(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 115196521 B
(45)授权公告日 2022.11.25

(21)申请号 202211118180.4
(22)申请日 2022.09.15
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115196521 A
(43)申请公布日 2022.10.18
(73)专利权人 山东交通学院
地址 250023 山东省济南市天桥区交校路5号
(72)发明人 张成达
(74)专利代理机构 上海迎向知识产权代理事务所(普通合伙) 31439
专利代理师 李芳芳
(51)Int.Cl.
B66C 23/52(2006.01)
B66C 23/68(2006.01)
B66C 23/88(2006.01)
B66C 23/62(2006.01)
B66C 13/06(2006.01)
B66C 13/22(2006.01)
B63B 27/10(2006.01)

(56)对比文件
CN 106044585 A,2016.10.26
CN 107298394 A,2017.10.27
CN 106744320 A,2017.05.31
CN 110337416 A,2019.10.15
CN 113213356 A,2021.08.06
CN 113682978 A,2021.11.23
CN 107265314 A,2017.10.20
GB 1225372 A,1971.03.17
US 2019337772 A1,2019.11.07

审查员 谭淇元

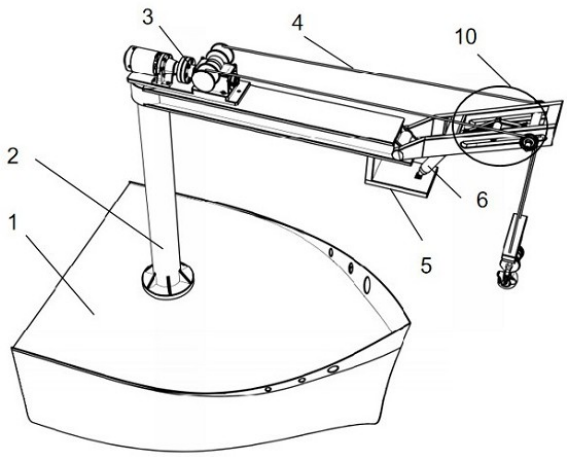
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种利用船舶稳性调节船用起重设备的控制系统

(57)摘要

本发明涉及一种利用船舶稳性调节船用起重设备的控制系统,该控制系统利用船用起重设备将钢材装卸到船舶上,船用起重设备包括起重机基础支架、起重电机、钢缆以及稳定装置,通过本发明的船用起重设备中的稳定装置,能够使得即使船体在波浪作用下处于摇摆的状态,起重控制系统能够根据摇摆的角度和程度,来自动地控制稳定装置的枢转角度以及伸缩长度,在空间上保持变形结构梁的另一端处于稳定的位置,并通过对钢缆长度的协同控制,来保证吊运的钢材在空间位置上的稳定,由此克服了船体的摇摆运动对所吊运的钢材的干扰和不利影响,保证了起吊作业的安全。



CN 115196521 B

1.一种利用船舶稳性调节船用起重设备的控制系统，该控制系统利用船用起重设备将钢材装卸到船舶上，其特征在于，船用起重设备包括起重机基础支架、起重电机、钢缆以及稳定装置，稳定装置包括支撑纵梁、变形结构梁和第一驱动装置；支撑纵梁的一端与起重机基础支架以能够相对枢转的方式连接，支撑纵梁的另一端朝向船体外侧伸出；变形结构梁的一端与支撑纵梁以能够相对枢转的方式连接，变形结构梁的另一端朝向船体外侧伸出，其中，变形结构梁能够被支撑纵梁支撑并且能够沿着支撑纵梁伸缩；能够通过第一驱动装置来调节稳定装置相对于起重机基础支架的枢转角度；变形结构梁为平行四边形结构，变形结构梁还包括第二驱动装置，第二驱动装置能够驱动平行四边形进行变形，进而改变导向轮梁与起重机基础支架之间的间距；

其中，控制系统包括控制器和摇摆角度传感器，控制器与摇摆角度传感器、第一驱动装置、第二驱动装置相连，控制器能够获取摇摆角度传感器的数据并致动第一驱动装置和第二驱动装置，控制器致动第一驱动装置来调整支撑纵梁的俯仰角度以应对船体的摇摆角度，而支撑纵梁相对于船体没有摇摆时的静止状态的摆动角度a为：

$$a = 90° + m - arctan\frac{L0 + L(1 - cosm)}{L * sinm},$$

控制器致动第二驱动装置使得变形结构梁相对于原始状态的伸长量l为：

$$l = \sqrt{L0^2 + 2(L0 * L + L^2)(1 - cosm)},$$

其中，原始状态是指船体在没有摇摆的情况下起重机的工作状态，m为摇摆角度传感器测得的船体摇摆角度，L为起重机基础支架的另一端与船体重心的距离，L0为原始状态下变形结构梁的纵向长度；控制器能够控制起重电机使得回收或释放钢缆以使得吊运钢材的高度保持稳定。

2.根据权利要求1所述的控制系统，其特征在于，起重机基础支架的一端固定在船体甲板上，起重机基础支架的另一端则朝向船体外侧伸出，起重电机安装在起重机基础支架上，钢缆的一端由起重电机驱动，钢缆的另一端经由稳定装置与吊运钢材相连，稳定装置与起重机基础支架以能够相对枢转的方式连接；第一驱动装置的一端与起重机基础支架连接，第一驱动装置的另一端与支撑纵梁连接，由此能够通过第一驱动装置来调节稳定装置相对于起重机基础支架的枢转角度；变形结构梁包括第一边梁、第二边梁、第三边梁、第四边梁，第一边梁、第二边梁、第三边梁与第四边梁的首尾依次以铰接的方式相连，由此构成可变形的平行四边形结构，第二驱动装置的两端分别连接在第一边梁、第二边梁、第三边梁与第四边梁中任意两个上，或者第二驱动装置的至少一端连接在平行四边形的顶点处，由此，第二驱动装置能够驱动平行四边形进行变形，变形结构梁的另一端包括导向轮，钢缆能够绕经导向轮与吊运钢材连接。

3.根据权利要求2所述的控制系统，其特征在于，起重机基础支架还包括支撑梁，支撑梁设置在变形结构梁与支撑纵梁的下方，第一驱动装置的一端与支撑梁枢转地连接，第一驱动装置的另一端与支撑纵梁枢转地连接，由此，能够通过第一驱动装置的伸缩来改变支撑纵梁相对于起重机基础支架的枢转角度。

4.根据权利要求2或3所述的控制系统，其特征在于，其中，第一边梁的尾端与第二边梁

的首端铰接连接并且该铰接连接部位与起重机基础支架以铰接的方式连接，第三边梁的尾端与第四边梁的首端铰接连接并且该铰接连接部位与稳定装置的导向轮梁以铰接的方式连接，导向轮梁上设置有能够绕导向轮梁转动的导向轮，导向轮梁能够被支撑纵梁支撑，并且导向轮梁能够沿着支撑纵梁移动。

5.根据权利要求4所述的控制系统，其特征在于，变形结构梁所在的平面与支撑纵梁所在的平面平行，其中，变形结构梁与支撑纵梁位于同一平面。

6.根据权利要求4所述的控制系统，其特征在于，导向轮梁设置有导向部，支撑纵梁设置有导向配合部，导向部与导向配合部耦合使得支撑纵梁支撑导向轮梁，并限制导向轮梁仅能够以沿着支撑纵梁的纵向方向运动。

7.根据权利要求2所述的控制系统，其特征在于，第二驱动装置的一端与第一边梁和第四边梁的铰接点连接，第二驱动装置的另一端与第二边梁和第三边梁的铰接点连接，或者，第二驱动装置的一端与第一边梁铰接连接，第二驱动装置的另一端与第二边梁铰接连接。

8.根据权利要求1所述的控制系统，其特征在于，第一驱动装置和第二驱动装置为液压驱动装置。

一种利用船舶稳性调节船用起重设备的控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及起重设备技术领域，特别是涉及一种利用船舶稳性调节船用起重设备的控制系统。

背景技术

[0002] 海洋环境复杂多变，船只等海上浮动工作平台在进行并靠补给时，由于船只在波浪上位置不同的影响，船只受波浪作用会产生升沉或者横摇的运动，这样就会导致船只与岸基泊位之间产生横摇的相对运动，并且这种相对运动将随海况的升级而加剧，容易造成吊装机所吊货物偏离正常着船点，严重时甚至会与甲板上层建筑物或者船体发生碰撞，造成不必要的事故。

[0003] 波浪补偿技术是保证海上浮动工作平台实现全天候物资补给的关键技术，波浪补偿的目的就是通过保持补给物资相对平稳的着船速度，来减小物资着船时的冲击加速度，使物资能更平稳地下放到接收船上。

[0004] 现有的主动式波浪补偿装置如中国专利文献CN106744320A中公开了一种六自由度主动式波浪补偿吊装方法及吊装系统，其方法是在补给船的起重设备上设置八套由伺服电机驱动的钢丝绳牵引吊具系统组成的伺服系统和包括两台摄像机组成的双目视觉检测系统，由伺服电机根据控制参数控制钢丝绳的转速与方向，使负载相对基座的六自由度运动与接收船相对基座的六自由度运动一致。然而这种补偿机构属于绳牵引补偿装置，在海风等外界因素影响下，钢丝绳晃动明显，使得整体机构稳定性较差，另外在应用于重载场合时一旦某根绳索松弛，该绳索对其末端失去连接约束，会使货物碰损甚至带来人员伤亡，而且，绳牵引驱动仅能提供单方向的拉力，其工作空间要比传统并联机构小的多。但是，该方案中采用视觉检测和控制系统，并利用复杂的八套伺服电机进行控制，系统非常复杂，并且电机的体积-负载扭矩比较小，不能够提供很大的扭矩输出，为了满足控制的要求，需要体积较大的伺服电机，这就造成控制装置的体积和重量很大。

[0005] 又如中国专利文献CN105668430A中公开了一种具有多自由度主动波浪补偿功能的吊机装置及补偿方法，在其圆形静平台和圆形动平台之间连接六个伺服缸，每个伺服缸各连接一个对应的电液伺服阀，六个电液伺服阀根据波浪补偿值输出相应的流量和压力分别控制对应的六个伺服缸伸缩和摇摆，补偿横摇、纵摇和升沉。但是，这种在安装吊装机平台下设置伺服缸的方式，货物是吊装在钢丝绳下方的，由于海风、波浪等作用，货物会在钢丝绳上不定向摆动，上述补偿装置不能对这种摆动进行补偿，因此无法保证货物着船的速度和姿态，补偿效果差。

[0006] 再如中国专利文献CN107265314B中公开了一种基于并联机构的多自由度主动式波浪补偿模拟系统，以液压缸驱动六自由度并联平台的运动，波浪补偿终端并联平台用于消除吊机在转动过程中的摇晃和进行多自由度波浪补偿，实现两船之间货物的补给。然而，这种补偿装置属于纯刚性波浪补偿装置，惯量大，不利于动态控制，而且工作空间比较小，结构也比较复杂。

[0007] 因此，现有的起重控制系统的结构非常复杂，建造和控制成本高，不能满足当前补偿控制、实际应用等各方面的需求，补偿效果也欠佳。因而，开发一种简单、可靠且易操纵，系统体积小、输出扭矩大并且能够提供更加补偿效果的船用的起重控制系统，成为本领域中亟待解决的技术问题。

发明内容

[0008] 为解决上述技术问题，本发明提出一种利用船舶稳性调节船用起重设备的控制系统，该控制系统利用船用起重设备将钢材装卸到船舶上，船用起重设备包括起重机基础支架、起重电机、钢缆以及稳定装置，起重机基础支架的一端固定在船体甲板上，起重机基础支架的另一端则朝向船体外侧伸出，起重电机安装在起重机基础支架上，钢缆的一端由起重电机驱动，钢缆的另一端经由稳定装置与吊运钢材相连，稳定装置与起重机基础支架以能够相对枢转的方式连接；稳定装置包括支撑纵梁、变形结构梁和第一驱动装置；支撑纵梁的一端与支撑纵梁以能够相对枢转的方式连接，支撑纵梁的另一端朝向船体外侧伸出；变形结构梁的一端与起重机基础支架以能够相对枢转的方式连接，变形结构梁的另一端朝向船体外侧伸出，其中，变形结构梁能够被支撑纵梁支撑地导向且能够沿着支撑纵梁伸缩；第一驱动装置的一端与起重机基础支架连接，第一驱动装置的另一端与支撑纵梁连接，由此能够通过第一驱动装置来调节稳定装置相对于起重机基础支架的枢转角度；变形结构梁还包括第二驱动装置，第二驱动装置的两端分别连接在第一边梁、第二边梁、第三边梁与第四边梁中任意两个上，或者第二驱动装置的至少一端连接在平行四边形的顶点处，由此，第二驱动装置能够驱动平行四边形进行变形，进而改变导向轮梁与起重机基础支架之间的间距；船用起重设备还包括控制器和摇摆角度传感器，控制器与摇摆角度传感器、第一驱动装置、第二驱动装置相连，控制器能够获取摇摆角度传感器的数据并致动第一驱动装置和第二驱动装置，其中，

[0009] 控制器致动第一驱动装置使得支撑纵梁相对于原始状态摆动角度a为：

[0010] $$a = 90° + m - arctan\frac{L0 + L(1 - cosm)}{L * sinm}$$，

[0011] 控制器致动第二驱动装置使得变形结构梁相对于原始状态的伸长量l为：

[0012] $$l = \sqrt{L0^2 + 2(L0 * L + L^2)(1 - cosm)}$$，

[0013] 其中，原始状态是指船体在没有摇摆的情况下起重机的工作状态，m为摇摆角度传感器测得的船体摇摆角度，L为起重机基础支架的另一端与船体重心的距离，L0为原始状态下变形结构梁的纵向长度；优选地，控制器能够控制起重电机使得回收或释放钢缆以使得吊运货物的高度保持稳定。

[0014] 进一步地，变形结构梁的另一端包括导向轮，钢缆能够绕经导向轮与吊运钢材连接。

[0015] 进一步地，起重机基础支架还包括支撑梁，支撑梁设置在变形结构梁与支撑纵梁的下方，第一驱动装置的一端与支撑梁枢转地连接，第一驱动装置的另一端与支撑纵梁枢转地连接，由此，能够通过第一驱动装置的伸缩来改变支撑纵梁相对于起重机基础支架的

枢转角度。

[0016] 进一步地，变形结构梁包括第一边梁、第二边梁、第三边梁、第四边梁，第一边梁、第二边梁、第三边梁与第四边梁的首尾依次以铰接的方式相连，由此构成可变形的平行四边形，其中，第一边梁的尾端与第二边梁的首端铰接连接并且该铰接连接部位与起重机基础支架以铰接的方式连接，第三边梁的尾端与第四边梁的首端铰接连接并且该铰接连接部位与稳定装置的导向轮梁以铰接的方式连接，导向轮梁上设置有能够绕导向轮梁转动的导向轮，导向轮梁能够被支撑纵梁支撑地导向。

[0017] 进一步地，变形结构梁所在的平面与支撑纵梁所在的平面平行，优选地，变形结构梁与支撑纵梁位于同一平面。

[0018] 进一步地，导向轮梁设置有导向部，支撑纵梁设置有导向配合部，导向部与导向配合部耦合使得支撑纵梁支撑导向轮梁，并限制导向轮梁仅能够以沿着支撑纵梁的纵向方向运动；第二驱动装置的一端与第一边梁和第四边梁的铰接点连接，第二驱动装置的另一端与第二边梁和第三边梁的铰接点连接，或者，第二驱动装置的一端与第一边梁铰接连接，第二驱动装置的另一端与第二边梁铰接连接；第一驱动装置和第二驱动装置为液压驱动装置。

[0019] 实施本发明，具有如下有益效果：使用本发明的控制系统，能够使得即使船体在波浪作用下处于摇摆的状态，船用起重设备能够根据摇摆的角度和程度，来自动地控制稳定装置的枢转角度以及伸缩长度，在空间上保持变形结构梁的另一端处于稳定的位置，并通过对钢缆长度的协同控制，来保证吊运的钢材在空间位置上的稳定，由此克服了船体的摇摆运动对船用起重设备吊运钢材作业的干扰和不利影响，保证了起吊作业的安全。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其它附图。

[0021] 图1是本发明的控制系统的船用起重设备的结构简图；

[0022] 图2 是本发明的稳定装置的结构简图；

[0023] 图3是本发明中稳定装置的控制方式示意图；其中，实线表示为船体1在不受波浪影响的静止状态，虚线表示为船体1受到波浪作用而产生摇摆的状态；

[0024] 图4是本发明的控制系统框架图；

[0025] 其中：1．船体；2．起重机基础支架；3．起重电机；4．钢缆；5．支撑梁；6．第一驱动装置；7．第二驱动装置；10．稳定装置；11．支撑纵梁；12．第一边梁；13．第二边梁；14．第三边梁；15．第四边梁；16．导向轮梁；17．导向轮。

具体实施方式

[0026] 下面将结合本发明实施例中的附图，对发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实

施例，都属于本发明保护的范围。

[0027] 为了解决上述问题，本发明提出一种利用船舶稳性调节船用起重设备的控制系统，控制系统利用船用起重设备将钢材装卸到船舶上。如图1所示，船用起重设备包括起重机基础支架2、起重电机3、钢缆4以及稳定装置10，起重机基础支架2的一端固定在船体1的甲板上，固定位置可以位于船艏、船艉或者船身中部靠船舷的位置处，这根据船舶具体的设计和用途而定。起重机基础支架2的另一端则朝向船体1的外侧伸出，用以从船体1外部吊运钢材上船，或者从船体1上将钢材吊运到其他地方。

[0028] 优选地，起重电机3安装在起重机基础支架2上，钢缆4的一端由起重电机3驱动；在此具体地，起重电机3能够驱动一个钢缆滚筒，钢缆4缠绕在钢缆滚筒上，起重电机3通过驱动钢缆滚筒逆时针转动或顺时针转动，进而来释放钢缆4或者卷绕收纳钢缆4。而钢缆4的另一端经由稳定装置10与吊运钢材相连。

[0029] 如图1-图2所示，稳定装置10包括支撑纵梁11、变形结构梁和第一驱动装置6，在此，支撑纵梁11优选为2个，并且支撑纵梁11的一端与起重机基础支架2铰接地连接，使得稳定装置10与起重机基础支架2以能够相对枢转的方式连接，尤其是，支撑纵梁11能够绕起重机基础支架2的另一端相对于起重机基础支架2转动，支撑纵梁11的另一端朝向船体1的外侧伸出；

[0030] 如图1所示，为了能够驱动支撑纵梁11绕起重机基础支架2转动，稳定装置包括第一驱动装置6，优选为液压驱动装置，第一驱动装置6的一端与起重机基础支架2连接，第一驱动装置6的另一端与支撑纵梁11连接，由此能够通过第一驱动装置6来调节稳定装置相对于起重机基础支架2的枢转角度；

[0031] 在此优选地，如图1所示，起重机基础支架2还包括支撑梁5，支撑梁5设置在变形结构梁与支撑纵梁11的下方，第一驱动装置6的一端与支撑梁5枢转地连接，第一驱动装置6的另一端与支撑纵梁11枢转地连接，由此，能够通过第一驱动装置6的伸缩来改变支撑纵梁11相对于起重机基础支架2的枢转角度；

[0032] 如图2所示，变形结构梁包括第一边梁12、第二边梁13、第三边梁14、第四边梁15，第一边梁12、第二边梁13、第三边梁14与第四边梁15的首尾依次以铰接的方式相连，由此构成能够变形的平行四边形。变形结构梁的一端与支撑纵梁11以能够相对枢转的方式连接，特别是第一边梁12的尾端与第二边梁13的首端铰接连接的顶点，其与起重机基础支架2以铰接的方式连接，具体地，起重机基础支架2上设置有突耳，突耳上设置有铰接孔；第一边梁12的尾端与第二边梁13的首端也分别设置有对应的铰接孔，铰接销柱穿过起重机基础支架2突耳、第一边梁12的尾端与第二边梁13的首端的铰接孔，从而将三个部件铰接地连接。而平行四边形的梁的另一端朝向船体外侧伸出并与稳定装置的导向轮梁16连接，优选地是第三边梁14的尾端与第四边梁15的首端铰接连接的铰接点与导向轮梁16以铰接的方式连接。具体地，导向轮梁16上设置有突耳，突耳上设置有铰接孔；第三边梁14的尾端与第四边梁15的首端也分别设置有对应的铰接孔，铰接销柱穿过导向轮梁16突耳、第三边梁14的尾端与第四边梁15的首端的铰接孔，从而将三个部件铰接地连接。在此，具体地，铰接销柱可以采用螺栓；

[0033] 其中，变形结构梁能够被支撑纵梁11支撑地导向且能够沿着支撑纵梁11伸缩；优选的方式是，导向轮梁16设置有未示出的导向部，支撑纵梁11设置有未示出的导向配合部，

导向部与导向配合部耦合使得支撑纵梁11支撑导向轮梁16，并限制导向轮梁16仅能够以沿着支撑纵梁11的纵向方向运动；在此可举例地说明，导向部为位于导向轮梁16下部的凹槽，而导向配合部为位于支撑纵梁11上部的导向轨，其中导向轨能够插入到凹槽中使得导向轨与凹槽耦合地配合，由此，支撑纵梁11能够在下方支撑并承托导向轮梁16的重力以及承载力；同时，导向轨与凹槽的配合能够限制导向轮梁16相对于支撑纵梁11的横向移动，而仅仅能够允许导向轮梁16相对于支撑纵梁11的纵向移动；导向轮梁16上设置有能够绕导向轮梁16转动的导向轮17，钢缆4则经由导向轮17进行导向而与起吊钢材连接；

[0034] 进一步地，变形结构梁所在的平面与支撑纵梁11所在的平面平行；优选地，变形结构梁与支撑纵梁11位于同一平面；

[0035] 对于可变性的平行四边形结构的梁，其具有很强的负载承载能力；并且通过其结构可知，当可变性的平行四边形被致动变窄或变宽时，平行四边形的长度相应地会发生伸长或缩短。而为了能够致动平行四边形的变形使得变形结构梁沿着支撑纵梁伸缩，如图2所示，变形结构梁还包括第二驱动装置7，优选的是液压驱动装置，第二驱动装置7的两端分别连接在第一边梁12、第二边梁13、第三边梁14与第四边梁15中任意两个上，或者第二驱动装置7的至少一端连接在平行四边形的顶点处。在此，优选地，如图2所示，第二驱动装置7的一端连接在第一边梁12与第四边梁15的铰接点处，也即平行四边形的顶点处；第二驱动装置7的另一端连接在第二边梁13与第三边梁14的铰接点处，也即平行四边形的顶点处，第二驱动装置7的两端处分别设置有铰接孔，而第一边梁12、第二边梁13、第三边梁14与第四边梁15的端部也分别设置有铰接孔，铰接销柱穿过第二驱动装置7的两端处的铰接孔以及对应的第一边梁12、第二边梁13、第三边梁14与第四边梁15的端部的铰接孔，从而分别将第二驱动装置7的一端与第一边梁12与第四边梁15铰接地连接，将第二驱动装置7的另一端与第二边梁13、第三边梁14铰接地连接。在此，具体地，铰接销柱可以采用螺栓。具体地，第二驱动装置7可以包括活塞和液压缸，活塞能够在液压液体的作用下在液压缸中移动，从而带动致动杆施加对外的致动作用，由此，第二驱动装置7能够驱动平行四边形进行变形，进而改变导向轮梁16与起重机基础支架2之间的间距；

[0036] 为了能够实现自动地、精准地、高效地控制稳定装置，来补偿或抵消船体受到的摇摆运动对起吊钢材的影响，特别是可能的安全影响，进一步地，船用起重设备还包括图中未示出的控制器和摇摆角度传感器，控制器与摇摆角度传感器、第一驱动装置6、第二驱动装置7相连，控制器能够获取摇摆角度传感器的数据并致动第一驱动装置6和第二驱动装置7；

[0037] 而由于船体1一般都带有减摇装置，并且受到的波浪推动的摇摆频率一般较小，因而，为了提高控制精度，控制器读取摇摆角度传感器的采样率可以设置的不需要那么大，例如10HZ、15HZ、20HZ、50HZ等。同时，为了检测第一驱动装置6、第二驱动装置7是否达到致动的要求，稳定装置还包括有支撑纵梁11角度传感器以及变形结构梁长度传感器，支撑纵梁11角度传感器以及变形结构梁长度传感器的具体结构在此不做赘述。

[0038] 具体地控制方式如下所示，

[0039] 如图4所示，在起重设备起吊钢材作业时，摇摆角度传感器实时地检测船体受到波浪作用下的摇摆角度，并将测得的数据发送至控制器。控制器通过摇摆角度传感器能够获取船体1的实时状态，也即实时的摇摆角度，利用下述的控制公式，来控制和调整第一驱动装置6和第二驱动装置7，使得支撑纵梁11产生枢转，同时使得变形结构梁的长度发生变化，

由此来保证导向轮梁16处于稳定的空间位置处。更进一步地，控制器还能够对获得船体1的摇摆角度数值进行微分，以获取船体1摇摆的快慢情况，用以适应性地调整第一驱动装置6和第二驱动装置7的动作速度，以适配和匹配船体1摇摆的快慢情况。

[0040] 其中，控制器致动第一驱动装置6使得支撑纵梁11相对于原始状态摆动角度 a 为：

[0041] $$a = 90° + m - arctan\frac{L0 + L(1 - cosm)}{L * sinm},$$

[0042] 控制器致动第二驱动装置7使得变形结构梁相对于原始状态的伸长量 l 为：

[0043] $$l = \sqrt{L0^2 + 2(L0 * L + L^2)(1 - cosm)},$$

[0044] 其中，原始状态是指船体在没有摇摆的情况下起重机的工作状态，m为摇摆角度传感器测得的船体摇摆角度，L为起重机基础支架2的另一端与船体1重心0的距离，L0为原始状态下变形结构梁的纵向长度。

[0045] 当船体1在受到横向的摇摆作用时，一般都是以一定的频率左右起伏，并且是绕着船体1的重心0进行左右摇摆；也即对于起重机来说，其跟随船体1上升、然后下降、然后上升、然后下降，以此重复；

[0046] 如图3所示，实线为船体1静止状态，虚线表示为受到波浪作用船体1产生摇摆的状态。为了保持导向轮17在三维空间中位置的稳定，而不随船体1的摇摆而摆动，当船体1发生摇摆时，稳定装置应当在相反的横向方向上进行补偿。比如，当船体1左侧绕船体1重心0下降，而右侧则绕船体1重心o上升时，此时起重机的伸向船体外部的端部则相应地会跟随船体1下降，那么相应地会使得起吊钢材的空间位置也会下降，那么为了避免钢材的下降碰撞船体1或者钢材自身发生危险，稳定装置则需要补偿该下降的幅度，也即控制第一驱动装置6驱动支撑纵梁11向上枢转，而向上枢转的摆动角度的控制则遵从上述摆动角度的公式。同时控制第二驱动装置7驱动可变性的平行四边形结构的梁的伸长，进而推动导向轮梁16向背离起重机基础支架2的方向移动，而对于伸长量的控制则遵从上述伸长量的公式的要求。由此，使得导向轮17的空间位置保持稳定，也就是说，虽然船体受到波浪的影响出现摇摆，但是导向轮17在空间位置上保持固定不变；同时通过对钢缆4的长度的协同控制，来保证吊运钢材在三维实际空间位置上的稳定，而不受船体1的摇摆运动的影响。这就使得本申请的控制系统能够以结构简单、成本有利且控制效果佳的方式来保证吊运钢材在起吊作业过程中不受船体摇摆的影响。

[0047] 如图3所示，通过控制支撑纵梁11相对于起重机基础支架2的枢转角度以及可变性的平行四边形结构的梁的长度的伸缩，来保持导向轮17的空间位置稳定；

[0048] 优选地，控制器能够控制起重电机3使得回收或释放钢缆4以使得吊运钢材的高度保持稳定；

[0049] 实施本发明，具有如下有益效果：使用本发明的控制系统，能够使得即使船体在波浪作用下处于摇摆的状态，船用起重设备能够根据摇摆的角度和程度，来自动地控制稳定装置的枢转角度以及伸缩长度，在空间上保持变形结构梁的另一端处于稳定的位置，并通过对钢缆长度的协同控制，来保证吊运钢材在空间位置上的稳定，由此克服了船体的摇摆运动对船用起重设备吊运钢材的干扰和不利影响，保证了起吊作业的安全。

[0050] 以上所揭露的仅为本发明的较佳实施例而已，当然不能以此来限定本发明之权利

范围,因此依本发明权利要求所作的等同变化,仍属本发明所涵盖的范围。

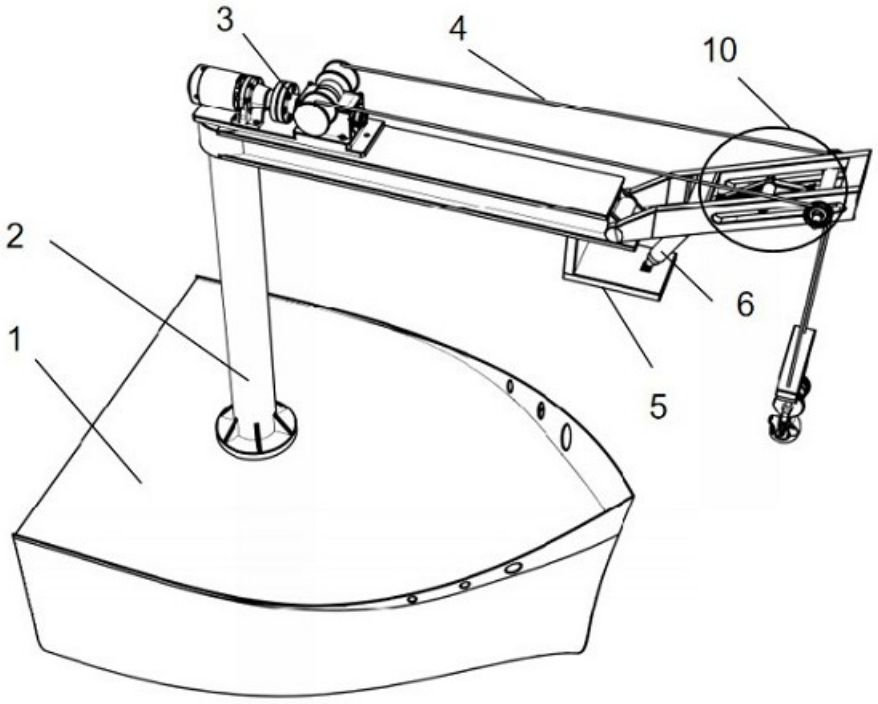


图1

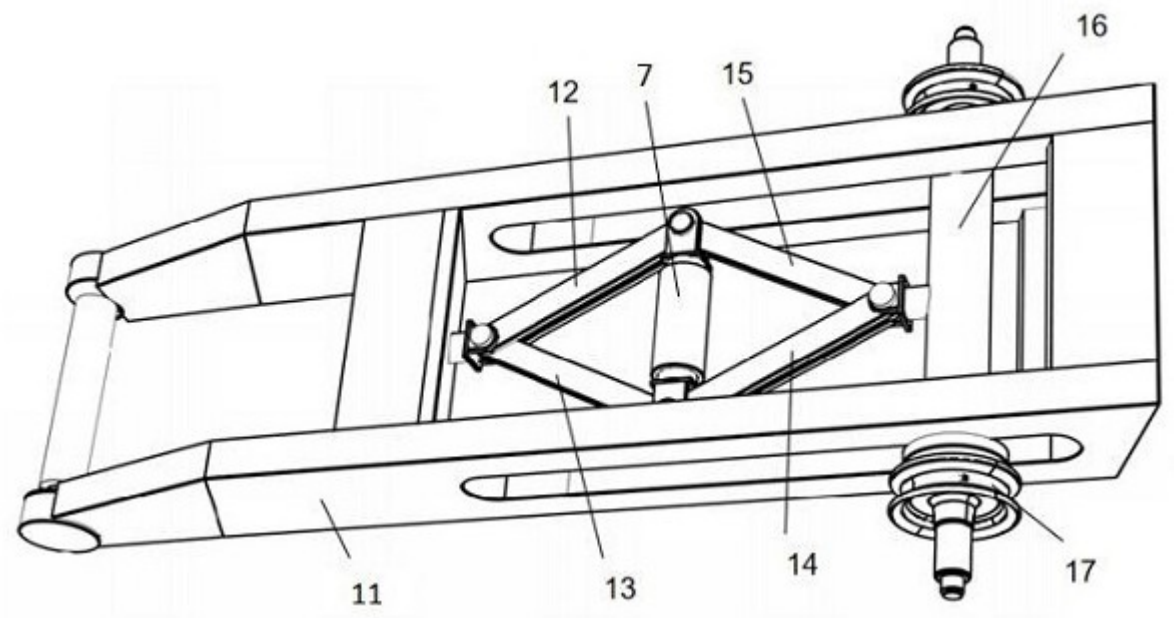


图2

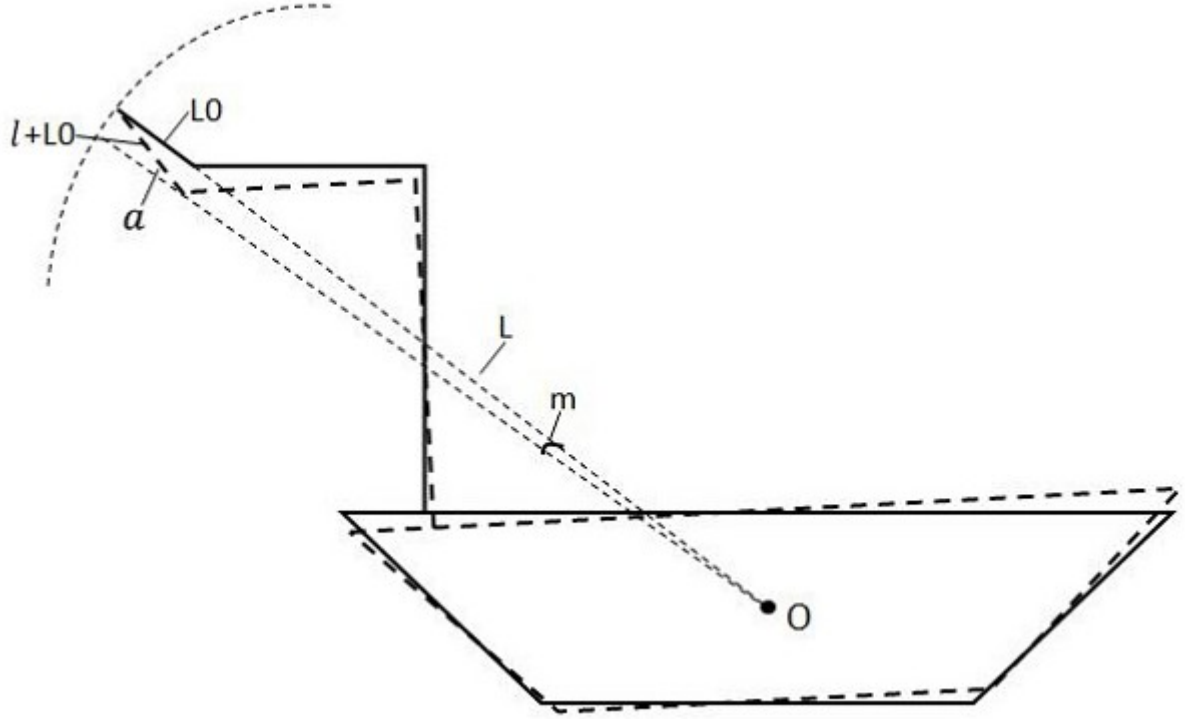


图3

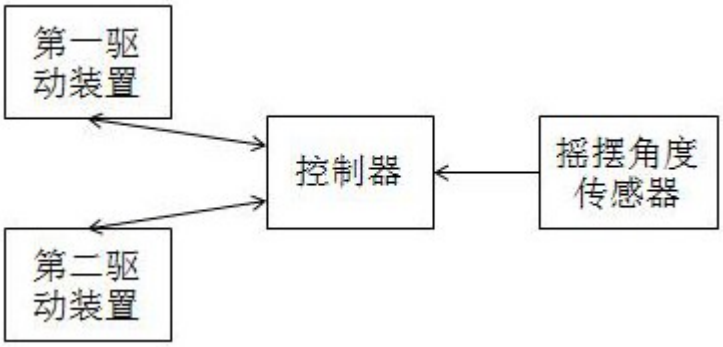


图4