(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104775365 B
(45)授权公告日 2017.04.05

(21)申请号 201510091638.5
(22)申请日 2015.02.28
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104775365 A
(43)申请公布日 2015.07.15
(73)专利权人 张跃平
地址 200333 上海市普陀区真金路250弄29号101室
(72)发明人 张跃平
(74)专利代理机构 上海容慧专利代理事务所（普通合伙）31287
代理人 于晓菁
(51)Int.Cl.
E01D 21/00(2006.01)
E01D 19/14(2006.01)

审查员 潘浩

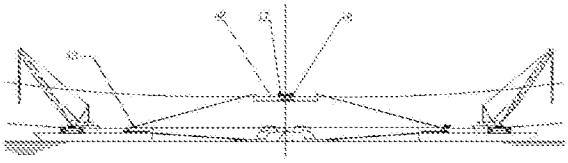
权利要求书1页 说明书5页 附图9页

(54)发明名称

一种斜拉桥施工方法

(57)摘要

本发明提供了一种斜拉桥施工方法，设计思想在于将传统的施工方法中，斜拉桥主梁由近塔处向跨中安装改为由远塔处先安装、通过索将荷载传递到塔上，塔、梁另一侧的反向力由索同步传递到另一侧的梁、塔或者锚碇上，使梁承受拉应力，从而使主梁的刚度大大增加，当应用于大跨径桥梁时，不仅不用增加梁截面，还能通过高强材料的应用使其自重有所降低。从而相比其它桥型，基于本发明建设的桥梁的跨越能力和经济性更优。



CN 104775365 B

1.一种斜拉桥施工方法，其特征在于，相邻两座索塔间各梁段的安装顺序是，先安装所述相邻两座索塔对应的最远的梁段，再分别朝所述相邻两座索塔的方向安装其余梁段；

将承载梁两侧拉索索力的单座索塔设置为分别对应梁的两侧的两座塔，以对所述梁产生侧向拉力，并且相应地将锚碇设置在索合力延长线方向上，或者分别在所述两座塔远离所述梁的一侧设置侧向锚碇和侧向拉索，通过所述侧向拉索将力传递给所述侧向锚碇，以平衡所述两座塔所受到的侧向拉力。

2.如权利要求1所述的斜拉桥施工方法，其特征在于，在索塔和锚碇间的各梁段安装顺序是，先安装距离所述索塔最远且与所述锚碇固结的梁段，再朝所述索塔的方向安装其余梁段。

3.如权利要求1所述的斜拉桥施工方法，其特征在于，所述相邻两座索塔对应的最远的梁段是同一梁段，其上设置的索分别拉至所述相邻两座索塔。

4.如权利要求1所述的斜拉桥施工方法，其特征在于，所述相邻两座索塔对应的最远的梁段是不同的两个梁段，在安装所述其余梁段前，所述不同的两个梁段先合拢。

5.如权利要求4所述的斜拉桥施工方法，其特征在于，所述其余梁段均以已经合拢的所述最远的梁段为中心，依次对称地同步地朝所述相邻两座索塔的方向安装。

6.如权利要求1所述的斜拉桥施工方法，其特征在于，所述各梁段上分段设置后张预应力索。

7.如权利要求1所述的斜拉桥施工方法，其特征在于，将梁结构分两期安装，先安装合拢一期纵向梁结构，再从梁的宽度或者高度延伸方向安装二期梁结构。

8.如权利要求1所述的斜拉桥施工方法，其特征在于，所述各梁段的锚点上的索由多根组成。

9.如权利要求1所述的斜拉桥施工方法，其特征在于，采用销耳连接的锚固结构。

一种斜拉桥施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及桥梁建造领域，尤其涉及一种斜拉桥施工方法。

背景技术

[0002] 斜拉桥又称斜张桥，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、受拉的索和以承压为主的梁体组合起来的一种结构体系。其可看作是拉索代替支墩的多跨弹性支承连续梁。斜拉桥主要由索塔、主梁、斜拉索组成。

[0003] 大跨径的斜拉桥在合拢之前存在失稳破坏的风险。降低这种风险通常会采取以下两种方法：

[0004] 1、加大截面以提高刚度；

[0005] 2、增加抗风稳定结构。

[0006] 然而，前者会增加梁的自重，导致塔、锚碇荷载的加大；后者增加了桥梁结构，加大了施工难度，降低了桥梁建设的经济性。这些因素制约了大跨径桥梁的发展。

[0007] 为此本领域的技术人员一直致力于在经济可行的前提下，从施工设计、施工方法以及施工材料等各个方面进行探索和改进来使桥梁跨径得到更大的突破。

发明内容

[0008] 为此本发明提供了一种斜拉桥施工方法，其设计理念在于，将传统的施工方法中，斜拉桥主梁由近塔处向跨中安装改为由远塔处先安装、通过索将荷载传递到塔上，塔、梁另一侧的反向力由索同步传递到另一侧的梁、塔或者锚碇上，使梁承受拉应力，从而使主梁的刚度大大增加，当应用于大跨径桥梁时，不仅不用增加梁截面，还通过使用高强材料使其自重有所降低。

[0009] 本发明的施工方法具体内容包括：

[0010] 相邻两座索塔间各梁段的安装顺序是，先安装所述相邻两座索塔对应的最远的梁段，再分别朝所述相邻两座索塔的方向安装其余梁段；

[0011] 将承载梁两侧拉索索力的单座索塔设置为分别对应所述梁两侧的两座塔(分别沿远离桥梁中心线的方向分开适当的距离)，以对所述梁产生侧向拉力，提高主梁横向稳定性，降低主梁的失稳风险。相应地将锚碇设置在索合力延长线方向上，或者分别在所述两座塔远离所述梁的一侧设置侧向锚碇和侧向拉索，通过所述侧向拉索将力传递给所述侧向锚碇，以平衡所述两座塔所受到的侧向拉力。

[0012] 进一步地，在索塔和锚碇间的各梁段安装顺序是，先安装距离所述索塔最远且与所述锚碇固结的梁段，再朝所述索塔的方向安装其余梁段。

[0013] 进一步地，所述相邻两座索塔对应的最远的梁段是同一梁段，其上设置的索分别拉至所述相邻两座索塔。

[0014] 进一步地，所述相邻两座索塔对应的最远的梁段是不同的两个梁段，在安装所述其余梁段前，所述不同的两个梁段先合拢。

[0015] 进一步地，所述其余梁段均以已经合拢的所述最远的梁段为中心，依次对称地同步地朝所述相邻两座索塔的方向安装。

[0016] 进一步地，所述各梁段上可以分段设置后张预应力索，以承担逐步叠加在梁上的拉应力，避免为满足成桥荷载下的应力而加大截面导致结构自重增加。

[0017] 进一步地，可以使用桁架板梁、桁架梁等节段自重不大、刚度足够的轻型梁以降低施工荷载。

[0018] 进一步地，将梁结构分两期安装，先安装合拢一期梁结构，再从梁的宽度或高度延伸方向安装二期梁结构。即将梁设计成组合截面，安装分二期进行。第一期先安装较轻、但受力条件满足施工阶段要求的部份梁结构，桥梁结构合拢贯通后再由塔近处向远端进行二期梁结构安装。

[0019] 进一步地，所述各梁段的锚点上的索可以由多根组成，即将梁上一个锚点的大规格索拆分成由多根小规格索的组合。

[0020] 进一步地，可以采用销耳连接的锚固结构。本发明中，索可采用多种锚固结构，但为了适应安装过程中锚点受力角度变化，推荐采用销耳连接。

[0021] 本发明的斜拉桥施工方法具有以下优点和有益效果：

[0022] 1、处于拉应力状态下的梁由于其刚度大，使梁不需要为满足刚度、抗震能力而加大截面，扩大了高强材料的使用范围，使桥梁自重大大下降，恒载得以减少。

[0023] 2、本发明多项方法的组合应用结果使大跨径桥梁建造难度大幅降低。

[0024] 3、本发明所采用索的安装方法比斜拉桥索安装工况好，便于选择各种大牵引力施工工艺。与悬索桥主缆安装相比省去了猫道设施，既缩短工期、也降低造价。

[0025] 4、在深海条件下承受水平力的锚碇施工非常困难，而本发明桥型设计成多跨连续时仅需二组锚碇，这样降低了跨海峡大桥的实施难度。

[0026] 5、将单座索塔设计成横向相距适当距离的二座塔使梁的侧向有了约束力，提高了梁的刚度和抗震能力，使跨径大、截面小的管桥、人行桥，以及大跨径海峡大桥时无需另外设置稳定索结构，减少了投资。

[0027] 6、组合截面梁的安装工艺特点使一期结构设计仅需满足施工阶段的受力条件即可，二期可以在结构合拢后再由岸侧向跨中组装，这样既可降低安装索力，又能降低梁的拉应力，使梁截面进一步得到优化。

[0028] 7、成桥后的结构类似于斜拉桥，却避免了斜拉桥合拢前大悬臂失稳的风险。可以方便地对索进行更换，避免了悬索桥主缆不可更换的弊端。

[0029] 8、适用性广，既适用于人行、管道等跨径大、荷载小的跨越工程，也适用超大跨径的峡谷、海湾桥。

[0030] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明，以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

附图说明

[0031] 图1是斜拉桥中某一梁段的受力图；

[0032] 图2是本发明实施例中斜拉桥结构示意图；

[0033] 图3是图2的斜拉桥的一种锚碇设置的示意图；

[0034] 图4是图3的横立面视图；

[0035] 图5是图2的斜拉桥的另一种锚碇设置的示意图；

[0036] 图6是图5的横立面视图；

[0037] 图7是图2的斜拉桥中拉索在索塔处的安装示意图；

[0038] 图8是图2的斜拉桥中拉索在索塔处的另一安装示意图；

[0039] 图9是图2的斜拉桥主梁安装流程示意图1；

[0040] 图10是图2的斜拉桥主梁安装流程示意图2；

[0041] 图11是图2的斜拉桥主梁安装流程示意图3；

[0042] 图12是图2的斜拉桥主梁安装流程示意图4；

[0043] 图13是图2的斜拉桥主梁安装流程示意图5；

[0044] 图14是图2的斜拉桥主梁安装流程示意图6；

[0045] 图15是图2的斜拉桥梁段上锚固点处的结构示意图；

[0046] 图16是图2的斜拉桥主梁安装流程示意图7；

[0047] 图17是图2的斜拉桥主梁安装流程示意图8；

[0048] 图18是图2的斜拉桥主梁安装流程示意图9；

[0049] 图19是图2的斜拉桥主梁安装流程示意图10；

[0050] 附图标记说明：

[0051] 1—锚碇、2—索塔、3—拉索、4—主梁、5—侧向锚碇、6—侧向稳定拉索、7—鞍锚梁、8—耳型连接杆、9—中间过渡耳板、10—梁上锚固点、11—张拉千斤顶、12—吊机、13—展索盘、14—吊塔、15—驳船、16—拖轮、17—卷扬机、18—钢绞线千斤顶、19—二期截面结构、20—桥梁中心线、41—梁段、42—已安装的梁段、43—待安装的梁段。

具体实施方式

[0052] 图1示出了斜拉桥中某一梁段的受力图，其中连接梁段41的拉索3斜拉至索塔2，梁段41受到拉索3的拉力T，拉力T可分解为水平向的力H和垂直向的力V。当采用传统的施工方法，即斜拉桥主梁由近塔处向跨中安装，力H随主梁安装的长度增加不断累积，即对主梁形成了不断累积的压应力，必须设计足够大的截面以保证主梁的刚度，进而限制了桥的跨度。本发明的施工方法由远塔处先安装、通过索将荷载传递到塔上，塔、梁另一侧的反向力由索同步传递到另一座塔或者锚碇上，使梁承受拉应力，从而使主梁的刚度大大增加。

[0053] 以下通过图2—图19进一步详述本发明的施工方法：

[0054] 1、桥梁结构

[0055] 桥型如图2—图6所示，其中索塔2是与主梁4分离的两座塔，它们分别沿远离桥梁中心线20的方向分开适当的距离，从而对主梁4产生侧向拉力，降低了主梁4的失稳风险。可以采用如图3和图4所示的锚碇设置，即将锚碇1设置在索合力延长线方向上，缺点是两锚碇间占地大。本实施例中采用如图5和6所示的锚碇设置，即增加侧向锚碇5和侧向稳定拉索6，以平衡索塔2所受到的侧向拉力。

[0056] 梁节段上4组索、每组2根索；拉索3在索塔2上用鞍锚梁7连接，可在底板上水平面移动或锁定，如图7和8所示。这是考虑到本发明要求塔二侧拉索同步安装。为避免塔的偏载力过大，可以选用图7或图8的设计：

[0057] 如图7所示，拉索3在索塔2上连续，穿越(或跨越)索塔2上的固定鞍座，带保护套管的拉索3可以在鞍槽内滑动、也可以锁定。在梁安装初期阶段允许拉索3滑动，当拉索3架设至索塔2足够稳定时将拉索3锁定。

[0058] 如图8所示，索塔2二侧拉索3分别锚固在可以在底板上滑动的鞍锚梁7上，在梁安装初期阶段允许鞍锚梁7滑动，当拉索3架设至索塔2足够稳定时将鞍锚梁7锁定。

[0059] 梁采用组合截面，分二期进行安装。

[0060] 为降低梁安装时的牵引力，采用桁架板梁、桁架梁等节段自重不大、刚度足够的轻型梁。

[0061] 2、安装设备

[0062] 本发明的安装设备可以是具有水平移动、提升功能的缆载吊机、浮吊，也可以是仅具备水平移动能力的驳船、支架，甚至将最外侧的拉索设置成承载缆。

[0063] 在本实施例中，锚碇上设牵引卷场机和吊机；在塔侧设置塔吊、平台；用大吨位吊机起吊梁节段；用驳船运输梁、其上配置展索盘、吊机；配置2x2艘拖轮满足主跨二侧同步牵引要求；待安装梁段上配置牵引卷扬机和液压千斤顶。

[0064] 3、安装方法

[0065] 当桥梁锚碇、索塔、主梁梁段和拉索加工完成后开始梁一期结构安装。程序如下：

[0066] (1)先安装侧向稳定拉索6并进行初张拉，在以后的施工过程中根据塔的受力再调整索力。

[0067] (2)吊机12将梁段41起吊放置在驳船15上并予以固定，单根索放置在展索盘13上，展开后用塔吊14安装索的塔上锚点，如图9所示。

[0068] (3)二锚跨索用卷扬机17、主跨用拖轮16同步牵引使拉索3展开，直至可以将索端分别锚固在锚碇1和梁段41上，如图10所示。

[0069] (4)塔上锁定的锚鞍梁释放使其能在一定的范围内滑动。

[0070] (5)继续同步牵引至拖轮16达到额定牵引力，如图11所示。

[0071] (6)卷扬机17连接二梁段41后继续用卷扬机17牵引，至二梁段4相距不足50米而梁未离开驳船15，如图12所示。

[0072] (7)二梁段41之间用钢绞线连接，用千斤顶18牵引，至驳船退出工作，如图13所示。

[0073] (8)千斤顶18继续牵引至二梁段41合拢，至此相邻索塔之间完成连接，如图14所示。上述过程中详细描述了相邻索塔对应的最远梁段是不同的两个梁段，同样也可以采用在同一梁段上设置分别连接到相邻索塔的拉索，实现相同效果。

[0074] (9)本发明中索可采用多种锚固结构，但为了适应安装过程中锚点受力角度变化，本实施例中采用销耳连接。与此相对应，索在梁上的锚固方式可采用图15所示结构，包括在梁上锚固点10上使用中间过渡耳板9以及耳型连接杆8，这样的设置既满足索张拉的需要，也使梁上锚固点能够适应多平面受力角度的变化。为降低梁安装时的牵引力，将梁上一个锚点的大规格索拆分成由多根小规格索的组合，图15中示意性地仅示出了一台张拉千斤顶11。此时继续牵引安装同一梁上锚固点的其它索，并安装、张拉承载后续梁段重力的预应力索。

[0075] (10)重复(1)～(5)，准备继续安装下一梁段41，如图16所示。

[0076] (11)将已安装的梁段42上的卷扬机17的钢丝绳、滑车与正在牵引的待安装的梁段

43连接，用卷场机17牵拉至待安装的梁段43将与驳船16脱离，如图17所示。

[0077] (12)安装钢绞线千斤顶，牵引梁段直至梁段合拢。

[0078] (13)重复(10)～(12)，至一期梁段安装完毕，期间当安装一定数量的索后，塔将越来越稳定，选择适当的时候将塔顶鞍锚梁锁定。

[0079] (14)二期截面结构19由索塔2近处向跨中进行安装至完成，如图18和19所示。

[0080] 本发明通过梁段由跨中向塔侧安装程序使梁承受拉应力，从而使梁的刚度大大增加。应用于大跨桥梁时，梁截面不仅不用增加、自重还会因为使用高强材料有所降低。从而相比其它桥型，基于本发明建设的桥梁的跨越能力和经济性更优。

[0081] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解，本领域的普通技术人员无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此，凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案，皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

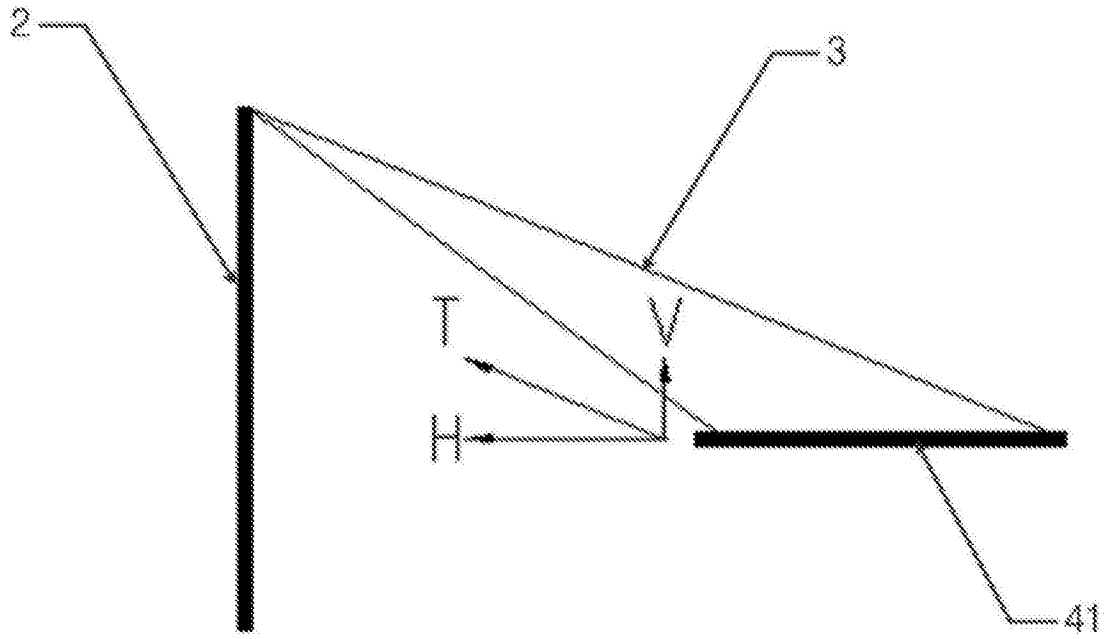


图1

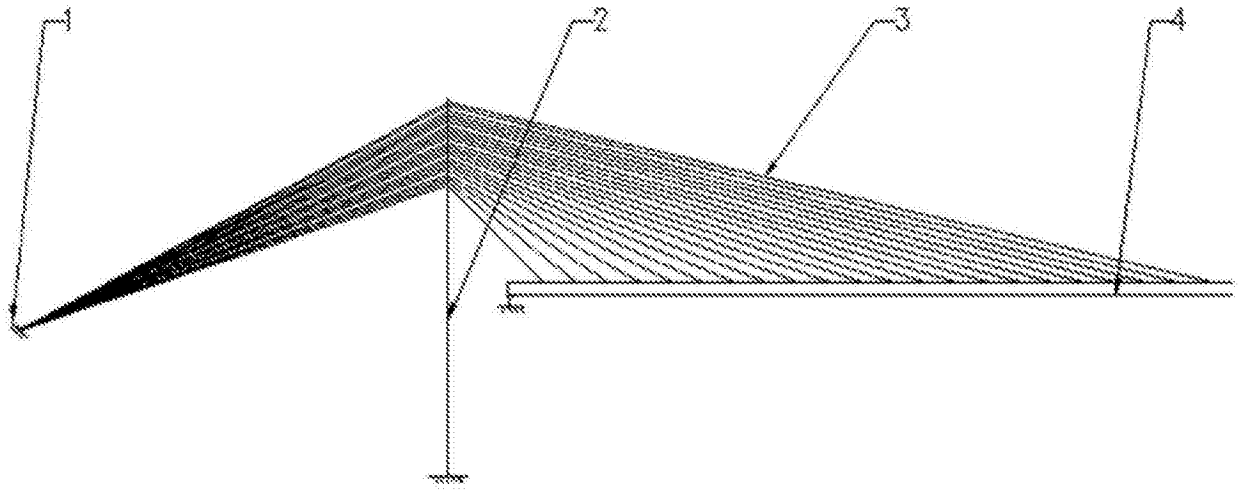


图2

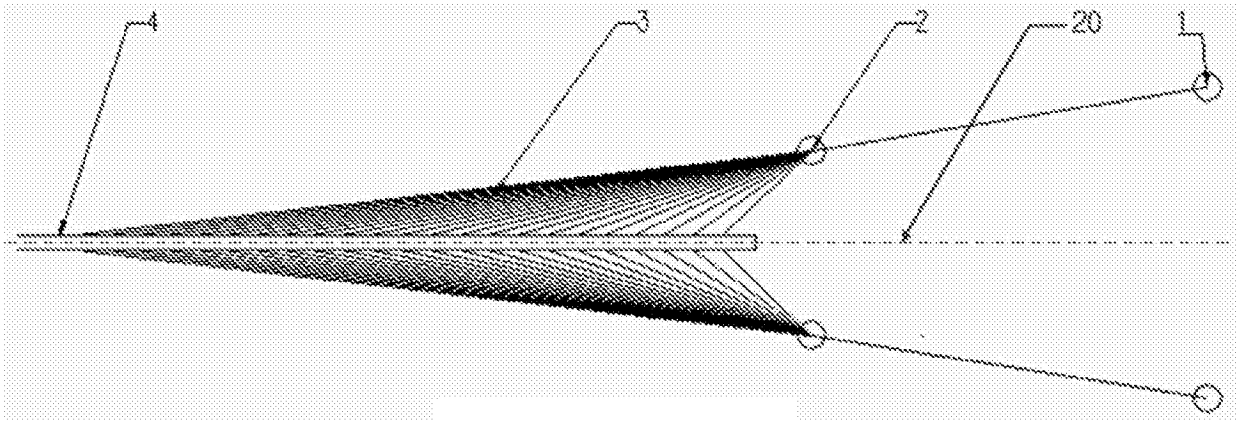


图3

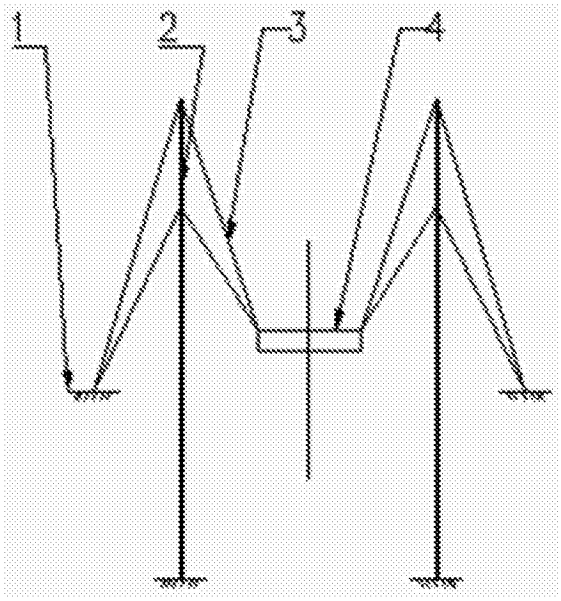


图4

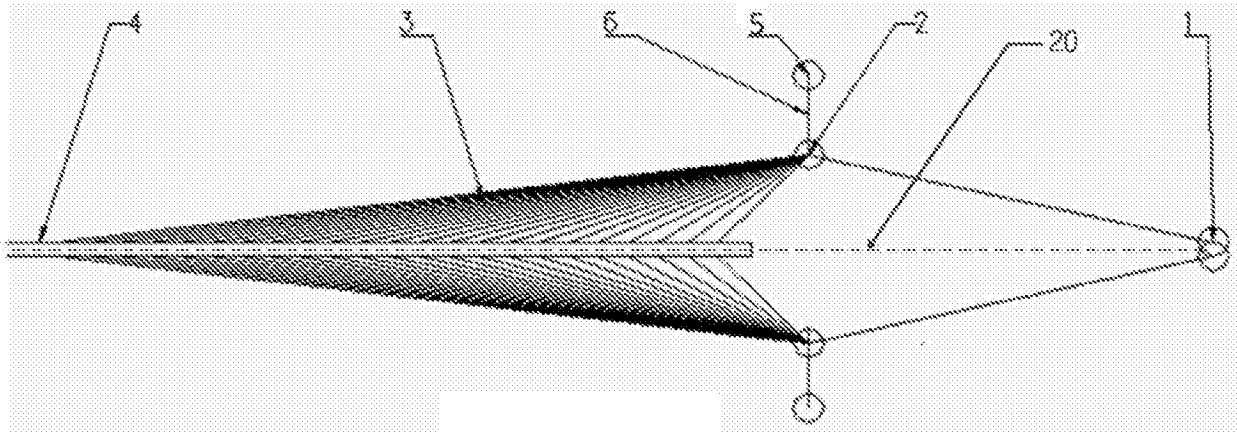


图5

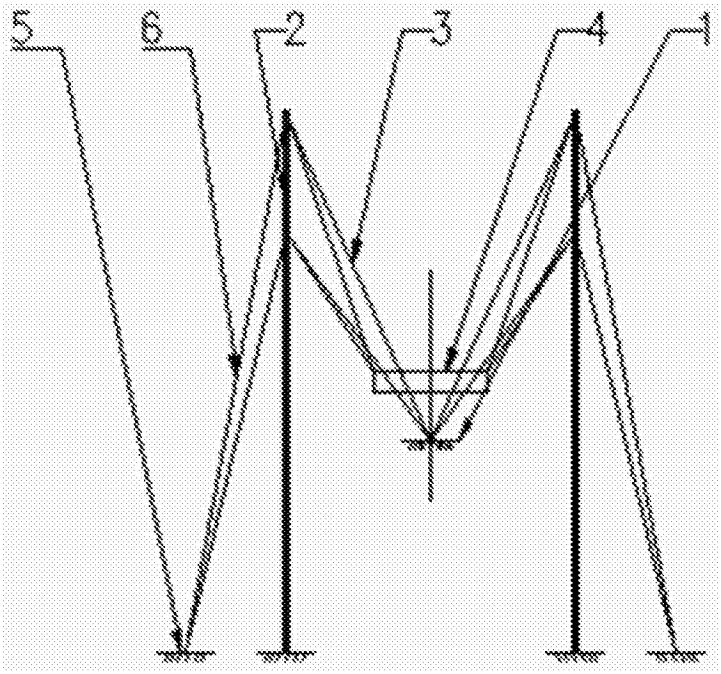


图6

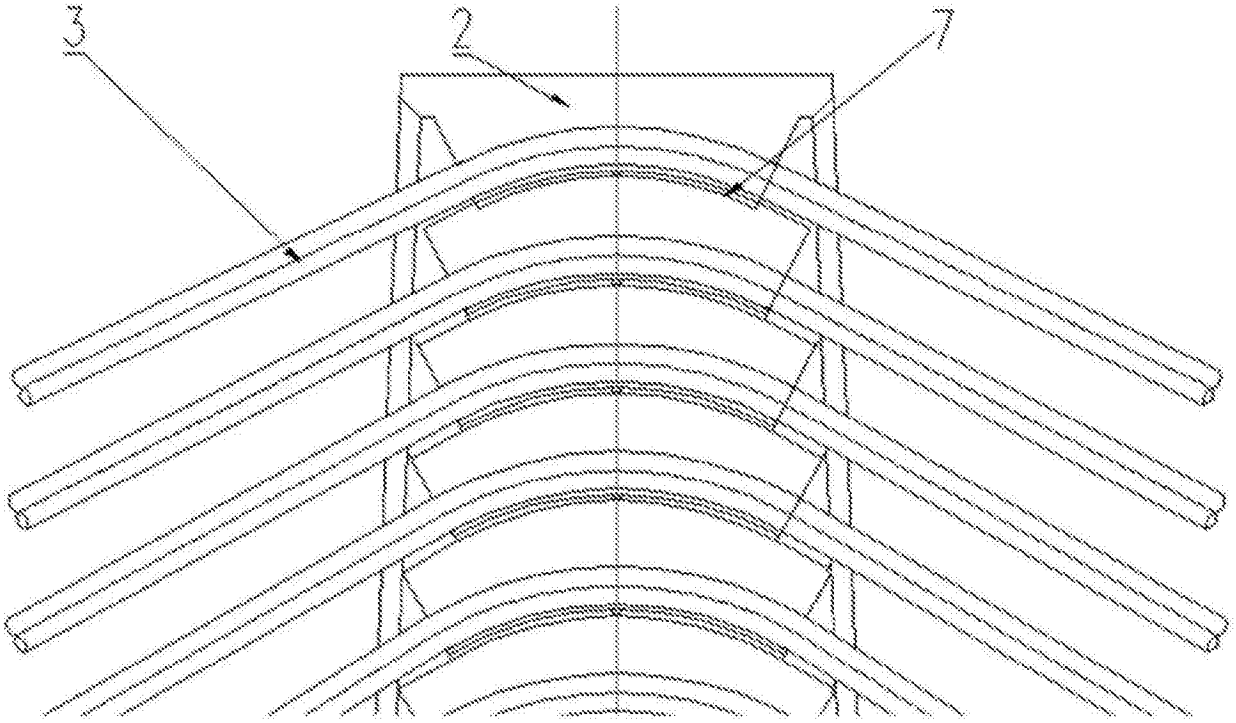


图7

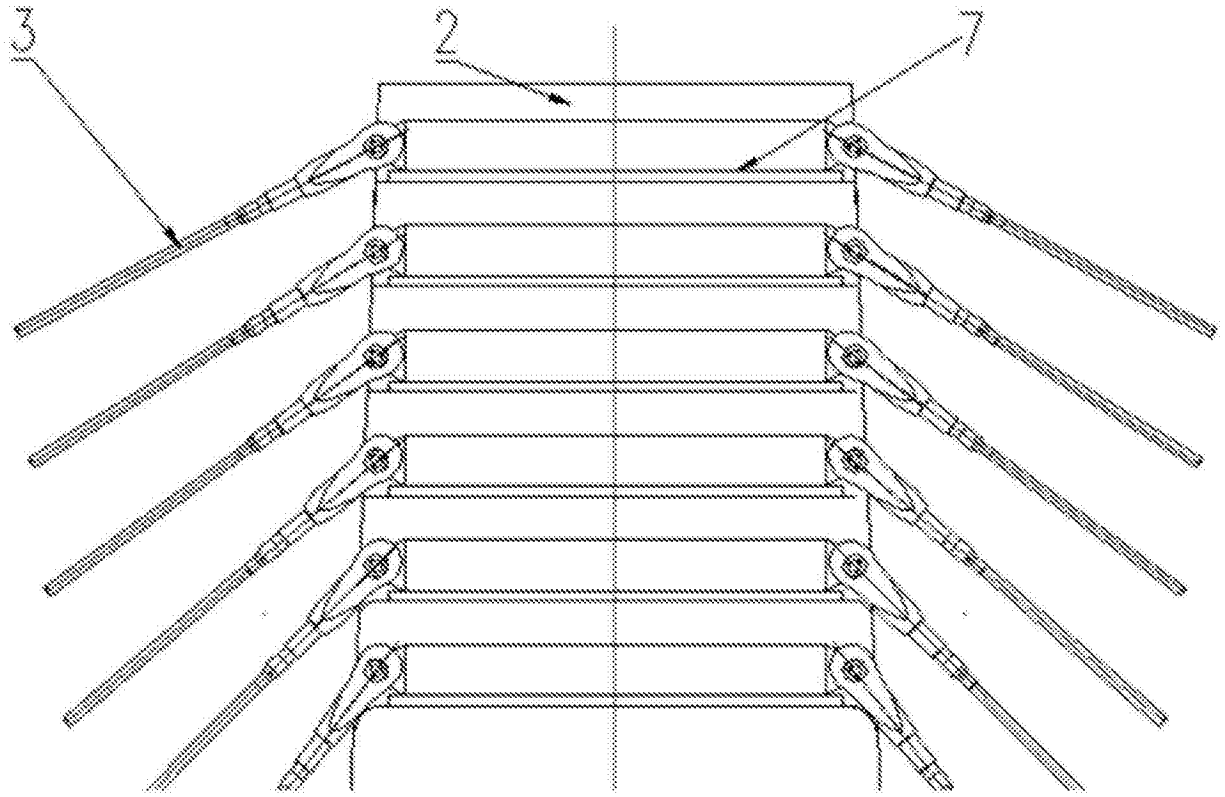


图8

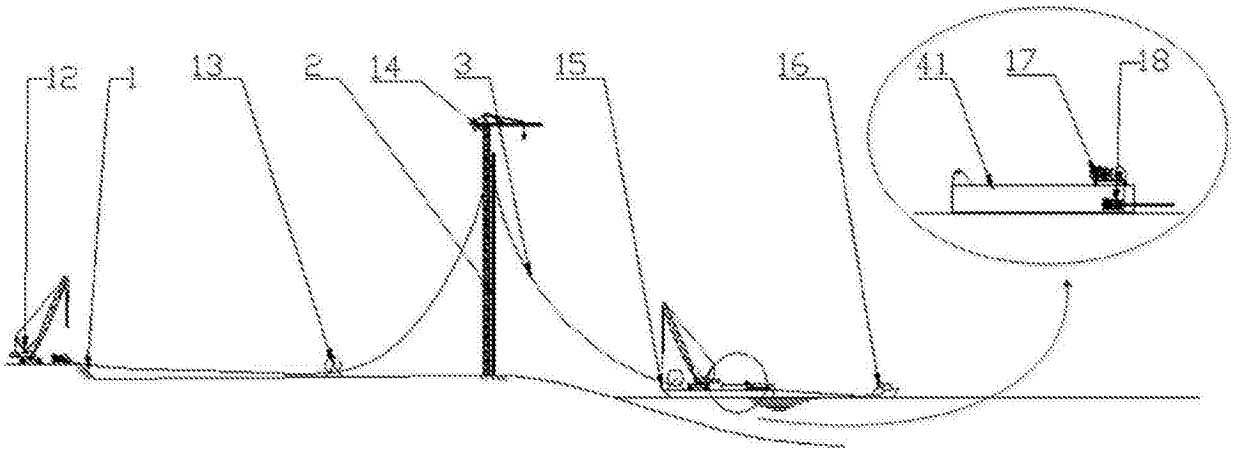


图9

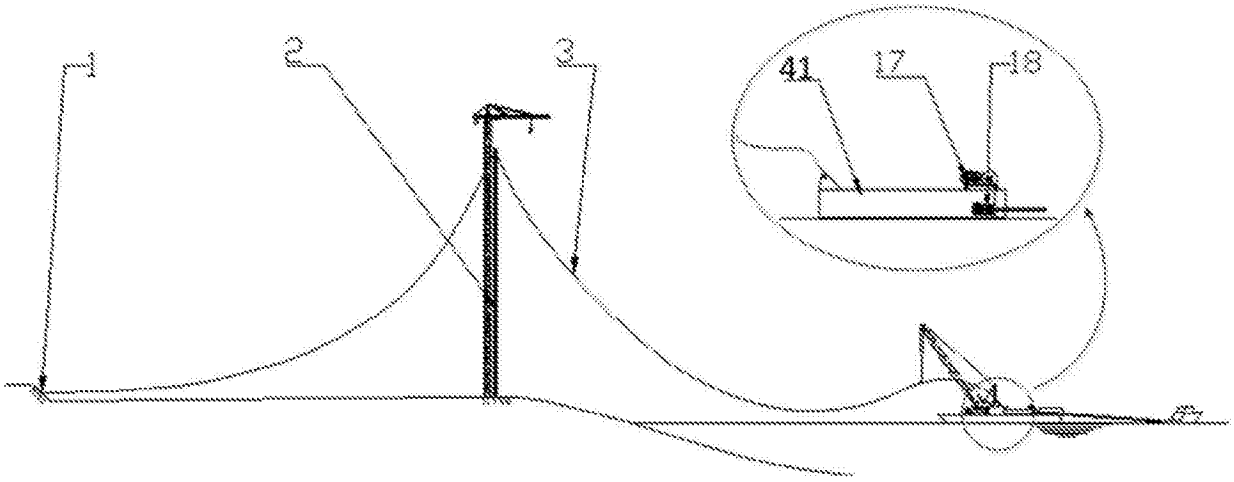


图10

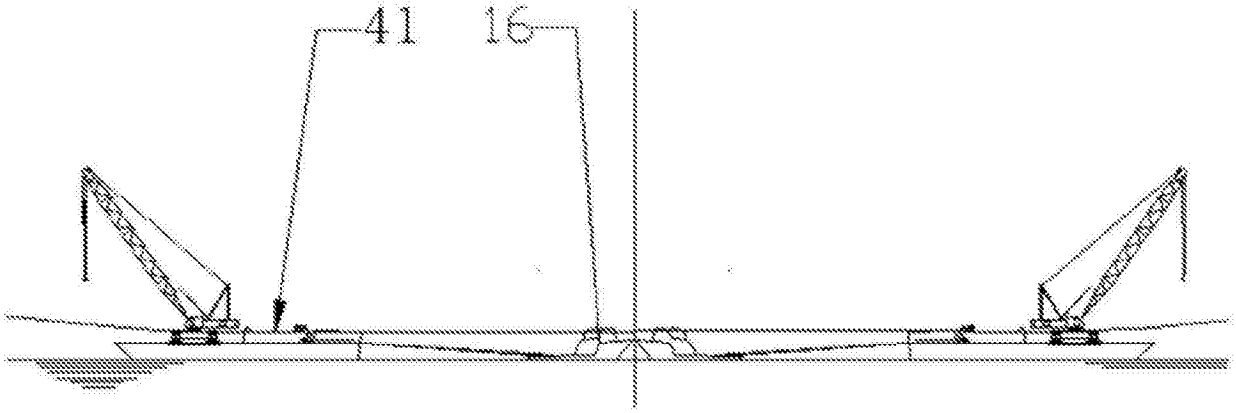


图11

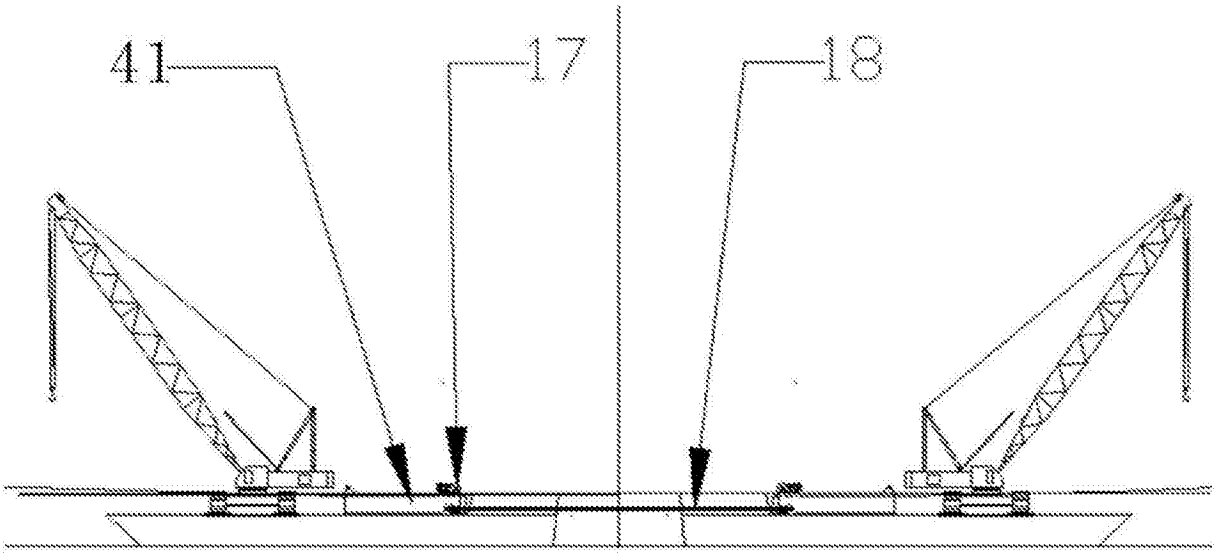


图12

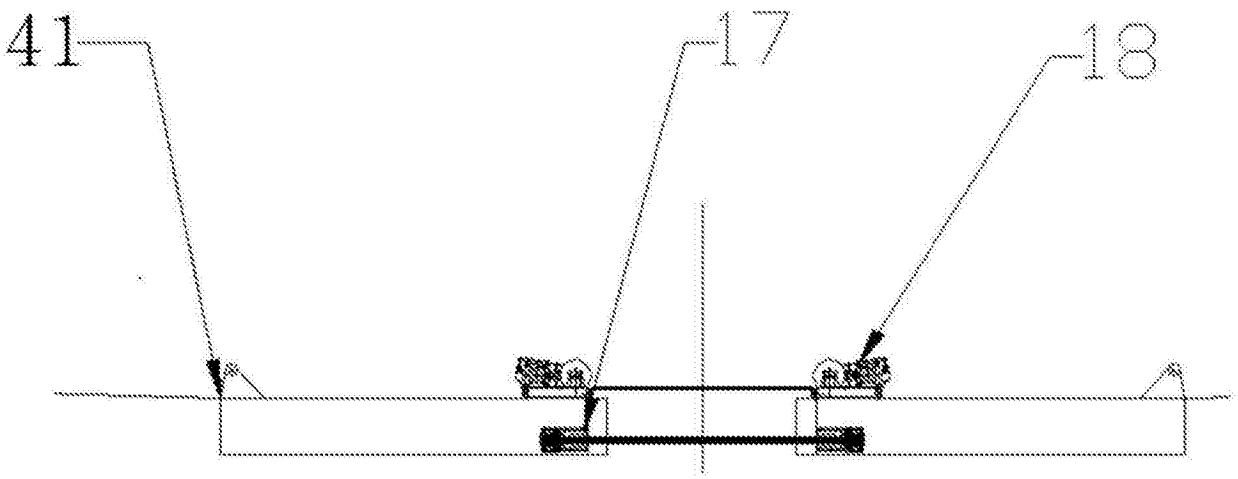


图13

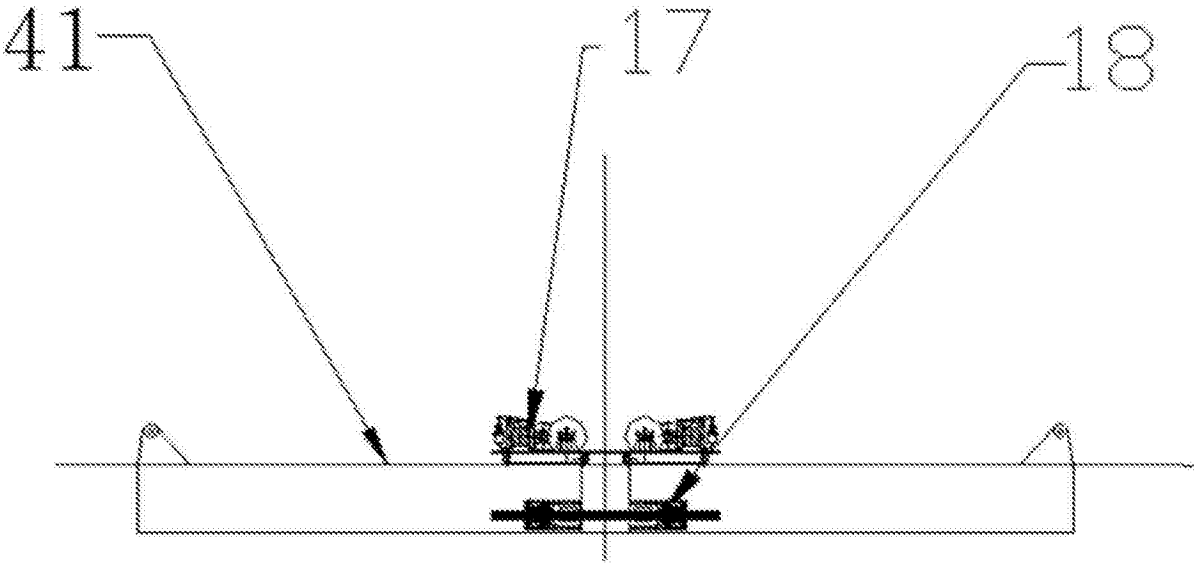


图14

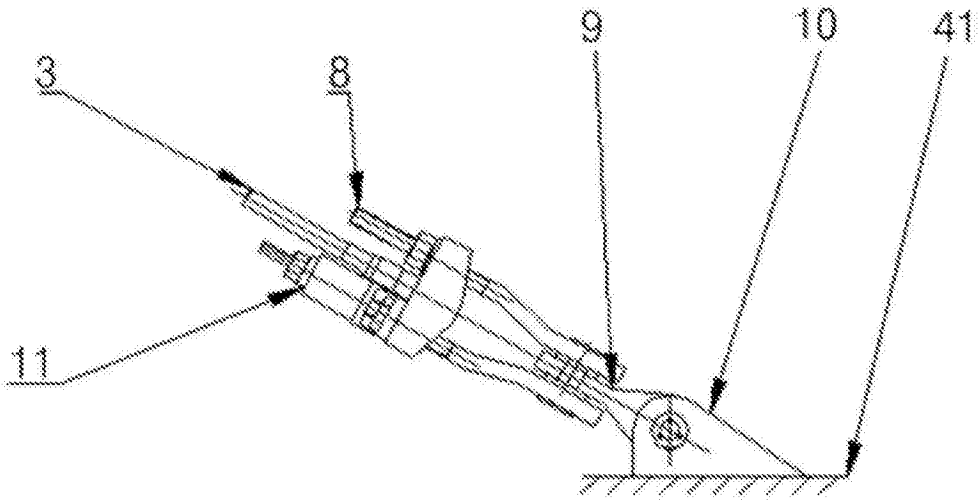


图15

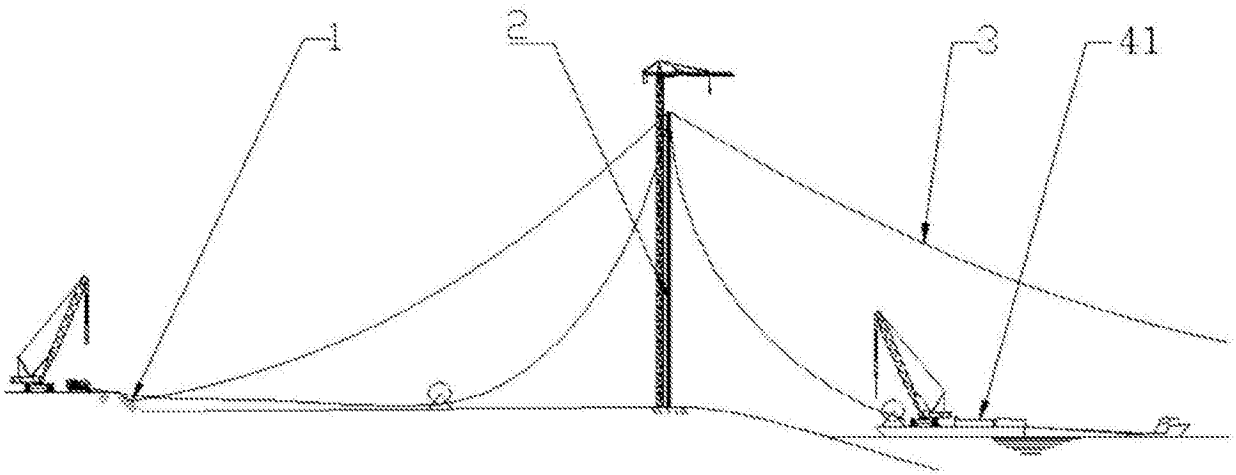


图16

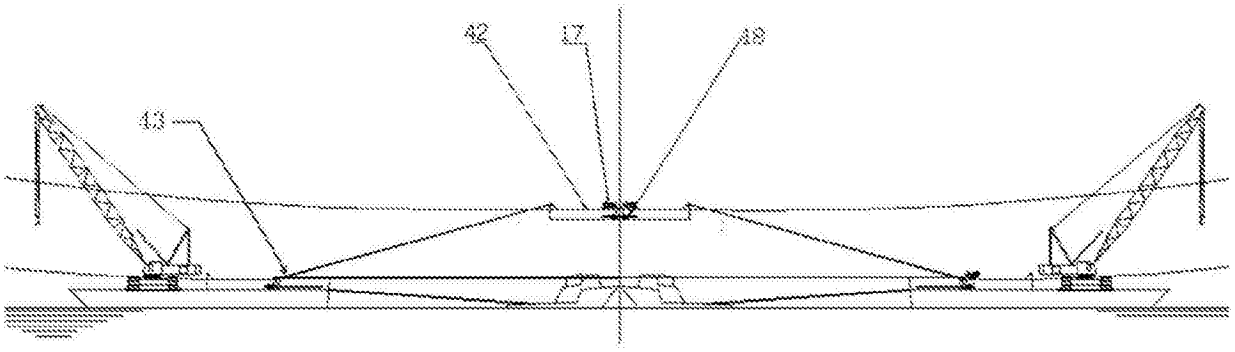


图17

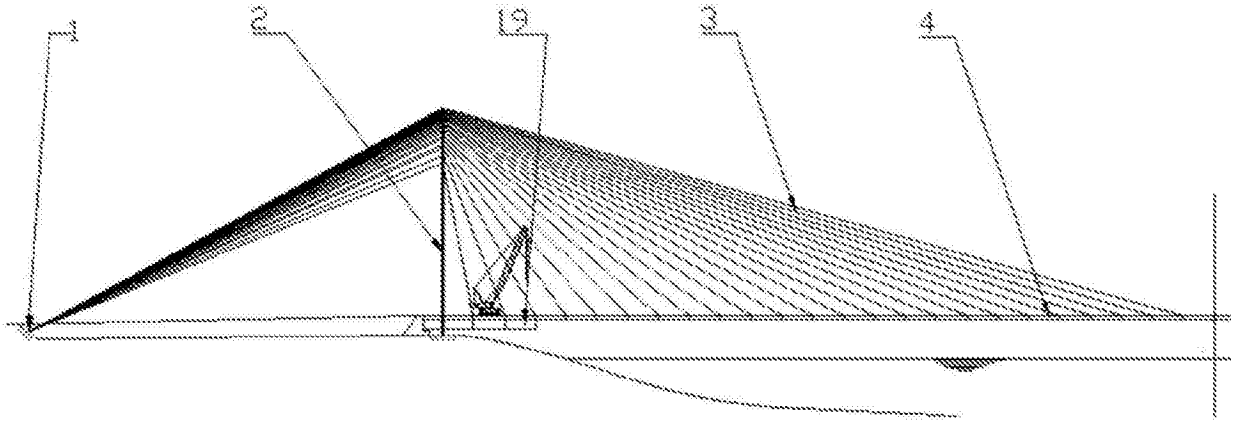


图18

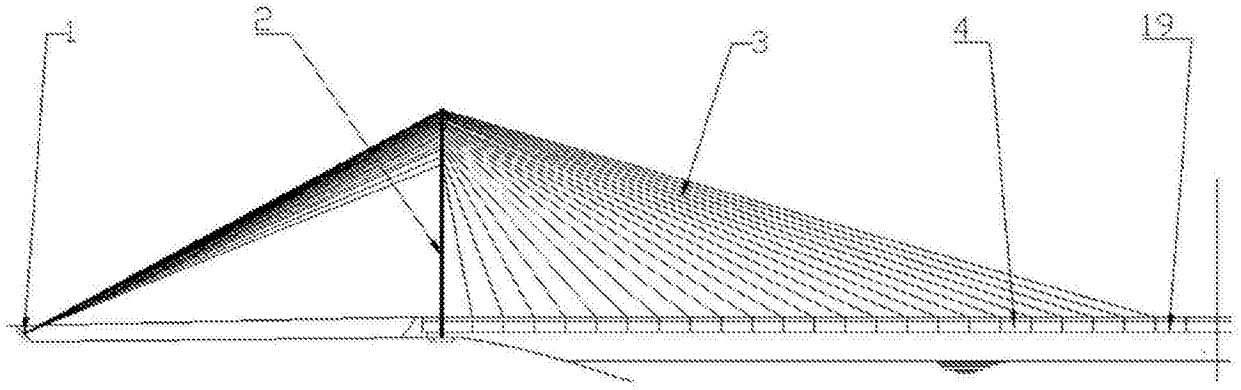


图19