

# 防汛抗旱与农田水利管理的实施策略

徐慧萍

新疆省哈密市伊吾县苇子峡乡人民政府, 新疆 哈密 839304

**[摘要]**本研究聚焦干旱区绿洲农业系统的水安全保障难题,探索防汛抗旱与农田水利管理协同优化路径。针对新疆特殊的水文生态本底,揭示高蒸发-强渗透-弱涵养复合效应下的水土失衡机理,创新性提出跨境流域多尺度协同治理框架。通过构建“生态-生产”双驱模型,研发抗逆型节水灌溉技术体系,建立兵地融合的智慧调度机制,形成绿洲脆弱生态系统恢复与农牧业产能提升的协同增益模式。研究成果为干旱区农业水资源高效利用提供理论范式,对完善边疆地区水安全保障体系具有显著实践价值。

**[关键词]**防汛抗旱; 农田水利; 协同管理; 智能化技术; 灾害预警

DOI: 10.33142/hst.v8i4.16089

中图分类号: S274

文献标识码: A

## Implementation Strategies for Flood Prevention, Drought Resistance, and Agricultural Water Conservancy Management

XU Huiping

Xinjiang Hami City Yiwu County Weizixia Township People's Government, Hami, Xinjiang, 839304, China

**Abstract:** This study focuses on the water security challenges of oasis agricultural systems in arid areas, and explores the collaborative optimization path of flood prevention, drought resistance, and agricultural water management. In response to the unique hydrological and ecological background of Xinjiang, the mechanism of soil and water imbalance under the compound effect of high evaporation, strong infiltration, and weak conservation is revealed, and an innovative multi-scale collaborative governance framework for cross-border watersheds is proposed. By constructing an "ecological production" dual drive model, developing a stress resistant water-saving irrigation technology system, establishing a smart scheduling mechanism that integrates military and land resources, and forming a collaborative gain model for the restoration of fragile oasis ecosystems and the improvement of agricultural and animal husbandry production capacity. The research results provide a theoretical paradigm for the efficient utilization of agricultural water resources in arid areas, and have significant practical value for improving the water security guarantee system in border areas.

**Keywords:** flood prevention and drought resistance; agricultural water conservancy; collaborative management; intelligent technology; disaster warning

### 引言

全球气候变化加剧背景下,干旱区绿洲农业系统面临水资源短缺与极端灾害频发的双重胁迫。新疆作为典型内陆干旱区,冰川消退加速与水土开发利用强度的矛盾日益凸显,传统以增供为主导的水利管理模式已难以应对灌区盐渍化加剧、跨境水权纠纷频现等新型挑战。现有研究多聚焦单一节水技术或工程措施,缺乏对防汛抗旱与农田水利系统协同机制的深入解析。本研究立足绿洲复合生态系统特征,引入水-土-气-生多要素耦合理论,通过构建水旱灾害链式防控体系与立体节水工程网络,探索形成适应极端水文情势的现代化治理模式,为干旱区农业水资源可持续利用与生态安全保障提供科学支撑。

### 1 农田水利管理的意义

农田水利不仅关乎国家粮食安全和农业可持续发展,还深刻影响着区域经济和社会的持续发展。作为新时期经济社会发展中的重要基础设施,农田水利一直受到广泛关注。在长期发展过程中,农田水利设施为农业生产力的提

升提供了坚实的基础保障。由于我国降水的时空分布不均,且人多地少,各地农田普遍面临着不同程度的水旱灾害威胁。因此,土地平整、水利建设和稳定高产农田的打造,已成为推动农业发展的核心任务。加强农田水利建设与管理是应对新时期农业防灾减灾需求的必然选择。农田水利设施不仅是增强农业防灾减灾能力、抵御自然灾害的硬件基础,也是提高农业抗风险能力的关键。我国地理气候环境相对复杂,治水任务艰巨。在这种背景下,农田水利面临着更加严峻的挑战,尤其是洪涝灾害始终困扰着我国农业发展,而干旱灾害也直接影响着人民的正常生活。为此,亟需弥补我国基础设施建设的短板,进一步加强农田水利建设,以提升农业的可持续发展能力和防灾减灾水平。

### 2 农田水利管理的现状与问题分析

#### 2.1 农田水利的定义与基本功能

当前农田水利的定义边界存在显著模糊性,导致管理范畴界定不清。依据《农田水利条例》的法定表述,农田水利涵盖“灌溉、排水、抗旱等工程设施”,但在实际管

理实践中,水土保持、生态补水等衍生功能未被明确纳入法定管理范围,这一制度缺陷直接造成全国32%的灌区出现多部门管理权责交叉问题<sup>[2]</sup>。功能认知偏差进一步引发实践矛盾,典型表现为华北平原43%的灌区将抗旱设施与常规灌溉系统分离建设,导致应急调水效率降低28%,暴露出定义体系滞后于现实需求的根本性矛盾。

## 2.2 新疆农田水利设施的建设与管理现状

新疆作为典型干旱-半干旱气候区,农田水利工程建设面临特殊环境制约。受极端降水量时空分布不均的影响,现有灌溉系统难以应对春季融雪性洪水和夏季高温干旱的交替冲击。渠系配套水平呈现显著区域分化,南疆传统灌区仍依赖土质明渠输水,蒸发渗漏导致水盐迁移加剧,部分区域表层土壤电导率显著超出作物耐受阈值。北疆虽大力推广高效节水技术,但因沙质土壤渗透性强、风蚀作用显著,膜下滴灌系统普遍存在灌水均匀度不足和地膜残留阻水问题。机电井建设存在结构性矛盾,老旧机井出水量衰减与新建井布局不合理并存,部分地区出现浅层地下水超采漏斗。管理机制层面,基层管护能力与工程规模不匹配,尤其团场改制后,部分农业灌溉设施权责界定模糊,设备维护存在“用而不养”现象,导致淤积破损时有发生。

## 3 新疆防汛抗旱与农田水利管理实施策略

### 3.1 干旱区防洪抗旱目标体系重构

针对新疆典型内陆干旱区的特殊气候背景,需构建多尺度融合的防御体系框架。在天山北坡城市群建立城市内涝三维防控模型,重点完善地下管廊与地表行洪通道的立体衔接,通过透水铺装、雨水花园等海绵设施增强城区径流消纳能力。绿洲农业带推行“因水定产”差异化配置策略,制定主要作物生育阶段需水阈值图谱,对棉花、小麦等主栽品种建立水分敏感期动态调整系数,配套弹性轮灌制度与应急补水预案。荒漠生态脆弱区实行生态流量协同管控,构建以天然植被衰退预警为触发机制的水量调度模型,融合河道形态修复与地下水位阈值联控技术。深化军民融合防洪体系,在边境沿线布设具备抗干扰能力的地下水位传感网络,开发荒漠区雨洪资源定向诱导技术,通过微地形改造与集雨材料覆被提升自然蓄渗效能。建设跨境融雪洪水联合推演平台,引入高寒区冰湖溃决风险模拟算法,优化国际界河段联合清障与应急分洪方案。

### 3.2 绿洲农业智能监测系统构建

建立“天基监测-空基感知-地基验证”多模态数据融合体系,利用合成孔径雷达卫星穿透性观测优势,实现农田墒情与盐渍化的全息反演。发展抗风沙干扰的边缘计算节点,在塔克拉玛干沙漠绿洲布设多光谱成像与红外热联动传感矩阵,通过改进型YOLO算法解析作物蒸腾胁迫特征。构建绿洲水盐迁移过程孪生模型,融合孔隙介质多场耦合理论与非饱和带溶质迁移规律,实现不同灌溉情境下土壤次生盐渍化风险的情景推演。在伊犁河谷试点作物根系层精准感知系统,采用柔性电子皮肤传感器实时捕获

根区微环境波动,结合植物电生理信号解析建立水分亏缺早期预警体系。开发绿洲边缘带荒漠化进程评估系统,通过地表覆被指数与地下水位波动的时空关联分析,构建生态水位反演与退化预警的综合决策树模型。

### 3.3 荒漠化防治导向的灌区改造

构建“控盐-防风-保墒”复合型节水工程体系,推广抗淤堵型暗管排盐系统,采用波纹管壁面纳米涂层技术降低盐结晶附着系数,结合气压脉冲冲洗装置实现系统长效运行。创新风蚀区滴灌装备防护模式,开发嵌入式导流槽滴灌带与防风蚀立管组合结构,通过流体力学优化降低灌水器风致振动失稳风险。建立多水源协同利用技术链,在昆仑山前冲积扇区布设梯级渗滤坝,实现高浊度洪水澄清与矿化度梯级利用的有机衔接。开展干旱区特色微咸水改良技术研究,集成物理电磁处理与生物活性菌剂耦合工艺,突破盐敏感作物咸水直接灌溉的技术瓶颈。推进荒漠-绿洲过渡带保护性农业系统建设,建立乔灌草立体防护网络与节水灌溉的协同模式,通过防风固沙植物根系导引技术增强土壤水分涵养效能。构建灌区全生命周期管护机制,实行“工程体检-病害预警-智能修复”闭环管理体系,研发自感知型衬砌材料与仿生自修复抗冻胀结构体系。

### 3.4 跨境流域协同调度机制创新

新疆作为国际河流密集区,需建立跨境水文联合管控范式。针对伊犁河、额尔齐斯河等跨境水系,构建“水权协商-生态调度-灾害联防”三位一体合作框架,开发多语言界面的水量分配决策支持系统。在巴尔喀什湖流域试点季节性生态基流保障机制,通过鱼类洄游通道重构与脉冲式泄流组合方案,协调农业生产与跨境生态保护需求。构建中亚干旱区洪水联合预报平台,集成多源气象数据与冰川物质平衡模型,强化融雪性洪水协同防御能力。建立绿洲城市群水权交易虚拟市场,引入智能合约技术规范农业节水指标置换流程,探索兵团与地方水资源效益共享机制。在塔里木河流域推广“河流健康护照”制度,通过同位素示踪技术识别水污染跨境迁移路径,构建生态环境损害全链条追溯体系。

### 3.5 多民族地区参与式管理能力建设

建立兵地融合的立体培训体系,开发维吾尔语、哈萨克语等多语种培训资料套件,重点传授管道微损检测与盐碱水安全利用技术。构建“智慧水管家”移动服务平台,集成农牧民用水申报、设施故障申报与灾害预警功能,对接自治区水利大数据中心实现需求精准响应。在和田绿洲试点“水管员+”制度,培育既懂传统坎儿井维护技艺又掌握智能传感器操作技术的复合型人才。推广社区水利理事会协商机制,将伊斯兰教“米卡叶”节水文化与现代配额管理融合,建立清真寺参与节水宣传的联动模式。发展农牧民合作社参与的小型水利设施认养体系,通过积分累进制赋予设施维护优先用水权,形成权责对应的自主管理生态。

### 3.6 绿洲生态安全复合设施构建

创建“防渗-集雨-净化”多功能渠道体系,在塔克拉

玛干沙漠边缘建设玄武岩纤维增强型生态渠,表层覆被耐盐植被实现径流杂质生物过滤。发展光伏+渗灌融合系统,利用双面双玻组件遮荫效应降低荒漠区土壤无效蒸发,智能跟踪支架同步优化发电效率与作物需光节律。构建梯级人工湿地网络,在艾比湖流域设计挺水植物-沉水植物串联净化系统,耦合微生物燃料电池技术实现排水水质提升与再生能源回收双重效益。推广抗风蚀蜂窝结构集雨面,采用仿生学原理设计沙漠沙丘集雨单元,通过超疏水涂层与导流微结构协同作用提升大气降水捕获效率。建立绿洲-荒漠过渡带生态屏障,布设乔灌草立体防护林与地下渗灌系统的耦合体,形成地表减蒸抑盐与地下水分调蓄的协同防护体系。

#### 4 防汛抗旱与农田水利管理的协同发展

##### 4.1 协同机制的理论框架构建

新疆需建立“生态-生产-生活”三生融合的协同治理模型,在天山北坡经济带推行水土资源匹配度动态评估机制,依据绿洲承载力弹性调整种植结构与灌溉配水方案。构建跨境河流多层级响应体系,开发“冰川消退-融雪径流-绿洲需求”三位一体预测平台,实现洪水资源化与抗旱备水的时空转化。在塔里木河流域试点生态服务协同调度,建立荒漠河岸林蒸腾需水与棉花灌溉的优先级决策树模型,利用数字孪生技术预演不同配置方案对植被盖度与作物产量的复合影响。推行兵地协同指挥模式,整合生产建设兵团集约化管理优势与地方生态保护需求,构建跨行政边界的应急联动云平台,实现防洪抗旱指令的全域穿透式执行。

##### 4.2 极端环境下的协同路径创新

构建“纵贯山盆、横连兵地”的立体协同网络,纵向打通天山积雪监测站群-山区水库群-绿洲灌区链条,建立季节性水资源柔性调度机制,横向搭建气象干旱指数与土壤墒情关联的早期预警系统。在伊犁河谷推广“防洪渠道灌溉化改造”工程,设计可转换式壅水堰结构,汛期分洪消能、旱季壅水灌溉的功能动态切换。创新生态产品价值实现机制,在阿尔泰牧区建立草地碳汇增量与节水配额的联动交易市场,将牧民禁牧休牧行为转化为可交易的节水信用。发展军民融合防汛设施共享模式,沿边境线建设具有双重功能的拦截性塘坝系统,平战时期分别用于融雪洪水滞蓄与边防执勤用水保障。推行盐碱水改良-光伏发电-荒漠治理链式开发,通过垂直轴风力提灌技术将微咸水输送至光伏阵列下方,形成节水灌溉与发电效率提升的协同增益效应。

##### 4.3 绿洲协同管理的成功范式

塔里木河下游“生态水网+”工程形成协同治理样板,通过故道恢复与智能闸群联调,实现地下水涵养与棉花膜下滴灌的精准协同,植被缓冲带使灌区蒸发损耗降低四成。伊犁河谷构建气象灾害联防联控体系,整合54座山区雨量站与无人机巡查网络,形成冰雹灾害提前3小时预警能力,配套柔性防雷网与节水补灌设施的快速响应机制。阿尔泰山前丘陵区创建水土保持型灌区模式,采用阶梯式截流沟

与坡面集雨窖组合系统,缓解融雪径流冲刷与春旱缺水的时空错配矛盾。昆仑山北麓的城乡防洪协同体成效显著,城市雨水花园与农田排水暗管构成双向调蓄网络,雨季削减洪峰流量同时为旱季储备生态补水源。兵团第八师石河子垦区推行“以洪养”策略,创新多塘串联系统将春季洪水转化为农业储备水源,实现灌溉保证率与地表水质的同步提升。

#### 4.4 特殊环境下的协同障碍突破

地域管理碎片化与生态刚性约束形成双重挑战,亟需构建绿洲水安全命运共同体。突破路径包括:搭建兵地水事协商联席会议制度,制定《新疆跨境河流协同管理条例》,明确生态基流保障的兵地共管责任。构建多源异构数据融合平台,集成气象卫星、地震台网与北斗定位数据,开发融雪洪水-灌溉需水-生态耗水的协同优化算法集群。推行节水设施功能扩展改造,将抗旱深井网改造为汛期回灌补源通道,实现地下水调蓄库容的时空拓展。建立生态产品价值核算体系,将荒漠植被固碳释氧功能纳入水资源配置决策因子,通过水权置换机制激励节水型生态修复。在喀什经济特区试点跨境水银行模式,构建中亚国家间的水量储备-信用贷款-灾害互助协同网络,形成互利共赢的区域水安全合作新范式。

#### 5 结语

本研究系统阐释干旱区绿洲系统“水-土-灾”耦合作用机制,创新提出基于过程协同的治理范式。理论层面,突破传统工程治水思维,建立绿洲农业水循环多目标优化决策模型,揭示跨境水资源配置的博弈均衡路径。实践维度,研发的盐渍化立体防控技术体系与兵地协同调度模式,显著提升极端环境下水土资源利用效率。未来研究需深化气候变化场景下的水灾害链式反应机理,拓展新能源耦合节水技术路径,构建更具韧性的智慧水网系统。研究成果不仅为新疆农业现代化提供技术支撑,理论上推进了干旱区人水关系研究的范式转型,对丝绸之路经济带沿线类似区域具有重要借鉴价值。

#### [参考文献]

- [1]水利部. 2022 中国水资源公报[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2023.
- [2]康瑞. 防汛抗旱工作中水利信息化的应用分析[J]. 水上安全, 2024(4): 55-57.
- [3]辛冬梅. 辽宁本溪市水旱灾害防御智慧化建设分析[J]. 中国防汛抗旱, 2023, 33(8): 62-64.
- [4]程军梅. 农田水利管理与防洪抗旱问题探讨[J]. 农业灾害研究, 2024, 14(9): 245-247.
- [5]窦存钊. 水利工程在水旱灾害防御工作中的作用及优化策略[J]. 水上安全, 2024(20): 109-111.

作者简介: 徐慧萍(1974.6—), 毕业院校: 大连理工大学, 所学专业: 水利水电工程, 当前就职单位名称: 新疆省哈密市伊吾县苇子峡乡人民政府, 职称级别: 工程师(中级) 申报高级工程师(副高)。