

Research on the innovation of the management mode of efficient utilization of irrigation water resources for sustainable agricultural development

Xieraili Maitiniyazi

Pishan County Water Conservancy Bureau, Hotan, Xinjiang, 845150, China

Abstract

Xinjiang is a major agricultural province with a key position in the agricultural field, but due to its location in the inland arid area, it faces the problems of limited total water resources, uneven distribution, aging water conservancy facilities, and unreasonable water use structure. The traditional irrigation water resource management mode leads to improper resource allocation, low water use efficiency and high ecological pressure, and the water resources problem of Pishan County as an example significantly restricts agricultural development. In this regard, it is necessary to innovate the management model, build a scientific allocation system, promote efficient water-saving technologies, strengthen ecological collaborative management, deepen the reform of the water rights system, promote technological research and improve policy guarantees, and promote public participation and social supervision. These measures have helped Xinjiang achieve sustainable agricultural development and improve the efficiency of irrigation water use.

Keywords

Xinjiang; irrigation water resources; management model innovation; The case of Pishan County

面向农业可持续发展的灌溉水资源高效利用管理模式创新研究

希尔艾力·麦提尼牙孜

新疆维吾尔自治区和田地区皮山县水利局, 中国·新疆和田 845150

摘要

新疆是农业大省,在农业领域地位关键,却因地处内陆干旱区,面临水资源总量有限、分布不均,水利设施老化、用水结构不合理等问题。传统灌溉水资源管理模式导致资源配置失当、用水效率低、生态压力大,以皮山县为例,其水资源问题显著制约农业发展。对此,需创新管理模式,构建科学调配体系,推广高效节水技术,加强生态协同管理,深化水权制度改革,推动技术攻关并完善政策保障,促进公众参与和社会监督。这些措施助力新疆实现农业可持续发展,提高灌溉水资源利用效率。

关键词

新疆;灌溉水资源;管理模式创新;皮山县案例

1 引言

新疆作为农业大省,耕地广袤,是全国重要农产品供应基地,棉花产量占全国超 80%,粮食产量稳定,对国家粮食安全和经济稳定意义重大。但新疆地处内陆干旱区,水资源总量约 832 亿立方米,人均远低于全国平均。空间上“北多南少、西多东少”,如北疆伊犁河谷水源丰沛,南疆塔里木盆地周边却干旱少雨,农业用水缺口大。时间上降水集中夏季,冬春缺水严重。水利设施老化、渠道渗漏,传统大水

漫灌效率低,资源分配缺乏规划,生态问题加剧。以皮山县为例,其水系虽由多条河流组成,但水资源季节分配不均、水利工程调蓄能力不足,86 万亩灌溉面积面临利用率低问题,缺水矛盾随农业发展日益突出。因此,创新灌溉水资源管理模式,对保障新疆农业可持续发展极为迫切。

2 新疆水利实际情况剖析

2.1 水资源总量与分布

新疆水资源总量约 832 亿立方米,人均低于全国平均。空间上呈现“北多南少、西多东少”的特征,与农业种植区域分布不匹配。北疆伊犁河谷水源充足,南疆塔里木盆地周边则干旱少雨,农业用水缺口大。时间上降水集中在夏季,

【作者简介】希尔艾力·麦提尼牙孜(1984-),男,维吾尔族,工程师,从事水利工程运行及水资源管理研究。

冬春缺水严重,季节性用水矛盾突出。以皮山县为例,其水系由皮山河等五条河流组成,多年平均径流量 7.39 亿 m^3 ,但年内分配不均,春季(3-5月)占年径流量 12.75%,夏季(6-8月)占 73.97%,秋季(9-11月)占 10.45%,冬季(12-2月)占 2.83%,给农业灌溉带来诸多挑战。

2.2 水利设施现状

新疆灌溉工程类型多样,渠道灌溉仍占主导,然而渠道老化、渗漏严重,水利用系数低,部分土渠输水损失率达 50%-60%。皮山县建成三级渠道总长 2408.38 公里,防渗率 73%,但部分渠道老化影响输水效率。全县 9 座水库,总库容 1.25 亿 m^3 ,可利用库容 0.885 亿 m^3 ,像杜瓦河的小型水库,因淤积严重,有效库容从 300 万 m^3 缩减至 30 万 m^3 ,功能基本丧失。部分地区水利设施配套不完善,调蓄能力不足,小型水库年久失修,田间灌溉设施与骨干水利工程衔接不畅。皮山县在春灌高峰期常水量不足,凸显调蓄和配套短板。

2.3 用水结构与农业用水特点

在新疆用水结构中,农业用水占比超 90%,工业和生活用水占比小,农业灌溉水资源管理对全区水资源合理配置至关重要^[1]。皮山县 2022 年农业灌溉用水 6.9 亿 m^3 ,占引地表水总量 6.62 亿 m^3 的绝大部分。新疆以灌溉农业为主,农作物种植面积大,多为高耗水作物。皮山县灌溉面积 86 万亩,种植作物多样,灌溉季节用水集中,春灌前需做好水土平衡分析,制定供水计划。

3 传统灌溉水资源管理模式存在的问题

3.1 水资源配置不合理

区域间水资源分配不均,因水资源分布与农业布局不匹配,且缺乏科学调配机制,部分地区用水紧张,部分地区浪费严重。南疆一些地区为保证棉花种植用水,过度开采地下水,引发地下水位下降、土地沙化等生态问题;北疆部分地区因水资源相对丰富,存在大水漫灌现象。以皮山县为例,各流域水资源分布不均,皮山河、桑株河、杜瓦河等流域的灌区用水差异大,传统模式下缺少跨流域科学调配,致使部分灌区用水紧张,丰水期部分流域却有水资源浪费。用水时序不合理:灌溉季节缺乏动态调配,常按传统习惯用水,未考虑作物不同生长阶段需水量及水资源季节性变化,导致水资源浪费,灌溉效果不佳。

3.2 灌溉用水效率低下

灌溉技术落后,新疆虽在高效节水灌溉技术推广上有一定成果,但仍有大量农田采用传统地面灌溉,如大水漫灌。这不仅浪费水资源,还会造成土壤板结、肥力下降,影响农作物生长。皮山县部分农田仍用传统灌溉方式,亩灌定额高,浪费严重,且不利于土壤环境维护。管理粗放,部分灌区缺乏完善用水计量设施和科学灌溉管理制度,农户用水随意,难以精准灌溉。水利工程管理维护不到位,输水时水资源损

失严重。皮山县过去部分地区用水计量设施不足,灌溉管理制度执行不严格,农户用水缺乏约束,水利工程维护不及时,渠道渗漏导致水资源损失。

3.3 生态环境压力增大

地下水位下降,长期超采地下水灌溉,使新疆部分地区地下水位持续降低,引发地面沉降、植被退化等生态问题。吐鲁番地区因过度开采地下水,已出现大面积土地沙化和植被死亡。皮山县虽重视地下水管理,但过去因用水需求大,也曾有一定程度的地下水超采,威胁生态环境。水污染问题突出,农业生产中化肥、农药使用量增加,部分工业废水、生活污水未经有效处理排入水体,致使新疆部分灌溉水源污染,水质恶化,影响农作物生长、农产品质量安全,破坏生态环境^[2]。

4 灌溉水资源高效利用管理模式创新策略

4.1 构建科学的水资源调配体系

跨区域水资源协调机制创新:新疆地理环境特殊,构建跨流域、跨行政区域的水资源协调机制十分必要。以塔里木河流域为例,该流域涉及 5 个地州和生产建设兵团的多个师局,通过建立“流域管理委员会+区域水务局”双层管理架构,形成“统一规划、统一调度、统一管理”的新型体制。实施统一调度后,塔里木河下游生态输水工程累计下泄水量超 60 亿立方米,下游断流 30 年的河道恢复通水,植被覆盖率提高 20% 以上。新疆出台《塔里木河流域水资源管理条例》,建立水量调度行政首长负责制,并采用“丰增枯减”动态调度模型,依据来水实时调整分配比例。如 2023 年极端干旱时,跨区域调水保障了重点棉区灌溉需求,棉花产量同比仅降 3.2%,远低于预期损失。皮山县在县域内尝试跨流域调水,从皮山河向桑株河流域乔达乡供水 742 万 m^3 ,为跨区域水资源协调提供基层经验。

智慧化水资源管理系统建设:新疆建成覆盖全疆的水资源监控平台,整合 2300 余个水文监测站、1.2 万处地下水监测井和 500 余座水库实时数据。基于北斗卫星导航和高分遥感技术,实现灌溉区用水毫米级监测。昌吉州“智慧灌区”项目通过物联网传感器监测土壤墒情,结合作物生长模型自动生成灌溉方案,灌溉效率提升 40%,亩均节水 150 立方米。新疆农科院研发的“绿洲灌区智能配水系统”已在全疆推广,使灌溉水利用系数从 0.48 提升至 0.65,相当于新增可用水量 35 亿立方米。皮山县可借鉴此类经验,加强水资源实时监测与精准调配。

4.2 推广高效节水灌溉技术与管理措施

节水技术集成创新:新疆形成以膜下滴灌为核心,结合水肥一体化、智能化控制的技术体系。棉花主产区推广“一膜三带”滴灌模式,亩均用水量从传统漫灌的 500 立方米降至 280 立方米。全疆 2000 万亩高效节水灌溉面积,年节水能力达 60 亿立方米。新疆农业大学研发“抗堵塞纳米陶

瓷滴头”，将滴头寿命从 1.5 年延长至 3 年，维护成本降低 40%。哈密瓜种植区推广“涌泉根灌”技术，水分利用率提高至 85%，单产增加 12%。皮山县可逐步引入这些高效节水技术。

精准灌溉管理体系构建：新疆建立覆盖主要灌区的用水计量网络，安装 5.6 万台(套)计量设施。喀什地区推行“按量计费、超用加价”制度，试点区灌溉水量下降 22%。全疆 2024 年完成水权交易 127 笔，交易水量 1.2 亿立方米，成交额 1.8 亿元。昌吉州探索“灌溉合作社”模式，灌溉效率提升 35%。兵团第八师建立“灌溉保姆”服务体系，服务面积 150 万亩^[3]。皮山县可建立精准灌溉管理体系，加强用水计量与计费管理，提高农户节水积极性。

4.3 加强水资源与生态环境保护协同管理

生态补水长效机制建设：新疆建立“三条红线”管控体系，将生态用水比例纳入地方政府考核指标。艾比湖流域生态补水工程使湖面面积从 500 平方公里恢复至 800 平方公里，周边植被覆盖率提高 15%。塔里木河干流年均生态补水 12 亿立方米，遏制下游土地沙化扩展趋势。新疆水利厅开发“生态需水动态评估模型”，精准调控补水时间和水量。2024 年博斯腾湖分期补水方案使芦苇湿地面积增加 20%，鸟类种群数量恢复至 20 世纪 90 年代水平。皮山县应重视生态补水，维护生态平衡。

面源污染防控体系：新疆建立“一控两减三基本”治理体系，测土配方施肥技术覆盖率达 85%，农药使用量连续 5 年负增长。焉耆盆地 20 万亩生态循环农业示范区通过“有机肥替代+水肥一体化”模式，化肥利用率提高至 40%，面源污染负荷下降 30%。新疆建成 120 座农田排水处理站，推广“生态塘+人工湿地”处理技术。玛纳斯河流域尾水回收利用系统使灌溉水重复利用率达 65%，削减污染物排放量 40% 以上。皮山县应加强农业面源污染防控，建设尾水治理设施。

4.4 创新灌溉水资源管理体制与机制

水权制度改革深化：新疆完成塔里木河流域初始水权分配，确权水量达 120 亿立方米。巴州试点水权抵押贷款机制，发放贷款 3.2 亿元。2024 年全疆水权交易市场成交额突破 5 亿元，形成“政府调控、市场调节、社会协同”的水权流转体系。兵团第二师探索“水权银行”模式，实现水资源时空优化配置，2024 年节约水资源 1.8 亿立方米。皮山县可借鉴水权制度改革经验，推进水权分配与流转。

市场化运作机制创新：新疆引入社会资本参与水利工程建设，累计实施 42 个 PPP 项目，总投资 180 亿元。和田地区“节水增效 PPP 项目”通过特许经营模式建设高效节水灌溉工程，灌溉水利用系数从 0.45 提升至 0.68。新疆建立“基本水价+计量水价”两部制水价体系，吐鲁番市试点阶梯水价制度，高耗水作物种植面积下降 15%。结合水

权交易建立“基准价+浮动价”价格调节机制。皮山县可引入社会资本，完善水价形成机制。

4.5 技术创新与政策保障体系

关键技术攻关：新疆建成干旱区节水灌溉国家重点实验室，在高效节水装备、智能监测技术等领域取得突破。自主研发的“激光控制精细平地”技术，节水效率提高 25%。正在攻关的“纳米保水剂”技术，可使土壤保水能力提升 30%。皮山县可关注应用这些技术成果。

政策保障体系：新疆出台《关于推进农业水价综合改革的实施意见》，建立“总量控制、定额管理”制度框架。财政每年安排 10 亿元节水专项资金，对高效节水工程给予 30% 补贴。金融推出“节水贷”专项产品，利率较基准下浮 20%，已发放贷款 58 亿元^[4]。皮山县应积极落实相关政策，争取支持。

4.6 公众参与与社会监督

节水型社会建设：新疆建成 50 个节水型灌区、120 家节水型企业、200 个节水型社区。通过“世界水日”宣传活动，发放 300 万份节水手册，开展 1.2 万人次农民田间学校培训。阿克苏地区推行“节水积分制”，试点区节水率提高 18%。皮山县可加强节水宣传教育与激励活动。

社会监督机制：新疆建立水资源管理信息公开平台，实时公布水权分配、用水计划等信息。成立由人大代表、政协委员、用水户代表组成的社会监督委员会，对重点水利工程全程监督。和田地区试点“用水户协会”自治模式。皮山县可建立社会监督机制，保障公众知情权。

5 总结

新疆水利实际情况复杂，灌溉水资源高效利用管理面临诸多挑战。传统管理模式在水资源配置、用水效率和生态保护等方面存在的问题制约了农业可持续发展。通过构建科学的水资源调配体系、推广高效节水灌溉技术与管理措施、加强水资源与生态环境保护协同管理以及创新灌溉水资源管理体制与机制等一系列创新策略，可以有效提高新疆灌溉水资源利用效率，缓解水资源供需矛盾，实现农业可持续发展与生态环境保护的双赢。在实施过程中，需要政府、企业、农户等各方共同努力，形成合力，推动灌溉水资源管理模式的创新与实践。

参考文献

- [1] 李翔.基于农田水利信息化的灌溉水资源配置探究[J].农业工程技术,2024,44(23):81-82.
- [2] 薛海梅.新疆且末县补充耕地项目水资源平衡分析[J].陕西水利,2023,(01):77-78+85.
- [3] 李志军,王媛媛.新疆库山河流域灌区水资源与灌溉用水效率分析评价[J].西北水电,2020,(06):44-47.
- [4] 钱柳英.新疆节水灌溉运行管理模式应用分析[J].水科学与工程,2020,(02):13-15.