

节水措施在农田灌溉相关水利工程中的应用

马涛

伊犁哈萨克自治州喀什河流域管理处

DOI:10.12238/hwr.v8i5.5468

[摘要] 在水资源日渐稀缺的大环境下,提升灌溉系统的水资源利用效率成为全球农业可持续发展的重要途径。本文深入研究了现代农田灌溉系统中节水技术的应用和优化,探讨了微灌溉技术、智能灌溉控制系统的研发与集成、土壤水分保持与回收技术的实践,并对节水灌溉策略在水利工程规划和管理中的应用进行了全面分析。借助最新的科技成果,旨在构建一个高效、智能、环境友好的灌溉新体系,以实现农业生产与水资源可持续利用的双赢。

[关键词] 节水灌溉; 微灌技术; 智能灌溉; 土壤水分管理; 水利工程规划

中图分类号: TV212.5+4 文献标识码: A

Application of water-saving measures in irrigation related water conservancy projects

Tao Ma

Kashi River Basin Administration of Ili Kazak Autonomous Prefecture

[Abstract] In the context of increasingly scarce water resources, improving the water use efficiency of irrigation systems has become an important proposition for the sustainable development of global agriculture. This paper deeply studies the application and optimization of water-saving technology in modern farmland irrigation system, discusses the practice of micro-irrigation technology, research and development and integration of intelligent irrigation control system, soil water retention and recovery technology, and comprehensively analyzes the application of water-saving irrigation strategy in water conservancy project planning and management. With the latest scientific and technological achievements, the aim is to build an efficient, intelligent and environmentally friendly irrigation system to achieve a win-win situation between agricultural production and sustainable use of water resources.

[Key words] water-saving irrigation; Micro-irrigation technology; Intelligent irrigation; Soil water management; Water conservancy project planning

引言

在全球范围内,农业水利是水资源最大的消耗者,然而用水效率却常常不尽如人意。随着人口增长和气候变化加剧,水资源保护与合理利用的压力正日益加大。因此,探索高效的农田灌溉技术与管理策略,就显得至关重要。

1 现代农田灌溉系统中的节水技术

1.1 微灌溉技术及其优化应用

微灌溉技术,作为农业节水灌溉的一个重要分支,近年来在现代农田灌溉管理中发挥着至关重要的作用。该技术以其显著的节水效率、增加作物产量、降低劳动强度以及改善土壤结构等优点,在农业水利领域获得了广泛应用^[1]。然而,微灌溉技术的优化应用依然存在诸多可以挖掘的潜能,这要求我们从技术创新、智能化管理以及系统设计等多个维度进行深入研究。

在干旱和半干旱地区,传统的灌溉方式会导致大量水资源的浪费。如实施滴灌技术的现代化农场,通过精准控制每滴水分子直达作物根部,有效削减了水的蒸发与无效渗透,水分利用效率得到显著提升。例如,以色列的内盖夫沙漠农场,通过精细化管理滴灌系统,不仅保障了作物稳定高产,还实现了灌溉水利用率达到90%以上的惊人效果。

为进一步优化微灌溉技术的应用,需整合多感官监测技术,以实现灌溉自动化与智能化。当前,一些领先的农业科技公司已经在这个方向做出了突破,例如引入土壤湿度传感器、环境温湿度传感器等,结合无线通信技术和物联网(IoT),实现了微灌溉系统的实时监控和精准控制。通过建立决策支持系统(DSS),根据作物的具体需水特性和环境条件,智能计算并调整灌溉方案,实现了资源配置的最优化。

1.2 智能灌溉控制系统的研发与集成

智能灌溉控制系统的构建涉及对先进传感器的部署，决策支持算法的设计，以及与现场作业设施的无缝集成，旨在达成精确、高效、低耗的灌溉管理。在构建该系统的过程中，传感器选择上要不惜成本^[2]。依托土壤水分传感器、天气预报站点数据、农田图像识别技术等多元信息源，实时采集环境与作物生长状况的相关数据。这些数据经由数据分析模块的处理，为灌溉控制提供至关重要的参考依据。

针对这些数据，灌溉决策支持系统(DSS)需具备强大的数据处理与模型仿真能力。研发团队在此环节中积极创新，采纳了基于人工智能的算法，如机器学习与深度学习，这些算法能够根据数据自学自进，优化灌溉模式，实现个性化灌溉策略。

例如某现代化农场运用了完备的智能灌溉控制系统，并集成了能够响应环境变化的自适应调节机制。在经历异常天气情况时，系统自动调整灌溉量，以确保作物水分供应的稳定。这一现象的具体数据支持了灌溉系统的实际节水效果，灌溉效率提高的同时还保证了农作物产量的增加。为进一步提高灌溉系统的集成度和操作方便性，研发团队整合了无线通信技术和物联网(IoT)，使得控制系统既能够远程监控也易于现场管理。此外，通过智能手机应用程序，农场管理者能够随时了解农田的灌溉状况，并可随时调整灌溉计划。

1.3 土壤水分保持与回收技术

在土壤水分充足条件下，保持土壤水分状态成为农业生产的首要任务。通过对土壤保水性质的深入分析，开发相应的保水剂成为行之有效的方法。这些保水剂，通常由高分子材料如聚丙烯酸钠构成，在土壤中形成水凝胶形态，能够显著提高土壤的持水能力。利用这一性质，可有效缓解间歇性降雨和不规则灌溉对作物生长产生的负面影响^[3]。而土壤覆盖技术作为一种传统且有效的水分保存方法，其作用不可小觑。有机覆盖如秸秆、草皮以及无机覆盖如塑料薄膜具有双重功效：一方面减少土壤蒸发损失，另一方面通过抑制杂草生长而降低水分竞争。细致地对土壤表面进行覆盖，可见土壤水分蒸发减少，间接达到保水的目的。土壤水分保持与回收技术分析见表1：

表1 土壤水分保持与回收技术分析

技术名称	技术描述	水分保持/回收机理
农田排水回收系统	改造现有排水系统，回收农田排水和地表径流以循环利用	利用储集设施存储排水，减少径流，增加循环利用的水源
土壤改良(Biochar)	向土壤中添加焦化有机物料，增强土壤保水性能	Biochar 增加土壤孔隙结构，提高保水能力和渗水性
土壤结构优化	通过有机无机复合物改良剂、植被种植等提升土壤结构	提升土壤团粒结构，增加土壤保水与通气性

2 节水灌溉策略在水利工程规划和管理中的实践

2.1 农田水利基础设施的节水型改造

强调了对传统灌溉方式的再思考，并以提高水分利用效率、减少水资源消耗为目标，借助现代科技，推行节水灌溉策略。纵

观国内外多项实践的基础上，将改进既有渠系结构作为重点。学术界与工程实践中共识，简单的开放式灌溉水渠存在显著的蒸发和渗漏问题。因此，硬化渠道内壁或采用渗透性极低材料如聚乙烯(PE)拓展其使用寿命成为所推崇的方法。

除了上述渠道硬化工程，少不了对整体灌溉系统进行智能化升级。具体而言，就是在灌溉网络中加入电子控制阀门、自动监测传感器以及远程数据传输模块，形成智能化的灌溉控制系统。这使得灌溉工程的运营变得更为精确，基于实时数据调整水量供应，确保了灌溉精准无误，避免了盲目灌溉导致的水资源浪费。

在某省份的节水灌溉示范区域，通过整合灌区自动化和信息化技术，实施灌区现代化改造。更新换代了既有渠道，在关键节点安装了流量计和水质监测仪器，打造了闭管式灌溉系统。据统计数据表明，节水型改造后的水利设施，使得整个灌区的用水效率提升了约20%以上。

节水型改造无疑还须着眼于农田排水系统。现代农田排水设施需提升对降雨和灌溉水的回收能力，比如建设相应的蓄水池及渗水系统，将部分排水进行收集存储，为非雨季的灌溉再利用。

2.2 区域性节水灌溉规划

明确区域性节水灌溉规划必须基于对区域水资源状况的深刻理解，加之精确的需求预测。这涉及到对区域降水模式、地下水位波动、农业水需求等多重因素的综合分析。这样才能制定出既符合实际，又高效节水的灌溉方案^[4]。针对性的策略制定上，推广微灌技术成为优先选项。微灌包括滴灌、微喷灌等方法，在保证作物所需水分的同时，大幅度减少了不必要的水分损失，被认为是高效利用水资源的典范。利用现代信息技术，例如气象数据分析、土壤湿度监测等，可以进一步提升微灌系统的精确度和反应速度。

此外，对区域内的水资源进行合理分配与调度，则要求对整个灌区的水利设施进行统一规划与管理。创建一个弹性水资源配置系统，依据实时水资源情况和作物需水周期灵活调配，从而最大化地提升水资源利用率。

在水利基础设施设计方面，应重视绿色建材的使用和工程布局的自然适应性。采用节能型、低耗水型材料，结合当地地形地貌和水文特点，进行科学布局，能有效减少工程对自然环境的干扰，降低生态损失。

2.3 多水源利用与管理对策

多水源利用，顾名思义，是指充分挖掘和综合利用不同来源的水资源。这包括地表水、地下水、再生水、雨水等。每一种水源都有其独特的特性和适用范围，因此在规划时必须精准把握，确保水源的合理利用和调配。系统的构建必须基于全面的水资源调查与评估，以及对区域水循环过程的深入分析。透过物质流和能量流的双重视角，揭示不同水源之间的内在联系与外部效应，为有效管理奠定科学基础。管理对策分析见表2：

表2 管理对策分析

对策	详细描述	技术支持与实施措施
水源多元化供给体系	构建包括地表水、地下水、雨水收集和再生水在内的综合水源供给体系	启用智能化水库管理, 优化调配不同类型水源
水质监控与调控	集成自动化监控系统, 实时跟踪水质状况, 及时进行调控	使用传感器和在线监测设备进行水质监测和管理
精准灌溉与智慧用水	采用先进的信息技术, 实现灌溉用水的合理分配和高效使用	引进大数据分析, 进行灌溉需求预测和灌溉计划的制定

2.4 信息技术在节水灌溉管理中的应用

自动化监控、数据分析、远程传输等技术, 为实现精准灌溉提供了强大的技术支持, 有效地把握水分供应与农作物需求之间的微妙平衡。其中, 引入物联网 (IoT) 技术, 通过在灌溉系统中部署传感器, 实现对土壤湿度、气候变化、作物生长状态等多种数据的实时监测^[5]。由此, 农业从业者能根据精准数据, 灵活调整灌溉策略, 避免过量或不足的水分供给, 确保水资源的合理使用。再以地理信息系统 (GIS) 在灌溉管理中的应用为例, 通过对地块的精确测绘和信息集成, 能有效辅助进行灌溉规划和水资源配置, 此项技术尤其在大规模灌区管理中显示出其强大的数据处理和空间分析能力。

人工智能 (AI) 和大数据技术的运用也不容小觑。通过机器学习算法分析灌溉数据, 能预测作物对水分的需求, 进而优化灌溉的时机和量度。综合多个数据源, 包括气象、土壤和作物生长数据, AI可帮助农场管理者做出科学决策, 推动灌溉管理迈向精

细化、智能化领域。而云计算平台的建设, 实现了灌溉系统数据的高效存储和强大计算能力。通过云平台进行数据集成和分析处理, 可提供实时的灌溉建议和预警信息, 大幅提升灌溉决策的及时性和准确性。

3 结语

综上所述, 从微灌溉技术的细致调控到智能灌溉系统的智能化管理, 再至土壤水分的有效保持和循环利用, 每一项技术的深入实施均为农业水利事业的发展注入了新的动力与活力。同时, 约束型政策引导和创新型科技应用相结合, 形成了一个立体的节水灌溉管理模式。未来, 我们期待这些技术与管理对策能进一步优化, 高度整合, 以创造一个更加节水、经济、生态的农田灌溉新纪元。

[参考文献]

- [1] 公占元. 水利工程中农田灌溉防渗渠道衬砌施工技术[J]. 农业灾害研究, 2023, 13(11): 76-78.
- [2] 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.
- [3] 徐占成. 水利工程中农田灌溉防渗渠道衬砌施工技术探究[J]. 河北农业, 2022, (03): 58-59.
- [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] 高雅. 论水利工程中农田灌溉渠道防渗衬砌施工技术[J]. 中外企业家, 2019, (27): 85.