

排水承泄区水质变化对灌区生态安全的影响

吕峰¹ 李永胜² 刘兴华²

1.内蒙古河套灌区水利发展中心排水分中心 内蒙古 巴彦淖尔 015000

2.内蒙古河套灌区水利发展中心总干渠分中心 内蒙古 巴彦淖尔 015000

【摘要】：排水承泄区水质变化对灌区生态安全具有重要影响。随着排水水质的变化，水源的污染、富营养化和有毒物质的积累可能导致灌区生态系统的失衡，从而影响农业灌溉和生态环境的健康。本文分析了排水承泄区水质变化的原因及其对灌区水资源、土壤质量和生态多样性的潜在影响。通过研究水质变化对生态安全的影响机制，提出了有效的水质管理和监测建议，以维护灌区的生态稳定与农业生产的可持续性。研究表明，科学合理的水质管理对于保障灌区生态安全至关重要。

【关键词】：排水承泄区；水质变化；灌区；生态安全；水资源管理

DOI:10.12417/2811-0528.26.06.063

水质变化是影响灌区生态安全的重要因素之一。在排水承泄区中，水质的持续变化直接关系到灌区生态系统的稳定性。特别是随着工业化进程的推进，水质污染和富营养化等问题日益严峻，已对灌区水源的可持续利用和生态环境造成了深远影响。排水承泄区的水质变化不仅影响水资源的供应，还可能破坏水体中的生态平衡，进而影响灌溉农田的生产效率和生态多样性。因此，了解水质变化对灌区生态安全的影响，并采取有效措施加以管理和改善，成为保障灌区可持续发展的关键。通过系统分析排水承泄区水质变化的机制和后果，可以为灌区生态安全提供科学依据和管理策略。

1 排水承泄区水质变化的主要影响因素

1.1 水污染来源及其对水质的影响

排水承泄区的水质变化常受到多种污染源的影响。农业面源污染是其中的主要因素之一，化肥、农药的过量使用通过地表径流进入水体，导致水质富营养化，进一步引发藻类爆发，降低水质。工业排放和城市污水排放也对排水承泄区水质产生直接威胁。重金属、有毒化学物质的积累不仅影响水体中的生物种群，还可能通过水源进入食物链，影响生态系统的稳定性。生活垃圾和工业废弃物的无序排放，使得水质污染更加复杂和难以治理，给灌区生态安全带来了更大的挑战。

1.2 排水承泄区的生态承载力分析

排水承泄区的生态承载力在很大程度上取决于水质的变化。生态承载力是指水体在不同水质条件下，维持正常生态功能的能力。水质变化会影响水中生物群落的结构和功能，尤其是在水体富营养化的情况下，藻类繁殖过度会减少水中氧气含量，影响水生生物的生存^[1]。水质恶化还可能导致一些水生物种的大规模死亡，打破原本稳定的生态平衡。若水质变化超出了水体的自净能力，将会引发生态退化，严重时可能导致水生

生态系统崩溃，灌区的生态承载力因此遭到削弱。

1.3 气候变化对水质的间接影响

气候变化对排水承泄区水质的影响并非直接作用，而是通过改变降水模式、温度波动以及蒸发量等因素间接影响水质。温度升高加剧了水体中有机物的分解速度，使得水体富营养化现象愈加严重。气候变化可能导致极端天气事件的增加，如暴雨和干旱，这些变化会加剧水污染的传输和积累。暴雨时，地表径流量激增，将污染物带入水体；而在干旱期间，水源萎缩使得水质的自净能力下降，污染物浓度上升。长期的气候变化会影响排水承泄区的水质稳定性，进而影响灌区生态系统的安全。

2 水质变化对灌区水资源的影响

2.1 水质变化对灌溉水源的可用性

水质的变化直接决定了灌溉水源的可用性。当排水承泄区水体受到污染，水质恶化时，灌溉用水的安全性和适用性会大大降低。污染源含有大量的有害物质，如重金属、农药残留和有机污染物，这些成分会被农作物吸收，导致作物品质下降，甚至影响其生长。严重时，水中的有毒物质还可能通过灌溉进入土壤，进一步影响土壤健康。因此，水质恶化不仅限制了水源的供应，还可能带来农业生产安全风险，造成资源浪费和经济损失。为了保障灌区水资源的可持续使用，必须加强对水源污染的监控与治理。

2.2 水质对土壤质量的长期影响

水质变化对土壤质量的长期影响是一个不可忽视的因素。水体中的污染物，尤其是重金属和化学农药，经过灌溉进入土壤后，逐渐积累并改变土壤的物理和化学性质^[2]。重金属的积累会破坏土壤的透气性和水分保持能力，导致土壤板结或酸

化,使得作物的根系难以正常生长。水质中的高浓度营养盐也会加剧土壤盐碱化问题,减少土壤肥力。随着时间的推移,水质不良对土壤质量的负面影响将累积,进一步降低土壤的生产能力,影响灌区农业的可持续发展。

2.3 水质变化对灌区水循环的影响

水质的变化对灌区水循环的影响不容忽视。水质恶化往往伴随水体中污染物的增加,这会改变水体的自净能力和水循环系统的平衡。污染源进入灌溉系统后,水体中的溶解氧水平降低,水体生态失衡,水循环的功能受到抑制。水质不良可能导致水源供应的频率和数量的波动,进一步影响灌溉的稳定性。随着水质的逐步恶化,灌区的水资源管理压力增大,水体的蒸发和蒸腾也受到污染物影响,可能加剧水资源的浪费。有效管理水质的变化对于维持灌区水循环的健康至关重要。

3 排水承泄区水质变化对灌区生态系统的影响

3.1 水质变化对生态多样性的威胁

水质的变化严重威胁灌区生态系统中的物种多样性。污染水体中的有害物质、过量的营养盐和化学废物逐渐积累,极大地改变了水生生物的栖息环境,削弱了生态系统的稳定性。水质恶化使得一些耐污染的物种能够迅速繁殖,导致优势物种的变化,进而打破原本的生态平衡。在富营养化水体中,水草和浮游植物的过度生长会导致光照不足,影响水底植物的生长,减少水生动物的栖息空间和食物来源。生态系统的结构性变化使得物种间的相互关系被破坏,最终可能导致一些本地物种的消失,极大地降低生态系统的多样性和恢复力。

3.2 富营养化对水体生态的影响

富营养化是排水承泄区水质变化中常见的问题,过量的氮磷等营养物质进入水体后,引发水生植物的大量繁殖,尤其是藻类的大规模暴发。藻类的过度生长会导致水体中的溶解氧水平下降,造成“缺氧”现象,水中的生物因缺氧而死亡,水质进一步恶化^[3]。富营养化还导致水体透明度降低,影响水体生态的正常运作。水体内的生态链因营养物质过剩而变得不稳定,影响了食物链中的生物种群。长期富营养化的水体不仅会危及水源的质量,还会严重影响灌区水体生态系统的可持续性,进而影响农业生产和生态环境的稳定。

3.3 有毒物质积累对生物健康的危害

排水承泄区中的水质污染不仅限于营养物质的过量,重金属和有毒化学物质的积累对生态系统的危害更为深远。这些有毒物质通过水体进入食物链,影响水生生物的生长、繁殖及其生存能力。砷、铅、汞等重金属能够在水生生物体内积累,随着时间的推移,这些有毒物质可能进入食物链,最终危害到人

类健康。水中的农药和化学物质对水生生物的繁殖系统、免疫系统和生理功能产生严重影响。长期暴露在这些有毒物质中会导致物种数量下降甚至灭绝,破坏生态系统的平衡,降低生物多样性,进一步加剧灌区生态安全的危机。

4 水质管理与监测的应对措施

4.1 加强排水承泄区水质监测系统

排水承泄区水质的变化直接影响灌区生态安全,建立健全水质监测系统至关重要。完善的水质监测网络不仅能够实时掌握水质变化趋势,还能提前识别潜在的污染源,采取预防措施。监测系统应包括对水体中的主要污染物、如氮、磷、重金属及有毒化学物质等的检测,并结合水体生态状况进行动态评估。数据采集需覆盖排水承泄区的不同区域,包括进水口、排水口及水体流动节点等,确保监测结果的全面性和代表性。结合自动化监测设备和遥感技术,可以提高数据的准确性与实时性,及时发现水质变化,为水质管理提供科学依据。建立区域性信息共享平台和污染预警系统,能够有效协调各相关部门和组织对水质问题的联合治理与防控。通过持续的水质监测,可以实现水体污染的早期预警和精准治理。

4.2 水质污染源的控制与治理

有效控制排水承泄区的水质污染源是保障水质安全的关键环节。水污染源主要分为点源和非点源污染,其中,农业面源污染是排水承泄区水质变化的重要原因之一^[4]。农业活动中,化肥和农药的过度使用会通过径流进入水体,造成富营养化。因此,推行科学施肥和有机农业等环保农业技术,可以显著减少农业面源污染的发生。对于点源污染,重点应放在工业废水、城市污水等的排放控制上,要求企业严格执行污水处理标准,加强废水处理设施的建设和运行管理。针对水体中已积累的污染物,进行物理、化学或生物治理也是一项重要措施。沉淀池、吸附法及水体曝气等技术可以有效减少水体中的有毒物质和营养盐含量,改善水质。通过综合采取源头控制、过程管理和末端治理相结合的策略,能够从根本上减少水质污染并保护灌区生态安全。

4.3 生态修复技术的应用与前景

随着水质污染问题的日益严重,单纯的污染治理措施已难以完全恢复水体的健康。生态修复技术通过模拟自然生态过程,修复受损水体和生态环境,已成为解决水质变化带来影响的有效手段。常用的生态修复方法包括湿地恢复、生态浮岛、水生植物种植等。这些方法能够利用植物、微生物等生物的自然净化作用,吸收和降解水体中的污染物,恢复水体的生态功能。湿地修复技术利用湿地植物对营养物质的吸收和沉淀作用,减少水体中的氮磷含量;而生态浮岛则利用植物根系与水

体之间的相互作用,提高水体的自净能力。水质改善与生态修复相结合的综合管理模式,可以在提升水质的同时,恢复水生生物栖息地,增强生态系统的自我调节能力。随着生态修复技术的不断发展与完善,未来可能通过大规模应用低成本、高效的修复技术,进一步提高水质管理水平,确保灌区生态系统的可持续发展。

5 灌区生态安全保障策略

5.1 提高灌区水质治理的技术水平

水质治理技术的提升是确保灌区生态安全的基础。当前,水质治理面临的主要问题是污染物种类复杂、污染源广泛。为了应对这一挑战,先进的水质净化技术必须得到广泛应用。生物技术在水质治理中扮演着越来越重要的角色,特别是生物修复技术,如水生植物修复、生态浮岛等,能有效降解水体中的有害物质。与此同时,膜过滤技术、反渗透技术等高效水处理技术能够在短时间内去除水体中的重金属和有毒物质,保证灌区用水的安全性。采用智能化监测设备与大数据技术,实现对水质实时监测和精准管理,也能有效提高治理水平,减少污染源对水质的长效影响。通过不断提升水质治理技术水平,可以有效防止水体污染的扩散,并实现对水体生态环境的持续保护。

5.2 政策支持与公众参与的必要性

政策支持是水质治理与生态安全保障的关键推动力。在水质管理过程中,政府应当出台一系列水质保护法律法规,加强对水源保护区的监管,确保水质治理的Implement和执行。针对农业污染问题,政府应鼓励农民采用环保的施肥和灌溉技术,并提供必要的政策补贴或奖励。同时,制定明确的排放标准和罚款

机制,严惩非法排污行为^[5]。在水质治理的同时,公众参与也至关重要。只有通过提高公众的环保意识和责任感,才能从根本上减少污染源。可以通过开展环境保护宣传教育、组织社区参与的环保活动等形式,激发公众的环保热情。公众通过参与水质监测和治理活动,能够促进水质管理的透明性和社会共治,最终实现对水资源的可持续管理。

5.3 科学规划与可持续发展战略

为了确保灌区的生态安全,科学规划和可持续发展战略至关重要。在灌区的水资源管理过程中,必须充分考虑水质变化的长期趋势和潜在风险,对灌溉水源的利用进行合理规划。科学的规划应包括水资源的合理配置,确保各区域水资源的平衡使用,并结合生态保护需求,制定水资源使用和保护的长期方案。灌区内的生态修复与保护也需要长期规划,建立完善的生态保护网络,维护水源地周边的生态系统。针对日益严峻的气候变化问题,规划中应考虑气候变化对水资源的影响,提前部署应急水源管理方案,保障水源的可持续性。可持续发展的战略不仅包括生态保护,还应涵盖资源节约与绿色发展,通过提升水资源使用效率和推动生态农业等手段,确保灌区的生态安全得到长期保障。

6 结语

排水承泄区水质变化对灌区生态安全的影响深远,涉及水资源的可持续性、土壤质量及生态系统的健康。加强水质监测与治理技术、实施有效的污染源控制、推动生态修复和科学规划,对于保障灌区生态安全至关重要。通过持续创新与综合治理措施,能够有效应对水质变化对灌区生态的威胁,保障农业生产的稳定和生态环境的可持续发展。

参考文献:

- [1] 邹家荣,罗纨,李林,贾忠华,丁世洪,张志秀.灌排控制措施结合沟塘湿地改善水稻灌区排水水质的模拟分析[J].农业工程学报,2022,38(11):98-107.
- [2] 刘联兵,李飞.陶岔渠首水质变化趋势分析及对策研究[J].中国水利,2025(20):58-65.
- [3] 陈雅雯,罗纨,朱卫彬,贾忠华,刘文龙,吴宇轩,丁世洪.高标准农田建设中排水沟塘系统改造对排水水质的影响[J].农业工程学报,2025,41(13):114-122.
- [4] 黄永江,白芳芳.基于 Mann-Kendall 检验的盐渍化灌区排水变化规律研究——以河套灌区为例[J].灌溉排水学报,2025,44(5):92-99.
- [5] 肖志才,李阳辉,沙龙林,等.泸沽湖干湿两季水质变化特征及其水文因素分析[J].云南地理环境研究,2025,37(06):30-37.