



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105987850 A

(43) 申请公布日 2016. 10. 05

(21) 申请号 201510099213. 9

(22) 申请日 2015. 03. 06

(71) 申请人 中交第三航务工程勘察设计院有限公司

地址 200032 上海市徐汇区肇嘉浜路 831 号

(72) 发明人 胡建平 陈智勇 李孝杰 吴朝东 陶旭光

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所 31219 代理人 雷绍宁

(51) Int. Cl. G01N 3/24(2006. 01) G01N 3/02(2006. 01)

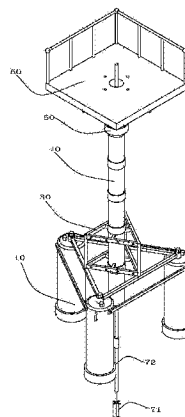
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

具有桶式桁架基础的水域十字板剪切试验平台及安装方法

(57) 摘要

本发明公开了一种具有桶式桁架基础的水域十字板剪切试验平台及安装方法,包括以下部分:由三个吸力桶和一个固定框构成的吸力基座,固定框的三个顶点分别与三个吸力桶的顶部固定连接;每个吸力桶的顶部还设有排水抽气孔;桁架模块,位于固定框的上方;导管,从吸力基座的中心竖直向上延伸,由多个导管分段通过导管接箍串接而成,其中一个导管分段与桁架模块固定连接,导管的顶部设有平台支架;作业平台,固定连接在平台支架上,作业平台上设有钻杆入口。本发明通过吸力桶顶部排水抽气孔与勘察船负压抽气系统连接,实施贯入,具有安装简便、低成本及可重复使用等特点,从而实现近海(河)水上十字板剪切试验。



1. 一种具有桶式桁架基础的水域十字板剪切试验平台,其特征是,包括以下部件:

吸力基座(10),包括三个吸力桶(11)和一个固定框(16),所述固定框(16)呈正三角形,固定框(16)的三个顶点分别与所述三个吸力桶(11)的顶部固定连接;每个吸力桶(11)的顶部还设有排水抽气孔(13);

桁架模块(30),呈正三棱柱形,位于固定框(16)的上方,桁架模块(30)的三条棱分别与固定框(16)的三条边的中点固定连接;

导管(40),从所述吸力基座(10)的中心竖直向上延伸,由多个导管分段(41)通过导管接箍(42)串接而成,其中一个导管分段(41)与所述桁架模块(30)固定连接,所述导管(40)的顶部设有平台支架(50);

作业平台(60),固定连接在所述平台支架(50)上,作业平台(60)上设有钻杆入口(62)。

2. 根据权利要求1所述的十字板剪切试验平台,其特征是,所述吸力桶(11)的底部开口处设有反滤层(17)。

3. 根据权利要求2所述的十字板剪切试验平台,其特征是,所述吸力桶的底部开口处还设有接长部(15),所述反滤层(17)固定在所述接长部(15)内。

4. 根据权利要求1所述的十字板剪切试验平台,其特征是,所述桁架模块(30)上固定有配重块(34)。

5. 根据权利要求1所述的十字板剪切试验平台,其特征是,所述平台支架(50)包括下托板(51)、上托板(53)、从下托板呈放射状向上延伸的多根弧形托架(52)以及连接在上、下托板之间的导管分段(41)。

6. 根据权利要求1所述的十字板剪切试验平台,其特征是,每个吸力桶(11)内还固定有振动器(18)。

7. 一种权利要求1所述十字板剪切试验平台的安装方法,其特征是,包括以下步骤:

A、在勘察船上预先装配好吸力基座,并在各吸力桶的排水抽气孔上接好水气管道,并把桁架模块安装在固定框上;根据操作的便利性,在吸力基座和桁架模块中安装若干段导管分段,形成平台基础;

B、在平台基础上固定好钢丝绳,利用勘察船上的吊架把平台基础吊起并逐步放入水中,同时在下放的过程中逐步接长导管,直至吸力桶座落在水下的海床或河床上;并使导管上端露出水面一定高度;

C、在平台基础自重的作用下,吸力桶的底部会沉入泥面一定深度,在吸力桶内形成了密闭空腔,然后将水气管道的上端与勘察船上的负压抽吸系统连接,对吸力桶的内部进行抽吸形成负压,使吸力桶克服土体的阻力,被不断地贯入地基土中,直至指定深度;

D、把平台支架固定在导管上端,在平台支架上再固定好作业平台,即可在作业平台上安装十字板仪,进行十字板剪切试验。

8. 根据权利要求7所述的安装方法,其特征是,所述步骤C中,在导管上端安装水平仪,在吸力桶被压入地基土的过程中,根据水平仪的显示,随时调整各个吸力桶的抽吸压力,使导管的顶面保持水平。

9. 根据权利要求7所述的安装方法,其特征是,所述步骤D中,在进行十字板剪切试验前,将十字板头安装在钻杆下端,并从作业平台的钻杆入口沿导管向下插入,在插入过程

中,利用钻杆接箍逐节加长钻杆,然后启动十字板仪,将十字板头压入土中的预定深度,并进行十字板剪切试验。

10. 根据权利要求 9 所述的安装方法,其特征是,为了保证钻杆的垂直度,在钻杆接箍处固定有圆形导向板,导向板的外径大于钻杆的外径但略小于导管的内径,在钻杆受压试验时,导向板受到导管侧壁的限制,从而避免钻杆挠曲。

11. 根据权利要求 7 所述的安装方法,其特征是,通过在吸力桶的底部增设接长部(15),来调整吸力桶(11)的长径比。

具有桶式桁架基础的水域十字板剪切试验平台及安装方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种近海岩土工程勘察作业平台,能确保水上十字板剪切测试项目正常进行,具体说属于水域岩土性能现场测试基础平台。

背景技术

[0002] 十字板剪切试验(VST)是一种通过对插入地基土中规定形状和尺寸的十字板头施加扭力,使十字板头在土中等速扭转直至土体剪损,同时测出旋转时圆柱体表面所形成的最大扭矩,从而换算出土的抗剪强度,其值相当于试验深度天然土层在原位压力固结下不排水抗剪强度。十字板剪切试验不需要采取土样,避免了试样结构扰动及应力释放所造成的数据失真,与室内试验强度指标相比,它更能反映软黏土层的真实强度,成为地基设计挖掘潜力、降低成本、提高质量的一种不可缺少的测试手段,国标《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001, 2009年版)、行标《公路软土地基路堤设计与施工技术细则》(JTG/T D31-02-2013)及《铁路工程地质原位测试规程》(TB 10018—2003)等规范均作了详细指导。十字板剪切仪是瑞典学者奥尔森(J. Olsson)于1928年提出的,我国于1954年开始使用,目前已成为一种评价地基土普遍采用的原位测试方法。

[0003] 目前,最常用的十字板剪切仪有机械式和电测式两种,针对近海工程常见的海相沉积软黏土层,十字板剪切试验可以用来测定原位应力条件下的不排水抗剪强度;确定土的灵敏度和边坡稳定性;计算地基承载力、极限承载力;判定土的固结历史等参数。十字板剪切试验在陆域应用已经非常成熟,但在海上作业需依托一个能够承受竖向荷载、风浪引起的水平及扭力荷载、测试钻进反力等构成的复合荷载作用下的稳固平台。

[0004] 现有技术中,常用船载式或固定式平台实施VST测试,成本高且效率低,并受到恶劣海况、复杂地形及高额成本的制约,使得VST测试项目难以在水运工程中普遍推广与应用,文献“饱和软黏土十字板强度的相关性研究”(万中喜,刘丹忠,水运工程,2012,(7):176-180.)和“十字板剪切试验在港珠澳大桥岛隧工程勘察中的应用”(谢焰云,王强,水运工程,2013,(7):39-42.)等均有阐述。

[0005] 现有技术中也公开了部分水上十字板剪切试验的解决方案,如专利号为200420020202.4的中国实用新型专利公开了一种“水域原位测试底吸式平台”,平台整体事先安装好,通过工作母船把平台吊入水中,该发明接近陆域静态平台效果。但由于该发明平台高度的限制,存在作业水深较浅($\leq 15\text{m}$),复杂海床情况下平台的垂直度难以保证。

[0006] 中国实用新型专利CN201512098U公开了一种“轻型自升式内河水域勘探平台”,平台通过支腿和管靴支撑在河床上,通过人力拉动支腿顶部的葫芦实现升降。平台结构简单、轻便,能够满足江、河、湖内十字板剪切等原位试验。但平台受支腿长度的限制,适应的水深较浅,抗风、浪、涌等能力较低,无法满足环境较为恶劣的近海水域十字板测试项目的正常实施。

[0007] 另,PCT国际专利申请“无条件稳定浮式海上平台”(PCT/US2011/0327262011.04.15),为海上石油开发提供了一种抗倾覆性强的作业平台,但安装

过程需较多的辅助设施配合,高额的成本投入无法适应低收费的十字板测试项目需求。

[0008] 随着近海沿岸水工建筑、跨海桥梁、深水码头、人工岛隧等工程规模的不断扩大,岩土工程基础设计中越来越依赖于十字板等原位测试所提供的力学参数。因此,业内迫切需要一种下得去、竖得稳、起得来,且安全性高、低成本可反复使用的近海平台,并可安装符合欧标(EU)、美标(ASTM)或国标(GB)的十字板剪切装置,满足水运工程软黏土地基设计需求。

发明内容

[0009] 本发明要解决的技术是提供一种用于近海水域的十字板剪切试验平台,针对海床软黏土地层及恶劣海况复杂环境,能够克服十字板测试过程受到的竖向荷载、剪切扭矩、钻进反力及水平波浪荷载构成的复合载荷影响。

[0010] 为了解决上述技术问题,本发明采用以下技术方案:一种具有桶式桁架基础的水域十字板剪切试验平台,包括以下部件:吸力基座,包括三个吸力桶和一个固定框,所述固定框呈正三角形,固定框的三个顶点分别与所述三个吸力桶的顶部固定连接;每个吸力桶的顶部还设有排水抽气孔;桁架模块,呈正三棱柱形,位于固定框的上方,桁架模块的三条棱分别与固定框的三条边的中点固定连接;导管,从所述吸力基座的中心竖直向上延伸,由多个导管分段通过导管接箍串接而成,其中一个导管分段与所述桁架模块固定连接,所述导管的顶部设有平台支架;作业平台,固定连接在所述平台支架上,作业平台上设有钻杆入口。

[0011] 优选地,所述吸力桶的底部开口处设有反滤层。

[0012] 更优选地,所述吸力桶的底部开口处还设有接长部,所述反滤层固定在所述接长部内。

[0013] 优选地,所述桁架模块上固定有配重块。

[0014] 优选地,所述平台支架包括下托板、上托板、从下托板呈放射状向上延伸的多根弧形托架以及连接在上、下托板之间的导管分段。

[0015] 优选地,每个吸力桶内还固定有振动器。

[0016] 本发明还提供一种上述十字板剪切试验平台的安装方法,该方法包括以下步骤:

[0017] A、在勘察船上预先装配好吸力基座,并在各吸力桶的排水抽气孔上接好水气管道,并把桁架模块安装在固定框上;根据操作的便利性,在吸力基座和桁架模块中安装若干段导管分段,形成平台基础;

[0018] B、在平台基础上固定好钢丝绳,利用勘察船上的吊架把平台基础吊起并逐步放入水中,同时在下放的过程中逐步接长导管,直至吸力桶座落在水下的海床或河床上;并使导管上端露出水面一定高度;

[0019] C、在平台基础自重的作用下,吸力桶的底部会沉入泥面一定深度,在吸力桶内形成了密闭空腔,然后将水气管道的上端与勘察船上的负压抽吸系统连接,对吸力桶的内部进行抽吸形成负压,使吸力桶克服土体的阻力,被不断地压入地基土中,直至指定深度;

[0020] D、把平台支架固定在导管上端,在平台支架上再固定好作业平台,即可在作业平台上安装十字板仪,进行十字板剪切试验。

[0021] 优选地,所述步骤C中,在导管上端安装水平仪,在吸力桶被压入地基土的过程

中,根据水平仪的指示,随时调整各个吸力桶的抽吸压力,使导管的顶面保持水平。

[0022] 优选地,所述步骤 D 中,在进行十字板剪切试验前,将十字板头安装在钻杆下端,并从作业平台的钻杆入口沿导管向下插入,在插入过程中,利用钻杆接箍逐节加长钻杆,然后启动十字板仪,将十字板头压入土中的预定深度,并进行十字板剪切试验。

[0023] 更优地,为了保证钻杆的垂直度,在钻杆接箍处固定有圆形导向板,导向板的外径大于钻杆的外径但略小于导管的内径,在钻杆受压试验时,导向板受到导管侧壁的限制,从而避免钻杆挠曲。

[0024] 优选地,通过在吸力桶的底部增设接长部,来调整吸力桶的长径比。

[0025] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0026] (1) 本发明利用吸力桶内的负压实施贯入,贯入过程、平台态势均处于可控状态,确保在复杂起伏海床或河床上平台的垂直度;

[0027] (2) 本发明可利用现成勘察船起重设备,实现勘察船与试验平台的资源共享,大幅降低水上勘探的成本;

[0028] (3) 本发明采用一种三角形分布的桶式桁架基础,由此创建的试验平台具有运输便利、安装简便、低成本、可重复使用及安全性高的特点,从而使原位十字板试验依托该发明而延伸至近海水域,能满足近海工程各类复杂地层十字板剪切试验的要求;

[0029] (4) 本发明利用吸力桶长径比 (L/D) 的调整,可实现桶式基础贯入深度控制,提高复合荷载作用下平台基础的稳定性,从而大幅降低风、浪、涌等复杂海况对作业平台构成的风险;

[0030] (5) 在本发明的优选方案中,吸力桶底部的反滤层设计,提高了吸力桶基础在软黏土~砂类土海床负压下贯入的质量;吸力桶内的振动器设计,大幅提升了对整个平台基础的起拔能力。

附图说明

[0031] 图 1 为本发明一种具有桶式桁架基础的水域十字板剪切试验平台的整体结构示意图。

[0032] 图 2 为本发明十字板剪切试验平台的结构分解示意图。

[0033] 图 3 为本发明中吸力基座的结构示意图。

[0034] 图 4 为本发明中桁架模块的结构示意图。

[0035] 图 5 为本发明中作业平台与平台支架的连接结构示意图。

[0036] 图 6 为利用勘察船对本发明十字板剪切试验平台进行安装的示意图。

[0037] 图中:

[0038] 10 吸力基座; 11 吸力桶; 12 加强筋; 13 排水抽气孔;

[0039] 14 吊耳; 15 接长部; 16 固定框; 17 反滤层;

[0040] 18 振动器; 20 螺钉; 30 桁架模块; 31 支撑柱;

[0041] 32 支撑梁; 33 支撑筋; 34 配重块; 40 导管;

[0042] 41 导管分段; 42 导管接箍; 50 平台支架; 51 下托板;

[0043] 52 弧形托架; 53 上托板; 60 作业平台; 61 栏杆;

[0044] 62 钻杆入口; 71 十字板头; 72 钻杆; 73 钻杆接箍;

[0045] 74 导向板； 80 勘察船； 81 负压抽吸系统； 82 钢丝绳；
[0046] 83 吊架； 85 水平仪； 86 水气管道；

具体实施方式

[0047] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步详细说明。这些实施方式仅用于说明本发明，而并非对本发明的限制。

[0048] 如图 1、图 2 所示，本发明一种具有桶式桁架基础的水域十字板剪切试验平台，包括吸力基座 10、桁架模块 30、导管 40、平台支架 50 和作业平台 60。

[0049] 其中，吸力基座 10 包括三个吸力桶 11 和一个固定框 16，吸力桶 11 的底部开口，顶部封闭。所述固定框 16 呈正三角形，固定框 16 的三个顶点分别通过螺钉 20 与所述三个吸力桶 11 的顶部固定连接；每个吸力桶 11 的顶部还设有排水抽气孔 13。

[0050] 桁架模块 30 呈正三棱柱形，它位于固定框 16 的上方，桁架模块 30 的三条棱分别与固定框 16 的三条边的中点固定连接。

[0051] 导管 40 从吸力基座 10 和桁架模块 30 的中心位置竖直向上延伸，它由多个导管分段 41 通过导管接箍 42 串接而成，其中一个导管分段 41 与所述桁架模块 30 固定连接。

[0052] 平台支架 50 固定在导管的顶部；作业平台 60 固定连接在平台支架 50 上，作业平台 60 的四周设有栏杆 61，作业平台 60 的中心设有钻杆入口 62，钻杆入口 62 与导管 40 的内腔相通。

[0053] 为了增强吸力基座 10 的整体性和稳定性，在任意两个吸力桶 11 的外侧还连接有加强筋 12。为了便于对吸力基座 10 进行吊装，在每个吸力桶 11 的外侧都设有吊耳 14。

[0054] 如图 5 所示，所述平台支架 50 由下托板 51、上托板 53、从下托板呈放射状向上延伸的多根弧形托架 52 以及连接在上、下托板之间的导管分段 41 组成，上托板 53 及弧形托架 52 的上端用于与作业平台 60 的底面相连接，并能形成较大的支撑面积，使作业平台 60 更稳固。

[0055] 为了进一步理解本发明，下面参照图 2 及图 6 介绍本发明试验平台的组装、下沉、作业及起拔的过程。

[0056] 准备阶段：在勘察船 80 上预先装配好吸力基座，并把桁架模块 30 安装在固定框 16 上。如图 4 所示，桁架模块 30 由支撑柱 31、支撑梁 32、支撑筋 33 与内部的一段导管分段 41 固定联接构成。优选地，为了增加平台基础沉入海（河）床的初始深度，可在桁架模块 30 上加装配重块 34，配重块 34 可以固定在支撑梁 32 的外侧。进一步地，如图 3 所示，可以在吸力桶 11 的底部开口处设置接长部 15，接长部 15 通过螺纹连接在吸力桶 11 的底部，并可以采用多段串接，接长部 15 可以增加吸力桶整体（包括吸力桶本体和接长部）的长度（高度），可以根据海床土质情况设置吸力桶的最佳长径比（长度与直径的比值），并实现桶式基础贯入深度控制，实现不同土层的十字板试验。同时，接长部 15 通过组装的方式增加吸力桶的长度，而无需把吸力桶本体做得很长，便于运输和安装。接长部 15 的内径可以稍大于吸力桶 11 的内径，接长部 15 内还可以设置反滤层 17，所述反滤层 17 固定在接长部 15 内，反滤层 17 的外部由土工布构成，内部为颗粒物，内部的颗粒物可以是砾石、粗砂或细砂，可根据海（河）床土质的情况进行选择。反滤层 17 可避免在后续抽吸过程中形成土塞、影响吸力桶的贯入深度，从而大幅提升整个平台的稳定性。在各吸力桶 11 的排水抽气

孔 13 上接好水气管道 86, 吸力桶 11 内优选地还安装有振动器 18, 振动器 18 的电源线也从排水抽气孔 13 引出, 并将引出部位密封。根据勘察船 80 上的吊架 83 的高度及操作便利, 在吸力基座和桁架模块中先安装若干段导管分段, 形成平台基础。

[0057] 起吊阶段: 在上述组装好的平台基础上通过吊耳 14 穿设钢丝绳 82, 利用勘察船上的吊架 83 把平台基础吊起, 从勘察船的月池或外侧悬放于水中, 并逐步下降, 同时在下放的过程中逐步接长导管 40, 直至吸力桶 11 座落在水下的海(河)床上; 并使导管 40 上端露出水面一定高度。

[0058] 贯入阶段: 在平台基础自重的作用下, 吸力桶 11 的底部会沉入泥中一定深度, 并在吸力桶 11 内形成密闭空腔, 将水气管道 86 的上端与勘察船 80 上的负压抽吸系统 81 连接, 对吸力桶 11 的内部进行抽吸并形成负压, 使吸力桶 11 克服土体的阻力, 被不断地压入地基土中, 直至指定深度。

[0059] 在贯入阶段, 最好在导管 40 的上端安装水平仪 85, 在吸力桶 11 被贯入地基土的过程中, 根据水平仪 85 的显示, 随时调整各个吸力桶 11 的抽吸压力, 在吸力基座 10 到达设计深度时, 使导管 40 的顶面保持水平, 或者说, 使导管的轴线保持竖直。

[0060] 实施阶段: 首先移去水平仪 85, 然后把平台支架 50 固定在导管 40 上端, 再用螺钉把作业平台 60 固定在平台支架 50 上。然后, 即可在作业平台 60 上安装十字板仪, 进行十字板剪切试验。试验前, 先将十字板头 71 安装在钻杆 72 的下端, 并从作业平台的钻杆入口 62 沿导管 40 向下插入, 在插入过程中, 利用钻杆接箍 73 逐节加长钻杆, 然后启动十字板仪(图中未示出), 将十字板头 71 压入土中的预定深度, 然后通过十字板仪施加扭力, 测出土的抗剪强度等参数, 从而进行十字板剪切试验。为了保证钻杆 72 的垂直度, 可在钻杆接箍 73 处固定圆形的导向板 74, 导向板 74 的外径大于钻杆 72 的外径但略小于导管 40 的内径, 在钻杆受压试验时, 导向板 74 受到导管 40 侧壁的限制, 从而避免钻杆挠曲。

[0061] 完工回收: 十字板剪切试验完成后, 先卸下作业平台 60、平台支架 50 及上部导管等。开始启动负压抽吸系统 81, 负压抽吸系统 81 由智能真空泵、调压阀、显示面板、水气转换装置等组成, 负压抽吸系统 81 通过水气管道 86 对吸力桶 11 加压(充气), 使吸力桶 11 内腔加压后形成正压, 产生上浮力; 接通振动器 18 的电源, 产生振动, 使吸附在桶壁四周的土振松散, 减小平台起拔时的桶壁摩擦力; 然后利用勘察船上的吊架 83 拉紧钢丝绳, 开始起拔。吸力桶 11 的浮力、振动器 18 的振动及钢丝绳的拉力, 形成强大的上拔力, 并最终将平台基础吊上勘察船, 确保本发明试验平台“下的去, 竖得稳, 起得来”, 并能重复使用。

[0062] 本发明采用现场模块化组装设计、成本低、安装便利, 并能重复使用及安全性高; 采用负压贯入, 使整个平台基础稳定可控; 采用反滤层设计, 提高了平台基础在软黏土~砂类土海床负压下贯入的质量; 振动器的设计, 有助于减小整个平台基础的起拔摩擦力; 确保不同水深、试验深度、复杂工况下十字板原位测试的正常进行。

[0063] 以上所述仅是本发明的优选实施方式, 应当指出, 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明技术原理的前提下, 还可以做出若干改进和替换, 这些改进和替换也应视为本发明的保护范围。

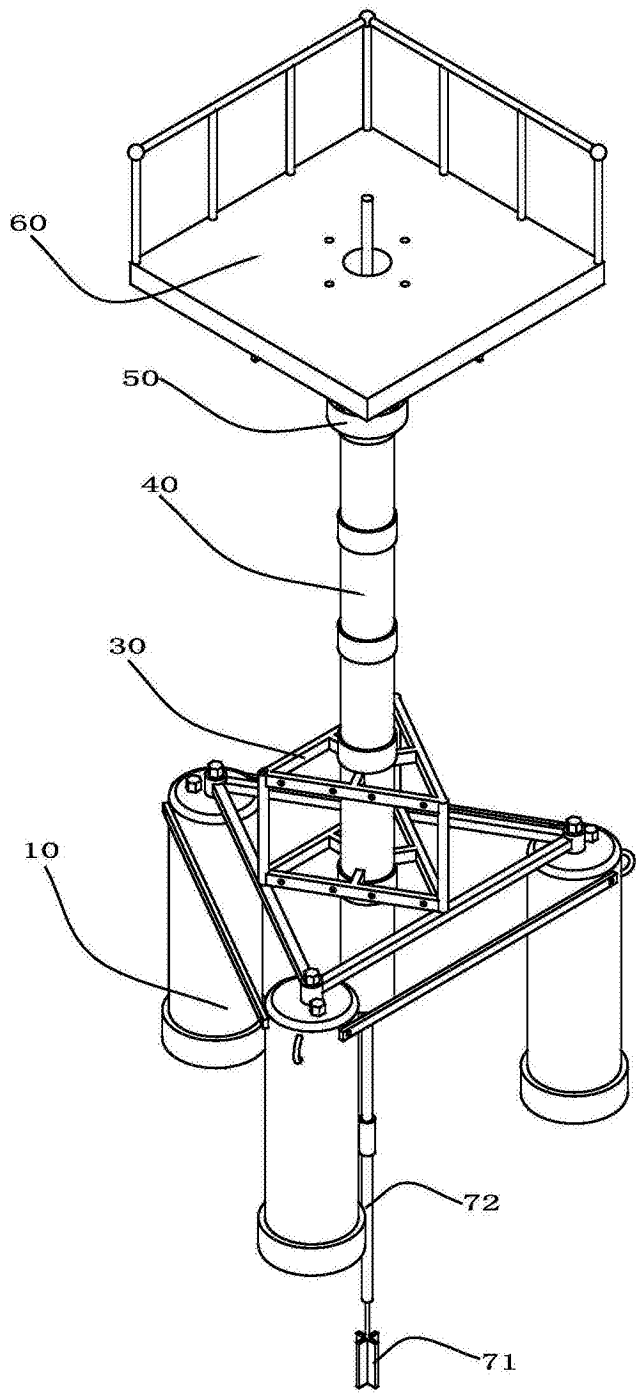


图 1

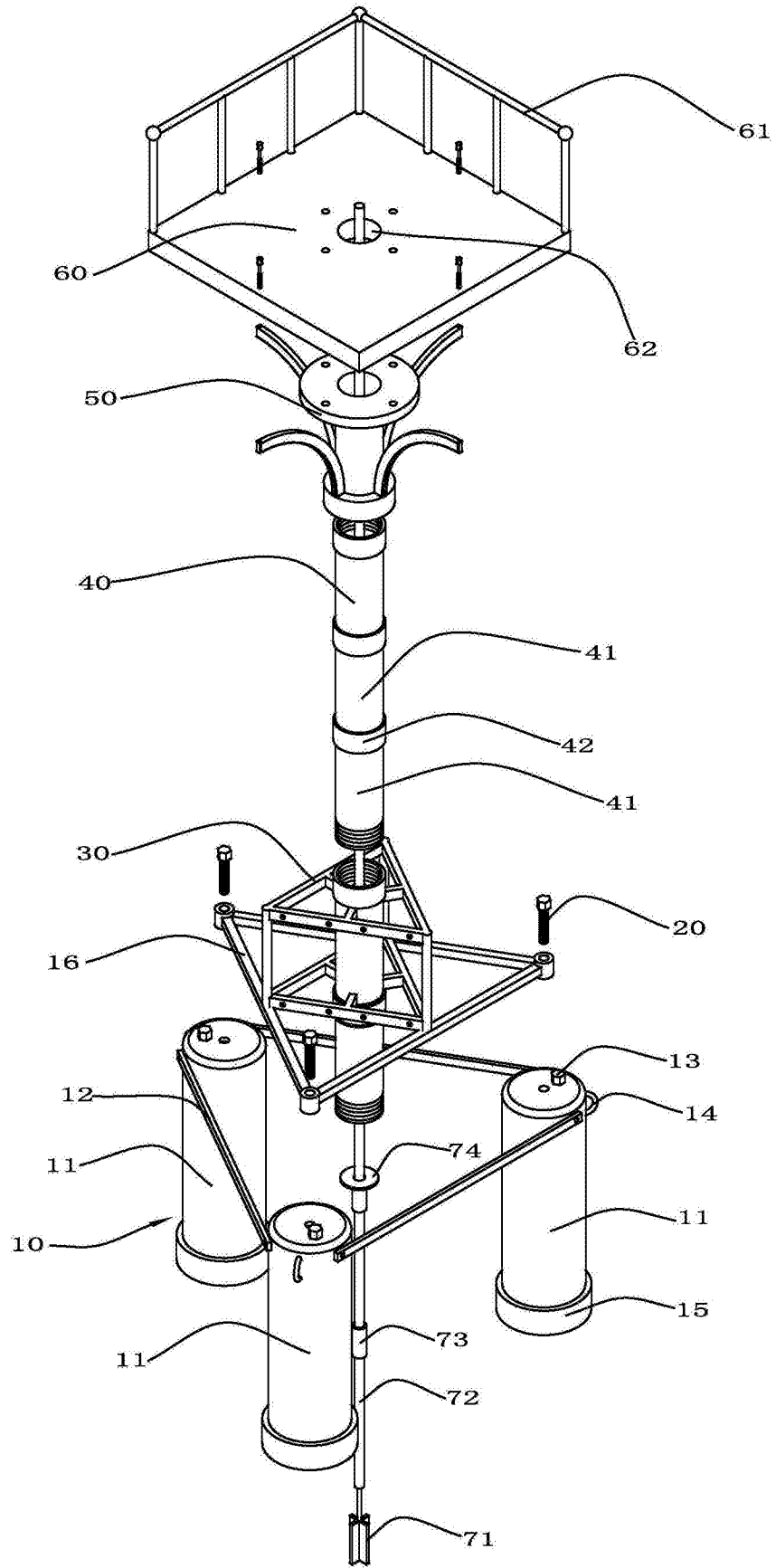


图 2

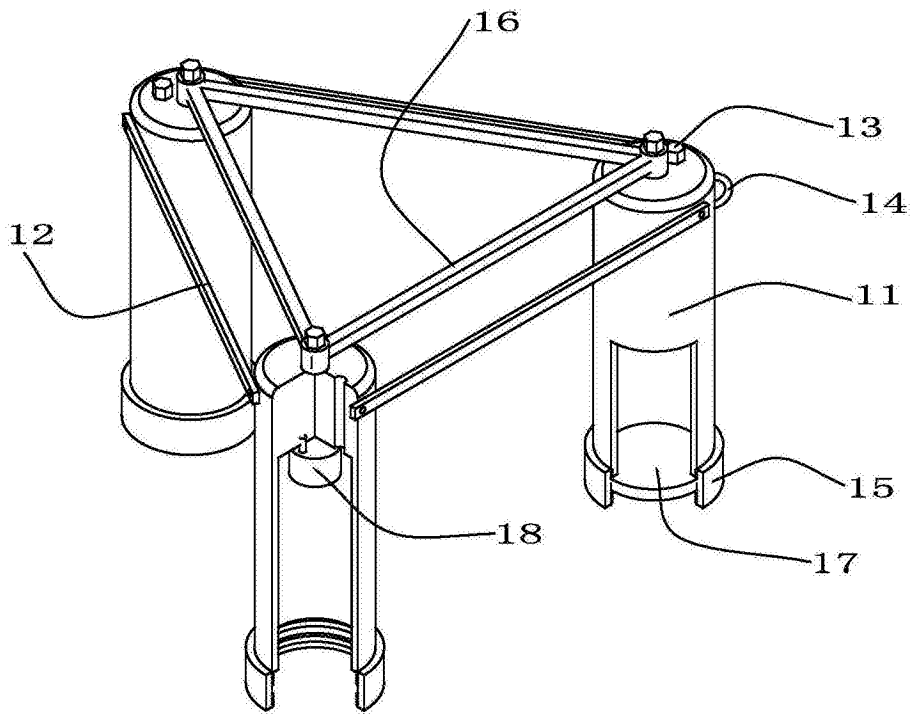


图 3

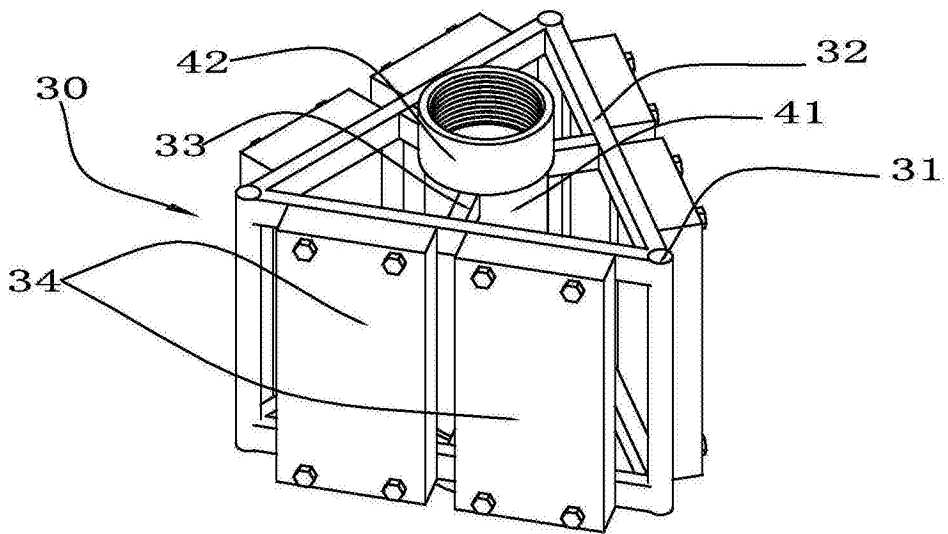


图 4

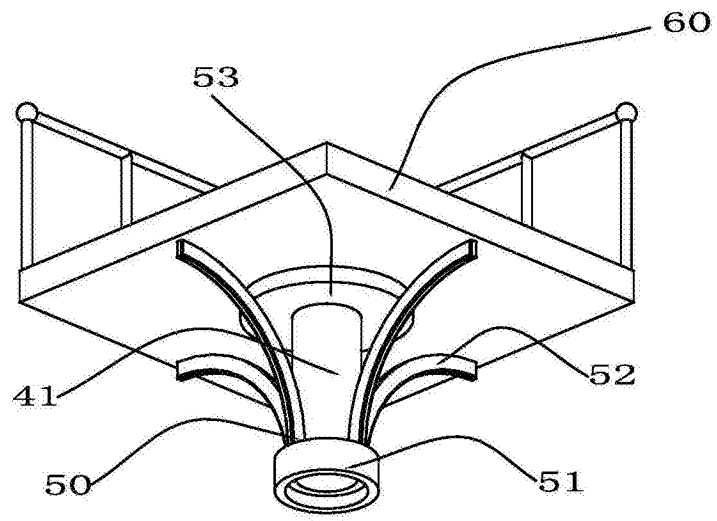


图 5

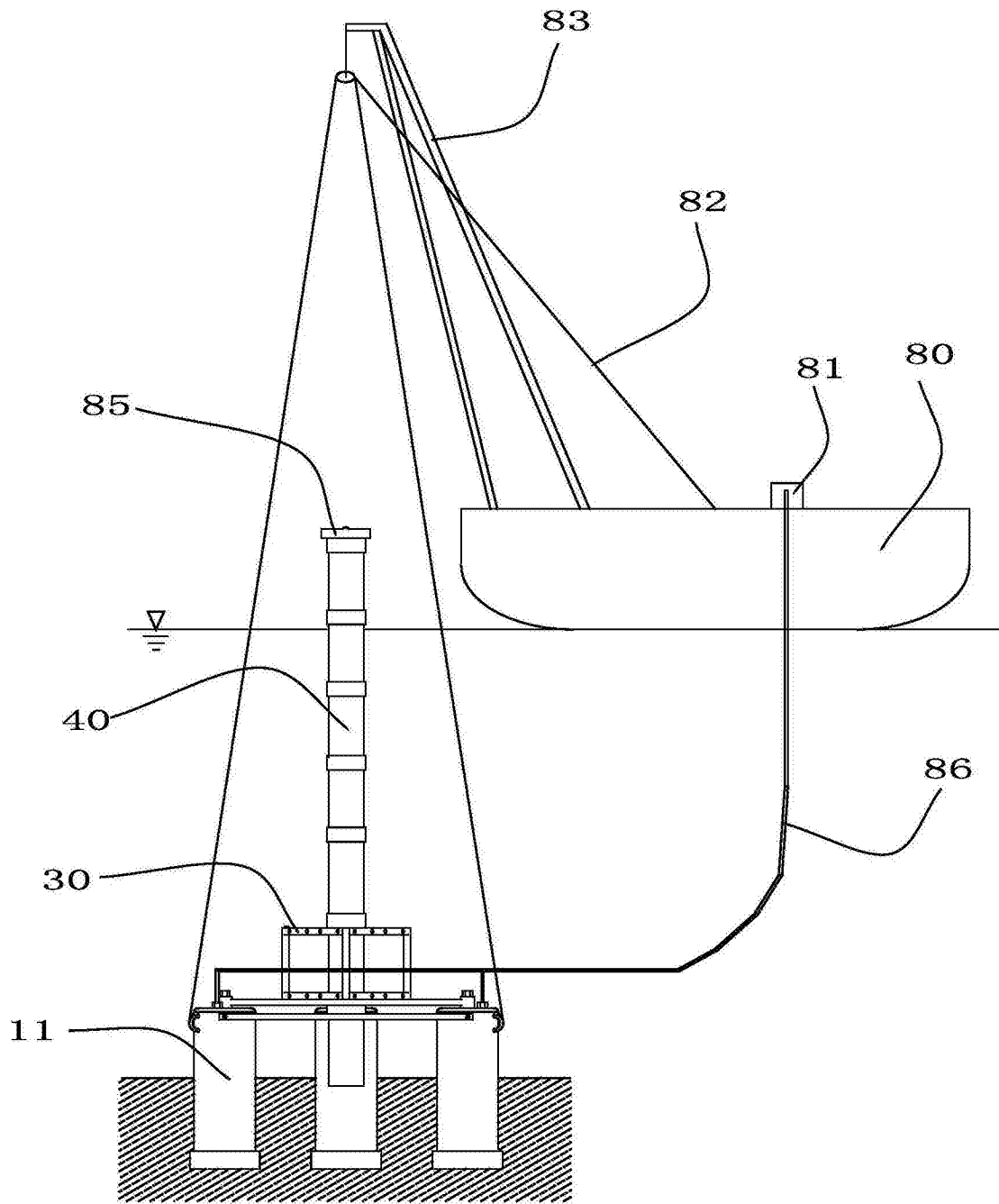


图 6