

船舶自动系泊技术发展及应用

杨卫忠¹, 陈庆为², 张攀攀^{2, 3, *}

(1. 湛江徐闻港有限公司, 广东 湛江 524100; 2. 交通运输部水运科学研究院, 北京 100088;
3. 港口物流装备与控制工程交通行业重点实验室, 北京 100088)

摘要: 几千年来, 船舶靠泊码头后一直采用手工系泊方式。随着无人船舶研究的不断深入及智慧港口建设的加速, 船舶自动靠离码头 (或者其他船舶), 是船舶全程实现无人化及自动化的一个关键步骤。本文总结了国内外先进的自动系泊技术及装置, 并就其应用进行了介绍。最后本文对自动系泊技术进行了展望。

关键词: 船舶; 码头; 系泊; 自动

中图分类号: U664

文献标识码: A

文章编号: 1006-7973 (2019) 08-0025-03

一、引言

船舶靠岸, 工作人员系好缆绳, 将船舶固定好; 船舶离岸, 工作人员解开缆绳, 船舶驶出码头。这是千百年来船舶靠离泊主要的系泊方式。传统的系泊是比较危险和耗费体力的。据不完全统计, 每年有上百起人身伤亡的事故是在带缆作业时发生的^[1]。对于一条万吨船舶一般需要 12 根缆绳, 需要耗时 30~40min, 影响了码头的运营效率。

同时用于缆绳一般采用图 1 的系泊方式, 无形中占据了更大的码头靠泊的空间, 对泊位的利用率造成一定的影响。



图 1 船舶在码头系固示意图

随着船舶吨位的不断增加, 船舶带缆系泊越来越困难, 也越来越耗时。全球经济的发展要求船舶的周转加快, 因此为船舶系泊提出了新的要求, 快速系泊, 快速离泊已成为发展趋势。国内外相关机构一直在系泊技术方面进行研究, 相关装置也经历了半自动到自动方式的发展。本文将系统性总结国内外先进的自动系泊技术及装置, 并就其在港口的实际应用进行介绍。

二、快速脱钩装置

快速脱钩装置是为了快速释放缆绳研制的装置, 是自动系泊技术的起点。国内外相关企业首先在缆绳的快速释放装置方面进行研究, 并开发了相应的快速脱钩装置。根据脱钩装置的安装位置可分为岸上释放钩 (见图 2) 及船上释放钩 (见图 3)。其中船上释放钩又可分为固定式和旋转式。



图 2 岸上快速释放钩^[2]



a 固定式释放钩

b 可旋转式释放钩

图 3 船用快速释放钩^[3]

上述设备可通过远程控制等方式实现缆绳的脱钩, 减轻了相关人员的工作强度, 促进了港口系泊自动化的发展。

三、自动系泊系统

船舶自动系泊装置根据其系泊原理可分为真空吸盘式、磁力和机械式三种方式。国内虽然有一部分企业申请了自动系泊的相关专利^[4, 5], 但自动系泊装置基本由国外企业垄断, 国外生产相关装备的企业主要有 Cavotec, Trelleborg, Mampaey 以及 MacGregor 等企业。

Cavotec 是总部位于瑞士的一家领先的工程集团。该公司生产的 Moor Master 真空系泊设备在港口得到了较广泛的应用^[6, 7]。该公司的系泊装置是一种基于真空技术的自动系泊系统, 可通过远程控制。在几秒钟内系住和释放船舶 (见图 4)。



图 4 Cavotec 的 MoorMaster 真空系泊设备

2016 年 Cavotec 与芬兰瓦锡兰公司合作开发全球首个综合感应无线充电自动系泊系统 (见图 5)。无线充电系统消除了船舶与海岸之间的电缆连接, 可确保充电系统安全连接

收稿日期: 2019-02-29

作者简介: 杨卫忠 (1968-), 男, 湛江徐闻港有限公司、广东双泰运输集团有限责任公司, 国家高级标准化工程师。

通讯作者: 张攀攀 (1985-), 男, 研究生, 交通运输部水运科学研究院副研究员。

及断开。与目前使用的船舶系泊充电设备相比,无线充电可避免实物连接线对船舶及相关设备带来的磨损,有效降低维护成本,也可避免海水、冰雪等对电源插座的损坏^[8]。



图 5 CAVOTEC 设计的无线充电自动系泊系统

Cavotec 除了应用在港口外,其 MoorMaster 200LS 船闸系统可用于船闸和内陆水路自动系泊的需求(图 6),从而节省了船舶通航时间并能为船上以及岸上工作人员带来更安全的环境^[9]。



图 6 用于船闸的 Moor Master 200LS 系统

Trelleborg 是一家瑞典的企业,其生产的 Auto Moor 自动系泊系统^[10],如图 7 所示。该产品也是一种基于真空的装置。可根据系泊力灵活的设置吸盘的数量。

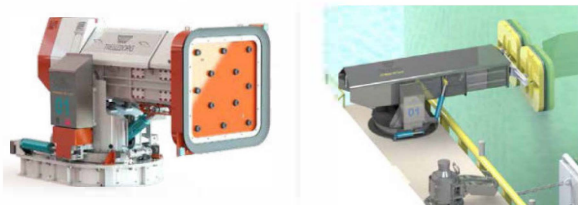


图 7 Auto Moor 自动系泊系统

Mampaey 设计的 Dock-Locking 系统是一种基于磁力的自动系泊装置^[11]。该装置前段安装一层耐磨材料,在该材料下是永磁铁。永磁铁由液压缸带动,实现船体与系泊装置的连接。每个液压缸均配备行程和压力传感器,以便于计算不同条件下的系泊力(见图 8)。该装置获得了 2017 年的 Seatrade Maritime Awards 的技术创新奖。



图 8 mampaey 研制的 Dock-Locking 系统

MacGregor^[12]也开发了一种自动系泊装置(图 9)。但该装置与上述均不同,该装置是一种机械式的系泊装置。船舶的船身侧面需要与之相匹配的装置。图 9 中的黄色部分可随水位自动调整。

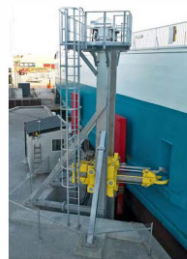


图 9 MacGregor 的自动系泊系统

四、自动系泊系统的优点

(1) 能够将船舶快速、稳固地固定至泊位(一般在一分钟之内脱放船舶),能够提供相对稳定的作业平台,有利于码头装卸速度的提高。

(2) 能尽量减少带缆作业对工作人员带来的威胁,减少人为失误,提高安全性。

(3) 减少船舶闲置时间,降低系泊作业完成前拖船在船舶周围航行的时间,从而减少整体废气排放量。

(4) 一定程度上减少了码头占用空间,提高了码头的使用效率。

(5) 自动系泊装置一般可随潮汐、吃水等进行自动调节,大幅降低相关工作人员的劳动强度。

五、总结及展望

相对传统船舶缆绳系泊方式,自动系泊系统基友安全、经济、高效、环保等特点。本文较全面的介绍了自动系泊技术的发展及应用。从长远来看,自动系泊技术可为港口乃至内河码头的带来的效益也会日渐显现。同时随着无人船的发展,无人系泊将应该更广阔的应用空间。

参考文献

- [1] 齐立平. 码头自动化系泊系统及其适用性分析[J]. 天津航海, 2012, 2: 3-5.
- [2] Mampaey, Quick Release Mooring Hooks[DB/OL], <https://mampaey.com/berthing-mooring-overview/quick-release-mooring-hooks/>.
- [3] Mampaey, Quick Release Offshore Hooks[DB/OL], <https://mampaey.com/berthing-mooring-overview/quick-release-offshore-hooks/>.
- [4] 郭伟明, 郭晓晓, 熊红琴. 一种船舶磁力系泊装置[P]. ZL200820007920.6.
- [5] 郭冉, 杨泽森, 段乐乐. 自动化永磁系泊装置[P]. 2015: CN201410403151.1.
- [6] 尹德喜. 澳大利亚杰拉尔顿港自动系泊系统简介[P]. 航海技术, 2015, 5: 18-20.
- [7] Cavotec, automated mooring [DB/OL], <http://www.cavotec.com/en/your-applications/ports-maritime/automated-mooring>.
- [8] 瓦斯兰. Cavotec 联手开发世界首个综合感应无线充电自动系泊系统[J]. 军民两用技术与产品, 2016, 2: 29.

(下转第 140 页)

γ 型曲线, 验证移栽机能否实现移栽功能; 通过分析速度和加速度的曲线有无急速拐点, 验证机构的稳定性^[7-8]。

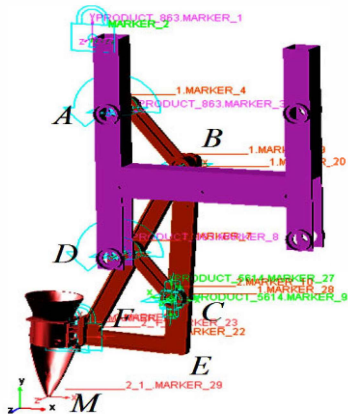


图3 添加约束和驱动后的栽植机构模型

建立移栽机三维实体模型, 导入 ADAMS, 对机械系统模型添加约束条件、摩擦力以及驱动等, 最后完成仿真分析^[9]。添加约束、驱动的移栽机构三维实体模型如图 3 所示, 通过仿真计算得到栽植点 M 点的速度、加速度如图 4、图 5 所示。

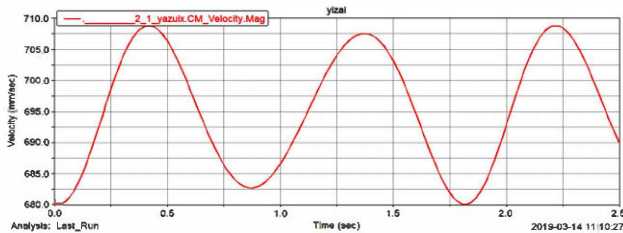


图4 栽植点的合速度图

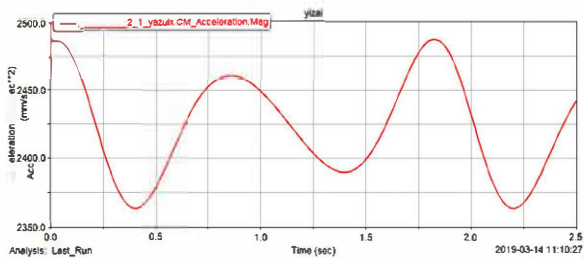


图5 栽植点的合加速度图

通过图像可以看出移栽机栽植点的轨迹为 γ 型曲线, 能够较好的完成栽植工作。栽植点的速度和加速度曲线是平滑的, 没有明显的突变点, 特别是加速度平稳对机构的平顺性和减振有很大的好处, 验证了移栽机栽植机构设计的合理性。

五、总结

针对湖滩、河滩土壤土质松软、能承受压力较小的特点设计出一种质量较轻、结构简单、效率较高适用于滩涂土壤的烟苗移栽机, 设计包括整机机械结构、各部分结构进行设计并进行建模。完成三维模型的建立后, 应用 ADAMS 运动学分析软件对较为重要的移栽机构进行运动学仿真分析, 得到移栽机构鸭嘴栽植点处的运动轨迹、速度图像、加速度图像, 验证了移栽机构的移栽功能、移栽机设计的合理性。

参考文献

- [1] 刘友兆, 吴春林, 马欣. 江苏滩涂资源开发利用研究[J]. 中国农业资源与区划, 2004, 25 (3): 6-9.
- [2] 蓝福生, 莫全辉, 陈平等. 广西滩涂土壤资源及其合理开发利用[J]. 自然资源, 1993, (4): 26-32.
- [3] Brooks L. Structuration theory and new technology: analysing organizationally situated computer-aided design (CAD) [J]. Information Systems Journal, 2010, 7 (2): 133-151.
- [4] 白权. 斜横式甘蔗剥叶机理研究及剥叶机开发[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2018.
- [5] 曾凯. 小型机器人结构设计与研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2018.
- [6] 杨文彪, 李浙昆, 李俊等. 田间破膜方法研究[J]. 中国农机化学报, 2018, 39 (1): 46-55.
- [7] 李杨, 杨庆东, 刘国庆. 龙门机床横梁的参数识别与动态特性分析[J]. 北京信息科技大学学报, 2010, 25 (1): 66-69.
- [8] 李辉. 客车车身骨架有限元分析与轻量化改进设计[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2006.
- [9] 崔德渝, 徐元铭. 工程有限元分析[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2013.

(上接第26页)

- [9] 国际海员服务中心网, 船舶靠泊无需缆绳, 新西兰 Moor Master 真空自动化系泊系统[DB/OL], <http://www.issconline.com/lanmu/xinwenzhongxin/haishikeji/2014-08-10/2782.html>.
- [10] TRELLEBORG, AutoMoor[DB/OL], <https://www.trelleborg.com/en/marine-and-infrastructure/products--solutions--and--services/marine/docking--and--moori>

ng/automated--mooring--systems/automoor.

- [11] Mampaey, The intelligent Dock Locking System[DB/OL], <https://mampaey.com/berthing-mooring-overview/the-intelligent-docklocking-system/>.
- [12] MacGregor, MacGregor automated mooring system [DB/OL], <https://www.macgregor.com/Products--solutions/products/port-and-terminal-equipment/automated-on-shore-mooring-system-moorex/>.