

等数据自动调节灌溉量,避免水资源浪费,降低人力和管理成本,提升农业可持续性。此外,遥感监测技术实时监测设施状态,发现问题并及时修复,减少人工巡查和维护工作量,防止设施失修。自动化水流调节和智能水质检测技术同样增强了设施的高效运作,提升了管理的精准度。

同时,信息化建设是提升管理效率的关键。通过建立水利管理信息系统,整合设施的监控、管理和维护信息,能够实现实时监控和智能调度。这不仅提高了设施运行的透明度,也使管理者能及时掌握设施的状态和维护需求,便于快速响应和处理问题。信息化平台还能够共享设施信息给农民和社区管理者,增强他们的管理意识和参与度,推动设施高效运作和长期稳定。

4 可持续发展机制的构建

4.1 资金保障机制

小型农田水利设施的可持续发展离不开稳定的资金支持,资金保障是确保设施长期稳定运行的基础。政府应当加大对水利设施建设和管护的财政投入,确保设施的建设、维护和运营能够得到充足的资金支持。同时,政府还可以通过设立专项水利基金、地方政府债务融资等方式,为水利设施的长期管理提供资金保障。此外,社会资本的引入也是解决资金问题的关键一环。通过鼓励社会资本参与设施建设和管理,可以实现资金的多元化和持续性。地方政府可以通过制定优惠政策、税收减免等措施,吸引民间投资加入水利设施的建设与维护中。同时,水利设施所在地区的农民和企业也应积极参与到设施的资金筹集和运营中,共同承担设施的维护费用。这种多方参与的资金保障模式,不仅缓解了政府财政压力,也增强了地方社会对水利设施的责任感和归属感,有助于实现长期可持续发展。

4.2 政策支持与法规建设

水利设施的可持续发展不仅依赖于资金支持,还需要政策保障和法律制度的完善。政府应当出台有利于小型农田水利设施管护的政策,如水利设施管护补贴、税收优惠等,鼓励社会各界特别是地方政府和企业的参与,同时提高农民的参与积极性。对于长期维护和管理水利设施的单位,政府可以提供适当的财政补助或奖励机制,以保障设施的持续运营。此外,水利设施的管理必须在法律框架下进行,因此加强相关法律法规的建设至关重要。政府应明确水利设施的管理职责,规定具体的维护标准和要求,确保设施的正常运行和长期稳定。加强法律建设不仅有助于规范管理,减少设施运行中的漏洞,也为各类主体提供法律依据,促进社会化管

理模式的实现。随着法律规范化进程的推进,小型农田水利设施的管理和运营将逐步形成良性循环,制度保障成为可持续发展的重要支撑。

4.3 环境保护与生态可持续性

水利设施的可持续发展不仅需要关注资金和技术等因素,还应充分考虑环境保护和生态可持续性。当前,水资源的过度开发和浪费成为全球性的环境问题,因此,水利设施的建设和管理中应注重节水和环保要求,尽量减少对环境的负面影响。首先,在设施设计中,应优先考虑节水技术的引入,如智能灌溉、滴灌系统等,以提高水资源的利用效率,减少水资源的浪费。其次,水利设施的建设与运营过程必须进行环境影响评估,确保设施建设不会破坏当地生态环境,避免出现水土流失、生态破坏等问题。特别是在山区和自然保护区等环境敏感地区,应更加注重生态保护措施。在设施的管理过程中,应定期进行水质监测和生态恢复工作,确保水利设施的使用不会对生态环境造成不利影响。通过实现水资源的可持续利用,水利设施不仅能够满足农业生产的需求,也能够为乡村振兴战略提供有力保障,实现经济发展与生态保护的双赢,促进农村的长远可持续发展。

5 结语

小型农田水利设施在乡村振兴战略中具有重要作用,其管护模式的创新和可持续发展机制的构建对于推动农业现代化和农村经济发展至关重要。通过政府主导与市场化运作相结合、社区参与与社会化管理、技术创新与信息化建设等手段,可以有效提高小型农田水利设施的管理效率和可持续性,确保水资源得到合理高效的利用。同时,建立完善的资金保障机制、政策支持与法规建设以及生态保护的措施,将为水利设施的长期稳定运行提供有力支撑。随着管护模式和机制的不断完善,小型农田水利设施必将在乡村振兴战略中发挥更大的作用,为实现农业可持续发展和乡村振兴目标提供坚实的基础。

参考文献

- [1] 卢宁.农田灌溉水利工程在乡村振兴战略中的促进作用[J].河北农机,2024,(22):154-156.
- [2] 周洪震.乡村振兴背景下农田水利工程的问题挖掘与措施探析[C]//贵州煤炭经济2024年论文选编.孙武街道办事处农业综合服务中心,2024:213-215.
- [3] 王伟,孔繁利.乡村振兴背景下农村基础设施发展路径研究[J].农业经济,2023,(07):42-44.
- [4] 浩农.全面推进乡村振兴加快建设农业强国——2023年中央一号文件重要精神解读[J].党课参考,2023,(05):10-34.

Research on water-saving irrigation technology for water conservancy projects in areas with water scarcity

Xiaoju Li

Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey and Design Institute Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

Xinjiang Autonomous Region belongs to a typical arid and semi-arid climate zone, with uneven distribution and large interannual variations of water resources. The long-term high pressure on agricultural water use seriously restricts agricultural modernization and regional ecological security. To cope with the shortage of water resources, water-saving irrigation technology in water conservancy engineering has been promoted and applied in multiple oasis agricultural areas in Xinjiang, forming a composite technology system combining regulation and storage engineering, water transmission and distribution systems, and efficient irrigation methods. Starting from the current situation of water resources in Xinjiang region, this article analyzes the supporting role of water conservancy engineering in water-saving irrigation, explores the adaptability and engineering matching methods of drip irrigation, micro irrigation, sprinkler irrigation and other technologies, and proposes the integration path of irrigation management and metering system. By systematically identifying the obstacles that hinder the promotion of technology, targeted optimization suggestions are proposed to provide technical support and management ideas for the reconstruction of irrigation systems and the improvement of agricultural water use efficiency in areas with water scarcity.

Keywords

Xinjiang Autonomous Region; Water conservancy engineering; Water-saving irrigation; Irrigation district management; Shortage of water resources

水资源短缺地区水利工程节水灌溉技术研究

李晓菊

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘要

新疆自治区属于典型的干旱半干旱气候区, 水资源分布不均且年际变化大, 农业用水压力长期居高不下, 严重制约了农业现代化与区域生态安全。为应对水资源紧张问题, 水利工程节水灌溉技术在新疆多个绿洲农业区得到推广与应用, 形成了以调蓄工程、输配水系统和高效灌溉方式相结合的复合技术体系。文章从新疆地区水资源现状出发, 分析水利工程在节水灌溉中的支撑作用, 探讨滴灌、微灌、喷灌等技术的适应性与工程匹配方式, 并提出灌溉管理与计量制度的融合路径。通过系统梳理制约技术推广的障碍因素, 提出针对性的优化建议, 力求为水资源短缺地区的灌溉体系重构与农业用水效率提升提供技术支持与管理思路。

关键词

新疆自治区; 水利工程; 节水灌溉; 灌区管理; 水资源短缺

1 引言

新疆干旱区农业生产高度依赖灌溉用水, 而区域内水资源禀赋受自然地理与气候条件影响严重, 呈现出总量不足、时空失衡和年际波动显著的特征。伴随农业种植结构的调整和耕地规模的扩大, 用水需求不断上升, 使得灌溉水源供需矛盾愈加突出。传统粗放式灌溉方式普遍存在水利用效率低、水资源浪费严重等问题, 制约着节水型农业的发展与生态环境的稳定。近年来, 节水灌溉作为干旱区现代农业发

展的核心技术方向, 逐步在新疆不同区域展开推广, 但其技术适配性、水利工程配套性及管理制度协同性仍面临诸多挑战。围绕灌溉系统的工程基础、技术路径与管理体制展开研究, 已成为缓解农业用水紧张、实现水资源可持续利用的迫切课题。

2 水资源短缺现状与灌溉结构特征分析

新疆地处内陆腹地, 受典型大陆性气候控制, 降水稀少且季节分布高度集中, 多呈现夏季集中、冬春稀缺的水文格局。地表水资源依赖高山冰雪融水补给, 水源区域与农业灌溉区存在空间错位现象, 导致水资源配置面临输水路径长、损耗大的现实困境。地下水受降水补给能力弱和超采行

【作者简介】李晓菊, 女, 中国山东人, 硕士, 工程师, 从事水资源规划研究。

为影响,水位持续下降,补给能力下降显著。河流来水季节性波动大,年际变化幅度广,调蓄能力不足时常引发农业灌溉期水量不足问题。部分灌区存在多年干旱与偶发洪涝并存现象,水资源调度难度高,基础水文数据支撑能力不足。区域内耕地开发向荒漠边缘推进,进一步加剧了对水资源时空调配能力的依赖。部分区域出现地下水位过度下降、水质盐化等生态负面反馈,对农业可持续性形成制约。水权制度不健全,农户缺乏合理预期与用水约束机制,分散式管理模式下资源协调能力不足,农田灌溉效率难以显著提升。

3 水利工程体系对节水灌溉的支撑机制

3.1 骨干水源调蓄工程对灌区的供水保障作用

新疆典型灌区依赖高山冰雪融水与地表径流作为主要供水来源,受季节性影响显著。通过建设中小型调蓄水库、节制闸与输水总干渠等骨干工程,可在水量充沛期拦蓄部分径流,实现农业灌溉的时序调节。调蓄工程具备缓解洪峰、削减非灌溉期弃水量的功能,在保证灌区灌溉水源持续性的同时,减轻下游生态系统的突发冲击。合理的调蓄调度规则有助于提升区域供水安全水平,使农业灌溉从依赖自然水文向可控用水转变。部分重点灌区通过优化蓄水位置与布局,增强了灌区水源响应能力,为节水型农业构建稳定的工程基础。

3.2 干渠输水结构的节水化改造路径

传统干渠输水以土渠为主,渗漏损耗问题突出,灌溉输水利用率普遍偏低,需通过技术改造提升其节水能力。对渠道实施混凝土衬砌、HDPE内衬、渠道防渗膜等工程措施,可有效降低输水渗漏率,提升输水效率。干渠系统配置自动闸门、水位调控设备等智能控制装置,有助于实现水量精准调度与过程监测,减少人工误差导致的资源浪费。干渠改造过程中需充分考虑地形地貌特征、施工可行性及灌溉需求匹配,避免因硬化工程对农田连接系统造成割裂。部分区域结合泵站提水系统同步建设,实现了输水与提水的耦合调控,提高了工程整体效能。

3.3 灌区配套水利设施与调控机制的节水效应

灌区内部支渠与田间工程的配套程度直接影响节水技术的落地实施与运行效率。通过构建斗渠、农渠与田间管网系统,合理配置调压阀、量水器与末端输水装置,有助于实现灌水均匀性与定量控制。设施布局应充分结合作物需水规律与土壤条件,提升灌水时间与水量调节的灵活性。调控机制可借助用水定额、轮灌制度与水价机制强化管理约束,引导用户提升用水效率。区域性灌区通过联动管理平台整合水情数据与用水计划,实现设施运行状态的动态监控与调度优化,推动节水灌溉从工程投入向管理协同升级。

4 高效节水灌溉技术在新疆的适应性应用

4.1 滴灌、微灌等精准灌溉技术的适灌条件分析

新疆干旱区蒸发强烈、降水稀少,精准灌溉技术在提

高水利用效率方面具有显著优势。滴灌与微灌系统能够直接将水输送至根系区域,有效减少土壤蒸发与水分渗漏,适用于果园、设施农业与高价值作物。适灌条件需综合考虑土壤质地、作物根系分布、地形坡度与灌区水源稳定性,技术选型与设计参数应依农艺特征因地制宜配置。滴灌系统要求水源洁净、过滤系统完善,运行维护需专业化支撑。微灌更适合地形复杂区域或间作种植模式,通过低压供水方式降低能耗负担。精准灌溉的推广需配套调压、供水计量与定时控制等工程与管理环节。

4.2 膜下滴灌与管灌系统的农艺融合实践

膜下滴灌技术在新疆干旱农业区得到广泛应用,与地膜覆盖方式结合可形成保墒、提温与控草协同效应。该系统通过滴头布设在地膜下方,实现作物根际区的精准供水,显著减少水分蒸发与杂草竞争。在棉花、玉米等大田作物种植中已形成较成熟的标准化配置方案,技术稳定性与作业效率高。管灌系统适用于大面积灌溉作物,通过可移动或固定管网将水均匀输送至田块各处,适合与平整化地块相配套。两种系统在农艺管理上要求施肥与灌溉同步协调,灌水周期与水量控制必须匹配作物需水规律。通过灌溉制度与农事操作的联动设计,提升水肥利用综合效能,图1为膜下滴灌与管灌系统解析。

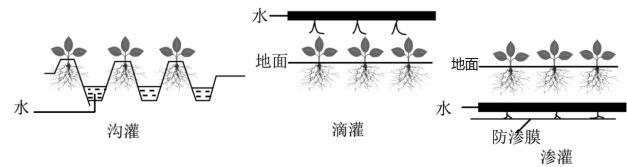


图1 膜下滴灌与管灌系统解析

4.3 喷灌系统在棉花、果园等作物中的推广潜力

喷灌系统通过加压喷头将水雾状喷洒至作物表面与土壤表层,具有良好的水分覆盖均匀性,适合果树、蔬菜与棉花等需水精准的作物种植。该系统具备自动化程度高、操作灵活与可调节性强的特点,可在不同气候与地形条件下实现定时定量灌溉。在棉花种植中,喷灌可显著提升苗期成活率与中后期水分调控精度,减少水肥浪费与土壤板结风险。果园中采用喷灌技术结合施肥系统,有助于促进根系活性与养分吸收,提高产量与品质稳定性。推广中需重视系统能耗、初期投资与运维管理水平之间的平衡,确保技术经济性与实用性相辅相成,图2为一种便于节水的棉花种植用灌溉装置。

5 灌溉管理制度与计量监控技术融合路径

5.1 基于用水定额的田间管理规范化建设

干旱区农业灌溉需严格遵循用水总量控制和效率提升并重的原则。通过制定科学合理的田间用水定额标准,结合作物需水规律与土壤类型,明确不同生育阶段的灌溉频率与水量要求,有助于提高管理精度。田间操作中需明确灌水时机、方法与技术参数,避免大水漫灌、超量灌溉等现象。管理主体可依托村组、合作社等组织形式,建立作物分类管理