



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106193089 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(21)申请号 201610546470.7

(22)申请日 2016.07.12

(71)申请人 中交第三航务工程局有限公司

地址 200032 上海市徐汇区平江路139号

申请人 中交三航(厦门)工程有限公司

中交第三航务工程局有限公司厦门  
分公司

(72)发明人 郭新杰 付晓亮 熊汉东 洪君斌

(74)专利代理机构 上海湾谷知识产权代理事务  
所(普通合伙) 31289

代理人 肖进

(51)Int.Cl.

E02D 27/42(2006.01)

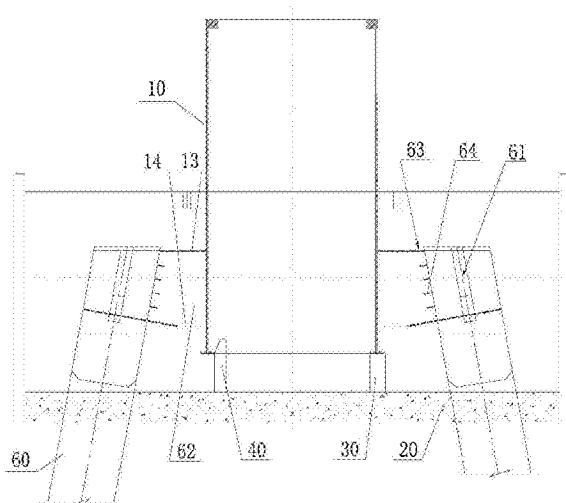
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种外海风机基础环的安装方法

(57)摘要

本发明公开了一种外海风机基础环的安装方法,包括预埋件的检查测量工序、安装与焊接钢管桩的顶部连接件的工序、基础环的起吊工序、基础环的安装工序和基础环的固定工序。进行基础环的安装工序时分为初步定位阶段和顶升调平阶段。本发明的安装方法采用风机厂家配套的调平支架和调整座并且配合专用的定位导向座进行基础环法兰平面的初步定位,采用德国进口的激光水平仪进行支撑点竖向高程的精确测量和调整,使风机基础环的法兰顶面任意测点的水平度均能达到风机厂家的要求小于2mm。



1. 一种外海风机基础环的安装方法,所述基础环包括顶面法兰和底部法兰,并在外侧面的下部带有两个抗剪环;所述安装方法包括预埋件的检查测量工序、安装与焊接钢管桩的顶部连接件的工序、基础环的起吊工序、基础环的安装工序和基础环的固定工序;其特征在于,

进行所述预埋件的检查测量工序时,先检查预埋件的位置是否正确,所述预埋件是在浇筑风机承台封底混凝土时预埋的六块钢板,该六块钢板以承台的中心为圆心并在同一个圆周线上均布,该圆周线的直径与基础环的底部法兰上的螺栓孔落在的圆周线的直径相同,接着根据基础环的中心位置,在预埋的钢板上准确放样,划出基础环的安装控制边线,再根据该安装控制边线在每块钢板上分别焊接一个调平支架,焊接完成后在风机承台封底混凝土的表面采用水平仪测量六个调平支架的顶面之间的相对高差,该相对高差值应小于5mm,否则应在调平支架的顶面垫钢板调平;然后以间隔一个调平支架的方式在预埋的钢板上焊接三个定位导向座,该三个定位导向座位于对应的调平支架的内侧,并确保三个定位导向座的弧形板的外端面至承台中心的距离为基础环的底部法兰的内圆面的半径减去5mm;

进行所述安装与焊接钢管桩的顶部连接件的工序,即先在露出风机承台封底混凝土表面的钢管桩上安装桩顶连接件,接着在桩顶连接件上对应基础环上的两个抗剪环点焊两块水平连接钢板,再在两块水平连接钢板之间点焊一块竖向连接钢板,然后在竖向连接钢板与桩顶连接件之间平行地点焊若干块加筋钢板;

进行所述基础环的起吊工序时,采用起重船通过专用吊具将基础环吊至调平支架上,同时使基础环的底部法兰的内圆面与三个定位导向座的弧形板的外端面对齐;

进行所述基础环的安装工序时分为初步定位阶段和顶升调平阶段;

初步定位阶段时,先将基础环的六个调整座上的调整螺栓分别穿入基础环的底部法兰的螺栓孔并用位于底部法兰下面的两个下调节螺母紧贴底部法兰锁定,使六个调整座的底面与基础环底面之间的距离一致;接着测量调平支架顶面的实际标高,将调平支架顶面的实际标高与基础环底面的设计标高H相减,得出调平支架顶面与基础环底面的实际空间高差,再将该实际空间高差减去六个调整座的底面与基础环底面之间的距离,可以得出基础环底面在设计标高位置时调平支架顶面与调整座底面的实际空间高差;如果调平支架顶面与调整座底面的实际空间高差刚好为设计值7cm,则需要先在调平支架的顶面垫放厚度为3cm或4cm的钢板,再将基础环下放落底至该垫放的钢板表面,使螺旋千斤顶的竖向调整行程为3cm~4cm;如果调平支架顶面与调整座底面的实际空间高差小于5cm,直接将基础环下放落底至调平支架顶面;如果调平支架顶面与调整座底面的实际空间高差大于7cm,则需要先在调平支架顶面垫放相应厚度的钢板后,使调平支架顶面与调整座底面的空间高差调整至小于5cm,再将基础环下放落底至垫放的钢板表面。

顶升调平阶段时,先在调平支架的表面均布三台螺旋千斤顶,并在基础环的顶部法兰表面安装水平仪,接着人工操作千斤顶,将基础环顶升调平至设计标高,再移除调平支架顶面垫放的钢板,然后解除六个调整座上的下调节螺母,将六个调整座下放落底至调平支架顶面后再次重新将六个调整座的上调节螺母和下调节螺母锁定,最后松懈移除三台螺旋千斤顶;

进行所述基础环的固定工序时,先对基础环进行临时加固,即用临时钢板将基础环上

的两个抗剪环与桩顶连接件点焊连接，再检查基础环的顶面法兰标高和顶面法兰水平度，满足要求后拆除临时钢板，然后依次进行竖向连接钢板与基础环上的两个抗剪法兰的水平面焊接、竖向连接钢板与基础环的侧壁焊接、水平连接钢板与两个抗剪法兰的外端面焊接、复核基础环的顶面法兰的水平度、调整螺栓与上、下调节螺母焊接牢固、调整座与调平支架焊接牢固、继续检测基础环的顶面法兰的水平度、焊接加筋钢板，最后依次焊接竖向连接钢板、水平连接钢板与桩顶连接件的立焊缝和平焊缝。

2. 根据权利要求1所述的外海风机基础环的安装方法，其特征在于，所述水平仪为激光水平仪并由一个具有自调水平功能的旋转激光发射器和三个分辨率为0.01mm的激光接收器组成的具有串口输出功能的高度传感器。

3. 根据权利要求1所述的外海风机基础环的安装方法，其特征在于，所述定位导向座包括上、下底板、连接在上、下底板外端的弧形板和连接在上、下底板之间并且外端面与弧形板的内端面连接的支撑筋板，所述弧形板的外端面的曲率半径与基础环的底部法兰的内圆面的半径相同，该弧形板的上部向内弯曲。

4. 根据权利要求1所述的外海风机基础环的安装方法，其特征在于，进行所述基础环的固定工序时，是采用对称焊接的方式。

## 一种外海风机基础环的安装方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种外海风机基础环的安装方法。

### 背景技术

[0002] 对于远离陆地且水深达16m~19m的外海无掩护区域进行外海风机的施工,由于受气象、潮流、波浪等自然条件的约束,又处于热带风暴频发区域,以及风机设备对基础的承载、抗拔力、变形有很高的要求,因此需要的桩基础直径大、入土深度深,以使风机基础能承受巨大的风机倾覆力矩并承受波浪、水流荷载作用,还有就是施工进度的工期控制尤为关键。在海上风电场基础设计领域,当水深较深、地质条件复杂时,采用斜管桩高桩承台基础方案,由于承台基础上部采用现浇混凝土承台,基础结构较为厚重,承台自身刚度较大,斜桩对结构受力和抵抗水平位移较为有利,相比其它基础型式,高桩承台基础在结构型式、施工能力、工程造价等方面明显占优。在进行风机基础施工时,风机基础环的安装是风机基础施工的一个主要环节,不但要保证有足够的承载能力,对安装的方向和水平度也有较高的要求,风机安装对基础环的法兰面的水平度要求很高(小于2mm),其施工质量直接关系到上部塔筒的连接的垂直度、安全性和可靠性,因此必须寻找解决基础环安装、调平的有效操作方法及可靠的水平度量测方法。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术的缺陷而提供一种外海风机基础环的安装方法,它能够使风机基础环的法兰顶面任意测点的水平度均能达到风机厂家的要求小于2mm。

[0004] 本发明的目的是这样实现的:一种外海风机基础环的安装方法,所述基础环包括顶面法兰和底部法兰,并在外侧面的下部带有两个抗剪环;所述安装方法包括预埋件的检查测量工序、安装与焊接钢管桩的顶部连接件的工序、基础环的起吊工序、基础环的安装工序和基础环的固定工序;其中,

[0005] 进行所述预埋件的检查测量工序时,先检查预埋件的位置是否正确,所述预埋件是在浇筑风机承台封底混凝土时预埋的六块钢板,该六块钢板以承台的中心为圆心并在同一个圆周线上均布,该圆周线的直径与基础环的底部法兰上的螺栓孔落在的圆周线的直径相同,接着根据基础环的中心位置,在预埋的钢板上准确放样,划出基础环的安装控制边线,再根据该安装控制边线在每块钢板上分别焊接一个调平支架,焊接完成后在风机承台封底混凝土的表面采用水平仪测量六个调平支架的顶面之间的相对高差,该相对高差值应小于5mm,否则应在调平支架的顶面垫钢板调平;然后以间隔一个调平支架的方式在预埋的钢板上焊接三个定位导向座,该三个定位导向座位于对应的调平支架的内侧,并确保三个定位导向座的弧形板的外端面至承台中心的距离为基础环的底部法兰的内圆面的半径减去5mm;

[0006] 进行所述安装与焊接钢管桩的顶部连接件的工序,即先在露出风机承台封底混凝土表面的钢管桩上安装桩顶连接件,接着在桩顶连接件上对应基础环上的两个抗剪环点焊

两块水平连接钢板，再在两块水平连接钢板之间点焊一块竖向连接钢板，然后在竖向连接钢板与桩顶连接件之间平行地点焊若干块加筋钢板；

[0007] 进行所述基础环的起吊工序时，采用起重船通过专用吊具将基础环吊至调平支架上，同时使基础环的底部法兰的内圆面与三个定位导向座的弧形板的外端面对齐；

[0008] 进行所述基础环的安装工序时分为初步定位阶段和顶升调平阶段；

[0009] 初步定位阶段时，先将基础环的六个调整座上的调整螺栓分别穿入基础环的底部法兰的螺栓孔并用位于底部法兰下面的两个下调节螺母紧贴底部法兰锁定，使六个调整座的底面与基础环底面之间的距离一致；接着测量调平支架顶面的实际标高，将调平支架顶面的实际标高与基础环底面的设计标高H相减，得出调平支架顶面与基础环底面的实际空间高差，再将该实际空间高差减去六个调整座的底面与基础环底面之间的距离，可以得出基础环底面在设计标高位置时调平支架顶面与调整座底面的实际空间高差；如果调平支架顶面与调整座底面的实际空间高差刚好为设计值7cm，则需要先在调平支架的顶面垫放厚度为3cm或4cm的钢板，再将基础环下放落底至该垫放的钢板表面，使螺旋千斤顶的竖向调整行程为3cm~4cm；如果调平支架顶面与调整座底面的实际空间高差小于5cm，直接将基础环下放落底至调平支架顶面；如果调平支架顶面与调整座底面的实际空间高差大于7cm，则需要先在调平支架顶面垫放相应厚度的钢板后，使调平支架顶面与调整座底面的空间高差调整至小于5cm，再将基础环下放落底至垫放的钢板表面。

[0010] 顶升调平阶段时，先在调平支架的表面均布三台螺旋千斤顶，并在基础环的顶部法兰表面安装水平仪，接着人工操作千斤顶，将基础环顶升调平至设计标高，再移除调平支架顶面垫放的钢板，然后解除六个调整座上的下调节螺母，将六个调整座下放落底至调平支架顶面后再次重新将六个调整座的上调节螺母和下调节螺母锁定，最后松懈移除三台螺旋千斤顶；

[0011] 进行所述基础环的固定工序时，先对基础环进行临时加固，即用临时钢板将基础环上的两个抗剪环与桩顶连接件点焊连接，再检查基础环的顶面法兰标高和顶面法兰水平度，满足要求后拆除临时钢板，然后依次进行竖向连接钢板与基础环上的两个抗剪法兰的水平面焊接、竖向连接钢板与基础环的侧壁焊接、水平连接钢板与两个抗剪法兰的外端面焊接、复核基础环的顶面法兰的水平度、调整螺栓与上、下调节螺母焊接牢固、调整座与调平支架焊接牢固、继续检测基础环的顶面法兰的水平度、焊接加筋钢板，最后依次焊接竖向连接钢板、水平连接钢板与桩顶连接件的立焊缝和平焊缝。

[0012] 上述的外海风机基础环的安装方法，其中，所述水平仪为激光水平仪并由一个具有自调水平功能的旋转激光发射器和三个分辨率为0.01mm的激光接收器组成的具有串口输出功能的高度传感器。

[0013] 上述的外海风机基础环的安装方法，其中，所述定位导向座包括上、下底板、连接在上、下底板外端的弧形板和连接在上、下底板之间并且外端面与弧形板的内端面连接的支撑筋板，所述弧形板的外端面的曲率半径与基础环的底部法兰的内圆面的半径相同，该弧形板的上部向内弯曲。

[0014] 上述的外海风机基础环的安装方法，其中，进行所述基础环的固定工序时，是采用对称焊接的方式。

[0015] 本发明的外海风机基础环的安装方法，采用风机厂家配套的六个调平支架和调整

座并且配合三个专用的定位导向座进行基础环法兰平面的初步定位,采用德国进口的激光水平仪进行支撑点竖向高程的精确测量和调整,使风机基础环的法兰顶面任意测点的水平度均能达到风机厂家的要求小于2mm。本发明的安装方法成功解决了海外风机基础环的吊装定位及调平问题,是风机基础环安装的一个创新工艺。

## 附图说明

- [0016] 图1是本发明的外海风机基础环的安装方法中的基础环的结构示意图;
- [0017] 图2是本发明的外海风机基础环的安装方法中的预埋件的平面布置图
- [0018] 图3是本发明的外海风机基础环的安装方法中的调平支架的立面图;
- [0019] 图3a是本发明的外海风机基础环的安装方法中的调平支架的工作状态图;
- [0020] 图4是图3a中的I部位的放大图(调整座的立面图);
- [0021] 图5是本发明的外海风机基础环的安装方法中的定位导向座的立面图;
- [0022] 图5a是图5的侧视图;
- [0023] 图5b是图5的俯视图;
- [0024] 图5c图5中的A-A向视图;
- [0025] 图6是本发明的外海风机基础环的安装方法中进行基础环的固定工序时的状态图。

## 具体实施方式

- [0026] 下面将结合附图对本发明作进一步说明。
- [0027] 先请参阅图1,基础环10的直径为6m,高度为9m,包括顶面法兰11和底部法兰12,在外侧面的下部带有两个抗剪环13、14,顶面法兰11的端面上和底部法兰12的端面上在直径为6.15m圆周线上均匀地设有多个螺栓孔。
- [0028] 再先请参阅图2至图6,本发明的外海风机基础环的安装方法,包括预埋件的检查测量工序、安装与焊接钢管桩的顶部连接件的工序、基础环的起吊工序、基础环的安装工序和基础环的固定工序。
- [0029] 进行预埋件的检查测量工序时,先检查预埋件的位置是否正确,预埋件是在浇筑直径为14m的风机承台封底混凝土20时预埋的六块钢板21,该六块预埋的钢板21以承台的中心为圆心并沿直径为6.15m的圆周线均匀布置(见图2),该圆周线的直径6.15m与基础环的底部法兰12上的螺栓孔落在的圆周线的直径相同,该六块预埋的钢板21的表面相对高差应小于5mm;接着根据基础环10的中心位置,在六块预埋的钢板21上准确放样,划出基础环的安装控制边线,再根据该安装控制边线在每块预埋的钢板21上焊接一个调平支架30(见图3),每个调平支架30上分别用于放置一个调整座5(见图3a);调整座5由穿入基础环的底部法兰12的螺栓孔的调整螺栓50和安装在调整螺栓50上并位于底部法兰12上面的两个上调节螺母51和位于底部法兰12下面的两个下调节螺母52(见图4);调平支架30焊接完成后,在风机承台封底混凝土20的表面采用水平仪测量六个调平支架30的顶面之间的相对高差,该相对高差值应小于5mm,否则应在调平支架30的顶面31垫钢板调平,然后以间隔一个调平支架30的方式在预埋的钢板21上焊接三个定位导向座40,该定位导向座40由上、下底板41、42、连接在上、下底板41、42外端的弧形板43和连接在上、下底板41、42之间并且外端面与弧

形板43的内端面的中部连接的支撑筋板,弧形板43的外端面的曲率半径R与基础环10底部法兰的内圆面的半径相同,该弧形板43的上部向内弯曲(见图5至图5c),便于基础环的底部法兰12套入对中;焊接三个定位导向座40时应确保三个定位导向座40的弧形板43的外端面至承台中心的距离为基础环底部法兰的内圆面的半径减去5mm(基础环的底部法兰内圆面的半径是2810mm)。

[0030] 进行安装与焊接钢管桩的顶部连接件的工序,即先在露出风机承台封底混凝土20表面的钢管桩60上安装桩顶连接件61,接着在桩顶连接件61上对应基础环上的两个抗剪环点焊两块水平连接钢板62,再在两块水平连接钢板62之间点焊一块竖向连接钢板63,然后在竖向连接钢板63与桩顶连接件61之间平行地点焊若干块加筋钢板64。

[0031] 进行基础环的起吊工序时,采用起重船并通过专用吊具将基础环吊至调平支架上,同时使基础环的底部法兰的内圆面与三个定位导向座的弧形板的外端面对齐定位,三个定位导向座能与基础环快速对中及水平限位,以免在吊装基础环时由于摆幅较大而导致基础环落不到调平支架上。

[0032] 进行基础环的安装工序时分为初步定位阶段和顶升调平阶段;

[0033] 初步定位阶段时,先将基础环的六个调整座5上的调整螺栓50分别穿入基础环的底部法兰12的螺栓孔并用位于底部法兰12下面的两个下调节螺母52紧贴底部法兰12锁定,使六个调整座5的底面53与基础环的底面之间的距离一致为12cm;接着测量调平支架30顶面的实际标高(由于钢套箱的安装误差,调平支架顶面的实际标高并非为设计的+4.75m,因此需要测量调平支架顶面的实际标高,选择一个高差小的调平支架测量),将调平支架顶面的实际标高与基础环底面的设计标高+4.94m相减,得出调平支架顶面与基础环底面的实际空间高差(设计空间高差为19cm),再将该实际空间高差减去六个调整座的底面与基础环底面之间的距离12cm,可以得出基础环在设计标高位置时调平支架顶面与调整座底面的实际空间高差(设计空间高差为19cm-12cm=7cm);如果调平支架顶面与调整座底面的实际空间高差刚好为设计值7cm,则需要先在调平支架顶面垫放厚度为3cm或4cm的钢板,再将基础环下放落底至该垫放的钢板表面,使螺旋千斤顶的竖向调整行程为3cm~4cm;如果调平支架顶面与调整座底面的实际空间高差小于5cm,直接将基础环下放落底至调平支架顶面;如果调平支架顶面与调整座底面的实际空间高差大于7cm,则需要先在调平支架顶面垫放相应厚度的钢板后,使调平支架顶面与调整座底面的空间高差调整至5cm以内,再将基础环下放落底至垫放的钢板表面。

[0034] 顶升调平阶段时,先在调平支架的表面均布三台50t的螺旋千斤顶,并在基础环的顶部法兰表面安装水平仪,接着人工操作千斤顶,将基础环顶升调平至设计标高(基础环顶面设计标高为+13.94m,底面设计标高为+4.94m),再移除调平支架顶面垫放的钢板(如果有),然后解除六个调整座上的下调节螺母52,将六个调整座下放落底至调平支架顶面后再次重新将六个调整座的上调节螺母51和下调节螺母52锁定,最后松懈移除三台螺旋千斤顶。

[0035] 进行基础环的固定工序时,先对基础环进行临时加固,即用临时钢板将基础环上的两个抗剪环13、14与桩顶连接件61点焊连接,再检查基础环的顶面法兰标高和顶面法兰水平度,满足要求后拆除临时钢板,然后采用对称焊接的方式依次进行竖向连接钢板62与基础环上的两个抗剪法兰13、14的水平面焊接、竖向连接钢板62与基础环10的侧壁焊接、水

平连接钢板63与两个抗剪法兰13、14的外端面焊接、复核基础环的顶面法兰的水平度、调整螺栓与上下调节螺母焊接牢固、调整座与调平支架焊接牢固、继续检测基础环10的顶面法兰的水平度、焊接加筋钢板64，最后依次焊接竖向连接钢板62、水平连接钢板63与桩顶连接件61的立焊缝和平焊缝(见图6)。

[0036] 本发明采用的激光水平仪为德国进口的激光水平仪，它由一个T310旋转激光发射器和3个R310激光接收器组成高度传感器，T310旋转激光发射器有自调水平功能，R310激光接收器的分辨率为0.01mm并具有串口输出功能，能在安放基础环时进行调平，使基础环的顶面法兰和底部法兰的平整度小于2mm。

[0037] 本发明的外海风机基础环的安装方法，采用风机厂家配套的六个调平支架和调整座并且配合三个专用的定位导向座进行基础环法兰平面的初步定位，并采用德国进口的激光水平仪进行支撑点竖向高程的精确测量和调整，使风机基础环的法兰顶面任意测点的水平度均能达到风机厂家的要求小于2mm。本发明的安装方法成功解决了海外风机基础环的吊装定位及调平问题，是风机基础环安装的一个创新工艺。

[0038] 以上实施例仅供说明本发明之用，而非对本发明的限制，有关技术领域的技术人员，在不脱离本发明的精神和范围的情况下，还可以作出各种变换或变型，因此所有等同的技术方案也应该属于本发明的范畴，应由各权利要求所限定。

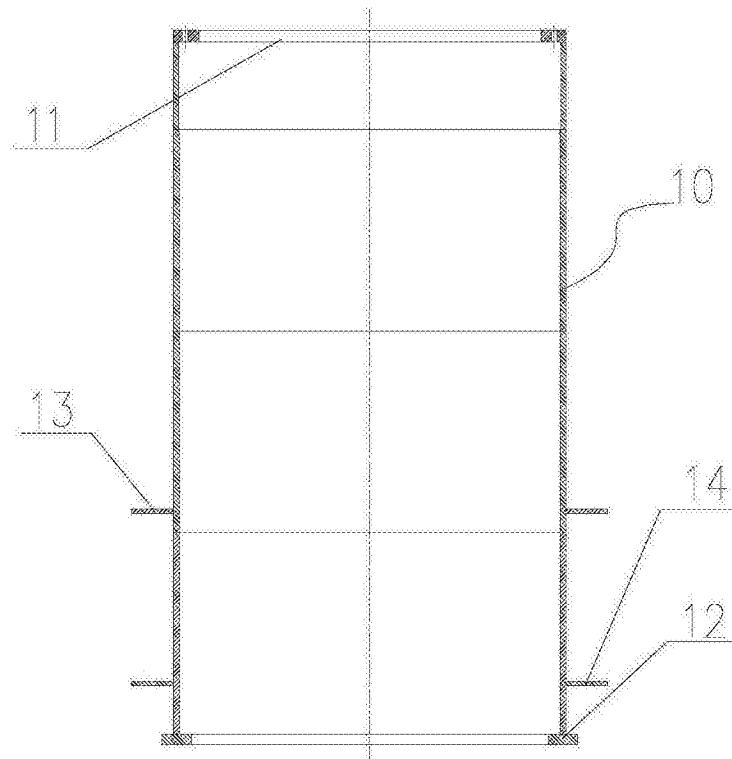


图1

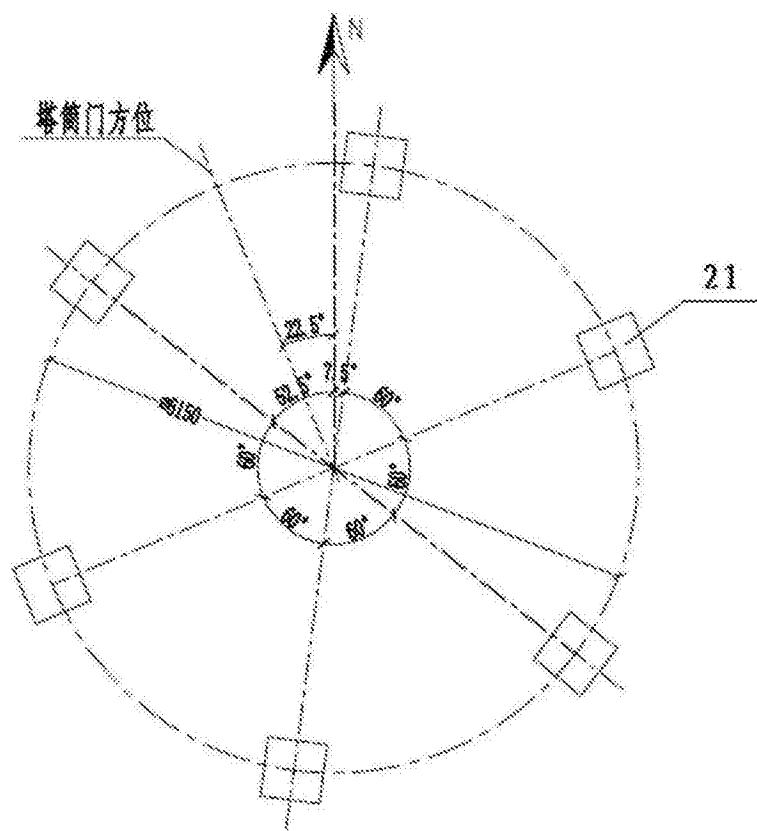


图2

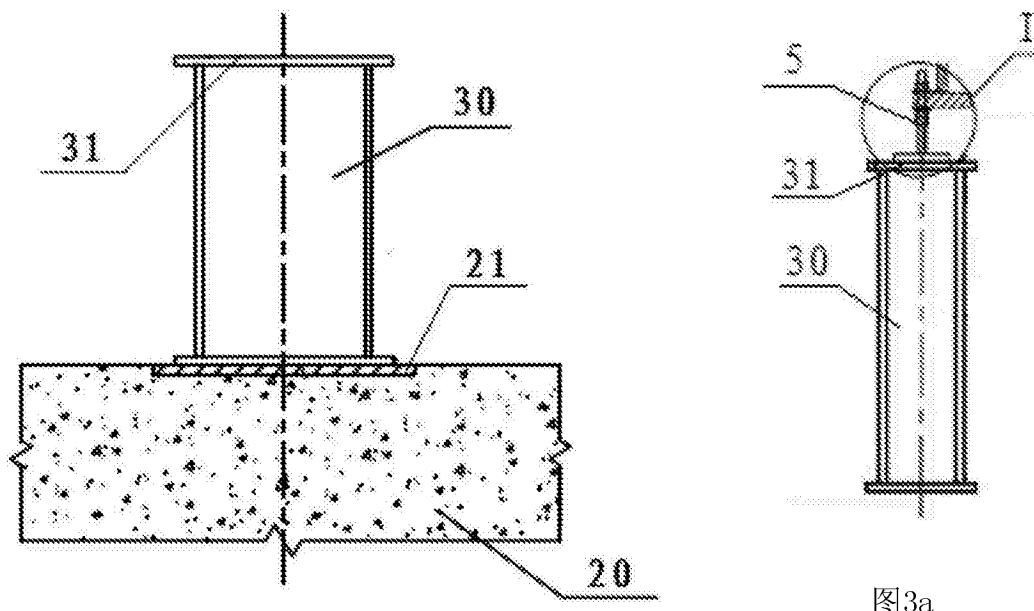


图3a

图3

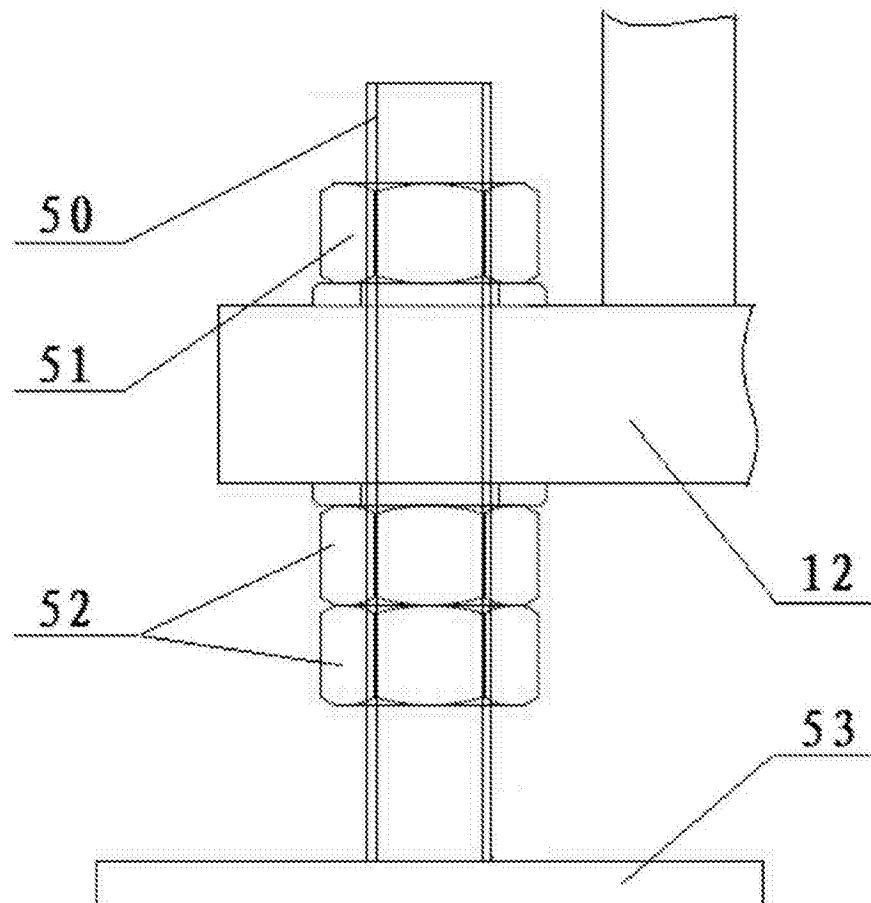


图4

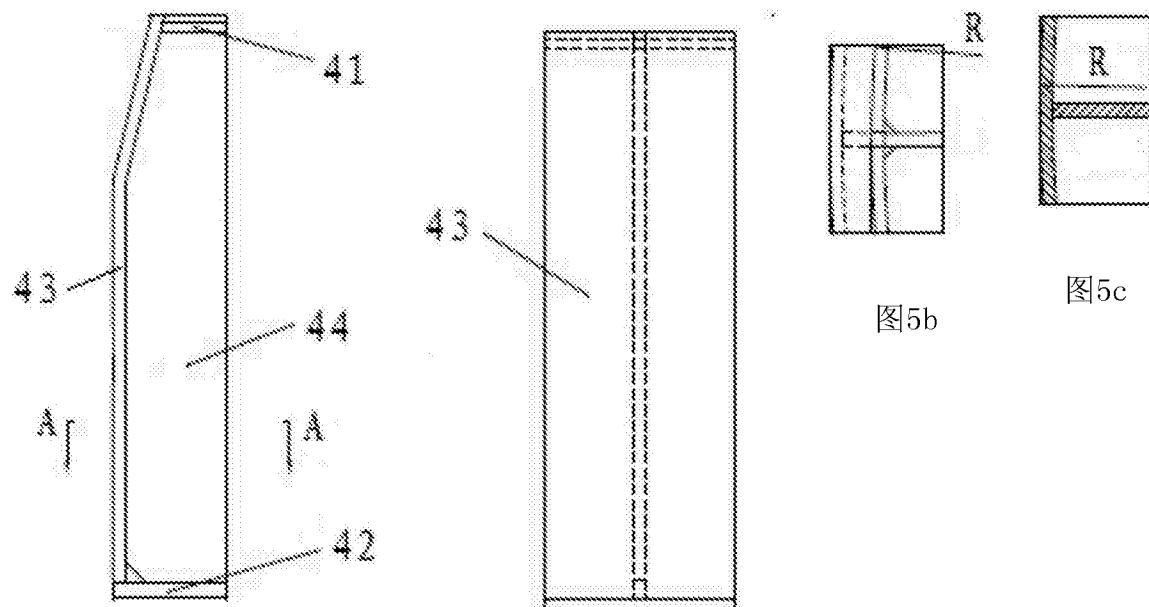


图5

图5a

图5b

图5c

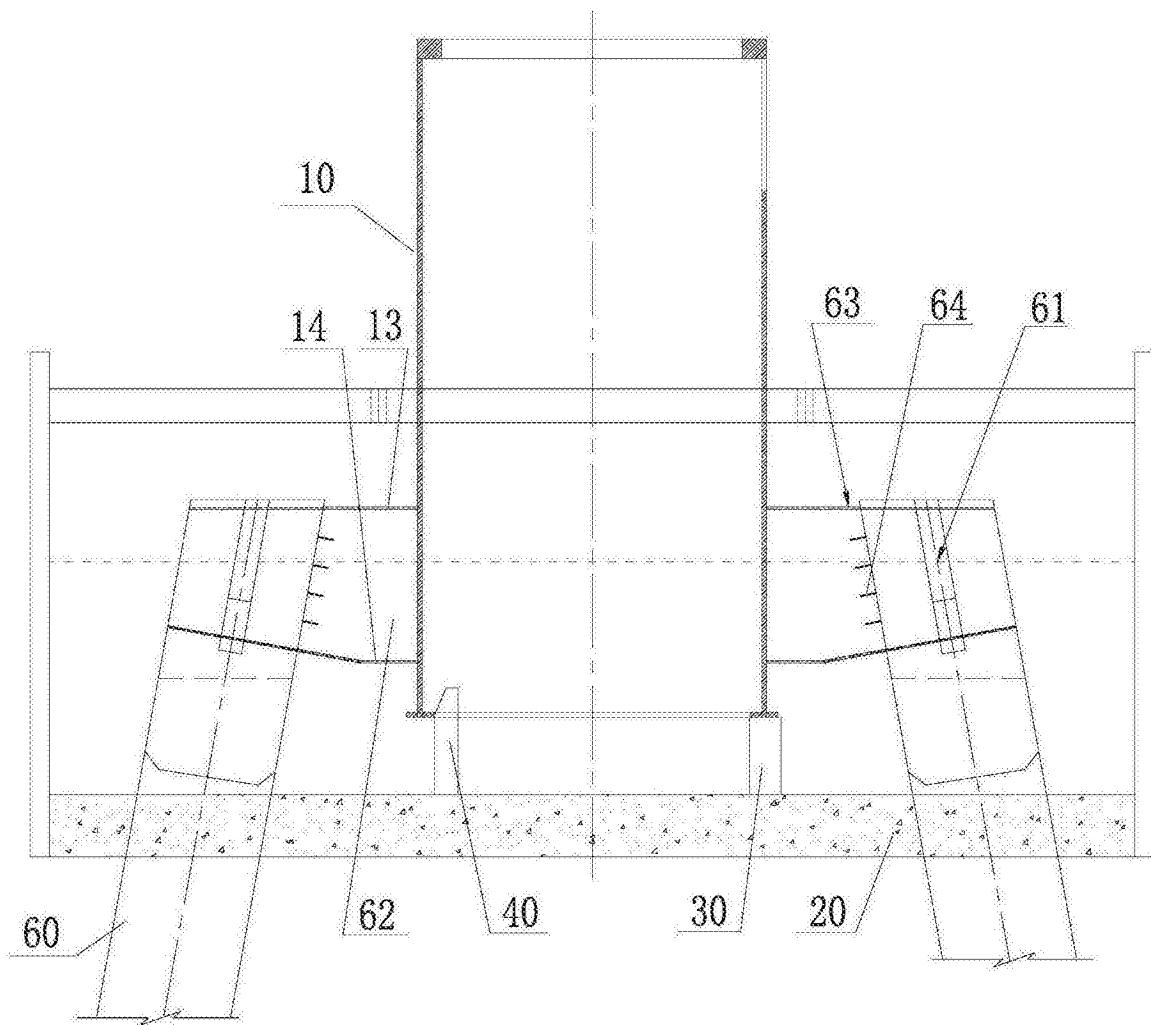


图6