



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110451743 A

(43)申请公布日 2019. 11. 15

(21)申请号 201910073326.X

C02F 3/30(2006.01)

(22)申请日 2019.01.25

C02F 101/20(2006.01)

(71)申请人 四川能投水务投资有限公司

地址 610046 四川省成都市武侯区武科西
五路360号西部智谷B区6栋2单元7-9
层2号

申请人 中国科学院成都生物研究所

(72)发明人 张忠武 刘明刚 涂奔州 闫志英

(74)专利代理机构 成都科海专利事务有限责任
公司 51202

代理人 郭萍

(51)Int.Cl.

C02F 11/00(2006.01)

C02F 11/04(2006.01)

C02F 11/121(2019.01)

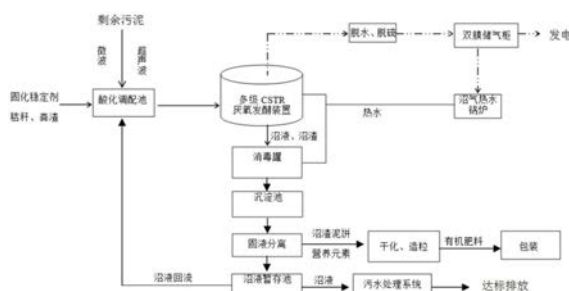
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54)发明名称

一种市政污水厂剩余污泥资源化方法

(57)摘要

本发明提供的市政污水厂剩余污泥资源化方法,包括以下步骤:①将剩余污泥送入酸化调配池中调节污泥的TS浓度和pH值,然后进行超声波和微波处理,之后加入粉碎后的秸秆或/和粪渣,再加入固化稳定剂对污泥中的重金属离子进行吸附钝化处理;②厌氧发酵;③对厌氧发酵产生的沼气进行脱水、脱硫,送入双膜储气柜并利用沼气发电;④对厌氧发酵产生的污泥进行消毒并固液分离,得到沼渣泥饼和沼液;⑤将部分沼液返回酸化调配池中,对其余沼液进行硝化和反硝化处理至达标后排放;⑥向沼渣泥饼中添加营养元素,干化、造粒,得到颗粒有机肥料。本发明可提高现有剩余污泥处理方法的环保性和提高剩余污泥的资源化利用程度、降低剩余污泥的处理能耗。



1. 一种市政污水厂剩余污泥资源化方法,其特征在于包括以下步骤:

(1) 将剩余污泥送入酸化调配池,调节酸化调配池中污泥的TS浓度至8%~10%,pH值为4~5,然后进行超声波处理和微波处理,之后加入粉碎后的秸秆或/和粪渣,并充分混合,再加入固化稳定剂,在搅拌下对污泥中的重金属离子进行吸附钝化处理;该步骤中控制污泥在酸化调配池中的停留时间为4~7天;

(2) 将经过步骤(1)处理的污泥送入多级CSTR厌氧发酵装置进行厌氧发酵,控制厌氧发酵的温度为 $35\pm 2^{\circ}\text{C}$,停留时间为24~35d;

(3) 对步骤(2)厌氧发酵产生的沼气进行脱水、脱硫,之后送入双膜储气柜并利用沼气进行发电,将沼气发电产生的余热通过热水锅炉、加热盘管、热水管传递至多级CSTR厌氧发酵装置,用于对多级CSTR厌氧发酵装置加热以维持厌氧发酵的温度;

(4) 将步骤(2)厌氧发酵产生的污泥送入消毒罐进行消毒,之后进行膜压固液分离,得到沼渣泥饼和沼液;

(5) 将步骤(4)所得部分沼液返回酸化调配池中,用于调节酸化调配池中污泥的TS浓度至8%~10%,同时实现沼液中微生物的回流接种,对步骤(4)所得其余沼液进行硝化和反硝化处理,处理达标后排放;

(6) 向步骤(4)所得沼渣泥饼中添加营养元素,然后干化、造粒,得到颗粒有机肥料。

2. 根据权利要求1所述市政污水厂剩余污泥资源化方法,其特征在于,步骤(1)所述固化稳定剂为能够吸附络合重金属离子的多孔材料,固化稳定剂的添加量为酸化调配池中污泥质量的0.5%~1.5%。

3. 根据权利要求2所述市政污水厂剩余污泥资源化方法,其特征在于,所述能够吸附络合重金属离子的多孔材料为过100~200目筛的改性沸石,改性沸石的制备方法:将天然沸石在0.5~1.5mol/L的硫酸溶液中浸泡8~12h后洗净、烘干,然后置于10~15mol/L的十六烷基三甲基溴化铵溶液中在 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 恒温搅拌5~10h,洗净、烘干,再置于0.5~1.5mol/L的 CuSO_4 溶液中浸泡8~12h,烘干即得。

4. 根据权利要求1至3中任一权利要求所述市政污水厂剩余污泥资源化方法,其特征在于,步骤(2)中控制厌氧发酵时多级CSTR厌氧发酵装置的搅拌转速为10~150rpm以在多级CSTR厌氧发酵装置内形成循环水流。

5. 根据权利要求4所述市政污水厂剩余污泥资源化方法,其特征在于,步骤(2)中采用的多级CSTR厌氧发酵装置由2~5级CSTR厌氧发酵装置串联而成。

6. 根据权利要求1至3中任一权利要求所述市政污水厂剩余污泥资源化方法,其特征在于,步骤(1)中,单独添加粉碎后的秸秆时,粉碎后的秸秆的添加量应使粉碎后的秸秆的干物质量为酸化调配池中污泥质量的5%~10%,单独添加粪渣时,粪渣的添加量应使粪渣的干物质量为酸化调配池中污泥质量的20%~30%,同时添加粉碎后的秸秆和粪渣时,粉碎后的秸秆和粪渣的添加量应使混合物的干物质量为酸化调配池中污泥质量的10%~15%。

7. 根据权利要求6所述市政污水厂剩余污泥资源化方法,其特征在于,步骤(1)中所述粉碎后的秸秆为粉碎后过4~10目筛的秸秆。

8. 根据权利要求1至3中任一权利要求所述市政污水厂剩余污泥资源化方法,其特征在于,步骤(4)中控制沼渣泥饼的含水率不超过60%。

9. 根据权利要求1至3中任一权利要求所述市政污水厂剩余污泥资源化方法,其特征在

于,步骤(4)采用高压隔膜压滤机进行固液分离。

10.根据权利要求1至3中任一权利要求所述市政污水厂剩余污泥资源化方法,其特征在于,步骤(1)中超声波处理时采用的超声波能量密度为 $0.04\sim 1.00\text{W/mL}$,处理时间为 $20\sim 50\text{s}$,微波处理时采用的微波能量密度为 $0.5\sim 7.0\text{W/mL}$,处理时间为 $30\sim 100\text{s}$ 。

一种市政污水厂剩余污泥资源化方法

技术领域

[0001] 本发明属剩余污泥资源化领域,涉及一种市政污水厂剩余污泥资源化方法。

背景技术

[0002] 我国2014年生活污水处理厂产生的污泥为3500多万吨/年,且以每年4%以上的速度增长。2015年我国各地区湿污泥无害化处理率平均值为32%。相关数据显示,目前我国污泥处理方式主要有填埋、堆肥、自然干化、焚烧等方式,这四种处理方法的占比分别为65%、15%、6%、3%。据此可以看出我国污泥处理方式仍以填埋为主,资源化利用的程度很低,加之我国城镇污水处理企业的处置能力不足、处置手段落后,有大量污泥未得到规范化的处理,直接造成了“二次污染”,对环境造成了严重的影响。

[0003] 我国存在许多污水处理厂对污泥仅仅是进行简单的浓缩脱水后便进行外运的现象,而且并没有交待污泥的最终去向,但即使对污泥进行了浓缩脱水处理,也往往达不到要求,污泥的含水率较高,污泥处理不到位不仅增加运输难度,而且会对运输路线周边环境造成潜在威胁。更为严重的是,会给后续的污泥处置带来极大的不便:在堆肥处理时,因含水率较高达不到堆肥处理的要求,还可能存在重金属超标以及二次污染问题,无法满足标准化、规范化生产;填埋时,达不到垃圾填埋场的准入条件,不少垃圾场填埋场拒收污泥;焚烧时,因处理不到位达不到污泥焚烧时的热值,同时会耗费过多的热量,还可能会造成严重的大气污染等问题。

[0004] 厌氧消化工艺是指在密闭条件下通过厌氧微生物的作用将污泥的碳水化合物、蛋白质、脂肪等有机物分解成沼气和低分子氧化物。污泥的厌氧消化具有以下特点:

[0005] 可获取可观的能源,平均每吨污泥可产生约44m³沼气,同时可有效减少温室气体的排放;可减少污泥量,经厌氧消化后污泥量可减少50%左右,污泥的总体积减少至原来的10%左右;可稳定污泥性质,经厌氧消化后污泥中可分解、易腐化物质的数量减少,污泥性质稳定;可提高污泥的脱水效果,未消化的污泥呈黏性胶状结构,不易脱水,经厌氧消化后胶体物质被气化、液化或分解,使得污泥中的水分与固体易分离;消除污泥恶臭,经厌氧消化后,污泥中的恶臭物质分解后以硫化氢等气体形式从污泥中分离出来,污泥不再恶臭;可提高污泥卫生质量,甲烷菌有很强的杀菌作用,污泥经厌氧消化可杀死大部分病原菌和其它有害微生物。

[0006] 鉴于剩余污泥处理现状,我国迫切需要更加环保和资源化利用程度更高的剩余污泥处理方法从根本上解决剩余污泥的出路。如果能以厌氧消化工艺为基础开发出市政污水厂剩余污泥的资源化利用方法,将污泥中的重金属等成分在源头加以控制,解决经厌氧消化处理后的污泥的重金属离子无害化稳定化问题,并采用适当的措施将厌氧消化处理后的污泥加工成有机肥料用于返田或用作园林绿化、苗圃等,这一方面可以减少填埋所用土地资源,另一方面可减少化肥的使用量,同时还可解决现有剩余污泥处置方法存在的二次污染问题,一举多得。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种市政污水厂剩余污泥资源化方法,以提高现有剩余污泥处理方法的环保性和提高剩余污泥的资源化利用程度、降低剩余污泥的处理能耗。

[0008] 本发明提供的市政污水厂剩余污泥资源化方法,包括以下步骤:

[0009] (1) 将剩余污泥送入酸化调配池,调节酸化调配池中污泥的TS浓度至8%~10%, pH值为4~5,然后进行超声波处理和微波处理,之后加入粉碎后的秸秆或/和粪渣,并充分混合,再加入固化稳定剂,在搅拌下对污泥中的重金属离子进行吸附钝化处理;该步骤中控制污泥在酸化调配池中的停留时间为4~7天;

[0010] (2) 将经过步骤(1)处理的污泥送入多级CSTR厌氧发酵装置进行厌氧发酵,控制厌氧发酵的温度为 $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$,停留时间为24~35d;

[0011] (3) 对步骤(2)厌氧发酵产生的沼气进行脱水、脱硫,之后送入双膜储气柜并利用沼气进行发电,将沼气发电产生的余热通过热水锅炉、加热盘管、热水管传递至多级CSTR厌氧发酵装置,用于对多级CSTR厌氧发酵装置加热以维持厌氧发酵的温度;

[0012] (4) 将步骤(2)厌氧发酵产生的污泥送入消毒罐进行消毒,之后进行膜压固液分离,得到沼渣泥饼和沼液;

[0013] (5) 将步骤(4)所得部分沼液返回酸化调配池中,用于调节酸化调配池中污泥的TS浓度至8%~10%,同时实现沼液中微生物的回流接种,对步骤(4)所得其余沼液进行硝化和反硝化处理,处理达标后排放;

[0014] (6) 向步骤(4)所得沼渣泥饼中添加营养元素,然后干化、造粒,得到颗粒有机肥料。

[0015] 上述市政污水厂剩余污泥资源化方法的步骤(1)中,剩余污泥中的微生物的种类众多,酸化调配池的环境是适合厌氧菌生长的,其作用在于驯化厌氧菌,为了更好地促进厌氧菌成为优势菌种,同时对污泥进行厌氧生物预处理。该步骤采用了适当的超声处理和微波处理的方式来适当地破坏剩余污泥中部分微生物的细胞壁。超声波处理时采用的超声波能量密度优选为0.04~1.00W/mL,相应的处理时间为20~50s,微波处理时采用的微波能量密度优选为0.5~7.0W/mL,相应的处理时间为30~100s。

[0016] 上述市政污水厂剩余污泥资源化方法的步骤(1)中,向酸化调配池中加入粉碎后的秸秆的作用一方面是调节污泥的C/N比,由于污泥的C/N比较低,而秸秆为高碳物质,适量秸秆的添加能将污泥的C/N比调节至合适的范围,以更利于微生物的生长,另一方面,粉碎后的秸秆的添加也有利于增加最终得到的有机肥料中的有机质含量,满足后续有机肥料造粒的要求,同时秸秆含有丰富的木质素,能与固化稳定剂相互作用促进对重金属离子的络合作用。添加粪渣的作用在于,粪渣可以作为厌氧发酵的原料,且粪渣中含有较多的微生物,起到作为接种物的作用。单独添加粉碎后的秸秆时,优选的粉碎后的秸秆的添加量应使粉碎后的秸秆的干物质量为酸化调配池中污泥质量的5%~10%;单独添加粪渣时,优选的粪渣的添加量应使粪渣的干物质量为酸化调配池中污泥质量的20%~30%;同时添加粉碎后的秸秆和粪渣时,优选的粉碎后的秸秆和粪渣的添加量应使混合物的干物质量为酸化调配池中污泥质量的10%~15%。更优选地,所述粉碎后的秸秆为粉碎后过4~10目筛的秸秆。

[0017] 上述市政污水厂剩余污泥资源化方法的步骤(1)中,所述固化稳定剂为能够吸附络合重金属离子的多孔材料,固化稳定剂的添加量为酸化调配池中污泥质量的0.5%~1.5%。该步骤使用固化稳定剂处理后,污泥中的游离重金属离子的含量应当符合NY525-2012《有机肥料》的规定。优选地,所述能够吸附络合重金属离子的多孔材料为过100~200目筛的改性沸石,改性沸石的制备方法:将天然沸石在0.5~1.5mol/L的硫酸溶液中浸泡8~12h后洗净、烘干,然后置于10~15mol/L的十六烷基三甲基溴化铵溶液在25±2℃恒温搅拌5~10h,洗净、烘干,再置于0.5~1.5mol/L的CuSO₄溶液中浸泡8~12h,烘干即得。该改性沸石具有较大比表面积和负电性,可容纳多种分子和离子,多种金属离子能进入其内部孔道发生络合反应,该改性沸石可有效吸附锰、铊、铜、铅、锌、镍、钴、铬、汞、镉等重金属的离子,吸附络合重金属离子后的改性沸石在后续剩余污泥过程不断矿化,使得结构稳定下来。

[0018] 上述市政污水厂剩余污泥资源化方法的步骤(1)中,通常控制酸化调配池中的温度在20~40℃,在整个工艺循环运行起来之后,是将步骤(4)所得部分沼液返回酸化调配池中来调节酸化调配池中污泥的TS浓度,而返回的沼液是具有一定温度的,因此通常是不必对该步骤进行其他的热量补充的。

[0019] 上述市政污水厂剩余污泥资源化方法的步骤(1)中,所述在搅拌下对污泥中的重金属离子进行吸附钝化处理,通常可以采用桨式搅拌机来施加搅拌作用,以促进固化稳定剂对污泥中重金属离子的作用,搅拌转速优选为10~150rpm,搅拌方式采用间隙搅拌,每隔6小时搅拌一次,一次搅拌半个小时。

[0020] 上述市政污水厂剩余污泥资源化方法的步骤(2)中,控制厌氧发酵时多级CSTR厌氧发酵装置的搅拌转速为10~150rpm以在多级CSTR厌氧发酵装置内形成循环水流。步骤(4)中采用的多级CSTR厌氧发酵装置优选由2~5级CSTR厌氧发酵装置串联而成。一种可行的CSTR厌氧发酵装置的结构包括发酵罐,发酵罐采用内盘管加热、发酵罐内设中心搅拌装置、发酵罐采用自动溢流出料、发酵罐的罐底设有强制出料装置,用于定期排出发酵罐中的泥沙和沉淀物。

[0021] 上述市政污水厂剩余污泥资源化方法的步骤(3)中,优选采用三级脱硫系统对沼气进行脱硫,即采用铁盐原位脱硫、空气脱硫和活性炭脱硫相结合的三级脱硫系统对沼气进行脱硫,脱硫后沼气中硫化氢含量达到GB/T51063-2014《大中型沼气工程技术规范》中的有关规定,即沼气中硫化氢的含量低于200ppm。

[0022] 上述市政污水厂剩余污泥资源化方法的步骤(3)中,沼气发电产生的余热应优先保证多级CSTR厌氧发酵装置的热量需求,在满足多级CSTR厌氧发酵装置热量需求的基础上,将沼气发电产生的多余的余热通过热水锅炉及热水管传递至消毒罐用于消毒罐的热量补充。

[0023] 上述市政污水厂剩余污泥资源化方法的步骤(3)中,一种可行的双膜储气柜为柔性膜结构,由底膜、内膜、外膜三层组成,运行时,沼气储存于底膜与内膜之间,通过往内膜与外膜之间的夹层注入空气来控制内膜压力,可使沼气输出压力稳定在一定范围。

[0024] 上述市政污水厂剩余污泥资源化方法的步骤(4)中,控制沼渣泥饼的含水率不超过60%。该步骤优选采用高压隔膜压滤机进行固液分离。

[0025] 上述市政污水厂剩余污泥资源化方法的步骤(4)中,为了让膜压固液分离能够连

续进行,该步骤最好是将经过消毒罐消毒后的污泥先通入沉淀池中,之后再进行膜压固液分离。同时为了实现步骤(5)中的硝化和反硝化处理能够连续进行,步骤(4)中最好是将固液分离得到的沼液先通入沼液暂存池中,之后再进行硝化和反硝化处理。

[0026] 上述市政污水厂剩余污泥资源化方法的步骤(5)中,采用现有常规技术对沼液进行硝化和反硝化处理,在硝化和反硝化处理过程中,根据实际情况,需要适时补充碳源,使经过硝化和反硝化处理的出水达到GB8978-1996《污水综合排放标准》的要求。步骤(5)中可采用现有的集成式污水处理系统进行硝化和反硝化处理。

[0027] 上述市政污水厂剩余污泥资源化方法的步骤(6)中,向步骤(4)所得沼渣泥饼中添加的营养元素的种类和添加量根据具体颗粒有机肥料产品的需求和步骤(4)所得沼渣泥饼的营养成分进行确定,步骤(6)所得颗粒有机肥料的技术指标应当符合NY525-2012《有机肥料》的要求。

[0028] 上述市政污水厂剩余污泥资源化方法的步骤(6)中,所述干化、造粒过程在干化造粒机中完成。

[0029] 与现有技术相比,本发明的技术方案产生了以下有益效果:

[0030] 1. 本发明提供的市政污水厂剩余污泥资源化方法以厌氧发酵工艺为基础,在厌氧发酵之前对剩余污泥中的重金属离子进行了无害化处理,解决了现有技术采用厌氧发酵对剩余污泥处理后存在污泥的重金属离子超标而难以资源化利用的问题,在此基础上,本发明将厌氧发酵产生的沼渣泥饼经添加营养元素后加工成了符合NY525-2012要求的有机肥料,同时,将厌氧发酵产生的沼气用于发电,发电产生的电能可用于污水处理厂厂区供电等,将沼气发电产生的余热用于厌氧发酵装置的加热及保温等,将厌氧发酵产生的部分沼液返回至酸化调节池循环利用,将多余的沼液经硝化和反硝化处理达标后排放。整个资源化方法实现了闭环式产业链式发展,在实现污泥资源化的同时还带来了良好的经济效益。

[0031] 2. 本发明提供的市政污水厂剩余污泥资源化方法在厌氧发酵工艺为中温厌氧连续投料、连续发酵工艺,具有占地小,能耗低,产生二次污染较少的特点,整个资源化过程的工艺的设计经济合理,在实际应用中可产生较好的经济效益,有利于推广应用。

[0032] 3. 相对于现有技术,本发明提供的市政污水厂剩余污泥资源化方法可避免堆肥处理产生的二次污染,可减少填埋处理所用土地资源,减少化肥的使用量,还可解决焚烧处理时耗费热量过多和二次污染问题。本发明提供的资源化利用方法绿色环保且对剩余污泥的资源化利用程度非常高。

附图说明

[0033] 图1是本发明所述方法的一种工艺流程示意图。

具体实施方式

[0034] 以下通过实施例对本发明提供的市政污水厂剩余污泥资源化方法作进一步说明。有必要指出,以下实施例只用于对本发明作进一步说明,不能理解为对本发明保护范围的限制,所属领域技术人员根据上述发明内容,对本发明做出一些非本质的改进和调整进行具体实施,仍属于发明保护的范围。

[0035] 实施例1

[0036] 本实施例中,制备改性沸石,步骤如下:

[0037] 将天然沸石粉碎,过100目筛,将粉碎并过筛后的天然沸石在1mol/L的硫酸溶液中浸泡10h后用去离子水洗涤去除硫酸,在105℃烘干,然后置于15mol/L的十六烷基三甲基溴化铵溶液中在 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 恒温搅拌6h,用去离子水洗涤去除十六烷基三甲基溴化铵,在105℃烘干,再置于1mol/L的 CuSO_4 溶液中浸泡10h,在105℃烘干,得到改性沸石,编号为1#改性沸石。

[0038] 将天然沸石粉碎,过200目筛,将粉碎并过筛后的天然沸石在0.5mol/L的硫酸溶液中浸泡12h后用去离子水洗涤去除硫酸,在105℃烘干,然后置于10mol/L的十六烷基三甲基溴化铵溶液中在 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 恒温搅拌10h,用去离子水洗涤去除十六烷基三甲基溴化铵,在105℃烘干,再置于0.5mol/L的 CuSO_4 溶液中浸泡12h,在105℃烘干,得到改性沸石,编号为2#改性沸石。

[0039] 将天然沸石粉碎,过150目筛,将粉碎并过筛后的天然沸石在1.5mol/L的硫酸溶液中浸泡8h后用去离子水洗涤去除硫酸,在105℃烘干,然后置于15mol/L的十六烷基三甲基溴化铵溶液中在 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 恒温搅拌5h,用去离子水洗涤去除十六烷基三甲基溴化铵,在105℃烘干,再置于1.5mol/L的 CuSO_4 溶液中浸泡8h,在105℃烘干,得到改性沸石,编号为3#改性沸石。

[0040] 实施例2

[0041] 本实施例中,以广东省某市城市生活污水处理厂产生的剩余污泥为例,说明剩余污泥资源化方法,步骤如下:

[0042] (1) 将剩余污泥送入酸化调配池,调节酸化调配池中污泥的TS浓度至10%,pH值为4.5,采用能量密度为0.05W/mL的超声波处理30s,然后采用能量密度为1.0W/mL的微波处理30s;之后加入粉碎后过10目筛的秸秆,粉碎后的秸秆的添加量应使粉碎后的秸秆的干物质质量为酸化调配池中污泥质量的5%;之后向酸化调配池中投加实施例1制备的1#改性沸石,1#改性沸石的投加量为酸化调配池中污泥质量的0.5%,在搅拌下对污泥中的重金属离子进行吸附钝化处理。处理结束后取样检测,污泥中的游离重金属离子的含量符合NY525-2012《有机肥料》的规定。该步骤中控制污泥在酸化调配池中的停留时间为6天,控制酸化调配池内物料的温度在20~40℃范围内。

[0043] (2) 将经过步骤(1)处理的污泥送入三级CSTR厌氧发酵装置进行厌氧发酵,控制厌氧发酵的温度为 $35\pm 2^{\circ}\text{C}$,停留时间为24d。三级CSTR厌氧发酵装置由三级CSTR厌氧发酵装置串联而成,CSTR厌氧发酵装置的结构包括发酵罐、发酵罐采用内盘管加热、发酵罐内设中心搅拌装置、发酵罐采用自动溢流出料、发酵罐的罐底设有强制出料装置,用于定期排出发酵罐中的泥沙和沉淀物。在厌氧发酵期间以250rpm的搅拌转速进行搅拌在各级CSTR厌氧发酵装置内形成循环水流。

[0044] (3) 对步骤(2)厌氧发酵产生的沼气进行脱水处理,然后采用由铁盐原位脱硫、空气脱硫和活性炭脱硫相结合的三级脱硫系统对沼气进行脱硫,脱硫后沼气中硫化氢含量低于200ppm,将脱硫后的沼气送入由底膜、内膜、外膜三层组成具有柔性膜结构的双膜储气柜中,沼气储存于双膜储气柜中的底膜与内膜之间,通过往内膜与外膜之间的夹层注入空气来控制内膜压力,使沼气以稳定的输出压力输送至沼气发电设备进行发电,将沼气发电产生的余热通过热水锅炉、加热盘管、热水管传递至三级CSTR厌氧发酵装置的各级发酵装置

中,用于对三级CSTR厌氧发酵装置加热以维持厌氧发酵的温度。在满足三级CSTR厌氧发酵装置热量需求的基础上,将沼气发电产生的多余的余热通过热水锅炉及热水管传递至消毒罐用于消毒罐的热量补充。

[0045] (4) 将步骤(2)厌氧发酵产生的污泥送入消毒罐进行消毒,之后通入沉淀池中,再采用高压隔膜压滤机进行固液分离,得到沼液和含水率为60%的沼渣泥饼,将所得沼液通入沼液暂存池中。

[0046] (5) 将步骤(4)的沼液暂存池中的部分沼液返回酸化调配池中,用于调节酸化调配池中污泥的TS浓度至10%,同时实现沼液中微生物的回流接种,将步骤(4)的沼液暂存池中的其余沼液连续通入集成式污水处理系统进行硝化和反硝化处理,使经过硝化和反硝化处理的出水达到GB8978-1996《污水综合排放标准》的要求后排放。

[0047] (7) 检测步骤(4)所得沼渣泥饼的有机质含量、总养分、含水率以及pH值等,根据检测结果向步骤(4)所得沼渣泥饼中添加营养元素,然后采用干化造粒机进行干化并造粒,之后包装,得到技术指标符合NY525-2012《有机肥料》要求的颗粒有机肥料。

[0048] 实施例3

[0049] 本实施例中,以贵州省某市城市生活污水处理厂产生的剩余污泥为例,说明剩余污泥资源化方法,步骤如下:

[0050] (1) 将剩余污泥送入酸化调配池,调节酸化调配池中污泥的TS浓度至10%,pH值为5,采用能量密度为0.5W/mL的超声波处理20s,然后采用能量密度为3.0W/mL的微波处理30s;之后加入粪渣,粪渣的添加量应粪渣的干物质量为酸化调配池中污泥质量的25%;之后向酸化调配池中投加实施例1制备的2#改性沸石,2#改性沸石的投加量为酸化调配池中污泥质量的1.5%,在搅拌下对污泥中的重金属离子进行吸附钝化处理。处理结束后取样检测,污泥中的游离重金属离子的含量符合NY525-2012《有机肥料》的规定。该步骤中控制污泥在酸化调配池中的停留时间为4天,控制酸化调配池内物料的温度在20~40℃范围内。

[0051] (2) 将经过步骤(1)处理的污泥送入三级CSTR厌氧发酵装置进行厌氧发酵,控制厌氧发酵的温度为 $35\pm 2^{\circ}\text{C}$,停留时间为30d。三级CSTR厌氧发酵装置由三级CSTR厌氧发酵装置串联而成,CSTR厌氧发酵装置的结构包括发酵罐、发酵罐采用内盘管加热、发酵罐内设中心搅拌装置、发酵罐采用自动溢流出料、发酵罐的罐底设有强制出料装置,用于定期排出发酵罐中的泥沙和沉淀物。在厌氧发酵期间以50rpm的搅拌转速进行搅拌在各级CSTR厌氧发酵装置内形成循环水流。

[0052] (3) 对步骤(2)厌氧发酵产生的沼气进行脱水处理,然后采用由铁盐原位脱硫、空气脱硫和活性炭脱硫相结合的三级脱硫系统对沼气进行脱硫,脱硫后沼气中硫化氢含量低于200ppm,将脱硫后的沼气送入由底膜、内膜、外膜三层组成具有柔性膜结构的双膜储气柜中,沼气储存于双膜储气柜中的底膜与内膜之间,通过往内膜与外膜之间的夹层注入空气来控制内膜压力,使沼气以稳定的输出压力输送至沼气发电设备进行发电,将沼气发电产生的余热通过热水锅炉、加热盘管、热水管传递至三级CSTR厌氧发酵装置的各级发酵装置中,用于对三级CSTR厌氧发酵装置加热以维持厌氧发酵的温度。在满足三级CSTR厌氧发酵装置热量需求的基础上,将沼气发电产生的多余的余热通过热水锅炉及热水管传递至消毒罐用于消毒罐的热量补充。

[0053] (4) 将步骤(2)厌氧发酵产生的污泥送入消毒罐进行消毒,之后通入沉淀池中,再

采用高压隔膜压滤机进行固液分离,得到沼液和含水率为60%的沼渣泥饼,将所得沼液通入沼液暂存池中。

[0054] (5) 将步骤(4)的沼液暂存池中的部分沼液返回酸化调配池中,用于调节酸化调配池中污泥的TS浓度至10%,同时实现沼液中微生物的回流接种,将步骤(4)的沼液暂存池中的其余沼液连续通入集成式污水处理系统进行硝化和反硝化处理,使经过硝化和反硝化处理的出水达到GB8978-1996《污水综合排放标准》的要求后排放。

[0055] (7) 检测步骤(4)所得沼渣泥饼的有机质含量、总养分、含水率以及pH值等,根据检测结果向步骤(4)所得沼渣泥饼中添加营养元素,然后采用干化造粒机进行干化并造粒,之后包装,得到技术指标符合NY525-2012《有机肥料》要求的颗粒有机肥料。

[0056] 实施例4

[0057] 本实施例中,以河北省某市城市生活污水处理厂产生的剩余污泥为例,说明剩余污泥资源化方法,步骤如下:

[0058] (1) 将剩余污泥送入酸化调配池,调节酸化调配池中污泥的TS浓度至8%,pH值为4,采用能量密度为0.5W/mL的超声波处理40s,然后采用能量密度为4.0W/mL的微波处理30s;之后加入粉碎后过4目筛的秸秆和粪渣,并充分混合,粉碎秸秆和粪渣的混合物添加量应使混合物的干物质量为酸化调配池中污泥质量的15%;向酸化调配池中投加实施例1制备的3#改性沸石,3#改性沸石的投加量为经过步骤(2)处理的污泥质量的1%,在搅拌下对污泥中的重金属离子进行吸附钝化处理。处理结束后取样检测,污泥中的游离重金属离子的含量符合NY525-2012《有机肥料》的规定。该步骤中控制污泥在酸化调配池中的停留时间为7天,控制酸化调配池内物料的温度在20~40℃范围内。

[0059] (2) 将经过步骤(1)处理的污泥送入五级CSTR厌氧发酵装置进行厌氧发酵,控制厌氧发酵的温度为 $35 \pm 2^\circ\text{C}$,停留时间为25d。五级CSTR厌氧发酵装置由五级CSTR厌氧发酵装置串联而成,CSTR厌氧发酵装置的结构包括发酵罐、发酵罐采用内盘管加热、发酵罐内设中心搅拌装置、发酵罐采用自动溢流出料、发酵罐的罐底设有强制出料装置,用于定期排出发酵罐中的泥沙和沉淀物。在厌氧发酵期间以150rpm的搅拌转速进行搅拌在各级CSTR厌氧发酵装置内形成循环水流。

[0060] (3) 对步骤(2)厌氧发酵产生的沼气进行脱水处理,然后采用由铁盐原位脱硫、空气脱硫和活性炭脱硫相结合的五级脱硫系统对沼气进行脱硫,脱硫后沼气中硫化氢含量低于200ppm,将脱硫后的沼气送入由底膜、内膜、外膜三层组成具有柔性膜结构的双膜储气柜中,沼气储存于双膜储气柜中的底膜与内膜之间,通过往内膜与外膜之间的夹层注入空气来控制内膜压力,使沼气以稳定的输出压力输送至沼气发电设备进行发电,将沼气发电产生的余热通过热水锅炉、加热盘管、热水管传递至五级CSTR厌氧发酵装置的各级发酵装置中,用于对五级CSTR厌氧发酵装置加热以维持厌氧发酵的温度。在满足五级CSTR厌氧发酵装置热量需求的基础上,将沼气发电产生的多余的余热通过热水锅炉及热水管传递至消毒罐用于消毒罐的热量补充。

[0061] (4) 将步骤(2)厌氧发酵产生的污泥送入消毒罐进行消毒,之后通入沉淀池中,再采用高压隔膜压滤机进行固液分离,得到沼液和含水率为60%的沼渣泥饼,将所得沼液通入沼液暂存池中。

[0062] (5) 将步骤(4)的沼液暂存池中的部分沼液返回酸化调配池中,用于调节酸化调配

池中污泥的TS浓度至8%，同时实现沼液中微生物的回流接种，将步骤(4)的沼液暂存池中的其余沼液连续通入集成式污水处理系统进行硝化和反硝化处理，使经过硝化和反硝化处理的出水达到GB8978-1996《污水综合排放标准》的要求后排放。

[0063] (7) 检测步骤(4)所得沼渣泥饼的有机质含量、总养分、含水率以及pH值等，根据检测结果向步骤(4)所得沼渣泥饼中添加营养元素，然后采用干化造粒机进行干化并造粒，之后包装，得到技术指标符合NY525-2012《有机肥料》要求的颗粒有机肥料。

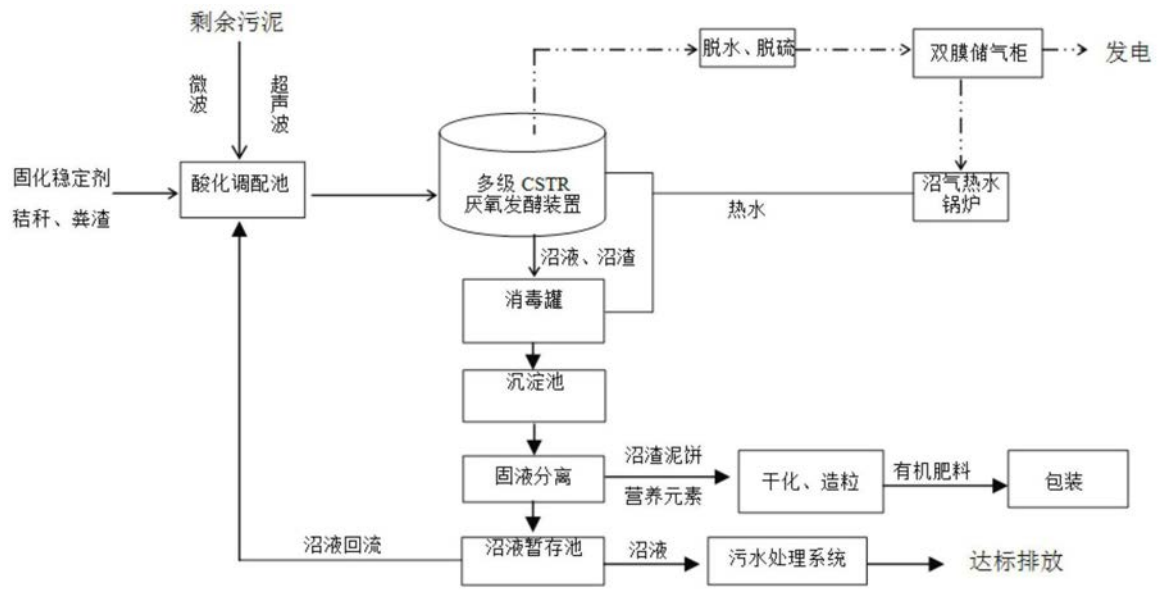


图1