(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113463754 B
(45)授权公告日 2023.06.20

(21)申请号 202110774591.8

(22)申请日 2021.07.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113463754 A

(43)申请公布日 2021.10.01

(73)专利权人 山东建筑大学
地址 250101 山东省济南市历城区临港开发区凤鸣路1000号

(72)发明人 王昊 肖鸿儒 刘鹏宇 孙嘉伟

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221
专利代理师 赵敏玲

(51)Int.Cl.
E04B 1/19(2006.01)
E04B 1/58(2006.01)
E04B 1/343(2006.01)

(56)对比文件
US 2022018113 A1,2022.01.20
US 2019063056 A1,2019.02.28
CN 111321846 A,2020.06.23
CN 111622349 A,2020.09.04
CN 207130881 U,2018.03.23

审查员 胡莹

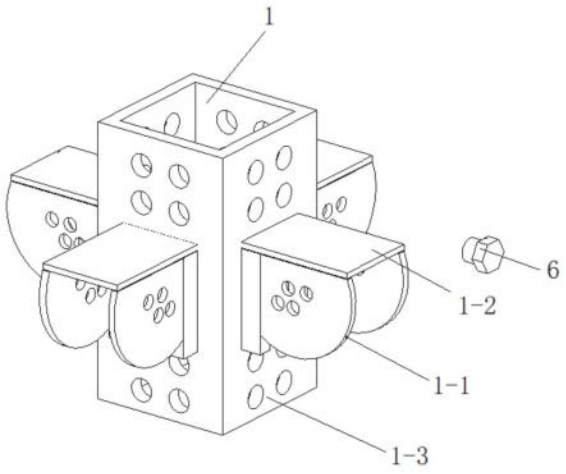
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

适用于多角度连接的装配式分支型索支撑预应力柱

(57)摘要

本发明公开了一种适用于多角度连接的装配式分支型索支撑预应力柱，包括方形中心柱、撑杆—中心柱连接节点、撑杆外伸端节点、撑杆和预应力钢拉索；撑杆—中心柱连接节点包括两个，其套装在方形中心柱的上部和下部，且与方形中心柱可拆卸式连接；撑杆外伸端节点包括四个；位于上部的撑杆—中心柱连接节点的四个侧面分别通过第一连接件与四个上部撑杆一端可拆卸式相连，上部撑杆另一端与四个撑杆外伸端节点的上部连接；位于下部的撑杆—中心柱连接节点的四个侧面分别通过第二连接件与四个下部撑杆一端可拆卸式相连，下部支撑杆与四个撑杆外伸端节点的下部连接；四个撑杆外伸端节点的顶部、底部分别通过预应力钢拉索与方形中心柱顶部、底部相连。



CN 113463754 B

1.适用于多角度连接的装配式分支型索支撑预应力柱，包括方形中心柱、撑杆外伸端节点、上部撑杆、下部撑杆、上部预应力钢拉索和下部预应力钢拉索；其特征在于，还包括撑杆—中心柱连接节点；所述撑杆—中心柱连接节点包括两个，其套装在方形中心柱的上部和下部，且与方形中心柱可拆卸式连接；所述的撑杆外伸端节点包括四个；位于上部的撑杆—中心柱连接节点的四个侧面分别与四个上部撑杆一端可拆卸式相连，上部撑杆另一端与四个撑杆外伸端节点的上部连接；位于下部的撑杆—中心柱连接节点的四个侧面分别与四个下部撑杆一端可拆卸式相连，下部支撑杆与四个撑杆外伸端节点的下部连接；四个撑杆外伸端节点的顶部通过上部预应力钢拉索与方形中心柱顶部侧面相连；四个撑杆外伸端节点的底部通过下部预应力钢拉索与方形中心柱底部侧面相连；

所述撑杆—中心柱连接节点包括竖直设立的方形套筒，在方形套筒的四个侧面各设有一个开口式外伸连接臂，开口式外伸连接臂的上方和下方设有螺栓孔；

所述开口式外伸连接臂包括一个水平设置的横隔挡板和两个与横隔板相连且垂直于横隔板的圆弧形挡板，两个圆弧形挡板的间隔距离为撑杆截面的外径宽度，每个圆弧形挡板上均设置有四个螺栓孔，四个螺栓孔的中心连线形成平行四边形；

所述四个撑杆外伸端节点位于同一水平面上，且四个撑杆外伸端节点环绕中心柱的周向等间距布置；

所述撑杆外伸端节点包括竖直设置的方筒和设置在方筒外侧面的连接臂，所述连接臂包括四个圆弧形钢板和一个水平支撑板组成，其中两个圆弧形钢板连接于水平支撑板顶部，另外两个连接于水平支撑板底部；每个所述弧形钢板上均设置四个螺栓孔，四个螺栓孔的中心连线形成平行四边形；所述方筒的顶部和底部均焊接有第一耳板。

2.如权利要求1所述的适用于多角度连接的装配式分支型索支撑预应力柱，其特征在于，所述撑杆—中心柱节点外伸臂的圆弧形挡板通过单向自锁螺栓与上部撑杆或下部撑杆相连。

3.如权利要求1所述的适用于多角度连接的装配式分支型索支撑预应力柱，其特征在于，所述的撑杆—中心柱连接节点为一个预制件，横隔挡板与圆弧形挡板一体成型或者焊接在一起。

4.如权利要求1所述的适用于多角度连接的装配式分支型索支撑预应力柱，其特征在于，所述的撑杆外伸端节点为一个预制件，所述的方筒和连接臂一体成型或者焊接在一起。

5.如权利要求1所述的适用于多角度连接的装配式分支型索支撑预应力柱，其特征在于，所述的圆弧形钢板通过单向自锁螺栓与上部撑杆和下部撑杆相连。

适用于多角度连接的装配式分支型索支撑预应力柱

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑工程领域，具体涉及一种适用于多角度连接的装配式分支型索支撑预应力柱。

背景技术

[0002] 索支撑预应力柱是一种刚度高、材料利用率好的预应力钢结构体系，其结构特点是通过配置横向撑杆与预应力拉索来约束中心柱的屈曲，从而有效地提高预应力柱的屈曲承载力。纤细的拉索还使得索支撑柱外观轻盈，丰富了其建筑表现。

[0003] 目前预应力柱中的撑杆和中心柱多采用现场直接焊接的方式连接，但是传统的焊接方式存在诸多缺点，如现场施工复杂、运输和存放占用空间等，而焊接残余应力也对结构的稳定性能有不利影响。此外，分支型索支撑预应力柱的撑杆与中心柱夹角有时需要设计为不同角度，其连接节点亦需要单独设计和加工。

[0004] 在专利申请号为CN 202010421705的专利中公开了一种适用于分叉式预应力撑杆柱的撑杆外伸端连接节点，该专利中存在三个问题：

[0005] 1.该专利仅给出用于连接拉索和撑杆外伸端的连接节点形式，缺少撑杆与中心柱、中心柱和拉索之间的连接节点形式，并不足以完成完整的分支型索支撑预应力柱的装配式连接。

[0006] 2.该专利中外伸端节点不是一个独立部件而是由三个部件拼装组合得到，需要借助螺栓进行多步连接，有零件多、安装步骤繁琐、现场施工时间长等缺点。

[0007] 3.该专利中外伸端节点与撑杆连接为铰接，受力简单清晰。从结构角度而言，部件之间的连接刚性越高，相互约束的能力也越强，对索支撑预应力柱结构的承载能力提升也就越大，然而该专利采用相对约束能力较差的铰接方式，连接节点的刚性仍有一定的提升空间。

发明内容

[0008] 本发明的目的是研发一种可多角度安装的分支型索支撑预应力柱的装配式节点，使分支型索支撑预应力柱的连接节点具有模块化生产、快速安装以及满足多种角度设计等优点。

[0009] 为实现本发明专利的目的而采用的技术方案如下：

[0010] 适用于多角度连接的装配式分支型索支撑预应力柱，包括方形中心柱、撑杆—中心柱连接节点、撑杆外伸端节点、上部撑杆、下部撑杆、上部预应力钢拉索和下部预应力钢拉索；

[0011] 所述撑杆—中心柱连接节点包括两个，其套装在方形中心柱的上部和下部，且与方形中心柱可拆卸式连接；所述的撑杆外伸端节点包括四个；

[0012] 位于上部的撑杆—中心柱连接节点的四个侧面分别通过第一连接件与四个上部撑杆一端可拆卸式相连，上部撑杆另一端与四个撑杆外伸端节点的上部连接；

[0013] 位于下部的撑杆—中心柱连接节点的四个侧面分别通过第二连接件与四个下部撑杆一端可拆卸式相连，下部撑杆与四个撑杆外伸端节点的下部连接；

[0014] 四个撑杆外伸端节点的顶部通过上部预应力钢拉索与方形中心柱顶部侧面相连；四个撑杆外伸端节点的底部通过下部预应力钢拉索与方形中心柱底部侧面相连。

[0015] 作为进一步的技术方案，所述的撑杆—中心柱连接节点包括竖直设立的方形套筒，在套筒的四个侧面各设有一个开口式外伸连接臂，开口式外伸连接臂的上方和下方设有螺栓孔。

[0016] 进一步的，所述的开口式外伸连接臂包括一个水平设置的横隔挡板和两个与横隔板相连且垂直于横隔板的圆弧形挡板，两个圆弧形挡板的间隔距离为撑杆截面的外径宽度，每个圆弧形挡板上均设置有四个螺栓孔，四个螺栓孔的中心连线形成平行四边形。

[0017] 进一步的，所述撑杆—中心柱节点外伸臂的圆弧形挡板通过单向自锁螺栓与撑杆相连，撑杆与中心柱的夹角根据设计要求确定。

[0018] 进一步的，所述的四个撑杆外伸端节点位于同一水平面上，且四个撑杆外伸端节点环绕中心柱的周向等间距布置。

[0019] 进一步的，所述撑杆外伸端节点包括竖直设置的方筒和设置在方筒外侧面的连接臂，所述连接臂包括四个圆弧形钢板和一个水平支撑板组成，其中圆弧形钢板分为两组，沿方筒纵向布置，间隔距离为撑杆截面的外径宽度，每个所述弧形钢板上均设置沿45°方向对称分布的螺栓孔；水平支撑板垂直于方筒纵向，横隔在两组圆弧形钢板之间；所述方筒的顶部和底部均焊接有第一耳板。

[0020] 进一步，所述的圆弧形钢板通过单向自锁螺栓与上部撑杆和下部撑杆相连 本发明专利的有益效果在于：

[0021] 1.本发明提出了一个适用于多角度连接的装配式分支型索支撑预应力柱，其中包含了撑杆与中心柱、撑杆与拉索两种装配式连接节点形式，这两种节点和其它构件形成了完备的装配式分支型索支撑预应力柱连接方案；该连接方式能够有效地为中心柱提供侧向支撑，防止中心柱的失稳，极大程度的提高了承载柱的屈曲荷载能力，节省钢材用量。分支型撑杆相对无撑杆或水平撑杆提供的侧向支撑更加稳定。

[0022] 2.本发明的外伸端节点、撑杆—中心柱节点、均可在工厂进行预制化、模块化生产，同时节点自身不需要在施工现场进行额外的拼装，可直接使用自锁式单向螺栓将各主要部件(中心柱、撑杆、拉索)连接，减少施工现场的工作量。避免现场焊接、以及焊接工艺带来的残余应力影响，同时简化施工步骤、增加施工效率。

[0023] 3.本发明的撑杆—中心柱连接节点、撑杆外伸端节点均可适用于多种角度的分支型索支撑预应力柱，对不同角度的设计均可用同一种节点进行连接，提高了节点应用的普适性，满足多种典型的设计和使用需求。进一步，结合分支型索支撑预应力柱的角度优化设计还可充分发挥钢材性能。

[0024] 4.本发明的外伸端节点、撑杆—中心柱节点采用一体成型，或者焊接成型；因此均具有较高的节点刚度，节点整体呈现为半刚性，既能传递轴力，也能传递弯矩，各部件之间的连接具有较高的整体性，相对于铰接节点而言各部件之间的约束能力更强，从而使索支撑预应力柱具有更高的整体承载能力。

附图说明

[0025] 图1是上部撑杆—中心柱连接节点示意图；

[0026] 图2是上部撑杆—中心柱连接节点与中心柱配合状态示意图；

[0027] 图3 是下部撑杆—中心柱连接节点示意图；

[0028] 图4 是下部撑杆—中心柱连接节点与中心柱配合状态示意图；

[0029] 图5 是撑杆外伸端节点的示意图；

[0030] 图6是方形中心柱的结构示意图；

[0031] 图7是整体组装图，撑杆倾斜30°；

[0032] 图8 是整体组装图，撑杆倾斜60°；

[0033] 图中：1撑杆—中心柱连接节点；1-1圆弧形挡板， 1-2横隔挡板，1-3方管；

[0034] 2撑杆外伸端节点；2-1方筒，2-2水平支撑板，2-3圆弧形钢板，2-4第一耳板；

[0035] 3方形中心柱；3-1第二耳板；

[0036] 4-1上部撑杆；4-2下部撑杆；

[0037] 5-1上部预应力钢拉索；5-2下部预应力钢拉索；

[0038] 6单向自锁螺栓；

[0039] 7普通螺栓。

具体实施方式

[0040] 下面结合实施例对本发明专利作进一步说明，但不应该理解为本发明专利上述主题范围仅限于下述实施例。在不脱离本发明专利上述技术思想的情况下，根据本领域普通技术知识和惯用手段，做出各种替换和变更，均应包括在本发明专利的保护范围内。

[0041] 实施例1(撑杆与水平夹角30°)：

[0042] 如图7所示，本实施例公开了一组适用于分支型索支撑预应力柱的撑杆—中心柱连接节点与外伸端连接节点，包括方形中心柱3、撑杆—中心柱连接节点1、撑杆外伸端节点2、上部撑杆4-1、下部撑杆4-2、上部预应力钢拉索5-1和下部预应力钢拉索5-2；撑杆—中心柱连接节点1包括两个，套装在方形中心柱3的上部和下部，且固定在方形中心柱3上；撑杆外伸端节点2包括四个；位于上部的撑杆—中心柱连接节点1的四个侧面通过上部撑杆4-1与四个撑杆外伸端节点2上部连接，位于下部的撑杆—中心柱连接节点1的四个侧面通过下部撑杆4-1与四个撑杆外伸端节点2下部连接；同时四个撑杆外伸端节点2的顶部通过上部预应力钢拉索5-1与方形中心柱3顶部侧面相连；四个撑杆外伸端节点2的底部通过下部预应力钢拉索5-1与方形中心柱3底部侧面相连。

[0043] 上述装置包含了撑杆与中心柱、撑杆与拉索两种装配式连接节点形式，这两种节点和其它构件形成了完备的装配式分支型索支撑预应力柱连接方案；该连接方式能够有效地为中心柱提供侧向支撑，防止中心柱的失稳，极大程度的提高了承载柱的屈曲荷载能力，节省钢材用量。分支型撑杆相对无撑杆或水平撑杆提供的侧向支撑更加稳定。

[0044] 撑杆—中心柱连接节点1、撑杆外伸端节点2为预制件，可在工厂进行预制化、模块化生产，同时节点自身不需要在施工现场进行额外的拼装，可直接使用自锁式单向螺栓将各主要部件(中心柱、撑杆、拉索)连接，减少施工现场的工作量。避免现场焊接、以及焊接工艺带来的残余应力影响，同时简化施工步骤、增加施工效率。

[0045] 进一步的，撑杆—中心柱连接节点1和撑杆外伸端节点2的各个部件可以预先焊接在一起，或者一体成型。

[0046] 参见图6所示，方形中心柱3的顶部和底部均设有第二耳板3-1，用于预应力刚拉索的连接；在方形中心柱3的顶部的四个侧面，每个侧面上设有一个第二耳板；在方形中心柱3的底部的四个侧面，每个侧面上设有一个第二耳板，上部的四个第二耳板通过螺栓与四个上部预应力钢拉索5-1相连，下部的四个第二耳板通过螺栓与四个下部预应力钢拉索5-2相连。

[0047] 如图7所示，在方形中心柱3的1/3和2/3高度处各布置一组螺栓孔洞，中心柱3的每个侧面各有8个螺栓孔，分别作为中心柱的上侧和下侧的连接节点位；将第一撑杆—中心柱连接节点1以横隔挡板在上、圆弧形挡板在下的方式套设在中心柱的2/3高度的螺栓孔处，通过单向螺栓将其固定；将第二撑杆—中心柱连接节点11以横隔挡板在下、圆弧形挡板在上的方式套设在中心柱的1/3高度的螺栓孔处，通过单向螺栓将其固定。

[0048] 其中如图1、图2、图3、图4所示，第一撑杆—中心柱连接节点、第二撑杆—中心柱连接节点的结构相同；每个撑杆—中心柱节点1包括方管1-3，在方管1-3的四个侧面分别焊接有一个连接件，每个连接件均各自包括一个横隔档板1-2和连接在横隔挡板1-2侧面的两个圆弧形挡板1-1，在两个圆弧形挡板1-1上设有四个螺栓孔洞，且两个圆弧形挡板1-1垂直于横隔档板1-2。其中连接件设置在方管1-3的侧面中心位置，在连接件上方和下方的方管1-3上也设有连接孔。

[0049] 进一步的，圆弧形挡板1-1的螺栓孔洞用于连接撑杆；根据设计的角度要求，确定上部撑杆两端的打孔位置并布置四个螺栓孔，将四个上部撑杆的内端分别放置在第一撑杆—中心柱节点的圆弧形挡板的对应螺栓孔洞处，通过单向螺栓固定；根据设计的角度要求，确定下部撑杆两端的打孔位置并布置螺栓孔，将四个下部撑杆的内端放置在第二撑杆—中心柱节点的圆弧形挡板的对应螺栓孔洞处，通过单向螺栓固定。

[0050] 撑杆外伸端节点2的结构如图5所示；包括一个竖直设置的方筒2-1，在方筒2-1的一个侧面设有一个水平支撑板2-2，在水平支撑板2-2的顶面和底面各对称的设有两个圆弧形钢板2-3，两个圆弧形钢板2-3均与水平支撑板2-2垂直；在每个圆弧形钢板2-3上均设有螺栓孔；在方筒2-1的顶面和底面也均对称的设有两个第一耳板2-4，在第一耳板2-4上也设有螺栓孔；其中水平支撑板2-2顶面的圆弧形钢板2-3用于连接上部撑杆4-1；水平支撑板2-2底面的圆弧形钢板用于连接下部撑杆4-2；位于方管的顶面的第一耳板2-4通过螺栓连接上部预应力钢拉索5-1的一端，上部预应力钢拉索5-1另一端与中心柱的顶部的第一耳板相连；位于方筒的底面的耳板通过螺栓连接下部预应力钢拉索5-2的一端；下部预应力钢拉索5-2的另一端与中心柱的底部的第二耳板相连。

[0051] 上述的撑杆外伸端节点2布置于中心柱1/2的高度处，位于同一水平面上的四个撑杆外伸端节点2围绕中心柱的周向等间距布置，使撑杆外伸端节点2与中心柱401之间的间距约为中心柱高度的0.286倍(根据设计要求撑杆与水平夹角为30°)。每个所述撑杆外伸端节点2将上部撑杆的外端搭接在外伸臂的上侧圆弧形钢板之间，螺栓孔对齐并通过单向螺栓固定。将下部撑杆的外端搭接在外伸臂的下侧圆弧形钢板之间，螺栓孔对齐并通过单向螺栓固定。

[0052] 本发明的撑杆外伸端节点均可适用于多种角度的分支型索支撑预应力柱，对不同

角度的设计均可用同一种节点进行连接，提高了节点应用的普适性，满足多种典型的设计和使用需求。进一步，结合分支型索支撑预应力柱的角度优化设计还可充分发挥钢材性能。

[0053] 具体的安装方法如下：

[0054] 安装时，先将两个所述撑杆—中心柱节点按照要求分别套设并放置在中心柱的1/3和2/3高度处，通过单向螺栓连接固定；然后将打好孔洞的四根上部撑杆分别搭接在所述上侧节点四个侧面的外伸臂处，令撑杆与水平夹角呈30°，另外一端向斜下方伸出并搭接在相应方向的撑杆外伸端节点外伸臂的上侧，各撑杆的两端均用单向螺栓固定；再将打好孔洞的四根下部撑杆分别搭接在所述下侧节点四个侧面的外伸臂处，令撑杆与水平夹角呈30°，另外一端向斜上方伸出并搭接在相应方向的撑杆外伸端节点外伸臂的下侧，各撑杆两端均用单向螺栓固定；之后，在中心柱顶端和底端的四个侧面分别焊接上耳板，将四根所述预应力钢索5的下端分别连接到四个外伸端节点上端面的耳板上，四根预应力钢索绷紧后与中心柱的顶端耳板连接，将四根所述预应力钢索的上端分别连接到各外伸端节点下端面的耳板上，四根预应力钢索绷紧后与中心柱的底端耳板连接。

[0055] 实施例2(撑杆与水平夹角60°)：

[0056] 本实施例的主要结构与实施例1相同，不同点在于，本实施例中下部撑杆与水平面夹角为60°状态的结构示意图，撑杆外伸端节点与中心柱的间距约为中心柱高度的0.0953倍，每个撑杆的长度和孔洞位置均由计算确定，其它部件及安装方式不变。有利于索支撑预应力柱各部件的预制化、模块化生产，减少成本。

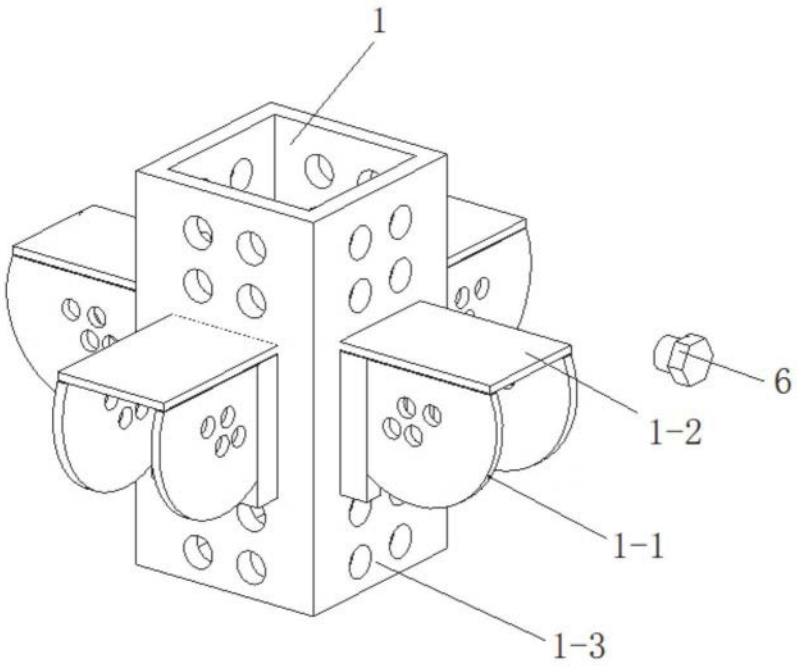


图1

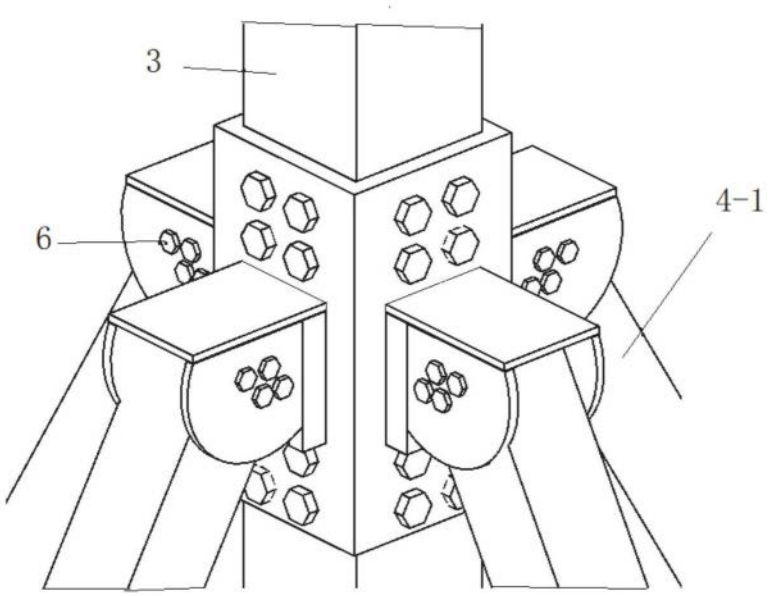


图2

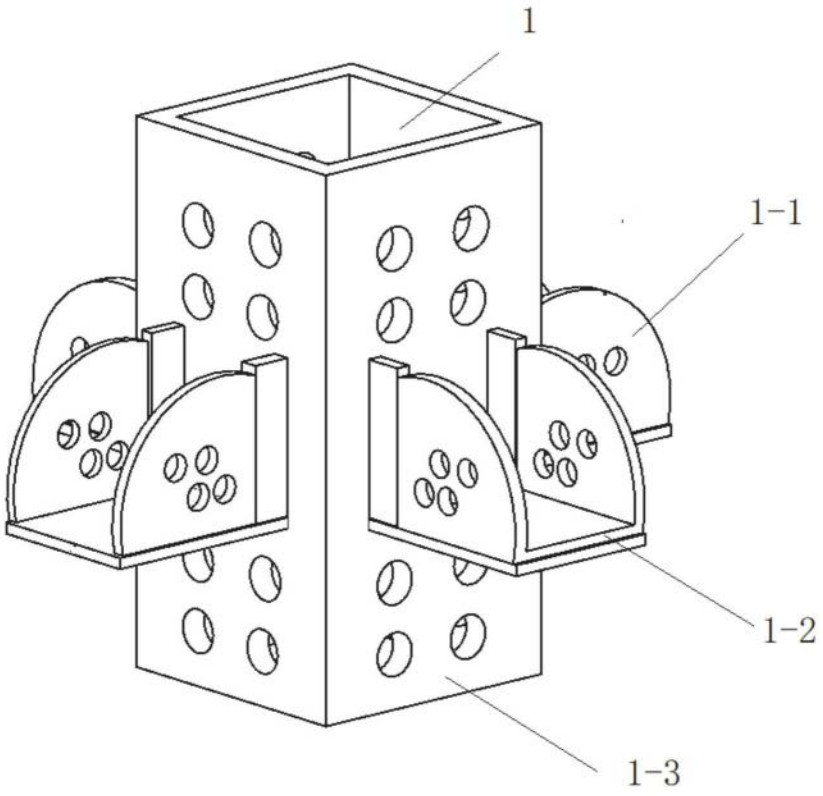


图3

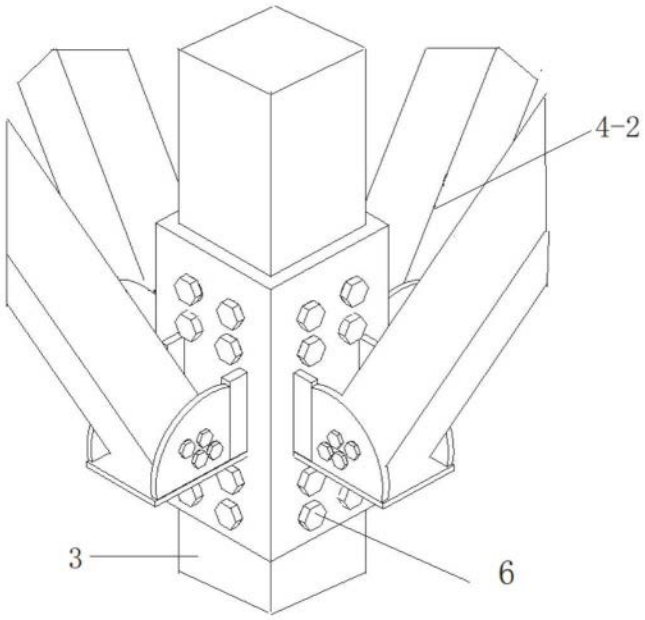


图4

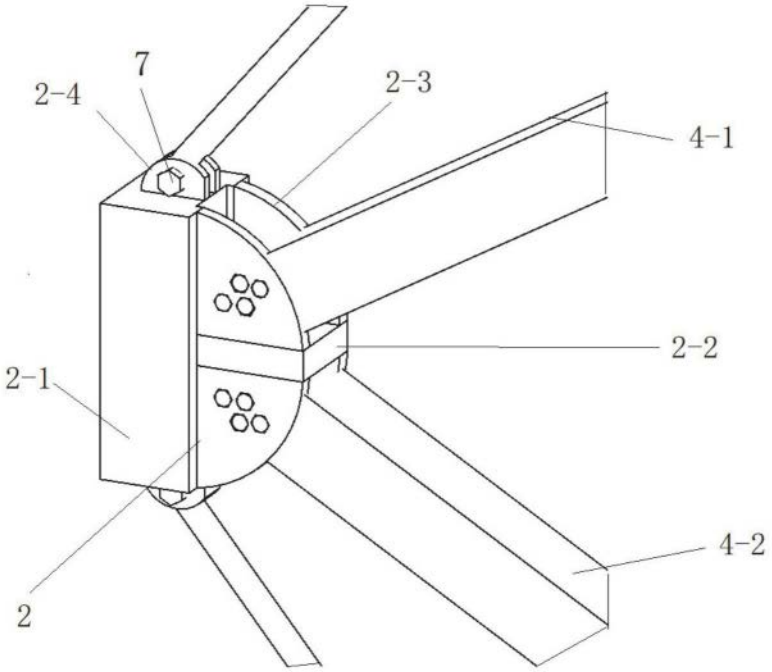


图5

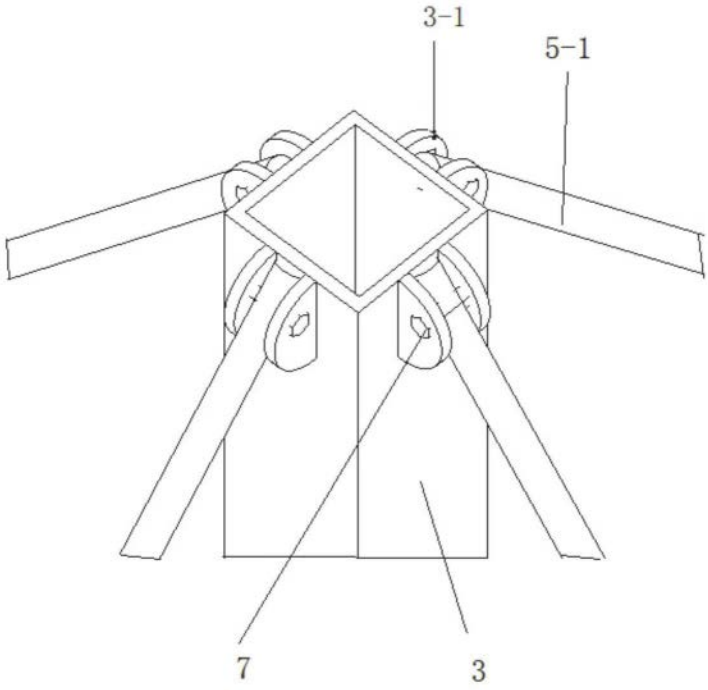


图6

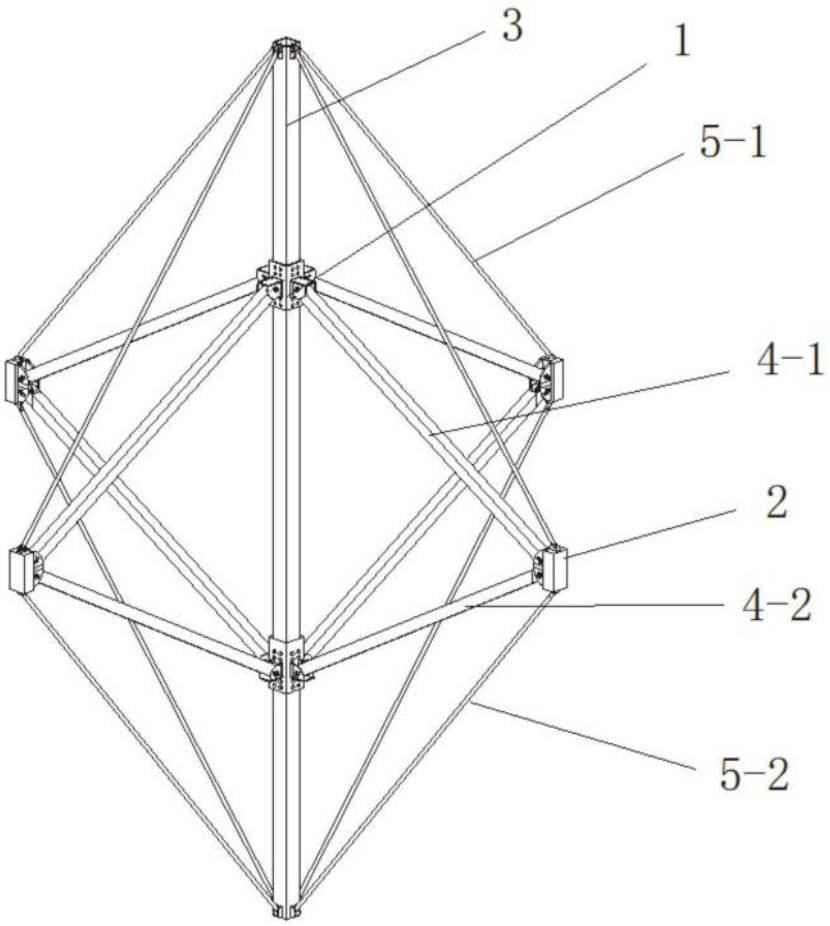


图7

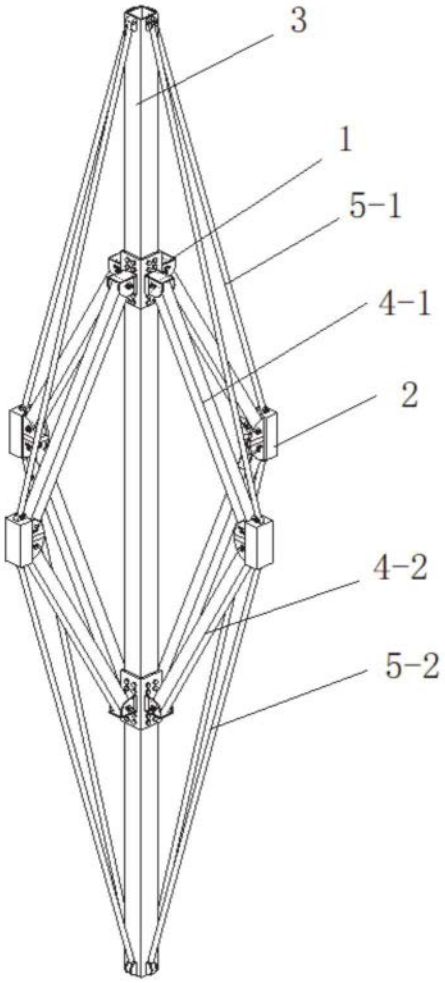


图8