



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210766855 U

(45)授权公告日 2020.06.16

(21)申请号 201921370153.X

E02D 27/52(2006.01)

(22)申请日 2019.08.22

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(73)专利权人 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 何奔 王淡善 戚海峰 王欢
 邹彩云 罗金平 姜贞强 陈法波
 李炜 王滨 潘祖兴 沈侃敏
 高鹏

(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

(51)Int.Cl.

E02D 27/42(2006.01)

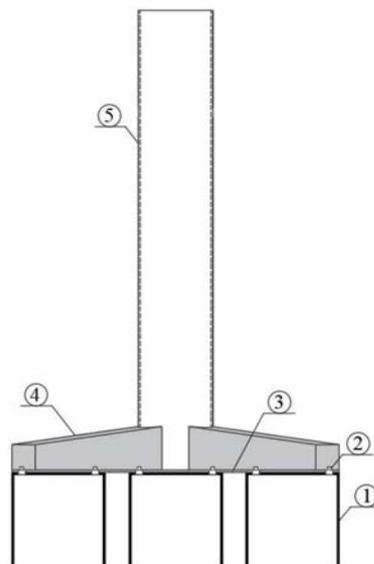
权利要求书1页 说明书6页 附图8页

(54)实用新型名称

一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统,其结构包括负压吸力桶、过渡段中心筒和箱型连梁,过渡段中心筒外侧环周等距设置若干箱型连梁,所述每个箱型连梁的下方设置一个负压吸力桶。本实用新型针对我国复杂海域中不同的水深条件和海床特性,以负压吸力桶三脚架基础为基本设计型式,通过箱型连梁将负压吸力桶和大直径单桩基础进行连接,通过增加预应力拉锚系统提高基础的整体刚度和承载力,在保证工程设计要求的前提下,提供了一种施工便捷和经济低廉的基础系统,可以适用于多种水深和海床条件。



1. 一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统,其特征是,包括负压吸力桶、过渡段中心筒和箱型连梁,过渡段中心筒外侧环周等距设置若干箱型连梁,所述每个箱型连梁的下方设置一个负压吸力桶。

2. 根据权利要求1所述的一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统,其特征是,所述箱型连梁内部设置有连梁内纵隔板、连梁内横隔板和连梁内加强肋板,所述连梁内纵隔板沿箱型连梁的纵向方向竖直设置,所述连梁内横隔板垂直所述连梁内纵隔板竖直设置,连梁内的上、下边缘设置连梁内加强肋板。

3. 根据权利要求1所述的一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统,其特征是,所述箱型连梁和负压吸力桶之间设置有顶部加强板,所述顶部加强板的底面连接各负压吸力桶的顶部,顶部加强板的顶面连接各箱型连梁,顶部加强板的中部设置配合过渡段中心筒的通孔。

4. 根据权利要求1所述的一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统,其特征是,所述负压吸力桶和箱型连梁的数量为三个。

5. 根据权利要求3所述的一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统,其特征是,所述顶部加强板在相邻两个箱型连梁之间的边缘形状为向内凹陷的弧线形。

6. 根据权利要求1所述的一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统,其特征是,所述负压吸力桶的顶部在箱型横梁两侧分别设有抽水孔。

7. 根据权利要求1所述的一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统,其特征是,箱型连梁的末端设置有预应力拉锚,所述预应力拉锚一端连接箱型连梁远离过渡段中心筒的末端,预应力拉锚另一端连接过渡段中心筒,所述预应力拉锚的水平投影和箱型连梁的中线重合。

8. 根据权利要求7所述的一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统,其特征是,所述过渡段中心筒内壁设置有至少两个环形的局部横向加强板,相邻的局部横向加强板之间设置有局部纵向加强肋板,所述局部纵向加强肋板环绕过渡段中心筒的内壁等距设置,预应力拉锚连接过渡段中心筒的位置和所述局部纵向加强肋板对应。

9. 根据权利要求8所述的一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统,其特征是,环绕过渡段中心筒的外侧设置有吊环,所述吊环所在高度位于相邻的两个局部横向加强板之间,过渡段中心筒的内侧在吊环的对应位置设置有局部纵向加强肋板;箱型连梁远离过渡段中心筒一端的顶部设置有锁扣,所述预应力拉锚一端连接吊环,另一端连接锁扣,预应力拉锚设置有拉力计。

10. 根据权利要求1所述的一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统,其特征是,所述过渡段中心筒内套设有单桩,过渡段中心筒内壁沿其轴向设置有若干筒内剪力键,过渡段中心筒和单桩之间的空间内灌注有筒内灌浆层。

一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于与海洋岩土工程相关的,在海上风力发电机基础设计的技术领域,涉及一种复杂海域条件中海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统,针对我国近海复杂的海域条件,提供一套适用多种水深和海床条件的海上风电复合基础系统。

背景技术

[0002] 在全球环境和能源问题日益突出的大背景下,新型可再生能源受到了世界各国的青睐。相比于昂贵的太阳能发电和几近饱和的水电资源,海上风力发电具有资源储备丰富、发电稳定、电网接入便利等优势,因此在近些年取得了飞速的发展。截止到2018年,欧洲已经安装并网18.5GW海上风电,包括4543台分布在11个国家的风力发电机。相比于欧洲,我国的海上风电起步晚,但在政府补贴和国家政策的大力推进下,近年来取得了飞速发展,市场前景广阔。目前,我国海上风电已基本具备大规模开发条件,下一阶段须通过技术创新和规模化开发,降低建造成本,尽快摆脱补贴依赖,实现快速发展。

[0003] 但是,相比于欧洲均匀的密实砂土海床,我国近海风电建设海域条件复杂,水深和海床条件变异性大,给海上风电的基础设计提出了更多的挑战:在我国福建、辽宁近海,海底基岩埋藏浅,传统风电桩基础需海上嵌岩施工,工期长、风险高、造价高;在浙江近海,海底淤泥层深厚,土体承载力低,海上大直径单桩基础适用性差;在广东近海,水深较深,波浪大、潮流急,极端荷载下基础入水段变形十分显著。此外,由于海上施工条件苛刻,海上风电基础成本可以占到整个项目投资的30%左右。因此,提供一种针适用于我国复杂海域的、新型、廉价、便捷、可靠的海上风机基础系统对我国海上风机建设具有重要的工程和经济意义。

实用新型内容

[0004] 本实用新型针对我国复杂海域中不同的水深条件和海床特性,旨在提供适应复杂海域条件中多种水深和海床条件的一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统。

[0005] 为实现上述目的,本实用新型采用以下技术方案:

[0006] 本实用新型的一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统,包括负压吸力桶、过渡段中心筒和箱型连梁,过渡段中心筒外侧环周等距设置若干箱型连梁,所述每个箱型连梁的下方设置一个负压吸力桶。

[0007] 作为优选,所述箱型连梁内部设置有连梁内纵隔板、连梁内横隔板和连梁内加强肋板,所述连梁内纵隔板沿箱型连梁的纵向方向竖直设置,所述连梁内横隔板垂直所述连梁内纵隔板竖直设置,连梁内的上、下边缘设置连梁内加强肋板。

[0008] 作为优选,所述箱型连梁和负压吸力桶之间设置有顶部加强板,所述顶部加强板的底面连接各负压吸力桶的顶部,顶部加强板的顶面连接各箱型连梁,顶部加强板的中部设置配合过渡段中心筒的穿孔。

[0009] 作为优选,所述负压吸力桶和箱型连梁的数量为三个。

[0010] 作为优选,所述顶部加强板在相邻两个箱型连梁之间的边缘形状为向内凹陷的弧线形。

[0011] 作为优选,所述负压吸力桶的顶部在箱型横梁两侧分别设有抽水孔。

[0012] 作为优选,箱型连梁的末端设置有预应力拉锚,所述预应力拉锚一端连接箱型连梁远离过渡段中心筒的末端,预应力拉锚另一端连接过渡段中心筒,所述预应力拉锚的水平投影和箱型连梁的中线重合。

[0013] 作为优选,所述过渡段中心筒内壁设置有至少两个环形的局部横向加强板,相邻的局部横向加强板之间设置有局部纵向加强肋板,所述局部纵向加强肋板环绕过渡段中心筒的内壁等距设置,预应力拉锚连接过渡段中心筒的位置和所述局部纵向加强肋板对应。

[0014] 作为优选,环绕过渡段中心筒的外侧设置有吊环,所述吊环所在高度位于相邻的两个局部横向加强板之间,过渡段中心筒的内侧在吊环的对应位置设置有局部纵向加强肋板;箱型连梁远离过渡段中心筒一端的顶部设置有锁扣,所述预应力拉锚一端连接吊环,另一端连接锁扣,预应力拉锚设置有拉力计。

[0015] 作为优选,所述过渡段中心筒内套设有单桩,过渡段中心筒内壁沿其轴向设置有若干筒内剪力键,过渡段中心筒和单桩之间的空间内灌注有筒内灌浆层。

[0016] 本实用新型结合负压吸力桶基础、预应力拉锚结构和大直径单桩基础的共同优点,以负压吸力桶三脚架基础为基本设计型式,通过箱型连梁将负压吸力桶和大直径单桩基础进行连接,通过增加预应力拉锚系统提高基础的整体刚度和承载力,在保证工程设计要求的前提下,提供了一种施工便捷和经济低廉的基础系统,可以适用于多种水深和海床条件。相比于传统的重力式基础和导管架基础等,该新型基础采用吸力安装,避免了重力式基础中的平整海床和导管架基础中复杂节点的设计、焊接等繁琐的过程,避免桩基嵌岩施工,大大减少海上施工时间,降低施工成本。

[0017] 本实用新型专利具有如下有益效果:(1) 结构受力合理,充分发挥负压吸力桶、钢绞线拉锚结构、单桩基础各自优点;(2) 经济性高,适用于多种水深和海床条件;相比于传统的重力式基础和导管架基础等,负压吸力桶基础采用吸力安装,避免了重力式基础中的平整海床和导管架基础中复杂节点的设计、焊接等繁琐的过程,避免桩基嵌岩施工,大大减少施工时间,提高基础的经济性。同时,本实用新型涉及的负压吸力桶对基础起到防冲刷效果,可以减少防冲刷保护工程量;(3) 施工便捷,本专利中群桶三脚架基础可以采用吸力安装,并作为桩基施工的稳桩装置,无需另设稳桩平台;(3) 本专利中负压吸力桶和顶部加强板构成的复合基础可通过反压回收,重复利用,大大降低工程成本,且施工质量可控,工程意义重大;(5) 本专利中多种基础形式间结构构件共享,基础可以进行模块化设计和加工,大大降低基础设计成本和建造周期。

附图说明

[0018] 图1为本实用新型实施例一的俯视图。

[0019] 图2为本实用新型实施例一的侧视图。

[0020] 图3为本实用新型实施例一的安装过程示意图。

[0021] 图4为本实用新型的箱型连梁部件的轴侧视图。

[0022] 图5为本实用新型的箱型连梁部件的俯视图。

- [0023] 图6为本实用新型的箱型连梁部件的侧视图。
- [0024] 图7为本实用新型实施例二的俯视图。
- [0025] 图8为本实用新型实施例二的侧视图。
- [0026] 图9为本实用新型实施例二的安装过程示意图。
- [0027] 图10为本实用新型实施例二中的过渡段中心筒的结构图。
- [0028] 图11为本实用新型实施例二中的过渡段中心筒的俯视图。
- [0029] 图12为本实用新型实施例二中的吊环和过渡段中心筒的连接位置细部图。
- [0030] 图13为本实用新型实施例三的俯视图。
- [0031] 图14为本实用新型实施例三的侧视图。
- [0032] 图15为本实用新型实施例三的安装过程示意图。
- [0033] 图中：
- [0034] 1、负压吸力桶；2、抽水孔；3、顶部加强板；4、箱型连梁；41、连梁内纵隔板；42、连梁内横隔板；43、连梁内加强肋板；5、过渡段中心筒；6、吊环；7、锁扣；8、预应力拉锚；9、拉力计；10、局部横向加强板；11、局部纵向加强肋板；12、筒内剪力键；13、筒内灌浆层、14、单桩。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图和具体实施方式对本实用新型做进一步描述。

[0036] 实施例一：

[0037] 如图1、图2所示，本实用新型的一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统，包括负压吸力桶1、过渡段中心筒5和箱型连梁4。过渡段中心筒5外侧环周等距设置三个箱型连梁4。所述每个箱型连梁4的下方设置一个负压吸力桶1。

[0038] 箱型连梁4和负压吸力桶1之间设置有顶部加强板3，所述顶部加强板3的底面连接各负压吸力桶1的顶部，顶部加强板3的顶面连接各箱型连梁4，顶部加强板3的中部设置配合过渡段中心筒5的通孔。所述顶部加强板3在相邻两个箱型连梁4之间的边缘形状为向内凹陷的弧线形。所述负压吸力桶的顶部在箱型横梁两侧分别设有抽水孔2。

[0039] 如图4、图5、图6所示，所述箱型连梁4为混凝土浇筑的预制件，其内部设置有连梁内纵隔板41、连梁内横隔板42和连梁内加强肋板43，所述连梁内纵隔板41沿箱型连梁4的纵向方向竖直设置，所述连梁内横隔板42垂直所述连梁内纵隔板41竖直设置，连梁内的上、下边缘设置连梁内加强肋板43。为了保证箱型连梁4的整体刚度，避免出现应力集中导致的基础疲劳寿命降低，本实用新型专利中箱型连梁4内部设置连梁内纵隔板41和连梁内横隔板42，保证连梁的整体性，在连梁内纵隔板41和连梁内横隔板42与箱型连梁4的焊接或构件连接角点，设置有连梁内加强肋板43，从而可以避免局部出现应力集中，改善荷载传递机制。

[0040] 本实施例的技术方案适用于水深较浅或海底基岩埋深较浅，波流荷载较小的工况。群桶三脚架基础由三个负压吸力桶1构成，将上部荷载传递给海床。吸力桶通过抽水孔2形成桶内负压，依靠桶内外的压力差实现基础贯入。所述三个负压吸力桶1通过顶部加强板3焊接连接成整体，一方面增加基础的整体性，改善受力性能，同时还可以方便基础构件定位，保证后续加工精度。

[0041] 相比于传统的导管架形式，本实用新型实施例中采用结构形式更加简单的箱型连梁4能够简化基础设计，明确基础系统的荷载传递路径；本实用新型专利中负压吸力桶1、顶

部加强板3和箱型连梁4之间均通过焊接连接,形式简单,构件可以进行模块化生产,可以大大降低设计制造成本,减少施工周期。

[0042] 如图3为本实施例的安装过程示意图,具体施工过程如下:

[0043] 步骤1,浮运就位:首先负压吸力桶1、过渡段中心筒5和顶部加强板3构成的群桶三脚架结构,吊运至指定施工位置,准备自重沉贯。

[0044] 步骤2,自重沉贯,将上述群桶三脚架结构沉放到海床表面,群桶三脚架结构在自重作用下完成初步沉贯。

[0045] 步骤3,吸力沉贯,完成自重沉贯后,通过抽水孔2将吸力桶内部的海水抽出,形成内外压力差和渗流场,进一步完成群桶三脚架结构的沉贯过程,同时在安装过程中通过控制三个负压吸力桶1的抽水速度进一步控制基础的水平度。

[0046] 实施例二:

[0047] 本实施例是在上述实施例一基础上的进一步优化方案,考虑到我国近海海域组成复杂,水深的空间变异性较大,为了抵抗水深增加带来的波流荷载增大和保证基础的整体刚度提出了以下技术方案:

[0048] 如图7、图8所示,本实用新型的一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统,包括负压吸力桶1、过渡段中心筒5和箱型连梁4。过渡段中心筒5外侧环周等距设置三个箱型连梁4。所述每个箱型连梁4的下方设置一个负压吸力桶1。

[0049] 箱型连梁4和负压吸力桶1之间设置有顶部加强板3,所述顶部加强板3的底面连接各负压吸力桶1的顶部,顶部加强板3的顶面连接各箱型连梁4,顶部加强板3的中部设置配合过渡段中心筒5的通孔。所述顶部加强板3在相邻两个箱型连梁4之间的边缘形状为向内凹陷的弧线形。所述负压吸力桶的顶部在箱型横梁两侧分别设有抽水孔2。

[0050] 如图4、图5、图6所示,所述箱型连梁4为混凝土浇筑的预制件,其内部设置有连梁内纵隔板41、连梁内横隔板42和连梁内加强肋板43,所述连梁内纵隔板41沿箱型连梁4的纵向方向竖直设置,所述连梁内横隔板42垂直所述连梁内纵隔板41竖直设置,连梁内的上、下边缘设置连梁内加强肋板43。为了保证箱型连梁4的整体刚度,避免出现应力集中导致的基础疲劳寿命降低,本实用新型专利中箱型连梁4内部设置连梁内纵隔板41和连梁内横隔板42,保证连梁的整体性,在连梁内纵隔板41和连梁内横隔板42与箱型连梁4的焊接或构件连接角点,设置有连梁内加强肋板43,从而可以避免局部出现应力集中,改善荷载传递机制。

[0051] 如图10、图11、图12所示,所述过渡段中心筒5内壁设置有两个环形的局部横向加强板10,相邻的局部横向加强板10之间设置有局部纵向加强肋板11,所述局部纵向加强肋板11环绕过渡段中心筒5的内壁等距设置,预应力拉锚8连接过渡段中心筒5的位置和所述局部纵向加强肋板11对应。

[0052] 环绕过渡段中心筒5的外侧设置有吊环6,所述吊环6所在高度位于相邻的两个局部横向加强板10之间,过渡段中心筒5的内侧在吊环6的对应位置设置有局部纵向加强肋板11;箱型连梁4远离过渡段中心筒5一端的顶部设置有锁扣7,所述预应力拉锚8一端连接吊环6,另一端连接锁扣7。所述预应力拉锚8一端连接箱型连梁4远离过渡段中心筒5的末端,预应力拉锚8另一端连接过渡段中心筒5,所述预应力拉锚8的水平投影和箱型连梁4的中线重合。预应力拉锚8结构设置有拉力计9。本实施例中预应力拉锚8采用钢绞线制成。

[0053] 从而将过渡段中心筒5与下部箱型连梁4和三个吸力桶连接成整体,通过该连接形

式,大大减小了水下基础部分的悬臂长度,增加基础的整体刚度;对于箱型连梁4上部设置的吊环6,为了保证局部连接的强度,要求吊环6焊接在箱型连梁4的连梁内纵隔板41对应上方;而对于焊接在过渡段中心筒5上方的吊环6,为了避免应力集中引起过渡段中心筒5的局部破坏。

[0054] 本实用新型专利在过渡段中心筒5对应位置的内部设置有局部横向加强板10和局部纵向加强肋板11,保证吊环6连接位置处过渡段中心筒5在环向和径向的强度和刚度。考虑到基础设计中为了满足不同的刚度需求,需要调整钢绞线的预拉力,本实用新型专利中在所述预应力拉锚8上设置有拉力计9,可以保证预应力拉锚8中预拉力的准确性,同时在基础后续的使用过程中,可以长期监测预应力拉锚8内部的拉力变化,可以作为监测数据侧面反映基础的长期承载性能。

[0055] 如图9为本实施例的安装过程示意图,具体施工过程如下:

[0056] 步骤1,浮运就位:首先负压吸力桶1、过渡段中心筒5、顶部加强板3和预应力拉锚装配构成的群桶三脚架结构,吊运至指定施工位置,准备自重沉贯。

[0057] 步骤2,自重沉贯,将上述群桶三脚架结构沉放到海床表面,群桶三脚架结构在自重作用下完成初步沉贯。

[0058] 步骤3,吸力沉贯,完成自重沉贯后,通过抽水孔2将吸力桶内部的海水抽出,形成内外压力差和渗流场,进一步完成群桶三脚架结构的沉贯过程,同时在安装过程中通过控制三个负压吸力桶1的抽水速度进一步控制基础的水平度。

[0059] 实施例三:

[0060] 本实施例是在上述实施例一基础上的进一步优化方案,考虑到我国东南海域部分地区海床浅层土体强度较低,仅仅依靠实施例一中的三个负压吸力桶1不能够提供足够的基础承载力。针对这种工况,本实施例在实施例一的基础上,提出以下技术方案。

[0061] 如图13、图14所示,本实用新型的一种海上风电箱型梁连接的多桶组合基础系统,包括负压吸力桶1、单桩14、过渡段中心筒5和箱型连梁4。所述过渡段中心筒5套设在单桩14外侧。过渡段中心筒5外侧环周等距设置三个箱型连梁4。所述每个箱型连梁4的下方设置一个负压吸力桶1。

[0062] 箱型连梁4和负压吸力桶1之间设置有顶部加强板3,所述顶部加强板3的底面连接各负压吸力桶1的顶部,顶部加强板3的顶面连接各箱型连梁4,顶部加强板3的中部设置配合过渡段中心筒5的通孔。所述顶部加强板3在相邻两个箱型连梁4之间的边缘形状为向内凹陷的弧线形。所述负压吸力桶的顶部在箱型横梁两侧分别设有抽水孔2。

[0063] 如图4、图5、图6所示,所述箱型连梁4为混凝土浇筑的预制件,其内部设置有连梁内纵隔板41、连梁内横隔板42和连梁内加强肋板43,所述连梁内纵隔板41沿箱型连梁4的纵向方向竖直设置,所述连梁内横隔板42垂直所述连梁内纵隔板41竖直设置,连梁内的上、下边缘设置连梁内加强肋板43。为了保证箱型连梁4的整体刚度,避免出现应力集中导致的基础疲劳寿命降低,本实用新型专利中箱型连梁4内部设置连梁内纵隔板41和连梁内横隔板42,保证连梁的整体性,在连梁内纵隔板41和连梁内横隔板42与箱型连梁4的焊接或构件连接角点,设置有连梁内加强肋板43,从而可以避免局部出现应力集中,改善荷载传递机制。

[0064] 作为优选,所述过渡段中心筒5内侧沿其轴向设置有若干筒内剪力键12,过渡段中心筒5和单桩14之间的空间内灌注有筒内灌浆层13。

[0065] 筒内剪力键12与群桶三脚架基础一桶作为单桩14的安装定位和稳桩系统,同时提高单桩14与群桶三脚架整体性;所述单桩14与过渡段中心筒5间通过筒内灌浆层13连接。基于浅水海域的群桶三脚架基础,结合筒内剪力键12、筒内灌浆层13和单桩14等结构,形成适用于我国近海软弱海床的大直径单桩14-群桶三脚架复合基础。

[0066] 如图15为本实施例的安装过程示意图,具体施工过程如下:

[0067] 步骤1,浮运就位:首先负压吸力桶1、过渡段中心筒5、顶部加强板3和预应力拉锁装配构成的群桶三脚架结构,吊运至指定施工位置,准备自重沉贯。

[0068] 步骤2,自重沉贯,将上述群桶三脚架结构沉放到海床表面,群桶三脚架结构在自重作用下完成初步沉贯。

[0069] 步骤3,吸力沉贯,完成自重沉贯后,通过抽水孔2将吸力桶内部的海水抽出,形成内外压力差和渗流场,进一步完成群桶三脚架结构的沉贯过程,同时在安装过程中通过控制三个负压吸力桶1的抽水速度进一步控制基础的水平度。

[0070] 步骤4,单桩14打入,在完成吸力桶完全沉贯后,将单桩14穿过过渡段中心筒5,群桶三脚架结构作为稳桩系统保证单桩14打入过程稳定性,将单桩14打入到指定深度;

[0071] 步骤5,节点灌浆,将单桩14打入指定深度后,进行节点灌浆筒内灌浆层13,确保基础的整体性。

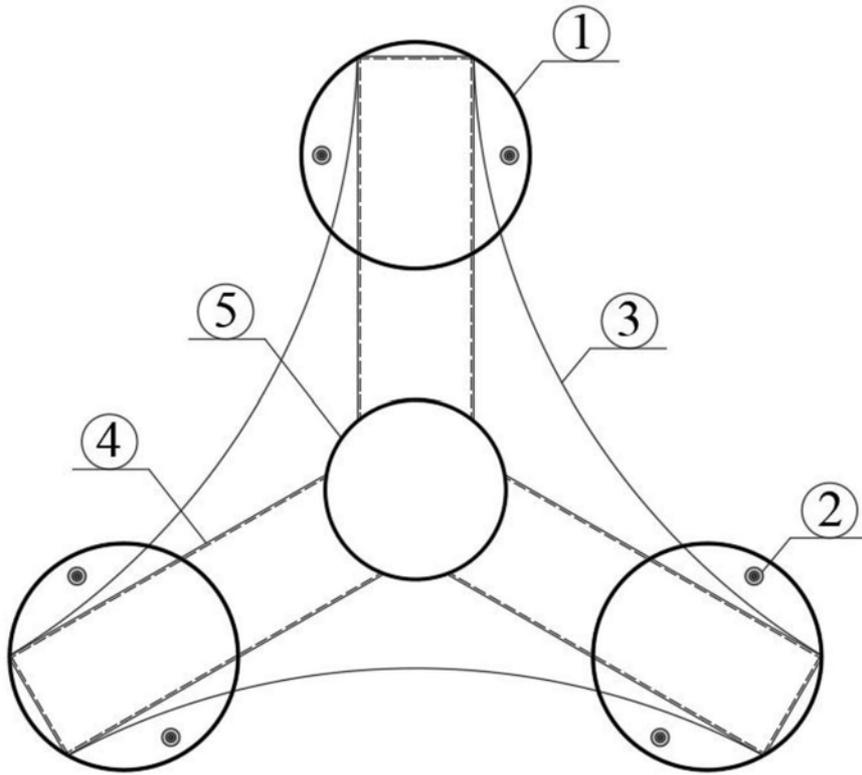


图1

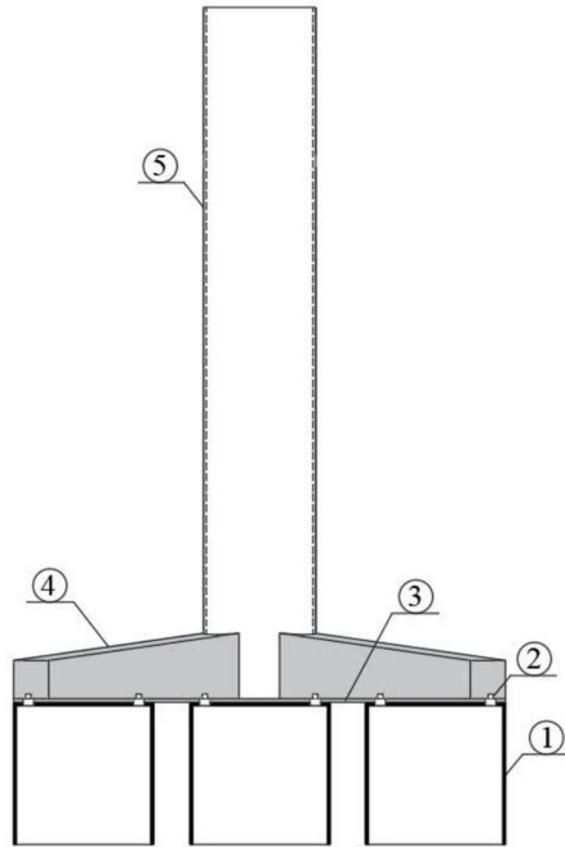


图2

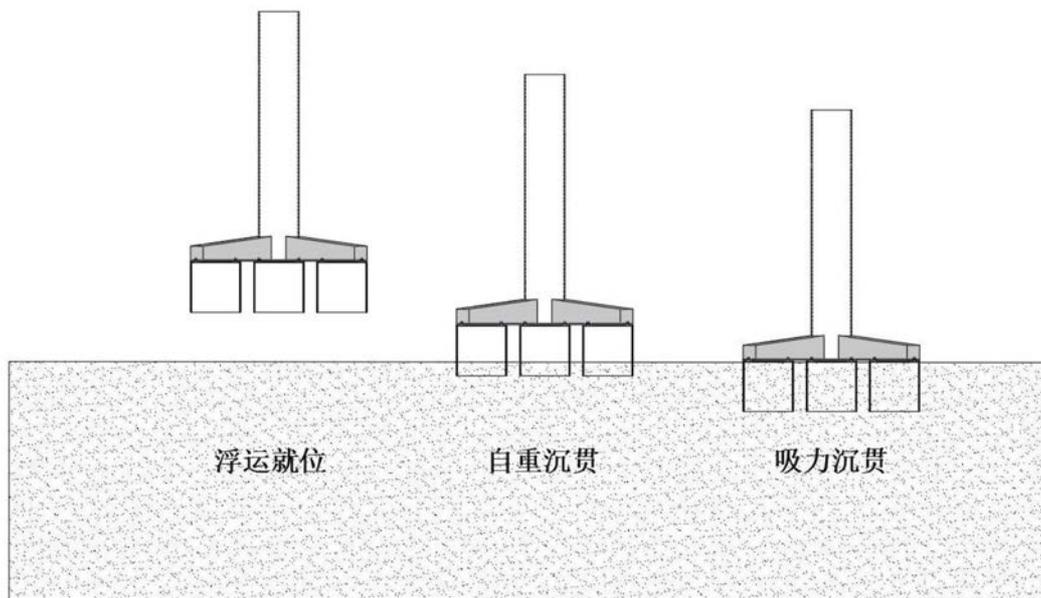


图3

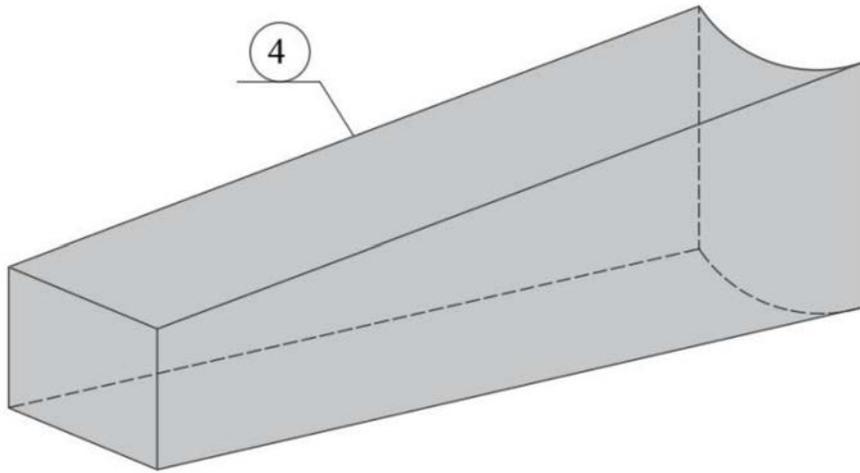


图4

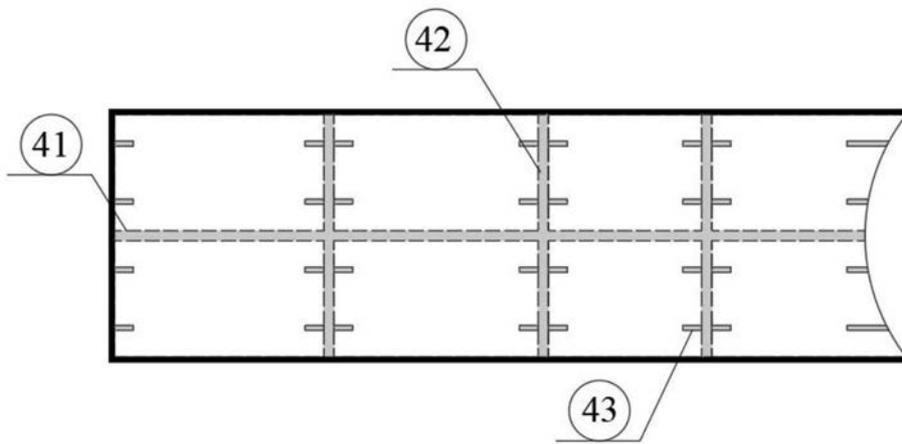


图5

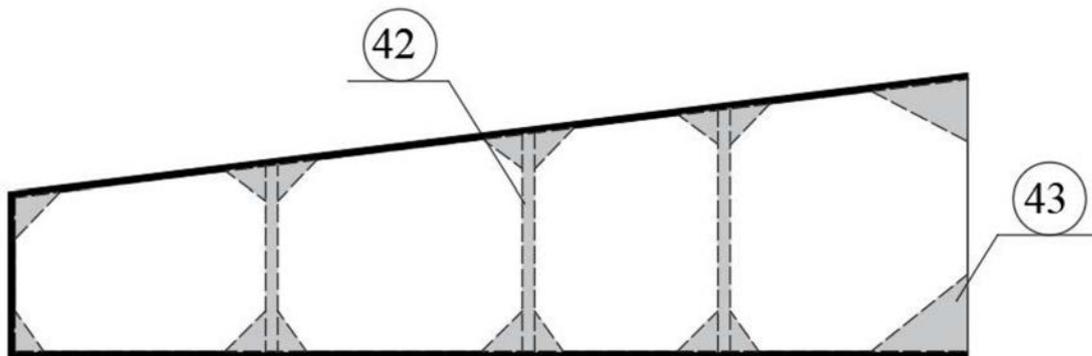


图6

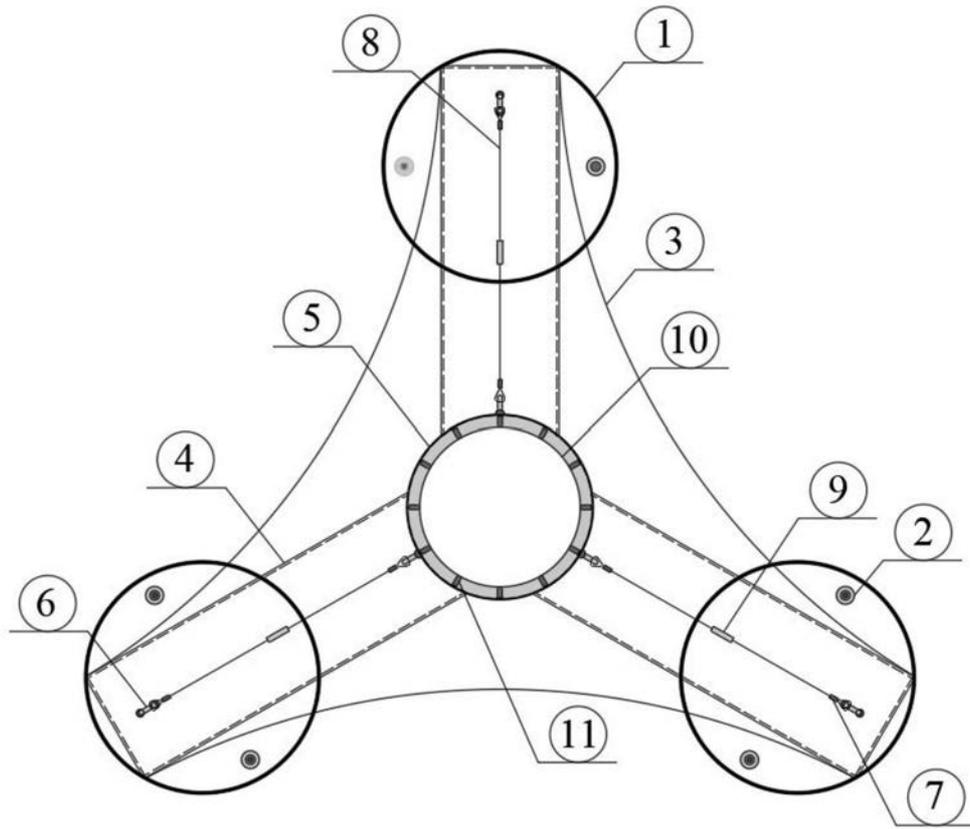


图7

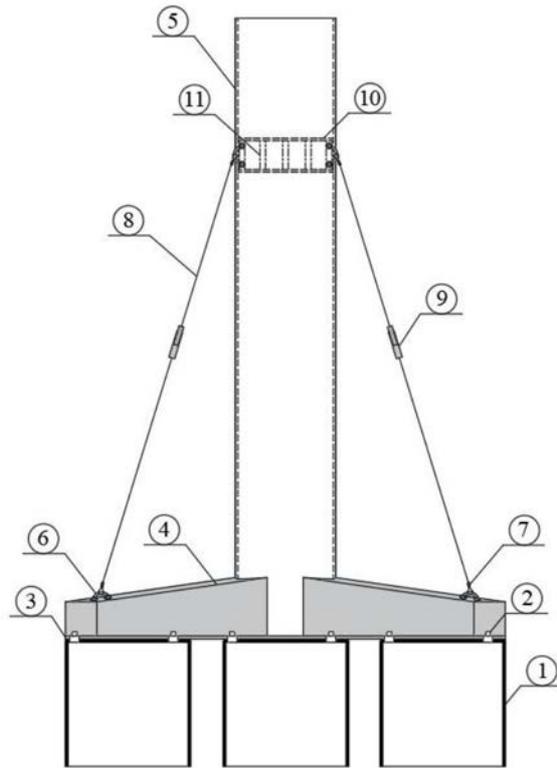


图8

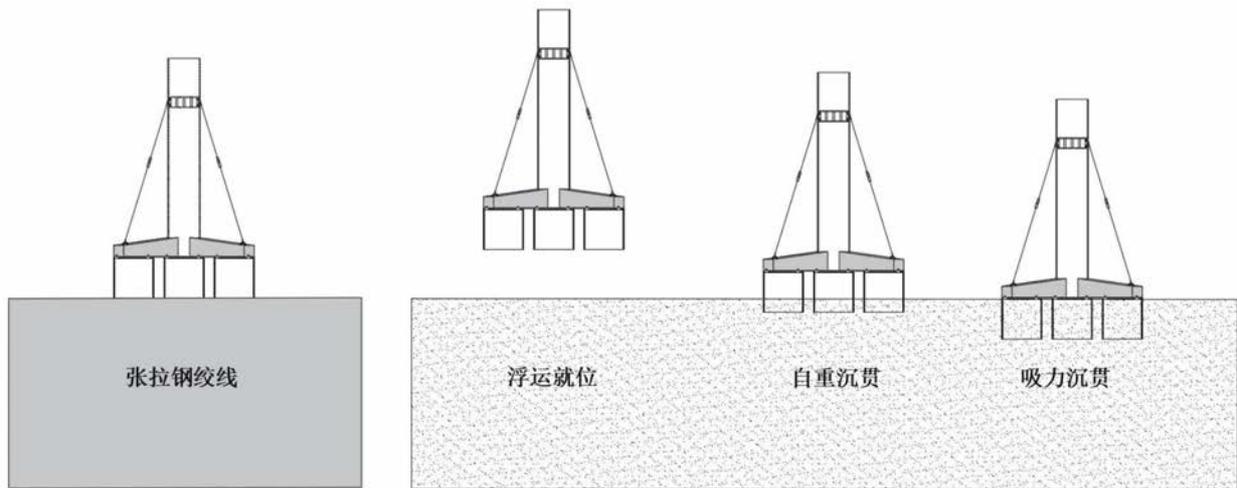


图9

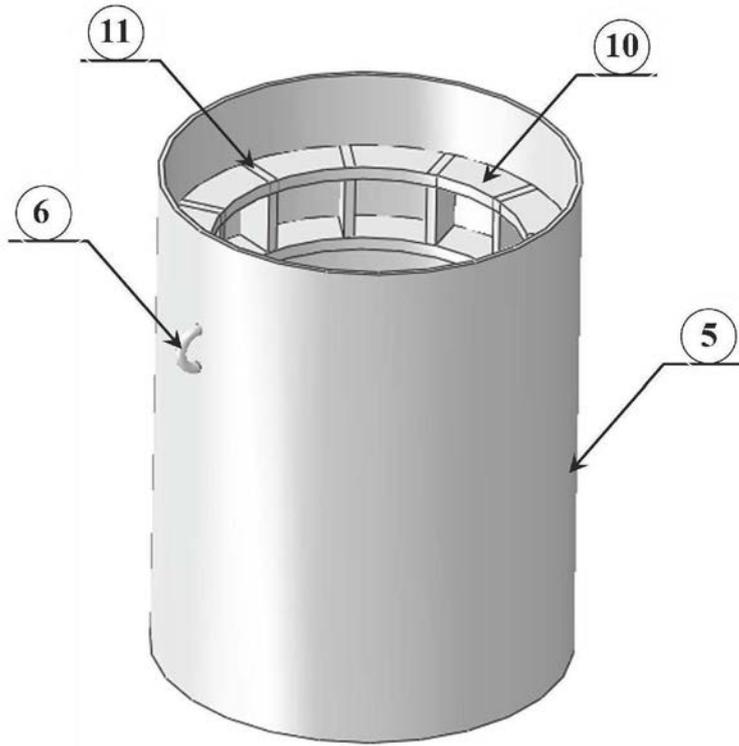


图10

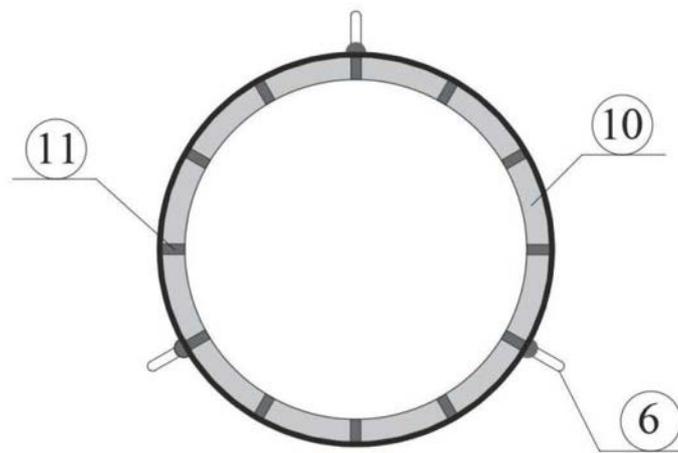


图11

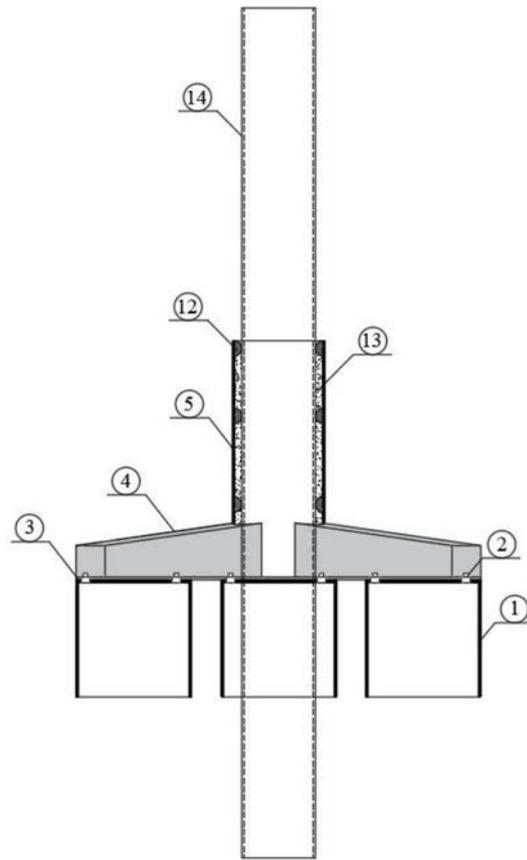


图14

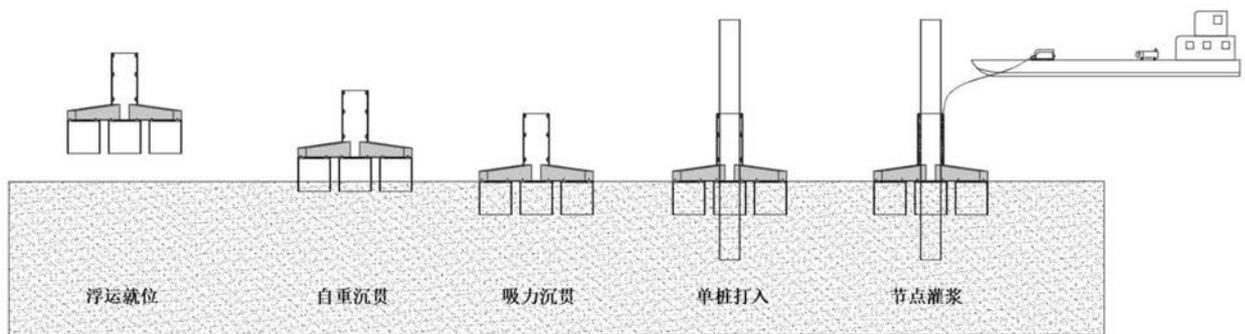


图15