

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102874934 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 16

(21) 申请号 201210418851. 9

(22) 申请日 2012. 10. 29

(71) 申请人 武汉昌宝环保工程有限公司
地址 430070 湖北省武汉市洪山区珞狮路
431 号

(72) 发明人 王雷 刘彬彬 王毅

(51) Int. Cl.
C02F 3/34 (2006. 01)
C02F 3/32 (2006. 01)

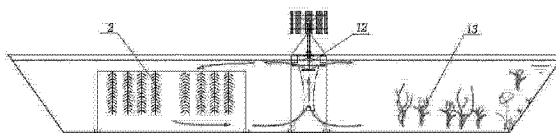
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

(54) 发明名称

受污染水体直接原位治理净化与生态修复的技术

(57) 摘要

本发明公开了环保领域的一种受污染水体直接原位治理净化与生态修复的技术。该技术为系统工程,综合三项内容:一,在水体中安装固定使用产生大流量水流的水流搅拌提升机,使非流动性或流动性很差的水体由死水变成活水,改善水体生化反应环境;二,在达到较好充氧的河湖水体中设置附着和富集大量微生物菌群的生物膜填料,使水中的有机或其它可被微生物降解的污染物被有效的降解消除,三,在受污染的富营养化河湖水体中进行好氧生物接触氧化反应,种植水生植物和放养水生动物,对河湖水体中的污染物进行生物降解和净化处理,从而实现受污染的河湖水体原位治理净化。



1. 一种受污染水体直接原位治理净化与生态修复的技术,所述的技术针对半封闭性的河流、海港和封闭性的湖泊、水库、池塘、人工景观水体等非流动性或流动性很差的受到污染的富营养化水体,对其含有污染物的水体直接进行原位治理净化和生态修复,以防止水质腐败发臭和藻类生长,使之达到和保持水质良好状态的一种技术方法,其特征是:所述的技术为系统工程,综合三项内容:一,在水体中安装使用产生大流量水流的水流搅拌提升机,使非流动性或流动性很差的水体由死水变成活水,从而促进空气和水体表层进行充分接触,强化表层水体的自然充氧,改善水体生化反应环境;二,在受污染的河湖水体中设置附着和富集大量微生物菌群的带状纤维填料,水中的有机或其它可被微生物降解的污染物与带状纤维填料发生充分的接触和生化氧化反应,使水中的有机或其它可被微生物降解的污染物被有效的降解消除,从而实现受污染的河湖水体原位治理净化;三,采用工程的方法直接在受污染的富营养化河湖水体中进行好氧生物接触氧化反应,种植水生植物和放养水生动物,对河湖水体中的污染物进行生物降解和净化处理。

2. 根据权利要求1所述的一种受污染水体直接原位治理净化与生态修复的技术,其特征是:所述的一,在水体中安装使用产生大流量水流的水流搅拌提升机,是通过在一个竖立垂直的导流筒内,安装旋转叶轮转动搅拌提升水流上升,营造水体上下循环流动和充氧的条件,在水流搅拌提升机运行时,实现水体的强制上下对流,使水体底层处于缺氧和厌氧状态的较低温度的水被提升至水体表层,与水体表层充氧较好处于富氧状态的较高温度的水混合,从而使表层水体始终处于一种缺氧状态,加快大气向表层水体充氧的速度,在大面积持续性地让被治理和生态修复水域的水体产生上下对流和弱循环流动的同时,达到强化表层水体的大气自然复氧、表层底层水均匀充氧,改善水体生化反应环境和破坏抑制藻类生存环境的作用。

3. 根据权利要求1所述的一种受污染水体直接原位治理净化与生态修复的技术,其特征是:所述的二,在受污染的河湖水体中设置附着和富集大量微生物菌群的带状纤维填料,通过事先在菌种培养池中投加特效微生物菌种,形成高浓度特效微生物菌种的培养液,然后将带状纤维填料悬挂在培养池的培养液中,使其在带状纤维填料上附着富集大量特效微生物菌群,并使其在与需要治理净化及生态修复的河湖水体相同的环境条件下进行环境适应和培养驯化,在带状纤维填料上形成附着富集大量特效微生物菌种的生物膜,然后将附着富集大量微生物菌群形成生物膜的带状纤维填料,转移悬挂到已经安装固定在需要治理净化与生态修复的河湖水体中的填料竖置挂架单元中,从而在河湖水体中形成附着和富集大量微生物菌群的带状纤维填料区间。

4. 根据权利要求1所述的一种受污染水体直接原位治理净化与生态修复的技术,其特征是:所述的一,在水体中安装使用产生大流量水流的水流搅拌提升机和二,设置附着和富集大量微生物菌群的带状纤维填料,其均匀充氧的水与附着和高度富集有益微生物的带状纤维填料上的微生物进行充分接触,发生生物接触氧化反应,强化了微生物的生化分解能力,强化了水体对污染物的自然降解和净化功能,从而利用和强化水体的自然降解净化能力,去除水体中藻类、降解污染物、净化水质。

5. 根据权利要求1所述的一种受污染水体直接原位治理净化与生态修复的技术,其特征是:所述的三,采用工程的方法直接在受污染的富营养化河湖水体中进行好氧生物接触氧化反应,在水体中种植水生植物和放养水生动物,构建水生动物种群,强化和充分利用水

体对污染物的自然降解净化能力,实现富营养化河湖污染水体的原位治理净化及水生态环境的修复;首先是种植沉水植物和浮叶植物,如种植沉水植物菹草、黑藻、伊乐藻、金鱼藻、苦草等和浮叶植物睡莲,以吸收和转化水中和底泥中的氮、磷等营养物,降低水体氮、磷及必需微量元素的含量与周转速率,抑制浮游植物生长,为多种多样的水生生物提供良好的生存环境,提高水体生物多样性,提高水体自净能力,为水体供氧;其次是构建水生动物种群:适当提高鲢、螺、鲫的种群数量,以消费浮游生物,特别是浮游植物、有机碎屑、腐碎、巨大的微生物生物量,以及摇蚊和水蚯蚓等底栖动物,维护生态平衡,净化水体。

6. 一种受污染水体直接原位治理净化与生态修复的装置,包括水流搅拌提升机和填料竖置挂架单元,其特征是:所述的水流搅拌提升机由机架、电机、转轴、旋转叶轮、太阳能或风能发电装置、浮筒和导流筒连接构成;所述的电机固定连接在机架上,所述的机架呈等边三角形,三个角各固定连接一个浮筒,并通过拉索连接混凝土锚块,所述的混凝土锚块沉入水体底部,所述电机的上端设有太阳能或风能发电装置,其下端通过转轴连接旋转叶轮,所述的旋转叶轮置于导流筒内,所述导流筒的上端低于水面,其下端置于水体底部;所述的填料竖置架挂单元由浮筒通过缆绳连接混凝土锚块固定,所述浮筒之间水平连接的缆绳上间隔排布带状纤维填料。

7. 根据权利要求6所述的一种受污染水体直接原位治理净化与生态修复的装置,其特征是:所述的带状纤维填料,由致密层和疏松层二层构成,致密层和疏松层之间通过粘接层粘接,所述的疏松层由数根纤维丝组成,每根纤维丝表面包裹有一层生物涂层,生物涂层内生长有微生物细菌,所述的带状纤维填料设有多种纤维材料,将不同功能的微生物附着在不同的纤维材料制成的带状纤维填料上。

8. 根据权利要求6所述的一种受污染水体直接原位治理净化与生态修复的装置,其特征是:所述的水流搅拌提升机设计成具有艺术观赏价值的外观,形成水上景观。

受污染水体直接原位治理净化与生态修复的技术

技术领域

[0001] 本发明属于一种水环境污染治理净化与生态修复技术。具体涉及一种受污染的富营养化水体,如半封闭性的河流、海港和封闭性的湖泊、水库、池塘、人工景观水体等,非流动性或流动性很差的富营养化污染水体的原位治理净化与生态修复的技术及装置。

背景技术

[0002] 中国水资源人均占有量少,空间分布不平衡。随着中国城市化、工业化的加速,一方面是水资源的需求缺口日益增大,一方面是随之而来的日益增多的工业废水与生活污水,尤其是越来越多的氮磷营养物排放到天然水体中,加之农田径流等,水体富营养化现象越来越严重,引起严重的水体污染。因此各类污水的处理和受污染的富营养化水体污染治理净化与生态修复已成为防治水污染的必要任务。

[0003] 随着我国经济快速发展以及城市规模的不断扩大和人口的增加,污水排放量日益增加,水环境遭受污染破坏,使符合水质标准可供利用的水资源大幅度减少。我国目前突出的水污染问题,是水污染物负荷超出了水生态系统的自净能力和承载能力,造成河流、湖泊水体的富营养化。水质的富营养化,不仅在湖泊、水库和海湾这些封闭或半封闭性水体中发生,而且也在滞流的城市内河小水体,半封闭性河浜、河涌等河道以及河口水域发生。因此,如何治理这些水体污染,实现水资源的可持续利用,是实现我国经济社会可持续发展迫切需要解决的问题。

[0004] 目前我国正处于经济高速发展时期,环境问题显得十分突出。经济建设本身需走可持续发展的道路,治理环境污染和保护环境质量同样需要可持续的环境污染治理技术。现有污水处理工艺和水体污染治理生态修复技术普遍面临着高耗能、资源浪费、占地面积大、构型松散和管理复杂等一系列问题。随着我国经济社会的持续快速发展,污水处理和水体污染治理生态修复产业,必须通过技术进步,以支撑国民经济突破水资源、能源的双重约束瓶颈,因此,节能型水体污染治理生态修复技术必将成为污水处理和水体污染治理生态修复产业的发展方向。

[0005] 如何既能达到节能减排和控制碳排放,又能有效地治理河流、湖泊、水库以及城市内河、河浜、河涌等水体的水污染,修复湖泊、城市河流等景观水体的生态环境,是解决我国河流、湖泊水污染难题和改善湖泊、城市河流水环境的关键。而尽快开发和应用经济适用、节能减排型的水体污染治理生态修复技术,是解决这一关键难题的根本出路和有效途径。

[0006] 河流、湖泊等地表水体是排放各种污水的汇集地,由于人类的生产、生活活动的加剧,污水排入增多,河湖水体的稀释净化作用已大为削弱,超出了河湖水体的自净能力界限,因而使污染物沉积在水中,一方面使水体污浊、黑臭,一方面造成藻类疯长泛滥。

[0007] 面对河湖污染的现状,我国在河湖水体污染治理方面,一般采用截污和清淤两种方法,但实际上,这两种方法都存在很大的局限性。

[0008] 首先,截污后集中建污水处理厂的建设和运行费极高,即使在发达国家日本,生活污水集中处理率也只有60%,特别是在5万人口以下的小城镇普及率只有24%。而我国城

市的生活污水集中处理率只有 10% 多,要达到日本目前的普及率恐怕还得需要 10 多年的努力。而我国目前只能拿出极有限的资金进行局部治理,可见河湖水体污染严重的状况还将持续很长时间。

[0009] 其次,从技术上讲,即便进行了彻底的截污和清淤,由于河湖是一个开放的水环境,城镇污水处理厂处理后排放的达标废水,工业企业和畜禽集中养殖场产生的污水经处理后排放的达标废水,仍然含有一定的污染物;而广大农村散养的畜禽粪便,难以避免人为的垃圾丢弃,以及地表土壤中的有机物及氮、磷等营养物质随雨、雪等大气降水的地表径流流入,而河湖水体的不断蒸发,时间一久,河湖水体的水质会重新被污染,因此并不能一劳永逸地解决河湖水体污染问题。

[0010] 鉴于现有的大部分河湖水体已被污染或严重污染,且污染仍将长期存在的现状,对已污染的河湖水体实行直接的水体污染原位治理净化和生态修复非常必要而十分迫切,而目前普遍采取的截污和清淤,以及进行引水换水营造大范围水流循环,和动力曝气充氧的水污染治理和生态环境修复技术,均是以高耗能、增加碳排放为代价,存在投资大、运行费用高、资源能源占用消耗大的弊端,因此亟需开发一种投资少、经济适用、节能减排型的水体污染原位治理净化与水生态环境修复技术。

[0011]

发明内容

[0012] 本发明的目的是克服现有技术的不足,提供一种受污染的富营养化水体,如半封闭性的河流、海港和封闭性的湖泊、水库、池塘、人工景观水体等,非流动性或流动性很差的富营养化污染水体的原位治理净化与生态修复的技术。

[0013] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

一种受污染水体直接原位治理净化与生态修复的技术,所述的技术针对半封闭性的河流、海港和封闭性的湖泊、水库、池塘、人工景观水体等非流动性或流动性很差的受到污染的富营养化水体,对其含有污染物的水体直接进行原位治理净化和生态修复,以防止水质腐败发臭和藻类生长,使之达到和保持水质良好状态的一种技术方法。所述的技术为系统工程,综合三项内容:一,在水体中安装使用产生大流量水流的水流搅拌提升机,使非流动性或流动性很差的水体由死水变成活水,从而促进空气和水体表层进行充分接触,强化表层水体的自然充氧,改善水体生化反应环境;二,在受污染的河湖水体中设置附着和富集大量微生物菌群的带状纤维填料,水中的有机或其它可被微生物降解的污染物与带状纤维填料发生充分的接触和生化氧化反应,使水中的有机或其它可被微生物降解的污染物被有效的降解消除,从而实现受污染的河湖水体原位治理净化;三,采用工程的方法直接在受污染的富营养化河湖水体中进行好氧生物接触氧化反应,种植水生植物和放养水生动物,对河湖水体中的污染物进行生物降解和净化处理。所述的水流搅拌提升机通过在一个竖立垂直的导流筒内,安装旋转叶轮转动搅拌提升水流上升,营造水体上下循环流动和充氧的条件,在水流搅拌提升机运行时,实现水体的强制上下对流,使水体底层处于缺氧和厌氧状态的较低温度的水被提升至水体表层,与水体表层充氧较好处于富氧状态的较高温度的水混合,从而使表层水体始终处于一种缺氧状态,加快大气向表层水体充氧的速度,在大面积持续性地让被治理和生态修复水域的水体产生上下对流和弱循环流动的同时,达到强化表层

水体的大气自然复氧、表层底层水均匀充氧,改善水体生化反应环境和破坏抑制藻类生存环境的作用。所述的带状纤维填料,通过事先在菌种培养池中投加特效微生物菌种,形成高浓度特效微生物菌种的培养液,然后将带状纤维填料悬挂在培养池的培养液中,使其在带状纤维填料上附着富集大量特效微生物菌群,并使其在与需要治理净化及生态修复的河湖水体相同的环境条件下进行环境适应和培养驯化,在带状纤维填料上形成附着富集大量特效微生物菌种的生物膜,然后将附着富集大量微生物菌群形成生物膜的带状纤维填料,转移悬挂到已经安装固定在需要治理净化与生态修复的河湖水体中的填料竖置挂架单元中,从而在河湖水体中形成附着和富集大量微生物菌群的带状纤维填料区间。所述的一,在水体中安装使用产生大流量水流的水流搅拌提升机和二,设置附着和富集大量微生物菌群的带状纤维填料,其均匀充氧的水与附着和高度富集有益微生物的带状纤维填料上的微生物进行充分接触,发生生物接触氧化反应,强化了微生物的生化分解能力,强化了水体对污染物的自然降解和净化功能,从而利用和强化水体的自然降解净化能力,去除水体中藻类、降解污染物、净化水质。所述的三,采用工程的方法直接在受污染的富营养化河湖水体中进行好氧生物接触氧化反应,在水体中种植水生植物和放养水生动物,构建水生动物种群,强化和充分利用水体对污染物的自然降解净化能力,实现富营养化河湖污染水体的原位治理净化及水生态环境的修复;首先是种植沉水植物和浮叶植物,如种植沉水植物菹草、黑藻、伊乐藻、金鱼藻、苦草等和浮叶植物睡莲,以吸收和转化水中和底泥中的氮、磷等营养物,降低水体氮、磷及必需微量元素的含量与周转速率,抑制浮游植物生长,为多种多样的水生生物提供良好的生存环境,提高水体生物多样性,提高水体自净能力,为水体供氧;其次是构建水生动物种群:适当提高鲢、螺、鲫的种群数量,以消费浮游生物,特别是浮游植物、有机碎屑、腐碎、巨大的微生物生物量,以及摇蚊和水蚯蚓等底栖动物,维护生态平衡,净化水体。

[0014] 本发明的目的还可以通过下述技术方案实现的:

一种受污染水体直接原位治理净化与生态修复的技术涉及一种装置,所述的装置包括水流搅拌提升机和填料竖置挂架单元。所述的水流搅拌提升机由机架、电机、转轴、旋转叶轮、太阳能或风能发电装置、浮筒和导流筒连接构成;所述的电机固定连接在机架上,所述的机架呈等边三角形,三个角各固定连接一个浮筒,并通过拉索连接混凝土锚块,所述的混凝土锚块沉入水体底部,所述电机的上端设有太阳能或风能发电装置,其下端通过转轴连接旋转叶轮,所述的旋转叶轮置于导流筒内,所述导流筒的上端低于水面,其下端置于水体底部;所述的填料竖置架挂单元由浮筒通过缆绳连接混凝土锚块固定,所述浮筒之间水平连接的缆绳上间隔排布带状纤维填料。所述的带状纤维填料,由致密层和疏松层二层构成,致密层和疏松层之间通过粘接层粘接,所述的疏松层由数根纤维丝组成,每根纤维丝表面包裹有一层生物涂层,生物涂层内生长有微生物细菌,所述的带状纤维填料设有多种纤维材料,将不同功能的微生物附着在不同的纤维材料制成的带状纤维填料上。所述的水流搅拌提升机设计成具有艺术观赏价值的外观,形成水上景观。

[0015] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

1、在受污染的河湖的河床、湖泊水体中进行原位就地治理净化及生态修复,或在河湖水体附近转位进行治理净化及生态修复。对于一些污水比例不是太高的河湖水体,可以不用建设污水管网和污水处理厂,大幅度减少因修建污水管网和污水处理厂的建设投资与运行费用。

[0016] 2、利用太阳能、风能可再生能源为动力能源,能耗费用低、资源、能源耗费少、CO₂排放少,可低成本、低能耗的实现受污染的河湖水体污染原位治理和生态环境的修复,做到经济有效地保护和改善河湖水体的水生态环境。

[0017] 3、采用水流搅拌提升机造流形成水流循环,在实现水体充氧的同时,可以促进水体中微生物的活性。通过造成河湖水体的上下对流、水平混合,达到强化水体的大气自然复氧、表层底层水均匀充氧,实现人工强化河湖水体的充氧,同时促进水中溶解氧、藻类、细菌和营养物质之间的相互作用,增强微生物的活性,实现改善水体生化反应环境和破坏抑制藻类生存环境的作用。

[0018] 4、采用在河湖水体中安装布设填料附着和富集微生物,以及采用人工造流形成水流循环,实现水体充氧,直接在受污染河湖的河床或湖泊水体里实现生物接触氧化降解有机污染物,进行受污染河湖水体的原位就地治理和生态修复,不仅可以减少和节约工程建设投资,而且易于调控管理,使用操作简便。一是采用水流搅拌提升机进行人工造流,实现水体充氧,装置投资成本低,安装方便,维护简单;二是采用浮筒、混凝土锚块、缆绳相互连接的方法,在河湖水体中安装固定悬挂附着和富集微生物的填料,安装施工简单方便。而且以上两者均可方便地在现场进行移动和转移,从而比较容易实现对受污染河湖水体原位治理和生态修复的调控管理。

附图说明

[0019] 图 1 为受污染水体直接原位治理净化与生态修复示意图;

图 2 为水流搅拌提升机示意图;

图 3 为填料竖置架挂单元示意图。

[0020] 图中:浮筒 1、带状纤维填料 2、缆绳 3、混凝土锚块 4、机架 5、电机 6、转轴 7、旋转叶轮 8、发电装置 9、导流筒 10、拉索 11、水流搅拌提升机 12、种植水生植物和放养水生动物 13。

具体实施方式

[0021] 下面将结合附图和实施例对本发明的实质性内容作进一步详细描述:

如图 1 所示:一种为受污染水体直接原位治理净化与生态修复的技术。该技术针对半封闭性的河流、海港和封闭性的湖泊、水库、池塘、人工景观水体等非流动性或流动性很差的受到污染的富营养化水体,对其含有污染物的水体直接进行原位治理净化和生态修复,以防止水质腐败发臭和藻类生长,使之达到和保持水质良好状态的一种技术方法。该技术为系统工程,综合三项内容:一,在水体中安装使用产生大流量水流的水流搅拌提升机 12,使非流动性或流动性很差的水体由死水变成活水,从而促进空气和水体表层进行充分接触,强化表层水体的自然充氧,改善水体生化反应环境;二,在受污染的河湖水体中设置附着和富集大量微生物菌群的带状纤维填料 2,水中的有机或其它可被微生物降解的污染物与带状纤维填料 2 发生充分的接触和生化氧化反应,使水中的有机或其它可被微生物降解的污染物被有效的降解消除,从而实现受污染的河湖水体原位治理净化;三,采用工程的方法直接在受污染的富营养化河湖水体中进行好氧生物接触氧化反应,种植水生植物和放养水生动物 13,对河湖水体中的污染物进行生物降解和净化处理。

[0022] 如图 2 所示：在河湖水体中设置形成大流量水流的装置，该装置为利用较小的动力产生大流量水流的水流搅拌提升机 12。水流搅拌提升机 12 由机架 5、电机 6、转轴 7、旋转叶轮 8、太阳能或风能发电装置 9、浮筒 1 和导流筒 10 连接构成，电机 6 固定连接在机架 5 上，机架 5 呈等边三角形，三个角各固定连接一个浮筒 1，并通过拉索 11 连接混凝土锚块 4，混凝土锚块 4 沉入水体底部，这种结构，能够使水流搅拌提升机 12 固定在设计好的水体中，不会因水的流动导致偏离预定位置。电机 6 的上端设有太阳能或风能发电装置 9，也可以使用常规电力作为动能；其下端通过转轴 7 连接旋转叶轮 8，旋转叶轮 8 置于导流筒 10 内，导流筒 10 垂直置放，其上端低于水面，其下端置于水体底部。当导流筒 10 内的旋转叶轮 8 转动时，搅动水流上升，营造水体上下循环流动和充氧的条件。在水流搅拌提升机 12 运行时，实现了水体的强制上下对流，使水体底层处于缺氧和厌氧状态的较低温度的水被提升至水体表层，与水体表层充氧较好处于富氧状态的较高温度的水混合，从而使表层水体始终处于一种欠缺氧状态，加快了大气向表层水体充氧的速度，在大面积持续性地让被治理和生态修复水域的水体产生上下对流和弱循环流动的同时，达到强化表层水体的大气自然复氧、表层底层水均匀充氧，改善水体生化反应环境和破坏抑制藻类生存环境的作用。水流搅拌提升机 12 可以采用利用风力、太阳能发电装置 9 发电或常规电力进行驱动。通过利用风力、太阳能电力等可再生能源作为动力，达到耗费资源、能源和 CO₂ 排放最少，不给环境带来二次污染的目标，而且施工安装方便，运行维护简单。水流搅拌提升机 12 设计成具有艺术观赏价值的外观，形成水上景观。

[0023] 如图 3 所示：在河湖水体中直接安装固定可以形成附着和高度富集有益微生物的填料竖置架挂单元，包括混凝土锚块 4、浮筒 1、固定缆绳 3 和带状纤维填料 2。固定缆绳 3 的上部连接浮筒 1，下部与混凝土锚块 4 相连，呈绷紧状态，各浮筒 1 之间用缆绳 3 联结系紧，用于悬挂带状纤维填料 2，形成一个可以附着和高度富集有益微生物的带状纤维填料 2 区，从而达到高度富集水体中微生物，增多水体中微生物种群数量的目的。通过事先在菌种培养池中投加特效微生物菌种，形成高浓度特效微生物菌种的培养液，将带状纤维填料 2 浸润在设有培养液的培养池中，使带状纤维填料 2 上附着富集大量特效微生物菌群，并使其在与需要治理净化及生态修复的河湖水体相同的环境条件下进行环境适应和培养驯化，在带状纤维填料 2 上形成附着富集大量特效微生物菌种的生物膜，然后将附着富集大量微生物菌群形成生物膜的带状纤维填料 2 悬挂在填料悬挂单元上，再将填料悬挂单元安装固定在需要治理净化与生态修复的河湖水体中。根据水体面积大小、污染程度、水体温度和水体含氧量等具体情况，在水体中设置若干填料竖置挂架单元，从而在河湖水体中形成附着和富集大量微生物菌群的带状纤维填料 2 区间。可以附着和富集微生物的带状纤维填料 2，由致密层和疏松层二层结构组成，且疏松层的纤维丝上包裹有一层生物涂层的带状纤维填料 2，致密层和疏松层之间通过粘接层粘接。疏松层由数根纤维丝组成，每根纤维丝表面包裹有一层生物涂层，生物涂层内生长有微生物细菌。

[0024] 使用这种包裹生物涂层的带状纤维填料具有如下有益效果：一是生物涂层为细菌生长提供一个适宜的环境，可以有利于细菌生长，使生物细菌更易于附着于带状纤维填料上；二是选择不同的纤维材料进行生物涂层，可以有利于不同的微生物细菌附着；水中污染物主要包括 COD、BOD、NH₃、NO₂、NO₃、P、S 等，去除这些物质的微生物包括胺化细菌、硝化细菌、反硝化细菌、聚磷菌、酵母菌等，而将不同功能的微生物附着在带状纤维填料上，形成可

以处理不同类型污水的不同功能的生物带填料；三是不同功能的生物带填料在使用时可根
据污水处理的工艺不同，将不同功能的生物带填料安置于不同的地方，如酵母菌、聚磷菌为
主的生物带填料可放置于污水处理工艺中溶解氧高的部位，而以反硝化细菌为主的生物带
填料则可放置于污水处理工艺的厌氧区域，从而使生物细菌合理配置，各种微生物在最佳
适应条件下发挥作用；四是直接通过规模化装置将经过筛选的高效微生物菌，或经过基因
改造的超级细菌附着于生物带上，比将裸生物带放入污水中，让污水中的各种杂菌附着于
生物带上形成的杂菌生物带处理污水的效率大大提高；五是附着筛选过的微生物细菌的
生物带可以阻止杂菌的附着，因为生物带的大部分空间已被筛选过的高效微生物细菌占据，
形成一个局部相对高浓度，从而可以抑制其它细菌生长，使整个生物氧化系统运行稳定，运
行管理简单。通过强化表层水体的大气自然复氧，以及水体产生上下对流，使表层底层水得
到均匀充氧，改善了水体生化反应环境，其均匀充氧的水与附着和高度富集有益微生物的
带状纤维填料上的微生物进行充分接触，发生生物接触氧化反应，强化了微生物的生化分
解能力，强化了水体对污染物的自然降解和净化功能，从而达到利用和强化水体的自然降
解净化能力、去除水体中藻类、降解污染物、净化水质的目的。

[0025] 采用工程的方法直接在受污染的富营养化河湖水体中进行好氧生物接触氧化反
应，种植水生植物和放养水生动物 13，对河湖水体中的污染物进行生物降解和净化处理。在
水体中种植水生植物和放养水生动物 13，构建水生动物种群，一是种植沉水植物和浮叶植
物，如种植沉水植物菹草、黑藻、伊乐藻、金鱼藻、苦草等和浮叶植物睡莲，以吸收和转化水
中和底泥中的氮、磷等营养物，降低水体氮、磷及必需微量元素的含量与周转速率，抑制浮
游植物生长；为多种多样的水生生物提供良好的生存环境；提高水体生物多样性；提高水
体自净能力；为水体供氧。二是构建水生动物种群：适当提高鲢、螺、鲫的种群数量，以消费
浮游生物（特别是浮游植物）、有机碎屑、腐碎、巨大的微生物生物量，以及摇蚊和水蚯蚓等
底栖动物，维护生态平衡，净化水体。

[0026] 在强化利用水体大气自然复氧功能，改善水体生化反应环境条件，建立和形成可
以附着和高度富集有益微生物的带状纤维填料的基础上，促进水体中污染物与有益微生物
发生生物接触氧化反应，充分发挥有益细菌的自净作用，达到通过生物体的新陈代谢活动，
协同分解水体环境中的氨、氮、亚硝酸等有害物质，加速水中有机污染物的分解，保持水
中的营养类物质不超标，从根本上修复水体生态平衡、达到净化水体水质的目的。

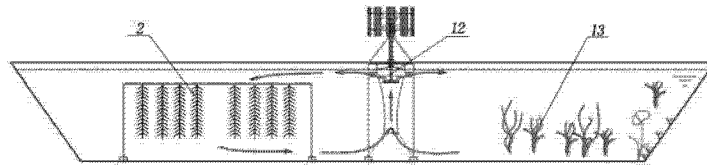


图 1

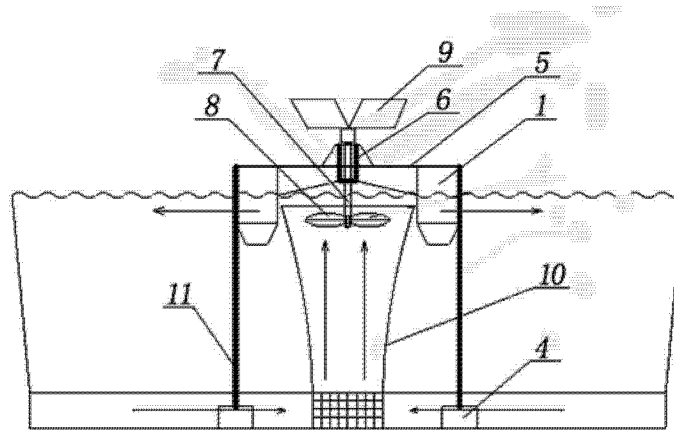


图 2

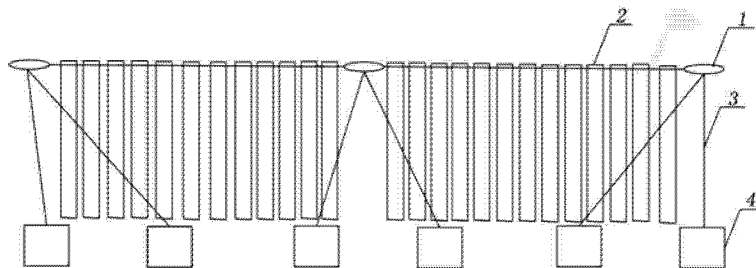


图 3