

文章编号: 1674-5566(2010)01-0120-05

船载海吊关键部件设计

陈洪武¹, 朱清澄²

(1. 上海海洋大学工程学院, 上海 201306 2 上海海洋大学海洋科学学院, 上海 201306)

摘要: 船载海吊是海洋工程装备的重要工具, 对提高效率、安全生产有重要意义。船载海吊是通过回转动作和改变起重臂的跨度, 将起重吊钩移至本方货场上方, 吊起货物后移至目标船的货场上方, 放下货物。与普通起重机械相比, 船载海吊没有行走机构, 其关键部件包括起升机构、回转机构和变幅机构, 即通过起升机构提升或下降货物, 通过回转机构在水平方向沿圆弧弧线运移物品, 通过变幅机构改变吊臂倾角实现变幅。当然还需要考虑海上波浪运动对作业的影响, 船载海吊还包括波浪补偿装置, 提出了海浪补偿系统的操作流程。最后, 基于 AutoCAD对船载海吊进行了三维建模。

关键词: 海吊; 海洋工程装备; 机构; 部件; 海浪补偿

中图分类号: TH 218 **文献标识码:** A

Design of key components of ship-mounted sea crane

CHEN Hong-wu, ZHU Qing-cheng

(1. College of Engineering & Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China
2. College of Marine Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Ship-mounted sea crane is the main tool of ocean engineering equipments to improve efficiency and safety. It lays its hook above cargo, picks up loads, rotates, and then puts down cargo on target ship through slewing and luffing movements. Compared with common crane, it has no travelling mechanism. So its key components include hoisting mechanism, slewing mechanism, luffing mechanism and wave compensation equipments. Hoisting mechanism loads or unloads cargo. Slewing mechanism can turn clockwise or counterclockwise horizontally on ship. Luffing mechanism can change perpendicularly the angle of arm frame to load/unload cargo. The flow of wave compensation system is proposed after research on design of key components. Finally a 3D model of ship-mounted cranes based on AutoCAD is provided.

Key words: sea crane; ocean engineering equipment; mechanism; component; wave compensation

海上作业时, 由于各类物料、工具或机械设备都有着相对较重的重量, 一般人力无法完成其搬运及安装。船载海吊是减轻笨重体力劳动, 提高作业效率, 实现安全生产的重要辅助机械, 应用十分广泛, 它已成为海上货物转载的最主要工

具。船载海吊作为重要的海洋工程装备, 已被列为上海市推进高新技术产业化聚焦的九大重点领域之一^[1-2]。

目前, 船载海吊的设计与制造研究主要集中在欧盟和美国, 希尔博 (HIAB) 公司推出了折叠

收稿日期: 2009-03-17

基金项目: 上海市教育委员会科研项目 (06KZ014); 上海市科技委员会重点项目 (08210511900)

作者简介: 陈洪武 (1969-), 男, 副教授, 博士, 主要从事机械 CAD 现代设计理论与方法方面的研究。E-mail: hwchen@shou.edu.cn

通讯作者: 朱清澄, E-mail: qc4u@shou.edu.cn

臂系列海吊,得到了很好应用。我国中船绿洲自主研发的首台 KGW 船用海吊已成功下线,变幅范围达到 28 米,武桥重工 2×1 200 双臂架船用起重装备已通过国家船级社审核,标志着我国高起升臂架式船载海吊研制成功,说明我国船载海吊在引进消化吸收、发展具有自主知识产权产品上取得了显著进步^[3-4]。

船载海吊作为海洋环境中进行起吊作业的特种起重机械,用于船舶领域的物料装卸任务。在海上作业的过程中,船载海吊是通过海吊的回转和改变起重臂的跨度,将起重吊钩移至本方货场上方,吊起货物后移至目标船的货场上方,放下货物。与普通起重机械相比,船载海吊一般没有行走机构,其关键部件主要包括起升机构、回转机构和变幅机构,还要考虑波浪运动对作业的影响,减少货物晃动,保证货物较精确地降落在

目标船甲板上。

1 起升机构

船载海吊起升机构是用以提升或下降货物的机构,一般采用卷扬式,它是船载海吊中最重要、最基本的机构,其工作的好坏直接影响整台设备的工作性能^[5]。

起升机构一般由驱动装置、钢丝绳卷绕系统、取物装置和安全保护装置等组成,驱动装置包括电动机、联轴器、制动器、减速器卷筒等部件,钢丝绳卷绕系统包括钢丝绳、卷筒、定滑轮和动滑轮,取物装置有吊钩、吊环、抓斗、电磁吸盘、吊具、挂梁等多种型式,安全保护装置有超负荷限制器、起升高度限位器、下降深度限位器、超速保护开关等,可根据实际需要配用,如图 1 所示。

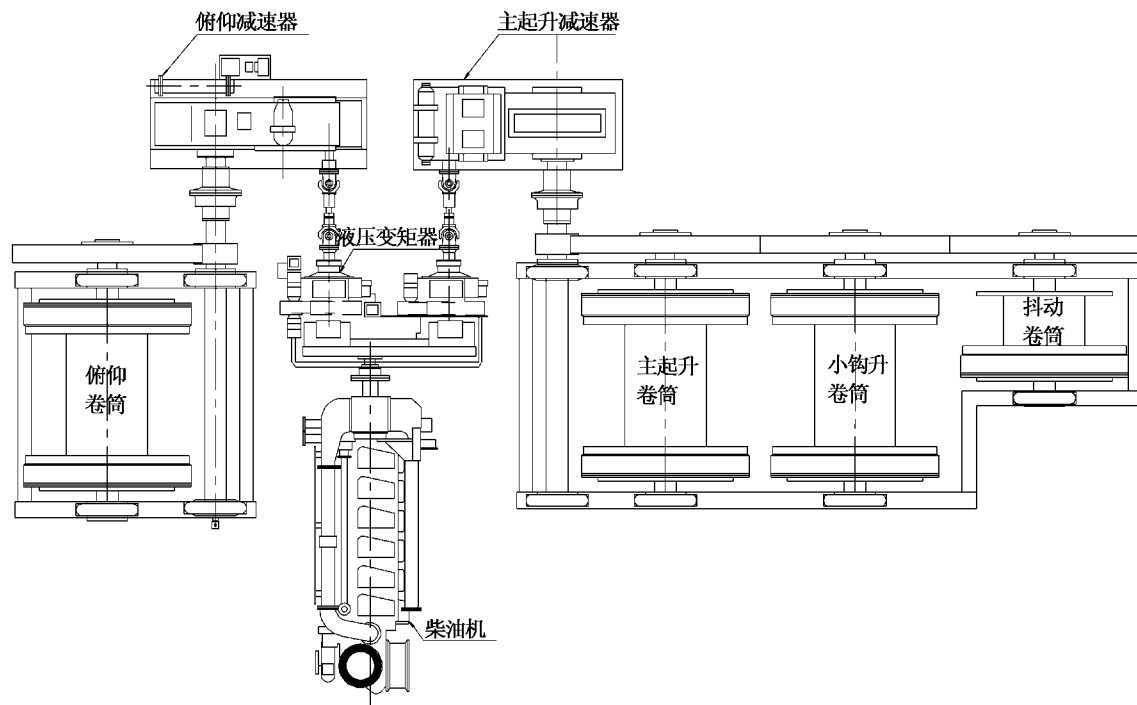


图 1 起升机构主要部件

Fig 1 The major components of hoisting mechanism

起升机构有内燃机驱动、电动机驱动和液压驱动 3 种驱动方式。电动机驱动方式是起升机构主要的驱动方式,直流电动机的机械特性适合起升机构工作要求,调速性能好,但获得直流电源较为困难,大型起重机械常采用内燃机和直流发电机实现直流传动。交流电动机驱动能直接

从电网取得电能,操作简单,维修容易,机组重量轻,工作可靠,在电动起升机构中被广泛应用。

起升机构的设计,需给定主要参数有起重量、工作级别、起升高度和起升速度,其中起重量对起升机构的组成型式、传动部件的型号尺寸和电动机的驱动功率都有重要的影响。在船载海

吊的系列设计中,合理选择起重量系列是重要的环节,一般情况下,当起重量超过 10 时,常设两个起升机构,即主起升机构和副起升机构,主起升机构的起重量大,用以起吊重的货物。副起升机构的起重量少,但速度较快,用以起吊较轻的货物或辅助性工作,以提高工作效率。

2 回转机构

回转机构的作用是绕海吊回转中心线在水平平面内沿圆弧线运移物品,需要与起升、变幅机构共同配合运动。回转机构由回转支撑装置和回转驱动装置两部分组成。前者将海吊的回转部分支承在固定部分上,起到对冲作用,保证起重回转部分有确定的回转运动,并承受回转部分作用于它的垂直力、水平力和倾覆力矩;后者驱动回转部分相对于固定部分回转,如图 2 所示转盘式回转机构的机舱俯视图。

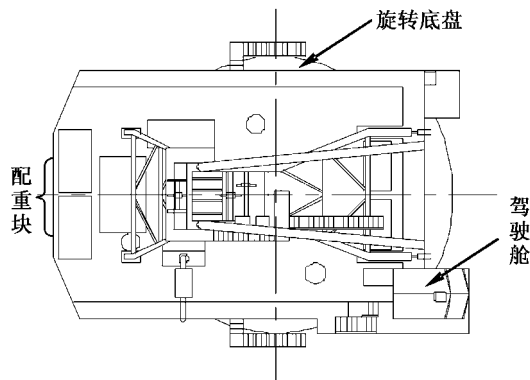


图 2 机舱俯视图

Fig 2 The Planview of engine room

回转支撑装置主要分为柱式和转盘式两大类,即柱式回转支撑装置和转盘式回转支撑装置。柱式回转支撑装置包括转柱式和定柱式两种,转柱式回转支撑是立柱和回转部分一起回转,定柱式回转支撑装置中立柱是固定的,其回转部分通过上下支承装置支承在立柱上。转盘式回转支撑装置包括支承滚轮式、支承滚子式和滚动轴承式 3 种型式,其中滚动轴承式支承装置具有结构紧凑、回转阻力小、成组性好等优点,已被广泛应用。

回转驱动装置主要包括原动机和传动装置,驱动有电力驱动、液压驱动、内燃机驱动等,传动装置包括减速、换向和制动装置等,回转小齿轮

与回转支承装置上的大齿圈啮合传动,以实现回转部分作回转运动。

3 变幅机构

海吊的变幅机构一般采用摆动臂架式变幅机构,它是通过改变吊臂的倾角,来达到改变幅度的目的,如图 3 所示,可分为非工作性变幅和工作性变幅^[6]。

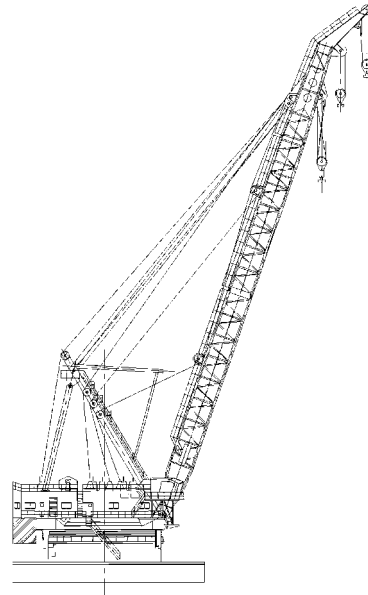


图 3 臂架前视图

Fig 3 The front view of am frame

非工作性变幅机构只在海吊空载时改变幅度,调整取物装置的作业位置。其特点是变幅次数少,变幅时间对海吊的生产率影响小,一般采用较低的变幅速度。

工作性变幅机构用于在带载条件下变幅,变幅过程是起重工作循环的主要环节。变幅时间对海吊的生产率有直接影响,一般采用较高的变幅速度。为降低驱动功率,改善操作性能,工作性变幅机构常采用多种方法实现吊重水平位移和臂架自重平衡。

变幅机构一般由臂架系统和变幅驱动系统两部分组成。臂架系统主要决定于船载海吊的臂架系统的组成型式,为吊重幅度的改变提供确定的运动轨迹,将变幅过程中产生的外载荷传递给变幅驱动装置。变幅驱动系统主要由驱动装置、传动装置、制动装置以及安全辅助装置等组成,其作用是实现臂架系统的运动,使变幅机构

安全可靠地工作。

在变幅过程中吊重能沿水平线移动, 可以降低能耗, 多采用绳索来对吊重水平位移进行补偿。其特点是在起升绳系统中增设一个补偿滑轮组, 当臂架上升时, 物品和取物装置一方面随着臂架端点的升高而升高, 另一方面又由于补偿滑轮组长度缩短, 放出钢丝绳增加悬挂长度而下降。如果在变幅过程中的各个位置上, 由于臂架端点上升而引起的物品升高值大致等于因补偿滑轮组缩短而引起的物品下降值, 物品则将沿近似水平线移动, 如图 4所示。

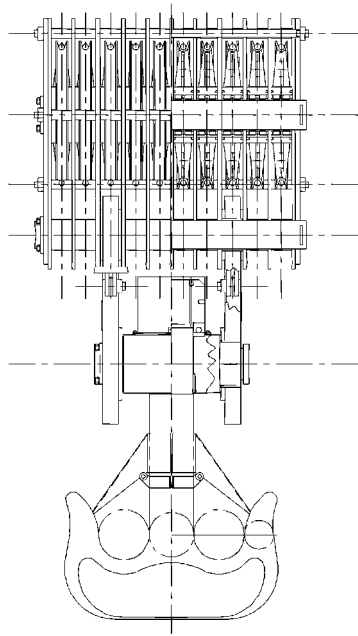


图 4 滑轮组和钩子
Fig 4 Pulley block and hook

4 海浪补偿装置

由于海吊是在海浪环境中进行作业, 需要对波浪运动进行补偿, 抑制晃动对作业的影响。补偿系统一般包括位移测量器、海吊控制器和位移预测子系统, 其中, 位移测量器包括监测船本身的位移传感器、海吊位移传感器以及海吊与目标船间的相对位移传感器, 用来测量船的方位和位移, 也监测吊钩与目标位置的相对位移, 并将监测信息反馈给海吊控制器, 用来指导海吊作业; 海吊控制器是整个系统的关键环节, 它的输入信息包括本方船的位移信息、海吊的位移信息、操作员的作业指令, 还包括更重要的海吊与目标船

的相对位移预测系统的预测结果, 控制器必须综合判断各种情况, 正确控制海吊的运行轨迹、作业方式、速度等, 安全起吊更主要的是依赖于位移预测系统的准确预判^[7-9]。海吊操作流程如图 5所示。

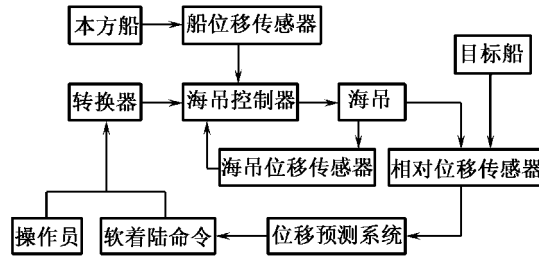


图 5 海浪补偿系统的流程
Fig 5 The flow of wave compensation

5 三维建模

基于 AutocadCAD 2006对船载海吊进行三维建模, 如图 6所示。建模前, 参照“三航起 7”确定船体的尺寸, 决定海吊各个部件连接关系, 对关键部件分别进行单独建模。也就是船体建好后, 把旋转底座和后支架建好, 最后设计臂架, 在单个完成后进行装配, 并对细节部分作了修改。



图 6 船载海吊三维建模
Fig 6 The 3D modeling of ship-mounted sea crane

具体来说, 船载海吊起升机构采用卷扬机式起升, 驱动装置利用直流电动机来进行驱动, 可以更方便地调速, 采用主副两个起升机构, 以提

高工作效率;回转机构中,采用广泛应用的滚动轴承式转盘回转支承装置,回转驱动装置以电力驱动为主;变幅机构采用摆动臂架式变幅机构,改变吊臂倾角实现变幅目的;通过船载海吊补偿系统,控制海吊安全作业。

6 结语

船载海吊作为目前海上货物转载的最主要工具,是提高作业效率、实现安全生产的重要保障,需要深入分析研究其关键组成部件。其中,起升机构直接影响整个海吊的工作性能,驱动装置方式和起重量是设计的关键;回转机构决定着海吊的工作空间范围,回转支撑装置方式的选择和回转驱动装置是主要考虑的因素;变幅机构决定着海吊的工作距离,变幅范围是一项重要性能指标。海吊作为重要的海洋工程装备,还需要考虑到海浪运动对海吊作业的影响,海浪补偿装置系统对海吊的安全运行至关重要。随着信息技术、电液伺服技术、机器人技术等相关学科的发展,具有更高安全性、可靠性的高性能船载海吊将出现。

参考文献:

- [1] 上海市人民政府. 关于加快推进上海高新技术产业化的实施意见 [EB/OL]. www.shanghai.gov.cn, 2009-5
- [2] 崔碧海, 王清训. 起重技术 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2006: 18-36
- [3] Nenad Z, Zoran P, Srdan B. Automation of Ship-To-Shore Container Cranes: A Review of State-of-the-Art [J]. *IME Transactions*, 2005, 33: 111-121
- [4] 王欣, 高顺德, 屈福政. 国内外大型起重机的的发展状况 [J]. *建筑机械*, 2005, 2: 28-32
- [5] 李谷音. 港口起重机械 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2004: 25-45
- [6] 邱志成, 赵明扬, 谈大龙, 等. 船用特种起重机的研究 [J]. *机械工程师*, 1998, 6: 23-26
- [7] 刘绍兴. 船用液压起重机加装波浪补偿装置的研究 [J]. *机电设备*, 1999, 5: 21-25
- [8] Ali H, Ziyad N, Nader A, et al. Control of Ship-mounted Cranes [J]. *Solid Mechanics and Its Applications*, 2005, 21: 35
- [9] Masoud Z N, Nayfeh A H, Mook D T. Cargo Pendulation Reduction of Ship-mounted Cranes [J]. *Nonlinear Dynamics*, 2003, 35(3): 299-311.