



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108249574 A

(43)申请公布日 2018.07.06

(21)申请号 201711327965.1

C12R 1/89(2006.01)

(22)申请日 2017.12.13

(71)申请人 华南理工大学

地址 510641 广东省广州市天河区五山路
381号

(72)发明人 魏东 余宗苡

(74)专利代理机构 广州新诺专利商标事务所有
限公司 44100

代理人 张芬

(51)Int.Cl.

C02F 3/32(2006.01)

C12M 1/34(2006.01)

C12M 1/00(2006.01)

A23K 10/30(2016.01)

C02F 103/20(2006.01)

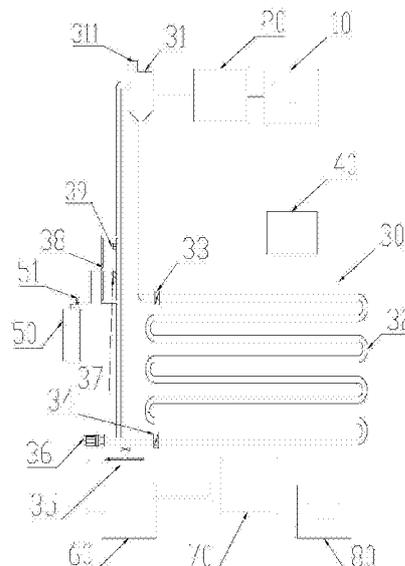
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

一种利用微藻处理猪场养殖废水并生产藻粉的装置及其工艺

(57)摘要

一种利用微藻处理猪场养殖废水并生产藻粉的装置及其工艺,该装置包括废水池、过滤装置、管道式光生物反应器、喷淋装置、供气装置、超滤装置、离心机、清水池;该工艺包括如下步骤:(1)将猪场养殖废水进行二级预处理,之后置于光生物反应器中,经过消毒杀菌系统处理;(2)在装有猪场废水的光生物反应器中接种微藻,进行培养后采收;光生物反应器中包含在线检测水体数据系统、原位补碳-pH反馈控制装置和喷淋自动降温系统、溶氧检测系统;(3)采收得到藻液,经过离心得到藻泥,并干燥得到藻粉。本发明最大限度消除或减少废弃物的排放,达到节能、减排、增效、回收资源的目的,适用猪场废水大规模净化处理并生产藻粉,实现资源可持续开发利用。



1. 一种利用微藻处理猪场养殖废水并生产藻粉的装置,其特征在于:
包括废水池、过滤装置、管道式光生物反应器、喷淋装置、供气装置、超滤装置、离心机、清水池;
所述废水池经过滤装置后与所述管道式光生物反应器相连接;
所述管道式光生物反应器通过多个弯曲的管道分别连接循环桶和水泵;
所述循环桶具有一侧边开口和一底部开口;
所述管道式光生物反应器的一端管路连接所述循环桶的底部开口,且在管路上设置有第一蝶阀;
所述管道式光生物反应器的另一端管路连接水泵,且在管路上设置有第二蝶阀、排水口;
所述水泵通过管道连接该循环桶的侧边开口,管路上设置有通气接口,所述供气装置通过通气接口与光生物反应器的管道相连接;
所述超滤装置通过管道与排水口相连接;所述离心机、清水池分别通过管道与超滤装置相连接。
2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:所述光生物反应器管道优选采用管壁为PVC材质的透明硬质塑料管或薄膜管。
3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:所述循环桶设置有温度检测及控制系统、pH检测及控制系统、通气口。
4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:所述水泵通过管道连接该循环桶的侧边开口,管路上分别设置有滤网、溶氧仪表。
5. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于:所述供气装置为臭氧发生器或二氧化碳钢瓶;所述二氧化碳钢瓶上设置有减压阀。
6. 一种利用微藻处理猪场养殖废水并生产藻粉的工艺,其特征在于,包括如下步骤:
 - (1) 将猪场养殖废水进行二级预处理,置于光生物反应器中,经过消毒杀菌系统处理;
 - (2) 在装有猪场废水的光生物反应器中接种经过活化处理的微藻,进行培养后采收;光生物反应器中包括在线检测水体数据系统:原位补碳-pH反馈控制装置和喷淋自动降温系统、溶氧检测系统;
 - (3) 采收得到的藻液,经过离心得到藻泥,并干燥得到藻粉。
7. 根据权利要求6所述的工艺,其特征在于:
步骤(1)中,所用废水为猪场养殖相关废水,总氮含量在303mg/L以上,氨氮含量为342mg/L以上,总磷含量为91mg/L以上,COD含量为327mg/L以上,pH 6.0-8.0左右。
8. 根据权利要求6所述的工艺,其特征在于:
步骤(1)中,所述二级预处理为采用活性炭过滤和砂滤装置对养殖废水进行预处理;
所述光生物反应器优选的是采用的管道式的光生物反应器进行培养,管壁为PVC材质的透明硬质塑料管或薄膜管;
所述消毒杀菌系统处理采用的是臭氧消毒法。
9. 根据权利要求6所述的工艺,其特征在于:
步骤(2)中,所用微藻选自小球藻属微藻;接种的微藻处于对数生长期;
所述原位补碳-pH反馈控制装置包括二氧化碳供应装置、中和控制系统装置;

水体pH值控制在7.0-7.5之间；

所述喷淋自动降温系统,在水温高于设定值40℃自动开启喷淋装置；

步骤(2)中,当蛋白核小球藻的OD值达到 2.2 ± 0.2 时或者 NH_4^+-N (mg/L) 和 PO_4^{3-} (mg/L) 含量低于5mg/L时进行采收。

10. 根据权利要求6所述的工艺,其特征在于:步骤(3)中,采用超滤装置和离心机收集藻泥,使用超低温冷冻干燥器冻干藻泥,收回蛋白核小球藻生物质。

一种利用微藻处理猪场养殖废水并生产藻粉的装置及其工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种猪场养殖废水处理的装置及其工艺方法,属于污水处理技术领域,特别涉及一种利用微藻处理净化猪场废水并生产藻粉的整合技术体系。

背景技术

[0002] 近年来,我国畜禽养殖业不断发展,养殖废水的排放量也逐年增加,环境污染防治压力持续加大。2015年我国生猪出栏量达到7.08亿头,养猪废水排放量高达100万-150万吨/天。养殖业污染已经成为继工业污染、生活污染后的最大污染源。

[0003] 目前,国内规模化养猪场都配置了厌氧发酵处理系统,经厌氧发酵后,废水中的大部分有机物得到去除,化学需氧量(COD)和生化需氧量(BOD)大大降低,杀灭部分病原性微生物,产生的沼气可以作为清洁能源。但是发酵周期过长,占地面积大,产生的沼气燃烧不稳定,发酵池底菌泥不可回收,发酵后的沼液中氮、磷含量较高,难以达到国家排放标准,是一种难处理的污水。猪场养殖废水中含有N、P、Mg、Zn、Ca等多种元素,不加利用直接排放既浪费了资源,也增加了环境压力。

[0004] 蛋白核小球藻(*Chlorella pyrenoidosa*)营养价值高,细胞内富含蛋白质、色素(叶绿素和类胡萝卜素等)、脂肪酸、碳水化合物、矿物质以及多种维生素。2012年《新资源食品管理办法》的规定,批准蛋白核小球藻为新资源食品。蛋白核小球藻营养方式多样、生长需求简单、耐受能力强,能够利用废水中的碳、氮、磷合成自身复杂的细胞组分,从而有效去除废水中营养物质,是废水处理中应用较广泛的藻种。小球藻处理废水作为废水资源化利用的有效方式,在市政污水、农业废水以及养殖废水方面的应用受到广泛关注。

[0005] 因此,设计新型完整的微藻处理猪场养殖废水工艺,对于解决目前猪场废水的环境污染,实现资源重复可持续利用和环保绿色生产非常必要。

发明内容

[0006] 本发明为了克服现有技术的不足,提供一种利用微藻处理猪场养殖废水并生产藻粉的工艺。

[0007] 为了达到上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0008] 本发明提供一种利用微藻处理猪场养殖废水并生产藻粉的装置,包括废水池、过滤装置、管道式光生物反应器、喷淋装置、供气装置、超滤装置、离心机、清水池;

[0009] 所述废水池经过滤装置后与所述管道式光生物反应器相连接;所述管道式光生物反应器通过多个弯曲的管道分别连接循环桶和水泵;所述循环桶具有一侧边开口和一底部开口;所述管道式光生物反应器的一端管路连接所述循环桶的底部开口,且在管路上设置有第一蝶阀;所述管道式光生物反应器的另一端管路连接水泵,且在管路上设置有第二蝶阀、排水口;所述水泵通过管道连接该循环桶的侧边开口,管路上设置有通气接口,所述供气装置通过通气接口与光生物反应器的管道相连接;所述超滤装置通过管道与排水口相连接;所述离心机、清水池分别通过管道与超滤装置相连接。

[0010] 进一步地,所述光生物反应器管道优选采用管壁为PVC材质的透明硬质塑料管或薄膜管。

[0011] 进一步地,所述循环桶设置有温度检测及控制系统、pH检测及控制系统、通气口。

[0012] 进一步地,所述水泵通过管道连接该循环桶的侧边开口,管路上分别设置有滤网、溶氧仪表。

[0013] 进一步地,所述供气装置为臭氧发生器或二氧化碳钢瓶;所述二氧化碳钢瓶上设置有减压阀。

[0014] 本发明还提供一种利用微藻处理猪场养殖废水并生产藻粉的工艺,包括如下步骤:

[0015] (1) 将猪场养殖废水进行二级预处理,置于光生物反应器中,经过消毒杀菌系统处理;

[0016] (2) 在装有猪场废水的光生物反应器中接种经过活化处理的微藻,进行培养后采收;光生物反应器中包括在线检测水体数据系统;原位补碳-pH反馈控制装置和喷淋自动降温系统、溶氧检测系统;

[0017] (3) 采收得到的藻液,经过离心得到藻泥,并干燥得到藻粉。

[0018] 进一步地,步骤(1)中,所用废水为猪场养殖相关废水,总氮含量在303mg/L以上,氨氮含量为342mg/L以上,总磷含量为91mg/L以上,COD含量为327mg/L以上,pH 6.0-8.0左右。

[0019] 进一步地,步骤(1)中,所述二级预处理为采用活性炭过滤和砂滤装置对养殖废水进行预处理;所述光生物反应器优选的是采用的管道式的光生物反应器进行培养,管壁为PVC材质的透明硬质塑料管或薄膜管;所述消毒杀菌系统处理采用的是臭氧消毒法。

[0020] 进一步地,步骤(2)中,所用微藻选自小球藻属微藻;接种的微藻处于对数生长期;所述原位补碳-pH反馈控制装置包括二氧化碳供应装置、中和控制系统装置;水体pH值控制在7.0-7.5之间;所述喷淋自动降温系统,在水温高于设定值40℃自动开启喷淋装置;

[0021] 进一步地,步骤(2)中,当蛋白核小球藻的OD值达到 2.2 ± 0.2 时或者 NH_4^+-N (mg/L)和 PO_4^{3-} (mg/L)含量低于5mg/L时进行采收。

[0022] 进一步地,步骤(3)中,采用超滤装置和离心机收集藻泥,使用超低温冷冻干燥器冻干藻泥,收回蛋白核小球藻生物质。

[0023] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0024] (1) 工艺处理周期短、无二级废弃物的产生;

[0025] (2) 在处理猪场养殖废水同时,实现 CO_2 减排和藻类生物质的回收,降低蛋白核小球藻的生产成本;最大限度消除或减少废弃物的排放,达到节能、减排、增效、回收资源的目的,实现节能减排的绿色生产;提高生物质能的利用效率,适用猪场废水的大规模净化处理并生产藻粉,实现资源可持续开发利用。

[0026] (3) 首次采用薄膜管道反应器,大大降低了规模化培养的生产成本;首次在户外条件下采用平铺薄膜管道反应器培养蛋白核小球藻,结果表明蛋白核小球藻在平铺薄膜管道反应器中生长良好,能耐受夏季户外高温。

附图说明

[0027] 图1为本发明利用微藻处理猪场养殖废水并生产藻粉的装置组成图。

[0028] 图中:10-废水池,20-过滤装置,30-光生物反应器,31-循环桶,311-通气口,32-管道,33-第一蝶阀,34-第二蝶阀,35-排水口,36-水泵,37-滤网,38-通气接口,39-溶氧接口,40-喷淋装置,50-供气装置,51-减压阀,60-超滤装置,70-离心机,80-清水池

[0029] 图2为本发明的利用微藻处理猪场养殖废水并生产藻粉的工艺流程图。

[0030] 图3为蛋白核小球藻在600L立式管道反应器中干重的变化情况;培养条件为:猪场养殖废水发酵沼液、pH 7.0-7.5、自然光。

[0031] 图4为蛋白核小球藻在立式1500L立式管道反应器中蛋白核小球藻干重的变化情况;培养条件为:猪场原养殖废水、pH 7.0-7.5、自然光。

[0032] 图5为蛋白核小球藻在1000L平铺式管道反应器中蛋白核小球藻干重的变化情况;培养条件为:猪场原养殖废水发酵沼液、pH 7.0-7.5、自然光。

[0033] 为更好的说明本发明的目的、技术方案和优点,现结合附图与具体实施例对本发明作进一步说明。

具体实施方式

[0034] 如图1所示,一种利用微藻处理猪场养殖废水并生产藻粉的工艺所需的装置,包括废水池10、过滤装置20、管道式光生物反应器30、喷淋装置40、供气装置50、超滤装置60、离心机70、清水池80。

[0035] 所述废水池10经过滤装置20后与所述管道式光生物反应器30相连接。

[0036] 该光生物反应器30,可以实现在线检测水体数据,实现自动化控制水体温度和pH值。

[0037] 本发明优选的管道式光生物反应器通过多个弯曲的管道32分别连接循环桶31和水泵36。

[0038] 所述循环桶31具有一侧边开口和一底部开口:所述管道式光生物反应器的管路32一端连接所述循环桶31的底部开口,且在管路上设置有第一蝶阀33;所述管道式光生物反应器的管路32另一端连接水泵36,且在管路上设置有第二蝶阀34、排水口35。

[0039] 所述水泵36通过管道连接该循环桶31的侧边开口,管路上设置有通气接口38,所述供气装置50通过通气接口38与光生物反应器的管道相连接。

[0040] 所述循环桶31设置有通气口311,其作用在于培养微藻过程中让所需二氧化碳的进入体系并排出所产生的氧气。

[0041] 所述循环桶31内设置有温度检测及控制系统、pH检测及控制系统。

[0042] 所述光生物反应器管道32优选采用管壁为PVC材质的透明硬质塑料管或薄膜管。

[0043] 装置通过蝶阀33、34控制培养体系流动的方向。

[0044] 所述水泵36通过管道连接该循环桶31的侧边开口,管路上分别设置有滤网37、溶氧仪表39。

[0045] 水泵36的作用在于循环管道光生物反应器中的培养体系,充分交换体系中气体和营养物质,更有利于微藻的培养。

[0046] 所述滤网37的作用在于去除体系中杂质,保证水泵不被堵塞。

[0047] 所述溶氧仪表39的作用在于通过溶氧百分比检测藻的光合作用效率,即溶解氧越

多,藻类放出的氧气越多,当溶氧值超过150%系统自动调节水泵,加快培养体系的循环流速,从通气口311排出多余氧气,防止氧抑制,为溶氧反馈控制系统。

[0048] 原位补碳-pH反馈系统,包括二氧化碳供应装置、中和控制系统装置,可以实现控制水体pH值在7.0-7.5之间。

[0049] 所述供气装置50为臭氧发生器或二氧化碳钢瓶:当使用臭氧发生器时,可对装置中废水进行臭氧杀菌处理;当使用二氧化碳钢瓶时,为装置的二氧化碳供应装置。

[0050] 所述二氧化碳钢瓶上设置有减压阀51,其作用在于当循环桶31中pH检测及控制系统检测到的pH值高于设定值7.5时,减压阀开启,调节培养环境的pH,为中和控制系统装置。

[0051] 喷淋自动降温系统,可以通过循环桶31内设置的温度检测及控制系统在线检测水温,水温高于设定值40℃自动开启喷淋装置40,喷淋装置40设置有制冷系统,可以降低培养体系的温度。

[0052] 当蛋白核小球藻的OD值达到 2.2 ± 0.2 时或者 NH_4^+-N (mg/L)和 PO_4^{3-} (mg/L)含量低于5mg/L时进行采收,通过排水口35排出。

[0053] 所述超滤装置60通过管道与排水口35相连接;所述离心机70、清水池80分别通过管道与超滤装置60相连接。

[0054] 如图2所示,为本发明的利用微藻处理猪场养殖废水并生产藻粉的工艺流程图。在光生物管道反应器中以养殖废水或者其发酵沼液为培养基培养小球藻,将废水中的N、P、Mg、Zn、Ca等多种元素重新利用,转化为蛋白核小球藻的生物物质。具体步骤如下:

[0055] (1) 将猪场养殖废水进行二级预处理,置于光生物反应器中,经过消毒杀菌系统处理。

[0056] 废水为猪场养殖相关废水,总氮含量在303mg/L以上,氨氮含量为342mg/L以上,总磷含量为91mg/L以上,COD含量为327mg/L以上,pH 8.0左右。

[0057] 预处理工艺是采用活性炭过滤和砂滤装置对养殖废水进行预处理,是为了除去废水中的固形物并降低水质的色度,从而降低其对光线的遮挡,有利于微藻的培养。

[0058] 消毒杀菌系统是采用的是臭氧消毒法,是为了除去培养体系中的有害的微生物,从而促进微藻的生长。

[0059] (2) 在装有猪场废水的光生物反应器中接种对数期小球藻进行培养。培养期间,采用原位补碳-pH反馈控制装置补充CO₂控制培养系统pH值,喷淋自动降温系统控制体系温度,通过水泵循环交换气体和营养物质培养小球藻。当蛋白核小球藻的OD值达到 2.2 ± 0.2 时或者 NH_4^+-N (mg/L)、 PO_4^{3-} (mg/L)含量低于5mg/L时进行采收。

[0060] 所用的微藻基本可以是任何一种适宜的微藻,一般要求是对于氮磷去除率高、对于温度的耐受范围更广、生长快速的优势藻种,优选的藻种是小球藻属微藻。

[0061] 猪场废水的处理,基本上可以在任何装置中进行,优选的是采用的管道式的光生物反应器进行培养,管壁为PVC材质的透明硬质塑料管或软质薄膜管。

[0062] 微藻培养处理工艺可以有效降低废水中总氮、氨氮和总磷浓度,基本符合国标中畜禽养殖业污染物排放标准:COD小于100mg/L,氨氮小于25mg/L,总磷(以P计)小于3.0mg/L。

[0063] 为了确定微藻处于最佳生长条件,当微藻细胞的OD₆₈₀值达到2.2及以上时,可以采收微藻细胞。

[0064] (3) 培养结束后通过超滤装置采收藻液,离心得到藻泥,并干燥得到藻粉。从而将废水中氮磷等营养物质转化为蛋白核小球藻的生物物质,实现生物物质循环利用,并同时净化水质。

[0065] 采用超滤装置和离心机收集藻泥,使用超低温冷冻干燥器冻干藻泥,收回小球藻生物物质。经过检测认定,藻粉中干细胞的蛋白质含量高于50%,符合饲料用藻粉原料的生产标准,可用作养殖业的饲料原料的来源。

[0066] 下面结合实施例对本发明作进一步详细的说明,但本发明的实施方式不限于此。

[0067] 实施例1在600L的PVC管道反应器中利用猪场废水培养

[0068] 1.1藻种活化及种子液制备

[0069] 从活化的Basal培养基固体平板上挑取一个单藻落,接种到装有Basal培养基(含10g/L葡萄糖)的250mL三角瓶中,装液量为100mL。置于温度为28℃、4000lux、150r/min的恒温摇床中培养6天。

[0070] 采用改良的Basal培养基,在超净工作台中,将预先培养的一级小球藻种子液按接种量10% (v/v) 接入2L大三角瓶中,装液量为900mL,置于户外大摇床自然条件下培养。

[0071] 1.2废水的预处理及接种

[0072] 将猪场养殖废水发酵沼液分别经过砂滤、活性炭过滤二级处理后通入600L光生物反应器中,经过臭氧消毒30min后散气2小时。将蛋白核小球藻种子液接种到光生物反应器中。

[0073] 1.3测试方法

[0074] 1.3.1废水中COD、TN、TP含量测定

[0075] 使用美国HACH公司的专用试剂盒,COD、TN、TP的测定范围分别为200-1500mg/L、0-150mg/L、0-3.5mg/L。按照试剂盒标准操作步骤,将样品稀释到测定范围内,加入相应试剂后在消解器DRB200上进行消解(COD:150℃消解2h;TN:105℃消解30min;TP:150℃消解30min)。消解完成后取出冷却,然后按照相应操作步骤加入试剂,置于分光光度计DR2700中进行测定并读数。每个样品重复测定三次后取平均值,测定读数乘以样品稀释倍数,即为待测水样中COD、TN、TP含量。

[0076] 1.3.2废水中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 PO_4^{3-} 含量测定

[0077] 使用意大利HANNA HI83200多参数水质分析仪进行测定。选择合适的量程范围,将待测样品稀释到测定范围内,按照仪器说明,在比色皿中加入相应的试剂进行测定并读数。

[0078] 1.3.3生物量

[0079] 培养液经高速离心去除上清液,所得藻泥用去离子水重悬,先低速(3000r/min)离心5分钟,去除带有细菌的悬浮上层清液,重复离心至上清液为无色透明。将藻泥转移至已称重的10mL离心管中,高速离心(12000r/min离心5分钟),去除上清液,放入60℃烘箱烘干并称重。

[0080] 1.3.4OD值的测定

[0081] 使用紫外可见分光光度计,测定样品在680nm下的吸光度。

[0082] 1.4结果分析

[0083] 本实施例中猪场废水及预处理之后的水质参数如表1所示,结果分析表明预处理工艺在降低水中固形物和色度的同时,会一定程度上降低猪场废水的COD、总氮、氨氮和总

磷的含量。

[0084] 表1猪场废水及预处理之后的水质参数

[0085]

参数	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	pH
原废水	327.67±6.8	303.43±5.77	91.67±1.52	342.33±4.51	85.33±6.51	8.3±0.24
二级过滤	249.67±6.5	268±2.43	71.23±1.07	241±2.65	59.33±2.08	8.3±0.21
超滤	102±2.3	65.5±2	1.61±1.61	18.3±0.28	0±0.01	7.45±0.04

[0086] 以COD、TN、TP、NH₃-N、PO₄³⁻、色度去除率为指标,反映废水的净化情况。如表2所示,通过表2可以看出,培养前后PO₄³⁻的去除率可达到100%。COD、TN、TP、NH₃-N、色度的去除率分别为68.87%、78.41%、98.24%、94.64%、80.11%。

[0087] 表2COD、TN、TP、NH₃-N、PO₄³⁻、色度去除率(%)统计

[0088]

参数	COD	NH ₃ -N	PO ₄ ³⁻	TN	TP	色度
二级过滤	23.79±0.02	29.61±0.06	30.12±0.06	10.67±0.01	22.29±0.01	37.31±0.01
培养前后	68.87±0.04	94.64±0.02	100±0.01	78.41±0.07	98.24±0.02	80.11±0.03

[0089] 由图3分析可知在初始接种密度为0.08g/L的条件下,经过204h培养,蛋白核小球藻干重达到最大值0.52g/L。采用循环采收的方法收集藻粉,经过三次累加,产量可达到0.93g/L。

[0090] 实施例2在1500L的PVC管道式光生物反应器中利用猪场废水培养小球藻

[0091] 2.1藻种活化及种子液制备:方法同1.1

[0092] 2.2废水的预处理及接种

[0093] 将猪场养殖废水发酵沼液分别经过砂滤、活性炭过滤二级处理后通入1500L光生物反应器中,经过臭氧消毒30min后散气2小时。将蛋白核小球藻种子液接种到光生物反应器中。

[0094] 2.3测试方法:方法同1.3

[0095] 2.4结果分析

[0096] 表3猪场废水及预处理之后的水质参数

[0097]

参数	COD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	pH
原废水	327.67±6.80	303.43±5.77	91.67±1.52	342.33±4.51	85.33±6.51	8.31±0.24
二级过滤	249.61±6.50	268.23±2.43	71.23±1.07	241.13±2.65	59.53±2.08	8.32±0.21

[0098]

超滤	178.33±5.68	143.00±7.37	23.32±0.62	28.31±0.57	17.32±1.12	7.41±0.21
----	-------------	-------------	------------	------------	------------	-----------

[0099] 表4COD、TN、TP、NH₃-N、PO₄³⁻、色度去除率(%)统计

[0100]

参数	COD	NH ₃ -N	PO ₄ ³⁻	TN	TP	色度
二级过滤	23.79±0.02	29.62±0.06	30.01±0.06	10.67±0.01	22.29±0.01	37.31±0.01
培养前后	45.54±0.03	91.72±0.009	80.02±0.02	52.11±0.03	74.58±0.04	89.08±0.06

[0101] 通过表3和4可以看出,以COD、TN、TP、NH₃-N、PO₄³⁻、色度去除率为指标,反映废水的净化情况。培养前后NH₃-N的去除率可达到91.72%,COD、TN、TP、PO₄³⁻、色度的去除率分别为45.54%、52.11%、74.58%、80.02%、89.08%。

[0102] 由图4分析可知在初始接种密度为0.51g/L的条件下,经过144h培养,蛋白核小球藻干重达到最大值0.48g/L。经过三次循环采收产量可达到0.82g/L。

[0103] 另外,与实施例1相比较可以得出:小球藻的产量与光合作用的效率有关,光径越小,光合作用效率越高,600L(光径为4.5cm)比1500L(光径为10cm)的PVC塑料管高产量11.83%。

[0104] 实施例3在1000L平铺薄膜管道反应器中利用猪厂废水培养小球藻

[0105] 3.1藻种活化及种子液制备:方法同1.1

[0106] 3.2废水的预处理及接种

[0107] 将猪场养殖废水发酵沼液分别经过砂滤、活性炭过滤二级处理后通入1000L平铺薄膜管道反应器中,经过臭氧消毒30min后散气2小时。将蛋白核小球藻种子液接种到光生物反应器中。

[0108] 3.3测试方法:方法同1.3

[0109] 3.4结果分析

[0110] 表5猪场废水及预处理之后的水质参数

[0111]

参数	COD(mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)	pH
原废水	71±0.86	237±3.72	18.2±0.17	55±0.89	13±0.24	8.2±0.14
二级过滤	67±1.21	190±3.54	17.7±0.25	51.8±0.83	12±0.32	8.3±0.21
超滤	40±0.54	63±1.47	5.1±0.024	10.2±0.75	0±0.00	7.41±0.11

[0112] 表6COD、TN、TP、NH₃-N、PO₄³⁻、色度去除率(%)统计

[0113]

参数	COD	NH ₃ -N	PO ₄ ³⁻	TN	TP	色度
二级过滤	5.61±0.032	5.82±0.075	7.63±0.06	19.83±0.053	2.71±0.012	7.25±0.67
培养前后	43.61±2.6	81.42±3.7	100±0.01	73.43±0.67	71.91±0.36	14.1±0.69

[0114] 如表5和6所示,以COD、TN、TP、NH₃-N、PO₄³⁻、色度去除率为指标,反映废水的净化情况。通过表6可以看出,培养前后PO₄³⁻的去除率可达到100%,COD、TN、TP、NH₃-N、色度的去除率分别为43.61%、73.43%、71.91%、81.42%、14.1%。

[0115] 由图5分析可知在初始接种密度为0.08g/L的条件下,经过84h培养,干重达到最大值0.13g/L。

[0116] 本次试验首次在户外条件下采用平铺薄膜管道反应器培养蛋白核小球藻,结果表

明蛋白核小球藻在平铺薄膜管道反应器中生长良好,能耐受夏季户外高温。

[0117] 综上所述,本申请发明人在开发本工艺技术方案的过程中,通过实施例1-3,对比了不同材质和光径的光生物反应器对蛋白核小球藻产量及废水净化效果的影响。

[0118] 结果表明采用光径为4.5cm、体积600L的小管道光生物反应器培养蛋白核小球藻,最大干重为0.51g/L,产量可达到0.93g/L,基本符合国标中畜禽养殖业污染物排放标准(COD小于100mg/L,氨氮小于25mg/L,总磷(以P计)小于3.0mg/L),同时对于猪场废水水质的净化效果也最好。

[0119] 但是相对于平铺式薄膜管道反应器而言,PVC材质的管道式反应器的成本较高。蛋白核小球藻在廉价的平铺薄膜管道反应器中生长良好,能耐受夏季户外高温, PO_4^{3-} 去除率达到100%, NH_3-N 去除率达到81.12%。因此工业生产可采用平铺薄膜管道反应器进行生产。

[0120] 本发明利用微藻处理猪场废水并生产藻粉的整套工艺技术,可以实现废水水质净化的同时,实现微藻生物量积累和碳减排,有效降低废水的处理成本,实现了资源的综合利用,具有经济和环保的双重价值,适用于大中型猪场以及其它的养殖业的废水水质净化处理,非常适宜在畜禽养殖企业中进行大规模推广。

[0121] 本发明并不局限于上述实施方式,如果对本发明的各种改动或变型不脱离本发明的精神和范围,倘若这些改动和变型属于本发明的权利要求和等同技术范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变动。

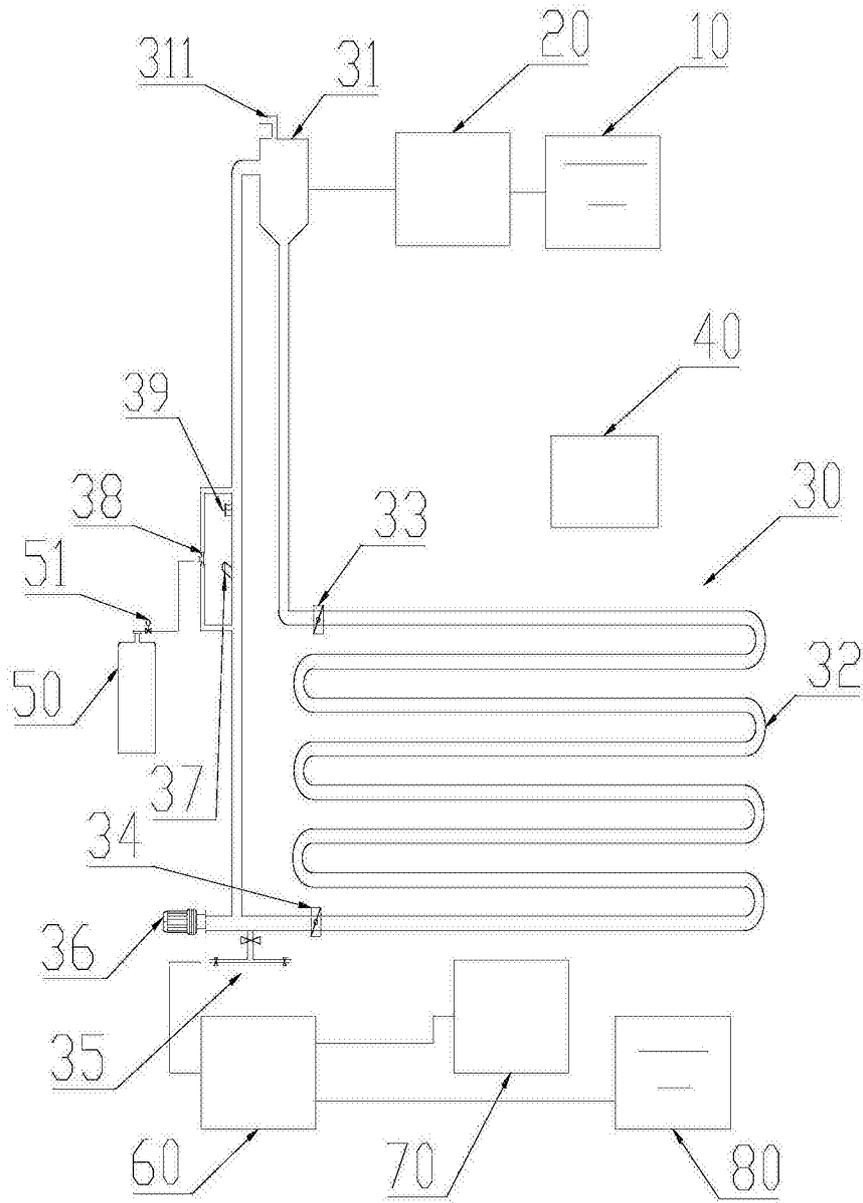


图1

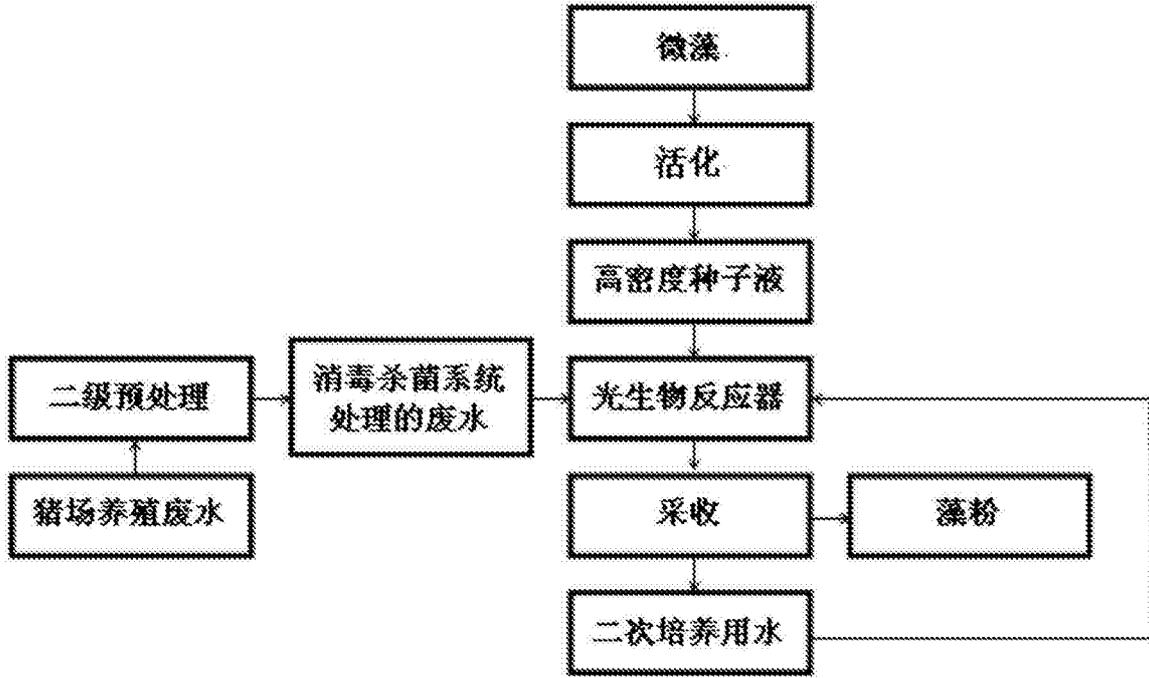


图2

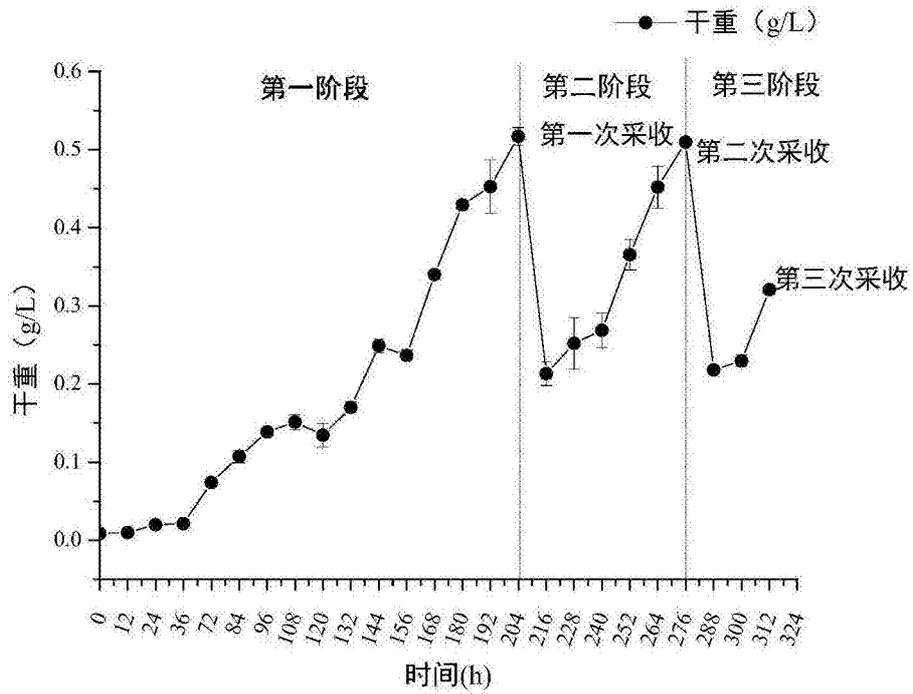


图3

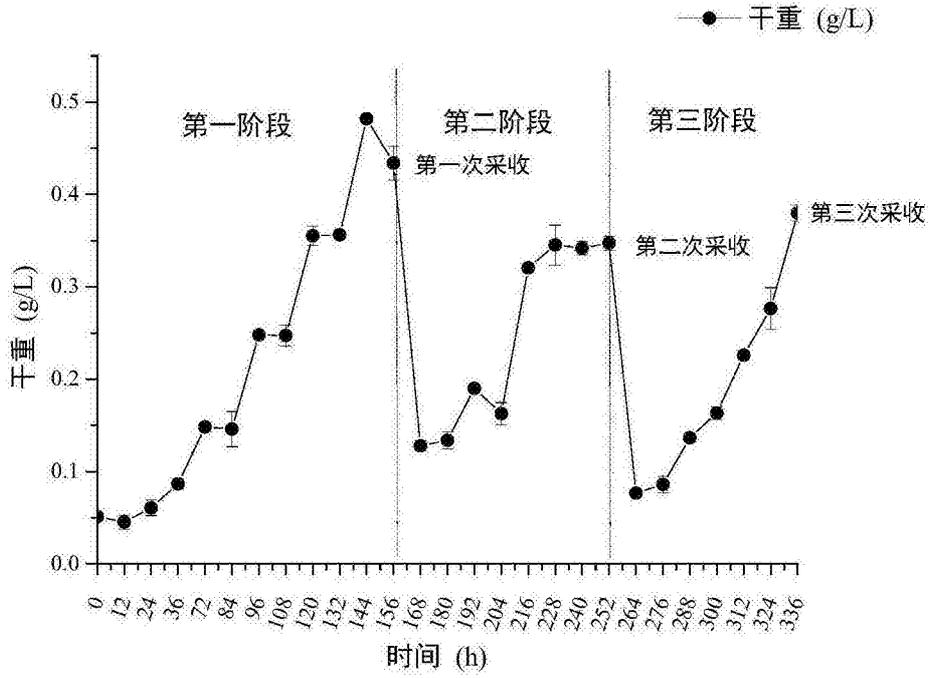


图4

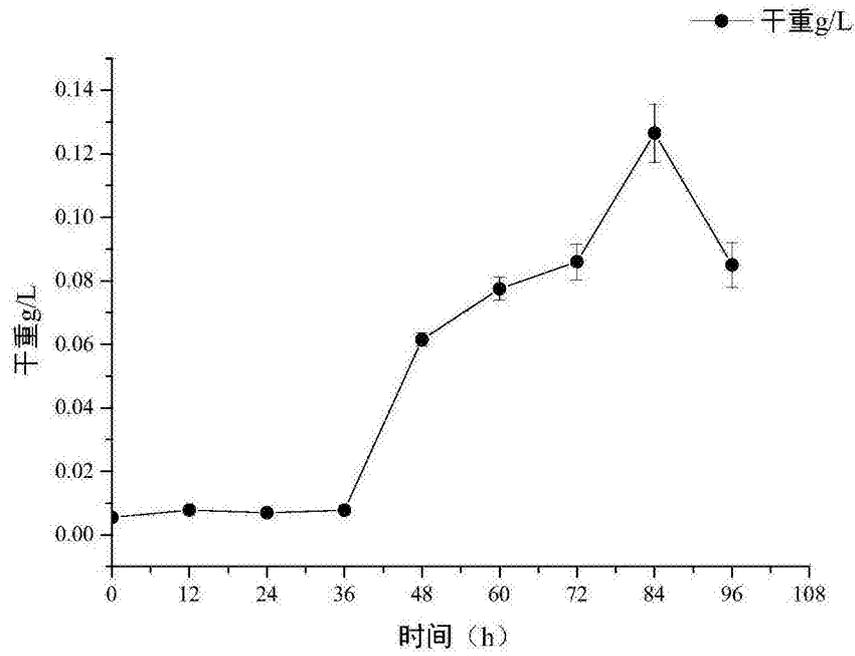


图5