

基于可持续发展的灌区水利设计创新思路

张方文

哈密托实水利水电勘测设计有限责任公司乌鲁木齐分公司, 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市, 830000;

摘要: 可持续发展理念给现代灌区水利设计提供主要导向, 它的创新思路要兼顾生态保护、资源高效利用和社会需求的协调发展。本文从理念革新、技术突破、管理优化、协同机制四个方面, 探究基于可持续发展的灌区水利设计创新途径, 把生态融合、资源循环、民生适配当作理念内核, 整合智慧化监测、生态化工程、低耗化技术形成技术体系, 依靠全周期管控、数字化赋能、多元共治改善管理模式, 依靠跨域协同、产业融合、公众参与创建协同框架, 促使灌区水利工程由单一功能转向“生态-经济-社会”三维可持续, 给新时代灌区高质量发展赋予设计参照。

关键词: 可持续发展; 灌区水利设计; 创新思路; 智慧水利; 生态水利

DOI: 10.69979/3060-8767.26.03.020

引言

在全球资源约束和生态保护诉求越来越突出的情况下, 灌区水利工程作为农业生产、水资源调配的核心载体, 其设计理念和技术路径正在发生系统的变革。可持续发展理念冲破了传统灌区水利“重工程建设、轻生态保护”“重短期效益、轻长期适配”的束缚, 设计时要顾及资源集约、生态平衡、民生保障这三者之间的多元目的。因此, 灌区水利设计要打破传统的工程思维, 用创新驱动解决水资源供需矛盾、生态保护与生产发展之间的协同难题, 依靠理念重塑、技术集成、管理升级、机制创新, 创建起具有适应性、高效性、可持续性的现代灌区水利系统, 为区域农业可持续发展、生态安全保障提供坚实支撑, 这是新时代水利事业高质量发展的必然要求, 也是践行生态文明建设的核心实践。

1 基于可持续发展的灌区水利设计理念创新

1.1 生态融合导向的设计理念

以可持续发展为导向的灌区水利设计, 要将生态保护理念系统地融入工程规划的各个环节, 彻底摒弃以往工程优先、生态让步的传统思维, 积极构建水利工程、生态系统、自然环境三者协同共生的新型设计框架。设计时要充分尊重区域原有的水文肌理和生态格局, 保留、修复自然河流廊道、生物栖息地、生态敏感区, 科学地优化渠系平面和断面的布置, 尽可能减少对自然水系的干扰。积极采用生态友好型工程设计方法, 推动灌溉功能和生态修复的有机统一, 把灌区渠道同生态护岸、人工湿地系统等有机结合起来, 提高水体的自净能力以及

生物多样性的支持功能, 使水利设施真正成为维持区域生态平衡的重要载体。另外可以设置植被缓冲带、多级生态沟渠等, 有效拦截和净化农业面源污染物, 实现水资源高效利用和生态环境保护的协同发展, 最终使灌区水利工程在保证灌溉的基础上, 还承担起修复生态、涵养水源、改善区域微气候等多重功能。

1.2 资源循环导向的设计理念

在可持续发展理念的指引下, 灌区水利设计要创建起“蓄一引一用一回”全流程水资源循环利用体系, 从源头上改变传统“取水—灌溉—排放”的单向线性用水方式。设计时要综合利用地表水、再生水、雨洪资源、灌溉回归水等各种水源, 采用模块化泵池、分布式蓄水设施、智能调蓄水池等新型工程手段, 实现水资源时空调配与高效复用, 构建类似地表水银行一样的弹性水资源存储与调度机制^[1]。同时要将节水优先的原则贯穿始终, 大力推行精准灌溉、水肥一体化、土壤墒情监测等节水技术, 把节水技术系统地融入到渠系设计、田间配套、管理系统之中, 实现水资源在区域和作物生长周期的梯级利用和精细配置。

1.3 民生适配导向的设计理念

灌区水利工程要实现真正意义上的可持续, 必须在设计中充分契合民生需求, 彻底转变重灌溉、轻民生的单一目标导向, 逐步构建灌溉保障、生活供水、生态宜居多元功能协同的设计策略。设计时应该统筹考虑农业生产用水和群众生活用水、生态环境用水的关系, 利用渠系延伸、管道输水、智慧供水系统等手段, 系统性地解决偏远地区灌溉和饮水安全问题。同时应将灌区水利

工程与乡村人居环境提升相结合,利用渠、塘、库等水体空间打造集灌溉调蓄与景观休闲为一体的生态廊道,在绿化美化、滨水步道、休闲设施等方面加以配套设计,增强民众的参与感和获得感。另外设计要体现地域差异性,根据不同区域的自然条件、种植结构、农户用水习惯制定差异化、可操作性强的工程方案,使可持续发展的理念通过具体、人性化的水利设计落实到实处,惠及广大农村地区和农业人口。

2 基于可持续发展的灌区水利设计技术创新

2.1 智慧化技术集成创新

依靠数字化、网络化技术创建智慧灌区设计体系,是可持续发展导向下主要的技术创新途径。设计时应将5G、物联网、云计算、大数据、数字孪生等新一代信息技术融合起来,创建起覆盖全灌区的“天空地”一体化立体监测感知网络,对土壤墒情、气象数据、水位流量、水质参数、工程结构状态等各方面信息实施实时采集,并且将这些信息无缝对接到云端智能调度平台^[2]。通过创建灌溉需水预测模型、动态配水优化算法以及智能决策支持系统,从而达到水源到田间精准水量调配、高效用水的目的。结合远程自动控制技术、智能闸门、无人巡检设备等,使渠系运行达到精细化、自动化管控的目的,明显提高响应速度和水资源利用率。另外,将BIM和GIS技术集成在一起来创建灌区水利数字孪生体,可在虚拟空间里反映物理灌区的实时状况,支持从工程规划、设计仿真、施工管理到长期运维的全生命周期可视化管控与智能优化。

2.2 生态化工程技术创新

生态化技术的创新应用是灌区与自然和谐共生的重要保证。在设计过程中要突破传统以混凝土为主的刚性工程结构的局限,积极推广使用生态友好型材料,例如生态透水砖、植生混凝土、天然纤维织物等低碳环保材料,最大程度上减少对原有的水生态系统和土壤结构的破坏。在渠道设计与整治时使用生态护坡、柔性防护结构、模块化分仓式渠道等新的工程方法,既可以保证输水安全、防渗效果,又可以加强水体、土壤、生物之间相互影响的作用,提高渠道系统生态服务功能。通过合理设置蓄水净化区、生物过滤带、生态调控池等组合单元来达到灌区内部水体自然净化、重复利用的目的。在灌区排水末端可设置人工湿地、生态塘等绿色基础设施,对灌溉回归水进行生态处理,改善水质,削减面源污染,实现水资源循环再利用。

2.3 低耗化节能技术创新

贯彻可持续发展理念,灌区水利系统全周期内要达到低能耗、低排放的运行效果。设计阶段要系统性地采用节能技术,优先选用高效水泵、节能电机、智能变频调控装置等低能耗设备,并结合水力仿真和系统优化,大幅度降低泵站及提水系统的电能消耗。输水渠道设计时,要利用水力学模型对渠线、纵坡和断面形式进行多方案比选,尽可能减小水头损失和渗漏损失,提高输水效率。同时应积极推广可再生能源的应用,在灌区设施屋顶、边坡、空闲场地布置太阳能光伏板、小型风力发电装置,为灌区信息监测、闸门控制、通信传输等设施提供绿色电力,逐步构建以清洁能源为补充的能源供应体系。

3 基于可持续发展的灌区水利设计管理创新

3.1 全生命周期管控模式创新

创建全生命周期管理体系是提高灌区水利设计可持续性的关键保障,要冲破传统“重建设、轻运维”的管理束缚,把可持续理念融入规划、设计、建设、运维、更新的全部环节^[3]。在设计阶段就要进行前瞻性论证,充分考虑工程长期运行的生态影响和资源需求,预留技术升级和功能拓展的空间;建设阶段加强绿色施工管理,减少建筑垃圾和生态破坏;运维阶段依靠数字化平台实现精细化管理,用智能巡检、预防性维护等手段延长工程使用寿命;更新阶段采用以旧换新、生态化改造的思路,避免大拆大建造成的资源浪费,形成设计、建设、运维、更新的闭环管控模式,保证灌区水利工程长期可持续运行。

3.2 数字化管理机制创新

以数字化转型推进管理模式创新,是可持续发展导向下灌区水利设计的支撑。设计时应创建“数据驱动”的管理架构,依靠统一的数据标准和共享平台,把水资源、工程状况、灌溉需求等各方面的数据加以整合分析,从而给管理决策赋予科学依据,还要创建“一渠一策、一池一策”的动态管理机制,依照实时监测数据来改进调度方案,提升管理精确度,另外可以引入智能化运维工具,利用无人机巡航、遥控清障设备等技术手段,削减管理成本,加快工作效率,促使灌区水利管理由“经验驱动”向“数据驱动”“智能驱动”转变,给可持续发展赋予管理保障。

3.3 多元共治管理体系创新

可持续发展的灌区水利设计要依靠多元主体的共同参与,冲破传统“政府主导”的单一类型管理方式,创建起“政府引导、企业参与、群众监督”的多元共治体系。设计阶段要创建公众参与机制,借助调研咨询、意见征集等途径吸纳农户、基层组织的合理意见,保证设计方案契合实际需求,还要引入市场机制,促使社会资本参与到灌区水利工程建设及运营当中,塑造起可持续的投入机制,另外还要明晰各方权责边界,创建起跨部门协同管理机制,统筹水利、农业、生态等诸多领域资源,形成管理合力,借助多元共治来提升灌区水利设计的科学性与可行性,保证可持续发展目标的达成。

4 基于可持续发展的灌区水利设计协同创新

4.1 跨区域协同设计创新

灌区水利系统可持续发展离不开区域间协同联动,设计时要冲破行政边界束缚,创建起“流域统筹、区域协同”的设计格局^[4]。针对水资源分布不均问题,利用跨区域渠系联通、水资源调配工程等措施来达到区域间水资源的互补共享的目的,在满足流域生态保护要求的前提下,统筹上下游、左右岸灌区水利设计,使工程建设与流域生态安全相适配,另外建立区域协同调度机制,用统一监测平台、调度规则来优化不同灌区、不同用途间的水资源配置,避免碎片化设计造成的资源浪费和生态破坏,提高区域水资源可持续利用水平。

4.2 产业融合协同设计创新

将灌区水利设计同相关产业深度融合,是拓宽可持续发展维度的一种新的创新思路。设计时应注意灌溉功能和产业发展需求相结合,通过水利工程与农业、旅游、生态等产业的协同设计,打造水利+融合发展模式,在保证灌溉的同时,依托灌区生态廊道发展休闲农业、乡村旅游,将生态效益转化为经济效益,并结合农业现代化发展需求,将灌区水利设计与高标准农田建设、农业产业结构调整相结合,用精准灌溉、水肥一体化等设计支撑现代农业的发展,使灌区水利工程成为带动区域产业升级、促进经济可持续发展的纽带。

4.3 公众参与协同设计创新

公众广泛参与是灌区水利设计可持续性的保证,应该形成“设计-参与-反馈-优化”的协同机制^[5]。设计之

初利用宣传引导的方式普及可持续发展理念,提升公众对灌区水利设计的认识程度以及参与的积极性,设计期间建立畅通的意见反馈渠道,吸收农户、专家、社会组织等方面的意见,改进设计方案,设计完结之后借助技术培训、手册指导等途径,促使公众学会使用智慧灌溉、节水设施,创建起公众监督体系,引导群众参与到工程运维监督和水资源保护当中,营造出“设计为群众服务、设计依靠群众”的良好局面,保证灌区水利工程的可持续运行得到广大社会民众的大力支持。

5 结束语

基于可持续发展的灌区水利设计创新,是新时代水利事业高质量发展的重大命题,它实质上是依靠理念、技术、管理、协同等方面的革新,促使灌区水利工程由“功能单一化”向“生态-经济-社会”三维可持续转变。本文提出的生态融合、资源循环、民生适配的理念创新,智慧化、生态化、低耗化的技术创新,全生命周期、数字化、多元共治的管理创新,跨区域、产业融合、公众参与的协同创新思路,构建了一个比较完整的创新框架,给灌区水利设计提供了一条实践路径。随着技术的发展以及可持续发展理念的深入,灌区水利设计还要继续探索技术创新与生态保护共生、工程建设与民生改善同步、短期效益与长期发展兼顾的实现途径,依靠多学科融合、多主体协同、多技术集成来不断丰富创新内涵,使灌区水利工程真正成为支撑农业可持续发展、保障生态安全、增进民生福祉的重要基础设施,为建设人与自然和谐共生的现代化提供坚实的水利保障。

参考文献

- [1] 孟庆佑. 青州灌区节水型农业水利工程设计与实践[J]. 农业工程技术, 2025, 45(23): 81-82.
- [2] 张倩, 陈婧, 杜轶. 绰勒水利枢纽下游内蒙古灌区五道河子灌域田间工程创新设计[J]. 内蒙古水利, 2024, (02): 94-95.
- [3] 付廷荣. 农业灌区水利工程设计指标及综合研究[J]. 水利科技与经济, 2022, 28(12): 125-128.
- [4] 栾天晴. 浑蒲灌区水利信息化系统设计应用研究[D]. 沈阳农业大学, 2020.
- [5] 王转周. 河西地区灌区农田水利渠道设计及其施工技术探讨[J]. 农业科技与信息, 2020, (16): 88-89.