

农业面源污染防控与生态农业发展研究

张春枝 刘春霞

河南省驻马店市上蔡县重阳街道综合执法大队 河南驻马店 463800

摘要：农业面源污染防控与生态农业发展，是当前我国生态文明建设与乡村振兴战略中的关键议题。随着工业化与城市化的快速推进，农业面源污染问题日益凸显，成为制约农业可持续发展与生态环境改善的重要瓶颈。生态农业作为一种以生态学原理为基础，遵循自然规律和经济规律，协调农业生产经营与生态环境保护的新型农业模式，为农业面源污染防控提供了新的思路。生态农业通过优化农业生产结构，推广绿色防控技术，实现农业废弃物的资源化利用，能够有效减少农业面源污染的产生，同时提升农产品品质和农业经济效益。因此，加强生态农业的研究与实践，对于推动农业绿色转型、实现农业可持续发展具有重要意义。在这一背景下，深入探讨农业面源污染的防控策略与生态农业的发展路径，具有重要的现实意义和战略价值。

关键词：农业面源污染防控；生态农业发展；研究

农业面源污染是指在农业生产和农村生活中，氮、磷、钾等富营养物质或畜禽粪便等有机物，随雨水冲刷、地表径流等途径迁移入水体中造成的污染，具有污染成因不确定、污染类型复杂、污染范围广等特点。

一、意义及目的

农业面源污染防控与生态农业发展研究具有重要的现实意义和深远的社会价值，其核心目的可概括为“破解污染困境、推动绿色转型、实现可持续发展”。

1. 研究意义

环境维度：破解水体污染治理难题，农业面源污染已成为我国水体富营养化的主要来源（贡献度超50%），其分散性、随机性特征导致传统治理模式失效。通过研究4R策略（减源—拦截—循环—修复），可构建从源头到末端的全过程防控体系，例如通过生态沟渠、人工湿地拦截污染物，显著改善水质。生态农业通过恢复农田生态系统功能（如种植固氮植物、推广有机肥），可减少化肥农药流失，降低对地下水和河流的污染风险。**经济维度：**推动农业绿色转型，传统农业依赖高投入的化肥农药，导致土壤退化、农产品品质下降。生态农业通过循环利用（如畜禽粪污沼气化、秸秆还田），可降低生产成本约20%—30%，同时提升农产品附加值。防控技术（如智慧农业、水肥一体化）的推广，可提高资源利用效率，例如实时氮肥管理技术减少氮肥用量15%—20%，直接增加农民收益。**社会维度：**促进乡村振兴与生态意识提升，生态农业与乡村旅游、文化传承结合，可形成

“农业+生态+文化”的复合产业模式，例如通过生态种植基地开发研学旅游，带动农村就业。研究通过政策引导（如补贴、法律保障）和公众参与（如环保宣传），可提升农民和公众的生态意识，形成绿色生活方式，减少“机会主义”行为。

2. 研究目的

构建科学防控体系，针对农业面源污染分散性、随机性特征，研发低成本、易推广的防控技术（如生态沟渠、底泥洗脱），形成从污染源到水体的全链条治理方案。完善污染负荷估算方法，为政策制定提供数据支撑。推动生态农业规模化发展，通过政策激励（如补贴、技术培训）和市场机制（如有机认证、碳交易），推广四位一体种植、循环农业等模式，实现生态农业从试点到全域的转变。探索生态农业与数字技术融合路径（如物联网监测、区块链溯源），提升产业竞争力。实现环境效益与经济效益双赢，短期目标：减少农业面源污染排放，改善流域水质。长期目标：构建“资源节约、环境友好、经济高效”的现代农业体系，助力美丽乡村建设和碳中和目标。

二、农业面源污染的现状与挑战

1. 污染现状

（1）污染来源，化肥：我国化肥使用量长期居全球首位，单位面积用量是世界平均水平的2.5倍。过量施用导致氮、磷等养分通过地表径流、地下渗漏进入水体，引发水体富营养化。农药：农药使用量年均约180万吨，

利用率不足40%，60%以上通过雨水冲刷进入水体。畜禽粪便：全国畜禽养殖年产生粪便约38亿吨，其中60%以上未经处理直接排放。规模化养殖场粪污排放量占农业源COD的95%，畜禽粪便中抗生素残留进一步加剧土壤和水体污染。（2）污染程度，水体污染：农业面源污染贡献全国水体总氮、总磷排放量的57.2%和67.3%，导致太湖、滇池等湖泊富营养化。土壤污染：全国耕地土壤点位超标率达19.4%，其中重金属污染占82.8%，主要源于化肥、农药的长期累积。生态风险：农药残留导致农田生物多样性下降，例如平原部分地区蚯蚓数量减少70%，影响土壤肥力。（3）区域差异，东部沿海地区：以集约化农业为主，化肥、农药使用强度高，污染负荷大。中部地区：以粮食主产区为主，畜禽养殖集中，粪污处理设施不足。西部地区：以旱作农业为主，水土流失严重，化肥、农药随径流进入河流南方丘陵区：以水稻种植为主，农药使用量大，水体富营养化突出。

2. 治理难点

（1）分散性与随机性，农业面源污染源广泛分布于农田、养殖场、农村居民点等区域，污染物排放途径多样且不确定。例如，化肥农药通过地表径流、地下渗漏或大气沉降进入水体，其迁移路径受降雨强度、土壤类型、地形坡度等多重因素影响，导致监测难度极大。以长江流域为例，农田氮素流失量与降雨量呈正相关，但具体流失量难以精准量化，现有监测网络覆盖不足，无法实时追踪污染动态。此外，分散性污染源治理成本高昂，传统集中式处理模式难以适用，需依赖农户自主参与，但个体行为难以统一协调，进一步加剧治理难度。（2）技术瓶颈，当前缺乏经济有效的防控技术，现有技术推广与应用不足。例如，精准施肥技术虽能减少化肥用量，但需配套土壤检测、智能灌溉等设备，初期投入较高，小农户难以承担。生态拦截技术（如人工湿地、生态沟渠）虽能有效截留污染物，但建设周期长、维护成本高，在部分地区推广受阻。此外，技术适配性不足，例如在黄土高原区，水土流失严重，生态拦截工程易被冲毁，需结合当地地形优化设计，但相关研究与实践仍不充分。（3）监管机制不完善，监管体系不健全，法律法规执行不到位。一方面，农业面源污染涉及环保、农业、水利等多个部门，职责交叉导致监管效率低下。例如，畜禽养殖污染由环保部门负责，但养殖场选址、粪污处理等环节需农业部门配合，协调机制缺失。另一方面，法律法规执行力度不足，《水污染防治法》虽明确农

业面源污染防治要求，但缺乏具体处罚细则，部分地区对超标排放行为仅以口头警告为主，震慑力不足。此外，农村环保基础设施薄弱，部分乡镇缺乏污水处理设施，导致监管数据缺失，难以支撑科学决策。

三、农业面源污染防治策略

1. 源头减量策略

精准施肥技术，基于土壤测试和作物需求，通过土壤养分分析仪、作物生长监测设备等，确定作物不同生长阶段的养分需求，制定个性化施肥方案。例如，在华北平原小麦种植区，通过土壤测试发现氮磷钾比例失衡，调整施肥配方后，化肥用量减少15%，小麦产量提高8%。减少化肥过量使用，避免养分流失至水体，降低富营养化风险。水肥一体化技术，将灌溉与施肥相结合，通过滴灌、喷灌系统，将肥料直接输送到作物根部。例如，在新疆棉花种植区，采用水肥一体化技术后，肥料利用率从30%提升至60%，灌溉用水量减少20%。提高肥料利用率，减少因漫灌导致的肥料流失，同时节约水资源。农药减量技术，推广生物防治（如释放天敌昆虫、使用生物农药）、物理防治（如诱虫灯、色板）等绿色防控技术。减少农药使用量，降低农药残留对土壤和水体的污染，保障农产品安全。

2. 生态拦截策略

生态沟渠建设，生态沟渠由植物带、碎石层、微生物膜组成，通过植物根系吸收、碎石过滤、微生物降解污染物。拦截农田径流中的污染物，减少其进入水体的量，同时改善局部生态环境。人工湿地构建，人工湿地包括表面流湿地、潜流湿地等类型，利用水生植物（如芦苇、香蒲）和微生物净化水质。例如，在滇池流域，人工湿地可去除水体中80%以上的总氮和总磷，恢复水生生物多样性。净化水体，提升水质，同时为鸟类、鱼类等提供栖息地，增强生态功能。生态缓冲带设置，在农田与水体之间种植乔木、灌木、草本植物，形成宽度为10-30米的缓冲带。例如，在长江中游地区，生态缓冲带可拦截50%以上的径流污染物，减少泥沙进入河流。减缓径流速度，促进污染物沉降，防止水土流失，保护水体生态。

3. 循环利用策略

畜禽粪污资源化，畜禽粪污通过堆肥发酵制成有机肥，或通过沼气工程产生沼气。例如，在河南某养殖场，粪污经厌氧发酵后，年产沼气50万立方米，发电量达80万千瓦时，有机肥产量2000吨。实现粪污变废为宝，减

少环境污染，同时提供清洁能源和有机肥，促进农业循环经济。农作物秸秆综合利用，秸秆通过还田、制肥、饲料化等方式利用。提高秸秆利用率，减少焚烧造成的空气污染，同时改善土壤结构，提升土壤肥力。

4. 生态修复策略

土壤修复技术，生物修复（如种植超富集植物吸收重金属）、物理修复（如客土法、热脱附）等方法改善受污染土壤。恢复土壤生态功能，保障农产品安全，同时提高土地利用率。水体生态修复，通过种植水生植物（如苦草、狐尾藻）、构建生态浮岛等技术恢复水体生态功能。净化水质，恢复水生生物多样性，提升水体自净能力，改善水生态环境。

四、生态农业发展的路径

1. 政策引导与支持

法律法规完善，现有法律法规在农业面源污染防控和生态农业发展方面存在不足，例如《农业法》中缺乏对生态农业的明确定义和鼓励措施，《环境保护法》对农业面源污染的处罚力度不足。建议完善相关法律法规，明确生态农业的标准和规范，加大对违法行为的处罚力度。例如，制定《生态农业发展促进条例》，规定生态农业的认证标准、补贴政策等，为生态农业发展提供法律保障。政策激励措施，政府通过补贴、税收优惠等政策，鼓励农户和企业发展生态农业。例如，对采用生态农业技术的农户给予每亩200元的补贴，对生态农业企业减免企业所得税。此外，建立生态农业保险制度，降低农户因自然灾害或市场波动带来的风险。例如，在浙江部分地区，政府为生态农业企业提供保险补贴，降低企业运营成本，提高发展生态农业的积极性。

2. 技术创新与推广

生态农业技术研发，生态农业领域的新技术、新方法不断涌现，如有机农业、生态循环农业等。有机农业通过使用有机肥料、生物农药等，减少化学物质的使用，提高农产品品质。生态循环农业将种植、养殖、废弃物处理等环节有机结合，实现资源循环利用。例如，在江苏某生态农场，采用“猪-沼-果”模式，猪粪经沼气发酵后产生沼气，沼渣作为有机肥用于果树种植，沼液用于灌溉，实现资源零浪费。技术推广体系构建，建立

完善的技术推广体系，加强技术培训和指导，提高农户的生态农业技术水平。例如，成立生态农业技术推广站，定期组织农户参加技术培训，邀请专家现场指导。同时，利用互联网平台，建立生态农业技术交流群，农户可随时咨询技术问题，获取最新技术信息。例如，在山东部分地区，通过微信群推广生态农业技术，农户参与度显著提高，生态农业技术普及率提升30%。

3. 公众参与与意识提升

环保宣传与教育，通过多种渠道开展环保宣传和教育活动，提高农民和公众的生态意识。例如，在村庄、学校、社区等场所张贴环保宣传海报，举办环保知识讲座，发放环保宣传手册。同时，利用电视、广播、网络等媒体，广泛宣传生态农业的重要性和优势。公众参与机制建立，建立公众参与生态农业发展的机制，鼓励公众参与监督和管理。成立生态农业监督委员会，由村民代表、企业代表、专家等组成，定期对生态农业项目进行检查和评估。同时，建立公众举报渠道，鼓励公众举报生态农业违法行为。通过微信公众号开通举报功能，公众可随时举报生态农业违规行为，相关部门及时处理，有效遏制了生态农业违法行为。

综上所述，农业面源污染防控与生态农业发展研究，既是破解环境治理难题的必然选择，也是推动农业绿色转型、实现乡村振兴的关键路径。研究旨在深入分析农业面源污染的现状与治理难点，提出针对性的防控策略，并探讨生态农业的发展路径。通过政策引导与支持、技术创新与推广、公众参与与意识提升等多方面的措施，推动农业面源污染防控与生态农业的协同发展，为构建美丽中国、实现乡村振兴提供有力支撑。

参考文献

- [1] 张杰. 中国农业面源污染形势估计及控制对策 I .21世纪初期中国农业面源污染的形势估计 [J]. 中国农业科学, 2024 (07).
- [2] 陈松. 贵州省万峰湖库区农业面源污染防治技术集成研究 [J]. 贵州农业科学, 2022 (z1).
- [3] 耿红雄. 我国农业面源污染防治技术创新与产业化推广 [J]. 科技成果管理与研究, 2022 (09).