

# 船舶物资与市场

2019年第1期 总第155期



ISSN 1006-6969



9 771006 696191

0 1 >



**SICC 中船信息**

## 简介

中国船舶信息中心始建于1963年，隶属于中国船舶重工集团公司，是我国船舶工业唯一的综合性信息研究机构。在政府、军队、集团公司各级领导亲切的关怀下，主要业务领域已经从传统的舰船科技信息研究扩展到战略与信息研究、船舶与装备产业决策支撑研究、军民融合与动员、知识产权、标准与可靠性、国际活动组织、新技术开发，以及文化传播、信息技术、咨询服务和科技发展等领域。当前，中国船舶信息中心坚持“创新驱动、加快发展”的指导方针，全面实施第三次创业，瞄准创建国内一流、国际知名的智库，打造具有鲜明特色和独特文化影响力的文化产业集团的目标，努力建设成为政府和军队决策部门最信赖的咨询研究力量和社会经济发展中有影响力的产业新军，为国防现代化建设和国民经济发展做出更大的贡献。

**企业宗旨：军工报国 服务社会**

**企业精神：用心做事 踏实做人**

**经营理念：根植中国造船**

**传递专业信息**

**知识创造财富**

**工作作风：行胜于言**

地址：北京市朝阳区科荟路55号院

邮编：100101

电话：010-83027287

传真：010-83027299

网址：[www.csic.org.cn](http://www.csic.org.cn)



# MARINE EQUIPMENT/ MATERIALS & MARKETING

## 船舶物资与市场

邮发代号: 80-93

**主管单位**  
中国船舶重工集团公司

**Authorities in Charge**  
China Shipbuilding Industry Corporation

**主办单位**  
中船重工物资贸易集团有限公司  
中国船舶重工集团公司第七一四研究所

**Organizer**  
China Shipbuilding Industry Equipment and Materials CO.LTD  
CSIC 714 Research Institute

**出版单位**  
《船舶物资与市场》编辑部

**Editorial Department**  
Editorial Department of Marine Equipment/Materials & Marketing

**总编** 华承昌  
**主编** 桂雪琴  
**执行主编** 陈鹏  
**编辑** 杜威  
**美编** 尤明振  
何文亮

**Associate General Editor** Chengchang Hua  
**Editor-in-Chief** Xueqin Gui  
**Editorial Director** Peng Chen  
**Editor** Wei Du  
**Graphic Designer** Mingzhen You  
Wenliang He



2019年第1期 总第155期  
1993年创刊 月刊  
公开发行 2019年1月25日出版



### 2019年第1期广告目录

中国船舶信息中心	封二
学术论文征稿启事	封三
第九届北京国际海洋工程技术与装备展览会	封底

**地址**  
北京市朝阳区科荟路55号院1号楼

**Address**  
No.1 Building, Chaoyang Kehui Road 55 District, Beijing,  
P.R.China.

**邮政编码**  
100101

**PostCode**  
100101

**传真**  
010-83027299

**Fax**  
010-83027299

**来稿邮箱**  
cbwzsc@sina.com

**E-mail**  
cbwzsc@sina.com

**广告热线**  
010-83027287

**Advertising Department**  
010-83027287

010-83027277

010-83027277

**新闻热线**  
010-83027283

**News Department**  
010-83027283

**邮发代号**  
80-93

**PDC**  
80-93

**国际标准刊号**  
ISSN1006-6969

**ISSN**  
1006-6969

**国内统一刊号**  
CN11-3636/F

**CN**  
11-3636/F

**广告经营许可证**  
京海工商广字第0221号

**Advertisement Management Permit**  
Beijing Industry and Commerce Administrative Bureau 0221th

**发行**  
现代舰船杂志社发行

**Publication**  
Modern Ships Publishing Office

**电话**  
010-83027296

**Tel**  
010-83027296

**印刷**  
北京京考飞宇图文技术服务有限公司

**Print**  
Beijing Jingkao Feiyu Graphic Technical Services Co.,Ltd.

**每册定价**  
30元人民币

**Price**  
RMB30

## 行业资讯

- P03 智能船舶发展行动计划发布
- P04 两部门力推船舶总装建造智能化转型
- P05 中船重工电子信息与对抗院成立
- P05 中船重工再增国家级创新平台
- P06 厦船重工产品升级换代亮点频现
- P07 大连中远海运川崎交付2万箱箱船
- P07 骏荣公司展示出口全木质游艇
- P08 华海晟世重工再交风电运维船
- P08 国安船业承建3艘大型码头趸船
- P09 铁矿石价格后期难以大幅上涨
- P10 衡拓船舶减摇产品家族再添新丁
- P10 中国海装海上浮式项目被立项

## 热点关注

- P19 工业企业利润总额增长结构分析

## 研究综述

- P16 船舶减摇装置的发展现状与趋势 姚恺涵, 尤方骏等
- P21 柴油机故障诊断技术综述 李宝月, 江国和等
- P23 探究海运货运代理业发展现状及出路 周建勋

## 基础科技

- P25 某水下释放装置紧固带预紧力分析 王杰, 何世平

- P27 加肋锥-环-柱结合壳与加肋锥-柱结合壳极限承载能力的比较 尹江南, 吕岩松
- P30 基于 CFD 方法的调距桨水动力转叶力矩研究 章锐彪, 孙国杰
- P32 不同水域条件下船舶操纵要点探析 彭建斌
- P33 从涂装的多个角度看海工与船舶建造 包志晓
- P35 船舶机舱振动噪声预报与减振降噪技术研究 张冠楠
- P37 船舶应急抛锚贯入深度分析 王巍巍
- P39 正横后吹拢风的靠泊操纵探究 张振江
- P41 船舶机械通风设计和建造的相关分析 刘超卿
- P43 PLC在轮船辅助机构自动化控制系统中的应用 罗余庆
- P45 基于粒子群算法的船舶数控机械优化控制 李少坤, 李孝元
- P47 船舶IP数字广播系统设计与分析 赵文丽, 肖建良
- P49 铝合金在船舶和海洋工程中的有效应用 谢光能
- P51 基于节能减排理念的暖通空调控制技术研究 银建华
- P53 基于ARM的打桩船液压装置控制系统 谢毅

## 技术交流

- P55 船体建造过程中精度控制要点研究 潘冲, 张宁
- P57 对国有造船企业安全管理的探讨 田世泉
- P59 物联网技术在船舶内业精度生产的应用探索 秦慧劼, 强文清
- P61 浅析国际航运船舶投资环境以及对投资决策的影响 张敬超
- P63 基于订购点采购技术的配网物资库存定额管理研究 季兵
- P65 基于安装电气计量与计价中典型问题的研究 梅钢
- P67 高职航海专业学生职业价值观的维度结构研究 蔡怀

# 智能船舶发展行动计划发布

2018年12月27日，工业和信息化部、交通运输部、国防科工局联合编制发布了《智能船舶发展行动计划（2019-2021年）》。《智能船舶计划》提出的行动目标是，经过三年努力，形成我国智能船舶发展顶层规划，初步建立智能船舶规范标准体系，突破航行态势智能感知、自动靠离泊等核心技术，完成相关重点智能设备系统研制，实现远程遥控、自主航行等功能的典型场景试点示范，扩大典型智能船舶“一个平台+N个智能应用”的示范推广，初步形成智能船舶虚实结合、岸海一体的综合测试与验证能力，保持我国智能船舶发展与世界先进水平同步。

智能船舶融合了现代信息技术和人工智能等新技术，具有安全可靠、节能环保、经济高效等显著特点，是未来船舶发展的重点方向。工信部在对《智能船舶计划》进行解读时表示，近年来，智能船舶已成为国际海事界新热点。当前，我们迎来了世界新一轮科技革命和产业变革同我国转变发展方式的历史交汇期，发展智能船舶既面临着千载难逢的历史机遇，又面临着众多不确定因素和巨大挑战。为提升船舶工业核心竞争力，实现我国船舶工业高质量发展，三部委就大力发展智能船舶制定《智能船舶计划》。

《智能船舶计划》着重加强对行业发展的引导，突出智能船舶发展重点领域和关键环节，充分利用相关行业的基础和科研成果，促进协同创新，形成发展合力。

《智能船舶计划》列出了智能船舶发展的九大重点任务，即全面强化顶层设计、突破关键智能技术、推动船用设备智能化升级、提升网络和信息安全防护能力、加强测试与验证能力建设、构建规范标准体系、推动工程应用试点示范、促进军民深度融合。

在强化顶层设计方面，重点研究制定我国智能船

舶中长期发展规划，要研究提出智能船舶技术体系框架，制定技术发展路线图，研究制定智能船舶规范和标准体系建设指南。在突破关键技术方面，要围绕智能感知、智能航行系统等研制需求，着重提升船舶总体、动力、感知、通信、控制、人工智能等多学科交叉的集成创新能力。在推动船用设备智能化升级方面，要围绕智能船舶辅助决策、自主控制等功能需求，系统梳理感知与控制基础元器件技术要求，着重补齐短板，强化综合集成。在提升网络和信息安全防护能力方面，要加强网络与链路安全、系统硬件与软件安全、数据安全等方面应用研究，全面提升智能船舶网络和信息安全防护能力，确保安全、可靠、可控。在加强测试与验证能力建设方面，构建虚实结合、岸海一体的综合测试与验证能力，打造智能船舶试验、验证、评估、检验的服务体系。在构建规范标准体系方面，推动建立统一协调的信息交互、数据传输、网络和信息安全标准，逐步构建覆盖设计、建造、测试与验证、运营等方面的智能船舶规范标准体系。在推动工程应用试点示范方面，以新建智能船舶的试点示范，带动营运船舶的智能化改造升级，不断拓展各类智能船舶及智能系统设备的应用范围。在打造协同发展生态体系方面，推进船舶设计、建造、配套、营运、检验等相关环节协同发展，逐步构建和完善智能船舶发展生态体系。在促进军民深度融合方面，要加强智能船舶军民通用规范标准体系建设，统筹智能船舶研发、设计、制造、配套及关键元器件资源，推进创新平台、综合测试与验证平台及综合测试场的规划布局和共建共享。

为促使《智能船舶计划》目标的实现，该计划提出了加强组织实施、完善激励政策、推进跨界融合、加快人才培养、加强国际合作等保障措施。

# 两部门力推船舶总装建造智能化转型

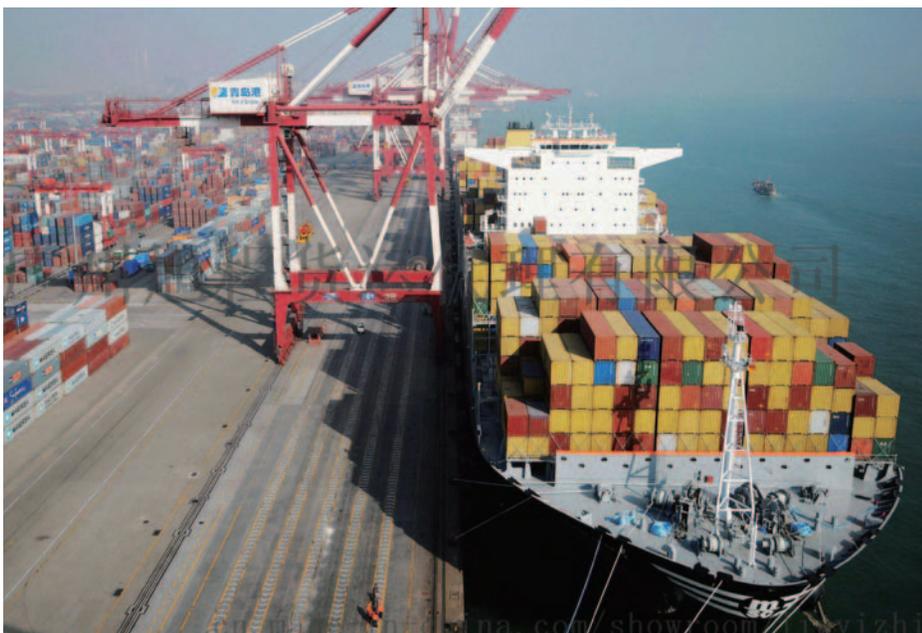
2018年12月27日，工业和信息化部、国防科工局联合编制印发了《推进船舶总装建造智能化转型行动计划（2019-2021年）》（简称《行动计划》）。《行动计划》指出至2022年的发展目标是，船舶智能制造技术创新体系和标准体系初步建立，切割、成形、焊接和涂装等脏险难作业过程劳动强度大幅降低，作业人员明显减少，造船企业管理精细化和信息集成化水平显著提高，2—3家标杆企业率先建成若干具有国际先进水平的智能单元、智能生产线和智能化车间，骨干企业基本实现数字化造船，实现每修正总吨工时消耗降低20%以上，单位修正总吨综合能耗降低10%，建造质量与效率达到国际先进水平，为建设智能船厂奠定坚实基础。

船舶制造是典型的离散型生产，由于船厂空间尺度大、船舶建造周期相对较长、工艺流程复杂、单件小批量、中间产品种类非标件数量多、物理尺寸差异大、作业环境相对恶劣，对数字化、网络化、智能化技术应用提出了特殊要求。为加快新一代信息技术与先进造船技术深度融合，逐步实现船舶设计、建造、管理与服务全生命周期的数字化、网络化、智能化，推动船舶总装建造智能化转型，两部门特制定了本《行动计划》。

《行动计划》列出了船舶总装建造实现智能化转型五大方面15项重点任务，

并设置了五个专栏。一是攻克智能制造关键共性技术和短板装备。突破船舶智能制造关键共性技术，研制关键环节智能短板装备。二是夯实船舶智能制造基础。推进基础管控精细化、数字化，构建船厂信息基础设施，建立船舶智能制造标准体系。三是推进全三维数字化设计。推进基于模型的数字化设计体系建设，推进船舶产品数据管理信息化，推进三维数字化交付。四是加快智能车间建设。持续优化造船工艺流程，加快中间产品智能生产线建设，建设车间制造执行系统，推动数字化车间应用示范。五是推动造船数字化集成与服务。推进设计生产管理一体化信息集成，加强造船产业链信息集成，探索造船大数据分析

与决策。为了保障各项任务落实，《行动计划》提出了加强组织协调、强化创新和示范应用的支持力度、加大金融支持力度、大力培育系统解决方案供应商、加强人才队伍建设、深化国际交流合作六大保障措施。



# 中船重工电子信息与对抗院成立

据《中船重工》报道，近日，中国船舶重工集团电子信息与对抗研究院（简称八院）成立仪式在南京举行。

八院由中船重工集团所属第七二三研究所、第七二四研究所重组整合而成。八院的成立标志着中船重工电子信息板块整合取得重要进展，有利于进一步提升我国舰船行业电子信息体系化核心竞争力。未来八院将全面构建电子信息与对抗一体化装备技术研发体系，致力于打造以电子信息和智能高端装备为核心的规模化战略新兴产业集团，为中船重工构建海洋防务与信息对抗产业资本运作平台提供核心优质资产。根据中船重工总体资本运作规划，旗下上市公司中国海防将持续进行电子信息板块的整合运作，将符合条件的电子信息资产和业务注入上市平台。

中船重工党组书记、董事长胡问鸣在接受媒体采

访时表示，中船重工电子信息与对抗研究院首创性地将雷达探测的“矛”与电子对抗的“盾”结合起来，进行专业化的整合，打造雷达与电子战一体化系统，这是中船重工电子信息化平台建设的重要内容。集团公司将在两所强强联合的基础上统筹优势资源、发挥规模效应，快速形成信息探测与干扰对抗融合发展、攻防一体的海洋电子信息装备研制主体，提升中船重工在海洋电子信息领域的主导地位和引领作用。

胡问鸣表示，改革开放40年来，中船重工持续深化改革，不断完善中国特色现代国有企业制度。进入新时期，中船重工将大力推进军民融合式资源重组整合，强化以科技创新为核心的全面创新，推进产生融、融促产、产融结合谋发展，资源聚合力、金融服务实体科研与产业发展能力显著增强。

# 中船重工再增国家级创新平台

中国船舶重工集团有限公司作为海洋装备研发建造的国家队拥有众多国家级研究中心、创新平台，近日，由中船重工七二五所申报的国家级平台“先进海工与高技术船舶材料生产应用示范平台”、“先进钛及钛合金材料技术国家地方联合工程研究中心”又分别获得工信部和发改委批复。

“先进海工与高技术船舶材料生产应用示范平台”是由七二五所牵头，联合其他七家国内相关领域实力一流的单位，共同中标的国家新材料生产应用示范重点平台。该平台将在2019年正式启动建设工作，七二五所作为示范平台牵头单位，将重点围绕船舶及海工用结构钢、钛合金、复合材料等重点研究方向，

紧密连接新材料生产应用的上下游单位，带领行业优势单位建立材料生产示范线、性能评价示范线和应用示范线，推进船舶与海工材料技术军民融合，提升我国船舶与海洋用高性能材料自主研发、生产和应用能力。

“先进钛及钛合金材料技术国家地方联合工程研究中心”设5个研究分中心。工程研究中心将紧紧围绕船舶和海洋工程、航空航天、油气开采等国家重大战略任务和重点工程，聚焦钛及钛合金产业发展中的关键问题，不断提升研发服务保障能力，开展行业关键共性技术开发和推广工作，加大行业和国际交流，培养高端人才，突破瓶颈技术，牵引需求，引领行业，全面推进我国钛及钛合金材料工程技术水平提升。

## 厦船重工产品升级换代亮点频现

近年来，厦门船舶重工股份有限公司（简称厦船重工）为进一步适应市场新变化，满足市场新需求，大力推进技术创新和产品升级换代，经营工作亮点频现。

厦船重工为了增强企业技术创新与产品研发力量，建立健全了企业技术研发中心，目前该中心已晋升为福建省级企业技术中心。该技术中心配有NAPA、AVEVA MARINE、TRIBON M3、PDM、MSC、SOLIDWORK及AUTO CAD等辅助设计软件，形成先进高效的计算机辅助设计系统，具备自主研发和生产设计的能力。与此同时，厦船重工实行以信息化推动工业化的战略，形成设计、生产、物流、财务、管理、商务一体化，有力地促进了企业的技术研发与产品创新。

企业连续承接并建造全球先进的产品，如8500辆汽车运输船、4900辆汽车运输船、7500辆天然气燃料汽车运输船、2800客邮轮型豪华客滚船、2100辆汽车运输船，其中部分船型建造数量位居国内外船企的前

列。除核心产品之外，企业还承接建造了57000吨散货船、82000吨双壳散货船、2600标箱集装箱货船、2400标箱集装箱货船、30000吨多用途集装箱货船、海上风电一体化作业移动平台、5390吨不锈钢油化船、350FT自升平台、75M平台供应船、78M平台供应船、78M维修工作船、100M居住/工作驳船等产品。其中既有批量化生产的，又有首次建造的产品。这些产品出口地遍及欧洲、美洲、非洲、东南亚等地，使企业的国际知名度得到有效的提升，经营工作再上新台阶。据介绍，厦船重工的主导产品曾118批次打进国内外市场。

特别值得一提的是，当前厦船重工在建的出口欧洲的2800客邮轮型豪华客滚船，开创了福建省建造该型船舶的先河，在全国同行中也名列前茅；另一个在建产品——7500辆天然气燃料汽车运输船，是符合当今环保绿色要求的新产品，其市场前景十分看好。

（文/高心如）



# 大连中远海运川崎交付2万箱箱船

1月11日，大连中远海运川崎船舶工程有限公司为中远海运集装箱运输有限公司建造的第二艘20000箱集装箱船命名交付。

“中远海运双鱼座”号是大连中远海运川崎建成交付的第二艘20000箱集装箱船。该船船长400米，型宽58.6米，型深30.7米，最大载重量达19.7万吨，设计航速22.5节，是目前国内建成交付的最大箱位集装箱船之一。该船具有装箱量大、油耗低、智能化程度高、适港性强等优势，船舶装载量、营运快速性和安全性能指标均属世界先进。其能耗水平远低于市场上同级别集装箱船，能效指数低于基准值50%左右，满足十年之后的国际排放标准。船上预留有使用LNG燃料的装置系统，以满足特定航线大容量LNG燃料舱未来的改装需要。该型船还具有绿色船舶入级符号

和特定航线绑扎力计算入级符号，满足CSSCODE公约、香港公约、最新生效的压载水公约，通过使用防污漆，对污水管理、垃圾管理、油污控制、压载水管理、岸电系统、拆船管理等进行优化，成为最新一代全生命周期“环境友好型”超大集装箱船。

“中远海运双鱼座”号是大连中远海运川崎推进智能制造，建智能船舶的最新成果。在该船建造过程中，大连中远海运川崎还大力推进智能制造，启用了全面印字机、小组焊接机器人、中管智能焊接机器人等智能设备，使该船总建造工时较前船减少了7.7%，船东一次报检合格率达到99%，大幅提高了建造效率和建造质量。

“中远海运双鱼座”号交付后，将正式投入中远海运“星座快航”航线。

# 骏燊公司展示出口全木质游艇

骏燊游艇制造（厦门）有限公司（简称骏燊游艇公司）在湛江海博会上展示了其国内首制全木质结构的豪华出口游艇，吸引了国内外众多专业观众前来参观，并与多个外商团队进行深度洽谈，为今后进一步扩大出口奠定了基础。

该全木质结构豪华游艇长20.9米、艇宽5.45米、水线深16.2米、吃水深1.25米、排水量39000公斤、可住宿人数为6人、最高航速26节、巡航速度23节、续航距离310海里，并具有很好的耐波性。

据该公司副总经理薛东子、张俊佳介绍，公司首制全木质结构的豪华出口游艇命名为CREATOR“开拓者”号，是全国第一艘全木质结构的豪华游艇。该豪华游艇是骏燊游艇公司通过技术创新，由专业设计

团队按照客户的独特需求而专门设计的，并由经验丰富的中国工匠精心打造，集个性和时尚于一身，尤其是游艇船体，引用了中国传统的木船文化的概念，结合现今最先进的冷模技术。在用料上，严格精选上等的东南亚柚木和橡木作为基本材料，并采用复合结构工艺加工处理方法，使其更加坚固牢靠，并具有较好的防腐与防虫效果，能极大地增强防碰撞性能。此种纯木质结构船体能减少海浪震动冲击，使船体的防震能力远超过玻璃钢游艇。该游艇配置了康明斯发动机，以及变速齿轮箱、先进的导航设备、高级音响，并在船舱内部配备了一应俱全的生活娱乐设施等。该游艇获得了国家3项发明专利与4个实用新型专利。

（文 / 高心如）

## 华海晟世重工再交风电运维船

日前，位于福安的华海晟世重工有限公司（简称华海晟世重工）建造的一艘海上风电运输维护船，完成全部建造任务并成功交付投入使用。该船是华海晟世重工成功完成首制海上风电运输维护船之后的又一新产品。

此次交付的海上风电运输维护船总长23.20M，设计水线21.00M，两柱间长19.90M，型宽7.50M，型深2.80M，设计吃水1.80M，设计排水量132.4T，船员4人，乘员11人，航区为沿海航区营运限制，设计航速13.5节，总吨99吨，主机功率351KW×2（台），主机采用电启动方式。船上配置的机械设施满足风电运输维护的需要，并配置了一套完备的生活设施与安全

救护器材。

据华海晟世重工总裁张清洁介绍，海上风电运输维护船是公司在产品转型升级中的一个新尝试，也是瞄准海洋风电产业的新产品。为此，公司专门组建一个技术团队来承担首制船的建造任务。经过与技术监理、验船师、业主、供货商等的紧密协作，华海晟世重工按期完成海上风电运输维护船首制任务，并顺利交付，获得了客户的好评。此次交付的新造海上风电运输维护船，总结了首制船的建造经验并进行改进，技术工艺路径更科学，生产节点定更合理，工种间的协作更紧密，内部装修更精致，因此船舶建造更加顺利。

（文 / 高心如）

## 国安船业承建3艘大型码头趸船

2018年第4季度，地处闽南九龙江畔的福建国安船业有限公司（简称国安船业公司）发挥企业经营团队的积极作用，依靠技术团队的专长，凭借企业船坞、船台、码头、吊车、场地、地城硬件与企业知名度的优势，承建了台湾金门3艘大型码头趸船。

据国安船业公司总经理吴连富介绍，国安船业公司是福建的一家民营企业，在近40年的生产经营中，公司始终秉持诚信经营的理念，企业生产经营规模逐步扩大。另外，由于国家开展了“小三通”，国安船业公司借助地理位置优势，开展了与台湾金门的修造船业务，成为该地区承建修理台湾船舶的定点企业。

吴连富总理说，公司组织一个团队专门负责3艘大型码头趸船的建造，腾出最大的船台同时推进3艘趸船建造工作，确保合同周期。吴连富特别强调，国

安船业公司在产品质量、周期、服务、价格上均有一套规范的管理模式，做到“有章可循、依法经营、合作双赢、共同发展”，正是这种发展模式使得国安船业公司经营业务不断发展。除3艘大型码头趸船外，国安船业公司还有双体客滚船、集装箱船、散货船、工程船、海警船、海监船、拖船、渔船等船舶的建造业务。

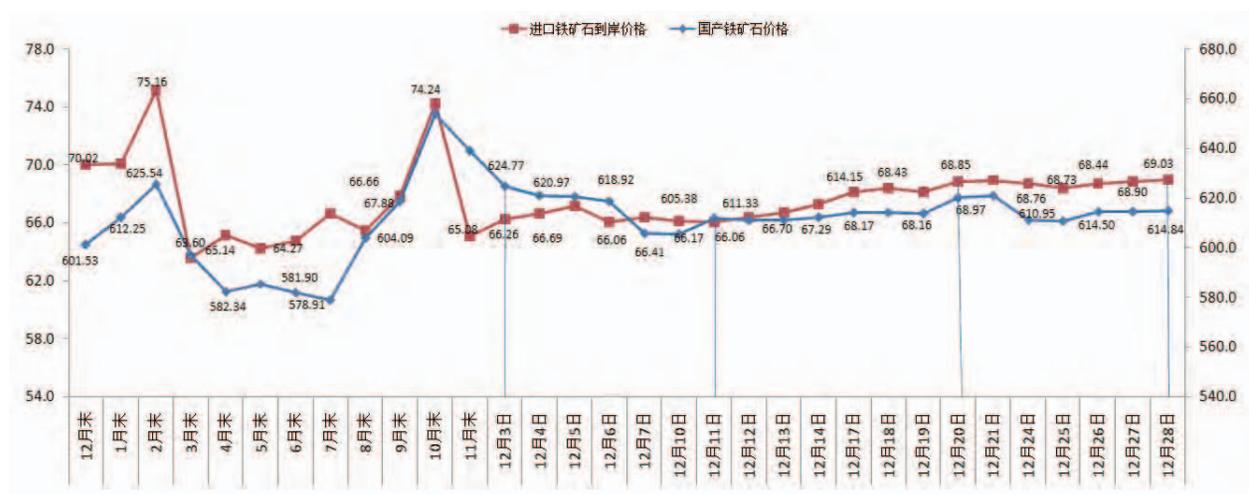
（文 / 高心如）



# 铁矿石价格后期难以大幅上涨

中国钢铁工业协会发布的《2018年12月份中国铁矿石价格指数分析报告》显示，2018年12月份，受钢材价格小幅回升和冬储影响，铁矿石价格有所上升，但后期预计铁矿石价格难以持续上涨，将呈波动运行态势。

据钢铁协会监测，2018年12月末，中国铁矿石价格指数（CIOPI）为253.39点，环比上升11.47点，升幅为4.74%。其中：国产铁矿石价格指数为238.94点，环比下降9.44点，降幅为3.80%；进口铁矿石价格指数为255.57点，环比上升14.62点，升幅为6.07%。



2018年12月末，CIOPI国产铁精矿含税价格为614.84元/吨，环比下降24.29元/吨，降幅为3.80%；CIOPI进口粉矿到岸价格为69.03美元/吨，环比上升3.95美元/吨，升幅为6.07%。

从全月平均水平看，国产铁精矿平均含税价格为614.67元/吨，比上月下降41.75元/吨，降幅为6.36%。进口粉矿平均到岸价格为67.58美元/吨，比上月下降3.87美元/吨，降幅为5.41%。

钢铁协会认为，入冬以来，下游需求将有所减弱，钢铁生产也将进一步回落，铁矿石需求强度下降，库存也由降转升，铁矿石仍是供大于求态势，价格难以持续上涨。

具体来看，2018年12月中上旬，钢铁协会会员钢铁企业平均日产粗钢186.23万吨，估算全国日产粗钢238.85万吨，比11月份下降7.69%；估算全国日

产生铁198.18万吨，比2018年11月份下降6.70%。由于生铁、粗钢产量环比下降，铁矿石需求强度下降。

同时2018年12月末，全国进口铁矿石港口库存量为1.42亿吨，环比上升121万吨，升幅为0.86%；总体仍处于较高水平；2018年1-11月累计铁矿石进口量9.78亿吨，与去年基本相当。总体来看，铁矿石市场供大于求态势仍未有大的改观。

此外，钢材价格指数难以大幅回升。据钢铁协会监测，2018年12月末中国钢材价格指数（CSPI）为107.12点，比11月末上升0.73点，升幅为0.69%。从各周情况看，钢材价格呈窄幅波动走势，后期市场难以大幅回升。据国家统计局数据，2018年12月中国制造业采购经理（PMI）为49.4%，比上月回落0.6个百分点，年内首次低于临界点。

## 衡拓船舶减摇产品家族再添新丁

经过海上连续10多天试验，由上海衡拓船舶设备有限公司自主研发的目前国内最大型真空高速减摇陀螺装置（HTG-26型）近日试航成功，衡拓船舶公司减摇产品家族再添新丁。

该型真空高速减摇陀螺装置动量矩达26000NMS，额定转速5000RPM，单台可提供5.6吨·米的减摇力矩，目前装备在青岛港集团40m工作船上（满载排水量超过170吨）。2018年12月底，在该船从广州到青岛漫长的航行旅途中，衡拓船舶自主研发的减摇陀螺装置经受住了大风浪以及实船长期连续运行的考验，航行试验获得圆满成功，减摇效果好于预期，超过了技术规格书中的性能要求。

作为公务船减摇装置领域领军企业，衡拓船舶生产的减摇鳍、减摇水舱等装置已在海警、海事、救助

等公务船舶中大量应用，以过硬的品质、完善的服务获得了良好口碑。

本次试航成功的HTG26型减摇陀螺装置是衡拓船舶公司最新推出的船舶减摇产品，其是控制力矩陀螺技术产品。控制力矩陀螺技术是与船舶减摇理论学科交叉的产物，其具有节能低噪（噪音75dBC以内）、减摇效果好（可达80%以上）、全航速减摇、无附加附体等优点，近年来在小型船艇中应用越来越广泛，而且其直接产生力矩，因此安装位置灵活，特别适合现有船舶加装。

衡拓船舶自主开发的HTG系列减摇陀螺装置采用了最先进的真空减阻技术以及自适应进动控制技术，实现了世界先进水平的高转速以及对实际海浪不规则性的自适应，实现了智能减摇。

## 中国海装海上浮式项目被立项

日前，国家工业和信息化部公示了2018年高技术船舶拟立项科研项目，中国海装申报的“海上浮式风电装备研制”项目成功立项。

高技术船舶科研项目评选由工业和信息化部（高技术船舶司）组织，旨在贯彻落实《中国制造2025》，推进战略新兴海工装备工程实施，提升我国高端装备研发设计水平。

中国海装此次获立项的“海上浮式风电装备研制”项目，拟通过开展海上浮式风电装备总体设计、系泊系统设计、制造与调试等关键共性技术研究，完成大功率海上浮式风电装备研制，并实现海上浮式风电装备的工程示范应用。

随着国家的重视和产业的逐步成熟，国内海上风电正呈现加速发展的趋势。中国海装“海上浮式风电装备研制”项目的实施，将填补国内目前在大功率海上浮式风电装备一体化设计及应用验证方面的空白，为我国远海风电规模化发展提供必要技术支撑，对实现海上风电装备制造业自主创新与产业升级具有重要的意义。

中国海装作为国家唯一的海上风力发电工程技术研究中心依托单位，肩负着风电产业国家队的使命。经过多年潜心发展，中国海装已在近海领域积累了引领行业的技术和经验，而海上浮式风电装备项目研发，将助力中国海装进军深远海领域，为推动国家能源结构战略转型做出新的贡献。

# 工业企业利润总额增长结构分析

■ 文 / 李拥军

国统局发布的规模以上工业企业主要经济指标中关于“同比增长率”的统计均为“同口径比较”，即报告期内的“同比增长率”（如利润总额同比增长率）是报告期内某一指标当期值与报告期内所填报的“去年同期值”之间的比较。如果将某一统计指标今年的统计值与以前年度发布的统计值进行比较，则为名义同比（或名义比较）。分析“规模以上工业企业利润总额”（工业利润总额）增减由何类企业、何类行业拉动，有助于我们判断工业运行质量的优劣。

## 规模以上工业企业近7年利润总额情况

规模以上工业企业2018年1-10月利润总额为5.52万亿元，较上年同口径比较增长13.6%。该增速较2017年同期低9.7个百分点（见图1）。但从名义比较的角度看2018年利润总额仅低于2017年同期，比2017年同期低7239亿元，名义比较下降了11.59%。与最低年份2012年名义比较增长了37.21%。除2015年利润总额同比出现负增长外，其他7年利润总额同比均为正增长，只是各年利润总额同比增速存在较大差异。



图1 近8年各年度1-10月规模以上工业企业利润总额及同口径增速

2013年、2016年、2017年、2018年规模以上工业企业利润总额同比增速高于主营业务收入同比增速（见图1）。2013年利润总额增速高于收入增速

2.56个百分点，主要得益于主营收入增速高于管理费用、财务费用的增速，其中比财务费用增速高出6.24个百分点，但同期销售费用增速仅比收入增速高1.38

个百分点，主营成本增速比收入增速高0.55个百分点；2016年利润总额增速高于主营收入增速4.7个百分点，主要受益于主营收入增速比财务费用增速高出9.7个百分点，同时较主营成本增速高出0.2个百分点，但是销售费用增速、管理费用增速都比主营收入增速高两个百分点；2017年利润总额增速高于收入增速10.9个百分点，是近8年中两者之间的最大差值。这一差值主要源于主营收入增速高于3项费用增速，同时高于主营成本增速，其中比财务费用增速高出6.9个百分点。2017年也是近8年中唯一一年主营收入增速高于主营成本及期间费用增速，表明2017年利润总额增长的内在质量要远高于其他7年；2018年利润总额增速高于主营收入增速4.3个百分点，主要源于主营收入增速高于财务费用增速7.4个百分点，高于主营成本增速0.4个百分点，但是主营收入增速分别比管理费用增速、销售费用增速低1个百分点、1.7个百分点。这4年的共性是主营收入增速始终高于财务

费用增速，表明当工业利润实现较快增长时，企业资金状况均相对良好，由此工业企业财务负担会相对较轻。

### 主要大类工业行业利润总额占比情况

2016年1-10月，有9个大类工业行业的利润总额超过2000亿元（见表1），这9个行业合计利润总额为30182.7亿元，占整个工业利润总额的比重为57.42%；2017年1-10月，有12个大类工业行业的利润总额超过2000亿元，这12个行业合计利润总额为40383.8亿元，占整个工业利润总额的比重为64.66%；2018年1-10月，有11个大类工业行业的利润总额超过2000亿元，这11个行业合计利润总额为35542.4亿元，占整个工业利润总额的比重为64.37%。总体看，2017年、2018年行业利润的集中情况要高于2016年。

表1 近两年利润总额超2000亿元的大类工业行业

行业名称	2018年	行业名称	2017年	行业名称	2016年
汽车制造业	4958.40	汽车制造业	5622.1	汽车制造业	5224.2
化学原料和化学制品制造业	4545.80	化学原料和化学制品制造业	5096.4	化学原料和化学制品制造业	3881.3
计算机、通信和其他电子设备制造业	3690.50	计算机、通信和其他电子设备制造业	4079.1	电力、热力生产和供应业	3647.2
黑色金属冶炼和压延加工业	3552.80	电气机械和器材制造业	3859.4	电气机械和器材制造业	3608.0
非金属矿物制品业	3495.40	非金属矿物制品业	3719.5	计算机、通信和其他电子设备制造业	3471.7
电力、热力生产和供应业	2911.10	电力、热力生产和供应业	2856.2	非金属矿物制品业	3082.7
电气机械和器材制造业	2907.10	黑色金属冶炼和压延加工业	2737.3	农副食品加工业	2558.3
煤炭开采和洗选业	2561.70	医药制造业	2713.2	医药制造业	2355.7
医药制造业	2553.90	农副食品加工业	2597.9	通用设备制造业	2353.6
石油加工、炼焦和核燃料加工业	2251.60	通用设备制造业	2585.4		
通用设备制造业	2114.10	煤炭开采和洗选业	2506.3		
		专用设备制造业	2011.0		

据表1可知：汽车制造业、化学原料和化学制品制造业、计算机通信和其他电子设备制造业、电气机械和器材制造业、非金属矿物制品业、电力热力生产和供应业、医药制造业、通用设备制造业8个行业连续三年利润总额超过2000亿元。其中汽车制造业、化学原料和化学制品制造业、计算机通信和其他电子设备制造业连续3年在行业利润总额排序中位居前五位，汽车制造业利润总额连续3年位居行业利润总额排序的首位，且占整个工业利润总额的比重基本保持在9%至10%；化学原料和化学制品制造业连续3年位居行业利润总额排序的第2位，而且利润总额占比呈逐年增长的态势，由2016年的7.03%上升至2018年的8.65%，历经两年提高了1.62个百分点；计算机通信和其他电子设备制造业作为高端制造业的代表，利润总额占比呈逐年增长的态势，由2016年的6.29%上升至2018年的7.02%，而且2017年、2018年连续两年在行业利润总额排序中位居第3位。这三个行业均属于工业中的高端制造业，其较高的利润规模一方面与这三个行业的收入规模相匹配，另一方面反应出高端制造业具有较强、较稳定的盈利能力。

黑色金属冶炼和压延加工业、煤炭开采和洗选业2016年1-10月份利润总额分别为1213.9亿元、573.1亿元，行业利润总额排序分别位居第18位、第27位。2017年、2018年这两个行业的利润总额均超过了2500亿元，其中黑色金属冶炼和压延加工业2018年利润总额高达3552.8亿元，在行业利润总额排序中位居第4位。这表明2017年、2018年工业行业盈利结构与2016年相比出现了较大变化，能源及基础材料行业利润总额位居行业前列。

## 主要大类工业行业利润增量占比分析

2016年1-10月份有12个大类工业行业的利润总额同口径比较为负增长，且有开采辅助活动、石油和天

然气开采业两个行业利润总额为负值；2017年、2018年大类工业行业的利润总额同口径比较为负增长分别为3个和7个，同时这两年没有一个大类工业行业的利润总额为负值。从41个大类工业行业的利润总额同比情况、盈亏情况看，2017年、2018年工业行业盈利结构要优于2016年。

2016年，41个大类工业行业中利润总额同口径增量占整个工业利润总额增量比重（简称“利润增量占比”）比超过3%的行业有13个（见表2），这13个行业的利润总额合计增量占整个工业利润总额增量的比重为132.61%，其中石油加工炼焦和核燃料加工业、黑色金属冶炼和压延加工业占比均超过了20%，两者合计达45.11%，是2016年工业利润总额同口径增长的主要贡献行业。同时本年度有石油和天然气开采业、电力热力生产和供应业等12个行业利润总额出现下降，利润总额合计减少量为1978亿元，占整个工业利润总额增量的比重为-47.52%。其中石油和天然气开采业2016年1-10月亏损377.7亿元，同比下降1285.63亿元，占整个工业利润总额增量的比重为-30.88%。

2017年1-10月，41个大类工业行业中利润增量占比超过3%的行业有10个（见表2），这10个行业的利润增量占比合计为76.27%，是2017年工业利润总额同口径增量的主要贡献者。其中煤炭开采和洗选业、黑色金属冶炼和压延加工业作为2017年去产能工作的重点行业，两者利润增量占比合计为32.67%，成为本年度工业利润总额增长的主要贡献行业。电力热力生产和供应业、烟草制品业、金属制品机械和设备修理业等3个行业利润总额出现下降，利润总额合计减少量为826亿元，占整个工业利润总额增量的比重为-7%。其中电力热力生产和供应业利润总额同比下降792亿元，占整个工业利润总额增量的比重为-6.71%。

2018年1-10月，41个大类工业行业中利润增量占比超过3%的行业有9个（见表1），这9个行业的利润增量占比合计为90.83%，是2018年工业利润总额

表2 近两年主要大类工业行业利润总额增量占比情况

行业名称	2018年	行业名称	2017年	行业名称	2016年
黑色金属冶炼和压延加工业	20.92%	煤炭开采和洗选业	18.32%	石油加工、炼焦和核燃料加工业	23.06%
石油和天然气开采业	18.59%	黑色金属冶炼和压延加工业	14.35%	黑色金属冶炼和压延加工业	22.05%
非金属矿物制品业	16.64%	化学原料和化学制品制造业	11.87%	汽车制造业	15.32%
化学原料和化学制品制造业	12.45%	非金属矿物制品业	5.94%	化学原料和化学制品制造业	11.38%
石油加工、炼焦和核燃料加工业	6.86%	计算机、通信和其他电子设备制造业	5.59%	计算机、通信和其他电子设备制造业	9.98%
专用设备制造业	4.43%	石油加工、炼焦和核燃料加工业	4.67%	电气机械和器材制造业	9.42%
煤炭开采和洗选业	3.75%	有色金属冶炼和压延加工业	4.51%	有色金属冶炼和压延加工业	8.60%
医药制造业	3.64%	汽车制造业	3.85%	医药制造业	7.59%
酒、饮料和精制茶制造业	3.57%	专用设备制造业	3.63%	煤炭开采和洗选业	7.30%
		医药制造业	3.54%	非金属矿物制品业	6.61%
				农副食品加工业	4.13%
				食品制造业	3.98%
				橡胶和塑料制品业	3.19%

同口径增量的主要贡献者。其中黑色金属冶炼和压延加工业、石油和天然气开采业利润总额增量占比分别为20.92%、18.59%，两者利润增量占比合计为39.5%，成为本年度利润总额增长的主要贡献行业。汽车制造业、开采辅助活动等7个行业利润总额出现下降，利润总额合计减少量为603亿元，占整个工业利润总额增量的比重为-9.12%。汽车制造业虽然利润总额占比始终较高，但由于其2018年利润总额同比下降了249.43亿元，故该行业对整个工业利润增长的贡献率就为负值（即汽车制造业利润总额增量占比为-3.77%）。

通过对2016年、2017年、2018年工业利润总额增长与主要大类工业行业的相关性分析可知：①黑色金属冶炼和压延加工业、非金属矿物制品业、化学原料和化学制品制造业、煤炭开采和洗选业、石油加工炼焦和核燃料加工业、医药制造业6个工业子行业连续3年利润总额增量占比超过了3%，这6个行业近3年利

润总额增量占比分别为77.99%、58.69%、64.24%，表明这3年工业利润总额的增长主要由这6个大类工业行业的利润增长所支撑，而且这6个大类工业行业对工业利润增长的支撑作用在2018年得到了进一步强化；②黑色金属冶炼和压延加工业是唯一一个连续3年利润增量占比超过14%的行业，且连续3年在行业利润总额增量排序中位居前两位，其中2018年位居首位。表明钢铁行业盈利状况得到持续改善，盈利水平不断提升，如黑色金属冶炼和压延加工业销售利润率由2016年的2.38%上升至2018年的6.69%，从而成为拉动工业利润增长的主导性行业；③非金属矿物制品业（如水泥、玻璃等）、黑色金属冶炼和压延加工业、煤炭开采和洗选业都是近3年去产能工作的重点行业，这三个行业利润总额增量占比连续3年超过了5%，个别年份甚至位居行业利润增量排序的最前列，这一方面表明这三个行业以去产能工作为重点的供给侧结构性改革取得了显著成果，另一方面表明

近3年工业产业链条上的利润在向上游行业适度“倾斜”，从而使行业利润分配结构更趋合理。

近3年，大类工业行业利润总额增量占比的差异性表现在如下方面：一是各年度均会至少出现一个对工业利润总额增长贡献异常大的新行业，如2016年石油加工炼焦和核燃料加工业、汽车制造业两个行业对工业利润增长的贡献较大。2017年煤炭开采和洗选业对工业利润增长的贡献较大。2018年石油和天然气开采业对工业利润增长的贡献较大；二是2016年行业利润总额增长结构更为合理一些，如利润总额增量占比超过3%的行业即有生活消费品制造业，亦有计算机制造、电气机械和器材制造业等高端行业，同时还有能源及基础材料行业。2017年则缺少了消费品制造业。2018年工业利润增长基本集中在能源与材料行业，与2016年相比缺少了计算机制造、汽车制造等高端制造业，也缺少了消费品制造业。

需要指出的是，近3年非金属矿物制品业、黑色

金属冶炼和压延加工业、煤炭开采和洗选业利润总额同比的持续增长甚至是大幅增长，并没有导致其下游相关行业利润总额出现同比下降，如2018年有七大类工业行业利润总额同比出现了下降，其利润下降的原因虽然多种多样，但基本与这三个行业的利润增长没有直接的关系。而且2018年有37个行业的利润总额同比出现增长，说明非金属矿物制品业等三个行业利润总额的增长并没有完全侵蚀下游制造业的利润，而是这三个行业盈利水平的合理回归。这三个行业利润总额的增长有助于整个工业产业链利润分配结构的调整与优化，从而使整个工业行业结构出现了较为均衡的发展态势。同时，这三个行业利润总额的增长，使整个工业的销售利润率由2015年的5.45%上升至2016年的5.71%，2017年持续上升至6.24%，2018年进一步上升至6.44%，并达到近7年同期整个工业的最高盈利水平，表明工业经济的发展质量有了较大的提升。



[引用格式] 姚恺涵, 尤方俊, 张帅, 等. 船舶减摇装置的发展现状与趋势 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 16-20.

# 船舶减摇装置的发展现状与趋势

姚恺涵<sup>1</sup>, 尤方俊<sup>2</sup>, 张帅<sup>1</sup>, 肖晶晶<sup>1</sup>

(1. 厦门大学 航空航天学院, 福建 厦门 361102; 2. 中国船舶重工集团公司第七〇四研究所, 上海 200031)

**摘要:** 针对船舶在波浪中运动的不同自由度, 从减摇机理出发梳理了减摇装置的发展脉络, 指明其兴起及发展原因, 在综述船舶单自由度减摇装置的基础上, 对近年来出现的船舶多自由度减摇装置进行介绍, 并阐述船舶减摇领域的关键技术, 对今后船舶减摇装置的发展趋势进行预测。

**关键词:** 船舶减摇装置; 多自由度; 综合减摇; 全航速

**中图分类号:** U664.7

**文献标识码:** A

**DOI:**10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.001

## 0 引言

船舶在波浪中航行, 由于受到风、浪、海流等因素的影响, 将产生 6 个自由度的运动: 横摇、纵摇、艏摇、横荡、纵荡、垂荡。对这些运动的控制不当, 会引起姿态失稳, 危及船舶航行安全<sup>[1]</sup>。

保持船舶姿态稳定的方法主要有: 1) 谐摇稳定——减小船舶的固有频率, 避开波浪扰动频率, 在船舶设计时考虑这一方面, 可降低共振发生率; 2) 阻尼稳定——增加系统的阻尼以减少横摇; 3) 平衡稳定——通过施加稳定力矩来抵抗波浪扰动力矩。目前船舶上安装的减摇装置皆从上述后两方面出发, 使船舶的各自自由度运动保持在期望范围内, 保证船舶航行稳定性或装载平衡性。本文着重综述了船舶的横摇和纵摇减摇稳定装置, 并在单自由度减摇稳定装置描述的基础上, 关注近几年来船舶多自由度全航速减摇稳定装置的研究进展

及关键技术, 以期推动全航速多自由度船舶减摇装置的发展应用。

## 1 单自由度减摇装置

### 1.1 横摇独立减摇装置

横摇对船舶的安全运行影响最大, 但因横摇阻尼小、横摇倾覆力/力矩较小, 所以最易控制。横摇独立减摇装置包括舭龙骨、减摇水舱、移动重物、减摇陀螺、减摇鳍、减摇舵、阻尼板等, 表 1 列举了上述装置的发展历程。

1) 舭龙骨: 从增大船体阻尼的角度出发, Froude 提出沿船长方向、在船中两舷舭部外侧安装与舭部外板垂直的长条型板材 (即舭龙骨) 的方法进行减摇。其减摇原理为: 将横摇运动中船体的动能通过涡流的粘性效应转化为流体动能。

2) 减摇水舱: 在进行船舶损坏稳定性研究中, 研究人员

表 1 横摇独立减摇装置发展历程表

年份	减摇装置	船舶型号	设计者	减摇类型
1870	舭龙骨	-	Froude (英)	被动型
1880	减摇水舱	Inflexible	Watt and Froude (英)	被动型
1891	移动重块	Cecile	Thornycroft (英)	主动型
1906	减摇陀螺	Sea-Bar	Schlick (德)	被动型
1909	移动重块	Steamer	Crémieu (法)	被动型
1910	U 型减摇水舱	Ypiranga	Frahm (德)	被动型
1915	减摇陀螺	Conte di Savoia	Sperry Company (美)	主动型
1924	减摇陀螺 (双旋转轮)	Destroyer	Fieux (法)	被动型
1923	减摇鳍 (可变鳍角)	Matsu Maru	Motora (日)	主动型
1933	减摇鳍 (可变鳍面)	AvisoEstourdi	Kefeli (意)	主动型
1939	U 型减摇水舱	Hamilton	Minorsky (美)	主动型
1972	减摇舵	M.S. Peggy	van Gunsteren (荷)	主动型
1980	Magnus 转子稳定器	-	Theo Koop (荷)	主动型
约 1985	阻尼板	-	-	被动型
1998	纵拍式零航速减摇鳍	Boadicea	Dallinga (荷)	主动型
2006	Weis-Fogh 减摇鳍	-	Tsutahara (日)	主动型
2014	扑翼式零航速减摇鳍	-	Dallinga (荷)	主动型

收稿日期: 2018-09-25

基金项目: 福建省海洋高新产业发展专项资金资助项目 ([2016]13 号); 福建省科技计划资助项目 (2016H6022)

作者简介: 姚恺涵 (1995-), 男, 硕士研究生, 研究方向为船舶推进和减摇。

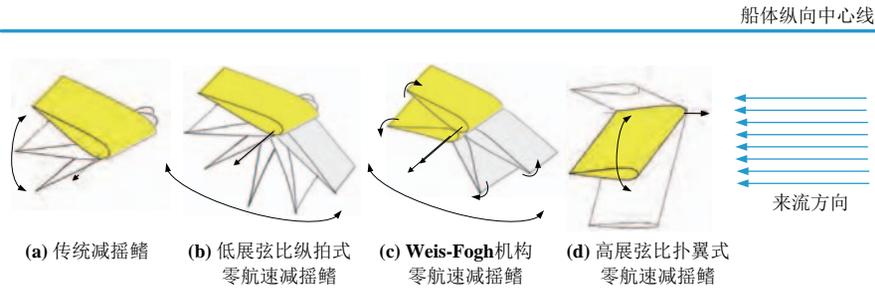


图1 传统减摇鳍与零航速减摇鳍分类对比图

观察到船内的水在某些条件下相对于波浪形状异相移动,水的重力可抵消波浪对船体的扰动力,从而产生减摇效果,因此出现了减摇水舱。以其中的水是否可受水泵作用而移动,分为主动式和被动式;以其自摇周期是否可受人为控制而改变,后者又可分为不可控被动式和可控被动式。减摇水舱适用于全航速航行条件下的船舶减摇,具有成本低、免维修、操作简单等优点;缺点是占用船内空间,故较适用于有较大空间的船舶。

3) 移动重物:与减摇水舱的作用机理相似,通过移动固体型重物改变船体重心的位置,从而保证船舶的平稳性,亦可分为主动式和被动式。利用重物在转动系统中沿径向方向运动时的科氏效应,日本横滨国立大学的Hirakawa等<sup>[2]</sup>提出一种垂直重力减摇系统,但由于缺乏合适的致动器,该系统实际应用较为困难,目前应用较少。

4) 减摇陀螺:利用动力陀螺的物理特性,在将其进动轴沿船体横向布置时,通过旋转飞轮的角动量与飞轮进动振荡的组合产生稳定转矩,以抵抗横摇运动;其主要部件是一个具有转动惯量和角速度的飞轮。减摇陀螺的重量随船体的增大而增大、成本随之提高<sup>[3]</sup>,较适用于深V型尖艏船等小型的、固有横摇周期较短的船舶。

5) 减摇鳍:安装在船舶水下两侧的鳍型装置,按鳍面布置方式分为固定式、收放式及伸缩式,按适航条件分为传统型和零航速(全航速)型。

#### ① 传统型减摇鳍

与飞机机翼的升力产生机理相似,当一定流速的流体(通常船舶速度高于10~15kn)流过鳍面时,由于上下表面存在压力差,鳍面上将产生与来流速度的平方成正比的升力,基于该升力作用,根据船舶横摇信号对鳍角进行调整,使之产生与波浪扰动力矩相反的扶正力矩以用于减摇。

#### ② 零航速型减摇鳍

为了克服传统减摇鳍的弊端,实现全航速条件下的横摇减摇效果,零航速减摇鳍应运而生。综述现有文献,按照不同升力机制,零航速横摇减摇鳍主要分为3种类型,如图1所示。

低展弦比纵拍式零航速减摇鳍是世界首套零航速减摇鳍系统,与传统减摇鳍兼容性强,零航速时采用类似“划桨”的动作进行减摇;中高航速下采用传统减摇鳍的控制方式进行减摇,拓展了传统减摇鳍的工作条件,缺点在于所需功率较大、鳍轴易磨损、噪音较大。

受英国生物学家Weis-Fogh观察黄蜂的扑翼飞翔运动所提出的“挥翅拍击和挥摆急动”机构启发,一些学者<sup>[4,5]</sup>进行了Weis-Fogh机构减摇鳍方面的研究,证明了Weis-Fogh

减摇鳍能产生较大升力、启动性良好,具有实际应用前途,难点是该类型鳍涉及2个鳍面,机械结构复杂,与普通减摇鳍不兼容,工作模式切换困难,成本高,可靠性差。

具体而言,低展弦比纵拍式零航速减摇鳍存在3方面的问题。1)展弦比低,为获得足够减摇力矩,鳍角较大,导致稳定性较低、阻力较大;2)减摇鳍的安装位置易与前后端的舭龙骨发生干涉;3)仅鳍轴后方鳍面的划水推力为有效减摇推力,减摇效率有待提高。鉴于上述问题,借鉴扑翼飞行器的原理,出现了高展弦比扑翼式零航速减摇鳍<sup>[6]</sup>。通过与传统鳍型的扑翼运动进行对比研究实验,证明了该鳍型的优点:1)不会与舭龙骨产生相互影响;2)该鳍在减摇过程中鳍角较小,鳍根部距离鳍轴较短,可有效减少升力损失。虽然该类型减摇鳍的建模和测试研究还不够成熟,但实验结果已经表明了其在较低航速条件下的优越性。

#### 6) 减摇舵

1967年,Taggart观察到集装箱船在操舵时会引起船舶的过度横摇现象。受这一现象启发,一些学者对舵减摇装置进行研究。舵减摇的原理为低频运动影响横摇,高频运动影响纵摇,通过舵对横摇和纵摇的响应差异控制舵角来实现减摇。其减摇效果由控制器直接决定,因此研究主要集中在控制算法、船舶模型的不确定性影响及舵机的非线性系统的研究上<sup>[7]</sup>。舵减摇装置优点在于造价低、所占船内空间小、维修方便;缺点是低航速时舵效较差。

#### 7) Magnus效应转子稳定器

受德国物理学家Magnus博士发现的Magnus效应启发,荷兰开发出了基于该效应的新型转子稳定器RotorSwing<sup>[8]</sup>,通过安装在船体侧面的转子产生升力。如图2所示,与传统减摇鳍有效升力约65%相比,Magnus转子稳定器所产生的垂直升力全部用以抵抗船舶的横摇运动,已成功应用中低速(3~12kn)游艇的减摇控制上<sup>[9,10]</sup>,减摇效果达到了95%,但其阻力随船舶速度增加而增大,能量损失也随之增大,无法适应高航速船舶的减摇要求。

#### 8) 阻尼板

阻尼板出现较早,于20世纪80年代产生,在2000年美国上映的电影《完美风暴》中,即可见船上安装有该种减摇装置,由于其良好的零航速下的减摇效果,并且属于完全被动式减摇装置,无需消耗任何能量,目前渐渐引起了国内造船业的重视。如图3(a)所示,阻尼板减摇装置由水下减摇阻尼板①和水上可回收固定部分②组成,其回收布置形式分别如图3(f)、3(g)所示,图3(g)为其完全回收状态,通过放松缆绳将固定杆由竖直状态向下放置为水平展开状态,随后如图3(f)所示通过放松缆绳将减摇阻尼板由固定杆的端部下放

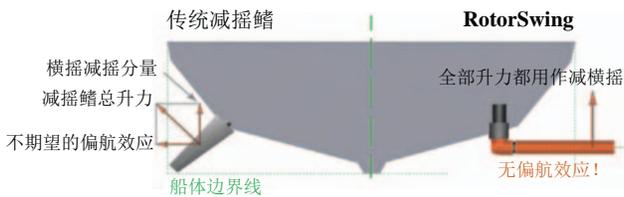


图2 Magnus 转子稳定器 RotorSwing 与传统减摇鳍的对比图

至水下特定深度位置,即可使其切换至图3(a)所示的工作状态。经过30多年的发展,水下减摇阻尼板的形式也多种多样,包括但不限于图3(b)、(e)、(f)中所示的多种样式。这些减摇阻尼板的共同特征是随船舶航行时,不会过多地增加船舶的航行阻力。最新出现的阻尼板形式如图3(b)、(c)、(d)所示<sup>[11]</sup>,由图可看出,该阻尼板由多块仅可单向开合的子窗板组成,当船舶左右舷摇摆加深阻尼板的入水深度时,子窗板由于受到水的向上推力可打开;反之当船舶摇摆带动阻尼板向上运动时,子窗板闭合增加船舶的横摇阻尼,从而可显著改善船舶的耐波性。

### 1.2 横摇综合减摇装置

虽然独立减摇装置的研究已经比较成熟,但仅采用单一装置进行减摇在功能上存在很大的局限性,包括:适应航速的局限性、减摇效率的局限性以及遭遇浪向的局限性。为突破这些局限性,针对船舶横摇的综合减摇装置应运而生,主要包括舵-鳍、减摇鳍-减摇水舱、舵-可控被动水舱等综合

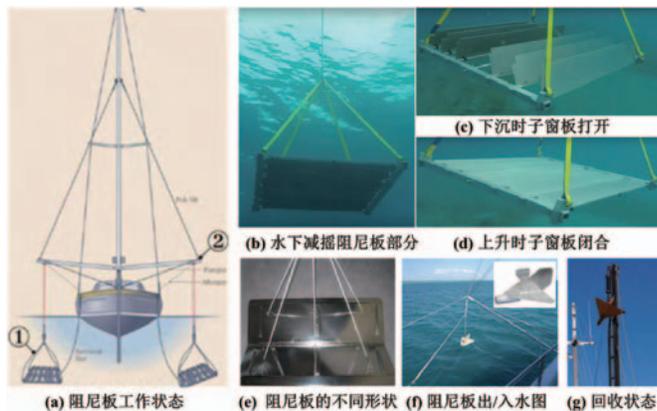


图3 减摇阻尼板示意图

减横摇系统。

早在1972年探索舵减摇的稳定理论之初,Carley和Duberley就指出减摇舵和减摇鳍的综合减摇性能较两者独立使用效果好,使得舵鳍联合控制成为研究热点。而通过设计合理的联合控制器,舵鳍联合减摇装置还能在减少横摇的同时保证航向的准确性,实现船舶纵摇和横摇的同时控制。

针对船舶的减横摇及静倾问题,金鸿章等提出了由减摇鳍、U型被动减摇水舱和抗静倾平衡水舱组成的船舶综合减摇系统,这种设计方法综合了减摇鳍与减摇水舱的优点,通过二者的合理配置,可产生互补的效果,能够应用于全航速下的减摇。中船重工第704研究所研发了“减摇鳍-可控被动减摇水舱联合控制器”,可工作于独立和联合2种模式,以充分发挥2种减摇方式的优势,并于2015年3月顺利完成试航<sup>[12]</sup>,实现了该联合减摇系统的智能化管理。

官英双等利用减摇舵和可控被动式减摇水舱组成联合减横摇系统,提出基于广义预测控制(GPC)的减摇控制策略<sup>[13]</sup>,在各种海情下的宽频率范围内都有良好的减摇效果。

### 1.3 纵摇减摇装置

纵摇稳定性是船舶尤其舰船耐波性评估中的重要因素之一。由于船舶受到的纵摇作用力频率范围广、所需的稳定力矩大,因此纵摇不易控制,除了通过改进船体设计尽可能减少纵摇和垂荡运动外,各国研究人员开发出了多种安装于船体两端的纵摇减摇装置,包括艏鳍、艉鳍、 $\pi$ 型舵、涵道螺旋桨副翼、尾压浪板、斜舵等,表2列举了部分减纵摇装置的发展历程,并在图3中给出了示意图。

部分减纵摇装置如图4所示。由于船舶和波浪之间的相对运动在船艏位置最为剧烈,因此艏鳍减纵摇装置应运而生:艏鳍可以布置在船体艏部或固定在船艏龙骨下方的支柱上;随后艏、艉鳍组合及宽水平艏龙骨的减纵摇装置试验相继进行,但由于空化、渗气、振动等问题,上述装置无法进入实用;艉鳍通常安装在船舶推进螺旋桨前侧,没有艏鳍的渗气等问题,主动式艉鳍的减摇效果随波高的增加而增加,而被动式艉鳍无减纵摇效果;涵道螺旋桨副翼通过对涵道螺旋桨的尾流进行整流而减少船舶纵摇;与涵道螺旋桨副翼相似, $\pi$ 型舵亦可产生尾流的整流作用,其适用于双舵或多舵的船舶对象,连接在双舵底部的水平翼面用于俯仰控制,垂直方向舵用于航向控制;作为艏鳍组合减摇装置研究的一部分,Kaplan等考察了单独采用喷气襟翼控制下斜舵的减纵摇效果:

表2 减纵摇装置发展历程表

年份	减摇装置	船舶型号	设计者	减摇类型
1879	艏鳍(图3(a))	SS Warrimoo	E. De Rusett(英)	被动型
1933/1935	艏艉鳍组合	-	M. Kéféli(法)/G.Kempf(德)	被动型
1946	艏龙骨	-	A. Perelmutr(苏联)	被动型
1958/1962	艉鳍(图3(b))	Mariner-class ship	P. Spens(美)	主动型
1962	涵道螺旋桨副翼(图3(c))	DE 1006	Eastern Research Groups(美)	被动型
1966	喷气式襟翼	Forrestal 级航空母舰	P. Kaplan et. al(美)	主动型
1980	$\pi$ 型舵(图3(d))	Hamilton-class cutters	U.S.Navy(美)	被动型
1981	斜舵(图3(e))	FFG 7/CG 47 级船	Kaplan and Jiang(美)	主动型
1984	尾压浪板(图3(f))	-	Lloyd and Davies(英)	主动型
1985	半潜体	SSB 船型	木原和之(日)	被动型
2003	半潜体与艏鳍组合(图3(g))	单体排水式圆艏导弹护卫艇	蔡新功等(中)	被动型
2005	十字型抗纵摇舵(图3(h))	S175 船型	缪国平等(中)	被动型

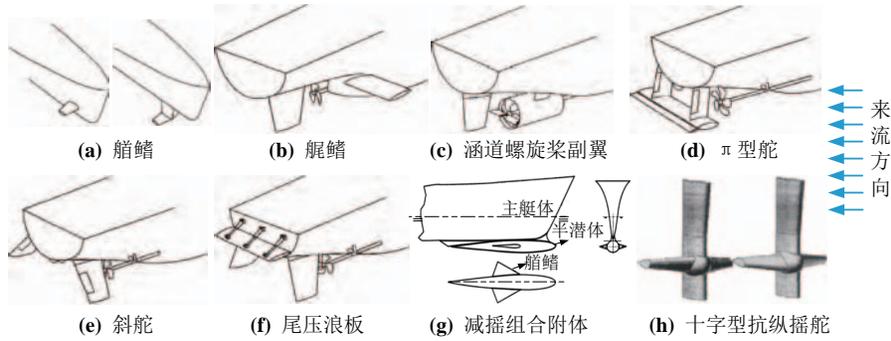


图4 部分减纵摇装置图

作为独立减摇装置，斜舵同样利用螺旋桨尾流产生升力，可同时控制横摇、纵摇及航向，试验证明其纵摇减摇效果较好，具有广阔的发展和前景<sup>[14]</sup>；此外，主动式尾压浪板通过改变压浪板俯仰角动态调整船的纵倾，但效果不明显。

另一方面，还出现了针对常规单体排水式圆舭导弹护卫艇的半潜体加船鳍的组合附体减纵摇及针对单桨单舵船舶的十字型被动式抗纵摇舵等减纵摇方案，并通过试验验证了其应用可行性。

## 2 多自由度减摇装置

### 2.1 多自由度独立减摇装置

进入 21 世纪以后，各种高性能船舶成功开发并应用，对减摇装置提出了更高的要求。以小水面线双体 SWATH 船为例，美国 IEI 公司通过采用 4 只减摇鳍安装在其潜体内侧，可同时实现横摇、纵摇及垂荡稳定控制，亦可使其工作在随波模式，避免甲板上浪，效果明显。

此外，为了改进 Magnus 稳定器在船舶航速较高（大于 12kn）情况下因阻力增加而能量消耗较大的问题<sup>[8]</sup>，荷兰学者对传统减摇鳍进行了改进，开发出新型三轴减摇装置——减摇鳍 Wing<sup>[15]</sup>，该鳍在中、高航速下采用传统减摇鳍的工

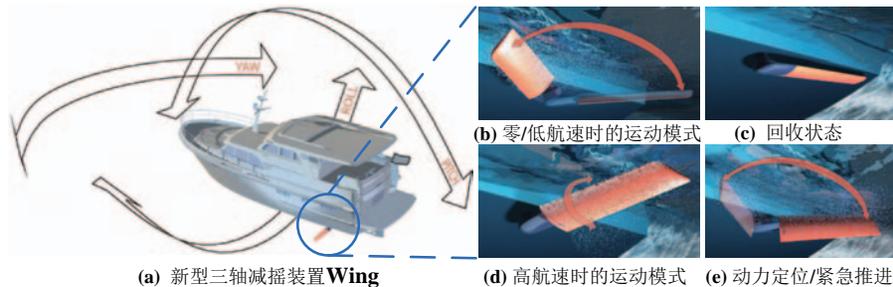


图5 三轴减摇装置 WING

作方式，零、低航速下采用鳍面绕鳍垂直轴转动的方式进行前后摆动拍水来产生升力，最新实验证明这种减摇鳍在全航速下均具有非常好的减摇效果，是目前除主动式斜舵外，另一种能够同时实现横摇、纵摇、艏摇三轴主动运动控制的新型多自由度独立减摇装置。

如图 5 所示，该鳍可以绕安装在船舱内的旋转轴作大角度摆动（图 5(b)，新型运动方式），又能以船舱外鳍根部流线型旋转单元为基座绕自身鳍长轴转动（图 5(d)，传统减摇鳍运动方式）。鳍面（2 个自由度，可绕垂直旋转轴前后摆动及绕其自身水平鳍长轴转动）为高展弦比薄片形状；其自身根部旋转基座（1 个自由度，可绕垂直旋转轴前后摆动）设计为流线型，一方面可在船舶长时间航行时有效降低阻力、减少能量损失，另一方面可增加减摇鳍的减摇力臂长度，提高减摇鳍总升力中有效升力的百分比，增强减摇效果。

相对传统减摇装置，这一减摇鳍优点突出<sup>[16]</sup>，鳍面和旋转基座的动作配合还可以实现折叠回收（图 5(c)）、紧急推进及动力定位（图 5(e)）的功能，应用前景广阔。但需要解决在零航速、动力定位及紧急推进模式下所需驱动力及能源消耗较大的问题。

### 2.2 多自由度综合减摇装置

横荡、横摇和艏摇之间的交叉耦合作用影响减摇鳍的性能，若对上述 3 种运动进行综合控制，将会得到最佳的控制效果。为了有效减少船舶多个运动自由度的运动，保证船舶在全航速条件下的航行稳定性，在横摇综合减摇系统的基础上，依托舵鳍联合减摇装置，通过对控制器的优化设计，能够实现横荡 - 横摇 - 航向的联合稳定控制。

Kallstrom 采用多变量线性二次型控制理论对舵鳍进行航向、减摇综合控制，实验表明该装置可以稳定横荡、横摇与艏摇运动；刘胜等<sup>[17]</sup>在常规舵鳍联合减摇系统的基础上，提出利用舵/翼舵 - 鳍/翼鳍的鲁棒综合协调控制的方法，在提供所需扶正力矩基础上，尽可能减小主舵、主鳍的运动幅度，可降低能耗，改善航向/横摇控制效果，提高系统可靠性；Carletti 等<sup>[18]</sup>采用舵鳍可变结构控制器（VSC）设计，实现了横荡、横摇与航向的整体控制。除此之外，舵鳍联合减摇系统的相关控制方法还包括 PID 控制器、LQG（线性二次高斯控制器）、 $H_{\infty}$  控制器、自适应模糊控制器、神经网络控制器等，是当前的船舶运动稳定性研究的热点之一。

## 3 船舶姿态稳定控制的关键技术与发展趋势

### 3.1 船体多方位姿态的控制

现代舰船的发展对保持其自身姿态稳定性提出了越来越高的标准,以满足客轮舒适性、军舰安全性等要求。为使船舶在各种海况下均能获得较好的减摇效果,多种单自由度减摇装置的联合控制或同时减横摇纵摇和垂荡等运动的多自由度独立减摇装置的应用已经成为减摇技术研究领域的热点之一。

### 3.2 船体姿态的准确感知与超前预测

船体姿态变化的输出相较于系统所受到的外部激励而言,响应时间上存在一定的滞后,这就降低了船舶抗倾翻控制系统的响应速度。因此需要对船体姿态进行准确感知与超前预测,设计具有提前补偿功能的预测模型控制器。模型的计算效率和指定时长下的预报精度是极短期预报模型的2个性能评价指标,线性预报理论如时间序列分析法计算复杂度低、但精度往往不满足要求;非线性系统理论的预报方法如神经网络预报方法精确度高,但实时性差。因此,复合预报方法是未来极短期预报研究的发展方向:一是在预报模型中引入预处理手段,克服非线性非平稳性对预报模型的影响,提高预测精度;二是多种预测模型的切换和融合,提高结果可靠性。

### 3.3 全航速减摇技术

为使船舶在各种航态下均能获得较好的减摇效果,多种减摇装置的联合控制以及全航速减摇装置的研究是减摇技术研究领域的发展趋势。全航速减摇装置如减摇鳍的零航速下升力产生机理、升力反馈技术、不同航速下的切换策略是实现全航速下高效率减摇的关键问题。其中,升力反馈技术的难点在于升力测量方案的实现,构建升力反馈控制系统,减少实际值与理论升力需求值之间的误差,是实现系统自动化、提高减摇效率、减少能量损耗的重要途径。

## 4 结语

本文综述的船舶减摇装置的研究进展,从单自由度减摇装置,包括横摇独立、综合减摇装置、纵摇减摇装置,到多自由度减摇装置,包括多自由度独立、综合减摇装置这几个方面进行综述,阐明了各装置的减摇机理、兴起及发展的原因,重点关注了零航速减摇鳍的新进展,并简述了船舶姿态稳定控制的关键技术。除文中所述减摇装置以外,目前也已出现多种新型减摇方式:如磁流体减摇及喷水舵龙骨减摇等。通过文献综述发现,船舶减摇装置的设计由船舶单自由度运动控制向多自由度运动控制发展,控制器的设计由经典控制理论向智能控制理论发展,紧凑、高效、多自由度、全航速的船舶减摇装置是未来的发展方向。

## 参考文献

- [1] PEREZ T, BLANKE M. Ship roll damping control[J]. Annual Reviews in Control, 2012, 36(1): 129-147.
- [2] HIRAKAWA Y, HIRAYAMA T, KAKIZOE K, et al. Sea trial of prototype vertical weight stabilizer (VWS) anti-rolling system for small ships[J]. Journal of Marine Science & Technology, 2014, 19(3): 292-301.
- [3] 朱航, 陈少楠. 陀螺减摇器在渔业船舶上的应用探讨[J]. 中国水运月刊, 2014, 14(7):149-152.
- [4] 李梦玉, 刘超, 章社生. WEIS-FOGH 机构水动力学研究与进展 [C]// 全国水动力学研讨会并周培源诞辰 110 周年纪念大会, 2012.
- [5] 王帆. 零航速减摇鳍仿生机理及控制关键技术 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2010.
- [6] DALLINGA R P, RAPUC S. Merits of flapping roll stabilizer fins[R]. HISWA Symposium, 2014.
- [7] 郑智林, 杨国豪. 船舶舵减摇控制方法综述 [J]. 世界海运, 2013, 36(10):41-44.
- [8] KOOP M T. Method for actively damping a ship's motion as well as such an active roll stabilization system[P]. US 9527557 B2, 2016.
- [9] LIANG Li-hua, ZHAO Peng, ZHANG Song-tao. Research on hydrodynamic characteristics of Magnus rotor wing at medium/low speed[C]// IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA). IEEE, 2016: 2413-2418.
- [10] LIANG L, ZHAO P, ZHANG S, et al. Simulation and analysis of Magnus rotating roll stabilizer at low speed[J]. Ocean Engineering, 2017, 142: 491-500.
- [11] <http://www.youtube.com/watch?v=QKT8mq9wcAs>
- [12] 宋芳. 船舶减摇进入智能时代 [J]. 中国船检, 2015(5): 96-97.
- [13] 官英双, 彭秀艳, 赵希人. 基于自适应 GPC 的舵和水舱联合减摇系统研究 [J]. 微计算机信息, 2012(10): 14-16.
- [14] CHEN Hong-li, GONG Luo, XIA Xiao-jing. Research on ship slanting rudder anti-pitching intelligent adaptive Generalized Predictive Control[C]// IEEE International Conference on Mechatronics and Automation. IEEE, 2015:1619-1623.
- [15] <https://www.rotorswing.com/wp-content/uploads/2015/11/WING-yacht-stabilizer-from-Rotor-Swing.pdf>
- [16] <https://www.rotorswing.com/wp-content/uploads/2016/01/Fins-versus-Wing-white-paper.pdf>
- [17] 余辰光. 船舶舵 / 翼舵 - 鳍 / 翼鳍数字控制系统设计与实现 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学, 2012.
- [18] CARLETTI C, GASPARRI A, IPPOLITI G, et al. Roll damping and heading control of a marine vessel by fins-rudder VSC[J]. IFAC Proceedings Volumes, 2010, 43(20):34-39.

[引用格式] 李宝月, 江国和, 陈必文, 等. 柴油机故障诊断技术综述 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 21-22.

# 柴油机故障诊断技术综述

李宝月, 江国和, 陈必文, 王鹏飞  
(上海海事大学 商船学院, 上海 201306)

**摘要:** 本文通过介绍柴油机传统的故障判断的几种常用热力学方法, 和现代在开发的故障诊断技术的新方法, 并结合人类现在科学技术发展方向, 指出柴油机故障诊断未来发展方向, 为相关技术人员提供思路。

**关键词:** 柴油机; 故障诊断; 神经网络; 虚拟现实

**中图分类号:** U664.121

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.002

## 0 引言

自从发明家鲁道夫·狄塞尔于 1892 年发明柴油机以来, 柴油发动机由于其突出的扭矩大、热效率高、经济性能好、可燃用劣质柴油等突出特点被广泛应用于船舶行业、拖拉机、坦克等重型装甲, 以及载货汽车等方面。在现代科学技术高速发展下, 柴油机仍然在交通、农业、军事、交通物流诸多领域占有统治性地位。但由于柴油机的工作性能要求使其工作压力大, 振动噪声大, 对相关零部件的结构强度及喷油泵、喷油嘴等精密器件有相当高的要求。伴随着现代载重汽车的载重吨位增加, 军事上对军备的高要求要求, 船舶的大型化发展等对柴油机要求愈发的高, 这势必加重柴油机各个部件的工作强度, 导致柴油机的故障率上升, 对使用者造成经济损失, 甚至危及人员安全。因此, 及时发现柴油机的故障, 并及时有效的处理具有重要意义。

## 1 传统故障诊断

无论是船舶主机多用的二冲程柴油机, 以及更普遍的四冲程柴油机, 其做功都是由进气、压缩、膨胀、排气等 4 个步骤来实现的, 以此为依据, 对其各个环节的工作数据进行监测, 用标准数据来判定柴油机的工况正常与否, 这些数据通常被称为热力参数, 通常包括转数, 冷却水进出口温度、尾气排放温度、滑油压力、气缸压力示功图等<sup>[1]</sup>。

### 1.1 转速表

转速表用来指示柴油机的运转状态及其安全转速区间, 确保其运转在规定转速内, 保证零部件的使用寿命, 船舶上还能通过转速表来有效避免船舶共振在作用, 有经验的技术人员甚至通过柴油机怠速时的转速就能判定是否存在积碳、气门等问题。

### 1.2 冷却水进出口温度表

冷却水进出口温度表用来指示柴油机内部冷却水的温度, 柴油机一般都是用水来冷却, 水温的过高或过低都会对柴油机造成很大的影响。冷却水温度过高容易导致润滑不良磨损加剧造成拉缸, 甚至发动机卡死, 温度过低表明燃油燃烧不够充分, 柴油机效率降低, 同时还易引发积碳, 污染空气环

境等。

### 1.3 尾气温度排放表

尾气排放温度表用来表示经过燃烧后的废气排放温度。排放的尾气温度过高会导致零部件的力学性能急剧下降, 甚至发生变形, 此外尾气温度过高也会使得润滑不够充分, 加剧磨损, 同时气缸内的空气量也减少, 造成燃烧不充分, 降低柴油机的效率。

### 1.4 气缸压力示功图

气缸压力示功图用来表示气缸内活塞在每一个位置上的压力变化, 反应柴油机的工作性能的高低, 并根据压力大小来判定是否存在气阀关闭不紧密、活塞环存在泄漏气的情况, 工作人员能根据示功图来判断故障位置并及时更换进排气阀、活塞环, 示功图还可以用来判断进排气道是否发生堵塞, 判断其工作性能, 气缸余隙容积是否应该调整等功能。

此外由于柴油机在工作过程中不断发生振动, 因此对振动发生异常的位置进行检查。例如振动传感器安装在气缸盖和曲轴上, 振动信号用于判定气缸内部和主轴承的故障<sup>[2]</sup>。有经验的工作人员还可以通过柴油机的声音是否异常来判断其是否发生故障及故障的位置等<sup>[3]</sup>。但根据噪声判定的故障准确率不高, 无法形成统一的规定方案。

## 2 现代故障诊断

传统根据热力参数的方法对柴油机故障的诊断准确性不高, 且无法通过仪表来判断故障的具体种类及其原因, 需拆解机器进行检查, 这往往需要消耗大量的人力物力, 随着现代科技的发展更好的故障检测手段被用于柴油机。

### 2.1 基于神经网络诊断

自 20 世纪 80 年代神经网络兴起以来, 人类对于其研究已经取得了很大的进展, 神经网络技术由于其自身的非线性、非局限性、非常定性、非凸性等突出特点而被广泛应用于自动控制、信号处理、辅助决策等方面<sup>[4]</sup>。神经网络由大量的节点相互连接组成, 每个节点对于信号的处理算法都不同, 因此能将大量传感器检测的数据加以整合抽象化处理, 能较好处理柴油机上的各种数据并对其进行计算分析, 对于柴油机的一些特征相似故障及

收稿日期: 2018-09-26

作者简介: 李宝月 (1994-), 男, 硕士研究生, 研究方向为船舶柴油机故障诊断。

故障征兆加以区分,充分利用神经网络诊断的联想记忆、分布并行处理特点对其故障诊断精确化、精准化,极大减少工作人员的工作量<sup>[5]</sup>。此外,它还具有自主适应、自己学习的特点。具有广泛的发展前景<sup>[6]</sup>。

## 2.2 基于灰色系统理论的诊断方法

我们可对那种部分信息已知而部分信息未知的系统称为灰色系统,柴油机的各种数据即可视为部分已知信息,而故障的位置即可视为未知信息,从而将柴油机抽象的看成一个灰色系统。我们把已知的信息分为主要的、次要的信息,并对各个信息之间的关联度、关联性进行量化分析、计算<sup>[7]</sup>。从而依据已有数据对故障的发展趋势做出预测分析。

## 2.3 基于模糊系统的诊断方法

模糊系统能较好地解决非线性问题,它是根据人脑思维的迷糊性的特点而提出的,能够较好地解决非线性问题,它可以模仿人类的大脑来处理分析模糊的信息问题,因而被广泛的应用于各个领域。柴油机的几种故障原因可能导致其产生相同的故障后果,模糊诊断是依据故障后果来确定产生故障的原因,因此这种方法很适用于柴油机的故障诊断<sup>[8]</sup>。

除了上述几种有特点,发展比较成熟的故障技术外,还有非线性动力系统诊断法、仿真化柴油机故障诊断技术、专家系统的智能化诊断技术等。非线性动力系统诊断法的法准确性并不高,误差较大,有待于日后技术人员开发<sup>[9]</sup>。仿真技术因其成本低廉,培训故障诊断人员费用低,故障可视化等诸多优点而具有相当大的发展前景<sup>[10]</sup>。专家系统诊断方法利用这一领域的专家知识,根据故障信息进行推理判断故障的原因,此方法往往需要大量的实际操作经验作为支撑,且其具有针对性,不便于大面积推广。

## 3 未来故障诊断

现如今,以大数据、物联网人工智能相结合为代表的IT技术,包括物联网、传感器、云计算、量子计算等标志着未来科技的发展方向。未来故障诊断技术可以结合科学技术的迅速发展,从而实现故障诊断技术的精确化发展目标。

### 3.1 智能手机与云端计算

伴随着智能手机与云端计算技术的发展,人们对数据的处理方式正在改变。手机的性能变得越来越好,功能越来越丰富,再加上移动网络等基础设施的进一步完善,使得云端计算发展迅猛。通过云端计算技术可以给用手机户带来计算能力的极大提升。在不远的几十年后,智能手机的计算端会很多行业带来翻天覆地的变化<sup>[11]</sup>。到时候可以通过手机来进行故障诊断并与云端的诊断软件直接沟通,通过云端软件计算最优化的解决柴油机的故障问题。

### 3.2 混合现实

虚拟、增强现实(VR和AR)技术可以看成是现代故障仿真诊断技术的全面升级版。在现在超高清显示,姿势、位置探测器和高清视频等技术的全面支持下,在不远的将来,AR眼镜将会把实时的与柴油机相关的故障信息投送给相关人员,并配合VR眼镜使相关人员全方位的通过融合视觉、听觉、嗅觉和触觉来实现深度的模拟现实体验<sup>[12]</sup>。这可以使得柴油机的故障真正实现可视化、可听化、可感知化,技术人员甚至可以在离柴油机很远的地方真真切切的感受到故障发生时的情形。并对故障加以诊断、解决。

### 3.3 量子计算与数据分析

量子计算机与现今传统的计算机有着本质上的不同,它是依据量子力学的法则进行运算的。量子算法在处理问题时速度要明显地快于传统计算机。量子计算机与大数据分析的结合,会帮助我们从小散乱无明显规律的数据中识别并提取有关联的信息<sup>[13]</sup>。届时柴油机上的大量数据都会被我们加以利用,实现故障诊断的精确化。

### 3.4 可穿戴设备

今后的几十年先进的可穿戴设备技术可能带领人类突破潜力的极限。基于物联网连接的可穿戴设备会把与柴油机故障有关的信息直接传入我们的感官之中,且可穿戴设备具备全天候佩戴在身上的工作特点,它将改变人们现有工作方式<sup>[14]</sup>,届时人类有可能可以直接利用柴油机的相关数据直接进行判断故障的原因。

## 4 结语

传统诊断技术已经不足以满足人们对故障诊断的精确性的高要求,现代诊断技术发展并不完善,未来诊断技术对我们而言又遥不可及,因此相关研究人员应当加快完善现代故障诊断技术,并洞悉未来技术发展趋势,紧跟时代步伐,不断加以提高柴油机的故障诊断的精度,这能够有效的减少或避免事故的发生,对于减小工作人员的工作强度,提高工作效率,降低维修成本,从而带来更大的经济效益具有重要的现实意义。

## 参考文献

- [1] 段礼祥,张来斌,王朝晖. 柴油机状态监测与故障诊断特征参数研究[J]. 车用发动机,2007(1):76-79.
- [2] 马善伟,乐伟,吕健,等. 柴油机故障诊断综述[J]. 上海第二工业大学学报 2008(02):122-128.
- [3] 蔡振雄,李玩幽,李寒林. 利用振动噪声信号诊断柴油机故障研究的现状与发展[J]. 船舶工程,2006(5):53-55
- [4] 王珍,赵洪健. 柴油机故障诊断的局域波神经网络方法研究[J]. 内燃机工程,2006(6):59-62.
- [5] 朱建元. 基于BP神经网络与时间序列分析的柴油机故障诊断[J]. 上海海事大学学报,2006(4):22-27.
- [6] 余世林,朱国宝,邓军,等. 基于规则推理的船艇柴油机故障诊断专家系统[J]. 航海工程,2005(2):40-42.
- [7] 吴国昌,段礼祥. 柴油机多参数故障诊断应用研究[J]. 石油矿场机械,2004(S1):16-18.
- [8] 杨广,吴晓平. 基于模糊综合评价法的舰船柴油机故障诊断研究[J]. 舰船科学技术,200426(6):25-28.
- [9] 崔国友,常汉宝,刘伯运. 运用非线性动力系统理论进行船舶柴油机故障诊断[J]. 柴油机,2004(4):19-21.
- [10] 梁锋,杨林,谭文春,等. 高压共轨式电控柴油机故障诊断策略仿真研究[J]. 内燃机学报,2004(6):532-537.
- [11] 唐卫国. 浅谈实现云端计算服务功能的关键技术[J]. 网络安全技术与应用,2017(04):116.
- [12] 黄进,韩冬奇,陈毅能,等. 混合现实中的人机交互综述[J]. 计算机辅助设计与图形学学报,2016(06):869-880.
- [13] 吴楠,宋方敏. 量子计算与量子计算机[J]. 计算机科学与探索,2007(01):1-16.
- [14] 封天顺. 可穿戴设备发展现状及趋势[J]. 信息通信技术,2014(03):52-57.

[引用格式] 周建勋. 探究海运货运代理业发展现状及出路 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 23-24.

# 探究海运货运代理业发展现状及出路

周建勋

(山东经贸职业学院, 山东 潍坊 261011)

**摘要:** 在经济全球化大环境下, 中国经济建设得以不断进步, 在海运市场快速发展的同时, 其货运代理业方面也面临着诸多挑战, 主要体现在代理企业竞争激励以及业务管理措施先进性不足等方面, 有必要立足其发展现状来探寻一条可行的出路。本文主要就海运货运代理业发展现状进行分析, 进一步探讨海运货运代理业发展出路, 旨在推进中国经贸的现代化发展, 仅供相关人员参考。

**关键词:** 海运; 货运代理业务; 发展现状; 出路

中图分类号: G642

文献标识码: A

DOI:10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.003

## 0 引言

从宏观层面来看, 国际运输的发展由来已久, 其显著特征在于运输量较大且具有较强的经济性, 国际贸易的现代化发展也离不开海运的支持。海运市场中, 集装箱运输是一种比较典型的运输方式, 并且在数十年来得到快速发展, 随着海运量不断增加, 货运代理业也得以快速发展, 竞争也日趋激烈, 此种情况下, 对海运货运代理业发展现状及出路进行探究, 具有一定现实意义。

## 1 海运货运代理业发展现状

在国际贸易发展过程中, 海运作为运输方式之一, 能够满足大运量与低成本的需求, 海运集装箱的安全系数较高, 且便于装卸, 因而受到广泛应用, 在海运市场发展过程中也扮演着重要的角色。随着中国经济快速发展, 进出口贸易明显增加, 其中 80% 以上的进出口贸易运输都是由海运所完成的, 这就为货运代理业的发展创造其契机。相关研究表明, 从国际角度来看, 货运代理企业数量众多, 其中具备相关资质并达到货运代理要求的企业数量在 1 万以上, 其中, 专业性的海运货运代理企业约占 40%, 这个统计数据还不包括挂靠或者揽货公司。

在海运市场快速发展的环境下, 催生了货运代理业的发展, 但与此同时, 海运货运代理也面临着巨大的竞争压力。货运代理业的入门要求低, 很容易进入, 这就对于货运代理业的发展提出了新的要求。现如今时代快速发展, 全球经济一体化环境下, 国际货运代理业的发展必须要符合世界贸易组织相关要求, 并做好备案工作, 积极履行承诺, 逐步向外资实现放开, 也就是说, 货运代理业将呈现出全面开放的状态。对于中国来说, 国内市场保护措施的设计效用无法得到有效发挥, 在物流领域以及船舶代理领域等方面, 外国资本所占据的比例将逐步增大, 市场份额明显增加, 这就会对趋于饱和的市场进行瓜分, 此种情况下中国货运代理企业受到管理、服务以及竞争力等方面因素的影响, 很难在海运市场货运代理行业发展中占据优势, 甚至会在竞争中被淘汰出局。随着

时间的推移, 中国市场中国航商的办事机构设立数量明显增多, 在海运揽货方面, 船公司直接经营的方式下, 货运代理业的发展也会发张一定变化, 代理企业经营空间将会有所减小, 这就使得货运代理业的发展面临着诸多挑战。

在海运辅助服务方面, 货运代理分流情况也无法避免, 在海运市场发展过程中, 外商投资的中外合资企业可以开展海运代理、船舶管理以及海运货物承揽等业务, 对于中国货运代理企业来说, 与国外相比, 无论是技术设备先进水平、管理方法还是在服务水平方面, 都难以相抗衡, 此种情况下, 我国货运代理业发展面临着诸多挑战。在现代贸易环境下, GATS 对于市场准入做出了具体化规定, 中国市场环境复杂化, 外国船公司得以进入, 货运代理业也得以快速发展, 其中大多货运代理企业有着雄厚的经济实力、先进的技术设备以及灵活的管理方式, 这对于中国货运代理企业来说, 所面临的竞争压力是巨大的。

在市场竞争环境下, 价格削低与服务提升是 2 种有效的竞争手段, 在海运市场中, 货主不仅关注运输价格, 更加关注运输服务质量, 这一要素主要体现在安全性、便捷性与准确性等方面。从当前市场角度来说, 船公司在提货与联运方面的比例明显加大, 运输价格已经不仅仅是衡量选择运输代理企业的唯一标准, 而货运服务质量信誉更加受到广泛关注和高度重视。在船公司便捷化服务方式下, 货主可以直接与船公司对接, 无需通过货运代理来操作执行, 这也是如今货运代理业发展所面临的问题之一。

除此之外, 在日趋激烈的货运代理竞争形势下, 恶性竞争的问题依然存在, 这就势必会降低货运代理企业的经济收入, 甚至会对企业发展形成制约。以天津口岸为例, 其拼箱市场发展, 近洋运费处于负增长, 并且持续时间较长, 东南洋等港口运费趋于下滑, 甚至表现为负运费状态。就我国货运代理行业发展情况来看, 由于该行业处于起步阶段, 无论是在立法还是在管理方面都存在一定不足, 导致货运代理市场发展出现诸多问题, 影响市场正常运行, 严重情况下可能会对国家利益造成威胁。比如广州、上海等地, 存在部分

收稿日期: 2018-11-22

作者简介: 周建勋 (1982-), 男, 硕士, 讲师, 研究方向为国际货运代理、供应链管理和物流管理等。

非法代理企业从事揽货工作，这就导致货运代理市场正常运转受到不利影响，甚至会给货运代理企业造成损失，对于行业发展形成制约。

## 2 海运货运代理业发展出路

### 2.1 把握时代发展形势

在经济一体化的大环境下，商业行为也表现出全球化的特征，货运代理业的发展也迎来了新的机遇。随着贸易活动的开展，集装箱船舶运力将会显著提升，底船队规模也会明显扩大。在日趋严重的航线舱位以及货量供求形式下，航运市场运行的规律也表现出独特性。对于我国来说，受到多种因素的影响，集装箱市场的运力将会表现出过剩状态，并且具有相对性的特征，若想要推进货运代理业的快速发展，就必须要求船东充分认识到货运代理的独特性，并结合自身实际情况出发，从多个角度入手加强营销，从而达到理想的发展效果。

### 2.2 优化行业发展方式

对于货运代理业自身发展来说，要就客观形势开展综合分析，把握发展契机，积极优化行业自身发展方式，在原有操作模式的基础上，对航线接载揽货以及价格配载等进行合理调整，发挥航线优势，或者整合地区资源，通过货物接载来转变操作方式，在把握航线整体情况的基础上，令货物保持集中化状态，并积极与航线船公司达成相关协议，就运费签署优惠协议，为货物舱位提供可靠保障，此种操作方式下，可以促进坐庄代理的实现，这就能够在满足货物运载需求的同时，促进货运代理经营空间的拓展，对于货运代理行业综合效益的维护是非常重要的。也就是说，在货运代理业发展过程中，要注重代理模式的转变，不再采取传统的简单粗放型，而是要致力于通过精细专长型的货运代理来促进行业发展，维护行业整体经济效益。在这一过程中，要把握时代发展整体形势，坚持以信息技术为支持，以电子化操作取代原有人力手工操作形式，实现信息化电子平台型代理。通过此种形式，

能够在保证业务操作量达到标准的同时，减少不必要的经济成本支出，这对于行业发展是非常重要的。

### 2.3 拓宽代理服务范围

在国际经济环境下，要把握世界贸易组织中他国的开放政策，立足我国现实情况出发，注重海外代理网络的构建，并落实自营分支机构的规范化设立，促进货运代理服务的全程化和系统化，这就能够促进货运代理服务增值的实现，在保证货运代理行业综合效益的同时，增强客户的稳定度，令货运代理服务范围得到一定程度的拓宽，不再局限于国内本地货运代理服务，在国际领域也得到一定发展，并且获得一定业绩。这就有助于货运代理企业在激烈的国际市场竞争中谋求一席之地。对于海运货运代理业自身来说，有助于促进经贸发展，并且满足多方差异化需求，有助于达到多赢的结果。

## 3 结语

通过以上分析可知，在日趋变化的市场环境下，海运货运代理业发展的影响因素众多，行业经济效益也难免会受到影响。现如今全球经济一体化条件下，国家有关海运的政策不断完善，货运代理业也面临着诸多新的挑战。为更好的推进海运货运代理业发展，必须要把握海运市场现实情况，对货运代理业发展方式进行优化，并拓宽代理服务范围，保证代理服务的优质化与高效化，从整体上推进经济贸易快速发展。

## 参考文献

- [1] 石月红. 我国货运代理业的现状与发展 [J]. 现代经济信息, 2015, (8):201-201.
- [2] 韩雯. 国际货运代理业的服务创新与营销策略 [J]. 陕西教育 (高教版). 2011(12).
- [3] 梅童, 徐莉. 中国货运代理企业发展战略探究 [J]. 中国商贸. 2011(14): 46-47.
- [4] 夏天娇. 我国货运代理现状及发展对策分析 [J]. 现代商业, 2015, (11):47-47.

(上接26页)

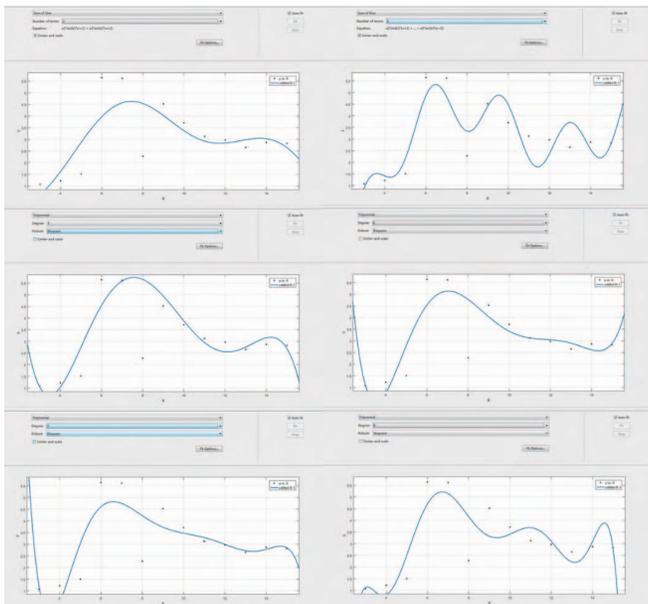


图 6 不同参数下的拟合函数曲线图

在 8000 N 的预紧力下接触面应力最小，但考虑到实际工作环境更加复杂，存在不可预知的外界影响，可将预紧力设为 13000 N，此时接触面的压力也较小，且可提供更好的预紧效果，可以作为长时间加载预紧力的选择。通过此方法进行函数拟合求出了 2 个物理参数之间较为复杂的函数关系式，并通过关系式确定了最合适的预紧力。若采用其他方法可能需要更长的时间，数据精度也较难控制，因此基于 Matlab 的函数拟合法比较适合解决此类问题。

## 参考文献

- [1] 高兴军. 大型通用有限元分析软件 ANSYS 简介 [J]. 辽宁石油化工大学学报, 2004,24(3):94-98.
- [2] 杨龙宝. 基于 ANSYS Workbench 的汽车盘式制动器性能分析 [D]. 南宁: 广西大学, 2013:9-10.
- [3] 戚非. 基于 MATLAB 的多项式拟合 [J]. 实验室科学, 2006,10 (5):63-65.
- [4] 宋晓霞. 基于 MATLAB 的通用数据拟合方法 [J]. 山西大同大学学报, 2014,30(4):1-6.
- [5] 赵恒华. ANSYS 软件及其使用 [J]. 制造业自动化, 2004,26(5): 20-23.
- [6] 司少玲. 三角函数曲线数据拟合最佳次数的确定 [J]. 计算机工程与设计, 2006,27(24): 4660-4662.

[引用格式] 王杰, 何世平. 某水下释放装置紧固带预紧力分析[J]. 船舶物资与市场, 2019(1): 25-26, 24

# 某水下释放装置紧固带预紧力分析

王杰<sup>1</sup>, 何世平<sup>2</sup>

(1. 海军工程大学, 湖北 武汉 430033; 2. 湖北工业大学, 湖北 武汉 430068)

**摘要:** 本文以某水下释放装置紧固带为研究对象, 输入不同的预紧力载荷, 运用 Ansysworkbench 软件进行仿真, 计算出紧固带与其他零件接触面上的应力分布情况。将这些数据采用 Matlab 软件进行处理, 求出预紧力和接触应力之间的关系式, 利用关系式可确定最佳预紧力大小。此方法可适用于数个未知参数之间函数关系式的求解, 可通过改变拟合阶数和次数来提高拟合精度。

**关键词:** ANSYSworkbench; 预紧力; Matlab; 函数拟合

中图分类号: U663

文献标识码: A

DOI:10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.004

## 0 引言

救生筏是非常常见的船舶救生设备, 常见的充气式救生筏可以在水面完成释放, 但是却无法在水下使用。为此, 设计一款水下救生筏释放装置, 用于进行水下航行器的救生。救生筏可以固定在水下航行器上, 在需要使用时自动释放, 释放后可在水面形成一个小救生平台, 供浮到水面的人员使用, 能够极大地增强人员在弃船后的水上生存能力。救生筏安装时, 需要通过一根紧固带将装有充气筏的球体固定在安装平台上, 安装时需要在紧固带上额外施加预紧力, 预紧力的大小会影响紧固带的形变程度, 进而影响紧固带与球体的接触面大小, 改变紧固带对球体的作用力以及固定效果。针对这种情况, 需要计算出预紧力和接触面应力的大小之间的关系式, 并通过数学模型来进行描述。利用此关系式可以求出最小预紧力数值, 用来指导救生筏的安装工作。

## 1 紧固带工作状态及受力分析

工作状态下, 救生筏球体固定在安装平台上, 安装平台上的导向支架可以确保球体不发生大幅度转动和偏移, 使球体在能够保持相对稳定的位置。紧固带一端通过螺杆固定在框架上, 紧固带中间部分通过嵌入上半球体上的凹槽, 从而将整个球体固定在安装平台上。紧固带中间是由多根钢丝绳组成的钢丝带, 钢丝带主要起到连接作用, 同时也是直接与球体表面进行接触的部分。钢丝带两端分别是 2 个橡胶块, 通过预紧力产生形变, 用来弥补因水压使球体产生的形变部分, 同时由于橡胶阻尼较大, 也可起到吸收冲击的作用。橡胶块两端则是连接杆, 用于连接橡胶块和安装平台。图 1 是救生筏和紧固带的安装示意图。救生筏工作时周围充满了海水, 水压会导致救生筏球体表面发生形变, 水压大小可通过压强公式计算得到。300 m 是目前大部分水下航行器的极限下潜深度。海水密度取平均值  $1.03 \text{ g/cm}^3$ , 重力加速度取  $9.8 \text{ N/kg}$ , 可计算得出 300 m 处水压大小为  $3.028 \text{ MPa}$ 。由于球体内部中空, 因此存在浮力, 使球体有向上运动的趋势, 浮

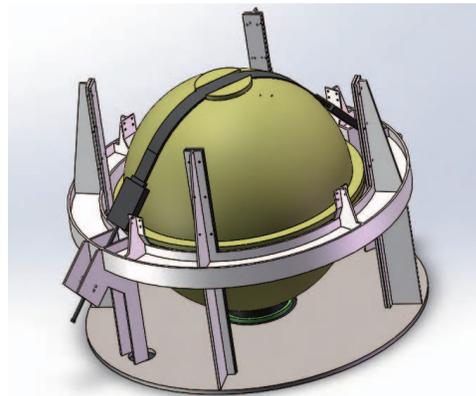


图 1 救生筏整体安装情况示意图

力大小可通过求出,  $g$  取  $9.8 \text{ N/kg}$ , 可计算得出浮力大小为  $5738.15 \text{ N}$ , 重力大小为  $1822.7 \text{ N}$ 。可以发现浮力大于重力, 球体有向上的运动趋势, 此时如果没有紧固带进行固定, 球体将上浮至水面。

安装时在紧固带上施加一定大小的预紧力, 使橡胶块发生形变, 使整个紧固带绷紧, 同时产生向下的压力, 用来抵消浮力产生的影响, 从而将球体牢牢压在安装平台上。

## 2 救生筏紧固带的有限元分析

### 2.1 紧固带建模

本文主要以紧固带与球体顶部区域的接触面为分析对象, 其他部分在建模时进行简化处理, 在划分网格时使用软件自动划分, 紧固带部分使用多域扫掠型 (MultiZone) 方法进行网格划分<sup>[1]</sup>, 而顶部区域由于形状不规则, 只能使用四面体划分法 (Tetrahedrons)<sup>[2]</sup>, 将网格大小调整为  $10\text{mm}$  以提高网格质量。图 2 和图 3 是紧固带和球体顶部区域的网格划分情况。

### 2.2 有限元模型边界处理及载荷施加

根据救生筏的实际工作环境, 首先在救生筏底部建立坐标系, 之后所有载荷的方向都以此坐标系为准。在水下救生

收稿日期: 2018-10-08

作者简介: 王杰 (1993-), 男, 硕士研究生, 研究方向为船舶机械设计与优化。

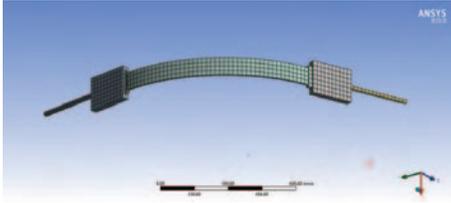


图2 紧固带的网格划分情况

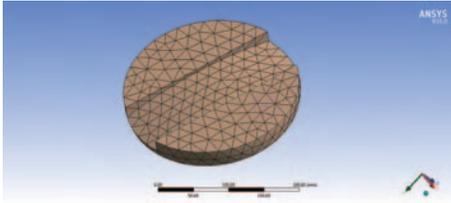


图3 顶部法兰区域的网格划分情况

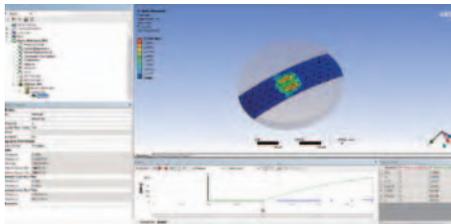


图4 预紧力为 10000N 时接触面的压力分布情况

筏受到海水压力，大小为 3.028 MPa，作用在救生筏表面，方向垂直于受力面。由于球体内部为非实心结构，受到水的浮力作用，大小为 5738.15 N，作用在救生筏底面，方向竖直向上。救生筏在水中受到重力作用，大小为 1822.7 N，作用在救生筏质心处，方向竖直向下。预紧力大小暂定为 10000 N，分别作用在两端的连接杆上。

### 2.3 接触面受力情况

利用 Ansysworkbench 中的接触分析功能 (Contact Tool)<sup>[3]</sup>，可以求出各接触面间的接触面大小以及接触应力等许多物理数据。本文先对接触面积进行求解，要求的是接触面的压力大小以及分布情况。图 4 是预紧力为 10000 N 时接触面的压力分布情况，从图中可以看出压力集中与顶部中间区域，最大值为 3.7108 MPa。从安全角度出发，本文选取压力最大值作为计算结果。

## 3 Matlab 关系式拟合

### 3.1 函数拟合原理

一般情况下，根据一些孤立的试验数据很难直接确定它符合的既定函数<sup>[4]</sup>。而多项式数据拟合方法由于可以选择拟合的次数进而能达到数据拟合精度的要求，因而具有通用性。多项式拟合问题可以归纳为函数逼近问题，它是用多项式函数来逼近一组给定的数据。本质上它是由具体的数据找到满足的一般规律，即由特殊到一般的研究方法<sup>[5]</sup>。多项式数据拟合的算法如下：

- 1) 输入数据。将实际的数据分别用向量  $x$  和  $y$  来表示，并给定拟合需要满足的误差  $e$ ，令数据拟合的初次数量  $n=1$ 。
- 2) 数据拟合。利用函数  $p=polyfit(x,y,n)$  进行拟合得到拟合多项式的系数  $p$ ，再利用函数  $y=polyval(p,x)$  计算误差  $E=\sum_{i=1}^n |y'_i - y_i|^2$ ，其中  $y'_i$  为  $y'$  的分量， $y_i$  为  $y$  的分量。

如果  $E > e$ ，令  $n=n+1$ ，重复 2)，否则，转 3)。

3) 转换。将拟合的多项式向量通过调用 `poly2str` 函数转换为多项式函数。

4) 输出。输出多项式函数并绘制拟合曲线<sup>[6]</sup>。

### 3.2 函数拟合

为了使函数拟合的结果更加精确，现将预紧力输入范围选定为 3000~15000 N，每组间隔 1000 N，将预紧力输入 ANSYS workbench 进行计算，将得到的数据进行整理，得到表 1。

表 1 不同预紧力下承压球壳顶部接触面压力大小

X (预紧力 /kN)	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
Y (接触面压力 /MPa)	1.0712	1.225	1.5119	5.6448	5.6178	2.2774	4.5248
X (预紧力 /kN)	10000	11000	12000	13000	14000	15000	
Y (接触面压力 /MPa)	3.7108	3.1279	2.9714	2.6827	2.872	2.8287	

将表格数据输入 Matlab 中，利用 Matlab 中函数拟合 (Curve Fitting) 功能可以得到相应的函数曲线图。图 5 为拟合结果中拟合优度最高的一组多项式曲线图。

左侧一栏中可以得到函数的具体表达式：

$$F(x)=a_1*\sin(b_1*X+c_1)+a_2*\sin(b_2*X+c_2)+a_3*\sin(b_3*X+c_3)+a_4*\sin(b_4*X+c_4)$$

其中  $a_1=4.512$ ， $a_2=1.097$ ， $a_3=1.048$ ， $a_4=1$ ；

$b_1=0.9695$ ， $b_2=2.825$ ， $b_3=8.458$ ， $b_4=6.369$ ；

$c_1=1.53$ ， $c_2=-2.424$ ， $c_3=1.078$ ， $c_4=-0.5699$ ；

拟合优度  $R^2=0.9731$ 。

图 6 是其他参数条件下的拟合曲线图，可以看出其他条件下拟合优度都不如第一种情况，故选取第一种结果作为最终函数表达式。

## 4 结语

通过建立模型并进行 ANSYS 有限元分析，将计算所得结果利用 Matlab 进行函数拟合，最终得出了函数关系式。通过函数曲线图可知，整个救生筏球体需要至少 5000 N 的预紧力，才能保证球体不会脱离安装平台。由函数曲线图可知

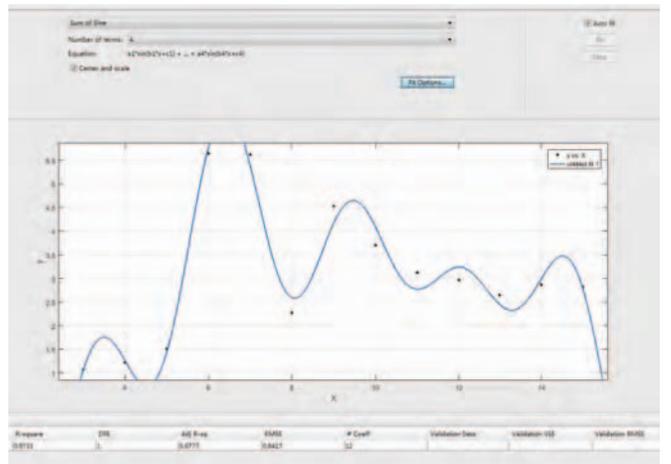


图 5 拟合优度最高的函数曲线图

(下转 24 页)

[引用格式] 尹江南, 吕岩松. 加肋锥-环-柱结合壳与加肋锥-柱结合壳极限承载能力的比较[J]. 船舶物资与市场, 2019(1):27-29.

# 加肋锥-环-柱结合壳与加肋锥-柱结合壳 极限承载能力的比较

尹江南, 吕岩松

(海军工程大学 舰船与海洋学院, 湖北 武汉 430033)

**摘要:** 通过 Ansys 有限元软件进行数值仿真, 分析对比在静水外压下具有相同几何结构尺寸的加肋锥-环-柱结合壳和加肋锥-柱结合壳的极限承载能力及破坏模式。仿真计算结果表明加肋锥-环-柱结合壳的极限承载能力高于加肋锥-柱结合壳, 可以提高潜艇耐压艇体的承载能力。本文得到的结论可为加肋锥-环-柱结合壳的结构设计提供技术支持。

**关键词:** 锥-环-柱结合壳, 极限承载能力, 弧长法

**中图分类号:** U663.1

**文献标识码:** A

**DOI:**10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.005

## 0 引言

加肋锥-环-柱结合壳是一种新型耐压艇体结构, 其特点是在锥壳与柱壳结合部嵌入一段环壳块, 从而大幅度降低了锥柱结合处的局部弯曲应力, 有效减缓了锥柱结合部的应力集中。郭日修等<sup>[1-5]</sup>对加肋锥环柱结合壳进行了一系列的精密模型试验和焊接试验, 基于试验结果, 验证了分区样条等参元法计算锥-环-柱结合壳应力分布的正确性, 并开展了对锥-环-柱结合壳结构参数的研究<sup>[6-7]</sup>, 为加肋锥-环-柱结合壳的结构设计提供依据。本文通过 Ansys 数值仿真, 分析比较相同结构参数下的加肋锥-柱结合壳与加肋锥-环-柱结合壳的极限承载能力及破坏模式, 从而验证加肋锥-环-柱结构的优越性。

## 1 有限元模型简介

### 1.1 加肋凹型锥-环-柱结合壳与加肋凸型锥-环-柱结合壳

加肋凹型锥-环-柱结合壳采用理想弹塑性材料, 圆柱壳半径  $R_1 = 136 \text{ mm}$ , 环壳半径  $R_2 = 40 \text{ mm}$ , 锥壳块最大半径  $R_3 = 170.5 \text{ mm}$ , 半锥角, 锥壳、柱壳壳板厚度均为  $1.45 \text{ mm}$ , 环壳壳板厚度为  $1.7 \text{ mm}$ , 结合壳总长  $L = 132 \text{ mm}$ , 柱壳块肋骨间距为  $l_1 = 24 \text{ mm}$ , 环壳块肋骨间距  $l_2 = 22 \text{ mm}$ , 锥壳块肋骨间距为  $l_3 = 20 \text{ mm}$ , 柱壳端边界固定端长度  $lb_1 = 12 \text{ mm}$ , 锥壳端边界固定端长度  $lb_2 = 10 \text{ mm}$ , 弹性模量  $E = 2.1 \times 10^{11} \text{ Pa}$ , 泊松比  $\mu = 0.3$ , 屈服极限  $\sigma = 355 \times 10^6 \text{ Pa}$ , 模型如图 1 所示, 有限元模型示意图如图 2 所示。

壳体与肋骨均采用 Ansys 中的 shell 181 单元。圆锥壳边界固支, 圆柱壳边界仅放松轴向约束。

加肋凸型锥-环-柱结合壳几何结构参数与加肋凹型锥-环-柱结合壳相同。

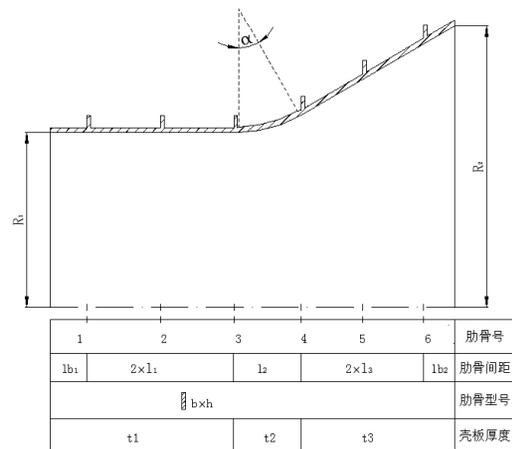


图 1 加肋凹型锥-环-柱结合壳结构示意图



图 2 加肋凹型锥-环-柱结合壳有限元模型示意图

收稿日期: 2018-09-25

作者简介: 尹江南 (1991-), 男, 硕士研究生, 研究方向为结构弹塑性分析。

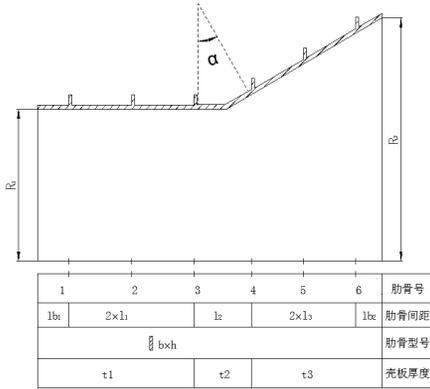


图3 加肋凹型锥-柱结合壳结构示意图



图4 加肋凹型锥-柱结合壳有限元模型示意图

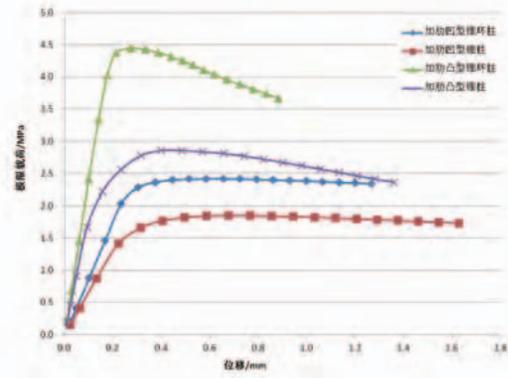


图5 载荷-位移曲线图

### 1.3 加肋凹型锥-柱结合壳与加肋凸型锥-柱结合壳

加肋凹型锥-柱结合壳采用理想弹塑性材料, 圆柱壳半径  $R_1=136$  mm, 锥壳块最大半径  $R_2=170.5$  mm, 半锥角  $\alpha=30.4^\circ$ , 壳板厚度均为 1.7 mm, 结合壳总长  $L=132$  mm, 肋骨腹板尺寸  $b \times h=1.2 \times 5.45$  mm<sup>2</sup>, 柱壳块肋骨间距为  $l_1=24$  mm, 锥柱结合部肋骨间距  $l_2=22$  mm, 锥壳块肋骨间距为  $l_3=20$  mm, 柱壳端边界固定端长度  $l_{b1}=12$  mm, 锥壳端边界固定端长度  $l_{b2}=10$  mm, 弹性模量  $E=2.1 \times 10^{11}$  Pa, 泊松比  $\mu=0.3$ , 屈服极限  $\sigma=355 \times 10^6$  Pa, 模型尺寸如图3所示, 有限元模型如图4所示

壳体与肋骨均采用 Ansys 中的 shell181 单元。圆锥壳边界固支, 圆柱壳边界仅放松轴向约束。

加肋凸型锥-柱结合壳几何结构参数与加肋凸型锥-环-柱结合壳相同。

## 2. 数值仿真结果分析

### 2.1 极限承载能力的分析对比

选取上述模型各自径向位移最大点进行载荷-位移分析, 图5为上述4个模型径向位移最大点的载荷-位移曲线图。

从图5分析可得:

1) 加肋锥-环-柱结合壳的极限承载能力明显高于加肋锥-柱结合壳的极限承载能力, 验证了锥-环-柱结构的优越性。加肋凸型锥-柱结合壳的极限承载能力高于加肋凹型锥-柱结合壳, 加肋凸型锥-环-柱结合壳的极限承载能力高于加肋凹型锥-环-柱结合壳, 这是因为加肋凹型锥-柱结合壳的纵向应力在锥柱结合部产生额外的附加径向力, 该附加径向力的方向与静水外压力方向一致, 从而使加肋凹型锥-柱结合壳处于不利的受力状态; 加肋凸型锥-柱结合壳的附加径向力与静水外压力方向相反, 有效抵御了部分静水外压力对结构的作用, 提高了结构的极限承载能力; 锥-环-柱结合壳在环壳块处虽有效降低了该处的应力峰值, 但总体受力状态与锥-柱结合壳相似。

2) 加肋凸型锥-环-柱结合壳的极限承载能力高于加肋凹型锥-环-柱结合壳, 加肋凸型锥-环-柱结合壳的极限承载能力高于加肋凹型锥-环-柱结合壳。

3) 加肋凹型锥-环-柱结合壳达到极限载荷时的径向位移小于加肋凹型锥-柱结合壳; 加肋凸型锥-环-柱结合壳达到极限载荷时的径向位移小于加肋凸型锥-柱结合壳, 即在相同载荷作用下加肋锥-环-柱结合壳的壳体变形程度小于相同几何结构尺寸加肋锥-柱结合壳。这同样证明了加肋锥-环-柱结合壳的承载能力高于加肋锥-柱结合壳。

表1为上述4种模型的极限载荷计算结果。

表1 加肋锥-环-柱结合壳与加肋锥-柱结合壳的极限载荷

模型种类	极限载荷 /MPa
加肋凹型锥-柱结合壳	1.85
加肋凹型锥-环-柱结合壳	2.41
加肋凸型锥-柱结合壳	2.85
加肋凸型锥-环-柱结合壳	4.45

由表1可知: 加肋凸型锥-柱结合壳模型的极限载荷相差56%; 加肋凹型锥-柱结合壳模型的极限载荷相差30%。这说明加肋凸型锥-柱结合壳嵌入环壳后极限承载能力的提高效果强于加肋凹型锥-柱结合壳。

通过上述数据分析可得: 加肋锥-环-柱结合壳能有效提高结构的承载能力, 从而验证了“锥-环-柱”结构形式的优越性。

### 2.2 破坏模式的分析

#### 2.2.1 加肋凸型锥-柱结合壳与加肋凸型锥-环-柱结合壳破坏模式分析

加肋凸型锥-环-柱结合壳与加肋凸型锥-柱结合壳的破坏模式如图6所示。

从图中可观察到: 加肋凸型锥-环-柱结合壳的破坏模式

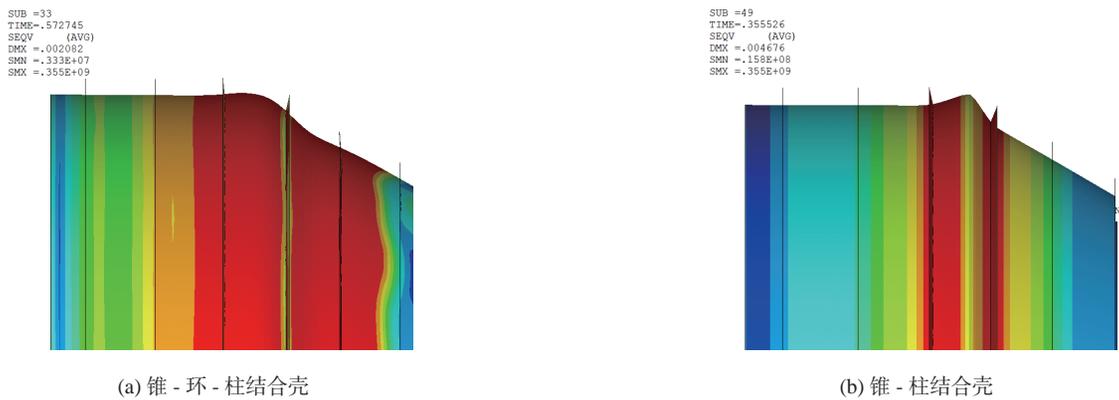


图6 加肋凸型结合壳变形图

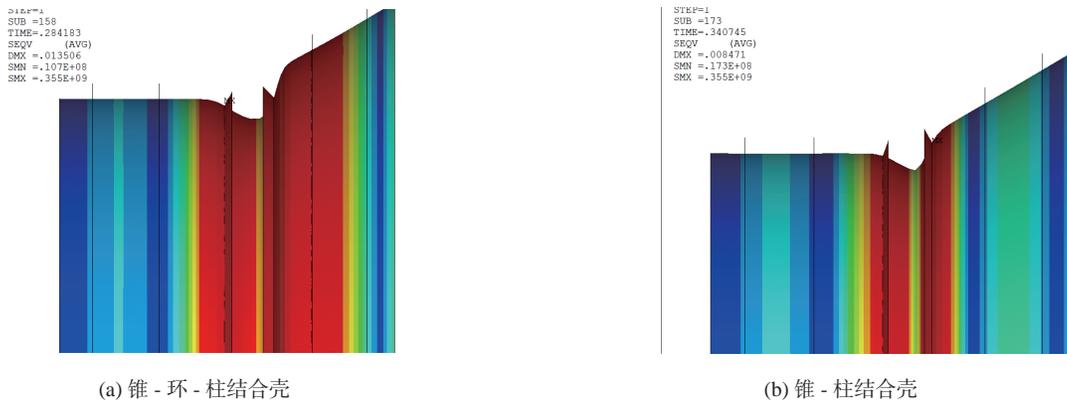


图7 加肋凹型结合壳变形图

为环壳块屈服、锥壳块失稳。锥壳块与环壳块同时发生破坏,说明锥壳块与环壳块的承载能力相当;加肋凸型锥-柱结合壳的破坏模式为锥-柱结合部屈服。此时锥壳块并未发生破坏,说明加肋凸型锥-柱结合壳在锥-柱结合部承载能力最弱。

### 2.2.2 加肋凹型锥-环-柱结合壳与加肋凹型锥-柱结合壳破坏模式分析

加肋凹型锥-环-柱结合壳与加肋凹型锥-柱结合壳的破坏模式如图7所示。

从图中可观察到:加肋凹型锥-环-柱结合壳的破坏模式为环壳块屈服;加肋凹型锥-柱结合壳的破坏模式为锥-柱结合部屈服。由此可知,加肋凹型锥-环-柱结合壳与加肋凹型锥-柱结合壳的破坏模式相似,这说明虽然环壳块能够提高加肋凹型锥-环-柱结合壳的极限承载能力,但还不能够有效改善环壳块不利的受力状态。

## 3 结语

1) 加肋锥-环-柱结合壳的极限承载能力明显强于同尺寸的加肋锥-柱结合壳。加肋凸型锥-柱结合壳的极限承载能力高于同尺寸的加肋凹型锥-柱结合壳,加肋凸型锥-环-

柱结合壳的极限承载能力高于同尺寸的加肋凹型锥-环-柱结合壳。

2) 加肋凸型锥-柱结合壳嵌入环壳后极限承载能力的提高效果强于同尺寸的加肋凹型锥-柱结合壳。

## 参考文献

- [1] 郭日修,吕岩松,黄加强,等.加肋锥-环-柱结合壳试验研究[J].船舶力学,2008,12(02):252-257.
- [2] 王安稳,郭日修.锥-环-柱结合壳的应力和稳定性[J].中国造船,1995(3):54-61.
- [3] 黄加强,郭日修.分区样条等参元方法分析加肋轴对称组合壳[J].计算力学学报,1998,15(01):60-70.
- [4] 黄加强,郭日修.加肋锥-环-柱组合壳强度及稳定性模型实验研究[J].中国造船,1998(04):57-65.
- [5] 白雪飞,陈昕,丁锦超,等.凹型加肋锥-环-柱结合壳强度的模型试验研究[J].船舶力学,2006,10(02):65-72.
- [6] 吴梵,陈昕,郭日修.加肋凹锥-环-柱结合壳结构参数分析[J].海军工程大学学报,2004,16(06):64-69.
- [7] 毛开仁,吴梵,张二.几何参数对加肋凹型锥环柱极限承载能力影响[J].船海工程,2017,46(02):21-25.

[引用格式] 章锐彪, 孙国杰. 基于 CFD 方法的调距桨水动力转叶力矩研究 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 30-31.

# 基于 CFD 方法的调距桨水动力转叶力矩研究

章锐彪, 孙国杰

(杭州前进齿轮箱集团股份有限公司, 浙江 杭州 311203)

**摘要:** 近年来, 随着计算机技术的不断发展和提高, 计算流体力学成为研究和计算螺旋桨水动力性能的一个新的重要手段。本文以系列调距桨中的 7165 螺旋桨作为研究对象, 介绍 CFD 方法在螺旋桨敞水性能预报中的数值模拟流程。基于粘性流体 CFD 方法, 对粘性流场中敞水螺旋桨的水动力性能进行预报, 通过与实验数据对比, 分析在不同进速系数和螺距角下的推力系数、转矩系数、水动力转叶力矩系数、螺旋桨表面压力分布以及螺旋桨后尾流场等情况。根据结果的比较分析可知, 基于 CFD 方法可以形象、真实地获知螺旋桨的表面压力以及尾部流场的分布情况。

**关键词:** 计算流体力学; 调距桨; 水动力; 转叶力矩

中图分类号: U661.3

文献标识码: A

DOI:10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.006

## 0 引言

调距桨因能满足多工况运行的需求, 且调距桨船舶具有优良操纵性, 因此被广泛地应用。但对调距桨性能的研究不但需要考虑设计工况, 还需要考虑非设计工况的水动力性能。调距桨的水动力计算不仅要预报推力与转矩, 更要关注转叶力矩的问题。调距桨的转叶力矩由水动力转叶力矩、离心力矩和摩擦力矩 3 部分组成。对于转叶力矩的研究, 水动力转叶力矩的预报一直是理论计算的难点。本文运用 CFD 方法, 针对水动力转叶力矩预报进行了详细的研究, 便于实际工程项目中液压系统功率的确定、桨毂型号的选取, 提供了可靠的依据。

## 1 桨模敞水试验介绍

本文应用的 7165 调距桨, 其主要参数: 螺旋桨直径  $D$  为 221.63mm, 设计螺距比  $P/D$  为 0.8, 盘面比  $A_e/A_o$  为 0.7, 叶数为 4 叶, 毂径比  $d/D$  为 0.262。

本实验为拖曳水池中进行的螺旋桨模型敞水试验。试验中采取等转速、变进速来获得不同的进速系数  $J$ 。试验时, 桨轴浸没深度大于一个螺旋桨直径, 螺旋桨转速  $n$  为 900r/min。以 0.7 半径处叶剖面的弦长  $b_{0.7R}$  计算得到弦长雷诺数为:

其中,  $V_a$  表示进速即拖车速度 ( $V_a=0$  时, 雷诺数最小);  $n$

$$Re = \frac{b_{0.7R} \sqrt{V_a^2 + 0.7\pi n D^4}}{\nu}, \quad (1)$$

为螺旋桨转速;  $\nu$  为试验温度时水的运动粘性系数。试验最小雷诺数满足 2008 年 ITTC 的要求。

由试验测得的各参数可转换得到无因次系数: 推力系数  $KT$ 、转矩系数  $KQ$  和敞水效率  $\eta$  与进速系数  $J$  以及水动力转叶力矩系数  $KQ_{blade}$ , 则得到螺旋桨敞水试验结果。

由于试验测量得到的数据为总转叶力矩, 那么为获到螺

旋桨模型的水动力转叶力矩, 必须知道摩擦力矩和离心力矩之和

$$Q_{blade} = Q_{total} - (Q_{friction} + Q_{centrifuge}), \quad (2)$$

其中,  $Q_{total}$  为总转叶力矩,  $Q_{friction}$  为摩擦转叶力矩,  $Q_{centrifuge}$  为离心转叶力矩。

由于水粘度系数远大于空气的粘度系数, 螺旋桨在空气中旋转, 可近似忽略由流体产生的转叶阻力。即空气中流体的转叶力矩系数近似为 0。换言之, 空气中测量的总转叶力矩系数为离心力矩和摩擦力矩之和。

为了研究不同螺距角时的螺旋桨水动力性能, 通过调整模型桨的螺距比, 并通过重复上述试验, 可得出该桨不同工况下的水动力性能参数。

## 2 CFD 方法及流程

本文通过研究螺旋桨二维叶剖面与三维坐标的关系, 编译了相关程序, 快速的建立模型, 完成网格处理后, 进行 CFD 仿真计算, 从而得出了螺旋桨的敞水性征曲线和水动力转叶力矩系数, 从而计算结果与试验测量值作比较和分析。CFD 分析中, 流体为不可压缩, 流程的连续方程及动量方程分别为:

$$\partial u_i / \partial x_i = 0, \quad (3)$$

$$\rho \left( \frac{\partial}{\partial t} (u_i) + \frac{\partial}{\partial t} (u_i u_j) \right) = - \frac{\partial p}{\partial t} + \rho g_i + \rho \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \mu \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \overline{u_i u_j} \right]. \quad (4)$$

收稿日期: 2018-12-15

作者简介: 章锐彪 (1986-), 男, 中级工程师, 研究方向为船舶推进器设计。

## 2.1 三维模型建立

常用的螺旋桨 2D 制图,是采用 CAD 软件,根据螺旋桨轮廓尺寸数据表以及螺旋桨各半径处叶切面数据,绘制出正投影图、伸张轮廓图、侧投影图、螺距分布图等。而螺旋桨 3D 建模,是通过几何参数表数据和各半径处叶切面数据,建立桨叶表面的型值点 3D 坐标,通过 3D 坐标形成不同叶剖面的空间曲面,最后通过空间曲面放样得到单个叶片的三维模型。

## 2.2 计算域与网格划分

由于螺旋桨运转的周期性,以及螺旋桨前方来流的均匀性,为了节省计算机运行所需的时间,提高 CFD 计算效率,本文在内外边界定义为  $1.5D$  和  $8D$  ( $D$  为螺旋桨直径)。本文采用较低雷诺数  $Re$  的“ $k-\varepsilon$ ”湍流模型来求解,因此近壁面区网格较密,沿桨叶以及桨毂的法向方向按 1.1 倍比例伸出 3 层边界层网格,桨叶和桨毂采用四面体网格,而计算域采用多面体网格。

## 2.3 边界条件和求解器

螺旋桨的中心与坐标原点重合;入口边界条件为轴向速度  $X$  分量;出口边界条件为表压为  $0Pa$  的压力出口;桨叶和桨毂边界条件为无滑移的固壁面;流体内计算域则按旋转坐标系 MRF 设置绕  $X$  轴以角速度  $900r/min$  旋转;流体外计算域为静止条件。

求解器设置如下:压力速度耦合方程求解选用 SIMPLEC 算法,扩散项选择二阶中心差分格式,对流项选择二阶迎风差分格式。

## 3 计算结果与试验对比

从图 1 和图 2 可以看出,CFD 与试验结果能够较好的吻合,推力系数  $KT$  的误差在 1% 以内,而转矩系数  $KQ$  的误差最大不超过 5.5%,这样的结果符合以往 CFD 分析的误差值。同时,随着进速系数的减小,螺旋桨载荷的不断增加,推力系数  $KT$  的计算值与试验值偏差有增加的趋势。

## 4 结语

1) 本文对螺旋桨的叶剖面局部坐标转换到全局坐标进行研究,并编译了相关程序,使螺旋桨建模过程更加简单直观。

2) 为了减少网格数量,提高计算效率和计算精度,本文采用四面体网格与多面体网格组合方案,结果良好。

3) 本文通过 CFD 分析,在设计螺距  $P/D$  为 0.8 状态预报了不同  $J$  时的  $KT$  和  $KQ$ ,并与 7165 螺旋桨模型敞水试验结果进行比较,其误差不超过 5%。不同螺距角下计算得到,

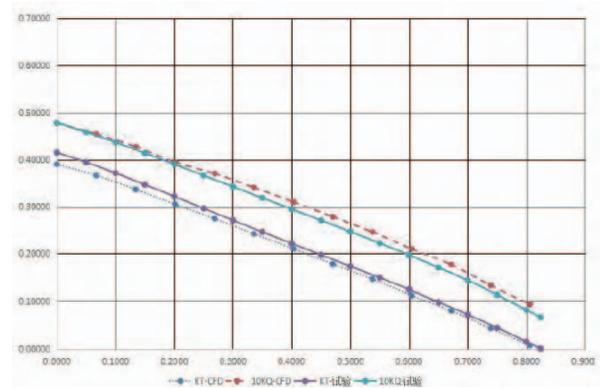


图 1 计算结果与试验对比

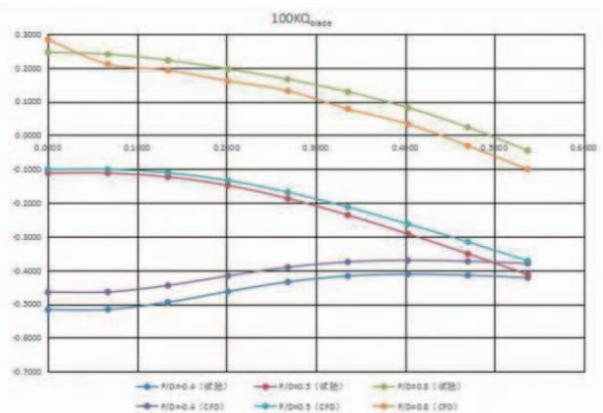


图 2 水动力转叶力矩系数计算结果与试验对比

水动力转叶力矩系数与试验值相比,误差不超过 15%,因此可以较为可靠的预报螺旋桨的性能。

## 参考文献

- [1] 董世汤. 船舶螺旋桨理论 [M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2002
- [2] 江帆. Fluent 高级应用与实例分析 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.
- [3] 胡坤, 李振北. ANSYSICEMCFD 工程实例详解 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2014.
- [4] 董世汤, 王国强, 唐登海等. 船舶推进器水动力学 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2009.
- [5] 黄胜. 船舶推进节能技术与特种推进器 [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 1998.

# 不同水域条件下船舶操纵要点探析

彭建斌

(长江引航中心, 江苏南京 210017)

**摘要:** 近年来随着社会生产力水平不断提升, 船舶运输行业发展规模不断扩大, 为国家交通运输事业做出了积极贡献。船舶运输行业发展水平不断提升, 在安全运输方面也提出了更高的要求, 不同水域条件船舶操作需要结合具体情况加强规范化技能调度管理, 掌握基本要领, 善于处理突发事件和情况, 才能确保安全运输, 避免发生碰撞等影响运输安全。本文以南京以下长江水域为例探究不同水域条件下船舶操纵的要点, 以供参考。

**关键词:** 不同水域; 操纵要点; 南京以下长江水域;

**中图分类号:** U675.9

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.007

## 0 引言

船舶操纵是一项技术性要求较高的专业领域, 针对不同的水域条件需要熟悉不同的环境, 进而根据具体情况进行形势判断, 才能确保有效驾驭船舶行驶, 避免发生危险事故等。尤其是近年来随着船舶大型化趋势不断发展, 船舶尺度不断增大, 进一步增加了操纵难度, 对引航工作提出的要求也越来越高。针对不同水域条件下探究船舶操纵要点, 能够深入了解不同环境下船舶操纵的具体要求, 进而为处理各类突发事件等提供更多的经验支持。

## 1 南京以下长江水域及通航条件具体情况分析

从 2016 年以来伴随南京以下长江深水航道开通, 很多大型船舶都可以全天进驻南京长江大桥, 为推动省市地区发展, 创造更大的经济效益和社会效益做出了积极贡献。南京以下长江深水航道, 从南京长江大桥到苏沪交界位置附近浏河口总共 280 km, 南京以下长江航段设置了深水航道, 并配置了上下行通航分道与分隔带, 并在不具备设置分隔带条件的深水航道设置了分隔线。对于船舶航行而言, 加强通航安全管理, 尤为重要, 面对南京以下长江水域, 在通过通航条件受到限制的水域或者受到自身操纵能力等影响, 需要采取有效的措施进行科学紧急处理, 才能确保通航分道保持畅通, 航行顺畅。对于大型船舶在通航过程中遇到紧急情况等需要和管理部门进行汇报, 在确保前方没有障碍的情况下才可以按照分道指示方向进行行驶, 航速如果比规定的通航分道最低航速更低, 需要按照推荐的航路进行航行。对于小型船舶而言, 通常要按照推荐的航路进行行驶, 但是如果如果没有推荐航路, 可以按照通航分道路线靠右边缘进行行驶, 除了这些情况, 需要根据具体的运行环境进行判断分析, 对不同水域条件船舶操纵要点进行探究, 才能切实提升通航安全水平。

## 2 以南京以下长江水域为例研究不同水域条件下船舶操纵要点

不同水域条件, 面临的情况各不一样, 对船舶操纵要求也各不相同, 下面着重探究狭水道、岛礁、桥区等特殊水域

下船舶操纵具体方法和注意事项。

### 2.1 狭水道水域条件下船舶操纵情况分析

狭水道是指水位相对较深或者水道宽度相对较小的水域, 这种情形下船舶想要通行, 具体操作要点包括:

首先要对狭水道水域及其周边各类情况进行综合勘查和全面分析。要对狭水道水域周边的地形地貌、水文条件、助航标志系统、周边的风浪风压情况以及船舶交通状况进行全面勘查, 详细了解每一类要素的具体布局、条件, 为后续通行等提供基础参考。

其次要对计划航线进行科学调度和管理。为确保船舶能够始终在计划航线上进行行驶, 需要应用相应的导航方法进行科学预测和分析判断。通常可以应用浮标导航法、岛礁开视与闭视以及自然叠标、人工叠标等岸标导航方法进行确定。除了做好计划航线布局分析和导航判断以外, 为了避免船舶偏离计划航线较远而发生危险事故, 还需要采用合理的避险法进行计算研究, 确保始终处于限定范围内。常用的避险法主要包括物标方位线避险、距离圈避险以及最小安全距离避险 3 种模式, 根据不同的航行状况合理采用使用的方法进行计划管理和范围限定, 确保航行安全平稳。

最后要对转向点进行精准操控。在船舶行驶过程中转向点确定和调控也非常重要。为确保船舶在转向上能够精准地驶向新航向, 需要对船舶速度、转向角度以及转舵时间与角度和惯性等进行分析判断, 还要根据船舶受风、流等外界情形合理选择具体的转向时间, 判断顺流逆流环境, 从而确保船舶始终处于安全行驶轨道, 保证不偏航。

除了做好上述判断和操作以外, 还需要注意以下方面:

- 1) 要对船位和航线方向进行全面监控, 对可能存在的航道浮标移位情况密切关注, 确保随时确认船位正确;
- 2) 要根据形势提前做好应急设备设施筹备, 包括车、锚等;
- 3) 要面对大型或者超大型船舶经过狭水道时要考虑本身体积、规模以及运行要求, 提前早处理, 计算新航向距等;
- 4) 要注意考虑潜水水域航行船舶富余水深不足的情况, 避免这种情况下追越其他船舶, 要注意控制航速, 适当降低速度, 从而避免发生偏航较大情况;
- 5) 在遇到潮流较强的水道时, 要主动出击, 尽

(下转 34 页)

收稿日期: 2018-11-07

作者简介: 彭建斌 (1968-), 男, 一级引航员, 主要从事外轮进长江引航等工作。

[引用格式] 包志晓. 从涂装的多个角度看海工与船舶建造 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 33-34.

# 从涂装的多个角度看海工与船舶建造

包志晓

(沪东中华造船(集团)有限公司, 上海 200129)

**摘要:** 本文立足于涂层体系、焊缝施工、表面处理、热浸镀锌厚度、建造施工环境、施工人员专业性、涂层担保七个角度, 对海工与船舶建造进行分析, 重点了解了海工和船舶建造在涂装施工中的不同之处, 希望能够推动我国海工与船舶建造行业发展。

**关键词:** 涂装; 海工; 船舶建造

**中图分类号:** U671.9

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.008

## 0 引言

对于海工与船舶建造来说, 船舶涂装技术是保证施工质量的重要举措, 必须要对船舶涂装技术进行优化, 以完善船舶施工质控制度, 通过相应的管控手段, 保证船舶建造质量。受全球经济低迷影响, 海工与船舶市场也面临冲击, 由此一来也降低了业主和承租者对于投资的积极性。鉴于此, 本文从涂装的不同角度对海工与船舶建造进行分析, 以期找出推动整体行业发展的有效举措。

## 1 海工与船舶建造基础理论

海工建造所涉及到的标准对比来说更为专业且权威, 例如 NORSOKM-501, 这是海工建造期间最为常用的标准, 其中包括海上建筑施工所需要的相关材料、施工技术与工艺、施工校检等多项要求, 所以其被认证为海洋工程最为规范的标准。由此可见, 实施船舶建造, 必须要有全面且权威的标准作为参考。

## 2 从涂装多个角度分析海工与船舶建造

### 2.1 涂层体系方面

海工涂层体系中相关产品有非常多的种类, 例如环氧体系、聚酯涂料、防火涂层、热浸锌涂层等, 但是这些产品鲜少在船舶体系中应用。针对作用环境一致的部位, 海工涂层种类和涂层道数等和船舶体系存在很大区别, 通常海工体系的要求要与船舶体系更为严格<sup>[1]</sup>。下面针对压载舱涂层体系进行分析。按照 IMO PSPC WBT 相关要求, 船舶压载舱配套的名义干膜厚度是 320  $\mu\text{m}$ , 严格按照 90/10 这一原则展开建造施工, 纵观船舶建造行业该要求整体来说非常严格。但是在 NACE SP0108 中, 要求的海工压载舱配套目标干膜厚是 375  $\mu\text{m}$ , 该要求其实并不算非常高。

### 2.2 焊缝施工方面

海工与船舶建造过程中, 焊缝以及表面存在缺陷的部位很难通过防护涂层的形式进行保护, 所以这些部位便会成为锈蚀引发点。为了能够解决这一问题, 在相关规定中对表面缺陷与处理等级进行规定, 表面缺陷主要分为 3 种类型, 第一焊缝缺陷, 第二边缘缺陷, 第三常规表面缺陷, 表面缺陷处理所有等级分为 P1、P2、P3, 其中 P1 等级主要是针对情

节比较轻的进行处理, 一般正式施工之前不需要对表面进行处理; P2 是深度处理, 很多缺陷已经经过修整; P3 的处理更为深入, 处理之后表面不存在明显缺陷。

船舶建造领域, 压载舱部位 IMO PSPC WBT 中所规定处理要求为 P2, 但是在海工领域, NORSOK M501 中则做出了如下规定: 喷射清理之前需要做好准备工作, 将比较尖锐的边缘和焊缝磨圆, 并且符合 ISO 8501-3 中规定的 P3 等级要求<sup>[2]</sup>。为了提高防腐性, 按照 P3 等级进行处理, 其最终效果要优于 P2, 但是相应的也会增加施工成本。

### 2.3 表面处理方面

立足于喷砂角度, 海工和船舶建造之间差异较小, 但是经过喷砂处理之后, 残余的尘埃与盐分含量却存在很大差别, 一般海工提出的要求比船舶要高。

#### 2.3.1 残余尘埃污染

评估残余的尘埃污染一般会以 ISO 8502-3 为依据, 在这一标准中, 残余尘埃主要有 2 个维度, 其中一个维度为 5 个灰尘数量(密度)等级, 另外一个维度则是 6 个灰尘颗粒尺寸等级。

海工相关标准中, 要求颗粒数与大小必须小于 2, 通过实践可以证明其有非常好的防腐效果。船舶建造的有关规定中, 要求颗粒大小是 3、4、5, 灰尘分布量则是 1 级, 若待涂表面灰尘颗粒较小可以直接将其去除。如果调整这一要求, 将会影响到涂层防腐性。相关行业执行过程中, 通常所使用的标准会比这一要求高, 而颗粒大小为 3、4、5 的灰尘则被去除。

#### 2.3.2 残余盐分含量

关于残余盐分含量, 主要是按照 ISO 8502-6、ISO 8502-9 这 2 个标准测量盐分并取样。海工领域所使用的 NORSOK M-501 标准中, 针对涂装之前表面残余盐分含量的规定为 20mg/m<sup>2</sup>, IMO PSPC 压载舱规定的表面可溶性盐类污染物含量不能超过 50 mg/m<sup>2</sup>; 针对船舶非压载舱并没有明确的规定, 所以更多情况下是参考表面可溶性盐类污染物含量不能大于 80 mg/m<sup>2</sup> 这一标准<sup>[3]</sup>。

我国海工建造期间, 若只是展开常规表面处理, 那么多数承建厂家很难达到 20mg/m<sup>2</sup> 这一要求, 甚至会使用喷砂处理之后冲淡水的方式来清洗, 如此一来既耗费时间, 又增加成本。站在承建方角度, 建议将这一规定调整为盐分含量小

收稿日期: 2018-11-12

作者简介: 包志晓(1985-), 男, 工程师, 研究方向为涂装保护、PSPC、涂装冲砂管子防护、预舾装完整性。

于 30mg/m<sup>2</sup>。

## 2.4 热浸镀锌厚度方面

海工领域的相关标准中要求热浸镀锌的最小涂层厚度需要大于 125 μm、900g/m<sup>2</sup>，但是在船舶建造领域，热浸镀锌的要求通常会比该要求低，好比 GB/T 13912《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》，其中要求导刚才厚度大于等于 6mm，且镀锌层没有经过离心处理，其厚度最小值标准如下：局部厚度为 70 μm，平均厚度为 85 μm。

## 2.5 建造施工环境方面

对于海工与船舶建造施工环境，相关标准中进行了明确规定：如果施工环境的相对湿度大于 85%，钢材表面温度小于露点 30℃，这时不能展开喷射清理、涂装施工操作。这一规定可在海工与船舶建造领域同时应用。但相比船舶建造，海工对施工环境要求更为严格，例如在 Norsok M-501 中，规定涂装施工、涂层固化这两项作业的施工必须保证环境温度与钢材表面温度超过 0℃，与船舶建造相比带有一定的非常规性质。海工结构施工环境小于 0℃则不能开展涂装施工，对于已经完成涂装的涂层，其存放环境温度不能小于 0℃。

## 2.6 施工人员专业性方面

海工领域对施工人员专业性进行了明确规定，即通过 NS 476 论证 (FROSIO)3 级、NACE 论证 3 级。如果施工人员只是 NS 4762 级检查员，其所有工作必须接受 3 级检查员监督。监理与领班人员必须要具备技工等级认证以及 NS 4762 级、NACE2 级认证。如果施工建造过程中出现被动防火保护施工，那么监理人员则要按照被动防火保护材料制造商所使用的相关工艺展开培训工作。

船舶建造和海工存在一些区别，在相关规定中明确规定了专用海水压载舱、双舷侧处所、货油舱操作人员资质：即

(上接 32 页)

可能选择视界好且交通量不大的平流进行缓慢通过；6) 为避免出现岸壁效应，需要根据行驶条件采取向岸壁侧压舵的方式控制角度，降低行驶速度，提高和岸壁间距的距离。在雾霾天气或者夜间行驶必要时应用雷达设备辅助获取相关的信息，从而确保前方无障碍后方可通行。

## 2.2 岛礁水域条件下操纵要点和注意事项

在面对岛礁水域条件下，船舶在进行行驶过程中应当注意：一方面不能过于依靠航路图志精度相关方面的数据，要充分考虑现实条件和具体情况。同时要考虑到岛礁附近航路标准不完整、标志不精细等情况。另一方面要借助探测设备开展连续性定位检测，并根据历史测深记录提前分析海底深浅变化情况，作出快速反应。尤其是要注意多礁海域潮流和海流情况，这部分的地势比较复杂。

在船舶操纵具体实施过程中，一方面要注意借助 GPS 接收设备对船位进行精准判断和掌握，同时应用测定的测深数据尽可能标注在规范的位置，为后续航行提供指导。另一方面在航行过程中，要尽可能避免遇到浅礁情况，所以要持续做好雷达监测和深度测试，一旦发现异常情况，可以通过视觉、听觉等综合判断前方情况，并提前做好预处理判断。

## 2.3 桥区水域操纵要点和注意事项

通过桥区水域时既要做好桥区前各项准备工作，对各类要素进行精准判断和计算，同时还要在桥区水域运行中做好各方面的处理，并掌握靠泊与离泊的操作要点。具体而言，在通过桥区前，要首先对相关桥区的资料进行研究分析，掌握桥区周边布局和设施分布情况，并提前准备车、锚，对各类桥孔和灯标等进行掌握和标记，依据水位、桥梁高度以及本船吃水情况进行安全高度计算分析，对桥区水流流速进行

计算，提前进入桥孔要和相关部门进行联系，确定好过桥时间，并随时保持联系，确保按照过桥指令进行行驶。

## 2.7 涂层担保方面

海工领域涂层担保有关规定一般是以 5a 为基础，比较常见的是 5a+5a 这种形式，除此之外也包括 25a 和 28a 这种长度。船舶建造领域的涂层担保按照位置不同，年限也不一样，例如外板的防污防腐担保时间是 36~90 个月，压载舱的防腐担保时间是 36~60 个月，淡水舱的防腐担保时间为 36~60 个月，货舱的防腐担保时间则为 12~60 个月。

## 3 结语

综上所述，目前我国海工与船舶建造领域整体比较低迷，严重影响了相关人员工作积极性。涂装工作是海工、船舶建造非常重要的环节，直接关系到产品质量，必须从多个角度进行分析，了解施工规定与要求，参考标准展开高质量施工，保证产品质量的基础上，希望能够推动我国相关行业发展。

## 参考文献

- [1] 袁世振, 刘恰. 对船舶建造阶段现场监理管理的几点认识 [J]. 中小企业管理与科技 (上旬刊), 2018(05):19-20.
- [2] 彭娟. 基于智能化技术的船舶涂装设计系统分析 [J]. 自动化应用, 2017(01):26-28.
- [3] 吕健. 船舶建造生产计划优化问题模型分析 [J]. 现代制造技术与装备, 2017(08):170-171.
- [4] 陈瑞航. PSPC 标准对我国中小型 LNG 船涂装影响分析及应用研究 [J]. 船舶标准化工程师, 2016, 49(03):23-26+33.

计算，提前进入桥孔要和相关部门进行联系，确定好过桥时间，并随时保持联系，确保按照过桥指令进行行驶。

需要强调的是要对船舶和桥梁安全余量进行测算，按照相关的计算公式，对通过桥孔的安全余量以及最大安全超高进行测算分析，为安全行驶提供重要的参数支持。在具体行驶过程中要按要求鸣放声号、悬挂信号，且注意禁止在桥区水域与他船并行或者出现追越情形，保持足够的安全距离，避免增加行驶安全风险。发现前方有异常情况或者能见度较低的天气条件下，要及时和有关部门进行沟通，必要时作出立即停航的决定，避免出现危险。

此外在船舶行驶过程中，还要可能遇到冰区以及其他特殊水域条件的情形，无论面临什么样的行驶状况，都需要把握基本的处理原则，在确保掌握船舶操纵要点，严格执行船舶操纵规范的基础上，提前对前方情况和水域的具体情况综合勘察、判断分析，进而快速判断、精准定位，才能确保始终处于安全航行航道中，最大限度保障平稳有序航行，发挥应有的功能。

## 参考文献

- [1] 袁杰. 大型船舶进天津港操纵要点 [J]. 天津航海, 2018(02):16-17.
- [2] 李广来. 大型船舶进靠莱州港 10 号泊位操纵要点 [J]. 科技创新导报, 2013(12):87-89.
- [3] 李红磊, 陈进涛, 丁自华. 论南京以下深水航道进江海轮的航行安全 [J]. 武汉船舶职业技术学院学报, 2018(01).
- [4] 石利勇. 静水港单拖船靠泊操纵要点 [J]. 世界海运, 2012(05):31-33.
- [5] 冯志德. 浅谈船舶在受限水域改向操纵要领 [J]. 中国水运 (下半月), 2014(06):23-24.

[引用格式] 张冠楠. 船舶机舱振动噪声预报与减振降噪技术研究 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 35-36.

# 船舶机舱振动噪声预报与减振降噪技术研究

张冠楠

(上海船舶研究设计院, 上海 200210)

**摘要:** 近些年来, 随着海洋产业的发展, 各种船舶对噪声的要求越来越高, 因此对船舶机舱振动噪声预报与减振降噪技术进行深入研究, 首先以某船舶为模型构造该船舶的有限元模型, 然后利用超单元来进行模态计算, 并通过有限元模型对该船舶机舱进行模态分析, 最后通过模态分析实现船舶机舱振动噪声预报并通过目标频段进行锁定来实现船舶机舱减振降噪处理, 通过实验验证了船舶机舱振动噪声预报与减振降噪技术的有效性。

**关键词:** 船舶; 机舱振动; 噪声预报; 减振降噪技术

**中图分类号:** F272

**文献标识码:** A

**DOI:**10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.009

## 0 引言

船舶机舱振动和其它种类的振动相同, 按照受力情况来划分, 可以将其分为强迫振动与自由振动<sup>[1]</sup>。船舶机舱振动所受的力有阻尼力、惯性力、弹性恢复力、激振力等, 其中阻尼力的值由于非常微小并且对低频振动的频率和主振动形式影响很小, 因此通常对其不予考虑<sup>[2]</sup>。只有当高谐振阻尼的影响非常大的时候, 才需要对阻尼这一因素加以考虑。尤其是在共振时, 因为阻尼力能够实现放大因数、减动力, 因此不论谐振高低都需要将阻尼这一因素考虑在内。通常来说将船舶机舱振动分为局部振动与总振动两大振动类别。船舶机舱局部振动是指机舱各个局部结构部件或构件的振动, 例如轴支架、桅杆、板架、板、梁等部件的振动。而船舶机舱总振动指的是把船舶机舱当成一个整体的船舶机舱总体振动。在船舶机舱振动的实际情况中, 局部振动与总振动这2种情况往往共同存在并且相互耦合, 只有在特定条件下, 才能不考虑二者的耦合情况对每个因素进行单独分析。由于声音是由振动产生的, 所以船舶机舱振动噪声与船舶机舱振动息息相关<sup>[3]</sup>。除此之外, 结构辐射噪声场的声学性质既与结构参数因素相关, 又与介质特性因素相关, 因此要想了解各种结构的声辐射特性, 就必须研究介质与结构振动的相互作用。船舶机舱振动会导致不同程度辐射噪声的产生, 因此对船舶机舱振动噪声进行预报以及降低该噪声对减轻船舶整体噪声具有重要的意义。

## 1 有限元建模

以某船舶为模型构造该船舶的有限元模型, 该船舶有3层上层建筑和6层甲板, 船尾为方形尾, 而船首为球鼻艏, 重点对其机舱进行构建, 该船舶机舱内的动力设备包括减速齿轮箱、海水泵、3台浮筏隔振的柴油发电机组、2台单层隔振的柴油主机, 机舱整体位于船舶的内底板位置并且比较靠后。而船舶的隔壁、甲板以及外板用桁、肋骨、加强筋来增加局部结构与整体结构的强度和刚度。按照该船舶的实际用材赋予模型单元以物理属性, 并采用多种类型的有限元

元构造该船舶的有限元模型<sup>[4]</sup>。由于船体浸水表面会受到流体介质的很大影响, 因此采用附连水质量对流体介质的影响情况进行模拟, 便于对该船舶有限元模型在水中的机舱振动噪声特性进行分析。该船舶的有限元模型如图1所示。

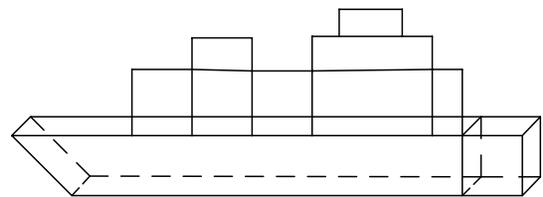


图1 船舶有限元模型

## 2 机舱振动模态分析

为了节省计算机资源, 利用超单元来进行模态计算, 得到船舶机舱振动的前3阶典型模态, 其中包括振型特征以及模态频率等数据如表1所示。

表1 船舶机舱振动的前3阶典型模态

模态阶次	振型特征	模态频率/Hz
1阶	垂向一弯	5.1
2阶	横向一弯	5.5
3阶	一阶扭转	7.2

模态计算结果表明, 该船舶机舱结构中除去前三阶模态振型以外, 还存在很多耦合振动模态与局部振动模态, 并且由于该船舶机舱结构比较复杂, 因此在进行船舶机舱减振降噪时, 难以将激励源的频率与特征频率错开。

船舶机舱结构表面的振动速度与船舶机舱振动结构辐射噪声的分布规律和量级是密切相关的, 而在存在一定激励力的条件下, 船舶机舱结构表面振动速度的分布规律和量级则主要由船舶机舱结构自身的振动响应特性决定<sup>[5]</sup>。因此可以利用模态分析对该船舶机舱结构的固有特性进行识别从而调整船舶机舱结构来进行船舶机舱振动噪声预报与减振降噪。

收稿日期: 2018-11-06

作者简介: 张冠楠(1987-), 男, 工程师, 研究方向为船舶结构。

### 3 实现船舶机舱振动噪声预报与减振降噪

通过船舶机舱的有限元建模与机舱振动模态分析并结合统计能量分析来进行船舶机舱振动噪声预报,因为统计能量分析可以对宽频范围内的密集模态进行分析,得出该船舶机舱的平均振动能量传递水平<sup>[6]</sup>。在对该船舶机舱进行统计能量分析时,将该船舶机舱划分为105个子系统,利用连接单元连接声场与各流体耦合的子系统。然后利用统计能量分析软件中的模态密度查询系统对各个子系统的模态密度进行查询,确保各个子系统的频段划分满足要求。最后对统计能量分析软件中的噪声预报值进行设置,当各个子系统的噪声达到预报值后该系统会自动进行噪声预报。

通过船舶机舱的有限元建模与机舱振动模态分析对目标频带进行锁定并进行减振处理即可达到船舶机舱减振降噪的目的<sup>[7]</sup>。首先通过有限元模型找到船舶机舱振动响应较大的具体位置,然后寻找船舶机舱振动响应较大位置的开孔处,对开孔处周围的刚度进行加强从而达到减小振动、减弱噪声的目的。并且通过机舱振动模态分析可知,机舱中振动最大的结构位于该船舶的主机舱附近,因此将延伸主机舱的支柱至机舱内底,并增设一些加强筋以及对支柱下的肋板进行加厚,需要注意的是补板与加强筋需要补到根部。通过上述措施即可实现船舶机舱的减振降噪。

### 4 实验结果与分析

为了保证船舶机舱振动噪声预报与减振降噪技术的有效性,设计一个仿真实验。在实验过程中,以某船舶机舱为实验对象,对该机舱进行振动噪声预报与减振降噪。为了保证实验的有效性,使用传统船舶减振降噪技术与船舶机舱振动噪声预报与减振降噪技术进行比较,观察实验结果。其水下辐射噪声功率级的对比如图2所示。

使用船舶机舱振动噪声预报与减振降噪技术对船舶机舱进行减振降噪相比使用传统船舶减振降噪技术对船舶机舱进行减振降噪,其水下辐射噪声功率级明显有所下降,并且传统船舶减振降噪技术无法像船舶机舱振动噪声预报与减振降噪技术一样对船舶机舱振动噪声进行预报。

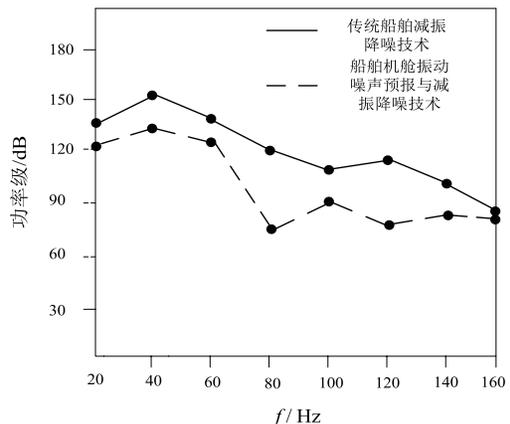


图2 水下辐射噪声功率级对比

### 5 结语

船舶机舱振动噪声预报与减振降噪技术能够实现机舱振动噪声的预报并有效的对机舱进行减振降噪,可以为船舶其他部位的振动噪声预报与减振降噪处理提供一定的参考。

### 参考文献

- [1] 王国治,唐曾艳,胡玉超.测量船水下噪声预报及减振降噪技术研究[J].江苏科技大学学报(自然科学版),2012,26(22):118-122.
- [2] 王刚毅,石磊,倪凤燕.电力推进船舶机舱振动与噪声控制技术[J].机电设备,2017,34(24):179-182.
- [3] 张磊,曹跃云,杨自春,等.双层圆柱壳体水下振动噪声结构传递路径分析[J].振动与冲击,2012,31(20):212-216.
- [4] 杨德庆,金成定,周永青.浮式生产储油船上层建筑振动噪声数值预报[J].船舶与海洋工程,2003,11(12):115-119.
- [5] 窦培林,袁洪涛.振动噪声混合数值预报技术在浮式生产储油船上的应用[J].船海工程,2009,38(36):191-194.
- [6] 谢素明,李涛,李晓峰,等.高速铁路结构振动噪声预测与降噪技术研究[J].中国铁道科学,2009,30(36):177-183.
- [7] 梁炳南,于洪亮,蔡延年.浮动舱室设计对船舶机舱舱室振声性能的影响[J].舰船科学技术,2015,37(32):124-129.

(上接48页)

根据 IEEE802.3af 规范,功率小于 12.95W 的设备都可通过一根传输以太网数据的 CAT-5 电缆来提供电源,数据传输与设备供电共用一根双绞线。根据以太网 IEEE802.3 规范,其单根网线最大长度为 90 m,因此,每个扬声器到网络交换机的距离不得超过 90 m。考虑到功率需求,需要大功率输出的地方可以选用 DC 直流 12-24V/2A 供电模式的数字喇叭,相应地,应该在信息点旁边配置电源插座<sup>[4]</sup>。

基于网络设备寻址方便,在 IP 数字广播系统内极容易实现单点广播,以及定点寻呼,这是优于模拟广播系统的地方。同理,在同一个网络中部署广播主控端也极为便利。根据 IMO 公约要求,船舶应急广播系统至少应该在驾驶室,消防控制室等处设置两处以上的操作控制端,随时切入广播系统,进行紧急喊话或者发出紧急总动员警报。在驾驶室等处配置一台网络数字编码终端及麦克风,在广播控制器里设置优先级,确保驾驶室等处的操作端具有最高优先级,随时可以中断背景音乐等的播放,将系统切入到紧急广播状态。

### 5 结语

基于船舶局域网的数字 IP 广播系统设计分为 2 个步骤:首先是布点设计,其次是设备选型。布点设计主要根据 IMO 的 SOLAS 及 LSA 公约对声压级的要求来进行,确保船舶各处的声压级能达到规范要求。设备选型主要考虑的是接口、功率、水密、供电等因素,最终的校验仍然是以声压级满足规范要求为标准。

本文提供的设计案例,思路清晰,方案可行,可作为船舶电气设计人员在进行 IP 数字广播系统设计时参考。

### 参考文献

- [1] 章云,许锦标.建筑智能化系统[M].清华大学出版社.2012.
- [2] 陈喜元.船舶广播与总动员报警系统[C].中国大连国际海事论坛2008会议论文集.
- [3] 郑新虎.船舶广播系统满足应急报警新功能[J].广船科技,2000(1):35-36.

[引用格式] 王巍巍. 船舶应急抛锚贯入深度分析[J]. 船舶物资与市场, 2019(1): 37-38.

# 船舶应急抛锚贯入深度分析

王巍巍

(唐山港引航站, 河北唐山 063000)

**摘要:** 随着我国经济的高速发展, 各种沿海船舶活动越来越多, 各种海底工程也越来越多。船舶应急抛锚是船舶在行驶过程中, 遇到紧急情况, 所需要做的一种应急行为。在抛锚过程中, 由于锚的动能很大, 很容易对海底管道造成破坏, 严重时会引起各种事故的发生。这很大程度上是由于对船舶应急抛锚贯入深入计算深度不合理导致的。为此, 本文对船舶应急抛锚贯入深度进行分析, 希望对促进我国海洋事业的发展, 可以起到有利的作用。

**关键词:** 船舶; 应急抛锚; 深度分析

**中图分类号:** U661.4

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.010

## 0 引言

海底管道是海洋油田开采的重要组成部分, 一旦其受到破坏, 不仅会造成非常严重的经济损失, 还会造成大面积的石油泄漏, 直接造成大面积的海洋污染。此外受到信息通信发展的高速影响, 各种海底光缆传输工程越来越多, 它们承担着大量的国际通信业务, 一旦这些通信光缆受损, 必将会造成非常大的影响<sup>[1]</sup>。通过对最近几年的海底管道和海底光缆事故观察可知, 大部分都是由于船舶应急抛锚所导致的, 锚直接将光缆和管线砸断。为了有效避免这些问题, 对应急抛锚的贯入深度进行认真的分析计算, 制定更加合理的管线埋设深度, 这对提高海底管道的综合效益, 具有非常重要的现实意义。

## 1 相关研究结论

一些学者利用软件来建立贯入深度数值分析, 有效仿真出锚自身尺寸与质量、落锚速度及海底土壤不排水抗剪强度对锚贯入深度的影响。还有部分学者研究锚对管道撞击可能造成的破坏。王宏明<sup>[2]</sup>利用能量分析方法, 来就船舶抛锚对渤海湾管道撞击损伤进行分析。对不同海底条件下和抛锚条件下, 锚撞击管道所产生的管道损伤进行了细致的分析, 其研究结果在海底管道埋设深度计算中, 起到了非常大的作用。

## 2 船舶抛锚贯入深度的计算

当船锚接触到海底泥面后, 会对海底泥面产生一个竖直向下的力, 由于海底土体比较松软, 在该力的作用下, 很容易出现变形的情况, 并给船锚一个向上的作用力。船锚在该力的作用下, 会不断加速, 直到减速为0, 在减速过程中, 船锚插入土体的深度也会越来越高。在实际船舶用锚中, 其主要使用的是杆锚、无杆锚和大抓力锚, 其中无杆锚在大型船舶上的应用最多, 在各种管道伤害事件中, 其最为常见。

## 3 锚链拉力和锚重的计算

根据我国《斜坡码头及浮码头设计与施工规范》中的规定, 锚链的静力分析, 可以按照悬链线来进行计算。可以根据锚链的自重以及夏船在平衡位置的状态, 根据力平衡方程, 可以计算出标准锚链拉力的计算公式, 其主要计算公式如下所示。

$$F = T / \cos \theta = T + wH, \quad (1)$$

$$L = T / w \cdot \text{arch}(wh/T + 1), \quad (2)$$

$$L = T / w \cdot \text{sh}(wl/T), \quad (3)$$

其中  $F$  为导孔处锚链的拉力,  $T$  为锚链拉力的水平方向分力,  $\theta$  为导孔处锚链轴线和水平方向的夹角,  $w$  为锚链的水下单位长度的自重,  $H$  为导链孔至泥面的垂直高度,  $l$  为  $L$  的水平方向投影距离。

根据当前《海湾设计手册》上的规定, 锚系的动力计算是根据大量工程试验所得来的计算公式, 其在一定范围内是准确的。根据锚的类型和船舶的类型, 就可以将相关数据带入该公式, 从而计算出锚链的最大拉力。

$$F = 14d^{0.45} [44.4H/d + 162.5(H/d)^2], \quad (4)$$

式中,  $F$  为锚链所可以承受的最大拉力,  $H$  为波高的有效值,  $d$  为水的深度。通过静力学分析和动力学分析, 可以得到2个拉力值, 一般取最大值作为锚链的拉力。锚链的直径应该根据锚链  $F$  最大值来进行选择, 其应该满足以下条件。

$$K = N/F \geq 3, \quad (5)$$

其中  $K$  为安全系数, 为了提高锚链在使用过程中的安全性,  $N$  为锚链拉断所需的力值,  $F$  为计算出来的锚链拉力。对于

收稿日期: 2018-11-06

作者简介: 王巍巍(1973-), 男, 中级工程师, 研究方向为航海引航。

锚重的计算，可以采用如下的公式。

$$G=P/Ks, \quad (6)$$

其中  $G$  为船锚所需的最小锚重,  $P$  为锚链拉力的水平方向分量,  $Ks$  为锚的抓力系数。

锚对土体产生的载荷。锚在水中主要受到的载荷有重力  $MG$ 、锚在水中的浮力  $F_{浮}$  以及锚在水中运动过程中, 受到水的阻力  $f_{阻}$ , 锚在水中运动受到的阻力近似和锚的运动速度成正比的关系, 锚对土体产生的载荷可以按照如下的公式进行计算

$$F=MG-F_{浮}-f_{阻}, \quad (7)$$

锚由于重量的影响, 以及土体在一定范围内属于弹性体, 其沉降量可以根据海底土体压缩模量  $ES$  进行计算。

$$Sc=\sum\Delta pi/E_{st}\cdot\Delta hi, \quad (8)$$

其中  $Es$  为海底各层土体的弹性压缩模量,  $\Delta pi$  为海底土体各分层中点附加的应力增加量,  $\Delta hi$  为土体的分层厚度,  $n$  为土体的分层数量。

#### 4 抛锚入土深度的计算

由于在锚下落的过程中, 其动能会有所增加, 其在接触到土体后, 有一个冲击载荷的作用, 这会在一定程度上增加锚的贯入深度, 但由于其计算难度较大, 一般忽略计算, 在工程计算中多采用经验法, 在计算结果上, 附加一个数值。

在计算过程中, 假设船锚的入土深度为  $h$ , 锚顶最后进入到了第  $i$  层土中, 则土对锚的计算, 可以按照下式来进行计算。

$$P=0.5*U\sum\alpha_i h_i t_i \quad (9)$$

式中,  $P$  表示土体对锚的作用力,  $U$  为简化完成后, 船锚模型和土体的接触面周长,  $\alpha_i$  表示第  $i$  层土的抗力影响系数, 一般取为 1.0,  $h_i$  为分层土的实际厚度, 这和面前的公式保持一样,  $t_i$  表示各层土体对船锚的极限摩阻力。

#### 5 公式的实际工程应用

该天然气管道工程从北仑处引入, 经过黄峙江水底, 最后进入到大榭岛, 全长总共而是多公里, 是非常重要的天然气输气工程, 年输气量可以达到 4.8 亿立方米。在工程管道穿越的海底, 这里的水道和水深环境比较好, 管道可以在通常情况下得到平稳的运行, 这里通行的船舶最大可以达到一万吨。

根据相关的研究资料表明, 该输气管道工程需要穿越的泥质粉质粘土层的厚度在 14 m 左右, 粗砂夹粉质粘土层的厚度约为 3 m, 其中粉质黏土层的厚度约为 17.5 cm。

表 1 锚的贯穿计算数值

锚重 /t	水深	底质	贯穿计算深度 /m
2			1.3
4			1.7
6	约为 13 m	淤泥质粉质粘土	2
8			2.6
10			3.1

表 2 锚的贯穿试验数值

锚重 /t	水深	底质	贯穿计算深度 /m
2			1.5
4			1.8
6	约为 13 m	淤泥质粉质粘土	1.9
8			3.5
10			2.6

为了有效对上文所述的公式计算方法进行验证, 总共选择了 5 种大小不同的锚杆, 并分别采用上述公式来计算不同的入土深度, 并和国外锚杆的计算公式进行对比, 其对比情况如表 1 和表 2 所示。

通过对上述两表数值的观察情况上看, 采用计算方法得到的计算结果和国外抛锚试验所得到的锚触底贯穿量是非常相似的。

#### 6 结语

管道设计埋深过浅, 容易出现锚砸坏管道现象的发生, 如果对埋深设计的过深, 则工程施工成本又会太高, 合理对管道埋深进行设计便成为了一个非常重要的课题。为了对抛锚深度进行合理的计算, 在本文中首先建立了简易的物理模型, 并提出了抛锚深度的有效计算方法, 并对计算结果的准确性进行了对比, 表明计算结果在一定范围内是可信的, 这可以为工程设计提供很好的参数参考。当前该理论计算还处于不断发展的过程中, 各种计算公式很多, 在计算中, 应该综合对各种公式进行选择, 选择最为接近实际情况的公式。当前软件模拟仿真计算也发展十分迅速, 其使用起来也非常简单, 只需要简单进行物理建模, 然后将实际的条件带入, 计算机就可以自动计算出, 各种情况下的贯入深度, 比常规的计算结果更加准确和细致, 我们应该大力推广这种工程计算方法。

#### 参考文献

[1] 李学楠, 雷震名, 马坤明, 等. 跨航道海底管线的保护 [J]. 中国石油和化工标准与质量 .2012(07):11-12.  
 [2] 龚少军, 尤庆华. 船舶抛锚作业锚机刹车最小临界水深计算 [J]. 中国航海 .2009(04):37-38.

[引用格式] 张振江. 正横后吹拢风的靠泊操纵探究 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 39-40.

# 正横后吹拢风的靠泊操纵探究

张振江

(唐山港引航站, 河北 唐山 063000)

**摘要:** 随着我国经济的高速发展, 航运事业取得了非常大发展, 船舶的数量和种类增长非常迅速。在船舶的驾驶过程中, 靠泊技术一直是难点, 如果靠泊操作不当, 很容易出现对船舶损坏情况的发生。为此, 我将在本文中就对正横后吹拢风的停泊操纵进行探究, 希望对促进我国船舶事业的发展, 可以起到有利的作用。

**关键词:** 正横后吹拢风; 靠泊; 操纵

**中图分类号:** U675.9

**文献标识码:** A

**DOI:**10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.011

## 0 引言

靠泊一直是船舶驾驶中的难点, 当期指导驾驶人员进行停船靠泊的理论书籍很多。本文将结合多年的工作经验, 对正横后吹拢风的靠泊操纵进行详细和深入的探究。

## 1 停船靠泊的简单分析

流水港的靠泊。流水港由于受到水流的影响, 其水流方向经常复杂多变。在实际船员靠泊的过程中, 经常采用的是顶流靠泊的方式, 这时候靠拢角应该尽量小一些, 这样可以有效起到刹车的作用, 避免产生船舶冲击岸边的情况。如果和风向和流速发现相反, 则应该根据具体的情况来定, 船首应该对着作用力更大的一方<sup>[1]</sup>。在停靠的过程中, 如果泊为附近的水域较浅, 则水流就有可能发生转向的现象, 船舶由航道会躺航至泊位边, 这时余速会变化很快, 需要驾驶人员及时进行调整, 避免出现撞击岸边情况的发生。

静水港的停靠。根据风向和码头的夹角, 可以将风分为正横来风、正后来风和正横风3种, 并根据风向和码头之间的关系, 将该风分为吹拢风和吹开风。当遇到正横前风或者正横风时, 船舶应该尽量迎风进行停靠<sup>[2]</sup>。这时候, 应该对船首方向进行控制, 以最少的操作步骤来进入到泊位当中, 然后及时进行抛锚和带上缆绳。如果是吹拢风, 则应该坚决对上风位进行抢占, 并有效对上风船位和船舶的法向靠泊速度进行控制, 依靠船锚来对船身进行稳定。如果遇到强风, 就需要采用拖轮来协助进行泊船。

如果在正横后吹拢风和吹开风进行靠泊时, 需要在靠近码头前先进行掉头, 然后按照前面介绍的方法, 进行靠泊。在靠泊的过程中, 一定要控制好船舶掉头和岸边的之间的关系, 给下一步的迎风靠泊, 留下足够的时间和空间。但在实际靠泊过程中, 一些码头必须要固定一舷进行靠泊, 这就会出现正横后吹拢风靠泊的情况。在这种情况下靠泊过程中, 对船位、船速、靠拢角度的要求会更高一些, 靠泊过程中存在的风险也更高, 一旦操作不当, 很容易造成船首撞击岸边的情况。

## 2 进行正横后吹拢风靠泊的主要原因

受到码头自身条件的限制。为了让泊位得到更大的利用率, 船舶生活区往往和泊位的距离较远。为了有效提高对货物装卸的效率, 吊装设备往往会布置在船舷的一侧, 需要固定一舷的靠泊方式。

当前很多船舶在设计的过程中, 为了方便吊装货物, 通常需要将吊装设备布置在船的一侧, 这需要船在停泊的过程中, 需要固定一舷进行靠泊。

在一般的情况下, 船舶直接顺靠, 要比掉头后再靠, 在时间上可以节约大约30 min左右, 这对于提高港方和船方的运营效率都非常有好处。如果采用传统的顶风靠泊, 往往难以做到高效的停泊, 这对越来越紧张的船舶运输事业, 肯定是非常不利的。

## 3 港池的实际情况

该港池建于20世纪90年代, 航道的走向为186°, 港池的长度为1 km, 港池的最宽处为427 m, 可以停泊一万吨级和3.5万吨级别的货轮。该港每年在4月份到11月份之间, 非常盛行西南风, 风力一般可以达到5级以上, 其对码头来说, 属于正横后吹拢风靠泊。

## 4 正横后吹拢风靠泊操纵要领分析

该港属于静水港, 在实际船停泊的过程中, 主要是受到风力的影响。为了获得更好的停泊质量, 在停泊过程中, 应该对余速、船位和靠泊角度进行合理的控制, 它们之间的关系也往往相互关联, 应该学会具体分析、具体应对。

对余速进行控制。在船停泊的过程中, 对余速的控制非常重要, 其是成功靠泊的必要条件, 其直接决定了船舶靠泊的可控性。如果船舶的余速过高, 则留下的反应时间就会越少, 留给驾驶人员应急处置的余地也会较少。但如果余速过低, 则船停泊的时间就比较短, 船舶很容易在风压的作用下落向下风, 难以准确靠泊, 很容易造成触损情况的发生。在几年

收稿日期: 2018-11-06

作者简介: 张振江(1984-), 男, 研究方向为航海引航。

的停泊过程中,就发生过多次由于余速过低而导致的船舶碰撞事故。为了更好地对余速进行利用,就应该考虑船舶实际的动力系统情况、抛锚后的减速效果等。在通常情况下,一万吨级的货轮应该采用 2.5kn 的速度进行泊位。在余速的控制过程中,一定要考虑吹拢风对船的纵向加速作用和风致漂移可能造成的影响,及时对岸上静置的参考物进行观察,来对船的余速进行判断,并合理对余速进行控制。

摆好船位。船位的选择并不孤立,应该重视对船位的衔接工作,这可以为下一个船位创造出一个良好的条件。在摆船位的过程中,应该做好以下的几点:1)船在驶入到停泊区域后,应该尽可能早转,尽早抢占上风位,不必担心过早转向会撞向南岸;2)船在驶入泊位的过程中,受到正横后吹拢风的作用,其会处于向右偏转的态势中;3)驾驶人员在驾驶中,一定要引起足够的重视,一定要有效控制好船首的方向,对船的运动趋势进行观察,不断对靠泊角度进行调整,在进入港湾一定的距离后,获得最佳的人泊角度和船位;4)在靠泊过程中,应该尽量避免动车的情况下,使用大舵角来调整船的位置,这样很容易让船出现过转向的问题,从而加大停泊的难度。

合理选择靠拢角度。靠拢角度是指船舶船首轴线同码头之间的夹角。靠泊角度的选择将直接影响到靠泊过程中的操纵。在正横风吹拢靠泊的情况下,最主要的及时对靠拢角度的选择。如果船舶的靠拢角度小于风向和码头之间的夹角,此时的船舶受力非常尴尬,如果此时靠拢角度越小,则船的一侧受风就会越严重,船的右转趋势也就越大。为了避免船舶撞击岸边情况的发生,就会不断用车来调整靠泊角,这就让船速过高而出现紧迫的局面。为了稳定船身来抛出外舷锚,风力、水动力、锚拉力的合力就会猛增,非常容易出现舵力大于转船力矩现象的出现,进一步加大船舶外转的趋势,让船非常有可能出现撞击码头的事故。如果靠拢角度大于风向角,此时船体在受到风力、水动力的合力作用下,容易出现左转漂移的情况,更进一步无法让船舶无法靠上预定泊位而漂向下风侧。如果风强度过大,船首距离码头岸边过近,船舶动车进行调整的余地就会较小,很有可能会发生被迫右

舷靠码头的情况。经过多年的靠泊操作经验,如果靠拢角度和风向角度近似相等,当停泊位置和船舶的距离在 10 m 左右时,容易得到最好的停泊控制。在该风向的作用下,风压只会给船舶一个纵向的加速度,风对船舶的转向左右可以不计,船舶在很少用车、施舵的情况下就可以泊位,能够为下一步的抛锚带缆创造更加良好的条件。

在对万吨以下轮船进行操作的过程中,对锚的操作技能是船员和船长的基本技能。如果吹拢风的强度超过 5 级,不进行带锚操作非常危险,如果空载会更加危险。在对锚的使用过程中,应该考虑抛锚的时机、抛出锚链的长度、外界的天气条件等,需要在停泊前认真进行核实。

在对锚力的应用中。如果锚力的作用方向和风向相反,传播在淌航的过程中,其速度会不断降低,直到最后停止运动,避免出现船速过快而失控的问题,给船向控制留下更多的余地,减少船舶靠泊的距离,留后续的进车留下更多的余地,从而更进一步保障靠泊操纵的安全性。在实际抛锚的过程中,对抛锚位置的选择非常重要,一定要快、狠、准。在抛锚送链的过程中,也应该做到均匀送链,不能让其受力过大。抛锚应该不能过早,应该在快要接近停泊目标时进行抛锚,避免过早抛锚,导致对船位的控制难度提高,也同时会影响停泊的速度。满载拖锚淌航的距离应该保持在 1 倍左右的船长,如果船速较低,应该选择更短的淌航距离。

## 5 结语

船舶靠泊一直是船员驾驶中的难点,一旦操作不慎就很容易造成船舶撞击的事故。通过多年的经验积累发现正横后吹拢风的靠泊操纵是一种利大于弊的停泊技巧。为了有效掌握该技巧,不仅需要掌握足够的理论知识,还需要在实践中对该理论知识进行应用,多加练习。

## 参考文献

- [1] 黄建山. 燃油加装防范措施 [J]. 世界海运. 2015(03): 27-28.
- [2] 薛红章, 王延军. 船运水泥熟料注意事项 [J]. 航海技术. 2015(02): 39-40.

[引用格式] 刘超卿. 船舶机械通风设计和建造的相关分析[J]. 船舶物资与市场, 2019(1): 41-42.

# 船舶机械通风设计和建造的相关分析

刘超卿

(日照港达船舶重工有限公司, 山东日照 276826)

**摘要:** 随着人们生活水平的不断提高, 对货物运输的要求标准更加严苛, 水路运输凭借自身优势取得广阔的发展前景。但是船舶结构复杂, 系统庞大, 功能多样, 要想为船员提供良好的休息环境, 确保船舶制造整体质量, 就务必做好船舶机械通风设计。预防船舶机械通风系统建造中可能会出现各种问题, 以及完善的解决措施, 从而高效提升船舶机械通风系统和结构消防的设计水平。

**关键词:** 船舶; 机械通风; 设计建造; 问题

**中图分类号:** U664

**文献标识码:** A

**DOI:**10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.012

## 0 引言

物流运输行业的发展有目共睹, 为我国各行业推进提供着基础保障, 确保行业建设中的原材料正常供给, 特别是水路运输作为跨区域和国家运输的主要方式, 对船舶机械通风设计和建造的要求很高。船舶机械通风系统是维持船舶稳定持续运行的重要内容, 也是优化船员生活质量的关键, 所以, 需要借助完善科学的船舶机械通风设计, 切实提高其实际建造中的稳定性。

## 1 船舶机械通风系统的简单阐述

近些年来, 我国船舶发展方向, 逐渐趋于多功能、强动力和大吨位, 为造船技术创新提高带来了机遇和挑战。特别是大吨位的船舶虽然性能更高, 但同时也就需要更多的动力支撑, 以便维持整个船舶的行驶速度。而且如果船舶长时间运行, 除了稳定充足的动力之外, 还要具备完善的保障系统, 所以与船员密切相关的船舶机械通风系统愈发重要, 能够在酷寒和高温天气里全面保障船员的正常工作, 充分保持船舶内空气流通, 平衡船舶温度。这样一来, 既可以优化船员的日常生活质量, 又能够满足船舶运输特殊货物的需求标准, 提高船舶机械通风系统工作的有效性<sup>[1]</sup>。

## 2 船舶机械通风系统形式

### 2.1 全新风系统

在此系统中, 主要是利用风机对船舱内污浊空气进行排放换新, 由风机和风管, 以及空气过滤器构成, 能够在船舱设备发热的同时, 引进新鲜空气, 确保舱内含氧量。但是由于风量较多, 所以需要占用很多资源, 其噪音较大, 更无法保证船舱温度均衡。

### 2.2 循环冷却系统

循环冷却常常与全新风系统组合使用, 均衡船舶温度的基础上, 给予船员足够的新鲜空气, 减少空气污浊物的产生。因为海水温度通常情况下为 20℃左右, 即便是外界温度升高

至 35℃, 其依旧能够维持在 25℃左右, 所以是应用这 2 种整合系统的良好前提。但是需要注意, 在进行循环冷却时, 要注意每小时换气 15 次左右, 尽可能维护船舶空气新鲜, 以及适宜温度。

### 2.3 射流通风系统

利用螺旋风管和高压离心风机, 以及空气射流风嘴, 准确把控船舶通风系统的风向和流量, 避免出现通风死角, 或是气流不顺畅等情况。这一系统下, 主要分为主体送风和空气射流两部分, 相对其他船舶通风系统, 占用空间更小、通风率更高, 具有明显优势。

## 3 船舶机械通风设计和建造

### 3.1 船舶通风系统设计

船舶机械通风系统, 广泛分布在船舶的各个区域, 其中船舶生活服务系统、动力系统、以及特殊区域等, 都需要结合船舶机械通风系统进行合理设计, 尽可能保持船舶各系统的相对稳定。船舶构造中内部所需管道的材料高度、型号等详细设计, 还要将鼓风机位置摆放正确, 以维持风速流动的速度。

另一方面, 船舶机械通风系统在设计过程中, 需要注意船舶各系统对通风量的需求, 以及机械通风系统的实际送风量。要做好这一步工作, 相关设计部门要结合整体所需动力和总功率, 精准计算出不同通风系统运转下的船舶动力负荷。并且要根据发动机的散热情况、专业热学, 得出动力系统所耗能量和进风速度等标准数值<sup>[2]</sup>。在船舶生活区域或者其他功能区域, 保证正常通风的基础上, 全面预防船舶机械通风系统因环境、气候等突发情况产的影响, 总结出良好的应对方案。

除此之外, 还应仔细考量船舶机械通风系统设计中, 复杂多变的恶劣天气, 避免船舶机械通风设计在极端天气影响, 对船舶运输造成损失。所以要预备好妥善方案, 及时应对船舶机械通风系统故障, 可以加入现代自动化信息技术, 一则

收稿日期: 2018-11-06

作者简介: 刘超卿(1984), 男, 助理工程师, 研究方向为船舶与海洋工程。

符合新时代发展需要,也可以进一步确保船舶机械通风系统正常运行。

### 3.2 船舶机械通风系统的制造

船舶机械通风系统建造,需要用到很多加工和装配零件,主要应用于船舶机械通风系统的管道、泵送系统、风扇和阀门等,及时优化更新加强船舶机械通风系统设计和建造的有效性<sup>[3]</sup>。特别是通风系统的管道,作为重要零部件,如果不定期养护和修整,长时间的使用势必会增加磨损和腐蚀,或是严重堵塞的情况,可以通过引进市场中新型复合材料制作的管道增加使用寿命。而且还要对引进的管道材料进行的反复试验,有针对性的设计管道形状和管理系统,保证船舶机械通风系统管道质量的基础上,为船舶制造单位节省更多成本。

其次是船舶机械通风系统中的风扇,为了进一步满足船舶不同区域系统的所用风量和风速的差异需求,就要利用风扇的顺时针作业和逆时针作业,有效控制通风管道中气流。另外,由于船舶机械通风系统一般都是安装在船舶角落里,所以在组装零部件的时候也就更具挑战性。需要高质量的原材料,确保船舶机械通风管道的密闭性,逐渐调高船舶机械通风系统整体管理水平。

然后船舶机械通风系统中的阀门,是控制风量的重要部件,也是建造难度最大的环节,能够在危机情况下对船舶机械通风系统进行整体调控。但值得注意的是,船舶机械通风系统一经建造便很难修改返工,因此务必要保证通风系统阀门、管道、风扇和泵送等各模块安装质量,以免任何一项工作参数出现失误后,导致船舶机械通风系统出现更严重隐患问题<sup>[4]</sup>。尽可能将船舶机械通风系统建设的科学合理,维持其顺利正常工作,同时还能能为船员生活提供更优质的服务。

### 3.3 船舶机械通风系统设计建造研究

就目前的船舶机械通风系统设计和建造现状来看,国产化是其中一项亟待解决的重要问题,虽然前期可以节省一定的建造成本,但是后期维修和养护的所需资金远远高出预期成本。其中,管道问题可以造成船舶机械通风系统整体大修,增加的维修成本,而且会延误正常的工期,影响船舶建造质量。阀门和泵送系统问题更核心,能够在很多极端情况下,维持船舶的正常安全运转。也就是说,这些船舶机械通风系统安

装建造原材料,都存在国外产品市场垄断现象,阻碍着我国造船行业的进一步发展。

造成这种船舶机械通风系统建造现象的原因,主要还是因为我国造船行业的发展前景还有待加强,对专业领域的深入分析和研发力度不够。所以需要在船舶机械通风系统设计和建造项目中,加强与国外先进企业的合作交流,引入创新型高科技,有效推动我国船舶机械通风系统的建造进展。<sup>[5]</sup>除了相关的专业科研院校外,还要建立实践培训基地,切实提高船舶机械通风系统建造水平,有效预防实际建造过程中的诸多问题。

计算船舶机械通风系统精确参数时,可以运用ISO8861-1998计算方法,结合各方面数据,算出精确的通风量。因为涉及到船舶动力系统的吸气量,所以要全面考虑发动机消耗空气量,锅炉燃烧等系统所需空气量。详细计算出实际损耗值,与保险系数的乘积就是总动力系统进风量,船员要预留出足够的通风量,用以应对突发情况和气候变化。

## 4 结语

总而言之,社会经济的进步和科技水平发展,推动船舶运输水平不断提升,所以船舶运行问题得到各界的广泛关注。造船业要依据船舶各大系统进行综合考评,设计建造合理有效的船舶机械通风系统,并定期养护更新,从而确保船舶运行的安全指数稳定,为我国船舶建造的长远发展奠定坚实基础。

## 参考文献

- [1] 马娜.船舶机械通风设计和建造的若干问题研究[J].山东工业技术,2017(7):259-259.
- [2] 李满瑞,陈庆星.船舶机械通风设计和建造的若干问题研究[J].科学与财富,2014(4):226-226.
- [3] 刘珍珍.船舶建造过程中舱室通风系统设计研究[J].广东安全生产,2017(10):56-57.
- [4] 王井丰.柴油机船舶机舱通风设计中若干问题探讨[J].船舶,2017,28(6):63-66.
- [5] 曾宏强,周新.船舶机舱通风系统设计方法对比分析研究[J].中国造船,2016,57(2):201-205.

[引用格式] 罗余庆.PLC 在轮船辅助机构自动化控制系统中的应用 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 43-44.

# PLC 在轮船辅助机构自动化控制系统中的应用

罗余庆

(四川水利职业技术学院 电力工程系, 四川 成都 611231)

**摘要:** 传统的轮船辅助机构自动化控制系统存在智能化程度低的缺陷, 为此提出 PLC 技术在轮船辅助机构自动化控制系统中的应用研究。首先对 PLC 的具体应用进行阐述, 主要介绍其在顺序控制、开关量控制、存储器与处理器中的应用; 利用顺序功能图来编制轮船微处理器和存储器程序运行步骤, PLC 会根据 PC 端的操作发出相应的操作指令, 对开关进行控制, 保障系统运行安全同时节省人力, 同时 PLC 控制轮船步进各个组件, 使脉冲信号、频率、脉冲数控制更加方便快捷; 其次根据 PLC 在轮船辅助机构自动化控制系统中的具体应用提出相应的应用措施, 为轮船的稳定航行提供保障。

**关键词:** PLC; 轮船辅助机构; 自动化控制; 应用

**中图分类号:** F272

**文献标识码:** A

**DOI:**10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.013

## 0 引言

近几年, 我国海上运输行业发展迅速, 因此, 海上的轮船数量逐渐的增多<sup>[1]</sup>。在轮船的航行中, 其辅助机构是保障轮船稳定航行的基础和关键。随着技术的不断更新, 现今轮船辅助机构采用的是自动化控制系统, 但是该自动化控制系统中仍存在很多问题需要解决。PLC 技术的出现, 为解决传统轮船辅助机构自动化控制系统中存在的问题提供了可能, 该技术现今已经被多个领域所应用, 得到了大众的认可, 对 PLC 技术在轮船辅助机构自动化控制系统中的应用进行研究与分析, 为轮船的稳定航行提供更有利的支撑。

## 1 PLC 的具体应用

PLC 在轮船辅助机构自动化控制系统中的应用可以提高轮船辅助机构的控制效果, 从而保障轮船的稳定航行。在现今时代, 轮船辅助机构自动化控制系统由于引入了 PLC, 其与海上运输行业的发展更加适应。

### 1.1 PLC 在顺序控制中的应用

PLC 全称为可编程逻辑控制器, 其实质是可编程的存储器, 该技术可以执行用户发出的指令, 例如顺序控制、计数、逻辑运算与算术操作等, 采用数字或模拟式的形式对指令任务进行输出, 以上述过程来控制机械或者生产过程<sup>[2]</sup>。近几年, PLC 技术得到发展, 为了其可以发挥更加有效的作用, 将其与计算机等技术进行有机结合, 被很多领域广泛应用。该技术不但可以对程序进行完善, 还可以自行对控制程序进行编写, 从而达到良好的控制效果。PLC 与轮船辅助机构自动化控制系统有着紧密的连接, 具体连接结构如图 1 所示。

在轮船辅助机构自动化控制系统中, PLC 主要应用在顺序控制中。轮船辅助机构自动化控制系统主要采用的分层式结构, 该系统主要由传感器、控制器与主站层组成。操作人

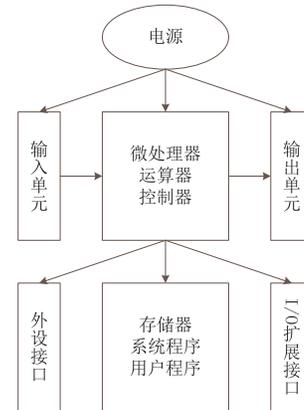


图 1 PLC 与轮船辅助机构自动化控制系统连接结构图

员在对系统进行操作时, 只需要通过 PC 端进行控制即可, 极大的简化了操作人员的工作流程与工作量, 使轮船辅助机构自动化控制系统的运行效率得到了大大的提升。

### 1.2 PLC 在开关量控制中的应用

传统的轮船辅助机构自动化控制系统中, 主要是采用继电器对断路器进行控制, 以此来保障该系统的安全运行。但是继电器中连接点过多, 非常容易发生触电安全故障, 对该系统的安全构成了极大的威胁, 对系统的可靠度也产生着威胁。通过 PLC 的应用, 取代了继电器的应用, 采用 PLC 对系统的断路进行控制, 从而提高了系统的安全性与可靠性。

PLC 在开关量控制的应用, 极大的简化了操作人员的工作流程与工作量, 操作人员只需要进行简单的 PC 端操作, PLC 就会根据 PC 端的操作发出相应的操作指令, 对开关进行控制。在开关量控制中, PLC 的应用可以很大的降低系统故障率, 为该系统的安全以及可靠提供有力的保障作用。

收稿日期: 2018-11-06

作者简介: 罗余庆 (1977-), 男, 硕士, 讲师, 研究方向为机电一体化、自动控制。

### 1.3 PLC 在步进控制中的应用

步进控制是轮船自动化设备经常用到的一种控制传动机构，当设备接收到输入脉冲，依照各个脉冲转动角度实现对轮船机电自动设备控制传动，若为 PLC 增加功能扩展模块，就会增加成本，为此设计一种 STEP 7-Micro/WIN 位置控制向导来实现 PLC 控制轮船步进自动化设备。为了配合步进控制系统工作，许多 PLC 内置脉冲输出功能，并设置了相应的控制指令，可以对步进设备进行控制，较传统的步进控制方式而言，PLC 实现步进控制可减少系统工作量，各个接口能够匹配上，提高运行设备的可靠性。

### 1.4 PLC 在存储器中的应用

PLC 主要是以计算机技术为基础的，其存储器结构主要分为系统程序存储器与用户程序存储器，系统程序存储器的作用是存储系统软件，用户程序存储器的作用是存储应用软件。PLC 具有强大的存储器结构，其存储量非常大，该优势可以为轮船辅助机构自动化控制系统提供足够大的存储空间，不但可以存储轮船辅助机构自动化控制系统的历史数据，还可以为现有程序进行编写，为轮船辅助机构自动化控制系统的故障排查提供数据支撑。

### 1.5 PLC 在处理器中的应用

将 PLC 引用到轮船辅助机构自动化控制系统中后，可以使该系统的智能化程度提高。PLC 技术是以计算机技术为基础的，其极大的提升了轮船辅助机构自动化控制系统的响应速度与效率。PLC 主要是利用系统软件采用串行模式对轮船辅助机构进行控制。处理器是轮船辅助机构自动化控制系统的核心部分，控制着整个系统，可以根据处理器数据判断该系统的运行状态。PLC 的应用可以将判断系统运行状态的指标编入控制程序，这样就可以通过该技术直接对系统的运行状态进行判断，不需要对系统处理器的数据进行采集与分析，极大的简化了系统运行状态判断的步骤，也节省大量的人力与物力，在 PLC 的应用下，轮船辅助机构自动化控制系统的智能化程度将会逐渐增加。

## 2 PLC 的应用策略

PLC 在轮船辅助机构自动化控制系统中的应用还处于初级阶段，仍然存在很多待解决的问题，也还有很多未开发的领域。对其进行研究与分析非常有必要。根据轮船辅助机构

自动化控制系统的具体要求，提出 PLC 在轮船辅助机构自动化控制系统中的应用策略。

### 2.1 PLC 技术的应用推广

PLC 在轮船辅助机构自动化控制系统中的顺序控制和开关量控制的应用已经取得了很大的成功，对该系统的安全与可靠性提供了有力的保障。但是在该系统很多部分还没有应用该技术，对于现今的轮船辅助机构自动化控制系统来说，要适应社会的需求，提升自身系统的运行效率与安全性，需要将 PLC 的应用逐渐的扩展到整个系统中。例如，在辅助机构自动化控制系统的顺序控制中，采用 PLC 实现了该部分的全自动控制，减少了操作人员的数量，提升了该系统的整体效率。

PLC 在开关量控制中的应用也比较成熟，将 PLC 应用到开关量控制可以使系统的提高响应速度、提升系统的可靠性。同时，PLC 技术可以对突发性的系统故障进行及时响应与处理，不会对系统中的设备产生损害，极大的保障该系统设备的安全。要对 PLC 技术的应用进行推广，为轮船的安全、稳定航行提供保证。

### 2.2 重视 PLC 技术的控制应用

轮船辅助机构自动化控制系统是轮船航行的主要系统，实现 PLC 在轮船辅助机构自动化控制系统中的应用可以扩大 PLC 的应用市场空间。在理论上，PLC 的应用可以取代传统轮船辅助机构自动化控制系统中的继电器等控制设备，传统的控制设备普遍存在接线口众多、触电安全事故频发的缺陷，通过该技术的应用，极大的改善了这种情况，提升了轮船航行的可靠性。

## 3 结语

文章主要分析了 PLC 技术在轮船辅助机构自动化控制系统中的应用，根据具体应用提出了 PLC 的应用策略，为轮船的稳定航行提供有力的支撑。

## 参考文献

- [1] 黄智英, 柴春花. PLC 在电气自动化控制系统中的应用 [J]. 电子技术与软件工程, 2017,12(17):138-139.
- [2] 贺剑. PLC 技术在电气设备自动化控制系统中的应用 [J]. 中国新技术新产品, 2017,23(14):5-6.

[引用格式] 李少坤, 李孝元. 基于粒子群算法的船舶数控机械优化控制 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 45-46.

# 基于粒子群算法的船舶数控机械优化控制

李少坤, 李孝元

(武汉工程科技学院, 湖北 武汉 430200)

**摘要:** 本文提出了基于粒子群算法的船舶数控机械优化控制方法, 构建了船舶数控机械优化的约束参量模型, 通过粒子群进化方法开展了船舶数控机械优化参数的自适应寻优。将粒子种群的适应度最小方差作为约束条件, 最终得到船舶数控机械优化控制参数的最优解。以此来进一步指导船舶数控机械优化设计。最后, 进行仿真实验分析, 得出本文所设计的基于粒子群算法的船舶数控机械优化控制能有效的提高其关联约束参量的寻优能力, 且稳定性和适应性较高。

**关键词:** 粒子群算法; 数控机床; 船舶; 参量模型; 计算技术;

**中图分类号:** G642

**文献标识码:** A

**DOI:**10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.014

## 0 引言

粒子群算法 (Particle Swarm Optimization) 作为一种新兴的进化计算机技术, 在运行过程当中具有自身的独特优势。粒子群算法是由 E-berhart 和 Kennedy 于 1995 年提出的。粒子群算法不仅仅保留了传统的基于种群的全局搜索策略, 同时它还采用了较为简单的速度位移模型。粒子群算法以其特有的记忆能力能够有效的使其可以动态化的跟踪当前的搜索情况, 从而更好的调整其搜索策略。除此以外, 粒子群算法还具有较高的鲁棒性和并行搜索能力, 并且粒子群算法在搜索过程中无需借助于其它的问题特征信息<sup>[1]</sup>。粒子群算法作为一种高效、高质的并行搜索算法, 它非常适用于复杂环境当中优化问题的求解。早在 1999 年, 美国著名学者 Chapman 和 Moor 便在他们尚未公开发表的文稿当中提出了粒子群算法能够求解多目标优化问题, 并且将其称之为 MOPSO 算法。目前, 粒子群算法已经被广泛的应用到图像处理、化工、机械、运筹学、电力以及经济学等领域当中, 研究的内容也主要集中在自适应算法、参数选择、多种群结构、拓扑的结构形式以及理论和应用等诸多个方面, 且均取得了较好的应用效果。

## 1 基于粒子群算法的船舶数控机械优化控制研究

本文提出了基于粒子群算法的船舶数控机械优化控制问题的两阶段求解思路, 首先将多目标粒子群优化算法和粒子群决策方法有机的结合起来, 以此为基础讨论船舶数控机械论证中的优化问题和决策问题<sup>[2]</sup>。其次, 对于多目标优化问题, 使用基于排列图基础之上的占优的多目标粒子群算法来进一步求出其多目标问题的最优解; 与此同时, 利用距离理想解最近的决策方法来对最优解集合进行排序。

船舶数控机械优化控制中, 型材尺寸和板厚等主要设计变量均属于离散变量, 并且, 它们的约束也相对较为复杂, 线性程度相对较高。而对于复杂的船舶数控机械, 其设计变量与约束性能之间往往没有较为明显的函数表达式, 除此以

外, 梯度法、线性规划法等传统优化算法都需要应用目标函数导数等函数信息来进行优化, 因此, 它无法用以求解复杂的船舶数控机械优化问题。为此要将粒子群算法应用到船舶数控机械优化问题算法当中, 建立一个基于粒子群算法的船舶数控机械优化控制<sup>[3]</sup>。

### 1.1 多目标粒子群优化和求解

粒子群是由一系列随机生成的粒子所构成。一般情况下, 粒子都是在搜索空间中做自由运动, 且每一个粒子的位置都代表着其优化问题的可能解。因此, 在粒子的搜索过程当中, 由于目标函数所决定的适应度值被作为评价粒子位置优劣的主要因素, 因此, 在每一次的迭代过程当中, 每一个粒子都要根据自身与群体的飞行经验来不断的更新自身的速度以及自身的飞向和位置, 从而最终趋向于问题最优解。

对于总共有  $n$  个目标函数, 有 1 个优化变量和  $J$  个不等式约束以及  $I$  个等式约束的多目标粒子群最小化优化问题, 一般情况下可以表述为如下形式, 即:

$$\text{Min}F(x)=[f_1(x), f_2(x), f_3(x), \dots, f_n(x)],$$

$$x=[x_1, x_2, x_3, \dots, x_n], \quad (1)$$

$$h_i(x)=0, i=1, 2, 3, \dots, I, \quad (2)$$

$$g_j(x)<0, j=1, 2, 3, \dots, J, \quad (3)$$

在多目标优化当中, 由于各个目标之间存在着相互冲突的问题, 因此, 很难找出一个具有真正意义上的最优解。因此它都是以一些列解为存在, 其特点也至少是存在于一个目标, 这个目标优于其它所有目标的解。而这个解便被称之为非支配解, 或者是被称之为 Pareto 解, 而这些解的集合便是 Pareto 最优解集。在研究基于粒子群算法的船舶数控机械优化控制时, 首先要解决 求解多目标优化问题, 也就是首先要

收稿日期: 2018-11-22

作者简介: 李少坤 (1984-), 男, 硕士, 研究方向为机器人技术。

求得优化问题的 Pareto 最优解集<sup>[4]</sup>。

在求得优化问题的 Pareto 最优解集时还要依靠公式 (1) 计算求得。通过计算能够有效的获得优化问题的 Pareto 最优解集。以此来为下一步的粒子群算法寻优做好铺垫。

1.2 粒子群算法寻优

在粒子群算法当中，粒子一般都是在超微搜索空间飞行。假如一个微粒群当中有  $m$  个微粒所组成，且每一个微粒都代表着  $D$  维空间中的一个解，第  $i$  个微粒空间的位置是  $x_i=[x_{i1},x_{i2},\dots,x_{iD}]$ , $i=1,2,\dots,m$ ；而第  $i$  个微粒其所经历的一个最优位置被称之为第  $i$  个微粒的历史最优位置，这一历史最优位置被记做为  $pi=[pi_1,pi_2,\dots,pi_D]$ ，除此以外，第  $i$  个微粒的历史最优位置还被称之为个体最优微粒，据此可以得出所有微粒所经历过的最优位置<sup>[5]</sup>。在进行基于粒子群算法的船舶数控机床优化控制研究时，还应根据速度更新公式和微粒的更新公式来分别计算出微粒的运行速度和更新速度。

对于船舶数控机床优化控制研究还需要考虑粒子群算法解的数量、解的精确性以及解的均匀性等问题。由于船舶数控机床优化控制问题本身的解集是由一个非占优解所构成的，因此，在求解过程当中可以针对公式 (1) 进行拓展，以此来进一步求解多目标优化问题，除此以外还需要考虑以下几个问题：首先是个体极值与粒子群全局极值的选取问题；其次是在 2 个粒子之间如何判断出最优粒子；除此以外，在粒子群算法当中如何保持粒子本身的多样性；最后，是否要对粒子进行扰动<sup>[6]</sup>。基于上述问题，本文采用了一种选择领导的方法，它有效的改进了粒子群算法的多样性和收敛性，同时也在一定程度上解决了上述难题。

除此以外，对于多目标船舶数控机床优化问题的求解，还要加上一个决策环节。当粒子群算法求出最优解集之后，还应该根据设计者本身的偏好来挑选出一个最终的最优解或者折衷解。在已有的诸多决策方法当中，本文使用了距离理想解最近的方法，通过距离理想解最近的方法来获得粒子群算法解的排序<sup>[7]</sup>。

本文所设计的粒子群算法解排序流程，主要对其工具箱做了以下修改。首先，修改了速度位置处的更新公式，以此来使其更能够适应于离散变量的优化；其次，增加了提取分析结果和修改命令流文件的模块；同时，还定义了惩罚函数。

表 1 实验对比数据

传统算法			基于粒子群算法		
变量	初始值	优化值	变量	初始值	优化值
$X_1/cm$	117	119	$X_9/cm$	114	121
$X_2/cm$	115	118	$X_{10}/cm$	211	123
$X_3/cm$	117	118	$X_{11}/cm$	341	141
$X_4/cm$	118	115	$X_{12}/cm$	462	321
$X_5/cm$	1113	117	$X_{13}/cm$	347	245
$X_6/cm$	115	119	$X_{14}/cm$	752	234
$X_7/cm$	116	119	$X_{15}/cm$	421	421
$X_8/cm$	115	113	$X_{16}/cm$	421	421

除此以外，在进行粒子群算法计算时，为了使目标函数尽可能小，在计算过程当中可以先分别求出目标函数的最小值，在此基础之上在让各个目标函数尽量去接近各自极小值，以此来获得原来问题的最终解。

2 实验论证分析

为保证本文提出的基于粒子群算法的船舶数控机床优化控制的有效性，进行了此次实验论证。此次试验以某一船舶数控机床模型为实验对象进行了优化，进行了对比实验。在实验当中，每代粒子群数目均为 100，同时使用惯性权重递减的策略，其初始惯性权重均为 1.9，其最终惯性权重均为 0.9。通过实验得到了如表 1 所示的优化解。

可以看出，在上述 2 种算例当中，传统的算法与本文所研究的基于粒子群算法在优化过程当中，前期都出现了目标函数下降的驱使。然而，随着优化过程的进行，本文所研究的基于粒子群算法先于传统算法找到全局最优解，且速度快了将近 54%，这在一定程度上表明本文所研究的基于粒子群算法收敛性更高，且能够有效的应用到船舶数控机床的优化控制当中。

通过此次实验分析可以发现，本文所研究的基于粒子群算法的船舶数控机床优化控制方法，其算法的收敛性更高，且能够优于传统算法找到全局最优解，且速度较快，与传统算法相比快了约 54%。

3 结语

本文建立了基于粒子群算法的船舶数控机床优化控制方法，在方法设计过程当中构建出了船舶数控机床优化的约束参量模型，同时利用粒子群进化方法开展了船舶数控机床优化参数的自适应寻优，最终得到船舶数控机床优化控制参数的最优解，实现了船舶数控机床优化控制。通过研究发现，本文所设计的基于粒子群算法的船舶数控机床优化控制方法其稳定性和适应性都相对较高，同时还具有较高的应用价值。

参考文献

[1] 李众, 郭丹丹. 基于粒子群优化算法的船舶动力定位云模型控制器设计 [J]. 计算机测量与控制, 2014, 22(12):3960-3963.  
 [2] 李瑞, 汪骥, 韩小岗, 等. 基于粒子群算法的船体分段吊装方案优化设计方法研究 [J]. 中国造船, 2016, 57(3):185-197.  
 [3] 孙如祥, 邓朝辉, 邓国斌, 等. 进化粒子群优化算法在船舶纵向运动参数辨识算法设计中的应用 [J]. 舰船科学技术, 2017,39(4A):13-15.  
 [4] 杨敬东, 何瑞峰, 刘文彬. 基于遗传粒子群算法的长江水系货多用途船结构优化 [J]. 重庆电力高等专科学校学报, 2018(1):121-123.  
 [5] 薛彩霞, 袁伟, 俞孟燕, 等. 遗传粒子群优化算法在船舶动力定位控制中的应用 [J]. 中国舰船研究, 2016, 11(4):111-115.  
 [6] 刘乐, 高海波, 缪光辉, 等. 基于 PSO 优化模糊控制的船舶能量管理策略研究 [J]. 武汉理工大学学报, 2017(3):32-37.  
 [7] 戴运桃, 刘利强, 李英. 基于分阶段粒子群优化算法的船舶横向运动水动力参数辨识 [J]. 船舶力学, 2011, 15(10):1090-1096.

[引用格式] 赵文丽, 肖建良, 李海涛. 船舶 IP 数字广播系统设计与分析 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 47-48, 36

# 船舶 IP 数字广播系统设计与分析

赵文丽<sup>1</sup>, 肖建良<sup>2</sup>, 李海涛<sup>1</sup>

(1. 大连中远海运重工有限公司, 辽宁大连 116113; 2. 大连理工大学 城市学院, 辽宁大连 116600)

**摘要:** 数字化, 网络化, 信息化是大势所趋, 广播系统也不例外。目前, 陆上的广播系统已经逐渐改造更新为基于 IP 的数字广播系统。而船用的广播系统还在使用模拟广播, 由于模拟广播系统的局限性, 很多新造船项目船东更倾向于选用数字广播系统。本文提供了一个船舶 IP 数字广播系统设计案例, 思路清晰, 方案可行, 可供船舶电气设计人员参考。

**关键词:** 船舶, IP 数字广播, 设计, 分析

**中图分类号:** TN912.14, U675.79

**文献标识码:** A

**DOI:**10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.015

## 1 概述

广播系统是船舶必备的公共广播及消防报警系统, 日常用于公共广播、播发通知或播放背景音乐等。在发生火灾及其它灾难事故时切换为紧急广播, 用于发布警报、指导船员疏散、事故警报的解释、警报解除和统一指挥等。通过自动切换装置和紧急广播控制系统可以实现正常广播与火灾紧急广播之间的相互切换, 火灾紧急广播能自动或人工播放。

传统上, 船舶广播系统用模拟信号传输, 需按照阻抗与功率匹配的原则进行配置, 在应用上存在不足与局限性, 主要体现在<sup>[1]</sup>:

- 1) 模拟信号经较远距离的传输后, 会产生信号衰减和噪声干扰, 音质受到损害, 收听效果差。
- 2) 同一总线内的广播信息完全相同, 无法实现动态分组广播和单点广播。
- 3) 对于需要重复播报的信息, 如文本信息、邮件信息等, 需要播音员人工介入, 智能程度差。
- 4) 布线缺乏灵活性, 无法通过简单的处理, 改变线路的功能, 即不能灵活分区分组广播。
- 5) 必须铺设专业的音频线路, 一旦铺设好就很难更改, 且音频线路容易受到干扰。

基于 IP 的数字广播系统是一套基于 TCP/IP 协议的纯数字化音频广播系统, 以现有的局域网综合布线为基础, 真正实现数字化音频广播、直播、点播, 并借助局域网的优势, 可以突破传统模拟广播系统的内容局限、空间局限和功能局限等, 并具有以下几方面的优点:

- 1) 可以用软件实现广播系统中除功放机以外的所有功能环节, 无须周边设备支持。
- 2) 内置数码广播矩阵, 多个音频输入通道, 多个虚拟分区输出通道可互不干扰地自由组合切换。
- 3) 可以内置海量的节目源, 长时间不重复使用, 且具备点播功能。
- 4) 可以实现单点播报, 单点寻呼, 灵活分区广播, 实现

智能化的调度广播等。

5) 配备 TTS (文本转语音), 可以实现文本自动播报。

6) 基于 IP 分段, 可以将数字广播与局域网数据分配到不同的 IP 段, 实现隔离。

从模拟广播系统转向数字广播系统, 将是大势所趋。以下将以某船为例, 设计一套基于 IP 的数字广播系统。

## 2 系统组成

基于局域网的数字广播系统主要由广播服务器、广播控制器、网络数字编码终端、广播管理工作站、室内数字音箱、室内吸顶喇叭、室外防水音柱、局域网线缆等组成, 如图 1 所示。



图 1 IP 数字广播系统结构图

**广播服务器:** 能提供海量节目存储, 实现节目编排, 并播放节目。

**广播控制器:** 为广播系统核心设备, 提供广播分区矩阵, 广播控制, 火灾报警, 紧急广播, 总动员等应急切换功能。

**网络数字编码终端:** 将外接的音源信号转换成数字音频信号, 通过网络传输, 实现实时播放功能。

**收稿日期:** 2018-11-04

**作者简介:** 赵文丽 (1966-), 女, 工程师, 研究方向为船舶电气自动化。

广播管理工作站：实现整个广播系统的管理，节目编排，节目录制，紧急播音等。工作站还可以将传统的音频文件，如磁带、录像带、CD等，通过采集压缩，转换成数字节目存储到广播服务器中，以便需要时播出。

室内数字音箱：用于室内大空间、大功率的场所。

室内吸顶喇叭：用于室内小空间，船员房间、走廊、储藏室、卫生间等场所。

室外防水音柱：用于室外大空间，有水密功能。

局域网线缆：用于船舶整个局域网系统的综合布线系统，一般采用高等级屏蔽双绞线。

整个广播系统是个纯数字化系统，需要在硬件软件相结合的状态下工作。广播服务器、广播控制器、管理工作站、网络数字编码终端等都必须配置专用的软件，才能正常工作。

### 3 系统设计

IP 数字广播系统是基于 TCP/IP 局域网的，在进行局域网布线时就要考虑将来广播系统扬声器的布点，广播系统的设计人员与综合布线系统的设计人员需要相互配合，确保将来应用于广播系统的信息点足够用。广播系统每一个扬声器的安放位置可以用综合布线系统中的一个信息点来代替，在进行计算机网络信息点统计和路径设计的时候，把扬声器的布点纳入考虑即可。

扬声器的布点设计主要考虑声压级，国际海事组织( IMO )的《国际海上人命安全公约》( SOLAS )对广播系统的声压级有具体要求：

在船舶内部和外部的总动员报警声压最小为 80dB，并且高于环境噪声 10dB。该环境噪声应为船舶在中等天气情况下正常航行时的噪声。在房间睡觉位置和浴室，其报警声压至少为 75dB，且高出环境噪声 10dB。

根据《国际救生设备规则》(LSA)规定，船舶在正常状态下航行时，广播应急通告的最小声压等级应该满足以下要求：

内部处所 75dB，并应至少高于讲话干扰标准 20dB，外部处所 80dB，并应至少高于讲话干扰标准 15dB。根据上述 2 个公约要求，进行广播系统扬声器的布点设计时，就要考虑各个位置扬声器的功率大小和布点位置。考虑到人耳还存在着掩蔽效应，当一个声音高于另一个声音 10dB 时，那个较小的声音就会被掩蔽，难于被听到和理解。由于掩蔽效应的存在，当噪声级到 70dB 时，面对面谈话就很有困难。如果在 90~100dB 的环境中，即使近距离讲话也无法听清，噪声干扰十分严重。因此，在机舱这样的大噪声环境中设计扬声器布点时要特别注意<sup>[2]</sup>。

在实际设计中，到底什么地方该布置扬声器，什么地方不用布置。既能节省费用，还能满足 IMO 的要求，需要仔细斟酌，必要时可以咨询船级社。一般来说，客船的要求要高很多，货船的要求稍低一些。根据 CCS 的解释：蓄电池室、油漆间、储藏室、甲板上电控室、二氧化碳室、空调机室、洗衣间、烘衣间、被服间、消防用品室、通导设备室、木工间、甲板储物间、干货库、蔬菜库、甲板面液压泵间、应急发电机室等位置，可以不布置喇叭。而机舱、梯道、机舱脱险通道、轮机部更衣室等这样一些位置就必须布置<sup>[3]</sup>。

本案例中，在生活楼每个住人房间应放置一个 2W 吸顶式扬声器，卫生单元里放一个 0.5W 的防水吸顶式扬声器，梯

道放置 2W 吸顶式扬声器，走廊等可放 2~4 个 2W 吸顶式扬声器，其他一些公共处所，如办公室、餐厅、娱乐室等一般放置 2 个 2W 吸顶式扬声器，消防控制站放置 2 个 2W 壁挂式扬声器。救生艇处外梯道等处放置一个 5~10W 的防水扬声器即可。

机舱的情况比较特殊，需要仔细分析，根据不同的船型，选取合理的布置点。机舱噪声很大，对扬声器的部署影响较大。表 1 为某船在航行过程中主机 MCR 工况下对机舱各处环境噪声的测量结果<sup>[2]</sup>。

表 1 机舱各处环境噪声实测值

机舱测量位置	机舱二平台工作间	发电机平台(中间)	净油机	主机平台前端	艉轴处	舵机室
实测噪声 /dB	81.7	104.1	87.8	101.2	90.4	98.4

由表可知，在机舱各处，公约要求的室内 80dB 声压级是不够的，至少要达到 110 声压级才比较可靠。为了保证机舱各处的声压级满足 IMO 公约要求，应该在集控室设置 2 个 2W 吸顶式扬声器；各平台的楼梯口处放置一个 10W 的扬声器；各平台放置多个 5~10W 的扬声器；机修间、电工间等各放一个 5W 的扬声器。舵机室放置 2 个 10W 的扬声器，货舱通道根据水密门分割情况配置多个 5W 扬声器。舷桅和艉部系泊甲板等处至少 2 个 10W 防水扬声器。通过这样的配置，应能基本满足规范对报警和应急喊话的要求。实船实测中，如果不能满足，如有冗余信息点，可以临时增加同功率扬声器一个。考虑到机舱设备较多，声音易被反射，有些地方仍然有可能听不到广播。为此，在机舱处仍然需要设置多个报警灯柱以及报警汽笛。另外，由于网络布线比较灵活，可以在机舱各处多布置一些信息点作为冗余，任意一个信息点都可以用来连接扬声器。

### 4 系统分析

基于船舶局域网，满足 TCP/IP 协议的船舶 IP 数字广播系统，本质上已经是一个计算机网络系统，所有连接上该网络的设备，都是网络设备。每个设备都有以太网接口，固化有 MAC 地址，可以在全网范围内被寻址，是一个自带 CPU 的智能化设备。例如，吸顶数字喇叭、室内数字音箱、室外水密数字音柱等（统称网络数字喇叭），其内部结构原理如图 2 所示<sup>[1]</sup>。

网络数字喇叭采用全数字化信号传输，全面支持 IEEE802.3af 供电方式（POE 供电模式），仅需一根网线连接，既能传输广播信号，又可以给扬声器供电，施工简单、成本低廉。

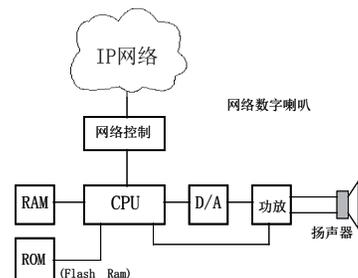


图 2 网络数字喇叭原理图 (下转 36 页)

[引用格式] 谢光能. 铝合金在船舶和海洋工程中的有效应用 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 49-50.

# 铝合金在船舶和海洋工程中的有效应用

谢光能

(英辉南方造船(广州番禺)有限公司技术中心, 广东 广州 511431)

**摘要:** 铝合金不仅质量较轻、具有较强的耐腐蚀性, 而且还具有较高的强度, 因此, 在船舶与海洋工程中得到了广泛应用, 从而在一定程度上促进了船舶与海洋工程的飞速发展。为此, 人们越来越重视相关铝合金在此领域中的应用。基于此, 文中重点分析了铝合金在船舶和海洋工程中的有效应用。

**关键词:** 铝合金; 船舶; 海洋工程; 应用

**中图分类号:** TN912.14; U675.79

**文献标识码:** A

**DOI:**10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.016

## 0 引言

船舶制造质量和性能往往会受到多方面因素的制约, 其中, 制造所用材料的性能是一种最关键的因素, 所以, 选取制造材料的过程中需要对其耐腐蚀性和质量问题加以考虑, 特别是要注重减轻船舶的自重, 以此来加快船舶的行进速度, 减少能耗, 这也是目前船舶制造业的一个重要研究议题。此外, 由于铝合金具有的各种优点与造船业的发展要求相符合, 基于此, 开始广泛应用在船舶和海洋工业中, 并达到了理想的效果。

## 1 船用铝合金概述

就船舶而言, 由于船用铝合金无论是对强度、耐腐蚀性还是可焊接性均提出了相应的要求, 因此, 船用铝合金往往以铝-镁系合金、铝-镁-硅系合金与铝-锌-镁系合金为主, 其中, 在舰船上常常应用铝-镁系合金, 这主要是由于其它两系合金焊接完以后会大大降低其强度, 而且铝-锌-镁系合金焊接完以后还会降低其耐腐蚀性, 所以, 应该有选择性地采用这两系合金<sup>[1]</sup>。铝-锌-镁系合金常常应用在焊接以后能够进行热处理的组件, 铝-镁-硅系合金常常用作型材。根据不同的用途, 可以将船舶用铝合金划分成船体结构用与舾装用铝合金, 其中, 5083、5086 与 5456 是船体结构上常用的 3 种铝合金。

通常情况下, 船舶的工作环境往往对结构材料的力学和疲劳强度以及耐冲击性等方面提出了较高的要求, 然而, 强度较大的铝合金却无法兼具良好的防腐蚀性, 所以, 舰船上常常应用中强度的铝合金。

## 2 船用铝合金的耐蚀性

海水属于一种具有代表性的电解质溶液, 实际上, 铝合金在海水中发生腐蚀的过程就是电化学腐蚀过程。就铝合金的耐腐蚀性而言, 往往是由其表面钝化膜的完整性和破裂以后的自我修复能力所决定的, 由于海洋中的氯离子能够严重

损坏钝化膜, 造成其铝合金在海水中缺乏稳定性, 因此, 在局部较易发生点蚀与缝隙腐蚀等, 并且偶尔还可能出现晶间、剥落和应力腐蚀等现象。海水不会对 5000 系合金造成严重的腐蚀, 其中低镁合金的耐腐蚀性更强一些; 另外, 6000 系合金也具有较强的耐腐蚀性<sup>[2]</sup>。由于船用铝合金具有良好的韧性, 因此, 不易发生应力腐蚀。随着造船业的快速发展, 在速度与承载方面有所要求的船体构件的需求量正在日益增加。铝镁合金经过热处理以后无法强化, 只能采用加工硬化与微合金化的方式来提升此系合金的整体性能。由某研究院研制出来的新型非热处理强化的耐蚀可焊航系的 01575 合金的屈服强度是 300 N/mm<sup>2</sup>, 抗拉强度是 410 N/mm<sup>2</sup>。将微量元素添加到铝镁合金中以后, 在铝合金中产生 Al<sub>3</sub>Sc 相, 同母相铝共格, 存在着较大的共格错配, 所以, 对位错和亚晶发挥出了较强的钉扎作用, 进而限制了晶粒长大, 并且还发挥出了较强的扩散作用, 进而有效地提升了合金的再结晶温度。

## 3 铝合金在船舶与海洋工程中的应用

近几年内, 我国越来越重视海洋科学技术的发展以及海洋的经营与建设。另外, 由于材料在装备制造的发展过程中发挥着十分重要的作用, 因此, 铝合金开始广泛地应用在海洋工程中。

### 3.1 铝合金在民用船领域中的有效应用

从 19 世纪 80 年代开始, 铝合金就开始应用在了民用船领域当中, 其中, 由瑞士的 EcherWyss 公司所研制的湖上全铝汽艇能够容纳 8 人。然而, 由于当时所使用的铝合金不具有较强的耐腐蚀性, 因此, 造船业在铝合金的应用方面并没有获取到较好的效果。一直到 20 世纪 30 年代之后, 随着冶金工业的快速发展, 铝合金在造船领域中的应用价值才有所提高, 基于此, 耐腐蚀性较强的铝镁系合金和 6061-T6 合金应运而生。20 世纪 50~60 年代, 铝合金开始广泛应用在造船业领域当中, 在此过程当中, 最具有代表性的成就是铝-TIG 焊接技术的发展、5486-H32 和 5456-H32 铝合金板材的开发

收稿日期: 2018-11-21

作者简介: 谢光能 (1985-), 男, 工程师, 主要从事高性能船舶的设计与建造工作。

以及全铝铆接结构水翼艇的制成。20 世纪的 70~80 年代, 由于受到了多方面因素的影响, 铝合金在造船领域中的应用迎来了一个全新的时期<sup>[3]</sup>。与此同时, 不同型号的铝合金游艇也相继被制成。



图 1 采用 5000 系铝合金材料建造的双体船分段

### 3.2 铝合金在军事舰艇领域中的应用

船舶设计人员指出减轻船舶结构的重量既能够加快船速、节约操作成本, 同时还可以提升操作灵活性、增加行程、减少维护。为此, 从 19 世纪 20 年代开始, 铝合金在军事舰艇领域得到了广泛应用, 主要执行突击或者是搜救任务, 其中, 美国的军舰基本以铝合金为主。

### 3.3 铝合金在工作船领域中的应用

根据有关研究结果表明, 铝合金工作船的优点为使用时间较长、维护门槛低和行驶速度快等, 并且外力也不会对其造成严重的腐蚀。就已经退役的铝合金船只而言, 往往是由于制造技术不够先进而造成的, 并不是因为铝结构发生老化而导致。

### 3.4 铝合金在 LNG 货船上的应用

通常情况下, 海洋油气资源的运输距离往往较远, 因此, 远洋船运是一种最理想的运输形式。因此, 就当前而言, 液化天然气的输送基本采用远洋船运的运输形式。海洋油气资源运输需要使用韧性、强度和低温性能较高的 LNG 存储罐。然而, 在低温状态下, 铝合金的强度却会比常温状态下更高, 但是, 制造 LNG 存储罐的材料既要具有较强的耐腐蚀性, 同时还要具有较轻的质量。其中, 5083 铝合金是制造 LNG 存储罐过程中的一种常用材料, 特别是在 20 世纪的 50~60 年代, 日本在制造 LNG 存储罐时所使用的铝合金基本以 5083 铝合金为主。

### 3.5 铝合金在海上直升机平台搭建中的应用

钢是海上石油钻井平台的常用结构材料, 尽管钢的强度非常高, 但是由于其长时间暴露在海洋环境中, 因此, 较易出现锈蚀、使用时间短等现象。直升机停机坪是海上油气资源开发过程中的一项基础设施, 它主要用于直升机的起飞和降落, 是同陆地产生联系的中介。铝合金直升机平台主要是由底架和甲板块组成的, 型材截面像一个“工”字, 上下底板之间设置了带筋板空腔。运用了力学原理与铝合金材料的抗弯强度, 既符合了性能要求, 同时还减轻了自重。除此之外, 在海洋环境中, 采用铝合金直升机平台还较易维护, 具有较强的耐腐蚀性; 采取型材拼接手段, 无需焊接, 不存在焊接热影响区, 因此, 能够延长使用时间, 以防失效。

### 3.6 铝合金在船用码头修建过程中的应用

码头主要用来船舶的停靠, 构成十分繁琐, 因此, 对型材的强度、耐腐蚀性均提出了较高的要求, 然而, 铝合金的应用却能够较好地符合船用码头需求。其中, 6060、6005A 铝合金可以用来焊接码头过道、浮桥和跳板等, 5754 铝合金能够制造成浮坞<sup>[4]</sup>。另外, 在制造过程中可以不针对浮坞和结构采用化学或者是涂漆处理措施。

## 4 结语

综上所述, 现如今, 铝合金在船舶与海洋工程中已经得到了普遍应用, 由此可见, 结构材料在海洋工程的建设中发挥着不可小觑的作用。另外, 将铝合金作为船体材料, 不仅能够减轻船体结构的自重, 而且还加快了船速, 大大降低了能耗。除此之外, 因铝合金具有较强的耐腐蚀性, 所以, 在海洋基础设施的建设过程中也得到了广泛应用。由此可见, 海洋领域的发展为铝合金行业提供了广阔的发展空间。

## 参考文献

- [1] 陈琳. 铝合金管在船舶中的应用与发展 [J]. 科技创新导报, 2016(15):54+56.
- [2] 逢世勇. 铝合金在船舶和海洋工程中的应用分析 [J]. 建材与装饰, 2016(31):173~174.
- [3] 齐忠原, 巫瑞智, 王国军, 等. 铝合金在船舶和海洋工程中的应用 [J]. 轻合金加工技术, 2016(01):12~18.
- [4] 陈昊杰. 浅谈铝合金在船舶与海洋工程中的应用 [J]. 建材与装饰, 2017(30):218-219.

[引用格式] 银建华. 基于节能减排理念的暖通空调控制技术研究 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 51-52.

# 基于节能减排理念的暖通空调控制技术研究

银建华

(广西中烟工业有限责任公司, 广西南宁 545001)

**摘要:** 随着我国经济不断的发展, 国民生活水平不断提高, 环保意识也在逐渐增强。在现代建筑设计中, 暖通空调设计时也加入了节能减排的理念。让建筑使用性提高的同时, 为居民创造更舒适的居住环境。本文就基于节能减排的理念下暖通空调控制技术进行了分析, 旨为我国环保技术做出贡献。

**关键词:** 节能减排; 暖通空调; 技术

**中图分类号:** F272

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.017

## 0 前言

在可持续发展的背景下, 人们的环保意识逐渐的增强, 节能减排的意识也受到了大家的关注。面对激烈的市场竞争环境, 暖通空调也应该顺应时代的潮流, 加入节能减排的理念, 这样才能保持长久的竞争力。

## 1 暖通空调系统的概念

暖通空调系统是在空调结构的设计中将调温、通风、采暖结合在一起, 设计成一种综合性的系统装置。随着我国经济不断的发展, 国民生活水平的提高, 空调已经成为人们生活的必需品。它可以提高人们的生活质量, 是人们生活中不可或缺的一部分。在科技飞速发展的今天, 为了能提高暖通空调的性能, 更是将节能减排运用到暖通空调的设计中去, 更增加了它的实用性。不仅能对室内的温度和湿度进行调节, 还可以对环境进行保护。对社会的发展产生积极的作用<sup>[1]</sup>。

## 2 暖通空调中节能减排的现状

近些年来, 人们的环保意识不断增强, 环境保护和资源的可持续利用逐渐得到了大家的关注。节能减排的问题也被企业得到了重视。所以在可持续发展的背景下, 暖通空调设计的过程中也逐渐的加入了节能减排的理念。以 X 烟厂烟草库为例: X 烟厂烟草库后区醇化库是公司的自有仓库, 现存放烟叶 13 万担, 每天都有烟叶进出库作业。自 2007 年使用以来已有 11 年, 多年运行使库内设备设施存在老化现象, 主要存在以下问题。

### 2.1 暖通空调设计管理中出现的问题

暖通空调的设计过程中对设计的成果产生关键性因素就是设计人员的专业素质。只有设计人员具有较高的专业素质和较强的责任意识, 才能设计出令人满意的作品。与其他发达国家相比, 将节能减排这一观念引入到暖通空调在我国实行的比较晚, 这也就造成了在空调设计时缺少专业的人才, 有能力的设计人员非常的稀缺, 这就导致了在设计过程中埋

下了许多安全的隐患。有的设计人员没有经过专业的训练, 对空调所消耗的能源不能合理的掌握, 这也会造成空调实际工作时会产生大量的消耗。另外有的工作人员在工作的过程中, 没有按照相关的规章制度进行工作, 这就导致设计时出现不合理的现象。比如说, 造成室内安装设备的不合理从而导致因为温度的不合适而造成的能源过度浪费, 不能达到节能减排的目的<sup>[3]</sup>。

### 2.2 在设计过程中出现的问题

暖通空调设计的质量直接影响到空调的性能, 也会对节能减排产生重要的影响。但是, 在我国大多数的企业中都把空调设计的重点放在了空调的实用性与美观性上面, 并没有重点解决节能减排的问题。只是重视客户的需求, 没有考虑到保护环境的重要性, 这个问题是企业进行空调设计时需要解决的重要问题。在空调的设计过程中, 有的企业为了节约时间甚至会出现违规的操作, 这也会带来安全隐患, 降低工程的质量。

### 2.3 自动化物流系统作业效率不高

因设计初始设计设定原因及出入库需求的增加, 物流系统作业速度难以满足仓库出入库作业需求。目前设备正常情况下, 每天进出库也不超过 300 箱, 作业速度慢、效率低。

### 2.4 温湿度控制不均衡, 烟叶质量难控

高架库采用 3 台冷冻水型组合式空气处理机组进行温湿度调节, 该套调温除湿系统使用年限已久, 根据系统历史数据统计表明现设备难以满足库区正常的温湿度要求。

### 2.5 空气净化系统过滤排放指标不达标, 对周边环境存在安全隐患

仓库于 2008 年安装了 1 套硫酰氟过滤吸收系统, 基本解决硫酰氟熏蒸尾气排放时周边环境的安全问题。随着烟叶仓库安全和环保的要求越来越高, X 烟厂其余仓库已经逐步采用更为先进的设备配置, 相比之下, 目前的后区高架库配置的硫酰氟过滤系统的净化效率已经不能满足最新的环保要求, 对周边居民已经形成了严重的安全隐患。

收稿日期: 2018-11-08

作者简介: 银建华 (1989-), 男, 助理工程师, 研究方向为暖通空调。

## 4 暖通空调中节能减排的对策

### 4.1 调整空调系统性能系数

建筑设备中,暖通空调系统尤为复杂,其性能系数也需要进行合理的设计,从而有效控制能源的消耗。对于设计人员而言,仅仅要关注设计方案的质量,更要注重整体系数能否满足暖通空调系统要求,从而有效降低暖通空调功率,最终实现节能的目的。除此之外,安装暖通空调过程中,也应提高安装的创新性与合理性,综合考虑电力系统、冷却水系统。与此同时,更要考虑到温度、适度以及当地的整体气候,从而确保运行暖通空调时的节约与低能耗,不难看出,合理设计暖通空调节能系数大有必要。

### 4.2 运用变频技术

在暖通空调系统中运用变频节能技术,可在最大程度内降低系统能源消耗,通过灵活的运行模式实现节能减排作用。其次,还能够进一步优化暖通系统,健全系数不足之处。暖通空调系统运用变频节能技术的要点包括如下:1)设计暖通时,为了降低系统运行压力,延长使用寿命,将会存在一定冗余;2)运行暖通空调系统,其运行负荷将会受到建筑本身状况、气候变化、室外温湿度等条件的影响,而在科学运用暖通空调后,能够从实际需求出发,选择合理的工作频率,避免额定工作状态发生全负荷状况,继而实现节能减排目的。

### 4.3 提高系统控制水平

暖通空调通过控制风速、调节空气,最终为人们提供舒适的生活环境,这种舒适的感觉主要源自空气的温度和湿度的调节。传统空调控制过程中,并未设计到对空气风速、湿度的改变,整个设计方案缺乏全面性,营造的舒适感也极为有限。部分研究人员对热湿环境进行研究时发现,运用 SET 指标调试空调系统,能够提高 30% 的节能效果。为此,提高系统控制水平,也会相应实现节能减排目的。

## 5 暖通空调中节能减排的应用

### 5.1 节能减排在蓄冷和变频系统中的应用

在一般的城市,用电都分为高峰期和低谷期。这就可以采用蓄冷技术。不同的时期蓄冷技术会发挥不同的作用。在用电的高峰期,蓄冷技术会将水变成冰,实现蓄冷。在低谷期,会将冰转化成水。这样的操作不仅能缓解用电的压力,还能减少对能源的消耗,可以从根本上实现对环境的保护。在暖通空调使用的过程中,也会受到环境的影响,所以空调的使用频率应该控制在标准的范围内,从而实现节能减排的目标。

### 5.2 节能减排在新能源中的应用

在可持续发展的背景下,节能减排的观念深入人心。所以对暖通空调的设计时,应该加入对新能源的利用。常见的新能源有太阳能、风能、热能等。在一般的空调设计中都会运用到电能,那么设计师在设计的过程中可以利用太阳能等其他的新能源代替电能,从而实现节能减排的目标。另外,温控系统采用 16° 的工作介质,也可以为人们提供更舒适的生活空间,还可以降低能源的损耗<sup>[5]</sup>。

## 6 结语

综上所述,在暖通空调中加入节能减排的理念是时代发展的必然要求。本文从暖通空调系统的概念,暖通空调节能减排的现状、暖通空调中节能减排的问题及对策以及暖通空调中节能减排的应用进行了分析。从环保的角度出发,做好空调工程的节能减排工作。

## 参考文献

- [1] 孙浩. 暖通空调的节能减排优化设计 [J]. 中国高新技术企业, 2015(17):99-100.
- [2] 吴宏东, 赵永兴, 丘富强, 等. 暖通空调的节能减排创新路径研究 [J]. 城市建筑, 2014(20):182-182.
- [3] 高海波. 暖通空调中的节能减排优化设计分析 [J]. 低碳世界, 2017(18):172-173.
- [4] 崔海瑞. 暖通空调优化控制技术研究 [J]. 企业导报, 2016(3):47-48.
- [5] 陈伟平. 城市暖通空调的节能减排措施研究 [J]. 城市建筑, 2015(8):190.

[引用格式] 谢毅. 基于 ARM 的打桩船液压装置控制系统 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 53-54.

# 基于 ARM 的打桩船液压装置控制系统

谢毅

(中交路桥华东工程有限公司, 上海 201203)

**摘要:** 随着我国水上工程项目的逐渐增多, 打桩船的作用也越来越明显。打桩船主要运用于水中建筑打桩或者是拔桩的工程船舶。在打桩船中, 液压装置控制系统起着非常大的作用, 利用 ARM 技术来设置液压装置控制系统, 有利于在工程中更好的控制打桩船, 促进水上建筑工程的顺利发展。

**关键词:** 基于 ARM; 打桩船; 液压装置; 控制系统

**中图分类号:** F272

**文献标识码:** A

**DOI:**10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.018

## 0 引言

打桩船在水上建筑工程中发挥着重要的作用, 液压装置控制系统是打桩船上的重要组成部分, 为了促进打桩船顺利完成打桩作业, 需要对液压装置进行有效控制。本文首先对液压控制系统结构进行说明, 然后再对控制系统中的软件和硬件控制系统的设计结构分析, 希望通过本文的分析可以进一步提高液压装置控制系统在打桩船上的应用效果。

## 1 液压装置控制系统

液压装置控制系统是打桩船上的重要组成部分, 液压装置控制系统的好坏对提高打桩船的作业效果有着重要作用。液压装置控制系统主要是由两部分构成的, 一个是绞车制动液压系统, 另一个是吊锤绞车液压系统。在打桩船进行作业的过程中, 经常会出现“窜桩”的问题, 进而对落锤产生极大的影响。如果没有更好的设置液压装置系统, 对液压装置系统进行有效的控制, 就会致使打桩锤与替打会同时掉进水中, 打桩船也会因此受到极大的损害, 如果问题严重的还会对工作人员的人身安全造成威胁。

在自动化控制系统中, 其核心系统是嵌入式系统, 主要包含嵌入式软件和硬件 2 项基础设施, 嵌入式系统在打桩船的液压装置控制系统中发挥着重要的作用, 有利于提高液压装置控制系统对打桩船的有效控制。液压系统主要是通过改变压强来增加作用力的, 液压系统的可靠性比较高, 并且具有较大的功率密度, 配置也比较灵活, 液压系统在很多领域和工业生产中都得到广泛的应用。一个完整的液压系统至少需要 5 个部分的元件来构成, 这 5 个元件分别是液压油、动力元件、执行元件以及辅助元件和控制元件。液压系统主要是由液压传动系统和液压控制系统两部分构成的, 液压控制系统的作用主要是为了是液压系统的输出能够满足某种特定的性能要求, 尤其是动态方面的性能要求, 而我们经常说的液压系统主要也就指的是液压传动系统。

在打桩船的液压装置系统中包含有不同的输入输出系统,

在输入系统中, 有继电器、控制开关、数码开关、行程开关等等, 用这些设置来模拟输入信号。输出信号主要包括电机接触器、电液比例阀以及电磁阀等, 下面我们主要针对打桩船液压装置中的 2 个系统进行分析。首先是吊锤绞车液压系统, 主要包含有液压马达、压力补偿阀和电磁换向阀等。在打桩船进行打桩的作业中, 会很容易发生“窜桩”问题, 一旦发生“窜桩”问题, 就需要立即采取相应的制动措施, 否则

桩就会在击打的过程中出现突然断裂或者飞速下落的问题, 这就是我们所说的“落锤”。现阶段打桩船要想实现对绞车的有效控制, 避免出现落锤的问题, 就需要实现液压缸对常闭式控制器的有效控制。但是如果只通过人工的方式来实现这一目的有点困难, 这是因为一旦发生窜桩问题, 桩的移动速度是非常快的, 工作人员在观察的过程中需要一定的反应时间, 因此无法及时的察觉出来串桩问题, 等到工作人员察觉到问题再进行制动, 就会错过好的制动时机, 一方面会导致制动不成功, 另一方面即使制动成功, 也会使制动的过程中发生极大的冲击, 打桩锤在冲击力的影响下会发生损坏, 使打桩船受到破坏, 影响打桩船的正常运行。

## 2 基于 ARM 的打桩船液压装置控制系统分析

### 2.1 对液压装置控制系统硬件的设计和应用

首先是对硬件体系结构的设计。ARM 是由英国的 Acom 公司设计的具有低功耗, 低成本的一款 RISC 的微处理器, 它的全程是 Advanced RISC Machines, 这款微处理器本身就有 32 位设计, 并且配备有 16 位的指令集, 通常来说比等价 32 位代码能够节省到 35%, 并且靠一靠保证实现 32 为系统所有的优势。这款微处理器体积非常小, 而且在使用的过程中耗能比较低, 使用功能高。对寄存器进行大量使用, 能够使其处理速度、执行速度更加快速、便利。现阶段应用到打桩船上的液压装置控制系统硬件主要是在 ARM9 结构的基础上构成的 ARM926EJ 处理器, 这款处理器与其他的处理器相比具有很大的不同, 是一款加强型的 32 位 RISC CPU, 这款

收稿日期: 2018-11-06

作者简介: 谢毅(1984-), 男, 中级工程师, 研究方向为工程机械。

处理器可以满足不同打桩船液压装置不同输入输出格式的应用,因为处理其中同时包含有 CAN 接口、多路模拟接口以及标准的 RS232/485 接口等。在液压装置中设计嵌入式系统,并采用模块化的设计理念来对嵌入式系统进行设计,同时需要根据打桩船的实际作业情况来选择正确的模块,从而对该船的液压装置进行有效的控制。

其次是对液压装置控制系统硬件的主要模块进行科学设计。通信模块的设计主要是通过 3 个方面来构成的,分别是串口通信模块、CAN 总线模块以及 USB 接口模块,下面我们就来对这 3 种模块进行分析,首先是串口通信模块,此模块使用的是 ARM9TDMI 中自带的 UART 模块,应用这种模块需要对芯片中的电平进行转换,可以在选择硬件电路的过程中把 SP3232E 当做电源,从而对芯片进行转换。在设计 CAN 总线模块的时候,需要对芯片输出信号弱的问题进行分析,采取有效措施来控制芯片,可以选择用 PCA82C250 芯片,为总线提供充足的差动收发能力。在设计 USB 接口模块时,需要对接口进行科学合理的选择,可以选择用飞利浦的 PDIUSB12 芯片。

在整个硬件系统中,主要由 3 个部分来过程系统的输入输出模块。分别是控制信号的输入和输出、系统传感器模拟信号的输入。其中控制信号主要表示的是数字信号,传感器所需要的信号是经过调制后的模拟信号,所以使得控制信号的输出为 PWM 信号。芯片主要输出 PWM 信号,但是这种信号具有一定的缺陷,这种信号是不能直接对系统进行控制,需要应用具有大功率的电路,在大功率电路应用过程中,为了有效避免受到强电的干扰或者出现控制板的问题,可以在功率放大电路中加大对光耦隔离技术的应用。

### 2.2 对液压装置控制系统软件的设计和应用

在对液压装置控制系统的软件进行整体框架设计时,可以充分应用嵌入式系统结构,在符合各个组成部分的要求下来对软件程序进行设计。当启动系统上的电源时,液压装置控制系统软件各模块开始进行初始化运作,等各项初始化运作完成之后,就会正式进入工作状态。系统的运行是按照之前设置好的程序来进行运行的。其中最开始运行的数据采集通信及处理系统,需要保证能够及时获取液压装置的最新工作情况。当打桩船出现串桩问题,系统传感器就会及时的

发送串桩信号,并把信号发送到监控系统中,系统就会在接受到信号后自动启动液压制动装置,对打桩锤的动作进行控制和管理,规范打桩锤的行动范围和速度,避免液压装置受到破坏。

其次是移植 Linux 操作系统, Linux 操作系统是可以集多任务和多线程为一体,可以同时支持 32 位和 64 位的 CPU,并且在运行的过程中如果出现突发情况,可以及时的对操作系统进行修改和扩展,对其操作性能进行稳定。在打桩船中安置 Linux 操作系统软件可以实现对液压装置的有效控制,保证液压装置的正常运行。在开发和编写代码的过程中,可以先利用高级语言在 PC 机上进行编写调试,等调试过后再将程序编译成为能够进行识别的代码,这个过程可以通过交叉编译器来进行实现。当代码编写完成之后可以通过调试接口把代码传输给目标机 ARM926EJ,然后再进行测试,确保液压装置的可控制性。

### 3 结语

综上所述,打桩船是一种可以用于水下建筑打桩或者拔桩的工程船舶,这种船舶在水上建筑工程中起着非常的作用,所以需要保证打桩船在作业过程中的可靠性。在打桩船中,利用自动化控制系统加强对打桩船的液压系统进行控制可以保证打桩船运行的可靠性。打桩船在作业的过程中,经常会出现“窜桩”和“落锤”的问题,不仅对船舶造成危害,更严重的还会造成安全事故,影响水中建筑工程的正常开展。因此我们可以充分分析打桩过程中的“窜桩”和“落锤”问题,并根据打桩船的实际工作需求,在 ARM 技术的基础上对液压装置控制系统进行设计,充分发挥液压装置的控制性能,保证打桩船的正常运行。

### 参考文献

- [1] 程正祥, 陈小玉, 万会雄, 打桩船功率匹配及恒张力控制液压系统的设计与仿真 [J]. 船舶工程, 2018(2): 88-92.
- [2] 于娜, 杨志贤, 毛卫平, 船用多液动蝶阀启闭液压控制系统的设计 [J]. 机床与液压, 2016, 44(09): 114-118.
- [3] 李云庆, 周暖. 基于 ARM 的打桩船液压装置控制系统 [J]. 舰船科学技术, 2018, 40(8A): 205-207.
- [4] 徐陶. 用于打桩船液压装置的 ARM 控制系统 [D]. 上海: 上海海事大学, 2006.

[引用格式] 潘冲,张宁,杜浩. 船体建造过程中精度控制要点研究 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 55-56.

# 船体建造过程中精度控制要点研究

潘冲<sup>1</sup>,张宁<sup>2</sup>,杜浩<sup>1</sup>

(1. 江南造船(集团)有限责任公司, 上海 201913; 2. 上海外高桥造船有限公司, 上海 201913)

**摘要:** 众所周知, 船体建造是一个复杂的工艺过程, 对于建造过程也一直是外界比较关心问题, 其中的精度控制要点是结构技术中的重要点, 加强精度控制的要点分析是保障船体建造质量的重要保障, 实现整个精度控制的工程目标。本文通过对船体建造进度控制的重要意义展开分析, 系统地分析了船体结构的精度控制结构、基准线、抗变形能力、补偿量以及可供参考的统计项。

**关键词:** 船体建造过程; 精度控制; 要点

**中图分类号:** U673

**文献标识码:** A

**DOI:**10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.019

## 0 引言

船体施工精度管理是重要的造船技术之一, 通过船体精度控制可以保证船体尺寸误差在允许范围内, 保证船体速度, 载荷满足设计要求, 从而为船东的利益提供保障; 船体精度控制还可以减少造船过程中的修复和切割, 降低能耗, 减少现场装配工作, 缩短造船周期, 提高造船效率。因此, 加强船体结构精度控制具有重要意义<sup>[1]</sup>。

## 1 船体精度控制的重要意义

船体施工时, 具有船体施工周期长、施工工序多、变形条件复杂、累积误差大等特点。在船体建造过程中, 船体的主要尺寸和线性处于相对复杂的控制状态, 如果船体的精度不能得到有效的控制。船体建成后, 主要尺寸偏差较大。当船体的线偏差较大时, 会影响船体的速度。由此可见, 提高船体精度控制非常重要。通过船体精度控制, 保证船体的主要尺寸和线性在允许范围内, 保证船体的速度满足要求, 为船体的安全航行提供保障。船体精度控制还可以提高船厂的定位效率, 大大降低船体的施工时间; 船体精度控制, 保证接头间隙在允许范围内, 保证船体施工质量。

## 2 船体建造过程中精度控制要点

### 2.1 船体胎架精度控制要点分析

作为胎架的重要组成部分, 设计人员在实际设计工作中应对其精密结构进行全面的审查和分析。为了实施船体结构质量管理标准, 胎架设备结构的工艺参数非常重要。目前, 其主要应用是分段研究和现场拼接。只有从根本上提高分段结构的拼接效果, 才能在一定程度上提高船体整体设计效果。在利用胎架完成分段装配结构和连接机构的同时, 设计者还必须控制结构本身的精度, 以保证整个船体结构的稳定性。在精度管理中, 胎架的精度以毫米为单位进行测量, 尤其是弓形结构<sup>[2,3]</sup>。只有通过设计尺寸和直线平滑度的测量分析, 才能有效地提高整体节点结构的刚度参数, 保证胎架四角的

平衡, 减小水平面误差和变形, 提高整体精度管理水平。消除设计问题。值得一提的是, 在大多数设计结构中, 还需要对变形问题进行控制, 并采用抗变形控制方法, 为船体胎架进度控制点的全面实施提供保障。

### 2.2 船体合基准线精度控制要点分析

组合基准线(也称为基准参考线)在整个船体设计项目中起着关键作用。只有保证组合基准线的精度水平, 才能保证后续工作的全面发展, 在一定程度上提高船体的精度水平。就造船技术而言, 整个船体结构的应用价值直接取决于基准线的控制水平和装配效果。因此, 在每个装配过程中, 需要对零件, 分段结构和总截面结构进行灵活调试, 以确保设计结构和设计理念得到完善, 以满足实际需要, 为下面的综合开发奠定坚实的基础。另外, 在修改切除过程余量的参数和具体结构的过程中, 应综合考虑控制方法, 确保技术结构和转移精度控制系统的完整性符合实际需要。只有确保船体生产符合校准参数的要求, 并且施工图符合特定的设计要求, 水平参数和弯曲参数才能满足要求。设计标准可以真正提高其实际效果, 减少施工人员装配过程中的误差, 从根本上提高成本管理的价值, 并在一定程度上减少人力资本和物质资本<sup>[4]</sup>。

### 2.3 船体反变形精度控制要点分析

上面提到了抗变形控制的必要性, 在船体抗变形精度的整合和调试过程中, 还应提高具体设计的完整性。需要说明的是, 由于船体一般采用钢板结构, 为了完成施工, 必须适当切割或焊接钢板结构, 具体操作完成后, 钢板结构会出现相应的形变。只有建立和完善完整的抗变形机制和管理措施才能有效避免问题, 从根本上提高船体施工精度, 保证后续工作的全面发展和管理的优化。在船体建造项目中, 应系统地控制切割技术和焊接变形, 建立和完善关键管理框架, 以满足实际的发展和需求。一方面, 在钢板切割过程中, 要有效控制热量, 提高性能控制水平, 注重切削变形和加工变形的管理, 优化和协调温度因素和机械能引起的焊接变形。确

收稿日期: 2018-11-06

作者简介: 潘冲(1990-), 男, 助理工程师, 研究方向为造船工程管理。

保实际焊接效果的最优化。另一方面,还需要测量切割过程,库存尺寸过程和装配过程的准确性,以确保平均管理水平的优化并从根本上保持焊接水平。只有通过建立焊接技术,切割技术和设计技术的完整集成机制,才能有效提高设计方案和抗变形效果,保证设计结构的后续数值扩展和优化。采用支撑技术,可以保持抗变形效果,可以进行整体技术的全面创新,保证精度维护的真实性、有效性。

### 2.4 船体加放补偿量精度控制要点分析

对于船体设计和施工过程,额外补偿量非常重要,是一项重要的精密控制项目。利用额外补偿量可以改善传统的残余控制机制,确保船体的精度结构更符合实际设计参数,并保持其安全稳定。需要说明的是,在实际设计项目的建立和应用中,设计人员应有效调整和处理各个过程,确保钢材的利用效率达到标准,同时保证船体成本的整体经济效益。同时保持施工进度。在此基础上,在补充和释放补偿金额的精确控制过程中,应按照标准化原则有序开展相关工作。首先,为了确保设计参数的完整性,板结构的长度和宽度是一体的,并且板的长度与补偿成比例。另外,板结构的厚度与补偿成反比。其次,应对焊接机构和角焊缝进行处理,并使脚和补偿量成比例。只有保证焊接结构的致密性,才能真正发挥补偿效果。另外,应充分控制具体补偿量,确保相关质量控制结构和加工水平的优化,真正提高补偿量的完整性,有效降低实际操作难度,提高整体焊接效率和质量<sup>[5-7]</sup>。

### 2.5 船体精度控制统计要点分析

在建立整体精密控制机制的同时,应控制和整合生产效率,确保反馈信息的完整性,在一定程度上满足过程调整的要求,保证精度目标的完整性和数据处理的有效性。结合统计技术控制精度,保持整体设计参数的稳定性,为后续工作的全面发展提供保障<sup>[8,9]</sup>。只有将统计技术与特定的应用系统

联系起来,才能为后续工作的系统优化和升级奠定坚实的基础。

## 3 结语

船体结构精度控制对船体质量、速度和经济效益起着重要作用。因此,在船体建造过程中,必须加强精确控制管理,为船体的安全航行提供保障,从而有效地促进和谐社会的建设。综上所述,在现代船舶管理工作和施工过程中,只有积极提高其精度参数,才能为后续精度因素的统一处理提供保障,并通过相应的技术结构和工程方案保证管理效果和处理机制的完整性。为后续建设项目的系统升级提供保障,从根本上优化船舶建造的精度控制效果。

## 参考文献

- [1] 胡日强. 船体建造精度控制关键技术研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2007.
- [2] 陈成. 船体建造过程中精度控制要点分析 [J]. 河南科技, 2014(14):69.
- [3] 林勤. 船体分段建造现场精度控制工艺研究 [J]. 机电技术, 2014(2):128-129.
- [4] 江涌. 船体建造过程中精度控制要点探究 [J]. 中国新技术新产品, 2015(1):29.
- [5] 郭会平. 船体曲面分段建造过程中的精度控制研究 [D]. 镇江: 江苏科技大学, 2013.
- [6] 董明海, 陈倩清, 李攀, 等. 船体曲面分段余量补偿及精度过程控制方法研究 [J]. 中国水运(下半月), 2015(10):6-8.
- [7] 林龙海. 船体分段总组与合拢精度管理研究及应用 [D]. 大连: 大连理工大学, 2015.
- [8] 周秀琴, 马晓平. 船体建造精度控制方法研究 [J]. 造船技术, 2011(1):28-31.
- [9] 柴崇. 船舶建造中推进系统设备安装精度控制研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2015.

[引用格式] 田世泉. 对国有造船企业安全管理的探讨[J]. 船舶物资与市场, 2019(1): 57-58.

# 对国有造船企业安全管理的探讨

田世泉

(渤海造船厂集团有限公司, 辽宁葫芦岛 125004)

**摘要:** 造船业是集技术、工种、人员于一体的密集性产业, 其中关系到高空作业、起重、焊接、切割加工等很多专业性强及危险性大的工种, 容易发生安全事故, 造成人身伤亡、设备财产损失的状况。造船中的安全管理是其非常重要的一个环节, 也是船舶建造过程中重要的质量保障。本文以渤海集团安全管理为例, 提出有针对性的管理对策, 以便提升船舶建造水平。

**关键词:** 国有企业; 安全; 安全管理

**中图分类号:** U673.4

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.020

## 0 引言

造船业是集技术、工种、人员于一体的密集性产业, 其中关系到高空作业、起重、焊接、切割加工等很多专业性强及危险性大的工种, 容易发生安全事故, 造成人身伤亡、设备财产损失的状况<sup>[1]</sup>。造船中的安全管理是其非常重要的一个环节, 也是船舶建造过程中重要的质量保障。本文以渤海集团安全管理为例, 提出有针对性的管理对策, 以便提升船舶建造水平。

## 1 做好国有造船企业安全管理的重要性

造船业的安全管理具有系统性, 其工程繁琐复杂, 同其它高危行业一样, 尤其需要注意安全方面的生产管理, 不能出了事故才想到注意安全。特别要注意安全生产的监管, 首先要树立安全发展的理念, 从为人民群众实施负责任的态度方面入手, 切实提升安全的监督力度, 创新安全管理的思路, 提高安全生产的效率, 促进造船业的稳步发展<sup>[2]</sup>。

党的“十九大”明确指出“民主、法制、公平、正义、安全、环境”是进入新时代人民对美好生活的需要。安全既是民心所向, 又是企业发展的根基。近年来, 渤海造船厂集团有限公司在中船重工集团公司党组的正确领导下, 坚守发展决不能以牺牲安全为代价这条红线, 树立安全发展理念, 弘扬生命至上、安全第一的思想, 坚持“党政同责”、“一岗双责”、齐抓共管、失职追责。深刻领会中船重工集团有限公司安全生产“十三五”发展规划, 紧扣生产经营重点工作, 全面落实主体责任。职业健康安全管理体系落地生根, 安全生产标准化有效运行, 渤海造船厂集团有限公司建立了具有自身特色的安全管理模式, 连续十余年实现无死亡事故、无重伤事故、一般以上火灾爆炸事故为0, 轻伤事故率持续下降。连续两年荣获“全国安全生产月”活动先进单位; 多次被评为中船重工集团公司和葫芦岛市安全生产先进单位。

## 2 提升造船安全管理的有效措施

### 2.1 严守红线、落实责任, 筑牢坚实的安全管理基础

渤海集团高度重视安全生产工作, 各级领导干部做到认识上一致、思想上统一、政治上同心、情感上认同、行动上同步, 严守安全红线、坚守法律底线。工厂结合自身实际, 成立了由党委书记、董事长任主任的安全生产委员会; 党委、工会、共青团分别建立了安全生产监督保证体系。每年年初层层签订《安全生产责任状》, 使安全管理覆盖每一级组织、每一名职工, 工厂构筑起党政工团齐抓共管、各部门协同推进、全员参与的安全管理“金字塔”。

近年来, 工厂已获取适用安全生产方面的法律、法规、标准共 370 部。工厂安全制度体系经过 5 次修订, 目前有 29 个管理程序, 96 个管理制度, 219 个安全技术操作规程, 14 个应急预案。每年组织开展班组级、工段级、分厂级和总厂级危险源辨识工作, 实施危险源分级管控。同时, 工厂重点关注了组织机构调整后产生的管理风险和发包项目涉及的危险源, 共辨识出危险源 2027 项。至此, 危险源辨识工作实现了从生产准备到船舶交付、从生产经营主业到非船舶相关方项目的全过程、全覆盖。针对每个危险源制定了有效的控制措施, 实现安全管理的有的放矢。职业健康安全管理体系和安全生产标准化有效融合, 通过 PDCA 循环, 工厂安全管理实现了由“粗放”向“系统”转变、由被动防范向源头管理转变、由专项整治向日常化管理转变的新格局。

在安全管理方面, 工厂不吝投入资金, 有效改善了员工作业环境和设备设施状态, 为逐步实现本质安全奠定了基础。工厂设置安全管理承包奖、安全风险承包奖等 6 个奖项, 其中奖励安全管理人员 25 万元, 其他管理人员和职工 30 万元。

在职业卫生管理方面, 工厂建立了职业卫生管理制度及职业卫生管理档案和接害人员职业健康监护档案。每年由有资质的检测机构对工厂尘毒作业场所进行检测, 每年组织岗前、岗中、离岗后作业人员进行健康体检, 现场检测率和职业病普查率 100%。

收稿日期: 2018-12-17

作者简介: 田世泉(1964-), 男, 高级工程师, 研究方向为安全管理。

### 2.2 强化现场管理、加强专业支撑，打造现场可控的安全管理局面

#### 2.2.1 强化现场管理，突出重点，减隐患。

“秉纲而目自张，执本而末自从”。作为造船企业，生产作业现场和相关方人员是渤船集团安全管控的重点。

在现场安全管理中，有效控制“危险作业”就扼住了事故的咽喉。作为船舶制造企业，工厂明确了7个一级审批项目和9个二级审批项目，编制并严格执行《危险作业许可和现场管理制度》，逐级落实防范措施，层层确认，确保现场安全可控。同时，工厂全面开展日常隐患排查工作，按参检人员、受检部位、作业活动分别细化检查表，专项检查编制检查方案。坚持厂级安全管理人员每日深入现场隐患排查；重大危险源每月检查；安全分委会定期开展专业检查；节假日公司领导带队检查。针对生产和季节性特点，开展了防火、有限空间、涂装作业、防台防汛等专项检查。做到日常隐患，每周有统计；专项检查，每月有分析。边排查、边整改，以排查促整改。

在相关方管理方面，渤船集团坚持工厂、二级管理单位、本队伍“三级”管理原则，狠抓“两头”，严控中间，确保施工过程不出问题。“两头”即准入和清出。工厂在相关方审核方面，提高准入门槛，严格审核安全资质。坚持与具有安全资质的队伍签订《安全生产协议书》。把安全生产主体责任不落实的相关方列入“黑名单”，并对进入“黑名单”的相关方严格“清出”。“严控中间”，是指要注重对相关方安全管理的过程控制。在日常管理中，工厂为相关方队伍编制印发《安全知识必读》、《安全知识手册》和“安全学习”图册，要求二级用工单位结合本单位特点编制《外协队伍安全管理方案》。通过教育培训、工厂安管人员“蹲点”、班前喊话、现场检查等手段，督促指导相关方队伍消除各类隐患，提升安全意识，做好自主管理。

#### 2.2.2 加强专业支撑，齐抓共管，预防则立。

术业有专攻。公司安全生产委员会下设防火、特种设备、交通运输、危险化学品、基建施工及建筑设施5个安全分委会，由4个专业职能部门分兵把守，打好安全管理的“组合拳”。渤船集团建立了安全生产专家库，来自4家单位的5名同志成为工厂安全生产专家，为工厂事故预防与处理提供技术支持。在各分委会和安全专家的共同努力下，两年间，共完善安全管理制度23项，完成管理提升项目29项，为作业现场管理提供重要理论支撑。

凡事预防则立。工厂重视应急管理工作，根据船舶建造的特点，编制生产安全事故综合预案1个，专项应急预案13个，现场处置方案158个。建立了综合预案要素齐全、专项预案针对适用、现场处置方案简明了的应急预案体系。工厂认真组织开展各层级应急预案的培训和演练工作。2016年，公司和葫芦岛市消防局在210000T7#船联合开展的火灾事故应急救援演练，受到葫芦岛市委的通报表扬。

### 2.3 管理创新、文化创新，建立安全管理水平提升的内生机制

#### 2.3.1 管理创新，提升各单位参与安全生产的主动性。

按照安全管理“一岗双责”、“管业务管安全”的原则，着力建立公司、职能部门、生产分厂分级管控的安全管理模式。

公司制定《安全生产“党政同责”、“一岗双责”管理规定》，生产部门根据自身实际编制《安全生产“一岗双责”管理方案》，实行工厂层面“抓业务责任部门”；部门层面“抓管理人员”的安全管理新形式，让“责任部门”和“管理人员”在履职过程中落实安全责任。公司建立起生产安全事故、隐患“五级连带考核机制”，编制了《生产安全责任事故领导责任追究暂行规定》，实现安全管理与生产计划、物资采购、工艺设计、生产组织的同步实施。截止目前，开展责任追究44次，推动了公司安全管理向规范化迈进。

与此同时，公司在安全管理中推行“计划、考核、内审、表彰”关联递进式管理方式，调动了基层单位参与安全管理的主动性。首先是计划先行。目前，公司建立了年度计划宏观指导、月度计划任务明晰、周计划贴近生产的层次分明的安全计划体系，为安全生产提供必要的前提。其次是严格考核。安全管理部门每周对各单位周计划完成情况进行打分；每月对各单位月度安全生产目标及指标完成情况、安全管理职责落实情况进行考核，实现对安全生产过程的量化管理。再次是内部审核。每年抽调安全管理专业人员深入分厂、工段、班组按体系及标准化要素要求开展审核，编制管理提升方案，落实责任，监督整改，使体系建设得以持续改进。最后是年度表彰。依据计划完成、月度考核、内部审核情况，公司每年对基层单位进行表彰，建立激励机制，推动安全管理持续发展。

#### 2.3.2 文化创新，形成员工安全生产的自觉性。

安全文化建设始终是渤船集团安全管理的亮点。近年来，公司不断在“宣传进班组、教育到岗位、责任落全员”上下工夫，努力营造“我要安全”的浓厚氛围。厂领导“谈安全”、警示教育、安全文艺巡演下基层、安全演讲、图片展、安全知识竞赛、“安全生产模范班组”和“安全之星”选树活动等等都成为推动工厂安全文化建设的典型活动。2017年，公司启动安全管理制度、操作规程视频片的拍摄工作，由一线员工担任演员，演绎日常工作，目前已经完成5个工种视频片的拍摄，收到良好的效果。同时，工厂注重员工安全技能提升，整合安全技能培训师资队伍，来自基层单位具有较高专业技能水平和实践操作经验的专业人才成为安全技能培训课堂上的老师，“共同的语言”使枯燥的技能培训变得生动，培训绩效自然提升。

## 3 结语

不忘初心，牢记使命。在安全管理方面，我们的初心和使命就是保护员工的平安和健康，就是用“安全”筑牢企业发展的根基。将以集团公司质量安全工作会议为契机，认真学习贯彻本次会议精神，加强对各类产品、重点项目的安全管理，做好安全生产源头防范和风险防控工作，以“创本质安全型企业、做本质安全型员工”为目标，提升安全发展的原动力，实现企业的安全发展。

## 参考文献

- [1] 姜光忠. 造船企业新造船舶的下水安全管理[J]. 江苏船舶, 2010,27(05):37-39.
- [2] 向延平. 浅谈造船企业的安全文化[J]. 广东造船, 2008(01):86-89.

[引用格式] 秦慧劼 强文清. 物联网技术在船舶内业精度生产的应用探索 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 59-60.

# 物联网技术在船舶内业精度生产的应用探索

秦慧劼 强文清

(江苏海事职业技术学院, 江苏南京 211170)

**摘要:** 全球已进入“物联网+”时代, 社会对信息化的发展程度要求更高, 智能化生产应运而生。同时“互联网+”计划和“中国制造 2025 战略”的提出为“船舶生产智能化”提供了一个更加良好的契机。

**关键词:** 智能化造船; 精度生产; 物联网技术; 船舶内业

中图分类号: U671

文献标识码: A

DOI:10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.021

## 0 引言

全球已进入“物联网+”时代, 社会对信息化的发展程度要求更高, 智能化生产应运而生。在欧洲方面, 国际海事组织推动的 E-航海和挪威康士伯(Kongsberg Maritime) 海事信息管理系统(K-IMS)。日本船级社将研发智能船舶作为未来 5 年的重点工作, 成立了海事业大数据中心并与 IBM 开发相关软件。韩国现代重工在 2010 年至 2012 年实施了“智能船舶 1.0”计划, 在 2013 年开启了“船舶 2.0 计划”同时还提出了“Connected Ship”的新概念。中国政府提出“中国制造 2025”, 为智能船舶发展提供了机遇。智能船舶的发展将会推动船舶内业智能化的发展, 同时船舶内业智能化的发展也必将推动智能船舶的发展。

## 1 船舶内业生产设计特点

船舶行业是一个包含多技术、多工种、多人员、多设备的综合性产业。在船舶的设计过程中将运用各类专业知识, 涉及领域广, 内容多, 故在整个设计过程中需要各专业相互配合协调。整体性: 船舶设计制造过程将涉及到船舶各区域及系统, 故需要实现系统整合。灵活性: 设计过程是一个主观的过程, 在其满足顾客和标准要求后, 一般会出现较多方案, 需进行抉择最佳方案。风险性: 在设计制造过程中要注意船舶的安全性及资源的最佳利用。复杂性: 从船舶的立项、设计、合同签订、建造到交船周期时间较长, 故需要长时间跟踪且易受市场环境的影响等, 需要方案的及时调整, 故给船舶设计带来较多的复杂性。

## 2 物联网技术对内业生产精度发展的支持与便利

受 2018 年世界经济危机的影响致船舶市场进入到低谷期, 且市场竞争激烈, 故造船成本和周期都显得尤为重要。船厂为了更好地降低成本, 提高市场竞争力大多都已采用船舶建造精度控制技术, 但仍存在一些问题。船舶设计人员在

设计前需提供准确的数据, 要能考虑好因焊接可能导致的收缩变形以及因现场装配人员的操作导致的误差, 且各船厂数据信息还存在一定差异性。这就需要设计人员有一定的设计经验和做大量的信息搜集。现船厂大多采用机器下料可减少误差, 但要经常对各类机器进行检测和维修、储备补充机器所用消耗品, 定期抽样检查零件切割精度等。在船舶的装配过程中, 人员需记录结构测量数据并将其输入系统以便系统进行检验比对, 所消耗的人力、物力较多。

但通过物联网技术将先进的机械工程技术、电子技术、自动化技术和信息技术等形成一体技术系统。企业各设计人员可利用物联网技术建立适用于本企业的设计信息数据库, 在以后的设计过程中减少收集信息的时间, 并逐步缩小余量的加放范围, 从而做到补偿量代替余量, 真正实现无余量船舶建造。可将各类机器与物联网监控系统相关联, 通过物联网监控系统对各类机器进行 24h 监督检测当出现问题或故障时系统会自动出现报警系统并显示故障位置, 方便维修人员准确及时地进行设备维修。在建造装配过程中, 系统会自动记录, 存储测量数据并与标准数据进行检测对比。通过物联网技术在保证和提高精度的同时减少了人力、物力, 提高了企业竞争力。

## 3 物联网在船舶内业精度生产的应用

随着物联网技术的发展, 全球已进入“物联网+”时代, 机器人等智能化也应运而生。纽波特纽斯船厂总裁 Matt Mulherin 对未来智能造船进行了形象描绘: 所有在建船舶的设计、检验状态、材料需求清单及其状态和位置等信息统一存储于中央计算机系统, 不同领域的团队成员设计不同船舶时可调用或添加信息, 船厂全面连线, 通过数字化制造实现精益造船、均衡生产。

物联网智能化造船将在船舶内业采用中央处理装置和各终端之间生产管理信息的相互联系, 如图 1 所示。

收稿日期: 2018-10-17

基金项目: 江苏海事职业技术学院 2018 年大学生创新创业资助项目 (XJ20181267902)

作者简介: 秦慧劼 (1999-), 女, 本科在读, 研究方向为船舶工程。

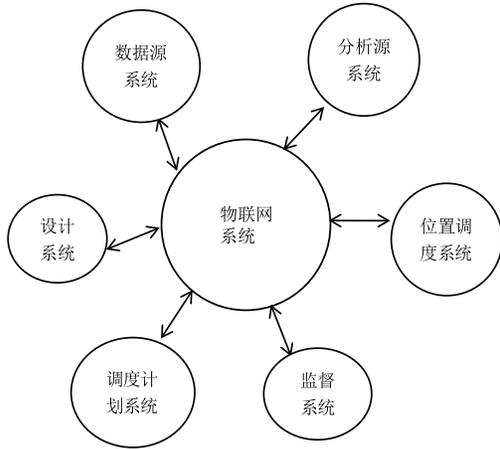


图1 中央处理装置与各终端之间相互联系

**数据源系统：**通过与计算机相关联的摄像识别技术所采集到的信息（产品材质、型号、大小等信息）进行存储并能够实现图形、视像和文本之间的相互转换。

**分析系统：**根据订单制定生产计划并下发生产任务，合理控制及缩短船舶建造周期。

**设计系统：**设计人员进行身份验证后才可进入设计系统，同时在系统中设计的图纸将会被其自动存储。当设计人员查看其它船舶设计图纸时需上级开放其访问权限，才可进行访问查看。当设计图纸审核确定无误后，图纸将会通过无线等形式传输到制造人员终端上。

**调度计划系统：**实时跟踪记录零件状态（当前工序号、占用的设备、加工时间、加工质量、生产负责人等信息）及零件的库存情况方便零件等的及时调度。

**位置调度系统：**利用系统的GPS定位辅助识别厂区内分段进行物流管理方便实物的调取（卸载分段、移动分段、确认信息装上分段、分段计划、分段装配）方便及时调取零件设备等。

**监督系统：**能够实时获取每个任务的状态（任务订单号、任务开始时间、任务截止时间、任务所需的资源、任务完成的情况等）。及时了解库存情况、生产进度以便及时补充库存和制定未来生产计划。系统可对实时生产过程进行可视化展示，方便管理人员监管员工日常工作并及时制定未来的生产计划。系统可以追溯往期生产过程历时记录来分析各设备运行状况，发现质量问题根源。系统可以查询到制造各阶段的负责人员，方便发现问题后责任到人。系统对船舶进行全程监控、追踪便于对船舶进行及时维修。

物联网技术在船舶内业精度生产上的应用将船舶建造的全过程进行监督监控，不易再出现以往因一些部门人员的拖拉从而导致船舶周期的延长。系统的自动存储图纸将不会在出现以往因设计师自己保存图纸时所造成的版本混乱，文件不齐等现象，对技术成果保存带来很大的不利影响。设计完成后的图纸传输到制造人员终端上将减少纸质图纸的出现，在保护环境的同时因各系统间的相互关联不在向以往需要设计单位派人员进驻船厂，来配合船厂进行建造。系统对设备

零件存储、位置等状态的掌握可合理补充零件数和及时的调度。系统的监督实行责任到人在一定程度上提高船舶建造精度。故物联网在船舶内业的应用将在提高其精度的同时缩短其建造周期、降低人力物力等成本，有利于提高市场竞争力。

#### 4 传统造船与智能化造船的比较

传统造船是以满足客户需求的定制设计为主，考虑规模化。是系统辅助人工，主要依靠专家的脑力劳动。是以订单为主的货物配载被动运营模式，以经验为主的航线设计与节能环保措施。运营成本较高，抗风险能力较低。设备多配件设备，维修配置高尖端人才，船舶设计、制造、运营等各阶段资源、数据不能很好的共享，信息化程度较低。智能化造船在满足客户需求定制的同时更加注重空间等资源的最大利用程度及舒适度等智能化设计。是以先进的物联网、传感器、虚拟现实和RFID等技术为基础的智能制造，主要依靠机器人等网络系统智能化的分析处理，减少或解放了专家的脑力劳动。是以大数据应用分析为基础，在对当前大环境下的经济市场有了一定的评估，更好实现资源优化合理利用，运营成本降低，抗风险能力提高。船舶与岸基一体化智能信息服务系统，对船舶进行全程监控、追踪并及时对船舶进行维护与维修，更好进行资源共享实现人力、物力、财力等成本的节约。

传统造船系统大多采用集中式处理过程，将生产车间的资源信息、调度所需的各种数据都集中传输到一个主机上进行全局处理。这种方式虽可以在全局上进行设计规划但随着工业生产规模的日益复杂与大型化，生产环境的多变化，车间云平台的发展，车间的数据量成海量的增长。传统的系统生产方式无法满足在生产效率的前提下处理这些数据。智能化造船系统采用分层式处理过程。感知层：通过各种传感器对各种信息资源进行采集、收集并通过无线网络发送到云平台进行大数据处理。传输层：通过有线网络、无线网、蓝牙等方式进行数据的传输。应用层：对感知层所传输的信息进行整合、分析、判断做出智能化的处理。更好的智能化、精准化造船。

#### 5 结语

船舶内业是一个信息量、工人数、物质量以及资金量都较为复杂繁冗的生产过程，通过物联网技术将船舶内业生产过程中的各类资源都得以归类、得以迅速传输、得以简便快速识别以及信息的及时反馈，使船舶内业生产更加清晰、明确、简便和精准，也为其他制造业提供一个借鉴。

#### 参考文献

- [1] 李光正, 宋新刚, 徐瑜. 基于“工业4.0”的智能船舶系统探讨[J]. 船舶工程, 2015, 37(11):58-71.
- [2] 朱小星, 面向船舶总体设计过程的质量控制方法研究[D]. 南京东南大学, 2017.
- [3] 徐传巧, 论船舶制造精度管理及过程控制技术[J]. 现代工业经济和信信息化, 2018(5):70-71.
- [4] 曾晓光, 智能船舶发展新态势[J]. 中国船检, 2018(1):43-45.

[引用格式] 张敬超. 浅析国际航运船舶投资环境以及对投资决策的影响[J]. 船舶物资与市场, 2019(1): 61-62.

# 浅析国际航运船舶投资环境以及对投资决策的影响

张敬超

(中远海运散货运输有限公司, 广东 广州 510220)

**摘要:** 国际航运是一个充满风险的资本密集型行业, 船舶的投资活动往往伴随着巨额资金的流动, 而投资决策的正确性关系到国际航运企业与船东的生存、盈利与发展。随着当前国际航运船舶逐渐趋于大型化, 投资资金来源更为丰富, 投资决策中不确定因素不断增多, 决策科学技术日益发展, 针对国际航运船舶投资决策的方法做出探究与创新, 具有重要的现实意义。

**关键词:** 国际航运; 船舶投资环境; 投资决策; 影响分析

**中图分类号:** F552

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.022

## 0 引言

本文的研究意义在于吸收投资决策的最新研究成果, 完善国际航运船舶投资的传统决策方法, 构建基于期权的国际航运船舶投资决策方法与综合评价下的国际航运船舶投资决策方法, 并以此形成具有系统性、科学性、与开创性的国际航运船舶投资决策方法体系, 为我国的国际航运船舶投资理论做出贡献, 推进我国国际航运船舶投资决策水平的提升。

## 1 国际航运船舶投资环境的内涵分析

国际航运企业为社会提供客货海上运输服务, 而船舶是海上运输的主要载体, 也是最为基本、重要的生产工具。国际航运船舶投资是航运企业参与市场运营的首要步骤。企业通过投资来控制船舶的所有权或经营权, 实现对航运市场的运力供给, 这也是航运企业经济活动至关重要的战略问题。

船舶投资活动是业务主体为了获得预期收益, 进行的以资金、技术、投资、劳动力、信息等资源投入或消耗为方法的经济活动, 贯穿在船舶建造、买卖、租赁和运营的全过程, 所以投资效益的好坏直接关系到航运企业的未来发展。

## 2 国际航运船舶投资环境的特点

国际航运企业的船舶投资具有以下特点:

**系统性,**指国际航运船舶投资环境是一个完整的系统, 由若干个子系统组成, 子系统间互相制约、互相作用, 构成一定的层次结构。了解这些系统的结构特征对科学的船舶投资决策具有重大的意义。

**差异性,**指投资行为在面对不同的投资者之间存在差异。国际航运船舶投资市场受到投资环境的影响, 不同国家的投资者, 其所处的政治环境有所差异。即使在同一个国家的相同政治环境下, 不同投资者面对风险的管理水平以及投资思维理念都有着极大的差异。

**动态性,**指随着时间的推移, 投资环境也会发生变化。

其变化空间以及方向不可预测, 虽然投资主体可以进行一定的控制, 但最终的投资结果不受任何控制, 向着未知方向发展。而投资环境的动态性可以对其整个的经济宏观环境做出一定的调整, 让整个市场趋于平衡状态。

**行业性,**是国际航运船舶投资中的另一重要特征, 航运不同于其他领域, 有着独特的行业风格。在普通领域进行投资, 投资决策会受到物质环境以及区位环境的影响, 这 2 种影响起决定性作用。但在船舶投资中, 这两者的影响被弱化, 国际市场经济条件的影响更加突出, 导致在国际航运船舶投资中, 不同的区域空间对于投资者的吸引力相差甚大, 航政政策的不同让整个投资环境深受影响<sup>[1]</sup>。

虽然环境因素在大多数情况下影响着国际航运船舶的投资决策, 但因投资时机不同, 这些因素中会有一个因素处于主导地位, 对投资行为产生至关重要的影响。因此抓住主导因素, 弱化其他因素, 能够极大程度地简化投资决策的方法。

## 3 基于现金流下的传统国际航运投资决策方法创新

对于基于现金流折现的传统决策方法, 一直存在某些争议, 例如: 对非独立船舶投资应用净现值与内部收益率指标得出不一样的数值时, 投资者应该如何比较选择; 关于船舶投资决策中常用的投资回收期, 会计收益率与内部收益率之间数量关系的问题; 国际航运船舶投资决策中的折现率见解不同的问题。

对于以上问题, 可以通过完善基于现金流折现的传统国际航运船舶投资决策方法, 建立以下 3 种模型来解决。1) 建立国际航运船舶投资者权益资金投资现值以及内部收益率计算模型, 构建起船舶与融资租赁船舶的选择决策模型。2) 建立考虑全面通货膨胀因素对国际航运船舶投资净现值的模型。3) 建立起按时间为风险价值作为调整因素的国际航运船舶投资决策模型。

收稿日期: 2018-10-25

作者简介: 张敬超(1984-), 女, 硕士, 中级经济师, 研究方向为规划投资、资本运营。

### 4 基于实物期权下的国际航运船舶投资方法决策

基于期权的国际航运船舶投资决策方法的研究还处在发展阶段,提出与建立基于期权下的国际航运船舶投资决策方法可以在考虑投资期权价值应用的同时,为做出投资时机选择决策,拓宽基于现金流折现的传统投资决策方法。实物期权投资决策方法适用于高度不确定的经济环境。从国际航运投资环境及其投资风险可以看出,国际航运船舶投资是在高度不确定的经济环境中进行的,也正是因为这种高风险带来的高灵活性,才适用实物期权方法。

国际航运业具有明显的投资特征,风险极大且周期性特征明显,投资者往往喜欢在国际航运业开始复苏之际且出现高涨预兆,但是船价较低时进行投资活动。相反的在国际航运业开始萎缩并出现萧条预兆时将船舶售出,或者将船舶以固定的租费率由自营转为出租经营,这是放弃期权的一种体现。但是投资者不能确定国际航运船舶的最高点与最低点,只能依据已有的信息以及自认为合理的投资观念进行投资决策。这种行为带有投机性,并存在选择上的灵活性<sup>[2]</sup>。

投资者在国际航运船舶投资的营运过程中,可以根据市场的变化调整经营策略的灵活性。在航运市场的低谷时期,可以考虑停运来减少损失。相应的,如果市场价格开始回暖,运价水平恢复到成本之上,有希望盈利再重新启运船舶,这就是船舶的停启期权。对基于期权的国际航运船舶投资决策方法的提出与建立,可以利用二叉树定价模型建立国际航运船舶停启期权、放弃期权与延迟投资期权的定价模型以及决策方法。国际航运投资项目存在的灵活性以及相应的期权可以归纳为以下8种:国际航运船舶投资中选择具有的灵活性与延迟投资期权;投资分阶段实施中具有灵活性与分阶段投资期权;国际航运船队投资规模扩大具有的灵活性与投资扩张期权;国际航运船队投资规模缩小时具有的灵活性与收缩投资期权;国际航运船舶停运与启运具有的灵活性与停期权性;国际航运船舶类型或经营转换中具有灵活性以及转

换期权;国际航运船舶退出市场具有的灵活性与放弃期权;国际航运企业未来发展的灵活性与企业增长期权。至于如何对国际航运投资期权进行价值建模计算仍需要经过一段时间的研究,基于期权的投资决策方法是国际航运投资决策极具未来发展意义的方法。

### 5 基于综合评价法下的国际航运船舶投资

对基于综合评价法下的国际航运船舶投资决策的建立,推荐使用模糊数学方法来对影响国际航运船舶投资的相关因素来进行统一的量化处理,并采用层次分析法,根据国际航运船舶投资环境因素的层次结构,得出最高层次的对国际航运船舶投资的评价结论。

基于综合评价建立的国际航运船舶投资方法,将影响国际航运船舶决策投资的相关环境因素进行了综合全面的考虑,建立了国际航运船舶投资分层次模糊综合决策方法。全面考虑了影响船舶投资决策的相关环境因素,注重航运企业船舶投资的整体效应,在实际的投资活动中具有较强的可操作性。

### 6 结语

基于现金流折现的传统方法、基于期权投资决策方法和基于综合评价的投资决策方法,构成了科学的国际航运船舶投资决策方法体系。至于如何对国际航运投资期权价值进行建模计算,仍是需要研究的问题。该理论内容通过在国际航运船舶投资决策中的实际应用,必将促进投资理论的提升,和与国际航运船舶投资决策方法体系的逐渐完善。

### 参考文献

- [1] 梁春丽. 关于船价变动对船舶投资风险管理的思考 [J]. 中国经贸, 2016(14):127-128.
- [2] 宋扬. 港口通航环境对船舶航行安全的影响分析及评价 [J]. 工程技术: 全文版, 2017(2):295.

[引用格式] 季兵. 基于订购点采购技术的配网物资库存定额管理研究 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 63-64.

# 基于订购点采购技术的配网物资库存定额管理研究

季兵

(西双版纳供电局, 云南西双版纳 666100)

**摘要:** 随着精益化管理理念的导入, 如何用较少的资金投入实现最大化价值输出, 成为电网企业的重点研究课题。一方面, 配电网物资库存管理直接关系到配网工程的建设进度, 影响客户的用电体验; 另一方面, 库存物资占据了大部分的企业流动资金, 极大地增加了企业的管理成本。本文基于 BN 供电局“用的不储备, 储备的用不了”物资管理现状, 对配电网物资管理涉及的“储备什么、储备多少、如何储备”三大核心问题进行探讨, 并为配电网物资储备管理提出合理的改进建议。

**关键词:** 需求特性; 储备品项; 储备定额

**中途分类号:** F426.61

**文献标识码:** A

**DOI:**10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.023

## 0 引言

在市场经济竞争激烈的大环境下, 供电企业为了提高配电网的运行效率, 加强配电网物资管理力度, 有效管控配电网物资批量采购及存储, 通过有效的疏通物资采购环节, 能够了解配电网物资采购过程中的问题。

### 1 储备品类的选择:

BN 供电局配电网建设运维涉及物资品项共 400 余种, 如何从这 400 多种需求物资品项中, 选出应该纳入储备的物资, 以满足省公司对于地市局物资管理在储备品项和储备金额上的管理要求, 本文将从电力物资 4 种关键性需求特性(重要性、流动性、通用性、紧急性)着手进行分析, 以解决“储备什么”的问题, 为配网物资储备品类的选择提供参考建议。

#### 1.1 物资重要性分析方法

物资的重要性可利用现代库存管理中常用的 ABC 分类法, 从每种需求物资的年需求消耗金额角度进行分析。将需求物资按照年需求金额从大到小排序后, 每种物资所在的序号即为物资的品目数累计, 并根据年需求消耗金额算出每种物资的年需求金额累计占比(其值为该种物资的年需求消耗金额/配网项目建设年需求消耗总金额), 其中 A 类物资一般为年需求消耗金额累计占比为 75%~80%, 品目数累计占比为 5%~20% 的物资品项; B 类物资为年需求消耗金额累计占比为 8%~20%, 品目数累计占比为 15%~20% 的物资品项; 其余为 C 类物资品项。分析结果即明确了每种需求物资的重要性类别。

#### 1.2 物资流动性分析方法

物资的流动性分析可利用 EIQ 分析法, 选取 IQ (每个物资品项的出库数量) 及 IK (每个单品的出货次数) 2 个维度进行分析。将需求物资分别按照出库数量和出库次数从大到小排序, 每种物资所在的序号即为物资的品目数累计, 其中

A 类物资一般为订货数量和出库次数累计占比为 60%~80%, 品目数累计占比为 5%~20% 的物资品项; B 类物资为订货数量和出库次数累计占比为 8%~20%, 品目数累计占比为 8%~20% 的物资品项; 其余为 C 类物资品项。分析结果即明确了每种需求物资 IQ 和 IK 的类别。

#### 1.3 物资通用性分析方法

对于配电网项目建设而言, 不同的项目类型对物资的需求不同。为了减少因项目性质变动而带来的库存积压风险, 缩短储备物资存货周转周期。首先根据 BN 供电局不同项目对需求物资的差异性, 将项目类型分为架空线路项目和电缆项目, 再找出 2 种不同项目类型需求物资的基础上, 将在不同类型项目之间通用的物资筛选出来, 确定为通用性较高的物资。分析结果即明确了每种需求物资的通用性类别。

#### 1.4 紧急性分析

将 BN 供电局急救包储备物资配置表内的物资品项, 确定为紧急性较高的物资, 其余的物资即为紧急性较低的物资。分析结果即明确了每种需求物资的紧急性类别。

#### 1.5 储备品项选择策略分析

基于上述 4 种关键性需求特性分类结果, 确定将使用频率较高 (IK 分析为 A 或 B 类且 IQ 分析为 A 或 B 类) 的物资纳入储备; 将使用频率中等 (IK-C 类且 IQ-A、B 类或 IQ-C 且 IK-A、B 类) 但物资重要性较高 (年资金消耗额 ABC 分析为 A、B 类) 的物资品项纳入储备; 将重要性较低 (年资金消耗额 ABC 分析结果为 C 类) 且通用性较高的物资纳入储备; 将紧急性较高的物资品项纳入储备。

## 2 配网物资库存差异化管控策略的制定

由于配网项目建设物资品类众多, 其复杂性决定了如果采用单一的电力物资运维管控模型, 会极大地增加供电局的物资管控成本。有鉴于此, 一方面, 可以从物资需求特性出

收稿日期: 2018-11-06

作者简介: 季兵(1972-), 男, 中级工程师, 研究方向为物资管理。

发对需求物资进行聚类分析；另一方面，可以对供应链管理领域常用的4种库存管控模型进行分析，最后根据不同类别运维物资的特点匹配相应的管控策略。纳入储备的物资一旦缺货往往影响配电网工程的建设进度，缺货成本大。因此BN供电局一级仓采用连续检查策略（R，S）和（R，Q）来降低缺货风险。

基于BN供电局的实际情况，我们将使用频率高且物资单价较高的物资（物资单价大于5000）和重要性较高（ABC分析为A和B类的物资）的物资归为重点运维物资（根据BN供电局实际情况取物资服务水平为75%），采取（R，S）补货策略即采用连续性库存检查，

其他储备品项即视为常规运维物资（物资服务水平取80%），采用（R，Q）补货策略。

## 3 储备定额的测算

### 3.1 安全库存的计算

利用spss软件对各储备品项的需求分布规律进行拟合，以此判断出每种储备物资的需求分布符合正态分布、指数分布、泊松分布或其它分布规律中的哪一种。

1) 对月需求分布规律符合正态分布的储备品项，安全库存 $SS=Z\sigma\sqrt{L}$ ，其中：Z为安全系数（可根据设定的物资服务水平查表1可得）， $\sigma$ 为月需求标准差，L为物资订货提前期。

2) 对月需求不符合正态分布且需求样本点数大于2的物资品项，安全库存 $SS=[S(CSL)-\bar{D}]\times L$ ，其中： $\bar{D}$ 为月平均需求量；S(CSL)为能够使需求满足率达到CSL的最低月储备量（其中CSL为期望服务水平），其值可根据excel中的PERCENTILE函数进行计算。

3) 对月需求不符合正态分布且需求样本点数小于等于2的物资品项，安全库存 $SS=\bar{D}\times L_{安}$ ，其中安全天数可根据物资的重要程度进行选取。

表1 服务水平与安全系数表

服务水平 /%	安全指数 Z	服务水平 /%	安全指数 Z
100	3.09	96	1.75
99.99	3.08	95	1.65
99.87	3	92	1.41
99.2	2.4	90	1.28
99	2.33	85	1.04
98	2.05	84	1
97.7	2	80	0.84
97	1.88	75	0.68

### 3.2 再订货点的计算

物资的重购点等于其安全库存量与该物质订货提前期内消耗量之和。BN供电局配电网项目建设具有明显的季节性特点。雨季时施工进度平缓，物资需求量较小，从月需求平均值角度计算的订货提前期消耗量，能够满足正常需求，但是

库存量往往高于需求量，造成不必要的资金占用；而干季则会出现相反的情况。因此，订货提前期内消耗量分别按照四个季度的月需求平均值计算，取动态值即订货提前期内的消耗量=各季度内月需求平均值×订货提前期，这样就可以算出每种储备物资的再订货点水平。

### 3.3 重购量计算

对于常规运维物资而言，可利用经济订购批量公式 $EOQ=\sqrt{2DC/H}$ 求解重购量。其中：D为该物资年总需求量（可根据材料清册结果或历史数据确定）；C为供电局物资单次采购成本（根据各地实际情况确定）；H为单位库存年持有成本，其值为单位库存金额年持有成本（可根据上海银行间同业拆放利率进行计算）乘以该物资品项的单价。

对于重点运维物资采用（R，Q）补货策略，其重购量 $Q=S-I$ ，其中：S为最高仓储量；I为实时库存量。

### 3.4 最高仓储量计算

重点运维物资的最高储备量即等于其重购点。常规运维物资的最高仓储量等于再订货点与重购量之和。

## 4 结语

通过摸清现状，本文从物资需求特性出发为BN供电局配电网物资库存管理制定了差异化的管控策略，不仅降低了储备方案编制过程中的盲目性，提升了物资周转率，更解决了物资供给空挡期等问题，大大提升了储备物资对配电网项目建设的服务水平。

## 参考文献

- [1] 崔南方，罗雪维修条件的基于AHP的ABC分类模型[J]. 工业工程与管理，2004，9(6):33
- [2] 徐晓林，模糊评价的库存ABC分类研究[J]. 铁道物资科学管理，2006,(1): 26-27
- [3] 牟德一，陈秋双. 基于安全库存的二级库存系统的优化方法[J]. 系统工程，2003(02):83-87.
- [4] 张启超，张悟移. 供应链中的安全库存优化管理的探讨[J]. 物流科技，2007(06):98-100.
- [5] 邓国梁，基于多级库存的电网运维物资库存管控策略研究[J]. 浙江大学学报，2012（12）:28-29.
- [6] 黄晓尧，邓国梁. 基于多级库存管理的电网运维物资库存管控策略研究[J]. 物流技术，2012，31（5）：136—138.
- [7] 王锡莉，ABC分类法在企业库存管理中的应用研究[J]. 现代商贸工业，2009（5）：40-42.
- [8] 汪仁和，闵运华，杨志超. 电力企业物资存储模型研究[J]. 物流技术，2012（11）:59-62.
- [9] 叶昕炯，配电网物资储备定额的研究与制订[J]. 浙江电力，2014（4）:11-12.
- [10] 周永务，王圣东. 库存控制理论与方法[M]. 北京：科学出版社，2009.
- [11] 禹海波，需求不确定性对条件风险价值约束库存系统的影响[J]. 控制与决策，2013，28(9):1389-1392.

[引用格式] 梅钢. 基于安装电气计量与计价中典型问题的研究 [J]. 船舶物资与市场, 2019 (1): 65-66.

# 基于安装电气计量与计价中典型问题的研究

梅钢

(武汉交通职业学院, 湖北 武汉 430065)

**摘要:** 安装工程计量与计价过程中, 由于个别工程量计算规格或定额说明缺乏详细解释, 在实际的安装算量与套价过程中容易引起争议和分歧, 导致工程量计算和计价误差较大。以电气工程为例, 就安装工程计量与计价中 4 个典型模糊问题, 即: 配管配线工程量计算规则、配管配线工程量计算方法、安装电气实例工程工程量计算与 2018 版新定额套价的运用问题, 分析其合理的工程计量与计价方法, 让实际工程中的算量和计价更加准确和方便。

**关键词:** 配管; 配线; 预留长度; 工程量计算; 工程计价

**中图分类号:** U673.4

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.024

## 1 配管配线工程量计算规则

### 1.1 配管工程量计算规则

配管敷设根据配管材质与直径, 区别敷设位置、敷设方式, 按照设计图示安装数量以“m”为计量单位计算工程量, 算量时不扣除管路中间的接线箱、接线盒、灯头盒、开关盒、插座盒、管件等所占的长度, 同时不计算安装损耗量。在计算工程量时, 可以采取顺序计算法, 从起点到终点, 即从配电箱起按各个回路分别计算到用电器具末端, 在计算时要分清水平和垂直方向的配管分开计算。

### 1.2 配管接线箱(盒)工程量计算规则

接线箱是集中各种导线接头的箱子, 将接头集中在接线箱内便于管理和维护; 接线盒是集中安置各种导线接头的盒子, 体积比接线箱小。接线箱安装应区分明装与暗装, 按接线箱半周长, 以“个”为计量单位; 接线盒除了区分明装与暗装外, 还应区分接线盒类型。明装接线盒包括普通接线盒和防爆接线盒, 暗装接线盒包括接线盒和开关盒。接线盒安装也是以“个”为计量单位。

### 1.3 配线工程量计算规则

管内穿线根据导线材质与截面面积, 区别照明线与动力线, 按照设计图示安装数量以“10m”为计量单位; 管内穿多芯软导线根据软导线芯数与单芯软导线截面面积, 按照设计图示安装数量以“10m”为计量单位。管内穿线的线路分支接头线长度已综合考虑在定额内, 不需要另外计算。线槽配线根据导线截面面积, 按照设计图示安装数量以“10m”为计量单位。

### 1.4 预留长度

配线进入盘、柜、箱、板时每根线的预留长度按照设计规定计算, 设计无规定时按照下面的规定计算, 并计入配线工程量<sup>[1]</sup>。

- 1) 各种开关箱、柜、板, 其预留长度为宽 + 高;
  - 2) 单独安装(无箱、盘)的铁壳开关、闸刀开关、启动器、母线槽进出线盒, 其预留长度为 0.3m;
  - 3) 由地面管子出口引至动力接线箱, 其预留长度为 1.0m;
  - 4) 由电源与管内导线连接(管内穿线与硬、软母线接头), 其预留长度为 1.5m;
  - 5) 出户线(或进户线), 其预留长度为 1.5m。
- 灯具、开关、插座、按钮等的预留线, 已分别综合在相应的定额内, 不再另行计算。

## 2 配管配线工程量计算方法

### 2.1 配管工程量计算

配管长度 = 水平方向敷设的线管工程量 + 垂直方向敷设的线管(沿墙、柱引上或引下)工程量。

水平方向敷设的线管以平面图的线管走向和敷设部位为依据, 并借用建筑物平面图所标墙、柱轴线尺寸和实际到达尺寸进行线管长度的计算<sup>[2]</sup>。垂直方向敷设的管, 无论是明装还是暗装, 其工程量计算与楼层高度及箱、柜、盘、开关等设备尺寸以及设计暗装高度有关, 计算时按照施工图纸的设计高度计算, 如果施工图未进行说明, 则可以按照规范要求进行计算。一般来说, 开关距地面 1.3m 或 1.4m, 插座距地面 0.3m 或 2.5m, 荧光灯距地面 2.6m, 壁灯距地面 2.5m, 吸顶灯为吸顶安装, 应急照明距地面 0.5m 或 2.5m, 配电箱距地面尺寸按照配线箱系统图来确定<sup>[3]</sup>。

### 2.2 配线工程量计算

配线长度 = (配管长度 + 导线预留长度) × 同截面导线根数。

导线预留长度按照导线进入开关箱、柜、板的不同类型去选择对应的长度, 同截面导线根数可以根据下面的方法来确定。

收稿日期: 2018-11-27

基金项目: 武汉交通职业学院科研创新团队建设计划资助项目(CX2018B07)

作者简介: 梅钢(1990-), 男, 助教, 主要从事安装工程造价方向的教学与研究。

1) 根据施工图设计说明的要求,对导线根数的默认规定判断;

2) 根据配电箱系统图,导线的属性来判断,比如 BV-3×2.5-PC20-CC,表示该回路有3根截面积为2.5mm<sup>2</sup>的导线<sup>[4]</sup>。

3) 根据平面图电气回路中,在配管上以短斜线加数字标记来判断,比如回路 WLZ1 上以短斜线加数字4 标记,表示该回路配管里有4 根导线。

### 3 安装电气工程工程量计算

图1为某工程电气照明平面图,三相四线制。该建筑物层高3.3m,配电箱AL规格尺寸为500mm(宽)×300mm(高)×500mm(厚),距地高度为1.5m。AL有n<sub>1</sub>和n<sub>2</sub>两条回路,线管为硬塑料管PC20,n<sub>1</sub>沿层顶暗敷, n<sub>2</sub>沿地板暗敷;管内导线为BV2.5线,导线根数标记在线管上,未标记的默认为2根。开关底距地1.3m,插座底距地0.3m,单管荧光灯底距地2.6m。

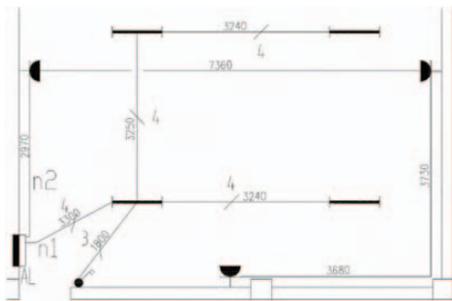


图1 电气平面图

从配电箱到电器的方向,根据不同回路分别计算,先算配管工程量,再算配线工程量。

1) 硬塑料管PC20的工程量:

n<sub>1</sub>回路:

水平部分: 3.3(4根)+3.25(4根)+3.24×2(4根)+1.8(3根)=14.83m。

垂直部分: (3.3-1.5-0.3)(4根)+(3.3-2.6)×4(2根)+(3.3-1.3)(4根)=6.3m。

总长度: 水平部分+垂直部分=14.83+6.3=21.13m。

n<sub>2</sub>回路:

水平部分: 2.97(2根)+7.36(2根)+3.73(2根)+3.68(2根)=17.74m。

垂直部分: 1.5(2根)+0.3×3(2根)=3.3m。

总长度: 水平部分+垂直部分=17.74+3.3=21.04m。

配管的工程量为 21.13+21.04=42.17m。

2)BV2.5 导线工程量:

n<sub>1</sub>回路:

水平部分: 3.3×4+3.25×4+3.24×2×4+1.8×3=57.52m。

垂直部分: (3.3-1.5-0.3+0.5+0.3)×4(考虑预留)+(3.3-2.6)×4×2+(3.3-1.3)×4=22.8m。

总长度: 57.52+22.8=80.32m。

n<sub>2</sub>回路:

水平部分: 2.97×2+7.36×2+3.73×2+3.68×2=35.48m。

垂直部分: (1.5+0.5+0.3)×2(考虑预留)+0.3×3×2=6.4m。

总长度: 水平部分+垂直部分=35.48+6.4=41.88m。

配线的工程量为 80.32+41.88=122.2m。

### 4 安装电气工程计价

根据2018版《湖北省通用安装工程消耗量定额及全费用基价表》第四册“电气设备安装工程”,查询“第十二章配管工程”和“第十三章配线工程”对应配管配线的定额基价表<sup>[5]</sup>。

1) PC20管

定额编号: 电气PC管为硬PVC管,应套用刚性塑料管的定额,即C4-12-133。

计量单位: 10m。

全费用: 93.31元,其中人工费52.44元,材料费2.21元,机械费0元,费用29.41元,增值税9.25元。

主材: 刚性阻燃管,定额中括号内材料消耗量为10.60,通过查阅广材助手或者武汉市造价信息网得到主材市场信息价,PC管为8元/m。

PC20管安装费合计为: 42.17/10×93.31+42.17×10.60/10×8=751.09元。

2) BV2.5导线

定额编号: 定额为管内穿线下的穿照明线,即C4-13-5。

计量单位: 10m。

全费用: 13.61元,其中人工费6.94元,材料费1.43元,机械费0元,费用3.89元,增值税1.35元。

主材: 绝缘导线,定额中括号内材料消耗量为11.60,通过查阅广材助手或者武汉市造价信息网得到主材市场信息价,BV2.5绝缘导线为1.35元/m。

BV2.5导线安装费合计为: 122.2/10×13.61+122.2×11.6/10×1.35=357.68元。

### 5 结语

本文分析了电气工程算量与计价中的4个典型问题: 配管配线工程量计算规则、配管配线工程量计算方法、安装电气实例工程工程量计算与2018版新定额套价的运用问题,以工程量计算规则和定额基价表为依据、以实际电气工程为案例,再针对电气工程中4个典型问题进行分析,寻求相应的解决办法。安装电气工程计量与计价的过程实际上是配管配线算量和定额取价的过程,正确算量和准确套价是得到最终实际安装造价的关键,这就要求对2018定额中电气工程量计算规则以及定额基价表要熟练掌握,并在实际工程中加以灵活运用。

### 参考文献

- [1] 林秀华. 安装工程计量和计价中典型模糊问题探讨[J], 工程经济, 2016(9):16-19.
- [2] 田晶莹. 电气线管安装工程研究[J], 技术与市场, 2018(9):67-68.
- [3] 张敏媚. 电气工程清单的应用探讨[J], 企业科技与发展, 2013(9):117-119.
- [4] 罗道坚. 农村住宅电气线路安装要点[J], 交流园地, 2018(10):235.
- [5] 湖北省建设工程标准定额管理总站. 湖北省通用安装工程消耗量定额及全费用基价表 第四册 电气设备安装工程[Z]. 长江出版社, 2018:330,345.

[引用格式] 蔡怀举. 高职航海专业学生职业价值观的维度结构研究[J]. 船舶物资与市场, 2019(1): 67-68.

# 高职航海专业学生职业价值观的维度结构研究

蔡怀举

(山东理工职业学院, 山东 济宁 272100)

**摘要:** 职业价值观在海员的专业素质培育教育中发挥着巨大作用, 在高职航海专业人才培养中也起着重要作用, 良好的职业价值观能够帮助高职航海专业学生实现其职业生涯规划, 所以对高职航海专业学生的职业价值观维度结构进行深入研究。通过探索性因子分析与验证性因子分析建立高职航海专业学生职业价值观的维度结构, 并利用信度与效度分析对高职航海专业学生职业价值观的维度结构进行检测, 检测结果表明高职航海专业学生职业价值观的维度结构收敛信度与区分效度良好。

**关键词:** 高职; 航海专业; 学生; 职业价值观; 维度结构

**中图分类号:** F272

**文献标识码:** A

**DOI:**10.19727/j.cnki.cbwzysc.2019.01.025

## 0 引言

对高职航海专业学生进行职业生涯规划教育是指帮助他们加深对自身未来职业生涯发展型态的认知并了解、认识未来航海船员的实际工作环境, 便于他们在进行专业知识的学习时就对自己未来将要从事的职业做好心理上的准备与事业版图的规划, 使他们在进行学习知识的阶段以及以后的就业阶段都不留遗憾, 最后达到协助个体达成自我并拥有良好的发展规划以及达成社会实现的目的<sup>[1]</sup>。通过对高职航海专业学生进行职业生涯规划教育可以帮助学生形成良好的职业价值观, 良好的职业价值观可以促进高职航海专业学生个体职业思想的稳定。稳定个体职业思想可以帮助高职航海专业学生未来职业规划的顺利实现。影响高职航海专业学生职业价值观的因素既有主观因素也有客观因素, 包括个性特征、职业能力、职业效能感、职业认知、经济利益、社会评价、职业特性等因素。其中自我效能感和社会评价是2个比较重要的因素。而对高职航海专业学生职业价值观进行维度结构研究有助于帮助高职航海专业学生形成良好的职业价值观<sup>[2]</sup>。

## 1 维度结构构建

首先, 利用探索性因子分析对高职航海专业学生初步进行职业价值观维度结构的建立<sup>[3]</sup>。接着, 通过验证性因子分析对高职航海专业学生职业价值观的维度结构进行修正与验证, 从而构建一个可以对高职航海专业学生职业价值观进行信效度分析的职业价值观维度结构<sup>[4]</sup>。首先对高职航海专业学生进行职业价值观的问卷调查, 该问卷包括航海专业学生基本信息与航海专业职业价值观量表2个部分。其中, 航海专业职业价值观量表共分为4个维度, 如图1所示。

该量表共17个题项, 其中兴趣导向维度反映了以兴趣爱好为主导的就业信念, 社会责任感反映了高职航海专业学生重视就业对于社会的意义, 自我实现反映了高职航海专业学生选择航海相关行业的根本目的就是为了实现自我价值, 个

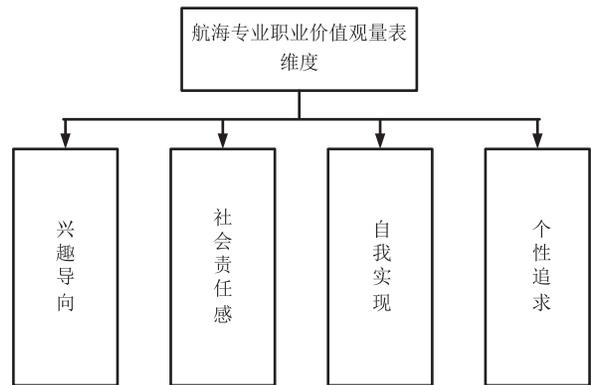


图1 航海专业职业价值观量表维度

性追求反映了高职航海专业学生就业方面的自我追求, 基本信息包括被试者就业年度、学历、出生年份、以及性别等题项, 各题项在问卷中的排列方式是以随机排列的方式呈现的。使用该问卷对高职航海专业学生进行职业价值观的调查, 并用此随机调查问卷作为研究样本, 从中抽取240份。将这些研究样本进行随机分组, 共分为2组, 一组用于验证性因子分析, 而另一组用于探索性因子分析。

### 1.1 探索性因子分析

通过软件SPSS14.0进行探索性因子分析, 首先进行巴特利特球度检验, 然后通过方差极大法进行正交旋转, 分析结果显示, KMO检验值为0.832, 表明题项存在共享因素, 原有变量适合作因子分析<sup>[5]</sup>。依照特征值大于1的原则进行因子的抽取, 保留不存在交叉载荷的题项, 最终共从中得到了4个因子。其中因子A包含5个题项, 表明高职航海专业学生关注自身职业的社会意义, 具备一定的社会责任感。而因子B共包含3个题项, 表明高职航海专业学生认为航海相关职业是一份符合自身兴趣的工作。因子C包含3个题项, 表明高职航海专业学生想要从事这份工作是因为想要追求与众

收稿日期: 2018-11-03

作者简介: 蔡怀举(1984-), 男, 主要从事高职学生职业价值观方向的研究。

不同的愿望，命名为个性追求因子。因子 D 包含 4 个题项，表明高职航海专业学生对于航海相关职业的内在追求，即对内心自由、成就感、梦想的渴望，命名为自我实现因子。

1.2 验证性因子分析

运用软件 Amos17.0 对研究样本实施验证性因子分析，验证性因子分析主要是进行拟合程度的检验。首先运用最大似然估计手法对由探索性因子分析得到的一阶四因子模型施行拟合测试。测试结果表明，题项 B2 和题项 C2 的  $X^2/df$  值为 2.32，符合小于 3 的标准并且因子载荷均小于 0.5 也符合标准，但题项 B2 和题项 C2 的其它几个拟合指标较差，因此对题项 B2 和题项 C2 进行剔除并对剔除后的一阶四因子模型再次进行验证性因子分析。分析结果显示，剔除后的一阶四因子模型的整体拟合度有所提升。由于因子 B、C 中仍然存在不符合拟合标准的题项，因此直接将因子 B、C 从拟合中剔除，最后得到了一个一阶二因子模型，该模型中共包含 9 个题项。为了验证该模型的是否最适用于验证性因子分析，使用 2 个对比模型与一阶二因子模型进行比较，这 2 个对比模型分别是二阶单因子模型以及一阶单因子模型。针对这 3 个模型中哪个模型最适用于验证性因子分析，利用软件 Amos17.0 对比这 3 个模型的拟合效果，对比结果如表 1 所示。

表 1 3 个模型进行拟合效果对比结果

模型	拟合指标					
	RMSEA	RMR	IFI	GFI	CFI	$X^2/df$
一阶单因子模型	0.109	0.098	0.735	0.778	0.728	2.520
二阶单因子模型	0.089	0.091	0.835	0.829	0.829	2.007
一阶二因子模型	0.088	0.091	0.834	0.827	0.828	1.993

由表 1 可知，在 RMSEA 指标与  $X^2/df$  指标上，一阶单因子模型要落后于二阶单因子模型，而在 IFI 指标、GFI 指标、CFI 指标上，二阶单因子模型则要落后于一阶二因子模型，由此可知一阶二因子模型是最适合高职航海专业学生职业价值观的维度结构构建的，因此利用一阶二因子模型进行高职航海专业学生职业价值观的维度结构构建。并且可以利用高职航海专业学生职业价值观的维度结构进行信度分析。

2 信度与效度分析

2.1 信度分析

通过信度分析可以对高职航海专业学生职业价值观的维度结构进行检测。由 9 个题项组成的高职航海专业学生职业价值观的维度平均系数为 0.882，符合维度平均系数小于 1 的标准。并且高职航海专业学生职业价值观各维度的信度值分

别是 0.721、0.732、0.745、0.763，均大于 0.6，符合标准，说明高职航海专业学生职业价值观的维度结构通过了信度检测。

表 2 效度分析结果

因子	收敛效度值	区分效度值
A	0.645	0.627
B	0.510	0.557
C	0.571	0.509
D	0.532	0.524

2.2 效度分析

通过效度分析可以对高职航海专业学生职业价值观的维度结构进行检测。当观测变量与潜变量的标准收敛载荷符合大于 0.5 的标准时说明高职航海专业学生职业价值观的维度结构具有良好的收敛效度。当观测变量与潜变量的标准区分载荷符合大于 0.5 的标准时说明高职航海专业学生职业价值观的维度结构具有良好的区分效度。根据验证性因子分析结果可知，收敛效度与区分效度的标准载荷均大于 0.5 时，表明高职航海专业学生职业价值观的维度结构具有良好的效度。对效度结果进行分析后效度分析结果如表 2 所示。

由表 2 可知，收敛效度与区分效度均符合标准，可以得出高职航海专业学生职业价值观的维度结构通过了效度的检测。并且可以利用高职航海专业学生职业价值观的维度结构进行效度分析。

3 结语

航海类的高职院校应该通过进行职业价值观教育帮助学生拥有良好的职业价值观，以提升学生们的职业生涯规划能力，并对高职航海专业学生职业价值观的维度结构加以应用。

参考文献

[1] 罗伟, 王文涛. 经济发达地区高职建筑类专业学生职业价值观调查研究 [J]. 广东交通职业技术学院学报, 2014, 22(23):121-125.  
 [2] 杨千菊. 高职航海专业学生职业人文素养培养模式实践探讨 [J]. 航海教育研究, 2013, 30(31):197-199.  
 [3] 刘鄢立. 高职院校航海类专业毕业生就业能力综合评价体系研究与验证 [J]. 工业技术与职业教育, 2017, 11(14):154-158.  
 [4] 李想. 航海类专业高职生职业成熟度现状及影响因素研究 [J]. 湖南工业职业技术学院学报, 2017, 22(26):117-120.  
 [5] 周静. 高职航海类专业学生职业生涯规划教育研究 [J]. 湖北函授大学学报, 2017, 30(19):2359-2361.

# 学术论文 征稿启事

为了充分发挥《船舶物资与市场》这一专业信息平台的作用,为业内企事业单位、相关高校师生提供一个更加广阔的交流合作园地,同时进一步满足广大作者职称评审、项目结题、毕业审核等需求,本刊特辟“学术天地”栏目,现公开征集稿件。

## 概

《船舶物资与市场》是国家新闻出版广电总局批准,由中国船舶重工集团公司主管,中船重工物资贸易集团有限公司与中国船舶重工集团公司第七一四研究所主办,国内外公开发行的期刊。本刊创刊于1993年,是面向船舶及相关行业的专业性期刊。

## 范

**船舶科学技术:**舰船理论研究、舰船高新技术、舰船总体研究、动力设备、武器装备、海洋工程、电子与光学设备、导航设备、自动化设备、机电设备、通信技术、计算机技术、舰船材料、舰船防护、军民两用技术、生产工艺等。

**物资市场分析:**航运、油运、港口、市场、管理、标准、检验、法律、金融、环保、物流、信息化、智能制造。

## 期

本刊为国家级期刊。审稿周期较短;见刊时间快;审稿要求相对宽松;费用较低。

## 要

★ **论文一般3500字左右。**格式要求规范,项目齐全,包括论文题目、作者姓名及工作单位、论文摘要及关键词、正文、参考文献、作者简介、基金项目(如有请备注)等,审稿以论文内容为主,一经录用,编辑部专人排版。

★ **请保证文章版权的独立性,无抄袭,为作者原创,署名排序无争议。**切勿一稿多投,投稿论文默认版权协议同意转让。

## 稿

投稿邮箱:3452781314@qq.com      咨询电话:010-83027277

感谢您对《船舶物资与市场》的关注,  
让我们共同成长!



北京海工展

Beijing 2019

# 第九届北京国际海洋工程技术与装备展览会

The 9th International Offshore Engineering Technology & Equipment Exhibition

## 2019年3月27-29日

北京·中国国际展览中心（新馆）

[www.chinamaritime.com.cn](http://www.chinamaritime.com.cn)

## 一年一度的亚洲海工盛会

The Annual Leading Offshore Event in Asia

1,800家参展商 / 117,000名专业观众 / 90,000m<sup>2</sup>展出面积

# 隆重推出水下机器人 防腐新材料展示专区

知名展商



TIDFORE  
泰富重装



CIMC RAFFLES



同期举办

北京国际港口设备与技术展览会 (CIPHE 2019)

北京国际航运服务展览会 (CISSE 2019)



振威展览股份 北京振威展览有限公司

地址: 北京市朝阳区北苑路170号凯旋城E座8层

电话: 010-59273880

传真: 010-58236567

