(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108999088 A
(43)申请公布日 2018.12.14

(21)申请号 201810919588.9

(22)申请日 2018.08.14

(71)申请人 张家港市欧微自动化研发有限公司
地址 215600 江苏省苏州市张家港市杨舍镇塘市新泾中路10-1号5室(欧微)

(72)发明人 黄家旺

(74)专利代理机构 苏州润桐嘉业知识产权代理有限公司 32261
代理人 胡思棉

(51)Int.Cl.
E01D 21/00(2006.01)
E01D 11/04(2006.01)
E01D 19/14(2006.01)
E01D 19/16(2006.01)
E01D 101/30(2006.01)

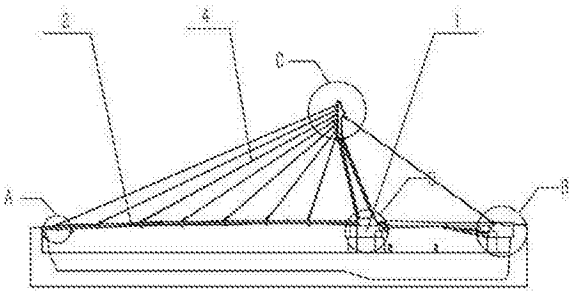
权利要求书1页 说明书6页 附图9页

(54)发明名称

一种斜拉桥的施工方法

(57)摘要

本发明公开了一种斜拉桥施工方法，主要解决了现有技术中存在的桥体自身重量大，导致的材料用料较多，成本较高的问题。本发明的斜拉桥，采用单塔双索面的形式，将主梁用许多拉索直接拉在桥塔上的一种桥梁，拉索代替支墩的多跨弹性支承连续梁，能够克服现有技术中存在的问题，可降低建筑高度，减轻结构重量，从而节省材料，具有较好的推广利用价值。



CN 108999088 A

1.一种斜拉桥的施工方法,包括如下步骤:

第一步:先对斜拉桥基础主梁(2)进行强夯,随后做适当的荷载试验;为加大支架底部的受力面积,在强夯基础上纵向浇注条形混凝土;梁体钢筋在加工现场按跨径加工成形,50%接头错开,焊接满足规范要求,完成辅助墩(1)和主梁(2)的施工;

第二步,索塔(3)采用整体塔搭架、分节立模浇筑方法施工;搭设脚手架时,需要避开拉索位置;脚手架和操作平台应有足够的强度和刚度,并设安全护栏,每隔5m高度同索塔连接,并在支架顶端设防雷击装置;因塔柱断面狭小,柱身内设有交叉拉索管道的索管、钢筋及大角钢,锯齿板段塔柱施工采用木模提前制做,分段浇注方法;

第三步,安装主梁(2)钢构,钢梁与索塔(3)先临时固定,主梁(2)采用门式支架支撑;主梁(2)的下方设置锚固块(8),拉索(4)及主梁(2)的固定采用锚头(7)固定,拉索的另一端与索塔内侧对称锚固,初张一对拉索(4);

第四步,安装斜拉索(4)间的混凝土预置桥面板,二次一对张拉斜拉索以承担部分混凝土预置桥面板重量;

第五步,浇混凝土桥面板湿接缝,使之能与钢梁共同受力,三次张拉斜拉索使钢梁和混凝土板间应力分布合理;

第六步,重复以上拉索(4)和主梁(2)及拉索(4)和索塔(3)之间的安装过程,直至合拢。

一种斜拉桥的施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及桥梁领域，特别涉及到一种斜拉桥的施工方法。

背景技术

[0002] 斜拉桥又称斜张桥，按梁所用的材料不同可分为钢斜拉桥、结合梁斜拉桥和混凝土梁斜拉桥。斜拉桥主要由索塔、主梁、斜拉索组成，是将主梁用许多拉索直接拉在桥塔上的一种桥梁，是由承压的塔、受拉的索和承弯的梁体组合起来的一种结构体系。斜拉桥是一种自锚式体系，斜拉索的水平力由梁承受。梁除了支承在墩台上外，还支承在由塔柱引出的斜拉索上。

[0003] 现有的斜拉桥一般设有多个索塔，再配合拉索与主梁相连，部分斜拉桥还包括若干与索塔对应的立墙，如鱼脊墙等，有的斜拉桥还采用支墩的多跨弹性支承连续梁，这样一来，往往桥体建筑框架较高，导致自身重量大，还使得材料用料较多，成本高。

[0004] 因此，针对如上所述现有技术中存在的种种问题，就有必要设计出一种不仅能够降低桥体框架的高度，还能够减轻桥体自身的重量，进而减少施工材料的使用，从而降低搭建成本。而本发明正是针对现有技术中的问题进行发明创造的。

发明内容

[0005] 本发明的目的之一为提供一种斜拉桥，以解决现有技术中存在的斜拉桥设计高度较高、桥体自身重量大，导致的材料用料较多，成本较高的问题。

[0006] 本发明的目的之二为提供一种斜拉桥的施工方法。

[0007] 为到达上述目的之一，本发明采用以下技术方案：

[0008] 一种斜拉桥，包括：一辅助墩1，布置于斜拉桥边跨内；一主梁2，下方设置锚固块8，主架结构采用钢架构；一索塔3，主架采用钢结构，作为夯筑固定于辅助墩1上，与辅助墩1作为平衡支点；拉索4，将所述索塔3与所述主梁2连接在一起；及桥端5，采钢结构主架用混凝土浇筑而成。此处斜拉桥采用单塔双索面的形式，将主梁用许多拉索直接拉在桥塔上的一种桥梁，拉索代替支墩的多跨弹性支承连续梁的技术手段，克服了现有技术中存在的斜拉桥建筑设计较高、桥体自身重量大，导致的材料用料较多，成本较高的问题，达到了可降低建筑高度，减轻结构重量，从而节省材料的技术效果。

[0009] 根据本发明的一个实施例，其中，所述辅助墩1采钢结构主架用混凝土浇筑而成，所述辅助墩1在结构上设置有拉力支座；所述辅助墩1与桥端5作为支撑斜拉桥辅助墩支点，撑起整座斜塔桥。采用辅助墩1采钢结构主架用混凝土浇筑而成的技术手段，保证了桥墩结构的稳定性；采用辅助墩1在结构上设置有拉力支座的技术手段，克服了辅助墩1受力较为复杂，特别是在活动负载作用下，辅助墩1可能会承受较大的竖向上拔力，但不能承担水平力的问题，可承担较大的水平力。

[0010] 根据本发明的一个实施例，其中，所述主梁2的截面为板式截面。采用将主梁2的截面设置为板式截面的技术手段，其构造简单，抗风性能好。

[0011] 根据本发明的一个实施例，其中，所述索塔3采用一组A型结构设计而成，所述索塔3 包括双立柱下塔31和锚固拉索上塔32，所述双立柱下塔31和锚固拉索上塔32制成材料均为Q370钢，所述双立柱下塔31为预应力钢筋混凝土结构。采用将索塔3设计成一组A型结构的技术手段，克服了现有技术中斜拉桥的索塔受力不均的问题，达到了使得斜拉桥索塔受力均匀，从而延长了索塔的使用寿命，从而一定程度上延长了斜拉桥的使用寿命，并且其与普通的混凝土索塔相比，体积小，自重轻，抗震性能好。

[0012] 根据本发明的一个实施例，其中，所述拉索4由索头和索体组成，其中所述索体是由高强钢丝和PE套构成；所述拉索4直径为20mm，所述拉索4在斜拉桥左边单侧设计为13组，每组2根均分到所述桥端5到所述索塔3上，即间距50m一组；所述拉索4在斜拉桥右边单侧设置为1组，每组2根均分到所述桥端5到所述索塔3上。通过增多拉索4的数量，进一步分散主梁2对拉索4的力，拉索布置采用密索形式布置，索距小，从而使得主梁2和索塔 3的弯矩小，从而延长了索塔的使用寿命，从而一定程度上延长了斜拉桥的使用寿命。

[0013] 根据本发明的一个实施例，其中，所述拉索4为普通索，拉索4布置采用斜向双索面，塔上拉索4间距从上到下依次减小，顺桥向标准索距为10m，对靠近边跨端头附近的尾索进行加密，索距为7.5m；所述拉索4的防震方式为气动控制法，即将斜拉索原来的光滑表面做成带螺纹的非光滑表面。此处拉索4采用气动控制法的防震方式的技术手段，通过提高斜拉索表面的粗糙度，使气流经过拉索4时在表面边界层形成湍流，从而防止涡激共震的产生，防止斜拉索4的风振，从而一定程度上延长了斜拉桥的使用寿命。

[0014] 根据本发明的一个实施例，其中，所述拉索4通过主梁索塔紧固件6分别与所述主梁2、索塔3固定连接，拉索4在索塔3上的锚固形式为内侧对称锚固，锚具采用冷铸锚；所述固定连接方式为锚管式连接，将锚管在锚固位置与腹板相焊接于一体，从而将其牢牢固定。此处采用冷铸锚拉索，相对于夹片式钢绞线拉索，同等吨位的钢绞线冷铸锚拉索的尺寸要小得多，消耗的材料也就少得多，外形尺寸和平行钢丝冷铸锚拉索相当，但比平行钢丝冷铸锚拉索制作费用低，因此，拉索4在索塔3上的锚固的锚具采用冷铸锚，造价较低。

[0015] 根据本发明的一个实施例，其中，所述锚管端部设置有承压板10，所述拉索4锚固在所述承压板10上

[0016] 根据本发明的一个实施例，其中，所述拉索4在所述主梁2、索塔3上的布置方式采用密索形式布置，索距小。此处拉索布置采用密索形式布置，索距小，从而使得主梁2和索塔3 的弯矩小，从而延长了索塔的使用寿命，从而一定程度上延长了斜拉桥的使用寿命。

[0017] 为到达上述目的之二，本发明采用以下技术方案：

[0018] 一种基于一种斜拉桥的施工方法，其施工步骤如下：

[0019] 第一步：先对斜拉桥基础主梁2进行强夯，随后做适当的荷载试验；为加大支架底部的受力面积，在强夯基础上纵向浇注条形混凝土；梁体钢筋在加工现场按跨径加工成形，50％接头错开，焊接满足规范要求，完成辅助墩1和主梁2的施工；

[0020] 第二步，索塔3采用整体塔搭架、分节立模浇筑方法施工；搭设脚手架时，需要避开拉索位置；脚手架和操作平台应有足够的强度和刚度，并设安全护栏，每隔5m高度同索塔连接，并在支架顶端设防雷击装置；因塔柱断面狭小，柱身内设有交叉拉索管道的索管、钢筋及大角钢，安装精度要求高，费时较长；为压缩工期，锯齿板段塔柱施工采用木模提前制做，分段浇注方法；

[0021] 第三步，安装主梁2钢构，钢梁与索塔3先临时固定，主梁2采用门式支架支撑；主梁2的下方设置锚固块8，拉索4及主梁2的固定采用锚头7固定，拉索的另一端与索塔内侧对称锚固，初张一对拉索4；

[0022] 第四步，安装斜拉索4间的混凝土预置桥面板，二次一对张拉斜拉索以承担部分混凝土预置桥面板重量；

[0023] 第五步，浇混凝土桥面板湿接缝，使之能与钢梁共同受力，三次张拉斜拉索使钢梁和混凝土板间应力分布合理；

[0024] 第六步，重复以上拉索4和主梁2及拉索4和索塔3之间的安装过程，直至合拢。

[0025] 有益效果：

[0026] (一)本发明一种斜拉桥，因为采用将斜拉桥设置为单塔双索面形式的技术手段，将主梁用许多拉索直接拉在桥塔上的一种桥梁，拉索代替支墩的多跨弹性支承连续梁的技术手段，克服了现有技术中存在的斜拉桥建筑设计较高、桥体自身重量大，导致的材料用料较多，成本较高的问题，达到了可降低建筑高度，减轻结构重量，从而节省材料的技术效果。

[0027] (二)本发明一种斜拉桥，因为采用将拉索的防震采用气动控制方式的技术手段，通过提高斜拉索表面的粗糙度，使气流经过拉索时在表面边界层形成湍流，从而防止涡激共震的产生，防止斜拉索的风振，从而一定程度上延长了斜拉桥的使用寿命。

附图说明

[0028] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0029] 图1是本发明一种斜拉桥的主视图。

[0030] 图2是本发明一种斜拉桥的俯视图。

[0031] 图3是本发明一种斜拉桥的仰视图。

[0032] 图4是本发明一种斜拉桥未安装拉索的俯视图。

[0033] 图5是图1的A向局部视图。

[0034] 图6是图1的B向局部视图。

[0035] 图7是图1的C向局部视图。

[0036] 图8是图1的D向局部视图。

[0037] 图9是本发明一种斜拉桥索塔的主视图。

[0038] 图10是本发明一种斜拉桥索塔的俯视图。

[0039] 图11是本发明一种斜拉桥索塔的左视图。

[0040] 图12是图10的E向剖视图。

[0041] 图13是图9的F向局部视图。

[0042] 图14是图12的G向局部剖视图。

[0043] 图15是图12的局部剖视图。

[0044] 图16是本发明一种斜拉桥未安装拉索的结构示意图。

[0045] 图17是图16的H向局部示意图。

[0046] 图18是本发明一种斜拉桥索塔的受力分析图。

[0047] 附图中

[0048]

1、辅助墩	2、主梁	3、索塔
4、拉索	5、桥端	6、主梁索塔紧固件
7、锚头	8、锚固块	9、圆形凸点
10、承压板	31、双立柱下塔	32、锚固拉索上塔

具体实施方式

[0049] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合实施例，对本发明实施例进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明实施例，并不用于限定本发明实施例。

[0050] 在本发明的描述中，需要说明的是，术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0051] 实施例一：

[0052] 如图1-3、图10-12、图16-18所示，本发明一种斜拉桥采用单塔双索面的结构布置，主要包括辅助墩1与桥端5，斜拉桥辅助墩1与桥端5作为支撑斜拉桥辅助墩支点，撑起整座斜塔桥。为了提高主跨的刚度，辅助墩1设置在边跨内布置，该辅助墩1采用钢筋混凝土浇筑而成，保证了桥墩结构的稳定性；因辅助墩1受力较为复杂，特别是在活动负载作用下，辅助墩1可能会承受较大的竖向上拔力，但不能承担水平力，因而本发明在辅助墩1结构设置上设置拉力支座。桥端5作为主要的桥梁支撑，采钢结构为主架用混凝土浇筑而成，能够保证桥墩结构的稳定性。

[0053] 斜拉桥的主梁2是斜拉桥直接承受载荷的重要构件，其结构主要是采用钢结构，并且采用密索形式的布置，对于主梁2的结构设计更为轻薄，主梁2的截面为板式截面，这样使得主梁2的构造更为简单，抗风性能好。

[0054] 索塔3作为夯筑固定于斜拉桥辅助墩1上，与斜拉桥辅助墩1作为平衡支点，平衡斜拉桥辅助墩1的受力均衡；索塔3的主架采用钢结构，保证了索塔结构的稳定性。索塔3采用一组A型结构设计而成，A型结构的主要结构特点是下塔柱和上塔柱均有一定的倾斜度。现有技术中的在施工过程中，索塔处于自由状态，自重和施工荷载等会在下塔柱和上塔柱根部形成较大的弯矩，产生较大的拉应力而引起开裂，产生的倾覆力矩使塔肢产生向内或向外的位移；成桥后由于初始力矩的存在而使截面内外侧压力严重不均，从而造成截面压应力或拉应力超出设计要求，从而影响索塔的使用寿命，而使用A型结构，正好可以克服现有技术中的缺点，延长索塔的使用寿命。A型结构的索塔3由双立柱下塔31和锚固拉索上塔32组成，双立柱下塔31和锚固拉索上塔32的材料均为Q370钢，Q370钢具有较高的强度、韧性以及能够承受较大的载荷和冲击，具有良好的抗疲劳性、一定的低温韧性和耐大气腐蚀性，用

在栓焊桥梁还具有良好的焊接性能和低的缺口敏感性。所述双立柱下塔31为预应力钢筋混凝土结构，其与普通的混凝土索塔相比，具有体积小，自重轻，抗震性能好的优点。

[0055] 如图1、图18所示，索塔3作为斜拉桥最重要的部件，索塔3两边是对称的拉索4，通过拉索4将索塔3与斜拉桥主梁2连接在一起；假设索塔两侧就只有两个拉索4，左右对称个一个，对索塔3受力分析，这两个拉索4受到主梁2的作用，对索塔4产生两个对称的沿着拉索4方向的拉力F1和F2，左边的力可以分解为水平向向左的一个力和竖直向下的一个力；同样的右边的力可以分解为水平向右的一个力和竖直向下的一个力；由于这两个力是对称的，所以水平向左和水平向右的两个力互相抵消了，最终斜拉桥主梁2的重力成为对索塔 3的竖直向下的两个力，这样，力即是传给索塔下面的桥墩5。

[0056] 如图1、图2、图9、图15所示，拉索4将索塔3和主梁2连接在一起，为保证足够的梁下空间，拉索4采用直径20mm的拉索进行连接，其抗拉强度不小于1670Mpa，具有良好的抗疲劳性。拉索4与主梁2的固定采用锚头7固定，拉索4在索塔3上的锚固形式为内侧对称锚固，锚具采用冷铸锚；冷铸锚拉索，相对于夹片式钢绞线拉索，同等吨位的钢绞线冷铸锚拉索的尺寸要小得多，消耗的材料也就少得多，外形尺寸和平行钢丝冷铸锚拉索相当，但比平行钢丝冷铸锚拉索制作费用低，因此，拉索4在索塔3上的锚固的锚具采用冷铸锚，造价较低。

[0057] 拉索4在斜拉桥左边单侧设计为13组，每组2根均分到所述桥端5到所述索塔3上，即间距50m一组；所述拉索4在斜拉桥右边单侧设置为1组，每组2根均分到所述桥端5到所述索塔3上。此处通过增多拉索4的数量，进一步分散主梁2对拉索4的力，并且采用拉索布置采用密索形式布置，索距小，从而使得主梁2和索塔3的弯矩小，从而延长了索塔的使用寿命，从而一定程度上延长了斜拉桥的使用寿命。

[0058] 如图3-7所示，拉索4在主梁2和索塔3上的锚固点一般不与主梁2、索塔3截面的中性轴位置相重合，之间都会有一段距离，此时需在拉索锚固点、主梁2、索塔节点之间设置刚臂相连，以保证内力。拉索4通过主梁索塔紧固件6分别与所述主梁2、索塔3固定连接，所述固定连接方式为锚管式连接，将锚管在锚固位置与腹板相焊接于一体，从而将其牢牢固定。锚管端部设置有承压板10，拉索4锚固在承压板10上，将承压板10设置为楔形，因而能够很好地适应斜拉索不同的横向倾角。

[0059] 拉索4由索头和索体组成，其中索体是由高强钢丝和PE套构成；高强钢丝采用高强度弹簧钢丝为原料，采用特殊焊接工艺焊接为网状结构而成，原材料抗拉强度高达1200MPa至 1580MPa以上，远超过普通钢筋320MPa的抗拉强度，具有强度高，抵御外力下建筑物发生变形能力大；具有高塑性，在外力迫使建筑物变形时，钢筋不断，建筑物不崩塌、倒裂；具有很高的冲击吸收能力，增大对强风、地震等自然灾害破坏能量的吸收。索体包括PE套，使得钢绞线可以轻易从第二层PE套中抽出，换索施工时方便，节省人力、物力和时间，当拉索外纵包一层由铝塑带与PE套组成的复合带后，当拉索遇到水分或置于潮湿的场合时，能有效地阻止水份的浸入，大大增加了拉索的使用寿命，也提高了拉索使用的安全性。此处的使用的拉索4为普通索，拉索布置采用斜向双索面，该布置对桥面梁体抵抗风力扭振有效；配对使用A型索塔3，塔上拉索4间距从上到下依次减小，顺桥向标准索距为10m，对靠近边跨端头附近的尾索进行加密，索距为7.5m。

[0060] 拉索4的防震方式为气动控制法，即将斜拉索原来的光滑表面做成带螺纹的非光滑表面，通过提高斜拉索表面的粗糙度，使气流经过拉索4时在表面边界层形成湍流，从而

防止涡激共震的产生，防止斜拉索4的风振，从而一定程度上延长了斜拉桥的使用寿命。

[0061] 如图14所示，拉索4与主梁2的连接方式还可以通过圆形凸点9连接，在锚管与腹板相焊接的中间设置一圆形凸点9连接，在拉索4与主梁2的连接部分设置圆形凸点9，可以对拉索4起到很好的减震作用，也是拉索4的减震作用的一种方式。

[0062] 一种基于一种斜拉桥的施工方法，其施工步骤如下：

[0063] 第一步：先对斜拉桥基础主梁2进行强夯，随后做适当的荷载试验；为加大支架底部的受力面积，在强夯基础上纵向浇注条形混凝土；梁体钢筋在加工现场按跨径加工成形，50％接头错开，焊接满足规范要求，完成辅助墩1和主梁2的施工；

[0064] 第二步，索塔3采用整体塔搭架、分节立模浇筑施工；搭设脚手架时，需要避开拉索位置；脚手架和操作平台应有足够的强度和刚度，并设安全护栏，每隔5m高度同索塔连接，并在支架顶端设防雷击装置；因塔柱断面狭小，柱身内设有交叉拉索管道的索管、钢筋及大角钢，安装精度要求高，费时较长；为压缩工期，锯齿板段塔柱施工采用木模提前制做，分段浇注方法；

[0065] 第三步，安装主梁2钢构，钢梁与索塔3先临时固定，主梁2采用门式支架支撑；主梁2的下方设置锚固块8，拉索4及主梁2的固定采用锚头7固定，拉索的另一端与索塔内侧对称锚固，初张一对拉索4；

[0066] 第四步，安装斜拉索4间的混凝土预置桥面板，二次一对张拉斜拉索以承担部分混凝土预置桥面板重量；

[0067] 第五步，浇混凝土桥面板湿接缝，使之能与钢梁共同受力，三次张拉斜拉索使钢梁和混凝土板间应力分布合理；

[0068] 第六步，重复以上拉索4和主梁2及拉索4和索塔3之间的安装过程，直至合拢。

[0069] 尽管上面对本发明说明性的具体实施方式进行了描述，以便于本技术领域的技术人员能够理解本发明，但是本发明不仅限于具体实施方式的范围，对本技术领域的普通技术人员而言，只要各种变化只要在所附的权利要求限定和确定的本发明精神和范围内，一切利用本发明构思的发明创造均在保护之列。

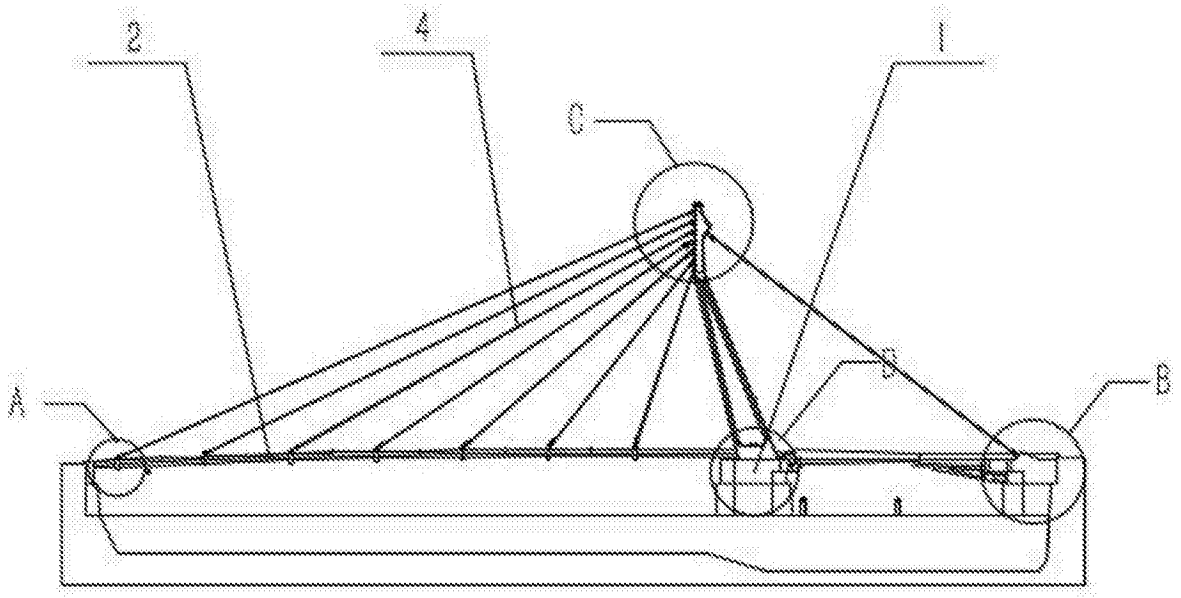


图1

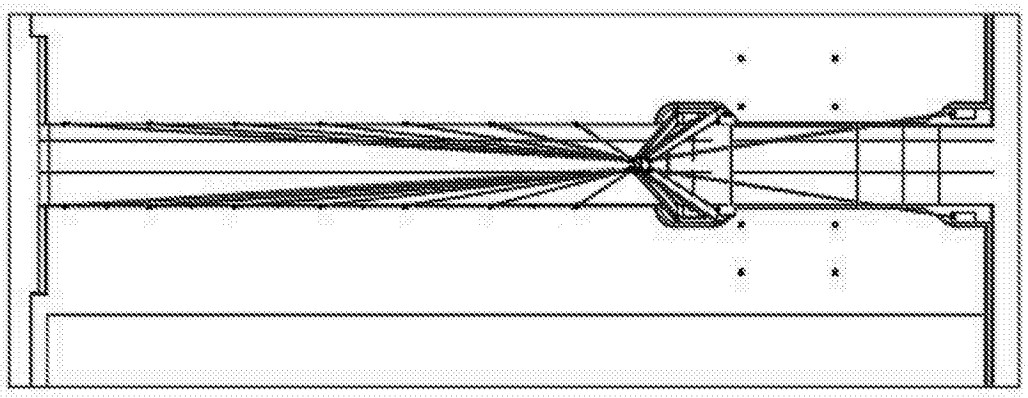


图2

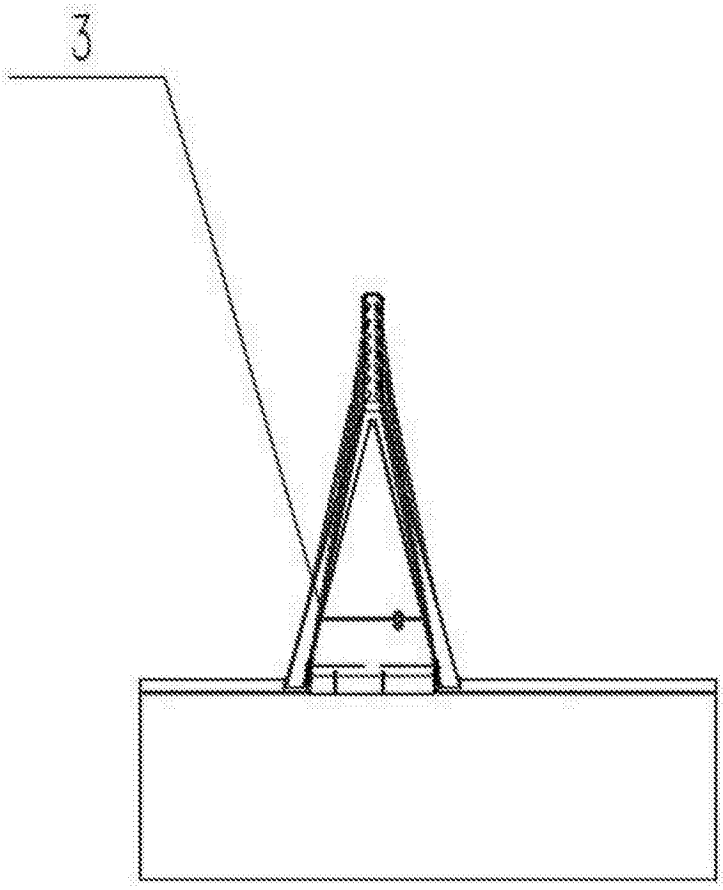


图3

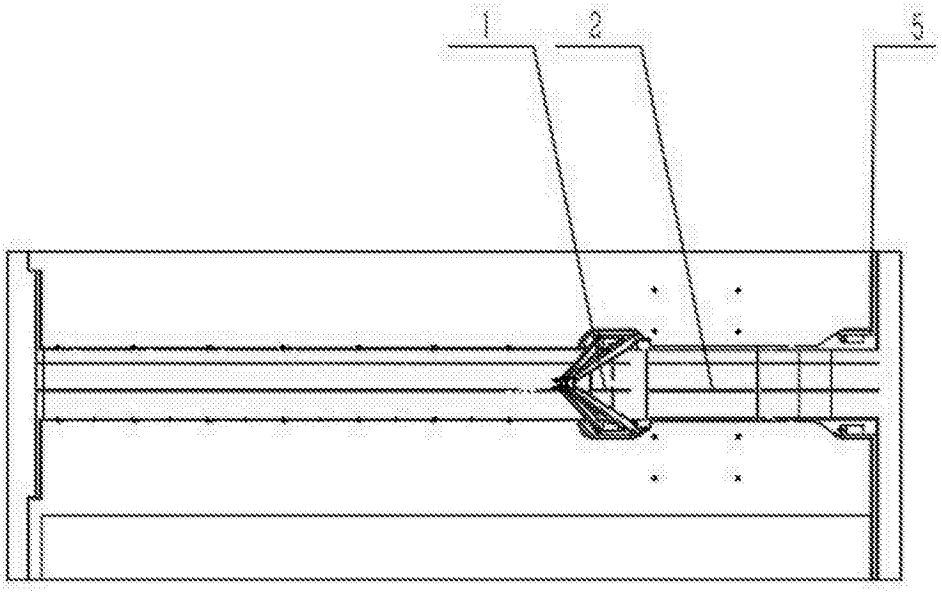


图4

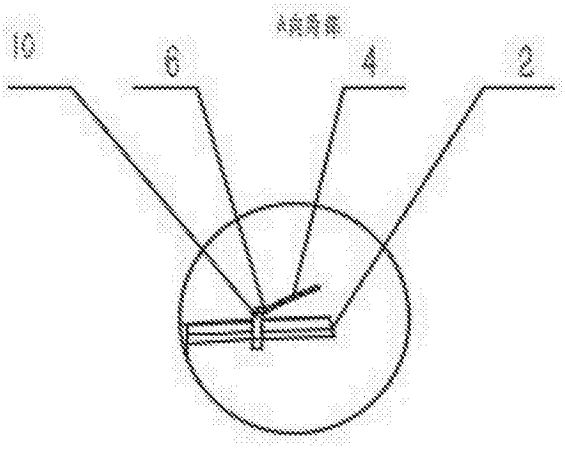


图5

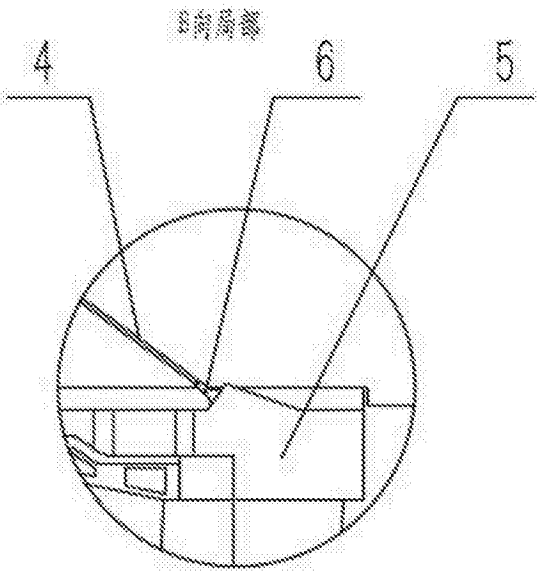


图6

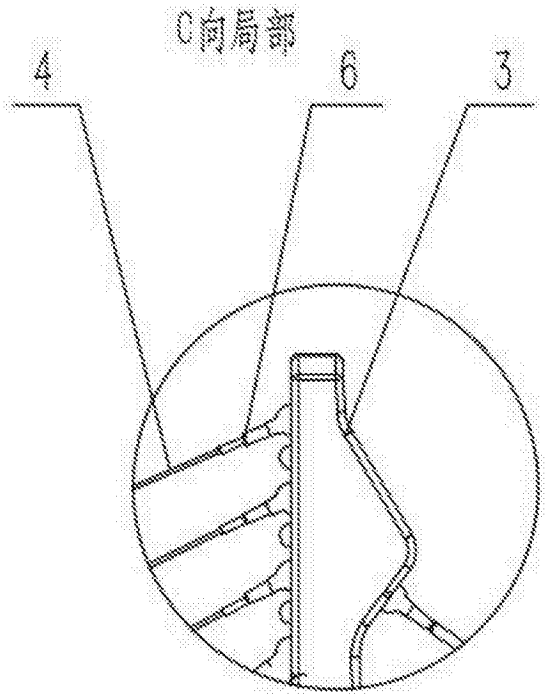


图7

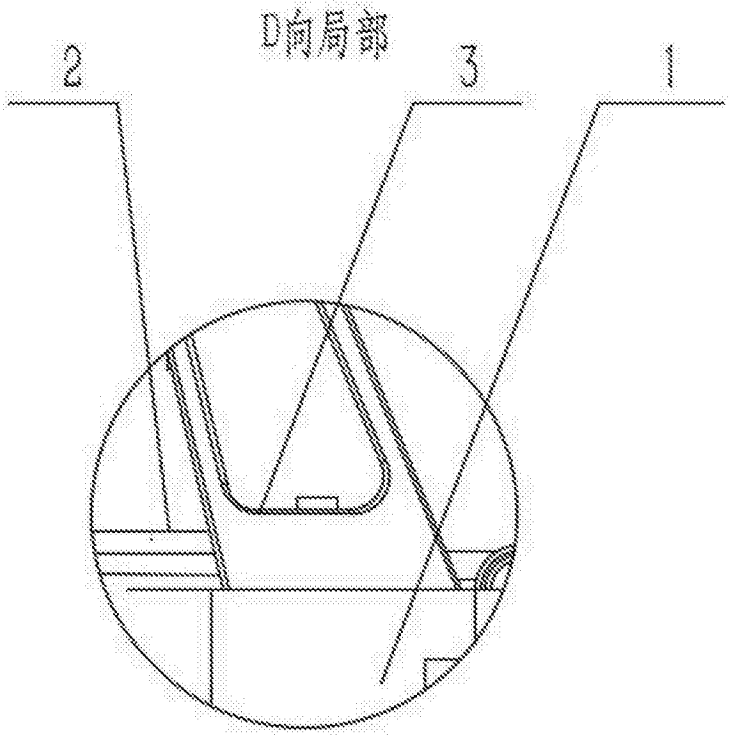


图8

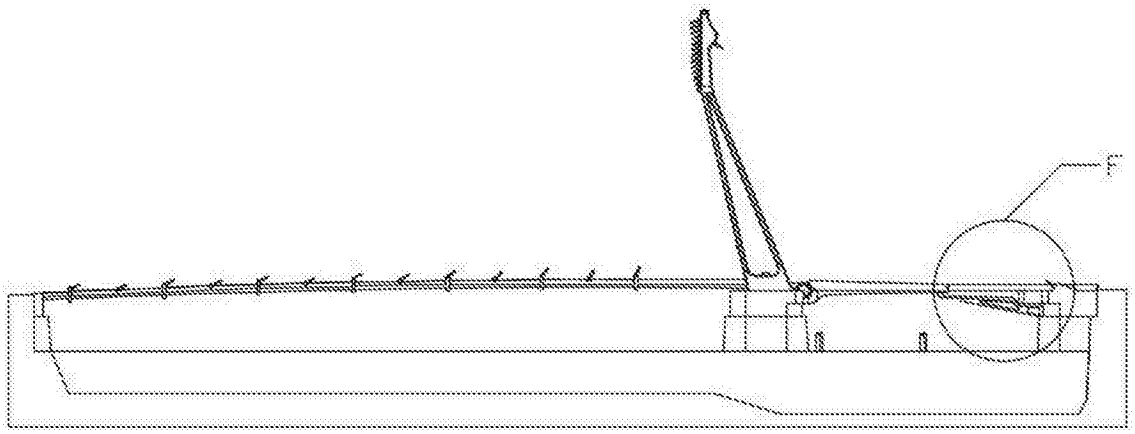


图9

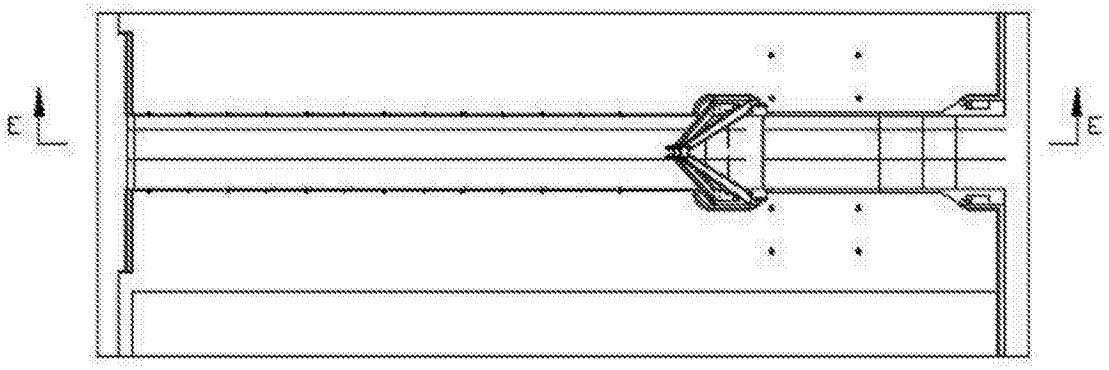


图10

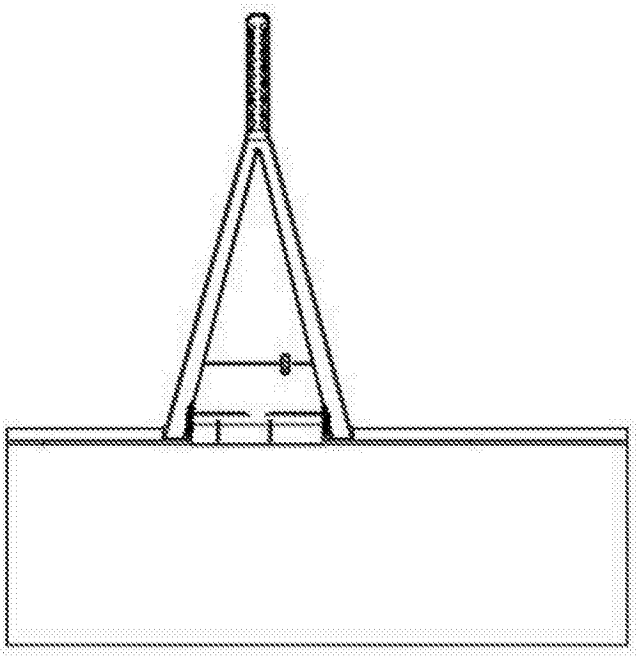


图11

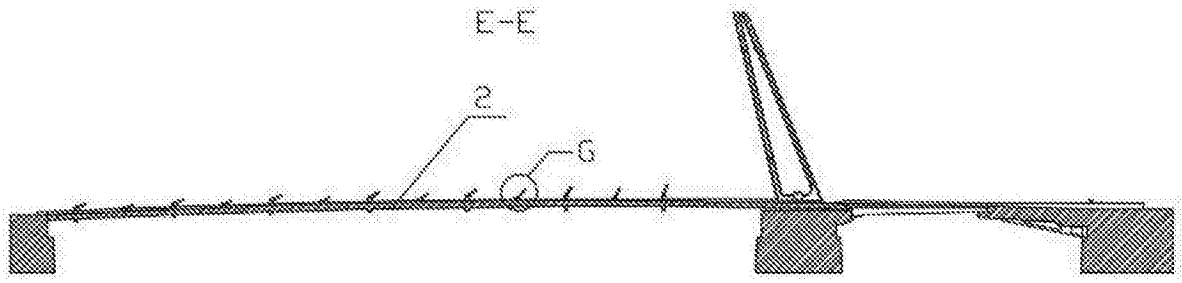


图12

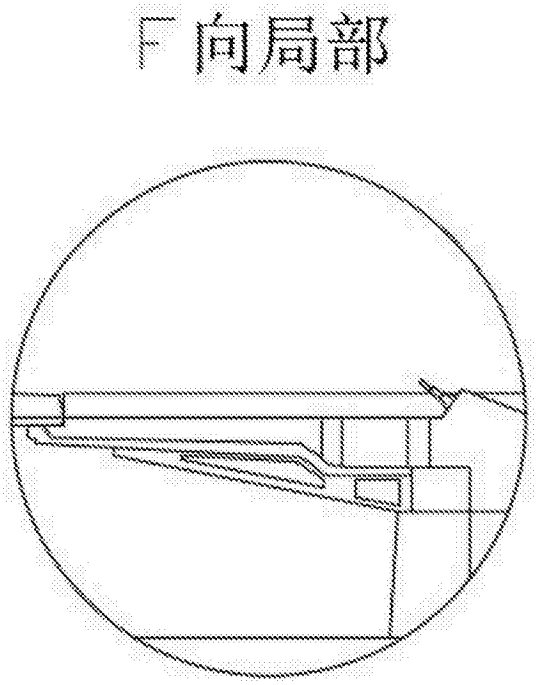


图13

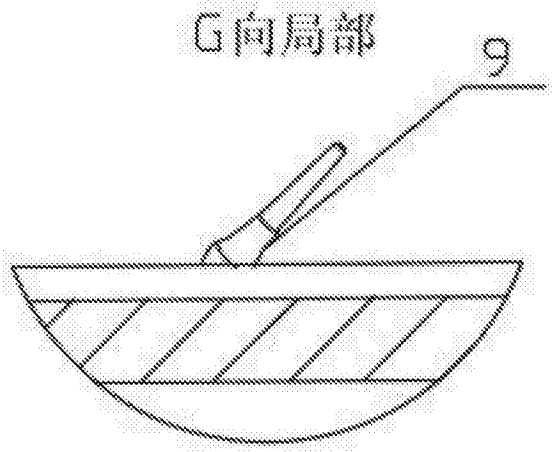


图14

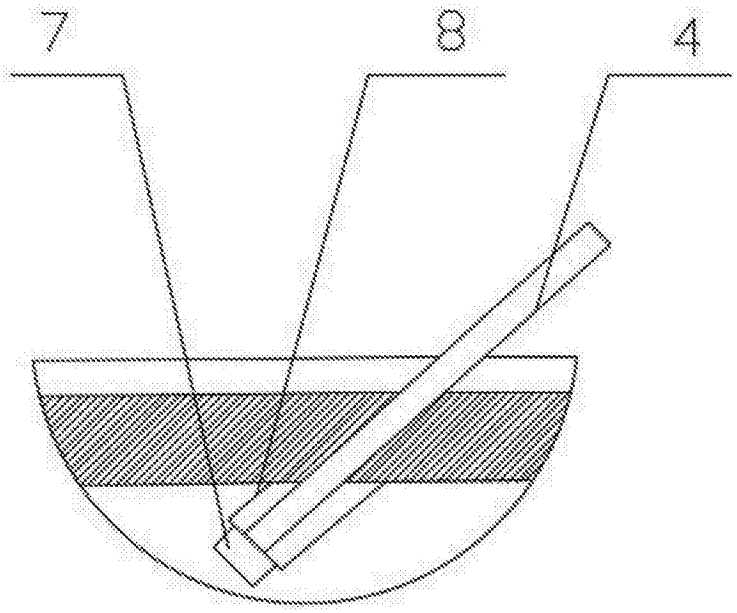


图15

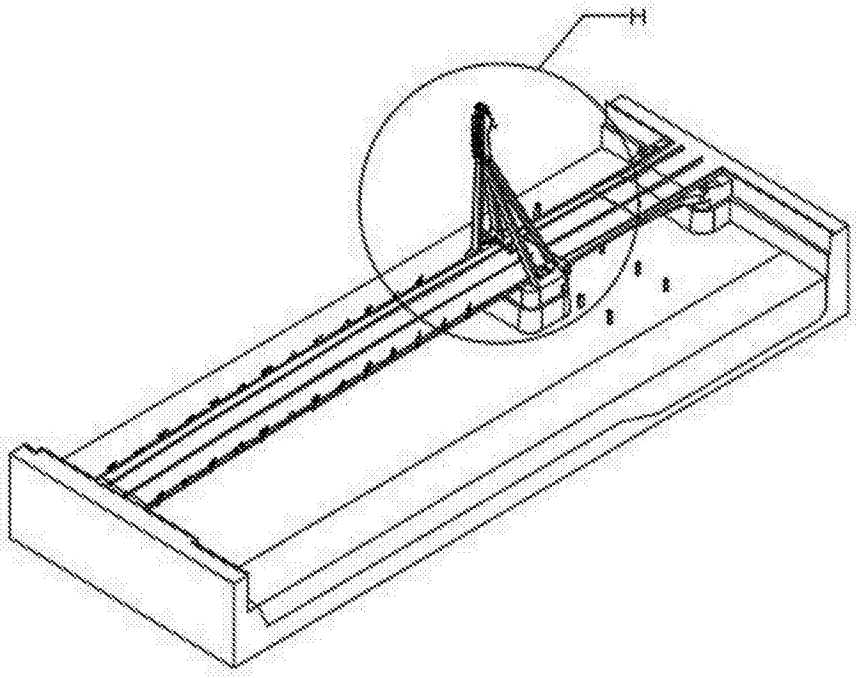


图16

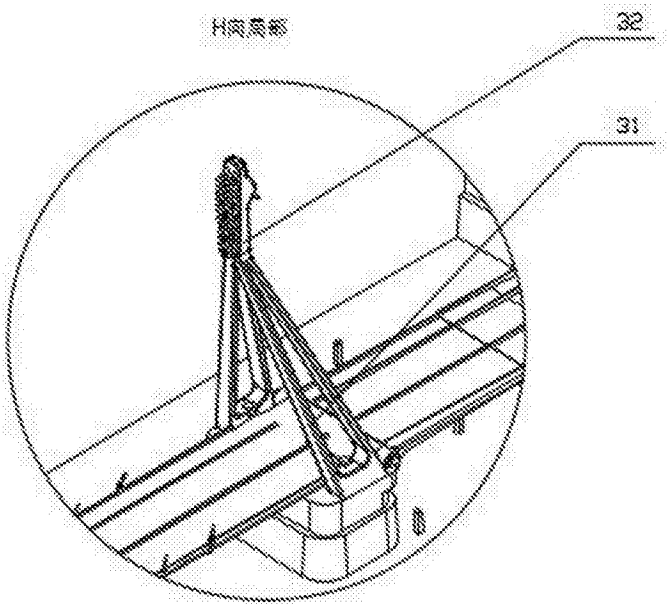


图17

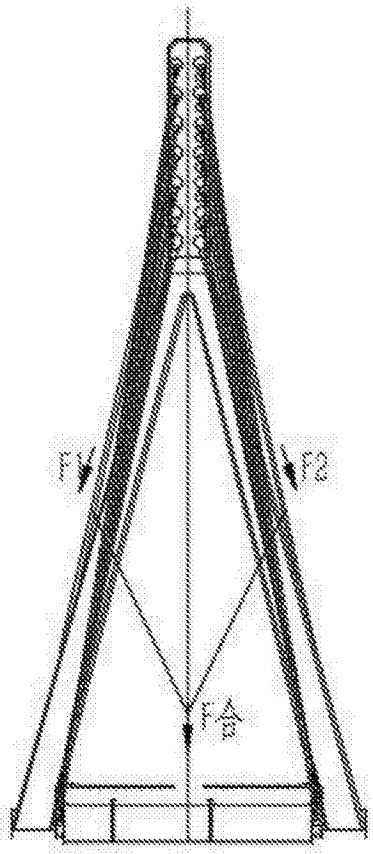


图18