



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105293306 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 03

(21) 申请号 201510753740. 7

(22) 申请日 2015. 11. 04

(71) 申请人 华南理工大学

地址 511458 广东省广州市南沙区环市大道
南路 25 号华工大广州产研院

(72) 发明人 陈远明 胡金鹏 梁富琳 陈超核

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限
公司 44102

代理人 何淑珍

(51) Int. Cl.

B66C 23/53(2006. 01)

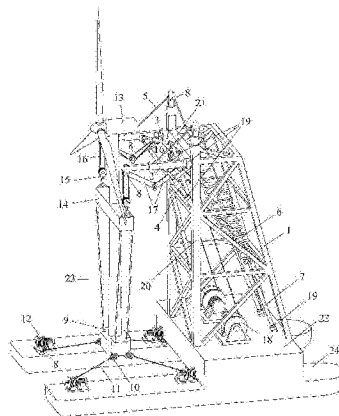
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

一种多自由度补偿的海上风机整体吊装装置

(57) 摘要

本发明公开了一种多自由度补偿的海上风机整体吊装装置,包括船体、吊架平台,所述吊架平台上方安装有吊架,还包括上部吊点运动补偿系统、起吊载荷动态匹配系统、下部风机定位对中系统、起吊系统,所述上部吊点运动补偿系统安装在所述船体的吊架上,包括可伸缩吊臂、水平补偿液压缸、垂向补偿液压缸和相关连接件,所述起吊载荷动态匹配系统包括主承载钢缆、主承载弹簧、主承载液压缸和滑轮,所述下部风机定位系统包括下平衡梁、弹簧缓冲器、定位牵索、定位绞车及滑轮,所述起吊系统包括上平衡梁、吊钩、起吊索、吊索撑杆、滑轮和起吊绞车。本发明能控制整个风机的姿态,使风机产生六个自由度的补偿运动来抗衡船舶的摇摆和升沉,从而提高风机在风浪中的稳定性,并实现风机和基础的准确定位与对中。



1. 一种多自由度补偿的海上风机整体吊装装置,包括船体(24),靠近船体(24)艏部位置升高安装有吊架平台(22),所述吊架平台(22)上方安装有吊架(1),其特征在于:还包括上部吊点运动补偿系统、起吊载荷动态匹配系统、下部风机定位对中系统、起吊系统,

所述上部吊点运动补偿系统活动安装在所述船体的吊架(1)上段朝向船尾的一侧,包括一端通过万向铰链活动连接吊架(1)的可伸缩吊臂(2)、驱动可伸缩吊臂(2)自由端绕万向铰链上下左右摆动的液压驱动装置;

所述起吊载荷动态匹配系统一端连接可伸缩吊臂(2)中部,另一端绕过设置在吊架(1)顶端的滑轮机构后固定在吊架平台(22)上,用以动态地平衡可伸缩吊臂(2)自由端的受力;

所述下部风机定位系统包括用于夹固风机立柱底部的下平衡梁(9)、固定在船体(24)上且通过定位牵索(11)连接下平衡梁(9)底部四角的四台定位绞车(12);

所述起吊系统包括通过锁扣装置夹固风机立柱的上平衡梁(14)和固定在吊架平台(22)上的起吊绞车(18),缠在起吊绞车(18)上的起吊索(16)自由端绕过设置在可伸缩吊臂(2)上的滑轮机构后连接上平衡梁(14)两端,所述上平衡梁(14)的底部通过钢缆(23)连接下平衡梁(9)。

2. 根据权利要求1所述的一种多自由度补偿的海上风机整体吊装装置,其特征在于:所述上部吊点运动补偿系统包括两个可伸缩吊臂(2),两个可伸缩吊臂(2)分别通过球铰链(19)左右对称地安装在所述船体的吊架(1)的左右立柱(20)上,所述液压驱动装置包括两个水平补偿液压缸(3)和两个垂向补偿液压缸(4),所述水平补偿液压缸(3)和所述可伸缩吊臂(2)布置在同一水平面上,两个水平补偿液压缸(3)的一端分别通过球铰链(19)与吊架(1)的上横梁(21)中部相连接,另一端分别与两个可伸缩吊臂(2)内侧面铰接,所述垂向补偿液压缸(4)安装在所述可伸缩吊臂(2)的正下方,两个垂向补偿液压缸(4)的一端分别通过球铰链与船体吊架(1)的左右立柱(20)相连,另一端分别与两个可伸缩吊臂(2)下侧面铰接。

3. 根据权利要求2所述的一种多自由度补偿的海上风机整体吊装装置,其特征在于:所述起吊载荷动态匹配系统包括两根主承载钢缆(5)、两根主承载弹簧(6)、两个主承载液压缸(7)和两个滑轮(8),所述主承载钢缆(5)一端与所述可伸缩吊臂(2)的中上部连接,另一端绕过吊架(1)的左右立柱(20)顶部的滑轮(8)后,通过所述主承载弹簧(6)和所述主承载液压缸(7)相连,所述主承载液压缸(7)再通过球铰链与吊架平台(22)相连。

4. 根据权利要求1所述的一种多自由度补偿的海上风机整体吊装装置,其特征在于:所述下平衡梁(9)中部通过夹紧装置锁死风机立柱底部,两端则依次通过四个所述弹簧缓冲器(10)、两对呈八字布置的所述定位牵索(11)绕过滑轮(8)后连接到四台所述定位绞车(12)上。

5. 根据权利要求4所述的一种多自由度补偿的海上风机整体吊装装置,其特征在于:所述上平衡梁(14)中部通过锁扣装置扶稳风机立柱,所述上平衡梁(14)两端下部通过四根钢缆(23)和所述下平衡梁(9)相连,所述上平衡梁(14)两端上部通过吊环分别与两个吊钩(15)相连,每个所述吊钩(15)由所述起吊索(16)经可伸缩吊臂(2)上的若干滑轮(8)连接到所述起吊绞车(18)。

6. 根据权利要求5所述的一种多自由度补偿的海上风机整体吊装装置,其特征在于:

还包括两个中间设置有转动关节的V型吊索撑杆(17),所述吊索撑杆(17)两端通过设有铰轴的转动关节活动连接在可伸缩吊臂(2)两端的内侧面,所述吊索撑杆(17)的每个转动关节上都安装有滑轮(8)供所述起吊索(16)依次通过。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的一种多自由度补偿的海上风机整体吊装装置,其特征在于:所述船体(24)采用双体船型结构,所述吊架平台(22)横跨地升高安装在双体船型结构靠近船体艏部位置。

一种多自由度补偿的海上风机整体吊装装置

技术领域

[0001] 本发明涉及海洋工程技术领域,特别涉及一种多自由度补偿的海上风机整体吊装装置。

背景技术

[0002] 风能作为一种清洁的可再生能源,特别是海上风能,在世界能源结构中发挥重要作用,在可再生资源中占据主导地位,其开发和利用越来越被人们重视。目前用于海上风机安装的船舶主要有两大类,一类是自升式风机安装船或平台,另一类是浮式安装船。自升式安装船或平台受风浪影响较浮式安装船小,但其受水域、水深的限制;浮式安装船则不受水深的影响,但受风浪的影响较自升式安装船大。随着风电场的发展,风机安装逐渐向深水域发展,由于自升式安装船或平台受水深限制,并且在淤泥质海床,桩脚较难保持平衡,此时,大型浮式安装船就显示出优势了,其不受水域、水深限制,在不同风机位置间的转移速度快,操纵性好,机动性强。但由于风浪因素限制了浮式安装船的使用范围,其安装作业必须在小风浪条件下才能进行。因此如何降低风浪对浮式安装船的影响,提高安装作业中风机的稳定性和可控性成了目前需要迫切解决的问题。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种多自由度补偿的海上风机整体吊装装置,提高风机吊装中的稳定性和可控性,实现风机与风机基础的准确定位与对中。

[0004] 本发明要解决的问题是现有浮式风机安装船在风浪的作用下,容易产生横摇、纵摇与升沉等运动,从而使吊装中的风机上下、左右、前后摇晃不定,难以控制,这给风机的定位对中工作带来极大的难度,常常出现风机与基础的抨击现象,轻者损坏设备,重者出现事故。本发明通过上部吊点运动补偿系统和下部风机定位对中系统来联合控制整个风机的姿态,使风机产生六个自由度的补偿运动来抗衡船舶的摇摆和升沉,从而提高风机在风浪中的稳定性,并实现风机和风机基础的定位与对中。

[0005] 本发明采用的技术方案是:

一种多自由度补偿的海上风机整体吊装装置,包括船体,靠近船体艏部位置升高安装有吊架平台,所述吊架平台上方安装有吊架,还包括上部吊点运动补偿系统、起吊载荷动态匹配系统、下部风机定位对中系统、起吊系统,

所述上部吊点运动补偿系统活动安装在所述船体的吊架上段朝向船尾的一侧,包括一端通过万向铰链活动连接吊架的可伸缩吊臂、驱动可伸缩吊臂自由端绕万向铰链上下左右摆动的液压驱动装置,通过控制所述可伸缩吊臂的上下、左右转动及前后伸缩运动来实现上部吊点的前后、左右、上下运动补偿;

所述起吊载荷动态匹配系统一端连接可伸缩吊臂中部,另一端绕过设置在吊架顶端的滑轮机构后固定在吊架平台上,用以动态地平衡可伸缩吊臂自由端的受力;

所述下部风机定位系统包括用于夹固风机立柱底部的下平衡梁、固定在船体上且通过

定位牵索连接下平衡梁底部四角的四台定位绞车；

所述起吊系统包括通过锁扣装置夹固风机立柱的上平衡梁和固定在吊架平台上的起吊绞车，缠在起吊绞车上的起吊索自由端绕过设置在可伸缩吊臂上的滑轮机构后连接上平衡梁两端，所述上平衡梁的底部通过钢缆连接下平衡梁。

[0006] 进一步地，所述上部吊点运动补偿系统包括两个可伸缩吊臂，两个可伸缩吊臂分别通过球铰链左右对称地安装在所述船体的吊架的左右立柱上，通过控制所述可伸缩吊臂的伸缩运动来实现吊点沿船舶纵向方向的运动补偿，所述液压驱动装置包括两个水平补偿液压缸和两个垂向补偿液压缸，所述水平补偿液压缸和所述可伸缩吊臂布置在同一水平面上，两个水平补偿液压缸的一端分别通过球铰链与吊架的上横梁中部相连接，另一端分别与两个可伸缩吊臂内侧面铰接，通过控制水平补偿液压缸的伸缩运动来带动可伸缩吊臂做水平方向的转动，实现吊点沿船舶横向方向的运动补偿，所述垂向补偿液压缸安装在所述可伸缩吊臂的正下方，两个垂向补偿液压缸的一端分别通过球铰链与船体吊架的左右立柱相连，另一端分别与两个可伸缩吊臂下侧面铰接，通过所述垂向补偿液压缸的伸缩运动来驱动可伸缩吊臂垂直方向转动，以此实现吊点垂直方向的运动补偿。

[0007] 所述起吊载荷动态匹配系统包括两根主承载钢缆、两根主承载弹簧、两个主承载液压缸和两个滑轮，所述主承载钢缆一端与所述可伸缩吊臂的中上部连接，另一端绕过吊架的左右立柱顶部的滑轮后，通过所述主承载弹簧和所述主承载液压缸相连，所述主承载液压缸再通过球铰链与吊架平台相连，通过主承载液压缸的伸缩来控制所述主承载弹簧的拉伸量，从而实现所述主承载钢缆的拉力与起吊载荷的动态匹配，当所述垂向补偿液压缸往上顶使所述可伸缩吊臂向上转动时，所述起吊载荷动态匹配系统能检测到所述垂向补偿液压缸的压应力，马上增加所述主承载钢缆的拉力，协助所述垂向补偿液压缸使所述可伸缩吊臂迅速向上转动；当所述垂向补偿液压缸往下拉使所述可伸缩吊臂向下转动时，所述起吊载荷动态匹配系统检测到所述垂向补偿液压缸的拉应力，马上减少所述主承载钢缆的拉力以配合所述垂向补偿液压缸，使所述可伸缩吊臂迅速向下转动，因此以上两种情况都大大增加了所述垂向补偿液压缸的响应速度。

[0008] 进一步地，所述下平衡梁中部通过夹紧装置锁死风机立柱底部，两端则依次通过四个所述弹簧缓冲器、两对呈八字布置的所述定位牵索绕过滑轮后连接到四台所述定位绞车上，通过四台定位绞车控制各定位牵索的收放来实现风机和基础的定位与对中。

[0009] 进一步地，所述上平衡梁中部通过锁扣装置扶稳风机立柱，所述上平衡梁两端下部通过四根钢缆和所述下平衡梁相连，所述上平衡梁两端上部通过吊环分别与两个吊钩相连，每个所述吊钩由所述起吊索经可伸缩吊臂上的若干滑轮连接到所述起吊绞车。

[0010] 进一步地，还包括两个中间设置有转动关节的V型吊索撑杆，所述吊索撑杆两端通过设有铰轴的转动关节活动连接在可伸缩吊臂两端的内侧面，所述吊索撑杆的每个转动关节上都安装有滑轮供所述起吊索依次通过，所述吊索撑杆在垂直面上随可伸缩吊臂的伸缩而开合，使可伸缩吊臂的伸缩运动与起吊系统解耦，在起吊系统不动作的情况下，可伸缩吊臂的水平伸缩运动并不会影响到风机垂直方向的高度变化。

[0011] 进一步地，所述船体采用双体船型结构，利于增加船舶的耐波性和稳性，所述吊架平台横跨地升高安装在双体船型结构靠近船体艏部位置。

[0012] 本发明相对于现有技术而言具有以下优点：

(1) 本发明在吊架上部设置有吊点运动补偿系统,通过控制所述可伸缩吊臂的上下、左右转动及前后伸缩运动来实现上部吊点的前后、左右、上下运动补偿,从而大大降低风浪因素对吊点的扰动,使上部吊点保持相对稳定状态。

[0013] (2) 本发明在风机立柱底部设置有风机定位系统,通过控制四根所述定位牵索的收放来带动风机底部产生水平面的移动和绕垂直轴的转动,从而增加了风机底部的可控性,大大减少了传统吊装船上风机的“单摆运动”,并以此来实现风机底部和风机基础的准确定位与对中。

[0014] (3) 本发明通过设置上部吊点运动补偿系统和下部风机定位系统,使风机上下部位置都能得到控制,并在两个系统的联合作用下,可使风机产生六个自由度的运动,从而大大增加了风机的可控性和灵活性。

[0015] (4) 本发明在吊架上设置有起吊载荷动态匹配系统,通过实时控制所述主承载液压缸的伸缩来实现所述主承载钢缆的拉力与起吊载荷的动态匹配,并能智能地识别所述垂向补偿液压缸的动作,通过调整自身的拉力来配合垂向补偿液压缸的步调,大大增加了所述垂向补偿液压缸的响应速度,使风机在垂直方向的升沉补偿响应迅速,从而使风机和基础的垂向抨击这一最关键的问题得到最大的限制。

[0016] (5) 本发明通过设置 V 型吊索撑杆机构,使可伸缩吊臂的伸缩运动与起吊系统解耦,在起吊系统不动作的情况下,可伸缩吊臂的水平伸缩运动并不会影响到风机垂直方向的高度变化。

附图说明

[0017] 图 1 为本发明实施例的主视示意图。

[0018] 图 2 为本发明实施例的左视示意图。

[0019] 图 3 为本发明实施例的俯视示意图。

[0020] 图 4 为本发明实施例的轴测示意图。

[0021] 图 5 为本发明实施例吊架单边内侧部件安装示意图。

[0022] 图 6 为本发明实施例上部吊点运动补偿系统主要部件结构示意图。

[0023] 图 7 为本发明实施例下部风机定位对中系统水平布置示意图。

[0024] 图中所示为:1-吊架;2-可伸缩吊臂;3-水平补偿液压缸;4-垂向补偿液压缸;5-主承载钢缆;6-主承载弹簧;7-主承载液压缸;8-滑轮;9-下平衡梁;10-弹簧缓冲器;11-定位牵索;12-定位绞车;13-风机;14-上平衡梁;15-吊钩;16-起吊索;17-吊索撑杆;18-起吊绞车;19-球铰链;20-立柱;21-上横梁;22-吊架平台;23-钢缆;24-船体。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图和具体实施例对本发明的发明目的作进一步详细描述,实施例不能在此一一赘述,但本发明的实施方式并不因此限定于以下实施例。

[0026] 如图 1 至图 4 所示,一种多自由度补偿的海上风机整体吊装装置,包括船体 24,靠近船体 24 艏部位置升高安装有吊架平台 22,所述吊架平台 22 上方安装有吊架 1,所述船体 24 采用双体船型结构,所述吊架平台 22 横跨地升高安装在双体船型结构靠近船体艏部位置,还包括上部吊点运动补偿系统、起吊载荷动态匹配系统、下部风机定位对中系统、起吊

系统，

所述上部吊点运动补偿系统活动安装在所述船体的吊架 1 上段朝向船尾的一侧，包括一端通过万向铰链活动连接吊架 1 的可伸缩吊臂 2、驱动可伸缩吊臂 2 自由端绕万向铰链上下左右摆动的液压驱动装置；

所述起吊载荷动态匹配系统一端连接可伸缩吊臂 2 中部，另一端绕过设置在吊架 1 顶端的滑轮机构后固定在吊架平台 22 上，用以动态地平衡可伸缩吊臂 2 自由端的受力；

所述下部风机定位系统包括用于夹固风机立柱底部的下平衡梁 9、固定在在船体 24 上且通过定位牵索 11 连接下平衡梁 9 底部四角的四台定位绞车 12；

所述起吊系统包括通过锁扣装置夹固风机立柱的上平衡梁 14 和固定在吊架平台 22 上的起吊绞车 18，缠在起吊绞车 18 上的起吊索 16 自由端绕过设置在可伸缩吊臂 2 上的滑轮机构后连接上平衡梁 14 两端，所述上平衡梁 14 的底部通过钢缆 23 连接下平衡梁 9。

[0027] 具体地，如图 4 至图 6 所示，所述上部吊点运动补偿系统包括两个可伸缩吊臂 2，两个可伸缩吊臂 2 分别通过球铰链 19 左右对称地安装在所述船体的吊架 1 的左右立柱 20 上，通过控制所述可伸缩吊臂 2 的伸缩运动来实现吊点沿船舶纵向方向的运动补偿，所述液压驱动装置包括两个水平补偿液压缸 3 和两个垂向补偿液压缸 4，所述水平补偿液压缸 3 和所述可伸缩吊臂 2 布置在同一水平面上，两个水平补偿液压缸 3 的一端分别通过球铰链 19 与吊架 1 的上横梁 21 中部相连接，另一端分别与两个可伸缩吊臂 2 内侧面铰接，通过控制水平补偿液压缸的伸缩运动来带动可伸缩吊臂做水平方向的转动，实现吊点沿船舶横向方向的运动补偿，所述垂向补偿液压缸 4 安装在所述可伸缩吊臂 2 的正下方，两个垂向补偿液压缸 4 的一端分别通过球铰链与船体吊架 1 的左右立柱 20 相连，另一端分别与两个可伸缩吊臂 2 下侧面铰接，通过所述垂向补偿液压缸的伸缩运动来驱动可伸缩吊臂垂直方向转动，以此实现吊点垂直方向的运动补偿。总体说来，所述吊点运动补偿系统通过控制所述可伸缩吊臂 2 的上下、左右转动及前后伸缩运动来实现上部吊点的前后、左右、上下运动补偿，从而降低风浪因素对吊点的扰动，使上部吊点始终保持相对稳定状态。

[0028] 具体地，如图 5 所示，所述起吊载荷动态匹配系统包括两根主承载钢缆 5、两根主承载弹簧 6、两个主承载液压缸 7 和两个滑轮 8，所述主承载钢缆 5 一端与所述可伸缩吊臂 2 的中上部连接，另一端绕过吊架 1 的左右立柱 20 顶部的滑轮 8 后，通过所述主承载弹簧 6 和所述主承载液压缸 7 相连，所述主承载液压缸 7 再通过球铰链 19 与吊架平台 22 相连，通过实时控制所述主承载液压缸 7 的伸缩来实现所述主承载钢缆 5 的拉力与起吊载荷的动态匹配，从而最大限度降低所述垂向补偿液压缸 4 的受力，因此大大提高了垂向补偿液压缸 4 的响应速度，使风机在垂直方向的升沉补偿响应迅速，从而使风机和基础的垂向抨击这一关键问题得到最大的限制。

[0029] 本实施例中，通过实时检测垂向补偿液压缸 4 的受力作为主承载液压缸 7 的反馈控制信号。其工作原理是：当垂向补偿液压缸 4 受压时，主承载液压缸 7 往回缩并拉伸主承载弹簧 6，使主承载钢缆 5 增加拉力，以此来分担垂向补偿液压缸 4 的承载力，使其所受压力变小；当垂向补偿液压缸 4 受拉时，主承载液压缸 7 往前伸长，减少主承载弹簧 6 的拉伸量，并使主承载钢缆 5 的拉力变小，以此来释放垂向补偿液压缸 4 的拉力，使其所受拉力变小。换种说法就是，当所述垂向补偿液压缸 4 往上顶使所述可伸缩吊臂 2 向上转动时，所述起吊载荷动态匹配系统能检测到所述垂向补偿液压缸 4 的压应力，马上协助所述垂向补偿

液压缸 4 一起往上拉,使所述可伸缩吊臂 2 向上转动;当所述垂向补偿液压缸 4 往下拉使所述可伸缩吊臂 2 向下转动时,所述起吊载荷动态匹配系统检测到所述垂向补偿液压缸 4 的拉应力,马上减少自身的拉力以配合所述垂向补偿液压缸 4,使所述可伸缩吊臂 2 迅速向下转动,因此两种情况都大大增加了所述垂向补偿液压缸 4 的响应速度。

[0030] 具体地,如图 7 所示,所述下平衡梁 9 中部通过夹紧装置锁死风机立柱底部,两端则依次通过四个所述弹簧缓冲器 10、两对呈八字布置的所述定位牵索 11 绕过滑轮 8 后连接到四台所述定位绞车 12 上,通过控制四根所述定位牵索 11 的收放来带动风机底部产生水平面的移动和绕垂直轴的转动,从而增加了风机底部的可控性,大大减少了传统吊装船上风机的“单摆运动”,并以此来实现风机底部和风机基础的准确定位与对中。

[0031] 本实施例中,通过收紧其中两根对角线上的所述定位牵索 11,可使风机绕垂直轴做某个方向的转动,而收紧另外两根对角线上的所述定位牵索 11,则可产生相反方向的转动;需要平移时,则通过收紧相邻两根所述定位牵索 11 来实现。

[0032] 总之,本实施例通过设置上部吊点运动补偿系统和下部风机定位系统,使风机 13 上下部位置都能得到控制,并在两个系统的联合作用下,可使风机 13 产生六个自由度的运动,从而大大增加了风机的可控性和灵活性。

[0033] 具体地,如图 4、图 5 所示,所述上平衡梁 14 中部通过锁扣装置扶稳风机立柱,所述上平衡梁 14 两端下部通过四根钢缆 23 和所述下平衡梁 9 相连,所述上平衡梁 14 两端上部通过吊环分别与两个吊钩 15 相连,每个所述吊钩 15 由所述起吊索 16 经可伸缩吊臂 2 上的若干滑轮 8 连接到所述起吊绞车 18。

[0034] 另外,还包括两个中间设置有转动关节的 V 型吊索撑杆 17,所述吊索撑杆 17 两端通过设有较轴的转动关节活动连接在可伸缩吊臂 2 两端的内侧面,所述吊索撑杆 17 的每个转动关节上都安装有滑轮 8 供所述起吊索 16 依次通过,所述吊索撑杆 17 在垂直面上随可伸缩吊臂的伸缩而开合,使可伸缩吊臂 2 的伸缩运动与起吊系统解耦,在起吊系统不动作的情况下,可伸缩吊臂 2 的水平伸缩运动并不会影响到风机垂直方向的高度变化。

[0035] 本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

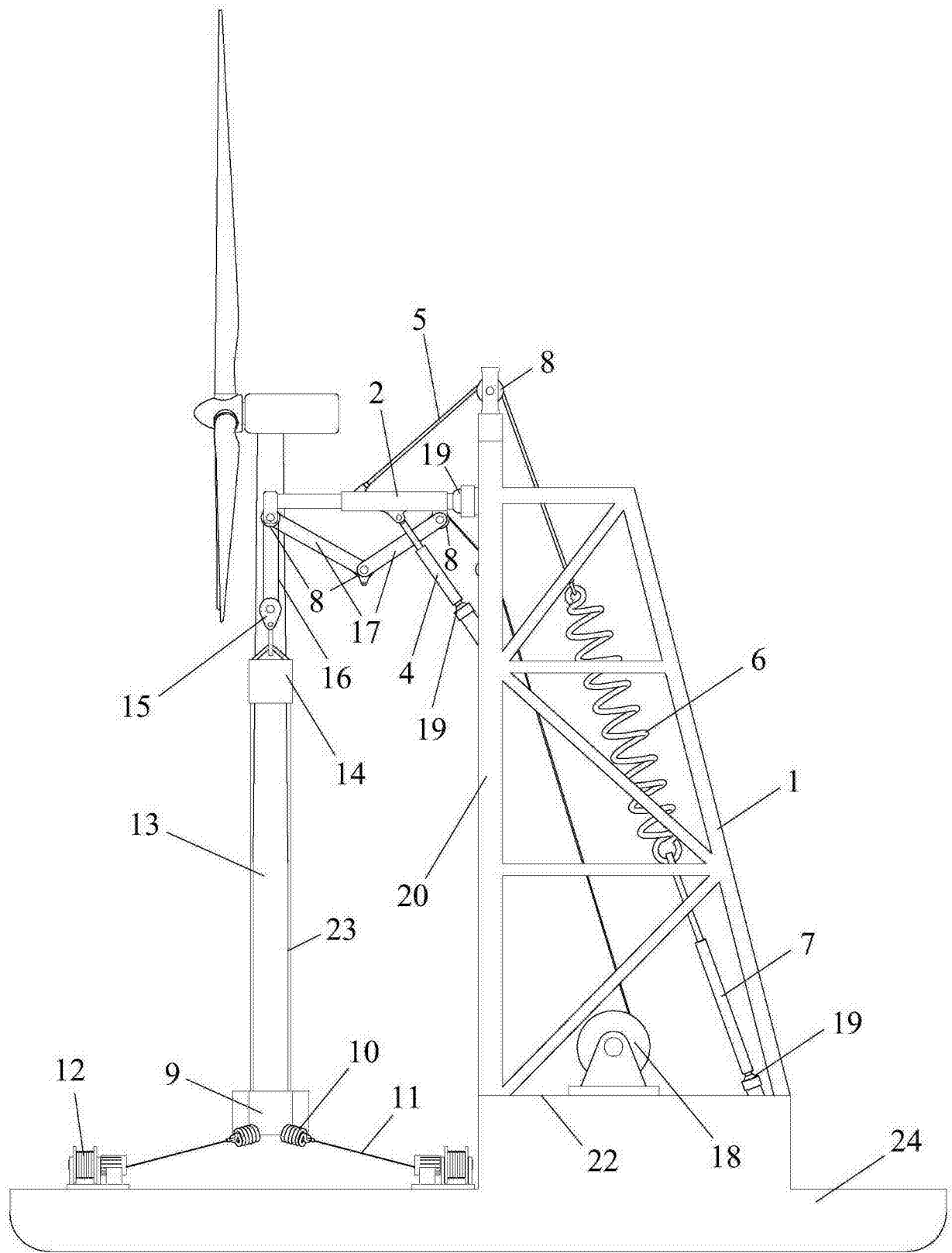


图 1

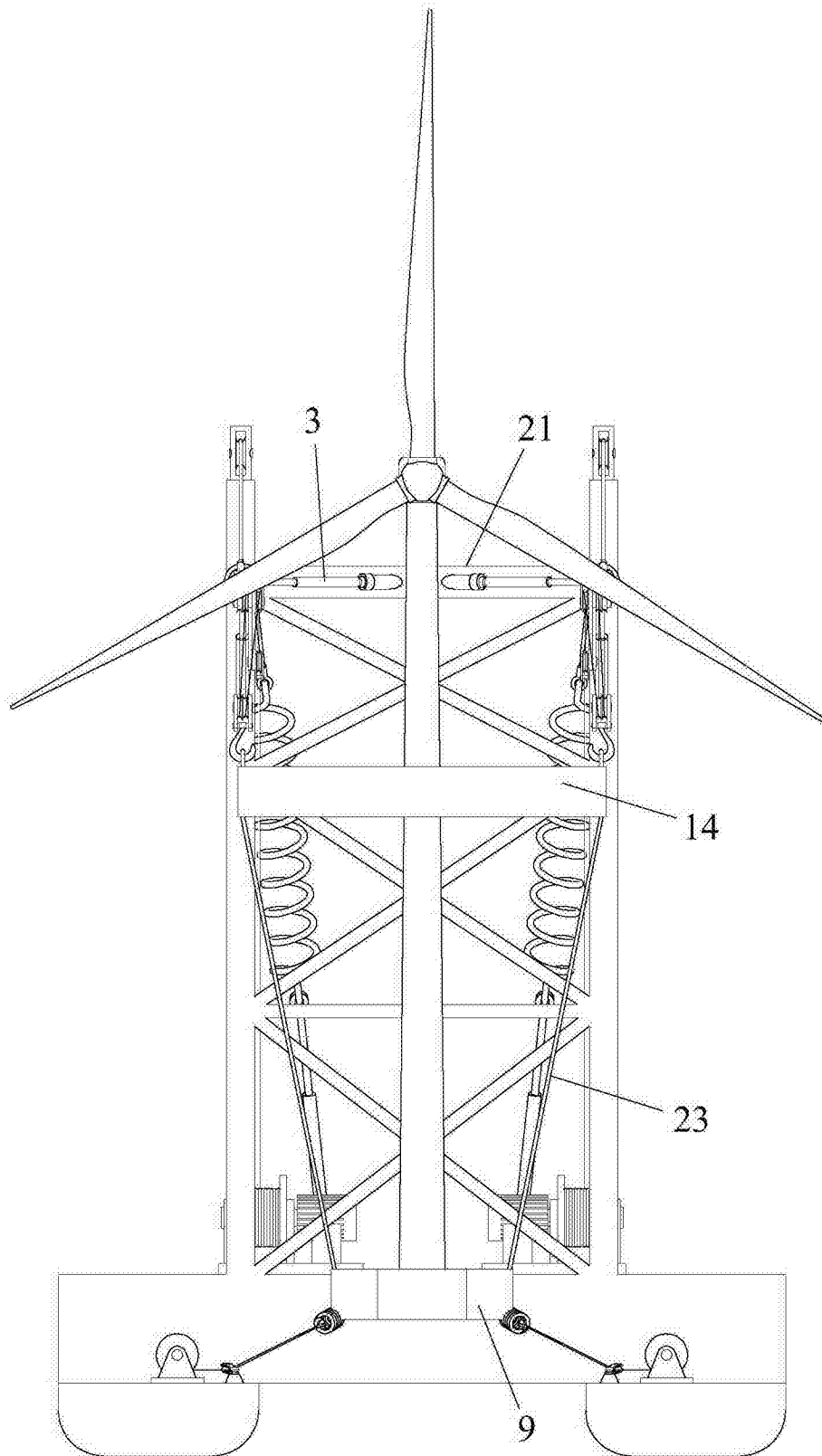


图 2

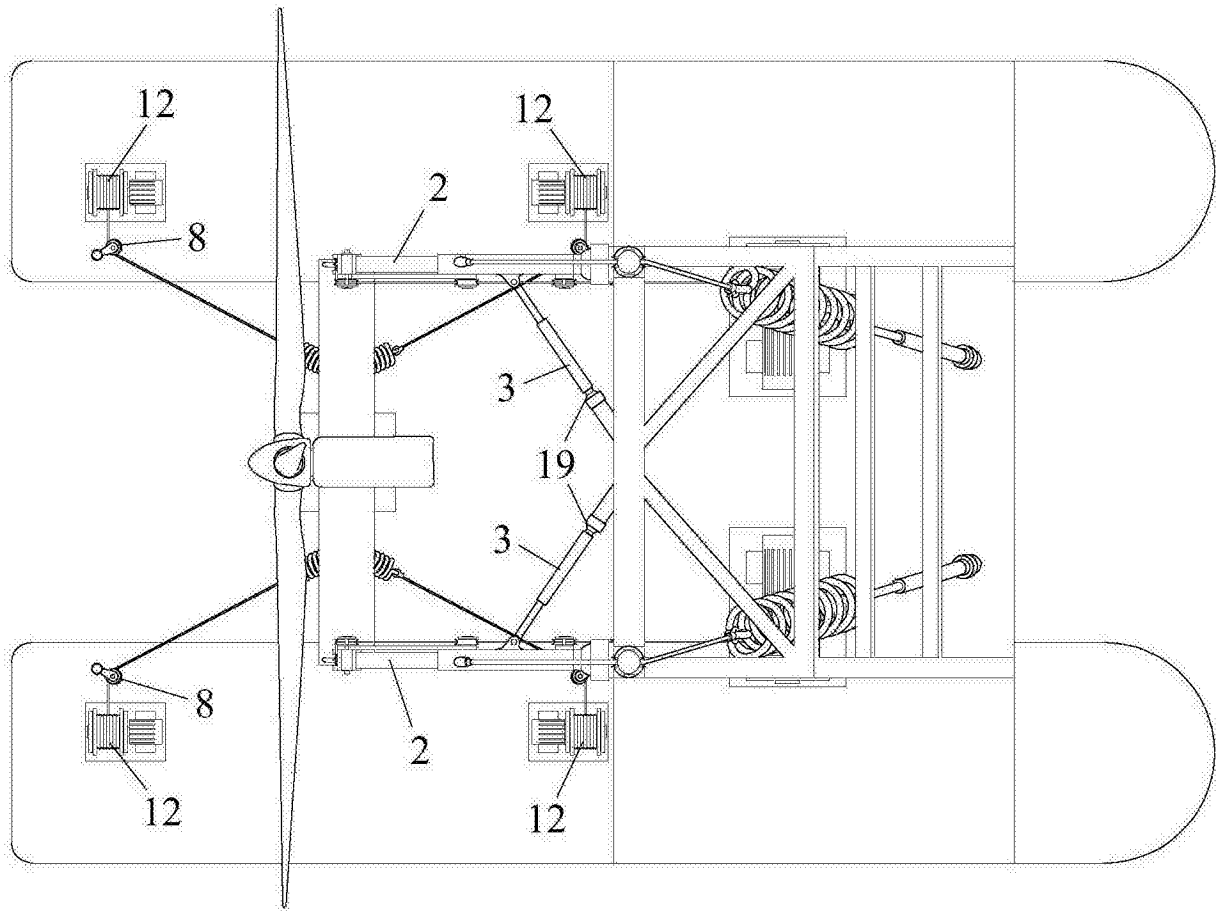


图 3

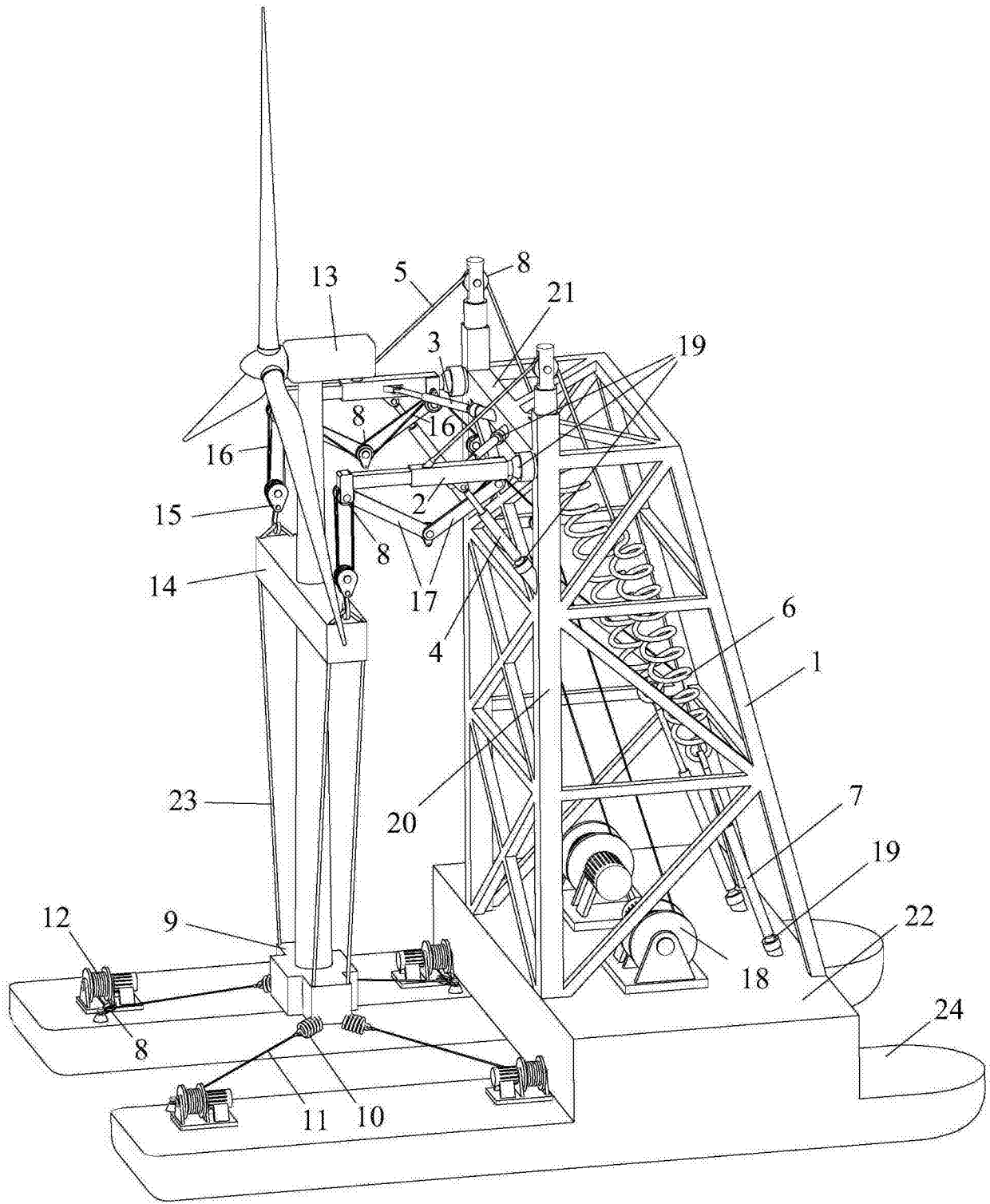


图 4

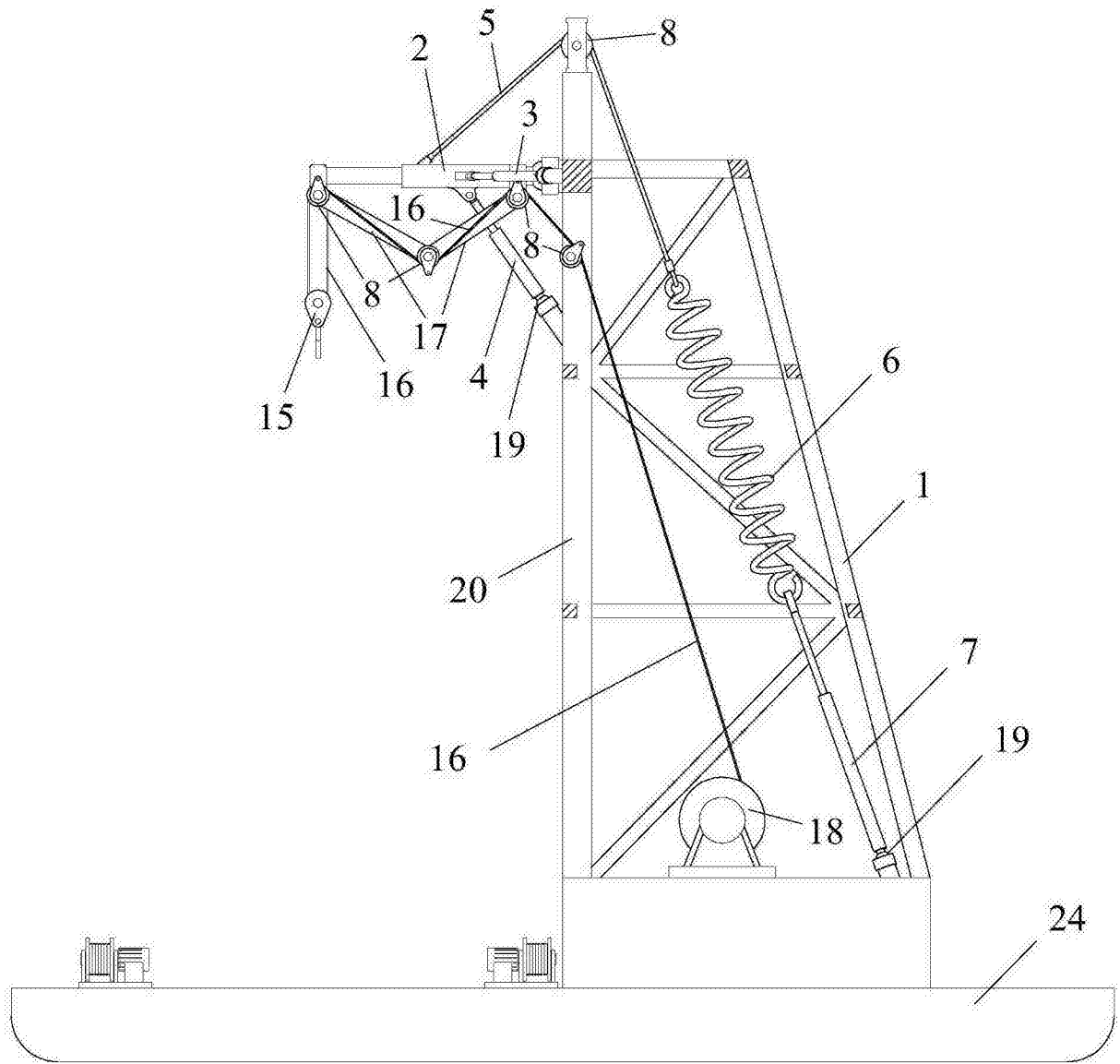


图 5

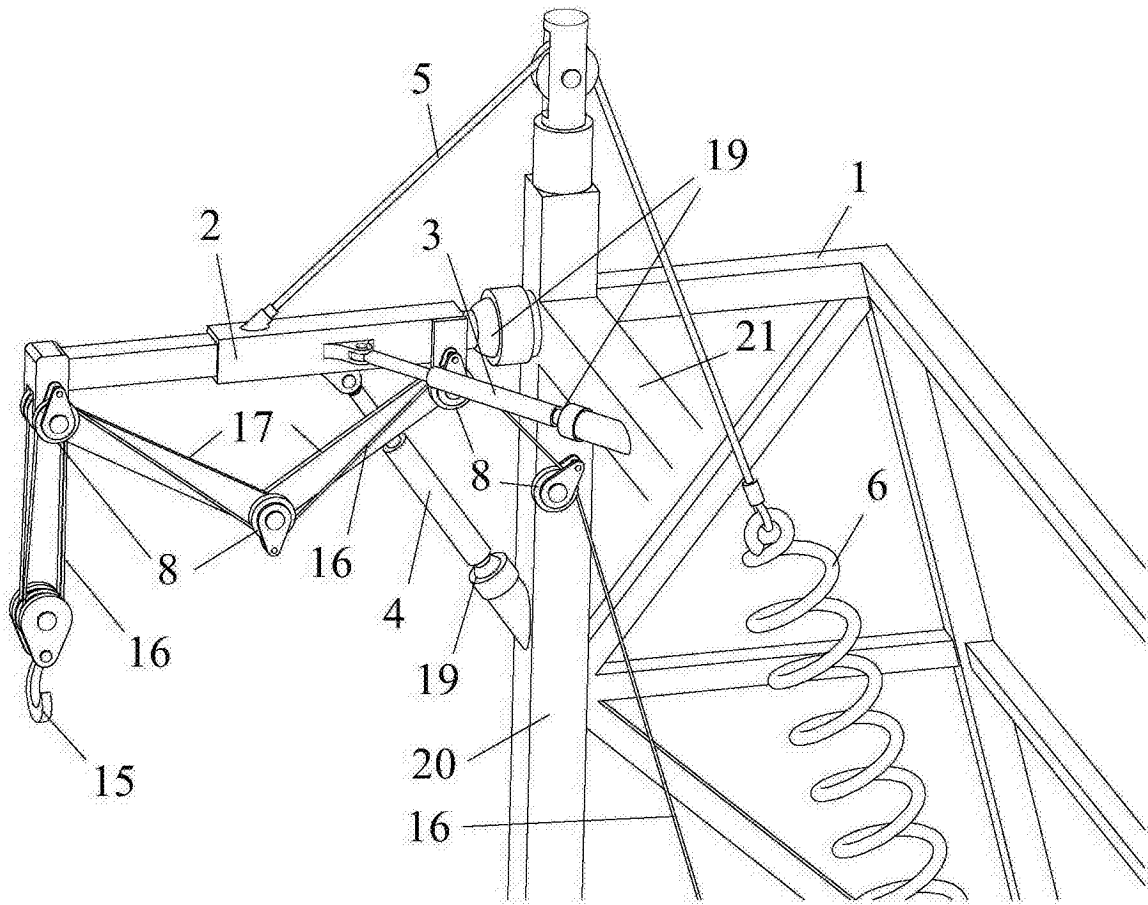


图 6

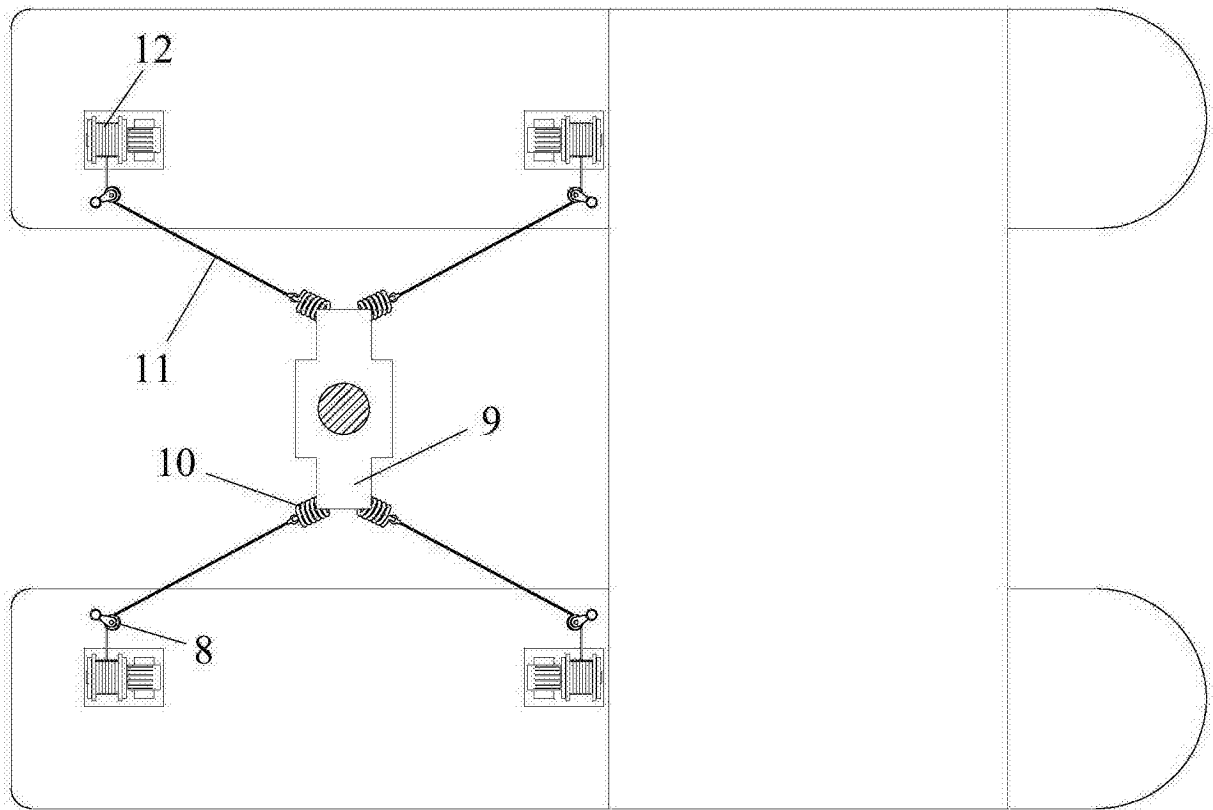


图 7