



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103172246 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 04

(21) 申请号 201310075620. 7

US 5387036 A, 1995. 02. 07, 全文.

(22) 申请日 2013. 03. 11

CN 102356151 A, 2012. 02. 15, 全文.

(73) 专利权人 麦行

审查员 刘静宇

地址 510000 广东省广州市荔湾区环市西路
48号1308房

(72) 发明人 麦行

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限
公司 44102

代理人 任重

(51) Int. Cl.

C02F 11/12(2006. 01)

C02F 11/02(2006. 01)

C02F 11/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6281001 B1, 2001. 08. 28, 全文.

权利要求书1页 说明书6页

(54) 发明名称

一种污泥干化方法及其应用

(57) 摘要

本发明涉及固体废弃物的干化处理技术, 尤其涉及一种污泥干化方法, 包括以下步骤: (1) 计算: 确定待干化处理的污泥的总量 R、原始含水率 Q1、热值 M, 明确干化处理后最终含水率 Q2, 计算出以下数值: 要蒸发的总水分 T; 要蒸发 T 水分需要的总热量 K; 总量为 R 的污泥完全发酵后可以产生的热量 K1; (2) 比较 K1 和 K 的大小, 确定是否需要添加发酵所需的能量物质, 得到发酵混合物的初始配方; (3) 根据步骤 (2) 得到的发酵混合物初始配方计算混合物的 C/N 值, 在满足能量要求的条件下, 调整配方使得发酵混合物的 C/N 值在 10 ~ 50 之间, 控制温度和供氧使发酵混合物持续发酵, 产生热能, 蒸发水分, 蒸发污泥中的水分至最终含水率值, 最终达到干化污泥的目的。

1. 一种污泥干化方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 计算;确定待干化处理的污泥的总量 R、原始含水率 Q1、热值 M,明确干化处理后最终含水率 Q2,计算出以下数值:要蒸发的总水分 T;要蒸发 T 水分需要的总热量 K;总量为 R 的污泥完全发酵后可以产生的热量 K1;

(2)比较 K1 和 K 的大小,确定是否需要添加发酵所需的能量物质,得到发酵混合物的初始配方;

当 $K1-K \geq 0$ 时,不需要添加能量物质,只需要调整 C/N 比、水分、氧气的供给、菌种,就可以实现发酵和干化污泥;

当 $K1-K < 0$ 时,添加能量物质,设 K2 为添加的能量物质所提供的热量,并使需要添加能量物质满足 $K1+K2-K \geq 0$,能量满足后,再调整 C/N 比、水分、氧气的供给、菌种,实现发酵效率的提高;

(3)根据步骤(2)得到的发酵混合物初始配方计算混合物的 C/N 值,在满足能量要求的条件下,调整配方使得发酵混合物的 C/N 值在 10 ~ 50 之间,控制温度和供氧使发酵混合物持续发酵,产生热能,蒸发水分,蒸发污泥中的水分至最终含水率值,得干化污泥;

步骤(1)所述要蒸发的总水分 T、要蒸发 T 水分需要的总热量 K、总量为 R 的污泥完全发酵后可以产生的热量 K1 为:

要蒸发的总水分 $T=R-[R \times (1-Q1) \div (1-Q2)]$, T 的单位为吨;

要蒸发 T 水分需要的总热量 $K=T \times k' \times \mu \times \delta$, 其中:

k' 为水的蒸发热,根据现有不同的发酵装置、不同的物料而不同,为 2500 ~ 350 大卡;

μ 为热能的能效比,不同的物料结构热能的能效比不同,为 0 ~ 10;

δ 为气候修正系数,不同的温湿度的气候修正系数不同,为 0.01 ~ 1;

总量为 R 的污泥完全发酵后可以产生的热量 $K1=R \times (1-Q1) \times M \times S1$;其中, S1 为污泥的分解率;

所述能量物质为有机物质。

2. 根据权利要求 1 所述的污泥干化方法,其特征在于,所述能量物质为动植物、动植物残体、动植物加工物、动植物加工后废物及其衍生物、动植物排泄物及其加工物和衍生物。

3. 根据权利要求 1 所述的污泥干化方法,其特征在于,在步骤(3)的混合物中加入结构物质,使得发酵过程需要的氧气足够,当所加进去的结构物质具有发酵能量时,依据步骤(1)~步骤(3)计算 C/N 值,调整整个发酵必须的条件和物质平衡;

所述结构物质为原状或经过加工后粒径大于 0.1mm 的粒状、块状或片状物质。

4. 根据权利要求 3 所述的污泥干化方法,其特征在于,所述结构物质为木糠、树碎或米糠。

5. 根据权利要求 1 至 4 任一项所述的污泥干化方法在污泥的干化处理方面的应用。

一种污泥干化方法及其应用

技术领域

[0001] 本发明属于环保技术领域,涉及一种固体废弃物的干化处理技术,尤其涉及一种污泥干化方法。

背景技术

[0002] 据中国水网最近出炉的《中国污泥处理处置市场分析报告 2011 版》披露,截至 2010 年年底,全国城镇污水处理量达到 343 亿立方米,从各种污水处理中产生的污泥主要有城市污泥、造纸污泥、印染污泥等。脱水污泥产生量接近 2200 万吨 / 每年,而且其中有 80% 没有得到妥善处理,其含水率普遍在 80%,要进一步进行焚烧、堆肥、填埋等处理或者作为建材再利用时,必须对污泥进行干化处理。

[0003] 目前,污泥的干化工艺主要有烘干法、太阳能干燥法和生物干化技术。

[0004] 烘干法是利用烘干滚筒、流化床、干燥塔等,通过燃烧煤、矿物油等产生热气流,把热气流通入机器,把污泥的水分蒸发掉。这种工艺耗费大量的能源,而且会产生大量的废气,处理成本高。

[0005] 太阳能干燥法是在密封透明的太阳能温室里,把污泥摊薄,利用太阳能的热量,把污泥的水分蒸发掉。这种工艺占地面积大,处理量少,需密封的空间面积也大,建筑成本高,并且实际的密封效果也不好。

[0006] 不管是烘干工艺还是太阳能干化工艺,其实质都是通过外部热源,把高含水率的污泥加温,从而使里面的水分蒸发掉,这其中都有一个热传导的过程,也存在热效率低下的问题,现在,大部分采用这两种工艺的研究都在提高热效率上探讨,但无论怎么提高,烘干工艺耗费大量的能源,而且会产生大量的废气,处理成本高,从而制约了其发展,而太阳能的利用占地面积大,处理量少,需密封的空间面积也大,建筑成本高,并且实际的密封效果也不好,又受到地理和气候的影响,同时热效率也受到限制,而难以推广,因此,在污泥的干化中,利用外热源的工艺始终难以推广。

[0007] 生物干化技术是利用污泥发酵时产生的热能,把污泥的水分蒸发掉,从而达到干化。发酵是指在人工控制的条件下,通过微生物的作用,使有机物混合物不断被降解,在这过程中产生出大量的生物热能,把有机物混合物的水分不断蒸发,并使有机物混合物稳定化的过程。

[0008] 目前采用生物干化技术干化污泥已有使用,但现有的生物干化技术仍停留在污泥本身产生发酵热上面,大部分的研究是在如何保证发酵的外部条件上研究,比如:保证氧气的供应而研究加氧系统,保证发酵的均匀性而研究翻堆机的效率,为改善工作条件而研究工艺的自动化和生产场地的密闭。没有从发酵的源动力方面提供研究和解决方案。

[0009] 生物发酵过程中,要蒸发一定量的水分,必须要有一定量的热能,要产生一定量的热能,必须消耗一定量的能量,要提供一定量的能量就需要有一定量的能量物质;外部的通风、加氧、翻堆等操作都只能保证发酵能更充分进行,污泥本身的能量可以更充分地产生热能,但如果污泥本身没有足够的能量,外部条件再好再充分也无法产生足够的发酵热能,就

无法实现发酵过程的良好和持续的循环,最终无法实现污泥的干化目标。

[0010] 现在采用生物干化技术干化污泥的工厂,都需要就污泥本身先做大量的、复杂的发酵试验,如果发酵能维持,就采用生物干化技术,如果不能维持,就只能采用其他干化方式,或者盲目加进一些其他物质增加发酵效果。通过实际的污泥发酵试验来试探污泥的发酵提供热量的情况,这使得现有的采用生物干化技术干化污泥存在很大的盲目性和偶然性,就发酵来说,大部分的污泥本身的能量是不够的,包括造纸污泥、印染污泥、电镀污泥等,由于其自身发酵能量不够,不足以由自身发酵产生足够的热能把更多的水分蒸发掉,因此,很少见到成功采用生物干化技术干化所述污泥。即使有的工厂往污泥中添加能量物质提高发酵的程度,但也是凭经验和没有依据的试验,盲目地摸索进行,没有根据能量平衡的原理分析和创造性地提供精确科学的研究和解决技术方案。

[0011] 在利用污泥进行发酵中,影响发酵的各种参数可能发生很大的变化。如何根据能量平衡的原理分析计算和创造性地科学解决改善能量物质的构成、维持发酵、保证提供蒸发水分所需的热量,并最终实现污泥的干化的技术问题,是本技术领域亟待解决的技术难题,也是环境保护对本技术领域提出的重要技术问题。

发明内容

[0012] 本发明的一个目的是针对现有污泥生物干化技术的不足,提供了一种基于公式的污泥干化方法,简单易行地确定生物干化关键因素的控制和调整,实现高水分含量污泥的干化。

[0013] 本发明的另一个目的是提供所述方法的应用。

[0014] 本发明的目的通过以下技术方案予以实现:

[0015] 提供一种基于公式的污泥干化方法,包括以下步骤:

[0016] (1) 计算;确定待干化处理的污泥的总量 R 、原始含水率 Q_1 、热值 M ,明确干化处理后最终含水率 Q_2 ,计算出以下数值:

[0017] 要蒸发的总水分 T ;要蒸发 T 水分需要的总热量 K ;总量为 R 的污泥完全发酵后可以产生的热量 K_1 ;

[0018] (2) 比较 K_1 和 K 的大小,确定是否需要添加发酵所需的能量物质,得到发酵混合物的初始配方;

[0019] 当 $K_1 - K \geq 0$ 时,说明污泥的能量足够,不需要添加能量,只需要调整 C/N 比、水分、氧气的供给、菌种,就可以实现发酵和干化污泥,参照现有常规技术实现提高发酵效率,缩短干化时间等目的;

[0020] 当 $K_1 - K < 0$ 时,说明污泥的能量不够,那就要添加能量物质,设 K_2 为添加的能量物质所提供的热量,需要添加能量物质满足 $K_1 + K_2 - K \geq 0$ 。能量满足后,再调整 C/N 比、水分、氧气的供给、菌种,实现发酵效率的提高。

[0021] (3) 根据步骤(2)得到的发酵混合物初始配方计算混合物的 C/N 值,即能量平衡,在满足能量要求的条件下,调整配方使得发酵混合物的 C/N 值在 $10 \sim 50$ 之间,根据现有常规发酵技术辅以控制温度和通气要求(供氧),发酵混合物持续发酵,产生热能,蒸发水分,蒸发污泥中的水分至最终含水率值,达到干化污泥的目的。

[0022] 优选地,本发明提供的步骤(1)中各数值的优选的计算方法为:

[0023] 待干化处理的污泥的总量 R (吨)、原始含水率 Q1 (百分数)、热值 M (大卡),明确干化处理后最终含水率 Q2 (百分数);

[0024] 要蒸发的总水分 T : $T=R-[R \times (1 - Q1) \div (1-Q2)]$, T 的单位为 :吨;

[0025] 要蒸发 T 水分需要的总热量 K : $K=T \times k' \times \mu \times \delta$, 其中:

[0026] k' 为水的蒸发热,根据现有不同的发酵装置、不同的物料而不同,为 2500 ~ 350 大卡;

[0027] μ 为热能的能效比,不同的物料结构热能的能效比不同,为 0 ~ 10;

[0028] δ 为气候修正系数,不同的温湿度的气候修正系数不同,为 0.01 ~ 1。

[0029] 总量为 R 的污泥完全发酵后可以产生的热量 K1 : $K1=R \times (1-Q1) \times M \times S1$;其中, S1 为污泥的分解率,对于不同污泥,可以从手册中查出平均值,根据常规的分析化验可以准确获得其分解率,约为 0 ~ 1;

[0030] 当 $K1-K \geq 0$ 时,说明污泥发酵产生的热量足以把含水率为 Q1 的 R 量的污泥干化到含水率为 Q2 的污泥,并在干化过程中,使污泥发生改变:小分子有机物分解,大分子有机物降解稳定化,使污泥减量化、稳定化、无害化、资源化。

[0031] 当 $K1-K < 0$ 时,说明污泥发酵产生的热量不足以把含水率为 Q1 的 R 量的污泥干化到含水率为 Q2 的污泥,这时,需要添加能量物质,使得 $K1+K2-K \geq 0$,其中 K2 是添加的能量物质所提供的热量;

[0032] 其中,要添加的能量物质的量为 R1,检测要添加的能量物质的含水率为 Q3,热值为 M1。

[0033] 当 $Q3 \geq Q2$ 时:

[0034] 总量为 R 的污泥完全发酵后可以产生的热量:

[0035] $K1=R \times (1-Q1) \times M \times S1$ (1)

[0036] 总量为 R1 的能量物质完全发酵后可以产生的热量:

[0037] $K2=R1 \times (1-Q3) \times M1 \times S2$ (2)

[0038] S2 为添加的能量物质的分解率,对于不同的能量物质,可以从手册中查出分解率的平均值,根据常规的分析化验可以准确获得其分解率。

[0039] 把含水率为 Q1 的 R 量污泥和含水率为 Q3 的 R1 量的能量物质混合,通过发酵干化到含水量为 Q2 的混合物所需要的能量:

[0040] $K= \{ [R-R \times (1-Q1) \div (1-Q2)]+[R1-R1 \times (1-Q3) \div (1-Q2)] \} \times k' \dots\dots\dots (3)$

[0041] 当 $Q3 < Q2$ 时:

[0042] $K2=R1 \times (1-Q3) \times M1 \times S2 \dots\dots\dots (4)$

[0043] 要通过生物发酵把含水率为 Q1 总量为 R 的污泥干化到含水率为 Q2 的物料,需要满足 : $K1+K2 \geq K$ (5)

[0044] 由此,我们可以计算出需要添加多少含水率为 Q3、热值为 M1 的能量物质 R1 的重量。

[0045] 如果添加多种能量物质, K2 可以是不同的物质的热值的和,也就是: $K2=K3+K4+K5+\dots+Kn$ 。

[0046] 所述能量物质优选高热值的有机能量物质,其热值大于 1000 大卡 / 公斤,优选地可为动植物、动植物残体、动植物加工物、动植物加工后废物及其衍生物、动植物排泄物及

其加工物和衍生物,例如可选用动植物油脂、淀粉或糖等。

[0047] 优选地,本发明步骤(3)为保证混合物良好的通气状况,可根据需要加入结构物质,使得发酵过程需要的氧气足够,当所加进去的结构物质具有发酵能量时,依据步骤(1)~步骤(3)计算 C/N 值、能量平衡,参照本技术领域现有常规技术调整整个发酵必须的条件和物质平衡。

[0048] 所述结构物质为原状或经过加工后粒径大于 0.1mm 的粒状、块状或片状物质,例如优选为木糠、树碎、米糠等。

[0049] 本发明同时提供了所述污泥干化方法的应用,具体是应用于污泥,如城市污泥、造纸污泥或印染污泥的干化处理方面。

[0050] 优选地,本发明提供了一种新的应用,将所述干化方法应用于干化处理不含发酵热值和发酵能力的物质。即,如果 R 的物质不是污泥,也没有热值 M1,产生不了热量 K1,但根据本发明方法,添加进去能量物质 R1,保证 R1 具有足够的热值 M1,能产生足够的热量 K2,使得 $K1+K2-K \geq 0$,并且按照前述步骤(2)和步骤(3)方法调整能量物质以及结构物质,那么,就可以实现通过添加的能量物质进行生物发酵干化任何其他物质的方式,把总量为 R 的物质从 Q1 水分含量干化到 Q2 水分含量。本发明方法优选可应用于任何高水分含量的固体废弃物的干化处理方面,而不要求所述高水分含量的固体废弃物本身是否具有发酵能力。

[0051] 本发明的有益效果是:

[0052] 本技术领域长久以来研究的重点在于如何提高污泥本身的发酵效率方面,但效果不佳。这是因为本技术领域沿袭的是生物发酵的原理和技术手段,在原来的生物发酵领域,用来发酵的物料的发能是足够的,只需要满足合适的 C/N 比、温度、水分、通气的条件就可以实现持续发酵。因此,当生物发酵的原理应用于污泥的时候,遇到了发酵技术难题。因为污泥本身与以往的发能有机物料是不同的,污泥通常没有足够的发能,当污泥本身发能不够时,再怎么调整温度通风条件都无法进一步提高发酵效率,所谓“巧妇难为无米之炊”。

[0053] 本发明基于对污泥处理和发酵的长期研究,提供了一种计算方法,结合常规的数学计算公式从能量的角度去分析污泥干化的工艺调整技术手段,在建立了污泥发能理论和计算方法后,针对污泥的提高发酵效率和其他技术手段技术才真正能起到作用。

[0054] 具体地,本发明创造性地分析污泥生物干化机制,建立了一种基于发能平衡的先决条件下,干化污泥的一种配方计算方法,并基于计算方法结合发能条件要求建立了生物发能系统原料的配置问题,彻底改变了凭经验和盲目地试验摸索进行污泥生物干化操作的现状,本发明科学地解决了改善发能物质的构成、维持发能、保证提供蒸发水分所需发能的技术问题,并最终成功采用生物干化方法将污泥干燥至目标要求,方法简单易行,实用性高,为污泥的生物发能干化、添加发能物质、维持体系持续发能提供重要的技术依据。

[0055] 基于本发明设计思想,本发明为生物干化技术领域提供了一种新的技术思路,即采用添加发能物质的方法干化不具有发能能力的废弃物,彻底改变了现有技术基于物料自身发能的技术定势和技术偏见,为生物发能干燥技术领域开辟新的技术领域。

具体实施方式

[0056] 下面结合具体实施例对本发明作进一步的说明。除非特别说明,本发明采用

的原料和设备均为本技术领域常规的原料和设备,原料的简单替代应视为没有超出本发明的实质思想范围。

[0057] 实施例 1

[0058] 本实施例向污泥中加入有机能源剂并调整物料组成,确定适宜组成比例,使其有机质的 C/N 比例和水分含量在合适的范围,通过持续发酵的方法使污泥脱水干化。

[0059] 所述的污泥干化方法,包括以下步骤:

[0060] (1) 计算;

[0061] (A) 确定待干化处理的污泥的总量 R、原始含水率 Q1、热值 M,明确干化处理后最终含水率 Q2;

[0062] 本实施例采用城市污泥(来源广州市污水处理厂),R 为 100 吨,原始含水率 Q1 为 80%(重量百分比含量),采用分析方法检测计算知其热值 M 为 1700 大卡(绝干质),需要干化处理至含水率为 30% (Q2);

[0063] (B) 计算出要蒸发的总水分 T: $T=R-[R \times (1-Q1) \div (1-Q2)]$;

[0064] 计算得 T 为:71429kg 水。

[0065] (C) 计算出要蒸发 T 的水分,需要的总热量: $K=T \times k' \times \mu \times \delta$,其中:

[0066] k' 为水的蒸发热,本实施例为一般污泥采用高槽式的发酵装置的水的蒸发热量, $k' = 1900$ 大卡;

[0067] μ 为热能的能效比, $\mu = 5$;

[0068] δ 为气候修正系数, $\delta = 0.25$,

[0069] 计算得 K 为:169643875 大卡。

[0070] (D) 计算出 R 的污泥完全发酵后可以产生的热量: $K1=R \times (1-Q1) \times M \times S1$;

[0071] 其中,S1 为城市污泥的分解率,采用分析方法检测知本实施例城市污泥的分解率 0.25;

[0072] 计算得 K1 为:8500000。

[0073] (E) 计算要蒸发 T 的水分,所需的热量:169643875 大卡。

[0074] 当 $K1-K \geq 0$ 时,说明污泥发酵产生的热量足以把含水率为 Q1 的 R 量的污泥干化到含水率为 Q2 的污泥,并在干化过程中,使污泥发生改变:小分子有机物分解,大分子有机物降解稳定化,使污泥减量化、稳定化、无害化、资源化。

[0075] 当 $K1-K < 0$ 时,说明污泥发酵产生的热量不足以把含水率为 Q1 的 R 量的污泥干化到含水率为 Q2 的污泥,这时,需要添加能量物质,使得 $K1+K2-K \geq 0$,其中 K2 是添加的能量物质所提供的热量;

[0076] 计算可知, $K1-K < 0$,本实施例采用废动物油作为有机能量物质,通过分析方法检测知其分解率 S2 为 1;首先设要添加的能量物质的量是 R1;废动物油的含水率 Q3 为 0,热值 M1 为 6500,比较得知: $Q3 \leq Q2$,

[0077] 根据式(5) $K1+K2 \geq K$,则 $8500000+K2 \geq 169643875$,

[0078] 根据式(4) 计算得知: $R1 \geq 24791\text{kg}$,

[0079] 即要把 100 吨热值为 1700 大卡,含水率为 80% 的广州污泥通过发酵干化,干到含水率为 30% 的物料,需要添加含水率为 0,热值为 6500 大卡的动物油脂 24791 公斤,否则怎么发酵也不能达到干化的目的。

[0080] (2) 那么 $K1+K2-K \geq 0$, 可保证发酵的能量条件, 使污泥系统发酵产生的热能足够把污泥干化; 若不够能量, 可依据步骤(1) 计算和添加能量物质; 得到发酵混合物的初始配方范围值: R 为 100 吨, R1 为 24.791 吨;

[0081] (3) 根据步骤(2) 得到的发酵混合物配方范围值, 并加进一定的结构调理剂, 调整 C/N 值在 10 ~ 50 之间, 根据现有常规发酵技术辅以控制温度和通气要求(供氧), 发酵混合物持续发酵, 产生热能, 蒸发水分, 蒸发污泥中的水分至最终含水率值 30%, 达到干化污泥的目的。

[0082] 优选地, 步骤(2) 为保证混合物良好的通气状况, 可根据需要加入结构物质木糠, 使得发酵过程需要的氧气足够, 当所加进去的结构物质有发酵能量时, 依据步骤(1) 计算能量和步骤(3) 调整 C/N 值, 完成整个发酵必须的条件和物质平衡。

[0083] 以城市污泥 100 吨、油脂 24.791 吨、木糠充分混合, 调整 C/N 比为 25 : 1, 并调整含水率至 60%; 将混合物放进发酵槽中发酵, 使其产生热量; 当发酵混合物的温度达到 65℃ 时, 混合物中的水分发生蒸发; 利用布置于槽底的风道鼓风, 加进氧气, 排出水分, 发酵 360 小时后, 检测发酵混合物的含水率为 30%。

[0084] 按照本发明思想和方法, 本发明进行了大量的实验, 均获得了稳定而效果显著的实验结果, 但不能在此一一赘述。以下以 3 个实施例给出实验结果:

[0085]

实施例	实施例 2	实施例 3		实施例 4
处理对象	印染污泥	泥沙		印染污泥
发酵方式	槽式	条垛式		密封式
R (Kg)	100000	100000		10000
M (大卡)	2800	0		2800
S1	0.4	0		0.45
Q1	80%	60%		60%
Q2	30%	30%		30%
T (Kg)	71429	42857		4286
k'	1700	1500		350
μ	3	4		1.5
δ	0.43	0.25		0.6
K (大卡)	156643797	64285500		1350090
K1 (大卡)	22400000	0		5040000
K1-K	-134243797	-64285500		3689910
添加能量物质	糖胶	大鸡粪+木糠	高能动物油	因 $K1 > K$, 所以不需要添加能量物质
R1 (Kg)	52433	25000	5101	
Q3	20%	30%	0	
M1 (大卡)	4000	3500	9000	
K2 (大卡)	134243797	18375000	45910500	
S2	0.8	0.3	1	
C/N	25/1	25/1		25/1
处理后含水率	30%	30%		30%