



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112028400 B

(45) 授权公告日 2021.08.06

(21) 申请号 202010876722.9

C02F 101/10 (2006.01)

(22) 申请日 2020.08.27

C02F 101/16 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112028400 A

审查员 卢士燕

(43) 申请公布日 2020.12.04

(73) 专利权人 长春工程学院
地址 130012 吉林省长春市朝阳区宽平大
路395号

(72) 发明人 万立国 张丽君 熊玲 陈庆林
刘红波 孙明

(74) 专利代理机构 北京东方盛凡知识产权代理
事务所(普通合伙) 11562
代理人 张换君

(51) Int. Cl.
C02F 9/14 (2006.01)

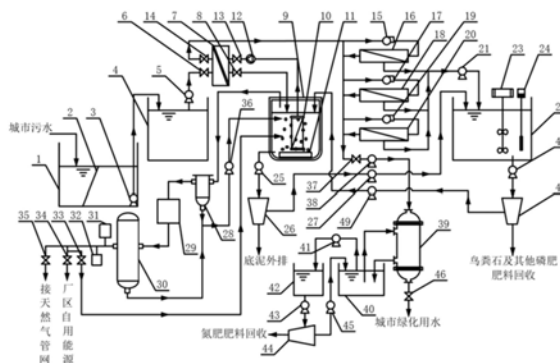
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种用于城市污水资源化系统及方法

(57) 摘要

本发明公开一种用于城市污水资源化系统及方法,该系统包括污水收集沉砂部、水源热泵、厌氧膜生物反应器、碳资源回收部、滤膜组合部、氮资源回收部和磷资源回收部,所述污水收集沉砂部与所述水源热泵连接,所述水源热泵分别与所述厌氧膜生物反应器和所述滤膜组合部连接,所述厌氧膜生物反应器与所述碳资源回收部、所述磷资源回收部连接,所述滤膜组合部分别与所述氮资源回收部、所述磷资源回收部连接。本发明使城市污水中的水资源、碳资源、氮资源、磷资源以及热能资源得到有效回收,大大提高了城市废水资源化利用率。



1. 一种用于城市污水资源化系统,其特征在于:包括污水收集沉砂部、水源热泵(7)、厌氧膜生物反应器(9)、碳资源回收部、滤膜组合部、氮资源回收部和磷资源回收部,所述污水收集沉砂部与所述水源热泵(7)连接,所述水源热泵(7)分别与所述厌氧膜生物反应器(9)和所述滤膜组合部连接,所述厌氧膜生物反应器(9)与所述碳资源回收部、所述磷资源回收部连接,所述滤膜组合部分别与所述氮资源回收部、所述磷资源回收部连接;

所述滤膜组合部包括第一纳滤膜组件(16)、第二纳滤膜组件(18)、第三纳滤膜组件(20),所述水源热泵(7)分别与第一纳滤膜组件(16)、第二纳滤膜组件(18)、第三纳滤膜组件(20)连接,所述第一纳滤膜组件(16),所述第二纳滤膜组件(18),所述第三纳滤膜组件(20)通过管路相互连接后,分别通过管路与所述氮资源回收部、所述磷资源回收部连接;

所述碳资源回收部包括过滤装置(28)、冷却装置(29)、气液分离装置(30)、甲烷含量监测装置(31)、沼气流量控制装置(32),所述厌氧膜生物反应器(9)依次连接所述过滤装置(28)、所述冷却装置(29)、所述气液分离装置(30)、所述甲烷含量监测装置(31)、所述沼气流量控制装置(32),所述沼气流量控制装置(32)与厂区自动能源系统、天然气管网、所述厌氧膜生物反应器(9)连接,所述过滤装置(28)、气液分离装置(30)通过管路与所述厌氧膜生物反应器(9)连接;

所述氮资源回收部包括离子交换柱(39)、树脂再生液水箱(40)、氮沉淀池(42),第二离心机(44),所述离子交换柱(39)与所述树脂再生液水箱(40)连接,所述树脂再生液水箱(40)与氮沉淀池(42)连接,所述树脂再生液水箱(40)与氮沉淀池(42)之间设置有第五污水泵(41),所述氮沉淀池(42)与所述第二离心机(44)连接,所述氮沉淀池(42)与所述第二离心机(44)之间设置有第三污泥泵(43),所述第二离心机(44)与所述树脂再生液水箱(40)连接,所述滤膜组合部与所述离子交换柱(39)连接管路上设置有第八阀门(37)、第四污水泵(38);

所述磷资源回收部包括氮磷沉淀池(22)、第三离心机(48),所述氮磷沉淀池(22)与所述第三离心机(48)连接管路上设置有第四污泥泵(47),所述氮磷沉淀池(22)内部设置有搅拌器(23)和电导率仪(24),所述第三离心机(48)与所述厌氧膜生物反应器(9)连接管路上设置有第七污水泵(49)。

2. 根据权利要求1所述的用于城市污水资源化系统,其特征在于:所述污水收集沉砂部包括集水池(1)、沉砂池(4),所述集水池(1)内部设置有格栅(2)、提升泵(3),所述提升泵(3)和所述沉砂池(4)连接。

3. 根据权利要求1所述的用于城市污水资源化系统,其特征在于:所述厌氧膜生物反应器(9)内部设置有超滤膜组件(10)和曝气石(11)。

4. 根据权利要求2所述的用于城市污水资源化系统,其特征在于:所述沉砂池(4)采用曝气沉砂池。

5. 根据权利要求1所述的用于城市污水资源化系统,其特征在于:所述第一纳滤膜组件(16)、所述第二纳滤膜组件(18)、所述第三纳滤膜组件(20)采用管式纳滤膜组件。

6. 根据权利要求1-5任意一项所述的用于城市污水资源化系统的方法,其特征在于:包括以下步骤:

将城市污水收集进所述污水收集沉砂部进行沉砂处理;

经过沉砂处理后的水进入厌氧膜生物反应器(9)进行厌氧反应产生沼气,沼气经过所

述碳资源回收部提供天然气能源和热能源；

厌氧膜生物反应器(9)过滤后分离出的污水进入所述滤膜组合部产生出水和浓缩液，所述出水进入所述氮资源回收部回收氮肥肥料及水资源，所述浓缩液进入所述磷资源回收部回收鸟粪石及其他磷肥肥料。

一种用于城市污水资源化系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及废水资源化技术领域,特别是涉及一种城市污水资源化系统及方法。

背景技术

[0002] 在全球倡导可持续发展的大背景下,仅污水处理而言,实现污水达标处理的同时,减少资源能源的浪费,减轻全球环境影响,实现资源回收再利用,符合可持续发展理念。污水中最多的是水资源,其次是碳资源,还有氮、磷以及热能资源。

[0003] 厌氧膜生物反应器(AnMBR)具有完全截留污泥、出水水质好、污泥产率低、占地面积小和可回收利用污水中的碳资源产能等诸多优点,在城市污水处理方面显示出了良好的应用前景。但在环境温度下,利用厌氧膜生物反应器处理城市污水,温度低和有机物浓度低给处理系统带来了膜污染严重、产甲烷效率低和碳资源回收利用率低的重要挑战。

[0004] 城市污水中的氮资源多以氨氮形式存在,其中氨氮的回收法主要有吸附法、离子交换法、吹脱法、膜吸收等技术。离子交换法因其工艺简单、操作方便、投资较省等优势得到广泛应用,但在铵根交换过程中受到污水中悬浮物、有机物和磷酸盐等影响比较大,交换效率比较低,从而导致资源的回收率不高。

[0005] 城市污水中的磷资源主要以磷酸盐的形式存在,关于其回收利用的方法主要有化学沉淀法、强化生物吸磷法和吸附法等。化学沉淀法是目前应用最为广泛,技术最为成熟的方法,但其直接应用于城市污水仍存在沉淀过程中干扰因素比较多、沉淀物难固液分离和回收有效磷含量偏低的问题。

[0006] 城市污水是宝贵的水资源,其经过深度处理后可作为再生水回用于工农业生产或生活。反渗透技术因其对污水中物质的高效截留,可产出优质的再生水资源,且其工艺具有设备简单、占地面积小、可常温操作等优势,已经成为污水回用的主流技术。但该技术需要外加高压设备,存在运行成本较高的不足。

[0007] 城市污水中蕴含着大量的热能,污水源热泵具有能效高、成本低、安装调节方便等优点,该技术已广泛被尝试应用于从城污水中热能的提取。但污水中含的悬浮物和有机物,容易引起热泵系统堵塞和结垢,严重影响了污水源热泵的热交换效率。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种用于城市污水资源化系统及方法,以解决上述现有技术存在的问题,使城市污水中的水资源、碳资源、氮资源、磷资源以及热能资源得到有效回收,大大提高了城市废水资源化。

[0009] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:本发明提供一种用于城市污水资源化系统,包括污水收集沉砂部、水源热泵、厌氧膜生物反应器、碳资源回收部、滤膜组合部、氮资源回收部和磷资源回收部,所述污水收集沉砂部与所述水源热泵连接,所述水源热泵分别与所述厌氧膜生物反应器和所述滤膜组合部连接,所述厌氧膜生物反应器与所述碳资源回收部、所述磷资源回收部连接,所述滤膜组合部分别与所述氮资源回收部、所述磷资源回

收部连接。

[0010] 优选的,所述污水收集沉砂部包括集水池、沉砂池,所述集水池内部设置有格栅、提升泵,所述提升泵和所述沉砂池连接。

[0011] 优选的,所述厌氧膜生物反应器内部设置有超滤膜组件和曝气石。

[0012] 优选的,所述滤膜组合部包括第一纳滤膜组件、第二纳滤膜组件、第三纳滤膜组件,所述水源热泵分别与第一纳滤膜组件、第二纳滤膜组件、第三纳滤膜组件连接,所述第一滤膜组件,所述第二滤膜组件,所述第三滤膜组件通过管路相互连接后,分别通过管路与所述氮资源回收部、所述磷资源回收部连接。

[0013] 优选的,所述碳资源回收部包括过滤装置、冷却装置、气液分离装置、甲烷含量监测装置、沼气流量控制装置,所述厌氧膜生物反应器依次连接所述过滤装置、冷却装置、气液分离装置、甲烷含量监测装置、沼气流量控制装置,所述沼气流量控制装置与厂区自动能源系统、天然气管网、所述厌氧膜生物反应器连接,所述过滤装置、气液分离装置通过管路与所述厌氧膜生物反应器连接。

[0014] 优选的,所述氮资源回收部包括离子交换柱、树脂再生液水箱、氮沉淀池,第二离心机,所述离子交换柱与所述树脂再生液水箱连接,所述树脂再生液水箱与所述氮沉淀池连接,所述树脂再生液水箱与所述氮沉淀池之间设置有第五污水泵,所述氮沉淀池与所述第二离心机连接,所述氮沉淀池与所述第二离心机之间设置有第三污泥泵,所述第二离心机与所述树脂再生液水箱连接,所述滤膜组合部与所述离子交换柱连接管路上设置有第八阀门、第四污水泵。

[0015] 优选的,所述磷资源回收部包括氮磷沉淀池、第三离心机,所述氮磷沉淀池与所述第三离心机连接管路上设置有第四污泥泵,所述氮磷沉淀池内部设置有搅拌器和电导率仪,所述第三离心机与所述厌氧膜生物反应器连接管路上设置有第七污水泵。

[0016] 优选的,所述沉砂池采用曝气沉砂池

[0017] 优选的,所述第一纳滤膜组件、第二纳滤膜组件、第三纳滤膜组件采用管式纳滤膜组件。

[0018] 用于城市污水资源化方法,包括以下步骤:

[0019] 将城市污水收集进所述污水收集沉砂部进行沉砂处理;

[0020] 经过沉砂处理后的水进入厌氧膜生物反应器进行厌氧反应产生沼气,所述沼气经过所述碳资源回收部提供天然气能源和热能源;

[0021] 厌氧膜生物反应器过滤后分离出的水进入所述滤膜组合部产生出水和浓缩液,所述出水进入所述氮资源回收部回收氮肥肥料及水资源,所述浓缩液进入磷资源回收部回收鸟粪石及其他磷肥肥料。

[0022] 本发明公开了以下技术效果:本发明提供的技术相比于现有传统技术,具有能耗低、资源回收率高和碳排放量少的优势,能在保证环保要求的前提下,最大程度地实现水、碳、氮、磷资源及热能的回收利用。

[0023] (1) 本发明中从污水中提取的热能回用于系统前端厌氧膜生物反应器解决了温度低的问题,从后续流程中回流高有机物浓度的离心上清液补充了厌氧膜生物反应器中有机物浓度的不足,进一步提高了系统的产甲烷效率和甲烷回收率,较常规环境温度下厌氧膜生物反应器处理城市污水时产甲烷效率和甲烷回收率分别提高25%和15%。

[0024] (2) 本发明中纳滤系统相比于传统反渗透系统降低了运行能耗,而且在系统中有效分开了城市污水中的氮、磷资源的流向,为后续氮、磷资源的分系统回收起到了关键作用,使氮资源回收率较传统工艺提高30%,磷资源的回收率较传统工艺提高15%,并且减少了药剂投加量,降低了回收成本。

[0025] (3) 本发明有效降低了悬浮物和有机物对系统中污水源热泵的影响,相比于传统污水源热泵,有效解决了堵塞和结垢的问题,其热交换效率较传统污水源热泵系统提高了15%以上。

[0026] (4) 本发明中城市污水中的碳、氮、磷资源经过系统回收利用后,水中的主要污染物得到有效分离,最后经过离子交换树脂后的出水水质优良,作为多种用途的回用,水资源回收利用率可达60%以上。

[0027] (5) 本发明中设置的多处离心能实现固液的高效分离,提高了分离固体的含固率和回流上清液的含量,这样,一方面有利用降低肥料的回收成本,二方面有利用降低外排固体废物的处理成本,三方面有利于进一步提高污水中资源的回收利用率,四方面有利于进一步减少污染物的排放量,具有较好的经济和环境效益。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例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,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0029] 图1为本发明城市废水资源化系统结构示意图。

[0030] 其中,1为集水池、2为格栅、3为提升泵、4为沉砂池、5为第一污水泵、6为第一阀门、7为水源热泵、8为第二阀门、9为厌氧膜生物反应器、10为超滤膜组件、11为曝气石、12为抽吸泵、13为第三阀门、14为第四阀门、15为第一循环泵、16为第一纳滤膜组件、17为第二循环泵、18为第二纳滤膜组件、19为第三循环泵、20为第三纳滤膜组件、21为第一污泥泵、22为氮磷沉淀池、23为搅拌器、24为电导率仪、25为第二污泥泵、26为第一离心机、27为第二污水泵、28为过滤装置、29为冷却装置、30为气液分离装置、31为甲烷含量监测设备、32为沼气流量控制设备、33为第五阀门、34为第六阀门、35为第七阀门、36为第三污水泵、37为第八阀门、38为第四污水泵、39为离子交换柱、40为树脂再生液水箱、41为第五污水泵、42为氮沉淀池、43为第三污泥泵、44为第二离心机、45为第六污水泵、46为第九阀门、47为第四污泥泵、48为第三离心机、49为第七污水泵。

具体实施方式

[0031] 下面将结合本发明实施例中的附图,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。基于本发明中的实施例,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,都属于本发明保护的范围。

[0032] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0033] 参照图1,本发明提供一种城市废水资源化系统,该系统包括污水收集沉砂部、水源热泵7、厌氧膜生物反应器9、碳资源回收部、滤膜组合部、氮资源回收部和磷资源回收部,污水收集沉砂部与水源热泵7连接,水源热泵7分别与厌氧膜生物反应器9和滤膜组合部连接,厌氧膜生物反应器9与碳资源回收部连接,滤膜组合部分别与氮资源回收部、磷资源回收部连接,磷资源回收部与厌氧膜生物反应器9连接。

[0034] 其中,污水收集沉砂部包括集水池1、沉砂池4,集水池1中设置有格栅2、提升泵3,格栅2用于截留污水中的悬浮物和漂浮物,提升泵3和沉砂池4通过管路连接,集水池1中的污水通过提升泵3泵入沉砂池4中,本实施例中,沉砂池4与水源热泵7通过管路连接,并且在管路上设置有第一污水泵5和第一阀门6。

[0035] 厌氧膜生物反应器9内设置有超滤膜组件10和曝气石11,超滤膜组件10与水源热泵7之间通过管路连接,在管路上安装抽吸泵12和第三阀门13,水源热泵7和厌氧膜生物反应器9之间连接有第二阀门8。本实施例中,透过超滤膜组件10达到截留污水中的有机物的目的,以便后续进行碳资源的回收;通过曝气石11的作用,防止超滤膜组件10表面发生矿化作用。超滤膜组件10中的超滤膜为平板膜,单片膜的有效面积为 0.1m^2 ,膜片尺寸长 \times 宽 \times 高 $=320\times 220\times 5\text{mm}^3$,膜孔径为 $0.1\mu\text{m}$,膜材质为聚偏氟乙烯,支撑板材质为丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物。厌氧膜生物反应器9与氮磷沉淀池22通过管路连接,在管路上装配第二污泥泵25、第一离心机26和第二污水泵27。其中,厌氧膜生物反应器9与第一离心机26通过管路连接,在管路上装配有第二污泥泵25,第一离心机26与氮磷沉淀池22之间的连接管路上装配有第二污水泵27,厌氧膜生物反应器9浓缩液经过第一离心机26的离心作用后,沉淀作为底泥外排,上清液通过第二污水泵27泵入氮磷沉淀池22。

[0036] 滤膜组合部包括第一纳滤膜组件16、第二纳滤膜组件18、第三纳滤膜组件20,水源热泵7与第一纳滤膜组件16、第二纳滤膜组件18、第三纳滤膜组件20连接的管路上分别设置有第四阀门14和第一循环泵15、第二循环泵17、第三循环泵19,第一纳滤膜组件16与第二纳滤膜组件18、第三纳滤膜组件20通过管路连接,第二纳滤膜组件18与第三纳滤膜组件20通过管路连接。本实施例中第一纳滤膜组件16、第二纳滤膜组件18、第三纳滤膜组件20所用为管式纳滤膜组件,型号为S-NF-90-400,膜直径为7.5cm,膜材质为聚酰胺。

[0037] 碳资源回收部包括过滤装置28、冷却装置29、气液分离装置30、甲烷含量监测装置31、沼气流量控制装置32,厌氧膜生物反应器9通过管路连接过滤装置28右侧入口,过滤装置28左侧气体出口通过管路与冷却装置29连接,冷却装置29与气液分离装置30入口通过管路连接,气液分离装置30气体出口与厂区自动能源系统、天然气管网、厌氧膜生物反应器9通过管路连接,在气液分离装置30气体出口与厂区自动能源系统、天然气管网连接的管路上配置有甲烷含量监测装置31和沼气流量控制装置32,沼气流量控制装置32与厂区自用能源系统、天然气管网之间的管路上分别设置有第六阀门34、第七阀门35,所述沼气流量控制装置32与所述厌氧膜生物反应器9之间连接有第五阀门33,过滤装置28设置有过滤出口,气液分离装置设置有液体出口,过滤装置28底端的过滤液体出口和气液分离装置30底端的液体出口与厌氧膜生物反应器9通过管路连接并在管路上安装有第三污水泵36。

[0038] 氮资源回收部包括离子交换柱39、树脂再生液水箱40、氮沉淀池42,第二离心机44,离子交换柱39与树脂再生液水箱40连接,树脂再生液水箱40与氮沉淀池42通过管路连接,树脂再生液水箱40与氮沉淀池42连接的管路上设置有第五污水泵41,氮沉淀池42与第

二离心机44通过管路连接,氮沉淀池42与第二离心机44连接的管路上配置有第三污泥泵43,第二离心机44与树脂再生液水箱40通过管路连接,第二离心机44与树脂再生液水箱40连接的管路上配置有第六污水泵45,树脂再生液水箱40与离子交换柱39连接。第一纳滤膜组件16、第二纳滤膜组件18、第三纳滤膜组件20与离子交换柱39通过安装有第八阀门和第四污水泵的管路进行连接。本实施例中第一纳滤膜组件16、第二纳滤膜组件18、第三纳滤膜组件20采用管式纳滤膜组件。本实施例中,离子交换柱39左侧边从上之下依次设置树脂入口,树脂出口,离子交换柱39下端设有排水口。

[0039] 所述磷资源回收部包括氮磷沉淀池22和第三离心机48,氮磷沉淀池22与第三离心机48通过管路连接,该管路上设置有第四污泥泵47,氮磷沉淀池22内部设置有搅拌器23和电导率仪24,所述第三离心机48与厌氧膜生物反应器9通过安装有第七污水泵49的管路连接。第一纳滤膜组件16、第二纳滤膜组件18、第三纳滤膜组件20与氮磷沉淀池22通过安装有第一污泥泵21的管路进行连接。

[0040] 本发明还提供了城市污水资源化方法,包括如下步骤:

[0041] 步骤1、城市污水通过市政排水管网进入集水池1,进入集水池1内的城市污水通过格栅2截留大部分悬浮物和漂浮物后,通过提升泵3进入沉砂池4。经过沉砂池4的出水水质为COD(化学需氧量)浓度为270mg/L, TN(总氮)浓度为56.9mg/L, NH_4^+-N (氨氮)浓度为47.8mg/L, TP(总磷)浓度为6.12mg/L, PO_4^{3-}P (正磷酸盐)浓度为5.89mg/L。

[0042] 步骤2、沉砂池4出水通过第一阀门6由第一污水泵5泵入水源热泵7,与厌氧膜生物反应器9出水进行热交换,使进入水源热泵7的沉砂池4出水温度从18℃提升至25℃,然后通过第二阀门8进入厌氧膜生物反应器9,超滤膜截留污水中有机物后,厌氧膜生物反应器9内直接对浓缩后的浓缩液进行厌氧消化产甲烷处理。厌氧膜生物反应器9浓缩后的浓缩液经第二污泥泵25泵入第一离心机26进行离心处理,经过离心后产生的上清液经第二污水泵27泵入氮磷沉淀池,底泥直接外排。经过厌氧反应产生的甲烷气体通过管路进入过滤装置28,然后气体通过管路进入冷却装置29,接着气体通过管路进入气液分离装置30,气液分离装置30出气口处装配有甲烷含量监测设备31、沼气流量控制装备32,然后通过第五阀门33、第六阀门34、第七阀门35分别给厌氧膜生物反应器供热、供厂区自用能源以及连接天然气管网,过滤装置28、气液分离装置29的水由第三污水泵36泵入厌氧膜生物反应器9;厌氧膜生物反应器9过滤后分离出的水通过第三阀门13由抽吸泵12泵入水源热泵7,与沉砂池4出水进行热交换,使进入水源热泵7的厌氧膜生物反应器9过滤后分离出的水温度从27℃降低至20℃,然后通过第四阀门14分别由第一循环泵15、第二循环泵17、第三循环泵19泵入第一纳滤膜组件16、第二纳滤膜组件18、第三纳滤膜组件20;

[0043] 步骤3、第一纳滤膜组件16出水进入第二纳滤膜组件18、第三纳滤膜组件20,第二纳滤膜组件18出水进入第三纳滤膜组件20,第一纳滤膜组件16、第二纳滤膜组件18、第三纳滤膜组件20出水通过第八阀门37由第四污水泵38泵入离子交换柱39,运行期间控制温度在25℃,以高纯氮加压,压力控制在1MPa。本实施例中纳滤膜组件分离超滤出水中的氮、磷,达到氮、磷资源分别回收的目的,同时回收污水中的水资源。本发明中纳滤系统相比于传统反渗透系统降低了运行能耗,而且在系统中有效分开了城市污水中的氮、磷资源的流向,为后续氮、磷资源的分系统回收起到了关键作用,使氮资源回收率较传统工艺提高30%,磷资源的回收率较传统工艺提高15%,并且减少了药剂投加量,降低了回收成本。树脂进入离子交

换柱39,与污水中的 NH_4^+ -N进行离子交换与吸附,吸附污水中氨氮后的树脂通过离子交换柱39的树脂出口流出后进入树脂再生液水箱40,再生后的树脂通过离子交换柱39的树脂入口进入离子交换柱39,分离出 NH_4^+ -N后的再生液由第五污水泵41泵入氮沉淀池42,通过调节pH、摩尔比等条件进行沉淀,本实施例中,pH值控制在9.2,反应时间为20min, $n(\text{NH}_4^+) : n(\text{Mg}^{2+}) : n(\text{PO}_3^{4-})$ 为4:1.2:1,搅拌速度为200rpm,沉淀时间为1h。由于进入离子交换柱39的污水中不含有有机物及磷资源且富含氮资源,提高树脂对 NH_4^+ -N的吸附效率。沉淀完成后由第三污泥泵43泵入第二离心机44,本发明中城市污水中的碳、氮、磷资源经过系统回收利用后,水中的主要污染物得到有效分离,最后经过离子交换树脂后的出水水质优良,可作为多种用途的回用,水资源回收利用率可达60%以上。离心后的上清液由第六污水泵45泵入树脂再生液水箱40,离心后的沉淀作为氮肥肥料进行回收;通过第九阀门9收集离子交换柱39排水口出水,作为城市绿化用水,通过城市市政管网输送至用水点;

[0044] 同时,第一纳滤膜组件16、第二纳滤膜组件18、第三纳滤膜组件20产生的浓缩液由第一污泥泵21泵入氮磷沉淀池22,第一纳滤膜组件16、第二纳滤膜组件18、第三纳滤膜组件20中的纳滤膜的清洗方法简单方便,用柠檬酸溶液(pH=6)冲洗15min,再用去离子水冲洗膜表面残余的化学药剂,即可恢复最初状态的75%。树脂类型为大孔型弱酸性阳离子交换树脂D113,交换容量 $>10.8\text{mmol/g}$ 。离子交换柱39排水口出水COD浓度为 3.57mg/L ,TN浓度为 11.54mg/L , NH_4^+ -N浓度为 7.84mg/L ,TP浓度为 0.41mg/L , PO_4^{3-} -P浓度为 0.39mg/L 。第一纳滤膜组件16、第二纳滤膜组件18、第三纳滤膜组件20浓缩液混合后COD浓度为 101.86mg/L ,TN浓度为 3.04mg/L , NH_4^+ -N浓度为 2.06mg/L ,TP浓度为 11.64mg/L , PO_4^{3-} -P浓度为 11.21mg/L 。

[0045] 步骤4、氮磷沉淀池内22设置有搅拌器和电导率仪,搅拌器对氮磷沉淀池内的污水充分搅拌,达到充分沉淀的目的;电导率仪监测污水中实时电导率值。通过调节pH、氮镁磷摩尔比,进行鸟粪石及其他磷酸盐沉淀试验,本实施例中,pH值控制在9.2,反应时间为20min, $n(\text{NH}_4^+) : n(\text{Mg}^{2+}) : n(\text{PO}_3^{4-})$ 为4:1.2:1,搅拌速度为200rpm,沉淀时间为1h。在鸟粪石及其他磷酸盐沉淀试验完成后,沉淀试验后的污水(包括沉淀部分)泵入第三离心机48,离心后的上清液由第七污水泵49泵入厌氧膜生物反应器9,该上清液COD浓度为 118mg/L ,TN浓度为 22.8mg/L , NH_4^+ -N浓度为 21.24mg/L ,TP浓度为 3.48mg/L , PO_4^{3-} -P浓度为 3.43mg/L 。离心后的沉淀物作为鸟粪石及其他磷肥肥料回收。其中,鸟粪石为一种缓释肥料,将含N:Mg:P的比例为1:1:1,pH值控制在8.5~9.5,有利于这种复合肥料的形成。

[0046] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0047] 以上所述的实施例仅是对本发明的优选方式进行描述,并非对本发明的范围进行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本发明的技术方案做出的各种变形和改进,均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

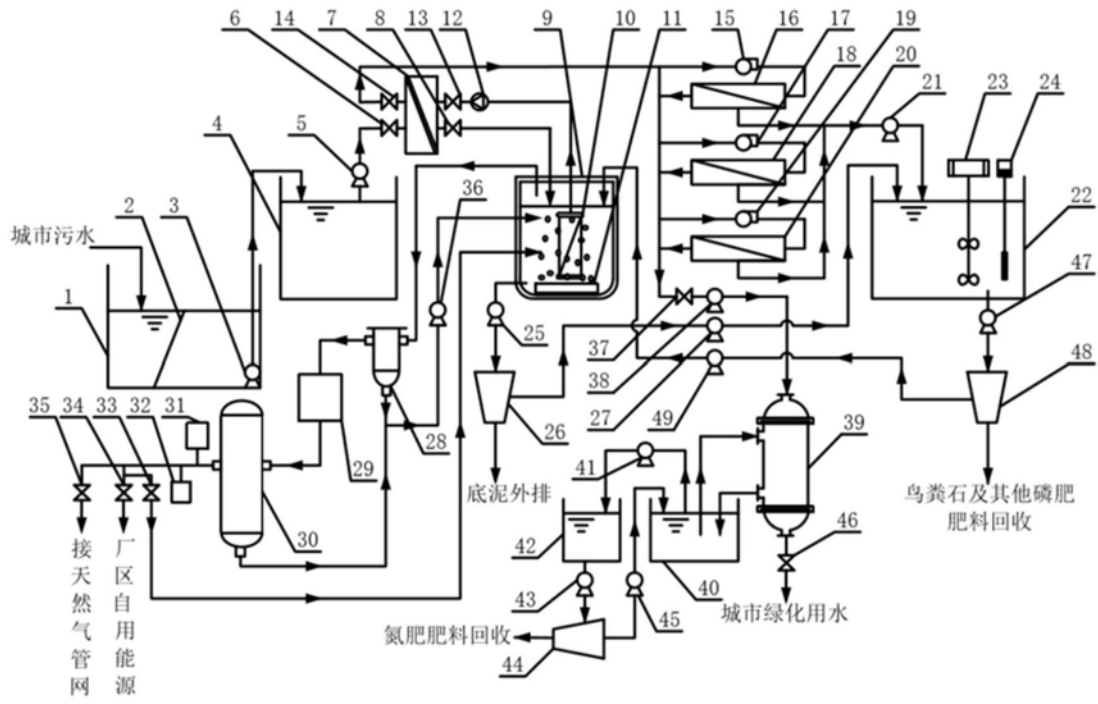


图1