

节水改造背景下河套灌区渠道输水效率优化分析

郭宇坤

内蒙古河套灌区水利发展中心义长分中心 内蒙古 巴彦淖尔 015100

【摘要】：水资源短缺与农业用水高效利用，已成为灌区发展进程里的核心议题，节水改造持续推进为河套灌区渠道输水效率优化创造了重要契机。本文聚焦渠道本体、调度管控及水土条件三大关键影响要素，实施构造升级、机制健全与水土综合治理等适配举措，能够补齐工程短板、规范运行流程并削减输水损耗。改造后渠道输水能力提升，渗漏及无效损耗得到控制，灌溉水利用效率持续改善，为河套灌区水利工程提质、农业节水增效及区域水资源可持续利用构筑坚实支撑。

【关键词】：河套灌区；渠道输水；输水效率；节水改造；水资源利用

DOI:10.12417/2811-0536.26.06.100

引言

水资源刚性约束持续增强，农业节水成为保障粮食安全与生态安全的关键举措。河套灌区作为大型农业灌区，渠道输水系统长期面临工程老化、管控粗放及水土条件制约，输水效率偏低与水量损耗矛盾突出。在节水改造与高质量发展理念指引下，围绕渠道输水效率优化这一核心，破解构造缺陷、调度滞后与水土损耗等难题，构建高效稳定的输水运行体系，对推动灌区水资源集约利用、提升农业灌溉保障能力具有重要现实意义。

1 节水改造下河套灌区渠道输水发展基础

节水改造是河套灌区提升水资源利用效率、保障农业灌溉可持续发展的核心支撑，灌区渠道体系建设年代较早，长期运行后普遍存在衬砌老化与结构破损等问题，渗漏及输水损耗突出，成为制约输水效率提升的关键短板。农业水管控趋严背景下，河套灌区依托渠道防渗修复、设施更新等节水改造工程，逐步改善输水硬件条件，同时结合清淤整治与智能化调控等技术应用，夯实输水效率优化的工程基础^[1]。节水改造的持续推进，既解决了过水能力不足、调控精度偏低等现实难题，也为构建高效输水与精准配水的灌区运行体系提供了保障，推动渠道输水从传统粗放模式向精细化、高效化方向转型，为区域农业节水及粮食生产稳定筑牢水利根基。

2 河套灌区渠道输水效率关联要素解析

2.1 渠道本体构造对输水过程的约束

渠道本体构造是决定输水效率的基础条件，河套灌区部分骨干渠道建设周期较长，衬砌结构长期经受水流冲刷、冻胀破坏及地基不均匀沉降作用，出现了不同程度的裂缝、剥落与缺损问题，直接削弱防渗性能与结构稳定性^[2]。衬砌材料耐久性不足、断面形式

与当前输水需求不匹配，会持续增大沿程渗漏损失并降低有效输水量，而渠道边坡防护强度不够则易引发滑塌与变形，进一步压缩过水断面、阻碍水流顺畅通过。构造层面的先天不足与后天损伤相互叠加，形成刚性约束，使得渠道实际输水能力难以达到设计标准，也就成为制约输水效率提升的关键工程因素。

2.2 输水调度管控运行体系局限

河套灌区输水调度管控体系仍存在运行短板，传统控制设施老化导致流量调节精度不足，无法根据灌溉需求实现稳定配水。沿线监测设施布局不完善，水位、流量等关键运行信息难以实时获取，调度决策多依赖经验判断而缺乏数据支撑；调度流程标准化程度不高、人工干预环节偏多，响应速度慢且协同性不足，区域间用水衔接不够顺畅。智能化调控与远程管理体系尚未全面覆盖，动态优化调度难以实现，容易造成水量分配不均与无效损耗，这些管控缺陷直接降低了水资源配置效率，与节水改造所要求的精细化管理之间差距明显。

2.3 区域水土条件引发输水损耗

河套灌区地处干旱半干旱区域，特殊水土环境直接加剧了渠道输水损耗。灌区水源携带一定泥沙，长期运行易在渠底与边坡形成淤积，逐渐减小过水断面并提升水流阻力，进而影响输水通畅性；区域土壤质地疏松且渗透性较强，在防渗措施不完善的情况下，渠水易向堤基与周边土体入渗，进一步增加水量损失。灌区蒸发量大，裸露渠段的水面蒸发与边坡湿润土体蒸发也加剧了水量消耗。这些水土条件带来的自然性损耗具有持续性与普遍性，若缺乏针对性治理，会持续拉低渠道输水效率、影响节水改造的整体成效，同时加剧渠道结构劣化速度，提升后续运维成本与工程风险。

3 节水改造下河套灌区输水效率提升适配举措

3.1 渠道构造升级完善输水基础条件

渠道构造升级是提升输水效率的核心工程举措，通过对破损衬砌进行系统性修复与结构优化，能够从源头减少渗漏损失并恢复渠道稳定输水能力。针对衬砌裂缝、剥落等病害采用环氧砂浆实施精细化修补，对破损严重区段则拆除原有结构、重新铺设钢筋混凝土板或预制混凝土块，以此提升衬砌的整体强度与抗渗性能；优化衬砌厚度与配筋率可增强渠道抗冲刷及抗冻融能力，延长工程使用寿命。同步开展边坡修整与加固，消除滑塌、变形等安全隐患，恢复标准过水断面，降低水流沿程阻力，再配合生态护坡技术应用，在保障防渗效果的同时提升边坡稳定性，最终构建起结构稳固、防渗可靠且输流通畅的渠道硬件体系。构造升级完成后，渠道渗漏损失降低、输水通畅性改善、有效输水量持续提升，这些变化为河套灌区节水改造与高效输水奠定坚实工程基础，推动渠道运行状态从老旧破损向安全耐久转型。

3.2 调度管控机制健全规范输水运行流程

健全调度管控机制是实现水资源高效配置、规范输水运行的关键保障，通过完善设施配置与优化管理流程，能够全面提升输水调控精度与响应速度。更换老化闸门、斗门等控制设施，选用液压或电动驱动设备以增强止水效果与操作灵活性，从而实现流量精准调节；搭建覆盖全渠道的监测网络，安装水位与流量传感器以实时采集输水运行数据，打破信息滞后带来的调度盲区。建立标准化输水调度流程，明确各渠段配水原则、时序及责任主体，减少人工经验决策的随意性，再搭建信息化管理平台整合数据采集、分析、决策与控制功能，支持远程操控与动态调配，从而缩短用水调配周期。健全调度管控机制能够实现供需精准对接、避免水量浪费与分配失衡并提升水资源利用效率，让输水运行更加规范、高效与智能，支撑灌区从粗放调度向精细化管理转变，为节水改造目标落地及灌溉保障能力稳步提升提供长效管理支撑。如图 1。

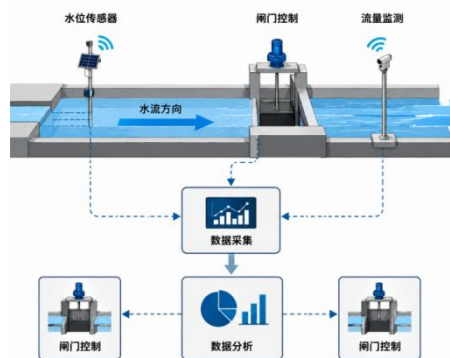


图 1 河套灌区渠道输水智能化调度系统工作流程

3.3 水土条件综合治理削减输水水量损耗

水土条件综合治理是降低自然性输水损耗、提升渠道运行效益的重要手段，将工程措施与生态措施相结合，能够有效缓解淤积、渗漏及水土流失带来的水量损失。针对泥沙淤积问题制定常态化清淤方案，采用机械与人工结合方式清除渠底与边坡泥沙，恢复设计过水断面并提升输水能力；完善水源沉沙设施布局以减少泥沙进入主干渠道，从源头控制淤积发生^[3]。对高渗漏区段强化防渗处理，阻断水分向渠基及周边土体的入渗路径，从而降低渗漏损失，再搭配植物固坡、土壤改良等生态措施，选用耐水湿且根系发达的植被稳固边坡，减少水土流失与坡面冲刷，同时改善局部水土环境。综合治理之后，渠道淤积频率与渗漏量明显下降、水流阻力减小、输水损耗得到有效控制，水土资源与渠道工程形成良性互动，可长期维持稳定输水状态并降低运维压力，为河套灌区长期稳定输水提供可持续保障。

4 结语

节水改造为河套灌区渠道输水效率优化提供了关键支撑，渠道构造升级、调度管控机制完善与水土条件综合治理这三方面协同发力，有效破解了结构缺陷、运行粗放及自然损耗等制约问题。渠道渗漏与淤积得到管控，输水流程更趋规范，水量损耗持续下降，输水能力与水资源利用效率由此提升。系列适配举措兼顾了工程提质、管理增效与生态稳定，为河套灌区农业灌溉保障及水资源集约利用筑牢基础，助力灌区实现可持续的高质量发展。

参考文献：

- [1] 周晓,胡自劬.灌区渠道输水效率提升措施与节水改造技术实践分析[J].农业开发与装备,2025,(11):203-205.
- [2] 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.
- [3] 刘少博.面向生态的灌区节水改造综合效益评价方法研究[D].华北水利水电大学,2022.