
FASE亮文解读：中国农田面源污染控制的全时空管控策略与技术

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/26237.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

FASE亮文解读：中国农田面源污染控制的全时空管控策略与技术。论文标题：FULL TIME-SPACE GOVERNANCE STRATEGY AND TECHNOLOGY FOR CROPLAND NON-POINT POLLUTION CONTROL IN CHINA（中国农田面源污染控制的全时空管控策略与技术）

期刊：Frontiers of Agricultural Science Engineering

作者：Lihong XUE, Jingjing DUAN, Pengfu HOU, Shiyong HE, Yingliang YU, Yanfang FENG, Fuxing LIU, Linzhang YANG

发表时间：15 Dec 2023

DOI：10.15302/J-FASE-2023522

微信链接：[点击此处阅读微信文章](#)

农业面源污染与绿色发展

Non-Point Source Pollution Control and Agricultural Green Development

专辑文章介绍

· 第八篇 ·

论文ID

Full time-space governance strategy and technology for cropland non-point pollution control in China

中国农田面源污染控制的全时空管控策略与技术

发表年份：2023年

第一作者：薛利红

通讯作者：薛利红，杨林章

✉：xuelihong@jaas.ac.cn, lzyang@issas.ac.cn

作者单位：江苏省农业科学院农业资源与环境研究所

Cite this article：

Lihong XUE, Jingjing DUAN, Pengfu HOU, Shiyong HE, Yingliang YU, Yanfang FENG, Fuxing LIU, Linzhang YANG. FULL TIME-SPACE GOVERNANCE STRATEGY AND TECHNOLOGY FOR CROPLAND NON-POINT POLLUTION CONTROL IN CHINA. *Front. Agr. Sci. Eng.*, 2023, 10(4): 593 – 606 <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2023522>

· 文章摘要 ·

本文提出了一个完整的时空治理策略，即源头管控为主、末端治理为辅的全时空管控策略及其支撑的4R技术体系。具体介绍了4R链技术体系，包括源头减量 (source reduction)、过程拦截 (process retention)、养分再利用 (nutrient reuse) 和生态恢复 (ecological restoration)。将全时空治理策略的4R链技术体系应用在行政村尺度上，是中国减少农业面源污染的可行方案。在未来，需要建立农田面源污染全过程监测系统来解析农田氮磷对地表水质的贡献。此外，需要研发新型智能肥料和智能装备，并制定相关的治理标准和扶持政策，以提高农业面源污染控制的有效性。

· 文章亮点 ·

1. 提出了农田面源污染的全时空管控策略和4R技术链。
2. 综述了源头减量?过程拦截?养分再利用?生态修复的4R技术系统。
3. 全时空管控策略和4R技术系统在行政村成功实施。
4. 农田系统监测网络、新型智能肥料和智能水肥控制装备，相关管控标准和绿色政策是未来面临的挑战。

· Graphical abstract ·

Chinese Solution for Prevention and Control of Agricultural Non-Point Source Pollution			
Full Time-Space Governance Strategy	4R Chain Technology System	Application Scenario	Supporting Policies
Full time: • Croplands: entire crop year including stubble & fallow duration • Other: entire year including spring, summer, autumn and winter season Full space: • Spatial full coverage include fields, ditches, ponds & rivers, village	Guideline: • Maintaining high yield • Less land occupation • Low input cost 4R technology system: • Source reduction: Optimizing nutrient & water management • Process retention: eco-ditch ... • Nutrient reuse: drainage water recycling ... • Water restoration: wetlands, eco-ponds ...	Plain water network area: Administration region scale based on irrigation-drainage unit Hilly area: Watershed scale based on small catchment unit	Governance standard: • Fertilizer limited standards • Mandatory water quality standards for farmland drainage • Best management practices ... Governance policies: • Fertilizer real-name purchase and quota supply system • Rewards & penalties system for agricultural production • Nitrogen credit system...

· 研究内容 ·

引言

确保粮食安全的同时降低农业面源污染是一项具有挑战性的工作，尤其是发展中和不发达国家。有效的农业面源污染解决方案应包括系统防控策略、完整的技术链条，以及流域/区域尺度的综合应用场景。本文就这三方面进行了介绍，以期为中国农田面源污染防控提供可借鉴的中国解决方案。

全时空管控策略和4R技术

本文提出了源头管控为主、末端治理为辅的全时空管控策略及其支撑的4R技术体系。全时指的是农田面源污染防控要覆盖整年即春夏秋冬，或者整个作物年包括作物生长季以及茬口期或休闲期；全空指的是面源污染防控要包括所有污染源，要覆盖污染物迁移的全路径。实现这一策略需要因地制宜，科学合理布设4R技术链条，使其在流域或区域尺度上成为互相交织的技术网络系统，实现技术或工程的时空全覆盖。其中保证产量且减少排放的源头减量技术是农田面源污染防控的必要措施，可以实现田块的空间全覆盖；过程拦截技术主要在污染物进入水体前的迁移路径中实施，可根据具体条件建设生态沟渠等；养分再利用技术是减少水体污染的经济实用手段，需要在灌排单元或者小集水区或者小区域尺度进行统筹考虑，实现水分和养分的内部循环；生态修复技术属于末端治理技术，根据区域水系水质特征有目的建设生态湿地塘或生态河道。实施中的难点在于如何进行技术的优化组合，实现投资最小化和污染防控效果最大化。

4R技术系统概述

本文对源头减量－过程拦截－养分再利用－生态修复4R技术系统的每个技术环节的适用技术及其效果进行了综述和总结。

源头减量技术：首先需要平衡作物高产养分需求和土壤养分供应进行氮磷用量及运筹的优化，当前中国施肥情况下氮磷用量降低10%－20%并对产量没有影响，但可明显减少氮磷流失；其次要

改变传统的撒施模式为机械深施或水肥一体，提高作业效率的同时可显著提高肥料利用率减少流失，水稻采用插秧侧深施肥技术、小麦等旱作采用种肥同播深施肥技术、蔬菜等经济作物可采用水肥一体化技术；第三是升级肥料产品，施用缓控释肥等智能肥料，缓控释肥和肥料深施结合可显著提高肥料利用率降低损失，并增加产量增加收益；第四是适当施用有机肥，实现种养循环。但使用过程中要注意有机肥带入的磷用量，同时实行磷肥减量。有机肥在粮食作物中推荐施用的氮替代比例是不超过20%，菜地等经济果蔬为30%–40%。

过程拦截技术：系统总结了我国当前推广最多的生态拦截沟渠技术的氮磷去除效果和去除机制、相关参数和注意事项。生态拦截沟渠是一项低维护、不额外占地的生态工程，由原来的排水沟用带孔的生态砖重建而成，沟内间隔设置小拦水堰，沟壁孔内植物多种植狗牙根(夏天)和黑麦草(冬天)组合，沟底种植挺水植物如鸢尾和沉水植物如苦草等。当前我国生态沟渠对氮的去除率平均在20%–93.3%，取决于地形、植物组合、污染负荷和水力停留时间及温度等条件；磷去除率在9.5%–94.7%之间，主要取决于基质、水力停留时间和管理措施。生态沟渠的关键在于要种草，有无植被显著影响生态沟渠的氮磷去除效率，但种啥植物影响不大。污染物浓度越高、水力停留时间越长，去除效果越好。冬季用黑麦草浮毯可克服温度低带来的去除效率下降问题。沟渠内还可通过添加氮磷高效的吸附环境材料来强化氮磷的去除效果，较好的氨氮吸附材料有黏土矿物类如沸石、蒙脱石、高岭土、珍珠岩、蛙石、凹凸棒土等，硝氮吸附材料有炭基材料、农业或工业废物吸附剂及生物基吸附剂(壳聚糖、芽孢杆菌等)，磷吸附材料有稀土金属氧化物(Fe_3O_4 和 $\text{La}(\text{OH})_3$ 及其复合物)、氧化铁生物炭等。添加碳源如锯末、水稻秸秆、玉米芯等有助于提高高硝氮尾水中氮的去除率，碳氮比大于3.5较好。

养分再利用技术：目前常用的有两种模式，一种是季节调配模式，用库塘收集雨季的径流排水供旱季灌溉使用；另一种是空间调配模式，如旱地的径流排水收集后循环利用到周边的水田或水生植物塘，在稻田排水下游设置无肥带等。此外，还可用稻田湿地回用消纳达到农田灌溉水标准的生活污水尾水等农村废水，实现化肥减量和减少污染的目的。

生态修复技术：乡村污染水体的生态修复要因地制宜采用综合生态技术，既要少占地、低成本、没有二次污染，还要兼顾景观提升，实现人与自然和谐。常用的成熟技术有自然生态恢复、自然生态工法技术、水生植被重构技术、生态浮床/岛技术、人工湿地等。其中水生植物种类、种植密度和覆盖度、吸附基质、曝气频率和时间是影响污染物去除的主要因素。优先推荐选择根系发达、具有景观功能的本土开花植物，还要经常修剪收割，做好日常管理和维护。

综合应用场景剖析

以位于太湖流域一二级保护区的常州市武进区新康村为例，通过顶层设计，以排灌单元为单位，根据区域水系特征梳理规划灌排路线，利用闸坝合理拦蓄初期高浓度径流污水并利用泵站进行循环灌溉，并改造建设生态沟渠、塘浜等，结合化肥源头减量技术，实现4R技术的全时空覆盖。2019年运行效果表明，水稻采用缓控释肥深施和有机无机配施技术后氮和磷用量分别降低了25%和40%–60%，产量不受影响甚至有所增加，氮磷流失分别降低了31%–54%和25%–53%；生态沟渠的氮、磷拦截效率在18.2%–56.2%和11.1%–68.9%，当排水氮浓度超过 $2\text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，氮的平均拦截率为51.3%；通过灌排单元内的循环利用，整个稻季（汛期）农田排水的氮磷回用率达80%以上。通过全时空管控策略和4R技术的综合实施，排灌单元内实现污染物的近零排放。

· 未来挑战 ·

本文指出，未来农田面源污染防控需要重点关注：(1)

要建立农田面源污染全过程监测系统来解析农田氮磷对地表水质的贡献；(2) 研发新型智能肥料和智能装备，包括肥料施用装备和灌排系统智能控制装备等，从源头上提高水肥利用率减少排放；(3) 建立相关管控标准如农田投入品限量标准、农田排水水质标准等，并研究出台相关支持政策促进相关技术等的应用。本文为农田面源污染防控提供了中国的解决方案。

阅读原文请点击[FULL TIME-SPACE GOVERNANCE STRATEGY AND TECHNOLOGY FOR CROPLAND NON-POINT POLLUTION CONTROL IN CHINA](#)

免费专辑文章请点击[农业面源污染与绿色发展](#)

《前沿》系列英文学术期刊

由教育部主管、高等教育出版社主办的《前沿》（Frontiers）系列英文学术期刊，于2006年正式创刊，以网络版和印刷版向全球发行。系列期刊包括基础科学、生命科学、工程技术和人文社会科学四个主题，是我国覆盖学科最广泛的英文学术期刊群，其中12种被SCI收录，其他也被AHCI、Ei、MEDLINE或相应学科国际权威检索系统收录，具有一定的国际学术影响力。系列期刊采用在线优先出版方式，保证文章以最快速度发表。

中国学术前沿期刊网

<http://journal.hep.com.cn>



来源：Frontiers of Agricultural Science & Engineering

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发