

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(10) 国际公布号

WO 2020/151259 A1

(43) 国际公布日

2020 年 7 月 30 日 (30.07.2020)

(51) 国际专利分类号:

G01M 10/00 (2006.01) G01M 7/08 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/110634

(22) 国际申请日: 2019 年 10 月 11 日 (11.10.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

201910058899.5 2019 年 1 月 22 日 (22.01.2019) CN

(71) 申请人: 浙江大学(ZHEJIANG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。

(72) 发明人: 王立忠(WANG, Lizhong); 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。 芮圣洁(RUI, Shengjie); 中国浙江省杭州

市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。

国振(GUO, Zhen); 中国浙江省杭州西湖余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。 李玲玲(LI, Lingling); 中国浙江省杭州西湖余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。 张皓杰(ZHANG, Haojie); 中国浙江省杭州西湖余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。 朱从博(ZHU, Congbo); 中国浙江省杭州西湖余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。 李芝隆(LI, Yilong); 中国浙江省杭州西湖余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。

(74) 代理人: 杭州求是专利事务所有限有限公司(HANGZHOU QIUSHI PATENT OFFICE CO.,LTD.); 中国浙江省杭州西湖区玉古路 147 号黄鸿年科技综合楼 215 室万尾甜, Zhejiang 310013 (CN)。

(54) Title: TESTING DEVICE CAPABLE OF DIRECTIONALLY SIMULATING DYNAMIC COLLISION BETWEEN SHELL-SHAPED STRUCTURE IN DEEP SEA AND SEABED

(54) 发明名称: 可定向模拟深海中壳型结构物与海床动力碰撞试验装置

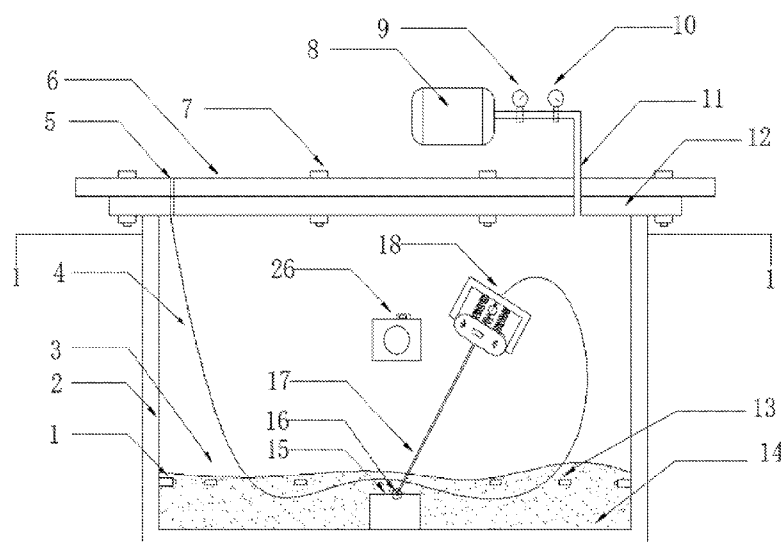


图 1

(57) Abstract: Provided is a testing device capable of directionally simulating a dynamic collision between a shell-shaped structure in deep sea and the seabed. The testing device comprises a launching device, a high-pressure water pump device (8), a high-speed camera (26), a sensor system, a data acquisition and control system, etc. The device is arranged in a geotechnical centrifuge for an experiment in a super-gravity environment so as to meet the requirement of simulating a deep-sea environment, a high-pressure deep-sea environment is created by means of superposition of the high-pressure water pump device (8), and the direction of the launching device is adjusted by means of a universal rotary shaft (16), thereby controlling a shell-shaped structure (21) such that same is launched from

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

a specified direction to directionally collide with a soil body (14) at a pre-determined location; and the high-speed camera (26) is used to photograph the entire experimental process, and a strain gauge and an acceleration sensor are used to collect experimental data. The testing device simulates the running speed, acceleration and running trajectory of the shell-shaped structure in deep sea when the shell-shaped structure collides with the surface of a soil body on the seabed at a specific position after the shell-shaped structure in deep sea is launched in different directions, and a change in the strain of the shell-shaped structure during the collision and a change in the stiffness of the soil body after the collision are obtained.

(57) 摘要: 一种可定向模拟深海中壳型结构物与海床动力碰撞试验装置, 包括发射装置、高压水泵装置(8)、高速摄像机(26)、传感器系统、数据采集及控制系统等。该装置设置在土工离心机中实验, 超重力环境以达到模拟深海环境的要求, 并通过高压水泵装置(8)叠加创造深海高压环境, 通过万向转轴(16)调整发射装置的方向, 从而控制壳型结构物(21)从指定方向发射, 与土体(14)在预定位置进行定向碰撞, 并且采用高速摄像机(26)拍摄整个实验过程和应变和加速度传感器采集实验数据。其模拟了深海壳型结构物不同方向入射时, 特定的位置与海底土体表面碰撞时的运行速度、加速度和运行轨迹情况, 并且获得碰撞时壳型结构物的应变变化, 以及碰撞后土体发生的刚度变化。

可定向模拟深海中壳型结构物与海床动力碰撞试验装置

技术领域

本发明涉及一种试验装置，尤其涉及一种用于模拟深海中壳型结构物与海床定向动力碰撞试验装置，通过离心机与高压水泵模拟了深海高压环境，调整发射装置使壳型结构物能够以预估的位置定向碰撞土体，获得壳型结构物的运行速度、加速度和运行轨迹等情况，同时采集壳型结构物碰撞土体时壳型结构物的应变变化，以评估壳型结构物的安全性。

背景技术

海洋约占地球表面积的 71%，深底蕴藏着丰富的石油、重金属以及其他资源，各个国家都在尝试着进行深海资源开发的技术攻关。我国也明确提出建设海洋强国，突破海洋资源开发利用的技术难题。

深潜技术是进行海洋开发的必要手段，它是由深潜器、工作母船(水面支援船)和陆上基地所组成的一个完整的系统，深潜器是其关键部份。目前国际上的潜水器一般能够下潜至 6 千米水深，潜水器承受着巨大的压应力，在与海床发生碰撞时极易发生结构屈曲失稳，造成灾难性后果。目前对于潜水器结构受力一般利用高压环境进行强度测试，一般是静态的加载，未涉及到与结构物的碰撞问题，因此亟需开发出能够模拟超高压条件下潜水器与海床动力碰撞的试验装置。

本发明提出了可定向模拟深海中壳型结构物与海床动力碰撞试验装置，通过离心机与高压水泵模拟了深海高压环境，而且能够调整

发射装置使壳型结构物能够以预估的位置定向碰撞土体，获得壳型结构物的运行速度、加速度和运行轨迹等情况，同时采集壳型结构物碰撞土体时壳型结构物的应变变化，以评估壳型结构物的安全性。

发明内容

本发明的目的在于针对现有技术的不足，提供一种可定向模拟深海中壳型结构物与海床动力碰撞试验装置，该装置设置在土工离心机中实验，超重力环境以达到模拟深海环境的要求，并通过高压水泵装置叠加创造深海高压环境，通过万向转轴调整发射装置的方向控制胶囊型壳型结构物与土体的碰撞位置进行定向碰撞，并且采用高速摄像机拍摄整个实验过程，采用应变和加速度传感器采集实验数据。本发明模拟了深海壳型结构物不同方向入射时，特定的位置与海底土体表面碰撞时的运行速度、加速度和运行轨迹情况，并且获得碰撞时壳型结构物的应变变化，以及碰撞后土体发生的刚度变化。

本发明采取以下技术方案：

一种可定向模拟深海中壳型结构物与海床动力碰撞试验装置，包括密闭的钢箱水槽、发射装置、高压水泵装置、高速摄像机、传感器系统、数据采集及控制系统；钢箱水槽置于土工离心机中，高压水泵装置通过注水管通入钢箱水槽中，注水管上安装有压力计和流量计，在钢箱水槽内铺设土体，发射装置包括导向杆、发射装置固定槽、弹射器、玻璃纤维绳、电动卷线轴、及钛合金胶囊型的壳型结构物，导向杆一端通过万向转轴与钢箱水槽底面连接，另一端与发射装置固定槽连接，导向杆上固定有电动卷线轴，壳型结构物穿置于导向杆上，

通过玻璃纤维绳与电动卷线轴连接，弹射器固定于发射装置固定槽内，发射装置可通过弹射器将壳型结构物弹出，在钢箱水槽上设有观察窗口，高速摄像机通过观察窗口拍照记录实验过程中壳型结构物运动轨迹，传感器系统用于检测装置中的待测数据，并采用无线传输的方式传输至数据采集及控制系统中，数据采集及控制系统用于处理分析数据。

上述技术方案中，所述的钢箱水槽开口处设置有水槽固定法兰盘，水槽顶盖通过高强度螺栓和水槽固定法兰盘紧密压紧。整个实验水箱用于模拟深海高压环境因此对于水箱的密闭性要求极高，采用钢构成水箱的钢箱骨架，同时为了便于观察实验中壳型结构物的运行，将水槽的正面，上面及右面的观察窗口采用高强度玻璃板。此外，由高强度螺栓将水槽顶盖和水槽固定法兰盘紧密的压紧，保证机构能够承受实验过程中产生的高压，需采用泡沫胶等进行封闭以免造成实验误差，影响试验准确性。

优选的，为使钛合金壳型结构物能够以指定的方向在特定的胶囊位置碰撞钢箱底部土体，可在水钢箱槽底部的土体中布置转轴固定钢块用于安装万向转轴，万向转轴可以 360 度旋转转轴至确定方向，并保持固定，从而保证壳型结构物以试验预估位置碰撞底部土体。

优选的，为更详细的区分壳型结构物在不同环境下的碰撞情形，钢箱底部土体可以选用砂土、岩石、黏土等，并且可以设置土体的倾斜度，例如平坦土体表面或倾斜土体表面进行试验。

优选的，所述的传感器系统包括壳型结构物上的三轴加速度传感

器、应变花、倾角仪，以及土体中的加速度传感器、弯曲元；三轴加速度传感器布置于壳型结构物的前部顶端，用于在试验过程中实时连续不断的采集试验过程中壳型结构物的运动三个方向运动加速度，信号通过数据线穿过数据传输口传输到数据采集和控制系统，加速度信号通过积分可以获得速度以及位移信号。壳型结构物在与底部土体碰撞的过程中结构应变局部应变会发生变化，因此沿壳型结构物的轴向轴对称布置 4 个应变花，每个应变花由三个应变片依次呈 45 度角扇形排列。倾角仪可以测量在试验过程中壳型结构物倾角的变化，可以大致确定碰撞位置。弯曲元布置在水槽内部的土体中，用于在壳型结构物碰撞时获得土体刚度的变化。土中的加速度传感器用于获得壳型结构物碰撞到土体时土体所产生的加速度。其中传感器的数据传输线通过水槽上部顶板的数据传输口连接至数据采集及处理装置。

优选的，在钢箱正面的观察窗前布置高速摄像机用于在实验过程中拍摄壳型结构物的运行轨迹，高速摄像机摄影频率一般高达每秒 1000~10000 帧的记录速度，可以清楚地描绘整个实验过程。

本装置设置在土工离心机中实验，超重力环境以达到模拟深海环境的要求，并且高压水泵装置通过注水管实现在钢箱水槽中创造约 40Mpa 的深海环境，采用压力计和流量计对高压水泵进行监测，同时为了能够清楚地拍摄到实验过程中壳型结构物的运行，可以将水槽的正面、上面及右面均设置观察窗口，采用高强度玻璃板。控制壳型结构物的发射装置可保证壳型结构物能够以指定的方向在特定的位置碰撞钢箱底部土体。为了便于重复试验，避免多次打开钢箱口进行操

作，采用轻质高强度玻璃纤维绳将壳型结构物的尾部和发射装置连接在一起，可以在一次发射结束通过开关控制电动卷线轴后收紧轻质高强度玻璃纤维绳，用发射装置固定槽捕捉壳型结构物重新准备下次试验。

本发明具有以下特点：

1. 本发明可以准确地通过高压水泵模拟还原深海高压环境，模拟深海中壳型结构物定向与海床的动力碰撞的问题，并且注重密封性的保持。
2. 壳型结构物可以调整碰撞的位置，通过将理论上最薄弱的位置与海床碰撞，研究壳型结构物的结构安全性。
3. 本发明可以通过轻质高强度玻璃纤维绳牵拉壳型结构物复位进行多次试验，采用万向转轴调整壳型结构物射出时的角度方向，同时可以改变钢箱底部土体的类型，例如岩石、砂土、黏土来研究不同海床条件下壳型结构物碰撞的情况。
4. 本发明中采用加速度传感器和应变片采集实验过程中壳型结构物的运动数据进行分析，并且用高速摄像机记录整个试验过程。

附图说明

图 1 为本发明一种具体试验装置的主视图；

图 2 为图 1 的右视图；

图 3 为图 1 中 1-1 截面俯视图；

图 4 为壳型结构物发射后碰撞图；

图 5 为发射装置细部示意图；

其中, 1. 弯曲元、2. 钢箱水槽、3. 观察窗口、4. 控制电线、5. 数据传输口、6. 水槽顶盖、7. 高强度螺栓、8. 高压水泵装置、9. 压力计、10. 流量计、11. 注水管、12. 水槽固定法兰、13. 加速度传感器、14. 土体、15. 转轴固定钢块、16. 万向转轴、17. 导向杆、18. 发射装置固定槽、19. 弹射器、20. 应变花、21. 壳型结构物、22. 倾角仪、23. 玻璃纤维绳、24. 电动卷线轴、25. 三轴加速度传感器、26. 高速摄像机。

具体实施方式

本发明的一种用于模拟深海中壳型结构物与海床定向动力碰撞试验装置, 设置在土工离心机中实验, 超重力环境以达到模拟深海环境的要求, 并通过高压水泵装置叠加创造深海高压环境, 通过万向转轴调整发射装置的方向控制钛合金材质的胶囊型的壳型结构物与土体的碰撞位置进行定向碰撞, 并且采用高速摄像机拍摄整个实验过程和应变和加速度传感器采集实验数据。本发明模拟了深海壳型结构物(如深潜器)从不同的指定方向入射后, 在特定的位置与海底土体表面碰撞时的运行速度、加速度和运行轨迹情况, 并且获得碰撞时壳型结构物的应变变化, 以及碰撞后土体发生的刚度变化。

具体的, 如图 1~5 所示, 一种具体的实施方案如下:

本装置设置在土工离心机中实验, 超重力环境以达到模拟深海环境的要求, 并且高压水泵装置 8 通过注水管 11 实现在钢箱水槽 2 中创造约 40Mpa 的深海环境, 采用压力计 9 和流量计 10 对高压水泵装置 8 进行监测, 同时为了能够清楚地拍摄到实验过程中壳型结构物的运行将水槽的正面, 上面及右面均设观察窗口 3, 采用高强度玻璃板。

控制壳型结构物的发射装置包括导向杆 17、发射装置固定槽 18、弹射器 19、轻质高强度玻璃纤维绳 23、电动卷线轴 24、及钛合金胶囊型的壳型结构物 21，可保证钛合金壳型结构物 21 能够以指定的方向在特定的位置碰撞钢箱底部土体 14。高速摄像机 26 以很高的频率连续拍照记录整个实验过程中壳型结构物运轨迹。传感器系统用于检测装置中的待测数据，并采用无线传输的方式传输至数据采集及控制系统中，数据采集及控制系统用于处理分析数据。

整个实验水箱用于模拟深海高压环境因此对于水箱的密闭性要求极高，采用钢构成水箱的钢箱水槽 2，在水槽的正面，上面及右面开设观察窗口 3，采用高强度玻璃板。此外，钢箱水槽 2 由高强度螺栓 7 将水槽顶盖 6 和水槽固定法兰盘 12 紧密的压紧，保证机构能够承受实验过程中产生的高压，需采用泡沫胶等进行封闭以免造成实验误差，影响试验准确性。

为使钛合金壳型结构物 21 能够以指定的方向在特定的位置碰撞钢箱底部土体 14，在水槽底部的土体中布置转轴固定钢块 15 用于安装万向转轴 16，万向转轴可以 360 度旋转转轴至确定方向，并保持固定，从而保证壳型结构物以试验预估位置碰撞底部土体。

为更详细的区分壳型结构物 21 在不同环境下的碰撞情形，钢箱底部土体 14 可以选用砂土、岩石、黏土等，并且可以设置土体的倾斜度，例如平坦土体表面或倾斜土体表面进行试验。

传感器系统包括壳型结构物上的三轴加速度传感器 25、应变花 20、倾角仪 22，以及土体中的加速度传感器 13、弯曲元 1；三轴加

速度传感器 25 布置于壳型结构物 21 的前部顶端,用于在试验过程中实时连续不断的采集试验过程中壳型结构物的运动三个方向运动加速度,信号通过数据线穿过数据传输口传输到数据采集和控制系统,加速度信号通过积分可以获得速度以及位移信号。壳型结构物 21 在与底部土体碰撞的过程中结构应变局部应变会发生变化,因此沿壳型结构物的轴向轴对称布置 4 个应变花,每个应变花由三个应变片依次呈 45 度角扇形排列。倾角仪 22 可以测量在试验过程中壳型结构物倾角的变化,可以大致确定碰撞位置。弯曲元 1 布置在水槽内部的土体中,用于在壳型结构物碰撞时获得土体刚度的变化。土中的加速度传感器 13 用于获得壳型结构物碰撞到土体时土体所产生的加速度。其中传感器的数据传输线通过水槽上部顶板的数据传输口 5 连接至数据采集及处理装置。

在钢箱正面的观察窗前布置高速摄像机 26 用于在实验过程中拍摄壳型结构物的运行轨迹,高速摄像机摄影频率一般高达每秒 1000~10000 帧的记录速度,可以清楚地描绘整个实验过程。

下面以在砂土中进行碰撞试验为例,简述采用本发明上述实施例装置的一种具体试验过程:

1. 将试验用砂土铺设在钢箱底部,根据实验要求改变土体表面的平坦度或砂石含量。
2. 安装试验部件,发射装置和万向转轴安装在钢箱底部的固定钢块,并调试良好。根据要求的壳型结构物碰撞角度调整导向杆的角度,并固定牢固。

3. 布置传感器。将三轴加速度传感器安装在钛合金壳型结构物的前方顶部，并将应变花用防水胶对称粘结在壳型结构物的外侧，确定传感器的性能可用。并在土中埋设加速度传感器和弯曲元等，将数据传输线通过数据传输口引出水箱。
4. 采用高强度螺栓将水槽顶板和水槽固定法兰连接，确保整个试验设备密闭不透气不透水。
5. 打开高压水泵注水加压，并同时使用离心机进行试验，达到试验要求后，通过控制电动卷轴轮回收壳型结构物进行多次试验。并用数据采集装置收集实验数据
6. 试验完成，减压排水，打开钢箱口回收试验装置。

权 利 要 求 书

1. 一种可定向模拟深海中壳型结构物与海床动力碰撞试验装置，其特征在于：包括密闭的钢箱水槽、发射装置、高压水泵装置、高速摄像机、传感器系统、数据采集及控制系统；钢箱水槽（2）置于土工离心机中，高压水泵装置（8）通过注水管（11）通入钢箱水槽（2）中，注水管（13）上安装有压力计（9）和流量计（10），在钢箱水槽内铺设土体，发射装置包括导向杆（17）、发射装置固定槽（18）、弹射器（19）、玻璃纤维绳（23）、电动卷线轴（24）、及钛合金胶囊型的壳型结构物（21），导向杆（17）一端通过万向转轴与钢箱水槽底面连接，另一端与发射装置固定槽（18）连接，导向杆上固定有电动卷线轴（24），壳型结构物（21）穿置于导向杆（17）上，通过玻璃纤维绳（23）与电动卷线轴连接，在钢箱水槽上设有观察窗口（3），高速摄像机（26）通过观察窗口拍照记录实验过程中壳型结构物运动轨迹，传感器系统用于检测装置中的待测数据，并采用无线传输的方式传输至数据采集及控制系统中，数据采集及控制系统用于处理分析数据。

2. 根据权利要求 1 所述的可定向模拟深海中壳型结构物与海床动力碰撞试验装置，其特征在于：所述的钢箱水槽开口处设置有水槽固定法兰盘（12），水槽顶盖（6）通过高强度螺栓（7）和水槽固定法兰盘（12）紧密压紧。

3. 根据权利要求 1 所述的可定向模拟深海中壳型结构物与海床动力碰撞试验装置，其特征在于：钢箱水槽底部土体（14）可选用砂土、

岩石、黏土等，并且可以设置土体的倾斜度进行试验。

4. 根据权利要求 1 所述的可定向模拟深海中壳型结构物与海床动力碰撞试验装置，其特征在于：所述的传感器系统包括设置于壳型结构物上的三轴加速度传感器（25）、应变花（20）、倾角仪（22），以及设置于土体中的加速度传感器（13）、弯曲元（1）。

5. 根据权利要求 4 所述的可定向模拟深海中壳型结构物与海床动力碰撞试验装置，其特征在于：所述的三轴加速度传感器（25）布置于壳型结构物（21）的前部顶端，用于在试验过程中实时并连续不断的采集壳型结构物的运动加速度。

6. 根据权利要求 4 所述的可定向模拟深海中壳型结构物与海床动力碰撞试验装置，其特征在于：在壳型结构物的轴向轴对称布置 4 个应变花，每个应变花由三个应变片依次呈 45 度角扇形排列。

7. 根据权利要求 1 所述的可定向模拟深海中壳型结构物与海床动力碰撞试验装置，其特征在于：所述的高速摄像机的摄影频率为每秒 1000~10000 帧。

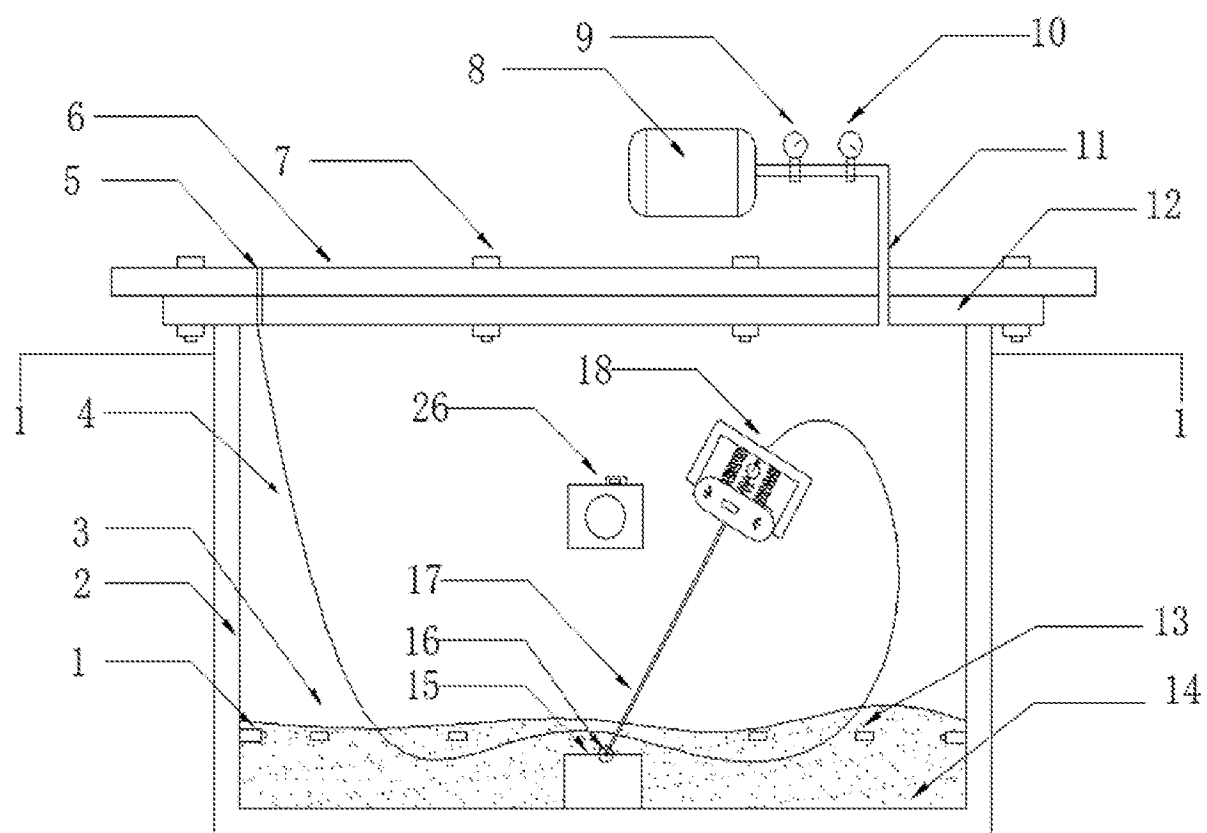


图 1

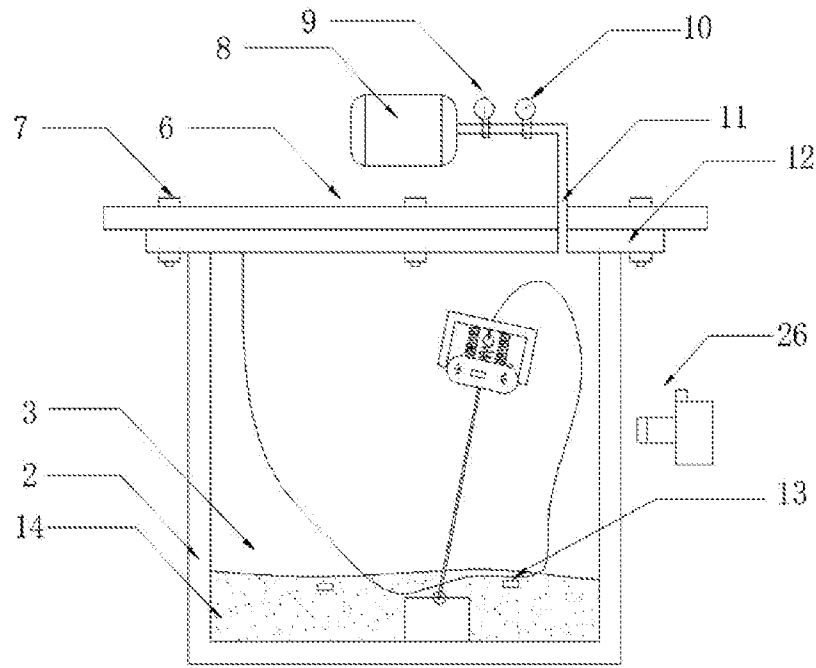


图 2

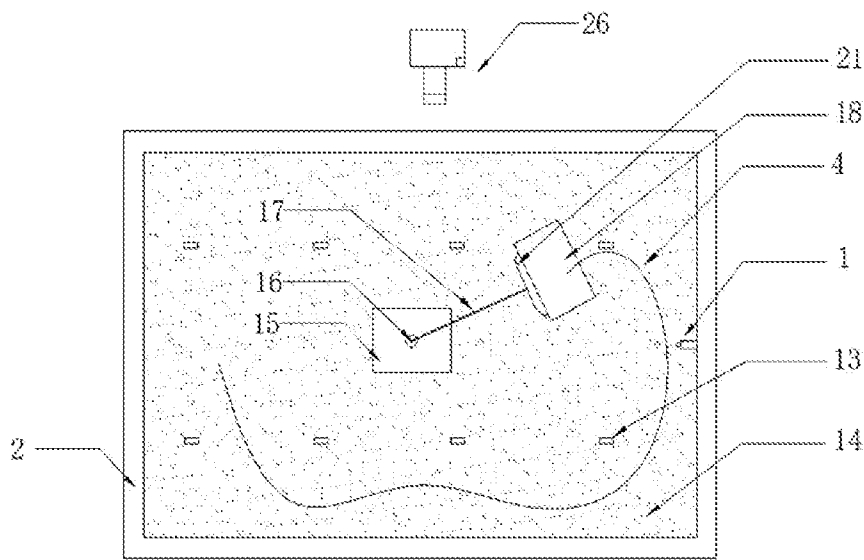


图 3

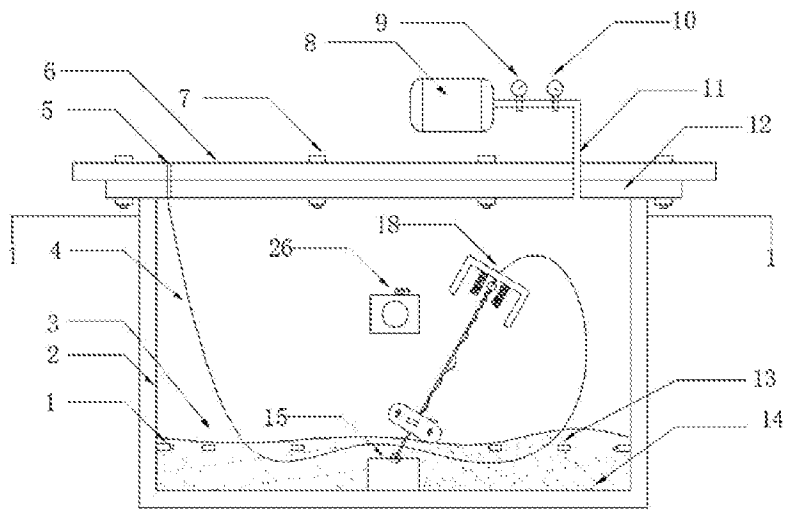


图 4

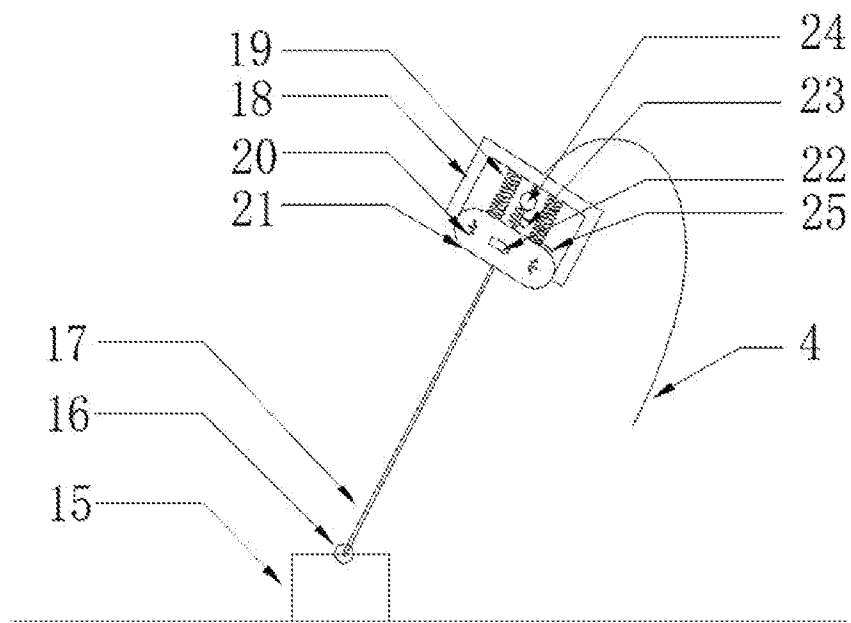


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/110634

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01M 10/00(2006.01)i; G01M 7/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01M10, G01M7

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS/VEN/CNKI: 深海, 潜水器, 潜水艇, 深潜器, 碰撞, 模拟, 试验, 实验, 发射, submarine, submersible, bathyscaph, impact, collision, crash+, underwater, seabed, sea bottom, launch, shoot, emission, simulate, test, experiment, trial

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 106353066 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 25 January 2017 (2017-01-25) description, paragraphs 0023-0026, and figures 1 and 2	1-7
PX	CN 109738156 A (UNIV ZHEJIANG) 10 May 2019 (2019-05-10) description, paragraphs 0025-0039, and figures 1-5	1-7
A	JP 0213817 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 18 January 1990 (1990-01-18) entire document	1-7
A	JP 2014059183 A (JAPAN ENVIRONMENTAL SANITATION CT et al.) 03 April 2014 (2014-04-03) entire document	1-7
A	CN 106323590 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 11 January 2017 (2017-01-11) entire document	1-7
A	CN 108426696 A (NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY) 21 August 2018 (2018-08-21) entire document	1-7
A	US 6662624 B1 (WEIDLINGER ASSOCIATES LTD) 16 December 2003 (2003-12-16) entire document	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 January 2020

Date of mailing of the international search report

16 January 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/110634

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 1563984 A (INSTITUTE OF MECHANICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 12 January 2005 (2005-01-12) entire document pp. 1527-1533	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/110634

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106353066	A	25 January 2017	CN	106353066	B	29 January 2019
CN	109738156	A	10 May 2019	None			
JP	0213817	A	18 January 1990	None			
JP	2014059183	A	03 April 2014	JP	5995360	B2	21 September 2016
CN	106323590	A	11 January 2017	CN	106323590	B	02 April 2019
CN	108426696	A	21 August 2018	None			
US	6662624	B1	16 December 2003	GB	9923360	D0	08 December 1999
				GB	2355076	A	11 April 2001
				GB	2355076	B	27 August 2003
				GB	0024254	D0	15 November 2000
CN	1563984	A	12 January 2005	CN	1257407	C	24 May 2006

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/110634

A. 主题的分类 G01M 10/00(2006.01)i; G01M 7/08(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																										
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G01M10, G01M7 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS/VEN/CNKI: 深海, 潜水器, 潜水艇, 深潜器, 碰撞, 模拟, 试验, 实验, 发射, submarine, submersible, bathyscaph, impact, collision, crash+, underwater, seabed, sea bottom, launch, shoot, emission, simulate, test, experiment, trial																										
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 106353066 A (浙江大学) 2017年 1月 25日 (2017 - 01 - 25) 说明书第0023-0026段及图1-2</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109738156 A (UNIV ZHEJIANG) 2019年 5月 10日 (2019 - 05 - 10) 说明书第0025-0039段及图1-5</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 0213817 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 1990年 1月 18日 (1990 - 01 - 18) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2014059183 A (JAPAN ENVIRONMENTAL SANITATION CT等) 2014年 4月 3日 (2014 - 04 - 03) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106323590 A (浙江大学) 2017年 1月 11日 (2017 - 01 - 11) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108426696 A (西北工业大学) 2018年 8月 21日 (2018 - 08 - 21) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 6662624 B1 (WEIDLINGER ASSOCIATES LTD) 2003年 12月 16日 (2003 - 12 - 16) 全文</td> <td>1-7</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 106353066 A (浙江大学) 2017年 1月 25日 (2017 - 01 - 25) 说明书第0023-0026段及图1-2	1-7	PX	CN 109738156 A (UNIV ZHEJIANG) 2019年 5月 10日 (2019 - 05 - 10) 说明书第0025-0039段及图1-5	1-7	A	JP 0213817 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 1990年 1月 18日 (1990 - 01 - 18) 全文	1-7	A	JP 2014059183 A (JAPAN ENVIRONMENTAL SANITATION CT等) 2014年 4月 3日 (2014 - 04 - 03) 全文	1-7	A	CN 106323590 A (浙江大学) 2017年 1月 11日 (2017 - 01 - 11) 全文	1-7	A	CN 108426696 A (西北工业大学) 2018年 8月 21日 (2018 - 08 - 21) 全文	1-7	A	US 6662624 B1 (WEIDLINGER ASSOCIATES LTD) 2003年 12月 16日 (2003 - 12 - 16) 全文	1-7
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
A	CN 106353066 A (浙江大学) 2017年 1月 25日 (2017 - 01 - 25) 说明书第0023-0026段及图1-2	1-7																								
PX	CN 109738156 A (UNIV ZHEJIANG) 2019年 5月 10日 (2019 - 05 - 10) 说明书第0025-0039段及图1-5	1-7																								
A	JP 0213817 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 1990年 1月 18日 (1990 - 01 - 18) 全文	1-7																								
A	JP 2014059183 A (JAPAN ENVIRONMENTAL SANITATION CT等) 2014年 4月 3日 (2014 - 04 - 03) 全文	1-7																								
A	CN 106323590 A (浙江大学) 2017年 1月 11日 (2017 - 01 - 11) 全文	1-7																								
A	CN 108426696 A (西北工业大学) 2018年 8月 21日 (2018 - 08 - 21) 全文	1-7																								
A	US 6662624 B1 (WEIDLINGER ASSOCIATES LTD) 2003年 12月 16日 (2003 - 12 - 16) 全文	1-7																								
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																										
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																										
国际检索实际完成的日期 2020年 1月 10日		国际检索报告邮寄日期 2020年 1月 16日																								
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 李海霞 电话号码 86-010-62085743																								

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 1563984 A (中国科学院力学研究所) 2005年 1月 12日 (2005 - 01 - 12) 全文 第1527-1533页	1-7

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/110634

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	106353066	A	2017年 1月 25日	CN 106353066 B	2019年 1月 29日
CN	109738156	A	2019年 5月 10日	无	
JP	0213817	A	1990年 1月 18日	无	
JP	2014059183	A	2014年 4月 3日	JP 5995360 B2	2016年 9月 21日
CN	106323590	A	2017年 1月 11日	CN 106323590 B	2019年 4月 2日
CN	108426696	A	2018年 8月 21日	无	
US	6662624	B1	2003年 12月 16日	GB 9923360 D0	1999年 12月 8日
				GB 2355076 A	2001年 4月 11日
				GB 2355076 B	2003年 8月 27日
				GB 0024254 D0	2000年 11月 15日
CN	1563984	A	2005年 1月 12日	CN 1257407 C	2006年 5月 24日