

# 基于污泥好氧发酵处理后的热值污泥在垃圾、生物质发电厂的研究和应用

钱尧翎

浙江中科兴环能设备有限公司

DOI:10.32629/eep.v3i4.767

**[摘要]** 资源和环境问题的日益突出,尽管填埋仍然是当前城市污泥的处理与处置的重要方式,但随着对其弊端的深入了解,选用的态度越来越谨慎。从20世纪80年代以后,能够回收能量和资源化再利用的厌氧消化和好氧高温发酵处理工艺所占比例逐年上升。因此,研发污泥好氧发酵处理设备,已成为当今污泥处理、生物质发电项目中的重中之重。

**[关键词]** 污泥; 废弃物; 好氧; 发酵; 自动控制

## 前言

本项目的开发以通过污泥好氧发酵设备后处理的污泥达到一定的热值并进行垃圾、生物质发电厂燃烧。为了解决上述问题,本项目的目标在于提供一种污泥好氧发酵处理设备,该发酵箱中的流动物料与曝气管内通入的空气接触更充分,发酵效果更好,从而缩短了发酵时长。

### 1 设备特点

- 1.1 处理过程耗能少,运行成本低;充分利用空间,占地少。
- 1.2 自动化程度高,采用PLC与上位机结合,实现远程控制。
- 1.3 处理过程全封闭,不产生二次污染。污泥真正不落地 曝气好氧发酵在小环境中密封隔热(保温)进行,尽可能地少占厂房土地(仅占传统设施的20~25%)收集水气臭气体积最小化、上料混料卸料全密封自动化,从而使有机废弃物好氧发酵干化(堆肥)不断走向机器工业化生产。
- 1.4 箱体外采用保温棉保温,防止热量损失,在天冷地区还可以设置送风加热装置。
- 1.5 采用无轴螺旋输送机翻料,可以使氧气与物料充分接触,缩短发酵时间。
- 1.6 采用分层、分区域布置曝气管,可以使氧气与物料充分接触,缩短发酵时间。

加入到混合料中的“调理剂”是指加进堆肥化物料中干的有机物,借以提高污泥混合料的孔隙率、增加混合料与空气的接触面积,同时提高混合料的碳含量、调节其碳氮比,以利于好氧发酵。理想的调理剂是干燥的,较轻而易分解的物料,如木屑、稻壳、禾秆、树叶等。主发酵主要在发酵箱内进行,靠强制通风或翻堆搅拌来供给氧气,供给空气的方式随发酵箱种类而异。

在发酵箱内,由于原料和污泥中存在的微生物及加入到混合料的发酵剂中的微生物作用而开始发酵,首先是易分解物质分解,产生二氧化碳和水,同时产生热量使堆温上升。这时微生物吸取有机物的碳、氮等营养成分,在合成细胞质自身繁殖的同时,将细胞中吸收的物质分解而产生热量。

### 2 污泥好氧生物干化技术工艺

- 2.1 含水率80%的污泥加木屑、稻壳等采用双螺旋搅拌机混合成含水率60%的污泥混合物,经过生物干化处理的产物达到含水率40%。有机质含量>50%。
- 2.2 初始混合物含水率宜为55~65%,当含水率>65%,物料孔隙相对降低,影响通气;当含水率<55%,会影响反应过程中的微生物的活性。物料颗粒粒径为12~60mm。
- 2.3 生物干化的时间是堆肥的1/3~1/2,堆肥需要7~8天。

2.4 通风量:  $4\sim 6\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^3$ 。

2.5 采用间隙通风,耗氧测定:堆体中氧含量小于14~17%时,要启动涡旋风机通风补氧;采用分层分区域供气,从密布在堆体内的分支管上的喷嘴对物料充氧曝气。

2.6 除臭、污水等处理:仓顶抽风经生物除臭后排向大气,废气所含废水汇集到污水处理站集中处理。

2.7 堆体温度升到55~65℃时,通过箱底犁刀式双轴给料机将物料推送到出料水平无轴螺旋输送机、无轴螺旋提升机输送到箱顶水平无轴螺旋输送机。

### 3 污泥好氧发酵处理设备的工艺技术方案

在整个设计方案实施过程中,重点对产品进行以下四个方面的关键技术突破与改进:

3.1 防止臭气外漏使产品采用箱体式结构的设计研究。污泥好氧发酵处理设备采用箱体式结构,添加有机物作为“调和剂”,借以提高混合料的孔隙率并增加混合料与空气的接触面积,同时增加物料中有机物碳含量、调节碳氮比,以利于好氧发酵。污泥好氧发酵,进行资源化和无害化处理,需要保证一定的温度与发酵周期,以生成高度腐熟的、满足土地安全使用标准的有机肥或燃料,同时防止臭气污水外漏,密封性能好,可以准确的标定污泥发酵所需的温度、湿度、好氧量。

3.2 为物料充分接触利用分层、分区域式曝气管及无轴螺旋输送机翻抛的设计研究。污泥好氧发酵主要在发酵箱内进行,靠强制通风或翻抛来供给氧气,利用分层分区域式曝气管及无轴螺旋输送机翻抛,能使物料充分与氧气接触,缩短了发酵周期,同时采用箱底犁刀式双轴给料机出料能使出料更畅通。

3.3 为控制通风供氧量,产品采用通入空气气体。在箱体内采用通入的空气气体,通过分层分区域式布置的曝气管,使空气中的氧气与污泥混合物接触,确保好氧量的供给。需氧量和发酵物料水分及发酵温度密切相关,一般在好氧生物处理过程中常用堆层温度的变化,可以通过测定排气中氧的含量以确定发酵箱内氧的浓度及氧的吸收率,以此为指标来控制通风供氧量。

堆体中植入管道,送氧直达每块物料,补给充分曝气均匀,从源头上控制了厌氧半反应物的产生;水汽收集:机顶集气罩全覆盖、负压引出至冷凝和除异味装置,滴水不漏异味尽除;传统槽式发酵靠堆体底层鼓风曝气无力穿透堆体、利用翻抛只能使部分物料抛起得到短暂补氧,落下压实后随即处于缺氧状态,还有边角和底层部分物料无法翻抛起来,导致大量臭气(甲烷、氨气、硫化氢等)产生。再加上臭气和水汽在厂房大空间稀释,

体积成几十倍增大,难于有效收集至厂房外处理。导致水汽凝结厂房顶重新滴落堆体,臭气太大难免外泄。一套优秀的好氧发酵装备必须是功能上高效、无臭气产生(无跑冒滴漏现象)内外兼修,自动可控。

3.4设备采用可编程PLC,实现自动化控制和过载保护作用的设计。设备的启动、停止、间距等操作均采用PLC人机界面控制等方面进行相应的技术创新,通过含氧量、湿度、臭气测量仪器实时监控,使操作更方便,故障查询更直观。采用基于区域的分水岭分割算法完成物料的检测报警,防止物料造成堵塞。当物料加入料斗时,容易造成物料的堵塞,因此需要及时检测并报警。本项目产品采用机器视觉的图像处理完成物料的检测。图像中大量存在的边缘包含了图像大部分信息,有效获取图像边缘对于图像分割、识别等智能化应用至关重要。

由于在实际生产过程中,物料之间往往是粘连在一起的,采用常规边缘检测算法往往难以直接分割成各物料,本项目采用基于区域的分水岭分割算法完成物料的分割,进而完成物料的检测。

#### 4 研究内容和结果

该产品拥有多项创新技术,整体水平达到国内领先水平。该产品核心技术已受理2项发明专利、授权4项实用新型专利,拥有独立的自主知识产权。产品在技术上与国内同类污泥处理厂家生产产品具有如下的先进性:

设备名称	地坑式好氧发酵设备	自动化好氧发酵处理设备
单位占地面积处理量	小	大4-5倍
吨污泥投资(万元/t/d)	20-30	15-20
生产效率	14-20天	5-7天
基建效率	300-400天	30-90天
污染情况	空间大、不密封、臭气易外泄	好氧充分、无臭气,设备顶部设集气罩收集废气到生物除臭装置

4.1污泥好氧发酵处理设备采用箱体式结构,防止臭气污水外漏,密封性能好,可以准确的标定污泥发酵所需的温度、湿度、好氧量。

4.2利用出料端抛料机的高速旋转,不但使污泥混合物得到有效破碎,而且在离心力的作用下,将破碎的物料高速抛向空中,充分与氧气接触,克服了体流污泥发酵方式周期长、效率低的问题。

4.3在箱体采用通入具有一定压力的空气压溶气体,通过多分头的风管口,使空气中的氧气与污泥混合物接触,确保好氧量的供给。

4.4设备的启动、停止、间距等操作均采用PLC人机界面控制等方面进行相应的技术创新,使操作更方便简单,故障查询更直观。

由于在实际生产过程中,物料之间往往是粘连在一起的,采用常规边缘检测算法往往难以直接分割成各物料,本项目采用基于区域的分水岭分割算法完成物料的分割,进而完成物料的检测。该产品的社会效益首要的体现在于国内近90%的生物质发电企业都用上,也就是说该产品对目前全球重点的课题——“节能减排”和“生态环保”上。污泥处理、生物质发电属于可再生新能源行业,是我国重点扶植的清洁能源行业,它既解决了过去露天燃烧生物质而造成环境污染的问题,反而增加能源,为我国能源紧缺起到一定缓解作用,该产品广泛运用于污泥处理、生物质发电行业,也就为“节能减排”和“生态环保”的研究起着重大作用。

其次,该产品在污泥处理、生物质发电行业使用过程中具有节能的效果:一是它运行所需的功率大大降低了,节能省电效果明显,二是其良好的密封性能为生物质燃烧节约了煤耗,该产品既可以作为可再生能源发电,以某物质发电有限公司用户采用了该产品前后的统计数据来看,使生物质发电企业每年节约标煤耗达7~10%。并且比直接焚烧污泥大大改善了燃烧锅炉周围的工作环境;也可以进一步加工后土地利用作为复合肥,十分有利于整体环境保护,对实现社会可持续发展有重要作用。

#### 【参考文献】

[1]刘宝玉,杨华军,张欣,等.浅谈恶臭污染物的生物处理技术[J].资源节约与环保,2019,(12):144+146.

[2]谢计平,李瑞娜,丁海霞.城市污泥生物处理技术研究进展[J].广东化工,2020,47(04):147-148.

[3]胡善超.污泥和生活垃圾/生物质的混合热利用研究[D].华南理工大学,2016.