于确保各维护层次的工作质量、评估维修效果以及制订维护计划至关重要。结合国内外成功案例和最佳实践,结构性维护(如渠道疏浚、渗漏修复)和功能性维护(如调节水门运作、监测灌溉状况)均需严格遵循这一体系。水渠维护的标准化与信息化管理要素分析见表2。

4 结语

综上所述,从水渠布局的优化、绿色施工材料的引入,到信息化设计管理的集成,再到智能化施工监控系统的运用,每一步的突破都标志着农田水渠建设朝着更高效、更绿色、更智能化的方向发展。本研究不仅为农田灌溉水渠系统提供了一系列创新的设计理念和施工方案,还对水渠的长期运行管理和维护提供了战略思路,具有学理性、应用性和推导性的特点。

[参考文献]

- [1]刘春登.水利工程施工安全风险评估及管理研究[J].治淮,2024,(02):46-47.
- [2]袁欢.水利工程施工中的边坡开挖及防护技术[J].水上安全,2024,(03):160-162.
- [3]库海斌.刍议农田灌溉水渠水利工程施工技术[J].低碳世界,2023,13(09):49-51.
- [4]陈晓燕.农田灌溉水渠工程施工技术及要点分析[J].农业科技与信息,2021,(23):107-108.
- [5]郑琴.农田灌溉水渠水利工程施工技术分析[J].农业科技与信息,2020,(08):91-92+96.