



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102992559 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 18

(21) 申请号 201210523887. 3

C09K 17/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 12. 07

(56) 对比文件

(73) 专利权人 中船重工环境工程有限公司
地址 430064 湖北省武汉市武昌区中山路
450 号

CN 102603141 A, 2012. 07. 25,
CN 101311245 A, 2008. 11. 26,
KR 100973786 B1, 2010. 08. 03,
CN 102531312 A, 2012. 07. 04,
周富春. 完全混合式有机固体废物厌氧消
化过程研究. 《中国优秀博士学位论文全文数据
库》. 2006, 第 43 页最后 1 段, 第 45 页第 1、9-11,
第 46 页第 1 段及倒数第 3 段, 图 3. 2.

(72) 发明人 阳红 王建华 徐伟 余敦耀
余娅 熊玲 夏静 鄂元武
穆季平 杨俊杰 张传普

审查员 叶嘉欣

(74) 专利代理机构 武汉楚天专利事务所 42113
代理人 杨宣仙

(51) Int. Cl.

- C02F 11/00 (2006. 01)
- C02F 11/04 (2006. 01)
- C02F 3/02 (2006. 01)
- C10B 53/00 (2006. 01)
- C10B 57/00 (2006. 01)
- C05F 7/00 (2006. 01)

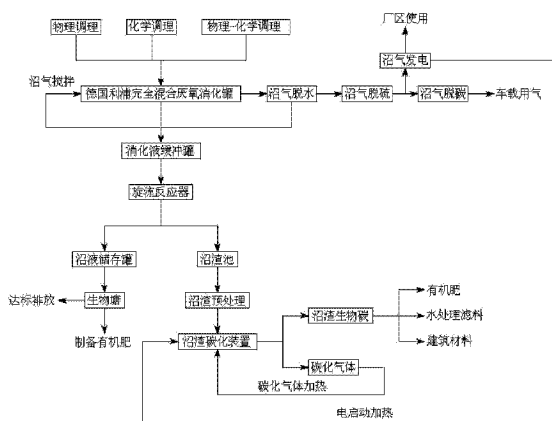
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种城市污泥厌氧消化与碳化综合利用的方法

(57) 摘要

本发明提供一种城市污泥厌氧消化与碳化综合利用的方法。所述城市污泥厌氧消化与碳化综合利用的方法是采用物理、或化学、或物理化学方法对污泥进行调理,之后输送到德国利浦完全混合厌氧消化罐,控制罐内的温度为 35 ~ 37℃,搅拌罐内的污泥使之混合均匀进行厌氧消化处理,产生厌氧消化液和含甲烷 60 ~ 70% 的沼气,采用旋流反应器进行厌氧消化液的固液分离,分离出含水率 50 ~ 70% 的沼渣,再与木屑或废纸直接混合得到含水率为 20 ~ 30% 的沼渣,输送到高温高压内热式转炉碳化装置中,厌氧或缺氧反应产生碳化气体和污泥生物碳。本发明沼气生产效率高;污泥生物碳体积小,方便运输与储存,且富含 N、P、K 营养元素,广泛应用于农业等领域。



CN 102992559 B

1. 一种城市污泥厌氧消化与碳化综合利用的方法,其特征在于,所述工艺的具体步骤依次如下:

(1) 污泥调理:采用物理方法、或化学方法、或先采用物理方法再采用化学方法对污泥进行调理,使调理后的污泥含水率为 90 ~ 92%、碳氮比值为 10 ~ 20、pH 为 6.5 ~ 7.5;其中所述的物理方法是在污泥中添加木屑或废纸,使其污泥与木屑或废纸按照质量比 10 ~ 500:1 的比例混合;所述化学方法是在污泥中同时添加 10.0 ~ 100.0mg/L 壳聚糖和 20.0 ~ 150.0mg/L 氢氧化钙,或同时添加 10.0 ~ 100.0mg/L 壳聚糖、20.0 ~ 150.0mg/L 氢氧化钙和 1.0 ~ 10.0mg/L 聚丙烯酰胺,使污泥的 pH 达到 6.5 ~ 7.5;

(2) 污泥的完全混合厌氧消化:将通过步骤(1)调理后符合要求的污泥输送到完全混合厌氧消化罐内,控制完全混合厌氧消化罐内的温度为 35 ~ 37℃,并调控完全混合厌氧消化罐内局部温差在 ±0.5℃,然后通过气动搅拌、或间歇式机械搅拌、或同时进行气动搅拌和间歇式机械搅拌使罐内的污泥混合均匀,进行厌氧消化处理 15-20 天后,产生厌氧消化液和含甲烷 60 ~ 70% 的沼气,将产生的含甲烷 60 ~ 70% 的沼气经过现有的脱水、脱硫及脱碳处理后收集到沼气罐中备用,在厌氧消化过程中:所述气动搅拌是采用沼气搅拌方式,间歇式机械搅拌是采用转速为 10 ~ 60r/min 的间歇式机械搅拌装置进行的搅拌方式;

(3) 消化液固液分离:采用旋流反应器对步骤(2)中产生的厌氧消化液进行固液分离,分离出含水率 50 ~ 70% 的沼渣,分离后的沼液作为有机肥的原料,或经过生物氧化塘工艺处理后达标排放和综合利用;

(4) 沼渣碳化处理:采用木屑或废纸与步骤(3)中分离的含水率 50 ~ 70% 沼渣按照质量比 1:3 ~ 10 比例直接混合得到含水率为 20 ~ 30% 的沼渣,再将含水率为 20 ~ 30% 的沼渣输送到高温高压内热式转炉碳化装置中,厌氧或缺氧反应 10 ~ 20min,产生碳化气体和污泥生物碳,其中反应后产生的碳化气体直接通过管道输送到高温高压内热式转炉碳化装置的燃烧室内继续燃烧,为碳化反应提供热量;反应过程中:高温高压内热式转炉碳化装置内的反应温度为 600 ~ 800℃、压力为 15.0 ~ 16.0Mpa。

2. 根据权利要求 1 所述的一种城市污泥厌氧消化与碳化综合利用的方法,其特征在于:步骤(2)中所述的污泥的完全混合厌氧消化是在完全混合厌氧消化罐内进行的,所述完全混合厌氧消化罐的罐体采用三层结构构成,外层为复合板层、中间层为保温层、内层为不锈钢复合板层,完全混合厌氧消化罐内设置气动搅拌装置、间歇式机械搅拌装置和恒温模糊调控系统。

3. 根据权利要求 1 所述的一种城市污泥厌氧消化与碳化综合利用的方法,其特征在于:步骤(4)中所述的沼渣碳化处理是在高温高压内热式转炉碳化装置进行的,该碳化装置包括内部转炉、中间燃烧室以及外部壳体,沼渣输送内部转炉的炉膛中,采用电加热启动方式高温碳化反应,生成碳化气体和生物碳产品;产生的碳化气体通过喷射技术喷射到燃烧室中燃烧,为转炉内沼渣进行碳化反应提供热量。

4. 根据权利要求 1 所述的一种城市污泥厌氧消化与碳化综合利用的方法,其特征在于:步骤(4)中制备的生物碳粒径 0.5 ~ 1.0mm、含水率为 5 ~ 10%、填充比重为 0.50 ~ 0.55g/cm³、含有 N、P、K 元素。

一种城市污泥厌氧消化与碳化综合利用的方法

技术领域

[0001] 本发明属于环境工程技术及生态农业领域,涉及城市污泥的处理与处置,具体是一种城市污泥厌氧消化与碳化综合利用的方法。

背景技术

[0002] 近年来,在国家节能减排和积极的财政政策作用下,城镇污水处理得到迅速发展,城镇水环境治理取得显著成效,随着我国城镇污水处理率的不断提高,城镇污水处理厂污泥产量也急剧增加。2009年,全国投入运行的城镇污水处理厂1992座,处理污水量280亿 m^3 ,产生含水率80%的污泥约2005万t,随着城镇化水平和污水处理量的增加,污泥量将很快突破3000万t。据不完全统计,目前全国城镇污水处理厂污泥只有小部分进行不同程度的处理和处置,而大部分未进行规范化的处理处置。污泥含有病原体、重金属和持久性有机物等有毒有害物质,含水率很高,未经有效处理处置,极易对地下水、土壤等造成二次污染,直接威胁环境安全和公众健康,使污水处理设施的环境效益大大降低,影响国家节能减排战略实施的积极效果。

[0003] 目前国内城市污泥的处理主要采用填埋、干化焚烧、用作农肥等方式处理及处置;填埋污泥需要占用大量农用耕地;污泥的干化焚烧,普遍存在工程投资大,运行费用高的问题,在经济上难以支撑。相比以上处理方法,采用厌氧消化技术不但可以实现污泥的减量化、无害化、稳定化及资源化;污泥经厌氧消化后,体积减小50%左右,可以实现减量化;经过中温发酵后,污泥中的有害细菌得到大量的消灭,可以实现无害化和稳定化;厌氧消化产生的沼气可以用于燃料和发电,补偿水厂的能耗,为企业节能30%,是目前最可行的污泥处理工艺之一,可以实现资源化及节能化。

[0004] 但是目前的所使用的污泥厌氧处理工艺,存在技术水平低,污泥处理效果差,沼气利用率低等一系列问题。而且,污泥厌氧处理工艺除了产生沼气外,还会产生沼渣;现有的沼渣处置工艺大部分采用堆肥技术制备有机肥,但该工艺需要大量的土地资源,在发达地区应用受到限制。

[0005] 国家《“十二五”节能环保产业发展规划》环保产业关键技术污泥处理处置技术重点是污泥厌氧消化或好氧发酵后用于农田、焚烧及生产建材产品等处理处置技术,污泥的厌氧效果工艺在《城镇污水处理厂污泥处理处置及污染防治技术政策》的要求中,提出我国污泥处理处置应符合“安全环保、循环利用、节能降耗、因地制宜、稳妥可靠”的原则。其中循环利用和节能降耗分别重点提出了通过厌氧消化技术回收污泥中的能量以及鼓励利用污泥厌氧消化过程中产生的沼气热能、垃圾和污泥焚烧余热。因此,厌氧消化处理处置是当前污泥处理处置的重中之重,目前并没有一种适合污泥处理的综合利用方法。

发明内容

[0006] 本发明的目的是对城市污泥厌氧消化和碳化处理,生产沼气和制备污泥碳化物,实现污泥的减量化、能源化、肥料化,最终达到污泥的资源化综合利用的城市污泥厌氧消化

与碳化综合利用的方法。

[0007] 所述一种城市污泥厌氧消化与碳化综合利用的方法,其特征在于,所述工艺的具体步骤依次如下:

[0008] (1) 污泥调理:采用物理方法、或化学方法、或先采用物理方法再采用化学方法对污泥进行调理,使调理后的污泥含水率为 90~92%、碳氮比值为 10~20、pH 为 6.5~7.5;

[0009] (2) 污泥的完全混合厌氧消化:将通过步骤(1)调理后符合要求的污泥输送到完全混合厌氧消化罐,这里的完全混合厌氧消化罐采用德国 Lipp 厌氧消化罐(简称德国利浦罐),控制完全混合厌氧消化罐内的温度为 35~37℃,并调控完全混合厌氧消化罐内局部温差在 ± 0.5 ℃,然后通过气动搅拌、或间歇式机械搅拌、或同时进行气动搅拌和间歇式机械搅拌使罐内的污泥混合均匀,进行厌氧消化处理 15~20 天后,产生厌氧消化液和含甲烷 60~70% 的沼气,将生产的含甲烷 60~70% 的沼气经过现有的脱水、脱硫及脱碳处理后收集到沼气罐中备用,在厌氧消化过程中:所述气动搅拌是采用沼气回流搅拌方式,与现有的沼气池气动搅拌方式相同,先将罐内产生的沼气抽出罐外,经压缩后通过气体扩散管从罐底部冲入罐内,产生较强的气体回流,从而达到搅拌料液的目的;所述间歇式机械搅拌是采用转速为 10~60r/min 的间歇式机械搅拌装置进行的搅拌方式;

[0010] (3) 消化液固液分离:采用旋流反应器对步骤(2)中产生的厌氧消化液进行固液分离,分离出含水率 50~70% 的沼渣,分离后的沼液作为有机肥的原料,或经过生物氧化塘工艺处理后达标排放或综合利用;

[0011] (4) 沼渣碳化处理:采用木屑或废纸与步骤(3)中分离的含水率 50~70% 沼渣按照质量比为 1:3~10 比例直接混合得到含水率为 20~30% 的沼渣,再将含水率为 20~30% 的沼渣输送到高温高压内热式转炉碳化装置中,厌氧或缺氧反应 10~20min,产生碳化气体和污泥生物碳,其中反应后产生的碳化气体直接输送入高温高压内热式转炉碳化装置的燃烧室内继续燃烧为碳化反应提供热量;反应过程中:高温高压内热式转炉碳化装置内的反应温度为 600~800℃、压力为 15.0~16.0Mpa。

[0012] 步骤(1)中所述的物理调理是在污泥中添加木屑或废纸,使污泥与木屑或废纸按照质量比 10~500:1 的比例混合;所述的化学调理是在经过物理调理后的污泥中添加任意几种以下量的物质:10.0~100.0mg/L 壳聚糖、1.0~10.0mg/L 聚丙烯酰胺以及 20.0~150.0mg/L 氢氧化钙,使污泥的 pH 达到 6.5~7.5。

[0013] 步骤(2)中所述的污泥的完全混合厌氧消化,是在完全混合厌氧消化罐内进行的,所述完全混合厌氧消化罐罐体采用三层结构构成,外层为复合板层、中间层为保温层、内层为不锈钢复合板层,完全混合厌氧消化罐内设置气动搅拌装置、间歇式机械搅拌装置和恒温模糊调控系统,所述气动搅拌装置、间歇式机械搅拌装置和恒温模糊调控系统均采用现有的技术和装置。

[0014] 步骤(4)中所述的沼渣碳化处理是在高温高压内热式转炉碳化装置进行的,该碳化装置包括内部转炉、中间燃烧室以及外部壳体,沼渣输送至内部转炉的炉膛中,采用电加热启动方式高温碳化反应,生成碳化气体和生物碳产品;产生的碳化气体通过喷射技术喷射到燃烧室中燃烧,为转炉内沼渣进行碳化反应提供热量。

[0015] 步骤(4)中制备的生物碳粒径 0.5~1.0mm、含水率为 5~10%、填充比重为 0.50~0.55g/cm³、含有 N、P、K 元素。

[0016] 本发明的有益效果：1. 本发明中的污泥在经过物理、或化学、或物理和化学混合调理后，进入完全混合厌氧反应罐内进行厌氧消化；德国利浦完全混合厌氧反应罐具有建设周期短，保温和防腐效果好，产气效率高（产气量可提高 5.0 ~ 15.0%）等特点；产生的沼气经过脱水脱硫脱碳工艺处理后制备天然气，制备的天然气甲烷含量高达 98.0% 以上，可用于燃料、发电及车载用气等；

[0017] 2. 经过完全混合厌氧反应罐内进行厌氧消化后的沼液一部分可以用于生产有机肥的原料，制备的液态有机肥可用于农业机种植业，可为农业增产 20%；还有一部分采用生物氧化塘工艺处理后达标排放或综合利用；

[0018] 3. 分离后的沼渣直接经过沼渣碳化装置制备成污泥生物碳，污泥生物碳可用于农用肥料、水处理材料以及土壤改良材料等。

[0019] 本发明所述的城市污泥的厌氧消化与碳化处理的综合利用，可实现城市污泥的减量化、资源化、肥料化以及资源化，沼气生产效率高，产生的沼液和沼渣都可以很好的处理或再次利用，采用完全混合厌氧消化技术进行污泥厌氧处理，其产气量比一般厌氧消化技术高出 5% ~ 15%；采用内热式碳化设备处置沼渣制备生物活性炭，工艺设备占地面积小，能耗低；生产的生物活性碳体积小，方便运输与储存；且富含 N、P、K 营养元素，广泛应用于农业等领域。

[0020] 附图说明书

[0021] 图 1 是本发明的工艺流程图

具体实施方式

[0022] 下面结合实施例对本发明作进一步说明。以下实施例中，主要用的装置有德国利浦罐、高温高压内热式转炉碳化装置和旋流反应器，所述德国利浦罐的罐体采用三层结构，外层为复合板层、中间层为保温层、内层为不锈钢复合板层，在德国利浦罐内设置有气动搅拌装置、间歇式机械搅拌装置和恒温模糊调控系统，这些装置均采用现有的技术；所述高温高压内热式转炉碳化装置包括内部转炉、中间燃烧室以及外部壳体，并采用电加热启动方式高温碳化反应；所述旋流反应器采用现有的旋流分离器。

[0023] 实施例一：

[0024] 一种城市污泥厌氧消化与碳化综合利用的方法的具体步骤依次如下：

[0025] (1) 污泥调理：先采用物理调理将污泥与木屑按照质量比为 300 : 1 的比例进行混合搅匀，然后分别加入 50.0mg/L 壳聚糖、3.0mg/L 聚丙烯酰胺和 150.0mg/L 氢氧化钙，使调理后的污泥含水率为 90%、碳氮比值为 15、pH 为 6.8；

[0026] (2) 污泥的完全混合厌氧消化：将通过步骤 (1) 调理后符合要求的污泥输送到德国利浦罐内，通过恒温模糊调控系统控制德国利浦罐内的温度为 35℃，并调德国利浦罐内局部温差在 ±0.5℃，然后通过设置在德国利浦罐内转速为 10 ~ 60r/min 的间歇式机械搅拌装置对罐内的污泥进行搅拌，厌氧消化处理进行 15 天后产生厌氧消化液和含甲烷 60% 的沼气，将含 60% 甲烷的沼气经过沼气脱水和沼气脱硫处理后，储存于沼气储存罐，用于发电，供厂区使用；

[0027] (3) 消化液固液分离：将采用旋流反应器对步骤 (2) 中产生的厌氧消化液进行固液分离，分离出含水率 60% 的沼渣，分离后的沼液作为有机肥的原料；

[0028] (4) 沼渣碳化处理:采用木屑与步骤(3)中分离的含水率60%沼渣按照1:4的比例直接混合得到含水率为20%的沼渣,再将含水率为20%的沼渣输送到高温高压内热式转炉碳化装置中,厌氧或缺氧反应10min,产生碳化气体和污泥生物碳,其中反应后产生的碳化气体直接通过管道送入高温高压内热式转炉碳化装置的燃烧室内继续燃烧为碳化反应提供热量;反应过程中:高温高压内热式转炉碳化装置内的反应温度为800℃、压力为16Mpa。

[0029] 通过实施一产生的污泥生物碳粒径0.5mm、含水率为8%、填充比重为0.55g/cm³,可用于水处理滤料。

[0030] 实施例二:

[0031] 一种城市污泥厌氧消化与碳化综合利用的方法的具体步骤依次如下:

[0032] (1) 污泥调理:分别加入20mg/L壳聚糖和150.0mg/L氢氧化钙,使调理后的污泥含水率为91%、pH为7.0、碳氮比值为12。

[0033] (2) 污泥的完全混合厌氧消化:将通过步骤(1)调理后符合要求的污泥输送到德国利浦罐内,通过恒温模糊调控系统控制德国利浦罐内的温度为36℃,并调控德国利浦罐内局部温差在±0.5℃,然后通过设置在德国利浦罐内气动搅拌装置,对罐内的污泥进行气动搅拌,厌氧消化处理20天产生厌氧消化液和含甲烷65%的沼气,将含65%甲烷的沼气经过沼气脱水和沼气脱硫处理后,储存于沼气储存罐,用于发电,余热回用锅炉用于污泥预处理加热;

[0034] (3) 消化液固液分离:将采用旋流反应器对步骤(2)中产生的厌氧消化液进行固液分离,分离出含水率68%的沼渣,分离后的沼液经过生物氧化塘工艺处理后达标排放;

[0035] (4) 沼渣碳化处理:采用废纸与步骤(3)中分离的含水率68%沼渣按照1:5比例直接混合得到含水率为25%的沼渣,再将含水率为25%的沼渣输送到高温高压内热式转炉碳化装置中,厌氧或缺氧反应15min,产生碳化气体和污泥生物碳,反应过程中:高温高压内热式转炉碳化装置内的反应温度为600℃、压力为15.0Mpa。

[0036] 通过实施例二产生的污泥生物碳粒径0.80mm、含水率为9.0%、填充比重为0.53g/cm³、含有丰富的N、P、K元素,与沼液复配制备固态有机肥。

[0037] 实施例三:

[0038] 一种城市污泥厌氧消化与碳化综合利用的方法的具体步骤依次如下:

[0039] (1) 污泥调理:采用物理调理将污泥与木屑按照质量比为200:1的比例进行混合搅匀,使调理后的污泥含水率为92%。

[0040] (2) 污泥的完全混合厌氧消化:将通过步骤(1)调理后符合要求的污泥输送到德国利浦罐内,通过恒温模糊调控系统控制德国利浦罐内的温度为35.5℃,并调控德国利浦罐内局部温差在±0.5℃,然后通过设置在德国利浦罐内气动搅拌装置、间歇式机械搅拌装置对罐内的污泥同时进行沼气体搅拌和间歇式机械搅拌使罐内的污泥进行20天厌氧消化处理,产生厌氧消化液和含甲烷60%的沼气,将含60%甲烷的沼气经过沼气脱水、沼气脱硫以及沼气脱碳处理后,储存于沼气储存罐,用于车载用气;在厌氧消化处理过程中:所述气体搅拌是采用沼气回流搅拌方式,间歇式机械搅拌是采用转速为10~60r/min的间歇式机械搅拌装置进行的搅拌方式;

[0041] (3) 消化液固液分离:将采用旋流反应器对步骤(2)中产生的厌氧消化液进行固

液分离,分离出含水率 55%的沼渣,分离后的沼液作为有机肥的原料;

[0042] (4) 沼渣碳化处理:采用废纸与步骤(3)中分离的含水率 55%沼渣按照 1:3 比例直接混合得到含水率为 20%的沼渣,再将含水率为 20%的沼渣输送到高温高压内热式转炉碳化装置中,厌氧或缺氧反应 12min,产生碳化气体和污泥生物碳,其中反应后产生的碳化气体直接通过管道送入高温高压内热式转炉碳化装置的燃烧室内继续燃烧为碳化反应提供热量;反应过程中:高温高压内热式转炉碳化装置内的反应温度为 750℃、压力为 15Mpa。

[0043] 通过实施例三产生的污泥生物碳粒径 1.0mm、含水率为 10%、填充比重为 0.50g/cm³,用于建筑材料。

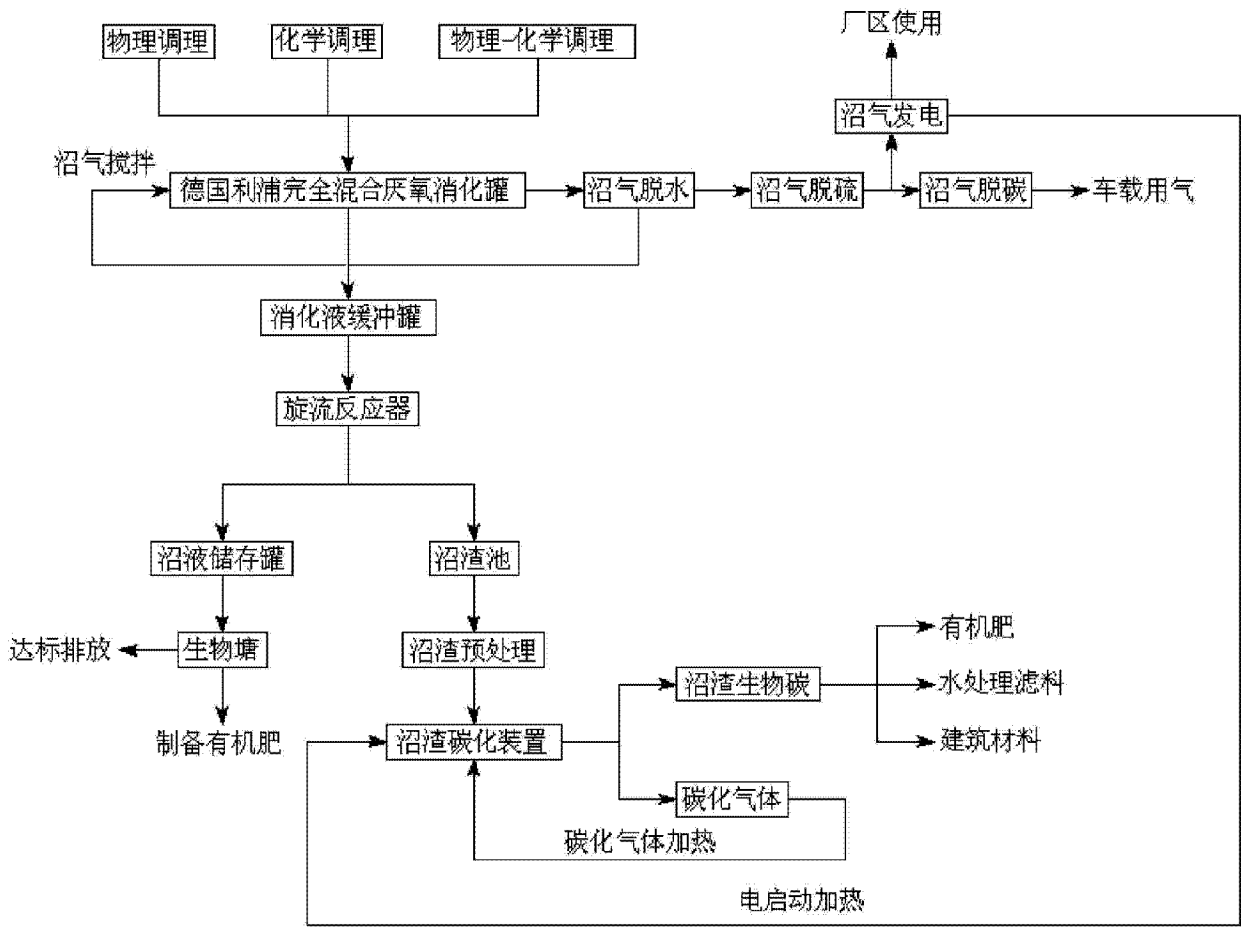


图 1