(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 102431910 B
(45)授权公告日 2013.07.24

(21)申请号 201110411609.4
(22)申请日 2011.12.12
(73)专利权人 廊坊凯博建设机械科技有限公司
地址 065001 河北省廊坊市经济技术开发区创业路
专利权人 中国建筑科学研究院机械化研究分院
(72)发明人 罗文龙 姚金珂 王涛 罗冰 陈赣平 陈晓峰
(74)专利代理机构 北京中建联合知识产权代理事务所 11004
代理人 朱丽岩 刘湘舟
(51)Int.Cl.
B66C 23/683(2006.01)

审查员 赵鹏

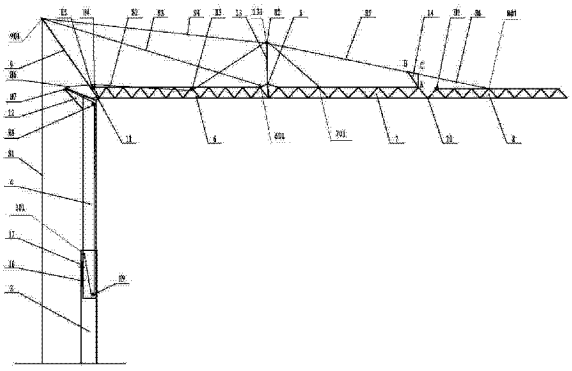
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

三折臂塔机臂架空中自动收展机构及其收展方法

(57)摘要

一种三折臂塔机臂架空中自动收展机构及其收展方法，利用了已有塔身伸缩以及设置尾部撑架拉起尾部节、设置中间撑架拉起前部节的技术，通过增设定长钢丝绳、三角架、滑轮实现仅依靠塔身伸缩的动力完成起重臂同步自动收展。三折臂塔机起重臂收展机构中两节伸缩塔身、三节起重臂、六根定长钢丝绳、两个支撑架、一个三角架及一系列滑轮组合构成一个整体联动机构。设置的所有钢丝绳，在臂架伸展状态时全部张紧，使臂架处于静定状态；折叠状态时，钢丝绳松弛，臂架具有较小的运输尺寸，运输方便。本发明起重臂展开过程简单快速，避免繁杂的人工干预，同时节约功率消耗。本发明是一种快速架设塔式起重机的有益技术形式。



CN 102431910 B

1. 一种三折臂塔机臂架空中自动收展机构，包括承载底盘（1）通过回转装置连接支承座（2），支承座（2）上铰接外塔身（3），外塔身（3）内套接内塔身（4），塔身连接伸缩动力装置，内塔身（4）顶部连接由根部节（6）、中间节（7）和前部节（8）三节构成的截面均为三角形的三折起重臂，还包括尾部撑架（9）和中间撑架（13），尾部撑架（9）顶端的尾架连接点（901）通过第一钢丝绳（S1）与支承座（2）连接，还通过钢丝绳（S3）与尾节连接点（601）连接，其特征在于：组成塔吊的全部部件构成互为联动结构，所述内塔身（4）顶部设有与起重臂反方向的后支架（12），所述根部节（6）尾端在下弦通过塔顶销轴（11）与内塔身（4）顶部铰接，所述塔顶销轴（11）上还铰接尾部撑架（9），所述根部节（6）前端在上弦通过中间销轴（5）与中间节（7）上弦铰接，所述中间节（7）前端在下弦通过前销轴（10）与前部节（8）下弦铰接，所述尾销轴（5）上还铰接有中间撑架（13），所述中间撑架（13）顶部设有一个钢丝绳中架连接点（131）和一个中架滑轮（H2），所述中间节（7）上弦前部还通过第一连接点（A）铰接三角架（14），所述三角架（14）设有钢丝绳连接第二连接点（B）和第三连接点（C），所述外塔身（3）上部设有钢丝绳外塔连接点（301），所述内塔身（4）内的底部设有底部滑轮（H9），顶部设有顶部滑轮（H8），所述后支架（12）顶端设有两个支架滑轮（H6、H7），所述尾部节（6）后端上弦处设有两个尾架滑轮（H4、H5），中段处设有一个中段滑轮（H3），所述中间节（7）后部处设有一个钢丝绳连接点（701），所述前部节（8）后端处设有一个首节滑轮（H1），中段处具有钢丝绳首节连接点（801），所述外塔连接点（301）连接第二钢丝绳（S2），所述第二钢丝绳（S2）依次通过所述底部滑轮（H9）、上部滑轮（H8）、后支架滑轮（H6）、尾架滑轮（H4）、中段滑轮 H3、以及中架滑轮 H2 与所述中节连接点（701）连接，所述尾架连接点（901）还通过钢丝绳（S4）与所述中架连接点（131）连接，所述中架连接点（131）通过钢丝绳（S5）与所述三角架（14）的 B 点连接，所述三角架（14）的 C 点通过钢丝绳 S6 与所述首节连接点（801）连接。

2. 根据权利要求 1 所述的三折臂塔机臂架空中自动收展机构，其特征在于：所述三角架（14）为刚性结构架。

3. 一种三折臂塔机臂架空中自动收展机构的收展方法，其特征在于包括以下步骤：

步骤 1、启动立塔动力装置，将塔身连同起重臂一起，从水平状态立起到垂直状态；

步骤 2、启动卷扬机（15），卷绕钢丝绳，通过滑轮组（16、17）使内塔身（4）从外塔身（3）内逐步伸出，定长钢丝绳 S2 由塔身向外释放：在塔身范围内的长度变短，臂架范围内的长度变长，随着定长绳 S2 的释放，中间节（7）连同前部节（8）在自重力作用下绕尾销轴（5）旋转向外展开，前部节（8）自然下垂与塔身平行；

步骤 3、内塔身（4）继续伸出，定长钢丝绳 S1 随塔身升高，由松弛状态逐步拉紧，带动尾部撑架（9）逆时针向塔身侧旋转立起，立起过程中，中间节（7）连同前部节（8）继续展开；

步骤 4、内塔身（4）继续伸出，随着内塔身（4）逐步升高，尾部撑架（9）逐步转动立起，将初始处于松弛状态的定长钢丝绳 S3 逐步拉紧，定长钢丝绳 S3 拉紧以后，与定长钢丝绳 S1 共同作用，拉起起重臂根部节（6）绕塔顶销轴（11）旋转展开，带动中间节（7）、前部节（8）前伸并展开；

步骤 5、内塔身（4）继续伸出，随着尾部撑架（9）转动立起，定长钢丝绳 S4 也逐步张紧，带动中间撑架（13）绕尾销轴（5）逆时针转动，带动定长钢丝绳 S5 一起平动，定长钢丝绳 S5 带动三角架绕 A 点转动，并收紧定长钢丝绳 S6，使前部节（8）绕前销轴（10）转动前伸，到达

预定位置时，定长钢丝绳 S2 自动进入中间撑架（13）端部中架滑轮（H2）绳槽，产生折向，使中间节（7）及前部节（8）相对根部节（6）的转动力矩由定长钢丝绳 S4 和定长钢丝绳 S5 抵抗，直到形成静定承载体系，完成臂架的展开。

三折臂塔机臂架空中自动收展机构及其收展方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种折叠臂塔式起重机，特别是涉及一种利用塔身伸缩动力的三折臂塔机臂架空中自动收展机构及其收展方法。

背景技术

[0002] 中国专利号 90101023 给出了一种具有三段起重臂相互铰接的折叠式起重机，其塔身伸缩与起重臂展开使用两个独立动力装置。起重臂底段(根部节)和第二段(中间节)以及第二段和顶段(前部节)在上下弦都有水平销轴。在安装的第一阶段，底段和第二段上弦用销轴连接，顶段与第二段下弦用销轴连接；安装的第二阶段，起重臂第二段绕上弦销轴转动，直到底段和第二段的下弦接触，这时，需要在地面上人工插入下弦销轴，使第二段和底段起重臂成为一体。接着，起重臂顶段绕下弦销轴转动，直到其对直后用上弦销轴与第二段连接为一体。安装的第三阶段，抽出底段和第二段上弦的销轴，成为一体的第二段和前段就与底段以下弦销轴连接，绕该销轴转动，直到与底段成直角，还需在底段和第二段臂架上弦之间装、拆连杆，使起重臂后支架升起，才能继续使臂架展为水平。

[0003] 现有一种塔身伸缩与起重臂展开共用 1 个动力装置的三折臂塔式起重机，但该三折臂塔式起重机无法完成臂架随塔身伸缩同步收展，需要人工进行干预。典型的例子为：起重臂根部节和中间节以及中间节和前部节在上下弦都有水平销轴。折叠状态时，根部节和中间节在上弦用销轴连接，中间节与前部节在下弦用销轴连接。在展开初期，塔身不伸缩，先使中间节绕根部节旋转约成 90°，然后解除根部节和中间节在上弦的销轴，连接下弦销轴；还要使前部节和中间节绕其下弦的销轴旋转，待两节臂架取直后，连接上下销轴，使前部节和中间节成为一体。这时升高塔身，在定长绳作用下，成为一体的前部节和中间节绕着与根部节连接的下弦销轴旋转展开，直到整个臂架取直，依靠展开过程中的一系列拉杆将臂架保持在水平工作状态。

[0004] 已有技术的能够完成臂架自动展放的三折臂起重机，均具有多个动力装置，并且起重臂展开不是和塔身伸缩同步。例如，拉起尾部撑架的拉索具有独立动力装置，拉起中间节和前部节的还有另一套动力装置。

[0005] 综上所述：现有的三节折臂起重机，均不能随塔身伸缩完成起重臂自动同步展放。在展放到一定阶段时，需要人工进行部分零附件拆装与连接或者需要附加的展臂动力装置。臂展时不能一气呵成展开，需要分阶段进行。需要设置其他多个动力装置协助完成塔吊其他部件的伸展作业，结构繁杂。塔机架设速度慢，费时费力费工。

发明内容

[0006] 本发明的一个目的是要克服已有技术的不足，给出一种组成塔吊的全部部件成互为联动结构，动力装置少，结构简单；架设时不需人工再对部附件进行拆卸与连接，架设速度快：架设塔吊的同时塔臂即可自动伸展的三折臂塔机臂架空中自动收展机构。

[0007] 本发明的三折臂塔机臂架空中自动收展机构是通过对已有技术进行改进得以实

现的。本发明的三折臂塔机臂架空中自动收展机构包括承载底盘通过回转装置连接支承座，支承座上铰接外塔身，外塔身内套接内塔身，塔身连接伸缩动力装置，内塔身顶部连接由根部节、中间节和前部节三节构成的截面均为三角形的三折起重臂，还包括尾部撑架和中间撑架，尾部撑架顶端的尾架连接点通过钢丝绳 S1 与支承座连接，还通过钢丝绳 S3 与尾节连接点连接，本实用新型的塔机臂架空中自动收展机构的特征在于：组成塔吊的全部部件构成互为联动结构，所述内塔身顶部设有与起重臂反方向的后支架，所述根部节尾端在下弦通过塔顶销轴与内塔身顶部铰接，所述塔顶销轴上还铰接尾部撑架，所述根部节前端在上弦通过尾销轴与中间节上弦铰接，所述中间节前端在下弦通过前销轴与前部节下弦铰接，所述尾销轴上还铰接有中间撑架，所述中间撑架顶部设有一个钢丝绳中架连接点和一个中架滑轮，所述中间节上弦前部还通过 A 点铰接三角架，所述三角架设有钢丝绳连接 B 点和 C 点，所述外塔身上部设有钢丝绳外塔连接点，所述内塔身内的底部设有底部滑轮，顶部设有顶部滑轮，所述后支架顶端设有两个支架滑轮，所述尾部节后端上弦处设有两个尾架滑轮，中段处设有一个中段滑轮，所述中间节后部处设有一个钢丝绳连接点，所述前部节后端处设有一个首节滑轮，中段处具有钢丝绳首节连接点，所述外塔连接点连接钢丝绳 S2，所述钢丝绳 S2 通过所述底部滑轮、上部滑轮、后支架滑轮、尾架滑轮、中段滑轮、(以及中架滑轮 H2）与所述中节连接点连接，所述尾架连接点还通过钢丝绳 S4 与所述中架连接点连接，所述中架连接点通过钢丝绳 S5 与所述三角架的 B 点连接，所述三角架的 C 点通过钢丝绳 S6 与所述首节连接点连接。

[0008] 本发明三折臂塔机臂架空中自动收展机构，其中所述三角架为刚性结构架。

[0009] 本发明的另一个目的是给出本发明三折臂塔机臂架空中自动收展机构的收展方法。本发明的方法包括以下步骤：

[0010] 步骤 1、启动立塔动力装置，将塔身连同起重臂一起，从水平状态立起到垂直状态，

[0011] 步骤 2、启动卷扬机，卷绕钢丝绳，通过滑轮组使内塔身从外塔身内逐步伸出，定长钢丝绳 S2 由塔身向外释放：在塔身范围内的长度变短，臂架范围内的长度变长，随着定长钢丝绳 S2 的释放，中间节连同前部节在自重力作用下绕尾销轴旋转向外展开，前部节自然下垂与塔身平行，

[0012] 步骤 3、内塔身继续伸出，定长钢丝绳 S1 随塔身升高，由松弛状态逐步拉紧，带动尾部撑架逆时针向塔身侧旋转立起，立起过程中，中间节连同前部节继续展开，

[0013] 步骤 4、内塔身继续伸出，随着内塔身逐步升高，尾部撑架（9）逐步转动立起，将初始处于松弛状态的定长钢丝绳 S3 逐步拉紧，定长钢丝绳 S3 拉紧以后，与定长钢丝绳 S1 共同作用，拉起起重臂根部节绕塔顶销轴旋转展开，带动中间节、前部节前伸并展开，

[0014] 步骤 5、内塔身继续伸出，随着尾部撑架转动立起，定长钢丝绳 S4 也逐步张紧，带动中间撑架绕尾销轴逆时针转动，带动定长钢丝绳 S5 一起平动，定长钢丝绳 S5 带动三角架绕 A 点转动，并收紧定长钢丝绳 S6，使前部节绕前销轴转动前伸，到达预定位置时，定长钢丝绳 S2 自动进入中间撑架端部中架滑轮绳槽，产生折向，使中间节及前部节相对根部节的转动力矩由定长钢丝绳 S4 和定长钢丝绳 S5 抵抗，直到形成静定承载体系，完成臂架的展开。

[0015] 本发明三折臂塔机臂架空中自动收展机构及其收展方法与现有技术不同之处在于本发明三折臂塔机臂架空中自动收展机构及其收展方法利用了已有塔身伸缩技术以及

在尾部节设置尾部撑架拉起尾部节、在中间节设置中间撑架拉起前部节的技术，通过增设定长钢丝绳、三角架、滑轮实现依靠塔身伸缩的动力完成起重臂同步自动收展。本发明三折臂塔机臂架空中自动收展机构中两节伸缩塔身、三节起重臂、六根定长钢丝绳、两个支撑架、一个三角架及一系列滑轮组合构成一个整体联动机构。所有定长钢丝绳的设置，保证了塔机臂架伸展状态时定长钢丝绳全部张紧，使臂架结构处于静定状态；折叠状态时，定长绳松弛，臂架具有较小的运输尺寸，运输方便。起重臂展开过程简单快速，避免繁杂的人工干预，同时节约功率消耗。本发明是一种快速架设塔式起重机的有益技术形式。

[0016] 下面结合附图对本发明的三折臂塔机臂架空中自动收展机构及其收展方法作进一步说明。

附图说明

[0017] 图 1 为三折臂塔机臂架空中自动收展机构起重臂折叠在塔身上放平的运输状态图(图中，中间节和前部节折叠在根部节上面)。

[0018] 图 2 为折叠臂随塔身竖起状态图(图中，定长钢丝绳 S1 处于松弛状态。定长钢丝绳 S1、S2 分别在后支架滑轮、尾架滑轮处发生折向)。

[0019] 图 3 为内塔身外伸状态图(图中，定长钢丝绳 S2 释放，中间节向外伸展，前部节在自重作用下下垂)。

[0020] 图 4 为定长钢丝绳 S1 张紧，尾部撑架转动立起状态图。

[0021] 图 5 为定长钢丝绳 S3 张紧，根部节向外展开状态图。

[0022] 图 6 为定长钢丝绳 S4 张紧，中间撑架立起状态图(图中定长钢丝绳 S2 进入中间撑架端部滑轮绳槽，发生折向；定长钢丝绳 S5 张紧，三角架转动，定长钢丝绳 S6 张紧，臂架前部节绕铰点向外展开。定长钢丝绳 S1 脱离后支架端部的滑轮)。

[0023] 图 7 为塔身升高到最大高度，臂架展开到水平工作状态图。

[0024] 图 1 ～图 7 均为三折臂塔机臂架空中自动收展机构的结构示意图。

具体实施方式

[0025] 附图 1 ～附图 7 以示意形式说明了本发明三折臂塔机臂架空中自动收展机构塔式起重机的构成及臂架展开过程。

[0026] 如图 1 ～图 7 所示，本发明的三折臂塔机臂架空中自动收展机构是通过对已有技术进行改进得以实现的。本发明的三折臂塔机臂架空中自动收展机构包括承载底盘 1 通过回转装置连接支承座 2，支承座上设置卷扬机 15，卷扬机 15 是塔身伸缩和臂架收展的共同动力装置。支承座 2 上铰接外塔身 3，外塔身 3 内套接内塔身 4，外塔身上设置有一组定滑轮 17，内塔身 4 设置有一组动滑轮 16，共同组成一个提升滑轮组。卷扬机 15 引出的钢丝绳通过该滑轮组完成塔身伸缩(由卷扬机到滑轮组的钢丝绳引出路线附图中未视出)。塔身连接塔身伸缩驱动机构(附图中未视出)。内塔身 4 顶部连接由根部节 6、中间节 7 和前部节 8 三节构成的截面均为三角形的三折起重臂。

[0027] 本发明还包括尾部撑架 9 和中间撑架 13，尾部撑架 9 顶端的尾架连接点 901 与支承座 2 上的钢丝绳 S1 连接，还通过钢丝绳 S3 与尾节连接点 601 连接。

[0028] 本发明的塔机臂架空中自动收展机构组成塔吊的全部部件成互为联动结构。内塔

身 4 顶部设有与起重臂反方向的后支架 12。根部节 6 尾端在下弦通过塔顶销轴 11 与内塔身 4 顶部铰接，塔顶销轴 11 上还铰接尾部撑架 9。尾部撑架 9 为门形或三角形框架结构。根部节 6 前端在上弦通过尾销轴 5 与中间节 7 上弦铰接，中间节 7 前端在下弦通过前销轴 10 与前部节 8 下弦铰接。根部节 6 可以向塔身方向旋转折叠与塔身平行。中间节 7 与前部节 8 在下弦折叠至两臂架平行，类似菱形结构（见图 1）。中间节 7 可以沿尾销轴 5 旋转折叠到与根部节 6 平行。尾销轴 5 上还铰接有中间撑架 13。中间撑架 13 顶部设有一个钢丝绳中架连接点 131 和一个中架滑轮 H2。中间撑架 13 为门形平面结构。中间节 7 上弦前部还通过 A 点铰接刚性结构的三角架 14。三角架 14 设有钢丝绳连接 B 点和 C 点。三角架设计为在臂架完全展开时，B 点与 C 点的连线与定长绳 S5、S6 在一条直线上。

[0029] 外塔身 3 上部设有钢丝绳外塔连接点 301。内塔身 4 内的底部设有底部滑轮 H9，顶部设有顶部滑轮 H8。后支架 12 顶端设有两个支架滑轮 H6、H7，尾部节 6 后端上弦处设有两个尾架滑轮 H4、H5，中段处设有一个中段滑轮 H3，中间节 7 后部处设有一个钢丝绳连接点 701，前部节 8 上弦后端处设有一个首节滑轮 H1，中段处具有钢丝绳首节连接点 801。

[0030] 外塔连接点 301 连接钢丝绳 S2，钢丝绳 S2 通过所述底部滑轮 H9、上部滑轮 H8、后支架滑轮 H6、尾架滑轮 H4、中段滑轮 H3、（以及中架滑轮 H2）与中节连接点 701 连接；尾架连接点 901 通过钢丝绳 S4 与中架连接点 131 连接；中架连接点 131 通过钢丝绳 S5 与三角架 14 的 B 点连接；三角架 14 的 C 点通过钢丝绳 S6 与首节连接点 801 连接。

[0031] 本发明中，作为特例，尾部撑架 9、尾部节 6 和内塔身 4 共用一个塔顶销轴 11 铰接。中间撑架 13 与根部节 6 和中间节 7 之间的连接共用一个尾销轴 5。但根据具体实施需要，尾部撑架 9 既可以铰接在内塔身 4 上，也可以铰接在尾部节 6 上。中间撑架 13 也可以铰接在根部节 6 和中间节 7 之间，特别是中间节 7 的其他位置。

[0032] 本发明三折臂塔机臂架空中自动收展机构的收展方法包括以下步骤：

[0033] 步骤 1、启动立塔动力装置，将塔身连同起重臂一起，从水平状态立起到垂直状态。

[0034] 步骤 2、启动卷扬机 15，卷绕钢丝绳，通过滑轮 16、17 使内塔身 4 从外塔身 3 内逐步伸出，定长钢丝绳 S2 由塔身向外释放：在塔身范围内的长度变短，臂架范围内的长度变长，随着定长钢丝绳 S2 的释放，中间节 7 连同前部节 8 在自重力作用下绕尾销轴 5 旋转向外展开，前部节 8 自然下垂与塔身平行，形成图 3 所示的状态。图 3 也显示出定长绳 S1 在后支架 12 端部滑轮 H7 位置和根部节 6 尾部滑轮 H5 位置、定长绳 S2 在根部节 6 尾部滑轮 H4 位置、定长绳 S6 在臂架前部节 8 的滑轮 H1 位置处于折向状态。

[0035] 步骤 3、内塔身 4 继续伸出，定长钢丝绳 S1 随塔身升高，由松弛状态逐步拉紧，带动尾部撑架 9 逆时针向塔身侧旋转立起，立起过程中，中间节 7 连同前部节 8 继续展开（如图 4 所示）。

[0036] 步骤 4、内塔身 4 继续伸出，随着内塔身 4 逐步升高，尾部撑架（9）逐步转动立起，将初始处于松弛状态的定长钢丝绳 S3 逐步拉紧，定长钢丝绳 S3 拉紧以后，与定长钢丝绳 S1 共同作用，拉起起重臂根部节 6 绕塔顶销轴 11 旋转展开，带动中间节 7、前部节 8 前伸并展开（如图 5 所示）。

[0037] 步骤 5、内塔身 4 继续伸出，随着尾部撑架 9 转动立起，定长钢丝绳 S4 也逐步张紧，带动中间撑架 13 绕尾销轴 5 逆时针转动，带动定长钢丝绳 S5 一起平动，定长钢丝绳 S5 带动三角架绕 A 点转动，收紧定长钢丝绳 S6，使前部节 8 绕前销轴 10 转动前伸，到达预定位置

时，定长钢丝绳 S2 自动进入中间撑架 13 端部中架滑轮 H2 绳槽，产生折向，使中间节 7 及前部节 8 相对根部节 6 的转动力矩由定长钢丝绳 S4 和定长钢丝绳 S5 抵抗，直到形成静定承载体系，完成臂架的展开（如图 6、图 7 所示）。

[0038] 以上方法给出了臂架由折叠状态到展开状态的过程。由展开状态到折叠状态的过程与此相反。需要说明的是，图示只给出了钢丝绳 S1、钢丝绳 S2、钢丝绳 S6 与相应滑轮接触及脱离的示意，仅说明臂架收展运动中的位置以及各个钢丝绳与相应滑轮的位置变化趋势，各定长钢丝绳与相应滑轮并不一定在图示的状态接触或脱离。

[0039] 在臂架折叠过程中，定长钢丝绳 S1 初期经过设置在塔身顶部支架 12 顶端的后支架滑轮 H7 以及起重臂根部节 6 尾部上弦的尾架滑轮 H5，发生折向，后期随塔身升高及臂架展开，逐步脱离尾架滑轮 H5 及后支架滑轮 H7。在前部节 8 折叠过程中，定长钢丝绳 S6 将会自动进入设置在前部节 8 后端上弦的滑轮 H1 中，发生折向（见图 7）。

[0040] 以上所述的实施例仅仅是对本发明的优选实施方式进行描述，并非对本发明的范围进行限定，在不脱离本发明设计精神的前提下，本领域普通技术人员对本发明的技术方案作出的各种变形和改进，均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

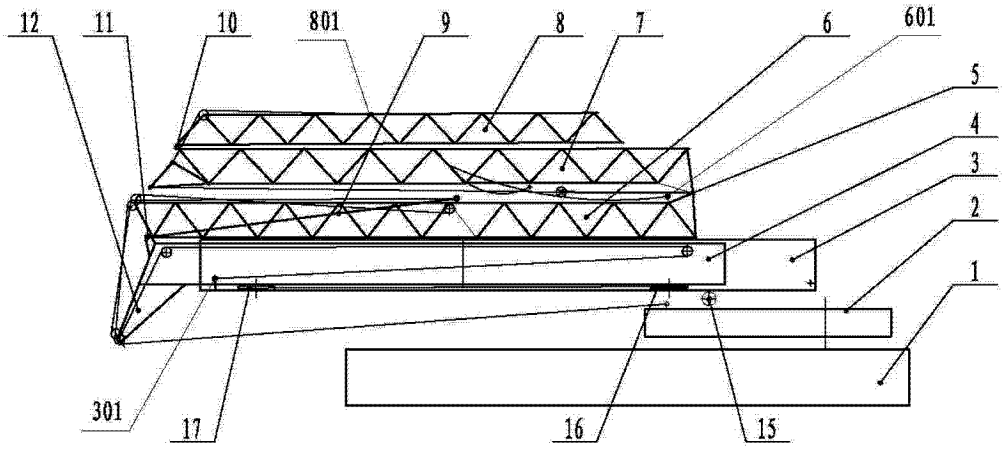

12
11
10
801
9
8
7
6
601
5
4
3
2
1
301
17
16
15

图 1

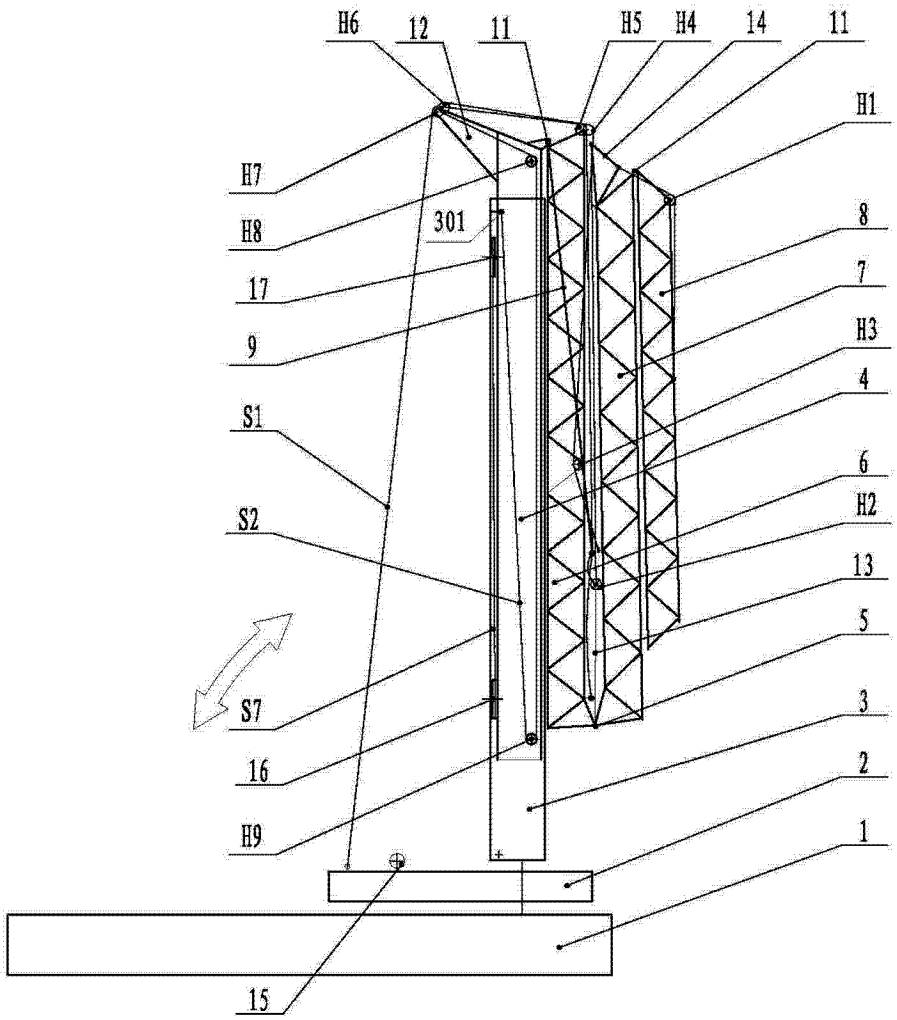

H6
12
11
H5
H4
14
11
H1
H7
H8
301
8
17
7
9
H3
4
S1
6
S2
H2
13
5
S7
3
16
2
H9
1
15

图 2

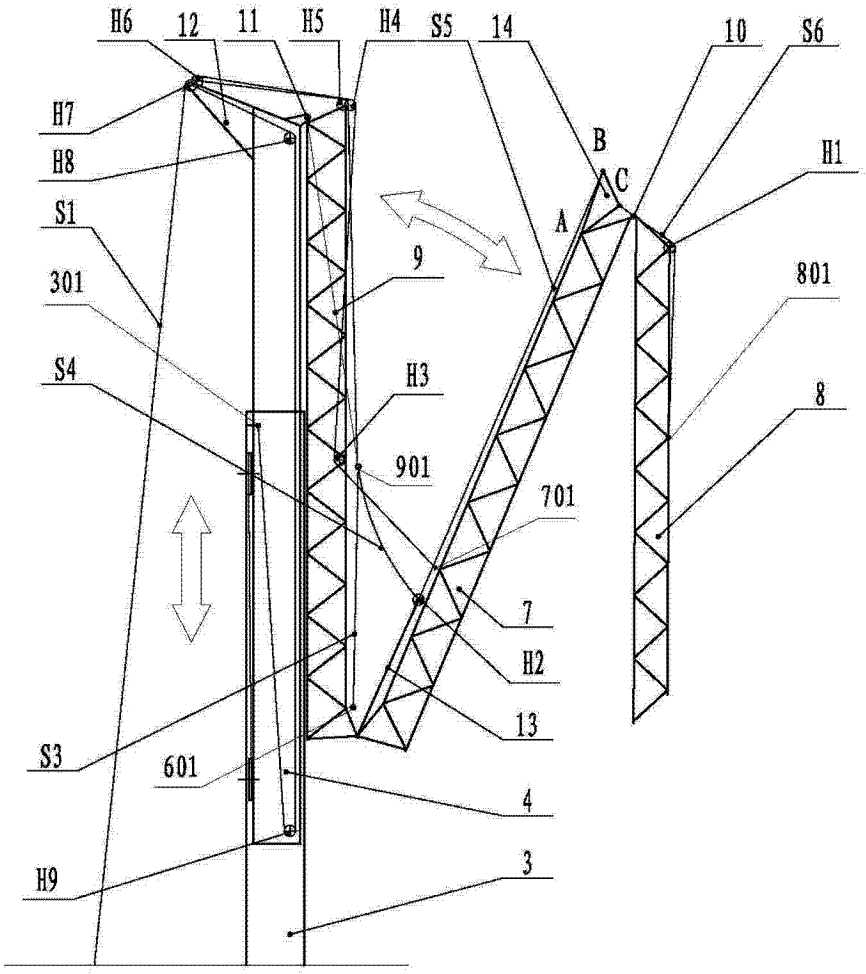

H6
12
11
H5
H4
S5
14
10
S6
H7
H8
B
C
H1
S1
A
9
801
301
S4
H3
8
901
701
7
H2
13
S3
601
4
H9
3

图 3

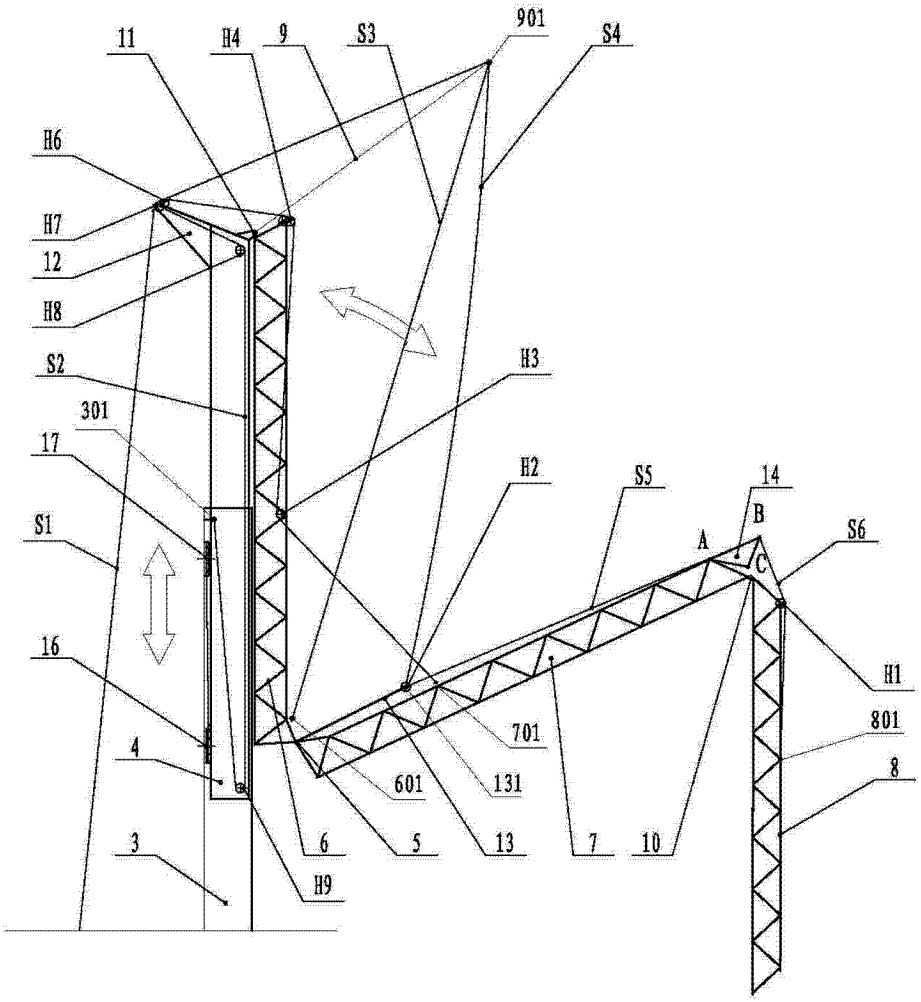

11
H4
9
S3
901
S4
H6
H7
12
H8
S2
301
17
S1
16
4
3
H9
6
5
601
13
131
701
7
10
H3
H2
S5
14
B
A
C
S6
H1
801
8

图 4

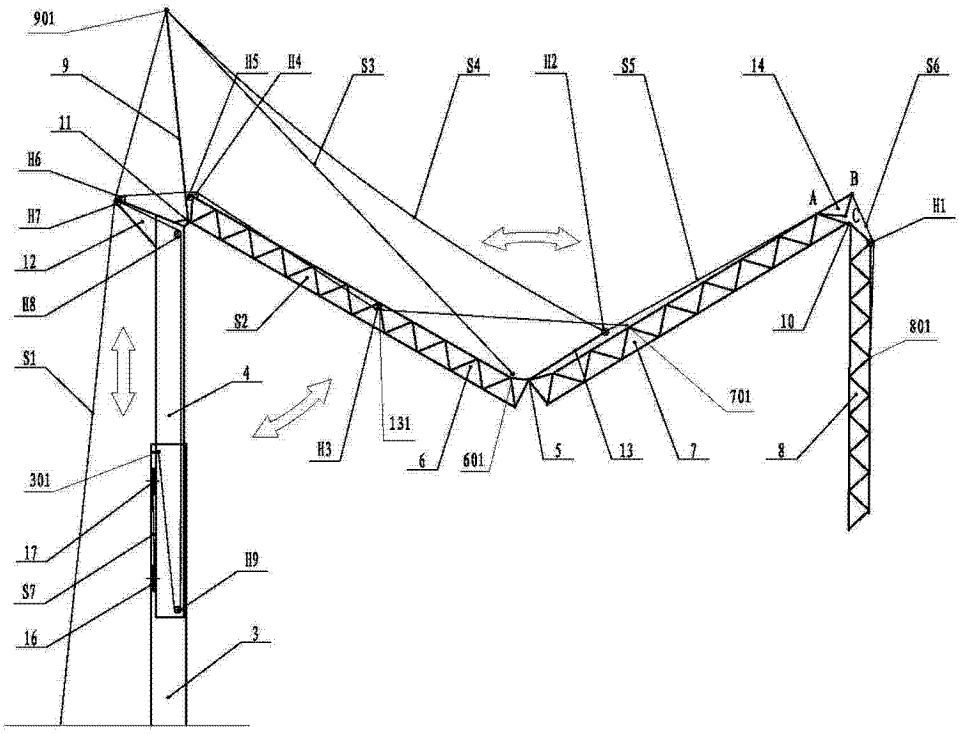

901
9
11
H6
H7
12
H8
S1
301
17
S7
16
4
3
H9
H5
H4
S3
S4
H2
S5
14
S6
A
B
C
H1
S2
H3
131
6
601
5
13
7
701
10
801
8

图 5

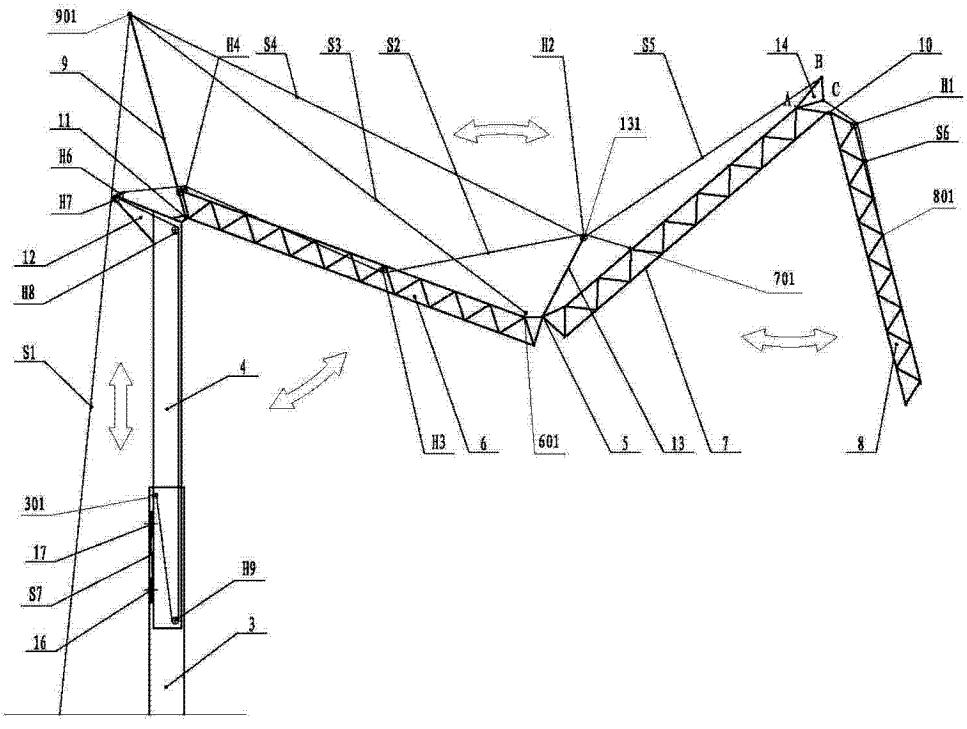

901
9
11
H6
H7
12
H8
S1
301
17
S7
16
4
3
H9
H4
S4
S3
S2
H2
S5
14
B
A
C
10
H1
S6
801
131
701
H3
6
601
5
13
7
8

图 6

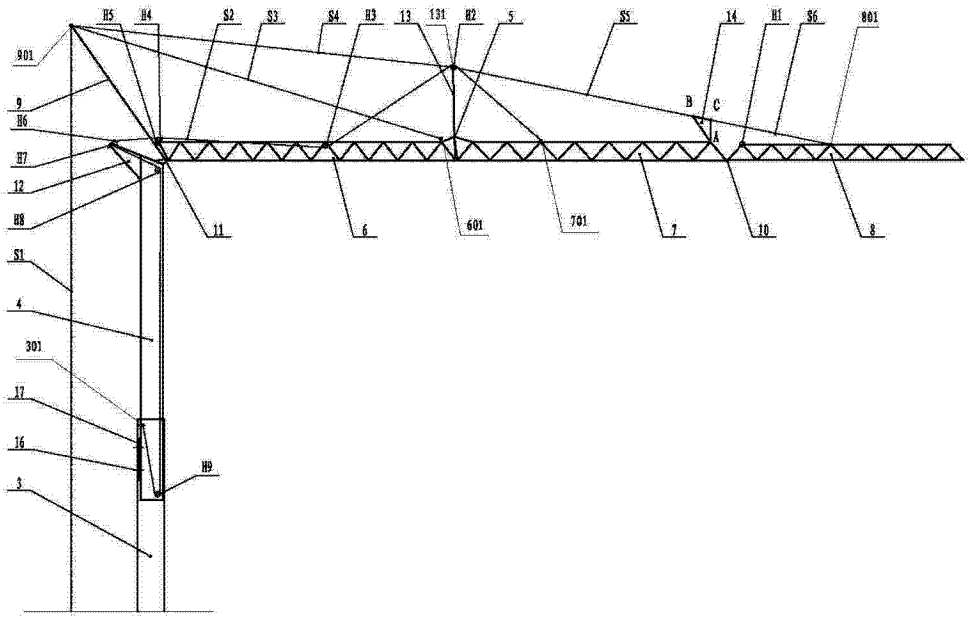

H5
H4
S2
S3
S4
H3
13
131
H2
5
S5
14
H1
S6
801
901
9
H6
H7
12
H8
S1
4
301
17
16
3
H9
11
6
601
701
7
10
8
B
C
A

图 7