

沟塘协同治理在农业面源污染治理中的应用

杨蕊¹ 乔文宝²

1.焦作市水政事务中心, 河南 焦作 454000

2.黄河勘测规划设计研究院有限公司, 河南 郑州 450003

[摘要]农业面源污染治理是推进美丽乡村建设, 促进粮食稳产增产, 实现农业可持续发展的关键举措。文中根据江陵县内农业面源污染的主要问题, 提出采取沟渠与堰塘协同治理, 对农田氮磷进行拦截净化, 配套生态循环农业种养高效模式, 开展过程阻隔的基本技术手段, 实现区域水体内部循环净化, 改善汇入西干渠水体质量情况, 构建绿色农田生态系统, 带动农村污染治理。

[关键词]农业面源污染; 堰塘治理; 沟渠治理; 沟塘协同

DOI: 10.33142/hst.v9i7.20247

中图分类号: S27

文献标识码: A

Application of Gully Pond Collaborative Governance in Agricultural Non-point Source Pollution Control

YANG Rui¹, QIAO Wenbao²

1. Jiaozuo Water Affairs Center, Jiaozuo, He'nan, 454000, China

2. Yellow River Engineering Consulting Co., Ltd., Zhengzhou, He'nan, 450003, China

Abstract: Agricultural non-point source pollution control is a key measure to promote the construction of beautiful rural areas, promote stable and increased grain production, and achieve sustainable agricultural development. Based on the main problems of agricultural non-point source pollution in Jiangling County, the article proposes the adoption of coordinated treatment of ditches and ponds, interception and purification of nitrogen and phosphorus in farmland, and the implementation of efficient ecological cycle agriculture planting and breeding models, as well as basic technical means of process barriers, to achieve internal circulation purification of regional water bodies, improve the quality of water bodies flowing into the West Main Canal, build a green farmland ecosystem, and promote rural pollution control.

Keywords: agricultural non-point source pollution; pond management; canal management; gully pond collaboration

长期以来, 我国农业资源过度开发、长期透支^[1], 工业和农业活动无组织地排放污染物导致农业面源污染日益加剧, 农业生态系统逐渐退化, 因此, 加快转变发展方式, 防治农业污染、实现可持续发展迫在眉睫、刻不容缓。根据《第二次全国污染源普查公报》^[2]显示, 2017年, 涉及种植业, 水产养殖业和畜禽养殖业的农业源水污染物排放量: 化学需氧量 1067.13 万吨, 氨氮 21.62 万吨, 总氮 141.49 万吨, 总磷 21.20 万吨, 水体富营养化和水环境恶化, 主要原因是水体中氮、磷富集。涂香明^[3]等人对南方农业面源污染的来源和在治理中存在的困难进行了分析, 并针对性地提出了对策建议。随着水环境技术的推广应用, 全民水环境意识的增强, 农业逐步由传统农业转向现代农业和生态农业, 刘凌青^[4]等人从湖泊农业面源污染生态治

理技术入手, 体现生态治理方法在农业面源污染治理中的效用性。韩冰等^[5]提出了适宜引黄灌区农业面源污染生态治理的分布式处理模式, 通过构建沟塘串联的生态净化, 对农业面源污染水质进行改善。农村水体面源污染综合防控的基本策略应综合考虑源头减量、过程拦截、末端消纳和资源循环利用的各个环节^[6]。

本文提出农业面源污染治理应按照“山水林田湖草”一体化思路, 采用沟塘协同治理模式, 实施农田生态拦截工程, 通过构建沟塘内水生动植物群落, 建立农田、畜牧养殖、沟渠和堰塘之间的水系连通, 改善农业面源污染的水体, 促进农业资源循环利用, 农业转型升级, 实现节本增效。

1 县域农业面源污染现状与治理难点

江陵县农业面源污染的主要来源包括分散居民生活

污水、养殖业、传统种植业三个方面。居民生活垃圾堆放点建设不规范、布局不合理、清理不及时使得生活垃圾经过风吹雨打散落农田、沟渠、池塘形成二次污染。养殖场和种植户相互独立、种养脱节,使得粪肥不能及时转移到农田使用,造成养分浪费,甚至在堆置过程中产生流失进入水体,均给流域水环境带来巨大压力。根据武淑霞等^[7]的研究,2015 年全口径统计测算全国生猪、奶牛、肉牛、家禽和羊的粪污产生量为 $5.687 \times 109\text{t}$, 这个量还未包含 50 头以下分散型生猪养殖户的粪污产生量。种植业是农业面源污染源氮、磷的主要贡献因子,农田化肥、农药用量过大,秸秆、尾菜随意燃烧或堆砌在沟渠、河道两旁,极易腐烂后随雨水流入水体,同时,缺少塘沟缓冲农田,氮磷养分径流流失直接进入水体,给水环境带来严重危害。

县域内各农业种植区内沟、塘较多,水网错落分布,本应成为水体净化吸收氮磷的系统,但是,现状情况是沟塘水质普遍较差,甚至存在黑臭水体。主要由于农田养分经过流失过程中,在沟塘内停留时间短,氮磷养分等污染物不能够充分被沉淀、吸收;灌溉沟渠两侧坡面、沟渠底部以硬化为主,植被缺乏,也不能有效地吸收氮磷流失养分。同时,江陵县农户地块零散,养殖点分布散,居民点片区化,空间分散,点多面广等成为农田面源污染治理的核心难点。

本文从农田周边堰塘和沟渠入手,采用生态措施对沟塘进行治理,并对沟塘进行协同关联,促进水系连通,水自循环,提升生态系统改善区域水质的能力,从而改善县域内农业面源污染问题。

2 县域农业面源污染综合治理的生态措施应用

2.1 堰塘治理工程

生态塘技术现今已广泛应用于农业面污染治理过程

中,由于他是通过天然净化能力对污水进行处理,所以可以节本增效,经济效果显著。生态塘主要依靠自然能量太阳能,然后在塘内种植水生植物,投放水生动物,形成人工生态系统,然后在太阳能作为初始能量的推动下,在生态塘内形成一个可以净化水体的生态系统,将进入塘中的污染物进行降解和转化,其净化过程与自然水体的自净过程相似,最后不仅去除了污染物,而且以水生植物和水产、水禽的形式作为资源回收,净化的污水也可作为再生资源予以回收再用,使污水处理与利用结合起来,实现污水处理资源化^[8]。

人工生态系统利用种植水生植物、养鱼、鸭、鹅等形成多条食物链。其中,不仅有分解者生物即细菌和真菌,生产者生物即藻类和其他水生植物,还有消费者生物,如鱼、虾、贝、螺、鸭、鹅、野生水禽等,三者分工协作,对污水中的污染物进行更有效地处理与利用。如果在各营养级之间保持适宜的数量比和能量比,就可建立良好多生态平衡系统。污水进入这种生态塘中的有机污染物不仅被细菌和真菌降解净化,而且其降解的最终产物,一些无机化合物作为碳源,氮源和磷源,以太阳能为初始能量,参与到食物网中的新陈代谢过程,并从低营养级到高营养级逐级迁移转化,最后转变成水生作物、鱼、虾、蚌、鹅、鸭等产物,从而获得可观的经济效益。

堰塘生态治理主要是在不新增占用耕地资源的前提下,改造现有堰塘,建设堰塘为生态塘对污水进一步净化循环,强化其生态功能,有效调控、净化区域面源污水。针对县域内现有堰塘底泥淤积严重、水体污染严重、水质较差的问题,对堰塘进行清挖淤泥,草皮护坡,合理配置水生植物群落,配置过水建筑物,并根据需求配置闸门,延长水力滞留时间,在保证排水安全的同时,提升堰塘的生态功能,堰塘治理断面示意图见图 1。

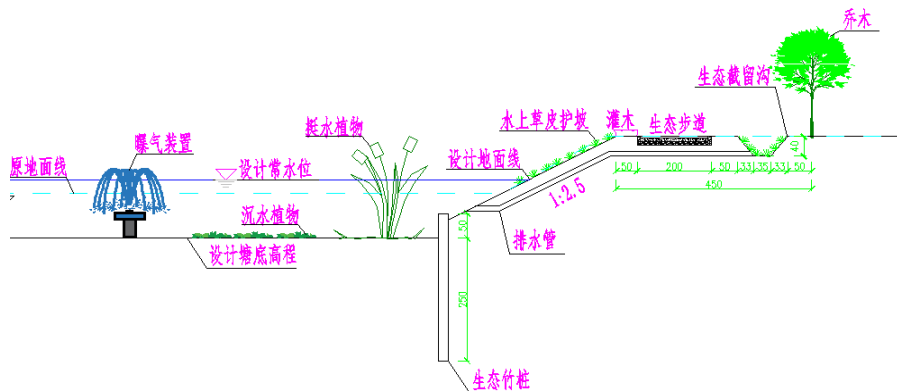


图 1 堰塘治理断面示意图

堰塘改造生态塘的过程中,通过常水位以上草皮护坡、边坡底部布置生态竹桩等工程对堰塘进行岸坡生态修复,改善堰塘垮坡和水土流失问题;同时通过边坡草皮对流入堰塘的水体进行进一步净化,改善水环境问题;为了保障沟塘协同治理,在沟塘之间通过涵闸,拦污栅等措施,保障与周边水系连通,改善流经主干渠的水质环境;通过安装太阳能曝气装置,调整塘中氧气含量,改善水体环境的同时,降低后期运行成本,实现中长期低成本、绿色环保、可持续运行的目标;在堰塘水域中布置挺水植物荷花、香蒲、茭白等;布置沉水植物狐尾藻、金鱼藻、眼子菜、黑藻等;布置浮水植物选择当地荇菜、丘角菱等,并投放少量青鱼、草鱼、白鲢、鳊鱼等鱼类,以此来净化水质。

本次研究在生态塘的措施中增加生态截流沟,生态截流沟对雨水等外源输入水和区域农田排水进行有效拦截过滤,是促进农业稳产、增产的一项有效措施,其处理流程见图2。利用沟渠和植物的协同作用来实现雨水的收集、转输以及净化,初步降解径流雨水中的污染物。在遇到暴雨等农田排水经过生态截流沟,然后经过塘系统等进入地表水体。在这些过程中通过生态截流沟的拦截作用,去除农田径流水中的悬浮物含量,降低农田排水、灌溉水中的N、P含量,避免农田系统受到外力的干扰,从而有利于打造农田小气候。

生态塘的主要优点是可以有效地处理农业面源污染产生的废水,缓冲水体流速,改善流经生态塘的水体水质;在实现同等处理效果的前提下,其建设投资与维护管理费用低于其他的生物处理工艺;同时,能够比较有效地去除某些较难降解的有机化合物。在改造生态塘的过程中,可以在其前段设置格栅与沉淀池,提前拦截水体中较大的杂质与悬浮物,减轻后续处理负荷,更高效地发挥生态塘的功能。

2.2 沟渠治理工程

根据对江陵县现有沟渠的调查,发现现有的沟渠分布散乱、结构不甚合理、底泥淤积严重、水生植物缺失,造成生态功能退化问题。沟渠生态治理过程应在不影响农田沟渠正常的灌、排水前提下,充分利用现有农田沟渠,通过整理、优化设计原有沟渠布局,规范设计沟渠结构,清挖淤泥,进行岸坡生态修复,在渠系中合理配置水生植物群落,根据高程适当配置水位调节闸门,延长沟渠内水力滞留时间,在保证排水安全的同时,提升沟渠的生态功能,拦截农田排水中的有机物、悬浮物、氮、磷等污染物含量^[9],同样需要在常水位以上草皮护坡、边坡底部布置生态竹桩等工程对沟渠进行岸坡生态修复,改善堰塘垮坡和水土流失问题,沟渠治理断面示意图见图3。

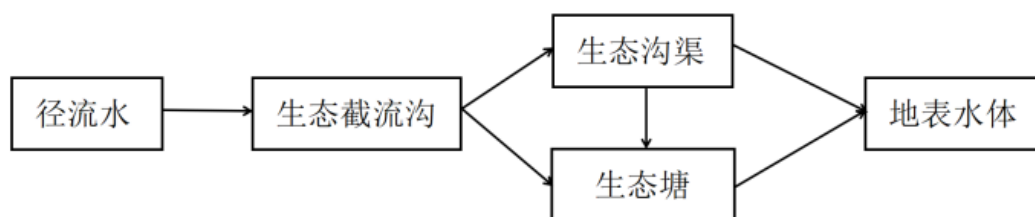


图2 生态截流沟工程处理单元流程图

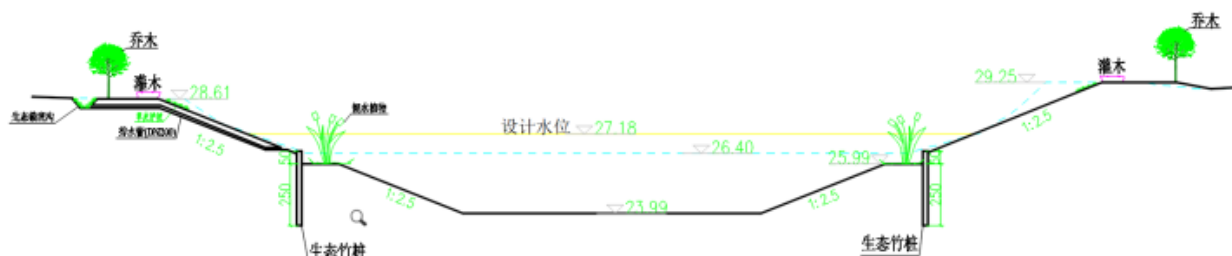


图3 沟渠生态治理断面示意图

农田排水生态沟渠净化技术堰塘工程类似,沉淀池、边坡草皮和水生动植物的布置,构成生态净化系统,净化农田水质。沉淀池可以对渠道流经堰塘,或农田流经渠道的悬浮物与杂质进行初步拦截,降低污染物含量;草皮护坡在防止边坡垮塌的同时,对道路、农田排往沟渠水体中的杂质进行拦截,然后通过水生动植物构建的小型生态系统,降低排往沟渠中的N、P含量,从而实现对N、P拦截并完成水流向生态塘系统的输送。

2.3 沟塘协同治理

农业面源污染的控制以生态沟渠、生态塘等生物措施为主,治污、治河同步实施。进行河渠清淤,消减内源污染,同时构建水生植物群落,进行生态自净,提高水体自净能力和生态连续性。农田之间多布置排水沟,利用沟渠和水生植物的协同作用来实现农田污水净化,初步降解农田排水中的污染物,沟塘之间布置涵闸,使县域内水系连通,同时沟渠水经过生态塘,再次流经下一级渠道,实现对农田排水多次拦截处理,改善进入总干渠水质。

3 结论和建议

为了更好地解决县域内农田面源污染问题,除了依靠沟塘协同,还需要推进农村生活污水处理设施建设;大力发展以猪粪和鸭粪为原料的精制有机肥,使其能够满足长距离运输的要求,扩大畜禽粪便的消纳区域;加大对水产养殖的管控力度,提升养殖技术和管理质量,对水产养殖系统要展开全面科学的设计,合理规定水产养殖规模;建设农田秸秆回收处理点等。从工程措施和非工程措施、沟塘治理与传统农业面源污染治理措施方面同效实施,才能保障县域内农业面源污染治理长久有效,才能为推动江陵县农业产业创新发展、绿色转型发展探索有效途径,切实减轻江陵县的农业污染负荷。

本工程针对江陵县农业生态环境的实际情况,在传统农田面源污染治理工程的基础上,实施沟塘协同治理工程,

对全县农业面源污染综合防控措施,大幅度削减农业面源污染负荷,将为江陵县带来巨大的生态效益、社会效益及经济效益。同时,通过生态沟渠和生态塘工程,使本区域水系得到连通,水质得到改善,进入下游水体的化学需氧量、总氮和总磷排放量减少,使综合水质在项目实施后有所提升。

[参考文献]

- [1] 韩长赋. 农业资源长期过度开发[J]. 农业机械, 2015(19):40.
- [2] 生态环境部, 国家统计局, 农业农村部. 第二次全国污染源普查公报[R/OL]. (2020-6-9)[2025-08-19].
- [3] 涂香明, 俞莹, 吴火亮, 等. 南方农业面源污染治理问题及对策建议[J]. 江西农业, 2025(16):30-31.
- [4] 刘凌青, 熊芷灵, 黄欢. 湖泊农业面源污染生态治理技术浅析[J]. 中国战略新兴产业, 2025(23):106-108.
- [5] 韩冰, 张杨, 陈融旭. 引黄灌区农业面源污染生态治理模式浅析[C]. 北京: 中国水利学会. 2022 中国水利学术大会论文集(第二分册). 黄河水利科学研究院; 河南省黄河水生态环境工程技术研究中心; 河南省黄河流域生态环境保护与修复重点实验室, 2022.
- [6] 李裕元, 李希, 孟岑, 等. 我国农村水体面源污染问题解析与综合防控技术及实施路径[J]. 农业现代化研究, 2021, 42(2):185-197.
- [7] 武淑霞, 刘宏斌, 黄宏坤, 等. 我国畜禽养殖粪污产生量及其资源化分析[J]. 中国工程科学, 2018, 20(5):103-111.
- [8] 韩耀霞, 张格红. 浅析生态塘系统在污水处理中的应用[J]. 环境保护科学, 2008(3):54-55.
- [9] 门云云, 田雪峰, 夏立江. 农业综合开发项目面源污染影响分析[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(35):72-74.

作者简介: 杨蕊(1996—), 女, 汉族, 河南洛阳人, 助理工程师, 硕士研究生, 大连理工大学水文学及水资源专业, 主要从事水文与水资源管理类工作。