



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117155223 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 01

(21) 申请号 202311152948.4

(22) 申请日 2023.09.07

(71) 申请人 广东缔美科技发展有限公司  
地址 526000 广东省肇庆市四会市下茆镇  
第一工业区自编9号地块1号厂房

(72) 发明人 费少荣

(74) 专利代理机构 广州云领专利代理事务所  
(普通合伙) 44441

专利代理师 文健航

(51) Int. Cl.

H02S 20/10 (2014.01)

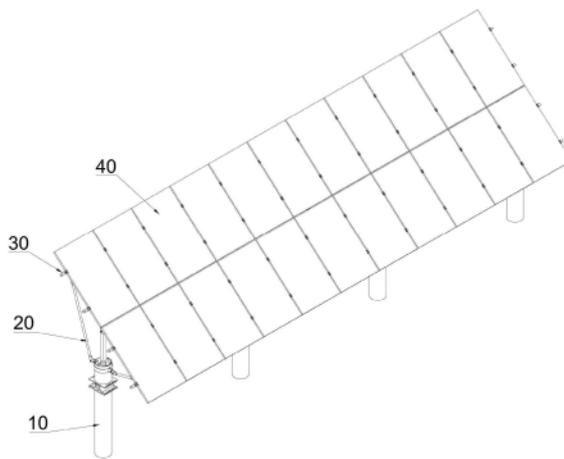
权利要求书2页 说明书12页 附图9页

(54) 发明名称

一种冷弯抗剪切光伏支架构件、光伏系统及光伏系统施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种冷弯抗剪切光伏支架构件,所述冷弯抗剪切光伏支架构件包括多个柱脚部件、多个斜梁支撑部件和多个横向檩条组件。其中,所述横向檩条组件包括至少两根檩条、至少一个槽钢连接件和多个檩托;多根檩条沿着所述安装结构的长度方向依次拼接,所述檩条采用中空冷弯型钢,所述檩条的横截面为凹字型结构;所述檩条螺栓连接所述斜梁支撑部件;所述槽钢连接件分别通过螺栓和自攻螺钉连接相邻的两个檩条;所述檩托螺栓连接檩条的外侧壁,所述檩托还螺栓连接所述斜梁支撑部件。采用上述的改进,本发明采用了横截面为凹字型结构的中空冷弯型钢作为檩条。



1. 一种冷弯抗剪切光伏支架构件,其特征在于,所述冷弯抗剪切光伏支架构件包括:  
多个柱脚部件,多个所述柱脚部件用于固定连接在地面上;  
多个斜梁支撑部件,多个所述斜梁支撑部件一一对应的连接在所述柱脚部件的上端部,多个斜梁支撑部件共同构成用于倾斜安装光伏板组件的安装结构;  
多个横向檩条组件,多个横向檩条组件连接在多个斜梁支撑部件共同构成的安装结构上,多个横向檩条组件沿着所述安装结构的宽度方向依次间隔排列,横向檩条组件的长度与所述安装结构的长度相匹配;  
其中,所述横向檩条组件包括:  
至少两根檩条,多根檩条沿着所述安装结构的长度方向依次拼接,所述檩条采用中空冷弯型钢,所述檩条的横截面为凹字型结构;所述檩条螺栓连接所述斜梁支撑部件;  
至少一个槽钢连接件,所述槽钢连接件分别通过螺栓和自攻螺钉连接相邻的两个檩条;  
多个檩托,所述檩托螺栓连接檩条的外侧壁,所述檩托还螺栓连接所述斜梁支撑部件。
2. 根据权利要求1所述的一种冷弯抗剪切光伏支架构件,其特征在于:  
所述檩条包括长度均相同的腹板和两个翼板,两个翼板分别垂直连接于所述腹板的两侧边,每一所述翼板的上端部具有第一折弯加强部和第二折弯加强部,第二折弯加强部朝向腹板,腹板、两个翼板及翼板的第一折弯加强部和第二折弯加强部共同使檩条的横截面为凹字型结构;  
所述槽钢连接件的腹板与檩条的腹板螺栓连接,所述槽钢连接件的两个翼板通过螺栓和自攻螺钉对应的连接所述檩条的两个翼板;  
其中,所述檩条的一翼板螺栓连接在所述斜梁支撑部件上。
3. 根据权利要求2所述的一种冷弯抗剪切光伏支架构件,其特征在于:  
所述檩托为角铁型钢,檩托的长度远小于檩条的长度,所述檩托的一边板外壁紧密贴合所述檩条的腹板,所述檩托的另一边板外壁紧密贴合所述斜梁支撑部件。
4. 根据权利要求2所述的一种冷弯抗剪切光伏支架构件,其特征在于:  
所述檩条连接有多个锁紧件,所述锁紧件用于将光伏板组件固定安装在檩条上。
5. 根据权利要求1所述的一种冷弯抗剪切光伏支架构件,其特征在于,所述柱脚部件包括:  
第一管桩,所述斜梁支撑部件固定连接在第一管桩上;  
第二管桩,所述第二管桩插入并固定在地面基础上,第二管桩与第一管桩同轴心设置;连接阻尼器,所述连接阻尼器的上端面固定连接所述第一管桩,所述连接阻尼器的下端面固定连接所述第二管桩。
6. 根据权利要求5所述的一种冷弯抗剪切光伏支架构件,其特征在于,所述连接阻尼器包括:  
上安装板,所述上安装板的上表面与第一管桩固定连接;  
下安装板,所述下安装板的下表面与第二管桩固定连接,所述下安装板的上表面设置有支撑板,所述支撑板用于受压时抵顶所述上安装板;  
两个U型板,两个U型板呈平面对称的设置上安装板和下安装板之间,并且两个U型板分布在所述支撑板的两侧,两个U型板的槽口分别相对朝外设置,所述U型板通过高强度螺栓

分别与上安装板和下安装板连接；

其中,所述支撑板的上端部设置有水平矩板,所述上安装板的下表面设置有两个限位凸起部,所述水平矩板位于两个限位凸起部之间,两个限位凸起部的间距大于水平矩板的宽度设置。

7.根据权利要求5所述的一种冷弯抗剪切光伏支架构件,其特征在于:

第一管桩和第二管桩采用相同的钢筋混凝土结构,所述钢筋混凝土结构包括十字钢芯和钢管,所述十字钢芯设置于所述钢管中部,在钢管与十字钢芯之间填充有混凝土;

其中,所述十字钢芯和钢管均与连接阻尼器焊接固定。

8.根据权利要求5所述的一种冷弯抗剪切光伏支架构件,其特征在于,所述斜梁支撑部件包括:

斜梁;

支撑柱,所述支撑柱固定连接在第一管桩的上端部;

抱箍,所述抱箍套设在所述第一管桩上,所述抱箍固定连接所述第一管桩;

第一斜撑杆,所述第一斜撑杆的上端部连接所述斜梁的上端部,所述第一斜撑杆的下端部连接所述抱箍;

第二斜撑杆,所述第二斜撑杆的上端部连接所述斜梁的下端部,所述第二斜撑杆的下端部连接所述抱箍。

9.一种光伏系统,其特征在于,所述光伏系统包括权利要求1至8任意一项所述的冷弯抗剪切光伏支架构件,以及连接在冷弯抗剪切光伏支架构件的多块光伏板组件。

10.一种光伏系统施工方法,其特征在于,所述光伏系统施工方法用于权利要求9的光伏系统的施工安装,所述光伏系统施工方法包括:

将多个柱脚部件成排的固定安装在地面基础上;

将多个斜梁支撑部件一一对应的固定连接在所述柱脚部件的上端部;

将多个横向檩条组件放置在斜梁支撑部件上,将横向檩条组件与所述斜梁支撑部件螺栓连接;

将所述多块光伏板组件安装在多个横向檩条组件上。

# 一种冷弯抗剪切光伏支架构件、光伏系统及光伏系统施工方法

## 技术领域

[0001] 本发明属于光伏组件技术领域,具体涉及一种冷弯抗剪切光伏支架构件、光伏系统及光伏系统施工方法。

## 背景技术

[0002] 面对日益严峻的能源安全形势和生态环境压力,人们越来越重视研究应用可再生能源。目前,全球各国大力倡导“节能环保、低碳经济”的发展理念,太阳能作为一种绿色清洁能源,具有取之不尽、用之不竭的巨大优势,因此大力发展光伏发电产业意义重大。光伏发电作为一种可再生能源发电技术,具有安装简便、维修方便、无污染等优点,受到高度重视,应用前景广阔。光伏支架承载着光伏电站的主体结构,选择设计合理的光伏支架不但能降低工程造价,还可以减少后期养护成本。

[0003] 光伏支架构件一般由基础、支撑件、斜梁和檩条等组成。其中,“几”字形檩条是光伏支架构件的重要组成部分,可参见图1的檩条结构。檩条被用于支撑光伏板,安装位置介于斜梁与光伏板之间,如何优化檩条的结构设计,提高性能,具有重要意义。

[0004] 申请人研究发现,现今,针对光伏支架构件设计的文献有很多,包括研究光伏支架构件的承载能力及破坏形态,以及抗强风能力等的相关研究。然而,直接针对檩条结构进行优化设计的文献则少之又少,究其原因,檩条结构可优化的空间小,相关设计手册可参考的设计形式也很单一。

## 发明内容

[0005] 本发明的目的是要解决上述的技术问题,提供一种冷弯抗剪切光伏支架构件、光伏系统及光伏系统施工方法。

[0006] 为了解决上述问题,本发明按以下技术方案予以实现的:

[0007] 第一方面,本发明提供了一种冷弯抗剪切光伏支架构件,所述冷弯抗剪切光伏支架构件包括:

[0008] 多个柱脚部件,多个所述柱脚部件用于固定连接在地面上;

[0009] 多个斜梁支撑部件,多个所述斜梁支撑部件一一对应的连接在所述柱脚部件的上端部,多个斜梁支撑部件共同构成用于倾斜安装光伏板组件的安装结构;

[0010] 多个横向檩条组件,多个横向檩条组件连接在多个斜梁支撑部件共同构成的安装结构上,多个横向檩条组件沿着所述安装结构的宽度方向依次间隔排列,横向檩条组件的长度与所述安装结构的长度相匹配;

[0011] 其中,所述横向檩条组件包括:

[0012] 至少两根檩条,多根檩条沿着所述安装结构的长度方向依次拼接,所述檩条采用中空冷弯型钢,所述檩条的横截面为凹字型结构;所述檩条螺栓连接所述斜梁支撑部件;

[0013] 至少一个槽钢连接件,所述槽钢连接件分别通过螺栓和自攻螺钉连接相邻的两个

檩条；

[0014] 多个檩托,所述檩托螺栓连接檩条的外侧壁,所述檩托还螺栓连接所述斜梁支撑部件。

[0015] 结合第一方面,本发明还提供了第一方面的第1种实施方式,具体的,所述檩条包括长度均相同的腹板和两个翼板,两个翼板分别垂直连接于所述腹板的两侧边,每一所述翼板的上端部具有第一折弯加强部和第二折弯加强部,第二折弯加强部朝向腹板,腹板、两个翼板及翼板的第一折弯加强部和第二折弯加强部共同使檩条的横截面为凹字型结构;

[0016] 所述槽钢连接件的腹板与檩条的腹板螺栓连接,所述槽钢连接件的两个翼板通过螺栓和自攻螺钉对应的连接所述檩条的两个翼板;

[0017] 其中,所述檩条的一翼板螺栓连接在所述斜梁支撑部件上。

[0018] 结合第一方面,本发明还提供了第一方面的第2种实施方式,具体的,所述檩托为角铁型钢,檩托的长度远小于檩条的长度,所述檩托的一边板外壁紧密贴合所述檩条的腹板,所述檩托的另一边板外壁紧密贴合所述斜梁支撑部件。

[0019] 结合第一方面,本发明还提供了第一方面的第3种实施方式,具体的,所述檩条连接有多个锁紧件,所述锁紧件用于将光伏板组件固定安装在檩条上。

[0020] 结合第一方面,本发明还提供了第一方面的第4种实施方式,具体的,所述柱脚部件包括:

[0021] 第一管桩,所述斜梁支撑部件固定连接在第一管桩上;

[0022] 第二管桩,所述第二管桩插入并固定在地面基础上,第二管桩与第一管桩同轴心设置;

[0023] 连接阻尼器,所述连接阻尼器的上端面固定连接所述第一管桩,所述连接阻尼器的下端固定连接所述第二管桩。

[0024] 结合第一方面,本发明还提供了第一方面的第5种实施方式,具体的,所述连接阻尼器包括:

[0025] 上安装板,所述上安装板的上表面与第一管桩固定连接;

[0026] 下安装板,所述下安装板的下表面与第二管桩固定连接,所述下安装板的上表面设置有支撑板,所述支撑板用于受压时抵顶所述上安装板;

[0027] 两个U型板,两个U型板呈平面对称的设置上安装板和下安装板之间,并且两个U型板分布在所述支撑板的两侧,两个U型板的槽口分别相对朝外设置,所述U型板通过高强度螺栓分别与上安装板和下安装板连接;

[0028] 其中,所述支撑板的上端部设置有水平隔板,所述上安装板的下表面设置有两个限位凸起部,所述水平隔板位于两个限位凸起部之间,两个限位凸起部的间距大于水平隔板的宽度设置。

[0029] 结合第一方面,本发明还提供了第一方面的第6种实施方式,具体的,第一管桩和第二管桩采用相同的钢筋混凝土结构,所述钢筋混凝土结构包括十字钢芯和钢管,所述十字钢芯设置于所述钢管中部,在钢管与十字钢芯之间填充有混凝土;

[0030] 其中,所述十字钢芯和钢管均与连接阻尼器焊接固定。

[0031] 结合第一方面,本发明还提供了第一方面的第7种实施方式,具体的,所述斜梁支撑部件包括:

[0032] 斜梁;

[0033] 支撑柱,所述支撑柱固定连接在第一管桩的上端部;

[0034] 抱箍,所述抱箍套设在所述第一管桩上,所述抱箍固定连接所述第一管桩;

[0035] 第一斜撑杆,所述第一斜撑杆的上端部连接所述斜梁的上端部,所述第一斜撑杆的下端部连接所述抱箍;

[0036] 第二斜撑杆,所述第二斜撑杆的上端部连接所述斜梁的下端部,所述第二斜撑杆的下端部连接所述抱箍。

[0037] 第二方面,本发明还提供了一种光伏系统,所述光伏系统包括第一方面所述的冷弯抗剪切光伏支架构件,以及连接在冷弯抗剪切光伏支架构件的多块光伏板组件。

[0038] 第三方面,本发明还提供了一种光伏系统施工方法,所述光伏系统施工方法用于第二方面的光伏系统的施工安装,所述光伏系统施工方法包括:

[0039] 将多个柱脚部件成排的固定安装在地面基础上;

[0040] 将多个斜梁支撑部件一一对应的固定连接在所述柱脚部件的上端部;

[0041] 将多个横向檩条组件放置在斜梁支撑部件上,将横向檩条组件与所述斜梁支撑部件螺栓连接;

[0042] 将所述多块光伏板组件安装在多个横向檩条组件上。

[0043] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0044] 本发明提供了一种冷弯抗剪切光伏支架构件,所述冷弯抗剪切光伏支架构件包括多个柱脚部件、多个斜梁支撑部件和多个横向檩条组件。多个所述柱脚部件用于固定连接在地面上;多个所述斜梁支撑部件一一对应的连接在所述柱脚部件的上端部,多个斜梁支撑部件共同构成用于倾斜安装光伏板组件的安装结构;多个横向檩条组件连接在多个斜梁支撑部件共同构成的安装结构上,多个横向檩条组件沿着所述安装结构的宽度方向依次间隔排列,横向檩条组件的长度与所述安装结构的长度相匹配。

[0045] 其中,所述横向檩条组件包括至少两根檩条、至少一个槽钢连接件和多个檩托;多根檩条沿着所述安装结构的长度方向依次拼接,所述檩条采用中空冷弯型钢,所述檩条的横截面为凹字型结构;所述檩条螺栓连接所述斜梁支撑部件;所述槽钢连接件分别通过螺栓和自攻螺钉连接相邻的两个檩条;所述檩托螺栓连接檩条的外侧壁,所述檩托还螺栓连接所述斜梁支撑部件。

[0046] 采用上述的改进,本发明采用了横截面为凹字型结构的中空冷弯型钢作为檩条。冷弯型钢结合凹字型结构,使檩条具有轻质高强、经济高效、宽厚比较大的优点。通过采用相对较少的材料来承受较大的荷载,它并不是单纯的增大截面面积,而是通过改变截面形状来承受更大的荷载。

[0047] 另一方面,区别于传统几字型的檩条,其截面的抗扭性能较差,而在实际工程中檩条常用的加固方法往往施工难度高,用钢量较大且不经济。而本专利采用檩条和檩托的组合,进行加固加强,与几字型檩条相比,本专利檩条组件具有受力均匀和刚度大优点,檩托的主要作用是为了阻止檩条端部截面的扭转,以增强其整体稳定性,相比传统加固的几字型檩条用钢量更小。

[0048] 再一方面,通过槽钢连接件分别螺栓连接相邻的两个檩条,具有施工简便、连接刚度好,承载力高等特点,赋予横向檩条组件优异的抗剪承载力。槽钢连接件在檩条端部进行

衔接,同样具有阻止檩条端部截面的扭转,以增强其整体稳定性的优势。

## 附图说明

[0049] 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,其中:

[0050] 图1是现有技术中的几字型檩条;

[0051] 图2是本发明的分步加载檩条的测试示意图;

[0052] 图3是本发明的檩条测试点的示意图;

[0053] 图4是本发明的檩条测试的点D1的变形差曲线;

[0054] 图5是本发明的檩条测试的点D2的变形差曲线;

[0055] 图6是本发明的冷弯抗剪切光伏支架构件的安装示意图;

[0056] 图7是本发明的冷弯抗剪切光伏支架构件的安装示意图;

[0057] 图8是本发明的冷弯抗剪切光伏支架构件的立体示意图;

[0058] 图9是本发明的冷弯抗剪切光伏支架构件的侧面示意图;

[0059] 图10是本发明的冷弯抗剪切光伏支架构件的局部放大示意图;

[0060] 图11是本发明的横向檩条组件的装配示意图;

[0061] 图12是本发明的连接阻尼器的立体示意图;

[0062] 图13是本发明的连接阻尼器的装配示意图;

[0063] 图中:

[0064] 10-柱脚部件、11-第一管桩、12-第二管桩、13-连接阻尼器、131-上安装板、132-下安装板、133-U型板、134-支撑板、135-水平矩板;

[0065] 20-斜梁支撑部件;

[0066] 30-横向檩条组件、31-檩条、32-槽钢连接件、33-檩托、34-矩形管加强框;

[0067] 40-光伏板组件。

## 具体实施方式

[0068] 以下结合附图对本发明的优选实施例进行说明,应当理解,此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本发明,并不用于限定本发明。

[0069] 光伏支架构件一般由基础、支撑件、斜梁和檩条等组成。其中,“几”字形檩条是光伏支架构件的重要组成部分,可参见图1的檩条结构。檩条被用于支撑光伏板,安装位置介于斜梁与光伏板之间,如何优化檩条的结构设计,提高性能,具有重要意义。

[0070] 然而,如图1所示,“几”字形檩条的壁薄,其在实际服役中,由于载荷不均匀性(如风荷载作用容易引起檩条结构局部振动),檩条会受到扭力的作用,但是传统的几”字形檩条的抗弯性能薄弱。而申请人研究发现,现今,针对光伏支架构件设计的文献有很多,包括研究光伏支架构件的承载能力及破坏形态,以及抗强风能力等的相关研究。然而,直接针对檩条结构进行优化设计的文献则少之又少,究其原因,檩条结构可优化的空间小,相关设计手册可参考的设计形式也很单一。

[0071] 为此,本发明提供了一种冷弯抗剪切光伏支架构件,采用了横截面为凹字型结构的中空冷弯型钢作为檩条。冷弯型钢结合凹字型结构,使檩条具有轻质高强、经济高效、宽厚比较大的优点。通过采用相对较少的材料来承受较大的荷载,它并不是单纯的增大截面

面积,而是通过改变截面形状来承受更大的荷载。

[0072] 实施例一

[0073] 如图6~图13所示,本发明所述的一种冷弯抗剪切光伏支架构件的优选结构。

[0074] 如图8所示,本发明实施例一提供了一种冷弯抗剪切光伏支架构件,所述冷弯抗剪切光伏支架构件包括多个柱脚部件10、多个斜梁支撑部件20和多个横向檩条组件30。多个所述柱脚部件用于固定连接在地面上;多个所述斜梁支撑部件一一对应的连接在所述柱脚部件的上端部,多个斜梁支撑部件共同构成用于倾斜安装光伏板组件40的安装结构;多个横向檩条组件连接在多个斜梁支撑部件共同构成的安装结构上,多个横向檩条组件沿着所述安装结构的宽度方向依次间隔排列,横向檩条组件的长度与所述安装结构的长度相匹配。

[0075] 其中,所述横向檩条组件包括至少两根檩条31、至少一个槽钢连接件32和多个檩托33;多根檩条沿着所述安装结构的长度方向依次拼接,所述檩条采用中空冷弯型钢,所述檩条的横截面为凹字型结构;所述檩条螺栓连接所述斜梁支撑部件;所述槽钢连接件分别通过螺栓和自攻螺钉连接相邻的两个檩条;所述檩托螺栓连接檩条的外侧壁,所述檩托还螺栓连接所述斜梁支撑部件。

[0076] 区别于传统几字型的檩条,其截面的抗扭性能较差,而在实际工程中檩条常用的加固方法往往施工难度高,用钢量较大且不经济。而本专利采用檩条和檩托的组合,进行加固加强,与几字型檩条相比,本专利檩条组件具有受力均匀和刚度大优点,檩托的主要作用是为了阻止檩条端部截面的扭转,以增强其整体稳定性,相比传统加固的几字型檩条用钢量更小。

[0077] 如图11所示,在一种具体实施中,所述檩条包括长度均相同的腹板和两个翼板,两个翼板分别垂直连接于所述腹板的两侧边,每一所述翼板的上端部具有第一折弯加强部和第二折弯加强部,第二折弯加强部朝向腹板,腹板、两个翼板及翼板的第一折弯加强部和第二折弯加强部共同使檩条的横截面为凹字型结构。

[0078] 在一种具体实施中,檩条是一种冷弯型钢构件,是由较薄的钢板、带钢或者平板钢条在常温下经过冷轧、模压、弯折等加工手段得到各种断面形状的高效性型材。檩条的腹板和两个翼板,包括第一折弯加强部和第二折弯加强部均是一体的。

[0079] 其中,檩条是嵌入到槽钢连接件的槽体中的,所述槽钢连接件的腹板与檩条的腹板螺栓连接,所述槽钢连接件的两个翼板通过螺栓和自攻螺钉对应的连接所述檩条的两个翼板;其中,所述檩条的一翼板螺栓连接在所述斜梁支撑部件上。

[0080] 具体的,槽钢连接件的两个翼板通过螺栓与檩条的两个翼板紧固连接,然后通过自攻螺钉打入,槽钢连接件的翼板与任意一檩条的翼板通过两颗自攻螺钉打入,即槽钢连接件和檩条的连接通过4颗自攻螺钉进行固接。

[0081] 在一种具体实施中,在一侧翼板上,一颗自攻螺钉从翼板的上部分打入,另一颗自攻螺钉从翼板的下部分打入,两颗自攻螺钉上下分布。螺栓采用M8.0,自攻螺钉采用ST4.8级。

[0082] 可见,本方面通过槽钢连接件分别螺栓连接相邻的两个檩条,具有施工简便、连接刚度好,承载力高等特点,赋予横向檩条组件优异的抗剪承载力。槽钢连接件在檩条端部进行衔接,同样具有阻止檩条端部截面的扭转,以增强其整体稳定性的优势。

[0083] (一) 横向檩条组件的产品试验

[0084] (1) 采用上述实施例一的横向檩条组件产品结构:由两根檩条和一个槽钢连接件组成,6颗螺栓和8颗自攻螺钉进行组装。

[0085] 其中,檩条的试件长度350mm、翼板的宽度52mm、腹板的宽度40mm、板厚2mm。槽钢连接件的试件长度150mm、翼板的宽度40mm、腹板的宽度46mm、板厚3mm。螺栓直径8mm、螺钉直径4.8mm。檩条和槽钢连接件采用钢材,其强度为G550,屈服强度为550MPa,极限抗拉强度为610MPa,弹性模量为205GPa,伸长率为14%。

[0086] (2) 试验装置:加载设备采用50tMTS电液压伺服仪

[0087] 试件安装时进行对中,将试件防止在平台上。开始加载后,采用近距离观测、拍照及现场记录等方法对试件的试验现象进行观察分析。本次试验采用位移控制单调荷载加载,首先对试件进行预加载,消除试件与夹具之间的滑移,然后采用1mm/min的位移速率对试件进行加载;当试件的承载力下降到极限荷载的80%或不宜继续承载时停止加载,试验结束。

[0088] (3) 破坏过程及破坏形态

[0089] 1、试件的翼板螺栓连接受拉:加载初期,试件无明显变化,随着荷载逐渐增大,自攻螺钉发生稍许倾斜;当加载至峰值荷载的60%左右时,端部的自攻螺钉被剪断,与螺栓接触的钢板圆孔被拉长(部分钢板孔壁被撕裂),同时伴有较小声响,此后构件之间的拉力通过螺栓传递;当荷载增加至峰值荷载时,与螺栓连接的钢材开始屈服,同时试件内部发出钢材的撕裂声,加载至试件不宜继续承载,试验结束。

[0090] 2、试件的翼板螺栓连接受压:加载初期,试件处于弹性,无明显变化;当加载至峰值荷载的40%左右时,试件中部出现轻微外鼓;加载至峰值荷载的65%左右时,试件中部出现较为明显的鼓曲,且自攻螺钉被剪断;当荷载加载至峰值荷载时,与螺栓接触的钢材受压屈服,直至试件不宜继续承载。

[0091] 3、试件的腹板螺栓连接受拉:当荷载增至峰值荷载的40%左右时,自攻螺钉被拉斜,随后被剪断,构件之间的拉力通过螺栓传递;当荷载增至峰值荷载时,螺栓孔受压侧首先因挤压而发生褶皱变形,随着荷载的持续增加,褶皱处被挤压撕裂,螺栓被剪断,加载至试件不宜继续承载,试验结束。

[0092] 4、翼板的腹板螺栓连接受压:随着荷载增加,自攻螺钉被压弯;当荷载增加至峰值荷载的40%左右时,自攻螺钉被剪断,试件中部两端翼缘向外鼓曲较为明显;加载至峰值荷载时,与螺栓接触的钢材受压屈服,螺栓孔逐渐变大且被撕裂,试件内部发出钢材撕裂声,直至试件不宜继续承载。

[0093] 综上所述,横向檩条组件的破坏形态如下:在外荷载作用下,横向檩条组件的自攻螺钉首先发生倾斜,然后自攻螺钉被剪断,最后螺栓附近的钢板被压屈服,属于典型的承压破坏。

[0094] 如图8和图10所示,所述檩条连接有多个锁紧件,所述锁紧件用于将光伏板组件固定安装在檩条上。在具体实施中,所述锁紧件为Z型压合件和几字型压合件,通过Z型压合件和几字型压合件与光伏板组件的边框连接,锁紧件通过螺栓连接件连接在檩条上,进而实现固定安装。

[0095] 如图10所示,所述檩托为角铁型钢,檩托的长度远小于檩条的长度,所述檩托的一

边板外壁紧密贴合所述檩条的腹板,所述檩托的另一边板外壁紧密贴合所述斜梁支撑部件。

[0096] 具体的,所述檩托的紧密贴合檩条腹板的边板,其宽度大于檩条腹板的宽度的一半。

[0097] 在一种优选实施中,一个檩托对应一个斜梁支撑部件设置。而为了进一步提高檩条的结构强度和抗扭性能,在横向檩条组件的最外侧的檩条的端部中螺栓连接有两个矩形管加强框,以及在相邻檩托之间的檩条的中部设置有至少两个矩形管加强框34。

[0098] 具体的,所述矩形管加强框为中空矩形方管,矩形管加强框的长度为20cm为优,矩形管加强框的宽度适配檩条的翼板与相邻第二折弯加强部之间的间距。具体的,矩形管加强框和檩条采用铆接连接。

[0099] 通过上述设置,采用矩形管加强框,能够有效增强新檩条的机械性能,通过局部的加强,有效地增强了整体结构强度。同时考虑到经济效益,不会过多的增加檩条的重量,相比传统加固方案,更具优势。

[0100] (二)加强框横向檩条组件的产品试验

[0101] 为了进一步验证优化后新檩条结构的性能,通过工程化设计,制造加工出新檩条结构相关零部件。图2所示是测试现场,用等质量的沙袋(20kg/袋)进行分步加载,相邻两步之间间隔半小时。如图3所示,分别位于檩条一段端面处D1和1/4处D2,每步加载后在间隔时间里对这两点的离地高度进行测量,从而获得测试点处的变形量。

[0102] 最终实验测试结果为原檩条在第11步载荷下弯折失效,而优化设计后加强框横向檩条组件在第13步载荷下弯折失效。

[0103] 且通过实验发现,如图4和图5所示,对比两个测试点处变形量的变化差可知,原檩条在D1点处的变化量较大,优化后的新檩条结构的变形量变化总是小于原檩条,可见新檩条结构的抗弯性能更优。

[0104] 实施例二

[0105] 本实施例二所述的一种冷弯抗剪切光伏支架构件,其结构和工作原理与实施例一所述的完全相同,本实施例二目的是提供了一种冷弯抗剪切光伏支架构件的柱脚部件。

[0106] 如图8所示,所述柱脚部件包括:

[0107] 第一管桩11,所述斜梁支撑部件固定连接在第一管桩上;

[0108] 第二管桩12,所述第二管桩插入并固定在地面基础上,第二管桩与第一管桩同轴心设置;

[0109] 连接阻尼器13,所述连接阻尼器的上端面固定连接所述第一管桩,所述连接阻尼器的下端面固定连接所述第二管桩。

[0110] 地面光伏电站占地面积大,在现有政策下,只能利用荒地、沙漠、废弃地等未利用地进行建设,传统的基础形式不能适应现有条件,特殊地质条件下的支架基础体量增加。而光伏系统多布设在光照充足且环境恶劣的环境中,同时,随着自然灾害如狂风和地震等频繁发生,对抗拔和抗震等性能有了更高的要求。以降低自然灾害对光伏系统的破坏,尽可能的降低设备损坏和损失。

[0111] 而传统光伏系统的光伏支架基础旁边采用钢筋混凝土独立基础,如钢筋混凝土制成的管桩,其抗震性能差。为此,本发明通过设置连接阻尼器,赋予光伏结构系统抗震性能,

在正常使用状态下应具有良好的工作性能;多遇地震作用下应能正常使用;罕遇地震作用下支撑结构不应倒塌或坠落。

[0112] 如图13所示,在一种优选实施中,所述连接阻尼器13包括:

[0113] 上安装板131,所述上安装板的上表面与第一管桩固定连接;

[0114] 下安装板132,所述下安装板的下表面与第二管桩固定连接,所述下安装板的上表面设置有支撑板,所述支撑板用于受压时抵顶所述上安装板;

[0115] 两个U型板133,两个U型板呈平面对称的设置上安装板和下安装板之间,并且两个U型板分布在所述支撑板的两侧,两个U型板的槽口分别相对朝外设置,所述U型板通过高强度螺栓分别与上安装板和下安装板连接;

[0116] 其中,所述支撑板134的上端部设置有水平矩板135,具体水平矩板焊接在支撑板顶部,所述上安装板的下表面设置有两个限位凸起部,所述水平矩板位于两个限位凸起部之间,两个限位凸起部的间距大于水平矩板的宽度设置。

[0117] 在具体实施中,连接阻尼器采用Q235钢制成。

[0118] 申请人研究发现,管状作为其地震中预期的损伤部位,为此,通过设置阻尼器来提高其抗震性能。为此本发明设计一种新型阻尼器钢板的构造,利用U型板滑移时对支撑板的限位实现阻尼器在耗能的第二阶段刚度增强。

[0119] 在本发明中U型板与支撑板均为耗能钢板,结构遭受地震作用/风荷载时,第一管桩和第二管桩弯剪作用,上、下连接板发生相对错动,U型板产生滚动弯曲变形率先屈服耗能。当U型板水平向位移过大,水平矩板与两个限位凸起部接触,支撑板上端受约束开始变形耗能(与U型板一起耗能),阻尼器整体刚度因支撑板的参与而增大,由此可实现阻尼器分阶段屈服以及第二屈服阶段刚度增强的效果。

[0120] 本发明的连接阻尼器,在中震时通过承载力低的U型板耗能,更易屈服和耗能充分,在遭遇极震时可以通过提高阻尼器的刚度限制第一管桩和第二管桩的相对位移,降低消能光伏支架结构的残余变形,提高结构震后可恢复能力。就整体结构而言,变形较大部分连接阻尼器进入第二屈服段,刚度增强,促使损伤向连接阻尼器转移,避免整体结构形成薄弱区域。当地震作用衰减,水平矩板与两个限位凸起部相对分离,退出工作,支撑板自身刚度及变形不妨碍上、下连接板的自复位过程。

[0121] 进一步,产品实验发现,在低周往复荷载作用下,阻尼器主要在U型板处滚动变形,在支撑板处发生一定变形,具有良好的耗能能力。支撑板厚度大的阻尼器,第二阶段的承载力及刚度更高,滑移距离大的阻尼器,变形能力更强,屈服位移更大,可根据光伏系统的规格进行性能化设计。通过本发的连接阻尼器,提高了光伏支架构件在震后的功能可恢复性,并使结构抗倒塌水平大大提高。

[0122] 在一种具体实施中,第一管桩和第二管桩采用相同的钢筋混凝土结构,所述钢筋混凝土结构包括十字钢芯和钢管,所述十字钢芯设置于所述钢管中部,在钢管与十字钢芯之间填充有混凝土;其中,所述十字钢芯和钢管均与连接阻尼器焊接固定。

[0123] 在具体生产过程中,将第一管桩的十字钢芯和钢管均与连接阻尼器的上安装板焊接后,通过浇筑混凝土进入钢管中,待固化后形成第一管桩。同理的,将第二管桩的十字钢芯和钢管均与连接阻尼器的下安装板焊接后,通过浇筑混凝土进入钢管中,待固化后形成第二管桩。混凝土硬化后形成约束层。

[0124] 本发明通过采用钢管-混凝土填充-十字钢芯制成的第一管桩和第二管桩,其采用屈曲约束支撑的结构,以提高支撑基础的支撑性能和增强结构抗剪刚度。如同屈曲约束支撑的第一/第二管桩在弹性阶段工作时,就如同普通支撑可为结构提供很大的支撑刚度,可用于抵抗小震以及风荷载的作用。第一管桩/第二管桩在弹塑性阶段工作时,变形能力强、滞回性能好,就如同一个性能优良的耗能阻尼器,结合连接阻尼器,协同抵御强烈地震作用。使光伏支架结构具有很好的承重性能和抗震性能。

[0125] 实施例三

[0126] 本实施例三所述的一种冷弯抗剪切光伏支架构件,其结构和工作原理与实施例二所述的完全相同,本实施例三目的是提供了一种冷弯抗剪切光伏支架构件的柱脚部件。

[0127] 光伏支架上作用的风荷载非常复杂,传递至桩顶部后,力的表现形式主要有水平荷载、下压或上拔荷载。对于一般桩基础而言,其承压能力远大于上拔能力,故水平荷载和上拔荷载的组合是支架桩设计的控制工况。此种工况下,支架桩实际承受的是一种斜向拉拔荷载,而其荷载角度会随风荷载角度、组件安装角度等因素发生变化,无法准确确定,故设计时很有必要掌握支架桩在不同荷载角度( $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ )作用下的承载特性。

[0128] 具体的,本实施三的第二管桩外壁下部分设置有螺旋状锚片,以形成螺旋桩。通过此设计,螺旋桩具有适应性强、承载力高、抗拔、施工便捷、环保经济等优点。

[0129] 实施例四

[0130] 本实施例四所述的一种冷弯抗剪切光伏支架构件,其结构和工作原理与实施例三所述的完全相同,本实施例四目的是提供了一种冷弯抗剪切光伏支架构件的斜梁支撑部件。

[0131] 如图9所示,所述斜梁支撑部件包括:

[0132] 斜梁;

[0133] 支撑柱,所述支撑柱固定连接在第一管桩的上端部;

[0134] 抱箍,所述抱箍套设在所述第一管桩上,所述抱箍固定连接所述第一管桩。具体的,所述抱箍可通过预埋在第一管桩上的预埋螺栓进行固定连接,并通过焊接的方式加以固定。

[0135] 第一斜撑杆,所述第一斜撑杆的上端部连接所述斜梁的上端部,所述第一斜撑杆的下端部连接所述抱箍;

[0136] 第二斜撑杆,所述第二斜撑杆的上端部连接所述斜梁的下端部,所述第二斜撑杆的下端部连接所述抱箍。

[0137] 具体的,斜梁支撑部件是本领域技术人员能够实现的,斜梁优选采用冷弯型钢构件。

[0138] 实施例五

[0139] 本实施例五所述的一种冷弯抗剪切光伏支架构件,其结构和工作原理与实施例四所述的完全相同,本实施例五目的是提供了一种冷弯抗剪切光伏支架构件的各构件的优选材料。

[0140] 金属腐蚀给光伏支架带来了巨大的经济损失及安全隐患,在不断的研究过程中,针对钢材防腐,提出了各种各样的防腐方法:保护层法、电化学保护法、外加电流保护、用电镀、热镀、喷镀等;但是这些方法不仅工艺比较繁琐,而且增加生产成本,容易造成环境污

染,破坏生态环境。

[0141] 为此,本发明提供的冷弯抗剪切光伏支架构件,各支撑构件(斜撑、支撑柱、檩条、檩托、槽钢连接件等等)均可以采用耐候钢制成。耐候耐蚀钢,钢体表面在大气环境下逐渐形成非常致密超薄、牢固的氧化层(钝化层),隔绝了氧气和水分子与钢材内部元素化学反应造成的进一步腐蚀,自身具有很好的耐大气腐蚀能力。大大降低了生产成本以及后期维护成本。

[0142] 具体的,所述耐候钢化学成分及其质量百分含量为:C=0.21%、Si=0.28%、Mn=1.00%、P=0.013%、S=0.01%、Ni=0.16%、Cu=0.53%、Mo=0.52%、La=0.016%和余量为Fe。

[0143] (一)耐候钢产品试验

[0144] 制备耐候钢的试样:实施例五的原料制成的耐候钢,钢试样尺寸为35mm×25mm×3mm。

[0145] 对比试样:Cr耐候钢,钢试样尺寸为35mm×25mm×3mm。

[0146] 1、采用YF-C1型周浸腐蚀试验机,参照GB/T19746-2005对钢试样进行干、湿交替周期浸润实验。腐蚀介质为近中性的3.5% (质量分数)NaCl溶液,箱内温度为(27±1)℃,空气湿度RH为(45±6)%,实验共分7个周期进行(24、48、72、120、240、480和768h)取样。每阶段各取5个平行样,使用除锈液去除腐蚀产物,并用未腐蚀的对比试样确定除锈液对钢基体在除锈过程中的质量损失,而后直接算出不同试样在不同实验周期下的平均腐蚀速率。

[0147] 试验发现,本发明采用的耐候钢的显微组织以多边形铁素体(PF)为主,同时也含有少量片层状珠光体(P)。

[0148] 通过钢试样/对比试样的干、湿交替周期浸润腐蚀平均速率随时间的动力学变化曲线可知,两种耐候钢在初始阶段腐蚀速率显著上升,在120h时达到最大值,后均呈下降趋势,并随着加速腐蚀时间的延长,下降渐趋平稳缓慢。进一步观察表明,钢试样腐蚀速率的相对大小也会随腐蚀时间的延长而变化。腐蚀初期(24h),钢试样的腐蚀速率的大,对比试验的小;随腐蚀时间延长(48至120h),钢试样的腐蚀速率增长变得缓慢,直至腐蚀120h,钢试样和对比试样的腐蚀速率保持上述规律并开始逐渐下降,当腐蚀时间进一步延长至480h后,钢试样的腐蚀速率开始快速减小,逐渐表现出比含Cr耐候钢更优的耐蚀性。

[0149] 2、采用FE-SEM对钢试样的显微组织及表面锈层的微观形貌进行观察,同时使用EPMA观察试样锈层截面及合金元素分布。研磨刮取各试样锈层后取等量粉末,采用XRD检测锈层的物相组成,Cu靶,电压为40kV,电流40mA,2θ范围为10°~90°。

[0150] 通过实验发现,钢试样的钢锈层表面比较致密,无裂纹和孔洞,分布着团絮状的腐蚀产物,表面较为光滑且无明显毛刺。放大后可见表面主要由棉球状的 $\alpha$ -FeOOH组成,结合紧密。Cr耐候钢锈层表面较为疏松,有较多孔洞,同时出现一些裂纹。局部放大后可见大量厚针片状的腐蚀产物( $\gamma$ -FeOOH)明显团聚。

[0151] 钢试样的钢锈层最为致密,且与钢基体靠近的内部锈层中呈现出显著的Mo和Cu富集;而含Cr耐候钢的锈层中出现Cr的富集和少量Cu的聚集。而在腐蚀后期,Cu和Mo复合添加促进钢中 $\gamma$ -FeOOH向热力学稳定的 $\alpha$ -FeOOH的转化,其促进效果明显高于对比试样。

[0152] 3、采用JXA-8230电子探针和JSM-6400扫描电镜及能谱仪对实验钢中的夹杂物进行分析。利用LUZEX-F图像分析仪对试验钢中夹杂物的尺寸分布进行统计测量。

[0153] 试验发现,金相视场中已无长条硫化物,硫化锰夹杂物均变性为小球状的稀土夹杂。加少量稀土,就能得到较高的稀土硫比值,不仅能使长条硫化物夹杂得到很好的变性,细化球化夹杂,而且还能获得一定的固溶稀土含量,起到微合金化的作用。耐候钢中85%以上的夹杂尺寸都小于 $2\mu\text{m}$ 。

[0154] 现有研究表明,长条硫化锰夹杂在同一种钢中的各种夹杂物中最先引发点蚀,周围基体腐蚀的也最严重,使得钢基体容易发生局部腐蚀,在表面难以生成均匀锈层。呈片层状的硫化锰夹杂还会使得生成的锈层与基体结合不紧密,界面上存在孔洞,粘附力差且锈层容易脱落。

[0155] 现有研究表明,耐候钢中加入稀土后可以改变钢中非金属夹杂的成分,改善其形态。本发明通过加入适量的稀土La使得钢的点蚀电位得到明显提高,微米级弥散分布的稀土夹杂取代了易腐蚀的长条硫化锰夹杂物,减弱了微区域电化学腐蚀,抑制了点蚀的发生及扩展,并可以诱发钢表面发生均匀的全面腐蚀,促进均匀致密保护性锈层的生成,从而降低了耐候钢的腐蚀速率,提高了其耐蚀能力。这是因为耐候钢中加入适量稀土后,钢中长条硫化锰夹杂消失,夹杂物基本上都是小球状的稀土硫化物或者稀土硫氧化物。

[0156] 本发明的耐候钢,在腐蚀前期,显微组织对耐蚀性有较大影响,多边形铁素体和较低含量的珠光体组织使本发明的耐候钢的耐蚀性能劣于含Cr耐候钢。在腐蚀后期,耐蚀性能主要由元素分布及锈层结构决定,本发明的耐候钢中Cu和Mo之间存在协同效应,这种协同作用导致富含(Cu,Mo)锈层的形成,该层结构致密,具有高稳定性和保护性,结合稀土La使的钢中长条硫化锰夹杂消失,二者协同显著提高耐蚀性。

[0157] 与普通碳钢相比,耐候钢最突出的优点就是可以裸装使用,这不仅可以降低装涂的费用,而且具有环保优势。

[0158] 稳定的耐候钢表面锈层主要是由连续致密的内锈层和疏松多孔的外锈层组成,其耐蚀性主要源自合金元素富集和致密的内锈层。但是,耐候钢要完成锈层的稳定化需要相当长的时间,在形成稳定化锈层之前,常常出现早期锈液流挂与飞散,会污染周围环境。

[0159] 为此,锈层的稳定化处理是指在耐候钢使用之前对其表面涂装化学转化膜和进行特种有机涂层预处理,解决耐候钢在锈层稳定化初期产生的锈液流挂和飞散等问题,短期内可促进表面稳定致密锈层的形成。表面涂膜预处理技术的核心是涂膜具有一定的透气性,这加速了稳定致密锈层的形成和使涂膜易于自风化和自消失性,不会对锈层长期稳定产生进一步的负面影响。

[0160] 在一种优选实施中,耐候钢通过锈层稳定剂进行锈层稳定化处理,锈层稳定剂以聚乙烯醇缩丁醛酯(PVB)为成膜剂, $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 为促进剂, $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 为诱导剂, $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 为调色剂,以乙醇为溶剂。将各组分混合并充分搅拌,均匀地涂刷在耐候钢表面,自然风干24h,形成一层厚度为 $30\sim 50\mu\text{m}$ 的致密涂覆层。

[0161] 其中,锈层稳定剂的各组分的质量分数为:聚乙烯醇缩丁醛酯(PVB):5%、 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ :5%、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ :10%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ :10%、乙醇余量。

[0162] 通过锈层稳定剂可以避免耐候钢在腐蚀过程中产生锈液流挂现象,并且明显降低耐候钢的腐蚀速率。锈层稳定剂对腐蚀介质具有阻挡作用,可减缓 $\gamma\text{-FeOOH}$ 的产生。Cr元素在涂层试样锈层与基体界面处产生富集,促进了 $\alpha\text{-FeOOH}$ 的生成,提高了锈层电阻,从而使耐候钢的耐蚀性提高。

[0163] 实施例六

[0164] 本实施例六所述的一种光伏系统,其包括上述实施例一~五所述的一种冷弯抗剪切光伏支架构件。

[0165] 本实施例六所述的一种光伏系统,包括上述的冷弯抗剪切光伏支架构件,以及连接在冷弯抗剪切光伏支架构件的多块光伏板组件。

[0166] 本实施例六还提供了一种光伏系统施工方法,所述光伏系统施工方法用于光伏系统的施工安装,所述光伏系统施工方法包括:

[0167] 步骤1:将多个柱脚部件成排的固定安装在地面基础上。

[0168] 步骤2:将多个斜梁支撑部件一一对应的固定连接在所述柱脚部件的上端部。第一管桩的上部分设置有预埋的地脚螺栓,在浇筑混凝土时将地脚螺栓预埋上即可,然后将斜梁支撑部件的支撑柱套在地脚螺栓上通过螺母锁紧,然后焊死。

[0169] 步骤3:将多个横向檩条组件放置在斜梁支撑部件上,将横向檩条组件与所述斜梁支撑部件螺栓连接。采用高强度螺栓,在横向檩条组件与所述斜梁支撑部件的预设螺栓孔处进行连接即可。

[0170] 步骤4:将所述多块光伏板组件安装在多个横向檩条组件上。通过横向檩条组件的锁紧件,将多块光伏板组件逐一安装固定,以形成光伏板组件阵列。

[0171] 本实施例所述一种冷弯抗剪切光伏支架构件、光伏系统及光伏系统施工方法的其它结构参见现有技术。

[0172] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,故凡是未脱离本发明技术方案内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所作的任何修改、等同变化与修饰,均仍属于本发明技术方案的范围。

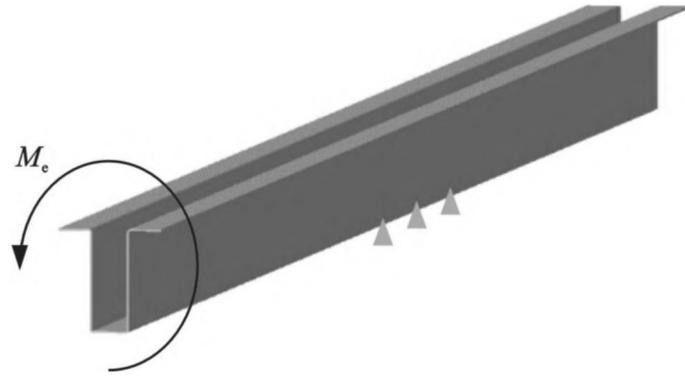


图1



图2

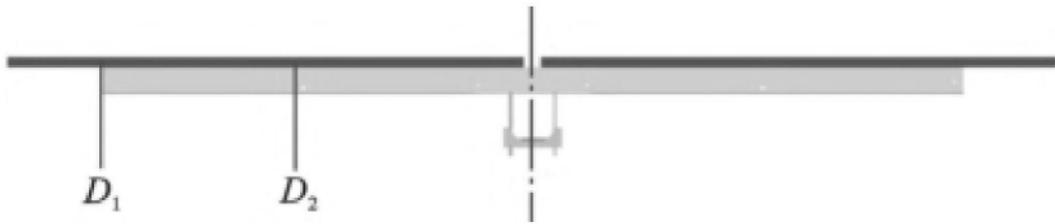


图3

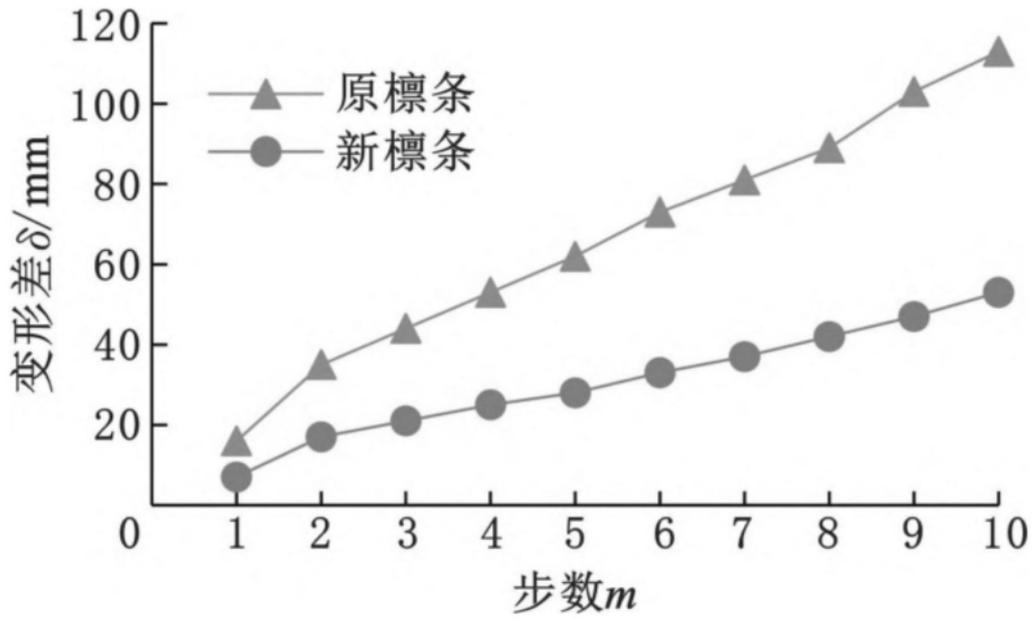


图4

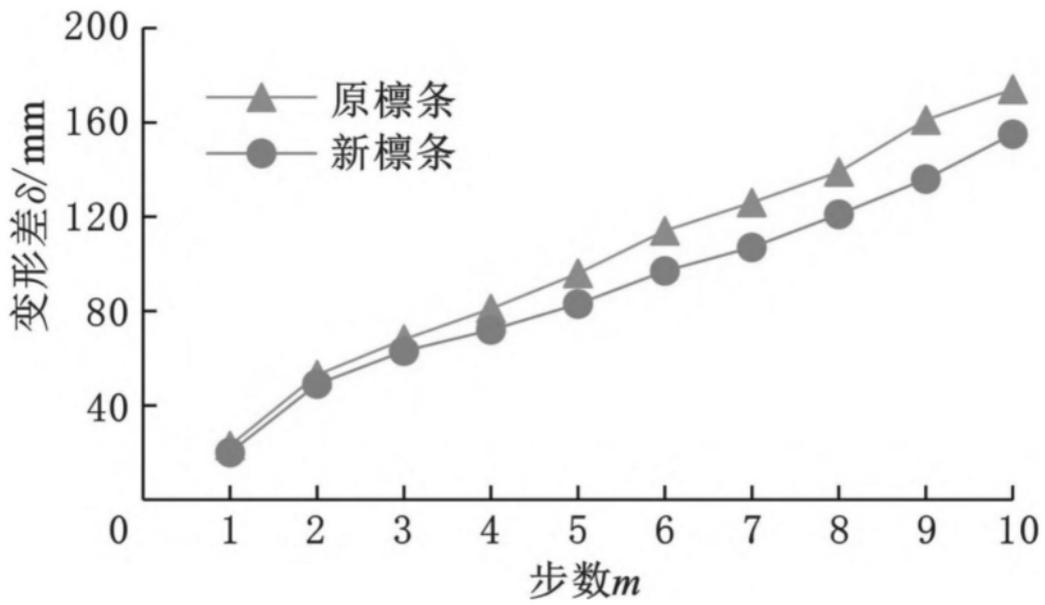


图5

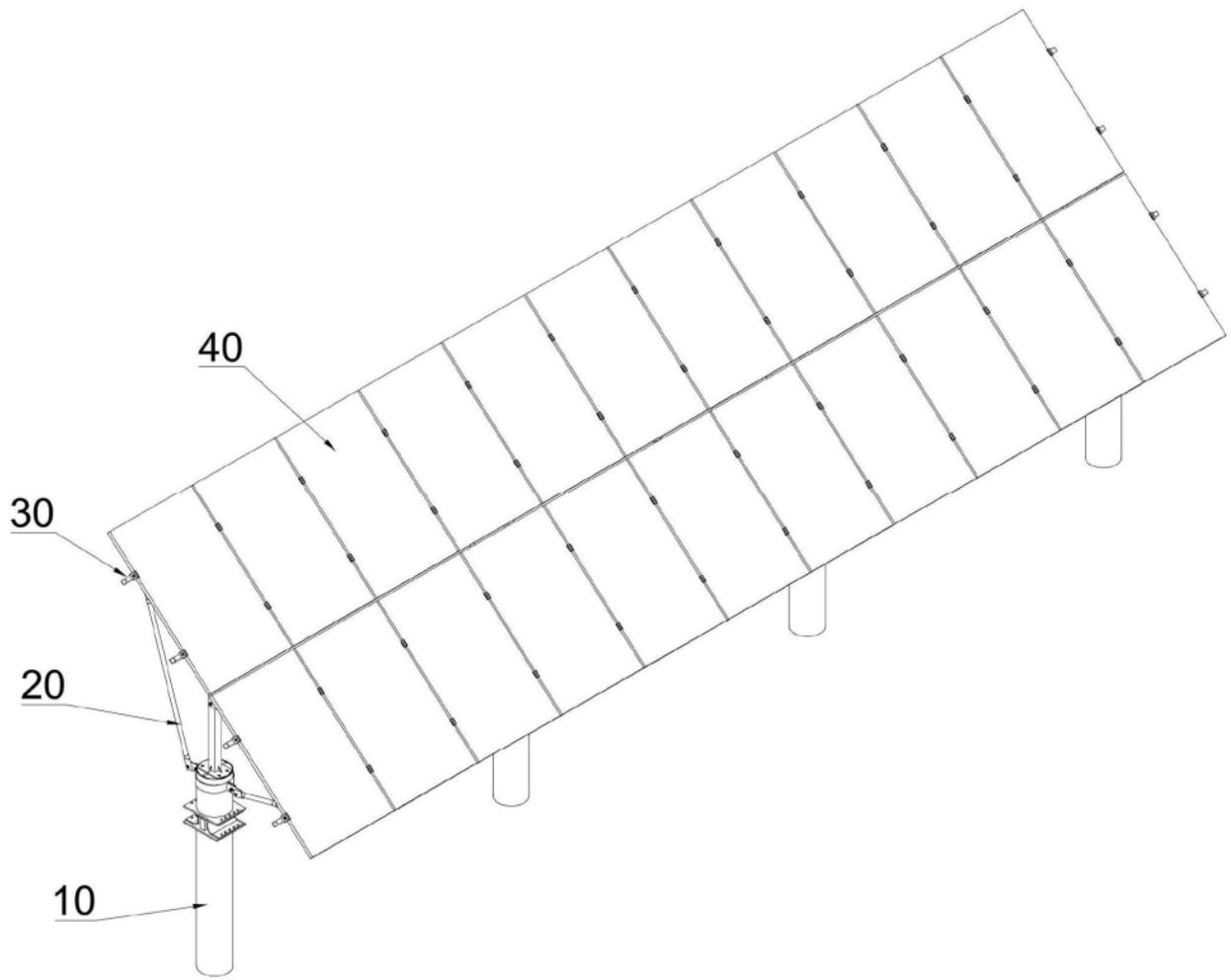


图6

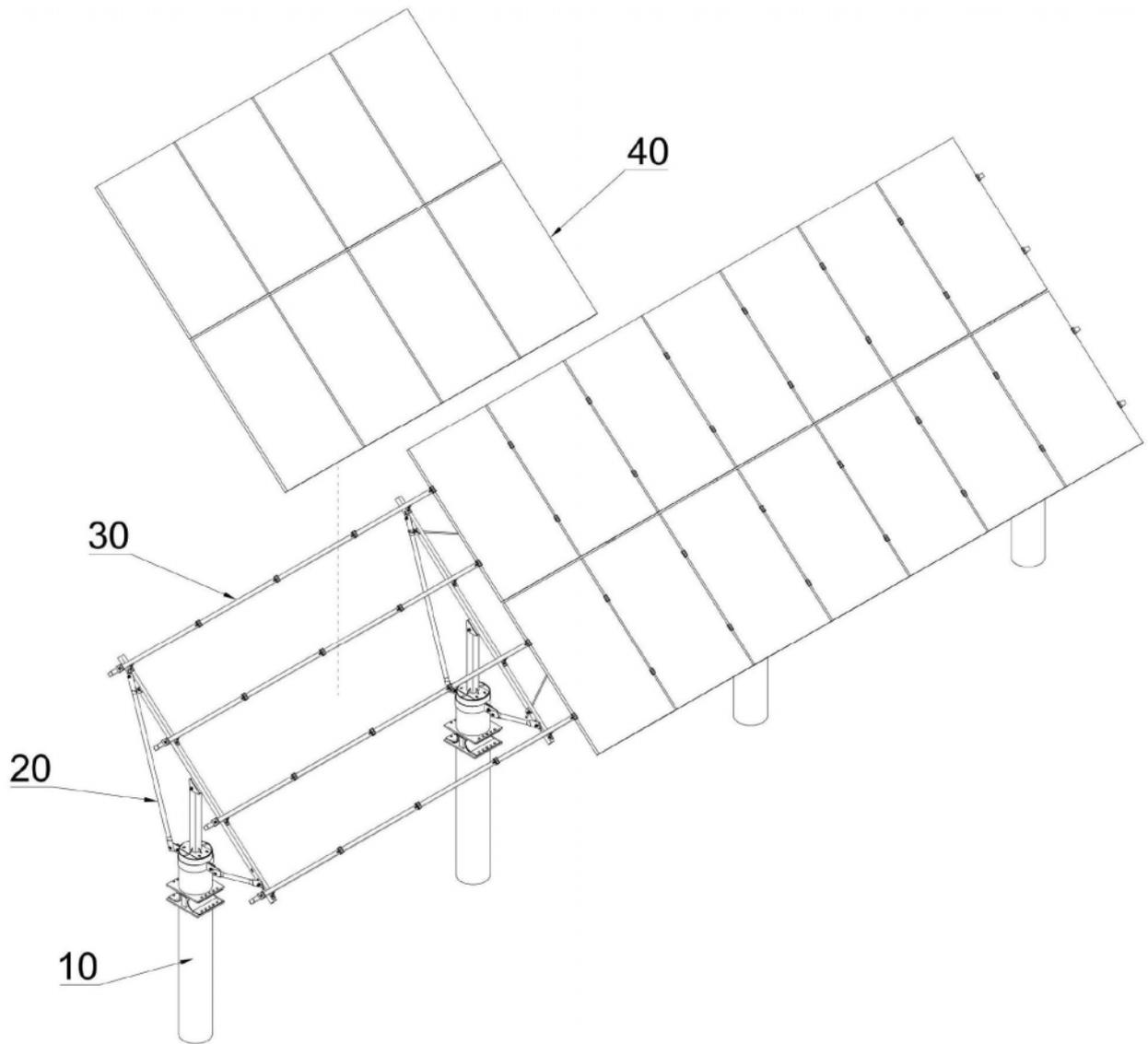


图7

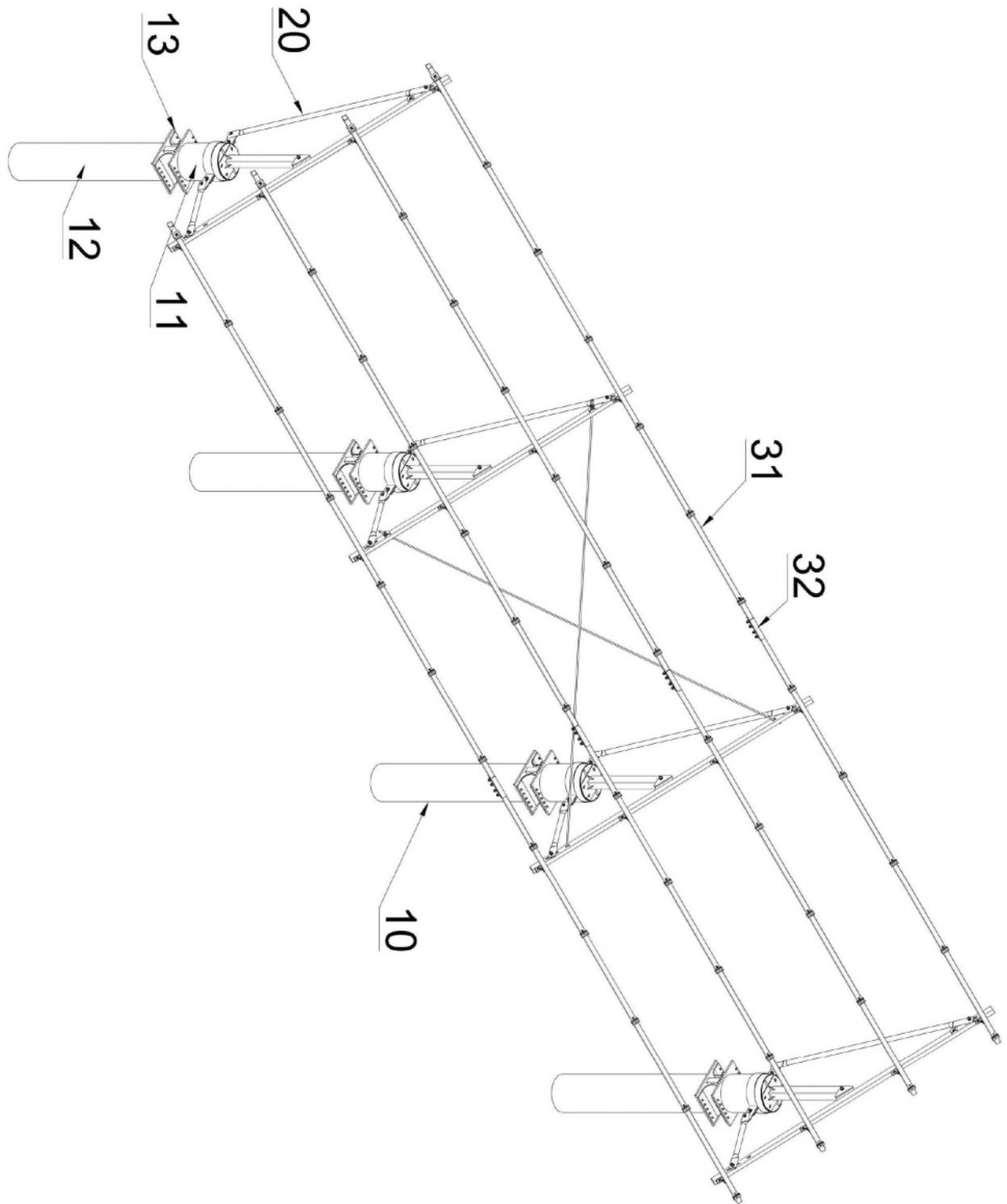


图8

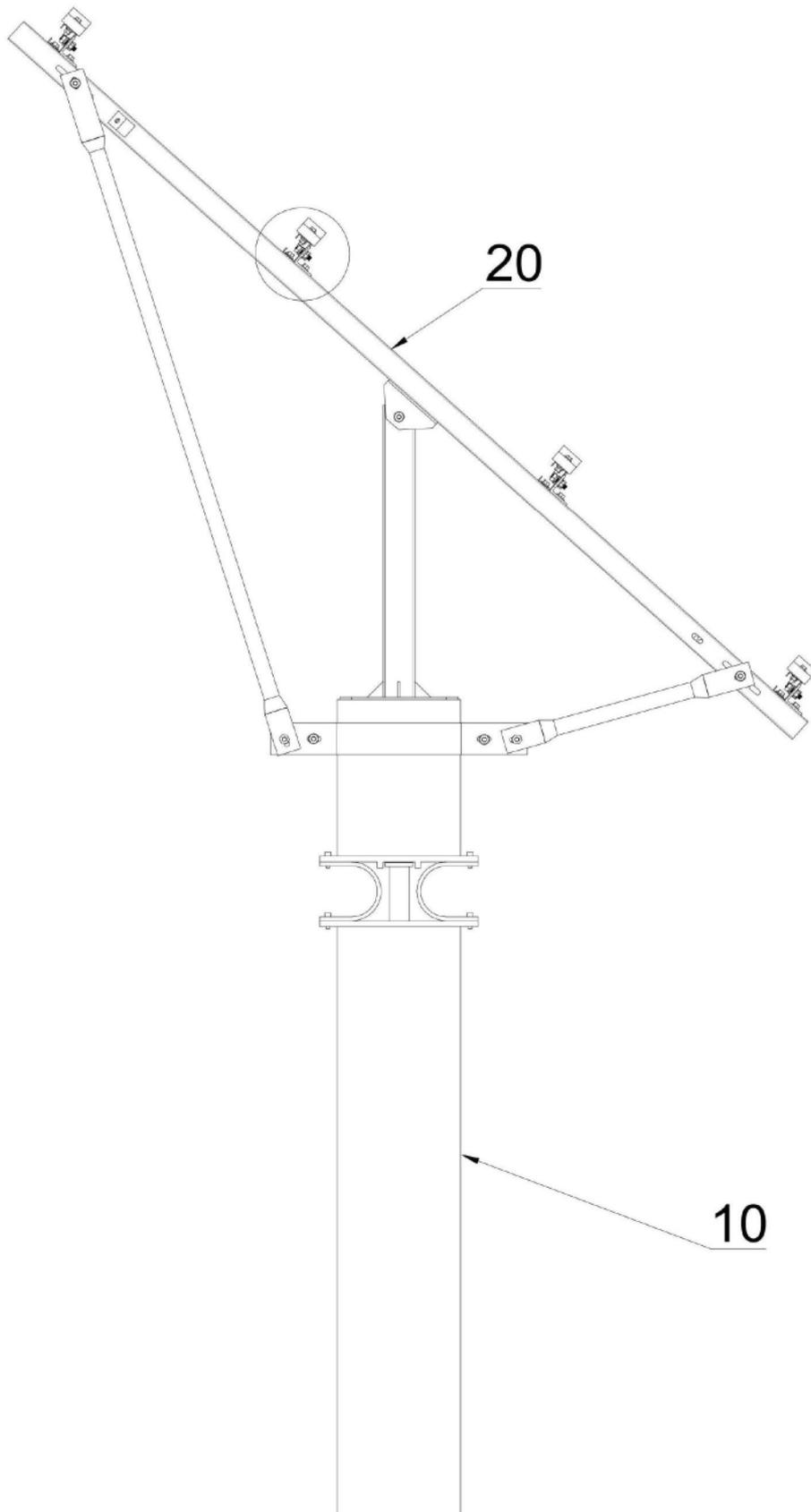


图9

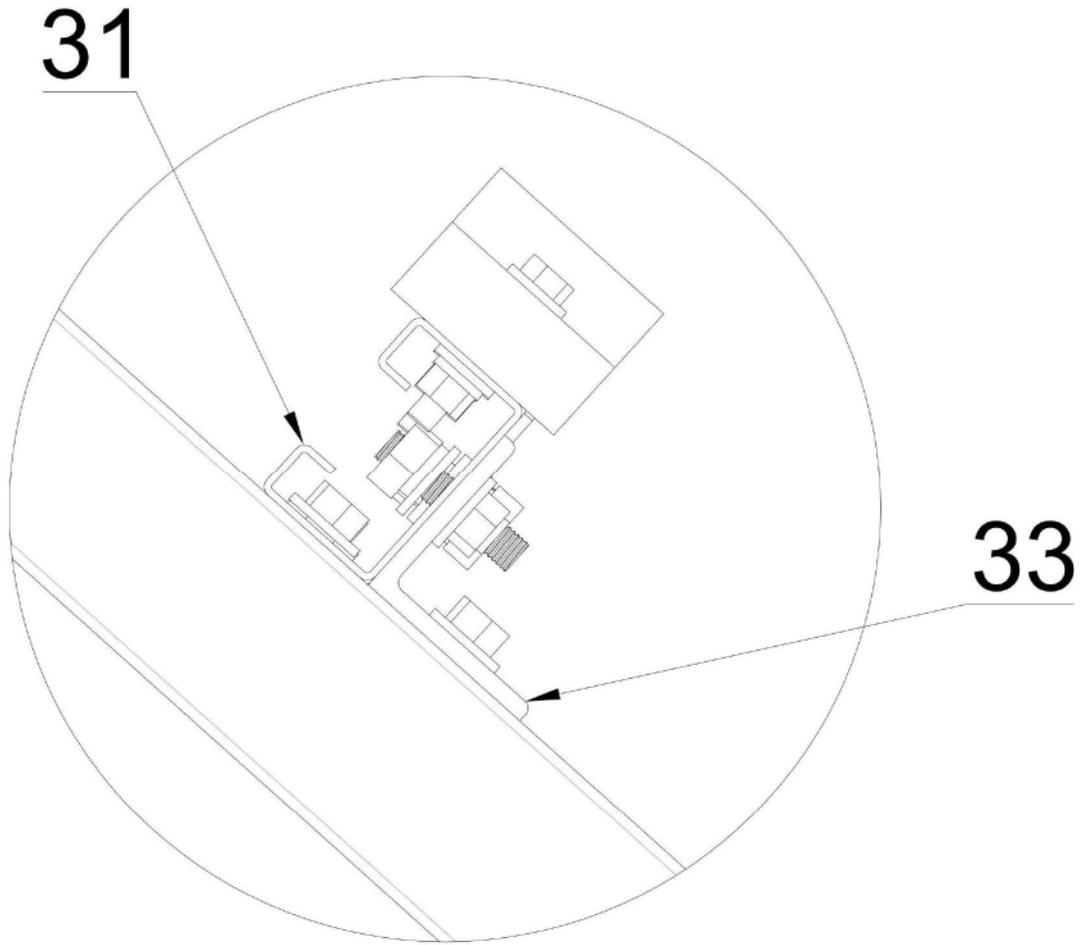


图10

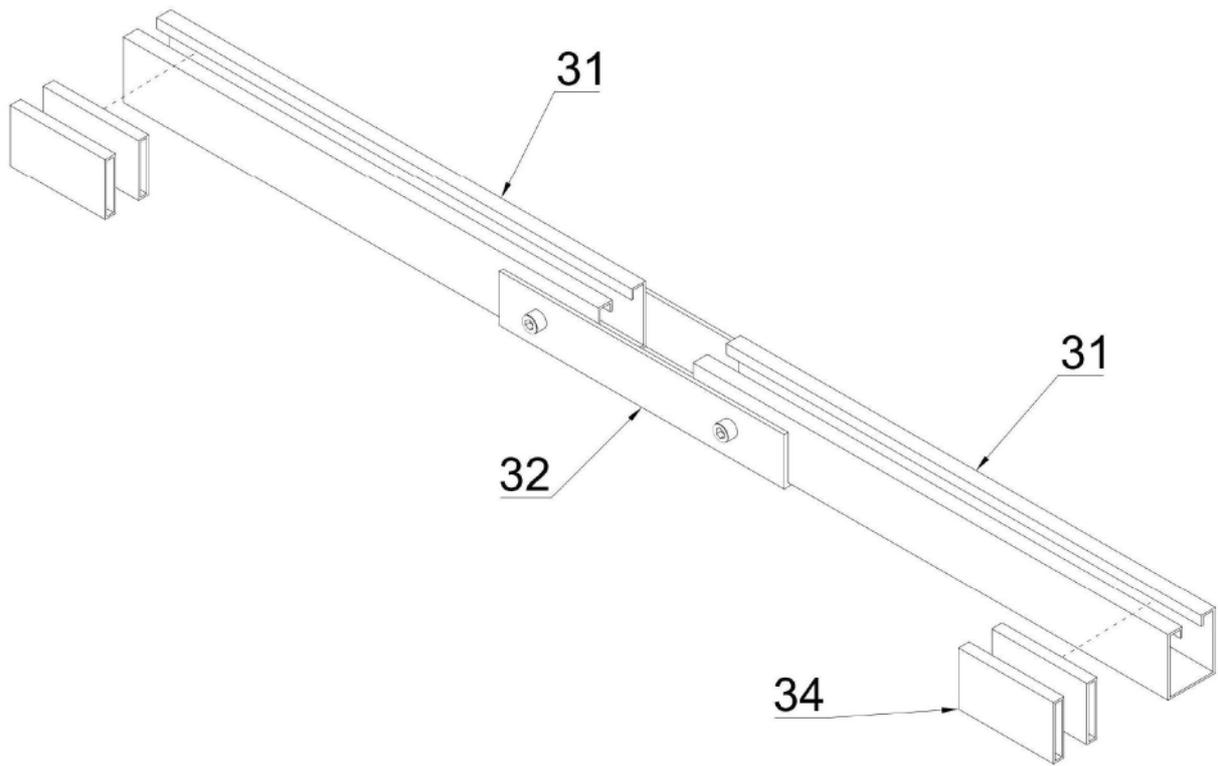


图11

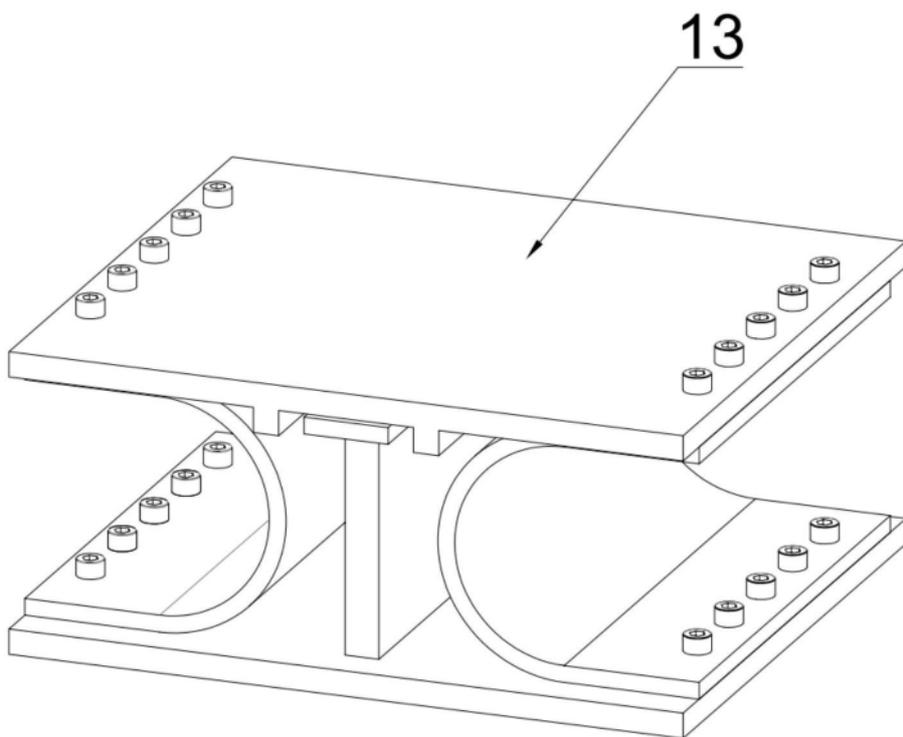


图12

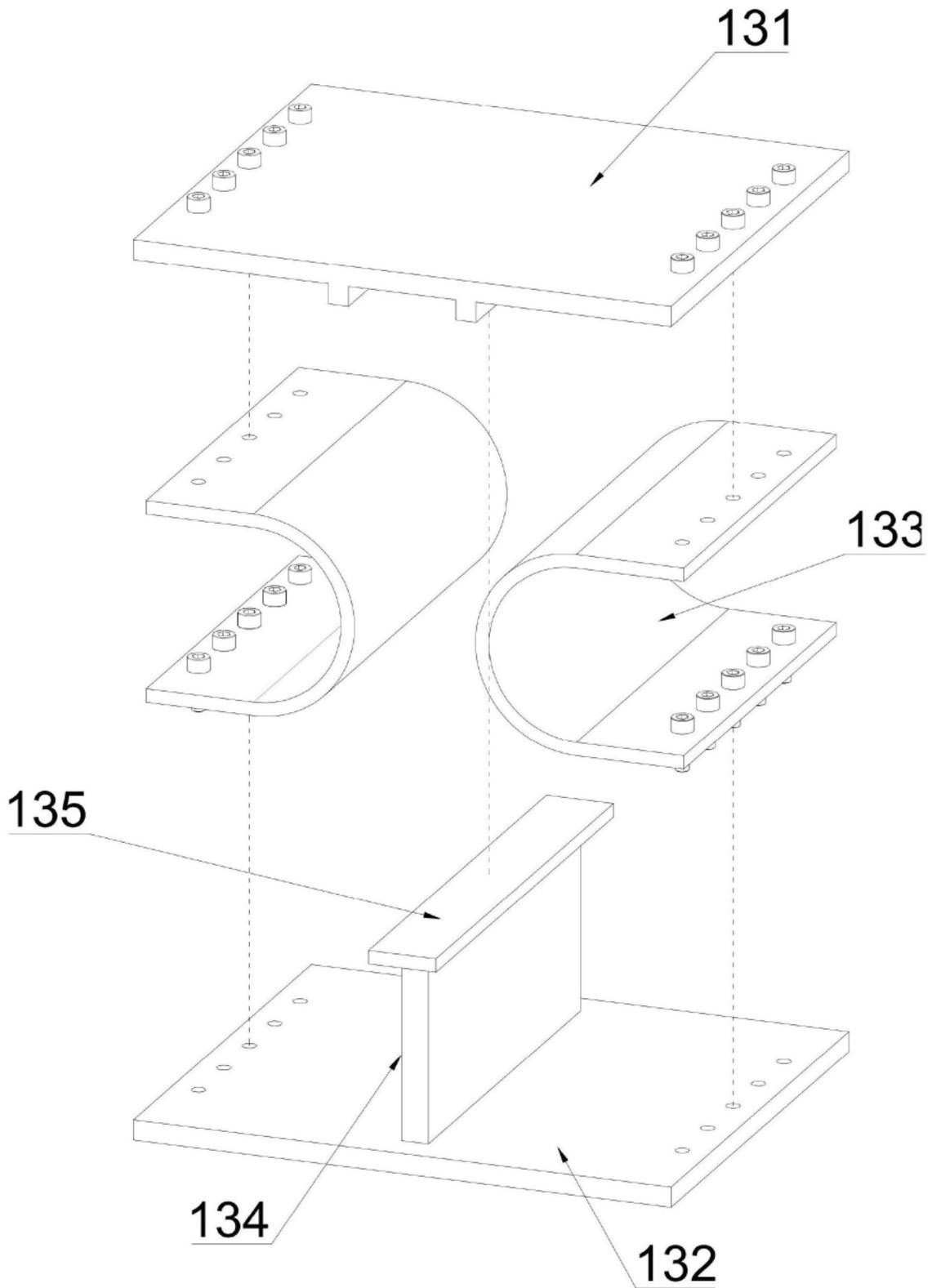


图13