

(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 7 月 2 日 (02.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/133666 A1

(51) 国际专利分类号:
F16L 1/20 (2006.01) *E02D 23/16* (2006.01)
E02D 27/04 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/075976

(22) 国际申请日: 2019 年 2 月 23 日 (23.02.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811578584.5 2018 年 12 月 24 日 (24.12.2018) CN

(71) 申请人: 大连理工大学 (DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国辽宁省大连凌工路 2 号大连理工大学专利中心, Liaoning 116024 (CN)。

(72) 发明人: 刘君 (LIU, Jun); 中国辽宁省大连凌工路 2 号大连理工大学专利中心, Liaoning 116024 (CN)。 韩聪聪 (HAN, Congcong); 中国辽宁省大连凌工路 2 号大连理工大学专利中心, 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, 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,

(54) Title: FREE-FORM SEABED ANTI-SINKING PLATE SHALLOW FOUNDATION

(54) 发明名称: 一种自由式海底防沉板浅基础

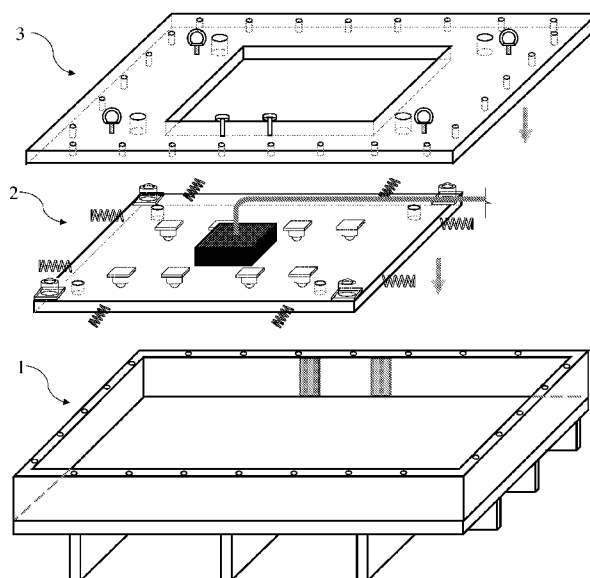


图 1

(57) Abstract: A free-form seabed anti-sinking plate shallow foundation, consisting of three parts: a lower layer foundation (1), an upper layer foundation (2) and a top cover board (3), wherein an underwater production system is installed on the upper layer foundation (2); a bottom plate of the lower layer foundation (1) sits on the surface of the seabed and is used to support the weight of the anti-sinking plate shallow foundation and the underwater production system; and a bottom part of the upper layer foundation (2) is equipped with a plurality of universal rolling ball bearings, and the upper layer foundation may be horizontally moved at a upper surface of the lower

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))。

layer foundation. The present free-form seabed anti-sinking plate shallow foundation may reduce the horizontal force of a seabed pipeline acting on the free-form seabed anti-sinking plate shallow foundation, so that the size and weight thereof may be reduced, and the production costs and requirements for installing ships and lifting equipment are reduced.

(57) 摘要: 一种自由式海底防沉板浅基础, 由下层基础(1)、上层基础(2)和顶部盖板(3)三部分组成, 上层基础(2)上安装水下生产系统; 下层基础(1)底板坐底于海床表面, 用于支撑防沉板浅基础及水下生产系统的重量; 上层基础(2)底部装有多组万向滚动球承, 上层基础能在下层基础底板上表面水平运动。自由式海底防沉板浅基础能降低海底管道作用在自由式海底防沉板浅基础上的水平力, 其尺寸和重量得以减小, 降低生产成本和对安装船只及吊装设备的要求。

一种自由式海底防沉板浅基础

技术领域

本发明属于海洋工程技术领域，涉及一种自由式海底防沉板浅基础。

背景技术

海底防沉板浅基础用于支撑各种水下生产系统，如管汇、管跨保护装置、井口基盘、限流阀、隔离阀、管道终端等。与浅基础相连管道在高温高压输油时会发生轴向膨胀，从而施加给浅基础一个水平推力。传统设计中浅基础要能抵抗此水平推力，即在此水平推力作用下浅基础不会出现水平滑移。因此浅基础的尺寸要足够大以满足抗滑设计要求。

一般情况下，海底防沉板浅基础和海底管道均通过管道敷设船来进行安装，如果浅基础尺寸过大而超出了管道敷设船的装载或吊装能力，就需要另外的大型安装船只来安装防沉板浅基础，这极大提高了安装费用。为降低防沉板浅基础的尺寸和重量，出现了相容性防沉板浅基础。当管道因温压作用而施加在浅基础上的水平推力大于基础的水平抗滑力时，允许浅基础在海床表面发生水平滑动，从而使管道上的轴力得到一定程度的释放。当管道输油膨胀时，浅基础发生水平滑移；当管道结束输油时，浅基础又水平滑移至原始安装位置。

浅基础在海床表面水平滑移时，基底土体发生剪切变形，土体出现超孔压累积和应变软化，并伴随剪切沉降；当基础稳定在海床上时，基底土体开始排水固结，并伴随固结沉降。因此，在管道周期性输油-停止输油过程中，防沉板浅基础出现周期性水平滑移，浅基础基底-土体的相互作用非常复杂。且管道因温压作用而施加在浅基础上的水平推力可能会对浅基础产生弯矩和扭矩，导致基础转动和倾斜，甚至导致海底管道和水下生产系统的连接点位置出现破坏。

发明内容

为了克服上述不足、解决上述问题，本发明提出一种自由式海底防沉板浅基础，以减小管道因高温高压膨胀而作用在浅基础上的水平推力。一方面能减

小浅基础尺寸和重量，降低生产和运输成本以及安装成本；另一方面能降低因高温高压膨胀而导致的管道屈曲破坏风险，并且可以避免上述相容性浅基础由于循环软化而导致的竖向沉降。

本发明的技术方案如下：

一种自由式海底防沉板浅基础，主要由下层基础 1、上层基础 2 和顶部盖板 3 组成；所述的下层基础 1 坐底于海床表面，用于支撑自由式海底防沉板浅基础和 水下生产系统 4 的重量；所述的顶部盖板 3 的底面与下层基础 1 的顶面相连，下层基础 1 的内部为空心结构，上层基础 2 位于下层基础 1 内部空间内，并在下层基础 1 内实现水平运动。

所述的下层基础 1 主要由底板 11、挡板 12 和裙板 14 组成；所述的底板 11 下表面对称布设多个裙板 14，裙板 14 嵌入海床土中，用于增加自由式海底防沉板浅基础的水平抗滑力和竖向承载力，并提高底板 11 的刚度；所述的挡板 12 固定在底板 11 上表面的四周，形成开口的空心方体结构；所述的挡板 12 的上表面对称布设多个螺孔 a13，用于固定顶部盖板 3。

所述的上层基础 2 主要由上部平板基础 21、限位块 24 和万向滚动球承 25 组成；所述的上部平板基础 21，其四周侧面对称安装有多个弹簧 22，上部平板基础 21 的尺寸小于挡板 12 与底板 11 围成的空心方体结构的尺寸；所述的弹簧 22，其一端连接上部平板基础 21 的侧面，另一端连接挡板 12 内侧；所述的上部平板基础 21 上对称设有多个定位销孔 a23；所述的限位块 24 安装在上部平板基础 21 上表面的四角，用于限制上层基础 2 的运动方向；所述的万向滚动球承 25 安装在上部平板基础 21 的底部，万向滚动球承 25 的底部与底板 11 相接触；水下生产系统 4 安装在上部平板基础 21 的上表面，海底管道 5 的一端与水下生产系统 4 相通，用于输油；当上部平板基础 21 受到海底管道 5 因温压作用而产生的水平推力时，万向滚动球承 25 底部的球形体在底板 11 上滚动，从而使上部平板基础 21 实现水平移动，释放海底管道 5 因高温高压输油而引起的轴力。

所述的顶部盖板 3 主要由顶板 31 和吊环 32 组成；所述的顶板 31 为中间开口的平板，中间开口用于水下生产系统 4 和海底管道 5 从中伸出；所述的顶板 31 上设有多个螺孔 b32，与挡板 12 上的螺孔 a13 相对应，通过螺钉 8 与螺孔 b32 和螺孔 a13 的配合，将顶板 31 固定在挡板 12 上；所述的顶板 31 上设有定位销孔 b34，与上部平板基础 21 上的定位销孔 a23 相对应，通过定位销 7 与定位销孔 b34 和定位销孔 a23 的配合，将上层基础 2 与顶部盖板 3 固定连接；所述的吊环 33 对称布置在顶板 31 上表面，用于吊装顶板 31 以及安装和回收自由式海底防沉板浅基础。

所述的挡板 12 高度大于上部平板基础 21、万向滚动球承 25 和限位块 24 的高度之和，当上层基础 2 置于底板 11 上时，挡板 12 顶面和限位块 24 顶面之间存在高差，使顶板 31 固定在挡板 12 上而不接触限位块 24；安装顶板 31 后，顶板 31 底面与限位块 24 顶面之间留有间隙，间隙的尺寸满足以下原则：

a) 所留间隙的尺寸保证上层基础 2 在底板 11 上水平运动而不受顶板 31 的影响；

b) 在满足原则 a) 的前提下，所留间隙的尺寸使顶板 31 约束限位块 24 的竖向位移，避免上层基础 2 出现水平面以外的运动。

所述的弹簧 22 连接在上部平板基础 21 和挡板 12 之间，当上部平板基础 21 和挡板 12 之间没有相互作用力时，弹簧 22 保持原长；当上部平板基础 21 和挡板 12 之间有相互作用力时，上部平板基础 21 一侧的弹簧 22 受拉而另一侧的弹簧 22 受压；所述的弹簧 22 的压缩极限或拉伸极限不小于海底管道 5 在温压作用下的最大变形量；所述的弹簧 22 的刚度满足：当弹簧 22 处于极限压缩或极限拉伸长度时，对应的弹簧回复力不超过自由式海底防沉板浅基础的水平抗滑力，且不超过海底管道 5 的屈曲压力。

所述的挡板 12 内侧安装有阳极保护装置 15，防止自由式海底防沉板浅基础在海水环境中锈蚀。

所述的水下生产系统 4 和上部平板基础 21 之间设有由弹簧和阻尼器组成的减振装置 6，用于减少水下生产系统 4 工作时的振动对海底管道 5 的影响，同时降低水下生产系统 4 工作时的振动导致基底土体循环扰动。

所述的裙板 14 为栅格形裙板、圆柱形短桩或吸力筒。

所述的挡板 12 与底板 11 的固定方式为焊接、铆接或螺钉连接。

所述的弹簧 22 通过螺栓或铆钉的连接方式与上部平板基础 21 和挡板 12 连接。

所述的万向滚动球承 25 与上部平板基础 21 之间通过螺栓或铆钉连接，万向滚动球承 25 的尺寸和个数根据实际需求确定。

所述的限位块 24 为万向滚动球承。

在自由式海底防沉板浅基础安装过程中，定位销 7 穿过顶板 31 上的定位销孔 b 34 和上层基础 2 上的定位销孔 a 23 以固定上层基础 2；安装结束后，通过水下机器人 ROV 将定位销 7 拔出，允许上层基础 2 在底板 11 上水平滑动；

在自由式海底防沉板浅基础回收时，通过水下机器人 ROV 将定位销 7 穿过顶板 31 上的定位销孔 b 34 和上层基础 2 上的定位销孔 a 23 以固定上层基础 2，防止上层基础 2 在挡板 12 和底板 11 之间形成的半封闭空间内运动；回收后的自由式海底防沉板浅基础可重复利用，因此本发明的自由式防沉板浅基础是一种环境友好型海底浅基础。

本发明有益效果：本发明中提出的自由式海底防沉板浅基础，较传统防沉板基础尺寸小，能降低生产成本；该自由式海底防沉板浅基础能直接用管道敷设船来运输和安装，显著降低了运输和安装费用；该自由式海底防沉板浅基础允许上层基础水平滑动而下层基础保持静止，能有效减小管道因高温高压作用而施加在浅基础上的水平推力，并且管道因高温高压输油而产生的轴力能得到一定程度的释放，从而降低管道发生屈曲破坏的风险；上层基础上设置的弹簧-阻尼器组成的减振系统能有效降低设备振动对基底土体的扰动，避免土性降低。

由于下层基础与基底土体之间没有相对运动，可以避免前述相容性浅基础由于循环软化而导致的竖向沉降。

附图说明

图 1 为自由式海底防沉板浅基础装配示意图。

图 2a 为下层基础示意图。

图 2b 为上层基础示意图。

图 2c 为顶部盖板示意图。

图 3a 为自由式海底防沉板浅基础俯视图。

图 3b 为自由式海底防沉板浅基础 A-A 截面剖面图。

图 3c 为自由式海底防沉板浅基础 B-B 截面剖面图。

图 4 为上层基础底的万向滚动球承结构图。

图 5a 和图 5b 为底板下部栅格形裙板示意图。

图 5c 和图 5d 为底板下部短桩示意图。

图中：1 下层基础；2 上层基础；3 顶部盖板；4 水下生产系统；5 海底管道；6 减振装置；7 定位销；8 螺钉；11 底板；12 挡板；13 螺孔 a；14 裙板；15 阳极保护装置；21 上部平板基础；22 弹簧；23 定位销孔 a；24 限位块；25 万向滚动球承；31 顶板；32 螺孔 b；33 吊环；34 定位销孔 b。

具体实施方式

以下结合附图和技术方案，进一步说明本发明的具体实施方式。

1、自由式海底防沉板浅基础

图 1、图 2a~2c、图 3a~3c 为自由式海底防沉板浅基础示意图，主要由下层基础 1、上层基础 2 和顶部盖板 3 组成；所述的下层基础 1 包括底板 11、挡板 12 和裙板 14，所述的底板 11 坐底于海床表面，用于支撑自由式防沉板浅基础和 水下生产系统 4 的重量；所述的底板 11 下部布设裙板 14，所述的裙板 14 嵌入海床土中，用于增加自由式海底防沉板浅基础的水平抗滑力和竖向承载力，

进而提高自由式海底防沉板浅基础的在位稳定性,所述的裙板 14 也用于提高底板 11 的刚度;所述底板 11 的尺寸要满足承载力设计要求,自由式海底防沉板浅基础的极限承载力可由式 (1) 表示:

$$F_u = N_c s_{um} A \quad (1)$$

式中, F_u 为自由式海底防沉板浅基础的竖向极限承载力, N_c 为承载力系数,与底板 11 的长宽比、裙板 14 尺寸和布置方式、土体非均质度系数等有关, s_{um} 为海床表层土的不排水抗剪强度, A 为底板的面积。一般来说,自由式海底防沉板浅基础及上部的水下生产系统 4 的重量总和 W 应不超过 $0.5F_u$ 。所以,根据自由式海底防沉板浅基础及水下生产系统 4 的重量以及式 (1) 即可确定底板 11 的尺寸。

所述的挡板 12 固定于底板 11 上,挡板 12 和底板 11 通过焊接、铆接、螺钉连接等方式固定;所述的挡板 12 内侧安装阳极保护装置 15,防止自由式海底防沉板浅基础在海水环境中锈蚀。

所述的上层基础 2 包括上部平板基础 21、限位块 24 和万向滚动球承 25 组成;所述的上部平板基础 21 用于支撑水下生产系统 4;所述的上部平板基础 21 四周连接有弹簧 22,所述的弹簧 22 一端连接上部平板基础 21,另一端连接挡板 12;当上部平板基础 21 和挡板 12 之间没有相互作用力时,弹簧 22 保持原长;当上部平板基础 21 和挡板 12 之间有相互作用力时,上部平板基础 21 一侧的弹簧 22 受拉而另一侧的弹簧 22 受压;所述弹簧 22 通过螺栓、铆钉等连接到上部平板基础 21 和挡板 12 上。

与水下生产系统 4 相连的海底管道 5 在高温高压输油过程中的膨胀量可由式 (2) 计算:

$$\Delta l = \alpha_l \cdot l \cdot \Delta T \quad (2)$$

式中, Δl 为长度为 l 的管道的膨胀量, α_l 为管道的线膨胀系数, ΔT 为管道输油时温度与海底温度之差;所述的弹簧 22 的极限压缩量或极限伸长量要不小于海

底管道 5 在温压作用下的最大伸长量。

所述的弹簧 22 的刚度应满足如下要求：当弹簧 22 处于极限压缩或极限拉伸长度时，对应的弹簧回复力不超过自由式海底防沉板浅基础的水平抗滑力 F_H ；

弹簧的极限回复力表达式可由式（3）来表示：

$$F_{s,u} = k\Delta d_u \quad (3)$$

式中， $F_{s,u}$ 为弹簧在极限拉伸或极限压缩时对应的回复力， k 为弹簧刚度， Δd_u 为弹簧的极限拉伸或极限压缩长度。

所述弹簧 22 的刚度还应满足如下要求：当弹簧 22 处于极限压缩或极限拉伸长度时，对应的弹簧回复力不超过海底管道 5 的屈曲压力。

海底管道 5 在温压作用下的变形量与弹簧回复力之间的关系如式（4）所示：

$$\Delta l = \frac{F_N l}{EA} + \frac{F_N}{k} \quad (4)$$

式中， F_N 为弹簧的回复力， E 为管道的弹性模量， A 为管道的横截面积。当海底管道 5 处于最大伸长量时，弹簧回复力 $F_N = F_{s,u}$ 应不超过海底管道 5 的屈曲压力，如式（5）所示：

$$F_{s,u} \leq [F_{\text{buckling}}] \quad (5)$$

式中， F_{buckling} 为管道的屈曲压力；需要说明的是，式（3）和式（4）中， k 为弹簧的总刚度，应根据公式（3）和（4）并结合实际需求确定弹簧 22 的数量。

自由式海底防尘板浅基础的水平抗滑力由底板 11 和裙板 14 两部分提供，根据裙板 14 尺寸、土强度、底板 11 面积等因素确定。

所述的上部平板基础 21 上设有定位销孔 a 23，用于自由式海底防沉板浅基础安装和回收过程中固定上层基础 2。

所述的上部平板基础 21 底部安装有多个万向滚动球承 25，如图 4 所示；所述的万向滚动球承 25 由球形体、球承座、球承盖、小球贮存仓和小球组成，球形体能在各个方向自由滚动；所述的万向滚动球承 25 与上部平板基础 21 通过螺栓、铆钉等方式连接；所述的万向滚动球承 25 的尺寸和个数根据实际需要选择；所

述的万向滚动球承25置于底板11之上，当上部平板基础21受到海底管道5因温压作用而产生的水平推力时，固定在上部平板基础21底部的万向滚动球承25会在底板11上滚动，从而使上部平板基础21实现水平移动，在一定程度上释放连接在上部平板基础21上的海底管道5因高温高压输油而引起的轴力。

所述的上部平板基础21上表面四角安装有4个万向滚动球承做为限位块24，所述的限位块24用于限制上层基础2在水平面之外的运动。

所述的顶部盖板3包括顶板31和吊环32组成，所述顶板31为一中间开口的平板，以保证水下生产系统4和海底管道5能从中间开口中伸出；所述的顶板31上设有与挡板12上螺孔a13相匹配的螺孔b32，顶板31由螺钉8穿过螺孔b32和螺孔a13固定在挡板12上；所述顶板31上设有与上部平板基础21上定位销孔a23相匹配的定位销孔b34，用于自由式防沉板浅基础安装和回收过程中固定上层基础2；所述的顶板31上对称布置多个吊环33，用于吊装顶板31，也用于安装和回收自由式海底防沉板浅基础。

所述的挡板12的高度要大于上部平板基础21、万向滚动球承25和限位块24的高度之和，当上层基础2置于底板11之上时，挡板12顶面和限位块24顶面之间存在一个高差，保证顶板31能固定在挡板12上而不会接触限位块24；连接顶板31之后，顶板31底面和限位块24顶面之间留有一个间隙，间隙的尺寸满足如下原则：

a) 所留间隙的尺寸要保证上层基础2能在底板11上水平运动而不受顶板31的影响；

b) 在满足原则a)的前提下，所留间隙的尺寸足够小，使顶板31能约束限位块24的竖向位移，避免上层基础2出现水平面以外的运动（例如：在弯矩荷载作用下上层基础2一端倾斜翘起）。

所述的裙板14嵌入海床土中用于提高自由式海底防沉板浅基础的水平抗滑力和竖向承载力，裙板14有多种设计形式，例如栅格形裙板、圆柱形短桩、吸

力筒；图 5a 和图 5b、图 5c 和图 5d，所示底板 11 底部分别设有栅格形裙板和圆柱形短桩，二者都是为了增加自由式海底防沉板浅基础的水平抗滑力和竖向承载力，进而提高基础的在位稳定性。

所述的水下生产系统 4 和上部平板基础 21 之间连接有由弹簧和阻尼器组成的减振装置 6，所述的减振装置 6 用于减少水下生产系统 4 工作时的振动对海底管道 5 的影响，也用于减少水下生产系统 4 工作时的振动导致基底土体循环扰动；弹簧和阻尼器的参数要根据上部设备的具体参数来设计。

2、安装过程

本发明自由式海底防沉板浅基础的安装步骤如下：

a) 将上层基础 2 置于下层基础 1 的底板 11 上，用弹簧 22 连接上部平板基础 21 和挡板 12；将顶板 31 吊装至挡板 12 上，顶板 31 和挡板 12 用螺栓 8 固定；用定位销 7 穿过顶板 31 上的定位销孔 b 34 和上层基础 2 上的定位销孔 a 23 来固定上层基础 2；

b) 借助管道敷设船上的吊装系统进行自由式海底防沉板浅基础安装，可采用两种吊装方式，竖直吊装（底板 11 长边和短边所在平面为竖直平面）和水平吊装（底板 11 长边和短边所在的平面为水平面），根据实际情况选择合适的吊装方式；

c) 完成安装后，通过水下机器人 ROV 将定位销 7 拔出，允许上层基础 2 在底板 11 上水平滑动；

d) 开启阳极保护装置 15，防止自由式海底防沉板浅基础在海水环境中锈蚀。

3、回收过程

本发明自由式海底防沉板浅基础的回收步骤如下：

a) 将定位销 7 穿过顶板 31 上的定位销孔 b 34 和上层基础 2 上的定位销孔 a 23 以固定上层基础 2；

b) 将吊装绳系到吊环 33 上，回收自由式海底防沉板浅基础；回收后的防

沉板浅基础可重复利用，是一种环境友好型海底浅基础。

权利要求书

1.一种自由式海底防沉板浅基础，其特征在于，所述的自由式海底防沉板浅基础主要由下层基础（1）、上层基础（2）和顶部盖板（3）组成；所述的下层基础（1）坐底于海床表面，用于支撑自由式海底防沉板浅基础和水下生产系统（4）的重量；所述的顶部盖板（3）的底面与下层基础（1）的顶面相连，下层基础（1）的内部为空心结构，上层基础（2）位于下层基础（1）内部空间内，并在下层基础（1）内实现水平运动；

所述的下层基础（1）主要由底板（11）、挡板（12）和裙板（14）组成；所述的底板（11）下表面对称布设多个裙板（14），裙板（14）嵌入海床土中，用于增加自由式海底防沉板浅基础的水平抗滑力和竖向承载力，并提高底板（11）的刚度；所述的挡板（12）固定在底板（11）上表面的四周，形成开口的空心方体结构；所述的挡板（12）的上表面对称布设多个螺孔 a（13），用于固定顶部盖板（3）；

所述的上层基础（2）主要由上部平板基础（21）、限位块（24）和万向滚动球承（25）组成；所述的上部平板基础（21），其四周侧面对称安装有多个弹簧（22），上部平板基础（21）的尺寸小于挡板（12）与底板（11）围成的空心方体结构的尺寸；所述的弹簧（22），其一端连接上部平板基础（21）的侧面，另一端连接挡板（12）内侧；所述的上部平板基础（21）上对称设有多个定位销孔 a（23）；所述的限位块（24）安装在上部平板基础（21）上表面的四角，用于限制上层基础（2）的运动方向；所述的万向滚动球承（25）安装在上部平板基础（21）的底部，万向滚动球承（25）的底部与底板（11）相接触；水下生产系统（4）安装在上部平板基础（21）的上表面，海底管道（5）的一端与水下生产系统（4）相通，用于输油；当上部平板基础（21）受到海底管道（5）因温压作用而产生的水平推力时，万向滚动球承（25）底部的球形体在底板（11）

上滚动，从而使上部平板基础（21）实现水平移动，释放海底管道（5）因高温高压输油而引起的轴力；

所述的顶部盖板（3）主要由顶板（31）和吊环（32）组成；所述的顶板（31）为中间开口的平板，中间开口用于水下生产系统（4）和海底管道（5）从中伸出；所述的顶板（31）上设有多个螺孔 b（32），与挡板（12）上的螺孔 a（13）相对应，通过螺钉（8）与螺孔 b（32）和螺孔 a（13）的配合，将顶板（31）固定在挡板（12）上；所述的顶板（31）上设有定位销孔 b（34），与上部平板基础（21）上的定位销孔 a（23）相对应，通过定位销（7）与定位销孔 b（34）和定位销孔 a（23）的配合，将上层基础（2）与顶部盖板（3）固定连接；所述的吊环（33）对称布置在顶板（31）上表面，用于吊装顶板（31）以及安装和回收自由式海底防沉板浅基础。

2.根据权利要求 1 所述的一种自由式海底防沉板浅基础，其特征在于，所述的挡板（12）高度大于上部平板基础（21）、万向滚动球承（25）和限位块（24）的高度之和，当上层基础（2）置于底板（11）上时，挡板（12）顶面和限位块（24）顶面之间存在高差，使顶板（31）固定在挡板（12）上而不接触限位块（24）；安装顶板（31）后，顶板（31）底面与限位块（24）顶面之间留有间隙，间隙的尺寸满足以下原则：

a) 所留间隙的尺寸保证上层基础（2）在底板（11）上水平运动而不受顶板（31）的影响；

b) 在满足原则 a) 的前提下，所留间隙的尺寸使顶板（31）约束限位块（24）的竖向位移，避免上层基础（2）出现水平面以外的运动。

3.根据权利要求 1 或 2 所述的一种自由式海底防沉板浅基础，其特征在于，所述的弹簧（22）的压缩极限或拉伸极限不小于海底管道（5）在温压作用下的最大

变形量；所述的弹簧（22）的刚度满足：当弹簧（22）处于极限压缩或极限拉伸长度时，对应的弹簧恢复力不超过自由式海底防沉板浅基础的水平抗滑力，且不超过海底管道（5）的屈曲压力。

4.根据权利要求 1 或 2 所述的一种自由式海底防沉板浅基础，其特征在于，所述的挡板（12）内侧安装有阳极保护装置（15），防止自由式海底防沉板浅基础在海水环境中锈蚀。

5.根据权利要求 3 所述的一种自由式海底防沉板浅基础，其特征在于，所述的挡板（12）内侧安装有阳极保护装置（15），防止自由式海底防沉板浅基础在海水环境中锈蚀。

6.根据权利要求 1、2 或 5 所述的一种自由式海底防沉板浅基础，其特征在于，所述的水下生产系统（4）和上部平板基础（21）之间设有由弹簧和阻尼器组成的减振装置（6），用于降低水下生产系统（4）工作时的振动导致基底土体循环扰动。

7.根据权利要求 3 所述的一种自由式海底防沉板浅基础，其特征在于，所述的水下生产系统（4）和上部平板基础（21）之间设有由弹簧和阻尼器组成的减振装置（6），用于降低水下生产系统（4）工作时的振动导致基底土体循环扰动。

8.根据权利要求 4 所述的一种自由式海底防沉板浅基础，其特征在于，所述的水下生产系统（4）和上部平板基础（21）之间设有由弹簧和阻尼器组成的减振装置（6），用于降低水下生产系统（4）工作时的振动导致基底土体循环扰动。

9.根据权利要求 1、2、5、7 或 8 所述的一种自由式海底防沉板浅基础，其特征在于，所述的裙板（14）为栅格形裙板、圆柱形短桩或吸力筒；所述的限位块（24）为万向滚动球承。

10.根据权利要求 9 所述的一种自由式海底防沉板浅基础，其特征在于，

所述的挡板（12）与底板（11）的固定方式为焊接、铆接或螺钉连接；

所述的弹簧（22）通过螺栓或铆钉的连接方式与上部平板基础（21）和挡板（12）连接；

所述的万向滚动球承（25）与上部平板基础（21）之间通过螺栓或铆钉连接，万向滚动球承（25）的尺寸和个数根据实际需求确定。

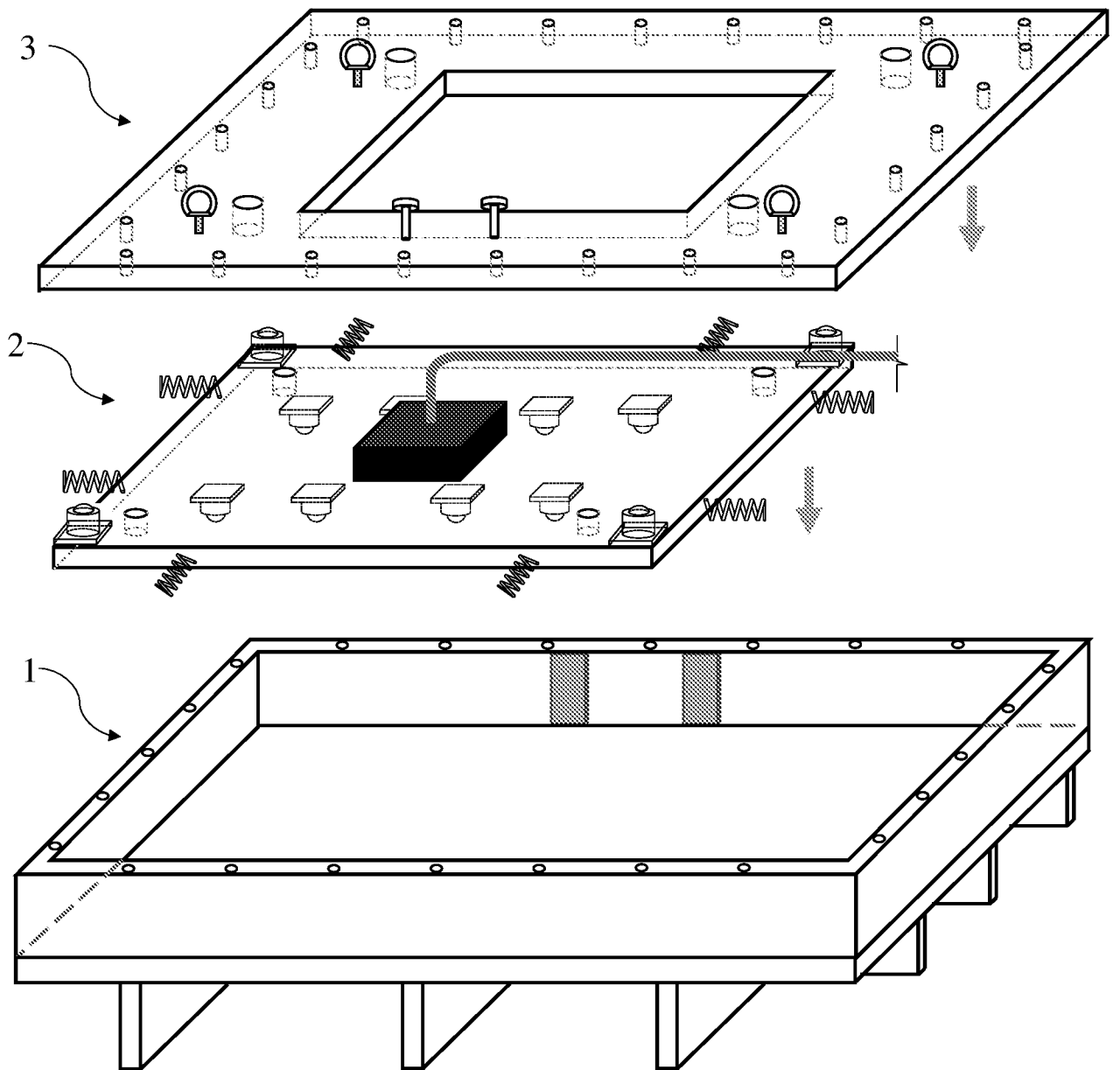


图 1

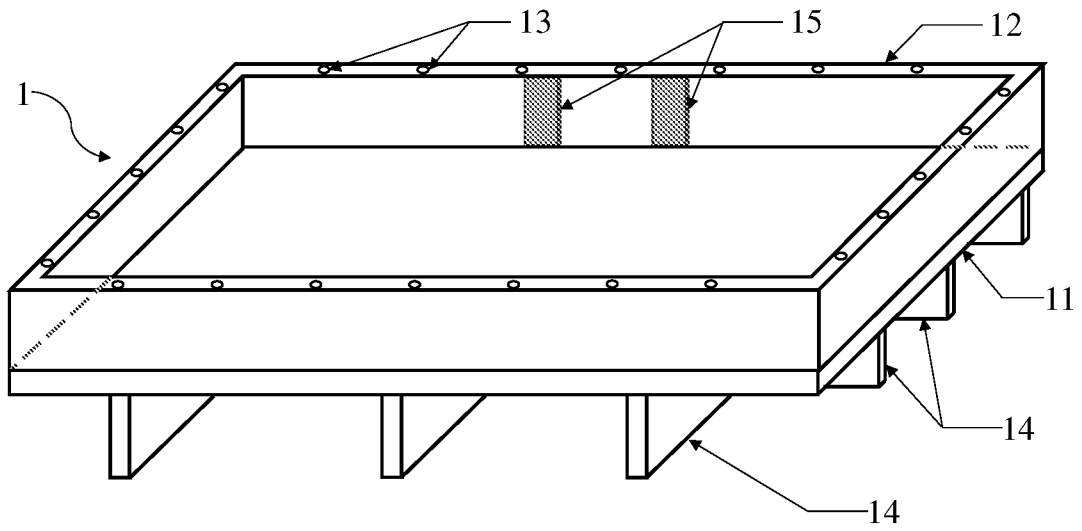


图 2a

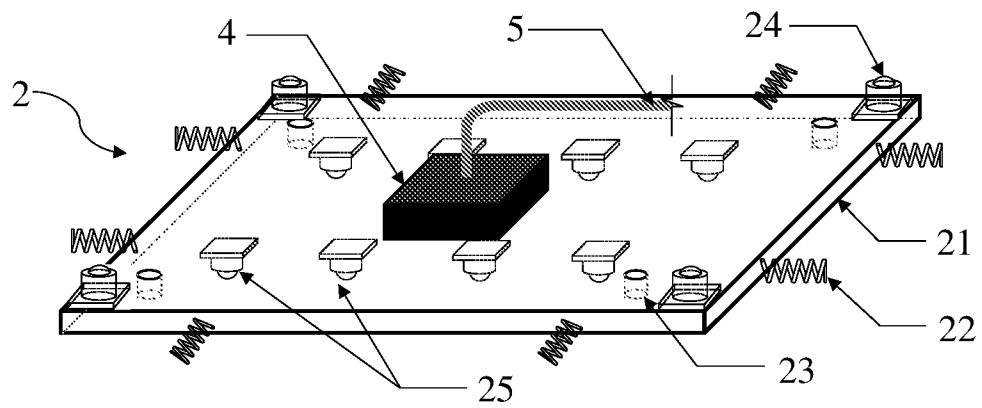


图 2b

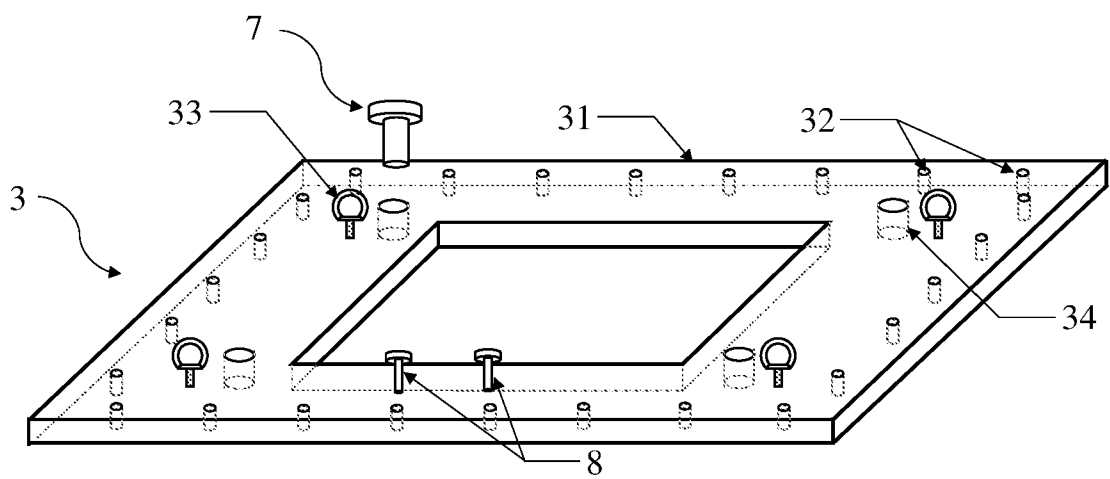


图 2c

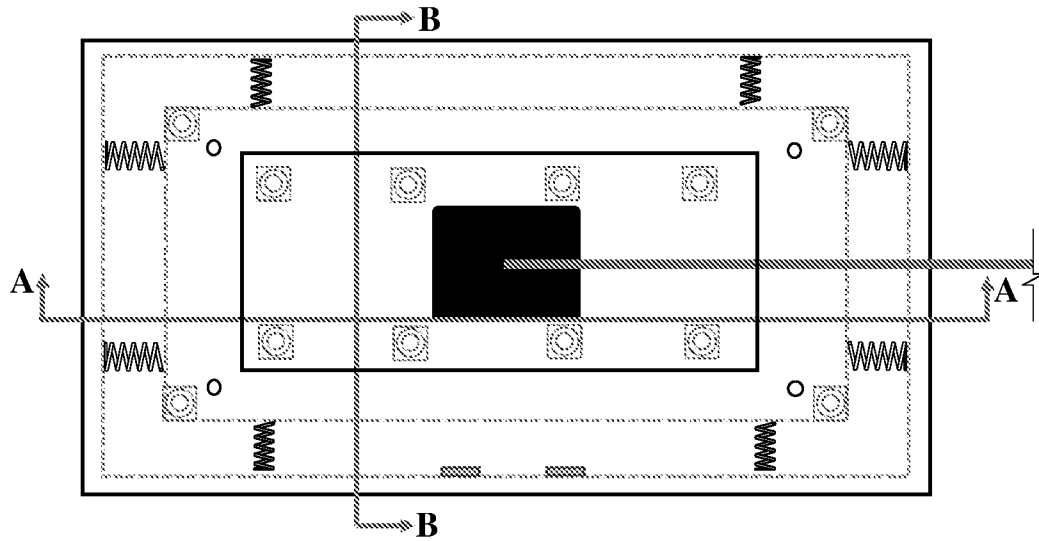


图 3a

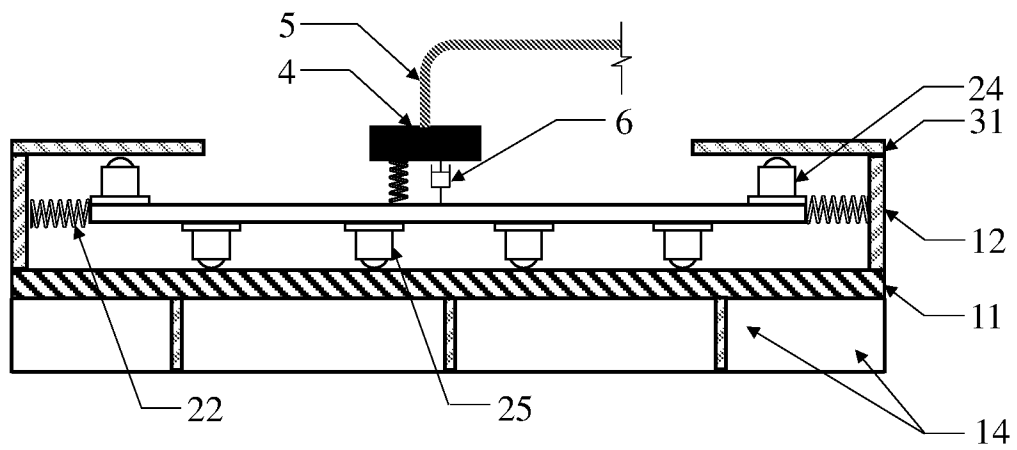


图 3b

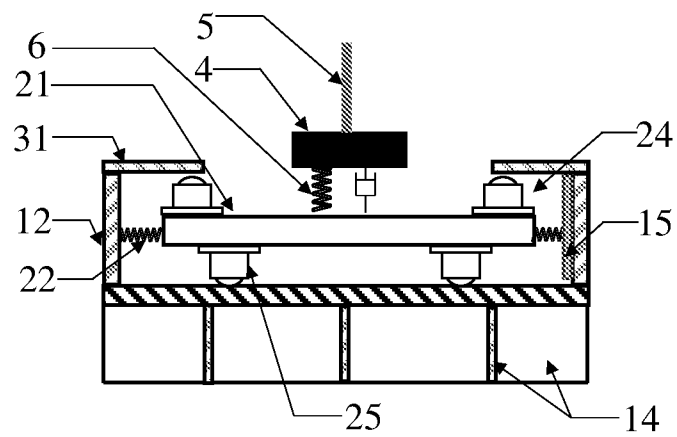


图 3c

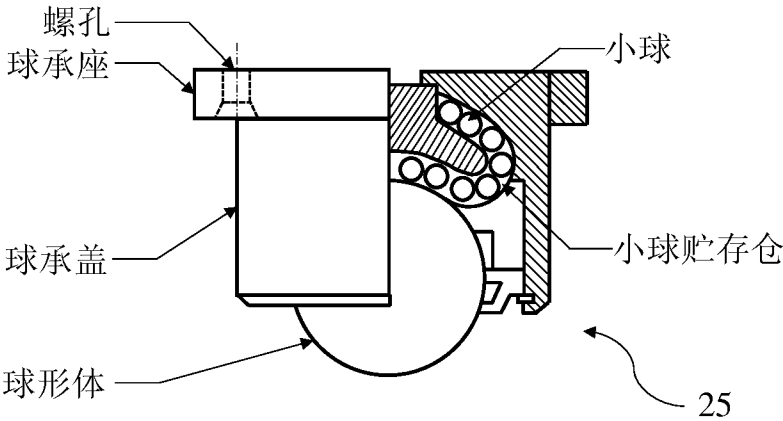


图 4

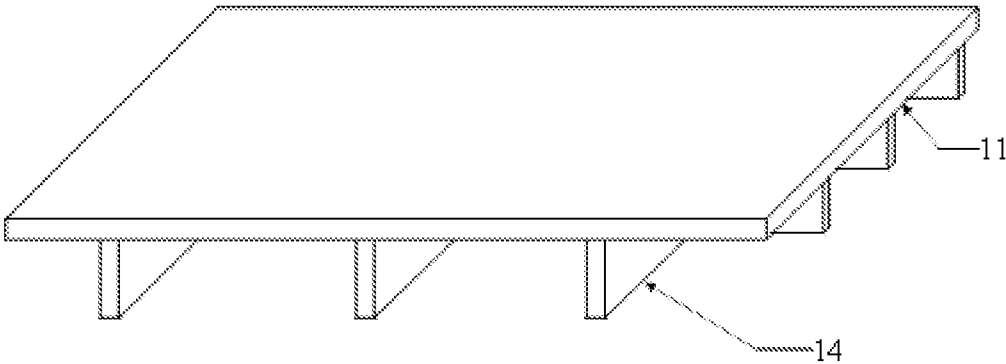


图 5a

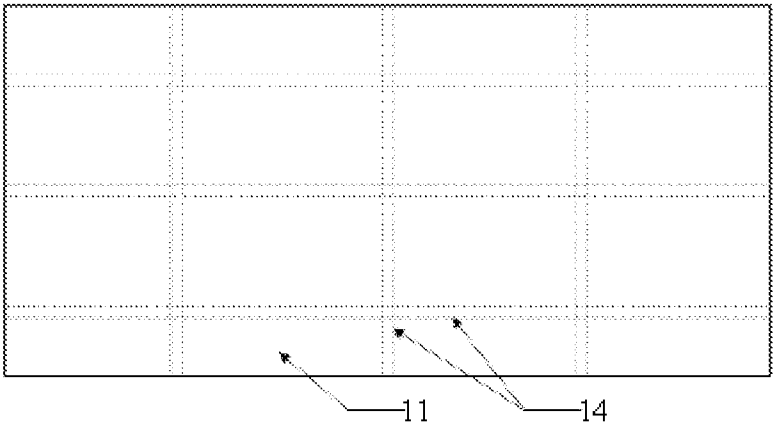


图 5b

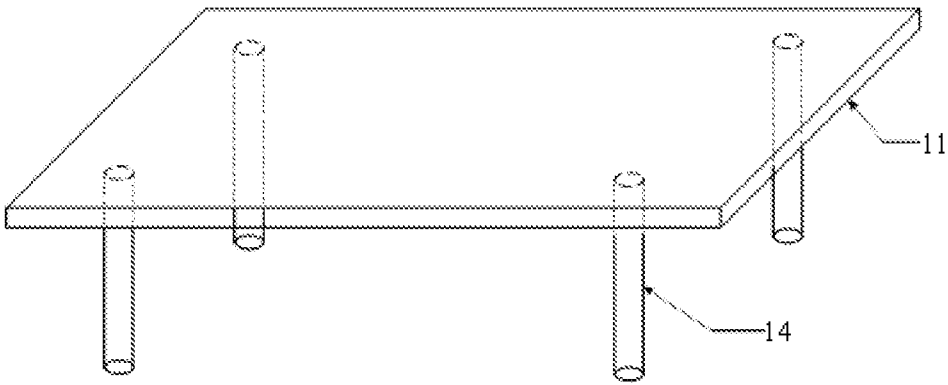


图 5c

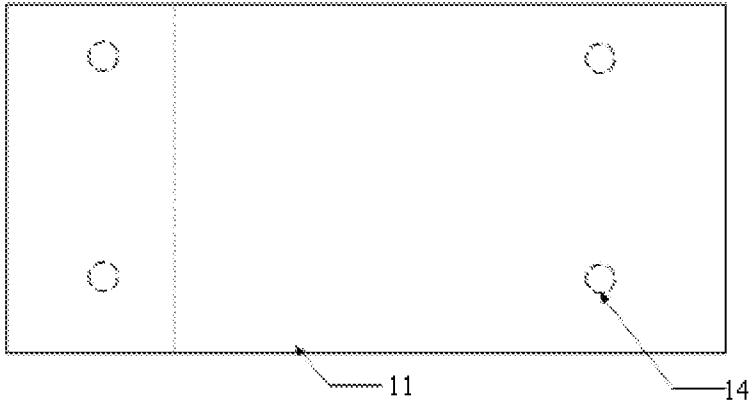


图 5d

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/075976

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16L 1/20(2006.01)i; E02D 27/04(2006.01)i; E02D 23/16(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)

F16L; E02D

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)

VEN; CNABS; CNTXT; CNKI: 重力, 基盘, 基础, 地基, 承台, 防沉板, 海底, 水下, 海缆, 管, 托架, 支架, 导向, 孔, gravity, plate, mudpat, skirt+, subsea, underwater, grillage, foundation, cable, pipe, guid+, bracket

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 204532290 U (CHINA NATIONAL OFFSHORE OIL CORPORATION et al.) 05 August 2015 (2015-08-05) description, paragraphs 17-20, and figures 1-5	1-10
A	CN 202140731 U (CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM, BEIJING) 08 February 2012 (2012-02-08) entire document	1-10
A	CN 107313723 A (CHINA NATIONAL OFFSHORE OIL CORPORATION et al.) 03 November 2017 (2017-11-03) entire document	1-10
A	CN 201963273 U (CHINA NATIONAL OFFSHORE OIL CORPORATION et al.) 07 September 2011 (2011-09-07) entire document	1-10
A	US 2011150576 A1 (ALLIOT, V.) 23 June 2011 (2011-06-23) entire document	1-10



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

05 July 2019

Date of mailing of the international search report

29 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
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/075976

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	204532290	U	05 August 2015	None			
CN	202140731	U	08 February 2012	None			
CN	107313723	A	03 November 2017	None			
CN	201963273	U	07 September 2011	None			
US	2011150576	A1	23 June 2011	AU	2008264798	A1	24 December 2008
				EP	2176578	A2	21 April 2010
				BR	PI0812009	A2	18 November 2014
				GB	0711930	D0	01 August 2007
				AT	555343	T	15 May 2012
				WO	2008155747	A2	24 December 2008
				WO	2008155747	A3	26 February 2009
				EP	2176578	B1	25 April 2012
				AU	2008264798	B2	10 January 2013
				US	8628272	B2	14 January 2014
				BR	PI0812009	B1	06 November 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/075976

A. 主题的分类 F16L 1/20(2006.01)i; E02D 27/04(2006.01)i; E02D 23/16(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) F16L; E02D 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)) VEN;CNABS;CNTXT;CNKI:重力, 基盘, 基础, 地基, 承台, 防沉板, 海底, 水下, 海缆, 管, 托架, 支架, 导向, 孔, gravity, plate, mudpat, skirt+, subsea, underwater, grillage, foundation, cable, pipe, guid+, bracket																				
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 204532290 U (中国海洋石油总公司等) 2015年 8月 5日 (2015 - 08 - 05) 说明书第17-20段, 图1-5</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 202140731 U (中国石油大学北京) 2012年 2月 8日 (2012 - 02 - 08) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107313723 A (中国海洋石油总公司等) 2017年 11月 3日 (2017 - 11 - 03) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 201963273 U (中国海洋石油总公司等) 2011年 9月 7日 (2011 - 09 - 07) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2011150576 A1 (ALLIOT VINCENT) 2011年 6月 23日 (2011 - 06 - 23) 全文</td> <td>1-10</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 204532290 U (中国海洋石油总公司等) 2015年 8月 5日 (2015 - 08 - 05) 说明书第17-20段, 图1-5	1-10	A	CN 202140731 U (中国石油大学北京) 2012年 2月 8日 (2012 - 02 - 08) 全文	1-10	A	CN 107313723 A (中国海洋石油总公司等) 2017年 11月 3日 (2017 - 11 - 03) 全文	1-10	A	CN 201963273 U (中国海洋石油总公司等) 2011年 9月 7日 (2011 - 09 - 07) 全文	1-10	A	US 2011150576 A1 (ALLIOT VINCENT) 2011年 6月 23日 (2011 - 06 - 23) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
A	CN 204532290 U (中国海洋石油总公司等) 2015年 8月 5日 (2015 - 08 - 05) 说明书第17-20段, 图1-5	1-10																		
A	CN 202140731 U (中国石油大学北京) 2012年 2月 8日 (2012 - 02 - 08) 全文	1-10																		
A	CN 107313723 A (中国海洋石油总公司等) 2017年 11月 3日 (2017 - 11 - 03) 全文	1-10																		
A	CN 201963273 U (中国海洋石油总公司等) 2011年 9月 7日 (2011 - 09 - 07) 全文	1-10																		
A	US 2011150576 A1 (ALLIOT VINCENT) 2011年 6月 23日 (2011 - 06 - 23) 全文	1-10																		
☐ 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 2019年 7月 5日		国际检索报告邮寄日期 2019年 7月 29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 方志远 电话号码 62085506																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/075976

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	204532290	U	2015年 8月 5日	无	
CN	202140731	U	2012年 2月 8日	无	
CN	107313723	A	2017年 11月 3日	无	
CN	201963273	U	2011年 9月 7日	无	
US	2011150576	A1	2011年 6月 23日	AU 2008264798	A1 2008年 12月 24日
				EP 2176578	A2 2010年 4月 21日
				BR PI0812009	A2 2014年 11月 18日
				GB 0711930	D0 2007年 8月 1日
				AT 555343	T 2012年 5月 15日
				WO 2008155747	A2 2008年 12月 24日
				WO 2008155747	A3 2009年 2月 26日
				EP 2176578	B1 2012年 4月 25日
				AU 2008264798	B2 2013年 1月 10日
				US 8628272	B2 2014年 1月 14日
				BR PI0812009	B1 2018年 11月 6日