



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119465795 A

(43) 申请公布日 2025. 02. 18

(21) 申请号 202411915657.0

(22) 申请日 2024.12.24

(71) 申请人 中铁上海工程局集团有限公司
地址 200436 上海市静安区江场三路278号
申请人 中铁上海工程局集团第五工程有限公司

(72) 发明人 张豪 程臣 何鹏 刘草平
丁明海 李晟 方信 黄旭辉
詹玉富 蓝富洋 刘人华

(74) 专利代理机构 广西星聚知识产权代理事务
所(特殊普通合伙) 45144
专利代理师 戴燕桃

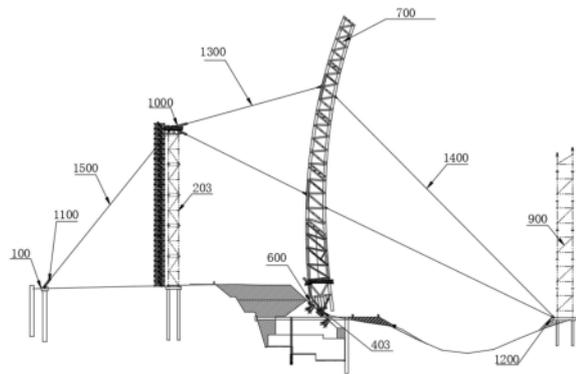
(51) Int. Cl.
E01D 21/00 (2006.01)
E01D 21/08 (2006.01)

权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称
一种拱肋竖向拼装及转体施工方法

(57) 摘要

本发明提供了一种拱肋竖向拼装及转体施工方法,包括以下步骤:下放索固定基础和揽风索固定基础的施工;竖向拼装拱肋节段,安装下放索和揽风索并预紧;转体施工:协调调整下放索和揽风索的长度,使所述拱肋节段下端以可转动结构为轴心,上部向下旋转至到达设计位置。采用本发明的施工方法,无需在水中搭设支架即可完成拱肋的转体施工,避免对航道通行以及泄洪的影响,同时有效地缩短了施工周期。



1. 一种拱肋竖向拼装及转体施工方法,其特征在于包括以下步骤:

下放索固定基础和揽风索固定基础的施工:预先在拱座后方完成下放索固定基础的施工,在拱座前方完成揽风索固定基础的施工;

拼装拱肋节段及安装下放索和揽风索:在最接近拱座的拱肋节段下端安装可转动结构与拱座连接,然后依次向上竖向拼装拱肋其中一侧的拱肋节段直至达到设计长度;在竖向拼装的过程中,或在竖向拼装完成后,在拱肋节段旋转方向的后方安装下放索并预紧,所述下放索的长度可调节,一端与下放索固定基础连接,另一端与拱肋节段连接;在所述拱肋节段旋转方向的前下方安装揽风索并预紧,所述揽风索的长度可调节,一端与揽风索固定基础连接,另一端与拱肋节段连接;

转体施工:协调调整下放索和揽风索的长度,使所述拱肋节段下端以可转动结构为轴心,上部向下旋转至到达设计位置。

2. 根据权利要求1所述的拱肋竖向拼装及转体施工方法,其特征在于:

所述下放索固定基础顶部设置有张拉千斤顶,所述下放索的一端通过所述张拉千斤顶与所述下放索固定基础连接;所述揽风索固定基础上面设置有前锚固千斤顶,所述揽风索的一端通过所述前锚固千斤顶与所述揽风索固定基础连接。

3. 根据权利要求1所述的拱肋竖向拼装及转体施工方法,其特征在于:

所述下放索固定基础包括竖转塔架、第一承台和第一桩基,所述第一桩基顶部固定有所述第一承台,所述第一承台至少设置有两个,上面固定有竖转塔架,所述竖转塔架包括立柱和横联系,所述立柱至少设置有两根,分别对应与其中一个所述第一承台连接,所述立柱沿拱肋的宽度方向排列,相邻的所述立柱之间间隔连接有至少两根横联系。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的拱肋竖向拼装及转体施工方法,其特征在于:

所述下放索固定基础顶部的两侧对称固定有两组第一张拉千斤顶和第二张拉千斤顶,所述下放索包括第一下放索和第二下放索;两组所述第一张拉千斤顶分别与所述第一下放索的一端连接,所述第一下放索的另一端分别对应与拱肋节段中与其同侧的拱圈中上部连接;两组所述第二张拉千斤顶分别与所述第二下放索的一端连接,所述第二下放索的另一端分别对应与拱肋节段中与其同侧的拱圈中下部连接。

5. 根据权利要求1-3任一项所述的拱肋竖向拼装及转体施工方法,其特征在于:

所述下放索固定基础后方还设置有后锚装置,所述后锚装置通过锚固索与所述下放索固定基础的顶部连接;

在下放索固定基础和揽风索固定基础的施工时,完成后锚装置的施工,并在后锚装置和下放索固定基础之间连接锚固索并预紧。

6. 根据权利要求5所述的拱肋竖向拼装及转体施工方法,其特征在于:

所述后锚装置包括第二承台和第二桩基,所述第二桩基顶部固定有第二承台,所述第二承台至少设置有两个,顶部均固定有后锚固千斤顶,所述后锚固千斤顶与所述锚固索的一端连接,所述锚固索的另一端对应与所述揽风索固定基础中与其同侧的顶部连接。

7. 根据权利要求4所述的拱肋竖向拼装及转体施工方法,其特征在于:

所述揽风索固定基础包括第三承台和第三桩基,所述第三桩基顶部固定有第三承台,所述第三承台至少设置有两个,且低于所述下放索与所述拱肋节段的连接位置;

所述第三承台顶部设置有前锚固千斤顶,所述前锚固千斤顶包括有两组第一前锚固千

千斤顶和两组第二前锚固千斤顶,所述揽风索包括第一揽风索和第二揽风索;每个所述第三承台顶部均固定有一组所述第一前锚固千斤顶和一组第二前锚固千斤顶,两组所述第一前锚固千斤顶分别与所述第一揽风索的一端连接,所述第一揽风索的另一端分别对应与拱肋节段中与其同侧的拱圈中上部连接;两组所述第二前锚固千斤顶分别与所述第二揽风索的一端连接,所述第二揽风索的另一端分别对应与拱肋节段中与其同侧的拱圈中下部连接。

8. 根据权利要求1所述的拱肋竖向拼装及转体施工方法,其特征在于:

在拼装拱肋节段和转体施工的过程中,采用监测系统对拱肋的位置、线型进行监测,所述监测系统包括4D激光点云采集装置和下放控制系统,所述下放控制系统与4D激光点云采集装置、下放索和缆风索电连接,所述4D激光点云采集装置安装在所述拱肋节段的前方和后方,用于采集包括拱肋节段的位置坐标、线型在内的数据,并传递给下放控制系统,所述下放控制系统控制所述下放索和所述缆风索的长度及索力,使拱肋节段的安装位置和下放位置控制在误差范围内。

9. 根据权利要求1所述的拱肋竖向拼装及转体施工方法,其特征在于:

安装所述可转动结构之后,在最接近拱座的拱肋节段下端的前部和后部安装临时固定结构使所述最接近拱座的拱肋节段与拱座固定在一起;

在转体施工之前,拆除所述临时固定结构。

10. 根据权利要求9所述的拱肋竖向拼装及转体施工方法,其特征在于:

所述临时固定结构拆除之前,在拱肋下面及侧方安装卸力装置;所述卸力装置包括反顶机构和顶升机构,所述反顶机构包括刚性支撑结构,所述一端能匹配支撑在拱肋上弦杆底部临时锚固状态位置的外侧面,另一端固定在拱座上,所述顶升机构包括上封板、下封板和顶升千斤顶组,所述上封板用于匹配与拱肋下弦杆的底面固定连接,所述下封板用于与临时锚固在所述拱肋下弦杆下面且完成了切割分离的临时固定结构的顶面固定连接,在所述上封板和所述下封板之间匹配固定有顶升千斤顶组;

在解除临时固定结构之前,将刚性支撑结构固定在拱肋上弦杆的外侧,使其顶部与拱肋上弦杆的外侧面紧密贴合;在每解除一根拱肋下弦杆与临时固定结构之间的连接后,将上封板和下封板分别焊接至拱肋下弦杆下面和完成了切割分离的临时固定结构的顶面,放置顶升千斤顶组顶升至相应高度,由顶升千斤顶组对拱肋下弦杆进行支撑,待所有的拱肋下弦杆与临时固定结构的连接均解除完成并安装好顶升装置后,调整顶升千斤顶组的顶升高度,使其与下放索和揽风索协调控制拱肋缓慢下放。

一种拱肋竖向拼装及转体施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及桥梁施工技术领域,尤其是一种拱肋竖向拼装及转体施工方法。

背景技术

[0002] 随着社会的发展,桥梁的结构和造型也越来越丰富,钢管混凝土拱桥因其结构独特、造型美观、承载力强等优点,在现代桥梁建设中得到广泛应用。钢管混凝土拱桥的主拱肋采用钢管混凝土结构,钢管混凝土结构的施工一般为先搭建钢管结构,然后在钢管内填充混凝土,由于钢管的径向约束而限制受压混凝土的膨胀,使混凝土处于三向受压状态,从而显著提高混凝土的抗压强度。

[0003] 目前钢管拱桥竖转施工多为卧拼正提法,拼装时需要搭设卧拼支架,如CN 118375076 A的发明专利申请公开了一种利用刚性顶升进行拱肋竖转的施工方法,需要预先安装主梁支架、主梁、拱脚和拱肋支架,将一对拱肋分别安放至该侧的拱肋支架上对拱肋进行支撑,然后才能进行对应的竖转施工操作,在操作完成后还需要拆除主梁支架和拱肋支架。但是,若桥址位于河流位置,需在水中搭设支架,则会一定程度上影响航道通行以及泄洪,且若桥址恰好位于山谷地带,则还会存在支架高度过高导致搭设困难的问题,进而导致施工周期延长,因此,为解决上述问题,研究一种新的竖转施工方法是十分有必要的。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种拱肋竖向拼装及转体施工方法,无需在水中搭设支架即可完成拱肋的转体施工,避免对航道通行以及泄洪的影响,同时有效地缩短了施工周期。

[0005] 为实现上述目的,本发明的技术方案为:

一种拱肋竖向拼装及转体施工方法,包括以下步骤:

下放索固定基础和揽风索固定基础的施工:预先在拱座后方完成下放索固定基础的施工,在拱座前方完成揽风索固定基础的施工;

拼装拱肋节段及安装下放索和揽风索:在最接近拱座的拱肋节段下端安装可转动结构与拱座连接,然后依次向上竖向拼装拱肋其中一侧的拱肋节段直至达到设计长度;在竖向拼装的过程中,或在竖向拼装完成后,在拱肋节段旋转方向的后方安装下放索并预紧,所述下放索的长度可调节,一端与下放索固定基础连接,另一端与拱肋节段连接;在所述拱肋节段旋转方向的前下方安装揽风索并预紧,所述揽风索的长度可调节,一端与揽风索固定基础连接,另一端与拱肋节段连接;

转体施工:协调调整下放索和揽风索的长度,使所述拱肋节段下端以可转动结构为轴心,上部向下旋转至到达设计位置。

[0006] 优选地,所述下放索固定基础顶部设置有张拉千斤顶,所述下放索的一端通过所述张拉千斤顶与所述下放索固定基础连接;所述揽风索固定基础上面设置有前锚固千斤顶,所述揽风索的一端通过所述前锚固千斤顶与所述揽风索固定基础连接。

[0007] 优选地,所述下放索固定基础包括竖转塔架、第一承台和第一桩基,所述第一桩基

顶部固定有所述第一承台,所述第一承台至少设置有两个,上面固定有竖转塔架,所述竖转塔架包括立柱和横联系,所述立柱至少设置有两根,分别对应与其中一个所述第一承台连接,所述立柱沿拱肋的宽度方向排列,相邻的所述立柱之间间隔连接有至少两根横联系。

[0008] 优选地,所述下放索固定基础顶部的两侧对称固定有两组第一张拉千斤顶和第二张拉千斤顶,所述下放索包括第一下放索和第二下放索;两组所述第一张拉千斤顶分别与所述第一下放索的一端连接,所述第一下放索的另一端分别对应与拱肋节段中与其同侧的拱圈中上部连接;两组所述第二张拉千斤顶分别与所述第二下放索的一端连接,所述第二下放索的另一端分别对应与拱肋节段中与其同侧的拱圈中下部连接。

[0009] 优选地,所述下放索固定基础后方还设置有后锚装置,所述后锚装置通过锚固索与所述下放索固定基础的顶部连接;

在下放索固定基础和揽风索固定基础的施工时,完成后锚装置的施工,并在后锚装置和下放索固定基础之间连接锚固索并预紧。

[0010] 优选地,所述后锚装置包括第二承台和第二桩基,所述第二桩基顶部固定有第二承台,所述第二承台至少设置有两个,顶部均固定有后锚固千斤顶,所述后锚固千斤顶与所述锚固索的一端连接,所述锚固索的另一端对应与所述揽风索固定基础中与其同侧的顶部连接。

[0011] 优选地,所述揽风索固定基础包括第三承台和第三桩基,所述第三桩基顶部固定有第三承台,所述第三承台至少设置有两个,且低于所述下放索与所述拱肋节段的连接位置;

所述第三承台顶部设置有前锚固千斤顶,所述前锚固千斤顶包括有两组第一前锚固千斤顶和两组第二前锚固千斤顶,所述揽风索包括第一揽风索和第二揽风索;每个所述第三承台顶部均固定有一组所述第一前锚固千斤顶和一组第二前锚固千斤顶,两组所述第一前锚固千斤顶分别与所述第一揽风索的一端连接,所述第一揽风索的另一端分别对应与拱肋节段中与其同侧的拱圈中上部连接;两组所述第二前锚固千斤顶分别与所述第二揽风索的一端连接,所述第二揽风索的另一端分别对应与拱肋节段中与其同侧的拱圈中下部连接。

[0012] 优选地,在拼装拱肋节段和转体施工的过程中,采用监测系统对拱肋的位置、线型进行监测,所述监测系统包括4D激光点云采集装置和下放控制系统,所述下放控制系统与4D激光点云采集装置、下放索和缆风索电连接,所述4D激光点云采集装置安装在所述拱肋节段的前方和后方,用于采集包括拱肋节段的位置坐标、线型在内的数据,并传递给下放控制系统,所述下放控制系统控制所述下放索和所述缆风索的长度及索力,使拱肋节段的安装位置和下放位置控制在误差范围内。

[0013] 优选地,安装所述可转动结构之后,在最接近拱座的拱肋节段下端的前部和后部安装临时固定结构使所述最接近拱座的拱肋节段与拱座固定在一起;

在转体施工之前,拆除所述临时固定结构。

[0014] 优选地,在拼装拱肋节段及安装下放索和揽风索之前,预先完成后锚装置、下放索固定基础、揽风索固定基础的施工,并在后锚装置和下放索固定基础之间连接锚固索并预紧。

[0015] 优选地,所述临时固定结构拆除之前,在拱肋下面及侧方安装卸力装置;所述卸力

装置包括反顶机构和顶升机构,所述反顶机构包括刚性支撑结构,所述一端能匹配支撑在拱肋上弦杆底部临时锚固状态位置的外侧面,另一端固定在拱座上,所述顶升机构包括上封板、下封板和顶升千斤顶组,所述上封板用于匹配与拱肋下弦杆的底面固定连接,所述下封板用于与临时锚固在所述拱肋下弦杆下面且完成了切割分离的临时固定结构的顶面固定连接,在所述上封板和所述下封板之间匹配固定有顶升千斤顶组;

在解除临时固定结构之前,将刚性支撑结构固定在拱肋上弦杆的外侧,使其顶部与拱肋上弦杆的外侧面紧密贴合;在每解除一根拱肋下弦杆与临时固定结构之间的连接后,将上封板和下封板分别焊接至拱肋下弦杆下面和完成了切割分离的临时固定结构的顶面,放置顶升千斤顶组顶升至相应高度,由顶升千斤顶组对拱肋下弦杆进行支撑,待所有的拱肋下弦杆与临时固定结构的连接均解除完成并安装好顶升装置后,调整顶升千斤顶组的顶升高度,使其与下放索和揽风索协调控制拱肋缓慢下放。

[0016] 以上所述的拱肋竖向拼装及转体施工方法,具有以下优点:

(1) 本发明中,由于拱肋节段是竖向安装,因此无需在水中搭设支架,避免对航道通行以及泄洪的影响,也解决了山谷地带存在的支架高度过高导致搭设困难的问题,同时还能有效地缩短了施工周期,降低了搭设支架的施工成本。

[0017] (2) 本发明采用揽风索和下放索结合的拉索体系,通过提前预紧各个拉索,能避免防止下放瞬间拱肋受纵向风荷载后仰,增加其竖向拼装的稳定性。

[0018] (3) 本发明进一步结合采用临时固定结构、后锚固结构,能进一步保证竖向拼装拱肋节段过程的稳定性,也能更好地保证转体过程的安全性。

附图说明

[0019] 图1是本发明施工方法中搭建后锚装置、下放索固定基础和揽风索固定基础的示意图。

[0020] 图2是本发明施工方法中在最接近拱座的拱肋节段下端安装可转动结构与拱座连接的示意图。

[0021] 图3是本发明施工方法中其中一侧的拱肋节段拼装达到设计长度的示意图。

[0022] 图4是本发明施工方法中拆除临时固定结构后的示意图。

[0023] 图5是本发明施工方法中拱肋节段旋转至到达设计位置的示意图。

[0024] 图6是一实施例中在拆除临时固定结构之前安装卸力装置后的示意图。

[0025] 图7是反顶机构的结构示意图。

[0026] 图8是顶升机构的结构示意图。

[0027] 图中,后锚装置100,第二承台101,第二桩基102,下放索固定基础200,第一承台201,第一桩基202,竖转塔架203,拱座300,可转动结构400,下转铰401,上转铰402,转轴403,揽风索固定基础500,第三承台501,第三桩基502,临时固定结构600,后端临时固定结构601,前端临时固定结构602,拱肋节段700,梯笼800,拱肋支架900,张拉千斤顶1000,第一张拉千斤顶1001,第二张拉千斤顶1002,后锚固千斤顶1100,前锚固千斤顶1200,第一前锚固千斤顶1201,第二前锚固千斤顶1202,下放索1300,第一下放索1301,第二下放索1302,揽风索1400,第一揽风索1401,第二揽风索1402,锚固索1500,拱肋上弦杆1600,反顶机构1700,预埋钢板1701,刚性支撑板1702,抄垫钢板1703,拱肋下弦杆1800,顶升机构1900,上

封板1901,顶升千斤顶组1902,下封板1903。

具体实施方式

[0028] 以下结合具体实施例对本发明作进一步说明,但本发明的保护范围不限于以下实施例。

实施例1

[0029] 一种拱肋竖向拼装及转体施工方法,包括以下步骤:

下放索固定基础200和揽风索固定基础500的施工:结合图1所示,预先在拱座300后方完成下放索固定基础200的施工,在拱座300前方完成揽风索固定基础500的施工;对于拱座300、下放索固定基础200、揽风索固定基础500的施工顺序没有严格要求,可以同时进行,可以交替进行,也可以按照一定的先后顺序进行,只要在下一步骤开始之前完成即可。

[0030] 拼装拱肋节段700及安装下放索1300和揽风索1400:如图2所示,在最接近拱座300的拱肋节段700下端安装可转动结构400与拱座300连接,当然,拱座300中也对应设置有预埋件来实现拱肋节段700的连接;然后依次向上竖向拼装拱肋其中一侧的拱肋节段700直至达到设计长度,即如图3所示的状态,由于拱肋节段700是竖向安装,因此无需在水中搭设支架,拱肋节段700在拼装的过程中,可用大型吊机逐节吊装拱肋节段700,吊装到位后再与上一节拱肋节段700焊接;在竖向拼装的过程中,或在竖向拼装完成后,在拱肋节段700旋转方向的后方安装下放索1300并预紧,下放索1300的长度可调节,一端与下放索固定基础200连接,另一端与拱肋节段700连接;在拱肋节段700旋转方向的前下方安装揽风索1400并预紧,揽风索1400的长度可调节,一端与揽风索固定基础500连接,另一端与拱肋节段700连接。下放索1300和揽风索1400预紧,可防止下放瞬间拱肋节段700受纵向风荷载后仰,增加其竖向拼装的稳定性。

[0031] 转体施工:协调调整下放索1300和揽风索1400的长度,使拱肋节段700下端以可转动结构400为轴心,上部向下旋转至到达设计位置,即如图5所示的状态,旋转到达设计位置后,先拆除揽风索1400。

[0032] 后续可参照现有技术进行拱肋节段的对位,若另一侧的拱肋节段700已经安装到位,则还需要完成转体施工到位的拱肋节段700与另一侧拱肋节段700的焊接固定,然后完成拱肋节段700与拱座300的连接,或先完成转体到位的拱肋节段700与拱座300的连接,再完成两侧拱肋节段700之间的对位连接,最后拆除下放索1300。

[0033] 优选地,下放索固定基础200顶部设置有张拉千斤顶1000,下放索1300的一端通过张拉千斤顶1000与下放索固定基础200连接;揽风索固定基础500上面设置有前锚固千斤顶1200,揽风索1400的一端通过前锚固千斤顶1200与揽风索固定基础500连接。通过设置千斤顶,可更好地调节下放索1300和揽风索1400的长度。

[0034] 优选地,本实施例提供了一种具体的下放索固定基础200结构,下放索固定基础200包括竖转塔架203、第一承台201和第一桩基202,第一桩基202顶部固定有第一承台201,第一承台201上面固定有竖转塔架203,竖转塔架203包括立柱和横联系,立柱至少设置有两根,分别对应与其中一个第一承台201连接,沿拱肋的宽度方向排列,立柱之间间隔连接有至少两根横联系。第一桩基202可采用4根钢筋混凝土桩基,位于第一承台201底部的四个角,采用常规方式施工即可,第一承台201中设置有预埋件,可与竖转塔架203连接,保证竖

转塔架203的稳定性。对于立柱,可采用钢管结构,两根立柱的位置分别与拱肋节段的左幅拱圈、右幅拱圈的位置相对应,间距与左幅拱圈、右幅拱圈之间的间距相匹配,即相同或略大于或略小于左幅拱圈、右幅拱圈之间的间距。两根立柱通过横联系连接,横联系使竖转塔架203成为一个整体,横联系可采用桁架结构。

[0035] 优选地,下放索固定基础200顶部的两侧对称固定有两组第一张拉千斤顶1001和第二张拉千斤顶1002,下放索1300包括第一下放索1301和第二下放索1302;两组第一张拉千斤顶1001分别与第一下放索1301的一端连接,第一下放索1301的另一端分别对应与拱肋节段700中与其同侧的拱圈中上部连接;两组第二张拉千斤顶1002分别与第二下放索1302的一端连接,第二下放索1302的另一端分别对应与拱肋节段700中与其同侧的拱圈中下部连接。结合本实施例采用包括竖转塔架203的下放索固定基础200,每根立柱顶部分别固定有一组第一张拉千斤顶1001和一组第二张拉千斤顶1002,相对于竖转塔架203的竖向中心线呈对称设置。每组张拉千斤顶1000中,可以包括有一个或一个以上的千斤顶,根据承重要求设置,第一张拉千斤顶1001和第二张拉千斤顶1002可以通过锚箱来固定,锚箱与竖转塔架203焊接或螺栓连接,采用锚箱可增加与张拉千斤顶1000的强度。第一下放索1301和第二下放索1302与拱圈的连接,也可以通过锚具来实现。下放索1300一般是与拱圈的拱肋上弦杆1600连接。

[0036] 优选地,下放索固定基础200后方还设置有后锚装置100,后锚装置100通过锚固索1500与下放索固定基础200的顶部连接。后锚装置100可以更好地保证竖转塔架203在下放索1300张拉过程中的稳定性。在下放索固定基础200和揽风索固定基础500的施工时,完成后锚装置100的施工,并在后锚装置100和下放索固定基础200之间连接锚固索1500并预紧,关于后锚装置100与拱座300、下放索固定基础200、揽风索固定基础500的施工顺序也没有严格要求,可以同时进行,可以交替进行,也可以按照一定的先后顺序进行,但一般在竖转塔架203施工完成之前完成后锚装置100的施工,以方便安装锚固索1500。

[0037] 优选地,后锚装置100包括第二承台101和第二桩基102,第二桩基102顶部固定有第二承台101;第二承台101至少设置有两个,顶部固定有后锚固千斤顶1100,后锚固千斤顶1100与锚固索1500的一端连接,锚固索1500的另一端与揽风索固定基础500中与其同侧的顶部连接。本实施例中,第二桩基102采用两根钢筋混凝土桩基,第二承台101中设置有预埋件,方便与后锚固千斤顶1100连接。后锚固千斤顶1100也一般对称设置有两组,分别对应与和其同侧的立柱顶部连接,后锚固千斤顶1100可通过锚箱固定,锚固索1500的另一端也可以通过锚具实现与揽风索固定基础500的连接。

[0038] 优选地,揽风索固定基础500包括第三承台501和第三桩基502,第三桩基502顶部固定有第三承台501,第三承台501至少设置有两个,且低于下放索1300与拱肋节段700的连接位置。本实施例中,拱肋另一侧的拱肋节段700,即如图3所示的方向中,右侧的拱肋节段700已预先在拱肋支架900上安装完成,右侧的拱肋节段700基本是在陆地上施工,只是距离右拱座最远的拱肋节段是位于河流上方,为搭建对应支撑该拱肋节段的拱肋支架900,即预先需要安装第三承台501和第三桩基502,本实施例利用该已有的第三承台501和第三桩基502作为揽风索固定基础500。在第三承台501顶部设置有前锚固千斤顶1200,前锚固千斤顶1200包括有两组第一前锚固千斤顶1201和两组第二前锚固千斤顶1202,揽风索1400包括第一揽风索1401和第二揽风索1402,每个第三承台501顶部均固定有一组第一前锚固千斤顶

1201和一组第二前锚固千斤顶1202,两组第一前锚固千斤顶1201分别与第一揽风索1401的一端连接,第一揽风索1401的另一端分别对应与拱肋节段700中与其同侧的拱圈中上部连接;两组第二前锚固千斤顶1202分别与第二揽风索1402的一端连接,第二揽风索1402的另一端分别对应与拱肋节段700中与其同侧的拱圈中下部连接,通过设置两层揽风索1400,能更好地防止下放瞬间拱肋受纵向风荷载后仰。缆风索1400一般是与拱圈的拱肋下弦杆1800连接。

[0039] 优选地,可转动结构400包括上转铰402、下转铰401和转轴403,上转铰402上部与拱肋节段700的下端连接,下转铰401下部拱座300连接,上转铰402和下转铰401通过转轴403转动连接,本实施例中,可转动结构400设置有两组,分别安装在图2所示的方向中拱肋节段700底端中部的前面和后面,即分别对应左幅拱圈和右幅拱圈的底端中部位置处。

[0040] 优选地,在拼装拱肋节段和转体施工的过程中,采用监测系统对拱肋的位置、线型进行监测,所述监测系统包括4D激光点云采集装置和下放控制系统,下放控制系统与4D激光点云采集装置、下放索1300和缆风索1400电连接,4D激光点云采集装置安装在拱肋节段700的前方和后方,用于采集包括拱肋节段的位置坐标、线型在内的数据,并传递给下放控制系统,下放控制系统传递下放指令,控制下放索1300和缆风索1400的长度及索力,使拱肋节段的安装位置和下放位置控制在误差范围内。在拼装拱肋节段700的过程中,通过4D激光点云采集装置可了解拱肋节段700的吊装位置,以协助进行吊装位置的调整。在转体施工的过程中,根据4D激光点云采集装置的反馈,下放控制系统通过控制张拉千斤顶1000和前锚固千斤顶1200来控制下放索1300和缆风索1400的索力,以实现拱肋节段700位置的调整。当然,为方便稳定竖转塔架,后锚固千斤顶1100也与下放控制系统连接,通过下放控制系统也可以控制锚固索1500的索力。对于4D激光点云采集装置,可以安装在河的两岸,4D激光点云采集装置采集的画面,采集后需进行坐标系的转换,以获取拱肋节段700的位置坐标,该转换可采用现有技术实现。

[0041] 优选地,安装可转动结构400之后,在最接近拱座300的拱肋节段700下端的前部和后部安装临时固定结构600使最接近拱座300的拱肋节段700与拱座300固定在一起,即如图2所示方向中,拱肋节段700底端的左侧和右侧,一般通过焊接钢管使拱肋节段700与拱座300固定在一起,当然,拱座300设置有对应的预埋件来与钢管连接。临时固定结构600包括后端临时固定结构601和前端临时固定结构602,与拱肋上弦杆1600连接的为后端临时固定结构601,与拱肋下弦杆1800连接的为前端临时固定结构602,在转体施工之前,拆除临时固定结构600,即如图4所示的状态。本实施例只是列举了其中一种方便安装的临时固定结构600,也还可以采用其他的临时固定结构600,只需要满足固定住拱肋节段700即可。

[0042] 另外,关于下放索1300和缆风索1400安装的时间节点,优选为下放索1300和揽风索1400对应连接的拱肋节段700安装完成后,即对应进行下放索1300与拱肋节段700和下放索固定基础200之间的连接,以及揽风索1400与拱肋节段700和揽风索固定基础500之间的连接,如此可更好地保证拱肋节段700安装过程中的稳定性,降低施工风险,减少拱肋节段700受气流影响而产生位置上的偏差。优选的,在进行拱肋节段700的竖向拼装时,为方便进行拱肋节段700之间的焊接,还同时进行梯笼800的施工,梯笼800有楼梯可方便施工人员上下攀爬,且周围有栏网可防止施工人员掉落。梯笼800也是逐节拼装,与拱肋节段700的拼装高度相匹配。每搭建一节梯笼800,在顶部一侧绕拱肋节段700外围安装一个焊接作业平台,

如此可在焊接作业平台上进行下一节段拱肋节段的焊接施工,下一节段拱肋节段焊接完成后,再搭建一节梯笼800、安装焊接作业平台,重复上述操作直至拱肋节段700达到设计高度。在转体施工之前,拆除梯笼800和焊接作业平台。

[0043] 基于上述优选的技术方案,结合本实施例施工应用的地理环境,本实施例的具体步骤包括:

下放索固定基础200、揽风索固定基础500、后锚装置100的施工:结合图1所示,预先在拱座300后方完成下放索固定基础200、后锚装置100的施工,在拱座300前方完成揽风索固定基础500的施工;本实施例中,揽风索固定基础500直接利用另一侧拱肋节段700最靠近下放索固定基础200的那一根拱肋支架900下面的第三承台501,可节约施工费用;对于拱座300、下放索固定基础200、揽风索固定基础500、后锚装置100的施工顺序没有严格要求,可以同时进行,可以交替进行,也可以按照一定的先后顺序进行,只要在下一步骤开始之前完成即可。在下放索固定基础200、揽风索固定基础500、后锚装置100的顶部分别对应安装张拉千斤顶1000、前锚固千斤顶1200和后锚固千斤顶1100,后锚固千斤顶1100和下放索固定基础200顶部之间连接锚固索1500并预紧。

[0044] 拼装拱肋节段700及安装下放索1300和揽风索1400:如图2所示,在最接近拱座300的拱肋节段700下端安装可转动结构400与拱座300连接,拱座300中对应设置有预埋件与下转铰401连接,上转铰402焊接在最接近拱座300的拱肋节段700下端,通过转轴403与下转铰401连接在一起,同时在最接近拱座300的拱肋节段700下端焊接临时固定结构600,且临时固定结构600的下端也与预埋在拱座300的预埋件连接,使最接近拱座300的拱肋节段700被固定住;然后借助大型吊机依次向上竖向拼装拱肋其中一侧的拱肋节段700直至达到设计长度,即如图3所示的状态,相邻的拱肋节段700之间通过焊接的方式实现连接;在竖向拼装的过程中,或在竖向拼装完成后,在拱肋节段700旋转方向的后方安装下放索1300并预紧,下放索1300的长度可调节,一端与张拉千斤顶1000连接,另一端与拱肋节段700连接;在拱肋节段700旋转方向的前下方安装揽风索1400并预紧,揽风索1400一端与前锚固千斤顶1200连接,另一端与拱肋节段700连接。

[0045] 转体施工:如图4所示,拆除临时固定结构600,通过张拉千斤顶1000和前锚固千斤顶1200协调调整下放索1300和揽风索1400的长度,使拱肋节段700下端以可转动结构400为轴心,上部向下旋转至到达设计位置,即如图5所示的状态,旋转到达设计位置后,先拆除揽风索1400。后续可参照现有技术进行拱肋节段的对位,本实施例中,另一侧拱肋节段700的焊接固定,则还需要完成转体到位的拱肋节段700与另一侧拱肋节段700的焊接固定,然后完成拱肋节段700与拱座300的连接,或先完成转体到位的拱肋节段700与拱座300的连接,再完成两侧拱梁节段700之间的对位连接,最后拆除下放索1300。

实施例2

[0046] 在拱肋竖转下放解除临时固定结构与拱肋连接支撑的瞬间,会产生较大瞬时力,使下放索1300以及竖转塔架203突然受力,进而可能无法控制下放系统的索力,导致可能会有拱肋瞬间失稳的现象发生,为解决上述可能存在的问题,结合图6所示,本实施例是在实施例1的基础上,增加了卸力装置。在临时固定结构拆除之前,在拱肋下面及侧方安装卸力装置;具体为:

卸力装置包括反顶机构1700和顶升机构1900,结合图7所示,反顶机构1700包括刚

性支撑结构,一端能匹配支撑在拱肋上弦杆1600底部临时锚固状态位置的外侧面(此处所说的外侧面,是指远离拱肋下弦杆1800的另一侧面),另一端固定在拱座上,反顶机构1700通过借助拱座3的反力,对拱肋上弦杆1600形成刚性支撑,从而可以较好地防止拱肋上弦杆1600出现后仰现象。结合图8所示,顶升机构1900包括上封板1901、下封板1903和顶升千斤顶组1902,上封板1901用于匹配与拱肋下弦杆1800的底面固定连接,下封板1903用于与临时锚固在拱肋下弦杆1800下面且完成了切割分离的临时固定结构的顶面固定连接,在上封板1901和下封板1903之间匹配固定有顶升千斤顶组1902;另外需要说明的是,在解除拱肋下弦杆1800和临时固定结构的连接时,临时固定结构一般会切割一定的长度,从而使拱肋下弦杆1800与临时固定结构保持一定的距离,在第一根拱肋下弦杆1800与临时固定结构解除连接时,依靠其他拱肋下弦杆1800与临时固定结构的连接,保持拱肋的位置不变,保证顶升机构1900安装的安全性,在最后一根拱肋下弦杆1800与临时固定结构解除连接时,依靠临时固定结构和顶升机构1900对其他拱肋下弦杆1800的支撑,保证最后一个顶升机构1900安装的安全性。

[0047] 在解除临时固定结构之前,将刚性支撑结构固定在拱肋上弦杆1600的外侧,使其顶部与拱肋上弦杆1600的外侧面紧密贴合,然后解除与拱肋上弦杆1600连接的后端临时固定结构601;下一步解除拱肋下弦杆1800与前端临时固定结构602之间的连接,在每解除一根拱肋下弦杆1800与后端临时固定结构601之间的连接后,将上封板1901和下封板1903分别焊接至拱肋下弦杆1800下面和完成了切割分离的临时固定结构的顶面,放置顶升千斤顶组1902顶升至相应高度,由顶升千斤顶组1902对拱肋下弦杆1800进行支撑,待所有的拱肋下弦杆1800与前端临时固定结构602的连接均解除完成并安装好顶升装置,此时,临时固定结构与拱肋节段700的连接已经完全解除,调整顶升千斤顶组1902的顶升高度,使其与下放索和揽风索1400协调控制拱肋缓慢下放。

[0048] 对于卸力装置,本实施例还作了进一步的优化。本实施例提供了一种刚性支撑结构的具体结构,刚性支撑结构包括楔形垫,楔形垫的形状能更好地贴合拱座3和拱肋上弦杆1600,对拱肋上弦杆1600形成支撑;楔形垫包括多块间隔设置的刚性支撑板1702,刚性支撑板1702沿拱肋的宽度方向排列,以支撑有一定宽度的拱肋上弦杆1600,每一块刚性支撑板1702的一端均能匹配支撑在拱肋上弦杆1600底端临时锚固状态位置的外侧面,另一端固定在拱座3上;楔形垫的数量一般与拱肋上弦杆1600的数量相匹配,即每根拱肋上弦杆1600匹配有一个楔形垫支撑。更优选地,为保证对拱肋上弦杆1600的支撑力,刚性支撑板1702由钢板制成,厚度以不小于20mm为宜。

[0049] 对于刚性支撑板1702的安装,优选是设置预埋钢板1701,预埋钢板1701在拱座3浇筑时即预埋在拱座3中,顶部露出拱座3与刚性支撑板1702的另一端连接,连接的方式一般采用焊接,方便快捷。

[0050] 另外,反顶机构还可以包括抄垫钢板1703,抄垫钢板1703在拱肋上弦杆1600与临时固定结构解除连接后,固定在拱肋上弦杆1600的底面或对应的临时固定结构的顶面;此处所说的临时固定结构,是指对应连接在拱肋上弦杆1600下方的临时固定结构,一般一根拱肋上弦杆1600对应设置一块抄垫钢板1703。解除连接一般是采用切割的方式,切割后使拱肋上弦杆1600与临时固定结构之间留存有一定的空间焊接抄垫钢板1703,以增大接触面使临时固定结构仍保持对拱肋上弦杆1600的支撑。在卸力装置的其他部件安装完成之后、

拱肋转体之前,把抄垫钢板1703拆除使拱肋上弦杆1600旋转不受抄垫钢板1703的影响。

[0051] 优选地,顶升机构1900设置有至少两个,与拱肋下弦杆1800的数量相匹配,即每根拱肋下弦杆1800匹配安装一个顶升机构1900。若有四根拱肋下弦杆1800,则匹配安装4个顶升机构1900。

[0052] 优选地,结合图2所示,顶升机构1900中,顶升千斤顶组1902包括至少两个千斤顶,沿拱肋下弦杆1800解除临时锚固后倾斜的方向排列,以更平衡地支撑住拱肋下弦杆1800,达到缓慢释放拱肋下弦杆1800的目的。

[0053] 优选地,顶升机构1900还包括远程控制系统,远程控制系统与顶升千斤顶组1902电连接,通过远程控制系统可方便控制千斤顶的顶升和下降,保证施工的安全性。

[0054] 优选地,由于顶升机构1900需要承载较大的荷载,因此上封板1901和下封板1903的厚度以不小于25mm为宜,本实施例选用厚度为30mm的钢板。

[0055] 针对上述更优选的技术方案,本实施例还提供了更具体的操作方法:在拱座3浇筑前提前安装预埋钢板1701,在解除临时固定结构600之前将刚性支撑结构焊接至预埋钢板1701上,使其顶部与拱肋上弦杆1600的外侧面紧密贴合,每个拱肋上弦杆1600对应安装一个反顶机构1700,以此给拱肋一个反力,防止拱肋在解除临时固定结构的瞬间后仰,另外,在解除后端临时固定结构601与拱肋上弦杆1600的连接之后,在拱肋上弦杆1600的底面或对应的后端临时固定结构601的顶面焊接一块抄垫钢板1703。安装完反顶机构1700之后,进行顶升机构1900的安装,每解除一根拱肋下弦杆1800与前端临时固定结构602之间的连接后,将上封板1901和下封板1903分别焊接至拱肋下弦杆1800下面和完成了切割分离的前端临时固定结构602的顶面,放置顶升千斤顶组1902顶升至相应高度,由顶升千斤顶组1902对拱肋下弦杆1800进行支撑,待所有的拱肋下弦杆1800与临时固定结构的连接均解除完成并安装好顶升装置,此时,临时固定结构与拱肋节段700的连接已经完全解除,拆除抄垫钢板1703,远程控制同步卸载4根弦杆的顶升千斤顶组1902,与下放索1300和缆风索1400协同降低高度,从而达到缓慢释放拱肋的目的。

[0056] 本实施例利用反顶机构1700防止拱肋后仰,利用顶升机构1900保持拱肋平衡并协调实现拱肋的缓慢下放,能帮助降低解除临时固定结构与拱肋连接支撑时拱肋出现瞬间失稳现象的概率。

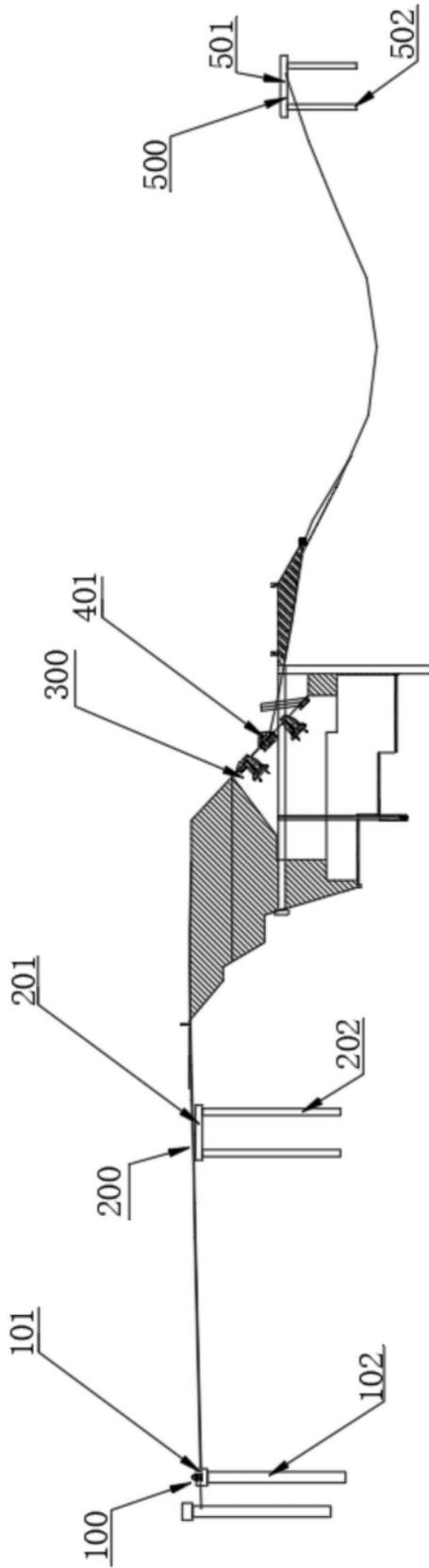


图1

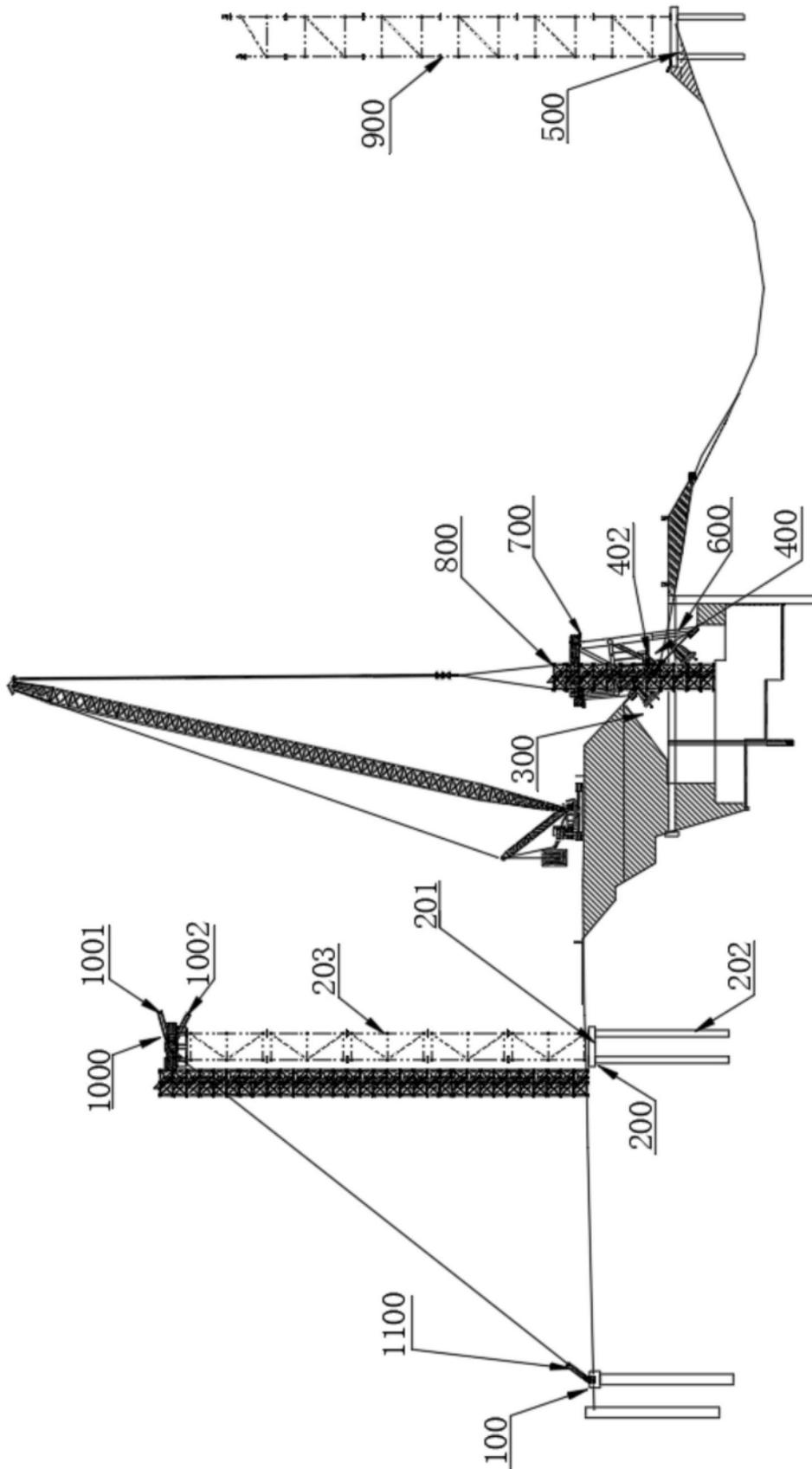


图2

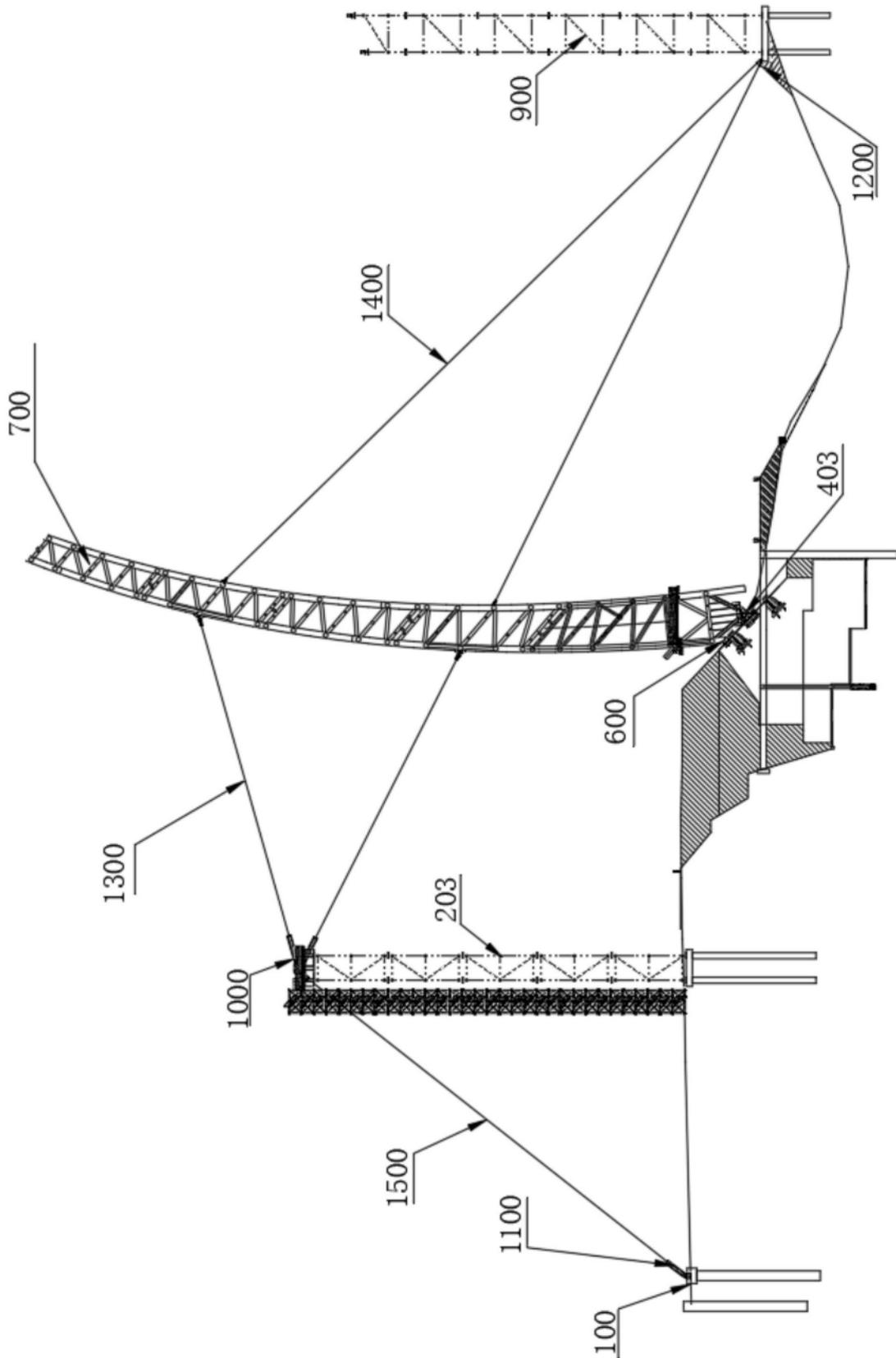


图4

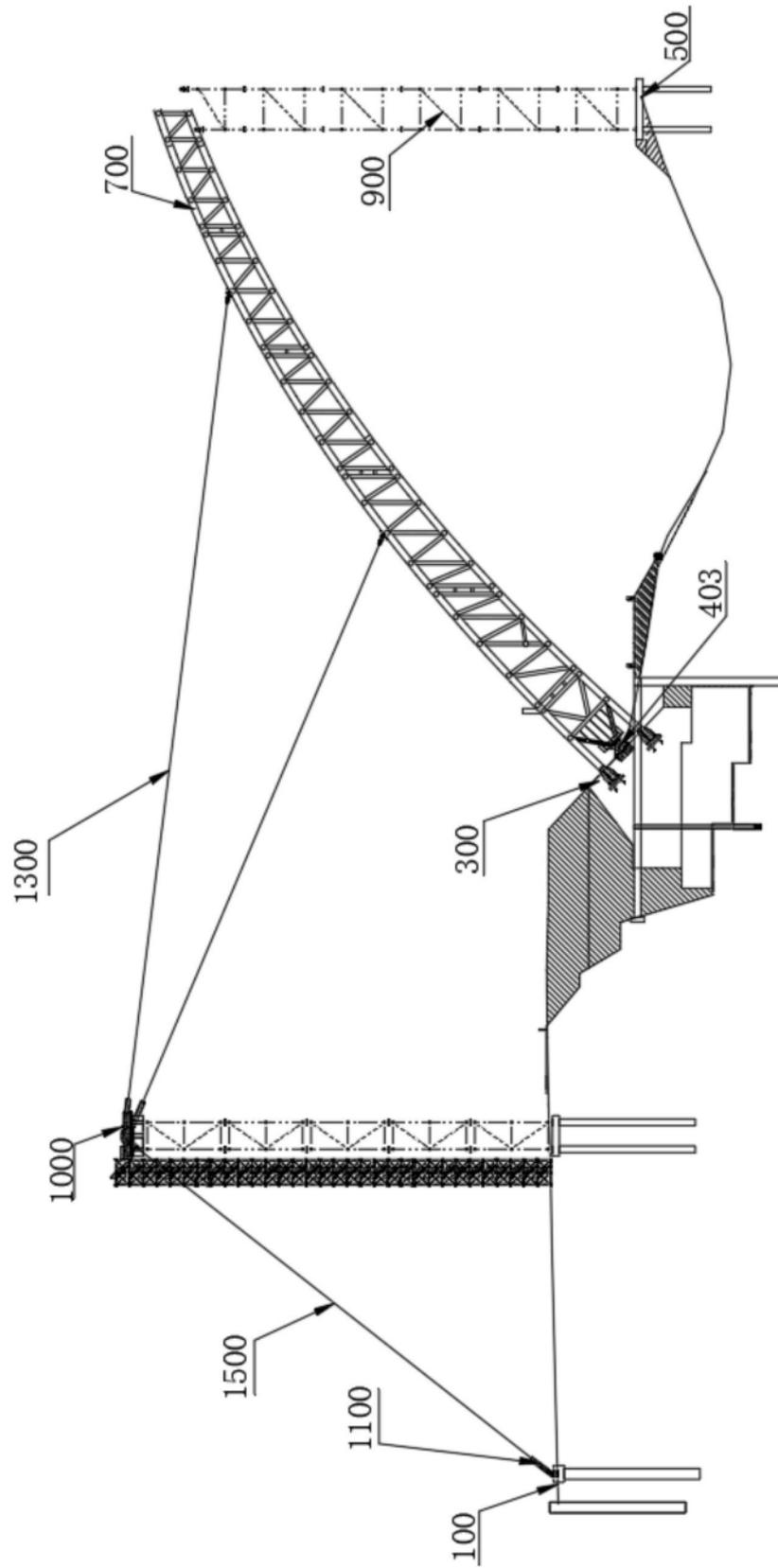


图5

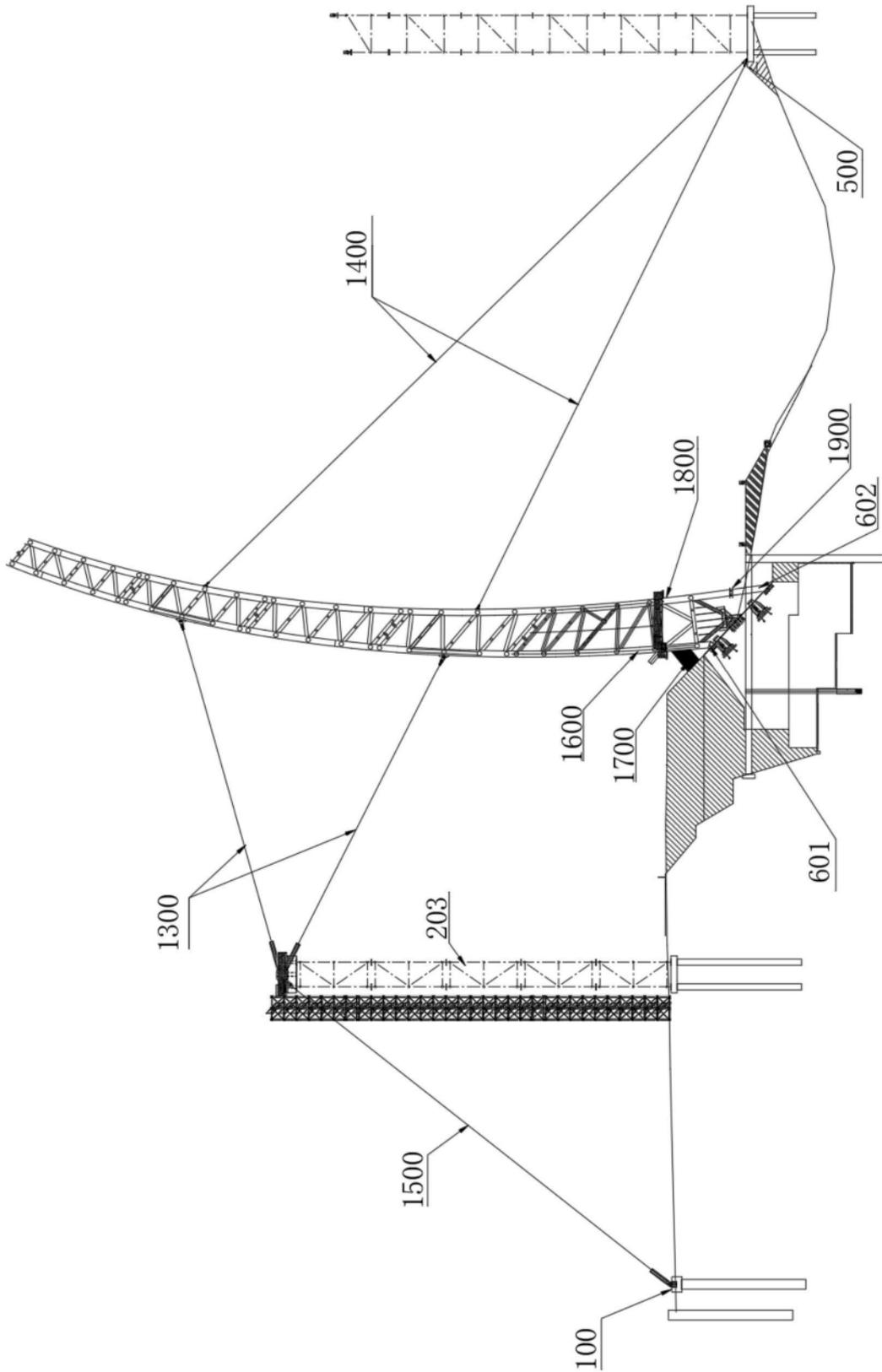


图6

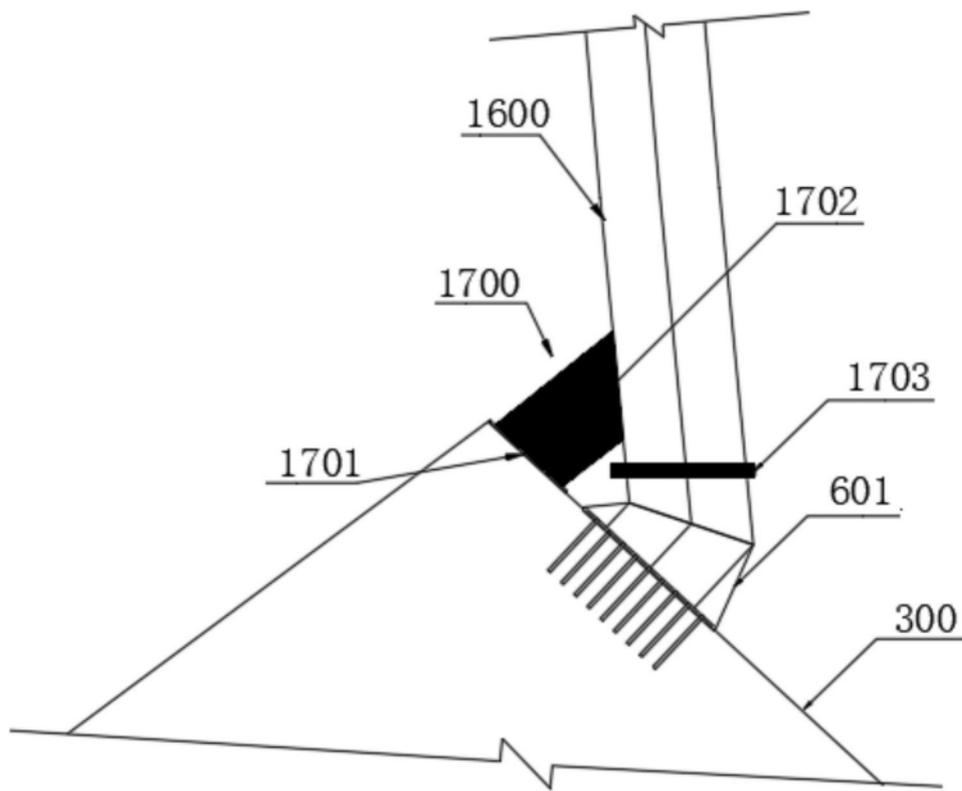


图7

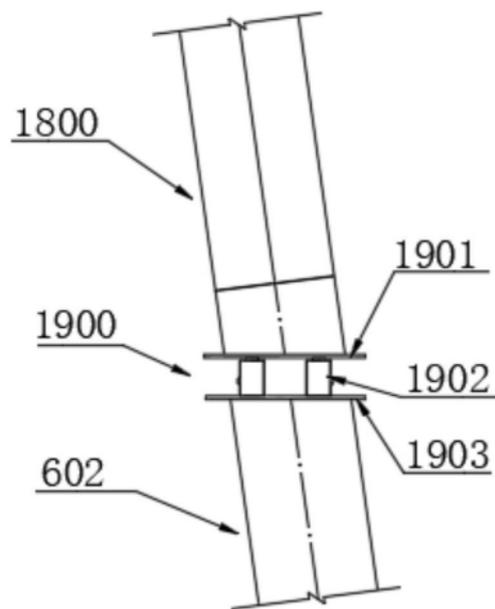


图8