(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
2022 年 9 月 22 日 (22.09.2022)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2022/193147 A1

(51) 国际专利分类号:
B63B 35/44 (2006.01) *B63B 39/00* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/081152

(22) 国际申请日: 2021 年 3 月 16 日 (16.03.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 大连理工大学(**DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**) [CN/CN]; 中国辽宁省大连市凌工路 2 号, Liaoning 116024 (CN)。

(72) 发明人: 许福友(**XU, Fuyou**); 中国辽宁省大连市凌工路2号大连理工大学, Liaoning 116024 (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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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)。

(54) **Title:** SWING DEVICE FOR SUPPRESSING LARGE-AMPLITUDE VIBRATION OF LARGE FLOATING MARINE STRUCTURE

(54) 发明名称: 一种抑制大型浮式海洋结构物大幅振动的摆荡装置

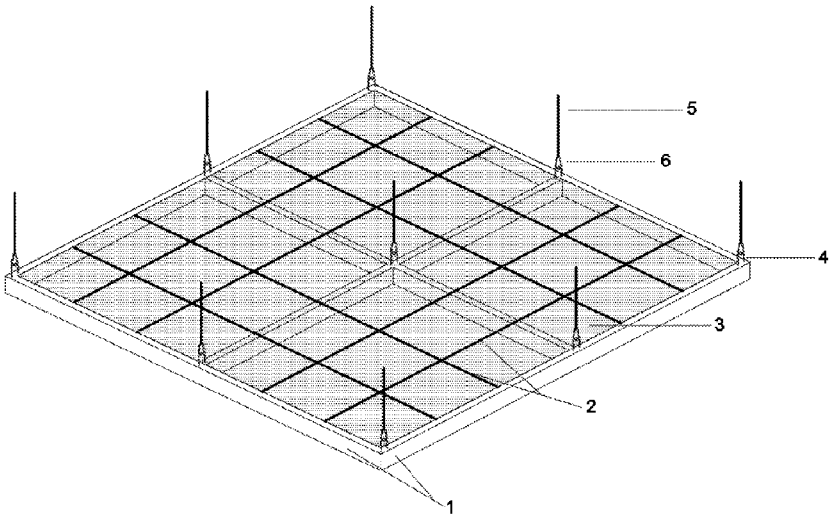


图 1

(57) **Abstract:** The present invention relates to the technical field of floating marine structure vibration control research, and provides a swing device for suppressing large-amplitude vibration of a large floating marine structure. Flexible, lightweight and high-strength cloth is laid and connected to a large-area frame consisting of longitudinal and transverse ropes and steel pipe beams, and multiple high-strength ropes having sufficient tensile rigidity are used to suspend a single-layer or multi-layer frame at several specified positions under a marine structure. When a floating structure drives the device to vibrate in the water, the gravity of the device and huge additional inertial force and additional damping force generated by the water are used to do negative work, so as to consume the vibration energy of the structure, thereby suppressing large-amplitude vibration of the structure. The flexible connection between the device and the structure can suppress multidirectional vibrations, especially the effect on vertical vibration is the best. The self-weight of the swing

WO 2022/193147 A1

[见续页]

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

device and the length of each rope are convenient to adjust, facilitating the control of vibration of different amplitudes. The present invention has a simple structure, has parameters that are easy to adjust, implements control of multiple vibrations, is widely applied, and achieves practical economy and superior comprehensive performance.

(57) 摘要: 本发明属于浮式海洋结构物振动控制研究技术领域，提供了一种抑制大型浮式海洋结构物大幅振动的摆荡装置，将柔性、轻质、高强布料铺敷连接在由纵横绳索和钢管梁构成的大面积框架上，利用多根具有足够抗拉刚度的高强绳索将单层或多层框悬吊在海洋结构物下方指定的若干位置。浮式结构带动该装置在水中振动时，该装置的重力及水体产生巨大的附加惯性力和附加阻尼力做负功，消耗结构振动能量，从而抑制其大幅振动。装置与结构之间柔性连接，可对多方向振动起抑制作用，尤其竖向效果最优。摆荡装置自重及绳索长度方便调整，利于不同振幅控制。本发明构造简单、参数易调、控制多种振动、应用广泛、实用经济、综合性能优越。

发明名称：一种抑制大型浮式海洋结构物大幅振动的摆荡装置

[0001] 本发明属于大型浮式海洋结构（如海洋平台、风力机、储运平台等）振动控制研究技术领域，涉及一种抑制大型浮式海洋结构物大幅振动的摆荡装置。

背景技术

[0002] 大型浮式海洋结构（如海洋平台、风力机、储运平台等）通常是柔性复杂结构体系。这些结构在风、浪、流等动荷载的单独或耦合作用下，可能产生竖向、水平、扭转、摇摆等不同自由度方向大幅振动响应，且具有很强的随机性，这对工作人员舒适性、甚至安全性及结构正常服役都造成不利影响。极端条件下可能造成结构失效和人员伤亡，造成巨大的经济损失和严重的社会影响，并且可能对生态环境造成不可修复的危害。因此，需要采取可靠有效措施，避免大型浮式海洋结构物发生大幅振动，确保其服役安全。

[0003] 垂荡板阻尼器装置已广泛应用于海洋平台等浮体结构物的竖向振动控制，即在浮体结构物下方安装刚性立柱及刚性平板。随结构物上下振动时，垂荡板借助水体提供的巨大的、与振动方向相反的附加惯性力和附加阻尼力做负功，消耗能量，达到抑制结构物振动的目的。

[0004] 然而，传统刚性垂荡板装置存在一些明显不足：

[0005] （1）为了保证水体能够提供足够大的阻力，垂荡板的尺寸应尽量大，而为保证垂荡板具有足够的刚度，需要增大板厚或者设置加劲肋或桁架体系，这无疑会增加材料费用，大幅增加工程造价；

[0006] （2）垂荡板为了保证具有足够的刚度，一般采用轻质刚性防锈金属材料制作，由于面积和质量很大，因此材料、建造、拆卸及维护费很高；

[0007] （3）垂荡板由于面积较大，因此与结构物之间需要具有尽可能大的距离才能保证提供更大的阻力，刚性立柱连接件（一般都采用金属构件）要求具有足够的强度、刚度和长度，因此造价高昂；

[0008] （4）如果设置上下多层垂荡板，为保证每层垂荡板控制效率，垂荡板间距不宜过小，较大的间距无疑会增加连接件的尺寸及相关费用；

[0009] （5）垂荡板与结构物之间是刚性连接，随结构物做刚性运动，内部构件之间没有相对运动，因此机械阻尼很低，不利于能量消耗和振动控制；

[0010] （6）垂荡板对竖向振动控制效果较好，对其他自由度振动控制效果不明显。

[0011] 针对以上不足，本发明提出一种控制大型浮式海上结构物大幅振动的新型柔性摇摆装置，该装置相对传统刚性垂荡板装置具有其优势和特色。

发明概述

技术问题

[0012] 本发明要解决的技术问题是针对大型浮式海洋结构物振动控制的需要，提出一种悬挂在结构下方，由钢管梁、吊索、缆绳和不透水布料构成的柔性摆荡装置。由风、浪、流等造成浮式海洋结构振动时，会带动该装置在水中运动，该装置重力、水阻力、水箱内水晃动对结构做负功，消耗其振动能量，抑制其大幅振动。

问题的解决方案

技术解决方案

[0013] 本发明的技术方案：

[0014] 一种抑制大型浮式海洋结构大幅振动的摆荡装置，包括钢管梁1；纵横绳索2；布料3；吊环4；吊索5；卡扣6；所述的钢管梁1构成“田”、“囲”字形、甚至棋盘式刚架，具有足够的体量、强度及刚度，刚架平面尺寸越大，刚架内部横纵钢管数量越多；钢管断面形状不限，一般采用矩形断面方便安装与连接，尺寸需经设计计算确定；钢管1内通过填装不同质量的石子（或砂子、铁屑等高密度廉价材料）和水，以便调整系统的质量和耗能参数；在刚架上布置若干纵横绳索2，形成一个类似“钢丝床板”；密不透水的高强布料3铺设在刚架和纵横绳索2，并与它们相连，形成整体柔性网布；在钢管梁1上面和结构物底部指定位置安装固定吊环4；吊索5上下两端均设有卡扣6，分别便于与上下吊环4相连；由此将摆荡装置悬挂在结构物下部。

[0015] 大型浮式结构不仅会发生竖向垂荡振动，还会发生横摆、纵摇、甚至扭转振动。本发明的摆荡装置与受控结构之间不是刚性连接，而是类似一个大质量摇摆。显然，这更有利于控制结构其他多自由度的振动，相对传统刚性垂荡板更有

优势。原因如下：装置与受控结构之间属于柔性连接，水平和扭转运动与结构不完全同步，可以起到耗能作用；钢管内装有石子（砂子、铁屑等）和水，与钢管不完全同步运动，也起到阻尼器作用。

[0016] 装置距离结构底部竖向距离基本不受限制，较大的距离能够减少干扰、保证相同条件产生更大的水阻力，提升控制效率；而传统刚性垂荡板由于连接件刚度原因，不能距离结构底部距离太大，否则会大幅提高造价，因此会不可避免地降低控制效率；

[0017] 装置平面尺寸不限，可根据实际振动特性和控制目标自行选择；也可根据振动控制需要，设置上下多层刚架绳索布料，大幅提高控制效率；由于采用高强吊索连接，因此各层间距基本不受限制，相对传统刚性垂荡板装置更有优势。

[0018] 可以通过优化吊索5的长度、间距、摆荡网尺寸、装置层数、钢管1的尺寸、长度、数量、内填其他材料的质量等参数来更高效地控制多种运动；

[0019] 所述的钢管梁1具有足够的高度和横截面积，由此可以：一方面保证其抗弯刚度，另一方面有足够空间填充水和其他密度较大的廉价材料。可根据风、浪、流等气象预测，当可能遇到极端海况造成振幅很大时，可以临时适当增加钢管充水质量，更有利于提高耗能；灾情过后，恢复原有状态。

[0020] 所述的钢管梁1也可以采用实心或空心钢筋混凝土梁或其他高强廉价材料来替代，可以通过计算分析，获得较优方案。

[0021] 所述的纵横绳索2主要用于支撑高强布料3，可采用金属绳索(网)或者高强尼龙绳(网)；

[0022] 所述的高强布料3有较好的耐腐蚀性，可以采用帆布，具有质量轻、强度高、价格低、耐久性好等优点；

[0023] 所述的吊环4可采用棋盘式布置方式，横纵数量分别至少3个，减小悬挂点对结构物产生较大的集中力，降低钢管梁1弯矩和变形；也不宜过多，否则工作量较大，且需要更多的吊索5，增加造价；

[0024] 所述的吊索5应具有足够的强度和刚度，可采用成品拉索；吊索5长度可以通过与其他两端带卡扣的吊索接长来调整，由此可以调整装置的摆荡频率，达到提高振动控制的目的。相对传统刚性垂荡板与海洋平台间的刚性连接件尺寸更小

，且更能发挥其轻质高强优越性，因此造价更低；

[0025] 所述的卡扣6便于控制开合，方便安装拆卸，保证有足够的强度和刚度。

发明的有益效果

有益效果

[0026] 本发明的有益效果：本发明构造简单、参数易调、控制多种振动、应用广泛、实用经济、综合性能优越。

对附图的简要说明

附图说明

[0027] 图1是一种抑制浮式海洋结构大幅振动的摆荡装置构造图。

[0028] 图中：1钢管梁；2纵横绳索；3布料；4吊环；5吊索；6卡扣。

发明实施例

本发明的实施方式

[0029] 以下结合技术方案和附图，详细叙述本发明的具体实施方式，但本发明的实施方式不限于此：

[0030] 如图1所示，一种抑制大型浮式海洋结构大幅振动的摆荡装置，包括钢管梁1；纵横绳索2；布料3；吊环4；吊索5；卡扣6；由所述的钢管梁1构成设计形状的刚架，保证其具有足够的体量、强度及刚度；根据设计要求，在上述刚架上布置棋盘式纵横绳索2；将高强布料3铺设在刚架和纵横绳索2上，并与它们相连，形成刚架网布装置，相比传统刚性垂荡板质量更轻，容许变形更大，材料费用和安装费用更低；在钢管梁1和结构物上指定位置安装固定吊环4；通过吊索5将摆荡装置悬挂在结构物下部，由于采用高强柔性绳索取代传统刚性柱，因此可以充分发挥高强材料抗拉能力，材料费用和安装费用更低；吊索5上下两端均设有卡扣6，分别便于与上下吊环4相连和拆卸，降低建安费用；由于采用柔性悬挂取代刚性固结，摆荡取代了垂荡，这对控制多自由度振动更有利；而且，柔性悬挂方式相对刚性固结方式，更便于设置上下多层刚架网布施控装置，提高控制效率；钢管1内可充水，用于提高系统振动阻尼和控制效率。钢管1内填料重量、吊索5长度等参数便于调整，以适应受控结构的振动频率，提高控制效率

，自适应性更好，应用范围更广。

[0031] 以上所述，仅为本发明的较佳实施事例而已，并非对本发明做任何形式上的限定。凡本领域的技术人员利用本发明的技术方案对上述实例做出的任何等同的变动、修饰或演变等，均仍属于本发明技术方案的范围内。

权利要求书

[权利要求 1] 一种抑制大型浮式海洋结构物大幅振动的摆荡装置，其特征在于，该抑制大型浮式海洋结构物大幅振动的摆荡装置包括钢管梁（1）、纵横绳索（2）、布料（3）、吊环（4）、吊索（5）和卡扣（6）；钢管梁（1）按要求设计成刚架；在上述刚架上布置棋盘式纵横绳索（2），高强布料（3）铺设在刚架和纵横绳索（2）上面上，并与它们相连，形成整体刚架网布；在钢管梁（1）和结构物指定位置安装固定吊环（4）；通过长度可调的吊索（5）将刚架网布柔性悬挂在结构物下方构成摆荡装置；吊索（5）上下两端均设有卡扣（6），分别与吊环（4）相连，便于摆荡装置的拆装。

[权利要求 2] 根据权利要求1所述的抑制大型浮式海洋结构物大幅振动的摆荡装置，其特征在于，钢管梁（1）内充水，重量可调，提高阻尼和控制效率。

[权利要求 3] 根据权利要求1或2所述的抑制大型浮式海洋结构物大幅振动的摆荡装置，其特征在于，钢管梁（1）采用实心或空心钢筋混凝土梁替代。

[权利要求 4] 根据权利要求1或2所述的抑制大型浮式海洋结构物大幅振动的摆荡装置，其特征在于，通过设置间距不限的上下多层用吊索（5）相连的刚架网布，提高控制效率。

[权利要求 5] 根据权利要求3所述的抑制大型浮式海洋结构物大幅振动的摆荡装置，其特征在于，通过设置间距不限的上下多层用吊索（5）相连的刚架网布，提高控制效率。

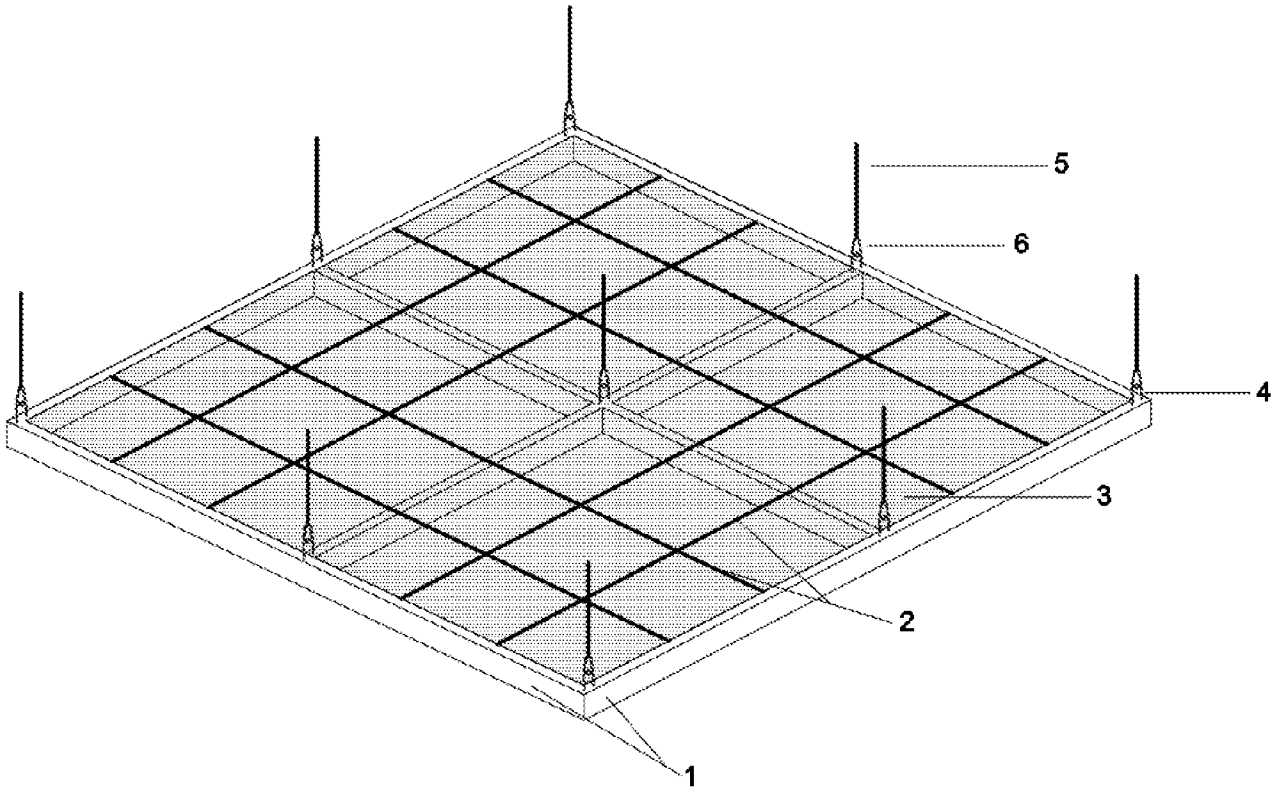


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/081152

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B63B 35/44(2006.01)i; B63B 39/00(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)

B63B

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, CNKI, EPODOC, WPI: 垂荡, 摆荡, 抑制, 振, 板, 梁, 绳索, 布, 吊环, 吊索, 卡扣, 钢架, swing+, float+, vibration, beam, steel, frame, rope, cloth, ring, fix+, sling, buckle

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 109823484 A (CHINA NATIONAL OFFSHORE OIL CORPORATION et al.) 31 May 2019 (2019-05-31) description, paragraphs 42-52 and figures 1-4	1-5
Y	CN 112458880 A (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 09 March 2021 (2021-03-09) description, paragraphs 10-21 and figure 1	1-5
Y	CN 103010416 A (CHINA NATIONAL OFFSHORE OIL CORPORATION et al.) 03 April 2013 (2013-04-03) description, paragraphs 15-23 and figures 1-3	4-5
A	CN 108163158 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) 15 June 2018 (2018-06-15) entire document	1-5
A	CN 203889020 U (ZHANG HONGDA) 22 October 2014 (2014-10-22) entire document	1-5
A	JP 2006123848 A (IHI MARINE UNITED INC.) 18 May 2006 (2006-05-18) entire document	1-5

☐ 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	Date of mailing of the international search report
26 November 2021	**14 December 2021**
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
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2021/081152

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	109823484	A	31 May 2019	None	
CN	112458880	A	09 March 2021	None	
CN	103010416	A	03 April 2013	None	
CN	108163158	A	15 June 2018	None	
CN	203889020	U	22 October 2014	None	
JP	2006123848	A	18 May 2006	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/081152

A. 主题的分类

B63B 35/44(2006.01)i; B63B 39/00(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)

B63B

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,CNKI,EPODOC,WPI:垂荡，摆荡，抑制，振，板，梁，绳索，布，吊环，吊索，卡扣，钢架，swing+，float+，vibration，beam，steel，frame，rope，cloth，ring，fix+，sling，buckle

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
Y	CN 109823484 A (中国海洋石油集团有限公司 等) 2019年5月31日 (2019 - 05 - 31) 说明书第42-52段和图1-4	1-5
Y	CN 112458880 A (大连理工大学) 2021年3月9日 (2021 - 03 - 09) 说明书第10-21段和图1	1-5
Y	CN 103010416 A (中国海洋石油总公司 等) 2013年4月3日 (2013 - 04 - 03) 说明书第15-23段和图1-3	4-5
A	CN 108163158 A (上海交通大学) 2018年6月15日 (2018 - 06 - 15) 全文	1-5
A	CN 203889020 U (张洪达) 2014年10月22日 (2014 - 10 - 22) 全文	1-5
A	JP 2006123848 A (IHI MARINE UNITED INC.) 2006年5月18日 (2006 - 05 - 18) 全文	1-5

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2021年11月26日	2021年12月14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 左敬博 电话号码 86-10-53960843

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/081152

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 109823484 A	2019年5月31日	无	
CN 112458880 A	2021年3月9日	无	
CN 103010416 A	2013年4月3日	无	
CN 108163158 A	2018年6月15日	无	
CN 203889020 U	2014年10月22日	无	
JP 2006123848 A	2006年5月18日	无	