



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119860014 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 22

(21) 申请号 202510270871.3

E04H 12/22 (2006.01)

(22) 申请日 2025.03.07

E02D 31/00 (2006.01)

E02D 31/06 (2006.01)

(71) 申请人 河南鼎力杆塔股份有限公司

地址 463900 河南省驻马店市西平县迎宾大道中段路南(河南鼎力杆塔)

(72) 发明人 董素丽 陈军帅 张震 王玉杰  
王会杰 李文平 刘欢

(74) 专利代理机构 北京正理专利代理有限公司  
11257

专利代理师 纪若萌

(51) Int. Cl.

E02D 27/42 (2006.01)

E02D 27/12 (2006.01)

E02D 5/56 (2006.01)

E02D 5/80 (2006.01)

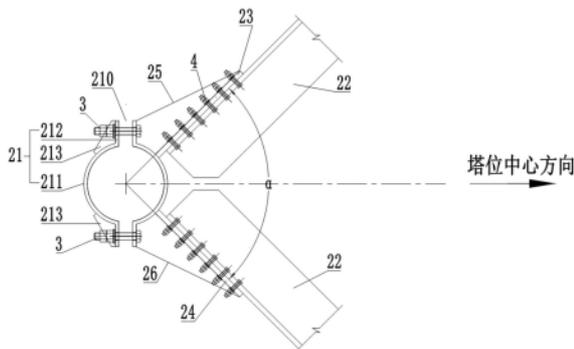
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

## (54) 发明名称

一种刚性连接装置、螺旋锚单锚基础、架空输电线路铁塔基础及其施工方法

## (57) 摘要

本发明公开了一种刚性连接装置、螺旋锚单锚基础、架空输电线路铁塔基础及其施工方法,包括抱箍,结合固定于抱箍的外周面的连接板,以及连接杆件;抱箍包括两个抱箍型材,两个抱箍型材拼接形成箍状,被配置为将刚性连接装置套设固定于单螺旋锚的锚杆上;两个抱箍型材之间所形成的开口的方向垂直于塔位中心方向;连接板结合固定于其中一个抱箍型材的外表面,连接板包括第一连接板和第二连接板,第一连接板和第二连接板之间成角度设置,第一连接板和第二连接板之间的夹角的中线过塔位中心;连接杆件结合固定于第一连接板,第二连接板被配置为与相邻的螺旋锚单锚基础的刚性连接装置的连接杆件结合固定,能够显著减少螺旋锚基础顶部位移。



1. 一种刚性连接装置,用于螺旋锚单锚基础之间的刚性连接,其特征在于,包括:抱箍,结合固定于抱箍的外周面的连接板,以及连接杆件;

所述抱箍包括两个抱箍型材,两个抱箍型材拼接形成箍状,被配置为将刚性连接装置套设固定于单螺旋锚的锚杆上,和所述锚杆同轴心设置;

两个抱箍型材之间所形成的开口的方向垂直于塔位中心方向;

所述连接板结合固定于其中一个抱箍型材的外表面,所述连接板包括第一连接板和第二连接板,所述第一连接板和第二连接板之间成角度设置,所述第一连接板和第二连接板之间的夹角的中线过塔位中心;

所述连接杆件结合固定于所述第一连接板,所述第二连接板被配置为与相邻的螺旋锚单锚基础的刚性连接装置的连接杆件结合固定。

2. 根据权利要求1所述的刚性连接装置,其特征在于,所述抱箍型材包括包括半圆环状的箍体,以及位于所述箍体的两侧的连接耳,所述第一连接板和第二连接板的端部结合固定于所述箍体的外周面,且所述第一连接板的反向延长线和第二连接板的反向延长线会聚于所述箍体的中心轴线;

所述连接耳开设有连接孔,连接孔内连接有螺栓,所述连接孔的轴向方向与所述箍体的轴向方向垂直;

通过两个平行设置的螺栓连接两个抱箍型材位于同侧的连接耳,以调节两个箍体之间圈口的大小,将所述抱箍固定套设于锚杆上。

3. 根据权利要求2所述的刚性连接装置,其特征在于,所述箍体的内径R通过如下公式计算得到:

$$R=r+3\text{mm}$$

其中,r为所述抱箍所连接的锚杆的外径。

4. 根据权利要求2所述的刚性连接装置,其特征在于,另一个抱箍型材的所述箍体和连接耳之间固定有加劲肋;

所述箍体和连接耳的厚度相同,均为8-12mm,所述加劲肋的厚度为8mm。

5. 根据权利要求2所述的刚性连接装置,其特征在于,所述刚性连接装置还包括固定于所述第一连接板和抱箍之间的第一加劲板,以及固定于所述第二连接板和抱箍之间的第二加劲板;

所述第一加劲板的一端和所述第一连接板远离所述抱箍的一端结合固定,另一端和所述连接板所在的抱箍型材靠近所述第一连接板的连接耳结合固定;

所述第二加劲板的一端和所述第二连接板远离所述抱箍的一端结合固定,另一端和所述连接板所在的抱箍型材靠近所述第二连接板的连接耳结合固定;

所述第一连接板和第二连接板的厚度相同,均为10-12mm;

所述第一加劲板和第二加劲板的厚度相同,均为10-12mm。

6. 根据权利要求1所述的刚性连接装置,其特征在于,所述第一连接板和第二连接板上均设有多个固定孔,通过固定螺栓连接所述第一连接板和连接杆件,以及第二连接板与相邻的螺旋锚单锚基础的刚性连接装置的连接杆件。

7. 一种螺旋锚单锚基础,其特征在于,包括单螺旋锚以及如权利要求1-6任一项所述的刚性连接装置;

所述刚性连接装置通过抱箍结合固定于所述单螺旋锚的锚杆上。

8. 根据权利要求7所述的螺旋锚单锚基础,其特征在于,所述第一连接板和抱箍的中心轴线之间的角度以及所述第二连接板和抱箍的中心轴线之间的角度随所述锚杆旋入地面的角度改变;

所述第一连接板和抱箍的中心轴线之间的角度等于所述锚杆的中心轴线和水平地面之间的角度;

所述第二连接板和抱箍的中心轴线之间的角度等于所述锚杆的中心轴线和水平地面之间的角度。

9. 一种架空输电线路铁塔基础,其特征在于,包括四个如权利要求7-8任一项所述的螺旋锚单锚基础,四个所述螺旋锚单锚基础呈矩形结构布置,四个所述螺旋锚单锚基础的单螺旋锚之间通过所述刚性连接装置刚性连接;

位于同一螺旋锚单锚基础的第一连接板和第二连接板之间的角度为 $90^{\circ}$ 。

10. 一种权利要求9所述的架空输电线路铁塔基础的施工方法,其特征在于,包括:

将四根单螺旋锚以预设角度旋入地基土体,形成四边形锚固点阵列;

在四根单螺旋锚之间的区域开挖四条地沟槽,所述地沟槽的底面位于自然地面标高以下0.5m,四条地沟槽的平面轮廓围合成矩形结构;

在每根单螺旋锚的设定高度处安装抱箍并通过螺栓将抱箍紧固于单螺旋锚锚杆的外周面,其中,位于同一单螺旋锚上的两个抱箍型材之间所形成的开口的方向垂直于塔位中心方向;

在地沟槽内通过固定螺栓将连接杆件固定安装在每个刚性连接装置的第一连接板上,并将连接杆件的另一端和相邻单螺旋锚上的刚性连接装置的第二连接板连接固定;

采用原状土回填地沟槽并压实;

其中,当单螺旋锚以倾斜角度旋入地基土体时,其轴线延伸方向指向塔位中心或位于塔位中心的反向延长线上。

## 一种刚性连接装置、螺旋锚单锚基础、架空输电线路铁塔基础及其施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及螺旋锚基础技术领域。更具体地,涉及一种刚性连接装置、螺旋锚单锚基础、架空输电线路铁塔基础及其施工方法。

### 背景技术

[0002] 在架空输电线路建设中,铁塔基础是确保输电线路安全稳定运行的关键部分。传统的铁塔基础多采用混凝土台阶基础、混凝土桩基等形式。然而,这些传统基础存在显著弊端,其中混凝土凝固时间长的问题尤为凸出。一般情况下,铁塔基础从浇筑到满足铁塔组立条件,往往需要近一个月的时间,这严重拖延了输电线路杆塔的施工进度,不仅增加了工程建设周期,还使得建设成本大幅上升。

[0003] 近年来,螺旋锚基础作为一种新型基础形式逐渐兴起,并得到广泛应用。螺旋锚基础具有诸多优势,其可在工厂进行标准化加工,现场施工便捷高效,每天能够完成4-5基铁塔基础的施工。而且施工完成后无需等待漫长的凝固时间,可立即进行铁塔组立和架线工作,大大缩短了施工周期,显著提高了施工效率。同时,螺旋锚基础结构简单,对环境的破坏较小,是一种新型、环保、高效的输电线路铁塔基础。

### 发明内容

[0004] 鉴于上述问题,本发明的一个目的在于提供一种能够有效减少螺旋锚基础顶部位移,提升铁塔基础的稳定性的螺旋锚单锚基础的刚性连接装置,。

[0005] 本发明的另一个目的在于提供一种包括上述刚性连接装置的螺旋锚单锚基础。

[0006] 本发明的再一个目的在于提供一种包括上述螺旋锚单锚基础的架空输电线路铁塔基础。

[0007] 本发明的又一个目的在于提供一种架空输电线路铁塔基础的施工方法。

[0008] 为达到上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0009] 根据本发明的一个方面,提供一种,包括:

[0010] 抱箍,结合固定于抱箍的外周面的连接板,以及连接杆件;

[0011] 所述抱箍包括两个抱箍型材,两个抱箍型材拼接形成箍状,被配置为将刚性连接装置套设固定于单螺旋锚的锚杆上,和所述锚杆同轴心设置;

[0012] 两个抱箍型材之间所形成的开口的方向垂直于塔位中心方向;

[0013] 所述连接板结合固定于其中一个抱箍型材的外表面,所述连接板包括第一连接板和第二连接板,所述第一连接板和第二连接板之间成角度设置,所述第一连接板和第二连接板之间的夹角的中线过塔位中心;

[0014] 所述连接杆件结合固定于所述第一连接板,所述第二连接板被配置为与相邻的螺旋锚单锚基础的刚性连接装置的连接杆件结合固定。

[0015] 此外,可选的方案是,所述抱箍型材包括包括半圆环状的箍体,以及位于所述箍体

的两侧的连接耳,所述第一连接板和第二连接板的端部结合固定于所述箍体的外周面,且所述第一连接板的反向延长线和第二连接板的反向延长线会聚于所述箍体的中心轴线;

[0016] 所述连接耳开设有连接孔,连接孔内连接有螺栓,所述连接孔的轴向方向与所述箍体的轴向方向垂直;

[0017] 通过两个平行设置的螺栓连接两个抱箍型材位于同侧的连接耳,以调节两个箍体之间圈口的大小,将所述抱箍固定套设于锚杆上。

[0018] 此外,可选的方案是,所述箍体的内径R通过如下公式计算得到:

[0019]  $R=r+3\text{mm}$

[0020] 其中,r为所述抱箍所连接的锚杆的外径。

[0021] 此外,可选的方案是,另一个抱箍型材的所述箍体和连接耳之间固定有加劲肋;

[0022] 所述箍体和连接耳的厚度相同,均为8-12mm,所述加劲肋的厚度为8mm。

[0023] 此外,可选的方案是,所述刚性连接装置还包括固定于所述第一连接板和抱箍之间的第一加劲板,以及固定于所述第二连接板和抱箍之间的第二加劲板;

[0024] 所述第一加劲板的一端和所述第一连接板远离所述抱箍的一端结合固定,另一端和所述连接板所在的抱箍型材靠近所述第一连接板的连接耳结合固定;

[0025] 所述第二加劲板的一端和所述第二连接板远离所述抱箍的一端结合固定,另一端和所述连接板所在的抱箍型材靠近所述第二连接板的连接耳结合固定;

[0026] 所述第一连接板和第二连接板的厚度相同,均为10-12mm;

[0027] 所述第一加劲板和第二加劲板的厚度相同,均为10-12mm。

[0028] 此外,可选的方案是,所述第一连接板和第二连接板上均设有多个固定孔,通过固定螺栓连接所述第一连接板和连接杆件,以及第二连接板与相邻的螺旋锚单锚基础的刚性连接装置的连接杆件。

[0029] 根据本发明的又一个方面,提供一种螺旋锚单锚基础,包括单螺旋锚以及刚性连接装置;

[0030] 所述刚性连接装置通过抱箍结合固定于所述单螺旋锚的锚杆上。

[0031] 此外,可选的方案是,所述第一连接板和抱箍的中心轴线之间的角度以及所述第二连接板和抱箍的中心轴线之间的角度随所述锚杆旋入地面的角度改变;

[0032] 所述第一连接板和抱箍的中心轴线之间的角度等于所述锚杆的中心轴线和水平地面之间的角度;

[0033] 所述第二连接板和抱箍的中心轴线之间的角度等于所述锚杆的中心轴线和水平地面之间的角度。

[0034] 根据本发明的再一个方面,提供一种架空输电线路铁塔基础,包括四个螺旋锚单锚基础,四个所述螺旋锚单锚基础呈矩形结构布置,四个所述螺旋锚单锚基础的单螺旋锚之间通过所述刚性连接装置刚性连接;

[0035] 位于同一螺旋锚单锚基础的第一连接板和第二连接板之间的角度为 $90^\circ$ 。

[0036] 根据本发明的一个方面,提供一种架空输电线路铁塔基础的施工方法,包括:

[0037] 将四根单螺旋锚以预设角度旋入地基土体,形成四边形锚固点阵列;

[0038] 在四根单螺旋锚之间的区域开挖四条地沟槽,所述地沟槽的底面位于自然地面标高以下0.5m,四条地沟槽的平面轮廓围合成矩形结构;

[0039] 在每根单螺旋锚的设定高度处安装抱箍并通过螺栓将抱箍紧固于单螺旋锚锚杆的外周面,其中,位于同一单螺旋锚上的两个抱箍型材之间所形成的开口的方向垂直于塔位中心方向;

[0040] 在地沟槽内通过固定螺栓将连接杆件固定安装在每个刚性连接装置的第一连接板上,并将连接杆件的另一端和相邻单螺旋锚上的刚性连接装置的第二连接板连接固定;

[0041] 采用原状土回填地沟槽并压实;

[0042] 其中,当单螺旋锚以倾斜角度旋入地基土体时,其轴线延伸方向指向塔位中心或位于塔位中心的反向延长线上。

[0043] 本发明的有益效果如下:

[0044] 针对现有技术中存在的技术问题,本发明提供一种刚性连接装置、螺旋锚单锚基础、架空输电线路铁塔基础及其施工方法,通过以柔克刚的设计,将传统被动抵抗位移的思路转变为主动引导荷载路径的智慧,体现了现代岩土工程“顺势而为”的精髓。通过有限元分析,本发明所提供的刚性连接装置对单螺旋锚之间的协调变形,使得四锚联动体系的水平刚度比独立锚杆提高30-50%,且减少钢承台位移20-40%,通过刚性连接装置将四根单螺旋锚连接形成闭合方形框架结构,能够形成抗倾覆力偶,提升架空输电线路铁塔基础的抗倾覆系数1.2-1.5倍。

[0045] 刚性连接装置将架空输电线路铁塔基础的四根单螺旋锚连接成一个刚性整体,有效分散和传递杆塔所受的荷载,显著减少了螺旋锚基础顶部位移。在杆塔承受各种复杂荷载时,该刚性连接装置能够协调各单螺旋锚共同受力,避免单个螺旋锚因受力不均导致顶部钢承台位移过大,确保铁塔基础的稳定性符合规范要求,保障输电线路安全稳定运行。

[0046] 刚性连接装置通过抱箍与单螺旋锚连接,并利用螺栓进行紧固,这种活动连接方式为施工带来极大便利。在单螺旋锚施工完毕后,施工人员可灵活调整抱箍位置,进行紧固作业,操作简单快捷,有效提高了施工效率,降低了施工难度,缩短了工程施工周期。

[0047] 连接板和连接杆件之间采用固定螺栓连接,使整个刚性连接装置具有良好的通用性。在不同的工程场景中,可根据实际需求,灵活选择不同规格的连接杆件(如不同型号的角钢、钢管等)进行连接,满足多种螺旋锚基础和铁塔的连接需求,提高了装置的适用范围。

[0048] 刚性连接装置安装在地面±0.00之下0.5m处,紧固完毕后用原状土回填地沟,初对原地表不产生影响外,还可以充分利用土壤的被动抗力,形成类似“隐形地梁”的效果,并且埋入地下的连接杆件与周围土体之间的摩擦力使得土体对所形成的方形框架结构形成机械止挡,物理限制钢承台移动空间,增强单螺旋锚的抗滑移能力。此外还可以起到环境隔离作用,规避了地表温度骤变对钢材变形的影响,温差 $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$ 时,10m长钢材的自由伸缩量达3.6mm,埋地后受土地约束可减少至0.5mm。

[0049] 刚性连接装置的所有钢件均采用热浸镀锌防腐处理。热浸镀锌工艺在钢件表面形成一层致密的锌层,有效隔绝空气、水分等对钢件的侵蚀,防止钢件在长期使用过程中受到腐蚀,大大延长了刚性连接装置的使用寿命,使其符合工程的安全年限要求,减少了后期维护成本,提高了整个输电线路铁塔基础的可靠性和稳定性。

## 附图说明

[0050] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步详细的说明。

- [0051] 图1示出现有技术中单螺旋锚的结构示意图。
- [0052] 图2示出现有技术中架空输电线路铁塔基础的布置图。
- [0053] 图3示出常规单螺旋锚旋入土中的示意图。
- [0054] 图4示出本发明实施例所提供的刚性连接装置的侧视图。
- [0055] 图5示出本发明实施例所提供的刚性连接装置的俯视图。
- [0056] 图6示出本发明实施例所提供的第一连接板的结构示意图。
- [0057] 图7示出本发明实施例所提供的刚性连接装置在地下±0.00下0.5m处实现螺旋锚单锚基础之间的刚性连接的装配图。
- [0058] 图8示出本发明实施例所提供的螺旋锚单锚基础的结构示意图。
- [0059] 图9示出本实施例新型实施例所提供的架空输电线路铁塔基础在单螺旋锚垂直旋入时的布置图。
- [0060] 图10示出本实施例新型实施例所提供的架空输电线路铁塔基础在单螺旋锚倾斜旋入时的布置图

### 具体实施方式

[0061] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

[0062] 在本发明的描述中,除非另有明确的规定和限定,术语“相连”、“连接”、“固定”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0063] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触,也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。

[0064] 在本实施例的描述中,术语“上”、“下”、“左”、“右”等方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述和简化操作,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅仅用于在描述上加以区分,并没有特殊的含义。

[0065] 常规的架空输电线路铁塔的螺旋锚单锚基础的单螺旋锚1如图1所示,包括锚杆11、锚盘12、锚头13和钢承台14。锚杆11采用直缝焊管或无缝钢管,锚盘12采用钢板,通过专用的设备压制加工。锚杆11和锚盘12按照图纸要求进行组对,然后焊接而成。根据铁塔受力的大小及现场地质的情况,按照基础根开尺寸,将单螺旋锚的基锚垂直或按照一定的角度旋入土中,然后再在基锚顶端设置钢承台14,与铁塔的塔脚用螺栓连接,完成铁塔与螺旋锚基础的装配。

[0066] 架空输电线路铁塔基础一般为四个螺旋锚单锚基础构成,一般呈正方形布置或矩形截面布置,如图2所示。

[0067] 然而,常规的螺旋锚单锚基础在实际应用中,暴露出了一个严重问题。无论是垂直旋入土中的单螺旋锚杆(如图3中a图所示),还是倾斜旋入的情况(如图3中b图所示),在杆

塔承受各种载荷时,锚杆11顶部钢承台14出极易出现位移过大的现象。这种位移有时会超出相关规范要求,这不仅影响了铁塔基础的稳定性,还可能导致铁塔倾斜、线路故障等安全隐患,极大地限制了螺旋锚单锚基础在实际工程中的广泛应用。

[0068] 钢承台作为架空输电线路铁塔基础中的关键传力部件,用于连接塔腿和螺旋锚基础,承担将塔身载荷(垂直压力、水平力、弯矩等)传递到地基的重要作用,钢承台位移的力学本质其实是外部载荷和地基反力的失衡。由于美国电力研究院(EPRI)的试验表明,四锚联动体系的水平刚度比独立锚杆仅提高15%,所以在普遍认知中,单螺旋锚之间的协同效应有限,故而现有技术中对应钢承台位移问题,主要聚焦于单锚的承载力和抗拔性能,极少考虑到对于架空输电线路铁塔基础整体协同效应的优化。

[0069] 针对现有技术的缺陷,本发明提供一种用于实现螺旋锚单锚基础之间的刚性连接的刚性连接装置2,该装置位于地面±0.00以下0.5m处,在四根单螺旋锚1旋入土中后,在单螺旋锚1之间开挖地沟,然后将刚性连接装置2紧固在四跟单螺旋锚1之间,形成刚性连接,最后回填原状土,完成施工。

[0070] 结合图4-7所示,该刚性连接装置包括抱箍21,结合固定于抱箍21的外周面的连接板,以及连接杆件22。

[0071] 抱箍21包括两个抱箍型材,两个抱箍型材拼接形成箍状,被配置为将刚性连接装置2套设于单螺旋锚1的锚杆11上,和锚杆11同轴心设置。

[0072] 两个抱箍型材之间所形成的开口210的方向垂直于塔位中心方向。

[0073] 连接板结合固定于其中一个抱箍型材的外表面,该抱箍型材朝向多根单螺旋锚1所围合形成的空间内。连接板包括第一连接板23和第二连接板24,第一连接板23和第二连接板24之间成角度设置,第一连接板23和第二连接板24之间的夹角 $\alpha$ 的中线(图5中点划线)过塔位中心0。

[0074] 连接杆件22结合固定于第一连接板23,第二连接板24被配置为与相邻的螺旋锚单锚基础的刚性连接装置2的连接杆件22结合固定,以使构成架空输电线路铁塔基础的多个螺旋锚单锚基础能够首尾相连进行刚性连接。

[0075] 在一个具体的实施例中,如图5所示,抱箍型材包括半圆环状的箍体211,以及位于箍体211的两侧的连接耳212。抱箍型材采用钢板折制焊接而成,材质选用Q235B或Q355B。

[0076] 本实施例中,第一连接板23和第二连接板24的端部焊接固定于箍体211的外周面,且第一连接板23的反向延长线和第二连接板24的反向延长线会聚于箍体211的中心轴线。

[0077] 在一个具体示例中,第一连接板23和第二连接板24对称设置,二者的形状和厚度均相同。示例的,第一连接板23和第二连接板24的厚度均为10-12mm。合适的厚度设计使得连接板在连接连接杆件时具备足够的承载能力,能够稳定地传递各部件之间的作用力,确保连接牢固,进一步增强了刚性连接装置2的整体性能。

[0078] 连接耳212开设有连接孔,连接孔内连接有螺栓3,连接孔的轴向方向和箍体211的轴向方向垂直。如图5所示,通过两个平行设置的螺栓3连接两个抱箍型材位于同侧的连接耳212,以调节两个箍体211之间圈口的大小,将抱箍21固定套设于对应的锚杆11上。在进行施工时,通过拧紧螺栓3,使抱箍21紧紧抱住锚杆11,保证抱箍21和锚杆11之间的连接紧密可靠,能够有效传递载荷,确保整个刚性连接装置2能够稳定工作。

[0079] 在一个具体的实施例中,箍体211的内径R通过如下公式计算得到:

[0080]  $R=r+3\text{mm}$

[0081] 其中, $r$ 为抱箍21所连接的锚杆11的外径。

[0082] 这样的内径设计既方便抱箍21在锚杆11施工完成后与锚杆11的紧固连接,又能够确保抱箍21和锚杆11之间具有合适的抱紧力,避免抱箍21在锚杆11上晃动或脱落,能够有效增强刚性连接装置2和单螺旋锚1之间连接的稳定性,从而确保在各种工况下,抱箍21都能稳固地抱紧锚杆11,减少位移风险。

[0083] 在一个具体的实施例中,抱箍型材采用钢板折制焊接而成,即箍体211和连接耳212的厚度相同。本实施例中,箍体211和连接耳212的厚度均为8-12mm,能够在保证抱箍21强度的同时,兼顾材料成本和加工难度,确保抱箍21在承受外力时不易变形或损坏,从而保障整个刚性连接装置2的可靠性。

[0084] 在一个具体的实施例中,如图4-5所示,未设置安装板的一个抱箍型材的箍体211和连接耳212之间固定有加劲肋213,加劲肋213的板厚为8mm,起到加强作用,能够增强抱箍型材的结构强度,使抱箍21在抱紧锚杆11和承受外力时,能够保持良好的结构完整性,减少抱箍21局部变形的风险,进一步提升刚性连接装置2的稳固性。

[0085] 在一个具体的实施例中,如图4-5所示,刚性连接装置2还包括固定于第一连接板23和抱箍21之间的第一加劲板25,以及固定于第二连接板24和抱箍21之间的第二加劲板26。

[0086] 本实施例中,第一加劲板25的一端和第一连接板23远离抱箍21的一端结合固定,另一端和连接板所在的抱箍型材靠近第一连接板23的连接耳212结合固定,形成三角形稳定结构。第一加劲板25的厚度为10-12mm,第一加劲板25的主要作用是对第一连接板23进行加强,在实际受力过程中,能够有效提高第一连接板23的抗变形能力,防止第一连接板23在承受较大荷载时发生弯曲或断裂,从而保证整个刚性连接装置2的可靠性和稳定性,延长刚性连接装置2的使用寿命。

[0087] 相应的,第二加劲板26的一端和第二连接板24远离抱箍21的一端结合固定,另一端和连接板所在的抱箍型材靠近第二连接板24的连接耳212结合固定,形成三角形稳定结构。第二加劲板26的厚度为10-12mm,第二加劲板26的主要作用是对第二连接板24进行加强,在实际受力过程中,能够有效提高第二连接板24的抗变形能力,防止第二连接板24在承受较大荷载时发生弯曲或断裂,从而保证整个刚性连接装置2的可靠性和稳定性,延长刚性连接装置2的使用寿命。

[0088] 在一个具体的实施例中,如图6所示,第一连接板23和第二连接板24上均开设有多个固定孔20,如图5所示,通过固定螺栓4连接第一连接板23和连接杆件22,以及第二连接板24和相邻的螺旋锚单锚基础的刚性连接装置的连接杆件22,以使构成架空输电线路铁塔基础的多个螺旋锚单锚基础能够首尾相连进行刚性连接。

[0089] 在一个具体的实施例中,为保证刚性连接装置2的结构强度,连接杆件22优选为钢管或圆钢。

[0090] 在一个实施例中,抱箍21、连接板、连接杆件22、加劲肋213、第一加劲板25和第二加劲板26均为热浸镀锌钢材料。热浸镀锌工艺能够在钢件表面形成一层致密的锌层,有效防止钢件在长期使用过程中受到腐蚀,延长了刚性连接装置2的使用寿命,使其符合工程的安全年限要求,减少了后期维护成本,提高了整个输电线路铁塔基础的可靠性和稳定性。

[0091] 本发明的另一个实施例提供一种螺旋锚单锚基础,结合图8所示,该螺旋锚单锚基础包括单螺旋锚1和上述实施例所提供的刚性连接装置2。刚性连接装置2通过抱箍21结合固定在单螺旋锚1的锚杆11上,位于锚杆11靠近顶端的位置。

[0092] 在进行施工时,单螺旋锚1包括垂直旋入和倾斜旋入两种旋入方式,图8中a图为垂直旋入的单螺旋锚1配置刚性连接装置2的结构示意图,b图为倾斜旋入的单螺旋锚1配置刚性连接装置2的结构示意图,从图8可以看出,无论是垂直旋入的单螺旋锚1,还是倾斜旋入的单螺旋锚1,其所对应的刚性连接装置2的第一连接板23和第二连接板24均垂直于水平地面设置。

[0093] 在一个具体的实施例中,第一连接板23和抱箍21的中心轴线之间的角度 $\beta$ 随锚杆11旋入地面的角度而改变。具体的,第一连接板23和抱箍21的中心轴线之间的角度 $\beta$ 等于锚杆11的中心轴线和水平地面之间的角度 $\gamma$ 。当单螺旋锚1垂直旋入时,第一连接板23沿抱箍21的径向方向焊接固定于抱箍21的外周面。

[0094] 第二连接板24同理,具体的,第二连接板24和抱箍21的中心轴线之间的角度随锚杆11旋入地面的角度而改变。具体的,第二连接板24和抱箍21的中心轴线之间的角度等于锚杆11的中心轴线和水平地面之间的角度 $\gamma$ 。当单螺旋锚1垂直旋入时,第二连接板24沿抱箍21的径向方向焊接固定于抱箍21的外周面。

[0095] 本发明的另一个实施例提供一种架空输电线路铁塔基础,如图9-10所示,包括四个上述实施例所提供的螺旋锚单锚基础100,四个螺旋锚单锚基础100呈正方形结构或矩阵结构布置,四个螺旋锚单锚基础100的单螺旋锚1之间通过刚性连接装置2进行刚性连接。位于同一螺旋锚单锚基础100的第一连接板23和第二连接板24之间的角度为 $90^\circ$ 。需要说明的是,位于同一螺旋锚单锚基础100的第一连接板23和第二连接板24之间的角度受螺旋锚单锚基础100的数量和布置结构影响,可以根据实际情况进行调整。

[0096] 架空输电线路铁塔基础的整体连接方式为:在基础施工时,将四根单螺旋锚1旋入土中后,在地面 $\pm 0.00$ 以下0.5m处,先在单螺旋锚1之间开挖地沟,挖好后的地沟呈正方形或矩形。将抱箍21安装在单螺旋锚1上,两个抱箍型材之间所形成的开口的方向垂直于塔位中心方向,使用螺栓3将抱箍21紧固后,再在抱箍21的连接板上安装连接杆件22(如钢管或圆钢),使单螺旋锚1、抱箍21、连接板和连接杆件22形成一个整体的刚性连接装置,并完成连接装置的安装紧固后,用原状土回填地沟。需要说明的是,当单螺旋锚1为倾斜旋入时,其倾斜方向应指向塔位中心或者位于塔位中心的反向延长线上。

[0097] 本发明的另一个实施例提供一种上述架空输电线路铁塔基础的施工方法,具体包括如下步骤:

[0098] 步骤一,将四根单螺旋锚1以预设角度旋入地基土体,形成四边形锚固点阵列;

[0099] 步骤二,在四根单螺旋锚2之间的区域开挖四条地沟槽,所述地沟槽的底面位于自然地面标高以下0.5m,四条地沟槽的平面轮廓围合成矩形结构;

[0100] 步骤三,在每根单螺旋锚1的设定高度处安装抱箍21并通过螺栓3将抱箍21紧固于单螺旋锚1的锚杆11的外周面,其中,位于同一单螺旋锚1上的两个抱箍型材之间所形成的开口20的方向垂直于塔位中心方向;

[0101] 在地沟槽内通过固定螺栓4将连接杆件22固定安装在每个刚性连接装置2的第一连接板23上,并将连接杆件22的另一端和相邻单螺旋锚1上的刚性连接装置2的第二连接板

24连接固定；

[0102] 采用原状土回填地沟槽并压实。

[0103] 其中,当单螺旋锚1以倾斜角度旋入地基土体时,其轴线延伸方向指向塔位中心或位于塔位中心的反向延长线上。当倾斜旋入的单螺旋锚指向塔位中心O时,其轴线与塔腿传力方向形成共线或小角度关系,使水平载荷(如风载荷)通过锚杆的倾斜角度之间转化为轴向拉力,减少弯矩分量,提升抗拔效率。

[0104] 本发明实施例所提供的架空输电线路铁塔基础的施工方法中,通过刚性连接装置将四根单螺旋锚连接形成闭合方形框架结构,将原本独立的锚固定点整合为空间钢架结构,能够实现载荷的均匀分配,避免单点应力集中,可以通过整体的几何稳定性抵抗水平扭矩和偏心载荷,并利用连接杆件的轴向刚度和抗弯能力,将局部的形变转化为整体结构的协同变形。

[0105] 此外,通过刚性连接装置连接四根单螺旋锚,能够形成桁架效应,对各根单螺旋锚进行横向约束,限制锚杆顶部的侧向位移,通过本实施例的设计将80%的水平载荷转化为所形成的闭合方向框架结构的轴力,并非现有技术中仅依靠钢承台的抗剪力对水平载荷进行抵消,从而能够避免钢承台的位移,并且能够对不对称载荷所产生的弯矩进行内部抵消,避免锚杆和钢承台连接点处出现累积塑性变形,从而避免钢承台的不良位移。

[0106] 由于刚性连接装置位于地面±0.00以下0.5m处,且安装好后需要原状土回填,可充分利用土壤的被动抗力,形成类似“隐形地梁”的效果,并且埋入地下的连接杆件与周围土体之间的摩擦力使得土体对所形成的方形框架结构形成机械止挡,物理限制钢承台移动空间,增强单螺旋锚的抗滑移能力。此外还可以起到环境隔离作用,规避了地表温度骤变对钢材变形的影响,温差 $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$ 时,10m长钢材的自由伸缩量达3.6mm,埋地后受土地约束可减少至0.5mm。

[0107] 本发明实施例所提供的刚性连接装置、螺旋锚单锚基础、架空输电线路铁塔基础及其施工方法,通过以柔克刚的设计,将传统被动抵抗位移的思路转变为主动引导荷载路径的智慧,体现了现代岩土工程“顺势而为”的精髓。通过有限元分析,本发明所提供的刚性连接装置对单螺旋锚之间的协调变形,使得四锚联动体系的水平刚度比独立锚杆提高30-50%,且减少钢承台位移20-40%,通过刚性连接装置将四根单螺旋锚连接形成闭合方形框架结构,能够形成抗倾覆力偶,提升架空输电线路铁塔基础的抗倾覆系数1.2-1.5倍。

[0108] 显然,本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定,对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动,这里无法对所有的实施方式予以穷举,凡是属于本发明的技术方案所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之列。

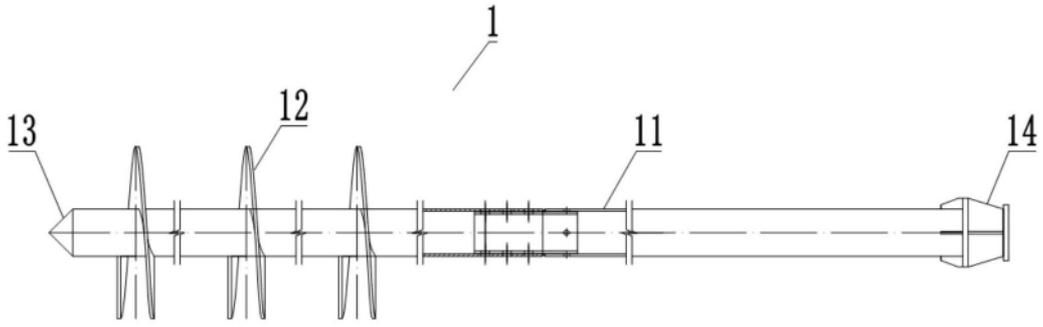


图1

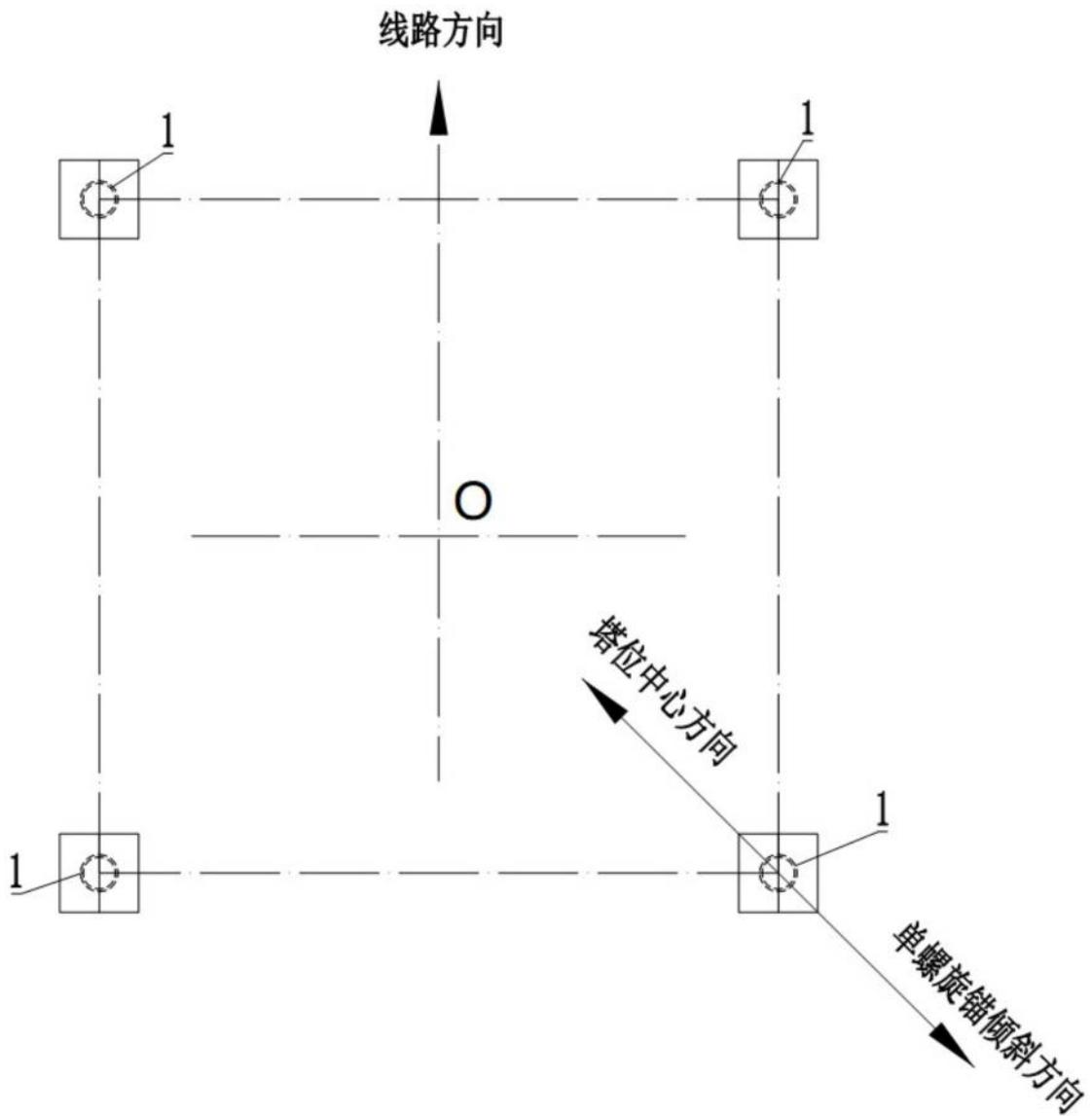


图2

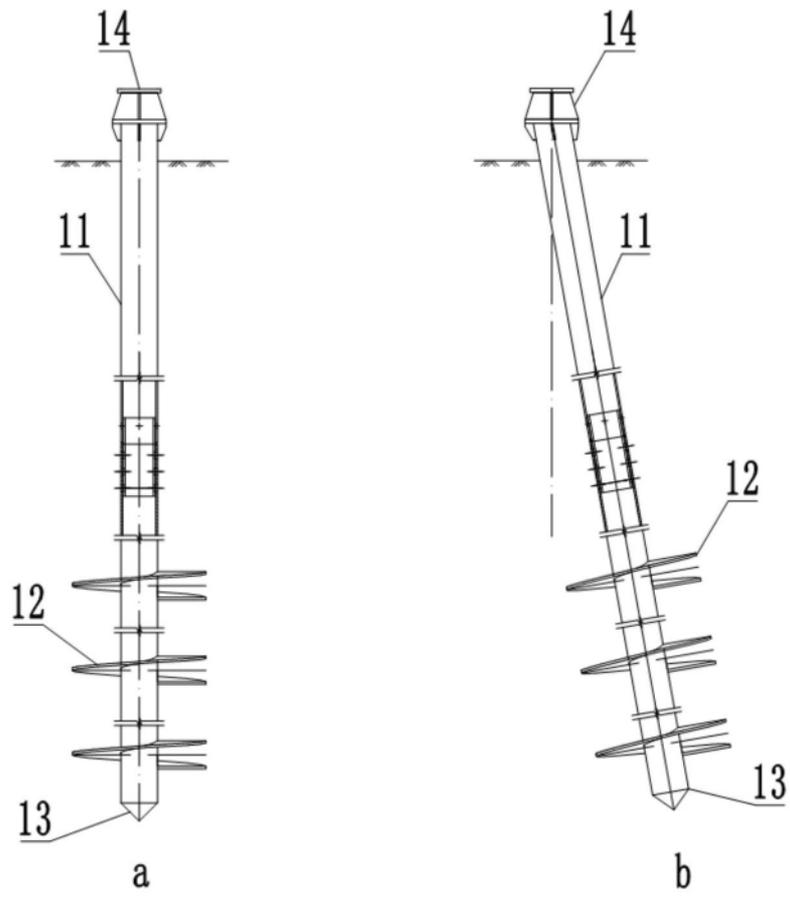


图3

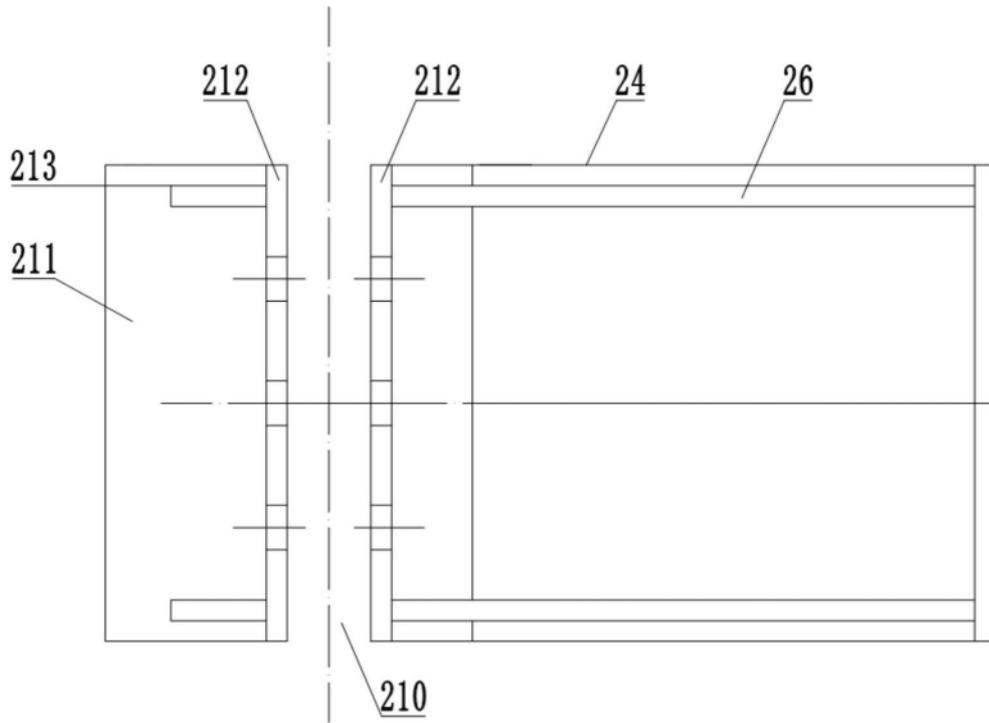


图4

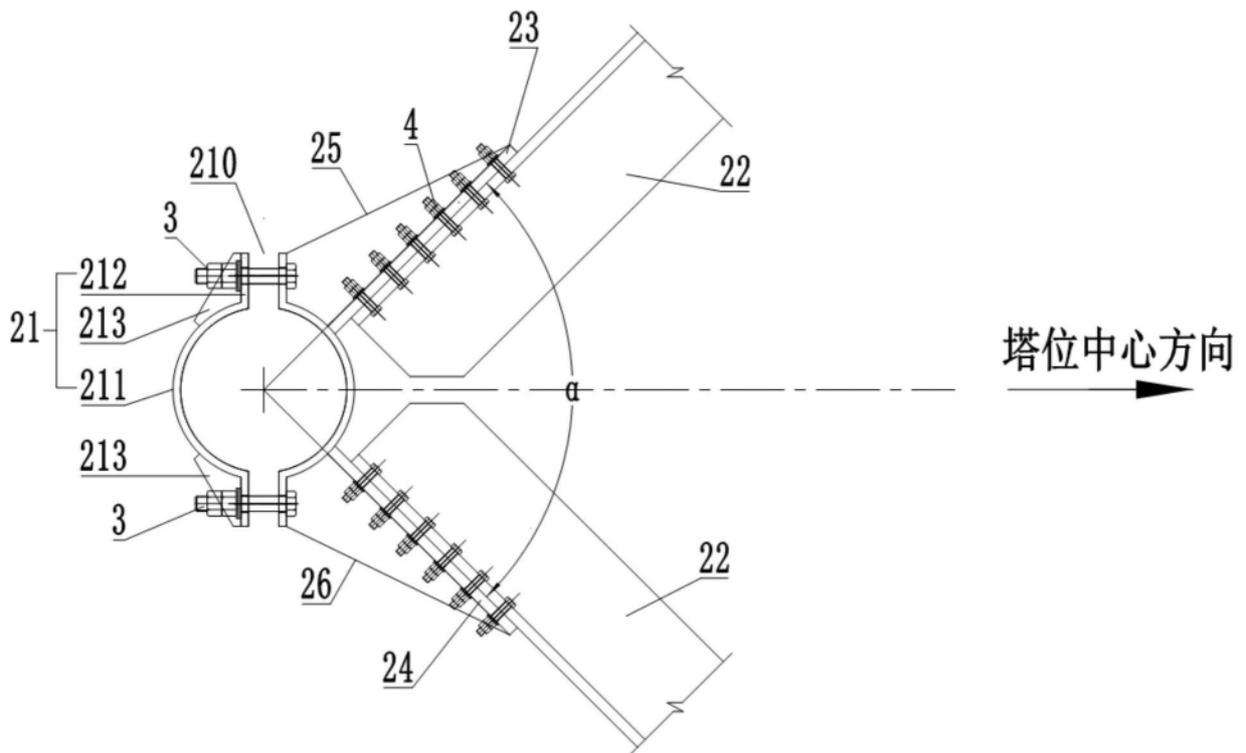


图5

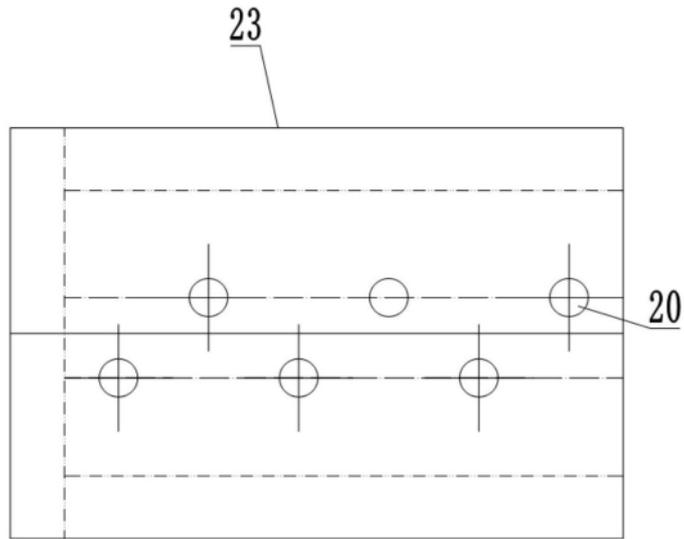


图6

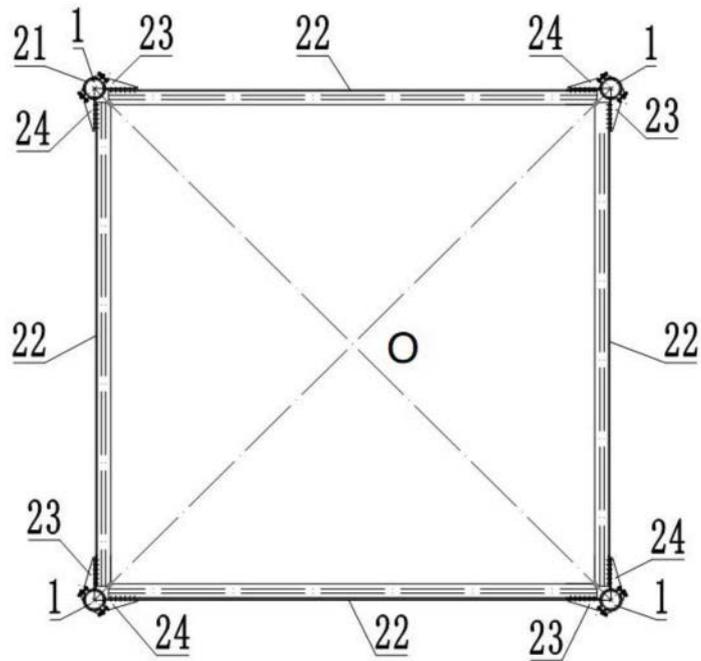


图7

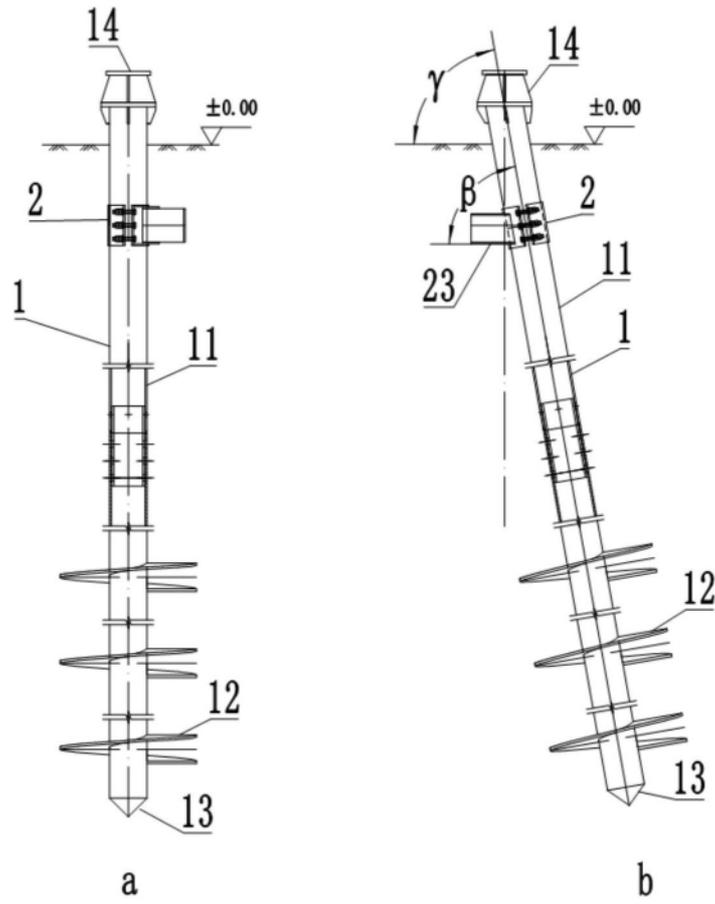


图8

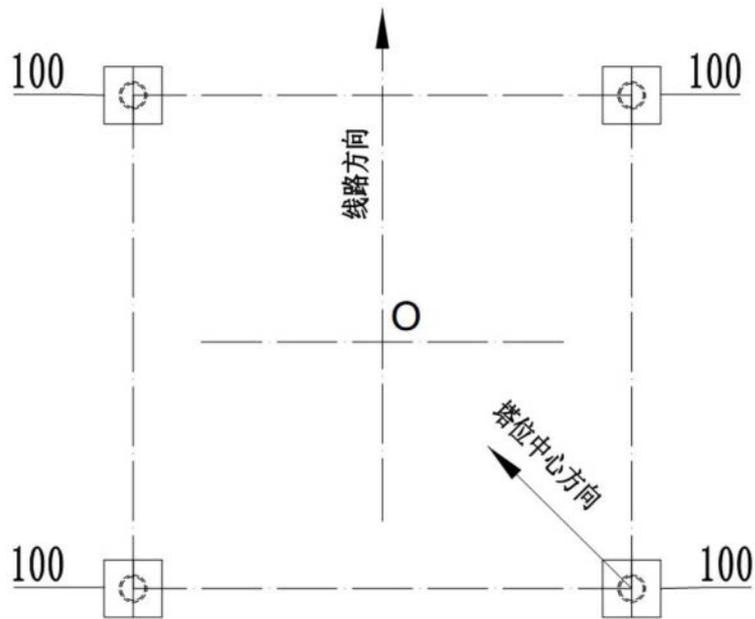


图9

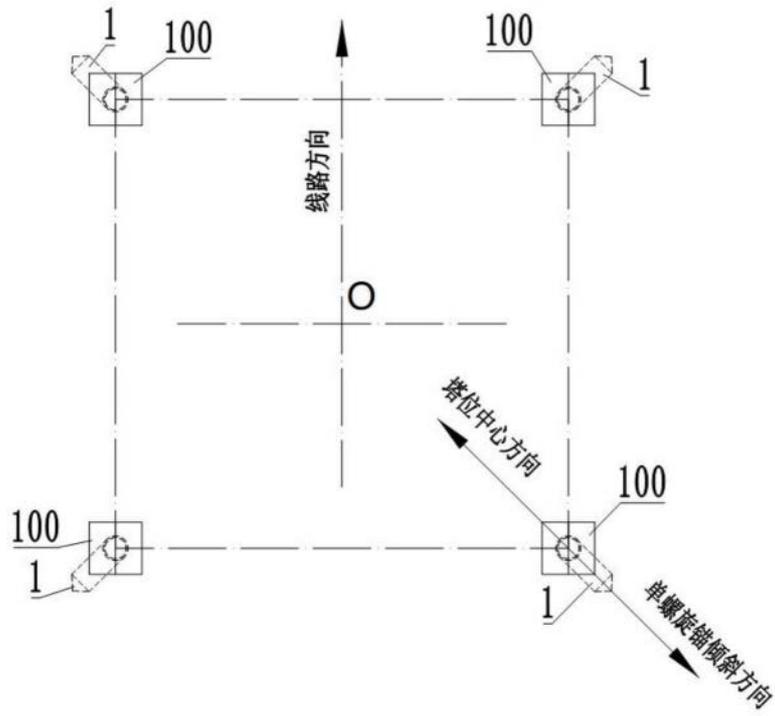


图10