



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103233484 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 19

(21) 申请号 201310132594. 7

(22) 申请日 2013. 04. 17

(73) 专利权人 北京工业大学

地址 100022 北京市朝阳区朝阳区平乐园
100 号

(72) 发明人 王秋生 陈淑婧 梁建辉 侯瑜京

(74) 专利代理机构 北京尚德技研知识产权代理
事务所(普通合伙) 11378

代理人 严勇刚

张利民等. 高重力场中离心模型的水流控制设备. 《成都科技大学学报》. 1989, (第 45 期), 93-97.

审查员 孙丽艳

(51) Int. Cl.

E02D 33/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102535386 A, 2012. 07. 04, 全文.

CN 2921811 Y, 2007. 07. 11, 全文.

JP 3768208 B2, 2006. 04. 19, 全文.

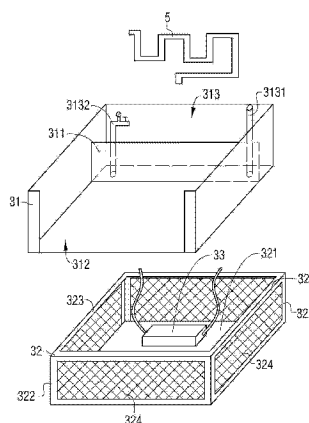
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种用于离心模型试验的循环供水系统及其使用方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于离心模型试验的循环供水系统使用方法,包括如下步骤:将潜水泵固定连接在支撑框的底板上,将潜水泵的电源线缆穿过线管,把潜水泵的出水口与进水管连接,把模型台与支撑框固定连接,在支撑框上装上隔离网;将安装好潜水泵的离心模型台架放置到模型箱中,往模型箱中加水,测试潜水泵,测试结束后将离心模型台架从模型箱中取出,然后放置到坝体安装工作台上,制作土工离心模型;将离心模型台架吊放入模型箱并进行固定,将模型箱吊放入离心机吊篮并固定,将潜水泵的电源线缆与外部电源连接。应用该方法不需要从离心机外部供水就可进行离心模型试验,本发明还涉及一种专用于上述方法的循环供水系统。



1. 一种用于离心模型试验的循环供水系统使用方法,其中,所述循环供水系统包括一个离心模型台架,所述离心模型台架包括一个模型台以及与所述模型台固定连接的支撑框;所述模型台为长方形箱体,在所述模型台中设置有一块隔离板,以所述隔离板为界,所述模型台一侧为模型部,另一侧为蓄水部,所述蓄水部的水蓄满后通过所述隔离板溢入所述模型部,所述蓄水部设置有一个线管和一个进水管;所述支撑框固定连接在模型台下方,所述支撑框包括一个矩形底板,所述底板四角分别设置有一根立柱,在相邻的所述立柱顶部之间设置有安装梁,在相邻的所述立柱之间设置有可拆卸的隔离网;所述支撑框固定连接有一个潜水泵;所述循环供水系统还包括一个用于盛放水体和放置所述离心模型台架的模型箱;

其特征在于,所述方法包括如下步骤:

步骤A,将所述潜水泵固定连接在所述支撑框的所述矩形底板上,把所述模型台吊放在所述支撑框上方,把所述潜水泵的电源线缆穿过所述线管,将所述潜水泵的所述出水口与所述进水管连接,然后把所述模型台与所述支撑框固定连接,之后,在所述支撑框上装上所述隔离网;

步骤B,将安装好所述潜水泵的所述离心模型台架放置到所述模型箱中,把所述潜水泵的电源线缆与外部电源连接,往所述模型箱中加水,在水面淹没所述潜水泵后停止加水,测试所述潜水泵,测试结束后切断所述潜水泵的电源连接,将所述离心模型台架从所述模型箱中取出;

步骤C,将所述离心模型台架放置到坝体安装工作台上,在所述离心模型台架的所述模型部制作土工离心模型;

步骤D,将所述离心模型台架吊放入所述模型箱并进行固定,将所述模型箱吊放入离心机吊篮并固定,将所述潜水泵的电源线缆与外部电源连接。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述隔离板上设置有容量刻度线,其特征在于,在步骤B中,测试所述潜水泵时,记录所述蓄水部中水面到达不同刻度线的时间,从而推算出所述蓄水部的进水流量。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在步骤D中,在离心试验开始后,即启动所述潜水泵,将水通过所述进水管抽送到所述蓄水部,所述蓄水部的水蓄满后通过所述隔离板溢入所述模型部,溢入到所述模型部的水在冲蚀土工离心模型后回流到所述模型箱,从而实现循环供水。

4. 一种专用于权利要求1-3之一所述的方法的循环供水系统,其特征在于,所述循环供水系统包括一个离心模型台架,所述离心模型台架包括一个用于放置土工模型的模型台以及与所述模型台固定连接的支撑框;

所述模型台为顶面和一个侧面置空的长方形箱体,在所述模型台中设置有一块隔离板,以所述隔离板为界,所述模型台侧面置空的一侧为用于放置土工模型的模型部,另一侧为用于蓄水的蓄水部,所述蓄水部内设置有一个用于穿线缆的线管和一个进水管;

所述支撑框固定连接在所述模型台下方,所述支撑框包括一个矩形底板,所述底板四角分别设置有一根立柱,在相邻的所述立柱顶部之间设置有安装梁,在相邻的所述立柱之间设置有可拆卸的隔离网;

所述支撑框的底板上固定有一台潜水泵,所述潜水泵的出水口与所述蓄水部的所述进

水管连接；

所述循环供水系统还包括一个用于盛放水体的模型箱，所述离心模型台架设置于所述模型箱中。

5. 根据权利要求 4 所述的循环供水系统，其特征在于，所述进水管上设置有一个压力计及一个控制阀，所述进水管进一步连接有一个耗能管，所述耗能管具有多个弯折部。

6. 根据权利要求 5 所述的循环供水系统，其特征在于，所述耗能管上设置有至少一个减速器，所述减速器内具有多个平行设置的减速环，所述减速环具有多个等间隔分布的扇形翅片。

7. 根据权利要求 6 所述的循环供水系统，其特征在于，所述减速器内具有 3 ~ 10 个平行设置的减速环，所述减速环具有 3 ~ 5 个等间隔分布的扇形翅片，相邻减速环上的扇形翅片位置相互均匀错开。

一种用于离心模型试验的循环供水系统及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种应用于土工离心模型试验的供水系统及其使用方法。

背景技术

[0002] 土石坝占国内外已建坝总数的 90% 以上,土石坝的溃坝机理和风险调控研究历来受到坝工界的普遍重视,中国是世界上土石坝数量最多的国家,近年来,为适应国家防洪抗旱和水电开发的需要,大型土石坝还在不断兴建。土石坝溃坝过程极其复杂,且溃决时水头落差大,难以及时修堵,土石坝一旦溃决,会对下游居民的生命财产安全构成严重威胁。当前土石坝溃坝问题的计算理论还不成熟,相关理论研究和模型的建立需要大量详实可靠的实验数据加以验证。离心模型试验通过离心力场模拟重力场,能够保证原型和模型的应力状态一致,是研究土石坝溃坝等岩土工程破坏问题的一种经济有效的手段。但是离心模型试验中的水流供给问题一直是一个技术难题。剑桥大学和曼彻斯特大学曾相继建成以压缩空气驱动的离心模型试验水流控制系统,这两套系统虽然性能相对稳定,但是结构复杂、体积庞大,研制费用较高;香港科技大学在热电耦合效应基础上研制了一套水流控制系统(参见 Limin Zhang&Ting Hu. Development of a water control facility for centrifugal model Tests. Centrifuge91. 1991. 527-530.),该系统通过电流调节,最大能够提供 25l/min 的流量。上述通过外接水源给离心机模型箱供水会引起离心机运转过程中配重的不平衡。如果需要持续供水,则多余的水量直接排到离心机室,过大的空气湿度会影响离心机的使用寿命。同时,普通的外接水源难以提供足够大的流量。

发明内容

[0003] 本发明提供了一种用于离心模型试验的循环供水系统及其使用方法,该系统可减少或避免前面所提到的问题。

[0004] 为解决上述问题,本发明提出了一种用于离心模型试验的循环供水系统使用方法,其中,所述循环供水系统包括一个离心模型台架,所述离心模型台架包括一个模型台以及与所述模型台固定连接的支撑框;所述模型台为长方形箱体,在所述模型台中设置有一块隔离板,以所述隔离板为界,所述模型台一侧为模型部,另一侧为蓄水部,所述蓄水部设置有一个线管和一个进水管;所述支撑框固定连接在所述模型台下方,所述支撑框包括一个矩形底板,所述底板四角分别设置有一根立柱,在相邻的所述立柱顶部之间设置有安装梁,在相邻的所述立柱之间设置有可拆卸的隔离网;所述支撑框固定连接有一个潜水泵;所述循环供水系统还包括一个用于盛放水体和放置所述离心模型台架的模型箱;

[0005] 所述方法包括如下步骤:

[0006] 步骤 A,将所述潜水泵固定连接在所述支撑框的所述矩形底板上,把所述模型台吊放在所述支撑框上方,把所述潜水泵的电源线穿过所述线管,把所述潜水泵的出水口与所述进水管连接,然后把所述模型台与所述支撑框固定连接,之后,在所述支撑框上装上所述隔离网;

[0007] 步骤 B, 将安装好所述潜水泵的所述离心模型台架放置到所述模型箱中, 把所述潜水泵的电源线缆与外部电源连接, 往所述模型箱中加水, 在水面淹没所述潜水泵后停止加水, 测试所述潜水泵, 测试结束后切断所述潜水泵的电源连接, 将所述离心模型台架从所述模型箱中取出;

[0008] 步骤 C, 将所述离心模型台架放置到坝体安装工作台上, 在所述离心模型台架的所述模型部制作土工离心模型;

[0009] 步骤 D, 将所述离心模型台架吊放入所述模型箱并进行固定, 将所述模型箱吊放入离心机吊篮并固定, 将所述潜水泵的电源线缆与外部电源连接。

[0010] 优选地, 在上述使用方法中, 所述隔离板上设置有容量刻度线, 在步骤 B 中, 测试所述潜水泵时, 记录所述蓄水部中水面到达不同刻度线的时间, 从而推算出所述蓄水部的进水流量。

[0011] 优选地, 所在步骤 D 中, 在离心试验开始后, 即可启动所述潜水泵, 所述潜水泵将水通过所述进水管抽送到所述蓄水部, 所述蓄水部的水蓄满后即可通过所述隔离板溢入到所述模型部, 溢入到所述模型部的水在冲蚀土工模型后回流到所述模型箱, 从而实现了循环供水。

[0012] 一种专用于上述的方法的循环供水系统, 所述循环供水系统包括, 一个离心模型台架, 所述离心模型台架包括一个用于放置土工模型的模型台以及与所述模型台固定连接的支撑框;

[0013] 所述模型台为顶面和一个侧面置空的长方形箱体, 在所述模型台中设置有一块隔离板, 以所述隔离板为界, 所述模型台侧面置空的一侧为用于放置所述土工模型的模型部, 另一侧为用于蓄水的蓄水部, 所述蓄水部内设置有一个用于穿线缆的线管和一个进水管;

[0014] 所述支撑框固定连接在所述模型台下方, 所述支撑框包括一个矩形底板, 所述底板四角分别设置有一根立柱, 在相邻的所述立柱顶部之间设置有安装梁, 在相邻的所述立柱之间设置有可拆卸的隔离网;

[0015] 所述支撑框的所述底板上固定有一台潜水泵, 所述潜水泵的出水口与所述蓄水部的所述进水管连接;

[0016] 所述循环供水系统进一步包括一个用于盛放水体的模型箱, 所述离心模型台架设置于所述模型箱中。

[0017] 优选地, 所述进水管上设置有一个压力计及一个控制阀, 所述进水管进一步连接有一个耗能管, 所述耗能管具有多个弯折部。

[0018] 优选地, 所述耗能管上设置有至少一个减速器, 所述减速器内具有多个平行设置的减速环, 所述减速环具有多个等间隔分布的扇形翅片。

[0019] 优选地, 所述减速器内具有 3 ~ 10 个平行设置的减速环, 所述减速环具有 3 ~ 5 个等间隔分布的扇形翅片, 相邻的所述减速环上的扇形翅片位置相互均匀错开。

[0020] 本发明所提供的一种用于离心模型试验的循环供水系统及其使用方法, 不需要从离心机外部进行供水, 简化了对离心机的结构要求, 同时, 通过设置耗能管、减速管等装置, 使得模型箱内的循环供水能够速度稳定, 从而满足土工离心试验的要求。

附图说明

- [0021] 以下附图仅旨在于对本发明做示意性说明和解释,并不限定本发明的范围。其中,
- [0022] 图 1 为根据本发明的一个具体实施例的一种用于离心模型试验的循环供水系统的结构示意图;
- [0023] 图 2 为图 1 所示的一种用于离心模型试验的循环供水系统的分解结构示意图;
- [0024] 图 3 为图 2 所示的模型台的俯视结构示意图;
- [0025] 图 4 为图 2 所示的耗能管的结构示意图;
- [0026] 图 5 为图 4 所示的减速器的剖面示意图;
- [0027] 图 6a ~ 6c 分别显示的是沿图 5 中 I-I、II-II、III-III 线所作的剖面示意图。

具体实施方式

[0028] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解,现对照附图说明本发明的具体实施方式。其中,相同的部件采用相同的标号。

[0029] 下面参照附图详细说明根据本发明的一种用于离心模型试验的循环供水系统及其使用方法的结构及其原理。

[0030] 图 1 为根据本发明的一个具体实施例的一种用于离心模型试验的循环供水系统的结构示意图;图 2 为图 1 所示的一种用于离心模型试验的循环供水系统的分解结构示意图;图 3 为图 2 所示的模型台的俯视结构示意图;参见图 1-3 所示,本发明提出了一种用于离心模型试验的循环供水系统使用方法,其中,所述循环供水系统包括一个离心模型台架 3,所述离心模型台架 3 包括一个模型台 31 以及与所述模型台 31 固定连接的支撑框 32;所述模型台 31 为长方形箱体,在所述模型台中设置有一块隔离板 311,以所述隔离板 311 为界,所述模型台 31 一侧为模型部 312,另一侧为蓄水部 313,所述蓄水部 313 设置有一个线管 3131 和一个进水管 3132;所述支撑框 32 固定连接在所述模型台 31 下方,所述支撑框 32 包括一个矩形底板 321,所述底板 321 四角分别设置有一根立柱 322,在相邻的所述立柱 322 顶部之间设置有安装梁 323,在相邻的所述立柱 322 之间设置有可拆卸的隔离网 324;所述支撑框 32 固定连接有一个潜水泵 33;所述循环供水系统进一步包括一个用于盛放水体和放置所述离心模型台架 3 的模型箱 2;

[0031] 所述方法包括如下步骤:

[0032] 步骤 A,将所述潜水泵 33 固定连接在所述支撑框 32 的所述矩形底板 321 上,把所述模型台 31 吊放在所述支撑框 32 上方,把所述潜水泵 33 的电源线缆穿过所述线管 3131,把所述潜水泵 33 的出水口与所述进水管 3132 连接,然后把所述模型台 31 与所述支撑框 32 固定连接,之后,在所述支撑框 32 上装上隔离网 324;

[0033] 所述隔离网 324 在最后安装,可以有效避免在安装所述潜水泵 33 至所述矩形底板 321 上以及将所述模型台 31 与所述支撑框 32 固定连接时的操作过程中对所述隔离网 324 造成意外损坏。所述模型台 31 底面可以设置多个与所述支撑框 32 的所述安装梁 323 位置对应的安装耳片(例如 L 型耳片)用于所述模型台 31 与所述支撑框 32 固定连接,这样可以便于装配固定。

[0034] 所述线管 3131 的高度可以高于所述隔离板 311 的高度,这样就可以避免所述蓄水部 313 中的水从所述线管 3131 漏出。

[0035] 步骤 B,将安装好所述潜水泵 33 的所述离心模型台架 3 放置到所述模型箱 2 中,把

所述潜水泵 33 的电源线缆与外部电源连接,往所述模型箱 2 中加水,在水面淹没所述潜水泵 33 后停止加水,测试所述潜水泵 33,测试结束后切断所述潜水泵 33 的电源连接,将所述离心模型台架 3 从所述模型箱 2 中取出;

[0036] 对所述潜水泵 33 的测试包括漏电测试和抽水测试,在水面淹没所述潜水泵 33 后对所述潜水泵 33 进行漏电测试可以保障在离心模型试验过程中不会由于漏电造成离心机故障,抽水测试可以确保进行离心模型试验过程中的水量供给。

[0037] 步骤 C,将所述离心模型台架 3 放置到坝体安装工作台上,在所述离心模型台架 3 的所述模型部 312 制作土工离心模型 4;

[0038] 所述坝体安装工作台可以是一块空地,也可以是专用的一个台面,主要是为了方便工作人员在所述模型部 312 制作土工离心模型 4 时有足够的操作空间。

[0039] 上述步骤 A-C 均在离心机外进行。

[0040] 步骤 D,将所述离心模型台架 3 吊放入所述模型箱 2 并进行固定,将所述模型箱 2 吊放入离心机吊篮 1 并固定,将所述潜水泵 33 的电源线缆与外部电源连接。这之后即可进行离心模型试验。

[0041] 所述潜水泵 33 的电源线缆可以穿过离心机的滑环及转臂与离心机外的外部电源连接,当然,如果所述离心机吊篮 1 内设置有提供电源的电源线接头,所述潜水泵 33 的电源线缆也可以与所述离心机吊篮 1 内的电源线接头连接。

[0042] 在一个优选实施例中,所述模型台 31 为顶面和一个侧面置空的长方形箱体,以所述隔离板 311 为界,所述模型台 31 侧面置空的一侧为用于放置所述土工模型的模型部 312,另一侧为用于蓄水的蓄水部 313;所述隔离板 311 的高度小于所述模型台 31 的 3 个侧壁的高度,在离心试验开始后,即可给所述潜水泵 33 加电,所述潜水泵 33 将水通过所述进水管 3132 输入到所述蓄水部 313,所述蓄水部 313 的水蓄满后即可通过所述隔离板 311 溢入到所述模型部 312,溢入到所述模型部 312 的水在冲蚀所述土工离心模型 4 后回流到所述模型箱 2,从而实现循环供水,而且不需要对现有离心机进行任何改造。

[0043] 在一个优选实施例中,在上述使用方法中,其中,所述隔离板 311 上设置有容量刻度线,在步骤 B 中,测试所述潜水泵 33 时,记录所述蓄水部 313 中水面到达不同刻度线的时间,从而推算出所述蓄水部 313 的进水流量。

[0044] 可以人工的利用秒表等时间设备记录所述蓄水部 313 中水面到达所述隔离板 311 上的不同容量刻度线的时间,这样就可以很方便的推算出所述蓄水部 313 的进水流量。

[0045] 参见图 1-3 所示,本发明还提供了一种专用于上述方法的循环供水系统,所述循环供水系统包括,一个离心模型台架 3,所述离心模型台架 3 包括一个用于放置土工模型 4 的模型台 31 以及与所述模型台 31 固定连接的支撑框 32;

[0046] 所述模型台 31 为顶面和一个侧面置空的长方形箱体,在所述模型台 31 中设置有一块隔离板 311,以所述隔离板 311 为界,所述模型台 31 侧面置空的一侧为用于放置所述土工模型 4 的模型部 312,另一侧为用于蓄水的蓄水部 313,所述蓄水部 313 内设置有一个用于穿线缆的线管 3131 和一个进水管 3132;

[0047] 所述支撑框 32 固定连接在所述模型台 31 下方,所述支撑框 32 包括一个矩形底板 321,所述底板 321 四角分别设置有一根立柱 322,在相邻的所述立柱 322 顶部之间设置有安装梁 323,在相邻的所述立柱 322 之间设置有可拆卸的隔离网 324;

[0048] 所述支撑框 32 的所述底板 321 上固定有一台潜水泵 33, 所述潜水泵 33 的出水口与所述蓄水部 313 的所述进水管 3132 连接;

[0049] 所述循环供水系统进一步包括一个用于盛放水体的模型箱 2, 所述离心模型台架 3 设置于所述模型箱 2 中。

[0050] 所述隔离板 311 的高度小于所述模型台 31 的 3 个侧壁的高度, 当进行离心模型试验时, 所述潜水泵 33 将所述模型箱 2 中的水输送至所述蓄水部 313, 所述蓄水部 313 的水蓄满后即可通过所述隔离板 311 均匀的溢出到所述模型部 312, 溢出到所述模型部 312 的水在对所述土工离心模型 4 进行作用(例如进行冲蚀)或者溢出所述土工离心模型 4 后, 经由所述模型台 31 置空的一侧回流到所述模型箱 2, 从而实现了循环供水, 而且不需要对现有离心机进行任何改造。

[0051] 所述蓄水部 313 的主要功能是为了保障在进行离心模型试验时流向所述土工离心模型 4 的水流均匀, 因此其不需要很大的体积, 通过设置所述隔离板 311 的位置可以尽量减小所述蓄水部 313 的体积, 这样就可以留给所述模型部 312 足够的空间来布置大尺寸的所述土工离心模型 4。

[0052] 所述隔离网 324 可以选择高目数的滤网, 例如可以是 60 目的滤网, 所述隔离网 324 安装在所述支撑框上而不是直接安装在所述潜水泵 33 的取水口上, 是为了在离心模型试验过程中, 当水流将所述土工离心模型 4 的沙土等建筑材料冲刷到所述模型箱 2 中之后, 即便在所述隔离网 324 的局部造成淤积也不会影响所述潜水泵 33 的取水工作。

[0053] 图 4 为图 2 所示的耗能管的结构示意图; 参见图 2-4 所示, 在一个优选实施例中, 所述进水管 3132 上设置有一个压力计及一个控制阀, 所述进水管 3132 进一步连接有一个耗能管 5, 所述耗能管 5 具有多个弯折部。

[0054] 所述压力计和所述控制阀可以使得工作人员更方便直观的控制进水量。所述耗能管 5 用于增加水流在进入所述蓄水部 313 之前的行程, 以及使得水流在进入所述蓄水部 313 之前尽可能多的改变流向和降低流速, 这样就可以使得在进行高过载离心模型试验的时候, 水流平缓。

[0055] 所述耗能管 5 可以使用市售的 pvc 管材或者金属管材拼接而成, 在一个优选实施例中, 如图 4 所示, 所述耗能管 5 包括至少两个串联的 U 型部 51, 所述 U 型部 51 的宽度范围为 6-8cm, 高度范围为 4-7cm, 所述耗能管 5 长度 L 范围为 25-35cm, 高度 H 范围为 12-18cm, 所述耗能管底部设置有一根水平转向管 52, 所述水平转向管 52 端部设置有一个转向弯头。所述水平转向管可以使得水流从所述蓄水部 313 底部的中间位置流出, 这样就可以进一步保障水从所述蓄水部 313 溢出至所述模型部 312 的均匀性。试验证明, 在 30g 以上的过载情况下, 安装上述尺寸的所述耗能管 5 之后, 水从所述蓄水部 313 溢出至所述模型部 312 的均匀性比不安装之前得到了有效改善。

[0056] 图 4 为图 2 所示的耗能管的结构示意图; 图 5 为图 4 所示的减速器的剖面示意图; 图 6a ~ 6c 分别显示的是沿图 5 中 I-I、II-II、III-III 线所作的剖面示意图。参见图 2、4-6 所示, 在一个优选实施例中, 所述耗能管 5 上设置有至少一个减速器 53, 如图 4 所示, 所述减速器 53 除了可以安装在所述水平转向管 52 上, 还可以安装在图 4 中虚线框所标示的位置, 也就是说, 所述减速器 53 作为一个零部件可以灵活的安装在所述耗能管 5 的任意位置。

[0057] 所述减速器 53 内具有多个平行设置的减速环 531, 所述减速环 531 具有多个等间隔分布的扇形翅片 532。图 5-6 中具体显示的所述减速环 531 为 3 个, 每个所述减速环 531 分别具有 4 个等间隔分布的扇形翅片 532。在根据本发明的一个优选实施例中, 所述减速器内具有 3 ~ 10 个平行设置的减速环 531, 每个所述减速环 531 具有 3 ~ 5 个等间隔分布的扇形翅片 532。

[0058] 本发明所提供的所述减速器 53 可以通过变换所述减速环 531 上的扇形翅片 532 的分布角度, 并通过合理分布的所述减速环 531 上的扇形翅片 532 与空腔 533 的比例, 使得进入所述减速器 53 的水流在流动中不断改变流向和速度, 从而在进行高过载离心模型试验的时候也可以保障水流从所述耗能管 5 流出时更加平稳。

[0059] 例如, 在如图所示的具体实施例中, 所述减速环 531 具有的 4 个扇形翅片 532 与空腔 533 的比例为 1 : 2 ; 相邻的所述减速环 531 上的扇形翅片 532 位置相互均匀错开, 亦即, 由于平行布置的所述减速环 531 的个数为 3 个, 可以设置相邻的所述减速环 531 上的扇形翅片 532 的位置错开的角度为 $360/3=120$ 度。当然, 本领域技术人员应当理解, 扇形翅片 532 位置错开的角度也可以根据其与所述空腔 533 的比例加以确定, 目的在于使进入所述减速器 53 的水流在流动中不断改变流向和速度, 从而在进行高过载离心模型试验的时候也可以均匀平稳的从所述耗能管 5 流出。

[0060] 本发明所提供的一种用于离心模型试验的循环供水系统及其使用方法, 不需要从离心机外部进行供水, 简化了对离心机的结构要求, 同时, 通过设置耗能管、减速管等装置, 使得模型箱内的循环供水能够速度稳定, 从而满足土工离心试验的要求。

[0061] 本领域技术人员应当理解, 虽然本发明是按照多个实施例的方式进行描述的, 但是并非每个实施例仅包含一个独立的技术方案。说明书中如此叙述仅仅是为了清楚起见, 本领域技术人员应当将说明书作为一个整体加以理解, 并将各实施例中所涉及的技术方案看作是可以相互组合成不同实施例的方式来理解本发明的保护范围。

[0062] 以上所述仅为本发明示意性的具体实施方式, 并非用以限定本发明的范围。任何本领域的技术人员, 在不脱离本发明的构思和原则的前提下所作的等同变化、修改与结合, 均应属于本发明保护的范围。

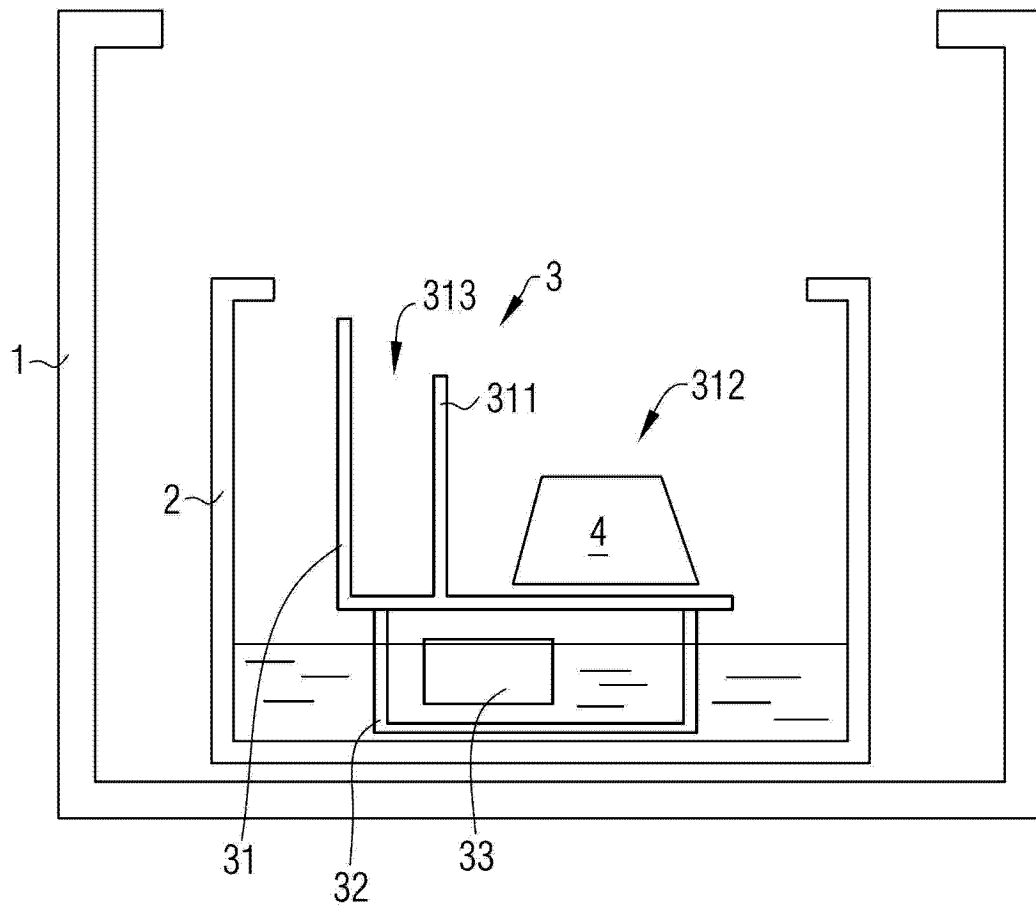


图 1

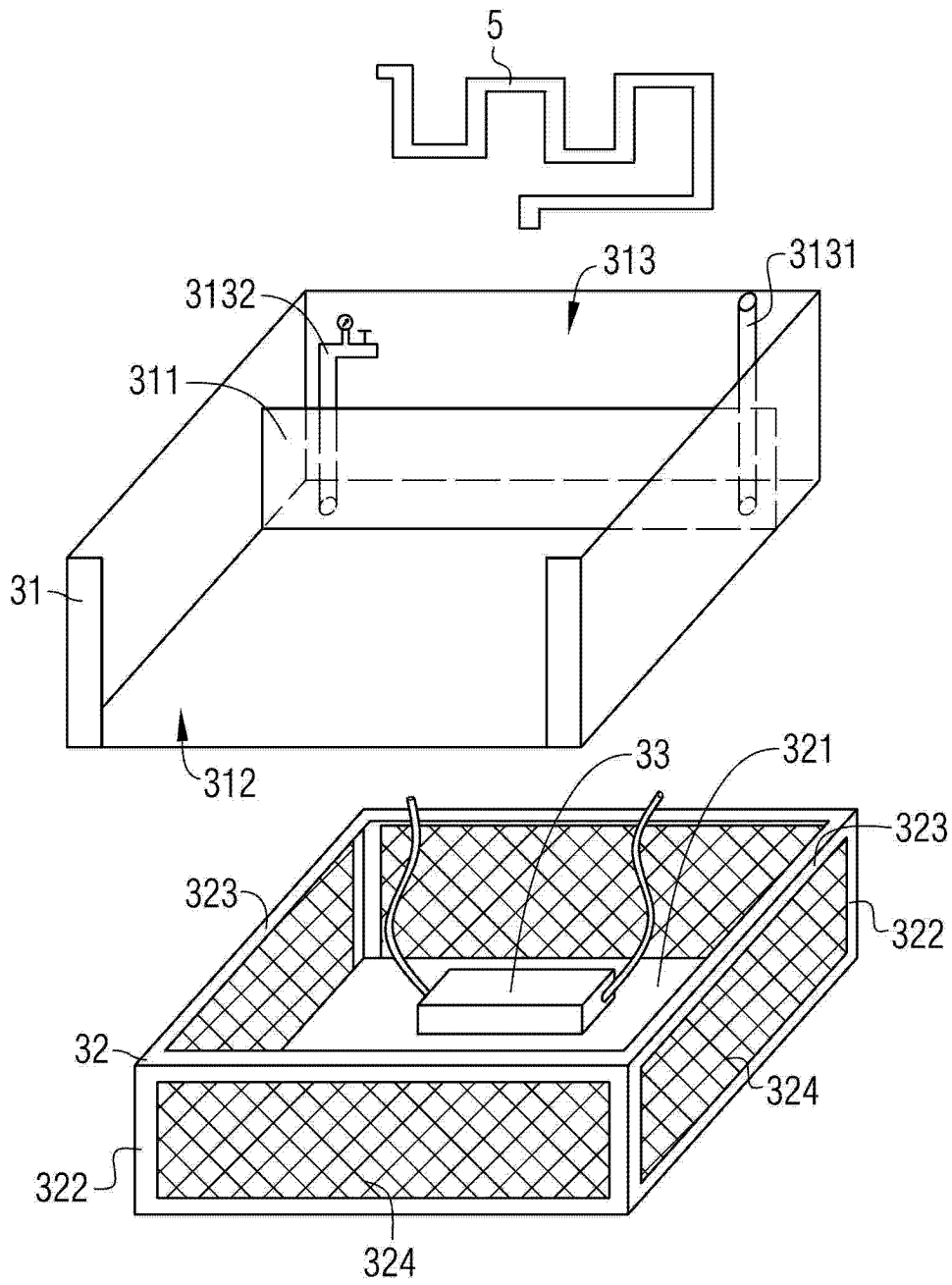


图 2

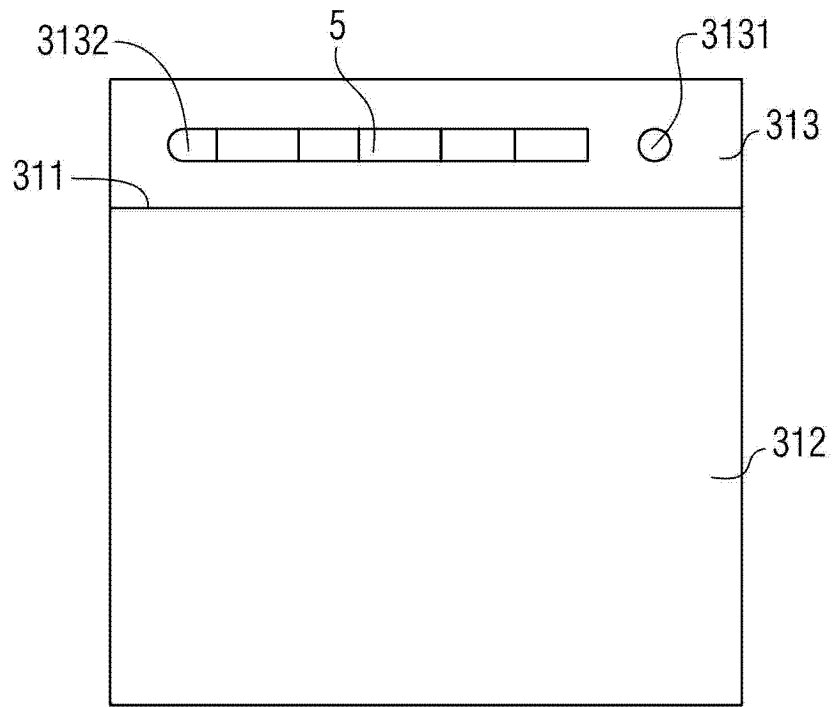


图 3

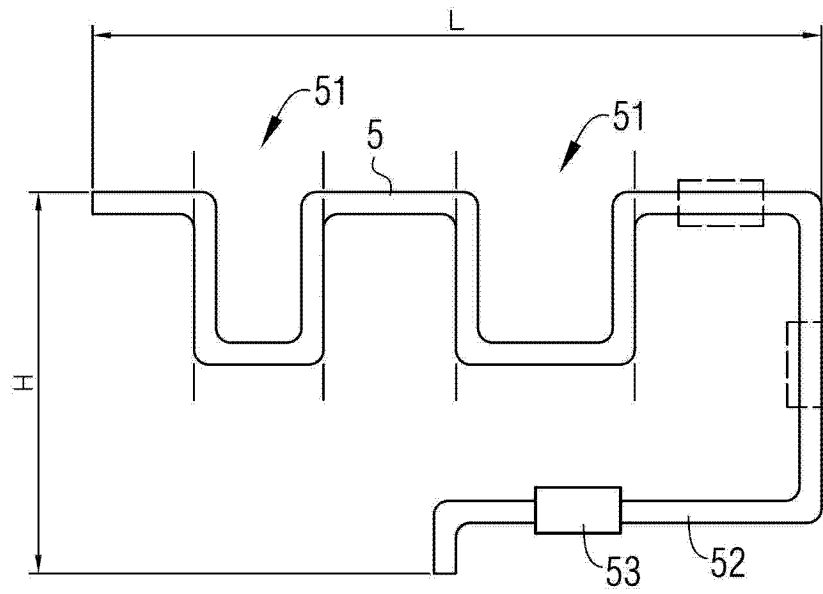


图 4

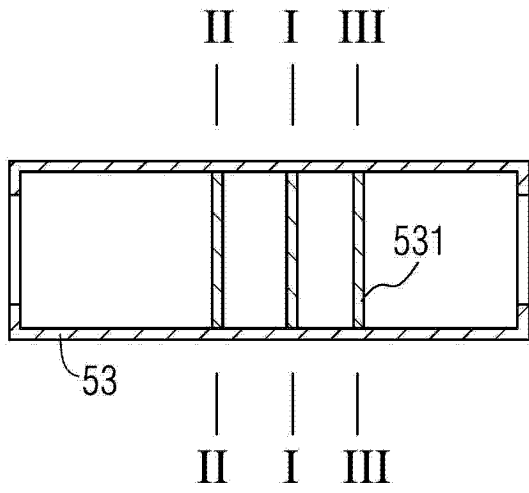


图 5

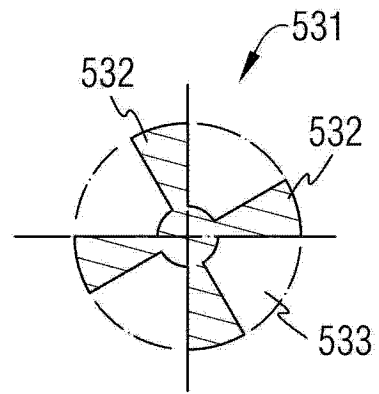


图 6a

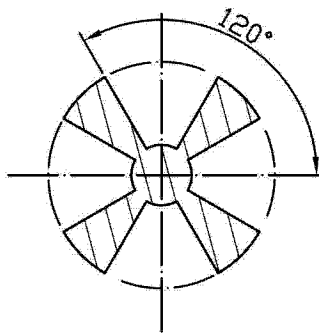


图 6b

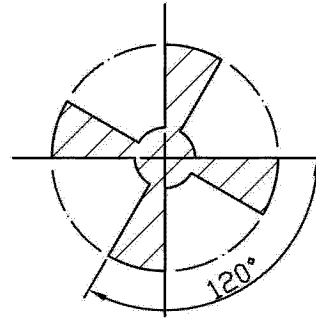


图 6c