

大中型灌区现代化改造中末级渠系配套与农田灌溉效率提升路径

王梦云

新疆维吾尔自治区水利运行调度中心

DOI:10.12238/hwr.v9i8.6549

[摘要] 大中型灌区作为农业灌溉的核心载体,其现代化改造中末级渠系配套与农田灌溉效率提升至关重要。末级渠系是灌溉工程体系的关键环节,直接影响农田灌溉终端水源保障。当前,末级渠系存在建设标准低、配套设施不完善、管理体制不健全、量测控技术落后、信息化水平低等问题,制约了农田灌溉效率的提升。通过提升规划设计标准、完善量测控体系、推进信息化改造、创新管理体制机制、加强技术创新应用等路径,可有效提升农田灌溉效率,推动大中型灌区现代化发展。

[关键词] 大中型灌区; 末级渠系; 农田灌溉效率; 现代化改造

中图分类号: S723.6 文献标识码: A

Paths for the Matching of Terminal Canal Systems and the Improvement of Farmland Irrigation Efficiency in the Modernization of Large and Medium-sized Irrigation Districts in Xinjiang

Mengyun Wang

Water Conservancy Operation and Dispatching Center of Xinjiang Uygur Autonomous Region

[Abstract] As the core carriers of agricultural irrigation in Xinjiang, large and medium-sized irrigation districts play a crucial role in their modernization process, with the matching of terminal canal systems and the enhancement of farmland irrigation efficiency being of paramount importance. The terminal canal system constitutes a key link in the irrigation engineering system, directly influencing the water supply security at the terminal end of farmland irrigation. Currently, the terminal canal system faces issues such as low construction standards, inadequate supporting facilities, an unsound management system, outdated measurement and control technologies, and low informatization levels, all of which constrain the improvement of farmland irrigation efficiency. By elevating planning and design standards, improving the measurement and control system, advancing informatization transformation, innovating management systems and mechanisms, and strengthening technological innovation and application, the efficiency of farmland irrigation can be effectively enhanced, thereby promoting the modernization of large and medium-sized irrigation districts.

[Key words] large and medium-sized irrigation districts; terminal canal system; farmland irrigation efficiency; modernization transformation

引言

农业是国民经济的基础,新疆大中型灌区作为农业灌溉的关键支撑,其现代化改造对保障国家粮食安全、推动农业可持续发展意义重大。末级渠系作为灌溉工程体系的“最后一公里”,直接关联农田灌溉终端水源供给,其配套完善程度与农田灌溉效率紧密相连。然而,当前末级渠系存在建设标准低、管理粗放、技术落后等诸多问题,制约了灌溉效率提升。因此,深入探究大中型灌区现代化改造中末级渠系配套与农田灌溉效率提升路径,成为亟待解决的重要课题。

1 末级渠系配套对新疆大中型灌区农田灌溉效率提升的意义

1.1 保障新疆大中型灌区农业用水安全

在新疆的大中型灌区中,末级渠系作为灌溉水源从骨干工程输送到农田的关键末梢环节,其配套的完善程度对农田灌溉的及时性与有效性起着决定性作用。新疆气候干旱,水资源相对匮乏且时空分布不均,在干旱少雨季节或水资源紧张时期,完善的末级渠系就如同农业用水的“生命线”。它能够确保灌溉水源稳定、持续地供应,精准满足农作物在不同生长阶段的需水要求,为新疆大中型灌区农业生产的稳定性和可持续性提供坚实保障。反之,若末级渠系存在诸如破损、渗漏等状况,在水分输送过程中就会造成大量灌溉水源的无谓损失。新疆地域辽阔,农田分布广泛,末级渠系线路长,一旦出现问题,灌溉水源难以及时

抵达农田,农作物会因缺水而生长受阻,导致产量大幅下降、品质变差,严重威胁新疆大中型灌区的农业用水安全。

1.2 提高新疆大中型灌区水资源利用效率

末级渠系的配套建设与新疆大中型灌区农田灌溉效率紧密相连。新疆大中型灌区面积大、灌溉任务重,合理的渠系布局 and 完善的配套设施对于减少输水过程中的渗漏和蒸发损失至关重要。通过科学规划渠系走向、优化渠道断面尺寸、采用防渗材料等措施,能够有效提高渠系水利用系数,让更多水源顺利抵达农田。同时,引入先进的量测控技术和信息化管理系统,可实现对新疆大中型灌区灌溉用水的精准计量和科学调度。借助智能传感器、远程监控等技术手段,实时掌握农田土壤墒情和农作物需水情况,根据实际需求精准供水,避免过度灌溉造成的水资源浪费,使有限的水资源在新疆大中型灌区得到更合理、高效的利用,进而提高农田灌溉水有效利用系数。

1.3 促进新疆大中型灌区农业现代化发展

随着农业现代化进程的加速推进,新疆大中型灌区对农田灌溉的精准化、自动化和智能化提出了更高要求。末级渠系的现代化改造成为推动新疆农业现代化的重要一环。通过采用滴灌、喷灌等先进的灌溉技术和设备,结合自动化控制系统,能够实现灌溉过程的精准控制,根据不同农作物的生长特性和需水规律,精确调节灌溉水量和灌溉时间,满足农作物多样化的生长需求,显著提高农作物产量和品质。

2 末级渠系配套与农田灌溉效率提升存在的问题

2.1 建设标准低且配套设施不完善

我国新疆大中型灌区的末级渠系建设时间较早,多起步于20世纪60-70年代。彼时受限于历史条件与经济水平,建设标准难以达到当下要求。在渠道建设方面,衬砌率处于较低水平,大量渠道未进行有效衬砌,导致水流在输送过程中,因土壤渗透性强而造成严重渗漏损失。同时,断面尺寸设计不合理,未能充分考虑灌溉区域的实际需水情况与水流特性,使得输水能力受限,无法满足农田灌溉高峰期的用水需求。配套建筑物方面,闸门、渡槽、倒虹吸等数量不足且老化破损现象严重。闸门老化导致启闭不灵活,难以精准控制水流;渡槽和倒虹吸等建筑物损坏,影响水流的正常输送,进而干扰灌溉调度的有序进行,最终致使农田灌溉效率难以提升。

2.2 管理体制不健全

大中型灌区末级渠系管理涉及市、县、乡镇、村等多个部门和层级,管理体制的缺陷致使管理责任边界模糊不清。在分属管理模式下,各部门对自身职责定位不准确,在末级渠系的建设、运行和维护过程中,容易出现相互推诿、扯皮的现象。例如,在工程维修养护方面,各部门可能因责任不明而无人承担相应工作,导致工程问题得不到及时解决。此外,农业灌排工程设施在产权归属、管护责任、管理模式和运维资金保障等方面缺乏明确规定。产权不明晰使得管护主体难以确定,管护责任无法有效落实;运维资金保障不足则导致工程老化失修问题日益突出,进一步影响末级渠系的正常运行和农田灌溉效率。

2.3 量测控技术落后

量测控技术是农田灌溉精准管理的关键支撑,然而当前许多大中型灌区末级渠系的量测控技术发展滞后。干支渠量测节点数量有限,部分灌区仍依赖传统的量测方法,这些方法精度较低,难以准确获取水流信息。由于量测数据不准确,无法为灌溉调度提供可靠的依据,可能导致灌溉水量过多或过少,影响农作物生长。斗渠量测节点众多,但缺乏经济实用且测量精度满足标准要求的技术和设备。同时,量测数据的采集、传输和分析处理能力薄弱,无法实现对量测数据的实时、高效处理,不能及时为灌溉决策提供准确、及时的信息,制约了农田灌溉的精准化管理水平。

2.4 信息化水平低

信息化是灌区现代化发展的重要特征,但目前大部分大中型灌区末级渠系信息化水平亟待提高。缺乏统一的信息化管理平台,使得各节点信息采集处于分散状态,无法实现信息的集成与共享。对水位、流量、闸门开度、地下水埋深、土壤含水量及用水量等关键信息的采集不全面、不及时,难以全面掌握灌溉系统的运行状况。由于信息采集的局限性,无法实现对灌溉过程的实时监控和动态管理,不能及时发现和解决灌溉过程中出现的问题。

2.5 技术创新应用不足

在农田灌溉领域,技术创新应用对于提升灌溉效率至关重要。然而,大中型灌区末级渠系在这方面存在明显不足。一方面,先进的灌溉技术如喷灌、微灌、管道输水灌溉等的推广应用力度不够。这些高效节水灌溉技术具有节水、节能、提高灌溉均匀度等优点,但在末级渠系中的应用比例较低,未能充分发挥其优势。另一方面,在渠系防渗、量测控、信息化管理等方面的技术创新成果转化缓慢。

3 末级渠系配套与农田灌溉效率提升路径

3.1 提升规划设计标准

按照国家现代化建设的具体要求,顺应灌区水资源约束增强以及精准高效供水需求提升等新的形势,需要从系统治理、能力提升、多功能服务和全局的角度,对末级渠系规划设计理论、方法和标准开展深入研究与改进,系统治理要求把末级渠系当作一个有机整体来看待,与灌区的骨干工程、水源工程等进行紧密衔接,统筹考虑水资源调配、生态环境保护等多方面的因素,以此实现整体效益的最大化。能力提升方面要依据不同地区的地理、气候和水资源条件,合理确定工程的型式与规模,确保末级渠系具备足够的输水能力和抗灾能力,从而应对气候变化和水资源短缺带来的挑战,多功能服务强调末级渠系不仅要满足灌溉方面的需求,还应该兼顾生态补水、防洪排涝等相关功能,以此促进灌区生态系统的良性循环。在规划设计过程中充分考虑农业现代化发展和新型农业经营主体的需求十分重要,要为先进的灌溉技术和设备的应用预留相应空间,像预留管道接口、设备安装位置等,让末级渠系能够适应未来农业发展的变化,确保配套建设具有前瞻性和适应性,为农田灌溉效率的持续提升奠定坚实基础。

3.2完善量测控体系

因地制宜选择科学合理的量测水技术是完善量测控体系的关键。干支渠量测节点少、过流时间长,对量测精度要求较高,因此可选择测控一体闸、超声波测箱等技术。测控一体闸集测量与控制功能于一体,能够实时准确地获取流量信息,并通过自动化控制系统实现对闸门的精准调节;超声波测箱则利用超声波原理进行流量测量,具有测量精度高、稳定性好等优点。斗渠量测节点多、过流时间短,需选择经济实用、测量精度满足标准要求的技术,如磁伸缩水尺、电子水尺等。磁伸缩水尺通过磁致伸缩效应测量水位,具有测量精度高、响应速度快等特点;电子水尺则采用先进的传感器技术,能够实时准确地测量水位变化。建立健全量测控设施的运行维护管理制度是确保量测数据准确性和及时性的重要保障,要明确运行维护的责任主体和工作流程,定期对量测设备进行校准和检修,及时发现并解决设备故障。

3.3推进信息化改造

加大信息化基础设施建设方面的投入是推进灌区信息化改造的重要基础,建立统一的灌区信息化管理平台可实现对末级渠系各节点信息全面采集、实时传输与动态分析,该平台需具备数据集成、信息共享、决策支持等相关功能,要把水位、流量、闸门开度、地下水埋深、土壤含水量及用水量等信息进行整合,以此为灌区管理人员提供全面且准确的信息支持。利用物联网、大数据、人工智能等先进技术对这些信息开展数字化管理,能够实现对灌溉过程的实时监控与精准调度,物联网技术可实现设备之间的互联互通并实时采集各种数据,大数据技术能对海量数据进行分析 and 挖掘进而为决策提供依据,人工智能技术可依据数据分析结果自动调整灌溉策略来提高灌溉效率。在关键枢纽部位和防汛重点地段设置视频监控与自动化、智能化控制设备,能够提高灌区管理的自动化和智能化水平并及时发现处理异常情况,开发灌溉App软件实现供水者和用水者的在线交流,方便农户及时了解灌溉时间、水量等灌溉信息,可提高灌溉管理的效率和透明度并促进农田灌溉科学化和规范化。

3.4创新管理体制机制

完善灌排工程管护体制属于创新管理体制机制的重要内容,明确农业灌排工程设施产权归属、管护责任、管理模式和运维资金保障等内容可为末级渠系管护提供制度保障,按照“谁受益、谁管护”原则落实末级渠系管护主体和责任让管护责任明确到具体单位或个人以避免出现管护空白,建立健全管护制度明确管护责任人与具体管护人权利和义务并规范管护工作流程和标准确保管护工作有章可循,强化农业灌排管理明确水利、农业农村部门、镇街、村集体、用水户在农业灌排工作中权利、责任和义务形成协同管理工作格局。水利部门负责业务指导和监督、农业农村部门负责农业灌溉技术推广和应用、镇街和村集

体负责组织协调和日常管理、用水户参与监督和反馈各方共同发挥作用提高农业灌排管理效率和水平,加强农业灌排设施保护规范农业灌溉水源及灌排工程设施占用程序、补偿措施和标准保障末级渠系正常运行防止因设施损坏或占用导致农田灌溉受影响。

3.5加强技术创新应用

加大对农田灌溉领域新技术、新材料、新工艺的研发和推广力度是提升农田灌溉效率的重要途径。在渠系防渗方面,积极推广应用新型防渗材料和施工技术,能够减少渠系输水过程中的渗漏损失,提高渠系水利用系数。新型防渗材料如土工膜、混凝土复合防渗板等,具有防渗性能好、耐久性强等优点;先进的施工技术如喷射混凝土防渗、滑模施工技术等,能够提高施工效率和质量。在灌溉技术方面,加大对喷灌、微灌、管道输水灌溉等高效节水灌溉技术的推广应用,根据不同农作物的生长需求和土壤条件,合理选择灌溉方式,能够提高灌溉均匀度和水分利用效率。喷灌技术能够将水均匀地喷洒在农田中,适用于大面积农田灌溉;微灌技术通过微小的滴头或喷头将水缓慢地输送到作物根部,能够精确控制水量,提高水分利用效率;管道输水灌溉技术则能够减少水在输送过程中的蒸发和渗漏损失,提高输水效率。同时,加强与科研院所的合作,开展产学研联合攻关,能够整合各方资源,加速灌溉技术创新成果的转化和应用,为提升农田灌溉效率提供技术支撑,推动农田灌溉技术的不断进步。

4 结语

新疆大中型灌区现代化改造中末级渠系配套与农田灌溉效率提升是一项系统工程,涉及规划设计、量测控、信息化、管理体制和技术创新等多个方面。通过提升规划设计标准、完善量测控体系、推进信息化改造、创新管理体制机制和加强技术创新应用等路径,可以有效解决末级渠系配套不完善、管理不健全、技术落后等问题,提高农田灌溉效率,保障农业用水安全,促进农业现代化发展。

[参考文献]

- [1]李梦瑶.灌区现代化进程中数字孪生技术的应用效能与发展路径[J].大众标准化,2025,(16):139-141.
- [2]冯政,文骞,孙柏林.国家战略导向下都江堰灌区现代化改造路径研究[J].四川水利,2025,46(04):133-136.
- [3]杨凯.灌区现代化管理技术研究与应用[J].农业科技创新,2025,(21):60-62.
- [4]张帆.四川省升钟灌区现代化建设的探讨[J].水上安全,2025,(11):19-21.

作者简介:

王梦云(1994—),女,汉族,山西长治人,硕士研究生,职称:工程师,研究方向:水利工程运行管理。