



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101723552 B

(45) 授权公告日 2011.05.04

(21) 申请号 200910213628.9

(22) 申请日 2009.12.07

(73) 专利权人 广州大学

地址 510006 广东省广州市大学城外环西路
230 号

(72) 发明人 石明岩 余建恒 莫东华 冯兆继
夏耿东 王少林

(74) 专利代理机构 广州市天河庐阳专利事务所
44244

代理人 胡济元

(51) Int. Cl.

C02F 9/14 (2006.01)

C02F 3/30 (2006.01)

(56) 对比文件

EP 1012121 B1, 2000.06.28, 说明书摘要.

CN 101219845 A, 2008.07.16, 说明书实施
例.

CN 1978346 A, 2007.06.13, 说明书实施例.

石明岩等. 粪便污水与城市污水合并处
理脱氮特性. 《合肥工业大学学报(自然科学
版)》. 2009, 第 32 卷 (第 8 期), 1176-1182, 1218.

审查员 刘静

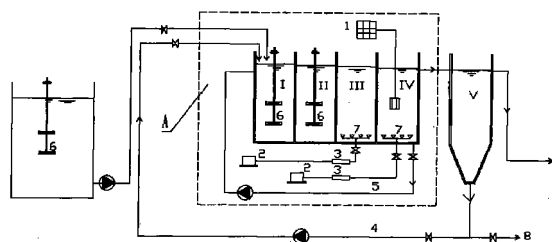
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种垃圾渗滤液的处理方法

(57) 摘要

本发明涉及有生物处理步骤的垃圾渗滤液的处理方法, 该处理方法的主要步骤为: 将分别经格栅和沉砂池预处理后的垃圾渗滤液和粪便污水通入调节池混合, 加水稀释后在混合液回流和污泥回流下进行生物处理, 生物处理包括一次缺氧处理、一次厌氧处理和两次好氧处理, 主要是对有机化合物、氮化合物等物质进行降解, 经生物处理后的污水通入平流沉淀池进行泥水分离, 污水排出时加入液氯进行在线消毒。本发明垃圾渗滤液的处理方法具有成本低、工艺流程简单、效率高等优点。



1. 一种垃圾渗滤液的处理方法,该处理方法由以下步骤组成:

(1) 预处理

将垃圾渗滤液经间隔为 5mm 的格栅后通入沉砂池并停留 35s;

将 COD 浓度为 13500-20600mg/L、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度为 664-1200mg/L 和 TN 浓度为 835-1500mg/L 的粪便污水经间隔为 10mm 的格栅后通入另一个沉砂池并停留 35s;

(2) 调节水质

将经步骤 (1) 预处理的垃圾渗滤液通入到调节池,先加入经步骤 (1) 预处理的粪便污水以补充碳源和磷源,使垃圾渗滤液的 C/N 比为 4.0 ~ 6.7,再加入相当于垃圾渗滤液和粪便污水总体积的 110 ~ 250 倍的 COD 浓度为 50 ~ 200mg/L、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度为 10 ~ 30mg/L 和 TN 浓度为 12 ~ 33mg/L 的水进行稀释;其中,稀释用水的温度为 22 ~ 30℃;

(3) 生物处理

(3.1) 将经步骤 (2) 调节后的污水通入一体化生物处理装置中进行驯化,该驯化方法为:按一体化生物处理装置的总容积和 2.5g/L 的比例向缺氧池内投入污水处理厂二次沉淀池中的污泥作为接种污泥,并以 20 ~ 30r/min 的转速搅拌进行缺氧处理,缺氧处理后的污水由缺氧池的上部溢入厌氧池,厌氧处理后先溢入一次好氧池,再溢入二次好氧池,在两个好氧池内分别按 2.0 ~ 4.0mg/L 的溶解氧浓度进行曝气后从二次好氧池的上部溢入平流沉淀池进行泥水分离,最后污水由平流沉淀池上部排出;待二次好氧池内的活性污泥的 SV 为 25-30%,SVI 为 150,且镜检出原生动物和后生动物,驯化结束;

(3.2) 驯化结束后进行下述操作投入正常运行:二次好氧池底部的混合污水按通入缺氧池污水流量的 180 ~ 300% 回流至缺氧池;平流沉淀池底部的泥水按通入缺氧池的污水流量的 60 ~ 80% 回流至缺氧池,并维持平流沉淀池底部的活性污泥的泥龄为 20d,多余的污泥从平流沉淀池底部排出;从平流沉淀池排出的污水以每升水 1mg 的比例加入液氯在线消毒;

上述步骤 (3.1) 和 (3.2) 中,所述的一体化生物处理装置由依次相互连通且容积相等的缺氧池、厌氧池、一次好氧池和二次好氧池组成;所述的缺氧、厌氧和好氧处理过程中控制水力停留时间为 9 ~ 11h。

一种垃圾渗滤液的处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及至少有一个生物处理步骤的污水多级处理方法,尤其涉及至少有一个生物处理步骤的垃圾渗滤液的处理方法。

背景技术

[0002] 垃圾渗滤液是指垃圾在堆置过程中由于自身的分解、水分析出、雨水的淋溶以及地表水和地下水的浸入而渗滤出来的污水。当进入填埋场的水和垃圾自身的水分大于蒸发的水分而提供给垃圾一定的湿度时,多余部分的水就从垃圾场中渗滤出来,成为垃圾渗滤液。与其他污水不同,垃圾渗滤液中有机污染物种类繁多,重金属离子和氨氮浓度高。随着填埋时间的延长,垃圾渗滤液的有毒有害物质浓度越来越高、成分越来越复杂、可生化性越来越低,且变化幅度大、变化规律复杂,使得处理难度越来越大。

[0003] 就国内垃圾渗滤液的处理而言,尚存在以下问题:

[0004] 一、处理成本高

[0005] 与城市生活污水相比,垃圾渗滤液的氨氮浓度高出数十至数百倍。一方面,由于高浓度氨氮对生物处理系统有一定的抑制作用;另一方面,由于高浓度的氨氮造成渗滤液中的 C/N 比失调,生物脱氮难以进行,导致最终出水难以达标排放。因此,在高氨氮浓度渗滤液处理工艺流程中,一般先采用氨吹脱,再进行生物处理的工艺流程。目前氨吹脱的主要形式有曝气池、吹脱塔和精馏塔。其中,曝气池吹脱法由于气液接触面积小,吹脱效率低,不适用于高氨氮的垃圾渗滤液的处理;吹脱塔和精馏塔的吹脱法虽然具有较高的去除效率,但具有投资运行成本高,脱氨尾气难以治理的缺点。氨吹脱部分的建设投资约占总投资的 30% 左右,运行成本占总处理成本的 70% 以上。这主要是由于在运行过程中,吹脱前必须将垃圾渗滤液的 pH 值调至 11 左右,吹脱后为了满足生化的需要,需将 pH 值回调至中性,因此在运行过程中需加大量的酸碱调整 pH 值,为了提供一定的气液接触面积,还需要风机提供足够的风量以满足一定的气液比,造成了垃圾渗滤液处理成本的偏高。

[0006] 二、生物处理难度大

[0007] 一般来讲,垃圾渗滤液中的 COD 浓度达到 500 ~ 600mg/L 就无法用生物处理的方式进行处理,因此,即使填埋初期渗滤液的可生化性较好,光靠生物处理也很难将之处理至二级甚至一级标准以下;随着填埋场填埋时间的延长,垃圾渗滤液的生化性降低,在填埋后期,垃圾渗滤液的 BOD/COD 值小于 0.1,甚至出现垃圾渗滤液老化,生物处理的难度则更大。

发明内容

[0008] 本发明所要解决的技术问题在于降低垃圾渗透液的生物处理难度和处理成本。

[0009] 本发明的技术方案如下:

[0010] 一种垃圾渗滤液的处理方法,该处理方法由以下步骤组成:

[0011] (1) 预处理

[0012] 将垃圾渗滤液经间隔为 5mm 的格栅后通入沉砂池并停留 35s;

[0013] 将 COD 浓度为 13500-20600mg/L、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度为 664-1200mg/L 和 TN 浓度为 835-1500mg/L 的粪便污水经间隔为 10mm 的格栅后通入另一个沉砂池并停留 35s；

[0014] (2) 调节水质

[0015] 将经步骤 (1) 预处理的垃圾渗滤液通入到调节池,先加入经步骤 (1) 预处理的粪便污水以补充碳源和磷源,使垃圾渗滤液的 C/N 比为 4.0 ~ 6.7,再于加入相当于垃圾渗滤液和粪便污水总体积的 110 ~ 250 倍的 COD 浓度为 50 ~ 200mg/L、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度为 10 ~ 30mg/L 和 TN 浓度为 12 ~ 33mg/L 的水进行稀释;其中,稀释用水的温度为 22 ~ 30℃;

[0016] (3) 生物处理

[0017] (3.1) 将经步骤 (2) 调节后的污水通入一体化生物处理装置中进行驯化,该驯化方法为:按一体化生物处理装置的总容积和 2.5g/L 的比例向缺氧池内投入污水处理厂二次沉淀池中的污泥作为接种污泥,并以 20 ~ 30r/min 的转速搅拌进行缺氧处理,缺氧处理后的污水由缺氧池的上部溢入厌氧池,厌氧处理后先溢入一次好氧池,再溢入二次好氧池,在两好氧池内分别按 2.0 ~ 4.0mg/L 的溶解氧浓度进行曝气后从二次好氧池的上部溢入平流沉淀池进行泥水分离,最后污水从平流沉淀池上部排出;待二次好氧池内的活性污泥的 SV 为 25-30%,SVI 为 150,且镜检出原生动物和后生动物,驯化结束;

[0018] (3.2) 驯化结束后进行下述操作投入正常运行:二次好氧池底部的混合污水按通入缺氧池的污水流量的 180 ~ 300% (即混合液回流比为 180 ~ 300%) 回流至缺氧池;平流沉淀池底部的泥水按通入缺氧池的污水流量的 60 ~ 80% (即污泥回流比为 60 ~ 80%) 回流至缺氧池,并维持平流沉淀池底部的活性污泥的泥龄为 20d,多余的污泥从平流沉淀池底部排出;从平流沉淀池排出的污水以每升水 1mg 的比例加入液氯在线消毒;

[0019] 上述步骤 (3.1) 和 (3.2) 中,所述的一体化生物处理装置由依次相互连通且容积相等的缺氧池、厌氧池、一次好氧池和二次好氧池组成;所述的缺氧、厌氧和好氧处理过程中控制水力停留时间为 9 ~ 11h。

[0020] 上述步骤 (3.1) 中,所述的 SV (Settling Velocity, SV) 为污泥沉降比,又称 30min 沉降率,即活性污泥和水的混合液在量筒内静置 30min 后所形成沉淀污泥的容积占原混合液容积的百分率;所述的 SVI (Sludge Volume Index, SVI) 为污泥体积指数,是衡量活性污泥沉降性能的指标,该指标是指曝气池混合液经 30min 静沉后,相应的 1g 干污泥所占的容积 (以 mL 计),即 $\text{SVI} = \text{混合液 30min 静沉后污泥容积 (mL)} / \text{污泥干重 (g)}$,亦即 $\text{SVI} = \text{SV}_{30} / \text{MLSS}$ 。SVI 值能较好地反映出活性污泥的松散程度和凝聚沉降性能。良好的活性污泥 SVI 常在 50 ~ 300 之间,SVI 过高的污泥,必须降低污泥浓度才能很好沉降。

[0021] 本发明根据垃圾渗滤液中 COD 和氨氮浓度高,生物脱氮难的水质特征,以粪便污水补充垃圾渗滤液中的碳源和磷源,调节垃圾渗滤液中的碳、氮和磷的比例和各营养盐的浓度,有效地降低了垃圾渗滤液的生物处理难度和处理成本,提高了处理效率。本发明方法包括预处理、调节水质、生物处理和泥水分离四个步骤,其中,预处理步骤主要是截留较大的悬浮物和漂浮物并沉淀比重较大的无机颗粒,生物处理步骤主要是对有机物和氮化合物进行降解。垃圾渗滤液经过格栅、沉砂池和调节池的处理后,能够有效防止生物单元被堵塞、降低生物单元处理的负荷、减少对生物处理系统微生物的抑制影响。生物处理为本发明的主要处理步骤,该步骤利用活性污泥中的各种微生物对污染物进行降解,具体原理如下所述:在缺氧 (不存在分子态溶解氧) 条件下,反硝化菌利用硝酸盐和亚硝酸盐中的 N^{+5} 和

N^{+3} 作为能量代谢中的电子受体被还原成气态氮 (N_2)、 N_2O 或 NO , O^{2-} 作为受氢体生成 H_2O 和 OH^- 碱度, 有机物作为碳源及电子供体提供能量得到氧化稳定; 在厌氧 (没有溶解氧和硝酸盐氮存在) 条件下, 兼性细菌将溶解性 BOD 转化成 VFA_s (低分子发酵产物), 除磷菌获得 VFA , 并将其运送到细胞内, 同化成细胞内碳能源存贮物 (PHB/PHV), 并通过聚磷的水解以及细胞内糖的酵解获得能量, 释放出磷酸盐; 在好氧条件下, 贮磷菌通过 PHB/PHV 的氧化代谢产生能量, 用于将磷酸盐合成聚磷, 并以聚磷酸高能量的形式存贮超出生长需求的能量, 这样, 磷酸盐就从污水中被除去, 与此同时, 亚硝酸菌 (Nitrosomonas) 将氨氮 (NH_4^+ 和 NH_3) 转化为亚硝酸盐, 再由硝酸菌 (Nitrobacter) 将亚硝酸盐氧化成硝酸盐。

[0022] 与现有的垃圾渗滤液处理工艺相比, 本发明具有以下优点:

[0023] 1、投资和运行成本低, 工艺流程简单。本发明方法用粪便污水补充垃圾渗滤液中的碳源和磷源并调节碳、氮和磷的比例, 可将粪便污水纳入该处理系统中统一处理, 省却了粪便污水单独处理的构筑物, 节省了基建投资; 还简化了垃圾渗滤液和粪便污水单独处理时复杂的处理工艺流程, 具有较高的经济价值和实用价值。

[0024] 2、处理效率高。 NH_3-N 的去除一直是垃圾渗滤液处理中难以解决的问题, 常见的垃圾渗滤液处理方法获得的 NH_3-N 、TN、COD 去除率为 70-90%、10-30%、70-90%, 而本发明的方法在出水达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002) 一级 B 排放标准的前提下, 可获得高达 97.3% 的 NH_3-N 去除率、64.6% 的 TN 去除率和 87.7% 的 COD 去除率, 与其他垃圾渗滤液处理方法相比, 本发明方法可同时获得较高的 COD、 NH_3-N 和 TN 去除率, 具有处理效率高的优点。

[0025] 3、本发明所述方法以废治废, 整个过程无需用化学试剂调节水的酸碱度, 有效地避免了二次污染。

[0026] 4、推广和应用价值较高。垃圾渗滤液和粪便污水单独处理方法多因工艺流程复杂, 投资和运行成本高, 很难实际应用, 本发明方法将垃圾渗滤液、粪便污水用统一的系统实现同时处理同时达标, 简单、易行, 具有较高的推广和应用价值。

[0027] 以下结合附图及相关实验和具体实施例对本发明进行进一步详细描述, 以便公众更好地理解本发明所能达到的技术效果。

附图说明

[0028] 图 1(a) 和图 1(b) 分别为不同起始浓度下 NH_3-N 的浓度和去除率与时间的关系曲线, 图 2(a) 和图 2(b) 分别为不同起始浓度下 TN 的浓度和去除率与时间的关系曲线, 图 3(a) 和图 3(b) 分别为不同起始浓度下 COD 的浓度和去除率与时间的关系曲线; 图中, 曲线—x—的稀释比例为 1 : 130; 曲线—□—的稀释比例为 1 : 180; 曲线—▲—的稀释比例为 1 : 250; 曲线—◆—的稀释比例为 1 : 200; 曲线—*—的稀释比例为 1 : 150; 曲线—○—的稀释比例为 1 : 110。

[0029] 图 4 为本发明方法的工艺流程框图。

[0030] 图 5 为本发明生物处理的工艺流程图。

具体实施方式

[0031] 下述试验一、试验二和实施例 1 ~ 6 均在按附图 5 所示的生物处理的工艺流程图

构建的生物处理系统中进行。如图 5 所示,所述的生物处理系统的主要构筑物为一体化生物处理装置 A 和平流沉淀池 V,其中一体化生物处理装置 A 主要由四个容积为 200L 依次相互连通的缺氧池 I、厌氧池 II、一次好氧池 III 和二次好氧池 IV 组成;所述一体化生物处理装置 A 中的缺氧池 I 和厌氧池 II 安装有电动搅拌机 6,二次好氧池内设有溶解氧浓度在线 DO 仪 1,一次好氧池 III 和二次好氧池 IV 底部安装有曝气装置 7,曝气装置 7 上连接有空气转子流量计 3 和空气压缩机 2。

[0032] 试验一:稀释浓度对 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 的去除率的影响

[0033] 1、试验方法

[0034] (1) 预处理

[0035] 取 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 浓度分别为 8500mg/L、2500mg/L 和 2800mg/L 的垃圾渗滤液与 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 浓度分别为 13500mg/L、664mg/L 和 835mg/L 的粪便污水,分别先经间隔为 10mm 的格栅滤除飘浮物,再沉淀 35s 去除沉渣。

[0036] (2) 调节水质

[0037] 往预处理后的垃圾渗滤液中加入经预处理的粪便污水,使混合后的污水中的 C/N(碳/氮)比为 5.5,然后将混合后的污水分成六等份,加入 COD 浓度为 100mg/L、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度为 30mg/L、TN 浓度为 15mg/L 的城市生活污水分别以 1:110、1:130、1:150、1:180、1:200 和 1:250 的稀释比例进行稀释,最后,将每一份稀释后污水的 pH 值调至 7.5,水温调至 26℃。

[0038] (3) 生物处理

[0039] 先将每一份稀释后的污水分别在图 5 所示的一体化生物处理装置 A 中进行如下驯化:按一体化生物处理装置 A 的总容积和 2.5g/L 的比例向缺氧池 I 内投入污水处理厂二次沉淀池中的污泥作为接种污泥,并以 28r/min 的转速搅拌进行缺氧处理,缺氧处理后的污水由缺氧池 I 的上部溢入厌氧池 II,厌氧处理后先溢入一次好氧池 III,再溢入二次好氧池 IV,在两好氧池内分别按 3.0mg/L 的溶解氧浓度进行曝气后从二次好氧池 IV 的上部溢入平流沉淀池 V 进行泥水分离,最后由污水从平流沉淀池 V 上部排出;待二次好氧池内的活性污泥的 SV 为 28%,SVI 为 150,且镜检出原生动物和后生动物,驯化结束。

[0040] 驯化结束后进行下述操作投入正常运行一个月:二次好氧池 IV 底部的混合污水按通入缺氧池 I 的污水流量的 250%回流至缺氧池 I;平流沉淀池 V 底部的泥水按通入缺氧池 I 的污水流量的 70%回流至缺氧池 I,并维持平流沉淀池 V 底部的活性污泥的泥龄为 20d,多余的污泥从平流沉淀池 V 底部排出;从平流沉淀池 V 排出的处理后的污水以每升水 1mg 的比例加入液氯在线消毒。

[0041] 上述步骤中,所述的缺氧、厌氧和好氧处理过程中控制水力停留时间为 10h。

[0042] 2、试验结果

[0043] 每一份水在上述沉淀分离过程中,每隔一小时取一次样,分别检测每一样品的 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 浓度并计算 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 的去除率。

[0044] 然后以时间为横坐标,分别以 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 的浓度以及 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 的去除率为纵坐标分别绘制出每一样品的 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 的浓度及 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 的去除率与处理时间的关系曲线如图 1~图 3 所示。由图 1(a) 和图 2(a) 可知,处理 7 小时后污水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的浓度稳定在 8mg/L 以下、TN 的浓度稳定在 18mg/L 以下,达到《城镇污水处理厂污染

物排放标准》一级 B 标准 ;由图 3(a) 可知,处理 7 小时后污水中 COD 的浓度稳定在 40mg/L 以下,达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》一级 A 标准。由图 1(b)、图 2(b) 和图 3(b) 可知 :1、处理 7 小时后,污水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除率为 74.0-98.1%、TN 的去除率为 50.1-62.3%、COD 的去除率为 77.3-86.4%,其中,以 1 : 200 的稀释比例处理时的 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 的去除率都较高,处理效果较佳 ;2、总体而言,高倍数 (≥ 180 倍) 稀释的处理效果要比低倍数 (< 180 倍) 稀释的处理效果要好,这是因为 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 浓度过高会对微生物产生一定的抑制作用,但由于微生物的硝化与反硝化作用对 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 浓度又有一定的要求,当 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 浓度过低时,其处理效果反而不佳,因此,以 250 倍稀释的处理效果要比以 200 倍和 180 倍稀释的处理效果差。

[0045] 试验二 :生物处理中的工艺参数对 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 的去除率的影响

[0046] 1、试验方案的拟定

[0047] 1.1 选择试验方法

[0048] 本发明所述的生物处理过程所涉及到的试验因素主要是水温、泥龄、水力停留时间、两好氧池溶解氧浓度、污泥回流比和混合液回流比这六大因素,但是,为了减小试验次数,我们根据试验因素的可操控性和对处理效果的影响程度最后选择后四个因素进行正交试验,前两个因素分别固定不变,即水温为 26°C ,泥龄为 20d。

[0049] 1.2 确定试验的因素和水平

[0050] 试验的效率和全面性的是一对矛盾,为达到二者的统一,根据发明者长期从事污水处理的经验所确定的试验因素和水平如下表 1 所示。表 1 中所示的污泥回流比是由平流沉淀池 V 底部向缺氧池 I 回流的回流比 ;表 1 中所示的混合液回流比是由二次好氧池 IV 向缺氧池 I 回流的回流比。

[0051] 1.3 拟定正交试验方案

[0052] 由表 1 可见,本试验是一个四因素三水平的正交试验,因此根据正交试验的设计原则,安排如下表 2 所示的 9 次试验即可代表 3^3 次全面试验。

[0053] 表 1 正交试验的因素水平

[0054]

水平	因素			
	水力停留时间(h)	两好氧池溶解氧浓度(mg/L)	污泥回流比(%)	混合液回流比(%)
1	11	2	60	100
2	9	3	80	200
3	7	4	100	300

[0055] 表 2 正交试验方案

[0056]

试验号	因素			
	水力停留时间(h)	两好氧池溶解氧浓度(mg/L)	污泥回流比(%)	混合液回流比(%)
1	1(11)	1(2)	1(60)	1(100)

[0057]

2	1(11)	2(3)	2(80)	2(200)
3	1(11)	3(4)	3(100)	3(300)
4	2(9)	1(2)	2(80)	3(300)
5	2(9)	2(3)	3(100)	1(100)
6	2(9)	3(4)	1(60)	2(200)
7	3(7)	1(2)	3(100)	2(200)
8	3(7)	2(3)	1(60)	3(300)
9	3(7)	3(4)	2(80)	1(100)

[0058] 2、试验过程

[0059] 2.1 预处理

[0060] 取 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 8500mg/L、2500mg/L 和 2800mg/L 的垃圾渗滤液与 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 13500mg/L、664mg/L 和 835mg/L 的粪便污水，分别先经间隔为 10mm 的格栅滤除飘浮物，再沉淀 35s 去除沉渣。

[0061] 2.2 调节水质

[0062] 往预处理后的垃圾渗滤液中加入经预处理的粪便污水，使混合后的污水中的 C/N(碳/氮)比为 5.5，然后加入相当于垃圾渗滤液和粪便污水总体积的 200 倍的 COD 浓度为 100mg/L、NH₃-N 浓度为 20mg/L、TN 浓度为 15mg/L 的城市生活污水进行稀释，最后，将稀释后污水的 pH 值调至 7.5，水温调至 26℃。

[0063] 2.3 生物处理

[0064] 将调节后的污水分成 9 等份，分别按表 2 所示的方案在图 5 所示的一体化生物处理装置 A 中依次进行缺氧处理、厌氧处理和好氧处理，参见图 5。调节后的污水首先通入缺氧池 I，同时按不同比例加入活性污泥并在搅拌条件下进行缺氧处理，缺氧处理后的污水由缺氧池 I 的上部溢入厌氧池 II，厌氧处理后先溢入一次好氧池 III，再溢入二次好氧池 IV，在两好氧池内分别按不同的溶解氧浓度进行曝气后从二次好氧池 IV 的上部溢出，此时，二次好氧池 IV 底部的混合污水按不同比例回流至缺氧池 I。

[0065] 将每一份经过生物处理的污水分别进行泥水分离，然后，分别检测其 COD、NH₃-N 和 TN 浓度并计算其去除率。

[0066] 按表 2 所示的 9 次试验，每次连续运行 6 天，每隔 1 小时抽检一次处理后的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度，然后进行加权平均，结果如表 3 所示。

[0067] 3、试验结果分析

[0068] 以 NH₃-N、TN、COD 平均去除率指标为评判指标，采用“加权平均法”，根据每项指标的重要性来确定相应的“权”，算出整个试验结果的综合评分进行分析。综合加权评分 = 第一个指标值 * 第一个指标的权 + 第二个指标值 * 第二个指标的权 +，即综合加权评分 = NH₃-N 去除率 * 0.4 + TN 去除率 * 0.4 + COD 去除率 * 0.2。

[0069] 3.1 综合加权评分法的直观分析

[0070] 综合加权评分法的直观分析结果见表 4。

[0071] 表 3 正交试验结果

[0072]

试验号	评判指标		
	NH ₃ -N 平均去除率/%	TN 平均去除率/%	COD 平均去除率/%
1	96.2	50.2	85.9
2	98.4	62.1	88.6
3	99.0	47.6	88.8
4	93.9	42.6	86.6
5	96.2	48.4	87.0
6	96.4	47.1	86.7
7	74.7	44.0	74.3
8	86.8	37.4	71.9
9	90.4	29.7	74.0

[0073] 表 4 综合加权评分法直观分析结果

[0074]

试验号	因素				评判指标			
	A	B	C	D	NH ₃ -N 平均去 除率/%	TN 平均去 除率/%	COD 平均去 除率/%	综合 评分
1	1	1	1	1	96.2	50.2	85.9	75.7
2	1	2	2	2	98.4	62.1	88.6	81.9
3	1	3	3	3	99.0	47.6	88.8	76.4
4	2	1	2	3	93.9	42.6	86.6	71.9
5	2	2	3	1	96.2	48.4	87.0	75.3
6	2	3	1	2	96.4	47.1	86.7	74.7
7	3	1	3	2	74.7	44.0	74.3	62.3
8	3	2	1	3	86.8	37.4	71.9	64.1
9	3	3	2	1	90.4	29.7	74.0	62.8
K1	78.033	69.967	71.500	71.233				
K2	73.933	73.767	72.233	73.000				
K3	63.067	71.300	71.300	70.800				
R	14.966	3.800	0.933	2.200				

[0075] 由表 4 可知,氮和有机物去除综合指标极差大小排序为 $A > B > D > C$,即 A、B、C 和 D 这 4 个指标的重要性顺序依次为:水力停留时间>好氧池溶解氧浓度>混合液回流比>污泥回流比。

[0076] 由表 5 可以看出,水力停留时间 (A)、好氧池溶解氧浓度 (B) 污泥回流比 (C)、混合液回流比 (D) 分别以第一、第二、第二、第二水平为佳,水力停留时间是影响氮和有机物去除综合指标的最关键因素,好氧池溶解氧浓度和混合液回流比次之,污泥回流比影响最小。

[0077] 3.2 综合加权评分法的方差分析

[0078] 综合加权评分法的方差分析结果见表 6。

[0079] 表 5 影响因素最优组合

	因素	水力停留时间	两好氧池溶解氧浓度	污泥回流比	混合液回流比
[0080]	最优水平	1	3	2	2
	最优值	11h	3mg/L	80%	200%
	相对极差	15.0	2.9	0	1.3

[0081] 表 6 综合加权评分法方差分析

	方差来源	离差平方和	自由度	F	F 临界值	显著性
[0082]	A	358.896	2	247.685	$F_{0.01}(2, 2)=99.000$	***
	B	22.302	2	15.391	$F_{0.1}(2, 2)=9.000$	*
	C	1.449	2	1.000		
	D	8.149	2	5.624	$F_{0.1}(2, 2)=9.000$	
	误差	1.45				

[0083] 注 :*** 代表具有高度显著影响 * 代表具有一定影响

[0084] 方差分析结果可知,水力停留时间 (A) 的 F 值为 267.3, 远大于 $F_{0.01}(2, 2)$ 的值, 表明水力停留时间对氮和有机物的去除具有高度显著影响。好氧池溶解氧浓度 (B) 的 F 值为 16.4, 大于 $F_{0.1}(2, 2)$ 的值, 表明好氧池溶解氧浓度对氮和有机物的去除具有一定影响。污泥回流比 (C) 和混合液回流比 (D) 对 TN 去除率影响较小。各因素对氮和有机物去除的显著性排序依次为:水力停留时间、好氧池溶解氧浓度、混合液回流比、污泥回流比, 即 $A > B > D > C$, 与直观分析结果一致。

[0085] 结合综合评分直观分析结果, 确定最优工况: 水力停留时间为 11h, 好氧池溶解氧浓度为 3mg/L, 污泥回流比为 80%, 混合液回流比为 200%。

[0086] 3.3 最优工况分析

[0087] 由 3.1 和 3.2 的分析可知, 水力停留时间对氮和有机物去除具有高度显著影响, 对应最佳水平均为 11h。好氧池溶解氧浓度氮和有机物去除具有高度显著影响, 对应最佳水平为 3mg/L。污泥回流比、混合液回流比对应氮和有机物去除的最佳水平均为 80% 和 200%。

[0088] 故综合分析确定最优工况为: 水力停留时间 8h, 好氧池溶解氧浓度 3mg/L, 污泥回流比 80%, 混合液回流比 250%。

[0089] 实施例

[0090] 例 1

[0091] 参见图 4 和图 5, 本实施例的处理过程如下所述:

[0092] (1) 预处理

[0093] 将垃圾渗滤液经间隔为 5mm 的格栅后通入沉砂池并停留 35s; 将粪便污水经间隔为 10mm 的格栅后通入另一个沉砂池并停留 35s。

[0094] 经过预处理后, 测得垃圾渗滤液的 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 浓度分别为 8500mg/L、2500mg/L 和 2800mg/L, 粪便污水的 COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 和 TN 浓度分别为 13500mg/L、664mg/L 和 835mg/L。

[0095] (2) 调节水质

[0096] 将经过步骤 (1) 预处理的垃圾渗滤液通入到调节池内, 先加入经步骤 (1) 预处理的粪便污水以补充碳源和磷源, 使垃圾渗滤液的 C/N (碳/氮) 比为 5.5, 再加入相当于垃圾渗滤液和粪便污水总体积的 133 倍的 COD 浓度为 50mg/L、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度为 10mg/L、TN 浓度为

12mg/L 的城市生活污水进行稀释,此时调节水温为 26℃;

[0097] (3) 生物处理

[0098] 经调节后的污水在图 5 所示的一体化生物处理装置 A 中进行如下驯化:按一体化生物处理装置 A 的总容积和 2.5g/L 的比例向缺氧池 I 内投入污水处理厂二次沉淀池中的污泥作为接种污泥,并用搅拌器 6 以 28r/min 的转速搅拌进行缺氧处理,缺氧处理后的污水由缺氧池 I 的上部溢入厌氧池 II,厌氧处理后先溢入一次好氧池 III,再溢入二次好氧池 IV,在两好氧池内分别按 3.0mg/L 的溶解氧浓度由空压机 2 经空气转子流量计 3 和微孔 7 泵入空气,曝气后从二次好氧池 IV 的上部溢入平流沉淀池 V 进行泥水分离,最后污水从平流沉淀池 V 上部的排水管 9 排出;待二次好氧池内活性污泥的 SV 为 28%,SVI 为 150,且镜检出原生动物和后生动物,驯化结束。

[0099] 驯化结束后进行下述操作投入正常运行:二次好氧池 IV 底部的混合污水按通入缺氧池的污水流量的 200% (即混合液回流比) 经混合污水回流管 5 回流至缺氧池 I;平流沉淀池 V 底部的泥水按通入缺氧池 I 的污水流量的 80% (即污泥回流比) 经污泥回流管 4 回流至缺氧池 I,并维持平流沉淀池 V 底部的活性污泥的泥龄为 20d,多余的污泥从平流沉淀池 V 底部的排污管 8 排出;从平流沉淀池 V 排出的处理后的污水以每升水 1mg 的比例加入液氯在线消毒。

[0100] 上述步骤中,所述溶解氧浓度由设在二次好氧池 IV 内的在线 DO 仪 1 检测并通过空气转子流量计 3 调节曝气量进行控制;所述的缺氧、厌氧和好氧处理过程中控制水力停留时间为 11h。

[0101] 经过上述 3 个步骤处理后测得出水的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 18.5mg/L、0.71mg/L 和 11.2mg/L, COD、NH₃-N 和 TN 的去除率分别为 87.7%、97.3%和 64.6%。

[0102] 例 2

[0103] 本实施例的垃圾渗滤液的处理流程与实施例 1 的相同,由于所处理垃圾渗滤液 COD、NH₃-N 和 TN 的浓度不同,各步骤中的参数设置略有不同,具体如下所述:

[0104] 经过预处理步骤后,测得垃圾渗滤液的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 10000mg/L、3000mg/L 和 3000mg/L,粪便污水的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 15000mg/L、800mg/L 和 1000mg/L。

[0105] 调节水质步骤中,先加入经预处理的粪便污水以调节垃圾渗滤液的 C/N 比为 4.0,再加入相当于垃圾渗滤液和粪便污水总体积的 250 倍的 COD 浓度为 100mg/L、NH₃-N 浓度为 15mg/L、TN 浓度为 15mg/L 的城市生活污水进行稀释,调节水温为 24℃。

[0106] 生物处理步骤中各参数如下,接种污泥的投入比例为 2.5g/L,搅拌器 6 的转速为 26r/min,两好氧池曝气的溶解氧浓度为 2.0mg/L,污泥回流比为 60%,混合液回流比为 250%,水力停留时间为 11h。

[0107] 本实施处理后测得出水的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 24.2mg/L、1.4mg/L 和 10.9mg/L, COD、NH₃-N 和 TN 的去除率分别为 81.5%、94.7%和 62.2%。

[0108] 例 3

[0109] 本实施例的垃圾渗滤液的处理流程与实施例 1 的相同,由于所处理垃圾渗滤液 COD、NH₃-N 和 TN 的浓度不同,各步骤中的参数设置略有不同,具体如下所述:

[0110] 经过预处理步骤后,测得垃圾渗滤液的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 12000mg/L、

3500mg/L 和 4000mg/L, 粪便污水的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 16000mg/L、900mg/L 和 1100mg/L。

[0111] 调节水质步骤中, 先加入经预处理的粪便污水调节垃圾渗滤液的 C/N 比为 4.5, 再加入相当于垃圾渗滤液和粪便污水总体积的 110 倍的 COD 浓度为 120mg/L、NH₃-N 浓度为 20mg/L、TN 浓度为 20mg/L 的城市生活污水进行稀释, 调节水温为 22℃。

[0112] 生物处理步骤中各参数如下, 接种污泥的投入比例为 2.5g/L, 搅拌器 6 的转速为 22r/min, 两好氧池曝气的溶解氧浓度为 4.0mg/L, 污泥回流比为 80%, 混合液回流比为 180%, 水力停留时间为 9.5h。

[0113] 本实施处理后测得出水的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 26.4mg/L、1.7mg/L 和 14.9mg/L, COD、NH₃-N 和 TN 的去除率分别为 84.5%、93.8% 和 56.5%。

[0114] 例 4

[0115] 本实施例的垃圾渗滤液的处理流程与实施例 1 的相同, 由于所处理垃圾渗滤液 COD、NH₃-N 和 TN 的浓度不同, 各步骤中的参数设置略有不同, 具体如下所述:

[0116] 经过预处理步骤后, 测得垃圾渗滤液的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 15000mg/L、4000mg/L 和 5000mg/L, 粪便污水的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 17000mg/L、1000mg/L 和 1200mg/L。

[0117] 调节水质步骤中, 先加入经预处理的粪便污水调节垃圾渗滤液的 C/N/ 比为 5.0, 再加入相当于垃圾渗滤液和粪便污水总体积的 180 倍的 COD 浓度为 150mg/L、NH₃-N 浓度为 25mg/L、TN 浓度为 25mg/L 的江水进行稀释, 调节水温为 28℃。

[0118] 生物处理步骤中各参数如下, 接种污泥的投入比例为 2.5g/L, 搅拌器 6 的转速为 30r/min, 两好氧池曝气的溶解氧浓度为 2.5mg/L, 污泥回流比为 70%, 混合液回流比为 280%, 水力停留时间为 9h。

[0119] 本实施处理后测得出水的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 22.5mg/L、2.7mg/L 和 13.7mg/L, COD、NH₃-N 和 TN 的去除率分别为 83.9%、90.7% 和 58.5%。

[0120] 例 5

[0121] 本实施例的垃圾渗滤液的处理流程与实施例 1 的相同, 由于所处理垃圾渗滤液 COD、NH₃-N 和 TN 的浓度不同, 各步骤中的参数设置略有不同, 具体如下所述:

[0122] 经过预处理步骤后, 测得垃圾渗滤液的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 20000mg/L、5000mg/L 和 5500mg/L, 粪便污水的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 18000mg/L、1100mg/L 和 1400mg/L;

[0123] 调节水质步骤中, 先加入经预处理的粪便污水调节垃圾渗滤液的 C/N 之比为 6.7, 再加入相当于垃圾渗滤液和粪便污水总体积的 215 倍的 COD 浓度为 150mg/L、NH₃-N 浓度为 28mg/L、TN 浓度为 30mg/L 的河水进行稀释, 调节水温为 30℃;

[0124] 生物处理步骤中各参数如下, 接种污泥的投入比例为 2.5g/L, 搅拌器 6 的转速为 22r/min, 两好氧池曝气的溶解氧浓度为 3.5mg/L, 污泥回流比为 75%, 混合液回流比为 300%, 水力停留时间为 10h。

[0125] 本实施处理后测得出水的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 23.8mg/L、1.4mg/L 和 11.8mg/L, COD、NH₃-N 和 TN 的去除率分别为 85.1%、95.4% 和 60.6%。

[0126] 例 6

[0127] 本实施例的垃圾渗滤液的处理流程与实施例 1 的相同,由于所处理垃圾渗滤液 COD、NH₃-N 和 TN 的浓度不同,各步骤中的参数设置略有不同,具体如下所述:

[0128] 经过预处理步骤后,测得垃圾渗滤液的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 25000mg/L、5500mg/L 和 6000mg/L,粪便污水的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 20600mg/L、1200mg/L 和 1500mg/L;

[0129] 调节水质步骤中,先加入经预处理的粪便污水调节垃圾渗滤液的 C/N 比为 6.0,再加入相当于垃圾渗滤液和粪便污水总体积的 150 倍的 COD 浓度为 200mg/L、NH₃-N 浓度为 30mg/L、TN 浓度为 33mg/L 的湖水进行稀释,调节水温为 25℃;

[0130] 生物处理步骤中各参数如下,接种污泥的投入比例为 2.5g/L,搅拌器 6 的转速为 20r/min,两好氧池曝气的溶解氧浓度为 3.2mg/L,污泥回流比为 65%,混合液回流比为 220%,水力停留时间为 10.5h。

[0131] 本实施处理后测得出水的 COD、NH₃-N 和 TN 浓度分别为 28.6mg/L、1.9mg/L 和 12.8mg/L, COD、NH₃-N 和 TN 的去除率分别为 80.3%、94.1%和 58.8%。

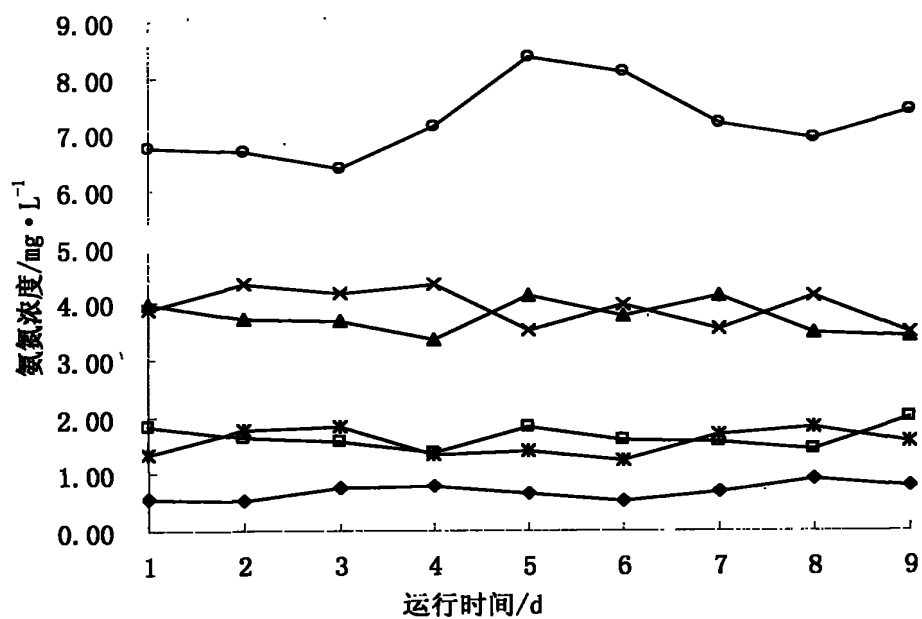


图 1(a)

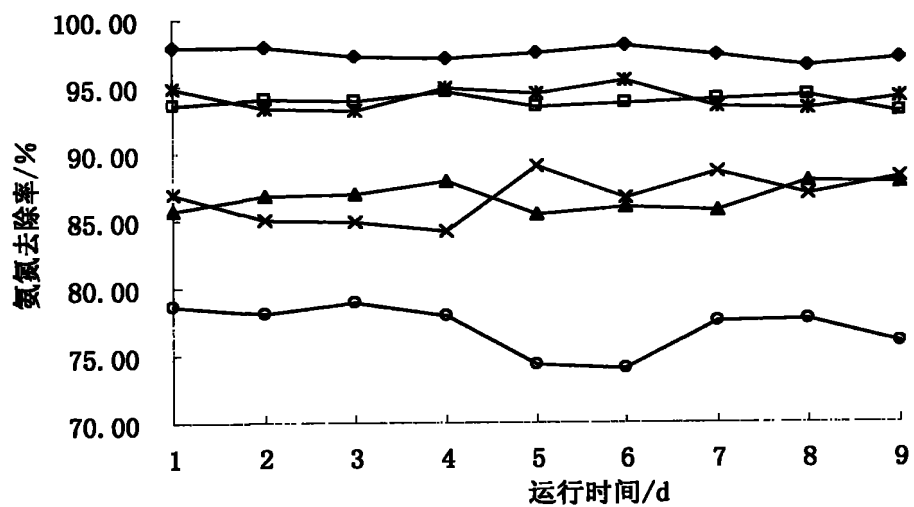


图 1(b)

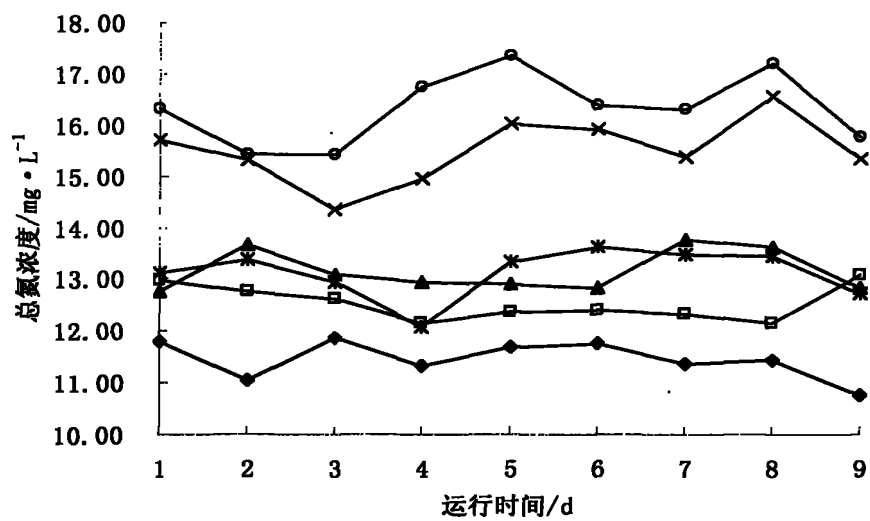


图 2(a)

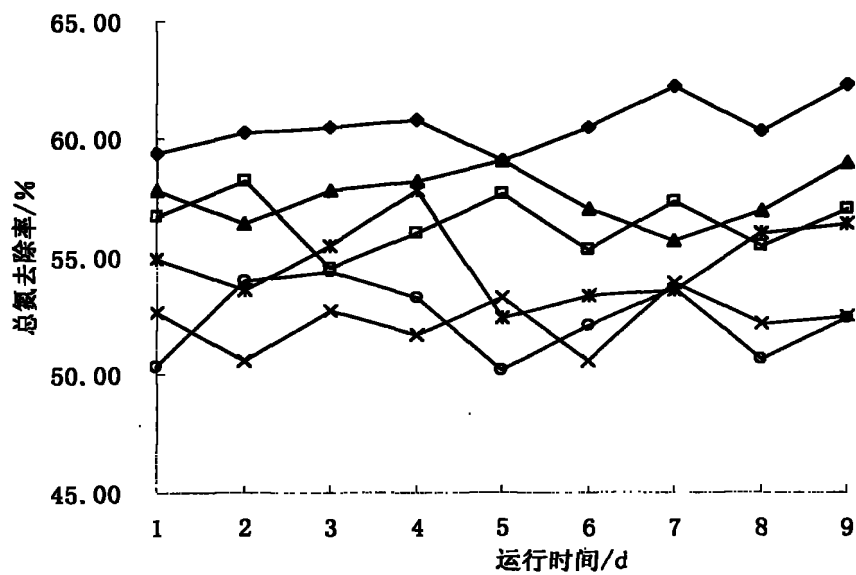


图 2(b)

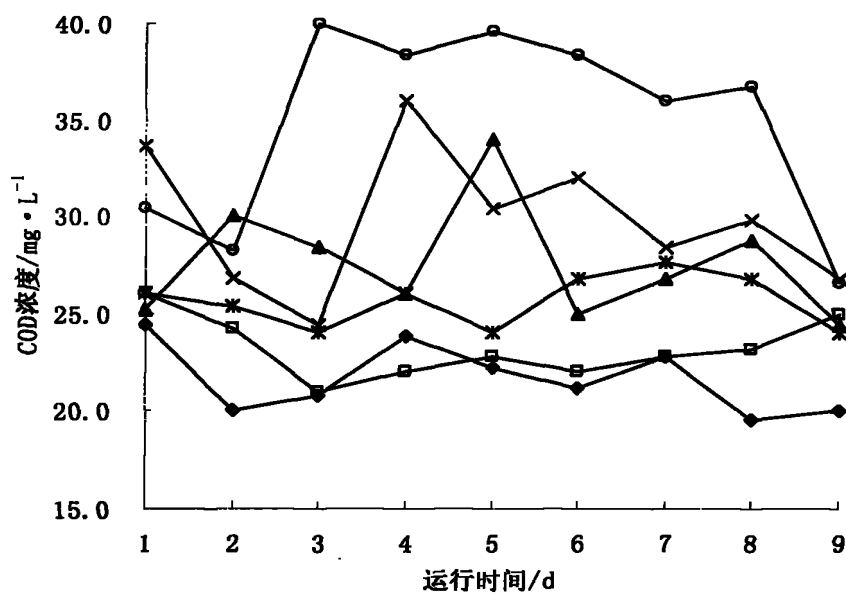


图 3(a)

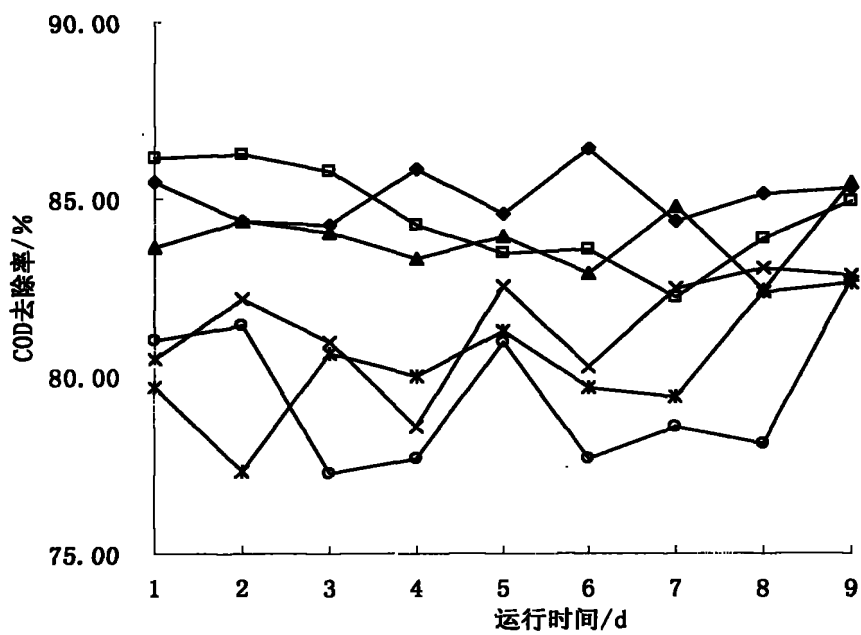


图 3(b)

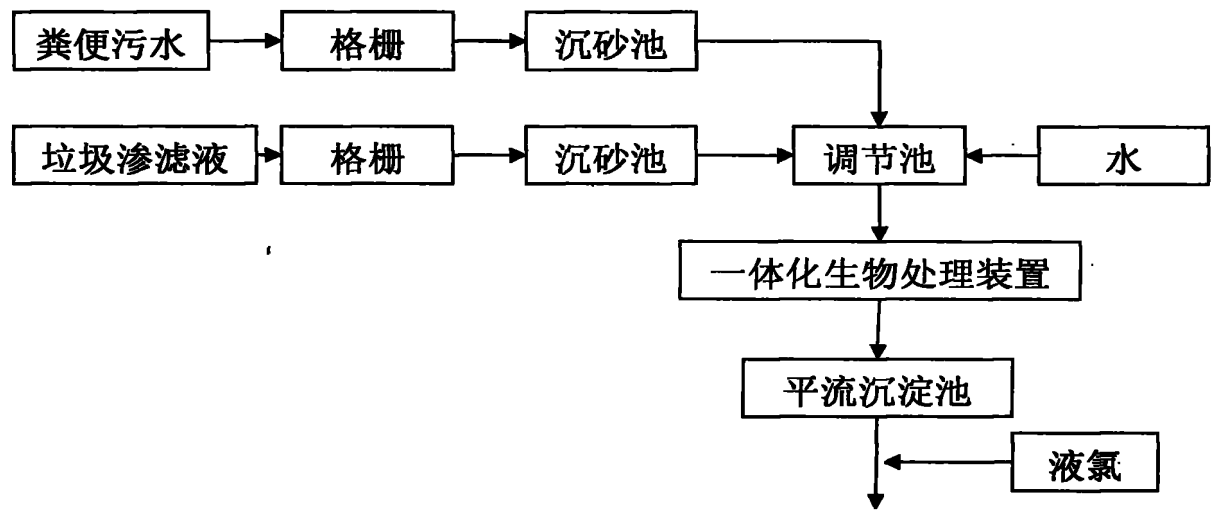


图 4

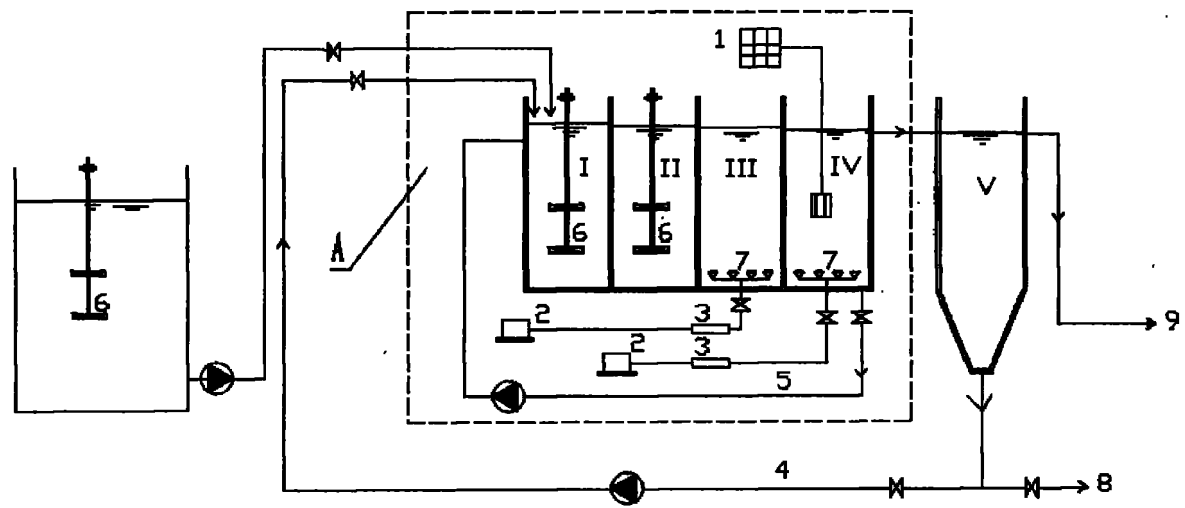


图 5