



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 118988927 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 27

(21) 申请号 202411201765.1

(22) 申请日 2024.08.29

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 118988927 A

(43) 申请公布日 2024.11.22

(73) 专利权人 重庆渝环生物能源有限公司

地址 401120 重庆市渝北区洛碛镇桂湾村

(72) 发明人 况前 陈海龙 刘旭清 王永强

杨琪 杨宇宏

(74) 专利代理机构 重庆强大凯创专利代理事务

所(普通合伙) 50217

专利代理师 伍琴琴

(51) Int.Cl.

B09B 3/00 (2022.01)

B09B 3/30 (2022.01)

B09B 3/35 (2022.01)

B09B 3/32 (2022.01)

B09B 3/65 (2022.01)

B09B 101/70 (2022.01)

(56) 对比文件

CN 214937410 U,2021.11.30

CN 212833540 U,2021.03.30

CN 110027113 A,2019.07.19

CN 107737661 A,2018.02.27

CN 206355934 U,2017.07.28

CN 115780455 A,2023.03.14

审查员 胡钰娟

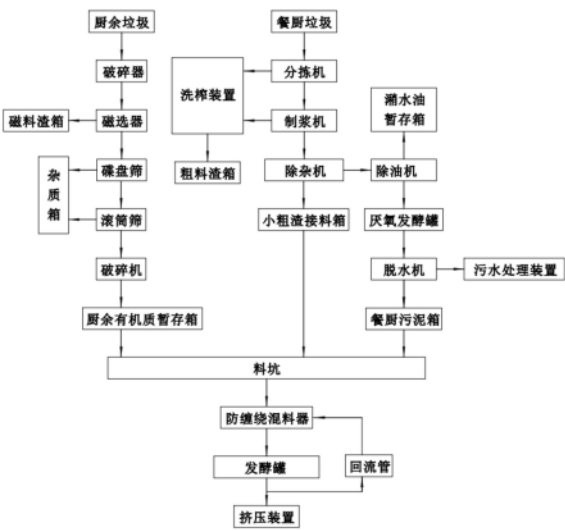
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

一种多源有机固废协同处理系统及工艺

(57) 摘要

本发明涉及生活垃圾、餐厨废弃物资源化利用技术领域,公开了一种多源有机固废协同处理系统及工艺,包括餐厨垃圾预处理单元、厨余垃圾预处理单元、混料单元和干式厌氧发酵单元,餐厨垃圾预处理单元和厨余垃圾预处理单元的出料端与混料单元的进料端连通,混料单元的出料端与干式厌氧发酵单元的进料端连通,所述混料单元设有防缠绕混料器。本方案通过将餐厨垃圾处理所得餐厨小粗渣、餐厨污泥和厨余垃圾处理所得厨余有机质按本方案中质量比进行混合后,罐内三种原料的酸碱、PH、氨氮、微生物等相互影响、互为补足,有效互补利用三者的有机质和微生物,提升相互之间的处理效率,改变传统处理中外送处理的方式,有效降低外送处理成本。



1. 一种多源有机固废协同处理工艺, 其特征在于: 采用多源有机固废协同处理系统完成, 所述多源有机固废协同处理系统包括餐厨垃圾预处理单元、厨余垃圾预处理单元、混料单元和干式厌氧发酵单元, 餐厨垃圾预处理单元和厨余垃圾预处理单元的出料端与混料单元的进料端连通, 混料单元的出料端与干式厌氧发酵单元的进料端连通, 所述混料单元设有防缠绕混料器;

防缠绕混料器包括基座、与基座转动连接的混料筒以及用于驱动混料筒旋转的驱动机构, 混料筒的两端分别为进料端和出料端, 混料筒倾斜设置, 且进料端高于出料端; 混料筒内设置有混合打散段, 混合打散段内设置有分段的螺旋片, 沿螺旋片的螺旋方向靠近螺旋片进料端设有推料块, 推料块的长轴与混料筒轴向平行; 推料块将相邻螺旋片之间的空间分为滑料混合间隙和推料输送间隙;

所述工艺包括如下步骤:

步骤一: 将餐厨垃圾处理为餐厨小粗渣和餐厨污泥;

步骤二: 将厨余垃圾处理为厨余有机质;

步骤三: 混合餐厨小粗渣、餐厨污泥和厨余有机质, 获得混合物料; 混合物料中餐厨小粗渣、餐厨污泥和厨余有机质的质量比为 $1 \sim 3:1 \sim 3:10$;

步骤四: 将混合物料进行干式厌氧发酵; 所述干式厌氧发酵温度为 $41 \pm 3^{\circ}\text{C}$, 水力停留时间HRT为 $20 \sim 35\text{d}$; 还包括混合物料发酵后的沼液的回流, 所述回流比为 $30 \sim 50\%$ 。

2. 根据权利要求1所述的一种多源有机固废协同处理工艺, 其特征在于: 所述混料单元包括连通的料坑和防缠绕混料器, 所述防缠绕混料器的出料端与干式厌氧发酵单元间连通有混料输送管, 所述混料输送管上设有柱塞泵; 所述混料筒进料端的孔径大于出料端的孔径, 混料筒的倾斜锥度为 $2 \sim 4^{\circ}$; 螺旋片的压力角 α 均为 $15 \sim 20^{\circ}$ 、高度均为 $45 \sim 55\text{mm}$ 。

3. 根据权利要求2所述的一种多源有机固废协同处理工艺, 其特征在于: 混料筒的倾斜锥度为 2° 。

4. 根据权利要求1所述的一种多源有机固废协同处理工艺, 其特征在于: 混合打散段内设置有至少两组不同间距的分段的螺旋片; 沿进料端至出料端的方向, 在混合打散段的后端还设有输送段, 输送段内设有连续的螺旋片, 输送段的长度小于等于混料筒长度的三分之一。

5. 根据权利要求1所述的一种多源有机固废协同处理工艺, 其特征在于: 螺旋片和推料块的形状均为倾斜的“梯形”, 且“梯形”的棱边倒角为圆弧状。

6. 根据权利要求1所述的一种多源有机固废协同处理工艺, 其特征在于: 餐厨垃圾预处理单元包括依次管道连通的分拣机、制浆机、除杂机、除油机、厌氧发酵罐和脱水机; 分拣机、制浆机的出口还连通有洗榨装置, 洗榨装置连通有粗料杂质箱, 除杂机的出口还连通有小粗渣接料箱; 除油机的出口还连通有滴水油暂存箱, 脱水机的出口分别连通污水处理装置和餐厨污泥箱; 所述小粗渣接料箱和餐厨污泥箱均与料坑连通。

7. 根据权利要求1所述的一种多源有机固废协同处理工艺, 其特征在于: 所述干式厌氧发酵单元包括发酵罐, 所述发酵罐的出料口连通有挤压机和回流管, 回流管连通防缠绕混料器。

8. 根据权利要求1所述的一种多源有机固废协同处理工艺, 其特征在于: 所述混合物料中含固率为 $25 \sim 35\%$ 、有机质含量为 $60 \sim 80\%$ 、含油率 $\leq 1\%$ 、粒径 $\leq 6\text{cm}$ 。

9. 根据权利要求8所述的一种多源有机固废协同处理工艺,其特征在于:所述有机质中包含10~20%的难降解杂质,难降解杂质包括短塑料、木质纤维素和砂石的组合。

一种多源有机固废协同处理系统及工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及生活垃圾、餐厨废弃物资源化利用技术领域,具体涉及一种多源有机固废协同处理系统及工艺。

背景技术

[0002] 餐厨垃圾、厨余垃圾中含固率高、有机质含量高,一般采用厌氧发酵处理。而厌氧发酵作为一种处理有机废弃物并转化生物能源的技术,其复杂性在于,其受包括原料组分、粒径、pH值、氨氮水平在内的多种因素制约,这些因素直接关系到发酵效率与产气能力。在实际操作中,因餐厨垃圾、厨余垃圾中成分复杂,厌氧发酵会面临分层、酸化、加热不均及发酵效率降低等问题,严重影响了厌氧发酵系统的稳定性和经济性。

[0003] 目前厌氧发酵技术分为湿式和干式两大类。湿式厌氧发酵技术较为成熟,但因其“低含固率物料”的要求严重限制了其应用的范围。相比之下,干式厌氧发酵因其具有处理高含固率废弃物(25%~45%)、较小占地面积、低能耗及较少沼液产出等特点而更具优势。

[0004] 现有技术CN214937410U公布了一种餐厨垃圾与厨余垃圾混合干式厌氧发酵处理系统,能同时处理餐厨垃圾和厨余垃圾,能够降低沼液的产生量,相应的减少后期沼液处理成本,降低经济成本。然而现有技术在混合处理餐厨垃圾和厨余垃圾时,仍然具有如下技术问题:(1)现有混合厌氧发酵常因物料调配难(如比例不合适)导致物料混合厌氧发酵效果不佳,餐厨垃圾和厨余垃圾中有机质利用效率低下;(2)现有干式厌氧发酵系统在处理多种有机固废协同厌氧发酵时,易因混料不均、杂质气含量高等原因,使得混合的有机固废反而形成高负荷,出现“系统失稳”而导致产气抑制乃至体系崩溃的现象;(3)现有混合干式厌氧发酵中,即使将原料粉碎为小粒径,但是厨余垃圾仍存在较长布条、塑料、纤维等,其在混合过程中相互交缠重新形成长条状物而缠绕设备,从而导致设备损伤加剧,增加设备维修成本;(4)现有垃圾中条状物缠绕设备后需要停工清掏,降低系统设备运行稳定性和连续性,从而导致处理效率偏低。

[0005] 综上,研发一种效率高、效果好的多源有机固废协同处理系统及工艺,不仅有效弥补现有技术的不足,且还能同时处理多种有机固废,提升处理效率、减少生产线的设备成本,对高效处理有机固废具有重要意义。

发明内容

[0006] 本发明意在提供一种多源有机固废协同处理系统及工艺,以解决现有混合厌氧发酵常因物料调配比例不适导致物料混合厌氧发酵效果不佳,使得餐厨垃圾和厨余垃圾中有机质利用效率低下的技术问题。

[0007] 为达到上述目的,本发明采用如下技术方案:一种多源有机固废协同处理系统,包括餐厨垃圾预处理单元、厨余垃圾预处理单元、混料单元和干式厌氧发酵单元,餐厨垃圾预处理单元和厨余垃圾预处理单元的出料端与混料单元的进料端连通,混料单元的出料端与干式厌氧发酵单元的进料端连通,所述混料单元设有防缠绕混料器。

[0008] 本方案的原理及优点是：

[0009] 1、降低处理成本：由于厨余有机质、餐厨小粗渣和餐厨污泥的含固率、有机质含量、含油率、重物质含量差异较大。因此，不同的混合比例对于干式厌氧消化系统的负荷冲击、稳定运行产生较大的影响。相比于现有混合厌氧发酵时常因物料调配比例不适导致物料混合厌氧发酵效果不佳，最终使得餐厨垃圾和厨余垃圾中有机质利用效率低下而言，本方案通过将餐厨垃圾处理所得餐厨小粗渣、餐厨污泥和厨余垃圾处理所得厨余有机质按本方案中质量比进行混合后，罐内三种原料的酸碱、PH、氨氮、微生物等相互影响、互为补足，有效互补利用三者的有机质和微生物，提升相互之间的处理效率，提升混合厌氧发酵效果，不仅有效提升餐厨垃圾和厨余垃圾中有机质利用效率，还能改变传统处理中外送处理的方式，有效降低外送处理成本。

[0010] 2、提升有机固废中能源回收利用率：本方案中三种有机固废在进行干式厌氧发酵的过程中，各有优势，各有短板，而本方案通过将三者混合并优化混合比例，有效提升干式厌氧发酵效率和效果，获得沼气、消化残留物和沼液，其中，沼气作为可再生能源，净化后可用于发电、供暖或作为车辆燃料等；混合发酵沼泥可以用作肥料、土壤改良剂或进一步加工成生物炭、生物质燃料等；沼液（或称为渗滤液）含有溶解的有机物、营养元素等，经过适当的处理（如过滤、消毒、营养成分调整）后，可用作农田灌溉水或液体肥料。申请人通过长期实验发现，本方案处理110t混合物料（其中，餐厨污泥10t，为发酵提供微生物与流动性；厨余有机质和餐厨粗渣共计100t，为混合发酵提供混合有机质）处理周期为20~35d，沼气产气量高达1.6万方（即产气量高达160方/吨混合有机质）。且经检测，混合发酵后产生的沼泥占总进料量的质量比约20%，经简单处理即可用作肥料、土壤改良剂等。本方案混合干式厌氧发酵的发酵周期短，且能源利用率高。

[0011] 3、有效避免堵塞，连续生产提升效率、降维修成本：本方案通过在混料单元阶段设置防缠绕混料器，便于多源固废在混料阶段混合均匀的同时，不会出现混合物料堵塞设备的情况，从而实现连续混料以及向干式厌氧发酵单元连续进料，进一步提升生产连续性和生产效率；此外，设备不堵塞还能进一步降低设备维修成本，提升生产效益。

[0012] 优选的，作为一种改进，所述混料单元包括连通的料坑和防缠绕混料器，所述防缠绕混料器的出料端与干式厌氧发酵单元间连通有混料输送管，所述混料输送管上设有柱塞泵；所述防缠绕混料器包括基座、与基座转动连接的混料筒以及用于驱动混料筒旋转的驱动机构，混料筒的两端分别为进料端和出料端，所述混料筒内设置有混合打散段，混合打散段内设置有分段的螺旋片。

[0013] 技术效果：本方案采用上述设置，便于实现餐厨小粗渣、餐厨污泥和厨余有机质三者混料，且通过设置分段的螺旋片，便于混合物料进入混料器后在随混料筒旋转翻滚过程中快速被打散和分散，防止缠绕堵塞设备。

[0014] 优选的，作为一种改进，混合打散段内设置有至少两组不同间距的分段的螺旋片。

[0015] 技术效果：本方案采用上述设置，便于适应混合物料的多层次混合。具体的，在混料筒旋转的过程中，不同间距的螺旋片可以促使物料在轴向上进行交替翻滚，打散前段混合物料的混合状态而重新混合，进一步避免物料团聚而堵塞设备；且不同间距的分段的螺旋片还有助于混合物料在混料筒长度方向上的均匀分布与混合，提高混合均匀度。

[0016] 优选的，作为一种改进，沿进料端至出料端的方向，在混合打散段的后端还设有输

送段,输送段内设有连续的螺旋片,输送段的长度小于等于混料筒长度的三分之一。

[0017] 技术效果:本方案采用上述设置,便于有效推动混合好的物料螺旋出料,两种螺旋片(连续的螺旋片和分段的螺旋片)组合能有效提升多源物料混合的连续性和稳定性。而限定输送段的长度,则便于缩短混合物料中砂石等重物质在输送过程中的沉降距离,减少其沉降粘贴在混料筒壁而降低混合效果。此外,输送段长度小于混料筒的三分之一,还能便于将混合物料集中推送出料,保证输送效率和送料量,从而降低在螺旋输送过程中混合物料再次缠绕堵塞设备的问题。

[0018] 优选的,作为一种改进,混料筒倾斜设置,且进料端高于出料端;所述混料筒进料端的孔径大于出料端的孔径,混料筒的倾斜锥度为 $2 \sim 4^\circ$,优选 2° 。

[0019] 有益效果:本方案采用上述设置,便于进一步提升混合物料出料速度,限定混料筒的倾斜锥度能有效避免物料传输的太快而混合不均。

[0020] 优选的,作为一种改进,所述螺旋片的压力角 α 均为 $15 \sim 20^\circ$ 、高度均为 $45 \sim 55\text{mm}$ 。

[0021] 技术效果:本方案通过限定螺旋片的压力角 α ,即螺旋片的螺旋方向与混料筒径向平面的倾斜角度为 20° ,便于混料筒旋转过程中向前推动混合物料,避免物料原地翻滚,从而加快混合物料推送出料速度。申请人通过长期实验发现,当压力角大于 20° 时,虽然可以提高物料的输送效率,但不利于物料打散混合,当压力角小于 15° 时,不利于物料输送,还容易因为物料聚集增加卡堵的风险。而本方案限定螺旋片的高度,有利于保证推料量,同时降低物料缠绕挂在螺旋片上风险,降低堵塞、卡滞的问题。

[0022] 优选的,作为一种改进,沿螺旋片的螺旋方向靠近螺旋片进料端设有推料块,推料块的长轴与混料筒轴向平行;推料块将相邻螺旋片之间的空间分为滑料混合间隙和推料输送间隙。

[0023] 有益效果:本方案采用上述设置,便于将混合物料输送向前的同时实现物料的充分混匀。具体的,推料块与螺旋片之间形成推料槽,推料块与靠近的螺旋片之间形成推动物料向前输送的推料输送间隙,推料块远离螺旋片的一端与相邻螺旋片之间形成滑料混合间隙,当物料随混料筒旋转推料至混料筒上半部分时,物料在重力作用下沿滑料混合间隙滑动或回滚至混料筒下半部分而与其他物料再次混合,后在推料块与螺旋片的推动下继续向前输送,实现物料在混料筒内的充分混匀和向前输送。

[0024] 优选的,作为一种改进,所述螺旋片和推料块的螺旋片形状为梯形,且梯形的棱边倒角为圆弧状。

[0025] 有益效果:本方案采用上述设置,便于进一步降低物料挂在螺旋片上而堵塞、卡滞设备的风险。具体的,当物料有一些黏性、容易粘时,圆弧形的螺旋片和推料块顶端不容易缠绕挂住物料、不容易粘,且当物料下落时,起到一定的打散效果。

[0026] 优选的,作为一种改进,餐厨垃圾预处理单元包括依次管道连通的分拣机、制浆机、除杂机、除油机、厌氧发酵罐和脱水机;分拣机、制浆机的出口还连通有洗榨装置,洗榨装置连通有粗料杂质箱,除杂机的出口还连通有小粗渣接料箱;除油机的出口还连通有撇水油暂存箱,脱水机的出口分别连通污水处理装置和餐厨污泥箱;所述小粗渣接料箱和餐厨污泥箱均与料坑连通。

[0027] 技术效果:本方案采用上述设置,便于将餐厨垃圾处理为粗料渣、餐厨小粗渣、餐厨撇水油、餐厨污泥和发酵污水(由污水处理装置发酵所得)。其中粗料渣、餐厨撇水油可分

类回收再利用,而发酵污水则通过指标检测合格后排放,余下餐厨小粗渣和餐厨污泥中仍然含有固含物、有机质和微生物(如发酵菌)等,在料坑中混合待进一步发酵处理。

[0028] 优选的,作为一种改进,所述干式厌氧发酵单元包括发酵罐,所述发酵罐的出料口连通有挤压机和回流管,回流管连通防缠绕混料器。

[0029] 有益效果:本方案采用上述设置,便于一部分发酵混合物回流至防缠绕混料器中,便于将发酵混合物中高浓度微生物带回发酵阶段,有效补充混合物料在发酵阶段的微生物供应;而另一部分发酵混合物则由挤压机进行固液分离为污水和沼泥(具体为挤压渣),从而便于后续分类处理。

[0030] 优选的,作为一种改进,厨余垃圾预处理单元包括顺序连接的破碎器、磁选器、碟盘筛、滚筒筛和破碎机,磁选器还连通有磁料渣箱;碟盘筛和滚筒筛均与杂质箱连通,收集粗渣;破碎机的另一个出口连通厨余有机质暂存箱,厨余有机质暂存箱连通料坑。

[0031] 技术效果:本方案采用上述设置,便于将厨余垃圾预处理获得厨余有机质,并于料坑中初步混合厨余有机质、餐厨小粗渣和餐厨污泥。其中碟盘筛和滚筒筛便于实现厨余垃圾的两级筛分,将无法分解的杂质提前除去,从而便于集中回收厨余有机质中的有机物,提升垃圾资源的回收利用率。

[0032] 优选的,作为一种改进,本方案还提供一种多源有机固废协同处理工艺,包括如下步骤:

[0033] 步骤一:将餐厨垃圾处理为餐厨小粗渣和餐厨污泥;

[0034] 步骤二:将厨余垃圾处理为厨余有机质;

[0035] 步骤三:混合餐厨小粗渣、餐厨污泥和厨余有机质,获得混合物料;混合物料中餐厨小粗渣、餐厨污泥和厨余有机质的质量比为 $1 \sim 3:1 \sim 3:10$;

[0036] 步骤四:将混合物料进行干式厌氧发酵。

[0037] 技术效果:本方案采用上述设置,便于多源固废进行混合发酵,回收混合物料中的有机质。具体的,厨余有机质主要供给发酵所需有机质,然而其仍然含有 $10 \sim 20\%$ 的杂质(其中砂石占 $3 \sim 5\%$),当有机质分解后、杂质沉降则容易堵塞设备;餐厨小粗渣不仅能为发酵提供所需的有机质,还能为混合物料提供支撑,避免其沉降堵塞设备的同时也便于其进行高效的干式厌氧发酵;餐厨污泥则主要提供发酵所需微生物,同时也增加混合物料的流动性,三者组合有效提升混合发酵效率及效果。

[0038] 申请人通过长期实验发现,鉴于餐厨小粗渣内有机质高,且处理难度大,若是餐厨小粗渣添加量过低,不仅会降低产气量,还会显著降低餐厨小粗渣的处理效率,导致厂区餐厨小粗渣的消解速度过慢而堆积,增加厂房成本;且若餐厨小粗渣用量过少,还会因缺少结构支撑而导致混合物料坍塌而降低发酵效率。而若是餐厨小粗渣用量过多,虽然会增加产气量,然而却会增加设备堵塞频率,发明人分析其原因在于:作为支撑的小粗渣内也有较多有机质,当有机质被分解后,混合物料会形成一个个空腔,空腔周围的沙石会沉降坍塌而堵塞设备,从而降低发酵连续性。鉴于餐厨污泥的有机质含量不高且粘性较大,而若是餐厨污泥过多,则会增加沼液的粘结力,影响沼液的脱水效果。具体的,本方案发酵沼液会采用螺旋挤压机(带筛网)进行固液分离,若是餐厨污泥过多的话,发酵沼液就从筛网排出了,反而降低固废脱除效果。而若是餐厨污泥过少,则会因缺少微生物而降低发酵效果;鉴于餐厨污泥还能增加混合物料的粘结效果和流动性,若餐厨污泥过少则会因其对混合物料中难降解

及不降解杂质的粘结支撑效果降低而导致杂质沉降、团聚,降低整体发酵混合物的流动性,进而增加设备堵塞风险。

[0039] 优选的,作为一种改进,在步骤四中,所述干式厌氧发酵温度为 $41 \pm 3^{\circ}\text{C}$,水力停留时间HRT为20~35d。

[0040] 技术效果:本方案采用上述设置,便于提升资源回收利用率,提升沼气产量。申请人通过长期实验发现,若发酵温度过高,如采用 $50 \sim 55^{\circ}\text{C}$ 高温运行,虽然发酵效率会加快,产气增多,但是同时氨氮会增加,会出现氨氮抑制造成生化系统被破坏,系统稳定性变差;且高温运行能耗增加导致成本增加;若发酵温度过低,则会降低发酵效率,从而降低沼气产量和混合物料处理效率;若水力停留时间过短,则会因发酵不彻底而影响沼气产量;若水力停留时间过长,则会因重物质(如砂石、陶瓷碎片等)沉降、氨氮等富集而影响生化系统稳定。

[0041] 优选的,作为一种改进,在步骤四中,还包括混合物料发酵混合物回流至混料阶段,所述回流比为30~50%。

[0042] 技术效果:本方案通过限定回流比为30~50%(即回流的发酵混合物占比进料总量的30~50%),便于将发酵混合物中高浓度微生物带回发酵阶段,有效补充混合物料在发酵阶段的微生物供应,回流至混料阶段还能使得混合物料中微生物分布更均匀,显著提高发酵效率。且回流的发酵混合物含固率低,还能有效稀释进入发酵罐的混合物料,增加其流动性及发酵效率。申请人通过长期实验发现,若不回流,则会因物料中微生物少、物料流动性差等原因而降低发酵效果,同时不回流还会破坏混合物料的结构,影响发酵效果;而若是回流比过高,则会因循环比例过高造成重物质沉降、各种重金属富集等而影响出料以及降低生化系统稳定性;若是回流比过低,则会因接种微生物不足,混合物料的混合速度较慢,均质性较差而造成VFA升高等,反而降低了厌氧罐的实际可负荷能力。

[0043] 优选的,作为一种改进,在步骤三中,所述混合物料的pH为5~7。

[0044] 技术效果:本方案采用上述设置,便于提升发酵效果。申请人通过长期实验发现,若是混合物料的pH过高,则会因碱性过大而影响产酸菌活力,对发酵的水解酸化阶段形成抑制;若是混合物料的pH过低,则会促进水解酸化过程而对产甲烷菌形成抑制,进而影响产甲烷过程而降低产气量。

[0045] 优选的,作为一种改进,所述混合物料中含固率为25~35%、有机质含量为60~80%、含油率 $\leq 1\%$ 、粒径 $\leq 6\text{cm}$ 。

[0046] 技术效果:本方案采用上述设置,便于有效提升多源有机固废的混合发酵效率和效果。小粗渣的含水率为80%,有机质含量为80~85%;在重庆地区,小粗渣组分主要有辣椒、花椒、塑料、纤维类有机质、陶瓷碎片等,因含水率高,热值低,成分复杂,无法满足焚烧或填埋的入场要求,若进入后端处置系统则会加速设备磨损。

[0047] 餐厨垃圾厌氧发酵所得沼渣(即餐厨污泥)含固率为30~35%,有机质含量为55~60%。厨余有机质中总体TS(Total Solids)在27~35%(作为一种参考,含固率为30%)、VS(Volatile Solids)在65~75%,其中TS中有机质含量高达75%。固废中含有约20%的塑料、砂石等杂质,导致经常发生缠绕、卡堵现象,同时会造成罐内重物质聚集沉降,影响系统正常运行。

[0048] 将餐厨小粗渣、餐厨污泥和厨余有机质按照上述质量比混合后,所得混合物料的

含固率为25~35%、有机质含量为60~80%、含油率 $\leq 1\%$ 、粒径 $\leq 6\text{cm}$,更有利于提升发酵效率和效果。申请人通过长期实验发现,若混合物料中含固率过高,则会造成各设备卡堵,物料流通不畅,同时会因流动性差而影响生化系统的稳定性,而若是含固率过低,则会因重物质沉降、塑料等聚集缠绕影响系统进出料,具体表现为:重物质在罐内沉降,占用实际有效容积、对搅拌器等造成破损以及无法保持罐内均质性等。若混合物料中有机质含量过高,则会因有机质降解形成空腔而导致重物质杂质沉降而堵塞设备,同时会加重厌氧系统负荷,因产气量上升的同时氨氮上升而导致氨氮抑制,进而导致生化系统被破坏,系统稳定性变差;而若是有机质含量过低,则会因杂质过多、营养不足影响进出料系统的稳定运行,同时难以保持罐内生化系统的持续稳定运行。而若是含油率过高,则会因油脂水解较慢影响罐内VFA等,破坏生化系统稳定性;若粒径过大,则会因各种缠绕堵塞造成设备的磨损卡堵,无法正常的进出料,从而大幅度降低发酵连续性;而若是粒径过小,则会因罐内结构物的缺失造成其中的重物质杂质沉降。

[0049] 优选的,作为一种改进,所述有机质中包含10~20%的难降解杂质,难降解杂质包括短塑料、木质纤维素和砂石的组合。

[0050] 技术效果:本方案采用上述设置,便于维持罐内物料平衡。申请人通过长期实验发现,若有机质中难降解杂质占比过高,则会因杂质过多而易造成设备卡堵并影响沼气产量;若有机质中难降解杂质占比过低,则会因缺乏罐内结构支撑物而破坏罐内均质性造成沉降等,从而影响发酵效果。

[0051] 优选的,作为一种改进,所述混合物料中重物质含量为2~5%;所述重物质为玻璃、陶瓷、砂石中的一种或多种组合。

[0052] 技术效果:本方案采用上述设置,便于减少设备磨损,减少沉降卡堵。申请人通过长期实验发现,若重物质含量过高,则会因沉降而破坏罐内平衡,并造成设备卡堵以及设备磨损。

[0053] 优选的,作为一种改进,干式厌氧发酵罐的进料量 $=V_{\text{发酵罐有效容积}}/\text{HRT}$ 。

[0054] 技术效果:本方案采用上述设置,便于保持菌种活性,若无法满足干式厌氧发酵的进料量,则需提升沼渣污泥量以保障罐内物料流动性以及菌种补充,以确保HRT值不得超过40。申请人通过长期实验发现,当以110t/d混合物料的处理量(其中,餐厨小粗渣和厨余有机质组成的混合有机质100t,餐厨污泥10t,发酵罐有效容积为2100t)进行实验过程中,若原料餐厨小粗渣和厨余有机质供应不及时,则需要增加沼渣污泥量,从而通过控制厌氧罐总体进出料稳定,以确保HRT值不得超过40,从而提升发酵效果和效率。然而,此种方式虽然能保证进料量,但会增加沼渣污泥在混合固废中的占比,导致混合发酵物中固液分离难度,使得部分沼泥在挤压机中漏出筛网而降低固废脱除效果。

附图说明

[0055] 图1为本发明实施例1中一种多源有机固废协同处理系统的结构示意图。

[0056] 图2为本发明实施例1的防缠绕混料器的结构示意图。

[0057] 图3为本发明实施例1的混料筒的结构示意图。

[0058] 图4为图2中螺旋片的形状示意图。

[0059] 图5为本发明实施例1中混料单元和干式厌氧发酵单元的结构示意图。

[0060] 图6为本发明实施例1中一种多源有机固废协同处理工艺的工艺流程图。

具体实施方式

[0061] 下面结合实施例对本发明做进一步的说明,但本发明的实施方式不限于此。若未特别指明,下述实施例以及实验例所用的技术手段为本领域技术人员所熟知的常规手段,且所用的材料、试剂等,均可从商业途径得到。

[0062] 说明书附图中的标记包括:基座1、混料筒2、进料端21、出料端22、电机3、主动齿轮31、从动齿轮32、螺旋片4、推料块5、推料输送间隙51、滑料混合间隙52。

[0063] 实施例1

[0064] 本方案提供一种多源有机固废协同处理系统,基本如附图1~图5所示:包括餐厨垃圾预处理单元、厨余垃圾预处理单元、混料单元和干式厌氧发酵单元,餐厨垃圾预处理单元和厨余垃圾预处理单元的出料端与混料单元的进料端连通,混料单元的出料端与干式厌氧发酵单元的进料端连通,混料单元设有防缠绕混料器。

[0065] 混料单元包括连通的料坑和防缠绕混料器,防缠绕混料器的出料端与干式厌氧发酵单元间连通有混料输送管,混料输送管上设有进料柱塞泵;如图2所示,防缠绕混料器包括基座1、与基座1转动连接的混料筒2以及用于驱动混料筒2旋转的驱动机构,驱动机构包括电机3、与电机3连接的主动齿轮31和套设于所述混料筒2外的从动齿轮32,主动齿轮31与从动齿轮32啮合。

[0066] 如图3所示,混料筒2的两端分别为进料端21和出料端22,混料筒2倾斜设置,且进料端21高于出料端22;混料筒2进料端21的孔径大于出料端22的孔径,作为一种参考,混料筒2的倾斜锥度为 $2\sim 4^{\circ}$,优选 2° ,避免物料传输的太快。混料筒2内设置有混合打散段,混合打散段内设置有分段的螺旋片4,作为一种改进,混合打散段内设置有至少两组不同间距的分段的螺旋片4,便于混合时打散和分散物料,避免其缠绕成团堵塞设备。作为一种改进,沿进料端21至出料端22的方向,在混合打散段的后端还设有输送段,输送段内设有连续的螺旋片4,输送段的长度小于等于混料筒2长度的三分之一。螺旋片4的压力角 α 均为 $15\sim 20^{\circ}$ 、高度均为 $45\sim 55\text{mm}$,便于随混料筒2转动时打散和推送混合物料向前传送,提升传送速度,避免混合物料原地打滚。具体的,本实施例中混料筒2内设置有等间距的、分段的螺旋片4。

[0067] 沿螺旋片4的螺旋方向靠近螺旋片4进料端21设有推料块5,推料块5的长轴与混料筒2轴向平行。推料块5与螺旋片4之间形成推料槽(图中未示出),推料块5将相邻螺旋片4之间的空间分为滑料混合间隙52和推料输送间隙51,其中,推料块5与靠近的螺旋片4之间形成推动物料向前输送的推料输送间隙51,推料块5远离螺旋片4的一端与相邻螺旋片4之间形成滑料混合间隙52,物料随混料筒2旋转至混料筒2上半部分时,物料在重力作用下沿滑料混合间隙52滑动或回滚至混料筒2下半部分而与其他物料再次混合,后在推料块5与螺旋片4的推动下继续向前输送,实现物料在混料筒2内的充分混匀。作为一种参考,推料块5长 300mm ,滑料混合间隙52长 200mm ,间隙使得物料更容易混合,避免物料全部堆于推料槽内随混料筒2旋转直接出料而难以均匀混合。

[0068] 如图4所示,螺旋片4和推料块5的形状均为倾斜的“梯形”,且“梯形”的棱边倒角为圆弧状,因为当物料有一些黏性、容易粘时,圆弧形的螺旋片4和推料块5顶端不容易缠绕挂住物料、不容易粘,且当物料下落时,起到一定的打散效果。

[0069] 如图2所示,餐厨垃圾预处理单元包括管道连通的分拣机、制浆机、除杂机、除油机、厌氧发酵罐和脱水机;分拣机、制浆机的出口还连通有洗榨装置,洗榨装置连通有粗料杂质箱,除杂机的出口还连通有小粗渣接料箱;除油机的出口还连通有撇水油暂存箱,脱水机的出口分别连通污水处理装置和餐厨污泥箱;小粗渣接料箱和餐厨污泥箱均与料坑连通。

[0070] 厨余垃圾预处理单元包括顺序连接的破碎器、磁选器、碟盘筛、滚筒筛和破碎机,磁选器还连通有磁料渣箱;碟盘筛和滚筒筛均与杂质箱连通,收集粗渣;破碎机的另一个出口连通厨余有机质暂存箱,厨余有机质暂存箱连通料坑。获得厨余有机质并与料坑中初步混合厨余有机质、餐厨小粗渣和餐厨污泥。

[0071] 如图5所示,干式厌氧发酵单元包括发酵罐,发酵罐为竖式厌氧发酵罐或卧式厌氧发酵罐,作为一种参考,本方案发酵罐具体为竖式厌氧发酵罐,发酵罐的顶部连通沼气收集装置,发酵罐的出料口连通有挤压机和回流管,回流管连通防缠绕混料器。作为一种参考,发酵罐的底部设有出料口,出料口连通有底部出料螺旋,底部出料螺旋的出口连通挤压机和回流管,回流管的出料另一端连通防缠绕混料器的进料端,挤压机和底部出料螺旋的,连通管道上设有出料柱塞泵。混合发酵物由出料口排出发酵罐,随后分别经回流管连通防缠绕混料器和经出料柱塞泵连通挤压机,挤压机的出料口分别连通挤压渣箱和污水箱,分别收集暂存混合发酵沼泥和污水。

[0072] 本方案还提供一种多源有机固废协同处理工艺,采用上述多源有机固废协同处理系统完成,如图6所示,包括如下步骤:

[0073] 步骤一:将餐厨垃圾处理为餐厨小粗渣和餐厨污泥;

[0074] 步骤二:将厨余垃圾处理为厨余有机质;

[0075] 步骤三:混合餐厨小粗渣、餐厨污泥和厨余有机质,获得混合物料,混合物料中餐厨小粗渣、餐厨污泥和厨余有机质的质量比为1~3:1~3:10。

[0076] 具体的,本方案步骤一处理所得餐厨小粗渣的含水率为80%,有机质含量为80~85%;其中,小粗渣组分主要有辣椒、花椒、塑料、纤维类有机质、陶瓷碎片等,因含水率高,热值低,成分复杂,无法满足焚烧或填埋的入场要求,若进入后端处置系统则会加速设备磨损。

[0077] 而餐厨垃圾厌氧发酵所得沼渣(即步骤一处理所得餐厨污泥)含固率为含固率为30~35%(作为一种参考,本实施例处理所得餐厨污泥中含固率具体为32%),有机质含量为55~60%。

[0078] 厨余有机质中总体TS(即含固率)在27~35%(作为一种参考,本实施例中厨余有机质的含固率为30%)、VS(Volatile Solids)在65~75%,其中TS中有机质含量高达75%。固废中含有约20%的塑料、砂石等杂质,导致经常发生缠绕、卡堵现象,同时会造成罐内重物质聚集沉降,影响系统正常运行。

[0079] 而按照餐厨小粗渣、餐厨污泥和厨余有机质的质量比为1~3:1~3:10混合所得混合物料的pH为5~7(即进料时pH为5~7,而随着厌氧发酵的进行,发酵罐内混合发酵物的pH为7.8~8.5),含固率为25~35%、有机质含量为60~80%、含油率 $\leq 1\%$ 、粒径 $\leq 6\text{cm}$ 。其中,有机质中包含10~20%的难降解杂质,难降解杂质包括短塑料、木质纤维素和砂石的组合。

[0080] 步骤四:将混合物料进行干式厌氧发酵,发酵温度为 $41\pm 3^{\circ}\text{C}$,水力停留时间HRT为

20~35d,分别收集沼气、发酵污水和沼泥。具体的,发酵后还包括发酵混合物的回流,回流比为30~50%,便于为混合物料补充微生物,提升其发酵效率。另一部分发酵混合物则输送至挤压机,经挤压机中螺旋输送器和筛网组合作用,将发酵混合物固液分离为挤压渣(即沼泥)和发酵污水。

[0081] 在发酵过程中,还需要保证一定量的进出料以保持菌种活性,若无法满足干式厌氧发酵的进料量,则需提升沼渣污泥量以保障罐内物料流行性以及菌种补充,以确保HRT值不得超过40。

[0082] 实验例1:不同参数组合下对厨余有机质处理效果的差异

[0083] 具体以重庆市洛碛餐厨厂的干式厌氧罐为试验载体,具体展示本方案一种多源有机固废协同处理工艺中原料混合比例、水力停留时间等因素对发酵结果的影响。实施例1~4、对比例1~7的取值差异详见表1,且每个实施例和对比例的进料总量均保持100t/d。

[0084] 生产过程中,连续检测并计算产气量、沼气中甲烷比例、总固体(TS)、pH、总有机碳(TOC或TAC)、挥发性脂肪酸(VFA)、氨氮的平均值,并连续生产1年,记录其堵塞周期。

[0085] 表1实施例1~4、对比例1~7的取值及结果差异

实施例	厨余有机质:餐厨小粗渣:餐厨污泥的质量比	HR T/h	回流比/%	产气量/方/吨	甲烷比例/%	TS/%	pH	TAC/mg/L	VFA/mg/L	氨氮/mg/L	堵塞周期
实施例 1	10:1:2	25	31	155	61	23.4	8.35	15331	1749	3059	2~3 月
实施例 2	10:1.5:3	35	43	158	60	22.5	8.32	13713	1782	3127	2~3 月
实施例 3	10:2:2	20	50	165	59.8	20.8	8.29	15764	1856	3235	2~3 月
实施例 4	10:3:2	25	40	167	58	20.3	8.27	15314	2013	3306	2~3 月
对比例 1	10:5:2	25	40	170	57.8	19.4	8.22	13062	2566	3480	15~20 天
对比例 2	10:0:2	25	40	145	60.5	20.61	8.37	14143	1633	3048	2~3 月
对比例 3	0:2:2	25	40	170	55.7	16.5	8.1	15736	3451	3855	1~3 天
对比例 4	10:2:2	15	40	130	55.7	22.9	8.29	15511	2869	3325	不易堵塞
对比例 5	10:2:2	40	40	170	61.5	20.6	8.45	15736	1845	4016	7~10 天
对比例 6	10:2:5	25	40	165	59.6	21.2	8.36	15331	2059	3452	2~3 月
对比例 7	10:2:0	25	40	160	58	20.3	8.27	15314	2013	3306	5~7 天
对比例 8	10:2:2	25	20	145	56.8	20.8	8.3	15216	1986	3367	2~3 月

[0087] 实验数据表明,本方案通过限定混合物料中三种原料的质量比、水力停留时间(HRT)、回流比例等参数,在提升发酵效果(如保证产气量)的同时,有效实现多源有机固废的连续生产,从而有效提升发酵效率。具体的,本方案的多源有机固废连续生产1年的过程中,在设备正常生产及维护周期内(一般)很少堵塞卡停设备,具体的,即使连续生产其堵塞卡停设备的周期也长达2~3个月,有效实现多源有机固废的连续生产。

[0088] 而申请人在长期实验中也发现,若是小粗渣占比过高(如对比例1),将导致单吨产气高,VFA升高,氨氮升高,会加重系统负荷,也会因氨氮抑制而导致生化系统被破坏,系统稳定性变差,不利于厨余有机质的连续、高效处理。而若是不添加餐厨小粗渣(如对比例2),则会因多源有机固废中有机质降低其缺少支撑物,降低其发酵效果,降低产气量。而若是只添加餐厨小粗渣和主要提供微生物作用的餐厨污泥(如对比例3),则会因为缺少有机质导致发酵进程加快,有机质消耗过快导致混合物料在反应后形成一个个空腔,空腔周围的沙石会沉降坍塌而堵塞设备,从而降低发酵连续性(堵塞周期1~3天)。

[0089] 而餐厨污泥为系统提升微生物、提升物料粘接力和流动性,加快发酵效率的同时

不易堵塞系统。若是污泥用量过多,如对比例6中污泥用量提升至5,虽然有效提升菌种活性,提高产气量等,但是污泥过量也会降低后续固液分离效果,导致污泥从筛孔中进入发酵污水中,不仅不利于污泥中微生物回收利用(若微生物含量高可用于对餐厨泔水油进行处理),且污泥会增加发酵废水的粘稠度,降低发酵混合物中固废脱除效果,反而增加发酵污水的处理成本。而若是不添加餐厨污泥(如对比例7),则会因缺少微生物而降低发酵效果,且还会因缺少污泥而降低其对难降解或不降解杂质的粘结作用,导致杂质沉降、团聚而增加设备堵塞风险。

[0090] 而若是停留时间(HRT)过短(如对比例4),则会因发酵不彻底而影响沼气产量;若水力停留时间过长(如对比例5),则会因重物质(如砂石、陶瓷碎片等)沉降、氨氮等富集而影响生化系统稳定,反而导致堵塞卡停设备。

[0091] 而若是不回流,或者回流比例过低(如对比例8),则会因物料中微生物少、物料流动性差等原因而降低发酵效果,同时不回流还会破坏混合物料的结构性,影响发酵效果。

[0092] 实验例2:餐厨小粗渣用量对干式厌氧发酵的影响

[0093] 参照本方案实施例1中一种多源有机固废干式发酵工艺的工艺流程,以不同餐厨小粗渣用量进行多源固废的混合干式厌氧发酵,结果检测及统计方法参见实验例1,结果记录在表2。

[0094] 表2餐厨小粗渣用量对干式厌氧发酵的影响

实施例	厨余有机质:餐厨小粗渣:餐厨污泥的质量比	HR T/h	回流比/%	产气量/方/吨	甲烷比例/%	TS/%	pH	TAC/mg/L	VFA/mg/L	氨氮/mg/L	堵塞周期
实施例 1	10:1:2	25	31	155	61	23.4	8.35	15331	1749	3059	2~3 月
实施例 2	10:1.5:3	35	43	158	60	22.5	8.32	13713	1782	3127	2~3 月
实施例 3	10:2:2	20	50	165	59.8	20.8	8.29	15764	1856	3235	2~3 月
实施例 4	10:3:2	25	40	167	58	20.3	8.27	15314	2013	3306	2~3 月
对比例 1	10:5:2	25	40	170	57.8	19.4	8.22	13062	2566	3480	15~20 天
对比例 8	10:4:2	25	40	168	58.5	19.6	8.26	15269	2351	3399	20~30 天
对比例 9	10:6:2	25	40	165	57.6	18.7	8.20	14413	2749	3514	10~15 天
对比例 10	10:7:2	25	40	163	56.9	18.5	8.19	14143	2857	3633	5~7 天
对比例 11	10:8:2	25	40	160	56.5	18.2	8.18	15178	3016	3658	3~4 天
对比例 12	10:9:2	25	40	158	56.3	17.9	8.17	12836	3147	3721	2~3 天
对比例 13	10:10:2	25	40	160	55.8	17.6	8.14	13287	3325	3795	0.5~1 天

[0096] 实验数据表明,随着混合物料中餐厨小粗渣占比增加高,虽然单吨原料发酵产气量高,然而VFA和氨氮均会随之升高,增加发酵污水的处理难度,也会加重系统堵塞,甚至当餐厨小粗渣与厨余有机质用量一致时(如对比例13),厌氧罐运行一天甚至半天就会堵塞,需要清掏,无法连续发酵生产,严重降低多源固废的发酵效率。

[0097] 以上所述的仅是本发明的实施例,方案中公知的具体技术方案和/或特性等常识在此未作过多描述。应当指出,对于本领域的技术人员来说,在不脱离本发明技术方案的前提下,还可以作出若干变形和改进,这些也应该视为本发明的保护范围,这些都不会影响本发明实施的效果和专利的实用性。本申请要求的保护范围应当以其权利要求的内容为准,说明书中的具体实施方式等记载可以用于解释权利要求的内容。

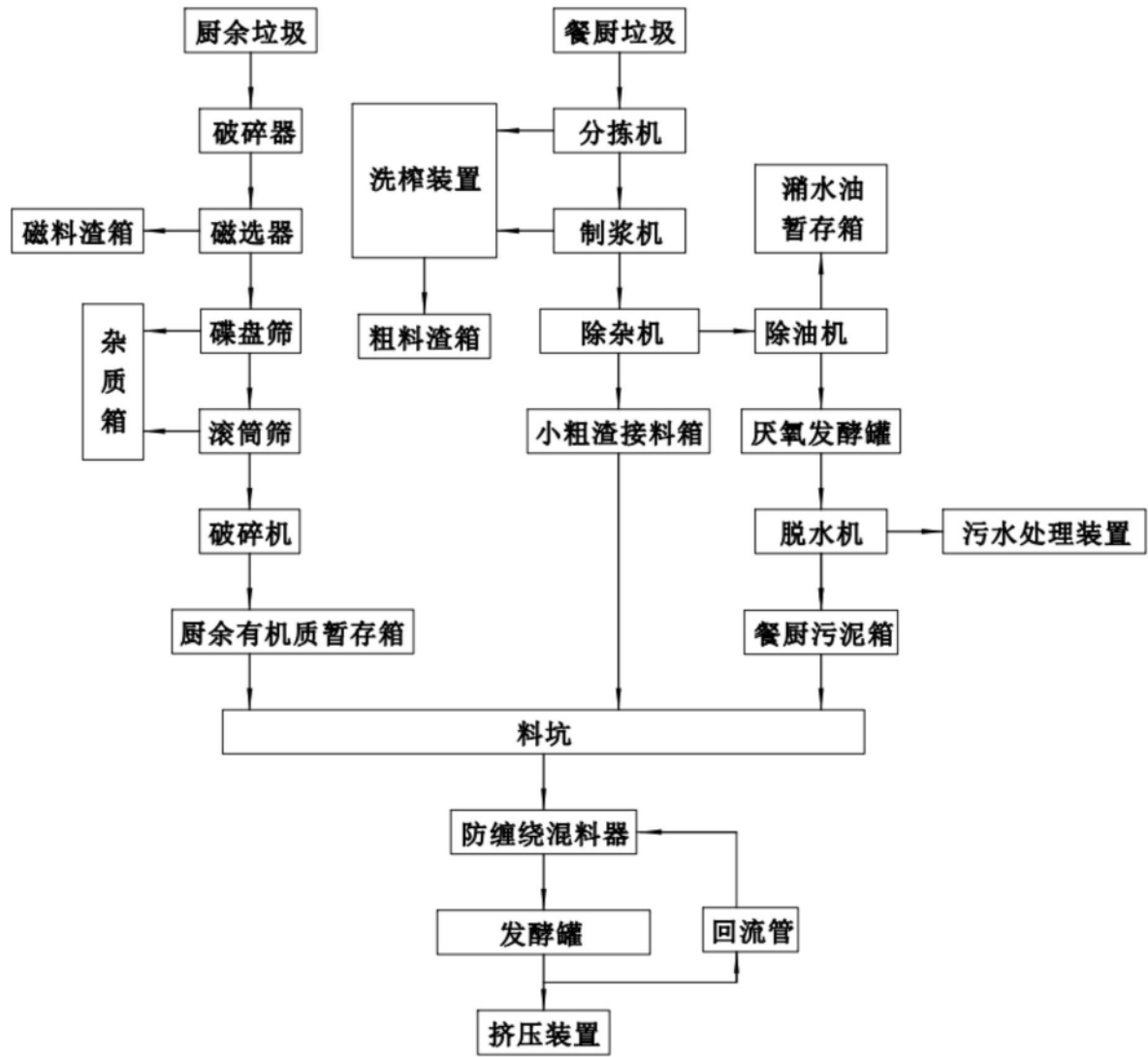


图1

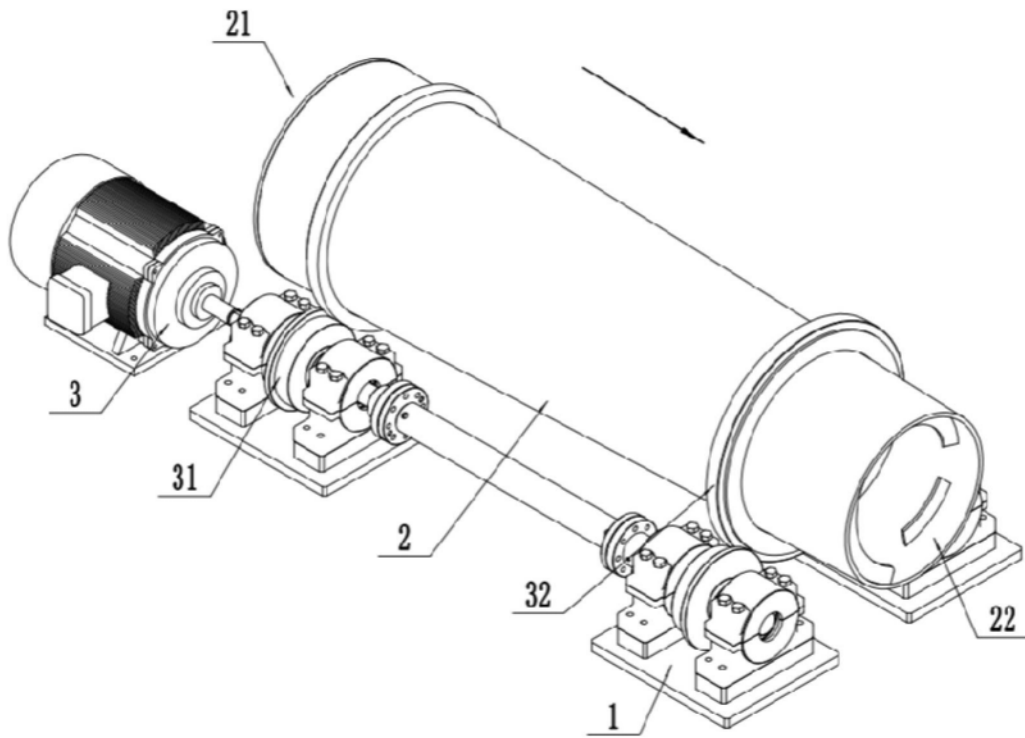


图2

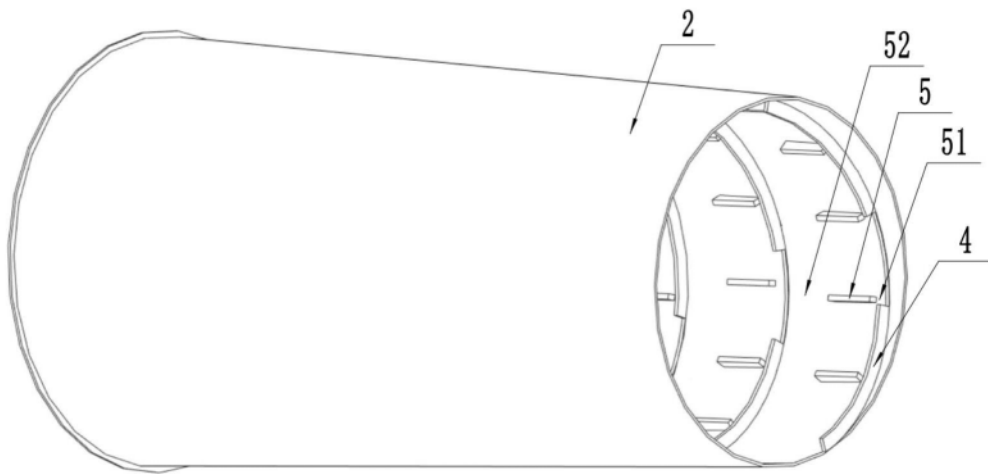


图3

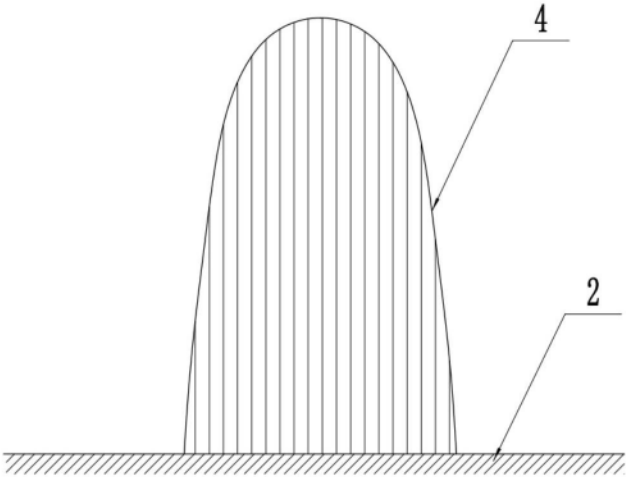


图4

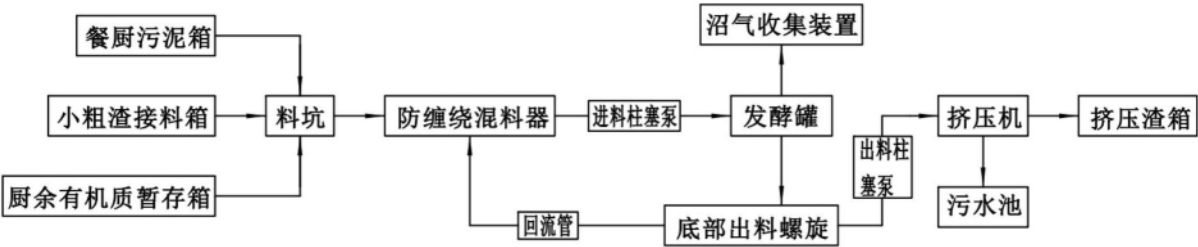


图5

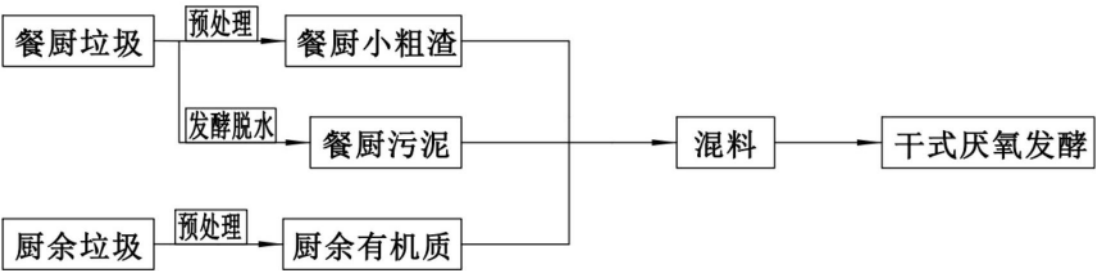


图6