



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107489090 B

(45)授权公告日 2019.04.02

(21)申请号 201710943305.X

(22)申请日 2017.10.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107489090 A

(43)申请公布日 2017.12.19

(73)专利权人 成都研筑舍建筑设计有限公司

地址 610066 四川省成都市锦江区静渝路  
48号1栋29层2921号

(72)发明人 杨保新 向天宇

(74)专利代理机构 成都方圆聿联专利代理事务

所(普通合伙) 51241

代理人 曹少华

(51)Int.Cl.

E01D 6/00(2006.01)

E01D 101/10(2006.01)

(56)对比文件

CN 202899016 U,2013.04.24,全文.

CN 104452571 A,2015.03.25,全文.

JP 2016151090 A,2016.08.22,全文.

审查员 王曼

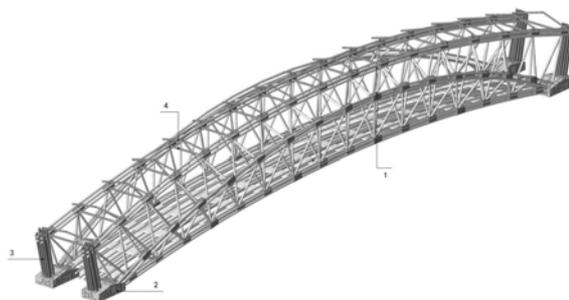
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁

(57)摘要

本发明公开了一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁,包括:两榀空间桁架、桥梁钢筋混凝土基础、格构竹柱、横梁;所述空间桁架由三组弦杆和若干腹杆互相连接固定,所述三组弦杆各由3-6根圆竹杆件组成,杆件之间彼此间隔,腹杆穿插在杆件之间的间隙中,腹杆交于一处,彼此相互错开,通过用凝固材料在交接处将弦杆与腹杆整体浇筑,形成高强度节点。本发明的优点在于:跨度适应性强,跨度可在12M至50M范围之内,在一定范围内可适应不同宽度的河流,均满足结构安全性的要求。简化节点构造的连接方式,施工难度低,不依赖高精度连接件和施工工艺而保证节点的强度,可在很大程度促进圆竹结构桥梁的推广性。



1. 一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁,其特征在于包括:两榀空间桁架(1)、桥梁钢筋混凝土基础(2)、格构竹柱(3)和横梁(4);

所述空间桁架(1)材料为圆竹,两榀空间桁架(1)形状相同且互相镜像对称,空间桁架(1)由三组弧形弦杆和腹杆(14)组成,所述三组弧形弦杆分为上弦杆组(11)、中弦杆组(12)和下弦杆组(13),形状都为弧形,弧度各不相同,且在空间中互不平行;三组弧形弦杆在平面投影上为梭形,其间距在桥跨中部较大,端部较小;在侧立面,三组弧形弦杆和腹杆(14)组合为非对称三角形,三角形截面从中部到端部不断变化,腹杆(14)与水平面夹角的角度也随之变化;

所述三组弧形弦杆通过若干腹杆(14)互相连接固定,三组弧形弦杆与腹杆(14)形成空间四棱锥形,具体为上部2根腹杆(14),两侧4根腹杆(14)交汇于一处,形成一个腹杆单元,从三组弧形弦杆一头至另一头有规律的排列固定若干腹杆单元;

单榀空间桁架(1)的上弦杆组(11)前后两端连接固定在格构竹柱(3)上,格构竹柱(3)底部埋入钢筋混凝土基础(2)中;单榀空间桁架(1)的中弦杆组(12)和下弦杆组(13)前后两端埋入基础中;

两榀空间桁架(1)顶部之间通过一定间距规律排列的横梁(4)连接固定,底部之间通过一定间距排列的组合横梁和沿跨度方向的纵梁相连接形成桥面梁架,顶部和底部连接构件将两榀空间桁架(1)连接成为一个空间整体结构;两榀空间桁架与桥面梁架和横梁(4)之间限定出廊桥的通行使用空间,并在横梁(4)上铺设屋面板体系,在连接上弦杆组(11)、中弦杆组(12)和腹杆(14)形成的直纹曲面上铺设屋面板体系,桥面的组合横梁和沿跨度方向纵梁上铺设桥面板体系,侧面设置栏杆,形成完整的圆竹桥梁,所述屋面板体系包括屋面板和龙骨。

2. 根据权利要求1所述的一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁,其特征在于:所述三组弧形弦杆综合其桥面行走舒适度、结构受力、廊桥高度和屋面排水因素,下弦杆组(13)矢跨比不大于 $1/6$ ,中弦杆组(12)的矢跨比为 $1/10-1/2.5$ ,上弦杆组(11)的矢跨比不大于 $1/2.5$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁,其特征在于:所述上弦杆组(11)和中弦杆组(12)分别内倾和外倾,上弦杆组(11)内倾与垂直法线夹角不大于 $30^\circ$ ,中弦杆组(12)外倾与垂直法线夹角不大于 $45^\circ$ 。

4. 根据权利要求3所述的一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁,其特征在于:连接上弦杆组(11)和中弦杆组(12)的腹杆(14)向桥外侧倾斜形成坡度,桥跨中部的腹杆(14)坡度较小,不小于 $1^\circ$ ,向端部发展,其坡度逐渐增大,不大于 $90^\circ$ ,三者共同形成直纹曲面式的排水坡屋面。

5. 根据权利要求4所述的一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁,其特征在于:所述两榀空间桁架(1)侧立面为垂直的上弦杆组(11)、外倾的中弦杆组(12)和向檐口放坡的腹杆(14)组成的三角形;或内倾的上弦杆组(11)、垂直的中弦杆组(12)和向檐口放坡的腹杆(14)组成的三角形。

6. 根据权利要求5所述的一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁,其特征在于:所述腹杆单元替换为平面三角形,具体为上部1根腹杆(14),两侧2根腹杆(14),连接成平面三角形。

7. 根据权利要求4所述的一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁,其特征在於:所述上弦杆组(11)、中弦杆组(12)和下弦杆组(13)各由3-6根圆竹杆件组成,杆件之间彼此间隔,腹杆(14)穿插在杆件之间的间隙中,腹杆(14)交于一处,彼此相互错开,通过用凝固材料在交接处将弦杆与腹杆(14)整体浇筑,形成高强度节点(5)。

8. 根据权利要求7所述的一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁,其特征在於:所述弦杆和腹杆(14)的高强度节点(5)的凝固材料是环氧砂浆。

9. 根据权利要求8所述的一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁,其特征在於:所述上弦杆组(11)、中弦杆组(12)和下弦杆组(13)用圆竹杆捆绑在一起形成的密实集束弦杆代替,或在所述弦杆的间隙中每间隔相同间距用短竹杆连接形成的格构弦杆代替。

10. 根据权利要求1所述的一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁,其特征在於:圆竹桥梁主体结构材料部分或全部用胶合竹、重组竹、竹篾层积材、木材的任意一种替换圆竹,所述格构竹柱(3)替换为密实集束竹柱、木柱、钢筋混凝土柱和钢柱的任意一种。

## 一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁

### 技术领域

[0001] 本发明涉及桥梁技术领域,特别涉及一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁。

### 背景技术

[0002] 现有桥梁在结构上所采用的主流材料多为钢筋混凝土和钢,而出于地域性、生态性、特殊需求和特色风貌的考虑,也有部分人行为主的桥梁在结构上采用的材料为木和竹,木和竹等生态自然材料易于就近取材、材料在全生命周期的环保性好,且木竹桥梁更具人文特色和地域特色,满足了现代社会追求多样性和特色的需求,因此有着良好的发展应用前景。

[0003] 风雨廊桥为我国传统桥梁中一种重要类型,多位于南方广大地区,是一种有顶的桥,材料结构多为木结构,廊桥的屋顶可保护桥梁主体结构在自然环境中受风雨的侵蚀,同时廊桥在满足通行的基本功能之外,具有供人休憩、交流和聚会等作用。

[0004] 就材料力学性能而言,圆竹相对木来说,抗拉强度、弹性和韧性更具优势,但圆竹截面中空且直径不均匀的特性,使得在加工处理和连接方式存在着较大的难度,难以在结构层面得以利用,因此圆竹结构桥梁在我国甚至全球的应用都相对较小。如何利用竹材的特性,克服其弱点而发挥优势,将之应用在桥梁主体结构中,是一个难题。我国目前著名的竹桥是广东省惠州十字水度假村竹廊桥,跨度约18米,采用竹结构拱梁组合体系,拱和梁采用多根竹材捆绑在一起的集束构造方式,用材多,且连接方式复杂。

[0005] 目前平面拱梁组合结构竹桥结构主要受力体系由主拱和梁组成,通过竖向杆件将之相互联系,空间维度是在同一个平面内。

[0006] 用拱作为结构的主要受力构件,在拱脚处会产生较大的水平推力,而为了平衡水平推力,需要设置很粗壮的水平抗推结构,如混凝土柱。

[0007] 由于拱两个端部高度较小,为了形成具有一定通行高度的廊桥,需要在此部位增加较多的附属结构,加大了桥梁的复杂程度。

[0008] 从力学的角度,拱需要一定的弧度并形成一定的拱高,才能发挥其结构性能;跨度越大,拱高越高。十字水度假村竹廊桥跨度约18米,目前拱高为比较合适的通行高度,当桥梁跨度增大时,拱高也会相应加大,导致廊桥的整体高度过高。

[0009] 桥梁由于跨度的原因一般导致结构构件的断面尺寸较大,而一般圆竹的断面尺寸很难满足其要求,现有技术通常是将若干根圆竹捆绑在一起,形成一根组合集束构件,起到较大断面的结构性能。

[0010] 组合集束构件之间的相互连接多采用碗口连接,或者通过金属连接件将圆竹相互连接在一起。组合集束构件,用材较多,连接复杂,不经济,且组合构件中部的构件对截面抗弯刚度贡献很小,受力效率不高,增加了自重和制作难度。

## 发明内容

[0011] 本发明针对现有技术的缺陷,提供了一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁,能有效的解决上述现有技术存在的问题。

[0012] 为了实现以上发明目的,本发明采取的技术方案如下:

[0013] 一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁,包括:两榀空间桁架1、桥梁钢筋混凝土基础2、格构竹柱3、横梁4;

[0014] 所述空间桁架1材料为圆竹,两榀空间桁架1形状相同且互相对称,空间桁架1由三组弧形弦杆和腹杆14,所述三组弧形弦杆分为上弦杆组11、中弦杆组12和下弦杆组13,形状都为弧形,弧度各不相同,且在空间中互不平行;三组弧形弦杆在平面投影上为梭形,其间距在桥跨中部较大,端部较小;在侧立面,三组弧形弦杆和腹杆14组合为非对称三角形,三角形截面从中部到端部不断变化,腹杆14与水平面夹角的角度也随之变化;

[0015] 所述三组弧形弦杆通过若干腹杆14互相连接固定,三组弧形弦杆与腹杆14形成空间四棱锥形,具体为上部2根腹杆14,两侧4根腹杆14交汇于一处,形成一个腹杆单元,从三组弧形弦杆一头至另一头有规律的排列固定若干腹杆单元;

[0016] 单榀空间桁架1的上弦杆组11前后两端连接固定在格构竹柱3上,格构竹柱3底部埋入钢筋混凝土基础2中;单榀空间桁架1的中弦杆组12和下弦杆组13前后两端埋入基础中;

[0017] 两榀空间桁架1顶部之间通过一定间距规律排列的横梁4连接固定,底部之间通过一定间距排列的组合横梁和沿跨度方向的纵梁相连接形成桥面梁架,顶部和底部连接构件将两榀空间桁架1连接成为一个空间整体结构;两榀空间桁架与桥面梁架和横梁4之间限定出廊桥的通行使用空间,并在横梁4上铺设屋面板体系,在连接上弦杆组11、中弦杆组12和腹杆14形成的直纹曲面上铺设屋面板体系,桥面的组合横梁和沿跨度方向纵梁上铺设桥面板体系,侧面设置栏杆,形成完整的圆竹桥梁,所述屋面板体系包括屋面板和龙骨。

[0018] 作为优选,三组弧形弦杆综合其桥面行走舒适度、结构受力、廊桥高度和屋面排水因素,下弦杆组13矢跨比不大于 $1/6$ ,中弦杆组12的矢跨比为 $1/10-1/2.5$ ,上弦杆组11的矢跨比不大于 $1/2.5$ 。

[0019] 作为优选,上弦杆组11和中弦杆组12分别内倾和外倾,上弦杆组11内倾与垂直法线夹角不大于 $30^\circ$ ,中弦杆组12外倾与垂直法线夹角不大于 $45^\circ$ ;连接两者的腹杆14向桥外侧倾斜形成坡度,桥跨中部的腹杆14坡度较小,不小于 $1^\circ$ ,向端部发展,其坡度逐渐增大,不大于 $90^\circ$ 。三者共同形成直纹曲面式的排水坡屋面。

[0020] 作为优选,所述两榀空间桁架1侧立面为垂直的上弦杆组11、外倾的中弦杆组12和向檐口放坡的腹杆14组成的三角形;或内倾的上弦杆组11、垂直的中弦杆组12和向檐口放坡的腹杆14组成的三角形。

[0021] 作为优选,腹杆单元为平面三角形,具体为上部1根腹杆14,两侧2根腹杆14,连接成平面三角形。

[0022] 作为优选,所述上弦杆组11、中弦杆组12和下弦杆组13各由3-6根圆竹杆件组成,杆件之间彼此间隔,腹杆14穿插在杆件之间的间隙中,腹杆14交于一处,彼此相互错开,通过用凝固材料在交接处将弦杆与腹杆14整体浇筑,形成高强度节点5。

[0023] 作为优选,所述弦杆和腹杆14的高强度节点5的凝固材料是环氧砂浆。

[0024] 作为优选,所述上弦杆组11、中弦杆组12和下弦杆组13用圆竹杆捆绑在一起形成的密实集束弦杆代替,或在所述弦杆的间隙中每间隔一定间距用短竹杆连接形成的格构弦杆代替。

[0025] 作为优选,圆竹桥梁主体结构材料可部分和全部用胶合竹、重组竹、竹篾层积材、木材任意一种替换圆竹,所述格构竹柱3用密实集束竹柱、木柱、钢筋混凝土柱和钢柱的任意一种。

[0026] 与现有技术相比本发明的优点在于:

[0027] 跨度适应性:圆竹桥梁,跨度可在12M至50M范围之内,在一定范围内可适应不同宽度的河流,均满足结构安全性的要求。

[0028] 技术简易适宜性:简化节点构造的连接方式,施工难度低,不依赖高精度连接件和施工工艺而保证节点的强度,可在很大程度促进圆竹结构桥梁的推广性。

[0029] 生态性和社会性:竹子在我国南方分布广泛,在竹产区和风景区,就地取材建设桥梁,减小了交通运输带来的能源消耗和社会资源使用。轻型结构在施工中可减少甚至避免重型机械设备的使用,既减小了施工过程对自然环境的干预与破坏,又便于安装操作,节约社会资源和人力成本,这在交通不便的山区具有很大的优势。

[0030] 桥梁功能性:此桥梁利用空间桁架的自身高度,设计成适宜通行高度的风雨廊桥,廊桥在满足通行的基本功能之外,具有供人休憩、交流和聚会等作用,并可成为该区域的标志性景观。

## 附图说明

[0031] 图1为本发明实施例的结构示意图;

[0032] 图2为本发明实施例桁架的立体结构示意图;

[0033] 图3为本发明实施例桁架的主视图;

[0034] 图4为本发明实施例桁架的俯视图;

[0035] 图5为本发明实施例桁架的左视图;

[0036] 图6为本发明实施例上弦杆组与腹杆的连接关系示意图;

[0037] 图7为本发明实施例上弦杆组与腹杆节点浇筑后的结构示意图;

[0038] 图8为本发明实施例桁架腹杆单元替代为平面三角形的结构示意图。

## 具体实施方式

[0039] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下参照附图并举实施例,对本发明做进一步详细说明。

[0040] 一种基于节点构造方式的圆竹空间桁架桥梁,包括两榀空间桁架1、桥梁钢筋混凝土基础2、格构竹柱3、横梁4;

[0041] 如图2至4所示,所述空间桁架1材料为圆竹,且形状相同且互相对称,由三组弧形弦杆和腹杆14:所述三组弧形弦杆分为上弦杆组11、中弦杆组12和下弦杆组13,形状都为弧形,弧度各不相同,且在空间中互不平行。三组弧形弦杆在平面投形上为梭形,其间距在桥跨中部较大,端部较小。在侧立面,三组弧形弦杆和腹杆14组合成非对称三角形,三角形截面从中部到端部不断变化,腹杆4与水平面夹角的角度也随之变化。

[0042] 所述三组弧形弦杆通过若干腹杆14互相连接固定,弦杆与腹杆14形成空间四棱锥形,具体为上部2根腹杆14,两侧4根腹杆14交汇于一处,形成一个腹杆单元,从三组弧形弦杆一头至另一头有规律的排列固定若干腹杆单元,腹杆与弦杆共同构成的空间整体结构受力性能高效,优于平面拱梁结构体系,可形成更大的跨度。

[0043] 如图1所示,单榀空间桁架1的上弦杆组11前后两端连接在格构竹柱3上,并将屋面竖向荷载产生的侧向分力传递给后者,格构竹柱3底部埋入钢筋混凝土基础2中;单榀空间桁架1的中弦杆组12和下弦杆组13前后两端埋入基础中,将桥面竖向荷载产生的侧向分力传递给后者。

[0044] 两榀空间桁架1顶部之间通过按照一定间距排列的组合横梁4连接固定,底部之间通过一定间距排列的组合横梁和沿跨度方向的纵梁相连接,顶部和底部连接构件将两榀桁架1连接成为一个空间整体结构,抵抗横向水平力(如风和洪水带来的侧推力)。两榀空间桁架1与桥面梁架和屋面横梁之间限定出廊桥的通行使用空间,并在屋面和桥面分别设置屋面板体系和桥面板体系,侧面设置栏杆,形成完整的圆竹廊桥。

[0045] 所述横梁4可以用直线型或则其它形状联系横梁受力作用的构件或组合构件代替。

[0046] 三组弧形弦杆综合其桥面行走舒适度、结构受力、廊桥高度和屋面排水等因素,下弦杆组13矢跨比不大于 $1/6$ ,中弦杆组12的矢跨比为 $1/10-1/2.5$ ,上弦杆组11的矢跨比不大于 $1/2.5$ 。

[0047] 上弦杆组11和中弦杆组12分别内倾和外倾,上弦杆组11内倾与垂直法线夹角不大于 $30^\circ$ ,中弦杆组12外倾与垂直法线夹角不大于 $45^\circ$ ;连接两者的腹杆14向桥外侧倾斜形成坡度,桥跨中部的腹杆14坡度较小,不小于 $1^\circ$ ,向端部发展,其坡度逐渐增大,不大于 $90^\circ$ 。三者共同形成直纹曲面式的排水坡屋面。

[0048] 所述两榀空间桁架1侧立面可替代为垂直的上弦杆组11、外倾的中弦杆组12和向檐口放坡的腹杆14组成的三角形,或替代为内倾的上弦杆组11、垂直的中弦杆组12和向檐口放坡的腹杆14组成的三角形。

[0049] 如图8所示,腹杆单元可替代为平面三角形,具体为上部1根腹杆14,两侧2根腹杆14,连接成平面三角形,

[0050] 所述上弦杆组11、下弦杆组12由四根圆竹杆件组成和中弦杆组13由三根圆竹杆件组成,杆件之间彼此间隔,(这样形成自重较轻的杆件体系,保证了抗弯性能,节约了材料同时减轻结构自重)腹杆14穿插在杆件之间的间隙中,腹杆14交于一处,彼此相互错开,通过用凝固材料(凝固材料,其他满足结构强度的高分子胶凝材料或细石混凝土等)在交接处将弦杆与腹杆14整体浇筑,形成高强度节点5。这样既避免因竹材上打孔和挖洞带来对构件的受力破坏,又极大地降低了不同角度的腹杆14交汇一点带来的施工难度和精度。

[0051] 如图6、7所示,上弦杆组11与腹杆14交汇于一处,并用凝固材料浇筑,形成高强度节点5。

[0052] 所述上弦杆组11、中弦杆组12和下弦杆组13可以用圆竹杆捆绑在一起形成的密实集束弦杆代替,或在所述弦杆的间隙中每间隔一定间距用短竹杆连接形成的格构弦杆代替。

[0053] 所述弦杆和腹杆14的连接处的凝固材料是环氧砂浆节点5,也可以为通过金属连

接件将杆件连接在一起。

[0054] 所述结构产生的水平推力较小,上弦杆组11端部的水平推力通过固定于基础上的组合格构竹柱3来平衡,不同于通常采用钢筋混凝土柱或钢柱来抵抗水平推力的方式,减轻结构自重的同时保证了结构的强度与刚度,并最大程度降低混凝土和钢的用量。

[0055] 所述格构竹柱3可用密实集束竹柱代替,也可用木柱、钢筋混凝土柱和钢柱代替。

[0056] 对于圆竹桥梁主体结构材料,可部分和全部用胶合竹、重组竹、竹篾层积材或木材代替圆竹。

[0057] 本领域的普通技术人员将会意识到,这里所述的实施例是为了帮助读者理解本发明的实施方法,应被理解为本发明的保护范围并不局限于这样的特别陈述和实施例。本领域的普通技术人员可以根据本发明公开的这些技术启示做出各种不脱离本发明实质的其它各种具体变形和组合,这些变形和组合仍然在本发明的保护范围内。

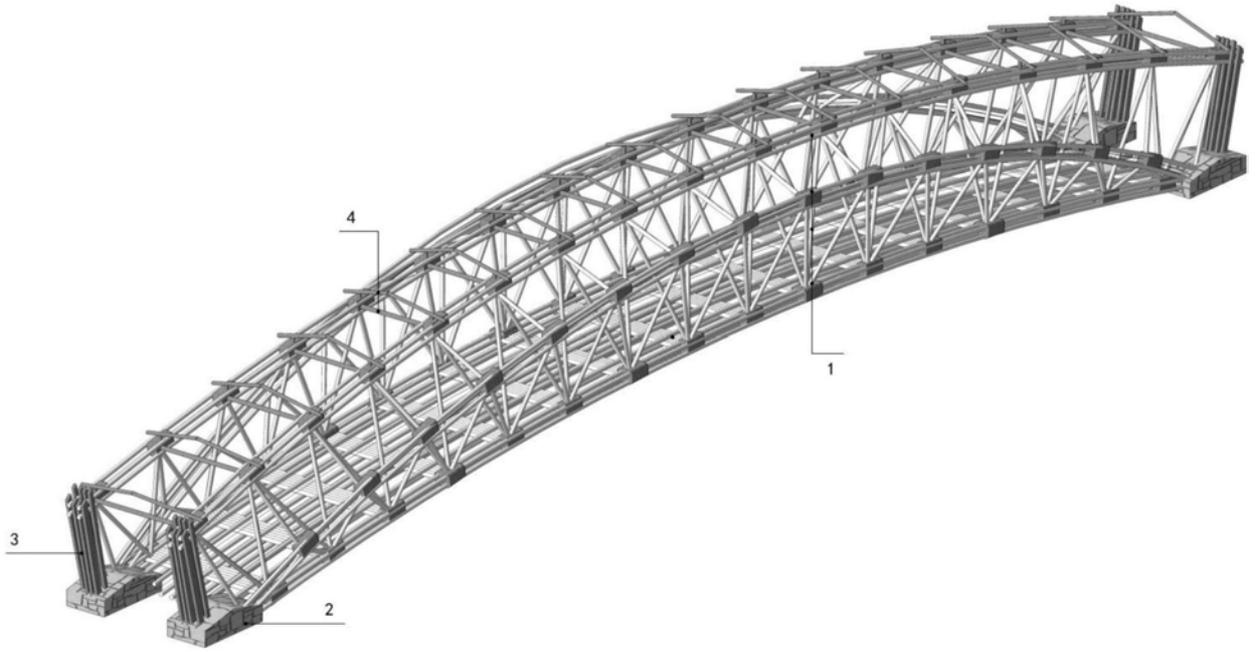


图1

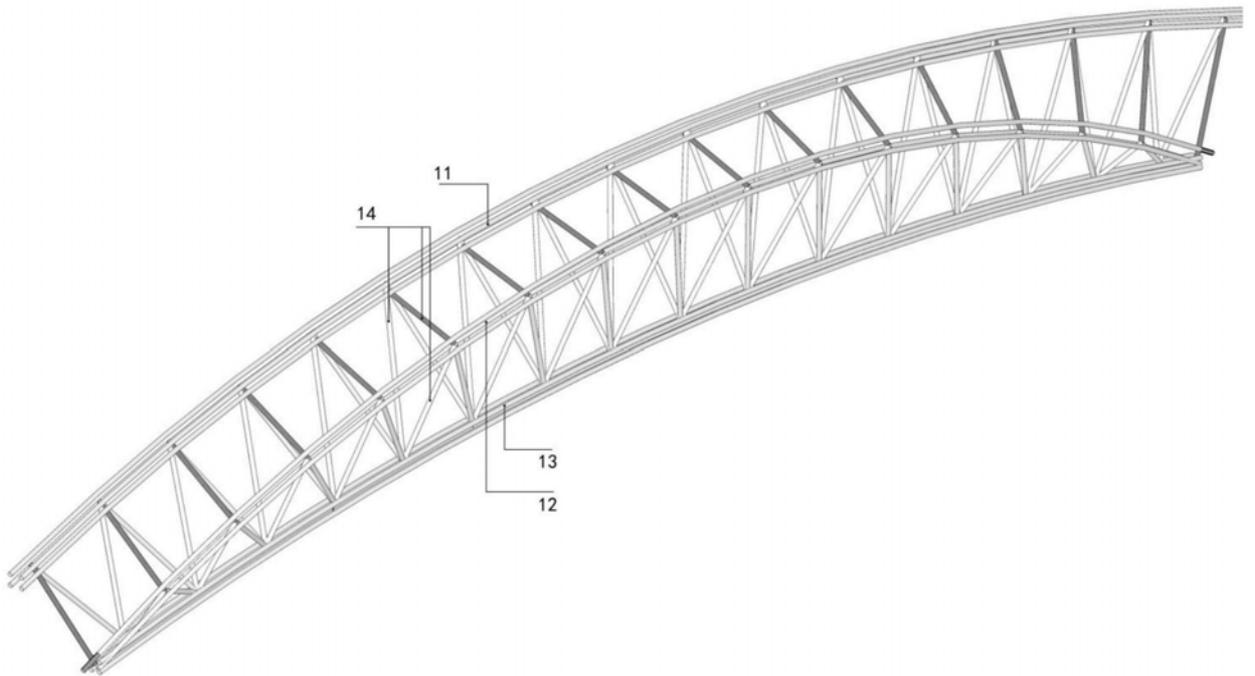


图2

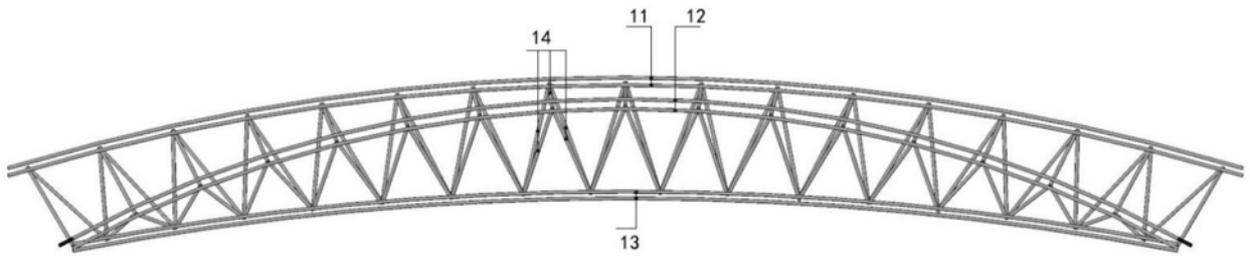


图3

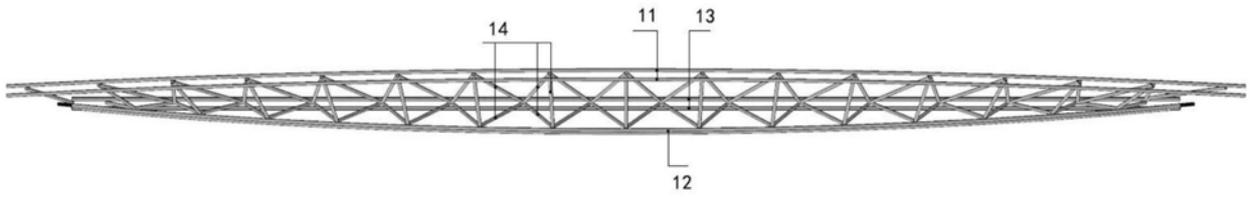


图4

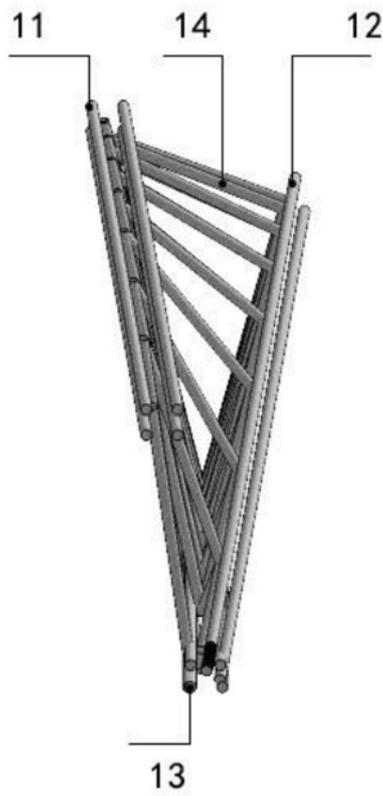


图5

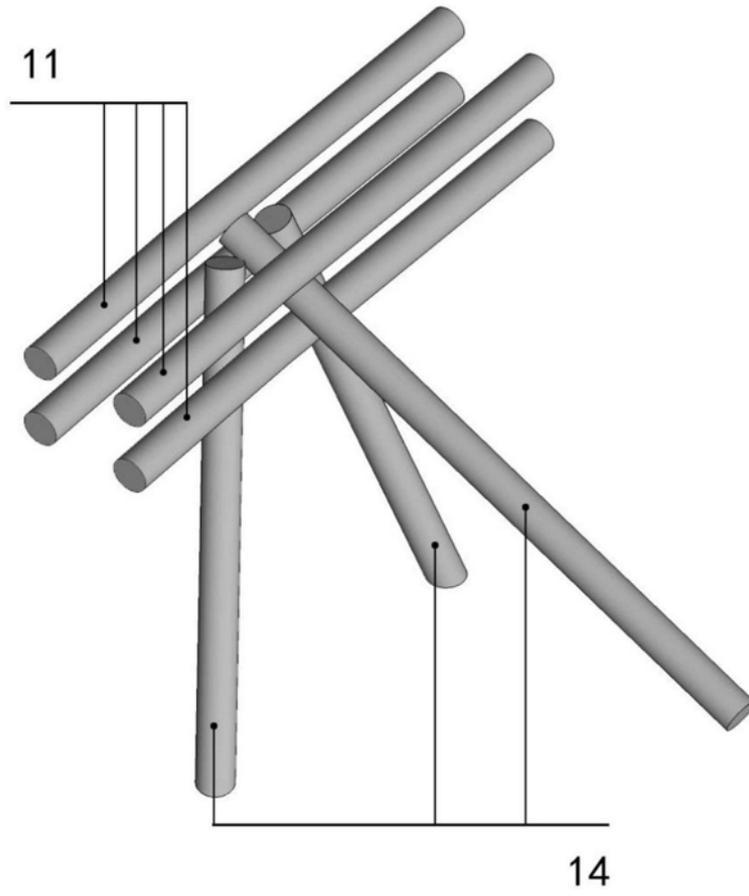


图6

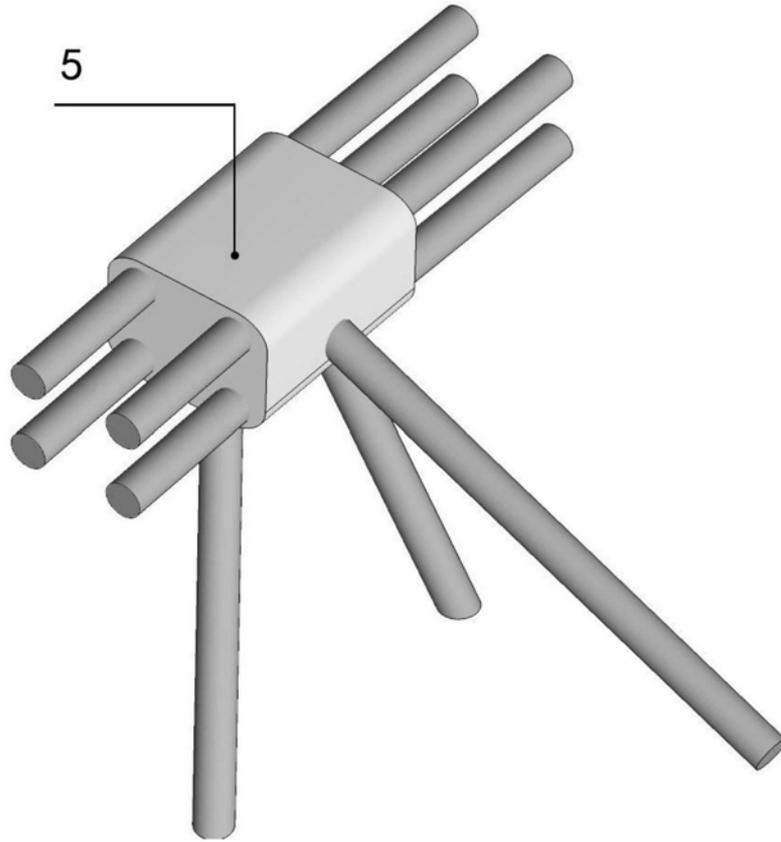


图7

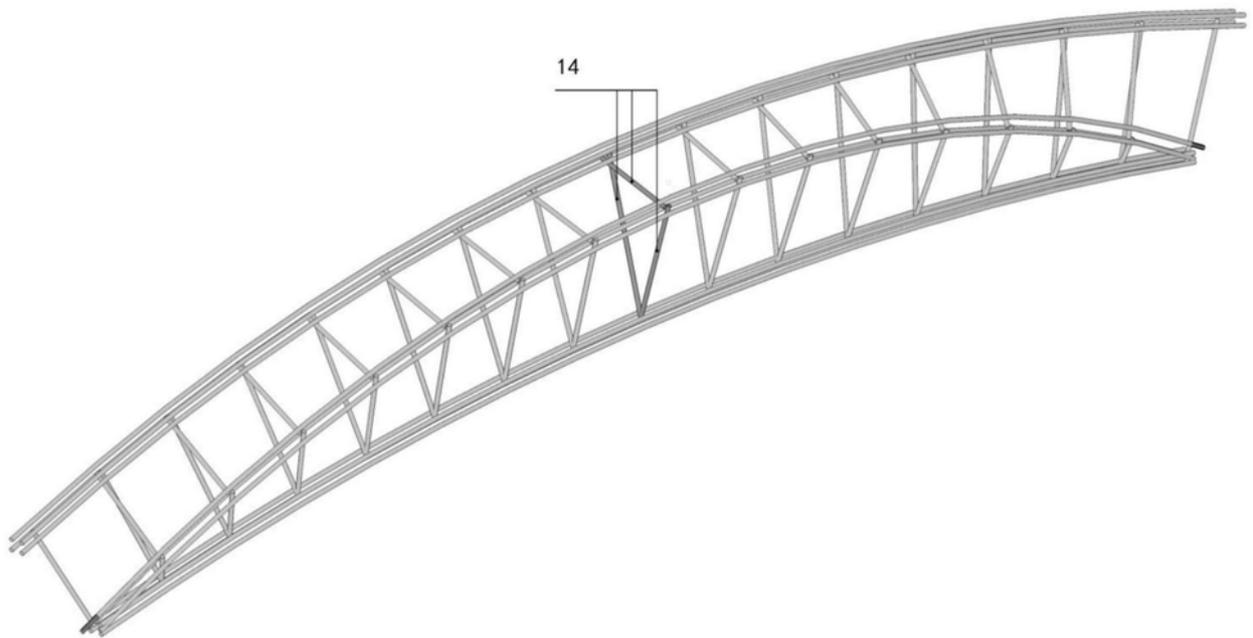


图8