

灌区节水改造工程施工技术应用

戚媛蕾¹ 刘志远² 刘闯杰¹

1. 宿迁金龙水利建设工程有限公司 江苏 宿迁 223900

2. 泗洪县水利工程有限公司 江苏 宿迁 223900

摘要：为解决传统灌区输水渗漏严重、水资源利用率低的问题，本文围绕灌区节水改造工程展开研究，梳理渠道防渗、管道输水、田间高效节水等核心施工技术体系。分析工程施工前期准备、工序管控、安全进度及验收养护的全流程质控要点，总结传统工艺滞后、技术适配性差等现存问题，针对性提出工艺升级、精细化施工、因地制宜适配技术等优化对策，构建完善技术保障体系，助力提升灌区节水改造质量与水资源利用效率。

关键词：灌区；节水改造工程；施工技术；应用

引言：农业灌溉是水资源消耗的核心领域，传统灌区存在渠道渗漏、输水损耗大、设施老旧、灌溉模式粗放等诸多问题，不仅造成水资源严重浪费，还制约农业稳产增收与节水农业发展。为改善灌区灌溉条件、提升水资源利用效率，各地持续推进灌区节水改造工程。本文结合工程实际，系统探究灌区节水改造核心施工技术，剖析施工应用中的痛点难点，制定科学优化措施，为同类灌区节水改造工程标准化、精细化施工提供参考。

1 灌区节水改造工程概况及核心施工技术体系

1.1 灌区节水改造工程基本概述

（1）工程改造核心内容：工程以提升灌区水资源利用效率为核心，主要包含四大改造内容。一是渠道防渗改造，解决传统渠道渗漏、输水损耗大的问题；二是管道灌溉铺设，替代老旧输水渠线，优化输水路径；三是田间节水设施配套，完善末端灌溉体系；四是灌区配套建筑物修缮，对水闸、渡槽、涵洞等老旧设施修复升级，保障灌区输水、分水功能稳定。（2）工程施工特点：项目整体施工范围覆盖整片灌区，点位分散、战线较长；区域内地形高低起伏、地貌复杂，施工布设难度大；灌区服务农业生产，施工周期与农事耕作、灌溉周期交叉重叠，需错峰施工；同时不同地块、作物的灌溉需求不同，节水施工技术需因地制宜适配，技术精准性要求较高。

1.2 渠道防渗节水施工技术

（1）混凝土防渗施工技术：严格规范模板搭设精度，保证渠型规整；把控混凝土配比与浇筑速度，分层有序浇筑，通过充分振捣消除内部气泡，后期做好保湿养护，同时采用抗裂工艺规避温差、干缩裂缝，保障防渗层完整性。（2）土工膜防渗施工技术：结合灌区水文、地形条件优选防渗基材，施工中平整基底后规范铺

设拼接，严控接缝密封性，做好边缘锚固固定，最后铺设保护层，防止土工膜破损失效。（3）浆砌石防渗施工技术：筛选质地坚硬、规格统一的石料，科学调配砌筑砂浆，遵循规范工艺分层砌筑，保证砌体密实稳固，完工后对缝隙逐一封堵勾缝，杜绝渗水通道^[1]。

1.3 管道输水节水施工技术

（1）管道选型与适配：结合灌区输水压力、地形落差、灌溉规模，针对性选用PE管、PVC管、钢管等管材，兼顾输水稳定性与使用寿命，适配不同区段输水需求。（2）管道沟槽施工：精准控制沟槽开挖尺寸与坡度，平整压实基底，去除杂物软土，管道铺设完成后分层回填夯实，避免沉降变形损坏管道。（3）管道安装与试压：规范管道对接流程，强化接口密封处理，安装完成后开展水压试验，全面排查渗漏点位，及时整改修复，确保管道输水无渗漏。

1.4 田间高效节水施工技术

（1）滴灌、微喷灌设施铺设施工技术：依据田间作物种植布局，合理布设管网与喷头、滴头，精准控制铺设间距与安装高度，保障灌溉供水均匀、节水高效。（2）田间渠系平整、节水畦田改造施工工艺：对田间零散渠系平整修整，优化水流路径，改造传统畦田规格，优化田间灌溉单元，减少田间输水损耗，提升水资源利用率。

2 灌区节水改造工程施工技术应用要点及质量控制

2.1 施工前期准备技术管控

（1）现场勘察与方案优化：施工前期需开展全方位现场勘察工作，细致摸排灌区整体地形地貌、土壤土质结构、地下水位及水文分布情况，同时梳理原有渠系、管道及配套建筑物的破损现状。结合区域农业灌溉需求、农事生产规律以及现场施工难点，对初步施工方案

进行针对性优化调整。重点优化渠道防渗结构形式、管道铺设路线、田间节水设施布设方案,规避地形限制与水文风险,确保施工方案具备科学性、可行性与实操性,为后续标准化施工奠定基础。(2)原材料质量管控:原材料质量是工程节水效果与施工质量的核心保障,需建立严格的进场管控体系。针对混凝土骨料、砂浆、土工膜、PE管、PVC管、喷头、滴灌带等核心防渗与节水建材,进场时必须核查产品合格证、检测报告。同步开展抽样复检工作,对材料防渗性能、抗压强度、耐腐蚀性能、拼接适配性进行专项检测,严格筛选达标材料,杜绝不合格材料进场使用,从源头把控工程施工质量^[2]。(3)施工设备调试与技术交底:施工前对挖掘机、振捣设备、管道安装机具、试压设备等各类施工机械进行全面检修与调试,排查设备故障,校准设备精度,确保各类设备运行稳定、性能达标。同时组织全体施工人员开展专项技术交底工作,针对渠道防渗、管道铺设、田间节水设施安装等核心工序,明确施工工艺标准、技术要点、质量要求及安全规范,统一施工标准,提升施工人员专业操作能力。

2.2 核心工序施工技术应用要点

(1)渠道防渗施工质量控制:渠道防渗施工需重点把控防渗层施工质量,严格按照设计标准控制混凝土、浆砌石防渗层厚度,保证整体厚度均匀统一。施工过程中规范基面处理,确保渠面平整坚实,无凸起、凹陷、松散土体。土工膜防渗施工需严控拼接工艺,保证接缝搭接长度达标,拼接紧密密封,杜绝褶皱、破损、空鼓等问题。全程排查施工缺陷,及时处理缝隙、裂缝等隐患,彻底杜绝渠道输水渗漏问题。(2)管道输水施工精度控制:管道输水施工核心把控施工精度与密封效果,根据灌区地形落差严格控制管道铺设坡度与埋深,避免出现积水、倒坡、裸露等问题,保障输水通畅稳定。管道安装时规范对接工艺,精准把控管道轴线位置,强化接口密封处理,严格做好接口粘接、焊接及密封垫安装工作,杜绝接口松动、密封不严等问题。施工中实时复核施工参数,保障管道整体铺设精度,实现输水无渗漏、无堵塞。(3)田间节水设施安装控制:滴灌、微喷灌等田间节水设施安装需贴合田间种植布局与灌溉需求,严格按照设计方案控制滴灌带、喷头的安装间距与铺设高度,保证布设均匀、排布规整。安装过程中规范管网连接工艺,稳固固定各类节水配件,防止出现脱落、偏移、堵塞等问题。同时兼顾田间通风、采光及作物生长规律,优化设施安装细节,确保后期灌溉出水均匀、覆盖全面,充分发挥高效节水效果^[3]。

2.3 施工过程质量与安全管控措施

(1)质量管控:建立全过程工序验收管理制度,实行“工序自检、交叉复检、专项验收”三级验收模式。对渠道基底处理、管道沟槽回填、隐蔽工程施工等关键环节进行全程跟踪检测,详细记录施工数据。每道工序验收合格后方可进入下一施工环节,对施工偏差、质量缺陷及时整改纠偏,保障各工序施工质量符合规范标准。(2)安全管控:结合灌区露天施工、沟槽作业、机械作业集中的施工特点,制定专项安全防护方案。沟槽施工做好边坡支护、排水防护,防止沟槽坍塌、积水倒灌;机械施工划定作业警戒区域,规范设备操作流程,杜绝违规作业;露天施工做好防汛、防雷、防暑防护,定期开展安全隐患排查,全面规避施工安全风险^[4]。(3)进度管控:充分结合灌区农事耕作周期、农作物灌溉节点及天气变化规律,科学编制施工进度计划。合理划分施工区段,错峰开展施工,避开春耕、秋收、集中灌溉等关键农事时段,减少施工与农业生产的冲突。同时根据天气情况动态调整施工任务,雨天优先开展室内筹备工作,晴天抢抓室外施工工期,保障工程有序推进、按期完工。

2.4 工程完工验收与养护技术

(1)分项工程验收:工程完工后按照标准化验收流程,对渠道防渗、管道输水、田间节水设施等分项工程开展专项验收。严格对照设计图纸及施工规范,核查渠道防渗平整度、密封性,管道输水试压效果、铺设精度,节水设施安装质量、运行状态等核心指标,逐项核验工程参数,验收合格后方可完成分项工程交付。(2)工程后期养护:工程验收完成后落实常态化养护措施,防渗渠道完工后及时开展保湿养护,防止表层开裂、脱落,定期清理渠内杂物,保障渠系通畅。对输水管道做好覆土防护、防撞保护,定期开展水压查漏检测,及时修复破损点位。对滴灌、微喷灌设施定期清洗滤网、排查管线故障,做好换季维保,延长工程使用寿命,保障灌区节水系统长期稳定运行。

3 灌区节水改造施工技术应用现存问题与优化对策

3.1 施工技术应用现存主要问题

(1)传统施工工艺滞后:部分老旧灌区改造依旧沿用传统浆砌石、简易混凝土防渗等落后工艺,这类工艺防渗性能薄弱,长期输水易出现冲刷、脱落、开裂问题,节水效果大打折扣,工程耐久性与稳定性不足,后期返修频次高。(2)技术适配性不足:施工存在技术套用固化问题,未结合灌区地形起伏、土质特性、水文条件及种植结构差异化选型,单一施工技术难以适配复杂

工况，导致部分区段防渗、输水效果不均，整体改造质量参差不齐。（3）施工精细化程度低：现场施工存在工序简化、操作不规范等问题，防渗层铺设、管道对接、沟槽回填等细节把控不到位，易产生渠道渗漏、管道接口渗水、设施松动破损等质量隐患，影响节水工程整体效能。（4）后期运维技术缺失：工程建设普遍存在重施工、轻运维的现象，缺乏专业运维技术体系，节水设施日常检修、养护、故障排查技术薄弱，设施长期运行易老化损坏，大幅缩短工程使用寿命。

3.2 施工技术优化改进措施

（1）工艺升级优化：全面淘汰滞后传统施工工艺，大力推广新型节水施工技术与材料。优先采用高强度复合土工膜、抗裂防渗混凝土等新型建材，提升渠道防渗、抗冲刷、抗老化性能。同时引入智能化管道开槽、精准对接、自动试压施工技术，替代人工粗放施工模式，提升输水管道施工精度与密封性能，从工艺层面提升工程节水效果与耐久性。（2）因地制宜适配技术：摒弃统一化施工模式，根据灌区不同区段工况制定差异化技术方案。针对地势平坦、土质松软区域，优先采用管道输水+滴灌节水技术，规避土质沉降带来的渠道破损问题；针对地形起伏大、坡度较陡区域，优化渠道防渗结构，搭配微喷灌设施；针对土质坚硬、水文稳定区域，采用混凝土防渗与标准化渠系改造，通过组合式技术方案适配现场条件，保障施工实效。（3）推行精细化施工：细化渠道防渗、管道安装、田间设施铺设等各工序施工标准，制定标准化作业流程。强化施工全过程管控，对基底处理、材料铺设、接口密封、回填夯实等关键工序全程监督，严格落实工序自检、复检制度，严控施工细节偏差，及时整改质量隐患，杜绝渗漏、破损等常见问题，全面提升工程施工精细化水平^[5]。

3.3 技术应用保障体系构建

（1）人员技术保障：定期开展施工人员专项技术培训，围绕新型防渗工艺、智能化管道施工、节水设施安

装及运维等核心内容开展实操教学，提升施工人员专业技能。同时组建专项技术班组，落实专人专岗，保障新型技术规范落地应用。（2）制度管理保障：完善全流程管理制度，细化施工技术管控、原材料验收、工序质量评定等制度，规范施工全过程操作。同步建立后期运维管理制度，明确设施日常巡检、养护、维修标准，扭转重建设、轻运维的现状，保障工程长期稳定运行。（3）技术创新保障：积极引入数字化、智能化技术，搭建灌区节水工程监测体系，对渠道渗漏、管道输水压力、设施运行状态进行实时监测。依托数字化管控手段，精准排查故障、优化运维方案，持续提升灌区节水改造工程的智能化、精细化管理水平。

结束语

灌区节水改造是节约农业水资源、优化农业灌溉体系、助力农业绿色发展的关键工程。本文系统阐述了工程核心施工技术与全流程管控要点，梳理当前技术应用短板并提出优化方案与保障措施。通过升级施工工艺、推行精细化施工、适配差异化施工技术，可有效解决灌区输水损耗问题。后续需持续推进技术创新与常态化运维，依托数字化手段提升工程管理水平，充分发挥节水工程长效效益。

参考文献

- [1]刘红胜.灌区节水改造工程中的渠道防渗技术应用[J].河南科技,2021,40(34):65-67.
- [2]李建杰.汾河灌区节水改造工程顶管穿越施工技术要求探讨[J].陕西水利,2022,23(5):165-167.
- [3]马军.灌区节水改造工程中渠道防渗施工技术的应用[J].科技资讯,2023,16(28):59-61.
- [4]刘伟全.灌区节水改造工程中渠道防渗施工技术的应用[J].科技创新与应用,2025,20(24):147-149.
- [5]刘婷.渠道防渗施工技术在灌区节水改造工程中的应用[J].黑龙江水利科技,2024,45(11):171-173.