



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104532756 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201410775309. 8

代理人 唐万荣

(22) 申请日 2014. 12. 15

(51) Int. Cl.

(71) 申请人 武汉市市政建设集团有限公司

E01D 21/08(2006. 01)

地址 430023 湖北省武汉市江汉区红旗渠路  
98号 419 办公室

E01D 19/14(2006. 01)

申请人 武汉光谷建设投资有限公司  
武汉理工大学 中铁重工有限公司  
武汉武桥交通装备技术有限公司  
林同棣国际工程咨询(中国)有限公司  
武汉分公司  
武汉市桥梁工程有限公司

(72) 发明人 肖明钊 韩德章 王向阳 黄祥国  
程华强 范杰 高云 杜新德  
张哲

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限  
公司 42102

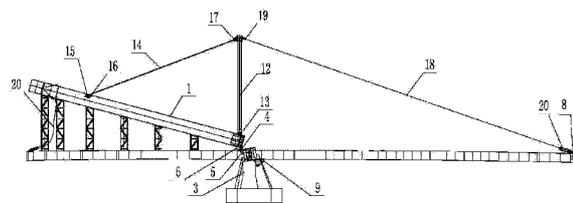
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

斜拉桥钢拱塔双向牵引竖转施工方法

(57) 摘要

本发明涉及一种桥梁施工方法。一种斜拉桥钢拱塔双向牵引竖转施工方法,其特征在于包括以下施工步骤:1)、拼装施工:①、竖转铰安装;②、钢箱梁安装;③、钢拱塔安装;④、竖转架拼装;⑤、挂索及竖转架就位;2)、转体施工:牵引后拉索(18)整体起扳钢拱塔(1),当后拉索(18)索力降至安全索力以下时,同步张拉平衡索(21)保证后拉索(18)索力不低于安全索力,继续转体;钢拱塔(1)转体到位后,断口处焊接成整体;拆除钢拱塔拼装胎架(10)、竖转铰(4)、稳定索(25)和稳定索连接件(26),安装完成。通过对施工方法进行优化创新,达到施工安全、提高工程质量、缩短工期、节省施工成本的目的。



1. 一种斜拉桥钢拱塔双向牵引竖转施工方法,其特征包括以下施工步骤:

1)、拼装施工:

①、竖转铰安装:

将钢拱塔(1)的拱角通过竖转铰(4)与墩身主体结构(3)铰结;

②、钢箱梁安装:

在拼装好的斜拉桥的钢箱梁(2)的顶面分别设置钢箱梁平衡索锚点(7)和钢箱梁后拉索锚点(8),在钢箱梁(1)的底面设置防滑移支座(9),防滑移支座(9)安装在两个竖转铰(4)连线的正下方,防滑移支座(9)与墩身主体结构(3)上的预埋钢板紧密接触;

③、钢拱塔安装:

根据钢拱塔(1)与钢箱梁(2)成 $\theta$ 度夹角制作钢拱塔拼装胎架(10);在钢拱塔拼装胎架(10)上现场组装钢拱塔(1)的各节段,组装顺序从两端向中间对称安装,最后组装中间合拢段;

④、竖转架拼装:

在钢箱梁(2)上搭设竖转架拼装胎架(11),竖转架(12)安装在竖转架拼装胎架(11)之上;竖转架(12)的下端部钢拱塔(1)拱脚节段铰接;

⑤、挂索及竖转架就位:

前拉索(14)的两端分别通过连接件与钢拱塔(1)上的拉索锚点和竖转架(12)上的竖转架前端耳板连接;

后拉索(18)的一端通过后拉索前锚连接件(19)安装于竖转架(12)上的竖转架后端耳板上,后拉索(18)的另一端通过后拉索液压千斤顶及其连接件(20)与钢箱梁(2)上的钢箱梁后拉索锚点(8)铰接;

平衡索(21)的一端通过平衡索后锚连接件(22)与钢拱塔(1)上的钢拱塔平衡索锚点(23)铰接,平衡索(21)的另一端通过平衡索液压千斤顶及其连接件(24)与钢箱梁(2)上的钢箱梁平衡索锚点(7)铰接;

稳定索(25)的两端通过稳定索连接件(26)与钢拱塔(1)的钢拱塔稳定索锚点(27)连接;

通过后拉索(18)拉起竖转架(12)至预设工位,逐步张拉后拉索(18),通过监控系统保证每根后拉索受力接近均匀;待后拉索(18)的索力达到1/2预设索力时,张拉稳定索(25)到预设索力;继续张拉后拉索(18)使竖转架(12)刚刚脱离竖转架拼装胎架(11)直至竖转架(12)达到设计工位,确认安全后拆除竖转架拼装胎架(11);

2)、转体施工:

牵引后拉索(18)整体起扳钢拱塔(1),待钢拱塔(1)刚刚脱离钢拱塔拼装胎架(10)时停止张拉,观察确认安全后张拉后拉索(18)连续起扳钢拱塔;当后拉索(18)索力降至安全索力以下时,同步张拉平衡索(21)保证后拉索(18)索力不低于安全索力,继续转体;钢拱塔(1)转体到位后,钢拱塔(1)断口处焊接成形。

2. 根据权利要求1所述的一种斜拉桥钢拱塔双向牵引竖转施工方法,其特征包括,步骤步骤1)所述将钢拱塔(1)的拱角通过竖转铰(4)与墩身主体结构(3)铰为:

完成钢拱塔(1)两端的墩身主体结构(3),在墩身主体结构(3)与钢拱塔(1)的连接部位的墩身主体结构(3)上设置钢拱塔拱脚预埋段,钢拱塔拱脚预埋段上设置竖转铰下铰座

(5);在钢拱塔(1)的拱脚节段上设置竖转铰上铰座(6),竖转铰上铰座(6)通过销轴与竖转铰下铰座(5)铰接构成钢拱塔(1)转体的竖转铰(4)。

3. 根据权利要求1所述的一种斜拉桥钢拱塔双向牵引竖转施工方法,其特征在于,步骤步骤1)所述根据钢拱塔(1)与钢箱梁(2)成 $\theta$ 度夹角制作钢拱塔拼装胎架(10)具体为:

钢拱塔拼装胎架(10)的搭建按照钢拱塔(1)整体与钢箱梁(2)成 $\theta$ 度夹角投影放地样,用全站仪放出钢拱塔(1)与钢箱梁(2)成 $\theta$ 度时钢拱塔(1)的外形轮廓线及钢拱塔(1)的中心线,根据测量放线结果安装钢拱塔拼装胎架(10)。

4. 根据权利要求1或3所述的一种斜拉桥钢拱塔双向牵引竖转施工方法,其特征在于,所述的 $\theta$ 为10-30度。

## 斜拉桥钢拱塔双向牵引竖转施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种桥梁施工方法,特别是一种大尺寸、大重量、小平面刚度、小倾斜角度的斜拉桥钢拱塔的竖转施工方法。

### 背景技术

[0002] 由于钢拱塔斜拉桥极具美观性,其设计与应用也越来越广泛。但是由于特殊的结构造型及现场施工条件的限制,钢拱塔的安装可能无法采用常规吊装方法进行施工。一般先将钢拱塔在桥面进行拼装,然后转体到设计工位。常用的转体方法有两种:一种是利用塔架竖提进行转体,另一种是利用三角架起扳进行转体。竖转施工时都能够很好地控制钢拱塔的成形精度;施工前可将大部分的钢拱塔结构在地面焊接完成,便于现场的焊接和质量检测;避免了高空作业,同时也降低了投资。但是竖转施工也存在施工载荷较大、风险性较大的缺点,并且风险随着斜拉桥钢拱塔尺寸、重量的增大和平面刚度、倾斜角度的减小而增大。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于:提供一种斜拉桥钢拱塔双向牵引竖转施工方法,通过对施工方法进行优化创新,达到施工安全、提高工程质量、缩短工期、节省施工成本的目的。

[0004] 本发明采用的技术方案是这样的:1. 一种斜拉桥钢拱塔双向牵引竖转施工方法,其特征在于包括以下施工步骤:

1)、拼装施工:

①、竖转铰安装:

将钢拱塔 1 的拱角通过竖转铰 4 与墩身主体结构 3 铰结;

②、钢箱梁安装:

在拼装好的斜拉桥的钢箱梁 2 的顶面分别设置钢箱梁平衡索锚点 7 和钢箱梁后拉索锚点 8,在钢箱梁 1 的底面设置防滑移支座 9,防滑移支座 9 安装在两个竖转铰 4 连线的正下方,防滑移支座 9 与墩身主体结构 3 上的预埋钢板紧密接触;

③、钢拱塔安装:

根据钢拱塔 1 与钢箱梁 2 成  $\theta$  度夹角制作钢拱塔拼装胎架 10;在钢拱塔拼装胎架 10 上现场组装钢拱塔 1 的各节段,组装顺序从两端向中间对称安装,最后组装中间合拢段;

④、竖转架拼装:

在钢箱梁 2 上搭设竖转架拼装胎架 11,竖转架 12 安装在竖转架拼装胎架 11 之上;竖转架 12 的下端部钢拱塔 1 拱脚节段铰接;

⑤、挂索及竖转架就位:

前拉索 14 的两端分别通过连接件与钢拱塔 1 上的拉索锚点和竖转架 12 上的竖转架前端耳板连接;

后拉索 18 的一端通过后拉索前锚连接件 19 安装于竖转架 12 上的竖转架后端耳板上,

后拉索 18 的另一端通过后拉索液压千斤顶及其连接件 20 与钢箱梁 2 上的钢箱梁后拉索锚点 8 铰接；

平衡索 21 的一端通过平衡索后锚连接件 22 与钢拱塔 1 上的钢拱塔平衡索锚点 23 铰接，平衡索 21 的另一端通过平衡索液压千斤顶及其连接件 24 与钢箱梁 2 上的钢箱梁平衡索锚点 7 铰接；

稳定索 25 的两端通过稳定索连接件 26 与钢拱塔 1 的钢拱塔稳定索锚点 27 连接；

通过后拉索 18 拉起竖转架 12 至预设工位，逐步张拉后拉索 18，通过监控系统保证每根后拉索受力接近均匀；待后拉索 18 的索力达到 1/2 预设索力时，张拉稳定索 25 到预设索力；继续张拉后拉索 18 使竖转架 12 刚刚脱离竖转架拼装胎架 11 直至竖转架 12 达到设计工位，确认安全后拆除竖转架拼装胎架 11；

2)、转体施工：

牵引后拉索 18 整体起扳钢拱塔 1，待钢拱塔 1 刚刚脱离钢拱塔拼装胎架 10 时停止张拉，观察确认安全后张拉后拉索 18 连续起扳钢拱塔；当后拉索 18 索力降至安全索力以下时，同步张拉平衡索 21 保证后拉索 18 索力不低于安全索力，继续转体；钢拱塔 1 转体到位后，钢拱塔 1 断口处焊接成形。

[0005] 步骤步骤 1) 所述将钢拱塔 1 的拱角通过竖转铰 4 与墩身主体结构 3 铰为：

完成钢拱塔 1 两端的墩身主体结构 3，在墩身主体结构 3 与钢拱塔 1 的连接部位的墩身主体结构 3 上设置钢拱塔拱脚预埋段，钢拱塔拱脚预埋段上设置竖转铰下铰座 5；在钢拱塔 1 的拱脚节段上设置竖转铰上铰座 6，竖转铰上铰座 6 通过销轴与竖转铰下铰座 5 铰接构成钢拱塔 1 转体的竖转铰 4。

[0006] 步骤步骤 1) 所述根据钢拱塔 1 与钢箱梁 2 成  $\theta$  度夹角制作钢拱塔拼装胎架 10 具体为：

钢拱塔拼装胎架 10 的搭建按照钢拱塔 1 整体与钢箱梁 2 成  $\theta$  度夹角投影放地样，用全站仪放出钢拱塔 1 与钢箱梁 2 成  $\theta$  度时钢拱塔 1 的外形轮廓线及钢拱塔 1 的中心线，根据测量放线结果安装钢拱塔拼装胎架 10。

[0007] 所述的  $\theta$  为 10-30 度。

[0008] 由于采取了上述方案，本发明的有益效果是：

1、采用  $\theta$  度角拼装相对于水平拼装能降低竖转过程中竖转系统中后拉索的张拉力，减轻竖转辅助结构的重量，增加竖转过程的安全性。

[0009] 2、防滑移支座能够抵抗后拉索对钢箱梁的水平牵引力，避免拱塔竖转过程中钢箱梁相对桥墩滑动，使钢拱塔、钢箱梁和竖转装置组成一个自平衡体系，保证竖转安全，无需设置专门的后拉索锚定。

[0010] 3、平衡索能保证竖转过程中索力始终保持在安全索力以上，避免夹片式锚具松锚，保证竖转体系的稳定性。若不设置平衡索，钢拱塔在竖转过程中重心将不断前移，特别是小倾斜角度拱塔的竖转体系重心很可能超出竖转铰垂面，造成整体向牵引方向倾覆。

[0011] 4、拱形结构的结构特性决定其在重力作用下会在端部连接处产生较大的根部弯矩，过大的根部弯矩将影响竖转主铰点的结构安全性并且增大主铰点的转动阻力。设置预应力稳定索能平衡根部弯矩，减小转动阻力，降低竖转风险。

## 附图说明

[0012] 图1是本发明的斜拉桥钢拱塔双向牵引竖转施工装置(竖转结构拼装及挂索)的示意图。

[0013] 图2是本发明的竖转初始工位图。

[0014] 图3是本发明的竖转最终工位图。

[0015] 图4是本发明的平衡索及稳定索示意图。

[0016] 图5是本发明的防滑移支座的示意图。

[0017] 图6是图5沿A-A线视图。

[0018] 图7是图5沿B-B线视图。

[0019] 图中标记:1为钢拱塔;2为钢箱梁;3为墩身主体结构;4为竖转铰;5为竖转铰下铰座;6为竖转铰上铰座;7为钢箱梁平衡索锚点;8为钢箱梁后拉索锚点;9为防滑移支座;10为钢拱塔拼装胎架;11为竖转架拼装胎架;12为竖转架;13为竖转架铰座;14为前拉索;15为前拉索前锚连接件;16为钢拱塔前拉索锚点;17为前拉索后锚连接件;18为后拉索;19为后拉索前锚连接件;20为后拉索液压千斤顶及其连接件;21为平衡索;22为平衡索后锚连接件;23为钢拱塔平衡索锚点;24为平衡索液压千斤顶及其连接件;25为稳定索;26为稳定索连接件;27为钢拱塔稳定索锚点。

## 具体实施方式

[0020] 下面结合附图,对本发明作详细的说明。

[0021] 实施例:

如图1-7所示,一种斜拉桥钢拱塔双向牵引竖转施工装置,包括竖转铰4、防滑移支座9、钢拱塔拼装胎架10、竖转架拼装胎架11、竖转架12、竖转架铰座13、前拉索14、后拉索18、平衡索21、稳定索25;

竖转铰4由竖转铰下铰座5和竖转铰上铰座6组成,竖转铰下铰座5固定(如焊接)在墩身主体结构3上的钢拱塔拱脚预埋段上;竖转铰下铰座5与竖转铰上铰座6铰接;竖转铰上铰座6固定(如焊接)在钢拱塔1的拱脚节段(钢拱塔1有2个拱脚节段,每一拱脚节段安装一个竖转铰上铰座6;竖转铰4有2个);

防滑移支座9位于钢箱梁2的底面,防滑移支座9与墩身主体结构3上的预埋钢板紧密接触;

钢拱塔拼装胎架10由多个格构式钢柱组成(所述多个格构式钢柱为3-20个,本实施例采用16个),多个格构式钢柱设置在钢箱梁2的前部(图1中的左部),多个格构式钢柱的上端构成的线与钢箱梁1(桥面)成 $\theta$ 角度夹角(所述的夹角为10-30度,本实施例采用15度),最高的一个格构式钢柱远离竖转铰4;

竖转架拼装胎架11搭设在钢箱梁2(桥面)上,竖转架拼装胎架11位于钢箱梁2的前部;竖转架12的下端部与设置在钢拱塔1拱脚节段上的竖转架铰座13铰接;竖转架12的上端部搁置在竖转架拼装胎架11的上端(竖转架12的上部搁置在竖转架拼装胎架11上时,竖转架12成45度);

前拉索14的一端通过前拉索前锚连接件15安装在钢拱塔1上的钢拱塔前拉索锚点16上,前拉索14的另一端通过前拉索后锚连接件17与竖转架12上的竖转架前端耳板铰接

(竖转架前端耳板位于竖转架 12 的上端部);后拉索 18 的一端通过后拉索前锚连接件 19 安装于竖转架 12 上的竖转架后端耳板上(竖转架后端耳板位于竖转架 12 的上端部),后拉索 18 的另一端通过后拉索液压千斤顶及其连接件 20 与钢箱梁 2 上的钢箱梁后拉索锚点 8 铰接;

平衡索 21 的一端通过平衡索后锚连接件 22 与钢拱塔 1 上的钢拱塔平衡索锚点 23 铰接(钢拱塔平衡索锚点 23 位于钢拱塔 1 的上部),平衡索 21 的另一端通过平衡索液压千斤顶及其连接件 24 与钢箱梁 2 上的钢箱梁平衡索锚点 7 铰接(钢箱梁平衡索锚点 7 位于钢箱梁 2 的前端);

稳定索 25 通过稳定索连接件 26 安装在钢拱塔 1 的钢拱塔稳定索锚点 27 上(2 个钢拱塔稳定索锚点 27 分别位于钢拱塔 1 的左右部的中间位置,对称设置)。

[0022] 一种斜拉桥钢拱塔双向牵引竖转施工方法,包括以下施工步骤:

#### 1)、拼装施工:

##### ①、竖转铰安装:

完成钢拱塔 1 两端的墩身主体结构 3 (墩身主体结构 3 为 2 个)的施工,在墩身主体结构 3 与钢拱塔 1 的连接部位的墩身主体结构 3 上设置钢拱塔拱脚预埋段(即每一墩身主体结构 3 上设置一钢拱塔拱脚预埋段),钢拱塔拱脚预埋段上设置竖转铰下铰座 5 ;在钢拱塔 1 的拱脚节段(钢拱塔 1 两端)上设置竖转铰上铰座 6 (竖转铰上铰座 6 为 2 个),竖转铰上铰座 6 通过销轴与竖转铰下铰座 5 铰接(竖转铰 4 由竖转铰下铰座 5 与竖转铰上铰座 6 铰接组成)构成钢拱塔 1 转体的竖转铰 4 ;

##### ②、钢箱梁安装:

完成斜拉桥的钢箱梁 2 的拼装,并且在钢箱梁 2 的顶面设置钢箱梁平衡索锚点 7、钢箱梁后拉索锚点 8 (钢箱梁平衡索锚点 7 位于钢箱梁 2 的顶面前端,钢箱梁后拉索锚点 8 位于钢箱梁 2 的顶面后端),在钢箱梁 1 的底面设置防滑移支座 9,防滑移支座 9 安装在两个竖转铰 4 连线的正下方,防滑移支座 9 与墩身主体结构 3 上的预埋钢板紧密接触;

##### ③、钢拱塔安装:

制作钢拱塔拼装胎架 10,钢拱塔拼装胎架 10 由多个格构式钢柱组成(所述多个格构式钢柱为 3-20 个,本实施例采用 16 个);钢拱塔拼装胎架 10 的搭建按照钢拱塔 1 整体与钢箱梁 2 成  $\theta$  度夹角投影放地样(所述的  $\theta$  为 10-30,本实施例采用 15 度),用全站仪放出钢拱塔 1 与钢箱梁 2 成  $\theta$  度时钢拱塔 1 的外形轮廓线及钢拱塔 1 的中心线,根据测量放线结果安装钢拱塔拼装胎架 10 ;

现场根据成  $\theta$  度的钢拱塔拼装胎架 10 组装钢拱塔 1 的各节段,组装顺序从两端(两拱脚节段)向中间对称安装,最后组装中间合拢段;

##### ④、竖转架拼装:

在钢箱梁 2 上搭设竖转架拼装胎架 11 (竖转架拼装胎架 11 位于竖转铰 4 的前侧(图 1 的左边为前),钢拱塔拼装胎架 10 位于竖转铰 4 的前侧),通过吊机完成竖转架 12 的安装(竖转架采用倒架 45 度方法进行安装,在桥面(钢箱梁 2)上搭设 45 度竖转架拼装胎架 11,通过桥面吊机完成竖转架 12 安装),竖转架 12 的下端部与设置在钢拱塔 1 拱脚节段上的竖转架铰座 13 铰接;竖转架 12 的上端部搁置在竖转架拼装胎架 11 的上端;

##### ⑤、挂索及竖转架就位:

前拉索 14 的一端通过前拉索前锚连接件 15 安装在钢拱塔 1 上的钢拱塔前拉索锚点 16 上,前拉索 14 的另一端通过前拉索后锚连接件 17 与竖转架 12 上的竖转架前端耳板铰接(竖转架前端耳板位于竖转架 12 的上端部);后拉索 18 的一端通过后拉索前锚连接件 19 安装于竖转架 12 上的竖转架后端耳板上(竖转架后端耳板位于竖转架 12 的上端部),后拉索 18 的另一端通过后拉索液压千斤顶及其连接件 20 与钢箱梁 2 上的钢箱梁后拉索锚点 8 铰接;

平衡索 21 的一端通过平衡索后锚连接件 22 与钢拱塔 1 上的钢拱塔平衡索锚点 23 铰接(钢拱塔平衡索锚点 23 位于钢拱塔 1 的上部),平衡索 21 的另一端通过平衡索液压千斤顶及其连接件 24 与钢箱梁 2 上的钢箱梁平衡索锚点 7 铰接(钢箱梁平衡索锚点 7 位于钢箱梁 2 的前端);

稳定索 25 通过稳定索连接件 26 安装在钢拱塔 1 的钢拱塔稳定索锚点 27 上(2 个钢拱塔稳定索锚点 27 分别位于钢拱塔 1 的左右部的中间位置,对称设置);

通过后拉索 18 缓慢拉起竖转架 12 至预设工位,逐步张拉后拉索 18,通过监控系统保证每根后拉索受力接近均匀;待后拉索 18 的索力达到 1/2 预设索力时,张拉稳定索 25 到预设索力;继续张拉后拉索 18 使竖转架 12 脱离竖转架拼装胎架 11 直至竖转架 12 达到设计工位,确认安全后拆除竖转架拼装胎架 11;

#### 2)、转体施工:

牵引后拉索 18 整体起扳钢拱塔 1,待钢拱塔 1 刚刚脱离钢拱塔拼装胎架 10 时停止张拉,观察 24h,确认安全后,张拉后拉索 18 连续起扳钢拱塔;当后拉索 18 索力降至安全索力(确保夹片式锚具无松锚风险)以下时,同步张拉平衡索 21 保证后拉索 18 索力不低于安全索力,继续转体;钢拱塔 1 转体到位后,断口处焊接成整体;拆除钢拱塔拼装胎架 10、竖转铰 4、稳定索 25 和稳定索连接件 26,安装完成。



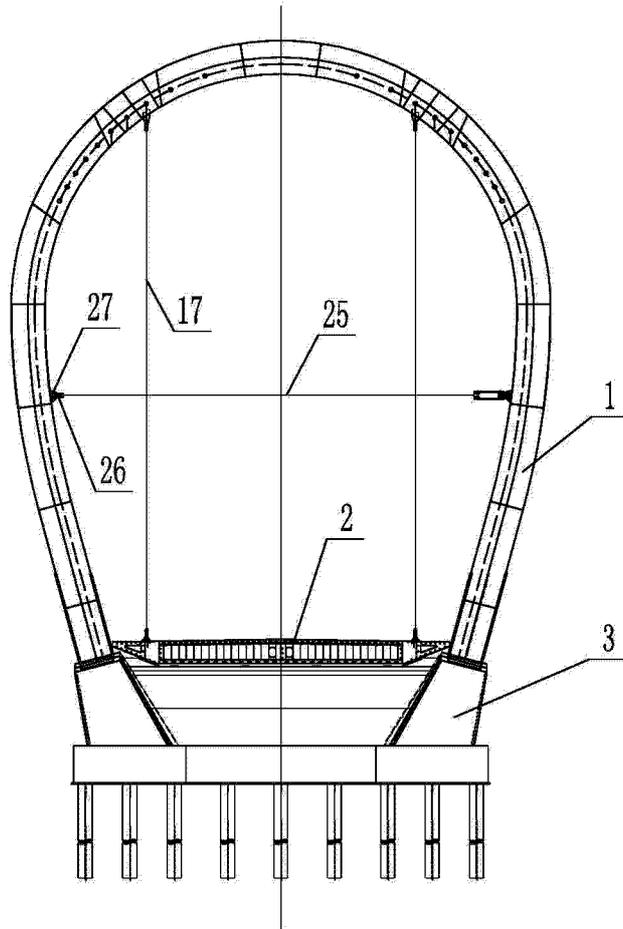


图 4

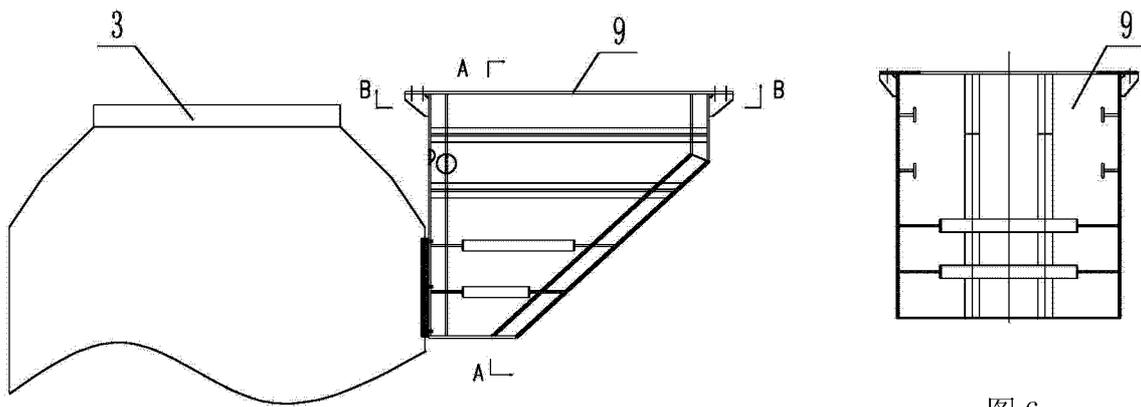


图 5

图 6

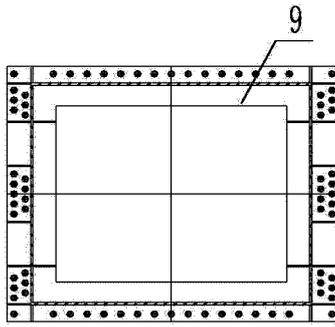


图 7