

(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

(43) 国际公布日
2020 年 4 月 16 日 (16.04.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/073498 A1

(51) 国际专利分类号:
G01M 10/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/122999

(22) 国际申请日: 2018 年 12 月 24 日 (24.12.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811187580.4 2018 年 10 月 12 日 (12.10.2018) CN

(71) 申请人: 山东科技大学(SHANGDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。

(72) 发明人: 肖林京(XIAO, Linjing); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 宋庆辉(SONG, Qinghui); 中国山东省青

岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 张玉龙(ZHANG, Yulong); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 王宇(WANG, Yu); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 左帅(ZUO, Shuai); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 刘强(LIU, Qiang); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。

(74) 代理人: 青岛智地领创专利代理有限公司(QINGDAO ZHIDILINGCHUANG PATENT AGENCY CO., LTD); 中国山东省青岛市黄岛区江山路 480 号青岛研创中心 4 号楼 602 室 懋松, Shandong 266555 (CN)。

(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,

(54) **Title:** EXPERIMENTAL DEVICE FOR SIMULATING MINE LIFTING OPERATION IN DEEP-SEA MINING

(54) 发明名称: 一种模拟深海采矿扬矿作业的实验装置

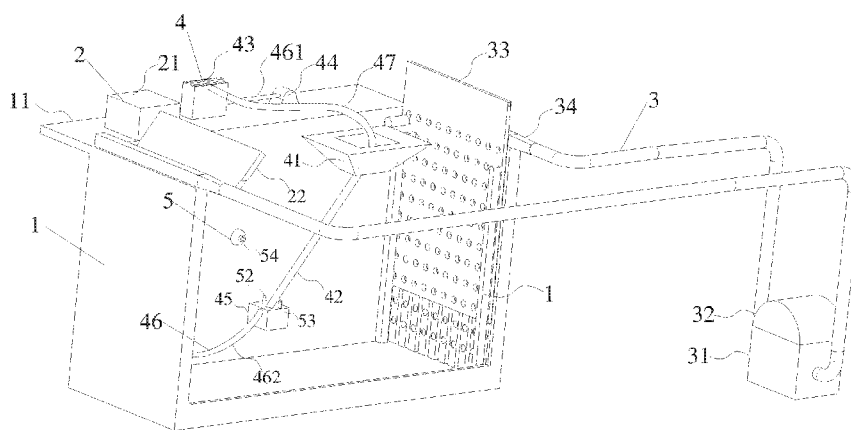


图 1

(57) **Abstract:** An experimental device for simulating a mine lifting operation in deep-sea mining, relating to the technical field of deep-sea mining experimental facilities and solving the dynamic characteristics of a spatial structure when the mine lifting operation in deep-sea mining is simulated. The experimental device comprises an experimental box (1), a wave generation mechanism (2), a flow speed control mechanism (3), a simulated mining mechanism (4), and a monitoring mechanism (5). The wave generation mechanism (2) comprises a control box (21) and a wave pushing plate (22) and is used for simulating wave. The flow speed control mechanism (3) comprises a water pump (31), a motor (32), a grid plate (33), and a manifold (34). The flow speed and the flux are adjusted by using the grid plate (33) and the manifold (34). The simulated mining mechanism (4) comprises an experimental boat model (41), a mine lifting pipe (42), a mixture box (43), a pulp pump (44), a feeding pipe (46), and a return pipe (47) and is used for simulating the mine lifting operation state. The monitoring mechanism (5) comprises a wave height measurer (51), a displacement sensor (52), a flow speed measurer (53), and an image acquisition device (54) and is used for detecting the dynamic influence of the wave height and the flow speed on the simulated mining mechanism in the mining process, in particular the mine lifting operation. In addition, the experimental

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))。

device further has the advantages of multi-parameter real-time monitoring, low manufacturing cost, simple operation and the like.

(57) 摘要: 一种模拟深海采矿扬矿作业的实验装置, 涉及深海采矿实验设备技术领域, 解决了模拟深海采矿中扬矿作业时空间结构的动态特性, 实验装置包括实验箱(1)、造波机构(2)、流速控制机构(3)、模拟采矿机构(4)和监测机构(5), 造波机构(2)包括控制箱(21)和推波板(22), 用于模拟波浪; 流速控制机构(3)包括水泵(31)、电机(32)、栅板(33)和歧管(34), 利用栅板(33)和歧管(34)调节流速和流量; 模拟采矿机构(4)包括实验船模型(41)、扬矿管(42)、混合料箱(43)、矿浆泵(44)、送料管(46)和回料管(47), 用于模拟扬矿作业状态; 监测机构(5)包括波高测量仪(51)、位移传感器(52)、流速测量仪(53)和图像采集装置(54), 用于检测采矿过程中尤其是扬矿作业中波高和流速对模拟采矿机构的动态影响。另外实验装置还具有多参数实时监测、装置制作成本低、操作简单等优点。

一种模拟深海采矿扬矿作业的实验装置

技术领域

[0001] 本发明涉及深海采矿实验设备技术领域，尤其是一种用于模拟深海采矿的扬矿作业的实验装置。

背景技术

[0002] 随着陆地资源的日益枯竭，对深海蕴藏的矿产资源进行开采变得尤为重要，除海洋石油气和海滨矿砂外，海底还有丰富的多金属结核、富钴结壳和多金属硫化物等金属矿产资源，这些矿物中富含镍、钴、铜、锰及金和银金属等，开发利用海洋金属矿产资源已成为必然的趋势。《中国制造2025》把“深海工程装备及高科技船舶”归为重点突破的十大战略领域之一，要求进一步推进先进海洋工程装备的实验及研发。

[0003] 现有的深海采矿系统主要由母船、扬矿硬管、集矿机等部分组成，其中将矿产资源从海底集矿系统提升到水面母船的扬矿系统是研究的重点对象。深海采矿扬矿系统受复杂的海洋环境的影响。数千米长的输送管道不仅受到复杂的风、浪、流等海洋环境载荷，而且受到海面采矿船升沉、摇摆、漂移等影响。集矿机通过软管与扬矿硬管相连接，集矿机的运动范围和运动轨迹需要根据扬矿硬管空间偏移位置以及开采的工艺进行合理确定。研究复杂条件下采矿系统特别是扬矿硬管的动态特性，包括扬矿管的形态、运动位移、受力、振动等规律，分析系统的振动固有特性，对于整个系统工作的安全性、可靠性、使用寿命和开采效率等都具有极为重要的理论意义和应用价值。因此开发一种模拟深海环境的扬矿作业实验装置意义重大，能够极大促进该领域的科学进步和工程技术发展。

[0004] 利用实验装置通过模拟深海作业现场环境和扬矿作业过程，来分析不同海浪、海流条件下扬矿管的形态、运动位移、受力和振动等，对工程实际具有重要的意义。实验装置需要能够实时的控制波浪波长、波高，以及水流的流速和流量，并能够模拟扬矿作业状态，实现采矿作业的一体化多参数检测。

发明概述

技术问题

问题的解决方案

技术解决方案

[0005] 为解决模拟深海采矿中扬矿作业时空间结构的动态特性的技术问题，本发明提供了一种模拟深海采矿扬矿作业的实验装置，具体技术方案如下。

[0006] 一种模拟深海采矿扬矿作业的实验装置，包括实验箱、造波机构、流速控制机构、模拟采矿机构和监测机构；所述造波机构包括控制箱和推波板，所述推波板设置在实验箱上部的侧壁上，控制箱通过联轴器和推波板相连；所述流速控制机构包括水泵、电机、栅板和歧管，所述歧管包括进水歧管和出水歧管，所述栅板贴临歧管的支路面设置；所述模拟采矿机构包括实验船模型、扬矿管、混合料箱、矿浆泵、中间仓、送料管和回料管；所述送料管包括送料硬管和送料软管；所述实验船模型和中间仓之间设置有扬矿管，矿浆泵和混合料箱之间通过送料硬管连接，混合料箱和实验船模型之间设置有回料管；所述送料软管一端与矿浆泵连接，送料管穿过实验箱的通过孔进入实验箱内和中间仓相连；所述监测机构包括波高测量仪、位移传感器、流速测量仪和图像采集装置，所述流速测量仪和位移传感器设置在中间仓上。

[0007] 优选的是，实验箱上部设置有两个托架，托架上设置有工作台；所述控制箱、混合料箱和矿浆泵均设置在工作台上。

[0008] 优选的是，控制箱内设置有电机、减速器和波高测量仪；所述电机和减速器相连，减速器和联轴器相连。

[0009] 进一步优选的是，监测机构的波高测量仪包括浮标，浮标设置在实验箱内的液面上；所述波高测量仪具体为光学测波仪，测量并记录波高、波向和周期。

[0010] 进一步优选的是，监测机构的图像采集装置设置有两个，图像采集装置固定在实验箱的内侧。

[0011] 优选的是，模拟采矿机构的混合料箱内设置有搅拌机，混合料箱下部的排料口和送料硬管相连；所述实验船模型和扬矿管铰接，扬矿管通过实验船模型接通回料管。

[0012] 优选的是，歧管的支路面两侧设置有导轨槽，导轨槽内设置有丝杠结构，栅板通过丝杠结构沿导轨槽移动。

[0013] 进一步优选的是，栅板上的通孔数目和歧管支路面上的通孔数目相等，栅板上的通孔直径和歧管支路的出水口直径相等，栅板上的通孔边缘间距大于通孔直径。

发明的有益效果

有益效果

[0014] 本发明的有益效果包括：

[0015] （1）模拟深海采矿扬矿作业的实验装置通过造波机构模拟波浪，从而用于分析波浪对采矿的扬矿过程影响，造波机构通过使用减速器和连轴器驱动推波板，调整转速来控制波高和波速。

[0016] （2）流速控制机构利用栅板和歧管来调节流速和流量，利用栅板对歧管支路面的遮挡来控制水流的进出速度和流量，从而能够有效的模拟海流，尤其是通过丝杠结构来控制栅板的移动，实现了对海流的实时控制。

[0017] （3）模拟采矿机构的实验船模型、扬矿管、混合料箱、矿浆泵、送料管和回料管，实现了浆液的循环使用，很好的模拟了扬矿作业状态；监测机构实现了对作业状态的实时监测。

[0018] 另外本装置还具有多参数实时监测，装置制作成本低，操作简单等优点。

对附图的简要说明

附图说明

[0019] 图1是模拟深海采矿扬矿作业的实验装置整体结构示意图；

[0020] 图2是模拟深海采矿扬矿作业的实验装置俯视图；

[0021] 图3是模拟深海采矿扬矿作业的实验装置A-A面剖视图；

[0022] 图4是模拟深海采矿扬矿作业的实验装置B-B面剖视图；

[0023] 图5是歧管的支路面结构示意图；

[0024] 图6是系统控制结构示意图。

[0025] 图中：1-实验箱；11-工作台；2-造波机构；21-控制箱；22-推波板；3-流速控制机构；31-水泵；32-电机；33-栅板；34-歧管；341-歧管支路；35-伺服电机；

36-导轨槽；4-模拟采矿机构；41-实验船模型；42-扬矿管；43-混合料箱；44-矿浆泵；45-中间仓；46-送料管；461-送料硬管；462-送料软管；47-回料管；5-监测机构；51-波高测量仪；52-位移传感器；53-流速测量仪；54-图像采集装置。

发明实施例

本发明的实施方式

[0026] 结合图1至图6所示，本发明提供一种模拟深海采矿扬矿作业的实验装置，具体实施方式如下。

[0027] 一种模拟深海采矿扬矿作业的实验装置如图1所示，具体包括实验箱1、造波机构2、流速控制机构3、模拟采矿机构4和监测机构5。造波机构2包括控制箱21和推波板22，用于模拟波浪；流速控制机构3包括水泵31、电机32、栅板33和歧管34，利用栅板33和歧管34调节实验箱内水的流速和流量；模拟采矿机构4包括实验船模型41、扬矿管42、混合料箱43、矿浆泵44、中间仓45、送料管46和回料管47，模拟采矿机构4通过循环浆料用于模拟扬矿作业状态；监测机构5包括波高测量仪51、位移传感器52、流速测量仪53和图像采集装置54，用于检测采矿过程中尤其是扬矿作业中波高和流速等因素对模拟采矿机构的动态影响。

[0028] 其中，实验箱1的上部设置有两个托架，托架上设置有工作台11，控制箱21、混合料箱43和矿浆泵44均设置在工作台11上。实验箱1可以使用长方体大型储水槽，其容积不小于40m³，托架可以固定在箱体后侧。

[0029] 造波机构2的推波板22设置在实验箱1上部的侧壁上，控制箱21内设置有电机、减速器和波高测量仪，电机和减速器相连，减速器和联轴器相连，控制箱21通过联轴器和推波板相连。模拟深海采矿扬矿作业的实验装置通过造波机构2模拟波浪，从而用于分析波浪对采矿的扬矿过程影响，造波机构2通过使用减速器和联轴器驱动推波板22，调整转速进而调节波高和波速。

[0030] 流速控制机构3的歧管34包括进水歧管和出水歧管，进水歧管和出水歧管对称布置在实验箱1两侧，栅板33贴临歧管34的支路面设置。栅板33上的通孔数目和歧管支路341面上的通孔数目相等，栅板33上的通孔直径和歧管支路341的出水口直径相等，栅板33上的通孔边缘间距大于通孔直径，利用栅板33和歧管支路341面上的通孔错位来控制进水孔或出水孔的过流面积，从而实现流量和流速的

实时调节。其中歧管34的支路上可以分出10条支路，每条支路上等距设置9个大小相等的进水孔或出水孔，并且进水歧管和出水歧管的进水孔或出水孔沿同一水平方向布置。歧管34的支路面两侧设置有导轨槽，导轨槽36内设置有丝杠结构，栅板33通过丝杠结构沿导轨槽36移动，丝杠结构利用防水伺服电机35驱动，可以将防水伺服电机35安装在导轨槽36上端。流速控制机构3利用栅板33和歧管34来调节流速和流量，利用栅板33对歧管支路面的遮挡来控制水流的进出速度和流量，从而能够有效的模拟海流，尤其是通过丝杠结构来控制栅板33的移动，实现了对海流的实时控制。

[0031] 模拟采矿机构4的送料管包括送料硬管461和送料软管462，实验船模型41和中间仓45之间设置有扬矿管42，矿浆泵44和混合料箱43之间通过送料硬管461连接，混合料箱43和实验船模型41之间设置有回料管47，通过管道连接完成了物料的循环使用，并模拟了深海采矿的过程，节约实验成本。送料软管462的一端与矿浆泵44连接，送料软管462穿过实验箱1的通过孔进入实验箱1内和中间仓相连。模拟采矿机构4的混合料箱43内设置有搅拌机，混合料箱43下部的排料口和送料硬管461相连。实验船模型41自由漂浮在实验箱1的水面上，实验船模型41和扬矿管42铰接，方便扬矿管移动，保证了扬矿管42工作的稳定性，扬矿管42通过实验船模型接通回料管47，回料管47为软管，方便实验船模型41自由移动。模拟采矿机构4的实验船模型41、扬矿管42、混合料箱43、矿浆泵44、中间仓45、送料管46和回料管47，实现了浆液的循环使用，很好的模拟了扬矿作业状态。

[0032] 监测机构5包括波高测量仪51、位移传感器52、流速测量仪53和图像采集装置54，流速测量仪53和位移传感器52设置在中间仓45上，从而能够实时测量并记录扬矿管42的位置偏移情况和水流速度情况。监测机构5的波高测量仪51包括浮标，浮标设置在实验箱1的液面上，波高测量仪51具体为光学测波仪，测量并记录波高、波向和周期。监测机构5的图像采集装置54设置有两个，图像采集装置54固定在实验箱1的内侧，监测机构5实现了对作业状态的实时监测。

[0033] 另外如图6所示，造波机构2、流速控制机构3、模拟采矿机构4和监测机构5通过共用电源供电，波高测量仪51、位移传感器52、流速测量仪53和图像采集装

置54通过数据线和数据处理器相连，数据处理器与计算机相连，计算机控制矿浆泵44、防水伺服电机35、水泵31和控制箱21的工作。

[0034] 利用该实验装置进行实验时的操作方式如下：

[0035] 第一步，向实验槽1内注水，并向混合料箱43内加入适量的水和颗粒物，随后启动系统供电。

[0036] 第二步，启动造波机构2的控制箱21内的电机，电机带动推波板22转动，调整转速从而在实验箱1内产生不同波高和波速的波浪，模拟深海采矿的波浪。

[0037] 第三步，启动流速控制机构3的水泵，在水泵31的带动下通过两侧的歧管34完成实验箱内水的循环流动，此时由于管道内存水导致实验箱1水位下降，再次向实验箱1内补水至合适的液位高度。启动伺服电机35驱动栅板33移动，通过调整栅板33上圆孔和歧管34上进水孔的重合错位面积来控制水流速度和流量，进而达到模拟海流的目的。

[0038] 第四步，依次启动模拟采矿机构4的混合料箱43和矿浆泵44，混合料箱43将物料搅拌均匀后再启动矿浆泵44。混合料箱43的电机通过减速器驱动搅拌叶轮转动，对混合物料进行搅拌，搅拌均匀的混合料在矿浆泵的作用下经送料硬管461输送至送料软管462，进而进入中间仓45，由于矿浆泵44的作用，中间仓45内的混合料继续通过扬矿管42和回料管47进入混合料箱43。该步骤可有效模拟深海扬矿作业，符合扬矿管内存在内流和中间仓重量逐渐增加的实际情况。

[0039] 第五步，在上述步骤进行时流速测量仪53测量并记录水流速度，图像采集装置54捕捉并记录扬矿管42的水下空间结构状态和动态特征，波高测量仪51实时测量并记录波高、波向和周期，位移传感器52检测扬矿管的偏角和位移，波高测量仪51、位移传感器52、流速测量仪53和图像采集装置54将监测数据传输至计算机处理器并保存。

[0040] 当然，上述说明并非是对本发明的限制，本发明也并不仅限于上述举例，本技术领域的技术人员在本发明的实质范围内所做出的变化、改型、添加或替换，也应属于本发明的保护范围。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种模拟深海采矿扬矿作业的实验装置，其特征在于，包括实验箱、造波机构、流速控制机构、模拟采矿机构和监测机构；
- 所述造波机构包括控制箱和推波板，所述推波板设置在实验箱上部的侧壁上，控制箱通过联轴器和推波板相连；所述流速控制机构包括水泵、电机、栅板和歧管，所述歧管包括进水歧管和出水歧管，所述栅板贴临歧管的支路面设置；
- 所述模拟采矿机构包括实验船模型、扬矿管、混合料箱、矿浆泵、中间仓、送料管和回料管；所述送料管包括送料硬管和送料软管；所述实验船模型和中间仓之间设置有扬矿管，矿浆泵和混合料箱之间通过送料硬管连接，混合料箱和实验船模型之间设置有回料管；所述送料软管一端与矿浆泵连接，送料管穿过实验箱的通过孔进入实验箱内和中间仓相连；
- 所述监测机构包括波高测量仪、位移传感器、流速测量仪和图像采集装置，所述流速测量仪和位移传感器设置在中间仓上。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的一种模拟深海采矿扬矿作业的实验装置，其特征在于，所述实验箱上部设置有两个托架，托架上设置有工作台；所述控制箱、混合料箱和矿浆泵均设置在工作台上。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的一种模拟深海采矿扬矿作业的实验装置，其特征在于，所述控制箱内设置有电机、减速器和波高测量仪；所述电机和减速器相连，减速器和联轴器相连。
- [权利要求 4] 根据权利要求3所述的一种模拟深海采矿扬矿作业的实验装置，其特征在于，所述监测机构的波高测量仪包括浮标，浮标设置在实验箱内的液面上；所述波高测量仪具体为光学测波仪，测量并记录波高、波向和周期。
- [权利要求 5] 根据权利要求4所述的一种模拟深海采矿扬矿作业的实验装置，其特征在于，所述监测机构的图像采集装置设置有两个，图像采集装置固定在实验箱的内侧。

- [权利要求 6] 根据权利要求1所述的一种模拟深海采矿扬矿作业的实验装置，其特征在于，所述模拟采矿机构的混合料箱内设置有搅拌机，混合料箱下部的排料口和送料硬管相连；所述实验船模型和扬矿管铰接，扬矿管通过实验船模型接通回料管。
- [权利要求 7] 根据权利要求1所述的一种模拟深海采矿扬矿作业的实验装置，其特征在于，所述歧管的支路面两侧设置有导轨槽，导轨槽内设置有丝杠结构，栅板通过丝杠结构沿导轨槽移动。
- [权利要求 8] 根据权利要求7所述的一种模拟深海采矿扬矿作业的实验装置，其特征在于，所述栅板上的通孔数目和歧管支路面上的通孔数目相等，栅板上的通孔直径和歧管支路的出水口直径相等，栅板上的通孔边缘间距大于通孔直径。

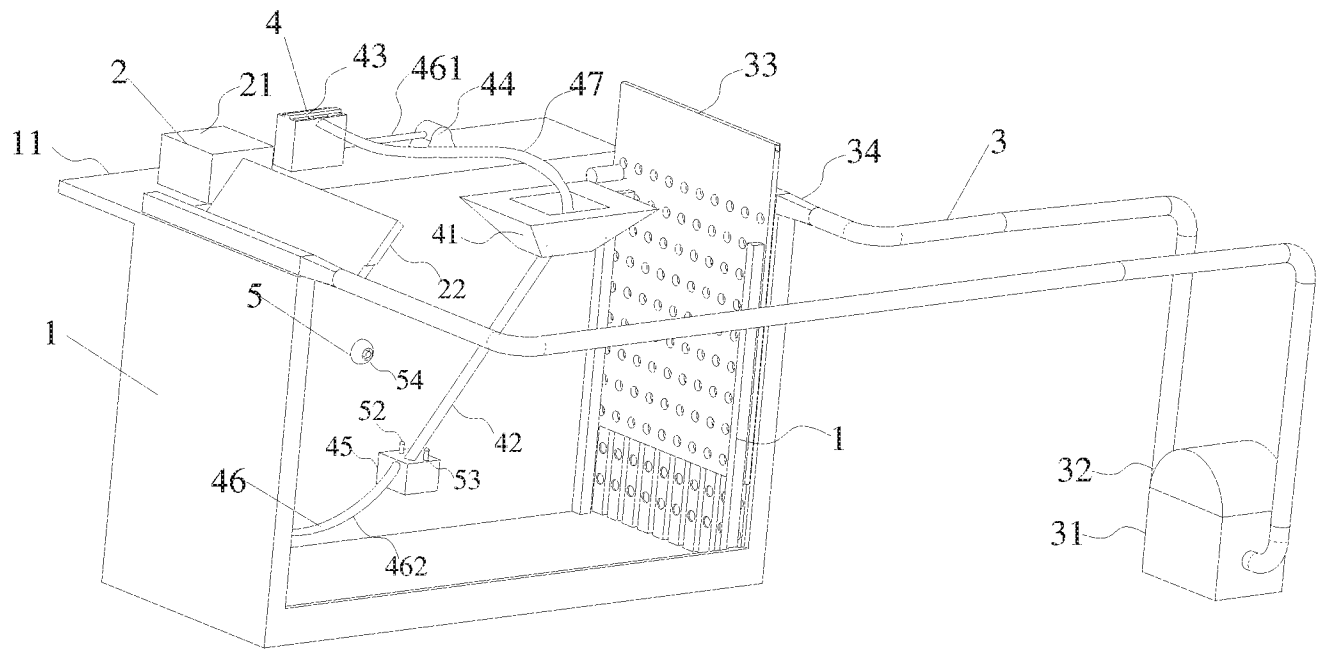


图 1

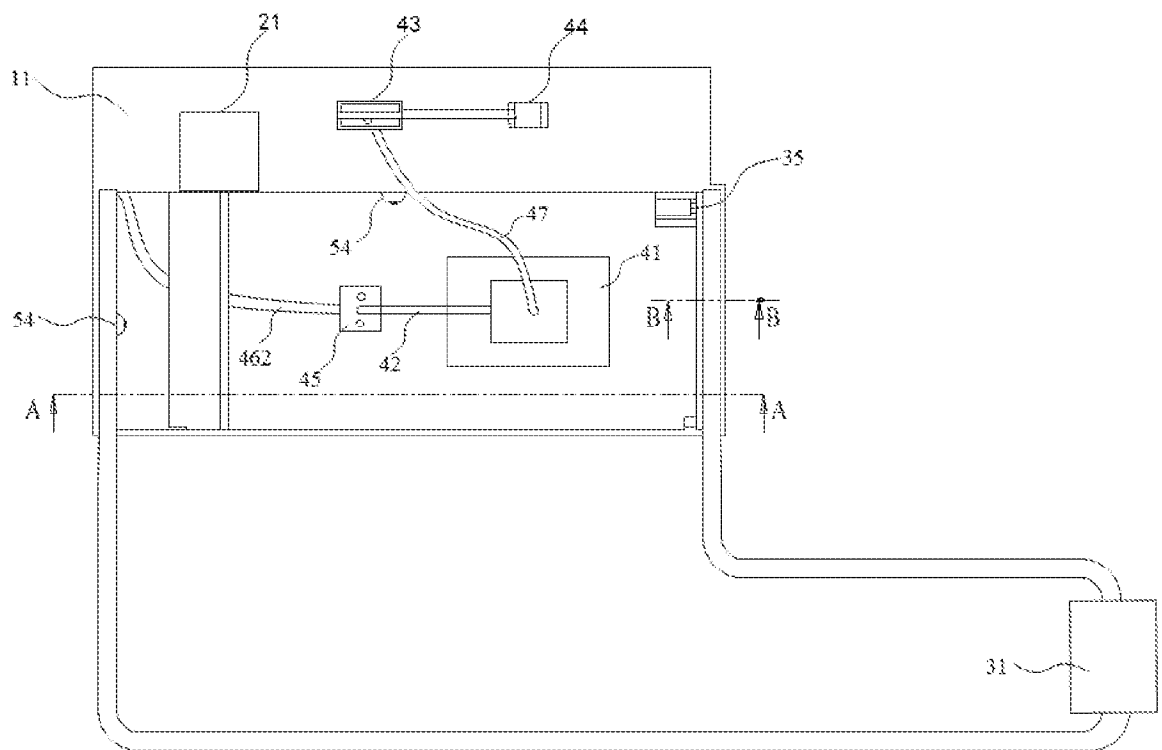


图 2

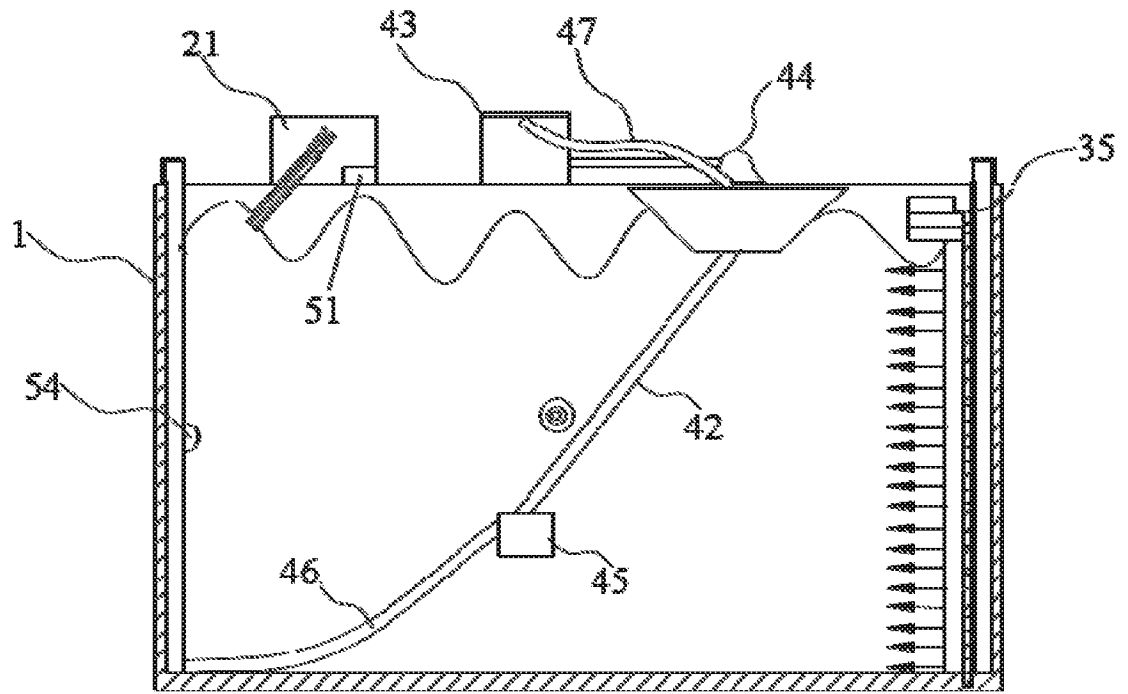


图 3

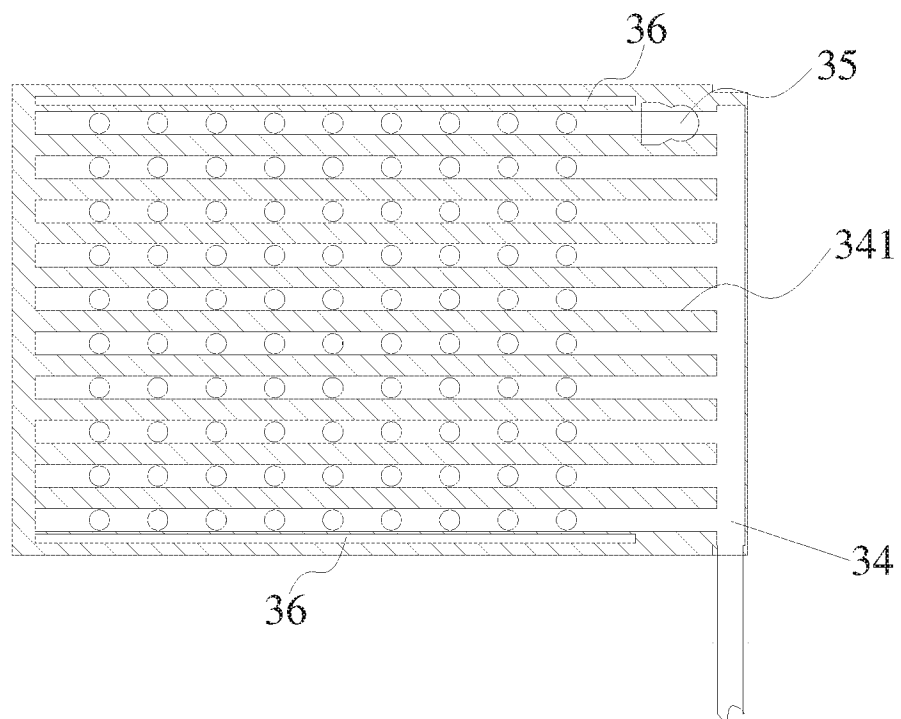


图 4

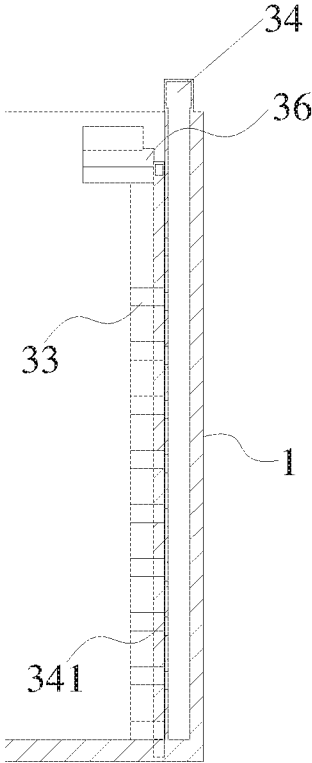


图 5

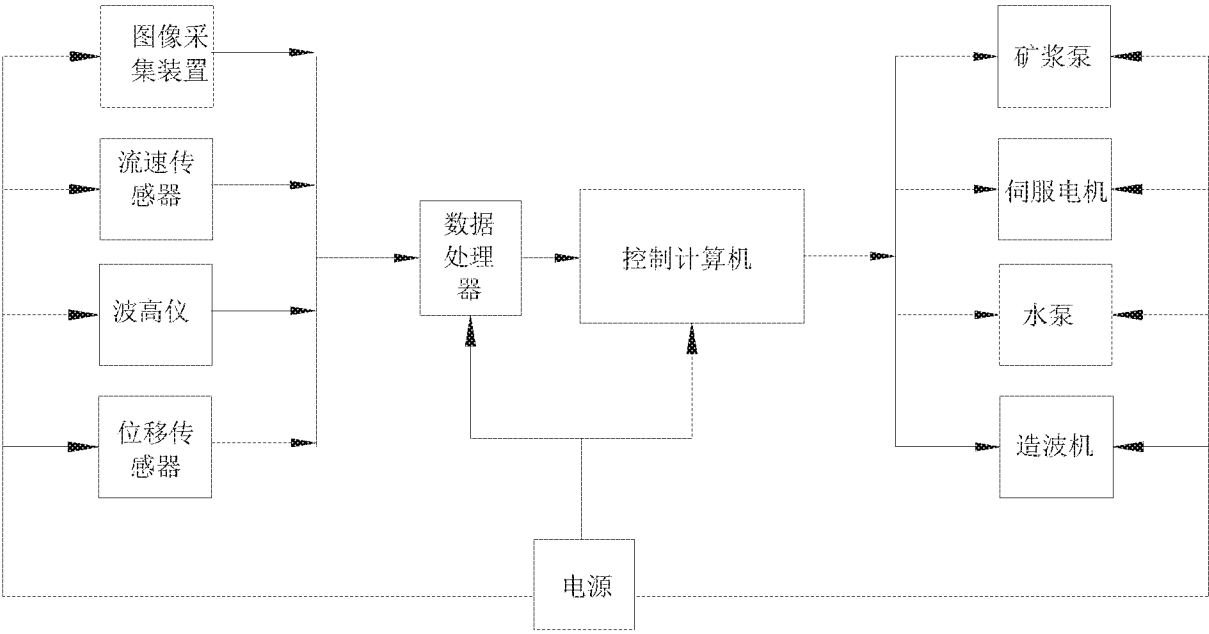


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/122999

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01M 10/00(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)

G01M; G01B

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)

CNPAT, CNTXT, CNKI, EPODOC, WPI, EPTXT, USTXT, WOTXT: 深海, 采矿, 扬矿, 模拟, 造浪, 水流, 流速, 流量, 栅板, 栅格, 位移, 管, 箱, sea, mining, wave, simulate+, flow, velocity, rate, grid, displacement, pipe, box, case

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 108344389 A (CHINA MINMETALS CHANGSHA MINING RESEARCH INSTITUTE CO., LTD. ET AL.) 31 July 2018 (2018-07-31) description, paragraphs [0030]-[0045], and figure 1	1-8
Y	CN 207231750 U (TIANJIN RESEARCH INSTITUTE FOR WATER TRANSPORT ENGINEERING, M.O.T.) 13 April 2018 (2018-04-13) description, paragraphs [0016]-[0021], and figure 1	1-8
A	CN 207180986 U (CHANGCHUN BEIXING LASER ENGINEERING TECHNOLOGY CO., LTD.) 03 April 2018 (2018-04-03) entire document	1-8
A	CN 106226030 A (SHANGHAI JIAOTONG UNIVERSITY) 14 December 2016 (2016-12-14) entire document	1-8
A	CN 106441766 A (SOUTHWEST PETROLEUM UNIVERSITY) 22 February 2017 (2017-02-22) entire document	1-8
A	CN 108332901 A (FIRST INSTITUTE OF OCEANOGRAPHY, MNR) 27 July 2018 (2018-07-27) entire document	1-8



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

20 June 2019

Date of mailing of the international search report

10 July 2019

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/CN2018/122999**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2009243617 A1 (FARRELLY, BRIAN ANTHONY ET AL.) 01 October 2009 (2009-10-01) entire document	1-8
A	US 2009229819 A1 (SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORPORATION) 17 September 2009 (2009-09-17) entire document	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/122999

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108344389	A	31 July 2018	CN	208091404	U	13 November 2018
CN	207231750	U	13 April 2018	None			
CN	207180986	U	03 April 2018	None			
CN	106226030	A	14 December 2016	None			
CN	106441766	A	22 February 2017	CN	106441766	B	18 September 2018
CN	108332901	A	27 July 2018	CN	207662733	U	27 July 2018
US	2009243617	A1	01 October 2009	CA	2654199	A1	29 November 2007
				RU	2397512	C1	20 August 2010
				WO	2007136276	A1	29 November 2007
				EP	2038682	A1	25 March 2009
				US	8299794	B2	30 October 2012
				BR	PI0711862	A2	29 November 2011
				AU	2007252339	A1	29 November 2007
				NO	327007	B1	06 April 2009
				NO	20085313	A	18 February 2009
				RU	2008151171	A	27 June 2010
				EP	2038682	B1	02 January 2013
				CA	2654199	C	22 October 2013
				NO	20062365	A	26 November 2007
				NO	342904	B1	27 August 2018
				BR	PI0711862	B1	19 June 2018
				SA	2589	B1	23 February 2011
US	2009229819	A1	17 September 2009	NO	20101009	A	12 October 2010
				GB	201017245	D0	24 November 2010
				BR	PI0907859	A2	21 July 2015
				GB	2473758	A	23 March 2011
				GB	2473758	B	12 December 2012
				US	8199166	B2	12 June 2012
				WO	2009114234	A2	17 September 2009

A. 主题的分类 G01M 10/00 (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) G01M; G01B 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)) CNPAT, CNTXT, CNKI, EPODOC, WPI, EPTXT, USTXT, WOTXT: 深海, 采矿, 扬矿, 模拟, 造浪, 水流, 流速, 流量, 栅板, 栅格, 位移, 管, 箱, sea, mining, wave, simulate+, flow, velocity, rate, grid, displacement, pipe, box, case																										
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>Y</td> <td>CN 108344389 A (长沙矿山研究院有限责任公司 等) 2018年 7月 31日 (2018 - 07 - 31) 说明书第[0030]-[0045]段, 图1</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 207231750 U (交通运输部天津水运工程科学研究所) 2018年 4月 13日 (2018 - 04 - 13) 说明书第[0016]-[0021]段, 图1</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 207180986 U (长春北兴激光工程技术有限公司) 2018年 4月 3日 (2018 - 04 - 03) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106226030 A (上海交通大学) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106441766 A (西南石油大学) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108332901 A (国家海洋局第一海洋研究所) 2018年 7月 27日 (2018 - 07 - 27) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2009243617 A1 (FARRELLY, BRIAN ANTHONY 等) 2009年 10月 1日 (2009 - 10 - 01) 全文</td> <td>1-8</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	Y	CN 108344389 A (长沙矿山研究院有限责任公司 等) 2018年 7月 31日 (2018 - 07 - 31) 说明书第[0030]-[0045]段, 图1	1-8	Y	CN 207231750 U (交通运输部天津水运工程科学研究所) 2018年 4月 13日 (2018 - 04 - 13) 说明书第[0016]-[0021]段, 图1	1-8	A	CN 207180986 U (长春北兴激光工程技术有限公司) 2018年 4月 3日 (2018 - 04 - 03) 全文	1-8	A	CN 106226030 A (上海交通大学) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 全文	1-8	A	CN 106441766 A (西南石油大学) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 全文	1-8	A	CN 108332901 A (国家海洋局第一海洋研究所) 2018年 7月 27日 (2018 - 07 - 27) 全文	1-8	A	US 2009243617 A1 (FARRELLY, BRIAN ANTHONY 等) 2009年 10月 1日 (2009 - 10 - 01) 全文	1-8
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
Y	CN 108344389 A (长沙矿山研究院有限责任公司 等) 2018年 7月 31日 (2018 - 07 - 31) 说明书第[0030]-[0045]段, 图1	1-8																								
Y	CN 207231750 U (交通运输部天津水运工程科学研究所) 2018年 4月 13日 (2018 - 04 - 13) 说明书第[0016]-[0021]段, 图1	1-8																								
A	CN 207180986 U (长春北兴激光工程技术有限公司) 2018年 4月 3日 (2018 - 04 - 03) 全文	1-8																								
A	CN 106226030 A (上海交通大学) 2016年 12月 14日 (2016 - 12 - 14) 全文	1-8																								
A	CN 106441766 A (西南石油大学) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 全文	1-8																								
A	CN 108332901 A (国家海洋局第一海洋研究所) 2018年 7月 27日 (2018 - 07 - 27) 全文	1-8																								
A	US 2009243617 A1 (FARRELLY, BRIAN ANTHONY 等) 2009年 10月 1日 (2009 - 10 - 01) 全文	1-8																								
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																										
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> * 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 </td> <td style="vertical-align: top;"> “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 </td> </tr> </table>			* 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																						
* 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 2019年 6月 20日		国际检索报告邮寄日期 2019年 7月 10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 杨庆林 电话号码 86-(10)-53962384																								

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	US 2009229819 A1 (SCHLUMBERGER TECHNOLOGY CORPORATION) 2009年 9月 17日 (2009 - 09 - 17) 全文	1-8

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/122999

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	108344389	A	2018年 7月 31日	CN 208091404 U	2018年 11月 13日
CN	207231750	U	2018年 4月 13日	无	
CN	207180986	U	2018年 4月 3日	无	
CN	106226030	A	2016年 12月 14日	无	
CN	106441766	A	2017年 2月 22日	CN 106441766 B	2018年 9月 18日
CN	108332901	A	2018年 7月 27日	CN 207662733 U	2018年 7月 27日
US	2009243617	A1	2009年 10月 1日	CA 2654199 A1	2007年 11月 29日
				RU 2397512 C1	2010年 8月 20日
				WO 2007136276 A1	2007年 11月 29日
				EP 2038682 A1	2009年 3月 25日
				US 8299794 B2	2012年 10月 30日
				BR PI0711862 A2	2011年 11月 29日
				AU 2007252339 A1	2007年 11月 29日
				NO 327007 B1	2009年 4月 6日
				NO 20085313 A	2009年 2月 18日
				RU 2008151171 A	2010年 6月 27日
				EP 2038682 B1	2013年 1月 2日
				CA 2654199 C	2013年 10月 22日
				NO 20062365 A	2007年 11月 26日
				NO 342904 B1	2018年 8月 27日
				BR PI0711862 B1	2018年 6月 19日
				SA 2589 B1	2011年 2月 23日
US	2009229819	A1	2009年 9月 17日	NO 20101009 A	2010年 10月 12日
				GB 201017245 D0	2010年 11月 24日
				BR PI0907859 A2	2015年 7月 21日
				GB 2473758 A	2011年 3月 23日
				GB 2473758 B	2012年 12月 12日
				US 8199166 B2	2012年 6月 12日
				WO 2009114234 A2	2009年 9月 17日