(19)国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 216997948 U
(45)授权公告日 2022.07.19

(21)申请号 202122864205.2
(22)申请日 2021.11.22
(73)专利权人 哈尔滨工业大学(深圳)
地址 518000 广东省深圳市南山区桃源街道深圳大学城哈尔滨工业大学校区
(72)发明人 韩京龙 王爱杰 钱志敏 王鸿程 梁斌 程浩毅 孙移鹿 刘文宗
(74)专利代理机构 深圳市添源创鑫知识产权代理有限公司 44855
专利代理师 姜书新
(51)Int.Cl.
C02F 9/04(2006.01)
C02F 9/08(2006.01)
C02F 101/30(2006.01)
C02F 1/72(2006.01)
C02F 1/78(2006.01)

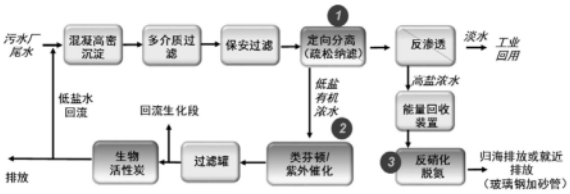
权利要求书1页 说明书11页 附图2页

(54)实用新型名称

污水再生利用新生水制备三元定向技术系统

(57)摘要

本实用新型属于污水处理领域，尤其涉及污水再生利用新生水制备三元定向技术系统及其应用。所述系统包括：定向分离单元、低盐有机浓水净化单元和反渗透浓水脱氮除磷单元，其中，定向分离单元主要通过在反渗透前设置宽流道定向分离疏松纳滤段替代超滤，疏松纳滤段含有机污染物低盐浓水与反渗透段低有机物高盐浓水分开处理，避免高盐高有机物浓水处理的困境；低盐有机浓水净化单元采用类芬顿/臭氧催化预处理后，通过臭氧活性炭最终矿化，出水回流或排放；反渗透浓水脱氮除磷单元采用反硝化滤池实现高盐浓水氮磷深度净化，排出或可作为高品质水工业回用。本技术具有良好的经济、环境及社会效益，应用前景广泛。



CN 216997948 U

1.污水再生利用新生水制备三元定向技术系统，其特征在于，所述系统包括定向分离单元、低盐有机浓水净化单元和反渗透浓水脱氮除磷单元；定向分离单元设置有定向分离疏松纳滤膜，将有机污染物低盐浓水与低有机物高盐浓水分开处理，分别进入低盐有机浓水净化单元和反渗透浓水脱氮除磷单元。

2.根据权利要求1所述的污水再生利用新生水制备三元定向技术系统，其特征在于，所述定向分离单元前段设置有混凝、高密沉淀池、多介质过滤器、保安过滤器。

3.根据权利要求1所述的污水再生利用新生水制备三元定向技术系统，其特征在于，定向分离疏松纳滤膜采用宽流道格网，流道格网宽度在0.8～1.5mm；管道材质的为硬聚氯乙烯材质，定向分离疏松纳滤膜选自聚酰胺、聚醚砜或氧化石墨烯材质。

4.根据权利要求1所述的污水再生利用新生水制备三元定向技术系统，其特征在于，低盐有机浓水净化单元包括过滤罐，采用锰砂过滤罐；或采用臭氧催化、臭氧/紫外或高级还原预处理装置；进一步连接生物活性炭单元。

5.根据权利要求1所述的污水再生利用新生水制备三元定向技术系统，其特征在于，反渗透浓水脱氮除磷单元包括反渗透装置，进一步连接能量回收装置；进一步连接反硝化脱氮单元。

污水再生利用新生水制备三元定向技术系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于污水处理领域，尤其涉及污水再生利用新生水制备三元定向技术系统及其应用。

背景技术

[0002] 我国人均水资源总量为2077.7m^3/年，处在中度缺水的边缘线上，水资源的短缺问题成为制约我国西北、华北、华东等地区发展的重要因素。

[0003] 另一方面，我国沿海地区地势相对平坦，大型水库不多，水资源存续能力较低，水资源短缺问题较为严重。此外，沿海工业发达，人口密集，工业用水量及居民生活用水量巨大，水资源短缺问题严峻，特别是我国天津、北京、河北、内蒙、山东、江苏、上海、浙江、福建及广东深圳、海南海口等地区。

[0004] 同时，沿海工业发达，工业源污染较为严重，且沿海一般处于江河下游，随江河输入的污染物较多，且沿海人口密集，生活污水量及污染物排放量大，导致沿海不多的水资源受到了一定的污染。进一步加剧了沿海地区水资源短缺问题。

[0005] 此外，随着入海河流输运及沿海城镇地区污染物的排放，沿海海域的污染问题较为严峻。

[0006] 污水的资源化利用一方面可以缓解我国缺水地区水资源短缺的现状，另一方面也可以从源头上减少污染物的量，进一步缓解水污染的问题，为我国缺水地区，特别是近海城市经济社会发展提供更多的水资源空间，也可以留出更多的生态用水余量，更好的保护水资源与水环境。

[0007] 目前传统的污水资源化模式以反渗透为主，污水经反渗透后实现无机盐的脱除，反渗透出水可以实现高品质回用。反渗透浓水掺入附近污水厂进水或直接排放。目前这套系统在我国推广应用存在的问题是浓水处理的问题，一方面反渗透浓水为难降解污水，直接进入附近污水厂，其二级生化段无法实现污染物的降解，掺入附件污水厂稀释排放的量是有限的，一般不超过20％，导致污水的回用量无法提升；另一方面，高盐浓水中氯离子与有机物浓度均处于较高的水平，传统的芬顿催化氧化与臭氧催化氧化过程难于实现其中难降解有机物的精准高效的预处理，浓水处理处置困难；此外，如果采用传统零排放模式，将浓水进一步浓缩后蒸发分盐，由于难降解有机物的存在导致杂盐危废的产量过高，填埋与处置压力较大，不可持续。同时，蒸发分盐过程是高能耗，高碳排的过程，在“双碳”目标的压力约束下，蒸发分盐的使用将被进一步限制。

[0008] 我国近岸海域污染问题较为突出，特别是江苏、浙江、上海等地近岸海域污染状况较为严重，进岸减排压力巨大，从这个角度出发，进一步实现污水资源化利用，降低排放的碳氮磷量意义巨大。

[0009] 面向双碳减排的压力，针对水资源化短缺及近岸海域污染问题，发展低能耗、高效污水资源化技术对于近海城市污染物减排，缓解水资源短缺压力，提升近海海域水质具有重要的意义。

发明内容

[0010] 鉴于现有技术存在的问题和需求，本实用新型首先提供了一种污水再生利用新生水制备三元定向技术系统，所述系统定向分离单元、低盐有机浓水净化单元和反渗透浓水脱氮除磷单元；定向分离单元设置有定向分离疏松纳滤膜，将有机污染物低盐浓水与低有机物高盐浓水分开处理，分别进入低盐有机浓水净化单元和反渗透浓水脱氮除磷单元。

[0011] 作为本实用新型的一种优选技术方案，所述定向分离单元前段设置有混凝、高密沉淀池、多介质过滤器、保安过滤器。

[0012] 作为本实用新型的一种优选技术方案，定向分离疏松纳滤膜采用宽流道格网，流道格网宽度在0.8～1.5mm；管道材质的为硬聚氯乙烯材质(UPVC)，定向分离疏松纳滤膜选自聚酰胺、聚醚砜或氧化石墨烯材质。

[0013] 作为本实用新型的一种优选技术方案，低盐有机浓水净化单元包括过滤罐，可采用锰砂过滤罐；或采用臭氧催化、臭氧/紫外或高级还原预处理装置；进一步连接生物活性炭单元。

[0014] 作为本实用新型的一种优选技术方案，反渗透浓水脱氮除磷单元包括反渗透装置，进一步连接能量回收装置；进一步连接反硝化脱氮单元。

[0015] 本实用新型进一步提供改了一种污水再生利用新生水制备方法，即利用生活污水、工业废水污水厂尾水制备新生水的新技术与方法，采用前述系统，包括如下步骤：

[0016] 1)通过混凝、高密度沉淀池、多介质过滤器、保安过滤器的前处理段，去除一定的硬度，悬浮物，有机污染物和磷；

[0017] 2)通过定向分离疏松纳滤段去除大部分有机物，保持对无机氮、无机磷及其他无机盐的低截留；

[0018] 3)疏松纳滤段过滤后的有机污染物低盐浓水根据其中的有机物污染物性质不同，通过类芬顿或紫外催化系统实现有机污染物催化预处理，提升可生化性，实现部分矿化，然后进入过滤罐或滤池去除残余的铁或其他悬浮物，然后进入生物活性炭段实现最终矿化，出水排放或回流到系统进水，提升整体系统产水率；

[0019] 4)疏松纳滤段过滤后的低有机物高盐浓水经反渗透处理，反渗透浓水经过能量回收装置回收能量后，采用反硝化滤池处理。

[0020] 其中，反渗透段实现对绝大部分无机盐、有机物的截留，出水形成脱盐新生水，新生水回用做工业或市政高品质再生水；反渗透浓水经过能量回收装置后，采用反硝化滤池实现无机氮及部分磷、有机物污染物的去除，出水达到排放标准。根据新生水厂与海岸距离的不同设置不同距离的玻璃钢加砂或高密度聚乙烯管道排海或进入适宜排放的水体。

[0021] 作为优选，步骤1)中前处理段根据进水水质不同可以设置混凝、高密沉淀池、多介质过滤器、保安过滤器等所有工段，但如果进水水质良好，也可以去掉一个或多个处理工段。如果设置，根据进水水质不同，混凝或多介质过滤前可以通过投加石灰、碳酸钠、聚铝、聚铁、聚丙烯酰胺、粉末活性炭等实现一定的硬度，悬浮物，有机污染物和磷的去除，高密度沉淀池泥浆回流，回流比在90％，实现最佳的沉淀效果。

[0022] 作为优选，步骤1)中进水段通过投加一定的次氯酸、次氯酸钠，双氧水等控制微生物生长，投加量在0.1-2mg/L，控制膜污染的形成。

[0023] 作为优选，步骤1)中进水段通过投加一定的次氯酸、次氯酸钠，双氧水、二氧化氯

等控制微生物生长,有效控制膜的有机污染及生物污染的形成。

[0024] 作为优选,步骤1)中多介质过滤段,通过设置一定的活性炭层,实现疏水性有机物的深度去除,有效控制膜污染问题。

[0025] 作为优选,步骤2)中所用的定向分离疏松纳滤膜可以是聚酰胺、聚醚砜或氧化石墨烯材质,优选氧化石墨烯与聚醚砜材质。

[0026] 作为优选,根据进水水质不同,步骤2)使用的定向分离疏松纳滤膜截留分子量从300～3000Da不等,使用中盐的表观截留率在5%～45%以下。

[0027] 作为优选,步骤2)进水COD在30～200mg/L左右,根据进水COD不同,优选定向分离膜截留率,优选的定向分离疏松纳滤膜对COD的截留率保持在80%～99%,无机盐浓缩倍数低于2倍。

[0028] 作为优选,步骤2)通过受控投加一定的双氧水、次氯酸、臭氧、铁基催化粒子控制膜污染,投加量为0-5mg/L。

[0029] 作为优选,步骤2)的操作压力在0.3～1.5MPa。

[0030] 作为优选,步骤2)的聚酰胺或聚醚砜疏松纳滤膜设计通量为9-17L/m^2/h。氧化石墨烯膜设计通量为30-50L/m^2/h。

[0031] 作为优选,步骤2)的定向分离疏松纳滤膜设计回收率在80～95%。

[0032] 作为优选,步骤2)的定向分离疏松纳滤膜采用宽流道格网,流道格网宽度在0.8～1.5mm。

[0033] 作为优选,步骤2)的管道材质的为硬聚氯乙烯材质(UPVC)。

[0034] 作为优选,步骤3)中所用的催化预处理技术,根据进水水质不同可采用芬顿、异相类芬顿、紫外复合催化、臭氧催化、高级还原等技术。

[0035] 作为优选,如果进水有机物以简单芳香烃化合物为主,且氯离子浓度低于10000mg/L,则步骤3)采用臭氧催化或紫外臭氧催化为主,臭氧投加量为100～200mg/L,紫外线剂量为600～2000mJ/cm^2,COD去除率控制在40%～65%。

[0036] 作为优选,若进水含较多卤代有机物或杂环有机物,且氯离子浓度低于1000mg/L,步骤3)中可考虑采用芬顿或异相芬顿技术,优选异相类芬吨技术,双氧水投加量为50～300mg/L,COD去除率控制在40%～65%。若进水氯离子浓度高于1000mg/L,则优选推荐异相类芬顿技术。

[0037] 作为优选,若进水中以卤代有机物等为主,且卤代有机物产生的生物抑制性占主导,步骤3)中则可采用高级还原技术,或高级还原与臭氧耦合技术,高级还原技术中,亚硫酸钠投加量在30～100mg/L,紫外线剂量为600～2000mJ/cm^2,后续耦合臭氧投加量在60～150mg/L。

[0038] 作为优选,若步骤3)中有机浓水采用芬顿或类芬顿技术预处理为主,则步骤3)中过滤罐可采用锰砂过滤罐,进一步去除铁离子等,视水质情况不同,本滤罐也可省略。

[0039] 若步骤3)中有机浓水采用臭氧催化、臭氧/紫外或高级还原预处理为主,则若步骤3)中过滤罐可省略,或采用砂滤装置。

[0040] 作为优选,步骤4)中所用的反渗透膜为聚酰胺膜,设计通量在17～25L/m^2/h。

[0041] 作为优选,步骤4)中所用的反渗透膜脱盐率在92～99%。

[0042] 作为优选,步骤4)中所用的反渗透膜对水中分子量大于100Da的微污染物截留率

大于90%，

[0043] 作为优选，步骤4)中反渗透过程为了提高水的回收率可以采用两级反渗透，一级反渗透浓水进入第二级反渗透，第二级反渗透过程可以采用宽流道反渗透(STRO)，第二级反渗透进水压力在1～2MPa，设计通量在～17L/m^2/h，流道格网宽度在0.8～1.5mm。

[0044] 作为优选，步骤4)中反渗透膜投加一定量的次氯酸，降低膜污染，提升截留率，投加量在0.05～0.1mg/L。

[0045] 作为优选，步骤4)的反渗透的设计回收率在75～90%。

[0046] 作为优选，步骤4)的反渗透段排放的浓水设置能量回收装置进一步回收浓水中的能量，为一级或二级反渗透增压，减少能耗。

[0047] 作为优选，步骤4)反渗透段前可根据需要投加一定量的阻垢剂、杀菌剂，控制无机垢及生物污染。

[0048] 作为优选，步骤3)在新生水厂与污水处理厂合建时，优先将疏松纳滤浓水经催化预处理后出水回流到原污水处理厂生化段，实现浓水最终矿化。

[0049] 作为优选，步骤3)中在将疏松纳滤浓水经催化后出水回流到原污水处理厂生化段有困难时，可将有机浓水经催化预处理后采用生物与活性炭耦合构成生物活性炭技术实现有机物最终矿化。

[0050] 作为优选，步骤3)中生物活性炭罐，采用两级或三级设置，每级活性炭层空床停留时间1-3h。

[0051] 作为优选，步骤3)中生物活性炭罐采用活性炭层厚度可在1.6m～5m之间。

[0052] 作为优选，步骤3)中活性炭采用煤基不规则活性炭，碘值在950mg/g以上，亚甲蓝值在180mg/g以上，强度大于90%。

[0053] 作为优选，步骤3)中为加快生物活性炭的启动，可根据有机污染类型，相应的接种一定的强化细菌，提升生物活性炭去除效果。

[0054] 作为优选，步骤3)中生物活性炭段底部设置一定的曝气装置，清水区溶解氧保持在0.5～1.5mg/L。

[0055] 作为优选，步骤3)中经生物活性炭矿化后的出水可以部分或全部回流到整体系统进水端或直接排放，若回流则回流比例以疏松纳滤端最终出水不超标，且反渗透出水、反渗透浓水不超标为标准。

[0056] 作为优选，步骤4)中反渗透浓水经能量回收装置进一步回收能量后进入反硝化滤池，反硝化滤池可以采用自养反硝化或异养反硝化滤池，优选自养反硝化滤池。

[0057] 作为优选，步骤4)中自养反硝化滤池空床停留时间根据进水水质及盐度不同，设置在20～120min。

[0058] 作为优选，步骤4)中异养反硝化滤池碳源优选为乙酸钠，投加量在30～60mg/L。

[0059] 作为优选，步骤4)中为降低异养或自养反硝化滤池启动周期，可接种一定量活性污泥或微生物菌种，实现系统快速启动。

[0060] 作为优选，步骤4)中经反硝化脱除无机氮及一部分根据新生水厂与海岸距离的不同，设置不同距离的耐腐蚀抗压管道将高含盐浓水排放归海或进入适宜的水体(咸水湖、江河、湖泊等)，管道类型优选玻璃钢加砂或高密度聚乙烯管道。

[0061] 作为优选，步骤4)管道根据地势坡度不同，可采用自流或承压管道，优选承压管

道，承压管道流速在0.6～2m/s。

[0062] 作为优选，步骤4)管道入海排放后应核算海洋稀释能力及洋流条件，减少局部盐度变化，减少对海洋影响。

[0063] 作为优选，步骤4)管道如咸水湖或直接进江海者，若环评认为对受纳水体水生态系统影响在可接受范围内时，可直接排放。

[0064] 作为优选，本系统在内陆中使用时，若无事宜的受纳水体，则也可将反渗透浓水进一步采用宽流道反渗透(STRO)或碟管式反渗透(DTRO)浓缩后，蒸出为杂盐，深海排放，避免杂盐问题。

[0065] 本实用新型的实现原理和解决的问题包括：

[0066] 定向分离单元主要通过在反渗透前设置宽流道定向分离疏松纳滤段替代超滤，疏松纳滤段含有机污染物低盐浓水与反渗透段低有机物高盐浓水分开处理，避免高盐高有机物浓水处理的困境；低盐有机浓水净化单元采用类芬顿/臭氧催化预处理后，通过臭氧活性炭最终矿化，出水回流或排放；反渗透浓水脱氮除磷单元采用反硝化滤池实现高盐浓水氮磷深度净化，最终浓水通过玻璃钢加砂管道排入海或其他适宜的水系，反渗透出水(脱盐新生水)可作为高品质水工业回用。

[0067] 涉及一种针对近海地区缺水及近海水污染问题，利用生活污水、工业废水污水厂尾水再生回用制备新生水的新技术与方法，尤其涉及近海、近盐湖地区生活污水、工业废水再生回用制备新生水的新技术与方法。本实用新型面向近海地区缺水及近海水污染问题，针对污水反渗透再生浓水处理的瓶颈问题，提出新生水三元定向制备技术系统，其核心是新生水三元定向制备技术系统将为中国污水资源化利用探索一条新途径，推动污水再生利用技术等发展。本技术适用于生活污水或工业污水厂污水再生回用，整体吨水运行成本低于4元/吨，售价高于5元/吨，具有良好的经济、环境及社会效益，应用前景广泛。

[0068] 基于上述技术方案可知，本实用新型的利用生活污水、工业废水污水厂尾水制备新生水的新技术与方法至少具有以下优势之一：

[0069] 1、投资、运行成本低，适用于我国目前经济、社会、技术发展水平；

[0070] 2、避免传统新生水及再生水过程中浓水不达标排放问题；

[0071] 3、避免传统浓水处理及资源化过程中的蒸发高能耗、高二氧化碳排放问题；

[0072] 4、避免杂盐危废的产生及排放；

[0073] 5、减少污染物排放，缓解近海污染问题；

[0074] 6、具有出水水质优运行管理方便，运行过程可全部自动化，应用前景广泛。

附图说明

[0075] 图1为传统污水资源化流程；

[0076] 图2为国外某新生水制造过程流程图

[0077] 图3为现有的浓水处理蒸发分盐过程流程图

[0078] 图4为本实用新型新生水制造过程工艺流程图；

[0079] 图5为本实用新型实施过程中定向分离耦合生化过程实现浓水深度矿化过程流程图；

[0080] 表1为本实用新型经定向分离后出水水质；

[0081] 上图中,附图标记含义如下:

[0082] 摘要附图及附图4标记说明:

[0083] 1-定向分离疏松纳滤单元,主要实现有机污染物与盐的分离,分别产生低有机物的含盐净水与低盐有机浓水;2-类芬顿/紫外催化单元,可以是UV,臭氧,双氧水,或芬顿、类芬顿的一种或多种的组合,主要实现难降解有机物的催化预处理提升可生化性,从而有助于后续的矿化;3-反硝化脱氮单元,主要实现低有机物高含盐浓水中硝酸盐的反硝化脱除,可以是异养反硝化,也可以是自养反硝化过程,处理达标后的高盐浓水直接通过玻璃钢加砂管道或PE管道排海,归江。

具体实施方式

[0084] 为使本实用新型的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本实用新型作进一步的详细说明。

[0085] 传统的污水再生回用制备新生水过程中不可避免会形成有机物及无机盐的同步浓缩过程,导致高盐高有机物的混合浓水产生(见图1),目前只能通过进入其他污水厂稀释排放,直接排放等,但我国沿海较为严重,稀释排放或直接排放面临监管及近海污染压力。图2是国外典型新生水制备的工艺过程,浓水产生后,并无良好的处理方式,只能排海(应当说明,国外人口数量,工业污染量远远低于我国,直接排海对当地的近岸海域污染可能不甚严重,但却不适用于我国人口量大,工业及生活源污染严重的现状)。目前,随着技术经济的发展出现了如图3的分盐资源化流程,但目前该流程存在的问题是投资及运行成本均较为高昂,且会产生10%-20%的杂盐,且产生的氯化钠或硫酸钠品味不高,无法作为高品质工业盐回用,杂盐目前以填埋为主,但填埋并非有效的资源化手段,对土地、地下水存在占用和污染的风险。本实用新型提出的一种利用生活污水、工业废水污水厂尾水制备新生水的新技术与方法(图4)。本实用新型针对污水反渗透再生浓水处理的瓶颈问题,提出新生水三元定向制备技术系统,其核心是“定向分离单元、低盐有机浓水净化单元和反渗透浓水脱氮除磷单元”。定向分离单元主要通过在反渗透前设置宽流道定向分离疏松纳滤段替代超滤,疏松纳滤段含有机污染物低盐浓水与反渗透段低有机物高盐浓水分开处理,避免高盐高有机物浓水处理的困境;低盐有机浓水净化单元采用类芬顿/臭氧催化预处理后,通过臭氧活性炭最终矿化,出水回流或排放;反渗透浓水脱氮除磷单元采用反硝化滤池实现高盐浓水氮磷深度净化,最终浓水通过玻璃钢加砂管道排入海或其他适宜的水系,反渗透出水(脱盐新生水)可作为高品质水工业回用。新生水三元定向制备技术系统将为中国污水资源化利用探索一条新途径,推动污水再生利用技术等发展。

[0086] 以下通过具体实施例结合附图对本实用新型的技术方案做进一步阐述说明。需要注意的是,下述的具体实施例仅是作为举例说明,本实用新型的保护范围并不限于此。

[0087] 下述实施例中使用的化学药品和原料均为市售所得或通过公知的制备方法自制得到。

[0088] 总实施例1

[0089] 污水再生利用新生水制备三元定向技术系统,所述系统定向分离单元、低盐有机浓水净化单元和反渗透浓水脱氮除磷单元;定向分离单元设置有定向分离疏松纳滤膜,将有机污染物低盐浓水与低有机物高盐浓水分开处理,分别进入低盐有机浓水净化单元和反

渗透浓水脱氮除磷单元。

[0090] 其中，所述定向分离单元前段设置有混凝、高密沉淀池、多介质过滤器、保安过滤器。

[0091] 其中，定向分离疏松纳滤膜采用宽流道格网，流道格网宽度在0.8～1.5mm；管道材质的为硬聚氯乙烯材质(UPVC)，定向分离疏松纳滤膜选自聚酰胺、聚醚砜或氧化石墨烯材质。

[0092] 其中，低盐有机浓水净化单元包括过滤罐，可采用锰砂过滤罐；或采用臭氧催化、臭氧/紫外或高级还原预处理装置；进一步连接生物活性炭单元。

[0093] 其中，反渗透浓水脱氮除磷单元包括反渗透装置，进一步连接能量回收装置；进一步连接反硝化脱氮单元。

[0094] 总实施例2

[0095] 一种污水再生利用新生水制备方法，即利用生活污水、工业废水污水厂尾水制备新生水的新技术与方法，采用前述系统，包括如下步骤：

[0096] 1)通过混凝、高密度沉淀池、多介质过滤器、保安过滤器的前处理段，去除一定的硬度，悬浮物，有机污染物和磷；

[0097] 2)通过定向分离疏松纳滤段去除大部分有机物，保持对无机氮、无机磷及其他无机盐的低截留；

[0098] 3)疏松纳滤段过滤后的有机污染物低盐浓水根据其中的有机物污染物性质不同，通过类芬顿或紫外催化系统实现有机污染物催化预处理，提升可生化性，实现部分矿化，然后进入过滤罐或滤池去除残余的铁或其他悬浮物，然后进入生物活性炭段实现最终矿化，出水排放或回流到系统进水，提升整体系统产水率；

[0099] 4)疏松纳滤段过滤后的低有机物高盐浓水经反渗透处理，反渗透浓水经过能量回收装置回收能量后，采用反硝化滤池处理。

[0100] 其中，反渗透段实现对绝大部分无机盐、有机物的截留，出水形成脱盐新生水，新生水回用做工业或市政高品质再生水；反渗透浓水经过能量回收装置后，采用反硝化滤池实现无机氮及部分磷、有机物污染物的去除，出水达到排放标准。根据新生水厂与海岸距离的不同设置不同距离的玻璃钢加砂或高密度聚乙烯管道排海或进入适宜排放的水体。

[0101] 作为优选，步骤1)中前处理段根据进水水质不同可以设置混凝、高密沉淀池、多介质过滤器、保安过滤器等所有工段，但如果进水水质良好，也可以去掉一个或多个处理工段。如果设置，根据进水水质不同，混凝或多介质过滤前可以通过投加石灰、碳酸钠、聚铝、聚铁、聚丙烯酰胺、粉末活性炭等实现一定的硬度，悬浮物，有机污染物和磷的去除，高密度沉淀池泥浆回流，回流比在90％，实现最佳的沉淀效果。

[0102] 作为优选，步骤1)中进水段通过投加一定的次氯酸、次氯酸钠，双氧水等控制微生物生长，投加量在0.1-2mg/L，控制膜污染的形成。

[0103] 作为优选，步骤1)中进水段通过投加一定的次氯酸、次氯酸钠，双氧水、二氧化氯等控制微生物生长，有效控制膜的有机污染及生物污染的形成。

[0104] 作为优选，步骤1)中多介质过滤段，通过设置一定的活性炭层，实现疏水性有机物的深度去除，有效控制膜污染问题。

[0105] 作为优选，步骤2)中所用的定向分离疏松纳滤膜可以是聚酰胺、聚醚砜或氧化石

墨烯材质,优选氧化石墨烯与聚醚砜材质。

[0106] 作为优选,根据进水水质不同,步骤2)使用的定向分离疏松纳滤膜截留分子量从300～3000Da不等,使用中盐的表观截留率在5%～45%以下。

[0107] 作为优选,步骤2)进水COD在30～200mg/L左右,根据进水COD不同,优选定向分离膜截留率,优选的定向分离疏松纳滤膜对COD的截留率保持在80%～99%,无机盐浓缩倍数低于2倍。

[0108] 作为优选,步骤2)通过受控投加一定的双氧水、次氯酸、臭氧、铁基催化粒子控制膜污染,投加量为0-5mg/L。

[0109] 作为优选,步骤2)的操作压力在0.3～1.5MPa。

[0110] 作为优选,步骤2)的聚酰胺或聚醚砜疏松纳滤膜设计通量为9-17L/m^2/h。氧化石墨烯膜设计通量为30-50L/m^2/h。

[0111] 作为优选,步骤2)的定向分离疏松纳滤膜设计回收率在80～95%。

[0112] 作为优选,步骤2)的定向分离疏松纳滤膜采用宽流道格网,流道格网宽度在0.8～1.5mm。

[0113] 作为优选,步骤2)的管道材质的为硬聚氯乙烯材质(UPVC)。

[0114] 作为优选,步骤3)中所用的催化预处理技术,根据进水水质不同可采用芬顿、异相类芬顿、紫外复合催化、臭氧催化、高级还原等技术。

[0115] 作为优选,如果进水有机物以简单芳香烃化合物为主,且氯离子浓度低于10000mg/L,则步骤3)采用臭氧催化或紫外臭氧催化为主,臭氧投加量为100～200mg/L,紫外线剂量为600～2000mJ/cm^2,COD去除率控制在40%～65%。

[0116] 作为优选,若进水含较多卤代有机物或杂环有机物,且氯离子浓度低于1000mg/L,步骤3)中可考虑采用芬顿或异相芬顿技术,优选异相类芬吨技术,双氧水投加量为50～300mg/L,COD去除率控制在40%～65%。若进水氯离子浓度高于1000mg/L,则优选推荐异相类芬顿技术。

[0117] 作为优选,若进水中以卤代有机物等为主,且卤代有机物产生的生物抑制性占主导,步骤3)中则可采用高级还原技术,或高级还原与臭氧耦合技术,高级还原技术中,亚硫酸钠投加量在30～100mg/L,紫外线剂量为600～2000mJ/cm^2,后续耦合臭氧投加量在60～150mg/L。

[0118] 作为优选,若步骤3)中有机浓水采用芬顿或类芬顿技术预处理为主,则步骤3)中过滤罐可采用锰砂过滤罐,进一步去除铁离子等,视水质情况不同,本滤罐也可省略。

[0119] 若步骤3)中有机浓水采用臭氧催化、臭氧/紫外或高级还原预处理为主,则若步骤3)中过滤罐可省略,或采用砂滤装置。

[0120] 作为优选,步骤4)中所用的反渗透膜为聚酰胺膜,设计通量在17～25L/m^2/h。

[0121] 作为优选,步骤4)中所用的反渗透膜脱盐率在92～99%。

[0122] 作为优选,步骤4)中所用的反渗透膜对水中分子量大于100Da的微污染物截留率大于90%,

[0123] 作为优选,步骤4)中反渗透过程为了提高水的回收率可以采用两级反渗透,一级反渗透浓水进入第二级反渗透,第二级反渗透过程可以采用宽流道反渗透(STRO),第二级反渗透进水压力在1～2MPa,设计通量在～17L/m^2/h,流道格网宽度在0.8～1.5mm。

[0124] 作为优选，步骤4)中反渗透膜投加一定量的次氯酸，降低膜污染，提升截留率，投加量在0.05～0.1mg/L。

[0125] 作为优选，步骤4)的反渗透的设计回收率在75～90％。

[0126] 作为优选，步骤4)的反渗透段排放的浓水设置能量回收装置进一步回收浓水中的能量，为一级或二级反渗透增压，减少能耗。

[0127] 作为优选，步骤4)反渗透段前可根据需要投加一定量的阻垢剂、杀菌剂，控制无机垢及生物污染。

[0128] 作为优选，步骤3)在新生水厂与污水处理厂合建时，优先将疏松纳滤浓水经催化预处理后出水回流到原污水处理厂生化段，实现浓水最终矿化。

[0129] 作为优选，步骤3)中在将疏松纳滤浓水经催化后出水回流到原污水处理厂生化段有困难时，可将有机浓水经催化预处理后采用生物与活性炭耦合构成生物活性炭技术实现有机物最终矿化。

[0130] 作为优选，步骤3)中生物活性炭罐，采用两级或三级设置，每级活性炭层空床停留时间1-3h。

[0131] 作为优选，步骤3)中生物活性炭罐采用活性炭层厚度可在1.6m～5m之间。

[0132] 作为优选，步骤3)中活性炭采用煤基不规则活性炭，碘值在950mg/g以上，亚甲蓝值在180mg/g以上，强度大于90％。

[0133] 作为优选，步骤3)中为加快生物活性炭的启动，可根据有机污染类型，相应的接种一定的强化细菌，提升生物活性炭去除效果。

[0134] 作为优选，步骤3)中生物活性炭段底部设置一定的曝气装置，清水区溶解氧保持在0.5～1.5mg/L。

[0135] 作为优选，步骤3)中经生物活性炭矿化后的出水可以部分或全部回流到整体系统进水端或直接排放，若回流则回流比例以疏松纳滤端最终出水不超标，且反渗透出水、反渗透浓水不超标为标准。

[0136] 作为优选，步骤4)中反渗透浓水经能量回收装置进一步回收能量后进入反硝化滤池，反硝化滤池可以采用自养反硝化或异养反硝化滤池，优选自养反硝化滤池。

[0137] 作为优选，步骤4)中自养反硝化滤池空床停留时间根据进水水质及盐度不同，设置在20～120min。

[0138] 作为优选，步骤4)中异养反硝化滤池碳源优选为乙酸钠，投加量在30～60mg/L。

[0139] 作为优选，步骤4)中为降低异养或自养反硝化滤池启动周期，可接种一定量活性污泥或微生物菌种，实现系统快速启动。

[0140] 作为优选，步骤4)中经反硝化脱除无机氮及一部分根据新生水厂与海岸距离的不同，设置不同距离的耐腐蚀抗压管道将高含盐浓水排放归海或进入适宜的水体(咸水湖、江河、湖泊等)，管道类型优选玻璃钢加砂或高密度聚乙烯管道。

[0141] 作为优选，步骤4)管道根据地势坡度不同，可采用自流或承压管道，优选承压管道，承压管道流速在0.6～2m/s。

[0142] 作为优选，步骤4)管道入海排放后应核算海洋稀释能力及洋流条件，减少局部盐度变化，减少对海洋影响。

[0143] 作为优选，步骤4)管道如咸水湖或直接进江海者，若环评认为对受纳水体水生态

系统影响在可接受范围内时，可直接排放。

[0144] 作为优选，本系统在内陆中使用时，若无事宜的受纳水体，则也可将反渗透浓水进一步采用宽流道反渗透(STRO)或碟管式反渗透(DTRO)浓缩后，蒸出为杂盐，深海排放，避免杂盐问题。

[0145] 实施例1

[0146] 采用前述系统和处理方法，山东某沿海地区存在严重的缺水问题，辖区内工业园区污水厂出水通过双膜法进行回用(新生水厂，图1)，在改造前，新生水厂进水经过反渗透浓缩后，反渗透浓水COD～120mg/L，总氮～25mg/L，总磷1mg/L，TDS 23000mg/L，氯离子浓度8000mg/L。浓水直接进行芬顿、类芬顿、臭氧催化氧化预处理均无效果，浓水如果掺入附近工业园区污水厂处理，对附近工业园区污水厂冲击太大，影响附近工业园区污水厂运行，如果直排入海则存在超标偷排及监管风险。基于以上情况，采用本实用新型的图4的工艺流程，将超滤换成定向分离疏松纳滤系统，设计通量15L/m^2/h，膜材料为聚醚砜材质，膜截留分子量800Da，进水格网46mil，压力采用0.6Mpa，单只膜面积26m^2，定向疏松纳滤回收率90％，前端多介质过滤器加入活性炭层去除疏水性有机污染物，活性炭采用2mm煤基不规则颗粒活性炭，疏松纳滤产出的低盐有机浓水经过异相类芬顿后进入生物活性炭段最终矿化后回流新生水厂进水端，异相类芬顿催化剂浓度6g/L，主反应区停留时间4h，催化剂回流比10％。反渗透回收率80％，反渗透浓水经过能量回收装置后进入自养反硝化段，自养反硝化段采用2h停留时间，床层高度1m，实现了高盐浓水中硝酸盐的脱除，最终浓水达到一级A标准归海排放，改造后系统运行成本低于3.5元/吨(按新生水产水量，摊平后)，新生水售价达到7.5元/吨，获得了可观的经济效益，有效缓解了工业园区缺水问题，控制了近岸海域污染问题，收到了良好的经济、社会、生态环境效益。

[0147] 实施例2

[0148] 回收率

[0149] 采用前述系统和处理方法，天津某滨海工业园区存在较为严重的缺水问题，传统上采用图1的双膜法进行市政污水厂尾水的再生利用(进水COD～30mg/L，进水氨氮＜0.5mg/L，进水总氮～13mg/L，进水总磷0.3mg/L，进水水量4万吨，浓水1.2万吨，新生水2.8万吨)，反渗透浓水进入附近市政污水厂(处理量20万吨/天)进水端稀释排放，新生水厂希望进一步扩大污水回用的规模和比例，但收到附近市政污水厂能够接纳浓水量限制，回用率不足20％。鉴于这种情况，采用本实用新型图4的工艺流程改造后，通过定向分离疏松纳滤膜替换原有的超滤段，膜材质采用氧化石墨烯、聚醚砜复合膜，截留分子量采用1000Da，定向疏松纳滤通量采用16L/m^2/h，压力采用0.5Mpa，回收率92％，出水COD降到8mg/L，将定向分离疏松纳滤的出水经过紫外复合催化提高可生化性后进入附近的市政污水厂，紫外催化段紫外光强采用600mJ/cm^2，双波长VUV灯管，320W每支。反渗透通量18L/m^2/h，反渗透浓水中总氮提高到50mg/L，反渗透浓水经过活性自持自养反硝化后总氮降低到13mg/L以下，自养反硝化停留时间采用1.5h，出水实现达标排放。改造后，污水回用率提高到70％，每天回收14万吨新生水，有效缓解了当地缺水问题，系统运行成本低于3.2元/吨(按新生水产水量，摊平后)，新生水售价达到6.5元/吨，获得了可观的经济效益，收到了良好的经济、社会、生态环境效益。

[0150] 实施例3

[0151] 采用前述系统和处理方法，江苏某近海农药园区存在对生态用水挤占过度问题，水生态无法挥发，排海口附进近岸海域存在严重的污染问题，近岸优良海域面积逐年下降，生态环境保护压力巨大。基于这样的状况，工业园区将其园区污水厂尾水进行了再生回用(2万吨/天，回用规模73％，每天1.46万吨)，在图1技术路线的基础上采用了活性炭吸附处理高含盐浓水，但活性炭段运行成本过高，摊平到新生水成本5元，加上反渗透及预处理成本，新生水制取吨水成本超过7元，而园区自来水售价仅为4.5元，新生水制取及运行无经济性，靠补贴维持，基于这样的现状，园区新生水厂制备新生水的积极性不高，影响了项目的稳定运行。在这样的基础上，改造方案采用图4所示的技术路线进行了改造增加疏松纳滤段，膜材质采用聚醚砜材质，通量14L/m^2/h，跨膜压差0.6Mpa，格网宽度32mil，错流速率0.16m/s，疏松纳滤前后的水质见表1，在活性炭吸附前加入高级还原系统耦合高级氧化，高级还原过程亚硫酸钠加入量60mg/L，常规疏松纳滤有机浓水经催化氧化预处理后的水直接进入生化最终矿化，活性炭罐仅做备用。而反渗透通量采用20L/m^2/h，跨膜压差采用1.5Mpa，反渗透浓水进入反硝化段脱除硝酸盐，反硝化段采用异养反硝化，乙酸钠投量50mg/L，达标浓水最终通过20km玻璃钢加砂管道(DN600)归海。整体运行成本4.0元/吨(按新生水产量摊平后)，有效降低的运行成本，保护当地的生态环境，起到了良好的经济效果，该模式在其他类似精细化工园区正在推广中。

[0152] 表1

[0153]

项目	COD (mg/L)	NH_3-N (mg/L)	亚硝氮 (mg/L)	硝态氮 (mg/L)	电导率 (ms/cm)	TP (mg/L)
二级出水	120	5.9	8.99	16.43	7.93	0.5
定向分离出水水质	11	5.0	8.5	16.0	6.50	0.3

[0154] 以上所述的具体实施例，对本实用新型的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，应理解的是，以上所述仅为本实用新型的具体实施例而已，并不用于限制本实用新型，凡在本实用新型的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本实用新型的保护范围之内。

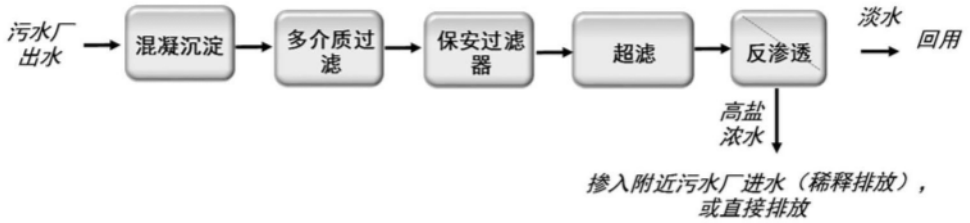

污水厂出水
混凝沉淀
多介质过滤
保安过滤器
超滤
反渗透
淡水
回用
高盐浓水
掺入附近污水厂进水（稀释排放），或直接排放

图1

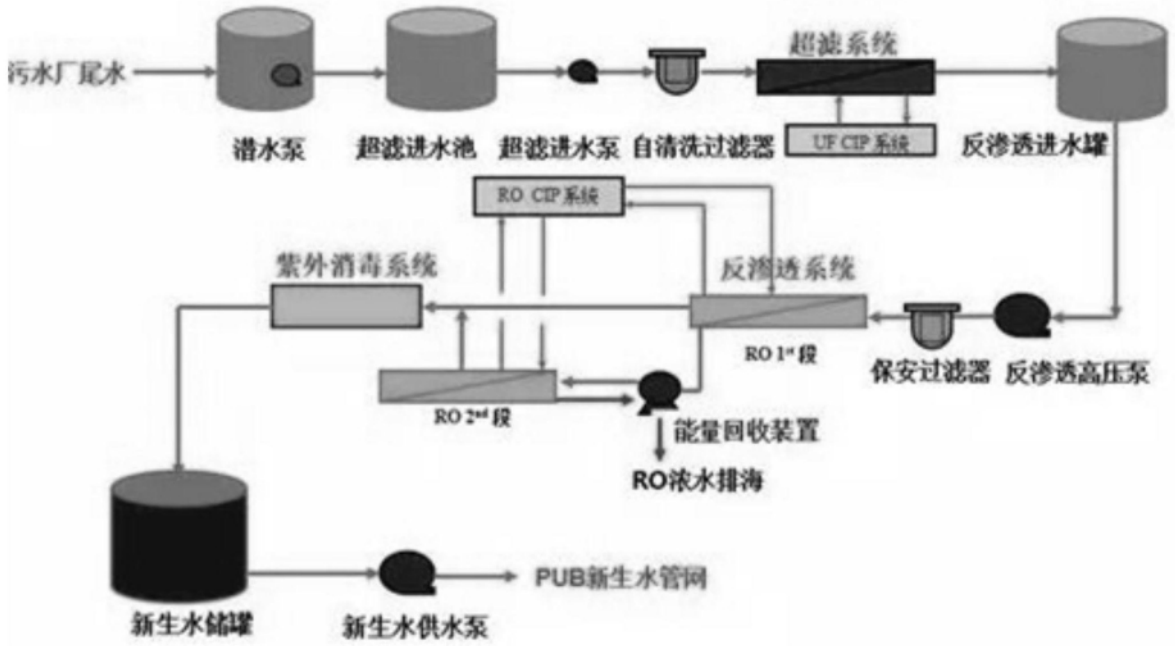

污水厂尾水
潜水泵
超滤进水池
超滤进水泵
自清洗过滤器
超滤系统
UF CIP系统
反渗透进水罐
RO CIP系统
紫外消毒系统
反渗透系统
RO 1st段
保安过滤器
反渗透高压泵
RO 2nd段
能量回收装置
RO浓水排海
新生水储罐
新生水供水泵
PUB新生水管网

图2

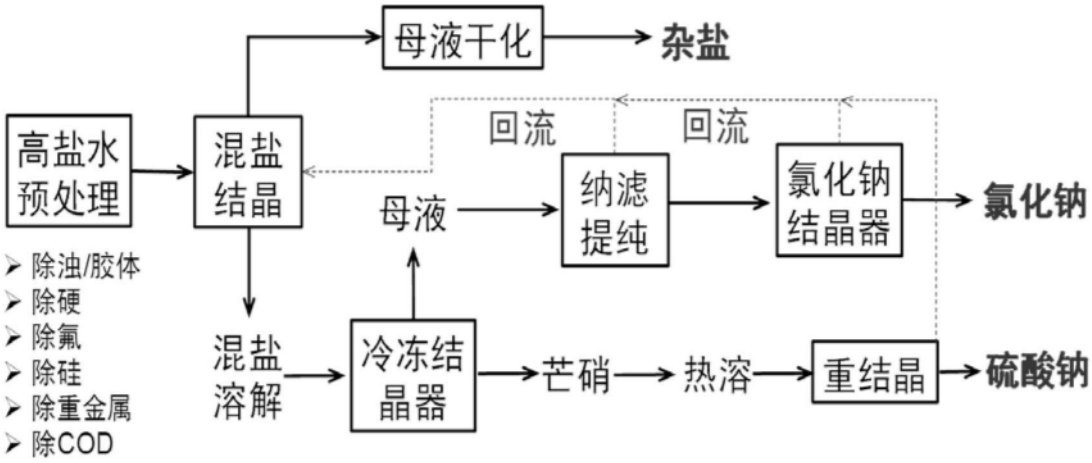

母液干化
杂盐
高盐水预处理
混盐结晶
回流
回流
母液
纳滤提纯
氯化钠结晶器
氯化钠
除浊/胶体
除硬
除氟
除硅
除重金属
除COD
混盐溶解
冷冻结晶器
芒硝
热溶
重结晶
硫酸钠

图3

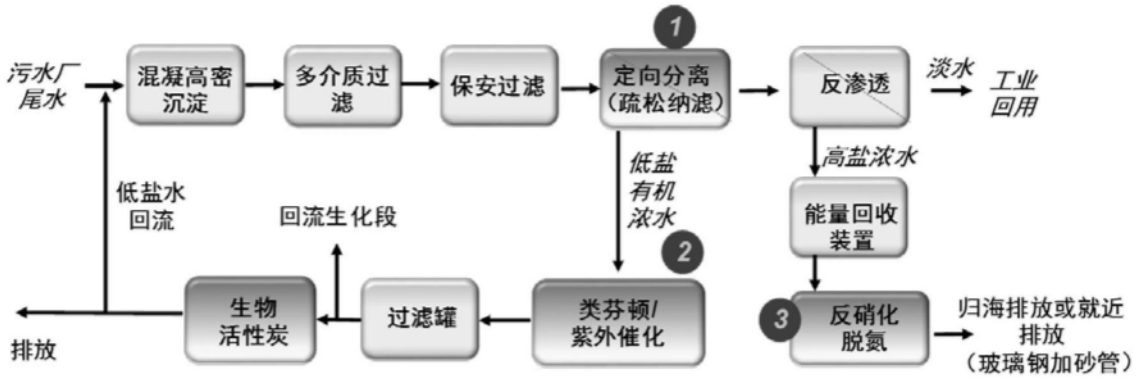

污水厂
尾水
混凝高密
沉淀
多介质过
滤
保安过滤
1
定向分离
(疏松纳滤)
反渗透
淡水
工业
回用
高盐浓水
低盐
有机
浓水
2
能量回收
装置
低盐水
回流
回流生化段
生物
活性炭
过滤罐
类芬顿/
紫外催化
3
反硝化
脱氮
归海排放或就近
排放
(玻璃钢加砂管)
排放

图4

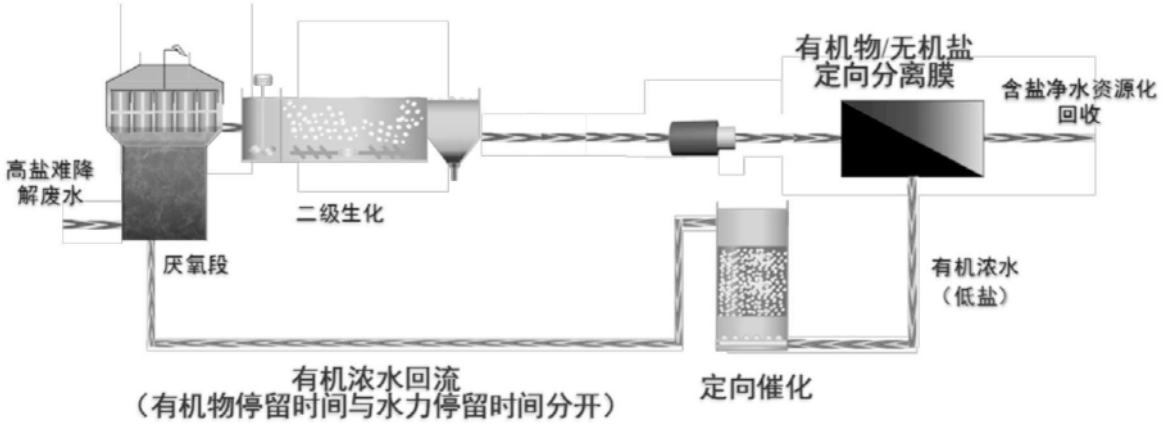

有机物/无机盐
定向分离膜
含盐净水资源化
回收
高盐难降
解废水
二级生化
厌氧段
有机浓水
(低盐)
有机浓水回流
(有机物停留时间与水力停留时间分开)
定向催化

图5