

盐碱地暗管排盐与节水灌溉协同优化探讨

唐福林¹, 唐健^{2*}

1. 巩留县农业综合开发服务中心, 新疆 伊犁 835400

2. 新疆泽霖建设工程有限公司, 新疆 伊犁 835400

摘 要 : 本研究聚焦于盐碱地改良领域, 针对盐碱地土壤盐分和水管理难题, 深入探讨了暗管排盐与节水灌溉技术的协同优化。本研究通过在新疆克拉玛依国家现代农业示范区等典型盐碱地区开展试验, 综合运用暗管排盐技术和节水灌溉技术, 有效降低了土壤盐分含量, 改善了土壤水分状况, 显著提高了农作物产量。研究结果表明, 暗管排盐与节水灌溉技术的协同应用, 为盐碱地改良提供了高效、可行的技术方案, 对于推动盐碱地农业可持续发展具有重要价值。

关 键 词 : 盐碱地改良; 暗管排盐; 节水灌溉; 土壤盐分

Study on the Synergistic Optimization of Salt Discharge and Water-Saving Irrigation in Saline-Alkali Land By Dark Pipe

Tang Fulin¹, Tang Jian^{2*}

1. Agricultural Comprehensive Development Service Center of Gongliu County, Yili, Xinjiang 835400

2. Xinjiang Zelin Construction Engineering Co., Ltd. Yili, Xinjiang 835400

Abstract : This study focuses on the field of saline-alkali land improvement, addressing the challenges of soil salinity and water management in saline-alkali areas. It delves into the synergistic optimization of subsurface drainage for salt removal and water-saving irrigation techniques. Through experiments conducted in typical saline-alkali regions such as the Karamay National Modern Agriculture Demonstration Zone in Xinjiang, this study comprehensively applies subsurface drainage technology and water-saving irrigation techniques. These methods effectively reduce soil salinity, improve soil moisture conditions, and significantly increase crop yields. The research findings indicate that the combined application of subsurface drainage for salt removal and water-saving irrigation provides an efficient and feasible technical solution for saline-alkali land improvement, which is of great value for promoting sustainable agricultural development in saline-alkali areas.

Keywords : saline-alkali land improvement; salt drainage by dark pipe; water-saving irrigation; soil salinity

引言

在全球范围内, 盐碱地分布广泛, 涵盖了各大洲的干旱、半干旱以及部分半湿润地区。据统计, 全球盐碱地面积约为9.54亿公顷, 约占陆地总面积的7%。我国盐碱地面积也相当可观, 约为9913万公顷, 广泛分布于东北、华北、西北内陆地区以及东部滨海地带。这种土壤条件对农作物的生长构成了严峻挑战, 严重影响着农业生产的稳定性和可持续性。而节水灌溉技术则通过精准控制灌溉水量和时间, 减少水分蒸发和浪费, 提高水资源利用效率。

一、研究区域与方法

(一) 研究区域概况

本研究选择新疆克拉玛依国家现代农业示范区作为试验区域。该区域位于新疆北部, 属于干旱和半干旱气候区, 土壤盐碱化程度较高。常年降水量稀少, 蒸发量大, 气候干燥, 年平均降水量仅为108.9毫米, 而年平均蒸发量却高达2818.8毫米。试验田

块面积为1200亩, 其中200亩作为核心示范区。试验田块土壤类型为盐碱土, 土壤含盐量在0.3%—0.6%之间, 地下水位较浅, 约在1—2米之间。在植被方面, 该区域原生植被主要以耐旱、耐盐碱的植物为主, 如盐爪爪、碱蓬等。由于土壤盐碱化的影响, 该地区的农业生产长期受到制约, 主要种植的农作物品种有限, 产量和品质也相对较低。

作者简介: 唐福林 (1971.05—), 男, 汉族, 四川人, 大专, 专业技术岗八级, 研究方向: 农田水利工程。

通讯作者: 唐健 (1997.05—), 男, 汉族, 四川人, 大专, 研究方向: 农田水利工程。

（二）研究方法

根据土壤实际情况和地下水位深度，选择将暗管铺设在1.8米深度的位置。暗管间距根据土壤盐碱化程度进行调整，本试验中选择了间距20米和间距40米两种铺设方式，暗管材料选用耐腐蚀、耐磨损的PVC管，管壁上设有透水孔，以便于盐分的排出^[1]。

在试验田块内设置了排盐井和监测井。排盐井用于收集暗管排出的盐水，并通过水泵加压的方式将其排入沙漠中。监测井则用于监测地下水位和土壤盐分含量的变化。

在试验田块内建设了滴灌系统，通过滴头将水分精准地输送到作物根部。滴灌系统能够节水30%—50%，同时也有助于抑制盐分在土壤表层的积累。在试验期间，定期采集土壤样品进行盐分含量测定。采用电导率仪等仪器对土壤盐分含量进行快速测定，以评估改良措施的实施效果。

二、暗管排盐与节水灌溉技术的协同作用机制

（一）暗管排盐技术的作用机制

暗管排盐技术是一种有效的盐碱地改良方法，其核心在于利用灌溉水和雨水对土壤进行自然的冲洗脱盐。当灌溉水或雨水缓缓渗入土壤时，它们不仅滋润着土壤，还溶解了土壤中的盐分，并携带着这些盐分向下渗透。暗管，作为这一过程中的关键组件，其上的透水孔设计巧妙地允许水分和盐分进入管内，随后通过管道系统被有序地排出农田^[4]。

这一过程的持续进行，使得土壤中的盐分含量逐渐降低，土壤环境得以显著改善。暗管排盐技术的另一大优势在于其能够精准控制地下水位。通过科学合理地设置暗管的铺设深度和间距，可以有效地调节土壤中的水分分布，防止因地下水位过高而导致的土壤向上返盐现象。这不仅有助于维护土壤的稳定结构，还为作物的健康生长提供了有力保障。暗管排盐技术的长期应用，对于盐碱地的持续改良和可持续利用具有深远意义。它不仅能够逐步降低土壤盐分，还能够改善土壤的物理和化学性质，提高土壤的肥力和生产力。同时，通过有效控制地下水位，还可以防止土壤盐碱化的进一步发展，为农业的可持续发展奠定坚实基础。综上所述，暗管排盐技术以其独特的作用机制，在盐碱地改良中发挥着不可替代的作用^[7]。

（二）节水灌溉技术的作用机制

节水灌溉技术是一种高效的水资源管理策略，其核心在于精准控制灌溉的水量和时间，以最大限度地减少水分的蒸发和浪费，进而提升水资源的利用效率。在这一技术体系中，滴灌系统凭借其独特的优势，成为了节水灌溉的重要实现形式。

滴灌系统通过一系列精心设计的管道和滴头，能够将水分以滴状的形式精准地输送到作物的根部区域。这种灌溉方式不仅满足了作物生长对水分的实际需求，还避免了传统灌溉方式中因水分过多而造成的土壤板结和养分流失问题。同时，由于水分直接作用于作物根部，减少了土壤表层的湿润面积，从而有效降低了水分的蒸发速度，节水灌溉技术还对盐碱地的改良和利用具有显

著作用^[2]。在传统的灌溉方式下，由于灌溉水量难以精准控制，土壤表层的水分蒸发量较大，容易导致盐分在土壤表层积累，加剧盐碱化程度。而节水灌溉技术通过精准控制灌溉水量，有效减少了土壤表层的水分蒸发，进而抑制了盐分在土壤表层的积累。这有助于改善土壤结构，提高土壤肥力，为作物的生长创造更加有利的环境条件。

（三）协同作用机制

暗管排盐与节水灌溉技术的协同作用机制，主要体现在以下三个方面，共同推动着农业生产的高效与可持续发展。

第一，暗管排盐技术与节水灌溉技术在降低土壤盐分含量上形成协同。暗管排盐技术通过有效的排水系统，将土壤中的多余盐分排出，从根本上降低了土壤的盐分含量。而节水灌溉技术则通过精准控制灌溉的水量和时间，减少了灌溉过程中的水分蒸发，进而减少了盐分在土壤表层的积累。两者相辅相成，共同为作物提供了一个低盐分的土壤环境。在实际应用中，当采用滴灌系统进行灌溉时，由于灌溉水量精准控制，土壤中的盐分不会因过多的水分蒸发而在表层积累，同时暗管排盐系统又能及时将深层土壤中的盐分排出，进一步降低土壤盐分含量，为作物生长创造良好的土壤条件。

第二，节水灌溉技术通过精确的水量控制，大大提高了水资源的利用效率。而暗管排盐技术则通过排出土壤中的多余水分和盐分，避免了水资源的无效浪费。在盐碱地中，土壤中往往含有大量的多余水分和盐分，如果不及时排出，这些水分不仅无法被作物利用，加剧土壤盐碱化。

第三，暗管排盐技术改善了土壤环境，为作物生长创造了有利条件。而节水灌溉技术则根据作物的实际生长需求，提供精准的水分供给。两者协同作用，不仅促进了作物的健康生长，还提高了作物的产量和品质，为农民带来了实实在在的经济效益。在改良后的土壤环境中，作物根系能够更好地生长和吸收养分，而精准的水分供给则满足了作物不同生长阶段的需求，促进了作物的光合作用和新陈代谢，从而提高了作物的产量和品质^[9]。

三、土壤盐分和水分管管理的具体标准

（一）土壤盐分管理标准

土壤盐分含量是影响作物生长的重要因素之一。轻度盐碱地，土壤含盐量在0.1%—0.3%之间，作物生长基本不受影响，但需要进行适当的土壤改良措施以防止盐分积累。中度盐碱地，土壤含盐量在0.3%—0.6%之间，作物生长受到一定影响，需要采取积极的土壤改良措施以降低盐分含量。重度盐碱地，土壤含盐量在0.6%以上，作物生长受到严重抑制甚至无法生长，需要采取综合性的土壤改良措施进行治理^[3]。在本研究中，试验田块的土壤含盐量在0.3%—0.6%之间，属于中度盐碱地。通过暗管排盐与节水灌溉技术的协同应用，土壤盐分含量得到了有效降低，达到了作物生长所需的适宜范围。

（二）土壤水分管理标准

土壤水分状况也是影响作物生长的重要因素之一。根据作物

需水规律和土壤水分状况，播种期的土壤相对含水量应保持在60%—70%之间，以确保种子能够顺利发芽和出苗。生长期的土壤相对含水量应保持在70%—80%之间，以满足作物生长所需的水分需求。成熟期的土壤相对含水量应适当降低至60%—70%之间，以促进作物的成熟和收获^[6]。

在本研究中，通过滴灌系统的精准控制，实现了对土壤水分的精准管理。根据作物生长阶段和土壤水分状况的变化，及时调整灌溉量、灌溉频率和灌溉时间等参数，确保了作物生长所需的水分得到及时补充。

四、改良措施的实施效果评估

（一）土壤盐分含量变化

在试验期间，我们对试验田块的土壤进行了定期的盐分含量测定。通过对比分析，结果清晰地展示了暗管排盐与节水灌溉技术协同应用的显著成效。

试验前，该田块土壤含盐量平均在0.3%—0.6%之间，被划分为中度盐碱地。经过一年的协同处理，土壤含盐量平均下降了约0.2个百分点，部分区域甚至已降低至0.3%以下。这一变化表明，暗管排盐与节水灌溉技术正在有效发挥作用。

持续两年的改良措施后，土壤含盐量进一步下降，平均含盐量已接近或低于0.3%。这一显著的数据变化，充分证明了暗管排盐与节水灌溉技术协同应用对降低土壤盐分含量的高效性。土壤环境的改善，为作物生长提供了更加适宜的条件，也为后续的农业生产奠定了坚实的基础。

（二）土壤水分状况改善

节水灌溉技术的实施，为试验田块的土壤水分状况带来了显著改善。滴灌系统作为节水灌溉的核心，其精准控制功能使得土壤水分能够始终保持在作物生长所需的适宜范围内。

与常规灌溉方式相比，节水灌溉技术显著提高了水分利用率，提升幅度达到30%—50%，有效减少了水分的浪费。滴灌系统通过精细的设计，能够将水分精准地输送到作物根部，确保了土壤水分的均匀分布，避免了局部区域出现过湿或过干的现象。

同时，通过实时监测土壤水分状况，并据此调整灌溉制度，

我们成功地将土壤水分保持在了一个相对稳定的范围内。这种稳定的水分供应，为作物的健康生长提供了有力保障，也进一步证明了节水灌溉技术在改善土壤水分状况方面的显著效果。

（三）作物生长状况与产量提升

随着土壤盐分含量的降低和土壤水分状况的改善，作物生长状况得到了显著改善，产量和品质也有所提升。改良后的土壤环境为作物生长提供了更加适宜的条件，作物生长旺盛，株高、叶面积等生长指标均有所提高。与改良前相比，试验田块的作物产量平均提高了20%—30%，部分作物产量甚至提高了50%以上。改良后的土壤环境不仅提高了作物产量，还改善了作物品质。作物的口感、色泽、营养价值等指标均有所提升^[8]。

（四）经济效益与社会效益

暗管排盐与节水灌溉技术的协同应用不仅带来了显著的生态效益，还产生了可观的经济效益和社会效益。改良后的土壤环境提高了作物产量和品质，增加了农民的收入。同时，节水灌溉技术的实施减少了水资源的浪费，降低了灌溉成本。盐碱地的改良和利用增加了耕地面积，提高了土地资源利用率，为保障国家粮食安全做出了贡献。此外，改良措施的实施还带动了相关产业的发展，提供了就业机会。暗管排盐技术的实施减少了盐分对土壤和地下水的污染，改善了生态环境。节水灌溉技术的实施减少了水资源的浪费，有利于水资源的可持续利用^[9]。

五、结论

总的来说，暗管排盐与节水灌溉技术的协同应用能够有效降低土壤盐分含量，改善土壤水分状况，显著提高农作物产量和品质。同时，该技术方案还带来了显著的经济效益、社会效益和生态效益^[10]。未来的研究还可进一步研究不同土壤条件和作物类型下的暗管铺设参数（如铺设深度、间距等），以找到最优的铺设方案。结合物联网、大数据等先进技术，开发智能灌溉系统，实现灌溉量的精准控制和自动化管理。加大暗管排盐与节水灌溉技术的推广力度，将其应用到更多的盐碱地改良项目中，为农业可持续发展做出更大贡献。

参考文献

- [1] 章宏. 园林绿化施工中盐碱地改良技术的应用研究 [J]. 低碳世界, 2024, 14(12): 49–51.
- [2] 张晶, 杨树青, 郑彦, 等. 生物措施显著提高农牧交错区盐渍土的暗管排盐效果 [J]. 植物营养与肥料学报, 2022, 28(12): 2299–2309.
- [3] 龙立军, 郑国王, 李朝阳, 等. 焉耆盆地农田排盐暗管布设参数研究 [J]. 灌溉排水学报, 2024, 43(8): 103–112.
- [4] 张晶, 杨树青, 郑彦, et al. 生物措施显著提高农牧交错区盐渍土的暗管排盐效果 [J]. 植物营养与肥料学报, 2022, 28(12): 2299–2309.
- [5] 郭圣浩. 盐碱地改良技术研究现状与新发展 [J]. 山西水土保持科技, 2019, (04): 4–6.
- [6] 王本龙. 西辽河平原盐碱地土壤改良策略研究 [D]. 内蒙古财经大学, 2024.
- [7] 宋恩泽, 张颖, 徐丹, 等. 不同滴灌流量对盐碱土种植下棉花纤维品质, 产量的影响 [J]. 节水灌溉, 2023(1): 1–9.
- [8] 郭圣浩. 盐碱地改良技术研究现状与新发展 [J]. 山西水土保持科技, 2019, (04): 4–6.
- [9] 陈旭. 库尔勒某垦区暗管改良盐碱地方案探析 [J]. 黑龙江水利科技, 2024(002): 052.
- [10] 辛宇伦. 黄河南岸灌区中重度盐碱地暗管排水控盐关键技术研究 [D]. 内蒙古农业大学, 2024.