



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113863363 A

(43) 申请公布日 2021. 12. 31

(21) 申请号 202111198294.X

(22) 申请日 2021.10.14

(71) 申请人 中国电建集团华东勘测设计研究院  
有限公司

地址 310014 浙江省杭州市下城区潮王路  
22号

(72) 发明人 俞华锋 李春晓 马煜祥 张伟  
杨敏 李建民 张宝峰 陈涛

(74) 专利代理机构 杭州九洲专利事务所有限公  
司 33101

代理人 韩小燕 沈敏强

(51) Int. Cl.

E02D 27/52 (2006.01)

E02D 27/44 (2006.01)

E02D 5/28 (2006.01)

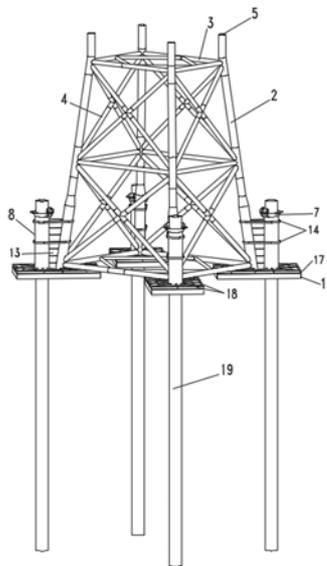
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

用于海上升压站的深水脚靴式导管架结构

(57) 摘要

本发明公开了一种用于海上升压站的深水脚靴式导管架结构,其结构上安全可靠、施工便利并节省投资,能够承载更大的载荷,适用于超30m水深的海域。其结构包括多层桁架结构和钢管桩,所述的多层桁架结构包括若干导管架主腿,钢管桩和导管架主腿数量对应,其特征是,导管架主腿和钢管桩之间设有脚靴结构,所述的脚靴结构底部设有箱式防沉结构。本发明采用了箱式防沉结构,结构整体性更好,可以承担更大的竖向力。传统脚靴式导管架套筒和桩只设置环向剪力键,本方案不但布置有环向剪力键,还设置了竖向剪力键。环向剪力键用于承担竖向力,但无法分担桩身扭矩,而竖向剪力键可以很好的弥补这一缺陷,更能适应深水导管架桩身复杂荷载的要求。



1. 一种用于海上升压站的深水脚靴式导管架结构,包括多层桁架结构(1)和钢管桩(19),所述的多层桁架结构(1)包括若干导管架主腿(2),钢管桩(19)和导管架主腿(2)数量对应,其特征是,导管架主腿(2)和钢管桩(19)之间设有脚靴结构(6),所述的脚靴结构(6)底部设有箱式防沉结构(15)。

2. 根据权利要求1所述的用于海上升压站的深水脚靴式导管架结构,其特征是,所述脚靴结构(6)包括竖向套筒(8)、剪力板(13)和轭板(14),竖向套筒(8)和导管架主腿(2)之间通过若干轭板(14)相连接,竖向套筒(8)和导管架主腿(2)之间设置剪力板(13),竖向套筒(8)连接钢管桩(19)。

3. 根据权利要求2所述的用于海上升压站的深水脚靴式导管架结构,其特征是,竖向套筒(8)顶端设有导向环(7),所述导向环(7)内侧具有锥形面结构,所述钢管桩(19)自竖向套筒(8)顶端插入竖向套筒(8)中。

4. 根据权利要求2所述的用于海上升压站的深水脚靴式导管架结构,其特征是,竖向套筒(8)上下两端内壁设置有导向块(10),套筒底端内壁设置有灌浆封隔器(11),套筒顶部设置有夹桩器(12)。

5. 根据权利要求2所述的用于海上升压站的深水脚靴式导管架结构,其特征是,竖向套筒(8)下端内壁、钢管桩(19)顶部外壁均设置有环向和竖向的剪力键(9)。

6. 根据权利要求1所述的用于海上升压站的深水脚靴式导管架结构,其特征是,所述的多层桁架结构(1)还包括导管架水平撑(3)和导管架斜撑(4),所述的导管架水平撑(3)和导管架斜撑(4)架设在导管架主腿(2)之间。

7. 根据权利要求1所述的用于海上升压站的深水脚靴式导管架结构,其特征是,所述的箱式防沉结构(15)包括防沉裙板(16)、防沉面板(17)与面板加强梁(18),四块防沉裙板(16)围拢构成矩形框架结构,防沉面板(17)铺设在防沉裙板(16)顶部构成底面开口的箱体结构。

8. 根据权利要求7所述的用于海上升压站的深水脚靴式导管架结构,其特征是,防沉面板(17)顶面设有面板加强梁(18),所述面板加强梁(18)垂直交错布置于防沉面板(17)顶面。

9. 根据权利要求7所述的用于海上升压站的深水脚靴式导管架结构,其特征是,所述导管架主腿(2)的管径下端逐渐增大。

## 用于海上升压站的深水脚靴式导管架结构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于海上升压站的深水脚靴式导管架结构,适用于海上风力发电领域。

### 背景技术

[0002] 海上风力发电是一个新兴的产业,2007年以后我国开始逐步发展海上风力发电产业。海上升压站是海上风电场升压、配电和控制中心,海上升压站将所有海上风电机组所发电能汇集后,通过主变压器升压,然后通过高压海缆送到陆上,是海上风电场的必要设施。

[0003] 海上升压站的基础是将整个海上升压站上部结构固定在海床上的设施,除了需承受上部结构的全部重量外,还需承受风、浪、流等外力的作用。海上升压站基础的受力条件与海上风机基础不同,海上风机基础以承担水平力和弯矩为主,而海上升压站基础以承担巨大的竖向力为主,因此海上升压站基础需将上部结构的竖向力可靠的传递至地基;另外,由于上部结构重量大,海上升压站基础还需要有足够的刚度,以避免海上升压站运行时振动过大,引起基础变形,同时也避免地震时引起结构破坏。传统的海上升压站的基础一般适用于30m以内水深,本发明涉及的是一种深水脚靴式的导管架结构,适用于超30m水深的海域。

### 发明内容

[0004] 本发明是为了克服现有技术中的海上升压站存在上述的不足之处,只能适用于30m以内水深的环境特点和受力特点的不足之处,提供一种用于海上升压站的深水脚靴式导管架结构,结构上安全可靠、施工便利并节省投资,能够承载更大的载荷,适用于超30m水深的海域。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 本发明的一种用于海上升压站的深水脚靴式导管架结构,包括多层桁架结构和钢管桩,所述的多层桁架结构包括若干导管架主腿,钢管桩和导管架主腿数量对应,其特征是,导管架主腿和钢管桩之间设有脚靴结构,所述的脚靴结构底部设有箱式防沉结构。

[0007] 作为优选,所述脚靴结构包括竖向套筒、剪力板和軛板,竖向套筒和导管架主腿之间通过若干軛板相连接,竖向套筒和导管架主腿之间设置剪力板,竖向套筒连接钢管桩。

[0008] 作为优选,竖向套筒顶端设有导向环,所述导向环内侧具有锥形面结构,所述钢管桩自竖向套筒顶端插入竖向套筒中。

[0009] 作为优选,竖向套筒上下两端内壁设置有导向块,套筒底端内壁设置有灌浆封隔器,套筒顶部设置有夹桩器,所述钢管桩自竖向套筒顶端插入竖向套筒中。

[0010] 作为优选,竖向套筒下端内壁、钢管桩顶部外壁均设置有环向和竖向的剪力键。

[0011] 作为优选,所述的多层桁架结构还包括导管架水平撑和导管架斜撑,所述的导管架水平撑和导管架斜撑架设在导管架主腿之间。

[0012] 作为优选,所述的箱式防沉结构包括防沉裙板、防沉面板与面板加强梁,四块防沉

裙板围拢构成矩形框架结构,防沉面板铺设在防沉裙板顶部构成底面开口的箱体结构。

[0013] 作为优选,防沉面板顶面设有面板加强梁,所述面板加强梁垂直交错布置于防沉面板顶面。

[0014] 作为优选,所述导管架主腿的管径下端逐渐增大。

[0015] 因此,本发明具有如下有益效果:

[0016] (1)区别于传统脚靴式导管架主导管采用的等径管,采用了上端小直径,向下逐渐放大的变径管,在适用深水更大荷载的基础上,也节省了整体的钢材用量,减轻了吊装重量。

[0017] (2)区别于传统脚靴式导管架主腿与套筒间单块钢板连接,采用了多块竖向剪力板和多块水平轭板连接的形式。多块竖向剪力板的布置,不但增加了竖向连接的强度、可靠性,也使剪力板在承担竖向剪力的同时,还可以承担额外的侧向水平力;多块水平轭板的形式,使得导管架主腿与套筒间连接件能够承担更大的水平力和变形力矩。这种连接形式较传统脚靴式导管架的单块钢板连接方式显然更具可靠性,能适应深水条件下导管架更大的荷载需求。

[0018] (3)区别于传统脚靴式导管架套筒和桩只设置环向剪力键,本发明不但布置有环向剪力键,还设置了竖向剪力键。环向剪力键用于承担竖向力,但无法分担桩身扭矩,而竖向剪力键可以很好的弥补这一缺陷,更能适应深水导管架桩身复杂荷载的要求。

[0019] (4)区别于传统脚靴式导管架采用的平板式防沉板,本发明采用了箱式防沉结构。箱式防沉结构与平板式防沉板相比,结构整体性更好,可以承担更大的竖向力。传统的平板式防沉板仅能承担竖向力,几乎不能分担水平抗力,使得结构下水稳定性不高且容易出现不均匀沉降现象。而箱式防沉结构由于竖向裙板的存在,既降低了水流冲刷作用对结构沉降的影响,又增加了导管架与泥面接触位置的侧阻力,使得结构可以有效约束土体的侧向位移,同时减小土体的竖向变形,从而限制了导管架座底后的整体沉降和不均匀沉降,为后续的沉桩作业提供了可靠保障,更加适应深水导管架多种荷载的要求。

## 附图说明

[0020] 图1是本发明的整体结构主视图。

[0021] 图2是本发明的整体结构俯视图。

[0022] 图3是本发明的整体结构三维效果图

[0023] 图4是本发明的脚靴及防沉箱结构主视图。

[0024] 图5是本发明的脚靴及防沉箱结构俯视图。

[0025] 图6是本发明的脚靴及防沉箱结构三维效果图。

[0026] 图中标注:1、多层桁架结构;2、导管架主腿;3、导管架水平撑;4、导管架斜撑;5、管节;6、脚靴结构;7、导向环;8、竖向套筒;9、剪力键;10、导向块;11、灌浆封隔器;12、夹桩器;13、剪力板;14、轭板;15、箱式防沉结构;16、防沉裙板;17、防沉面板;18、面板加强梁;19、钢管桩。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步描述。

[0028] 本发明的一种用于海上升压站的深水脚靴式导管架结构,包括多层桁架结构1、导管架水平撑3、导管架斜撑4和钢管桩19,所述的多层桁架结构1包括若干导管架主腿2、导管架水平撑3和导管架斜撑4。

[0029] 如图1、图3所示,所述导管架主腿2数量为四根,顶部留有突出的管节5,用于与上部组块主立柱进行连接。管节5预留高度随地域条件不同各有差异,一般控制在4~5m区间,其中包含1.5~2m的管节5作为切割余量,以防基础出现沉降现象时,上部组块定位仍能达到设计高程。

[0030] 如图1、图2所示,所述多层桁架结构1平面布置为矩形结构,立面为向下放大的梯形结构;导管架主腿2采用变截面钢管结构,上端直径较小,向下则直径逐渐放大。在适用深水更大荷载的基础上,也节省了整体的钢材用量,减轻了吊装重量。

[0031] 所述多层桁架结构1在深水条件下为三层导管架水平撑3,基本等分布置于四个导管架主腿2之间,作为导管架主腿的连接与固定构件,其平面表现为一个矩形框和一个菱形框。同时,各层导管架主腿2与导管架水平撑3之间通过导管架斜撑4连接,导管架斜撑4与导管架主腿2夹角控制在 $30^{\circ}$ ~ $60^{\circ}$ 之间,保证每个受力管节单元组成一个稳定的三角形结构。其中,导管架主腿2与导管架水平撑3均采用等直径的钢管结构。

[0032] 钢管桩19和导管架主腿2数量对应。导管架主腿2和钢管桩19之间设有脚靴结构6,所述的脚靴结构6底部设有箱式防沉结构15。

[0033] 所述脚靴结构6包括竖向套筒8、剪力板13和轭板14,竖向套筒8和导管架主腿2之间通过若干轭板14相连接,竖向套筒8和导管架主腿2之间设置剪力板13。

[0034] 竖向套筒8下端贯穿防沉箱基座面板17。竖向套筒8顶端设有导向环7,所述导向环7内侧具有锥形面结构。所述钢管桩19自竖向套筒8顶端插入竖向套筒8中。竖向套筒8内部与钢管桩19通过灌浆形式进行连接。

[0035] 所述套筒结构8作为连接导管架主腿2与钢管桩19强力构件,采用的是竖向的等直径空心钢管结构,与钢管桩19相比,其内径比桩外径大200mm,厚度比桩厚多10mm,保障连接部位的结构可靠性。

[0036] 所述导向环7设置在套筒8上方,通过全熔透方式与套筒顶端焊接,对外表现为一个圆台形结构钢制锥段结构,以便插桩时对桩结构起到引导作用。导向环7底部直径与套筒直径相对应,同时以水平夹角 $60^{\circ}$ 左右方向向外扩展0.8m高程;另外,在顶部布有0.45m宽的环板,并在一侧布置多块加劲板,保证导向环结构安全可靠。

[0037] 竖向套筒8上下两端内壁布置有三圈插桩导向块10,上下两圈平面呈现为 $45^{\circ}$ 均布,中间部位加密布置,呈现为 $22.5^{\circ}$ 均布形式,保证了钢管桩19有效控制在竖向套筒8中心位置。

[0038] 所述上层与中层插桩导向块之间6m范围内壁等间距设置有多圈环向剪力键9,以便承载更多竖向力。同时,中层与下层插桩导向块之间1.5m范围内布置有4圈环向剪力键以及均布若干根竖向的剪力键9,在承担竖向力的同时也方便分担桩身扭矩,以适应深水导管架桩身复杂荷载的要求。

[0039] 所述竖向套筒8上部设有与竖向套筒8相匹配的夹桩器12,沿竖向套筒8顶部均匀布置一圈,为钢管桩19和竖向套筒8之间的紧密连接提供足够的竖向力,在保证桩和套筒不产生相对位移的同时,又不对桩体结构造成破坏。竖向套筒8底端设置有灌浆封隔器11,有

效防止桩和套筒连接的灌浆料发生渗漏现象。

[0040] 本实施例中采用剪力板13和轭板14作为竖向套筒8与导管架主腿2之间的连接件。所述剪力板13设置在套筒8和导管架主腿2之间,由一块中心连接的竖向钢板和两块与中心钢板有 $5\sim 10^\circ$ 夹角的外八字形布置竖向钢板组成,其平面图表现为“川”字形。多层剪力板布置使得该结构在承担竖向剪力的同时,还可以承担部分侧向水平力,保障脚靴结构更具稳定性。另外,剪力板13左右两侧分别与竖向套筒8和导管架主腿2熔透焊接,上下两边分别与上下轭板熔透焊接,且所有剪力板两端各开有直径50mm左右的流水孔,待导管架就位后进行水下封堵,以防结构下水时水压力引起剪力板变形。

[0041] 所述轭板14为一横跨竖向套筒8与导管架主腿2的水平钢板,两侧分别被竖向套筒8及导管架主腿2贯通,以作两者相连之用,轭板边缘制有一圈用于加固的包边,保证轭板连接的强度及可靠性。轭板14沿剪力板13上中下位置分别布置三块,即上轭板,中轭板与下轭板。多层轭板14布置可以满足结构连接位置水平力和变形力矩的要求,更加适应大容量深水海上结构物的载荷条件。

[0042] 所述的箱式防沉结构15包括防沉裙板16、防沉面板17与面板加强梁18,四块防沉裙板16围拢构成矩形框架结构,防沉面板17铺设在防沉裙板16顶部构成底面开口的箱体结构。防沉面板17顶面设有面板加强梁18,所述面板加强梁18垂直交错布置于防沉面板17顶面。所述面板加强梁18采用工字钢制作,起到加强防沉箱面板作用。且在面板加强梁18两端的位置,布置有直径50mm的排水孔,降低结构下水过程中水阻力影响,另外,防沉裙板16内侧均布有多个加筋板,增加防沉裙板16的结构强度。

[0043] 所述钢管桩19共4根,分别与4个竖向套筒8一一对应。钢管桩19顶部外壁布置环向和竖向的剪力键9,与套筒内剪力键9相互补充。钢管桩19与套筒8之间的间隙用高强度水泥浆灌注,充分保证两者之间连接密实度。

[0044] 所述升压站导管架基础结构整体采用海工防腐涂层何和外加电流的联合防腐方案,但在灌浆封隔器11以上灌浆区域套筒8内表面和钢管桩19外表面不涂任何防腐涂层,且灌浆前需按要求进行除锈处理。

[0045] 本申请实施例的技术方案相比现有技术具有如下区别和优势:

[0046] (1) 区别于传统脚靴式导管架主导管采用的等径管,本申请实施例采用了上端小直径,向下逐渐放大的变径管,在适用深水更大荷载的基础上,也节省了整体的钢材用量,减轻了吊装重量。

[0047] (2) 区别于传统脚靴式导管架主腿与套筒间单块钢板连接,本申请实施例采用了多块竖向剪力板和多块水平轭板连接的形式。多块竖向剪力板的布置,不但增加了竖向连接的强度、可靠性,也使剪力板在承担竖向剪力的同时,还可以承担额外的侧向水平力;多块水平轭板的形式,使得导管架主腿与套筒间连接件能够承担更大的水平力和变形力矩。这种连接形式较传统脚靴式导管架的单块钢板连接方式显然更具可靠性,能适应深水条件下导管架更大的荷载需求。

[0048] (3) 区别于传统脚靴式导管架套筒和桩只设置环向剪力键,本申请实施例不但布置有环向剪力键,还设置了竖向剪力键。环向剪力键用于承担竖向力,但无法分担桩身扭矩,而竖向剪力键可以很好的弥补这一缺陷,更能适应深水导管架桩身复杂荷载的要求。

[0049] (4) 区别于传统脚靴式导管架采用的平板式防沉板,本申请实施例采用了箱式防

沉结构。箱式防沉结构与平板式防沉板相比,结构整体性更好,可以承担更大的竖向力。传统的平板式防沉板仅能承担竖向力,几乎不能分担水平抗力,使得结构下水稳定性不高且容易出现不均匀沉降现象。而箱式防沉结构由于竖向裙板的存在,既降低了水流冲刷作用对结构沉降的影响,又增加了导管架与泥面接触位置的侧阻力,使得结构可以有效约束土体的侧向位移,同时减小土体的竖向变形,从而限制了导管架座底后的整体沉降和不均匀沉降,为后续的沉桩作业提供了可靠保障,更加适应深水导管架多种荷载的要求。

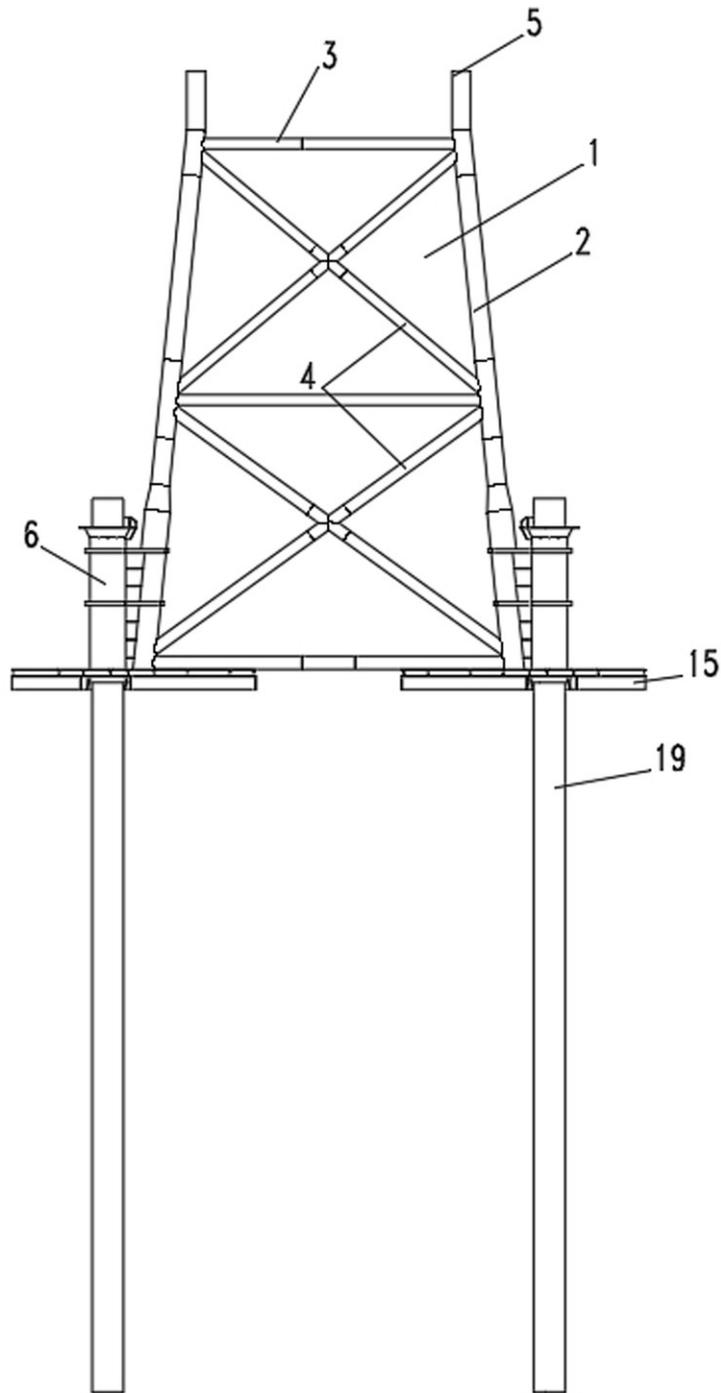


图1

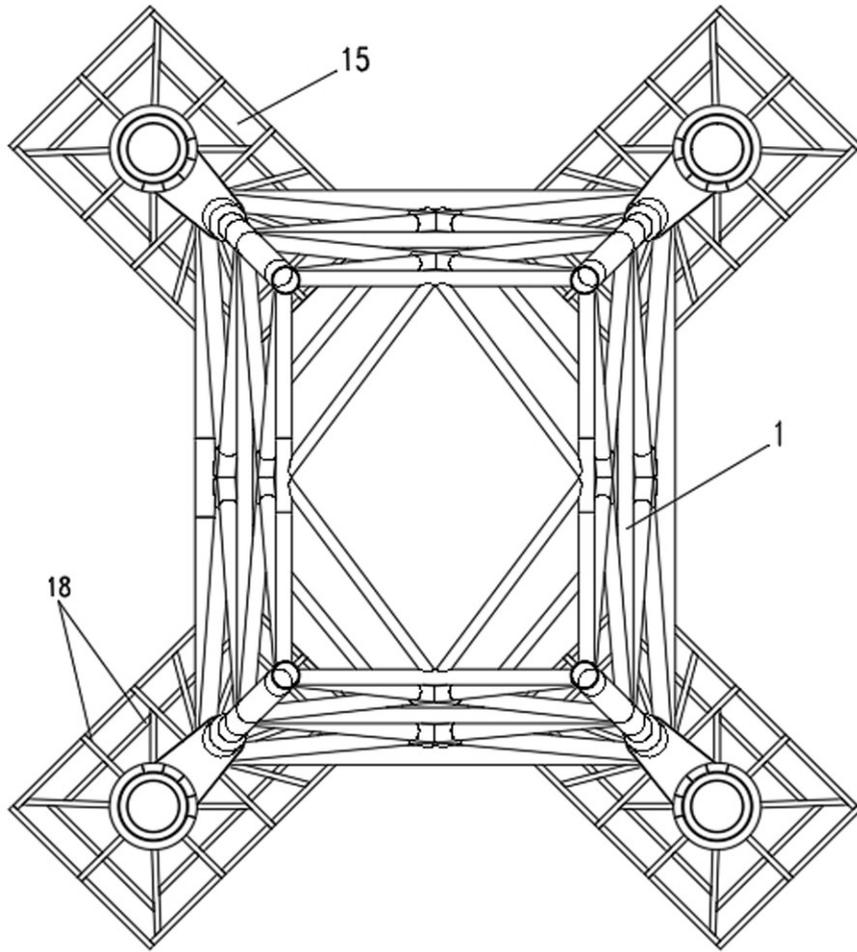


图2

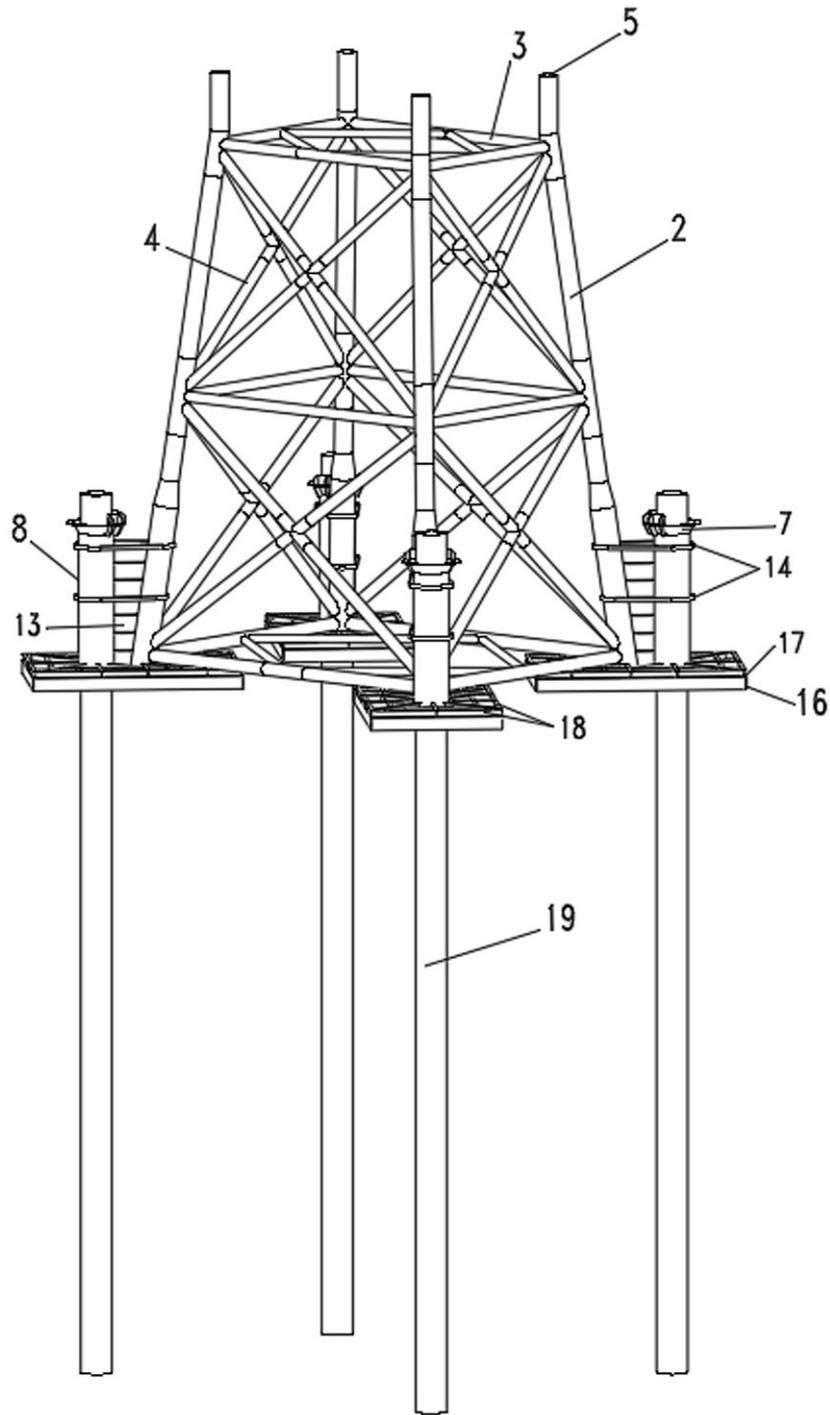


图3

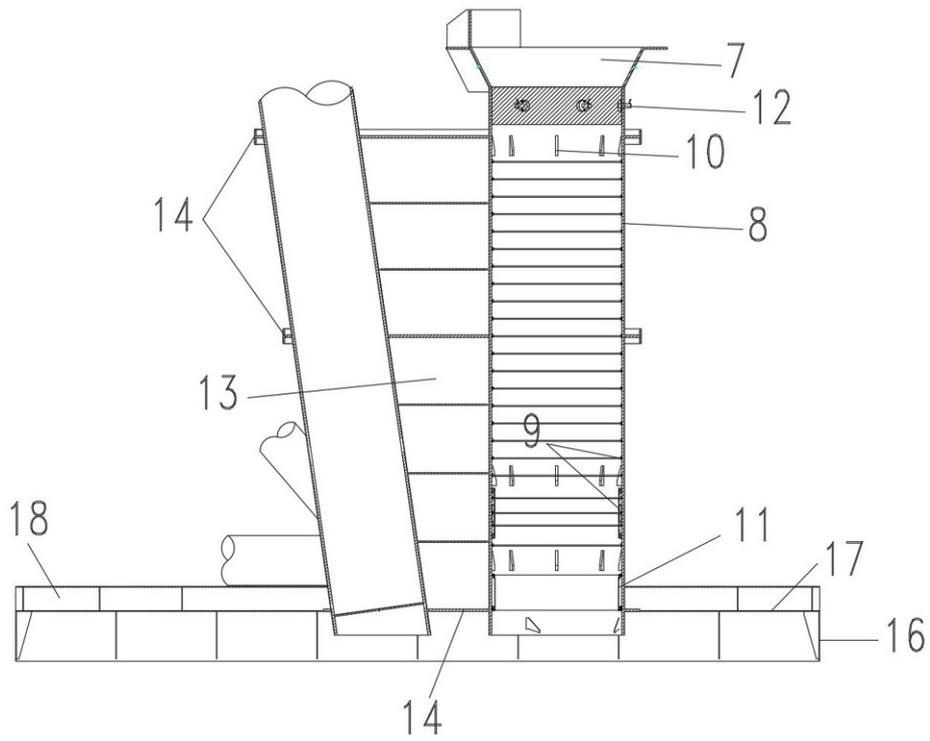


图4

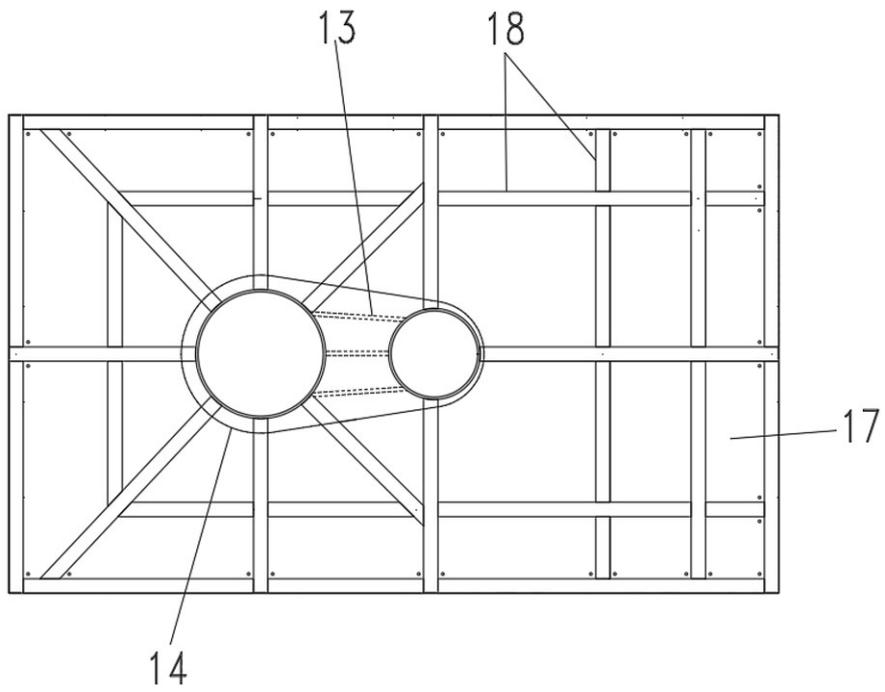


图5

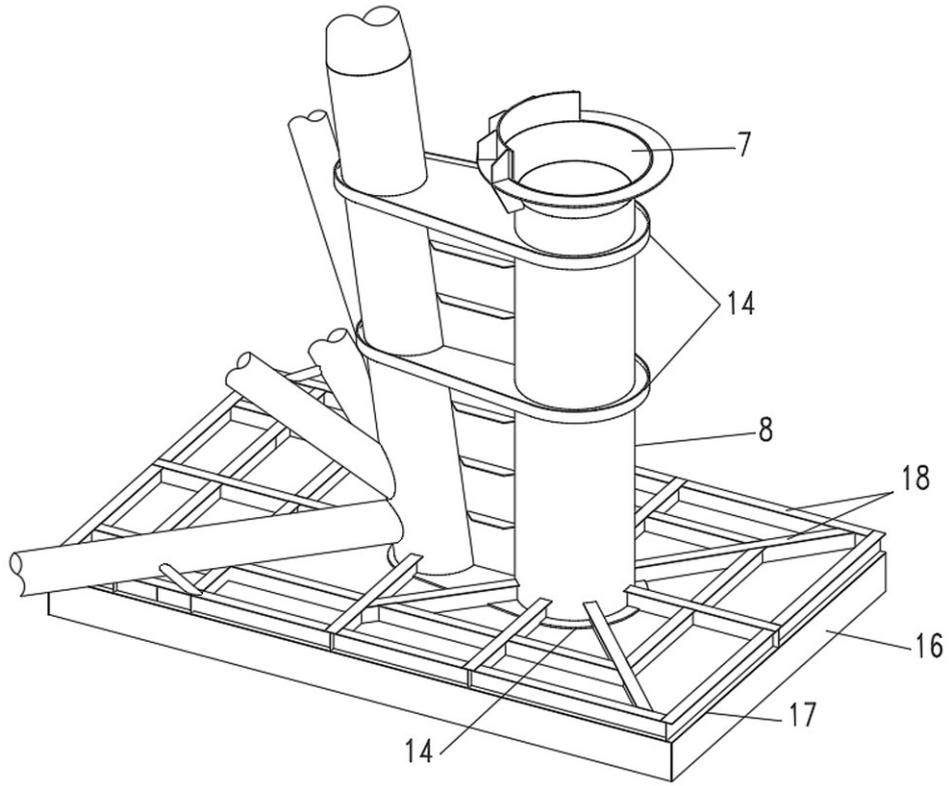


图6