



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102777335 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 14

(21) 申请号 201210256502. 1

(22) 申请日 2012. 07. 23

(71) 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 高峰 马春翔 王志波 郑茂琦

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 郭国中

(51) Int. Cl.

F03D 11/04 (2006. 01)

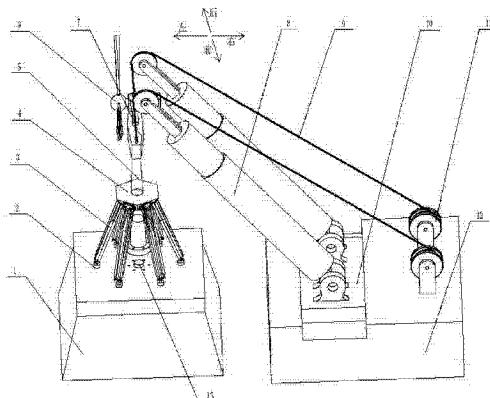
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置，包括大型起重船、精定位缓冲系统、固定机构和塔基平台。起重船漂浮在海面上，起重船升降系统与起重船的平移系统转动连接，起重船通过钢丝绳来控制风机位置。精定位缓冲系统的每个六维智能机械腿上端铰接平板与固定桁架固定连接，固定平板下端与圆柱销铰接，圆柱销与小圆柱固定连接。小圆柱与定位圆柱 1 同心。本发明采用六个并联的六维智能机械腿来实现风机塔筒的定位，并且采用视频传感器来控制风机塔筒的位置，从而实现了在起重船配合下，风机塔筒的快速、准确安装，避免了安装过程中的碰撞，大大节省了时间和安装成本。



1. 一种基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置，其特征在于，包括塔基平台、精定位缓冲系统、固定机构及风机机构，其中，所述精定位缓冲系统通过固定机构连接在塔基平台上，所述风机机构通过固定机构与精定位缓冲系统相连接；

所述精定位缓冲系统包括：六个并联的六维智能机械腿，所述任一六维智能机械腿均包括三个液压缸，所述任一六维智能机械腿的上端均通过固定机构与风机系统铰接，所述任一六维智能机械腿的下端均通过固定机构与塔基平台相连接。

2. 根据权利要求 1 所述的基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置，其特征在于，所述三个液压缸包括第一液压缸、第二液压缸和第三液压缸，其中，第一液压缸采用 SPU 组合形式，第二液压缸和第三液压缸采用 SPS 组合形式；所述 S 为球铰；所述 P 为移动副；所述 U 为虎克铰。

3. 根据权利要求 2 所述的基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置，其特征在于，所述任一六维智能机械腿设有上端平板和下端平板；所述下端平板上设有圆柱销，其中，所述三个液压缸上端与上端平板的连接为虎克铰连接，所述第一个液压缸下端与下端平板固定连接，下端平板与圆柱销铰接，所述第二个液压缸和第三个液压缸下端分别与下端平板球铰连接。

4. 根据权利要求 1 所述的基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置，其特征在于，所述固定机构包括：6 个小圆柱、固定桁架及定位圆柱，所述定位圆柱固定安装在塔基平台上并设置在固定机构的中心处，所述 6 个小圆柱均布在与定位圆柱同心的圆上，所述六维智能机械腿下端平板上的圆柱销通过小圆柱与塔基平台相连接，所述六维智能机械腿顶部的固定平板通过固定桁架与风机系统相连接。

5. 根据权利要求 1 所述的基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置，其特征在于，所述风机机构包括风机塔筒、风机扇叶和平衡梁，所述风机扇叶转动安装在风机塔筒的顶部，所述平衡梁夹紧在风机塔筒上风机扇叶的下方，所述风机塔筒通过固定机构的固定桁架与六维智能机械腿相连接。

6. 根据权利要求 5 所述的基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置，其特征在于，所述平衡梁垂直方向焊接有六个斜截面，所述六个并联的六维智能机械腿分别与平衡梁的六个斜截面螺栓连接。

7. 根据权利要求 5 所述的基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置，其特征在于，所述风机塔筒底端设有底部法兰，所述底部法兰底面上设有有定位孔，所述定位孔与固定机构中心处的定位圆柱相适配，所述底部法兰上有六个螺栓孔，其中，两个相隔 180° 的法兰螺栓孔上装有传感器，所述定位孔中心处设有定位孔视频传感器灯筒，所述定位圆柱顶部中心处设有定位孔视频传感器摄像头，所述塔基平台的法兰螺栓孔上安装有法兰螺栓孔视频传感器摄像头，相对应的法兰螺栓孔视频传感器灯筒安装在相对应的风机塔筒的法兰螺栓孔上。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置，其特征在于，还包括起重船机构，所述风机机构与起重船机构相连接。

9. 根据权利要求 8 所述的基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置，其特征在于，所述起重船机构包括：起重船、平移系统及升降系统，其中，升降系统与平移系统转动连接，平移系统固定在起重船上，所述升降系统通过钢丝绳与风机机构的平衡梁相连接。

基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种海上风力发电机组整体安装工程技术,具体是一种基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置。

背景技术

[0002] 海上大功率风力发电装置包括风力发电机和海上基础平台两大部分。海上风力发电机组由大型起重船整体起吊并运至海中风机基础平台上,然后将风机塔架的下端和海上基础平台平稳地定位和对接,最后将两部分紧固以完成设置。但是在接近基础平台的过程中,由于风机自重达数百吨,在海浪的颠簸和海风的作用下,风机塔筒与基础平台连接时不仅会造成法兰螺栓孔难以迅速找正和对齐,还会影响风机塔筒定位孔的定位,这就影响到风机在基础平台上的快速固定安装,可能还会引起风机和基础平台之间的剧烈冲击和碰撞,从而损坏造价昂贵的风机,影响到整个风电场的建设。

[0003] 经过对现有技术的检索发现,一种海上风力发电机组整体安装自动定位对中装置(中国申请号 200920157232.2)存在以下不足:1. 该自动精定位对中装置切向和径向定位以及垂直缓冲通过3个不同的机构来实现的,导致机构繁杂,大大提高了生产成本。2. 风机塔筒与基础平台对中时,在海浪的颠簸和海风的作用下,法兰螺栓孔对中时发生扭转,而该专利的切向定位装置不能实现大角度的扭转,且存在工作死角。3. 上部吊架机构尺寸较大,需要提前套在风机底部,起重船吊起风机塔筒时需要同时吊起上部吊架机构,对运输带来困难。

发明内容

[0004] 本发明针对现有技术中存在的上述不足,提供了一种基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置。

[0005] 本发明是通过以下技术方案实现的。

[0006] 一种基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置,包括塔基平台、精定位缓冲系统、固定机构及风机机构,其中,所述精定位缓冲系统通过固定机构连接在塔基平台上,所述风机机构通过固定机构与精定位缓冲系统相连接;

[0007] 所述精定位缓冲系统包括:六个并联的六维智能机械腿,所述任一六维智能机械腿均包括三个液压缸,所述任一六维智能机械腿的上端均通过固定机构与风机系统铰接,所述任一六维智能机械腿的下端均通过固定机构与塔基平台相连接。

[0008] 所述三个液压缸包括第一液压缸、第二液压缸和第三液压缸,其中,第一液压缸采用SPU组合形式,第二液压缸和第三液压缸采用SPS组合形式;所述S为球铰;所述P为移动副,即液压缸的拉伸运动;所述U为虎克铰。

[0009] 所述任一六维智能机械腿设有上端平板和下端平板;所述下端平板上设有圆柱销,其中,所述三个液压缸上端与上端平板的连接为虎克铰连接,所述第一个液压缸下端与下端平板固定连接,下端平板与圆柱销铰接,所述第二个液压缸和第三个液压缸下端分别

与下端平板球铰连接。

[0010] 所述固定机构包括：6 个小圆柱、固定桁架及定位圆柱，所述定位圆柱固定安装在塔基平台上并设置在固定机构的中心处，所述 6 个小圆柱均布在与定位圆柱同心的圆上，所述六维智能机械腿下端平板上的圆柱销通过小圆柱与塔基平台相连接，所述六维智能机械腿顶部的固定平板通过固定桁架与风机系统相连接。

[0011] 所述风机机构包括风机塔筒、风机扇叶和平衡梁，所述风机扇叶转动安装在风机塔筒的顶部，所述平衡梁夹紧在风机塔筒上风机扇叶的下方，所述风机塔筒通过固定机构的固定桁架与六维智能机械腿相连接。

[0012] 所述平衡梁垂直方向焊接有六个斜截面，所述六个并联的六维智能机械腿分别与平衡梁的六个斜截面螺栓连接。

[0013] 所述风机塔筒底端设有底部法兰，所述底部法兰底面上设有有定位孔，所述定位孔与固定机构中心处的定位圆柱相适配，所述底部法兰上有六个螺栓孔，其中，两个相隔 180° 的法兰螺栓孔上装有传感器，所述定位孔中心处设有定位孔视频传感器灯筒，所述定位圆柱顶部中心处设有定位孔视频传感器摄像头，所述塔基平台的法兰螺栓孔上安装有法兰螺栓孔视频传感器摄像头，相对应的法兰螺栓孔视频传感器灯筒安装在相对应的风机塔筒的法兰螺栓孔上。

[0014] 所述基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置还包括起重船机构，所述风机机构与起重船机构相连接。

[0015] 所述起重船机构包括：起重船、平移系统及升降系统，其中，升降系统与平移系统转动连接，平移系统固定在起重船上，所述升降系统与风机机构相连接。

[0016] 本发明的六维智能机械腿采用 SPU、SPS 和 SPS 三条支链实现六维运动，能够智能控制机械腿的输入；本发明的精定位缓冲系统采用六个并联的六维智能机械腿来实现风机塔筒安装时的迅速定位和安装；六个并联的六维智能机械腿具有高刚度、高速度、承载能力强、误差小、精度高、动力性能好、控制容易等一系列优点。六个并联的六维智能机械腿可以实现风机塔筒正偏差和负偏差的矫正，通过传感器的反馈作用能够实现自动定位。每个六维智能机械腿工作时可以提供较大的扭矩，并且能够精确控制风机的运动，使风机塔筒法兰上的螺栓孔筒塔基平台上的螺栓孔迅速找正。在矫正角度偏差时，六个并联的六维智能机械腿同时工作时没有工作的死角。六个并联的六维智能机械腿在风机塔筒下降时能够起到缓冲的作用，减小风机塔筒同塔基平台的碰撞冲击；本发明采用两个视频传感器，分别安装在塔基平台的定位柱中心和塔基平台上的法兰螺纹孔上。六个六维并联机械腿通过这两个视频传感器可以自动控制风机发电机组的安装对中。

附图说明

[0017] 图 1 为本发明整体示意图；

[0018] 图 2 为本发明精定位缓冲系统的结构示意图；

[0019] 图 3 为本发明第一六维智能机械腿的结构示意图；

[0020] 图 4 为本发明定位系统的结构示意图；

[0021] 图中：1 为塔基平台、2 为小圆柱、3 为精定位缓冲系统、4 为固定桁架、5 为风机塔筒、6 为风机扇叶、7 为平衡梁、8 为升降系统、9 为钢丝绳、10 为平移系统、11 为钢丝绳盘轮、

12为起重船、13为定位圆柱、14为第一六维智能机械腿、15为第二六维智能机械腿、16为第三六维智能机械腿、17为底部法兰、18为第四六维智能机械腿、19为第五六维智能机械腿、20为第六六维智能机械腿、21为上端平板、22为下端平板、23为第一液压缸、24为第二液压缸、25为第三液压缸、26为法兰螺栓孔视频传感器摄像头、27为法兰螺栓孔视频传感器灯筒、28为定位孔视频传感器灯筒、29为定位孔、30为定位孔视频传感器摄像头、31为圆柱销。

具体实施方式

[0022] 下面对本发明的实施例作详细说明：本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施，给出了详细的实施方式和具体的操作过程，但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0023] 本实施例包括：塔基平台1、精定位缓冲系统3、固定机构及风机机构，其中，精定位缓冲系统3通过固定机构连接在塔基平台1上，风机机构通过固定机构与精定位缓冲系统3相连接；精定位缓冲系统3包括：六个并联的六维智能机械腿，任一六维智能机械腿均包括三个液压缸，任一六维智能机械腿的上端均通过固定机构与风机系统铰接，任一六维智能机械腿的下端均通过固定机构与塔基平台相连接。

[0024] 三个液压缸包括第一液压缸、第二液压缸和第三液压缸，其中，第一液压缸采用SPU组合形式，第二液压缸和第三液压缸采用SPS组合形式；S为球铰；P为移动副，即液压缸的拉伸运动；U为虎克铰；任一六维智能机械腿设有上端平板21和下端平板22；下端平板22上设有圆柱销31，其中，三个液压缸上端与上端平板21的连接为虎克铰连接，第一个液压缸下端与下端平板22固定连接，下端平板22与圆柱销31铰接，第二个液压缸和第三个液压缸下端分别与下端平板22球铰连接。

[0025] 固定机构包括：6个小圆柱2、固定桁架4及定位圆柱13，定位圆柱13固定安装在塔基平台1上并设置在固定机构的中心处，6个小圆柱2均布在与定位圆柱13同心的圆上，六维智能机械腿下端平板上的圆柱销31通过小圆柱2与塔基平台1相连接，六维智能机械腿顶部的固定平板通过固定桁架4与风机系统相连接。

[0026] 风机机构包括风机塔筒5、风机扇叶6和平衡梁7，风机扇叶6转动安装在风机塔筒5的顶部，平衡梁7夹紧在风机塔筒5上风机扇叶6的下方，风机塔筒5通过固定机构的固定桁架4与六维智能机械腿相连接。

[0027] 平衡梁7垂直方向焊接有六个斜截面，六个并联的六维智能机械腿分别与平衡梁7的六个斜截面螺栓连接。

[0028] 风机塔筒5底端设有底部法兰17，底部法兰17底面上设有有定位孔29，定位孔29与固定机构中心处的定位圆柱13相适配，底部法兰17上有六个螺栓孔，其中，两个相隔180°的法兰螺栓孔上装有传感器，定位孔29中心处设有定位孔视频传感器灯筒28，定位圆柱13顶部中心处设有定位孔视频传感器摄像头30，塔基平台1的法兰螺栓孔上安装有法兰螺栓孔视频传感器摄像头26，相对应的法兰螺栓孔视频传感器灯筒27安装在相对应的风机塔筒5的法兰螺栓孔上。

[0029] 基于六维智能机械腿的海上风力发电机组的安装装置还包括起重船机构，风机机构与起重船机构相连接。

[0030] 起重船机构包括：起重船 12、平移系统 10 及升降系统 8，其中，升降系统 8 与平移系统 10 转动连接，平移系统 10 固定在起重船 12 上，升降系统 8 与风机机构通过钢丝绳 9 相连接。

[0031] 具体为：

[0032] 如图 1 所示，起重船漂浮在海面上，起重船的平移系统 10 与起重船 12 固定连接，起重船的升降系统 8 与平移系统 10 转动连接，钢丝绳盘轮 9 与起重船 12 上的支架销钉连接，钢丝绳 9 缠绕在钢丝绳盘轮 11 上，通过起重船升降系统 8 上方的转轮固结到平衡梁 7 上。风机上的风机扇叶 6 与风机塔筒 7 转动连接，平衡梁 7 与风机塔筒 5 固定连接。精定位缓冲系统 5 的每个六维智能机械腿上端铰接平板与固定桁架 4 固定连接，下端与圆柱销 31 铰接，圆柱销 31 与小圆柱固定连接。小圆柱与定位圆柱 13 同心。

[0033] 如图 1、图 2 所示，精定位缓冲系统 3 包括第一六维智能机械腿 14、第二六维智能机械腿 15、第三六维智能机械腿 16、第四六维智能机械腿 18、第五六维智能机械腿 19 和第六六维智能机械腿 20。风机塔筒 5 最底端为风机塔筒底部法兰 17。

[0034] 如图 3、图 2 所示，六维智能机械腿包括 SPS、SPS 和 SPU 三条液压缸支链。固定平板 22 与小圆柱 2 铰接，铰接平板 21 与固定桁架 4 固定连接。第一液压缸 23 与铰接平板 21 虎克铰连接，与固定平板 22 固定连接；第二液压缸 24 与铰接平板 21 虎克铰连接，与固定平板 22 球铰连接；第三液压缸 25 与铰接平板 21 虎克铰连接，与固定平板 22 球铰连接。固定平板 22 与圆柱销 31 铰接。

[0035] 如图 4 所示，法兰螺栓孔视频传感器摄像头 26 安装在塔基平台的法兰螺栓孔上，相对应的法兰螺栓孔视频传感器灯筒 27 安装在相对应的风机塔筒的法兰螺栓孔上。定位孔视频传感器灯筒 28 安装在风机塔筒的定位孔 29 中，定位孔视频传感器摄像头 30 安装在塔基平台 1 上的定位圆柱 13 上。

[0036] 本实施例的工作原理如下：起重船 12 通过钢丝绳 9 连接在固定在风机塔筒 5 的平衡梁上 7 上，起重船 12 通过平移系统 10、起重船升降系统 8 和钢丝绳 9 控制风机塔筒 5 的前后、左右、升降运动。起重船 12 把风机塔筒 5 运载到塔基平台 1 上方合适的位置，则将六个并联的六维智能机械腿的固定桁架 4 固定在风机塔筒 5 上，每个六维智能机械腿的下端固定平板 22 铰接在小圆柱上 2。每个六维智能机械腿的上端铰接平板 21 固定在固定桁架 4 上。每个六维智能机械腿的第一液压缸 23、第二液压缸 24 和第三液压缸 25 的输入控制智能机械腿的运动，在安装过程中，通过法兰螺栓孔视频传感器摄像头 26 和法兰螺栓孔视频传感器灯筒 27 及一定位孔视频传感器灯筒 28 和定位孔视频传感器摄像头 30 的反馈来控制每个六维智能机械腿的输入，从而使风机塔筒 5 在第一六维智能机械腿 14、第二六维智能机械腿 15、第三六维智能机械腿 16、第四六维智能机械腿 18、第五六维智能机械腿 19 和第六六维智能机械腿 20 带动下实现风机塔筒 5 的小幅度的上升下降、左右和前后的偏移，以及小角度的扭转，从而实现风机塔筒 5 的定位孔 30 位置的找正和风机塔筒 7 下部法兰螺栓孔的对正，同时实现风机塔筒下降时的缓冲。

[0037] 本实施例的安装过程包括以下三个步骤：

[0038] 第一步，风机装载和运输：将风机在码头前沿陆上组装完毕，然后大型起重船将风机吊到塔基平台上方，起重船的升降系统控制风机的前后运动，而起重船的平移系统控制风机的左右运动。升降系统和平移系统控制风机的位置，起重船将风机运载到塔基平台上

方位位置。

[0039] 第二步,精定位缓冲系统的安装:风机在起重船的作用下,运送到塔基平台上方,然后其他起重机将六个六维只能机械腿运输到塔基平台上。先将固定桁架固定在风机塔筒上,然后将每个六维智能机械腿上端铰接平板固定在固定桁架上,下端圆柱销与小圆柱固定连接。完成精定位缓冲系统同风机塔筒和塔基平台的连接。

[0040] 第三步,风机安装:大型起重船的升降系统、平移系统控制风机的前后、左右和升降运动。同时塔基平台的定位柱和一个螺栓孔安装有视频传感器,而视频传感器的等同安装在风机塔筒底部定位孔中心和法兰一个螺纹孔上,精定位缓冲系统通过传感器的亏反作用控制六个并联六维智能机械腿的输入来自动控制风机的定位。同时减小了风机下降时,风机底部同塔基平台的碰撞冲击。

[0041] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是,本发明并不局限于上述特定实施方式,本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改,这并不影响本发明的实质内容。

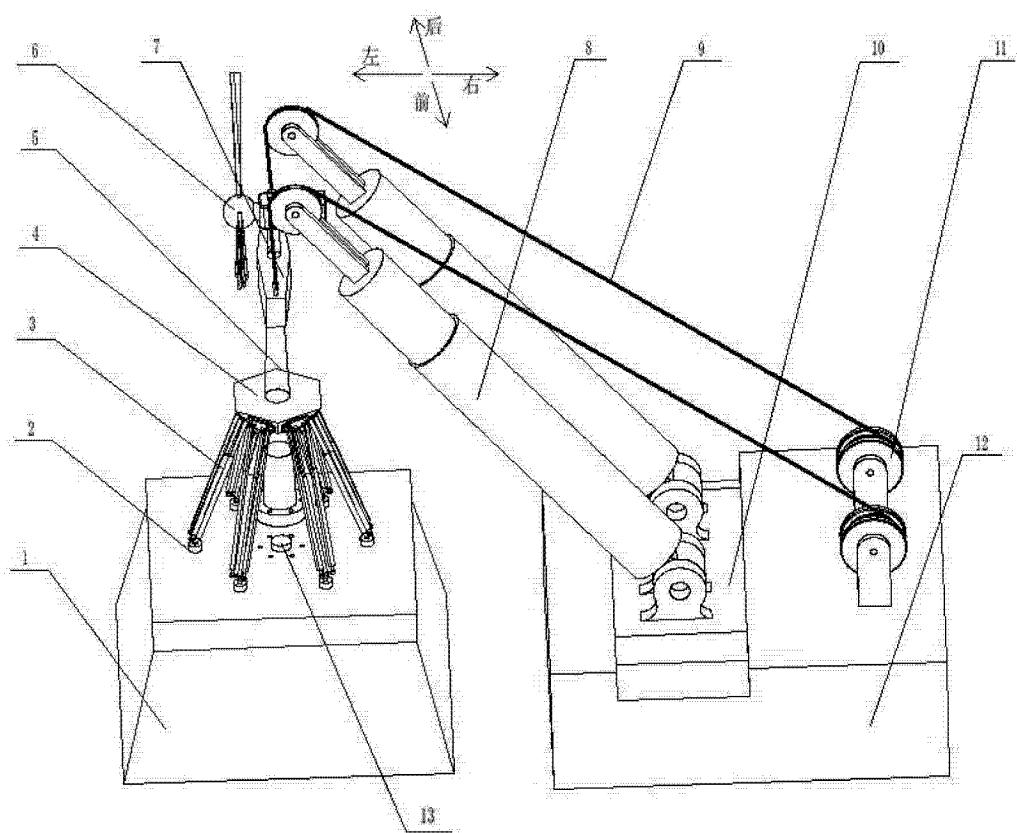


图 1

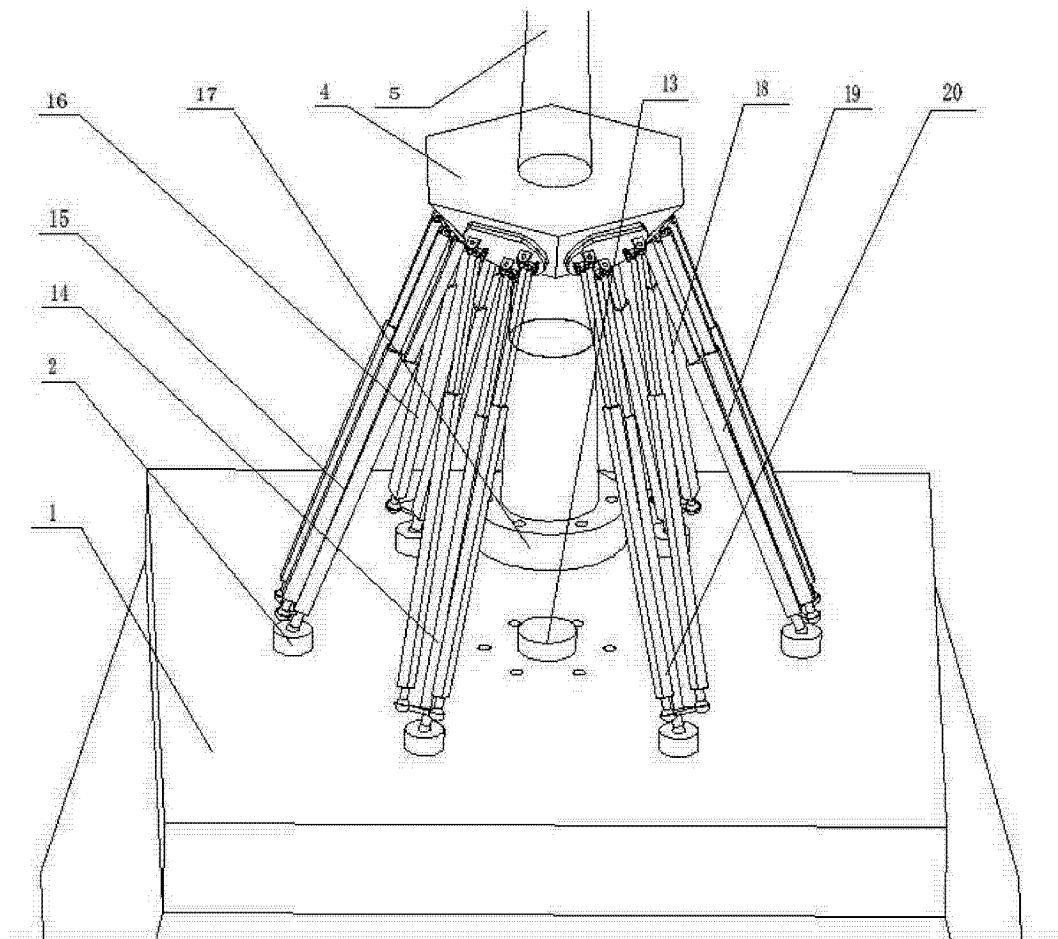


图 2

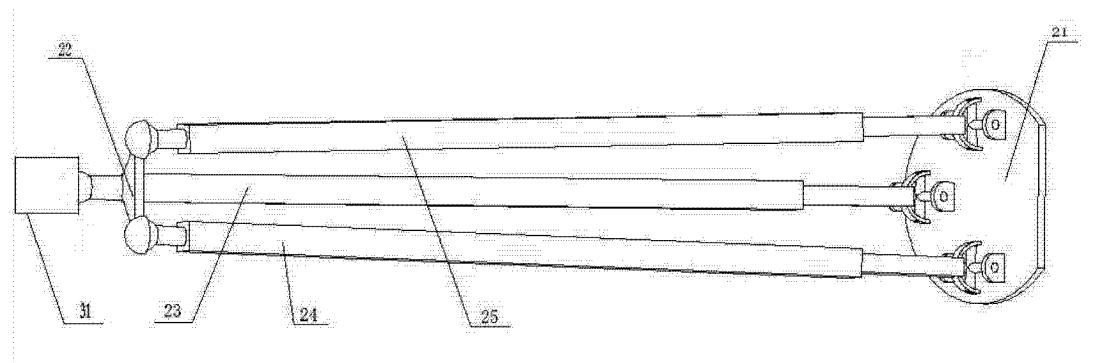


图 3

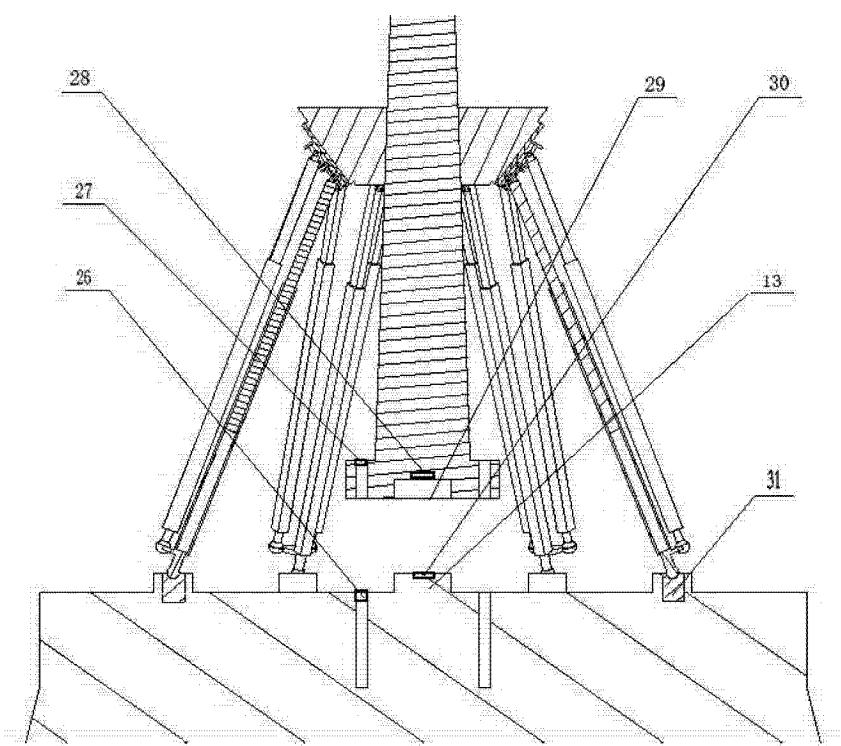


图 4