

污泥无害化处置的综合研究

王治国

北京恩菲新能源科技有限公司

DOI:10.12238/eep.v7i6.2108

[摘要] 本文通过详细探讨污泥无害化处理的关键因素、当前状况、主导技术路径以及各自的优点和缺点,对其未来可能的发展方向进行前瞻性的思考。首先,对污泥的多种物理、化学和生物属性进行深入探讨,并详细描述它可能给环境和人类健康带来的隐患。对比分析国内外污泥处理的现状,凸显我国在技术标准和管理体制方面相较于先进国家存在明显差距,为污泥处理领域的学术研究和实际应用提供参考意见。

[关键词] 污泥; 无害化处置; 环境保护; 技术创新

中图分类号: X-019 文献标识码: A

Comprehensive Study on Harmless Disposal of Sludge

Zhiguo Wang

Beijing Enfei New Energy Technology Co., Ltd

[Abstract] This article explores in detail the key factors, current situation, leading technological paths, advantages and disadvantages of harmless treatment of sludge, and provides forward-looking thinking on its possible future development directions. Firstly, a comprehensive exploration of the various physical, chemical, and biological properties of sludge is conducted, and the potential hazards it may pose to the environment and human health are described in detail. Comparative analysis of the current situation of sludge treatment at home and abroad, emphasizing the significant deficiencies in technical standards and management systems in China compared to advanced countries, providing reference opinions for academic research and practical applications in the field of sludge treatment.

[Key words] sludge; Harmless disposal; environmental protection; technological innovation

引言

污泥是污水处理过程中产生的副产物,随着中国城市化和工业化进程的快速推进,污水产生量呈现逐年递增的趋势,与此同时,污泥的产量也表现出了显著的上升态势。统计数据显示,我国城市污水处理中心每年的污泥排放总量已经突破了3000万吨。污泥有多种来源,包括但不限于初沉池、二沉池以及生物反应池等各种不同的处理单元。不同地区的污泥在物理属性上有明显的区别,例如早期沉积的污泥中有机物的含量较高,而活性污泥中的微生物群落则更为丰富。基于这个前提,不同行业在处理工业废水排放的污泥成分上存在差异。污泥产量的快速增加给其处理工作带来了巨大的挑战,因此,如何有效且安全地处理大量的污泥已经变成了一个亟待关注的生态议题。

1 污泥的性质与危害

1.1 污泥的物理、化学和生物特性

从物理属性的角度分析,污泥中的水分含量是非常高的,通常在95%到99%之间,这使得污泥的脱水过程变得更加复杂。在污

泥中,颗粒的大小分布相当广泛,包括微米和毫米大小,其中胶体颗粒占据了很大的比例。这类物质的化学组成相当繁杂,其中有机物的占比介于50%-70%,而无机物的占比则在20%-30%之间,并且还涵盖了水分。蛋白质、碳水化合物和脂质等都是有机物质的丰富组成部分;无机元素主要涵盖了如氮、磷、钾这些关键的营养成分,同时也包括像钙、镁、铁这些金属元素。基于此,还存在微量的重金属和一些有机污染成分。从生物学的角度看,污泥中富含了大量的细菌、真菌、原生动物和其他多种微生物,同时也存在着珍贵的菌群,这些菌群混杂在污泥中可能会导致疾病。污泥由于其复杂的物理、化学和生物特性,在处理过程中面临多种技术挑战,因此需要有针对性地制定相应的解决方案。

1.2 对环境和人类健康的潜在威胁

如果污泥的管理方法不恰当,可能会给环境和人们的健康带来巨大的威胁。从土壤污染的角度来看,污泥中的重金属和持久性有机污染物有可能在土壤内累积,这可能会破坏土

壤的整体结构,抑制微生物的活性,并对农作物的生长造成不利影响。持续的施肥行为可能导致农田中的重金属浓度超标,从而对当地的农产品产生污染。从水质污染的角度来看,污泥中含有的氮、磷等营养成分可能会通过地面径流或渗滤液进入水体,从而导致水体营养过剩。有机污染物和病原微生物具备潜在的能力,能够污染地表水体和地下水系统。从空气污染的角度看,当污泥处于无氧状态时,它会分解并产生如甲烷这样的温室气体,而在焚烧过程中,可能会释放如二噁英这样的有害气体。

2 污泥无害化处置的现状与挑战

2.1 国内外污泥处置的现状概述

目前,无论是国内还是国外,处理污泥的主要方法包括填埋、焚烧、堆肥和土地利用。以欧盟为背景,焚烧处理大概占据了30%的份额,而土地的使用方法(如农业、园艺绿化等)大约占40%,填埋方式大约占15%,其他方法则约占15%。在美国处理污泥的技术体系中,土地使用被认为是最主要的方法,其所占的比例大约是55%,其次是填埋(占30%)和焚烧(占15%)这两种方式。在日本,焚烧技术已逐渐成为主导方式,其所占的比例甚至超越了70%。从另一方面来看,我国的污泥处理主要依赖于填埋技术,大约占60%,其次是土地再利用(20%)和焚烧技术(10%),还有大约10%的污泥处理没有得到适当的处理。

2.2 当前处置方法面临的技术挑战

目前,关于污泥处理的技术正遭遇许多挑战,尤其是在提高处理效率、管理成本和评估环境效益等关键领域。考虑到污泥的高水分含量和复杂的成分,目前的技术手段很难达到高效和迅速的处理效果。以传统的机械脱水技术为例,要将水的含量降低到60%以下是相当困难的。尽管热干化技术能够带来良好的效果,但这也可能会增加能源的消耗。生物处理的过程耗时较长,并且容易受到环境因素的干扰。尽管焚烧处理在减少污染方面表现出色,但它对污泥的含水量有较高的要求,并可能导致二次污染的出现。因此,迫切需要探索和开发创新且高效的处理方法,特别是利用热水解和微波干化的技术手段。从成本管理的角度看,污泥的处理和处置成本普遍偏高,这限制了无害化处理方法的广泛应用。以焚烧工程为例子,不管是从资金的投入还是从运营的成本来看,其费用都是相当高昂的,处理每吨污泥的费用一般都在500-800元之间。虽然填埋的成本相对较低,但所需的土地面积非常庞大,因此选址变得非常困难。虽然堆肥和土地的使用成本相对较低,但市场的不稳定性对它们造成了显著的冲击。

3 污泥无害化处置的主要技术方法

3.1 土地利用技术

土地利用技术主要是利用污泥作为基础材料来治理土地,其核心理念是通过土壤和植物间的互动,对污泥中的有机物质和营养元素进行分解和吸收。这一处理流程涵盖了污泥的初步处理、搬运、再利用以及土地的维护与管理。对于那些有机物含量较高但重金属和有害物质相对较少的污泥,这项技术特别

适用,可以在农田、林区和荒地上使用。

3.2 焚烧技术

焚烧技术是利用高温氧化过程来分解污泥中的有机物,从而实现减少或完全消除污染的目标。常用的火炉技术涵盖了流化床焚烧炉、多阶段焚烧炉以及回转窑炉。流化床焚烧炉的工作原理是在高温条件下迅速焚烧污泥和热砂;多段锅炉的工作原理是在各种温度范围内对污泥进行逐步的干燥、燃烧和灰化处理;回转窑炉在一个旋转的圆筒中完成了污泥的燃烧过程。燃烧过程中释放的热量可以再次使用,它可以用于发电、供暖或污泥的干燥处理,从而提高能源的使用效率。燃烧产生的尾气中包含了多种污染物,如粉尘、酸性气体、重金属和二噁英等。为确保净化过程的流畅进行,必须采用除尘、脱酸和活性炭吸附等多种方法来对其进行有效治理。尾气处理方案通常包括几个主要组成部分,包括旋风除尘设备、布袋除尘器、湿式脱酸塔、活性炭喷射式设备和选择性催化还原装置等。

3.3 厌氧消化技术

厌氧消化技术是一种在低氧条件下,由微生物社群协助分解污泥中的有机物,从而生成沼气的生物处理方法。涉及其中的微生物种类繁多,包括但不限于水解细菌、产酸菌和产甲烷菌。这些微生物通过一系列复杂的代谢过程,逐渐将大分子有机物分解为更小的分子成分,最终促成甲烷和二氧化碳的生成。沼气的产量和品质受到温度、pH值、有机负荷和停留时间等多个因素的影响,这些因素都可以通过优化处理来得到改善。通常情况下,经过厌氧处理的污泥能够生成0.8-1.0m³/kgVS浓度的沼气,而其中的甲烷浓度约为60-70%。消化过程完成后,剩余的物质主要包括消化液和沼渣;这批消化液在经历脱水、除氮和除磷等一系列操作后,有潜力再次用于农田灌溉和工业冷却水系统中;沼渣可以作为有机肥料来使用。

3.4 好氧发酵技术

好氧发酵技术的核心思想是在有氧的条件下,通过微生物来分解和转化污泥中的有机物。为了优化发酵过程中的环境条件,有必要对温度、水分含量、C/N比值、pH值以及通气能力等几个关键变量进行精细调整。通常情况下,堆材的温度应保持在55-65℃的范围内,其水分含量应保持在50-60%之间,C/N比应约为25-30:1,同时pH值应保持在6.5-8.5的范围内。通过采取如翻堆和强制通风等手段,可以确保氧气供应的充足性。在评估发酵食品的品质时,腐烂程度被视为最关键的指标。目前经常采用的评价方法包括种子的发芽指标、C/N比值、腐烂的化学参数以及自热的温度。还需高度关注如重金属的组成、病原菌的数量等关键的安全指标。高质量的好氧发酵产品通常被视为有机肥或土壤改良剂,但由于多种因素,如农业生产模式和环境保护政策等,这些产品的市场需求可能会受到一定程度的影响。

3.5 热解技术

在低氧或缺氧的条件下,热解技术利用热量对污泥中的有机物进行热化,从而产生固态焦炭、液态焦油和可燃气体。热解的过程一般都是在400-800℃的温度区间内完成的,而根据热解

的速度,它们可以被分类为慢速、快速和闪速这几种。产品在热解过程中的特性会受到原材料的组成、热解时的温度以及停留时间等多种因素的影响。固态焦炭既可以作为燃烧介质,也可以作为吸附材料;液态焦油既可以作为化学成分,也可以作为燃料使用;一氧化碳、氢、甲烷等气体是主导的可燃物质,并且这些气体具有直接燃烧的可能性。

4 结论与展望

对污泥进行无害化处理是维护环境和确保大众健康的关键步骤。尽管我国目前的污泥处理主要依赖填埋技术,但这种无害化处理方法仍存在进一步的发展空间。在土地利用、焚烧和厌氧消化等多个领域,各种处理技术都存在其独特的优点和缺点,因此选择合适的处理方法应基于各种实际情境。未来,污泥处理技术将持续朝着更低的排放量、更高效的资源化以及更环保的方向发展。为了提高污泥的资源化利用效率,应该重视技术创新,并集中精力研究和开发高效且低消耗的处理方法。此外,还需对相关的法律准则进行进一步的完善,增强政策的支持力度,推动创新的投资和融资方式,以及促进产业化的持续增长。进一步强

化公共宣传和教育活动在提升社会认知和参与度方面具有同等的重要性。

[参考文献]

- [1]陈科.我国城市污水厂污泥处理处置技术浅谈[J].科技创新导报,2012,(08):141-143.
- [2]王学魁,赵斌,张爱群,等.城市污水处理厂污泥处置的现状与研究进展[J].天津科技大学学报,2015,30(4):1-6.
- [3]孙伟,徐忠强.小型污水处理厂污泥处置工艺的分析 and 应用探讨[J].中国资源综合利用,2019(5):182-184.
- [4]蒋偲超.城市污水处理厂的污泥处置途径探讨[J].中国战略新兴产业,2019,(24):194.
- [5]张韵.我国污泥处理处置的规划研究[J].给水排水动态,2020(4):13-15.

作者简介:

王治国(1981--),男,汉族,北京市人,本科,研究方向:环保、水环境治理、土壤治理、固废处理处置、新能源。