



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106348456 B

(45)授权公告日 2019.03.08

(21)申请号 201610075677.0

C02F 11/02(2006.01)

(22)申请日 2016.02.03

C12N 1/36(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

C12N 11/14(2006.01)

申请公布号 CN 106348456 A

C12N 11/10(2006.01)

(43)申请公布日 2017.01.25

C12N 11/08(2006.01)

C12N 11/04(2006.01)

(66)本国优先权数据

201510680209.1 2015.10.21 CN

(56)对比文件

CN 101021062 A, 2007.08.22,

(73)专利权人 广东中微环保生物科技有限公司

CN 102050523 A, 2011.05.11,

地址 523000 广东省东莞市松山湖高新技

CN 101555088 A, 2009.10.14,

术产业开发区台湾高科技园桃园路1

CN 101580307 A, 2009.11.18,

号莞台生物技术合作育成中心4栋五
楼

审查员 刘悦

(72)发明人 张保安 黄来云 邓志华 张镇球

(51)Int.Cl.

C02F 3/34(2006.01)

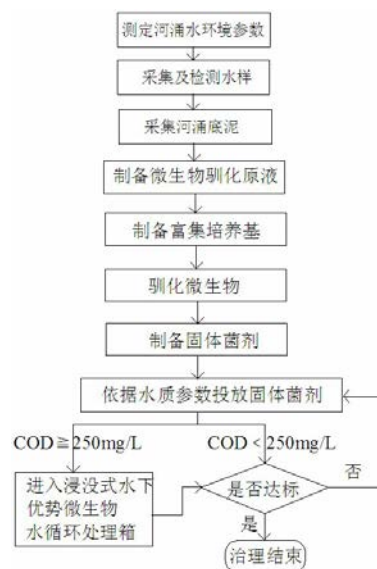
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54)发明名称

河涌水污染优势微生物原位生态修复方法

(57)摘要

本发明涉及河涌治理领域,具体涉及一种河涌水污染优势微生物原位生态修复方法,包括测定河涌水环境参数、采集及检测水样、采集河涌底泥、制备微生物驯化原液、制备富集培养基、驯化微生物、制备固体菌剂、向河涌中投放固体菌剂、投放固体菌剂之日起10~30天内、80~90天内检测水样参数是否达标等步骤。该方法建设和运行成本低,施工方便、环保、不对周边居民及环境造成不良影响,管理、维护简单,无二次污染,净化修复效果好,经半年至一年的治理,可使河涌水体自净能力得到强化,本地水草、生物自然生长繁殖,原有生物链得到修复,达到水环境原位生态修复的目的。



1. 河涌水污染优势微生物原位生态修复方法,包括以下步骤:

(1) 测定河涌水环境参数:水体总长度、水体宽度、水体深度、水体流速、底泥厚度,其中,水体流速为河涌中至少两处的水体流速的平均值;

(2) 采集及检测水样:沿水体总长度 a 设至少两个采样断面,每个采样断面处设置至少一个采集点,将每个采集点采集的水样混合均匀,于 3°C – 5°C 冷藏保存,并在保存后的24h内测定混合水样中的水质参数 pH 、 DO 、 COD 、 BOD_5 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 TP ;

(3) 采集河涌底泥:沿水体总长度设至少两个采样断面,每个采样断面处设置至少一个采集点,将每个采集点采集的底泥混合均匀后作为底泥样品;

(4) 制备微生物驯化原液:将步骤(3)中的底泥样品和步骤(2)中的水样,按底泥 g :水样 $\text{ml}=1:2$ 的比例混合均匀,并在锥形瓶中振荡5–15min得到驯化原液,将驯化原液静置备用;

(5) 制备富集培养基;

(6) 驯化微生物:取至少三个三角瓶,并在每个三角瓶中加入步骤(5)中的富集培养基100ml,在第一个三角瓶中加入步骤(4)中制得的驯化原液中的上清液10ml,在 30°C 下进行曝气培养,每过5天,用无菌吸管吸取第一个三角瓶中的溶液10ml,移入第二个三角瓶中,并在 30°C 下进行曝气培养,曝气量为 $32\sim 43\text{ml/s}$,如此连续转移至少3次,最后得到富集培养目的菌占绝对优势的微生物混合培养物,取此微生物混合培养物,经10升、100升、1000升培养罐进行三级培养,得到吸附或包埋用的复合菌液;

(7) 制备固体菌剂:选择载体,通过载体吸附或包埋培养好的复合菌液得到固体菌剂;

(8) 向河涌中投放步骤(7)制得的固体菌剂:根据步骤(2)中的水质参数确定单位水体积的固体菌剂使用量,将步骤(7)中制得的固体菌剂均匀投放至河涌水面,靠其重力逐渐下沉至底泥表面,其中,当 $\text{COD}\geq 250\text{mg/L}$ 时,固体菌剂投放量为 200g/m^3 ;当 $180\leq \text{COD}<250\text{mg/L}$ 时,固体菌剂投放量为 150g/m^3 ;当 $100\leq \text{COD}<180\text{mg/L}$ 时,固体菌剂投放量为 100g/m^3 ;当 $50\leq \text{COD}<100\text{mg/L}$ 时,固体菌剂投放量为 50g/m^3 ;当 $\text{COD}\leq 50\text{mg/L}$ 时,固体菌剂投放量为 20g/m^3 ;

(9) 投放固体菌剂之日起10~30天内、80~90天内,检测水样参数是否达标,若不达标,则继续按步骤(8)中的使用量投放固体菌剂,直至检测达标;

步骤(8)中,当 $\text{COD}\geq 200\text{mg/L}$ 时,在河涌中设置一浸没式水下优势微生物水循环处理箱,所述浸没式水下优势微生物水循环处理箱浸没于污染水中,包括依次连通的第一箱体、第二箱体、第三箱体和第四箱体,用于污染水进入并在各箱体间流动和处理后的水流出的水路系统,用于为各箱体选择性提供空气的供气系统;所述第一箱体、第二箱体、第三箱体和第四箱体均包括平行设置的左隔水板和右隔水板、设置于左隔水板底部且连接左隔水板和右隔水板用于水通过的支撑格网,所述左隔水板的顶部与所述浸没式水下优势微生物水循环处理箱的顶部相连,所述右隔水板的底部与所述浸没式水下优势微生物水循环处理箱的底部相连,所述支撑格网平行于所述浸没式水下优势微生物水循环处理箱的底部,所述左隔水板、右隔水板、支撑格网与所述浸没式水下优势微生物水循环处理箱之间的空隙形成水流通道,所述第一箱体、第二箱体、第三箱体和第四箱体内投放有用于将污染水中的污染物降解为无毒无害物质的步骤(7)中制得的固体菌剂,所述支撑格网用于污染水和空气通过,不能供固体菌剂通过。

2. 根据权利要求1所述的河涌水污染优势微生物原位生态修复方法,其特征在于:步骤(1)中水体流速为水面处、1/2水深处、1/4水宽处、1/2水宽处的水体流速的平均值。

3. 根据权利要求2所述的河涌水污染优势微生物原位生态修复方法,其特征在于:步骤(2)中,每1/5的总长度处设定一个采样断面,每个采样断面分别在水体与底泥交界面1/3水深处、2/3水深处、水面处、1/4水宽处、1/2水宽处设定采样点,每个采样点采集50ml水样,将各个采用断面采集到的水样混合均匀,取出1000ml作为检测样品;步骤(2)中,混合水样中的水质参数pH的测定方法为玻璃电极法,水质参数COD的测定方法为重铬酸钾法,水质参数BOD₅的测定方法为钼酸铵分光光度法,水质参数NH₃-N的测定方法为纳氏试剂比色法或蒸馏和滴定法,水质参数TP的测定方法为磷钼蓝比色法。

4. 根据权利要求3所述的河涌水污染优势微生物原位生态修复方法,其特征在于:步骤(3)中按水体总长度每1/5设定一个采样断面,每个采样断面分别在1/4水宽处、1/2水宽处设定采样点,每个采样点采集直径3cm、深度5cm圆柱体的底泥。

5. 根据权利要求4所述的河涌水污染优势微生物原位生态修复方法,其特征在于:步骤(5)中的富集培养基的制备方法为,取蛋白胨1~2.5g,牛肉膏2.5~3.5g,葡萄糖4.0~7.0g, KH₂PO₄ 1.3~2.2g, NaHPO₄ · 12H₂O 2.2~4.0g, MgSO₄ · 7H₂O 0.1~0.3g, FeCl₃ · 7H₂O 0.005~0.015g, 目标污染物10~85ml, 混合均匀, 加入无菌水稀释至1000ml, 调节pH为7~9。

6. 根据权利要求5所述的河涌水污染优势微生物原位生态修复方法,其特征在于:步骤(7)中的吸附载体为粒径1~3毫米,密度1.1~1.5g/cm³的多孔生物专用陶粒或分子筛载体,其中,所述多孔生物专用陶粒的孔隙率为48~76%、比表面积为4×10⁴~8×10⁴cm²/g、抗压强度为3~10MPa、抗剪切强度2~8MPa、含水率为0.9~1.0%、磨损率为≤2%、破碎率为≤0.03%、盐酸可溶率为≤1%、灼烧碱量为≤0.03%,化学成分为二氧化硅60~65%,三氧化二铝17~21%,三氧化二铁7~9%,氧化钙3~4%,氧化锰1~2%;所述分子筛载体采用3A~10A分子筛,分子组成(0~3)CaO · (0.1~1)Na₂O · (0.2~4.2)Al₂O₃ · (1.0~6.0)SiO₂ · (0~6.5)H₂O。

7. 根据权利要求6所述的河涌水污染优势微生物原位生态修复方法,其特征在于:吸附方法为,将步骤(7)中的吸附载体完全浸没于培养好的复合菌液中,充分混合、浸渍2~5小时,使载体充分吸附菌液,于40℃~70℃低压风干后得到固体菌剂,将固体菌剂包装待用。

8. 根据权利要求6所述的河涌水污染优势微生物原位生态修复方法,其特征在于:包埋方法为:将步骤(7)中的包埋载体完全浸没于培养好的复合菌液中,充分混合、浸渍2~5小时,使载体充分吸附菌液,过滤,取滤渣和交联剂混合制得混合物,加入混合物体积0.2~3.5倍的水充分搅拌混合均匀,于30℃~70℃温度下固化3~15小时后挤压成形,继续固化10~60小时,或于35℃~75℃温度下用喷雾干燥造粒机干燥造粒成球状或椭球状的固体菌剂,其中,包埋用的载体填料由100g中含碳酸钙65~85g、葡萄糖12~16g、牛肉膏5~8g、KH₂PO₄ 3~9g的混合粉末组成,包埋剂由海藻酸盐、聚乙烯化合物、壳聚糖、明胶的一种或几种构成,其用量为0.05~0.6g/g干载体填料。

9. 根据权利要求7或8所述的河涌水污染优势微生物原位生态修复方法,其特征在于:步骤(6)中驯化微生物,取六个三角瓶,连续转移5次,最后得到富集培养目的菌占绝对优势的微生物混合培养物。

河涌水污染优势微生物原位生态修复方法

技术领域

[0001] 本发明涉及河涌水污染治理,尤其是涉及一种河涌水污染优势微生物原位生态修复方法。

背景技术

[0002] 随着社会经济的发展,人们生活水平的提高,人口密集带来生活污水,小工厂散布带来工业废水,这些未经处理的生活污水、未经处理或处理不达标的工业生产废水排放亦随之增多,长时间不间断的排污,当有机污染物超出河涌水体所能容纳的自然净化的限度,水中的溶解氧会迅速被消耗而呈缺氧状态,河涌水体变得富营养化,水体便发黑发臭,由于缺氧,原生态生物的生存直接受到威胁,直至死亡、尸体腐败,进一步污染水体及出现恶臭,如此恶性循环不断,使河涌生态遭到彻底的破坏。此外,随着城乡建设速度的加速以及环境生态的日益破坏,大部分河涌已断流或接近断流,使得整条河涌变成死河涌,水质恶化进入恶性循环。若不加强处理,河涌将变为危害周围环境的巨大污染源,从而严重影响人们的身心健康。

[0003] 因此,对河涌水污染进行治理,迫在眉睫。目前,河涌治理方法主要有截流、疏浚、活水循环(即引水增流)、河道人工增氧曝气、底泥覆盖、混凝、生态修复等方法。这些方法虽在一定程度上缓解了河涌水环境恶化的问题,但存在许多不足之处。

[0004] 例如,疏浚工程可以在较短的时间内将河流底泥中的污染物转移出去,是一种较好的治理河流底泥污染的方法,但无法解决河流水质的应急净化;活水循环可以在较短的时间内通过稀释和转移的方式使得河流中的水质得以净化,但该方法所需要的条件比较特殊,需要利用特殊的河流水位差或者水泵提升的方法实现水的交换,不利于节约资源,且该方法只是让污染物向其他水体转移,无法去除污染物,治标不治本;河道曝气和生态工程的建设都是以恢复和强化河流本身的自净能力为主要目的,逐渐恢复和净化水质,需要较长的时间才能达到水质净化的效果,适合作为混凝快速改善的辅助措施,但是对于通常的缓流河道难以达到混凝所需的水力条件,从而使混凝效果大打折扣;混凝虽能够快速消除水体的“黑”,但除臭效果欠佳;河流底泥覆盖同样是一种针对河流底泥的污染治理方法,有一定的优点,但仍无法实现河流水质应急净化,见效慢,无法真正恢复河涌的自然生态。

发明内容

[0005] 为解决上述问题,本发明提供一种运行成本低、修复效果好、效率高、标本兼治、且有利于节约资源的河涌水污染优势微生物原位生态修复方法。

[0006] 本发明所采用的技术方案是:河涌水污染优势微生物原位生态修复方法,包括以下步骤:

[0007] (1)测定河涌水环境参数:水体总长度、水体宽度、水体深度、水体流速、底泥厚度,其中,水体流速为河涌中至少两处的水体流速的平均值;

[0008] (2)采集及检测水样:沿水体总长度a设至少两个采样断面,每个采样断面处设置

至少一个采集点,将每个采集点采集的水样混合均匀,于3℃-5℃冷藏保存,并在保存后的24h内测定混合水样中的水质参数PH、DO、COD、BOD₅、NH₃-N、TP。

[0009] (3)采集河涌底泥:沿水体总长度设至少两个采样断面,每个采样断面处设置至少一个采集点,将每个采集点采集的底泥混合均匀后作为底泥样品;

[0010] (4)制备微生物驯化原液:将步骤(3)中的底泥样品和步骤(2)中的水样,按底泥(g):水样(ml)=1:2的比例混合均匀,并在锥形瓶中振荡5-15min得到驯化原液,将驯化原液静置备用;

[0011] (5)制备富集培养基;

[0012] (6)驯化微生物:取至少三个三角瓶,并在每个三角瓶中加入步骤(5)中的富集培养基100 ml,在第一个三角瓶中加入步骤(4)中制得的驯化原液中的上清液10 ml,在30℃下进行曝气培养,每过5天,用无菌吸管吸取第一个三角瓶中的溶液10 ml,移入第二个三角瓶中,并在30℃下进行曝气培养,曝气量为32~43ml/s,如此连续转移至少3次,最后得到富集培养目的菌占绝对优势的微生物混合培养物,取此微生物混合培养物,经10升、100升、1000升培养罐进行三级培养,得到吸附或包埋用的复合菌液;

[0013] (7)制备固体菌剂:选择载体,通过载体吸附或包埋培养好的复合菌液得到固体菌剂;

[0014] (8)向河涌中投放步骤(7)制得的固体菌剂:根据步骤(2)中的水质参数确定单位水体积的固体菌剂使用量,将步骤(7)中制得的固体菌剂均匀投放至河涌水面,靠其重力逐渐下沉至底泥表面,其中,当COD $\geq$ 250mg/L时,固体菌剂投放量为200g/m³;当180 $\leq$ COD<250mg/L时,固体菌剂投放量为150g/m³;当100 $\leq$ COD<180mg/L时,固体菌剂投放量为100g/m³;当50 $\leq$ COD<100mg/L时,固体菌剂投放量为50g/m³;当COD $\leq$ 50mg/L时,固体菌剂投放量为20g/m³。

[0015] (9)投放固体菌剂之日起10~30天内、80~90天内,检测水样参数是否达标,若不达标,则继续按步骤(8)中的使用量投放固体菌剂,直至检测达标。

[0016] 对上述技术方案的进一步改进为,步骤(8)中,当COD $\geq$ 200mg/L时,在河涌中设置一浸没式水下优势微生物水循环处理箱,所述浸没式水下优势微生物水循环处理箱浸没于污染水中,包括依次连通的第一箱体、第二箱体、第三箱体和第四箱体,用于污染水进入并在各箱体间流动和处理后的水流出的水路系统,用于为各箱体选择性提供空气的供气系统;所述第一箱体、第二箱体、第三箱体和第四箱体均包括平行设置的左隔水板和右隔水板、设置于左隔水板底部且连接左隔水板和右隔水板用于水通过的支撑格网,所述左隔水板的顶部与所述浸没式水下优势微生物水循环处理箱的顶部相连,所述右隔水板的底部与所述浸没式水下优势微生物水循环处理箱的底部相连,所述支撑格网平行于所述浸没式水下优势微生物水循环处理箱的底部,所述左隔水板、右隔水板、支撑格网与所述浸没式水下优势微生物水循环处理箱之间的空隙形成水流通道,所述第一箱体、第二箱体、第三箱体和第四箱体内投放有用于将污染水中的污染物降解为无毒无害物质的步骤(7)中制得的固体菌剂,所述支撑格网用于污染水和空气通过,不能供固体菌剂通过。

[0017] 对上述技术方案的进一步改进为,步骤(1)中水体流速为水面处、1/2水深处、1/4水宽处、1/2水宽处的水体流速的平均值。

[0018] 对上述技术方案的进一步改进为,步骤(2)中,每1/5的总长度处设定一个采样断

面,每个采样断面分别在水体与底泥交界面1/3水深处、2/3水深处、水面处、1/4水宽处、1/2水宽处设定采样点,每个采样点采集50ml水样,将各个采用断面采集到的水样混合均匀,取出1000ml作为检测样品;步骤(2)中,混合水样中的水质参数PH的测定方法为玻璃电极法,水质参数COD的测定方法为重铬酸钾法,水质参数BOD₅的测定方法为钼酸铵分光光度法,水质参数NH₃-N的测定方法为纳氏试剂比色法或蒸馏和滴定法,水质参数TP的测定方法为磷钼蓝比色法。

[0019] 对上述技术方案的进一步改进为,步骤(3)中按水体总长度每1/5设定一个采样断面,每个采样断面分别在1/4水宽处、1/2水宽处设定采样点,每个采样点采集直径3cm、深度5 cm圆柱体的底泥。

[0020] 对上述技术方案的进一步改进为,步骤(5)中的富集培养基的制备方法为,取蛋白胨1~2.5 g,牛肉膏2.5~3.5g,葡萄糖4.0~7.0 g,KH₂PO₄ 1.3~2.2 g,NaHPO₄·12H₂O 2.2~4.0 g,MgSO₄·7H₂O 0.1~0.3 g,FeCl₃·7H₂O 0.005~0.015 g,目标污染物10~85 ml,混合均匀,加入无菌水稀释至1000ml,调节pH为7~9。

[0021] 对上述技术方案的进一步改进为,步骤(7)中的吸附载体为粒径1~3毫米,密度1.1~1.5g/cm³的多孔生物专用陶粒或分子筛载体,其中,所述多孔生物专用陶粒的孔隙率为48~76%、比表面积为 $4 \times 10^4 \sim 8 \times 10^4$ cm²/g、抗压强度为3~10MPa、抗剪切强度2~8MPa、含水率为0.9~1.0%、磨损率为≤2%、破碎率为≤0.03%、盐酸可溶率为≤1%、灼烧碱量为≤0.03%,化学成分为二氧化硅60~65%,三氧化二铝17~21%,三氧化二铁7~9%,氧化钙3~4%,氧化锰1~2%;所述分子筛载体采用3A~10A分子筛,分子组成(0~3)CaO·(0.1~1)Na₂O·(0.2~4.2)Al₂O₃·(1.0~6.0)SiO₂·(0~6.5)H₂O。

[0022] 对上述技术方案的进一步改进为,吸附方法为,将步骤(7)中的吸附载体完全浸没于培养好的复合菌液中,充分混合、浸渍2~5小时,使载体充分吸附菌液,于40℃~70℃低压烘干后得到固体菌剂,将固体菌剂包装待用。

[0023] 对上述技术方案的进一步改进为,包埋方法为:将步骤(7)中的包埋载体完全浸没于培养好的复合菌液中,充分混合、浸渍2~5小时,使载体充分吸附菌液,过滤,取滤渣(吸附饱和复合菌液的载体)和交联剂混合制得混合物,加入混合物体积0.2~3.5倍的水充分搅拌混合均匀,于30℃~70℃温度下固化3~15小时后挤压成成形,继续固化10~60小时,或于35℃~75℃温度下用喷雾干燥造粒机干燥造粒成球状或椭球状的固体菌剂,其中,包埋用的载体填料由100g中含碳酸钙65~85g、葡萄糖12~16g、牛肉膏5~8g、KH₂PO₄ 3~9g的混合粉末组成,包埋剂由海藻酸盐、聚乙烯化合物、壳聚糖、明胶的一种或几种构成,其用量为0.05~0.6g/g干载体填料。

[0024] 对上述技术方案的进一步改进为,步骤(6)中驯化微生物,取六个三角瓶,连续转移5次,最后得到富集培养目的菌占绝对优势的微生物混合培养物

[0025] 本发明的有益效果为:

[0026] 1、通过测定河涌水环境参数、采集及检测水样、采集河涌底泥、制备微生物驯化原液、制备富集培养基、驯化微生物、制备固体菌剂、反复向水体中投放固体菌剂的方法,来修复河涌水环境,通过固体菌剂中的优势微生物遇水活化后,一部分与河涌底泥污染物直接接触,使底泥得到降解和转化,不断降低底泥厚度,另一部分缓释游离出来的优势微生物进入水体,使水体污染物得到有效降解和转化,使之无害化。该方法建设和运行成本低,施工

方便、环保、不对周边居民及环境造成不良影响,管理、维护简单,无二次污染,净化修复效果好,经半年至一年的治理,可使河涌水体自净能力得到强化,本地水草、生物自然生长繁殖,原有生物链得到修复,达到水环境原位生态修复的目的。

[0027] 2、当 $COD \geq 200mg/L$ 时,即水体污染较重时,在通过优势微生物修复的同时,增设浸没式水下浸没式水下优势微生物水循环处理箱来进行强化处理,通过浸没式水下优势微生物水循环处理箱中的固体菌剂来进一步降解和转化水体中的污染物,进一步加强水体净化修复效果、提高修复效率。

[0028] 3、水体流速为水面处、1/2水深处、1/4水宽处、1/2水宽处的水体流速的平均值,选择这几个部位的水体流速为代表,充分考虑了水体流速受河涌坡度、宽度和深度等因素的影响,使得平均值最接近真实的水体流速,有利于后续步骤中参数的确定。

[0029] 4、步骤(2)中沿水体长度方向,每1/10的总长度处设定一个采样断面,每个采样断面分别在水体与底泥交界面1/3水深处、2/3水深处、水面处、1/4水宽处、1/2水宽处设定采样点,每个采样点采集50ml水样,将各个采用断面采集到的水样混合均匀,取出1000ml作为检测样品,取样点多,更具有典型性和代表性,使得样品的检测结果真实可靠。

[0030] 5、步骤(2)中,混合水样中的水质参数PH的测定方法为玻璃电极法,水质参数COD的测定方法为重铬酸钾法,水质参数 BOD_5 的测定方法为钼酸铵分光光度法,水质参数 NH_3-N 的测定方法为纳氏试剂比色法或蒸馏和滴定法,水质参数TP的测定方法为磷钼蓝比色法。这些测定方法符合各项国家标准和广东省地方标准DB44《水污染物排放限制》。

[0031] 6、载体为粒径1~3毫米,密度 $1.1 \sim 1.5g/cm^3$ 的多孔生物专用陶粒或分子筛载体,吸附能力强,载体能充分吸收菌液,提高固体菌剂微生物的数量和制备效率;制得的固体菌剂密度大于 $1.1g/cm^3$,可使固体菌剂沉入水底,避免被水冲走,导致微生物流失而降低处理效果。

[0032] 7、步骤(6)中驯化微生物,取六个三角瓶,连续转移5次,最后得到富集培养目的菌占绝对优势的微生物混合培养物,通过多级驯化培养,逐渐得到目标优势菌及提高优势微生物的含量。

附图说明

[0033] 图1为本发明的修复方法流程图;

[0034] 图2为本发明的浸没式水下优势微生物水循环处理箱的结构示意图;

[0035] 图3为本发明的浸没式水下优势微生物水循环处理箱的第一箱体的结构示意图。

具体实施方式

[0036] 下面将结合实施例对本发明作进一步的说明。

[0037] 具体实施例1:

[0038] 如图1所示,为本发明的修复方法流程图。

[0039] 本实施例中,选取了某河涌按照本发明所述的方法进行优势微生物原位生态修复,该河涌污染主要由周边居民生活污水排入所造成,修复前,河涌污染严重,水质富营养化,藻类过多生长,河水浑浊、黑臭。

[0040] 具体步骤为:

[0041] (1)测定河涌水环境参数:水体总长度、水体宽度、水体深度、水体流速、底泥厚度,其中,水体流速为水面处、1/2水深处、1/4水宽处、1/2水宽处的水体流速的平均值。本实施例中,选取的河涌河段水体总长度403m,水体宽度7.8m,水体深度1.27 m,底泥厚度0.83 m,水体面积3143.4m²。

[0042] (2)采集及检测水样:沿水体长度方向,每1/10的总长度处设定一个采样断面,每个采样断面分别在水体与底泥交界面1/3水深处、2/3水深处、水面处、1/4水宽处、1/2水宽处设定采样点,每个采样点采集50ml水样,将各个采用断面采集到的水样混合均匀,取出1000ml作为检测样品;于4℃冷藏保存,并在保存后的24h内测定混合水样中的水质参数PH、DO、COD、BOD₅、NH₃-N、TP。本实施例中,测得的检测样品水质参数如下:

[0043] 单位:mg/L

[0044]

PH	DO	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP
6.5	≥1.2	≤162	≤53	≤6.1	≤1.6

[0045] (3)采集河涌底泥:沿水体总长度每1/10设定一个采样断面,每个采样断面分别在1/4水宽处、1/2水宽处设定采样点,每个采样点采集直径3cm、深度5 cm圆柱体的底泥,将各个采样点采集的底泥混合均匀后取检测样品。;

[0046] (4)制备微生物驯化原液:将步骤(3)中的底泥样品和步骤(2)中的水样,按底泥(g):水样(ml)=1:2的比例混合均匀,并在锥形瓶中振荡10min得到驯化原液,将驯化原液静置备用;

[0047] (5)制备富集培养基;富集培养基的制备方法为,取蛋白胨2 g,牛肉膏3g,葡萄糖5.5 g,KH₂PO₄ 1.7 g,NaHPO₄ • 12H₂O 3 g,MgSO₄ • 7H₂O 0.2 g,FeCl₃ • 7H₂O 0.01 g,目标污染物40ml,混合均匀,加入无菌水稀释至1000ml,调节pH为7.2。取富集培养目的菌,经10L、100 L、1000 L培养罐进行三级培养,得到吸附或包埋用的复合菌液。

[0048] (6)驯化微生物:取6个三角瓶,并在每个三角瓶中加入步骤(5)中的富集培养基,在第一个三角瓶中加入步骤(4)中制得的驯化原液中的上清液10 ml,在30℃下进行曝气培养,每过5天,用无菌吸管吸取第一个三角瓶中的溶液10 ml,移入第二个三角瓶中,并在30℃下进行曝气培养,曝气量为38ml/s,如此连续转移5次,最后得到富集培养目的菌占绝对优势的微生物混合培养物;

[0049] (7)制备固体菌剂:选择载体,通过载体吸附或包埋培养好的微生物混合培养物得到固体菌剂;

[0050] 其中,载体为粒径1~3毫米,密度1.1~1.5g/cm³的多孔生物专用陶粒或分子筛载体,其中,所述多孔生物专用陶粒的孔隙率为57%、比表面积为6×10⁴cm²/g、抗压强度为7MPa、抗剪切强度5MPa、含水率为0.95%、磨损率为≤2%、破碎率为≤0.03%、盐酸可溶率为≤1%、灼烧碱量为≤0.03%,化学成分为二氧化硅62%,三氧化二铝19%,三氧化二铁8%,氧化钙3.5%,氧化锰1.5%;所述分子筛载体采用7A分子筛,分子组成2CaO • 0.5Na₂O • 2Al₂O₃ • 4SiO₂ • 3H₂O。

[0051] 吸附方法为,将步骤(6)中的载体完全浸没于培养好的微生物混合培养物中,充分混合、浸渍3.5小时,使载体充分吸附菌液,于55℃低压风干后得到固体菌剂,将固体菌剂包装待用。

[0052] 包埋方法为：将步骤(6)中的载体和交联剂混合制得混合物，加入混合物体积0.5~3.5倍的水充分搅拌混合均匀，于50℃温度下固化9小时后挤压成成形，继续固化35小时，或于55℃温度下用喷雾干燥造粒机干燥造粒成球状或椭球状的固体菌剂，其中，包埋用的载体填料由100g中含碳酸钙75g、葡萄糖14g、牛肉膏6.5g、 KH_2PO_4 6g的混合粉末组成，包埋剂由海藻酸盐、聚乙烯化合物、壳聚糖、明胶的一种或几种构成，其用量为0.3g/g干载体填料。

[0053] (8)向河涌中投放步骤(7)制得的固体菌剂：根据步骤(2)中的水质参数确定单位水体积的固体菌剂使用量，将步骤(6)中制得的固体菌剂均匀投放至河涌水面，靠其重力逐渐下沉至底泥表面，其中，当 $\text{COD} \geq 250\text{mg/L}$ 时，固体菌剂投放量为 200g/m^3 ；当 $180 \leq \text{COD} < 250\text{mg/L}$ 时，固体菌剂投放量为 150g/m^3 ；当 $100 \leq \text{COD} < 180\text{mg/L}$ 时，固体菌剂投放量为 100g/m^3 ；当 $50 \leq \text{COD} < 100\text{mg/L}$ 时，固体菌剂投放量为 50g/m^3 ；当 $\text{COD} \leq 50\text{mg/L}$ 时，固体菌剂投放量为 20g/m^3 。

[0054] 本实施例中，由于 $\text{COD} < 162\text{mg/L}$ ，处于 $100 \leq \text{COD} < 180\text{mg/L}$ 范围内，固体菌剂投放量为 100g/m^3 。

[0055] (9)检测水样参数是否达标，若不达标，则继续按步骤(8)中的使用量投放固体菌剂，直至检测达标。

[0056] 按照本发明所述方法，投放固体菌剂生态修复30天，水生生物开始出现，水质达到不黑不臭。河道水质常规指标检测结果如下。

[0057] 单位：mg/L

[0058]

PH	DO	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP
6.8	≥ 1.5	≤ 76	≤ 23	≤ 2.5	≤ 0.8

[0059] 再次投放固体菌剂，再次生态修复60天后，水质指标检测结果如下，

[0060] 单位：mg/L

[0061]

PH	DO	COD	BOD ₅	NH ₃ -N	TP
7.3	≥ 2.0	≤ 30	≤ 6	≤ 2.0	≤ 0.4

[0062] 由此可见，此结果已稳定达到《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)Ⅴ类水质的验收标准，停止投放固体菌剂。

[0063] 通过测定河涌水环境参数、采集及检测水样、采集河涌底泥、制备微生物驯化原液、制备富集培养基、驯化微生物、制备固体菌剂、反复向水体中投放固体菌剂的方法，来修复河涌水资源，通过固体菌剂中的优势微生物遇水活化后，一部分与河涌底泥污染物直接接触，使底泥得到降解和转化，不断降低底泥厚度，另一部分缓释游离出来的优势微生物进入水体，使水体污染物得到有效降解和转化，使之无害化。该方法建设和运行成本低，施工方便、环保、不对周边居民及环境造成不良影响，管理、维护简单，无二次污染，净化修复效果好，经半年至一年的治理，可使河涌水体自净能力得到强化，本地水草、生物自然生长繁殖，原有生物链得到修复，达到水环境原位生态修复的目的。

[0064] 水体流速为水面处、1/2水深处、1/4水宽处、1/2水宽处的水体流速的平均值，这几个部位的水体流速充分考虑了水体总长度、水体宽度和水体深度，使得平均值最接近真实

的水体流速,有利于后续步骤中参数的确定,进一步有利于加强水体净化修复效果、提高修复效率。

[0065] 步骤(2)中沿水体长度方向,每1/10的总长度处设定一个采样断面,每个采样断面分别在水体与底泥交界面1/3水深处、2/3水深处、水面处、1/4水宽处、1/2水宽处设定采样点,每个采样点采集50ml水样,将各个采用断面采集到的水样混合均匀,取出1000ml作为检测样品,取样点多,且具有典型性和代表性,使得样品的检测结果真实可靠,进一步有利于加强水体净化修复效果、提高修复效率。

[0066] 步骤(2)中,混合水样中的水质参数COD的测定方法为重铬酸钾法,水质参数BOD₅的测定方法为钼酸铵分光光度法,水质参数NH₃-N的测定方法为纳氏试剂比色法或蒸馏和滴定法,水质参数TP的测定方法为磷钼蓝比色法。这些测定方法符合各项国家标准和广东省地方标准DB44《水污染物排放限制》。

[0067] 载体为粒径1~3毫米,密度1.1~1.5g/cm³的多孔生物专用陶粒或分子筛载体,吸附或包埋能力强,载体能充分吸收菌液,有利于提高固体菌剂的质量和制备效率,进一步有利于加强水体净化修复效果、提高修复效率。

[0068] 步骤(6)中驯化微生物,取六个三角瓶,连续转移5次,最后得到富集培养目的菌占绝对优势的微生物混合培养物,通过多次转移,逐渐提高优势微生物的含量,进一步有利于加强水体净化修复效果、提高修复效率。

[0069] 具体实施例2:

[0070] 本实施例中,选取的河涌的COD为260mg/L,属于COD $\geq$ 250mg/L区间,固体菌剂投放量为200g/m³。

[0071] 具体生态修复方法同具体实施例1,所不同的是,由于本实施例中COD $\geq$ 200mg/L,即水体污染较重,在投放固体菌剂后,还需增设一浸没式水下优势微生物水循环处理箱,如图2所示,分别为本发明的浸没式水下优势微生物水循环处理箱的结构示意图。

[0072] 浸没式水下优势微生物水循环处理箱100浸没于污染水中,包括依次连通的的第一箱体110、第二箱体120、第三箱体130和第四箱体140,用于污染水进入并在各箱体间流动和处理后的水流出的水路系统150,用于为各箱体选择性提供空气的供气系统160。

[0073] 如图3所示,为本发明的浸没式水下优势微生物水循环处理箱的第一箱体的结构示意图。第一箱体110、第二箱体120、第三箱体130和第四箱体140均包括平行设置的左隔板111和右隔板112、设置于左隔板111底部且连接左隔板111和右隔板112用于水通过的支撑格网113,左隔板111的顶部与浸没式水下优势微生物水循环处理箱100的顶部相连,右隔板112的底部与浸没式水下优势微生物水循环处理箱100的底部相连,支撑格网113平行于浸没式水下优势微生物水循环处理箱100的底部,左隔板111、右隔板112、支撑格网113与浸没式水下优势微生物水循环处理箱100之间的空隙形成水流通道,第一箱体110、第二箱体120、第三箱体130和第四箱体140内投放有用于将污染水中的污染物降解为无毒无害物质的步骤(7)中制得的固体菌剂114,支撑格网113用于污染水和空气通过,不能供固体菌剂114通过。

[0074] 浸没式水下优势微生物水循环处理箱100包括依次连通的的第一箱体110、第二箱体120、第三箱体130和第四箱体140,污染水经水路系统150依次流经各箱体,且四个箱体内均投放有固体菌剂114,空气经供气系统160选择性的进入各箱体,每个箱体可根据实际污

水处理或调试需要进行通气,使得箱体成为好氧池或厌氧池或兼氧池,为固体菌剂114创造有氧环境或无氧环境或兼氧环境,使得固体菌剂114能更好的分解污染物,降低水体中COD浓度、提高污水处理效果。

[0075] 各箱体的左隔水板111、右隔水板112、支撑格网113与浸没式水下优势微生物水循环处理箱100之间的空隙形成水流通道,箱体结构简单、设计巧妙,污染水在水泵151作用下自下而上依次流经四个箱体,在每个箱体内能与其中的固体菌剂114充分接触,发生氧化还原反应,降解污染物,设备运行成本低、处理效果好。

[0076] 水路系统150包括水泵151、设置于浸没式水下优势微生物水循环处理箱100一侧的进水口152、设置于浸没式水下优势微生物水循环处理箱100另一侧的出水口153,污染水在水泵151作用下经第一箱体110底部的支撑格网113进入第一箱体110内部,到达第一箱体110顶部时由右隔水板112与浸没式水下优势微生物水循环处理箱100之间的间隙溢出至第一箱体110的右隔水板112和第二箱体120的左隔水板111之间的间隙,再经第二箱体120底部的支撑格网113进入第二箱体120,以此类推,分别流经第一箱体110、第二箱体120、第三箱体130和第四箱体140,最后通过出水口153流出。

[0077] 供气系统160包括风机161,位于第一箱体110、第二箱体120、第三箱体130和第四箱体140的支撑格网113下方用于为各箱体补充空气的曝气盘162,连通风机161和各曝气盘162的进气管163,位于第一箱体110、第二箱体120、第三箱体130和第四箱体140顶部的排气口164,连接排气口164用于空气排出的排气管165,排气口164可开闭,排气管165伸出水面上方。曝气盘162位于支撑格网113下方为各箱体提供空气,且各箱体顶部设有排气口164,可根据实际污水处理或调试需要进行排气,使得箱体成为好氧池或厌氧池或兼氧池,为固体菌剂114创造有氧环境或无氧环境或兼氧环境,以更好的促进微生物降解,提高处理效果。

[0078] 进气管163上设置有进气阀166和气体流量计167,控制进气与否进气体流量,以控制各箱体内空气的有无及气体浓度,促进微生物分解反应的快速进行,提高处理效果。

[0079] 左隔水板111和右隔水板112可沿浸没式水下优势微生物水循环处理箱100横向移动,以根据实际需要改变各箱体的体积比,进一步促进微生物分解反应的快速进行,提高处理效果。

[0080] 本实施例中,在通过优势微生物修复的同时,增设浸没式水下优势微生物水循环处理箱,通过处理箱中的固体菌剂114来进一步降解和转化水体中的污染物,进一步加强水体净化修复效果、提高修复效率。

[0081] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

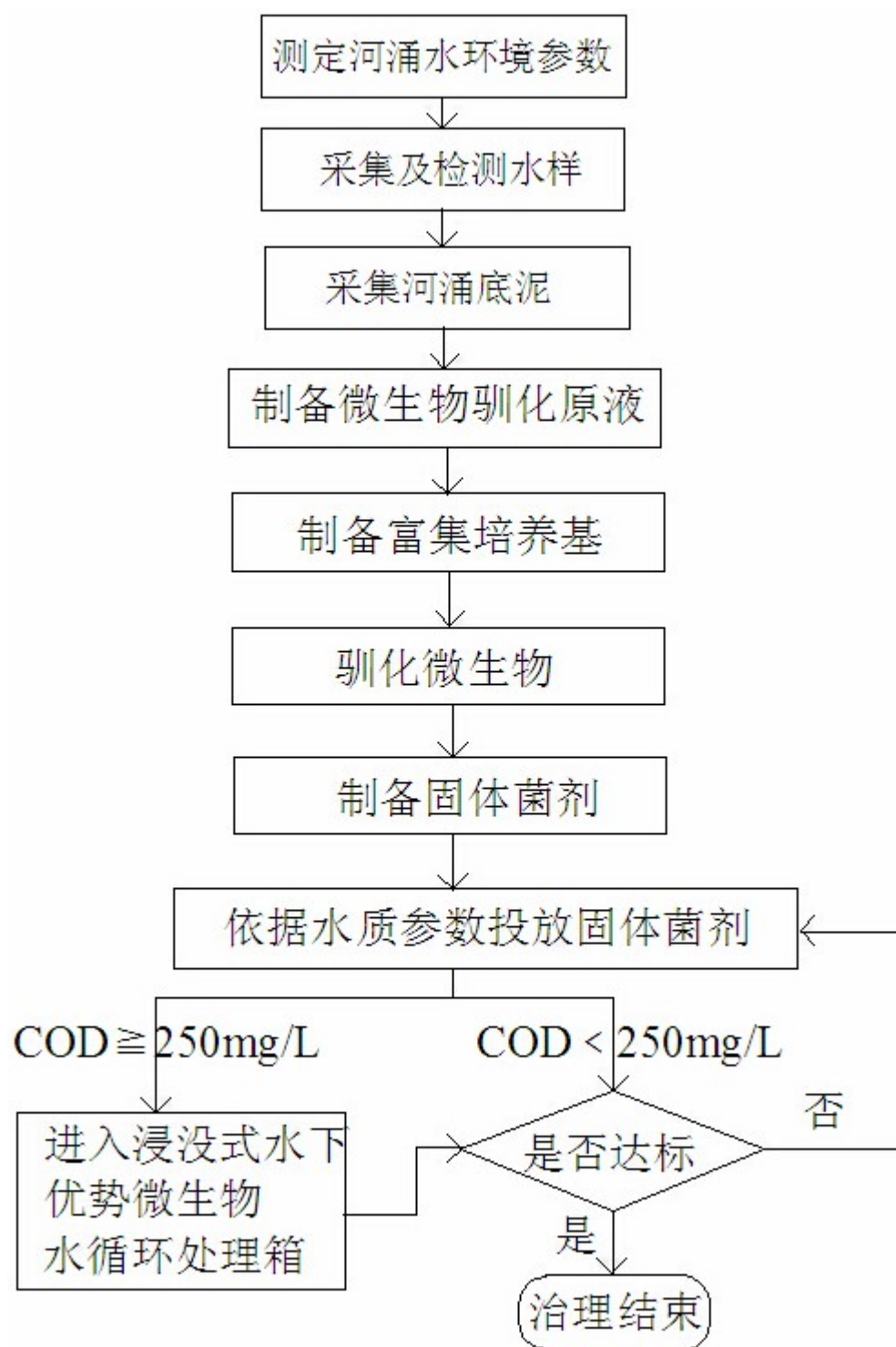


图1

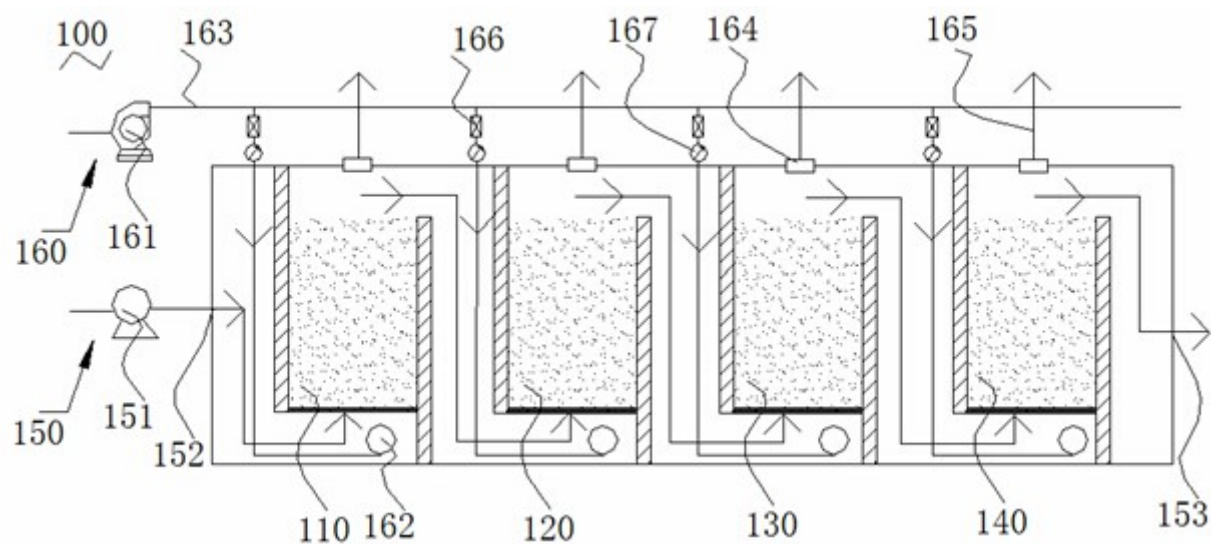


图2

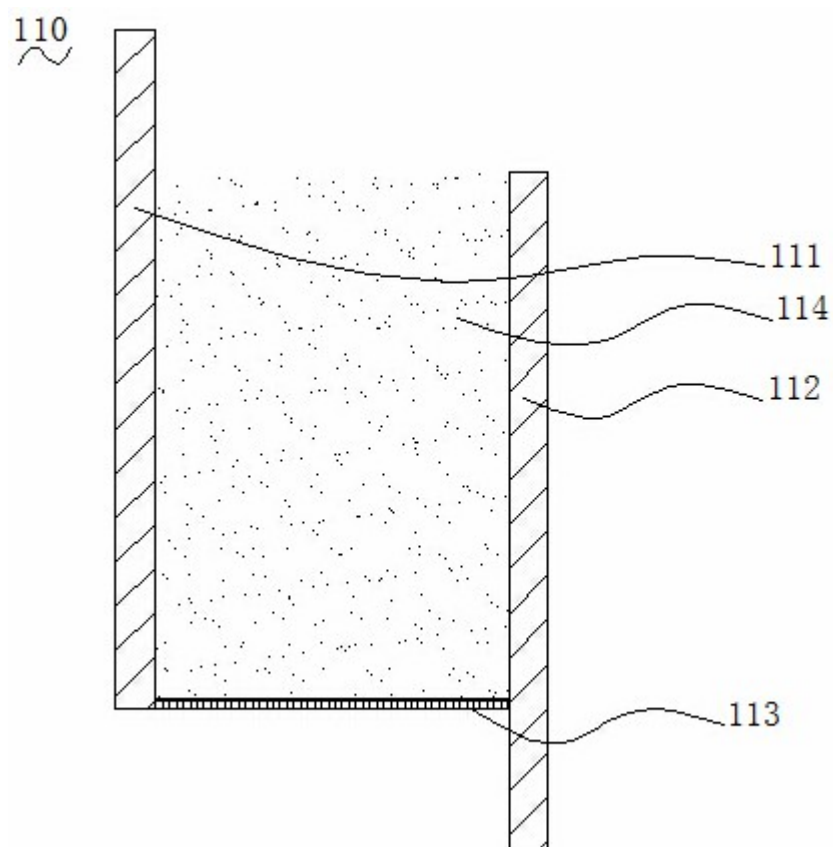


图3