



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110980955 A

(43)申请公布日 2020.04.10

(21)申请号 201911256635.7

(22)申请日 2019.12.05

(71)申请人 中建三局绿色产业投资有限公司

地址 430056 湖北省武汉市经济技术开发区
区东城大道220号研发楼2楼215号

(72)发明人 胡胜华 闵红平 罗金学 史诗乐
黄文海 彭冠平

(74)专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限
公司 42102

代理人 邬丽明

(51)Int.Cl.

C02F 3/32(2006.01)

C02F 3/34(2006.01)

权利要求书1页 说明书6页

(54)发明名称

一种针对富营养化水体的水生态系统的治理方法

(57)摘要

本发明公开了一种针对富营养化水体的水生态系统的治理方法,包括以下步骤:1)清除鱼类;2)投加硅酸盐类复合水溶液;3)对目标水域进行多种挺水植物种植;4)对目标水域进行多种浮叶植物种植;5)对目标水体水域进行沉水植物群落构建;6)鱼类种群结构初步构建工程:对目标水域实施放养对藻类、对杂鱼进行控制的鱼种;7)对目标水域选择底栖动物,选取在目标水域水面进行人工投放;8)投放食草性控制鱼类,实现对沉水植物的基本控制;9)投放鳊鱼和/或翘嘴鲌。本发明投入小、见效快,具备长效使用的工作基础;2、不污染环境,环境友好、可以长期使用;3、使用范围广,可应用于池塘、湖泊、景观水体、水库等,不受到水域面积的限制。

1. 一种针对富营养化水体的水生态系统的治理方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 清除鱼类;2) 投加硅酸盐类复合水溶液;3) 对目标水域进行多种挺水植物种植;4) 对目标水域进行多种浮叶植物种植;5) 对目标水体水域进行沉水植物群落构建;6) 鱼类种群结构初步构建工程:对目标水域实施放养对藻类、对杂鱼进行控制的鱼种;7) 对目标水域选择底栖动物,选取在目标水域水面进行人工投放;8) 投放食草性控制鱼类,实现对沉水植物的基本控制;9) 投放鳊鱼和/或翘嘴鲌。

2. 如权利要求1所述的针对富营养化水体的水生态系统的治理方法,其特征在于,在步骤5)和步骤6)之间还包括有投放鳊鱼控制着生藻的步骤。

3. 如权利要求1所述的针对富营养化水体的水生态系统的治理方法,其特征在于,步骤7)中的底栖动物为螺、蚌或蚬。

4. 如权利要求1所述的针对富营养化水体的水生态系统的治理方法,其特征在于,步骤8)中的食草性控制鱼类为鳊鱼或草鱼。

5. 如权利要求1所述的针对富营养化水体的水生态系统的治理方法,其特征在于,在步骤7)和步骤8)之间还包括有投放轮虫控制硅藻异常增值和投放青鳉控制孑孓的步骤。

6. 如权利要求1所述的针对富营养化水体的水生态系统的治理方法,其特征在于,在步骤8)和步骤9)之间还包括有投放泥鳅削减有机碎屑和投放青鱼控制底栖动物异常增殖的步骤。

7. 如权利要求1所述的针对富营养化水体的水生态系统的治理方法,其特征在于,步骤2)中的硅酸盐类复合水溶液为偏硅酸钠、硫酸铜、磷酸二氢钾和生石灰的水溶液,偏硅酸钠、硫酸铜、磷酸二氢钾和生石灰的质量比为5:2:1:2。

8. 如权利要求7所述的针对富营养化水体的水生态系统的治理方法,其特征在于,投加所述硅酸盐类复合水溶液至目标水体后,目标水体中的偏硅酸含量 $\geq 12.90\text{mg/L}$ 。

9. 如权利要求1所述的针对富营养化水体的水生态系统的治理方法,其特征在于,步骤1)中清除的鱼类为草鱼、青鱼、鲫鱼、鲤鱼、麦穗鱼、鳊鱼、白鲢、叉尾斗鱼或食蚊鱼。

10. 如权利要求1所述的针对富营养化水体的水生态系统的治理方法,其特征在于,步骤5)中沉水植物主要分为2期完成,第1期种植先锋种,第2期种植建群种。

一种针对富营养化水体的水生态系统的治理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及环保技术领域,具体涉及一种针对富营养化水体的水生态系统的治理方法。它适用于受到富营养化威胁的城市、村镇的池塘、湖泊、河流、水库等水体。

背景技术

[0002] 近年来,由于社会经济的快速发展,人为活动改造自然的力度不断增加,我国湖泊富营养化问题日趋严重,导致许多湖泊沿岸地区的工农业、生活用水发生困难,严重影响了经济发展与社会稳定。

[0003] 富营养化是描述水体因营养过剩某些浮游植物异常增值所导致的水环境恶化的现象,其原意是指生态演化过程中的一种长时间内不可逆的自然现象,但目前通常是指人类活动引起的湖泊氮、磷异常升高导致藻类大量异常增值引发水体恶化的现象。其中,水华是湖泊富营养化的典型特征(水华标准:水体中的叶绿素a浓度 $\geq 10\mu\text{g/L}$ 或者藻类细胞达到 $1.5\times 10^7\text{cell/L}$),藻类的爆发繁殖使水面呈现绿色、红色、棕色等异常水色。引发藻类水华的淡水浮游植物品种较多,一般主要是:蓝藻(Cyanophyta)、甲藻(Pyrophyta)、硅藻(Bacillariophyta)、绿藻(Chlorophyta)、裸藻(Euglenophyta)等,其中通常在水温较高的夏秋季暴发的蓝藻水华具有代表性。

[0004] 蓝藻水华发生时,水面形成厚厚的蓝绿色湖靛,甚至在岸边大量堆积,散发出难闻的气味、降低水体的透明度、而且蓝藻大量繁殖释放出藻毒素、大量消耗水体的溶解氧导致水生生物窒息死亡、影响供水水质并增加制水成本、此外对水生态与渔业的影响也很大。

[0005] 目前,针对富营养化的控制已制定了许多对策,归纳总结如下:

[0006] (1)控制外源性营养物质输入。主要是制定营养物质排放标准与水质标准、根据湖泊水环境磷容量实施总量控制、实施截污工程或者引排污染源。

[0007] (2)减少内源性营养物质负荷。主要是生态修复措施、工程性措施、化学方法等。

[0008] (3)去除污水中的营养物质。主要是铁盐凝聚沉降法、铝离子交换法、石灰凝聚与氨汽提方法。

[0009] (4)污染治理与水质改善。主要是外环境治理,包括截断污水或者去除污水中的污染物质与营养物;还有内环境整治,即减少内源性的污染物质与营养物质的量。

[0010] 总的来说,上述方法对于防治湖泊富营养化起到显著作用,近年来应用生态修复措施也得到了大量推广与运用,这对湖泊富营养化的控制与治理也起到了重要的作用。

[0011] 生态修复措施主要包括:

[0012] (1)水生植物群落构建法。主要包括沉水植物、挺水植物、浮叶植物群落的构建。由于水体富营养化,水体光学性能下降,直接导致沉水植物恢复较为困难,实施效果不一,成为一个难题。

[0013] (2)鱼类种群结构调整控制法。通过经典生物操纵(traditional biomanipulation),即通过增加水体中掠食鱼类来减少滤食鱼类,间接增加大型浮游动物的丰度。此外,还有增加白鲢、鳙滤食性鱼类及减少掠食性鱼类直接牧蓝藻水华的生物操

纵模型,称为非经典生物操纵(nontraditional biomanipulation)。

[0014] (3)底栖动物群落构建法。主要是通过螺、蚌、蚬的投放,通过生物过滤作用来改善水环境。

[0015] 总的来说,上述生态措施对于防治水体富营养化产生了明显作用,但水体富营养化往往藻类过量繁殖、底质出现厌氧环境、水生动物大量减少、严重影响供水与削弱景观价值,由于水生态系统的复杂性,导致最后生态修复措施的效果不一。故水体富营养化防治仍然是一个普遍性难题,亟需效果显著、投资少、便于管控、可重复的控制方法。

发明内容

[0016] 针对现有技术中存在的技术问题,本发明提供一种效果显著且投资少的针对富营养化水体的水生态系统的治理方法。

[0017] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:

[0018] 一种针对富营养化水体的水生态系统的治理方法,包括以下步骤:1)清除鱼类;2)投加硅酸盐类复合水溶液;3)对目标水域进行多种挺水植物种植;4)对目标水域进行多种浮叶植物种植;5)对目标水体水域进行沉水植物群落构建;6)对目标水域实施放养对藻类、对杂鱼进行控制的鱼种;7)对目标水域选择底栖动物,选取在目标水域水面进行人工投放;8)投放食草性控制鱼类,实现对沉水植物的基本控制;9)投放鳊鱼和/或翘嘴鲌。

[0019] 优选地,在步骤2)和步骤3)之间还包括有当目标水体透明度 $\leq 40\text{cm}$ 时投加硅藻土-微生物复合菌剂的步骤。

[0020] 优选地,在步骤5)和步骤6)之间还包括有投放鲮鱼控制着生藻的步骤。

[0021] 优选地,步骤7)中的底栖动物为螺、蚌或蚬。

[0022] 优选地,步骤8)中的食草性控制鱼类为鳊鱼或草鱼。

[0023] 优选地,在步骤7)和步骤8)之间还包括有投放轮虫控制硅藻异常增值和投放青鳉控制孑孓的步骤。

[0024] 优选地,在步骤8)和步骤9)之间还包括有投放泥鳅削减有机碎屑和投放青鱼控制底栖动物异常增殖的步骤。

[0025] 优选地,步骤2)中的硅酸盐类复合水溶液为偏硅酸钠、硫酸铜、磷酸二氢钾和生石灰的水溶液,偏硅酸钠、硫酸铜、磷酸二氢钾和生石灰的质量比为5:2:1:2。

[0026] 优选地,投加所述硅酸盐类复合水溶液至目标水体后,目标水体中的偏硅酸含量 $\geq 12.90\text{mg/L}$ 。

[0027] 优选地,步骤1)中清除的鱼类为草鱼、青鱼、鲫鱼、鲤鱼、麦穗鱼、鳊鱼、白条鱼、叉尾斗鱼或食蚊鱼。

[0028] 优选地,步骤5)中沉水植物主要分为2期完成,第1期种植先锋种,第2期种植建群种。

[0029] 本发明依据水生态系统具有系统性、复杂性、长程性与非线性的特点,在防治水体富营养化上各项措施往往效果体现时间较长、且不稳定,必须根据水生态系统的特点进行治理措施的合理安排,逐级推进,最大限度提前体现水体富营养化防治措施的效果,可在3年内根本扭转水质恶化趋势,促使水体功能目标实现,为治理水体富营养化提供一种全新的系统工程模式。

- [0030] 本发明与现有技术相比,具有以下有益效果:
- [0031] 1、投入小、见效快,具备长效使用的工作基础;
- [0032] 2、不污染环境,具环境友好、可以长期使用;
- [0033] 3、使用范围广,可应用于池塘、湖泊、景观水体、水库等,不受到水域面积的限制。

具体实施方式

[0034] 为使本领域技术人员更好的理解本发明的技术方案,下面结合具体实施例对本发明作 详细说明。

[0035] 本发明提供一种针对富营养化水体的水生态系统的治理方法,包括以下步骤:

[0036] 步骤1、清除鱼类工程。对目标水体水域进行鱼类清除,主要是草鱼、青鱼,以及对水生植物恢复有干扰作用的各种中小杂鱼,采用“降低水位干湖法”、“生石灰法”、“漂白 粉(精)法”、“常规拖网”等方法。如果目标不为封闭型水体,还需要完成清除鱼类工程 后在进出水口设置拦鱼(污)栅栏。中小杂鱼指的是鲫鱼、鲤鱼、麦穗鱼、鳊鱼、白条 鱼、叉尾斗鱼或食蚊鱼等。

[0037] 步骤2、藻类生境调控工程。通过船只采取水泵对目标水体投加硅酸盐类复合水溶液,该硅酸盐类复合水溶液为偏硅酸钠、硫酸铜、磷酸二氢钾和生石灰的水溶液,其中偏硅酸 钠、硫酸铜、磷酸二氢钾和生石灰的质量比为5:2:1:2。投放后使目标水体中偏硅酸含量 $\geq 12.90\text{mg/L}$,水体生境从适宜蓝藻生长的高氮、高磷、低硅的“蓝藻型”向高氮、高磷、高 硅的“硅藻型”过渡。

[0038] 步骤3、透明度提升工程。微生物菌剂投加采用强化直接投加法,即将硅藻土-微生物复合菌剂(硅藻土与菌剂的质量比为1:1)与目标水体中的水配置成溶解液(配制比例 为质量比1:3),投放采用全水域喷洒的方式,在污染较严重区适当加大喷洒量,用量为 45kg/ha ,为水生植物恢复创造基本生境。在本实施例中,微生物复合菌剂根据实际需求 确定,可在市面上购置,例如针对氮磷的微生物净水试剂。

[0039] 步骤4、挺水植物群落构建工程。挺水植物主要是以连片性种植为主,点缀性丛植为 辅,兼顾组合后形成的景观轮廓形态,种植在水位变幅较小(80cm以内)的水陆交错区域。种植面积为目标水域岸线面积的30%~50%。主要种植品种为:菰(*Zizania caduciflora*)、荸荠(*Eleocharis tuberosa*)、水烛(*Typha angustifolia*)、菖蒲(*Acorus calamus L.*)、石菖蒲(*Acorus tatarinowii Schitt.*)、野慈姑(*Sagittaria pygmaea Miq.*)、千屈菜 (*Lythrum salicaria L.*)、萍蓬草(*Nuphar pumilum (Timm.) DC.*)。

[0040] 步骤5、浮叶植物群落构建工程。浮叶植物主要是以连片性种植为主,点缀性丛植为 辅,兼顾组合后形成的景观轮廓形态,种植在风浪较小的水域,种植面积为目标水域的 1%~3%。主要种植品种为:睡莲(*Nymphaea tetragona G.*)、荇菜(*Nymphoides peltatum*)、芡实(*Euryale ferox*)。

[0041] 步骤6、沉水植物群落构建工程。根据目标水域的污染程度,沉水植物主要分为2期 完成,第1期种植先锋种,主要是菹草(*Potamogeton crispus L.*)、金鱼藻(*Ceratophyllum demersum*)、穗花狐尾藻(*Myriophyllum spicatum L.*)等,完成种植后至来年覆盖面积达到目标水域总面积20%~30%以上时,开展机械或人工打捞,将沉水植物打捞出水后,实施脱水,并无害化处理,实现污染物出湖。第2期种植建群种,主要是清除第1期种植的 沉水

植物后,开展种植微齿眼子菜(*Potamogeton maackianus* A.Benn.)、苦草(*Vallisneria natans* (Lour.)Hara)、轮叶黑藻(*Hydrilla verticillata* (L.f.)Royle)等,完成种植后,进行常规维护管理。总体沉水植物面积维持在目标水域总面积的20%~30%。

[0042] 步骤7、着生藻控制工程。通常目标水域水质的好转初期,多大量生长着生藻,水质较差,投放控制性鱼类——鲮鱼,通过投放和收获,实现对着生藻的有效控制。鲮鱼不耐寒,耐污性强,且生长迅速,适宜水质较差的环境中控藻,投放规格与密度详见表1。

[0043] 表1鲮鱼投放的规格与密度

| 品种 | 规格 | 密度 |
|----|-----------|-----------|
| 鲮鱼 | 50~100g/尾 | 15000尾/ha |

[0045] 步骤8、鱼类种群结构初步构建工程。鱼类的放养应在沉水植物恢复后分2个阶段进行。前期投放滤食性鲢、鳙鱼和肉食性乌鳢。通过白鲢、鳙对浮游植物摄食的下行效应,控制蓝藻水华爆发;通过乌鳢控制小杂鱼。投放三倍体,规格与密度详见表2。

[0046] 表2鱼类种群结构调整工程——品种、数量与密度

| 品种 | 规格 | 密度 | 备注 |
|----|------------|---------|------|
| 白鲢 | 150~200g/尾 | 900尾/ha | 前期投放 |
| 鳙鱼 | 150~200g/尾 | 300尾/ha | 前期投放 |
| 乌鳢 | 100~200g/尾 | 30尾/ha | 后期投放 |

[0048] 步骤9、底栖动物群落构建工程。在目标水域选择螺、蚌、蚬等底栖动物,选取在目标水域水面进行人工投放,投放比例见下表2。为了促进目标水域底栖动物群落自我更新,还需要投放一定数量的鳊鱼、黄颡鱼,可投放二倍体,投放规格与数量见表3、表4。

[0049] 表3底栖动物群落构建工程量表

| 放养品种 | 规格 | 投放比例(kg/ha) |
|------|------|-------------|
| 螺 | 当地湖螺 | 20 |
| 蚌 | 当地湖蚌 | 20 |
| 蚬 | 当地河蚬 | 10 |

[0051] 表4鳊鱼投放规格与密度

| 品种 | 规格 | 密度 |
|-----|-----------|---------|
| 鳊鱼 | 10~20g/尾 | 400尾/ha |
| 黄颡鱼 | 50~100g/尾 | 60尾/ha |

[0053] 步骤10、着生藻多发控制工程。水质改善后,可进行鲃鱼投放(黄尾密鲃、细鳞斜颌鲃、圆吻鲃、银鲃的统称),鲃鱼耐寒,但耐污性较弱,鲃鱼在天然水体中会刮食水底的着生藻(包括:大型丝状藻类、着生硅藻、绿藻等),还摄食底泥中的有机物质。鲃鱼可投放二倍体,投放时间为3月上旬,不宜超过3月中旬。

[0054] 表5鲃鱼投放的规格与密度

| 品种 | 规格 | 密度 |
|----|-----------|-----------|
| 鲃鱼 | 50~100g/尾 | 22500尾/ha |

[0056] 步骤11、硅藻多发控制工程。当目标水体的水质改善后的一段时期,硅藻往往异常增殖,影响水质与景观,针对这一情况进行生物控制——轮虫投放,详见表6。

[0057] 表6轮虫投放的规格与密度

| | | | |
|--------|----|-----------|------------------|
| [0058] | 品种 | 规格 | 密度 |
| | 轮虫 | 轮虫休眠卵或者活体 | 350000~500000头/L |

[0059] 步骤12、蚊子(孑孓)多发控制工程。目标水体中沉水植物恢复后往往蚊子(孑孓)滋生,带来环境卫生问题,需要对其开展控制工程——青鳉投放,可投放二倍体,投放规格与数量见表7。

[0060] 表7青鳉投放的规格与密度

| | | | |
|--------|----|---------|----------|
| [0061] | 品种 | 规格 | 密度 |
| | 青鳉 | 5~10g/尾 | 1000尾/ha |

[0062] 步骤13、沉水植物多发控制工程。随着目标水质的持续改善与稳定,沉水植物有可能大量生长,超出目标水体总面积的30%,此时应加以有效管理与控制,可以投放一定数量的三倍体鳊鱼(长春鳊、团头鲂),投放规格与数量见表8。

[0063] 表8鳊鱼投放的规格与密度

| | | | | |
|--------|----|------------|--------|------|
| [0064] | 品种 | 规格 | 密度 | 备注 |
| | 鳊鱼 | 100~200g/尾 | 60尾/ha | 后期投放 |

[0065] 步骤14、有机碎屑削减工程。当沉水植物、牧食性鱼类及底栖动物顺利定居后,草鱼因具有取食偏爱性,牧食量大,必然会降低沉水植物生物量,改变沉水植物群落结构。但是由于水底的植物碎屑与鱼粪显著增加,会影响水体透明度,需要对此加以必要措施。因此,还需要投放一定数量的泥鳅,可投放二倍体,投放规格与数量见下表9。

[0066] 表9泥鳅投放的规格与密度

| | | | |
|--------|----|----------|---------|
| [0067] | 品种 | 投放规格 | 投放密度 |
| | 泥鳅 | 20~30g/尾 | 50kg/ha |

[0068] 步骤15、底栖动物异常增殖控制工程。定居成功后,会大量增殖,螺类直接牧食植物枝叶,能抑制沉水植物生长。螺牧食了沉水植物的幼芽和幼叶,会导致沉水植物光合作用下降,生物量增长缓慢。因此,还需要投放一定数量的三倍体青鱼,投放规格与数量见下表10。

[0069] 表10青鱼放养规格与密度

| | | | |
|--------|------|-------------|---------|
| [0070] | 放养品种 | 放养规格 | 投放密度 |
| | 青鱼 | 500~1000g/尾 | 5~8尾/ha |

[0071] 步骤16、鱼类种群结构调整与优化工程。随着目标水体的水质好转,沉水植物定居与扩繁,鱼类的种群数量不断增长,尤其是中小杂鱼会对浮游动物、水生植物构成一定的压力与干扰,还需要对鱼类种群结构进行调整与优化,投放一定数量二倍体的肉食性鱼类——鳊鱼与翘嘴鲌,投放规格与数量见下表11。

[0072] 表11鱼类种群结构调整与优化工程

| | | | |
|--------|-----|------------|---------|
| [0073] | 品种 | 规格 | 密度 |
| | 鳊鱼 | 100~200g/尾 | 100尾/ha |
| | 翘嘴鲌 | 100~200g/尾 | 100尾/ha |

[0074] 以上实施例仅为本发明的示例性实施例,不用于限制本发明,本发明的保护范围

由权 利要求书限定。本领域技术人员可以在本发明的实质和保护范围内,对本发明做出各种修 改或等同替换,这种修改或等同替换也应视为落在本发明的保护范围内。