



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112922785 A

(43) 申请公布日 2021.06.08

(21) 申请号 202110023679.6

(22) 申请日 2021.01.08

(71) 申请人 张家口大金风电装备有限公司

地址 076750 河北省张家口市尚义县经济
开发区

(72) 发明人 金鑫 刘金磊

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限
公司 11286

代理人 张红 刘奕晴

(51) Int. Cl.

F03D 13/20 (2016.01)

F03D 13/10 (2016.01)

F03D 80/50 (2016.01)

F03D 80/80 (2016.01)

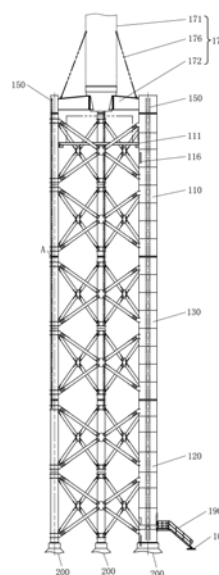
权利要求书2页 说明书10页 附图24页

(54) 发明名称

桁架式塔架和风力发电机组

(57) 摘要

本申请提供一种桁架式塔架和风力发电机组。其中，桁架式塔架包括：塔架主体，塔架主体包括至少三个立柱和多个拉杆筋，每个立柱包括至少两个子立柱和至少一个高强度螺栓，每个拉杆筋连接在水平方向上相邻的两个子立柱，每个子立柱的端部设置有内置法兰，内置法兰设置于子立柱的内部，每个高强度螺栓设置于立柱的内部，并穿过高度方向上相邻的两个内置法兰，以连接高度方向上相邻的两个子立柱；塔顶组件，设置在塔架主体的顶端；过渡组件，连接塔架主体和塔顶组件，过渡组件包括转接体、连接体和连接梁，转接体连接塔顶组件，连接体连接至少三个立柱，连接梁连接转接体和连接体。运输方便，有利于保证高强度螺栓的有效连接时长，降低维修成本。



1. 一种桁架式塔架,用于风力发电机组,其特征在于,所述桁架式塔架包括:

塔架主体,所述塔架主体包括至少三个立柱和多个拉杆筋,每个立柱包括至少两个子立柱和至少一个高强度螺栓,每个所述拉杆筋连接在水平方向上相邻的两个所述子立柱,每个所述子立柱的端部设置有内置法兰,所述内置法兰设置于所述子立柱的内部,每个所述高强度螺栓设置于所述立柱的内部,并穿过高度方向上相邻的两个所述内置法兰,以连接高度方向上相邻的两个所述子立柱;

塔顶组件,设置在所述塔架主体的顶端;

过渡组件,连接所述塔架主体和所述塔顶组件,所述过渡组件包括转接体、连接体和连接梁,所述转接体连接所述塔顶组件,所述连接体连接所述至少三个立柱,所述连接梁连接所述转接体和所述连接体。

2. 根据权利要求1所述的桁架式塔架,其特征在于,

每个所述拉杆筋与所述子立柱铆钉连接。

3. 根据权利要求1所述的桁架式塔架,其特征在于,

所述内置法兰包括固定部和法兰部,所述固定部与所述子立柱的壁面连接,所述法兰部向远离所述子立柱的壁面的方向延伸,所述高强度螺栓穿过所述法兰部。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的桁架式塔架,其特征在于,

所述连接体的数量与所述立柱的数量相同,并一一对应连接;

所述连接梁的数量与所述连接体的数量相同,并一一对应连接;

所述转接体的数量为一个,同时连接多个所述连接梁。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的桁架式塔架,其特征在于,

所述至少三个立柱中至少存在一个立柱内具有维修通道;

所述连接体内设置有与所述维修通道连通的第一通道,所述连接梁内设置有与所述第一通道连通的第二通道,所述第二通道能够通过所述转接体连通所述风力发电机组的机舱。

6. 根据权利要求5所述的桁架式塔架,其特征在于,

所述至少三个立柱包括第一立柱、第二立柱和第三立柱;

其中,在同一高度处,所述第一立柱的横截面面积大于所述第二立柱的横截面面积和所述第三立柱的横截面面积,所述第一立柱内具有所述维修通道。

7. 根据权利要求5所述的桁架式塔架,其特征在于,所述塔架主体还包括:

内爬升装置,设置于所述维修通道内;

内维修台,设置于所述维修通道内;

进门平台,设置于具有维修通道的所述立柱的底部,所述进门平台伸入所述维修通道;

助爬器,设置于所述进门平台;

面板控制器,用于与所述风力发电机组的电器柜体电连接,所述面板控制器设置于所述进门平台或靠近所述进门平台设置于具有所述维修通道的所述立柱的壁面。

8. 根据权利要求5所述的桁架式塔架,其特征在于,所述塔架主体还包括:

电器柜平台,设置于所述塔架主体的内部,并与所述立柱连接,所述电器柜平台用于支撑所述风力发电机组的电器柜体,至少一个所述维修通道能够连通至所述电器柜平台;

所述塔架主体还包括:

平台护栏,设置于所述电器柜平台;和/或

维修吊机,设置于所述电器柜平台;和/或

出口平台,设置于具有所述维修通道的所述立柱上,所述出口平台的第一端伸入一个所述维修通道内,所述出口平台的第二端向所述电器柜平台所在方向延伸;和/或

动力电缆或管母线,设置于所述维修通道内部。

9.根据权利要求1至3中任一项所述的桁架式塔架,其特征在于,所述桁架式塔架还包括:

拉索,所述拉索的第一端与所述塔顶组件连接,所述拉索的第二端与所述连接体或所述连接梁连接。

10.一种风力发电机组,其特征在于,包括:如上述权利要求1至9中任一项所述的桁架式塔架。

桁架式塔架和风力发电机组

技术领域

[0001] 本申请涉及风力发电领域,具体涉及一种桁架式塔架和一种风力发电机组。

背景技术

[0002] 未来陆地风机一定会朝着大型化的方向发展,即意味着塔架高度增加、叶轮直径增大、地基基础大型化和单机组功率增大。单机组功率增大意味着要吸收更多风能,要求塔架底部与风机基础要能承受更大的风机载荷。风机载荷的增大造成塔架底部直径越来越大,致使运输难度增加。同样也会造成风机基础的直径以及埋深增加,造成基础施工成本增加。目前为了解决运输问题,一种方式是现场预制钢混塔架,即现场预制混凝土段,但是会带来现场工作量大以及混凝土生产场地征地或租地问题。

发明内容

[0003] 本申请旨在至少解决上述现有技术或相关技术中存在的技术问题之一。

[0004] 为此,本申请的第一方面提供了一种桁架式塔架。

[0005] 本申请的第二方面提供了一种风力发电机组。

[0006] 为实现上述目的,本申请的第一方面实施例提供了一种桁架式塔架,用于风力发电机组,桁架式塔架包括:塔架主体,塔架主体包括至少三个立柱和多个拉杆筋,每个立柱包括至少两个子立柱和至少一个高强度螺栓,每个拉杆筋连接在水平方向上相邻的两个子立柱,每个子立柱的端部设置有内置法兰,内置法兰设置于子立柱的内部,每个高强度螺栓设置于立柱的内部,并穿过高度方向上相邻的两个内置法兰,以连接高度方向上相邻的两个子立柱;塔顶组件,设置在塔架主体的顶端;过渡组件,连接塔架主体和塔顶组件,过渡组件包括转接体、连接体和连接梁,转接体连接塔顶组件,连接体连接至少三个立柱,连接梁连接转接体和连接体。

[0007] 在一些实施例中,每个拉杆筋与子立柱铆钉连接。

[0008] 在一些实施例中,内置法兰包括固定部和法兰部,固定部与子立柱的壁面连接,法兰部向远离子立柱的壁面的方向延伸,高强度螺栓穿过法兰部。

[0009] 在一些实施例中,连接体的数量与立柱的数量相同,并一一对应连接;连接梁的数量与连接体的数量相同,并一一对应连接;转接体的数量为一个,同时连接多个连接梁。

[0010] 在一些实施例中,至少三个立柱中至少存在一个立柱内具有维修通道;靠近维修通道的连接体内设置有与维修通道连通的第一通道,连接梁内设置有与第一通道连通的第二通道,第二通道能够通过转接体连通风力发电机组的机舱。

[0011] 在一些实施例中,至少三个立柱包括第一立柱、第二立柱和第三立柱;其中,在同一高度处,第一立柱的横截面面积大于第二立柱的横截面面积和第三立柱的横截面面积,第一立柱内具有维修通道。

[0012] 在一些实施例中,塔架主体还包括:内爬升装置,设置于维修通道内;内维修台,设置于维修通道内;进门平台,设置于具有维修通道的立柱的底部,进门平台伸入维修通道;

助爬器,设置于进门平台;面板控制器,用于与风力发电机组的电器柜体电连接,面板控制器设置于进门平台或靠近进门平台设置于具有维修通道的立柱的壁面。

[0013] 在一些实施例中,塔架主体还包括:电器柜平台,设置于塔架主体的内部,并与立柱连接,电器柜平台用于支撑风力发电机组的电器柜体,至少一个维修通道能够连通至电器柜平台。

[0014] 在一些实施例中,塔架主体还包括:平台护栏,设置于电器柜平台;和/或维修吊机,设置于电器柜平台;和/或出口平台,设置于具有维修通道的立柱上,出口平台的第一端伸入一个维修通道内,出口平台的第二端向电器柜平台所在方向延伸;和/或动力电缆或管母线,设置于维修通道内部。

[0015] 在一些实施例中,桁架式塔架还包括:拉索,拉索的第一端与塔顶组件连接,拉索的第二端与连接体或连接梁连接。

[0016] 本申请的第二方面实施例提供了一种风力发电机组,包括:如上述技术方案中任一项的桁架式塔架。

[0017] 本申请实施例提供的桁架式塔架包括至少三个立柱,通过使每个立柱均包括至少两个子立柱,由该至少两个子立柱堆叠成立柱,有利于实现立柱的分段化,从而有利于将塔架主体以分段的形式进行运输,运输方便。而且,将多段子立柱拼接起来,并保证拉杆筋连接水平方向上相邻的两个子立柱来实现塔架主体的装配,现场工作量较小,便于吊装,节省人力,不会因现场预支混凝土段而产生征地或租地问题,节约成本。而且,通过在每个子立柱的端部内侧设置内置法兰,采用高强度螺栓连接在高度方向上相邻的两个内置法兰,并保证高强度螺栓位于立柱的内部,以便于维修,降低维修成本。而且,有利于维修人员进入立柱内部而对高强度螺栓进行维修,从而有利于保证维修人员的安全性。此外,通过采用过渡组件的转接体、连接体和连接梁来连接塔架主体和塔顶组件,有利于保证二者连接的稳定性,使塔顶组件的重量相对均匀地分摊到至少三个立柱上,满足大风机载荷的需要。

附图说明

[0018] 通过下面结合附图对本申请的实施例进行的描述,本申请的上述和其他目的和特点将会变得更加清楚,其中:

[0019] 图1是相关技术中桁架式塔架的结构示意图;

[0020] 图2是相关技术中桁架式塔架的局部俯视示意图;

[0021] 图3是本申请的第一个实施例的桁架式塔架的结构示意图;

[0022] 图4是图3中A处的局部放大示意图;

[0023] 图5是本申请的一个实施例的第二塔架模块的结构示意图;

[0024] 图6是图5中B处的局部放大示意图;

[0025] 图7是图6中D-D处的第一个实施例局部放大示意图;

[0026] 图8是图6中D-D处的第二个实施例局部放大示意图;

[0027] 图9是图6中D-D处的第三个实施例局部放大示意图;

[0028] 图10是图6中D-D处的第四个实施例局部放大示意图;

[0029] 图11是图5中C处的局部放大示意图;

[0030] 图12是本申请的第一个实施例的拉杆筋和连接部的结构示意图;

- [0031] 图13是本申请的第二个实施例的拉杆筋和连接部的结构示意图；
- [0032] 图14是本申请的一个实施例的第三塔架模块的结构示意图；
- [0033] 图15是本申请的一个实施例的第一塔架模块的结构示意图；
- [0034] 图16是本申请的一个实施例的过渡组件的结构示意图；
- [0035] 图17是本申请的一个实施例的过渡组件的俯视示意图；
- [0036] 图18是本申请的一个实施例的过渡组件的局部结构示意图；
- [0037] 图19是本申请的第一个实施例的端面法兰的局部剖视示意图；
- [0038] 图20是本申请的第二个实施例的端面法兰的局部剖视示意图；
- [0039] 图21是本申请的第三个实施例的端面法兰的局部剖视示意图；
- [0040] 图22是本申请的第四个实施例的端面法兰的局部剖视示意图；
- [0041] 图23是本申请的第一个实施例的立柱的局部结构示意图；
- [0042] 图24是本申请的第二个实施例的立柱的局部结构示意图；
- [0043] 图25是本申请的第三个实施例的立柱的局部结构示意图；
- [0044] 图26是本申请的一个实施例的立柱的截面示意图；
- [0045] 图27是本申请的一个实施例的桁架式塔架的局部剖视示意图；
- [0046] 图28是本申请的一个实施例的桁架式塔架的局部结构示意图；
- [0047] 图29是本申请的第二个实施例的桁架式塔架的结构示意图；
- [0048] 图30是本申请的第三个实施例的桁架式塔架的结构示意图；
- [0049] 图31是本申请的第四个实施例的桁架式塔架的俯视示意图。
- [0050] 图1和图2的标号说明：
- [0051] 10'地面,20'塔架主体,30'塔顶组件,40'爬升框架,50'爬升设备与电缆；
- [0052] 图3至图31的标号说明：
- [0053] 10地面,110第一塔架模块,111电器柜平台,113平台护栏,114出口平台,115内维修台,116动力电缆,117维修吊机，
- [0054] 120第二塔架模块,121进门平台,122助爬器,123面板显示器，
- [0055] 130第三塔架模块，
- [0056] 140立柱,141第一立柱,142第二立柱,143第三立柱,144第四立柱,145高强度螺栓,146内置法兰,147拉杆筋,148连接部,149穿线孔，
- [0057] 150爬梯,160防护栏，
- [0058] 170塔顶部,171塔顶组件,172过渡组件,173转接体,174a小连接体,174b大连接体,175连接梁,176拉索,177拉索节点,178力矩平台,179人孔,180平台,181端面法兰,182加强筋，
- [0059] 190塔外梯,200独立地基基础。

具体实施方式

[0060] 下面将结合图3至图31描述本申请的优选技术构思。

[0061] 图1是相关技术中桁架式塔架的结构示意图,图2是相关技术中桁架式塔架的局部俯视示意图。当然,相关技术中还具有其他结构的桁架式塔架结构,在此不一一列举。目前,相关技术中的桁架式塔架主要存在以下几点不足:一、相关技术中的桁架式塔架,现场组装

时间比较长,吊车费用和人力费用比较高。二、相关技术中的立柱之间连接的高强度螺栓维护困难,维护成本比较高。三、相关技术中位于顶部的塔顶组件连接不够稳定,尤其在单机组功率组件增加的情况下,原有的塔顶组件的连接以无法满足稳定连接的需求。四、相关技术中的拉杆筋与立柱之间以及拉杆筋之间采用高强度螺栓连接,当螺栓松动掉落后,不易及时发现并维护造成整个塔架存在倒塔风险。五、如图1和图2所示,相关技术中的桁架式塔架设置于地面10',在塔架主体20'内部、立柱的外部增加单独的爬升框架40',且助爬设备与电缆50'均位于爬升框架40'内,从爬升框架40'进入塔顶组件30'内部并到达机舱,但是这种结构会使电缆、助爬设备容易受天气环境影响而覆冰,极易造成安全风险与质量事故。六、相关技术中的发电机组所需要的电器柜体(箱变、变流器等)设置在地面上,需要单独征地。七、相关技术中的拉索连接塔顶组件和地面,拉索需要征地大且拉索很长,拉索与地面需要单独的基础固定。

[0062] 本申请主要解决上述不足中的一种或多种,当然本申请提出的桁架式塔架还可以解决其他相关技术中的不足之处,在此不一一例举。以下,详细介绍本申请的一些实施例的桁架式塔架。

[0063] 针对上述不足一,本申请的一个方面实施例提出了一种桁架式塔架,能够降低现场组装时间,降低运输费用和人力费用。桁架式塔架包括:塔架主体,塔架主体包括至少三个立柱140和多个拉杆筋147,每个立柱140包括至少两个子立柱,每个拉杆筋147连接在水平方向上相邻的两个子立柱。通过使每个立柱140均包括至少两个子立柱,由该至少两个子立柱堆叠成立柱140,有利于实现立柱140的分段化,也即模块化,从而有利于将塔架主体以分段的形式进行运输和吊装,运输、吊装方便,从而有利于降低运输成本和吊装成本。而且,将多段子立柱拼接起来,并保证拉杆筋147连接水平方向上相邻的两个子立柱来实现塔架主体的装配,现场工作量较小,节省人力,降低吊装成本,也不会因现场预支混凝土段而产生征地或租地问题。

[0064] 在具体应用中,可以使全部的子立柱和全部的拉杆筋147均分体式的进行运输,也即在运输到现场后,再组装拉杆筋147以及子立柱,形成模块后进行吊装。当然,还可以使在水平方向上相邻的子立柱通过拉杆筋147预连接在一起而后运输,运输到现场后堆叠连接子立柱。

[0065] 针对上述不足二,如图3和图4所示,进一步使每个立柱140还包括至少一个高强度螺栓145,使每个子立柱的端部设置有内置法兰146,将内置法兰146设置于子立柱的内部,每个高强度螺栓145设置于立柱140的内部,并穿过高度方向上相邻的两个内置法兰146,以连接高度方向上相邻的两个子立柱。由于高强度螺栓145位于立柱140的内部,有利于维修人员进入立柱140内部而对高强度螺栓145进行维修,从而有利于保证维修人员的安全性,降低维修难度。

[0066] 在一个具体的实施例中,使内置法兰146包括固定部和法兰部,固定部与子立柱的壁面连接,法兰部向远离子立柱的壁面的方向延伸,高强度螺栓145穿过法兰部。

[0067] 针对上述不足三,如图3、图16至图18所示,进一步使桁架式塔架还包括塔顶组件171和过渡组件172。塔顶组件171设置在塔架主体的顶端;过渡组件172连接塔架主体和塔顶组件171。其中,过渡组件172包括转接体173、连接体和连接梁175,转接体173连接塔顶组件171,连接体连接至少三个立柱140,连接梁175连接转接体173和连接体。通过采用过渡组

件172的转接体173、连接体和连接梁175来连接塔架主体和塔顶组件171,有利于保证二者连接的稳定性,使塔顶组件171的重量相对均匀地分摊到至少三个立柱140上,满足大风机载荷的需要。

[0068] 在一个具体的实施例中,连接体呈具有顶壁的筒状,通过法兰连接在立柱140的顶端。连接梁175通过与转接体173形状相适配的端面法兰181与转接体173连接,主要起连接转接体173和连接体,在二者之间传递载荷的作用。连接梁175与转接体173通过端面法兰181和高强度螺栓145连接在一起。连接梁175与连接件焊接连接。当然,在各立柱140的粗组程度不同的情况下,各连接体的粗细程度也可随之不同。此时,连接梁175可以与大连接体(较粗的连接体)之间采用端面法兰181连接,连接梁175与小连接体(较细的连接体)之间焊接连接。

[0069] 在一个具体的实施例中,转接体173主要起连接塔顶组件171与塔架主体,在二者之间传递载荷的作用。转接体173可以通过焊接制成,也可以通过铸造工艺制成。转接体173上的端面法兰181可以为长方形、正方形、圆形、椭圆形以及其他形状等。

[0070] 在一个具体的实施例中,连接体的数量与立柱140的数量相同,并一一对应连接;连接梁175的数量与连接体的数量相同,并一一对应连接;转接体173的数量为一个,同时连接多个连接梁175。有利于保证塔顶组件171所受的压力稳定传递到塔架主体上。

[0071] 针对上述不足四,进一步使每个拉杆筋147与子立柱铆钉连接,例如使拉杆筋147与立柱140热铆接连接。与相关技术中拉杆筋147和子立柱采用高强度螺栓145连接,高强度螺栓145容易松脱相比,一方面有利于保证拉杆筋147和子立柱的连接强度,另一方面由于采用铆钉连接,铆钉并不会脱落,从而有利于实现拉杆筋147与子立柱连接处真正意义上的免维护,降低维修成本。

[0072] 针对上述不足五,进一步使至少三个立柱140中至少存在一个立柱140内具有维修通道。有利于维修人员进入维修通道而对立柱140内的部件进行维修,例如对连接子立柱的高强度螺栓145进行维修,以及对立柱140内的动力电缆116等进行维修等等,维修方便的同时,有利于保证维修安全性。而且,使内爬升装置设置在维修通道内,例如爬梯150或电梯等,可有效避免内爬升装置受外界天气影响而出现覆冰甚至损坏,有利于保证内爬升装置的使用寿命和使用安全性,进一步保证维修安全性。

[0073] 在一个具体的实施例中,如图3所示,至少三个立柱140包括第一立柱141、第二立柱142和第三立柱143;其中,在同一高度处,第一立柱141的横截面面积大于第二立柱142的横截面面积和第三立柱143的横截面面积,第一立柱141内具有维修通道。也即在较粗的立柱140内设置维修通道,一方面有利于维修人员进入,另一方面有利于容纳内爬升装置。

[0074] 此时,第二立柱142和第三立柱143也可供维修人员进入,来对连接二者子立柱的高强度螺栓145进行维修,维修人员仅是进入立柱140的空腔,而非专用的维修通道。当然,为方便维修,可以在空腔内设置爬梯150等。也即较细立柱140内的爬梯150主要用于子立柱之间的高强度螺栓145的维护使用,较粗立柱140内的内爬升装置主要用于维修人员通往机舱使用。

[0075] 当然,在其他实施例中,也可以使全部立柱140在同一高度处的横截面面积相同,也即各立柱140的粗细相同。此时,可以在每个立柱140内均设置维修通道。

[0076] 在一个具体的实施例中,如图5所示,在维修通道内设置内维修台115,方便维修人

员踏入内维修台115对高强度螺栓145等部件进行维修。在具体应用中,内维修台115靠近连接子立柱的高强度螺栓145设置,并位于对应的高强度螺栓145的下方。

[0077] 在一个具体的实施例中,如图5所示,在具有维修通道的立柱140的底部设置进门平台121,并使进门平台121伸入维修通道,方便维修人员经进门平台121进入维修通道内部。在具体应用中,在进门平台121上设置助爬器122或免爬器等助爬设备,便于维修人员攀爬维修通道。还可以将与风力发电机组的电器柜体电连接的面板显示器123设置在进门平台121上,或靠近进门平台121设置在立柱140的壁面上。由于电器柜体,例如塔底控制柜放置于电器柜平台111,在对机组进行维护与调试时存在困难,因此在塔架底部进门平台121处安装了控制柜的面板显示器123,维护人员可以在进门平台121通过控制面板显示器123对机组进行日常维护检修。进门平台121安装助爬设备主要是便于人员维护省时省力。当然根据实际需求进门平台121可以不放置助爬设备与控制柜的面板显示器123,也可以放置其他电器设备。

[0078] 进一步地,使连接体内设置有与维修通道连通的第一通道。在连接体和立柱140一一对应连接的情况下,可以使与具有维修通道的立柱140相对应的连接体内具有第一通道,也可以使每个连接体内均具有第一通道。还可在连接梁175内设置有与第一通道连通的第二通道,使第二通道能够通过转接体173连通风力发电机组的机舱。有利于维修人员先后经立柱140内的维修通道、第一通道、第二通道和转接体173内的腔体进入风力发电机组的机舱,使得维修人员始终处于通道内,保证维修安全性。也有利于维修人员经维修通道、第一通道和第二通道进入较细的立柱140内,对较细的立柱140内的高强度螺栓145进行维修。

[0079] 当然,还可以使转接体173不连通机舱或者不仅连通机舱,而是连通各连接梁175的第二通道。在具体应用中,使每个连接体内均设置与立柱140连通的第一通道,这里不论立柱140内是否具有维修通道,均与立柱140内的腔体连通。使每个连接梁175内均设置有与对应的第一通道连通的第二通道,使各个连接梁175的第二通道均与转接体173连通。从而有利于维修人员经维修通道进入转接体173后,能够通过第二通道和第一通道进入较细的立柱140内,维修较细立柱140的子立柱之间的高强度螺栓145。

[0080] 在具体应用中,在连接体和连接梁175的连接处设置供维修人员通过的人孔179,维修人员可以通过人孔179,进入小连接体内,进入较细的立柱140内,从而对连接较细的子立柱的高强度螺栓145进行维护。

[0081] 在具体应用中,如图16所示,在转接体173内设置力矩平台178,有利于对转接体173和塔顶组件171的连接处进行维护,例如转接体173和塔顶组件171螺栓连接时的张紧与维护,保证转接体173和塔顶组件171的稳定连接。

[0082] 针对上述不足六,进一步使塔架主体还包括电器柜平台111,电器柜平台111设置于塔架主体的内部并与立柱140连接,电器柜平台111用于支撑风力发电机组的电器柜体。无需将电器柜体设置在地面10上,从而有利于减小征地面积。

[0083] 在一个具体的实施例中,使至少一个维修通道能够连通至电器柜平台111,便于维修人员经维修通道进入电器柜平台111,对电器柜体进行安装与维修等。

[0084] 在具体应用中,在具有维修通道的立柱140上设置出口平台114,使出口平台114连接电器柜平台111,便于维修人员经出口平台114行至电器柜平台111。在具体应用中,维修人员可以经维修通道进入电器柜平台111后,经电器柜平台111上的爬梯150等爬升设备进

入过渡组件172,而后进入机舱。

[0085] 在一个具体的实施例中,如图15所示,在电器柜平台111上设置平台护栏113,可有效避免维修人员从平台上掉落,保证维修安全性。

[0086] 在一个具体的实施例中,如图15所示,在电器柜平台111上设置维修吊机117,方便吊装电器柜体。

[0087] 在一个具体的实施例中,在维修通道内部设置动力电缆116或管母线,方便动力电缆116或管母线经较粗立柱140内的维修通道进入基础埋管接入电网。

[0088] 针对上述不足七,如图3所示,进一步使桁架式塔架还包括拉索176,拉索176的第一端与塔顶组件171连接,拉索176的第二端与连接体或连接梁175连接。一方面有利于通过拉索176改变塔架自身的频率、振幅、振型等,提高风力发电机组运行的可靠性;另一方面可避免为拉索176单独征地,免除了拉索176与地面10的固定基础,减小征地面积。

[0089] 以下,详细介绍本申请的一些实施例的桁架式塔架。

[0090] 图3是本申请的第一个具体实施例的桁架式塔架的结构示意图,图4是图3中A处的局部放大示意图。如图3和图4所示,本申请的第一个实施例的用于风力发电机组的桁架式塔架结构的主要特征为:1)底部为塔架主体,塔架主体与塔顶组件171(也即普通塔架)之间装有拉索176;2)塔架主体包括三个直径不同的立柱140,立柱140间采用拉杆筋147(也即斜拉杆)连接形成一个桁架模块,其中大直径的立柱140作为维修人员通向机舱的一个维修通道;3)整个塔架主体包括至少三个立柱140,每个立柱140包括高度方向上的至少两段子立柱,位于同一高度处的全部立柱140的子立柱和连接这些子立柱的拉杆筋147连接形成一个塔架模块,也即整个塔架主体包括至少两个塔架模块,分别为位于顶部的第一塔架模块110和位于底部的第二塔架模块120,当然,还可以包括位于中部的第三塔架模块130,每个塔架模块包括每个立柱140的一个子立柱。在高度方向上相邻的两个子立柱之间的连接的高强度螺栓145均位于立柱140内部;4)风力发电机组的箱变、变流、控制柜、升降机等电器模块与消防设备位于塔架主体的顶部(也即第一塔架模块110);5)风机机组网测电缆,例如动力电缆116,通过大直径的立柱140进入基础埋管接入电网;6)位于塔架主体顶部的过渡组件172可以与风力发电机组钢段连接;7)作为机舱的支撑结构,塔架包括至少两个塔架模块和塔顶组件171(也即普通塔架);8)控制柜显示器操作系统(例如面板显示器123)位于大直径的立柱140的底部平台上;9)大直径的立柱140内形成维修通道,人员可以通过大直径的立柱140内部到达电器柜平台111,也即电器柜平台,然后通过电器柜平台附近电梯或爬梯150到达塔顶组件171内部通往机舱。

[0091] 桁架式塔架的主要组成部分包括塔外梯190、第二塔架模块120、第三塔架模块130、第一塔架模块110、电器柜平台111、过渡组件172、拉索176、塔顶组件171等部件组成,而对于中第三塔架模块130根据实际需要数量可以为1个及以上,当然也可以为没有。电器柜平台111可放置箱变、变流器、散热器、控制柜、电梯、消防系统等电器部件,也根据实际需求把变流器、控制柜等部分电器部件放置到塔顶组件171内部。维护人员到达电器柜平台111后,当电梯位于电器柜平台111时,可以乘坐电梯到达塔顶组件171的顶部。当电梯不位于电器柜平台111时,可以通过直线延伸的爬梯150进入塔顶组件171内部。

[0092] 在具体应用中,当机侧电缆通过箱变后变成高压的动力电缆116,高压的动力电缆116可通过塔架主体的大直径立柱140进入基础埋管接入电网,也可以在大直径立柱140内

安装管母线代替高压的动力电缆116。

[0093] 在具体应用中,通过拉索176可以改善塔顶组件171的塔底载荷,也可以改善过渡组件172的载荷。对于高一些的塔顶组件171也可以通过拉索176改善自身的频率、振幅、振型等。拉索176根据实际机型需要可以为钢丝绳、拉杆等,如造成叶尖与塔筒的净空的影响,拉索176也可以没有。

[0094] 在具体应用中,第二塔架模块120、第三塔架模块130、第一塔架模块110、过渡组件172均是通过立柱140内部高强度螺栓145连接。以下,详细介绍该实施例桁架式塔架的功能模块和作用。

[0095] 首先介绍第二塔架模块120。图5是本申请的一个实施例的第二塔架模块120的结构示意图。如图5所示,第二塔架模块120包括1个大直径的子立柱(如第一立柱141的第二部分)、2个小直径的子立柱(分别为第二立柱142的第二部分和第三立柱143的第二部分)和拉杆筋147。第二塔架模块120还包括进门平台121;进门平台121主要放置助爬器122或免爬器等助爬设备以及控制柜面板显示器123。由于电器柜体放置于电器柜平台111,在对机组进行维护与调试时存在困难,因此在第二塔架模块120的进门平台121安装了面板显示器123,具体为能够控制电器柜体的控制柜面板显示器123,维护人员可以在进门平台121处通过面板显示器123对机组进行日常维护检修。进门平台121安装助爬设备主要是便于人员维护省时省力。当然根据实际需求进门平台121可以不放置助爬设备与控制柜面板显示器123,也可以放置其他电器设备。第二立柱142和第三立柱143内的爬梯150主要用于模块之间的高强度螺栓145维护使用。第一立柱141内的爬梯150主要用于人员通往机舱使用。立柱140为直筒形,立柱140用钢板或型材制作而成,与塔顶组件171制造类似,也可以通过多个小筒节拼焊而成。每个小直径的立柱140上带有穿线孔149,穿线孔149供高强度螺栓145张紧设备使用,如图11所示,这个桁架吊装完成后用盖板封死穿线孔149。水平方向上的子立柱之间通过拉杆筋147连接在一起,子立柱与拉杆筋147的连接处如图6至图10所示,采用铆钉现场铆接,或采用螺栓、锯齿形垫片与螺母连接代替铆钉。力矩平台,也即内维修台115,用于不同塔架模块的子立柱之间对接时高强度螺栓145的张紧与维护。拉杆筋147由型材组成,与位于中间的连接部148连接,连接部148的形状不仅限于圆形,采用铆钉现场铆接,但也可以采用螺栓、锯齿形垫片与螺母连接。图12是本申请的第一个实施例的拉杆筋147和连接部148的结构示意图,如图12所示,4个拉杆筋147通过连接部148连接在一起。

[0096] 其次介绍第三塔架模块130。图14是本申请的一个实施例的第三塔架模块130的结构示意图。如图14所示,第三塔架模块130包括1个大直径的子立柱(如第一立柱141的第三部分)、2个小直径的子立柱(分别为第二立柱142的第三部分和第三立柱143的第三部分)和拉杆筋147。至于爬梯150、立柱140、拉杆筋147和力矩平台等,与第二塔架模块120中的类似。

[0097] 再次介绍第一塔架模块110。图15是本申请的一个实施例的第一塔架模块110的结构示意图。如图15所示,第一塔架模块110包括1个大直径的子立柱(如第一立柱141的第一部分)、2个小直径的立柱140(分别为第二立柱142的第一部分和第三立柱143的第一部分)和拉杆筋147。通过出口平台114可以进入电器柜平台111,进而到达机舱。电器柜平台111主要用于放置箱变等电器柜体,所有的电器柜可以放在一个集装箱内,以及用于到达机舱的通道。维修吊机117主要用于箱变等电器柜体元器件的更换,比如箱变铁芯烧毁后的更换。

平台护栏113主要用于保障维护人员的安全。至于爬梯150、立柱140、拉杆筋147和力矩平台等,与第二塔架模块120中的类似。

[0098] 最后介绍塔顶部170。塔顶部170包括塔顶组件171和过渡组件172。图16是本申请的一个实施例的过渡组件172的结构示意图,图17是本申请的一个实施例的过渡组件172的俯视示意图,图18是本申请的一个实施例的过渡组件172的局部结构示意图。如图16、图17和图18所示,过渡组件172包括转接体173、连接梁175、大连接体174b、小连接体174a、平台180等部件。转接体173主要起连接塔顶组件171与塔架主体的传递载荷的作用,同时通过人孔179进入连接梁175到达连接体内。转接体173是通过焊接而成,也可以通过铸造工艺制成。如图19至图22所示,转接体173上的端面法兰181可以为长方形、正方形、圆形、椭圆形以及其他形状等。转接体173上设置有加强筋182和力矩平台178。连接梁175通过与其转接体173形状相同的端面法兰181与转接体173连接,主要起连接转接体173与大连接体174b、小连接体174a传递载荷的作用。连接梁175与转接体173通过端面法兰181和高强度螺栓145连接,与大连接体174b、小连接体174a通过焊接连接,当然连接梁175与大连接体174b也可以采用端面法兰181的形式连接。小连接体174a上端开有人孔179,供维护人员进入桁架模块小直径立柱140,例如进入第二立柱142和第三立柱143内,对小直径立柱140之间的连接高强度螺栓145进行维护。过渡组件172还包括拉索节点177,本申请的拉索节点177设计在连接梁175上,但也可以设计在连接体上。

[0099] 本实施例提出的桁架式塔架主要具有以下技术效果:1)所有立柱140、拉杆筋147、电器柜平台111、过渡组件172等部件均为可便于运输的部件;2)所有子立柱间的高强度螺栓均位于其立柱140内部,便于日常检修维护,解决当前市面上常见桁架塔架立柱140之间连接螺栓外面维护所带来的维护难问题;3)拉杆筋147与立柱140之间以及拉杆筋147本身之间的连接采用铆钉连接,实现免维护,降低维护成本;4)支撑到地面10上的立柱140均为独立地基基础200,基础施工成本相对同等条件功率下的大直径钢塔、混塔基础施工成本低;5)塔底配有控制柜显示器,便于对风机参数、风机故障的查阅与控制调试;6)变压器、变流器位于塔架主体的顶部,缩短了机侧电缆的线损,有利于提高网侧发电量;7)箱变放置于位于第一塔架模块110上,与传统箱变顶置机组即箱变放置于机舱内相比,此技术方案便于变压器故障维护,降低维护成本;8)相对于市面上的桁架式塔架结构而言,本申请桁架模块部件运输到现场后,可以直接拼接成桁架式塔架,便于现场吊装,减少了吊车吊装工作时间;9)塔架主体顶部的过渡组件172既主要用于连接塔顶组件171,又可以作为检修小直径立柱140间连接的高强度螺栓145的维护通道;10)电器柜体放于第一塔架模块110,可以减少征地面积;11)第一塔架模块110顶部的过渡组件172设计有拉索176的连接节点,也即拉索节点177,通过拉索176可改善塔筒性能,如塔架自身频率、振幅、振型等,有利于提高整个机组运行的可靠性;11)动力电缆116与爬升设备可处在塔筒内部,与市面上的桁架塔相比进入机舱的通道更加安全,动力电缆116耐腐蚀寿命更长;12)解决市面上的拉索塔需要征地多,拉索176长以及需要单独基础固定拉索176的问题。

[0100] 以上是申请第一个具体实施例的桁架式塔架。当然,还可以有其他实施方式。

[0101] 在具体实施例二中,每个塔架模块中子立柱的根数可以为多个即大于等于3个。如图23至图25所示,立柱140的外形可以为锥筒形,也可以为直筒形与锥筒形组合成形。如图17所示,过渡组件172的连接梁175的个数要与每个塔架模块中子立柱的根数相等,即大于

等于3。如图27所示,每个塔架模块中子立柱之间的连接法兰可以是外置L形法兰,其余结构与上述具体实施例一的技术方案相同或类似。如果采用外置L形法兰,需要在相邻的两个塔架模块之间增加螺栓维护平台与爬梯150,以及防护栏160等,如图28所示。另外,如图13所示,也可以是3个拉杆筋147与连接部148连接在一起,即有1个通长拉杆筋147与2个短拉杆筋147。在具体实施例三中,所有立柱140的直径、形状可以相同,其余结构与上述具体实施例一的技术方案相同或类似。在具体实施例四中,桁架式塔架的塔形、每个塔架模块中的子立柱的根数与上述具体实施例一不同。如图26所示,立柱140的外形可以为锥筒形也可以为直筒形与锥筒形组合成形。塔架可以为多立柱锥形塔架以及一直多斜锥形塔架。本申请中示出了如图29所示的三根锥形塔,也即第一立柱141、第二立柱142和第三立柱143均倾斜设置,围合形成锥形的桁架式塔架,以及如图30所示的一直两斜锥形塔,也即第一立柱141垂直于地面10设置,第二立柱142和第三立柱143倾斜分布。其余结构与上述具体实施例一的技术方案相同或类似。如图31所示,第一立柱141位于中间,其余较细的立柱140,例如第二立柱142、第三立柱143和第四立柱144位于第一立柱141的周围,小直径立柱140的数量大于等于3。

[0102] 本申请的第二方面实施例提供了一种风力发电机组,包括:如上述实施例中任一项的桁架式塔架。由于具有上述任一项的桁架式塔架,进而具有上述任一实施例的有益效果,在此不一一赘述。

[0103] 上面对本申请的具体实施方式进行了详细描述,虽然已表示和描述了一些实施例,但本领域技术人员应该理解,在不脱离由权利要求及其等同物限定其范围的本申请的原理和精神的情况下,可以对这些实施例进行修改和完善(例如,可以对不同实施例中描述的不同特征进行组合),这些修改和完善也应在本申请的保护范围内。

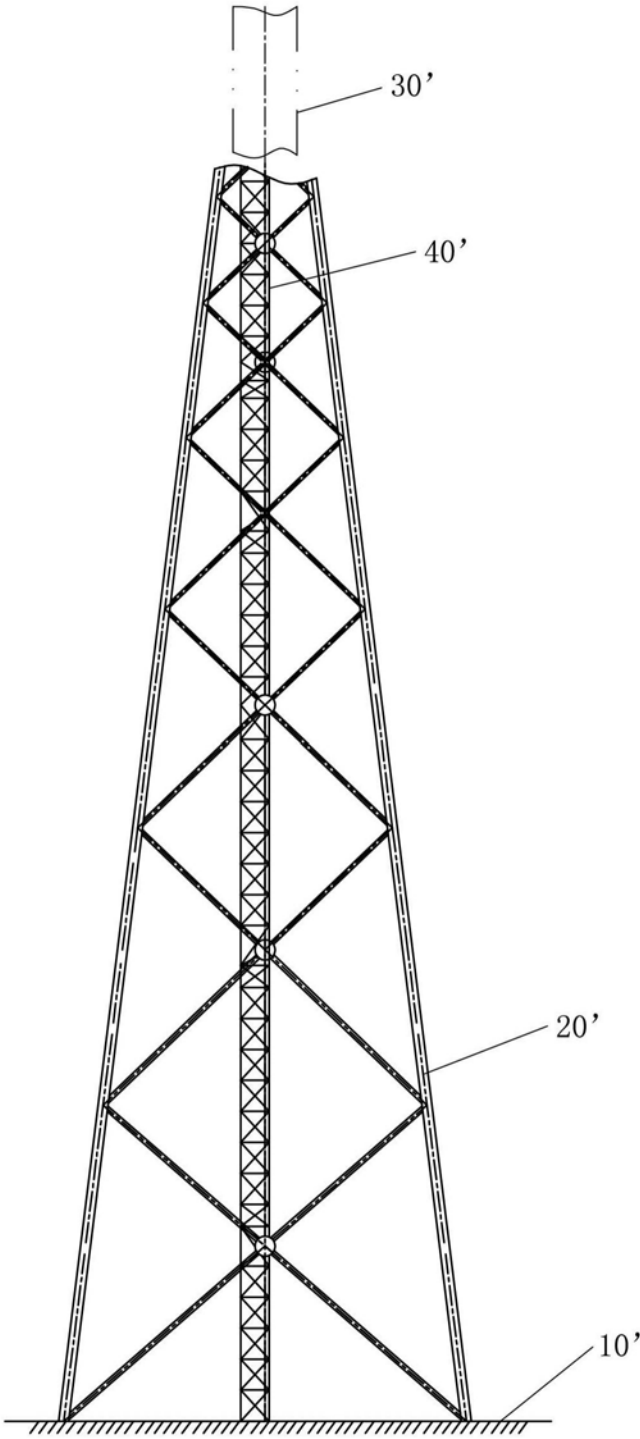


图1

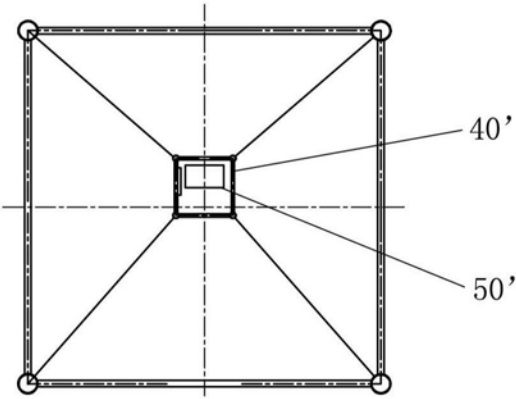


图2

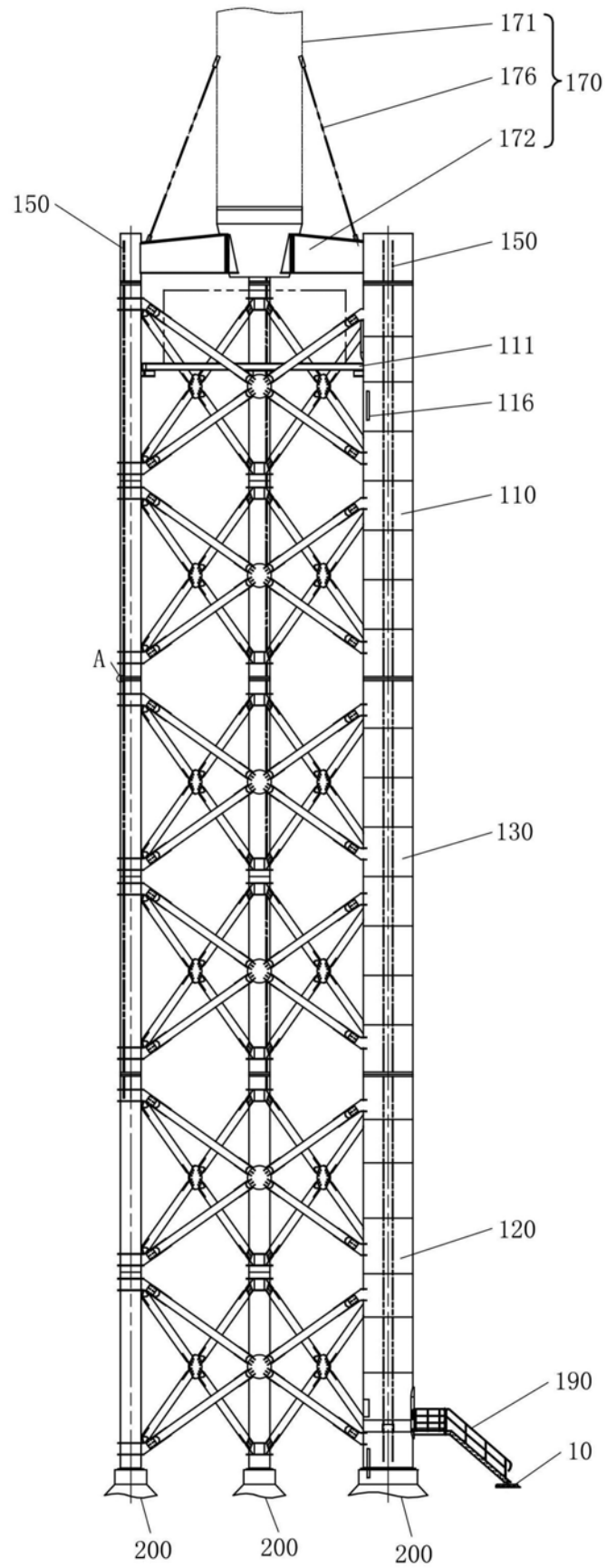


图3

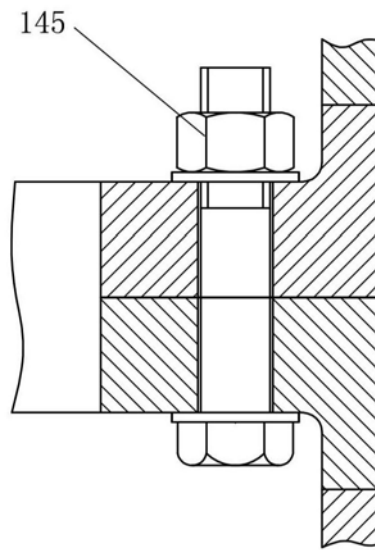
A

图4

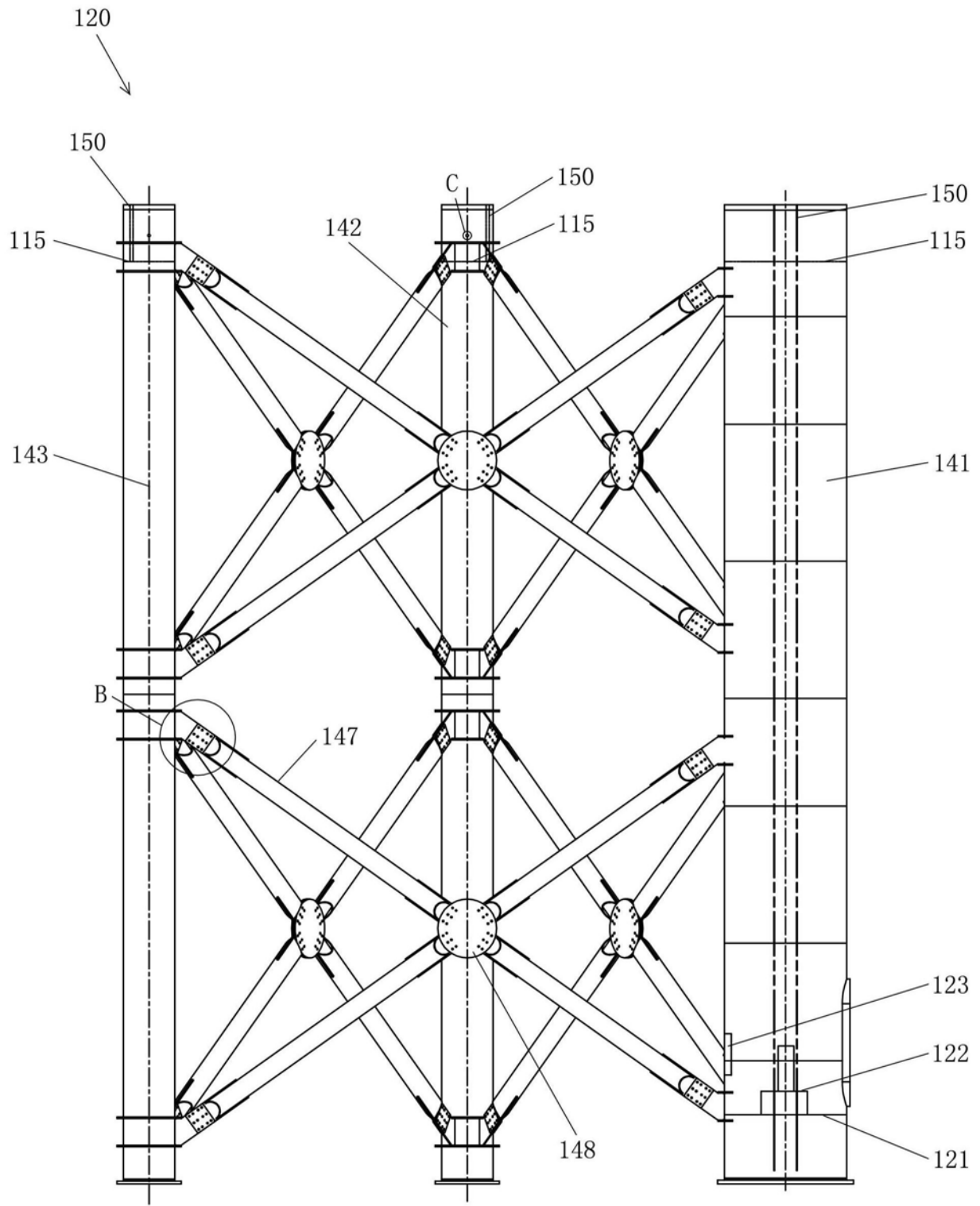


图5

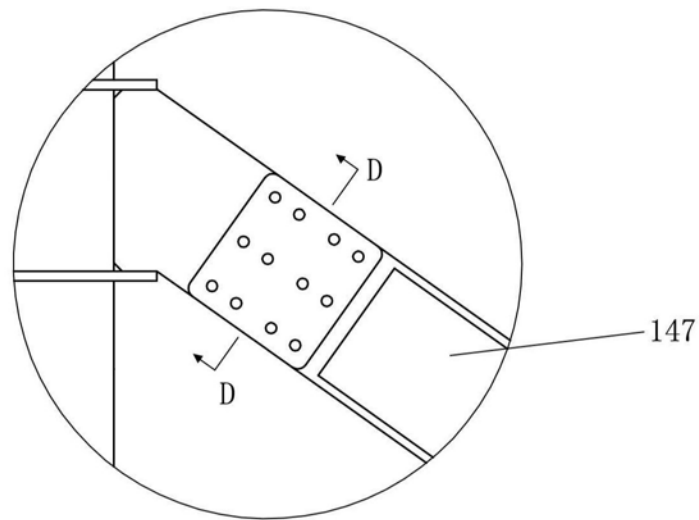
B

图6

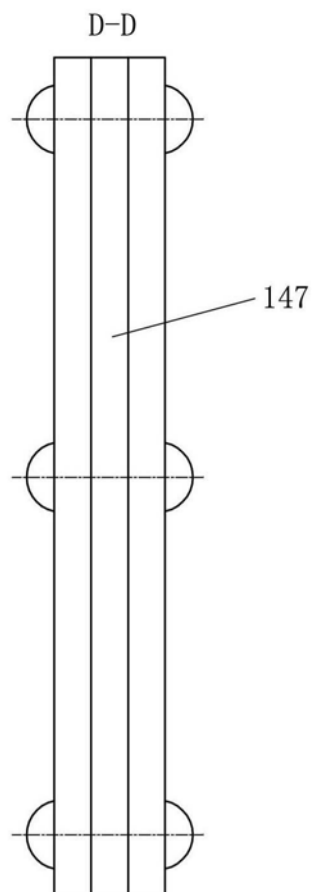


图7

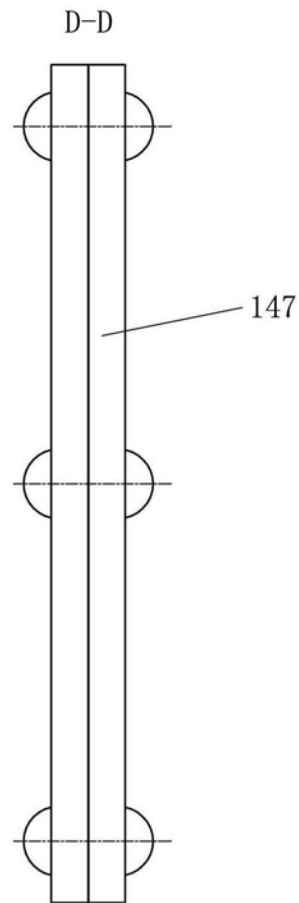


图8

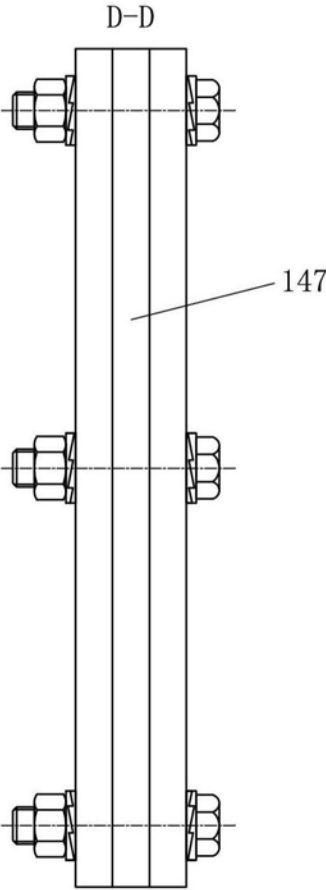


图9

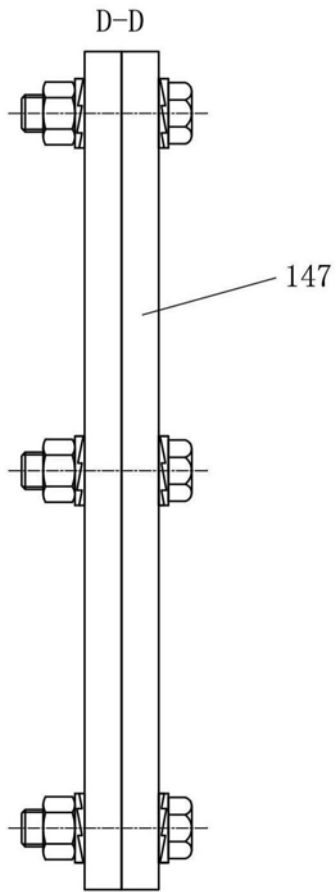


图10

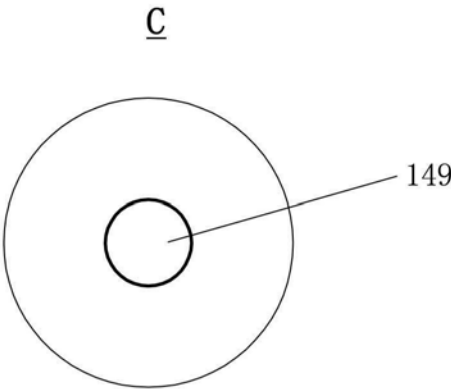


图11

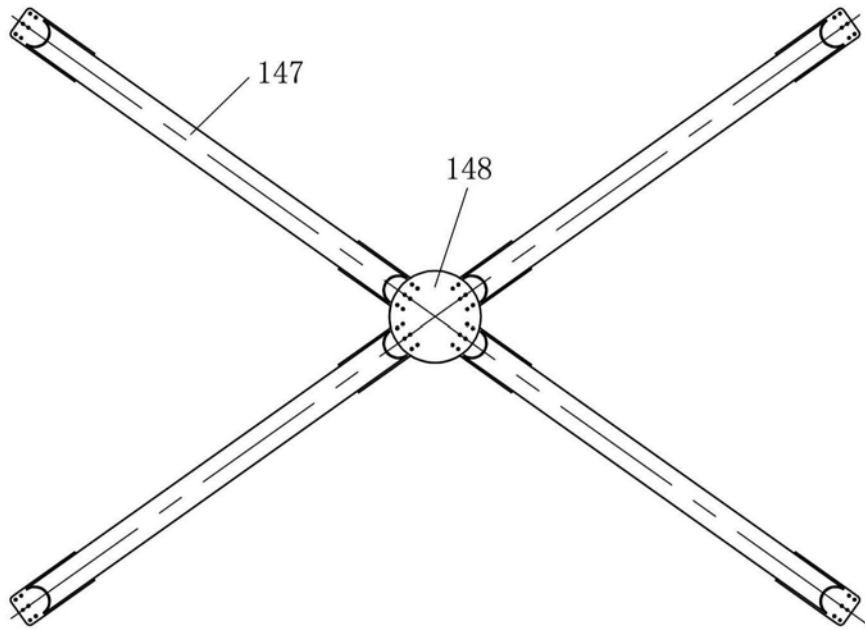


图12

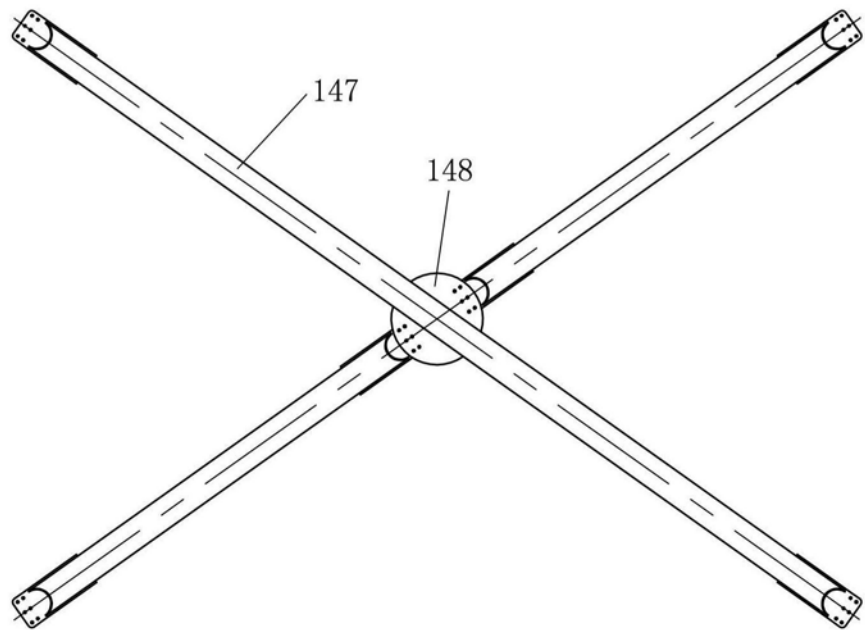


图13

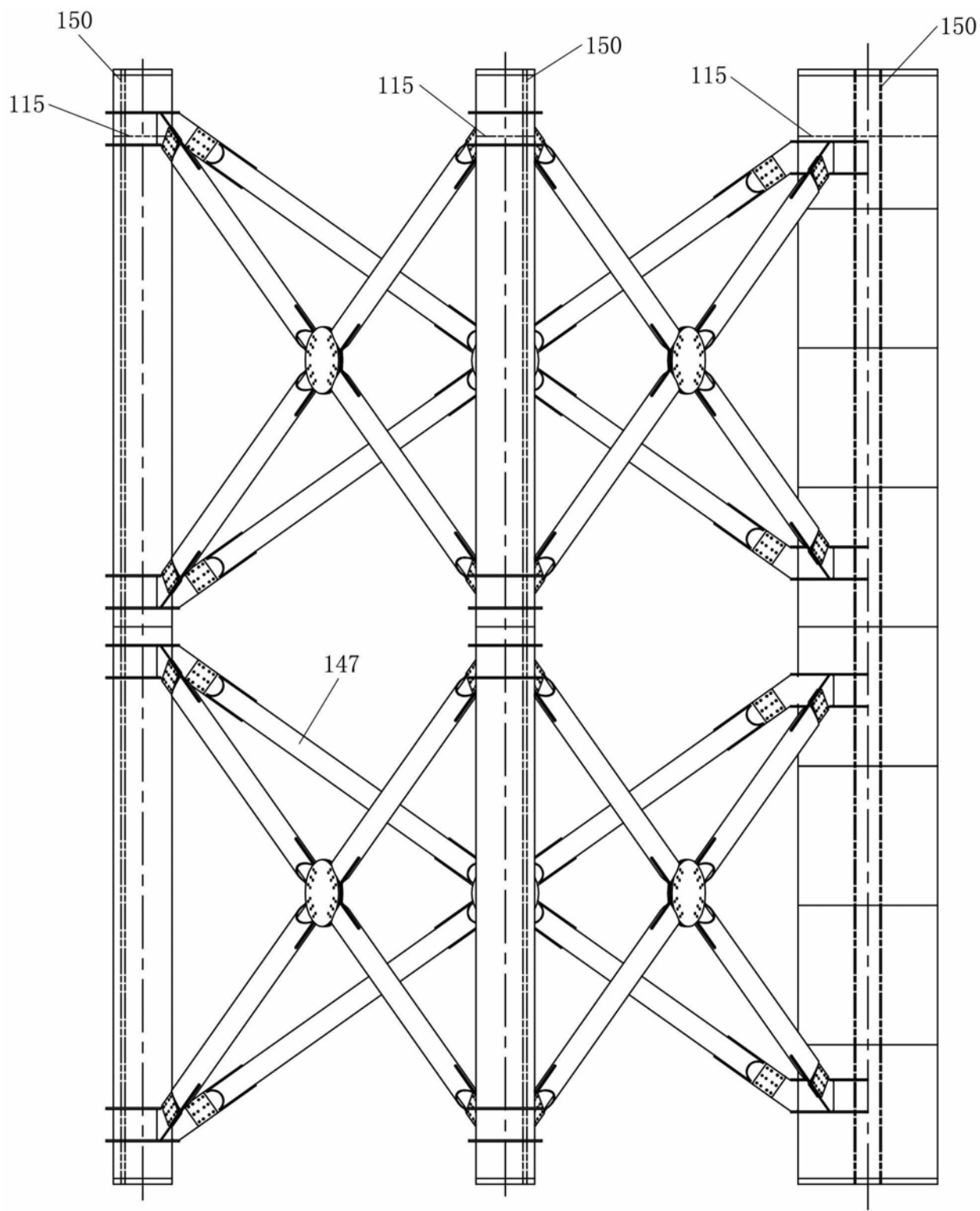


图14

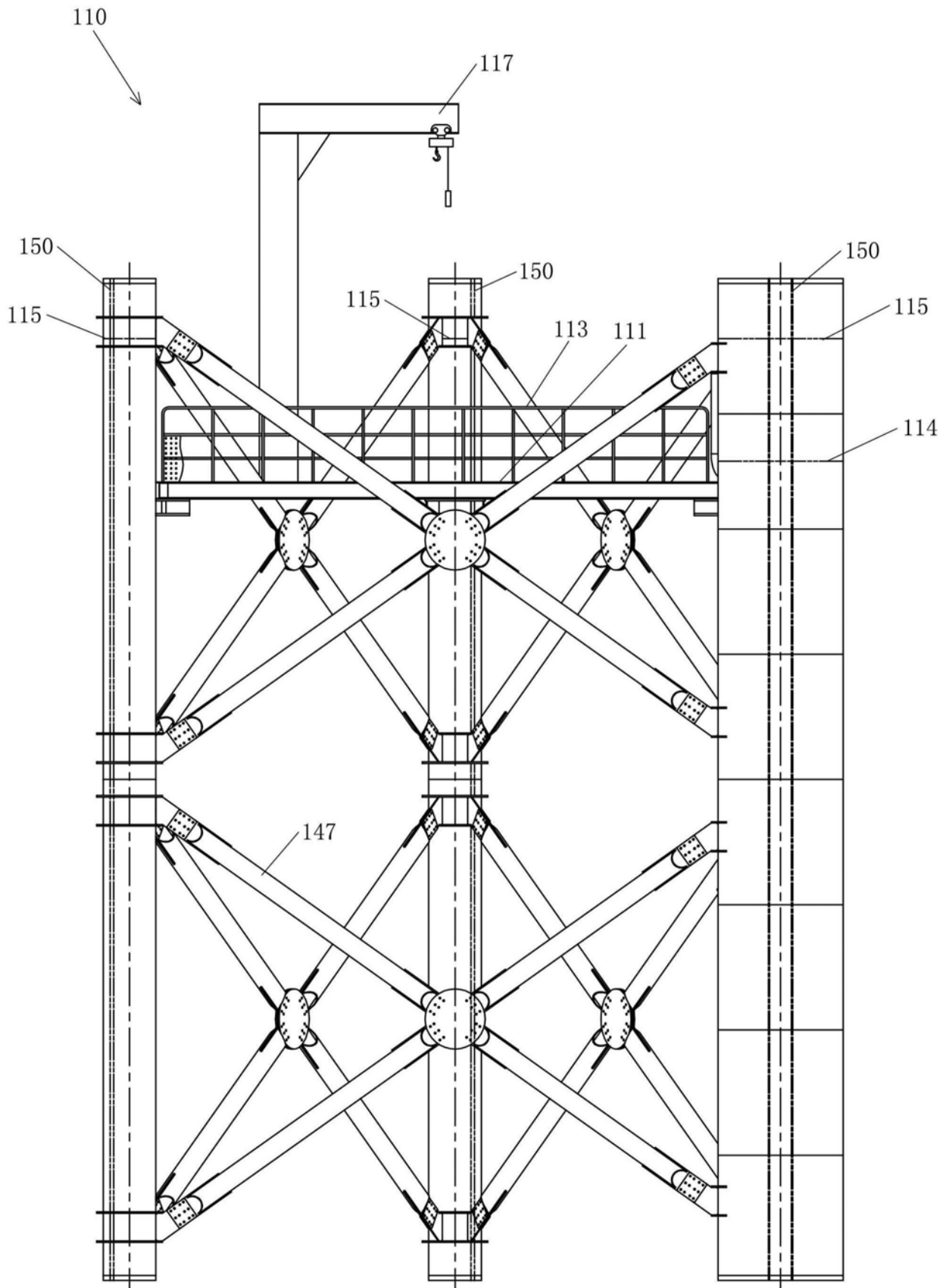


图15

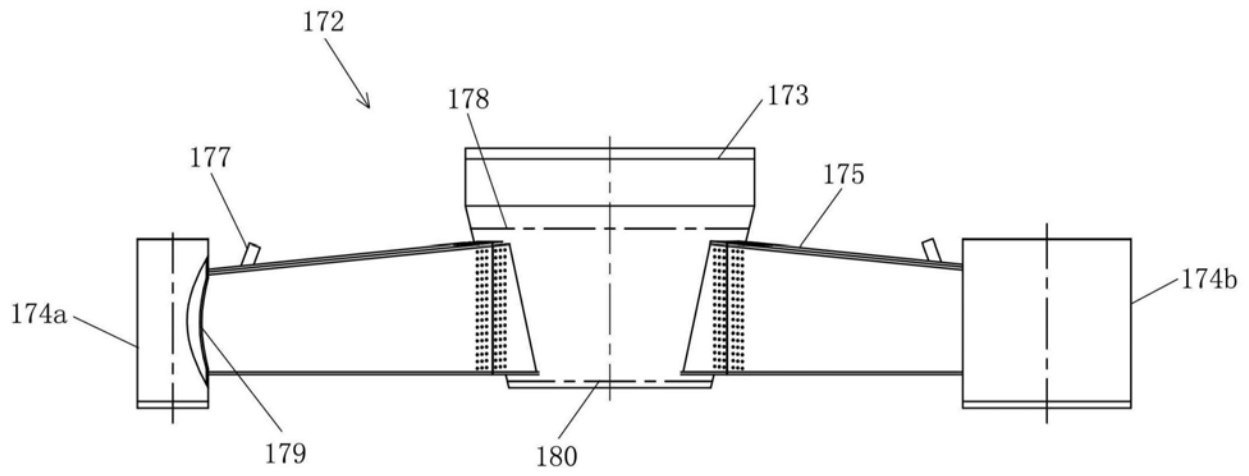


图16

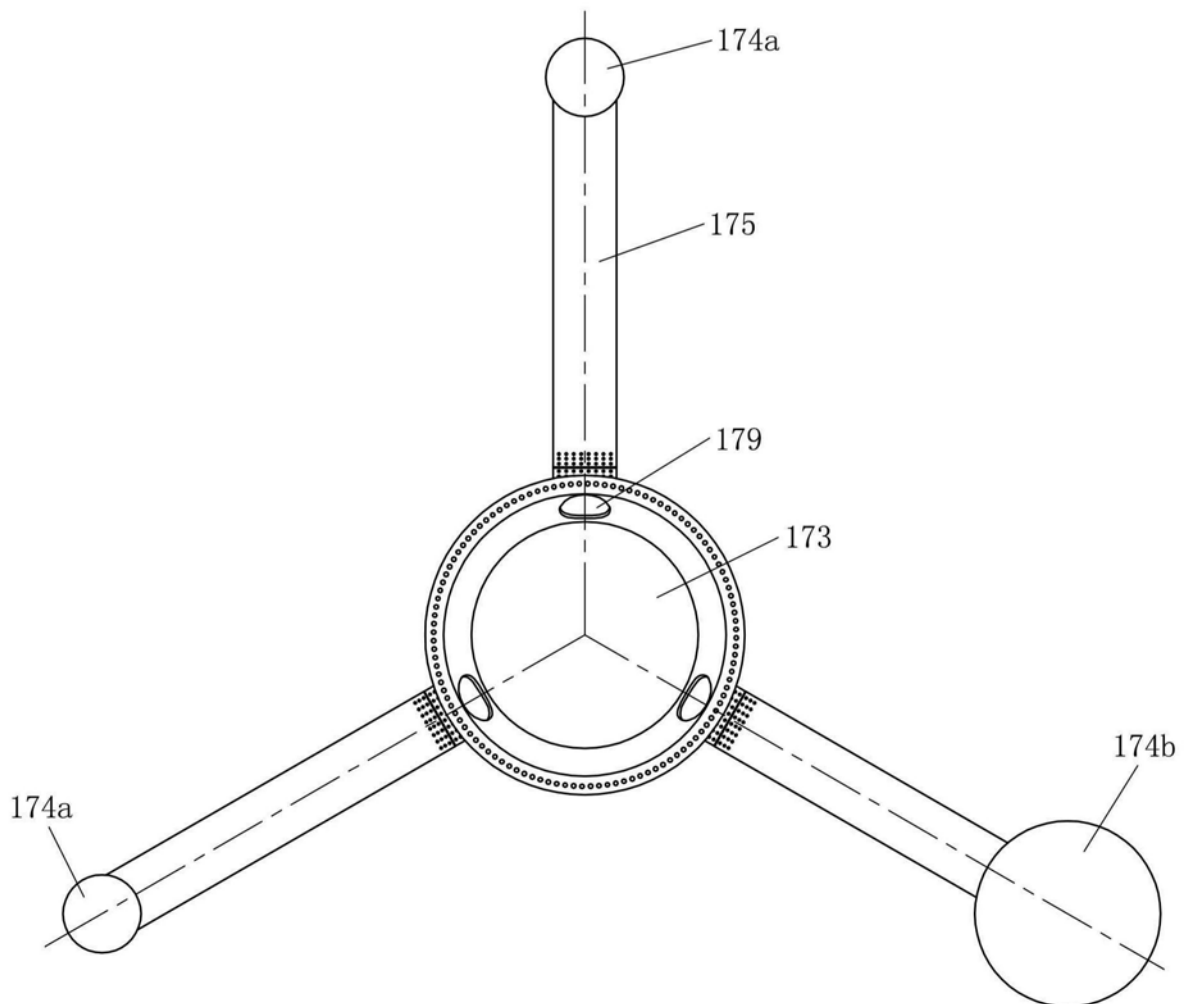


图17

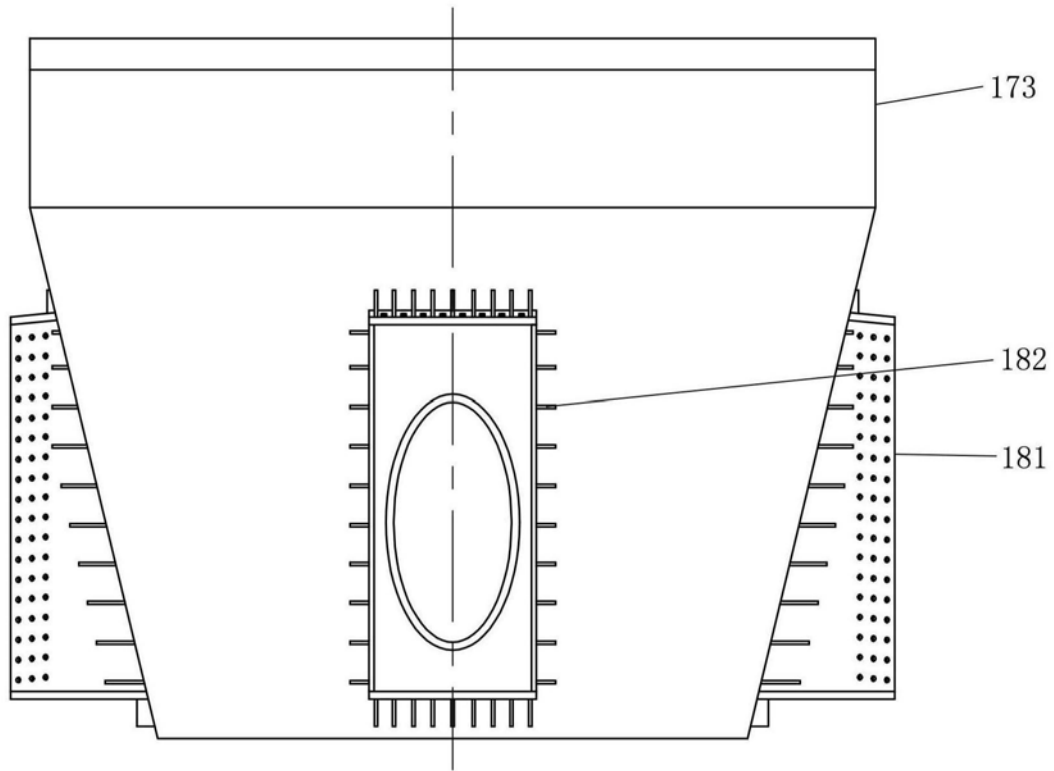


图18

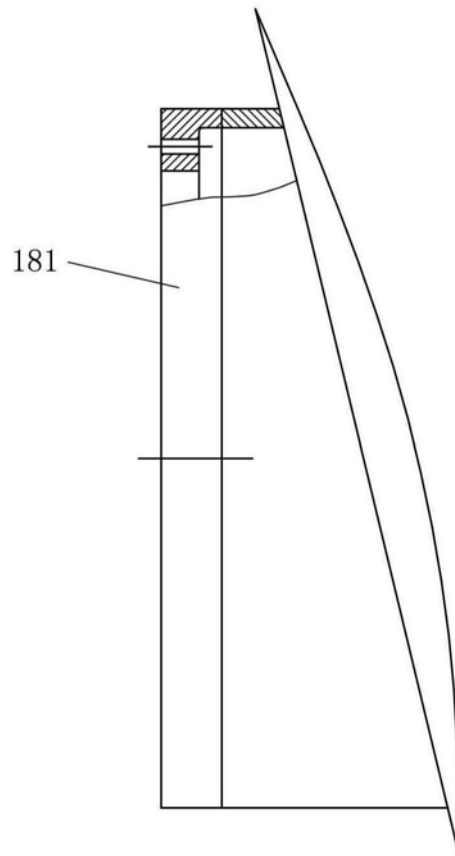


图19

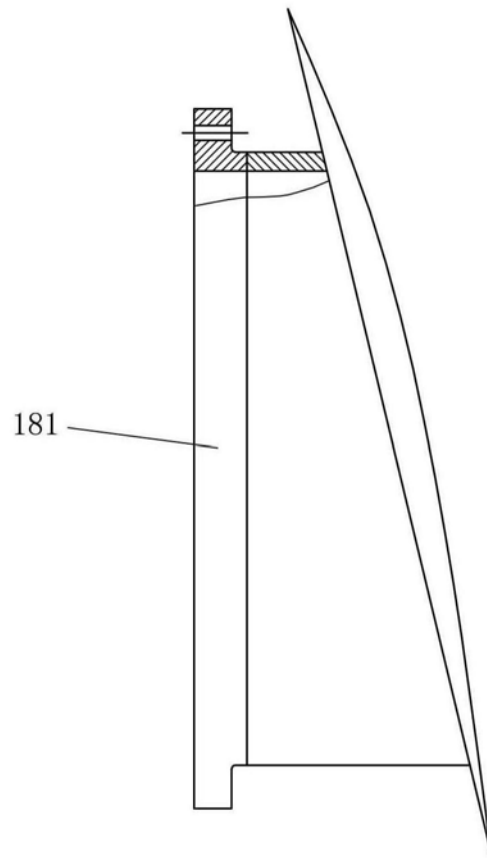


图20

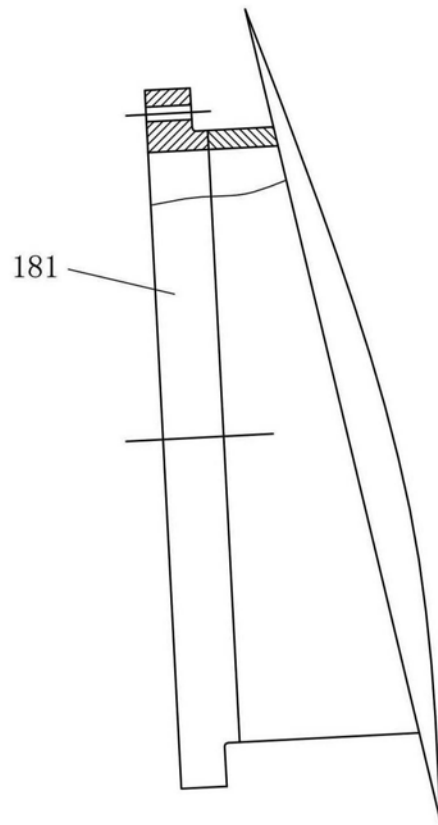


图21

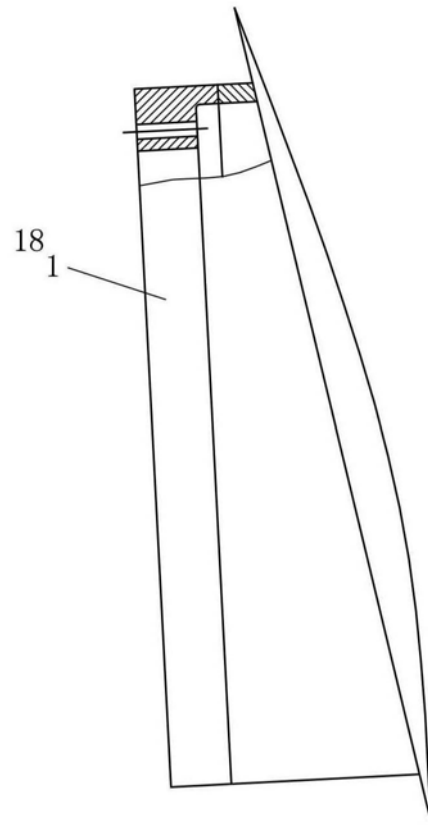


图22

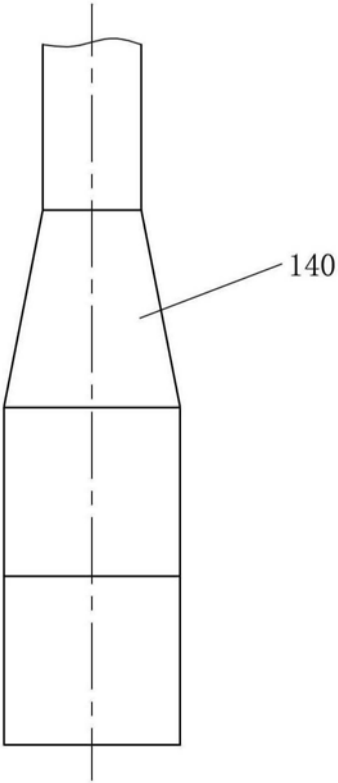


图23

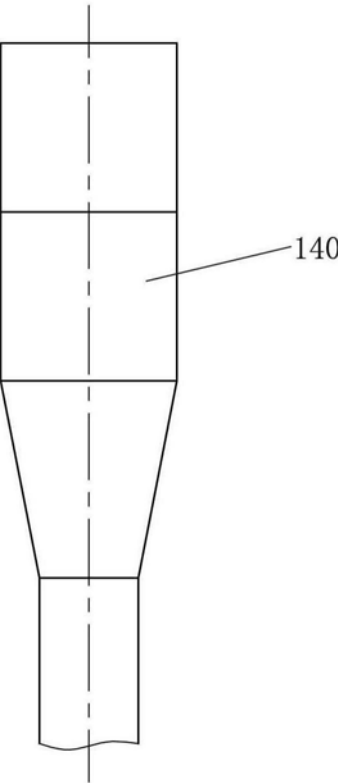


图24

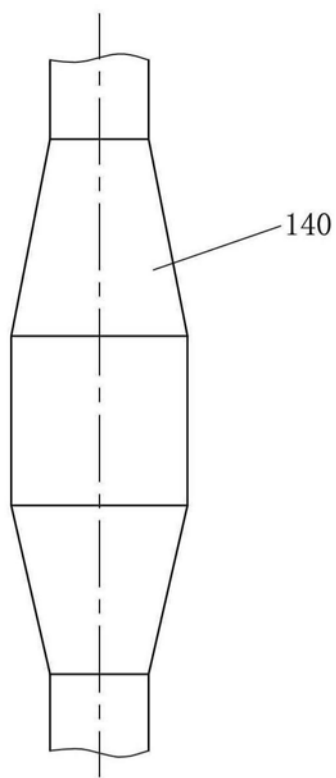


图25

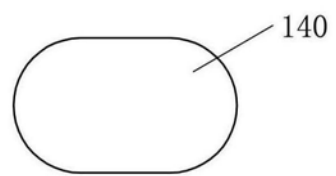


图26

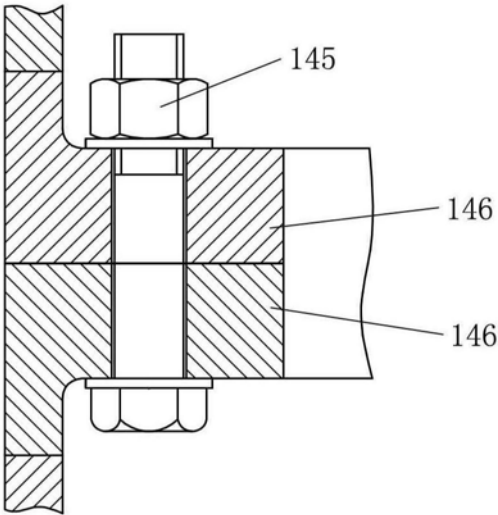


图27

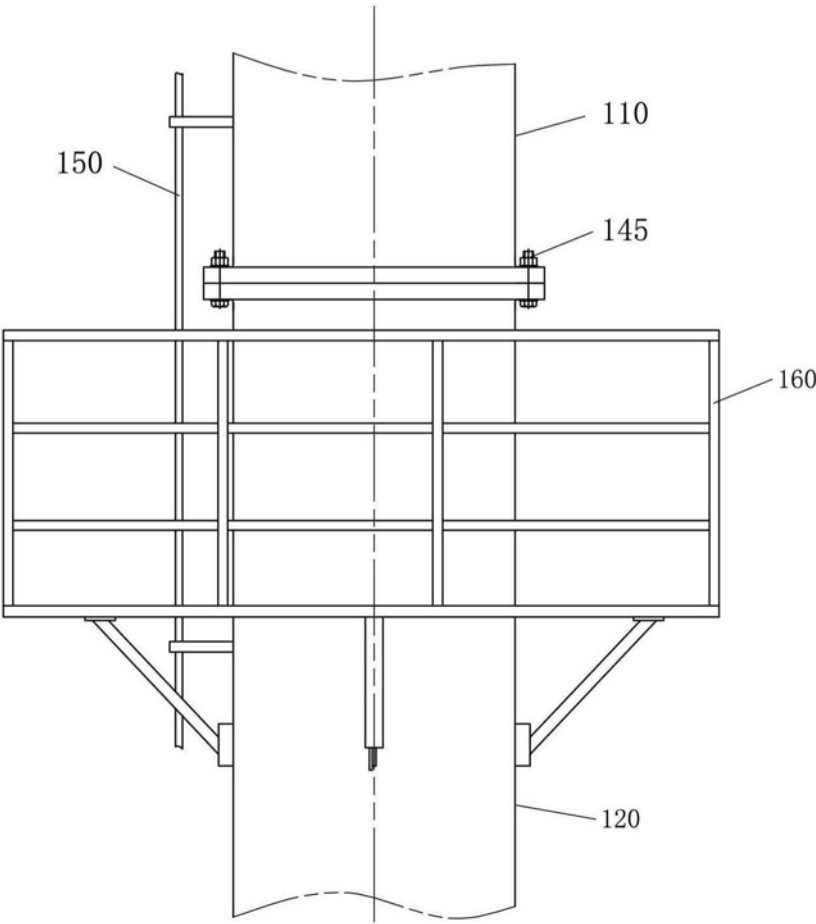


图28

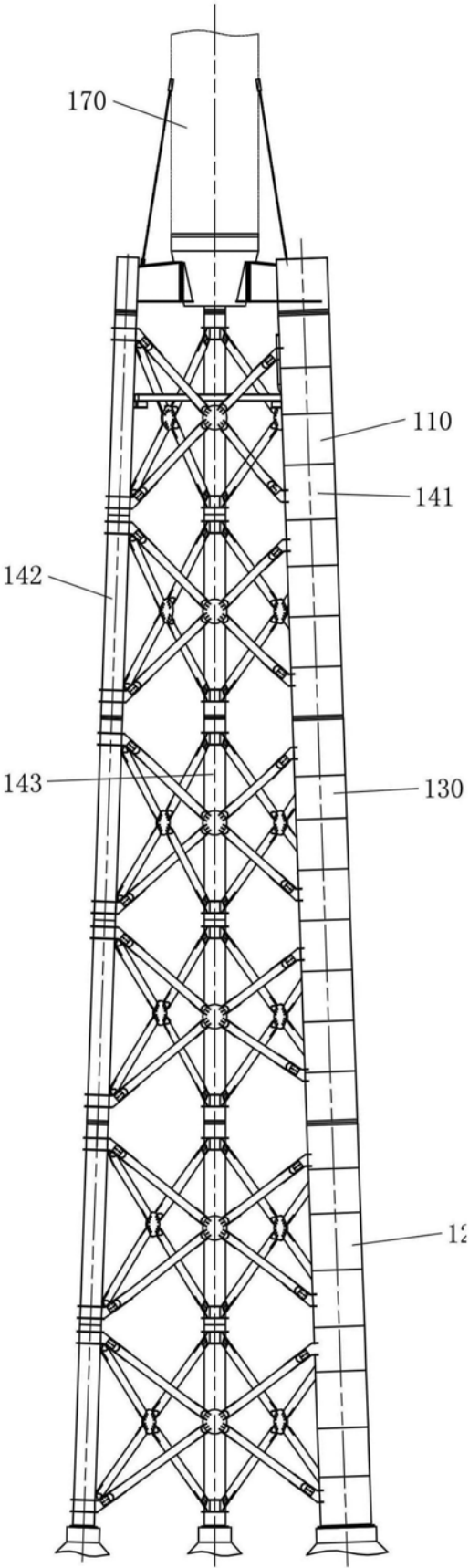


图29

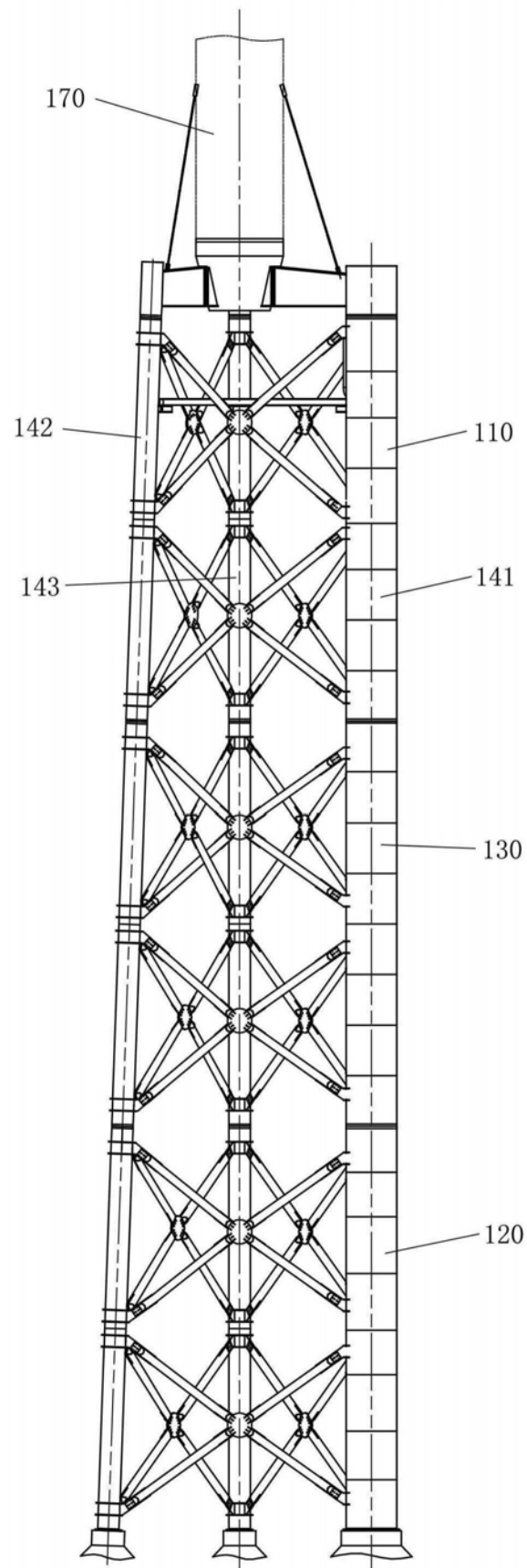


图30

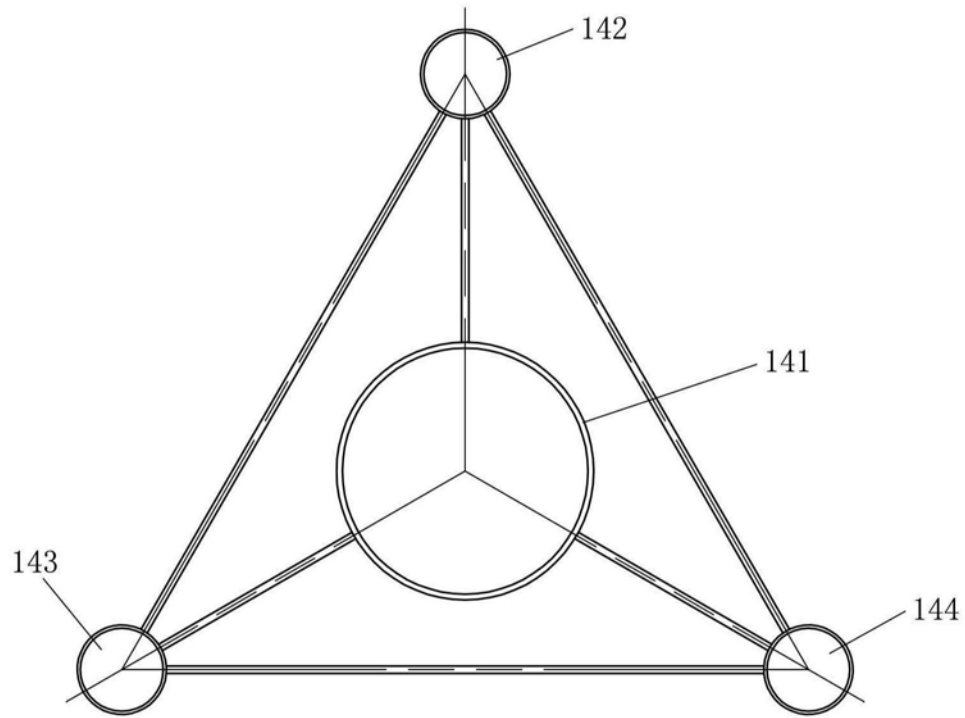


图31