



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103539322 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 29

(21) 申请号 201310547198. 0

(22) 申请日 2013. 11. 06

(71) 申请人 北京市市政工程设计研究总院

地址 100082 北京市海淀区西直门北大街
32 号 3 号楼

申请人 昆明滇池投资有限责任公司
昆明滇池水务股份有限公司

(72) 发明人 邵辉煌 李艺 郭玉梅 方先金
赵思东 吴毅晖 顾升波 万太寅
唐思奇

(74) 专利代理机构 北京万科园知识产权代理有
限责任公司 11230

代理人 刘俊玲 张亚军

(51) Int. Cl.

C02F 9/14 (2006. 01)

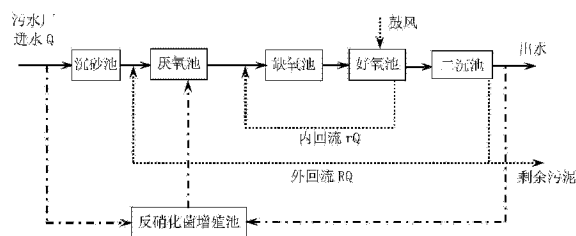
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种污水脱氮、除磷的方法及其专用设备

(57) 摘要

本发明涉及一种污水的脱氮、除磷方法,是将部分污水厂进水直接进入反硝化菌增殖池,经反硝化菌增殖后,将反硝化菌增殖池中的混合液加入厌氧池。本发明所述的方法能够显著提高污水厂的反硝化脱氮效果。与此同时,将反硝化菌加入厌氧池中,能够加速活性污泥对回流污泥中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的反硝化脱除速度,在厌氧池中形成严格的厌氧环境,有利于活性污泥的厌氧好氧生物除磷,提高污水厂的生物除磷效果。本发明还提供所述的方法专用的设备,按污水流动方向依次包括沉砂池、厌氧池、缺氧池、好氧池、二沉池,其中,还包括反硝化菌增殖池,反硝化菌增殖池与污水厂进水管和厌氧池连通。



1. 一种污水的脱氮、除磷方法,其特征在于:部分污水厂进水直接进入反硝化菌增殖池,经反硝化菌增殖后,将反硝化菌增殖池中的混合液加入厌氧池。

2. 权利要求1所述的脱氮、除磷方法,其特征在于:在反硝化菌增殖池中创造有利于反硝化菌繁殖的生活环境,在反硝化菌增殖池中反硝化菌利用有机物和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 进行繁殖,使得在反硝化菌增殖池中反硝化菌成为优势菌属。

3. 权利要求1或2所述的脱氮、除磷方法,其特征在于:将硝化作用已经完成的部分二沉池出水引入反硝化菌增殖池。

4. 权利要求1所述的脱氮、除磷方法,其特征在于:直接进入反硝化菌增殖池的为少部分污水厂进水。

5. 权利要求1所述的脱氮、除磷方法,其特征在于:其余部分污水依次进入生化池,并通过污泥回流和混合液回流,在生化池中完成有机物碳化、氨氮硝化、反硝化脱氮和厌氧好氧除磷;所述生化池包括厌氧池、缺氧池、好氧池。

6. 权利要求1所述的脱氮、除磷方法,其特征在于:污水厂生物脱氮率可以达到

$$\eta = \frac{r + R}{r + R + 1}, \text{出水 TN 优于一级 A; 二级生物处理系统出水 TP 能够直接达到一级 A,}$$

不超过 0.5mg/L。

7. 一种权利要求1所述生物脱氮、除磷方法专用的设备,按污水流动方向依次包括沉砂池、厌氧池、缺氧池、好氧池、二沉池,其特征在于:还包括反硝化菌增殖池,反硝化菌增殖池与污水进水管和厌氧池连通。

8. 权利要求7所述的设备,其特征在于:反硝化菌增殖池还与二沉池连通。

一种污水脱氮、除磷的方法及其专用设备

技术领域

[0001] 本申请涉及城镇生活污水处理领域。具体涉及一种提高污水脱氮、除磷效果的方法,及其专用设备。

背景技术

[0002] 我国现有城镇污水厂 3700 余座,总处理能力达 1.5 亿 m^3/d ,实际处理总量约 1.3 亿 m^3/d 。城镇生活污水中的污染物主要包括有机物(以 COD_{Cr} 、 BOD_5 表示)、N 污染物(以 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN 表示)、P 污染物、SS 等。现有技术中一般采用二级活性污泥法处理城镇生活污水,主要工艺为 A^2O 、氧化沟、SBR,污水中的有机物、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 比较容易去除,经过二级处理后,出水有机物、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 能够达到地表 IV 类水体要求;P 污染物、SS 经二级处理后,再经过深度处理(加药絮凝+过滤),出水 TP 能够达到地表 IV 类水体要求,出水 SS 含量低、表观性状良好;TN 去除率与回流量有关,一般地,当回流量(含内回流 rQ 和外回流 RQ)为 $(r+R)Q$ 时,从理论上分析, TN 去除率 $\eta = \frac{r+R}{r+R+1}$,但是大量污水厂的实际运行结果表明,经过优化运行后,污水厂

出水 TN 约 $11 \pm 3\text{mg/L}$,能够达到一级 A ($\leq 15\text{mg/L}$),但脱氮率无法达到 $\eta = \frac{r+R}{r+R+1}$,出水 TN 仍然偏高。

[0003] 污水厂出水 TN 较高,属于超富营养类型,不利于保持和改善城市水环境,采用这样的再生水补充城市河湖,容易造成水体水质恶化,水体富营养化现象时有发生,为此,许多城市通过提标改造,增建生物脱氮深度处理设施,用来降低出水 TN。二级污水厂后续生物脱氮设施不仅增加了工程投资,工艺流程冗长、占地面积大、管理繁杂,而且由于城镇生活污水中的有机物在二级处理时已经被去除,深度处理生物脱氮时必然要求外加碳源,导致生产再生水的成本高昂。

[0004] 资料表明,我国城镇生活污水碳氮比($\text{COD}_{\text{Cr}}:\text{TN}$)在 7 左右,远低于活性污泥系统所要求的 $\text{COD}_{\text{Cr}}:\text{TN}:\text{TP}=100:5:1$;行业内普通观点认为导致污水厂脱氮率低下的原因在于污水碳氮比太低,反硝化碳源不足,尤其是在污水厂 A 池中,活性污泥通过吸附作用,将 A 池末端有机物降至最低,这种表象进一步“证明”了反硝化碳源不足。但是本发明人经过大量研究发现,碳氮磷比 $\text{COD}_{\text{Cr}}:\text{TN}:\text{TP}=100:5:1$ 是利用微生物增殖、降解有机物净化污水的普遍要求,而反硝化菌增殖、降解有机物所需碳氮比为 3.7,低于城镇生活污水碳氮比,污水中的碳源能够满足反硝化脱氮所需,且活性污泥在 A 池中并没有生物降解有机物,只是吸附了大量有机物。现有脱氮除磷污水厂脱氮率低下的真正原因在于,在活性污泥系统中反硝化菌的生存竞争能力较弱,在与其它细菌的竞争中处于弱势地位,使得活性污泥系统中反硝化菌的数量较少,削弱了活性污泥的脱氮能力。

发明内容

[0005] 本发明的目的是,提供一种污水的生物脱氮、除磷方法,充分利用污水中的有机

物作为反硝化碳源,降低污水厂出水 TN、提高脱氮率,并通过提高活性污泥对回流污泥中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的反硝化脱除效果,在厌氧池中形成严格的厌氧环境,增强活性污泥通过厌氧好氧过程进行生物除磷的效果。

[0006] 本发明的上述目的是通过以下技术方案实现的:

[0007] 提供一种污水的生物脱氮、除磷方法,包括:部分污水厂生化池进水和部分二沉池出水进入反硝化菌增殖池,经反硝化菌增殖后,将反硝化增殖池中的混合液加入厌氧池。

[0008] 如上所述的生物脱氮、除磷方法,优选在反硝化菌增殖池中创造有利于反硝化菌繁殖的生活环境,在反硝化菌增殖池中反硝化菌利用有机物和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 进行繁殖,使得在反硝化菌增殖池中反硝化菌成为优势菌属。

[0009] 如上所述的生物脱氮、除磷方法,优选将硝化作用已经完成的部分二沉池出水引入反硝化菌增殖池。

[0010] 如上所述的生物脱氮、除磷方法,优选直接进入反硝化菌增殖池的为少部分污水进水。

[0011] 如上所述的生物脱氮、除磷方法,优选其余部分污水依次进入生化池,并通过污泥回流和混合液回流,在生化池中完成有机物碳化、氨氮硝化、反硝化脱氮和厌氧好氧除磷;所述生化池包括厌氧池、缺氧池、好氧池。

[0012] 本发明还提供所述生物脱氮、除磷方法专用的设备,按污水流动方向依次包括沉砂池、厌氧池、缺氧池、好氧池、二沉池,还包括反硝化菌增殖池,反硝化菌增殖池与污水进水管和厌氧池连通。

[0013] 如上所述的污水的脱氮、除磷设备,优选反硝化菌增殖池还与二沉池连通。

[0014] 如上所述的生物脱氮、除磷方法,彻底去除回流污泥和回流混合液中的 $\text{NO}_3\text{-N}$,降低污水厂出水 TN、提高污水厂脱氮率,使污水厂脱氮率达到 $\eta = \frac{r + R}{r + R + 1}$;考虑到污水厂

通过排除剩余污泥去除 TN,污水厂的实际脱氮率会优于 $\frac{r + R}{r + R + 1}$ 。

[0015] 如上所述的生物脱氮、除磷方法,将反硝化菌增殖池中的混合液加入厌氧池中,提高厌氧池中的反硝化效果,在厌氧池中形成严格的厌氧环境,增强聚磷菌的厌氧好氧除磷能力,使污水厂二沉池出水 TN 直接达到一级 A ($\leq 0.5\text{mg/L}$)。

[0016] 本发明的技术方案基于对污水中碳源的科学认识和利用,在不外加碳源、降低电耗的条件下,利用进水中的碳源降低污水厂出水 TN、提高脱氮率、降低二级生物处理系统出水 TP,有利于提高污水厂出水水质、提升生态环境水平,并减少深度处理时絮凝剂投加量、简化运行管理、降低污水厂运行人工费,具有重大的社会效益和环境效益,具体的有益效果是体现在以下几方面:

[0017] 按目前市场价格计算(3000 元/吨),反硝化去除 $\text{TN}=1\text{mg/L}$,外加碳源费用约 0.01 元/ m^3 。我国污水处理量约为 1.3 亿 m^3/d ,则每去除 $\text{TN}=1\text{mg/L}$,外加碳源费用约为 130 万元/ d 、4.75 亿元/年。若二级生物处理时,利用污水碳源提高脱氮率 10%,全国平均降低污水厂出水 $\text{TN}=4\text{mg/L}$,则节省外加碳源费用约为 18.98 亿元/年。

[0018] 利用污水中的碳源提高污水厂脱氮率,将更多的污水碳源用于反硝化脱氮,将减少有机物好氧降解所需供氧量,降低污水厂运行能耗。

[0019] 直接提高二级污水处理系统的脱氮率、降低污水厂出水 TN, 在多数情况下, 无需后续兴建深度处理生物脱氮设施, 能够节省大量的固定资产投资, 并减少占地面积。

[0020] 深度处理时需投加絮凝剂, 絮凝剂投加量由二级生物处理出水中的 SS 和 TP 决定, 当二沉池出水中的 TP 较低时, 能够减少深度处理时絮凝剂的投加量, 降低污水厂运行费用; 并减少深度处理设施产生的化学污泥量、延长运行周期, 有利于安全稳定运行。

[0021] 总之, 我国城镇生活污水处理厂出水 N 指标较高, 污水厂出水的最终出路为天然水体, 导致我国自然水体和人工水体富营养化, 水环境状况持续恶化、生态系统堪忧。为控制和改善水环境状况、提升生态水平, 国家每年需要投入大量的经费。本发明的方法能够直接提高污水厂脱氮率、降低污水厂出水 TN, 有助于改善我国水环境状况, 降低国家在市政、水环境等领域的投入。

[0022] 本发明既可利用现有污水厂设施和设备, 增建或改建反硝化菌增殖池, 提高活性污泥系统中反硝化菌的数量, 大幅度提升污水厂的生物脱氮除磷能力, 也可将本发明用于新建污水厂, 直接提高污水厂出水水质。本发明可在不影响污水厂对其它污染物去除效果的前提下, 提高污水厂的生物脱氮、除磷效果。由于新技术易于实施, 也可用于对现有污水厂升级改造。

附图说明

[0023] 图 1 为本发明具体实施方式的工艺流程图。

[0024] 图 2 为实施例 1 第 1 系列生化池尺寸示意图。

[0025] 图 3 为实施例 1 污水厂对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除效果。

[0026] 图 4 为实施例 1 污水厂对 TN 的去除效果。

[0027] 图 5 为实施例 1 污水厂对 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的去除效果。

[0028] 图 6 为实施例 1 污水厂对 TP 的去除效果。

具体实施方式

[0029] 本发明污水深度生物脱氮、除磷处理技术的具体方案为: 如图 1 所示, 将污水厂进水分二部分, 大部分污水依次进入生化池(含厌氧池、缺氧池、好氧池), 并通过污泥回流和混合液回流, 在生化池中完成有机物碳化、氨氮硝化、反硝化脱氮和厌氧好氧除磷, 少部分污水进入反硝化菌增殖池, 并将硝化作用已经完成的部分二沉池出水引入反硝化菌增殖池, 在反硝化菌增殖池中创造有利于反硝化菌繁殖的生活环境, 在反硝化菌增殖池中反硝化菌利用有机物和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 进行繁殖, 使得在反硝化菌增殖池中反硝化菌成为优势菌属, 然后将反硝化菌增殖池中的混合液加入厌氧池中, 提高污水厂的反硝化脱氮效果。与此同时, 将反硝化菌加入厌氧池中, 能够加速活性污泥对回流污泥中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的反硝化脱除速度, 在厌氧池中形成严格的厌氧环境, 有利于活性污泥的厌氧好氧生物除磷, 提高污水厂的生物除磷效果。

[0030] 实施例 1:

[0031] 1. 试验条件

[0032] 试验研究在昆明市某 A²O 工艺污水厂进行, 该污水厂处理规模为 20 万 m^3/d , 分为 4 个系列生化池, 每个系列的处理规模为 5 万 m^3/d , 生产性试验在第 1 系列进行。第 1 系列生

化池尺寸见图 2,主要工艺运行参数见表 1,生产性试验取样布局见表 2。

[0033] 表 1 污水厂第 1 系列生化池主要工艺运行参数

[0034]

技术参数	取值	技术参数	取值
厌氧池 HRT (h)	2	污泥浓度 (mg/L)	6000
缺氧池 HRT (h)	3	泥龄 (d)	约 25
好氧池 HRT (h)	9	生化池水深 (m)	6
内回流比 r (%)	175	曝气方式	微孔曝气管
外回流比 R (%)	100	DO (mg/L)	变化

[0035] 表 2 生产性试验取样布局

[0036]

样品编号	取样位置	样品编号	取样位置	备注
0#	沉砂池出水	4#	2#廊道末端	除 0#水样不做处理外,其它水样沉淀 10min 后取上清液,过滤后用于测定水质。监测水质指标包括 COD _{Cr} 、TN、NH ₃ -N、TP 等
1#	厌氧池末端	5#	3#廊道末端	
2#	缺氧池末端	6#	4#廊道末端	
3#	1#廊道末端	7#	5#廊道末端	

[0037] 2. 试验结果与分析

[0038] 污水厂对 NH₃-N 的去除效果见图 3,对 TN 的去除效果见图 4,对 NO₃-N 的去除效果见图 5,对 TP 的去除效果见图 6。

[0039] 由图 3 可知,进水 NH₃-N 在 20.8-26.6mg/L,均值 23.92mg/L;好氧池出水 NH₃-N 在 0.12-0.44mg/L,均值 0.21mg/L,稳定达到了地表 IV 类水体要求。对 NH₃-N 的去除率在 98.4-99.5%,均值 99.1%。

[0040] 由图 4 可知,进水 TN 在 35.6-46.4mg/L,均值 40.13mg/L;好氧池出水 TN 在 13.1-17.4mg/L,均值 14.92mg/L,基本达到一级 A。对 TN 的去除率在 53.4-70.0%,均值 62.8%。

[0041] 由图 5 可知,进水 NO₃-N 在 0.218-0.469mg/L,均值 0.335mg/L;厌氧池出水 NO₃-N 在 1.02-6.31mg/L,均值 3.91mg/L;缺氧池出水 NO₃-N 在 5.76-11.8mg/L,均值 7.81mg/L;好氧池出水 NO₃-N 在 11.3-15.6mg/L,均值 13.06mg/L。

[0042] 由图 6 可知,进水 TP 在 5.49-13.5mg/L,均值 6.98mg/L;好氧池出水 TP 在 1.05-1.32mg/L,均值 1.22mg/L,不能达到一级 A。对 TP 的去除率在 76.0-89.7%,均值 84.1%。

[0043] 3. 本发明方法处理后的出水水质

[0044] 采用本发明方法处理城镇生活污水,反硝化菌会彻底地去除缺氧池中的 NO₃-N (仅有少量残留,残留量不超过 0.5mg/L),从而降低污水厂出水 TN,并提高脱氮率。最终,污水厂出水 TN 降低 7.31mg/L 以上,出水 TN 约 7.61mg/L,使得污水厂脱氮率达到 81%。

[0045] 上述昆明市某污水厂厌氧池末端 $\text{NO}_3\text{-N}$ 为 3.91mg/L, 整个厌氧池没有形成严格的厌氧环境, 降低了聚磷菌的生物除磷能力, 致使污水厂二级出水 TP 偏高。采用本发明方法代替原有方法处理过程中, 反硝化菌彻底地去除了厌氧池中的 $\text{NO}_3\text{-N}$, 在厌氧池中形成了严格的厌氧环境, 提高了聚磷菌的生物除磷效果, 使得污水厂二级出水 TP 降低至 0.5mg/L 以下。

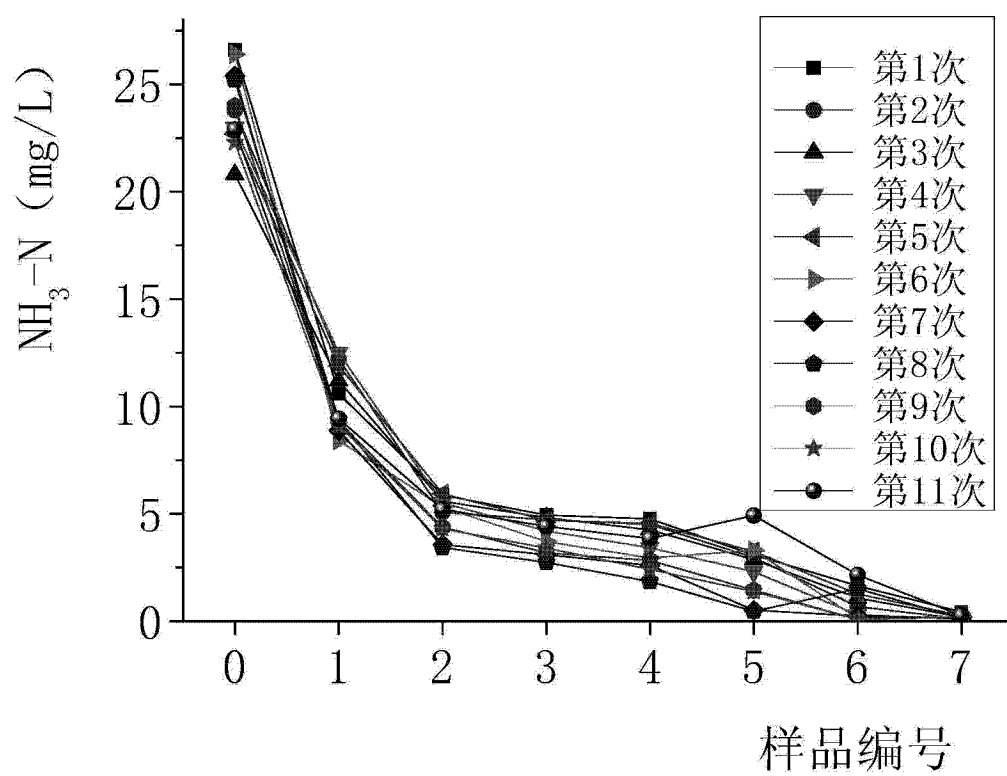


图 3

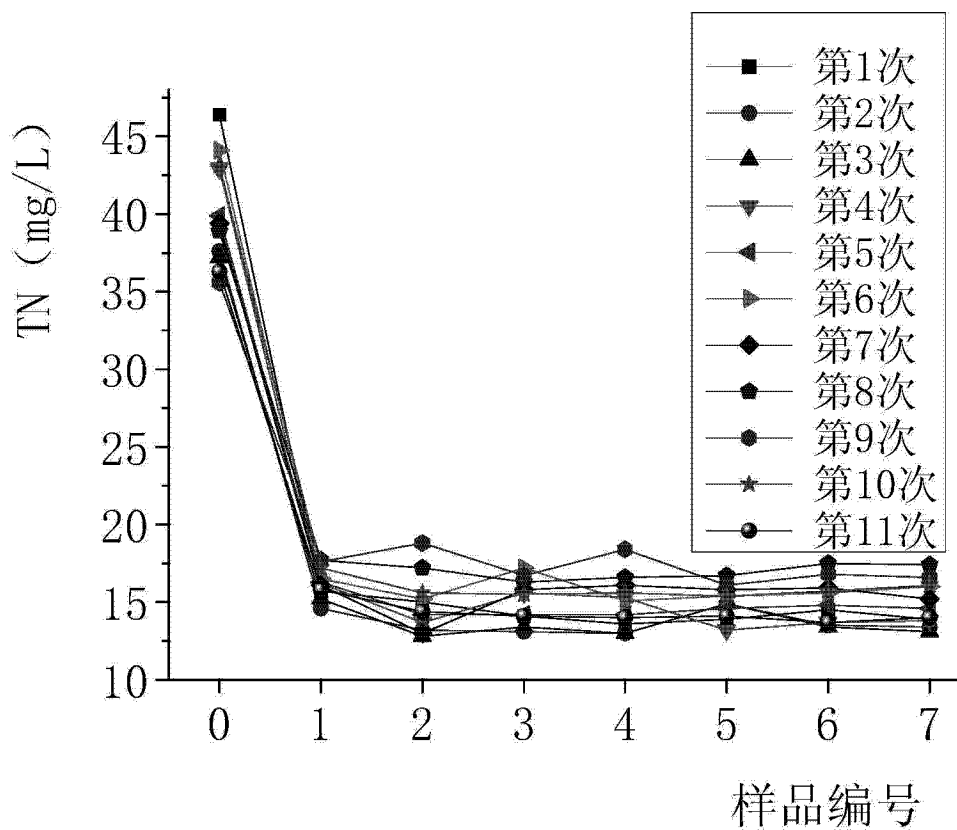


图 4

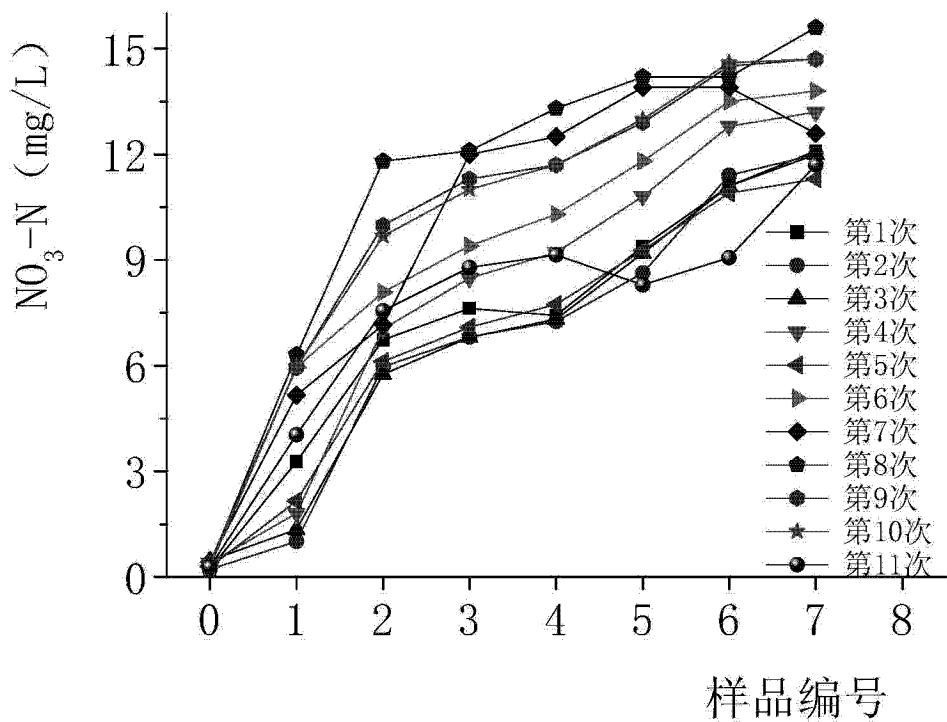


图 5

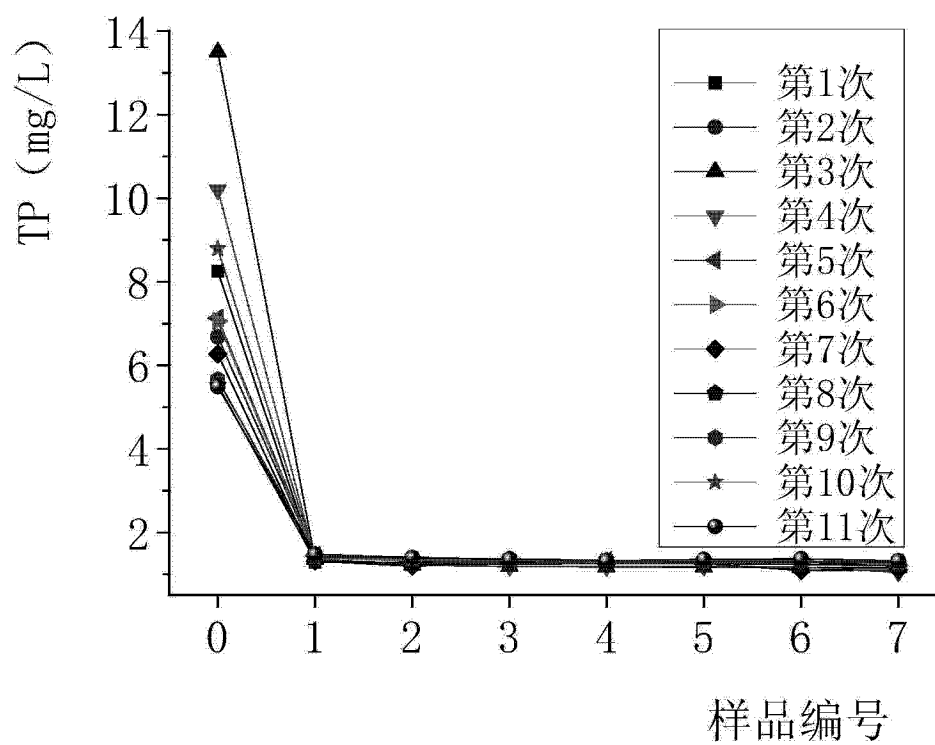


图 6