



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103711101 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 24

(21) 申请号 201310744591. 9

(22) 申请日 2013. 12. 26

(73) 专利权人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路 92 号

(72) 发明人 许栋 及春宁 吴淑雄

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代理事务所 12201

代理人 杜文茹

(51) Int. Cl.

E02B 1/02(2006. 01)

G01M 10/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203701029 U, 2014. 07. 09,

CN 102433854 A, 2012. 05. 02,

KR 10-1304671 B1, 2013. 09. 06,

审查员 宋相兵

许栋等. 无黏性沙质床面上冲积河湾形成和演变规律自然模型试验研究. 《水利学报》. 2011, 第 42 卷 (第 8 期),

许栋. 蜿蜒河流演变动力过程的研究. 《中国博士学位论文全文数据库 (工程科技 II 辑)》. 2009, (第 07 期),

权利要求书1页 说明书5页 附图3页

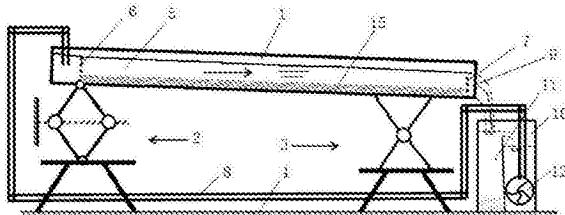
(54) 发明名称

一种用于水流泥沙实验的可变形明渠弯道水

槽装置

(57) 摘要

一种用于水流泥沙实验的可变形明渠弯道水槽装置，在实验水池内沿长度方向设置有弯道水槽，弯道水槽的一端形成有水槽入口，弯道水槽的另一端形成有水槽出口，弯道水槽内设置有泥沙，实验水池位于水槽入口的一侧连接输水管道的一端，实验水池位于水槽出口一侧形成有出水口，出水口下面设有储水箱，储水箱内设置有沉沙池和水泵，沉沙池的上端口低于储水箱的上端口，水泵的排水端连接输水管道的另一端，实验水池一侧分别在底部设置有两组结构相同的旋转调节机构，实验水池的另一侧分别在底部设置的两组结构相同的高度调节机构。本发明能够非常简便地改变弯道形态，实现水槽宽度、弯曲度等参数的任意调整，大大改善弯道水沙问题的实验条件。



1. 一种用于水流泥沙实验的可变形明渠弯道水槽装置，包括实验水池(1)，其特征在于，所述的实验水池(1)内沿长度方向设置有采用能够变形的透明有机玻璃软板构成弯道水槽(5)，所述弯道水槽(5)的一端形成有与所述的实验水池(1)连通的水槽入口(6)，所述弯道水槽(5)的另一端形成有与所述的实验水池(1)连通的水槽出口(7)，弯道水槽(5)内设置有泥沙(15)，其中，所述实验水池(1)位于水槽入口(6)的一侧面上连接有输水管道(8)的一端，所述实验水池(1)位于水槽出口(7)的一侧面上与水槽出口(7)相对应的形成有出水口(9)，所述出水口(9)下面设置有储水箱(10)，所述的储水箱(10)内分别设置有沉沙池(11)和水泵(12)，其中，所述的沉沙池(11)的上端口与所述的实验水池(1)的出水口(9)对应设置，且所述的沉沙池(11)的上端口低于所述的储水箱(10)的上端口，所述的水泵(12)的排水端连接插入到储水箱(10)内的输水管道(8)的另一端，所述实验水池(1)位于出水口(9)的一侧分别通过对称的在底部设置的两组结构相同的旋转调节机构(3)支撑在地面(4)上，所述实验水池(1)远离出水口(9)的一侧分别通过在底部对称的设置的两组结构相同高度调节机构(2)支撑在地面(4)上，所述的弯道水槽(5)是通过位于底部的能够变形的由软质材料构成的变形吸盘(13)固定在所述的实验水池(1)内的底面上，所述的变形吸盘(13)的长度与所述的弯道水槽(5)长度相同，包括有构成弯道水槽(5)底部且设置在实验水池(1)内底面上的集水部，相对称的一体形成在集水部两侧的分别用于插入和固定弯道水槽(5)的两个采用透明有机玻璃软板构成的边壁(52、51)的两个插槽(132)，以及相对称的一体形成在所述两个插槽(132)外侧且连接在实验水池(1)的内底面上的用于与所述的实验水池(1)的内底面相吸附的两个气囊(133)，所述的高度调节机构(2)包括有固定在地面(4)上的支架(21)，设置在所述支架(21)上的由4个等长的调节杆(22)分别通过四个铰接件(23、24、25、26)相互铰接连接构成平行四边形的调节架(29)，其中，所述的调节架(29)上端的铰接件(24)固定连接所述实验水池(1)的底部，所述的调节架(29)下端的铰接件(23)固定连接在所述的支架(21)上，所述的调节架(29)左右两端的铰接件(25、26)通过一螺杆(27)相连，所述螺杆(27)的一端设置有调节手柄(28)。

2. 根据权利要求1所述的一种用于水流泥沙实验的可变形明渠弯道水槽装置，其特征在于，所述的两个气囊(133)上分别各设置有一个抽气阀门(134)，每一个抽气阀门(134)都各通过一抽气软管(135)连接一个抽气泵(14)，两个抽气泵(14)分别设置在实验水池(1)内的底面上。

3. 根据权利要求1所述的一种用于水流泥沙实验的可变形明渠弯道水槽装置，其特征在于，所述的旋转调节机构(3)包括有固定在地面(4)上的支架(31)，两个一端分别固定在所述支架(31)上的下连接杆(32)，两个一端分别固定在所述实验水池(1)底部的上连接杆(33)，所述的两个下连接杆(32)的另一端和所述的两个上连接杆(33)的另一端通过一个旋转铰接件(34)相互铰接连接。

4. 根据权利要求1所述的一种用于水流泥沙实验的可变形明渠弯道水槽装置，其特征在于，所述的实验水池(1)采用透明有机玻璃或玻璃制作。

## 一种用于水流泥沙实验的可变形明渠弯道水槽装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种水槽装置。特别是涉及一种用于水流泥沙实验的可变形明渠弯道水槽装置。

### 背景技术

[0002] 目前,基于室内水槽的物理模型试验在水利工程研究领域已得到广泛的应用,研究人员通过测量室内水槽模型的水流流速、泥沙冲淤特性,可以定量地分析实际河流中水流和泥沙运动的规律。弯曲河流是自然界中最为常见的河流形态,其河道由多个弯道连接组成。由于弯道中的水流运动存在二次环流、流速重分布等复杂现象,弯道水沙运动一直是河流动力学和流体力学研究的难题,相关的机理研究目前仍在大量开展,而研究的主要手段是室内水槽模型试验。

[0003] 室内模型水槽是上述相关物理模型试验的主要试验平台,鉴于其对水沙试验有重要支撑性作用,针对试验水槽的设计、改进近年来不断涌现。例如,发明专利“一种明渠弯道水槽试验装置”(申请号:201110307175.3)提出了一种由升降系统、主梁、支撑框架、玻璃底板和玻璃侧壁构成的明渠弯道水槽,实现了对水槽坡度的连续调节。发明专利“用于水力学和泥沙动力学的双向试验水槽”(申请号:200910062237.1)通过安装有向轴流水泵等,有效实现的水流的双向流动。实用新型“液压升降导轨式变坡水槽试验装置”(申请号:201220050247.0)提出了一种针对大坡度冲刷实验时,平稳精确控制水槽坡度的水槽设计方案。实用新型“水槽实验装置”(申请号:201220132897.X)针对现有实验水槽过体积大,操作维护不便的问题,设计了一种设有活动有机玻璃底板的新型水槽结构。这些发明和设计有效改进了传统试验水槽的使用性能和效果,促进了水沙问题研究的进展。

[0004] 然而,由于弯道水沙运动问题的复杂性,我们需要进行更多、更系统地水槽试验研究。在水利工程,弯道水沙运动特性受弯道形态的直接影响(包括弯道宽度、水深、弯曲度等),由于弯道水槽制作加工存在一定难度,大部分相关研究仅仅针对某一特定的弯道形态,因此得出的研究结论往往不够系统。为了能够得到系统的研究成果,需要制作大量不同形状的弯道水槽模型,进行大量组次的试验,这给模型制作和加工带来了严峻挑战。另一方面,利用有机玻璃等材料制作的弯道水槽模型在试验完毕后,一般不能够重复利用到另一形状的弯道,造成材料的大量浪费。

### 发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是,提供一种能够非常简便地改变弯道形态的一种用于水流泥沙实验的可变形明渠弯道水槽装置。

[0006] 本发明所采用的技术方案是:一种用于水流泥沙实验的可变形明渠弯道水槽装置,包括实验水池,其特征在于,所述的实验水池内沿长度方向设置有采用能够变形的透明有机玻璃软板构成弯道水槽,所述弯道水槽的一端形成有与所述的实验水池连通的水槽入口,所述弯道水槽的另一端形成有与所述的实验水池连通的水槽出口,弯道水槽内设置有

泥沙，其中，所述实验水池位于水槽入口的一侧面上连接有输水管道的一端，所述实验水池位于水槽出口的一侧面上与水槽出口相对应的形成有出水口，所述出水口下面设置有储水箱，所述的储水箱内分别设置有沉沙池和水泵，其中，所述的沉沙池的上端口与所述的实验水池的出水口对应设置，且所述的沉沙池的上端口低于所述的储水箱的上端口，所述的水泵的排水端连接插入到储水箱内的输水管道的另一端，所述实验水池位于出水口的一侧分别通过对称的在底部设置的两组结构相同的旋转调节机构支撑在地面上，所述实验水池远离出水口的一侧分别通过在底部对称的设置的两组结构相同高度调节机构支撑在地面上。

[0007] 所述的弯道水槽是通过位于底部的能够变形的由软质材料构成的变形吸盘固定在所述的实验水池内的底面上。

[0008] 所述的变形吸盘的长度与所述的弯道水槽长度相同，包括有构成弯道水槽底部且设置在实验水池内底面上的集水部，相对称的一体形成在集水部两侧的分别用于插入和固定弯道水槽的两个采用透明有机玻璃软板构成的边壁的两个插槽，以及相对称的一体形成在所述两个插槽外侧且连接在实验水池的内底面上的用于与所述的实验水池的内底面相吸附的两个气囊。

[0009] 所述的两个气囊上分别各设置有一个抽气阀门，每一个抽气阀门都各通过一抽气软管连接一个抽气泵，两个抽气泵分别设置在实验水池内的底面上。

[0010] 所述的高度调节机构包括有固定在地面上的支架，设置在所述支架上的由4个等长的调节杆分别通过四个铰接件相互铰接连接构成平行四边形的调节架，其中，所述的调节架上端的铰接件固定连接所述实验水池的底部，所述的调节架下端的铰接件固定连接在所述的支架上，所述的调节架左右两端的铰接件通过一螺杆相连，所述螺杆的一端设置有调节手柄。

[0011] 所述的旋转调节机构包括有固定在地面上的支架，两个一端分别固定在所述支架上的下连接杆，两个一端分别固定在所述实验水池底部的上连接杆，所述的两个下连接杆的另一端和所述的两个上连接杆的另一端通过一个旋转铰接件相互铰接连接。

[0012] 所述的实验水池采用透明有机玻璃或玻璃制作。

[0013] 本发明的一种用于水流泥沙实验的可变形明渠弯道水槽装置，能够非常简便地改变弯道形态，实现水槽宽度、弯曲度等参数的任意调整，大大改善弯道水沙问题的实验条件。具有如下有益效果：

[0014] 1. 能够实现弯道水槽形状的任意变化，包括宽度、弯曲度等参数的连续调整，因此能够用于弯道水沙试验的系统物理试验研究；

[0015] 2. 弯道形状的调整方式方便、快捷，能够大大提高弯道水沙试验的研究进度；

[0016] 3. 弯道水槽的底部和侧壁均采用透明材料，方便粒子图像测速系统(PIV)等先进水流测量仪器的应用；

[0017] 4. 所有模型材料可重复使用，水槽形状的调整不带来任何材料浪费。

## 附图说明

[0018] 图1是本发明的整体结构示意图；

[0019] 图2是图1的俯视图；

- [0020] 图 3 是图 1 的断面结构示意图；
- [0021] 图 4 是本发明中固定吸盘与弯道水槽结合的结构示意图；
- [0022] 图 5 是本发明中高度调节机构的结构示意图；
- [0023] 图 6 是本发明中旋转调节机构的结构示意图。

[0024] 图中

- |                   |            |
|-------------------|------------|
| [0025] 1 : 实验水池   | 2 : 高度调节机构 |
| [0026] 3 : 旋转调节机构 | 4 : 地面     |
| [0027] 5 : 弯道水槽   | 6 : 水槽入口   |
| [0028] 7 : 水槽出口   | 8 : 输水管道   |
| [0029] 9 : 出水口    | 10 : 储水箱   |
| [0030] 11 : 沉沙池   | 12 : 水泵    |
| [0031] 13 : 固定吸盘  | 14 : 抽气泵   |
| [0032] 15 : 泥沙    |            |

### 具体实施方式

[0033] 下面结合实施例和附图对本发明的一种用于水流泥沙实验的可变形明渠弯道水槽装置做出详细说明。

[0034] 如图 1、图 2、图 3 所示，本发明的一种用于水流泥沙实验的可变形明渠弯道水槽装置，包括实验水池 1，实验水池 1 的边壁和底面可采用透明有机玻璃或具有一定强度和厚度的普通玻璃制作，其表面须具有足够的光滑度，以便使后面所述的吸盘装置能够有效吸附在上面，实验水池大小应满足可变形水槽最大变形范围要求。所述的实验水池 1 内沿长度方向设置有采用能够变形的透明有机玻璃软板构成有弯道水槽 5，所述的弯道水槽 5 是通过位于底部的能够变形的由软质橡胶构成的变形吸盘 13 固定在所述的实验水池 1 内的底面上。所述弯道水槽 5 的一端形成有与所述的实验水池 1 连通的水槽入口 6，所述弯道水槽 5 的另一端形成有与所述的实验水池 1 连通的水槽出口 7，弯道水槽 5 内设置有泥沙 15。其中，所述实验水池 1 位于水槽入口 6 的一侧面上连接有输水管道 8 的一端，所述实验水池 1 位于水槽出口 7 的一侧面上与水槽出口 7 相对应的形成有出水口 9，所述出水口 9 下面设置有储水箱 10，所述的储水箱 10 内分别设置有沉沙池 11 和水泵 12，其中，所述的沉沙池 11 的上端口与所述的实验水池 1 的出水口 9 对应设置，且所述的沉沙池 11 的上端口低于所述的储水箱 10 的上端口，所述的水泵 12 的排水端连接插入到储水箱 10 内的输水管道 8 的另一端，所述实验水池 1 位于出水口 9 的一侧分别通过对称设置在底部的两组结构相同的旋转调节机构 3 支撑在地面 4 上，所述实验水池 1 远离出水口 9 的一侧分别通过对称设置在底部的两组结构相同的高度调节机构 2 支撑在地面 4 上。通过高度调节机构 2 和旋转调节机构 3，为整个试验用弯道水槽 5 提供一个整体坡降可变的实验平台。

[0035] 如图 3、图 4 所示，所述的变形吸盘 13 的长度与所述的弯道水槽 5 长度相同，包括有构成弯道水槽 5 底部且设置在实验水池 1 内底面上的集水部，相对称的一体形成在集水部两侧的分别用于插入和固定弯道水槽 5 的两个采用透明有机玻璃软板构成的边壁 52、51 的两个插槽 132，以及相对称的一体形成在所述两个插槽 132 外侧且连接在实验水池 1 的内底面上的用于与所述的实验水池 1 的内底面相吸附的两个气囊 133。所述的两个气囊 133

上分别各设置有一个抽气阀门 134，每一个抽气阀门 134 都各通过一抽气软管 135 连接一个抽气泵 14，两个抽气泵 14 分别设置在实验水池 1 内的底面上。所述的变形吸盘 13 能够在较大的外力推动下在光滑的实验水池 1 底面上滑动，以实现弯道水槽 5 的变形。

[0036] 如图 5 所示，所述的高度调节机构 2 包括有固定在地面 4 上的支架 21，设置在所述支架 21 上的由 4 个等长的调节杆 22 分别通过四个铰接件 23、24、25、26 相互铰接连接构成平行四边形的调节架 29，其中，所述的调节架 29 上端的铰接件 24 固定连接所述实验水池 1 的底部，所述的调节架 29 下端的铰接件 23 固定连接在所述的支架 21 上，所述的调节架 29 左右两端的铰接件 25、26 通过一螺杆 27 相连，所述螺杆 27 的一端设置有调节手柄 28。

[0037] 如图 6 所示，所述的旋转调节机构 3 包括有固定在地面 4 上的支架 31，两个一端分别固定在所述支架 31 上的下连接杆 32，两个一端分别固定在所述实验水池 1 底部的上连接杆 33，所述的两个下连接杆 32 的另一端和所述的两个上连接杆 33 的另一端通过一个旋转铰接件 34 相互铰接连接。

[0038] 本发明的一种用于水流泥沙实验的可变形明渠弯道水槽装置，各系统功能和组成为：

[0039] 1. 水池平台系统。由实验水池 1、高度调节机构 2 和旋转调节机构 3 组成，其功能是提供一个整体坡降可变的实验平台，用以放置可变形河道系统；实验水池的坡降调节通过高度调节机构和旋转调节机构 12。

[0040] 2. 可变形河道系统。由弯道水槽 5、泥沙 15、抽气泵 14、抽气软管 135、抽气阀门 134 和变形吸盘 13 组成，其功能是提供形状可任意调整的弯道试验水槽。该系统最大的特征是弯道水槽由变形吸盘 13 和弯道水槽的边壁 52、51 组成，变形吸盘 13 由橡胶等材料制作，配合抽气泵 13、抽气软管 135、抽气阀门 134，固定吸盘能够紧密吸附在光滑的实验水池底面上，并形成水体的密封。在较大的外力推动下，变形吸盘 13 能够在实验水池 1 底面上缓慢滑动，以实现水槽的变形。为了提高吸附力以及方便使用，变形吸盘 13 可设置为相互独立的几个舱段。弯道水槽的边壁 52、51 采用透明有机玻璃软板，插入变形吸盘 13 预设的插槽 132 中，可随着变形吸盘 13 的移动改变水槽弯曲形状。

[0041] 3. 循环水系统。由沉沙池 11、储水箱 10、水泵 12、输水管道 8、水槽入口 6、水槽出口 7 组成，其功能是提供水流的自循环，其中沉沙池的作用是收集水槽出口 7 下泄的泥沙，以免进入水泵而影响水泵的正常使用。在实验过程中，本发明的一种用于水流泥沙实验的可变形明渠弯道水槽装置的工作流程包括如下步骤：

[0042] (1) 利用高度调节机构 2，调整实验水池 1 底面的坡降，使其符合水池整体坡降要求；

[0043] (2) 在实验水池 1 底面的背面（下侧），按实验要求，标记弯道水槽位置控制点；

[0044] (3) 根据控制点的位置，放置变形吸盘 13；

[0045] (4) 打开抽气阀门 134，启动抽气泵 14，空气通过抽气软管 135 不断抽出，并在变形吸盘 13 中形成较大的负压，变形吸盘 13 紧密吸附在光滑实验水池 1 底面上；

[0046] (5) 在变形吸盘 13 上插入由透明有机玻璃软板制作的弯道水槽边壁 52、51，形成具有特定形状的弯道水槽；

[0047] (6) 在弯道水槽中铺设一定厚度的泥沙 15；

[0048] (7) 启动水泵 12，水流自储水箱 10 流入水槽入口 6，并在重力作用下流经弯道水

槽,最后经水槽出口 7 回流至储水箱 10 ;

[0049] (8) 利用测量仪器测量弯道内的水沙运动特性,完成该组次弯道内水沙运动特性的测量;

[0050] (9) 排空弯道水槽内的水流和泥沙,针对下一个组次弯道形态,重新进入步骤(1)开始循环,最终完成所有预定形态弯道水沙实验。

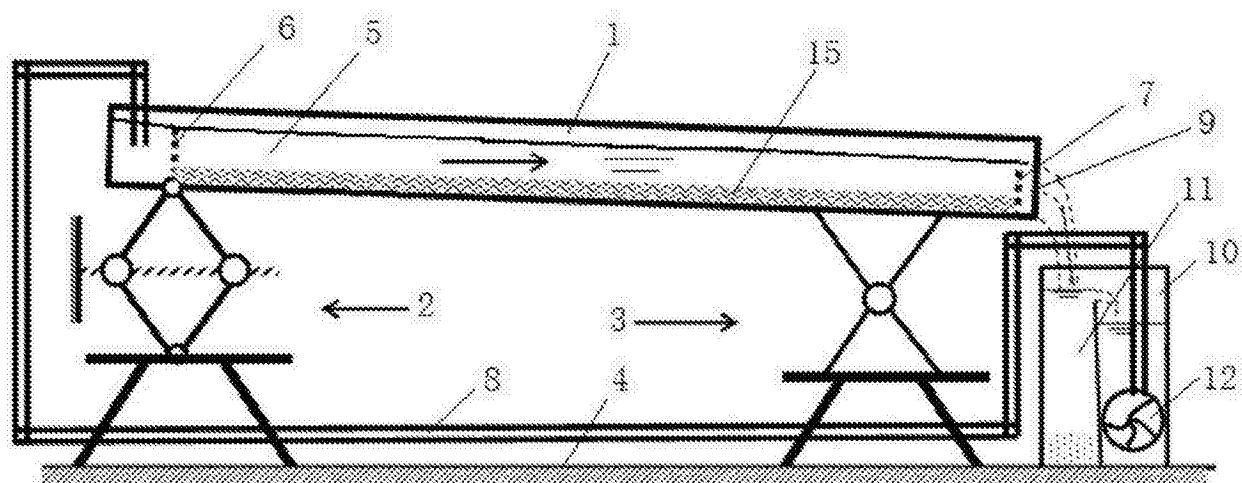


图 1

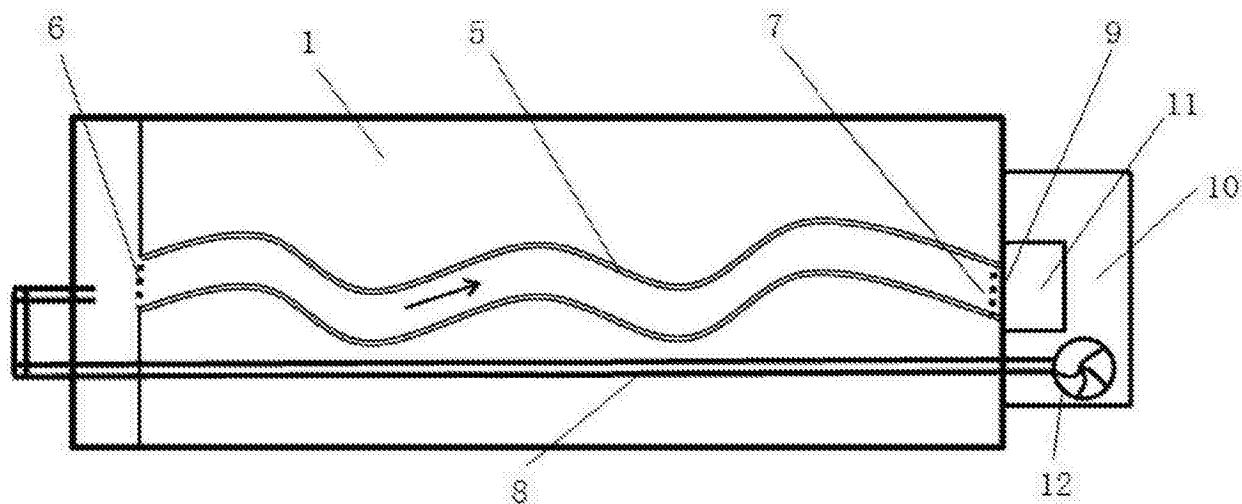


图 2

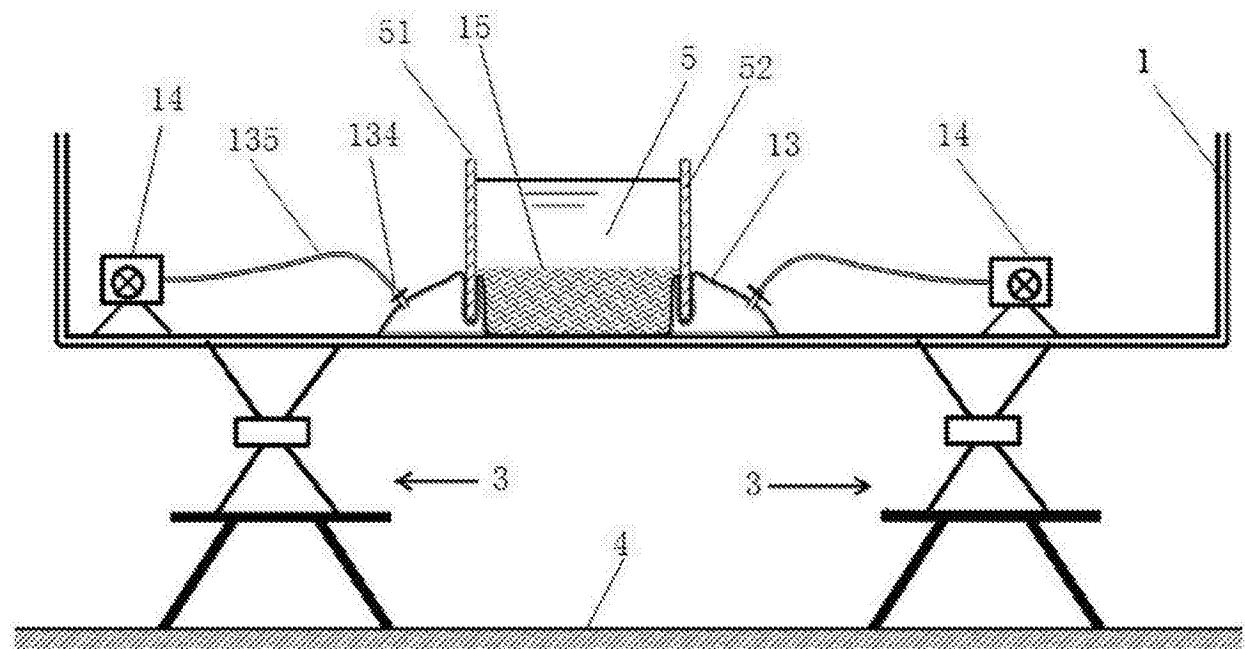


图 3

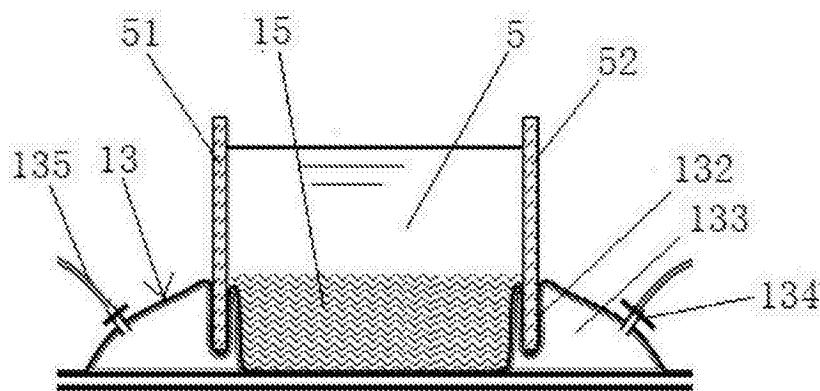


图 4

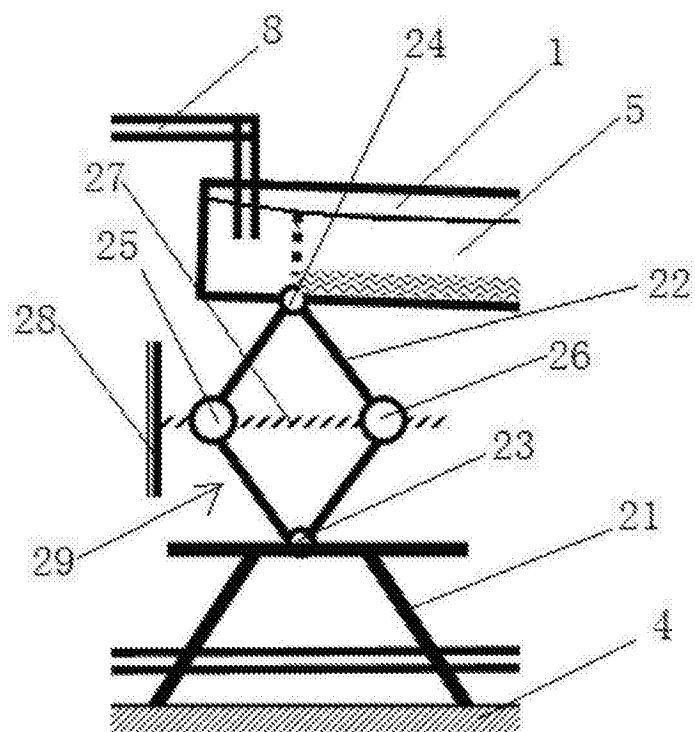


图 5

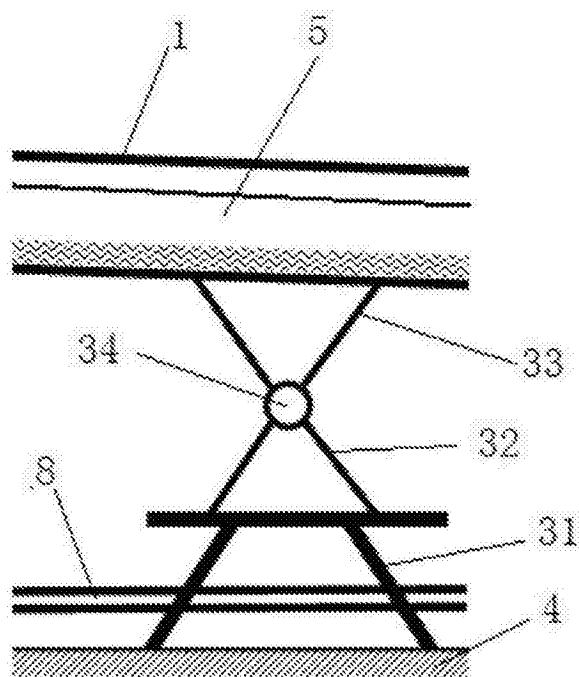


图 6