

水利水电工程中灌区规划设计研究

薛红利

河南省水务规划设计研究有限公司 河南 郑州 450000

摘要：灌区规划设计是水利水电工程的核心组成部分，直接关系水资源高效利用、农业生产稳定和生态环境可持续发展。本文界定灌区规划设计核心概念，阐述其基本原则、理论支撑与技术体系，分析规划设计的核心内容、流程及当前存在的水资源配置不合理、灌排系统不完善等问题，提出针对性优化策略并论证其可行性。研究旨在完善灌区规划设计理论与实践，为水利水电工程灌区建设提供科学指导，实现灌溉、经济、生态效益协同统一。

关键词：水利水电工程；灌区；规划设计

引言：水资源短缺与农业用水需求增长的矛盾日益突出，水利水电工程作为水资源调配的核心载体，其灌区规划设计的科学性至关重要。灌区是农业灌溉的核心依托，合理的规划设计能提升水资源利用效率、防范农业灾害、保护生态环境。当前我国部分灌区规划仍存在诸多短板，制约工程效益发挥。基于此，本文围绕水利水电工程中灌区规划设计展开研究，梳理相关理论，剖析现存问题，提出优化方案，为灌区高质量建设提供支撑。

1 水利水电工程灌区规划设计相关理论基础

1.1 灌区规划设计核心概念界定

（1）灌区的定义与分类：灌区是指通过水利工程设施，将水资源输送到农田、林地等区域，满足灌溉需求的区域综合体。按水源类型可分为地表水灌区、地下水灌区和混合灌区；按灌溉规模可分为大型、中型和小型灌区，不同类型灌区的规划设计重点存在差异。（2）水利水电工程与灌区的关联性：水利水电工程是灌区运行的核心支撑，水库、泵站、渠道等设施为灌区提供稳定水源和输水保障；灌区则是水利水电工程的重要应用场景，其规划设计需与水利水电工程的整体布局、供水能力相匹配，实现水资源的高效利用。（3）灌区规划设计的核心内涵：以水资源合理配置为核心，结合区域自然条件和农业生产需求，统筹布局灌排系统、配套设施，明确灌溉方式和管理模式，实现灌溉效益、生态效益和经济效益的协同统一^[1]。

1.2 灌区规划设计的基本原则

（1）水资源合理利用原则：优先利用当地水资源，统筹兼顾生活、生产和生态用水，避免水资源浪费，实现供需平衡，提升水资源利用效率。（2）因地制宜原则：结合区域地形、气候、土壤、水文等自然条件，以及农业种植结构、经济发展水平，制定贴合实际的规划方案，避免照搬套用。（3）生态环境保护原则：规划

设计过程中注重保护区域生态环境，减少工程建设对植被、水体、土壤的破坏，防范水土流失和水体污染，实现灌区可持续发展。（4）经济技术可行原则：兼顾工程投资成本与后期运行管理费用，选用成熟、适用的技术和设备，确保工程建设可行、运行高效、经济合理。

1.3 灌区规划设计的核心理论支撑

（1）水资源优化配置理论：通过科学分析水资源供需关系，运用数学模型和优化方法，合理分配不同区域、不同用途的水资源，实现水资源高效利用。（2）农田水利工程理论：为灌排系统、泵站、水闸等设施的设计、施工和运行提供理论指导，确保工程结构安全、功能完善。（3）生态水利理论：融合生态学与水利工程学，强调工程建设与生态环境的协调发展，减少对生态系统的干扰，保护生物多样性。

1.4 灌区规划设计的核心技术体系

（1）水文水资源勘察技术：通过水文监测、水资源评价等手段，掌握区域水资源总量、分布特征和变化规律，为规划设计提供基础数据。（2）灌排系统设计技术：包括渠道选型、断面设计、泵站选型等，确保灌排系统输水顺畅、灌溉均匀，满足作物生长需求。（3）信息化规划技术：运用物联网、大数据等技术，构建灌区信息化管理平台，实现对灌排系统运行状态的实时监测和精准调控，提升管理效率。

2 水利水电工程灌区规划设计的核心内容与流程

2.1 灌区基础条件勘察与分析

（1）自然条件勘察：全面勘察灌区地形地貌，明确坡度、地貌类型，为灌排系统布局提供依据；勘察地质条件，排查不良地质隐患，保障工程安全；分析区域气候特征，掌握降水、气温、蒸发量等数据，适配作物灌溉需求；监测水文情况，摸清水源分布、径流量变化，明确灌溉水源潜力。（2）社会经济条件分析：调研灌区

人口数量、分布及生活用水需求,兼顾生产与生活用水协调;分析农业种植结构、种植规模,明确灌溉面积及作物需水规律;结合区域产业布局,统筹考虑农业、工业及其他产业用水分配,确保规划贴合区域发展实际。

(3) 水资源供需平衡分析:核算灌区水资源总量,包括地表水、地下水可利用量;统计各行业用水需求,预测未来用水增长趋势;通过供需对比,分析缺口或盈余,提出水资源调配方案,确保灌溉用水稳定供应,实现供需平衡。

2.2 灌区规划布局设计

(1) 灌区范围与分区规划:结合水源条件、地形地貌和行政区划,合理划定灌区范围,明确灌溉边界;根据作物类型、灌溉需求和自然条件,划分不同灌溉分区,针对性制定各分区灌溉方案,提升灌溉合理性。

(2) 灌排系统总体布局:统筹规划灌溉渠道与排水系统,遵循“灌排结合、分区控制”原则,合理布置干、支、斗、农各级渠道,确保输水高效;配套布置排水系统,避免农田内涝,保障作物正常生长。(3) 水利水电配套设施布局:结合灌排系统布局,规划泵站、水闸、水库等配套设施,明确设施位置、规模和功能;确保配套设施与灌排系统、水源工程衔接顺畅,提升灌区供水保障能力和调控水平^[2]。

2.3 灌区灌排工程设计

(1) 灌溉工程设计:设计渠道断面尺寸、材质,确保输水能力满足灌溉需求,减少渗漏;选型适配的泵站设备,明确安装位置和运行参数,保障输水动力;设计取水建筑物,确保能稳定提取水源,适配水源类型和取水条件。(2) 排水工程设计:设计排水沟道断面、坡度,确保排水通畅,避免淤积;根据内涝风险,合理布置排水泵站,确定泵站扬程和排水量,及时排出田间积水,防止土壤盐碱化。(3) 灌排工程配套设施设计:配套设计量水、分水设施,实现灌溉用水精准计量和合理分配;设计防护设施,防范渠道坍塌、渗漏等问题;配套管理设施,为工程后期运行维护提供保障。

2.4 灌区规划设计的流程与管控

(1) 规划设计前期准备:组建专业团队,明确设计目标和任务;收集区域自然、社会、经济及水利相关资料,开展实地考察,为设计工作奠定基础;梳理设计重难点,制定初步工作方案。(2) 方案编制与比选:结合基础勘察资料,编制多个灌区规划设计方案,明确各方案的工程布局、技术参数和投资预算;从技术可行性、经济合理性、生态适应性等方面对比分析,筛选最优方案。(3) 设计实施与过程管控:按照最优方案开展详细

设计,明确施工技术要求和质量标准;施工过程中加强质量、进度、投资管控,及时处理施工中的技术难题;建立管控机制,确保设计方案落地落实,保障工程建设质量。

3 水利水电工程灌区规划设计的问题与优化策略

3.1 当前灌区规划设计存在的主要问题

(1) 水资源配置不合理问题:部分灌区规划设计中,未充分结合区域水资源总量和分布特征,存在水资源分配失衡现象。一方面,灌溉用水分配与作物需水规律不匹配,高峰期供水不足、非高峰期水资源浪费严重;另一方面,未统筹兼顾生活、生产、生态用水,部分灌区过度挤占生态用水,同时地表水与地下水利用不协调,导致地下水位异常波动,加剧水资源短缺矛盾。

(2) 灌排系统设计不完善问题:灌排系统布局缺乏科学性,部分灌区渠道等级划分不合理,干、支、斗渠衔接不畅,存在输水损耗大、灌溉不均匀等问题;部分渠道未进行防渗处理,渗漏损失严重,降低水资源利用效率。排水系统设计滞后,排水沟道断面不足、坡度不合理,易发生淤积和内涝,部分低洼区域排水泵站配置不足,无法及时排出田间积水,导致土壤盐碱化加剧^[3]。

(3) 生态保护与工程建设不协调问题:规划设计过程中,过度注重工程效益和灌溉需求,忽视生态环境保护,工程建设破坏灌区周边植被、水体和土壤结构,导致水土流失加剧。部分灌区未设置生态缓冲带,灌排废水直接排放,污染周边水体,影响生物多样性;工程建设未充分考虑生态流量,导致河道断流、湿地萎缩,破坏区域生态平衡。(4) 技术应用与管理水平不足问题:信息化、智能化技术应用滞后,多数灌区未构建完善的监测管控系统,无法实时掌握水资源动态、灌排系统运行状态,灌溉调度缺乏科学性和精准性。同时,灌区管理体制不健全,管理队伍专业素养不足,缺乏专业的设计、运维人才,后期工程维护不到位,导致部分设施老化、损坏严重,影响灌区正常运行。

3.2 灌区规划设计的优化原则与目标

(1) 优化原则:坚持水资源高效利用原则,统筹调配各类水资源,提升利用效率,实现供需平衡;坚持生态优先原则,推动工程建设与生态环境保护协同发展,减少生态破坏;坚持因地制宜原则,结合区域自然条件、社会经济水平和农业需求,制定贴合实际的优化方案;坚持技术可行、经济合理原则,选用成熟适用的技术,控制工程投资和运维成本,兼顾效益与可行性。

(2) 优化目标:经济目标方面,降低灌区工程建设和运行成本,提升灌溉保障能力,促进农业增产、农民增

收,推动区域农业经济高质量发展;社会目标方面,完善灌排设施,保障农业生产稳定,解决灌区群众用水难题,改善农村生产生活条件,促进区域社会和谐稳定;生态目标方面,修复灌区生态环境,减少水土流失和水体污染,保障生态流量,保护生物多样性,实现灌区可持续发展。

3.3 灌区规划设计的具体优化策略

(1)水资源优化配置策略:开展精准水资源核算,明确地表水、地下水可利用量,建立水资源供需预测模型,结合作物需水规律,制定动态调配方案。推行地表水与地下水联合利用,合理控制地下水开采量,补充地下水储量;建立跨区域水资源调配机制,统筹兼顾各行业用水,优先保障生态用水,实现水资源高效合理分配。(2)灌排系统设计优化措施:优化灌排系统布局,合理划分渠道等级,完善干、支、斗、农各级渠道衔接,采用防渗材料对渠道进行改造,降低输水损耗。优化排水沟道断面和坡度,定期开展清淤疏浚,提升排水能力;根据内涝风险,合理增设排水泵站,优化泵站运行参数,防范土壤盐碱化和农田内涝^[4]。(3)生态友好型设计优化路径:在灌区规划设计中预留生态缓冲带,保护周边植被和湿地,减少工程建设对生态环境的破坏;规范灌排废水排放,建设污水处理设施,实现废水达标排放。合理设置生态流量,保障河道、湿地生态用水需求,推动生态系统修复,实现工程效益与生态效益双赢。(4)技术与管理水平提升策略:推广应用物联网、大数据、智能化控制技术,构建灌区信息化管理平台,实现水资源动态监测、灌排系统精准调控和运行状态实时监管。完善灌区管理体制,加强管理队伍建设,开展专业技能培训,提升管理人员专业素养;建立健全工程维护管理制度,定期对灌排设施进行检修维护,延长设施使用寿命。

3.4 优化策略的可行性分析

(1)技术可行性:当前水资源优化配置、灌排系统防渗、信息化管控等技术已日趋成熟,国内外已有诸多成功应用案例,可直接借鉴推广。同时,我国水利工程

技术水平不断提升,专业技术人才储备充足,能够为优化策略的实施提供坚实的技术支撑和人才保障,确保各项优化措施落地见效。(2)经济可行性:优化策略以现有灌区设施为基础,重点进行改造升级,避免大规模新建工程,有效控制投资成本。优化后可降低水资源浪费和工程运维成本,提升灌溉效率,促进农业增产,增加区域经济收益,投资回报率较高。同时,可争取国家水利专项补贴,缓解资金压力,保障优化策略顺利实施^[5]。

(3)社会与生态可行性:优化策略聚焦灌区群众用水需求和农业生产保障,能够改善农村生产生活条件,促进农民增收,获得群众广泛支持,具备良好的社会基础。同时,强化生态保护设计,能够修复灌区生态环境,改善区域生态质量,契合绿色发展理念,有利于实现灌区生态可持续发展,具备显著的生态可行性。

结束语

本文系统研究水利水电工程灌区规划设计的理论、内容、现存问题及优化策略,明确科学规划的核心要点的同时,论证了优化方案的技术、经济与生态可行性。灌区规划设计需兼顾水资源利用、工程效益与生态保护,贴合区域实际需求。未来可结合信息化、智能化技术发展,进一步完善规划设计体系,解决实践中的复杂难题,推动灌区实现可持续发展,助力水利水电工程更好服务于农业与生态建设。

参考文献

- [1]刘伟,张建国.灌区节水灌溉工程优化设计与效益分析[J].中国农村水利水电,2023(04):112-116.
- [2]王红梅,李志强.基于智能控制的灌区节水灌溉系统设计[J].水利技术监督,2022(06):89-92.
- [3]陈立新,赵明远.灌区水利工程节水灌溉技术应用研究[J].农业工程学报,2021,37(12):98-103.
- [4]沈赛江,葛浩,顾雪,等.水利水电工程中灌区规划设计简析[J].水上安全,2024,(06):46-48.
- [5]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(03):74-78.