(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111847805 B
(45)授权公告日 2024.11.15

(21)申请号 202010830122.9

(22)申请日 2020.08.18

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111847805 A

(43)申请公布日 2020.10.30

(73)专利权人 北控水务(中国)投资有限公司
地址 100102 北京市朝阳区望京东园七区18号楼8层801内808

(72)发明人 刘永杰 关春雨 门云涛 杜蓉 张宝林

(74)专利代理机构 北京凯特来知识产权代理有限公司 11260
专利代理师 郑立明 付久春

(51)Int.Cl.
C02F 9/00(2023.01)
C02F 3/28(2023.01)
C02F 1/52(2023.01)
C02F 101/16(2006.01)

(56)对比文件
CN 212425812 U,2021.01.29

审查员 郑海洋

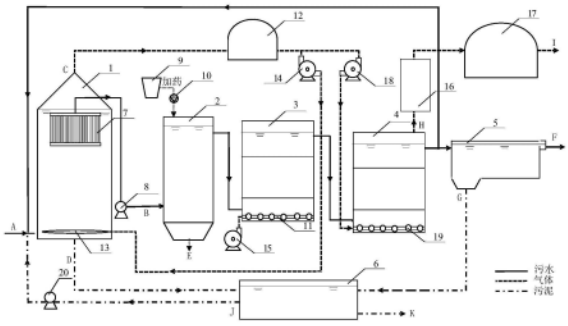
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54)发明名称

基于硫循环实现物质和能量回收的污水处理系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于硫循环实现物质能量回收的污水处理系统及方法,系统包括:厌氧膜生物反应器、氮磷回收池、曝气生物滤池、反硝化滤池、沉淀池、水解酸化池、加药罐、加药计量泵、第一布气管道、第二布气管道、沼气储气罐、曝气盘、第一沼气风机、第二沼气风机、曝气风机、化学脱硫及干燥装置和回用沼气储气罐。将厌氧膜生物反应器与生物膜技术相结合,能够截留减少剩余污泥,在系统内形成硫的循环利用,利用沼气中硫化氢为后续脱氮提供电子供体,有利于减少硫酸盐的产生且能缓解反硝化滤池运行中的堵塞;厌氧膜生物反应器能有效从污水中回收能量,提高能量自给率的同时,降低成本;以结晶方式的沉淀更易于分离回收利用,提高物质回收效率。



CN 111847805 B

1.一种基于硫循环实现物质能量回收的污水处理方法,其特征在于,采用以下的能实现物质能量回收的污水处理系统,包括:

厌氧膜生物反应器、氮磷回收池、曝气生物滤池、反硝化滤池、沉淀池、水解酸化池、加药罐、加药计量泵、第一布气装置、第二布气装置、沼气储气罐、曝气盘、第一沼气风机、第二沼气风机、曝气风机、化学脱硫及干燥装置和回用沼气储气罐;其中,

所述厌氧膜生物反应器分别设有进水管、污水出水管、沼气出口和排泥口,所述厌氧膜生物反应器的污水出水管与所述氮磷回收池和曝气生物滤池、反硝化滤池和沉淀池顺次连接;

所述氮磷回收池底部设有结晶沉淀磷回收口;

所述加药罐经设有加药计量泵的管路与所述氮磷回收池连接;

所述第一布气装置的第一布气管道设在所述曝气生物滤池内底部,该第一布气管道与所述曝气生物滤池外部设置的曝气风机连接;

所述第二布气装置的第二布气管道设在所述反硝化滤池内底部;

所述厌氧膜生物反应器的沼气出口经管路与所述沼气储气罐连接,所述沼气储气罐的出气管路经设有第一沼气风机的第一管路与所述厌氧膜生物反应器内底部设置的曝气盘连接;所述沼气储气罐的出气管路经设有第二沼气风机的第二管路与所述第二布气管道连接;

所述反硝化滤池的顶端设有回用沼气出口,该回用沼气出口经管路依次与所述化学脱硫及干燥装置和回用沼气储气罐连接;

所述反硝化滤池的末端出水口经回流管路回连至所述厌氧膜生物反应器的进水管;

所述沉淀池设有出水口和剩余污泥出口;

所述水解酸化池分别设有第一进泥口、第二进泥口、水解酸化液回流口和污泥外排口,所述第一进泥口经管路与所述厌氧膜生物反应器的排泥口连接,所述第二进泥口经管路与所述沉淀池的剩余污泥出口连接,所述水解酸化液回流口经管路与所述厌氧膜生物反应器的进水口连接;

所述厌氧膜生物反应器内上部设置过滤膜组件,所述过滤膜组件通过产水泵连接所述厌氧膜生物反应器的污水出水管;

所述沼气出口处于所述厌氧膜生物反应器的顶部;

所述反硝化滤池采用升流式,该反硝化滤池内设有由单质硫和石灰石组成的填料,所述单质硫与石灰石的体积比为1:1;

所述加药罐内设有含镁沉淀剂;

还包括:第一在线监测装置,与所述氮磷回收池连接,能监测所述氮磷回收池的进、出水总磷及氨氮浓度;

第二在线监测装置,与所述反硝化滤池连接,能监测所述反硝化滤池的进水溶解氧及出水总氮、硫酸盐浓度;

包括以下步骤:

经预处理去除杂质的污水进入所述污水处理系统的厌氧膜生物反应器进行厌氧反应,将所述厌氧膜生物反应器产生的沼气收集至所述沼气储气罐;

所述厌氧膜生物反应器处理后的污水流入所述氮磷回收池,通过加药罐和加药计量泵

投加含镁沉淀剂,使污水中磷酸盐及氨氮共同形成结晶以磷酸铵镁形式析出沉淀,通过所述氮磷回收池底部的结晶沉淀磷回收口进行回收;

所述氮磷回收池的出水依次进入所述曝气生物滤池和反硝化滤池进行深度处理;所述沼气储气罐输出的沼气作为给所述反硝化滤池内的脱氮过程提供电子供体的曝气气体,不再投加有机碳源;

所述反硝化滤池的含有硫酸盐的出水部分回流至所述厌氧膜生物反应器中,其余反硝化滤池出水全部进入所述沉淀池,经分离后排放;

所述厌氧膜生物反应器和沉淀池排出的污泥均进入所述水解酸化池进行处理,水解酸化液回流至所述厌氧膜生物反应器的进水端;

所述反硝化滤池中脱除硫化氢的沼气经所述化学脱硫及干燥装置净化后储存至所述回用沼气储气罐,能用于发电及产热来回收能量。

2.根据权利要求1所述的基于硫循环实现物质能量回收的污水处理方法,其特征在于,所述厌氧膜生物反应器的水力停留时间8～16h,最佳反应温度为25～35℃;

内置的过滤膜组件采用过滤产水5～8min、停止产水1～2min,对膜进行气体擦洗的间歇运行方式,膜擦洗用气体为所述沼气储气罐提供的沼气。

3.根据权利要求1所述的基于硫循环实现物质能量回收的污水处理方法,其特征在于,所述氮磷回收池内投加含镁沉淀剂使按盐与镁的摩尔比例为1:1～2.5;所述氮磷回收池的水力停留时间为2～3h。

4.根据权利要求1所述的基于硫循环实现物质能量回收的污水处理方法,其特征在于,所述曝气生物滤池内氨氮容积负荷为0.4～0.9kgNH_4^+-N/(m^3载体·d),溶解氧含量控制为2～5mg/L,根据第一在线监测装置监测的所述曝气生物滤池的出水氨氮浓度自动调控曝气量;

所述反硝化滤池内设有由硫与石灰石按体积比为1:1组成的填料,该反硝化滤池水力停留时间为6～12h;根据第二在线监测装置监测的所述反硝化滤池内进水溶解氧及出水总氮、硫酸盐浓度自动调控沼气的通入量;

所述反硝化滤池的出水部分回流至所述厌氧膜生物反应器的进水端,回流比例为40%～100%,该回流比例能根据所述反硝化率池的出水中硫酸盐浓度进行自动调节。

5.根据权利要求1所述的基于硫循环实现物质能量回收的污水处理方法,其特征在于,所述沉淀池的水力负荷为0.5～1.8m^3/(m^2·h),水力停留时间为1～2h;

所述水解酸化池的水力停留时间为2～5d,反应温度为25～35℃。

基于硫循环实现物质和能量回收的污水处理系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及污水处理领域,具体尤其涉及一种基于硫循环实现物质和能量回收的污水处理系统及方法。

背景技术

[0002] 生活污水中含有大量的有机质、氮、磷等营养物质,且其水量较为稳定,易于收集处理,实现对其中物质及能量的回收利用,不仅可带来经济效益,降低污水处理成本,对于可持续发展也具有重要意义。

[0003] 厌氧生物处理技术可在微生物作用下,利用污水中的有机质产生生物沼气,实现能量回收利用。然而生活污水所含有机质浓度有限,利用传统厌氧生物处理技术的处理效果不佳,沼气产量较低。将厌氧处理与膜分离相结合的厌氧膜生物(厌氧MBR)技术,能够保证较高厌氧污泥浓度,增加污泥停留时间,提高甲烷及沼气产率,并且采用膜进行固液分离,分离更为高效。厌氧MBR技术已成功运用于高有机质废水的处理中,并逐渐被用于生活污水处理,该技术虽然能够有效去除水中COD,但对于氮、磷基本无去除效果,需对厌氧MBR反应器出水进一步处理。如中国发明专利CN110563266A公布了一种低碳氮比的生活污水高效脱氮除磷工艺,为达到脱氮除磷的目的,将厌氧MBR出水通入厌氧氨氧化反应池和好氧MBR反应池,以氨为电子供体、亚硝酸盐为电子受体,在厌氧氨氧化菌作用下产生氮气以降低TN含量,然而厌氧氨氧化菌对生存环境条件要求苛刻,且要保证足够的亚硝酸盐供给,对工艺设备及运行维护要求较高。此外,有机磷经厌氧MBR反应池处理后大部分转化为无机磷,在好氧MBR池中进行微生物好氧吸磷,以提高总磷去除率,但磷只是暂时储存至好氧菌体内,并未从系统内去除或回收利用,还需对污泥进行再处理,又增加了运行成本。而另一中国发明专利CN108609807A公布了一种以厌氧技术为核心的城市污水处理工艺,采用微曝气及投加絮凝剂的形式对污水进行生物化学絮凝处理之后,再利用厌氧MBR及厌氧氨氧化反应器进行处理。但生物化学絮凝单元进一步降低了污水中的有机质含量,不利于后续厌氧MBR的处理,影响能量回收效率,而投加絮凝剂虽可去除水中总磷,但也会产生大量的污泥待处理。此外,如上所述,用于脱氮的厌氧氨氧化单元对工艺设备及运行维护要求较高。

[0004] 综上所述,目前可进行物质和能量回收的污水处理工艺存在氮磷处理效果不佳,磷回收不完全,运行维护难度大导致运行成本增加,以及污泥产量大导致处理成本增加等问题。

发明内容

[0005] 基于现有技术所存在的问题,本发明的目的是提供一种基于硫循环实现物质和能量回收的污水处理系统及方法,能解决现有能进行物质和能量回收的工艺存在氮磷处理效果不佳,磷回收不完全,运行维护难度大导致运行成本增加,以及污泥产量大导致处理成本增加等问题。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0007] 本发明实施方式提供一种基于硫循环实现物质能量回收的污水处理系统，包括：

[0008] 厌氧膜生物反应器、氮磷回收池、曝气生物滤池、反硝化滤池、沉淀池、水解酸化池、加药罐、加药计量泵、第一布气管道、第二布气管道、沼气储气罐、曝气盘、第一沼气风机、第二沼气风机、曝气风机、化学脱硫及干燥装置和回用沼气储气罐；其中，

[0009] 所述厌氧膜生物反应器分别设有进水管、污水出水管、沼气出口和排泥口，所述厌氧膜生物反应器与所述氮磷回收池和曝气生物滤池、反硝化滤池和沉淀池顺次连接；

[0010] 所述氮磷回收池底部设有结晶沉淀磷回收口；

[0011] 所述加药罐经设有加药计量泵的管路与所述氮磷回收池连接；

[0012] 所述第一布气管道设在所述曝气生物滤池内底部，该第一布气管道与所述曝气生物滤池外部设置的曝气风机连接；

[0013] 所述第二布气管道设在所述反硝化滤池内底部；

[0014] 所述厌氧膜生物反应器的沼气出口经管路与所述沼气储气罐连接，所述沼气储气罐的出气管路经设有第一沼气风机的第一管路与所述厌氧膜生物反应器内底部设置的曝气盘连接；所述沼气储气罐的出气管路经设有第二沼气风机的第二管路与所述第二布气管道连接；

[0015] 所述反硝化滤池的顶端设有回用沼气出口，该回用沼气出口经管路依次与所述化学脱硫及干燥装置和回用沼气储气罐连接；

[0016] 所述反硝化滤池的末端出水口经回流管路回连至所述厌氧膜生物反应器的进水管；

[0017] 所述沉淀池设有出水口和剩余污泥出口；

[0018] 所述水解酸化池分别设有第一进泥口、第二进泥口、水解酸化液回流口和污泥外排口，所述第一进泥口经管路与所述厌氧膜生物反应器的排泥口连接，所述第二进泥口经管路与所述沉淀池的剩余污泥出口连接，所述水解酸化液回流口经管路与所述厌氧膜生物反应器的进水口连接。

[0019] 本发明实施方式还提供一种基于硫循环实现物质能量回收的污水处理方法，采用本发明所述的实现物质能量回收的污水处理系统，包括以下步骤：

[0020] 经预处理去除杂质的污水进入所述污水处理系统的厌氧膜生物反应器进行厌氧反应，将所述厌氧膜生物反应器产生的沼气收集至所述沼气储气罐；

[0021] 所述厌氧膜生物反应器处理后的污水流入所述氮磷回收池，通过加药罐和加药计量泵投加含镁沉淀剂，使污水中磷酸盐及氨氮共同形成结晶以磷酸铵镁形式析出沉淀，通过所述氮磷回收池底部的结晶沉淀磷回收口进行回收；

[0022] 所述氮磷回收池的出水依次进入所述曝气生物滤池和反硝化滤池进行深度处理；所述沼气储气罐输出的沼气作为给所述反硝化滤池内的脱氮过程提供电子供体的曝气气体，不再投加有机碳源；

[0023] 所述反硝化滤池的含有硫酸盐的出水部分回流至所述厌氧膜生物反应器中，其余反硝化滤池出水全部进入所述沉淀池，经分离后排放；

[0024] 所述厌氧膜生物反应器和沉淀池排出的污泥均进入所述水解酸化池进行处理，水解酸化液回流至所述厌氧膜生物反应器的进水端；

[0025] 所述反硝化滤池中脱除硫化氢的沼气经所述化学脱硫及干燥装置净化后储存至

所述回用沼气储气罐,能用于发电及产热来回收能量。

[0026] 由上述本发明提供的技术方案可以看出,本发明实施例提供的基于硫循环实现物质和能量回收的污水处理系统及方法,其有益效果为:

[0027] 通过设置有机连接的厌氧膜生物反应器、氮磷回收池、曝气生物滤池、反硝化滤池、沉淀池、水解酸化池、药罐、加药计量泵、第一布气管道、第二布气管道、沼气储气罐、曝气盘、第一沼气风机、第二沼气风机、曝气风机、化学脱硫及干燥装置和回用沼气储气罐,形成一种能进行能量和物质回收的污水处理系统。其中,厌氧膜生物反应器能有效从污水中回收能量,将剩余污泥及厌氧膜反应器排泥集中收集进行处理,并回流至进水中以补充其有机质浓度,有利于污水污泥的资源化利用,提高能量自给率,降低成本;经膜分离过滤后的污水中杂质较少,以结晶方式形成的沉淀更易于分离和回收利用,提高物质回收效率;将厌氧膜生物反应器与生物膜技术结合使用,能够有效截留污泥,减少剩余污泥产量;同时在系统内形成硫的循环利用,利用沼气中硫化氢为后续脱氮提供电子供体,不仅有利于减少硫酸盐的产生且能够缓解反硝化滤池运行中的堵塞问题。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域的普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他附图。

[0029] 图1为本发明实施例提供的基于硫循环实现物质和能量回收的污水处理系统示意图;

[0030] 图中各标记对应的部件为:1-厌氧膜生物反应器;A-厌氧膜生物反应器的进水管;B-厌氧膜生物反应器的污水出水管;C-厌氧膜生物反应器的沼气出口;D-厌氧膜生物反应器的排泥口;2-氮磷回收池;E-结晶沉淀磷回收口;3-曝气生物滤池;4-反硝化滤池;H-回用沼气出口;5-沉淀池;F-沉淀池的出水口;G-沉淀池的剩余污泥出口;6-水解酸化池;J-水解酸化液回流口;K-污泥外排口;7-过滤膜组件;8-产水泵;9-加药罐;10-加药计量泵;11-第一布气管道;12-沼气储气罐;13-曝气盘;14-第一沼气风机;15-曝气风机;16-化学脱硫及干燥装置;17-回用沼气储气罐;I-回用沼气利用口;18-第二沼气风机;19-第二布气管道;20-回流泵。

具体实施方式

[0031] 下面结合本发明的具体内容,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明的保护范围。本发明实施例中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

[0032] 如图1所示,本发明实施例提供一种基于硫循环实现物质能量回收的污水处理系统,包括:

[0033] 厌氧膜生物反应器、氮磷回收池、曝气生物滤池、反硝化滤池、沉淀池、水解酸化

池、加药罐、加药计量泵、第一布气管道、第二布气管道、沼气储气罐、曝气盘、第一沼气风机、第二沼气风机、曝气风机、化学脱硫及干燥装置和回用沼气储气罐;其中,

[0034] 所述厌氧膜生物反应器分别设有进水管、污水出水管、沼气出口和排泥口,所述厌氧膜生物反应器与所述氮磷回收池和曝气生物滤池、反硝化滤池和沉淀池顺次连接;具体为:所述厌氧膜生物反应器的设有产水泵的污水出水管与所述氮磷回收池和曝气生物滤池、反硝化滤池和沉淀池顺次连接;

[0035] 所述氮磷回收池底部设有结晶沉淀磷回收口;

[0036] 所述加药罐经设有加药计量泵的管路与所述氮磷回收池连接;

[0037] 所述第一布气管道设在所述曝气生物滤池内底部,该第一布气管道与所述曝气生物滤池外部设置的曝气风机连接;

[0038] 所述第二布气管道设在所述反硝化滤池内底部;

[0039] 所述厌氧膜生物反应器的沼气出口经管路与所述沼气储气罐连接,所述沼气储气罐的出气管路经设有第一沼气风机的第一管路与所述厌氧膜生物反应器内底部设置的曝气盘连接;所述沼气储气罐的出气管路经设有第二沼气风机的第二管路与所述第二布气管道连接;

[0040] 所述反硝化滤池的顶端设有回用沼气出口,该回用沼气出口经管路依次与所述化学脱硫及干燥装置和回用沼气储气罐连接,所述回用沼气储气罐设有回用沼气利用口;

[0041] 所述反硝化滤池的末端出水口经回流管路回连至所述厌氧膜生物反应器的进水管;

[0042] 所述沉淀池设有出水口和剩余污泥出口;

[0043] 所述水解酸化池分别设有第一进泥口、第二进泥口、水解酸化液回流口和污泥外排口,所述第一进泥口经管路与所述厌氧膜生物反应器的排泥口连接,所述第二进泥口经管路与所述沉淀池的剩余污泥出口连接,所述水解酸化液回流口经管路与所述厌氧膜生物反应器的进水口连接。

[0044] 上述污水处理系统中,厌氧膜生物反应器内上部设置过滤膜组件,所述过滤膜组件通过产水泵连接所述厌氧膜生物反应器的污水出水管;

[0045] 所述沼气出口处于所述厌氧膜生物反应器的顶部。

[0046] 上述污水处理系统中,反硝化滤池采用升流式,该反硝化滤池内设有由单质硫和石灰石组成的填料,所述单质硫与石灰石的体积比为1:1,单质硫作为补充硫源,在沼气中硫化氢含量不足时为脱氮过程提供硫源,确保系统脱氮效果。

[0047] 上述污水处理系统中,加药罐内设有含镁沉淀剂。

[0048] 上述污水处理系统还包括:第一在线监测装置,与所述氮磷回收池连接,能监测所述氮磷回收池的进、出水总磷及氨氮浓度;

[0049] 第二在线监测装置,与所述反硝化滤池连接,能监测所述反硝化滤池的进水溶解氧及出水总氮、硫酸盐浓度。

[0050] 进一步的,上述污水处理系统还包括:控制装置,分别与加药计量泵、第一沼气风机、第二沼气风机、第一在线监测装置和第二在线监测装置电气连接,能根据第一在线监测装置和第二在线监测装置检测的信号,对应控制加药计量泵、第一沼气风机、第二沼气风机和回流泵,自动调节氮磷回收池加药量、曝气生物滤池的曝气量、反硝化滤池的沼气的通入

量以及水解酸化液回流量。基于在线监测装置对工艺曝气及药剂投加量进行调控,可有效降低能耗及运行成本,有利于实现节能降耗。

[0051] 本发明实施例还提供一种基于硫循环实现物质能量回收的污水处理方法,采用上述的基于硫循环实现物质能量回收的污水处理系统,包括以下步骤:

[0052] 经预处理去除杂质的污水进入所述污水处理系统的厌氧膜生物反应器进行厌氧反应,将所述厌氧膜生物反应器产生的沼气收集至所述沼气储气罐;

[0053] 所述厌氧膜生物反应器处理后的污水流入所述氮磷回收池,通过加药罐和加药计量泵投加含镁沉淀剂,使污水中磷酸盐及氨氮共同形成结晶以磷酸铵镁形式析出沉淀,通过所述氮磷回收池底部的结晶沉淀磷回收口进行回收;

[0054] 所述氮磷回收池的出水依次进入所述曝气生物滤池和反硝化滤池进行深度处理;所述沼气储气罐输出的沼气作为给所述反硝化滤池内的脱氮过程提供电子供体的曝气气体,不再投加有机碳源;

[0055] 所述反硝化滤池的含有硫酸盐的出水部分回流至所述厌氧膜生物反应器中,其余反硝化滤池出水全部进入所述沉淀池,经分离后排放;

[0056] 所述厌氧膜生物反应器和沉淀池排出的污泥均进入所述水解酸化池进行处理,水解酸化液回流至所述厌氧膜生物反应器的进水端;

[0057] 所述反硝化滤池中脱除硫化氢的沼气经所述化学脱硫及干燥装置净化后储存至所述回用沼气储气罐,能用于发电及产热来回收能量。

[0058] 上述污水处理方法中,厌氧膜生物反应器的水力停留时间8～16h,最佳反应温度为25～35℃;

[0059] 内置的过滤膜组件采用过滤产水5～8min、停止产水1～2min对膜进行气体擦洗的间歇运行方式,膜擦洗用气体为所述沼气储气罐提供的沼气。

[0060] 上述污水处理方法中,氮磷回收池内投加含镁沉淀剂使按盐与镁的摩尔比例为1:1～2.5;所述氮磷回收池的水力停留时间为2～3h。

[0061] 上述污水处理方法中,曝气生物滤池内氨氮容积负荷为0.4～0.9kgNH_4^+-N/(m^3载体·d),溶解氧含量控制为2～5mg/L,根据第一在线监测装置监测的所述曝气生物滤池的出水氨氮浓度自动调控曝气量。

[0062] 所述反硝化滤池内设有由硫与石灰石按体积比为1:1组成的填料,该反硝化滤池水力停留时间为6～12h;根据第二在线监测装置监测的所述反硝化滤池内进水溶解氧及出水总氮、硫酸盐浓度自动调控沼气的通入量;

[0063] 所述反硝化滤池的出水部分回流至所述厌氧膜生物反应器的进水端,回流比例为40%～100%,该回流比例能根据所述反硝化率池的出水中硫酸盐浓度进行自动调节。

[0064] 上述污水处理方法中,沉淀池的水力负荷为0.5～1.8m^3/(m^2·h),水力停留时间为1～2h;

[0065] 所述水解酸化池的水力停留时间为2～5d,反应温度为25～35℃。

[0066] 本发明的实现物质能量回收的污水处理系统及方法具有以下有益效果:

[0067] (1)利用厌氧膜生物反应器可有效从污水中回收能量,将剩余污泥及厌氧膜反应器排泥集中收集进行处理,并回流至进水中以补充其有机质浓度,有利于污水污泥的资源化利用,提高能量自给率,降低成本。

[0068] (2)经膜分离过滤后的污水中杂质较少,以结晶方式形成的沉淀更易于分离和回收利用,提高物质回收效率。

[0069] (3)将厌氧膜生物反应器与生物膜技术结合使用,能够有效截留污泥,减少剩余污泥产量。同时在系统内形成硫的循环利用,利用沼气中硫化氢为后续脱氮提供电子供体,不仅有利于减少硫酸盐的产生且能够缓解反硝化滤池运行中的堵塞问题。

[0070] (4)基于在线监测装置对工艺曝气及药剂投加量进行调控,可有效降低能耗及运行成本,有利于实现节能降耗。

[0071] 下面对本发明实施例具体作进一步地详细描述。

[0072] 本发明实施例提供的基于硫循环实现物质能量回收的污水处理系统及方法,能利用厌氧发酵及硫自养反硝化作用,提高对污水中物质及能量回收率,并实现污水深度处理,提高脱氮效果,减少碳源投加,富集和回收污水中磷元素,提升污水处理厂的可持续发展性。

[0073] 该基于硫循环的可实现物质能量回收的污水处理方法,包括以下步骤:

[0074] 污水经预处理去除悬浮颗粒等杂质后,进入厌氧膜生物反应器,并对反应器产生的沼气进行收集;

[0075] 经厌氧膜生物反应器处理后的污水流入氮磷回收池,投加含镁沉淀剂,使水中磷酸盐及氨氮共同形成结晶,以磷酸铵镁形式析出沉淀,进行回收利用;

[0076] 将氮磷回收池出水依次通入曝气生物滤池和反硝化滤池,进行深度处理。反硝化滤池以单质硫及石灰石作为填料,并通入沼气为脱氮过程提供电子供体,无需再投加有机碳源;

[0077] 将含有硫酸盐的反硝化滤池出水部分回流至厌氧膜生物反应器中,以形成硫元素在工艺内部的循环,控制出水中硫酸盐含量,其余反硝化滤池出水全部进入沉淀池,经分离后排放;

[0078] 内置过滤膜组件的厌氧膜生物反应器及沉淀池排出的污泥均进入水解酸化池进行处理,水解酸化液回流至厌氧膜生物反应器进水端,增加进水有机质含量,增强厌氧处理效果;

[0079] 沼气中的硫化氢在反硝化滤池中脱除后,沼气经进一步净化,用于发电及产热以回收能量,作为污水处理厂处理设备自用电能;

[0080] 进一步地,厌氧膜生物反应器采用内置过滤膜组件的型式,水力停留时间8-16h,最佳反应温度为25-35℃,膜过滤系统采用间歇运行方式,过滤产水5-8min,停止产水1-2min,对膜进行气体擦洗,膜擦洗用气体为厌氧膜生物反应器所产生的沼气;

[0081] 进一步地,对膜组件通量及跨膜压差进行监测,以控制清水反冲洗膜频次,膜污染较为严重(如产水泵抽吸压力≥30kPa)时,排出部分污泥至水解酸化池后,采用低浓度药剂进行维护清洗。如维护清洗后膜性能无法恢复,则进行浸泡恢复清洗;

[0082] 进一步地,厌氧膜生物反应器底部设置曝气盘,通入所产生的沼气,用于搅拌。

[0083] 进一步地,对氮磷回收池进出水总磷及氨氮浓度进行在线监测,镁盐按照投加摩尔比例Mg:P=1-2.5进行设定,并根据出水总磷及氨氮浓度自动调节加药量,水力停留时间为2-3h;

[0084] 进一步地,曝气生物滤池氨氮容积负荷0.4-0.9kgNH_4^+-N/(m^3载体·d),溶解氧含

量控制在2-5mg/L,对曝气生物滤池出水氨氮浓度进行在线监测,根据出水氨氮浓度自动调控曝气量;

[0085] 进一步地,反硝化滤池为升流式,填料中硫:石灰石的体积比为1:1,水力停留时间为6-12h,来自沼气储气罐的沼气从反应器底部通入,沼气通入量根据进水溶解氧及出水总氮、硫酸盐浓度的在线监测结果进行自动调控;

[0086] 进一步地,反硝化滤池出水部分回流至厌氧膜生物反应器进水端,回流比例为40%-100%,根据反硝化率池出水中硫酸盐浓度进行自动调节;

[0087] 进一步地,沉淀池水力负荷为0.5-1.8$m^3/(m^2 \cdot h)$水力,停留时间为1-2h,出水可作为膜组件、曝气生物滤池、反硝化滤池的反冲洗用水或外排;

[0088] 进一步地,水解酸化池水力停留时间为2~5d,最佳温度为25-35℃;

[0089] 进一步地,经反硝化滤池净化后的沼气,经脱硫、除碳以及干燥处理后存贮在回用沼气储气罐中,作为能源回收利用,可用于厌氧膜生物反应器、水解酸化池的加热保温,剩余电能用于补充污水处理厂其他用电。

[0090] 由于沼气为厌氧膜生物反应器的产物,沼气中除了甲烷和二氧化碳,还含有硫化氢;硫自养反硝化菌可利用硫化氢等还原态硫作为电子供体进行高效脱氮,而不需额外投加碳源,且污泥产量较少,本发明的系统将厌氧MBR技术与硫自养反硝化技术相结合,并辅以氮磷回收过程,更具应用前景。

[0091] 具体实施例中,利用本发明实施例的污水处理系统的进行物质能量回收的污水处理方法,包括以下步骤:

[0092] 生活污水首先经由膜格栅及沉砂池处理,以去除悬浮颗粒等杂质。随后,污水由厌氧膜生物反应器底部流入,厌氧膜生物反应器采用内置过滤膜组件的升流式反应器,水力停留时间8-16h,反应温度为30±5℃,将厌氧膜生物反应器产生的沼气收集储存于储气罐中,一部分通过厌氧膜生物反应器底部设置地曝气盘以起到搅拌作用。膜过滤系统采用间歇运行方式,过滤产水5-8min,停止产水1-2min,使用厌氧膜生物反应器所产生的的沼气对膜进行气体擦洗。对膜组件通量及跨膜压差进行监测,以控制清水反冲洗膜频次,膜污染较为严重(产水泵抽吸压力≥30kPa)时,排出部分污泥至水解酸化池后,采用低浓度药剂进行维护清洗。如维护清洗后膜性能无法恢复,则进行浸泡恢复清洗。

[0093] 经厌氧膜生物反应器处理后的污水流入氮磷回收池,水力停留时间为2h,按照Mg:P摩尔比为1.5投加含镁沉淀剂,使水中磷酸盐及氨氮共同形成结晶,以磷酸铵镁形式析出沉淀,进行回收利用,并同时可减轻后续处理系统负荷。对氮磷回收池进出水总磷及氨氮浓度进行在线监测,根据出水总磷及氨氮浓度自动调节加药量。

[0094] 将氮磷回收池出水从底部通入曝气生物滤池,曝气生物滤池氨氮容积负荷0.4-0.9kgNH_4^+-N/(m^3载体·d),通过底部曝气系统,将溶解氧含量控制在2~5mg/L,并对曝气生物滤池出水氨氮浓度进行在线监测,根据出水氨氮浓度自动调控曝气量。

[0095] 反硝化滤池为升流式,以单质硫及石灰石作为填料,硫与石灰石的体积比为1:1,水力停留时间为8h,将厌氧膜生物反应器产生的沼气由反硝化滤池底部通入,为脱氮过程提供电子供体,进行深度处理,无需再投加有机碳源。对反硝化滤池进水溶解氧及出水总氮、硫酸盐浓度进行在线监测,沼气通入量根据进水溶解氧及出水总氮、硫酸盐浓度进行自动调控。

[0096] 将含有硫酸盐的反硝化滤池出水部分回流至厌氧膜生物反应器中,反硝化滤池出水部分回流至厌氧膜生物反应器进水端,回流比例为40％～100％,该回流比例根据反硝化率池出水中硫酸盐浓度在40％～100％的范围内进行自动调节,形成硫元素在工艺内部的循环,控制出水中硫酸盐含量。

[0097] 将剩余的反硝化滤池出水全部进入沉淀池,沉淀池水力停留时间为1.5h,出水可作为膜组件、曝气生物滤池、反硝化滤池的反冲洗用水或外排。

[0098] 厌氧膜生物反应器及沉淀池排出的污泥均进入水解酸化池进行处理,水解酸化池水力停留时间为2d,温度为30±2℃。水解酸化液回流至厌氧膜生物反应器进水端,增加进水有机质含量,提高厌氧处理效果。

[0099] 经反硝化滤池净化后的沼气,经脱硫、除碳以及干燥处理后,作为能源回收利用,用于厌氧膜生物反应器、水解酸化池的加热保温,剩余电能用于补充污水处理厂其他用电。

[0100] 本发明的系统及方法,将厌氧膜生物反应器与生物膜技术相结合,能够截留减少剩余污泥,在系统内形成硫的循环利用,利用沼气中硫化氢为后续脱氮提供电子供体,有利于减少硫酸盐的产生且能缓解反硝化滤池运行中的堵塞;厌氧膜生物反应器能有效从污水中回收能量,提高能量自给率的同时,降低成本;以结晶方式的沉淀更易于分离回收利用,提高物质回收效率。

[0101] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明披露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

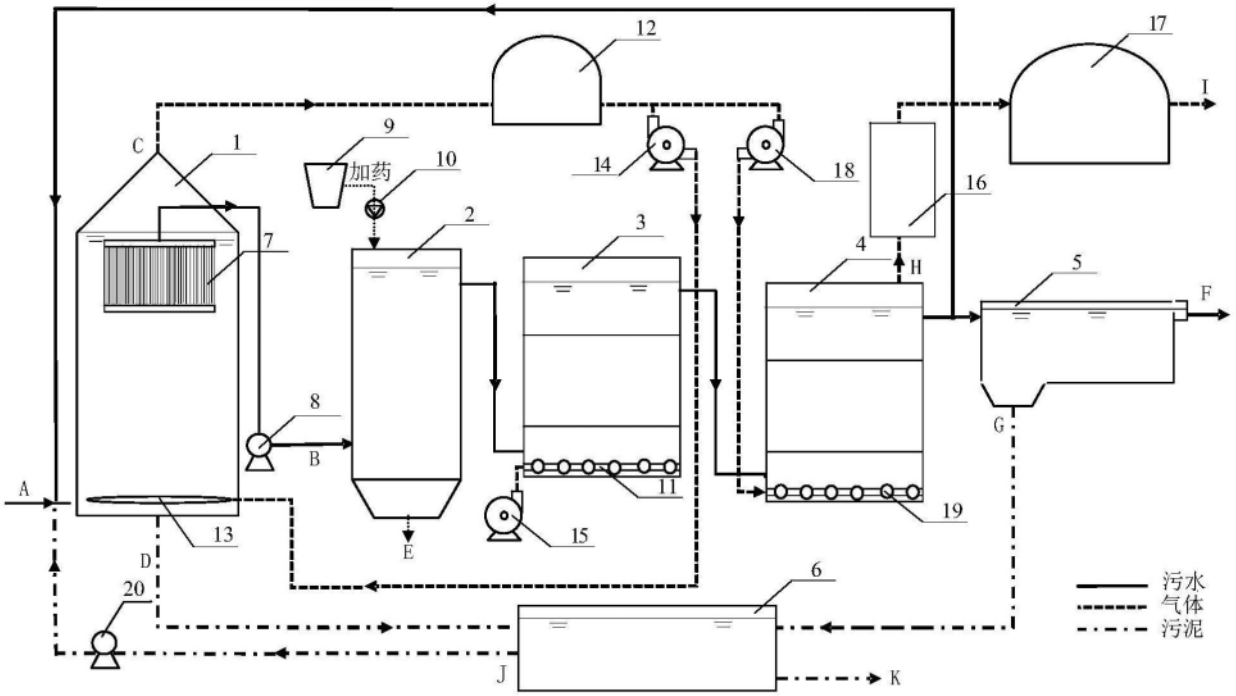

12
17
I
C
1
9
加药
10
14
18
16
2
3
4
H
5
F
7
8
B
A
11
19
G
13
15
D
E
6
20
J
K
污水
气体
污泥

图1