



(21)申请号 201720413504.5

(22)申请日 2017.04.19

(73)专利权人 合肥学院

地址 230601 安徽省合肥市锦绣大道99号

(72)发明人 刘金龙 刘洁群 董吉武

(74)专利代理机构 安徽合肥华信知识产权代理有限公司 34112

代理人 余成俊

(51)Int.Cl.

E02D 27/42(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

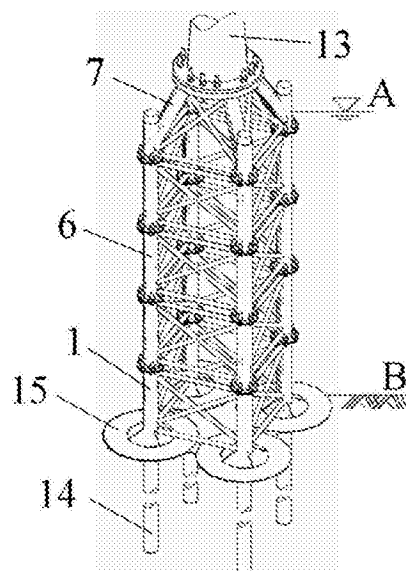
权利要求书1页 说明书6页 附图12页

(54)实用新型名称

一种四角套柱导管架组装风电基础

(57)摘要

本实用新型公开了一种四角套柱导管架组装风电基础,包括打入指定海域的、两两相对的四根钢桩,四根钢桩上套装有底部扩展板,再在每个钢桩上均套装有垫板,垫板沿着钢桩下滑并压住底部扩展板,钢桩外套入桩外导管架组装节,桩外导管架组装节由一个导管架底部节、多个导管架中间节、一个导管架顶部节依次连接而成,导管架底部节下端压住垫板,导管架顶部节上端连接有风机塔筒。本实用新型四根钢桩不承担竖向荷载,竖向荷载与水平荷载的分离,使得钢桩的直径与长度可大大减小,无需大型起吊与运输设备,导管架的铅垂度在钢桩的约束下自动满足,不需反复进行水平度调平,大大减少施工流程与施工难度。



1. 一种四角套柱导管架组装风电基础,其特征在于,包括打入指定海域的、两两相对的四根钢桩,四根钢桩上套装有底部扩展板,再在每个钢桩上均套装有垫板,垫板沿着钢桩下滑并压住底部扩展板,钢桩外套入桩外导管架组装节,桩外导管架组装节由一个导管架底部节、多个导管架中间节、一个导管架顶部节依次连接而成,导管架底部节下端压住垫板,导管架顶部节上端连接有风机塔筒。

2. 根据权利要求1所述的四角套柱导管架组装风电基础,其特征在于,所述的底部扩展板包括钢板,钢板上焊接有与四个钢桩位置相对应的四个限位套筒,四个限位套筒上端面与钢板上端面平齐,四个限位套筒外壁与钢板下端面焊接有肋板。

3. 根据权利要求1所述的四角套柱导管架组装风电基础,其特征在于,所述的导管架底部节是由四个竖向钢管和横向、斜向联接钢管焊接成的对称性空间框架结构,

对称性空间框架结构为四个竖向钢管分布于四个拐点,四个拐点与四根钢桩位置对应,相邻两个钢管外壁上下端连接横向联接钢管构成矩形框,矩形框对角线处连接斜向联接钢管;

四个竖向钢管顶部均焊接有法兰盘,法兰盘上均匀、对称的设有多个螺栓孔,四个钢管的底部均焊接有扩展盘,扩展盘与钢管外壁之间焊接有三角形加筋肋。

4. 根据权利要求1所述的四角套柱导管架组装风电基础,其特征在于,所述的导管架中间节与导管架底部节空间结构相同,也是由四个竖向钢管和横向、斜向联接钢管焊接成的对称性空间框架结构,四个钢管的两端均焊接有法兰盘,法兰盘上均匀、对称的设有多个螺栓孔。

5. 根据权利要求1所述的四角套柱导管架组装风电基础,其特征在于,所述的导管架顶部节由四个竖向钢管和横向、斜向联接钢管焊接成的锥台型对称性空间框架结构,

锥台型对称性空间框架结构四个竖向钢管分布于四个拐点,四个拐点与四根钢桩位置对应,四根钢管侧壁上连接有向上倾斜的连接管,四根钢管与连接管侧壁上连接有交叉状的斜向联接钢管,四根钢管外壁下部、四根连接管外壁上部连接有横向联接钢管;

所述四根连接管上端焊接安装有基础环,基础环上均匀的设有多个连接风机塔筒的螺栓孔;四根钢管下部焊接有法兰盘,法兰盘上均匀、对称的设有多个螺栓孔。

6. 根据权利要求1所述的四角套柱导管架组装风电基础,其特征在于,所述的导管架底部节、导管架中间节与导管架顶部节上四角钢管及底部扩展板上四个限位套筒的内径均大于钢桩外径1~2cm。

7. 根据权利要求1所述的四角套柱导管架组装风电基础,其特征在于,所述的导管架底部节、导管架中间节与导管架顶部节上四个钢管及底部扩展板上四个限位套筒的位置、尺寸相同,位置均与四个钢桩位置相匹配。

8. 根据权利要求1所述的四角套柱导管架组装风电基础,其特征在于,所述的导管架底部节、导管架中间节与导管架顶部节上四个钢管所连接法兰盘的位置与尺寸相同,通过螺栓连接对应法兰盘上的螺栓孔实现各构件相互固定与组装。

一种四角套柱导管架组装风电基础

[0001] 技术领域:

[0002] 本实用新型涉及海上风电工程技术领域,尤其涉及一种四角套柱导管架组装风电基础。

[0003] 背景技术:

[0004] 海上风电场的基础类型主要有重力式基础、单桩基础、三脚架式基础、导管架式基础、多桩式基础等。其中导管架基础是由若干竖向立柱(圆钢管)和横向、斜向联接钢管焊接成的空间框架结构,其优点在于杆径小、强度高、质量轻、承载力大、受波浪流作用小等,可应用于大型风机及深海领域,顺应着海上风电发展逐渐走向深海的趋势。导管架基础在陆上制作完毕后用桩基从导管打入海床,然后安装上部结构,避免了海上混凝土浇筑等复杂的高风险作业,有效的解决水下连接问题。

[0005] 导管架基础是深海海域风电场未来发展的主要基础选型之一。德国的Alpha Ventus (2010)海上风电场6台Repower机组和英国的Beatrice (2006)示范海上风电场中两台5 MW风机、Ormonde (2012)均采用导管架式基础;中国渤海油田海上风电示范项目、珠海桂山200MW海上示范风场等采用的也是导管架式基础。

[0006] 目前常用桩基固定式导管架的安装流程主要包括:在导管架下水就位且进行水平度测量后,先插入较低点的钢桩,再次测量水平度,用调平器或浮吊调节导管架的水平度,直至导管架的水平度达到设计要求后再重新打桩,钢桩全部打入后,桩与腿柱或裙装套筒之间的间隙用水泥浆灌注。可见,导管架基础施工过程中,基础水平度的测量与校正是重要内容之一,也是导管架基础施工的关键技术之一。

[0007] 若能改变导管架的设计构型,使施工过程中导管架的水平度能自动满足而不需要反复调平,则可大大简化导管架基础的施工过程,提高施工效率与精度,进而降低施工成本。

[0008] 可见,有必要探讨海上风电工程中简单、实用的新型导管架基础形式,促进现有技术的革新与进步。

[0009] 实用新型内容:

[0010] 为了弥补现有技术问题的不足,本实用新型的目的是提供一种四角套柱导管架组装风电基础,其套住四角的竖直钢桩而直接滑入海床,水平度能自动满足要求而不需要调平,单个构件重量小、施工方便,为海上风电工程桩基固定式导管架提供一种新构型。

[0011] 本实用新型的技术方案如下:

[0012] 一种四角套柱导管架组装风电基础,其特征在于,包括打入指定海域的、两两相对的四根钢桩,四根钢桩上套装有底部扩展板,再在每个钢桩上均套装有垫板,垫板沿着钢桩下滑并压住底部扩展板,钢桩外套入桩外导管架组装节,桩外导管架组装节由一个导管架底部节、多个导管架中间节、一个导管架顶部节依次连接而成,导管架底部节下端压住垫板,导管架顶部节上端连接有风机塔筒。

[0013] 所述的四角套柱导管架组装风电基础,其特征在于,所述的底部扩展板包括钢板,钢板上焊接有与四个钢桩位置相对应的四个限位套筒,四个限位套筒上端面与钢板上端面

平齐,四个限位套筒外壁与钢板下端面焊接有肋板。

[0014] 所述的四角套柱导管架组装风电基础,其特征在于,所述的导管架底部节是由四个竖向钢管和横向、斜向联接钢管焊接成的对称性空间框架结构,

[0015] 对称性空间框架结构为四个竖向钢管分布于四个拐点,四个拐点与四根钢桩位置对应,相邻两个钢管外壁上下端连接横向联接钢管构成矩形框,矩形框对角线处连接斜向联接钢管;

[0016] 四个竖向钢管顶部均焊接有法兰盘,法兰盘上均匀、对称的设有多个螺栓孔,四个钢管的底部均焊接有扩展盘,扩展盘与钢管外壁之间焊接有三角形加筋肋。

[0017] 所述的四角套柱导管架组装风电基础,其特征在于,所述的导管架中间节与导管架底部节空间结构相同,也是由四个竖向钢管和横向、斜向联接钢管焊接成的对称性空间框架结构,四个钢管的两端均焊接有法兰盘,法兰盘上均匀、对称的设有多个螺栓孔。

[0018] 所述的四角套柱导管架组装风电基础,其特征在于,所述的导管架顶部节由四个竖向钢管和横向、斜向联接钢管焊接成的锥台型对称性空间框架结构,

[0019] 锥台型对称性空间框架结构四个竖向钢管分布于四个拐点,四个拐点与四根钢桩位置对应,四根钢管侧壁上连接有向上倾斜的连接管,四根钢管与连接管侧壁上连接有交叉状的斜向联接钢管,四根钢管外壁下部、四根连接管外壁上部连接有横向联接钢管;

[0020] 所述四根连接管上端焊接安装有基础环,基础环上均匀的设有多个连接风机塔筒的螺栓孔;四根钢管下部焊接有法兰盘,法兰盘上均匀、对称的设有多个螺栓孔。

[0021] 所述的四角套柱导管架组装风电基础,其特征在于,所述的导管架底部节、导管架中间节与导管架顶部节上四角钢管及底部扩展板上四个限位套筒的内径均大于钢桩外径1~2cm。

[0022] 所述的四角套柱导管架组装风电基础,其特征在于,所述的导管架底部节、导管架中间节与导管架顶部节上四个钢管及底部扩展板上四个限位套筒的位置、尺寸相同,位置均与四个钢桩位置相匹配。

[0023] 所述的四角套柱导管架组装风电基础,其特征在于,所述的导管架底部节、导管架中间节与导管架顶部节上四个钢管所连接法兰盘的位置与尺寸相同,通过螺栓连接对应法兰盘上的螺栓孔实现各构件相互固定与组装。

[0024] 本实用新型的有益效果是:

[0025] 1、本实用新型所提的四角套柱导管架组装风电基础,上部风机结构的竖向荷载通过桩外导管架组装节作用在垫板与底部扩展板上而直接传递给海床土体,四根钢桩不承担上部结构的竖向荷载,四根钢桩与桩外导管架组装节形成的结构整体刚度大,能承受较大的水平荷载与弯矩。竖向荷载与水平荷载的分离,使得钢桩的直径与长度可大大减小,桩体重量大大减小,进而降低了施工难度。

[0026] 2、本实用新型所提的四角套柱导管架组装风电基础,导管架套在竖直的钢桩下沉接触海床,导管架的铅垂度由四根钢桩直接定位与控制,故在确保钢桩施工质量的前提下,导管架的铅垂度能自动满足,不需要反复进行水平度调平,大大减少施工流程与施工难度。

[0027] 3、本实用新型所提的四角套柱导管架组装风电基础,各构件通过螺栓连接形成整体,各单个构件重量相对较小,无需大型起吊与运输设备,降低施工成本,并方便潮间带风电工程的施工作业。

[0028] 4、垫板与底部扩展板的作用是把上部结构的竖向荷载传递、扩散至更大的海床面积上去,进而减小海床土体的沉降。由于桩外导管架组装节与钢桩两者是分离的,即使桩外导管架组装节发生一定数值的工后沉降,只要对工后沉降有足够的预估且桩外导管架组装节有足够的长度适应下沉需要,则工后沉降对钢桩无影响,对风机的正常运行也无影响。

[0029] 附图说明:

[0030] 图1本实用新型的导管架底部节俯视图。

[0031] 图2本实用新型的导管架底部节仰视图。

[0032] 图3本实用新型的导管架中间节结构示意图。

[0033] 图4本实用新型的导管架顶部节俯视图。

[0034] 图5本实用新型的导管架顶部节仰视图。

[0035] 图6本实用新型的底部扩展板俯视图。

[0036] 图7本实用新型的底部扩展板仰视图。

[0037] 图8本实用新型的导管架底部节与中间节连接示意图。

[0038] 图9本实用新型的导管架中间节与顶部节连接示意图。

[0039] 图10本实用新型的导管架顶部节与风机塔筒连接示意图。

[0040] 图11本实用新型的施工钢桩示意图。

[0041] 图12本实用新型的底部扩展板套入钢桩示意图。

[0042] 图13本实用新型的垫板套入钢桩示意图。

[0043] 图14本实用新型的各导管架构件套入钢桩示意图。

[0044] 图15本实用新型的连接风机塔筒示意图。

[0045] 图16本实用新型的导管架基础主视图。

[0046] 图17本实用新型的钢桩外的导管架发生工后沉降示意图。

[0047] 附图标记说明:1、导管架底部节;2、法兰盘;3、螺栓孔;4、扩展盘;5、三角形加筋肋;6、导管架中间节;7、导管架顶部节;8、基础环;9、底部扩展板;10、限位套筒;11、肋板;12、螺栓;13、风机塔筒;14、钢桩;15、垫板;A、海平面;B、海床面;C、工后沉降。

[0048] 具体实施方式:

[0049] 参见附图:

[0050] 一种四角套柱导管架组装风电基础,包括四根钢桩14与桩外导管架组装节,桩外导管架组装节由一个导管架底部节1、多个导管架中间节6、一个导管架顶部节7连接而成,组装后的桩外导管架组装节四角钢管套住竖直的四根钢桩14沉入海底压在垫板15与底部扩展板9上,垫板15为圆形钢板,圆形钢板内孔与钢桩14外壁相匹配,风机塔筒13连接在导管架顶部节7的基础环8上,风机的重力基于桩外导管架组装节直接传递给海床,风机受到的水平荷载与弯矩由四根钢桩14与海床土体共同承担,由此构成四角套柱导管架组装风电基础。

[0051] 导管架底部节1是由四个竖向钢管和横向、斜向联接钢管焊接成的对称性空间框架结构,导管架底部节1上四个钢管的顶部焊接有法兰盘2,法兰盘2上均匀、对称的设有多个螺栓孔3,导管架底部节1上四个钢管的底部通过三角形加筋肋5与扩展盘4焊接相连,如图1与图2所示。

[0052] 导管架底部节1上的扩展盘4可以把上部荷载扩散至更大的面积上去,有效减小应

力集中程度。通过多个三角形加筋肋5与四角的竖向钢管的焊接相连,使扩展盘4与导管架之间的连接紧密、牢固,满足复杂工况下荷载的传递要求。

[0053] 导管架中间节6是由四个竖向钢管和横向、斜向联接钢管焊接成的对称性空间框架结构,导管架中间节6上四个钢管的两端均焊接有法兰盘2,法兰盘2上均匀、对称的设有多个螺栓孔3,如图3所示。

[0054] 导管架底部节1与导管架中间节6的区别仅在于:导管架底部节1上四个竖向钢管的底部为扩展盘4,而不是法兰盘2,其它构件完全相同。

[0055] 导管架顶部节7由四个竖向钢管和横向、斜向联接钢管焊接成的锥台型对称性空间框架结构,导管架顶部节7上四个钢管的底部焊接有法兰盘2,法兰盘2上均匀、对称的设有多个螺栓孔3,导管架顶部节7上部各钢管与基础环8焊接相连,基础环8上均匀的设有多个螺栓孔供连接风机塔筒13使用,如图4与图5所示。

[0056] 底部扩展板9由四个限位套筒10上焊接一块方形钢板而成,四个限位套筒10基于多个肋板11均匀的与方形钢板下部焊接连接,如图6与图7所示。底部扩展板9的顶面呈水平状,各限位套筒10之间用肋板11焊接相连。

[0057] 导管架底部节1、导管架中间节6与导管架顶部节7上四角钢管及底部扩展板9上四个限位套筒10的内径大于钢桩14的外径1~2cm,其有利于导管架基于钢管套在钢桩14上顺利的滑入海床。为了减少相互摩擦,甚至可以在钢管的内壁及钢桩14的外壁上涂抹润滑剂。

[0058] 导管架底部节1、导管架中间节6与导管架顶部节7上四个钢管及底部扩展板9上四个限位套筒10的中心间距完全相同,均与四个钢桩14的中心间距相等。即导管架底部节1、导管架中间节6与导管架顶部节7可基于四个钢管套住四根钢桩14,底部扩展板9可基于四个限位套筒10套住四根钢桩14。

[0059] 导管架底部节1、导管架中间节6与导管架顶部节7上四个钢管所连接法兰盘2的位置与尺寸完全相同,可通过螺栓12连接对应法兰盘2上的螺栓孔3实现各构件的相互固定与组装。

[0060] 导管架底部节1与中间节6的连接如图8所示,导管架中间节6与顶部节7的连接如图9所示,导管架顶部节7与风机塔筒13的连接如图10所示。各构件的相互连接形成桩外导管架组装节,共同承担风机的竖向荷载。

[0061] 导管架底部节1、导管架中间节6与导管架顶部节7三者的长度可以相同,也可以不相同,三者的长度可根据构件的合理重量进行设计,各构件的长度可取标准模数。通常风机工程中根据海水深度需要多个导管架中间节6进行续接,其可进行标准化、规格化制作。

[0062] 垫板15的中部为圆状空环,空环的直径略大于钢桩14的外径。垫板15的作用是把上部风机的竖向荷载传递、扩散至更大的海床土体中去。底部扩展板9基于限位套筒10套住钢桩14后,底部扩展板9的顶面呈水平状态,故压在底部扩展板9上的垫板15也呈水平状态,且底部扩展板9与垫板15只能沿着钢桩14发生向下的竖向沉降。底部扩展板9与垫板15共同占据的轮廓面积范围内的海床土体均受到上部竖向荷载的直接作用。

[0063] 可根据荷载组合及海床地质条件设计相应垫板15的尺寸。当垫板15的尺寸足够大时,风机竖向荷载作用在垫板15与底部扩展板9上使海床产生的沉降在可接受范围内,通过设计相应桩外导管架组装节的长度使其满足、适应沉降需要,即桩外导管架组装节发生足够的工后沉降后,其基础高度仍能满足风机的正常运行需要,如图17所示。

[0064] 当然,设计垫板15时,应确保四个垫板15套入四根钢桩14后不能相互交叠、冲突。为了需要,也可把垫板15设计成不规则形状,使其不相互交叠,又具有足够大的面积。

[0065] 钢桩14对底部扩展板9与垫板15具有定位、水平约束的作用,确保桩外导管架组装节处于铅垂状态,从而维护上部风机的正常姿态。故钢桩14应有足够的强度与刚度,能维持桩外导管架组装节的铅垂特性。

[0066] 导导管架底部节1、导管架中间节6、导管架顶部节7、底部扩展板9与垫板15均由钢材焊接而成,各构件、焊缝及整体结构的强度应满足复杂工况下组合荷载的作用需求而不发生屈服,各构件应满足应力集中需要而不发生超过规范允许的过大变形。

[0067] 本实用新型的施工过程,详细描述如下:

[0068] 1)、设计与制作导管架基础:

[0069] 根据海水深度、海床地质条件、风机荷载组合等参数,设计相应钢桩14、导管架底部节1、导管架中间节6、导管架顶部节7、底部扩展板9的规格与尺寸,并焊接与制作相应导管架基础。

[0070] 所设计垫板15的直径应满足应力扩散的需要,桩外导管架组装节的长度应能适应工后沉降的需要,四根钢桩14应能抵抗水平荷载与弯矩而不发生侧移与倾斜,各构件的强度应能承受复杂工况下组合荷载的作用而不发生屈曲与变形。

[0071] 2)、打入钢桩14:

[0072] 在设计指定的海域打入四根钢桩14,并使其铅垂度、入土深度、桩间距等满足要求,如图11所示。

[0073] 钢桩14虽然不承担竖向荷载,但桩外导管架组装节的稳定性靠其维持,钢桩14的姿态决定了上部风机的姿态。故钢桩14应有足够的入土深度、强度与刚度,在荷载组合作用下其仍能保持铅垂状态。

[0074] 3)、套入底部扩展板9:

[0075] 使底部扩展板9平整的一面朝上,基于底部扩展板9的四个限位套筒10套住相应四根钢桩14,使底部扩展板9沿着钢桩14竖直滑入海中接触海床,如图12所示。

[0076] 由于钢桩14对底部扩展板9的定位与限制作用,使得底部扩展板9与海床面呈水平状接触,在后续桩外导管架竖向荷载的作用下其将与海床土体进一步紧密接触。底部扩展板9只能沿着钢桩14发生竖向沉降。

[0077] 4)、套入垫板15:

[0078] 基于垫板15中部的孔洞套住钢桩14,使垫板15沿着钢桩14竖直滑入海中压在底部扩展板9上,如图13所示。

[0079] 5)、套入桩外导管架组装节:

[0080] 根据设计方案,利用螺栓12连接对应法兰盘2上的螺栓孔3实现各构件的相互固定与组装,依次把一个导管架底部节1、多个导管架中间节6、一个导管架顶部节7连接成桩外导管架组装节,起吊桩外导管架组装节使四角的钢管套住相应四根钢桩14滑入海中压在垫板15上,如图14所示。

[0081] 施工过程中,可根据起吊设备的参数灵活进行各构件的组装。可把多个导管架构件在船上用螺栓连接后形成的局部组装结构起吊套入钢桩14,再在水中实现多个分组构件的组装与连接。

[0082] 由于导管架四角钢管的内径略大于钢桩14的外径,故各导管架在自重的作用下沿着钢桩14呈铅垂状态的下沉,最终压在垫板15与底部扩展板9上。

[0083] 6)、连接风机塔筒13:

[0084] 起吊风机塔筒13,通过螺栓使其与导管架顶部节7上的基础环8相互固定与连接,进而完成上部风机的其它安装工作,如图15所示。

[0085] 在风机重力作用下,桩外导管架组装节沿着钢桩14发生竖向沉降,只要桩外导管架组装节的长度足够大,能满足、适应海床土体工后沉降的需要,就能维持风机塔筒的足够高度、确保风机的正常运行。

[0086] 本实用新型所提的四角套柱导管架组装风电基础,上部风机结构的竖向荷载通过桩外导管架组装节作用在垫板与底部扩展板上而直接传递给海床土体,钢桩不承担上部结构的竖向荷载,四根钢桩与海床土体共同承担水平荷载与弯矩等。竖向荷载与水平荷载的分离,使得钢桩的直径与长度可大大减小,桩体重量大大减小,进而降低了施工难度。在确保四根钢桩施工质量的前提下,导管架的铅垂度能自动满足,不需要反复进行水平度调平,大大减少施工流程与施工难度。各构件通过螺栓连接形成整体,各单个构件重量相对较小,无需大型起吊与运输设备,降低了施工成本,特别是方便在潮间带进行风电工程施工作业。只要设计得当,桩外导管架组装节的工后沉降对钢桩无影响,对风机的正常运行也无影响。

[0087] 本实用新型不局限于上述具体实施方式,根据上述内容,按照本领域的普通技术知识和惯用手段,在不脱离本实用新型上述基本技术思想前提下,本实用新型还可以做出其它多种形式的等效修改、替换或变更,均落在本实用新型的保护范围之内。

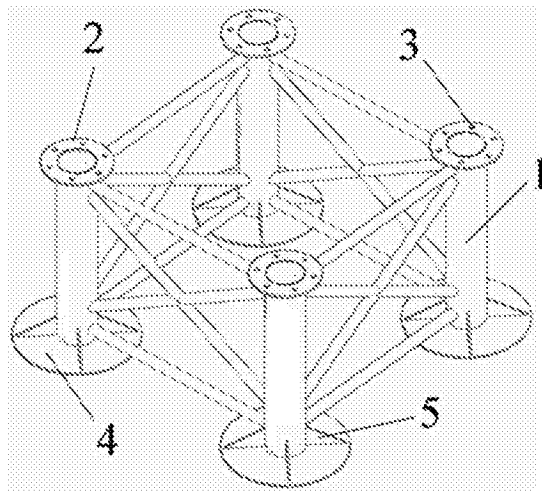


图1

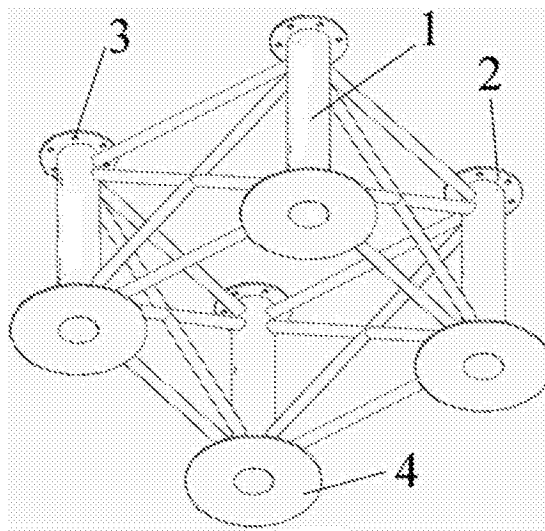


图2

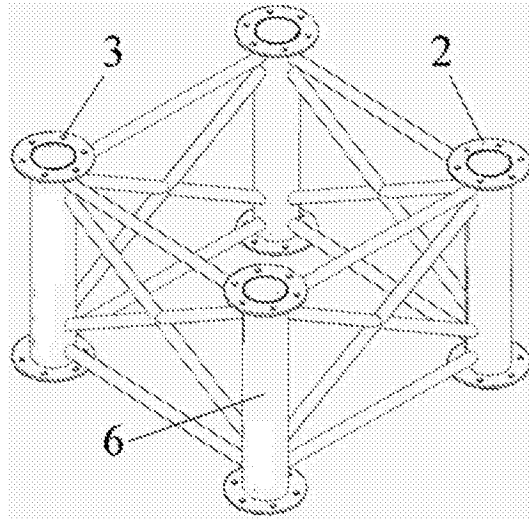


图3

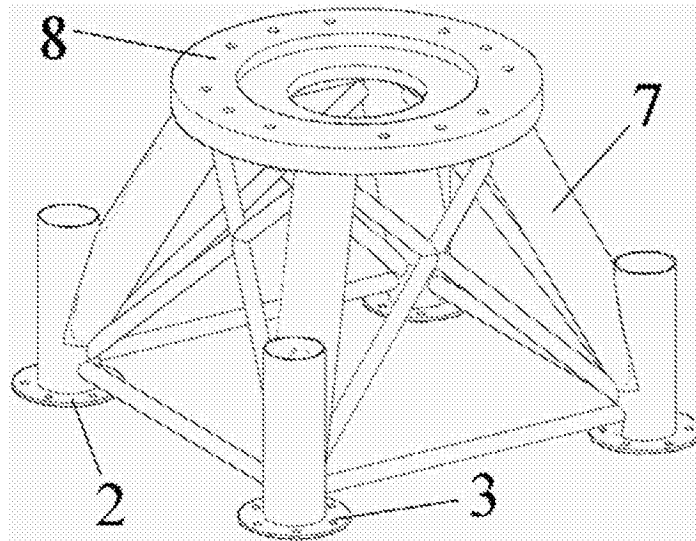


图4

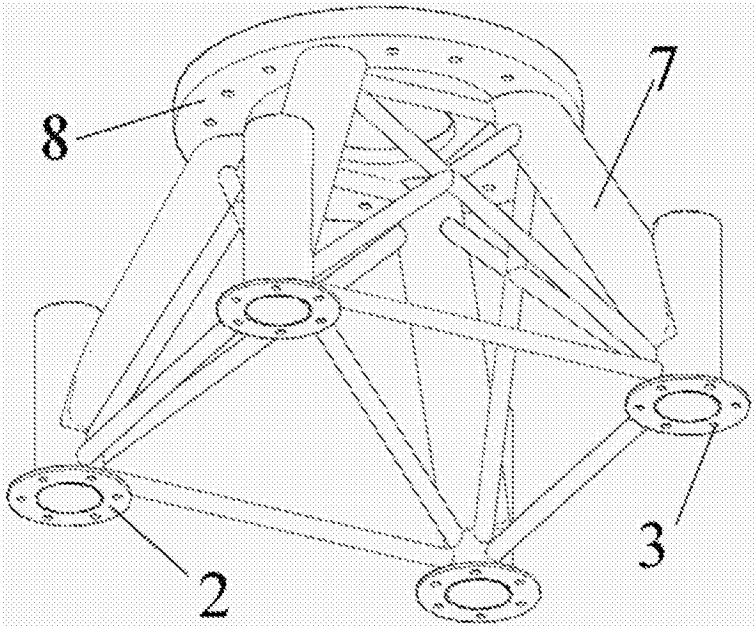


图5

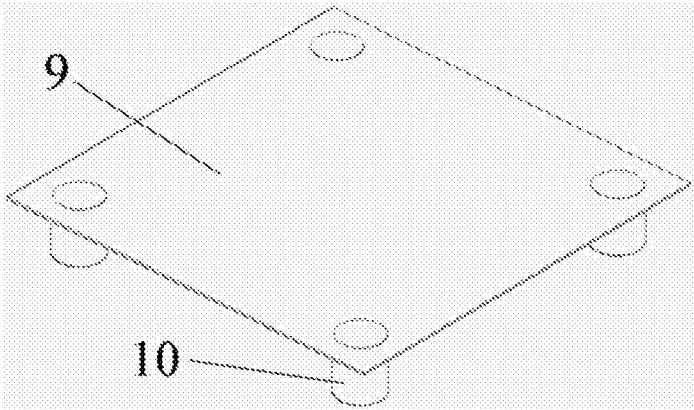


图6

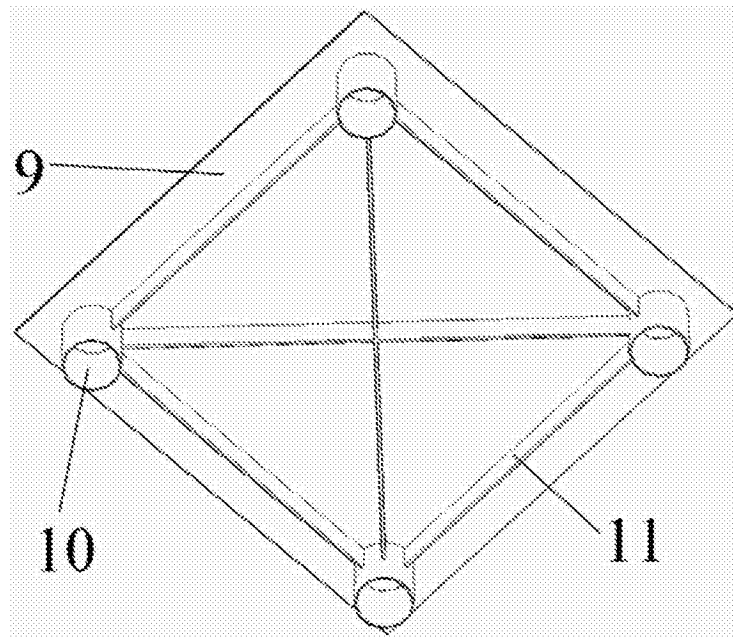


图7

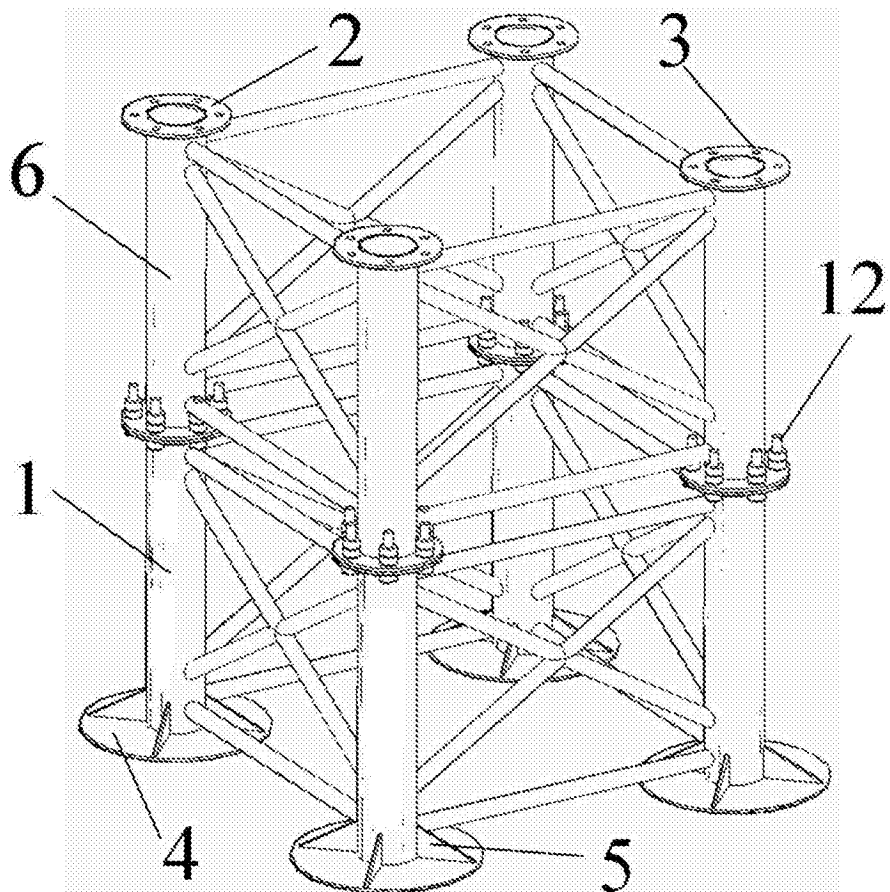


图8

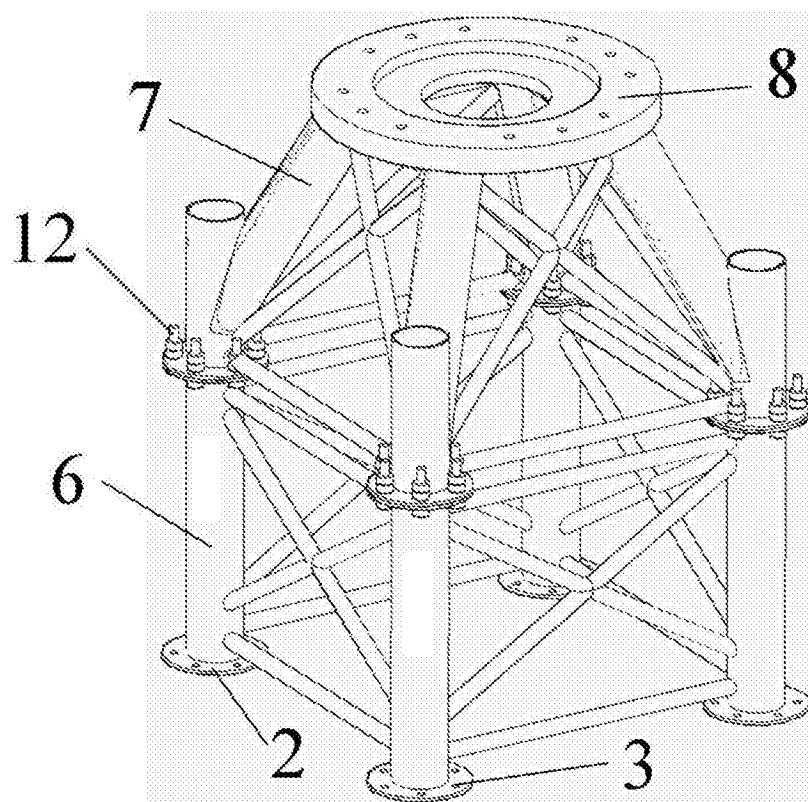


图9

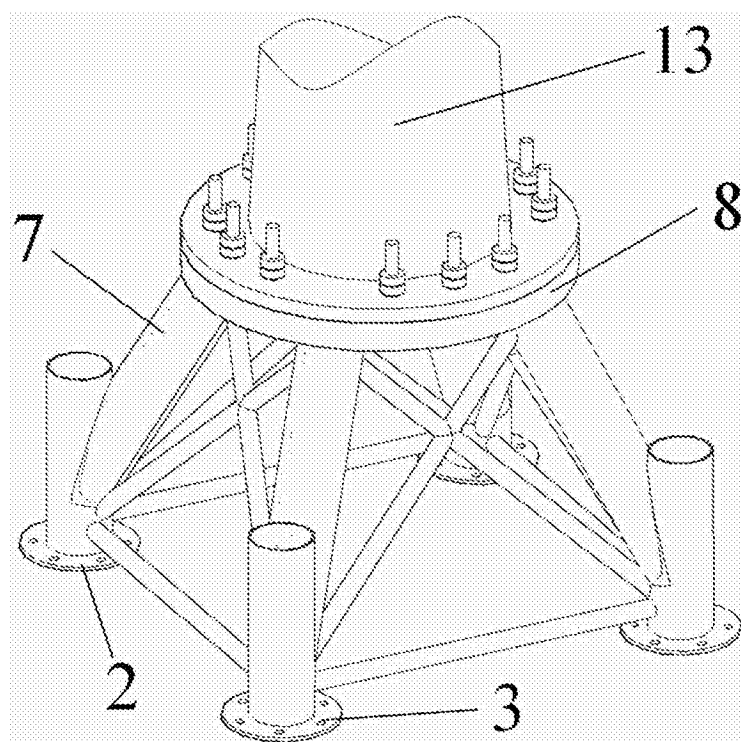


图10

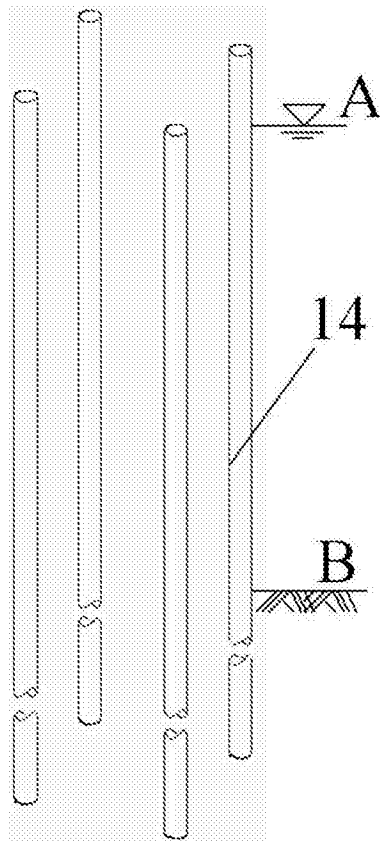


图11

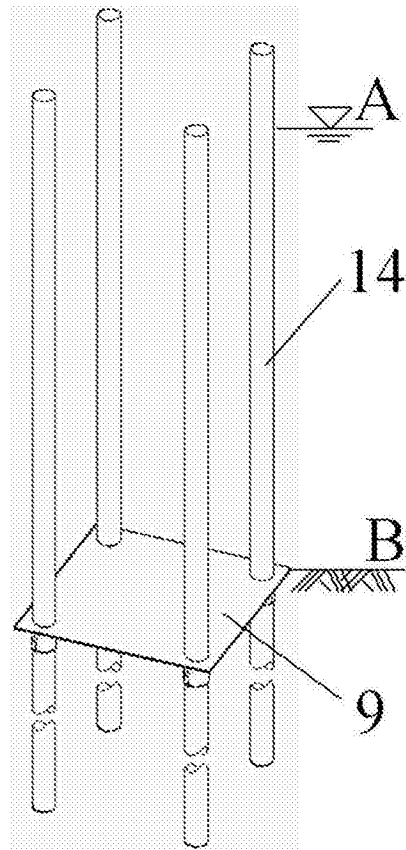


图12

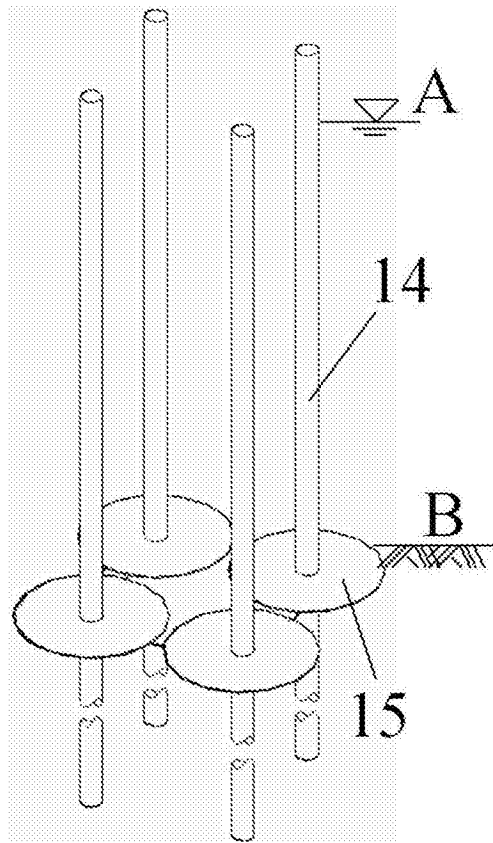


图13

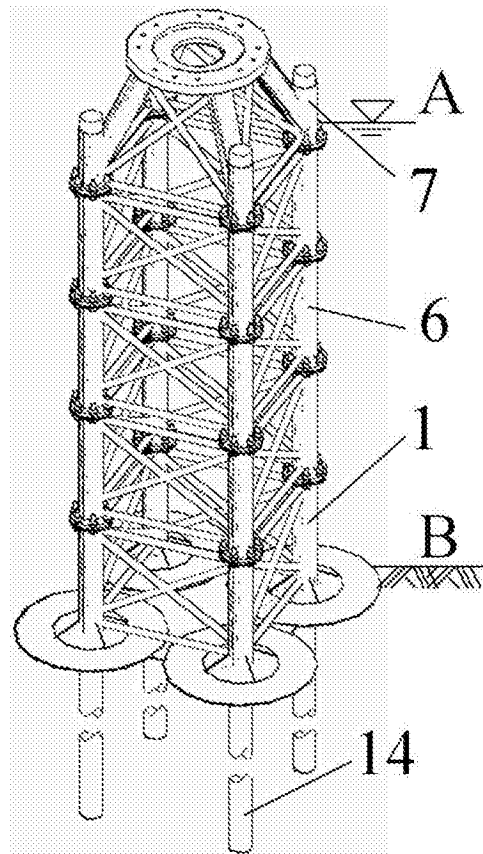


图14

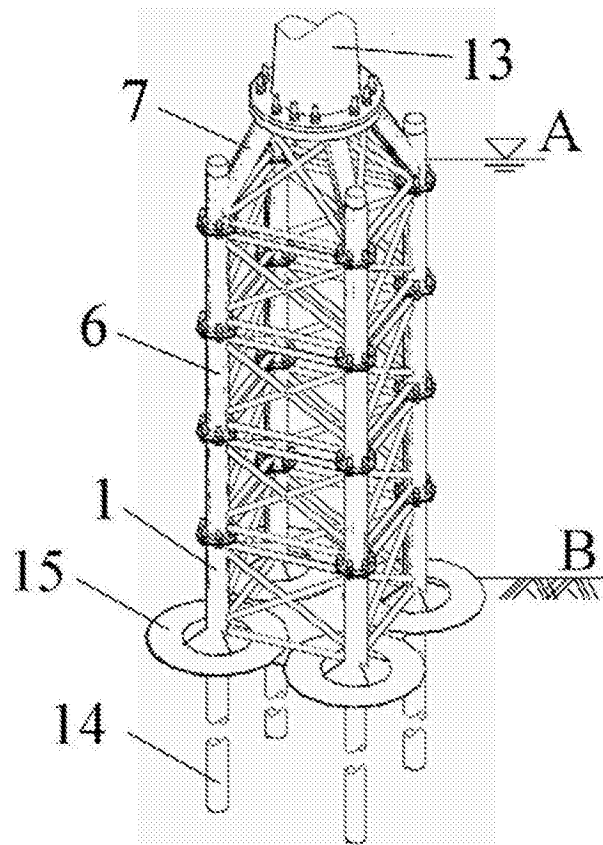


图15

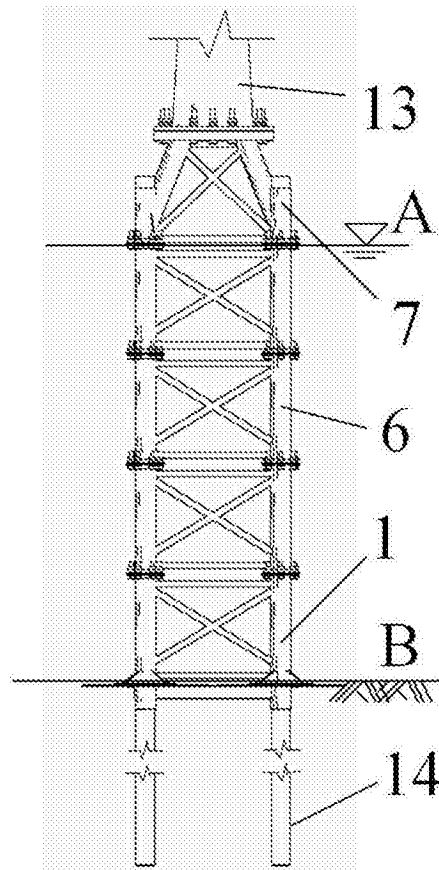


图16

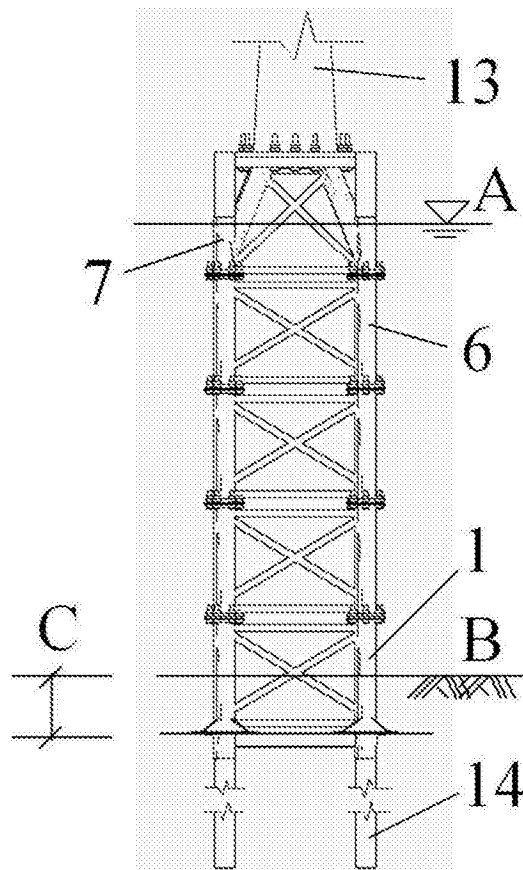


图17