(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105084650 B
(45)授权公告日 2017.06.16

(21)申请号 201510445786.2

(22)申请日 2015.07.27

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105084650 A

(43)申请公布日 2015.11.25

(73)专利权人 重庆大学
地址 400030 重庆市沙坪坝区沙正街174号

(72)发明人 翟俊 赵纯 郑怀礼 何强
胡学斌 肖海文 李玥 张正安

(74)专利代理机构 重庆华科专利事务所 50123
代理人 康海燕

(51)Int.Cl.
C02F 9/14(2006.01)

(56)对比文件
CN 104556536 A,2015.04.29,说明书第4段.
CN 104193087 A,2014.12.10,说明书第6-23段.
CN 203513439 U,2014.04.02,说明书第10段.
CN 103159383 A,2013.06.19,权利要求1.
CN 103130382 A,2013.06.05,说明书第10-17段.
CN 102775025 A,2012.11.14,说明书第12-16段.

审查员 宋欢

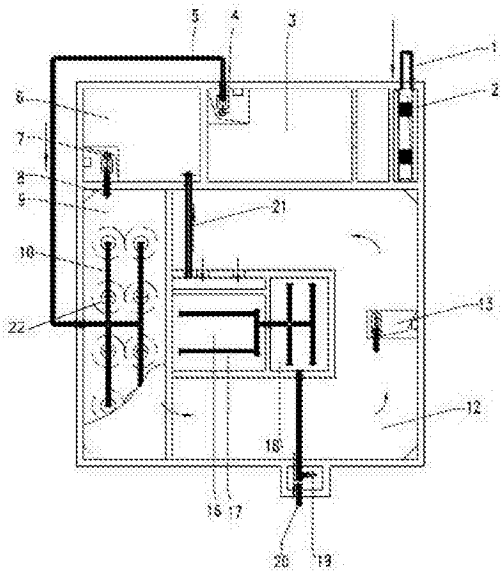
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

微曝气循环一体化污水生物生态处理系统及方法

(57)摘要

一种微曝气循环一体化污水生物生态处理系统及方法，生活污水先由调节池均质均量，后送至表面布水式生物滤池，进行酸化水解降低部分有机物，然后自流进入循环生物强化接触池进行好氧生化处理去除绝大部分有机物、硝化反硝化脱氮，污泥好氧吸磷等生化作用，出水自流至斜板沉淀池进行固液分离后，上清液自流至竖向流湿地，废水中磷污染物进一步被滤池中富铁矿材料吸附去除，出水流至清水池排放或回用。本系统将表面布水式生物滤池、循环生物强化接触池、人工湿地进行一体化集成设计，各反应单元空间布局紧凑，占地面积小；工艺使用的设备少，废水主要靠重力流和推流，自动化强，运行管理简便；污泥回流量小，脱氮除磷处理效果好，尤其是磷去除率高。



CN 105084650 B

1.微曝气循环一体化污水生物生态处理系统，其特征在于：包括依次连通并成G字形分布的调节池(3)、污泥池(6)、表面布水式生物滤池(9)和循环生物强化接触池(12)，循环生物强化接触池采用中央岛式循环结构，中央布置斜板沉淀池(16)和竖向流湿地(18)，三者也依次连通，进水管(1)从调节池(3)接入，出水管(20)从竖向流湿地(18)接出；所述表面布水式生物滤池(9)设在循环生物强化接触池(12)上方，有高程上的差异；表面布水式生物滤池(9)和污泥池(6)之间设有污泥回流通道；

所述表面布水式生物滤池(9)内填料采用半软性填料(11)，填料制作成具有相同尺寸和形状的单元块，每块填料由压成波纹状的薄片交叉组装而成，滤池上部并在填料上方安装圆形自旋转布水器(22)；

所述循环生物强化接触池(12)为好氧—缺氧环境，具有依次交替分布的好氧区与厌氧区，好氧区与厌氧区之比为4:1，好氧区内安装射流曝气机(13)，采用微曝气技术，循环生物强化接触池的填料为多面空心球填料(15)；

所述竖向流湿地(18)内放置具有除磷特性的富铁矿填料。

2.用于权利要求1所述的系统进行微曝气循环一体化污水生物生态处理的方法，其特征在于，包括如下步骤：

1)污水首先经调节池(3)混匀后被泵入表面布水式生物滤池(9)，同时，从污泥池(6)回流的污泥也被送入表面布水式生物滤池(9)；

2)通过圆形自旋转布水器(22)，污水长期以喷洒滴滤方式流经表面布水式生物滤池(7)中的波纹板填料表面，在填料表面形成一层生物膜，微生物对污水进行脱氮处理，并对有机物进行厌氧分解，并去除污水中的磷；污水在表面布水式生物滤池(9)的水力停留时间：HRT=7h；

3)除磷后的污水及活性污泥混合液自然流入循环生物强化接触池(12)，废水在池内循环流动过程中不断处于好氧—缺氧交替状态，有机物被活性污泥中的好氧菌进一步降解去除，污泥中的硝化菌将污水中的氨氮转化成硝酸盐完成硝化反应，污水中有机物、氮、磷等污染物绝大部分被去除；在循环生物强化接触池(12)中，总水力停留时间：HRT=10h，池内填料填充比：40～50%；

4)好氧处理后的污水及活性污泥混合物自然流入经斜板沉淀池(16)进行泥水分离，一部分污泥回流到前端污泥池(6)以补充活性污泥；

5)斜板沉淀池(16)分离出的清水流入竖向人工湿地(18)，进一步去除废水中的磷。

微曝气循环一体化污水生物生态处理系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于污水处理、环境保护技术领域，特别涉及微曝气循环一体化污水生物生态处理技术。

背景技术

[0002] 现有的生活废水多为A/O、SBR、CASS、UASB等活性污泥法或其改良处理技术，这些处理技术一方面占地面积大，运行管理复杂，处理效果不理想，绝大部分处理工艺对氮磷处理不能兼顾，主要依靠生物脱氮、化学除磷方式，从而造成运行成本偏高，这些缺陷直接制约了活性污泥法在生活污水处理中的广泛应用。

[0003] 目前国内外尚未见有关于生活废水表面布水式生物滤池、循环生物强化接触池、竖向人工湿地等组合一体化处理污水，尤其是对氮磷同时处理的报道。

[0004] 与上述活性污泥法相比，一体化成套污水处理技术具有最明显的优势就是占地面积小、运行管理简便、氮磷去除率高。

发明内容

[0005] 本发明针对生活废水处理采用传统活性污泥法存在的上述不足，提出一种微曝气循环一体化污水生物生态处理技术，采用表面布水式生物滤池+循环生物强化接触池+竖向人工湿地等核心组合工艺，即可以继承传统生化法稳定可靠等优点，同时，又结合厌氧滴滤、生物倍增和富铁矿除磷等技术特点，使得废水处理效果更好。此外本组合工艺各反应单元空间布局紧凑合理，可以大幅度的减少占地面积。

[0006] 本发明的技术方案如下：

[0007] 微曝气循环一体化污水生物生态处理系统，包括依次连通并成G字形分布的调节池、污泥池、表面布水式生物滤池和循环生物强化接触池，循环生物强化接触池采用中央岛式循环结构，中央布置斜板沉淀池和竖向流湿地，外周是循环生物强化接触池，三者也依次连通，进水管从调节池接入，出水管从竖向流湿地接出；所述表面布水式生物滤池建设在循环生物强化接触池上方；表面布水式生物滤池和污泥池之间设置有污泥回流通道。

[0008] 本系统中，表面布水式生物滤池主要功能为去除有机物，循环生物强化接触池主要功能为脱氮除磷、进一步去除废水中的有机物，竖向人工湿地主要功能为进一步去除废水中的磷，其确保排水磷浓度达标。经过上述处理，可充分去除污水中的碳、氮、磷和有机物，可得到符合《城镇生活污水处理厂污染排放标准》(GB18918-2002)中的一级B标准的清水。

[0009] 具体地，所述表面布水式生物滤池内填料采用半软性填料，填料制作成具有相同尺寸和形状的单元块，每块填料由压成波纹状的薄片交叉组装而成。滤池上部并在填料上方法安装圆形自旋转布水器，废水依靠泵压流入布水器，布水器在喷水反作用力作用下作旋转运动，从而使废水均匀地滴洒在滤池的填料上进行处理。

[0010] 所述循环生物强化接触池为好氧—缺氧环境，具有依次交替分布的好氧区与厌氧

区，好氧区与厌氧区之比为4:1，废水在池内循环流动时不断地处于好氧—缺氧—好氧……循环交替状态，不仅有利于硝化反硝化脱氮，而且有利于磷的释放和污泥对磷吸收，从而起到很好的脱氮除磷效果。并且在好氧区内安装射流曝气机，采用微曝气技术，氧气气泡细小，上升速率慢。一方面使得池内氧气浓度适中，分布均匀，另一方面氧气能与废水充分接触，利用率高，从而减少氧气曝气量。同时循环生物强化接触池的填料为多面空心球填料，采用比表面积高生物填料作为微生物生长载体，废水在循环流动过程中与填料表面的微生物充分接触，不仅可促进有机物的降解，还可以减少污泥回流量，增加排泥量有助于除磷。另外，由于采用多面空心球填料，污水由于这种填料的结构特点，使得它在这个区域内的停留时间加长，循环生物强化接触池具有高回流比特性，这可提高其对进水水质变化的抗冲击能力。

[0011] 所述竖向流湿地内放置具有除磷特性的富铁矿填料。经前述系统的好氧、厌氧、缺氧等生物除磷作用后，废水的磷含量大部分得到去除，但仍不能满足一级A标或一级B标对磷的排放要求。因此，竖向人工湿地反应器内以一定粒径的富铁矿石作为填料，其比面积大，而且对低浓度磷酸盐废水具有很好的吸附作用。当废水从上至下流经富铁矿石表面时，废水中的磷酸根被进一步去除，满足废水中磷的排放要求。

[0012] 本发明具有以下几大优势：

[0013] 1、脱氮除磷处理效果好，尤其是除磷率高。本系统的循环生物强化接触池采用好氧缺氧循环交替和微曝气技术，不仅曝气量少，而且硝化和反硝化效果好，脱氮率高；此外本工艺除了厌氧好氧生化除磷之后，为了确保满足一级B排放要求，在处理末端又建设了竖向人工湿地除磷。该湿地是选择对磷酸盐具有很强吸附效果的富铁矿材料作为滤料，对含磷浓度低的废水具有很好的吸附效果。

[0014] 2、废水不仅处理效果好，而且污泥回流量小。由于表面布水式生物滤池和循环生物强化接触池设置有大量填料，微生物和废水之间接触面积大，可大大提高废水处理效果和减少污泥回流量。

[0015] 3、建设和处理成本便宜，工艺使用的设备少，采用本系统的布置结构，废水主要靠重力流(如表面布水式生物滤池到循环生物强化接触池的过程)和推流(如循环生物强化接触池的中央岛环形结构)，能源消耗低，自动化强，运行管理简便。

[0016] 4、本发明采用一体化处理设备，占地面积小。本发明的表面布水式生物滤池在循环生物强化接触池上面，沉淀池和人工湿地滤池在循环生物强化接触池中央，是以斜板沉淀池和竖向流人工湿地为中心，废水逆时针环绕流动，这样各反应单元不仅布局紧凑，共用隔墙，空间利用充分，可大大减少占地面积，其占地面积只有同等处理规模设施占地面积的一半左右；而且各反应单元紧邻，水头损失小，可降低动力消耗。

[0017] 可见，本系统将表面布水式生物滤池装置、循环生物强化接触池装置、人工湿地装置进行一体化集成设计，各反应单元空间布局紧凑，占地面积小；工艺使用的设备少，废水主要靠重力流和推流，自动化强，运行管理简便；污泥回流量小，脱氮除磷处理效果好，尤其是磷去除率高。

附图说明

[0018] 图1为微曝气循环一体化污水生物生态处理系统的平面布局示意图；

[0019] 图2为图1所示的系统的处理工艺流程图。

[0020] 图中：(1)进水管，(2)格栅井，(3)调节池，(4)污水提升泵，(5)泵房与表面布水式生物滤池连接管，(6)污泥池，(7)污泥回流泵，(8)污泥回流管，(9)表面布水式生物滤池，(10)布水管，(11)半软性填料，(12)循环生物强化接触池，(13)射流曝气机，(14)走道板，(15)多面空心球填料，(16)斜板沉淀池，(17)穿孔集水管，(18)竖向流湿地，(19)水泵接合器，(20)出水管，(21)排泥管。

具体实施方式

[0021] 以下结合附图进一步详细说明本发明的结构和工艺过程。

[0022] 参见图1和图2，微曝气循环一体化污水生物生态处理系统包括依次连通并成G字形分布的调节池3、污泥池6、表面布水式生物滤池9和循环生物强化接触池12。循环生物强化接触池12采用中央岛式循环结构，中央布置斜板沉淀池16和竖向流湿地18，外围是循环生物强化接触池12，三者也依次连通。循环生物强化接触池12出水端和斜板沉淀池16进料端相连接，斜板沉淀池16设有进料端、出泥端和出水端，斜板沉淀池16的出泥端与污泥池6相连。进水管1从调节池3接入，出水管20从竖向流湿地18接出，表面布水式生物滤池7出水端和循环生物强化接触池12进料端相连接。

[0023] 本系统中循环生物强化接触池12采用中央岛式循环氧化沟，即生物好氧循环氧化池以斜板沉淀池和竖向流人工湿地为中心，逆时针环绕流动。表面布水式生物滤池9建设在循环生物强化接触池12上方，有高程上差异的不同。这样各反应单元不仅布局紧凑，空间利用充分，可大大减少占地面积，而且各反应单元紧邻，水头损失小，可降低动力消耗。

[0024] 系统中表面布水式生物滤池9在滤池上部布置有布水管10，并安装一定数量的圆形自旋转布水器22，废水依靠泵压流入布水器22，布水器22在喷水反作用力作用下作旋转运动，从而使废水均匀地滴洒在滤池的填料上进行处理。与布水管10连接的进水管一般均设置在滤池的中心轴位置，进水管与布水管10之间需要安装密封装置。污水长期以滴状均匀地洒在波纹板滤料表面，形成生物膜同时也创造出厌氧环境。废水与生物膜接触，进行固液相的物质交换，生物膜内的微生物分解有机物使废水得到净化。净化后的废水从滤池底的排水沟排出。表面布水式生物滤池9内填料采用半软性填料11，填料制作成具有相同尺寸和形状的单元块，每块填料由压成波纹状的薄片交叉组装而成，滤池内填料比表面积高，过滤时间长，废水中有机物与滤料表面的微生物充分接触，从而被充分降解。

[0025] 系统中循环生物强化接触池12可以分为两个区：好氧区和缺氧区，它们依次交替分布，废水在池内循环流动时不断地处于好氧—缺氧—好氧……循环交替状态，不仅有利于硝化反硝化脱氮，而且有利于磷的释放和污泥对磷吸收，从而起到很好的脱氮除磷效果。并且在好氧区内布置采用微曝气技术，具体由射流曝气机13来完成，氧气气泡细小，上升速率慢，一方面使得池内氧气浓度适中，分布均匀，另一方面氧气能与废水充分接触，利用率高，从而减少氧气曝气量。同时池内填充有多面空心球生物填料15作为微生物生长载体，比表面积高，废水在循环流动过程中与填料表面的微生物充分接触，不仅可促进有机物的降解，还可以减少污泥回流量，增加排泥量有助于除磷。该循环生物强化接触池具有高回流比特性，这可提高其对进水水质变化的抗冲击能力。

[0026] 本系统的竖向人工湿地18中含有对磷具有较强吸附特性的富铁矿填料。经前述好

氧、厌氧、缺氧等生物除磷作用后，废水的磷含量大部分得到去除，但仍不能满足一级A标或一级B标对磷的排放要求。竖向人工湿地内以一定粒径的富铁矿石作为填料，其比面积大，而且对低浓度磷酸盐废水具有很好的吸附作用。当废水从上至下流经富铁矿石表面时，废水中的磷酸根被进一步去除，满足废水中磷的排放要求。

[0027] 采用本系统进行微曝气循环一体化污水生物生态处理方法是，生活污水由排水管网系统收集后，经过格栅井进入调节池，进行污水均质均量，由提升泵送至表面布水式生物滤池，进行酸化水解降低部分有机物，然后自流进入循环生物强化接触池进行好氧生化处理去除绝大部分有机物、硝化反硝化脱氮，污泥好氧吸磷等生化作用，出水自流至斜板沉淀池进行固液分离后，沉淀池上清液自流至竖向流湿地，废水中磷污染物进一步被滤池中富铁矿材料吸附去除，出水流至清水池排放或回用。

[0028] 具体步骤如下：

[0029] 1)污水首先设备中的格栅井2，去除水中较大颗粒的悬浮物、杂物，进入调节池3，经调节池3混匀后被污水提升泵4泵入表面布水式生物滤池9，同时，从污泥池6回流的污泥也被送入表面布水式生物滤池7；

[0030] 2)通过布水管10和圆形自旋转布水器22，污水长期以喷洒滴滤方式流经表面布水式生物滤池9中的波纹板滤料表面，在滤料表面形成一层生物膜，微生物对污水进行脱氮处理，并对有机物进行厌氧分解，并去除污水中的磷；

[0031] 3)除磷后的污水及活性污泥混合液自然流入循环生物强化接触池12，废水在池内循环流动过程中不断处于好氧—缺氧交替状态，有机物被活性污泥中的好氧菌进一步降解去除，污泥中的硝化菌将污水中的氨氮转化成硝酸盐完成硝化反应，污水中有机物、氮、磷等污染物绝大部分被去除；

[0032] 4)好氧处理后的污水及活性污泥混合物自然流入经斜板沉淀池16进行泥水分离，一部分污泥通过污泥回流泵和污泥回流管8回流到前端污泥池6以补充活性污泥；

[0033] 5)斜板沉淀池16分离出的清水流入竖向人工湿地18，进一步去除废水中的磷。

[0034] 下面结合使用实例对本发明作进一步地详细说明，但本发明的实施方式不限于此。

[0035] 实施例：以500m^3/d设计规模为例进行参数说明。

[0036] 一、进出水水质见表1：(单位：mg/L)

[0037]

名称 / 类型	污染物浓度（mg/L）					
	CODcr	BOD_5	SS	NH_3-N	pH	TP
进水水质	≤350	≤150	/	/	6~9	4.5
出水水质	≤60	≤20	≤20	≤8	6~9	≤1

[0038]

去除率	≥82.8	≥86.7	/	≥71.4	/	77.8

[0039] 二、微曝气循环一体化污水生物生态处理技术

[0040] (1)调节池

[0041] 主要尺寸:L×B×H=4×9×5.1m,1座,钢筋混凝土结构。

[0042] 设计流量:Q=47.5m^3/h

[0043] 水力停留时间:HRT=5.5h

[0044] 有效水深:H=3.5m

[0045] 设备:钢丝网兜:间距10mm,Φ10钢条;潜污泵:口径DN=100mm,功率N=1.5kw,水泵电器控制柜,2套。

[0046] (2)表面布水式生物滤池

[0047] 水力停留时间:HRT=7h

[0048] 设计大小为L×B×H=11×3.5×4.4m

[0049] 填料形状:半软性填料;7方

[0050] 滤料滤料体积:157.5m^3

[0051] 滤料高度:4.2m

[0052] (3)循环生物强化接触池

[0053] 总水力停留时间:HRT=10h

[0054] 混合液浓度:4.0g MLSS/L

[0055] 池内填料填充比:40～50%

[0056] 填料形状:多面空心球;7方

[0057] 设计大小:L×B×H=14.3×11.9×5.1m,1座

[0058] 好氧区和缺氧区体积比为4.1,钢筋混凝土结构。

[0059] 设备:射流曝气机,曝气量:50m^3/h,功率:N=3.0kw,1套;水泵电器控制柜。

[0060] (4)斜板沉淀池

[0061] 最大设计流量Q:21m^3/h

[0062] 斜板倾角:60°

[0063] 排泥方式:重力排泥

[0064] 设计大小:L×B×H=4.0×4.0×4.3m,1座,钢筋混泥土结构

[0065] 总高度:H=4.3m

[0066] 泥斗个数1个,长宽高:3.9×3.9×2.1m

[0067] (5)竖向流湿地

[0068] 设计流量:Q=20.83m^3/h

[0069] 设计尺寸:L×B×H=4×2.5×5.1m,1座,钢筋混凝土结构,带反冲洗设施。

[0070] 填料:富铁填料(粒径:Φ5-8,Φ10-15)、卵石;

[0071] (6)污泥池

[0072] 设计尺寸:L×B×H=5.0×4.0×6.8m,1座,砖混凝土结构,带反冲洗设施。

[0073] 流量:Q=1m^3/h

[0074] 扬程:H=4.6m

[0075] 功率N＝0.22kw

[0076] 设备:污泥回流泵,2套;水泵电器控制柜。

[0077] 以上所述的仅为本发明的一些实施方式。对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明创造构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于发明的保护范围。

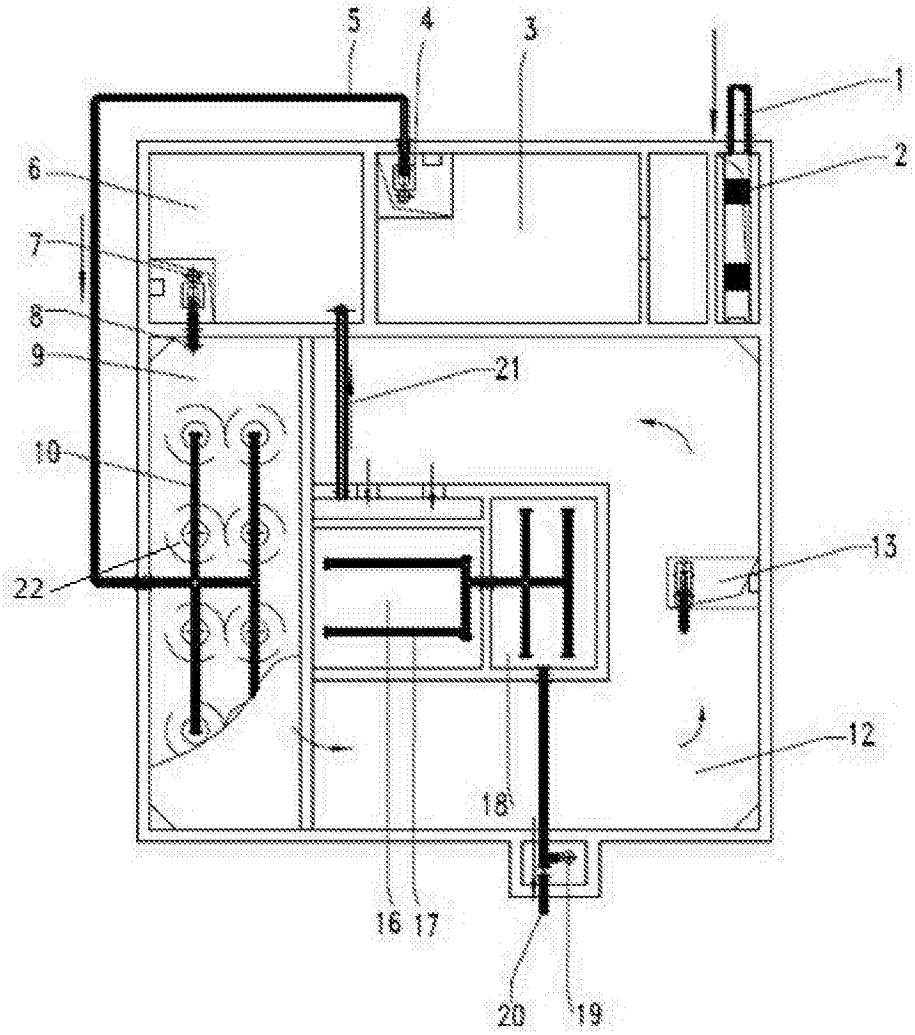


图1

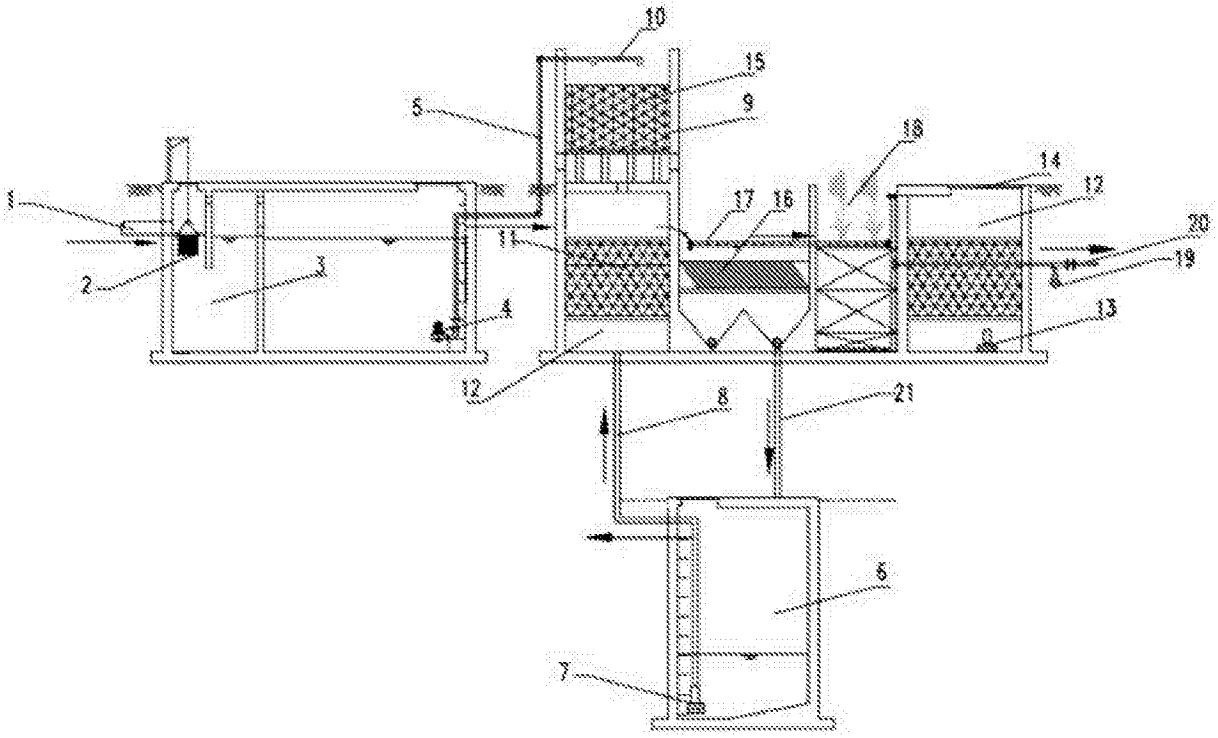


图2