

新疆生产建设兵团第十四师昆玉市防护林灌溉用水现状与应对策略研究

王鑫¹ 王海婵²

1. 新疆生产建设兵团第十四师 新疆 昆玉 848100

2. 新疆生产建设兵团第十四师224团农业和林业草原中心 新疆 昆玉 848100

摘要:目的: 新疆生产建设兵团第十四师昆玉市位于塔里木盆地南缘极端干旱区, 年均降水量不足50mm, 蒸发量近 2500mm, 水资源极度匮乏。防护林作为区域生态安全屏障, 其灌溉用水保障直接关系到林木成活率、生长状况及生态功能发挥。本研究旨在针对性解决该区域防护林灌溉用水问题, 为提升灌溉用水保障能力、促进区域生态建设可持续发展提供科学依据。方法: 采用系统调查与分析的方法, 梳理昆玉市防护林的灌溉用水现状, 结合“三北”工程相关研究成果与实践经验, 开展综合研究。结果: 研究发现当前昆玉市防护林的灌溉存在多重突出问题, 主要表现为用水效率低下、灌溉系统不完善、水资源管理粗放、技术支撑不足。结论: 本研究基于现状分析, 从灌溉系统改造、节水技术应用、水资源统筹管理、政策机制创新四个维度提出了系统性解决方案, 可为改善林木成活率与生长状况、强化区域生态安全屏障功能提供有力支撑。

关键词: 防护林; 灌溉用水; 节水技术; 水资源管理; 生态建设

引言: 新疆生产建设兵团第十四师昆玉市地处昆仑山北麓、塔里木盆地南缘和田地区境内, 属于暖温带干旱荒漠气候区, 年均降雨量只有35mm, 年均蒸发量高达2480mm, 在这一极端干旱的气候条件下, 防护林建设对于防风固沙、改善生态环境、保障农业生产具有不可替代的重要作用^[1]。自20世纪80年代“三北”防护林工程建设以来, 昆玉市累计营造各类防护林面积达到0.39万公顷, 形成了以农田防护林为主体, 防风固沙林、水土保持林相结合的防护林体系。然而, 由于水资源极度匮乏, 防护林灌溉用水问题日益突出, 严重制约了防护林的健康发展。据统计, 昆玉市防护林平均成活率不足75%, 低于国家防护林建设标准要求的85%, 略高于南疆防护林建设标准的70%。

本研究基于对昆玉市防护林灌溉用水现状的系统调查, 深入分析存在的问题及其成因, 提出科学合理的应对策略, 对于提升昆玉市防护林建设质量、保障区域生态安全、促进经济社会可持续发展具有重要的理论价值和实践意义。昆玉市总面积178143公顷, 其中林业用地面积1.26万公顷, 占总面积的7.1%。该地区属于典型的灌溉农业区, 农业生产完全依赖人工灌溉。防护林类型以农田防护林为主, 占防护林总面积的78%左右, 其余为防风固沙林和水土保持林。主要树种包括新疆杨、胡杨、沙枣、柽柳等耐旱树种, 其中新疆杨占比达85%左右。

1 昆玉市防护林灌溉用水现状分析

1.1 水资源供需状况

根据最新水资源调查数据, 昆玉市“三条红线”控制指标为33602万立方米(第十四师水利局, 2025)。水资源时空分布极不均衡, 6-8月经流量占全年总量的65%以上, 而防护林需水高峰期(4-5月)水资源供应严重不足。防护林灌溉用水目前主要依赖于农业灌溉系统的调配, 缺乏独立、专用的水源和输配水系统, 导致其供水保障程度较低。按照一亩防护林年均需水量525立方米的标准进行测算, “十四五”期间每年实际供水量仅占需求量的66%-72%, 即存在约28%-34%的供水缺口, 如表1:

表1 昆玉市“十四五”期间防护林灌溉统计表

年份	防护林面积/ hm ²	合计用水量/ (×10 ⁴ m ³)	累计灌溉面积/ hm ²
2021	4986.5	2820.9	26400.0
2022	4091.9	2278.2	20466.7
2023	3722.2	2015.0	17733.3
2024	4581.5	2407.5	21666.7
2025	5255.0	3010.2	26400.0

1.2 灌溉系统建设现状

防护林缺乏独立、专用的灌溉系统, 超过80%依赖农田灌溉渠道供水。灌溉方式以传统地面灌溉为主(占比超80%), 滴灌等高效节水技术在防护林中应用面积不足12%。节水技术应用受制于投资成本高、技术培训不足等因素, 推广缓慢。现有设施建成多年, 老化严重。量水设施配备率低(约35%), 自动控制、土壤墒情监测等现

代化设施几乎空白。设备普遍缺乏定期维修与养护，加之运行维护经费不足，进一步降低了系统运行效率与使用寿命。

管理体制涉及水利、林业、农业等多部门，缺乏统一协调机制，责任主体模糊，存在多头管理、权责不清的问题，日常管理松散^[2]。管理制度缺乏基于林木需水规律的精准灌溉制度，“大水漫灌”仍较普遍。管理能力与支撑不足，缺乏专职管理人员和持续的技术支持。缺少精准调度与动态管理的监测调控体系，无法实时获取用水、墒情、长势等数据。灌溉管理信息化建设滞后，缺乏科学决策支持。

防护林灌溉系统建设资金来源单一，主要依赖国家财政拨款，地方配套资金严重不足。“十四五”期间，昆玉市防护林灌溉系统建设资金缺口达亿元以上。已建成的灌溉设施缺乏必要的运行维护经费，导致设备老化损坏严重，使用寿命大大缩短。

1.3 灌溉用水效率分析

根据对昆玉市不同类型防护林的抽样调查，当前防护林灌溉水分利用效率普遍偏低，主要存在以下原因：灌溉定额不合理：当前执行的灌溉定额多为经验值，缺乏科学依据。新疆杨防护林年灌溉定额为 $35\text{m}^3/\text{hm}^2$ ，而实

际需水量研究表明，在采用节水灌溉技术的情况下，年灌溉水量可减少至 $18.7\text{--}21.3\text{m}^3/\text{hm}^2$ 。灌溉时机不精准：缺乏科学的灌溉决策支持系统，灌溉时间多依据管理人员经验确定，往往错过林木最佳需水期。灌溉均匀度差：传统地面灌溉方式下，灌溉均匀系数仅为 $0.65\text{--}0.75$ ，导致林木生长不均衡，影响防护林整体功能的发挥，如表2：

表2 不同灌溉方式下防护林水分利用效率比较

灌溉方式	灌溉水量/ ($\text{m}^3/\text{hm}^2/\text{a}$)	林木生长量/ cm	水分利用效率/ (kg/m^3)	水分生产率/ ($\text{元}/\text{m}^3$)
传统沟灌	30.0	0.85	0.85	2.1
改进沟灌	25.3	0.92	1.10	2.8
滴灌	18.7	0.95	1.55	4.2
微喷灌	21.3	0.98	1.40	3.6

1.4 灌溉用水对防护林生长的影响

水分不足严重影响防护林的生长和发育^[3]。调查显示，在灌溉不足的情况下，新疆杨的年均胸径生长量仅为 $0.8\text{--}1.2\text{cm}$ ，而充分灌溉条件下可达 $1.8\text{--}2.4\text{cm}$ ，差异显著。不合理的灌溉方式还会对土壤环境造成负面影响。长期的大水漫灌导致土壤盐分上升，次生盐渍化问题日益严重。根据土壤监测数据，昆玉市防护林土壤平均含盐量已达 0.45% ，部分区域超过 0.8% ，严重影响了林木的正常生长，如表3：

表3 2025年不同月份防护林灌水、生长情况调查表

年份	月份	灌溉方式	灌溉水量 (m^3/hm^2)	生长量		林分密度 ($\text{株}/\text{hm}^2$)	成活率/%
				胸径生长量/cm	林木生长量/ ($\text{m}^3/\text{亩}\cdot\text{年}$)		
2025	3-5	传统沟灌	16.7	2.3	0.75	3330	100
		改进沟灌	15.0	2.2	0.73	3330	99.8
		滴灌	22.0	2.2	0.7	3330	95
2025	6-9	传统沟灌	22.7	3.6	1	3330	100
		改进沟灌	19.9	3.3	0.9	3330	99.5
		滴灌	10.7	2.6	0.6	3300	94
2025	10-11	传统沟灌	12.0	4	1.4	3330	100
		改进沟灌	10.7	3.7	1.05	3330	99.5
		滴灌	6.0	2.9	0.7	3270	93

2 昆玉市防护林灌溉用水优化策略

2.1 构建科学的灌溉用水保障体系

确立生态用水优先原则，在水资源配置中切实保障防护林生态需水，建议将生态用水比例从当前的 5% 逐步提升至 8% 以上。建立生态用水储备制度，明确在丰水期有计划地储备一定水量，专项用于枯水期防护林灌溉，增强抗旱应急保障能力。实施动态化水资源配置机制，结合气象预报与水情实时监测，动态优化调整农业、生

态与生活等各领域用水分配，提升水资源调控灵活性与效率。编制并落实《昆玉市防护林灌溉系统建设专项规划》，科学设定建设目标、重点任务与关键工程，为系统改造提供行动依据。分阶段推进系统改造实施：近期（2026–2028年）：开展重点区域试点建设，建立基本管理制度，补齐关键基础设施短板；中期（2029–2031年）：全面推广成熟技术模式，初步建成灌溉监测网络，基本建立规范化管理体系；远期（2032–2035年）：

推动系统智能化升级,健全长效运维机制,全面实现规划目标。加大资金支持力度,构建多元化投入机制,积极争取国家生态保护与修复类专项资金,并引导社会资本参与防护林灌溉设施建设与运营。

2.2 推广应用先进节水灌溉技术

滴灌技术推广:在新疆杨等乔木防护林中推广应用滴灌技术,预计可使灌溉水利用效率提高40%以上。**微喷灌技术应用:**在灌木防护林中推广应用微喷灌技术,提高灌溉均匀度^[4]。**地下滴灌技术试点:**在沙地防护林中开展地下滴灌技术试点,减少水分蒸发损失。**水肥一体化技术:**将灌溉与施肥有机结合,提高水分和养分利用率。**智能灌溉控制系统:**开发适用于防护林的智能灌溉控制系统,实现精准灌溉。**新材料新技术应用:**推广应用新型管材、高效过滤设备等,提高系统运行效率。

2.3 创新灌溉管理机制

建立统一管理机制:成立昆玉市防护林灌溉管理办公室,统一负责灌溉系统的规划、建设和管理。**明确管理职责:**建立健全团场、连队、管护人员三级管理网络,明确各级管理职责。**推行专业化管理:**组建专业化的灌溉管理队伍,提高管理水平。**建立用水户协会:**鼓励成立防护林灌溉用水户协会,实行民主管理。**推行合同化管理:**通过签订管理合同,明确管理责任和权益。**建立考核激励机制:**制定科学的考核指标,建立奖惩分明的激励机制。

2.4 加强科技支撑与能力建设

建立试验示范基地:建设防护林节水灌溉技术试验示范基地,开展技术研究和示范。**加强技术攻关:**组织科研单位开展防护林节水灌溉关键技术攻关。**开展技术培训:**定期举办防护林灌溉管理技术培训班,提高管理人员技术水平。**建设监测网络:**建立覆盖主要防护林区的土壤墒情、气象、林木生长监测网络。**开发决策支持系统:**开发防护林灌溉决策支持系统,实现科学决策。**推进智能化管理:**推广应用物联网、大数据、人工智能等技术,提高管理智能化水平。

2.5 完善政策保障体系

制定灌溉用水管理办法:明确防护林灌溉用水的管理要求和技术标准。**完善生态补偿政策:**建立防护林灌溉生态补偿机制,调动各方积极性^[5]。**制定激励政策:**对采用节水灌溉技术的单位和个人给予政策优惠和资金补助。**建立考核体系:**制定防护林灌溉管理考核指标体系,定期开展考核评估。**加强监督检查:**建立多部门联合监督检查机制,确保各项措施落实到位。**建立问责机制:**对灌溉管理不力、造成资源浪费的单位和个人进行问责。

结束语

昆玉市防护林灌溉用水面临严峻挑战,水资源短缺、基础设施滞后,通过系统化的改造和优化,预计可使防护林灌溉用水效率提高,林木成活率提高到85%以上,产生显著的生态、经济和社会效益。基于研究结论,提出以下政策建议,尽快编制《昆玉市防护林灌溉系统建设专项规划》,明确发展目标和实施路径。加强节水灌溉技术研发和推广应用,提高灌溉用水效率。建立健全防护林灌溉管理体系,提高管理水平。建立多部门协调机制,形成工作合力。建立科学的考核评估体系,确保各项措施落实到位。

参考文献

- [1]刘慧玲.论新疆防护林营造设计的策略——以新疆昆玉市塔里木河流域生态保护和修复项目为例[J].中国资源综合利用,2025,43(02):224-7.
- [2]胡盼,王军辉,党宏忠.“三北”农田防护林的发展现状与应对策略[J].西北林学院学报,2025,40(05):3-10+36.
- [3]赵秀杰.昆玉市水资源高效利用措施研究[J].水上安全,2024,(23):46-8.
- [4]李银科,刘世增,康才周,et al.沙地云杉在河西地区的适应性及发展潜力[J].水土保持通报,2017,37(01):325-8+34.
- [5]于波.格库铁路生态防护林区咸水滴灌风沙土盐分运移特征研究[J].节水灌溉,2023,(12):81-6.