



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108998359 A

(43)申请公布日 2018.12.14

(21)申请号 201811094558.5

(22)申请日 2018.09.19

(71)申请人 江南大学

地址 214000 江苏省无锡市蠡湖大道1800号

(72)发明人 王涛 黄振兴 阮文权 缪恒锋
王庭 唐红玲

(74)专利代理机构 哈尔滨市阳光惠远知识产权代理有限公司 23211

代理人 张勇

(51)Int.Cl.

C12M 1/16(2006.01)

C12M 1/107(2006.01)

C12M 1/02(2006.01)

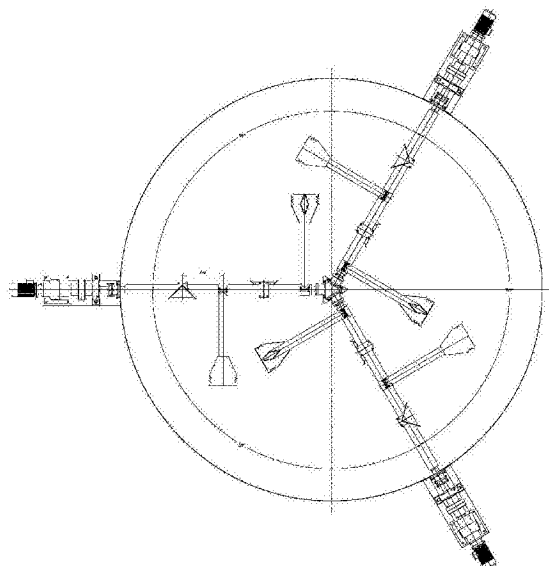
权利要求书1页 说明书4页 附图8页

(54)发明名称

一种用于猪粪和秸秆混合发酵产沼气的厌氧反应器

(57)摘要

本发明公开了一种用于猪粪和秸秆混合发酵产沼气的厌氧反应器,属于环保技术领域。本发明将秸秆(含固率80-95%)经过破碎预处理后,与猪粪(含固率5-20%)混合搅拌成含固率为10-40%的原料,改变了传统低浓度发酵的模式;通过三级螺旋输送装置进料至厌氧反应器,采用三联搅拌的全混式匀质搅拌,代替传统的顶搅拌或侧面推流搅拌。本发明提高了沼气转化效率和反应器的运行稳定性,猪粪和秸秆的混合发酵更有利于平衡厌氧反应的碳氮比,促进发酵体系的稳定性,稳定运行条件下沼气产率高于 $450\text{m}^3/\text{kgVSS}$,比传统湿式发酵的沼气产率高约15%。



1. 一种用于猪粪和秸秆混合发酵的厌氧反应器,其特征在于,包括罐体,所述罐体的上部,安装了物料螺旋进料装置、气液分离器、沼气排空口和水封式出料口;所述罐体的底部设置了螺旋排渣口;所述罐体的内部安装了加热盘管;所述罐体的外壁在圆周三等分点的位置均连接了搅拌电机、电机减速器,所述电机减速器与搅拌轴连接,三根搅拌轴在罐体内相交于罐体内的中心三角立柱上;每一根搅拌轴上,沿轴向分布设置了搅拌桨。

2. 根据权利要求1所述的一种用于猪粪和秸秆混合发酵的厌氧反应器,其特征在于,各个搅拌桨垂直安装,相邻两个搅拌桨的夹角为 45° – 90° ,每个搅拌桨的间距为0.5–1.5m。

3. 根据权利要求1所述的一种用于猪粪和秸秆混合发酵的厌氧反应器,其特征在于,所述厌氧反应器还安装了在线温度计、静压式液位计。

4. 根据权利要求1所述的一种用于猪粪和秸秆混合发酵的厌氧反应器,其特征在于,所述厌氧反应器的罐体为圆柱形结构,直径与高度的比值为1–4。

5. 根据权利要求1~4任一所述的一种用于猪粪和秸秆混合发酵的厌氧反应器,其特征在于,所述搅拌桨转动过程中,搅拌桨叶边缘最低点距离反应器底部5–50cm,搅拌桨叶边缘最高点高出反应器有效液位15–50cm。

6. 根据权利要求1~5任一所述的一种用于猪粪和秸秆混合发酵的厌氧反应器,其特征在于,所述气液分离器的回流管深入罐体内部,回流管口的深度在罐体液位30cm以下。

7. 根据权利要求1~6任一所述的一种用于猪粪和秸秆混合发酵的厌氧反应器,其特征在于,秸秆破碎后和猪粪装卸至进料斗,通过物料螺旋进料装置进料至厌氧反应器,在三联搅拌的作用下进行全混式匀质搅拌,产生的沼气经气液分离器分离,进入沼气储罐进行储存,沼气经过净化后可用于发电、民用燃气或锅炉燃烧,沼渣液通过螺旋排渣口输送至固液分离机,沼渣进行堆肥,沼液进行回用配料。

8. 一种应用权利要求1~7任一所述的厌氧反应器发酵产沼气的方法,其特征在于,以猪粪和秸秆混合物为原料,猪粪含固率5–25%,秸秆含固率80–95%;秸秆进料前经过破碎预处理后,粒径不超过20mm,猪粪和秸秆混合物的含固率为10–40%;猪粪和秸秆混合物在厌氧反应器内通过沼液回流调整含固率为10–20%。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,猪粪和秸秆混合物中两者的干物质配比为1~2,混合物的碳氮比为20–30。

10. 根据权利要求8或9所述的方法,其特征在于,反应器运行前接种含有高活性产甲烷菌种的污泥,接种污泥的挥发性悬浮固体和总悬浮固体比值不低于0.5,接种量为5–10kgTSS/m³;反应器采取半连续式的进料方式,运行温度为30–40℃,反应器启动初期进料有机负荷为1–4kg VSS/(m³·d),当沼气产率高于300m³/kgVSS,pH高于7.0时进一步提高进料负荷,厌氧发酵周期为40–60d。

一种用于猪粪和秸秆混合发酵产沼气的厌氧反应器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于猪粪和秸秆混合发酵产沼气的厌氧反应器,属于环保技术领域。

背景技术

[0002] 随着农业现代化的发展,农村环境污染问题日趋严峻,突出表现为畜禽养殖废弃物的大量排放和农作物秸秆的不当处置。利用畜禽粪便、农作物秸秆为原料进行厌氧消化生产沼气是农业废弃物资源化利用的有效途径,不仅能够降低畜禽粪便和秸秆带来的环境污染,同时能够为农村提供清洁能源沼气。畜禽粪便和农作物秸秆均是沼气发酵的良好原料,两者混合发酵不仅可以平衡碳氮比,减小氨抑制风险,而且降低了猪粪和秸秆原料单独发酵时的弊端,获得了更高的沼气产率。因此,畜禽粪便和农作物秸秆的厌氧发酵产沼气技术具有重要的科学意义和实际应用价值。

[0003] 在目前已有的猪粪秸秆厌氧发酵处理工艺中,一般采用低物料浓度发酵工艺,进料浓度低于8%,导致厌氧反应器容积较大,建设成本较高。传统厌氧反应器采取侧推流搅拌或者顶部搅拌的方式,物料发酵过程中存在搅拌死区,一方面固态物料易沉积于反应器底部,有效反应容积得不到高效利用,降低沼气产率;另一方面秸秆易上浮于液位表面,不仅降低了秸秆厌氧降解的效率,也堵塞了沼气的收集,使得沼气随物料外流,得不到沼气的高效收集和利用。因此,为进一步降低投资成本,提高厌氧发酵效率,有必要改进现有工艺,以解决上述问题。

发明内容

[0004] 本发明的目的是为解决上述问题提供一种用于猪粪和秸秆混合发酵的厌氧反应器,一方面,该反应器运行过程中可采用高固态发酵的模式(物料含固率高于15%),可以避免传统湿式消化(含固率低于8%)存在的结壳和分层现象,同时反应过程中需水量低,加热消耗的能量减少。另一方面,采用卧式三联搅拌的模式,克服了传统发酵搅拌存在死区、秸秆上浮堵塞沼气收集的问题,提高物料发酵浓度,减小了发酵容积,降低了投资成本,提高了物料降解效率和沼气产率。

[0005] 所述用于猪粪和秸秆混合发酵的厌氧反应器包括罐体,所述罐体的上部,安装了物料螺旋进料装置、气液分离器,还安装了沼气排空口和水封式出料口;所述罐体的底部安装了螺旋排渣口;所述罐体的内部安装了加热盘管;所述罐体的外壁在圆周三等分点的位置均连接了搅拌电机、电机减速器,所述电机减速器与搅拌轴连接,三根搅拌轴在罐体内相交于罐体内的中心三角立柱上;每一根搅拌轴上,沿轴向分布设置了搅拌桨,各个搅拌桨垂直安装,相邻两个搅拌桨的夹角为45-90°,每个搅拌桨的间距为0.5-1.5m。

[0006] 所述厌氧反应器还安装了在线温度计、静压式液位计。

[0007] 所述厌氧反应器的罐体为圆柱形结构,直径与高度的比值(D/H1)为1-4,其最大高度(H1)不超过8m。

[0008] 所述三联搅拌的搅拌桨叶触及的最低点距离反应器底部 (H3) 5-50cm, 搅拌桨叶触及的最高点高出反应器有效液位 (H4) 15-50cm。

[0009] 所述气液分离器的回流管深入罐体内部, 回流管口的深度在罐体液位30cm以下 (H2大于30cm)。

[0010] 本发明还提供利用所述厌氧反应器以猪粪和秸秆为原料发酵产沼气的方法, 秸秆破碎后和猪粪装卸至进料斗, 通过物料螺旋输送装置进料至厌氧反应器, 在三联搅拌的作用下进行全混式匀质搅拌发酵。发酵产生的沼气先后进入气液分离器、沼气水封罐、安全稳压罐、最后输送至沼气储罐进行储存, 沼气经过净化后可用于发电、民用燃气或锅炉燃烧, 沼渣液通过螺杆泵输送至固液分离机, 沼渣进行堆肥, 沼液进行回用配料; 厌氧反应器运行过程的温度控制、液位控制、输送装置的开关、搅拌装置的开关均通过计算机显示和控制。

[0011] 所述猪粪含固率5-25%, 秸秆含固率80-95%, 秸秆进料前经过破碎预处理后, 粒径不超过20mm, 猪粪和秸秆混合后原料含固率为10-40%, 在厌氧反应器内的发酵浓度(物料含固率)为10-20%, 通过沼液回流进行调配。

[0012] 在本发明的一种实施方式中, 猪粪和秸秆混合后的碳氮比为20-30。

[0013] 在本发明的一种实施方式中, 猪粪与秸秆混合时的干物质混合比例1:1-1:2。

[0014] 在本发明的一种实施方式中, 接种物为高活性产甲烷菌, 接种物与发酵原料的TS比值为1-5%。

[0015] 在本发明的一种实施方式中, 搅拌机的转速为0.5-2r/min。

[0016] 在本发明的一种实施方式中, 厌氧反应器最佳运行温度为30-40℃, 通过沼气燃烧产热进行回用, 或通过外源蒸汽进行增温保温。

[0017] 所述方法具体包括下列步骤:

[0018] (1) 发酵原料

[0019] 猪粪含固率5-25%, 秸秆含固率80-95%, 秸秆进料前经过破碎预处理后, 粒径不超过20mm, 猪粪和秸秆混合后原料含固率为10-40%, 在厌氧反应器内的发酵浓度为10-20%, 通过沼液回流进行稀释调配。

[0020] (2) 反应器接种

[0021] 反应器运行前接种含有高活性产甲烷菌种的污泥, 接种污泥的挥发性悬浮固体 (VSS) 和总悬浮固体 (TSS) 比值不低于0.5, 接种量为5-10kg TSS/m³。

[0022] (3) 反应器的运行

[0023] 反应器采取半连续式的进料方式, 最佳运行温度为30-40℃, 通过沼气燃烧产热进行回用, 或通过外源蒸汽进行增温保温。反应器采用低负荷高效率的启动运行方式, 启动初期进料有机负荷为1-4kg VSS/(m³·d), 当沼气产率高于300m³/kgVSS, pH高于7.0时进一步提高进料负荷, 厌氧发酵周期为40-60d。

[0024] 本发明的有益效果:

[0025] 通过猪粪和秸秆混合进料、搅拌方式的改进, 提高了沼气转化效率和反应器的运行稳定性。本发明的反应器对进料的含固率适应浓度高(≥15%), 高于传统湿式发酵浓度(≤8%)。猪粪和秸秆的混合发酵更有利于平衡厌氧反应的碳氮比, 促进发酵体系的稳定性, 稳定运行条件下沼气产率高于450m³/kgVSS, 比传统湿式发酵的沼气产率高约15%。

附图说明

- [0026] 图1设备结构图
 [0027] 图2设备俯视图
 [0028] 图3三联搅拌效果图
 [0029] 图4秸秆预处理后外观形态
 [0030] 图5接种污泥外观形态
 [0031] 图6将猪粪与秸秆按不同配比混合发酵产沼气的结果

具体实施方式

[0032] 实施例1

[0033] 如图1、2、3所示,一种基于猪粪和秸秆混合发酵的厌氧反应器,所述用于猪粪和秸秆混合发酵的厌氧反应器包括罐体,罐体2为圆柱形结构,直径与高度的比值(D/H1)为1-4,其最大高度(H1)不超过8m;所述罐体2的上部,安装了物料螺旋进料装置1、气液分离器8,还安装了沼气排空口和水封式出料口11;所述罐体2的底部安装了螺旋排渣口13;所述罐体2的内部安装了加热盘管12;所述罐体2的外壁在圆周三等分点的位置均连接了搅拌电机5、电机减速器6,所述电机减速器6与搅拌轴4连接,三根搅拌轴4在罐体内相交于罐体内的中心三角立柱3上;每一根搅拌轴4上,沿轴向分布设置了搅拌桨7,各个搅拌桨7垂直安装,相邻两个搅拌桨的夹角为45-90°,每个搅拌桨的间距为0.5-1.5m。所述厌氧反应器还安装了在线温度计9、静压式液位计10。所述三联搅拌的搅拌桨叶触及的最低点距离反应器底部(H3) 5-50cm,搅拌桨叶触及的最高点高出反应器有效液位(H4) 15-50cm。所述气液分离器的回流管深入罐体内部,回流管口的深度在罐体液位30cm以下(H2大于30cm)。

[0034] 厌氧发酵步骤如下:

[0035] (1) 发酵原料

[0036] 猪粪取自养殖场干清粪,其平均含固率为17.52%;秸秆直接取自农田,破碎后晾干并堆放于车间,粒径不超过20mm(破碎后秸秆外观见图4),猪粪与秸秆的理化性质见表1所示。猪粪和秸秆混合物在厌氧反应器内通过沼液回流调整含固率为15%(即表2中的发酵浓度)。

[0037] 表1猪粪及秸秆的主要理化指标

[0038]

原料	含水率(%)	TS(%)	VS(%)	C(%)	N(%)	C/N
猪粪	82.48	17.52	16.32	40.16	3.30	12.17
秸秆	10.85	89.15	82.58	41.90	0.43	97.44

[0039] (2) 反应器接种

[0040] 反应器运行前接种含有高活性产甲烷菌的厌氧消化污泥,含水率为95.6%,接种物的挥发性悬浮固体(VSS)和总悬浮固体(TSS)比值为0.67,接种污泥量为10kg TSS/m³。

[0041] (3) 反应器的运行

[0042] 反应器采取半连续式的进料方式,最佳运行温度为30-40℃,通过沼气燃烧产热进行回用,或通过外源蒸汽进行增温保温。反应器采用低负荷高效率的启动运行方式,启动初

期进料有机负荷为 $4\text{kg VSS}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,当沼气产率高于 $400\text{m}^3/\text{kg VSS}$,pH大于7时进一步提高进料负荷,每次提高 $0.2\text{--}0.5\text{kg VSS}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,最高有机负荷不超过 $7\text{kg VSS}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,厌氧发酵周期为60d。

[0043] 表2将猪粪与秸秆按不同配比混合发酵产沼气的结果

[0044]

猪粪与秸秆 干物质混合 比例	碳氮比	猪粪(g)	秸秆(g)	发酵浓度 (%)	发酵容积 (L)	总产气量 (L)	甲烷含量 (%)
1:0	12.2	768.4	0	15	1000	42081.1	53.6
1:1	22	428.1	84.1	15	1000	57932	59.3
1:2	29.8	285.4	112.2	15	1000	50356.3	57.2
1:3	36.1	214.0	126.2	15	1000	49229.3	53.6
0:1	97.4	0	168.3	15	1000	17303.2	54.8
2:1	11.4	570.8	56.1	15	1000	47708.2	58.9
3:1	12.2	642.1	42.1	15	1000	41740.8	54.2

[0045] 根据不同物料配比条件下的产气量分析(如图6所示),不同物料比的发酵过程中均出现两个产气峰值。物料比为1:0时,即猪粪作为单一原料发酵产气峰值分别出现在第14d和38d,而猪粪和秸秆混合发酵第一产气峰值比猪粪单一原料发酵早3-7d,而且随着猪粪原料比例的增加,峰值出现的时间出现延后的趋势。因此,猪粪和秸秆物料比为1:1-1:3时,秸秆量的增加有助于沼气转化效率的提高。通过发酵过程的总产气量和沼气中甲烷含量对比发现,当物料比为1:1时,沼气产量和沼气中甲烷含量最高,分别达到了57932L和59.3%,因此,猪粪和秸秆混合发酵的最佳物料比为1:1。

[0046] 虽然本发明已以较佳实施例公开如上,但其并非用以限定本发明,任何熟悉此技术的人,在不脱离本发明的精神和范围内,都可做各种的改动与修饰,因此本发明的保护范围应该以权利要求书所界定的为准。

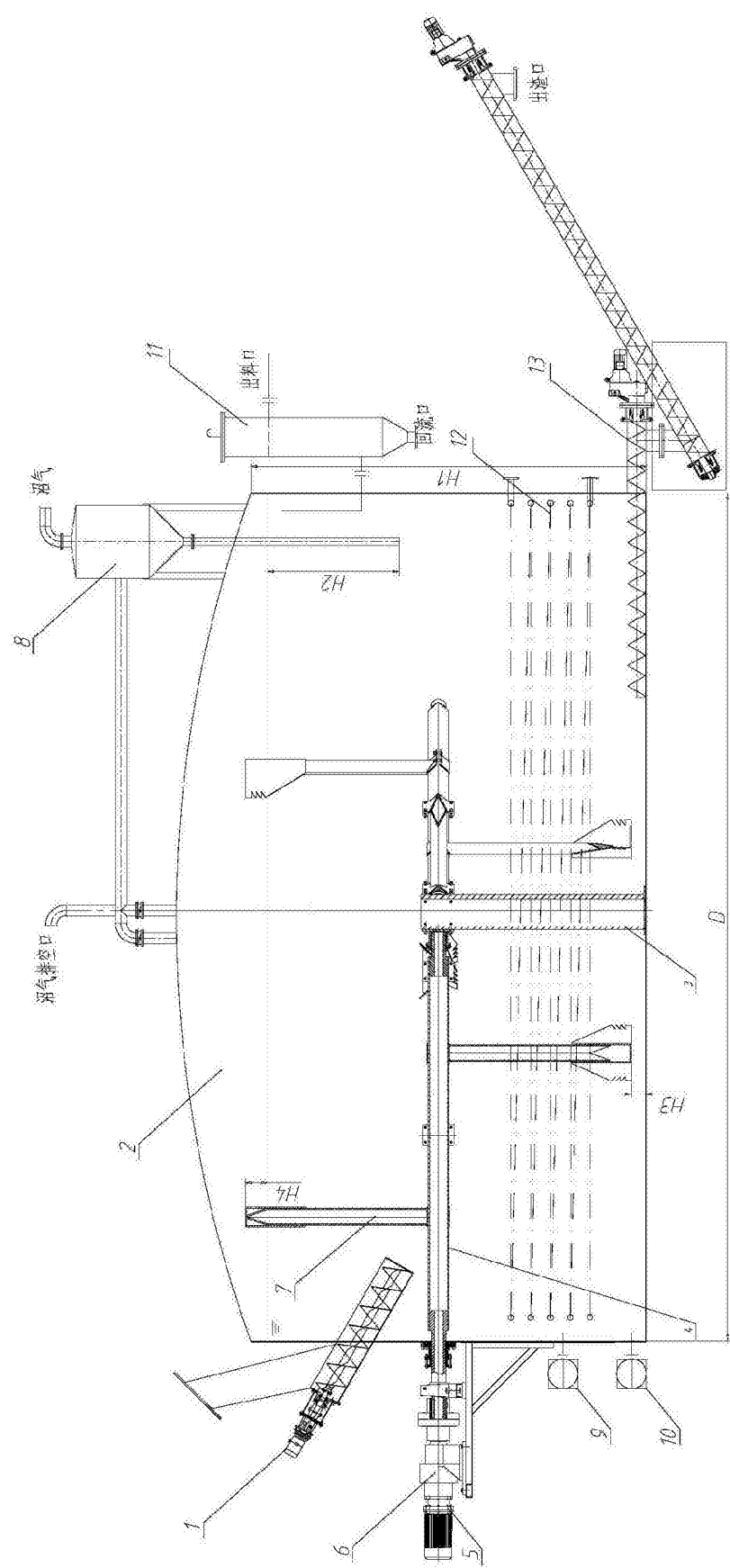


图1

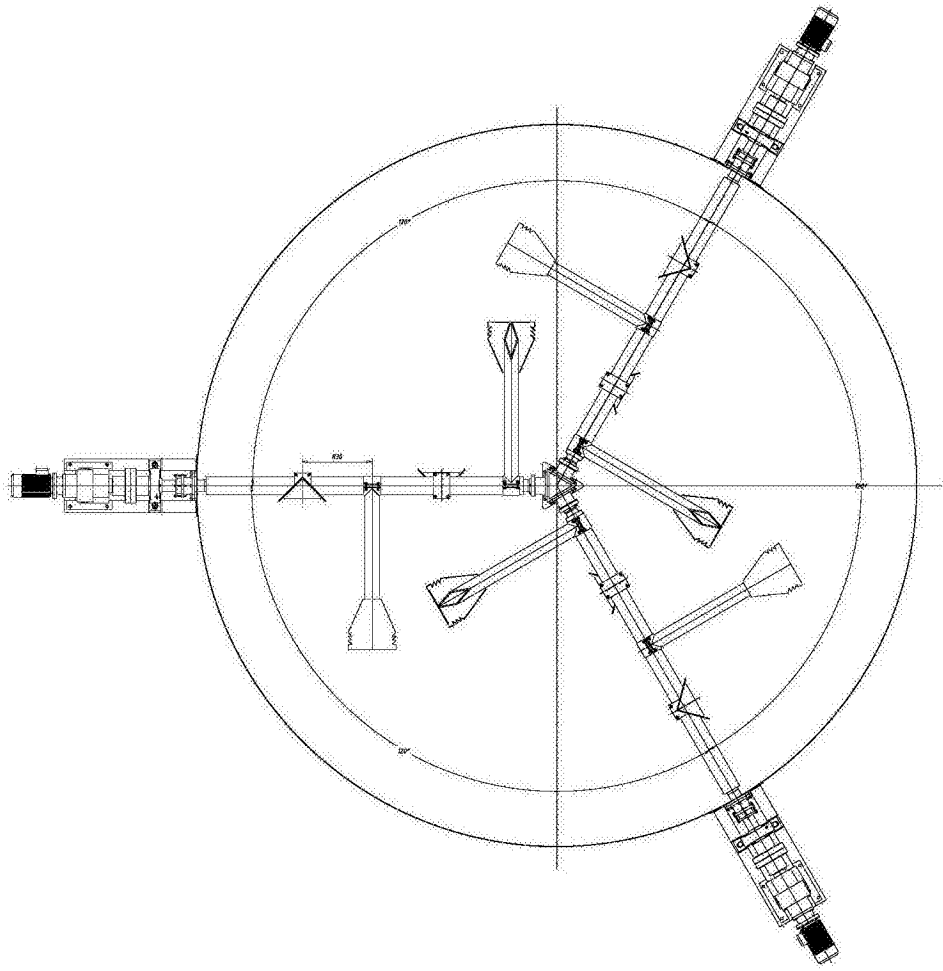


图2

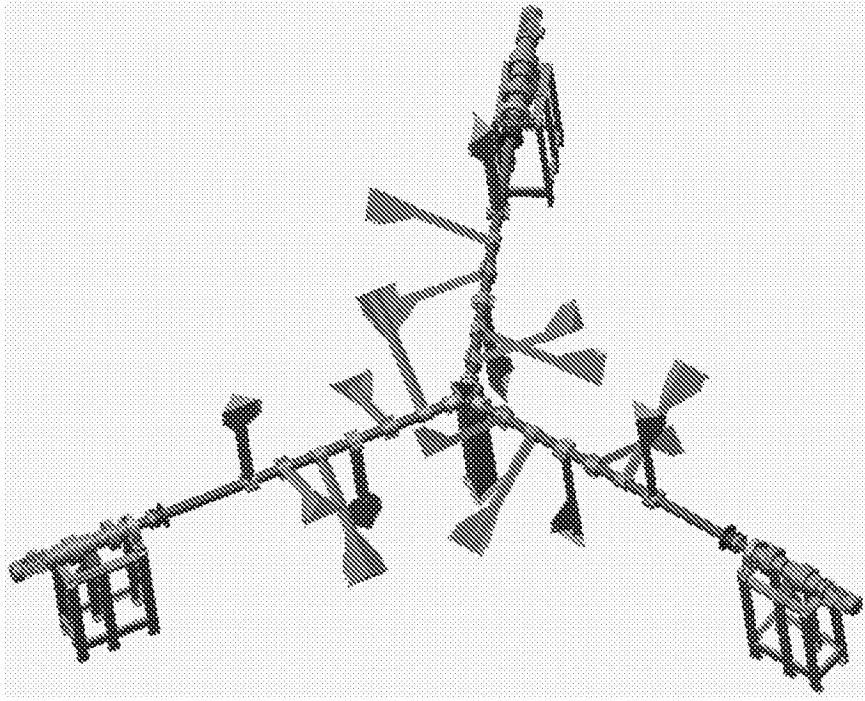


图3

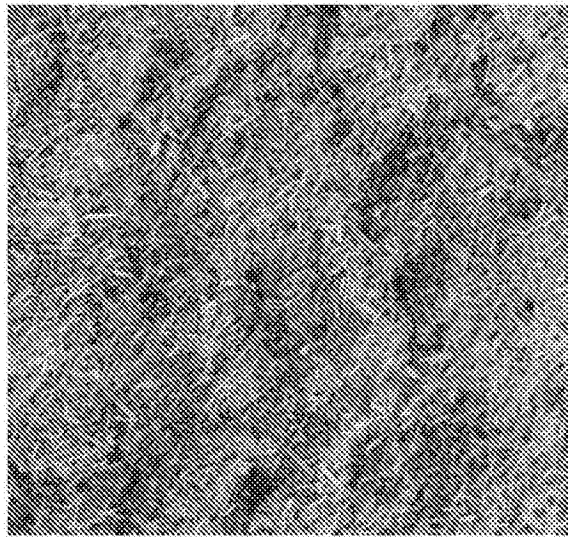


图4

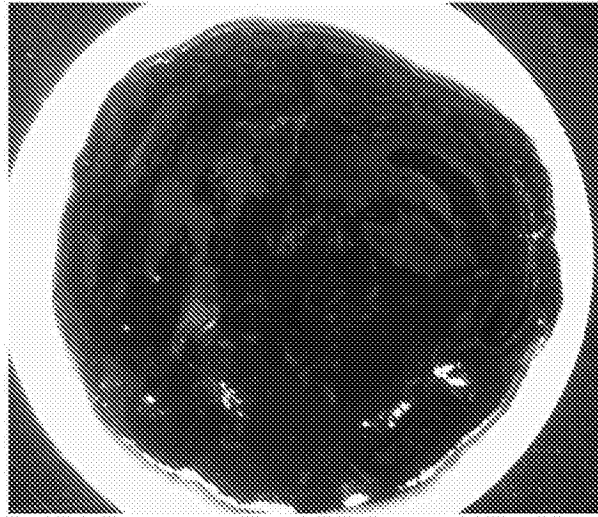
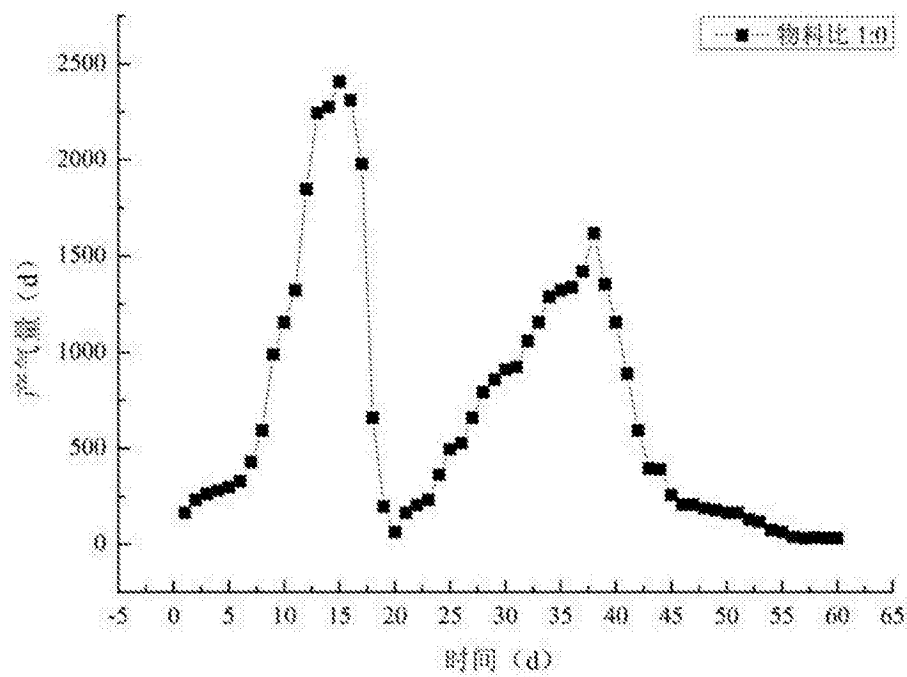
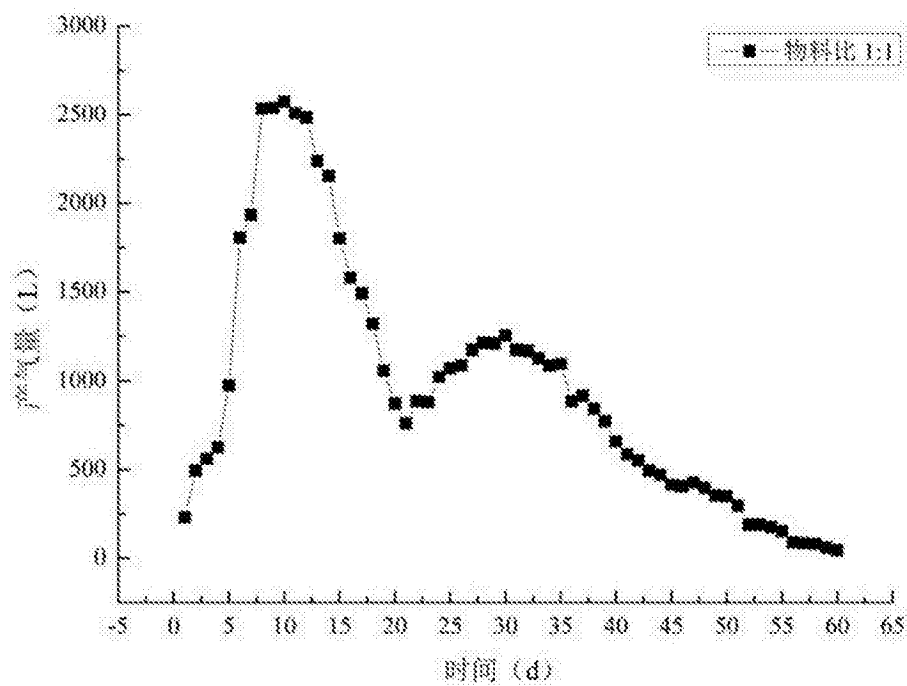


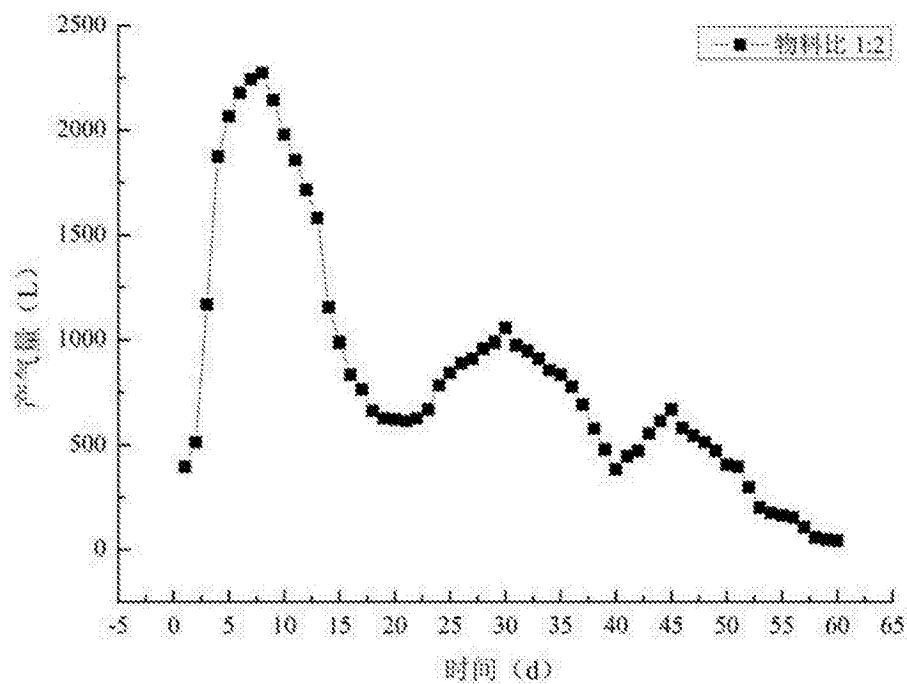
图5



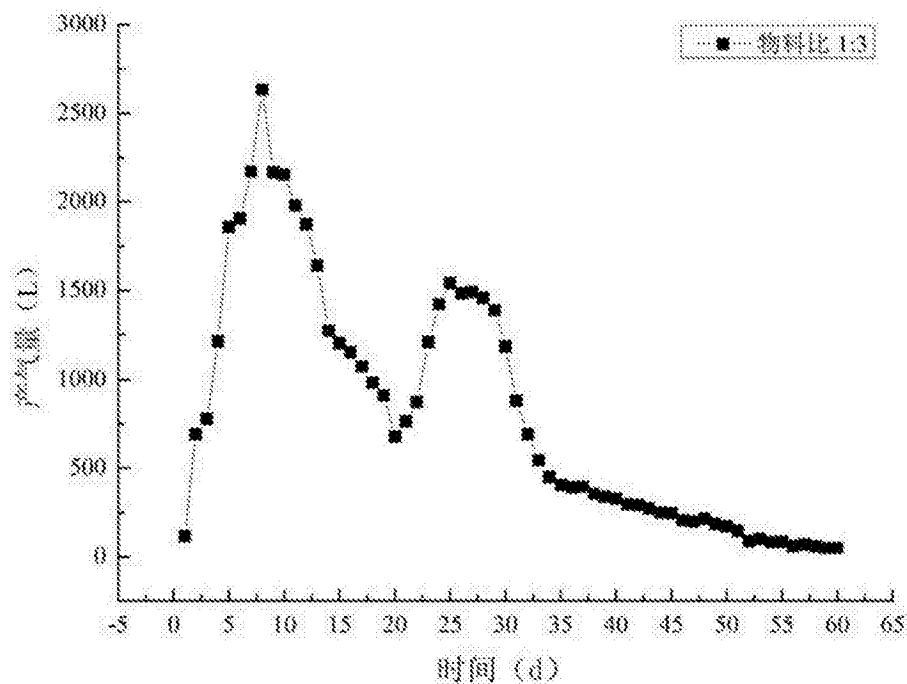
(A)



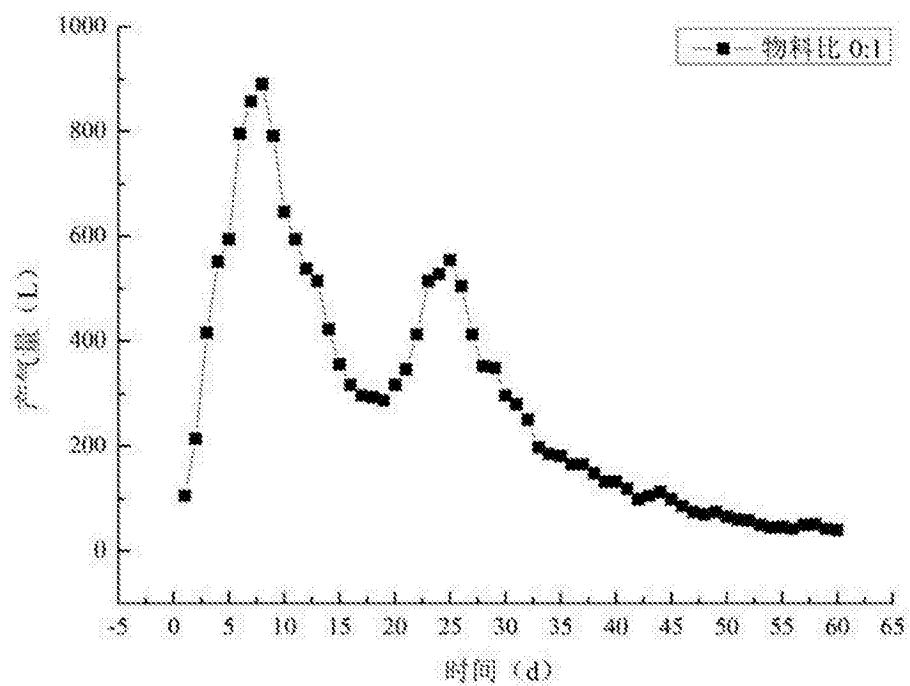
(B)



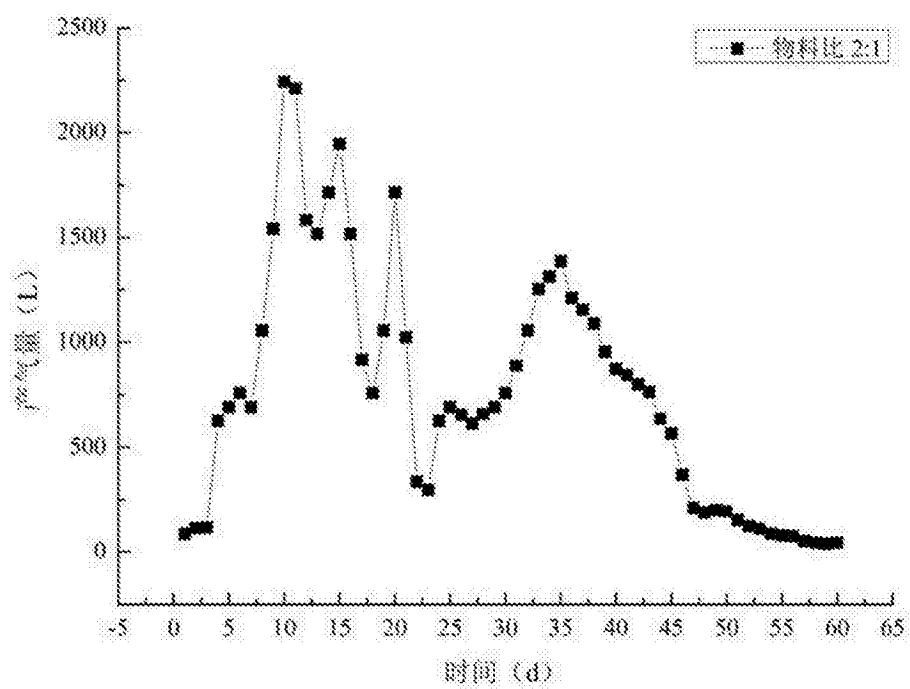
(C)



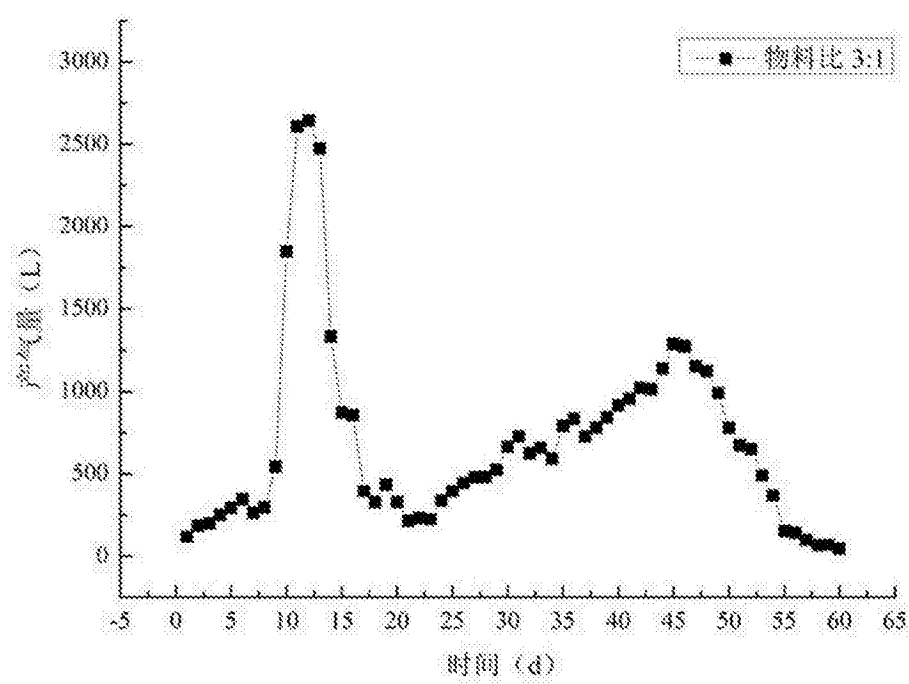
(D)



(E)



(F)



(G)

图6