

灌区节水改造技术应用与效益分析实践

张金鹏

平原县前曹镇政府，山东省德州市，253113；

摘要：灌区节水改造属于推进农业绿色发展、实现水资源可持续利用的战略性工程，对缓解用水矛盾、保障粮食安全生产有着重大意义。本文就工程节水、管理节水、生物节水三大技术体系展开论述，并分别从技术原理、适用条件以及集成方法三方面展开论述。工程措施靠渠道防渗、管道输水和高效灌溉技术来改善输配水效率，管理措施用计量监控、水价调控和智慧调度来进行用水过程的精细控制，生物措施依靠耐旱品种选育和种植制度改良来削减作物生理耗水。研究联系典型灌区的实践案例，从资源节约，经济效益，社会福祉，生态保护这些方面来评价节水改造的综合效益。在此基础上提出强化技术协同创新、完善政策激励体系、构建多元共治机制等优化路径，希望可以为创建节水高效、生态安全的现代灌区提供系统的解决办法。

关键词：灌区节水；改造技术；水利用效率；生态效益

DOI：10.69979/3060-8767.26.01.043

随着气候变化影响的加剧以及农业用水需求的不断增大，水资源短缺已经成为制约我国农业可持续发展的主要瓶颈。灌区是粮食生产的主阵地，灌区用水效率和效益关系到国家水安全和粮食安全大局。近些年来，我国一直推进灌区续建配套和节水改造，技术应用水平明显提高，不过还存在区域发展不均衡，技术协同性不够，长效管护机制不完善等问题。新发展阶段，推进灌区节水由单一技术应用向系统集成转变、由工程节水向内涵式节水转变，是实现农业水资源集约节约利用的必然选择。本文通过总结和分析灌区节水技术体系及实施路径、综合效益产生机制来探索技术、政策、机制协同驱动的节水新模式，给灌区节水改造高质量开展提供理论支持与参考。

1 灌区节水改造技术应用概述

1.1 工程节水技术措施

工程节水技术是灌区节水改造的基础，包括渠道防渗、管道输水、喷灌、微灌等。渠道防渗属于传统节水举措，衬砌渠道内壁以削减水量蒸发及渗漏。目前我国已广泛应用混凝土、沥青、土工膜等材料对渠道进行防渗，效果明显。管道输水是把传统的明渠输水改为管道输水，从源头上大幅度减少输水过程中的蒸发和渗漏损失。管道输水系统根据压力的不同可以分为重力流管道和压力流管道，根据灌区地形条件合理选择。喷灌、微灌属于更为先进的节水灌溉技术，通过模拟自然降雨的方式给作物供水，水分利用率可达到70%以上。喷灌适合大块地，微灌（滴灌、微喷灌）适合经济作物、坡地。这些工程措施的实施需要科学的规划设计来保证投资

效益最大化。

1.2 管理节水技术措施

管理节水技术的重要性与工程措施相当，主要包括计量供水、需求管理、水价改革、精细化管理等。计量供水是指对灌区取水进行计量，按需计费并根据计量结果收费，可以控制用水总量。需求管理用宣传教育和技术培训的方式提高农民的节水意识，引导科学用水行为。水价改革就是利用价格杠杆来调节用水需求，逐步提高农业水价，形成节水内生动力^[1]。精细化管理主要包含灌区管理制度的建立健全、用水监测体系的完善、技术培训的加强等，从机制上保证节水效果。这些管理措施的实行要依靠政府、灌区、用水户三方面相互配合，形成长效机制。

1.3 生物节水技术措施

生物节水技术是选择耐旱品种、改进种植方式，减少作物用水量。耐旱品种选育是生物节水的基础，科研机构选育出很多抗旱小麦、玉米、大豆等品种，在干旱地区表现良好。作物轮作、间作套种能提升土地水分利用效率，不同作物根系深浅的互补能削减水分浪费。覆盖保墒技术有地膜覆盖、秸秆覆盖等，可减小土壤水分蒸发。这些生物节水措施同工程措施和管理措施结合起来，构成全方位的节水体系，提高灌区整体的节水水平。

2 灌区节水改造技术应用实践

2.1 工程节水技术应用案例

某灌区通过实施渠道防渗工程，把原来的土渠改成了混凝土衬砌渠道，节水效果明显。改造之后，渠道输

水损失由原来的 30%降到 5%以下,年节水超过 200 万立方米。该灌区还建了喷灌系统,覆盖面积达 2 万亩,水分利用效率提高到 65%以上,作物产量、质量均有所提高。同灌区管道输水工程的实施也获得了很好的效果,用更换老管的方式来减少渗漏损失,提高输水效率^[2]。这些工程措施在节约水资源的同时也降低了灌溉成本,为农民增收打下了基础。

2.2 管理节水技术应用案例

某灌区采用计量供水,在各用水户处安装流量计、水表,实行计量收费。健全用水台账,实现用水透明化管理,有效控制用水总量。灌区还实行了水价改革,逐步提高农业水价来引导农民节水。并且灌区定时开展技术培训,提升农民的节水意识以及灌溉技术。经过这些管理措施之后,该灌区用水由粗放型转变为集约型,节水效果明显。另外该灌区还建立了用水协会,用水户参与管理,形成了“农民自主管理”的机制,使节水效果更好。

2.3 生物节水技术应用案例

某灌区推广大豆玉米间作,利用不同的作物根系相互补充来提高水分利用率。在旱作区,灌区使用了地膜覆盖技术,大大减少了土壤水分蒸发,提高了保墒效果。这些生物节水措施不但节约了水资源,而且改善了土壤结构,促进了农业可持续发展。在同一灌区,科研机构还培育出抗盐碱小麦品种,在盐碱地上实现高产稳产,给类似地区提供宝贵经验。

3 灌区节水改造效益分析

3.1 经济效益分析

灌区节水改造产生了较大的经济效益。从直接效益上看,节水就减少了灌溉成本,农民可以省下大量的人力和能源开支。喷灌、微灌比传统灌溉节水 30%以上,相应地减少水泵运行时间、劳动成本。从间接效益上来说,节水改造提高了土地生产力,作物产量和品质都得到提高,农民收入增加^[3]。另外节水工程的实施促进了相关产业的发展,比如建筑材料、机械设备和水务服务行业等,创造了许多就业机会。节水改造之后农民每亩收入增长了 15%,灌区整体经济效益明显提高。

3.2 社会效益分析

灌区节水改造产生了较大的社会效益。从节约水资源的角度看,减轻了地区水资源短缺的程度,保证粮食安全。水资源条件的改善给农业生产打下了良好的基础,提高了农业生产的生产能力^[4]。其次,节水工程改善了农村基础设施,提高了农民生活水平。以管道输水工程

代替土渠,减轻了农民的体力劳动,改善了农村的人居环境。节水改造使农村的社会稳定和谐,用水关系更加合理、减少了水事纠纷、推动乡村社会治理。某灌区因为实行了节水工程,农村用水矛盾减轻、社会和谐度提高,为乡村振兴打下了良好的基础。

3.3 生态效益分析

灌区的节水改造有较好的生态效益。首先,减少水资源浪费,保护水体生态环境,给河流湿地提供更稳定的水源补给。水资源条件变好,水生生物多样性得到提升,区域生态环境质量改善。其次节水工程减少了土壤次生盐碱化的风险,改善了土壤结构,促进农业可持续发展。渠道防渗工程削减了水分入渗,有效地控制了土壤盐碱化。另外,节水改造可以减少水体污染,合理灌溉减少了农药化肥的径流流失,保护了水体。在某灌区,由于节水工程的开展,区域生态环境得到了明显的改善,生物多样性增加,为建设美丽乡村打下了良好的生态基础。

4 优化灌区节水改造技术应用的建议

4.1 科学选择节水技术

灌区节水改造技术的选择要从区域实际出发,遵循因地制宜的原则。在充分考虑当地的自然条件、作物结构、经济水平的基础上制定不同的技术路线。平原区用渠道防渗和喷灌技术,丘陵山区用管道输水、局部微灌系统,与地形特征相适应。对于高附加值的经济作物,首先采用滴灌、渗灌等精准灌溉方式;大田作物重点是改进地面灌溉制度。技术整合的时候要重视系统兼容性,防止技术堆砌,推进工程,农艺以及管理措施的有效融合^[5]。创建区域节水技术适配性评价体系,实现多种方案比较机制,保证技术选择的科学性与有效性。

4.2 加强技术服务体系建设

健全的技术服务体系是保证节水措施得以实施并取得成效的重要支撑。要创建多层次、网络化的技术服务网络,重视基层技术人员的专业培训与能力塑造,改善现场问题诊断与解决水平。积极吸纳科研院所及高校的专家资源,建立常态化技术咨询机制,为灌区提供从规划设计到运行维护的全过程指导。推进服务模式创新,支持专业服务组织参加节水设施的运营管护,研究技术托管等市场服务模式。加快信息化赋能,采用遥感监测、物联网感知等技术手段,建设智慧节水管理平台,实现用水精准计量、动态分析、智能决策。

4.3 完善政策激励机制

政策引导和激励机制是推动节水改造不断加深的

动力。需要进一步推进农业水价综合改革,建立体现水资源稀缺性的价格形成机制,发挥价格杠杆的调节作用。加大财政投入,设立节水专项扶持资金,对节水设施更新、节水技术推广予以补贴。创新投融资模式,用特许经营、绿色信贷等办法引导社会资本参与节水项目建设。创建节水效益返偿机制,对节水成效优秀的灌区、农户实行奖励或者用水指标的倾斜,激发内生动力^[6]。同时把节水目标纳入到地方政府考核体系当中,从而形成政策合力。

4.4 推进共建共享机制

灌区节水改造牵涉众多主体、诸多环节,需要形成长期协作共治的机制。加强政府统筹协调职能,厘清各部门职责分工,形成政策联动、资源整合的工作态势。突出用水户主体地位,健全用水合作组织,引导农户参加工程管护、水费征收等工作。深入发展产学研合作,建设灌区科研单位与产业界合作的技术示范基地,加速科技成果向生产一线的转化。探索建立“节水联盟”“水权交易”等市场化协作方式,促进节水效益合理分配。依靠政府、市场、社会多元共治的治理模式,实现节水工作可持续发展的目标。

5 平原地区灌区节水改造实践研究

5.1 区域特征与节水需求

该平原地区属于黄河下游冲积平原,暖温带半湿润季风气候,年均降水量 550-650 毫米,时空分布不均。作为重要的粮食生产基地,水资源供需矛盾比较突出,人均水资源量严重不足,地下水超采问题比较严重^[7]。传统的灌溉方式效率低,渠系水利用系数一般小于 0.5,严重制约农业的可持续发展。

5.2 综合节水技术体系

形成了工程、管理、生物三位一体的节水技术体系。工程措施主要做渠道防渗和井渠联合调度,推广不同的灌溉技术;管理上实行总量控制制度,健全智能计量系统,实行阶梯水价;生物技术上选择抗旱品种,推广保护性耕作,形成多层多样化的节水技术体系。

5.3 实施成效与经验启示

经由系统开展节水改造,区域灌溉水利用系数达到 0.7 以上,亩均灌溉用水量下降约 30%,地下水超采状况得到遏制。实践证明,推进灌区节水改造要重视技术集成创新、建立长效运行机制、形成多元协同推进格局,对类似地区有重要的借鉴意义。

6 结论与展望

6.1 结论

本研究系统分析了灌区节水改造技术体系和实践效果,得出工程、管理、生物节水技术相结合是提高农业水资源利用率的主要途径。实践证明,依靠渠道防渗、精准灌溉等工程办法削减输配水损耗,联手计量管控、智慧调度等管理方法改良用水过程,加上耐旱品种、覆盖保墒等生物技术缩减作物需水量,可以塑造出多层面的节水效果。节水改造极大地提高了灌区的资源利用效率和农业生产的韧性,在促进农民增收、改善生态环境等方面体现出综合的价值,给推进农业绿色高质量发展提供有效的支撑。

6.2 展望

未来灌区的节水工作要以应对气候变化、发展智慧农业为新要求,继续加强技术集成创新、长效机制建设。重点在于节水技术与数字技术相融合,发展物联网智能用水决策系统;深入研究节水激励政策,建立水资源承载力与农业用水相适应的水价形成机制;构建政府主导、市场推动、农户参与的多方协同治理模式,保障节水成果持续运行。另外,还要重视节水与固碳、生态保护的协同效益,探索建立灌区节水生态补偿机制,全面提升农业水资源利用的现代化水平。

参考文献

- [1] 李瑞峰. 灌区续建配套与节水改造工程中渠道输水效率提升技术探讨[J]. 地下水, 2025, 47(03): 127-129.
- [2] 张翔, 穆立超. 现代化灌区节水改造技术的研究与应用[C]//河海大学, 新疆维吾尔自治区水利学会, 新疆农业大学, 石河子大学. 2024 中国水资源高效利用与节水技术论坛论文集. 黄河勘测规划设计研究院有限公司; , 2024: 188-198.
- [3] 程敏. 灌区水利设施节水改造项目工程施工技术探讨[J]. 地下水, 2024, 46(03): 307-309.
- [4] 尚奇. 灌区节水改造工程中渠道防渗关键技术分析[J]. 水上安全, 2024, (05): 166-168.
- [5] 段丽芳. 灌区节水改造工程中农田灌溉渠道防渗关键技术研究[J]. 南方农机, 2023, 54(18): 178-180.
- [6] 于健, 李超, 李伟帅, 等. 引黄扬水灌区渠道泥沙淤积特性及防治措施[M]. 中国水利水电出版社: 202101: 169.
- [7] 郭子君. 灌区节水改造存在问题及改进措施[J]. 农业工程, 2018, 8(02): 83-84.