

Synergistic effect of solid waste resource utilization and soil improvement based on circular economy

Dongmei Lai

Xinjiang Hengzhong Deli Environmental Protection Technology Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

Xinjiang has vast land and sparse population, with extensive agricultural land but uneven soil quality. At the same time, with the advancement of resource exploitation and urbanization, the amount of solid waste generated has been increasing year by year. Building a circular economy system and promoting the utilization of solid waste resources has become a key path to promote regional ecological governance and soil improvement. This article focuses on typical solid waste types and soil types in Xinjiang. By analyzing the physical and chemical mechanisms and ecological synergistic effects of solid waste improvement in soil, it explores the adaptation path of resource-based products in agricultural production. Research has found that household waste, livestock manure, coal gangue, metallurgical tailings, and other materials in Xinjiang have high resource utilization value. Reasonable allocation and precise application can effectively improve soil fertility, improve soil fertility structure, and enhance ecosystem stability. This study has practical significance for Xinjiang to construct a green development pattern and promote the coordinated development of agriculture and ecosystem.

Keywords

Circular Economy; Solid waste resource utilization; Soil improvement; Xinjiang region; synergy effect

基于循环经济的固废资源化利用与土壤改良协同效应

赖冬梅

新疆恒中德利环保科技有限公司, 中国·新疆乌鲁木齐 830000

摘要

新疆地区地广人稀, 农业用地广泛但土壤质量参差不齐, 同时伴随资源开采与城镇化推进, 固体废弃物产生量逐年上升。构建循环经济体系, 推动固废资源化利用成为促进区域生态治理与土壤改良的关键路径。本文立足新疆典型固废种类与土壤类型, 通过分析固废改良土壤的理化机制与生态协同效应, 探讨了资源化产品在农业生产中的适配路径。研究发现, 新疆地区生活垃圾、畜禽粪污、煤矸石、冶金尾渣等均具有较高的资源化利用价值。合理配置与精准施用能够有效提升土壤肥力, 改善地力结构, 增强生态系统稳定性。本研究对新疆构建绿色发展格局、推动农业与生态系统协调发展具有现实意义。

关键词

循环经济; 固废资源化; 土壤改良; 新疆地区; 协同效应

1 引言

新疆作为我国重要的能源与农业战略区域, 面临着资源开发强度大、生态系统脆弱与土壤退化压力并存的现实困境。近年来, 伴随城市化、工业化进程加快, 固体废弃物产量不断增长, 其中煤炭、冶金、畜牧和农业系统产生的各类固废数量庞大, 若处理不当将对区域环境构成长期威胁。与此同时, 新疆部分农业区土壤有机质含量低、盐碱化明显, 急需通过生态手段提升其耕作性能。在此背景下, 发展以固废资源化为基础的循环经济, 不仅是新疆实现绿色转型的战略选择, 也为土壤改良提供了现实支撑。本文旨在探索适合新疆实际的固废利用与土壤改良融合路径, 剖析其协同机制

与环境价值, 为政策制定与工程实施提供理论依据与技术指导。

2 循环经济理念下的固废资源化路径分析

2.1 循环经济对固废管理模式的重构作用

循环经济理念强调物质循环利用与价值最大化, 对固体废物管理提出系统性变革路径。在新疆区域, 该理念促使固废处理从末端集中处置向全过程资源化转型, 打破传统填埋焚烧路径, 推动形成“减量化—资源化—无害化”闭环模式。通过政策引导与产业机制整合, 废弃物被重新定义为生产资源, 服务于农业、林业及生态恢复等多元领域。循环经济推动构建横向联动与纵向延伸的治理体系, 实现资源最大化利用和环境负荷最小化目标, 为固废资源化提供了理论支撑与实践基础。

【作者简介】赖冬梅(1985-), 女, 中国重庆人, 硕士, 工程师, 从事环保、水保、节能评估研究。

2.2 城市与农业固废的资源属性与再利用潜力

新疆地区城市生活垃圾有机组分含量较高,农业系统中畜禽粪污、秸秆与农膜等固废富含有机质与养分,具备较强资源化属性。在干旱区土壤有机质贫瘠背景下,此类固废经规范处理可显著改善耕地质量。矿产开发过程中伴生的煤矸石、尾矿等工业固废,含有一定量的矿物质与微量元素,可通过掺配制备改良型基质。不同类型固废应依据其理化特性与目标土壤条件进行差异化利用,通过资源属性分析与适配优化设计,提高再利用效率并降低环境风险。

2.3 固废资源化利用的技术体系与政策机制

新疆地区在固废资源化领域逐步构建起覆盖前端分类、中端处理与末端利用的技术体系。高温堆肥、热解炭化、脱水干化、矿物稳定化等技术已在部分区域实现试点应用,具备向大规模推广的技术基础。政策方面,地方政府出台多项补贴与指导性文件,推动农业废弃物集中处理与工业副产物循环利用。同时,通过制定固废产品质量标准与土壤环境安全限值,建立起风险控制框架。资源化过程需政府、企业与科研机构协同推进,形成制度保障与技术创新双轮驱动格局。

3 固废资源化利用在土壤改良中的实践基础

3.1 典型固废种类对土壤理化性质的改善机制

新疆地区常见的农业固废包括畜禽粪污、农作物秸秆、农膜残留和部分城市生活垃圾有机部分,在经过资源化处理后可转化为改良型土壤添加剂。畜禽粪污富含氮磷钾养分及有机质,可提高耕地地力和保肥能力。农作物秸秆中的纤维素和木质素能改善土壤结构,增强团粒稳定性,提升通气性与保水性。煤矸石、冶金渣等工业固废经稳定化处理后可作为矿质调理材料改善碱性或盐渍化土壤的理化指标。资源化利用使得有机质在土壤中长期积累,提升微生物活性和酶促反应能力,最终实现对新疆低质耕地的物理修复与营养重构。

3.2 基于土壤类型的资源化材料配比与投用方案

新疆区域土壤类型多样,包括灰钙土、风沙土、盐碱地等多类土壤形态,不同区域改良目标各异,资源化材料需因地制宜配置。风沙土质地松散,适宜掺混有机固废与煤矸石制成复合基质以增强抗风蚀性和保水性。盐碱地可采用生物有机肥与脱硫石膏类改良材料联合施用,调节土壤酸碱平衡,促进钠离子置换。对于有机质含量极低的地区,可优先引入高腐殖酸含量的污泥改良材料,构建长效养分供给系统。投用方案需综合考虑土壤现状、作物种类、气候条件与灌溉制度,确定施用时间、施入深度及频率,确保资源化产品发挥最大生态效益与耕地适应性。

3.3 资源化利用过程中污染风险控制与防范技术

固废资源化利用在提升土壤质量的同时,也伴随一定环境风险,特别是在新疆这种生态脆弱区更需严格控制。重

金属、有机污染物与病原微生物是资源化产品中潜在的风险因子,其来源复杂,需从原料筛选阶段加强管控。高温好氧堆肥、厌氧发酵、热解炭化等技术可有效分解或钝化有害成分,提升资源化产品的环境安全性。土壤施用环节应同步开展取样监测与背景值比对,评估污染物累积趋势及迁移能力。结合新疆耕地特点,建立区域性环境准入标准与污染限值制度,推动形成以“原料安全—过程稳定—结果可控”为核心的资源化闭环安全保障体系,确保资源利用的生态风险处于可控范围内。

4 固废资源化与土壤改良的协同增效机制研究

4.1 营养物质释放动态与作物生长协同关系

新疆农业生产周期具有明显的季节性,作物在不同生育阶段对养分的需求存在显著差异。固废资源化产物中的养分释放具有缓释、持续、稳态的特点,能够较好地与作物养分吸收节律相契合。在资源化处理过程中,经过腐熟发酵或矿化过程的有机固废,能稳定释放氮、磷、钾等主要营养元素,延长有效期,减少养分流失。部分含有微生物菌群的改良材料还能激发根系活力,增强植物对土壤中难溶性元素的吸收能力。通过优化材料处理参数和施用策略,可实现作物生长全过程的动态营养支持,提升产量与品质,增强抗逆能力,为干旱区作物稳产增收提供持续养分保障。

4.2 土壤团聚结构形成与生态系统服务提升路径

新疆干旱地区土壤结构常因风蚀、水蚀、盐渍化等因素呈现颗粒化趋势,保水保肥能力低下。将经过改性处理的固废用于农田,可有效改善土壤物理结构,促进团聚体形成。资源化材料中富含的有机质与生物活性物质,有助于提升土壤粘结能力,构建稳定的土壤微结构,提升通透性与抗冲刷能力。团聚结构的稳定性增强可进一步促进有益微生物生长,提升土壤生物多样性与代谢功能,增强土壤酶活性与微生态调节能力。团聚体的形成不仅改善耕地耕作性,还增强土壤系统对水资源的滞蓄与调节功能,提升生态系统对外部扰动的抵御能力,构建良性循环的生态基础平台。

4.3 资源化土壤改良与碳汇、减排等环境效应联动

在双碳战略背景下,推动固废资源化与土壤改良过程的环境协同效益日益受到重视。新疆地区土地面积广阔,通过资源化材料提升土壤有机碳储量,是提升陆地碳汇能力的重要手段。资源化改良材料中大量碳源物质在土壤中稳定固存,可有效延长碳驻留时间,构建“土壤—植被—大气”碳循环缓冲机制。资源化过程替代传统化肥施用路径,减少氮素挥发和水体富营养化风险,降低农业系统整体温室气体排放水平。碳汇效应与污染物削减双向叠加,形成减排与生态修复融合的绿色闭环。依托农田系统的碳吸收潜力与有机质富集过程,固废资源化为区域生态文明建设和碳中和目标提供技术支撑与实践途径,图1为有机固废资源循环利用整体技术路线。

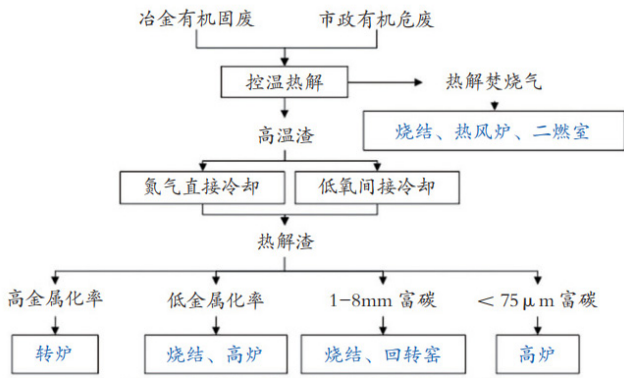


图1 有机固废资源循环利用整体技术路线

5 推动协同效应实现的管理制度与优化策略

5.1 完善固废分类、收集与投用全链条监管体系

新疆地域广阔、城乡差异显著，固废种类繁多、分布零散，构建统一高效的固废分类与资源化监管体系是实现协同效应的前提。应依托自治区行政体系，明确分类标准、收集责任与流向管理要求，构建从源头减量到末端利用的全过程闭环管理模式。强化对农业废弃物、畜禽粪污、工业副产物等关键种类的台账登记与流向追踪机制，防止非法倾倒与低效利用。引入数字化监管平台，实现对固废产生、运输、处理与投用全流程的数据采集与可视化监管。推动县域建立固废综合服务站点，保障分类清运与集中转化能力与本地农田改良需求相匹配，提升资源转化效率与环境安全水平。

5.2 建立资源化产品质量评价与标准准入机制

推动固废资源化产品在土壤改良中的规模化应用，亟需构建覆盖产品全生命周期的质量控制与准入机制。新疆区域土壤环境承载力较为脆弱，对资源化产品的安全性、有效性提出更高要求。应在国家标准基础上，结合地方特征，制定细化的产品分类、成分含量、有害物质限值等评价规范。建立第三方检测认证体系，对资源化产品进行性能评估与环境影响测试，形成权威化、可追溯的质量标识。完善准入审查流程，将产品登记、备案与市场投放挂钩，确保符合标准的产品才能进入农田施用环节。政府部门可通过引导采购、财政补贴等方式支持优质产品推广，并定期开展抽检与跟踪监测，提升产品可靠性与农民使用信心。

5.3 构建区域性循环利用平台与耦合发展模式

在新疆推进固废资源化与土壤改良协同应用，需打破单一行业与行政边界，构建跨领域、跨区域的循环利用平台。通过整合农业、能源、环保等部门资源，建立地市级循环经济产业园或资源协同利用示范区，实现不同固废类型的

分类处理、集中转化与定向投放。平台应配备原料收集、加工转化、产品配送与环境监测等功能模块，形成涵盖产业链上下游的系统布局。推动农业种植结构与资源化产品产能之间的动态匹配机制，保障供需平衡与施用适配。探索“企业+合作社+农户”模式，将企业技术与农户应用端联通，提升资源转化效率与推广深度。在政策层面鼓励区域间建立联动机制，推动新疆各地固废资源化与土地生态修复的系统耦合与协同演进，图2为循环型回收利用平台机制。

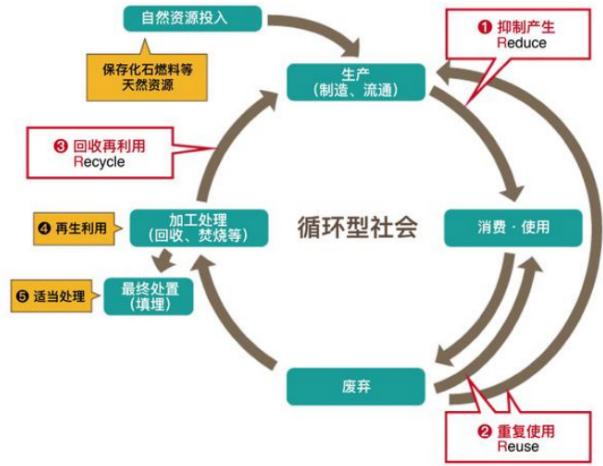


图2 循环型回收利用平台机制

6 结语

固废资源化利用与土壤改良协同路径的构建，是新疆实现生态安全与农业可持续发展的现实选择。依托循环经济理念，在制度、技术与产业联动基础上推动固废高效转化与精准投用，能够有效缓解区域土壤退化压力，提升农业生态系统功能。在新时期绿色转型背景下，应持续优化政策供给、健全监管体系、强化协同机制，释放固废资源潜力，构建面向未来的绿色循环农业体系，为新疆高质量发展注入生态动能与系统支撑。

参考文献

- [1] 张兴通,颜恒亮,马健.基于循环经济的固废处理与资源化利用分析[J].黑龙江环境通报,2024,37(10):60-62.
- [2] 况文娟.基于循环经济的固废处理与资源化利用策略[J].江苏建材,2024,(01):1-2.
- [3] 张鹏.循环经济背景下动静脉产业协同的指标测算及其影响因素分析[D].导师: 聂永有.上海大学,2021.
- [4] 李莹莹.基于循环经济理念的固废综合处理产业园建设研究[D].导师: 李启彬.西南交通大学,2014.