

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C02F 3/32 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710071013.8

[45] 授权公告日 2009年7月29日

[11] 授权公告号 CN 100519443C

[22] 申请日 2007.8.29

[21] 申请号 200710071013.8

[73] 专利权人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38号

[72] 发明人 杨肖娥 吴湘 方云英 蔡景波

[56] 参考文献

CN1562811A 2005.1.12

US5011604A 1991.4.30

EM 菌 (Effective Microorganisms) 联合高等植物对富营养化水体的处理效果研究. 丁学峰. 中国优秀博硕士学位论文全文数据库: 浙江大学硕士学位论文. 2006

黄花水龙浮巢净化富营养化水体. 李朝晖等. 江苏大学学报 (自然科学版), 第 27 卷第 1 期. 2006

审查员 高茜

[74] 专利代理机构 杭州中成专利事务所有限公司

代理人 唐银益

权利要求书 2 页 说明书 13 页

[54] 发明名称

一种原位修复富营养化地表水的方法

[57] 摘要

本发明公开了一种原位修复富营养化地表水的方法, 包括以下步骤: 1) 植物预培养: 将采自野外的黄花水龙洗净后, 在温室中采用国际水培标准的霍格兰氏营养液驯化培养 9~11 天; 2) 污水治理: 将上述驯化培养后的黄花水龙移栽到被治理水域表面, 利用其匍匐茎及根系吸收水中过剩的氮磷营养盐; 每立方被治理水域放置鲜重为 5~20kg 的所述黄花水龙。采用本发明的方法能实现对富营养化地表水的生物原位修复。

1、一种原位修复富营养化地表水的方法，其特征是包括以下步骤：

1)、植物预培养：将采自野外的黄花水龙洗净后，在温室中采用国际水培标准的霍格兰氏营养液驯化培养9~11天；

2)、预处理：当被治理水域中的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度高于0.6 mg/L时，往被治理水域投放微生物数量级为2.5~4.5LogMPN/mL的硝化细菌进行降低氨毒的预处理；否则直接进入步骤3)；

3)、污水治理：将上述驯化培养后的黄花水龙移栽到被治理水域表面，利用其匍匐茎及根系吸收水中过剩的氮磷营养盐；每立方米被治理水域放置鲜重为5~20kg的所述黄花水龙。

2、根据权利要求1所述的原位修复富营养化地表水的方法，其特征是：所述步骤3)后，控制黄花水龙在水面上的覆盖率为60%~80%；当超过上述覆盖率时，需及时去除多余的黄花水龙。

3、根据权利要求2所述的原位修复富营养化地表水的方法，其特征是：所述被治理水域为高度富营养化污染水体，每立方米被治理水域放置鲜重为15~20kg的黄花水龙；所述被治理水域为中度富营养化污染水体，每立方米被治理水域放置鲜重为10~15kg的黄花水龙；所述被治理水域为轻度富营养化污染水体，每立方米被治理水域放置鲜重为5~10kg的黄花水龙。

4、根据权利要求3所述的原位修复富营养化地表水的方法，其特征是：先在被治理水域表面放置能漂浮于水面的八角固定架，再将所述黄花水龙移入八角固定架内。

5、一种原位修复富营养化地表水的方法，其特征是包括以下步骤：

1)、植物预培养：将采自野外的黄花水龙洗净后，在温室中采用国际水培标准的霍格兰氏营养液驯化培养9~11天；

2)、污水治理：将上述驯化培养后的黄花水龙移栽到被治理水域表面，利用

其匍匐茎及根系吸收水中过剩的氮磷营养盐；每立方米被治理水域放置鲜重为5~20kg的所述黄花水龙；

3)、当被治理水域中的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度高于0.6 mg/L时，以黄花水龙为浮床载体间作空心菜，每立方米被治理水域放置鲜重为5~10 kg的空心菜，当空心菜株长高至25~35cm时进行收割。

6、根据权利要求5所述的原位修复富营养化地表水的方法，其特征是：所述步骤3)后，控制黄花水龙在水面上的覆盖率为60%~80%；当超过上述覆盖率时，需及时去除多余的黄花水龙。

7、根据权利要求6所述的原位修复富营养化地表水的方法，其特征是：所述被治理水域为高度富营养化污染水体，每立方米被治理水域放置鲜重为15~20kg的黄花水龙；所述被治理水域为中度富营养化污染水体，每立方米被治理水域放置鲜重为10~15kg的黄花水龙；所述被治理水域为轻度富营养化污染水体，每立方米被治理水域放置鲜重为5~10kg的黄花水龙。

8、根据权利要求7所述的原位修复富营养化地表水的方法，其特征是：先在被治理水域表面放置能漂浮于水面的八角固定架，再将所述黄花水龙移入八角固定架内。

一种原位修复富营养化地表水的方法

技术领域

本发明涉及一种治理富营养化地表水的方法。

背景技术

随着城市迅速发展，而相应的污水处理技术没有与之相适应；导致城市水体环境污染严重，水质日益恶化。城市污水处理厂污水排放标准 GB18918-2002 总氮排放一级标准 A 和 B 标准为 15 和 20mg/L，总磷 A 和 B 标准为 1.0 和 1.5 mg/L，远远超过了 GB3838-2002 V 类水总氮 2.0 mg/L、总磷河流 0.4 mg/L、湖泊水库 0.2 mg/L 的标准。现有污水二级处理对 N、P 去除不大，处理后的尾水排放、雨水径流、底泥等将成为污染水体环境的主要诱因。N、P 等营养元素的输入及溶解氧状况对水体水质的影响巨大，并逐渐成为河流水体不断恶化的重要原因。

污水处理厂投资和运行成本高，且排出的尾水大大超出自然水体的自净能力。尽管生活污水和工业污水经过了污水处理厂的处理，但是处理后的排放水的氮磷浓度依然使地表水大大超过 GB3838-2002 V 类水标准，如何降低水中氮磷是一个世界性难题。利用植物系统修复是一种行之有效的方法，因为水生植物吸收、吸附并移走从而能带出水中的氮磷等营养物质，同时水生植物根区的微环境为一些厌氧和好氧细菌生长提供平台，能更好地发挥微生物在水体净化中的作用。

黄花水龙 (*Jussiaea repens* L.) 属柳叶菜科水龙属，又名过塘蛇，多

年生水生草本，通常匍匐于水田中或浮出水面上。全株无毛，茎圆柱形，基部匍匐状，由节部生出多数须根，上升茎高约30cm。叶互生，长圆柱倒披针形至倒卵形，长3-7cm，宽1-2 cm，全缘，先端钝形或稍尖，羽状脉明显，基部狭窄成柄，两侧具有小而似托叶的腺体。花两性，单生于叶腋，白色或淡黄色，花梗长3-4cm，在花梗与子房相接处常有鳞片状小苞片2；花萼筒状，萼筒状子房贴生，裂片5，披针形，长6-7mm，外面疏被长柔毛；花瓣5，倒卵形，顶部稍凹入；雄蕊10，呈两轮；子房下位，外面疏被长柔毛，花柱1，柱头头状，膨大，5浅裂。蒴果圆柱形，长2-3cm，径约3mm，具有宿存的花萼，光滑或有时生长柔毛。种子多数。分布于长江以南各地、世界热带和亚热带地区；生于池塘中，水田中或沟渠中。有性繁殖即播种繁殖，在3-4月进行播种繁殖，也可进行分株繁殖，繁殖季节为春夏两季。

如何利用黄花水龙的上述特性来治理富营养化的地表水，是人们迫切希望解决的问题。

发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种原位修复富营养化地表水的方法，使用该方法能实现对富营养化地表水的生物原位修复。

为了解决上述技术问题，本发明提供一种原位修复富营养化地表水的方法，包括以下步骤：

1)、植物预培养：将采自野外的黄花水龙洗净后，在温室中采用国际水培标准的霍格兰氏（Hogland）营养液驯化培养9~11天；

2)、预处理：当被治理水域中的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度高于0.6 mg/L时，往被治理水域投放微生物数量级为2.5~4.5LogMPN/mL的硝化细菌进行降低氨毒的预处

理；否则直接进入步骤3)；

3)、污水治理：将上述驯化培养后的黄花水龙移栽到被治理水域表面，利用其匍匐茎及根系吸收水中过剩的氮磷营养盐；每立方被治理水域放置鲜重为5~20kg的所述黄花水龙。

作为本发明的原位修复富营养化地表水的方法的改进：步骤3)后，控制黄花水龙在水面上的覆盖率为60%~80%；当超过上述覆盖率时，需及时去除多余的黄花水龙。

作为本发明的原位修复富营养化地表水的方法的进一步改进：被治理水域为高度富营养化污染水体，每立方被治理水域放置鲜重为15~20kg的黄花水龙；被治理水域为中度富营养化污染水体，每立方被治理水域放置鲜重为10~15kg的黄花水龙；被治理水域为轻度富营养化污染水体，每立方被治理水域放置鲜重为5~10kg的黄花水龙。

作为本发明的原位修复富营养化地表水的方法的进一步改进：先在被治理水域表面放置能漂浮于水面的八角固定架，再将所述黄花水龙移入八角固定架内。

本发明还同时提供了另一种原位修复富营养化地表水的方法，包括以下步骤：

1)、植物预培养：将采自野外的黄花水龙洗净后，在温室中采用国际水培标准的霍格兰氏营养液驯化培养9~11天；

2)、污水治理：将上述驯化培养后的黄花水龙移栽到被治理水域表面，利用其匍匐茎及根系吸收水中过剩的氮磷营养盐；每立方米被治理水域放置鲜重为5~20kg的所述黄花水龙；

3)、当被治理水域中的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度高于0.6 mg/L时,以黄花水龙为浮床载体间作空心菜,每立方米被治理水域放置鲜重为5~10 kg的空心菜,当空心菜株长高至25~35cm时进行收割。

作为本发明的原位修复富营养化地表水的方法的改进:步骤3)后,控制黄花水龙在水面上的覆盖率为60%~80%;当超过上述覆盖率时,需及时去除多余的黄花水龙。

作为本发明的原位修复富营养化地表水的方法的进一步改进:被治理水域为高度富营养化污染水体,每立方米被治理水域放置鲜重为15~20kg的黄花水龙;所述被治理水域为中度富营养化污染水体,每立方米被治理水域放置鲜重为10~15kg的黄花水龙;所述被治理水域为轻度富营养化污染水体,每立方米被治理水域放置鲜重为5~10kg的黄花水龙。

作为本发明的原位修复富营养化地表水的方法的进一步改进:先在被治理水域表面放置能漂浮于水面的八角固定架,再将所述黄花水龙移入八角固定架内。

在本发明中,高度、中度、轻度这三种不同程度的富营养化污染水体,是根据王明翠等的《湖泊富营养化评价方法及分级标准》(《中国环境监测》2002年第5期)来定义的。

本发明的设计理念是通过种植漂浮水生植物—黄花水龙,大量吸收水体中的氮磷等营养盐,并贮存于植物体内,定期或视黄花水龙的生长覆盖量及时收割掉部分黄花水龙,从而可以从水体中带走大量氮磷等营养盐,同时分泌抑藻物质,抑制藻类繁殖。

在本发明中,利用了植物及植物-微生物相互作用能吸收大量营养物质的

原理；具有修复污染水体成本低、效果好的优点。从发明人对几种水生植物除氮磷效果筛选的试验结果分析，黄花水龙在富营养化地表水中去除氮磷效果较好。黄花水龙的茎匍匐于水面上，可形成天然浮床，是一种作为富营养化地表水的原位修复和控制技术的材料，它可以直接从水体中去除营养物，不会对沉积物中的营养成分再次利用；能对水进行原位处理，且不另外占用土地；它还能适应各种水深，管理和收获比凤眼莲、大漂等容易。目前在生物修复中广泛应用的植物，例如黑麦草、水芹、香根草、空心菜和美人蕉等等，均为陆生植物，需要浮体承载，导致费用较高。而黄花水龙无需浮体承载，能降低成本；而且黄花水龙还是一种湖羊牧草，二次利用前景广泛。因此黄花水龙与上述陆生植物相比有无可比拟的优势，所以利用黄花水龙净化不同富营养化程度的地表水有十分重要的现实意义。

黄花水龙是多年生草本，生命周期长，在高温条件下生长更旺盛，在亚热带地区黄花水龙一年中有10个月能起到维持良好水质的作用。因此黄花水龙可以作为一种很好的植物材料去除氮污染的富营养化水体，如果水中的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度过高，则需要加相关的措施如添加硝化细菌等来提高水体的硝化作用能力，或与吸收 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 能力强的植物如空心菜等处理氮污染水体，提高 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 的去除率。黄花水龙还可以作为一种天然的浮床载体，同时间作香根草等陆生植物，对于这种植物材料还有待于进一步的研究应用。

本发明的富营养化地表水的生物原位修复方法，是利用水上种植漂浮水生植物-黄花水龙，通过黄花水龙发达的根系及其匍匐于水面的茎大量吸收富营养化水体中的氮磷营养盐，并向上运输到植物上部；定期或视黄花水龙的生长覆盖水面的密度进行植物收获，并将收获后的植物材料作为湖羊的饲料，

或转移到其他地方集中资源化处理，如制成有机肥，回收植物残株中可利用的元素。因此本发明的富营养化地表水的生物原位修复方法，可以从富营养化水体中带走大量的氮磷营养盐，净化水质；同时分泌抑藻物质，抑制藻类繁殖，实现富营养化地表水生物原位修复的目标。与传统的富营养化地表水的修复治理方法相比，本发明的富营养化地表水的生物原位修复方法，在“环境-植物-动物-人类”之间建立良好的循环体系；无二次污染，且可绿化美化环境，还具有投资少、维护成本低、工程量适当、管理技术要求低等优点。黄花水龙会开出很多黄色的小花，因此治水的同时还可以带给人们美好的视觉效果。

为了证明本发明的治理富营养化地表水的方法的实际治理效果，进行了如下的实际应用示例。

示例 1:

处理污水取自浙江杭州浙江大学华家池，以此配制轻度富营养程度的污水，底泥取自杭州西湖。处理开始前轻度富营养化水体中的总氮（TN）、氨氮（ NH_4^+ ）、硝态氮（ NO_3^- ）、亚硝态氮（ NO_2^- ）和总磷（TP）的浓度分别为1.5mg/L、0.40 mg/L、0.9 mg/L、0.201 mg/L、0.49 mg/L。按照本发明的富营养化地表水的生物原位修复方法进行污水处理称为发明组，按照现有技术处理的称为对照组，包括：（1）轻度富营养程度的污水（对照）；（2）轻度富营养程度的污水+黄花水龙；（3）轻度富营养程度的污水+底泥（对照）；（4）轻度富营养程度的污水+底泥+黄花水龙。每立方米被治理水域放置8 kg（鲜重）黄花水龙。实验进行20天后，水质有明显改善：不加底泥的处理中TN减少66.7%，TP减少71.4%，氨氮减少80%，亚硝态氮减少88.6%；加底泥的处理中TN减少

53.3%，TP减少30.7%，氨氮减少85%，亚硝态氮减少58.2%，具体数值见表1。

表1 黄花水龙对轻度富营养化程度污水中的氮(TN、NH₄⁺、NO₃⁻和NO₂⁻)和磷(TP)的去除效果

处理	处理 时间 (天)	浓度 (mg/L)				
		TN	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	TP
轻度富营养程度污水(对照)	0	1.5	0.40	0.9	0.201	0.49
轻度富营养程度污水(对照)	5	0.9	0.28	0.4	0.005	0.14
轻度富营养程度污水(对照)	20	2.1	0.71	0.4	0.015	0.11
轻度富营养程度污水+黄花水龙	0	1.5	0.40	0.9	0.201	0.49
轻度富营养程度污水+黄花水龙	5	0.7	0.15	0.3	0.004	0.10
轻度富营养程度污水+黄花水龙	20	0.5	0.08	0.3	0.023	0.14
轻度富营养程度污水+底泥(对照)	0	1.5	0.40	0.9	0.201	0.49
轻度富营养程度污水+底泥(对照)	5	1.8	0.84	0.7	0.038	0.38
轻度富营养程度污水+底泥(对照)	20	3.4	2.14	0.8	0.204	0.19
轻度富营养程度污水+底泥+黄花水龙	0	1.5	0.40	0.9	0.201	0.49
轻度富营养程度污水+底泥+黄花水龙	5	1.0	0.17	0.5	0.053	0.27
轻度富营养程度污水+底泥+黄花水龙	20	0.7	0.06	0.4	0.084	0.34

示例 2:

处理污水取自浙江杭州浙江大学华家池，以此配制中度富营养程度的污

水,底泥取自杭州西湖。处理开始前中度富营养化水体中的总氮(TN)、氨氮(NH_4^+)、硝态氮(NO_3^-)、亚硝态氮(NO_2^-)和总磷(TP)的浓度分别为4.3mg/L、0.54 mg/L、3.0 mg/L、0.751 mg/L、0.9 mg/L。按照本发明的富营养化地表水的生物原位修复方法进行污水处理称为发明组,按照现有技术处理的称为对照组,包括:(1)中度富营养程度的污水(对照);(2)中度富营养程度的污水+黄花水龙;(3)中度富营养程度的污水+底泥(对照);(4)中度富营养程度的污水+底泥+黄花水龙。每立方米被治理水域放置12 kg(鲜重)水龙。实验进行20天后,水质有明显改善:不加底泥的处理中TN减少74.4%,TP减少43.3%,氨氮减少81.5%,亚硝态氮减少99.7%;加底泥的处理中TN减少55.8%,TP减少43.3%,氨氮减少80.0%,亚硝态氮减少95.2%,具体数值见表2。

表2 黄花水龙对中度富营养化程度污水中的氮(TN、 NH_4^+ 、 NO_3^- 和 NO_2^-)和磷(TP)的去除效果

处理	处理时间(天)	浓度(mg/L)				
		TN	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-	TP
中度富营养程度污水(对照)	0	4.3	0.54	3.0	0.751	0.90
中度富营养程度污水(对照)	5	3.5	0.31	2.4	0.778	0.62
中度富营养程度污水(对照)	20	3.6	0.57	3.0	0.002	0.58
中度富营养程度污水+黄花水龙	0	4.3	0.54	3.0	0.751	0.90
中度富营养程度污水+黄花水龙	5	2.8	0.31	0.7	0.731	0.60
中度富营养程度污水+黄花水龙	20	1.1	0.10	0.6	0.002	0.51
中度富营养程度污水+底泥(对照)	0	4.3	0.54	3.0	0.751	0.90

中度富营养程度污水+底泥（对照）	5	5.1	3.09	0.7	0.640	0.40
中度富营养程度污水+底泥（对照）	20	4.1	2.01	1.7	0.008	0.15
中度富营养程度污水+底泥+黄花水龙	0	4.3	0.54	3.0	0.751	0.90
中度富营养程度污水+底泥+黄花水龙	5	3.4	0.34	1.0	0.244	0.55
中度富营养程度污水+底泥+黄花水龙	20	1.9	0.13	0.6	0.036	0.51

示例3:

处理污水取自浙江杭州浙江大学华家池，以此配制高富营养程度的污水，底泥取自杭州西湖。处理开始前高度富营养化水体中的总氮(TN)、氨氮(NH_4^+)、硝态氮(NO_3^-)、亚硝态氮(NO_2^-)和总磷(TP)的浓度分别为18.0mg/L、5.70 mg/L、11.0 mg/L、1.30 mg/L、1.46 mg/L。按照本发明的富营养化地表水的生物原位修复方法进行污水处理称为发明组，按照现有技术处理的称为对照组，包括：(1) 高度富营养程度的污水（对照）；(2) 高度富营养程度的污水+黄花水龙；(3) 高度富营养程度的污水+底泥（对照）；(4) 高度富营养程度的污水+底泥+黄花水龙。发明组中，由于氨氮(NH_4^+)的浓度为5.70 mg/L，因此先往被治理水域投放微生物数量级为4LogMPN/mL的硝化细菌进行降低氨毒的预处理；然后每立方米被治理水域再放置约16 kg（鲜重）水龙。实验进行20天后，水质有明显改善：不加底泥的处理中TN减少47.2%，TP减少54.8%，氨氮减少64.7%，亚硝态氮减少88.2%；加底泥的处理中TN减少74.4%，

TP减少43.8%，氨氮减少 72.4%，亚硝态氮减少96.4%，具体数值见表3。

表 3 黄花水龙对重度富营养化程度污水中的氮(TN、NH₄⁺、NO₃⁻和 NO₂⁻)和磷(TP)的去除效果

处理	处理时间 (天)	浓度 (mg/L)				
		TN	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	TP
高度富营养程度污水 (对照)	0	18.0	5.70	11.0	1.300	1.46
高度富营养程度污水 (对照)	5	17.3	4.67	10.0	2.982	1.44
高度富营养程度污水 (对照)	20	18.7	4.03	10.2	2.115	1.48
高度富营养程度污水+黄花水龙	0	18.0	5.70	11.0	1.300	1.46
高度富营养程度污水+黄花水龙	5	15.3	4.67	4.4	3.056	1.09
高度富营养程度污水+黄花水龙	20	9.5	2.01	1.3	0.469	0.66
高度富营养程度污水+底泥 (对照)	0	18.0	5.70	11.0	1.300	1.46
高度富营养程度污水+底泥 (对照)	5	17.0	7.03	6.0	2.181	1.41
高度富营养程度污水+底泥 (对照)	20	10.0	7.33	0.4	0.214	1.43
高度富营养程度污水+底泥+黄花水龙	0	18.0	5.70	11.0	1.300	1.46
高度富营养程度污水+底泥+黄花水龙	5	12.1	3.41	3.4	3.805	1.12
高度富营养程度污水+底泥+黄花水龙	20	4.6	1.58	0.4	0.043	0.82

示例 4

该实例是将利用黄花水龙进行富营养化地表水生物原位修复的技术应用到实际污水治理中，即在一重度富营养化地表水（采荷公园池塘，杭州）上移栽水龙种苗于八角架（由 PVC 塑料管制成）固定，以避免植物在水面上乱

漂，达到美化景观的效果。每立方被治理水域放置鲜重为 16kg 的黄花水龙；然后以黄花水龙为浮床载体间作空心菜，每立方被治理水域放置鲜重为 8kg 的空心菜（此空心菜株高为 15cm）。当空心菜株长高至 25~35cm 时进行收割，且需控制黄花水龙在水面上的覆盖率为 60%~80%；当超过上述覆盖率时，需及时去除多余的黄花水龙。由于水龙的生命周期较长，因此该处理时间也较长，处理期间及时进行植物的管理与收获，最后该处理水域的氮、磷等各项水质指标均有明显改善，具体数值见表 4。结果表明，重度富营养化水体经黄花水龙生长治理 4 个月后，水体透明度从 32cm 提高到 155 cm；TN 减少 66.9%，TP 减少了 58.8%；氨氮减少 76.6%，亚硝态氮减少 86.4%，叶绿素 a 减少了 84.9%，藻类生长完全得到抑制。具体结果见表 4。

表 4 在实际重度富营养化地表水（采荷公园池塘，杭州）处理中各项水质指标的变化

总氮 (TN, mg/L)	氨氮 (NH_4^+ , mg/L)	亚硝态氮 (NO_2^- , mg/L)	总磷 (TP, mg/L)	叶绿素 a (Chla, mg/ml)	透明度 (米)
2.45	2.17	0.059	0.34	82.6	0.32
0.81	0.50	0.008	0.14	12.5	1.55

具体实施方式

实施例1、利用黄花水龙原位修复富营养化地表水的方法，依次进行以下步骤：

1)、植物预培养：将采自野外的黄花水龙洗净后，在温室中采用国际水培标准的霍格兰氏营养液驯化培养10天；温室的温度一般控制在20~25℃。

2)、污水治理：先在被治理水域表面放置能漂浮于水面的八角固定架，再将上述黄花水龙移入八角固定架内，黄花水龙就浮于八角固定架内的水面

上；利用黄花水龙匍匐茎及根系吸收水中过剩的氮磷营养盐；每立方被治理水域放置鲜重为5~20kg的所述黄花水龙。具体为：当被治理水域为高度富营养化污染水体，每立方被治理水域放置鲜重为15~20kg的黄花水龙；当被治理水域为中度富营养化污染水体，每立方被治理水域放置鲜重为10~15kg的黄花水龙；当被治理水域为轻度富营养化污染水体，每立方被治理水域放置鲜重为5~10kg的黄花水龙。

八角固定架可由PVC塑料管制成，PVC塑料管内充泡沫材料。将黄花水龙移入八角固定架内，可避免植物在水面上乱漂；且若干个八角固定架可以自由组合成多种样式，比如花形等图案，净化水的同时还可以达到美化景观的效果。

3)、控制黄花水龙在水面上的覆盖率为 60%~80%；当超过上述覆盖率时，需及时去除多余的黄花水龙，转移出的植物在其他地方进行集中资源化处理。

实施例2、利用黄花水龙原位修复富营养化地表水的方法，此被治理水域中的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度高于0.6 mg/L，因此在实施例1的步骤1)和2)之间增加下述步骤，其余同实施例1：

在被治理水域中按照每毫升水中投放微生物数量级为2.5~4.5LogMPN（例如为3.5 LogMPN）的硝化细菌的比例进行降低氨毒的预处理。

实施例3、利用黄花水龙原位修复富营养化地表水的方法，此被治理水域中的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度高于0.6 mg/L，因此在实施例1的步骤2)和3)之间增加下述步骤，其余同实施例1：

以黄花水龙为浮床载体间作空心菜，每立方被治理水域放置鲜重为5~10

kg的空心菜（此空心菜株高为12~17cm），当空心菜株长高至25~35cm时需及时收割空心菜。

最后，还需要注意的是，以上列举的仅是本发明的若干个具体实施例。显然，本发明不限于以上实施例，还可以有许多变形。本领域的普通技术人员能从本发明公开的内容直接导出或联想到的所有变形，均应认为是本发明的保护范围。