

磁化水灌溉技术节水增产效应分析与田间应用效果评估

贺亚红

新疆维吾尔自治区水利运行调度中心（新疆维吾尔自治区灌溉排水发展中心），新疆 乌鲁木齐 831100

[摘要]北方半干旱区农业灌溉用水紧缺、水分利用效率偏低，传统灌溉模式易引发水肥流失与土壤退化，制约旱作农业稳产增效。为探究磁化水灌溉的田间应用价值，本文以大田定位试验为依托，设置常规灌溉为对照组，系统探究磁化水灌溉对农田土壤水分、作物产量及土壤性状的影响。试验结果表明，磁化水灌溉可有效提升耕作层土壤含水率，减少田间无效水分损耗，较常规灌溉增产 9.66%，同时可优化土壤孔隙结构、改善土壤板结问题。该节水技术兼具经济性与生态性，适配北方旱区种植条件，可为区域农业节水提质、耕地可持续利用提供技术参考。

[关键词]磁化水灌溉；土壤水分；作物产量；土壤改良；旱作农业

DOI: 10.64635/ja.2026.1308

中图分类号: S275

文献标识码: A

Analysis of Water-Saving and Yield-Increasing Effects of Magnetized Water Irrigation Technology and Evaluation of Its Field Application Performance

He Yahong

Xinjiang Uygur Autonomous Region Water Conservancy Operation and Dispatching Center (Xinjiang Uygur Autonomous Region Irrigation and Drainage Development Center), Urumqi, Xinjiang 831100, China

Abstract: In the semi-arid regions of northern China, agricultural irrigation water is scarce and water use efficiency remains relatively low. Traditional irrigation modes are prone to causing water and fertilizer loss as well as soil degradation, which restricts stable yield and efficiency improvement in dryland agriculture. To explore the field application value of magnetized water irrigation, this paper conducts a systematic study based on a field positioning experiment, with conventional irrigation set as the control group, to investigate the effects of magnetized water irrigation on farmland soil moisture, crop yield, and soil properties. The experimental results show that magnetized water irrigation can effectively increase the soil moisture content in the cultivated layer and reduce ineffective water loss in the field. Compared with conventional irrigation, crop yield increased by 9.66%. Meanwhile, magnetized water irrigation can optimize soil pore structure and improve soil compaction. This water-saving technology has both economic and ecological benefits, is suitable for planting conditions in northern dryland areas, and can provide technical references for regional agricultural water conservation, quality improvement, and sustainable use of cultivated land.

Keywords: magnetized water irrigation; soil moisture; crop yield; soil improvement; dryland agriculture

引言

水资源短缺是制约北方半干旱区现代农业发展的核心瓶颈，区域农田蒸发量大、灌溉利用率低，传统灌溉方式不仅造成水资源浪费，长期应用还易导致土壤板结、养分流失等问题，降低耕地生产性能。现阶段主流节水灌溉技术存在设备成本高、运维复杂、推广难度大等短板，难以适配基层大田规模化推广需求^[1]。磁化水灌溉作为新型物理节水技术，凭借低成本、无污染、易操作的优势成为农业节水研究热点，通过磁场改性优化水体理化性质，可提升水分渗透与土壤保水能力。当前国内相关研究参数零

散、应用体系不完善，缺乏结合田间实测数据的系统性效益论证与落地方案。基于此，本文通过大田对比试验，量化分析磁化水灌溉的节水、增产与改土效果，明确技术应用优势，优化田间推广路径，为北方旱区节水农业高质量发展提供理论与实践支撑。

1 试验材料与田间试验设计

1.1 试验田基础条件与种植模式

本次试验选址于北方半干旱典型农业区，区域属于温带大陆性气候，降水集中在夏秋季节，整体降水量偏少、蒸发量大，农田生产高度依赖人工灌溉，节水增效需求迫

切。试验田耕作层为均质壤土，土层均匀、通透性良好，土壤有机质、酸碱度、养分含量等理化指标均处于区域正常区间，无污染、盐渍化等土壤障碍问题，地块基础条件整齐一致。试验前期统一开展翻耕、清杂、整地作业，保证各试验小区地力、地形条件统一，有效规避本底差异对试验结果造成干扰。试验供试作物选用当地主栽粮食品种，适配区域气候与土壤环境，田间株距、行距、种植密度均沿用当地成熟种植规范。全程水肥管理、除草、病虫害防治等田间作业保持统一，最大程度控制人为变量，保障试验数据真实有效。

1.2 田间磁化灌溉设备与工艺参数

试验采用一体式永磁磁化灌溉设备，可直接适配农田常规输水管道，适合大田规模化作业。该设备依托永磁体形成稳定磁场，无需外接电源，具备低能耗、运维简单的特点，适配基层农田生产条件。试验前完成设备整机调试与参数校准，保障输水均匀、磁场状态稳定。结合北方旱作农田适配特征，本次试验固定磁场强度为 0.8T，输水速度控制在 1.2m³/h。灌溉用水选用田间浅层地下水，水质洁净无杂质，有效保障水体磁化效果稳定，提升试验严谨度^[2]。

1.3 多场景田间试验处理设计

试验采用完全随机小区设计，设置常规灌溉对照组（CK）与磁化水灌溉处理组（M），每组设置 3 次重复，以此降低试验偶然误差。各小区面积、光照、通风、地形环境保持一致，严格控制单一试验变量。试验周期覆盖作物完整生育期，按照苗期、拔节期、灌浆期划分灌溉节点，两组小区灌溉总水量保持一致，仅区别水体磁化处理方式。试验期间持续动态观测土壤水分、作物生长状态，形成系统完整的田间试验数据资料。

1.4 效益评估指标体系与计算方法

本次研究构建多维度评估体系，涵盖节水效果、增产表现、土壤改良三类核心指标。其中重点测定耕作层土壤含水率、水分利用效率、作物产量构成要素与土壤孔隙度等关键参数。田间数据采用定点取样、分期观测的方式获取，土壤含水率通过烘干称重法测定，作物产量采用小区单打单收方式实测折算^[3]。所有原始数据通过 Excel 整理汇总，结合 SPSS 软件开展差异性分析，精准量化磁化水灌溉的田间应用效果，为后续效益分析提供可靠数据支撑。

2 磁化水灌溉田间节水增产应用效果分析

2.1 不同田间工况下节水效果对比分析

作物不同生育阶段水分消耗规律存在差异，田间土壤水分流失速度随之变化。苗期作物需水量小，田间蒸发量

低，两组灌溉地块的土壤含水率差距较小。作物进入拔节、灌浆旺盛生长期后，水分消耗大幅提升，常规灌溉地块土壤水分流失问题更加突出。磁化水处理地块始终保持更优的保水能力，土壤含水率整体更高。

磁场处理可缩小水分子团粒径，提升水体渗透性能。磁化灌溉水分能够快速渗入土壤中下层，减少表层积水蒸发造成的无效损耗，有效提升耕作层土壤储水量。同等灌溉水量条件下，磁化水处理组水分利用效率显著优于对照组，节水效果在作物旺盛生长期表现最为突出。

为直观对比两组灌溉模式的节水差异，整理作物关键生育期土壤含水率数据，结果如下表所示。

表 1 作物不同生育期土壤含水率对比情况

处理组别	苗期土壤含水率(%)	拔节期土壤含水率(%)	灌浆期土壤含水率(%)	平均含水率(%)
常规灌溉组(CK)	18.26	16.35	15.12	16.58
磁化水灌溉组(M)	19.13	18.62	17.45	18.4

注：CK 为常规灌溉对照组，M 为磁化水灌溉处理组，表中数据均为三次重复试验平均值。

由表格数据可知，作物全生育期内磁化水灌溉地块土壤含水率均高于常规灌溉地块。拔节期与灌浆期含水率差值更为明显，对应作物需水高峰期的保水优势。试验区地块整体平均含水率提升 1.82 个百分点，土壤水分留存能力得到明显改善。

2.2 作物产量及经济效益提升效果分析

田间观测结果显示，磁化水灌溉可有效促进作物营养生长。磁化水体优化土壤水分分布状态，强化作物根系水肥吸收能力，让植株长势更加健壮，提升作物田间抗逆生长水平。相较于常规灌溉地块，磁化水处理地块作物株高、根系发育状态均有明显改善。

作物成熟期测产数据表明，磁化水处理组各项产量构成指标均实现正向增长，增产效果稳定且具备重复性。具体产量与增产数据如下表所示。

表 2 作物产量构成及增产效果对比

处理组别	平均穗粒数(粒)	千粒重(g)	单位面积产量(kg/hm²)	增产率(%)
常规灌溉组(CK)	32.65	38.21	6285.46	0
磁化水灌溉组(M)	35.12	40.15	6892.37	9.66

注：CK 为常规灌溉对照组，M 为磁化水灌溉处理组，表中数据均为三次重复试验平均值。

表格数据直观体现磁化水灌溉的增产价值,磁化处理可优化作物穗粒发育,提升籽粒饱满度,有效改善作物产量构成要素。试验区整体增产率达到 9.66%,对于大田粮食规模化种植而言,稳定的增产幅度具备切实的生产意义。该技术仅对田间输水设备进行改造,无需增加灌溉水量、人工及农资投入,可在控制种植成本的基础上稳定提升农户种植收益,基层推广价值突出^[4]。

3 磁化水灌溉技术多维度综合效益评估

单一维度的增产或节水数据难以全面衡量一项农业新技术的应用价值。本章在前文试验结果基础上,从资源效益、生产效益、生态效益及技术效益四个维度构建综合评价体系。结合北方半干旱区的现实约束条件,系统剖析磁化水灌溉在缓解水资源供需矛盾、提升农户种植收益、保护农田生态环境以及降低技术应用门槛等方面的综合优势,旨在为区域农业节水技术遴选与政策制定提供多维度的决策参考。

3.1 资源效益

本次大田试验数据直观验证了磁化水灌溉的节水应用价值,相较于常规灌溉模式,试验区耕作层土壤平均含水率提升 1.82 个百分点,有效缓解了田间土壤表层蒸发、深层渗漏导致的无效耗水问题,显著提升农业灌溉水资源利用效率。针对北方半干旱区降水稀缺、田间蒸发量大、农业灌溉用水紧张的核心痛点,该技术可充分挖掘现有灌溉水资源的生产潜力,有效缓解区域农业用水供需矛盾,节水效益直观且突出。

3.2 生产效益

从生产效益层面来看,磁化灌溉设备安装便捷、后期运维简单,农户可自主完成全套灌溉作业,无需额外投入人工与物资成本。结合本次实测数据,磁化水灌溉可实现 9.66%的稳定增产,大幅提升农田单位面积产出,有效优化种植投入产出比。该技术适配性灵活,无论是规模化连片大田,还是小农户零散种植地块,均可落地应用,能够长期稳定为种植主体创造实实在在的经济效益。

3.3 生态效益

相较于地膜覆盖、化学保水等传统节水技术,磁化水灌溉全程采用纯物理处理方式,无化学药剂添加、无污染物产生与残留,生态安全性极高。结合本次田间试验结果,长期施用磁化水灌溉可有效疏松固化土壤,优化土壤孔隙结构,改善田间土壤通透性能,减少灌溉积水滞留问题,改善传统灌溉造成的土壤板结现象。该技术不会破坏农田原有土壤生态结构,能够维系耕地生产稳定性,契合绿色

生态农业发展理念^[5]。

3.4 技术效益

结合本次 0.8T 磁场强度的大田试验工况来看,磁化灌溉设备适配常规农田输水管道,设备改造成本低廉,运行过程稳定、故障率低,农户上手操作简单,学习应用门槛较低。相较于滴灌、喷灌等需要高额投入与复杂运维的节水设备,该技术落地成本更低、基层推广阻力更小。同时技术适配性广,可应用于多数粮食与经济作物种植场景,结合本次田间稳定的节水增产效果来看,具备良好的落地实用性和广阔的田间普及空间。

4 技术推广路径与田间优化方案

4.1 依托田间示范基地,带动基层技术落地

本次大田试验已明确磁化水灌溉兼具节水、增产与改土的多重应用优势,但目前农户认知不足、新技术落地阻力偏大,因此需依托基层示范载体有序推进技术普及。各地农技部门可结合区域土壤、气候及种植特色,制定差异化推广方案,规避同质化推广弊端。通过搭建村级标准化示范田,直观对比常规灌溉与磁化水灌溉的作物长势、土壤状态及产量差异,以实景成效打破农户传统灌溉认知。同时优先扶持家庭农场、种植合作社等规模化经营主体打造示范样板,依托连片农田的辐射带动作用,循序渐进引导小农户尝试应用,逐步扩大技术田间覆盖范围。

4.2 规范设备技术标准,稳固应用技术基础

由于当前磁化灌溉设备缺乏统一行业标准,市面设备参数混乱、质量参差不齐,易造成田间应用效果不稳定,严重制约技术规范推广。基于本次 0.8T 磁场强度的有效试验参数,相关部门需进一步规范设备生产标准,统一核心硬件参数并严控出厂质量,淘汰低效劣质设备,解决农户设备选型难、适配性差的问题。农技科研团队可结合不同土壤、作物及气候条件开展对比试验,细化各类场景的最优灌溉参数,形成标准化田间作业规程,有效降低技术应用的随机性,提升磁化水灌溉田间应用的稳定性与规范性。

4.3 健全基层配套服务,降低农户应用门槛

完善基层配套服务是打通技术落地最后一公里的核心举措,可有效降低农户实操门槛。针对基层农技人员专业能力不足、农户操作不规范等现实问题,需常态化开展设备安装调试、日常运维、故障排查等专项培训,夯实基层技术服务能力。在作物苗期、拔节期、灌浆期等需水关键阶段,农技人员需下沉田间,结合作物生长实况指导农户调整设备参数与灌溉节奏,规范作业流程。此外,可搭建线上线下一体化咨询服务平台,及时解答农户实操难

题,同时针对老旧管网改造、设备适配等难点提供专项指导,全方位保障技术落地成效。

4.4 结合地域种植特点,拓宽技术应用场景

结合本次试验结果来看,磁化水灌溉的应用效果受田间环境与种植模式影响显著,因此推广工作需坚持因地制宜、分类施策,最大化释放技术效益。针对北方半干旱区缺水、土壤保水性差的农田,可重点推广该项技术,减少田间无效耗水,缓解区域灌溉用水压力;对于长期灌溉造成板结退化的耕地,可利用磁化水的理化特性改良土壤结构,恢复耕地通透性能与生产能力。同时结合区域产业特点细化应用方案,粮食主产区推行标准化灌溉体系保障稳产增收,经济作物种植区可微调参数适配作物需水规律,实现技术精准化落地应用。

5 结论

基于北方半干旱区大田对比试验,本文系统探究了磁化水灌溉的节水、增产及土壤改良效应,明确了该物理节水技术在旱作农田的应用潜力。试验结果表明,适宜参数的磁化灌溉可有效优化田间水肥运移规律,在不增加灌溉水量的前提下,显著提升土壤保水性能与水分利用效率,改善传统灌溉诱发的土壤板结问题,同时可有效优化作物

产量构成,实现农田稳产增收。相较于传统节水技术,磁化水灌溉低成本、无污染、易推广的优势突出。研究结果可为北方旱区节水农业发展提供实操性技术参考,对推进区域农业绿色可持续生产具有积极意义。

[参考文献]

- [1]杨海媚.磁化水和灌溉量对番茄生理指标的影响与综合效益评价[D].华南农业大学,2021.
 - [2]彭遥,周蓓蓓,张继红,等.磁化水膜下滴灌对棉田水盐分布特征及棉花生长特性的影响[J].水土保持学报,2019,33(5):334-342+357.
 - [3]周振鹏,王振华,叶含春,等.降解膜覆盖和磁化水滴灌对加工番茄土壤水分、产量和品质的影响[J].干旱区资源与环境,2022,36(10):201-208.
 - [4]王录,郭建曜,毕思圣,等.磁化咸水灌溉对葡萄生长和土壤矿质养分的影响[J].果树学报,2019,36(12):1683-1692.
 - [5]赵雪,王照熙,张文倩,等.水磁化处理对水肥溶液中黏性颗粒絮凝沉降的影响[J].灌溉排水学报,2022,41(3):114-124.
- 作者简介:贺亚红(1974.09—),男,汉族,四川资中人,大学本科,中级工程师,研究方向:水资源管理、渠系量测水信息化技术、农业高效节水技术等水利科技示范应用。