(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119104264 A
(43)申请公布日 2024.12.10

(21)申请号 202411343826.8

(22)申请日 2024.09.25

(71)申请人 三峡大学
地址 443002 湖北省宜昌市大学路8号

(72)发明人 王力 胡文卓 王世梅 陈勇 肖海 贺元源 范志宏

(74)专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所 42103
专利代理师 李末黎

(51)Int.Cl.
G01M 10/00(2006.01)

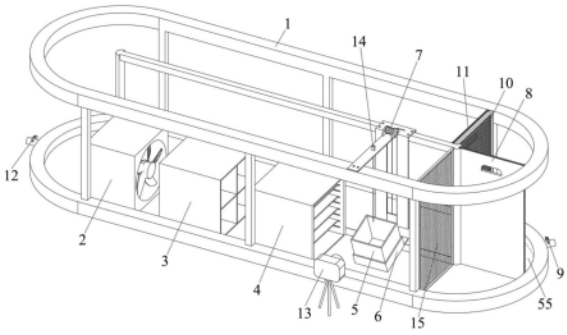
权利要求书3页 说明书9页 附图8页

(54)发明名称

一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置及方法

(57)摘要

本发明涉及水利工程技术领域,具体公开了一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置及方法,旨在解决现有技术中无法同时模拟不同坡度护坡冲刷及有效收集侵蚀泥沙颗粒的问题;技术方案包括循环水槽、多级导流箱、可调控坡度的碎石冲刷槽与植物养护槽、泥沙收集区及高速拍摄装置等;通过调节多级导流箱及碎石冲刷槽的坡度,实现了对水流流态和护坡坡度的精准控制;泥沙收集区则采用多级滤网和挡水板技术,有效收集并分析侵蚀泥沙;本发明不仅可模拟碎石护坡和生态护坡的冲刷过程,还能准确反映护坡的抗侵蚀性能,为生态护岸工程设计与防灾减灾提供理论和技术支持;该装置操作简便、数据收集准确、试验效率高,能够满足科研和工程实践中的多种需求。



CN 119104264 A

1.一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置,其特征在于,包括:

循环水槽(1),其一端设置有螺旋桨导流箱(2),螺旋桨导流箱(2)内安装有螺旋桨(30),用于产生水流;

第一导流箱(3)、第二导流箱(4),依次顺序设置在螺旋桨导流箱(2)的右侧,用于调整水流流态;

植物养护槽(5),设置在第二导流箱(4)的右侧,植物养护槽(5)下部设置有碎石槽(6),碎石槽(6)通过铰链(21)与升降滑块(22)连接,通过铰链与滑块连接,升降滑块(22)固定在滑轨(25)内部并与钢丝绳(23)连接,钢丝绳(23)固定缠绕在升降转轴(7)上,通过调节升降转轴(7)实现碎石槽(6)及植物养护槽(5)的升降,从而调节护坡坡度;

泥沙收集区,设置在植物养护槽(5)的右侧,包括第一过滤板(15)、第二过滤板(10)、第二挡水板(11)和第一挡水板(8),第一挡水板(8)和第二挡水板(11)通过可充气橡胶圈(42)密封,泥沙收集区底部设置有第一排水口(50),用于排放并收集被侵蚀的泥沙颗粒;

循环水槽(1)的外部设置有高速拍摄装置(13),用于记录冲刷过程;

循环水槽(1)尾水段末端设置有第二排水口(51),用于排放尾水。

2.根据权利要求1所述的一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置,其特征在于:所述循环水槽(1)包括水槽框架,其两端设置成半圆形,水槽框架四周设置有密封周壁,密封周壁采用透明钢化玻璃和有机玻璃制成,水槽框架设置有底板,底板包括设置在泥沙收集区的扇形泥沙收集板(55)。

3.根据权利要求2所述的一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置,其特征在于:所述泥沙收集区设置有第一排水口(50),第一排水口(50)安装有第一排水管,第一排水管上设置有第一排水阀门(9),循环水槽(1)尾水段末端设置有第二排水口(51),第二排水口(51)安装有第二排水管,第二排水管上设置有第二排水阀门(12)。

4.根据权利要求1所述的一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置,其特征在于:所述第一导流箱(3)内部从左往右顺序设置正十字导流板(31)和斜十字导流板(32)。

5.根据权利要求1所述的一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置,其特征在于:所述第二导流箱(4)内部从上往下间距设置有若干平面导流板(33)。

6.根据权利要求1所述的一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置,其特征在于:所述升降转轴(7)固定在支撑架(24)上,支撑架(24)上布置有水体监测装置(14),水体监测装置(14)包括流速仪和浊度仪。

7.根据权利要求1所述的一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置,其特征在于:所述高速拍摄装置(13)为高速运动相机,用以拍摄水下记录植物与碎石协同护坡侵蚀过程,数据同步收集。

8.根据权利要求1所述的一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置,其特征在于:所述第一挡水板(8)包括挡水板本体(41),挡水板本体(41)一周安装有可充气橡胶圈(42),用于隔离两侧水体,可充气橡胶圈(42)上设置有充气孔(43),第二挡水板(11)结构与第一挡水板(8)相同。

9.根据权利要求1所述的一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置,其特征在于:所述第一过滤板(15)包括过滤板框架(44)和过滤网(45),第二过滤板(10)结构与第一过滤板(15)相同。

10.一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验方法,是采用权利要求1~9任意一项所述的一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置,其特征在于,所述实验方法包括以下步骤:

Step1:调整明渠水流流速、流态和水深,通过水体监测装置(14)布置的旋桨式流速仪获取碎石槽(6)处断面流速,将螺旋桨(30)接通电源,转动控制旋钮调节螺旋桨(30)的转速调节循环水槽水流流速,保持转速恒定,调整第一导流箱(2)和螺旋桨(30)出口的间距,消除大部分紊流初步调整明渠水流流态,再调整第二导流箱(3)和第一导流箱(2)的间距和第二导流箱(3)中水平导流板(33)的数量,进一步调整明渠水流流态,至第二导流箱(3)出口的断面流速分布、水流流态及水深达到稳定状态;

Step2:开展碎石层冲刷试验,冲刷实验前只安装第一过滤板(15),启动螺旋桨(30)冲刷碎石槽(6);

Step3:侵蚀过程监测和碎石颗粒收集,通过高速拍摄装置(13)捕捉碎石槽(6)内碎石颗粒的运动情况,收集第一过滤板(15)拦截的碎石颗粒,统计冲刷一段时间后发生位移的碎石颗粒数目,通过失稳的颗粒数目占总颗粒数目的比例可反映出不同粒径碎石层的稳定性,得到不同流速和护坡坡度下碎石的稳定粒径范围,碎石冲刷试验结果可为后续植物和碎石协同护坡设计方案提供参考;

Step4:开展植物和碎石协同护坡冲刷试验,安装植物养护槽(5),插入第一过滤板(15)和第二过滤板(10),调节护坡坡度,冲刷试验前,在植物养护槽(5)内铺设土壤和碎石层,并在植物养护槽(5)内培育护坡植物,将植物发育良好的植物养护槽(5)插入碎石槽(6)中,转动升降转轴(7),通过钢丝绳(23)牵引升降滑块(22)在固定滑轨(25)间垂直运动,升降滑块(22)和钢铰链(21)相连,钢铰链(21)转动带动碎石槽(6)运动实现了植物养护槽(5)植物与碎石协同护坡坡度的调节;

Step5:侵蚀指标监测,启动螺旋桨(30)冲刷植物养护槽(5),通过水体监测装置(14)布置的流速仪和浊度仪分别测量实时水流流速和水体浑浊程度,通过高速拍摄装置(13)捕捉植物养护槽(5)内泥沙颗粒和碎石颗粒的运动情况;

Step6:统计岸坡土体侵蚀量,侧向水流冲刷一段时间后收集植物养护槽(5)内岸坡土体被侵蚀的泥沙颗粒,步骤如下:首先放下第一挡水板(8)和第二挡水板(11),然后通过充气孔(43)向可充气橡胶圈(42)内打气至第一挡水板(8)和第二挡水板(11)将两侧水体完全隔离,此时,抽走第二过滤板(10),然后用第一挡水板(8)和第二挡水板(11)之间的水体清洗第二过滤板(10)上剩余的泥沙颗粒,然后打开第一排水阀门(9)排空第一挡水板(8)和第二挡水板(11)之间的水体,此时泥沙颗粒沉积在扇形泥沙收集板(55)之上,最后取出扇形泥沙收集板(55)并称重,扇形泥沙收集板(55)试验前后的重量变化即为岸坡土体的侵蚀量,侵蚀量除以冲刷时间可得到单位时间内岸坡土体被侵蚀泥沙颗粒的重量,以该指标反映出植物和碎石协同护坡的抗侵蚀效果;

Step7:每隔一段时间重复收集泥沙颗粒,第一次泥颗粒收集完成后,取出第一过滤板(15)拦截的碎石颗粒,重新安装扇形泥沙收集板(55)和第二过滤板(10),向第一挡水板(8)和第二挡水板(11)之间注入水流使区域水位和明渠内水位一致,此时,通过充气孔(43)排放可充气橡胶圈(42)内气体,然后抽走第一挡水板(8)和第二挡水板(11),启动螺旋桨(30)继续进行冲刷试验;

Step8:冲刷试验结束后,打开第二排水阀门(12)至明渠内排空水体。

一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及水利工程与生态环境保护技术领域,特别涉及一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置及方法。

背景技术

[0002] 在水利工程、河道治理及生态环境保护等领域,侧向水流冲刷对岸坡的侵蚀作用是一个亟待解决的重要问题。随着大型水库如三峡水库的建成运行,库水的侧向冲刷、波浪和周期性涨落等因素对岸坡造成了显著的侵蚀影响,不仅诱发了严重的塌岸问题,还导致了多起滑坡灾害事件,严重威胁库区基础设施、人民生命财产及航运安全。因此,研究侧向水流冲刷对岸坡的侵蚀机理及防护措施具有重要的现实意义。

[0003] 目前,针对侧向水流冲刷岸坡的模拟试验装置已有一定的研究基础。例如,现有技术中通过电机驱动螺旋桨产生水流,并利用导流箱控制水槽内水体流态,形成具有水深可控、流态稳定且断面流速符合天然河道断面流速分布规律的水流,以模拟侧向水流对岸坡的冲刷作用。然而,这些现有技术仍存在诸多不足,具体表现在以下几个方面:

功能单一:现有技术大多只能模拟单一的护坡冲刷过程,无法同时调节护坡坡度并保持其稳定性,也无法高效地对碎石护坡和生态护坡进行模拟。这限制了试验装置在复杂护坡结构研究中的应用。

[0004] 流态控制不足:现有技术难以有效控制水流断面流态,无法有效消除紊流对试验的影响,导致试验结果存在较大的不确定性。

[0005] 泥沙收集不便:现有技术中泥沙收集方式较为繁琐,无法快速准确地收集侵蚀的泥沙颗粒,从而无法准确获取因侧向水流侵蚀岸坡土体而产生的侵蚀量数据。

[0006] 模拟过程不全面:现有技术大多只能对护坡冲刷侵蚀过程进行模拟,无法对水流流速流态调控、工程或生态护坡土体侵蚀和被侵蚀泥沙颗粒收集等全过程进行模拟,限制了试验装置在全面评估护坡性能方面的应用。

[0007] 为了克服上述技术缺陷,提高侧向水流冲刷岸坡模拟试验的准确性和全面性,本发明提出了一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置。该装置通过可插入式滑动岸坡板调控技术、多级导流箱调控技术以及多级滤网隔离技术等创新设计,实现了对护坡坡度、水流流态及泥沙收集等关键参数的精确控制,为河道生态护岸工程设计提供了重要的理论和技术支撑。

[0008] 综上所述,本发明的提出是基于对现有技术深入剖析和充分理解的基础上,旨在解决现有技术中存在的不足,提高侧向水流冲刷岸坡模拟试验的准确性和全面性,为相关领域的研究和工程实践提供有力的技术支持。

发明内容

[0009] 本发明所要解决的技术问题是提供一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置及方法,解决现有技术中在模拟侧向水流冲刷岸坡过程中存在的多项技术缺陷,具体而

言,现有技术无法同时实现护坡坡度的调节与自身稳定性的保持,无法高效模拟碎石护坡和生态护坡的冲刷过程,无法有效控制水流断面流态以消除紊流对试验的影响,以及无法快速准确地收集侵蚀的泥沙颗粒以获取准确的侵蚀量数据的问题。

[0010] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案为:一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置,包括:

循环水槽,其一端设置有螺旋桨导流箱,螺旋桨导流箱内安装有螺旋桨,用于产生水流,螺旋桨自带电机;

第一导流箱、第二导流箱,依次顺序设置在螺旋桨导流箱的右侧,用于调整水流流态;

植物养护槽,设置在第二导流箱的右侧,植物养护槽下部设置有碎石槽,碎石槽通过铰链与升降滑块连接,通过铰链与滑块连接,升降滑块固定在滑轨内部并与钢丝绳连接,钢丝绳固定缠绕在升降转轴上,通过调节升降转轴实现碎石槽及植物养护槽的升降,从而调节护坡坡度;

泥沙收集区,设置在植物养护槽的右侧,包括第一过滤板、第二过滤板、第二挡水板和第一挡水板,第一挡水板和第二挡水板通过可充气橡胶圈密封,泥沙收集区底部设置有第一排水口,用于排放并收集被侵蚀的泥沙颗粒;

循环水槽的外部设置有高速拍摄装置,用于记录冲刷过程;

循环水槽尾水段末端设置有第二排水口,用于排放尾水。

[0011] 优选的方案中,所述循环水槽包括水槽框架,其两端设置成半圆形,水槽框架四周设置有密封周壁,密封周壁采用透明钢化玻璃和有机玻璃制成,侧壁直段采用钢化玻璃,弧形段采用有机玻璃,钢化玻璃和有机玻璃密封连接在一起,水槽框架设置有底板,底板包括设置在泥沙收集区的扇形泥沙收集板。

[0012] 优选的方案中,所述泥沙收集区设置有第一排水口,第一排水口安装有第一排水管,第一排水管上设置有第一排水阀门,循环水槽尾水段末端设置有第二排水口,第二排水口安装有第二排水管,第二排水管上设置有第二排水阀门。

[0013] 优选的方案中,所述第一导流箱内部从左往右顺序设置正十字导流板和斜十字导流板。

[0014] 优选的方案中,所述第二导流箱内部从上往下间距设置有若干平面导流板。

[0015] 优选的方案中,所述升降转轴固定在支撑架上,支撑架上布置有水体监测装置,水体监测装置包括流速仪和浊度仪。

[0016] 优选的方案中,所述高速拍摄装置为高速运动相机,用以拍摄水下记录植物与碎石协同护坡侵蚀过程,数据同步收集。

[0017] 优选的方案中,所述第一挡水板包括挡水板本体,挡水板本体一周安装有可充气橡胶圈,用于隔离两侧水体,可充气橡胶圈上设置有充气孔,第二挡水板结构与第一挡水板相同。

[0018] 优选的方案中,所述第一过滤板包括过滤板框架和过滤网,第二过滤板结构与第一过滤板相同。

[0019] 一种侧向水流冲刷护坡循环水槽试验方法,是采用上述任意一项所述的一种侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置,所述实验方法包括以下步骤:

Step1:调整明渠水流流速、流态和水深,通过水体监测装置布置的旋桨式流速仪获取碎石槽处断面流速,将螺旋桨接通电源,转动控制旋钮调节螺旋桨的转速调节循环水槽水流流速,保持转速恒定,调整第一导流箱和螺旋桨出口的间距,消除大部分紊流初步调整明渠水流流态,再调整第二导流箱和第一导流箱的间距和第二导流箱中水平导流板的数量,进一步调整明渠水流流态,至第二导流箱出口的断面流速分布、水流流态及水深达到稳定状态;

Step2:开展碎石层冲刷试验,冲刷实验前只安装第一过滤板,启动螺旋桨冲刷碎石槽;

Step3:侵蚀过程监测和碎石颗粒收集,通过高速拍摄装置捕捉碎石槽内碎石颗粒的运动情况,收集第一过滤板拦截的碎石颗粒,统计冲刷一段时间后发生位移的碎石颗粒数目,通过失稳的颗粒数目占总颗粒数目的比例可反映出不同粒径碎石层的稳定性,得到不同流速和护坡坡度下碎石的稳定粒径范围,碎石冲刷试验结果可为后续植物和碎石协同护坡设计方案提供参考;

Step4:开展植物和碎石协同护坡冲刷试验,安装植物养护槽,插入第一过滤板和第二过滤板,调节护坡坡度,冲刷试验前,在植物养护槽内铺设土壤和碎石层,并在植物养护槽内培育护坡植物,将植物发育良好的植物养护槽插入碎石槽中,转动升降转轴,通过钢丝绳牵引升降滑块在固定滑轨间垂直运动,升降滑块和钢铰链相连,钢铰链转动带动碎石槽运动实现了植物养护槽植物与碎石协同护坡坡度的调节;

Step5:侵蚀指标监测,启动螺旋桨冲刷植物养护槽,通过水体监测装置布置的流速仪和浊度仪分别测量实时水流流速和水体浑浊程度,通过高速拍摄装置捕捉植物养护槽内泥沙颗粒和碎石颗粒的运动情况;

Step6:统计岸坡土体侵蚀量,侧向水流冲刷一段时间后收集植物养护槽内岸坡土体被侵蚀的泥沙颗粒,步骤如下:首先放下第一挡水板和第二挡水板,然后通过充气孔向可充气橡胶圈内打气至第一挡水板和第二挡水板将两侧水体完全隔离,此时,抽走第一过滤板,然后用第一挡水板和第二挡水板之间的水体清洗第一过滤板上剩余的泥沙颗粒,然后打开第一排水阀门排空第一挡水板和第二挡水板之间的水体,此时泥沙颗粒沉积在扇形泥沙收集板之上,最后取出扇形泥沙收集板并称重,扇形泥沙收集板试验前后的重量变化即为岸坡土体的侵蚀量,侵蚀量除以冲刷时间可得到单位时间内岸坡土体被侵蚀泥沙颗粒的重量,以该指标反映出植物和碎石协同护坡的抗侵蚀效果;

Step7:每隔一段时间重复收集泥沙颗粒,第一次泥颗粒收集完成后,取出第一过滤板拦截的碎石颗粒,重新安装扇形泥沙收集板和第二过滤板,向第一挡水板和第二挡水板之间注入水流使区域水位和明渠内水位一致,此时,通过充气孔排放可充气橡胶圈内气体,然后抽走第一挡水板和第二挡水板,启动螺旋桨继续进行冲刷试验;

Step8:冲刷试验结束后,打开第二排水阀门至明渠内排空水体。

[0020] 本发明所提供的一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置及方法,具有如下有益效果:

1、本发明解决了现有技术中在模拟侧向水流冲刷岸坡过程中存在的多项技术缺陷,具体而言,现有技术无法同时实现护坡坡度的调节与自身稳定性的保持,无法高效模拟碎石护坡和生态护坡的冲刷过程,无法有效控制水流断面流态以消除紊流对试验的影响,

以及无法快速准确地收集侵蚀的泥沙颗粒以获取准确的侵蚀量数据的问题；

2、本发明通过植物养护槽、碎石槽、升降转轴等联合组成的可插入式滑动岸坡板，实现了护坡坡度的调节，并保持了自身的稳定性，能够同时高效模拟碎石护坡和生态护坡；

3、本发明的水流断面流态控制，采用多级导流箱调控技术，有效消除了紊流对试验的影响，使水流断面流速分布更加稳定和平滑；

4、本发明快速准确收集泥沙颗粒，其通过多级滤网隔离技术和挡水板隔离技术，实现了被侵蚀泥沙颗粒的快速准确收集，提高了实验数据的准确性；

5、本发明的装置能够全面模拟水流流速流态调控、工程或生态护坡土体侵蚀和被侵蚀泥沙颗粒收集等侧向水流冲刷护坡侵蚀全过程；

6、本发明通过改进泥沙收集技术，实现了对被侵蚀泥沙颗粒的快速准确收集，为评估护坡抗侵蚀性能提供了可靠数据；

7、本发明的多功能护坡冲刷模拟试验装置，解决了现有技术无法同时调节护坡坡度和保持自身稳定性，以及无法高效率地模拟碎石护坡和生态护坡的问题；

8、本发明设置的多级导流装置消除了紊流对试验的影响，提高了试验结果的准确性和可靠性；

9、本发明通过多功能护坡冲刷模拟和多级导流箱调控技术，提高了试验的灵活性和准确性，能够更好地模拟实际工程中的复杂情况；

10、本发明的研究成果可为河道生态护岸工程设计提供参考，为保障我国大型水库运行安全、有效实施防灾减灾、生态环境保护提供重要的理论和技术支撑；

11、本发明的技术方案在护坡冲刷模拟试验领域具有创新性，推动了相关技术的发展和进步。

附图说明

[0021] 下面结合附图和实施实例对本发明作进一步说明：

图1为本发明的整体结构示意图；

图2为本发明整体结构的俯视图；

图3为本发明植物养护槽、碎石槽、升降转轴的装配示意图；

图4为本发明泥沙收集区的结构示意图；

图5为本发明螺旋桨导流箱的结构示意图；

图6为本发明第一导流箱的结构示意图；

图7为本发明第二导流箱水箱的结构示意图；

图8为本发明第一挡水板/第二挡水板的结构示意图；

图9为本发明第一过滤板/第二过滤板的结构示意图；

图中：循环水槽1，螺旋桨导流箱2，第一导流箱3，第二导流箱4，植物养护槽5，碎石槽6，升降转轴7，第一挡水板8，第一排水阀门9，第二过滤板10，第二挡水板11，第一排水阀门12，高速拍摄装置13，水体监测装置14，第一过滤板15，铰链21，升降滑块22，钢丝绳23，支撑架24，滑轨25，螺旋桨30，正十字导流板31，斜十字导流板32，平面导流板33，挡水板本体41，可充气橡胶圈42，充气口43，过滤板框架44，过滤网45，第一排水口50，第二排水口51，扇形泥沙收集板55。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图及实施例对本发明中的技术方案进一步说明：

实施例1

如图1~9所示，一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置，包括：

循环水槽1，其一端设置有螺旋桨导流箱2，螺旋桨导流箱2内安装有螺旋桨30，用于产生水流；

第一导流箱3、第二导流箱4，依次顺序设置在螺旋桨导流箱2的右侧，用于调整水流流态；

植物养护槽5，设置在第二导流箱4的右侧，植物养护槽5下部设置有碎石槽6，碎石槽6通过铰链21与升降滑块22连接，通过铰链与滑块连接，升降滑块22固定在滑轨25内部并与钢丝绳23连接，钢丝绳23固定缠绕在升降转轴7上，通过调节升降转轴7实现碎石槽6及植物养护槽5的升降，从而调节护坡坡度；

泥沙收集区，设置在植物养护槽5的右侧，包括第一过滤板15、第二过滤板10、第二挡水板11和第一挡水板8，第一挡水板8和第二挡水板11通过可充气橡胶圈42密封，泥沙收集区底部设置有第一排水口50，用于排放并收集被侵蚀的泥沙颗粒；

循环水槽1的外部设置有高速拍摄装置13，用于记录冲刷过程；

循环水槽1尾水段末端设置有第二排水口51，用于排放尾水。

[0023] 在本实施例中，所述循环水槽1包括水槽框架，其两端设置成半圆形，水槽框架四周设置有密封周壁，密封周壁采用透明钢化玻璃和有机玻璃制成，侧壁直段采用钢化玻璃，弧形段采用有机玻璃，钢化玻璃和有机玻璃密封连接在一起，水槽框架设置有底板，底板包括设置在泥沙收集区的扇形泥沙收集板55。

[0024] 进一步的，所述泥沙收集区设置有第一排水口50，第一排水口50安装有第一排水管，第一排水管上设置有第一排水阀门9，循环水槽1尾水段末端设置有第二排水口51，第二排水口51安装有第二排水管，第二排水管上设置有第二排水阀门12。

[0025] 进一步的，所述第一导流箱3内部从左往右顺序设置正十字导流板31和斜十字导流板32。

[0026] 进一步的，所述第二导流箱4内部从上往下间距设置有若干平面导流板33。

[0027] 进一步的，所述升降转轴7固定在支撑架24上，支撑架24上布置有水体监测装置14，水体监测装置14包括流速仪和浊度仪。

[0028] 进一步的，所述高速拍摄装置13为高速运动相机，用以拍摄水下记录植物与碎石协同护坡侵蚀过程，数据同步收集。

[0029] 进一步的，所述第一挡水板8包括挡水板本体41，挡水板本体41一周安装有可充气橡胶圈42，用于隔离两侧水体，可充气橡胶圈42上设置有充气孔43，第二挡水板11结构与第一挡水板8相同。

[0030] 进一步的，所述第一过滤板15包括过滤板框架44和过滤网45，第二过滤板10结构与第一过滤板15相同。

[0031] 实施例2

在另一种优选实施例中，在上述实施例1的基础上，如图1~8所示，一种侧向水流冲刷护坡循环水槽试验方法，是采用上述任意一项所述的一种侧向水流冲刷护坡循环水槽试

验装置,所述实验方法包括以下步骤:

Step1:调整明渠水流流速、流态和水深,通过水体监测装置14布置的旋桨式流速仪获取碎石槽6处断面流速,将螺旋桨30接通电源,转动控制旋钮调节螺旋桨30的转速调节循环水槽水流流速,保持转速恒定,调整第一导流箱2和螺旋桨30出口的间距,消除大部分紊流初步调整明渠水流流态,再调整第二导流箱3和第一导流箱2的间距和第二导流箱3中水平导流板33的数量,进一步调整明渠水流流态,至第二导流箱3出口的断面流速分布、水流流态及水深达到稳定状态;

Step2:开展碎石层冲刷试验,冲刷实验前只安装第一过滤板15,启动螺旋桨30冲刷碎石槽6;

Step3:侵蚀过程监测和碎石颗粒收集,通过高速拍摄装置13捕捉碎石槽6内碎石颗粒的运动情况,收集第一过滤板15拦截的碎石颗粒,统计冲刷一段时间后发生位移的碎石颗粒数目,通过失稳的颗粒数目占总颗粒数目的比例可反映出不同粒径碎石层的稳定性,得到不同流速和护坡坡度下碎石的稳定粒径范围,碎石冲刷试验结果可为后续植物和碎石协同护坡设计方案提供参考;

Step4:开展植物和碎石协同护坡冲刷试验,安装植物养护槽5,插入第一过滤板15和第二过滤板10,调节护坡坡度,冲刷试验前,在植物养护槽5内铺设土壤和碎石层,并在植物养护槽5内培育护坡植物,将植物发育良好的植物养护槽5插入碎石槽6中,转动升降转轴7,通过钢丝绳23牵引升降滑块22在固定滑轨25间垂直运动,升降滑块22和钢铰链21相连,钢铰链21转动带动碎石槽6运动实现了植物养护槽5植物与碎石协同护坡坡度的调节;

Step5:侵蚀指标监测,启动螺旋桨30冲刷植物养护槽5,通过水体监测装置14布置的流速仪和浊度仪分别测量实时水流流速和水体浑浊程度,通过高速拍摄装置13捕捉植物养护槽5内泥沙颗粒和碎石颗粒的运动情况;

Step6:统计岸坡土体侵蚀量,侧向水流冲刷一段时间后收集植物养护槽5内岸坡土体被侵蚀的泥沙颗粒,步骤如下:首先放下第一挡水板8和第二挡水板11,然后通过充气孔43向可充气橡胶圈42内打气至第一挡水板8和第二挡水板11将两侧水体完全隔离,此时,抽走第二过滤板10,然后用第一挡水板8和第二挡水板11之间的水体清洗第二过滤板10上剩余的泥沙颗粒,然后打开第一排水阀门9排空第一挡水板8和第二挡水板11之间的水体,此时泥沙颗粒沉积在扇形泥沙收集板55之上,最后取出扇形泥沙收集板55并称重,扇形泥沙收集板55试验前后的重量变化即为岸坡土体的侵蚀量,侵蚀量除以冲刷时间可得到单位时间内岸坡土体被侵蚀泥沙颗粒的重量,以该指标反映出植物和碎石协同护坡的抗侵蚀效果;

Step7:每隔一段时间重复收集泥沙颗粒,第一次泥颗粒收集完成后,取出第一过滤板15拦截的碎石颗粒,重新安装扇形泥沙收集板55和第二过滤板10,向第一挡水板8和第二挡水板11之间注入水流使区域水位和明渠内水位一致,此时,通过充气孔43排放可充气橡胶圈42内气体,然后抽走第一挡水板8和第二挡水板11,启动螺旋桨30继续进行冲刷试验,此设计通过上述多级滤网设置可以排除碎石的干扰,精确过滤岸坡土体被侵蚀的泥沙颗粒,实现了在冲刷过程中不扰动植物养护槽5的前提下,连续收集岸坡土体被侵蚀的泥沙颗粒的功能。植物和碎石协同护坡冲刷试验反映出了在侧向水流冲刷下植物和碎石协同护坡的抗侵蚀性能,对不同碎石粒径和碎石层厚度的植物养护槽5开展冲刷试验,可以得到适

应不同工况的抗侵蚀效果较好的护坡设计方案;

Step8:冲刷试验结束后,打开第二排水阀门12至明渠内排空水体。

[0032] 实施例3

在另一种优选实施例中,在上述实施例1、2的基础上,本实施例详细描述一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置的具体结构,及采用其进行试验的工作过程。

[0033] 1、装置的结构组成

本实施例的装置主要包括以下几个部分:循环水槽1、螺旋桨导流箱2、第一导流箱3、第二导流箱4、护坡冲刷槽包括植物养护槽5和碎石槽6、泥沙收集区、挡水板包括第一挡水板8和第二挡水板11以及附属设备如升降转轴7、高速拍摄装置13等。

[0034] 循环水槽1:作为整个装置的主体部分,循环水槽1采用钢架结构支撑,直立壁面由钢化玻璃构成,便于观察内部水流和护坡冲刷情况;弧形壁面则采用有机玻璃构成,以增加结构的稳定性和耐用性。

[0035] 螺旋桨导流箱2:设置于循环水槽1的一端,内部包含螺旋桨30和圆柱形通道,螺旋桨30通过电机驱动产生水流,水流经圆柱形通道进入后续导流箱。

[0036] 第一导流箱3和第二导流箱4:第一导流箱3由前后正十字导流板31和斜十字导流板32旋转拼接而成,通过调节导流板间距,可以控制水流的初步流向和流速分布,第二导流箱4中则通过插入的平行导流板33数量控制导流板间距,进一步调整水流流态,消除紊流,使水流更加平稳。

[0037] 护坡冲刷槽:包括植物养护槽5和碎石槽6,植物养护槽5可安装在碎石槽6内,两者均通过铰链21与升降滑块22连接,升降滑块22固定在滑轨25内部,通过钢丝绳23与升降转轴7连接,实现垂直方向的升降调节,以模拟不同坡度的护坡。

[0038] 泥沙收集区:设置于护坡冲刷槽右侧,包括第一挡水板8、第一过滤板15、第二挡水板11和第二过滤板10,第一挡水板8和第二挡水板11均设置成挡水板本体41一周安装可充气橡胶圈42,通过可充气橡胶圈42充气隔离两侧水体,便于泥沙收集。

[0039] 附属设备:循环水槽1内设置有流速仪和浊度仪,用于实时测量水流流速和水体浑浊程度;同时,配置有高速拍摄装置13,用于记录水下植物与碎石协同护坡侵蚀过程。

[0040] 2、采用装置进行试验的工作过程

多功能岸坡板调节:通过转动升降转轴7,拉动钢丝绳23带动升降滑块22移动,进而拖动碎石槽6和植物养护槽5垂直向上或向下移动,实现护坡槽坡度的调节,这种设计可模拟不同坡度的碎石层护坡和植物-碎石护坡的冲刷试验。

[0041] 侧向水流流态控制:启动水流推进区螺旋桨导流箱2内的电机,驱动螺旋桨30产生水流,通过调节第一导流箱3和第二导流箱4内的导流板间距和数量,控制水流的流向和流速分布,消除紊流,使水流在护坡板前形成稳定且符合河道断面流速分布规律的水流。

[0042] 泥沙收集:在试验过程中,护坡被冲刷侵蚀的碎石颗粒和岸坡土体泥沙颗粒会被水流带入泥沙收集区;通过放下第一挡水板8和第二挡水板11,并向挡水板可充气橡胶圈42内充气,将两侧水体隔离开;随后打开第一排水口阀门9,将泥沙收集区的水体排空,即可通过筛网拦截并收集泥沙颗粒;收集完毕后,恢复收集区水位并撤走挡水板,装置可再次运行。

[0043] 数据记录与分析:在试验过程中,通过流速仪和浊度仪实时测量并记录水流流速

和水体浑浊程度的数据;同时,利用高速拍摄装置13记录水下植物与碎石协同护坡的侵蚀过程;这些数据将用于后续的分析和研究,以评估护坡结构的抗侵蚀性能。

[0044] 该装置具有多功能性、稳定性高、操作简便等优点,可广泛应用于河道生态护岸工程的设计和研究领域。

[0045] 优选的方案中,所述循环水槽1包括水槽框架,其两端设置成半圆形,水槽框架四周设置有密封周壁,密封周壁采用透明钢化玻璃和有机玻璃制成,侧壁直段采用钢化玻璃,弧形段采用有机玻璃,钢化玻璃和有机玻璃密封连接在一起,水槽框架设置有底板,底板包括设置在泥沙收集区的扇形泥沙收集板55;以上设置,

优选的方案中,所述泥沙收集区设置有第一排水口50,第一排水口50安装有第一排水管,第一排水管上设置有第一排水阀门9,循环水槽1尾水段末端设置有第二排水口51,第二排水口51安装有第二排水管,第二排水管上设置有第二排水阀门12;以上设置,确保了泥沙收集区及循环水槽1内的水可以灵活控制排放,既保障了设备的正常运行,又便于清理维护,同时,通过阀门控制,还能实现水资源的循环利用,提高资源利用效率。

[0046] 优选的方案中,所述第一导流箱3内部从左往右顺序设置正十字导流板31和斜十字导流板32;以上设置,使得流体在进入第一导流箱3后,首先通过正十字导流板31进行初步分流与混合,随后流体在斜十字导流板32的引导下进一步细化流动路径,增强流体间的混合效果,提高整体处理效率。

[0047] 优选的方案中,所述第二导流箱4内部从上往下间距设置有若干平面导流板33;以上设置,能够有效引导并分散进入第二导流箱4的水流,确保水流均匀分布,减少涡流和阻力,提高整体热交换效率,同时平面导流板33的间距设计经过精确计算,以最大化利用空间并优化水流路径。

[0048] 优选的方案中,所述升降转轴7固定在支撑架24上,支撑架24上布置有水体监测装置14,水体监测装置14包括流速仪和浊度仪;以上设置,能够实时、精准地监测水体的流速与浊度变化,确保水质数据的及时获取与分析,为水环境保护与治理提供科学依据,同时增强了系统的智能化监测与管理能力。

[0049] 优选的方案中,所述高速拍摄装置13为高速运动相机,用以拍摄水下记录植物与碎石协同护坡侵蚀过程,数据同步收集;以上设置,结合高清视频分析软件,能够精准捕捉侵蚀动态,量化分析植物根系与碎石层对土壤稳定性的影响,为生态护坡工程提供科学数据支持,优化设计方案,提升防护效果。

[0050] 优选的方案中,所述第一挡水板8包括挡水板本体41,挡水板本体41一周安装有可充气橡胶圈42,用于隔离两侧水体,可充气橡胶圈42上设置有充气孔43,第二挡水板11结构与第一挡水板8相同;以上设置,使得两挡水板在需要时可通过充气迅速展开,紧密贴合周围结构,有效阻断水流,提高防洪效率与安全性;同时,充气孔43的设计便于快速充放气,实现灵活部署与回收。

[0051] 优选的方案中,所述第一过滤板15包括过滤板框架44和过滤网45,第二过滤板10结构与第一过滤板15相同;以上设置,不仅确保了过滤系统的稳定性和可靠性,还便于维护和更换;过滤网45的精细设计能有效拦截杂质,提高过滤效率,同时过滤板框架44的坚固结构保证了整体强度和耐用性。

[0052] 综上所述,本发明提供的一种模拟侧向水流冲刷护坡循环水槽试验装置及方法

及,解决了现有技术中在模拟侧向水流冲刷岸坡过程中存在的多项技术缺陷,具体而言,现有技术无法同时实现护坡坡度的调节与自身稳定性的保持,无法高效模拟碎石护坡和生态护坡的冲刷过程,无法有效控制水流断面流态以消除紊流对试验的影响,以及无法快速准确地收集侵蚀的泥沙颗粒以获取准确的侵蚀量数据的问题;本发明设计的多功能护坡模拟,首次将护坡坡度调节与稳定性保持相结合,实现了碎石护坡和生态护坡的高效模拟;设计的精确的水流流态控制,其通过多级导流箱设计,有效解决了紊流对试验结果的影响,使水流速度分布更加接近自然状态;其快速准确的泥沙收集技术,采用多级滤网和挡水板隔离技术,实现了对冲刷过程中侵蚀泥沙颗粒的快速、准确收集;本发明可调节角度的岸坡板的设计,通过升降转轴7和钢丝绳23连接的滑块22系统,实现了对护坡板坡度的灵活调节,解决了现有技术中护坡板稳定性差的问题;其多级导流箱调控技术,通过调节导流板数量和间距,实现了对水流流态的精确控制,消除了紊流对试验结果的影响;其综合模拟系统,不仅模拟了护坡冲刷侵蚀过程,还集成了水流流速流态调控、泥沙颗粒收集等功能,形成了一个完整的侧向水流冲刷岸坡循环水槽试验系统;本发明通过创新设计,大幅提升了试验的准确性和效率,为水利工程、环境科学等领域的研究提供了强有力的技术支持,有望推动护坡工程技术的进一步发展与应用。

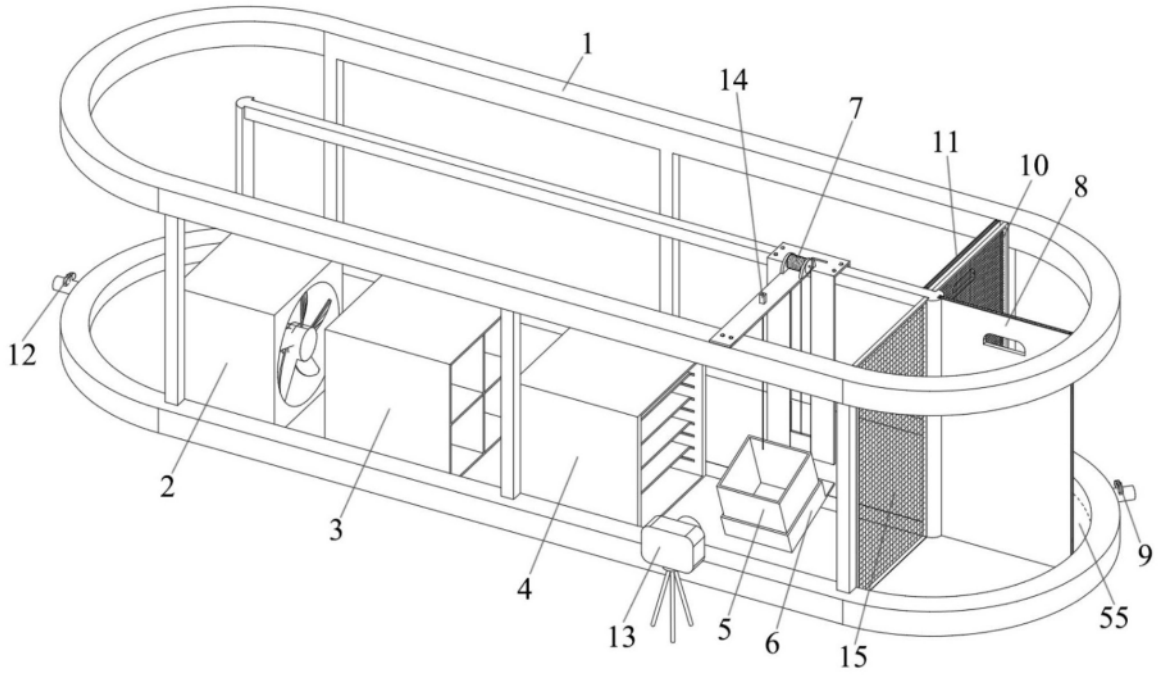

1
14
7
11
10
8
12
2
3
4
13
5
6
15
9
55

图1

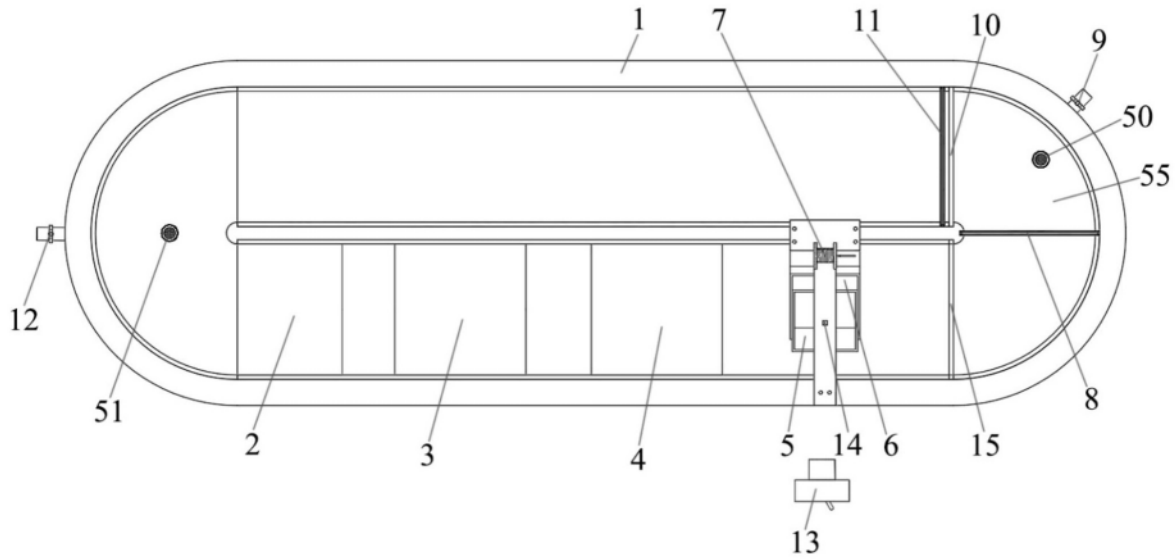

1
7
11
10
9
50
55
12
51
2
3
4
5
14
6
15
8
13

图2

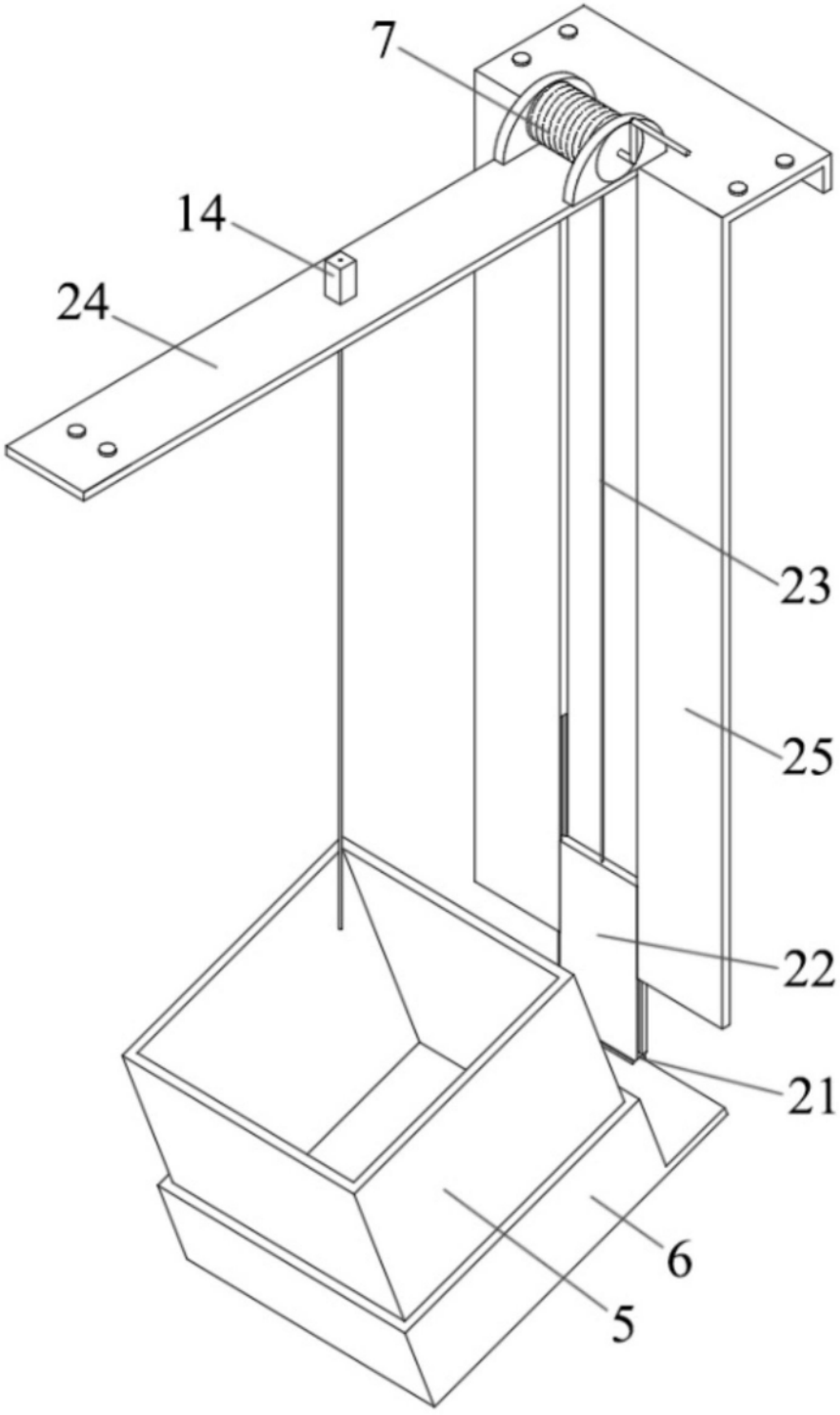


图3

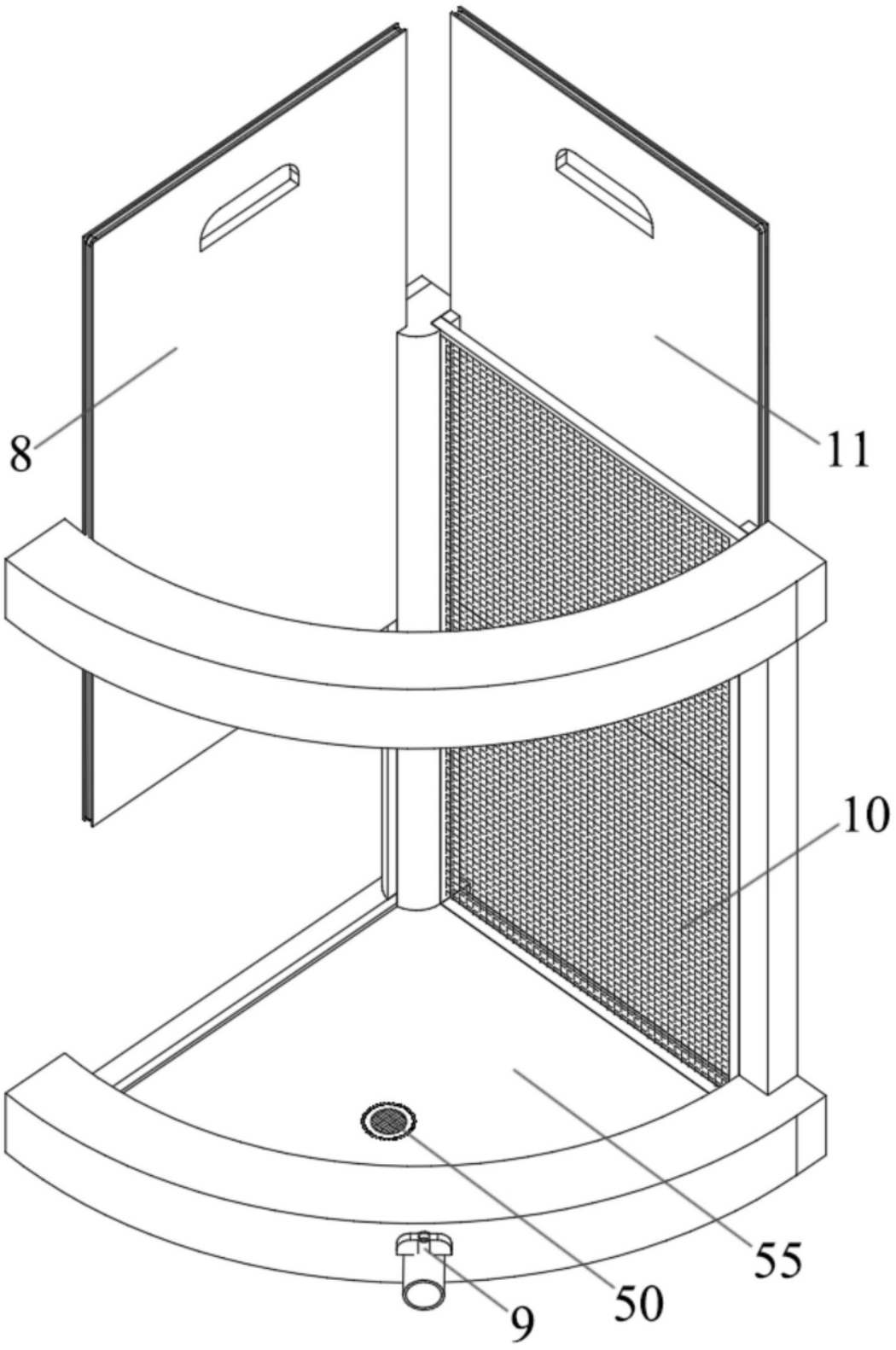


图4

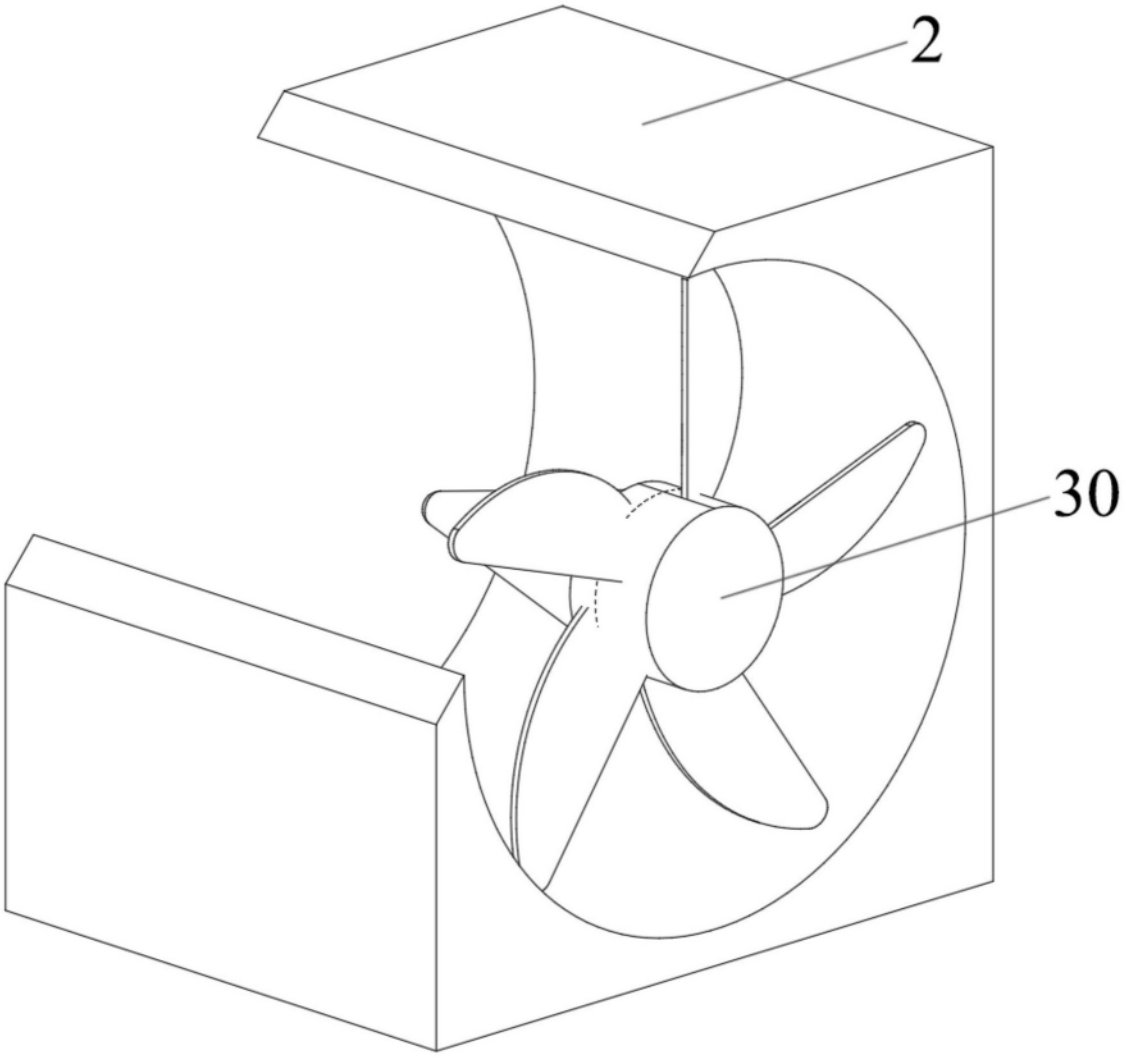


图5

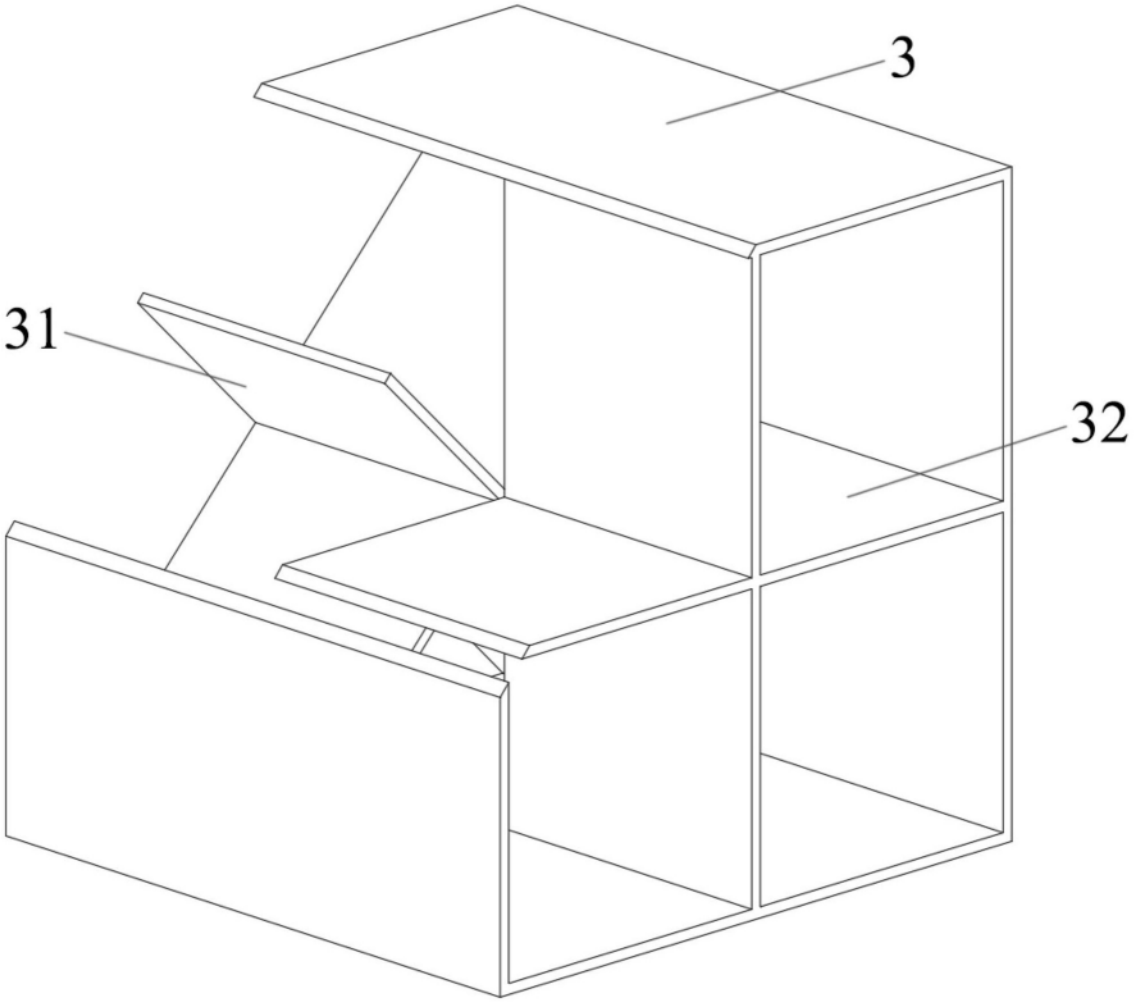


图6

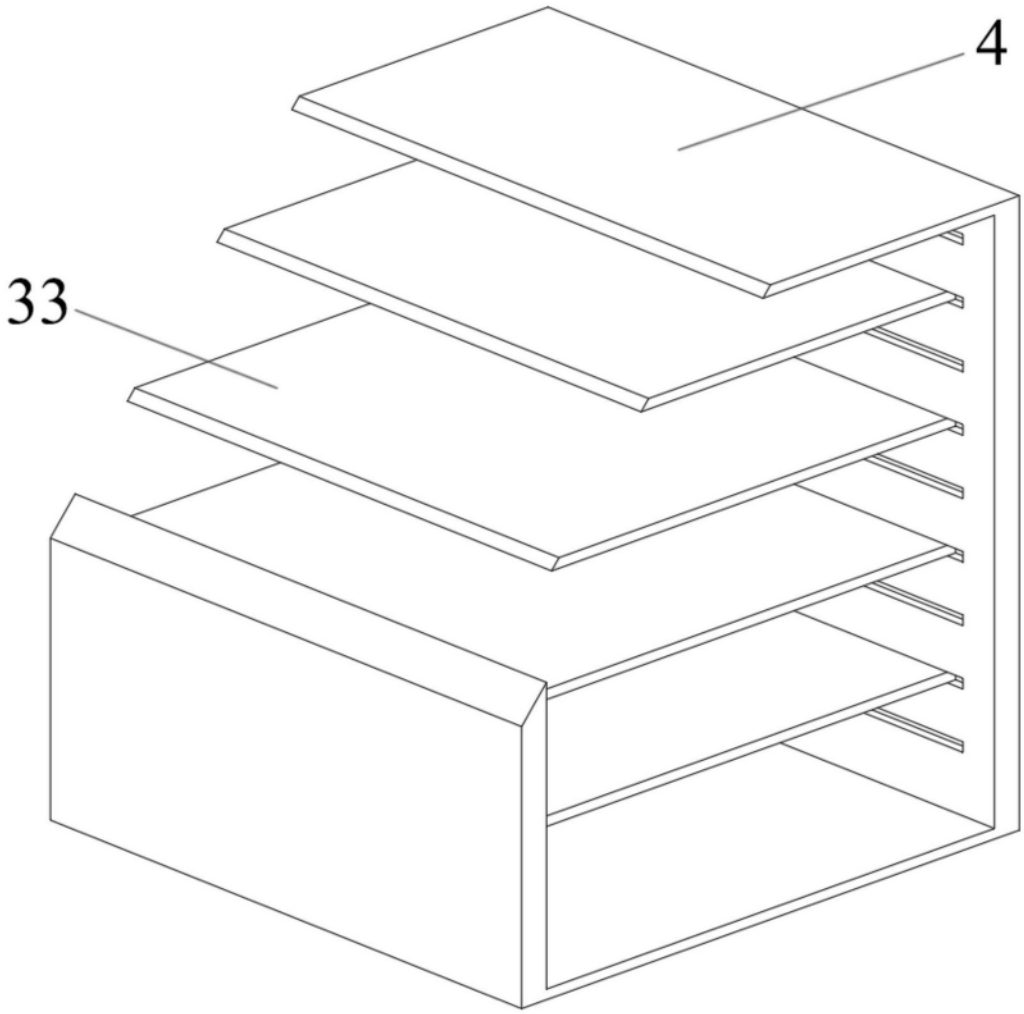


图7

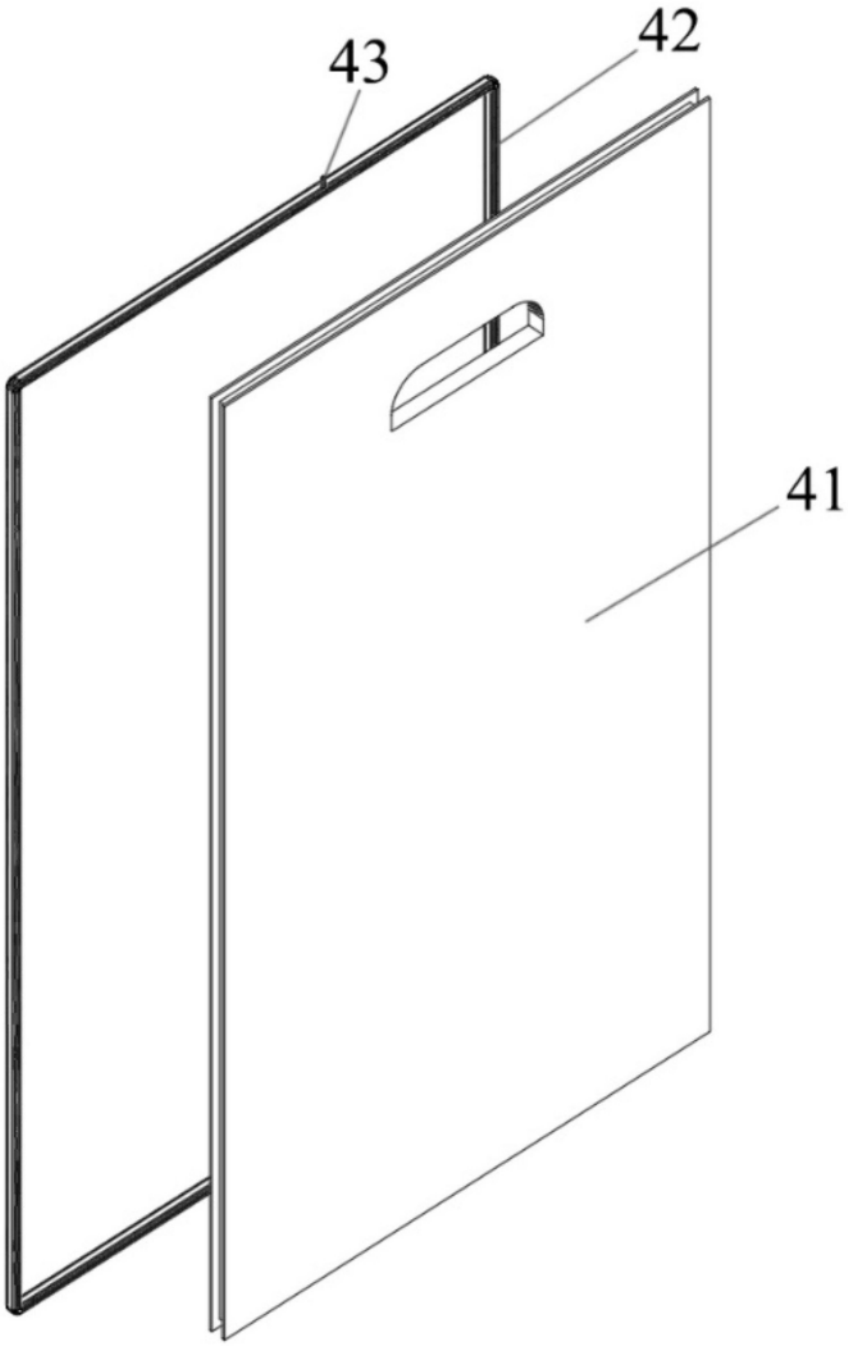


图8

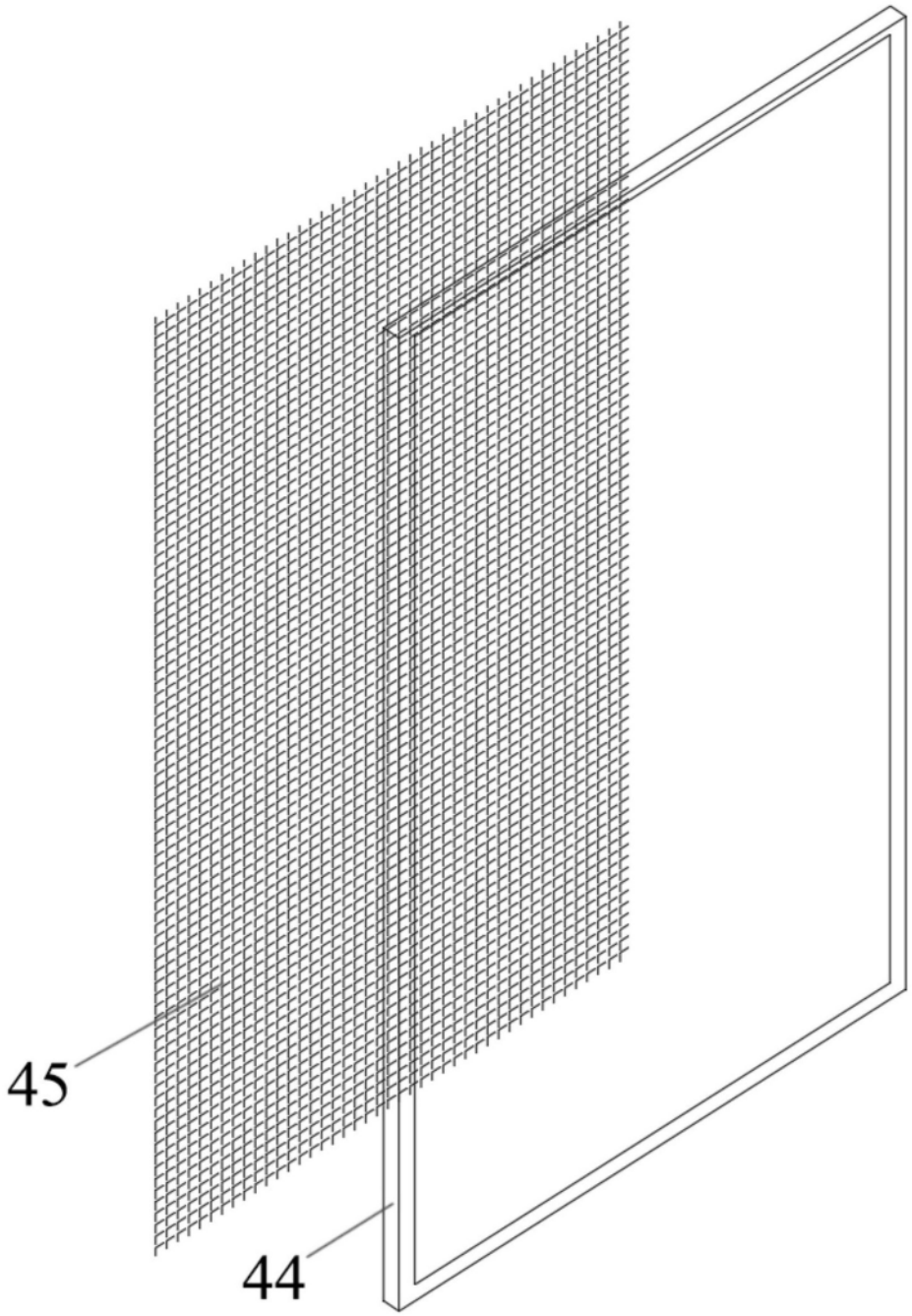


图9