

农业灌溉用水效率提升下水资源配置优化路径探究

庄文辉

新疆智维瑞佳水务有限责任公司

DOI:10.32629/hwr.v10i7.7076

[摘要] 在全球水资源日益紧张与粮食安全需求持续增长的双重压力下,提升农业灌溉用水效率并优化水资源配置已成为实现农业可持续发展的重要路径。本文旨在探究农业灌溉用水效率提升背景下,水资源配置的优化策略。首先,分析了我国农业水资源利用面临的主要矛盾与挑战;其次,从工程技术、农艺措施与管理创新三个层面系统阐述了灌溉用水效率提升的关键路径;最后,聚焦于水资源配置优化,从水权界定、市场机制、精准调配、综合管理及政策保障五个维度构建了多层次、系统化的优化框架,旨在为破解农业水资源瓶颈、保障国家水安全与粮食安全提供理论参考与实践指引。

[关键词] 农业灌溉; 用水效率; 水资源配置; 优化路径; 水权市场

中图分类号: TV213 文献标识码: A

Exploration on the optimization path of groundwater resource allocation to improve the efficiency of agricultural irrigation water use

Wenhui Zhuang

Xinjiang Zhiwei Ruijia Water Co., Ltd

[Abstract] Under the dual pressure of increasingly tight global water resources and sustained growth in food security demand, improving the efficiency of agricultural irrigation water use and optimizing water resource allocation have become important paths to achieve sustainable agricultural development. This article aims to explore optimization strategies for water resource allocation in the context of improving agricultural irrigation water efficiency. Firstly, the main contradictions and challenges facing the utilization of agricultural water resources in China were analyzed; Secondly, the key path to improving irrigation water efficiency was systematically elucidated from three levels: engineering technology, agricultural measures, and management innovation; Finally, focusing on the optimization of water resource allocation, a multi-level and systematic optimization framework was constructed from five dimensions: water rights definition, market mechanism, precise allocation, comprehensive management, and policy guarantee. The aim is to provide theoretical reference and practical guidance for solving the bottleneck of agricultural water resources and ensuring national water and food security.

[Key words] agricultural irrigation; Water efficiency; Water resource allocation; Optimize the path; Water Rights Market

引言

水资源属于基础性的自然资源以及战略性经济资源,农业是最大的用水部门,它的用水效率和配置方式同国家水安全、粮食安全和生态安全有着直接联系。目前我国农业用水总量大、效率低、时空分布不均的问题仍然比较严重,在气候变化和经济社会发展加剧水资源供需矛盾的情况下,单纯依靠开源增供已经不能满足需要。因此,在灌溉用水效率不断提高的同时,怎样才能更有效地优化农业水资源分配,达到节水、增效、生态三者的协调发展,有着十分重要的现实意义和理论价值。本文将就该主

要问题展开系统的论述。

1 农业水资源利用的现状、矛盾与挑战

我国水资源禀赋条件不好,人均水资源量比世界平均水平低得多,并且时空分布极不平衡。农业用水长期占全国用水总量的很大比例,虽然近几年来通过节水灌溉工程等措施使农业用水比例有所降低,用水效率有所提高,但是深层次的结构性矛盾仍然十分突出。一方面,水资源短缺和农业刚性需求之间存在着固有的矛盾。粮食主产区一般与水资源短缺区重合,北方地区地下水超采严重,造成大面积地下漏斗,而维持粮食生产又需要稳

定的灌溉保障,供需矛盾不断突出。另一方面是用水效率低和水资源浪费并存。许多灌区渠系老化、渗漏严重,田间灌溉方式粗放,大水漫灌仍然很普遍,造成灌溉水有效利用率与国际先进水平相比还存在差距。同时水资源无偿或者低价使用的方式不能体现它的稀缺性,从而造成节约用水的内在动力缺乏。另外,农业用水还要同工业、生活以及生态用水进行竞争。伴随着城镇化、工业化进程的加快,非农用水需求不断增大,挤占农业用水的风险也随之增大,生态用水被长期忽视,造成河流断流、湖泊湿地萎缩等生态问题频发,反过来又制约了农业的可持续发展。气候变化引起极端天气事件频发,比如干旱频繁出现、降水模式发生改变等,又加大了农业水资源供给的不确定性和脆弱性。这些矛盾和问题交织在一起,就形成了目前农业水资源管理所处的复杂局面,也突出了从单纯重视节水技术向系统优化资源配置转变的迫切性^[1]。

2 农业灌溉用水效率提升的关键路径分析

2.1 工程技术节水路径的深化与创新

工程技术是提高灌溉用水效率最直接、最明显的方法。其主要目的就是通过对输水、配水、灌水等各个环节的技术改造和升级,降低水在输送和田间应用过程中所造成的无效损耗。在输水环节,持续推进灌区续建配套和现代化改造,对骨干渠道进行防渗衬砌,推广管道输水技术,可大大减少输水过程中渗漏、蒸发损失。在田间灌水过程中大力推广、精准使用高效节水灌溉技术。滴灌、微喷灌、渗灌等微灌技术可以把水和养分直接输送到作物根部,最大程度上减少深层渗漏和地表蒸发,适合于经济作物和设施农业。喷灌技术适合大田作物,节水效果比传统地面灌溉好得多。伴随着物联网、传感器、自动化控制技术的发展,智能灌溉系统也就随之产生。该系统可以实时观测土壤墒情、田间小气候、作物生长状况,并结合作物需水模型做出节水的定量灌溉决策,从而达到精确、自动化的节水灌溉目的,把节水带入精细化、智能化的新时代。另外研发低成本、高耐用性、适应性强的新型节水灌溉材料和设备,对技术在广大农村地区的大规模推广应用具有十分重要的意义^[2]。

2.2 农艺生物节水路径的协同增效

农艺和生物节水措施主要通过改变作物生产与水的关系来提高水分利用率,作用比较根本、持久。一是改善种植结构和种植密度。按照区域水资源承载力来调节高耗水作物种植面积,扩大耐旱节水作物或者雨养农业的种植面积,达到“以水定地”、“以水定种”的目的。在干旱缺水地区推广耐旱的谷子、高粱、薯类等作物。二是推广节水型农艺技术。包括深耕深松、保护性耕作(免耕、覆盖)和秸秆还田等,可以改善土壤结构,增加土壤有机质,提高土壤的蓄水保墒能力,减少无效蒸发。三是科学的田间水肥管理。推行水肥一体化技术,把灌溉和施肥结合起来,提高水肥耦合利用率。根据作物各个生育期的需水特点,采取非充分灌溉、调亏灌溉等方式,在作物对水分不敏感的时候适当亏水,在关键需水时期保证供水,可以在不明显减产的情况下取得大量的节水效果。四是选育和推广节水抗旱作物品种。利用现

代生物育种技术培育出根系发达、水分利用效率高、抗旱耐盐碱等优良性状的新品种,是生物育种从生物学角度提高作物水分生产力的一种途径^[3]。

2.3 管理机制节水路径的保障与驱动

先进的技术、农艺措施能否落地生根并发挥作用,要看制度、机制是否起到保障和推动的作用。完善农业水价形成机制属于关键杠杆。逐步推行农业用水终端计量收费,建立反映水资源稀缺程度和供水成本的水价体系,探索实行分类水价、阶梯水价和超定额累进加价制度,用价格信号引导农民自觉节水。其次就是推进灌溉管理体制变革。推广农民用水户协会参与式管理模式,明晰工程产权和管护责任,把小型农田水利设施的经营管理权交还给农民,调动农民的积极性 and 责任心来管理水和用好水。再次健全农业节水补偿制度。对因采取节水措施、调整种植结构或者减少灌溉用水而造成收益损失的农民或者地区,给予合理的经济补偿或者政策激励,即节水奖励、节水灌溉设备购置补贴等,实现节水行动成本和收益的平衡。最后要加强节水的宣传和培训。提高广大农户、基层水管人员和管理决策者的节水意识和技能,营造全社会惜水、爱水、节水的良好氛围,为节水技术的推广应用和节水行为的养成创造软环境^[4]。

3 基于效率提升的水资源配置优化路径构建

3.1 明晰初始水权,奠定配置优化的制度基石

水权是水资源配置、使用、交易、管理的基本产权制度。优化农业水资源配置首先要确定水权。包含区域水权(行政区或者流域内)、集体或者组织水权(灌区、农民用水合作社)和农户水权。根据科学评价区域水资源可利用总量,结合耕地面积、种植结构、灌溉定额等要素,将用水总量控制指标逐级分解到各个用水单元,并发放水权证,确定各个用水主体的用水额度、期限以及用途。明确的水权使得水资源有了资产的属性,为之后的市场化流转、行政性调整提供了一个清晰的标的物。它既有利于加强用水总量控制的刚性约束,又给用水主体节水并将其节余的水转让出去(获取收益)或者用于其他用途赋予了合法的产权保障,从而内在促使节水。水权界定过程中要考虑到历史用水习惯、现状用水格局和发展方向三个方面的因素来保证公平性和可接受性,还要设置动态调整机制以适应变化。

3.2 培育水权交易市场,激活配置优化的市场活力

在水权明晰的基础上,培育发展水权交易市场,是利用市场机制优化资源配置的主要途径。农业用水效率提高之后节省下来的水量,可以借助水权交易市场,在保证农业基本用水的基础上,有偿转让给区域内效益更高的用水户(工业用水户、城市供水户)或者用于生态补水。实现了水资源由低效益到高效益的流动,提高了区域整体水资源的经济价值。市场机制依靠价格发现的功能,把水资源的稀缺价值真实的反映出来,进而促使各方更加珍惜、高效地利用水资源。发展水权市场要建立交易规则、定价机制、信息发布平台、第三方鉴证和评估体系、风险防控机制。初期可以主要开展灌溉用水户之间的定额内水量交易、灌区与工业之间的点对点交易等,逐步推进跨区域、跨流域的水

权交易。政府应该起“裁判员”和“服务员”的作用,对市场进行监管,制定规则,提供基础设施建设的支持,并且可以对市场上的垄断和投机行为进行必要的干预,以保证交易的公平以及粮食安全、生态安全等公共利益^[5]。

3.3 推进精准动态调配,提升配置优化的科技支撑

现代信息技术给水资源配置的精准化、动态化赋予了有力的工具。基于效率提升的水资源配置,已经不再只是水量的分配问题,而是在正确的时间、正确的量、供给正确的对象。这就需要建立一个“天空地”一体化的水资源监测网络,利用遥感、物联网、无人机、地面监测站等手段,对降水、土壤墒情、作物长势、水库塘坝蓄水、河道来水等大量的数据进行实时获取。用大数据分析、人工智能模型来预测区域作物需水的准确性,并且实时评判可供水量是否充足,模拟不同的配置方案所带来的收益和影响。在此基础上创建起智能化水资源调度决策支持系统。本系统可以按照实时水情、旱情、工情及用水需求优先级来动态生成和优化水库群联合调度方案、闸泵群联合调度方案、水源切换方案等,从而达到地表水、地下水、外调水、再生水等多种水源的联合调配和精细化管理的目的。根据准确的动态调度,可以最大限度地减少无效弃水,提高供水保证率,缓解供水压力,在干旱时期或者用水高峰期的作用更加明显。

3.4 强化流域综合管理,统筹配置优化的空间格局

水资源有流动性、流域性这两个自然属性,优化配置要冲破行政区域的分割,在流域尺度上实施统筹协调。加强流域水资源统一管理机构的权威,由其来制定流域水资源综合规划,确定流域用水总量控制红线和生态流量底线,并进行监督执行。流域内要统筹协调上下游、左右岸、干支流的用水权。上游地区在保证自身发展的基础上,要履行水源涵养、保护的责任;下游地区从上游来水中受益,应当以生态补偿等形式反哺上游。当农业节水产生的余水在流域内进行再分配(如农转工、农转生)的时候,必须做全流域的水量平衡分析和生态影响评价,防止下游地区基本用水和生态健康受到影响。

3.5 健全政策法规体系,筑牢配置优化的法治保障

水资源配置优化牵涉诸多的利益调整,必须要有完备的政策法规体系来保证,才能使改革有法可依、稳步推进。要对《水法》等有关法律法规进行修订完善,确定水权的定义、取得、登记、转让、保护的法律地位和程序,为水权制度建设提供上位法

依据。制定专门的水权交易管理办法、农业节水补偿办法等行政法规或者部门规章,对操作规则进行细化。加强政策之间的协同配套。水资源配置优化政策要同最严格水资源管理制度、国家节水行动方案、高标准农田建设规划、乡村振兴战略等相衔接,形成政策合力。节水成效、水权交易活跃度等都应被纳入地方政府的绩效考核体系当中,并且要和水权确权登记一同推进。加大水资源配置优化有关技术研究、平台创建、试点示范的财政投入和金融扶持力度。最后要加强执法监督和风险防控。

4 结语

因此,在农业灌溉用水效率不断提高的新形势下,水资源配置优化是实现农业水资源可持续利用的必然选择和高级阶段。这是个系统工程,要靠技术节水、管理革新和制度变革三者互相促进来推动。明确水权奠定制度基础,培育市场激发配置活力,依靠科技实现精准调配,立足流域统筹空间格局,依靠法治强化政策保障,才能构建起一个公平、高效、可持续的农业水资源优化配置体系。随着数字技术和市场机制的深度融合以及生态价值的逐渐显现,农业水资源配置会越来越智能化、市场化和生态化,从而给保障国家粮食安全、水安全和生态安全,促进农业农村现代化提供强大的水资源支撑。该种探索和实践对全世界存在类似水资源问题的国家和地区也有着一定的借鉴意义。

参考文献

- [1]洪玲.农业节水背景下水库灌溉用水效率提升策略研究[J].中国农村科技,2026,(01):72-73.
- [2]顾凡奇,孙琪,王静.澄江市农业灌溉用水效率测度与影响因素研究[J].农业技术与装备,2025,(12):37-39+42.
- [3]褚家琦.阿克苏地区农业灌溉用水效率及影响因素分析[D].塔里木大学,2025.
- [4]陶绍明.水资源短缺背景下农业灌溉用水率提升技术研究[J].水利科技与经济,2025,31(04):47-53.
- [5]张敏.小型灌区农业灌溉用水效率测算方法探讨[J].黑龙江水利科技,2024,52(09):45-47.

作者简介:

庄文辉(1994--),男,汉族,甘肃张掖人,本科,工程师,研究方向:水利专业/规划设计与技术咨询。