(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116925889 A
(43)申请公布日 2023.10.24

(21)申请号 202311200495.8

(22)申请日 2023.09.18

(71)申请人 中国市政工程西南设计研究总院有限公司
地址 610000 四川省成都市金牛区星辉中路11号

(72)发明人 吴嘉利 王胤 赵志勇 赵晓龙 乔晓娟

(74)专利代理机构 成都科泰六核知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 51286
专利代理师 杨正辉

(51)Int.Cl.
C12M 1/00(2006.01)
C12M 1/02(2006.01)
C12M 1/04(2006.01)
C12M 1/12(2006.01)
C12M 1/34(2006.01)
C02F 3/30(2023.01)
C02F 3/34(2023.01)

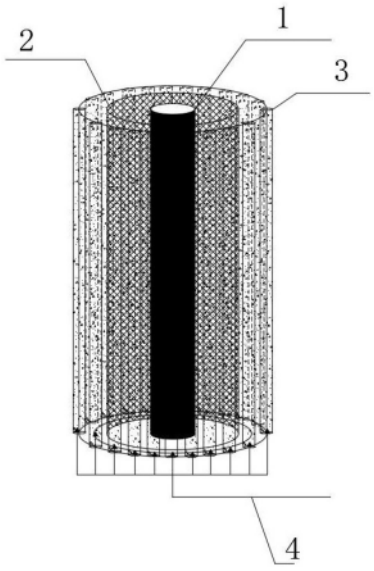
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种硝化菌富集培养装置及污水处理装置、方法

(57)摘要

本发明公开了一种硝化菌富集培养装置及污水处理装置、方法,涉及微生物技术领域。一种硝化菌富集培养装置,包括嵌套式多层生物膜组架,嵌套式多层生物膜组架包括由内到外设置的进水管、至少一层内层生物膜载体、至少一层外层生物膜载体;内层生物膜载体挂有异养菌生长生物膜,外层生物膜载体挂有硝化菌生长生物膜;外层生物膜载体为若干沸石分子筛材料制成的中空结构管构成的中空膜,该中空膜与曝气管连通。通过上述结构,为硝化菌提供了适合其生长的载体环境。



CN 116925889 A

1.一种硝化菌富集培养装置,其特征在于,包括嵌套式多层生物膜组架,嵌套式多层生物膜组架包括由内到外设置的进水管、至少一层内层生物膜载体、至少一层外层生物膜载体;

内层生物膜载体挂有异养菌生长生物膜,外层生物膜载体挂有硝化菌生长生物膜;

外层生物膜载体为若干沸石分子筛材料制成的中空结构管构成的中空膜,该中空膜与曝气管连通。

2.根据权利要求1所述的一种硝化菌富集培养装置,其特征在于,内层生物膜载体为导热筛网,导热筛网是由导热材料制备而成的筛网结构,导热筛网连接有加热器二;曝气管通过加热器一连接有曝气风机。

3.根据权利要求2所述的一种硝化菌富集培养装置,其特征在于,还包括分别用于检测内层生物膜载体表面温度的温度探头二和用于检测外层生物膜载体表面温度的温度探头一,根据温度探头一检测的温度控制加热器一的工作,根据温度探头二检测的温度控制加热器二的工作。

4.根据权利要求3所述的一种硝化菌富集培养装置,其特征在于,内层生物膜载体内外两侧设有冲洗装置,冲洗装置与冲洗泵连接。

5.一种污水处理装置,其特征在于,包括反应池和设置在反应池中的权利要求4所述的硝化菌富集培养装置。

6.根据权利要求5所述的一种污水处理装置,其特征在于,反应池上设有排泥管和出水管。

7.一种污水处理方法,其特征在于,采用权利要求5~6任一项所述的污水处理装置对污水进行处理,其处理过程如下所述:

污水处理装置启动过程,将内层生物膜载体置于投加了低温异养菌菌剂的污水中进行挂膜;将外层生物膜载体置于投加了低温硝化菌的污水中进行挂膜,挂膜形成生物膜后组装为嵌套式多层生物膜组架,安装于反应池中;

污水处理装置运行过程,污水由进水管连续进水,从嵌套式多层生物膜组架中心依次流经异养菌生长生物膜和硝化菌生长生物膜,经生物膜上微生物净化处理后的污水经出水管流出;

微生物富集培养过程,氧气通过曝气管从中空膜底部由下往上传输,再由中空膜内向中空膜外传递,在靠近中空膜的区域形成好氧区,在远离中空膜的区域形成缺氧区或厌氧区;

当污水水温较低不利于脱氮细菌生长时,打开加热器一和加热器二,分别对外层生物膜载体表面和内层生物膜载体表面进行升温,并调节加热强度,根据温度探头一反馈温度将外层生物膜载体表面温度升至20-25℃,根据温度探头二反馈的温度将内层生物膜载体表面温度升至8-15℃;

当外层生物膜载体堵塞时,加大曝气管的曝气量,利用曝气气流对中空膜表面的生物膜进行冲洗;当内层生物膜载体堵塞时,打开冲洗泵,冲洗装置对内层生物膜载体进行冲洗。

一种硝化菌富集培养装置及污水处理装置、方法

技术领域

[0001] 本发明涉及微生物技术领域，具体涉及一种基于污水的硝化菌富集培养装置及污水处理方法。

背景技术

[0002] 生物脱氮因其经济有效被作为全球最普遍的污水处理技术。生物脱氮方法中，无论是传统的硝化-反硝化，还是新型的短程硝化-反硝化及短程硝化-厌氧氨氧化都需经过硝化作用脱除氨氮。因此，污水处理系统中含有高浓度的硝化菌是生物脱氮的前提和关键保障。然而，硝化菌属于好氧自养型微生物，其繁殖速度较慢，对温度敏感，最适生长温度为25℃，且自养硝化菌的代谢途径比较单一只能利用无机碳源，将氨氮先转化成亚硝态氮最终变成硝态氮；因此相对于在同一生化处理系统中的异养菌而言，自养硝化菌不占竞争优势，其通常在污水处理厂生化系统微生物种群中所占的比例不超过5％。

[0003] 尤其在寒冷地区或冬季低水温期，硝化菌活性随水温降低而下降，大量实践表明，当水温低于15℃，硝化菌活性就会显著降低，污水生物脱氮受到明显抑制。而实际污水处理过程中，冬季污水水温常低于10℃，甚至在部分寒冷地区，冬季污水水温低至2～5℃，在此温度下，污水中硝化反应几乎停滞，污水生化系统中本就不多的硝化菌数量再次减少。

[0004] 为了提高低温下污水中硝化菌含量，提高生化系统的硝化效果，现有技术一是采用基于生物膜法的MBBR或IFAS等生物膜工艺，通过向生化系统投加载体填料形成生物膜，延长生物膜上微生物停留时间，增大系统中硝化菌含量，从而强化低温下生化系统的硝化效果；这种方法硝化菌的富集增长量有限，且在较低的水温下无效。

[0005] 二是采用生物强化技术，向污水生化系统投加硝化菌剂或含有硝化菌的固定化载体、填料以及复合菌剂等，这种方法存在外加菌剂易随出水流失，且由于硝化菌的生存环境未改变，外加硝化菌无法优势生长，要维持生物强化效果需长时间持续投加硝化菌，成本较高。

[0006] 三是采用电加热等升温方法对污水生化池所在密闭空间加热，或对污水进行加热等升温方式，提高生化池水温以维持硝化菌活性，但这种方式加热效率低、耗电量大、成本高。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种硝化菌富集培养装置及污水处理装置、方法，通过在同一反应池中建立厌氧反应区和有氧反应区实现同一反应池中完成污水处理的厌氧和有氧的反应过程，且在该反应池中建立了自养硝化菌适宜生长的载体环境，使得自养硝化菌能够富集生长。

[0008] 为了实现上述目的，本发明采取的技术方案如下：

一种硝化菌富集培养装置，包括嵌套式多层生物膜组架，嵌套式多层生物膜组架包括由内到外设置的进水管、内层生物膜载体、至少一层外层生物膜载体；

内层生物膜载体挂有异养菌生长生物膜，外层生物膜载体挂有硝化菌生长生物膜；

外层生物膜载体为若干沸石分子筛材料制成的中空结构管构成的中空膜，该中空膜与曝气管连通。

[0009] 作为一种优选技术方案，内层生物膜载体为导热筛网，导热筛网是由导热材料制备而成的筛网结构，导热筛网连接有加热器二；曝气管通过加热器一连接有曝气风机。

[0010] 作为一种优选技术方案，还包括分别用于检测内层生物膜载体表面温度的温度探头二和用于检测外层生物膜载体表面温度的温度探头一，根据温度探头一检测的温度控制加热器一的工作，根据温度探头二检测的温度控制加热器二的工作。

[0011] 作为一种优选技术方案，内层生物膜载体内外两侧设有冲洗装置，冲洗装置与冲洗泵连接。

[0012] 一种污水处理装置，包括反应池和设置在反应池中的硝化菌富集培养装置。

[0013] 作为一种优选技术方案，反应池上设有排泥管和出水管。

[0014] 一种污水处理方法，采用上述的污水处理装置对污水进行处理，其处理过程如下所述：

污水处理装置启动过程，将内层生物膜载体置于投加了低温异养菌菌剂的污水中进行挂膜；将外层生物膜载体置于投加了低温硝化菌的污水中进行挂膜，挂膜形成生物膜后组装为嵌套式多层生物膜组架，安装于反应池中；

污水处理装置运行过程，污水由进水管连续进水，从嵌套式多层生物膜组架中心，依次流经异养菌生长生物膜和硝化菌生长生物膜，经生物膜上微生物净化处理后的污水经出水管流出；

微生物富集培养过程，氧气通过曝气管从中空膜底部由下往上传输，再由中空膜内向中空膜外传递，在靠近中空膜的区域形成好氧区，在远离中空膜的区域形成缺氧区或厌氧区；

当污水水温较低不利于脱氮细菌生长时，打开加热器一和加热器二，分别对外层生物膜载体表面和内层生物膜载体表面进行升温，并调节加热强度，根据温度探头一反馈温度将外层生物膜载体表面温度升至20-25℃，根据温度探头二反馈的温度将内层生物膜载体表面温度升至8-15℃；

当外层生物膜载体堵塞时，加大曝气管的曝气量，利用曝气气流对中空膜表面的生物膜进行冲洗；当内层生物膜载体堵塞时，打开冲洗泵，冲洗装置对内层生物膜载体进行冲洗。

[0015] 现有技术相比，具有以下有益效果：

本发明中，用于挂膜异养菌(厌氧/缺氧)的内层生物膜载体和用于挂膜自养硝化菌(好氧)的外层生物膜载体嵌套设置，进水结构则设置在内层生物膜载体的内侧，使得在同一个容器中建立好氧反应区域和缺氧/厌氧反应区，解决现有污水处理工艺中好氧反应和缺氧反应需分别设单独反应池，工艺流程长、设施占地面积大的问题。

[0016] 在同一反应池建立好氧反应区域和缺氧/厌氧反应区的缺陷是：自养硝化菌和异养型的微生物混合生长，但是自养型微生物代谢周期长(常说的污泥龄SRT较长)、对环境敏感(主要对温度、氧气变化敏感)，因此在污水这种含大量有机物的环境中自养硝化菌竞争

不过异养菌，在目前的污水生化系统中，自养硝化细菌的微生物种群丰度非常低(通常丰度占比不到1%，高的不超过5%)。

[0017] 因此，在同一反应池建立好氧反应区域和缺氧/厌氧反应区的缺陷是本来会造成硝化菌的富集生长困难，但本发明中，通过嵌套式多层生物膜组架的结构设计，使得异养菌和硝化菌的富集培养分区，降低异养菌生长过程和硝化菌生长过程的竞争关系；再则氧气直接通过曝气管送由中空管道结构构成的外层生物膜载体中，氧气由膜内流向膜外，使得在外层生物膜载体表面形成好氧区；通过连接的曝气管可通过加热器对送入的气体加热，使得该外层生物膜载体表面形成合适的硝化菌生长温度；外层生物膜载体由沸石分子筛材料制成，沸石分子筛对氨氮有吸附作用，其将吸附污水中的大量氨氮，从而使得外层生物膜载体表面形成高氨氮区域；通过设置在其内侧的内层生物膜载体先将污水中的有机碳进行消耗，使外层生物膜载体表面形成了低碳区域。整体的结构设计实现了为自养硝化菌提供适宜生长的载体环境，即外层生物膜载体表面形成最适宜硝化菌生长的中温、好氧、高氨氮、低有机碳的反应区，从而使得硝化菌能够富集生长，从而克服了同一反应池建立好氧反应和缺氧/厌氧反应区的缺陷。

[0018] 本发明采用的曝气方式，是曝气管直接与构成外层生物膜载体的中空管道连通，这样的曝气方式设计，一是使得氧气从膜内走向膜外，从而在外层生物膜载体形成好氧区，二是可以利用控制曝气的气流量解决现有膜易堵塞问题。

[0019] 本发明中，结构的设计中，污水的流向是从内层生物膜载体(异养菌生长生物膜)流向外层生物膜载体(硝化菌生长生物膜)，污水中有机物、氮、磷等污染物质随污水由内层生物膜向外层生物膜传递，在内层生物膜载体上形成缺氧或厌氧、有机物浓度相对较高的反应环境，可有利于异养的反硝化或异养脱碳细菌在此区域富集生长，从而建立了异养菌的富集生长环境。

[0020] 本发明中，为了使得生长环境温度适应微生物生长，设计了加热器，对外层生物膜载体加热，对内层生物膜载体加热；本发明中的加热方式不是对污水进行整体升温，而是对外层生物膜载体和内层生物膜载体分别升温控制，从而使得位于同一污水中的两个载体能够独立温度控制，以适应不同的微生物生长，且仅对载体升温，不用对整个污水加热，避免了能耗浪费。

[0021] 本发明中，采用嵌套形式设计内层生物膜载体和外层生物膜载体之间的位置关系，进水点位于内层生物膜载体中心处，使得整个结构可以整体吊装，方便拆装及维护。

附图说明

[0022] 图1为嵌套式多层生物膜组架的结构示意图；

图2为污水处理装置的结构示意图；

图3为嵌套式多层生物膜组架的剖面结构示意图，图中A表示硝化细菌富集生产区，B表示异养菌富集生产区，C表示碳源、氨氮走向，D表示空气走向。

[0023] 其中，附图标记如下所示：1-进水管，2-导热筛网，3-沸石分子筛中空膜，4-曝气管，5-温度探头一，6-加热器一，7-曝气风机，8-冲洗管，9-冲洗泵，10-阀门一，11-出水管，12-污水管，13-冲洗喷头，14-反应池，15-排泥管，16-加热器二，17-阀门二，18-温度探头二。

具体实施方式

[0024] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

[0025] 相反，本申请涵盖任何由权利要求定义的在本申请的精髓和范围上做的替代、修改、等效方法以及方案。进一步，为了使公众对本申请有更好的了解，在下文对本申请的细节描述中，详尽描述了一些特定的细节部分。对本领域技术人员来说没有这些细节部分的描述也可以完全理解本申请。

[0026] 实施例一：一种硝化菌富集培养装置，包括用于硝化菌培养的嵌套式多层生物膜组架、冲洗装置、曝气装置。

[0027] 如图1所示，嵌套式多层生物膜组架包括由内到外设置的进水管1、导热筛网2、沸石分子筛中空膜3。其中，导热筛网2和沸石分子筛中空膜3可以设有一层或多层。

[0028] 进水管1竖向设置，进水管1顶部的管口作为进水口用于连接污水管12，进水管1底部的管口为封闭端。进水管1管壁上设有若干出水口。

[0029] 导热筛网2绕制成环形，其置于进水管1外，与进水管1同轴线。沸石分子筛中空膜3绕制成环形，其置于导热筛网2外，与进水管1同轴线。导热筛网2孔径为10-300um，导热筛网2可采用不锈钢材质制成，当然，也可为具有导热功能的其他材料制成。导热筛网2与加热器二16连接，加热器二16使得导热筛网2温度升高。

[0030] 冲洗装置包括冲洗喷头13和冲洗管8，进一步的，在导热筛网2下部的内侧和外侧皆设有若干冲洗喷头13，冲洗喷头13通过冲洗管8连接有冲洗泵9，冲洗泵9与水源连接；冲洗管8上设有阀门二17。

[0031] 具体的说，沸石分子筛中空膜3包括若干绕同一轴线均匀分布的中空结构管，相邻两中空结构管之间具有间隙，可满足生物膜生长所需空间。中空结构管为由沸石分子筛制成的中空结构管，或是具有沸石分子筛涂层的中空结构管，该中空结构管具有透气不透水功能，且具有吸附氨氮作用。

[0032] 若干中空结构管、导热筛网2、进水管1顶部固定于上固定板上，且上固定板上设有开孔与进水管1管口连通，从而暴露进水管1顶部管口，用于连接污水管12。若干中空结构管、导热筛网2、进水管1底部固定于下固定板上，下固定板上开设有孔洞，与中空结构管匹配，使得中空结构管底部管口不被封堵。冲洗喷头13也固定于下固定板上。

[0033] 曝气装置包括曝气管4和曝气风机7，若干中空结构管底部皆连通有曝气管4的出气口，曝气管4的进气口通过对空气加热的加热器一6连接曝气风机7。曝气管4上设有阀门一10，中空结构管与曝气管4的连通处还设有温度探头一5。导热筛网上设有温度探头二18。

[0034] 本实施例，微生物附着在导热筛网2和沸石分子筛中空膜3上生长。

[0035] 具体的说，导热筛网2为置于投加了低温异养菌等低温菌剂的污水中进行挂膜，在导热筛网2和内侧和外侧皆形成异养菌富集生长生物膜。

[0036] 沸石分子筛中空膜3为置于投加了低温硝化菌的污水中进行挂膜，在中空膜内侧和外侧皆形成硝化菌富集生长生物膜。

[0037] 本实施例所述嵌套式多层生物膜组架用于培养硝化菌的作用原理为：

如图3所示，污水由进水管1出水口从生物膜组架中心向四周扩散，依次流经附着

于导热筛网2表面的异养菌富集生长生物膜，和附着于中空结构管表面的硝化菌富集生长生物膜。图3中，A表示硝化细菌富集生产区，B表示异养菌富集生产区，C表示碳源、氨氮走向，D表示空气走向。

[0038] 氧气(空气)沿曝气管4从中空结构管由下往上传输，再由中空结构管内向中空结构管外传递，在靠近中空膜的区域形成好氧区，在远离中空膜的区域形成缺氧区或厌氧区。

[0039] 构成中空膜的沸石分子筛材料对氨氮有吸附作用，中空膜表面将吸附污水中的大量氨氮，在中空膜表面生物膜内侧形成中温、好氧、高氨氮、低有机碳的反应区，可为硝化菌提供适宜生长环境。硝化菌等微生物可在沸石分子筛中空膜3膜表面、且在中空膜内侧形成高浓度的硝化菌生物膜，实现硝化菌富集培养。

[0040] 而污水中有机物、氮、磷等污染物质随污水由内到外，由内层生物膜向外层生物膜传递，在导热筛网2上形成缺氧或厌氧、有机物浓度相对较高的反应环境，可有利于异养的反硝化或异养脱碳细菌在此区域富集生长。

[0041] 当污水水温较低不利于脱氮细菌生长时，打开两个加热器，对中空膜表面区域及导热筛网2进行升温，并调节加热强度，根据温度探头反馈温度将中空膜表面温度升至适宜硝化菌生长的温度(20-25℃)，将导热筛网2表面温度升至适宜异养菌生长的温度(8-15℃)。

[0042] 当沸石分子筛中空膜3表面生物膜较厚，或出现曝气孔堵塞时，加大曝气量，利用曝气气流对中空膜表面的生物膜进行冲洗，解决曝气不均或气孔堵塞问题。当导热筛网2表面生物膜较厚，或出现出水堵塞时，打开冲洗泵9，对导热筛网2表面生物膜进行冲洗，维持生物膜动态生长。

[0043] 值得特别强调的是，本实施例所述的污水为不含活性污泥的污水。

[0044] 实施例二：如图2所示，一种用于硝化菌培养的嵌套式多层生物膜组架构成的污水处理装置，包括反应池14，反应池14内设有上述嵌套式多层生物膜组架。

[0045] 反应池14底部一侧设有排泥管15，反应池14上部一侧设有出水管11。

[0046] 嵌套式多层生物膜组架中的进水管1顶部连通有污水管12，用于向进水管1送入污水，污水管12伸出反应池14外与上级设备连接。曝气风机7设置在反应池14外部。

[0047] 一种污水处理方法，包括以下过程：

污水处理装置启动过程，为补充生物膜系统的硝化菌和异养菌丰度，加快挂膜速度及启动效率，将导热筛网2置于投加了低温异养菌的污水中进行挂膜；将中空膜置于投加了低温硝化菌的污水中进行挂膜，待形成一定生物膜后进入正常运行阶段。

[0048] 污水处理装置运行过程，污水由进水管1连续进水，并由嵌套式多层生物膜组架中心，依次流经挂膜在导热筛网2表面的异养菌富集生长生物膜和挂膜在沸石分子筛中空膜3表面的硝化菌富集生长生物膜，经生物膜上微生物净化处理后的污水经出水管11流出。

[0049] 微生物富集培养过程：氧气从沸石分子筛中空膜3底部由下往上传输，再由中空膜内向中空膜外传递，在靠近中空膜的区域形成好氧区，在远离中空膜的区域形成缺氧区或厌氧区；

沸石分子筛中空膜3对氨氮有吸附作用，中空膜表面将吸附污水中的大量氨氮，在中空膜表面生物膜内侧形成中温、好氧、高氨氮、低有机碳的反应区，可为硝化细菌提供适宜生长环境。硝化细菌等微生物可在沸石分子筛中空膜3表面、生物膜内侧形成高浓度的硝

化菌生物膜，实现硝化菌富集培养。而污水中有机物、氮、磷等污染物质随污水由内层生物膜向外层生物膜传递，在导热筛网2上形成缺氧或厌氧、有机物浓度相对较高的反应环境，可有利于异养的反硝化或异养脱碳细菌在此区域富集生长。

[0050] 当污水水温较低不利于脱氮细菌生长时，分别打开加热器一6和加热器二16，对中空膜表面区域及导热筛网2进行升温，并调节加热强度，根据温度探头一反馈温度将中空膜表面温度升至适宜硝化菌生长的温度(20-25℃)，根据温度探头二反馈的温度将导热筛网2表面温度升至适宜异养菌生长的温度(8-15℃)。

[0051] 当沸石分子筛中空膜3表面生物膜较厚，或出现曝气孔堵塞时，加大曝气量，利用曝气气流对中空膜表面的生物膜进行冲洗；当导热筛网2表面生物膜较厚，或出现出水堵塞时，打开冲洗泵9，对导热筛网2表面生物膜进行冲洗，维持生物膜动态生长；

脱落的生物膜和沉积于池底的污泥通过反应池14底部的排泥管15排出。

[0052] 按照上述实施例，便可很好地实现本发明。值得说明的是，基于上述结构设计的前提下，为解决同样的技术问题，即使在本发明上做出的一些无实质性改进，也落入本发明的保护范围内。

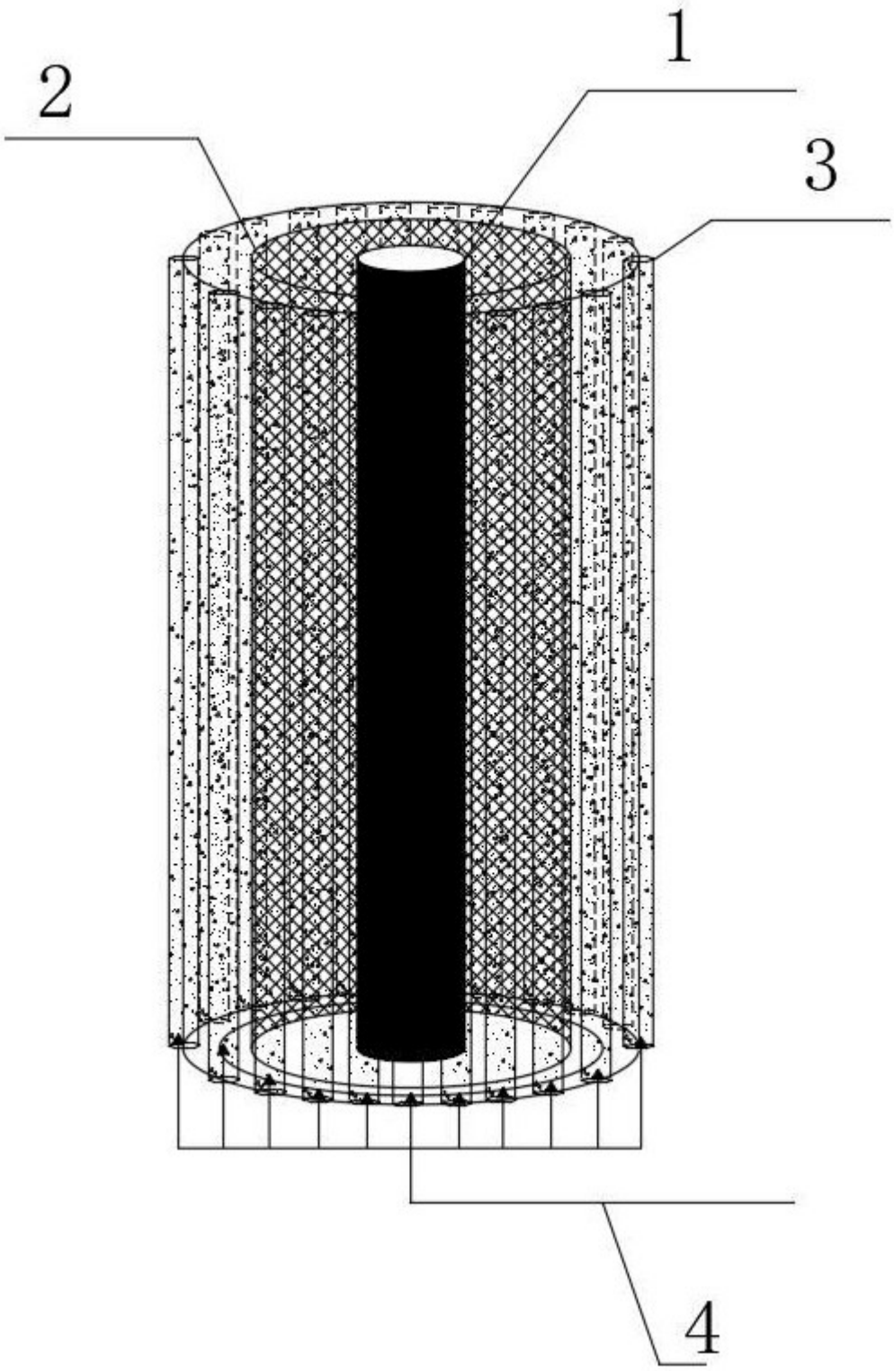


图 1

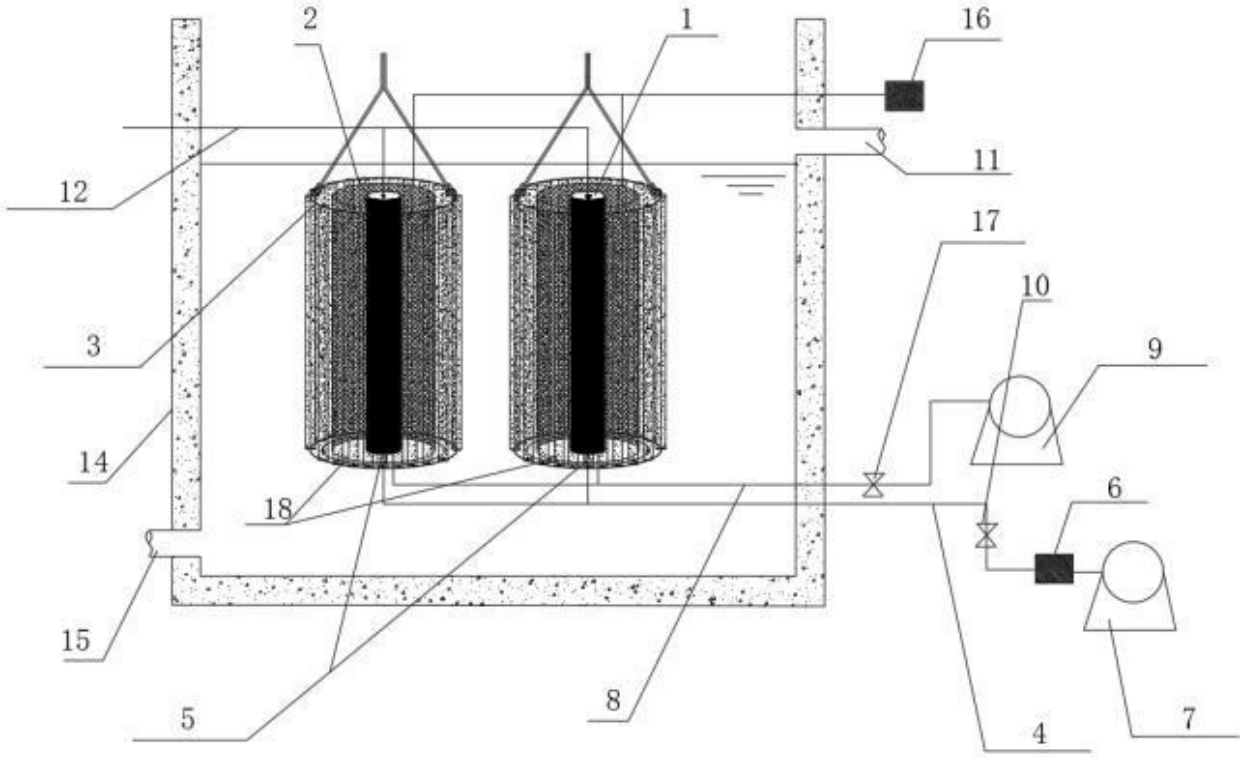


图 2

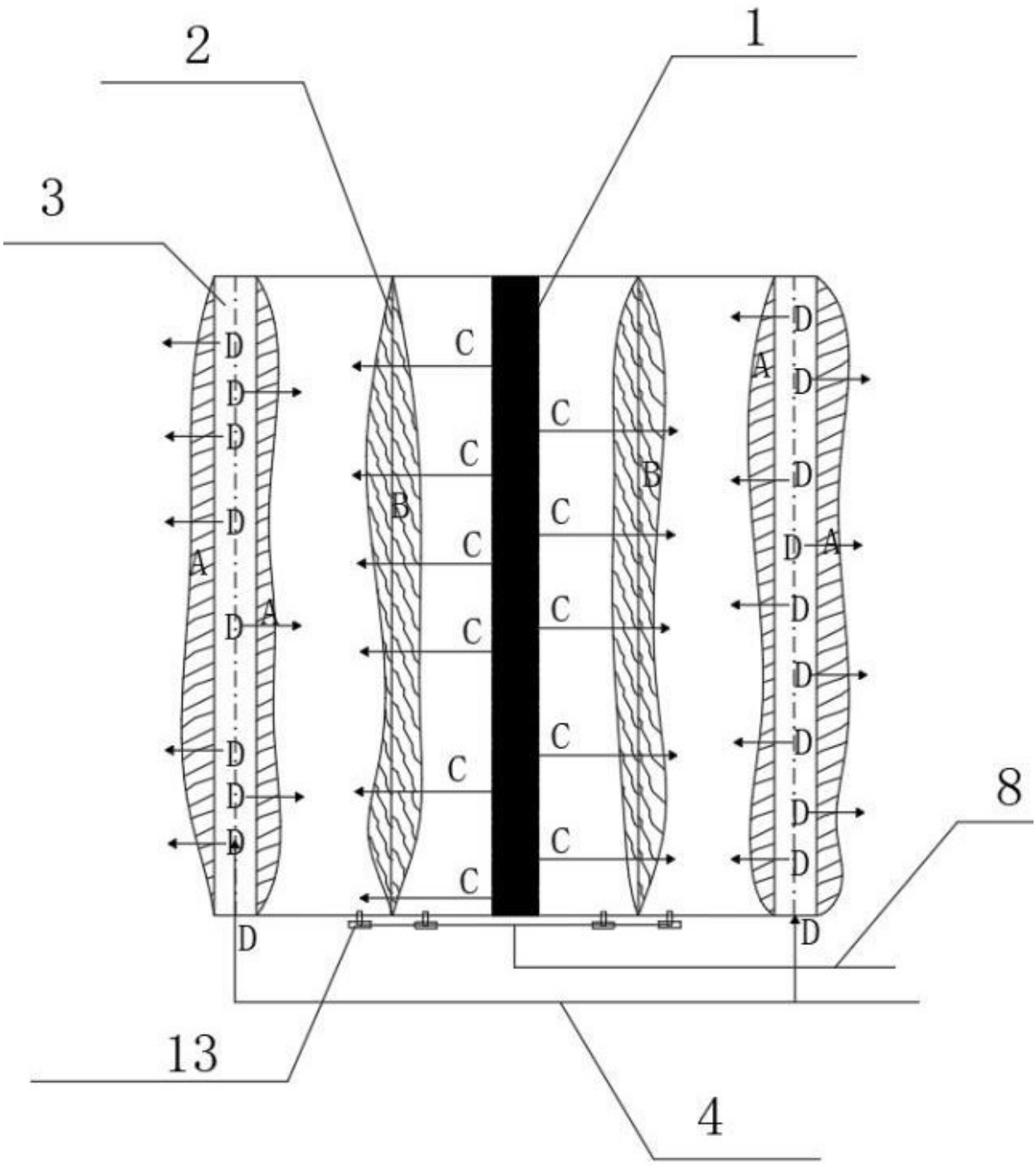


图 3