



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111573848 A

(43)申请公布日 2020.08.25

(21)申请号 202010343539.2

C02F 101/16(2006.01)

(22)申请日 2020.04.27

C02F 101/30(2006.01)

C02F 101/38(2006.01)

(71)申请人 江苏双良环境科技有限公司

地址 214400 江苏省无锡市江阴市申港街  
道申泰路99号

(72)发明人 耿波 许亮

(74)专利代理机构 江阴义海知识产权代理事务  
所(普通合伙) 32247

代理人 韩阳阳

(51) Int. Cl.

C02F 3/34(2006.01)

C02F 3/32(2006.01)

C02F 1/30(2006.01)

C02F 1/72(2006.01)

C02F 101/10(2006.01)

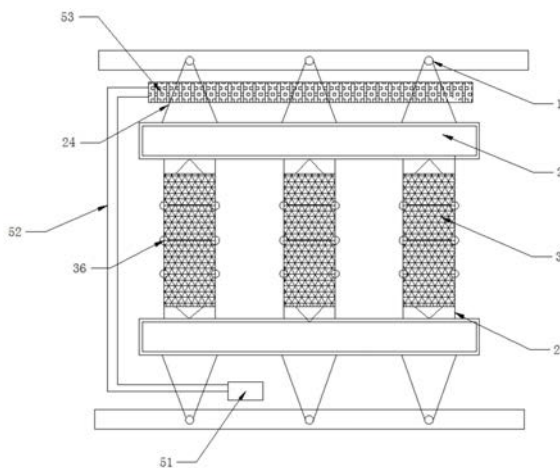
权利要求书1页 说明书6页 附图8页

(54)发明名称

一种采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统

(57)摘要

本发明公开一种采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统,选取被污染的缓流水体,将水生植物连同底网撒入河中,组装石墨烯光催化网,安装石墨烯光催化网的配重和浮漂,水底布置光纤照射层;组装布网浮框;设置水循环装置,所述水循环装置包括循环水泵、管道和设有出水口分水器;将石墨烯光催化网安装固定于污染水体。本发明提供一种美观度高,治理效果好的采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统。该水体生态修复方法对污染物有良好的去除效果,将光催化技术与水生植物治理技术相结合,具有良好的水体生态治理效果。



1. 一种采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统,其特征在于,包括以下步骤:

S1: 选取被污染的缓流水体,将水面漂浮物打捞干净;

S2: 将水生植物连同底网撒入河中,水生植物和底网受重力影响沉入河床;

S3: 组装石墨烯光催化网,石墨烯光催化网包括彼此依次连接的光催化网网体,光催化网网体通过位于网体边缘的管套连接,管套内置支撑杆;所述光催化网网体还间隔设有若干横穿网体的支撑杆,支撑杆垂直于光催化网网体的长边且支撑杆间隔为300~500mm,支撑杆两端与固定在光催化网长边边缘的杆套连接;选择长2~6米直径为4~8mm的聚乙烯绳,采用三角固定方式,将聚乙烯绳固定于每组网的两端用于连接布网浮框,绳子三角高度 $h=300\sim 600\text{mm}$ ;

S4: 布置光纤照射层,所述光纤照射层尺寸与石墨烯光催化网尺寸相适配,光纤照射层通过连接部件与生物绳连接或者通过连接桩与河床相连;光纤照射层与石墨烯光催化网的距离为10~50cm,所述光纤照射层内设若干根光纤,光纤的一端为采光端,另一端为照射端,所述照射端固定且均布于光纤照射层,所述光纤的采光端位于可昼夜采光的位点;

S5: 组装布网浮框,所述浮框包括框体,框体固定设有若干抱箍,悬浮管体沿框体设置且通过抱箍与框体连接;所述框体还设有与石墨烯催化网连接的保险钩;

S6: 设置水循环装置,所述水循环装置包括循环水泵、管道和分水器,所述循环水泵和分水器分别位于石墨烯光催化网两侧,管道与石墨烯光催化网的设置方向平行设置,所述分水器与布网浮框的长度方向平行设置;

S7: 将固定桩体设于岸边,通过连接绳连接于布网浮框,两个布网浮框之间通过连接绳连接于石墨烯光催化网,两个布网浮框之间还设有拉伸钢丝绳,拉伸钢丝绳分别与石墨烯光催化的套杆固定连接,套杆对应位置设有浮漂,浮漂通过连接件与拉伸钢丝绳连接;浮漂下方设有通过生物绳连接的配重块,生物绳的长度<实际水深;

通过施工船进行布网浮框的放置和石墨烯光催化网的布网,布网浮框由牵引绳连接,牵引绳的一端固定在河岸上,牵引绳的另一端由施工船拖拉到另一固定点,将两端的布网浮框固定好后开始缓慢释放石墨烯光催化网。

2. 根据权利要求1所述的一种采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统,其特征在于,所述布网浮框的框体为不锈钢材质,悬浮管体为塑料材质,所述不锈钢框体内部还设有不锈钢支架,不锈钢支架上设有塑料波纹板组,塑料波纹板组上放置若干水生植物种植支撑架。

3. 根据权利要求2所述的一种采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统,其特征在于,所述塑料波纹板组由空心管体构成,管体内部填充含有吸氮聚磷填料的蜂窝状载体。

4. 根据权利要求3所述的一种采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统,其特征在于,所述光纤外侧设有光纤护套。

5. 根据权利要求4所述的一种采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统,其特征在于,所述浮漂为环状中空结构,浮漂为塑料材质,浮漂上设有垂直于水面设置的支杆,所述支杆上端设有风扇。

## 一种采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及水处理技术领域,具体涉及一种采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统。

### 背景技术

[0002] 自然水体中存在多种污染物质,主要包括常规难以生物降解的有机污染物,如城镇污水处理厂尾水中残留的COD;农村面源污染经过径流带入水体中的农药、除草剂等持久性有机污染物:氮、磷等易引发水体富营养化的污染物等。

[0003] 目前,常用的水处理方法主要有物理法,包括沉淀、上浮法、过滤和反渗透等;化学法,主要包括中和、混凝、氧化还原、离子交换和电渗析等;生化法,主要有活性污泥法和生物膜法等。

[0004] 改善水体生态可以从以下几方面着手:

[0005] 一是外源有机污染物和氨氮消耗水中溶解氧。有机污染物入河是造成水体黑臭现象的主要原因之一。当水体缺氧到过低水平时,厌氧菌大量繁殖,有机物在厌氧微生物的作用下进一步分解,产生大量硫化氢、胺、氨和其他带异味易挥发的小分子化合物,从而散发出臭味。同时,厌氧条件下,沉积物中产生的甲烷、氮气、硫化氢等难溶于水的气体,在上升过程中携带污泥进入水相,使水体发黑。此外,水体中的 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 等金属离子与水中的 $\text{S}^{2-}$ 形成致黑物质 $\text{FeS}$ 、 $\text{MnS}$ 等,铁锰硫化物被水中腐殖质吸附形成大量悬浮物,使得水体发黑。

[0006] 二是内源底泥污染。当水体被污染后,部分污染物日积月累,通过沉降作用或随颗粒物吸附作用进入到水体底泥中。底泥作为城市水体的重要内源污染物,在酸性、还原条件下,并在水力冲刷、生物活动以及人为扰动影响下,引起沉积底泥再悬浮,进而在一系列物理-化学-生物综合作用下,吸附在底泥颗粒上的污染物与孔隙水发生交换,污染物和氨氮从底泥中释放,大量悬浮颗粒漂浮在水中,导致水体发黑、发臭。

[0007] 三是水动力学条件不足、水循环不畅的影响。丧失生态功能的水体,往往流动性降低或完全消失,直接导致水体复氧能力衰退,局部水域或水层缺氧问题严重,形成适宜蓝绿藻快速繁殖的水动力条件,增加水华暴发风险,引发水体水质恶化。

[0008] 近几年,利用光催化治理黑臭水体的技术出现在人们的视野中,光催化技术是利用半导体材料吸收太阳能进行化学氧化还原反应,从而将有机物分解为水和二氧化碳。比较典型的应用就是采用石墨烯-二氧化钛光催化网进行污水治理,该技术通过利用太阳能对污水进行原位处理,工程量小、治理成本低,且绿色安全。

### 发明内容

[0009] 本发明的目的在于,提供一种美观度高,稳定性好的采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统。该水体生态修复方法对污染物有良好的去除效果,将光催化技术与水生植物治理技术相结合,具有良好的水体生态治理效果。

[0010] 为实现上述目的,本发明的技术方案是设计一种采用石墨烯光催化网水生态综合

治理系统，

[0011] 包括以下步骤：

[0012] S1: 选取被污染的缓流水体，将水面漂浮物打捞干净；城市河流水体大多数接近于封闭的静止或缓流的中小型河流水体，缓流水体具有水域面积小、易受污染、水体自净能力弱等特点，此外，当温度较高时，外源污染物的注入使水中的氮和磷营养物质的积累，由此导致水体更易发生富营养化。

[0013] S2: 将水生植物连同底网撒入河中，水生植物和底网受重力影响沉入河床；所述底网的设置，一方面防止在酸性、还原条件下，并在水力冲刷、生物活动以及人为扰动影响下，引起沉积底泥再悬浮，导致水体发黑发臭；另一方面提供水生植物的生长位点。

[0014] S3: 组装石墨烯光催化网，石墨烯光催化网包括彼此依次连接的光催化网网体，光催化网网体通过位于网体边缘的管套连接，管套内置支撑杆；所述光催化网网体还间隔设有若干横穿网体的支撑杆，支撑杆垂直于光催化网网体的长边且支撑杆间隔为300mm，支撑杆两端与固定在光催化网的杆套连接；选择长4米直径为6mm的聚乙烯绳，采用三角固定方式，将聚乙烯绳固定于每组网的两端，绳子三角高度 $h=500\text{mm}$ ；所述石墨烯光催化网的两端设有与支撑杆平行设置的加固杆。

[0015] S4: 布置光纤照射层，光纤照射层尺寸与石墨烯光催化网尺寸相适配，光纤照射层位于石墨烯光催化网与河床之间并且与石墨烯光催化网平行设置，光纤照射层与石墨烯光催化网的距离为10~50cm，光纤照射层通过连接部件与生物绳连接或者通过连接桩与河床相连；所述光纤照射层由若干纵横交织的光纤构成光纤网或者光纤位于光纤板内，光纤板可以是塑料材质也可以是泡沫材质，光纤的一端为采光端，另一端为照射端，所述照射端分布于光纤照射层的每个网线节点或者均布在光纤板上，所述光纤的采光端位于可昼夜采光的位点。

[0016] S5: 组装布网浮框，所述浮框包括不锈钢框体，不锈钢框体固定设有若干抱箍，悬浮塑料管体沿不锈钢框体设置且通过抱箍与不锈钢框体连接；所述不锈钢框体还设有与石墨烯催化网连接的保险钩；所述不锈钢框体由四根伸缩式不锈钢管焊接而成，不锈钢管一端为连接端，连接端包括定位部和连接凸块，所述定位部为与连接凸块相适配的若干凹槽。通过调整不锈钢框体的尺寸可以满足不同河道的宽度，降低生产成本。

[0017] S6: 设置水循环装置，所述水循环装置包括循环水泵、管道和分水器，所述循环水泵和分水器分别位于石墨烯光催化网两侧，管道与石墨烯光催化网的设置方向平行设置，所述分水器与布网浮框的长度方向平行设置，分水器表面开设有出水孔；水循环装置设置在水面或水面以下，分水器将水体进行表推，提高水的流动性。

[0018] S7: 将固定桩体设于岸边，通过连接绳连接于布网浮框，两个布网浮框之间通过连接绳连接有至少5张平行设置的石墨烯光催化网，两个布网浮框之间还设有拉伸钢丝绳，拉伸钢丝绳分别与石墨烯光催化的套杆固定连接，套杆对应位置设有浮漂，浮漂通过连接件与拉伸钢丝绳连接；浮漂下方设有通过生物绳连接的配重块，生物绳的长度 $<$ 实际水深；

[0019] 通过施工船进行布网浮框和石墨烯光催化网的布网，布网浮框由牵引绳连接，牵引绳的一端固定在河岸上，牵引绳的另一端由施工船拖拉到另一固定点，将两端的布网浮框固定好后开始缓慢释放石墨烯光催化网；石墨烯光催化网的下沉距离为10~20cm。所述下沉距离是指石墨烯光催化距离水平面的距离，优选的，石墨烯光催化网平铺于水面下方

15cm处。所述固定桩体为镀锌钢管桩,同侧固定桩体之间设有桩间固定绳。

[0020] 石墨烯光催化网的浮漂与配重块以及布网浮框在微流水体或缓流水体形成稳定的悬浮体系。布网浮框主要用于石墨烯光催化网的拉网和布网,位于石墨烯光催化网两侧的浮漂主要用于调节石墨烯光催化网的水下深度,使得光催化网悬浮与水中适当的位置,即水面下15cm处,保证了光催化网可以有效的催化降解水中污染物;生物绳为水中微生物提供了附着位点,便于水体中有益菌群的生长,同时使得悬浮与水中的生物绳使水域中的有益菌群分布与水体中不同深度的位置,提高了水体自净化能力。

[0021] 作为优选的技术方案,所述不锈钢框体内部设有不锈钢支架,不锈钢支架上设有塑料波纹板组,塑料波纹板组上放置若干水生植物种植支撑架。由于不锈钢框体漂浮在水面,为了提高光催化网的美观度可以在不锈钢框体内部种植水生植物,同时水生植物也具有修复水体生态的作用。

[0022] 作为优选的技术方案,所述塑料波纹板组由空心管体构成,管体内部填充含有吸氮聚磷填料的蜂窝状载体。

[0023] 作为优选的技术方案,所述光纤照射层与河床的距离 $>150\text{mm}$ 。防止位于河床上的水生植物挡住光纤照射层的光线。

[0024] 作为优选的技术方案,所述浮漂为环状中空结构,浮漂为塑料材质,浮漂上设有垂直于水面设置的支杆,所述支杆上端设有风扇。所述浮漂端设有万向转台,风扇位于万向转台上,风扇利用风能转动将光催化网附近的垃圾吹离光催化网,减少垃圾和大型藻类附着在光催化网表面或者漂浮在光催化网表面影响光催化网的催化效率。

[0025] 本发明的优点和有益效果在于:

[0026] (1) 本发明提供的石墨烯光催化网水生态综合治理系统与现有技术相比,通过改进固定桩体的打桩位点,简化安装流程和后期维修流程。

[0027] (2) 现有技术是通过设置在石墨烯光催化网上的若干浮漂实现光催化网的悬浮,随着光催化网的数量和面积增多,浮漂数量越来越密集,影响治理水域的美观度,本申请通过设有水生植物的支撑浮框为石墨烯光催化网提供浮力,显著减少石墨烯光催化网中浮漂的使用数量,改善光催化网的美观度。

[0028] (3) 通过设置光纤照射层使得石墨烯光催化网的正反两面都能接受光照,并且能够保持24h的光照,提高了石墨烯光催化网的催化效率,显著缩短治理时间。

[0029] (4) 通过水循环装置的设置弥补了水动力的不足,提高了缓流水体的流动性,使水循环更加畅通,改善了待处理污水与石墨烯光催化网的接触性。

[0030] (5) 本申请采用石墨烯光催化技术减少了外源性有机污染物,缓解了氨氮对水中溶解氧的消耗;通过种植水生植物治理了内源底泥污染,避免沉积底泥再次悬浮,造成水体发黑发臭,同时使污染物附着与光催化网表面降低催化效率,通过石墨烯光催化技术,水生植物种植和水循环装置的搭建构成了完善的水体生态修复系统。

## 附图说明

[0031] 图1是本发明结构示意图;

[0032] 图2是本发明不锈钢框体的结构示意图;

[0033] 图3是本发明支撑浮框模块的结构示意图;

- [0034] 图4是本发明光催化网的结构示意图；
- [0035] 图5是本发明结构示意图；
- [0036] 图6是本发明浮漂的结构示意图；
- [0037] 图7是本发明光纤照射层的结构示意图；
- [0038] 图8是对照水域单纯采用石墨烯光催化网治理后NH<sub>3</sub>-N变化；
- [0039] 图9是对照水域单纯采用石墨烯光催化网治理后COD变化；
- [0040] 图10是对照水域单纯采用石墨烯光催化网治理后TP变化；
- [0041] 图11是对照水域单纯采用石墨烯光催化网治理后透明度变化；
- [0042] 图12是试验水域采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统治理后NH<sub>3</sub>-N变化；
- [0043] 图13是试验水域采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统治理后COD变化；
- [0044] 图14是试验水域采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统治理后TP变化；
- [0045] 图15是试验水域采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统治理后透明度变化；
- [0046] 图中：1、固定桩体；2、布网浮框；21、抱箍；22、悬浮塑料管体；23、拉伸钢丝绳；24、连接绳；3、石墨烯光催化网；31、光催化网网体；32、管套；33、支撑杆；34、杆套；35、加固杆；36、浮漂；361、连接件；37、生物绳；38、配重块；39、风扇；4、光纤照射层；41、光纤；42、采光端；43、照射端；51、循环水泵；52、管道；53、分水器。

### 具体实施方式

[0047] 下面结合附图和实施例，对本发明的具体实施方式作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案，而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0048] 一种采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统，包括以下步骤：

[0049] S1：选取被污染的缓流水体，将水面漂浮物打捞干净；

[0050] S2：将水生植物连同底网撒入河中，水生植物和底网受重力影响沉入河床；

[0051] S3：组装石墨烯光催化网3，石墨烯光催化网包括彼此依次连接的光催化网网体31，光催化网网体通过位于网体边缘的管套32连接，管套内置支撑杆33；所述光催化网网体还间隔设有若干横穿网体的支撑杆，支撑杆垂直于光催化网网体的长边且支撑杆间隔为300mm，支撑杆两端与固定在光催化网的杆套34连接；选择长4米直径为6mm的聚乙烯绳，采用三角固定方式，将聚乙烯绳固定于每组网的两端，绳子三角高度 $h=500\text{mm}$ ；

[0052] S4：布光纤照射层4，所述光纤照射层尺寸与石墨烯光催化网尺寸相适配，光纤照射层位于石墨烯光催化网与河床之间并且与石墨烯光催化网平行设置，光纤照射层通过连接桩与河床相连，光纤照射层也可以通过连接部件与生物绳37连接，进而与石墨烯光催化网相对固定；所述光纤照射层由若干纵横交织的光纤41构成，光纤的一端为采光端42，另一端为照射端43，所述照射端分布于光纤照射层的每个网线节点，所述采光端位于可昼夜采光的位点；

[0053] S5：组装布网浮框2，所述浮框包括不锈钢框体，不锈钢框体固定设有若干抱箍21，悬浮塑料管体22沿不锈钢框体设置且通过抱箍与不锈钢框体连接；所述不锈钢框体还设有与石墨烯催化网连接的保险钩；

[0054] S6：设置水循环装置，所述水循环装置包括循环水泵51、管道52和分水器53，所述循环水泵和分水器分别位于石墨烯光催化网两侧，管道与石墨烯光催化网的设置方向平行

设置,所述分水器与布网浮框的长度方向平行设置,分水器表面开设有出水孔;

[0055] S7:将固定桩体1设于岸边,通过连接绳24连接于布网浮框,两个布网浮框之间通过连接绳连接有石墨烯光催化网,两个布网浮框之间还设有拉伸钢丝绳23,拉伸钢丝绳分别与石墨烯光催化的套杆固定连接,套杆对应位置设有浮漂36,浮漂通过连接件361与拉伸钢丝绳连接;浮漂下方设有通过生物绳连接的配重块,生物绳的长度<实际水深;

[0056] 通过施工船进行布网浮框和石墨烯光催化网的布网,布网浮框由牵引绳(未画出)连接,牵引绳的一端固定在河岸上,牵引绳的另一端由施工船拖拉到另一固定点,将两端的布网浮框固定好后开始缓慢释放石墨烯光催化网;石墨烯光催化网的下沉距离为10~20cm。

[0057] 所述不锈钢框体内部设有不锈钢支架,不锈钢支架上设有塑料波纹板组,塑料波纹板组上放置若干水生植物种植支撑架。

[0058] 所述塑料波纹板组由空心管体构成,管体内部填充含有吸氮聚磷填料的蜂窝状载体。

[0059] 所述浮漂36为环状中空结构,浮漂为塑料材质,浮漂上设有垂直于水面设置的支杆,所述支杆上端设有风扇39。所述浮漂为环状中空结构,所述浮漂为塑料材质。

[0060] 所述不锈钢框体内部设有不锈钢支架,不锈钢支架上设有塑料波纹板组,塑料波纹板组上放置若干水生植物种植支撑架。

[0061] 所述浮漂也设有水生植物种植支撑架。

[0062] 所述不锈钢框体由四根伸缩式不锈钢管焊接而成,不锈钢管一端为连接端,连接端包括定位部和连接凸块,所述定位部为与连接凸块相适配的若干凹槽。

[0063] 所述石墨烯光催化网模块的两端设有与支撑杆平行设置的加固杆35。

[0064] 所述固定桩体为镀锌钢管桩,同侧固定桩体之间设有桩间固定绳。

[0065] 支撑浮框模块的悬浮塑料管体内部填充有含有益微生物的蜂窝状泡沫载体。

[0066] 国家水质分类标准依据地表水水域环境功能和保护目标,按功能高低依次划分为五类:I类、II类、III类、IV类、V类,类别越高,水质越差。城市黑臭水体的评价指标主要有溶解氧(DO)、氨氮(NH<sub>3</sub>-N)、化学需氧量(COD)、总磷(TP)、总氮(TN)等指标。

	指标	轻度黑臭	重度黑臭
	透明度 (cm)	25~10	< 10
[0067]	溶解氧 (mg/L)	0.2~2.0	< 0.2
	氧化还原电位(mV)	-200~50	< -200
	氨氮 (mg/L)	8.0~15	> 15

[0068] 根据图8~11所示,单纯采用石墨烯光催化网对对照水域进行水治理,治理前该水域为重度黑臭水体,水域整体发黑发臭,经过14个月的治理后该水域达到地表四类水,TP达

到地表三类水,氨氮去除率96.8%,COD最大去除率84.5%,总磷去除率92.8%。

[0069] 根据图12~15所示,采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统对试验水域进行水治理,治理前该水域为重度黑臭,整体发黑发臭,经过5个月治理后消除黑臭,TP达到地表三类水,氨氮去除率97.8%,COD最大去除率73.9%,达到地表四类水,总磷去除率87.8%,采用石墨烯光催化网水生态综合治理系统显著缩短了治理的时间。

[0070] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。



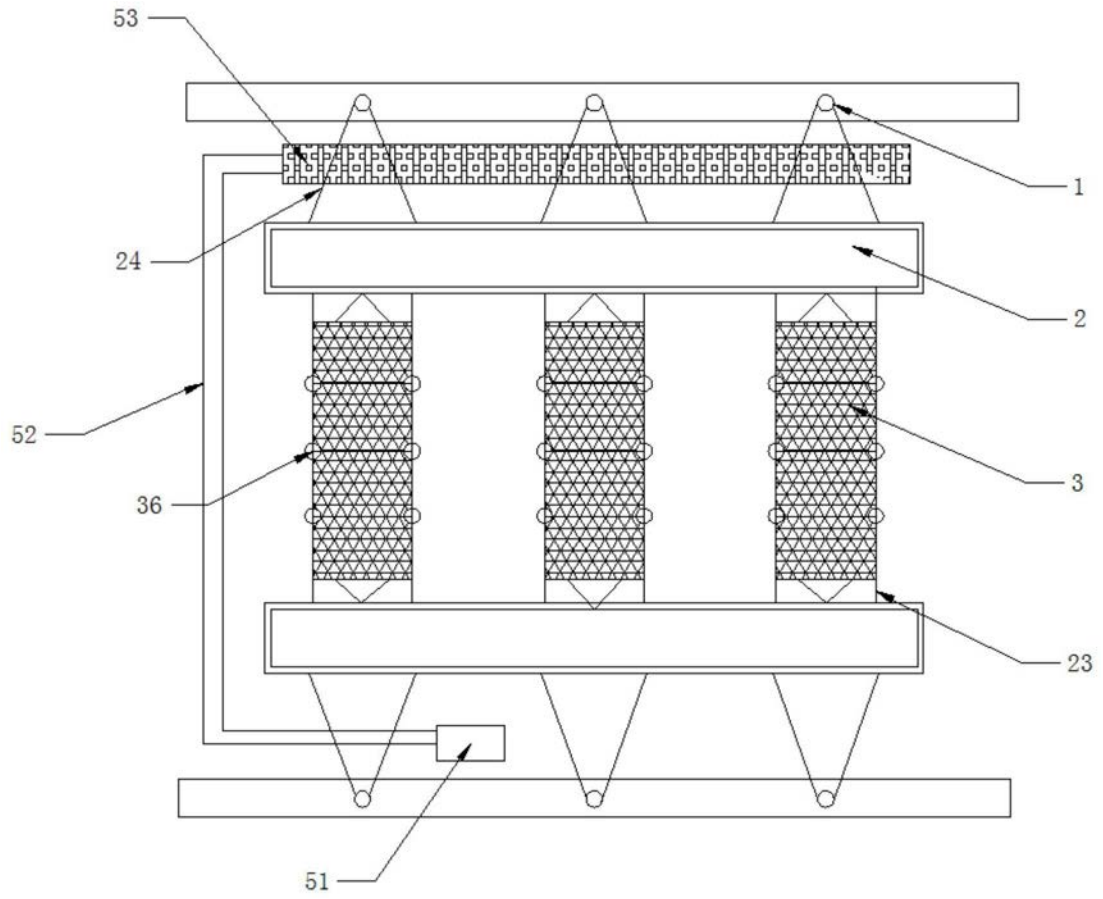


图1

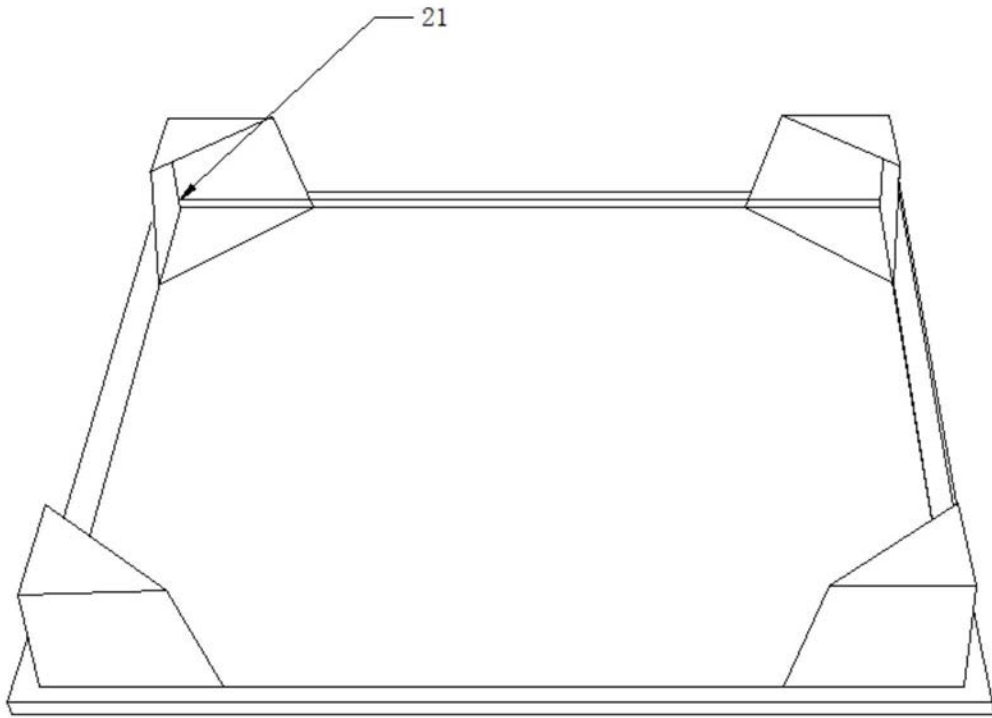


图2

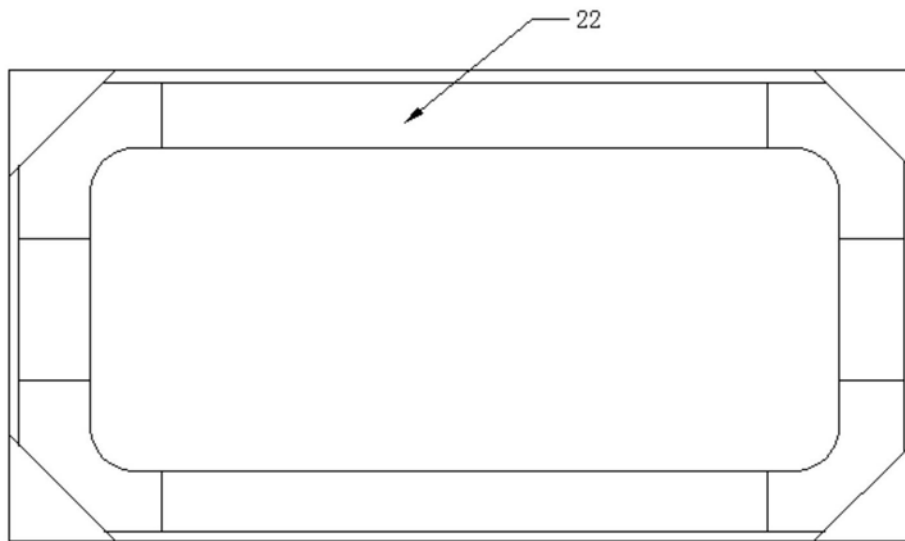


图3

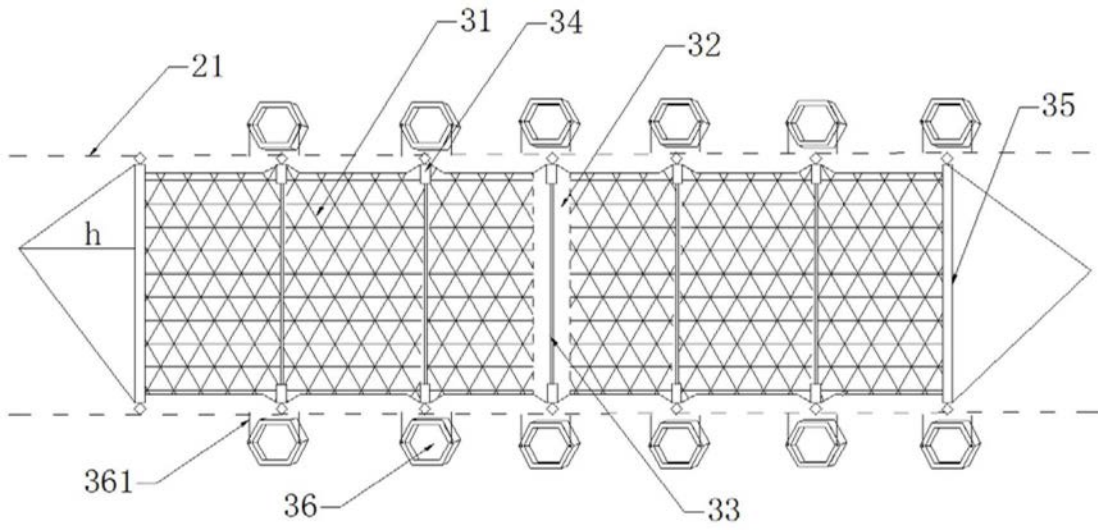


图4

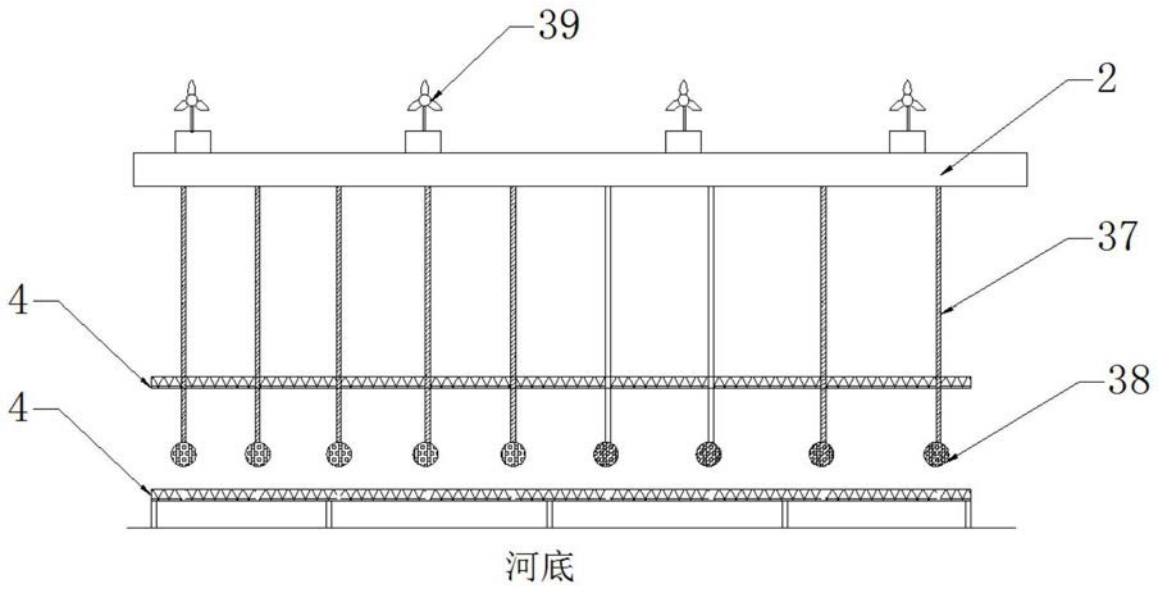


图5

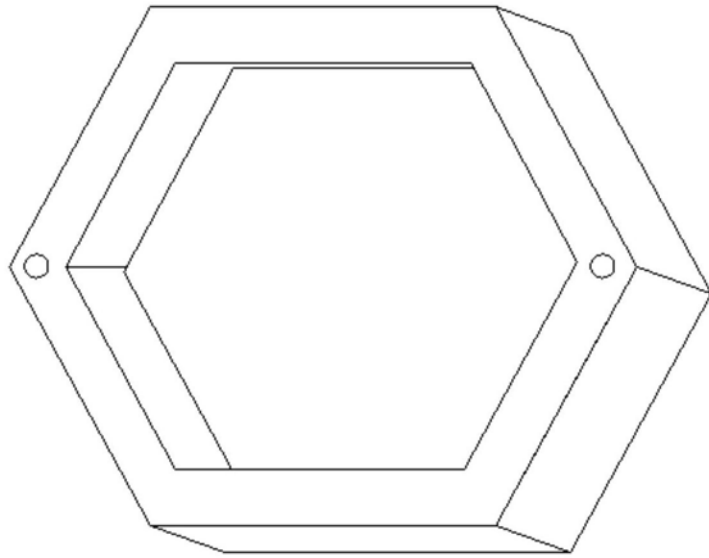


图6

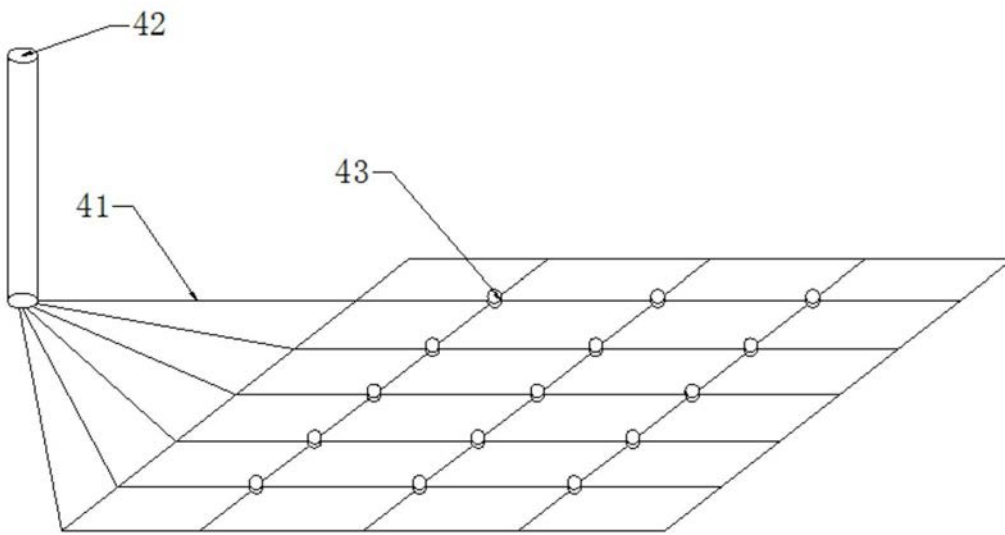


图7

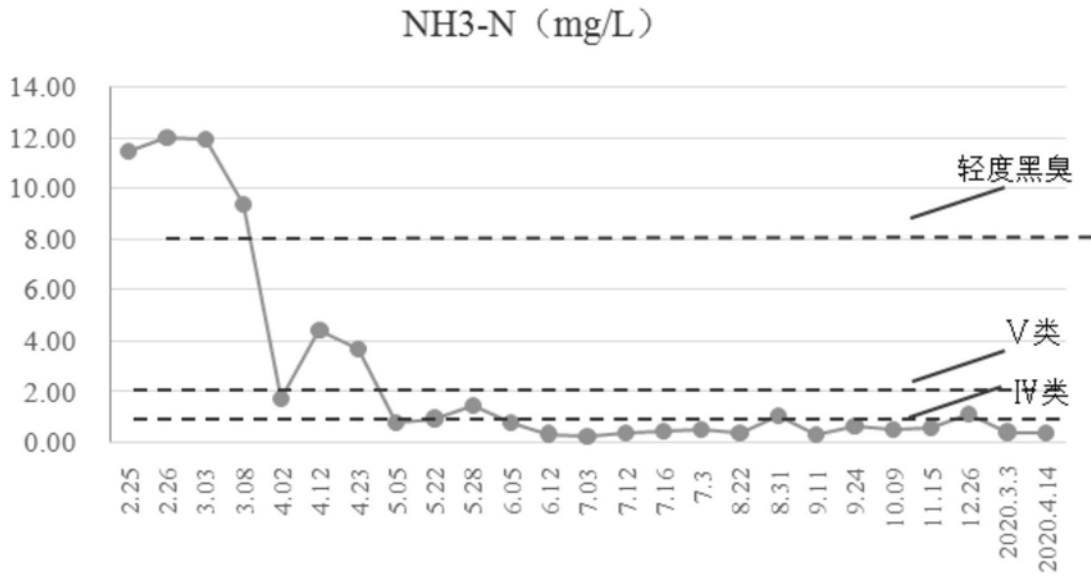


图8

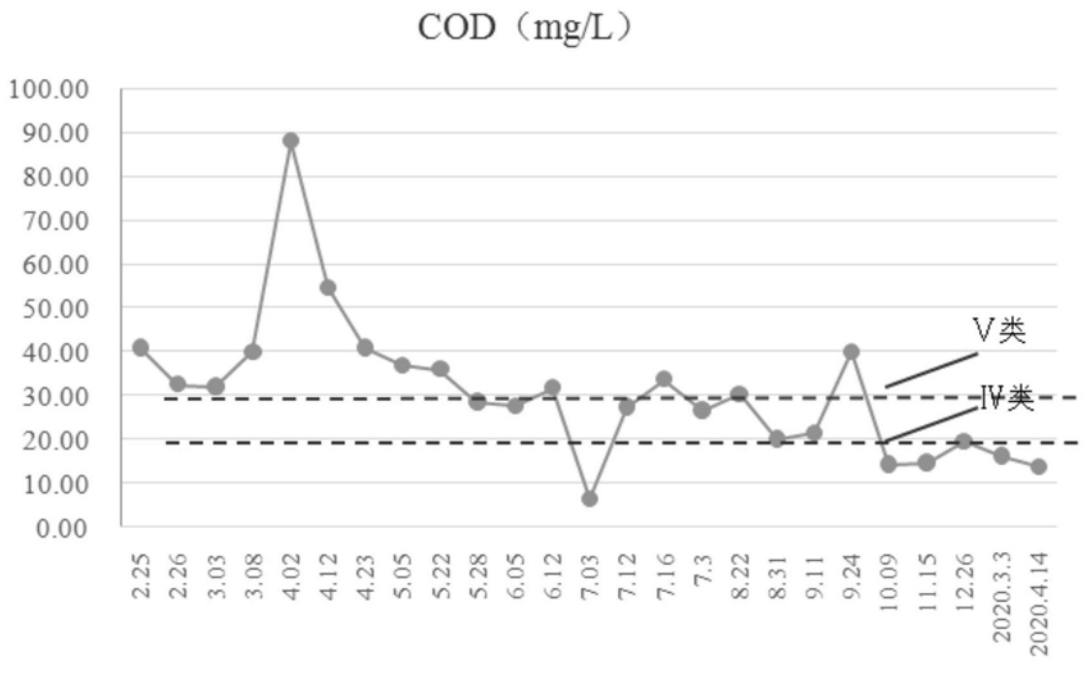


图9

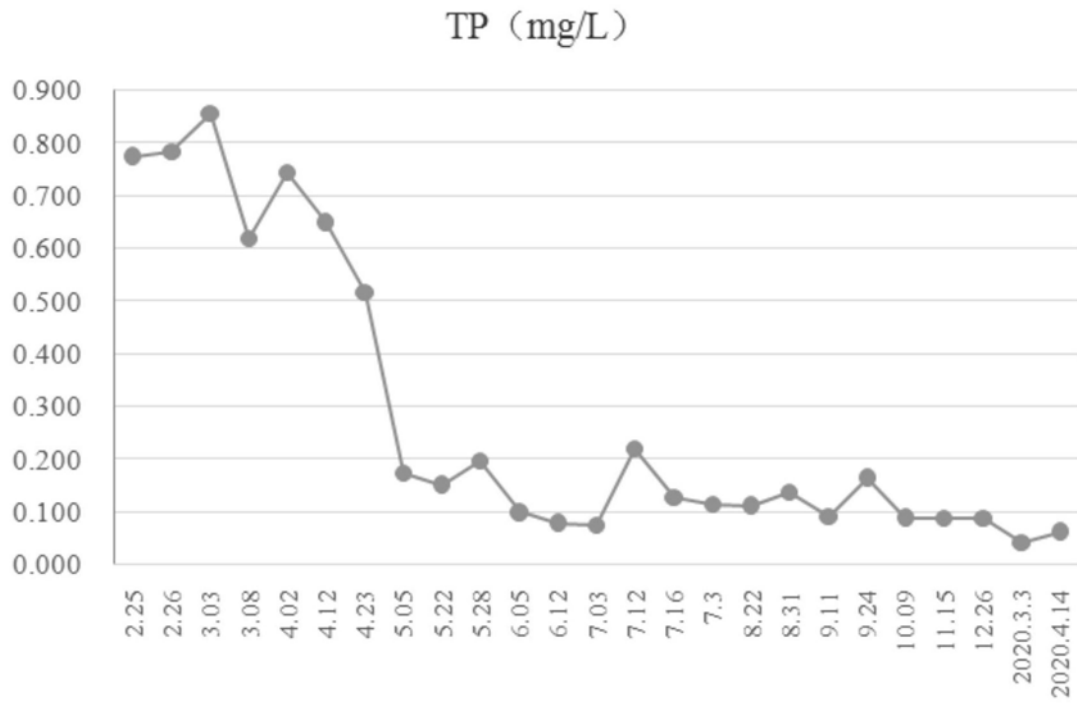


图10

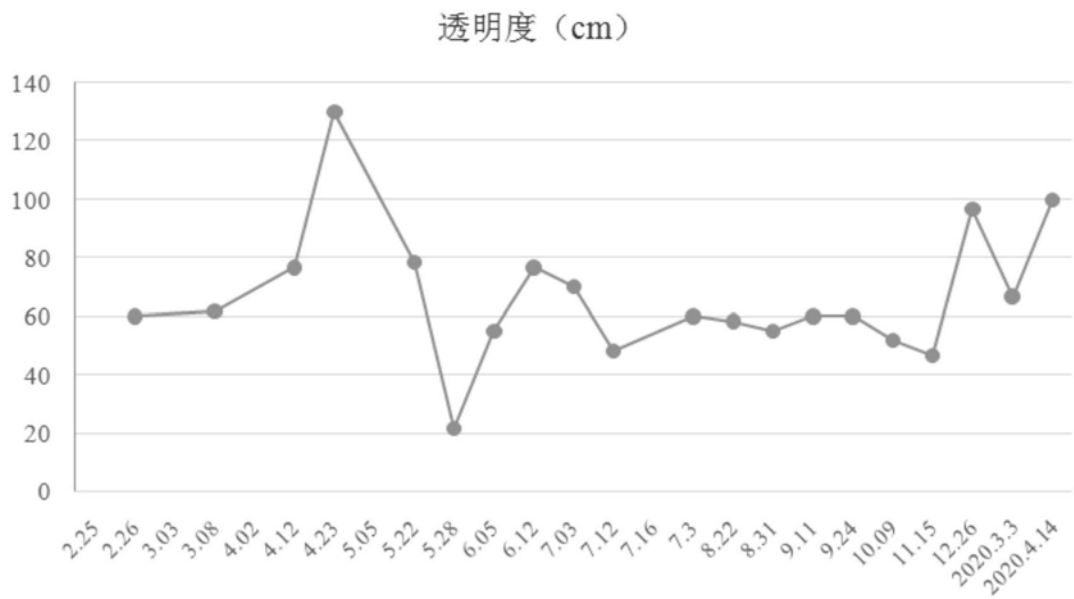


图11

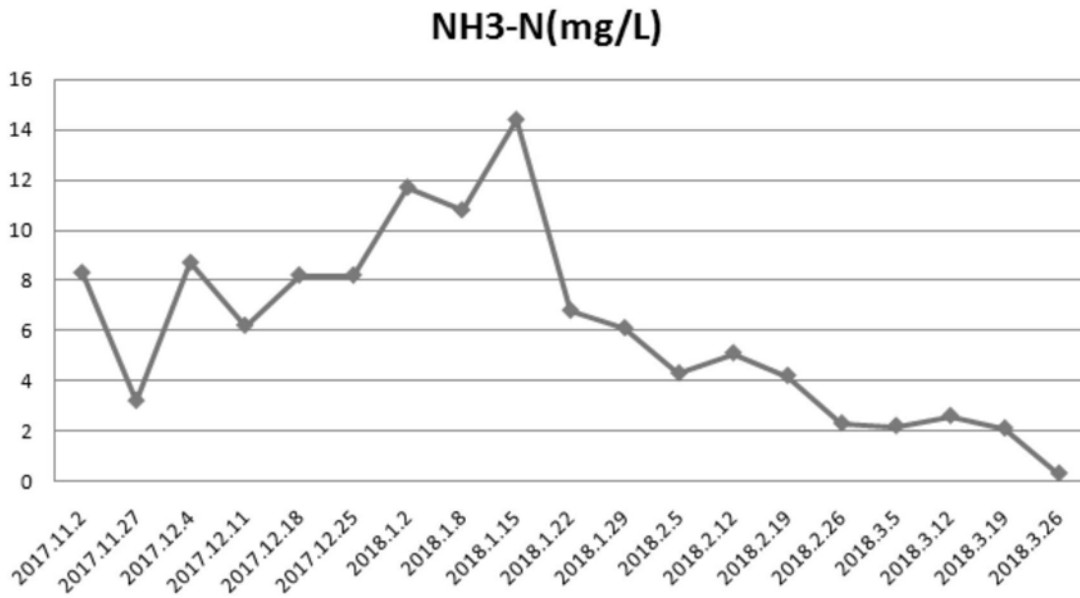


图12

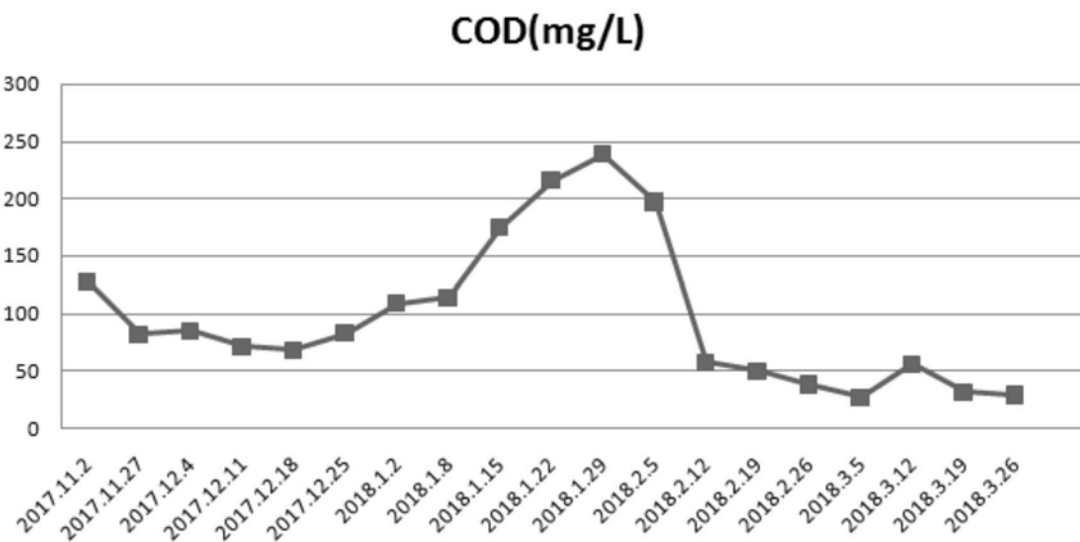


图13

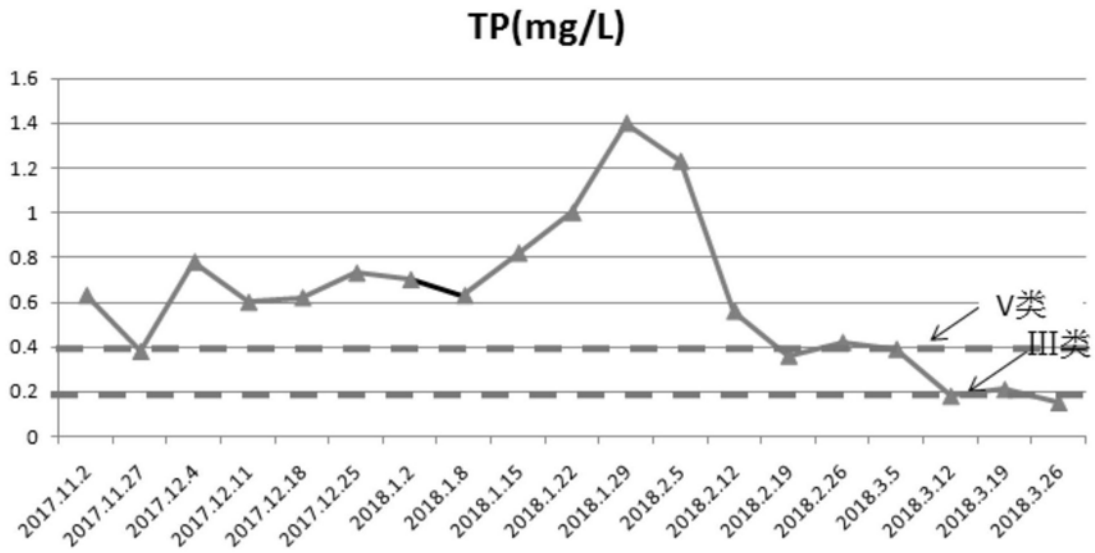


图14

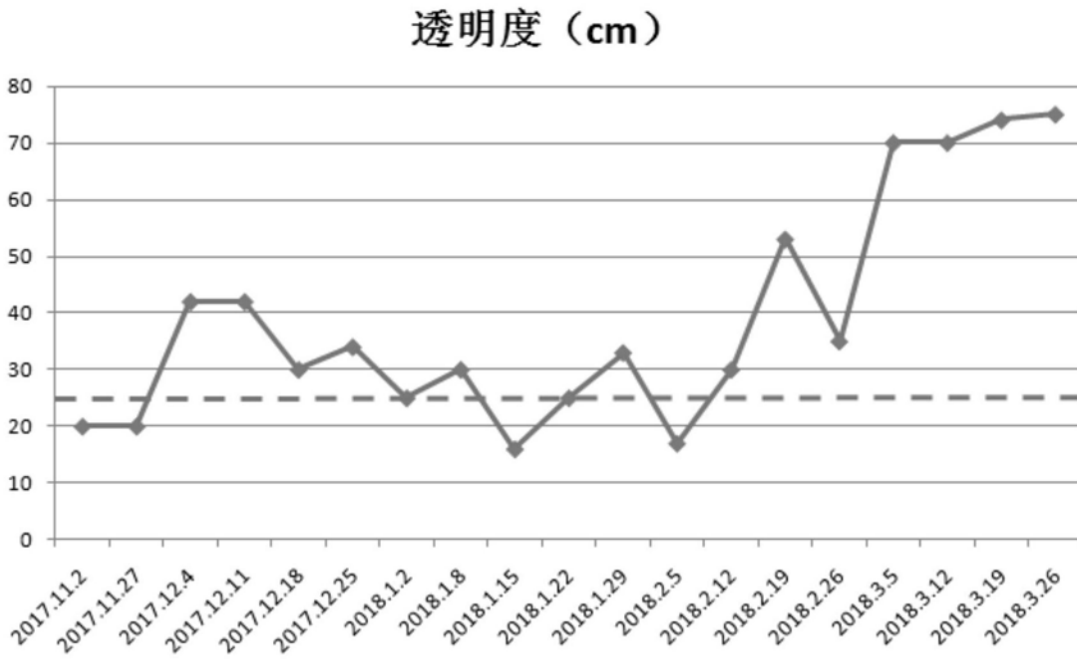


图15