

农业面源污染对流域水质的影响及防控技术应用研究

谭咏磊

洋浦松涛水质检测有限公司 海南儋州 578101

摘要：随着农业集约化发展进程，农业面源污染已经成为危及流域水质安全与生态健康的关键因素，儋州市作为海南西部重要的农业区域，其农村农业面源污染问题对周边流域生态系统构成了明显影响。本文借助调研分析儋州市农村农业面源污染的源头与区域特征，研究其对流域水质的关键影响机制并开展现状分析，系统规划源头减量、过程拦截、末端治理与生态修复防控技术体系及应用实践。基于此，从精准化技术构建、系统化管理强化、多元化支撑建设三方面给出优化手段，为儋州市防控农业面源污染、改善流域水质，推动农业实现绿色可持续发展提供科学依据。

关键词：儋州市；农业面源污染；流域水质；影响；防控技术

流域水质是关乎区域生态安全与民生保障的核心内容，现阶段我国农业面源污染具有分散、隐蔽、滞后等特点，已成为制约流域水环境质量提升的突出瓶颈，尤其是在农业占主导地位的区域，污染负荷输入对流域生态系统形成的扰动更为显著。儋州市地处海南省西部，拥有南渡江、北门江等关键流域，农业被当作支柱产业，常年种植橡胶、甘蔗、各类热带水果且实施规模化畜禽养殖，引发化肥农药流失、养殖废弃物渗漏、农田退水等面源污染问题不断凸显，不仅让流域内饮用水安全与水生生物多样性面临威胁，还制约了当地农业绿色转型与乡村振兴推进。现阶段针对儋州市农村农业面源污染与流域水质之间关联的系统性研究仍显薄弱，防控技术本地化应用还缺乏精准的引导。因此，实施本次研究，旨在明确儋州市农业面源污染的发生规律及影响路径，确认防控技术的实际实施效果，为构建符合当地的污染防控体系、维持流域生态健康提供理论及实践支撑。

一、儋州市农村农业面源污染的来源与区域特征

儋州市木棠镇、光村镇、峨蔓镇的农业面源污染来源及其区域特征，由于产业结构和地理环境呈现出明显差异。木棠镇把海岸带集中污染当作核心，82户禁养区虾场在20多公里海岸线上未办手续，养殖尾水直排入海，叠加传统农业中化肥农药过量施用后的流失现象，造成“养殖-农田”双重污染根源。其特征是污染点在海岸带集中分布，而且与海水相互作用提升了扩散风险。光村镇体现出养殖污染的交叉性，高位虾场尾水留

存着药剂残留，与跑海鸭养殖产生的粪便污水叠加，引起水体的氮磷含量变高，面临畜禽养殖污水排放问题¹⁾。该区域特征呈现出养殖类型多元化，污染借助河海连通性实现扩散，影响红树林湿地生态。峨蔓镇缘于火山岩海岸地貌呈现独特性，历史时期围塘养虾造成潟湖淤积饵料及排泄物，氮磷浓度急剧上扬，土壤及水体中残留污染依旧未消。特征为污染与湿地生态破坏深度相互绑定，火山岩的渗透属性加剧了污染扩散的难度系数。

二、儋州市农业面源污染对流域水质的影响机制与现状评估

(一) 关键影响机制

儋州木棠、光村、峨蔓三镇农业面源污染对流域水质造成的效应，依靠区域地理特性与一体化发展模式形成多途径作用机制。土壤特性加剧污染蔓延：三镇有大量火山岩风化后的土壤，保水留肥的能力欠佳，开展一体化规模化种植时未被吸收的氮、磷化肥，加上残留的农药制剂，容易和雨水或灌溉退水一起形成地表径流，直接注入天鹅湖、水神水库等内陆蓄水地带，同时借助土壤渗滤污染了地下水。养殖污染出现集中渗透现象：一体化推动起来的畜禽集中养殖，要是粪污没有借助沼气池等设施处理，高浓度的有机物与病原体借排污沟渠进入河道；峨蔓、光村实施的水产养殖，残饵、粪便连同消毒剂、抗生素随养殖废水直排到近海，而且沿海养殖超量开采地下水引发海水倒灌，引发地下淡水层盐渍化现象。人口聚集与开发产生的叠加污染现象：一体化让农村聚居点不断扩大，生活污水（含氮、磷、有机

物)因缺少收集处理系统,直接排入了沟渠,生活垃圾被雨水冲刷后渗入水体;木棠、峨蔓开发建设把地表植被给破坏了,因多雨气候造成的水土流失携带泥沙及污染物,加剧了水体浊度的提升以及污染物的吸附扩散^[2]。

(二) 流域水质现状评估

现阶段三镇流域水质受农业面源污染影响十分显著,负面难题聚焦于三类水体。内陆水体富营养化现象十分突出:天鹅湖、水神水库因化肥中氮磷的输入,藻类迅猛繁殖形成水华现象,水中的溶解氧数值降低,引起鱼虾死亡,水质等级降低,难以符合灌溉与景观用水的需求。近海水体生态面临的危险加剧:三镇排放的污水最终流入北部湾,峨蔓火山岩海岸一带、光村红树林周边的海域,因水产养殖废水以及农业退水流入,氮和磷的浓度超出标准范围,富营养化造成赤潮引发的风险上扬,珊瑚礁出现白化、红树林生长受阻,海洋生态系统遭到破坏。地下水水质面临双重威胁:农业化肥、农药与生活污水借由火山岩土壤渗滤,引起地下水中氮含量超出标准范围;沿海养殖与高耗水农业过度汲取地下水,引发海水开始倒灌,地下淡水层面临盐渍化局面,影响到木棠、光村部分农村的饮用水以及农业灌溉水的质量。目前虽有一体化集中治理的潜在契机,但因污染治理设施不齐全、监管力度不到位,水质恶化的趋势仍未得到有效遏制。

三、农业面源污染防治技术体系及在儋州农村的应用实践

(一) 源头减量技术

源头减量技术聚焦于污染产生的阶段,结合儋州三镇农业生产真实情况实现精准控污。种植阶段主推“测土配方施肥+绿色防控”的组合方案,针对火山岩土壤保肥方面差的问题,木棠镇瓜菜基地凭借土壤检测定制氮磷钾配比肥料,减少化肥用量30%,利用光诱捕器、生物农药治理病虫害,降低农药残留水平。养殖端积极推广“粪污资源化+循环水养殖”技术,光村镇规模化猪场搞起了沼气池建设,把粪污转化成能供能的沼气,制成有机肥回到田间,每年所处理的粪污超5000吨;峨蔓镇沿海虾塘引进“高位池+尾水回收池”模式,利用沉淀池、生物滤膜实现养殖废水净化,实现80%的废水循环回用,降低养殖废水直排污染^[3]。三镇推广实施“猪-沼-果”生态循环农业,把养殖粪污、种植的废弃物整合进循环链,从源头上阻断污染物的生成途径,该模式已被20多个农业合作社所采用。

(二) 过程拦截技术

过程拦截技术针对污染的迁移路径,以儋州地形特点为依托构建多层阻截体系。在农田与水体间,木棠镇火山岩台地种植区开辟生态沟渠,沟渠中种植芦苇、美人蕉等水生植物,凭借吸附、降解作用拦截农田排水中的氮磷,实测结果表明,水体氮含量可降低25%;光村镇于光村水流域沿线设置5-10米宽的植被缓冲带,种上本地红树林幼苗以及草本植物,缓和地表径流的流速,阻止农药与化肥的残留物质。面对水土流失状况,峨蔓镇的坡地果园采用“鱼鳞坑+等高种植”技术,减少了40%的泥沙流失量,在沟渠入口布置沉砂池,过滤掉泥沙与悬浮物。三镇于水库周边布置稻田人工湿地,采用水稻、茭白等作物的净化能力,拦住周边农田往外排的水,形成了“农田-湿地-水库”梯级拦截的系统,现今已建成12处湿地拦截的区域,所覆盖的流域面积达30平方公里以上。

(三) 末端治理与生态修复技术

末端治理及生态修复技术把重点放在污染净化与生态恢复上,适配儋州水陆生态情况。针对内陆水体治理而言,天鹅湖、水神水库投放滤食性鱼类,搭配种植狐尾藻、金鱼藻等沉水植物,利用生物净化作用降低水体富营养化水平,现阶段水库水华出现的概率降低了60%;同时对水库周边进行土壤淋溶修复操作,添加改良剂降低火山岩土壤中污染物的渗透过滤。近海水域修复方面,峨蔓镇对潟湖养殖区进行清淤,清理底泥中残留的饵料与粪便,补种200多亩红树林,建造海岸生态防护壁垒;光村镇于近海地带建设人工珊瑚礁,提高水体流动性,加大海域自净能力,目前珊瑚礁附近水体的透明度提升了30%^[4]。地下水修复方面,就海水倒灌的区域而言,木棠镇铺装了渗透反应墙,依靠沸石、活性炭吸附盐分及污染物,同时严格把控地下水的开采数量,实现地下水位恢复,三镇末端治理技术让重点流域水质达标率提升幅度达15%,生态系统逐步恢复。

四、儋州市农村农业面源污染防治的优化对策

(一) 精准化技术体系构建

应依据三镇产业差异与地理特点,建设“分类定制+智慧适配”的技术体系。结合木棠镇火山岩土壤保肥差、瓜菜种植集中的实际特点,推广实施“土壤改良+变量施肥”技术,采用施加有机肥的方式改良土壤结构,与物联网墒情监测设备搭配,依照作物需肥的周期性规律精准投放化肥,减少氮磷养分流失;光村镇把聚焦点

放在畜禽养殖污染方面，提升“沼气工程+有机肥加工”技术水平，促进沼气池发酵效率，把养殖粪污变成高附加值的有机肥料，配套打造粪污运输专门线路，覆盖周边50个左右养殖场；峨蔓镇针对沿海周边的水产养殖，采用“循环水养殖+尾水精准净化”技术，在虾塘处添加水质传感器，实时控制水体溶氧与饵料的投放数量，尾水经“沉淀池+生物滤池+人工湿地”依次梯级处理后再排放，降低近海周边的污染。构建技术适配评估体系，对不同区域、产业的技术应用效果实施动态监测，迅速调整相关参数，强化技术的精准水平。

（二）系统化管理机制完善

必须突破部门的壁垒，构建一套“协同监管+全链条管控”的管理体系。搭建跨部门协同架构，把农业、环保、水利、海洋等部门资源进行归拢整合，构建儋州市农业面源污染防控联席会议，按时对三镇防控工作工作进行调度安排，应对养殖尾水直接排放、农田退水管控这类跨领域问题。修整监测预警网络，在天鹅湖、水神水库及峨蔓近岸海域搭建自动监测站，实时对水体中的氮磷、COD等指标开展监测，同步到三镇的重点农田、养殖场去安装视频监控，做到对污染源头可追溯。强化执法与考核环节，圈定农业生态保护的红线范围，禁止在禁养区新建设养殖场，依照法律对违规排污主体予以处罚；把面源污染防控列入镇政府绩效考核内容，实施“一票否决”规程，同时采用“农户积分制”，对采用绿色技术的农户给予实物奖赏，激起基层参与的积极性。推动联席会议建立跨部门数据共享平台，打通监测站、视频监控的数据壁垒，实现污染问题快速溯源处置；农户积分除实物奖赏外，还可兑换农技培训名额，进一步激发绿色生产主动性^[5]。

（三）多元化支撑体系建设

需把多方资源进行整合，创建“资金+人才+宣传”的支撑体系。资金方面，构建“政府牵头+社会参与”的投入机制，市级财政拿出资金设立面源污染防控专项基金，主要对三镇污水处理设施和生态沟渠建设给予补贴；依靠PPP模式吸引企业参与畜禽粪污处理、水产养殖尾水净化工作，给出税收减免的相关优惠。人才方面，构建“专家+农技员+农户”的培育体系，和海南大学、省农科院开展合作，邀请专家在镇上指导技术研发与应

用；选定本地农技员开展定时教导，整合“技术服务队伍”，上门为农户指导操作测土配方施肥、沼气池维护等技术^[6]。宣传方面，采取“线上+线下”相融合的模式，以儋州政务网、村广播为渠道宣传防控政策与技术优势，在三镇开展“生态农业示范观摩研讨会议”，宣扬“猪-沼-果”成功实例，提高农户的环保觉悟，构建全社会一起参与的防控氛围。

结语

综上所述，本文系统阐述了儋州市农村农业面源污染的来源特征与区域的差别，说明了其对流域水质的关键影响机制，明确了当前流域水质受污染的主要症结，而且经实践确认了源头减量、过程拦截、末端治理等防控技术在当地的适用性及其有效性。通过研究结果提出的精准化技术体系、系统化管理机制加上多元化支撑体系，能为儋州市有目的地处理农业面源污染问题、提高流域水环境质量提供有效办法，同时也可为我国南方相似农业流域的面源污染管控提供参考借鉴，助力农业可持续发展与流域生态保护同步开展。

参考文献

- [1] 刘凯欣, 马雨栅, 王强, 李红, 霍张玲, 孙帅杰, 王齐豪, 徐羽. 浙东滨海小流域农业面源污染及最佳管理措施研究[J]. 生态与农村环境学报, 1-14.
- [2] 安敏, 王珊珊, 宋孟斐, 曾可英子. 长江流域跨区域断面农业面源污染测算及补偿策略[J]. 中国农业资源与区划, 1-14.
- [3] 蒋红斌, 杜瑶, 陈明, 王璞, 陈勇, 蔡春艳, 刘红辉. 西南地区典型小流域富营养化调查与研究—以琼江流域及主要支流蟠龙河为例[J]. 三峡生态环境监测, 1-15.
- [4] 邓梁娟. 农业面源污染评价及对策[J]. 南方农机, 2025, 56(08): 60-63.
- [5] 李旭冉, 宝哲, 习斌, 靳拓, 许丹丹. 我国农业面源污染监测研究进展与发展建议[J]. 环境化学, 2024, 43(10): 3355-3362.
- [6] 曾勇, 朱坚, 何钟响, 张瑛, 孟卓, 李芸君. 沅江八形汉河流域农业面源污染“减源-循环-控污”治理及其实施效果[J]. 湖南农业科学, 2024, (05): 62-66+71.