



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105541008 B

(45)授权公告日 2017.12.26

(21)申请号 201510976752.6

C12P 5/02(2006.01)

(22)申请日 2015.12.22

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105541008 A

CN 105036489 A,2015.11.11,

CN 104609560 A,2015.05.13,

CN 205368029 U,2016.07.06,

(43)申请公布日 2016.05.04

CN 104529078 A,2015.04.22,

(73)专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路  
38号

CN 102616982 A,2012.08.01,

CN 102211813 A,2011.10.12,

CN 101012088 A,2007.08.08,

(72)发明人 吴伟祥 吴杭航 马壮 何洋洋  
袁梦冬

KR 10-2004-0047034 A,2004.06.05,

CN 102211837 A,2011.10.12,

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公  
司 33200

审查员 贺丽君

代理人 张法高

(51)Int.Cl.

C02F 9/14(2006.01)

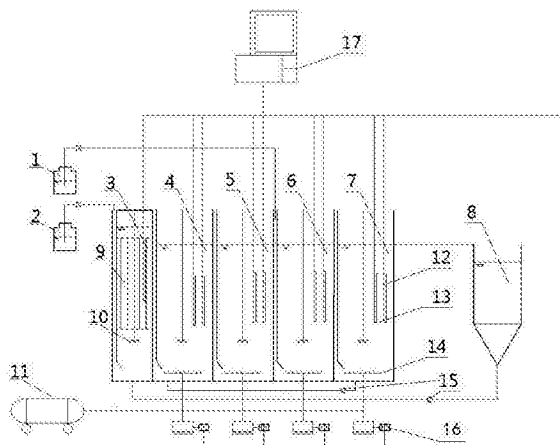
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处  
理工艺

(57)摘要

本发明公开了一种养殖废水低C/N比的厌氧沼液高效脱氮除碳处理装置及其工艺。本发明装置主体为四级微氧曝气池,以分步进水技术、微氧曝气技术和混凝沉淀技术为基础,构建分步进水微氧曝气同步脱氮除碳耦合碳源、碱度自平衡的高效低耗达标处理工艺。具体步骤为:畜禽养殖废水首先经过固液分离处理,废水作为资源进入UASB反应器,通过厌氧发酵生产沼气和沼液;高浓度氮磷的低C/N比厌氧沼液进入分步进水微氧曝气系统(SFAO<sup>d</sup>)进行高效同步脱氮除碳;生化出水连续进入混凝澄清器进行深度脱氮除磷,清水达标排放。本发明具有脱氮除磷效果好,抗冲击负荷能力强,运行费用低的优点。



1. 一种养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理工艺,用于所述工艺的处理装置包括:原水集水罐(1)、配水罐(2)、前置反硝化池(3)、1#微氧曝气池(4)、2#微氧曝气池(5)、3#微氧曝气池(6)、4#微氧曝气池(7)、沉淀池(8),经过固液分离的原水分三路,一路通过原水集水罐(1)与3#微氧曝气池(6)相连,另一路与UASB反应器相连,最后一路与UASB反应器出水口汇合后与配水罐(2)进水口相连,配水罐(2)依次与前置反硝化池(3)、1#微氧曝气池(4)、2#微氧曝气池(5)、3#微氧曝气池(6)、4#微氧曝气池(7)、沉淀池(8)相连;3#微氧曝气池(6)底部设有混合液回流管,混合液回流管另一端通过水泵(15)连接1#微氧曝气池(4);沉淀池(8)底部设有污泥回流管,污泥回流管另一端连接前置反硝化池(3);

其特征在于,该高效脱氮除碳处理工艺包括以下步骤:

1) 畜禽废水原水经过固液分离后,部分泵入UASB反应器,经过厌氧发酵产生沼气和沼液;

2) 经步骤1)处理后的沼液与经固液分离后的原水以(2.5-4.0):1进行配水,配水后泵入配水罐(2),并依次流经前置反硝化池(3)、1#微氧曝气池(4)、2#微氧曝气池(5)、3#微氧曝气池(6)、4#微氧曝气池(7);同时,经固液分离后的部分原水直接泵入3#微氧曝气池,3#微氧曝气池(6)的混合液回流至1#微氧曝气池(4)中;通过四级微氧曝气池的溶氧浓度分别为:1#微氧曝气池(4):0-0.10 mg/L,2#微氧曝气池(5):0.20-0.35 mg/L,3#微氧曝气池(6):0.15-0.25 mg/L,4#微氧曝气池(7):0-0.15 mg/L,通过在不同微氧曝气池里创造适宜不同种群微生物生长的环境条件,使得反应器在曝气阶段始终处于缺/微氧状态,为同步硝化反硝化脱氮及除磷提供了前提条件;4#微氧曝气池(7)的出水排入沉淀池(8)进行泥水分离,沉淀污泥部分回流至前置反硝化池(3),剩余污泥定期排放;

3) 步骤2)中泥水分离后的上清液排入混凝澄清器,往混凝澄清器内加入高效铁盐系混凝剂和PAM,与废水混合均匀进行深度脱氮除磷,处理后的清水达标排放。

2. 如权利要求1所述的一种养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理工艺,其特征在于,所述的配水罐(2)、前置反硝化池(3)中均设有搅拌装置(10)。

3. 如权利要求1所述的一种养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理工艺,其特征在于,所述的前置反硝化池(3)中部设有填料(9)和pH探头(13);所述的1#微氧曝气池(4)、2#微氧曝气池(5)、3#微氧曝气池(6)、4#微氧曝气池(7)均设有曝气装置(14)、溶氧探头(12)和pH探头(13)。

4. 如权利要求3所述的一种养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理工艺,其特征在于,所述的曝气装置(14)的进气口前端分为两路,一路与主曝气系统风机(11)连接,另一路与辅助曝气系统增氧泵(16)连接;同时,辅助曝气系统增氧泵(16)与溶氧探头(12)均与控制装置(17)相连。

5. 如权利要求3所述的一种养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理工艺,其特征在于,所述的填料(9)采用弹性填料。

6. 如权利要求3所述的一种养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理工艺,其特征在于,所述的曝气装置(14)为微孔曝气盘。

7. 根据权利要求1所述的一种养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理工艺,其特征在于,所述的步骤2)中直接泵入3#微氧曝气池(6)的原水量为前置反硝化池(3)进水流量的0.08-0.10倍;3#微氧曝气池(6)的混合液回流量为前置反硝化池(3)进水流量的3-5倍;沉

淀池(8)的污泥回流量为前置反硝化池(3)进水流量的3-5倍。

8. 根据权利1所述的一种养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理工艺,其特征在于,所述的步骤3)中混凝澄清器的高效铁盐系混凝剂的投加量为1.0-2.0 mL/L废水,高效铁盐系混凝剂中硫酸铁的含量为8-12wt%、钙离子含量为0.05-0.1 wt %、镁离子含量为0.01-0.02 wt %;铝离子含量为0.01-0.02 wt %;PAM的投加量为20-40 mg/L废水,PAM的分子量为1500万以上。

9. 根据权利1所述的一种养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理工艺,其特征在于,所述的步骤2)中,废水在前置反硝化池(3)、1#微氧曝气池(4)、2#微氧曝气池(5)、3#微氧曝气池(6)、4#微氧曝气池(7)和沉淀池(8)的水力停留时间分别为0.625天、1.0天、1.0天、1.0天、1.0天和0.625天。

## 养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理工艺

### 技术领域

[0001] 本发明属于环保废水处理领域,特别涉及一种养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理装置及其工艺。

### 背景技术

[0002] 随着社会经济的发展和人们物质生活水平的不断提高,畜禽养殖业已经成为我国农业发展的支柱产业之一。但与此同时,其所带来的环境问题也日益突出。2010年发布的《第一次全国污染源普查公报》中显示,农业源COD和氨氮排放量分别为1324.09万吨和91.81万吨,其中,畜禽养殖业的COD和氨氮排放量分别为1268.26万吨和71.73万吨,占农业源COD和氨氮排放量的95.8%和78.1%,占全国COD和氨氮排放量的41.9%和41.5%。由此可见,畜禽养殖污染已经成为农业污染源之首。

[0003] 畜禽养殖废水的厌氧沼液是一种高有机物、高氨氮、低C/N比(C/N比 $<4$ )的废水,该废水的脱氮除碳难度大。传统脱氮理论主要是建立在硝化和反硝化过程上的,而反硝化过程常被认为是异养型细菌消耗碳源所完成的,所以如果进水的C/N较低就会因为碳源不足而限制整个生物脱氮过程,解决这种脱氮难的困境通常有两种方式:第一是通过投加外加碳源使得反硝化过程顺利进行;第二是利用新的脱氮原理在少碳源或者无碳源条件下完成脱氮过程,如厌氧氨氧化过程或短程反硝化过程。而在实际工程应用中,第一种方法更为常见,外加碳源的种类不仅包括甲醇、乙醇等实验室用纯碳源,也有利用工农业生产过程中富含有机质的废弃副产品如啤酒厂废水或畜禽养殖废水等。

[0004] 随着《畜禽养殖业水污染物排放标准》(2014年征求意见稿第二稿)出台,废水排放标准将提升到COD<sub>Cr</sub> 150mg/L,氨氮40mg/L,总氮70mg/L以及总磷5mg/L,而规模化养猪场现有废水处理工艺难以使废水达标排放,急需开发先进的经济、高效、节能的畜禽养殖废水处理工艺设施。

[0005] 目前,好氧曝气工艺处理废水一般要求DO维持在2mg/L以上才能使污染物得到有效的去除。然而,这必然会带来巨大的能耗损失,占整个工艺总能耗的40%-50%。微氧曝气控制DO在0.5mg/L以下,这能够使氧的传递速率提高,污泥产率降低,同时不影响COD的降解效率和硝化性能。与好氧曝气相比,微氧曝气不仅创造了同步硝化反硝化所需的缺氧环境,还节省了高强度曝气所需的能源。

[0006] 因此,从国家和行业的可持续发展需求出发,畜禽养殖业必须实现转型升级,同时国家“十三五”规划纲要中的环保规划也对其节能减排及环保治理提出了更高的要求。因此,为保证畜禽养殖业的健康可持续发展,必须进一步提高畜禽养殖业污染物排放的控制要求,迫切需要对现有废水处理工艺和装置进行提标改造,开发经济高效节能的新型废水处理工艺,强化脱氮除磷,实现区域养殖场养殖排放污染物最小化。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是克服现有技术中存在的不足,并提供一种养殖废水低C/N比(C/N

比<4)的厌氧沼液高效脱氮除磷达标处理装置,降低运行成本,实现规模化猪场养殖废水达标排放。

[0008] 本发明采用的具体技术方案是:

[0009] 一种养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理装置,其包括:原水集水罐、配水罐、前置反硝化池、1#微氧曝气池、2#微氧曝气池、3#微氧曝气池、4#微氧曝气池、沉淀池,经过固液分离的原水分三路,一路通过原水集水罐与3#微氧曝气池相连,另一路与UASB反应器相连,最后一路与UASB反应器出水口汇合后与配水罐进水口相连,配水罐依次与前置反硝化池、1#微氧曝气池、2#微氧曝气池、3#微氧曝气池、4#微氧曝气池、沉淀池相连;3#微氧曝气池底部设有混合液回流管,混合液回流管另一端通过水泵连接1#微氧曝气池;沉淀池底部设有污泥回流管,污泥回流管另一端连接前置反硝化池。

[0010] 作为优选,所述的配水罐、前置反硝化池中均设有搅拌装置。

[0011] 作为优选,所述的前置反硝化池中部设有填料和pH探头;所述的1#微氧曝气池、2#微氧曝气池、3#微氧曝气池、4#微氧曝气池均设有曝气装置溶氧探头和pH探头。

[0012] 作为进一步优选,所述的曝气装置的进气口前端分为两路,一路与主曝气系统风机连接,另一路与辅助曝气系统增氧泵连接;同时,辅助曝气系统增氧泵与溶氧探头均与控制装置相连。前置反硝化池、1#微氧曝气池、2#微氧曝气池、3#微氧曝气池、4#微氧曝气池及沉淀池共同组成分步进水微氧曝气同步脱氮除碳系统(SFAO<sup>4</sup>)。

[0013] 作为优选,所述的填料9采用弹性填料。

[0014] 作为优选,所述的曝气装置14为微孔曝气盘。

[0015] 本发明的另一目的在于提供一种使用所述装置的养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理工艺,包括以下步骤:

[0016] 1) 畜禽废水原水经过固液分离后,部分泵入UASB反应器,经过厌氧发酵产生沼气和沼液;

[0017] 2) 经步骤1)处理后的沼液与经固液分离后的原水以(2.5-4.0):1进行配水,配水后泵入配水罐,并依次流经前置反硝化池、1#微氧曝气池、2#微氧曝气池、3#微氧曝气池、4#微氧曝气池;同时,经固液分离后的部分原水直接泵入3#微氧曝气池,3#微氧曝气池的混合液回流至1#微氧曝气池中;通过四级微氧曝气池的溶氧浓度分别为:1#微氧曝气池:0-0.10mg/L,2#微氧曝气池:0.20-0.35 mg/L,3#微氧曝气池:0.15-0.25mg/L,4#微氧曝气池:0-0.15mg/L,通过在不同微氧曝气池里创造适宜不同种群微生物生长的环境条件,使得反应器在曝气阶段始终处于缺/微氧状态,为同步硝化反硝化脱氮及除磷提供了前提条件;4#微氧曝气池的出水排入沉淀池进行泥水分离,沉淀污泥部分回流至前置反硝化池,剩余污泥定期排放;

[0018] 3) 步骤2)中泥水分离后的上清液排入混凝澄清器,往混凝澄清器内加入高效铁盐系混凝剂和PAM,与废水混合均匀进行深度脱氮除磷,处理后的清水达标排放。

[0019] 作为优选,所述的步骤2)中直接泵入3#微氧曝气池的原水量为前置反硝化池进水流量的0.08-0.10倍;3#微氧曝气池的混合液回流量为前置反硝化池进水流量的3-5倍;沉淀池的污泥回流量为前置反硝化池进水流量的3-5倍。

[0020] 作为优选,所述的步骤3)中混凝澄清器的高效铁盐系混凝剂的投加量为1.0-2.0mL/L废水,高效铁盐系混凝剂中硫酸铁的含量为8-12wt%、钙离子含量为0.05-

0.1wt%、镁离子含量为0.01-0.02wt%；铝离子含量为0.01-0.02wt%；PAM的投加量为20-40mg/L废水，PAM的分子量为1500万以上。

[0021] 作为优选，所述的步骤2)中的SFAO<sup>4</sup>系统中，废水在前置反硝化池、1#微氧曝气池、2#微氧曝气池、3#微氧曝气池、4#微氧曝气池和沉淀池的水力停留时间分别为0.625天、1.0天、1.0天、1.0天和0.625天。

[0022] 本发明具有以下优点：

[0023] (1) 本发明的工艺出水水质好、耐冲击负荷和占地面积少。本发明仅用 UASB+SFAO<sup>4</sup>系统+混凝系统就能实现猪场养殖废水低C/N比厌氧沼液的深度净化，相对于氧化塘和人工湿地等处理工艺，极大地减少了占地面积和总水力停留时间，提高了抗冲击负荷能力。规模化猪场养殖废水经过多层次的组合处理工艺，可使出水水质稳定达到《畜禽养殖业污染物排放标准》(2014年征求意见稿第二稿)排放要求，实现提标改造。

[0024] (2) SFAO<sup>4</sup>系统能够解决厌氧沼液碳源不足脱氮困难的技术难题。通过分布进水措施能够使缺乏碳源进行反硝化脱氮的微氧曝气池及时补充易降解碳源，使微氧曝气池中通过短程硝化产生的亚硝酸盐及时与原水中的易降解碳源进行反硝化作用，亚硝酸盐无法形成累积，最终达到使氮素从水中去除的目的。同时，采取混合液回流和污泥回流措施能够及时补充前置反硝化池和1#微氧曝气池缺乏的亚硝酸盐/硝酸盐，与池中的易降解碳源进行反硝化脱氮。最终SFAO<sup>4</sup>系统实现了短程硝化反硝化和同步硝化反硝化过程，做到高效同步脱氮除碳，整个系统无需外加纯碳源就能达到碳源、碱度自平衡。

[0025] (3) SFAO<sup>4</sup>系统针对低C/N比的厌氧沼液具有脱氮除碳效率高，抗冲击负荷能力强，运行费用低的特点。①SFAO<sup>4</sup>系统的COD<sub>Cr</sub>、总氮和总磷的去除率分别可以达到95%，92%和70%。②SFAO<sup>4</sup>系统采取溶解氧控制仪和辅助曝气系统自动控制系统内的溶氧浓度，实现同步短程硝化反硝化，且可以实现自动化控制。③相对于纯氧曝气，SFAO<sup>4</sup>系统减少25%的曝气量，可以有效降低能耗。

[0026] (3) 本发明采用物化除磷，可快速有效去除养殖废水的氮磷含量，得到的混凝结晶沉淀可用作肥料。高效铁盐系混凝剂中硫酸铁的含量为8%-12wt%、钙离子含量为0.05-0.1wt%、镁离子含量为0.01-0.02wt%；铝离子含量为0.01-0.02 wt%，混凝药剂除磷效果好，总磷去除率大于95%，且成本较低，仅为0.5元/吨废水。

## 附图说明

[0027] 图1为一种养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理装置的结构示意图；

[0028] 图2为一种养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理工艺流程图。

[0029] 图3为本发明中高效铁盐系混凝剂除磷效果的对比图。

## 具体实施方式

[0030] 下面结合附图和具体实例对本发明做进一步详述：

[0031] 如图1所示，一种养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理装置，包括：原水集水罐1、配水罐2、前置反硝化池3、1#微氧曝气池4、2#微氧曝气池5、3#微氧曝气池6、4#微氧曝气池7、沉淀池8，经过固液分离的原水分三路，一路通过原水集水罐1与3#微氧曝气池6相连，另一路与UASB反应器相连，最后一路与UASB反应器出水口汇合后与配水罐2进水口相

连,配水罐2依次与前置反硝化池3、1#微氧曝气池4、2#微氧曝气池5、3#微氧曝气池6、4#微氧曝气池7、沉淀池8相连。所述的配水罐2、前置反硝化池3中均设有搅拌装置 10。3#微氧曝气池6底部设有混合液回流管,混合液回流管另一端通过水泵15 连接1#微氧曝气池4;沉淀池8底部设有污泥回流管,污泥回流管另一端通过水泵15连接前置反硝化池3。

[0032] 前置反硝化池3中部设有填料9和pH探头13,填料9采用弹性填料。

[0033] 所述的1#微氧曝气池4、2#微氧曝气池5、3#微氧曝气池6、4#微氧曝气池 7底部均设有曝气装置14,曝气装置14为微孔曝气盘;中部均设有溶氧探头12 和pH探头13。曝气装置14的进气口前端分为两路,一路与主曝气系统风机11 连接,另一路与辅助曝气系统增氧泵16连接;同时,辅助曝气系统增氧泵16 与溶氧探头12均与控制装置17相连。前置反硝化池3、1#微氧曝气池4、2#微氧曝气池5、3#微氧曝气池6、4#微氧曝气池7及沉淀池8共同组成分步进水微氧曝气同步脱氮除碳系统(SFAO<sup>4</sup>)。

[0034] 基于上述装置,一种使用所述装置的养殖废水低C/N比厌氧沼液高效脱氮除碳处理工艺,包括以下步骤:

[0035] 1) 畜禽废水原水经过固液分离后,部分泵入UASB反应器,经过厌氧发酵产生沼气和沼液;

[0036] 2) 经步骤1)处理后的沼液与经固液分离后的原水以(2.5-4.0):1进行配水,配水后泵入配水罐2,并依次流经前置反硝化池3、1#微氧曝气池4、2#微氧曝气池5、3#微氧曝气池6、4#微氧曝气池7;同时,经固液分离后的部分原水直接泵入3#微氧曝气池,3#微氧曝气池6的混合液回流至1#微氧曝气池4中;通过在线溶氧仪、辅助曝气系统和计算机自动控制四级微氧曝气池的溶氧浓度分别为:1#微氧曝气池4:0-0.10mg/L,2#微氧曝气池5:0.20-0.35mg/L,3#微氧曝气池6:0.15-0.25mg/L,4#微氧曝气池7:0-0.15mg/L,通过在不同微氧曝气池里创造适宜不同种群微生物生长的环境条件,使得反应器在曝气阶段始终处于缺 / 微氧状态,为同步硝化反硝化脱氮及除磷提供了前提条件;4#微氧曝气池7的出水排入沉淀池8进行泥水分离,沉淀污泥部分回流至前置反硝化池3,剩余污泥定期排放;直接泵入3#微氧曝气池6的原水量为前置反硝化池3进水流量的 0.08-0.10倍;3#微氧曝气池6的混合液回流量为前置反硝化池3进水流量的3-5 倍;沉淀池8的污泥回流量为前置反硝化池3进水流量的3-5倍。SFAO<sup>4</sup>系统中,废水在前置反硝化池3、1#微氧曝气池4、2#微氧曝气池5、3#微氧曝气池6、4# 微氧曝气池7和沉淀池8的水力停留时间分别为0.625天、1.0天、1.0天、1.0天、1.0天和0.625天。

[0037] 3) 步骤2)中泥水分离后的上清液排入混凝澄清器,往混凝澄清器内加入高效铁盐系混凝剂和PAM,与废水混合均匀进行深度脱氮除磷,处理后的清水达标排放。高效铁盐系混凝剂的投加量为1.0-2.0mL/L废水,高效铁盐系混凝剂中硫酸铁的含量为8-12wt%、钙离子含量为0.05-0.1wt%、镁离子含量为0.01-0.02 wt%;铝离子含量为0.01-0.02wt%;PAM的投加量为20-40mg/L废水,PAM 的分子量为1500万以上。

[0038] 实施例

[0039] 下面以某规模化种猪场养殖废水处理过程为例,利用上述装置对猪场废水进行处理,原水和厌氧沼液水质状况如表1所示:

[0040] 表1某规模化种猪场废水水质

[0041] 单位:mg/L (pH值除外)

[0042]

处理单元	pH	COD <sub>Cr</sub>	氨氮	总氮	总磷
原水	6.88-7.70	6000-9500	710-850	750-900	35-75
厌氧沼液	6.90-8.23	2000-3100	700-830	700-880	15-35

[0043] 发明方法的具体流程如图2,将150吨猪场废水原水经除渣机进行固液分离,分离后的废水泵入UASB反应器进行厌氧发酵反应,厌氧发酵过程中产生的沼气经过收集、纯化处理后用作发电,生产的电能给系统中的设备供能。在UASB 反应器反应15天后COD浓度可降低至2500mg/L左右。厌氧反应结束后将厌氧沼液与原水按照7:3的比例进行配水,然后泵入SFAO<sup>4</sup>的前置反硝化池中,废水依次流经1#微氧曝气池、2#微氧曝气池、3#微氧曝气池、4#微氧曝气池和沉淀池。在SFAO<sup>4</sup>系统中,废水在前置反硝化池、1#微氧曝气池、2#微氧曝气池、3#微氧曝气池、4#微氧曝气池和沉淀池的水力停留时间分别为0.625天、1.0天、1.0天、1.0天和0.625天。

[0044] 与此同时原水集水罐中的原水以前置反硝化池进水流量的0.08-0.10倍泵入 3#微氧曝气池,3#微氧曝气池的混合液以前置反硝化池进水流量的3-5倍回流至 1#微氧曝气池中,沉淀池的泥水混合物以前置反硝化池进水流量的3-5倍回流至前置反硝化池中。在前置反硝化池中,从沉淀池回流的硝态氮和亚硝态氮利用易降解碳源进行反硝化脱氮除碳;同时,在1#微氧曝气池中,从3#微氧曝气池回流的硝态氮和亚硝态氮也能进一步利用易降解碳源进行反硝化脱氮除碳;在3# 微氧曝气池中,分步进水的原水的C/N比高(C/N>8),可作为一种优质外加碳源添加到3#微氧曝气池中再一步进行反硝化脱氮除碳。SFAO<sup>4</sup>系统能够实现三级短程硝化反硝化和同步硝化反硝化,而且整个过程无需外加纯碳源,从而达到碳源、碱度自平衡。通过在线溶氧仪、辅助曝气系统和计算机自动控制四级微氧曝气池的溶氧浓度分别为:01池:0-0.10mg/L,02池:0.20-0.35mg/L,03池:0.15-0.25mg/L,04池:0-0.15mg/L,通过在不同微氧曝气池里创造适宜不同种群微生物生长的环境条件,能使水中的溶解氧快速地被好氧硝化细菌及其他的好氧及兼性细菌吸收利用,使得反应器在曝气阶段始终处于缺/微氧状态,为同步硝化反硝化脱氮及除磷提供了前提条件。稳定运行期间,SFAO<sup>4</sup>系统的出水COD 浓度小于200mg/L,出水氨氮浓度小于10mg/L,出水总氮浓度小于70mg/L,出水总磷浓度小于10mg/L,相应的去除率为85%-95%,97%-99%,85%-90%和60%-80%。

[0045] SFAO<sup>4</sup>系统生化出水进入沉淀池中,使废水进行泥水分离,污泥部分回流至前置反硝化池,为其提供硝态氮和亚硝态氮,剩余污泥定期排放。沉淀池上清液通过自流作用连续进入混凝澄清器,高效铁盐系混凝剂和PAM通过计量泵泵入澄清器内,通过搅拌器进行混合,混凝澄清器的水力停留时间为4小时,其运行模式为连续式。沉淀后结晶固体沉入底部,通过排泥系统排出,与固液分离的废渣和厌氧发酵产生的沼渣作为生产有机肥的原料。高效铁盐系混凝剂和PAM的投加量分别为1L/吨废水和20mg/L废水,药剂成本仅为0.5元/吨废水。如图3 所示,处理1,处理2和处理3分别投加了0.25g/L、0.50g/L和1.00g/L的聚合氯化铁,处理4、处理5和处理6分别投加了0.05mL/L、0.10mL/L和0.20mL/L 的高效铁盐系混凝

剂,处理7投加了1.00g/L的聚合氯化铝。由图3可知,投加了高效铁盐系混凝剂的处理4、处理5和处理6的出水除磷效果明显优于聚合氯化铁和聚合氯化铝,高效铁盐系混凝剂的总磷去除率均达到90%以上。在混凝单元中可实现深度脱氮除磷,COD也能得到进一步有效去除,去除率达到50%左右,总氮去除率为20%左右,总磷去除率大于95%。本发明工艺的最后一出水 COD $\leq$ 100mg/L,氨氮 $\leq$ 10mg/L,总氮 $\leq$ 40mg/L,总磷 $\leq$ 1.0mg/L,可达到《畜禽养殖业污染物排放标准》(2014年征求意见稿第二稿)的排放要求。

[0046] 该工艺对上述废水的具体处理效果如下表

[0047] 表2废水处理工艺的进出水水质情况

项目	猪场废水原水	混凝进水	处理出水	《畜禽养殖业污染物排放标准》(2014二次征求意见稿)
pH	6-9	6-9	6-9	6-9
[0048] COD (mg/L)	6000-9500	300-500	$\leq$ 100	$\leq$ 150
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg/L)	680-850	$\leq$ 25	$\leq$ 10	$\leq$ 40
TN (mg/L)	750-900	$\leq$ 60	$\leq$ 40	$\leq$ 70
TP (mg/L)	35-75	$\leq$ 12	$\leq$ 1.0	$\leq$ 5.0

[0049] 由此可见,本发明的装置及工艺对畜禽废水低C/N比的厌氧沼液脱氮除磷的处理效率较高,成本较低,与现有技术相比,具有突出的实质性特点和显著的进步。

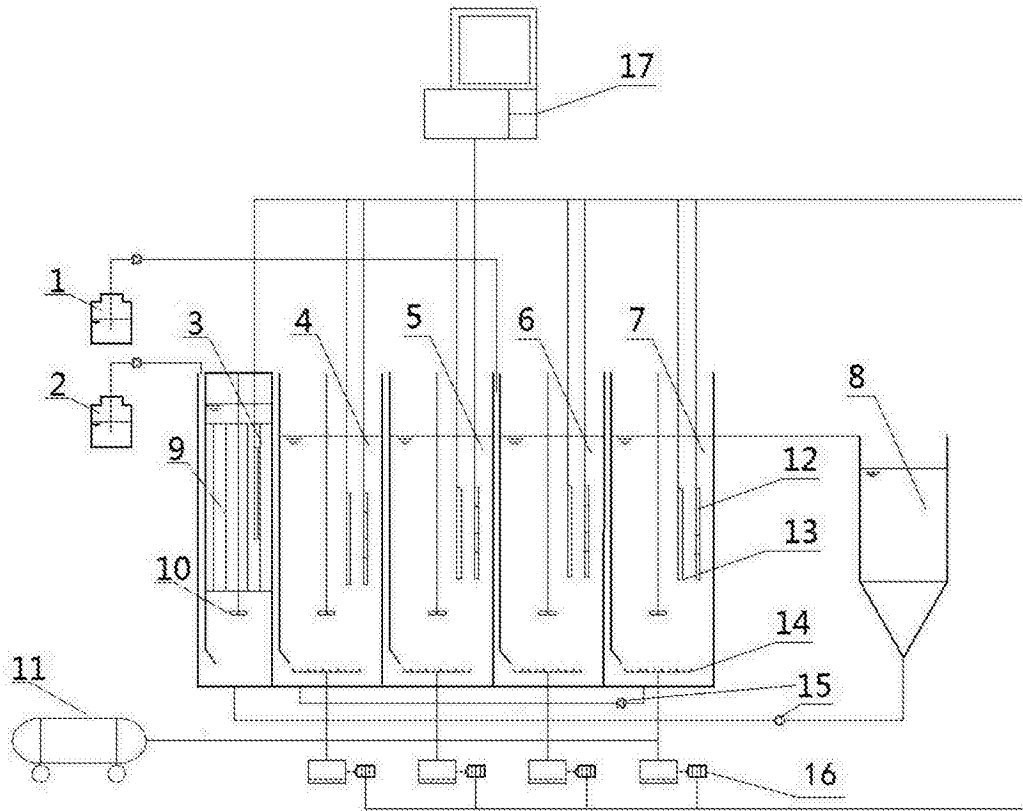


图1

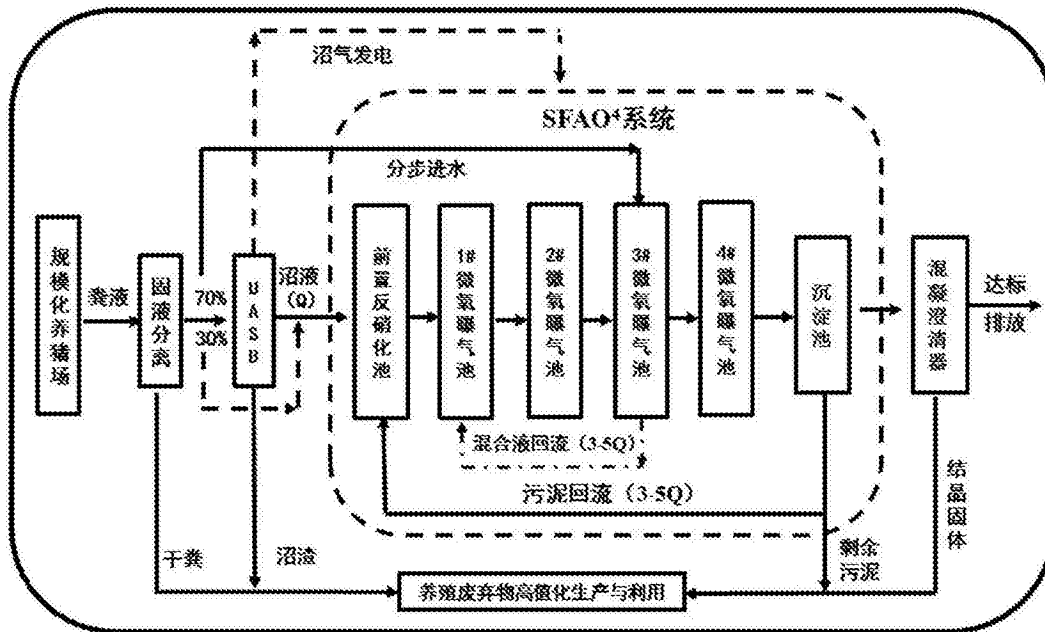


图2

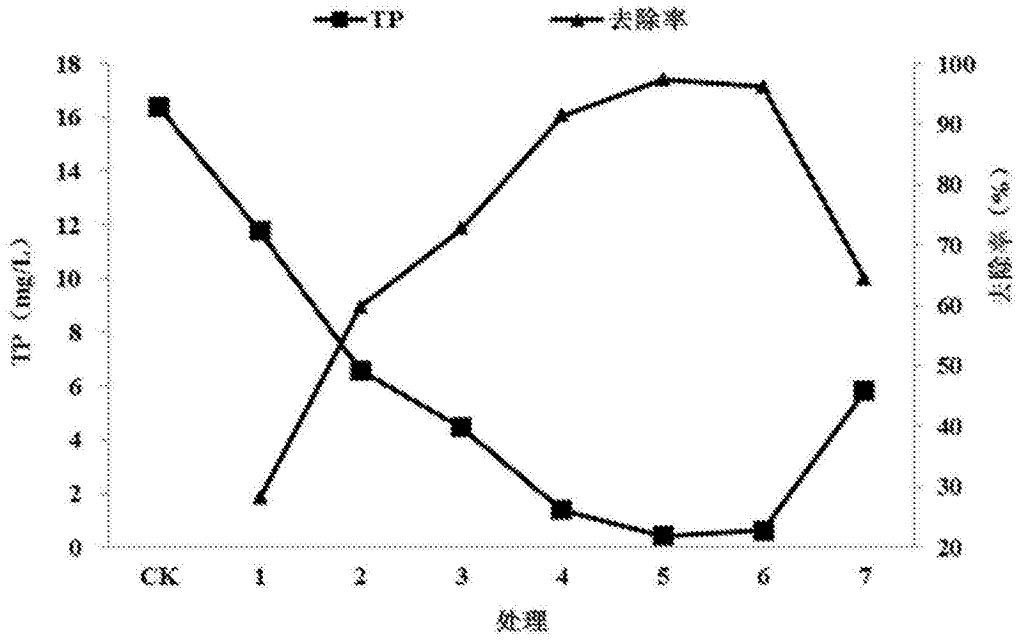


图3