

# 新疆农业水价综合改革对农业用水效率的影响

杨秋宇,关全力

(新疆农业大学经济管理学院,新疆 乌鲁木齐 830052)

**摘要:**为探讨新疆农业水价综合改革对农业用水效率的影响,实现农业节水目标,在农业水价综合改革的制度框架下,归纳了样本地区沙雅县和大河沿子灌区的农业水价综合改革模式,运用超效率SBM模型对样本地区农业用水效率进行了测算;在归纳总结两地改革模式的基础上运用Tobit模型探究了新疆农业水价综合改革影响农业用水效率的主要因素。研究表明,两地的农业用水效率总体上呈现波动上升态势,降水量、农业终端水价、是否执行奖补制度对农业用水效率具有正向作用,改革面积、灌溉定额对农业用水效率产生负面影响。

**关键词:**农业水价综合改革;农业用水效率;超效率SBM模型;Tobit模型

**中图分类号:**TV213.4

**文献标志码:**A

**文章编号:**1003-9511(2025)01-0062-07

**Impact of integrated reform of agricultural water pricing system in Xinjiang on agricultural water use efficiency//**  
YANG Qiuyu, GUAN Quanli (School of Economics and Management, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

**Abstract:** In order to explore the impact of the comprehensive reform of agricultural water price on agricultural water use efficiency in Xinjiang and achieve the goal of agricultural water conservation, under the institutional framework of integrated reform of agricultural water prices, this paper summarizes the comprehensive agricultural water price reform models of Shaya County and Daheyanzi medium-sized irrigation areas, and use the super efficiency SBM model to calculate their agricultural water use efficiency. On the basis of summarizing the reform models of the two regions, the Tobit model was used to explore the main factors affecting the efficiency of agricultural water use in Xinjiang. Research has shown that the overall agricultural water use efficiency in the two regions shows a fluctuating upward trend. Precipitation, agricultural terminal water prices, and the implementation of reward and subsidy systems have a positive effect on agricultural water use efficiency, while the reform area and irrigation quota have a negative impact on agricultural water use efficiency.

**Key words:** integrated reform of agricultural water pricing system; agricultural water use efficiency; Super-SBM model; Tobit model

我国农业发展进入水资源刚性约束阶段,农业发展要以水而定、量水而行。我国农业用水一直以来存在着用水基数大、用水效率低等问题,需要进一步提高农业用水效率,激发农业节水潜力。农业水价综合改革是实现农业节水目标的有效途径,也是提高农业用水效率的重要突破口。2016年农业水价综合改革在全国范围内扎实推进,自主性是农业水价综合改革的一大特点,遵循因地制宜的基本原则,改革试点单位拥有政策制定和执行的自主权,可以根据当地的水资源禀赋、灌溉条件、经济发展水平等情况,在最大程度尊重用水方意愿的前提下,探索既符合实际又各具特色的改革模式。目前新疆维吾尔自治区

农业水价综合改革整体进度良好,改革试点单位已经形成了适合自身发展且较为完善的改革模式,改革成效逐渐显现。研究新疆农业水价综合改革对农业用水效率的影响恰逢其时,这对于进一步提高农业用水效率具有重要的现实意义和指导作用。

## 1 文献综述

农业水价综合改革可分为初始、试点和全面推进三个阶段,对于农业节水起到了显著的促进作用,但是在地区之间存在差异<sup>[1]</sup>。大多数学者的研究聚焦于农业水价综合改革政策绩效评价问题<sup>[2-5]</sup>,多采用层次分析法、模糊综合分析法等进行评价,指标

**基金项目:**新疆维吾尔自治区自然科学基金项目(2022D01A82)

**作者简介:**杨秋宇(1998—),女,硕士研究生,主要从事农业经济和水利经济管理研究。E-mail:1209604666@qq.com

**通信作者:**关全力(1972—),男,副教授,博士,主要从事水利经济和农业经济研究。E-mail:625254380@qq.com

选取涉及节水、经济、社会和生态等方面,研究表明农业水价综合改革的节水效应是比较突出的。不同地区改革模式的总结依托于其改革实践,学者们分别提炼出了贵州、甘肃、云南、浙江等省份的改革模式,并提出了推进建议与策略<sup>[6-10]</sup>。农业水价综合改革政策的实施有助于大幅提升农业用水效率并促进农业节水<sup>[11-13]</sup>。但是改革举措在不同地区对农业用水效率的影响有所差异,比如用水协会在不同地区对农业用水效率的提升是不同的<sup>[14]</sup>,并且农业用水效率存在着显著的区域差异特征<sup>[15-16]</sup>。

关于农业用水效率这一变量的测度主要有两种:一是农业用水经济效率,即农业生产值与农业用水量的比值,主要用于农业政策绩效评估<sup>[17]</sup>;二是农业用水技术效率,即作物利用水量与灌溉使用水量的比值,常应用于各种灌溉技术的对比<sup>[18]</sup>。农业用水效率的测算方法可分为参数方法与非参数方法两种<sup>[19]</sup>。参数方法的典型代表是随机前沿分析方法(stochastic frontier analysis, SFA),该方法因充分考虑随机因素和模型中的误差项被许多学者采用<sup>[20-22]</sup>;非参数方法的典型代表是数据包络分析方法(data envelopment analysis, DEA),该方法可以避免函数设定误差,也不用假设生产函数的具体形式<sup>[23]</sup>。DEA 框架下,多数研究运用非径向或径向模型测算农业用水效率<sup>[24]</sup>,包括 CCR 模型、BCC 模型、SBM 模型、超效率 SBM 模型等多种模型<sup>[25-27]</sup>,相较于经典的 CCR 和 BCC 模型,SBM 模型有效解决了变量松弛问题,而超效率 SBM 模型又可以在多个效率值为 1 的决策单元之间进行比较,因此超效率 SBM 模型在效率计算问题中的应用愈加频繁。在用水效率影响因素的研究方面,有少数学者采用静态和动态的空间杜宾模型进行分析<sup>[28-30]</sup>,而应用最广泛的还是 Tobit 模型。

上述研究为农业用水效率的提高提供了重要的理论及实践指导,但是部分研究只是评价了节水效果,没有考虑农业水资源的高效利用;在影响因素的指标选取上,大多考虑水资源禀赋、灌溉设施、种植结构、经济发展四大方面,本文将在农业水价综合改革的制度框架下,归纳总结样本地区的改革模式,测算样本地区的农业用水效率,进一步引入与改革相关的变量,将定量与定性指标相结合,探究农业用水效率的影响因素。

## 2 农业水价综合改革影响农业用水效率的机理分析

农业水价综合改革通过多个主体将多个改革环节连接起来发挥作用,以提高农业用水效率,实现农

业节水的目的<sup>[31]</sup>。农业水价综合改革中,供水方是指水资源终极所有权的归属者,各级政府作为供水方主要进行用水管理政策制定、改革投资以及监督检查工作。用水方是指农业水资源的需求者和最终消费者,主要包括农民用水方、正式登记注册的农民用水合作组织以及依法设立的新型农业经营主体,是农业水价的最终承担者和改革政策的接受者,其行为选择对改革效果起着关键作用,主要是通过按时足额上缴水费、改变种植结构、应用节水技术等行为参与农业水价综合改革。管水方为改革中的水资源管理者,执行具体的改革政策,负责水资源调控、灌排及农田水利设施管理工作。各地根据当地情况选择不同的管理单位,有的通过建立农民用水者协会进行管理,有的则是由当地的水管站进行管理,有的选择村集体委员会进行管理。根据我国农业水价综合改革的制度设计,可以将农业水价综合改革具体分为夯实农业水价综合改革基础、建立健全农业水价形成机制和建立农业用水精准补贴与节水激励机制三个环节。

**a. 夯实农业水价综合改革基础。**在物质基础方面主要通过加快农田水利工程体系建设,加强末级渠系改造及渠系配套设施建设,打通农田灌溉“最后一公里”,为农业水价综合改革提供硬件支撑;完善供水计量设施,为精准计量、水价测算、水费计收、精准补贴和节水奖励提供依据,在供水阶段促进农业节水和农业用水效率的提高。在制度基础方面,明晰小型水利工程产权制度,建立小型水利工程管护长效机制,这对于落实管护责任和工程长效运行具有重要的保障作用;各地从自身发展特点和需求出发创新农民用水合作组织模式,加强农业用水需求管理,优化种植结构与耕作制度,以达到“少需水、多产出”的集约化农业生产目标,在管水阶段实现农业用水效率的提高;建立农业水权制度,进行农业初始水权确权,积极培育水市场,鼓励用水方转让节水量,规范水权、水量交易。

**b. 建立健全农业水价形成机制。**稳步推进农业终端水价制度,终端水价由国有水利工程农业用水价格和末级渠系维护费组成;提高农业水价至成本水价。在考虑用水方承受能力的基础上,分级制定农业水价,在终端用水环节逐步推行分类水价,在实行农业用水定额管理的基础上推行分档水价。利用农业水价的经济杠杆作用使用水方减少农业用水浪费,提高农业用水效率;末级渠系维护费的征收可以使用水方与管水方共同承担维护工程良性运行的成本,保障工程正常运行。

**c. 建立农业用水精准补贴与节水激励机制。**

该项机制用于补贴国有水管单位管水成本和奖励用水方节水行为。对国有水管单位的管水成本进行补贴有利于提高其水资源管理的积极性。通过节水奖励将节水量转化为经济奖励,鼓励用水方在农业生产中采取节水措施,既可以弥补用水方用水成本又可以实现农业用水效率的提高。

随着农业水价综合改革各项政策的逐步实施,改革效果显现,形成了较为完善且各具特色的典型改革模式。

### 3 新疆农业水价综合改革概况及典型改革模式

#### 3.1 新疆农业水价综合改革概况

新疆维吾尔自治区是农业大省,农业发展对于水资源的依赖度极高。农业用水占经济社会用水总量 91% 以上,存在用水总量超标、用水比例高、用水效率低等突出问题。新疆维吾尔自治区把农业水价综合改革作为破解当地水问题的“牛鼻子”,2008 年自治区开始进行农业水价综合改革试点,2017 年印发《关于印发新疆维吾尔自治区农业水价综合改革实施方案的通知》,按照“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”的治水思路,坚持综合施策、共同发力、供需统筹、因地制宜的原则,以农业水价综合改革为主线,着重从基础设施、农业水权、用水管理体制机制等方面入手,将用 10 年左右时间完成 23 个县(市)的 403 026.67 hm<sup>2</sup> 农田的改革任务。2019—2021 年自治区党委经济工作会议和 2020 年自治区人民政府报告均将农业水价综合改革列入重点改革工作。经过改革,自治区的灌溉定额减少,农业用水组织建设逐渐完善且管理水平不断提高,用水方节水意识增强,改革成效明显。

#### 3.2 样本地区改革模式

本文在南北疆各选一处具有代表性的改革样本地区,南疆选择阿克苏地区沙雅县,北疆选择博尔塔拉蒙古自治州精河县大河沿子灌区。

##### 3.2.1 “六位一体”的沙雅县改革模式

沙雅县地处南疆,具有典型的大陆性干旱荒漠气候特征,降雨少,蒸发强烈,存在严重的缺水问题;灌区内以棉花种植为主,农业耗水量大,水资源供需矛盾十分突出。沙雅县通过推进高效节水增收项目和采取土地平整流转措施,为农业水价综合改革奠定了坚实基础。2018 年,结合当地实际情况沙雅县全面推进农业水价综合改革,2019 年制定《沙雅县农业水价综合改革实施方案(试行)》,沙雅县组建

改革领导小组作为供水方统筹改革工作,推进改革进度,制定沙雅县农业水价综合改革年度实施方案和计划(2019—2022 年),明确年度改革目标。沙雅县的用水方主要是农户、农民用水合作组织以及新型农业经营主体。村级农民用水合作社为基层用水管理者,成为连接各级水管站和用水方的桥梁,是农业水价综合改革中的主要管水方。沙雅县农业水价综合改革的举措与成效如表 1 所示。

沙雅县的改革逐渐形成了以夯实水利工程体系和供水计量体系建设为基础,逐步形成农业水权分配、用水总量控制和定额管理、小型农田水利工程产权制度改革、农民用水合作社参与、农业水价形成、节水奖励补贴相结合的“六位一体”农业水价综合改革模式。通过改革,沙雅县年节水量达 500 万 m<sup>3</sup>,灌溉水利用系数提高到 0.68,各级管水方的渠系完好率均超过 90%,灌溉水保证率由 75% 提高至 85%,水费实收率达 100%。

##### 3.2.2 “国有水管单位为主”的大河沿子灌区改革模式

大河沿子灌区隶属于博尔塔拉蒙古自治州的精河县,是当地的主要灌区之一。大河沿子灌区属于温带干旱荒漠类型的大陆气候区,光热及土地资源丰富,农业生产条件较好,以棉花种植为主,其次是玉米、小麦等。光照充足的同时蒸发强烈,农业生产极度依赖水资源,目前农业用水仍然存在地表水、地下水 and 用水总量对比“三条红线”均出现超定额用水情况。为提高用水效率、降低农业用水量,2018 年大河沿子灌区开始进行农业水价综合改革工作。精河县水利局和水利管理处作为供水方制定一系列改革计划,并进行制度设计,精河县水利管理处还负责水资源调度和水库、渠首、干渠的运行维护工作;乡镇农民用水者协会和各村集体是管水方;不同规模的农民用水方、正式登记注册的农民用水合作组织、依法设立的新型经营主体是大河沿子灌区的用水方。大河沿子灌区农业水价综合改革的举措和成效如表 2 所示。

经过一系列改革举措的实施,大河沿子灌区已经形成了以精河县水利管理处为中心的“国有水管单位为主”的改革模式,改革的实施与管理工作大部分由精河县水利管理处承担。大河沿子灌区农业水价综合改革核算面积为 15 313.33 hm<sup>2</sup>,渠首工程渠道完好率和配套完好率达 100%,年节水量达 894 万 m<sup>3</sup>,渠系水利用系数由 0.67 提高到 0.86,2018—2023 年农业水费收取率达 100%。

表 1 沙雅县农业水价综合改革举措与成效

环节	举措	成效
夯实农业水价综合改革基础	安装计量设施 2677 处,其中渠道量测设施 527 处、滴灌首部设施 637 处、测控一体化闸门 25 处、井电双控计量设施 1488 处;建设现代农业水利管理信息平台 1 个	实现了供水精细管理,农业用水量范围延伸至乡、村,水量核算明确到各用水户,为农业水价综合改革的推进奠定了物质基础
	深化小型水利工程产权制度改革,建立小型水利工程管护机制;规定斗、农渠所有权归国家,管理权、使用权归农民用水合作社,农民用水合作社签订管护责任书,积极开展斗农渠运行管理、巡查和维修养护,并对现有的农田灌溉设备进行检修	明晰小型水利工程的产权、使用权和管理权,乡(镇)干、支渠完好率达 95%,滴灌系统工程完好率超过 97%;村级水利工程管护责任落实,斗、农渠完好率达 90%,实现工程良性运行和相关设备的长效运行
	成立农民用水合作社,全县注册登记农民用水合作社 150 家,实行灌溉建账、管理、核算、收费“四到户”制度;由村级农民用水合作社上门收取水费	村级农民用水合作社成为连接各级水管站和用水方的桥梁;提高了用水方灌溉管理的参与度,强化村级农业灌溉用水管理;2018—2023 年水费实收率达 100%
	建立农业初始水权制度,制定出台《沙雅县渭干河灌区农业初始水权管理办法》;将斗渠进口灌溉用水综合定额 7095 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> 作为农民初始水权水量,并颁发水权证	完成农业用水水资源使用权确权面积 69 200 hm <sup>2</sup> ,为进一步促进用水方节水和水权水量交易奠定基础
	进行节水工程体系建设,集成建设“泥沙全过程处理、一池多系统、水肥一体化、磁化水灌溉、低压小流量”的高标准滴灌 33 546.67 hm <sup>2</sup> ,建成矩形装配式防渗渠道 744 km	基本实现改革区域内的干、支、斗渠全防渗
建立健全农业水价形成机制	建立和执行终端水价机制,供水成本为 0.1200 元/m <sup>3</sup> ,末级渠系维护费为 0.1165 元/m <sup>3</sup> ,合计为 0.2365 元/m <sup>3</sup> ;推行超定额累进加价制度,超定额加价幅度按《关于推进自治区水价综合改革的实施意见》确定;实行经济作物和粮食作物差异化水价,粮食作物按经济作物国有水利工程供水价格的 70% 执行分类水价	运用价格杠杆的作用减少农业用水量,2023 年沙雅县节水量达 4500 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> ,年节水量达 500 万 m <sup>3</sup> ;用水定额降低,斗渠进口用水定额减少 1455 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>
建立农业用水精准补贴和节水激励机制	印发《2018—2019 年沙雅县农业高效节水增收试点项目“节水三项补贴”实施方案》,对用水方 7 095 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> 定额内的用水量按 0.04 元/m <sup>3</sup> 给予水费补贴,对用水方低于灌溉定额部分的用水量,给予 1 元/m <sup>3</sup> 的节水奖励;对末级渠系维护和滴灌工程维修养护分别按 0.011 元/m <sup>3</sup> 和 0.094 元/m <sup>3</sup> 进行补贴	合理分担农业水价上涨带来的成本压力,每公顷农田平均用水成本占生产成本的 5%;缓解末级渠系的维修成本压力,促进工程长效良性运行,沙雅县水资源总站负责的 59 km 总干渠完好率达 99%

表 2 大河沿子灌区农业水价综合改革举措与成效

环节	举措	成效
夯实农业水价综合改革基础	建设骨干工程,包括供水水库工程、渠首工程、干渠、支渠、斗渠、农渠和田间工程;不断完善供水计量设施,建设完成 54 处灌区取水口计量点	灌区内水利工程建设完善,渠道完好率和配套完好率达 100%,干、支渠正常运行;灌区内计量设施已经完成建设并正常使用,计量精度提升到 95%
	出台《精河县小型水利工程管理体制改革实施方案》,明确小型水利工程(除末级渠系外)产权归精河县水利管理处并由其进行管理维护,末级渠系产权归各农民用水者协会并由其进行管理	落实小型水利工程产权,落实管护责任,促进工程长效良性运行,干、支渠渠道完好率和配套完好率达 100%,末级渠系完好率达 64%
	积极培育农民用水合作组织——大河沿子镇农民用水者协会和阿合奇农场农民用水者协会,负责用水计划上报和水费收取任务	保证了水费收取率,大河沿子灌区近 2018—2023 年的水费收取率均为 100%
	出台《精河县农业初始水权确权登记实施方案》,明确初始水权并发放水权使用证至各农民用水者协会;出台《精河县“三条红线”控制指标乡镇分解方案》,执行农业用水“总量控制,定额管理”制度,灌溉定额为 4965 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	明确灌区的农业初始水权,严守农业用水量的“三条红线”,为进一步细分农业水权、促进农业节水奠定基础
	实施大河沿子灌区续建配套与节水改造工程;建设数字孪生灌区,布设视频监控、水雨情、墒情、管网压力、自动化控制点等 478 处	农业用水远程调控效率提高,日配水调度时间由 2~3 h 减少至 10~15 min;水库和干、支渠全部实现信息化在线计量和全线实时监控,工作人员由 30 人减少到 18 人,减少经费支出约 120 万元
建立健全农业水价形成机制	逐步调整农业水价,综合供水成本为 0.119 元/m <sup>3</sup> ,末级渠系维护费为 0.006 元/m <sup>3</sup> ,合计为 0.125 元/m <sup>3</sup> ,但未达到测算的综合成本水价 0.159 元/m <sup>3</sup> ;建立了分类水价、差异化水价的农业水价体系;实行超定额累进加价制度,超定额加价幅度按《关于推进自治区水价综合改革的实施意见》确定	采用经济杠杆促进农业节水,每公顷农田需水量为 600 m <sup>3</sup> ,灌区年节水量达 894 万 m <sup>3</sup> ;缓解了末级渠系维护费的资金压力,有利于末级渠系的维护
建立农业用水精准补贴和节水奖励机制	出台《精河县农业水价综合改革精准补贴和节水奖励管理办法(试行)》,由精河县财政局对供水方即精河县水利管理处进行精准补贴,并对用水方进行节水奖励	由于大河沿子灌区超过农业用水灌溉红线,补贴与奖励均未发放,故产生成效尚不明确

## 4 农业水价综合改革对农业用水效率的影响分析

### 4.1 研究方法

#### 4.1.1 SBM 模型

传统的径向 DEA 模型忽视松弛改进部分的效率值,针对该问题,Tone<sup>[32]</sup>提出了 SBM 模型。但 SBM 模型无法比较多个效率值为 1 的决策单元间的优劣,超效率 SBM 模型可以很好地弥补这一不足,故选择超效率 SBM 模型对农业用水效率进行测算<sup>[33]</sup>,公式如下:

$$\rho = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{it}}}{1 + \frac{1}{q} \sum_{r=1}^q \frac{s_r^+}{y_{rt}}} \quad (1)$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} \sum_{j=1, j \neq t}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- \leq x_{it} \\ \sum_{j=1, j \neq t}^n y_{rj} \lambda_j + s_r^+ \leq y_{rt} \\ \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \end{cases}$$

式中: $\rho$  为农业用水效率; $m$  为每个决策单元的投入要素数量; $x_{it}$  为第  $j$  个决策单元在第  $i$  个投入要素上的投入量; $x_{it}$  为被评价的第  $t$  个决策单元的投入量; $q$  为期望产出数量; $y_{rt}$  为第  $j$  个决策单元在第  $r$  个期望产出上的产出量; $y_{rt}$  为被评价的第  $t$  个决策单元的期望产出量; $n$  为决策单元数量; $\lambda_j$  为权重变量; $s_i^-$ 、 $s_r^+$  分别为农业用水投入要素和期望产出的松弛变量。

#### 4.1.2 Tobit 模型

由于农业用水效率值是大于 0 的受限数据,因此本文运用 Tobit 模型对农业用水效率的影响因素进行实证分析,建立以下模型:

$$Y = \begin{cases} Y' & Y' < 0 \\ 0 & Y' \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

其中

$$Y' = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \varepsilon$$

式中: $Y'$  为原始被解释变量,即农业用水效率的实际测算值; $Y$  为截断被解释变量; $X_i$  为解释变量,即驱动因子  $i$  的值; $\beta_0$  为常数项; $\beta_i$  为驱动因子  $i$  的回归系数; $k$  为驱动因子数量; $\varepsilon$  为误差项, $\varepsilon$  独立且服从正态分布。

## 4.2 农业用水效率测度指标及其影响因素指标

### 4.2.1 农业用水效率测度指标

本文采用超效率 SBM 模型对沙雅县和大河沿子灌区的农业用水效率进行测算,时间跨度为两地全面推行农业水价改革的 2018—2023 年。本文农

业用水效率测度指标分为 5 个投入指标和 1 个产出指标,如表 3 所示。指标数据来源为 2019—2022 年《新疆统计年鉴》、2020 年《沙雅统计年鉴》、2021 年《精河统计年鉴》、2018—2023 年《沙雅县国民经济和社会发展统计公报》《精河县国民经济和社会公报》以及相关调研数据。

表 3 农业用水效率测度投入、产出指标

类别	选取依据	指标
投入指标	农业土地资源投入	粮食作物播种面积
	农业水资源投入	农业用水量
	农业技术投入	农用机械总动力
	农业劳动力投入	农业从业人员数量
	农业资本投入	农用化肥施用量(折纯)
产出指标	期望产出	农业生产总值

### 4.2.2 农业用水效率影响因素指标

本文运用 Tobit 模型进一步探究农业水价综合改革对农业用水效率的影响,影响因素指标及选取依据如表 4 所示。以下指标中降水量由逐月降水数据处理而来;人均 GDP 数据来源于 2018—2023 年《沙雅县国民经济和社会发展统计公报》《精河县国民经济和社会公报》;其余指标数据均来自当地调研资料。

表 4 农业用水效率影响因素指标

因素	指标	指标含义
经济发展水平	人均 GDP	地区生产总值/总人口
资源禀赋	降水量	样本地区当年降水总量
综合改革基础	改革面积	样本地区核定的农业水价综合改革面积
综合改革基础	灌溉定额	样本地区农业水价综合改革规定的每公顷农田灌溉量
农业水价形成机制	农业终端水价	样本地区农业水价综合改革规定的成本水价
农业用水奖补机制	是否执行奖补制度	样本地区执行奖补制度则该指标取值为 1;未执行奖补制度则该指标取值为 0

## 4.3 农业用水效率测算及分析

根据超效率 SBM 模型,利用 DEASolvePro5.0 软件测算 2018—2023 年沙雅县和大河沿子灌区的农业用水效率,结果见表 5。

由表 5 可知,沙雅县农业用水效率总体上逐年提高,从 2018 年的 0.445 上升到 2023 年 1.000;大河沿子灌区农业用水效率总体上波动上升,农业用水效率从 2018 年的 0.928 上升到 2023 年的 0.998,表明农业水价综合改革期间两地的农业用水效率得到提升。

大河子灌区 2018—2023 年农业用水效率均值为 1.009,方差为 0.013;沙雅县 2018—2023 年农业用水效率均值为 0.709,方差为 0.066。可以看出大河沿子灌区农业用水效率较高,且农业用水效率各

表5 沙雅县、大河沿子灌区农业用水效率测算结果

地区	年份	农业用水效率
沙雅县	2018	0.445
	2019	0.446
	2020	0.583
	2021	0.777
	2022	1.003
	2023	1.000
大河沿子灌区	2018	0.928
	2019	1.138
	2020	1.157
	2021	0.928
	2022	0.902
	2023	0.998

年之间变化较小、变动较为平稳。因此,大河沿子灌区农业节水水平总体要优于沙雅县。沙雅县农业用水效率虽然总体水平偏低且年际间变化较大,但在农业水价综合改革期间农业用水效率得到明显提升,说明其农业用水效率提升空间相对较大,农业节水潜力大。

#### 4.4 农业用水效率影响因素实证分析

运用 Stata17.0 软件进行面板 Tobit 模型参数估计,2018—2023 年大河沿子灌区、沙雅县农业用水效率影响因素 Tobit 回归结果如表 6 所示。

表6 大河沿子灌区、沙雅县农业用水效率影响因素 Tobit 回归结果

变量	系数	z	P
人均 GDP	0.00000182	1.27	0.202
降水量	0.094482***	5.19	0.000
改革面积	-0.774785**	-2.27	0.023
灌溉定额	-0.0288573**	-2.47	0.013
农业终端水价	912.7862***	2.99	0.003
是否执行奖补制度	58.1316***	2.64	0.008

注:z 为模型系数的显著性检验值,P 为显著性概率;\*\*\* 表示在 1% 显著水平下显著,\*\* 表示在 5% 显著水平下显著。

表 6 表明该模型设定合理且回归结果可信。降水量、改革面积、灌溉定额、农业终端水价、是否执行奖补制度 6 个因素通过了显著性检验。其中降水量、农业终端水价、是否执行奖补制度 3 个因素对农业用水效率具有正向作用,改革面积、灌溉定额对农业用水效率具有负面影响;6 个因素中,农业终端水价的影响最大,其次是是否进行奖补制度、降水量、改革面积和灌溉定额。

具体而言,降水量与农业用水效率之间存在正向关系,降水量越充沛,每公顷农业用水量越少,农业用水效率越高;年降水量越少,灌溉需求越高,农业用水效率也就随之下降。农业终端水价和是否执行奖补制度对农业用水效率的提升具有显著的促进作用。水价的细微改变就能引起农业用水效率的较大变化,改革的核心是利用农业水价的经济杠杆作

用,调节农业用水量,提高农业用水效率,促进农业节水。节水奖励将节水量转化为经济奖励返还给用水方,提高了用水方的水价接受程度和节水积极性,促使其在生产中减少农业用水;精准补贴弥补了国有水管单位的运行维护成本,能促进工程良性运行,提高管护水平。改革面积和灌溉定额对农业用水效率产生负面影响。改革面积扩大,农业用水量会随之增加,同时可能存在资金无法覆盖改革地区的需求、管理人员升级扩充滞后、灌区相关配套工程建设速度以及节水技术的推广速度较慢、监管乏力等问题,都会对农业用水效率产生负面影响。在科学合理满足作物生长的前提下,根据水资源情况和灌溉技术规定制定较低的灌溉定额可以在保证农业生产的同时缩减用水方的农业用水量,对于提高农业用水效率具有一定的促进作用。

## 5 结论与建议

### 5.1 结论

a. 沙雅县和大河沿子灌区的农业水价综合改革模式之间存在差异,在改革的整体框架下形成了因地制宜的改革模式;两者主要在农业水价形成机制、精准补贴和节水激励、管水方组成、农业用水量管理等方面存在差异。

b. 在进行农业水价综合改革的 6 年间,沙雅县和大河沿子灌区的农业用水效率总体呈现上升态势,其中大河沿子灌区的农业用水效率存在波动;沙雅县农业用水效率总体水平偏低且年际间变化较大,其农业用水效率要次于大河沿子灌区,但在改革期间农业用水效率得到明显提升,就目前农业用水效率来看,沙雅县的农业节水潜力较大。

c. 在影响农业用水效率的因素中,降水量、农业终端水价、是否执行奖补制度对农业用水效率具有正向作用,改革面积、灌溉定额对农业用水效率产生负面影响;以农业终端水价的影响为最大,其次是是否执行奖补制度、降水量、改革面积和灌溉定额。

### 5.2 建议

大河沿子灌区在后续的改革中要持续对终端水价进行优化调整,逐步提升至成本水价,充分发挥农业水价的经济杠杆作用,进而强化用水方的节水意识,通过改变农业生产和用水行为等举措提高农业用水效率;大河沿子灌区要加大节水力度,将农业用水量降低至农业用水红线以下,从而使精准补贴和节水激励这一重要改革措施落地实施,通过经济激励,引导管水方和用水方合理利用和管理农业水资源。沙雅县应加强灌溉技术的研发与推广应用,积极引入先进的节水技术,改良土壤结构,加大节水、

截水、蓄水设施的建设力度,在保证农业生产的前提下降低灌溉定额水平;定期评估和动态调整灌溉定额,根据不同作物的需水量划分灌溉定额,以适应不同的农业生产需求。

## 参考文献:

[1] 冯欣,姜文来,刘洋,等. 中国农业水价综合改革历程、问题和对策[J]. 中国农业资源与区划,2022,43(3):117-127.

[2] 王蔷,林泓宇,郭晓鸣. 农业水价形成机制的建构与检验:以四川武引灌区为例[J]. 中国农业资源与区划,2023,44(3):18-25.

[3] 伊热鼓,姜文来. 农业水价综合改革绩效评估研究:以内蒙古杭锦旗为例[J]. 中国农业资源与区划,2018,39(7):153-158.

[4] 刘文铮. 基于层次分析法的农业水价改革绩效评估[J]. 水利规划与设计,2018(4):27-29.

[5] 李婷,郑垂勇. 农业水价改革绩效的熵权模糊综合评价[J]. 水利经济,2015,33(3):32-36.

[6] 周雨露,费基勇,张和喜. 贵州省农业水价综合改革主要做法及存在问题[J]. 灌溉排水学报,2019,38(增刊2):119-122.

[7] 刘小勇,胡艳超,刘定湘,等. 西北干旱区农业水价改革模式与推进策略:以甘肃省改革试点为例[J]. 中国水利,2016(14):15-17.

[8] 马磊. 河北省农业水价综合改革模式初探[J]. 中国水利,2016(16):38-40.

[9] 朱金贵. 浅谈云南省农业水价综合改革模式[J]. 农业与技术,2016,36(16):162.

[10] 楼建勋,胡翠. 诸暨市湖畈区农业水价综合改革模式实践[J]. 水利科学与寒区工程,2020,3(5):157-159.

[11] 程怀文,李玉文. 我国水资源管理的经济政策耦合效果仿真研究[J]. 中国环境管理,2019,11(5):53-60.

[12] 王克强,李国军,刘红梅. 中国农业水资源政策一般均衡模拟分析[J]. 管理世界,2011(9):81-92.

[13] 王锦程,姚鸣奇. 农业水价综合改革、异质性资源禀赋和农业用水效率关系研究[J]. 价格理论与实践,2023(7):94-98.

[14] 王亚华,陈相凝. 探寻更好的政策过程理论:基于中国水政策的比较研究[J]. 公共管理与政策评论,2020,9(6):3-14.

[15] 方大利,王静,刘晶晶,等. 多模型结合下农业用水效率及影响因素时空分异特征研究[J]. 节水灌溉,2024(4):105-113.

[16] 孙淑惠,陈晓楠,张春梅. 环境约束下农业用水效率的时空演变与地区差异:基于沿江区域与沿黄区域比较视角[J]. 长江流域资源与环境,2023,32(2):339-353.

[17] 刘军,朱美玲. 农业用水效率评价指标体系研究[J]. 节水灌溉,2013(5):61-63.

[18] 孙天合,赵凯. 农业灌溉用水效率评价国内外研究综述[J]. 节水灌溉,2012(6):67-71.

[19] LI Weinan, LI Wenxin, HUANG Mengyang, et al. Spatial-temporal evolution characteristics and influencing factors of agricultural water use efficiency in northwest China: based on a super-DEA model and a spatial panel econometric model [J]. Water, 2021, 13(5):632-632.

[20] 雷玉桃,黄丽萍. 中国工业用水效率及其影响因素的区域差异研究:基于SFA的省际面板数据[J]. 中国软科学,2015(4):155-164.

[21] 王学渊,赵连阁. 中国农业用水效率及影响因素:基于1997—2006年省区面板数据的SFA分析[J]. 农业经济问题,2008(3):10-18.

[22] 许朗,陈杰,刘晨. 小农户与新型农业经营主体的灌溉用水效率及其影响因素比较[J]. 资源科学,2021,43(9):1821-1833.

[23] WADUD A, WHITE B. Farm household efficiency in Bangladesh: a comparison of stochastic frontier and DEA methods [J]. Applied Economics, 2000, 32(13):1665-1673.

[24] 韩颖,张珊. 中国省际农业用水效率影响因素分析:基于静态与动态空间面板模型[J]. 生态经济,2020,36(3):124-131.

[25] 孙付华,陈汝佳,张兆方. 基于三阶段DEA-Malmquist区域农业水资源利用效率评价[J]. 水利经济,2019,37(2):53-58.

[26] 刘涛,崔永正,李继霞. 基于水污染视角的中国农业生态用水效率及其影响因素[J]. 水土保持研究,2021,28(5):301-307.

[27] 王丽娜. 中国农业绿色生产效率的测度及其影响因素分析[J]. 技术经济与管理研究,2022(7):37-41.

[28] 耿献辉,张晓恒,宋玉兰. 农业灌溉用水效率及其影响因素实证分析:基于随机前沿生产函数和新疆棉农调研数据[J]. 自然资源学报,2014,29(6):934-943.

[29] 许朗,陈玲红. 地下水超采区农业灌溉用水效率影响因素分析[J]. 人民黄河,2020,42(7):145-150.

[30] 韩颖,张珊. 中国省际农业用水效率影响因素分析:基于静态与动态空间面板模型[J]. 生态经济,2020,36(3):124-131.

[31] 王晓君,陈诺,何龙娟. 中国农业水价综合改革政策演变的内在逻辑、现实困境与深化方向[J]. 农业现代化研究,2023,44(3):444-453.

[32] TONE K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis [J]. European Journal of Operational Research, 2001, 130(3):498-509.

[33] 刘双双,韩凤鸣,蔡安宁,等. 区域差异下农业用水效率对农业用水量的影响[J]. 长江流域资源与环境,2017,26(12):2099-2110.

(收稿日期:2024-07-11 编辑:骆超)