

AI 废塑料热解健康化的探讨（上）

张友根

（上海第一塑料机械厂，上海 201201）

摘要：本文提出了“AI 废塑料热解健康化”的新理念。“AI 废塑料热解健康化”旨在通过 AI 在废塑料热解健康化中的应用，减少热解过程有害副产品的产生，规避热解过程对人体和环境的健康风险，促进循环经济的发展。本文探讨了 AI 废塑料热解健康化的内涵；分析了废塑料热解副产品健康风险特征；论述了 AI 废塑料热解规避副产品健康风险的解析；探讨了 AI 废塑料热解副产品回收利用的健康化策略；分析了 AI 废塑料热解副产品规避健康风险的六个案例；研究了 AI 热解副产品终止废塑料生命周期健康化技术策略；论述了 AI 废塑料热解副产品健康风险的评估策略；指出 AI 废塑料热解健康化举措，不仅保护人类和环境健康，同时促进循环经济的发展。

关键词：AI；废塑料热解；健康化；探讨

中图分类号：TQ320.9

文献标识码：B

文章编号：1009-797X(2025)08-0001-08

DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2025.08.001

0 引言

国内外废塑料热解的研究领域中，热解过程中的有毒有害副产品控制与资源化利用已经展开了深入的研究与实践，通过开发高效热解技术和副产品的净化处理方法，以减少对人体和环境健康的影响。常规废塑料热解受到技术的制约，规避副产品健康风险的性存在缺陷，不能消除存在对人类和环境的潜在危害，导致最终产品的健康安全难以得到保证。AI 技术引入废塑料热解领域，提升了废塑料热解环境友好型健康化的性能。

本文基于“人民至上，生命至上”的时代背景下，废塑料热解举措必须以保护人类和环境的健康为宗旨。基于上述原则和废塑料热解科学发展的实际及 AI 应用拓展，提出了“AI 废塑料热解健康化”的理念。“AI 废塑料热解健康化”旨在通过 AI 在废塑料热解健康化中的应用，减少热解过程有害副产品的产生，规避热解过程对人体和环境的健康风险，促进循环经济的发展。

本文提出了“AI 废塑料热解健康化”的新理念。“AI 废塑料热解健康化”旨在通过 AI 在废塑料热解健康化中的应用，减少热解过程有害副产品的产生，规避热解过程对人体和环境的健康风险，促进循环经济的发展。本文探讨了 AI 废塑料热解健康化的内涵；分析了废塑料热解副产品健康风险特征；论述了 AI 废塑料热解规避副产品健康风险的健康化策略；探讨了 AI

废塑料热解副产品回收利用的健康化策略；分析了 AI 废塑料热解副产品规避健康风险的六个案例；研究了 AI 热解副产品终止废塑料生命周期健康化技术策略；论述了 AI 废塑料热解副产品健康风险的评估策略；指出 AI 废塑料热解健康化举措，不仅保护人类和环境健康，同时促进循环经济的发展。

1 AI 废塑料热解健康化的内涵

“AI 废塑料热解健康化”是一个跨学科的研究领域。AI 废塑料热解指“AI+ 废塑料热解”两者无缝集成成为“AI 废塑料热解”，人体和环境的“健康化”为最高原则运行废塑料热解工程，规避热解健康风险，提高资源回收和利用效率，发展循环经济。

AI 废塑料热解健康化的内涵主要体现在以下几方面：

（1）“健康化”的概念是指在废塑料热解整个生命周期，即废塑料热解预处理—热解过程—副产品再利用—最终处置阶段，不对人体和环境产生健康风险，促进循环经济的发展，实现资源的有效利用和环境保护的双重目标。

（2）AI 引入废塑料热解整个生命周期，从原材料收集、预处理、热解过程、副产品处理到最终的资源

作者简介：张友根（1947—），男，教授级高级工程师，终身享受国务院政府特殊津贴，主要从事塑料材料和工艺的相关研究，已在国家期刊上发表论文多篇。

再利用等多个阶段,健康化热解废塑料,废塑料热解健康化,规避热解产生影响和危害人体及环境的健康风险。

(3) AI 废塑料热解工程的拓展、开发、创新等科学发展遵循“健康化”为最高原则。

2 废塑料热解副产品健康风险特征的解析

在废塑料热解过程中,由于反应条件、原料性质以及热解设备等因素的复杂性,容易产生多种有毒副产品,对人类和环境造成直接或潜在健康风险。有害副产品的健康风险取决于其浓度、暴露时间、个体差异等因素。废塑料热解有害副产品产生和分解浓度主要取决于热解温度及其控制性能。

2.1 废塑料热解有机化合物副产品的主要种类及其健康风险的解析

废塑料在高温热解过程中可能会释放的多种有健康风险的有机化合物,充分了解其对人体和环境健康的危害性,创新规避这些有害副产品的健康风险的 AI 废塑料热解技术。

热解的种类及健康危害性解析:

(1) 二噁英(Dioxins)的健康风险

这是一类高度持久性的有机污染物,对人体健康有严重危害。它们可以引起生殖系统问题、免疫系统功能下降、甲状腺功能障碍、癌症等多种健康问题。

(2) 多环芳烃(Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAHs)的健康风险

这些物质通常在高温下形成,如燃烧或热解过程中,PAHs 已被证实具有致癌性和生殖毒性。

(3) 氯化氢(HCl)的健康风险

PVC(聚氯乙烯)热解时,由于其含有氯元素,可能会释放出 HCl,这是一种强烈的腐蚀性气体,对呼吸系统有刺激作用。

(4) 芳香族化合物的健康风险

包括苯、甲苯、二甲苯等,这些物质可能具有致癌性,长期接触可能增加患癌症的风险。

(5) 硫化氢(H₂S)的健康风险

在某些情况下,尤其是含有硫化物的塑料热解时,可能会释放硫化氢,这是一种剧毒气体,对呼吸系统有严重伤害。

(6) 甲醛(Formaldehyde)的健康风险

某些塑料热解时可能会释放甲醛,这是一种刺激

性气体,长期接触可能引起呼吸道问题、皮肤过敏等。

(7) 氮氧化物(NO_x)的健康风险

在高温条件下,塑料热解过程中可能会产生氮氧化物,这些物质也是空气污染物。

(8) 其他挥发性有机化合物(VOCs)的健康风险

这些化合物在热解过程中释放,可能对人体呼吸系统产生刺激作用,并可能对环境造成污染。

2.2 废塑料热解无机化合物副产品的主要种类及其健康风险的解析

在废塑料热解过程中,由于高温作用导致塑料分子结构分解,可能会释放出一系列无机化合物。这些化合物包括但不限于重金属离子、氮氧化物、硫化物等。热解过程中还可能产生一些未完全分解的有机物,它们在特定条件下也可能转化为有害的无机化合物。

废塑料热解过程中的无机化合物不仅对环境构成了潜在风险,也对人类健康构成了直接威胁,需要在工艺设计和操作中采取有效的控制措施以规避这些风险。

可能产生的健康风险的无机化合物的种类及健康危害性解析:

(1) 重金属的健康风险

重金属如铅、镉、汞等具有强烈的毒性,在热解过程中可能会释放到大气或废水中,对环境和生物造成污染。废塑料中可能含有的重金属(如铅、汞、镉等)在热解过程中可能释放到环境中,对土壤、水源和人体健康造成危害。这些重金属可以通过食物链积累,对生态系统和人类健康产生长期影响。

(2) 硫酸盐和硝酸盐的健康风险

废塑料热解生成硫酸盐和硝酸盐对人体健康可能带来一系列危害:呼吸道刺激和呼吸系统问题;心血管系统影响;对儿童和胎儿的影响;神经和认知功能影响;影响环境和生态健康。等等。

(3) 碱金属和碱土金属的健康风险

废塑料热解生成的碱金属(如钠、钾)和碱土金属(如钙、镁)对人体健康可能带来一定的危害性:神经系统和心血管系统问题;神经损伤;肾脏损伤;免疫系统影响;生殖系统问题;过敏反应。等等。

(4) 硅酸盐的健康风险

废塑料热解过程中可能产生的硅酸盐及其形成的复合材料可能包含其他有害物质,这些物质可能对人体健康构成风险。废塑料中可能含有重金属、多氯联

苯（PCBs）、邻苯二甲酸酯等有害物质，这些物质在热解过程中可能与硅酸盐结合，形成新的复合材料，增加了对人体健康的潜在风险。在高温下，某些有机物可能分解出有毒气体，如二噁英、多环芳烃等，这些物质可能附着在硅酸盐产物上，增加其对环境对人体健康的潜在危害。塑料中可能含有硅酸盐，热解过程中可能会释放出硅酸盐粉尘，引发呼吸道问题，如哮喘、慢性支气管炎等。

3 AI 废塑料热解规避副产品健康风险的健康化的解析

基于 AI 数据驱动的 AI 废塑料热解规避副产品健康风险热解过程优化策略主要围绕利用先进的数据分析和机器学习技术来提高热解效率、降低能耗以及改善产品质量。

AI 在废塑料热解工艺优化中规避副产品的健康风险中扮演了关键角色，规避了常规废塑料热解副产品的健康风险，不仅减少了有毒副产品的产生，还提升了整个工艺过程的可持续性和经济效益，为环保型塑料回收利用提供了强有力的技术支持。

挖掘和拓展 AI 应用于规避废塑料热解副产品健康风险的潜能，降低废塑料热解健康风险副产品的生成，确保排出的副产品健康水平符合环保标准。

3.1 AI 规避废塑料热解副产品健康风险的解析

AI 通过对废塑料热解工艺参数的精细调整和复杂关系的自动学习，显著提高了工艺过程的可控性和效率，从而有效减少了有毒副产品的产生。

AI 深度学习模型首先通过深度神经网络捕获了热解过程中温度、压力、停留时间等关键参数与副产物生成之间的非线性关系，进而实现了对这些参数的精准优化。借助卷积神经网络（CNN）和循环神经网络（RNN）等架构，模型不仅考虑了单个参数的影响，还捕捉到了参数间的交互作用，使得优化策略更加全面和动态。深度学习模型能够实时监测工艺过程，并基于当前状态预测潜在的有毒副产物生成情况，通过调整操作条件提前干预，有效降低了副产物的产生量和毒性。模型通过长期趋势的学习，模型还能预测不同批次的塑料在热解过程中可能出现的副产品类型和数量，为生产计划和废物管理提供科学依据。

3.2 AI 废塑料热解健康化预处理技术的解析

AI 在规避废塑料热解健康化的预处理技术中发挥

着多方面的作用。AI 在规避热解废塑料的健康风险方面，可以作为强大的工具，通过数据分析、预测模型和智能决策支持，来制定有效的预处理策略。AI 通过收集大量关于废塑料的物理性质、热解条件（如温度、压力、停留时间）、以及最终产物特性的数据，能够建立预测模型，指导预处理过程的优化。AI 预测热解过程对环境的影响，包括温室气体排放、污染物释放等，帮助制定更环保的工艺策略。AI 分析设备运行数据，预测设备热解过程中规避健康可能出现的潜在故障，快速定位并解决问题，提前进行维护。AI 通过模型预测和优化算法，确保资源的最大化利用和能源的高效转换，减少对环境的影响。预测热解副产品的材料特性，确保最终产物的质量符合标准。

3.3 AI 废塑料热解健康化技术设计和实施的策略

本节主要探讨的是如何将 AI 融入到废塑料热解技术中，以实现对整个热解过程的精确控制和优化。AI 的引入，不仅能够提高热解效率，减少能源消耗，还能确保热解过程的安全性与环境性。

3.3.1 热解系统架构与模块的设计

系统架构与模块的设计主要围绕构建一个高效、智能化的 AI 废塑料热解系统展开。系统几个关键模块的设计解析：

（1）数据采集模块的设计

负责收集废塑料的种类、数量、状态等信息，以及环境参数如温度、压力、气体成分等，为后续的决策提供基础数据。

（2）智能分析模块

运用 AI 算法（如深度学习、机器学习）对收集到的数据进行实时分析，识别最优的热解条件和过程参数，以最大化资源回收率并最小化健康风险。

（3）热解反应模块

根据智能分析模块提供的指令执行废塑料热解过程，通过精确控制加热温度、反应时间等参数，实现高效热解。

（4）副产品处理模块的设计

针对热解产生的有机和无机副产品，采用特定的净化、分离、转化技术，去除有害物质，提高资源回收质量，并确保符合环保标准。

（5）自动化控制与监控模块的设计

集成先进的传感器与控制系统，实现对整个系统的远程监控与自动化操作，确保安全运行，并能及时

调整操作参数以应对异常情况。

(6) 资源回收与分配模块的设计

负责将处理后的副产品分类、分级,依据其价值和环保特性,合理分配至资源回收链路中,如作为原料再加工、能源回收或用于新材料生产等。

(7) 健康管理 with 风险评估模块的设计

持续监测热解过程及最终产品的健康影响,通过 AI 模型预测潜在风险,为系统优化提供反馈,确保整个过程的健康化目标得以实现。

3.3.2 硬件设备集成的健康化设计解析

设备集成在规避热解副产品的健康风险中扮演着至关重要的角色。通过系统地设计和整合各种设备和技术,可以显著减少热解过程中有害物质的生成,从而保护环境和人体健康。

(1) 集成类型的设计解析

集成技术在废塑料热解设备中的应用主要是为了提高设备的效能和安全性,减少在废塑料热解过程中产生的潜在健康危害,同时最大限度地减少对环境 and 人体健康的潜在风险,推动循环经济的发展。

温度与压力控制设备集成。通过精确的温度和压力控制系统,可以调整热解过程的条件,避免过热或压力过大导致有害物质的生成。例如,采用 PID 控制器来动态调整加热功率,确保热解过程在最佳温度区间内进行,减少二噁英等有害物质的形成。

气体净化设备集成。在热解过程后端集成高效的气体净化设备,如活性炭吸附器、催化转化器等,用于去除烟气中的有毒有害气体,如硫化物、氮氧化物、挥发性有机物(VOCs)等。这些设备可以显著减少排放到大气中的污染物,保护环境和公众健康。集成高效的烟气净化系统,如静电除尘器、布袋除尘器、湿式洗涤器或催化燃烧装置,去除热解过程中的有害气体和颗粒物,如二噁英、多环芳烃等。

副产品处理设备集成。对于产生的固体和液体副产品,集成专门的处理设备,如固废破碎机、液体萃取设备、生物反应器等。这些设备可以将副产品转化为无害物质,或者回收有价值的成分,减少环境影响和资源浪费。

热能回收与利用设备。集成热能回收系统,如热交换器、余热锅炉等,可以将热解过程中的热量回收用于加热、发电或其他工业过程,提高能源利用效率,减少能源消耗。

(2) 硬件设备配置及健康化功能

在硬件设备选型,首先需对各种关键组件进行深入研究,包括但不限于热解炉、冷却系统、气相分离器、固体回收系统以及自动化控制系统。选择时需考虑设备的耐温性能、材料的防腐蚀能力以及设备的能耗效率。通过优化设备配置,实现高效、稳定、安全的废塑料热解过程。在集成阶段,需确保各硬件设备之间的协调运行,通过先进的传感器技术和智能控制算法,实现设备间的实时通信与动态调整,以提高整体系统的稳定性和响应速度。此外,还需考虑设备的可维护性与可扩展性,以便于未来的升级与维护工作。通过精准的选型与精细的集成,构建出既高效又可靠的 AI 废塑料热解系统。

3.3.3 软件算法与模型构建的设计解析

实现 AI 废塑料热解系统的智能化操作与优化是软件算法与模型构建的开发目标。首先,基于深度学习的预测模型将被构建,以准确预测热解过程中的温度、压力等关键参数对产物组成的影响,从而实现对热解条件的精准调控,降低副产品的健康风险。同时,采用强化学习算法,通过模拟实际热解过程,训练系统自动调整参数以优化产率和减少有害副产物的生成。此外,引入自然语言处理技术,结合行业知识图谱,构建一套智能决策支持系统,帮助操作人员快速识别并解决潜在问题,确保整个热解过程的高效、安全运行。通过这些算法与模型的设计,旨在实现 AI 废塑料热解系统的智能化升级,进一步提高其健康化处理能力。

3.4 AI 废塑料热解技术方案实施步骤的研究

AI 废塑料热解健康化技术方案实施是一个跨学科、多步骤的过程,需要数据科学、工程学、环境科学、公共卫生等多个领域的专业知识和技术。

基于健康化的最高原则,通过技术方案一系列的实施步骤,达到有效规避废塑料热解过程中的健康风险,提高资源回收效率,促进可持续发展。

AI 废塑料热解健康化技术方案实施步骤可以分为以下几个关键阶段:

(1) 数据收集与预处理

收集数据:收集有关废塑料的种类、成分、来源、历史处理方法的数据,以及相关的环境和健康影响数据。

数据预处理:对收集的数据进行清洗和格式化,确保数据质量,包括去除异常值、填补缺失值、标准化数值等,以便后续的分析 and 建模做好准备。

(2) 模型训练与优化

特征选择：根据收集的数据，选择对热解过程和产物健康影响有显著影响的特征变量，如温度、压力、氧气浓度、停留时间等。

模型训练：利用机器学习算法（如决策树、随机森林、神经网络等）建立预测模型，训练模型以预测不同热解条件下产生的产物成分及健康风险。

模型构建：利用机器学习或深度学习算法构建模型，预测不同条件下的热解产物及其健康风险。常见的模型包括决策树、随机森林、神经网络等。

模型优化：通过交叉验证、网格搜索等方法优化模型参数，提高预测准确性和可靠性。

模型验证：通过交叉验证、测试集评估等方法验证模型的准确性和可靠性。

(3) 热解工艺设计与仿真

基于优化后的模型，设计热解工艺流程，包括温度控制、气体流速、反应器设计等。

仿真模拟：使用数值模拟软件（如 CFD）对热解过程进行三维模拟，预测热解产物的分布、能量消耗、污染物生成情况等。通过人工智能辅助的模拟与仿真技术，对不同热解工艺进行虚拟测试，评估其对环境 and 人体健康的影响，为实际操作提供科学依据，确保在经济利益最大化的同时，实现可持续发展的目标。

参数调整：根据仿真结果调整工艺参数，优化热解条件以最小化有害物质生成、最大化有益产物回收。

(4) 实验验证与测试

实验室规模实验：在实验室环境下进行小规模的热解实验，验证模型预测的准确性和工艺设计的有效性。

环境监测：实验过程中监测排放气体、液体和固体产物的成分，评估其对环境 and 人类健康的影响。

(5) 安全与合规性评估

确保热解过程及其产生的产物符合环保标准和安全规定，包括排放限制、废物处理要求、火灾风险、爆炸风险和有毒物质泄漏等。

(6) 工业化应用

工业级验证：将经过实验室验证的热解工艺在工业规模上进行应用，收集实际操作数据，评估其在大规模生产环境中的表现。

反馈循环：根据实际应用中的反馈，调整模型和工艺参数，持续优化热解技术，提高其效率和环保性能。

合规性审查：确保热解过程及其产物符合国家和地区的环境和健康安全标准，必要时进行第三方认证。

(7) 持续迭代与优化

反馈循环：根据实验结果和应用反馈，持续调整和优化 AI 模型，提高预测精度和工艺效率。

技术升级：随着 AI 技术的进步，持续更新模型和算法，提高技术方案的先进性和实用性。

3.5 AI 废塑料热解规避副产品健康风险的技术特征及其健康化功能分析

AI 废塑料热解规避健康风险的副产品主要指有毒有害的有机化合物。本节主要围绕规避热解的有毒有害的有机化合物的健康风险，对其实施的技术策略的技术特征和健康化功能做分析，主要包括以下几方面：

3.5.1 AI 废塑料热解健康化工艺的技术特征及其健康化功能分析

(1) 有害物质识别与预测的健康化技术策略

技术特征。AI 在热解过程中的有害物质识别与预测方面，利用了多种创新技术，这些技术结合了机器学习、深度学习、图像处理、数据挖掘等人工智能领域的最新进展。在数据有限的情况下，AI 系统可以利用数据增强技术生成更多训练样本，或者通过迁移学习从其他相似任务中迁移已学习的知识，提高模型的泛化能力和预测能力。

健康化功能。通过计算机视觉技术，AI 系统可以分析热解产物的形态、颜色、纹理等特征，识别有害物质的存在。利用机器学习算法对热解过程中的副产品成分进行识别和预测，提前采取措施避免有害物质的生成。强化学习技术可以让 AI 系统在不同的热解条件和参数设置下自我学习和优化，以最小化有害物质的生成。

(2) 精准控制与优化的健康化技术策略

技术特征。通过预测模型实现热解过程的精准调控，减少有害物质的生成，提高产物的纯度和质量。优化热解工艺参数，减少能耗和排放，提高能源利用效率。精准控制与优化主要依赖于先进的数据处理、模型构建和自动化控制技术，建立闭环控制系统，将模型预测结果与实际操作数据进行对比，实时调整控制参数。确保模型在未知数据上的泛化能力。

健康化功能。精准控制与优化是现代环保科技领域中的关键议题，旨在通过智能技术提升热解工艺的效率和安全性，减少有害物质的产生，同时最大化资源的回收利用。

(3) 集成协同热解的健康化技术策略

技术特征。集成与协同控制热解副产品健康风险涉及到多学科交叉,旨在通过系统整合和优化热解过程,减少或消除副产品中的有害物质,保障环境和人类健康。AI可以集成到整个生产系统中,与其他自动化和控制系统协同工作,实现层面的优化控制,确保热解过程在整个生产流程中的高效运行,同时减少有害气体的生成。

健康化功能。集成高效的分离技术(如膜分离、吸附剂分离),将有害物质从副产品中分离出来,或将其转化为更高价值的产品。采用遗传算法、粒子群优化等高级优化技术,平衡副产品品质、资源回收效率与环境影响,实现多目标优化。

3.5.2 AI 废塑料热解健康化热解形式的技术特征及其健康化功能分析

(1) 高效多能催化辅助热解的健康化技术策略

技术特征。AI可以通过机器学习和深度学习算法,基于大量实验数据训练模型,预测不同催化剂及其组合对热解过程生成副产品的影响。AI自我学习技术,综合考虑同类废塑料热解分解出的各类有毒有害副产品的热解特性、环境影响等多个目标,通过优化算法找到最佳的催化剂使用策略和操作条件,实现多目标的协调优化热解。

健康化功能。根据实时数据预测结果,自动调整催化剂的使用量、反应条件等,精准控制引入特定催化剂的反应路径,最大限度减少有毒有害物质的生成,同时催化剂用量最经济化,杜绝了常规热解催化剂过度用量产生的二次污染。

(2) 封闭系统热解的健康化技术策略

技术特征。封闭系统热解是一种在完全隔绝空气的环境中进行的热解过程,旨在最大限度地减少有害物质的生成,规避健康风险。这种系统通过控制热解条件和优化副产品处理流程,来确保热解过程的安全和环境友好。封闭或半封闭的热解系统,结合有效的通风和排气系统,可以减少有害气体的扩散,同时捕集并处理产生的废气。在系统内部,AI机器学习算法预测引入空气或惰性气体的用量并智能调节,最大限度地抑制有害气体的生成。

健康化特征。AI封闭系统热解通过精确控制热解温度和时间,避免过热或不充分的热解过程,达到最大化废物的热解效率,同时有害物质的生成最少化。

(3) 有害气体催化为无害化的健康化技术策略

功能特征。AI催化转化有害气体为无害化合物。AI能够分析多种反应路径的优劣,选择最高效的催化转化途径,避免不必要的化学反应,从而直接将有害气体转化为无害的化合物。例如,一氧化碳可以通过催化还原转化为甲烷。

健康化功能。AI结合生物酶技术来实现健康风险副产品转化为无毒气体是一种创新的生物规避健康风险的绿色策略,旨在减少环境污染并提高资源利用率。

3.5.3 AI 废塑料热解监测和监测健康化技术特征及其健康化功能分析

(1) 智能监测与预测模型的健康化技术策略

技术特征。使用深度学习、强化学习等AI技术构建智能监测和预测模型。通过使用测试集或预留数据集评估模型的性能,常见的评估指标包括准确率、召回率、F1分数、ROC曲线等。此外,还需要进行交叉验证,确保模型的稳定性和鲁棒性。

常见的预测模型包括:回归模型:预测有害物质的浓度、产生速率等。分类模型:根据预设的参数,将副产品分为健康风险高、中、低等类别。时间序列模型:预测未来某一段时间内健康风险的变化趋势。在某些情况下,可以使用强化学习模型来动态调整热解工艺参数,以最小化有毒有害副产品的产生。

健康化功能。基于历史数据,AI预测模型可以预测不同热解条件下的有毒有害副产品生成的产物分布,调整操作参数以避免生成高密度/高浓度的有毒有害副产品。利用机器学习算法预测最佳操作条件,以减少有害物质生成,提高热解效率和副产品的质量。

(2) AI实时监控与决策支持的健康化技术策略

技术特征。AI通过传感器收集数据,实时监控热解过程,然后利用AI模型进行即时分析,预测可能出现的问题并提出调整决策建议,以维持最佳操作条件。AI实时监控热解过程中的副产品的成分、温度、压力等关键指标。

健康化功能。通过数据分析,实时识别异常情况,并提供即时的决策建议,帮助操作人员及时调整工艺参数,避免有毒有害物质的超量生成。

(3) 在线监测与控制系统的健康化技术策略

技术特征。通过集成实时在线监测系统,如烟气成分分析仪、温度压力传感器等,可以持续监控热解过程中的关键参数,及时发现并调整异常情况,避免有害物质的生成和积累。结合人工智能和机器学习技术,系统能够提供基于历史数据和实时信息的决策支

持,帮助管理者做出更加科学合理的决策,提升整体运营的智能水平此外,与自动化控制系统集成,可以实现设备的远程监控和智能调节,提高操作效率和安全性。

健康化功能。在线控制系统能够根据实时监测的数据,自动调整操作参数,优化生产过程,提高效率,同时减少能源消耗和废物产生。这种智能调节有助于实现资源的最大化利用和最小化环境影响。通过分析设备的运行数据,系统可以早期发现设备的异常状态,预测可能的故障,指导维护计划的制定。

3.5.4 AI 废塑料热解规避无机化合物健康风险策略的技术特征及其健康化功能分析

AI 废塑料热解技术在处理无机化合物健康风险方面,雷同于处理有机化合物健康风险,还具备特需的热解技术,主要包括以下几个方面:

(1) 精准预测与优化的健康化技术策略

技术特征。AI 系统通过大数据分析和机器学习算法,预测废塑料热解过程中重金属的生成趋势和分布,以及不同操作参数(如温度、压力、氧气浓度等)对重金属释放的影响。

健康化功能。通过精确控制热解过程,减少有害副产品的生成,特别是重金属如铅、镉、汞等的释放,降低对环境和人类健康的潜在威胁。

(2) 热解型式选择的健康化技术策略

技术特征。热解型式的选择主要取决于多个因素,首先要考虑对环境的影响,包括温室气体排放、有害气体排放、粉尘污染等,考虑包括处理的物料特性、目标产物、能量需求、经济性以及操作的灵活性等,达到规避健康风险最大化。

选择性热解:采用选择性热解技术,AI 控制热解条件(如温度、压力、氧气浓度等),以减少特定无机化合物的生成。

多级热解:采用多级热解系统,将热解过程分为几个阶段,每个阶段针对不同的化学反应和物质生成,以提高处理效率并减少有害物质的产生。

健康化功能。每种热解形式都有其独特的健康化功能,旨在减少环境污染和提高资源回收效率。每种热解形式通过优化热解速度,可以减少能量消耗,提高资源回收效率,同时减少对环境的负面影响。

(3) 无机副产品健康化处理的的健康化技术策略

技术特征。通过化学加工、物理处理或生物技术,将无机副产品转化为有价值的资源。利用化学反应将无机副产品转化为低毒或无毒的物质。采用物理方法如筛选、磁选、浮选、蒸发结晶等,将无机副产品中的有害物质与有用成分或杂质分离,从而降低最终产品的毒性。采用环境友好的处理技术,如超临界水氧化、电化学氧化、光催化等,这些技术在处理无机废物时能减少或消除有毒物质,同时对环境影响较小。持续投入研发,探索更高效、更环保的无机副产品处理技术,提高处理效率,减少处理成本,同时降低对环境和人体健康的潜在风险。

健康化功能。减少有害化合物的生成,同时提高有价值的产物收率。优化热解工艺,降低成本,提高技术的商业化潜力,确保其在经济上的可行性和可持续性,实现资源的高效利用与环境保护的双重目标。

(4) 环境监测与风险评估的健康化技术策略

技术特征。安装在线监测系统,实时监测排放物的成分和浓度。AI 系统可以模拟不同热解条件下的环境影响,评估重金属对土壤、水体、大气等环境介质的影响,为决策提供科学依据。

健康化功能。定期进行环境和健康风险评估,评估热解过程对环境和人体健康的影响,根据评估结果调整工艺参数和操作流程。

Exploration of AI based healthy pyrolysis of waste plastics (Part A)

Zhang Yougen

(Shanghai First Plastic Machinery Factory, Shanghai 201201, China)

Abstract: This article introduces a novel concept: "Healthy Pyrolysis of Waste Plastics through AI". The concept aims to mitigate the production of harmful by-products during the pyrolysis process, circumvent health risks to humans and the environment, and foster the development of a circular economy by leveraging

(未完待续)



(R-03)

