



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113250085 A

(43) 申请公布日 2021.08.13

(21) 申请号 202110533238.0

(22) 申请日 2021.05.15

(71) 申请人 中铁北京工程局集团第二工程有限公司

地址 410007 湖南省长沙市雨花区环保中路188号四期11栋

(72) 发明人 伍尚前 吴吉有 吴彬彬 张少龙
梁鹏 郭向阳 陈兆波 苏力
尚亚新 闵坤 谢磊 吴俊 李晋
陈云明

(51) Int.Cl.

E01D 21/00 (2006.01)

权利要求书2页 说明书10页 附图11页

(54) 发明名称

一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺,该施工工艺包括以下步骤:S1、临时支架搭设;S2、顶推滑移系统安装;S3、拱肋及拱脚安装;S4、拱肋与拱座临时锚固;S5、拱脚预张拉及卸载;S6、顶推滑移施工;S7、拱脚合龙段施工;S8、拱脚二次浇注;S9、安装吊索及调索。有益效果:通过采用“异位拼装、整体顶推”的施工方法,解决拱肋和支架原位拼装对下穿既有高速公路的影响,采用异位拼装,整体顶推滑移施工可以大大减少上跨高速公路的施工时间,从而降低对高速交通的通行影响。同时在拱肋节段拼装完成之后,在拱脚处施加预应力,预紧拱脚后拆除支撑体系,解决在滑移过程中两侧拱肋稳定性差、拱脚无约束的问题。



1. 一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺,其特征在于,该施工工艺包括以下步骤:

- S1、临时支架搭设;
- S2、顶推滑移系统安装;
- S3、拱肋及拱脚安装;
- S4、拱肋与拱座临时锚固;
- S5、拱脚预张拉及卸载;
- S6、顶推滑移施工;
- S7、拱脚合龙段施工;
- S8、拱脚二次浇注;
- S9、安装吊索及调索。

2. 根据权利要求1所述的一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺,其特征在于,所述临时支架搭设包括以下步骤:

- S11、浇筑混凝土连续梁过程中设置预埋件;
- S12、在桥下预拼场地进行临时支架的加工制作;
- S13、通过预埋件焊接将临时支架与混凝土连续梁实现刚性连接。

3. 根据权利要求2所述的一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺,其特征在于,所述临时支架包括拱脚安装支架和拱肋承重支架;

其中,所述拱肋承重支架位于每两件拱段对接位置,且所述拱肋承重支架顶端设置有施工作业平台。

4. 根据权利要求1所述的一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺,其特征在于,所述顶推滑移系统包括以下组成部分:加强单层贝雷片横梁、顶推支撑结构、顶推轨道、顶推设备、顶推系统临时锁定及锁定装置。

5. 根据权利要求1所述的一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺,其特征在于,所述拱肋及拱脚安装包括以下步骤:

- S31、拱脚预埋段施工;
- S32、再分配梁上安装拱肋调节装置,对后续安装的拱肋轴线位置进行精准调整;
- S33、采用预拼场分段组拼、整体吊装的原则进行拱肋拼装施工;
- S34、通过匹配件把上、下段拱肋临时连接,控制拱肋的纵、横向力,并在腹板处制作嵌补段,待拱肋对接处焊缝焊接完成后再进行组装,同时加对接缝处补强圈;
- S35、对拱肋控制点进行测量,并根据建模放样精确计算出各控制点坐标,确认合格后进行下一拱肋安装;
- S36、拱肋合龙段吊装与定位,并通过手动葫芦辅助调整合龙段的位置;
- S37、顶部风撑安装。

6. 根据权利要求1所述的一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺,其特征在于,所述拱肋与拱座临时锚固包括以下步骤:

- S41、将汽车吊吊装至主桥桥面,安装拱肋顶推滑移轨道及滑移小车,并将滑移小车与轨道临时固定连接;
- S42、将临时拱座与拱肋进行连接,实现拱肋与临时拱座的锁定;
- S43、在临时拱座横向贝雷梁和简支梁翼缘板间每侧各设置四根 $\Phi 32$ 精轧螺纹钢,实现

防倾覆锁定。

7. 根据权利要求1所述的一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺,其特征在于,所述拱脚预张拉及卸载包括以下步骤:

S51、在钢管拱每道拱肋两端的临时拱座上分别安装纵向钢绞线,并进行张拉预紧;

S52、遵循左右对称、前后对称的原则拆除临时支架。

8. 根据权利要求1所述的一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺,其特征在于,所述顶推滑移施工包括以下步骤:

S61、解除临时锚固装置,检查拱肋补强支架与拱肋线形;

S62、在轨道上标记刻度标识,确定两侧轮箱走形距离,并在液压千斤顶上标记刻度方便调整顶推同步性,顶推过程中安排专人监控,并及时反馈进尺。

9. 根据权利要求1所述的一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺,其特征在于,所述拱脚合龙段施工包括以下步骤:

S71、对拱脚预埋段进行坐标复测,并根据实际坐标确定拱肋安装段的坐标及端部钢轨竖向标高和左右位置;

S72、待钢管拱顶推到位后,对钢拱的纵向位置、竖向偏差及横向偏差进行精调与修正;

S73、安装拱脚预埋段与顶推系统拱肋之间的合龙段,通过紧线器与手动葫芦精确调整拱脚合龙段的各项线形指标;

S74、采用马板将对接口焊接固定,并在接口位置焊接临时匹配件,栓接固定;

S75、在确定的合龙日期气温平稳以后,再次精调合龙段线形,完成整个钢管拱的安装。

10. 根据权利要求1所述的一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺,其特征在于,所述安装吊索与调索包括以下步骤:

S91、安装吊索;

S92、待拱肋混凝土强度达到90%时,将吊索调直,进行调索初张拉;

S93、二恒铺装完成后,索力调整进行第二次张拉。

一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及拱加劲连续梁施工工艺领域,具体来说,涉及一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺。

背景技术

[0002] 目前大跨度拱加劲连续梁钢管拱施工方法主要分为“有支架”和“无支架”两大类:支架法主要是在原桥位梁部顶面处搭设全支架进行节点支架法拼装;无支架钢管拱拼装主要采用搭设缆索吊进行钢管拱分段吊装对接拼装。支架法原位拼装,不管是支架的拼装还是拱肋架设的均为高空作业,容易发生高处坠物,且对梁部下方区域造成严重的安全隐患,且影响周期长,同时下部区域为既有公路、铁路不能封闭施工,对梁部和拱部的施工周期影响较大。以上方法无论在成本、工期、安全方面,还是在施工过程控制中对跨越交通道路施工都存在很大的交叉运行影响因素,无法满足现场施工工期、安全要求,对于此类跨越交通通行道路的大跨度拱加劲连续梁钢管拱拼装施工很难实现低风险、高效率施工。

[0003] 对于跨越交通通行道路拱加劲连续梁钢管拱,需要在连续梁上组拼钢管拱。本处拱加劲连续梁钢管拱为跨越高速公路而设,主跨跨中为高速公路行车道,为保证道路通行,不允许拱肋拼装时封路施工。拱桥跨中原位拼装存在高空坠物、大型垂直运输设备无法到位、吊装设备无法就位吊装、道路无法满足长时间道路封闭施工等问题,导致拱加劲连续梁拱肋支架搭设及拱肋吊装就位无法实现。

[0004] 现有大跨度拱加劲连续梁钢管拱施工过程中安全风险大、时间长、技术难度大、材料运输就位困难的缺点。

[0005] 针对相关技术中的问题,目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0006] 针对相关技术中的问题,本发明提出一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺,以克服现有相关技术所存在的上述技术问题。

[0007] 为此,本发明采用的具体技术方案如下:

[0008] 一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺,该施工工艺包括以下步骤:

[0009] S1、临时支架搭设;

[0010] S2、顶推滑移系统安装;

[0011] S3、拱肋及拱脚安装;

[0012] S4、拱肋与拱座临时锚固;

[0013] S5、拱脚预张拉及卸载;

[0014] S6、顶推滑移施工;

[0015] S7、拱脚合龙段施工;

[0016] S8、拱脚二次浇注;

[0017] S9、安装吊索及调索。

- [0018] 进一步的,所述临时支架搭设包括以下步骤:
- [0019] S11、浇筑混凝土连续梁过程中设置预埋件;
- [0020] S12、在桥下预拼场地进行临时支架的加工制作;
- [0021] S13、通过预埋件焊接将临时支架与混凝土连续梁实现刚性连接。
- [0022] 进一步的,所述临时支架包括拱脚安装支架和拱肋承重支架;
- [0023] 其中,所述拱肋承重支架位于每两件拱段对接位置,且所述拱肋承重支架顶端设置有施工作业平台。
- [0024] 进一步的,所述顶推滑移系统包括以下组成部分:加强单层贝雷片横梁、顶推支撑结构、顶推轨道、顶推设备、顶推系统临时锁定及锁定装置。
- [0025] 进一步的,所述拱肋及拱脚安装包括以下步骤:
- [0026] S31、拱脚预埋段施工;
- [0027] S32、再分配梁上安装拱肋调节装置,对后续安装的拱肋轴线位置进行精准调整;
- [0028] S33、采用预拼场分段组拼、整体吊装的原则进行拱肋拼装施工;
- [0029] S34、通过匹配件把上、下段拱肋临时连接,控制拱肋的纵、横向力,并在腹板处制作嵌补段,待拱肋对接处焊缝焊接完成后再进行组装,同时加对接缝处补强圈;
- [0030] S35、对拱肋控制点进行测量,并根据建模放样精确计算出各控制点坐标,确认合格后进行下一拱肋安装;
- [0031] S36、拱肋合龙段吊装与定位,并通过手动葫芦辅助调整合龙段的位置;
- [0032] S37、顶部风撑安装。
- [0033] 进一步的,所述拱肋与拱座临时锚固包括以下步骤:
- [0034] S41、将汽车吊吊装至主桥桥面,安装拱肋顶推滑移轨道及滑移小车,并将滑移小车与轨道临时固定连接;
- [0035] S42、将临时拱座与拱肋进行连接,实现拱肋与临时拱座的锁定;
- [0036] S43、在临时拱座横向贝雷梁和简支梁翼缘板间每侧各设置四根 $\phi 32$ 精轧螺纹钢,实现防倾覆锁定。
- [0037] 进一步的,所述拱脚预张拉及卸载包括以下步骤:
- [0038] S51、在钢管拱每道拱肋两端的临时拱座上分别安装纵向钢绞线,并进行张拉预紧;
- [0039] S52、遵循左右对称、前后对称的原则拆除临时支架。
- [0040] 进一步的,所述顶推滑移施工包括以下步骤:
- [0041] S61、解除临时锚固装置,检查拱肋补强支架与拱肋线形;
- [0042] S62、在轨道上标记刻度标识,确定两侧轮箱走形距离,并在液压千斤顶上标记刻度方便调整顶推同步性,顶推过程中安排专人监控,并及时反馈进尺。
- [0043] 进一步的,所述拱脚合龙段施工包括以下步骤:
- [0044] S71、对拱脚预埋段进行坐标复测,并根据实际坐标确定拱肋安装段的坐标及端部钢轨竖向标高和左右位置;
- [0045] S72、待钢管拱顶推到位后,对钢拱的纵向位置、竖向偏差及横向偏差进行精调与修正;
- [0046] S73、安装拱脚预埋段与顶推系统拱肋之间的合龙段,通过紧线器与手动葫芦精确

调整拱脚合龙段的各项线形指标；

[0047] S74、采用马板将对接口焊接固定，并在接口位置焊接临时匹配件，栓接固定；

[0048] S75、在确定的合龙日期气温平稳以后，再次精调合龙段线形，完成整个钢管拱的安装。

[0049] 进一步的，所述安装吊索与调索包括以下步骤：

[0050] S91、安装吊索；

[0051] S92、待拱肋混凝土强度达到90%时，将吊索调直，进行调索初张拉；

[0052] S93、二恒铺装完成后，索力调整进行第二次张拉。

[0053] 本发明的有益效果为：

[0054] 1、通过针对大跨度拱加劲连续梁钢管拱采用“异位拼装、整体顶推”的施工方法，解决拱肋和支架原位拼装对下穿既有高速公路的影响，采用异位拼装，整体顶推滑移施工可以大大减少上跨高速公路的施工时间，从而降低对高速交通的通行影响。同时在拱肋节段拼装完成之后，在拱脚处施加预应力，预紧拱脚后拆除支撑体系。解决了在滑移过程中两侧拱肋稳定性差、拱脚无约束的问题。

[0055] 2、钢管混凝土加劲拱连续梁为跨越高速公路而设，主跨跨中为高速公路行车道，路政部门不允许拱肋拼装进行封路施工；采用异位拼装可以减少跨中原位拼装存在的安全风险；可以有效利用连续梁施工时的垂直运输设备，解决了跨中无法支设大型垂直运输设备，拱肋支架搭设及预压材料上桥困难等问题。

[0056] 3、通过采用“分段预拼、整体吊装”原则，在减少支架用量的同时可以减少空中拱肋对接施工，有利于拱肋整体线性控制；同时，钢管拱预紧固，在钢管拱每道拱肋两端的临时拱座上安装纵向钢绞线和拱肋竖向预应力，以抵抗钢管拱本身由自重所产生的水平张力。预紧固后时钢管拱肋保持足够的稳定性，保证顶推就位钢管拱能够精确合龙及顶推过程的安全性。

[0057] 4、通过整体顶推技术的应用，为异位拼装施工提供了强力的技术支持，是“异位拼装，整体顶推”能够实施的关键；该施工工艺实现了大跨度加劲钢管拱肋安装快速高效、高精度、高质量、低风险拱肋拼装施工。

附图说明

[0058] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例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。

[0059] 图1是根据本发明实施例的一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺流程图；

[0060] 图2是根据本发明实施例的拱肋承重支架布置图；

[0061] 图3是根据本发明实施例的临时支架设计图之一；

[0062] 图4是根据本发明实施例的临时支架设计图之二；

[0063] 图5是根据本发明实施例的顶推系统布置图之一；

[0064] 图6是根据本发明实施例的顶推系统布置图之二；

[0065] 图7是根据本发明实施例的顶推轨道布置图；

- [0066] 图8是根据本发明实施例的顶推设备示意图；
- [0067] 图9是根据本发明实施例的拱肋分布图；
- [0068] 图10是根据本发明实施例的拱肋节段 (2+3) 吊装示意图；
- [0069] 图11是根据本发明实施例的拱肋节段 (4) 吊装示意图；
- [0070] 图12是根据本发明实施例的拱肋节段 (5+6) 吊装示意图；
- [0071] 图13是根据本发明实施例的拱肋节段 (7) 吊装示意图；
- [0072] 图14是根据本发明实施例的拱肋合龙段 (8+8) 吊装示意图；
- [0073] 图15是根据本发明实施例的拱肋顶承装置整体构造图；
- [0074] 图16是根据本发明实施例的拱肋中心线控制点示意图；
- [0075] 图17是根据本发明实施例的拱肋节段对接处结构示意图；
- [0076] 图18是根据本发明实施例的精轧螺纹钢设置图；
- [0077] 图19是根据本发明实施例的钢管拱预紧固示意图；
- [0078] 图20是根据本发明实施例的支架卸载顺序图。

具体实施方式

[0079] 为进一步说明各实施例,本发明提供有附图,这些附图为本发明揭露内容的一部分,其主要用以说明实施例,并可配合说明书的相关描述来解释实施例的运作原理,配合参考这些内容,本领域普通技术人员应能理解其他可能的实施方式以及本发明的优点,图中的组件并未按比例绘制,而类似的组件符号通常用来表示类似的组件。

[0080] 根据本发明的实施例,提供了一种拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺。

[0081] 现结合附图和具体实施方式对本发明进一步说明,如图1-20所示,根据本发明实施例的拱加劲连续梁钢管拱顶推施工工艺,该施工工艺包括以下步骤:

- [0082] S1、临时支架搭设；
- [0083] S2、顶推滑移系统安装；
- [0084] S3、拱肋及拱脚安装；
- [0085] S4、拱肋与拱座临时锚固；
- [0086] S5、拱脚预张拉及卸载；
- [0087] S6、顶推滑移施工；
- [0088] S7、拱脚合龙段施工；
- [0089] S8、拱脚二次浇注；
- [0090] S9、安装吊索及调索。

[0091] 其中,本工艺采用“异位拼装、整体顶推”作为总体思路,主要分为四个运行体系:拱肋支撑系统、临时紧固系统、钢管拱紧固系统、顶推系统。拱加劲连续梁钢管拱拼装分节段在非桥位节点处设置支撑架按照“先预拼、再就位”的方式进行施工,临时支架设在桥梁小里程侧(避开主跨高速公路),通过采取拱肋拱脚预紧固、设置横向加劲杆、同步推进监控器、行程刻度标识、纵横向调节装置等措施,确保加劲拱整体稳定、精准、安全顶推滑移至设计位置精确就位。

[0092] 在一个实施例中,所述临时支架搭设包括以下步骤:

- [0093] S11、浇筑混凝土连续梁过程中设置预埋件；

- [0094] S12、在桥下预拼场地进行临时支架的加工制作；
- [0095] S13、通过预埋件焊接将临时支架与混凝土连续梁实现刚性连接。
- [0096] 其中，临时支架是在主桥梁部施工完成后，在主桥小里程边跨和主跨部分区域（非交通通行位置）进行搭设。
- [0097] 在一个实施例中，所述临时支架包括拱脚安装支架和拱肋承重支架；
- [0098] 其中，所述拱肋承重支架位于每两件拱段对接位置，且所述拱肋承重支架顶端设置有施工作业平台。
- [0099] 具体的，承重支架是保证拱脚和拱肋架设顺利进行的重要临时施工实施，支架是承担各个分段拱肋的自重荷载和外部荷载，属于承重支架结构，要求支架具有足够的刚度、强度和稳定性。承重支架提前在桥下预拼场地进行加工制作。根据拱肋现场架设需求，在每两件拱段对接位置设置承重支架和作业平台。
- [0100] 并且根据拱肋分段情况，在靠近每段拱肋的端部位置设置双柱型格构柱，单侧拱肋共布置8组立柱，主管规格为 $\Phi 299 \times 10\text{mm}$ 、 $\Phi 273 \times 8\text{mm}$ ，腹杆规格为 $\Phi 219 \times 6\text{mm}$ 、 $\Phi 140 \times 5\text{mm}$ 、 $\Phi 114 \times 5\text{mm}$ 。支架顶部设置双拼40a工字钢分配梁。为满足拱段间现场对接施工的要求，在承重支架立柱顶端设置施工作业平台，保证施工作业的安全。
- [0101] 拱脚分两次浇筑拱，脚支架预埋件位于第一次浇筑顶面（顶板标高下3m处），预埋件由锚板和锚筋组成。支架预埋件位置根据拱肋轴线、梁支座中心线及顶板标高进行定位。支架现场进行制作。
- [0102] 在一个实施例中，所述顶推滑移系统包括以下组成部分：加强单层贝雷片横梁、顶推支撑结构、顶推轨道、顶推设备、顶推系统临时锁定及锁定装置。
- [0103] 其中，顶推滑移系统由液压千斤顶提供的动力经走行轮箱传递给走行系统。由于梁宽度不能满足在拱脚位置设置轮箱，故采用贝雷横梁作为承载及分配荷载。走行轮箱为16对轮箱，共32个直径为50cm行走轮；根据行走轮与轨道间的滚动摩擦系数及风载等因素选配50t液压千斤顶，液压顶推系统设置与顶推前端行走轮箱后方，顶推时由一个总控台控制两个千斤顶，同步同级施力。
- [0104] 以下为顶推滑移系统各部分具体描述：
- [0105] 1) 加强单层贝雷片横梁
- [0106] 考虑到钢管拱及补强加固的自重，采用成品贝雷梁结构，规格为单层加强型贝雷梁，12组间距@450mm，之间采用加强交叉杆进行横向联系。
- [0107] 2) 顶推支撑结构
- [0108] 考虑到沿桥跨方向，结构受力尽可能分散，减小结构受集中荷载的影响，将顶推支撑结构沿跨中方案设计为5600mm，结构主要采用 $\Phi 351 \times 16\text{mm}$ 、 $\Phi 351 \times 10\text{mm}$ (Q235)，分配梁均采用由2I32b (Q235) 组合而成的结构。
- [0109] 3) 顶推滑道布置
- [0110] 顶推轨道设计为两组共4根P43钢轨，轨道长度262.5m，两组轨道中心间距10.9m，每组轨道由2根P43钢轨组成，间距50cm。钢轨下设置50cm厚C30钢筋混凝土基础，宽1.0m，混凝土基础表面预埋5mm厚钢板以便于固定上部钢轨，以对既有梁体的保护及顶推运行。靠近38#墩以及39#墩拱座前12.5m（一节钢轨）范围内，将轨道基础顶面高程降低2cm，采用薄钢板支垫轨道，以便在拱脚合龙段施工时调整竖向高程。

[0111] 4) 顶推设备

[0112] 钢管拱顶推设备由夹轨器、50t液压千斤顶、泵站、走行轮组成,准备2套顶推设备。安装前对夹轨器、液压缸、泵站和走行轮进行检查,确保能够正常工作。顶推设备安装在前进方向的两个轮箱上,左右对称安装。液压缸前段与焊接在轮箱后端的钢板采用销轴连接,液压缸与后面的夹轨器采用销轴连接,夹轨器安装在钢轨上,钢轨嵌入夹轨器凹槽内。

[0113] 5) 顶推系统临时锁定

[0114] 在拱肋吊装阶段,需将顶推系统在轨道上临时锁定,不得出现顶推现象,主要采用夹轨器夹紧轨道,并焊接临时车档对轮箱进行限位的方式进行锁定。

[0115] 6) 锁定装置

[0116] 锁定装置为在顶推系统安装完毕后,对整个顶推支撑结构进行锚固,与固定在梁顶面的轨道进行固结。

[0117] 在一个实施例中,所述拱肋及拱脚安装包括以下步骤:

[0118] S31、拱脚预埋段施工;

[0119] S32、再分配梁上安装拱肋调节装置,对后续安装的拱肋轴线位置进行精准调整;

[0120] S33、采用预拼场分段组拼、整体吊装的原则进行拱肋拼装施工;

[0121] S34、通过匹配件把上、下段拱肋临时连接,控制拱肋的纵、横向力,并在腹板处制作嵌补段,待拱肋对接处焊缝焊接完成后再进行组装,同时加对接缝处补强圈;

[0122] S35、对拱肋控制点进行测量,并根据建模放样精确计算出各控制点坐标,确认合格后进行下一拱肋安装;

[0123] S36、拱肋合龙段吊装与定位,并通过手动葫芦辅助调整合龙段的位置(在合龙段线形调整完毕后,尽快安装个接头处的匹配件,已将合龙段固定。合龙口长度的测定:在线形调整完成后,精确测量两侧拱段相对应主弦管前端的相对净距离,据此计算加工和安装误差);

[0124] S37、顶部风撑安装(顶部风撑是本桥风撑中吊装高度最高、重量最重构件。以此作为分析对象,吊装工况同拱顶合龙段)。

[0125] 其中,在38#墩和39#墩处0#块钢筋绑扎过程拱脚预埋件安装施工,并搭设拱脚定位支架。拱脚安装采用100吨汽车吊进行拱脚吊装,在起吊钢丝绳末端悬挂2个10吨倒链,并将拱脚与倒链连接,用于吊装到位后拱脚的位置精调。用汽车吊侧方位地面吊取拱肋节段、桥面上进行拱肋节段2~8号拱肋吊装。拱肋拼装采用“现预拼、再就位”的原则,即拱肋现场拼装单片分为16个节段,结合支架搭设情况在预拼场分组拼成型,现场采用汽车吊整体吊装就位。

[0126] 根据拱肋节段重量表及汽车吊吊装能力综合考虑,采用在预拼场分段组拼,整体吊装的原则,既减少支架使用量又较少了高空对接次数,可以有效的保证施工质量和安全。根据节段重量表,将节段按照节段(2+3)、节段4、节段(5+6)、节段7、合龙段(8+8)进行划分组拼成型,并按照先拱脚再拱顶的顺序安装就位。

[0127] 此外,为保证拱肋对接误差满足规范要求,采用拱肋调节装置系统由限位盘2块、调节顶座1件、调节底座1件、钢板反力牛腿2组、千斤顶6台;将千斤顶顶放在调节底座和调节顶座之间的卡位槽内,利用调节底座的4个千斤顶卡位槽确定油顶位置,限位盘与拱肋下管咬合焊接固定,两块限位盘间由3块加劲板连接与调节顶座组成整体。调节底座底板上焊

接一块不锈钢板,与调节装置下分配梁相连,上涂黄油,并在分配梁上焊接钢板牛腿,利用水平螺旋千斤顶调整钢管拱肋的轴线位置的精确调整。

[0128] 在对拱肋的轴线进行调整时,具体调整步骤如下:

[0129] 1) 轴线的精确调整

[0130] 拱肋支架安装完成后,在支架顶面分配梁上安装两组钢板反力牛腿,并将调节装置放置在分配梁上,两侧焊接限位装置,保证调节装置的轴线方向可以滑动,并在两侧安装水平千斤顶,待调节装置安放完毕后,利用水平千斤顶的水平推力,将调节装置在分配梁上进行滑动,从而实现上部拱肋的轴线精确位置调整。

[0131] 2) 高程的精确调整

[0132] 在拱肋安装之前预先将拱肋调节装置安放在支架顶面分配梁上,考虑钢管拱肋的预拱高度、拱肋的设计高度、预抬高高度进行综合考虑,可以实现拱肋向上、向下的高度调整。具体实现方法为通过拱肋与限位盘的槽口吻合,在调节底盘中放置4个千斤顶在卡位槽中,通过4个千斤顶的出缸与收缸调节拱肋控制点在调节断面的高程变化,从而使拱肋安装得以高精度的完成。

[0133] 在一个实施例中,所述拱肋与拱座临时锚固包括以下步骤:

[0134] S41、将汽车吊吊装至主桥桥面,安装拱肋顶推滑移轨道及滑移小车,并将滑移小车与轨道临时固定连接;

[0135] S42、将临时拱座与拱肋进行连接,实现拱肋与临时拱座的锁定;

[0136] S43、在临时拱座横向贝雷梁和简支梁翼缘板间每侧各设置四根 $\Phi 32$ 精轧螺纹钢,实现防倾覆锁定。

[0137] 其中,顶推系统的临时拱座与拱肋通过特制抱箍连接,抱箍与临时拱座间连接用M36mm10.9级高强螺栓;为了防止拱肋下滑,在临时拱座顶端与拱肋下弦管连接处焊接3块 $300 \times 150 \times 20\text{mm}$ 的加劲钢板进行连接。

[0138] 并且因两组钢管拱间距为14.8m,而临时轮箱支座间距仅有10.9m,在安装第一节拱时,两边临时支座重力不平衡,会出现倾覆现象,需在临时拱座横向贝雷梁和简支梁翼缘板间每侧各设置四根 $\Phi 32$ 精轧螺纹钢,以约束安装第一段拱时的不平衡力。

[0139] 在一个实施例中,所述拱脚预张拉及卸载包括以下步骤:

[0140] S51、在钢管拱每道拱肋两端的临时拱座上分别安装纵向钢绞线,并进行张拉预紧;

[0141] S52、遵循左右对称、前后对称的原则拆除临时支架。

[0142] 其中,钢管拱及横撑安装焊接完成后,拆除临时支架后,钢管拱每道拱肋两端临时拱座处会产生向外的纵向水平推力,为保证顶推就位钢管拱能够精确合龙及顶推过程的安全性,钢管拱自身需要成为自稳定体系,因此钢管支架拆除前,需在钢管拱每道拱肋两端的临时拱座上分别安装纵向钢绞线,并进行张拉,以抵抗钢管拱本身由自重所产生的水平张力。

[0143] 拱座预紧措施为:单侧拱圈下部位置设置在两个临时拱座上安装四束 $\Phi 15.2\text{mm}$ 钢绞线(一束12根),并在水平索布置6道防风缆风绳(规格为直径22mm钢丝绳),并在拱肋端部位置设置横向临时加工杆件,规格为 $\Phi 180\text{mm}$ 钢管。

[0144] 以下为张拉工艺:

[0145] (1) 钢拱架预应力施工程序主要包括:张拉准备→千斤顶、油泵检查→预张拉15%→卸载支点1→张拉至设计吨位50%张拉→卸载支点2→张拉至设计吨位75%→卸载支点3→张拉至设计吨位100%→卸载支点4。

[0146] (2) 拱脚处的水平反力根据支架拆除顺序逐步计算,拆除过程按照先预张,后拆支承点(仅在顶部卸载),最后张拉顺序,卸载顺序如下所示,采用两端张拉。支架拆除应遵循左右对称,前后对称的原则。

[0147] 表1脱架及支架拆除步骤表

[0148]	序号	脱架步骤	主要作业内容	备注
	1	步骤一	预张拉+卸载支点 1	
	2	步骤二	第二次张拉+卸载支点 2	
	3	步骤三	第三次张拉+卸载支点 3	
	4	步骤四	第四次张拉+卸载支点 4	

[0149] 此外,拆除拱肋临时支架,首先拆除调整工字钢,工字钢采用气割与拱肋逐步分离,分离后,再拆除下部拱肋支架。拆除调整工字钢时,采用左右前后同时切割。并且,因拱脚与顶推机构连接牢固,并通过钢绞线张拉,拱肋与支架之间作用力减小,不会对拱肋造成破坏。

[0150] 在一个实施例中,所述顶推滑移施工包括以下步骤:

[0151] S61、解除临时锚固装置,检查拱肋补强支架与拱肋线形;

[0152] S62、在轨道上标记刻度标识,确定两侧轮箱走形距离,并在液压千斤顶上标记刻度,方便调整顶推同步性;顶推过程中安排专人监控,并及时反馈进尺。

[0153] 在一个实施例中,所述拱脚合龙段施工包括以下步骤:

[0154] S71、对拱脚预埋段进行坐标复测,并根据实际坐标确定拱肋安装段的坐标及端部钢轨竖向标高和左右位置;

[0155] S72、待钢管拱顶推到位后,对钢拱的纵向位置、竖向偏差及横向偏差进行精调与修正;

[0156] 其中,对钢拱进行精调,纵向位置偏差利用顶推修正;竖向偏差采用调整钢轨标高修正;横向偏差利用轮箱轮子与轨道之间的缝隙塞铁片在顶推到位前修正。

[0157] S73、安装拱脚预埋段与顶推系统拱肋之间的合龙段,通过紧线器与手动葫芦精确调整拱脚合龙段的各项线形指标;

[0158] S74、采用马板将对接口焊接固定,并在接口位置焊接临时匹配件,栓接固定;

[0159] S75、在确定的合龙日期气温平稳以后,再次精调合龙段线形,完成整个钢管拱的安装。(调整后的线形测量结果经设计和监控单位同意认可后,在气温发生变化之前,快速用扭矩扳手拧紧所有高强度螺栓,使高强螺栓预拉力达到设计要求;松开手动葫芦、紧线器。临时锁定后,对环向对接焊缝实施手工焊接。)

[0160] 其中,已架拱段悬拼线形的调整:两侧拱段悬臂端中心偏差,在各分段拼装过程中

予以调整控制,最终使两侧拱段前端中心偏差的偏转方向一致,偏差值控制在规范规定值以内。拱段前端标高除满足监控指令规定的线形误差外,拱段前端四点相对高差也须满足规范要求。

[0161] 此外,合龙段的吊装对位步骤具体分为:

[0162] 1) 起吊:将75t汽车吊吊装至桥面,利用75t汽车吊在桥面上进行合龙段吊装。

[0163] 2) 对位:在上弦管起升跨越拱段上、下弦管时,须调整前后吊点高度,使合龙段保持倾斜状态起升。待合龙段上弦管依次跨过已架拱段下弦及上弦管后,再调平下降,使合龙段通过悬臂刚性支承梁支承在两侧拱段上。到位后,在合龙段两端各设置两台 $Q=50\text{kN}$ 手动葫芦(拴挂方向为自合龙段下弦管端部至已架拱段上弦管前端),辅助调整合龙段的线形;在每根弦管的对接处各设置1~2台紧线器,用以调整和固定合龙段在顺桥轴线方向的位置。通过收放手动葫芦和紧线器,精确调整合龙段的各项线形指标。

[0164] 3) 定位:在合龙段线形调整完毕后,采用马板将对接口焊接固定。并在接口位置焊接临时匹配件,栓接固定。

[0165] 再进行拱脚二次浇筑时,两侧拱脚处的合拢段拱圈节段1安装完成后,进行固结拱脚,浇筑拱座二期混凝土。拱座二期混凝土采用常规的立模浇筑法进行施工,在施工过程中需注意以下几点:

[0166] (1) 在施工前对一期混凝土表面进行凿毛处理,凿毛处理满足相关规范要求;

[0167] (2) 模板采用钢模板,保证混凝土表面的光滑度,在立设模板时预留振捣孔,保证混凝土密实;

[0168] (3) 混凝土振捣时不要碰撞钢管拱拱脚,注意避让排气孔的位置。

[0169] 在一个实施例中,所述安装吊索与调索包括以下步骤:

[0170] S91、安装吊索;

[0171] S92、待拱肋混凝土强度达到90%时,将吊索调直,进行调索初张拉;

[0172] S93、二恒铺装完成后,索力调整进行第二次张拉。

[0173] 其中,索力最后张拉调整在长期收缩后进行。施工中通过对吊杆和拱肋的监测,控制拱肋的应力与变形均在设计允许的范围內。

[0174] 综上所述,借助于本发明的上述技术方案,通过针对大跨度拱加劲连续梁钢管拱采用“异位拼装、整体顶推”的施工方法,解决拱肋和支架原位拼装对下穿既有高速公路的影响,采用异位拼装,整体顶推滑移施工可以大大减少上跨高速公路的施工时间,从而降低对高速交通的通行影响。同时在拱肋节段拼装完成之后,在拱脚处施加预应力,预紧拱脚后拆除支撑体系。解决了在滑移过程中两侧拱肋稳定性差、拱脚无约束的问题。

[0175] 钢管混凝土加劲拱连续梁为跨越高速公路而设,主跨跨中为高速公路行车道,路政部门不允许拱肋拼装进行封路施工;采用异位拼装可以减少跨中原位拼装存在的安全风险;可以有效利用利用连续梁施工时的垂直运输设备,解决了跨中无法支设大型垂直运输设备,拱肋支架搭设及预压材料上桥困难等问题。

[0176] 通过采用“分段预拼、整体吊装”原则,在减少支架用量的同时可以减少空中拱肋对接施工,有利于拱肋整体线性控制;同时,钢管拱预紧固,在钢管拱每道拱肋两端的临时拱座上安装纵向钢绞线和拱肋竖向预应力,以抵抗钢管拱本身由自重所产生的水平张力。预紧固后时钢管拱肋保持足够的稳定性,保证顶推就位钢管拱能够精确合龙及顶推过程的

安全性。通过整体顶推技术的应用,为异位拼装施工提供了强力的技术支持,是“异位拼装,整体顶推”能够实施的关键;该施工工艺实现了大跨度加劲钢管拱肋安装快速高效、高精度、高质量、低风险拱肋拼装施工。

[0177] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

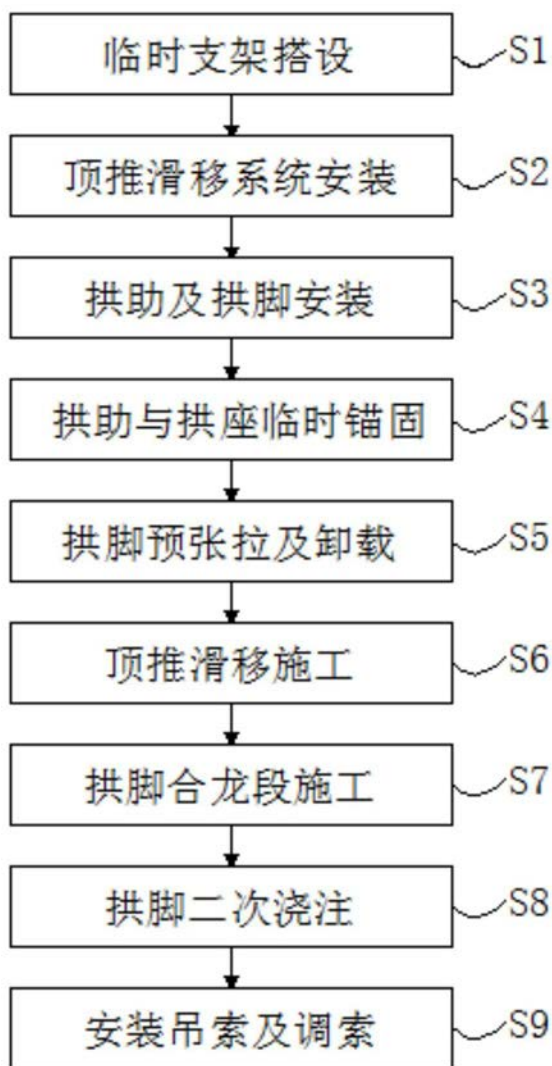


图1

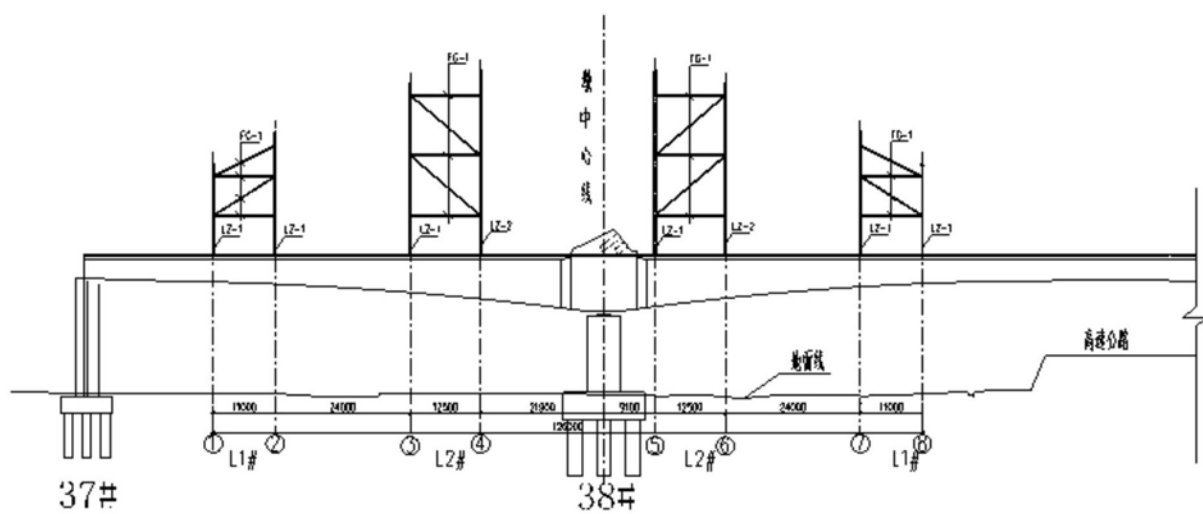


图2

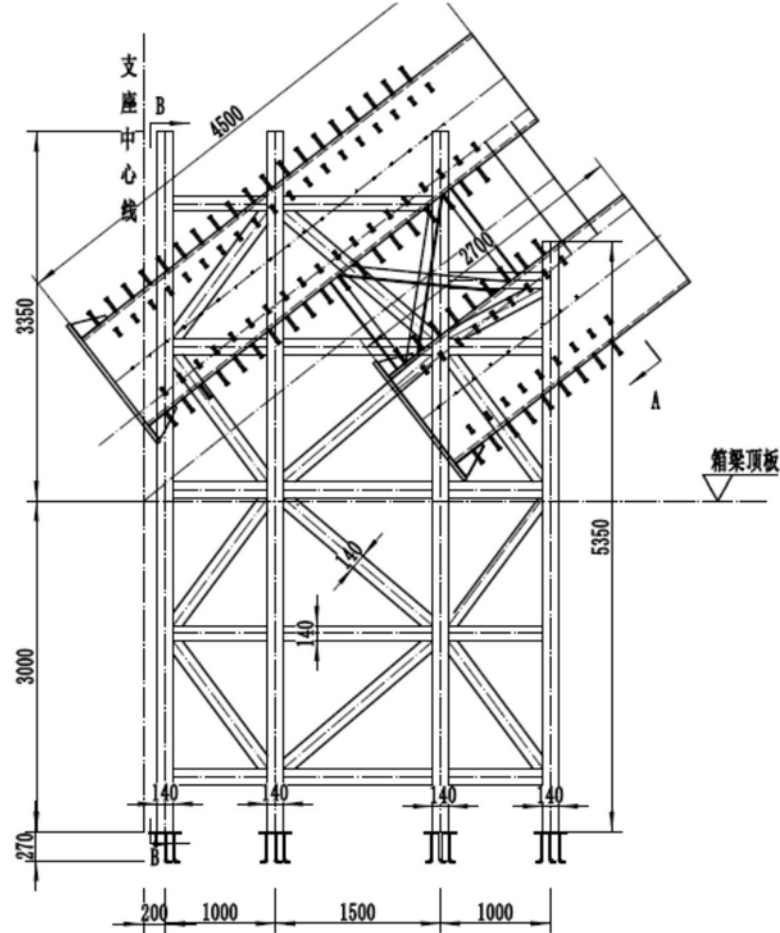


图3

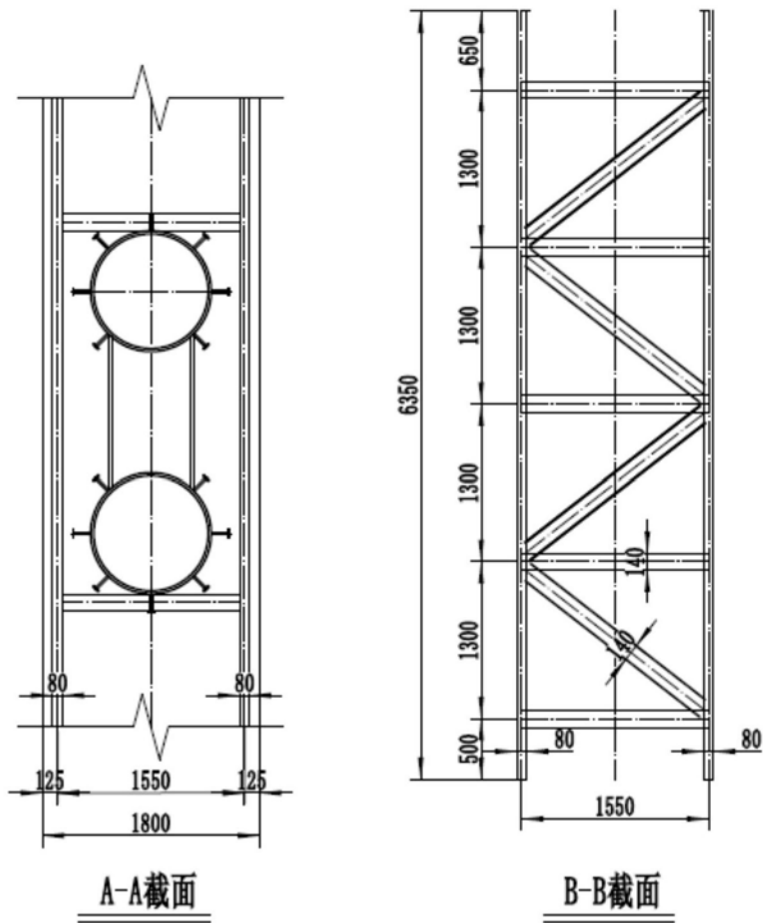


图4

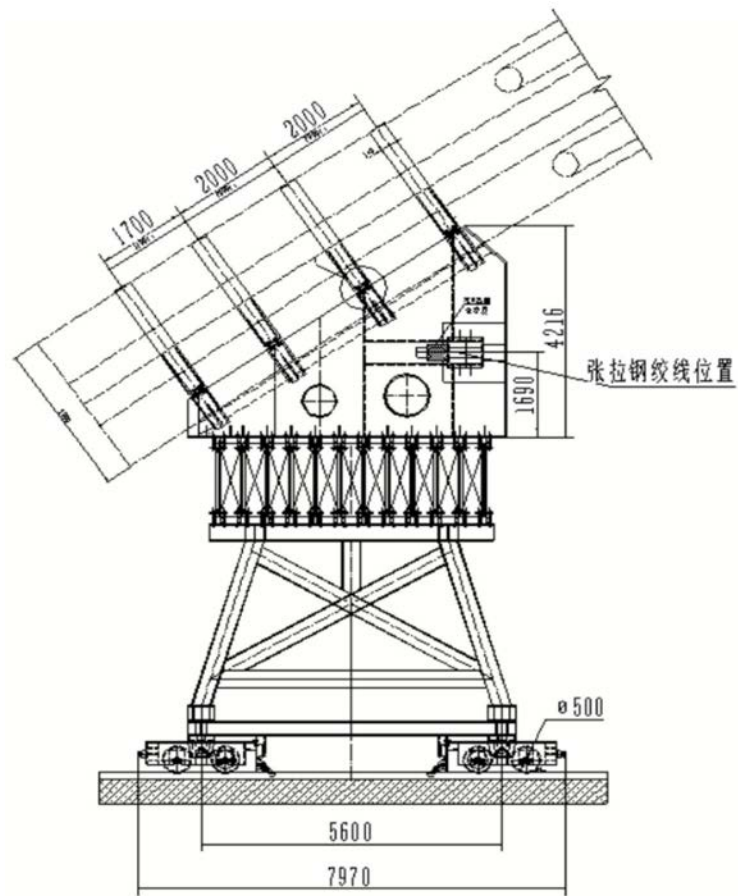


图5

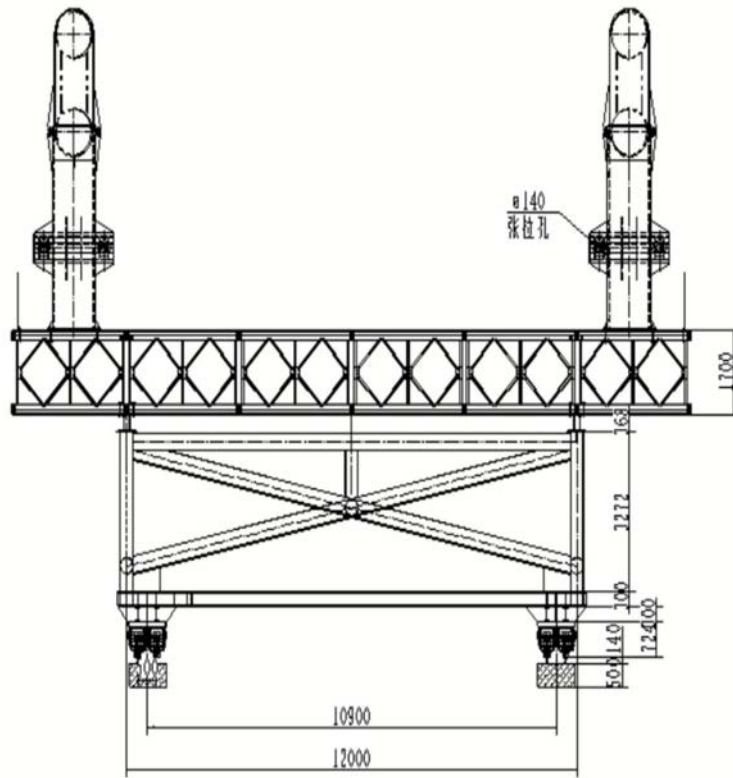


图6

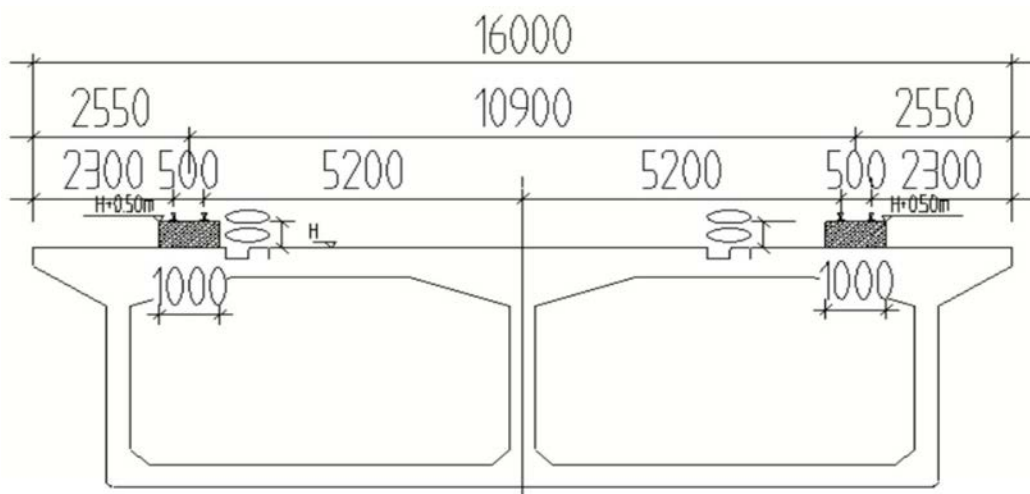


图7

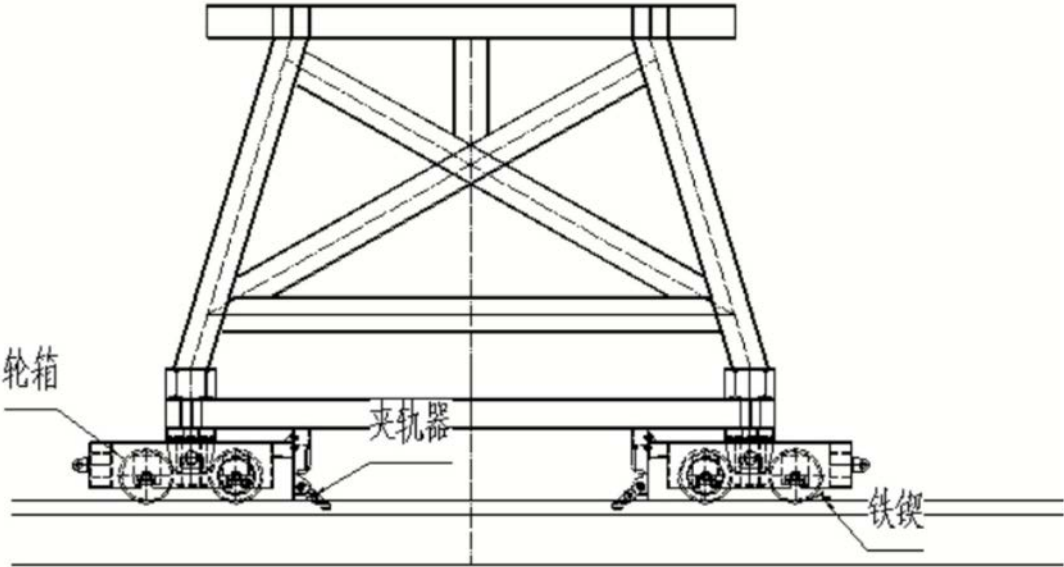


图8

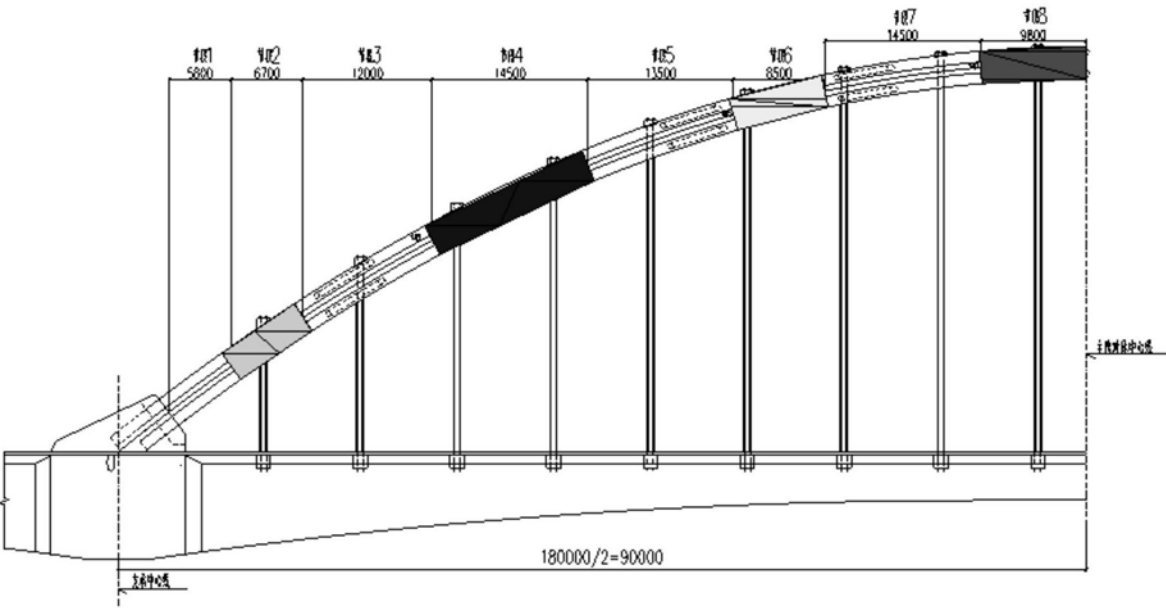


图9

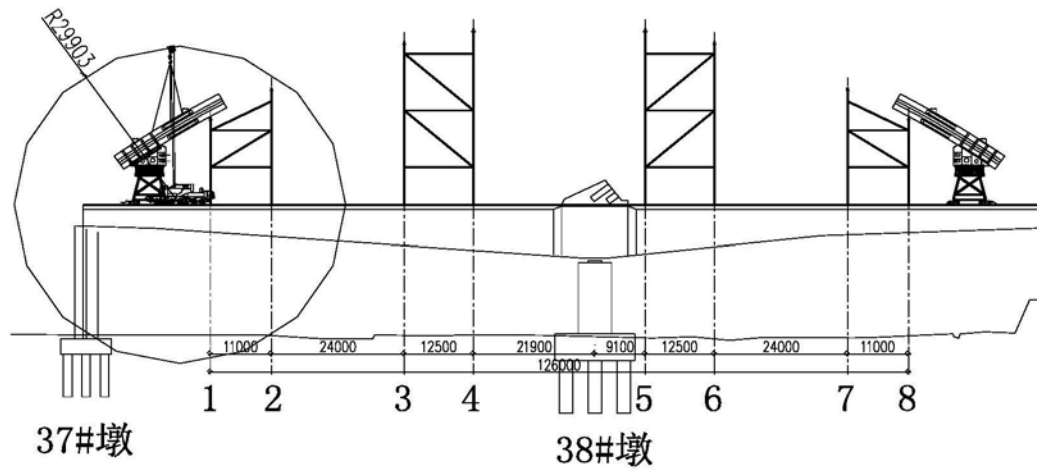


图10

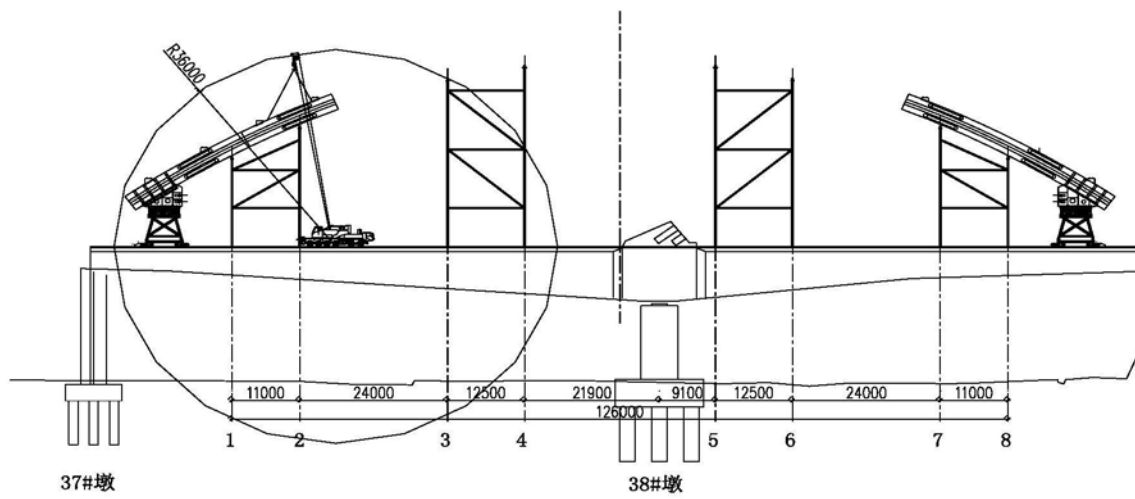


图11

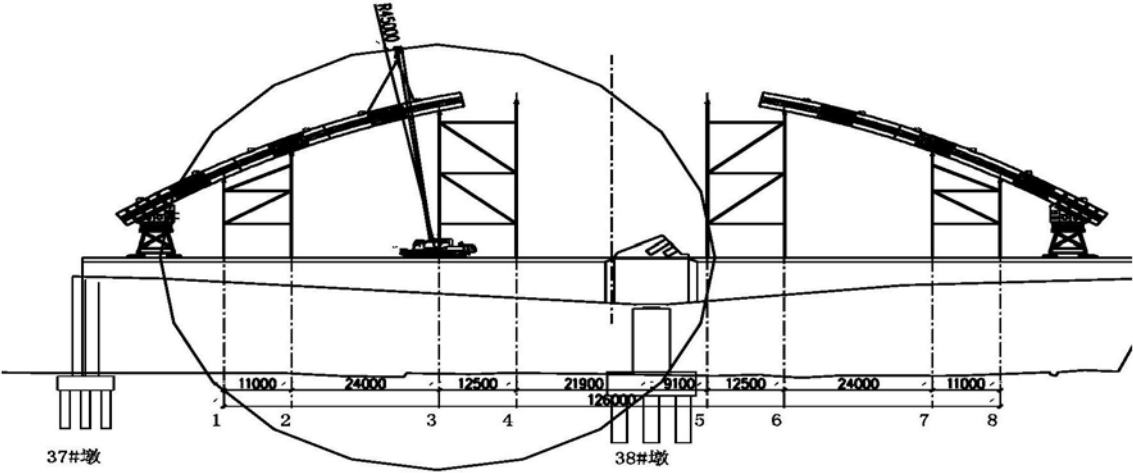


图12

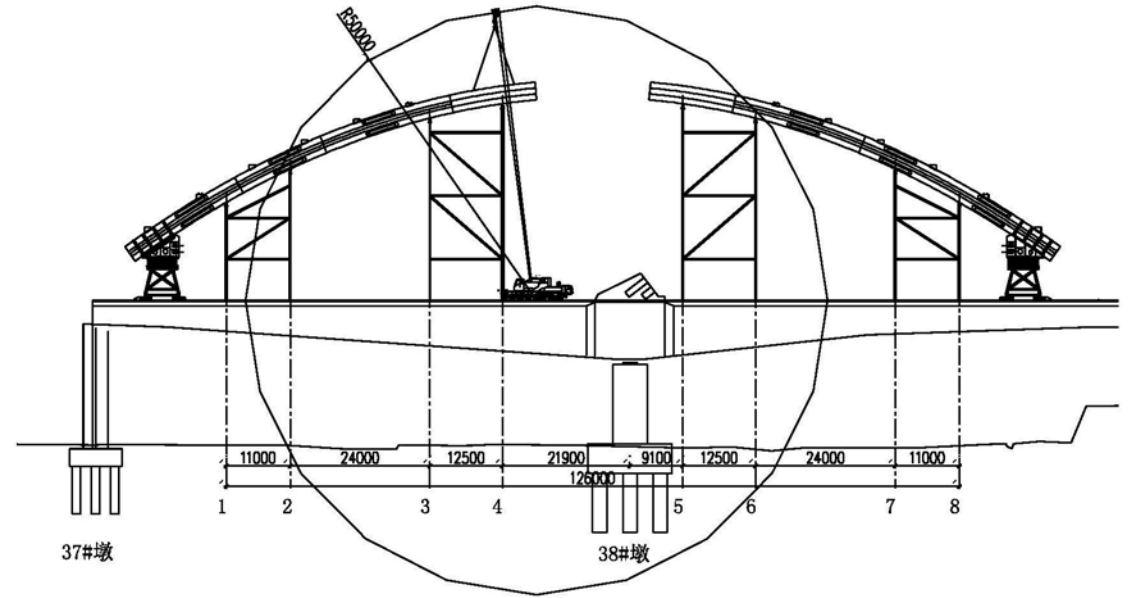


图13

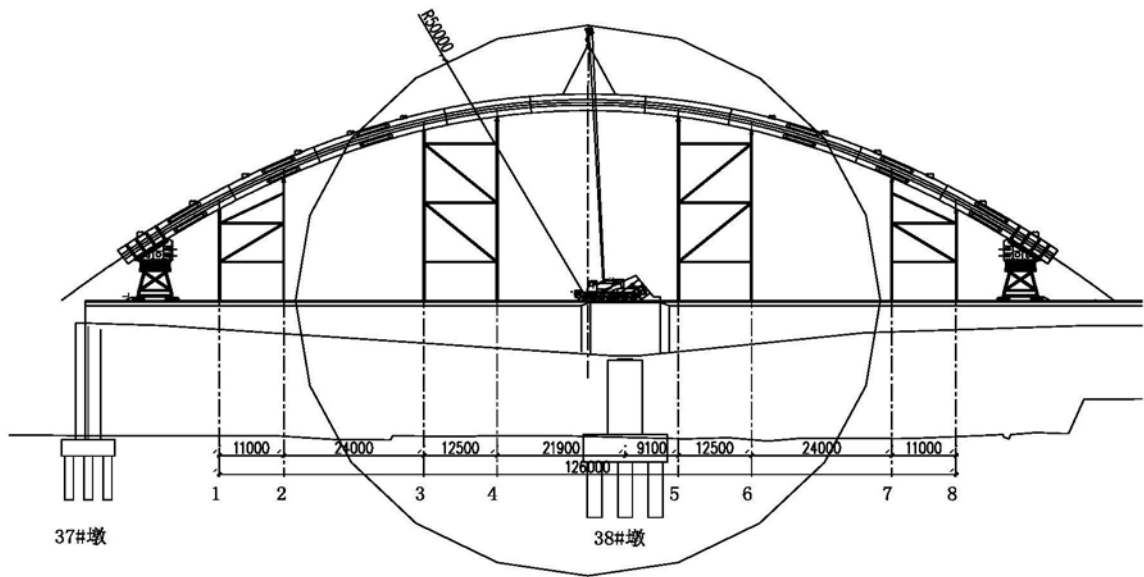


图14

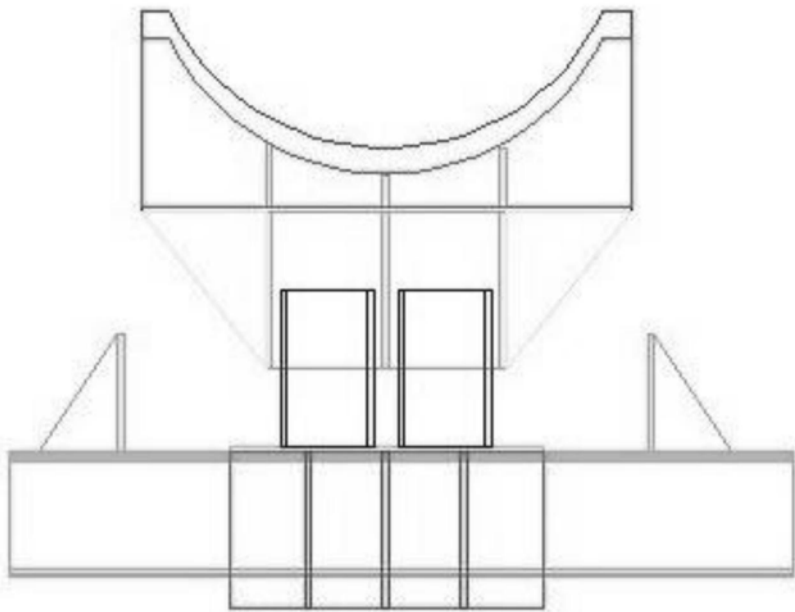


图15

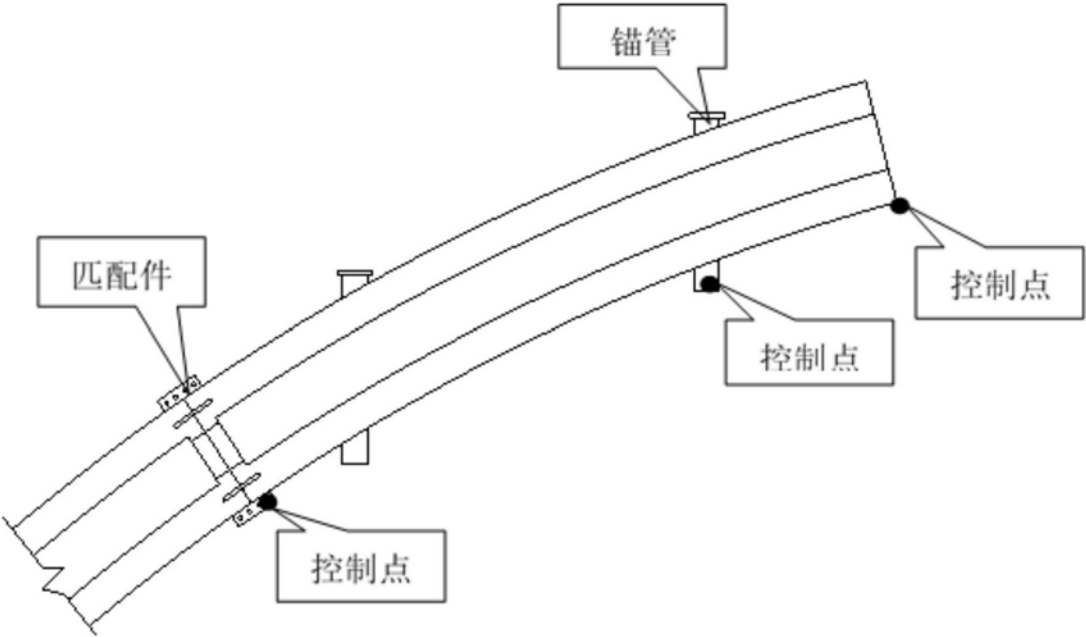


图16

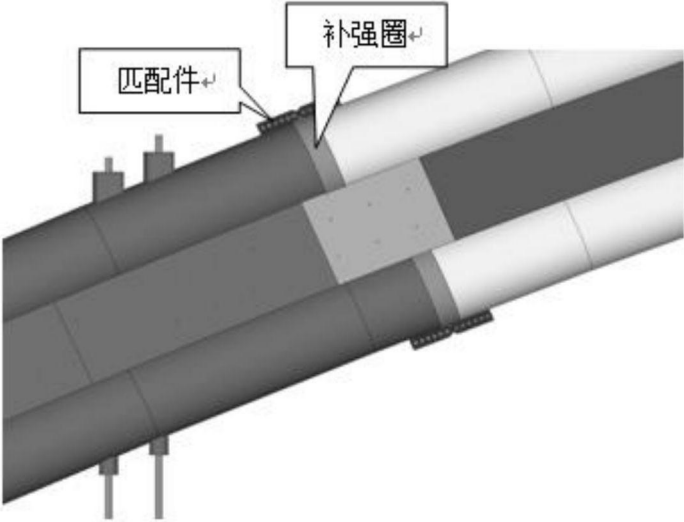


图17

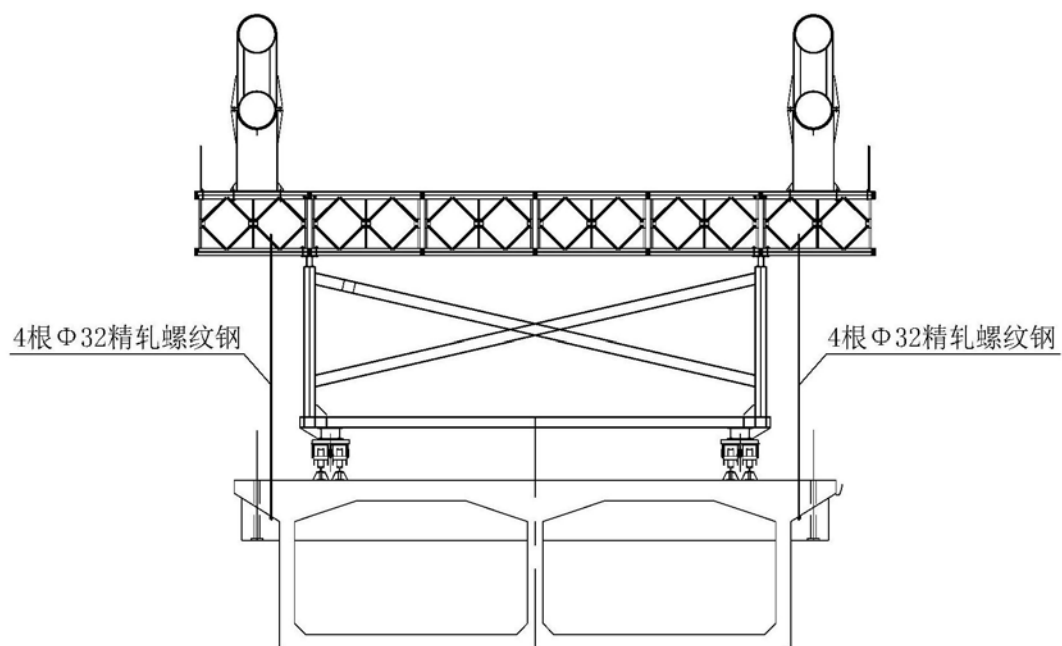


图18

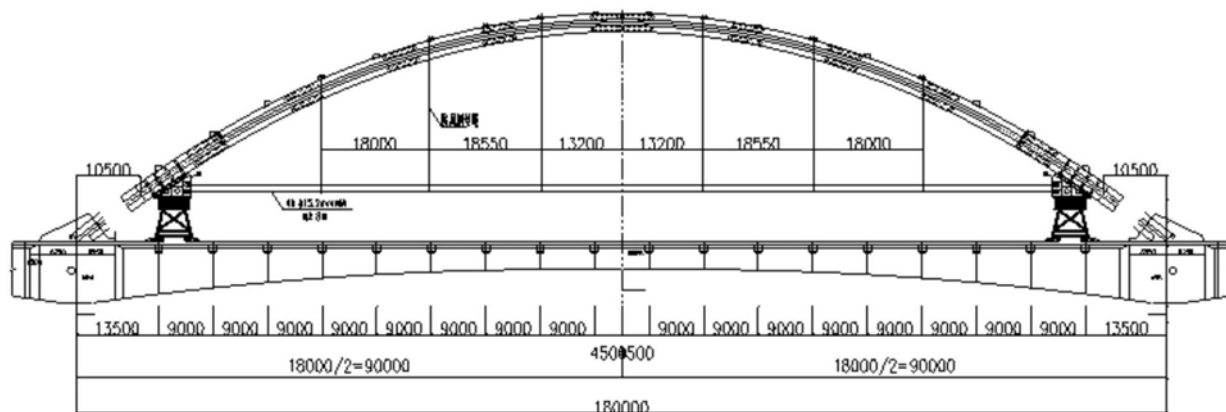


图19

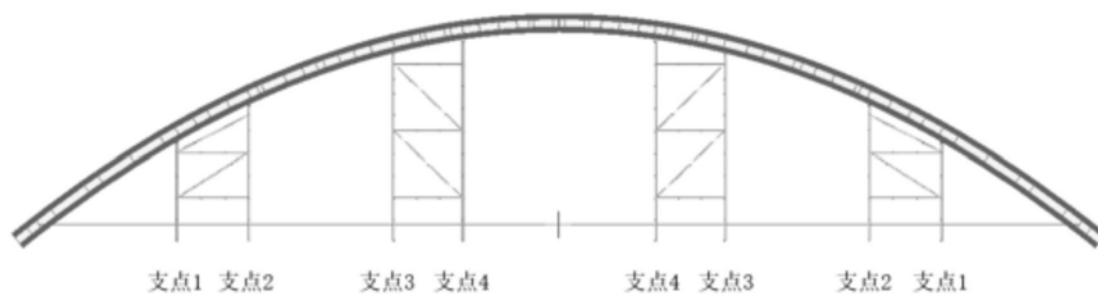


图20