

灌区续建配套与节水改造设计

蒋洪钧

绍兴市水利水电勘测设计院有限公司杭州分公司

DOI:10.32629/btr.v8i12.5197

[摘要] 针对灌区工程设施老化、配套不完善、灌溉模式粗放及运维薄弱等突出问题,本文系统开展灌区现状调查与问题诊断,核算灌区水资源供需平衡,提出“全域统筹、干支联动、田间提质、系统增效”的续建配套与节水改造总体方案。方案以混凝土衬砌、预制U型槽、低压管道输水及微喷滴灌等节水技术为核心,优化灌溉制度,配套智能化管控设施,并制定标准化施工方案与安全环保措施,旨在提升灌溉水利用系数,增强灌区供水保障能力,促进区域农业节水增效与可持续发展。

[关键词] 灌区; 续建配套; 节水改造; 工程设计; 水资源平衡

中图分类号: S274 文献标识码: A

Design of Supporting Facilities Improvement and Water-Saving Renovation for Irrigation Districts

Hongjun Jiang

Hangzhou Branch, Shaoxing Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Institute Co., Ltd.

[Abstract] In response to prominent problems in irrigation districts, such as aging engineering facilities, incomplete supporting infrastructure, extensive irrigation practices, and inadequate operation and maintenance, this paper systematically conducts an investigation and diagnosis of the current conditions of irrigation districts, calculates the balance between water supply and demand, and proposes an overall scheme for supporting facilities improvement and water-saving renovation based on the principles of “integrated planning across the entire area, coordinated main and branch canal systems, improved field-level infrastructure, and enhanced overall system efficiency.” The scheme focuses on water-saving technologies such as concrete lining, prefabricated U-shaped channels, low-pressure pipeline water conveyance, and micro-sprinkler and drip irrigation. It also optimizes irrigation schedules, incorporates intelligent management and control facilities, and formulates standardized construction plans and safety and environmental protection measures. The objective is to improve irrigation water-use efficiency, strengthen water supply security in irrigation districts, and promote water-saving and efficiency-enhancing agricultural development and sustainable regional development.

[Key words] irrigation district; supporting facilities improvement; water-saving renovation; engineering design; water resources balance

引言

灌区是我国农业生产的基础设施,承担着保障粮食安全与水资源高效利用的重要使命。然而,大量始建于上世纪中后期的灌区因长期运行缺乏系统改造,面临渠系老化破损、配套缺失、灌溉粗放、管理薄弱等突出问题,水资源利用效率低,严重制约区域农业高质量发展。本文以典型灌区为研究对象,通过现状调查、供需平衡分析,系统提出续建配套与节水改造设计方案,为同类灌区改造提供技术参考与实践借鉴。

1 灌区现状调查与问题诊断

1.1 灌区基本概况调查

本次调查系统梳理灌区全域基础情况,该灌区地处区域农业核心地带,隶属于典型流域水系,覆盖多个乡镇及行政村,惠及数万常住农业人口,区域耕地集中连片,是当地粮食生产与特色农业发展的核心载体。灌区始建于上世纪中后期,历经多次简易修缮,整体采用渠灌为主、局部补灌为辅的灌溉模式,设计灌溉面积规模适中,现状有效灌溉面积较设计值存在一定缩减。灌区主要种植小麦、水稻、玉米等粮食作物及各类经济作物,种植结构稳定且复种指数较高。水源依托周边河道及中小型水库,配套建成干渠、支渠、斗渠及田间毛渠四级渠系网络,配套各类水闸、渡槽、涵洞、泵站等水工建筑物^[1]。同时核查灌区现状

取水许可指标、历年引用水量、灌溉水利用系数及农田水利管护体系,全面摸清灌区工程建设、水资源利用、农业生产及运维管理基础底数,为后续问题诊断与方案设计提供真实数据支撑。

1.2存在的主要问题

结合实地踏勘、数据核查与农户走访,梳理出灌区现状多方面突出问题。一是工程设施老化破损严重,渠系多为早期修建,长期运行未系统改造,渠道衬砌脱落、渗漏坍塌、淤积堵塞问题频发,输水损耗极大,灌溉水有效利用系数远低于行业标准。二是配套设施不完善,部分田间渠系断层、水工建筑物老化失效,控水、分水、排水设施缺失,无法实现精准控水灌溉,高低地块灌溉不均、局部积水内涝问题突出。三是灌溉模式粗放,农户多采用大水漫灌方式,节水灌溉技术普及率低,水资源浪费严重,适配现代农业种植的灌溉体系尚未形成。四是运维管理体系薄弱,管护人员不足、经费短缺,巡查维修、清淤养护工作滞后,工程病害持续累积。五是应对极端天气能力不足,枯水期供水短缺、汛期渠系行洪不畅,水资源调配能力薄弱,严重制约灌区农业稳产增效与可持续发展。

2 灌区水资源供需平衡分析

2.1灌区用水量分析

本次用水量分析以灌区现状种植结构、灌溉制度及生产规模为核心依据,精准核算全域各类用水总量。灌区用水以农业灌溉用水为主,涵盖粮食作物、经济作物全生育期灌溉用水,辅以少量农村生活用水、畜禽养殖用水及生态补水。结合历年气象数据、作物需水规律及实地灌溉调研数据,分作物、分生育期统计净灌溉用水量,再结合现状渠系输水损耗、田间灌水损耗,核算毛灌溉用水量。经统计,灌区现状年均农业灌溉用水量占总用水量90%以上,是区域用水核心主体。受种植结构调整、复种指数波动及粗放灌溉模式影响,灌区用水存在季节性集中、峰值用水量偏大、无效损耗占比过高的特点。

2.2灌区来水量分析

灌区来水主要由地表径流、水库蓄水及河道过境水构成,本次基于长系列水文监测数据开展来水量专项分析。收集灌区流域近三十年逐月、逐年水文资料,统计多年平均径流量、丰枯期来水规律及极端水文年份来水特征,明确灌区水源补给时空分布特点^[2]。数据显示,灌区来水时空分布极不均衡,汛期降水充沛、河道来水量大,大量水资源未有效拦蓄利用,多以弃水形式流失;枯水期降水稀少、河道径流量锐减,水库蓄水不足,无法满足作物关键生育期灌溉需求。且现有水源调蓄工程规模有限,缺乏完善的蓄水、引水、调水配套设施,无法实现丰蓄枯用、错峰补水,水资源时空调配能力薄弱,是制约灌区供水保障能力的核心因素。

2.3现状供需平衡计算

基于现状来水量、用水量数据,采用水利工程供需平衡规范计算方法,开展灌区现状水平年供需平衡精准核算。以典型平水年、枯水年、特枯水年为计算工况,分别统计不同水文年份灌区可供水总量、各类用水总需求量,核算供需差值与缺水率。计算

结果表明,平水年灌区整体供需基本平衡,局部时段存在短期缺水问题;枯水年及特枯水年缺水问题突出,年均缺水量较大,缺水时段集中在春播、夏灌等作物需水关键期。从空间分布来看,灌区上游水源充足、供水稳定,中下游渠系损耗大、供水保障率低,区域供需失衡问题显著。整体而言,现状灌区无系统性供水缺口,但水资源时空匹配度差、工程输水保水能力不足导致结构性缺水突出,灌溉供水保障率未达到现代农业生产标准,无法稳定支撑区域农业高质量发展需求。

3 灌区续建配套与节水改造总体方案设计

3.1设计依据与设计原则

本次灌区改造方案设计严格遵循国家、行业现行水利工程建设标准与规范,核心依据包含《灌溉与排水工程设计标准》《农田水利工程建设规范》《节水灌溉工程技术规范》等行业准则,同时结合区域水资源综合规划、农田水利发展规划、水土保持方案及灌区现状勘查、水文核算成果,确保设计内容合规、数据精准、贴合实际^[3]。设计全程坚守四大核心原则,一是因地制宜、实事求是,立足灌区地形地貌、水源条件、种植结构,精准匹配改造方案,杜绝盲目建设;二是节水优先、高效利用,以提升水资源利用效率为核心,聚焦输水损耗、田间浪费等核心问题;三是统筹兼顾、综合施策,兼顾工程改造、生态保护、运维管理,实现灌溉、排水、防洪、生态功能协同提升;四是经济合理、实用长效,优选成熟可靠、性价比高的技术工艺,兼顾工程建设质量与后期运维便利性,保障工程长期稳定发挥效益。

3.2改造总体布局方案

结合灌区现状问题与供需平衡分析结果,构建“全域统筹、干支联动、田间提质、系统增效”的总体改造布局。整体以现有渠系骨架为基础,不改变原有灌溉分区与输水主线,重点优化完善四级渠系网络体系。主干渠重点实施清淤疏浚、边坡修整、衬砌加固工程,修复破损渠段、补齐断层渠段,提升主干输水能力与保水性能;支渠、斗渠针对性开展标准化改造,完善渠道衬砌、护岸防护设施,优化分水、控水节点布局;田间毛渠全面规整,打通灌溉“最后一公里”,消除灌溉盲区。同步配套改造老化水闸、渡槽、涵洞、泵站等水工建筑物,修复设备故障、更新老旧构件,提升控水调度精度。同时,合理布设排水系统,完善田间排水管网,解决局部积水内涝问题,配套建设水量监测、水位管控等智能化设施,形成“输水通畅、控水精准、排水顺畅、调度高效”的现代化灌区水利工程布局体系。

3.3灌区灌溉制度优化设计

为适配节水改造后的工程条件与现代农业生产需求,本次全面优化灌区传统灌溉制度。结合区域气象数据、土壤墒情、作物需水特性,分粮食作物、经济作物分类制定精准灌溉方案,细化各类作物播种、分蘖、灌浆、成熟等全生育期的灌溉定额、灌溉周期、灌水深度。摒弃传统大水漫灌、凭经验灌溉的粗放模式,推行定额灌溉、适时灌溉、按需补水的精细化制度^[4]。根据丰枯水期差异,制定差异化灌溉调度方案,汛期适度减少灌溉频次、利用天然降水补水,枯水期精准管控灌溉水量、优先保障

核心作物需水。同步配套灌溉用水管控制机制,规范农户用水时序与用水量,通过制度优化最大限度减少田间用水浪费,提升水资源时空利用效率,实现节水增效、稳产增收的双重目标。

3.4 节水改造技术选型

本次改造立足灌区地形条件、种植模式、工程现状,择优选用成熟、高效、适配性强的节水改造技术,构建多元化节水技术体系。渠系输水环节,主干渠、支渠优先采用混凝土衬砌节水技术,有效降低渠道渗漏损耗,提升输水效率;田间斗渠、毛渠根据地块分布,选用预制U型槽衬砌技术,兼具造价低、施工快、运维简便的优势。田间灌溉环节,集中连片大田作物区域推广低压管道输水灌溉技术,零散地块、经济作物种植区适配微喷灌、滴灌等高效节水灌溉技术,精准匹配作物需水规律。配套布设智能化水量监测、水位传感、远程控水设备,实现灌区用水智能化调度与精细化管控。所有选型技术均经过实地适配论证,兼顾节水效果、建设成本、运维难度及使用寿命,杜绝技术堆砌与资源浪费,确保节水改造技术落地见效,全面提升灌区节水能力与现代化灌溉水平。

4 工程施工方案与质量安全保障

4.1 主要工程施工工艺

本次灌区改造工程涵盖渠道清淤、衬砌加固、建筑物修缮、管道铺设、设备安装等多项施工内容,各工序均采用标准化、规范化施工工艺。渠道清淤采用机械清淤辅以人工修整的工艺,彻底清除渠内淤泥、杂物、杂草,平整渠底与边坡,保障渠线顺直、断面规整。渠道衬砌严格按照设计厚度与坡度施工,基层压实找平后铺设防渗材料,采用现浇混凝土一次性浇筑成型,做好振捣、收面、养护工序,杜绝空鼓、开裂、渗漏问题。水工建筑物改造采用拆除旧构件、基础加固、钢筋绑扎、模板支护、混凝土浇筑的标准化工艺,精准把控结构尺寸与施工精度。管道工程严格遵循开槽、垫层铺设、管道安装、接口密封、回填夯实、水压试验的施工流程。智能化设备安装做好定位校准、线路布设、调试检测,确保各项施工工艺符合行业规范,保障工程施工质量达标、结构稳定、性能可靠。

4.2 施工总体部署与进度安排

结合灌区工程分布特点、施工条件及农业生产时序,科学制定施工总体部署与进度计划。施工总体遵循“分段施工、分区推进、错峰作业、完工即投用”的思路,优先实施病害严重、灌溉效益薄弱、群众需求迫切的渠段与工程,避免集中施工影响农业正常灌溉。组建专业施工班组,明确技术、安全、质量、后勤各岗位职责,划分施工责任区域,统筹调配施工机械、物料、人员资源。整体工程分四个阶段推进,第一阶段开展现场清理、测量放线、临时设施搭建及前期筹备工作;第二阶段实施渠道清

淤、主体衬砌、建筑物改造等核心工程;第三阶段完成管道铺设、设备安装、配套设施建设及调试工作;第四阶段开展工程收尾、场地复原、质量自检及竣工验收准备。合理规避作物灌溉关键期,细化月度、周度施工计划,动态管控施工进度,确保工程按期保质完成。

4.3 施工安全与环保措施

工程施工全程坚守安全第一、绿色施工原则,全面落实安全与环保管控措施。安全管理方面,建立健全施工安全责任体系,开展岗前安全培训与警示教育,配备齐全安全防护设备、警示标识,对基坑开挖、机械作业、用电施工等高危工序制定专项安全方案,落实专人值守管控。定期开展安全隐患排查,及时整改设备故障、违规操作、现场防护不到位等问题,杜绝坍塌、机械伤害、触电等安全事故^[5]。环保管控方面,严格落实扬尘、噪音、污水、固废治理措施,施工场地定期洒水降尘,机械作业避开居民休息时段减少噪音污染,施工废水经沉淀处理后回用,建筑垃圾、生活垃圾分类收集、合规清运处置。施工结束后及时清理场地、恢复植被与原有地貌,最大限度降低工程施工对周边生态、农田及人居环境的影响,实现安全施工、绿色施工、文明施工。

5 结束语

灌区续建配套与节水改造是提升水资源利用效率、保障农业稳产增效的关键举措。本文通过现状诊断与供需分析,构建了涵盖渠系整治、技术选型、制度优化及施工保障的系统化改造方案,可有效解决工程老化、输水损耗大、灌溉粗放等核心问题。建议后续实施中强化智能化管控与运维体系建设,确保工程长期稳定运行,切实推动灌区向现代化、精细化方向转型,为区域农业可持续发展提供坚实水利支撑。

【参考文献】

- [1]欧玲.天生桥灌区续建配套与节水改造设计分析[J].陕西水利,2023(4):77-79.
- [2]杜成祥.瓠杓岭引榕灌区续建配套与节水改造设计分析[J].陕西水利,2023(11):89-90,93.
- [3]王武军.鸳鸯大型灌区续建配套与节水改造工程方案设计分析[J].云南水力发电,2024,40(3):4-8.
- [4]李洪涛.大功引黄灌区续建配套与节水改造中支渠进水闸设计[J].河南水利与南水北调,2024,53(11):47-48.
- [5]廖强.密里灌区续建配套与节水改造项目设计综述[J].黑龙江水利科技,2023,51(8):83-85.

作者简介:

蒋洪钧(1994--),男,汉族,浙江人,本科,工程师,研究方向:水利水电工程。