



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117051975 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 14

(21) 申请号 202311025360.2

(22) 申请日 2023.08.15

(71) 申请人 上海建筑设计研究院有限公司

地址 200041 上海市静安区石门二路258号

(72) 发明人 李瑞雄 姜琦 贾水钟 李亚明

(74) 专利代理机构 上海思微知识产权代理事务

所(普通合伙) 31237

专利代理师 曹廷廷

(51) Int. Cl.

E04B 1/342 (2006.01)

E04B 7/08 (2006.01)

E04B 7/10 (2006.01)

E04G 21/14 (2006.01)

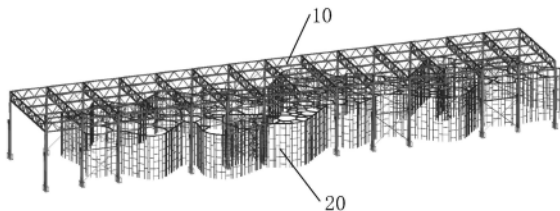
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

悬挂铝合金屋面混合结构及其施工方法

(57) 摘要

本发明涉及建筑结构技术领域,尤其涉及一种悬挂铝合金屋面混合结构及其施工方法,悬挂铝合金屋面混合结构包括:包括桁架组件及悬吊于桁架组件下方的屋面组件,其中;屋面组件,包括铝合金网格屋面、外环梁及若干屋面支撑柱,铝合金网格屋面通过若干吊杆悬挂于桁架组件下方,外环梁沿周向布置在铝合金网格屋面的外边界,屋面支撑柱沿外环梁的周向布置在外环梁的下方并支撑外环梁,且外环梁与铝合金网格屋面共面。通过设置桁架组件对铝合金网格屋面进行悬挂,铝合金网格屋面的边界可为任意弧形或不规则形态,进而满足复杂、不规则建筑形态结构体系需求,解决了大跨度平板式铝合金网格屋面采用单层轻薄结构无法实现的难题。



1. 一种悬挂铝合金屋面混合结构,其特征在于,包括桁架组件及悬吊于所述桁架组件下方的屋面组件,其中;

所述屋面组件,包括铝合金网格屋面、外环梁及若干屋面支撑柱,所述铝合金网格屋面通过若干吊杆悬挂于所述桁架组件下方,所述外环梁沿周向布置在所述铝合金网格屋面的外边界,所述屋面支撑柱沿所述外环梁的周向布置在所述外环梁的下方并支撑所述外环梁,且所述外环梁与所述铝合金网格屋面共面。

2. 根据权利要求1所述的悬挂铝合金屋面混合结构,其特征在于,所述铝合金网格屋面由若干网格单元组成,所述网格单元为由若干铝合金杆件围合而成的封闭图形。

3. 根据权利要求2所述的悬挂铝合金屋面混合结构,其特征在于,每根所述铝合金杆件的端部均为三根所述铝合金杆件的交汇节点。

4. 根据权利要求2所述的悬挂铝合金屋面混合结构,其特征在于,所述吊杆沿竖向设置,且所述吊杆的顶端与所述桁架组件铰接,底端与所述铝合金杆件铰接。

5. 根据权利要求4所述的悬挂铝合金屋面混合结构,其特征在于,所述吊杆的长度可调。

6. 根据权利要求1所述的悬挂铝合金屋面混合结构,其特征在于,所述屋面组件还包括若干设置在所述铝合金网格屋面内的核心筒单元,所述核心筒单元包括内环梁及核心筒支撑柱,所述内环梁与所述铝合金网格屋面共面,所述核心筒支撑柱沿所述内环梁的周向布置在所述内环梁的下方并支撑所述内环梁。

7. 根据权利要求6所述的悬挂铝合金屋面混合结构,其特征在于,相邻的两根所述核心筒支撑柱以及相邻的两根所述屋面支撑柱之间均布置有若干横隔梁,部分相邻的两根所述核心筒支撑柱之间还设置有柱间支撑。

8. 根据权利要求6所述的悬挂铝合金屋面混合结构,其特征在于,所述核心筒支撑柱的顶部与所述内环梁铰接,所述屋面支撑柱的顶部与所述外环梁铰接。

9. 根据权利要求1所述的悬挂铝合金屋面混合结构,其特征在于,所述桁架组件包括若干平行设置的主桁架、若干平行设置的次桁架以及若干桁架支撑柱,所述主桁架与所述次桁架垂直连接,所述桁架支撑柱设置在所述主桁架与所述次桁架的连接处。

10. 根据权利要求1所述的悬挂铝合金屋面混合结构,其特征在于,所述桁架支撑柱的横截面尺寸大于所述屋面支撑柱的横截面尺寸。

11. 一种根据权利要求1-10中任一项所述的悬挂铝合金屋面混合结构的施工方法,其特征在于,包括:

依次安装好桁架组件及屋面组件;

在所述屋面组件的铝合金网格屋面与所述桁架组件之间安装吊杆;

根据理论计算所述铝合金网格屋面的竖向变形量,在恒定荷载作用下调整所述吊杆的长度,使所述铝合金网格屋面在自重下进行弹性预起拱,并通过控制所述铝合金网格屋面各节点的三维坐标以控制所述铝合金网格屋面的弹性预起拱量,直至所述铝合金网格屋面各节点的三维坐标与设计值一致。

悬挂铝合金屋面混合结构及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑结构技术领域,尤其涉及一种悬挂铝合金屋面混合结构及其施工方法。

背景技术

[0002] 因铝合金材料具有轻量化、耐腐蚀、易于挤压成型、工业化、装配式、易回收、再处理成本低、再利用率高等优点,铝合金作为结构承重材料的应用越来越广泛,铝合金网格结构逐渐成为常见的大跨结构体系。目前的铝合金单层网格结构体系多运用于柱面网壳、球壳等构件以受拉为主的壳体结构,该类结构体系一般都需要有较强的边界支撑及约束条件,无法满足平面以及框架类的建筑要求,而且也难以适应复杂边界尤其是自由边界的结构形式,以及难以适应日新月异结构体系的受力要求。

[0003] 传统的铝合金网格结构体系由板式节点连接形成,在网壳类结构中构件以轴压力为主,板式节点为外贴节点板连接上翼缘和下翼缘,腹板一般不连接,但在平板式屋面结构中,铝合金构件受力不是以轴力为主,而是受弯矩、剪力、扭矩为主,大跨结构中屋面刚度弱,往往不能满足建筑跨越较大空间,为满足其刚度、强度、稳定性的要求,需要在网格结构的底部增设支撑柱,如此支撑柱的设计将会影响网格结构下方区域的使用,无法实现大跨度空间结构的建筑需求,且支撑柱的数量较多,还对室内采光形成影响,建筑室内空间无法充分利用。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种悬挂铝合金屋面混合结构及其施工方法,解决了大跨度平板式铝合金网格屋面采用单层轻薄结构无法实现的难题。

[0005] 为了达到上述目的,本发明提供了一种悬挂铝合金屋面混合结构,包括桁架组件及悬吊于所述桁架组件下方的屋面组件,其中;

[0006] 所述屋面组件,包括铝合金网格屋面、外环梁及若干屋面支撑柱,所述铝合金网格屋面通过若干吊杆悬挂于所述桁架组件下方,所述外环梁沿周向布置在所述铝合金网格屋面的外边界,所述屋面支撑柱沿所述外环梁的周向布置在所述外环梁的下方并支撑所述外环梁,且所述外环梁与所述铝合金网格屋面共面。

[0007] 可选的,所述铝合金网格屋面由若干网格单元组成,所述网格单元为由若干铝合金杆件围合而成的封闭图形。

[0008] 可选的,每根所述铝合金杆件的端部均为三根所述铝合金杆件的交汇节点。

[0009] 可选的,所述吊杆沿竖向设置,且所述吊杆的顶端与所述桁架组件铰接,底端与所述铝合金杆件铰接。

[0010] 可选的,所述吊杆的长度可调。

[0011] 可选的,所述屋面组件还包括若干设置在所述铝合金网格屋面内的核心筒单元,所述核心筒单元包括内环梁及核心筒支撑柱,所述内环梁与所述铝合金网格屋面共面,所

述核心筒支撑柱沿所述内环梁的周向布置在所述内环梁的下方并支撑所述内环梁。

[0012] 可选的,相邻的两根所述核心筒支撑柱以及相邻的两根所述屋面支撑柱之间均布置有若干横隔梁,部分相邻的两根所述核心筒支撑柱之间还设置有柱间支撑。

[0013] 可选的,所述核心筒支撑柱的顶部与所述内环梁铰接,所述屋面支撑柱的顶部与所述外环梁铰接。

[0014] 可选的,所述桁架组件包括若干平行设置的主桁架、若干平行设置的次桁架以及若干桁架支撑柱,所述主桁架与所述次桁架垂直连接,所述桁架支撑柱设置在所述主桁架与所述次桁架的连接处。

[0015] 可选的,所述桁架支撑柱的横截面尺寸大于所述屋面支撑柱的横截面尺寸。

[0016] 在本发明提供的悬挂铝合金屋面混合结构中,至少具有以下有益效果之一:

[0017] 1) 通过设置桁架组件对铝合金网格屋面进行悬挂,铝合金网格屋面的边界可为任意弧形或不规则形态,进而满足复杂、不规则建筑形态结构体系需求,解决了大跨度平板式铝合金网格屋面采用单层轻薄结构无法实现的难题,屋面采用铝合金材料自重更轻,且能满足温室、游泳馆等室内温湿度较高的特殊使用环境中防腐蚀性难题;

[0018] 2) 竖向力作用下,由于铝合金网格屋面的大部分重量由上方的桁架组件悬挂承担,屋面内、外边界处的支撑柱的截面可大幅减小,立面同样可实现高通透性的建筑效果;

[0019] 3) 在地震或风荷载等水平力作用下,下部核心筒和柱间支撑可承担下部屋面组件的大部分水平力,作为下部屋面组件承担水平力的主要结构构件,屋面支撑柱承担较小的水平力,弯矩等内力大幅减小,从而大幅减小屋面支撑柱的截面,实现通透的外立面建筑效果,此外,上部钢桁架也同样可承担水平力,上下悬挂形成混合受力的悬挂混合结构体系。

[0020] 基于同一发明构思,本发明还提供了一种如上所述的悬挂铝合金屋面混合结构的施工方法,包括:

[0021] 依次安装好桁架组件及屋面组件;

[0022] 在所述屋面组件的铝合金网格屋面与所述桁架组件之间安装吊杆;

[0023] 根据理论计算所述铝合金网格屋面的竖向变形量,在恒定荷载作用下调整所述吊杆的长度,使所述铝合金网格屋面在自重下进行弹性预起拱,并通过控制所述铝合金网格屋面各节点的三维坐标以控制所述铝合金网格屋面的弹性预起拱量,直至所述铝合金网格屋面各节点的三维坐标与设计值一致。

[0024] 在本发明提供的悬挂铝合金屋面混合结构的施工方法中,通过在恒定荷载作用下调整吊杆的长度,控制所述铝合金网格屋面的各节点的三维坐标以控制所述铝合金网格屋面的弹性预起拱量,使铝合金网格屋面在自重下弹性预拱,全部恒定荷载施加后,即全部安装完成后铝合金网格屋面正好恢复至初始形态,这样在使用阶段就不会有反坡和下巴积水问题。

附图说明

[0025] 本领域的普通技术人员应当理解,提供的附图用于更好地理解本发明,而不对本发明的范围构成任何限定。其中:

[0026] 图1为本发明一实施例提供的悬挂铝合金屋面混合结构的三维示意图;

[0027] 图2为本发明一实施例提供的悬挂铝合金屋面混合结构的正视图;

- [0028] 图3为本发明一实施例提供的铝合金网格屋面的三维示意图；
- [0029] 图4为本发明一实施例提供的铝合金网格屋面的俯视图；
- [0030] 图5为本发明一实施例提供的吊杆顶部与主桁架的连接示意图；
- [0031] 图6为图5的侧视图；
- [0032] 图7为本发明一实施例提供的吊杆底部的连接示意图；
- [0033] 图8为图7的侧视图；
- [0034] 图9为本发明一实施例提供的桁架组件的三维示意图。
- [0035] 其中：
- [0036] 10-桁架组件；11-主桁架；12-次桁架；13-桁架支撑柱；14-桁架柱间支撑；20-屋面组件；21-铝合金网格屋面；22-外环梁；23-屋面支撑柱；24-核心筒单元；25-横隔梁；30-吊杆；41-销轴；42-耳板；43-关节轴承铰接节点。

具体实施方式

[0037] 为使本发明的目的、优点和特征更加清楚,以下结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。需要说明的是,附图采用非常简化的形式且均使用非精准的比例,仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的,并非用以限定本发明实施的限定条件,故不具有技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本发明所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本发明所揭示的技术内容能涵盖的范围内。

[0038] 还应当理解的是,除非特别说明或者指出,否则说明书中的术语“第一”、“第二”、“第三”等描述仅仅用于区分说明书中的各个组件、元素、步骤等,而不是用于表示各个组件、元素、步骤之间的逻辑关系或者顺序关系等。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0039] 请参照图1-图3,本实施例提供了一种悬挂铝合金屋面混合结构,包括桁架组件及悬吊于桁架组件10下方的屋面组件20,其中;

[0040] 屋面组件20,包括铝合金网格屋面21、外环梁22及若干屋面支撑柱23,铝合金网格屋面21通过若干吊杆30悬挂于桁架组件10下方,外环梁22沿周向布置在铝合金网格屋面21的外边界,屋面支撑柱23沿外环梁22的周向布置在外环梁22的下方并支撑外环梁22,且外环梁22与铝合金网格屋面21共面。

[0041] 通过设置桁架组件10对铝合金网格屋面21进行悬挂,铝合金网格屋面21的边界可为任意弧形或不规则形态,进而满足复杂、不规则建筑形态结构体系需求,解决了大跨度平板式铝合金网格屋面21采用单层轻薄结构无法实现的难题,屋面采用铝合金材料自重更轻,且能满足温室、游泳馆等室内温湿度较高的特殊使用环境中防腐蚀性难题。并且,由于铝合金网格屋面21的大部分重量由上方的桁架组件10悬挂承担,屋面支撑柱23的截面可大幅减小,立面同样可实现高通透性的建筑效果。

[0042] 具体的,请结合图4,铝合金网格屋面21为平板形式或单坡平板式,铝合金网格屋

面21由若干网格单元组成,网格单元为由若干铝合金杆件围合而成的封闭图形。屋面平板网格可根据需要任意划分,网格可为多边形。

[0043] 优选的,每根铝合金杆件的端部均为三根铝合金杆件的交汇节点,以增大铝合金网格屋面21的平面内刚度,三根铝合金杆件的交汇节点均为刚性连接。

[0044] 本实施例中,外环梁22沿周向布置在铝合金网格屋面21的外边界,且外环梁22与铝合金网格屋面21共面,外环梁22为钢环梁,屋面支撑柱23为钢柱,在外边界处铝合金杆件与外环梁22刚性连接,屋面支撑柱23的顶部与外环梁22铰接。

[0045] 本实施例中,铝合金网格屋面21通过若干吊杆30悬挂于桁架组件10下方,吊杆30沿竖向设置,且吊杆30的顶端与桁架组件10铰接,底端与铝合金杆件铰接。对吊杆30进行定位安装时,可将桁架组件10与铝合金网格屋面21投影至水平面上,找到桁架组件10的下弦杆与铝合金杆件的投影交点,可根据计算需要布置吊杆30,连接下弦杆与铝合金杆件的节点即为吊杆30位置,此处吊杆30沿重力方向垂直向下。

[0046] 优选的,请参照图5-图8,吊杆30顶部可采用销轴41和耳板42与桁架组件10的下弦杆铰接连接,吊杆30底部可采用关节轴承铰接节点43与铝合金杆件连接。

[0047] 优选的,吊杆30的长度可调,以便于后续调节铝合金网格屋面21的位姿。

[0048] 请继续参照图3,屋面组件20还包括若干设置在铝合金网格屋面21内的核心筒单元24,核心筒单元24包括内环梁及核心筒支撑柱,内环梁与铝合金网格屋面21共面,核心筒支撑柱沿内环梁的周向布置在内环梁的下方并支撑内环梁。为了满足建筑交通或使用空间需求,可在铝合金网格屋面21内设置核心筒单元24,核心筒形状可任意形状,其外边界可布置内环梁,并根据受力布置核心筒支撑柱。核心筒单元24可作为下部建筑抵抗水平力的主要构件,核心筒单元24承担大部分地震、风等水平力,因此,屋面支撑柱23承担的水平力大幅减小,主要承担边界区域竖向荷载,因此屋面支撑柱23的截面可大幅减小,实现建筑外立面通透美观。

[0049] 本实施例中,内环梁圈设的区域不需要布置铝合金构件,由此具有更好的通透性,满足不同的建筑需求。内环梁及核心筒支撑柱均为钢构件,内环梁与周边的铝合金构件刚性连接,核心筒支撑柱的顶端与内环梁铰接。

[0050] 优选的,相邻的两根核心筒支撑柱以及相邻的两根屋面支撑柱23之间均布置有若干横隔梁25。进一步优选的,由于受力大小的不同,相邻的两根核心筒支撑柱之间的横隔梁25可采用柱间支撑加横隔梁的组合形式,即部分相邻的两根所述核心筒支撑柱之间还设置有柱间支撑,以提高核心筒的受力性能。横隔梁25根据建筑及幕墙任意划分,横隔梁在立面的直线段处为直线,在弧线段处为弧形。

[0051] 本实施例中,核心筒支撑柱及屋面支撑柱23与横隔梁25均为刚性连接。

[0052] 请参照图9,桁架组件10包括若干平行设置的主桁架11、若干平行设置的次桁架12以及若干桁架支撑柱13,主桁架11与次桁架12垂直连接,桁架支撑柱13设置在主桁架11与次桁架12的连接处。

[0053] 本实施例中,桁架组件10为双向桁架,如此设计不仅可以增大桁架结构的刚度和强度,同时还可以增加吊杆30的吊点,提高整体的受力性能提升。桁架组包括主桁架11和次桁架12,主桁架11沿跨度方向布置,次桁架12垂直主桁架11布置,主桁架11和次桁架12之间为刚性连接,主桁架11和次桁架12均包括上弦杆、下弦杆以及设置在上弦杆和下弦杆之间

的腹杆,所有腹杆与上下弦杆之间的连接均为刚性连接,桁架支撑柱13与主桁架11与次桁架12的连接节点之间的连接也为刚性连接。

[0054] 优选的,桁架支撑柱13的横截面尺寸大于屋面支撑柱23的横截面尺寸。由于铝合金网格屋面21的大部分重量由上方的桁架组件10悬挂承担,屋面支撑柱23的截面可大幅减小,立面可实现高通透性的建筑效果。

[0055] 优选的,至少部分相邻的屋面支撑柱23之间设置有桁架柱间支撑14,桁架柱间支撑14采用合金钢拉杆,十字交叉布置,以提升受拉能力。

[0056] 基于此,本发明还提供了以一种如上的悬挂铝合金屋面混合结构的施工方法,包括以下步骤:

[0057] S1、依次安装好桁架组件10及屋面组件20;

[0058] S2、在屋面组件20的铝合金网格屋面21与桁架组件10之间安装吊杆30;

[0059] S3、根据理论计算所述铝合金网格屋面21的竖向变形量,在恒定荷载作用下调整吊杆30的长度,使所述铝合金网格屋面21在自重下进行弹性预起拱,并通过控制所述铝合金网格屋面21各节点的三维坐标以控制所述铝合金网格屋面21的弹性预起拱量,直至所述铝合金网格屋面21各节点的三维坐标与设计值一致。

[0060] 首先,执行步骤S1,先安装好桁架组件10,再安装好屋面组件20。在安装屋面组件20时,首先安装屋面支撑柱23及核心筒支撑柱,同时安装横隔梁25,进一步安装内环梁和外环梁22,最后安装铝合金网格屋面21,屋面为平板屋面或单坡屋面,结构在受力后会产生变形,可能会造成屋顶积水问题,一般要求施工完成后屋面可在恒定荷载下恢复至单坡平板初始状态形态,不影响屋面排水。

[0061] 在安装完铝合金网格屋面21后,执行步骤S2,在屋面组件20的铝合金网格屋面21与桁架组件10之间安装吊杆30。

[0062] 接着执行步骤S3,根据理论计算所述铝合金网格屋面21的竖向变形量,在恒定荷载作用下调整吊杆30的长度,使所述铝合金网格屋面21在自重下进行弹性预起拱,并通过控制所述铝合金网格屋面21各节点的三维坐标以控制所述铝合金网格屋面21的弹性预起拱量,直至所述铝合金网格屋面21各节点的三维坐标与设计值一致。

[0063] 需要理解的是,桁架组件10本身会发生变形,屋面组件20自身也会发生变形,二者会叠加,铝合金网格屋面21虽然为单坡屋面,但是结构变形后也会造成反坡或下凹积水,因此,需要对铝合金网格屋面21可采取预起拱措施,在恒定荷载下保持一定预起拱,确保屋面不积水。

[0064] 最后执行步骤S4,通过在恒定荷载作用下调整吊杆30的长度,控制铝合金网格屋面21的各节点的三维坐标以控制铝合金网格屋面21的弹性预起拱量,预起拱量按恒载+0.5倍活载作用下的理论计算挠度,反向弹性预起拱,施工时逐根多轮次调整每根吊杆30的长度,直至铝合金网格屋面21的各节点的三维坐标与设计值(即理论计算值)一致。全部恒定荷载施加后,即全部安装完成后铝合金网格屋面21正好恢复至初始形态,即单坡网格面屋,在使用阶段就不会有反坡和下凹积水问题。

[0065] 因此,所有吊杆30均为长度可调节设计,施工阶段可逐根调节,通过控制铝合金网格屋面21的各节点的三维坐标控制弹性预起拱量,确定每根吊杆30的长度,施工时逐根多轮次调整,至到铝合金网格屋面21各节点的三维坐标全部与设计值一致。

[0066] 综上,本发明提供了一种悬挂铝合金屋面混合结构及其施工方法,通过设置桁架组件10对铝合金网格屋面21进行悬挂,铝合金网格屋面21的边界可为任意弧形或不规则形态,进而满足复杂、不规则建筑形态结构体系需求,解决了大跨度平板式铝合金网格屋面21采用单层轻薄结构无法实现的难题,屋面采用铝合金材料自重更轻,且能满足温室、游泳馆等室内温湿度较高的特殊使用环境中防腐蚀性难题。并且,由于铝合金网格屋面21的大部分重量由上方的桁架组件10悬挂承担,屋面支撑柱23的截面可大幅减小,立面同样可实现高通透性的建筑效果。

[0067] 此外还应该认识到,虽然本发明已以较佳实施例披露如上,然而上述实施例并非用以限定本发明。对于任何熟悉本领域的技术人员而言,在不脱离本发明技术方案范围情况下,都可利用上述揭示的技术内容对本发明技术方案作出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例。因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均仍属于本发明技术方案保护的范围。

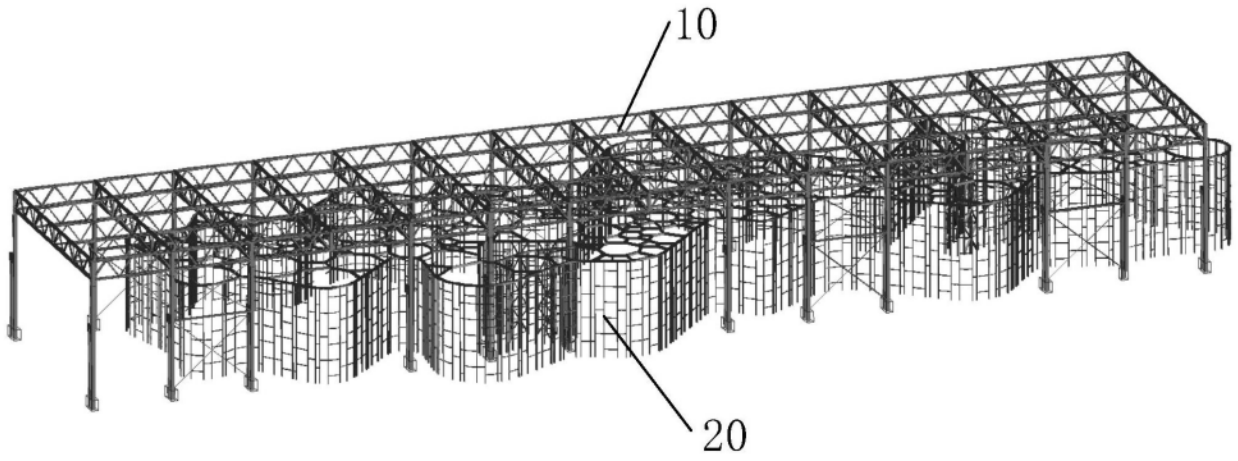


图1

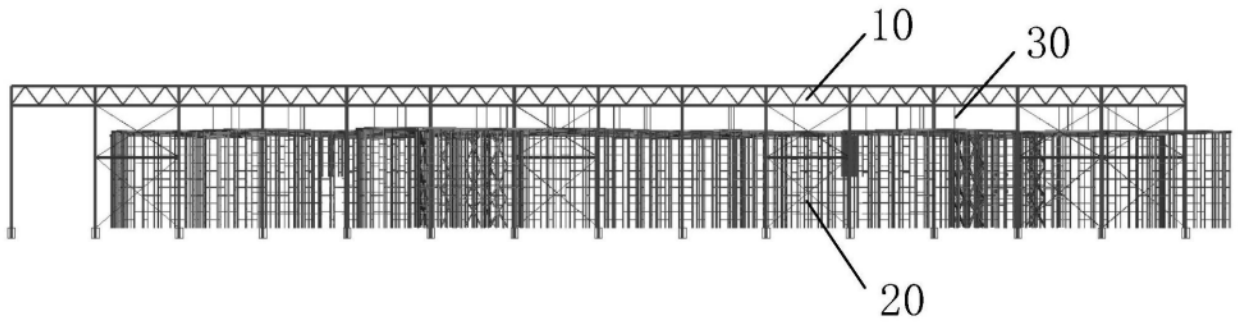


图2

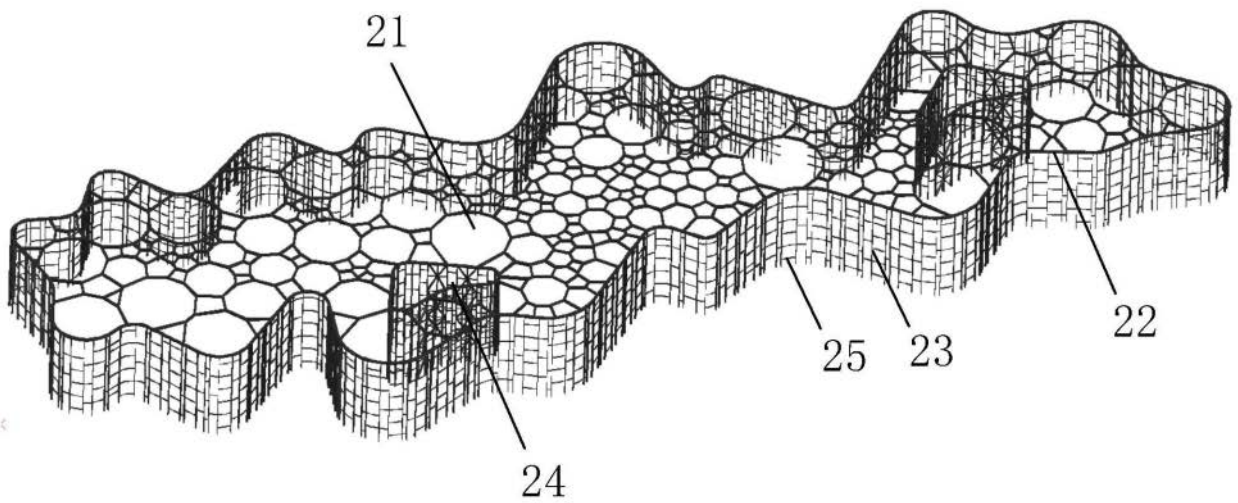


图3

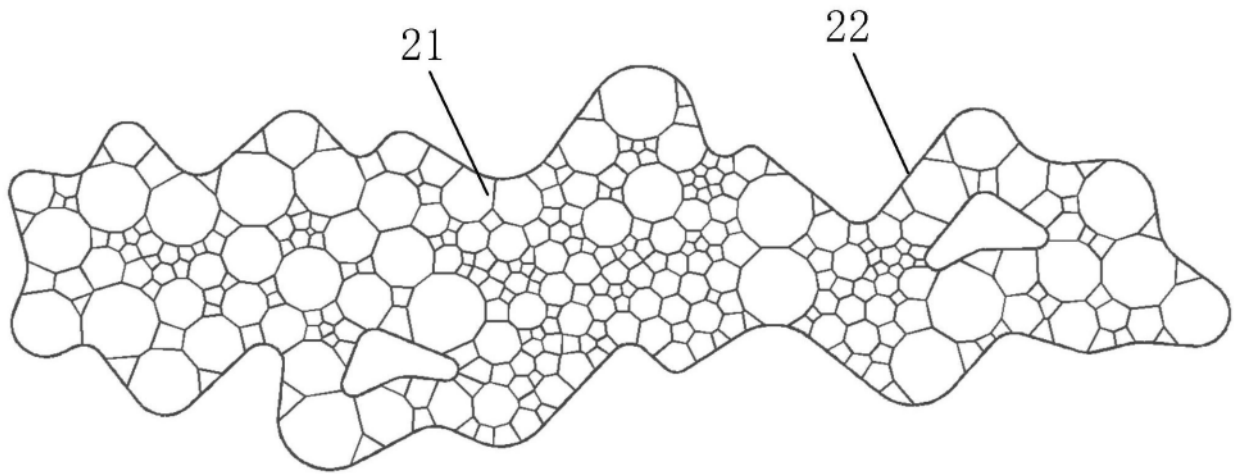


图4

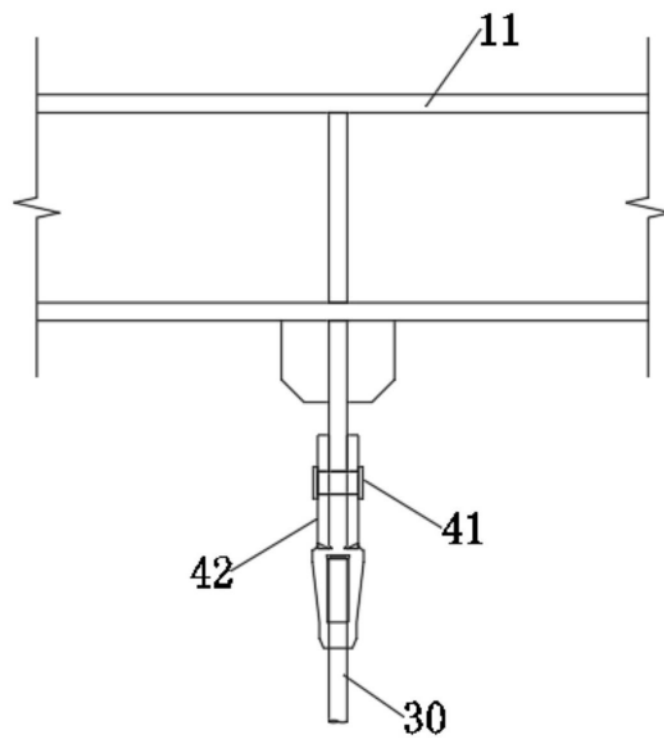


图5

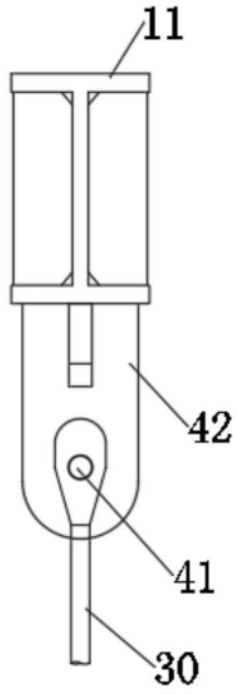


图6

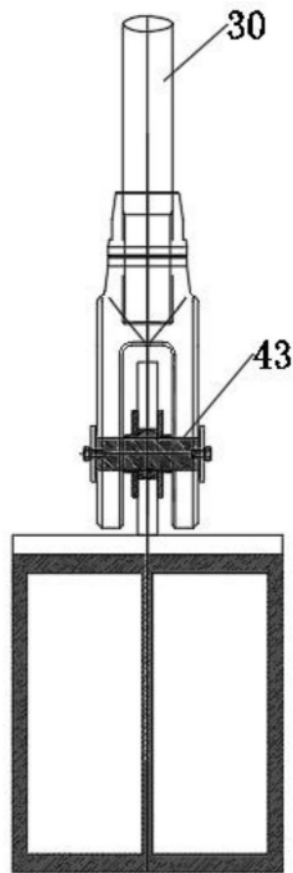


图7

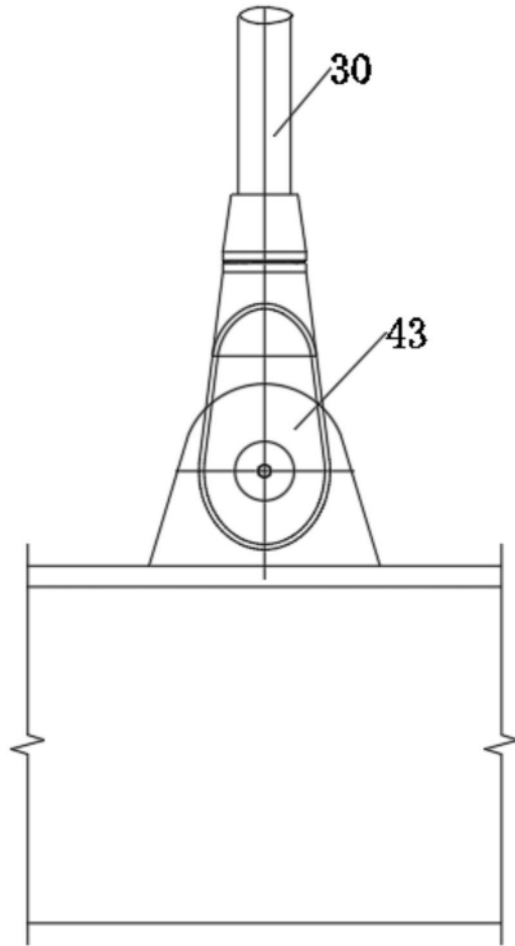


图8

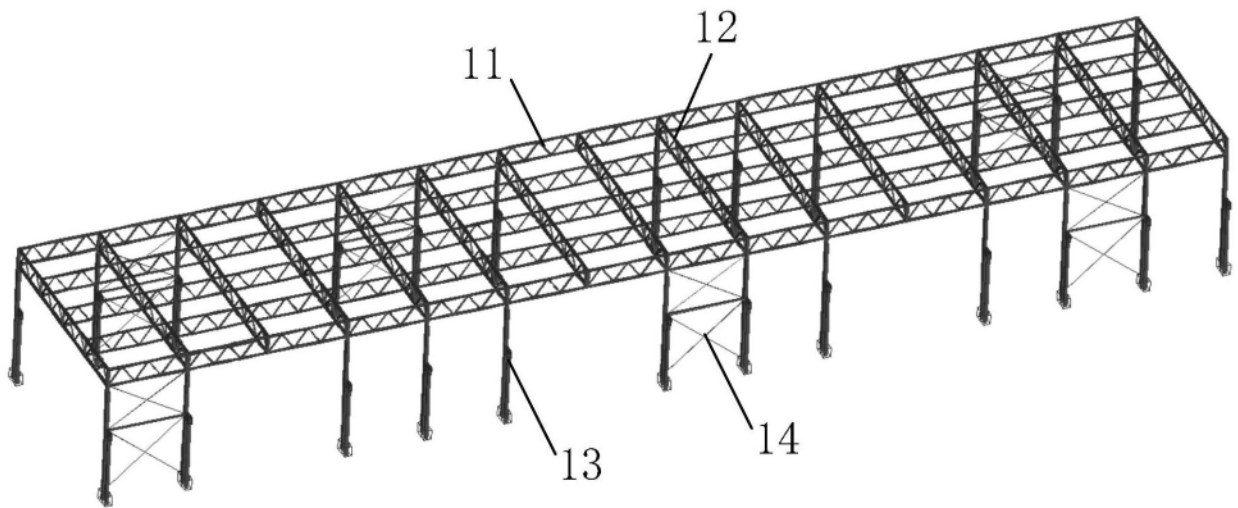


图9