

农田地膜污染防治技术体系构建与实践路径

程方方¹ 张永庆¹ 王犁烨²

1.昌吉市滨湖镇人民政府; 2.伊宁市农产品质量安全监测检验站

【摘要】本文聚焦农田地膜污染问题,深入探讨其对生态环境的影响,并构建防控技术体系及提出实践路径。地膜污染在土壤、空气和水体方面危害显著,导致土壤特性改变、空气质量下降、水质恶化等。防控技术体系构建遵循科学性、系统性、可操作性、可持续性和动态适应性原则,通过技术研发与集成创新、政策法规与标准制定、多主体协同管理、监测评估与动态优化等方法推进。实践路径包括推广机械化回收技术、发展生物降解地膜替代技术、强化农田废弃物资源化利用、构建综合防控策略以及建立长效监管与教育机制,旨在实现农田地膜污染的有效治理与生态环境的可持续发展。

【关键词】农田; 地膜污染; 防控技术体系; 构建; 实践路径

Construction and practice of farmland mulch pollution prevention and control technology system

Cheng Fangfang¹ Zhang Yongqing¹ Wang Liye²

1.Binhu Town People's Government of Changji City;

2.Yining City Agricultural Product Quality and Safety Monitoring and Inspection Station

【Abstract】This article focuses on the issue of farmland mulch film pollution, delving into its impact on the ecological environment and proposing practical approaches and a prevention and control technology system. The pollution from mulch films significantly affects soil, air, and water quality, leading to changes in soil characteristics, declining air quality, and deteriorating water quality. The construction of the prevention and control technology system is guided by principles of scientific rigor, systematic approach, practical feasibility, sustainability, and dynamic adaptability. This is achieved through methods such as technological research and development, integrated innovation, policy formulation, multi-party collaborative management, monitoring and evaluation, and dynamic optimization. Practical measures include promoting mechanized recycling technologies, developing biodegradable mulch film alternatives, enhancing the resource utilization of agricultural waste, establishing comprehensive prevention and control strategies, and setting up long-term regulatory and educational mechanisms. These efforts aim to effectively manage farmland mulch film pollution and ensure the sustainable development of the ecological environment.

【Key words】farmland; mulch film pollution; prevention and control technology system; construction; practice path

随着农业现代化的发展,地膜覆盖技术在提高作物产量、保障农业生产方面发挥了重要作用。然而,地膜的广泛使用也带来了严重的环境污染问题,农田地膜污染已成为制约农业可持续发展和生态环境保护的重要因素。地膜在土壤中长期残留、不合理的处理方式等对土壤、空气和水体等生态环境要素造成了多方面的负面影响,威胁着生态系统的平衡和人类的健康。因此,深入研究地膜污染对生态环境的影响,并构建科学有效的防控技术体系,探索切实可行的实践路径,对于解决农田地膜污染问题、推动农业绿色发展和保护生态环境具有重要的现实意义和紧迫性。

1.地膜污染对生态环境的影响

地膜污染对生态环境的影响主要体现在土壤、空气和水体三个方面。首先,地膜在农田中长期残留,导致土壤的物理、化学和生物特性发生显著变化。塑料地膜的降解过程缓

慢,常常造成土壤中微塑料的积累。这些微塑料不仅影响土壤的水分保持能力,还可能改变土壤的养分结构,影响作物的生长和产量。其次,地膜的燃烧处理方式产生大量有害气体,如二氧化碳、氮氧化物和挥发性有机化合物(VOCs)。这些污染物不仅对局部空气质量造成影响,还会通过大气传播影响更广泛的区域。尤其在施行地膜焚烧的季节,常常出现雾霾天气,严重影响居民的生活质量和身体健康。此外,水体污染也是地膜污染的重要表现。地膜的残留物质通过降雨或灌溉进入水体,导致水质恶化。塑料颗粒可能对水生生物造成直接威胁,影响生态系统的平衡。此外,水体中的微塑料会通过食物链影响人类健康,增加了人们对水资源安全的担忧。

2.防控技术体系的构建原则与方法

2.1 构建原则

农田地膜污染防治技术体系的构建需遵循以下原则：

2.1.1 科学性原则

以环境科学与农业生态学理论为基础，结合地膜污染的物理、化学及生物特性，确保防控技术的科学性和针对性。

2.1.2 系统性原则

将污染防治视为涵盖生产、使用、回收及处置的全生命周期管理，注重技术、政策、管理的协同作用。

2.1.3 可操作性原则

技术方案需适应不同区域农业生产条件，兼顾经济成本和实施难度，便于农户和地方政府推广应用。

2.1.4 可持续性原则

强调生态效益与经济效益的平衡，推动资源循环利用，避免短期治理对长期环境造成二次负担。

2.1.5 动态适应性原则

根据污染演变趋势和技术发展动态调整防控策略，提升体系的灵活性和前瞻性。

2.2 构建方法

2.2.1 技术研发与集成创新

农田地膜污染防治技术体系的核心在于技术研发与多维度创新。当前，地膜污染治理的关键技术瓶颈主要集中在材料替代、高效回收及微塑料阻控三大领域。在材料替代方面，需重点突破生物降解地膜的研发，结合光、热、微生物等多重降解机制，开发适应不同气候条件和作物需求的新型地膜产品。例如，光热双降解地膜可通过紫外线与土壤微生物的协同作用加速分解，而全生物降解地膜则依赖植物基或微生物合成材料实现完全降解，避免残留风险。与此同时，高效回收技术的创新同样重要，需针对不同农田地形与种植模式，优化残膜回收机械的作业效率与适应性，如开发低损伤、高分离率的捡拾装置，减少土壤与残膜的混合干扰。微塑料阻控技术则需从源头减少地膜破碎概率，通过改进地膜拉伸强度与抗老化性能，延缓其在田间的物理降解过程，并结合土壤改良技术吸附或钝化已存在的微塑料，降低其迁移风险。最终，通过集成物理、化学与生物技术手段，构建覆盖“生产—使用—回收—处置”全链条的技术网络，形成系统性解决方案。

2.2.2 政策法规与标准制定

政策法规与标准体系是推动技术落地的制度保障。首先，需从生产源头入手，制定严格的行业准入标准，明确地膜厚度、拉伸强度及可降解性等核心指标，禁止低质量、高残留地膜的市场流通。其次，针对地膜使用环节，可通过财政补贴或税收优惠激励农户选择达标产品，同时建立“谁污染、谁治理”的追责机制，明确使用者与生产者的环境责任。在回收与处置阶段，需完善区域性回收网络建设标准，规范残膜分拣、清洗与资源化流程，并通过立法强制要求企业参与回收体系，形成“生产—回收”闭环。此外，政策制定需注重动态调整，结合技术进展与污染监测数据，定期修订标准内容，确保其科学性与适用性。例如，在生物降解地膜推

广初期，可通过阶段性补贴降低农户成本，待技术成熟后逐步过渡为市场化运作。通过多维度的政策工具组合，构建起覆盖全产业链的约束与激励机制，驱动地膜污染防治从被动治理转向主动预防。

2.2.3 多主体协同管理

地膜污染防治涉及政府、企业、科研机构与农户等多方利益主体，需通过协同管理形成治理合力。政府作为主导者，需统筹规划资金投入与资源分配，建立跨部门协作机制，将污染治理目标纳入农业发展规划与生态保护考核体系。企业作为技术创新的主体，应加大环保地膜研发投入，探索“以旧换新”等商业模式，推动绿色产品的市场化应用。科研机构则需聚焦基础研究与技术转化，为政策制定提供数据支撑，并通过田间试验验证技术的可行性，降低农户的试错成本。农户作为直接参与者，需通过培训与示范工程提升环保意识，掌握科学覆膜与回收方法，将防控措施融入日常耕作习惯。为实现多方协同，可建立区域性污染治理联盟，搭建信息共享平台，促进技术、政策与需求的精准对接。例如，通过政府购买服务引入第三方机构，协助农户实施残膜回收，同时联合企业建立回收材料再利用产业链，形成“技术推广—行为改变—价值转化”的良性循环。

2.2.4 监测评估与动态优化

防控技术体系的持续有效性依赖于科学的监测评估与动态调整机制。首先，需构建覆盖土壤、水体及大气的立体化监测网络，利用卫星遥感技术快速识别地膜残留热点区域，结合地面采样分析微塑料浓度及分布特征，精准评估污染现状与演变趋势。其次，建立多维度评估指标体系，涵盖环境质量改善、技术应用效率、经济成本效益等核心维度，定期发布评估报告，为政策优化提供依据。例如，通过对比不同区域生物降解地膜的降解率与作物产量数据，筛选最优技术方案。此外，需建立动态反馈机制，将监测结果实时导入技术研发与政策制定环节，及时调整防控策略。例如，若某地区微塑料污染加剧，可优先推广物理阻控技术并加强回收力度；若政策执行效果不佳，则需优化补贴方式或强化执法监督。通过“监测—评估—优化”闭环管理，确保防控体系始终与污染治理需求同步演进，实现长效治理目标。

3. 农田地膜污染防治技术体系实践路径

3.1 推广机械化回收技术

机械化回收技术的推广是实现农田残膜高效治理的关键环节。针对不同地域的地形特征与作物种植模式，需研发适应性强的残膜回收设备，例如平原地区可优先推广大型牵引式捡膜机，而丘陵或山地则需设计轻便灵活的小型机械，以降低地形对作业效率的制约。回收技术的核心在于提高残膜与土壤的分离效率，避免因机械损伤导致的微塑料二次污染。为此，可优化机械筛分系统，通过多级振动筛与气流分选技术实现残膜与杂质的精准分离。同时，需建立覆盖县乡

两级的回收网络，配套分拣清洗中心与资源化处理设施，将回收的残膜集中转化为再生塑料颗粒或燃料原料，形成“回收—加工—再利用”的闭环产业链。此外，通过政府补贴或农机购置优惠政策，降低农户使用成本，鼓励合作社或专业化服务组织参与残膜回收，逐步实现规模化、集约化作业模式。

3.2 发展生物降解地膜替代技术

生物降解地膜的研发与应用是减少农田地膜污染的根本性策略。当前技术攻关方向需聚焦于材料性能与降解效率的平衡，例如通过改性淀粉、聚乳酸（PLA）等生物基材料提升地膜的力学强度与耐候性，使其在作物生长周期内保持功能稳定，而在自然环境中快速分解。光热双降解地膜可结合光敏剂与微生物促降技术，在紫外线与土壤微生物的协同作用下加速降解进程，避免传统地膜的长期残留问题。田间试验需根据不同气候带与作物类型筛选适用产品，例如在干旱地区推广保水性更强的降解膜，在湿润区域则优先选择抗冲刷材料。为加速产业化进程，需通过政策引导与企业合作建立标准化生产体系，完善降解膜的质量认证制度，并通过示范田对比展示其增产与环保效益，逐步改变农户对传统地膜的依赖习惯，推动市场从“被动接受”向“主动选择”转变。

3.3 强化农田废弃物资源化利用

农田废弃物的资源化利用是破解残膜治理难题的重要突破口。残膜与秸秆、畜禽粪便等农业废弃物的协同处理技术，可通过热解气化、生物发酵等工艺实现污染物的能源化或肥料化转化。例如，热解技术可将残膜裂解为可燃气体或炭基材料，用于农村能源供应或土壤改良；生物转化则利用特定微生物菌群将残膜与有机废弃物共发酵，生成腐殖酸类有机肥，提升土壤肥力。此类技术的推广需依托区域性处理中心，整合现有沼气工程或有机肥生产线，形成多废物协同处理能力。同时，需建立废弃物回收激励机制，例如以残膜兑换有机肥或能源券，激发农户参与积极性。资源化利用不仅减少环境污染，还可通过产业链延伸创造经济价值，实现生态效益与经济效益的双重提升。

3.4 构建综合防控策略

农田地膜污染防控需因地制宜制定差异化策略，形成“分类管理、精准施策”的治理格局。在重度污染区域，可实施“强制回收+轮作休耕”模式，通过立法明确残膜回收义务，辅以休耕期土壤修复措施，逐步降低污染负荷；在轻

度污染区域，则推广“减量覆盖+生态轮作”技术，减少地膜使用面积，结合豆科作物轮作增强土壤自净能力。此外，需将地膜污染防控与节水农业、有机农业等生态种植模式结合，例如推广膜下滴灌技术减少地膜用量，或采用秸秆覆盖替代部分地膜功能。策略制定过程中，需整合农业、环保、财政等多部门资源，建立跨区域联防联控机制，避免因管理碎片化导致的治理效能低下。通过动态评估与反馈机制，及时调整策略内容，确保其适应不同阶段的污染治理需求。

3.5 建立长效监管与教育机制

长效监管与教育机制是保障防控体系持续运行的基础。监管层面需将地膜污染治理纳入地方政府生态考核指标，定期开展专项督查与第三方评估，对未达标区域实施问责或限产措施。同时，依托数字化监管平台，利用遥感监测与物联网技术实时追踪残膜分布与回收进度，实现污染源的可视化管理。教育层面则需构建多层次培训体系，通过农技推广站、田间学校等渠道向农户普及科学覆膜与回收知识，并利用短视频、移动应用等新媒体手段增强宣传实效。示范田建设是行为引导的重要抓手，通过直观对比传统耕作与绿色防控模式的产量与环境效益，促使农户转变观念。此外，可探索“环保积分”等激励机制，将农户参与治理行为与农业补贴、信贷优惠挂钩，形成“技术指导—行为规范—利益驱动”的良性循环，最终推动防控措施从政策要求内化为生产习惯。

结语：

农田地膜污染问题是当前农业生态环境领域面临的重要挑战之一。本文全面分析了地膜污染对生态环境的多方面影响，在此基础上构建了科学合理的防控技术体系，并提出了具有针对性和可操作性的实践路径。通过推广机械化回收技术、发展生物降解地膜替代技术、强化农田废弃物资源化利用、构建综合防控策略以及建立长效监管与教育机制等措施，有望实现农田地膜污染的有效治理。但在实际实施过程中，还需要政府、企业、科研机构 and 农户等多主体的协同合作，持续投入资源，不断优化技术和政策。同时，应密切关注污染演变趋势和技术发展动态，及时调整防控策略，以确保防控体系的持续有效性，最终实现农业生态环境的可持续发展，为保障农产品质量安全和人民群众身体健康奠定坚实基础。

参考文献

- [1]王菊.遏制农田地膜污染的途径[J].农村科学实验, 2020 (31): 57.
- [2]张春秀.农田地膜污染与防控技术[J].河南农业, 2016 (23): 79-80.
- [3]张建伟.农田地膜残留现状与污染治理[J].特种经济动植物, 2023 (7): 180-181, 188.