

# 老旧灌区节水改造工程的勘测设计难点及优化对策

朱阁晨

河南灵捷水利勘测设计研究有限公司 河南 南阳 473000

**摘要:** 本文分析老旧灌区节水改造工程的勘测设计要点, 先阐述老旧灌区特征、改造必要性及勘测设计作用, 再剖析勘测阶段资料缺失、参数精度不足等难点, 设计阶段设施适配矛盾、系统优化难等问题, 最后提出多维度补资料、差异化设计等优化对策, 为工程高效推进提供参考, 助力提升灌区水资源利用效率与适配性。

**关键词:** 老旧灌区; 节水改造; 勘测设计难点; 优化对策; 设施修复

引言: 老旧灌区存在设施老化、灌排不完善、用水效率低等问题, 难适配现代农业需求, 节水改造迫在眉睫。勘测设计是改造工程关键环节, 勘测提供基础数据, 设计制定实施方案, 但其过程面临诸多难点。深入研究这些难点及优化对策, 能保障改造方案科学可行, 推动灌区节水与功能提升, 对农业可持续发展意义重大。

## 1 老旧灌区节水改造的基础认知

### 1.1 老旧灌区的核心特征与节水改造必要性

老旧灌区长期运行呈现多方面典型特征, 设施老化破损尤为突出。灌溉渠道多为土渠或早期硬化渠道, 受水流冲刷、土壤侵蚀, 内壁裂缝、塌陷, 部分段落淤积严重, 输水能力下降; 泵站、水闸等关键建筑物设备部件锈蚀、电机老化, 运行效率低且故障频发, 难满足正常灌溉调度<sup>[1]</sup>。灌排体系不完善, 部分灌区仅重灌溉功能, 排水系统缺失或老化, 雨季田间易积水; 灌排管网布局不合理, 部分地块灌溉半径过大, 导致远端灌溉不均、近段水资源浪费。用水效率低是核心短板, 传统土渠输水渗漏损失严重, 且缺乏精准用水量与调控手段, 农户凭经验大水漫灌; 适配性差体现在现有设施与现代农业需求脱节, 难适配规模化种植、经济作物灌溉对精准供水、灵活调度的要求, 无法满足节水农业技术推广条件。针对这些问题, 节水改造迫切必要, 核心目标聚焦多维度提升, 提升水资源利用效率, 修复破损设施、优化输水系统减渗漏, 结合高效节水技术增效; 修复灌排功能, 完善灌排系统, 恢复渠道输水、泵站调度能力; 适配现代农业用水需求, 让改造后设施匹配规模化、精准化灌溉, 支持作物灌溉制度调整。

### 1.2 勘测设计在节水改造工程中的核心作用

勘测环节是基础前提, 核心价值是为设计提供精准基础数据, 支撑改造方案科学性。勘测需全面摸查灌区现状, 通过地形测绘明确地形地貌、地块分布与现有设

施位置关系, 为设施布局优化提供空间参考; 水文水资源勘测分析水源条件、来水规律与用水需求, 明确水资源供需缺口与节水潜力, 为节水目标设定与调配方案制定提供依据; 工程地质勘察针对渠道、泵站建设区域, 探明土壤承载力、地下水位、岩土体稳定性等参数, 避免地质判断失误导致设计不合理, 减少后期施工变更与安全风险。设计环节是衔接勘测数据与工程实施的关键纽带, 整合数据制定系统性改造方案。设施修复方面, 根据勘测确定的老化程度与破损类型制定方案, 如裂缝渠道采用衬砌修复、老化泵站明确设备更换清单; 系统优化涵盖灌排管网布局调整、节水设施选型配置, 结合灌区地形与种植结构优化灌溉管道走向, 选择适配的滴灌、喷灌设备或智能控水装置, 确保方案符合技术标准且贴合实际。最终设计方案需细化施工图纸、技术参数与实施步骤, 为施工提供清晰指导, 确保改造按计划推进, 实现预期节水与功能提升目标。

## 2 老旧灌区节水改造工程的勘测阶段难点

### 2.1 基础资料缺失与现状勘察受限

老旧灌区建设年代久远, 原始资料存在严重断层。早年的灌区原设计图纸、详细的水文地质数据, 以及设施关键参数等资料, 或因保管不善遗失, 或因年代久远残缺不全。这些资料的缺失, 使得勘测人员难以全面了解灌区初始规划布局、工程建设标准, 对后续精准勘测形成阻碍。例如, 原设计的渠道走向、泵站选址依据不明, 导致难以判断现有设施布局是否合理, 无法确定最佳改造方向。现场勘察也面临诸多障碍。灌区地形复杂多样, 部分区域存在高山、深谷等, 通行极为不便, 甚至难以抵达, 严重影响勘察工作的全面开展。现有设施密集, 纵横交错的渠道、林立的泵站与水闸, 增加了实地测量的难度。再者, 作物种植期进行勘察时, 大型勘测设备的使用易对农作物造成破坏, 干扰正常农业生产, 农民对此抵触情绪大, 致使勘察范围受限, 无法获

取完整数据,且部分区域因担心影响作物生长,勘测深度也难以保证,导致关键信息遗漏。

## 2.2 关键参数勘测精度不足

水文水资源参数精准获取难度极大。灌区来水量受季节降水、上游水源调配影响波动剧烈,地下水埋深因灌溉用水、自然降水入渗频繁变化,土壤含水率也随季节、作物生长周期不断改变。仅依靠短期勘测,难以捕捉这些参数的动态变化规律,获取的数据缺乏代表性。比如在枯水期进行的来水量勘测,无法反映丰水期情况,据此设计的改造工程,在丰水期可能面临排水不畅、设施过载风险<sup>[2]</sup>。老旧渠道、泵站等设施状况复杂,导致其现状参数勘测困难重重。设施内部长期受水流冲刷、化学腐蚀,淤积严重,且多为隐蔽结构,难以直接观察与测量。老旧渠道因淤积、坍塌,实际断面尺寸与原始设计大相径庭,而要精准测定其真实尺寸,需耗费大量人力物力进行清淤、挖掘,操作难度高。泵站设施因腐蚀,关键部件抗压强度、设备运行效率等参数难以准确测定,无法精准评估设施性能,为后续设施修复或更换方案制定带来挑战。

## 2.3 环境与生态因素勘测复杂

灌区周边生态关联勘测存在诸多难题。灌区与周边河流、湿地紧密相连,相互间存在复杂的水文联系。然而,目前对这种联系的勘测缺乏清晰依据,难以确定合理勘测范围与方法。确定灌区对周边河流的水量补给关系时,因涉及多个水系、复杂地形,现有技术手段难以全面、准确监测。对生态敏感区范围与影响程度的勘测也不够精准,缺乏成熟技术与标准支撑,导致在工程设计中难以有效规避对生态敏感区域的破坏。土壤与作物适配性勘测同样复杂。不同区域土壤质地差异明显,有砂土、黏土、壤土等多种类型,且作物类型丰富多样,包括粮食作物、经济作物等。精准匹配节水措施,需详细了解土壤保水保肥能力、作物不同生长阶段需水量。但在实际勘测中,土壤样本采集易受地形、作物覆盖影响,难以均匀、全面采集;作物需水量测算受天气、田间管理等因素干扰,数据准确性难以保障,增加了节水改造工程适配设计的难度。

## 3 老旧灌区节水改造工程的设计阶段难点

### 3.1 设施修复与节水功能适配矛盾

老旧设施改造与现行节水标准存在显著不兼容问题。部分老旧渠道、泵站建设年代早,结构设计不符合当前节水要求,如早期土渠渗漏率高,按现行标准需硬化衬砌或重建,但这类改造需大规模拆建原有设施。原有灌排体系经长期运行已形成稳定水流路径与功能分

区,大规模拆建易破坏体系平衡,导致改造后出现灌排死角,增加施工难度与成本,甚至在改造期间影响正常灌溉,给农业生产带来损失。新型节水技术与老旧灌区现有系统衔接面临阻碍。当前推广的高效节水设备、先进灌溉技术,对输配水系统的压力、流量稳定性及控制方式要求较高。但老旧灌区输配水管道多为早期铺设,管径不均、漏损严重,控制设备以手动为主,难以满足新设备、新技术运行需求。这种“新设备旧系统”的衔接断层,会导致新设备无法充分发挥性能,如智能流量计因管道压力波动出现数据偏差,滴灌系统因供水不稳定导致灌溉不均,最终影响整体节水效果。

### 3.2 灌排系统优化设计难度大

灌排平衡设计是老旧灌区改造的核心难题。设计需结合现有灌排能力,优化渠道布局、调整泵站扬程,确保灌溉供水充足且排水及时。但老旧灌区长期缺乏维护,灌排分区边界模糊,部分排水渠道淤积或被占用,原有灌排能力数据失效。设计时难以精准计算不同区域的灌溉与排水需求,易出现偏差,导致改造后局部低洼地块积水内涝,或高坡地块缺水干旱,无法实现全灌区灌排平衡。地形条件对节水改造设计限制突出。许多老旧灌区位于地形起伏较大的区域,部分区域坡度陡峭。渠道衬砌设计需兼顾输水效率与安全,坡度过陡会加快水流冲刷衬砌结构,增加坍塌风险;坡度过缓则降低输水效率,增加淤积概率。管道铺设同样受地形影响,陡峭区域需增设防滑固定装置,还要考虑管道承压能力避免破裂;平缓区域需合理设计坡降防止积水,这些因素相互制约,大幅增加设计难度。

### 3.3 长期运维与可持续性设计不足

设计方案对后期运维成本与管理能力的适配性考虑缺失。部分方案过度关注短期节水效果,选用技术先进但维护复杂的设施,如精密智能控制设备、高材质特殊管道,这类设施虽提升节水效率,但后期需专业人员检修校准,且零部件更换成本高。多数老旧灌区管理人员不足、技术有限,难以承担复杂运维工作,导致设施运行一段时间后因维护不当故障闲置,节水效果大打折扣,造成资源浪费。设计方案的可持续性薄弱<sup>[3]</sup>。设计时多基于当前灌区的农业种植结构、水资源状况制定方案,未充分考虑未来农业结构调整、水资源变化趋势的影响。若未来种植结构调整改变灌溉需求,或水资源总量减少,现有方案可能无法适配新需求,需再次改造;部分基于当前水资源状况设计的节水措施,在未来条件变化后可能影响农业生产,导致方案长期适配性差,难以支撑灌区可持续发展。

## 4 老旧灌区节水改造工程的勘测设计优化对策

### 4.1 勘测阶段难点的优化对策

(1) 多维度补充资料与创新勘察手段。资料补充通过多种途径弥补原始资料缺失。走访灌区老技术人员,记录其对灌区历史布局、设施建设的记忆;参考同类型灌区完整资料,结合本灌区实际类比修正;利用卫星遥感影像反推不同年份地形变化,还原历史特征,为现状勘测提供参照。勘察技术升级突破现场障碍提升效率精度。采用无人机航拍覆盖灌区,快速获取地形、设施图像,解决复杂地形抵达难题;用地下管线探测仪定位埋地管网,避免盲目挖掘破坏;运用地质雷达对渠道、泵站基础无损检测,无需开挖探明内部结构,减少对作物干扰。(2) 提升关键参数勘测科学性。延长勘测周期并多时段监测,确保参数代表性。结合季节在丰水期、枯水期监测水文参数,记录来水量、地下水位变化;在作物不同生长阶段监测土壤含水率,捕捉参数动态规律,避免短期数据局限。设施参数勘测创新获取隐蔽结构信息。对淤积渠道、腐蚀泵站部件,用内窥镜深入观察;通过超声波检测测定设施壁厚、抗压强度,无需拆解即可完成检测,减少设施破坏,保证参数精准。(3) 强化环境与生态勘测系统性。构建生态关联勘测框架需结合流域视角。引入流域水文模型,模拟灌区与周边河流、湿地的水量交换,明确水力联系;分析不同改造方案对生态的影响,划定生态敏感区保护范围,为设计规避风险提供依据。细化土壤-作物勘测方案注重分类施策。按土壤质地、作物品种划分勘测单元,单元内均匀布设采样点;用便携式土壤检测仪现场测定保水能力、肥力,结合作物需水量模型,计算不同作物需水量,提升节水措施适配精度。

### 4.2 设计阶段难点的优化对策

(1) 平衡设施修复与节水功能适配。差异化改造设计按设施状况分类处理。对结构尚可的渠道、泵站,采用“局部修复+功能升级”,如渠道补缝后加装防渗膜、泵站电机维护后加智能模块,避免大规模拆建;对严重老化设施,按节水标准模块化改造,保留可利用部

件,降低成本与体系破坏。技术衔接优化注重兼容性设计。在新型节水设备与老旧输配水系统间增设适配接口与过渡装置,如装压力调节阀稳定压力,确保智能流量计工作;优先选操作简便、适配性强的设备,减少衔接断层。(2) 提升灌排系统优化设计精准度。灌排平衡精细化计算依托数据建模。结合勘测的地形、水文、土壤数据,构建灌区水文模型,精准划分灌排分区,模拟灌溉需求与排水压力,计算供需差值;据此优化渠道走向、断面尺寸,调整泵站扬程、流量,确保灌排能力匹配需求。地形适配性设计创新需因地制宜。陡峭区域用管道输水或建阶梯式渠道,减少水流冲刷;平缓区域优化渠道衬砌坡度,兼顾输水效率与防淤积,通过分段设计平衡地形限制。(3) 强化设计的长期运维与可持续性。运维导向型设计贴合管理实际。选用低成本、易维护设施,如塑料灌溉管道、机械计量设备,降低后期维护难度成本;配套建简易运维站点,配基础工具备件,结合管理团队水平制定操作手册。前瞻性设计预留发展空间。结合区域水资源规划、农业结构调整趋势,在渠道、泵站设计中留扩容接口,灌溉系统留智能化升级模块;方案融入动态调整机制,确保适配长期需求。

### 结束语

老旧灌区节水改造工程勘测设计难点涉及多方面,从资料缺失到设施适配矛盾,均需针对性解决。文中提出的创新勘测手段、差异化设计等对策,可有效突破难点。未来,结合技术发展持续优化方案,能进一步提升改造工程质量,助力老旧灌区实现水资源高效利用,更好适配现代农业发展需求,推动农业绿色可持续发展。

### 参考文献

- [1]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.
- [2]辛福德.灌区节水改造中的渠道防渗技术研究[J].科技资讯,2023,21(22):156-159.
- [3]李娜.灌区节水改造工程中的渠道防渗关键技术研究[J].工程技术研究,2023,8(02):219-221.