



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109775845 A

(43)申请公布日 2019.05.21

(21)申请号 201711125036.2

(22)申请日 2017.11.14

(71)申请人 北京天诚同创电气有限公司

地址 100176 北京市通州区经济技术开发区
博兴一路8号1幢

(72)发明人 王景胜 布吉红

(74)专利代理机构 北京市惠诚律师事务所
11353

代理人 逯博

(51)Int.Cl.

C02F 3/12(2006.01)

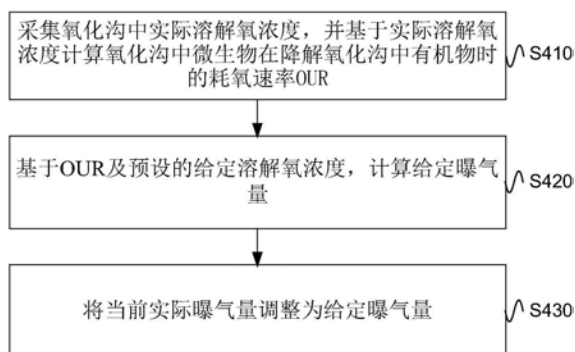
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

污水处理中的曝氧量控制方法与装置

(57)摘要

本发明实施例提供一种污水处理中的曝氧量控制方法与装置,其中,方法包括:采集好氧池中实际溶解氧浓度,并基于实际溶解氧浓度计算好氧池中微生物在降解好氧池中有有机物时的耗氧速率OUR;基于OUR及预设的给定溶解氧浓度,计算给定曝气量,所述给定曝气量为好氧池中微生物在保持以OUR降解有机物,且同时确保好氧池中的溶解氧浓度维持在给定溶解氧浓度的情况下所需的曝气量;将当前实际曝气量调整为所述给定曝气量。本发明提供的方案,能够向好氧池中精确给定曝气量,以维持好氧池中溶解氧浓度为给定值,继而保证污水处理效率,实现精确控制。



1. 一种污水处理中的曝氧量控制方法,其特征在于,包括:

采集好氧池中实际溶解氧浓度,并基于所述实际溶解氧浓度计算所述好氧池中微生物在降解所述好氧池中有机物时的耗氧速率OUR;

基于所述OUR及预设的给定溶解氧浓度,计算给定曝气量,所述给定曝气量为所述好氧池中微生物在保持以所述OUR降解有机物,且同时确保所述好氧池中的溶解氧浓度维持在所述给定溶解氧浓度的情况下所需的曝气量;

将当前实际曝气量调整为所述给定曝气量。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于所述OUR及预设的给定溶解氧浓度,计算给定曝气量包括:

基于所述OUR及预设的给定溶解氧浓度,利用好氧池中溶解氧浓度处于稳态时氧的质量守恒原理,计算所述给定曝气量。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述给定溶解氧浓度为所述氧化沟的外沟给定溶解氧浓度,

所述基于所述OUR及预设的给定溶解氧浓度,利用好氧池中溶解氧浓度处于稳态时氧的质量守恒原理,计算所述给定曝气量包括:

根据:

$$Q_{air} = \left\{ \left(OUR - \frac{Q_{in} * DO_M - Q_{out} * DO_O}{V} \right) * \frac{60}{1000 * (C_{\infty} - DO_O) * \theta^{(T-20)} * K1} \right\}^{\frac{1}{K2}} * A$$

计算曝气量 Q_{air} 作为所述给定曝气量,

其中, Q_{in} 、 Q_{out} 分别为所述好氧池的入水流量和出水流量, DO_M 、 DO_O 分别为氧化沟的中沟溶解氧浓度、外沟溶解氧浓度, V 、 A 分别为氧化沟的外沟体积和表面积, C_{∞} 为污水中的饱和溶解氧浓度, $K1$ 、 $K2$ 为常量参数。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

预先获取所述氧化沟中溶解氧浓度处于稳态时氧化沟的中沟溶解氧浓度、外沟溶解氧浓度和曝气量的实测值,

根据所述:

$$Q_{air} = \left\{ \left(OUR - \frac{Q_{in} * DO_M - Q_{out} * DO_O}{V} \right) * \frac{60}{1000 * (C_{\infty} - DO_O) * \theta^{(T-20)} * K1} \right\}^{\frac{1}{K2}} * A$$

计算常量参数 $K1$ 、 $K2$ 。

5. 根据权利要求1-4任一种所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

如果监测到所述好氧池中所述OUR低于预设第一阈值,则降低实际曝气量,并发出微生物生命活跃度低的警报;或者/并且,

如果监测到所述好氧池中所述OUR高于预设第二阈值,则提高实际曝气量,并发出好氧池进水负荷高的警报。

6. 一种污水处理中的曝氧量控制装置,其特征在于,包括:

数据获取模块,用于采集好氧池中实际溶解氧浓度,并基于所述实际溶解氧浓度计算所述好氧池中微生物在降解所述好氧池中有机物时的耗氧速率OUR;

数据计算模块,用于基于所述OUR及预设的给定溶解氧浓度,计算给定曝气量,所述给定曝气量为所述好氧池中微生物在保持以所述OUR降解有机物,且同时确保所述好氧池中

的溶解氧浓度维持在所述给定溶解氧浓度的情况下所需的曝气量；

调整模块，用于将当前实际曝气量调整为所述给定曝气量。

7. 根据权利要求6所述的装置，其特征在于，所述数据计算模块具体用于，

基于所述OUR及预设的给定溶解氧浓度，利用好氧池中溶解氧浓度处于稳态时氧的质量守恒原理，计算所述给定曝气量。

8. 根据权利要求7所述的装置，其特征在于，所述给定溶解氧浓度为所述氧化沟的外沟给定溶解氧浓度，

所述数据计算模块具体用于，根据：

$$Q_{air} = \left\{ \left(OUR - \frac{Q_{in} * DO_M - Q_{out} * DO_O}{V} \right) * \frac{60}{1000 * (C_{\infty} - DO_O) * \theta^{(T-20)} * K1} \right\}^{\frac{1}{K2}} * A$$

计算曝气量 Q_{air} 作为所述给定曝气量，

其中， Q_{in} 、 Q_{out} 分别为所述好氧池的入水流量和出水流量， DO_M 、 DO_O 分别为氧化沟的中沟溶解氧浓度、外沟溶解氧浓度， V 、 A 分别为氧化沟的外沟体积和表面积， C_{∞} 为污水中的饱和溶解氧浓度， $K1$ 、 $K2$ 为常量参数。

9. 根据权利要求8所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

参数获取模块，用于预先获取所述氧化沟中溶解氧浓度处于稳态时氧化沟的中沟溶解氧浓度、外沟溶解氧浓度和曝气量的实测值，

参数计算模块，用于根据所述：

$$Q_{air} = \left\{ \left(OUR - \frac{Q_{in} * DO_M - Q_{out} * DO_O}{V} \right) * \frac{60}{1000 * (C_{\infty} - DO_O) * \theta^{(T-20)} * K1} \right\}^{\frac{1}{K2}} * A$$

计算常量参数 $K1$ 、 $K2$ 。

10. 根据权利要求6-9任一种所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

第一监测模块，用于如果监测到所述好氧池中所述OUR低于预设第一阈值，则降低实际曝气量，并发出微生物生命活跃度低的警报；或者/并且，

第二监测模块，用于如果监测到所述好氧池中所述OUR高于预设第二阈值，则提高实际曝气量，并发出好氧池进水负荷高的警报。

污水处理中的曝氧量控制方法与装置

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及污水处理技术领域,尤其涉及一种污水处理中的曝氧量控制方法与装置。

背景技术

[0002] 在污水处理领域中,活性污泥法是数百年来被广泛采用的污水处理方法。该方法是利用悬浮生长的微生物处理有机污水的一类好氧处理方法,即主要利用微生物的生长代谢来降解污染物,由此可知控制污水反应池中溶解氧的浓度对微生物进行污染物的处理效果影响颇大。

[0003] 现有技术中,主要采用在好氧池的外沟区设置曝气装置以向好氧池中补给氧气供微生物降解污染物。当前主要采用两种曝气策略,第一种是采用恒定曝气方法,即通过气泵等装置在单位时间内向好氧池中鼓入固定的氧气量;第二种是采用恒定溶解氧的曝气方法,即通过监测好氧池(氧化沟的外沟)中溶解氧的浓度变化,当溶解氧浓度过高时,则减少曝气量,当溶解氧浓度过低时,则增加曝气量。

[0004] 发明人在实现本发明的过程中,发现现有技术至少存在如下缺陷:1)第一种曝气方法,没有考虑到氧池中溶解氧的浓度变化,很容易出现曝气量与好氧池中实际所需的曝气量不一致,导致因曝气量不足而降低了污水处理效率或者曝气量过高造成的成本浪费。2)第二种曝气方法,虽然考虑了好氧池中实际溶解氧的情况,但是在实际操作中由于只是定性的通过增大或减小曝气量来调整好氧池中溶解氧的浓度,这种方式在实际操作与对应效果之间需要一定时间去验证,存在操作延迟,所以导致处理效果不是很理想。

发明内容

[0005] 本发明实施例提供一种污水处理中的曝氧量控制方法与装置,能够向好氧池中精确给定曝气量,以维持好氧池中溶解氧浓度为给定值,继而保证污水处理效率,实现精确控制。

[0006] 为达到上述目的,本发明实施例提供了一种污水处理中的曝氧量控制方法,包括:

[0007] 采集好氧池中实际溶解氧浓度,并基于所述实际溶解氧浓度计算所述好氧池中微生物在降解所述好氧池中有有机物时的耗氧速率OUR;基于所述OUR及预设的给定溶解氧浓度,计算给定曝气量,所述给定曝气量为所述好氧池中微生物在保持以所述OUR降解有机物,且同时确保所述好氧池中的溶解氧浓度维持在所述给定溶解氧浓度的情况下所需的曝气量;将当前实际曝气量调整为所述给定曝气量。

[0008] 本发明实施例还提供了一种污水处理中的曝氧量控制装置,包括:数据获取模块,用于采集好氧池中实际溶解氧浓度,并基于所述实际溶解氧浓度计算所述好氧池中微生物在降解所述好氧池中有有机物时的耗氧速率OUR;数据计算模块,用于基于所述OUR及预设的给定溶解氧浓度,计算给定曝气量,所述给定曝气量为所述好氧池中微生物在保持以所述OUR降解有机物,且同时确保所述好氧池中的溶解氧浓度维持在所述给定溶解氧浓度的情

况下所需的曝气量;调整模块,用于将当前实际曝气量调整为所述给定曝气量。

[0009] 本发明实施例提供的污水处理中的曝氧量控制方法与装置,基于好氧池中微生物降解污水中的有机物时的耗氧速率OUR以及预设的给定溶解氧浓度,精确计算给定曝气量,该给定曝气量为好氧池中微生物在保持以OUR降解有机物,且同时确保好氧池中的溶解氧浓度维持在给定溶解氧浓度的情况下所需的曝气量;然后将当前实际曝气量调整为给定曝气量,以实现曝气量的精确给定,维持好氧池中溶解氧浓度为给定值,继而保证污水处理效率,实现精确控制。

附图说明

[0010] 通过阅读下文优选实施方式的详细描述,各种其他的优点和益处对于本领域普通技术人员将变得清楚明了。附图仅用于示出优选实施方式的目的,而并不认为是对本申请的限制。而且在整个附图中,用相同的参考符号表示相同的部件。在附图中:

[0011] 图1为本发明实施例提供的活性污泥检测系统结构图一;

[0012] 图2为本发明实施例提供的活性污泥检测系统结构图二;

[0013] 图3为本发明实施例提供的好氧池中耗氧速率的检测方法流程图;

[0014] 图4为本发明实施例提供的污水处理中的曝氧量控制方法流程图一;

[0015] 图5为本发明实施例提供的污水处理中的曝氧量控制方法流程图二;

[0016] 图6为本发明实施例提供的污水处理中的曝氧量控制方法流程图三;

[0017] 图7为本发明实施例提供的污水处理中的曝氧量控制方法流程图四;

[0018] 图8为本发明实施例提供的污水处理中的曝氧量控制装置结构图一;

[0019] 图9为本发明实施例提供的污水处理中的曝氧量控制装置结构图二;

[0020] 图10为本发明实施例提供的污水处理中的曝氧量控制装置结构图三;

[0021] 图11为本发明实施例提供的污水处理中的曝氧量控制装置结构图四。

[0022] 附图标记说明:

[0023] 1-进水装置、11-进水管、12-进水控制模块、13-进水开关模块、2-测量室、3-曝气装置、31-进风管道、32-空气动力模块、33-曝气开关模块、4-测量装置、5-控制装置、51-变送器、52-控制器、6-混合搅拌装置、61-搅拌器、62-搅拌开关模块、7-排水装置、71-排水管、72-排水控制模块、73-排水开关模块、8-好氧池、810-数据获取模块、820-数据计算模块、830-调整模块、910-参数获取模块、920-参数计算模块、101-第一监测模块、111-第二监测模块。

具体实施方式

[0024] 下面将参照附图更详细地描述本公开的示例性实施例。虽然附图中显示了本公开的示例性实施例,然而应当理解,可以以各种形式实现本公开而不应被这里阐述的实施例所限制。相反,提供这些实施例是为了能够更透彻地理解本公开,并且能够将本公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。

[0025] 在阐述本方案的污水处理中的曝氧量控制方法之前,先对该方法所涉及的检测系统进行说明。如图1所示,为本发明实施例提供的活性污泥检测系统结构图一,可实现对好氧池中活性污泥中微生物的耗氧速率OUR进行自动检测。

[0026] 具体地,如图1所示,该活性污泥检测系统包括:进水装置1、测量室2、曝气装置3、测量装置4、控制装置5、混合搅拌装置6和排水装置7。

[0027] 进水装置1,用于将好氧池8中的被测泥水混合样本注入至测量室2。

[0028] 测量室2,用于存储由进水装置1注入的被测泥水混合样本。

[0029] 曝气装置3,用于为测量室2提供氧气。

[0030] 测量装置4,用于测量测量室2内的被测泥水混合样本的溶解氧浓度(Dissolved Oxygen,简称DO)。

[0031] 控制装置5,用于根据溶解氧浓度DO计算被测泥水混合样本的耗氧速率OUR。

[0032] 混合搅拌装置6,用于对测量室2中的被测泥水混合样本进行搅拌。

[0033] 排水装置7,用于将测量室2中的被测泥水混合样本排出至好氧池8中。

[0034] 具体的,可以将图1所示的活性污泥的检测系统放置在生化反应池(即好氧池8)的指定位置(如氧化沟的外沟区),该检测系统即可执行自动检测程序,具体过程如下。

[0035] 步骤1,启动混合搅拌装置6,对测量室2中的被测泥水混合样本进行搅拌,达到物质均匀的目的。

[0036] 步骤2,启动自采样装置,即启动进水装置1和排水装置7,对测量室2中的被测泥水混合样本进行自动采样,进水装置1和排水装置7配合工作实现对测量室2中的被测泥水混合样本的更换。

[0037] 步骤3,判断采样是否达到预设时间。若是,则通过控制装置5记录测量装置4此时测量到的溶解氧浓度DO1,并作为溶解氧浓度的标准值,此时测量到的溶解氧浓度DO1即为当前好氧池8中的溶解氧浓度DO。

[0038] 步骤4,关闭排水装置7,停止自动采样。启动曝气装置3,为测量室2提供氧气,以为测量室2内的微生物提供足够的溶解氧。同时,测量装置4实时检测测量室2内的被测泥水混合样本的溶解氧浓度DO,随着氧气的输入,测量室2内的被测泥水混合样本的溶解氧浓度DO不断增大。

[0039] 步骤5,判断溶解氧浓度DO是否大于预设最高阈值DOmax。当检测到溶解氧浓度DO大于预设最高阈值DOmax时,关闭曝气装置3和进水装置1,其中,预设最高阈值大于溶解氧浓度的标准值DO1,可记为 $DO_{max} = DO1 + \Delta DO$ 。随着被测泥水混合样本中微生物耗氧量的增加,被测泥水混合样本的溶解氧浓度DO不断减小。通过控制装置5每隔设定时间t(例如30s)记录一次测量到的溶解氧浓度DO。

[0040] 步骤6,判断溶解氧浓度DO是否小于预设最低阈值DOmin。当检测到溶解氧浓度DO小于预设最低阈值DOmin时,停止记录溶解氧浓度DO,其中,预设最低阈值DOmin小于溶解氧浓度的标准值DO1,可记为 $DO_{min} = DO1 - \Delta DO$ 。

[0041] 步骤7,根据记录的多个溶解氧浓度DO,计算得到耗氧速率OUR,例如,可以选择记录的多个溶解氧浓度DO数据中DO1附近的4个溶解氧值DOa、DOb、DOc、DOd,满足 $DOa > DOb > DO1 > DOc > DOd$,则据此计算得到耗氧速率 $OUR = (DOa - DOd) / (t * 3 / 60) \text{ mg} / (\text{L} * \text{min}) = (DOa - DOd) / (30 * 3 / 60) \text{ mg} / (\text{L} * \text{min})$ (以间隔的设定时间t为30s为例)。

[0042] 如图2所示,为图1所示活性污泥检测系统对应的细化后的结构图,其中:

[0043] 进水装置1具体可包括进水管11、设置于进水管11中的进水控制模块12和控制进水控制模块12启动或停止的进水开关模块13。

[0044] 进水控制模块12启动时,通过进水管11将好氧池8中的被测泥水混合样本注入至测量室2。

[0045] 进水控制模块12停止时,停止通过进水管11将好氧池8中的被测泥水混合样本注入至测量室2。

[0046] 进一步的,进水控制模块12具体可以为24伏直流电供电的电磁阀等。

[0047] 进一步的,如图2所示,曝气装置3具体可包括进风管道31、设置于进风管道31中的空气动力模块32和控制空气动力模块32启动或停止的曝气开关模块33。

[0048] 空气动力模块32启动时,通过进风管道31将外界空气输入至测量室2。

[0049] 空气动力模块32停止时,停止通过进风管道31将外界空气输入至测量室2。

[0050] 进一步的,空气动力模块32具体可以为220伏交流电供电的气泵等。

[0051] 进一步的,测量装置4具体可以为溶解氧检测仪探头。

[0052] 进一步的,如图2所示,控制装置5具体可包括变送器51和控制器52。

[0053] 测量装置4将检测的溶解氧浓度D0信号经过变送器51输入至控制器52。

[0054] 控制器52,用于记录溶解氧浓度D0,并根据溶解氧浓度D0计算耗氧速率OUR。

[0055] 进一步的,控制器52具体可以为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller,简称PLC)等。

[0056] 进一步的,如图2所示,混合搅拌装置6具体可包括搅拌器61和控制搅拌器61启动或停止的搅拌开关模块62。

[0057] 搅拌器61启动时,对测量室2中的被测泥水混合样本进行搅拌。

[0058] 搅拌器61停止时,停止对测量室2中的被测泥水混合样本进行搅拌。

[0059] 进一步的,搅拌器61具体可以为220伏交流电供电的磁力搅拌器等。

[0060] 进一步的,如图2所示,排水装置7具体可包括排水管71、设置于排水管71中的排水控制模块72和控制排水控制模块72启动或停止的排水开关模块73。

[0061] 排水控制模块73启动时,通过排水管71将测量室2中的被测泥水混合样本排出至好氧池8。

[0062] 排水控制模块73停止时,停止通过排水管71将测量室2中的被测泥水混合样本排出至好氧池8。

[0063] 进一步的,排水控制模块72具体可以为220伏交流电供电的蠕动泵等。

[0064] 基于图2所示的活性污泥的检测系统,其操作流程如图3所示:

[0065] 步骤1,接通搅拌开关模块62,启动混合搅拌装置6,搅拌器61开始运行,对测量室2中的被测泥水混合样本进行搅拌,达到物质均匀的目的。

[0066] 步骤2,接通进水开关模块13,启动进水装置1,进水控制模块12开始运行,接通排水开关模块73,启动排水装置7,排水控制模块72开始运行,进水装置1和排水装置7配合对测量室2中的被测泥水混合样本进行自动采样,实现对测量室2中的被测泥水混合样本的更换。

[0067] 步骤3,判断采样是否达到预设时间。若是,则执行步骤4,否则继续判断。

[0068] 步骤4,通过控制器52记录测量装置4此时测量到的溶解氧浓度D01,并作为溶解氧浓度的标准值,此时测量到的溶解氧浓度D01即为当前好氧池8中的溶解氧浓度D0。

[0069] 步骤5,断开排水控制模块73,关闭排水装置7,停止自动采样。接通曝气开关模块

33,启动曝气装置3,空气动力模块32开始运行,通过进气管道31为测量室2提供氧气,以为测量室2内的微生物提供足够的溶解氧。测量装置4实时检测测量室2内的被测泥水混合样本的溶解氧浓度D0,随着氧气的输入,测量室2内的被测泥水混合样本的溶解氧浓度D0不断增大。

[0070] 步骤6,判断溶解氧浓度D0是否大于预设最高阈值Domax。当检测到溶解氧浓度D0大于预设最高阈值Domax时执行步骤7,否则继续判断。

[0071] 步骤7,断开曝气开关模块33,关闭曝气装置3,断开进水控制模块12,关闭进水装置1,其中,预设最高阈值大于溶解氧浓度的标准值D01,可记为 $Domax = D01 + \Delta D0$ 。随着被测泥水混合样本中微生物耗氧量的增加,被测泥水混合样本的溶解氧浓度D0不断减小。

[0072] 步骤8,通过控制装置5每隔设定时间t(例如30s)记录一次测量到的溶解氧浓度D0。

[0073] 步骤9,判断溶解氧浓度D0是否小于预设最低阈值D0min。当检测到溶解氧浓度D0小于预设最低阈值D0min时,执行步骤10,否则继续判断。

[0074] 步骤10,停止记录溶解氧浓度D0,其中,预设最低阈值D0min小于溶解氧浓度的标准值D01,可记为 $Domin = D01 - \Delta D0$ 。

[0075] 步骤11,根据记录的多个溶解氧浓度D0,计算得到耗氧速率OUR,例如,可以选择记录的多个溶解氧浓度D0数据中D01附近的4个溶解氧值D0a、D0b、D0c、D0d,满足 $D0a > D0b > D01 > D0c > D0d$,则据此计算得到耗氧速率 $OUR = (D0a - D0d) / (t * 3 / 60) \text{ mg} / (\text{L} * \text{min}) = (D0a - D0d) / (30 * 3 / 60) \text{ mg} / (\text{L} * \text{min})$ (以间隔的设定时间t为30s为例)。

[0076] 本方案中主要利用上述活性污泥检测系统检测得到好氧池中微生物的耗氧速率OUR。

[0077] 下面通过多个实施例来说明本申请的技术方案。

[0078] 实施例一

[0079] 图4为本发明实施例提供的污水处理中的曝氧量控制方法流程图一,该方法的执行主体可以为图1或图2所示的活性污泥检测系统中装置或者模块,其中的逻辑处理部分可由控制装置5执行完成,而活性污泥检测系统又可设置在包含好氧池的污水处理控制与诊断系统中。如图4所示,该污水处理中的曝氧量控制方法包括:

[0080] S410,采集好氧池中实际溶解氧浓度,并基于实际溶解氧浓度计算好氧池中微生物在降解好氧池中有机物时的耗氧速率OUR。

[0081] 具体地,可将如图2所示活性污泥检测系统设置好氧池中,采用图3所示方法采集好氧池中溶解氧浓度在各采样时刻的溶解氧浓度值,然后依据采样的时间间隔计算好氧池中微生物在降解好氧池中有机物时的耗氧速率OUR。

[0082] 在实际应用场景中,为了使检测得到的OUR接近好氧池中真实的好样速率,用于计算OUR的溶解氧浓度应接近于好氧池中原有的溶解氧浓度,即上述的D01。例如,可以选择记录的多个溶解氧浓度D0数据中D01附近的4个溶解氧值D0a、D0b、D0c、D0d,满足 $D0a > D0b > D01 > D0c > D0d$,然后依此计算得到耗氧速率为:

[0083] $OUR = (D0a - D0d) / (t * 3 / 60) \text{ mg} / (\text{L} * \text{min}) = (D0a - D0d) / (30 * 3 / 60) \text{ mg} / (\text{L} * \text{min})$

[0084] 其中,假设间隔的设定时间t为30s。

[0085] S420,基于OUR及预设的给定溶解氧浓度,计算给定曝气量,给定曝气量为好氧池

中微生物在保持以OUR降解有机物,且同时确保好氧池中的溶解氧浓度维持在给定溶解氧浓度的情况下所需的曝气量。

[0086] 在实际应用场景中,好氧池中的溶解氧浓度主要体现在三个方面,首先是曝气量,曝气量是好氧池中氧气的最主要来源,氧气进入到好氧池后分为两部分,一部分被微生物利用以降解活性污泥中的有机物,另一部分没被微生物利用的,则以溶解氧的形式存在于好氧池中。因此,可以简单认为,曝气量与溶解氧浓度和耗氧速率的和值基本一致。特别在好氧池中溶解氧浓度处于稳态时(溶解氧浓度不变时),曝气量则基本用于微生物降解有机物。

[0087] 因此,当检测到微生物的耗氧速率后,如果能够在维持当前好氧池中的溶解氧浓度在给定溶解氧浓度的同时,通过调整目标曝气量补充氧至好氧池,而这部分氧除了维持好氧池中的溶解氧浓度在给定溶解氧浓度下,恰好刚刚能够满足当前微生物消耗的氧,即能够维持微生物以当OUR降解有机物,那么恰好补充的氧量所对应曝气量被称为给定曝气量。

[0088] 该给定曝气量可以通过理论计算获得,即通过质量守恒原理计算得到;或者还可以从大量的实践数据中学习获得,即搜集大量的历史数据采用如训练学习,或数据统计等方式获得。本实施例对于给定曝气量的获取方式不做限定。

[0089] S430,将当前实际曝气量调整为给定曝气量。

[0090] 在确定满足预设条件的给定曝气量后,将当前实际曝气量调整为给定曝气量,以使好氧池中的溶解氧浓度维持在给定溶解氧浓度的情况下,实现污泥处理过程。

[0091] 需要说明的是,在污泥处理过程中,给定曝气量的计算以及曝气量调整操作可以是周期性的,周期长短可根据污水处理厂的实际情况或者被处理的污水中活性污泥的情况设置。

[0092] 本发明实施例提供的污水处理中的曝氧量控制方法,基于好氧池中微生物降解污水中的有机物时的耗氧速率OUR以及预设的给定溶解氧浓度,精确计算给定曝气量,该给定曝气量为好氧池中微生物在保持以OUR降解有机物,且同时确保好氧池中的溶解氧浓度维持在给定溶解氧浓度的情况下所需的曝气量;然后将当前实际曝气量调整为给定曝气量,以实现曝气量的精确给定,维持好氧池中溶解氧浓度为给定值,继而保证污水处理效率,实现精确控制。

[0093] 实施例二

[0094] 图5为本发明实施例提供的污水处理中的曝氧量控制方法流程图二,该方法可视为图4所示方法步骤的细化,利用好氧池中溶解氧浓度处于稳态时氧的质量守恒原理,计算给定曝气量。如图5所示,该方法包括:

[0095] S510,采集好氧池中实际溶解氧浓度,并基于实际溶解氧浓度计算好氧池中微生物在降解好氧池中有有机物时的耗氧速率OUR。

[0096] 该步骤S510与上一实施例中步骤S410内容相同。

[0097] S520,基于OUR及预设的给定溶解氧浓度,利用好氧池中溶解氧浓度处于稳态时氧的质量守恒原理,计算给定曝气量。

[0098] 该步骤S520为上一实施例中步骤S420的具体实现方式。

[0099] 具体地,基于前面所述的对好氧池中氧的分析可知,曝气量是好氧池中氧的主要

来源,氧气进入到好氧池后分为两部分,一部分被微生物利用以降解活性污泥中的有机物,另一部分没被微生物利用的,则以溶解氧的形式存在于好氧池中。因此,利用好氧池中溶解氧浓度处于稳态时(给定溶解氧浓度)氧的质量守恒原理,就可以计算出要维持微生物以OUR降解有机物所需的曝气量,该曝气量称为给定曝气量。

[0100] 本实施例给出了以下具体实现方式,将给定溶解氧浓度定义为氧化沟的外沟给定溶解氧浓度,其原因是曝气装置通常设置在氧化沟的外沟区域,以对计算给定曝气量进行了量化计算,即上述基于OUR及预设的给定溶解氧浓度,利用好氧池中溶解氧浓度处于稳态时氧的质量守恒原理,计算给定曝气量可包括:

[0101] 根据:

$$[0102] \quad Q_{air} = \left\{ (OUR - \frac{Q_{in} * DO_M - Q_{out} * DO_O}{V}) * \frac{60}{1000 * (C_{\infty} - DO_O) * \theta^{(T-20)} * K1} \right\}^{\frac{1}{K2}} * A$$

[0103] 计算曝气量 Q_{air} 以作为给定曝气量,

[0104] 其中, Q_{in} 、 Q_{out} 分别为好氧池的入水流量和出水流量, DO_M 、 DO_O 分别为氧化沟的中沟溶解氧浓度、外沟溶解氧浓度, V 、 A 分别为氧化沟的外沟体积和表面积, C_{∞} 为污水中的饱和溶解氧浓度, $K1$ 、 $K2$ 为常量参数。

[0105] 上述参数中除 $K1$ 、 $K2$ 为未知参量外,其他参量都为已知参量或者预设参量。当然 $K1$ 、 $K2$ 与曝气器型号及安装方式等参数有关,是固定值可通过系数待定法计算得到。

[0106] 通常,在溶解氧到达稳态时,有以下关系:

$$[0107] \quad \frac{Q_{in} * DO_M - Q_{out} * DO_O}{V} + K1 * (\frac{Q_{air}}{A})^{K2} * (C_{\infty} - DO_O) * \theta^{(T-20)} * \frac{1000}{60} - OUR = 0 \dots\dots(1)$$

[0108] 其中:

$$[0109] \quad \frac{Q_{in} * DO_M - Q_{out} * DO_O}{V} \text{ 为好氧池中水流流动带入氧与带出氧的差值;}$$

$$[0110] \quad K1 * (\frac{Q_{air}}{A})^{K2} * (C_{\infty} - DO_O) * \theta^{(T-20)} * \frac{1000}{60} \text{ 通过曝气溶解到水中的氧浓度, } T \text{ 为温度, } \theta \text{ 为}$$

温度修正系数,一般取值为1.024;

[0111] OUR为微生物消耗的氧浓度;

[0112] 当溶解氧到达稳态时,前两项中的氧的和值与最后一项微生物消耗的氧浓度持平,即相减为0。

[0113] 通过对公式1变形,就可以得到:

$$[0114] \quad Q_{air} = \left\{ (OUR - \frac{Q_{in} * DO_M - Q_{out} * DO_O}{V}) * \frac{60}{1000 * (C_{\infty} - DO_O) * \theta^{(T-20)} * K1} \right\}^{\frac{1}{K2}} * A \dots\dots(2)$$

[0115] 因此,可以在设定好目标溶解氧(外沟给定溶解氧浓度)后,根据在线测量的OUR的值,直接对所需曝气量进行预测,以为水厂的运行提供关键指导。

[0116] 另外,前面提到关于公式1中常量参数 $K1$ 、 $K2$ 的获取可采用待定系数法,即在实时本实施例所述方法之前,还包括:

[0117] 预先获取氧化沟中溶解氧浓度处于稳态时氧化沟的中沟溶解氧浓度、外沟溶解氧浓度和曝气量的实测值,

[0118] 根据:

$$[0119] \quad Q_{air} = \left\{ (OUR - \frac{Q_{in} * DO_M - Q_{out} * DO_O}{V}) * \frac{60}{1000 * (C_{\infty} - DO_O) * \theta^{(T-20)} * K1} \right\}^{\frac{1}{K2}} * A$$

[0120] 计算常量参数K1、K2。

[0121] 在实际应用场景中,可以先实测出氧化沟中溶解氧浓度等参数的实测值,然后利用上述公式,求解K1、K2。这两个参数确定后,就可以在给定溶解氧浓度和已知实际的好氧速率OUR的基础上,求解曝气量。

[0122] 进一步地,为了确保本实施例所述方法步骤实施有效,以下给出了两个边界条件,超出这两个边界条件以外的情况,都无法有效的通过精准给定曝气量去进行污水处理,或者所处理效果不佳。

[0123] 因此,在上述方法中,以图5所示方法为例,在执行完成步骤S510之后,如图6所示还可包括如下步骤:

[0124] S610,如果监测到好氧池中OUR低于预设第一阈值,则降低实际曝气量,并发出微生物生命活跃度低的警报。

[0125] 在实际应用场景中,根据水厂的运行经验,正常情况下OUR的值应该为: $OUR_{min} < OUR < OUR_{max}$,其中, OUR_{min} 为内源呼吸的耗氧速率,本方案中称为一个下限的边界条件,即第一阈值。当在线测量的OUR值接近 OUR_{min} 时,说明生化反应池以内源呼吸为主。在正常情况下,微生物利用外界供给的能源进行外源性呼吸,而当外界的能源消耗殆尽时,微生物消耗内在的物质完成重要的生命活动,此时好氧池的产泥量呈下降趋势

[0126] 在内源呼吸状态下好氧池内的溶解氧主要供微生物降解自身存储的营养物质,此时可以适当降低溶解氧设定值以降低给定曝气量,并增大排泥量,保证系统的内源呼吸处于最小值,在满足出水达标的情况下节能降耗。同时还要发出相应的微生物生命活跃度低的警报,以使得技术人员对污水处理过程进行相应控制和调整。

[0127] 相类似的,在上述方法中,以图5所示方法为例,在执行完成步骤S510之后,如图7所示还可包括如下步骤:

[0128] S710,如果监测到好氧池中OUR高于预设第二阈值,则提高实际曝气量,并发出好氧池进水负荷高的警报。

[0129] 在实际应用场景中,根据水厂的运行经验,正常情况下OUR的值应该为: $OUR_{min} < OUR < OUR_{max}$,其中, OUR_{max} 为预设的好氧速率,本方案中称为一个上限的边界条件,即第二阈值。当OUR接近或者大于 OUR_{max} 时,说明生化反应池进水负荷增高,此时需要适当提高溶解氧设定值以提高给定曝气量,并减小排泥量,使好氧池有充足的微生物和溶解氧来抵御进水负荷的冲击。

[0130] 在OUR接近或者大于 OUR_{max} 时,若不能及时调整溶解氧值,好氧池直接表现为二沉池微生物沉降性能变差,出水浊度增高;当OUR小于 OUR_{min} 时,说明生化反应池微生物处于中毒状态,来水中存在对微生物抑制和有毒成分,此时需要减少进水流量,并增加溶解氧设定值,并人工补充碳源等营养物质,使微生物尽快恢复。

[0131] 在实际应用场景中,上述步骤S610和步骤S710可以在污水处理中同步使用。

[0132] 因此,不管是超出了哪个边界条件,本方案中所示的污水处理中的曝氧量控制方法都不能正常有效进行,需额外人工干预和调整。因此,及时检测好氧池中好氧速率,并进行报警提醒是非常必要的。

[0133] 本发明实施例提供的污水处理中的曝氧量控制方法,在实施例一所示方法的基础上,利用好氧池中溶解氧浓度处于稳态时氧的质量守恒原理,计算给定曝气量,可实现精准控制;同时还额外增加了好氧速率的两个边界条件,使得本方案中所示的污水处理中的曝氧量控制方法能够正常有效进行。

[0134] 实施例三

[0135] 图8为本发明实施例提供的超污水处理中的曝氧量控制装置结构图一,该装置可用于执行上述实施例一中所述的方法步骤。如图8所示,该装置包括:

[0136] 数据获取模块810,用于采集好氧池中实际溶解氧浓度,并基于实际溶解氧浓度计算所述好氧池中微生物在降解所述好氧池中有有机物时的耗氧速率OUR;

[0137] 数据计算模块820,用于基于OUR及预设的给定溶解氧浓度,计算给定曝气量,给定曝气量为好氧池中微生物在保持以OUR降解有机物,且同时确保好氧池中的溶解氧浓度维持在给定溶解氧浓度的情况下所需的曝气量;

[0138] 调整模块830,用于将当前实际曝气量调整为给定曝气量。

[0139] 本发明实施例提供的污水处理中的曝氧量控制装置,基于好氧池中微生物降解污水中的有机物时的耗氧速率OUR以及预设的给定溶解氧浓度,精确计算给定曝气量,该给定曝气量为好氧池中微生物在保持以OUR降解有机物,且同时确保好氧池中的溶解氧浓度维持在给定溶解氧浓度的情况下所需的曝气量;然后将当前实际曝气量调整为给定曝气量,以实现曝气量的精确给定,维持好氧池中溶解氧浓度为给定值,继而保证污水处理效率,实现精确控制。

[0140] 实施例四

[0141] 图9为本发明实施例提供的污水处理中的曝氧量控制装置结构图二,该装置可用于执行上述实施例二中所述的方法步骤。如图9所示,该装置在图8所示结构的基础上还包括:

[0142] 数据计算模块820具体用于,

[0143] 基于OUR及预设的给定溶解氧浓度,利用好氧池中溶解氧浓度处于稳态时氧的质量守恒原理,计算给定曝气量。

[0144] 进一步地,给定溶解氧浓度可为氧化沟的外沟给定溶解氧浓度,

[0145] 上述数据计算模块820具体用于,根据:

$$[0146] \quad Q_{air} = \left\{ (OUR - \frac{Q_{in} * DO_M - Q_{out} * DO_O}{V}) * \frac{60}{1000 * (C_{\infty} - DO_O) * \theta^{(T-20)} * K1} \right\}^{\frac{1}{K2}} * A$$

[0147] 计算曝气量 Q_{air} 作为给定曝气量,

[0148] 其中, Q_{in} 、 Q_{out} 分别为好氧池的入水流量和出水流量, DO_M 、 DO_O 分别为氧化沟的中沟溶解氧浓度、外沟溶解氧浓度, V 、 A 分别为氧化沟的外沟体积和表面积, C_{∞} 为污水中的饱和溶解氧浓度, $K1$ 、 $K2$ 为常量参数。

[0149] 进一步地,在图8所示基础上还包括:

[0150] 参数获取模块910,用于预先获取氧化沟中溶解氧浓度处于稳态时氧化沟的中沟溶解氧浓度、外沟溶解氧浓度和曝气量的实测值,

[0151] 参数计算模块920,用于根据:

$$[0152] \quad Q_{air} = \left\{ (OUR - \frac{Q_{in} * DO_M - Q_{out} * DO_O}{V}) * \frac{60}{1000 * (C_{\infty} - DO_O) * \theta^{(T-20)} * K1} \right\}^{\frac{1}{K2}} * A$$

[0153] 计算常量参数K1、K2。

[0154] 进一步地,在上述活性污泥处理结构的基础上,以图8为例,如图10所示,还包括:第一监测模块101,用于如果监测到好氧池中OUR低于预设第一阈值,则降低实际曝气量,并发出微生物生命活跃度低的警报。

[0155] 或者/并且,在上述活性污泥处理结构的基础上,以图8为例,如图11所示,还包括:第二监测模块111,用于如果监测到好氧池中OUR高于预设第二阈值,则提高实际曝气量,并发出好氧池进水负荷高的警报。

[0156] 本发明实施例提供的污水处理中的曝氧量控制装置,在实施例三所示装置的基础上,利用好氧池中溶解氧浓度处于稳态时氧的质量守恒原理,计算给定曝气量,可实现精准控制;同时还额外增加了好氧速率的两个边界条件,使得本方案中所示的污水处理中的曝氧量控制方法能够正常有效进行。

[0157] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述各方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中。该程序在执行时,执行包括上述各方法实施例的步骤;而前述的存储介质包括:ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0158] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的范围。

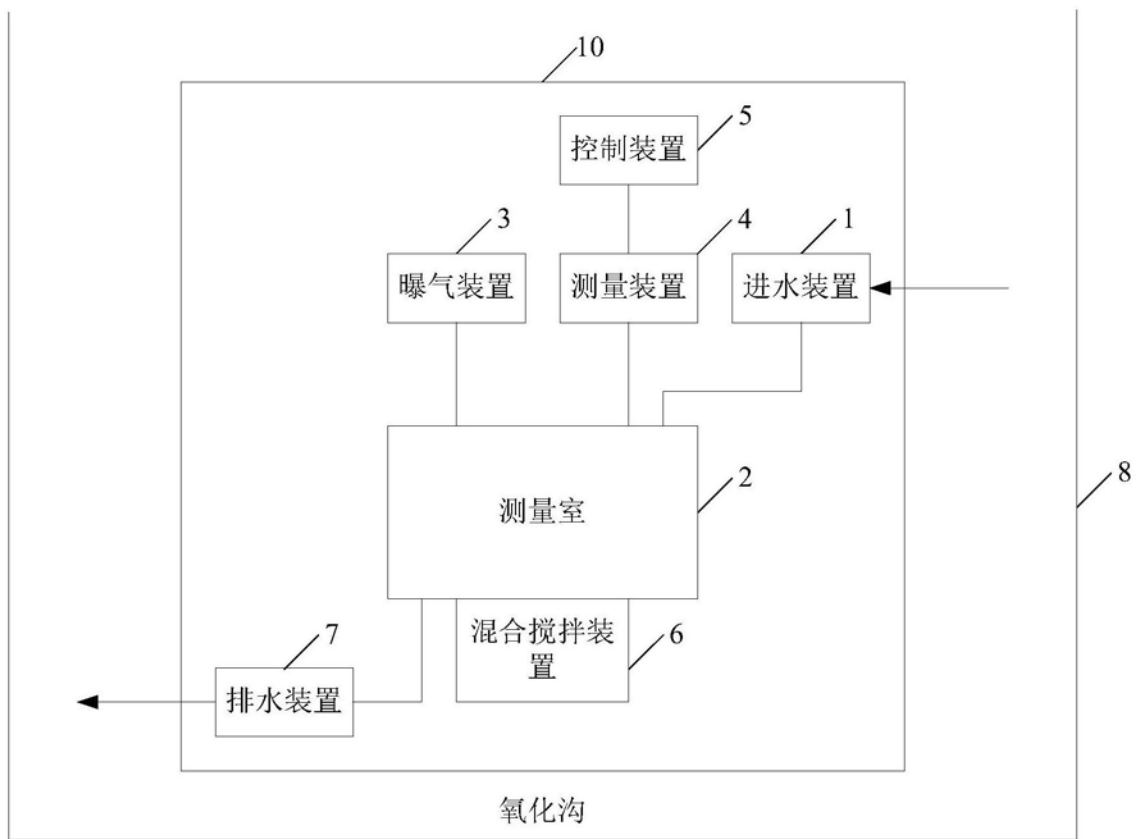


图1

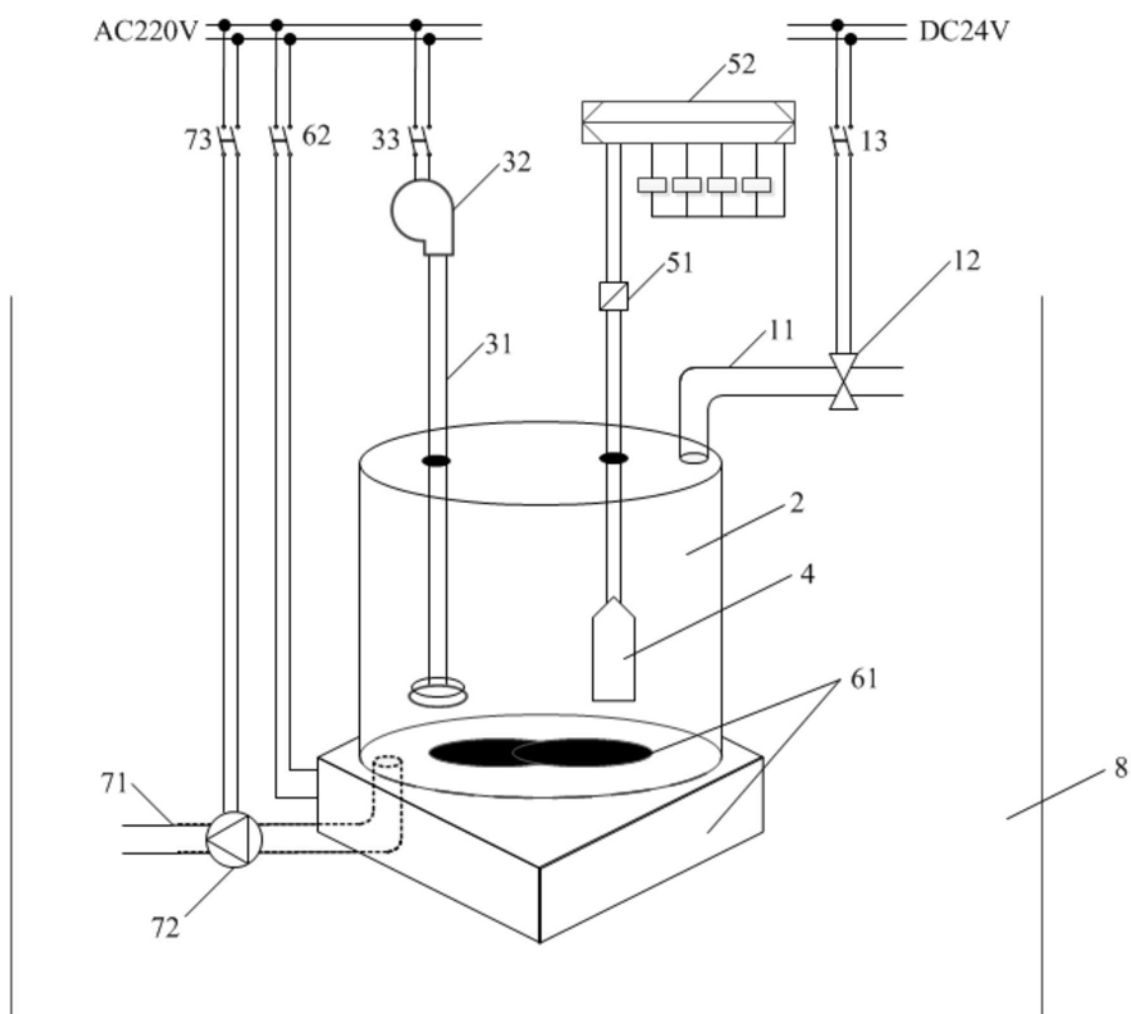


图2

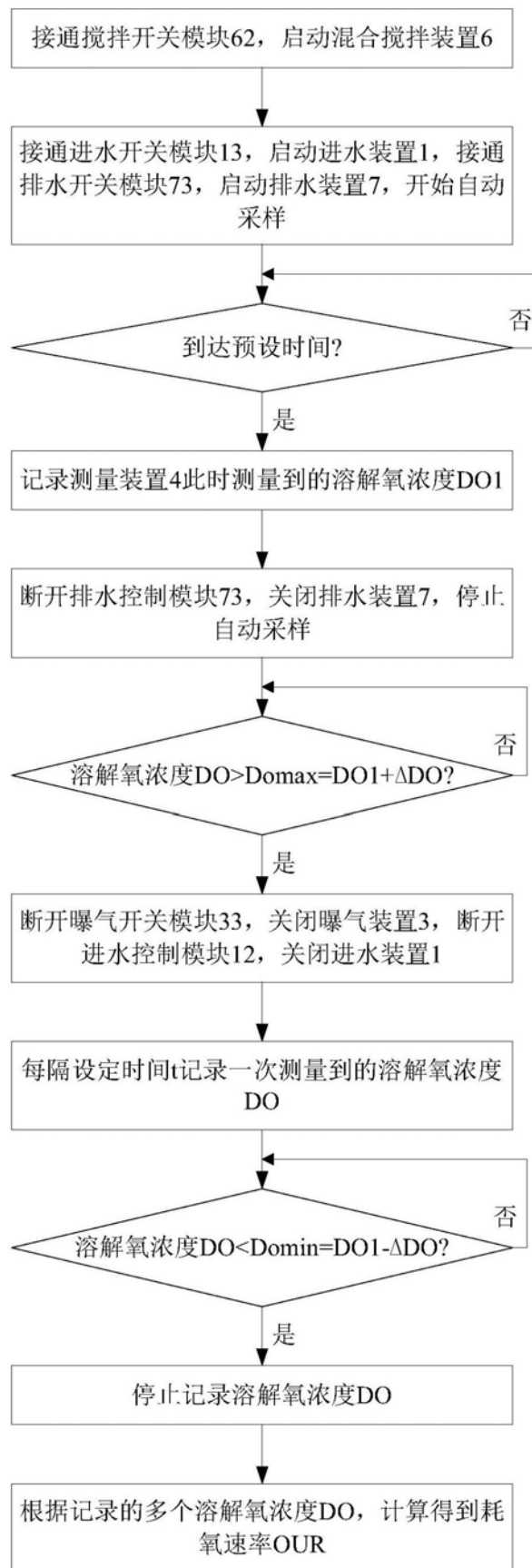


图3

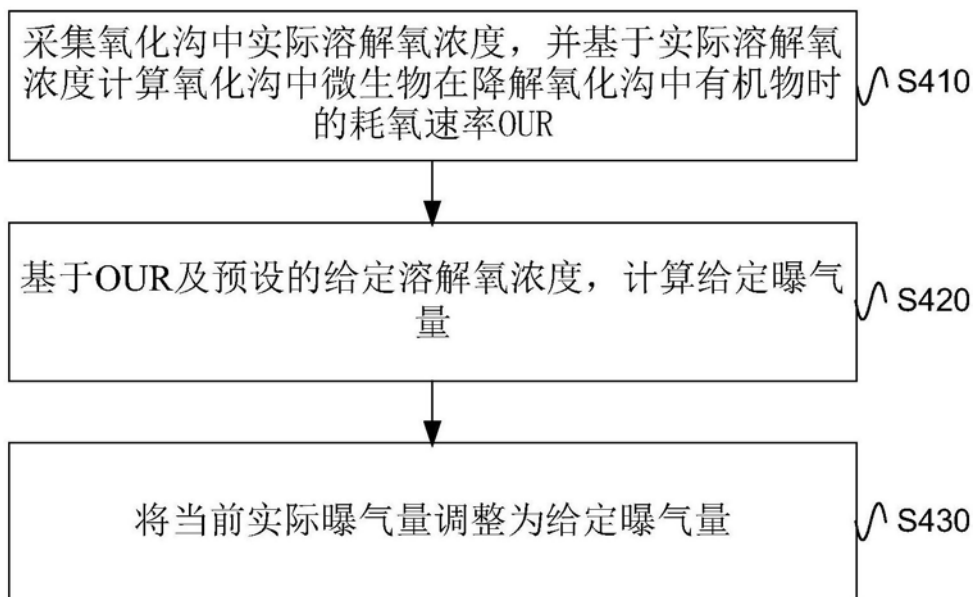


图4

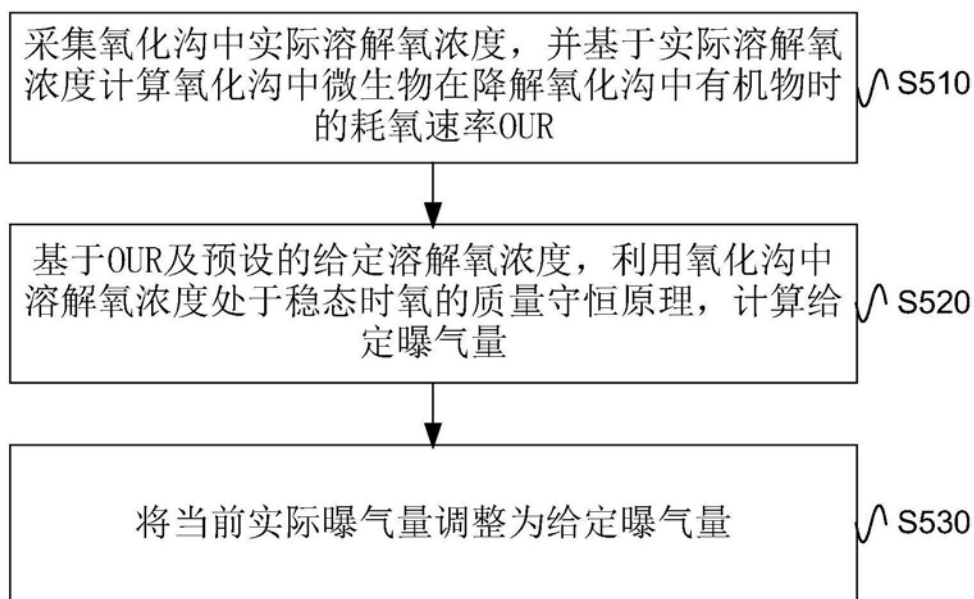


图5

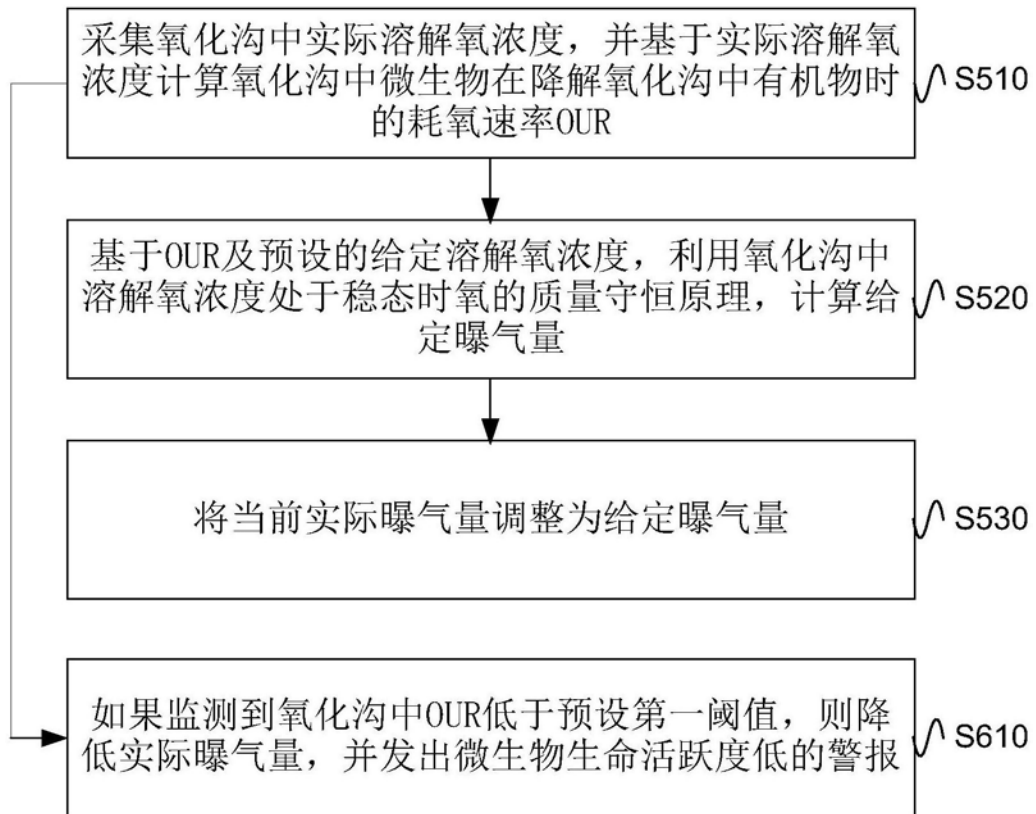


图6

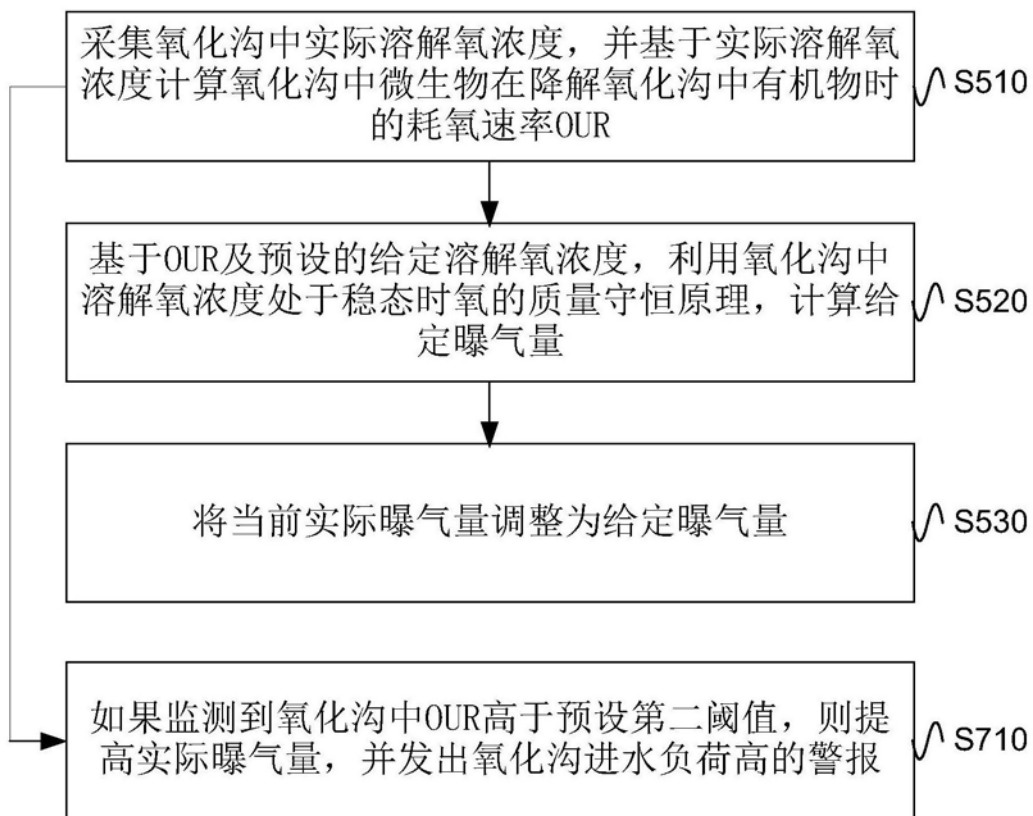


图7

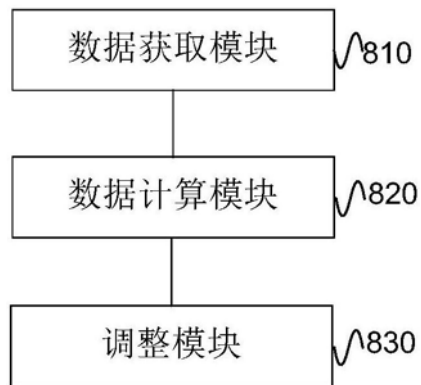


图8

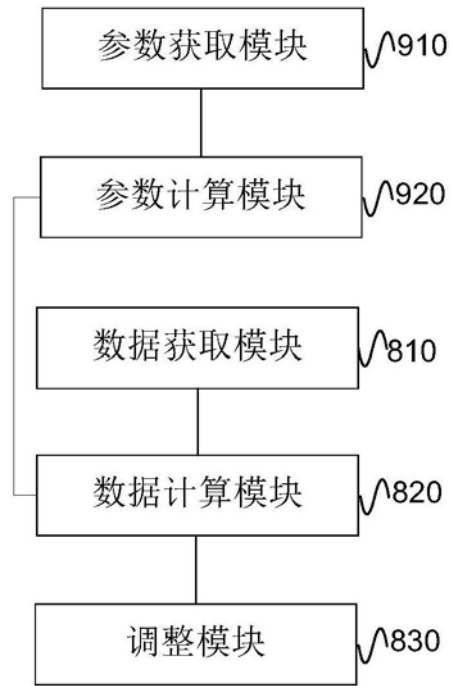


图9

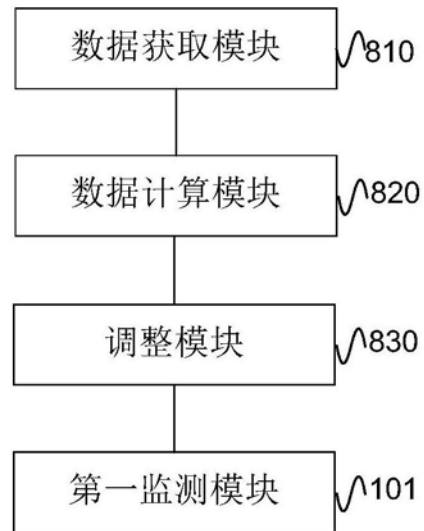


图10

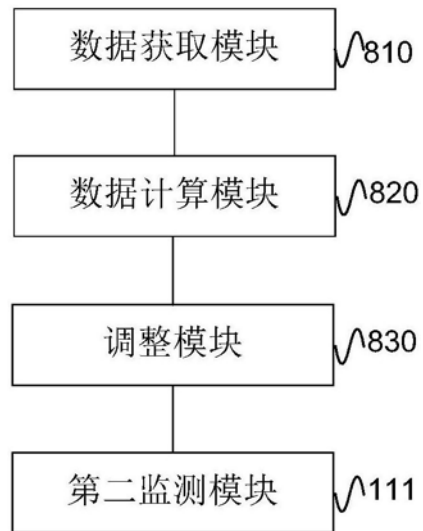


图11