



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102839747 A

(43) 申请公布日 2012. 12. 26

(21) 申请号 201210359143. 2

(22) 申请日 2012. 09. 24

(71) 申请人 中国建筑第八工程局有限公司  
地址 200122 上海市浦东新区世纪大道  
1568 号 27 层

(72) 发明人 黄波 周方华 姜滨厚 卢育坤  
吴洪章 郭青松

(74) 专利代理机构 上海唯源专利代理有限公司  
31229

代理人 曾耀先

(51) Int. Cl.

E04B 1/19 (2006. 01)

E04G 21/14 (2006. 01)

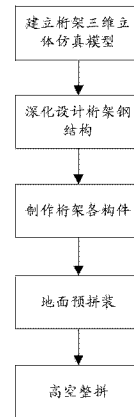
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

超高层异型结构钢结构桁架施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种超高层异型结构钢结构桁架施工方法,包括以下步骤:建立桁架的三维立体仿真模型;深化设计桁架钢结构;制作所述桁架的各构件;地面预拼装;高空整拼。由于采用了本发明的一种超高层异型结构钢结构桁架施工方法,实现了一种成功解决屋顶施工工作面小、异型结构定位困难、精准定位难度大、重型结构吊装危险性高等难点的超高层异型结构钢结构桁架施工方法,具有施工质量可靠性强,生产率高,施工进度快,经济与社会效益强的特点。



1. 一种超高层异型结构钢结构桁架施工方法,其特征在于,包括以下步骤:  
建立桁架的三维立体仿真模型;  
深化设计桁架钢结构;  
制作所述桁架的各构件;  
地面预拼装;  
高空整拼。
2. 如权利要求 1 所述超高层异型结构钢结构桁架施工方法,其特征在于:所述建立桁架的三维立体仿真模型步骤包括:  
根据施工要求建立整体模型的点坐标并形成线模型;  
利用所述线模型配合施工要求形成初步立体模型;  
对所述初步立体模型的每个节点单独细化;  
将节点细化后的所述初步立体模型叠放于主楼层屋面层结构图并对齐原点,形成三维立体仿真模型。
3. 如权利要求 1 所述超高层异型结构钢结构桁架施工方法,其特征在于:所述深化设计桁架钢结构步骤包括:  
将桁架结构划分为复数个单榀桁架,所述单榀桁架包括主榀桁架和次榀桁架,并利用所述三维立体仿真模型设定所述单榀桁架的结构;  
根据杆件重量数据,对所述单榀桁架中相邻杆件进行合理组合形成复数个构件,并将所述单榀桁架划分为复数个组件,形成单榀桁架的三维立体模型;  
仿真模拟土建与钢结构交叉施工处,确认土建与钢结构的交叉位置,定位预埋件的钢筋预留孔开孔位置及尺寸。
4. 如权利要求 1 所述超高层异型结构钢结构桁架施工方法,其特征在于:所述地面预拼装步骤包括:  
胎架搭设;  
胎架底部抄平;  
坐标预拼装;  
拟合法复核预拼装尺寸。
5. 如权利要求 4 所述超高层异型结构钢结构桁架施工方法,其特征在于:所述坐标预拼装步骤包括:  
建立一预拼装坐标系,将所述单榀桁架的三维立体模型放置于所述预拼装坐标系中;  
从预拼装坐标系中获取控制点坐标;  
根据所述控制点坐标,按照先主后次,先中间后两边的拼接顺序在所述胎架上进行杆件预拼装;  
连接相邻杆件和构件并临时连接板和构件,形成各所述组件。
6. 如权利要求 4 所述超高层异型结构钢结构桁架施工方法,其特征在于:所述拟合法复核预拼装尺寸步骤进一步包括:  
在现场建立一个随机坐标系;  
在所述随机坐标系中,使用全站仪测出各杆件控制点的三维坐标数据;  
利用各杆件控制点的三维坐标数据建立一拟合点模型图,并与原三维立体仿真模型进

行拟合,获得各杆件控制点的偏差数据;

当一杆件控制点偏差数据数值大于 10mm,对该控制点相邻杆件重新调整连接,并使用全站仪重新测量复测。

7. 如权利要求 1 所述超高层异型结构钢结构桁架施工方法,其特征在于:所述高空整拼步骤包括:

以从中间向两边的顺序每两个为一组地对称吊装主榀桁架,每吊装完一组主榀桁架后,在当前吊装的两主榀桁架与相邻主榀桁架之间分别吊装一次榀桁架,再将所述次榀桁架分别与相邻主榀桁架固定连接,直至桁架整体成形;

桁架坐标复核。

8. 如权利要求 7 所述超高层异型结构钢结构桁架施工方法,其特征在于:所述吊装主榀桁架和次榀桁架步骤包括:

根据三维立体仿真模型定位桁架柱脚的安装位置;

利用三维立体仿真模型模拟桁架分段安装过程,并获得拼装坐标数据;

使用塔吊将各组件吊装到位,并根据所述拼装坐标数据对组件的实际安装位置进行调整并将各组件点焊固定;

比对点焊固定后的各组件的现场坐标和所述拼装坐标数据,在确认偏差在合理范围后将所述各组件之间满焊固定。

9. 如权利要求 7 所述超高层异型结构钢结构桁架施工方法,其特征在于:所述桁架坐标复核包括步骤:

对整体桁架的关键控制点进行整体复核,将现场检测坐标与拼装坐标进行比较,偏差值超过 5mm 时割除重新焊接。

## 超高层异型结构钢结构桁架施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种桁架施工方法,尤指一种超高层异型结构钢结构桁架施工方法。

### 背景技术

[0002] 目前,国内的超高层建筑方兴未艾,钢结构以其强度高、刚度大、施工周期短以及抗震能力强的诸多优势被人们广泛地应用在了超高层建筑中,各类钢结构施工技术也呈蓬勃发展趋势。

[0003] 但是在超高层的环境下,钢结构的安装也同时面临着众多挑战,一般情况下,构件堆放场地狭隘及构件繁多的冲突、塔吊性能偏低与重型构件的冲突以及高空作业与环境恶劣的冲突等等因素都时刻影响着钢结构安装和工程整体的进度,而超高层屋顶异型结构的钢桁架施工除了受上述因素影响之外还存在屋顶施工工作面小、异型结构定位困难、精准定位难度大、重型结构吊装危险性高等难点。如何科学、有序、经济、合理地组织施工将对工程整体质量、进度及成本的有效控制起到关键性的作用。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术的缺陷,而提供一种超高层异型结构钢结构桁架施工方法,实现了一种成功解决屋顶施工工作面小、异型结构定位困难、精准定位难度大、重型结构吊装危险性高等难点的超高层异型结构钢结构桁架施工方法,具有施工质量可靠性强,生产率高,施工进度快,经济与社会效益强的特点。

[0005] 实现上述目的的技术方案是:

[0006] 本发明的一种超高层异型结构钢结构桁架施工方法,包括以下步骤:

[0007] 建立桁架的三维立体仿真模型;

[0008] 深化设计桁架钢结构;

[0009] 制作所述桁架的各构件;

[0010] 地面预拼装;

[0011] 高空整拼。

[0012] 上述建立桁架的三维立体仿真模型步骤包括:

[0013] 根据施工要求建立整体模型的点坐标并形成线模型;

[0014] 利用所述线模型配合施工要求形成初步立体模型;

[0015] 对所述初步立体模型的每个节点单独细化;

[0016] 将节点细化后的所述初步立体模型叠放于主楼层屋面层结构图并对齐原点,形成三维立体仿真模型。

[0017] 上述深化设计桁架钢结构步骤包括:

[0018] 将桁架结构划分为复数个单榀桁架,所述单榀桁架包括主榀桁架和次榀桁架,并利用所述三维立体仿真模型设定所述单榀桁架的结构;

[0019] 根据杆件重量数据,对所述单榀桁架中相邻杆件进行合理组合形成复数个构件,

并将所述单榀桁架划分为复数个组件,形成单榀桁架的三维立体模型;

[0020] 仿真模拟土建与钢结构交叉施工处,确认土建与钢结构的交叉位置,定位预埋件的钢筋预留孔开孔位置及尺寸。

[0021] 上述地面预拼装步骤包括:

[0022] 胎架搭设;

[0023] 胎架底部抄平;

[0024] 坐标预拼装;

[0025] 拟合法复核预拼装尺寸。

[0026] 上述坐标预拼装步骤包括:

[0027] 建立一预拼装坐标系,将所述单榀桁架的三维立体模型放置于所述预拼装坐标系中;

[0028] 从预拼装坐标系中获取控制点坐标;

[0029] 根据所述控制点坐标,按照先主后次,先中间后两边的拼接顺序在所述胎架上进行杆件预拼装;

[0030] 连接相邻杆件和构件并临时连接板和构件,形成各所述组件。

[0031] 上述拟合法复核预拼装尺寸步骤进一步包括:

[0032] 在现场建立一个随机坐标系;

[0033] 在所述随机坐标系中,使用全站仪测出各杆件控制点的三维坐标数据;

[0034] 利用各杆件控制点的三维坐标数据建立一拟合点模型图,并与原三维立体仿真模型进行拟合,获得各杆件控制点的偏差数据;

[0035] 当一杆件控制点偏差数据数值大于 10mm,对该控制点相邻杆件重新调整连接,并使用全站仪重新测量复测。

[0036] 上述安装桁架步骤包括:

[0037] 以从中间向两边的顺序每两个为一组地对称吊装主榀桁架,每吊装完一组主榀桁架后,在当前吊装的两主榀桁架与相邻主榀桁架之间分别吊装一次榀桁架,再将所述次榀桁架分别与相邻主榀桁架固定连接,直至桁架整体成形;

[0038] 桁架坐标复核。

[0039] 上述吊装主榀桁架和次榀桁架步骤包括:

[0040] 根据三维立体仿真模型定位桁架柱脚的安装位置;

[0041] 利用三维立体仿真模型模拟桁架分段安装过程,并获得拼装坐标数据;

[0042] 使用塔吊将各组件吊装到位,并根据所述拼装坐标数据对组件的实际安装位置进行调整并将各组件点焊固定;

[0043] 比对点焊固定后的各组件的现场坐标和所述拼装坐标数据,在确认偏差在合理范围后将所述各组件之间满焊固定。

[0044] 上述桁架坐标复核包括步骤:

[0045] 对整体桁架的关键控制点进行整体复核,将现场检测坐标与拼装坐标进行比较,偏差值超过 5mm 时割除重新焊接。

[0046] 本发明由于采用了以上技术方案,使其具有以下有益效果是:

[0047] 通过利用计算机建立三维立体仿真模型模拟现场施工,钢结构深化设计实现了对

桁架安装进行了合理的分段。利用首层现场空地搭设胎架进行地面预拼装,配合三维立体仿真模型的坐标数据,实现了桁架组件的结构高精度组装,解决了屋顶施工工作面小、异型结构定位困难、精准定位难度大的问题。经拟合法复核预拼装尺寸无误后,对桁架组件进行高空整拼,解决了重型结构吊装危险性高的问题的同时,也有效地控制施工质量,加快施工进度,具有施工质量可靠性强,生产率高,施工进度快,经济与社会效益强的特点。

### 附图说明

- [0048] 图 1 为本发明超高层异型结构钢结构桁架施工方法的流程图；  
[0049] 图 2 为本发明超高层异型结构钢结构桁架施工方法的桁架结构示意图；  
[0050] 图 3 为本发明超高层异型结构钢结构桁架施工方法的单榀桁架结构示意图；  
[0051] 图 4 为本发明超高层异型结构钢结构桁架施工方法的单榀桁架分段结构示意图。

### 具体实施方式

- [0052] 下面结合具体实施例对本发明作进一步说明。
- [0053] 请参阅图 1,本发明的一种超高层异型结构钢结构桁架施工方法,包括以下步骤:
- [0054] 首先,建立桁架的三维立体仿真模型;
- [0055] 步骤一:利用预设节点坐标列表,输入 AutoCAD 中,建立整体模型的点坐标。根据侧视图和正视图,将节点连接成线模型;
- [0056] 步骤二:根据预设杆件截面图结合杆件截面尺寸表,利用线模型,将各连线作为杆件的定位控制轴线,运用三维扫掠、拉伸、放样等绘图命令生成初步立体模型;
- [0057] 步骤三:利用线模型简单生成的立体模型是不完整的,因未考虑到杆件与杆件的连接方式,杆件与杆件交点错位,多根杆件交叉在在同一个地方并嵌入其他杆件内部,造成节点不清,针对节点处的连接,结合钢结构节点做法,得出最优接连方式后,综合利用布尔运算中的交集、差集、并集,及剖切、拖拽、抽壳对每个节点单独细化;
- [0058] 步骤四:将细节连接深化完成后的立体模型叠放于主楼层屋面层结构图上,将模型原点与平面图原点对齐,以便后续施工利用仿真模型读取坐标用于现场定位安装,形成三维立体仿真模型。
- [0059] 然后,深化设计桁架钢结构;
- [0060] 请参阅图 2,将桁架 1 结构划分为复数个单榀桁架 10,单榀桁架 10 包括主榀桁架 101 和次榀桁架 102,并利用三维立体仿真模型设定单榀桁架 10 的结构;以主杆件为主,大杆件、支撑及附带的小杆件组合成单榀桁架 10,将整体桁架拆分成 7 榀,其中 4 主榀桁架 101,3 次榀桁架 102;每榀桁架 10 单独预拼装,每榀桁架 10 中间的短横杆现场可调节的空间较大,可不进行整体预拼装,在整体安装时再安装,运用该思想解决预拼装区域不足问题。
- [0061] 请参阅图 3、图 4,根据杆件重量数据,对单榀桁架 10 中相邻杆件进行合理组合形成复数个构件,并通过分割线 104 将单榀桁架 10 划分为复数个组件 103,形成单榀桁架 10 的三维立体模型;
- [0062] 仿真模拟土建与钢结构交叉施工处,核对土建的柱定位图,将钢筋生成简单的柱状立体模型,根据预埋件的定位图纸,将预埋件与土建的钢筋模型相重合,从而确认具体的

交叉位置,定位预埋件的钢筋预留孔开孔位置及尺寸。

[0063] 接着,制作桁架的各构件;

[0064] 再接着,地面预拼装,包括步骤:

[0065] 1、胎架搭设;现场使用 28a# 工字钢搭设胎架。胎架尺寸为 12000×16000mm。主受力构件为 28a 工字钢,间距 1500mm,中间采用 A48×3.5 钢管连接,间距 1500mm,钢管与工字钢焊接连接,使整个胎架构成整体。

[0066] 2、胎架底部抄平;胎架底部根据底标高高低的不同,采用两种方式抄平。底标高相差不大的位置,使用 10mm 或 20mm 高的钢板做垫板将标高调整到位。标高相差较大的位置,测量具体的尺寸,直接使用 28a 工字钢垫平。

[0067] 3、坐标预拼装;

[0068] (1) 以现场预拼装施工方便、定位精准为前提,建立一预拼装坐标系,将单榀桁架的三维立体模型放置于预拼装坐标系中,以主杆件顶端为原点,沿主杆件中线为 X 轴,垂直主杆件为 Y 轴,垂直胎架平面向上为 Z 轴。

[0069] (2) 从预拼装坐标系中获取控制点坐标;

[0070] (3) 根据控制点坐标,按照先主后次,先中间后两边的拼接顺序在胎架上进行杆件预拼装;

[0071] (4) 连接相邻杆件和构件并临时连接板和构件,形成各组件 103。钢结构深化时已将每榀桁架 10 合理分段,为了现场安装的吊装施工方便和定位准确,局部小杆件与主杆件满焊,大杆件分成几个构件,构件之间点焊固定,并预先做好临时连接板。

[0072] 4、拟合法复核预拼装尺寸。

[0073] (1) 在现场建立一个随机坐标系,即任取地上的一个点作为坐标原点,任一个方向的一条直线为 X 轴,地面竖直向上为 Z 轴;

[0074] (2) 在随机坐标系中,使用全站仪测出各杆件控制点的三维坐标数据;

[0075] (3) 利用各杆件控制点的三维坐标数据建立一拟合点模型图,并与原三维立体仿真模型进行拟合,获得各杆件控制点的偏差数据;

[0076] 记录好收集到的各杆件控制点的数据,主要需要以下的数据:杆件圆心点、杆件切分点。测量完全部杆件的控制点坐标后,将坐标输入 CAD 中,可以建立一个拟合点模型图。将拟合点模型图与原三维模型进行拟合,使最多的点与原模型重合或在最近距离范围内。理论上,点模型与圆模型可以完全重合,每个输入点都与原模型的控制点重合。因为施工误差,点与原模型控制点不在同一坐标,两点的距离就是现场预拼装的施工误差。

[0077] (4) 针对拟合法复核尺寸偏差后的三种情况做如下处理:

[0078] 杆件控制点偏差数据数值在 5mm 内,拼装合格,无须整改。

[0079] 杆件控制点偏差数据数值大于 5mm 小于 10mm 的,为尺寸微偏差。着重注意,该偏差尚可在现场安装中进行局部微调,故亦无须整改。

[0080] 杆件控制点偏差数据数值大于 10mm 的,对该控制点相邻杆件重新调整连接,并使用全站仪重新测量复测,合格后方可满焊用于现场安装。

[0081] 最后,高空整拼。

[0082] 请参阅图 2,以从中间向两边的顺序每两个为一组地对称吊装主榀桁架 101,每吊装完一组主榀桁架 101 后,在当前吊装的两主榀桁架 101 与相邻主榀桁架 101 之间分别吊

装一次榑桁架 102,再将次榑桁架 102 分别与相邻主榑桁架 101 固定连接,直至桁架 1 整体成形;

[0083] 即先安装内侧的一组主榑桁架 101,然后暂时用揽风绳固定住,然后立即开始安装吊装最中间的次榑桁架 102,吊装到位后,立即将已安装好的三个单榑桁架 10 连成整体,拆去揽风绳;

[0084] 接着安装外侧的两主榑桁架 101,为最大的单榑桁架。最后安装另外两个次榑桁架 102。这次榑桁架 102 亦为小杆件构成的桁架,一步安装到位。最后将全部横杆件吊装到位,形成一个完整的整体。

[0085] 桁架 1 坐标复核;对整体桁架 1 的关键控制点进行整体复核,将现场检测坐标与拼装坐标进行比较,偏差值超过 5mm 时割除重新焊接。

[0086] 另外,吊装主榑桁架和次榑桁架时:

[0087] 首先根据三维立体仿真模型定位桁架柱脚的安装位置;

[0088] 然后利用三维立体仿真模型模拟桁架分段安装过程,并获得拼装坐标数据;根据已经明确的分段要求,将模型分解成不同的分段,模拟每个分段的拼装情况,事先电脑模拟,找出高空整拼需要的数据及相应的准备;

[0089] 再根据三维坐标对构件的实际安装位置进行调整。在两个构件的连接处进行微调,分别在两个构件接口处焊接调节板,将千斤顶嵌入调节板中间,配合撬棍,将构件调整到位。考虑到高空操作,风荷载很大,使用手拉葫芦和钢丝绳做揽风绳使用。将构件调整到位后,点焊进行固定;

[0090] 最后,比对点焊固定后的各组件的现场坐标和拼装坐标数据,在确认偏差在合理范围后将各组件之间满焊固定。

[0091] 现场主要采用管相贯 CO<sub>2</sub> 焊,焊丝为 E501T-1,直径  $\Phi 1.2\text{mm}$ 。

[0092] 焊接要求:

[0093] 1) 焊接前应对焊缝坡口区域进行彻底打磨,去除油污、铁锈、氧化皮等杂物直至露出金属光泽。

[0094] 2) 焊前、焊后均不得对试板进行预热、后热、锤击、热处理。

[0095] 3) 焊接过程中不得对层间和表面焊缝进行打磨和修补,但焊后应清除焊渣、飞溅等。

[0096] 4) 焊接工艺参数详见焊接工艺指导书。

[0097] 可采用管相贯焊试件的检验:

[0098] 焊缝外观检查用 5 倍放大镜目测,表面质量合格后方可进行其它项目的检验,其表面质量应符合下列要求:

[0099] 1) 试件焊缝表面无裂纹、未焊满、未熔合、气孔、夹渣、焊瘤等缺陷。

[0100] 2) 焊缝边缘应圆滑过渡到母材;焊缝表面咬边和表面凹陷深度不应大于 0.5mm,咬边总长应不大于焊缝全长的 5%,且不大于 12mm。

[0101] 也可采用超声波探伤:

[0102] 超声波探伤应符合《钢结构超声波探伤及质量分级法》

[0103] (JG/T203-2007)规定的要求(见图 5.3.3-2 焊工考试检测、图 5.3.3-3 现场实体检测)。



[0104] 试件经 UT 检测后,每件试件均应在趾部区、侧部区、及跟部区各取一宏观酸蚀试样。试验应符合国家现行标准《钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法》(GB-226)的规定;试样的尺寸应符合标准要求。

[0105] 经宏观酸蚀试验,试样接头及热影响区表面不应有肉眼可见的裂纹、未熔合等缺陷。

[0106] 通过利用计算机建立三维立体仿真模型模拟现场施工,钢结构深化设计实现了对桁架安装进行了合理的分段。利用首层现场空地搭设胎架进行地面预拼装,配合三维立体仿真模型的坐标数据,实现了桁架组件的结构高精度组装,解决了屋顶施工工作面小、异型结构定位困难、精准定位难度大的问题。经拟合法复核预拼装尺寸无误后,对桁架组件进行高空整拼,解决了重型结构吊装危险性高的问题的同时,也有效地控制施工质量,加快施工进度,具有施工质量可靠性强,生产率高,施工进度快,经济与社会效益强的特点。

[0107] 以上结合附图实施例对本发明进行了详细说明,本领域中普通技术人员可根据上述说明对本发明做出种种变化例。因而,实施例中的某些细节不应构成对本发明的限定,本发明将以所附权利要求书界定的范围作为本发明的保护范围。

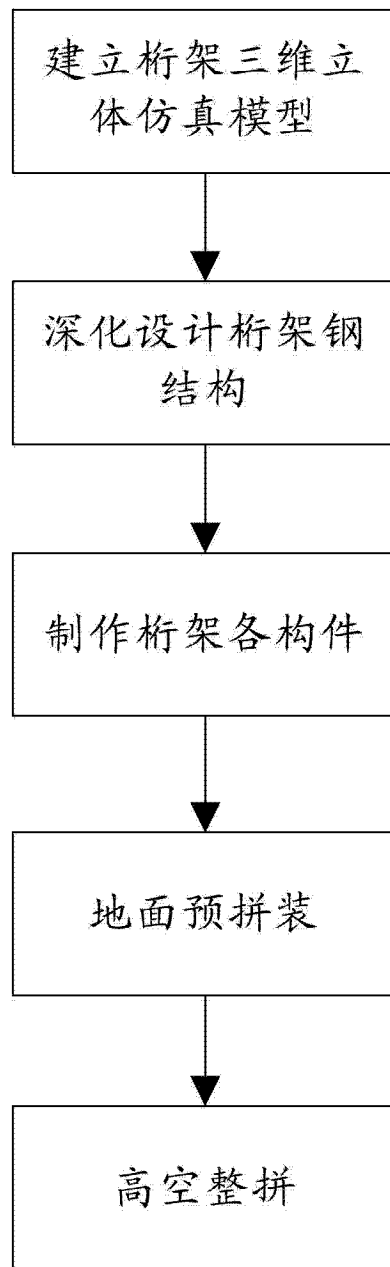


图 1

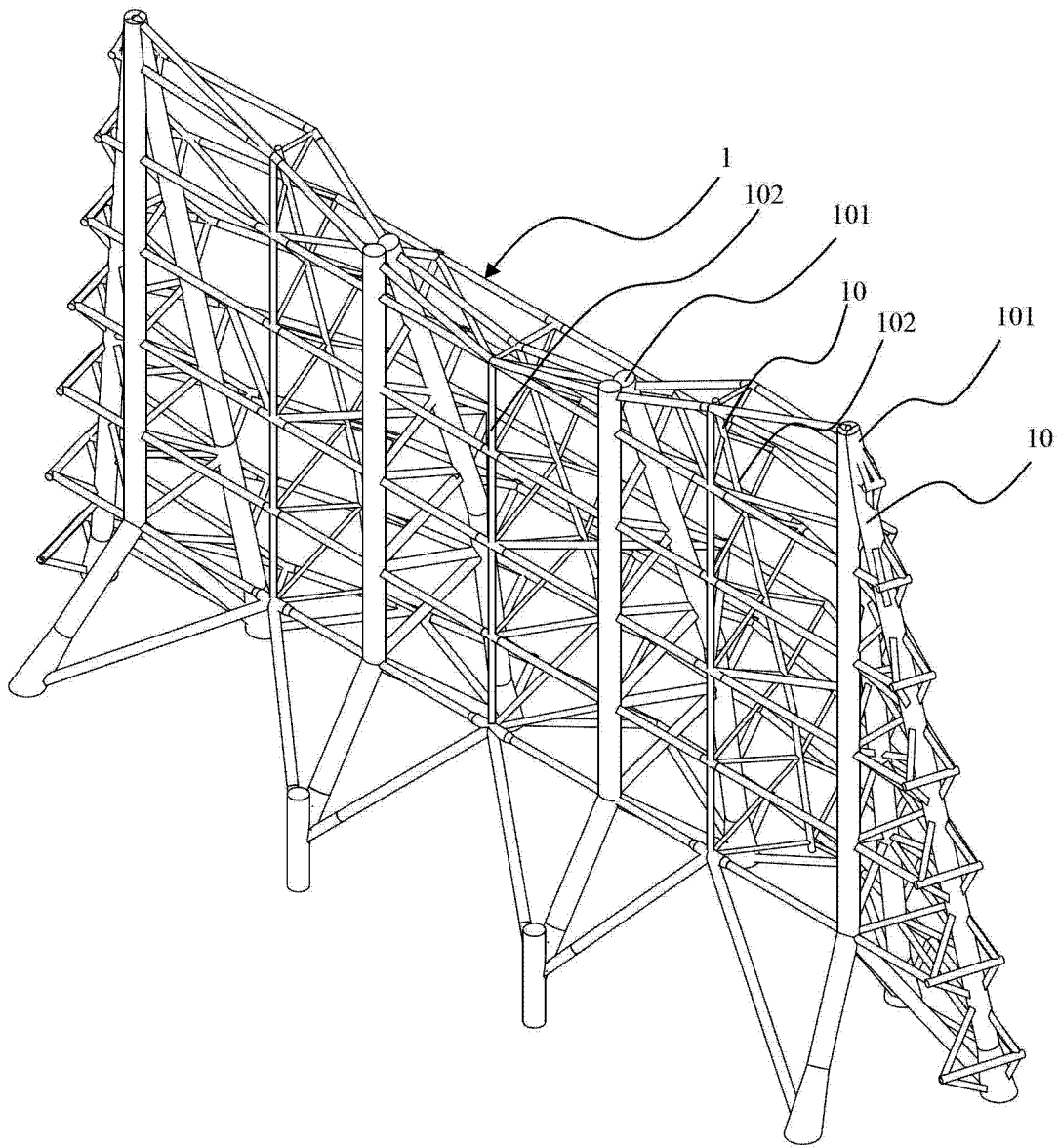


图 2

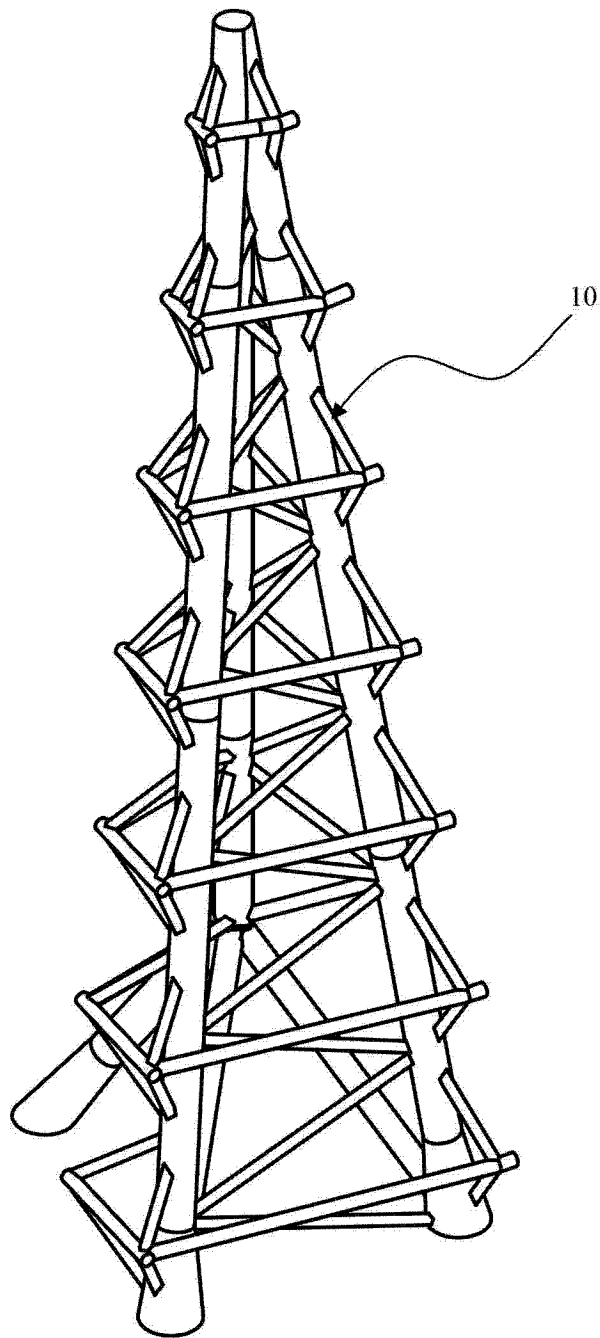


图 3

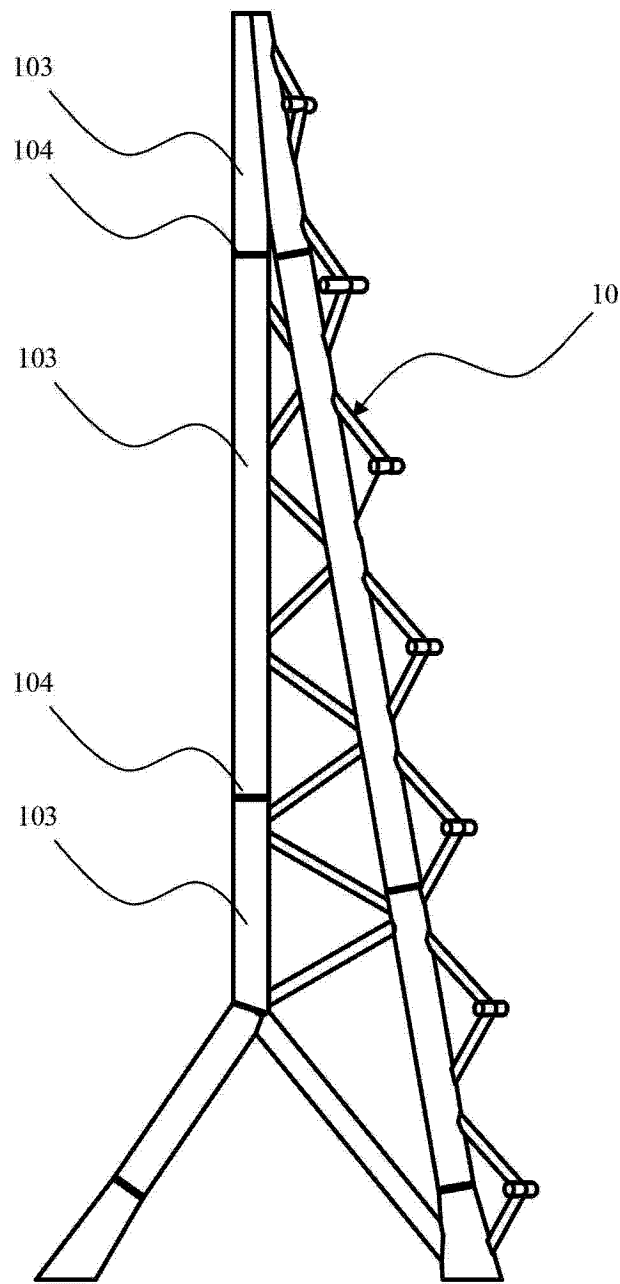


图 4