

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017 年 6 月 29 日 (29.06.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/107936 A1

- (51) 国际专利分类号:
B66C 13/16 (2006.01) *B63B 27/00* (2006.01)
B66C 13/48 (2006.01) *B63B 39/00* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/111394
- (22) 国际申请日: 2016 年 12 月 22 日 (22.12.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510969833.3 2015 年 12 月 22 日 (22.12.2015) CN
201510969351.8 2015 年 12 月 22 日 (22.12.2015) CN
201510969545.8 2015 年 12 月 22 日 (22.12.2015) CN
- (71) 申请人: 浙江大学 (ZHEJIANG UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国浙江省杭州市西湖区浙大路 38 号,
Zhejiang 310027 (CN)。
- (72) 发明人: 龚国芳 (GONG, Guofang); 中国浙江省杭
州市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang Province 310027
(CN)。 张亚坤 (ZHANG, Yakun); 中国浙江省杭州
市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang Province 310027
(CN)。 吴伟强 (WU, Weiqiang); 中国浙江省杭州
市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang Province 310027

(CN)。 廖湘平 (LIAO, Xiangping); 中国浙江省杭
州市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang Province 310027
(CN)。 杨华勇 (YANG, Huayong); 中国浙江省杭州
市西湖区浙大路 38 号, Zhejiang 310027 (CN)。

(74) 代理人: 北京度衡知识产权代理有限公司 (DH PI-
LOT IP LAW FIRM); 中国北京市东城区南竹竿胡
同 2 号银河 SOHOD 座 7 层 50702, Beijing 10010
(CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保
护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR,
IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保
护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA,
RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,
BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH,

[见续页]

(54) Title: OFFSHORE CRANE HEAVE COMPENSATION CONTROL SYSTEM AND METHOD USING VIDEO RANGEFINDING

(54) 发明名称: 利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统及方法

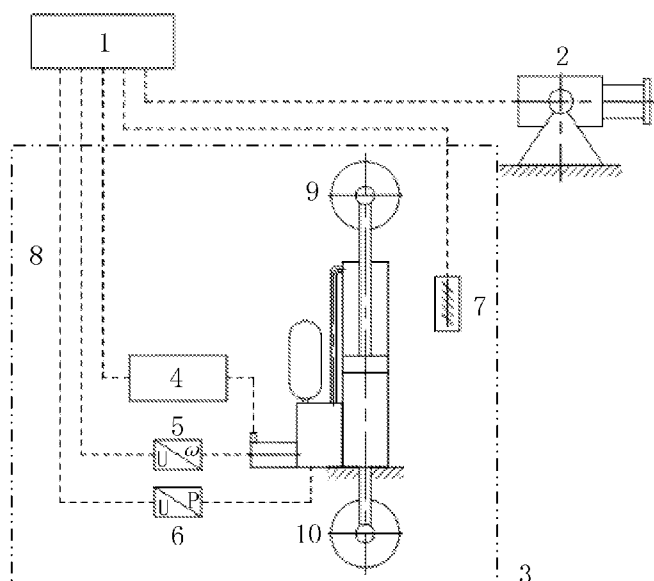


图 1

(57) Abstract: Provided is an offshore crane heave compensation control system and method using video rangefinding to achieve heave compensation in a directly driven pump-controlled electro-hydraulic heave compensator. The heave compensation and the heave compensator are applicable for special operation and control requirements on a fixed offshore platform and allow the crane to achieve steady lifting of a load away from or lowering of a load on to a supply vessel without being influenced by the motion of the supply vessel caused by ocean currents, ocean winds, or ocean waves. Also provided is a test platform for the offshore crane heave compensation control system using video rangefinding. The test platform provides a realistic simulation for all lifting and lowering processes of an offshore platform crane in offshore environments to study the control of a motion control system on a fixed offshore platform.

(57) 摘要: 提供一种利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统以及方法, 实现升沉补偿的直接泵控式电液升沉补偿装置。所述的升沉补偿控制系统和升沉补偿装置能够适用于海洋固定平台起重机特殊的操作要求与控制要求, 在洋流、海风及海浪的影响下, 使起重机不受补给船体升沉运动的影响, 平稳地将负载

提升离开以及稳定下放至补给船。还提供该视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统的试验台, 所述的试验台模拟海洋固定平台起重机在海洋环境下提升、下放全过程的真实环境, 以便实现海洋固定平台运动控制系统控制的研究。



CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD,
TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统及方法

技术领域

本发明涉及机械领域，尤其是涉及一种利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统及方法。

背景技术

21世纪以来，全世界对能源的需求日益增加，海洋成为各国新世纪能源战略的重点，世界各国纷纷加大了海洋开发的力度。随着海洋石油的大量开发，大型海上工程也蓬勃发展，无论采用何种方式开采，利用海洋资源都必须以海洋平台为基础，海洋平台起重机在海洋工程建设中是不可或缺。海洋平台分为海洋固定平台和海洋浮动平台。

常规起重机在陆地上进行货物吊装时，起重机本体与吊装货物放置平台的位置是恒定不变的。在开放的海洋环境中，情况就大不相同了。叶建(船舶吊装补给主动式升沉补偿系统控制策略研究[D]. 武汉理工大学, 2013)提到由于海上环境恶劣，船舶、海洋浮动平台等由于洋流、海风及海浪的作用，可能产生6个自由度的运动，包括升沉、横倾、纵倾、横荡、纵荡和偏航，其中升沉、横倾和纵倾运动是影响深海作业的主要因素，与船体、海洋浮动平台相连的各种作业系统与辅机系统也会随着船体升沉。起重机在进行海上吊装作业时，可以概括为从晃动平台输运到固定平台、固定平台输运晃动到平台、晃动平台输运到晃动平台三种情况。赵瑞(主动式波浪补偿吊机控制系统研究[D]. 江苏科技大学, 2013)提到洋流、海风及海浪的作用对于海上作业起重机正常作业造成的不利影响主要体现在以下两方面：1)造成下放中的货物与放置平台发生碰撞，或已放落到放置平台的货物由于放置平台的突然下降出现再次悬空的现象；2)引起起重机钢丝绳的张力发生很大变化，造成钢丝绳急剧的收缩或拉伸，容易造成钢丝绳断裂或损坏作业设备等。这样不仅会降低吊装的就位精度，增加作业的危险性，还会在结构上产生附加动载荷，严重时会导致设备的损坏和人员的伤亡。相比陆地起重机，海上起重机安全有效作业的困难更大，海上起重机需要消除升沉、横倾和纵倾运动对起重机作业的影响，而陆地起重机无需消除以上三种运动对起重机作业的影响，二者差别甚大。

现有技术用于消除洋流、海风及海浪运动对海上起重机作业的影响的主要技术是恒张力技术及升沉补偿技术，都是针对船载起重机、海洋浮动平台研发的。恒张力技术主要应用于避免起吊过程中钢丝绳由于海浪升沉运动导致的失去张力或冲击载荷，使被吊物体随波浪上下浮动，待运动至波峰时，脱离甲板或海面。例如，Christison SG(A constant-tension winch system for handling rescue boats[J].

Marine Technology and SNAME News,1988, 25(3):220-228)开发了PD12C-CT型恒张力绞车系统并进行了测试,该系统利用远程调压溢流阀来维持马达进出口压差的恒定,从而保持绞车张力恒定。徐伟等人(船用起重机恒张力系统的设计仿真研究[J].装备制造技术,2012,(5):13-15)认为恒张力技术只能在提升阶段起作用,避免人员或货物提升时因船体升沉运动对缆绳造成的冲击载荷,不能避免在人员或货物下放至补给船甲板时因海浪运动对人员或货物造成的冲击载荷。

叶建(船舶吊装补给主动式升沉补偿系统控制策略研究[D].武汉理工大学,2013.)提到升沉补偿技术按照动力供应方式的不同可分为被动式升沉补偿技术和主动式升沉补偿技术。当相互补给的两只船舶之间有相对运动时,运动造成的测量装置承受的张力值偏离预先设定的张力值时,则被动式升沉补偿装置动作。被动式升沉补偿的动力来自船舶的升沉运动,不需要额外消耗动力。但被动式升沉补偿技术也有以下不足:其补偿能力取决于储能器压力的大小,补偿范围决定于液压缸活塞杆的行程大小,补偿速度取决于液压缸流量的大小。所以被动式升沉补偿装置通常结构比较庞大,补偿滞后大,补偿精度低,补偿适应性差和补偿性能不稳定,难以适应复杂多变的海况。主动式升沉补偿与被动式升沉补偿最大的区别是引入船体运动检测单元(Motion Reference Unit, MRU),并将船体运动信号用前馈的方式,接入主动式升沉补偿液压缸的闭环运动控制。主动式升沉补偿技术主要由检测元件、控制元件和执行元件组成,通过船体运动检测单元(MRU)测得的船体运动信号,控制主动式补偿液压缸产生与船体升沉运动幅值、速度相等但方向相反的运动,实现船体升沉运动的补偿。主动式升沉补偿系统通过预先检测船舶运动信号,由控制器来实现调节补偿参数,所以其补偿范围大,适应性好,补偿精度高,补偿性能稳定,作业安全性好。主动式升沉补偿系统的核心是其控制系统,需要设计一个完善的控制系统,使其能准确地检测船舶的运动姿态,并将其反馈至控制系统,再由控制系统精确地驱动执行机构来完成对船舶升沉的补偿动作。

船载海上起重机的主要工作内容是进行海上物资补给、救生艇收放、水下作业等任务。船载起重机在进行海上物资补给时,除了在船载起重机上安装升沉补偿装置外,还需要在被补给船上安置船体运动检测单元(MRU),所述的MRU可以是在被补给船的船体甲板上安装位移传感器或者双目摄像机系统(曾智刚.波浪运动升沉补偿液压平台关键问题试验研究[D].华南理工大学,2010;邹木春,刘桂雄.采用视频检测的甲板升沉KALMAN滤波估算与预测[J].现代制造工程,2010,10:107-110.)来检测甲板的位移,补给船与被补给船之间的距离较短,通常为从几米或十余米,通常采用无线通信系统将被补给船采集的实时数据源源不断地传送给安装于补给船上的数据处理单元,数据处理单元通过对补给船与被补

给船采集的实时数据检测到两船舶平台因波浪和其他因素引起的垂直方向的相对运动速度或升沉位移量，并将其测得结果传送给计算机控制系统。

船载起重机在进行救生艇收放时，王生海(垂直方向主动式波浪补偿控制系统设计研究[D].大连海事大学,2013)将升沉补偿装置安装在船载起重机上，采用船体运动检测单元(MRU)、声学波浪仪、转速传感器、张力传感器等组成传感器网络，MRU测量船舶运动，声学波浪仪与MRU耦合测量波浪运动，转速传感器测量卷筒的转动进而得到救生艇运动状态，张力传感器感受绳索中的张力。传感器网络测得的信号传送到附近的波浪补偿控制器，控制器进行分析计算，发出控制信号控制卷筒的转速和转向，从而实现救生艇收放波浪补偿过程，以抵消船舶运动对救生艇收放作业的影响。

船载起重机在进行水下作业时，中国专利CN103626068A将升沉补偿装置安装在船载起重机上，起升卷筒通过钢丝绳绕过支臂前端的悬挂支点吊装一负载，负载浸没于水面下。船舶姿态运动传感器(其功能相当于MRU)实时检测船舶升沉运动。绝对值编码器实时检测起升卷筒的运动状况。张力传感器实时检测钢丝绳的动态张力。补偿设备连接到船舶姿态运动传感器、绝对值编码器和张力传感器，补偿设备基于历史数据和实时检测的船舶升沉运动、升卷筒的运动状况和钢丝绳的动态张力的数据计算预测参数，并基于预测参数施加补偿电压于起升卷筒，到达控制吊装负载的运动状况的目的，使负载在水中保持恒定位置。

海洋浮动平台起重机在进行钻井作业时，US2010/0050917A1将升沉补偿装置安装于海洋离岸浮动平台的钻井机架上，采用液压闭式回路、蓄能器补偿差动液压缸两侧的容积差、运动参考单元(MRU)检测浮动平台的升沉运动、位置传感器检测液压缸伸缩量、压力传感器检测压油泵两侧压力，使钻井舰船在钻井过程中钻杆在海底保持稳定，不受海面波浪升沉影响。

海洋固定平台在日常工作中，平台上工作人员所需的生活物资、设备维修调换、生活垃圾的处理，均需要补给船运输。海洋固定钻井平台距离海面近百米高，而这些货物从补给船提升至海洋固定平台上，或从海洋平台下放到补给船只上，均由海洋固定平台起重机来完成。由于洋流、海风或海浪运动造成的船体升沉运动与摆动，极大的限制了海洋固定平台起重机的作业能力。海洋固定平台起重机作业时，起重机吊钩与被提升货物连接，由钢丝绳传递提升力将货物提升或下放。货物从补给船甲板提升至海洋平台时，如果在提升阶段（钢丝绳被张紧）船只随海浪上升，此时钢丝绳上的张力消失，钢丝绳产生弯曲，而后船只随海浪下降，钢丝绳再次被张紧，由于海浪升沉幅度较大（通常为3~5m）、下降速度较快，在货物脱了船只甲板时，会对钢丝绳产生冲击载荷，造成整个起重机大臂震动，增加作业的危险性，严重时会导致设备的损坏和人员的伤亡。货物从海洋钻井固

定平台下放到补给船只时,同样受到船只升沉运动的影响,不能保证吊装定位精度,且同样可能产生货物与船只甲板之间的碰撞,钢丝绳的冲击载荷。目前海洋钻井固定平台起重机的提升与下放均由起重机司机操作,而起重机司机室位于平台起重机顶部,距离海面距离有百米左右,司机难以判断合适的提升与下放时机,日常作业中经常造成上述震动与碰撞,给安全生产与设备寿命带来很大的挑战,难以实现海洋固定平台与补给船只之间货物的平稳提升与下放。

虽然海洋固定平台起重机和船载起重机、海洋浮动平台的工作内容有一定的相似性,但海洋固定平台与船载起重机、海洋浮动平台在具体使用环境和对补给船的运动补偿方式上存在很大差异,船载起重机、海洋浮动平台的解决方案无法应用到海洋固定平台起重机上。对于消除洋流、海风及海浪运动对海洋固定平台起重机作业的影响,如果采用恒张力技术,但恒张力技术只能在提升阶段起作用,不能解决下放阶段的问题,而海洋固定平台起重机不仅是要提升货物,还需要将货物平稳下放至补给船,包括提升和下放两个过程。恒张力技术只能解决一半的技术问题。如果采用升沉补偿技术,需要在每个补给船上都要安装检测船舶运动信号的装置(MRU),为了实现对运动补偿的控制,还需要解决检测到的船舶运动信号与海洋固定平台之间的无线通信问题。在船载起重机、海洋浮动平台的应用场景下,船体运动检测单元(MRU)或运动传感器分别安装在补给船(浮动平台)和被补给船上,补给船(浮动平台)和被补给船之间距离较近(通常为几米到十余米的范围内),通过无线通信的方式实现信号传输是可行的。但对于海洋固定平台起重机而言,来来往往的补给船数量较多,在每一个补给船上安装船体运动检测单元(MRU)或传感器是不现实的。一方面,补给船不可能是同一条船,如果在来来往往的每条补给船上均安装MRU或运动传感器,成本非常高;另一方面,即使安装了MRU或运动传感器,由于海洋固定平台起重机与补给船的水平 and 垂直距离非常大(至少近百米),通过无线通信的方式实现信号的传输,采用这种技术需要给每只过往的补给船都配备安装发射设备,在海洋平台上安装接受设备,成本高昂,实际操作中难以实现。

针对海洋固定平台起重机特殊的操作要求与控制要求,未见适用于海洋固定平台起重机的控制系统,在洋流、海风及海浪的影响下,使起重机不受补给船体升沉运动的影响,平稳地将负载提升离开以及稳定下放至补给船甲板的技术。

同时,现有的主动式升沉补偿技术,其液压系统均采用阀控开式回路,需要配备液压油源、液压阀组才能工作,不但体积庞大,管路连接复杂,元件多,且由于节流损失,整个系统效率很低。

发明内容

针对现有的不足,本发明所要解决的技术问题是,提供一种利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统以及方法,实现升沉补偿的直接泵控式电液升沉补偿装置。所述的升沉补偿控制系统和升沉补偿系统能够适用于海洋固定平台起重机特殊的操作要求与控制要求,在洋流、海风及海浪的影响下,使起重机不受补给船体升沉运动的影响,平稳地将负载提升离开以及稳定下放至补给船。本发明还提供该视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统的试验台,所述的试验台模拟海洋固定平台起重机在海洋环境下提升、下放全过程的真实环境,以便实现海洋固定平台运动控制系统控制的研究。

为了达到上述发明目的,本发明采用的技术方案是:

本发明的第一个目的是提供一种利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统

所述的控制系统包括检测机构,控制机构和执行机构,所述升沉补偿控制系统用于实现海洋平台起重机提升与下放全过程的智能升沉运动补偿,在提升和下放过程中分别叠加船体升沉运动同幅值、同方向的运动,保证在海浪运动的条件下,所述海洋平台起重机不受船体升沉运动的影响,平稳地将负载提升离开且能够平稳下放至补给船;其中:

所述的检测机构采用视频测距方法检测补给船体的三维位置信息,将检测的参数传送至所述控制机构,用以控制所述执行机构进行海洋平台起重机提升与下放全过程的智能升沉运动补偿,在提升和下放过程中分别叠加船体升沉运动同幅值、同方向的运动,保证在海浪运动的条件下,所述海洋平台起重机不受船体升沉运动的影响,平稳地将负载提升离开且能够平稳下放至补给船;

所述的海洋平台为海洋固定平台。

所述的三维位置信息是指包含船体升沉方向、船体三维姿态的直角坐标系下各个方向的位移、速度、加速度信息。

所述的同幅值、同方向的运动是指与船体随海浪周期性运动幅值大小相同,方向相同的运动。

进一步地,在提升阶段,所述的检测机构采用视频测距方法检测补给船体的升沉运动的信息,通过控制机构的运算,得到补给船的速度和加速度信息,通过执行机构在提升过程中叠加船体升沉运动同幅值、同方向的运动,由所述执行机构进行主动的升沉运动补偿、智能的选择提升时刻,避免提升过程产生起重机钢丝绳冲击载荷,实现平稳的提升。

进一步地,在下放阶段,所述的检测机构采用视频测距方法检测补给船体的三维位置信息,在所述控制机构的控制下,通过执行机构在负载下降过程中叠加

船体升沉运动同幅值、同方向的运动，保证负载以设定的相对速度下放至船体甲板，且能够判别补给船姿态信息，选择负载下放时机，实现负载平稳的下放。

进一步地，所述的执行机构为直接泵控式电液升沉补偿装置，所述的直接泵控式电液升沉补偿装置包括伺服电机驱动器、转速传感器、位移传感器和至少三个压力传感器，所述伺服电机驱动器驱动所述直接泵控式电液升沉补偿装置，采用转速传感器、位移传感器和至少三个压力传感器采集所述直接泵控式电液升沉补偿装置的运行参数，并反馈至所述控制机构，用于所述直接泵控式电液升沉补偿装置的闭环控制，实现海洋平台起重机的提升和下放。

所述的闭环控制是指将传感器采集的信息反馈至控制机构，与输入指令信号作比较后，用于精确控制直接泵控式电液升沉补偿装置，采用位移传感器，可实现精确的位移或速度闭环控制，采用压力传感器可实现精确的力控制。

进一步地，所述的执行机构为直接泵控式电液升沉补偿装置，所述的直接泵控式电液升沉补偿装置包括伺服电机驱动器、伺服电机、双向液压泵、蓄能器、快插接头、两个溢流阀、单出杆液压缸、动滑轮、静滑轮、至少三个压力传感器、转速传感器和位移传感器，由伺服电机驱动器驱动伺服电机带动双向液压泵转动，双向液压泵的两输出端分别与单出杆液压缸的有杆腔和无杆腔连接，在双向液压泵的两输出端间并联两个反向安装的溢流阀；伺服电机与转速传感器连接，所述的转速传感器、位移传感器、伺服电机驱动器、至少三个压力传感器分别与控制计算机连接；动滑轮连接在单出杆液压缸的活塞杆上，静滑轮连接在单出杆液压缸的底部，位移传感器安装在单出杆液压缸内。

进一步地，所述伺服电机驱动器、伺服电机、双向液压泵、蓄能器、快插接头、两个溢流阀、单出杆液压缸、动滑轮、静滑轮、至少三个压力传感器、转速传感器和位移传感器均集成自治装置。

进一步地，所述的直接泵控式电液升沉补偿装置中的动滑轮、单出杆液压缸的活塞杆和静滑轮位于同一条轴线上。

进一步地，所述的直接泵控式电液升沉补偿装置中的蓄能器第一路与两个反向安装的液控单向阀的一端连接后，两个反向安装的液控单向阀的另一端并联在双向液压泵的两输出端间。

进一步地，所述蓄能器分三路，第一路与单出杆液压缸有杆腔侧连接，第二路与快插接头连接，第三路与第一压力传感器连接，双向液压泵的两输出端分别接有第二压力传感器和第三压力传感器。

进一步地，所述的控制机构为控制计算机，所述的检测机构为工业摄像机，所述的执行机构为直接泵控式电液升沉补偿装置；工业摄像机和直接泵控式电液升沉补偿装置分别通过电气接线与控制计算机相连接，工业摄像机和直接泵控式

电液升沉补偿装置分别安装于海洋平台起重机基座上；所述直接泵控式电液升沉补偿装置与控制计算机进行信息与能量的交换，形成闭环运动控制，实现海洋平台起重机的提升和下放。

进一步地，所述的位移传感器为内置式位移传感器。

本发明的第二个目的是提供如前所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统的控制方法，所述的控制方法包括如下步骤：检测机构采用视频测距方法检测补给船体的三维位置信息，将检测的参数传送至控制机构，用以控制执行机构进行海洋平台起重机提升与下放全过程的智能升沉运动补偿，在提升和下放过程中分别叠加船体升沉运动同幅值、同方向的运动，保证在海浪运动的条件下，所述海洋平台起重机不受船体升沉运动的影响，平稳地将负载提升离开且能够平稳下放至补给船。

进一步地，所述的控制方法包括提升和下放两个阶段：

在提升阶段，所述的检测机构采用视频测距方法检测补给船体的升沉运动的信息，通过控制机构的运算，得到补给船的速度和加速度信息，通过执行机构在提升过程中叠加船体升沉运动同幅值、同方向的运动，由所述执行机构进行主动的升沉运动补偿、智能的选择提升时刻，避免提升过程产生起重机钢丝绳冲击载荷，实现平稳的提升；

在下放阶段，所述的检测机构采用视频测距方法检测补给船体的三维位置信息，在所述控制机构的控制下，通过执行机构在负载下降过程中叠加船体升沉运动同幅值、同方向的运动，保证负载以设定的相对速度下放至船体甲板，且能够判别补给船姿态信息，选择负载下放时机，实现负载平稳的下放。

进一步地，所述的执行机构为直接泵控式电液升沉补偿装置，所述的检测机构为工业摄像机，所述控制机构为控制计算机。

本发明的第三个目的是提供如前所述的视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统试验台，所述的试验台包括液压油源，液压控制阀，控制手柄，液压绞车，执行机构，控制机构，检测机构，机架，模拟负载，六自由度平台，配电控制柜和张力传感器；所述执行机构和检测机构装在机架上，钢丝绳的一端经执行机构与模拟负载连接，钢丝绳的另一端与液压绞车连接，液压控制阀分别与液压油源、控制手柄和液压绞车连接，控制手柄能对模拟负载进行提升与下放；模拟负载放在六自由度平台上，六自由度平台和配电控制柜组合模拟船体在海洋中运动；配电控制柜，执行机构和检测机构均分别与控制机构连接。

进一步地，所述的执行机构为直接泵控式电液升沉补偿装置，所述的直接泵控式电液升沉补偿装置包括伺服电机驱动器、转速传感器、位移传感器和至少三个压力传感器。

进一步地,所述的执行机构为直接泵控式电液升沉补偿装置,所述的直接泵控式电液升沉补偿装置包括伺服电机驱动器、伺服电机、双向液压泵、蓄能器、快插接头、两个溢流阀、单出杆液压缸、动滑轮、静滑轮、至少三个压力传感器、转速传感器和位移传感器,由伺服电机驱动器驱动伺服电机带动双向液压泵转动,双向液压泵的两输出端分别与单出杆液压缸的有杆腔和无杆腔连接,在双向液压泵的两输出端间并联两个反向安装的溢流阀;伺服电机与转速传感器连接,所述的转速传感器、位移传感器、伺服电机驱动器、至少三个压力传感器分别与控制计算机连接;动滑轮连接在单出杆液压缸的活塞杆上,静滑轮连接在单出杆液压缸的底部,位移传感器安装在单出杆液压缸内。

进一步地,所述伺服电机驱动器、伺服电机、双向液压泵、蓄能器、快插接头、两个溢流阀、单出杆液压缸、动滑轮、静滑轮、至少三个压力传感器、转速传感器和位移传感器均集成自治装置。

进一步地,所述的位移传感器为内置式位移传感器。

进一步地,所述的控制机构为控制计算机,所述的检测机构为工业摄像机,所述的执行机构为直接泵控式电液升沉补偿装置;工业摄像机和直接泵控式电液升沉补偿装置分别通过电气接线与控制计算机相连接。

进一步地,所述的直接泵控式电液升沉补偿装置中的传感器组、工业摄像机和伺服电机驱动器均分别与控制计算机连接。

进一步地,所述的钢丝绳的一端经直接泵控式电液升沉补偿装置中的静滑轮、动滑轮,张力传感器与模拟负载连接,钢丝绳的另一端与液压绞车连接。

进一步地,所述的传感器组包括转速传感器、位移传感器和至少三个压力传感器。

本发明的第四个目的是提供如前所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统的直接泵控式电液升沉补偿装置,所述直接泵控式电液升沉补偿装置用作所述海洋平台起重机升沉补偿控制系统的执行机构,所述的直接泵控式电液升沉补偿装置包括伺服电机驱动器、伺服电机、双向液压泵、蓄能器、快插接头、两个溢流阀、单出杆液压缸、动滑轮、静滑轮、至少三个压力传感器、转速传感器和位移传感器,由伺服电机驱动器驱动伺服电机带动双向液压泵转动,双向液压泵的两输出端分别与单出杆液压缸的有杆腔和无杆腔连接,在双向液压泵的两输出端间并联两个反向安装的溢流阀;伺服电机与转速传感器连接,转速传感器、位移传感器、伺服电机驱动器、至少三个压力传感器分别与控制计算机连接;动滑轮连接在单出杆液压缸的活塞杆上,静滑轮连接在单出杆液压缸的底部,位移传感器安装在单出杆液压缸内。

进一步地,所述伺服电机驱动器、伺服电机、双向液压泵、蓄能器、快插接

头、两个溢流阀、单出杆液压缸、动滑轮、静滑轮、至少三个压力传感器、转速传感器和位移传感器均集成自治装置。

进一步地，所述的直接泵控式电液升沉补偿装置中的动滑轮、单出杆液压缸的活塞杆和静滑轮位于同一条轴线上。

进一步地，所述的直接泵控式电液升沉补偿装置中的蓄能器第一路与两个反向安装的液控单向阀的一端连接后，两个反向安装的液控单向阀的另一端并联在双向液压泵的两输出端间。

进一步地，所述的位移传感器为内置式位移传感器。

本发明具有的有益效果是：

1) 本发明采用视频测距方法检测船只三维位置信息，并将这些参数传送至控制计算机，用以控制直接泵控式电液升沉补偿装置，进行海洋平台起重机智能化的升沉运动补偿，保证在海浪运动的条件下，起重机不受船体升沉运动的影响，平稳的将负载提升离开且能够平稳下放至补给船甲板，进行起重机提升与下放全过程的智能升沉运动补偿，其结构紧凑，系统简单，使用、维护方便，具有广泛的实用性与先进性。本发明也可用于船载设备、码头起重机的升沉补偿。

2) 本发明通过所述的直接泵控差动缸闭式回路构成自治装置，集成伺服电机与液压元件、传感器，由控制计算机进行闭环控制，实现机电液一体化设计，大大减少元件数量与装置体积，无节流损失，且能进行能量回收，显著提高能效，其结构紧凑，系统简单，使用、维护方便，具有广泛的实用性与先进性。

3) 本发明通过六自由度平台模拟船只在海洋环境下的运动，用工业摄像机检测六自由度平台的运动参数，并将这些参数传送至计算机，用以构成利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿运动控制系统的闭环控制结构，采集对液压系统运行参数、六自由度平台姿态、钢丝绳冲击、升沉补偿装置的运行参数，对系统的运行进行全方位的监测，可方便的进行利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿运动控制系统测试、常规海洋平台起重机操作过程的模拟与测试，通过对钢丝绳张力的检测，可判别利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿运动控制系统的控制性能优劣，并与常规海洋平台起重机进行对比，进行利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿运动控制系统的控制策略研究，该试验台结构紧凑，使用方便，具有广泛的实用性。本发明也可用于船载设备、码头起重机升沉补偿装置的测试、研究。

附图说明

图1是利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统的结构示意图。

图2是直接泵控式电液升沉补偿装置实施例1的结构示意图。

图3是直接泵控式电液升沉补偿装置实施例2的结构示意图。

图4是利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统试验台的结构示意图。图中：1、控制计算机，2、工业摄像机，3、直接泵控式电液升沉补偿装置，4、伺服电机驱动器，5、转速传感器，6、压力传感器，7、内置式位移传感器，8、电气接线，9、动滑轮，10、静滑轮，11、单出杆液压缸，12、液压管路，13、蓄能器，14、快插接头，15、溢流阀，16、伺服电机，17、双向液压泵，18、液控单向阀，19、液压油源，20、液压控制阀，21、控制手柄，22、液压绞车，23、液压管路，24、钢丝绳，25、张力传感器，26、模拟负载，27、六自由度平台，28、传感器组，29、配电控制柜，30、机架

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明作进一步的说明，以下实施例仅用于说明本发明而不适用于限制本发明的范围。此外应理解，在阅读了本发明讲授的内容之后，本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改，这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

实施例1

如图1所示，本发明所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统包括控制计算机1，工业摄像机2和直接泵控式电液升沉补偿装置3；工业摄像机2和直接泵控式电液升沉补偿装置3中的伺服电机驱动器4、转速传感器5、三个压力传感器6和内置式位移传感器7分别通过电气接线8控制计算机1相连接，进行信息与能量的交换；工业摄像机2和直接泵控式电液升沉补偿装置3分别安装于海洋平台起重机基座上。

如图2所示，本发明所述直接泵控式电液升沉补偿装置3的第一个实施例包括伺服电机驱动器4、伺服电机16、双向液压泵17、蓄能器13、快插接头14、两个溢流阀15、单出杆液压缸11、动滑轮9、静滑轮10、三个压力传感器6、转速传感器5和内置式位移传感器7。

伺服电机驱动器4驱动伺服电机16带动双向液压泵17转动，双向液压泵17的两输出端分别经液压管路12与单出杆液压缸11的有杆腔和无杆腔连接，在双向液压泵17的两输出端间并联两个反向安装的溢流阀15；蓄能器13分三路，第一路与单出杆液压缸11有杆腔侧连接，第二路与快插接头14连接，第三路与第一压力传感器6连接，双向液压泵17的两输出端分别接有第二压力传感器6和第三压力传感器6，伺服电机16与转速传感器5连接，转速传感器5、内置式位移传感器7、伺服电机驱动器4和三个压力传感器6分别经电气连接8与控制计算机1连接，动滑轮9连接于单出杆液压缸11的活塞杆上，静滑轮10连接于单出杆液压缸11的底部，并与动滑轮9在同一条轴线上，动滑轮9和静滑轮10与起重机提升钢丝绳连接。内置式位移传感器7安装在单出杆液压缸11内。

所述伺服电机16、双向液压泵17、单出杆液压缸11、蓄能器13、溢流阀15、快插接头14、三个压力传感器6、转速传感器5、内置式位移传感器7和两个液控单向阀18均集成构成自治装置。无需液压油源,大大减少了元件数量与装置体积,进行电气连接后,由控制计算机1给出指令信号即可工作。

本发明所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统的工作原理为:

采用控制计算机1作为控制器,通过工业摄像机2采用视频测距方法检测船体的三维位置信息,直接泵控式电液升沉补偿装置3由伺服电机驱动器4驱动,作为系统的执行机构,采用转速传感器5、三个压力传感器6和内置式位移传感器7采集直接泵控式电液升沉补偿装置3的运行参数,并反馈至控制计算机1,用于直接泵控式电液升沉补偿装置3的闭环控制,实现海洋平台起重机的提升和下放。

所述海洋平台起重机的提升过程中,由工业摄像机2采用视频测距方法检测船体升沉运动的位置,通过控制计算机1的运算,得到补给船的速度和加速度信息,通过直接泵控式电液升沉补偿装置3在提升过程中叠加船体升沉运动同幅值、同方向的运动,由伺服电机驱动器4驱动的直接泵控式电液升沉补偿装置3进行主动的升沉运动补偿、智能的选择提升时刻,避免提升过程产生起重机钢丝绳冲击载荷,实现平稳的提升。

所述海洋平台起重机的下放过程中,在控制计算机1的控制下,通过直接泵控式电液升沉补偿装置3在负载下降过程中叠加船体升沉运动同幅值、同方向的运动,保证负载以设定的相对速度下放至船体甲板,且能够判别船只姿态信息,选择负载下放时机,实现负载平稳的下放。

实施例2

本发明提供所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统的直接泵控式电液升沉补偿装置,所述直接泵控式电液升沉补偿装置3用作所述海洋平台起重机升沉补偿控制系统的执行机构,所述的直接泵控式电液升沉补偿装置3包括伺服电机驱动器4、伺服电机16、双向液压泵17、蓄能器13、快插接头14、两个溢流阀15、单出杆液压缸11、动滑轮9、静滑轮10、至少三个压力传感器6、转速传感器5和位移传感器7,由伺服电机驱动器4驱动伺服电机16带动双向液压泵17转动,双向液压泵17的两输出端分别与单出杆液压缸11的有杆腔和无杆腔连接,在双向液压泵17的两输出端间并联两个反向安装的溢流阀15;伺服电机16与转速传感器5连接,转速传感器5、位移传感器7、伺服电机驱动器4、至少三个压力传感器6分别与控制计算机1连接;动滑轮9连接在单出杆液压缸11的活塞杆

上，静滑轮10连接在单出杆液压缸11的底部，位移传感器7安装在单出杆液压缸11内。

所述伺服电机驱动器4、伺服电机16、双向液压泵17、蓄能器13、快插接头14、两个溢流阀15、单出杆液压缸11、动滑轮9、静滑轮10、至少三个压力传感器6、转速传感器5和位移传感器7均集成自治装置。无需液压油源，大大减少了元件数量与装置体积，进行电气连接后，由控制计算机1给出指令信号即可工作。

所述的直接泵控式电液升沉补偿装置3中的动滑轮9、单出杆液压缸11的活塞杆和静滑轮10位于同一条轴线上。

所述的直接泵控式电液升沉补偿装置3中的蓄能器13第一路与两个反向安装的液控单向阀18的一端连接后，两个反向安装的液控单向阀18的另一端并联在双向液压泵17的两输出端间。

所述动滑轮9、单出杆液压缸11的活塞杆和静滑轮10位于同一条轴线上。

如图2、图3所示，所述蓄能器13第一路与两个反向安装的液控单向阀18的一端连接后，两个反向安装的液控单向阀18的另一端并联在双向液压泵17的两输出端间。

双向液压泵17由伺服电机16驱动，通过控制计算机1、伺服电机驱动器4、转速传感器5，对伺服电机进行闭环控制。单出杆液压缸11通过直接泵控差动缸闭式回路由双向液压泵17直接驱动。通过调节伺服电机16的转速与转向，分别控制双向液压泵17的流量大小与方向，进而驱动单出杆液压缸11活塞杆伸出或缩回。

蓄能器13用于补偿单出杆液压缸11活塞两侧面积不相等造成的流量差异，同时可进行能量的回收。快插接头14用于在检修时对蓄能器13进行注油，补充油液损失及更换废油。两个溢流阀15用于防止系统超压。

转速传感器5、三个压力传感器6和内置式位移传感器7用于采集直接泵控式电液升沉补偿装置3的运行参数，并反馈至控制计算机1，用于直接泵控式电液升沉补偿装置3的闭环运动控制。

单出杆液压缸11固定于海洋平台起重机的基座上。动滑轮9连接于单出杆液压缸11的活塞杆上。静滑轮10连接于单出杆液压缸11的底部，并与动滑轮9在同一条轴线上。动滑轮9和静滑轮10与起重机提升钢丝绳连接。

实施例3

如图3所示，是本发明所述直接泵控式电液升沉补偿装置3的第二个实施例，包括控制计算机1、伺服电机驱动器4、伺服电机16、双向液压泵17、蓄能器13、快插接头14、两个溢流阀15、单出杆液压缸11、动滑轮9、静滑轮10、三个压力传感器6、转速传感器5、内置式位移传感器7、液压管路12、电气连接8和两个液

控单向阀18。其基本原理与如图2所示实施例1相同，通过两个液控单向阀18使直接泵控式电液升沉补偿装置3可承受负向负载。所述的负向负载是指负载带动液压缸活塞杆运动，在图3中，所述的负向负载是指将液压缸活塞杆11在图中向上被外力拔出，这种工况在图1和图4所示的安装位置下是不会发生的，这样可承受负向负载的结构，一方面是为了使直接泵控式电液升沉补偿装置3在超载（负载过大）情况下保证安全性，另一方面是为了直接泵控式电液升沉补偿装置3的安装（上下方向）更加灵活，增加设计的灵活性，也增加能量回收的可能性。

实施例4

如图4所示，是本发明所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统试验台，包括液压油源19，液压控制阀20，控制手柄21，液压绞车22，直接泵控式电液升沉补偿装置3、控制计算机1，工业摄像机2，机架30，模拟负载26，六自由度平台27，配电控制柜29和张力传感器25。

直接泵控式电液升沉补偿装置3和工业摄像机2装在机架30上，钢丝绳24的一端经直接泵控式电液升沉补偿装置3中的静滑轮10、动滑轮9，张力传感器25与模拟负载26连接，钢丝绳24的另一端与液压绞车22连接，液压控制阀20经液压管路23分别与液压油源19、控制手柄21和液压绞车22连接，控制手柄21能对模拟负载26进行提升与下放；模拟负载26放在六自由度平台27上，六自由度平台27和配电控制柜29组合模拟船体在海洋中运动；配电控制柜29，直接泵控式电液升沉补偿装置3中的传感器组28、工业摄像机2和伺服电机驱动器4，均分别与控制计算机1连接。

如图2所示，所述的直接泵控式电液升沉补偿装置3包括伺服电机驱动器4、伺服电机16、双向液压泵17、蓄能器13、快插接头14、两个溢流阀15、单出杆液压缸11、动滑轮9、静滑轮10、至少三个压力传感器6、转速传感器5和位移传感器7，由伺服电机驱动器4驱动伺服电机16带动双向液压泵17转动，双向液压泵17的两输出端分别与单出杆液压缸11的有杆腔和无杆腔连接，在双向液压泵17的两输出端间并联两个反向安装的溢流阀15；伺服电机16与转速传感器5连接，转速传感器5、位移传感器7、伺服电机驱动器4、至少三个压力传感器6分别与控制计算机1连接；动滑轮9连接在单出杆液压缸11的活塞杆上，静滑轮10连接在单出杆液压缸11的底部，位移传感器7安装在单出杆液压缸11内。

所述伺服电机驱动器4、伺服电机16、双向液压泵17、蓄能器13、快插接头14、两个溢流阀15、单出杆液压缸11、动滑轮9、静滑轮10、至少三个压力传感器6、转速传感器5和位移传感器7均集成自治装置。

所述的直接泵控式电液升沉补偿装置3中的动滑轮9、单出杆液压缸11的

活塞杆和静滑轮 10 位于同一条轴线上。

所述的直接泵控式电液升沉补偿装置 3 中的蓄能器 13 第一路与两个反向安装的液控单向阀 18 的一端连接后,两个反向安装的液控单向阀 18 的另一端并联在双向液压泵 17 的两输出端间。

所述试验台由六自由度平 27 台模拟船只在海洋环境下的运动,由固定机架 30、液压绞车 22、液压油源 19、液压控制阀 20、控制手柄 21、模拟负载 26 模拟常规的海洋平台起重机操作,固定机架 30 上安装工业摄像机 2、升沉补偿装置 3,系统由配电控制柜 29 提供电源,由控制计算机 1 进行控制、进行数据采集。

本发明所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统试验台的工作原理如下:

所述试验台可实现海洋平台起重机操作过程的模拟与测试、利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿运动控制系统测试,并进行数据的记录与处理。传感器组 28 包括压力传感器 6、转速传感器 5、位移传感器 7 等,可对液压系统运行参数、六自由度平台 27 姿态、钢丝绳 24 冲击、升沉补偿装置 3 的运行参数等进行记录并送入控制计算机 1 用于液压系统、六自由度平台 27、升沉补偿装置 3 的控制。所述的海洋平台为海洋固定平台。

利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿运动控制系统试验台能够通过传感器组 28,监测使用利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿运动控制系统时,连接于模拟负载 26 与液压绞车 22 之间的钢丝绳 24 的张力变化,从而进行利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿运动控制系统控制策略研究。

视频测距的海洋平台起重机升沉补偿运动控制系统试验台能够通过传感器组 28,监测使用常规海洋平台起重机提升机构时,连接于模拟负载 26 与液压绞车 22 之间的钢丝绳 24 的张力变化,从而与使用进行利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿运动控制系统时系统的冲击进行对比研究。

权利要求书

1. 一种利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统，其特征在于：所述的控制系统包括检测机构，控制机构和执行机构，所述升沉补偿控制系统用于实现海洋平台起重机提升与下放全过程的智能升沉运动补偿，在提升和下放过程中分别叠加船体升沉运动同幅值、同方向的运动，保证在海浪运动的条件下，所述海洋平台起重机不受船体升沉运动的影响，平稳地将负载提升离开且能够平稳下放至补给船；其中：

所述的检测机构采用视频测距方法检测补给船体的三维位置信息，将检测的参数传送至所述控制机构，用以控制所述执行机构进行海洋平台起重机提升与下放全过程的智能升沉运动补偿，在提升和下放过程中分别叠加船体升沉运动同幅值、同方向的运动，保证在海浪运动的条件下，所述海洋平台起重机不受船体升沉运动的影响，平稳地将负载提升离开且能够平稳下放至补给船；

所述的海洋平台为海洋固定平台。

2. 根据权利要求 1 所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统，其特征在于：在提升阶段，所述的检测机构采用视频测距方法检测补给船体的升沉运动的信息，通过控制机构的运算，得到补给船的速度和加速度信息，通过执行机构在提升过程中叠加船体升沉运动同幅值、同方向的运动，由所述执行机构进行主动的升沉运动补偿、智能的选择提升时刻，避免提升过程产生起重机钢丝绳冲击载荷，实现平稳的提升。

3. 根据权利要求 1 所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统，其特征在于：在下放阶段，所述的检测机构采用视频测距方法检测补给船体的三维位置信息，在所述控制机构的控制下，通过执行机构在负载下降过程中叠加船体升沉运动同幅值、同方向的运动，保证负载以设定的相对速度下放至船体甲板，且能够判别补给船姿态信息，选择负载下放时机，实现负载平稳的下放。

4. 根据权利要求 1-3 任一项所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统，其特征在于：所述的执行机构为直接泵控式电液升沉补偿装置(3)，所述的直接泵控式电液升沉补偿装置(3)包括伺服电机驱动器(4)、转速传感器(5)、位移传感器(7)和至少三个压力传感器(6)，所述伺服电机驱动器(4)驱动所述直接泵控式电液升沉补偿装置(3)，采用转速传感器(5)、位移传感器(7)和至少三个压力传感器(6)采集所述直接泵控式电液升沉补偿装置(3)的运行参数，并反馈至所述控制机构，用于所述直接泵控式电液升沉补偿装置(3)的闭环控制，实现海洋平台起重机的提升和下放。

5. 根据权利要求 4 所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统，其特征在于：所述的直接泵控式电液升沉补偿装置(3)包括伺服电机驱动器(4)、伺服电机(16)、双向液压泵(17)、蓄能器(13)、快插接头(14)、两个溢流阀(15)、

单出杆液压缸(11)、动滑轮(9)、静滑轮(10)、至少三个压力传感器(6)、转速传感器(5)和位移传感器(7)，由伺服电机驱动器(4)驱动伺服电机(16)带动双向液压泵(17)转动，双向液压泵(17)的两输出端分别与单出杆液压缸(11)的有杆腔和无杆腔连接，在双向液压泵(17)的两输出端间并联两个反向安装的溢流阀(15)；伺服电机(16)与转速传感器(5)连接，转速传感器(5)、位移传感器(7)、伺服电机驱动器(4)、至少三个压力传感器(6)分别与控制计算机(1)连接；动滑轮(9)连接在单出杆液压缸(11)的活塞杆上，静滑轮(10)连接在单出杆液压缸(11)的底部，位移传感器(7)安装在单出杆液压缸(11)内。

6. 根据权利要求 5 所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统，其特征在于：所述伺服电机驱动器(4)、伺服电机(16)、双向液压泵(17)、蓄能器(13)、快插接头(14)、两个溢流阀(15)、单出杆液压缸(11)、动滑轮(9)、静滑轮(10)、至少三个压力传感器(6)、转速传感器(5)和位移传感器(7)均集成自治装置。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统，其特征在于：所述的直接泵控式电液升沉补偿装置(3)中的动滑轮(9)、单出杆液压缸(11)的活塞杆和静滑轮(10)位于同一条轴线上。

8. 根据权利要求 5 或 6 任一项所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统，其特征在于：所述的直接泵控式电液升沉补偿装置(3)中的蓄能器(13)第一路与两个反向安装的液控单向阀(18)的一端连接后，两个反向安装的液控单向阀(18)的另一端并联在双向液压泵(17)的两输出端间。

9. 根据权利要求 5-8 任一项所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统，其特征在于：所述蓄能器(13)分三路，第一路与单出杆液压缸(11)有杆腔侧连接，第二路与快插接头(14)连接，第三路与第一压力传感器连接，双向液压泵(17)的两输出端分别接有第二压力传感器(6)和第三压力传感器(6)。

10. 根据权利要求 1-9 任一项所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统，其特征在于：所述的控制机构为控制计算机(1)，所述的检测机构为工业摄像机(2)，所述的执行机构为直接泵控式电液升沉补偿装置(3)；工业摄像机(2)和直接泵控式电液升沉补偿装置(3)分别通过电气接线(8)与控制计算机(1)相连接，工业摄像机(2)和直接泵控式电液升沉补偿装置(3)分别安装于海洋平台起重机基座上；所述直接泵控式电液升沉补偿装置(3)与控制计算机(1)进行信息与能量的交换，形成闭环运动控制，实现海洋平台起重机的提升和下放。

11. 根据权利要求 1-10 任一项所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统，其特征在于：所述的位移传感器(7)为内置式位移传感器。

12. 用于权利要求 1-11 任一项所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统的控制方法，其特征在于所述的控制方法包括如下步骤：

检测机构采用视频测距方法检测补给船体的三维位置信息,将检测的参数传送至控制机构,用以控制执行机构进行海洋平台起重机提升与下放全过程的智能升沉运动补偿,在提升和下放过程中分别叠加船体升沉运动同幅值、同方向的运动,保证在海浪运动的条件下,所述海洋平台起重机不受船体升沉运动的影响,平稳地将负载提升离开且能够平稳下放至补给船。

13. 根据权利要求 12 所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统的控制方法,其特征在于所述的控制方法包括提升和下放两个阶段:

在提升阶段,所述的检测机构采用视频测距方法检测补给船体的升沉运动的信息,通过控制机构的运算,得到补给船的速度和加速度信息,通过执行机构在提升过程中叠加船体升沉运动同幅值、同方向的运动,由所述执行机构进行主动的升沉运动补偿、智能的选择提升时刻,避免提升过程产生起重机钢丝绳冲击载荷,实现平稳的提升;

在下放阶段,所述的检测机构采用视频测距方法检测补给船体的三维位置信息,在所述控制机构的控制下,通过执行机构在负载下降过程中叠加船体升沉运动同幅值、同方向的运动,保证负载以设定的相对速度下放至船体甲板,且能够判别补给船姿态信息,选择负载下放时机,实现负载平稳的下放。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统的控制方法,其特征在于:所述的执行机构为直接泵控式电液升沉补偿装置(3),所述的检测机构为工业摄像机(2),所述控制机构为控制计算机(1)。

15. 根据权利要求 1-11 任一项所述的视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统试验台,其特征在于:所述的试验台包括液压油源(19),液压控制阀(20),控制手柄(21),液压绞车(22),执行机构,控制机构,检测机构,机架(30),模拟负载(26),六自由度平台(27),配电控制柜(29)和张力传感器(25);所述执行机构和检测机构装在机架(30)上,钢丝绳(24)的一端经执行机构与模拟负载(26)连接,钢丝绳(24)的另一端与液压绞车(22)连接,液压控制阀(20)分别与液压油源(19)、控制手柄(21)和液压绞车(22)连接,控制手柄(21)能对模拟负载(26)进行提升与下放;模拟负载(26)放在六自由度平台(27)上,六自由度平台(27)和配电控制柜(29)组合模拟船体在海洋中运动;配电控制柜(29),执行机构和检测机构均分别与控制机构连接。

16. 根据权利要求 15 所述的视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统试验台,其特征在于:所述的执行机构为直接泵控式电液升沉补偿装置(3),所述的直接泵控式电液升沉补偿装置(3)包括伺服电机驱动器(4)、转速传感器(5)、位移传感器(7)和至少三个压力传感器(6)。

17. 根据权利要求 16 所述的视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统试验

台,其特征在于:所述的直接泵控式电液升沉补偿装置(3)包括伺服电机驱动器(4)、伺服电机(16)、双向液压泵(17)、蓄能器(13)、快插接头(14)、两个溢流阀(15)、单出杆液压缸(11)、动滑轮(9)、静滑轮(10)、至少三个压力传感器(6)、转速传感器(5)和位移传感器(7),所述的直接泵控式电液升沉补偿装置(3)中,由伺服电机驱动器(4)驱动伺服电机(16)带动双向液压泵(17)转动,双向液压泵(17)的两输出端分别与单出杆液压缸(11)的有杆腔和无杆腔连接,在双向液压泵(17)的两输出端间并联两个反向安装的溢流阀(15);伺服电机(16)与转速传感器(5)连接,所述的转速传感器(5)、位移传感器(7)、伺服电机驱动器(4)、至少三个压力传感器(6)分别与控制计算机(1)连接;动滑轮(9)连接在单出杆液压缸(11)的活塞杆上,静滑轮(10)连接在单出杆液压缸(11)的底部,位移传感器(7)安装在单出杆液压缸(11)内。

18. 根据权利要求 17 所述的视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统试验台,其特征在于:所述伺服电机驱动器(4)、伺服电机(16)、双向液压泵(17)、蓄能器(13)、快插接头(14)、两个溢流阀(15)、单出杆液压缸(11)、动滑轮(9)、静滑轮(10)、至少三个压力传感器(6)、转速传感器(5)和位移传感器(7)均集成自治装置。

19. 根据权利要求 16-18 任一项所述的视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统试验台,其特征在于:所述的位移传感器(7)为内置式位移传感器。

20. 根据权利要求 16-19 任一项所述的视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统试验台,其特征在于:所述的控制机构为控制计算机(1),所述的检测机构为工业摄像机(2),所述的执行机构为直接泵控式电液升沉补偿装置(3);工业摄像机(2)和直接泵控式电液升沉补偿装置(3)分别通过电气接线(8)与控制计算机(1)相连接。

21. 根据权利要求 16-19 任一项所述的视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统试验台,其特征在于:所述直接泵控式电液升沉补偿装置(3)中的传感器组(28)、工业摄像机(2)和伺服电机驱动器(4)均分别与控制计算机(1)连接。

22. 根据权利要求 17-21 任一项所述的视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统试验台,其特征在于:钢丝绳(24)的一端经直接泵控式电液升沉补偿装置(3)中的静滑轮、动滑轮,张力传感器(25)与模拟负载(26)连接,钢丝绳(24)的另一端与液压绞车(22)连接。

23. 根据权利要求 21 所述的视频测距的海洋平台起重机升沉补偿控制系统试验台,其特征在于:所述传感器组(28)包括转速传感器(5)、位移传感器(7)和至少三个压力传感器(6)。

24. 一种用于权利要求 1-11 任一项所述的利用视频测距的海洋平台起重机升沉

补偿控制系统的直接泵控式电液升沉补偿装置，其特征在于：所述直接泵控式电液升沉补偿装置(3)用作所述海洋平台起重机升沉补偿控制系统的执行机构，所述的直接泵控式电液升沉补偿装置(3)包括伺服电机驱动器(4)、伺服电机(16)、双向液压泵(17)、蓄能器(13)、快插接头(14)、两个溢流阀(15)、单出杆液压缸(11)、动滑轮(9)、静滑轮(10)、至少三个压力传感器(6)、转速传感器(5)和位移传感器(7)，由伺服电机驱动器(4)驱动伺服电机(16)带动双向液压泵(17)转动，双向液压泵(17)的两输出端分别与单出杆液压缸(11)的有杆腔和无杆腔连接，在双向液压泵(17)的两输出端间并联两个反向安装的溢流阀(15)；伺服电机(16)与转速传感器(5)连接，转速传感器(5)、位移传感器(7)、伺服电机驱动器(4)、至少三个压力传感器(6)分别与控制计算机(1)连接；动滑轮(9)连接在单出杆液压缸(11)的活塞杆上，静滑轮(10)连接在单出杆液压缸(11)的底部，位移传感器(7)安装在单出杆液压缸(11)内。

25. 根据权利要求 24 所述的直接泵控式电液升沉补偿装置，其特征在于：所述伺服电机驱动器(4)、伺服电机(16)、双向液压泵(17)、蓄能器(13)、快插接头(14)、两个溢流阀(15)、单出杆液压缸(11)、动滑轮(9)、静滑轮(10)、至少三个压力传感器(6)、转速传感器(5)和位移传感器(7)均集成自治装置。

26. 根据权利要求 24 或 25 所述的直接泵控式电液升沉补偿装置，其特征在于：所述的直接泵控式电液升沉补偿装置(3)中的动滑轮(9)、单出杆液压缸(11)的活塞杆和静滑轮(10)位于同一条轴线上。

27. 根据权利要求 24 或 25 所述的直接泵控式电液升沉补偿装置，其特征在于：所述的直接泵控式电液升沉补偿装置(3)中的蓄能器(13)第一路与两个反向安装的液控单向阀(18)的一端连接后，两个反向安装的液控单向阀(18)的另一端并联在双向液压泵(17)的两输出端间。

28. 根据权利要求 24-27 任一项所述的直接泵控式电液升沉补偿装置，其特征在于：所述的位移传感器(7)为内置式位移传感器。

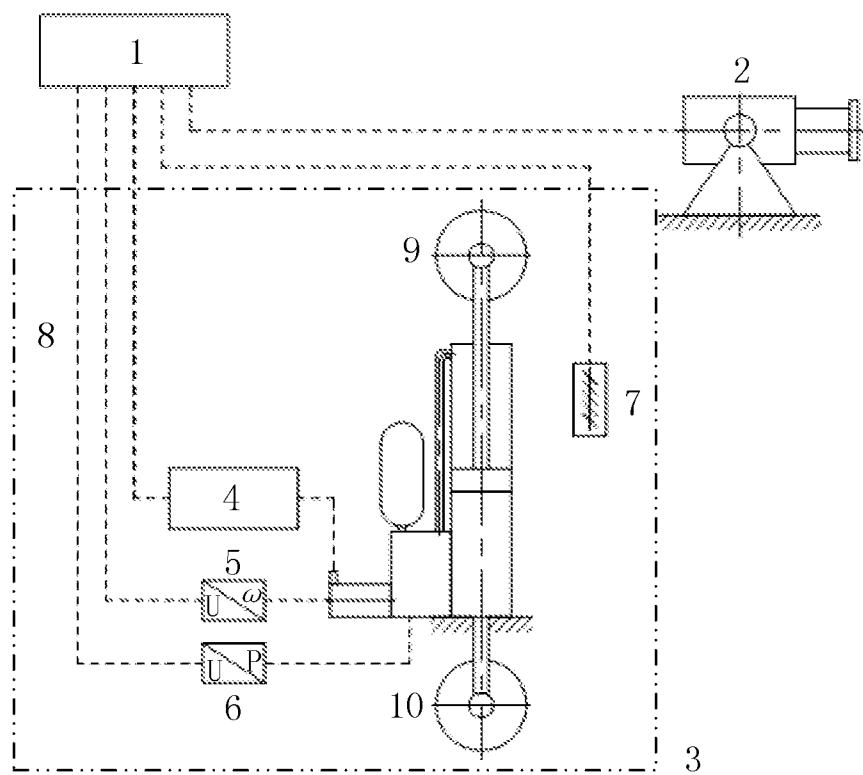


图 1

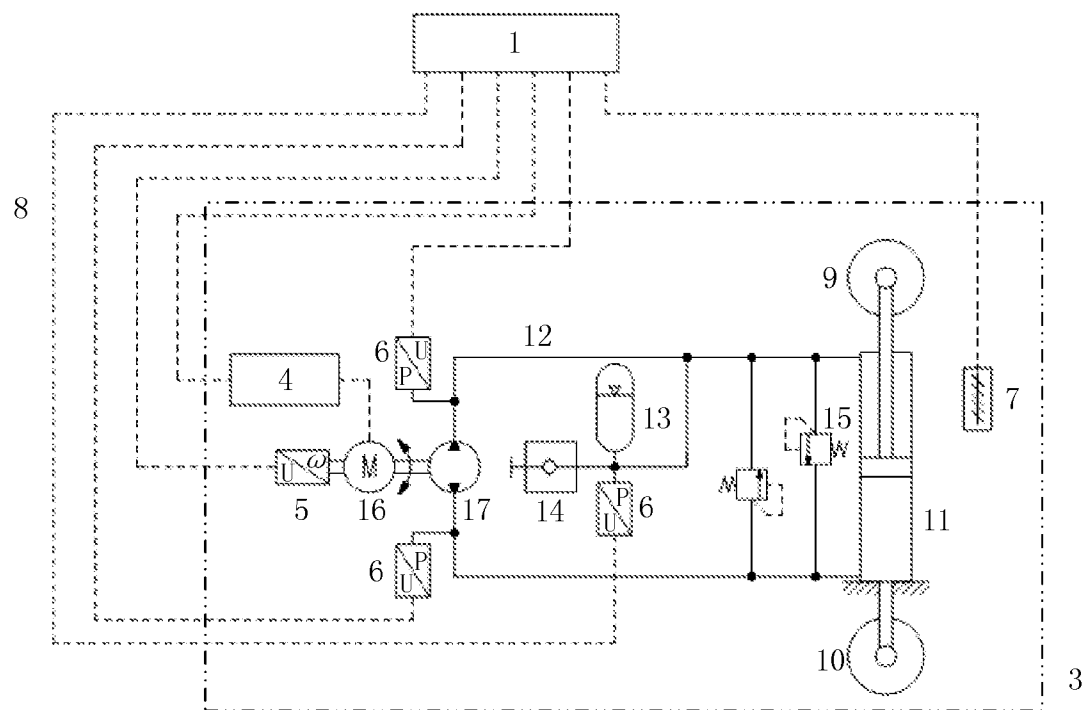


图 2

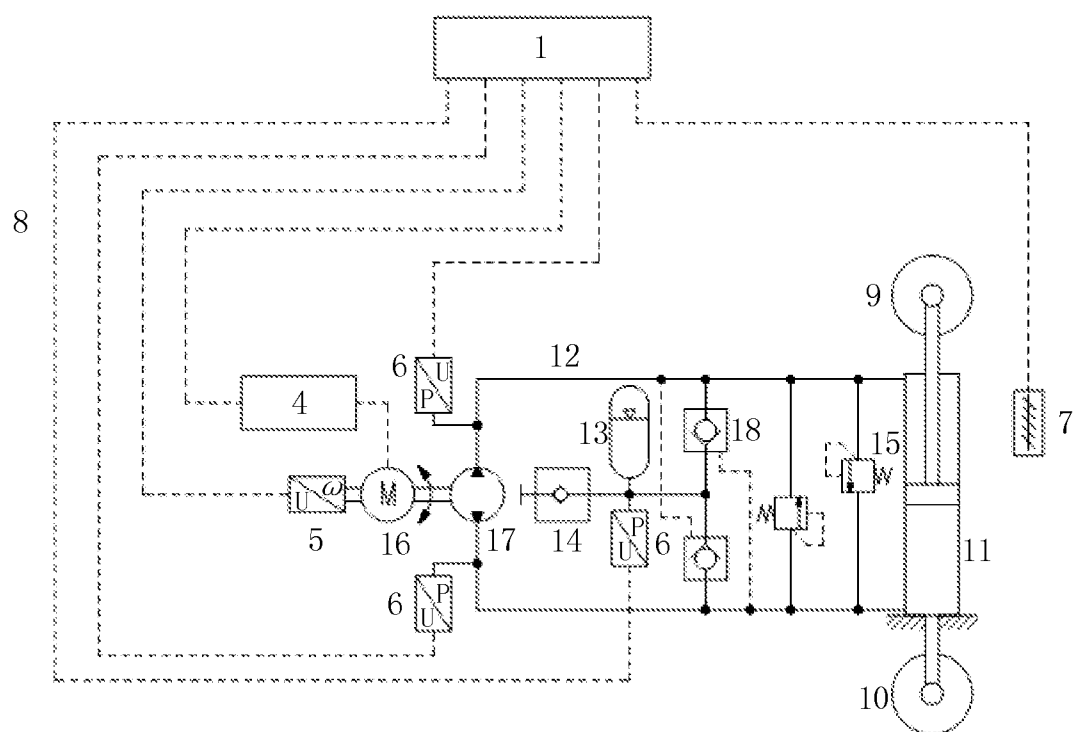


图3

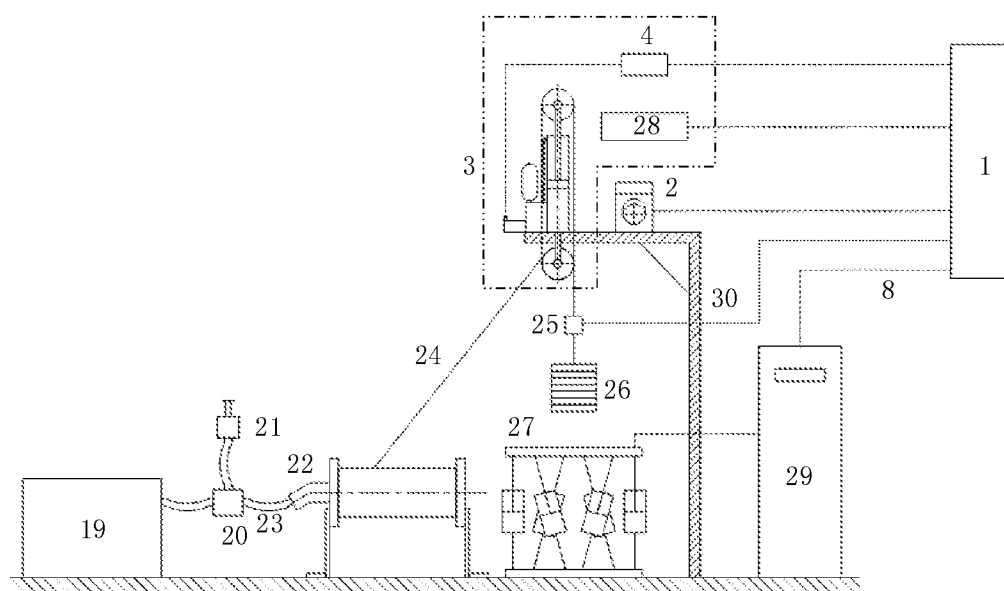


图4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/111394

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B66C 13/16 (2006.01) i; B66C 13/48 (2006.01) i; B63B 27/00 (2006.01) i; B63B 39/00 (2006.01) i
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B66C; B63B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNKI; SIPOABS; DWPI: zhe jiang university, gong guofang, zhang yakun, yang xu, li wenjing, yang huayong, hang, carry, rising, ocean, crane, derrick, lift, compensate, platform

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2010050917 A1 (VON DER OHE CHRISTIAN) 04 March 2010 (04.03.2010) see description, paragraphs [0030]-[0037], and figure 1	1-28
Y	ZOU, Muchun et al. "Deck heaving Kalman filter estimation and prediction using vision detection" Modern Manufacturing Engineering, no. 10, 31 October 2010 (31.10.2010), see pages 107-110	1-28
PX	CN 205241072 U (ZHE JIANG UNIVERSITY) 18 May 2016 (18.05.2016) see description, embodiments, and figures 1 and 2	1, 15-23
PX	CN 105417381 A (ZHE JIANG UNIVERSITY) 23 March 2016 (23.03.2016) see description, embodiments, and figures 1 and 2	1, 4-11, 24-28

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 08 March 2017	Date of mailing of the international search report 24 March 2017
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer LIU, Anqi Telephone No. (86-10) 62085279

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/111394

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105398961 A (ZHE JIANG UNIVERSITY) 16 March 2016 (16.03.2016) see description, embodiments, and figures 1 and 2	1, 15-23
PX	CN 105398965 A (ZHE JIANG UNIVERSITY) 16 March 2016 (16.03.2016) see description, embodiments, and figures 1 and 2	1-14, 24-28
PX	CN 205241076 U (ZHE JIANG UNIVERSITY) 18 May 2016 (18.05.2016) see description, embodiments, and figures 1 and 2	1-11, 24-28
A	CN 104817019 A (XIANGTAN UNIVERSITY) 05 August 2015 (05.08.2015) see the whole document	1-28
A	CN 101500930 A (HYDRALIFT AMCLYDE INC.) 05 August 2009 (05.08.2009) see the whole document	1-28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/111394

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US 2010050917 A1	04 March 2010	WO 2007139394 A1	06 December 2007
		NO 329688 B1	29 November 2010
		EP 2029424 A1	04 March 2009
		CA 2651606 A1	06 December 2007
		NO 20062521 A	03 December 2007
		BR PI0712434 A2	17 July 2012
		CA 2651606 C	22 July 2014
		EP 2029424 A4	23 April 2014
		US 8251148 B2	28 August 2012
CN 205241072 U	18 May 2016	None	
CN 105417381 A	23 March 2016	None	
CN 105398961 A	16 March 2016	None	
CN 105398965 A	16 March 2016	None	
CN 205241076 U	18 May 2016	None	
CN 104817019 A	05 August 2015	None	
CN 101500930 A	05 August 2009	NO 20090931 A	02 March 2009
		WO 2008022125 A1	21 February 2008
		CN 101500930 B	30 May 2012
		EP 2054335 B1	04 April 2012
		US 2008105433 A1	08 May 2008
		BR PI0716661 A2	23 December 2014
		EP 2054335 A1	06 May 2009
		AT 552204 T	15 April 2012
		US 7798471 B2	21 September 2010

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/111394

A. 主题的分类

B66C 13/16(2006.01)i; B66C 13/48(2006.01)i; B63B 27/00(2006.01)i; B63B 39/00(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

B66C, B63B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS;CNKI;SIPOABS;DWPI:浙江大学, 龚国芳, 张亚坤, 杨旭, 李文静, 杨华勇, 起重, 吊, 提, 升, 补偿, 海洋, 平台, crane, derrick, lift, compensate, platform

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	US 2010050917 A1 (VON DER OHE CHRISTIAN) 2010年 3月 4日 (2010 - 03 - 04) 参见说明书第[0030]-[0037]段, 附图1	1-28
Y	邹木春 等. “采用视频检测的甲板升沉Kalman滤波估算与预测” 《现代制造工程》, 第10期, 2010年 10月 31日 (2010 - 10 - 31), 参见第107-110页	1-28
PX	CN 205241072 U (浙江大学) 2016年 5月 18日 (2016 - 05 - 18) 参见说明书具体实施例, 附图1-2	权利要求1, 15-23
PX	CN 105417381 A (浙江大学) 2016年 3月 23日 (2016 - 03 - 23) 参见说明书具体实施例, 附图1-2	1, 4-11, 24-28
PX	CN 105398961 A (浙江大学) 2016年 3月 16日 (2016 - 03 - 16) 参见说明书具体实施例, 附图1-2	权利要求1, 15-23
PX	CN 105398965 A (浙江大学) 2016年 3月 16日 (2016 - 03 - 16) 参见说明书具体实施例, 附图1-2	权利要求1-14, 24-28
PX	CN 205241076 U (浙江大学) 2016年 5月 18日 (2016 - 05 - 18) 参见说明书具体实施例, 附图1-2	权利要求1-11, 24-28

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2017年 3月 8日

国际检索报告邮寄日期

2017年 3月 24日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

刘安琦

电话号码 (86-10)62085279

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 104817019 A (湘潭大学) 2015年 8月 5日 (2015 - 08 - 05) 参见全文	权利要求1-28
A	CN 101500930 A (海德勒利夫特埃姆克莱德股份有限公司) 2009年 8月 5日 (2009 - 08 - 05) 参见全文	权利要求1-28

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/111394

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
US	2010050917	A1	2010年 3月 4日	WO	2007139394	A1	2007年 12月 6日
				NO	329688	B1	2010年 11月 29日
				EP	2029424	A1	2009年 3月 4日
				CA	2651606	A1	2007年 12月 6日
				NO	20062521	A	2007年 12月 3日
				BR	PI0712434	A2	2012年 7月 17日
				CA	2651606	C	2014年 7月 22日
				EP	2029424	A4	2014年 4月 23日
				US	8251148	B2	2012年 8月 28日
CN	205241072	U	2016年 5月 18日	无			
CN	105417381	A	2016年 3月 23日	无			
CN	105398961	A	2016年 3月 16日	无			
CN	105398965	A	2016年 3月 16日	无			
CN	205241076	U	2016年 5月 18日	无			
CN	104817019	A	2015年 8月 5日	无			
CN	101500930	A	2009年 8月 5日	NO	20090931	A	2009年 3月 2日
				WO	2008022125	A1	2008年 2月 21日
				CN	101500930	B	2012年 5月 30日
				EP	2054335	B1	2012年 4月 4日
				US	2008105433	A1	2008年 5月 8日
				BR	PI0716661	A2	2014年 12月 23日
				EP	2054335	A1	2009年 5月 6日
				AT	552204	T	2012年 4月 15日
				US	7798471	B2	2010年 9月 21日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)