

环境工程在农业面源污染治理中的应用探讨

郭路遥, 黄娅妮

武汉华正环境检测技术有限公司 湖北武汉

【摘要】本文探讨了生态拦截技术、污染负荷监测与模型分析、资源化利用与循环农业等关键技术的应用,并展望了智能化治理与公众参与的未来发展方向。结果表明,引入现代环境工程技术,能明显提升污染治理效率,还能为农业与生态系统的协调发展提供参考。

【关键词】环境工程; 农业; 源污染治理; 应用

【收稿日期】2025 年 2 月 21 日

【出刊日期】2025 年 3 月 20 日

【DOI】10.12208/j.aes.20250007

Discussion on the application of environmental engineering in agricultural non-point source pollution control

Luyao Guo, Yani Huang

Wuhan Huazheng Environmental Testing Technology Co., Ltd., Wuhan, Hubei

【Abstract】This paper discusses the application of key technologies such as ecological interception technology, pollution load monitoring and model analysis, resource utilization and circular agriculture, and looks forward to the future development direction of intelligent governance and public participation. The results show that the introduction of modern environmental engineering technology can significantly improve the efficiency of pollution control and provide a reference for the coordinated development of agriculture and ecosystems.

【Keywords】 Environmental engineering; Agriculture; Source pollution control; Application

引言

农业面源污染源于农业生产活动中化肥、农药等投入品的过量使用以及土壤侵蚀、径流等自然过程,其污染范围广、成因复杂,对水体富营养化和生态系统退化的影响深远。传统治理方式受制于技术局限性,难以应对污染源的动态性和分散性特征。在这种背景下,环境工程技术的应用可以为治理模式的革新提供契机。近年来,基于生态工程和智能化技术的综合治理方法在实践中得到广泛关注。

1 农业面源污染的现状与治理技术难点

1.1 农业面源污染的主要成因及危害

农业面源污染是由于农业活动中对自然资源的高强度开发和不合理利用导致,在追求高产量的农业模式中,施肥量通常远超过作物吸收能力,会导致大量氮、磷元素通过农田排水系统进入周围的地表水和地下水。尤其是在降水量充沛或灌溉不合理

的情况下,氮磷流失会明显增加,从而引发水体的富营养化现象,这种现象会导致水体中藻类异常繁殖,形成“水华”或“赤潮”,还会导致水中氧含量快速下降,最终破坏水体生态系统的平衡。同时,农药的大量使用会进一步加剧污染问题,传统农药多以挥发性和持久性化合物为主,在降雨冲刷或风蚀作用下,部分残留物会进入大气、水体和土壤。此外,农业面源污染还会对土壤环境和生物多样性构成威胁,长期不合理的农业施肥和灌溉方式会导致土壤酸化、盐渍化和结构退化,严重削弱土壤的生产力和涵养能力。而污染水体中高浓度的氮、磷化合物及农药残留,会通过食物链进入生物体内,最终威胁生态系统的稳定性。再者,农业面源污染会对人类健康造成潜在影响,地下水中的硝酸盐超标已经成为一些地区饮用水安全的突出问题,长期饮用受污染的水会导致人体内毒素积累,从而引起多

种慢性疾病。

1.2 治理农业面源污染的技术难点

在治理农业面源污染时, 农业面源污染的成因相当复杂, 涉及化肥与农药过量施用、土壤侵蚀、农业灌溉等诸多方面。污染源不集中, 而且会随季节和作物种类的变化而变化, 污染物的扩散路径与浓度都是动态的, 所以靠单一技术难以全面控制治理工作。同时, 农业面源污染具有持续性与反复性, 一些土壤改良方法或者水质净化技术, 短期内能够产生改善效果, 但从长远来看, 治理难度增加。现有的治理技术大多只能减少一个环节的污染, 尚未形成有效的系统整体方案, 这使得治理效果不稳定, 甚至存在技术改进不达标的情况。传统的监测方式大多依靠抽样分析, 在空间和时间上存在不小的误差, 无法全面体现污染物在各个环节、不同区域的实际排放状况。在农田生态系统里, 土壤和水体自然会有变化, 不同农业活动也会产生影响, 这就使得污染负荷的空间分布极不均匀, 短时间内难以掌握污染的真实动态。另外, 在农业生产过程中, 土地利用、作物选择等因素对污染物排放的长期影响往往被忽视。这使得政策制定者难以依据数据做出全面、及时的调整。要解决这一问题, 就需要推动先进监测技术的应用, 将遥感技术、大数据和智能分析技术相结合, 对农业面源污染的全过程进行监测和分析, 确保治理措施能够实时调整, 优化资源配置, 使治理效果达到最佳。

2 环境工程技术在农业面源污染治理中的关键应用

2.1 生态拦截技术

生态拦截技术和传统的物理、化学治理技术有所不同, 生态拦截技术主要是通过自然生态系统的自我修复和优化, 来阻止污染物的进一步扩散。其是通过设置一定的生态缓冲区或屏障, 将污染物在源头处进行有效拦截, 这些生态系统既能通过植物的根系吸收和转化污染物, 还能通过土壤和水体的物理过滤作用, 减少有害物质进入水体或空气的风险。同时, 生态拦截技术并不是一种“一劳永逸”的解决方案, 其治理效果的长久性受到许多因素影响, 如植物种类的选择、生态结构的合理性以及外部环境的变化。并且随着气候变化、土地利用方式的转变, 生态拦截区的效果会逐步降低, 因此必须对这

些区域进行动态管理和调整。但生态拦截技术在实施过程中也存在许多挑战, 生态拦截技术需要根据不同地域、土壤类型、农业生产方式等多方面因素进行精细化设计^[1]。在不同的农业生产环境中, 拦截带的植物配置、土壤的渗透性和水流的速度都会对污染物的去除效率产生影响, 尤其是在水资源紧缺的地区, 需要合理利用生态拦截带中的植物种类和水土资源, 从而提高治理效果。此外, 生态拦截的实施还涉及到土地管理和政策支持的有效配合, 许多农业生产区域缺乏相关的生态保护意识, 土地使用权和资源的分配问题也通常是实施的瓶颈。

2.2 污染负荷监测与模型分析

在治理农业面源污染时, 由于农业面源污染具有多样性和动态性, 所以监测和分析必须十分精确, 还得是实时的。可当下的污染负荷监测依靠的是静态采样数据, 这不但无法全面体现污染物实际的排放水平, 在时间和空间上还存在滞后效应。农业活动存在季节性变化, 作物种类也有差异, 气候条件还会波动, 这些都会对污染物的种类、浓度和扩散途径产生影响。所以, 单一的传统监测方式无法精准捕捉污染物的产生和流动过程, 也缺乏实时反馈机制, 难以很好地指导决策者制定有针对性的治理策略。工作人员需要靠污染负荷模型, 把监测数据与环境、气候、土壤等因素联系起来, 用动态分析模型实时追踪、预测污染物的变化趋势, 给农业面源污染的精准治理提供科学依据。同时, 构建复杂的污染负荷预测模型, 能量化分析不同农业生产方式、气候变化、土地利用等多种因素的影响, 进而揭示污染物在不同情形下的排放模式与转化规律。模型的精确度和应用效果往往受输入数据质量、模型假设条件的限制, 要提高模型实用性, 就得整合多源数据, 如遥感数据、气象数据、土壤质量数据等, 还要大规模地跨区域、多时空尺度进行数据集成。这既能提升污染负荷模型的预测能力, 又能以数据驱动的方式优化模型参数, 满足不同地区污染治理需求^[2]。另外, 随着智能化技术和大数据分析的不断发展, 污染负荷监测能够与模型分析相结合, 能为未来农业面源污染治理提供方法, 也为政策制定者提供更精细、科学的决策支持。

2.3 资源化利用与循环农业

资源化利用与循环农业是将农业生产过程中产

生的废弃物和副产品转化为可再利用资源, 实现农业生产与环境保护的双赢。农业废弃物中富含有机质和营养元素, 例如作物秸秆、畜禽粪污和水产养殖废水, 这些资源如果直接排放, 会对水体和土壤造成污染, 还会导致资源浪费。因此, 通过资源化技术, 将这些废弃物转化为有机肥料、饲料或能源, 不只能减少污染物排放, 还能为农业生产提供必要的投入品。以畜禽粪污资源化利用为例, 利用厌氧发酵技术可以将粪污转化为生物天然气, 并将残渣制成有机肥料应用于农田, 形成养殖与种植之间的良性循环。同时, 循环农业的核心思想是构建“农业生态链”, 将农业废弃物的资源化利用与多产业联动结合, 形成闭环式生产体系, 例如通过种养结合模式, 将养殖废弃物用于农田施肥, 作物秸秆再用作饲料或养殖垫料, 实现废弃物零排放的目标^[3]。在这个过程中, 循环农业不仅可以优化农业投入品的利用效率, 还可以减少外部化学投入, 以降低氮、磷流失对环境的压力。尤其是在区域化治理中, 循环农业可以整合不同农业主体的生产资源, 推动形成规模化、产业化的生态农业模式。

2.4 可持续的农业面源治理

可持续的农业面源治理是通过改变传统农业生产方式, 推动农业与环境的和谐共生, 而这一过程必须立足于系统性的规划和长远的策略。在传统的农业管理模式中, 农业活动通常强调短期的经济效益, 但忽视了生态环境的长期承载能力, 导致大量化肥、农药的过量使用及水土流失等问题。因此, 推进可持续的农业面源治理, 需要从根本上转变农业生产方式, 推动农田管理的生态化和智能化, 例如推行精准农业, 减少农业投入品的使用, 并提高土地的利用效率和土壤的肥力, 能有效减少污染物的排放, 还能提升农田的生态功能。同时, 农业与环境之间的互动关系需要更深层次的理解和整合, 只依赖单项技术和措施很难解决农业面源污染的复杂性, 只有在政策、技术和市场的多方协同作用下, 才能实现真正的可持续治理。而且, 当下农业生产中, 污染物循环利用面临着较高的技术障碍和经济压力。很多时候, 像秸秆、畜禽粪便这类农业废弃物无法得到有效的资源化处理, 反而成为农业污染的重要源头^[4]。所以, 能将资源化利用融入农业面源治理之中, 减轻污染负荷, 还可转化为有利于农业生产的

资源。在这个过程中, 借助技术创新将农业废弃物转化为有机肥料、沼气等资源, 如此便能够减少传统化肥用量, 改良土壤质量, 提高农产品品质。也只有当循环农业成为主流, 资源得到最大化利用, 农业污染治理才能实现从源头到终端的全面有效管理。

3 环境工程技术在农业面源污染治理中的发展方向

3.1 智能化治理与大数据支持

新时代农业面源污染治理时, 智能化治理就是构建一个具备实时数据采集、自动化分析和动态反馈的闭环体系。部署传感器与物联网设备, 全方位、无缝地实时监控农业污染物排放过程。设备能捕捉农田里氮、磷等主要污染物的浓度变化, 还能及时把数据传到云端集中处理。大数据分析技术在这一过程中, 深入挖掘采集数据的分布模式、历史趋势与异常变化, 它能够实时找出污染高风险区域, 还可以预测污染未来的演变趋势。这种预测功能使治理行动能够提前介入, 防止污染进一步扩散。尤其是在大规模农田或者跨区域管理的情况下, 传统依靠人工的监测方法很难实现全面覆盖, 但智能化系统加上数据分析不同, 它能对区域之间污染治理的资源进行优化配置, 治理效率也能大幅提高^[5]。同时, 农业污染有明显的空间分布与季节性特点。大数据能整合气象、土壤类型、农作物种植模式等多源信息, 对面源污染成因进行更深入的剖析。这种深度分析既能细化污染溯源, 可以为不同区域定制精准治理方案, 又能让决策者了解治理措施的实际成效, 从而进行动态调整。比如在污染严重的农田, 借助大数据建模分析, 决策者可调整施肥和灌溉方案, 以减少化肥和农药过量流失的情况。

3.2 公众参与与教育推广

在农业面源污染治理中, 由于传统农业生产方式并不能立即改变, 尤其是在农村地区, 农民对现代环保理念的接受程度普遍很低, 很多农民习惯运用传统的种植和养殖方式, 不能充分意识到过量使用化肥和农药对土壤、地下水以及生态系统的长期破坏。因此, 教育推广必须从源头开始, 通过科学普及和培训活动, 帮助农民正确理解环境保护的意义, 并学习掌握科学的农业管理方法。通过定期举办农业环保讲座、技术交流会等形式, 逐步改变农民的生产观念, 培养农民的环保意识和可持续生产

能力。同时,媒体、学校以及非政府组织(NGO)也可以发挥一些作用,媒体可以通过新闻报道、专题节目等形式,深度挖掘农业污染的原因和解决方案,普及科学知识,提高公众对农业面源污染的重视度。此外,学校可以加强生态环境保护课程的设置,将农业面源污染问题纳入到学校教育体系中,促进学生从小树立绿色发展的意识。再者,非政府组织可以通过基层活动推动更多人参与到农业面源污染治理工作中,利用比较灵活的组织方式,动员社区力量开展环境保护活动。通过多方的联动与合作,不仅能够提高农民的环保意识,还能逐渐形成社会共同参与、共同治理的良性循环,从而推动农业面源污染治理的可持续发展。

4 结语

综上所述,农业面源污染治理是环境保护与农业现代化交融的核心领域,环境工程技术中,从生态拦截到智能化治理,各类技术的应用可以有效缓解农业活动对生态环境的负面影响。但要实现长效治理还需要建立系统化的管理模式,将技术创新与社会参与相结合。

参考文献

- [1] 宋健翔,刘佳.农业土壤重金属污染现状与治理策略研究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(20):118-120.
- [2] 黄水英.农业面源污染控制与农村环境治理的耦合机制分析[J].农业开发与装备,2024,(09):108-110.
- [3] 徐苏霞.土壤重金属污染对农业种植的危害及治理策略[J].黑龙江粮食,2024,(09):119-121.
- [4] 夏慧琴,钟耀聪,邓靖云.我国农业面源污染治理政策评价及优化策略[J].南方农机,2024,55(15):47-51.
- [5] 刀凤兰,陈佳清,李瑞琳.农业面源污染现状及治理对策[J].热带农业工程,2024,48(03):11-14.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS