



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106007195 A

(43)申请公布日 2016.10.12

(21)申请号 201610505015.2

(22)申请日 2016.06.27

(71)申请人 浙江水利水电学院

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教东区  
学府街508号

(72)发明人 刘学应 蒋乐斌

(74)专利代理机构 杭州华鼎知识产权代理事务  
所(普通合伙) 33217

代理人 胡根良

(51)Int.Cl.

C02F 9/14(2006.01)

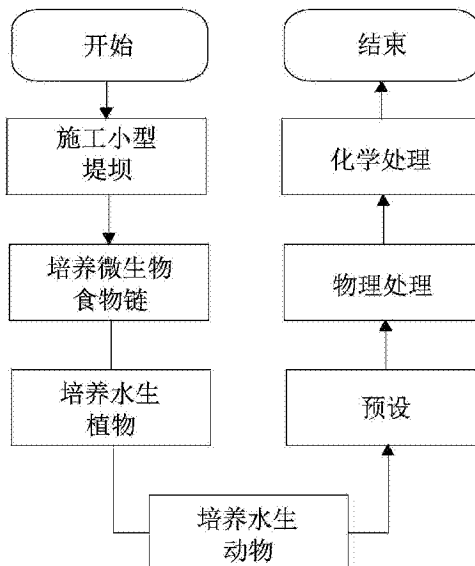
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法

(57)摘要

本发明公开了一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法,具体步骤为:(1)在湿地河流中建造小型堤坝;(2)微生物食物链培养,水生植物培养,水生动物培养;(3)预设上游堤坝与下游堤坝的启闭时间;(4)物理方法处理水质;(5)化学方法处理水质。由此可见,本发明针对现有技术中的缺陷,在人工湿地公园中建造向下堤坝,并在堤坝内划分物理处理区与化学处理区,进而有规律的对湿地景观中的水资源进行物理处理与化学处理,相比较现有技术,本发明对水质处理更具控制力及调控力,避免与外界因素而影响处理效果,显著提升人工湿地景观公园的水环境。



CN 106007195 A

1. 一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法,其特征在于包括如下步骤:

(1)在湿地河流中建造小型堤坝,包括上游堤坝与下游堤坝,上游河水可流入上游堤坝,再由下游堤坝流入下游;然后在上游堤坝与下游堤坝之间建立物理处理区及化学处理区;

(2)生物培养:a、培养微生物食物链,包括菌类、藻类、原生动物及后生动物;b、将微生物食物链移植到基质上,形成生物膜,将该生物膜投入到湿地河流中;c、种植水生植物,在湿地河流中形成比较稳定的水生植物层;d、培养水生动物;

(3)预设上游堤坝与下游堤坝的启闭时间;

(4)物理处理:上游堤坝打开,河水进入物理处理区,物理处理区的水位上升至额定水位后,上游堤坝关闭;借助投料管向河水中匀速的投放硫酸铁,并静置12h;12h后,将物理处理后的河水通入化学处理区,而后进行底泥疏浚,底泥疏浚后对下一批河水进行物理处理;

(5)化学处理:采用臭氧-生物活性炭法对河水进行化学处理,持续处理3小时后,下游堤坝打开,河水通过下游堤坝排出,而后进行底泥疏浚,底泥疏浚后对下一批河水进行化学处理。

2. 根据权利要求1所述一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法,其特征在于:所述步骤(2)中建造小型堤坝具体过程中:首先建造上游堤坝与下游堤坝,并在上游堤坝与下游堤坝上建造控制站;然后在上游堤坝上安装抽水泵,下游堤坝上安装抽水泵,物理处理区与化学处理区安装抽水泵,抽水泵均由控制站控制;同时,在物理处理区与化学处理区分别安装水位计,水位计由控制站连出。

3. 根据权利要求1所述一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法,其特征在于:所述步骤(1)中建立物理处理区与化学处理区后,在物理处理区与化学处理区之间增加一层过滤网膜,并在过滤网膜上铺设生物膜。

4. 根据权利要求1所述一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法,其特征在于:所述步骤(3)中预设上游堤坝与下游堤坝的启闭时间具体过程为:预设过程在控制站中完成,首先计算物理处理时间与化学处理时间,上游堤坝根据物理处理时间预设打开间隔,并预设上游堤坝打开持续时间;下游堤坝根据物理处理时间与化学处理时间总和预设打开间隔,并预设下游堤坝打开持续时间。

5. 根据权利要求2所述一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法,其特征在于:所述步骤(4)中上游堤坝打开的具体过程为:首先控制站控制上游堤坝打开,并启动上游堤坝的抽水泵,河水进入物理处理区,当水位到达目标水位后,控制站控制上游堤坝关闭。

6. 根据权利要求1所述一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法,其特征在于:所述步骤(4)中投放硫酸铁之前进行循环过滤,使河水在物理处理区内循环流动15min。

7. 根据权利要求1所述一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法,其特征在于:所述步骤(4)中投放硫酸铁的速率为3-10kg/min。

8. 根据权利要求1所述一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法,其特征在于:所述步骤(4)中底泥疏浚的具体过程为:物理处理区的底部均匀开设有泥浆孔,泥浆孔的下部安装有泥浆泵,底泥疏浚时,打开泥浆泵,疏浚5min。

9. 根据权利要求1所述一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法,其特征在于:所述步骤(5)中臭氧-生物活性炭法具体过程为:首先通入臭氧,在臭氧氧化1h后进行砂滤,砂

滤后曝气;曝气30min后,通入生物活性炭,吸附1.5h。

## 一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种水质处理方法,尤其是一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法。

### 背景技术

[0002] 湿地公园是以具有一定规模的湿地景观为主体,在对湿地生态系统及其功能进行充分保护的基础上,对湿地进行适度开发,可供人们开展科学研究、科普教育,以及适度的生态旅游的湿地区域。

[0003] 人工湿地是由天然湿地发展而来的,通过模拟天然湿地的结构和功能,选择一定的地理位置与地形,根据人们的需要人为设计和建造的湿地生态系统,包括人工栖息地湿地、人工洪水控制湿地、人工水产养殖湿地等,其设计和建造是通过在湿地自然生态系统中的物理、化学和生物作用的优化组合来进行废水处理的。复合生态湿地是人工湿地技术的一种形式,多见于野外湖库周边富营养化水体的治理。人工湿地具有以下几方面的特点:

[0004] (1)适用面广,可以小型化和分散式建设;

[0005] (2)处理效果好,可实现污水处理的资源化;

[0006] (3)对负荷变化适应能力强;

[0007] (4)基建投资费用低,运行费用低;

[0008] (5)运行操作简便,管理工作量低,不需要复杂的自控系统进行;

[0009] 就目前而言的人工湿地,众多景观水体水质都发生着不同程度的水质恶化,尤其是有机物及氮、磷等物质的严重超标致使水质亏氧,富营养化严重,失去其原来所应该具备的景观功能和对周边环境的调节作用。景观水体的治理一般可以分为物理、化学、生物及生态修复等方法。现有的水质处理方法缺乏自主调控能力,水质处理存在不确定性,故处理效果较差。

### 发明内容

[0010] 本发明的目的在于提供一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法,针对现有技术中的缺陷,在人工湿地公园中建造向下堤坝,并在堤坝内划分物理处理区与化学处理区,进而有规律的对湿地景观中的水资源进行物理处理与化学处理,相比较现有技术,本发明对水质处理更具控制力及调控力,避免与外界因素而影响处理效果,显著提升人工湿地景观公园的水环境。

[0011] 为了解决上述技术问题,采用如下技术方案:

[0012] 一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法,其特征在于包括如下步骤:

[0013] (1)在湿地河流中建造小型堤坝,包括上游堤坝与下游堤坝,上游河水可流入上游堤坝,再由下游堤坝流入下游;然后在上游堤坝与下游堤坝之间建立物理处理区及化学处理区;

[0014] (2)生物培养:a、培养微生物食物链,包括菌类、藻类、原生动物及后生动物;b、将

微生物食物链移植到基质上,形成生物膜,将该生物膜投入到湿地河流中;c、种植水生植物,在湿地河流中形成比较稳定的水生植物层;d、培养水生动物;

[0015] (3)预设上游堤坝与下游堤坝的启闭时间;

[0016] (4)物理处理:上游堤坝打开,河水进入物理处理区,物理处理区的水位上升至额定水位后,上游堤坝关闭;借助投料管向河水中匀速的投放硫酸铁,并静置12h;12h后,将物理处理后的河水通入化学处理区,而后进行底泥疏浚,底泥疏浚后对下一批河水进行物理处理;

[0017] (5)化学处理:采用臭氧-生物活性炭法对河水进行化学处理,持续处理3小时后,下游堤坝打开,河水通过下游堤坝排出,而后进行底泥疏浚,底泥疏浚后对下一批河水进行化学处理。

[0018] 优选后,步骤(2)中建造小型堤坝具体过程中:首先建造上游堤坝与下游堤坝,并在上游堤坝与下游堤坝上建造控制站;然后在上游堤坝上安装抽水泵,下游堤坝上安装抽水泵,物理处理区与化学处理区安装抽水泵,抽水泵均由控制站控制;同时,在物理处理区与化学处理区分别安装水位计,水位计由控制站连出。控制站宏观的调控抽水泵、水位计、上游堤坝及下游堤坝,使其相互协调工作,促使水质处理有序进行。

[0019] 优选后,步骤(1)中建立物理处理区与化学处理区后,在物理处理区与化学处理区之间增加一层过滤网膜,并在过滤网膜上铺设生物膜。过滤网膜能够过滤掉在物理处理区内凝聚的杂质,并借助生物膜分解,防止杂质跑到化学处理区内。

[0020] 优选后,步骤(3)中预设上游堤坝与下游堤坝的启闭时间具体过程为:预设过程在控制站中完成,首先计算物理处理时间与化学处理时间,上游堤坝根据物理处理时间预设打开间隔,并预设上游堤坝打开持续时间;下游堤坝根据物理处理时间与化学处理时间总和预设打开间隔,并预设下游堤坝打开持续时间。通过预设上游堤坝与下游堤坝的启闭时间,实现自动控制作业,操作十分简便。

[0021] 优选后,步骤(4)中上游堤坝打开的具体过程为:首先控制站控制上游堤坝打开,并启动上游堤坝的抽水泵,河水进入物理处理区,当水位到达目标水位后,控制站控制上游堤坝关闭。

[0022] 优选后,步骤(4)中投放硫酸铁之前进行循环过滤,使河水在物理处理区内循环流动15min。

[0023] 优选后,步骤(4)中投放硫酸铁的速率为3-10kg/min。

[0024] 优选后,步骤(4)中底泥疏浚的具体过程为:物理处理区的底部均匀开设有泥浆孔,泥浆孔的下部安装有泥浆泵,底泥疏浚时,打开泥浆泵,疏浚5min。

[0025] 优选后,步骤(5)中臭氧-生物活性炭法具体过程为:首先通入臭氧,在臭氧氧化1h后进行砂滤,砂滤后曝气;曝气30min后,通入生物活性炭,吸附1.5h。

[0026] 由于采用上述技术方案,具有以下有益效果:

[0027] 本发明为一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法,针对现有技术中的缺陷,在人工湿地公园中建造向下堤坝,并在堤坝内划分物理处理区与化学处理区,进而有规律的对湿地景观中的水资源进行物理处理与化学处理,相比较现有技术,本发明对水质处理更具控制力及调控力,避免与外界因素而影响处理效果,显著提升人工湿地景观公园的水环境。其具体有益效果表现为以下几点:

[0028] 1、湿地河流中建造上游堤坝与下游堤坝，一部分河水通过上游堤坝流入物理处理区，经物理处理后流入化学处理区；同时，下一批河水进入物理处理区，重复上述物理处理过程；流入化学处理区的河水接受化学处理，经处理后通过下游堤坝流入下游，而后下一批河水经物理处理后流入化学处理区，如此循环往复，实现不间断、分批次水质处理，不仅操作简便，省时省力，节约劳动力；而且处理效果理想，水中的悬浮固体、氮、磷、重金属及有机物的含量显著下降，改善湿地景观公园的水环境。

[0029] 2、在湿地景观公园培养微生物食物链，发挥了生物分解作用，即：水中有机物→菌类、藻类→原生动物→后生动物→水质净化。在短时间内污染物被菌类藻类吞食，而菌类、藻类又被轮虫和水蚤的原生动物吞食，原生动物则被鱼虾类小型动物吞食，水体中形成了完整的食物链，最终的结果是湿地景观公园的水质被净化，改善了湿地景观公园的水环境，获得了良好的社会经济环境效益。

[0030] 3、植物根系对氮、磷具有吸附、截留和促进沉降等作用。漂浮植物发达的根系与水体接触面积很大，能形成一道密集过滤层。当水流经过时，不溶性胶体会被根系吸附或截留。与此同时，粘附于根系的细菌在进入内源呼吸阶段后会发生凝聚，把悬浮性的有机物和新陈代谢产物沉降下来。

[0031] 4、微生物和水生植物相辅相成，植物发达的根系不但为微生物的附着、栖生、繁殖提供了场所，而且还能分泌一些有机物促进微生物的代谢。一方面，微生物能将水中的有机态氮、磷和非溶解性氮、磷降解成溶解性小分子，继续被植物体吸收利用；另一方面，由于在水生高等植物根系存在富氧与缺氧区，为微生物脱氮过程提供了良好的环境条件；一部分氨氮和硝态氮直接通过硝化—反硝化过程得以去除。因此，尽管微生物起着直接作用，但植物的生理代谢活动也是不可缺少的。

[0032] 5、加硫酸铁起絮凝作用，在物理处理区内促进悬浮固体等杂质凝聚成颗粒状杂质并沉降，从而以物理方法除去悬浮固体，效果显著。

[0033] 6、底泥疏浚能够削减沉积物中的营养物、重金属和有机物等污染物含量，进一步提升物理处理效果。

[0034] 7、臭氧-生物活性炭法能杀灭细菌，迅速而广泛地氧化分解水中的大部分有机物，有效地除色、浊、臭味，除铁锰、硫化物、酚、农药等，并借助生物活性炭对其进行吸收。

## 附图说明

[0035] 下面结合附图对本发明作进一步说明：

[0036] 图1为本发明一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法的流程图；

[0037] 图2为本发明中微生物食物链的金字塔示意图。

## 具体实施方式

[0038] 本发明为一种适用于人工湿地景观公园的水质处理方法，针对现有技术中的缺陷，在人工湿地公园中建造向下堤坝，并在堤坝内划分物理处理区与化学处理区，进而有规律的对湿地景观中的水资源进行物理处理与化学处理；具体包括如下步骤：

[0039] (1)在湿地河流中建造小型堤坝，包括上游堤坝与下游堤坝，上游河水可流入上游堤坝，再由下游堤坝流入下游；然后在上游堤坝与下游堤坝之间建立物理处理区及化学处

理区；建造过程中，首先建造上游堤坝与下游堤坝，并在上游堤坝与下游堤坝上建造控制站，控制站控制上游堤坝与下游堤坝开启或者关闭；然后在上游堤坝上安装抽水泵，上游堤坝进水时，该抽水泵工作；下游堤坝上安装抽水泵，下游堤坝出水时，该抽水泵工作；物理处理区与化学处理区安装抽水泵，物理处理区与化学处理区水流交换时，该抽水泵工作；抽水泵均由控制站控制；同时，在物理处理区与化学处理区分别安装水位计，水位计由控制站连出。

[0040] 湿地河流中建造上游堤坝与下游堤坝，一部分河水通过上游堤坝流入物理处理区，经物理处理后流入化学处理区；同时，下一批河水进入物理处理区，重复上述物理处理过程；流入化学处理区的河水接受化学处理，经处理后通过下游堤坝流入下游，而后下一批河水经物理处理后流入化学处理区，如此循环往复，实现不间断、分批次水质处理，不仅操作简便，省时省力，节约劳动力；而且处理效果理想，水中的悬浮固体、氮、磷、重金属及有机物的含量显著下降，改善湿地景观公园的水环境。

[0041] 物理处理区与化学处理区之间增加有一层过滤网膜，并在过滤网膜上铺设生物膜。过滤网膜能够过滤掉在物理处理区内凝聚的杂质，并借助生物膜分解，防止杂质跑到化学处理区内。

[0042] (2)生物培养：

[0043] a、培养微生物食物链(如图2所示)，包括菌类、藻类、原生动物及后生动物；将微生物食物链移植到基质上，形成生物膜，将该生物膜投入到湿地河流中；该微生物食物链，发挥了生物分解作用，关系如下：水中有机物→菌类、藻类→原生动物→后生动物→水质净化；水中的有机物。在短时间内污染物被菌类藻类吞食，而菌类、藻类又被轮虫和水蚤的原生动物吞食，原生动物则被鱼虾类小型动物吞食，水体中形成了完整的食物链，最终的结果是湿地景观公园的水质被净化，改善了湿地景观公园的水环境，获得了良好的社会经济环境效益。

[0044] c、种植水生植物，在湿地河流中形成比较稳定的水生植物层；植物根系对氮、磷具有吸附、截留和促进沉降等作用。漂浮植物发达的根系与水体接触面积很大，能形成一道密集过滤层。当水流经过时，不溶性胶体会被根系吸附或截留。与此同时，粘附于根系的细菌在进入内源呼吸阶段后会发生凝聚，把悬浮性的有机物和新陈代谢产物沉降下来。水生植物的选择可参照表1：

[0045] 表1四类水生植物

[0046]

|      | 生长特点               | 代表种类  |
|------|--------------------|-------|
| 挺水植物 | 根茎生于底泥汇总，植物体上部挺出水面 | 芦苇、香蒲 |

[0047]

|      |                           |         |
|------|---------------------------|---------|
| 漂浮植物 | 植物体完全漂浮与水面，有适应漂浮生物的特殊组织结构 | 凤眼莲、浮萍  |
| 浮叶植物 | 根茎生于底泥，叶漂浮于水面             | 睡莲，荇菜   |
| 沉水植物 | 植物体完全沉于水气面以下，根扎于底泥        | 狐尾藻、金鱼藻 |

[0048] d、培养水生动物，湿地景观公园中的污染物(内含有机物)，成为了公园水体中的食物链底层营养物，在短时间内，污染物被菌类、藻类吞食，而菌类、藻类又被轮虫和水蚤的原生动物吞食，原生动物则被鱼虾类小型动物吞食，水体中形成了完整的食物链，最终的结果是湿地景观公园的水清澈见底，可见度可达数米。

[0049] 同时，微生物和水生植物相辅相成，植物发达的根系不但为微生物的附着、栖生、繁殖提供了场所，而且还能分泌一些有机物促进微生物的代谢。一方面，微生物能将水中的有机态氮、磷和非溶解性氮、磷降解成溶解性小分子，继续被植物体吸收利用；另一方面，由于在水生高等植物根系存在富氧与缺氧区，为微生物脱氮过程提供了良好的环境条件；一部分氨氮和硝态氮直接通过硝化——反硝化过程得以去除。因此，尽管微生物起着直接作用，但植物的生理代谢活动也是不可缺少的。

[0050] (3)预设上游堤坝与下游堤坝的启闭时间；在控制站中预设，具体过程为：首先计算物理处理时间与化学处理时间，上游堤坝根据物理处理时间预设打开间隔，即每隔多久打开上游堤坝一次，并预设上游堤坝打开持续时间；下游堤坝根据物理处理时间与化学处理时间总和预设打开间隔，即每隔多久打开上游堤坝一次，并预设下游堤坝打开持续时间。通过预设上游堤坝与下游堤坝的启闭时间，实现自动控制作业，操作十分简便，省时省力，只需安排一名工作人员监控即可，节约了人力投入。

[0051] (4)物理处理：

[0052] a、首先控制站控制上游堤坝打开，并启动上游堤坝的抽水泵，河水进入物理处理区，当水位到达目标水位后，控制站控制上游堤坝关闭。

[0053] b、循环过滤，使河水在物理处理区内循环流动15min，在循环过滤后，河水中的杂质与水分子分离，形成悬浮固体。

[0054] c、借助投料管向河水中匀速的投放硫酸铁，投放硫酸铁的速率为3-10kg/min。加硫酸铁产生絮凝作用，在硫酸铁与悬浮固体的碰撞过程中产拦截作用，在重力作用下悬浮物脱离流线会产生沉降作用，从而以物理方法除去悬浮固体，效果显著。投入硫酸铁后，静置12h；

[0055] d、物理处理区的底部均匀开设有泥浆孔，泥浆孔的下部安装有泥浆泵，底泥疏浚时，打开泥浆泵，在泥浆泵的抽动力作用下，底泥被疏浚，疏浚时间持续5min。景观水体的底泥中存在氮、磷、硫、重金属等的动态溶解平衡，当水体中的营养物质浓度较低时，底泥中的物质则释放出来，造成水体的二次污染，因此借助疏浚过程处理底泥，可有效防止底泥释放氮、磷、硫、重金属等物质。



[0056] e、底泥疏浚后对下一批河水进行物理处理；

[0057] (5)化学处理：

[0058] a、采用臭氧-生物活性炭法对河水进行化学处理，首先通入臭氧，在臭氧氧化1h后进行砂滤，砂滤后曝气；曝气30min后，通入生物活性炭，吸附1.5h；臭氧-生物活性炭工艺是将臭氧化学氧化、臭氧灭菌消毒、活性炭物理化学吸附、生物降解四种技术结合为一体的工艺。首先使水中的有机物及其他还原性物质在臭氧的氧化作用下初步氧化分解，同时臭氧能将水中难以生物降解的有机物氧化断链、开环，将大分子有机物氧化为小分子有机物，提高原水中有机物的可生化性和可吸附性，从而降低生物活性炭的有机负荷，延长生物活性炭的使用寿命，提升生物活性炭的吸附效果。

[0059] b、化学处理结束后，下游堤坝打开，河水通过下游堤坝排出。

[0060] c、对化学处理区进行底泥疏浚，底泥疏浚后对下一批河水进行化学处理。化学处理区的底部均匀开设有泥浆孔，泥浆孔的下部安装有泥浆泵，底泥疏浚时，打开泥浆泵，在泥浆泵的抽动力作用下，底泥被疏浚，疏浚时间持续5min。景观水体的底泥中存在氮、磷、硫、重金属等的动态溶解平衡，当水体中的营养物质浓度较低时，底泥中的物质则释放出来，造成水体的二次污染，因此借助疏浚过程处理底泥，可有效防止底泥释放氮、磷、硫、重金属等物质。

[0061] 经上述步骤处理后，对其湿地景观公园的水质进行检测，检测结果如表2：

[0062] 表2处理前后水质测量结果对比

[0063]

|                    | 处理前  | 处理后  |
|--------------------|------|------|
| 总硬度(mg/L)          | 521  | 432  |
| 浊度NTU              | 112  | 2    |
| $SO_4^{2-}$ (mg/L) | 269  | 246  |
| 锰(mg/L)            | 0.26 | 0.15 |
| 氯化物(mg/L)          | 2.1  | 0.8  |
| 总磷(mg/L)           | 0.55 | 0.21 |
| 氮(mg/L)            | 1.21 | 0.52 |
| 细菌总数               | 567  | 98   |

[0064] 由表2可知，经过本发明的水质处理后，显著提升人工湿地景观公园的水环境。

[0065] 以上仅为本发明的具体实施例，但本发明的技术特征并不局限于此。任何以本发明为基础，为解决基本相同的技术问题，实现基本相同的技术效果，所作出地简单变化、等同替换或者修饰等，皆涵盖于本发明的保护范围之内。

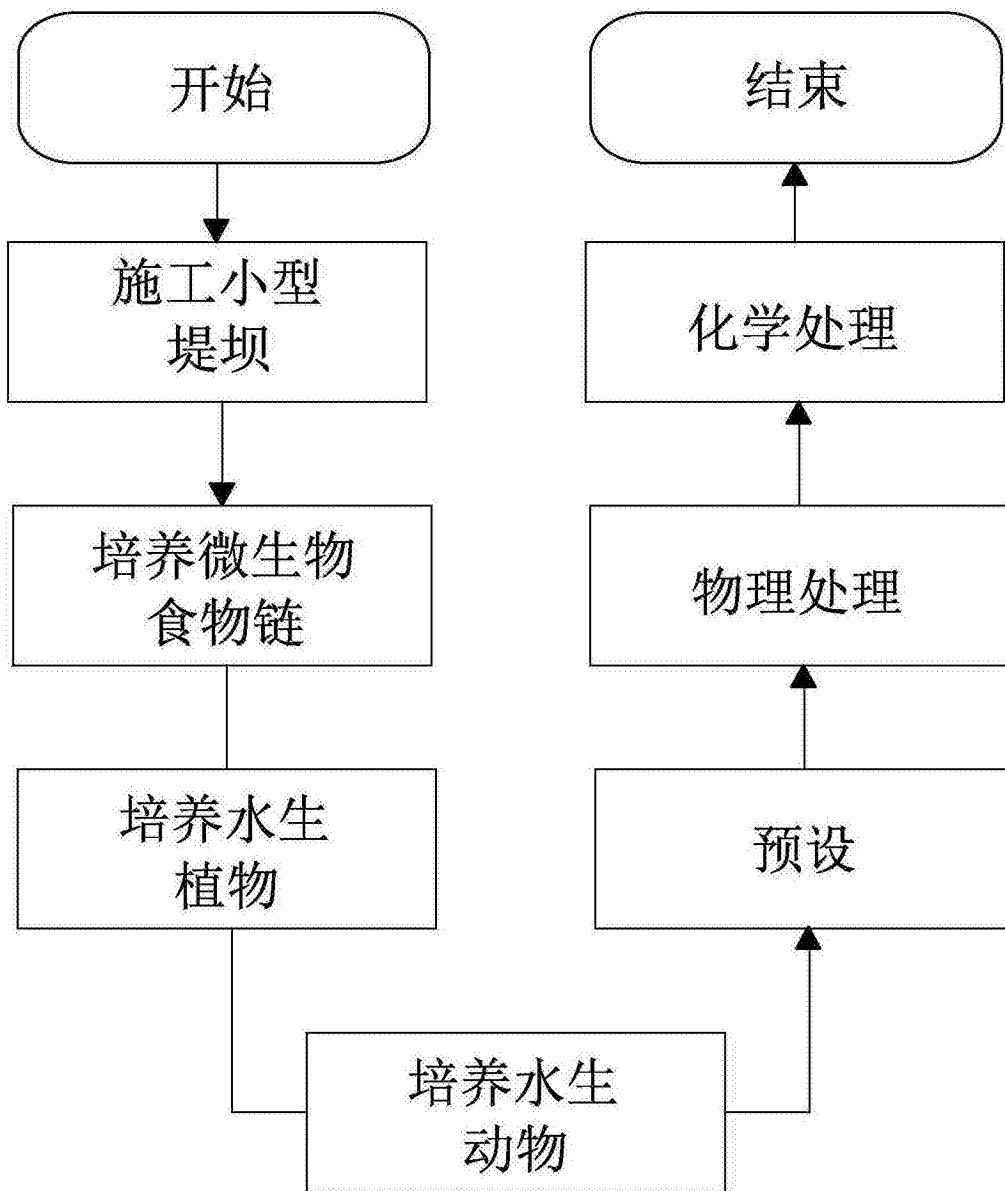


图1

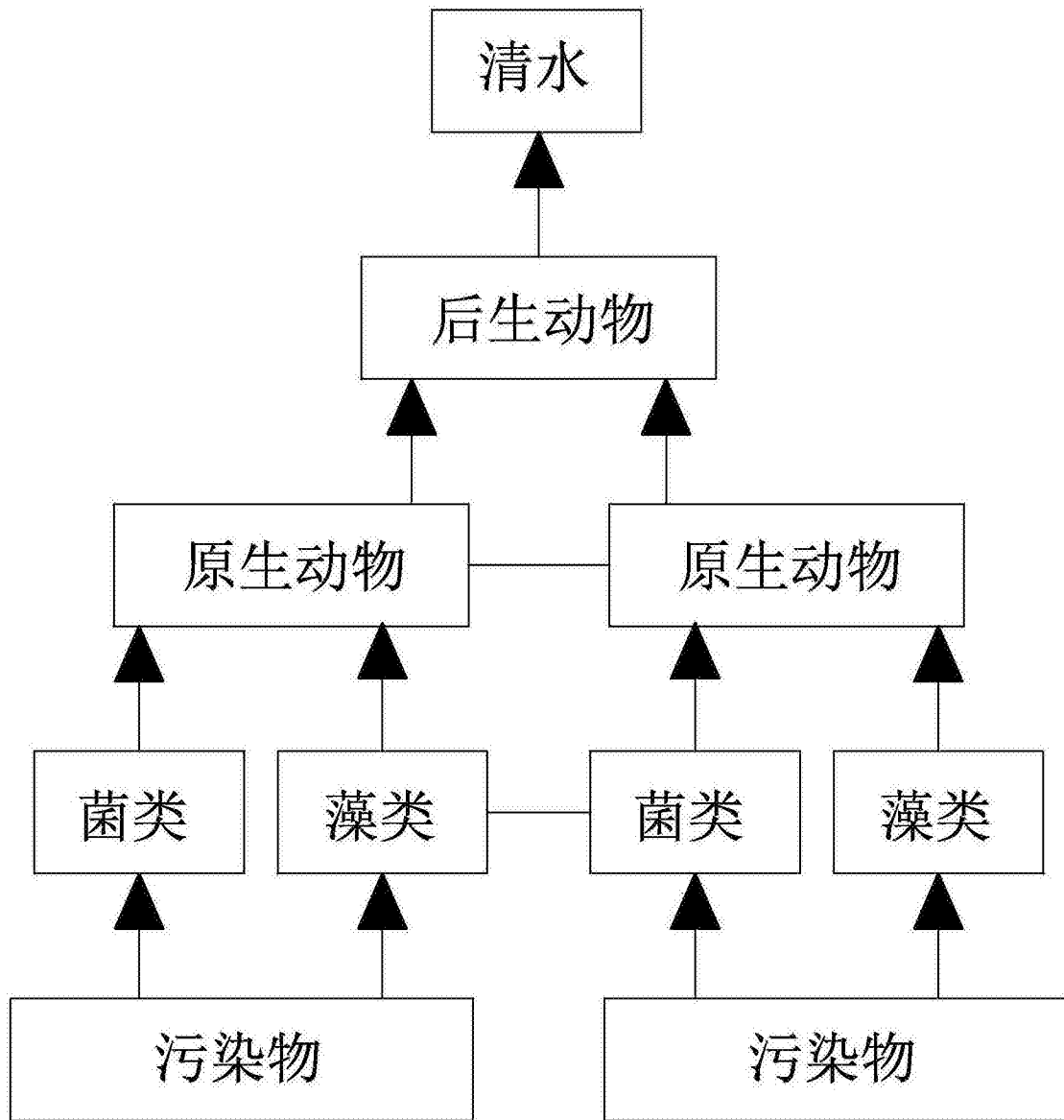


图2