



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101830617 B

(45) 授权公告日 2012. 01. 25

(21) 申请号 201010114626. 7

(22) 申请日 2010. 02. 26

(73) 专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市浙大路 38 号

(72) 发明人 郑平 陆慧锋 陈小光

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公司 33200

代理人 张法高

(51) Int. Cl.

C12M 1/107(2006. 01)

B01D 53/84(2006. 01)

B01D 53/60(2006. 01)

C02F 3/28(2006. 01)

审查员 刘悦

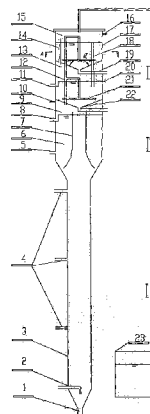
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

沼气生产 - 脱硫 - 脱氮一体化装置

(57) 摘要

本发明公开了一种沼气生产 - 脱硫 - 脱氮一体化装置。它包括沼气生产区 I、三相分离区 II、脱硫 - 脱氮区 III 和硝化废水储罐, 沼气生产区 I 设有排泥管、进水管、取样管和回流管; 三相分离区 II 设有污泥沉淀室、倒漏斗状三相分离器、第一气室、第一溢流出水管和沼气采集监测管; 脱硫 - 脱氮区 III 主体包括第一脱硫 - 脱氮筒和第二脱硫 - 脱氮筒组成, 设有污泥斗、盘型布气器、沼气输入管、第二溢流出水管、排硫管、净化沼气恒压管、第二气室、第三气室、硝化废水自流管和沼气收集管。本装置的优点有: ①沼气生产与脱硫脱氮融于一体, 沼气边产生边脱硫, 无需气泵输送; ②将 H<sub>2</sub>S 氧化成单质硫, 可回收硫资源, 将硝酸盐还原成氮气, 可消除氮素污染。



1. 一种沼气生产-脱硫-脱氮一体化装置,其特征在于包括相连接的沼气生产区 I、三相分离区 II、脱硫-脱氮区 III 和硝化废水储罐 (23),沼气生产区 I 包括排泥管 (1)、进水管 (2)、反应筒 (3)、取样管 (4) 和回流管 (5),反应筒 (3) 底部设有排泥管 (1),反应筒 (3) 壁上从下到上依次设有进水管 (2)、取样管 (4) 和回流管 (5);三相分离区 II 从下到上依次设有污泥沉淀室 (6)、倒漏斗状三相分离器 (7) 和第一气室 (9),污泥沉淀室 (6) 的外侧壁设有第一溢流出水管 (8),第一气室 (9) 的外侧壁设有沼气采样监测管 (10);脱硫-脱氮区 III 主体包括第一脱硫-脱氮筒 (17) 和第二脱硫-脱氮筒 (20),第一脱硫-脱氮筒 (17) 和第二脱硫-脱氮筒 (20) 包括沼气输入管 (11)、第二溢流出水管 (12)、第二气室 (13)、净化沼气恒压管 (14)、第三气室 (15)、沼气收集管 (16)、硝化废水自流管 (18)、排硫管 (19)、盘型布气器 (21) 和污泥斗 (22),第一脱硫-脱氮筒 (17) 和第二脱硫-脱氮筒 (20) 下部分别设有污泥斗 (22),污泥斗 (22) 上部设有盘型布气器 (21),盘型布气器 (21) 与沼气输入管 (11) 相连,污泥斗 (22) 底端与排硫管 (19) 连接,净化沼气恒压管 (14) 的上下端分别与第三气室 (15) 和第二气室 (13) 连接,硝化废水自流管 (18) 将上下两个沼气脱硫-脱氮筒内的液体连通,第一脱硫-脱氮筒 (17) 外侧壁上设有沼气收集管 (16),第二脱硫-脱氮筒 (20) 外侧壁上设有第二溢流出水管 (12)。

2. 根据权利要求 1 所述的一种沼气生产-脱硫-脱氮一体化装置,其特征在于:所述的沼气生产区 I、三相分离区 II 和沼气脱硫-脱氮区 III 的体积比为 2 : 1 : 1 ~ 4 : 1 : 1。

3. 根据权利要求 1 所述的一种沼气生产-脱硫-脱氮一体化装置,其特征在于:所述的净化沼气恒压管 (14) 上端比第一脱硫-脱氮筒 (17) 内液面高出 1 ~ 2cm;硝化废水自流管 (18) 上端与第一脱硫-脱氮筒 (17) 内液面齐平,硝化废水自流管 (18) 下端比第二脱硫-脱氮筒 (20) 内液面低 2 ~ 4cm。

4. 根据权利要求 1 所述的一种沼气生产-脱硫脱氮一体化装置,其特征在于:所述的污泥斗 (22) 为锥形,污泥斗 (22) 的底角  $\alpha$  为 100 ~ 120°。

## 沼气生产 - 脱硫 - 脱氮一体化装置

### 技术领域

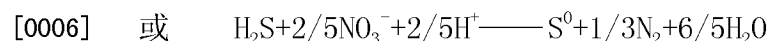
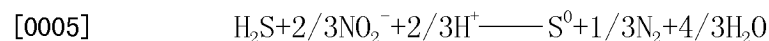
[0001] 本发明涉及一种沼气生产 - 脱硫 - 脱氮一体化装置,适用于沼气工程、有机废水厌氧处理工程等。

### 背景技术

[0002] 沼气发酵是有机废水处理的重要手段之一。由于运行成本低、污泥产量少、可回收沼气,沼气发酵技术受到了环境工程界的青睐。生活污水含有 3 ~ 6mg/L 有机硫和 30 ~ 60mg/L 无机硫,一些工业有机废水(如纸浆废水、制革废水、制药废水等)的硫酸盐含量甚至高达 9000mg/L 以上。在这些含硫废水的厌氧生物处理过程中,会产生大量硫化氢气体,浓度约为 1 ~ 20g/m<sup>3</sup>。硫化氢是一种剧毒有害气体。在空气中及潮湿环境条件下,硫化氢对管道、燃烧器以及其它金属设备、仪器仪表等有强烈腐蚀作用;硫化氢燃烧生成二氧化硫,可直接影响人类身体健康;二氧化硫遇水生成硫酸,则有强烈的腐蚀作用。沼气脱硫是沼气生产中不可或缺的处理工序。

[0003] 沼气脱硫的方法有化学法、物化法和生物法等。目前我国沼气工程上普遍应用的脱硫技术以物理化学法为主(俗称干法脱硫),即用三氧化二铁脱硫剂脱除沼气中的 H<sub>2</sub>S。在常温下,沼气通过脱硫剂床层,硫化氢与活性氧化铁接触,生成三硫化二铁,然后与空气接触,铁的硫化物转化为氧化铁和单质硫。这样的脱硫再生过程可循环多次,直至氧化铁脱硫剂表面的大部分孔隙被硫或其他杂质覆盖而失去活性。氧化铁干法脱硫工艺简单,成熟可靠,造价低(25m<sup>3</sup> 脱硫塔造价约为 8 万),能达到较高的净化程度。但是,此法处理成本较高(15 元/kg(H<sub>2</sub>S)左右),运行操作麻烦(每 4 ~ 6 个月需更换或再生脱硫剂一次),且废弃的脱硫剂存在二次污染问题。

[0004] 与物理法和化学法相比,生物法脱硫具有设备简单、成本低、环保清洁、可回收单质硫等特点,是极具发展潜力的脱硫技术。研究证明,一些微生物能够以硝酸盐或亚硝酸盐为电子受体将硫化物氧化成单质硫。与好氧生物脱硫相比,单位废气处理费用更低。随着短程硝化工艺的推广应用,把短程硝化产生的亚硝酸盐用作沼气脱硫的电子受体,可进一步降低废气处理成本。其反应式为:



[0007] 将沼气生产与脱硫 - 脱氮合二为一,开发一种沼气生物 - 脱硫 - 脱氮一体化装置,不仅可以简化设备,省去沼气输送气泵,还可以原位缓解硫化氢对厌氧消化的抑制作用,提高厌氧反应器对含硫废水的适应性。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的是克服现有技术的不足,提供一种沼气生产 - 脱硫 - 脱氮一体化装置。

[0009] 沼气生产 - 脱硫 - 脱氮一体化装置包括相连接的沼气生产区 I、三相分离区 II、脱

硫-脱氮区 III 和硝化废水储罐, 沼气生产区 I 包括排泥管、进水管、反应筒、取样管和回流管, 反应筒底部设有排泥管, 反应筒壁上从下到上依次设有进水管、取样管和回流管; 三相分离区 II 从下到上依次设有污泥沉淀室、倒漏斗状三相分离器和第一气室, 污泥沉淀室的外侧壁设有第一溢流出水管, 第一气室的外侧壁设有沼气采样监测管; 脱硫-脱氮区 III 主体包括第一脱硫-脱氮筒和第二脱硫-脱氮筒, 第一脱硫-脱氮筒和第二脱硫-脱氮筒包括沼气输入管、第二溢流出水管、第二气室、净化沼气恒压管、第三气室、沼气收集管、第一脱硫-脱氮筒、硝化废水自流管、排硫管、第二脱硫-脱氮筒、盘型布气器和污泥斗, 第一脱硫-脱氮筒和第二脱硫-脱氮筒下部分别设有污泥斗, 污泥斗上部设有盘型布气器, 盘型布气器与沼气输入管相连, 污泥斗底端与排硫管连接, 净化沼气恒压管的上下端分别与第三气室和第二气室连接, 硝化废水自流管将上下两个沼气脱硫-脱氮筒内的液体连通, 第一脱硫-脱氮筒外侧壁上设有沼气收集管, 第二脱硫-脱氮筒外侧壁上设有第二溢流出水管。

[0010] 所述的沼气生产区 I、三相分离区 II 和沼气脱硫-脱氮区 III 的体积比为 2 : 1 : 1 ~ 4 : 1 : 1。所述的净化沼气恒压管上端比第一脱硫-脱氮筒内液面高出 1 ~ 2cm; 硝化废水自流管上端与第一脱硫-脱氮筒内液面齐平, 硝化废水自流管下端比第二脱硫-脱氮筒内液面低 2 ~ 4cm。所述的污泥斗为锥形, 污泥斗的底角  $\alpha$  为 100 ~ 120°。

[0011] 本发明与现有技术相比具有的有益效果: ①沼气生产与脱硫脱氮融于一体, 沼气边产生边脱硫, 无需气泵输送; ②以硝化废水作为喷淋液, 既可利用废水中的养分而节省成本, 也可利用废水中硝酸盐而免去供氧; ③将  $H_2S$  氧化成单质硫, 可回收硫资源, 将硝酸盐还原成氮气, 可消除氮素污染; ④沼气脱硫分两段处理, 可缓解沼气生产装置沼气压力过大问题。

#### 附图说明

[0012] 图 1 是沼气生产-脱硫-脱氮一体化装置的结构示意图, 图中: 排泥管 1、进水管 2、反应筒 3、取样管 4、回流管 5、污泥沉淀室 6、倒漏斗状三相分离器 7、第一溢流出水管 8、第一气室 9、沼气采集监测管 10、沼气输入管 11、第二溢流出水管 12、第二气室 13、净化沼气恒压管 14、第三气室 15、沼气输出管 16、第一脱硫-脱氮筒 17、硝化废水自流管 18、排硫管 19、第二脱硫-脱氮筒 20、盘型布气器 21、污泥斗 22 和硝化废水储罐 23;

[0013] 图 2 是图 1A 截面图。

[0014] 具体实施方式

[0015] 如图 1 所示, 沼气生产-脱硫-脱氮一体化装置包括相连接的沼气生产区 I、三相分离区 II、脱硫-脱氮区 III 和硝化废水储罐 23, 沼气生产区 I 包括排泥管 1、进水管 2、反应筒 3、取样管 4 和回流管 5, 反应筒 3 底部设有排泥管 1, 反应筒 3 壁上从下到上依次设有进水管 2、取样管 4 和回流管 5; 三相分离区 II 从下到上依次设有污泥沉淀室 6、倒漏斗状三相分离器 7 和第一气室 9, 污泥沉淀室 6 的外侧壁设有第一溢流出水管 8, 第一气室 9 的外侧壁设有沼气采样监测管 10; 脱硫-脱氮区 III 主体包括第一脱硫-脱氮筒 17 和第二脱硫-脱氮筒 20, 第一脱硫-脱氮筒 17 和第二脱硫-脱氮筒 20 包括沼气输入管 11、第二溢流出水管 12、第二气室 13、净化沼气恒压管 14、第三气室 15、沼气收集管 16、硝化废水自流管 18、排硫管 19、盘型布气器 21 和污泥斗 22, 第一脱硫-脱氮筒 17 和第二脱硫-脱氮筒 20 下部分别设有污泥斗 22, 污泥斗 22 上部设有盘型布气器 21, 盘型布气器 21 与沼气输入

管 11 相连,污泥斗 22 底端与排硫管 19 连接,净化沼气恒压管 14 的上下端分别与第三气室 15 和第二气室 13 连接,硝化废水自流管 18 将上下两个沼气脱硫-脱氮筒内的液体连通,第一脱硫-脱氮筒 17 外侧壁上设有沼气收集管 16,第二脱硫-脱氮筒 20 外侧壁上设有第二溢流出水管 12。

[0016] 所述的沼气生产区 I、三相分离区 II 和沼气脱硫-脱氮区 III 的体积比为 2 : 1 : 1 ~ 4 : 1 : 1。所述的净化沼气恒压管 14 上端比第一脱硫-脱氮筒 17 内液面高出 1 ~ 2cm;硝化废水自流管 18 上端与第一脱硫-脱氮筒 17 内液面齐平,硝化废水自流管 18 下端比第二脱硫-脱氮筒 20 内液面低 2 ~ 4cm。所述的污泥斗 22 为锥形,污泥斗 22 的底角  $\alpha$  为 100 ~ 120°。

[0017] 本发明五个系统工作过程如下:

[0018] (1) 沼气生产系统。主要包括排泥区 1、进水管 2、反应筒 3、取样管 4、回流管 5、倒漏斗状三相分离器 7 和溢流出水管一 8。废水进入沼气生产区 I 后经微生物作用产生沼气,颗粒污泥随上升的沼气和废水进入倒漏斗状三相分离器实现气液固三相分离。沼气进一步进入脱硫-脱氮装置,经处理后出水通过溢流出水管一 8 排出反应器。发酵液通过回流管 5 回流可促进液相中  $H_2S$  释放。

[0019] (2) 营养液配给系统。通过输送泵和输送管将硝化废水储罐内的营养液泵至脱硫-脱氮筒一 17,当脱硫-脱氮筒一 17 内液位过高时,营养液通过硝化废水自流管 18 进入脱硫-脱氮筒二 20,脱硫-脱氮筒二内设有溢流出水管二 12 将脱氮后的硝化废水排出反应器。利用来源广泛的硝化废水作为脱硫微生物的营养液及电子受体进行沼气脱硫,不仅可以降低脱硫装置的运行成本,而且可以实现以废治废。

[0020] (3) 生物脱硫系统。含硫化氢的沼气在自身气压的推动下经沼气输送管 11 输送至盘型布气器 21,沼气通过布气器在液相中均匀释放,沼气中的硫化氢通过气液交换进入液相,在脱硫-脱氮筒内被微生物去除。沼气输入类似活性污泥法中的曝气过程,一方面能使气相中的硫化氢大量转移进入液相,另一方面可以对脱硫-脱氮筒内的活性污泥进行搅拌。分两段同时处理含硫化氢的沼气和硝化废水,可缓解沼气生产装置沼气压力过大问题。第一气室和第三气室分别设有沼气采集监测管 10 和沼气输出管 16,通过采集气体分析硫化氢含量可监测装置脱硫效率,保证沼气中硫化氢含量小于  $20\text{mg}/\text{m}^3$ 。

[0021] (4) 单质硫收集排放系统。污泥斗 22 的斜板与水平面夹角  $\alpha$  为 20 ~ 40°,含硫污泥密度较一般污泥大,在重力及沼气搅拌作用下,含硫污泥逐渐沉淀至污泥斗内,通过排硫管 19 排出反应器,达到回收单质硫的目的。

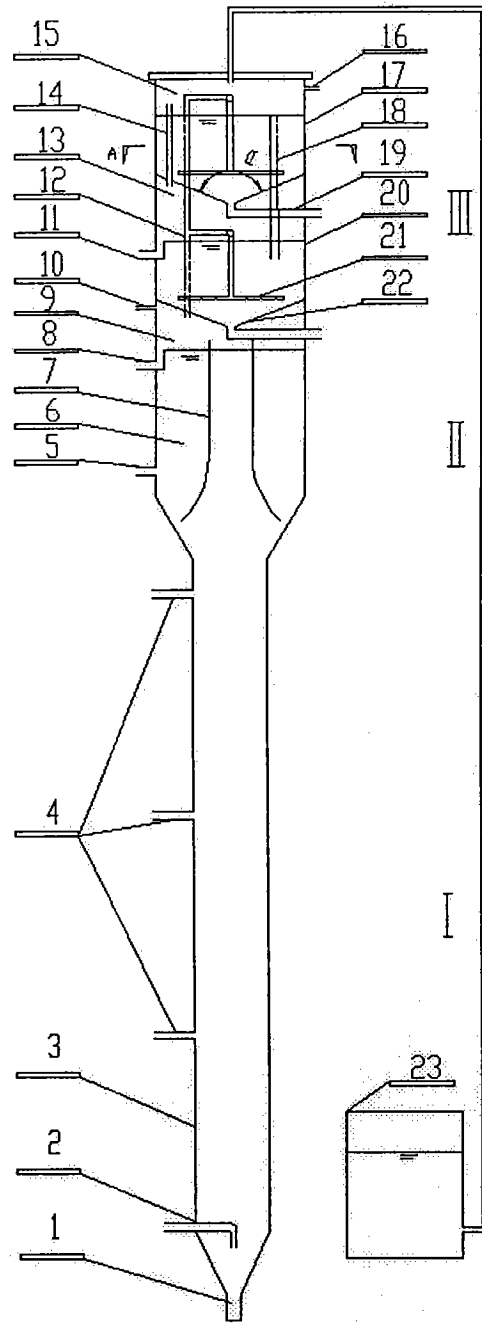


图 1

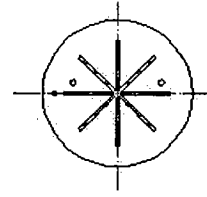


图 2