

(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
2017 年 11 月 16 日 (16.11.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/193713 A1

(51) 国际专利分类号:
G01M 1/12 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/078084

(22) 国际申请日: 2017 年 3 月 24 日 (24.03.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610306285.0 2016 年 5 月 11 日 (11.05.2016) CN

(71) 申请人: 大连理工大学(DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路2号郝涛, Liaoning 116024 (CN)。

(72) 发明人: 林焰(LIN, Yan); 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路2号, Liaoning 116024 (CN)。 蒋晓

宁(JIANG, Xiaoning); 中国辽宁省大连市甘井子区凌工路2号, Liaoning 116024 (CN)。

(74) 代理人: 大连星海专利事务所(DALIAN XINGHAI PATENT LAW OFFICE); 中国辽宁省大连市西岗区唐山街24号春晖大厦701花向阳, Liaoning 116012 (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, 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, 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,

(54) Title: DEVICE FOR AUTOMATIC MEASUREMENT AND ADJUSTMENT OF INERTIA OF MARINE STRUCTURE TEST MODEL ALONG MULTIPLE AXES, AND METHOD FOR USING SAME

(54) 发明名称: 海工结构物试验模型多轴向惯量自动测量与调节装置及其使用方法

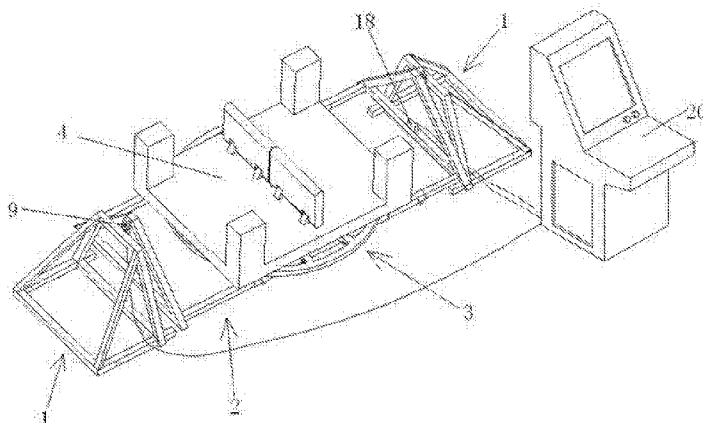


图 1

(57) Abstract: Provided are a device for automatic measurement and adjustment of inertia of a marine structure test model (4) along multiple axes, and a method for using the same. The device comprises a support mechanism (1), a swing mechanism (2), a rotation mechanism (3), and a measurement mechanism. The swing mechanism (2) can be extended, thus facilitating expansion of a measurement range, and the test model (4) can be rotated on an inertia adjustment platform, thus facilitating measurement of inertia of the test model (4) in different directions. The device integrates functions such as measurement and adjustment of the weight, center of gravity, and moment of inertia of the test model (4), and is mainly used for testing of a ship and marine structure model, as well as for other engineering fields. The device can be disassembled, conveniently stored and maintained, has improved functions, and is easy to operate, thus shortening a test cycle, enhancing test precision, and having a high practical value.

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)。

根据细则4.17的声明:

- 关于申请人有权申请并被授予专利 (细则
4.17(ii))
- 发明人资格 (细则4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种海工结构物试验模型 (4) 多轴向惯量自动测量与调节装置及其使用方法。该装置主要包括支撑机构 (1)、摆动机构 (2)、旋转机构 (3) 和测量机构。摆动机构 (2) 可以进行拉伸, 有利于扩大测量范围, 同时试验模型 (4) 可以在惯量调节台上进行旋转, 便于测量试验模型 (4) 多个方向的惯量。该装置集成了试验模型 (4) 重量、重心和转动惯量的测量与调节等功能, 主要用于船舶与海工结构物模型试验, 同时也可以应用到其他工程领域中。该装置采用可拆卸式结构, 便于存放和维护, 功能完善, 操作简便, 有利于缩短试验周期, 提高试验精度, 具有良好的实际应用价值。

海工结构物试验模型多轴向惯量自动测量与调节装置及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种海工结构物试验模型多轴向惯量自动测量与调节装置及其使用方法，属于模型试验与测量技术领域。

背景技术

[0002] 在海洋工程结构物设计中，常采用模型试验对其各方面性能进行预报。试验中需要调节海洋结构物模型的重量、重心和转动惯量，以保证其与实际海工结构物存在质量相似及质量分布相似的对应关系。因此，试验模型重量、重心和转动惯量的快速测量与调节，就显得尤为重要。

技术问题

[0003] 目前专门用于船舶与海洋工程领域中模型转动惯量测量的装置相对较少，且现有装置普遍存在以下问题：装置的测量范围小、结构尺度大、不宜存放和集成化程度低等。在此背景下，本发明研制了一种海工结构物试验模型多轴向惯量自动测量与调节装置，该装置充分考虑了工程试验的实际应用要求，并权衡了结构形式以及结构强度的综合要求，结构形式简单新颖，整体结构可拆卸，便于存放和维护，避免闲置时占用试验场地空间的问题。摆动机构可在一定范围内自由伸缩，有利于调节测量范围，提高了装置对场地条件的适应性。测量系统包括角度传感器和压力传感器，辅以电脑数据采集系统，便能够精确测量试验模型的重量、重心位置和转动惯量，另外设有模型旋转台，可以使模型在调节台上旋转，实现多角度转动惯量快速测量的功能。

问题的解决方案

技术解决方案

[0004] 本发明针对现有船舶与海洋工程领域惯量测量仪器的缺点与不足，设计了一种海工结构物试验模型多轴向惯量自动测量与调节装置，该调节台充分考虑了工

程试验实际要求，结构形式简单，建造成本低，测量范围广，安装使用方便，精度高，具有很好的工程应用价值。

[0005] 本发明采用的技术方案是：一种海工结构物试验模型多轴向惯量自动测量与调节装置，它包括测量机构，它还包括支撑机构、摆动机构和旋转机构，所述支撑机构包括支架、防倾支杆、顶针托和顶针托支座，支架由管件组成，底部设有所述防倾支杆，支架顶部设有顶针托支座，顶针托通过四个定位销与顶针托支座滑动连接，其顶部开有凹槽，支撑机构左右对称放置，通过顶针和顶针托与摆动机构相连接；所述摆动机构包括采用空心方管制作的一号摆架、二号摆架和旋转台支座，一号摆架和二号摆架为叉形结构，外侧顶部均设有顶针，旋转台支座呈中心对称，中心处有轴孔，内部侧面安装有弹簧销，通过旋转台支座的支座套杆套接在一号摆架套杆上，一号摆架套杆采用便于二号摆架叉杆插入的结构，在一号摆架、二号摆架和旋转台支座套接在一起后用紧固螺栓固定；所述旋转机构包括旋转台、转轴和插孔，旋转台为轮状结构，中心处下部设有转轴，内部每隔30度角设有径向撑杆，每个径向撑杆侧面设有插孔，旋转机构通过转轴与摆动机构的旋转台支座连接，上面放置试验模型；所述测量机构的角度传感器固定在摆动机构上，压力传感器安装在顶针托和顶针托支座之间，角度传感器和压力传感器均连接PC采集系统。

[0006] 所述的一种海工结构物试验模型多轴向惯量自动测量与调节装置的使用方法，包括下列步骤：

[0007] (a) 安装

[0008] 首先，测量试验模型的横向和纵向方向上的尺寸，根据其最大的尺寸确定摆动机构的长度，然后将旋转台支座与一号摆架进行套接，随后将一号摆架和二号摆架进行套接，调整各机构位置，确保旋转台支座在摆动机构的中间位置，最后用紧固螺栓固定，在一号摆架上安装上角度传感器；根据摆动机构的大小确定支撑机构的位置，同时在顶针托支座和顶针托之间安装压力传感器，传感器都接入PC采集系统；将旋转机构安装在旋转台支座上，并通过弹簧销固定，最后将已安装好的摆动机构和旋转机构吊装到支撑机构上，完成安装过程；

[0009] (b) 摆动机构自身重量、垂向重心位置及惯量的测定

- [0010] 安装完成后，分别记录两个压力传感器上的数据，得到摆动机构的重量；对摆动机构施加一恒力，使其偏转一角度，运用力矩平衡原理，即求得垂向重心位置；对摆动机构施加外力，使其自由摆动，并记录角度传感器的数据，用处理得到的数据求出摆动周期，计算其自身的转动惯量；
- [0011] (c) 试验模型重量的测定与调节
- [0012] 将试验模型吊装到旋转台上，分别记录两个压力传感器的数据，并根据之前记录的数据，计算出模型的重量，若重量不满足试验要求，则使用压铁进行调节；
- [0013] (d) 试验模型重心位置的确定与调节
- [0014] 纵向重心位置的测定，首先测量两个顶针的水平距离，再在试验模型上取一与模型纵向方向垂直的参考面，并测量该参考面与其中一个顶针之间的距离，并读取另一端压力传感器的数据，然后利用力矩平衡原理，计算出重心纵向位置距参考平面的距离；横向重心位置的测定方法类似，只需将旋转台旋转90°后重复操作即可；垂向重心位置的确定，使模型中纵剖面与基准面垂直，模型重心与两顶针末端连线在同一铅垂面上，然后对摆动机构施加一外力，使其有一偏转角，然后利用前面已求得的摆动机构自身的重量、重心垂向位置以及模型重量数据，运用力矩平衡原理，求得模型重心垂向位置；若不满足要求，调整模型内压铁的放置位置，重新进行测定，直至满足要求为止；
- [0015] (e) 试验模型惯量的测定
- [0016] 利用复摆原理，在模型的重量、重心位置均满足要求后，给调节台施加一外力，使调节台摆动，并记录角度传感器的数据，处理数据得摆动周期，求得此时总的惯性矩，再利用已求得的摆动机构自身惯量、模型重量以及其重心位置数据，得到模型自身的惯量；
- [0017] (f) 测量工作完毕后，整理仪器，将调节台拆卸，进行保管。

发明的有益效果

有益效果

- [0018] 这种海工结构物试验模型多轴向惯量自动测量与调节装置包括支撑机构、摆动机构、旋转机构和测量机构，完善了其他同类测量工具测量范围小的不足。另

外，本发明采用组装—拆卸式设计，各机构之间可自由组装拆卸，便于运输及存放，占用空间少，对使用场地适应性强。可定位式旋转台，有利于省去多次模型吊装安装操作，能够快速简便地测量模型多轴向的转动特性，且保证了测量精度。本发明不仅结构形式简单新颖，便于安装和拆卸，测量范围广，可靠性强，而且一次性集成了海工结构物模型重量、重心和转动惯量的测定与调节等功能，能够明显地节约调节与测量时间，提高试验精度，具有很好的工程应用价值。

对附图的简要说明

附图说明

- [0019] 图1是海工结构物试验模型多轴向惯量自动测量与调节装置的整体图。
- [0020] 图2是海工结构物试验模型多轴向惯量自动测量与调节装置的仰视图。
- [0021] 图3是海工结构物试验模型多轴向惯量自动测量与调节装置的俯视图。
- [0022] 图4是支撑机构的结构示意图。
- [0023] 图5是图4中的A放大图。
- [0024] 图6是摆动机构的结构示意图。
- [0025] 图7是摆动机构的爆炸示意图。
- [0026] 图8是图6中的B放大图。
- [0027] 图9是旋转机构的结构示意图。
- [0028] 图中：1、支撑机构，2、摆动机构，3、旋转机构，4、试验模型，5、支架，6、防倾支杆，7、顶针托，7a、定位销，7b、凹槽，8、顶针托支座，9、顶针，10、一号摆架，10a、一号摆架套杆，11、二号摆架，11a、二号摆架叉杆，12、旋转台支座，12a、支座套杆，12b、轴孔，13、紧固螺栓，14、弹簧销，15、旋转台，15a、径向撑杆，16、转轴，17、插孔，18、角度传感器，19、压力传感器，20、PC采集系统。

实施该发明的最佳实施例

本发明的最佳实施方式

- [0029] 以下参照附图对本发明的结构做进一步描述。
- [0030] 图1、2、3示出了海工结构物试验模型多轴向惯量自动测量与调节装置的整体

结构示意图。本发明主要包括支撑机构1、摆动机构2、旋转机构3和测量机构4。支撑机构1左右对称放置，摆动机构2通过顶针9与支撑机构1相连接，可前后自由摆动，采用顶针的方式有利于减少阻尼，提高测量精度。旋转机构3通过转轴16与摆动机构2的旋转台支座12连接，旋转台15上面放置试验模型4，且可绕轴转动及固定，方便测量试验模型4的多轴向转动惯量，测量机构4的角度传感器18和压力传感器19均连接PC采集系统20，以便能够方便快速地处理数据并获得结果。

[0031] 图4、5示出了支撑机构1的结构示意图，支撑机构1左右对称布置，每边包括支架5、防倾支杆6、顶针托7和顶针托支座8。支架5由方钢管件组成，上窄下宽，另外底部设有防倾支杆6，充分保证了支撑机构1的整体稳定性。支架5顶部设有顶针托支座8，上面开有四个圆孔，顶针托7通过下部的四个定位销7a便可与顶针托支座8连接，且能够在垂直方向上下滑动，二者之间放置压力传感器19，用于测量试验模型4的重量等，另外顶针托7的上部开有凹槽7b，用于顶针7的搭接，保证了摆动机构2在复摆时不滑脱。

[0032] 图6、7、8示出了摆动机构2的整体结构示意图，摆动机构2结构采用空心方管，主要包括一号摆架10、二号摆架11和旋转台支座12。角度传感器18固定在摆动机构上，可以与其一起运动，进而可以测到摆动机构2随时间的角度变化，为确定惯量提供依据。一号摆架10和二号摆架11均为叉形结构，外侧顶部均设有顶针9作为与支撑机构1的连接点，一号摆架套杆10a比二号摆架叉杆11a略粗，二者套接在一起，调节长度并利用加紧螺栓13固定，实现了摆动机构2的尺寸调节功能，增强了该装置对试验模型的适应性。旋转台支座12呈中心对称，由空心方管组成，中心处有轴孔12b，内部侧面安装有弹簧销14，可以和旋转台15上的插孔17配合，以起到对旋转台15进行限位的作用。支座套杆12a套接在一号摆架套杆10a上且设有加紧螺栓13，以便能够固定住旋转台支座12，防止在测量过程中发生移位而导致数据误差。

[0033] 图9示出了旋转机构3的整体结构示意图。旋转机构3主要包括旋转台15、转轴16和插孔17。旋转台15为轮状结构，呈中心对称，内部每隔30°设有径向撑杆15a，此设计保证了旋转台15旋转任意30°的倍数后，其质量分布不变，即自身惯量

不变，以避免对试验模型4的惯量测量产生影响。旋转台15中心处下部设有转轴16，可以与旋转台支座12上的轴孔12b连接，且能够自由转动。每个径向撑杆15a侧面均设有插孔17，使得在任意测量角度下均可以与弹簧销14配合，起到固定旋转台15的作用。

[0034] 这种海工结构物试验模型多轴向惯量自动测量与调节装置的使用方法包括下列步骤：

[0035] (a) 安装

[0036] 首先，测量试验模型4的两个互相垂直的方向上的尺寸（一般为横向和纵向），根据其最大的尺寸大致确定摆动机构2的长度；然后将旋转台支座12与一号摆架10进行套接，随后将一号摆架10和二号摆架11进行套接，调整各机构位置，确保旋转台支座12在摆动机构2的中间位置，最后用加紧螺栓13固定，在一号摆架10上安装上角度传感器18；根据摆动机构2的大小确定支撑机构1的位置，同时在顶针托支座8和顶针托7之间安装压力传感器19，传感器都接入PC采集系统20；将旋转机构3安装在旋转台支座12上，并通过弹簧销14固定，最后将已安装好的摆动机构2和旋转机构3吊装到支撑机构1上，完成安装过程；

[0037] (b) 摆动机构2自身重量、垂向重心位置及惯量的测定

[0038] 安装完成后，分别记录两个压力传感器19上的数据，即可得到摆动机构2的重量；对摆动机构2施加一恒力，使其偏转一定角度，运用力矩平衡原理，即可求得垂向重心位置；对摆动机构2施加外力，使其自由摆动，并记录角度传感器18的数据，处理得到的数据可求出摆动周期，进而根据相关公式就可以计算其自身的转动惯量；

[0039] (c) 试验模型4重量的测定与调节

[0040] 将试验模型4吊装到旋转台15上，分别记录两个压力传感器20的数据，并根据之前记录的数据，即可计算出模型的重量，若重量不满足试验要求，则使用压铁进行调节；

[0041] (d) 试验模型4重心位置的确定与调节

[0042] 纵向（沿装置长度方向）重心位置的测定，首先测量两个顶针9的水平距离，再在试验模型4上取一与模型纵向方向垂直的参考面，并测量该参考面与其中一

个顶针9之间的距离，并读取另一端压力传感器19的数据，然后利用力矩平衡原理，即可计算出重心纵向位置距参考平面的距离；横向重心位置的测定方法类似，只需将旋转台15旋转90°后重复操作即可；垂向重心位置的确定，使模型中纵剖面与基准面垂直，模型重心与两顶针9末端连线在同一铅垂面上，然后对摆动机构2施加一外力，使其有一偏转角，然后利用前面已求得的摆动机构2自身的重量、重心垂向位置以及模型重量等数据，运用力矩平衡原理，即可求得模型重心垂向位置；若不满足要求，则可以调整模型内压铁的放置位置，重新进行测定，直至满足要求为止；

[0043] (e) 试验模型4惯量的测定

[0044] 利用复摆原理，在模型的重量、重心位置均满足要求后，给调节台施加一外力，使调节台摆动，并记录角度传感器18的数据，处理数据可得摆动周期，根据相应公式即可求得此时总的惯性矩，再利用已求得的摆动机构2自身惯量、模型重量以及其重心位置等数据，就可以得到模型自身的惯量；

[0045] (f) 测量工作完毕后，整理仪器，将调节台拆卸，进行保管。

发明实施例

本发明的实施方式

[0046] 本发明的实施方式同最佳实施方式。

工业实用性

[0047] 这种海工结构物试验模型多轴向惯量自动测量与调节装置包括支撑机构、摆动机构、旋转机构和测量机构，完善了其他同类测量工具测量范围小的不足。另外，本发明采用组装—拆卸式设计，各机构之间可自由组装拆卸，便于运输及存放，占用空间少，对使用场地适应性强。可定位式旋转台，有利于省去多次模型吊装安装操作，能够快速简便地测量模型多轴向的转动特性，且保证了测量精度。本发明不仅结构形式简单新颖，便于安装和拆卸，测量范围广，可靠性强，而且一次性集成了海工结构物模型重量、重心和转动惯量的测定与调节等功能，能够明显地节约调节与测量时间，提高试验精度，具有很好的工程应用价值。

序列表自由内容

[0048] 无。

权 利 要 求 书

1. 一种海工结构物试验模型多轴向惯量自动测量与调节装置,它包括测量机构,其特征是:它还包括支撑机构(1)、摆动机构(2)和旋转机构(3),所述支撑机构(1)包括支架(5)、防倾支杆(6)、顶针托(7)和顶针托支座(8),支架(5)由管件组成,底部设有所述防倾支杆(6),支架(5)顶部设有顶针托支座(8),顶针托(7)通过四个定位销(7a)与顶针托支座(8)滑动连接,其顶部开有凹槽(7b),支撑机构(1)左右对称放置,通过顶针(9)和顶针托(7)与摆动机构(2)相连接;所述摆动机构(2)包括采用空心方管制作的一号摆架(10)、二号摆架(11)和旋转台支座(12),一号摆架(10)和二号摆架(11)为叉形结构,外侧顶部均设有顶针(9),旋转台支座(12)呈中心对称,中心处有轴孔(12b),内部侧面安装有弹簧销(14),通过旋转台支座(12)的支座套杆(12a)套接在一号摆架套杆(10a)上,一号摆架套杆(10a)采用便于二号摆架叉杆(11a)插入的结构,在一号摆架(10)、二号摆架(11)和旋转台支座(12)套接在一起后用紧固螺栓(13)固定;所述旋转机构(3)包括旋转台(15)、转轴(16)和插孔(17),旋转台(15)为轮状结构,中心处下部设有转轴(16),内部每隔30度角设有径向撑杆(15a),每个径向撑杆(15a)侧面设有插孔(17),旋转机构(3)通过转轴(16)与摆动机构(2)的旋转台支座(12)连接,上面放置试验模型(4);所述测量机构的角度传感器(18)固定在摆动机构(2)上,压力传感器(19)安装在顶针托(7)和顶针托支座(8)之间,角度传感器(18)和压力传感器(19)均连接PC采集系统(20)。

2. 根据权利要求1所述的一种海工结构物试验模型多轴向惯量自动测量与调节装置的使用方法,其特征是:包括下列步骤:

(a) 安装

首先,测量试验模型(4)的横向和纵向方向上的尺寸,根据其最大的尺寸确定摆动机构(2)的长度,然后将旋转台支座(12)与一号摆架(10)进行套接,随后将一号摆架(10)和二号摆架(11)进行套接,调整各机构位置,确保旋转台支座(12)在摆动机构(2)的中间位置,最后用紧固螺栓(13)固定,在一号摆架(10)上安装上角度传感器(18);根据摆动机构(2)的大小确定支撑机构(1)的位置,同时在顶针托支座(8)和顶针托(7)之间安装压力传感器(19),

传感器都接入 PC 采集系统 (20); 将旋转机构 (3) 安装在旋转台支座 (12) 上, 并通过弹簧销 (14) 固定, 最后将已安装好的摆动机构 (2) 和旋转机构 (3) 吊装到支撑机构 (1) 上, 完成安装过程;

(b) 摆动机构 (2) 自身重量、垂向重心位置及惯量的测定

安装完成后, 分别记录两个压力传感器 (19) 上的数据, 得到摆动机构 (2) 的重量; 对摆动机构 (2) 施加一恒力, 使其偏转一角度, 运用力矩平衡原理, 即求得垂向重心位置; 对摆动机构 (2) 施加外力, 使其自由摆动, 并记录角度传感器 (18) 的数据, 用处理得到的数据求出摆动周期, 计算其自身的转动惯量;

(c) 试验模型 (4) 重量的测定与调节

将试验模型 (4) 吊装到旋转台 (15) 上, 分别记录两个压力传感器 (20) 的数据, 并根据之前记录的数据, 计算出模型的重量, 若重量不满足试验要求, 则使用压铁进行调节;

(d) 试验模型 (4) 重心位置的确定与调节

纵向重心位置的测定, 首先测量两个顶针 (9) 的水平距离, 再在试验模型 (4) 上取一与模型纵向方向垂直的参考面, 并测量该参考面与其中一个顶针 (9) 之间的距离, 并读取另一端压力传感器 (19) 的数据, 然后利用力矩平衡原理, 计算出重心纵向位置距参考平面的距离; 横向重心位置的测定方法类似, 只需将旋转台 (15) 旋转 90° 后重复操作; 垂向重心位置的确定, 使模型中纵剖面与基准面垂直, 模型重心与两顶针 (9) 末端连线在同一铅垂面上, 然后对摆动机构 (2) 施加一外力, 使其有一偏转角, 然后利用前面已求得的摆动机构 (2) 自身的重量、重心垂向位置以及模型重量数据, 运用力矩平衡原理, 求得模型重心垂向位置; 若不满足要求, 调整模型内压铁的放置位置, 重新进行测定, 直至满足要求为止;

(e) 试验模型 (4) 惯量的测定

利用复摆原理, 在模型的重量、重心位置均满足要求后, 给调节台施加一外力, 使调节台摆动, 并记录角度传感器 (18) 的数据, 处理数据得摆动周期, 求得此时总的惯性矩, 再利用已求得的摆动机构 (2) 自身惯量、模型重量以及其重心位置数据, 得到模型自身的惯量;

(f) 测量工作完毕后, 整理仪器, 将调节台拆卸, 进行保管。

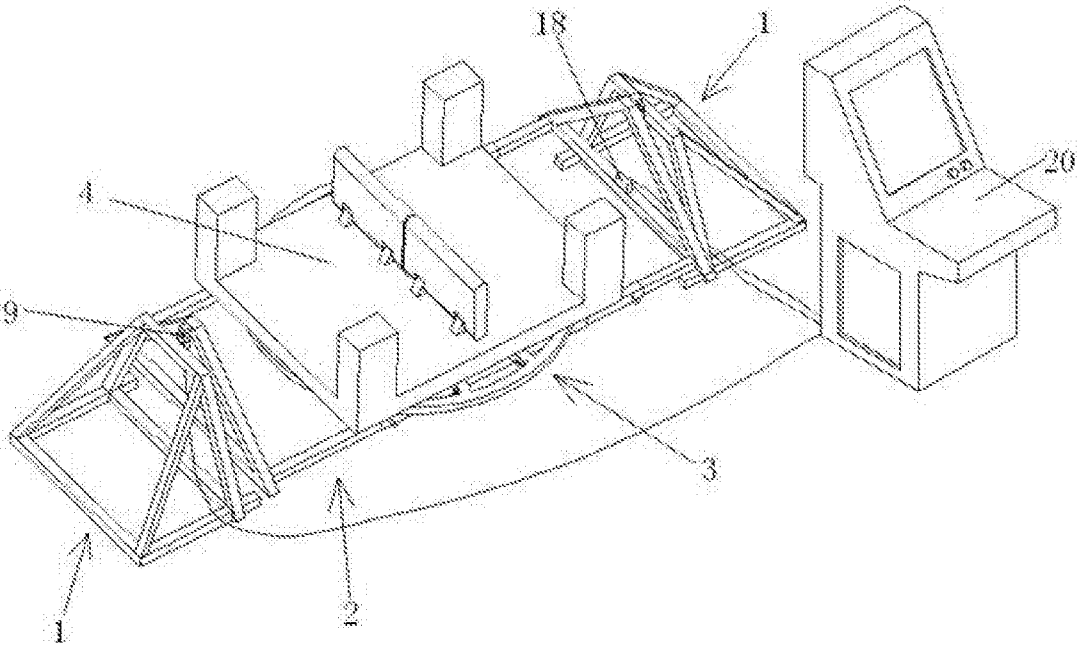


图 1

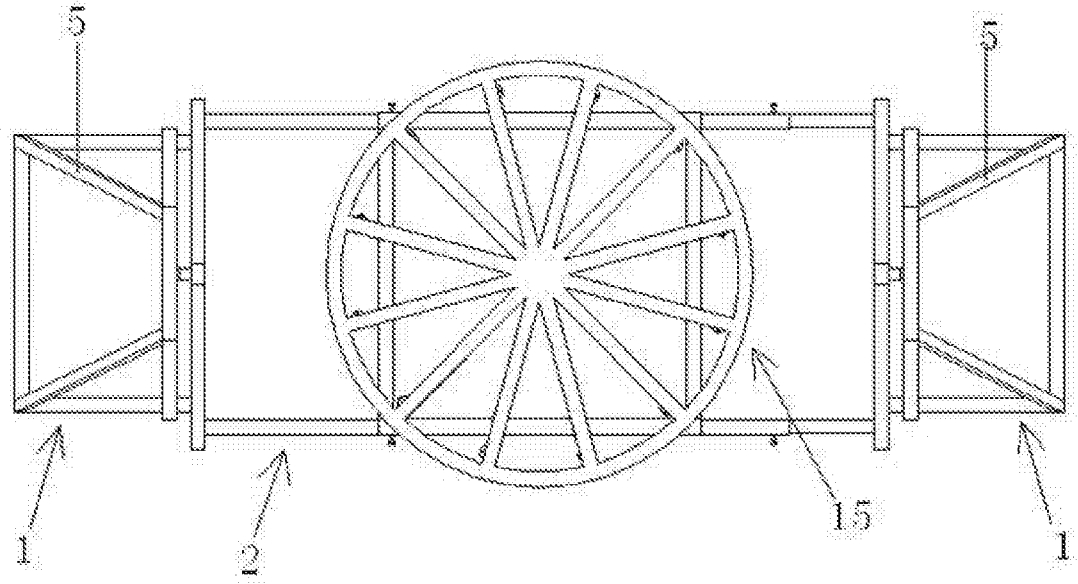


图 2

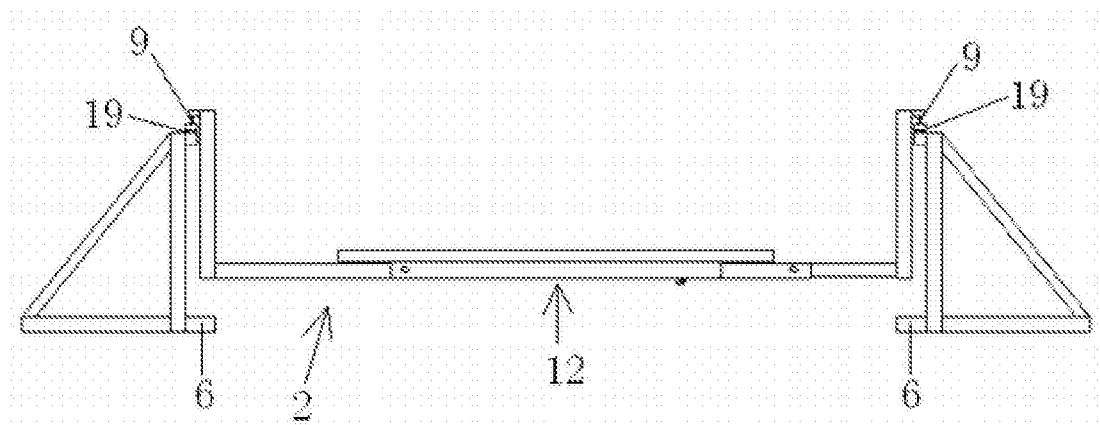


图 3

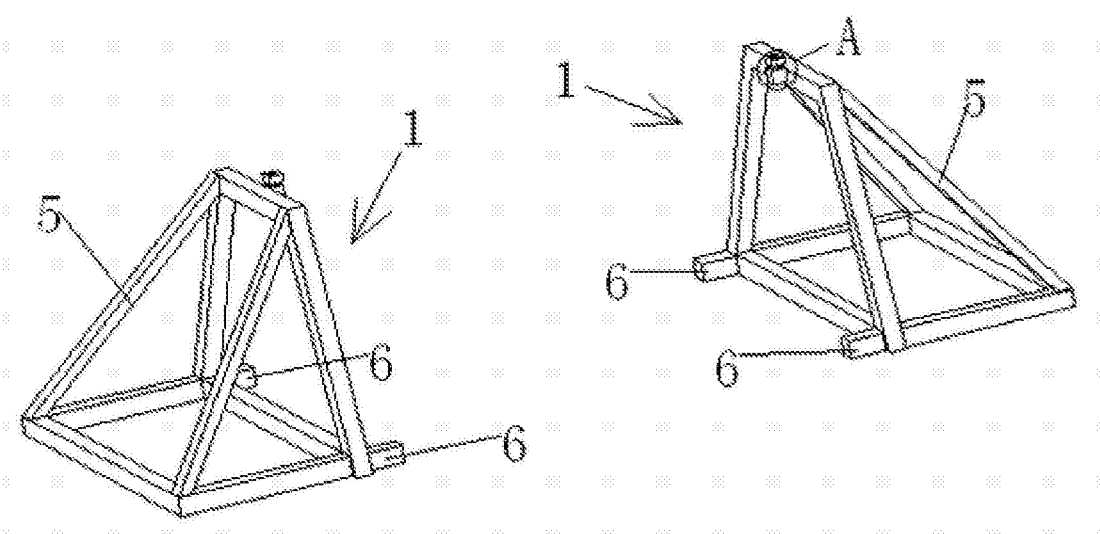


图 4

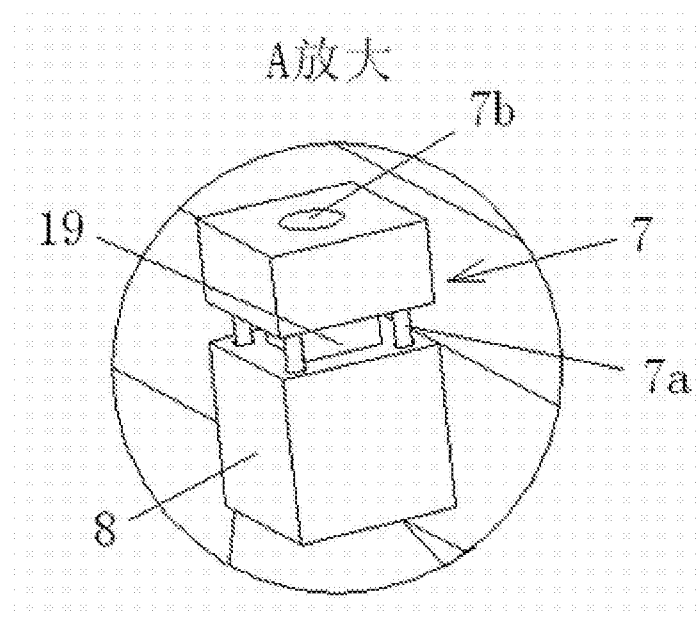


图 5

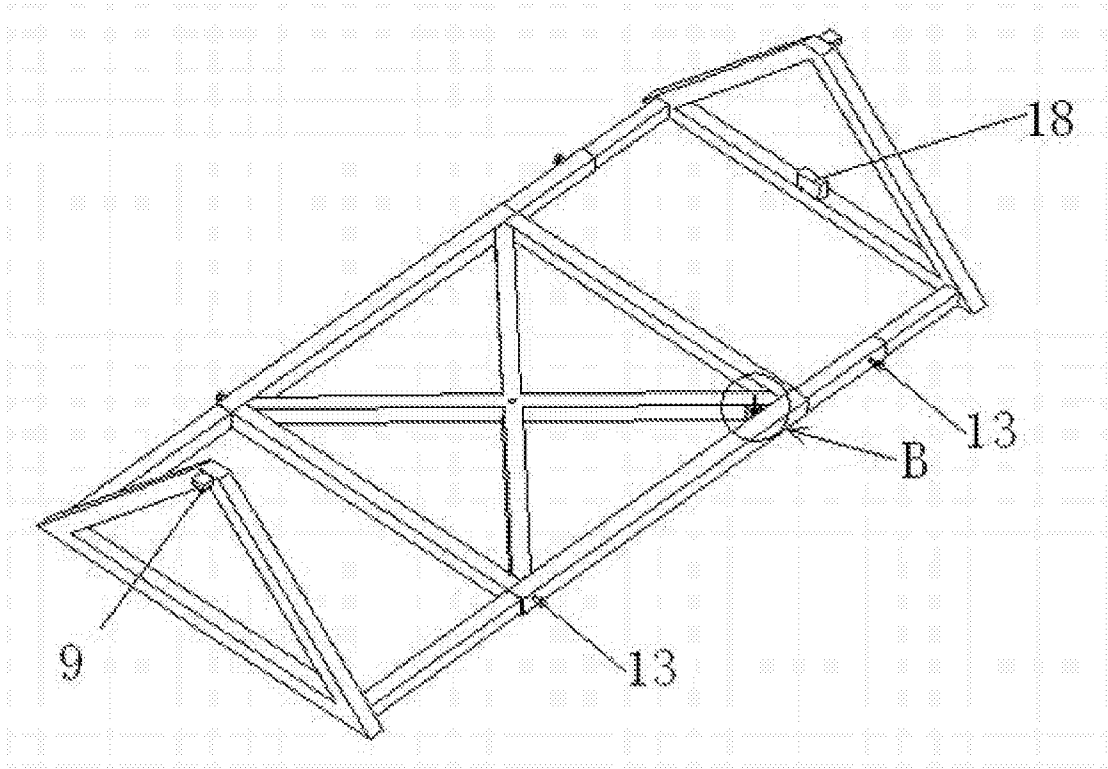


图 6

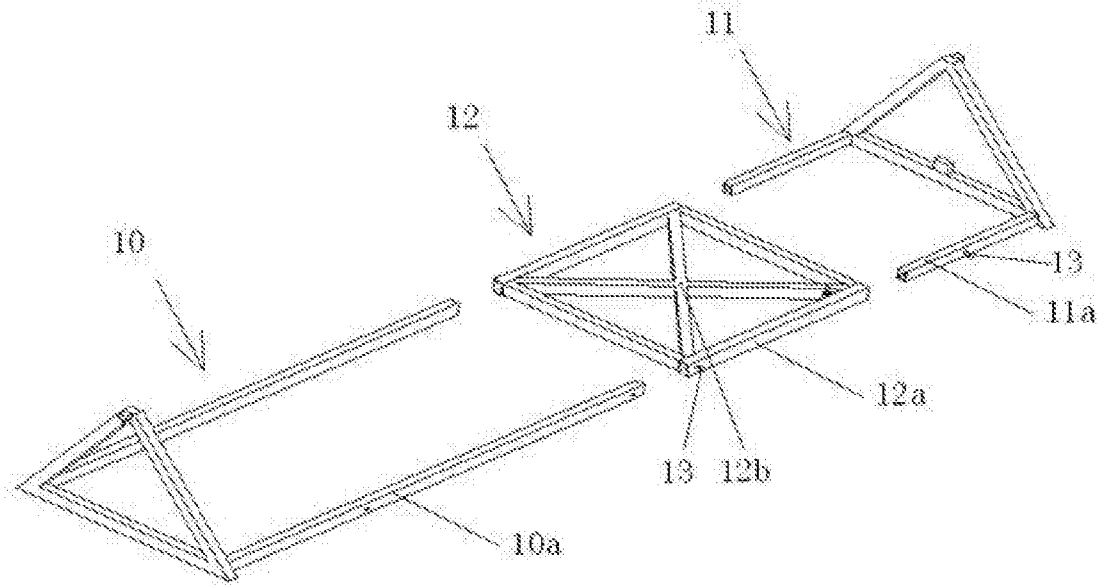


图 7

B放大

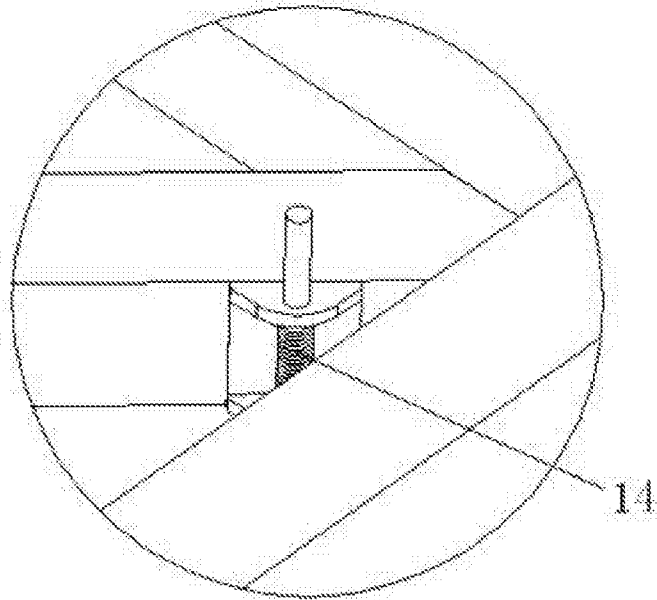


图 8

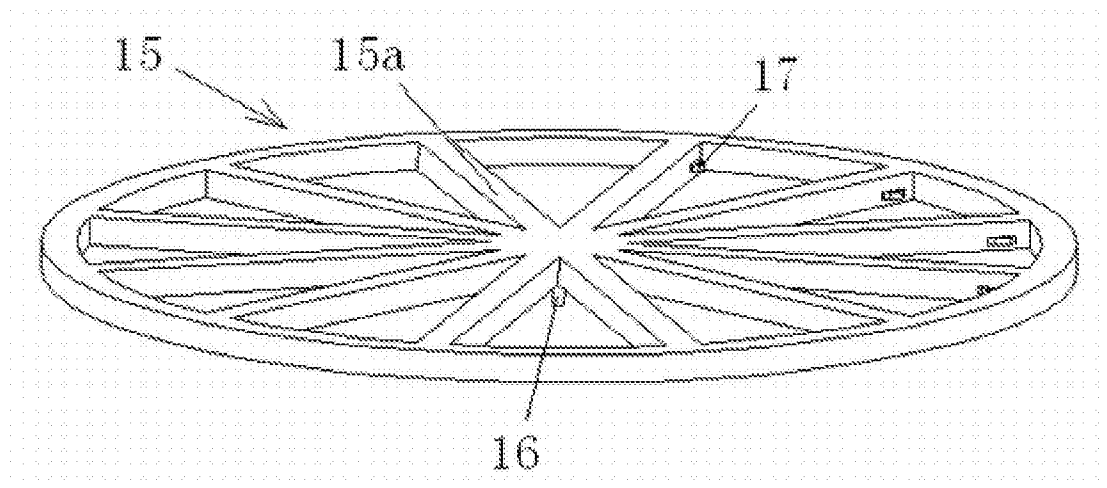


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/078084

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01M 1/12 (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 1/-

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, WPI, EPODOC, CNKI: DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY;LIN, Yan;JIANG, Xiaoning;oceanographic engineering, gravity centre, quality, centroid, rotational inertia, thimble, swing frame, loop bar, rotating shaft, rotary table, pressure, angle, sensor, maritime, ship, test, model, multiaxial, inertia, measure+, support+, swing+, rotat+, weight, gravity, center, rotary

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 201331416 Y (CHINA FAW GROUP CORP.), 21 October 2009 (21.10.2009), description, page 4, paragraphs1 and2, and figures 1-4	1
PX	CN 105784276 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 20 July 2016 (20.07.2016), description, paragraphs0020-0024, and figures 1-9	1-2
PX	CN 205655960 U (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 19 October 2016 (19.10.2016), description, paragraphs0018-0033, and figures 1-9	1-2
A	CN 104180940 A (ZHENGZHOU RESEARCH INSTITUTE OF MECHANICAL ENGINEERING), 03 December 2014 (03.12.2014), the whole document	1-2
A	CN 201955198 U (CHINA FAW GROUP CORP.), 31 August 2011 (31.08.2011), the whole document	1-2
A	CN 201532283 U (ZHENGZHOU RESEARCH INSTITUTE OF MECHANICAL ENGINEERING), 21 July 2010 (21.07.2010), the whole document	1-2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&”document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 09 May 2017 (09.05.2017)	Date of mailing of the international search report 07 June 2017 (07.06.2017)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer JIA, Jingjing Telephone No.:(86-10) 62413452

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/078084

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101561335 A (ZHENGZHOU RESEARCH INSTITUTE OF MECHANICAL ENGINEERING), 21 October 2009 (21.10.2009), the whole document	1-2
A	KR 101551394 B1 (KOREA INSTITUTE OF OCEAN SCIENCE AND TECHNOLOGY), 18 September 2015 (18.09.2015), the whole document	1-2

International application No.
PCT/CN2017/078084

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/078084

A. 主题的分类

G01M 1/12 (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)

G01M1/-

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, WPI, EPODOC, CNKI: 大连理工大学, 林焰, 蒋晓宁, 海工, 海洋工程, 多轴向, 惯量, 重量, 重心, 质量, 质心, 转动惯量, 支撑, 摆动, 旋转, 支架, 顶针, 摆架, 套杆, 转轴, 转台, 压力, 角度, 传感器, maritime, ship, test, model, multiaxial, inertia, measure+, support+, swing+, rotat+, weight, gravity, center, rotary

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
X	CN 201331416 Y (中国第一汽车集团公司) 2009年 10月 21日 (2009 - 10 - 21) 说明书第4页第1、2段, 附图1-4	1
PX	CN 105784276 A (大连理工大学) 2016年 7月 20日 (2016 - 07 - 20) 说明书第0020-0024段, 附图1-9	1-2
PX	CN 205655960 U (大连理工大学) 2016年 10月 19日 (2016 - 10 - 19) 说明书第0018-0033段, 附图1-9	1-2
A	CN 104180940 A (郑州机械研究所) 2014年 12月 3日 (2014 - 12 - 03) 全文	1-2
A	CN 201955198 U (中国第一汽车集团公司) 2011年 8月 31日 (2011 - 08 - 31) 全文	1-2
A	CN 201532283 U (郑州机械研究所) 2010年 7月 21日 (2010 - 07 - 21) 全文	1-2

☒ 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

2017年 5月 9日

国际检索报告邮寄日期

2017年 6月 7日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局 (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

贾晶晶

电话号码 (86-10) 62413452

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 101561335 A (郑州机械研究所) 2009年 10月 21日 (2009 - 10 - 21) 全文	1-2
A	KR 101551394 B1 (KOREA INSTITUTE OF OCEAN SCIENCE AND TECHNOLOGY) 2015年 9月 18日 (2015 - 09 - 18) 全文	1-2

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/078084

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	201331416	Y	2009年 10月 21日	无			
CN	105784276	A	2016年 7月 20日	无			
CN	205655960	U	2016年 10月 19日	无			
CN	104180940	A	2014年 12月 3日	CN	104180940	B	2016年 8月 17日
CN	201955198	U	2011年 8月 31日	无			
CN	201532283	U	2010年 7月 21日	无			
CN	101561335	A	2009年 10月 21日	无			
KR	101551394	B1	2015年 9月 18日	US	2016138994	A1	2016年 5月 19日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)