



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107098466 A

(43)申请公布日 2017.08.29

(21)申请号 201710299837.4

(22)申请日 2017.04.28

(71)申请人 中国科学院生态环境研究中心
地址 100085 北京市海淀区双清路18号

(72)发明人 魏源送 布和础鲁 郁达伟

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 任岩

(51)Int.Cl.

C02F 3/28(2006.01)

C02F 103/20(2006.01)

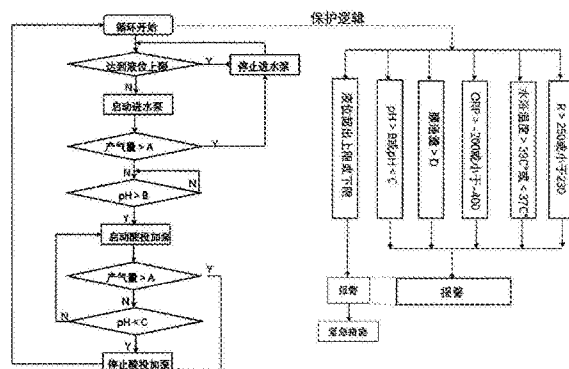
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

厌氧膜生物反应器的实时调控方法及采用
其的反应器

(57)摘要

一种厌氧膜生物反应器的实时调控方法及采用其的反应器,通过实时监控高浓度有机废水在厌氧膜生物反应器处理过程中产气率、pH和液位的变化,实时调控进、出水量与外源酸投加量,提高厌氧膜生物反应器的处理效能和运行稳定性。本发明方法可以在处理高浓度有机废水的同时回收生物质能源,操作简便,易于推广。



1. 一种厌氧膜生物反应器处理的产气率-pH-液位实时调控方法,包括以下步骤:
将待处理的高浓度有机废水通过一反应器的进水泵导入所述反应器中进行厌氧处理;
所述反应器控制单元循环运行的主控制逻辑执行如下步骤:
判断所述反应器内液位是否达到或超过设定液位上限,如果是则停止进水泵,并返回主控制逻辑始端重新开始;如果否则使进水泵运转;
判断反应器内的产气率是否大于或等于第一预设阈值A,如果是则停止进水泵,并返回主控制逻辑始端重新开始;
判断反应器内的pH值是否大于第二预设阈值B,如果是则使酸投加泵运转,并在酸投加泵运转期间判断如下两项:
 - (1) 反应器内的产气率是否大于第一预设阈值A,如果是则停止酸投加泵;
 - (2) 判断反应器内的pH值是否降至低于第三预设阈值C,如果是则停止酸投加泵;返回主控制逻辑始端重新开始循环执行。
2. 根据权利要求1所述的实时调控方法,其中所述反应器控制单元还设置有如下保护逻辑:
 - (1) 当该反应器内搅拌速率R不在第五预设阈值和第六预设阈值之间时进行报警;
 - (2) 当该反应器的温度不在第七预设阈值和第八预设阈值之间时进行报警,并启动该厌氧膜生物反应器的自行调温;
 - (3) 当该反应器的ORP不在第九预设阈值和第十预设阈值之间时进行报警;
 - (4) 当该反应器的膜通量大于第四预设阈值D时进行报警,且停止进水泵;
 - (5) 当该反应器内 $pH >$ 第二预设阈值B或 $pH <$ 第三预设阈值C时进行报警,且当该反应器内 $pH >$ 第二预设阈值B时还停止酸投加泵;其中第三预设阈值C小于第二预设阈值B;
 - (6) 当该反应器内液位超出液位上限时,进行报警并停止进水泵;当该反应器内液位低于液位下限时,进行报警并使进水泵运转。
3. 根据权利要求1所述的实时调控方法,其中所述反应器为外置管式厌氧膜生物反应器。
4. 一种反应器,采用如权利要求1所述的控制逻辑进行实时调控。
5. 一种反应器,采用如权利要求2所述的保护逻辑进行实时调控的保护。
6. 如权利要求4或5所述的反应器,其中所述反应器为外置管式厌氧膜生物反应器。

厌氧膜生物反应器的实时调控方法及采用其的反应器

技术领域

[0001] 本发明属于废水处理领域,涉及一种以厌氧膜生物反应器处理高浓度有机废水(如畜禽养殖废水)的自动化控制方法,更具体地涉及一种厌氧膜生物反应器的实时调控方法及采用其的反应器。

背景技术

[0002] 2013年发布的《全国畜禽养殖污染防治“十二五”规划》显示,2010年全国规模养殖排放COD总量达到了1184万吨,比2001年增加了47%,占全国污水COD排放总量的45%,占农业COD排放总量的95%。畜禽养殖废水含有大量的粪便、尿液、毛发和悬浮物质。畜禽养殖废水的COD_{Cr}高达3000~12000mg/L,氨氮高达800~2200mg/L,SS超标数十倍。因此,如果未经处理排放到湖水或者流速较慢的河流当中会引起水体富营养化。

[0003] 猪场清理猪粪的方式主要有干清粪和水冲粪等方式。不同清粪方式收集的猪粪固含率有所差别,从而导致对猪粪的后期处理方式不同。目前,规模化生猪养殖废水处理模式主要有还田模式、自然处理模式及工业处理模式。将养殖废水作为肥料灌溉至农田虽然可以达到污水利用,但所需农田面积非常大,并且会对地表和地下水造成不同程度的污染。由于猪粪中有机质含量高,使用厌氧生物处理的方式不仅可以节约曝气产生的能源,还能收集一定的生物质能源。厌氧生物处理技术多应用于高浓度有机废水。经历了多年的研究创新,诸如膨胀颗粒污泥床反应器(EGSB)、内循环厌氧反应器(IC)、升流式厌氧污泥床(UASB)、升流式生物滤池(UABP)等被广泛应用于生猪养殖废水的处理。但是,厌氧工艺处理高浓度有机废水存在启动时间长,微生物生长缓慢,污泥截留率差,出水水质浑浊等弊端。厌氧膜生物反应器(anaerobic membrane bioreactor, AnMBR)是厌氧消化过程与膜分离技术的有机结合。厌氧消化是指通过水解、酸化、产氢产乙酸、产甲烷四个阶段将水体中的COD等有机污染物降解生成甲烷和二氧化碳等沼气能源的过程。膜作为截留单元不仅可以截留部分污染物质,同时可以截留厌氧污泥,防止污泥流失。近年来,厌氧膜生物反应器由于其膜截留作用可高效地达到泥水分离的作用,因此作为新兴厌氧污水处理工艺被广泛认为是一项非常具有应用前景的技术。厌氧膜生物反应器结合了厌氧生物处理和膜分离技术,具有COD去除率高(92%~99%)、进水有机负荷高[2.3~19.8CODkg·(m³d)⁻¹]、污泥产量少(SRT>40d、HRT为8~12h)等工艺特点。

[0004] 厌氧处理畜禽养殖废水的常规控制逻辑为稳定负荷法,就是控制进水有机负荷稳定在某一区间内。但是这种稳定进水负荷法可能会引起过高的负荷导致厌氧系统的崩溃或者过低的负荷使反应器运行效率不足。而传统的废水厌氧消化的控制逻辑多数是经验的一种模糊判断,而非是基于动力学的逻辑。而单纯对于厌氧发酵液相的在线监测实施运行控制,则需要依据VFA、碱度等在线监测难度较大的数据,从而给设备投入成本和监测实时性都带来很大的影响。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明的主要目的在于提供一种有机废水厌氧处理的实时调控方法及采用其的反应器,以解决上述技术问题中的至少之一。

[0006] 为了实现上述目的,本发明提供了一种有机废水厌氧处理的实时调控方法,包括以下步骤:

[0007] 将待处理的有机废水通过一反应器的进水泵导入所述反应器中进行厌氧处理;所述反应器控制单元循环运行的主控制逻辑执行如下步骤:

[0008] 判断所述反应器内液位是否达到或超过设定液位上限,如果是则停止进水泵,并返回主控制逻辑始端重新开始;如果否则使进水泵运转;

[0009] 判断反应器内的产气率是否大于或等于第一预设阈值A,如果是则停止进水泵,并返回主控制逻辑始端重新开始;

[0010] 判断反应器内的pH值是否大于第二预设阈值B,如果是则使酸投加泵运转,并在酸投加泵运转期间判断如下两项:

[0011] (1) 反应器内的产气率是否大于第一预设阈值A,如果是则停止酸投加泵;

[0012] (2) 判断反应器内的pH值是否降至低于第三预设阈值C,如果是则停止酸投加泵;

[0013] 返回主控制逻辑始端重新开始循环执行。

[0014] 其中,所述反应器控制单元还设置有如下保护逻辑:

[0015] (1) 当该反应器内搅拌速率R不在第五预设阈值和第六预设阈值之间时进行报警;

[0016] (2) 当该反应器的温度不在第七预设阈值和第八预设阈值之间时进行报警,并启动该厌氧膜生物反应器的自行调温;

[0017] (3) 当该反应器的ORP不在第九预设阈值和第十预设阈值之间时进行报警;

[0018] (4) 当该反应器的膜通量大于第四预设阈值D时进行报警,且停止进水泵;

[0019] (5) 当该反应器内 $\text{pH} >$ 第二预设阈值B或 $\text{pH} <$ 第三预设阈值C时进行报警,且当该反应器内 $\text{pH} >$ 第二预设阈值B时还停止酸投加泵;其中第三预设阈值C小于第二预设阈值B;

[0020] (6) 当该反应器内液位超出液位上限时,进行报警并停止进水泵;当该反应器内液位低于液位下限时,进行报警并使进水泵运转。

[0021] 其中,所述反应器为外置管式厌氧膜生物反应器。

[0022] 作为本发明的另一个方面,本发明还提供了一种反应器,采用如上所述的控制逻辑进行实时调控,或者采用如上所述的保护逻辑进行实时调控的保护。

[0023] 其中,所述反应器为外置管式厌氧膜生物反应器。

[0024] 基于上述技术方案可知,本发明的实时调控方法具有如下有益效果:(1) 提供了一种简便高效的厌氧膜生物反应器处理畜禽养殖废水的控制方法,可以在处理畜禽养殖废水的同时回收生物质能源,操作简便,易于推广;(2) 通过该控制方法在进水COD达到 5000mg/L ,进水有机负荷达到 $10\text{KgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ 的情况下出水COD低达 224mg/L ;(3) 使用沼气产率、pH和液位联合调控的方法运行厌氧膜生物,同时监测液相和气相的动态,可以实时依据进水水质、厌氧处理单元和产气情况调控进水负荷,从而更有效的运行厌氧膜生物反应器;(4) 在应用于处理畜禽养殖废水时,通过实时监控畜禽养殖废水在厌氧膜生物反应器处理过程中沼气产率、pH和液位的变化,实时调控进、出水量与外源酸投加量,能够提高外置管式厌氧膜生物反应器的处理能力和运行稳定性。

附图说明

[0025] 图1是本发明的产气率-pH-液位联合实时调控方法的控制逻辑图。

具体实施方式

[0026] 为使本发明的目的、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,对本发明作进一步的详细说明。

[0027] 现有技术通常单纯对于厌氧发酵液相的在线监测实施运行控制,需要依据VFA、碱度等在线监测难度较大的数据,从而给设备投入成本和监测实时性都带来很大的影响。本发明提出了一种高浓度有机废水厌氧膜生物反应器处理的沼气产率-pH-液位实时调控方法,是以外置管式厌氧膜生物反应器处理高浓度有机废水为对象,通过设定的程序和在线传感器实时监控沼气产率、pH值和液位的变化,控制厌氧膜生物反应器的进、出水泵和酸投加泵的启停,从而实时调控厌氧膜生物反应器的稳定运行。本发明同时利用液相与气相两相的在线数据,只需要依据液相中的pH、ORP(氧化还原电极电位)和气相的产气流量便可很有效的判断厌氧进程推进的情况。例如通过监测甲烷产率和液相中总VFA(挥发性有机酸)的浓度来实现对UASB(上流式厌氧污泥床反应器)的运行控制从而处理蔗糖废水。

[0028] 本发明中的外置管式厌氧膜生物反应器由厌氧生物反应器、管式膜组件、循环泵、酸投加单元和PLC控制单元构成。

[0029] 在将该技术应用于生猪养殖废水处理时,由于生猪养殖废水中有机质含量高,并且厌氧处理的限速步骤为水解酸化阶段,因此使用沼气产率、pH和液位联合调控的方法运行厌氧膜生物,同时监测液相和气相的动态,可以实时依据进水水质、厌氧处理单元和产气情况调控进水负荷,从而更有效的运行厌氧膜生物反应器。

[0030] 具体地,本发明的调控方法,是一种以外置管式厌氧膜生物反应器为基础,以产气率(沼气产率)、pH和液位联合实时调控为核心的技术。通过设定的程序和在线传感器实时监控产气率、pH值和液位的变化,控制厌氧膜生物反应器的进、出水泵和酸投加泵的启停,从而实时调控厌氧膜生物反应器的稳定运行。本发明方法的控制逻辑如图1所示,该控制逻辑包括主控制逻辑和保护逻辑两部分。其中,主控制逻辑包括如下步骤:

[0031] 判断反应器内液位是否达到或超过设定液位上限,如果是则停止进水泵,并返回主控制逻辑始端重新开始;如果否则使进水泵运转;

[0032] 判断反应器内的产气率是否大于或等于第一预设阈值A,如果是则停止进水泵,并返回主控制逻辑始端重新开始;

[0033] 判断反应器内的pH值是否大于第二预设阈值B,如果是则使酸投加泵运转,并在酸投加泵运转期间判断如下两项:

[0034] (1) 反应器内的产气率是否大于第一预设阈值A,如果是则停止酸投加泵;

[0035] (2) 判断反应器内的pH值是否降至低于第三预设阈值C,如果是则停止酸投加泵;

[0036] 返回主控制逻辑始端重新开始循环执行。

[0037] 其中,该反应器PLC控制单元还设置有如下保护逻辑:

[0038] (1) 当该反应器内搅拌速率R不在第五预设阈值和第六预设阈值之间时进行报警;

[0039] (2) 当该反应器的温度不在第七预设阈值和第八预设阈值之间时进行报警,并启

动该厌氧膜生物反应器的自行调温；

[0040] (3) 当该反应器的ORP不在第九预设阈值和第十预设阈值之间时进行报警；

[0041] (4) 当该反应器的膜通量大于第四预设阈值D时进行报警；

[0042] (5) 当该反应器内 $\text{pH} >$ 第二预设阈值B或 $\text{pH} <$ 第三预设阈值C时进行报警；其中第三预设阈值C小于第二预设阈值B；

[0043] (6) 当该反应器内液位超出液位上限时，进行报警并停止进水泵；当该反应器内液位低于液位下限时，进行报警并使进水泵运转。

[0044] 其中，该反应器为厌氧膜生物反应器。

[0045] 本发明还公开了一种反应器，采用如上所述的控制逻辑进行实时调控。

[0046] 本发明还公开了一种反应器，采用如上所述的保护逻辑进行实时调控的保护。

[0047] 其中，该反应器为外置管式厌氧膜生物反应器。

[0048] 在一些具体实施方式中，如图1所示，具体控制逻辑包括如下步骤：

[0049] 一、主控制逻辑：

[0050] 循环开始时首先判断反应器内液位是否达到设定上限，如达到上限则进水泵停止运转，如未达到设定上限则启动进水泵；

[0051] 之后判断反应器产气率(沼气产率)是否大于设定值A，如超过设定值A则停止进水泵，如小于设定值A则判断pH值；

[0052] pH值如大于设定值B，则启动酸投加泵，启动酸投加泵期间产气率若大于设定值A则停止酸投加泵，若在酸投加泵运行过程内pH值降至低于设定值C，即便产气率没有大于设定值A，也要停止酸投加泵；

[0053] 停止后酸投加泵后从控制逻辑始端重新开始新一轮的控制循环。

[0054] 二、保护逻辑：

[0055] (1) 当该反应器内搅拌速率R超出预设阈值，例如230-250转/分时进行报警，例如，设定预设阈值在230-250转/分，当搅拌速率 $R > 250$ 转/分或 $R < 230$ 转/分时进行报警；

[0056] (2) 当该反应器的温度超出预设阈值，例如37-39℃范围时进行报警，启动该厌氧膜生物反应器的自行调温；

[0057] (3) 当该反应器的ORP超出预设阈值，例如-400mv到-200mv的范围时进行报警；

[0058] (4) 当该反应器的膜通量大于预设阈值D时进行报警，且停止进水泵；

[0059] (5) 当该反应器内 $\text{pH} >$ 预设阈值B或 $\text{pH} <$ 预设阈值C时进行报警，其中当 $\text{pH} >$ 预设阈值B时还停止酸投加泵；

[0060] (6) 当该反应器内液位超出液位上限或液位下限时，进行报警，并采取紧急措施，例如当液位超出液位上限时停止进水泵，当液位低于液位下限时使进水泵运行。

[0061] 实施例1：基于本发明方法的厌氧膜生物反应器处理生猪养殖废水

[0062] 以厌氧膜生物反应器处理生猪养殖废水，采用沼气产率-pH-液位联合调控方法。所用进水为养猪场水冲粪所产生的废水，经过100目筛将大颗粒物去除。进水COD为10000(±2000)mg/L，氨氮3000(±500)mg/L。所用厌氧膜生物反应器为外置管式厌氧膜生物反应器；膜组件为管式膜。该厌氧膜生物反应器除了配有进、出水泵之外，还配有酸投加泵、液位计、气体流量计、pH传感器、ORP传感器、PLC控制柜。当反应器内液位低于设定的液位上限，沼气产率低于A时启动进水泵。当反应器内液位达到上限时停止进水泵。当反应器内液位达

到上限,沼气产率仍小于A时启动酸投加泵。启动酸投加泵运行一段时间后,如果沼气产率小于A,并且pH大于C时酸投加泵持续运行;如果沼气产率大于A时则停止酸投加泵。当启动酸投加泵运行一段时间后,如果沼气产率小于A,且pH低于C时停止酸投加泵。在这一循环过程中如果反应器中液位达到液位上限,进水泵停止进水;反应器内pH低于C时停止酸投加泵。在厌氧膜生物反应器处理生猪养殖废水时,使用产气-pH-液位联合控制逻辑,进水、出水的COD浓度分别为10000 (± 2000) mg/L、900 (± 100) mg/L,COD平均去除率在90%以上。

[0063] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

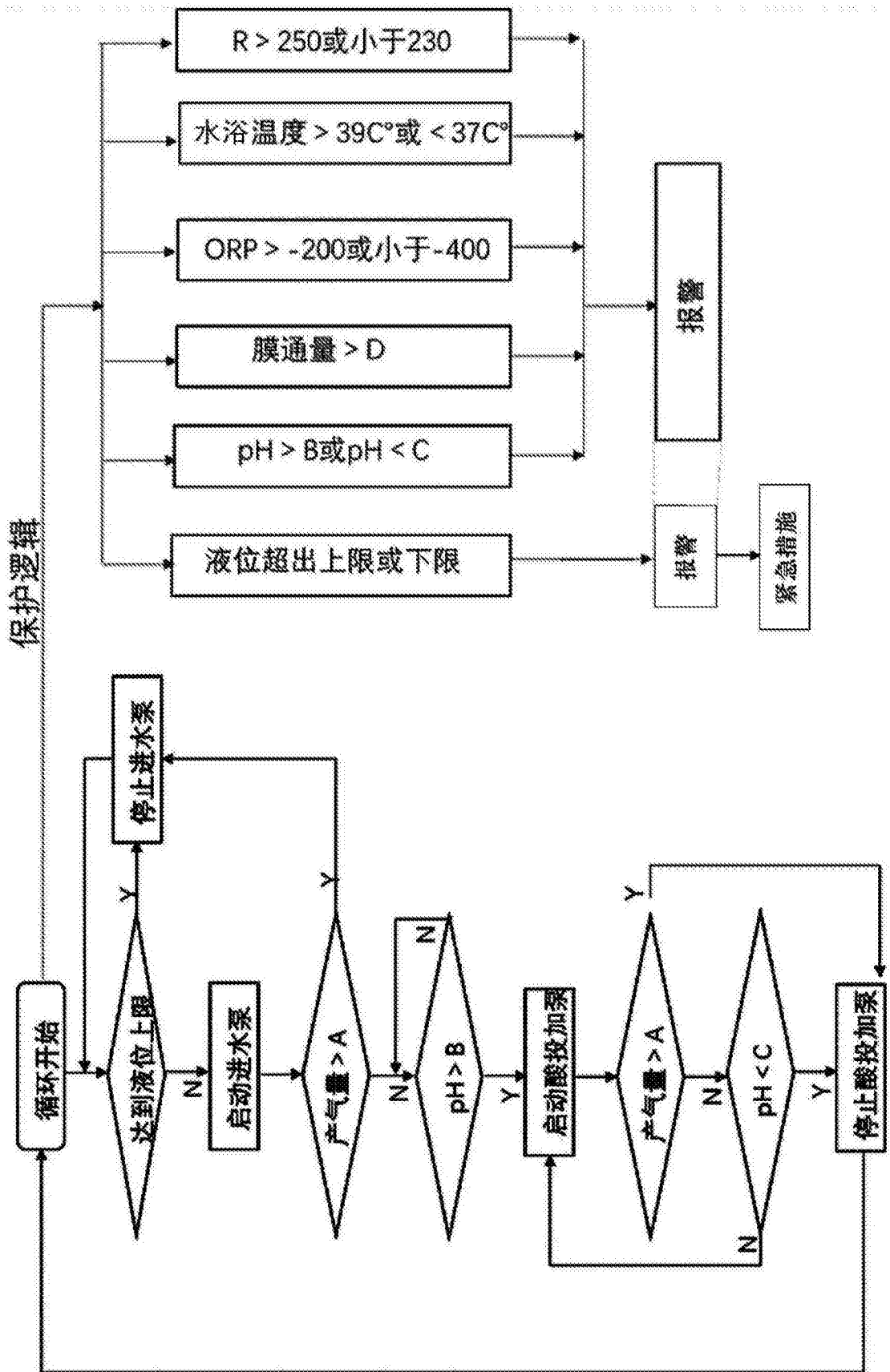


图1