

面向精准管控的农田水利工程建-管-用协同优化研究

李美蓉

中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，四川 成都 611130

[摘要]农田水利灌溉工程是指用于农业生产的、对提高水利用率有重要意义的基础设施。进行建-管-用协调优化的研究可以提高工程效益，达到精准灌溉，节约用水的目的，并明晰管理机制与职责，引导农民合理用水以适应工程建设要求。此课题的研究可作为农田水利工程科学有效发挥作用并持续发展的理论基础与现实指导，有着极大的社会价值、经济效益以及生态环境意义。

[关键词]精准管控；农田水利工程；建-管-用；协同优化

DOI: 10.33142/hst.v8i12.18447

中图分类号: X799

文献标识码: A

Research on Collaborative Optimization of Construction - Management - Use of Agricultural Water Conservancy Projects for Precise Control

LI Meirong

PowerChina Chengdu Engineering Corporation Limited, Chengdu, Sichuan, 611130, China

Abstract: Irrigation engineering for farmland water conservancy refers to the infrastructure used for agricultural production that is of great significance in improving water utilization efficiency. Research on coordinated optimization of construction - management - use can improve engineering efficiency, achieve precise irrigation, save water, clarify management mechanisms and responsibilities, and guide farmers to use water reasonably to meet the requirements of engineering construction. The research on this topic can serve as a theoretical basis and practical guidance for the effective and sustainable development of agricultural water conservancy engineering science, with great social value, economic benefits, and ecological significance.

Keywords: precise control; agricultural water conservancy engineering; construction - management - use; collaborative optimization

引言

随着现代化农业的发展与水资源形势日趋严峻，在此背景下农田水利工程作为一种确保国家粮食安全、提高农业产出效益以及促进农业水资源合理利用的重要基础性设施，其建-管-用一体化程度直接影响着一个地区农业生产的可靠性和水资源的有效分配情况。而传统的农田水利工程建设和管理模式普遍存在“建容易、管困难、用不好”的状况，工程建设以物理形态完工量和数量型指标为目标，运营管理依靠经验和感觉、人力为主，用水方式个体化随意且无序，导致工程无法做到按需供水、灵活调节。与此同时，面对不断变化的农业生产结构，多元化的农作物种植方式以及愈发刚性的水资源限制条件，单纯建设和管理措施已难以适应现代农业对水利工程灵活调节和精细控制的要求。因此开展基于精准控制的农田水利工程建-管-用协同提升研究，不仅可以提高农田水利工程的使用效率，节约灌溉用水量，还可以确保工程的建设目的、运营能力与用水要求高度契合。本文试图通过对农田水利工程在建设、管理和用水各个环节面临的主要问题进行梳理并加以阐述的基础上，依托信息技术、管理制度革新与农民用水组织等，形成综合性的协同改进方案设计，为农田水利工程的精准化管理与控制提出相应的理论指导和具体建议，

进而为推动农业高质量生产以及区域水资源可持续性开发与利用提供参考依据。

1 农田水利工程技术特征

农业灌溉工程的技术特点是工程建设的精细化、生态化、智能化发展方向以及对于地质适用性、新材料应用及质量标准的高需求，在节水灌溉中的管道灌溉例如滴灌、喷灌中要求管道布置要适应农作物种植方式，配套的压力控制阀门、地下隐蔽工程的精工细作才能达到节约用水的目的；小型蓄水工程诸如塘坝、水池建设中强调防水渗透和建筑结构稳定坚固，清基、分层夯实、建材选择（壤土、粘土、土工膜或者防水砂浆）以求万无一失，且施工人员要有丰富的经验和娴熟的手艺来应对难以使用机器的情况。渠道防渗生态化施工是从传统的混凝土衬砌走向生态化的平衡，生态水泥或者植物护坡加生态袋护坡的方式，施工时需要协调好混凝土强度和孔隙率之间的关系。高效输水配水注重水利计算和自动控制，管路铺设需要经过严格的管径计算步骤，自动控制闸门需要敷设通信线缆以便远程监控管理，部分地区采取管道渠道相结合的方式降低成本损耗，施工统筹难度大^[1]。排水工程以除涝降盐为目的，地下暗管排水埋设深度和间距依赖于土壤质地特性，明沟排水需要固定沟槽边缘

并结合水流情况及时调整施工参数，同时因地制宜采取措施预防盐碱土壤堵塞水管。

2 面向精准管控的农田水利工程协同运行关键问题分析

2.1 建设阶段与运行管理脱节问题

目前在农田水利工程建设的实际工作中，工程建设过程同后期的运行管理相脱离的情况严重存在，是阻碍精确控制和联动管理的关键难题之一。一方面，在工程建设环节更重视项目的审批、投资和实物质量，忽视了项目竣工之后的使用需求、管理模式乃至使用者，设计侧重于追求符合建设指标、通过验收检查，较少顾及地区间不同的农作需水特点、灌溉模式、长期运维条件等因素，致使工程在交付使用之后不能够机动灵活地应对用水的现实状况。另一方面，工程建设方同工程管理者之间权责不清、联系薄弱，工程的设计方案、参数指标、运管要求等欠缺系统的移交，工程管理者对于工程构筑物特性及相关控制节点认识不到位，导致日后调度管理和精微化控制不到位。再者有些农田水利工程兴建之际并没有充分考虑其运维成本和保障条件，配套的机器设备选择不适合后期管理力量，加大了今后的运维难度，形成工程的“建起来容易但管理困难、供水精确调控也难”的局面，降低了农田水利设施精准供水和充分利用的能力水平。

2.2 管理主体多元但责任边界不清问题

在农田水利工程联合运转中管理主体多样而权限不明的现象比较严重，成为制约精细化管理目标达成的一个障碍。随着农田水利基础设施建设范围的拓展与管理体制的多元化，农田水利工程的管理和运行涉及到政府相关部门、基层水利管理部门、用水协会及农民群众等多个主体，在工程的看护、使用调控及日常维修上协同配合、各施其力，但由于相关管理主体在工程的管理上权限不清或者界定不明，极易造成管理上的重叠或空白。一方面各个管理主体之间对工程的管理权限认识不清，在具体的事情上经常出现互相推脱的现象，降低了管理的效果；另一方面当前管理制度与运行规则在实际工作中弹性较大，在实际工作中往往依靠习惯和临机决断来确定，缺乏固定且制度化的联合运转模式。

2.3 用水行为与工程运行目标不匹配问题

对于农田水利工程联合调度而言，用水行为与工程调度目标相脱节的情况比较严重，影响精准控制的效果。从工程调度的目标来说，农田水利工程追求的是需则供水、合理用水、均摊用水，从而达到水资源充分利用、农业生产平稳有序的目的，但现实情况下，农民用水习惯受到传统灌溉理念、种植作物经验及临时生产收益的影响，常表现为用水随意性强、时间扎堆、超额用水等情况，在一定程度上脱离了工程建设时所制定的运行准则和调度方案。一方面，某些用水群体缺乏对工程的调度目标及管理需求的

认识，缺乏对用水指标和调度方案的支持配合，进而扰乱整个工程的调度秩序；另一方面，用水群体用水的独立性及个性化特点也导致工程运行管理的难度上升，造成工程无法做到精量供应分配及灵活调整调度。

2.4 信息化与数据支撑不足对精准管控的制约

在灌区水利工程联合调度中，信息化及数据支撑不足阻碍了精准化调控的开展。精准化调控需要建立在对于水源情、工况以及需水情况等信息的及时掌握与集成分析之上，然而，在实际调度中的部分灌区水利设施存在信息化水平较低的情况，监控仪器设置较少，数据收集方式较为简单，不能随时随地反映水利工程状态及用水动态变化情况，致使管理者更多依靠经验进行决策^[2]。此外，建设过程、运行维护和取水使用三个阶段之间也缺乏数据间的关联性，各个阶段产生的信息分布在不同的部门及其信息系统上，缺少统一的数据格式和共享平台，造成构建-运维-用水各阶段的信息互联互通不畅，进而影响联合调度的效果。

3 面向精准管控的农田水利工程建-管-用协同优化路径

3.1 完善工程规划设计与运行需求协同路径

在精准管控导向下的农田水利工程建-管-用协同优化中，工程设计与运用需求的高度契合是保障系统高效运行的前提条件与核心要素。传统的农田水利工程设计主要基于达到建设标准及灌溉规模的要求，缺乏针对工程投运后采取何种形式的运行方式、管理水平以及用水习惯等问题的考虑，容易造成工程的功能定位与实际需求不符的问题。而要使设计符合精准管控要求，则需要站在农业生产的角度，在设计初期充分研究区域内的水资源供给状况，了解当地的灌溉习惯、农作物种植结构及用水需求的波动特性等信息，在设计中引入用水需求的时间性、空间性和随机性的特点，科学设定工程的空间分布格局、输配水规模以及调蓄手段，赋予工程灵活调节、精量控制的能力。此外还应在设计的过程中加强与工程运行管理的衔接，把工程建成以后的管理模式和管理者的能力水平作为一项硬性指标考虑进设计方案，防止出现工程结构过于复杂而导致运行困难的情况。从工程生命期全过程角度兼顾建设与运用需求的设计理念可以提高农田水利工程对精确供水、高效用水的适用程度，促进构建目标、管理标准与实际用途三者间的有机结合，为建-管-用一体化联动和精准化管控提供有力支撑。

3.2 推进管理体制与运行机制协同优化路径

在以精控为导向的农田水利工程建设-管理-使用协同优化中，促进管理体制与运行机制协同优化是保障工程有效运行，进而合理配置水资源和保障农业生产的有序进行的重要步骤。农田水利工程的管理体制涉及到多个层面和多个部门，有政府部门，基层水利管理部门，农民用水合作组织，还有就是工程的管理者和维护者等，每个部门

都有相应的权利和义务,在田间管理和灌溉决策的时候也都会发表自己的意见,但是现在管理体制虽然多样,却缺少一个系统的协调,各个主体之间在日常调度,工程维护,突发事件处理等方面都缺少一个清晰的定位,经常会出现相互之间推卸责任的现象,而且运行机制也是支离破碎,没有一个统一的标准也没有一个及时的协调方式方法,这就导致了工程运行低效,精准调控无从下手;要想达到精确控制的目的就需要在管理体制上理清权责关系,明确各个主体在整个建设到管理到使用的整个过程中的权力和义务,做到决策链路明了,管理动作标准化,还要有相应的制度保证管理和决策长期稳定的存在。而在运行机制方面,则要建立动态调度,远程监测,分级响应一体化机制,把工程运行规章,调度方案,维护标准等融为一体有机结合,让各个环节可以环环相扣紧密相连,与此同时也要注意运行机制的灵活度和可变性,使得管理者做出的每一个决定都能够迅速应对水源变化,用水需求变动,突发事件发生等情况。

3.3 强化农户参与与用水行为引导协同路径

面向精准管控的农田水利工程建-管-用协同优化,加强了农民用水户参与及用水行为调控是工程有效运行,提高水资源利用率,保障农业生产可持续的重要举措,农户作为农田水利工程的最终受益群体和直接受益者,他们的灌溉方式、用水偏好及对工程运行要求的认知度,关系着供水过程中的公平性、可调节程度及工程设施的寿命。但在工程的实际应用当中,因信息不对称,缺乏管理参与度,受传统灌溉习俗的影响等原因,使得农户用水行为普遍存在自由性高、扎堆用水、超额用水或者与工程调度方案相脱节等问题,不但降低了工程运行效率,而且增加了管理者对工程的调蓄难度,制约了建-管-用协同运行的效果。对此需从制度层面、技术支持、社会共治等方面加大农民用水户参与力度,在工程的日常运维上有一定自主权和发言权,使其能够经过培训学习、灌区知识普及、用水信息公开等形式了解工程的精量供水的目的及运行规则^[3];与此同时,根据工程的功能定位及运行特点建立合理的用水行为引导机制,如限定用水指标、区域控制、分时供水策略及奖惩措施等,在满足农户用水的同时,让其用水行为最大程度契合工程的供水方案,达到科学配水、节约用水的目的。

3.4 推动信息化与智能化精准管控支撑路径

在以精准管控为导向的农田水利工程建设-管理-利用协同优化中,促进信息技术和智能控制技术支持是高效运转和精细化治理的关键举措。当前农田水利工程的运行

涉及到资源配置、灌溉配水、工程维修和农民用水等多个方面的问题,传统的依靠人力观测、经验和感觉为主的管控方式无法达到精准管控的目标,造成供水效率不高,管理反应迟缓、工程运行决策随意等问题。因此需要积极应用物联网传感、远程监控、大数据挖掘、智能调控等信息技术,通过安装传感器等方式对水利工程的水源地、泵站、输水渠道、分水口门乃至终端田间的用水情况进行全程监控和数据收集,实现对水量、水深、流速和需水量的实时掌握^[4]。通过数据分析得出合理的水量分配方案和工程最优运行策略,从而为管理者提供准确的调令参考,服务于建设-管理-利用各阶段的有效衔接配合。同时通过智能控制可以自动调节水闸开关、泵组启停和片区轮流供水,让工程具有自我调节的能力来应对上游来水不稳定和农业需水需求变动的问题,减少管理者的人工介入和运作支出。同时信息化系统可以构建多方的信息传递反馈网络,把管理部门、运维人员和用水户的数据需求、反馈建议、用水情况都纳入信息系统之中,形成“管控-运维-用水”的全过程信息互动闭合圈,提升协同治理决策的合理性和公开性。

4 结语

本研究以灌区灌排工程建-管-用一体化优化为主题,指出存在建设工程脱离灌水过程、管理责任主体不清晰、用水行为偏离工程目的及信息技术支持薄弱等弊端。相应地给出了加强设计规划、理顺管理体制、调动农民积极性和合理用水,以及智能化和信息化技术支持等优化策略。可以提高工程运行效益和用水效益,达到农田水利工程的建设、管理和用水三个阶段的无缝对接,对灌区灌排工程的精细化管理有重要的参考价值,有利于发展节水灌溉高效农业,确保农业生产的稳定并促进水资源的永续利用。

【参考文献】

- [1]苏安德.现代农田水利工程建管模式研究[J].新农业,2020(12):45.
- [2]刘泊宇.现代农田水利工程建管模式研究[D].湖北:武汉大学,2017.
- [3]王庆生.浅谈小型农田水利工程建设管理中存在的问题及原因[J].云南科技管理,2016,29(2):76-77.
- [4]刘红丽,刘秋蓉.小型农田水利工程建管初探[J].农村经营管理,2013(12):37-38.

作者简介:李芙蓉(1990.8—),女,毕业院校:四川大学,所学专业:水工结构,当前就职单位:中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司,职务:主任工程师,职称级别:高级工程师。