



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109052821 A

(43)申请公布日 2018.12.21

(21)申请号 201810930132.2

(22)申请日 2018.08.15

(71)申请人 南京大学

地址 210023 江苏省南京市栖霞区仙林大道163号

(72)发明人 胡海冬 马思佳 任洪强 许柯

(74)专利代理机构 北京栈桥知识产权代理事务所(普通合伙) 11670

代理人 潘卫锋

(51)Int.Cl.

C02F 9/14(2006.01)

C12M 1/107(2006.01)

C12P 5/02(2006.01)

C02F 103/34(2006.01)

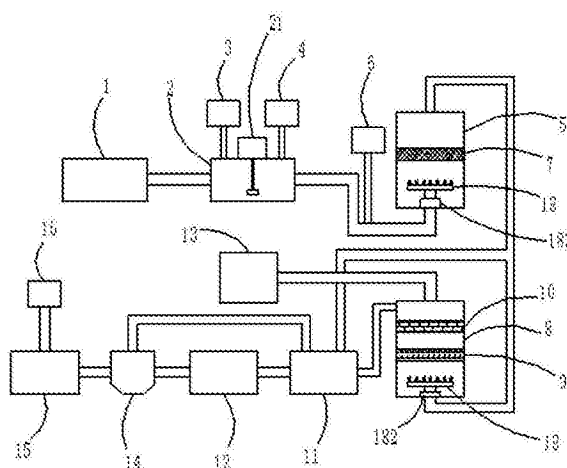
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置及其运行方法

(57)摘要

本发明公开了一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置及其运行方法,所述装置包括依次连接的气浮池、调节池、强化水解酸化罐、高效产甲烷罐、缺氧池、好氧池、混凝沉淀池,还设有酸加药罐、碱加药罐、微米级硅酸钙加药罐,还包括控制装置和电源;强化水解酸化罐顶部设有导流管,中部设有固定填料,底部设有微米级硅酸钙加药管和均匀布水器,高效产甲烷罐中部设置有组合填料,上部设有固定软性填料,底部设置有均匀布水器;利用该装置进行制药废水的处理,在保证提高COD和TN去除率的前提下,可提高水解酸化罐水解酸化功能,增强产甲烷罐沼气产生能力及运行的稳定性,降低废水停留时间,减少缺氧池反硝化所需外加碳源。



1. 一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置,其特征在于,主要包括气浮池(1)、调节池(2)、酸加药罐(3)、碱加药罐(4)、强化水解酸化罐(5)、微米级硅酸钙加药罐(6)、高效产甲烷罐(8)、缺氧池(11)、好氧池(12)、沼气收集处理装置(13)、二沉池(14)、混凝沉淀池(15)、PAC加药罐(16)、控制装置(19)和电源;所述气浮池(1)、调节池(2)、强化水解酸化罐(5)、高效产甲烷罐(8)、缺氧池(11)、好氧池(12)、二沉池(14)、混凝沉淀池(15)依次连接,气浮池(1)内部设置有除污装置(17);所述酸加药罐(3)和碱加药罐(4)分别和调节池(2)连接,连接处均设置有电磁阀,所述调节池(2)上设置有pH值测定仪(21),所述pH值测定仪(21)的测量探头位于调节池(2)内部;所述强化水解酸化罐(5)的顶部设置有导流管,所述导流管与缺氧池(11)连接,强化水解酸化罐(5)内部中部位置设置有固定填料(7),强化水解酸化罐(5)内部底端设置有均匀布水器(18),所述均匀布水器(18)包括主管(180)和副管(181),所述副管(181)套设在主管(180)内部,副管(181)上设置有通孔,所述通孔与主管(180)的内腔相通,水解酸化罐(5)底部设置有旋转电机(182),所述旋转电机(182)为主管(180)提供动力,主管(180)上端连接有主喷头(183),副管(181)上端连接有副喷头(184);所述微米级硅酸钙加药罐(6)通过导管与强化水解酸化罐(5)的底部连接;所述高效产甲烷罐(8)内部底端设置有均匀布水器(18),高效产甲烷罐(8)内部中部位置设置有组合填料(9),高效产甲烷罐(8)内部内部上端设置有固定软性填料(10);所述缺氧池(11)内添加有悬浮填料;所述二沉池(14)通过导管与缺氧池(11)连接;所述PAC加药罐(16)与混凝沉淀池(15)连接;所述控制装置(19)包括控制器(190)、处理器(191)和遥控器(192),所述控制器(190)和除污装置(17)、旋转电机(182)、pH值测定仪(21)、电磁阀连接,所述处理器(191)和遥控器(192)分别与控制器(190)连接,所述电源为除污装置(17)、旋转电机(182)、pH值测定仪(21)、电磁阀提供电源。

2. 根据权利要求1所述的一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置,其特征在于,所述除污装置(17)包括除污板(170)、伸缩杆(171)、电机一(172)和电机二(173),所述伸缩杆(171)有两个,两个伸缩杆(171)位于气浮池(1)内部前后两端,两个伸缩杆(171)的下端均设置有滑动块(174),两个所述滑动块(174)之间通过连接杆连接,所述连接杆的两侧均设置有挂环,两个伸缩杆(171)的上端均设置有夹持板(175),所述除污板(170)的两端通过转轴与所述夹持板(175)活动连接,气浮池(1)底部前后两端均设置有滑槽(176),伸缩杆(171)与气浮池(1)之间通过所述滑动块(174)、滑槽(176)连接,气浮池(1)底部左右两端均设置有滑轮(177),所述电机一(172)设置在气浮池(1)底部左端,电机一(172)上设置有拉索,所述拉索穿过气浮池(1)底部左侧的滑轮(177)与连接杆左侧的挂环连接,所述电机二(173)设置在气浮池(1)底部右端,电机二(173)的设置有所述拉索,拉索穿过气浮池(1)底部右侧的滑轮(177)与连接杆右侧的挂环连接。

3. 根据权利要求2所述的一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置,其特征在于,所述滑动块(174)底部设置有滚珠。

4. 根据权利要求2所述的一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置,其特征在于,所述除污板(170)设置有5个,5个除污板(170)上下并列活动设置在夹持板(175)上,夹持板(175)上竖直设置有固定柱(178),所述固定柱(178)与5个除污板(170)之间均活动设置有电动推杆(179)。

5. 根据权利要求1所述的一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置,其特征在于,

所述固定填料(7)的比表面积为 $300-410\text{m}^2/\text{m}^3$,密度为 $1.6-2.1\text{g}/\text{cm}^3$,直径为 $150-250\text{mm}$ 。

6.根据权利要求1所述的一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置,其特征在于,所述微米级硅酸钙加药罐(6)中添加的微米级硅酸钙粒径为 $10-100\mu\text{m}$,密度 $2.9-3.1\text{g}/\text{cm}^3$ 。

7.根据权利要求1所述的一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置,其特征在于,所述组合填料(9)的比表面积为 $350-460\text{m}^2/\text{m}^3$,密度为 $1.2-1.8\text{g}/\text{cm}^3$,直径 $150-250\text{mm}$;所述固定软性填料(10)的密度为 $1.02-1.1\text{g}/\text{cm}^3$,纤维束长度为 $60-100\text{mm}$,束间距离为 $30-45\text{mm}$,孔隙率 $>99\%$ 。

8.据权利要求1所述的一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置,其特征在于,所述滑动块(174)上设置有滚珠,所述滚珠位于滑动块(174)底部。

9.根据权利要求1-8任意一项所述的一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置的运行方法,其特征在于,主要包括以下步骤:

S1:首先将制药废水通入气浮池(1),去除部分油、悬浮颗粒,通过除污装置(17)对气浮池(1)上层的污染物进行刮除,然后进入调节池(2),通过pH值测定仪(21)测定进水pH,通过控制器(190)控制酸加药罐(3)或碱加药罐(4)上的电磁阀的开启,调节进水pH值至 $6.5-8.5$;

S2:经过调节池(2)处理后的废水经均匀布水器(18)进入强化水解酸化罐(5),此时投加微米级硅酸钙,投加量按照水解酸化罐出水中挥发性脂肪酸的含量,使得硅酸钙颗粒的质量与挥发性脂肪酸的质量比为 $0.06-0.12$,硅酸钙颗粒吸附至污泥絮体表面,快速解离形成的挥发性脂肪酸,增强微生物的产酸能力,同时溶解后形成的钙离子有助于增加污泥絮体的稳定性,废水水力停留时间为 $6-8\text{h}$,罐体中部的固定填料(7)可截留水流中的微生物和悬浮颗粒,保证稳定高效的水解酸化功能;

S3:经过强化水解酸化罐(5)处理后的 $5-10\%$ 的水解酸化液进入缺氧池(11)作为反硝化所需碳源,剩余水解酸化液进入高效产甲烷罐(8),高效产甲烷罐(8)水力停留时间为 $15-20\text{h}$,污泥停留时间为 $20-30\text{d}$,强化水解酸化罐(5)出水中含有的钙离子有利于产甲烷罐中颗粒污泥的形成,此外产甲烷菌可吸附于罐体中部的组合填料(9),形成以产甲烷菌为主的生物膜,罐体上部的固定软性填料(10)可截留被冲洗出的产甲烷菌,进一步提高高效产甲烷罐(8)的产沼气能力和稳定性,产生的沼气经过沼气收集处理装置(13)处理后作为能源供污水厂使用;

S4:经过高效产甲烷罐(8)消化后的污水进入缺氧池(11),同时二沉池(14)出水也回流至缺氧池(11),所述缺氧池(11)中投加有密度 $0.93-0.96\text{g}/\text{cm}^3$,比表面积 $400-460\text{m}^2/\text{m}^3$,直径 $10-15\text{mm}$ 的悬浮填料,用于富集反硝化菌,在反硝化菌的作用下将硝态氮还原为氮气,而后进入好氧池(12),进一步去除COD和氨氮,在二沉池(14)中完成泥水分离,在混凝沉淀池(15)中加入PAC,完成混凝沉淀,得到最终出水。

一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置及其运行方法

技术领域

[0001] 本发明涉及废水处理技术领域,具体涉及一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置及其运行方法。

背景技术

[0002] 制药废水组成成分复杂、有机污染物种类繁多、浓度高、色度深、固体悬浮物含量高,COD浓度高且进水COD往往存在较大的波动、是一种较难处理的工业废水之一。制药废水对生态环境、人类健康的威胁日益严重,随着国家对制药行业排污的严格把控,以及不同敏感区域所需的特殊排放标准,各地方政府也相继出台了一系列节能减排的政策和规划,对制药废水处理出水有了更高的要求。因此,迫切的需要提高制药废水处理工艺的效率,提高处理工艺的稳定性 and 经济性。

[0003] 目前以“预处理+厌氧+好氧”为主体的工艺,以其处理效果较好、运行管理方便、产泥量低、具有一定的抗冲击负荷能力等优点,被广泛的应用到制药废水的处理过程。其处理原理为,制药废水首先经过预处理去除部分油类、颗粒态物质等难降解污染物,而后再经水解酸化/产甲烷作用,进水中的有机物得到较多的去除,减少后续好氧处理的负荷,具有一定的抗冲击负荷能力,而后再在缺氧+好氧段有机物和总氮被进一步去除,完成制药废水的处理过程。水解酸化可较好的缓解后续处理阶段受到的冲击,但往往存在出水pH值较低,影响后续产甲烷的进行,且当水力停留时间较短时难以达到理想的将颗粒态污染物转化为溶解态有机物的效果;产甲烷阶段虽有一定量的沼气产生,但单位体积产气量较低,沼气质量低,颗粒污泥形成过程缓慢;且后续的反硝化过程需投加碳源以达到满足排放标准的出水水质。上述问题的共同作用下,将导致制药废水处理工艺运行不稳定、碳资源回收效率低、耗能高等缺点。

[0004] 国内外学者对制药废水处理工艺的优化进行了大量研究,多种物理、化学方法得到了广泛的应用,如微电解法、光催化氧化法及膜分离等技术。但这些处理技术或工艺均存在运行费用高、操作管理复杂、对设备要求高、资源回收效率低等问题。如中国专利号201711438146.4,公开了一种制药废水处理方法,将制药废水蒸发脱盐后,进入中和池,依次经缺氧池、好氧池,最后采用MBR膜组过滤,该方法未考虑废水中的资源回收,且将废水蒸发及经MBR组件过滤导致实际运行成本过高。中国专利号201010222306.3,公开了一种用于深度处理制药废水的方法,采用电解法进行深度处理,电耗为40.47KW.h/m³,该工艺能耗较高。这些处理技术往往较少考虑对制药废水中的资源进行回收,采用的技术手段能耗高、操作管理复杂,其实际工程适用性较差,因此有必要对制药废水处理工艺进行优化探索。

发明内容

[0005] 本发明解决的技术问题是:针对现有制药废水处理工艺中,存在的水解酸化出水pH值较低,影响后续产甲烷的进行,颗粒态污染物转化为溶解态有机物的效果不理想,产甲烷阶段单位体积产气量低,沼气质量差,颗粒污泥形成过程缓慢,后续的反硝化过程需投加

大量碳源,导致制药废水处理工艺运行不稳定、碳资源回收效率低,且现行的物理化学技术手段能耗高、操作管理复杂,实际工程适用性较差等缺点,提供一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置及其运行方法,在保证废水处理效率提升的基础上,能有效提高制药废水处理工艺的资源回收率,降低处理过程能耗,操作管理方便,工艺运行稳定。

[0006] 本发明的技术方案为:一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置,主要包括气浮池、调节池、酸加药罐、碱加药罐、强化水解酸化罐、微米级硅酸钙加药罐、高效产甲烷罐、缺氧池、好氧池、沼气收集处理装置、二沉池、混凝沉淀池、PAC加药罐、控制装置和电源;气浮池、调节池、强化水解酸化罐、高效产甲烷罐、缺氧池、好氧池、二沉池、混凝沉淀池依次连接,气浮池内部设置有除污装置;酸加药罐和碱加药罐分别和调节池连接,连接处均设置有电磁阀,调节池上设置有pH值测定仪,pH值测定仪的测量探头位于调节池内部;强化水解酸化罐的顶部设置有导流管,导流管与缺氧池连接,强化水解酸化罐内部中部位置设置有固定填料,强化水解酸化罐内部底端设置有均匀布水器,均匀布水器包括主管和副管,副管套设在主管内部,副管上设置有通孔,通孔与主管的内腔相通,水解酸化罐底部设置有旋转电机,旋转电机为主管提供动力,主管上端连接有主喷头,副管上端连接有副喷头;微米级硅酸钙加药罐通过导管与强化水解酸化罐的底部连接;高效产甲烷罐内部底端设置有均匀布水器,高效产甲烷罐内部中部位置设置有组合填料,高效产甲烷罐内部内部上端设置有固定软性填料;缺氧池内添加有悬浮填料;二沉池通过导管与缺氧池连接;PAC加药罐与混凝沉淀池连接;控制装置包括控制器、处理器和遥控器,控制器为市售,控制器和除污装置、旋转电机、pH值测定仪、电磁阀连接,处理器和遥控器分别和控制器连接,电源为除污装置、旋转电机、pH值测定仪、电磁阀提供电源。

[0007] 进一步地,除污装置包括除污板、伸缩杆、电机一和电机二,伸缩杆有两个,两个伸缩杆位于气浮池内部前后两端,两个伸缩杆的下端均设置有滑动块,两个滑动块之间通过连接杆连接,连接杆的两侧均设置有挂环,两个伸缩杆的上端均设置有夹持板,除污板的两端通过转轴与夹持板活动连接,气浮池底部前后两端均设置有滑槽,伸缩杆与气浮池之间通过滑动块、滑槽连接,气浮池底部左右两端均设置有滑轮,电机一设置在气浮池底部左端,电机一上设置有拉索,拉索穿过气浮池底部左侧的滑轮与连接杆左侧的挂环连接,电机二设置在气浮池底部右端,电机二的设置有上述拉索,拉索穿过气浮池底部右侧的滑轮与连接杆右侧的挂环连接,通过电机一和电机二左右拉动除污板移动,对气浮池表面的污染物进行刮除,通过伸缩杆调节除污板的高度。

[0008] 进一步地,滑动块底部设置有滚珠,减小滑动块与滑槽之间的摩擦力,减少能量损耗。

[0009] 进一步地,气浮池上设置有液位感应装置,液位感应装置的感应探头位于气浮池内部,液位感应装置与控制器连接,通过液位感应装置的感应探头感应气浮池中液位高度,并将信号传递给处理器,处理器发送指令给控制器,控制器控制伸缩杆随着液位变化的自行调节高度,提高排污效果。

[0010] 进一步地,除污板设置有5个,5个除污板上下并列活动设置在夹持板上,夹持板上竖直设置有固定柱,固定柱与5个除污板之间均活动设置有电动推杆,提高排污效果,当除污板竖直放置时,可以对污染物进行刮除,当除污板倾斜放置时,又不会影响气浮池的处理效果。

[0011] 进一步地,固定填料的比表面积为 $300-410\text{m}^2/\text{m}^3$,密度为 $1.6-2.1\text{g}/\text{cm}^3$,直径为 $150-250\text{mm}$,可截留水流中的微生物和悬浮颗粒,保证稳定高效的水解酸化功能。

[0012] 进一步地,微米级硅酸钙加药罐中添加的微米级硅酸钙粒径为 $10-100\mu\text{m}$,密度 $2.9-3.1\text{g}/\text{cm}^3$,硅酸钙颗粒吸附至污泥絮体表面,快速解离形成的挥发性脂肪酸,增强微生物的产酸能力,同时溶解后形成的钙离子有助于增加污泥絮体的稳定性。

[0013] 进一步地,组合填料的比表面积为 $350-460\text{m}^2/\text{m}^3$,密度为 $1.2-1.8\text{g}/\text{cm}^3$,直径 $150-250\text{mm}$;固定软性填料的密度为 $1.02-1.1\text{g}/\text{cm}^3$,纤维束长度为 $60-100\text{mm}$,束间距离为 $30-45\text{mm}$,孔隙率 $>99\%$,进一步提高高效产甲烷罐的产沼气能力和稳定性

[0014] 一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置的运行方法,主要包括以下步骤:

[0015] S1:首先将制药废水通入气浮池,去除部分油、悬浮颗粒,通过除污装置对气浮池上层的污染物进行刮除,然后进入调节池,通过pH值测定仪测定进水pH,通过控制器控制酸加药罐或碱加药罐上的电磁阀的开启,调节进水pH值至 $6.5-8.5$;

[0016] S2:经过调节池处理后的废水经均匀布水器进入强化水解酸化罐,此时投加微米级硅酸钙,投加量按照水解酸化罐出水中挥发性脂肪酸的含量,使得硅酸钙颗粒的质量与挥发性脂肪酸的质量比为 $0.06-0.12$,硅酸钙颗粒吸附至污泥絮体表面,快速解离形成的挥发性脂肪酸,增强微生物的产酸能力,同时溶解后形成的钙离子有助于增加污泥絮体的稳定性,废水水力停留时间为 $6-8\text{h}$,罐体中部的固定填料可截留水流中的微生物和悬浮颗粒,保证稳定高效的水解酸化功能;

[0017] S3:经过强化水解酸化罐处理后的 $5-10\%$ 的水解酸化液进入缺氧池作为反硝化所需碳源,剩余水解酸化液进入高效产甲烷罐,高效产甲烷罐水力停留时间为 $15-20\text{h}$,污泥停留时间为 $20-30\text{d}$,强化水解酸化罐出水中含有的钙离子有利于产甲烷罐中颗粒污泥的形成,此外产甲烷菌可吸附于罐体中部的组合填料,形成以产甲烷菌为主的生物膜,罐体上部的固定软性填料可截留被冲洗出的产甲烷菌,进一步提高高效产甲烷罐的产沼气能力和稳定性,产生的沼气经过沼气收集处理装置处理后作为能源供污水厂使用;

[0018] S4:经过高效产甲烷罐消化后的污水进入缺氧池,同时二沉池出水也回流至缺氧池,缺氧池中投加有密度 $0.93-0.96\text{g}/\text{cm}^3$,比表面积 $400-460\text{m}^2/\text{m}^3$,直径 $10-15\text{mm}$ 的悬浮填料,用于富集反硝化菌,在反硝化菌的作用下将硝态氮还原为氮气,而后进入好氧池,进一步去除COD和氨氮,在二沉池中完成泥水分离,在混凝沉淀池中加入PAC,完成混凝沉淀,得到最终出水。

[0019] 与现有技术相比,本发明的有益效果体现在以下几点:

[0020] (1) 本发明的强化水解酸化罐底部投加有微米级硅酸钙颗粒,硅酸钙颗粒吸附至污泥絮体的表面,可有效增加污泥絮体的稳定性,微生物产生的挥发性脂肪酸可在污泥絮体表面快速的解离,降低挥发性脂肪酸积累造成的pH下降对微生物的不利影响,提高污泥产酸能力的同时,保证出水的pH值不降低至对产甲烷阶段产生不利影响,罐体中部的组合填料可以有效保证微生物不被冲洗出罐体且起到截留部分悬浮固体的作用。

[0021] (2) 本发明采用高效产甲烷罐,首先强化水解酸化罐出水中含有的钙离子有利于产甲烷罐中颗粒污泥的形成,此外并在罐体的中部和上部分别设有组合填料和软性填料,产甲烷菌可吸附于罐体中部的固定组合填料,形成以产甲烷菌为主的生物膜,抗冲击负荷能力大大提高,罐体上部的固定软性填料可截留被冲洗出的产甲烷菌,进一步提高高效产

甲烷罐的产沼气能力,实现碳资源的高效回收。

[0022] (3) 本发明采用强化水解酸化罐的出水作为缺氧池反硝化所需的外加碳源,大大减少了外加碳源的投加量,在缺氧池中投加悬浮填料,可富集反硝化菌,提高缺氧池的抗冲击负荷能力。本发明中投加的硅酸钙价格低廉,易获取。该装置结构简单,操作方便,该方法可有效提高处理工艺的效率和稳定性,碳资源回收率高,耗能低,达到制药废水处理过程稳定、高效和低能耗的优异效果。

附图说明

[0023] 图1是本发明的装置的结构示意图;

[0024] 图2是本发明的气浮池的结构示意图;

[0025] 图3是本发明的刮板与伸缩杆的连接结构示意图;

[0026] 图4是本发明的刮板竖直放置时的结构示意图;

[0027] 图5是本发明的刮板倾斜放置时的结构示意图;

[0028] 图6是本发明的均匀布水器的结构示意图;

[0029] 图7是本发明的均匀布水器的俯视图;

[0030] 其中,1-气浮池、101-液位感应装置、2-调节池、3-酸加药罐、4-碱加药罐、5-强化水解酸化罐、6-微米级硅酸钙加药罐、7-固定填料、8-高效产甲烷罐、9-组合填料、10-固定软性填料、11-缺氧池、12-好氧池、13-沼气收集处理装置、14-二沉池、15-混凝沉淀池、16-PAC加药罐、17-除污装置、170-除污板、171-伸缩杆、172-电机一、173-电机二、174-滑动块、175-夹持板、176-滑槽、177-滑轮、178-固定柱、179-电动推杆、18-均匀布水器、180-主管、181-副管、182-旋转电机、183-主喷头、184-副喷头、19-控制装置、190-控制器、191-处理器、192-遥控器、21-pH值测定仪。

具体实施方式

[0031] 实施例1:本实施例采用一套小试试验装置,所处理制药废水取自某发酵类制药企业车间出水,废水呈现橙色,有机物种类繁多,进水量30L/d,进水COD14500-17000mg/L, pH6.2-6.9,浊度179-226mg/L。

[0032] 所述的小试试验装置结构如图1所示,是一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置,主要包括气浮池1、调节池2、酸加药罐3、碱加药罐4、强化水解酸化罐5、微米级硅酸钙加药罐6、高效产甲烷罐8、缺氧池11、好氧池12、沼气收集处理装置13、二沉池14、混凝沉淀池15、PAC加药罐16、控制装置19和电源;气浮池1、调节池2、强化水解酸化罐5、高效产甲烷罐8、缺氧池11、好氧池12、二沉池14、混凝沉淀池15依次连接,

[0033] 如图2、3、4、5所示,气浮池1上设置有液位感应装置101,液位感应装置101的感应探头位于气浮池1内部,液位感应装置101与控制器191连接;气浮池1内部设置有除污装置17,除污装置17包括除污板170、伸缩杆171、电机一172和电机二173,伸缩杆171有两个,两个伸缩杆171位于气浮池1内部前后两端,两个伸缩杆171的下端均设置有滑动块174,两个滑动块174之间通过连接杆连接,连接杆的两侧均设置有挂环,两个伸缩杆171的上端均设置有夹持板175,除污板170设置有5个,5个除污板170上下并列活动设置在夹持板175上,夹持板175上竖直设置有固定柱178,固定柱178与5个除污板170之间均活动设置有电动推杆

179;气浮池1底部前后两端均设置有滑槽176,伸缩杆171与气浮池1之间通过滑动块174、滑槽176连接,气浮池1底部左右两端均设置有滑轮177,电机一172设置在气浮池1底部左端,电机一172上设置有拉索,拉索穿过气浮池1底部左侧的滑轮177与连接杆左侧的挂环连接,电机二173设置在气浮池1底部右端,电机二173的设置有所述拉索,拉索穿过气浮池1底部右侧的滑轮177与连接杆右侧的挂环连接,滑动块174底部设置有滚珠;

[0034] 如图6、7所示,酸加药罐3和碱加药罐4分别和调节池2连接,连接处均设置有电磁阀,调节池2上设置有pH值测定仪21,pH值测定仪21的测量探头位于调节池2内部;强化水解酸化罐5的顶部设置有导流管,导流管与缺氧池11连接,强化水解酸化罐5内部中部位置设置有固定填料7,固定填料7的比表面积为 $300\text{m}^2/\text{m}^3$,密度为 $2.1\text{g}/\text{cm}^3$,直径为150mm;强化水解酸化罐5内部底端设置有均匀布水器18,均匀布水器18包括主管180和副管181,副管181套设在主管180内部,副管181上设置有通孔,通孔与主管180的内腔相通,水解酸化罐5底部设置有旋转电机182,旋转电机182为主管180提供动力,主管180上端连接有主喷头183,副管181上端连接有副喷头184;微米级硅酸钙加药罐6通过导管与强化水解酸化罐5的底部连接,微米级硅酸钙加药罐6中添加的微米级硅酸钙粒径为 $10\mu\text{m}$,密度 $2.9\text{g}/\text{cm}^3$;

[0035] 如图1所示,高效产甲烷罐8内部底端设置有均匀布水器18,高效产甲烷罐8内部中部位置设置有组合填料9,高效产甲烷罐8内部内部上端设置有固定软性填料10,组合填料9的比表面积为 $350\text{m}^2/\text{m}^3$,密度为 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$,直径150mm;固定软性填料10的密度为 $1.1\text{g}/\text{cm}^3$,纤维束长度为100mm,束间距离为45mm,孔隙率 $>99\%$;缺氧池11内添加有悬浮填料;二沉池14通过导管与缺氧池11连接;PAC加药罐16与混凝沉淀池15连接;控制装置19包括控制器190、处理器191和遥控器192,控制器190为市售,控制器190和除污装置17、旋转电机182、pH值测定仪21、电磁阀连接,处理器191和遥控器192分别与控制器190连接,电源为除污装置17、旋转电机182、pH值测定仪21、电磁阀提供电源。

[0036] 利用该装置进行制药废水处理的运行方法,主要包括以下步骤:

[0037] S1:首先将制药废水通入气浮池1,去除部分油、悬浮颗粒,通过除污装置17对气浮池1上层的污染物进行刮除,然后进入调节池2,通过pH值测定仪21测定进水pH,通过控制器190控制碱加药罐4上的电磁阀的开启,调节进水pH值至6.5;

[0038] S2:经过调节池2处理后的废水经均匀布水器18进入强化水解酸化罐5,此时投加微米级硅酸钙,投加量按照水解酸化罐出水中挥发性脂肪酸的含量,使得硅酸钙颗粒的质量与挥发性脂肪酸的质量比为0.06,硅酸钙颗粒吸附至污泥絮体表面,快速解离形成的挥发性脂肪酸,增强微生物的产酸能力,同时溶解后形成的钙离子有助于增加污泥絮体的稳定性,废水水力停留时间为6h,罐体中部的固定填料7可截留水流中的微生物和悬浮颗粒,保证稳定高效的水解酸化功能;

[0039] S3:经过强化水解酸化罐5处理后的6%的水解酸化液进入缺氧池11作为反硝化所需碳源,剩余水解酸化液进入高效产甲烷罐8,高效产甲烷罐8水力停留时间为15h,污泥停留时间为20d,运行90天,强化水解酸化罐5出水中含有的钙离子有利于产甲烷罐中颗粒污泥的形成,此外产甲烷菌可吸附于罐体中部的组合填料9,形成以产甲烷菌为主的生物膜,罐体上部的固定软性填料10可截留被冲洗出的产甲烷菌,进一步提高高效产甲烷罐8的产沼气能力和稳定性,产生的沼气经过沼气收集处理装置13处理后作为能源供污水厂使用;

[0040] S4:经过高效产甲烷罐8消化后的污水进入缺氧池11,同时二沉池14出水也回流至

缺氧池11,缺氧池11中投加有密度 $0.93\text{g}/\text{cm}^3$,比表面积 $400\text{m}^2/\text{m}^3$,直径10mm的悬浮填料,用于富集反硝化菌,在反硝化菌的作用下将硝态氮还原为氮气,而后进入好氧池12,进一步去除COD和氨氮,两相厌氧处理工艺的COD去除率维持在82.3%-86.7%,出水COD在2154-2932mg/L,高效产甲烷罐的甲烷产量为261-296ml/gCOD,在二沉池14中完成泥水分离,在混凝沉淀池15中加入PAC,完成混凝沉淀,得到最终出水;出水COD为167-342mg/L,TN浓度18-31mg/L,SS<31mg/L,色度5-9。

[0041] 实施例2:同实施例1所不同的是,所处理制药废水取自某制药企业车间混合出水,废水呈现橘红色,有机物种类繁多,进水量50L/d,进水COD12000-13900mg/L,pH6.7-7.2,浊度148-169mg/L。

[0042] 所述的小试试验装置结构如图1所示,是一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置,主要包括气浮池1、调节池2、酸加药罐3、碱加药罐4、强化水解酸化罐5、微米级硅酸钙加药罐6、高效产甲烷罐8、缺氧池11、好氧池12、沼气收集处理装置13、二沉池14、混凝沉淀池15、PAC加药罐16、控制装置19和电源;气浮池1、调节池2、强化水解酸化罐5、高效产甲烷罐8、缺氧池11、好氧池12、二沉池14、混凝沉淀池15依次连接,

[0043] 如图2、3、4、5所示,气浮池1上设置有液位感应装置101,液位感应装置101的感应探头位于气浮池1内部,液位感应装置101与控制器191连接;气浮池1内部设置有除污装置17,除污装置17包括除污板170、伸缩杆171、电机一172和电机二173,伸缩杆171有两个,两个伸缩杆171位于气浮池1内部前后两端,两个伸缩杆171的下端均设置有滑动块174,两个滑动块174之间通过连接杆连接,连接杆的两侧均设置有挂环,两个伸缩杆171的上端均设置有夹持板175,除污板170设置有5个,5个除污板170上下并列活动设置在夹持板175上,夹持板175上竖直设置有固定柱178,固定柱178与5个除污板170之间均活动设置有电动推杆179;气浮池1底部前后两端均设置有滑槽176,伸缩杆171与气浮池1之间通过滑动块174、滑槽176连接,气浮池1底部左右两端均设置有滑轮177,电机一172设置在气浮池1底部左端,电机一172上设置有拉索,拉索穿过气浮池1底部左侧的滑轮177与连接杆左侧的挂环连接,电机二173设置在气浮池1底部右端,电机二173的设置有所述拉索,拉索穿过气浮池1底部右侧的滑轮177与连接杆右侧的挂环连接,滑动块174底部设置有滚珠;

[0044] 如图6、7所示,酸加药罐3和碱加药罐4分别和调节池2连接,连接处均设置有电磁阀,调节池2上设置有pH值测定仪21,pH值测定仪21的测量探头位于调节池2内部;强化水解酸化罐5的顶部设置有导流管,导流管与缺氧池11连接,强化水解酸化罐5内部中部位置设置有固定填料7,固定填料7的比表面积为 $350\text{m}^2/\text{m}^3$,密度为 $2\text{g}/\text{cm}^3$,直径为200mm;强化水解酸化罐5内部底端设置有均匀布水器18,均匀布水器18包括主管180和副管181,副管181套设在主管180内部,副管181上设置有通孔,通孔与主管180的内腔相通,水解酸化罐5底部设置有旋转电机182,旋转电机182为主管180提供动力,主管180上端连接有主喷头183,副管181上端连接有副喷头184;微米级硅酸钙加药罐6通过导管与强化水解酸化罐5的底部连接,微米级硅酸钙加药罐6中添加的微米级硅酸钙粒径为 $50\mu\text{m}$,密度 $3\text{g}/\text{cm}^3$;

[0045] 如图1所示,高效产甲烷罐8内部底端设置有均匀布水器18,高效产甲烷罐8内部中部位置设置有组合填料9,高效产甲烷罐8内部内部上端设置有固定软性填料10,组合填料9的比表面积为 $380\text{m}^2/\text{m}^3$,密度为 $1.7\text{g}/\text{cm}^3$,直径200mm;固定软性填料10的密度为 $1.05\text{g}/\text{cm}^3$,纤维束长度为80mm,束间距离为35mm,孔隙率>99%;缺氧池11内添加有悬浮填料;二沉池

14通过导管与缺氧池11连接;PAC加药罐16与混凝沉淀池15连接;控制装置19包括控制器190、处理器191和遥控器192,控制器190为市售,控制器190和除污装置17、旋转电机182、pH值测定仪21、电磁阀连接,处理器191和遥控器192分别与控制器190连接,电源为除污装置17、旋转电机182、pH值测定仪21、电磁阀提供电源。

[0046] 利用该装置进行制药废水处理的运行方法,主要包括以下步骤:

[0047] S1:首先将制药废水通入气浮池1,去除部分油、悬浮颗粒,通过除污装置17对气浮池1上层的污染物进行刮除,然后进入调节池2,通过pH值测定仪21测定进水pH,通过控制器190控制碱加药罐4上的电磁阀的开启,调节进水pH值至6.5;

[0048] S2:经过调节池2处理后的废水经均匀布水器18进入强化水解酸化罐5,此时投加微米级硅酸钙,投加量按照水解酸化罐出水中挥发性脂肪酸的含量,使得硅酸钙颗粒的质量与挥发性脂肪酸的质量比为0.09,硅酸钙颗粒吸附至污泥絮体表面,快速解离形成的挥发性脂肪酸,增强微生物的产酸能力,同时溶解后形成的钙离子有助于增加污泥絮体的稳定性,废水水力停留时间为7h,罐体中部的固定填料7可截留水流中的微生物和悬浮颗粒,保证稳定高效的水解酸化功能;

[0049] S3:经过强化水解酸化罐5处理后的7%的水解酸化液进入缺氧池11作为反硝化所需碳源,剩余水解酸化液进入高效产甲烷罐8,高效产甲烷罐8水力停留时间为15h,污泥停留时间为25d,运行70天,强化水解酸化罐5出水中含有的钙离子有利于产甲烷罐中颗粒污泥的形成,此外产甲烷菌可吸附于罐体中部的组合填料9,形成以产甲烷菌为主的生物膜,罐体上部的固定软性填料10可截留被冲洗出的产甲烷菌,进一步提高高效产甲烷罐8的产沼气能力和稳定性,产生的沼气经过沼气收集处理装置13处理后作为能源供污水厂使用;

[0050] S4:经过高效产甲烷罐8消化后的污水进入缺氧池11,同时二沉池14出水也回流至缺氧池11,缺氧池11中投加有密度 $0.95\text{g}/\text{cm}^3$,比表面积 $420\text{m}^2/\text{m}^3$,直径12mm的悬浮填料,用于富集反硝化菌,在反硝化菌的作用下将硝态氮还原为氮气,而后进入好氧池12,进一步去除COD和氨氮,厌氧处理工艺的COD去除率维持在81.1%-84.3%,出水COD在1884-2627mg/L,高效产甲烷罐的甲烷产量为268-304ml/gCOD,在二沉池14中完成泥水分离,在混凝沉淀池15中加入PAC,完成混凝沉淀,得到最终出水,出水COD为203-412mg/L, TN浓度26-43mg/L, SS<37mg/L,色度4-11。

[0051] 实施例3:本实施例采用中试试验装置,所处理制药废水为某抗癌药发酵废水,进水COD18500-21900mg/L, pH6.4-6.7, SS764-1128mg/L,进水量4m³/d。

[0052] 所述的中试试验装置结构如图1所示,是一种高效资源回收低能耗的制药废水处理装置,主要包括气浮池1、调节池2、酸加药罐3、碱加药罐4、强化水解酸化罐5、微米级硅酸钙加药罐6、高效产甲烷罐8、缺氧池11、好氧池12、沼气收集处理装置13、二沉池14、混凝沉淀池15、PAC加药罐16、控制装置19和电源;气浮池1、调节池2、强化水解酸化罐5、高效产甲烷罐8、缺氧池11、好氧池12、二沉池14、混凝沉淀池15依次连接,

[0053] 如图2、3、4、5所示,气浮池1上设置有液位感应装置101,液位感应装置101的感应探头位于气浮池1内部,液位感应装置101与控制器191连接;气浮池1内部设置有除污装置17,除污装置17包括除污板170、伸缩杆171、电机一172和电机二173,伸缩杆171有两个,两个伸缩杆171位于气浮池1内部前后两端,两个伸缩杆171的下端均设置有滑动块174,两个滑动块174之间通过连接杆连接,连接杆的两侧均设置有挂环,两个伸缩杆171的上端均设

置有夹持板175,除污板170设置有5个,5个除污板170上下并列活动设置在夹持板175上,夹持板175上竖直设置有固定柱178,固定柱178与5个除污板170之间均活动设置有电动推杆179;气浮池1底部前后两端均设置有滑槽176,伸缩杆171与气浮池1之间通过滑动块174、滑槽176连接,气浮池1底部左右两端均设置有滑轮177,电机一172设置在气浮池1底部左端,电机一172上设置有拉索,拉索穿过气浮池1底部左侧的滑轮177与连接杆左侧的挂环连接,电机二173设置在气浮池1底部右端,电机二173的设置有所述拉索,拉索穿过气浮池1底部右侧的滑轮177与连接杆右侧的挂环连接,滑动块174底部设置有滚珠;

[0054] 如图6、7所示,酸加药罐3和碱加药罐4分别和调节池2连接,连接处均设置有电磁阀,调节池2上设置有pH值测定仪21,pH值测定仪21的测量探头位于调节池2内部;强化水解酸化罐5的顶部设置有导流管,导流管与缺氧池11连接,强化水解酸化罐5内部中部位置设置有固定填料7,固定填料7的比表面积为 $410\text{m}^2/\text{m}^3$,密度为 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$,直径为250mm;强化水解酸化罐5内部底端设置有均匀布水器18,均匀布水器18包括主管180和副管181,副管181套设在主管180内部,副管181上设置有通孔,通孔与主管180的内腔相通,水解酸化罐5底部设置有旋转电机182,旋转电机182为主管180提供动力,主管180上端连接有主喷头183,副管181上端连接有副喷头184;微米级硅酸钙加药罐6通过导管与强化水解酸化罐5的底部连接,微米级硅酸钙加药罐6中添加的微米级硅酸钙粒径为 $80\mu\text{m}$,密度 $2.9\text{g}/\text{cm}^3$;

[0055] 如图1所示,高效产甲烷罐8内部底端设置有均匀布水器18,高效产甲烷罐8内部中部位置设置有组合填料9,高效产甲烷罐8内部内部上端设置有固定软性填料10,组合填料9的比表面积为 $460\text{m}^2/\text{m}^3$,密度为 $1.2\text{g}/\text{cm}^3$,直径250mm;固定软性填料10的密度为 $1.02\text{g}/\text{cm}^3$,纤维束长度为100mm,束间距离为30mm,孔隙率 $>99\%$;缺氧池11内添加有悬浮填料;二沉池14通过导管与缺氧池11连接;PAC加药罐16与混凝沉淀池15连接;控制装置19包括控制器190、处理器191和遥控器192,控制器190为市售,控制器190和除污装置17、旋转电机182、pH值测定仪21、电磁阀连接,处理器191和遥控器192分别与控制器190连接,电源为除污装置17、旋转电机182、pH值测定仪21、电磁阀提供电源。

[0056] 利用该装置进行制药废水处理的运行方法,主要包括以下步骤:

[0057] S1:首先将制药废水通入气浮池1,去除部分油、悬浮颗粒,通过除污装置17对气浮池1上层的污染物进行刮除,然后进入调节池2,通过pH值测定仪21测定进水pH,通过控制器190控制碱加药罐4上的电磁阀的开启,调节进水pH值至7.5,后续通过加入碱液使得废水的pH升高至7.5以上;

[0058] S2:经过调节池2处理后的废水经均匀布水器18进入强化水解酸化罐5,此时投加微米级硅酸钙,投加量按照水解酸化罐出水中挥发性脂肪酸的含量,使得硅酸钙颗粒的质量与挥发性脂肪酸的质量比为0.12,硅酸钙颗粒吸附至污泥絮体表面,快速解离形成的挥发性脂肪酸,增强微生物的产酸能力,同时溶解后形成的钙离子有助于增加污泥絮体的稳定性,废水水力停留时间为8h,罐体中部的固定填料7可截留水流中的微生物和悬浮颗粒,保证稳定高效的水解酸化功能;

[0059] S3:经过强化水解酸化罐5处理后的8%的水解酸化液进入缺氧池11作为反硝化所需碳源,剩余水解酸化液进入高效产甲烷罐8,高效产甲烷罐8水力停留时间为20h,污泥停留时间为20d,运行155天,强化水解酸化罐5出水中含有的钙离子有利于产甲烷罐中颗粒污泥的形成,此外产甲烷菌可吸附于罐体中部的组合填料9,形成以产甲烷菌为主的生物膜,

罐体上部的固定软性填料10可截留被冲洗出的产甲烷菌,进一步提高高效产甲烷罐8的产沼气能力和稳定性,产生的沼气经过沼气收集处理装置13处理后作为能源供污水厂使用;

[0060] S4:经过高效产甲烷罐8消化后的污水进入缺氧池11,同时二沉池14出水也回流至缺氧池11,缺氧池11中投加有密度 $0.96\text{g}/\text{cm}^3$,比表面积 $460\text{m}^2/\text{m}^3$,直径15mm的悬浮填料,用于富集反硝化菌,在反硝化菌的作用下将硝态氮还原为氮气,而后进入好氧池12,进一步去除COD和氨氮,两相厌氧处理工艺的COD去除率维持在76.7%-84.2%,出水COD在2981-4629mg/L,本实施例中废水在缺氧池11和好氧池12的水力停留时间分别为上述两个实施例的1.5倍,高效产甲烷罐的甲烷产量为279-318ml/gCOD,在二沉池14中完成泥水分离,在混凝沉淀池15中加入PAC,完成混凝沉淀,得到最终出水,出水COD为327-482mg/L,TN浓度34-53mg/L,SS<42mg/L,色度16-31。

[0061] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分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发明实施例技术方案的精神和范围。

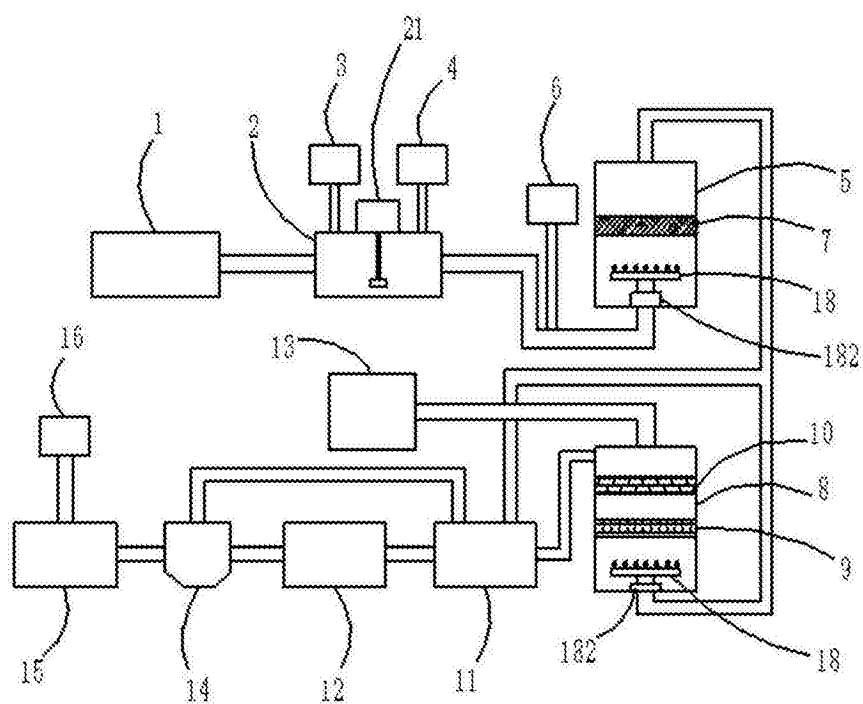


图1

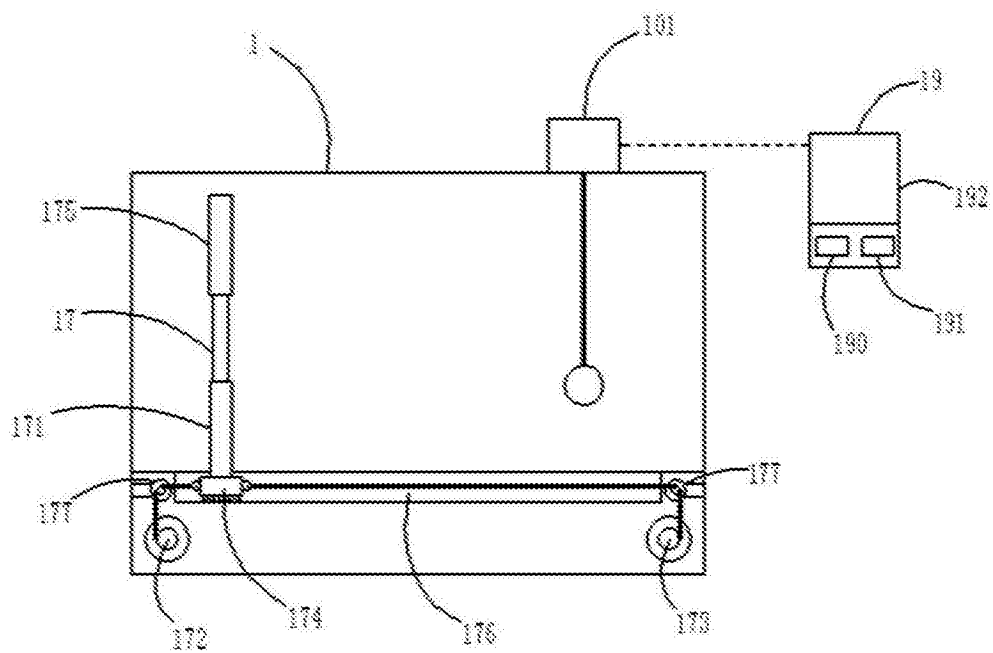


图2

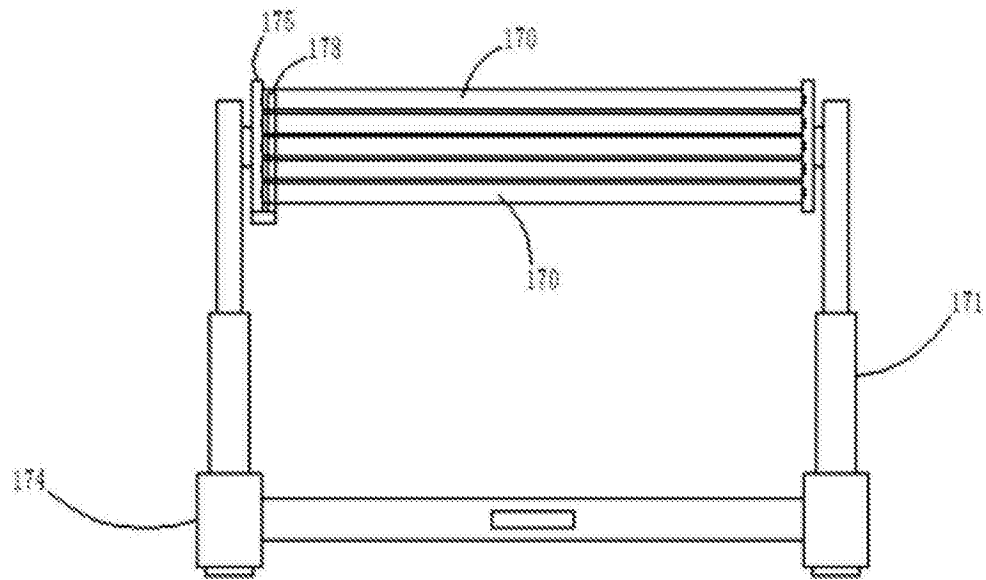


图3

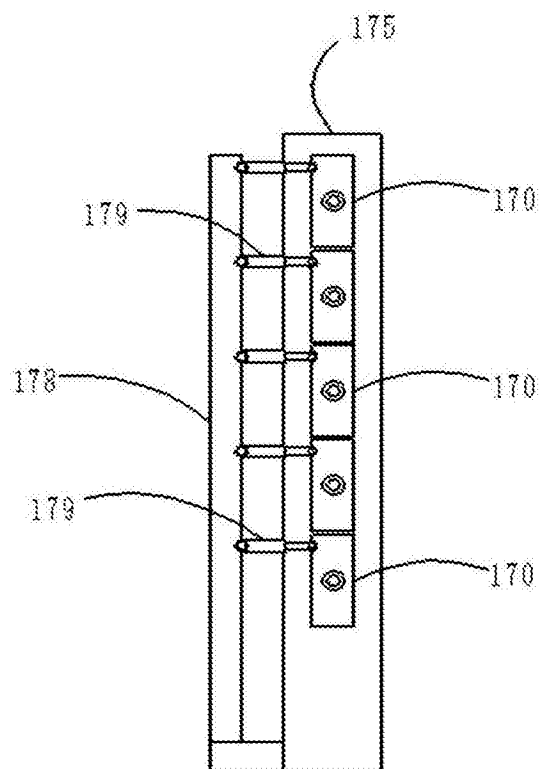


图4

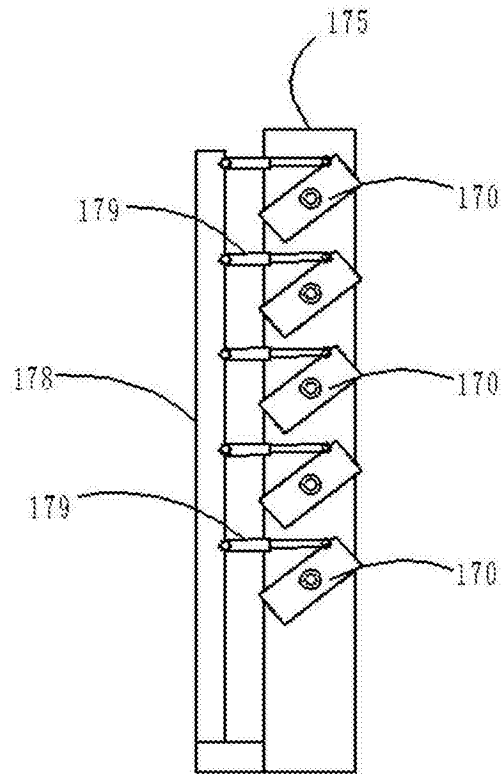


图5

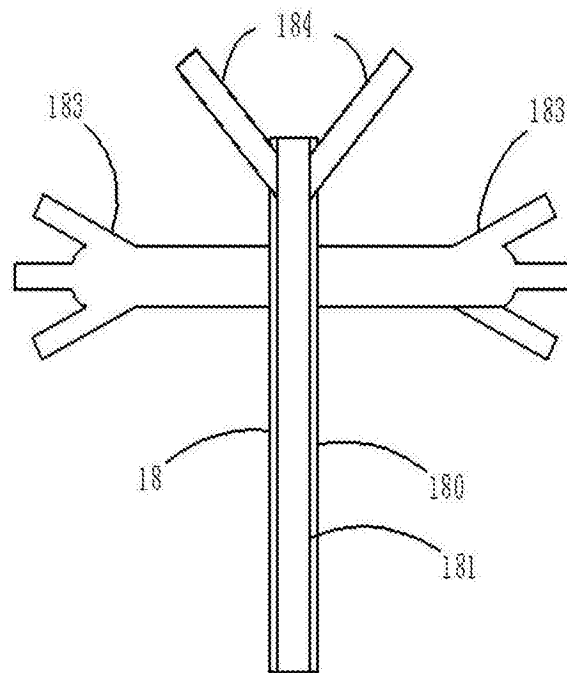


图6

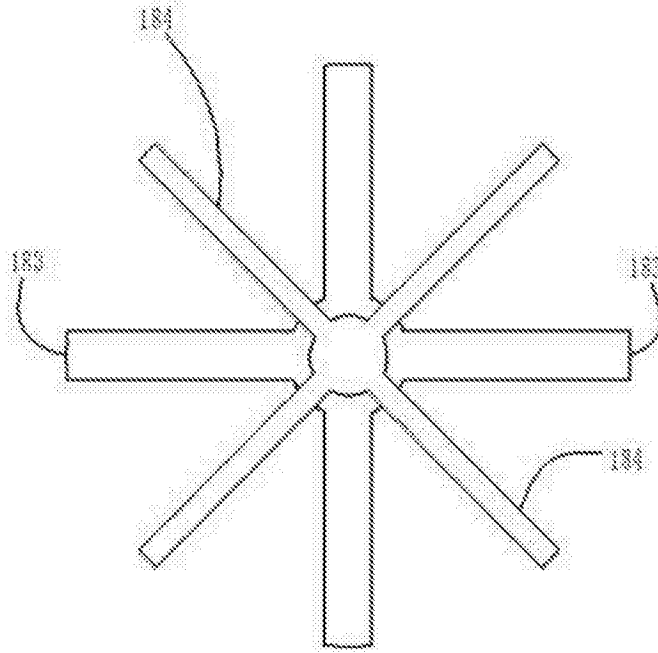


图7