



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104276737 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 14

(21) 申请号 201410538016. 8

(22) 申请日 2014. 10. 13

(71) 申请人 南京国能环保工程有限公司

地址 211048 江苏省南京市浦口区高新开发
区 03 幢 420 室

(72) 发明人 朱士圣 刘少伟 朱大才

(74) 专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249

代理人 陈建和

(51) Int. Cl.

C02F 11/00 (2006. 01)

C02F 11/04 (2006. 01)

C02F 11/12 (2006. 01)

C10L 5/46 (2006. 01)

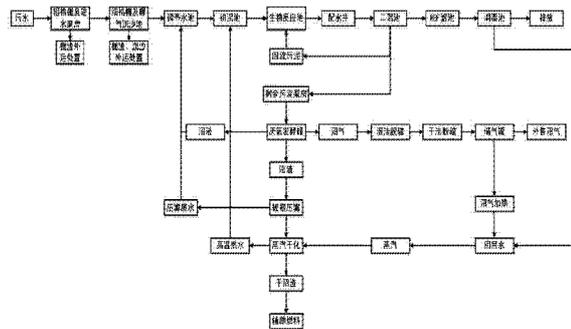
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种能源输出型污水污泥处理方法

(57) 摘要

一种能源输出型污水污泥处理方法, 采用活性污泥污水处理加厌氧发酵干化污泥处理方法, 采取以下步骤: (1) 污水进入活性污泥处理方法, 进入二沉池后获得含水率 95. 5-97% 污泥进入污泥储存池, 通过螺杆泵输送至厌氧发酵罐; (2) 污泥在厌氧发酵罐中通过泵送压力和沼气自搅拌作用进行搅拌, 不采用机械动力; (3) 污泥通过厌氧发酵作用产生沼气、沼渣、沼液, 沼气通过湿法脱硫、干法脱硫净化处理后储存在沼气罐中; 沼液直接排入调节池中, 增加进水营养成分, 促进微生物活性。



1. 一种能源输出型污水污泥处理方法,采用活性污泥污水处理加厌氧发酵干化污泥处理方法,其特征是采取以下方法步骤:

(1) 污水进入活性污泥处理方法,进入二沉池后获得含水率 95.5-97% 污泥进入污泥储存池,通过螺杆泵输送至厌氧发酵罐;

(2) 污泥在厌氧发酵罐中通过泵送压力和沼气自搅拌作用进行搅拌,不采用机械动力;

(3) 污泥通过厌氧发酵作用产生沼气、沼渣、沼液,沼气通过湿法脱硫、干法脱硫净化处理后储存在沼气罐中;沼液直接排入调节池中,增加进水营养成分,促进微生物活性。

2. 根据权利要求 1 所述的一种能源输出型污水污泥处理方法,其特征是:沼渣通过深度脱水后,将含水率降低至 $55\% \pm 3\%$,然后用收集的沼气作为热源,加热清洁水分形成蒸汽,使用蒸汽将深度脱水的沼渣进行进一步干化,使沼渣含水率降低至 $20\% \pm 2\%$,此时形成的沼渣体积大幅减少,而且沼渣热值达到 1000kcal/kg 以上,作为电厂辅料。

3. 根据权利要求 1 所述的一种能源输出型污水污泥处理方法,其特征是:用于干化沼渣的蒸汽使用后形成高温热水,该部分热水进入污水处理系统的初沉池,调节进水温度,增加污泥活性。

4. 根据权利要求 1 所述的一种能源输出型污水污泥处理方法,其特征是:所述的沼气储存罐采用的是湿法存储;所述的污泥厌氧发酵采用自搅拌式厌氧发酵方法。

5. 根据权利要求 2 所述的一种能源输出型污水污泥处理方法,其特征是:采用板框压滤机将沼渣含水率降低至 $55\% \pm 3\%$ 。

6. 根据权利要求 2 所述的一种能源输出型污水污泥处理方法,其特征是:沼气加热水形成蒸汽及沼渣干化;沼气储气罐压力在大气压之上 $2.5\text{kPa} \sim 3.5\text{kPa}$ 的范围内进行自动化运行,使沼渣干化和沼气使用同步稳定进行。

7. 根据权利要求 2 所述的一种能源输出型污水污泥处理方法,其特征是:经处理输出污泥即沼渣体积减少为原来含水率 97% 污泥的二十七分之一,并形成沼渣沼作为电厂辅助燃料。

8. 根据权利要求 1 所述的一种能源输出型污水污泥处理方法,其特征是:厌氧发酵保证密封条件,并连续进料;输送泵根据进料量计算后连续运行输送物料,泵输送物料过程中管道是密闭状态,如输送结束或切换输送泵,采用电动阀门关闭管道;连续进料通过螺杆泵连续给料。

9. 根据权利要求 8 所述的一种能源输出型污水污泥处理方法,其特征是:螺杆泵流量根据厌氧发酵罐进料比例及厌氧发酵罐体积进行计算后设定,厌氧发酵日进料量占发酵罐体积的 $3 \sim 8\%$ 。

一种能源输出型污水污泥处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种能源输出型污水污泥处理方法,属于环境保护治理技术领域和污水处理技术领域,尤其涉及一种利用现有活性污泥污水处理方法,增加污泥厌氧发酵、沼气净化、沼渣干化、沼气发热等方法系统,形成污水污泥一体化处理的方法,是一种污泥减量化、稳定化、无害化、资源化处理的方法。

背景技术

[0002] 在城市不断发展过程中,城市污水产量在不断增加,目前全国各大城市的污水处置量都在进行爆发式的增长,国内目前大规模污水处理厂采用的主要方法是活性污泥方法。因此在污水处理的过程中必然产生剩余污泥,随着污水处理行业的不断发展和环保要求的不断提高,目前污水处理厂产生的剩余污泥已经是污水处理行业面临的另一个重大难题和挑战。

[0003] 针对污水处理行业出现的污泥难题,目前采用的技术都是外出处理,而且在污水处理厂内进行初步脱水,在污泥处置上承担大量的外运和处置费用。目前污泥处置的主要办法有填埋、堆肥、焚烧等。针对这一问题结合污水处理厂自身优势,提出了能源输出型污水污泥处理方法,充分利用污水处理厂自身资源,达到最大化污水污泥处理目的。

[0004] 厌氧消化是现有技术的处理方法,厌氧要求有机物浓度较高,一般大于 1000mg/L 以上。所以厌氧适于处理高浓度有机废水和污泥处理。和好氧生物处理一样,厌氧处理也要求供给全面的营养,但好氧细菌增殖快,有机物有 50 ~ 60% 用于细菌增殖,故对 N、P 要求高;而厌氧增殖慢,BOD 仅有 5 ~ 10% 用于合成菌体,对 N、P 要求低。

[0005] 按照现有厌氧消化后的脱水污泥含固率 25%,干基减量率 30% (有机质 60%,降解率 30%),污泥厌氧消化和发电项目仍要靠补贴来维持运行。

[0006] 如果再因为产气率低、发电量少,消化后污泥也根本实现不了 25% 的含固率而减量不大的话,那么国内污泥厌氧消化技术“叫好不叫座”。

[0007] 目前指标可参考的是:如果水量改为 80 万立方米,进口含固率为 5% (池容、SRT 不变),消化降解率改为 36%,则沼气产气量将降为 30528 立方米/日,此沼气的 62.3% 可用于发电,其余需要用于加热,方能保证冬季消化加热的需求。此时两期总共可发电 1908kW,自用电比例达 59.9%。上网售电的产值降为 15 元/吨湿泥(就 80 万吨水产生 530 吨含固率 20% 污泥而言),直接运行成本增为 93 元,项目“赔本”78 元 (15-93 = -78 元)。不考虑填埋处置成本,这样综合运营成本就达到了 199 元 (93+106 = 199)。在欧美大量污水厂均采用厌氧消化,因其填埋成本更高。

发明内容

[0008] 本发明目的是,本发明目的是提供一种城市生活污水活性污泥处理、剩余污泥厌氧发酵、沼气加热、沼渣干化、污水污泥活性调节等综合性城市污水污泥处理方法。充分利用污水处理厂现有资源,采用节能设计,提取清洁能源,进行资源再利用,最终形成可燃资

源和清洁能源,形成污水处理厂无污染排放,不产生剩余废弃物,最终实现污水污泥一体化处理。

[0009] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0010] 一种能源输出型污水污泥处理方法,采用活性污泥污水处理加厌氧发酵干化污泥处理方法,其特征是采取以下方法步骤:

[0011] (1) 污水进入活性污泥处理方法,进入二沉池后获得含水率 95.5-97%污泥进入污泥储存池,通过螺杆泵输送至厌氧发酵罐;

[0012] (2) 含水率 95.5-97%污泥在厌氧发酵罐中通过泵送压力和沼气自搅拌作用进行搅拌,不采用机械动力;

[0013] (3) 污泥通过厌氧发酵作用产生沼气、沼渣、沼液,沼气通过湿法脱硫、干法脱硫净化处理后储存在沼气罐中;沼液直接排入调节池中,增加进水营养成分,促进微生物活性;

[0014] (4) 沼渣通过深度脱水后,将含水率降低至 55% ±3%,然后用收集的沼气作为热源,加热清洁水分形成蒸汽,使用蒸汽将深度脱水的沼渣进行进一步干化,是沼渣含水率降低至 20% ±2%,此时形成的沼渣体积大幅减少,而且热值达到 1500kcal/kg,可作为电厂辅料。

[0015] (5) 用于干化沼渣的蒸汽使用后形成高温热水,该部分热水进入污水处理系统的初沉池,调节进水温度,增加污泥活性,提高污泥污水处理效率。

[0016] 经过本发明方法处理后污水处理厂输出污泥体积减少为原来含水率 95.5-97%污泥的二十七分之一(即沼渣体积大幅减少的幅度),最终形成 1000kcal/kg 以上的沼渣污泥作为电厂辅助燃料,可结余沼气作为其他能源。

[0017] 本发明通过改进厌氧发酵作用,提取清洁能源,用于自身污泥干化,同时形成 1500kcal/kg 的辅助燃料和沼气,使原先需要输出的污泥转变成能源输出,在此过程中形成的中间产物沼液和热水用于调节污水处理方法中污泥活性,提高污水处理效率,通过整体结合降低污水处理厂运行成本和污泥处置成本。

[0018] 本发明采用直接将二沉池污泥处理:二沉池污泥是将活性污泥法前段工序处理过的水进行再次沉淀。上清液溢流,污泥被沉降。是传统活性污泥法必不可少的环节,对于保证出水水质有重要意义。而不是刻意组成厌氧消化的的方法条件。

[0019] 污泥厌氧消化是一种中间处理过程,虽然有能源产出,但自身热量需求、有机质比例、降解率、硫化氢浓度、投资都会大幅度影响项目运行的经济效果,其产出不一定是正的。

[0020] 本发明无需提高进泥含固率、联合消化以提高可降解有机质比例。

[0021] 本发明的有益效果是:

[0022] 1、一种能源输出型污水污泥处理方法,充分利用现有污水处理厂污水处理方法,采用就地污泥处置方法,采用能源自给型污泥处置方法设计,实现污水无污染、无废弃物排放的最终目的。

[0023] 2、采用自搅拌式厌氧发酵技术,污泥厌氧发酵不需要机械搅拌动力,节约能源使用,降低处置成本。

[0024] 3、利用厌氧发酵产生沼气作为清洁能源,干化深度脱水后沼渣,形成热值在 1500kcal/kg 辅助燃料,使原本需要大量处置成本的污泥转变为可经济效益的辅助燃料,及解决了污泥污染及处置问题,又增加了收益。

[0025] 4、收集厌氧发酵产生的沼气,除去干化沼渣所用沼气外,将剩余沼气作为清洁能源外售,作为处理方法收益,降低处理成本,实现利益最大化。

[0026] 5、通过对污泥厌氧发酵及干化中间产物的再次利用,提高污水处理系统进水营养成分和微生物反应的温度,提高微生物活性,加速污水处理速度,提高污水处理效率,缩短污水处理成本。

[0027] 本发明有效利用污水处理厂现有资源,整个系统能耗低,无二次产物,投资少,建设周期短,能源利用率高,能源产出高,运行稳定。二沉池主要作用是分离污泥,将初沉池出来的含水约 99% 的污泥浓缩到约 97%。

附图说明

[0028] 图为本发明的主要方法流程图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步说明。

[0030] 本发明的工作原理:

[0031] 本发明污水污泥处理方法在污水处理厂传统活性污泥处理方法基础上增加剩余污泥处理方法,形成污水污泥综合处理方法。直接在污水处理厂二沉池沉淀收集的含水率 95.5-97% 的污泥(也可能是含水率为 96% 的污泥)直接通过螺杆泵输送至厌氧发酵罐中进行发酵,厌氧发酵罐采用螺杆泵输送及沼气搅拌,不需要机械动力。厌氧发酵产生的沼气经过湿法脱硫、干法脱硫进行净化后收集在储气罐中,厌氧发酵形成的沼液直接排放到调节池中,增加进水营养成分。形成的沼渣通过板框压滤机进行深度脱水,是沼渣含水率降低至 55% ± 3%,脱水后沼渣通过沼气加热蒸汽然后干化,使沼渣含水率降低至 20% ± 2%,干化后沼渣热值约 1500kcal/kg,干化后沼渣可作为电厂辅助燃料。蒸汽干化沼渣形成高温热水进入初沉池进行温度调节,增加进水温度,提高活性污泥活性,提高污水处理效率。

[0032] 本发明方法路线:

[0033] 1、污水进入活性污泥处理方法,进入二沉池后获得含水率 95.5-97% 的污泥进入污泥储存池,通过螺杆泵输送至厌氧发酵罐中。

[0034] 2、污泥采用连续进料设计(厌氧发酵罐的温度在 25-36℃,尤其是 30-35℃),在厌氧发酵罐中通过泵送压力和沼气自搅拌作用进行搅拌,无需机械动力。

[0035] 本发明厌氧发酵需要保证密封,并进行连续进料;因输送泵根据进料量计算后连续运行输送物料,泵输送物料过程中管道是密闭状态,如输送结束或切换输送泵,采用电动阀门关闭管道。连续进料通过螺杆泵连续给料。

[0036] 螺杆泵流量根据厌氧发酵罐进料比例及厌氧发酵罐体积进行计算后设定,不同处理量流量不同;厌氧发酵日进料量占发酵罐体积的 3~8%。

[0037] 3、污泥通过厌氧发酵作用产生沼气、沼渣、沼液,在厌氧发酵罐顶部安装三项分离器,通过三项分离器作用收集沼气,溢流排出废液,使沼渣沉淀在底部,沼气通过湿法脱硫、干法脱硫净化处理后储存在沼气罐中。沼液直接排入调节池中,增加进水营养成分,促进微生物活性。

[0038] 分离三者和沼气处理的大概方法条件:沼气、沼渣、沼液的三者分离是通过厌氧发

醇罐上部安装三项分离器,同时根据三者物理性质不同进行分离,三项分离器可以使气液分离,产生沼气通过罐顶管道排出,溢流的沼液通过溢流管道收集或排入制定位置,由于三项分离器的阻挡,沼渣逐步沉淀在厌氧发酵罐内。

[0039] 沼气处理主要方法步骤贮气袋、过滤器、脱水器、脱硫塔、精滤器、阻火器等组成,处理后沼气含水率低于 0.2%,沼气中甲烷含量大于 95%,硫化氢含量小于 1ppm。

[0040] 4、沼渣通过深度脱水后,将含水率降低至 55% ±3%,然后用收集的沼气作为热源,加热清洁水分形成蒸汽,使用蒸汽将深度脱水的沼渣进行进一步干化,是沼渣含水率降低至 20% ±2%,此时形成的沼渣体积大幅减少,而且热值达到 1500kcal/kg,可作为电厂辅料。

[0041] 5、用于干化沼渣的蒸汽使用后形成高温热水,该部分热水进入污水处理系统的初沉池,调节进水温度,增加污泥活性,提高污泥污水处理效率。

[0042] 经过本方法处理后污水处理厂输出污泥体积减少为原来含水率 97% 污泥的二十七分之一,最终形成 1500kcal/kg 的污泥作为电厂辅助燃料,可结余沼气作为其他能源。

[0043] 实施例:本发明如图所示,本发明为一种能源输出型污水污泥处置方法,可以一次完成城市污水污泥处置。在城市污水处理厂二沉池收集的污泥直接通过螺杆泵输送至污泥厌氧发酵罐内,二沉池内的浓缩污泥含水率在 97%,通过螺杆泵直接输送至厌氧发酵罐,通过泵送压力可以形成搅拌作用,是污泥混合均匀,同时促进厌氧发酵。

[0044] 厌氧发酵过程中产生沼气,沼气自身排除过程可以对厌氧发酵罐中的污泥形成搅拌作用,充分利用螺杆泵的推送力和沼气的自搅拌作用,实现污泥厌氧发酵的搅拌,不需要设置机械搅拌作用。

[0045] 通过厌氧发酵产生的沼气通过湿法脱硫和干法脱硫作用进行净化,净化后的沼气储存在储存罐中,根据现场后续干化和沼气压力控制,进行沼气加热。沼气储气罐的控制压力大气压之上在 2.5kPa ~ 3.5kPa,通过沼气压缩装置收集在压缩气体储气装置内,当含水率 55% 沼渣收集量达到 20-80t,如 50t 时(沼渣收集量可以根据实际情况进行调整),开启自动开启压缩气体储气罐系统,使用沼气燃烧加热蒸汽进行沼渣干化。

[0046] 形成的沼液通过管道引流进入到调节水池中,调整污水处理厂进水水质,增加进水营养成分,调节进水生化比,促进微生物作用,提高污水处理效率。

[0047] 形成的沼渣通过板框压滤机进行深度脱水,是沼渣含水率降低至 55% ±3%,脱水后沼渣通过沼气加热蒸汽然后干化,使沼渣含水率降低至 20% ±2%,干化后沼渣热值约 1500kcal/kg,干化后沼渣可作为电厂辅助燃料。蒸汽干化沼渣形成高温热水进入初沉池进行温度调节,增加进水温度,提高活性污泥活性,提高污水处理效率。经过计算,1 吨含水率 97% 污泥经过处理后可获得 0.0375 吨 20% 污泥,体积减少为原来的二十七分之一,1 吨含水率 97% 污泥可产生沼气 5.1m³,用于干化沼渣 1.1m³,可剩余沼气 4m³,按照一座日处理量 50 万吨污水处理厂计算,日产生含水率污泥 97% 1660 吨,一年可获得剩余沼气 2.4236×10⁷m³,可产生热值 1500kcal 含水率 20% 污泥 22812.5 吨。

[0048] 典型的指标:形成的沼渣首先通过板框压滤机作用进行深度脱水,是沼渣含水率降低至 55%,经过处理后的沼渣经过沼气加热蒸汽干化,蒸汽温度在 150℃,经过加热干化后沼渣含水率进一步降低至 20%,此时剩余沼渣量少,1 吨含水率 97% 污泥进过处理

后剩余沼渣量为 0.0375 吨,约为原来污泥重量的二十七分之一。而且此时沼渣的热值在 1500kcal/kg(普通煤炭热值的 1/3 左右),不再是废弃物,而转化为一种辅助燃料可以作为电厂发电燃料。

[0049] 干化沼渣的蒸汽释放热量后形成高温热水,通过管道输送至初沉池中调节活性污泥反应的进水温度,通过该部作用可以明显改善活性污泥中污泥活性,提高污水处理效率,尤其在冬天或者北方气温较低的区域,该步骤的效果尤为明显。

[0050] 通过搅拌能量的节省,而且污泥厌氧发酵产生的沼气量大于干化沼渣(由于大幅减量)所需热源消耗的沼气量,因此剩余的沼气可以作为清洁能源进行外售。

[0051] 整套方法系统采用自动化控制,人员需求少。

[0052] 整套能源输出型污水污泥处理方法无污染排放,在污水处理的基础上还可以向外输出新的能源,彻底改变传统污水处理厂的能源消耗,产生污泥的问题。

[0053] $COD : N : P = 200 : 5 : 1$ 或 $C : N = 12 \sim 16$, (好氧 $COD : N : P = 100 : 5 : 1$)

[0054] 厌氧过程对环境条件要求比较严格:

[0055] I、氧化还原电位 (ΦE) 与温度

[0056] 氧的溶入和氧化态、氧化剂的存在: Fe^{3+} 、 $Cr^{2O7^{2-}}$ 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 H^+ 等会使体系中电位升高,对厌氧消化不利。

[0057] 高温消化—— $500 \sim 600\text{mv}$, $50 \sim 55^\circ\text{C}$

[0058] 中温消化—— $300 \sim 380\text{mv}$, $30 \sim 38^\circ\text{C}$

[0059] 产酸菌对氧还原电位要求不甚严格 $+100 \sim -100\text{mv}$ 。

[0060] 产甲烷菌对氧还原电位要求严格 $< -350\text{mv}$ 。

[0061] II、pH 及碱度

[0062] pH 主要取决于三个生化阶段的平衡状态,原液本身的 pH 和发酵系统中产生的 CO_2 分压 ($20.3 \sim 40.5\text{kpa}$),正常发酵 $pH = 7.2 \sim 7.4$,有机负荷太大,水解和酸化过程的生化速率大大超过产气速率。将导致水解产物有机酸的积累使 pH 下降,抑制甲烷菌的生理机能,使气化速率锐减,所以原液 $pH = 6 \sim 8$,发酵过程有机酸浓度不超过 3000mg/L 为佳(以乙酸计)。

[0063] HCO_3^- 及 NH_3 是形成厌氧处理系统碱度的主要原因,高的碱度具有较强的缓冲能力,一般要求碱度 2000mg/L 以上, NH_3 浓度 $50 \sim 200\text{mg/L}$ 为佳。

[0064] III、毒物

[0065] 要求有机物浓度较高,一般大于 1000mg/L 以上。所以厌氧适于处理高浓度有机废水和污泥处理。和好氧生物处理一样,厌氧处理也要求供给全面的营养,但好氧细菌增殖快,有机物有 $50 \sim 60\%$ 用于细菌增殖,故对 N、P 要求高;而厌氧增殖慢,BOD 仅有 $5 \sim 10\%$ 用于合成菌体,对 N、P 要求低。

[0066] 本发明一般能够满足所有现有的生活污水的处理条件:当然需要根据污泥储存池中污泥物料中营养成分进行测定,保证满足污泥厌氧发酵所需营养成分含量,如含量偏差较大的需要在污泥储存池中添加配比营养剂或者在进料管道添加。

[0067] 不同污水处理厂产生污泥的营养成分及其他物质含量都不同,在无特殊毒害物质存在的污泥情况基本上都可以使用本套方法,但是对于不同地理物质不同区域的污水处理厂所处理的污水成分也有所区别,所形成的的污泥成分也不同,需要在设计前期进行成分

测定,对于特殊情况需要增加不同的调整措施,如营养调配,环境温度调节,保温保湿、pH 调节等。

[0068] 方法操作条件:

[0069] I、生物量——大小以污泥浓度表示,一般介于 $10 \sim 30\text{gvss/L}$ 之间,为防止反应器中污泥流失,可采用装入填料介质使细菌附着挂膜,调节水流速度或污泥回流量。

[0070] II、负荷率——表示消化装置处理能力的一个参数,负荷率有三种表示方法:

[0071] ①容积负荷率——反应器单位有效容积在单位时间内接纳的有机物量 $\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 。

[0072] ②污泥负荷率——反应器内单位重的污泥在单位时间内接纳的有机物量 $\text{kg}/\text{kg} \cdot \text{d}$ 。

[0073] ③投配率——每天向单位有效容积投加的材料体积 $\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ 。

[0074] 投配率的倒数为平均停留时间或消化时间,单位为 d (天),投配率池可用百分率表示。

[0075] 负荷率的影响:

[0076] ①当有机物负荷率很高时,营养充分,代谢产物有机酸产量很大,超过甲烷菌的吸收利用能力,有机酸积累 pH 下降,是低效不稳定状态。

[0077] ②负荷率适中,产酸细菌代谢产物中的有机物(有机酸)基本上能被甲烷菌及时利用,并转化为沼气,残存有机酸量仅为几百毫克/升。pH = $7 \sim 7.5$,呈弱碱性,是高效稳定发酵状态。

[0078] ③当有机负荷率小,供给养料不足,产酸量偏少, $\text{pH} > 7.5$ 是碱性发酵状态,是低效发酵状态。

[0079] 现有的厌氧消化方法未直接全部进行污泥的处理,如现有厌氧消化在电能消耗方面,由于沼气搅拌复杂,耗电量高,这里考虑仅采用机械搅拌形式进行设计,一个完整的项目(厌氧消化、沼气处理和压缩、发电、加热)装机量大约为 760kW ,耗电量约 570kW ,自用电率为 28.6% 。

[0080] 以电能上网价格 0.65 元/千瓦考虑,厌氧项目可实现产值约 37 元/吨湿泥(均以入消化湿泥含固率 20% 折算)。

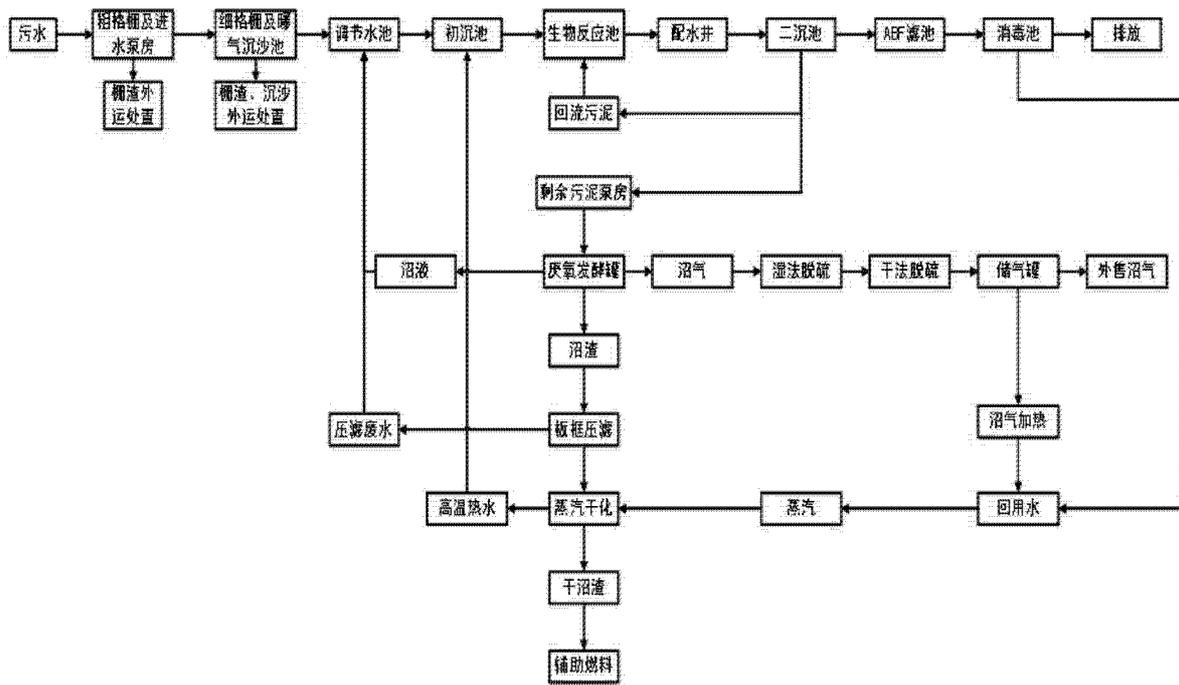


图 1