



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105330018 B

(45)授权公告日 2018.03.16

(21)申请号 201510729558.8

(22)申请日 2015.10.31

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105330018 A

(43)申请公布日 2016.02.17

(73)专利权人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 彭永臻 马琳娜 王淑莹

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 刘萍

(51)Int.Cl.

C02F 3/30(2006.01)

(56)对比文件

宋姬晨等.亚硝酸盐对A²/O系统脱氮除磷的影响.《中国环境科学》.2014,第34卷(第9期),2231-2238.

Bin Ma et al..Free nitrous acid pretreatment of wasted activated sludge to exploit internal carbon source for enhanced denitrification.《Bioresource Technology》.2014,第179卷20-25.

张亮等.高氨氮污泥脱水液短程硝化反硝化的启动及稳定.《环境工程学报》.2014,第6卷(第4期),第1064页-第1.2节,摘要,图1.

审查员 张佳

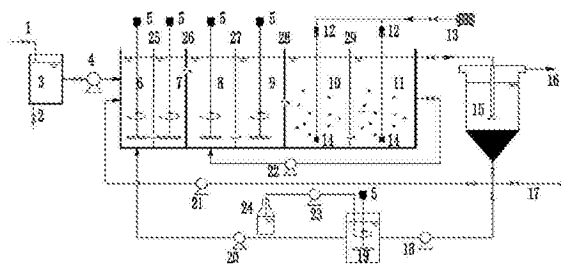
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种基于游离亚硝酸抑制快速实现短程硝化的城市污水处理装置与方法

(57)摘要

一种基于游离亚硝酸抑制快速实现短程硝化的城市污水处理装置与方法,属于污水处理领域。本方法在传统的A²/O工艺二沉池的污泥回流过程中并联设置了一个FNA处理单元,利用缺氧条件下FNA对氨氧化菌(AOB)和亚硝酸盐氧化菌(NO_B)的选择性抑菌效应,部分抑制NO_B的生长活性,之后回流至主流A²/O反应器,在污泥龄控制的作用下逐渐淘洗活性污泥中的NO_B,从而在主流A²/O反应器中快速实现对城市污水的短程硝化。本方法简单,无需加热或实时控制,具有良好的沉淀效果;并且除磷脱氮同步进行,FNA处理单元的添加并不会影响除磷效果,实现低碳源城市污水高效同步脱氮除磷效果,适用于对现有的城市污水厂的升级改造。



1. 一种实现低碳氮比城市生活污水短程硝化的连续流的方法,应用如下装置:该装置包括 A^2/O 反应器二沉池和FNA处理单元; A^2/O 反应器由厌氧池、缺氧池和好氧池组成;厌氧池、缺氧池、好氧池又分为第一厌氧池、第二厌氧池,第一缺氧池、第二缺氧池,第一好氧池、第二好氧池;第一厌氧池设有进水口,第一隔板下部设有第一出水孔,连通第一厌氧池和第二厌氧池;第二隔板上方设有出水孔,连通第二厌氧池和第一缺氧池,第三隔板下部设有出水孔,连通第一缺氧池和第二缺氧池;第四隔板中部设有出水孔,连通第二缺氧池和第一好氧池;第五隔板下部设有出水孔,连通第一好氧池和第二好氧池;第二好氧池的泥水混合液通过溢流口进入二沉池,进行泥水分离;二沉池设有出水管和污泥回流孔,用软管连接第一厌氧池的污泥回流孔,厌氧和缺氧池设有搅拌装置,好氧池设有曝气装置;第一缺氧池设有内回流进水孔,第二好氧池设有内回流出水孔,用软管连接;

FNA处理单元采用CSTR反应器,设有搅拌装置,加药装置,进水口和出水口;FNA处理单元连接在二沉池底部与第一厌氧池之间;

其特征在于,包括以下方法:

第一厌氧池经进水泵抽取水箱中的城市生活污水,污泥回流泵从沉淀池底部抽取的泥水混合液与水泵抽取的FNA处理单元中的泥水混合物同时进入第一厌氧池,第一厌氧池中的出水混合液进去第二厌氧池继续进行厌氧释磷;

第一缺氧池出水流入第二缺氧池中,同时好氧池内内回流污泥也流入第一缺氧池中,第一缺氧池中的出水混合液进入第二缺氧池进行反硝化;

第二缺氧池中的出水混合液进入第一好氧池, NH_4^+-N 被AOB菌氧化为 NO_2^--N 实现了短程硝化,同时进行好氧吸磷;

第一好氧池中的出水混合液进去第二好氧池中充分地进行短程硝化和好氧吸磷反应;第二好氧池的出水进入二沉池,并且第二好氧池的出水以200%-300%的比例回流进入第一缺氧池中;回流污泥通过蠕动泵按75-100%的比例回流至第一厌氧池;

A^2/O 反应器设计水力停留时间为8-10h,控制污泥停留时间为15-20d,FNA处理单元水力停留时间HRT为12-24h,出水泥水混合物回流至第一厌氧池在CSTR反应器中投加亚硝酸盐,且初始 $NO_2^--N=300-550mg \cdot L^{-1}$;在CSTR反应器中进行缺氧搅拌,并通过投加HCl和NaOH溶液控制反应器的 $pH=6.0 \pm 0.05$ 。

一种基于游离亚硝酸抑制快速实现短程硝化的城市污水处理装置与方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种采用游离亚硝酸(FNA)处理活性污泥的方式实现城市污水短程硝化的方法,属于污水处理领域。在传统的 A^2/O 工艺二沉池的污泥回流过程中并联设置了一个FNA处理单元,之后回流至主流 A^2/O 反应器,在主流 A^2/O 反应器中快速实现城市污水短程硝化,可以实现低碳源城市污水高效同步脱氮除磷效果,适用于对现有的城市污水厂的升级改造。

背景技术

[0002] 传统硝化作用由氨氧化菌(AOB)和亚硝酸盐氧化菌(NO_B)共同完成,反硝化过程仅由反硝化菌完成,但也存在中间产物 NO_2^- ,因此可以由AOB将氨氮转化为 NO_2^- ,再由反硝化菌直接还原 NO_2^- ,这样节省 NO_2^- 氧化为 NO_3^- 过程的耗氧量,同时可以节省 NO_3^- 还原为 NO_2^- 过程的有机物消耗量,这就是短程硝化反硝化技术的原理。由于短程硝化脱氮途径中步骤的减少使之具有较大优势。硝化途径的缩短,节省25%的曝气量,降低污水厂运行能耗。实现短程硝化,即实现亚硝酸盐积累,尽量避免亚硝酸盐被NO_B继续氧化为硝酸盐,就要在保持AOB生物量及其活性的同时减少NO_B的生物量及其活性。

[0003] 影响AOB及NO_B活性的主要因素有温度,溶解氧,FA,FNA,无机碳等。目前可以实现短程硝化的方法和工艺有SHARON工艺,低氧,实时控制策略等等。其中,SHARON工艺需要在35℃的条件下运行,处理对象主要是高氨氮废水;实施控制策略较为复杂,操作并不简单。

[0004] 游离亚硝酸(Free Nitrous Acid,FNA)完全抑制NO_B和AOB生长的浓度分别为0.02mg/L和0.4mg/L。因此可以利用FNA的选择抑制作用使系统中的NO_B受到抑制而AOB不受抑制,从而将硝化控制在亚硝化阶段。同时目前还鲜见NO_B对FNA的抑制具有适应性,因此在系统侧流加入FNA处理单元,创造抑制NO_B生长的环境,使活性污泥中的NO_B数量大大减少,再回流进入主流 A^2/O 反应器,在污泥龄控制的作用下逐渐淘洗活性污泥中的NO_B,从而在主流 A^2/O 反应器中快速实现城市污水短程硝化。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提出了一套稳定实现连续流城市污水短程硝化的方法。本发明利用了缺氧条件下游离亚硝酸(FNA)对氨氧化菌和亚硝酸盐氧化菌的选择性抑菌效应,淘汰活性污泥中的亚硝酸盐氧化菌,并保持氨氧化菌生物量及其活性,从而稳定地实现连续流城市污水的短程硝化。

[0006] 为了达到上述设计目的,本发明采用技术方案如下:

[0007] 一种实现城市生活污水短程硝化的连续流的装置,其特征在于:包括 A^2/O 反应器、二沉池和FNA处理单元; A^2/O 反应器由厌氧池、缺氧池和好氧池组成;厌氧池、缺氧池、好氧池又分为第一厌氧池、第二厌氧池,第一缺氧池、第二缺氧池,第一好氧池、第二好氧池;第一厌氧池设有进水口,第一隔板下部设有第一出水孔,连通第一厌氧池和第二厌氧池。第二

隔板上方设有出水孔,连通第二厌氧池和第一缺氧池,第三隔板下部设有出水孔,连通第一缺氧池和第二缺氧池。第四隔板中部设有出水孔,连通第二缺氧池和第一好氧池。第五隔板下部设有出水孔,连通第一好氧池和第二好氧池。第二好氧池的泥水混合液通过溢流口进入二沉池,进行泥水分离。二沉池设有出水管和污泥回流孔,用软管连接第一厌氧池的污泥回流孔,厌氧和缺氧池设有搅拌装置,好氧池设有曝气装置。第一缺氧池设有内回流进水孔,第二好氧池设有内回流出水孔,用软管连接;

[0008] FNA处理单元采用CSTR反应器,设有搅拌装置,加药装置,进水口和出水口;FNA处理单元连接在二沉池底部与第一厌氧池之间。

[0009] 应用所述装置的方法,其特征在于:

[0010] 第一厌氧池经进水泵抽取水箱中的城市生活污水,污泥回流泵从沉淀池底部抽取的泥水混合液与水泵抽取的CSTR中的泥水混合物同时进入第一厌氧池,第一厌氧池中的出水混合液进去第二厌氧池继续进行厌氧释磷。

[0011] 第一缺氧池出水流入第一缺氧池中,同时好氧池内内回流污泥也流入第一缺氧池中,第一缺氧池中的出水混合液进入第二缺氧池进行反硝化和反硝化除磷。

[0012] 第二缺氧池中的出水混合液进入第一好氧池,因为在侧流污泥经过FNA处理后NOB受到了抑制,在污泥龄控制的作用下活性污泥中的NOB逐渐得到了淘洗,从而在主流A²/O反应器中富集了大量的AOB,NH₄⁺-N被AOB菌氧化为NO₂⁻-N实现了短程硝化,同时进行好氧吸磷。

[0013] 第一好氧池中的出水混合液进去第二好氧池中充分地进行短程硝化和好氧吸磷反应。第二好氧池出水进入二沉池和以200%-300%的比例回流进入第一缺氧池中。回流污泥通过蠕动泵按75-100%的比例回流至第一厌氧池。

[0014] A²/O反应器设计水力停留时间为8-10h,控制污泥停留时间为15-20d,FNA处理单元水力停留时间HRT为12-24h,出水泥水混合物回流至第一厌氧池在CSTR反应器中投加亚硝酸盐,且初始NO₂⁻-N=300-550mg·L⁻¹;在CSTR反应器中进行缺氧搅拌,并通过投加HCl和NaOH溶液控制反应器的pH=6.0±0.05。

[0015] 主反应器为传统A²/O工艺,由厌氧池、缺氧池和好氧池组成,体积比为2:3:4,反应器总有效容积为54L。第一厌氧池设有进水口,第一隔板下部设有第一出水孔,连通第一厌氧池和第二厌氧池。第二隔板上方设有出水孔,连通第二厌氧池和第一缺氧池,从而避免了缺氧池和厌氧池之间返混,确保了较好的厌氧环境。第三隔板下部设有出水孔,连通第一缺氧池和第二缺氧池。第四隔板中部设有出水孔,连通第二缺氧池和第一好氧池。第五隔板下部设有出水孔,连通第一好氧池和第二好氧池。第二好氧池的泥水混合液通过溢流口进入二沉池,进行泥水分离。二沉池设有出水管和污泥回流孔,用软管连接第一厌氧池的污泥回流孔,回流污泥通过蠕动泵按75-100%的比例回流至第一厌氧池。厌氧和缺氧池设有搅拌装置,好氧池设有曝气装置。第一缺氧池设有内回流进水孔,第二好氧池设有内回流出水孔,用软管连接,将泥水混合物按200-300%的比例回流进入第一缺氧池。其中进水、出水和回流系统均采用蠕动泵,曝气系统由气泵通过硅胶管与粘砂块连接而成。

[0016] 第一厌氧池:经进水泵抽取水箱中的城市生活污水,污泥回流泵从沉淀池底部抽取的泥水混合液与水泵抽取的CSTR中的泥水混合物同时进入第一厌氧池,在搅拌器的搅拌作用下,反硝化细菌利用原水中的有机物将两种回流污泥中所携带的硝态氮转化成N₂,;聚

磷菌利用有机物水解得到的挥发性有机酸(VFAs)进行厌氧释磷反应,在胞内合成一定量的有机颗粒PHA,并释放出大量的溶解性磷酸盐。

[0017] 第二厌氧池:第一厌氧池中的出水混合液进去第二厌氧池继续进行厌氧释磷。

[0018] 第一缺氧池:含有大量磷酸盐的出水流入第一缺氧池中,在反硝化聚磷菌的作用下,同时好氧池内含有大量亚硝酸盐的内回流污泥也流入第一缺氧池中,在缺氧池中发生反硝化反应同时还有部分反硝化除磷反应,进而将内回流污泥中的亚硝酸盐还原为 N_2 ,并将溶解性磷酸盐物质进行吸收,从而大大减少了系统脱氮除磷对于有机碳源的要求。对于低碳源城市污水而言,可以充分利用其原有碳源而无需外加碳源,节省了污水处理过程中外碳源投加的费用。

[0019] 第二缺氧池:第一缺氧池中的出水混合液进入第二缺氧池中充分地进行反硝化和反硝化除磷。

[0020] 第一好氧池:第二缺氧池中的出水混合液进入第一好氧池,因为在侧流污泥经过FNA处理后NOB受到了抑制,在污泥龄控制的作用下活性污泥中的NOB逐渐得到了淘洗,从而在主流 A^2/O 反应器中富集了大量的AOB, NH_4^+-N 被AOB菌氧化为 $NO_2^- - N$ 实现了短程硝化,同时进行好氧吸磷。

[0021] 第二好氧池:第一好氧池中的出水混合液进去第二好氧池中充分地进行短程硝化和好氧吸磷反应。出水进入二沉池和以200%-300%的比例回流进入第一缺氧池中。

[0022] FNA处理单元采用有效容积为20L的CSTR反应器,设有搅拌装置,加药装置,进水口和出水口,加药装置由蠕动泵和FNA储备瓶组成。

[0023] 本发明的技术原理在于:高浓度FNA对NOB的抑制作用大于对AOB。高浓度FNA的环境可以抑制NOB的生长,在污泥龄控制的作用下逐渐淘洗活性污泥中的NOB,从而回流到主流 A^2/O 反应器的活性污泥中NOB较少,从而在主流 A^2/O 反应器中实现短程硝化。

[0024] 本发明利用高浓度FNA处理单元实现城市污水短程硝化与现有的短程硝化实现技术相比,具有如下特点:

[0025] 1.在连续流中实现短程,处理方法简单,无需加热或实时控制,只需在普通 A^2/O 反应器外加设一个CSTR处理单元;

[0026] 2.经济投入成本低,无需外加碳源,无需加热费用等;

[0027] 3.污泥的沉淀性能不会受到影响。具有良好的沉淀效果。

[0028] 4.除磷脱氮同步进行,FNA处理单元的添加并不会影响除磷效果。

[0029] 本发明适用于新建的或需改造的 A^2/O 工艺,可以实现低碳源城市污水短程硝化。

附图说明

[0030] 图1为本发明的装置结构示意图:

[0031] 图中:1为进水管、2为放空管、3为进水箱、4为进水泵、5为搅拌器、6为第一厌氧池、7为第二厌氧池、8为第一缺氧池、9为第二缺氧池、10为第一好氧池、11为第二好氧池、12为气体流量计、13为鼓风机、14为曝气头、15为二沉池、16为出水管、17为剩余污泥管、18为回流泵、19为FNA处理单元、20为回流泵、21为污泥回流泵、22为内回流泵、23为加药泵、24为FNA储备瓶、25为第一隔板、26为第二隔板、27为第三隔板、28为第四隔板、29为第五隔板。

[0032] 图2为本发明装置处理前后系统的脱氮除磷性能图。

[0033] 图3为本发明装置处理前后系统的亚硝酸盐积累率变化图。

具体实施方式

[0034] 以下结合附图和技术方案对本发明做进一步详细的说明。

[0035] 参照图1所示为一种通过A²/O结合FNA处理单元实现低碳源城市污水短程硝化装置的示意图,其中,水箱(2)设有进水管(1)和放空管(3),A²/O的厌氧池、缺氧池通过搅拌器(5)搅拌混匀;好氧池中有曝气系统;二沉池(15)设有出水口(16)、剩余污泥排出口(17);FNA处理单元(19)是一个CSTR反应器,同时设有搅拌装置(5)。

[0036] 主反应器为传统A²/O工艺,由厌氧池、缺氧池和好氧池组成,体积比为2:3:4,反应器总有效容积为54L。

[0037] 参照图1所示的试验装置,按照如下步骤实现城市污水的短程硝化:

[0038] (1) 在A²/O反应器的侧流按图1方式加入FNA处理单元。部分污泥由二沉池进入FNA处理单元,FNA处理单元为CSTR反应器,它的设计水力停留时间为12-24h,在CSTR反应器中投加亚硝酸盐,且初始NO₂⁻-N=300-550mg·L⁻¹(FNA=0.75-1.50mg HNO₂-N·L⁻¹)。在反应器中进行缺氧搅拌,并通过投加0.5mol·L⁻¹HCl和NaOH溶液控制反应器的pH=6.0±0.05。处理污泥在蠕动泵的作用下回流至第一厌氧池。

[0039] (2) 城市污水进入第一厌氧池,同时二沉池回流污泥和FNA处理单元回流污泥进入第一厌氧池;后流入第二厌氧池,在厌氧池中聚磷菌进行厌氧释磷反应,并去除COD,合成有机颗粒PHA。含有大量磷酸盐的出水流入缺氧池,同时好氧池内含有大量亚硝酸盐的回流污泥流入第一缺氧池,并在缺氧池中进行反硝化同时还有部分反硝化除磷反应,将回流污泥中大量的亚硝酸盐还原为N₂,所以消耗的COD较少,实现“一碳两用”,对于低碳源的城市污水可以充分利用其碳源无需外加碳源,节省了外加碳源的费用。在好氧池中,因为在侧流污泥经过FNA处理后,NOB受到了抑制,在污泥龄控制的作用下逐渐淘洗活性污泥中的NOB,从而在主流A²/O反应器中富集了大量的AOB,NH₄⁺-N被AOB菌氧化为NO₂⁻-N实现了短程硝化,同时进行好氧吸磷。通过二沉池剩余污泥的排出完成对磷的去除。主流区A²/O工艺的设计水力停留时间(HRT)为8-10h,污泥停留时间(SRT)为15-20d。二沉池的部分回流污泥进入FNA处理单元(CSTR反应器)进行选择性的抑制处理,缺氧搅拌,侧流区的设计HRT为12-24h,泥水混合物回流至第一厌氧池。

[0040] 下面结合具体的实例对本发明中所述的方案作进一步介绍:

[0041] 以A²/O全程污泥为实验对象,以某大学家属区排放的实际生活污水为试验用水(COD=289.6~343.7mg/L,NH₄⁺-N=55.30~67.11mg/L),具体的FNA处理前后系统的脱氮除磷性能、亚硝酸盐积累率变化情况分别如图2和图3所示。由图2可见,缺氧FNA处理前,系统的平均氨氮去除负荷达到3.24~4.32g NH₄⁺-N/L·d,平均亚硝酸盐积累率仅为0.96~5.48%,此时系统的硝化反应以全程硝化为主,AOB在系统中并不占优势。通过在侧流加入缺氧FNA处理单元,并将污泥龄控制在15-20天,不断淘洗系统中的NOB,致使系统中的硝化菌群发生了较大的变化,出现了明显的亚硝积累,最大积累率为86.69%。在不加侧流反应器的情况下重新启动反应器,恢复运行后,系统的硝化性能得到了恢复,达到了未加入侧流FNA之前的硝化水平。故而说明系统通过加入缺氧FNA处理单元后出现了亚硝酸盐的积累,实现了短程硝化。加入侧流反应器之前磷的去除率为72.53~92.60%。加入侧流反应器后

磷的去除率为88.63~93.65%。由此可见污泥的沉降性能并未受到影响,除磷能力也并未受到影响。

[0042] FNA对污泥的性能和除磷效果并没有较大的影响,由图3可知,加入侧流反应器之前的SVI为78.02~108.74ml/g。加入侧流反应器后的SVI为80.59~112.94ml/g,污泥的沉降性能并未受到影响。

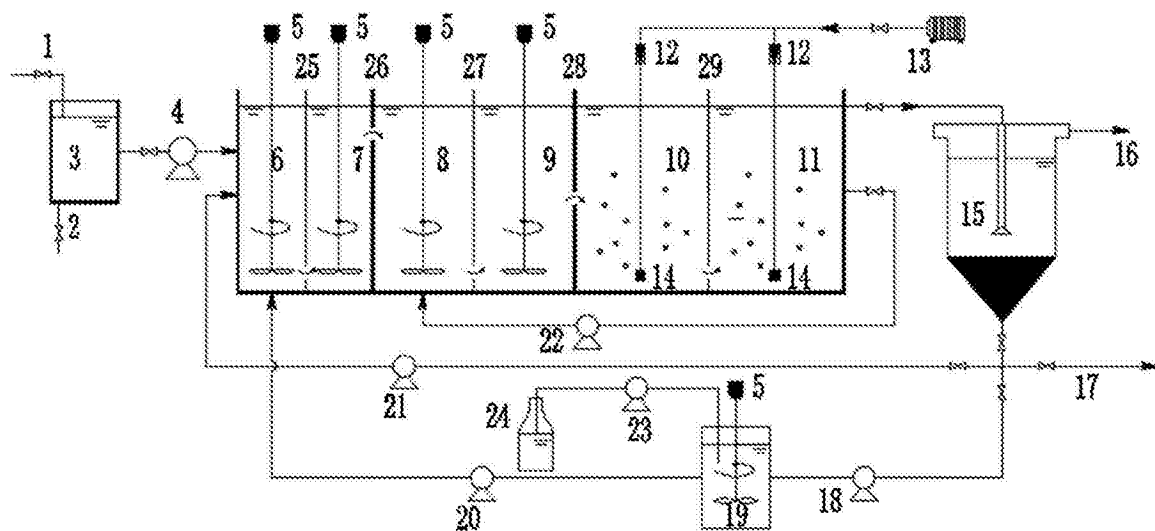


图1

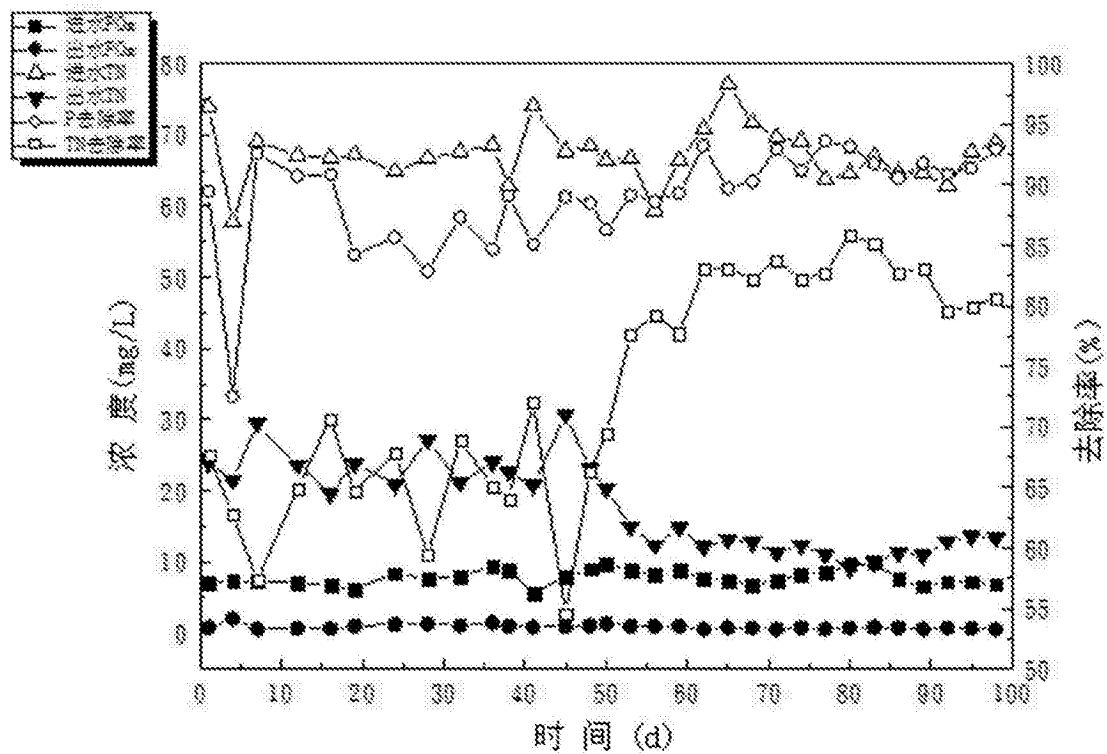


图2

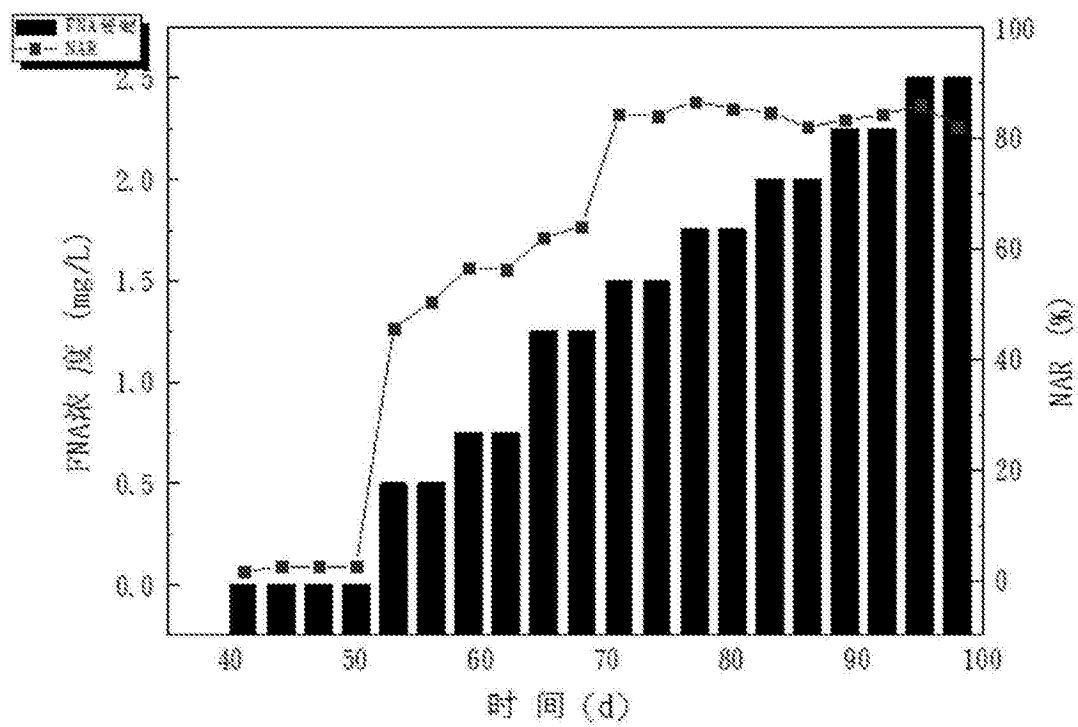


图3