



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113818476 A

(43) 申请公布日 2021.12.21

(21) 申请号 202111180697.1

(22) 申请日 2021.10.11

(71) 申请人 太原理工大学

地址 030024 山西省太原市万柏林区迎泽西大街79号

(72) 发明人 李昕尧 章敏

(74) 专利代理机构 北京方圆嘉禾知识产权代理有限公司 11385

代理人 苑朝阳

(51) Int. Cl.

E02D 27/52 (2006.01)

E02D 27/44 (2006.01)

E02D 27/12 (2006.01)

E02D 27/42 (2006.01)

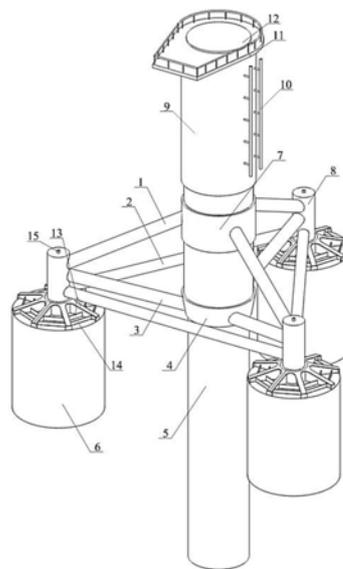
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

海上风力发电的基础构件及其施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种海上风力发电的基础构件及其施工方法,涉及风力发电技术领域,包括单桩基础、连接架和吸力桶基础,单桩基础的上端用于安装发电系统,单桩基础的下端用于固定在海底,连接架用于围绕单桩基础的外侧设置并用于与单桩基础固定,且吸力桶基础用于固定在连接架上不同位置并用于置于单桩基础的外周,吸力桶通过负压安装在海底并用于提供承载力。该海上风力发电的基础构件及其施工方法能够保证安装水深,且承载力好、可靠性高。



1. 一种海上风力发电的基础构件,其特征在於:包括单桩基础、连接架和吸力桶基础,所述单桩基础的上端用于安装发电系统,所述单桩基础的下端用于固定在海底,所述连接架用于围绕所述单桩基础的外侧设置并用于与所述单桩基础固定,且所述吸力桶基础用于固定在所述连接架上不同位置并用于置于所述单桩基础的外周,所述吸力桶通过负压安装在海底并用于提供承载力。

2. 根据权利要求1所述的海上风力发电的基础构件,其特征在於:所述单桩基础包括第一单桩段和第二单桩段,所述第一单桩段的下端和所述第二单桩段的上端固定连接,且所述第一单桩段的上端固定有过渡段和上平台,所述过渡段的下端固定在所述第一单桩段的上端,所述上平台固定在所述过渡段的上端,且所述上平台用于工作人员站立,所述过渡段的侧壁上还固定有爬梯,所述爬梯的上端延伸至所述上平台,所述爬梯用于工作人员攀爬,所述第二单桩段用于伸入至海下并固定在海底。

3. 根据权利要求2所述的海上风力发电的基础构件,其特征在於:所述第一单桩段的外径大于所述第二单桩段的外径,且所述第一单桩段的下端与所述第二单桩段的上端固定连接并平滑过渡。

4. 根据权利要求2所述的海上风力发电的基础构件,其特征在於:所述过渡段的上端开口并用于固定发电系统,所述上平台围绕所述开口周向固定。

5. 根据权利要求2所述的海上风力发电的基础构件,其特征在於:所述吸力桶基础包括至少三个吸力桶,且所述吸力桶围绕所述单桩基础的外周排列,各所述吸力桶下端用于在吸力的作用下吸附在海底。

6. 根据权利要求5所述的海上风力发电的基础构件,其特征在於:各所述吸力桶的上端均固定有一连接柱,所述连接柱上开设有抽真空孔,所述抽真空孔能够连通所述吸力桶的内部与外界,且所述抽真空孔用于连接抽真空设备,并通过抽真空设备对所述吸力桶内抽真空。

7. 根据权利要求6所述的海上风力发电的基础构件,其特征在於:所述连接柱的下端固定在所述吸力桶的上端面,所述连接柱的外周固定有多个肋板,所述肋板的一侧固定在所述连接柱的外侧壁,所述肋板的下端固定在所述吸力桶的上端面,相邻的所述肋板之间通过加强筋固定连接,且各所述加强筋的下端固定在所述吸力桶的上端面。

8. 根据权利要求6所述的海上风力发电的基础构件,其特征在於:所述连接架包括上套筒、下套筒、多个上连接管、多个下连接管和多个支撑管,所述上套筒用于固定套设于所述第一单桩段的外周,且所述下套筒用于固定套设于所述第二单桩段的外周,各所述上连接管的一端固定在所述上套筒的外壁上,且所述上连接管的另一端固定在所述连接柱的外壁上,各所述下连接管的一端固定在所述下套筒的外壁上,且各所述下连接管的另一端固定在所述连接柱的外壁上,相邻的所述连接柱之间通过所述支撑管连接。

9. 根据权利要求8所述的海上风力发电的基础构件,其特征在於:所述上连接管与水平面之间有夹角,且所述上连接管上靠近所述上套筒的一端高于所述上连接管上靠近所述连接柱的一端;所述下连接管与水平面之间有夹角,且所述下连接管上靠近所述下套筒的一端低于所述下连接管上靠近所述连接柱的一端;所述支撑管与水平面平行,且每相邻的两个所述连接柱之间均固定有一个所述支撑管。

10. 一种权利要求1-9任一项所述的海上风力发电的基础构件的施工方法,其特征在

于:包括以下步骤:

S1:在陆地上预制所述吸力桶基础,并将所述连接架与所述吸力桶基础固定;

S2:将所述连接架与所述单桩基础固定连接,并检查所述吸力桶基础的气密性,将所述海上风力发电的基础构件装载于安装船只上,通过安装船只将所述海上风力发电的基础构件拖至安装地点;

S3:将所述单桩基础打入海下指定深度,同时使所述吸力桶基础进行自重下沉,然后进行负压吸力贯入海底。

海上风力发电的基础构件及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电技术领域,具体是涉及一种海上风力发电的基础构件及其施工方法。

背景技术

[0002] 海上风力发电是一种发展潜力很大的清洁能源,相较于陆上风力发电,没有地形的约束,其平均风速更高,年利用小时数更长,不会造成视觉及噪音污染,适合安装大容量风机,离沿海能源高需求地区更近,输电距离短。海上风力发电机由于建造在海洋环境中,在水中的基础部分受到水平向的波浪、洋流荷载,竖向的上部结构自重荷载,以及上部结构在风荷载作用下提供的水平向荷载和弯矩。海上风电基础的机构复杂,技术难度较大,建设成本高。目前海上风电基础使用最多的是单桩基础。其他传统的海上风机基础形式还有导管架基础、重力式基础、高桩承台基础等等。

[0003] 现有的海上风电基础机构有:①单桩基础,将大直径空心圆形桩钻入或打入海底土中,在桩顶灌浆连接过渡段,再在过渡段的法兰上固定风机塔筒。②导管架基础,由大直径、厚壁的低合金钢管焊接而成的大型桁架结构,其底部可由桩或者吸力桶固定式,适合较大水深。③重力式基础,靠较大质量的底座提供水平抗力及抗倾覆弯矩。④高桩承台基础,由多根打入海床中的斜桩和其上承载的钢混平台组成,施工简单,成本低,在我国浅海地区的风场有较多应用。⑤吸力桶基础,是近年来出现的基础结构形式,由倒扣式桶型结构作为基座吸附于海床面,基础下部通过负压贯入海床以下一定深度,上部通过过渡段或钢管顶内法兰与塔筒连接。

[0004] 以上传统的海上风电基础结构都存在各自的问题。单桩基础比较依赖较为密实的砂质土工程地质条件,同时受到安装设备的限制,桶径不能做的过大,这就导致单桩基础的极限水深只能达到40多米。导管架基础可承受的水深较大,但是由于结构复杂,制造成本高,同时结构连接点过多,疲劳问题突出。重力式基础的体积过大,过于笨重,同时在基础安装之前还需要进行基础面海床的整平处理,成本过高,事实上行业内重力式基础的使用非常少。最新出现的桶型基础有了少量试验性质的应用,但是由于桶径非常大,该型基础的工程应用还不够成熟。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种海上风力发电的基础构件及其施工方法,以解决上述现有技术存在的问题,能够保证安装水深,且承载力好、可靠性高。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0007] 本发明提供了一种海上风力发电的基础构件,包括单桩基础、连接架和吸力桶基础,所述单桩基础的上端用于安装发电系统,所述单桩基础的下端用于固定在海底,所述连接架用于围绕所述单桩基础的外侧设置并用于与所述单桩基础固定,且所述吸力桶基础用于固定在所述连接架上不同位置并用于置于所述单桩基础的外周,所述吸力桶通过负压安

装在海底并用于提供承载力。

[0008] 优选地,所述单桩基础包括第一单桩段和第二单桩段,所述第一单桩段的下端和所述第二单桩段的上端固定连接,且所述第一单桩段的上端固定有过渡段和上平台,所述过渡段的下端固定在所述第一单桩段的上端,所述上平台固定在所述过渡段的上端,且所述上平台用于工作人员站立,所述过渡段的侧壁上还固定有爬梯,所述爬梯的上端延伸至所述上平台,所述爬梯用于工作人员攀爬,所述第二单桩段用于伸入至海下并固定在海底。

[0009] 优选地,所述第一单桩段的外径大于所述第二单桩段的外径,且所述第一单桩段的下端与所述第二单桩段的上端固定连接并平滑过渡。

[0010] 优选地,所述过渡段的上端开口并用于固定发电系统,所述上平台围绕所述开口周向固定。

[0011] 优选地,所述吸力桶基础包括至少三个吸力桶,且所述吸力桶围绕所述单桩基础的外周排列,各所述吸力桶下端用于在吸力的作用下吸附在海底。

[0012] 优选地,各所述吸力桶的上端均固定有一连接柱,所述连接柱上开设有抽真空孔,所述抽真空孔能够连通所述吸力桶的内部与外界,且所述抽真空孔用于连接抽真空设备,并通过抽真空设备对所述吸力桶内抽真空。

[0013] 优选地,所述连接柱的下端固定在所述吸力桶的上端面,所述连接柱的外周固定有多个肋板,所述肋板的一侧固定在所述连接柱的外侧壁,所述肋板的下端固定在所述吸力桶的上端面,相邻的所述肋板之间通过加强筋固定连接,且各所述加强筋的下端固定在所述吸力桶的上端面。

[0014] 优选地,所述连接架包括上套筒、下套筒、多个上连接管、多个下连接管和多个支撑管,所述上套筒用于固定套设于所述第一单桩段的外周,且所述下套筒用于固定套设于所述第二单桩段的外周,各所述上连接管的一端固定在所述上套筒的外壁上,且所述上连接管的另一端固定在所述连接柱的外壁上,各所述下连接管的一端固定在所述下套筒的外壁上,且各所述下连接管的另一端固定在所述连接柱的外壁上,相邻的所述连接柱之间通过所述支撑管连接。

[0015] 优选地,所述上连接管与水平面之间有夹角,且所述上连接管上靠近所述上套筒的一端高于所述上连接管上靠近所述连接柱的一端;所述下连接管与水平面之间有夹角,且所述下连接管上靠近所述下套筒的一端低于所述下连接管上靠近所述连接柱的一端;所述支撑管与水平面平行,且每相邻的两个所述连接柱之间均固定有一个所述支撑管。

[0016] 本发明还提供一种上述技术方案中任一项所述的海上风力发电的基础构件的施工方法,包括以下步骤:

[0017] S1:在陆地上预制所述吸力桶基础,并将所述连接架与所述吸力桶基础固定;

[0018] S2:将所述连接架与所述单桩基础固定连接,并检查所述吸力桶基础的气密性,将所述海上风力发电的基础构件装载于安装船只上,通过安装船只将所述海上风力发电的基础构件拖至安装地点;

[0019] S3:将所述单桩基础打入海下指定深度,同时使所述吸力桶基础进行自重下沉,然后进行负压吸力贯入海底。

[0020] 本发明相对于现有技术取得了以下技术效果:

[0021] 本发明提供的海上风力发电的基础构件,单桩基础的上端用于安装发电系统,单

桩基础的下端用于固定在海底,以通过单桩基础对发电系统进行支撑,保证发电系统位于海平面以上,进而实现风力发电,连接架用于围绕单桩基础的外侧设置并用于与单桩系统固定,且吸力桶基础用于固定在连接架上不同位置并用于置于单桩基础的外周,吸力桶通过负压安装在海底并用于提供承载力,利用吸力桶基础来提高整个海上风力发电的基础构件的极限承载力,利用发展成熟的单桩基础作为承载发电系统的构件,保证结构的工作可靠性,同时,利用连接架将吸力桶基础和单桩基础连接固定,使得单桩基础和吸力桶基础相互限位,进而提高整体稳定性,能够用于较高水深时的固定。

[0022] 本发明提供的海上风力发电的基础构件的施工方法,在陆地上预制吸力桶基础,并将连接架与吸力桶基础固定,能够提高安装效率,并且,利用吸力桶基础能够提高整体的承载能力;将连接架与单桩基础固定连接,进而通过连接架实现单桩基础与吸力桶基础的安装与固定,以提高固定到位后整体的稳定性,进而能够适用于较深的水体下固定。

附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0024] 图1是实施例一提供的海上风力发电的基础构件的结构示意图;

[0025] 图2是图1中海上风力发电的基础构件的主视图;

[0026] 图3是图1中海上风力发电的基础构件的俯视图;

[0027] 图中:100-海上风力发电的基础构件,200-吸力桶基础,300-连接架,400-单桩基础,1-上连接管,2-支撑管,3-下连接管,4-下套筒,5-第二单桩段,6-吸力桶,7-上套筒,8-连接柱,9-过渡段,10-爬梯,11-上平台,12-塔筒法兰,13-肋板,14-加强筋,15-抽真空孔。

具体实施方式

[0028] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0029] 本发明的目的是提供一种海上风力发电的基础构件及其施工方法,以解决现有的海上风力发电的基础构件承载力差、无法适用于深海中的技术问题。

[0030] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0031] 实施例一

[0032] 如图1-图3所示,本实施例提供一种海上风力发电的基础构件100,包括单桩基础400、连接架300和吸力桶基础200,单桩基础400的上端用于安装发电系统,单桩基础400的下端用于固定在海底,以通过单桩基础400对发电系统进行支撑,保证发电系统位于海平面以上,进而实现风力发电,连接架300用于围绕单桩基础400的外侧设置并用于与单桩基础400固定,且吸力桶基础200用于固定在连接架300上不同位置并用于置于单桩基础400的外

周,吸力桶6通过负压安装在海底并用于提供承载力,利用吸力桶基础200来提高整个海上风力发电的基础构件100的极限承载力,利用发展成熟的单桩基础400作为承载发电系统的构件,保证结构的工作可靠性,同时,利用连接架300将吸力桶基础200和单桩基础400连接固定,使得单桩基础400和吸力桶基础200相互限位,进而提高整体稳定性,能够用于较高水深时的固定。

[0033] 具体地,单桩基础400包括第一单桩段和第二单桩段5,第一单桩段的下端和第二单桩段5的上端固定连接,形成单桩基础400的主体结构,第一单桩段的上端固定有过渡段9和上平台11,过渡段9的下端固定在第一单桩段的上端,过渡段9用于辅助发电系统的固定,上平台11固定在过渡段9的上端,且上平台11用于工作人员站立,且上平台11的上端安装有塔筒法兰12,用于配合发电系统安装,过渡段9的侧壁上还固定有爬梯10,爬梯10的上端延伸至上平台11,爬梯10用于工作人员攀爬,便于对发电系统进行检修,第二单桩段5用于伸入至海下并固定在海底,进而保证单桩基础400的安装稳定性。

[0034] 第一单桩段的外径大于第二单桩段5的外径,一方面可以减少材料用量,降低建造成本,另一方面对沉桩阻力极小,对施工所用的液压锤的功率要求较小,进而提高效率、降低施工成本,第一单桩段的下端与第二单桩段5的上端固定连接并平滑过渡,提高外表面的整体强度。

[0035] 过渡段9的上端开口并用于固定发电系统,上平台11围绕开口周向固定,便于对发电系统检修。

[0036] 吸力桶基础200包括至少三个吸力桶6,且吸力桶6围绕单桩基础400的外周排列,各吸力桶6下端用于在吸力的作用下吸附在海底,优选地,吸力桶6为三个,且吸力桶6的直径为5-10m,高度为7-14m,单桩基础400的直径为5-8m,打入深度为20-40m,单桩基础400的轴线与吸力桶6的轴线之间的垂直距离为吸力桶6直径的2-5倍,进而保证通过周向设置的吸力桶6来提高单桩基础400的稳定性,防止单桩基础400发生倾斜。

[0037] 如果遇到嵌岩情况,单桩基础400的直径与长度可适当减小,相应的为了增加极限承载力,吸力筒轴线与单桩基础400轴线之间的垂直距离可调整变大,同时改变连接架300的各尺寸。如果海床淤泥软弱覆盖层过厚,可适当增加吸力桶6直径、埋入深度及整体结构的水平跨度,来保证结构稳定性。

[0038] 各吸力桶6的上端均固定有一连接柱8,连接柱8上开设有抽真空孔15,抽真空孔15能够连通吸力桶6的内部与外界,且抽真空孔15用于连接抽真空设备,并通过抽真空设备对吸力桶6内抽真空,进而提供吸力,将吸力桶6固定在指定位置,并通过周向设置的吸力桶6对单桩基础400进行稳定限位,防止单桩基础400发生偏摆。

[0039] 连接柱8的下端固定在吸力桶6的上端面,连接柱8的外周固定有多个肋板13,肋板13的一侧固定在连接柱8的外侧壁,肋板13的下端固定在吸力桶6的上端面,相邻的肋板13之间通过加强筋14固定连接,且各加强筋14的下端固定在吸力桶6的上端面,进而通过肋板13和加强筋14提高吸力桶6的整体强度,同时,在风、浪、流的作用下,单桩基础400所承受的一部分荷载通过连接架300传递到吸力桶6上,同时利用肋板13和加强筋14将应力均匀传递到吸力桶6的上端面,防止出现应力集中的现象。

[0040] 连接架300包括上套筒7、下套筒4、多个上连接管1、多个下连接管3和多个支撑管2,上套筒7用于固定套设于第一单桩段的外周,且下套筒4用于固定套设于第二单桩段5的

外周,各上连接管1的一端固定在上套筒7的外壁上,且上连接管1的另一端固定在连接柱8的外壁上,各下连接管3的一端固定在下套筒4的外壁上,且各下连接管3的另一端固定在连接柱8的外壁上,相邻的连接柱8之间通过支撑管2连接,连接架300的整体结构简单清晰,且通过上连接管1、下连接管3等实现单桩基础400和各吸力桶6的连接,便于将荷载进行传递,以提高整体的抗风浪能力,当单桩基础400为上下同径时,上套筒7和下套筒4的尺寸相等,且同为圆柱状;当单桩基础400的上部直径大于下部,上套筒7为上下同径的圆柱状,下套筒4为上宽下窄的圆台状,且安装在第一单桩段和第二单桩段5的过渡处。

[0041] 上连接管1与水平面之间有夹角,且上连接管1上靠近上套筒7的一端高于上连接管1上靠近连接柱8的一端;下连接管3与水平面之间有夹角,且下连接管3上靠近下套筒4的一端低于下连接管3上靠近连接柱8的一端;支撑管2与水平面平行,且每相邻的两个连接柱8之间均固定有一个支撑管2,既实现各吸力桶6之间的连接与相互限位,又实现单桩基础400与吸力桶6之间的连接,避免在风浪环境中出现晃动,影响整体稳定性,以及正常风力发电。

[0042] 实施例二

[0043] 本实施例提供一种实施例一中海上风力发电的基础构件100的施工方法,包括以下步骤:

[0044] S1:在陆地上预制吸力桶基础200,并将连接架300与吸力桶基础200固定,能够提高安装效率,并且,利用吸力桶基础200能够提高整体的承载能力;

[0045] S2:将连接架300与单桩基础400固定连接,进而通过连接架300实现单桩基础400与吸力桶基础200的安装与固定,以提高固定到位后整体的稳定性,进而能够适用于较深的水体下固定,检查吸力桶基础200的气密性,保证吸力桶6能够在吸力作用下稳定地固定在海底,将海上风力发电的基础构件100装载于安装船只上,通过安装船只将海上风力发电的基础构件100拖至安装地点,以便于海上风力发电的基础构件100的固定;

[0046] 在实际安装过程中,对于上宽下窄的单桩基础400,安装方式为先将吸力桶6部件安装至指定深度,再将单桩基础400依次穿过与吸力桶6相连的上套筒7和下套筒4,将单桩基础400打入指定深度;

[0047] 对于直径不变单桩基础400,既可以先将单桩基础400打入指定深度,后将下套筒4和上套筒7依次穿过单桩基础400;又可以先安装吸力筒,后将单桩基础400依次穿过上套筒7和下套筒4;

[0048] S3:将单桩基础400打入海下指定深度,同时使吸力桶基础200进行自重下沉,然后进行负压吸力贯入海底。

[0049] 在上述步骤完成后,对单桩基础400与上套筒7,以及单桩套筒与下套筒4之间的缝隙进行灌浆密封与固定,实现稳定连接,最后便可安装过渡段9和发电系统。

[0050] 本说明书中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

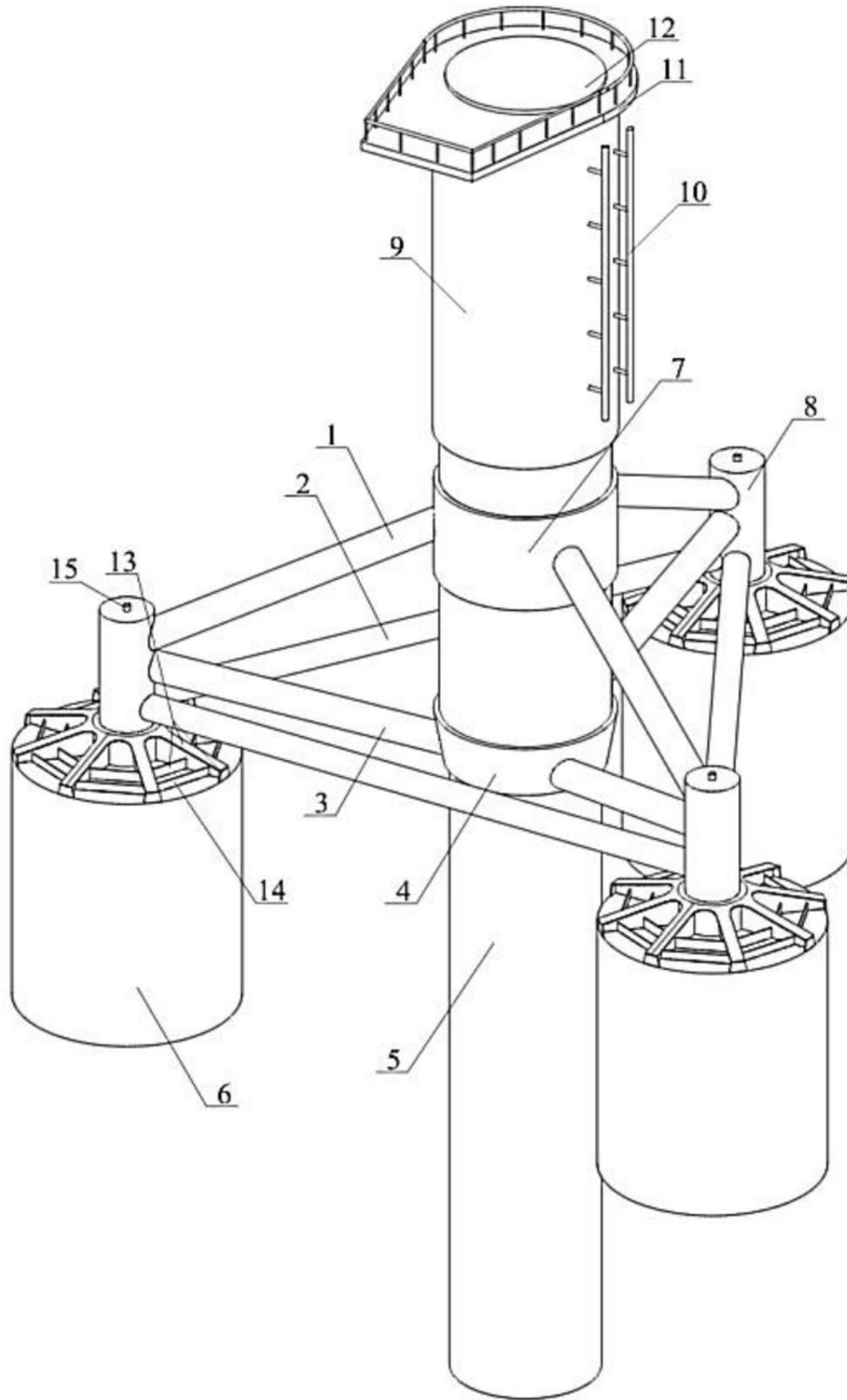


图1

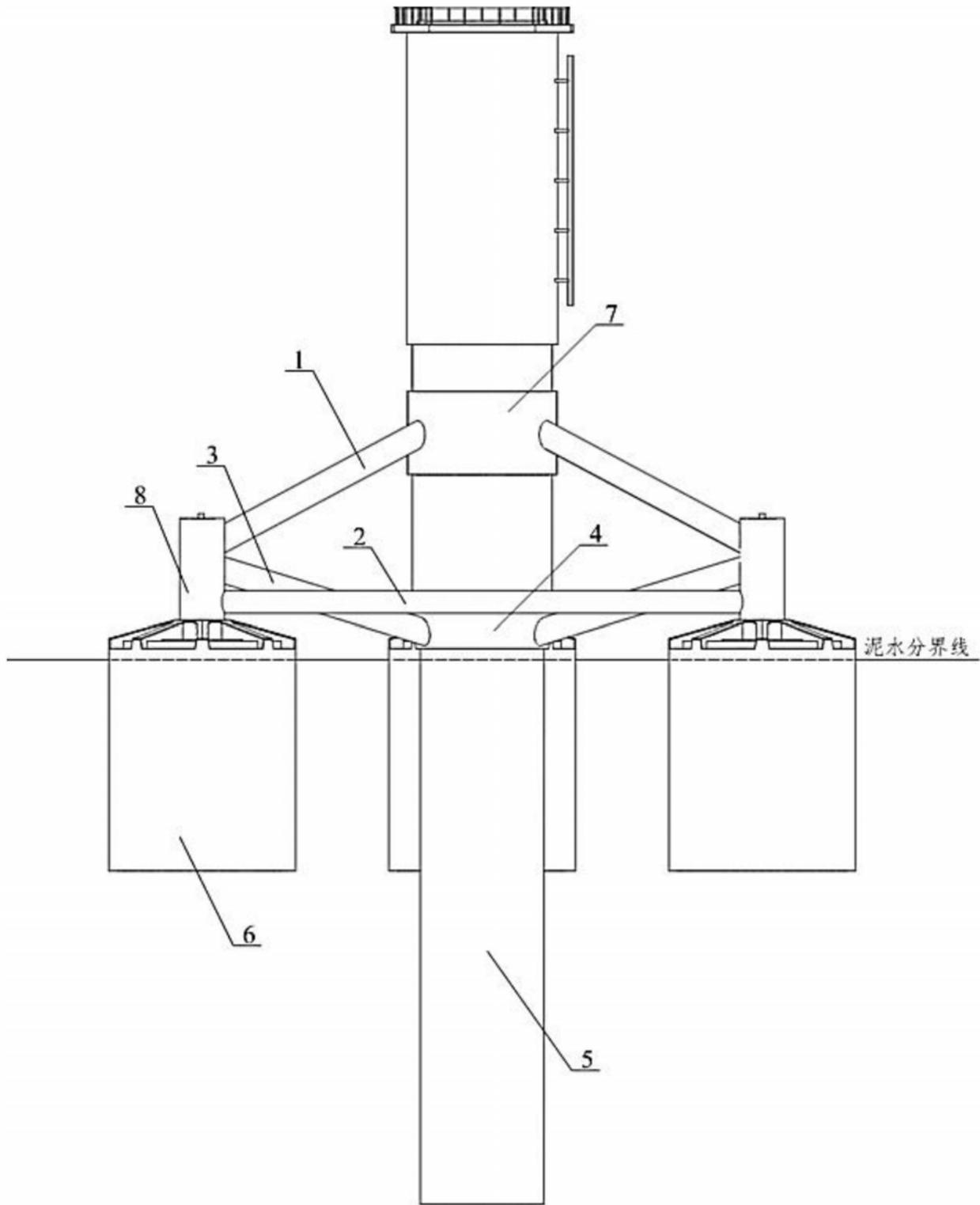


图2

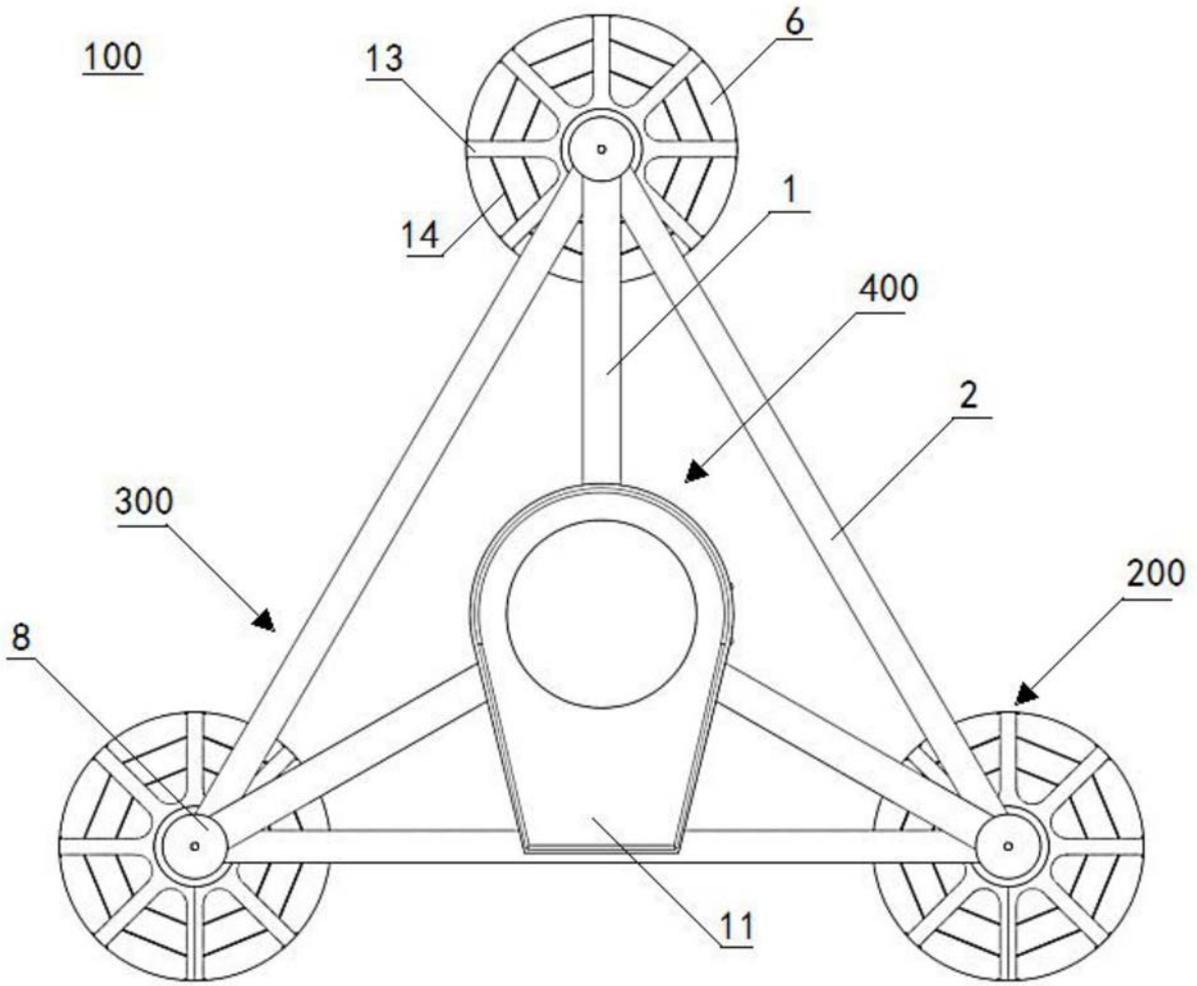


图3