



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113684791 B

(45) 授权公告日 2022.10.04

(21) 申请号 202110902011.9

E02B 7/36 (2006.01)

(22) 申请日 2021.08.06

E02B 15/10 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113684791 A

(56) 对比文件

CN 110541408 A, 2019.12.06

CN 112049082 A, 2020.12.08

(43) 申请公布日 2021.11.23

CN 108978578 A, 2018.12.11

(73) 专利权人 武汉大学

CN 212533968 U, 2021.02.12

地址 430072 湖北省武汉市武昌区珞珈山
武汉大学

CN 213805270 U, 2021.07.27

CN 107700434 A, 2018.02.16

CN 104652387 A, 2015.05.27

(72) 发明人 吴玥 王宝英 李若然 王冉

审查员 关晓菲

(74) 专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 42222

专利代理师 黄靖

(51) Int. Cl.

E02B 7/02 (2006.01)

E02B 7/26 (2006.01)

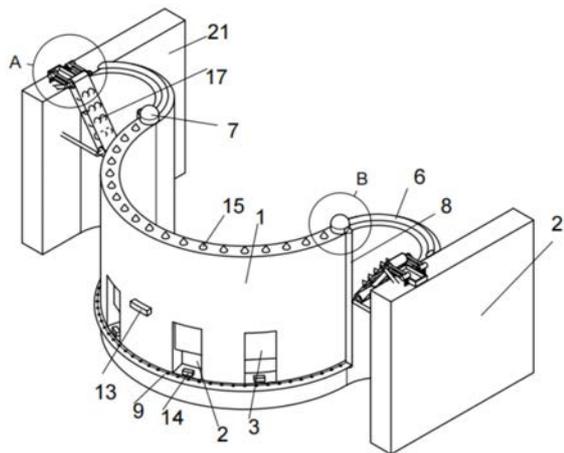
权利要求书1页 说明书5页 附图8页

(54) 发明名称

一种基于漩涡导漂的弧形水景坝及其设计方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于漩涡导漂的弧形水景坝,包括弧形坝体、垃圾打捞装置;弧形坝体包括设置在中部的大圆弧坝体以及对称设置在大圆弧坝体两边的小圆弧坝体,小圆弧坝体与大圆弧坝体相切,小圆弧坝体两侧设有边墙,小圆弧坝体开口端朝向上游设置,左右岸临近坝体处为漂浮物收集区,漂浮物收集区内设有垃圾打捞装置。本水景坝借助弧形流线在近坝区域产生漩涡,引导漂浮物向两岸收集区流动,由出气管产生的气泡可抬升水面以下水体中的悬浮垃圾至水面,减少中下层的垃圾通过底孔流入下游河道,同时产生的气泡对水体曝氧增加了溶氧量,有助于水生动植物的生长,有助于治理黑臭水体,本发明使得拦截河道垃圾、高效率打捞漂浮物、美化河道景观得到保证。



1. 一种基于漩涡导漂的弧形水景坝,其特征在于:包括弧形坝体、垃圾打捞装置;

所述弧形坝体包括设置在中部的大圆弧坝体以及对称设置在所述大圆弧坝体两边的小圆弧坝体,所述小圆弧坝体与所述大圆弧坝体相切,所述小圆弧坝体两侧设有边墙,所述小圆弧坝体开口端朝向上游设置,左右岸临近坝体处为漂浮物收集区,所述漂浮物收集区内设有垃圾打捞装置;所述小圆弧坝体和所述大圆弧坝体半径之比大于 $1/8$ 且不大于 $1/2$;所述大圆弧坝体上设置多个底孔,通过螺旋升降闸门控制所述底孔的启闭,所述底孔外围布设气泡发生器,所述气泡发生器由环绕底孔边缘的管道沿着大小圆弧弧线衔接处通过坝顶向外连接气泵,所述弧形水景坝左右两边近岸处和中部布设水位监测器且闸门前布设流量监测器,所述水位监测器和流量监测器连接传感器。

2. 根据权利要求1所述的一种基于漩涡导漂的弧形水景坝,其特征在于:所述垃圾打捞装置包括与水平面成一定倾角的轮轴和过水滤网传送带,所述传送带底端潜入收集区水面以下,传送带顶端外接电机驱动装置,正下方设有垃圾收集箱。

3. 根据权利要求1所述的一种基于漩涡导漂的弧形水景坝,其特征在于:所述气泡发生器具体包括进气管、储气空腔、通气立管、出气管、通孔、排气孔,所述出气管位于底孔的正下方,所述出气管左右两端与通气立管连接,气体由通孔传送后由均匀的排气孔排出上浮水面,所述通气立管紧靠拦河坝两圆弧衔接处并直通设置在坝顶处的储气空腔,所述储气空腔可通过进气管外接岸边的气泵使之通气。

4. 根据权利要求1所述的一种基于漩涡导漂的弧形水景坝,其特征在于:所述设置在河边和河心处的水位监测器和闸门前的流量监测器固定在坝体大圆弧迎水面处。

5. 根据权利要求2所述的一种基于漩涡导漂的弧形水景坝,其特征在于:所述垃圾打捞装置依据传感器发送来的水位和流量信息调整工作周期,所述垃圾收集箱运送时间也相应调整,所述传送带表面为带钉刺突出结构的过水滤网以期减少垃圾掺杂的水分和钩抓漂浮物。

6. 根据权利要求1所述的一种基于漩涡导漂的弧形水景坝,其特征在于:所述弧形水景坝大圆弧坝顶等间距布设造景喷泉喷头,所述喷泉喷头内设转换器,定向向下游喷射,可根据流量大小变换喷射方式,造设不同的喷泉景观。

7. 根据权利要求6所述的一种基于漩涡导漂的弧形水景坝,其特征在于:所述喷泉喷头与相应的抽水系统连接,周围布设喷泉灯,配合底孔对称出流。

8. 根据权利要求1-7任一项所述的一种基于漩涡导漂的弧形水景坝设计方法,其特征在于,其具体步骤如下:

S1. 调查工程选址的工程条件,包括河流水深、流速、河宽的边界条件和初始条件;

S2. 使用制图软件等比例进行缩放调整大小圆弧的直径比例、圆周角大小,制作相应的一系列试验模型;

S3. 在确定边界条件下运用流体力学仿真软件根据河流流态选用流体模型模拟河流一般流速范围内可能产生的漩涡导漂情况,观察上游近坝区和漂浮物收集区域的流速矢量方向,分析产生漩涡大小、漩涡持续时间以及稳定位置;

S4. 结合工程具体情况并根据仿真结果确定最终的坝体流线设计方案以制作实物模型进行实验模拟,以实验结果确定最终坝型方案。

一种基于漩涡导漂的弧形水景坝及其设计方法

技术领域

[0001] 本发明属于中小型河道水景水利工程技术领域,具体涉及一种基于漩涡导漂的弧形水景坝及其设计方法。

背景技术

[0002] 随着全球气候变化,极端天气频繁问题在我国各个地区都日益突出,对于流经城市、乡镇村落的中小型河流,年径流变化明显,存在丰枯季节交替变化,不利于人们生活取用水和河道生态景观维持。

[0003] 拦河坝通过截断水流,利用闸门或其他开关结构,可实现对中小型河道径流的削洪补枯的调节作用。拦河坝在运行过程中,漂浮物易大量聚集,包括生活垃圾、藻类、水草、枯枝败叶等。河道漂浮物不仅遮盖河面影响河道景观,恶化水体,造成鱼类缺氧,而且还会对河道行洪能力、供水、发电等造成不利影响。

[0004] 现有的中小型河道拦河坝的漂浮物处理主要利用滤网或者拦污栅栏对其进行阻挡,需要二次人工清理,不利于水流的流动和对漂浮物的收集。此外,由于漂浮物较为分散,打捞效率较低。目前也有越来越多的自动化漂浮物打捞方式被尝试,已有多种漂浮物打捞装置被应用,包括漂浮物固定打捞机、打捞船、移动打捞杆、打捞传送带等。其中,应用最多是成本较低且维护方便的固定式打捞机和打捞传送带装置,但大多拦河坝为平直的,漂浮物只能被局部打捞。因此,存在打捞装置与漂浮物分散度不匹配的低效率作业问题。

[0005] 公告号为CN205557464U的中国实用新型专利,公开了“一种可清污型智能防洪大坝”,其通过在进水闸前安置传动滤网以清除漂浮物提高行洪能力,但这种传动滤网难以在整个坝宽方向上大规模布置,打捞清理效果是局限的。例如,公告号为 CN211773498U的中国实用新型专利,公开了“一种城市景观水改善用漂浮物打捞装置”,能够持续有效地对漂浮垃圾进行收集打捞,尽管可以根据水面宽度调节打捞范围,但横跨整个河道打捞,尤其在城市地区,不利于检修和生态景观美化,难以大面积使用。

发明内容

[0006] 针对上述问题,本发明提出了基于漩涡导漂的弧形水景坝及其设计方法。实现调洪蓄水的同时,定向引导漂浮物移动到两侧圆弧内,配合固定的自动打捞装置,实现智能连续作业,并解决上述背景中拦河坝生态景观功能缺失的问题。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0008] 一种基于漩涡导漂的弧形水景坝,包括弧形坝体、垃圾打捞装置;

[0009] 所述弧形坝体包括设置在中部的大圆弧坝体以及对称设置在所述大圆弧坝体两边的小圆弧坝体,所述小圆弧坝体与所述大圆弧坝体相切,所述小圆弧坝体两侧设有边墙,所述小圆弧坝体开口端朝向上游设置,左右岸临近坝体处为漂浮物收集区,所述漂浮物收集区内设有垃圾打捞装置。

[0010] 进一步,所述小圆弧坝体和所述大圆弧坝体半径之比大于 $1/8$ 且不大于 $1/2$ 大于

1/8。

[0011] 进一步,所述大圆弧坝体上设置多个底孔,通过螺旋升降闸门控制所述底孔的启闭,所述底孔外围布设气泡发生器,所述气泡发生器由环绕底孔边缘的管道沿着大小圆弧弧线衔接处通过坝顶向外连接气泵,所述弧形水景坝左右两边近岸处和中部布设水位监测器且闸门前布设流量监测器,所述水位监测器和流量监测器连接传感器。

[0012] 进一步,所述垃圾打捞装置包括与水平面成一定倾角的轮轴和过水滤网传送带,所述传送带底端潜入收集区水面以下,传送带顶端外接电机驱动装置,正下方设有垃圾收集箱。

[0013] 进一步,所述气泡发生器具体包括进气管、储气空腔、通气立管、出气管、通孔、排气孔,所述出气管位于底孔的正下方,所述出气管左右两端与通气立管连接,气体由通孔传送后由均匀的排气孔排出上浮水面,所述通气立管紧靠拦河坝两圆弧衔接处并直通设置在坝顶处的储气空腔,所述储气空腔可通过进气管外接岸边的气泵使之通气。

[0014] 进一步,所述设置在河边和河心处的水位监测器和闸门前的流量监测器固定在坝体大圆弧迎水面处。

[0015] 进一步,所述垃圾打捞装置依据传感器发送来的水位和流量信息调整工作周期,所述垃圾收集箱运送时间也相应调整,所述传送带表面为带钉刺突出结构的过水滤网以期减少垃圾掺杂的水分和钩抓漂浮物。

[0016] 进一步,所述弧形水景坝大圆弧坝顶等间距布设造景喷泉喷头,所述喷泉喷头内设转换器,定向向下游喷射,可根据流量大小变换喷射方式,造设不同的喷泉景观。

[0017] 进一步,所述喷泉喷头与相应的抽水系统连接,周围布设喷泉灯,配合底孔对称出流。

[0018] 本发明还提供一种基于漩涡导漂的弧形水景坝设计方法,其具体步骤如下:

[0019] S1. 调查工程选址的工程条件,包括河流水深、流速、河宽的边界条件和初始条件

[0020] S2. 使用制图软件等比例进行缩放调整大小圆弧的直径比例、圆周角大小,制作相应的一系列试验模型;

[0021] S3. 在确定边界条件下运用流体力学仿真软件根据河流流态选用流体模型模拟河流一般流速范围内可能产生的漩涡导漂情况,观察上游近坝区和漂浮物收集区域的流速矢量方向,分析产生漩涡大小、漩涡持续时间以及稳定位置;

[0022] S4. 结合工程具体情况并根据仿真结果优选最终的坝体流线设计方案以制作实物模型进行实验模拟,以实验结果确定最终坝型方案。

[0023] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:本发明拦河坝通过运用流体力学知识设计坝体流线,在合理范围内运用弧形结构引导水流并产生漩涡,以此导流河面漂浮物到拦河坝两岸的收集打捞处,有效地解决了河面漂浮物分散不易打捞的问题,定向导漂节省打捞的时间、提升打捞效率。此外,将气泡组件的安装可配合弧形坝体进一步导流河道漂浮物,在气泵的作用下,空气首先通过进气管到达储气空腔一侧,在经过储气空腔的调整后进入通气立管并通过通孔到达出气管,经由排气孔产生气泡,管道产生的气泡可有效抬升河道中的悬浮污染物,使得悬浮在中部的垃圾被气泡赶往河道表面并向打捞处聚集,在闸门打开时,也能在相当程度上阻止水面下的垃圾冲向下游。与此同时,气泡组件可促进水体的流动性,增加溶解氧含量,持续地曝氧可进一步减少厌氧微生物的繁殖,有助于水体中水生

动植物的生长,有效地遏制了黑臭水体的产生。在冬季,气泡还可以解决水体结冰无法流动的问题。本装置通过加入喷泉等部件,满足中小型河道削洪补枯基本需求的同时,可营造壮观喷泉水景,为旅游业提供支持,致力于打造人文生态水岸。因此,本装置具有很好的应用前景。

附图说明

- [0024] 图1为本发明提出的一种弧形水景坝的轴测图;
- [0025] 图2为图1中A处的放大图;
- [0026] 图3为图1中B处的放大图。
- [0027] 图4为本发明提出的一种弧形水景坝的正视图;
- [0028] 图5为本发明提出的一种弧形水景坝的俯视图;
- [0029] 图6为图5中C-C向剖视图;
- [0030] 图7为图6中D处的放大图;
- [0031] 图8为图5中E-E向剖视图;
- [0032] 图9为图5中F-F向剖视图;
- [0033] 图10为本发明实施例2中r10cm-R20cm时水平面的流速矢量图;
- [0034] 图11为本发明实施例2中r8cm-R24cm水平面的流速矢量图;
- [0035] 图12为本发明实施例2中r6cm-R28cm水平面的流速矢量图;
- [0036] 图13为本发明实施例2中r4cm-R32cm水平面的流速矢量图;
- [0037] 图中:1.坝体,2.底孔,3.闸门,4.大圆弧坝体,5.小圆弧坝体,6.进气管,7.储气空腔,8.通气立管,9.出气管,10.排气孔,11.出气空腔,12.通孔,13.水位监测器,14.流量监测器,15.喷泉喷头,16.轮组,17.过水滤网,18.电机驱动装置,19.接收器,20.垃圾收集箱,21.边墙。

具体实施方式

[0038] 下面将结合本发明中的附图,对本发明技术方案和具体实施方式进行清楚和完整地描述。

[0039] 【实施例1】

[0040] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,以下实施案例仅为本发明较佳的实施方式,而不是全部的实施例。

[0041] 参照图1、图4、图5和图9,一种导漂收集漂浮物的弧形水景坝,包括弧形坝体 1、底孔2、闸门3,弧形坝体1由大圆弧坝体4和小圆弧坝体5组成,大圆弧坝体4 中下部设置有4个矩形底孔2,通过闸门3控制底孔2的开启与关闭,闸门3开度可调,小圆弧坝体5上布置平行圆弧状的进气管6,进气管6的坝内一端连接储气空腔 7,通气立管8被竖直地安装在大小圆弧相切处,直通坝顶处的储气空腔7,此处的结构参照图3,通气立管8另一端连接大圆弧状的出气管9,出气管9布设在坝前底孔2 正下方,出气管9上等间距衔接着若干个排气孔10,最终空气通过排气孔10排出,产生气泡,此处可参照图1,出气管9内设有出气空腔11,出气管9的上端面上设有与出气空腔11连通的排气孔10,通气立管8的底侧壁上设有与出气空腔11连通的通孔12,此处可参照图3和图7。

[0042] 弧形水景坝左右两边近岸处的小圆弧坝体5中部和大圆弧坝体4坝前中部布设水位监测器13,在底孔2上的闸门3前布置流量监测器14,此处可参照图1、图4和图8,弧形水景坝的大圆弧4坝顶等间距布设造景喷泉喷头15,此处可参照图5,弧形水景坝上游左右岸临近坝体处为漂浮物收集区,此处设置垃圾打捞装置与边墙21连结,包括轮组16、过水滤网17、电机驱动装置驱动装置18和接收器19,传送带表面为过水滤网17,传送带轮组16外接电机驱动装置18,电机驱动装置侧部装置接收器19,传送带的过水滤网顶部正下方设有垃圾收集箱20,此处结构可参照图2。闸门2、水位监测器13、流量监测器14、喷泉喷头15、轮组16、电机驱动装置18和接收器19均电性连接。

[0043] 本发明在工作时,调整闸门3的开度,上游来水通过底孔2流向下游,以此可确保水体具有一定的流动性,上游的漂浮物被水流携带到坝体1前方一定距离处,在由大小圆弧4、5组成的坝体1的圆弧流线所产生的导流作用下,漂浮物被引导至靠近两岸的小圆弧5中部的漂浮物滞留区,在水面以下的中下层悬浮物也会随着水流来到坝前,通过外接气泵等方式,可通空气进入进气管6,进气管6直通储气空腔7,储气空腔7可调整进气的速度与均匀程度,之后由储气空腔7的另一端进入通气立管8,通气立管8经过通孔12的调整后来出气管9的出气空腔11,最后经由排气孔10排出,由此产生气泡,产生的气泡可以将中下层的悬浮物迁移至水面并沿弧导漂,能够较好地避免中下层悬浮物经由底孔2冲向下游河道,同时也能促进水体的流动性,增加水体的溶解氧含量。当漂浮物逐渐在小圆弧5圆心区域聚集时,在水位监测器13和流量监测器14的实时监测下,经智能自动化分析水位和流量数据后发送出的收集控制指令可被电机驱动装置18上的接收器19接收,底端潜入水面以下的传送带可调整过水滤网17与水情相协调的传动速度,过水滤网17可减少漂浮物携带的水分,最终漂浮物经由传送带固定装置进入到垃圾收集箱20。可根据需要控制相关的通水系统,利用大圆弧4坝顶上的喷泉喷头15产生形态各异的喷泉,营造水景。

[0044] 【实施例2】

[0045] 本实施例提供一种基于漩涡导漂的弧形水景坝设计方法,其具体步骤如下:

[0046] S1. 调查工程选址的工程条件,包括河流水深、流速、河宽的边界条件和初始条件

[0047] S2. 使用制图软件等比例进行缩放调整大小圆弧的直径比例、圆周角大小,制作相应的一系列试验模型;

[0048] S3. 在确定边界条件下运用流体力学仿真软件根据河流流态选用流体模型模拟河流一般流速范围内可能产生的漩涡导漂情况,观察上游近坝区和漂浮物收集区域的流速矢量方向,分析产生漩涡大小、漩涡持续时间以及稳定位置;

[0049] S4. 结合工程具体情况并根据仿真结果优选最终的坝体流线设计方案以制作实物模型进行实验模拟,以实验结果确定最终坝型方案。

[0050] 在上述步骤S2中,制图软件可采用AutoCAD、solidworks等制图软件,步骤S3中可运用fluent、flow3D等流体力学仿真软件。

[0051] 以某中小型河道为例说明大小圆弧比例的优选过程。该河流流经某乡镇地区,河宽80m,年均河深0.8m,现希望通过建设拦河坝,将上游河水壅高蓄积至1.2m以满足乡镇人民的生产生活生态用水,其河流年均流速为3m/s。工程选址河段河道顺直,地势平坦,可近似为理想的平直矩形河段。首先将该河道进行10倍比例进行缩小概化为108×80cm的试验模型,采用AutoCAD三维制图,后采用flow3D模型进行自由液面流体模拟。将模型划分为1cm

正方形网格,设置模拟时间100s,紊流模型采用RNG的 $k-\epsilon$ 方程模型进行计算,上游边界速度3cm/s,边界水深12cm,出口自由出流,初始水深12cm,初始流速3cm/s,在此水动力条件下调整大圆弧和小圆弧的比例关系进行模拟,可通过3D动画和2D流速动画模拟过程进行弧度漩涡强度比较。

[0052] 经试验本发明弧形坝体小圆弧坝体和大圆弧坝体的半径之比应不大于1/2以产生完整漩涡,对该河流初步设计小圆弧坝体半径 r 和大圆弧坝体半径 R 的四种工况: $r10\text{cm}-R20\text{cm}$ 、 $r8\text{cm}-R24\text{cm}$ 、 $r6\text{cm}-R28\text{cm}$ 、 $r4\text{cm}-R32\text{cm}$, r/R 比值分别为1/2、1/3、3/14、1/8,讨论2D平面图下的流速矢量结果。现给出选取距河床底板垂直距离7.5cm的水平面,模拟时间为第80s的各工况下该水平面的流速矢量图如图10-13所示, x 、 y 轴分别表示河流流向和河宽向,单位均为mm,灰度卡条指示流速大小,颜色越深,流速越小,单位为mm/s,图中流线的箭头表示流速方向。可以观察到:除 $r/R=1/8$ 的工况外,各工况均能产生漩涡,左岸坝前漩涡呈顺时针方向,右岸坝前漩涡呈逆时针方向,漩涡处流线呈灰黑色,表明该处流速较小,利于漂浮物聚集,在坝宽一定时,随着 r/R 值的减小,漩涡半径更小,漩涡位置更加稳定在小圆弧圆心处。

[0053] 同时,比较各工况的2D流速矢量时间序列,发现随着 r/R 值的减小,漩涡维持时间明显缩短且漂浮物聚集空间大幅度减少,大圆弧在河流流向上更为凸出,对应力的承受要求更高,同时景观层次感减弱。兼顾漂浮物收集效率与漩涡效果的效益,大小圆弧比例为 $r8\text{cm}-R24\text{cm}$ 和 $r6\text{cm}-R28\text{cm}$ 两种工况下的弧形导漂效果优于其他两种工况,同时针对该河段流经的乡镇仍有较突出的生活垃圾倾倒问题,河道中漂浮物较多,漂浮物打捞需求大,以 $r8\text{cm}-R24\text{cm}$ 的试验模型为最佳,可进行实物模型制作,并配合塑料球等模拟漂浮物以漂浮物收集率为指标优化其他细节。该实例为简单优选条件以说明,具体工程选择因结合更多的实际工程背景设置优选条件,将 r/R 比值向1/3左右调整,进一步优选比例方案。

[0054] 【实施例3】

[0055] 气泡发生组件可以是本发明中的进气管6、储气空腔7、通气立管8、出气管9和排气孔10这样分段的钢材质管道,也可以是连通为一体的软性材料管道,可以根据河道具体情况和施工的难易程度等选择所需材质。此外,出气管上等间距布设排气孔,此处的排气方式也可以再加入管道做出相应的调整,有针对性地满足快速产生大量气泡的条件,并起到抬升中低层悬浮物的作用均可。

[0056] 【实施例4】

[0057] 在打捞装着设计方面,本发明设置了水位监测器13,由于河心与两岸的水位不同,因此在临近岸边的小圆弧以及河道中间的大圆弧出均设置有该装置,弧度不同处,闸孔流速不同,故4个闸门3前均设置流量监测器14,监测的水位和流量信息可近似反映该段时间内上游携带来的漂浮物的多少,信号传输给接收器19以调整轮组16的传动速度,再相应地协调垃圾收集箱20的运送处理周期,以此保证漂浮物能够被及时打捞运输处理,提升打捞的工作效率。并且,过水滤网17为网状结构,且带有一定钉刺结构,在确保能打捞到垃圾的同时减少垃圾携带的水流,减小垃圾的处理难度。

[0058] 上述实施例只是用于对本发明的举例和说明,而非意在将本发明限制于所描述的实施例范围内。此外本领域技术人员可以理解的是,本发明不局限于上述实施例,根据本发明教导还可以做出更多种的变型和修改,这些变型和修改均落在本发明所要求保护的范围内。

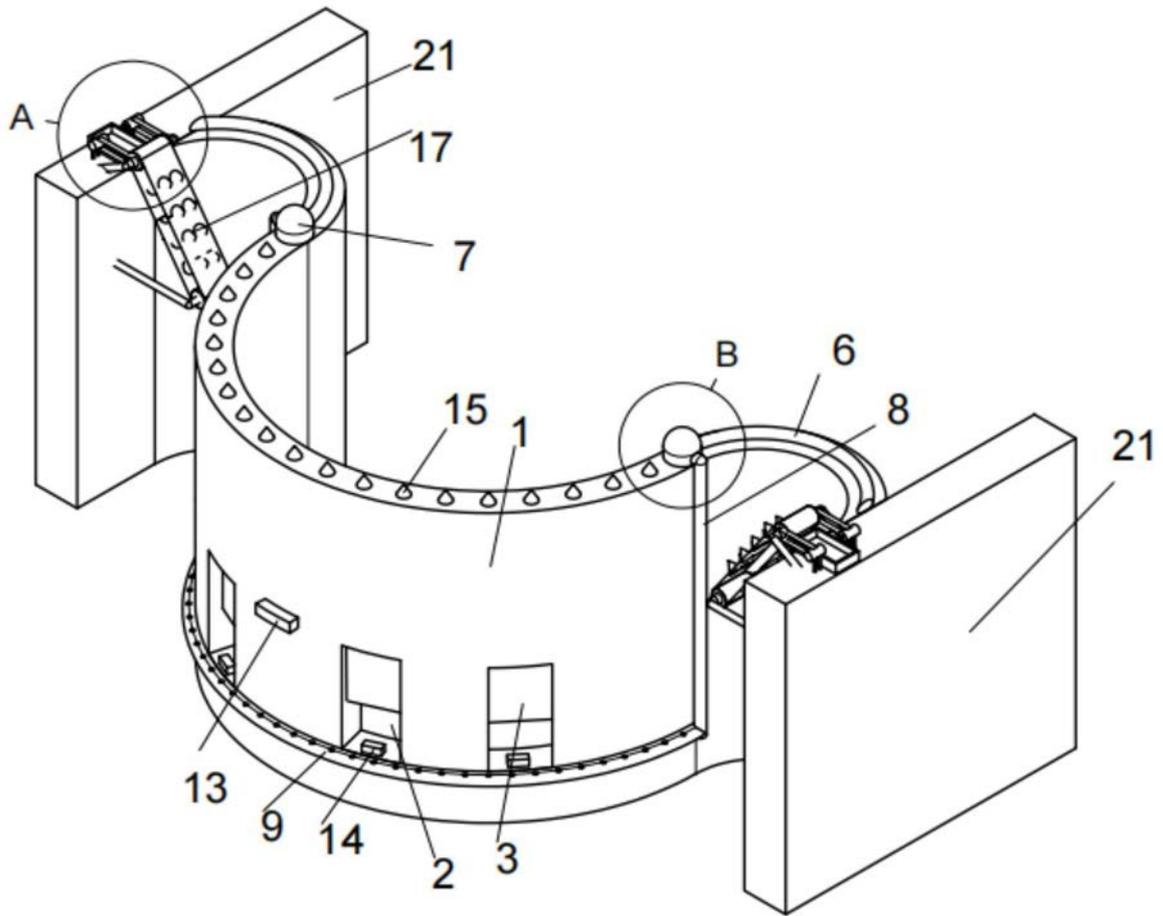


图1

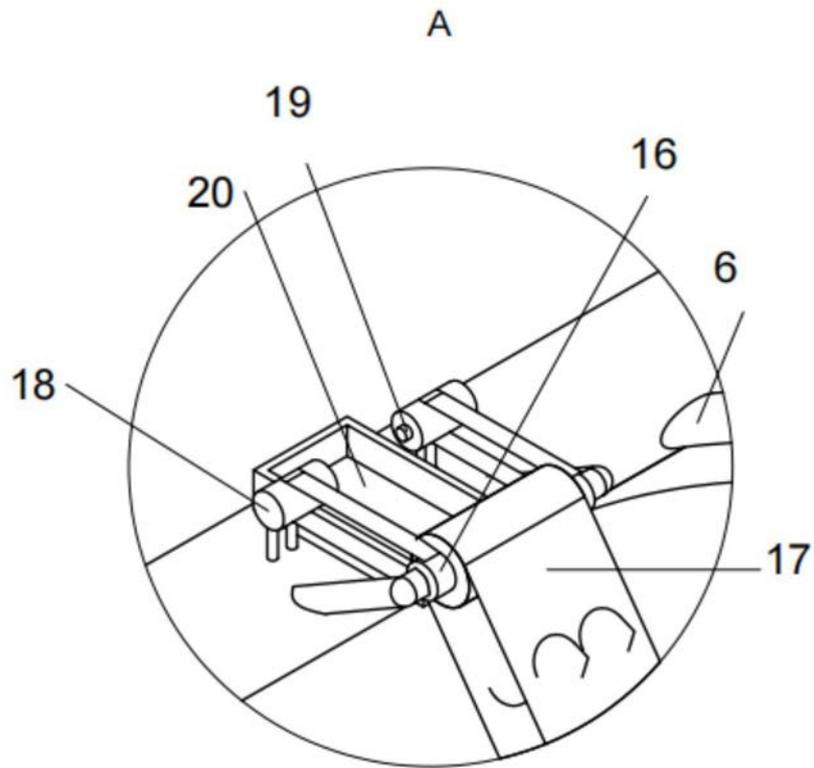


图2

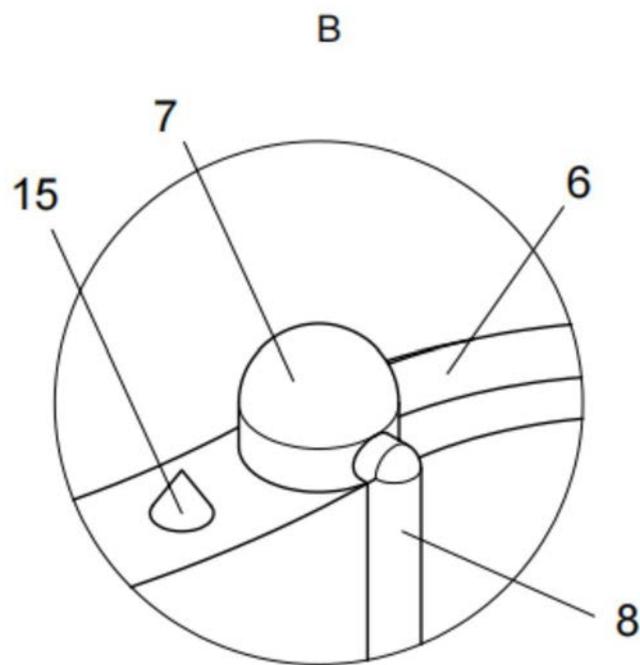


图3

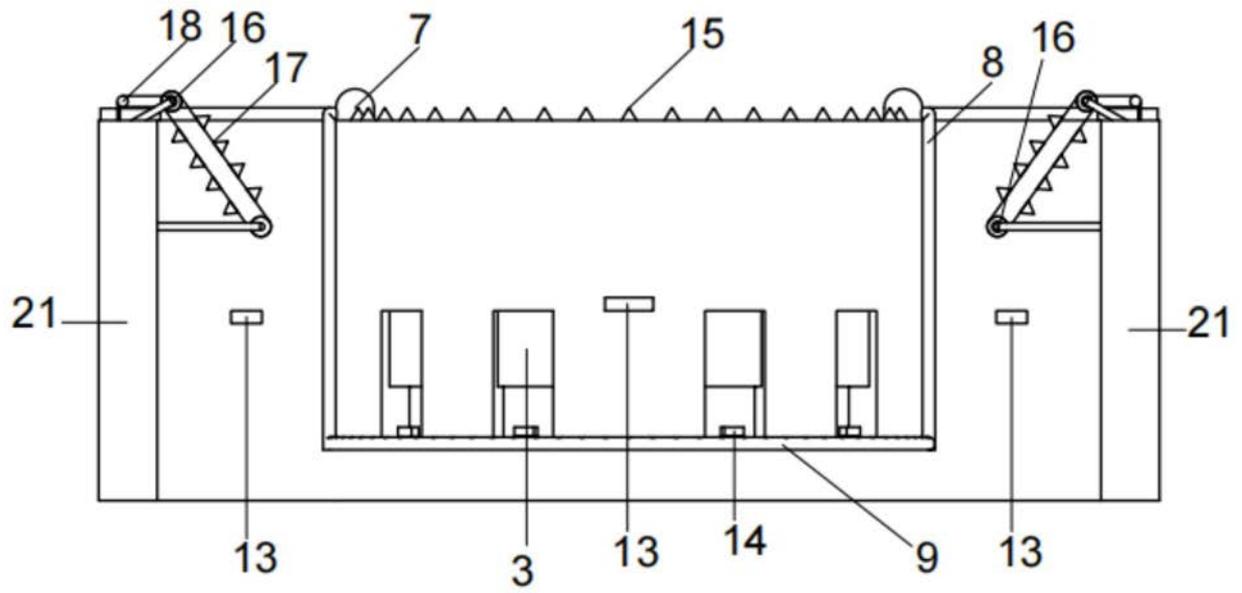


图4

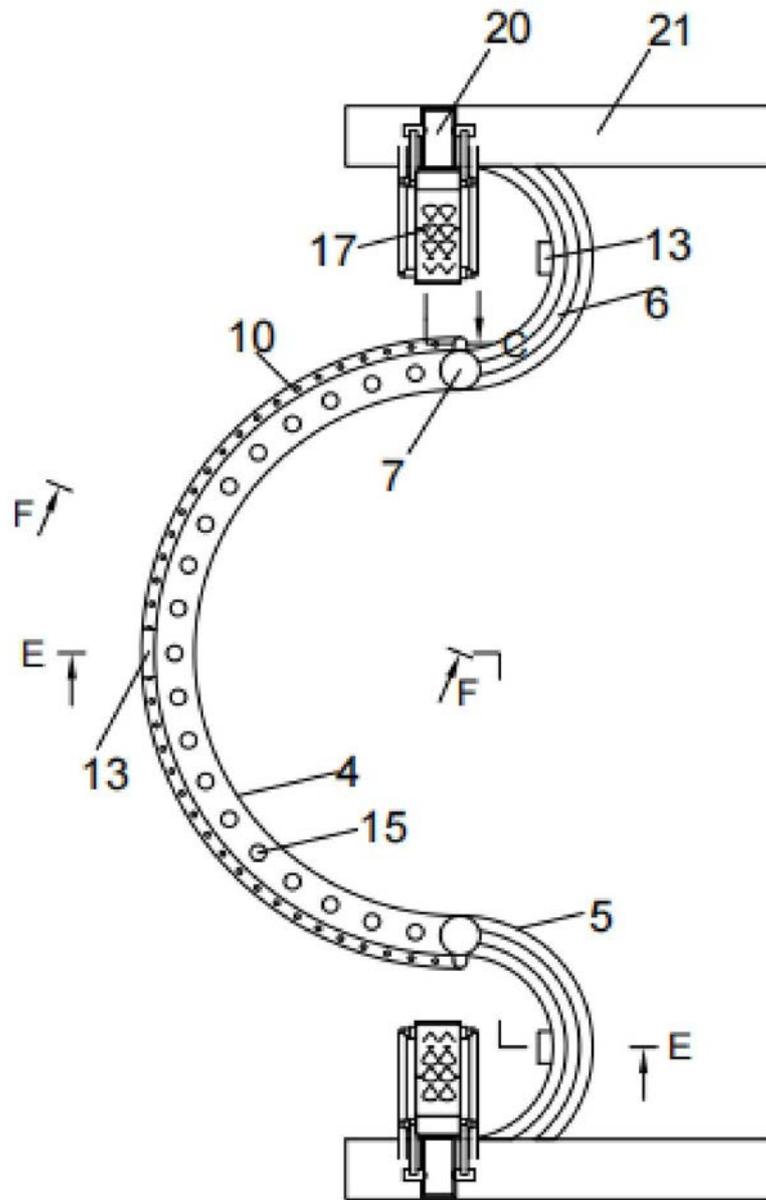


图5

C-C

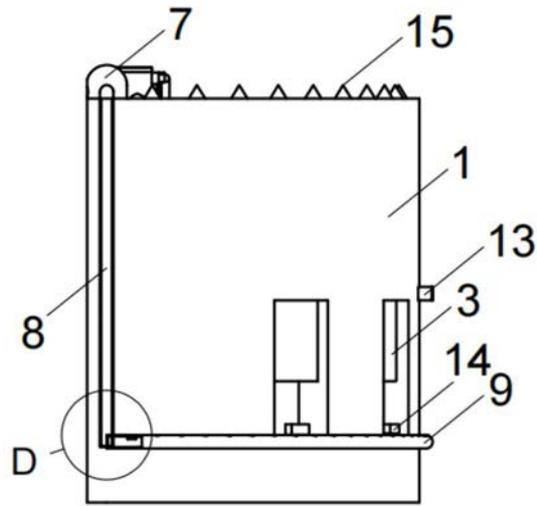


图6

D

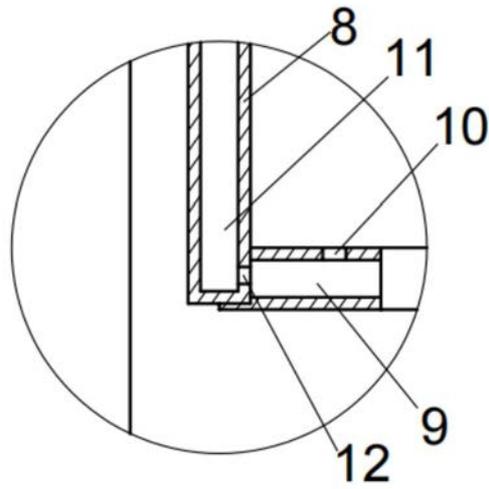


图7

E-E

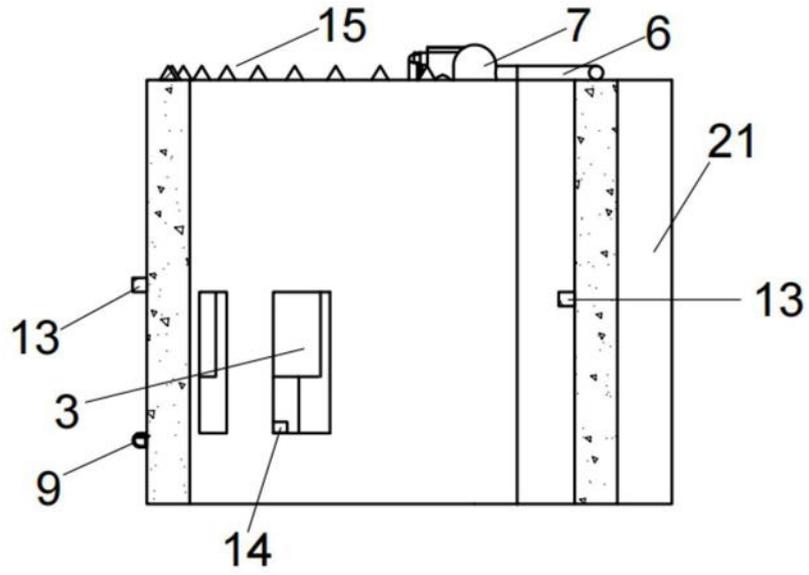


图8

F-F

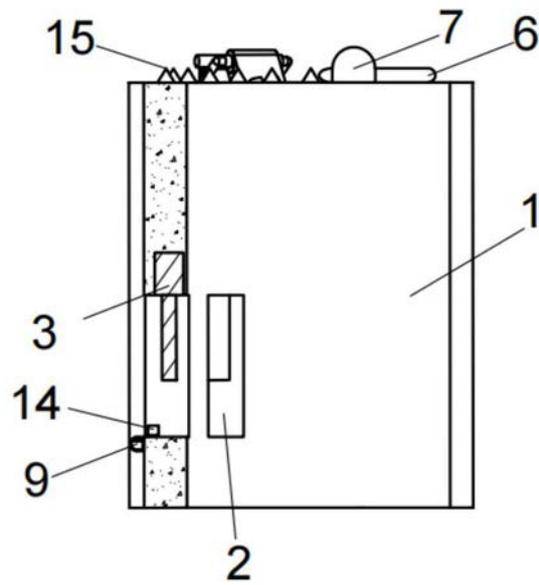


图9

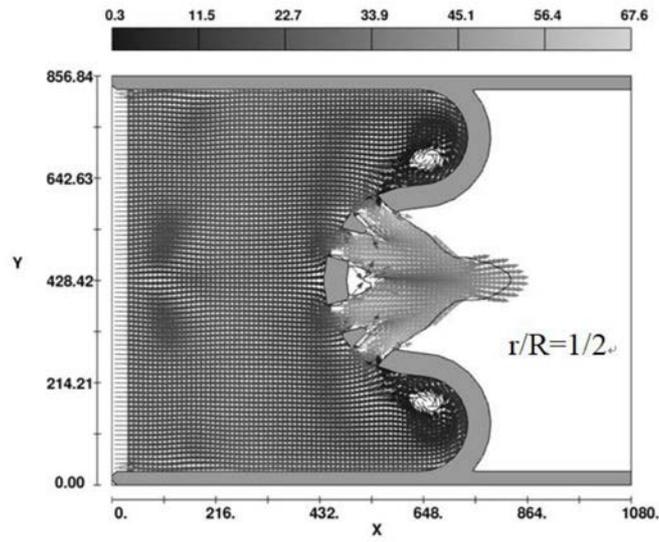


图10

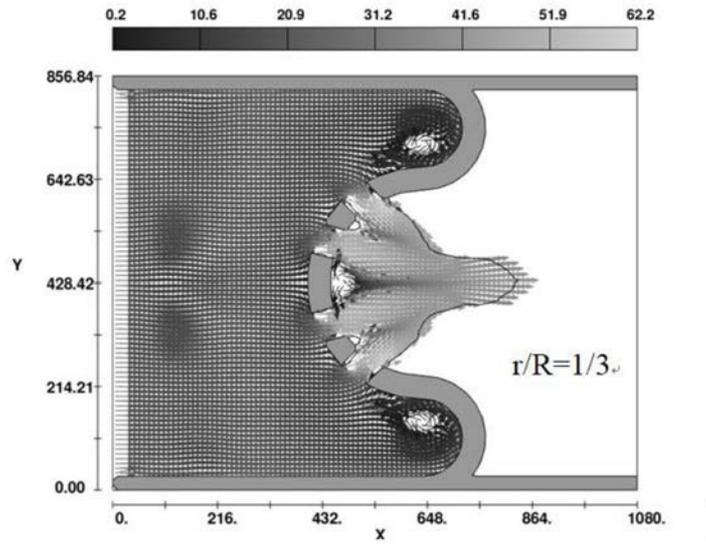


图11

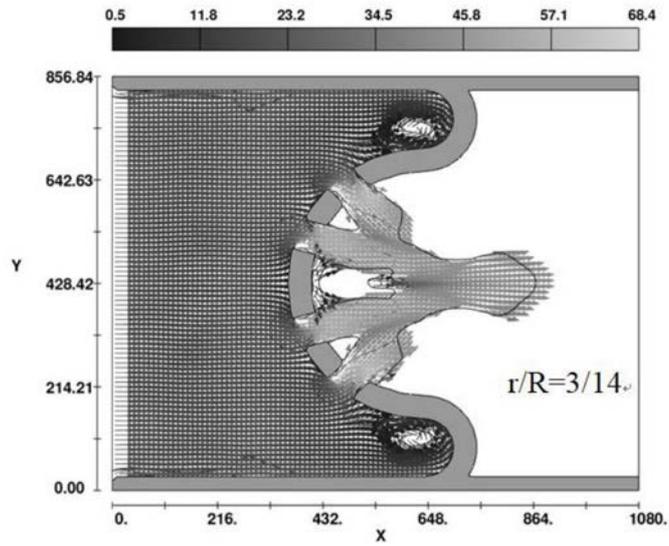


图12

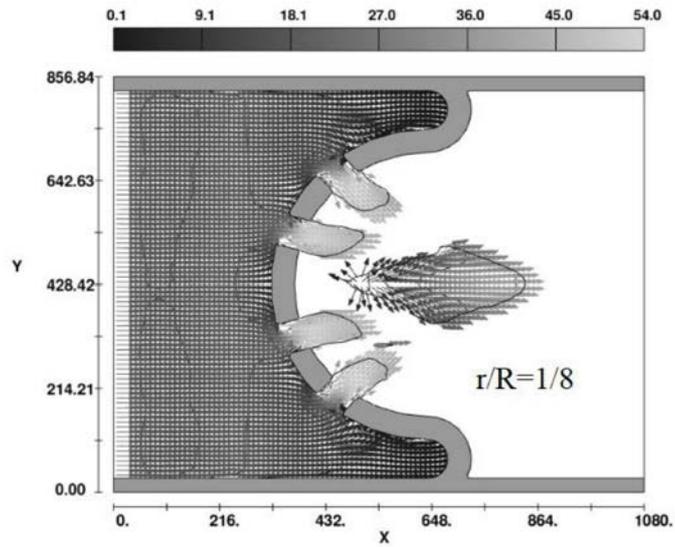


图13