

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
E01D 21/00 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710168970.2

[43] 公开日 2008年7月23日

[11] 公开号 CN 101225638A

[22] 申请日 2007.12.20

[21] 申请号 200710168970.2

[71] 申请人 中铁大桥局股份有限公司

地址 430050 湖北省武汉市汉阳大道38号

[72] 发明人 黄支金 王吉侠 陶建山 张启桥  
邱国平 叶李 倪勇 赵翔  
郭敏敏

[74] 专利代理机构 武汉开元专利代理有限责任公司  
代理人 朱盛华

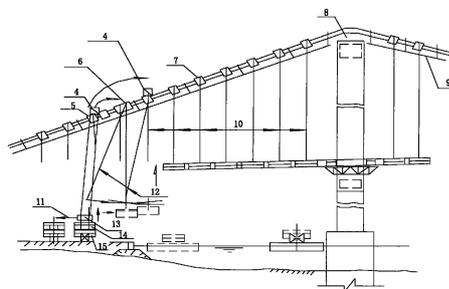
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

## [54] 发明名称

地锚式悬索桥预应力混凝土加劲箱梁安装方法

## [57] 摘要

地锚式悬索桥预应力混凝土加劲箱梁安装方法，涉及悬索桥混凝土加劲箱梁的安装方法。安装顺序有：先从跨中节段开始向两侧主塔方向对称推进及从主塔附近的节段开始向跨中及桥台推进两种，步骤为：混凝土结构加劲箱梁架设，用吊装、提升或荡移法架设，混凝土结构加劲箱梁的架设，加劲梁预拼，索夹及吊索安装，猫道的吊挂，加劲梁运至施工现场，架梁吊机就位，吊装，浮运定位，移动达到吊点垂直起升，节段牵拉连接，到位后，调整好梁段线型，完成梁段间的临时连接安装，穿入纵向预应力钢束，梁块顶面压重，进行节段间湿连接，塔顶索鞍顶推，索鞍锁定。采用本发明能保证安装精度及桥梁的良好线形。



1、地锚式悬索桥预应力混凝土加劲箱梁安装方法，其特征在于安装顺序有：先从跨中节段开始向两侧主塔方向对称推进及从主塔附近的节段开始向跨中及桥台推进两种，其步骤如下：

1) 混凝土结构加劲箱梁架设，

架设方式有：利用悬索桥专用缆载吊机吊装，卷扬机或连续千斤顶提升和利用大型浮吊吊装，无法直接吊装的部分梁段时采取荡移法架设，

2) 混凝土结构加劲箱梁的架设，

①架设前准备：加劲梁预拼，索夹及吊索安装，猫道的吊挂，加劲梁运至施工现场，架梁吊机就位，

②加劲梁的吊装，

③加劲梁的浮运定位，船行定位方向应从下游侧向上游侧、逆水定位，

架梁段的驳船由拖轮帮拖至预定架设位置的桥轴线后，与架梁吊机的下放吊点滑车组对位，借助拖轮的拖力及拉锚，稳定浮运驳船，吊点与梁段吊耳连接后起吊，带动驳船水平移动达到吊点垂直再行起升，

无法直接吊装的部分梁段采用荡移法架设，即：使架梁吊机偏位先将梁段垂直吊起，然后纵向牵引梁段，反复导引几次后，最终垂直提升，起升速度  $5\sim 10\text{m/min}$ ，吊点上下游高差  $\geq 200\text{mm}$ ，

吊装过程中，各工作面上，吊装第二节段起须与相邻节段间预偏  $0.5\sim 0.8\text{m}$  空隙，至标高后，牵拉连接，

起吊到位的梁段还应再多提高  $5\sim 10\text{cm}$ ，先将吊索与加劲梁锚固点进行锚固，对准设定的基础线，核对梁面平整及孔道对位情况，

悬挂到位后，立即将段间临时连接，

④节段间联接及线形调整，

调整好梁段线型，高程与预定值的误差  $\geq \pm 5\text{mm}$ ，吊索纵向间距的误差应小于  $5\text{mm}$ ，完成梁段间的临时连接安装，

⑤混凝土加劲梁节段间湿接缝施工，

穿入纵向预应力钢束，预应力钢束制孔铁皮管采取套接铁皮管，进行梁块顶面压重，压重全部到位后，再浇筑湿接缝混凝土，张拉纵、横向钢束，孔道压浆后，再进行桥面铺装，压重就逐渐转换为二期荷载，

⑥梁段安装过程中的塔顶索鞍顶推，大型千斤顶顶部应对准索鞍施顶中心施顶纵移，每次顶移塔顶恢复到位，及时锁定索鞍座体，待顶移到成桥的设计位置后，将索鞍锁定。

## 地锚式悬索桥预应力混凝土加劲箱梁安装方法

### 技术领域

本发明涉及一种悬索桥混凝土加劲箱梁的安装方法。

### 背景技术

现代大跨度地锚式悬索桥的加劲梁绝大多数采用钢结构，较少采用混凝土结构。近年来，混凝土加劲箱梁开始应用于地锚式悬索桥，但国内对此尚无相关行业标准、规范，对此也没有阐述、规定和要求，也没有具体的安装方法。

### 发明内容

本发明的目的是针对上述现状，旨在提供一种能满足地锚式悬索桥预应力混凝土箱梁的安装要求，保证桥梁良好线形的地锚式悬索桥预应力混凝土加劲箱梁安装方法。

本发明目的的实现方式为，地锚式悬索桥预应力混凝土加劲箱梁安装方法，安装顺序有：先从跨中节段开始向两侧主塔方向对称推进及从主塔附近的节段开始向跨中及桥台推进两种，其步骤如下：

#### 1) 混凝土结构加劲箱梁架设，

架设方式有：利用悬索桥专用缆载吊机吊装，卷扬机或连续千斤顶提升和利用大型浮吊吊装，无法直接吊装的部分梁段时采取荡移法架设，

#### 2) 混凝土结构加劲箱梁的架设，

①架设前准备：加劲梁预拼，索夹及吊索安装，猫道的吊挂，加劲梁运至施工现场，架梁吊机就位，

#### ②加劲梁的吊装，

#### ③加劲梁的浮运定位，船行定位方向应从下游侧向上游侧、逆水定位，

架梁段的驳船由拖轮帮拖至预定架设位置的桥轴线后，与架梁吊机的下放吊点滑车组对位，借助拖轮的拖力及拉锚，稳定浮运驳船，吊点与梁段吊耳连接后起吊，带动驳船水平移动达到吊点垂直再行起升，

无法直接吊装的部分梁段采用荡移法架设，即：使架梁吊机偏位先将梁段垂直吊起，然后纵向牵引梁段，反复导引几次后，最终垂直提升，起升速度  $5\sim 10\text{m/min}$ ，吊点上下游高差  $\geq 200\text{mm}$ ，

吊装过程中，各工作面上，吊装第二节段起须与相邻节段间预偏  $0.5\sim 0.8\text{m}$  空隙，至标高后，牵拉连接，

起吊到位的梁段还应再多提高 5~10cm, 先将吊索与加劲梁锚固点进行锚固, 对准设定的基础线, 核对梁面平整及孔道对位情况,

悬挂到位后, 立即将段间临时连接,

④节段间联接及线形调整,

调整好梁段线型, 高程与预定值的误差 $\pm 5\text{mm}$ , 吊索纵向间距的误差应小于 5mm, 完成梁段间的临时连接安装,

(5)混凝土加劲梁节段间湿接缝施工,

穿入纵向预应力钢束, 预应力钢束制孔铁皮管采取套接铁皮管, 进行梁块顶面压重, 压重全部到位后, 再浇筑湿接缝混凝土, 张拉纵、横向钢束, 孔道压浆后, 再进行桥面铺装, 压重就逐渐转换为二期荷载,

⑥梁段安装过程中的塔顶索鞍顶推, 大型千斤顶顶部应对准索鞍施顶中心施顶纵移, 每次顶移塔顶恢复到位, 及时锁定索鞍座体, 待顶移到成桥的设计位置后, 将索鞍锁定。

本发明采用节段法预制安装、节段梁安装、线形调整和预应力张拉, 节段间湿接缝施工, 塔顶索鞍顶推等施工手段, 保证安装精度及桥梁的良好线形。

#### 说明书附图

图 1a 是浮吊架设混凝土结构加劲梁示意图

图 1b 是缆载吊机架设混凝土结构加劲梁示意图

图 2 是混凝土结构加劲梁荡移法吊装示意图

图 3a 是加劲梁从主跨中央开始架设, 梁段间作施工临时连接

图 3b 是是边跨加劲梁开始架设状态图

图 3c 是主塔处加劲梁段合拢状态图

图 3d 是加劲梁所有接头封合状态图

图 3e 是加劲梁从主塔两侧开始架设, 梁段间作施工临时连接状态图

图 3f 是边跨加劲梁合拢, 主跨继续架设状态图

图 3g 是主跨处加劲梁段合拢状态图

图 3k 是加劲梁所有接头封合状态图

图 4 是混凝土结构加劲梁水上浮运定位示意图

#### 具体实施方式

本发明的安装顺序有: 先从跨中节段开始向两侧主塔方向对称推进及从主塔附近的节段开始向跨中及桥台推进两种, 其步骤如下:

1、混凝土结构加劲箱梁采用分段预制架设方法, 架设方式有如图 1a 所示的浮吊

2 架设方式和图 1b 所示的缆载吊机 4 架设（卷扬机或连续千斤顶提升）方式。装载待架梁段的平底驳船 3 由拖轮帮拖至预定架设位置的桥轴线后，与架梁吊机的下放吊点滑车组对位，借助拖轮的拖力及拉锚，稳定浮运驳船，吊点与梁段吊耳连接经检查后起吊，开始稍起动带动驳船水平移动达到吊点垂直再行起升。浮运定位船只的对位允许偏差为±1.0m。图中有移动脚手架 1。

2、若因地形、河床的限制，致使部分梁段无法直接吊装时，可采取荡移法架设，即：使架梁吊机偏位先将梁段垂直吊起，然后纵向牵引梁段，反复导引几次后，最终垂直提升架设；要注意反复荡移期间，可能会用到临时索夹 5。荡移法架梁如图 2 所示，缆载吊机 4 在吊装位置起吊 N7 梁段 14 脱离支承至一定高度，缓慢释放部件 13 及缆载吊机 4 钢丝绳，N7 梁段 14 将随临时索夹上的吊绳逐步荡移至该索夹位置下；解除缆载吊机 4 吊装钢丝绳并将缆载吊机 4 移至 N7 梁段 14 索夹位置处，将缆载吊机 4 上钢丝绳连上 N7 梁段 14 并起吊、同时逐步放松缆绳 11，直至吊装完成。缆载吊机 4 在吊装位置起吊 N8 梁段 15 脱离支承至一定高度，缓慢释放缆绳 11 及缆载吊机 4 钢丝绳，N8 梁段 15 将随索夹上的吊绳逐步荡移至该索夹位置下。图中还有吊 N8 梁用临时索夹 6、索夹 7，索鞍 8、吊挂猫道 9、吊索 10、8 $\phi$ 33mm 临时吊索 12。

3、加劲梁架设顺序主要有两种：一是如图 3a—图 3d 所示的先从主塔中央开始向两侧主塔方向对称推进，另一是如图 3e—图 3k 从主塔 18 附近的节段开始向中跨 17 及桥台推进。

参照图 3a—图 3d，第一阶段，从主跨中央开始架设，梁段间临时连接，第二阶段，边跨 16 加劲梁开始架设，第三阶段，主塔处加劲梁段合拢，第四加段，所有接头封合。

参照图 3e—图 3k，第一阶段，一加劲梁 19 从主塔两侧开始架设，梁段间临时连接，第二阶段，边跨 16 加劲梁合拢，中跨 17 继续架设，第三阶段，一主跨处加劲梁段合拢，第四加段，所有接头封合。

#### 4、加劲梁的浮运定位

加劲梁水中浮运、抛（拉）锚参照图 4，船行定位方向应从下游侧向上游侧、逆水定位。加劲梁节段经下海码头 21 处吊装上浮运船，经虚线所示路线从水流的下游侧向上游侧由浮运驳船 26 拖运、靠上定位船 25 并抛锚绞锚绳的方式逐步定位。

装载待架梁段的驳船由拖轮帮拖至预定架设位置的桥轴线后，与架梁吊机的下放吊点滑车组对位，借助拖轮的拖力及拉锚，稳定浮运驳船，吊点与梁段吊耳连接，经检查后起吊，浮运定位船只的对位允许偏差为±1.0m。

对于主塔位置的加劲梁段，条件许可时可采用浮吊直接吊装，也可采用荡移法架设。

加劲梁段吊装应符合下面规定：

加劲梁吊装过程中，在各工作面上，吊装第二节段起须与相邻节段间预偏一定空隙（0.5~0.8m），至标高后，牵拉连接，避免吊装过程与相邻节段发生碰伤，而影响吊装工作进行。

索塔下横梁顶设有端加劲梁节段的，吊装时可先行用缆载吊机或其它吊装设备荡移搁置，待与相邻节段架设后连接就位。

架梁吊机松钩与浮运定位加劲梁的吊点连接，经检查后起吊，开始稍起带动驳船水平移动达到吊点垂直再行起升。起升速度应控制在5~10m/min，起吊应平稳同步，严格控制吊点上下游高差不大于200mm。起吊到位的梁段还应再多提高5~10cm，先将吊索与加劲梁锚固点进行锚固，随即检查对准设定的基础线。对混凝土梁段设有湿接缝（后浇筑混凝土连接）应核对梁面平整及孔道对位情况。

悬挂到位的混凝土加劲梁段，应立即将段间临时连接先行初步联好，待随梁段的逐段安装段间转角变化、梁面渐趋齐平时，再分步上齐上紧临时连接。图中还有 S1 主墩 22、拉缆 23、锚链 24、航道范围 27、N1 主墩 28。

架梁吊机每安装一段梁后，再要更换位置架设下一个梁段 f. 吊装梁段要占用水面，因此，吊装前需取得海事部门许可，并在吊装过程中得到配合。

5、混凝土加劲梁节段间联接及线形调整见图 5，按测量线形调整数据要求，通过 YCW 千斤顶 32 张拉接长螺杆 31 达到提升锚栓 30、同时调整接长大螺母 29 的位置，使梁段处于调整后的要求位置。图中还有垫梁 33、锚板 34。

当加劲梁全部挂完以后，再进行全桥的梁段线型测量，调整好梁段线型，调整后的高程与预定值的误差 $\pm 5\text{mm}$ ；吊索纵向间距的误差应小于 5mm。进行梁段间的临时连接安装。

悬索桥混凝土加劲梁预制节段间一般设置有湿接缝（现浇混凝土），在主跨与边跨两端各预留一个端横梁现浇段，以便于线形调整、段间联接及合拢施工。

#### 6、混凝土加劲梁节段间湿接缝施工

1) 线形调整完毕后，各段间湿接缝尚未浇筑混凝土前穿入纵向预应力钢束。穿束时，在钢束端头连接锥形头，锥形头连于牵引钢丝绳上，启动卷扬机将预应力钢束从一头向另一头穿入；牵束过程应设置必要的转向、滚轮及防护措施。

2) 湿接缝处预应力钢束制孔铁皮管宜采取套接铁皮管的方式设置。

3) 梁面压重：梁段全部吊装及梁面线型调整完毕，应按设计要求进行梁块顶面压重，压重过程中应分段在各段梁面上分批均匀加载。梁块上的压重全部到位后，再浇筑湿接缝混凝土，张拉纵、横向钢束，孔道压浆后，再进行桥面铺装，压重就逐渐转换为二期荷载。

4) 混凝土加劲梁节段间接缝施工:通过梁底吊架,立模板扎钢筋,浇筑微膨胀混凝土方式施工加劲梁节段间接缝。

7、梁段安装过程中的塔顶索鞍顶推,正式顶移前,还应彻底清理索鞍的外露座板表面,并涂上减摩剂。

主塔索鞍的顶移:为了达到主塔在加劲梁架设过程中可以调整,一般需在架缆前按设计要将主塔索鞍向两岸侧各偏移一定数值;开始架梁后主塔索鞍将随梁片逐渐向主跨侧移动至成桥的设计位置上。随梁段的逐段安装主塔塔顶亦随之向跨中移动造成主塔弯曲,为了避免主塔内力过大,必须分阶段将主塔复原成架设前的竖直状态。

主塔索鞍在塔顶上的纵向位置变化,应采取里程控制法检查。所谓主塔索鞍纵移,实际是主塔塔顶纵移,而主塔索鞍里程不动;纵移时利用主索鞍纵向顶移支架和移动导向限位装置纵向顶移、限位。采用大型千斤顶顶移,千斤顶顶部应对准索鞍施顶中心,上下游侧两台顶采用并联方式与油泵相连达到同步施顶纵移。

每次顶移塔顶恢复到位,应及时锁定索鞍座体;待顶移到成桥的设计位置后,应将索鞍锁定。

索鞍滑动副及其外露表面在安装后和每次顶移后,都应及时妥为保护。

本发明安装质量标准如下:

混凝土结构加劲梁安装允许偏差如下:

中线偏位:  $\pm 10\text{mm}$ ;

横向水平高差(吊点处):  $\pm 10\text{mm}$ ;

吊索处梁顶高程:  $\pm 10\text{mm}$ ;

吊索索力:  $\pm 5\%$ 。

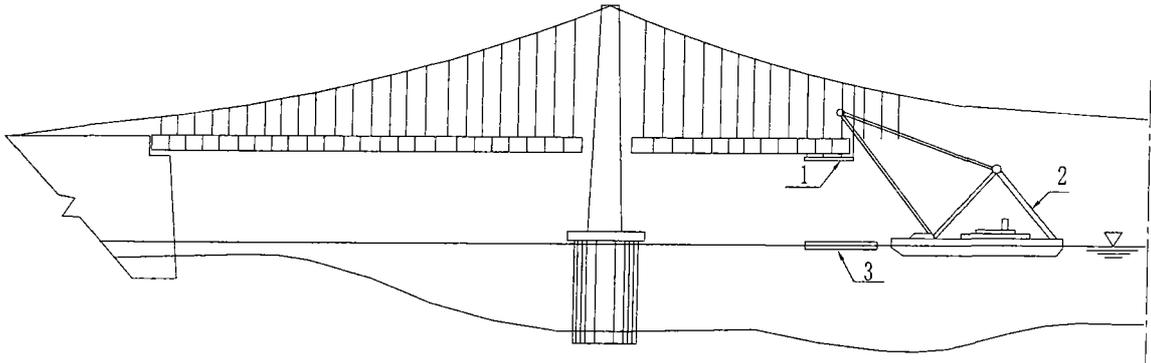


图 1a

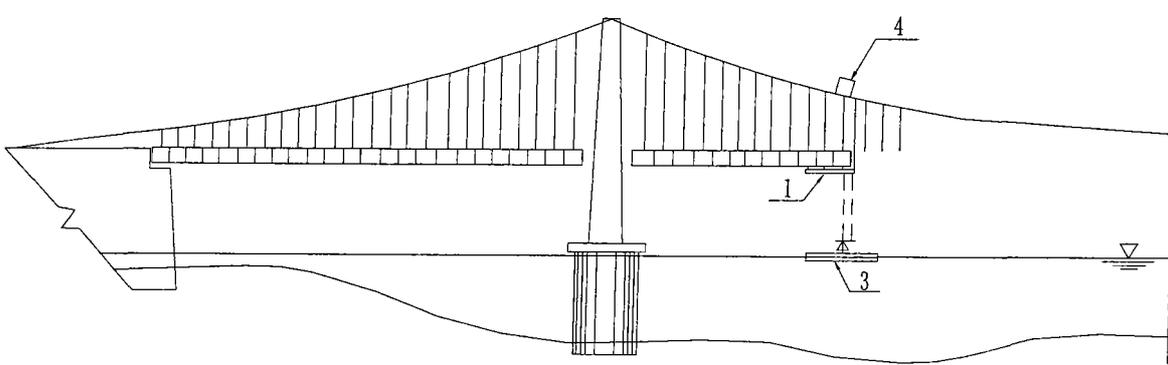


图 1b

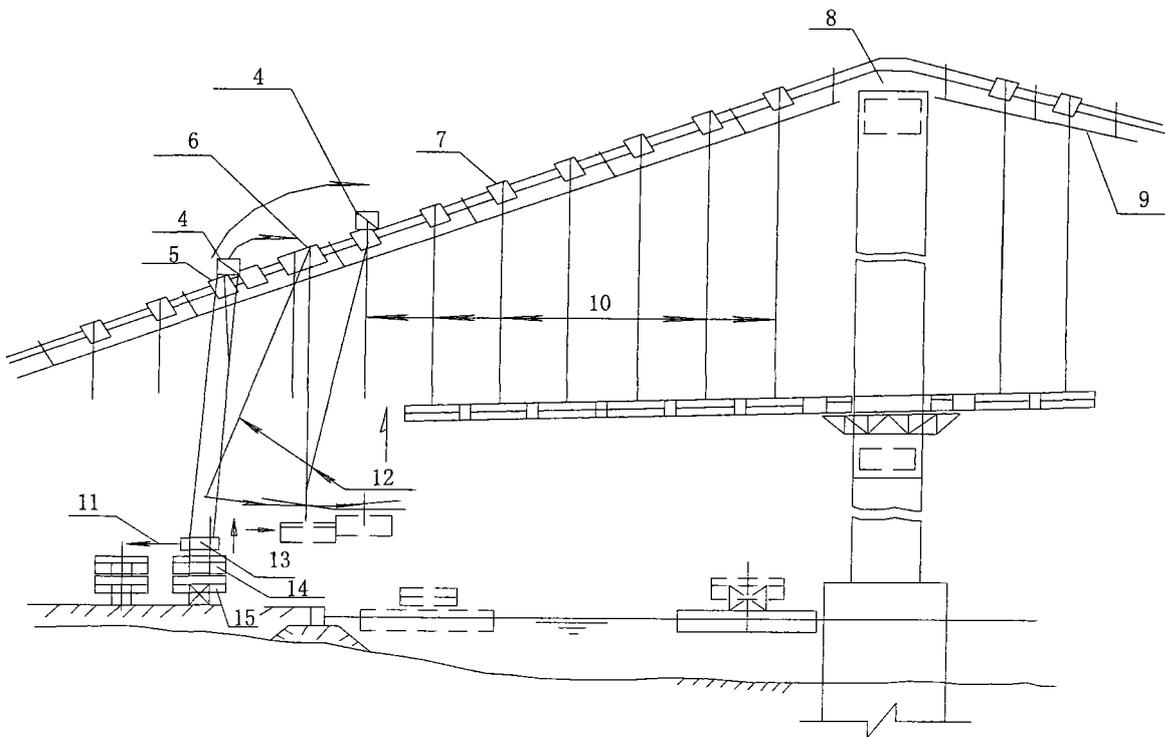


图 2

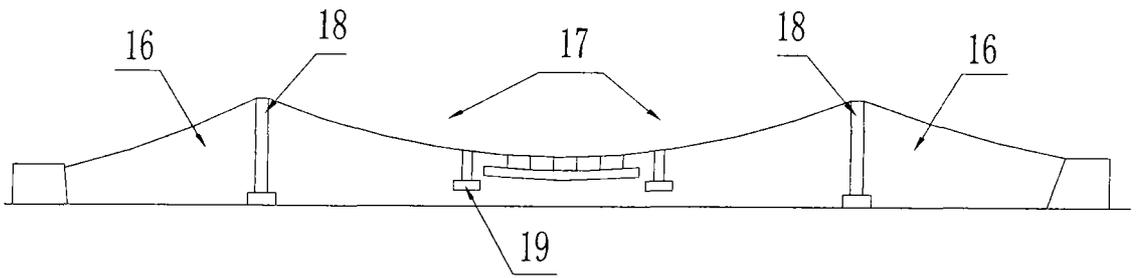


图 3a

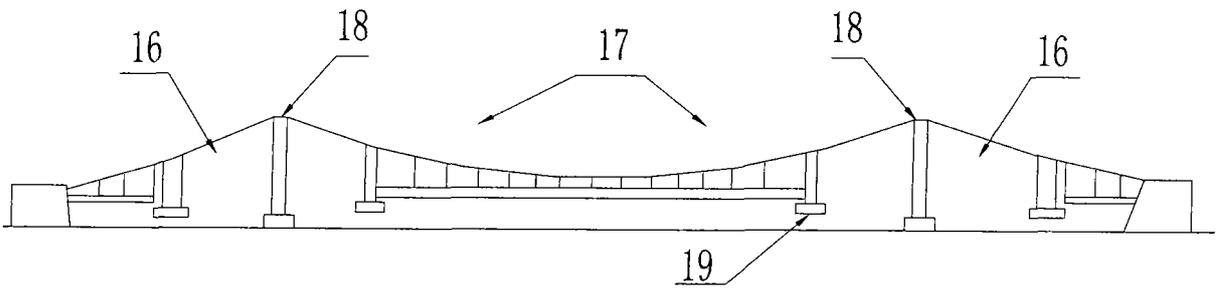


图 3b

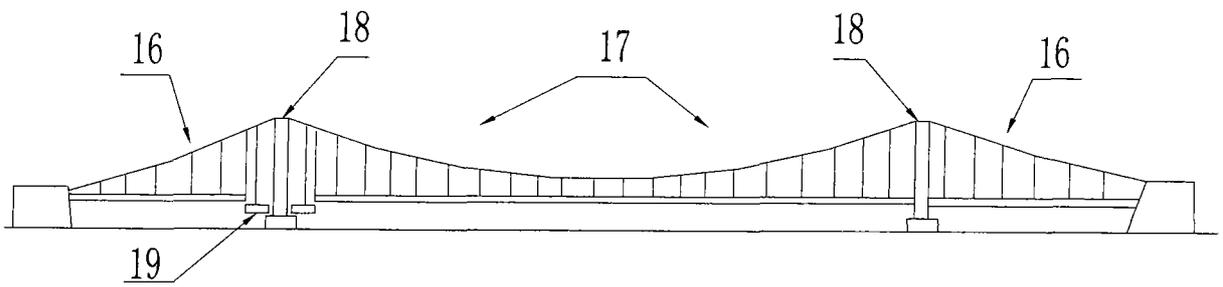


图 3c

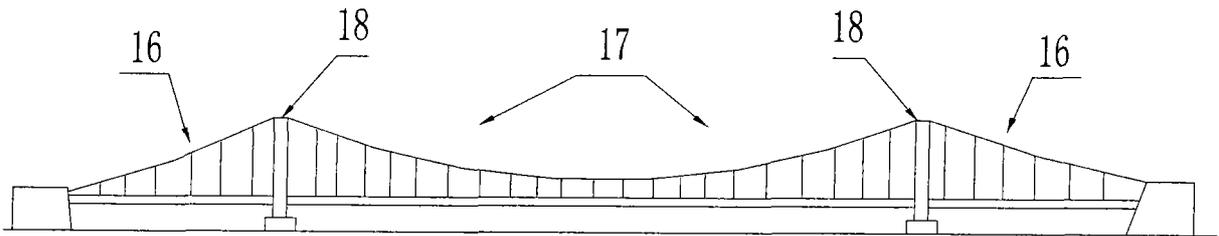


图 3d

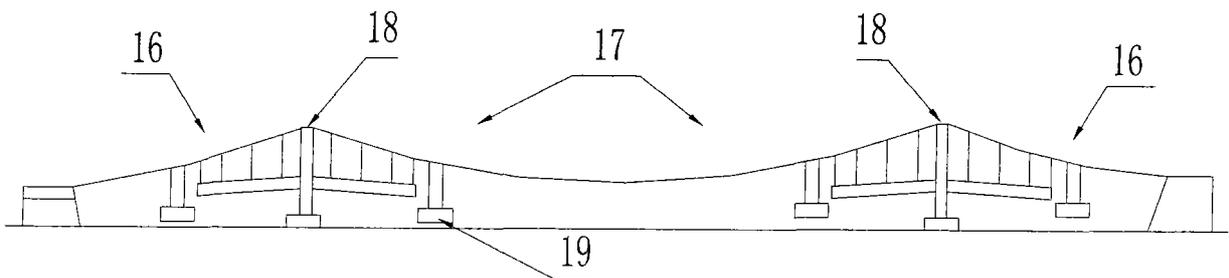


图 3e

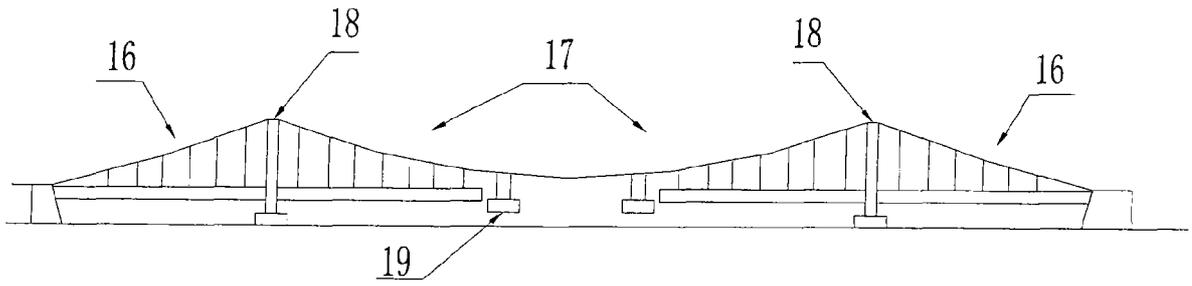


图 3f

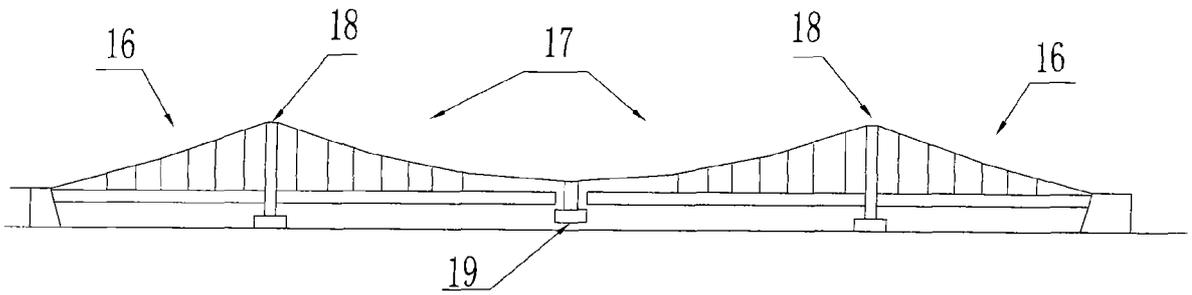


图 3g

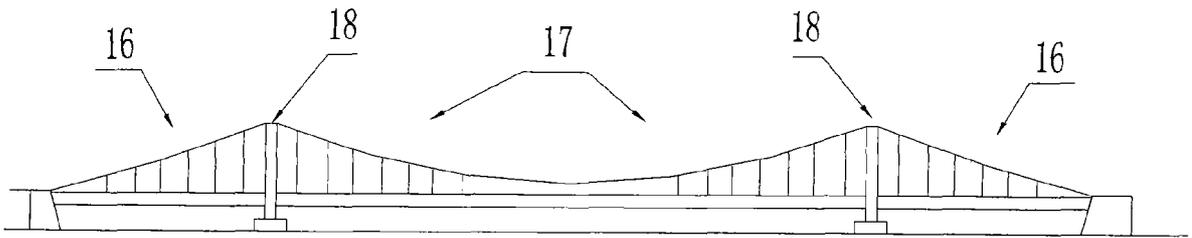


图 3k

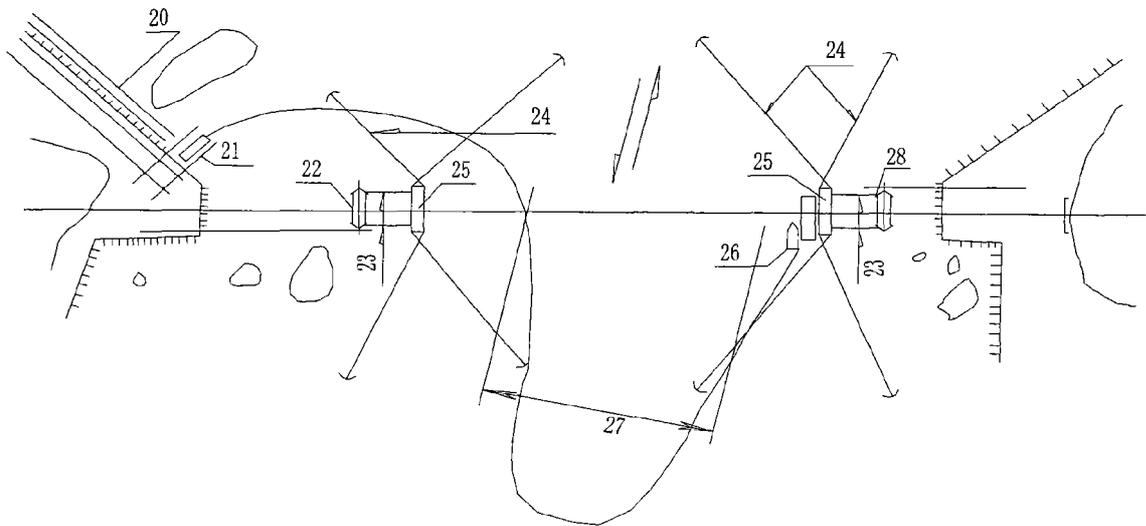


图 4