

# 土壤污染防治技术在环境保护中的创新应用

王亚伟

扬州市广陵生态环境局

DOI:10.12238/eep.v8i8.2786

**[摘要]** 土壤污染防治是生态文明建设的重要内容,对于保障生态安全、粮食安全有着重要的意义。近年来,伴随着科技的进步和环保意识的增强,土壤污染防治技术也在不断地创新发展,在环境保护实践中显示出了明显的成效。本文分析了土壤污染防治技术创新的重要意义,系统介绍了生物修复技术、物理化学修复技术、智能化监测预警系统等创新技术的应用现状,从技术集成、政策保障、科技创新等方面提出了土壤污染防治技术创新的实施路径,以期为推进土壤污染防治工作提供参考,助力生态环境质量持续改善,促进经济社会可持续发展。

**[关键词]** 土壤污染防治; 创新技术; 环境保护; 生物修复; 智能监测

**中图分类号:** X131.3 **文献标识码:** A

## Innovative application of soil pollution prevention technology in environmental protection

Yawei Wang

The Ecological Environment Bureau of Guangling District, Yangzhou

**[Abstract]** Soil pollution prevention is an important content of ecological civilization construction, which is of great significance for ensuring ecological security and food security. In recent years, with the progress of science and technology and the enhancement of environmental awareness, soil pollution prevention and control technology is also constantly innovating and developing, which has shown obvious results in environmental protection practice. This paper analyzes the significance of technical innovation in soil pollution prevention and control, systematically introduces the application status of innovative technologies such as bioremediation technology, physical and chemical remediation technology and intelligent monitoring and early warning system, and puts forward the implementation path of technical innovation in soil pollution prevention and control from the aspects of technical integration, policy guarantee and scientific and technological innovation, with a view to providing reference for promoting soil pollution prevention and control, helping to continuously improve the quality of ecological environment and promoting the sustainable development of economy and society.

**[Key words]** prevention and control of soil pollution; Innovative technology; Environmental protection; Bioremediation; Intelligent monitoring

## 引言

土壤是人类生存的重要自然资源,是农业生产的基础,也是生态环境的重要组成部分。但随着工业化、城镇化进程的加快,土壤污染问题也日益严重,已成为生态文明建设以及经济社会可持续发展的制约因素,土壤污染具有隐蔽性、滞后性、累积性、难可逆性等特点,治理难度大、成本高、周期长。近年来,国家高度重视土壤污染防治工作,陆续出台了《土壤污染防治行动计划》等一系列政策文件,在政策推动和科技进步的双重驱动下,土壤污染防治技术不断创新,在环境保护实践中发挥着越来越重要的作用。本文从土壤污染防治技术创新的意义出发,对目前创新技术的应用情况进行整理,研究技术创新的实施途径,

为土壤污染防治工作和改善生态环境质量提供理论支持和实践指导。

## 1 土壤污染防治技术创新的重要意义

### 1.1 维护生态安全与可持续发展

土壤污染防治技术创新是生态环境安全、可持续发展的基础,土壤是陆地生态系统的主体部分,其健康状况直接影响生态系统的稳定和服务功能。污染土壤破坏土壤微生物群落结构,降低土壤肥力,影响植被生长,导致生态系统退化,创新的土壤修复技术可以有效地去除或者降低土壤中的污染物含量,恢复土壤的生态功能,重建健康的土壤生态系统。通过技术创新可以实现对重金属、有机污染物等多种污染物的高效治理,从源头上

阻止污染物在生态系统中的迁移转化,保护生物多样性,维持生态平衡。不仅可以改善现在的生态环境质量,还可以为子孙后代保留宝贵的土壤资源,体现代际公平的可持续发展理念,为建设美丽中国、实现人与自然的和谐共生打下坚实的基础<sup>[1]</sup>。

### 1.2 提高农产品质量与食品安全水准

土壤污染防治技术的创新应用对于农产品质量安全、人民群众身体健康具有重要意义,污染土壤中的重金属、农药残留等有害物质会通过食物链富集,最后进入人体,对人体健康造成严重危害。尤其是镉、铅、汞等重金属污染物具有蓄积性强、毒性高的特点,长期摄入会引起多种疾病,创新的土壤修复技术可以准确识别出土壤中的污染物,并高效去除,从源头上阻止污染物进入农产品,保证农产品生产的安全。通过生物修复、化学钝化等技术措施能降低土壤中污染物的生物有效性,减少农作物对污染物的吸收和积累,不仅提高了农产品的质量,增强了市场竞争力,更重要的是从源头上保证了食品安全,保障了人民群众“舌尖上的安全”,为实施健康中国战略、提高人民生活质量提供了有力支撑<sup>[2]</sup>。

### 1.3 促进环保技术升级与产业进步

土壤污染防治技术创新是推动环保产业转型升级、培育新兴产业增长点的重要引擎,随着土壤污染防治需求的不断增长,相关技术研发和产业化应用成为环保领域的新热点。创新技术的研发和应用,催生了一批专业化的土壤修复企业,形成了一条包含污染调查评估、修复方案设计、工程施工、效果评价等在内的完整的产业链条。技术创新还促进了环保装备制造、环境监测仪器、环保材料等相关产业的发展,创造了大量的就业机会,产生了显著的经济效益和社会效益,土壤污染防治技术的创新应用,推动了传统环保技术的升级换代,促进了多学科的交叉融合,形成了生物技术、纳米技术、信息技术等多领域协同创新的良好态势。这不仅提高了我国环保技术的总体水平,增强了国际竞争力,也为中国实现经济发展与环境保护双赢,构建绿色低碳循环发展的经济体系提供了技术支撑<sup>[3]</sup>。

## 2 土壤污染防治技术在环境保护中的创新应用

### 2.1 生物修复技术创新与应用研究

生物修复技术因环境友好、成本低、二次污染少等优点,成为土壤污染防治领域研究的热点和应用重点,该技术利用微生物、植物或者其代谢产物,吸收、转化、降解土壤中的污染物,降低或者去除土壤中污染物的浓度。近年来,生物修复技术不断发展创新,基因工程技术的运用使超富集植物的筛选和培育取得了突破性进展,能够高效吸收重金属的工程菌株和转基因植物也相继出现,微生物强化修复技术通过接种高效降解菌,大大加快了有机污染物的降解速度。植物-微生物联合修复技术更好地发挥了二者之间的协同作用,不仅提高了修复效率,还改善了土壤的理化性质,生物炭强化修复、酶催化修复等新技术的运用,又把生物修复的应用范围扩展到了新的领域。这些技术创新不仅提高了修复效率,缩短了修复周期,更重要的是实现了污染土壤的原位修复和生态修复,符合绿色发展的理念<sup>[4]</sup>。

### 2.2 物理化学修复技术的进展与突破

物理化学修复技术因其修复速度快、效果好等特点,在土壤污染防治中占有重要地位。物理修复技术主要有客土法、热脱附、土壤气相抽提等,用物理的方法去除或者分离污染物,化学修复技术是依据化学反应原理,用氧化还原、络合沉淀等方式固定或降解污染物。近些年,这两类技术都取得了明显的创新进展,纳米材料的使用给物理化学修复带来了革命性的变化,纳米零价铁、纳米碳材料等具有超强的吸附、还原能力,修复效果大幅提升,电动修复技术通过施加直流电场,促使污染物迁移富集,为低渗透性土壤修复提供了一种新的方法。光催化氧化技术是利用光催化剂在光照下产生强氧化性的物质,可以高效地降解有机污染物,多种技术的联合应用,如化学氧化与生物降解联用、热脱附与土壤淋洗联用等组合技术,可以实现优势互补,大大提高复合污染土壤的修复效率,给解决复杂污染问题提供有效途径<sup>[5]</sup>。

### 2.3 智能化监测预警系统的应用研究

智能化监测预警系统是土壤污染防治技术创新的重要方向,为土壤环境管理提供科技支撑,智能化监测预警系统综合运用物联网、大数据、人工智能等先进信息技术,对土壤环境质量进行实时监测、动态评价、智能预警。布设土壤环境监测传感器网络,实时采集土壤中重金属、有机污染物、pH值、含水率等各项指标数据,利用无线传输技术将数据传输到云平台,大数据分析技术对海量监测数据进行挖掘分析,识别出污染的时空分布规律,溯源污染源,评价污染风险,人工智能算法建立污染预测模型,可以对土壤污染趋势进行科学预测,为提前采取防控措施提供决策参考,地理信息系统技术实现监测数据的可视化展示,直观呈现土壤环境质量状况。这些技术的融合运用,搭建起“天空地”一体化的土壤环境监测网络,完成由以往定期人工采样分析到智能化、精准化、实时化监测的转变,极大提升了土壤环境监管的科学性、有效性,为精准治污、科学治污给予强有力的技术支撑。

## 3 土壤污染防治技术在环境保护中创新应用的实施路径

### 3.1 技术集成与多元化修复模式的构建研究

建立技术集成和多元化的修复模式是提高土壤污染防治效果的重要途径,土壤污染种类多,污染程度差别大,单一技术常常难以取得理想的修复效果,必须根据污染特征、场地条件、修复目标等,科学地组合多种技术,建立综合的修复技术体系。要加强对各种修复技术的集成创新,探索物理、化学、生物等技术的最优组合模式,对于重金属和有机物复合污染的土壤,可以先用化学氧化预处理来降解有机污染物,再用植物修复或者化学稳定化的方法来处理重金属,达到协同增效的目的。要注重技术的时空集成,针对污染土壤的空间异质性、时间变化性,采取区分阶段的差异化修复策略,实现精准施策,要积极推进原位修复与异位修复、工程措施与生态措施相结合的多元化修复模式,既考虑修复效率,又兼顾经济成本和生态效益,另外要建立技术

集成的标准规范,制定各类污染、各种场景的技术集成指南,给修复工程的实施提供技术依据。通过技术集成和模式创新,可以给复杂多样的土壤污染问题提供系统化的解决方法,提高修复的科学性、经济性、有效性,促使土壤污染防治工作由单一技术应用向综合技术体系转变,实现污染土壤的安全利用和可持续管理。

### 3.2 完善政策保障与技术推广机制

完善政策保障和科技推广机制,是加速土壤污染防治技术创新运用的途径,政府要发挥主导作用,创建多层次的政策支撑体系。从法律上,要完善土壤污染防治的法律法规,明确污染的责任主体,创建严格的监管制度和责任追究机制,给技术的运用创造良好的法治环境,在经济上,要加大财政投入力度,创建土壤污染防治专项资金,支持创新技术的研发应用和示范工程创建,创建市场化机制,利用税收优惠,绿色信贷,生态补偿等政策手段,引导社会资本投入土壤污染防治。在技术推广上,创建国家,省,市,县四级技术推广网络,创建技术转移转化平台,推动先进技术的推广,创建技术示范工程,用创建的典型实例,展示创新技术的使用效果,提升推广的说服力,加强技术培训和人才培养,创建土壤污染防治技术培训班,研讨会,提升从业人员的专业技术水平。构建技术评估认证制度,成熟技术要进行评估认证,编制推荐技术目录,给技术选用提供指导,还要健全信息共享机制,构建土壤污染防治技术数据库和信息服务平台,推动技术信息的开放共享,通过政策引导、资金扶持、平台搭建、人才培养等多措并举,形成推动技术创新应用的强大合力,加快先进适用技术的规模化应用,提升土壤污染防治的总体水平。

### 3.3 科技与产学研协同创新

强化科技创新和产学研协同,这是土壤污染防治技术不断进步的根基动力,要形成以企业为主体,以市场为导向,产学研深度融合的技术创新体系。从基础研究层面来看,高校和科研院所需加强土壤污染机理,污染物迁移转化规律,生态毒理效应等基础理论的研究,为技术创新给予科学支撑,要重点攻克高效低成本修复材料,智能化监测装备,污染物快速检测技术等关键核心技术,提升技术的原创性和竞争力。从应用研究层面来讲,要以实际需求为出发点,开展污染场地修复,农田土壤安全利用等应用技术研究,加快科技成果转化与应用,搭建产学研合作平台,鼓励企业同高校,科研机构创建联合实验室,技术创新联盟等合作机制,促使技术,人才,资金等创新要素有效对接,企业要发挥

好市场主体的作用,加大研发投入,积极承担科研项目,推动技术成果产业化。要健全科技创新激励机制,保护知识产权,实行合理的利益分配制度,释放科研人员的创新活力,加强国际交流合作,吸收和消化国外先进技术,促进技术创新和国际接轨,建设技术创新容错机制,鼓励大胆探索,宽容创新失败,形成良好的创新环境,深化产学研的结合。打通科技创新的链子,促成基础研究,技术开发,成果转让,产业应用的有机联系,形成持续不断的创新循环,稳定推出高层次的创新成果,为土壤污染防治提供有力的科技支持,助力生态文明建设和美丽中国建设目标的达成。

## 4 结语

土壤污染防治技术革新要化解土壤污染难题,改良生态环境质量,目前土壤污染形势变得越发严重,一定要秉承创新驱动发展战略。加快土壤污染防治技术革新与应用,要抓住生物修复、物理化学修复、智能监测等技术的发展趋势,创建技术整合的多种化修复模式,完善政策保障和推演机制,推动科技创新与产学研的协同,形成推动技术创新的蓬勃力量。只有这样,才能提升土壤污染防治的科学化、精准化水平,为建设天蓝、地绿、水清的美丽中国,建成人与自然和谐共生的现代化贡献自己的一份力量。广大环保工作者要以强烈的使命感和责任感在土壤污染防治技术创新的路上不断前行,以智慧和汗水守护脚下每一寸土地,给予子孙后代留下一片净土,书写新时代生态文明建设的辉煌篇章。

## [参考文献]

- [1]司杰,宋丽红,刘子厚,等.企业环境管理中土壤污染防治的咨询策略[J].清洗世界,2025,41(08):170-172.
- [2]许王凯.环境监测技术在土壤污染防治中的应用与优化研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(15):152-154.
- [3]郭会云.污染土壤的修复方法在生态环境保护中的应用[J].皮革制作与环保科技,2023,4(16):117-118+121.
- [4]张静,周南.固定化微生物技术在多环芳烃污染土壤修复中的应用[J].环境工程技术学报,2024,14(5):1617-1626.
- [5]王娜.生物技术在土壤污染环境应急处理措施中的创新应用[J].清洗世界,2025,41(07):94-96.

## 作者简介:

王亚伟(1984--),男,汉族,江苏省扬州市人,本科,助理工程师、土壤、农业农村。