



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106948360 A

(43)申请公布日 2017.07.14

(21)申请号 201710320181.X

(22)申请日 2017.05.08

(71)申请人 中国能源建设集团江苏省电力设计院有限公司

地址 210036 江苏省南京市渡江路10号

(72)发明人 竺明星 卢红前 王磊 吉春明 彭秀芳 袁万 王广兵 王泽国 吴慕丹

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

代理人 母秋松 董建林

(51)Int. Cl.

E02D 27/12(2006.01)

E02D 27/42(2006.01)

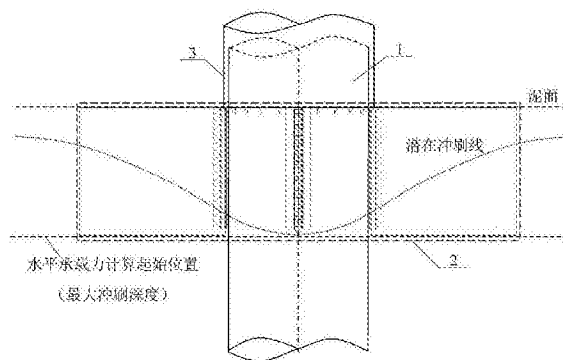
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒及施工方法

(57)摘要

本发明公开了一种海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒,包括:钢箱-混凝土翼板、钢套筒和位于套筒顶部的施工顶板;所述的钢箱-混凝土翼板嵌入钢套筒外侧定位板内并通过双列螺栓进行定位和锚固;所述的钢套筒外侧定位板通过焊缝连接方式固定于桩身外侧并在定位板外侧焊接抗拉裂加劲肋板;所述的施工顶板通过焊缝连接方式固定于装配式翼板套筒顶部。本发明适用于海上风电基础行业,用于提高海上风电大直径钢管桩基础浅层土体水平抗力的效果非常显著,且装置部件均通过现场预制、拼装方式进行连接,最后通过施工套管采用静压或锤击方式将装配式翼板套筒下压至指定深度,具有效果显著、工艺简单、应用方便、经济实惠等优点。



1. 一种海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒,包括:钢套筒,其特征在于:还包括:钢箱-混凝土翼板、翼板贯入靴、施工顶板、定位板,所述多块钢箱-混凝土翼板分别嵌入钢套筒外侧均匀分布的定位板沟槽内,钢箱-混凝土翼板与定位板通过两列螺栓进行锚固;所述钢箱-混凝土翼板底端设置有等腰三角形结构的翼板贯入靴;所述钢套筒顶部设置有圆环结构的施工顶板。

2. 根据权利要求1所述的海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒,其特征在于:所述钢箱-混凝土翼板的数量设置为两块或四块。

3. 根据权利要求1所述的海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒,其特征在于:所述的钢套筒壁厚2~3cm,钢套筒高度与冲刷坑计算深度一致。

4. 根据权利要求1所述的海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒,其特征在于:所述钢箱-混凝土翼板由钢箱和内部填充的混凝土组成;所述钢箱由壁厚1~2cm的钢板拼接而成;所述混凝土设置为C30及其以上强度的碎石混凝土。

5. 根据权利要求1所述的海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒,其特征在于:所述钢箱-混凝土翼板近钢套筒一侧预留两列螺栓孔位,第1列螺栓孔位距钢箱-混凝土翼板外侧边缘25cm,第1列第1个螺栓孔位距离钢箱-混凝土翼板顶部边缘为10cm,第2列螺栓孔位与第1列螺栓孔位水平间距为15cm,第2列第1个螺栓孔位距离钢箱-混凝土复合翼板顶部边缘为25cm;每一行螺栓孔位之间的间距为30cm;螺栓孔位直径不大于螺栓直径2mm;所述螺栓直径为24mm。

6. 根据权利要求1所述的海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒,其特征在于:所述钢箱整体外观尺寸厚度为30~40cm,高度与钢套筒高度一致。

7. 根据权利要求1所述的海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒,其特征在于:所述翼板贯入靴由两片厚度均为1cm、夹角呈60°的钢板组成并焊接于钢箱-混凝土翼板底部,尖角朝下。

8. 根据权利要求1所述的海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒,其特征在于:所述定位板长度与钢套筒高度一致,宽度为21.8cm,厚度为3cm;每对定位板的间距比钢箱厚度大4~8mm;定位板通过焊接方式固定于钢套筒外侧;定位板预先开设两列螺栓孔位,其中远离钢套筒的那1列螺栓孔位距离定位板外侧边缘距离10cm,其余螺栓孔位相对间距与钢箱-混凝土翼板上的螺栓孔位位置相一致。

9. 根据权利要求1所述的海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒,其特征在于:所述每对定位板外侧焊接一对抗拉裂加劲肋板;所述加劲肋板厚度为1~2cm,宽度为40cm,长度与定位板长度一致,一边焊接在定位板上且与第1列螺栓距离为7cm,另一边焊接在钢套筒外侧壁。

10. 根据权利要求1所述的海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒,其特征在于:所述施工顶板内径与钢套筒内径一致,长度为50cm,通过焊接方式固定在钢套筒顶部,施工顶板下面焊接20块抗失稳加劲肋板;所述的每块抗失稳加劲肋板厚度为1~2cm,呈直角三角形结构,两个直角边尺寸为20cm×(20~50)cm,直角短边尺寸焊接在钢套筒外侧壁,直角长边焊接于施工顶板下侧;每个四分之一钢套筒圆弧边按照等角度均匀布置5块抗失稳加劲肋板。

11. 根据权利要求1所述的海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒,其特征在

于:所述装配式翼板套筒中钢材的强度均为Q345。

12.一种海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒施工方法,其特征在于:包括如下步骤:

步骤一:预制钢箱的宽度取为0.5~1倍的钢管桩直径;在陆上预制工地事先按照尺寸制作好4个钢箱并内部添加混凝土形成钢箱-混凝土翼板,制作过程中预留两列螺栓孔位;按照尺寸设计要求制作好翼板贯入靴,并焊接在钢箱-混凝土翼板底端;

步骤二:预制钢套筒的内径与钢管桩外径之间的间隙距离控制在泥面下桩长的1/2000~1/1000范围内,并在钢套筒四个呈90°的对角边成对焊接带有两列螺栓孔位的定位板,完成后在每对定位板外侧按要求焊接抗拉裂加劲肋板;

步骤三:根据尺寸要求预制圆环形施工顶板、抗失稳加筋肋板和施工套筒,并与上述两步制作完成的成品一起装船运输至打桩船上;在打桩船上开展钢箱-混凝土翼板与钢套筒的螺栓拼装作业,随后在钢套筒顶部焊接施工顶板并设置抗失稳加劲肋板;

步骤四:将制作完成的装配式翼板套筒吊装穿过钢管桩并自然下放至不能继续下沉为止;装配式翼板套筒在下沉过程中要始终保持其中一对钢箱-混凝土翼板与水平作用荷载方向垂直,另外一对则与水平荷载作用方向平行;

步骤五:将施工套筒吊装穿过钢管桩自然下放并与施工顶板表面接触,随后采用静压或者锤击方式,通过施工套筒将装配式翼板套筒下压至施工顶板与泥面齐平为止;施工完成后将施工套筒从钢管桩中抽出进行回收利用。

13.根据权利要求12所述的海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒,其特征在于:施工套筒壁厚与钢套筒一致,内径介于施工顶板内、外直径范围内,长度取为泥面至打桩船施工平台之间的垂直高度。

海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒及施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒及施工方法,属于海上风电基础技术领域。

背景技术

[0002] 随着经济的增长以及环境污染日益加剧,全球对清洁能源的需求不断增加。海上风能具有风速高、风力持久稳定、风切变小,而且无视觉、噪音污染及不占用陆地等优点,成为世界各国能源开发的重点。随着我国海上风电产业大力发展,超大直径单桩基础由于其承载力大、安全度高、经济性好、施工便利等优点,已成为海上风机最常用基础型式。

[0003] 目前,超大直径钢管单桩基础桩径高达5.0-6.5m。海上风电单桩基础主要承受风、浪、流等水平荷载作用,在设计中需要重点考虑其水平承载性能。然而,随着桩径的增加,相应的计算冲刷坑深度和半径也在增加,设计时从偏于安全的角度出发完全忽略掉冲刷范围内覆土的水平抗力作用;更重要的是,实际工程中为了防止冲刷,一般采用防冲刷垫覆盖在泥面表层,使得超大直径风电桩基不存在冲刷情况,换言之,真实泥面至真实水平承载力计算起始位置范围内的土体是完好存在的,传统设计和施工方法忽略该软弱土体的水平抗力作用使得工程造价成本较高,造成了不必要的浪费。

发明内容

[0004] 目的:在于针对上层软弱土体强度低、抗水平承载能力差等原因,提出一种用于提高海上风机大直径钢管桩基础水平承载力的装配式翼板套筒及其施工方法,通过装配式翼板套筒增加桩身土抗力受力面积以解决软弱土体抗水平承载力低的问题,同时还可以储备较高的安全富裕度以应对不可抗力因素(如台风等)造成的海上风电单桩基础倾斜等问题,具有效果显著、工艺简单、应用方便、经济实惠等优点。

[0005] 技术方案:为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案为:

[0006] 一种海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒,包括:钢套筒、钢箱-混凝土翼板、翼板贯入靴、施工顶板、定位板,所述多块钢箱-混凝土翼板分别嵌入钢套筒外侧均匀分布的定位板沟槽内,钢箱-混凝土翼板与定位板通过两列螺栓进行锚固;所述钢箱-混凝土翼板底端设置有等腰三角形结构的翼板贯入靴;所述钢套筒顶部设置有圆环结构的施工顶板。

[0007] 作为优选方案,所述钢箱-混凝土翼板的数量设置为两块或四块。

[0008] 作为优选方案,所述的钢套筒壁厚2~3cm,钢套筒高度与冲刷坑计算深度一致。

[0009] 作为优选方案,所述钢箱-混凝土翼板由钢箱和内部填充的混凝土组成;所述钢箱由壁厚1~2cm的钢板拼接而成;所述混凝土设置为C30及其以上强度的碎石混凝土。

[0010] 作为优选方案,所述钢箱-混凝土翼板近钢套筒一侧预留两列螺栓孔位,第1列螺栓孔位距钢箱-混凝土翼板外侧边缘25cm,第1列第1个螺栓孔位距离钢箱-混凝土翼板顶部边缘为10cm,第2列螺栓孔位与第1列螺栓孔位水平间距为15cm,第2列第1个螺栓孔位距离

钢箱-混凝土复合翼板顶部边缘为25cm;每一行螺栓孔位之间的间距为30cm;螺栓孔位直径不大于螺栓直径2mm;所述螺栓直径为24mm。

[0011] 作为优选方案,所述钢箱整体外观尺寸厚度为30~40cm,高度与钢套筒高度一致。

[0012] 作为优选方案,所述翼板贯入靴由两片厚度均为1cm、夹角呈60°的钢板组成并焊接于钢箱-混凝土翼板底部,尖角朝下。

[0013] 作为优选方案,所述定位板长度与钢套筒高度一致,宽度为21.8cm,厚度为3cm;每对定位板的间距比钢箱厚度大4~8mm;定位板通过焊接方式固定于钢套筒外侧;定位板预先开设两列螺栓孔位,其中远离钢套筒的那1列螺栓孔位距离定位板外侧边缘距离10cm,其余螺栓孔位相对间距与钢箱-混凝土翼板上的螺栓孔位位置相一致。

[0014] 作为优选方案,所述每对定位板外侧焊接一对抗拉裂加劲肋板;所述加劲肋板厚度为1~2cm,宽度为40cm,长度与定位板长度一致,一边焊接在定位板上且与第1列螺栓距离为7cm,另一边焊接在钢套筒外侧壁。

[0015] 作为优选方案,所述施工顶板内径与钢套筒内径一致,长度为50cm,通过焊接方式固定在钢套筒顶部,施工顶板下面焊接20块抗失稳加劲肋板;所述的每块抗失稳加劲肋板厚度为1~2cm,呈直角三角形结构,两个直角边尺寸为20cm×(20~50)cm,直角短边尺寸焊接在钢套筒外侧壁,直角长边焊接于施工顶板下侧;每个四分之一钢套筒圆弧边按照等角度均匀布置5块抗失稳加劲肋板。

[0016] 作为优选方案,所述装配式翼板套筒中钢材的强度均为Q345。

[0017] 一种海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒施工方法,其特征在于:包括如下步骤:

[0018] 步骤一:预制钢箱的宽度取为0.5~1倍的钢管桩直径;在陆上预制工地事先按照尺寸制作好4个钢箱并内部添加混凝土形成钢箱-混凝土翼板,制作过程中预留两列螺栓孔位;按照尺寸设计要求制作好翼板贯入靴,并焊接在钢箱-混凝土翼板底端;

[0019] 步骤二:预制钢套筒的内径与钢管桩外径之间的间隙距离控制在泥面下桩长的1/2000~1/1000范围内,并在钢套筒四个呈90°的对角边成对焊接带有两列螺栓孔位的定位板,完成后在每对定位板外侧按要求焊接抗拉裂加劲肋板;

[0020] 步骤三:根据尺寸要求预制圆环形施工顶板、抗失稳加筋肋板和施工套筒,并与上述两步制作完成的成品一起装船运输至打桩船上;在打桩船上开展钢箱-混凝土翼板与钢套筒的螺栓拼装作业,随后在钢套筒顶部焊接施工顶板并设置抗失稳加劲肋板;

[0021] 步骤四:将制作完成的装配式翼板套筒吊装穿过钢管桩并自然下放至不能继续下沉为止;装配式翼板套筒在下沉过程中要始终保持其中一对钢箱-混凝土翼板与水平作用荷载方向垂直,另外一对则与水平荷载作用方向平行;

[0022] 步骤五:将施工套筒吊装穿过钢管桩自然下放并与施工顶板表面接触,随后采用静压或者锤击方式,通过施工套筒将装配式翼板套筒下压至施工顶板与泥面齐平为止;施工完成后将施工套筒从钢管桩中抽出进行回收利用。

[0023] 作为优选方案,施工套筒壁厚与钢套筒一致,内径介于施工顶板内、外直径范围内,长度取为泥面至打桩船施工平台之间的垂直高度。

[0024] 有益效果:本发明提供的海上风机大直径钢管桩基础的装配式翼板套筒,其优点如下:翼板宽度大,可以极大地增加表层软弱土体的水平抗力作用有效宽度,有效宽度可达

2-3倍钢管桩直径,效果非常显著;通过钢箱-混凝土复合翼板方式不但可以极大地降低用钢量,更可以有效提高截面抵抗矩,提高了结构体系的安全度;通过装配的方式,使得装配式翼板套筒的关键部件均可以提前单独预制并现场拼装,从而极大地降低了装置的制作难度、运输难度和造价成本;通过施工套管进行下压施工,且施工套管可回收利用,施工简单,实用性强,工作量大大减少,经济性强。

附图说明

- [0025] 图1为本发明装配式翼板套筒-钢管桩-施工套管整体示意图。
 [0026] 图2为本发明装配式翼板套筒立体侧视图。
 [0027] 图3为本发明装配式翼板套筒立体仰视图。
 [0028] 图4为本发明装配式翼板套筒立体透视图。
 [0029] 图5为本发明装配式翼板套筒俯视图。
 [0030] 图6为本发明装配式翼板套筒正视图。
 [0031] 图7为本发明装配式翼板套筒中钢箱结构尺寸示意图。
 [0032] 图8为本发明装配式翼板套筒连接部位局部放大图。
 [0033] 图9为本发明装配式翼板套筒中钢箱-混凝土翼板螺栓孔位示意图。
 [0034] 图10为本发明装配式翼板套筒中定位板螺栓孔位示意图。

具体实施方式

- [0035] 下面结合附图对本发明作更进一步的说明。
 [0036] 如图1所示,本实施例包括超大直径钢管桩1、装配式翼板套筒2和施工套管3。所述装配式翼板套筒2的总高度与冲刷坑计算深度一致。
 [0037] 如图2、图3和图4所示,装配式翼板套筒2主要由钢套筒2-1和钢箱-混凝土翼板2-2通过定位板2-4和螺栓2-5进行拼装连接;每对定位板2-4两侧分别焊接抗拉裂加劲肋板2-6;为降低装配式翼板套筒2的贯入阻力,在钢箱-混凝土翼板2-2底部加桩翼板贯入靴2-3。最后在钢套筒2-1顶部焊接施工顶板2-7和抗失稳加劲肋板2-8。
 [0038] 如图2-图6所示,钢套筒2-1的内径与钢管桩1的外径之间间隙距离为泥面下桩长 L_b 的 $1/2000\sim 1/1000$,这是由于设计要求桩身在泥面处变形为 $L_b/500$,本发明的装置是为了提高水平承载力,降低变形,那么设定桩桩身变形达到0.5倍的允许值($L_b/500$)时必须开始发挥作用;同时考虑到各构件制作精度误差和施工空间需要,设定最小间隙为0.25倍的桩身变形允许变形值($L_b/500$)。钢套筒2-1为Q345钢,壁厚为2~3cm,不宜过薄以免发生屈曲变形,也不宜过厚以免不必要的材料浪费。
 [0039] 如图7所示,钢箱2-2-1的高度 l_h 与装配式翼板套筒2的总高度一致;钢箱2-2-1的整体宽度 l_w 取为0.5~1倍钢管桩1的直径;钢箱2-2-1的整体外观尺寸厚度 l_t 为30~40cm,根据下式进行确定:

$$[0040] \quad l_t \geq \sqrt{\frac{27s_u l_w^2}{\sigma_{拉}}} \quad (1)$$

- [0041] 式中: l_t 为钢箱2-2-1的整体外观尺寸厚度; s_u 为软土土体不排水剪切强度,从偏于安全的角度取为12kPa~24kPa; l_w 为钢箱2-2-1的宽度; $\sigma_{拉}$ 表示Q345钢材抗拉强度标准值。

通过计算发现钢管桩1的直径在5-7m范围内时,一般 t 为30~40cm。

[0042] 钢箱2-2-1中每块钢板厚度 t 取为1~2cm,同时需要满足下式抗剪要求:

$$[0043] \quad t \geq \frac{9s_u l_w}{\sigma_{剪}} \quad (2)$$

[0044] 式中: t 为钢箱2-2-1中每块板的厚度,如图8所示; $\sigma_{剪}$ 表示Q235钢材抗剪强度标准值。

[0045] 如图8所示,钢箱-混凝土翼板2-2内的混凝土2-2-2采用C30及以上强度标准的混凝土浇筑成型,并至少28天之后方可进行拼装使用。

[0046] 如图9所示,钢箱-混凝土翼板2-2在制作过程中预留2列螺栓孔位。第1列孔位距钢箱-混凝土复合翼板2-2外侧边缘25cm,第1列第1个孔位距离钢箱-混凝土复合翼板2-2顶部边缘为10cm,第2列孔位与第1列孔位水平间距为15cm,第2列第1个孔位距离钢箱-混凝土复合翼板2-2顶部边缘为25cm;每一列的螺栓之间彼此间距为30cm。螺栓孔位直径比螺栓2-5直径略大,但不得超过2mm;所述螺栓2-5的直径为24mm左右。

[0047] 两列螺栓孔位不在同一水平线上,采用交错布置,可使得连接处的构件受力更为合理,不会产生整体剪切破坏。对螺栓孔位距离限定,主要是为了安装和定位的便利;同一列螺栓间距虽然定为30cm,但是整体上来看两列螺栓,螺栓间距其实只有15cm,从经济性角度是相对合理的,否则材料成本、施工成本会增加。

[0048] 如图2~图6所示的定位板2-4共8块,每块定位板2-4采用Q345钢材制作,长度与钢套筒2-1总高度一致,宽度约为21.8cm,厚度为3cm;定位板2-4通过焊接方式预先成对固定于钢套筒2-1外侧,相邻两对定位板2-4夹角为 90° ;每对定位板2-4间净距比钢箱-混凝土复合翼板2-2厚度大4~8mm。

[0049] 如图10所示定位板2-4预先开两列螺栓孔位,其中远离钢套筒2-1的那1列螺栓孔位距离定位板2-4外侧边缘距离10cm,其余开孔相对间距与钢箱-混凝土复合翼板2-2开孔完全一致的。

[0050] 如图8所示,每对定位板2-4外侧焊接一对抗拉裂加劲肋板2-6;所述抗拉裂加劲肋板2-6厚度为1~2cm,宽度为40cm,长度与定位板2-4长度一致,一边焊接在定位板2-4上,与第1列螺栓2-5距离为7cm,另一边焊接在钢套2-1外侧壁。

[0051] 如图3~图5所示,所述施工顶板2-7呈圆环形,内径与钢套筒2-1内径一致,宽度为50cm,通过焊接方式固定在钢套筒2-1顶部,施工顶板2-7下面焊接20块抗失稳加劲肋板2-8;所述的每块抗失稳加劲肋板2-8厚度为1~2cm,呈三角形形状,两个直角边尺寸为20cm×(20~50)cm,直角短边尺寸焊接在钢套筒2-1外侧壁,直角长边焊接于施工顶板2-7下侧;每个四分之一钢套筒2-1圆弧边按照等角度均匀布置5块抗失稳加劲肋板2-8。

[0052] 如图2~图4,图6所示,所述翼板贯入靴2-3由两片厚度均为1cm、夹角呈 60° 的钢板组成并焊接于钢箱-混凝土复合翼板2-2底部,尖角朝桩端方向。

[0053] 本实施案例的装配式翼板套筒施工方法的具体步骤如下:

[0054] ①在陆上事先按照尺寸制作好4个钢箱2-2-1并内部灌入规定强度的混凝土2-2-2形成钢箱-混凝土复合翼板2-2,制作过程中预留两列螺栓孔位;按照尺寸设计要求制作好翼板贯入靴2-3并焊接在钢箱-混凝土复合翼板2-2底端;

[0055] ②根据尺寸要求预制钢套筒2-1,并在其四个呈 90° 的对角边成对焊接带有两列螺

栓孔位的定位板2-4,完成后在每对定位板外侧按要求焊接抗拉裂加劲肋板2-6;

[0056] ③根据尺寸要求预制圆环形施工顶板2-7、抗失稳加劲肋板2-8和施工套筒3,并与上述2步制作完成的成品一起装船运输至打桩船上。在打桩船上开展钢箱-混凝土复合翼板2-2与钢套筒2-1的螺栓2-5拼装作业,随后在钢套筒2-1顶部焊接施工顶板2-7并设置抗失稳加劲肋板2-8。

[0057] ④将制作完成的装配式翼板套筒2吊装穿过钢管桩1并自然下放至不能继续下沉为止;装配式翼板套筒2在下沉过程中要始终保持其中一对钢箱-混凝土复合翼板2-2与水平作用荷载方向垂直,另外一对则与水平荷载作用方向平行。

[0058] ⑤将施工套筒3吊装穿过钢管桩1自然下放并与施工顶板2-7表面接触,随后采用静压或者锤击方式,通过施工套筒3将装配式翼板套筒2下压至施工顶板与泥面齐平为止。施工完成后将施工套筒3从钢管桩1中抽出进行回收利用。

[0059] 所述的施工套筒3采用Q345强度钢材制作,壁厚与钢套筒2-1一致,内径介于施工顶板2-7内、外直径范围内,长度取为泥面至打桩船施工平台之间的垂直高度。

[0060] 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,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

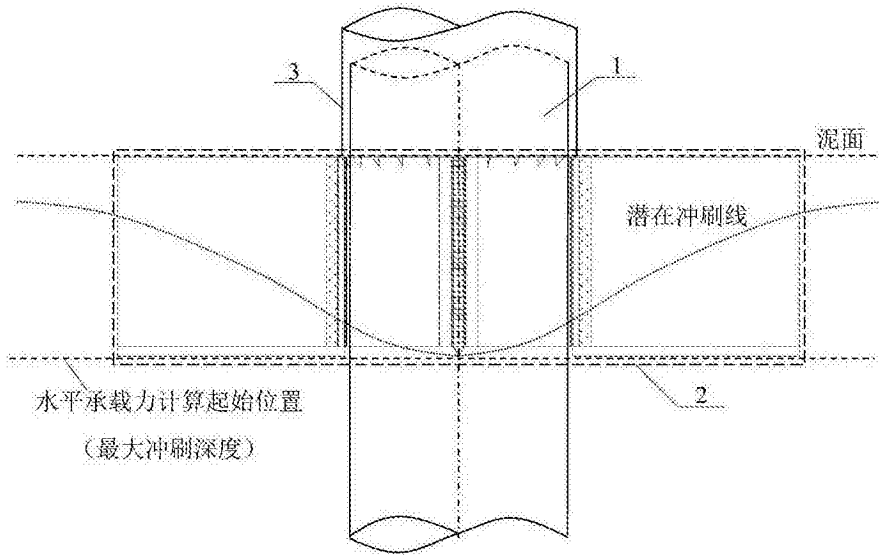


图1

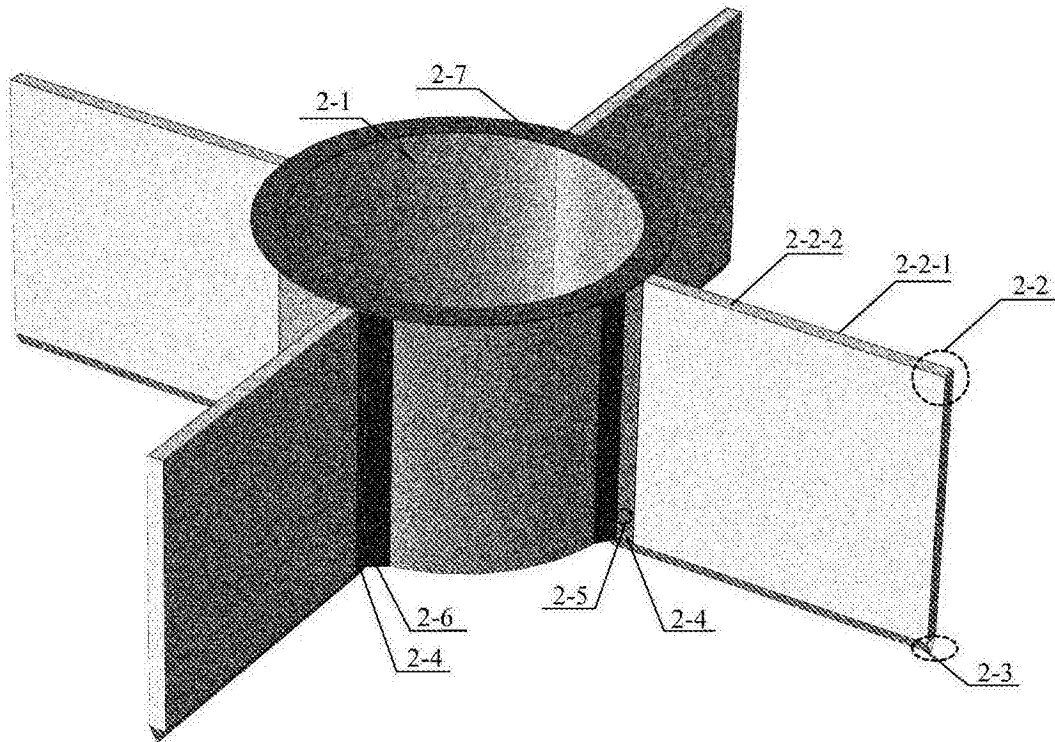


图2

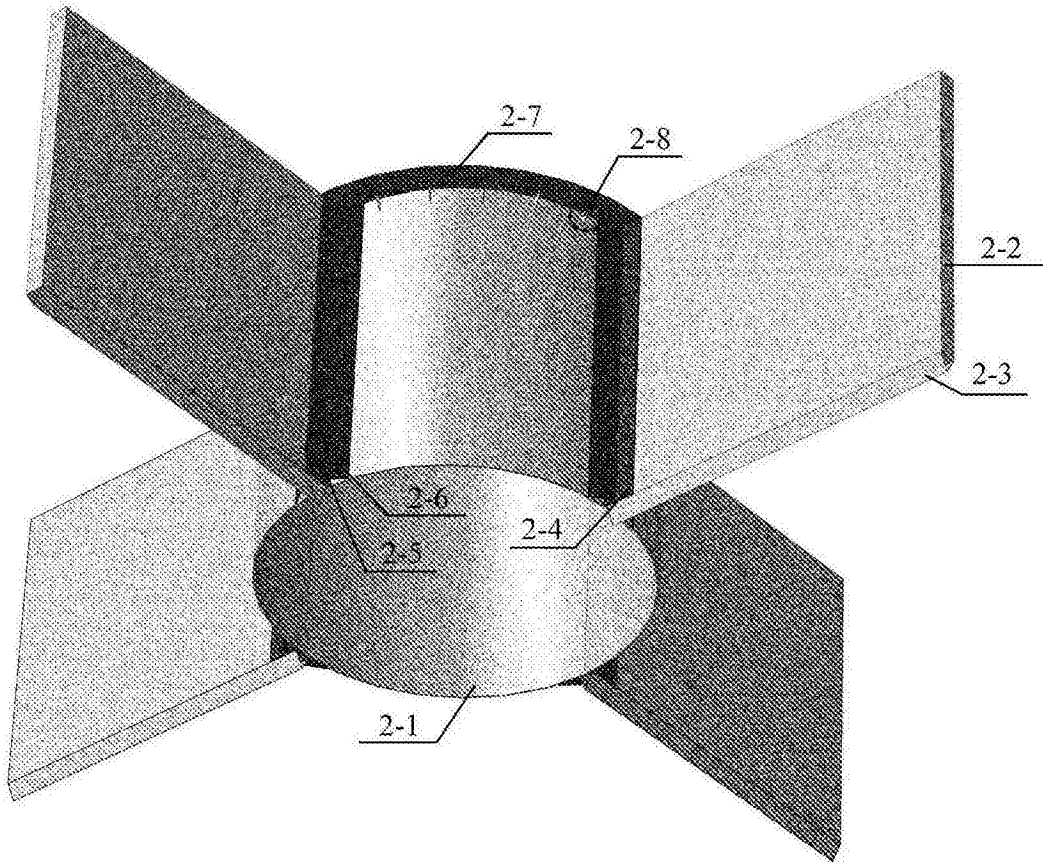


图3

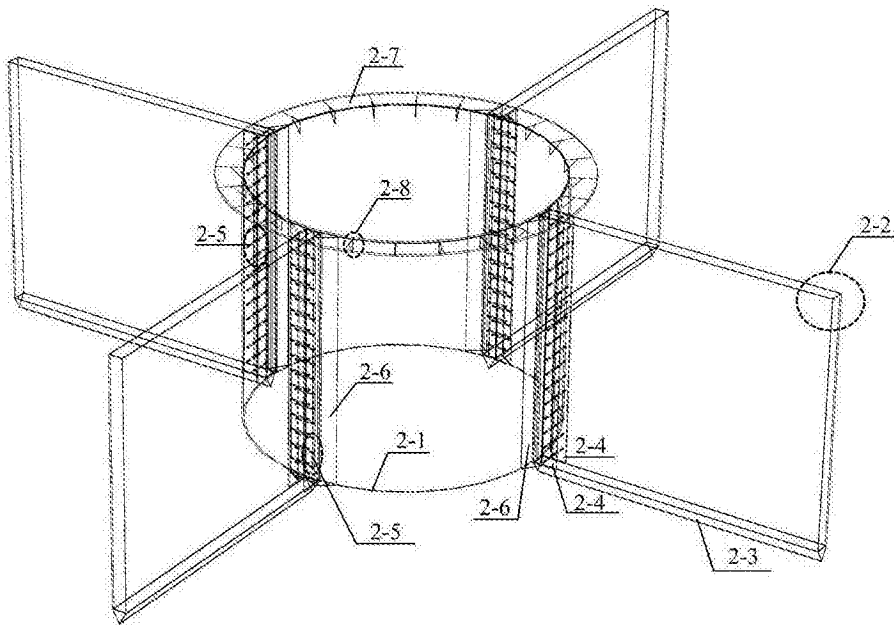


图4

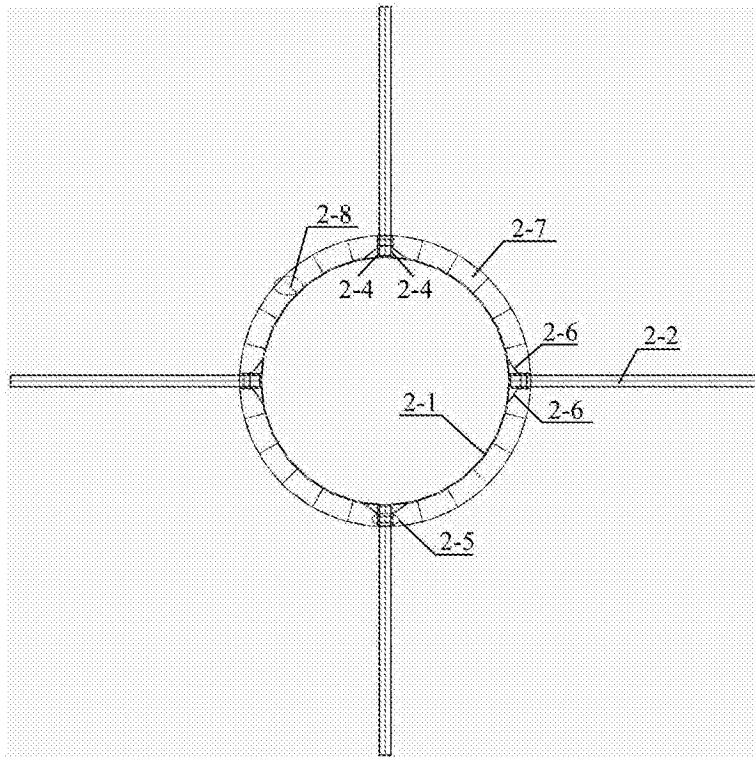


图5

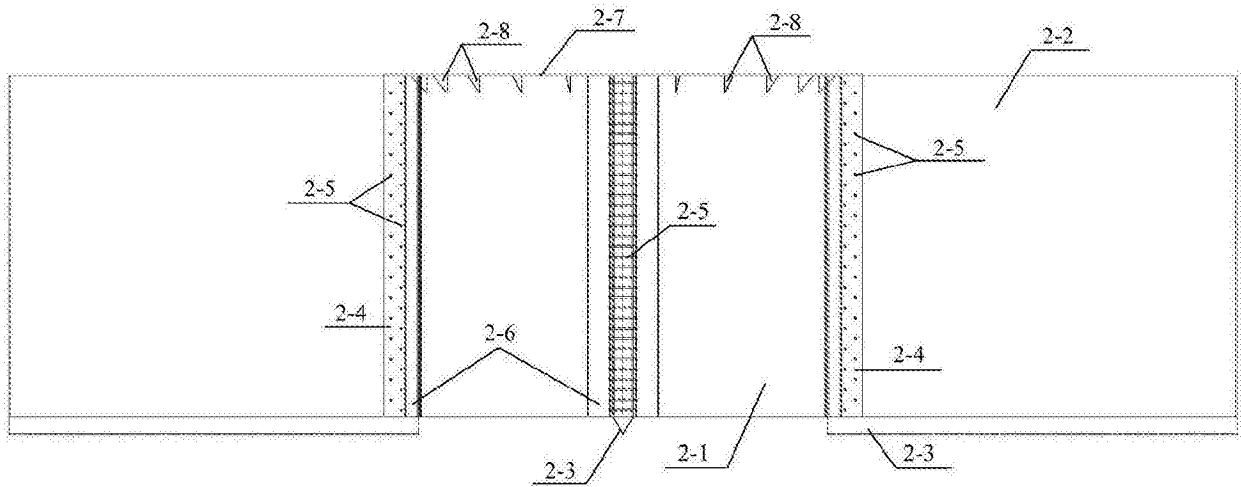


图6

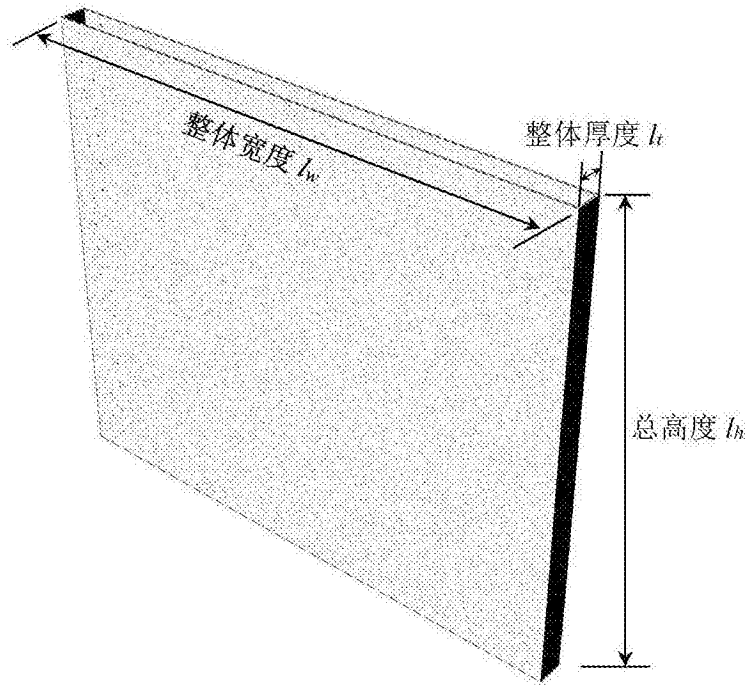


图7

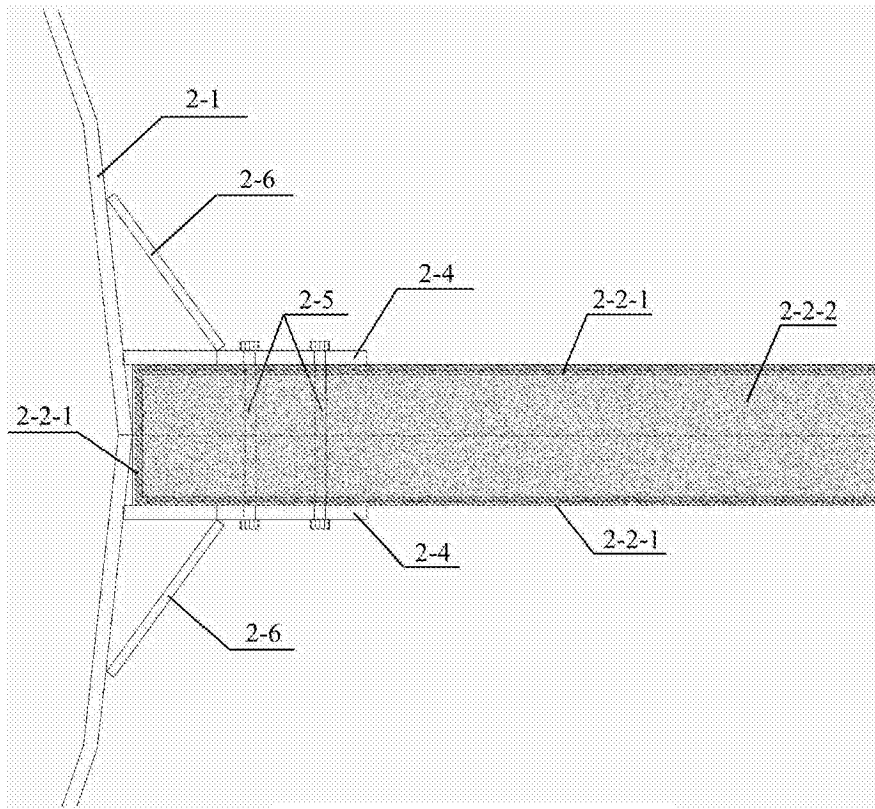


图8

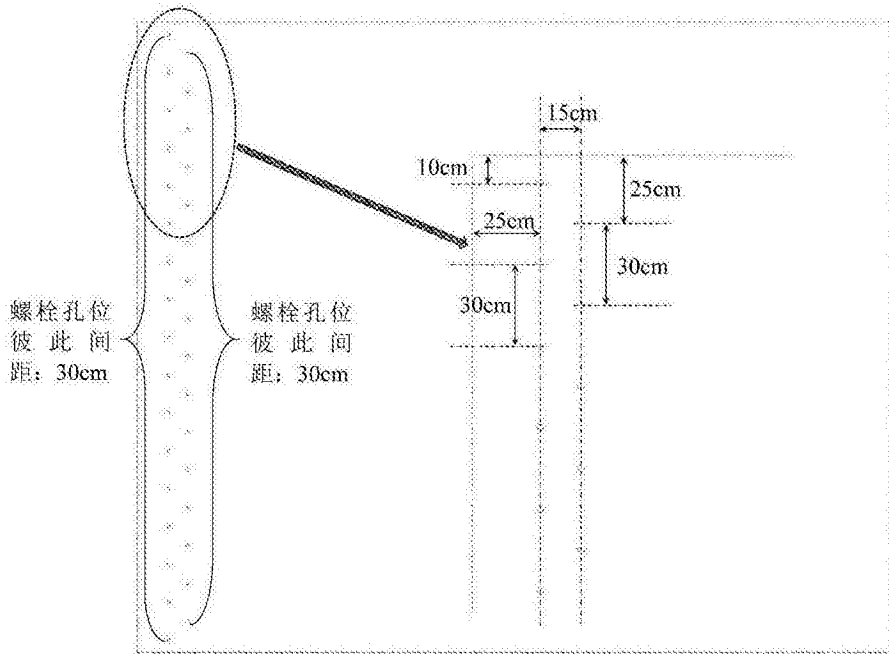


图9

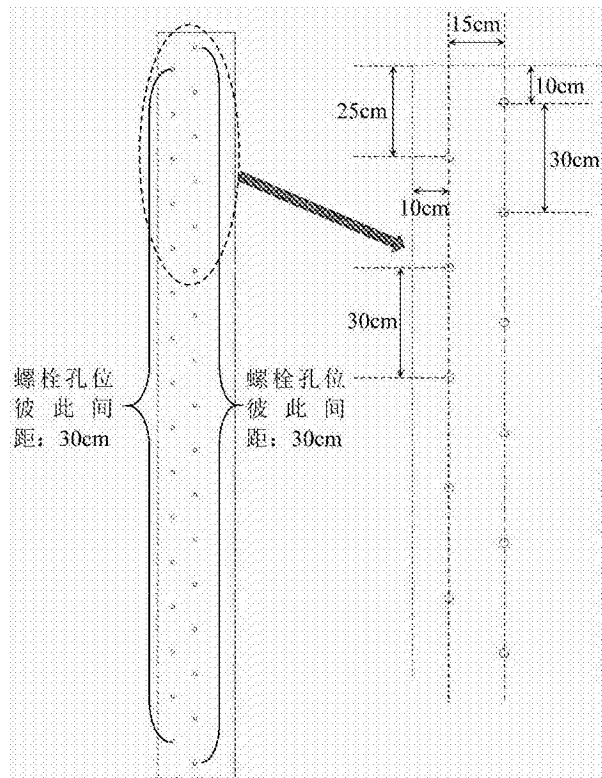


图10