



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104030453 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 10

(21) 申请号 201410288748. 6

(22) 申请日 2014. 06. 25

(71) 申请人 江苏东珠景观股份有限公司

地址 214101 江苏省无锡市东亭街道锡沪中  
路 90 号

(72) 发明人 朱正中 刘沛飞

(74) 专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 贺翔

(51) Int. Cl.

C02F 3/32 (2006. 01)

权利要求书1页 说明书5页

(54) 发明名称

一种使用刺苦草修复富营养化水体的方法

(57) 摘要

本发明提供了一种使用刺苦草修复富营养化水体的方法,包括如下步骤:(1)选取需要修复的富营养化水体,并进行测定;(2)选择刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻作为修复水体的水生植物,将上述植物植入注有测试水体的试验水池内,水池内放置有 15-20cm 的沙,重复 3 组,并取有沙而无植物的水池作为对照组,所述植物在植入试验水池之前 24h 内浸于清水中,清除植物上残存的藻类,并摘掉植物上枯萎的茎叶;(3)对植入试验水池的植物进行栽培,并进行测试。本发明利用刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻共同栽培来修复富营养化水体,修复效果显著并且具有较好的生态效益,环保无污染,同时更增加了景观配置的效果。

1. 一种使用刺苦草修复富营养化水体的方法,其特征在于:包括如下步骤:

(1) 选取需要修复的富营养化水体,并对其中的总氮含量 TN、总磷含量 TP、氨氮含量  $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 、化学需氧量 COD、溶解氧 DO、透明度、pH 值进行测定;

(2) 选择刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻作为修复水体的水生植物,将上述植物植入注有测试水体的试验水池内,水池内放置有 15-20cm 的沙,重复 3 组,并取有沙而无植物的水池作为对照组,所述植物在植入试验水池之前 24 h 内浸于清水中,清除植物上残存的藻类,并摘掉植物上枯萎的茎叶;

(3) 对植入试验水池的植物进行栽培,并进行测试,具体栽培如下:

按照刺苦草:黑藻:旱伞草:粉绿狐尾藻=4:2:2.5:1 的比例栽培与测试水池内,植株的行间距为 10 cm×5 cm,栽培的水温为 24-26℃, pH 值为 7.10-7.14,试验周期为 56 天,每 7 天测定一次,,所测结果均以 3 组重复的平均值计,水质测定项目有 TN、TP、 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 、COD、DO、pH 和透明度。

2. 根据权利要求 1 所述的使用刺苦草修复富营养化水体的方法,其特征在于:所述 TN 采用过硫酸钾氧化—紫外分光光度法、TP 采用钼锑抗分光光度法、 $\text{NH}_4^+-\text{N}$  采用纳氏试剂比色法、COD 采用酸性高锰酸钾法、DO 采用碘量法、pH 采用 pH 计、透明度采用塞氏圆盘法进行测定。

3. 根据权利要求 1 所述的使用刺苦草修复富营养化水体的方法,其特征在于:所述刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻植株需要在温室培养 20 天,然后选取生长健壮、大小一致的植株作为实验材料。

## 一种使用刺苦草修复富营养化水体的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种使用刺苦草修复富营养化水体的方法,属于富营养化水体修复领域。

### 背景技术

[0002] 近年来,我国农业、工业和城镇化建设加快,大量含有氮、磷元素营养物质的工业、生活和农业废水以点源和面源形式不断排入河流、湖泊中,使水体中藻类大量繁殖,形成恶性循环,加剧了水质下降及富营养化进程,水体中化学耗氧量(COD<sub>Cr</sub>)、总氮、总磷、氨氮等主要富营养化污染指标普遍劣于相应标准 1~2 类。水体富营养化后,首先危害水产养殖业,水体透明度降低,藻类大量繁殖,水中溶解氧降低,导致鱼、虾、贝类大量死亡;再者,水体生态系统严重退化产生的过量亚硝酸盐和硝酸盐、藻类致病毒素对人体健康产生很大的威胁,水体散发的腥臭味更影响到周边水环境和人文景观。所以解决城市水体富营养化现象,恢复河流湖泊的生态和社会功能问题,日益成为城市可持续发展的关键乃至限制性因素。

[0003] 富营养化水体修复技术按照治理手段划分可分为化学处理、物理处理和生物处理方法等。

[0004] 化学处理主要是添加化学药剂和吸附剂改变水体中氧化还原电位、pH、吸附沉淀水体中悬浮物质和有机质。化学法具有操作简单、用量少等优点,且其见效一般较快,通常可以作为一种应急方案。但是,利用化学方法治理富营养化水体需大量投加化学药剂,因此其成本也较为昂贵,同时所加入的化学药剂在治理的同时也容易引起二次污染,对水体的整个生态环境也会有一定的影响。此外,化学法用于富营养化水体的治理通常不具有可持续性,并没有解决问题的根本。因此,如果采用化学法的同时没有其他适宜的辅助措施,水体很快便又会出现富营养化问题。

[0005] 物理修复措施包括人工曝气、截污、调水冲污、河道疏浚等措施。物理修复方式不能够在修复水体的同时完善水生生态系统结构,提高水体自净的能力。

[0006] 当前,国内外的自然水体生态修复技术包括生物膜法处理技术、微生物制剂技术、人工浮岛技术、人工湿地处理等。生物修复技术在修复水质过程中能够完善水体生态结构,提高水体自净能力,兼具有造景和资源化等实用功能,将成为未来修复水体的主要手段。

[0007] 目前,人们还研究利用天然的水生植物对富营养化水体进行修复,但是天然植物的选择也是一个很重要的问题,选择一个适合的,修复效果好,不破坏生态平衡的水生植物很重要。

### 发明内容

[0008] 发明目的:本发明的目的是为了解决现有技术的不足,提供一种使用刺苦草修复富营养化水体的方法。

[0009] 技术方案：为了实现以上目的，本发明采用如下技术方案：

一种使用刺苦草修复富营养化水体的方法，包括如下步骤：

(1) 选取需要修复的富营养化水体，并对其中的总氮含量 TN、总磷含量 TP、氨氮含量  $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 、化学需氧量 COD、溶解氧 DO、透明度、pH 值进行测定；

(2) 选择刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻作为修复水体的水生植物，将上述植物植入注有测试水体的试验水池内，水池内放置有 15-20cm 的沙，重复 3 组，并取有沙而无植物的水池作为对照组，所述植物在植入试验水池之前 24 h 内浸于清水中，清除植物上残存的藻类，并摘掉植物上枯萎的茎叶；

(3) 对植入试验水池的植物进行栽培，并进行测试，具体栽培如下：

按照刺苦草：黑藻：旱伞草：粉绿狐尾藻=4:2:2.5:1 的比例栽培与测试水池内，植株的行间距为 10 cm×5 cm，栽培的水温为 24-26℃，pH 值为 7.10-7.14，试验周期为 56 天，每 7 天测定一次，所测结果均以 3 组重复的平均值计，水质测定项目有 TN、TP、 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 、COD、DO、pH 和透明度。刺苦草是水鳖科苦草属典型的沉水草本植物，通常生长于 2 m 以内的水域，以地下的根状茎越冬。无直立茎，匍匐茎常具小刺，末端膨大成根状茎（球茎、冬茎）。其根状茎俗称“土虾子”、“水洋参”。营养丰富，素有南方“冬虫夏草”之称。以炒食为主，肉质脆嫩，味甘爽。是一种天然的绿色保健食品。现已作为特种水生蔬菜开发，更是草食性鱼类和涉禽鸟类的优良饵料和饲料。试验通过室内静态试验，研究刺苦草的净化能力，为水生生物修复富营养化水体提供理论依据。黑藻（*Hydrilla verticillata*）是长江中下游湖泊中重要的沉水植物之一、且对富营养化水体修复去除氮、磷有明显效果，可用于控制水体富营养化。旱伞草（*Cyperus alternifolius*）是较为常见的水生观赏植物，近年来在园林水景工程中应用广泛，适应性强，性喜温暖，在南方无霜期地区可栽植。粉绿狐尾藻（*Myriophyllum aquaticum*）是多年生沉水草本植物，适应生境能力强，其生长发育过程可去除多种污染物且观赏效果较好，是水体富营养化植物修复或水华生物控制工程中的有效物种，近年来被广泛应用于污染水体的生态修复。旱伞草、粉绿狐尾藻这两种植物已被单独应用于富营养化水体的修复，尤其是粉绿狐尾藻被证实具有强烈的化感抑藻（铜绿微囊藻）效果，但关于这两种植物共同栽植对富营养化水体的作用效应还未见报导。总之，这四种水生植物都具有很好地富营养化水体修复作用，但是目前，对其四种共同栽培进行富营养化水体修复还没有使用。

[0010] 优选的，所述 TN 采用过硫酸钾氧化—紫外分光光度法、TP 采用钼锑抗分光光度法、 $\text{NH}_4^+-\text{N}$  采用纳氏试剂比色法、COD 采用酸性高锰酸钾法、DO 采用碘量法、pH 采用 pH 计、透明度采用塞氏圆盘法进行测定。

[0011] 优选的，所述刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻植株需要在温室培养 20 天，然后选取生长健壮、大小一致的植株作为实验材料。

[0012] 有益效果：本发明提供的使用刺苦草修复富营养化水体的方法与现有技术相比，具有以下优点：

1、本发明利用刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻共同栽培来修复富营养化水体，修复效果显著并且具有较好的生态效益，环保无污染，同时更增加了景观配置的效果；

2、本发明将刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻这四种水生植物结核起来，并且按照特定的比例进行栽培，达到了修复水体的最大化效果；

3、本发明能有效去除污水中的总氮、总磷、氨氮及化学需氧量,同时显著提升溶解氧的含量和水体的透明度,对 pH 也有一定程度的影响;其中对氨氮、总磷的去去除率达到了 90% 以上;对溶解氧的回升效果也很明显;同时透明度显著提高。

### 具体实施方式

[0013] 以下结合具体的实施例对本发明进行详细说明,但同时说明本发明的保护范围并不局限于本实施例的具体范围,基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

#### [0014] 实施例 1

一种使用刺苦草修复富营养化水体的方法,包括如下步骤:

(1) 选取需要修复的富营养化水体,并对其中的总氮含量 TN、总磷含量 TP、氨氮含量  $\text{NH}_4^{+-}\text{N}$ 、化学需氧量 COD、溶解氧 DO、透明度、pH 值进行测定,本实施例中水体测定的数值如下:

水中总氮含量(TN)为 6.249 mg/L,总磷含量(TP)为 0.414 mg/L,氨氮含量( $\text{NH}_4^{+-}\text{N}$ )为 33.223 mg/L,化学需氧量含量(COD)为 17.115 mg/L,溶解氧含量(DO)为 6.954 mg/L,pH 为 7.70,透明度为 23 cm;

(2) 选择刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻作为修复水体的水生植物,将上述植物植入注有测试水体的试验水池内,水池内放置有 15cm 的沙,重复 3 组,并取有沙而无植物的水池作为对照组,所述植物在植入试验水池之前 24 h 内浸于清水中,清除植物上残存的藻类,并摘掉植物上枯萎的茎叶;

(3) 对植入试验水池的植物进行栽培,并进行测试,具体栽培如下:

按照刺苦草:黑藻:旱伞草:粉绿狐尾藻=4:2:2.5:1 的比例栽培与测试水池内,植株的行间距为 10 cm×5 cm,栽培的水温为 24℃,pH 值为 7.10,试验周期为 56 天,每 7 天测定一次,,所测结果均以 3 组重复的平均值计,水质测定项目有 TN、TP、 $\text{NH}_4^{+-}\text{N}$ 、COD、DO、pH 和透明度,其中 TN 采用过硫酸钾氧化—紫外分光光度法、TP 采用钼锑抗分光光度法、 $\text{NH}_4^{+-}\text{N}$  采用纳氏试剂比色法、COD 采用酸性高锰酸钾法、DO 采用碘量法、pH 采用 pH 计、透明度采用塞氏圆盘法进行测定。

[0015] 所述刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻植株需要在温室培养 20 天,然后选取生长健壮、大小一致的植株作为实验材料。

[0016] 试验结果显示,刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻配合使用,对水体的修复效果显著,具体数据如下表:

| 测定指标 | TN<br>(mg/L) | TP<br>(mg/L) | $\text{NH}_4^{+-}\text{N}$<br>(mg/L) | COD<br>(mg/L) | DO<br>(mg/L) | pH   | 透明度<br>cm |
|------|--------------|--------------|--------------------------------------|---------------|--------------|------|-----------|
| 初始值  | 6.249        | 0.414        | 33.223                               | 17.115        | 6.954        | 7.70 | 23        |
| 测定值  | 2.082        | 0.041        | 2.665                                | 4.924         | 16.415       | 7.42 | 54        |

根据富营养化水体氮磷含量指标,一般说来,当天然水体中总氮、总磷含量分别大于 0.3mg/L 和 0.02 mg/L 时,就可认为水体处于富营养化状态。根据他人实验测得,不同程度富营养化水体总氮总磷含量不同,其中总氮含量一般在 4-18mg/L 之间,总磷含量则在 0.3

-3.3 mg/L 之间。由此可见,通过刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻的使用可以很好的修复水体的富营养化。

#### [0017] 实施例 2

一种使用刺苦草修复富营养化水体的方法,包括如下步骤:

(1) 选取需要修复的富营养化水体,并对其中的总氮含量 TN、总磷含量 TP、氨氮含量  $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ 、化学需氧量 COD、溶解氧 DO、透明度、pH 值进行测定,本实施例中水体测定的数值如下:

水中总氮含量(TN)为 6.158 mg/L,总磷含量(TP)为 0.433 mg/L,氨氮含量( $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ )为 33.324 mg/L,化学需氧量含量(COD)为 17.126 mg/L,溶解氧含量(DO)为 6.967 mg/L,pH 为 7.71,透明度为 23 cm;

(2) 选择刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻作为修复水体的水生植物,将上述植物植入注有测试水体的试验水池内,水池内放置有 18cm 的沙,重复 3 组,并取有沙而无植物的水池作为对照组,所述植物在植入试验水池之前 24 h 内浸于清水中,清除植物上残存的藻类,并摘掉植物上枯萎的茎叶;

(3) 对植入试验水池的植物进行栽培,并进行测试,具体栽培如下:

按照刺苦草:黑藻:旱伞草:粉绿狐尾藻=4:2:2.5:1 的比例栽培与测试水池内,植株的行间距为 10 cm×5 cm,栽培的水温为 25℃,pH 值为 7.12,试验周期为 56 天,每 7 天测定一次,,所测结果均以 3 组重复的平均值计,水质测定项目有 TN、TP、 $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ 、COD、DO、pH 和透明度,其中 TN 采用过硫酸钾氧化—紫外分光光度法、TP 采用钼锑抗分光光度法、 $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$  采用纳氏试剂比色法、COD 采用酸性高锰酸钾法、DO 采用碘量法、pH 采用 pH 计、透明度采用塞氏圆盘法进行测定。

[0018] 所述刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻植株需要在温室培养 20 天,然后选取生长健壮、大小一致的植株作为实验材料。

[0019] 试验结果显示,刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻配合使用,对水体的修复效果显著,具体数据如下表:

| 测定指标 | TN<br>(mg/L) | TP<br>(mg/L) | $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$<br>(mg/L) | COD<br>(mg/L) | DO<br>(mg/L) | pH   | 透明度<br>cm |
|------|--------------|--------------|--------------------------------------|---------------|--------------|------|-----------|
| 初始值  | 6.158        | 0.433        | 33.324                               | 17.126        | 6.967        | 7.71 | 23        |
| 测定值  | 2.068        | 0.050        | 2.671                                | 4.928         | 16.387       | 7.41 | 56        |

根据富营养化水体氮磷含量指标,一般说来,当天然水体中总氮、总磷含量分别大于 0.3mg/L 和 0.02 mg/L 时,就可认为水体处于富营养化状态。根据他人实验测得,不同程度富营养化水体总氮总磷含量不同,其中总氮含量一般在 4-18mg/L 之间,总磷含量则在 0.3-3.3 mg/L 之间。由此可见,通过刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻的使用可以很好的修复水体的富营养化。

#### [0020] 实施例 3

一种使用刺苦草修复富营养化水体的方法,包括如下步骤:

(1) 选取需要修复的富营养化水体,并对其中的总氮含量 TN、总磷含量 TP、氨氮含量

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、化学需氧量 COD、溶解氧 DO、透明度、pH 值进行测定,本实施例中水体测定的数值如下:

水中总氮含量(TN)为 6.347 mg/L,总磷含量(TP)为 0.435 mg/L,氨氮含量(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N)为 33.433 mg/L,化学需氧量含量(COD)为 17.214 mg/L,溶解氧含量(DO)为 6.958 mg/L,pH 为 7.72,透明度为 24 cm;

(2) 选择刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻作为修复水体的水生植物,将上述植物植入注有测试水体的试验水池内,水池内放置有 20cm 的沙,重复 3 组,并取有沙而无植物的水池作为对照组,所述植物在植入试验水池之前 24 h 内浸于清水中,清除植物上残存的藻类,并摘掉植物上枯萎的茎叶;

(3) 对植入试验水池的植物进行栽培,并进行测试,具体栽培如下:

按照刺苦草:黑藻:旱伞草:粉绿狐尾藻=4:2:2.5:1 的比例栽培与测试水池内,植株的行间距为 10 cm×5 cm,栽培的水温为 26℃,pH 值为 7.14,试验周期为 56 天,每 7 天测定一次,所测结果均以 3 组重复的平均值计,水质测定项目有 TN、TP、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N、COD、DO、pH 和透明度,其中 TN 采用过硫酸钾氧化—紫外分光光度法、TP 采用钼锑抗分光光度法、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 采用纳氏试剂比色法、COD 采用酸性高锰酸钾法、DO 采用碘量法、pH 采用 pH 计、透明度采用塞氏圆盘法进行测定。

[0021] 所述刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻植株需要在温室培养 20 天,然后选取生长健壮、大小一致的植株作为实验材料。

[0022] 试验结果显示,刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻配合使用,对水体的修复效果显著,具体数据如下表:

| 测定指标 | TN<br>(mg/L) | TP<br>(mg/L) | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N<br>(mg/L) | COD<br>(mg/L) | DO<br>(mg/L) | pH   | 透明度<br>度 cm |
|------|--------------|--------------|---|---------------|--------------|------|-------------|
| 初始值  | 6.347        | 0.435        | 33.433                                    | 17.214        | 6.958        | 7.72 | 24          |
| 测定值  | 2.078        | 0.049        | 2.674                                     | 4.932         | 16.408       | 7.40 | 55          |

根据富营养化水体氮磷含量指标,一般说来,当天然水体中总氮、总磷含量分别大于 0.3mg/L 和 0.02 mg/L 时,就可认为水体处于富营养化状态。根据他人实验测得,不同程度富营养化水体总氮总磷含量不同,其中总氮含量一般在 4-18mg/L 之间,总磷含量则在 0.3-3.3 mg/L 之间。由此可见,通过刺苦草、黑藻、旱伞草、粉绿狐尾藻的使用可以很好的修复水体的富营养化。

[0023] 上述实施例只为说明本发明的技术构思及特点,其目的是让熟悉该技术领域的技术人员能够了解本发明的内容并据以实施,并不能以此来限制本发明的保护范围。凡根据本发明精神实质所作出的等同变换或修饰,都应涵盖在本发明的保护范围之内。