(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112501214 B
(45)授权公告日 2022.05.17

(21)申请号 202011333378.5
(22)申请日 2020.11.24
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112501214 A
(43)申请公布日 2021.03.16
(73)专利权人 北京建筑大学
地址 100044 北京市西城区展览路1号
(72)发明人 刘建伟 陈欣玥 臧娜娜 冯文韬
(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所(普通合伙) 32204
专利代理师 苏虹
(51)Int.Cl.
C12P 5/02(2006.01)
C02F 101/16(2006.01)
C02F 101/30(2006.01)
C02F 103/06(2006.01)
C12R 1/885(2006.01)
C12R 1/07(2006.01)
C12R 1/02(2006.01)
C12R 1/145(2006.01)
C12R 1/01(2006.01)

审查员 张晓慧

权利要求书2页 说明书12页 附图2页

(54)发明名称

一种村镇湿垃圾强化两相厌氧处理系统与方法

(57)摘要

本发明公开了一种村镇湿垃圾强化两相厌氧处理系统和方法，包括湿垃圾预处理、秸秆预处理、两相厌氧发酵处理；本发明采用定向分选处理进行湿垃圾的前处理，得到高纯度的有机垃圾组分，并与秸秆以合理的比例混合，再进行独立的水解产酸反应和产甲烷反应，处理效果好，处理系统一体化程度好，极大提升了资源利用率。



CN 112501214 B

1.一种村镇湿垃圾强化两相厌氧处理方法,其特征在于:包括湿垃圾预处理、秸秆预处理、两相厌氧发酵处理;

所述湿垃圾预处理包括:人工分选去除湿垃圾中的干扰物,后进行固液分离处理得到预脱水垃圾,将预脱水垃圾进行筛分后,根据不同粒径大小的垃圾所含组分进行定向分选处理,去除金属、塑料、纤维、无机物得到分选后的有机垃圾;将有机垃圾进行破碎处理得到粉碎物料,后进行茎叶和玻璃分选处理,分选出的有机组分、植物茎叶、玻璃进行破碎,得到去除茎叶含纤维素类物质、玻璃的高纯度有机垃圾;由茎叶分选机分选出的茎叶类物质和静电分选出的纤维类物质放置在发酵池内,向发酵池里添加复合菌剂;

其中所述湿垃圾预处理包括如下步骤:

(1)人工分选去除湿垃圾中的干扰物,干扰物包括塑料、玻璃、金属;

(2)将人工分选处理后的剩余湿垃圾进行固液分离处理,得到预脱水垃圾和含油废水;含油废水通过管道过滤器进行杂质分离后进行油水分离处理,油脂提取后经加工制成工业油脂,废水进入污水处理系统;

(3)将步骤(2)得到的预脱水垃圾进行一级筛分处理,得到粒径小于40mm的筛下物和粒径大于40mm的筛上物,将筛上物进行磁选处理,在磁力作用下将垃圾中的金属类垃圾分选出来,磁选剩余垃圾进入风选处理,利用各组分之间的重量差异进行风选得到包含有机组分的中质物;

(4)将步骤(3)得到的一级筛分筛下物进行二级筛分处理,得到粒径小于8mm的筛下物和粒径大于8mm的筛上物,将筛下物收集后进行填埋处理;

(5)将步骤(2)得到的中质物和步骤(3)得到的二级筛分筛上物进行破碎处理得到粒径小于20mm的粉碎物料,将粉碎物料进行茎叶和玻璃分选处理,得到去除茎叶含纤维素类物质、玻璃的剩余有机垃圾;

所述秸秆预处理包括:将秸秆进行破碎处理得到小于5mm的破碎物质,经破碎物质进行调配处理去除木质素类物质,后进行烘干处理得到预处理后的秸秆,其中调配处理采用KOH和$Ca(OH)_2$联合预处理;预处理后的秸秆与有机垃圾混合的VS比为1:3～5;

所述两相厌氧发酵处理包括:将预处理后的秸秆与经上述湿垃圾预处理得到的有机垃圾进行混合,并加入复合菌液得到混合物料,复合菌液包括木霉和芽孢杆菌,二者菌量比例为1:1,菌液的浓度为4.5×10^8CFU/mL;将混合物料送至水解酸化区,加入水解酸化菌进行水解酸化反应;水解酸化反应形成的水解酸化液进入产甲烷区,加入产甲烷菌液进行厌氧发酵反应;产甲烷区厌氧发酵反应的一部分消化液直接回流至水解酸化区用于发酵,回流部分占消化液总体积的20～30%;剩余消化液经固液分离处理,分离出沼渣和沼液,沼渣破碎处理后烘干造粒,沼液进行污水处理。

2.根据权利要求1所述的村镇湿垃圾强化两相厌氧处理方法,其特征在于:两相厌氧发酵处理过程中;水解酸化反应的温度为35℃～38℃,pH值为6.5～7.8;厌氧发酵反应的温度为55℃～58℃,pH值为7.0～7.5。

3.根据权利要求1所述的村镇湿垃圾强化两相厌氧处理方法,其特征在于:还包括污水处理,处理的污水来自经油水分离处理后的污水、经离心处理分离后的沼液以及各个垃圾处理单元的污水;采用混凝气浮-高负荷曝气池-两级A/O-MBR工艺处理污水,出水回用于两相厌氧发酵系统和秸秆预处理系统调节湿度,污泥一部分回流至前端一级反硝化池,剩余

污泥经浓缩处理、深度脱水后，所产生的清液回流至一级反硝化池，产生的渣饼及污泥饼回流进行水解处理。

4.一种村镇湿垃圾强化两相厌氧处理系统，其特征在于：包括湿垃圾预处理系统、秸秆预处理系统、两相厌氧发酵系统、污水处理及回流系统；

所述湿垃圾预处理系统包括依次连接的分拣台、预脱水装置、一级滚筒筛、二级滚筒筛、锤式反击破碎机、茎叶分选机、玻璃分选机，一级滚筒筛的筛下物出料口与二级滚筒筛的进料口相连，一级滚筒筛的筛上物出料口与磁选机的进料口相连，磁选机的非磁性物质出料口与风选机的进料口相连，风选机的中质物出料口、二级滚筒筛的筛上物出料口均与锤式反击破碎机的进料口相连，风选机的轻质物出料口与静电分选机的进料口相连；所述预脱水装置为变径螺旋脱液机，螺旋锥角2θ值为5～8°，装置内设有红外加热装置，出口处设有压力调节装置；

秸秆预处理系统包括依次连接的对辊式破碎机、调配罐、第一烘干机；

两相厌氧发酵系统包括相互连通的水解酸化罐和产甲烷罐，第一烘干机和玻璃分选机的出料口均与水解酸化罐的进料口相连；

污水处理及回流系统包括调节池、气浮池、高负荷曝气池、两级硝化-反硝化池、浓缩池、二沉池、生物聚沉反应池。

5.根据权利要求4所述的村镇湿垃圾强化两相厌氧处理系统，其特征在于：

水解酸化罐包括第一控制器，设于罐内的机械搅拌装置、pH传感器和温度传感器，通过水泵与罐体相连的中和液罐，设于罐顶部的第一进液系统；罐体侧壁设有酸化液取样口，顶部设有排气口，底部设有排渣口；第一控制器与机械搅拌装置、pH传感器、温度传感器、中和液罐相连；

产甲烷罐包括第二控制器，设于罐内的机械搅拌装置、pH传感器和温度传感器，设于罐顶部的第二进液系统；第二控制器与机械搅拌装置、pH传感器、温度传感器相连；罐体侧壁设有消化液取样口和出料口，产甲烷罐出料口通过带有分流部件的管路分别连接卧螺式离心机和连通产甲烷罐的回流管，底部设有排渣口，顶部设有沼气出气口，沼气出气口依次与脱硫脱水装置、沼气罐相连；

水解酸化罐的排气口与产甲烷管之间设有连通管道，水解酸化罐的酸化出料口通过计量泵和循环管与产甲烷罐相连。

6.根据权利要求4所述的村镇湿垃圾强化两相厌氧处理系统，其特征在于：还包括依次相连的沼渣破碎机、第二烘干机、造粒机；

卧螺式离心机设有沼液出口和沼渣出口，沼液出口与调节池入口相连，沼渣出口与沼渣破碎机入口相连。

一种村镇湿垃圾强化两相厌氧处理系统与方法

技术领域

[0001] 本发明涉及垃圾处理领域，特别是涉及一种湿垃圾强化两相厌氧处理系统与方法。

背景技术

[0002] 随着农村经济的快速发展，居民生活水平的不断提高，村镇生活垃圾的产生量与日俱增，其中一半以上是厨余等有机组分组成的湿垃圾，湿垃圾含水率高，富含有机物，高油脂，容易发酵、变质、腐烂，放置时间长不仅容易滋生病原微生物，还会散发恶臭气体。村镇湿垃圾分类效果较差，湿垃圾中会混杂其他组分，同时也会有庭院垃圾、枝叶、草类等物质混入。如果不妥善处理，会严重影响环境卫生和人类健康。同时，这些湿垃圾的主要特点是由于前端分类不彻底导致含有其他垃圾组分，含有蔬菜茎叶、树的枝叶等纤维素、半纤维素和木质素物质，湿垃圾中还含有油脂。目前，主要通过填埋、焚烧和常规堆肥等方式进行处理。

[0003] 然而，上述方法分别存在以下不足：填埋技术不适合处理湿垃圾，无法实现湿垃圾的资源化，并占用大量土地，填埋时产生的渗滤液会污染土壤和地下水，造成二次环境污染。焚烧处理虽然占地面积小，减容效果好，但湿垃圾含水率较高、热值较低，需要添加辅助燃料，而且焚烧过程中会产生大量的废气、废渣，尤其会产生毒副产物-二噁英气体，造成二次污染。常规的堆肥处理，需要较大的场地，且堆肥发酵周期长、效率低、不均匀发酵有机肥质量不稳定、有机肥成品需要干燥设备，增加能源消耗及环境污染、开放式发酵处理存在产生废气、臭气污染的问题，沥出液处理效果差，存在二次污染。相比于填埋、堆肥和焚烧等常规固体废弃物处理技术，厌氧发酵是一种有效地可以将有机废弃物转化为甲烷从而可以被用作气体燃料的技术，它在产生清洁能源的同时，厌氧发酵产生后生成的沼渣可以经进一步处理加工为高品质肥料，是一种切实可行的资源化环保新技术。

[0004] 但是，由于湿垃圾中含有蔬菜茎叶、树的枝叶等纤维素、半纤维素和木质素物质，同时还可能含有油脂，采用常规厌氧发酵技术处理效果不高，资源化效果差。

发明内容

[0005] 发明目的：本发明的目的之一是提供一种村镇湿垃圾强化两相厌氧处理系统，提高系统的处理效率和资源化利用效果；本发明的目的之二是提供一种村镇湿垃圾强化两相厌氧处理方法。

[0006] 技术方案：本发明提供的一种村镇湿垃圾强化两相厌氧处理方法，包括湿垃圾预处理、秸秆预处理、两相厌氧发酵处理；

[0007] 其中，所述湿垃圾预处理包括：人工分选去除湿垃圾中的干扰物，后进行固液分离处理得到预脱水垃圾，将预脱水垃圾进行筛分后，根据不同粒径大小的垃圾所含组分进行定向分选处理，去除金属、塑料、纤维、无机物得到分选后的有机垃圾；将有机垃圾进行破碎处理得到粉碎物料，后进行茎叶和玻璃分选处理，得到去除茎叶含纤维素类物质、玻璃的高

纯度有机垃圾；

[0008] 所述秸秆预处理包括：将秸秆进行破碎处理得到小于5mm的破碎物质，经破碎物质进行调配处理去除木质素类物质，后进行烘干处理得到预处理后的秸秆；

[0009] 所述两相厌氧发酵处理包括：将预处理后的秸秆与经上述湿垃圾预处理得到的有机垃圾进行混合，并加入复合菌液得到混合物料；将混合物料送至水解酸化区，加入水解酸化菌进行水解酸化反应；水解酸化反应形成的水解酸化液进入产甲烷区，加入产甲烷菌液进行厌氧发酵反应。

[0010] 上述处理方法还包括污水处理，处理的污水来自经油水分离处理后的污水、经离心处理分离后的沼液以及各个垃圾处理单元的污水；采用混凝气浮-高负荷曝气池-两级A/O-MBR工艺处理污水，出水回用于两相厌氧发酵系统和秸秆预处理系统调节湿度，污泥一部分回流至前端一级反硝化池，剩余污泥经浓缩处理、深度脱水后，所产生的清液回流至一级反硝化池，产生的渣饼及污泥饼回流进行水解处理。

[0011] 其中，所述湿垃圾预处理包括如下步骤：

[0012] (1)人工分选去除湿垃圾中的干扰物，干扰物包括塑料、玻璃、金属等大件物质；

[0013] (2)将人工分选处理后的剩余湿垃圾进行固液分离处理，得到预脱水垃圾和含油废水；含油废水通过管道过滤器进行杂质分离后进行油水分离处理，油脂提取后经加工制成工业油脂，废水进入污水处理系统；

[0014] (3)将步骤(2)得到的预脱水垃圾进行一级筛分处理，得到粒径小于40mm的筛下物和粒径大于40mm的筛上物，将筛上物进行磁选处理，在磁力作用下将垃圾中的金属类垃圾分选出来，磁选剩余垃圾进入风选处理，利用各组分之间的重量差异进行风选得到包含有机组分的中质物；

[0015] (4)将步骤(3)得到的一级筛分筛下物进行二级筛分处理，得到粒径小于8mm的筛下物和粒径大于8mm的筛上物，将筛下物收集后进行填埋处理；

[0016] (5)将步骤(2)得到的中质物和步骤(3)得到的二级筛分筛上物进行破碎处理得到粒径小于20mm的粉碎物料，将粉碎物料进行茎叶和玻璃分选处理，得到去除茎叶含纤维素类物质、玻璃的剩余有机垃圾。

[0017] 优选地，两相厌氧发酵处理过程中，复合菌液包括木霉和芽孢杆菌。通过加入木霉和芽孢杆菌组成的复合菌，菌量比例为1:1，菌液的浓度为4.5×10^{8}CFU/mL，该微生物菌群能够降解玉米秸秆和有机垃圾中含有的纤维素、木质素，并且该菌群与产酸菌与产甲烷菌的协同作用，能够提高有机垃圾降解速率，有效提高系统稳定性，混合后的物料送至水解酸化罐。

[0018] 优选地，水解酸化反应的温度为35℃～38℃，pH值为6.5～7.8；厌氧发酵反应的温度为55℃～58℃，pH值为7.0～7.5。

[0019] 两相厌氧发酵处理过程中，在中温(35℃～38℃)条件下进行水解酸化反应，在高温(55℃～58℃)条件下进行产甲烷反应，此中温-高温系统中甲烷产量、VS去除率均为最高，细菌群落结构的丰富度、多样性、均匀度和优势度也最佳。

[0020] 两相厌氧发酵处理过程中，在pH为6.5～7.8条件下进行水解酸化反应，在pH为7.0～7.5条件下进行产甲烷反应，此pH范围内水解酸化区主要进行乙酸和丁酸型发酵，可为随后甲烷的产生过程提供更有利的基质，湿垃圾具有更高的水解和酸化率，VFA产量是未调节

pH时的2倍，产沼量对pH较敏感，pH为7时产沼量最高。

[0021] 优选地，秸秆预处理中，调配处理采用KOH和$Ca(OH)_2$联合预处理；预处理后的秸秆与有机垃圾混合VS比为1∶3～5。

[0022] KOH和$Ca(OH)_2$联合预处理能够有效去除玉米秸秆中的木质素，并能破坏秸秆的木质纤维结构，增加了基质的可接触性，有利于酶的水解，提高厌氧发酵转化率。

[0023] 而将处理后的秸秆与有机垃圾按1∶3～5混合比例混合，二者混合能够在原料特性上调节至最佳C/N比15～20，在发酵动力学上调节产酸和产甲烷速率的匹配，使发酵过程更稳定。

[0024] 优选地，产甲烷区厌氧发酵反应的一部分消化液直接回流至水解酸化区用于发酵，回流部分占消化液总体积的20～30％；剩余消化液经固液分离处理，分离出沼渣和沼液，沼渣破碎处理后烘干造粒，沼液进行污水处理。

[0025] 采用不经过固液分离的消化液回用至水解酸化罐中调节含固率，可减少消化液的外排，使水解酸化区的pH值处于适宜菌群生存的范围内，COD去除效果越好，回用比例为20～30％时甲烷含量较高。

[0026] 现有技术中由于分类不彻底，村镇湿垃圾使用常规工艺处理时，只进行简单的前分选，分选出的物料比较粗糙，湿垃圾分选率和纯度均不高，不同组分杂质对于湿垃圾的后续厌氧发酵处理和资源化效果有较大影响；现有的村镇湿垃圾中往往混杂树叶等庭院有机废弃物，由于村镇湿垃圾中的纤维素、半纤维素、木质素等难降解组分，缺乏对湿垃圾中纤维素类的组分进行分选和处理，这类垃圾往往含有大量纤维素、木质素等抑制厌氧发酵的物质，会对后段的厌氧发酵工艺的效率产生不利影响；村镇湿垃圾通常具有较高的含水率和有机物含量，且C、N不均衡，湿垃圾在两相厌氧发酵中极易迅速水解并累积大量挥发性脂肪酸，造成系统过度酸化，从而抑制产甲烷菌的活性。在湿垃圾中添加秸秆可有效提高发酵系统的碱性缓冲能力，同时可调节系统的C/N比和营养物质成分，从而提高发酵系统的效率和稳定性。

[0027] 而本发明采用定向分选处理技术对湿垃圾中的各种不同成分的垃圾进行分选，将可厌氧发酵的有机组分分选出来，并去除湿垃圾中难生物降解物质，分选后有机垃圾中的纤维素类物质，利用纤维素酶降解纤维素类物质，提高有机垃圾厌氧发酵效率，稳定发酵过程；对秸秆进行预处理，并于湿垃圾进行合理混合，调整至最佳的C/N比，提高有机质厌氧转化效率；厌氧反应过程分解为独立的水解产酸阶段和产甲烷阶段，并以一定形式串联在一起，实现了完整的厌氧发酵过程，并使水解酸化和甲烷化的效果同时达到最优化，大幅提高系统的处理能力和反应器的运行稳定性。

[0028] 本发明还提供了一种村镇湿垃圾强化两相厌氧处理系统，包括湿垃圾预处理系统、秸秆预处理系统、两相厌氧发酵系统、污水处理及回流系统；

[0029] 所述湿垃圾预处理系统包括分拣台、预脱水装置、水油分离装置、一级滚筒筛、磁选机、风选机、静电分选机、二级滚筒筛、锤式反击破碎机、茎叶分选机、玻璃分选机，一级滚筒筛和二级滚筒筛均分别设有筛上物出料口和筛下物出料口，磁选机设有磁性物质出料口和非磁性物料出料口，风选机设有轻质物出料口、中质物出料口、一级重质物出料口。进一步地，所述湿垃圾预处理系统包括依次连接的分拣台、预脱水装置、一级滚筒筛、二级滚筒筛、锤式反击破碎机、茎叶分选机、玻璃分选机，一级滚筒筛的筛下物出料口与二级滚筒筛

的进料口相连，一级滚筒筛的筛上物出料口与磁选机的进料口相连，磁选机的非磁性物质出料口与风选机的进料口相连，风选机的中质物出料口、二级滚筒筛的筛上物出料口均与锤式反击破碎机的进料口相连，风选机的轻质物出料口与静电分选机的进料口相连；

[0030] 秸秆预处理系统包括依次连接的对辊式破碎机、调配罐、第一烘干机；

[0031] 两相厌氧发酵系统包括相互连通的水解酸化罐和产甲烷罐，第一烘干机和玻璃分选机的出料口均与水解酸化罐的进料口相连；

[0032] 污水处理及回流系统包括调节池、气浮池、高负荷曝气池、两级硝化-反硝化池、浓缩池、二沉池、生物聚沉反应池。

[0033] 其中，水解酸化罐包括第一控制器，设于罐内的机械搅拌装置、pH传感器和温度传感器，通过水泵与罐体相连的中和液罐，设于罐顶部的第一进液系统；罐体侧壁设有酸化液取样口，顶部设有排气口，底部设有排渣口；第一控制器与机械搅拌装置、pH传感器、温度传感器、中和液罐相连；

[0034] 产甲烷罐包括第二控制器，设于罐内的机械搅拌装置、pH传感器和温度传感器，设于罐顶部的第二进液系统；第二控制器与机械搅拌装置、pH传感器、温度传感器相连；罐体侧壁设有消化液取样口和出料口，产甲烷罐出料口通过带有分流部件的管路分别连接卧螺式离心机和连通产甲烷罐的回流管，底部设有排渣口，顶部设有沼气出气口，沼气出气口依次与脱硫脱水装置、沼气罐相连；

[0035] 并且，水解酸化罐的排气口与产甲烷管之间设有连通管道，水解酸化罐的酸化出料口通过计量泵和循环管与产甲烷罐相连。

[0036] 进一步地，该系统还包括依次相连的沼渣破碎机、第二烘干机、造粒机；卧螺式离心机设有沼液出口和沼渣出口，沼液出口与调节池入口相连，沼渣出口与沼渣破碎机入口相连。

[0037] 所述预脱水装置为变径螺旋脱液机，螺旋锥角2θ值为5～8°，装置内设有红外加热装置，出口处设有压力调节装置。

[0038] 作为优选地：

[0039] (1)预脱水装置的出口处设置压力调节装置或安装较小出口的机头，通过提高出料口处的阻碍作用，实现机筒内流场的建压。

[0040] (2)预脱水装置中，扩大螺旋锥角至2θ＝5～8°，增大螺旋内径锥角以减少流道截面的方式能够提高固液分离的效率。

[0041] (3)预脱水装置内设红外加热装置，有利于油脂回收和有机食物残渣水解，加热后通过机械挤压分离出含油废水，降低垃圾含水率，提高后续环节对湿垃圾的处理效率，保证湿垃圾持续稳定的降解，同时可提升发酵产品的质量。

[0042] (4)产甲烷罐出料口位于产甲烷罐侧壁上，并且产甲烷罐出料口处设置有阀门。阀门后通过带有分流部件的管路分别连接固液分离装置和连通的回流管，25％的消化液回用于发酵，75％的消化液进入卧螺式离心机进行固液分离，采用不经过固液分离的消化液回用至水解酸化罐中调节含固率，可减少消化液的外排，使水解酸化区的pH值处于适宜菌群生存的范围内，COD去除效果越好，回用比例为25％时甲烷含量较高。

[0043] (5)两相厌氧反应器中，水解酸化罐内温度传感器和产甲烷罐内温度传感器均与温度控制器连接，同步检测罐内物料温度，水解酸化罐和产甲烷罐外表面设置保温层，保温

层和装置外壳之间安装循环热水管，循环热水管连接温度控制器，温度控制器可独立控制两罐内循环水温度，使水解酸化罐内维持最佳反应温度35℃～38℃，使产甲烷罐内维持最佳反应温度55℃～58℃。在中温(35℃～38℃)条件下进行水解酸化反应，在高温(55℃～58℃)条件下进行产甲烷反应，此中温-高温系统中甲烷产量、VS去除率均为最高，细菌群落结构的丰富度、多样性、均匀度和优势度也最佳。

[0044] (6)水解酸化罐内有pH传感器、罐体右侧设置中和液罐，通过水泵连接罐内，中和液罐中装有$CaCO_3$溶液，机械搅拌装置、pH传感器、中和液罐三者连接控制器，用于同步检测罐内物料pH值并实时进行调节和控制物料搅拌，pH控制在6.5～7.8；产甲烷罐，罐内有机械搅拌装置15和pH传感器，两者连接控制器，用于同步检测罐内物料pH值和控制物料搅拌，pH控制在7.0～7.5；利用两相厌氧组合反应器处理村镇湿垃圾时，在pH为6.5～7.8条件下进行水解酸化反应，在pH为7.0～7.5条件下进行产甲烷反应，此pH范围内水解酸化区主要进行乙酸和丁酸型发酵，可为随后甲烷的产生过程提供更有利的基质，湿垃圾具有更高的水解和酸化率，VFA产量是未调节pH时的2倍，产沼量对pH较敏感，pH为7时产沼量最高。

[0045] 有益效果：

[0046] (1)本发明提供了一种村镇湿垃圾强化两相厌氧发酵处理系统和方法，根据不同粒径大小的垃圾所含组分不同，采用定向分选处理技术对湿垃圾中的各种不同成分的垃圾进行分选，将可厌氧发酵的有机组分分选出来，提高分选效率和分选物的纯度，去除杂质并将回收可利用的成分进行资源化利用。

[0047] (2)鉴于湿垃圾中的纤维素、半纤维素和木质素类物质的难生物降解性，在厌氧发酵过程中难以降解，并可能对其他组分的厌氧发酵产生抑制；本发明在对湿垃圾进行分选时，通过茎叶分选机将湿垃圾中含有的茎、叶等含有纤维素类的物质分选出来，通过机械适当粉碎后，经生物菌种技术二次发酵或自然腐熟后形成有机肥加以利用，对于分选后有机垃圾中的纤维素类物质，利用纤维素酶降解纤维素类物质，提高有机垃圾厌氧发酵效率，稳定发酵过程。

[0048] (3)湿垃圾C/N低，约为10，而秸秆的C/N高，约为40；本发明结合村镇的实际情况，将湿垃圾与玉米秸秆合理配比后，能够在原料特性上调整至最佳C/N比15～20，使微生物得到充足的碳源和氮源，还可以提供充足的营养物质，解决单一物质营养成分不足的问题，多原料混合发酵具有稀释有毒化合物、增强微生物的协同效应，进而提高有机质厌氧转化效率的优势，原料可以就地取材，节省运输成本。

[0049] (4)将厌氧反应过程分解为水解产酸阶段和产甲烷阶段，两阶段分离、采用两个反应器，避免了反应过程中微生物之间相互抑制或代谢产物对微生物活性的抑制作用，提高了发酵效率，并且为产酸菌和产甲烷菌提供了适宜的生长环境。运行成功的产酸相和产甲烷相是两个独立的处理单元可以分别优化运行参数，并以一定的形式串联在一起，从而实现完整的厌氧发酵过程；由于两个单元的运行参数可以独立控制，因此可以使水解酸化和甲烷化的效果同时达到最优化，大幅提高系统的处理能力和反应器的运行稳定性。

[0050] (5)本发明的村镇湿垃圾强化两相厌氧处理系统与方法，处理效果好，一体化程度好，极大提升了资源利用率。

附图说明

[0051] 图1是本发明的村镇湿垃圾强化两相厌氧处理方法的示意图；

[0052] 图2是本发明的村镇湿垃圾强化两相厌氧处理系统的示意图；

[0053] 图3是本发明的两相厌氧发酵反应器的示意图。

[0054] 其中，1.水解酸化罐；2.进料口；3.排渣口；4.酸化液取样口；5.机械搅拌装置；6.温度传感器；7.pH传感器；8.第一进液系统；9.酸化出料口；10.气体输送管；11.产甲烷罐；12.出料口；13.排渣口；14.消化液取样口；15.机械搅拌装置；16.温度传感器；17.pH传感器；18.第二进液系统；19.活性炭吸附脱硫-冷凝脱水-分子筛变压吸附装置；20.气体流量计；21.沼气出气口；22.计量泵；23.第二控制器；24.第一控制器；25.温度控制器；26.中和液罐；27.人工分拣台；28.变径螺旋脱液机；29.一级滚筒筛；30.二级滚筒筛；31.磁选机；32.风选机；33.静电分选机；34.锤式反击破碎机；35.茎叶分选机；36.玻璃分选机；37.对辊式破碎机；38.调配罐；39.第一烘干机；40.两相厌氧发酵反应器；41.卧螺式离心机；42.沼渣破碎机；43.第二烘干机；44.造粒机。

具体实施方式

[0055] 下面结合实施例对本发明进一步地详细描述。

[0056] 实施例1：

[0057] 如图1所示为本发明的村镇湿垃圾强化两相厌氧处理方法的示意图，该村镇湿垃圾强化两相厌氧发酵处理方法，包括：湿垃圾预处理、玉米秸秆预处理、两相厌氧发酵处理、污水处理及回流处理四部分。

[0058] 湿垃圾预处理工序是将湿垃圾由人工分选出塑料、玻璃、金属等大件干扰物后，进行预脱水，湿垃圾含水率预脱水后的湿垃圾经筛分后，对不同粒径大小的垃圾所含组分，采用定向分选处理技术对湿垃圾进行分选，通过磁选、风选和静电分选将湿垃圾中的金属、塑料、纤维、无机物分选出来并作相应处理和回收；初分选后的有机垃圾落入破碎装置，有机垃圾破碎成20mm颗粒；打开破碎装置出料口，有机垃圾颗粒落入茎叶分选机进行植物茎叶的分选，然后落入玻璃分选机分选出玻璃后，得到纯度较高的有机垃圾。

[0059] 其中，湿垃圾预处理具体包括如下步骤：

[0060] S1、湿垃圾首先送入人工分拣台，由人工初步分拣出湿垃圾中的塑料、玻璃、金属等大件干扰物，剩余湿垃圾通过输送带送至固液分离装置。

[0061] S2、湿垃圾进入预脱水装置，内设红外加热装置对湿垃圾进行加热，加热温度为45-50℃，辐射功率设为1kW，红外加热湿垃圾有利于油脂回收和有机食物残渣水解，加热后的湿垃圾通过螺旋机械挤压分离出含油废水，降低垃圾含水率，提高后续筛分环节对湿垃圾的分选效率，同时可提升发酵产品的质量，固体出料端排出含水率≤75％的垃圾，含油废水从出液口流出，通过管道过滤器进行杂质分离后输送到油水分离装置，油脂提取后经加工制成工业油脂，废水进入污水处理系统。

[0062] S3、预脱水后的垃圾进入一级滚筒筛对垃圾进行筛分，筛分孔径为40mm，旋转速度为15～20r/min，粒径大于40mm的垃圾颗粒作为一级滚筒筛筛上物由出料口排出送至磁选机，在磁选机的磁力作用下将垃圾中的金属类垃圾分选出来，随后进入风选机，利用一级筛分筛上物各组分之间的重量差异，对其进行风选，分选出的中质物(包括有机组分、植物茎

叶、玻璃)送至锤式反击破碎机进行破碎,较重的物料落入重质垃圾收集槽,主要成分为无机物,可填埋处理,较轻的物料(包括塑料、纤维)经静电分选出塑料和纤维,粒径小于40mm的垃圾颗粒作为筛下物被收集槽收集后进入二级筛分工序。

[0063] S4、一级滚筒筛筛下物由皮带输送机进入二级滚筒筛,所述的二级滚筒筛筛孔为8mm,旋转速度为20～22r/min,粒径大于8mm的垃圾颗粒作为二级滚筒筛筛上物由出料口排出送至锤式反击破碎机进行破碎,粒径小于8mm的垃圾颗粒作为二级滚筒筛筛下物被收集槽收集后可填埋处理。

[0064] S5、风选后的中质物以及二级滚筒筛筛上物进入锤式反击破碎机,垃圾自上部给料口给入机内,受锤子的高速冲击而破碎,将垃圾破碎成粒径小于20mm,锤式反击破碎机在转子下部设有筛板,筛板上的筛孔均匀分布,筛孔尺寸20mm,粉碎物料中小于筛孔尺寸的粒级通过筛板排出,大于筛孔尺寸的粗粒级阻留在筛板上继续受到锤子的打击和研磨,最后通过筛板排出机外,由输送带送至茎叶分选机。

[0065] S6、在茎叶分选机中,根据垃圾颗粒与其所含的茎叶的颜色深浅对光感的对比度不同的特性来进行分选茎叶。首先将料斗中的垃圾由振动喂料器送入通道成单行排列并依次以3.5m/s的速度下落,光电检测系统在日光灯的照射下通过背景板折射的光线对垃圾颗粒进行光学检测,由CCD传感器对垃圾颗粒进行检测分析,把检测到茎叶的颜色与背景对比色进行比较,当捕捉到与茎叶颜色相同的物质时,就立即把其光信号转换成电信号,然后由判断处理电路对信号进行分析处理后,命令高速电磁阀启动高压气流喷嘴,压力为0.4～0.6MPa,高速喷射气流将茎叶吹送入收集槽,再由提升机提升入二次进料斗进行二次色选,剩余垃圾由出料口送至玻璃分选机。

[0066] S7、垃圾从进料斗进入给料机往前输送,垃圾自由落体进入光学分选机的玻璃溜槽,高分辨率照相机对下落的垃圾进行记录和分析,依照所设定的程序,压缩空气阀门精确吹出玻璃至玻璃收集槽,剩余有机垃圾送至配料罐。

[0067] S8、由茎叶分选机分选出的茎叶类物质和静电分选出的纤维类物质放置在发酵池内,向发酵池里添加复合菌剂,包括真菌、放线菌、酵母菌、细菌复合益菌群,控制温度15～17℃、pH 6～8、湿度55％～65％,堆积24h后开始升温,48h后温度升至50～70℃,过程中需要不定时地使用翻刨机均匀布菌、翻刨散热,8～16d发酵成功,经处理后的纤维类垃圾就转化成易于土壤和植物吸收的有机肥和土壤基质,再根据不同植物的需求,进行进一步加工,生产出来的肥料可以用于城市绿化、苗圃生产、育种栽培等多个领域。

[0068] 玉米秸秆预处理是将玉米秸秆破碎成小于5mm颗粒,混合0.5％的KOH和2％的$Ca(OH)_2$,38℃条件下密封保存7d,处理后的玉米秸秆与有机垃圾按1:4混合比例混合,在原料特性上调节至最佳C/N比15～20;并加入木霉和芽孢杆菌组成的复合菌,菌量比例为1:1,菌液的浓度为4.5×10^7CFU/mL。

[0069] 玉米秸秆预处理具体包括如下步骤:

[0070] S1、对玉米秸秆进行预处理,采用对辊式破碎机将秸秆破碎至小于5mm的颗粒,破碎后送至调配罐进行调配,混合0.5％的KOH和2％的$Ca(OH)_2$,38℃条件下密封保存7d,KOH和$Ca(OH)_2$联合预处理能够有效去除玉米秸秆中的木质素,并能破坏玉米秸秆的木质纤维结构,增加了基质的可接触性,有利于酶的水解,提高厌氧发酵转化率。

[0071] S2、将预处理后的玉米秸秆与有机垃圾按1:4混合比例混合,二者混合能够在原料

特性上调节至最佳C/N比15～20，在发酵动力学上调节产酸和产甲烷速率的匹配，使发酵过程更稳定，加入木霉和芽孢杆菌组成的复合菌，菌量比例为1∶1，菌液的浓度为4.5×10^8CFU/mL，该微生物菌群能够降解玉米秸秆和有机垃圾中含有的纤维素、木质素，并且该菌群与产酸菌与产甲烷菌的协同作用，能够提高有机垃圾降解速率，有效提高系统稳定性，混合后的物料送至水解酸化罐。

[0072] 两相厌氧发酵处理是将调配好的物料投入水解酸化区，在中温(35℃～38℃)下进行水解酸化反应，水解酸化菌液经水泵泵入第一进液管，由第一雾化喷头喷至有机物料表面，水解酸化液内包含大量产酸菌，为梭菌、醋酸菌、鼠孢菌的混合菌，菌量比例为1∶1∶1，菌液的浓度为5.5×10^8CFU/mL，酸化周期4d，形成的水解酸化液进入产甲烷区，在高温(55℃～58℃)下进行厌氧发酵反应，产甲烷菌液经水泵泵入第二进液管，由第二雾化喷头喷至物料表面，产甲烷菌液中含有大量产甲烷微生物，为甲烷杆菌、甲烷热杆属、甲烷八叠球菌的混合菌，菌量比例为1∶1∶1，微生物菌液的浓度为5.5×10^8CFU/mL；厌氧发酵周期10d，产生的沼气依次通过活性炭吸附脱硫-冷凝脱水-分子筛变压吸附去除CO_2等杂质后送入沼气罐储存，可用于发电或作为燃料进行供热，25％消化液回流至水解酸化罐调节含固率，75％消化液经出水溢流管被送入卧螺式离心机固液分离，分离出沼渣和沼液，沼渣通过沼渣破碎机破碎后烘干造粒，沼液送到污水收集箱。

[0073] 两相厌氧发酵处理具体包括如下步骤：

[0074] S1、在水解酸化罐内，采用机械搅拌器对物料进行搅拌，转速为50r/min，搅拌时间控制在20min/h，罐内设置保温层，保温层和装置外壳之间有循环热水层，通过温度控制器使酸化过程保持温度在35℃～38℃，水解酸化罐设有装有$CaCO_3$溶液的中和液罐，通过水泵连接罐内，调节罐内pH，使pH控制在6.5-7.8，水解酸化菌液通过雾化喷头喷至物料上，水解酸化液内包含大量产酸菌，为梭菌、醋酸菌、鼠孢菌的混合菌，菌量比例为1∶1∶1，菌液的浓度为5.5×10^8CFU/mL，酸化周期4d。

[0075] S2、经水解酸化后的水解酸化液通过进料管送进产甲烷罐进行消化，产甲烷菌液通过雾化喷头喷至物料上，产甲烷菌液中含有大量产甲烷微生物，为甲烷杆菌、甲烷热杆属、甲烷八叠球菌的混合菌，菌量比例为1∶1∶1，微生物菌液的浓度为5.5×10^8CFU/mL，产甲烷罐中还设有搅拌器，搅拌器的转速为50r/min，搅拌时间控制20min/h，pH值控制在7.0～7.5，罐内设置保温层，保温层和装置外壳之间有循环热水层，温度控制在55℃-58℃，消化周期10d；

[0076] S3、产甲烷区的25％消化液回流至水解酸化罐调节含固率，并且可以缓解酸化相的VFA抑制作用，同时提高甲烷相的产甲烷性能，75％消化液经出水溢流管被送入卧螺式离心机固液分离，分离出沼渣和沼液，沼渣通过沼渣破碎机破碎后烘干造粒，沼液送到污水收集箱，沼气依次通过活性炭吸附脱硫-冷凝脱水-分子筛变压吸附去除CO_2等杂质后送入沼气罐储存。

[0077] 污水处理及回流处理，将处理的污水来自经油水分离机分离后的污水、经卧螺式离心机分离后的沼液，以及各个垃圾处理单元的渗滤液、各车间的日常排水、生活污水等，采用混凝气浮-高负荷曝气池-两级A/O-MBR工艺处理污水，厌氧沼液输送至调节池内，然后通过水泵打入后续气浮处理单元，在进入气浮单元前向废水中投加一定量的絮凝剂及混凝剂，可起到去除悬浮物及油脂的作用，同时去除胶体及部分磷酸盐，气浮单元出水泵送至高

负荷曝气池，去除大部分有机物后进入二沉池进行泥水分离，二沉池出水自流进入两级硝化-反硝化池，以去除废水中剩余的有机物和氮类污染物，最后经过内置式MBR膜组件进行泥水分离，出水回用于两相厌氧系统和秸秆预处理系统调节湿度，污泥一部分回流到前端一级反硝化池，一部分作为剩余污泥排入浓缩池，气浮池和沉二沉池的污泥也排入浓缩池，污泥浓缩后进入生物聚沉反应池深度脱水后，所产生的清液回流至一级反硝化池，产生的渣饼及污泥饼回流至水解系统。

[0078] 实施例2：

[0079] 如图2所示为本发明的一种村镇湿垃圾强化两相厌氧处理系统，由湿垃圾预处理系统、玉米秸秆预处理系统、强化两相厌氧发酵系统、污水处理及回流系统组成。

[0080] 其中，湿垃圾预处理系统用于对湿垃圾进行分选、筛分、破碎、预脱水，此系统包括：卸料斗、人工分拣台27、预脱水装置、水油分离装置、一级滚筒筛29、磁选机31、风选机32、静电分选机33、二级滚筒筛30、锤式反击破碎机34、茎叶分选机35、玻璃分选机36，一级滚筒筛和二级滚筒筛均分别设有筛上物出料口和筛下物出料口，磁选机设有磁性物质出料口和非磁性物料出料口，风选机设有轻质物出料口、中质物出料口、一级重质物出料口。

[0081] 其中，人工分拣台、预脱水装置、一级滚筒筛、二级滚筒筛、锤式反击破碎机、茎叶分选机、玻璃分选机依次连接，一级滚筒筛的筛下物出料口与二级滚筒筛的进料口相连，一级滚筒筛的筛上物出料口与磁选机的进料口相连，磁选机的非磁性物质出料口与风选机的进料口相连，风选机的中质物出料口、二级滚筒筛的筛上物出料口均与锤式反击破碎机的进料口相连，风选机的轻质物出料口与静电分选机的进料口相连。

[0082] 人工分拣台27由板链式输送机组成，机架宽度1.3m，皮带移动速率不超过0.3m/s，设有进料口和出料口，湿垃圾经进料口进入人工分拣台，通过人工分拣将垃圾中橡胶类、金属、玻璃等拣出，剩余湿垃圾由出料口运出，出料口下部设有输送带，输送带可将湿垃圾运至固液分离装置。

[0083] 预脱水装置为变径螺旋脱液机28，主要由变径螺旋、电机、滤筒和机头组成，设有进料口、出料口和出液口，内设红外加热装置，加热温度为50℃，辐射功率设为1kW，湿垃圾从进料口加入漏斗，通过电机带动螺旋转动，物料在螺旋、滤筒和机头的共同作用向前输送并实现挤压脱液，螺旋转速为20rpm，预脱水后的垃圾从出料口排出落入输送带送至1号滚筒筛，即一级滚筒筛29，含油废水从出液口送入油水分离机进行油水分离。

[0084] 1号滚筒筛的筒体呈倾斜放置，筒体被防尘密封罩罩住，倾斜滚筒高端设有进料口，倾斜滚筒低端设有筛上物出料口，筒内设有减速机，调节筒体以一定转速旋转，滚筒转速为15～20r/min，倾斜滚筒下部设有筛下物收集槽，倾斜滚筒筒身上筛孔均匀分布，所述筛孔直径为40mm，滚筒倾斜角度为7～10°，湿垃圾经滚筒筛分后，筛上物由设置在筛上物出料口下部的输送带送至磁选机，筛下物由筛下物收集槽收集并送至2号滚筒筛30，即二级滚筒筛。

[0085] 磁选机31为圆筒式磁选机，由旋转的多极磁系和外面的非导磁圆筒构成，机体上部设有垃圾进料口，左下方有金属收集箱，右下方设有垃圾排出口，排出口连接垃圾收集槽；湿垃圾经过圆筒式磁选机时，在磁力和机械力的综合作用下，金属被吸附在皮带上，落入金属收集箱中，去除金属后的湿垃圾进入收集槽，收集槽下方设置输送带，输送带连接风选机。

[0086] 风选机32包括机架、转动连接在机架上端的输送带、位于输送带低端的进料口、位于输送带高端的吸风管道、位于吸风管道上的风机，鼓风机右侧设有重质垃圾收集槽，重质垃圾收集槽右侧设有轻质垃圾收集槽。湿垃圾通过输送带送入进料口，较重的物料落入重质垃圾收集槽，主要成分为无机物，可填埋处理；较轻的物料落入轻质垃圾收集槽，如塑料、纤维等。所述鼓风机风速为1.6～2.1m/s。

[0087] 2号滚筒筛的筒体呈倾斜放置，筒体被防尘密封罩罩住，倾斜滚筒高端设有进料口，倾斜滚筒低端设有筛上物出料口，筒内设有减速机，调节筒体以一定转速旋转，倾斜滚筒下部设有筛下物收集槽，倾斜滚筒筒身上筛孔均匀分布，所述筛孔直径为8mm，滚筒转速为20～22r/min，滚筒倾斜角度为7～10°；1号滚筒筛的筛下物经滚筒筛分后，筛上物与从风选机风选后的垃圾一同进入锤式反击破碎机；筛下物由筛下物收集槽收集，可填埋处理。

[0088] 锤式反击破碎机34由锤子、转轴、圆盘、轴承、反击板、筛板等组成，锤头活动地铰接在转子的转盘上，转轴连同转盘支撑在机壳两侧滚动轴承座上，电动机带动转子在破碎腔内高速旋转。物料自上部给料口给入机内，受锤子的高速冲击而破碎，将垃圾破碎成粒径小于20mm，锤式反击破碎机在转子下部，设有筛板、筛板上的筛孔均匀分布，筛孔尺寸20mm，粉碎物料中小于筛孔尺寸的粒级通过筛板排出，大于筛孔尺寸的粗粒级阻留在筛板上继续受到锤子的打击和研磨，最后通过筛板排出机外，由输送带送至玻璃分选机。

[0089] 茎叶分选机35为光电色选机，主要由CCD传感器、高速磁阀、喷嘴、出料机构等部分组成，首先将料斗中的垃圾由振动喂料器送入通道成单行排列并依次以3.5m/s的速度下落，光电检测系统在日光灯的照射下通过背景板折射的光线对垃圾颗粒进行光学检测，由CCD传感器对垃圾颗粒进行检测分析，把检测到茎叶的颜色与背景对比色进行比较，当捕捉到与茎叶颜色相同的物质时，就立即把其光信号转换成电信号，然后由判断处理电路对信号进行分析处理后，高速电磁阀控制喷嘴喷出的脉冲式压缩空气将茎叶吹离正常运动轨道，落入收集槽内，再由提升机提升入二次进料斗进行二次色选，剩余垃圾由出料口送至玻璃分选机。其中，光电色选机配有提升机等回料装置，可把一次色选后精度不高的茎叶自动重新再选一次，相当于有两台一级色选机同时进行两级色选，可以最大限度的分选出湿垃圾中的植物茎叶，省去不少人力、物力和时间，同时还有利于色选精度的提高。

[0090] 玻璃分选机36采用光学分选机，包括进料斗、给料机、玻璃溜槽、高分辨率照相机、压缩空气阀门，垃圾从进料斗进入给料机往前输送，垃圾自由落体进入光学分选机的玻璃溜槽，高分辨率照相机对下落的垃圾进行记录和分析，依照所设定的程序，压缩空气阀门精确吹出玻璃至玻璃收集槽，剩余垃圾通过输送带送至配料罐。

[0091] 玉米秸秆预处理系统，用于将玉米秸秆预处理，去除其中含有的木质素、纤维素、半纤维素等物质，达到与有机垃圾混合厌氧发酵的最佳状态，此系统包括：对辊式破碎机37、调配罐38、第一烘干机39。对辊式破碎机内部设有两个辊，两个辊表面均呈锯齿状，两辊转动，对玉米秸秆进行破碎，将玉米秸秆破碎成粒径小于5mm，对辊式破碎机在辊下部，设有筛板、筛板上的筛孔均匀分布，筛孔尺寸5mm，粉碎玉米秸秆中小于筛孔尺寸的粒级通过筛板排出，大于筛孔尺寸的粗粒级阻留在筛板上继续破碎，所述的对辊式破碎机上方有入料口，底部有出料口，破碎后的玉米秸秆通过设置在出料口下部的传送带送至调配罐。调配罐设有进料口、出料口和进液口，内部设有机械搅拌装置、加热装置和温度传感器，玉米秸秆通过进料口进入罐内，KOH通过进液口进入罐内，通过搅拌装置充分搅拌，温度控制在38℃，

密封7d，第一烘干机39烘干后送至水解酸化罐。

[0092] 强化两相厌氧发酵系统用于将预处理后的玉米秸秆与垃圾联合两相厌氧发酵，此系统包括：两相厌氧发酵反应器40、卧螺式离心机41、沼渣破碎机42、第二烘干机40、造粒机44、沼气储气罐、污水收集箱。

[0093] 如图3所示为本发明的两相厌氧发酵反应器，分为水解酸化罐1和产甲烷罐11两部分。水解酸化罐1设有进料口2和出料口9，罐内有机械搅拌装置5、pH传感器7、罐体右侧设置中和液罐26，通过水泵连接罐内，中和液罐中装有$CaCO_3$溶液，机械搅拌装置5、pH传感器7、中和液罐26三者连接第一控制器24，用于同步检测罐内物料pH值并实时进行调节和控制物料搅拌，pH控制在6.5～7.8，水解酸化罐顶部安装第一进液系统8，包括第一进液管和第一雾化喷头，第一雾化喷头均匀分布于第一进液管上，第一进液管通过水泵连接水解酸化液储存罐，水解酸化液内包含大量产酸菌，如梭菌属、醋酸菌属、鼠孢菌属等，酸化出料口9通过计量泵22和循环管与产甲烷罐11连接，用于输送酸化液，水解酸化罐1与产甲烷罐11之间有气体输送管10，水解酸化罐侧壁设有酸化液取样口4、水解酸化罐底部设有排渣口3，水解酸化罐内有温度传感器6，温度传感器与温度控制器25连接，同步检测罐内物料温度，水解酸化罐外表面设置保温层，保温层和装置外壳之间安装循环热水管，循环热水管连接温度控制器25，温度控制器控制循环水温度，使罐内维持最佳反应温度35℃～38℃。

[0094] 产甲烷罐11的罐内有机械搅拌装置15和pH传感器17，两者连接第二控制器23，用于同步检测罐内物料pH值和控制物料搅拌，pH控制在7.0～7.5，产甲烷罐顶部安装第二进液系统18，包括第二进液管和第二雾化喷头，第二雾化喷头均匀分布于第二进液管上，第二进液管通过水泵连接产甲烷菌液储存罐，产甲烷菌液内包含产甲烷罐中接种了大量产甲烷微生物，如甲烷杆菌属、甲烷热杆菌属、甲烷八叠球菌属等，产甲烷罐侧壁设有消化液取样口14、产甲烷罐底部设有排渣口13，产甲烷罐内有温度传感器16，温度传感器与温度控制器25连接，同步检测罐内物料温度，产甲烷罐外表面设置保温层，保温层和装置外壳之间安装循环热水管，循环热水管连接温度控制器25，温度控制器控制循环水温度，使罐内维持最佳反应温度55℃～58℃，产甲烷罐出料口12处设置有阀门，阀门后通过带有分流部件的管路分别连接卧螺式离心机和连通产甲烷罐11的回流管，25％消化液由回流管回流至水解酸化罐调节含固率，75％消化液通过管道送至卧螺式离心机进行固液分离，产甲烷罐顶部设有沼气出气口21，沼气出气口21与活性炭吸附脱硫-冷凝脱水-分子筛变压吸附装置19和气体流量计20连通，沼气提纯后送入沼气罐储存。

[0095] 沼渣通过沼渣破碎机42破碎后烘干造粒，沼渣依次送入沼渣破碎机42、第二烘干机43、造粒机44。

[0096] 卧螺式离心机41，主要由转鼓、螺旋输送器、差速器以及传动部件等组成；设有进料口、出料口和出液口，物料在机内实现挤压脱液，固液分离后的沼渣从出料口排出送至沼渣破碎机。

[0097] 沼渣破碎机42，主要由机架、转子、传动部件等组成；机架部分全部采用碳钢板、槽钢焊接而成；转子部分采用双层刀片破碎，物料从进料口进破碎室，经双层刀片的不断研磨，使物料达到造粒要求。传动部件采用皮带传动，由电动机带动皮带轮、皮带，直接传递给主轴，使主轴高速旋转，以达到破碎效果；破碎后的沼渣进入第二烘干机。

[0098] 第二烘干机43，主要由热源、回转滚筒、引风机等组成；第二烘干机设有进料口和

卸料阀，沼渣由进料口进入第二烘干机后，在抄板翻动下，与热空气充分接触，加快了烘干传热、传质的速度；烘干后的沼渣由卸料阀排出至造粒机。

[0099] 造粒机44为圆盘造粒机，造粒盘盘角采用整体圆弧结构，成粒率可达94％以上；造粒盘盘底采用多条辐射钢板加强，坚固耐用、不易变形；造粒盘设有出料口，粒径大小为3～5mm的肥料由出料口排出，经冷却后再进行计量包装形成高品质肥料，以便于储存和使用。

[0100] 污水处理及回流系统，处理的污水来自经油水分离机分离后的污水、经卧螺式离心机分离后的沼液，以及各个垃圾处理单元的渗滤液、各车间的日常排水、生活污水等，采用混凝气浮-高负荷曝气池-两级A/O-MBR工艺处理污水，其中包括调节池、气浮池、高负荷曝气池、二沉池、两级硝化-反硝化池、MBR反应池、浓缩池、生物聚沉反应池、除渣机等。污水输送至调节池内，然后通过水泵打入后续气浮处理单元，在进入气浮单元前向废水中投加一定量的絮凝剂及混凝剂，可起到去除悬浮物及油脂的作用，同时去除胶体及部分磷酸盐，气浮单元出水泵送至高负荷曝气池，去除大部分有机物后进入二沉池进行泥水分离，二沉池出水自流进入两级硝化-反硝化池，以去除废水中剩余的有机物和氮类污染物，最后经过内置式MBR膜组件进行泥水分离，出水回用于两相厌氧系统和秸秆预处理系统调节湿度，污泥一部分回流到前端一级反硝化池，一部分作为剩余污泥排入浓缩池，气浮池和沉二沉池的污泥也排入浓缩池，污泥浓缩后进入生物聚沉反应池深度脱水后，所产生的清液回流至一级反硝化池处理，产生的渣饼及污泥饼返回至厌氧发酵系统。


湿垃圾
人工分拣台
大块塑料、玻璃、金属
变径螺旋脱液机
含油废水
水油分离装置
油脂
制工业油脂
垃圾
废水
一级滚筒筛
污水收集箱
污水处理系统
筛下物
筛上物
二级滚筒筛（8mm）
筛上物
有机组分、玻璃、茎叶
筛上物
回收
金属等磁性物质
磁选机
筛下物
填埋
无机物
锤式反击破碎机
重质物
中质物
填埋
无机物
风选机
有机组分、玻璃、茎叶
茎、叶
茎叶分选机
添加菌剂堆肥制有机肥
轻质物
塑料、纤维
静电分选机
纤维
玻璃分选机
玻璃
回收
塑料
回收
有机组分
水解酸化罐
$CaCO_3$ 调节
KOH
部分消化液回流接种
产甲烷罐
脱硫脱水
玉米秸秆
对辊式破碎机
调配罐
烘干机
沼气
存储
消化液
沼气罐
卧螺式离心机
沼液
沼渣
出水回用调节湿度
MBR 池
两级 A/O 池
沉淀池
高负荷曝气池
气浮池
沼渣破碎机
烘干机
浓缩池
N、P、K 调整
清夜回流
造粒机
渣饼、污泥
生物聚沉反应器
回流至水解系统
颗粒有机肥

图1

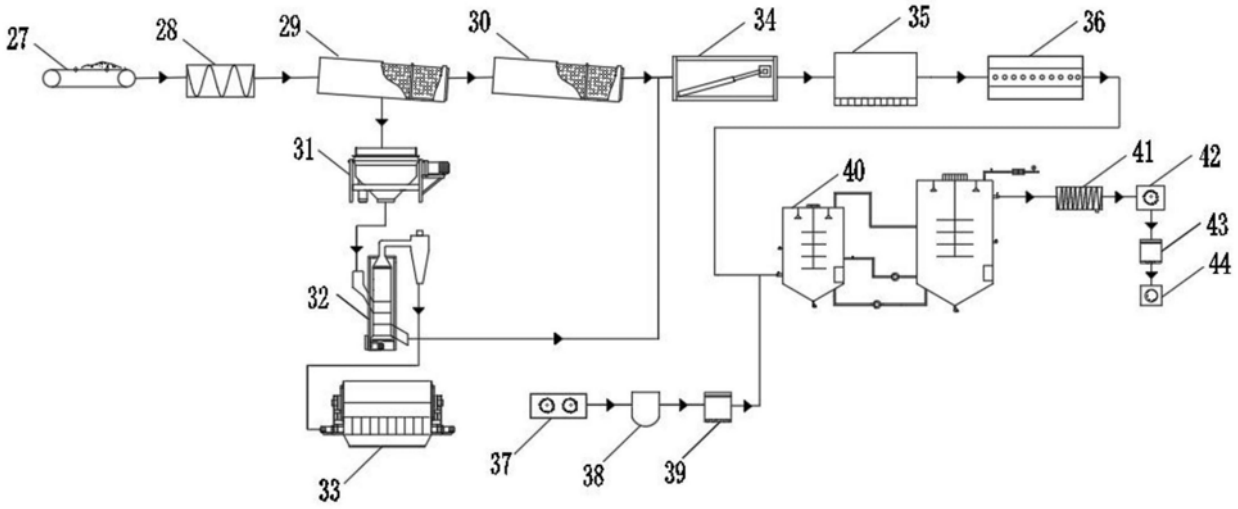
27
28
29
30
34
35
36
31
40
41
42
43
44
32
37
38
39
33

图2

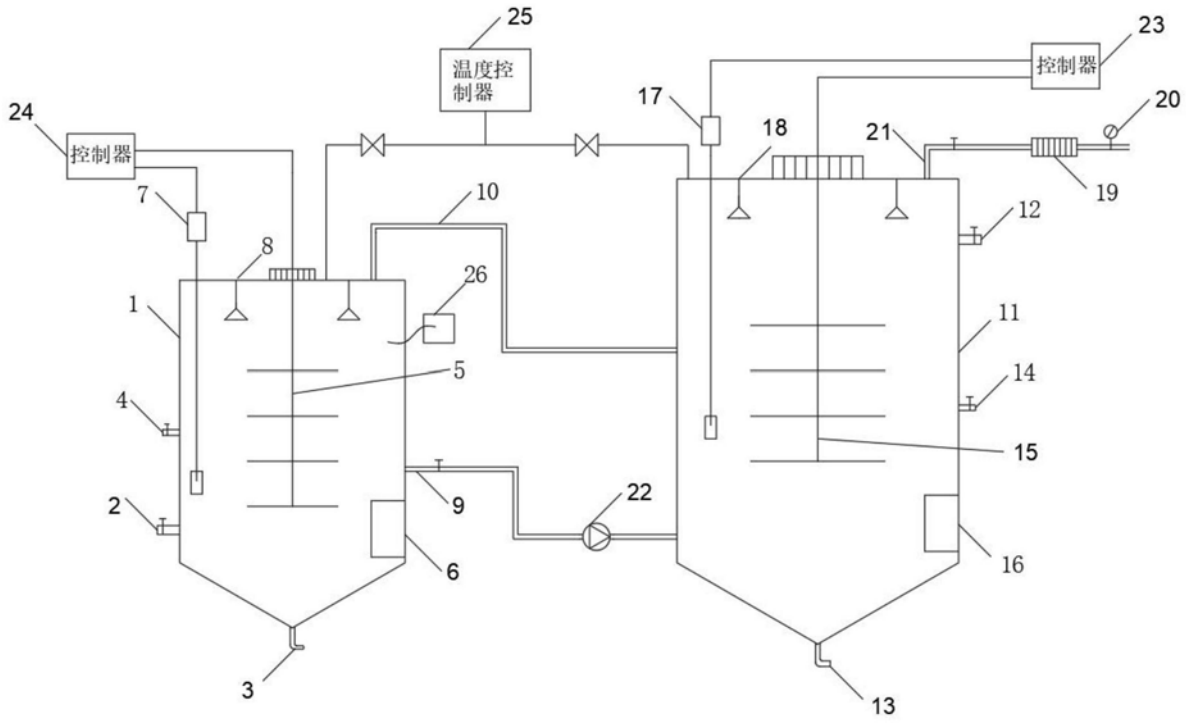
25
温度控制器
23
控制器
24
控制器
17
18
21
20
19
7
10
12
8
26
1
11
5
14
4
15
9
22
2
6
16
3
13

图3