

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C05F 17/02
C05F 9/02



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98808793.6

[43] 授权公告日 2003 年 8 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 1117713C

[22] 申请日 1998.7.20 [21] 申请号 98808793.6
[30] 优先权
[32] 1997. 7. 18 [33] NZ [31] 328373
[86] 国际申请 PCT/NZ98/00107 1998. 7. 20
[87] 国际公布 WO99/03799 英 1999. 1. 28
[85] 进入国家阶段日期 2000. 3. 2
[71] 专利权人 威尔森布朗同仁有限公司
地址 新西兰奥克兰
[72] 发明人 P·布朗 G·F·威尔逊
审查员 梁金奎

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所
代理人 林蕴和

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称 机械堆肥化处理的改进

[57] 摘要

一种堆肥化处理系统和方法，它包括有一个或多个室的垂直绝热堆肥化处理塔。每一室的底部配备通风室和格栅，通过该格栅可引进空气并每天取出产物。堆肥化处理可生物降解废物的方法利用活塞流动原理，包括采用塔能使低速率空气流通过堆肥堆。该方法利用在堆肥堆中高温/嗜热微生物的活性，并通过控制引入的空气流保持大于化学计量量的堆能。利用堆肥堆中的挥发气体提取，结合循环厌氧/需氧操作保持恒定生物膜。

ISSN 1008-4274

1.一种堆肥化处理系统，它包括一个垂直绝热的有一个或多个室的堆肥化处理塔，每一室的底部配备一堆肥取出装置，由于室的绝热所保持的堆能可引入空气通
5 过该装置，并通过该装置定期地取出产物。

2.如权利要求 1 所述的堆肥化处理系统，其特征在于所述操作可以是连续的，其中堆肥化处理的生物体以活塞流动方式下降，利用生物体物质下降通过垂直塔室时由生物消蚀引起的受控收缩和壁压下降，与定期排出产品相结合，在室内无需机械装置搅拌。

10 3.如权利要求 1 或 2 所述的堆肥化处理系统，其特征在于自然引入的过量空气和通过生物活性挥发的排放气体可通过风扇控制，该风扇有组合冷凝器/涤气器，用于保障气味控制和从排放气流中除去冷凝物，以便废弃或在室内再使用，保持最小平均堆湿度在 45%—50%之间，从而确保维持生物膜或基体颗粒水分涂层，为能高温气相转化为食源的微生物提供生长环境。

15 4.如权利要求 1—3 中任一权利要求所述的堆肥化处理系统，其特征在于所述在气体/生物膜界面的高温气相转化大多数是厌氧产生的臭味气体，由喜高温和嗜热类的需氧菌进行，它们直接由通过的气流获得氧气或由溶解在生物膜中的氧获得，从而使进行堆肥化处理的生物体可以基本上自过滤不需要的气味。

20 5.一种采用如权利要求 1—4 中任一权利要求所述的堆肥化处理系统来堆肥化处理可生物降解废物的方法，该方法包括：

采用通过室侧壁和顶部绝热保持的独立塔能，使低速率空气流以化学计量的数量和标称过量通过堆肥堆；

25 通过生物膜维持和湿度含量控制，在堆肥堆上部为喜高温和嗜热微生物提供合适的生长环境，在堆内提供结合的需氧和厌氧活性，而没有不需要的气味逃逸到环境中；和

根据生产的产品特性和要求产品的熟化程度，按周期性保留时间定期地进料和取出物料。

30 6.一种采用如权利要求 3 或 4 所述的堆肥化处理系统来堆肥化处理可生物降解废物的方法，该方法包括：从进口到出口保持覆盖基体束缚水分的生物膜，该膜可防止热解可能，促进高温微生物活性。

7.一种采用如权利要求 1—4 中任一权利要求所述的堆肥化处理系统来堆肥化处理可生物降解废物的方法，低速率空气流降低了底层中输入空气的冷却效果，使有

效工作高度内具有高的热效率。

8.如述权利要求 1—7 中任一权利要求所述和基本按前面参考附图和热力学模型所述的堆肥化处理系统。

机械堆肥化处理的改进

5 发明领域

本发明涉及改进的堆肥化处理，特别是改进的机械堆肥化处理的设备或系统。

发明背景

10 目前，生物体(biomass)，尤其是粮食废物、木材废物、木片、污泥、甚至有害废物、以及其它材料特别难以大批处理。

目前有许多堆肥化处理系统用于处理这类材料，然而，大多数系统成本高，并且产生气味，这意味着这些机器设备必须位于远离城市的乡村。

15 多种形式的生物体堆肥化处理已实施了成千年。有些堆肥化处理是自然发生的，通过自然环境中的生物作用，经物质分解的腐殖化进行堆肥化处理。人类一直试图采用人工集中堆积有机物，近来采用机械装置集中堆积，来增强和加速这一过程。这是由于人口集中的结果，城市中农产品的有机废物一般最终集中于地面填埋场或污水池。由于它们的建造费用和操作成本，这正好与近年降低地面填埋体积的要求相对立，并且使用寿命结束后污水池需修复，或城市侵入使它们不受欢迎。

20 将有机物作为堆肥而循环是维持地球未来的重要特征。无论采用何种施肥(fertigation)形式，当有机物被土壤生物体分解时能提供主要的养分保持能力，这正是所有自然和未受干扰的生态系统在其生长、死亡和衰变循环中的特征。

25 搅拌堆肥化处理的物质，在这些过程中消耗大量空气和能量是目前机械堆肥化处理的特征。目前的专利和现有技术不胜枚举，但我们可参考 Robert T. Haug 的堆肥化处理方法的汇编，“The practical handbook of compost engineering”, Lewis Publishers 1993, ISBN # 0-87371-373-7。该书中有包括加速机械系统的堆肥化处理的技术和机械装置的完整描述。

因此，本发明目的是提供低成本的适合生物体范围的堆肥化处理系统，并且该系统还可用作生物过滤系统。

由下面以举例方式给出的描述可以理解本发明的其它目的和优点。

30

发明概述

本发明提供了一种堆肥化处理系统，该系统中包括一个垂直绝热的，有一个或

多个室的堆肥处理塔，每个室的底部配备有一通风室和格栅，通过该格栅空气可自行通入，并能定期地取出产物。

根据本发明另一方面，提供了堆肥化处理可生物降解废物的方法，该方法采用活塞式流动原理，包括：

- 5 利用塔能使低速空气流通过堆肥；
- 利用堆肥中喜高温(pyro)/嗜热(thermopylic)微生物活性；
- 通过控制通入的空气流，保持大于化学计量量的堆肥能；
- 提取堆肥中释放的气体；
- 通过组合循环厌氧/需氧操作，经常地保持生物膜；和
- 10 以规则间隔取出生物体物质。

堆肥化处理系统操作为连续式，按照活塞式流动原理进行，在其下行通过垂直室期间利用生物体物质的控制收缩进行操作，使得对室壁的压力效应可使用直的侧壁代替本领域皆知的负向倾斜的壁，这样可简化构造方法，降低成本。

该系统以后称作 VCU 或垂直堆肥化处理单元。

- 15 第二室(如果包括)可用于堆肥熟化，其操作方式与第一室相同，而对于积木式结构，可以多个单元共用一个进料系统平行操作。

每个室的底部配有一通风室和格栅系统，以控制空气注入以及每天的产物取出。

- 保留的堆肥能(每一 65m³VCU 中 7.8 G Joules)导致大于化学计量的空气输入量。
- 自然发生的过量空气流和放出的气体可通过一个风扇控制，并有组合冷凝器/涤气
- 20 器，以用于冷凝物去除，以及在需要时或法规要求时保障气味控制。

有绝热热堆肥的连续流动垂直堆肥化处理塔有利于保持地面清洁，可使空气自由地通过塔底部引入，其速率接近堆肥中细菌新陈代谢的需要(按化学计量算得的需氧量)。塔可以安装在底座或开口的支撑结构上，或一个空穴上以达到这些目的。

- VCU 是对天候密封和防虫的。低的产出气体速率可减小涤气器的尺寸和成本，
- 25 提高气味去除效率。试验时在堆中的气味量通常是 1-2DT(稀释至极限)。

生物体物质不需搅拌，极大地降低了产生气味的可能性。利用本申请人已知的任何现代容器内系统中的最小空气速率，VCU 可促进喜高温和嗜热细菌和真菌的活性，同时产生需氧和厌氧活性。厌氧活性产生的臭味气体可作为 VCU 上部的高温下喜高温和嗜热细菌的食物，使 VCU 滤去本身的气味。

- 30 VCU 考虑到保持从进口到出口的束缚活性水分的生物膜(一般为 45—50%重量/重量)，该膜可防止热解可能，促进微生物活性。这对处理混合有粮食废物或污泥的绿色废物(green waste)尤其有效。

本文中术语“生物膜”指涂布不连续介质上的水的薄膜。气相中的有机分子通过该生物膜被吸附到介质，微生物可在该膜中生存，并在所谓的“生物过滤”过程中消耗有机分子。

低空气流会降低从底部输入空气的冷却效果，对有效工作高度提供高效率。

5 一般采用的高输入空气速率使垂直热堆的底部效率不高，因此对一定生产量需增加塔高。高引进空气速率还增加气体通过塔的速率，导致夹带和散发生物气溶胶颗粒和有臭味的废气。

设计第二室(在较大的装置中)用于堆肥熟化，第二室按照与第一室相同的原理操作。采用积木式结构，系统设计成操作时使一个室进料，另一个用于堆肥熟化。
10 在难以混合生物体进料或土壤改良情况下需要这种方法。这样的慢循环分开在两个串联的VCU中进行，以避免物料的过度压实。

用带门的活动底板向下传递每日循环处理的物料。

堆肥化处理系统连续进行每日循环的进料和产出活动(2班达到40m³/天产量)。VCU可在14天后产生可供使用的堆肥，但当实现长形料堆以及随后的料堆翻转时
15 也可用作加速器(7-10天)(本设计为80-200m³/天)。

VCU的主要优点是可以使系统位于靠近城市地区，降低收集和处理成本，便于制得产品的销售。还能在现场使用团体、工厂和研究机构的处理单元。

VCU使用“保温”堆能量来“引入气流”到“活塞式流动”热堆肥塔。在较大的型号中，堆能可达到万亿焦耳。该热能足以使“合适气流”通过进口导管，(控制在“合适气流+3-7%平均数)。VCU的原理是仅提取室内过程中放出的气体，以及
20 少量自然引起的过量空气。

新南威尔士环境保护局试验表明在没有风扇操作下有3—7%过量空气。

本申请人的试验结果已经表明在垂直堆中的收缩和压实过程中，形成活性厌氧囊是有好处的。这为嗜氧菌提供了额外的食物来源，这些嗜氧菌能吸附气相中或溶解在生物膜中的这种食物。通过亲中介态的细菌和厌氧菌形成的气体具体是H₂S和CH₄(硫化氢和甲烷)，这些气体是通常导致堆肥化处理系统的气味和引起公害的气体。
25

而且，在容器内顶部的冷凝物滴落到进行堆肥化处理的生物体保持了堆肥化处理基体中的活性生物膜。生物膜提供湿度含量大于常规系统的产物，同时该膜具有两种重要功能。首先，它为细菌和真菌包括厌氧菌提供直至出口的活性水分/固体的
30 界面。第二它为上述需氧菌提供活性水分/流动气体的界面，这些需氧菌或在生物膜表面的“气相”获得其食物，或获得溶解在其中的食物。这一作用为与该过程提供

了对气味的基本上完全的自过滤。

常规方法试图使用大量空气而保持 65—70℃温度。这将冷却微生物过程，阻碍有益的高温微生物，并在中间厌氧反应中产生大量排出气体。这一作用使清扫气味的问题更大，更难以控制。引进大量的过量空气使垂直容器内堆肥化处理系统在塔

5 的较低部分效率很低，这样的系统需要大量能量。

本申请人的计算机模型(表 1)精确地预测这一能量过程以及所需空气量。并在新南威尔士环保局的原型单元上进行了测量。

由下面的描述将能更好地理解本发明的其它方面。

10 附图简述

参考附图(图 1)所示的堆肥试验装置的一个实施例进行下面的描述。

较好实施例描述

下面给出对这样装置(图 1)的说明：

15 典型商品规格：(未列出小型民用和研究所用装置)

大小： 日产率(m³): 0.2、1.0、5.0、25、50、100

加速产率(m³) 0.5、2.0、10、50、200

室大小： 5、20、50、250、
500、1000

空气用量 一般为 1.25scm/min(42scfm)

能耗 空气： 10 瓦/m³

进料/切碎机： 950 瓦/m³

控制器： 5 瓦/m³

进料系统： 将需处理的物料放入掺混机(1)，与添加剂混合在一起。混合后的物料由填充式推进加料器(2)送入纵向推进加料器(3)和横向推进加料器(4)。由旋转盘(5)平均分配进料。自动水平控制使有足够的空间排空原料系统。加入物料后关闭原料斗，保持整个系统为负压，避免残留气味。少量新鲜绿色废物料通过该系统，翻松和清理掺混器和推进加料器管。

- 原料：食物废物、污泥、一些有害废物、最多为食物废物/污泥的 85 %重量/重量的填充剂(切碎的绿色废物或木片)。水分含量为 60—80%。腐殖酸 60ml/m³ 和硝酸钙铵 150gm/m³，可根据食物废物的百分数变化。石膏 150gm/m³。添加剂可根据原料分析变化。有时建议加入硫酸镁。
- 提取系统：振动在通风室(7)上面的液压操作的格栅(6)，打开通风室(7)，放料至下面的储藏仓(未标出)。一个较大的单室加速器装置在其下可以有轮式装卸器料仓。较大的系统还可以有一个地面螺旋清扫推进器(12)和返回料推进器(8)，用于放料至筛选以及筛上料返回装置，以及筛选和筛上料返回装置，和图 1 所示的完成堆肥的储藏装置。
- 循环时间：7—28 天，取决于要求产品的粒度以及熟化方法。
- 产物：自覆盖堆肥(未筛选)或在另外筛选装置中分级的堆肥。筛上料可循环用作另外的填充剂或粉碎之。10mm 堆肥的产量一般为粉碎的绿色废物体积的 85%，筛选后回收+10mm 木碎片填充剂。有第二熟化室的系统得到的产品可以在不经长形料堆熟化下使用。
- 图 1 中给出仓库(14)。仓库有顶板覆盖在三个侧壁上。仓库(14)可以包括一筛选机和任意的研磨机(15)。
- 操作温度：主室(12)
顶部：80—85℃
中部：60—70℃
底部：45—50℃
- 过滤：与很低速率空气流相结合的基本上通过堆肥原料的自过滤。当对食物废物/绿色废物操作时，在风扇出口(9)气味势(odour potential)为 1—2DT。(高斯弥散距离模型(Gaussian Dispersion Distance Model))结果在 20 米距离处大大小于人类检测阈值。排出的气体任选通过三重涤气器(10)，该涤气器含有 NaOH、NaOCl、CH₃COOH 和水。涤气器(10)可以是标准的填充喷雾塔。涤气器的流体由罐(11)泵压再循环，当活性通过带出被中和时，罐要重新填充。经济合理的罐尺寸可给出约 12—18 个月的活性，罐是密封和锁闭的。废弃物对环境是无害的，因为使用化学

制剂相互中和至 pH 为 7。这种经济有效的气体洗涤系统, 仅需用于可能有腐蚀性的生物修补(bioremediation)法。

通常采用简单的冷凝过滤器。这是因为与其它系统相比烟道气是如此小, 使它们在释放到环境中时具有很大的稀释因子。如果因操作上的失误而产生臭味气体, 其效果会迅速分散到环境空气, 对附近的人没有显著的影响。

冷凝物: 将试验阱置于冷凝器中。冷凝物为透明, 几乎无味, pH 为 5(平均), 没有病原体或硝酸盐, 适合于灌溉或暴雨水的处理(Cawthron Institute Tests and NSW EPA Tests)。

沥出物: 除非进料湿度超过 80%, 没有沥出物。沥出物的 pH 为 6.5, 有一些棕色腐殖土固体和硝酸盐。生物需氧量(BOD)可忽略。通过进料管理可方便地控制沥出物, 但如果出现沥出物, 可包含沥出物用于循环。

病原体: 假定没有病原体, 因为堆肥化处理的条件, 而 14 天最短堆肥化处理周期是抗病原体的。由 Cawthron Institute and NSW EPA 的病原体筛选证实病原体为零。

毒性指数: 90%根长度(AS3743)

发芽: 99%(AS3743)(适用于制得完成的堆肥的带熟化室的系统)。

野草种子: 14 天后生存数为零。

后熟化时间: 准备使用 14—28 天, 取决于装置位置和对熟化的要求。VCU 可用于加速粮食废物和污泥的分解(7-10 天), 但是需要大面积用于后熟化的长形堆料。使用这一系统的这种类型意味着不可以在靠近城市的地区操作。

操作人员 两人可操作产量高达 500m³ 的型号。

本申请人在操作试验装置(图 1 的典型装置)时发现, 大体积量的食物废弃物或污泥可以和粉碎的绿色废物混合。食品废液使混合物的湿度含量达到理想程度(绿色废物湿度一般小于 50%, 食物废物可高达 90%)。较大的粮食废弃物如土豆、南瓜、洋葱等需要粉碎。这样可以显著减小体积, 增加表面积, 使混合物含有高达 80%(重量)的食物废物/污泥, 而没有明显增加总体积。这是因为变为浆状的食物废物占据了粉碎的绿色废物颗粒间的大多数空隙。大于 80%的湿度有时会导致在底部通风室 8 中有少量沥出物(pH 为 6.5)并使产物较潮湿。当排出物料时, 水分会很快地闪蒸除去(45-55℃), 物料具有天然的泥土气味。即使对食物废物, 堆肥中也只有很少量可检

测到的硝酸铵或亚硫酸气味。通过控制进料和添加剂，占优势的主要阳离子是钙，没有可检测到的氮损耗。对所有营养物和痕量元素余量的养分分析(AS3743)均较高，但取决于输入系统的物料的组合和分析。

由于提供了潮湿条件，真菌在底部区域的生长较快。本申请人已辨别出可转化的铁和硫的真菌。本申请人相信，并将进一步试验，扩大的高温区显示有利的处理条件，并且有一些至今未能鉴别的高温分解有机物。这些研究项目将在 NSW 大学进行。

Cawthron Institute 在试验这些真菌的初步讨论中指出 VCU 确能创造并强化适合于喜高温/嗜热菌的环境，这些菌迄今还未被编类，在 VCU 提供的理想条件下它们会猛烈袭击木素—纤维素结构。

使用了计算机模型，并在所附表 1 中列出。它是图 1 所示的单室模型的 VCU 例子的物理热力学模型。

本发明的优点如下：

封闭的绝热垂直堆；

活塞式流动原理；

绝热堆能；

由塔堆能引入气流；

低速率空气流；

高温-利用喜高温/嗜热微生物活性；

仅提取排放的气体；

维持恒定的生物膜；

低的能量需求/消耗；

生产空间需要较小的土地面积

组合的厌氧/需氧操作循环；

可忽略的气味和排放产物；

积木式设计—共用一个进料/排放系统的数个室。

本发明实施中的关键原则：

低空气速率，高温；

低能耗；

低操作成本；

较小的土地占用面积；

可忽略的气味(可能设于城市)；

由塔能引入空气；

仅用风扇去除放出的气体；

积木式设计：数个单元共用一个进料系统。

- 说明书中描述了具体的机械或其它整体，但应理解为包含各种变动如同其各自提出的一样。
- 5

描述了本发明的一些具体例子，应理解在不偏离本发明范围下可以有各种修改和变动。

因此，本发明提供了改进的机械堆肥化处理单元。

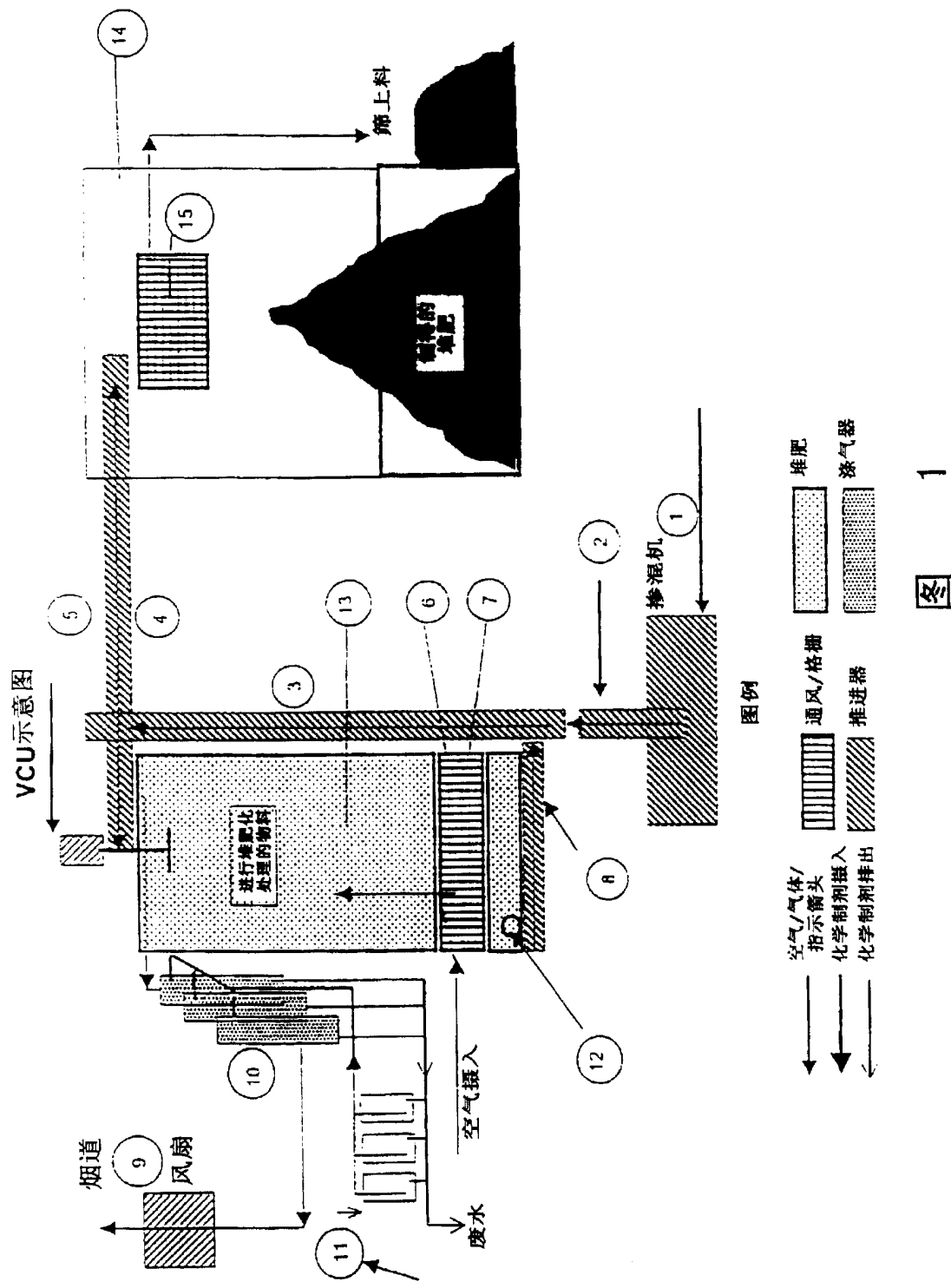


表 1a
直塔式容器内堆肥化处理系统
物理和热力学模型

VCU # 面板(一面)	2.2 米		
总易腐烂物 %	50 %	VCU 模型	20S
易腐烂物 % 固体(重量/重量)	25 %		
绿色废物水分含量	50 %		
主室产出物水分含量	30 %		
绿色废物进料堆密度	0.30		
污泥的干固体密度	0.83		
环境温度	14 °C		
塔中各区域温度			
区域 A 温度(测定)	80 °C		
区域 B 温度(测定)	75 °C		
区域 C 温度(测定)	67 °C		
区域 D 温度(测定)	45 °C	塔高度	5 米
C 和 H 的最终分析		产品	45 %
		水分含量	
C %	49 %	冷凝物	8L/m ³ /天
H %	9 %	循环时间	14 天
平均温度上升	52.75 °C		126.95 °F
环境温度	14 °C		57.2 °F

表 1b
直塔式容器内堆肥化产处理系统
VCU 数据

体积(主室)	24 米 ³	24 米 ³	1.73
绿色废物日量(湿)	1,162 磅	519 千克	(m ³ /天)
污泥日量(湿)	1,162 磅	519 千克	
每日总量(湿)	2,323 磅	1,037 千克	
通风室负荷	3.24psi	0.29Kg/cm ²	
水量	1,452 磅	648 千克	总地面负荷 13,501(千克)
干料总量	871 磅	389 千克	
总含水量	62.50%(W/W)	62.50%(W/W)	
塔内总能量	2,773,766btu	2,926 兆焦耳	31,213
使用能量(加热/蒸发)	81,519btu/小时	23 千瓦/小时	67,932
用于微生物能量的氧	25.36 磅/小时	11.32 千克/小时	
过量氧	0.76 磅/小时	0.34 千克/小时	
氧总量摄入	26.15 磅/小时	11.66 千克/小时	
氮摄入	98 磅/小时	44 千克/小时	
空气总需求	124.39 磅/小时	55.53 千克/小时	
每小时比空气体积	64.17scf/m ³	1.89scm/m ³	634
风扇 Spec@3"swg	42.63scfm	1.25scm/min	0.05
水日进料量	1,452 磅/天	648 千克/天	
水日蒸发量	1,149 磅/天	513 千克/天	5.65%
OD 固体日损耗	163 磅/天	73 千克/天	1.34%
预测烟道温度(predicted Stack Temperature)	63°F	17°C	
塔速率	0.842 英尺/分钟	0.259 米/分钟	
塔速率	0.014 英尺/秒	0.004 米/秒	
OD 固体损耗速率	7 磅/小时	3 千克/小时	
OD 固体损耗	7 磅/米 ³ /小时	3 千克/米 ³ /小时	
水减少量	47 磅/米 ³ /小时	21 千克/米 ³ /小时	
日下降	1.53 米 ³ (估计)	452 千克	

检查数字	355.13	0.158			6.79
消耗的微生物燃料 (主室)	磅/小时	摩尔	scfm	acfm	
碳	5.435	0.453			
氢	1.359	0.679			
需要的氧	25.361	0.793	4.742	5.382	烟道气
过量氧	0.761	0.024	0.142	0.161	0.44%
(蒸发)H ₂ O	47.854	2.659	15.907	18.052	
(氧化)H ₂ O	10.869	0.604	3.613	4.100	
CO ₂	14.492	0.329	1.971	2.237	8.41%
N ₂	98.270	3.510	20.999	23.831	
烟道的氧化产品	172.246	7.125	42.632	48.220	