

兵团第十二师微咸水资源开发利用分析及建议

李娟¹, 刘杰^{2,3,4,5}, 杨田利¹

(1. 新疆生产建设兵团第十二师水文水资源管理中心, 新疆 乌鲁木齐 830022;

2. 山东省水利科学研究院, 山东 济南 250014; 3. 山东省水网调度与水资源高效利用重点实验室, 山东 济南 250014;

4. 新疆生产建设兵团新疆水资源节约集约利用技术创新研究院, 新疆 乌鲁木齐 830022;

5. 新疆生产建设兵团水利局, 新疆 乌鲁木齐 830002)

【摘要】作为重要的非常规水源,微咸水在缓解农业用水矛盾、优化区域水资源结构方面具有重要潜力。文章系统分析了新疆生产建设兵团第十二师微咸水资源利用现状及制约因素,指出监测体系薄弱、农业灌溉管理粗放、资源底数不清和政策机制滞后是制约其高效利用的主要因素,并提出完善监测预警体系、推进智慧灌溉管理、强化微咸水淡化技术攻关、实施分区分类治理等对策,对保障区域水安全与促进农业高质量发展具有重要意义。

【关键词】微咸水; 地下水管理; 次生盐碱化; 水资源利用

【中图分类号】TV213.4

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2026)-02-0071-03

Strategic management and utilization of brackish water resource in the 12th Division of the Xinjiang Production and Construction Corps

LI Juan¹, LIU Jie^{2,3,4,5}, YANG Tianli¹

(1. Hydrology and Water Resources Management Center of the 12th Division, Xinjiang Production and Construction Corps,

Urumqi, Xinjiang 830022; 2. Water Resources Research Institute of Shandong Province, Jinan, Shandong 250014;

3. Shandong Key Laboratory of Water Network Dispatching and Efficient Utilization, Jinan, Shandong 250014, China;

4. Lu-Jiang Water Resources Technology Innovation Institute of XPCC, Urumqi, Xinjiang 830022, China;

5. Water Resources Department of the Xinjiang Production and Construction Corps, Urumqi, Xinjiang 830002, China)

Abstract: As an important unconventional water source, brackish water holds substantial potential for alleviating agricultural water shortages and optimizing regional water-resource structures. This study provides a systematic assessment of brackish-water use in the 12th Division of the Xinjiang Production and Construction Corps, revealing that weak monitoring systems, coarse irrigation management, limited knowledge of resource endowments, lagging policy mechanisms are the primary factors constraining its efficient utilization. To address these issues, this study proposes strengthening monitoring and early-warning systems, promoting intelligent irrigation management, accelerating technological developments in brackish-water desalination, and implementing region-specific and category-based management strategies. Offering important implications for ensuring regional water security and promoting high-quality agricultural development.

Key words: Brackish water; Groundwater management; Secondary salinization; water-resource utilization

新疆生产建设兵团第十二师位于天山北坡经济带和丝绸之路经济带核心区,属于干旱半干旱地区,区域水资源短缺问题突出,且时空分布差异显著^[1]。此外,由于农业灌溉等用水需求量大且长期未得到有效控制,地下水形成长期超采格局,水位呈持续下降趋势。据《水利部、自然资

源部关于印发全国地下水超采区划定成果的通知》(水资管[2024]349号),第十二师的地下水超采区总面积 566 km²,其中严重超采区 497 km²,一般超采区 69 km²。与 2018 年划定成果相比,严

收稿日期:2025-10-05

作者简介:李娟(1985—),女,高级工程师

重超采区减少了 152 km², 但一般超采区增加了 69 km²。近年来,随着地下水超采治理措施的推进及外部水情的变化,第十二师地下水位有所回升,二二二团等部分区域的地下水位已升至 1.5 m 左右。在高蒸发气候条件下,浅层水分迅速上行,盐分随水迁移并积聚于土壤表层,极易引发次生盐碱化,导致土壤板结、肥力衰退,直接威胁作物生长与区域粮食安全^[2]。同时,二二二团等区域的地下水矿化度已达到 2 g/L 以上,属于微咸水范畴^[3],可作为常规水源的重要补充。因此,地下水矿化度较高的区域与高水位区存在一定的空间重叠,为开展微咸水资源利用及次生盐碱化防控研究提供了有利条件。

目前,第十二师的地下水管理已从单一的“防超采”进入了一个更为复杂的阶段,即“防超采、防盐碱化与非常规水资源利用”并重。因此,系统调查第十二师微咸水资源的利用状况及其存在问题,进而优化地下水资源管理策略,不仅是防控土壤盐碱化风险的现实需求,也是落实国家粮食安全战略、推进最严格水资源管理制度、实现区域农业与生态可持续发展的关键路径。

1 第十二师微咸水资源现状

根据《第三次全国水资源调查评价新疆生产建设兵团地下水资源调查评价报告》(2019年),第十二师地下水资源总量为 8 751 万 m³,其矿化度均小于 2 g/L;然而,2025 年的水质监测数据表明,二二二团等区域的地下水矿化度已升至 2 g/L 以上。此外,第十二师水资源供需矛盾突出,当地水资源可利用量仅 2.338 亿 m³,2023 年实际用水量达 2.39 亿 m³,其中农业用水占比高达 85%。微咸水作为地下水资源的重要组成部分,在区域水资源紧缺背景下具有重要的开发潜力和战略意义。《2025 年自治区党委水资源管理委员会工作要点》明确提出,要“完善增水工作体系,加快浅层咸水开发利用”,形成苦咸水资源利用与盐碱耕地协同治理的技术体系。然而,当前第十二师针对微咸水资源开发利用的研究仍较少。

2 存在的问题

2.1 监测预警体系不完善,支撑精准决策能力不足

第十二师地下水与土壤墒情监测体系建设总

体薄弱,现有监测站点数量不足、空间布局不均,监测网络覆盖度与代表性较低,尤其在地下水高水位区与盐碱化高风险区,监测盲区问题尤为突出。受此影响,区域地下水位动态变化规律难以被全面掌握,水资源开发利用缺乏实时支撑数据。

此外,现行监测体系偏重水位监测,而对水质、盐分等关键指标的系统监测与分析不足,难以全面揭示微咸水的空间分布特征及盐碱化演变规律。此外,监测数据体系的不完善也削弱了对水质风险预警、盐分迁移模拟与水盐平衡分析的支撑作用,难以实现基于数据驱动的精准调控。

2.2 农业用水管理粗放,水盐失衡风险持续加剧

虽然第十二师已普遍采用滴灌、膜下滴灌等节水措施,但灌溉管理大多以经验为主,缺乏基于作物需水规律、土壤水分动态及盐分迁移特征的科学调度机制。外部水源来水的不确定性与农户灌溉行为的随意性并存,导致部分区域出现过量灌溉或时机不当现象,这使得深层渗漏增加,抬升了地下水位,进而加剧毛细作用导致的盐分上升与积聚。长期来看,这种灌溉方式不仅导致水盐失衡问题愈加明显,还可能改变土壤理化性质,削弱作物根系吸水能力,形成“水盐共胁迫”的恶性循环,对区域农业可持续发展构成威胁。

2.3 微咸水资源底数不清,利用潜力未充分挖掘

微咸水是干旱区重要的非常规水源,第十二师微咸水资源的分布规律、矿化度结构与储量特征尚不明确,缺少系统化的资源调查与动态更新机制,不同区域、不同埋深与不同矿化度地下水的可采与禁采区域不清,难以为科学利用提供支撑。

在技术层面,微咸水安全利用体系仍处于探索阶段。耐盐作物筛选、咸淡混灌技术、灌溉制度优化、盐分调控机理等方面研究不足,尚未形成可推广的工程化应用模式。同时,微咸水淡化与再利用技术装备体系尚不完善,运行成本与能耗较高,制约了规模化推广,导致区域内“资源有量难用、潜力未转化”,这不仅造成水资源结构性紧张,也增加了对优质淡水的依赖。

2.4 地下水管理政策与动态水情不匹配

第十二师地下水管理制度以团场为基本单元,执行统一的限采标准,政策弹性不足。该管理模式对不同区域地下水位、水质条件及生态风险的差异考虑不足,导致“高水位区抽采受限、低水

位区供水不足”的结构性矛盾。部分高水位区因无法实施生态疏干,导致浅层地下水长期高位运行,加剧土壤盐分上升与土地次生盐渍化;而低水位区则因限采约束,灌溉供水不足,影响农业生产。此外,现行管理制度尚未将微咸水、再生水等非常规水源纳入统一配置体系,整体上缺乏多水源协同管理的系统思路。这种管理方式不仅限制了非常规水源的利用空间,也削弱了地下水资源调控的灵活性与区域水安全的整体适应力。

3 建议

3.1 构建智能预警体系,强化决策数据支撑

依托现有水文监测体系,优化站点布局与监测指标体系,在高水位区、盐碱化风险区及重点农田区增设综合自动化监测站。通过集成地下水位、水质、土壤盐分等数据,实现“水-盐-质”一体化动态监测。构建多源数据融合模型,形成水位变化趋势预测、盐分迁移风险分析与水质异常预警机制,为地下水开发、灌溉调度与生态防控提供科学依据。同时,推进数据共享与信息可视化,建立分区预警阈值与响应机制,形成由监测、分析、预警到决策的完整数据链条,逐步实现地下水管理由静态监测向动态预测、由人工判断向智能决策的转变。

3.2 推动农业灌溉智能化转型,实现水盐协同调控

以节水设施的广泛应用为基础,全面提升灌溉管理的数字化与智能化水平。依托物联网与传感器技术,建设田间墒情、气象与作物需水实时监测系统,动态掌握作物生育期水盐变化。编制主要作物的节水灌溉指南,建立“按需供水、以盐控水”的智能调控机制。通过数据驱动的精准灌溉,可以减少深层渗漏与盐分积聚,推动“经验灌溉”向“科学灌溉”的转变,实现节水与控盐的综合效益。同时,可探索在部分盐渍化高风险区推广浅埋滴灌或地下滴灌技术,以减少蒸发损失、阻断盐分上移,为水盐平衡调控提供有效手段。

3.3 开展微咸水资源普查与关键技术集成研究

将微咸水调查纳入地下水专项工作体系,系统查明资源分布、矿化度等级与储量结构,编制可采与禁采分区图,明确不同矿化度等级的适用作物与灌溉方式。依托科研院所与团场协作,设立微咸水安全利用科技攻关项目,重点开展耐盐

作物筛选、咸淡混灌比例优化、灌溉制度设计及微咸水淡化技术研究。通过集成多技术体系,形成“资源调查-技术示范-标准制定-工程推广”的闭环体系,建立符合第十二师地质、气候与农业结构特征的微咸水利用模式,推动微咸水从“潜在资源”向“可持续利用水源”转化。

3.4 推行分区分类管控,构建动态调控体系

以地下水位、水质与盐碱化风险为核心指标,建立“严格限采区-平衡调控区-生态疏干区”三级管理体系,实施差异化管控。对高水位区,科学核定生态疏干指标,鼓励利用微咸水灌溉耐盐生态植物,实现“以灌代排、水盐双控”。同时,将再生水、微咸水等非常规水源纳入统一配置体系,建立多水源联合调度机制。依托智慧管控平台,整合水文、水质、气象与灌溉数据,构建“地下水安全一张图”,实现监测、预警、研判、调度全流程数字化管理。通过从源头到根区的精准控制,推动地下水治理由静态管控向动态智慧化转型,全面提升区域水资源统筹与生态安全保障能力。

4 结语

在干旱区水资源时空分布不均与地下水超采背景下,推进微咸水高效利用不仅是缓解农业用水紧张的重要途径,也是防控土壤次生盐碱化、实现水资源可持续利用的关键环节。微咸水资源在第十二师水资源体系中具有重要的战略潜力,但其开发利用仍受监测体系薄弱、资源底数不清、管理机制滞后等因素制约。建议以数据驱动和智慧管控为核心,构建多要素监测与预警体系,完善分区分类管理机制,并强化耐盐作物、咸淡混灌技术及微咸水淡化技术研究,逐步形成微咸水开发利用与盐碱地协同治理的系统模式,为干旱区农业高质量发展与生态安全提供科学支撑。

参考文献

- [1] 王琼,尹飞虎,何帅,等.新疆咸水现状及其利用分析[J].绿洲农业科学与工程,2018,4(3):55-60.
- [2] 刘安琪.盐碱地“沙穴-微咸水滴灌”模式对土壤水盐分异规律影响与种植参数优化[D].内蒙古农业大学,2020.
- [3] 王亚玉.微咸水滴灌水肥一体化系统灌水器堵塞机理与调控模式研究[D].石河子大学,2024.

科研项目:盐碱地林果水肥盐协同调控与秸秆绿色保水材料一体化研发及示范应用(YDZX2025046)

(责任编辑 崔春梅)