



(21) 申请号 202311842389.X

(22) 申请日 2023.12.29

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 117758926 A

(43) 申请公布日 2024.03.26

(73) 专利权人 岳阳市城市建设工程有限公司

地址 414000 湖南省岳阳市岳阳楼区炮台

山路2号6层602

专利权人 上海城建市政工程(集团)有限公司

(72) 发明人 廖志辉 周廷文 刘尚武 石创业

王洪新 徐森 李佳宇 商涛平

元庆 曾俊杰 黄威 杜志祥

(74) 专利代理机构 长沙瀚顿知识产权代理事务

所(普通合伙) 43223

专利代理师 吴亮 朱敏

(51) Int.Cl.

E04C 3/20 (2006.01)

E04C 3/26 (2006.01)

E04D 12/00 (2006.01)

E04B 1/342 (2006.01)

E04B 1/41 (2006.01)

E04G 21/14 (2006.01)

E04G 21/12 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 215670522 U, 2022.01.28

CN 219080066 U, 2023.05.26

CN 105064200 A, 2015.11.18

审查员 单如月

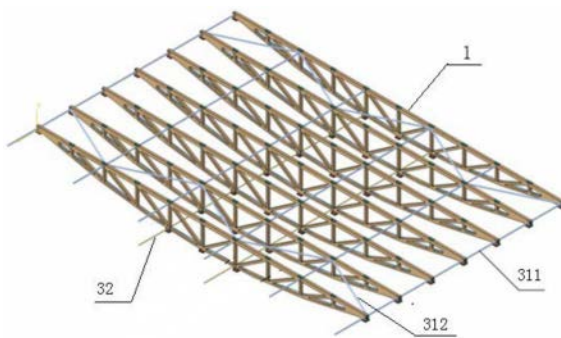
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种预应力鱼腹式UHPC屋架结构及其施工方法

(57) 摘要

本发明提供一种预应力鱼腹式UHPC屋架结构,包括多榀屋架、以及铺设于屋架顶面用于支撑屋面玻璃幕墙的檩条,多榀屋架通过支撑系杆连接成整体;每榀屋架包括上弦杆、下弦杆和腹杆,所述上弦杆、下弦杆和腹杆均包括布置于其内的钢筋骨架、以及浇筑后与钢筋骨架形成为一体的UHPC。本发明还提供一种预应力鱼腹式UHPC屋架结构的施工方法,通过结构设计及施工方法结合,使屋架跨度可达40.5m。本发明的屋架结构,充分利用UHPC材料优异的力学性能,在大幅提高屋架跨度的情况下,有效减小截面尺寸,进而降低结构自重,降低碳排放;同时解决了钢结构耐久性差、耐火性能差以及维护成本高等问题。



1. 一种预应力鱼腹式UHPC屋架结构,其特征在于,包括多榀屋架、以及铺设于屋架顶面用于支撑屋面玻璃幕墙的檩条,多榀屋架通过支撑系杆连接成整体;每榀屋架包括上弦杆、下弦杆和腹杆,所述上弦杆、下弦杆和腹杆均包括布置于其内的钢筋骨架、以及浇筑后与钢筋骨架形成一体的UHPC;

所述上弦杆呈直线型,其顶面对应于每个节点位置设置有顶面预埋件,所述上弦杆通过所述顶面预埋件与檩条连接;所述上弦杆的两端设置有支座预埋件,屋架两端通过支座预埋件与屋面梁顶支座连接,所述支座预埋件的侧面开孔形成锚具孔;所述支座预埋件包括底面钢板、与所述底面钢板连接的侧面钢板和端面钢板、以及与所述端面钢板连接的加强钢管,所述加强钢管内填充UHPC,所述底面钢板与屋面梁顶支座连接成整体;所述上弦杆的侧面对应于支撑系杆连接处设置有多组第一预留螺栓孔,螺栓穿过第一预留螺栓孔将上弦连接节点板以及屋架间连接节点板固定于上弦杆侧面,且所述上弦连接节点板和屋架间连接节点板分别固定有连接端板;

所述下弦杆呈弧形,其内布置有金属波纹管 and 预应力钢绞线,所述预应力钢绞线铺设于所述金属波纹管内,其两端穿过所述锚具孔并张拉锁紧;所述下弦杆的侧面对应于支撑系杆连接处设置有多组第二预留螺栓孔,螺栓穿过第二预留螺栓孔将下弦连接节点板固定于下弦杆;

所述支撑系杆包括上弦杆支撑系杆和下弦杆支撑系杆,所述上弦杆支撑系杆用于连接相邻两榀屋架的上弦杆,其包括垂直于屋架设置用于连接相邻两榀屋架的主支撑水平系杆、以及设于首尾相邻的两榀屋架之间的水平斜向支撑系杆,所述主支撑水平系杆与上弦连接节点板对应的连接端板固定连接,所述水平斜向支撑系杆与屋架间连接节点板对应的连接端板固定连接,且上弦杆侧面每间隔两个节点距离布置一根主支撑水平系杆,水平斜向支撑系杆呈Z字型;

所述下弦杆支撑系杆用于连接相邻两榀屋架的下弦杆,分布于下弦杆中心节点两侧,所述下弦杆支撑系杆与下弦连接节点板固定连接;

所述预应力鱼腹式UHPC屋架结构的跨度可达40.5m;

所述预应力鱼腹式UHPC屋架结构的施工方法,包括如下步骤:

步骤S1,根据设计图纸,现场制作与UHPC屋架尺寸相匹配的预制台座、铺设底模、底模弹线定位、钢筋骨架下料绑扎、顶面预埋件和支座预埋件定位固定、以及金属波纹管预埋固定;

步骤S2,安装侧模,将侧模分为多段,根据设计图纸,确定每段侧模的安装位置;然后以鱼腹式屋架上弦杆顶部平面作为侧模安装基准面,依次安装腹杆、下弦杆侧模,且侧模通过L型金属支撑件与底模连接固定;

步骤S3,根据现场预制台座尺寸,采用耐高温防火篷布与钢管骨架组装搭设可拆卸移动式蒸汽养护棚;其中养护棚骨架由 $\phi 25$ 壁厚2.5mm镀锌钢管组装搭设,搭设高度可伸缩调节;养护棚底部钢管焊接万向轮,可按需拆卸移动;养护棚骨架的镀锌钢管同时作为养护棚内蒸汽传输管道的吊挂点,管道两端连接蒸汽养护设备输出端;蒸汽传输管道沿长度方向间隔20-30cm钻孔,作为蒸汽输出孔;

步骤S4,UHPC现场浇筑,采用2台快搬式超高性能混凝土搅拌楼,使上料搅拌、卸料运输、现场浇筑流程连续实施;UHPC自屋架一端起向另一端缓慢浇筑,直至整榀屋架浇筑完

成,浇筑期间采用橡胶锤轻轻敲击侧模,排除内部气泡;浇筑完成后及时覆盖养护膜;

步骤S5,浇筑24h后,拆除侧模,掀开养护膜,立即覆盖一层土工布,持续洒水养护;侧模拆除完成后,将移动式蒸汽养护棚安装覆盖,掀去土工布,开启蒸汽养护流程;在屋架上表面布置若干温度传感器和湿度传感器,实时监控蒸汽养护棚内部温度与湿度,确保以不超过 $12^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 升温速率升温至 $90\pm 5^{\circ}\text{C}$,蒸汽养护48h后,再以不超过 $15^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 降至环境温度;

步骤S6,待UHPC强度达到设计值,采用汽车吊将屋架完成空中翻身并转运至临时存放承台;通过预埋锚栓,将三道H型钢与屋架临时固定,确保翻身过程平面外稳定;接着将预应力钢绞线穿过预埋的金属波纹管,并将每根钢绞线编号;

步骤S7,根据设计图纸,在屋架下弦杆搭设临时支撑;采用吊车将每榀屋架依次吊装至屋顶,每完成一榀屋架的吊装,将屋架与屋面顶梁支座连接成为整体,并连接屋架之间的上弦杆支撑系杆和下弦杆支撑系杆,同时顶紧屋架下弦杆中心以及中心两侧共3处节点枕木,使屋架抵消15T的自重力;

步骤S8,在屋架两端,将预应力钢绞线穿过锚具孔,安装夹片,然后张拉至设计值的100%;重复以上步骤直至所有屋架的预应力钢绞线张拉完毕;

步骤S9,根据设计图纸,在UHPC屋架上弦杆的顶面预埋件处焊接相应钢立柱,形成5%找坡;然后将檩条依次与钢立柱焊接固定,再在檩条上安装玻璃屋面或不锈钢复合屋面,最后拆除临时支撑,完成预应力鱼腹式UHPC屋架结构的安装。

2. 根据权利要求1所述的预应力鱼腹式UHPC屋架结构,其特征在于,所述下弦杆内布置两束预应力钢绞线,对应的金属波纹管数量为两根,每束预应力钢绞线由4根 $1\times 7\phi^{s}15.2\text{mm}$ 钢绞线组成。

3. 根据权利要求1所述的预应力鱼腹式UHPC屋架结构,其特征在于,所述顶面预埋件包括顶面预埋钢板和穿孔塞焊钢筋,所述顶面预埋钢板与檩条连接。

4. 根据权利要求3所述的预应力鱼腹式UHPC屋架结构,其特征在于,所述顶面预埋件上焊接有钢立柱,所述檩条与所述钢立柱焊接固定,且所述檩条形成5%找坡。

5. 根据权利要求1所述的预应力鱼腹式UHPC屋架结构,其特征在于,所述下弦连接节点板连接有下弦吊挂节点板,所述下弦吊挂节点板通过高强螺栓连接被吊物。

6. 根据权利要求1所述的预应力鱼腹式UHPC屋架结构,其特征在于,所述上弦杆、下弦杆和腹杆的截面结构包括核心矩形截面及形成于所述核心矩形截面外的弧形部分,所述核心矩形截面和弧形部分为UHPC整体浇筑成型。

一种预应力鱼腹式UHPC屋架结构及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及混凝土屋架结构技术领域,具体涉及一种预应力鱼腹式UHPC屋架结构及其施工方法。

背景技术

[0002] 随着人们对建筑功能的要求越来越多样,超大跨度结构日益增多。普通混凝土应对超大跨度结构存在着抗拉强度低、自重大等劣势;而钢结构又存在耐火性差、耐久性差和维护成本高等问题,同时此类大跨度建筑物不能长时间停用维修。

[0003] 20世纪90年代,由Rhodia、Lafarge和Bouygues在细颗粒紧密堆积法(DSP),无宏观缺陷水泥基材料(MDF)和钢纤维混凝土等研究的基础上,研发出了活性粉末混凝土(Reactive Powder Concrete, RPC)。1994年, Larrard等首次提出了超高性能混凝土(Ultra-high Performance Concrete, 以下简称UHPC)的概念。与普通混凝土(Normal Concrete, 以下简称NC)相比, UHPC具有很多优点:抗压强度可达150MPa以上,抗拉强度可达20MPa以上,弹性模量可达45GPa,上述各项指标均超过普通混凝土,特别是抗拉强度可达普通混凝土的10倍以上。

[0004] 此外, UHPC也具有优异的韧性和断裂能,和高性能混凝土相比, UHPC的韧性提高了300倍以上,和一些金属相当,使得混凝土结构在超载环境下或地震中具有更优异的结构可靠性。超高性能混凝土内部致密,具有极为优异的耐久性能,几乎无渗透性且无碳化,氯离子渗透和硫酸盐渗透也几乎为零,可大幅度提高混凝土结构的使用寿命,减小混凝土结构的维修费用。

[0005] 基于此,在大跨度屋架结构中采用UHPC材料,一方面可大幅降低截面尺寸,进而有效减小结构自重;另一方面相较钢结构,现场预制工艺可赋予结构杆件更加丰富的建筑造型,使建筑效果与结构安全良好结合。但国标图集04G415-1中涉及到的预应力混凝土屋架最大跨度为30m,针对30m以上的大跨度混凝土屋架结构,仍缺乏明确的设计标准与施工指导。

[0006] 鉴于此,本发明的目的在于提供一种超长混凝土屋架的结构及其施工方法。

发明内容

[0007] 本发明要解决的技术问题是提供一种预应力鱼腹式UHPC屋架结构,该结构设计能使屋架结构达到40.5m跨度,且力学性能优。

[0008] 本发明的技术方案如下:

[0009] 一种预应力鱼腹式UHPC屋架结构,包括多榀屋架、以及铺设于屋架顶面用于支撑屋面玻璃幕墙的檩条,多榀屋架通过支撑系杆连接成整体;每榀屋架包括上弦杆、下弦杆和腹杆,所述上弦杆、下弦杆和腹杆均包括布置于其内的钢筋骨架、以及浇筑后与钢筋骨架形成一体的UHPC;

[0010] 所述上弦杆呈直线型,其顶面对应于每个节点位置设置有顶面预埋件,所述上弦

杆通过所述顶面预埋件与檩条连接;所述上弦杆的两端设置有支座预埋件,屋架两端通过支座预埋件与屋面梁顶支座连接,所述支座预埋件的侧面开孔形成锚具孔;所述上弦杆的侧面对应于支撑系杆连接处设置有多多个第一预留螺栓孔,螺栓穿过第一预留螺栓孔将上弦连接节点板以及屋架间连接节点板固定于上弦杆侧面,且所述上弦连接节点板和屋架间连接节点板分别固定有连接端板;

[0011] 所述下弦杆呈弧形,其内布置有金属波纹管和预应力钢绞线,所述预应力钢绞线铺设于所述金属波纹管内,其两端穿过所述锚具孔并张拉锁紧;所述下弦杆的侧面对应于支撑系杆连接处设置有多多个第二预留螺栓孔,螺栓穿过第二预留螺栓孔将下弦连接节点板固定于下弦杆;

[0012] 所述支撑系杆包括上弦杆支撑系杆和下弦杆支撑系杆,所述上弦杆支撑系杆用于连接相邻两榀屋架的上弦杆,其包括垂直于屋架设置用于连接相邻两榀屋架的主支撑水平系杆、以及设于首尾相邻的两榀屋架之间的水平斜向支撑系杆,所述主支撑水平系杆与上弦连接节点板对应的连接端板固定连接,所述水平斜向支撑系杆与屋架间连接节点板对应的连接端板固定连接;

[0013] 所述下弦杆支撑系杆用于连接相邻两榀屋架的下弦杆,分布于下弦杆中心节点两侧,所述下弦支撑系杆与下弦连接节点板固定连接。

[0014] 进一步地,所述下弦杆内布置两束预应力钢绞线,对应的金属波纹管数量为两根,每束预应力钢绞线由4根 $1 \times 7 \phi^{s} 15.2\text{mm}$ 钢绞线组成。

[0015] 进一步地,所述顶面预埋件包括顶面预埋钢板和穿孔塞焊钢筋,所述顶面预埋钢板与檩条连接。

[0016] 进一步地,所述顶面预埋件上焊接有钢立柱,所述檩条与所述钢立柱焊接固定,且所述檩条形成5%找坡。

[0017] 进一步地,所述支座预埋件包括底面钢板、与所述底面钢板连接的侧面钢板和端面钢板、以及与所述端面钢板连接的加强钢管,所述加强钢管内填充UHPC,所述底面钢板与屋面梁顶支座连接成整体。

[0018] 进一步地,所述下弦连接节点板连接下有弦吊挂节点板,所述下弦吊挂节点板通过高强螺栓连接被吊物。

[0019] 进一步地,所述上弦杆、下弦杆和腹杆的截面结构包括核心矩形截面及形成于所述核心矩形截面外的弧形部分,所述核心矩形截面和弧形部分为UHPC整体浇筑成型。

[0020] 进一步地,预应力鱼腹式UHPC屋架结构的跨度为30-40.5m。

[0021] 本发明还提供一种预应力鱼腹式UHPC屋架结构的施工方法,包括如下步骤:

[0022] 步骤S1,根据设计图纸,现场制作与UHPC屋架尺寸相匹配的预制台座、铺设底模、底模弹线定位、钢筋骨架下料绑扎、顶面预埋件和支座预埋件定位固定、以及金属波纹管预埋固定;

[0023] 步骤S2,安装侧模,将侧模分为多段,根据设计图纸,确定每段侧模的安装位置;然后以鱼腹式屋架上弦杆顶部平面作为侧模安装基准面,依次安装腹杆、下弦杆侧模,且侧模通过L型金属支撑件与底模连接固定;

[0024] 步骤S3,根据现场预制台座尺寸,采用耐高温防火篷布与钢管骨架组装搭设可拆卸移动式蒸汽养护棚;其中养护棚骨架由 $\phi 25$ 壁厚2.5mm镀锌钢管组装搭设,搭设高度可伸

缩调节;养护棚底部钢管焊接万向轮,可按需拆卸移动;养护棚骨架的镀锌钢管同时作为养护棚内蒸汽传输管道的吊挂点,管道两端连接蒸汽养护设备输出端;蒸汽传输管道沿长度方向间隔20-30cm钻孔,作为蒸汽输出孔;

[0025] 步骤S4,UHPC现场浇筑,采用2台快搬式超高性能混凝土搅拌楼,使上料搅拌、卸料运输、现场浇筑流程连续实施;UHPC自屋架一端起向另一端缓慢浇筑,直至整榀屋架浇筑完成,浇筑期间采用橡胶锤轻轻敲击侧模,排除内部气泡;浇筑完成后及时覆盖养护膜;

[0026] 步骤S5,浇筑24h后,拆除侧模,掀开养护膜,立即覆盖一层土工布,持续洒水养护;侧模拆除完成后,将移动式蒸汽养护棚安装覆盖,掀去土工布,开启蒸汽养护流程;在屋架上表面布置若干温度传感器和湿度传感器,实时监控蒸汽养护棚内的部温度与湿度,确保以不超过 $12^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 升温速率升温至 $90\pm 5^{\circ}\text{C}$,蒸汽养护48h后,再以不超过 $15^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 降至环境温度;

[0027] 步骤S6,待UHPC强度达到设计值,采用汽车吊将屋架完成空中翻身并转运至临时存放承台;通过预埋锚栓,将三道H型钢与屋架临时固定,确保翻身过程平面外稳定;接着将预应力钢绞线穿过预埋的金属波纹管,并将每根钢绞线编号;

[0028] 步骤S7,根据设计图纸,在屋架下弦杆搭设临时支撑;采用吊车将每榀屋架依次吊装至屋顶,每完成一榀屋架的吊装,将屋架与屋面顶梁支座连接成为整体,并连接屋架之间的上弦杆支撑系杆和下弦杆支撑系杆,同时顶紧屋架下弦杆中心以及中心两侧共3处节点枕木,使屋架抵消15T左右的自重力;

[0029] 步骤S8,在屋架两端,将预应力钢绞线穿过锚具孔,安装夹片,然后张拉至设计值的100%;重复以上步骤直至所有屋架的预应力钢绞线张拉完毕;

[0030] 步骤S9,根据设计图纸,在UHPC屋架上弦杆的顶面预埋件处焊接相应钢立柱,形成5%找坡;然后将檩条依次与钢立柱焊接固定,再在檩条上安装玻璃屋面或不锈钢复合屋面,最后拆除临时支撑,完成预应力鱼腹式UHPC屋架结构的安装。

[0031] 与现有技术相比,本发明提供的预应力鱼腹式UHPC屋架结构及其施工方法,有益效果在于:

[0032] 一、本发明提供的预应力鱼腹式UHPC屋架结构,通过结构设计及施工方法结合,使屋架跨度可达40.5m。本发明的屋架结构采用UHPC材料,充分利用UHPC材料优异的力学性能,在大幅提高屋架跨度的情况下,有效减小截面尺寸,进而降低结构自重,降低碳排放;同时解决了钢结构耐久性差、耐火性能差以及维护成本高等问题。

[0033] 二、本发明提供的预应力鱼腹式UHPC屋架结构,上弦、下弦设置了预埋件,使屋架与房屋结构连接成为整体;多榀屋架通过支撑系杆连接为整体,形成稳定的空间结构体系,有效克服了混凝土屋架纵向刚度差的缺点。

[0034] 三、本发明提供的预应力鱼腹式UHPC屋架结构,采用预应力鱼腹式桁架结构,上弦杆、下弦杆和腹杆在核心截面满足要求的基础上可赋予各种建筑造型,如其外形轮廓为弧形,兼顾了结构安全与建筑需求,同时也满足了美学需求。

附图说明

[0035] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于

本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0036] 图1为本发明的预应力鱼腹式UHPC屋架结构的示意图;

[0037] 图2为图1中单榀屋架的结构示意图;

[0038] 图3为图2中屋架的部分结构示意图;

[0039] 图4为图3中的A部放大图;

[0040] 图5为多榀屋架间支撑系杆的连接示意图;

[0041] 图6为屋架的下弦吊挂节点板的连接示意图。

具体实施方式

[0042] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明实施例中的技术方案,并使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面对本发明的具体实施方式作进一步的说明。

[0043] 在本文中所披露的范围的端点和任何值都不限于该精确的范围或值,这些范围或值应当理解为包含接近这些范围或值的值。对于数值范围来说,各个范围的端点值之间、各个范围的端点值和单独的点值之间,以及单独的点值之间可以彼此组合而得到一个或多个新的数值范围,这些数值范围应该被视为在本文中具体公开。

[0044] 请结合参阅图1至图6,本发明的预应力鱼腹式UHPC屋架结构包括多榀屋架1、铺设于屋架顶面用于支撑屋面的檩条(未图示),多榀屋架通过支撑系杆(未标号)连接成整体。

[0045] 每榀屋架1包括上弦杆11、下弦杆12和腹杆13,上弦杆11、下弦杆12和腹杆13包括布置于其内的钢筋骨架、以及浇筑后与钢筋骨架形成为一体的UHPC。其中上弦杆11呈直线型,下弦杆12呈弧形,其两端与上弦杆11端部连接,腹杆13支撑于上弦杆11和下弦杆12之间。

[0046] 上弦杆11顶面对应于每个节点位置设置有顶面预埋件111,其中节点位置是指腹杆与上弦杆的连接处,上弦杆11通过顶面预埋件与檩条连接,具体是,在顶面预埋件111上焊接有钢立柱(未图示),檩条与钢立柱焊接固定,使檩条形成5%找坡,而后将屋面结构铺设在檩条上。

[0047] 顶面预埋件111包括顶面预埋钢板1111和穿孔塞焊钢筋1112,浇筑UHPC后,顶面预埋件111与UHPC形成为一体,而钢立柱焊接于顶面预埋钢板上。

[0048] 上弦杆11的两端设置有支座预埋件113,屋架两端通过支座预埋件113与屋面梁顶支座焊接成为整体,支座预埋件113的侧面开孔形成锚具孔114,用于预应力钢绞线穿过。具体的,支座预埋件113包括底面钢板1131、与底面钢板1131连接的侧面钢板1132和端面钢板1133、以及与端面钢板1133连接的加强钢管1134,加强钢管1134内填充UHPC,用于提高屋架端部的抗剪能力,底面钢板1131与屋面梁顶支座连接成整体。

[0049] 上弦杆的侧面对应于支撑系杆3连接处设置有多第一预留螺栓孔115,螺栓穿过第一预留螺栓孔将上弦连接节点板14以及屋架间连接节点板15固定于上弦杆侧面。

[0050] 支撑系杆包括上弦杆支撑系杆31和下弦杆支撑系杆32,上弦杆支撑系杆31用于将多榀屋架的上弦杆连接,下弦杆支撑系杆32用于将多榀屋架的下弦杆连接。具体的,上弦杆支撑系杆31包括垂直于屋架设置用于连接相邻两榀屋架的主支撑水平系杆311、以及设于首尾相邻的两榀屋架之间的水平斜向支撑系杆312(首尾相邻的两榀屋架是指按照吊装顺

序,第一榀屋架和第二榀屋架为首端的相邻两榀屋架,最后的两榀屋架为尾端的相邻两榀屋架),其中主支撑水平系杆311与上弦连接节点板14对应的连接端板16固定连接,水平斜向支撑系杆312与屋架间连接节点板15对应的连接端板16固定连接。本实施例中,固定连接的方式可以为螺栓连接,也可以为焊接,还可以是两者的结合。本发明中,上弦杆侧面每间隔两个节点距离布置一根主支撑水平系杆311,水平斜向支撑系杆312呈Z字型,用于形成斜向拉力。

[0051] 下弦杆支撑系杆32分布于下弦杆中心节点两侧,其安装方式为:下弦杆12的侧面对应于支撑系杆连接处设置有多第二预留螺栓孔121,螺栓穿过第二预留螺栓孔121将下弦连接节点板17固定于下弦杆,下弦支撑系杆32与下弦连接节点板17固定连接,其中固定连接的方式可以为螺栓连接,也可以为焊接,还可以是两者的结合。本实施例中,下弦连接节点板17呈U型,下弦杆12的底部嵌设于U型下弦连接节点板内,并通过螺栓连接固定。

[0052] 下弦连接节点板17下部连接有下弦吊挂节点板18,下弦吊挂节点板18预留两个螺栓孔,通过高强螺栓连接被吊物。本发明中,下弦杆侧面每个节点处预留两个螺栓孔,用于连接弦连接节点板17和下弦吊挂节点板18,而下弦杆支撑系杆32仅连接于下弦杆中心节点两侧的节点位置处。

[0053] 本发明通过多榀屋架之间连接支撑系杆3,使多榀屋架整体结构更稳定。

[0054] 下弦杆12内布置有金属波纹管(未图示)和预应力钢绞线122,预应力钢绞线122铺设于金属波纹管内,其两端穿过所述锚具孔114并张拉锁紧。具体的,下弦杆内布置两束预应力钢绞线,对应的金属波纹管数量为两根,每束预应力钢绞线由4根 $1 \times 7 \phi^s 15.2\text{mm}$ 钢绞线组成;金属波纹管的内径为55mm。

[0055] 本发明的预应力鱼腹式UHPC屋架结构,由于采用UHPC材料和鱼腹形结构设计,上弦杆、下弦杆和腹杆的截面结构包括核心矩形截面及形成于核心矩形截面外的弧形部分,且核心矩形截面和弧形部分为UHPC整体浇筑成型,即上弦杆、下弦杆和腹杆的外形轮廓为弧形,在核心截面满足要求的基础上可赋予各种建筑造型,兼顾了结构安全与建筑需求,同时也满足了美学需求。

[0056] 基于上述预应力鱼腹式UHPC屋架结构,本发明提供一种预应力鱼腹式UHPC屋架结构的施工方法,具体包括如下步骤:

[0057] 步骤S1,根据设计图纸,现场制作与UHPC屋架尺寸相匹配的预制台座、铺设底模、底模弹线定位、钢筋骨架下料绑扎、顶面预埋件和支座预埋件定位固定、以及金属波纹管预埋固定;

[0058] 步骤S2,安装侧模,将侧模分为多段,根据设计图纸,确定每段侧模的安装位置;然后以鱼腹式屋架上弦杆顶部平面作为侧模安装基准面,依次安装腹杆、下弦杆侧模,且侧模通过L型金属支撑件与底模连接固定;

[0059] 步骤S3,根据现场预制台座尺寸,采用耐高温防火篷布与钢管骨架组装搭设可拆卸移动式蒸汽养护棚;其中养护棚骨架由 $\phi 25$ 壁厚2.5mm镀锌钢管组装搭设,搭设高度可伸缩调节;养护棚底部钢管焊接万向轮,可按需拆卸移动;养护棚骨架的镀锌钢管同时作为养护棚内蒸汽传输管道的吊挂点,管道两端连接蒸汽养护设备输出端;蒸汽传输管道沿长度方向间隔20-30cm钻孔,作为蒸汽输出孔;

[0060] 步骤S4,UHPC现场浇筑,采用2台快搬式超高性能混凝土搅拌楼,使上料搅拌、卸料

运输、现场浇筑流程连续实施;UHPC自屋架一端起向另一端缓慢浇筑,直至整榀屋架浇筑完成,浇筑期间采用橡胶锤轻轻敲击侧模,排除内部气泡;浇筑完成后及时覆盖养护膜;

[0061] 步骤S5,浇筑24h后,拆除侧模,掀开养护膜,立即覆盖一层土工布,持续洒水养护;侧模拆除完成后,将移动式蒸汽养护棚安装覆盖,掀去土工布,开启蒸汽养护流程;在屋架上表面布置若干温度传感器和湿度传感器,实时监控蒸汽养护棚内的部温度与湿度,确保以不超过 $12^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 升温速率升温至 $90\pm 5^{\circ}\text{C}$,蒸汽养护48h后,再以不超过 $15^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 降至环境温度;

[0062] 步骤S6,待UHPC强度达到设计值,采用汽车吊将屋架完成空中翻身并转运至临时存放承台;通过预埋锚栓,将三道H型钢与屋架临时固定,确保翻身过程平面外稳定;接着将预应力钢绞线穿过预埋的金属波纹管,并将每根钢绞线编号;

[0063] 步骤S7,根据设计图纸,在屋架下弦杆搭设临时支撑;采用吊车将每榀屋架依次吊装至屋顶,每完成一榀屋架的吊装,将屋架与屋面顶梁支座连接成为整体,并连接屋架之间的上弦杆支撑系杆和下弦杆支撑系杆,,同时顶紧屋架下弦杆中心以及中心两侧共3处节点枕木,使屋架抵消15T左右的自重力;

[0064] 步骤S8,在屋架两端,将预应力钢绞线穿过锚具孔,安装夹片,然后张拉至设计值的100%;重复以上步骤直至所有屋架的预应力钢绞线张拉完毕;

[0065] 步骤S9,根据设计图纸,在UHPC屋架上弦杆的顶面预埋件处焊接相应钢立柱,形成5%找坡;然后将檩条依次与钢立柱焊接固定,再在檩条上安装玻璃屋面或不锈钢复合屋面,最后拆除临时支撑,完成预应力鱼腹式UHPC屋架结构的安装。

[0066] 本发明的预应力鱼腹式UHPC屋架结构,通过结构设计及施工方法结合,使屋架跨度可达40.5m,大大提高了现有技术中的预应力混凝土屋架的跨度。

[0067] 以上对本发明的实施方式作出详细说明,但本发明不局限于所描述的实施方式。对本领域的技术人员而言,在不脱离本发明的原理和精神的情况下对这些实施例进行的各种变化、修改、替换和变型均仍落入在本发明的保护范围之内。

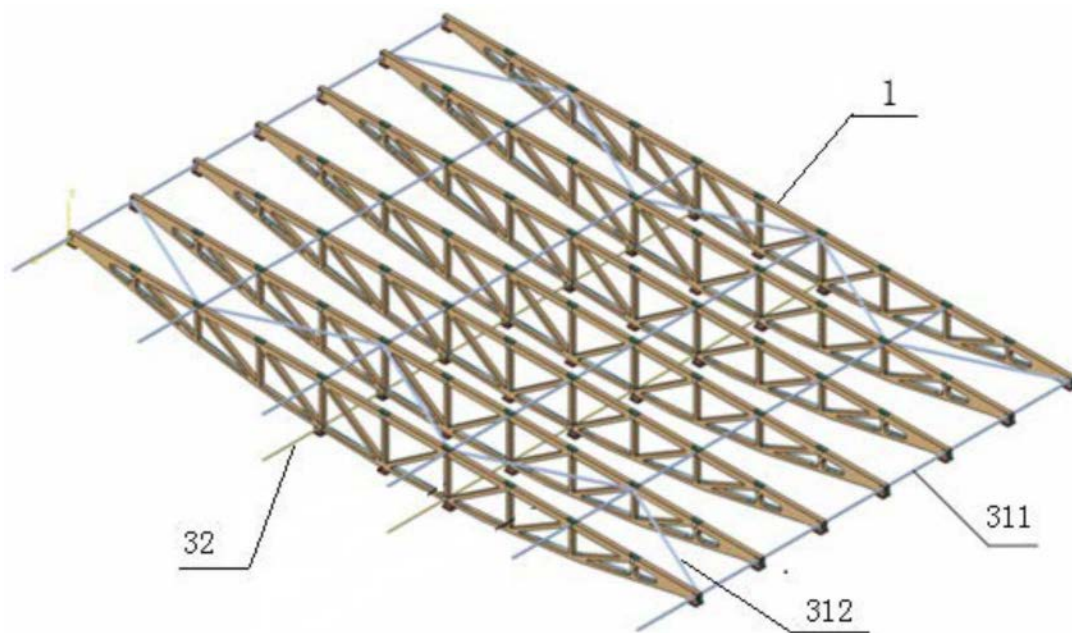


图1

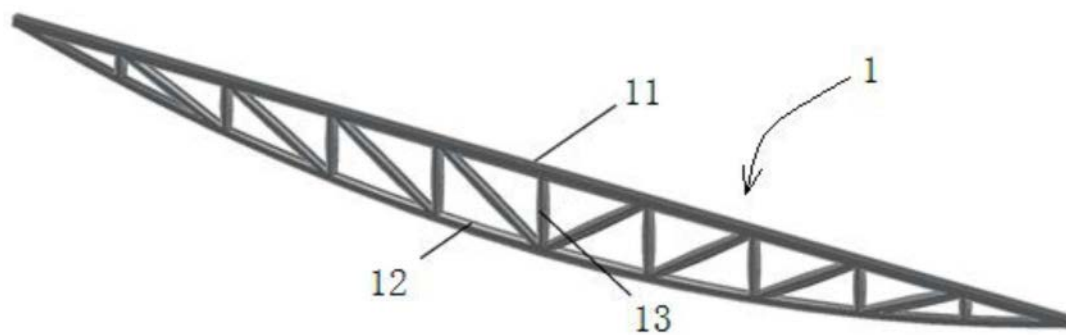


图2

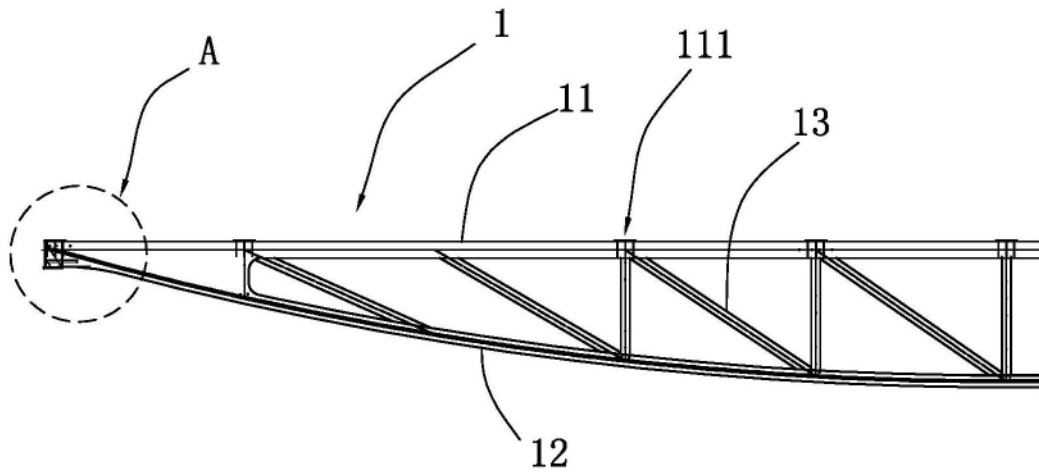


图3

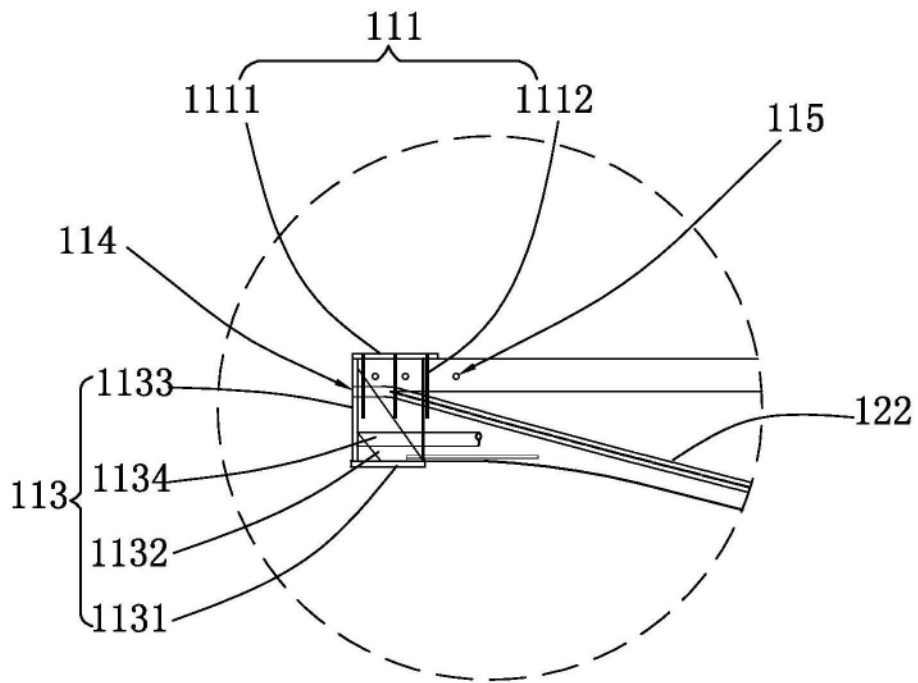


图4

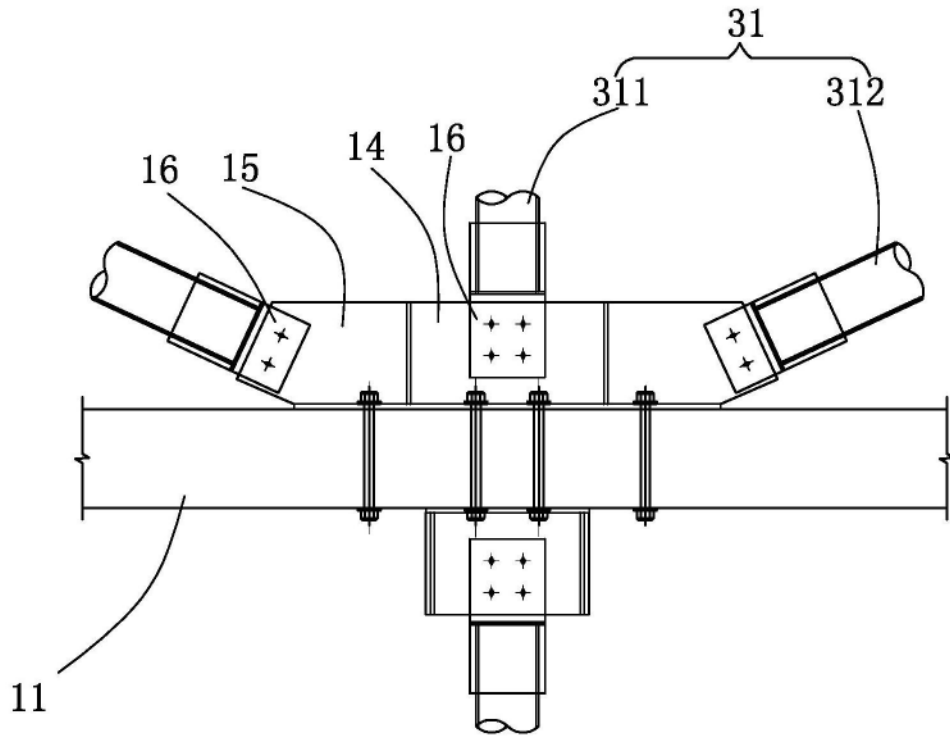


图5

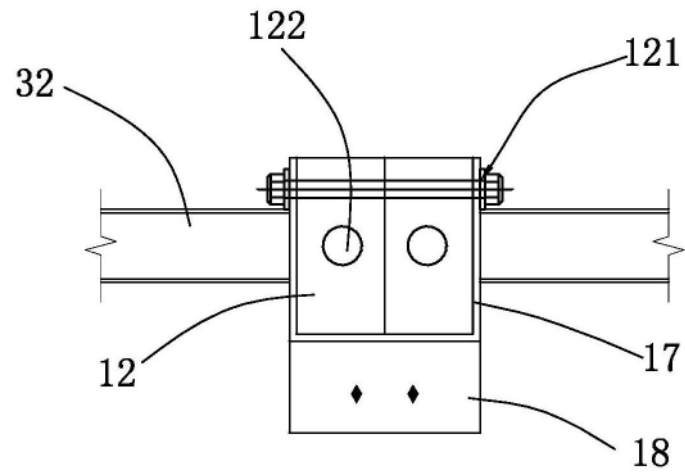


图6