

船舶舾装模块化设计与制造技术研究

王奔

招商局金陵鼎衡船舶(扬州)有限公司, 江苏 扬州 225200

摘要: 本研究系统地探讨了船舶舾装模块化设计与制造技术。本文先构建了模块化设计的理论基础, 涉及船舶舾装概念、模块化设计理论、设计原则及流程, 为深入分析和应用提供了理论框架。继而, 本文提出了舾装模块的划分与优化策略, 包括划分方法、依据、优化原则及实施策略。进一步, 介绍了基于成组技术、参数化设计、虚拟现实的舾装模块化设计方法。本文最后对舾装模块化制造技术进行了研究, 涵盖了制造概述、工艺流程、关键技术及质量控制措施。

关键词: 船舶舾装; 模块化设计; 模块化制造; 技术优化; 生产效率

Research on Modular Design and Manufacturing Technology of Ship Outfitting

Wang Ben

China Merchants Jinling Dingheng Shipbuilding (Yangzhou) Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu 225200

Abstract: This study systematically explores the modular design and manufacturing technology of ship outfitting. Firstly, the theoretical foundation of modular design is constructed, involving the concept of ship outfitting, modular design theory, design principles, and processes, providing a theoretical framework for in-depth analysis and application. Then, this paper proposes the division and optimization strategy of outfitting modules, including division methods, basis, optimization principles, and implementation strategies. Furthermore, the modular design method of outfitting based on group technology, parametric design, and virtual reality is introduced. Finally, the modular manufacturing technology of outfitting is studied, covering manufacturing overview, technological process, key technologies, and quality control measures.

Keywords: ship outfitting; modular design; modular manufacturing; technical optimization; production efficiency

引言

随着全球航运业的快速发展, 船舶制造业面临着日益激烈的市场竞争。为了提高我国船舶制造业的核心竞争力, 降低生产成本, 缩短建造周期, 船舶舾装模块化设计与制造技术成为当前研究的热点。舾装作为船舶建造的重要环节, 其效率和质量直接影响到整船的性能和可靠性。船舶舾装模块化设计与制造技术是将舾装分为若干个独立的功能模块, 通过对这些模块进行标准化、系列化设计, 实现舾装部件的批量生产、快速组装和互换。然而, 当前我国船舶舾装模块化设计与制造技术尚处于起步阶段, 存在诸多亟待解决的问题, 如模块化设计方法、制造工艺、质量控制等。

一、船舶舾装模块化设计理论基础

随着现代造船技术的发展, 船舶舾装模块化设计逐渐成为提升造船效率和质量的关键技术。通过对船舶舾装进行模块化设计, 不仅可以优化设计流程, 提高生产效率, 还能有效降低成本, 增强船舶的可靠性和维护性。

(一) 船舶舾装概述

船舶舾装是指在船舶建造过程中对船体内部进行的一系列设备安装工作, 包括机械、电子、管道等系统的安装。现代生产设

计需要全方位掌握船舶舾装生产的规格、名称、等级、重量以及材质等相关数据, 并且在计算机的协助下完成数据的自动化统计和分析。总段预装工艺通过对三维技术的利用, 对重要的零部件进行分段预组装和安装, 进行不同程度的组合, 同时采取差异化的形式完成舾装。此外, 在安装船舶设备时, 也应该考虑大小和易损性, 优先进行安装^[1]。这一过程对于船舶的整体性能和功能实现至关重要。

(二) 模块化设计理论

模块化设计是一种创新的设计策略, 它将复杂的系统分解为

多个独立且功能明确的模块单元，从而实现单独的设计与制造。这种方法不仅提升了设计的灵活性和效率，还为标准化生产和管理提供了便利。在船舶舾装领域，模块化设计尤为重要，它将船舶内部复杂多样的系统和组件细化为独立的模块，每个模块都具备特定的功能和设计要求^[2]。这种模块化处理方式不仅简化了设计流程，提高了生产效率，还有助于标准化管理，使得船舶建造过程更加有序和高效。通过模块化设计，船舶内部系统可以更快速地组装和拆卸，便于维护和升级，同时也有利于提高船舶的整体性能和安全性。因此，模块化设计在船舶舾装领域具有重要的应用价值和意义。

（三）舾装模块化设计原则

在舾装模块化设计中，恪守三项基本原则以保障设计的卓越性和实际应用的有效性。每个模块均需具备独立性，确保其拥有完整的功能与结构，能够单独运作；同时，模块的设计与制造严格遵循标准化流程，以实现便捷的组装与维护；此外，模块之间必须具备良好的互换性，这一特性显著增强了设计的灵活性与适应性，为船舶建造的创新提供了坚实的技术支撑。

（四）舾装模块化设计流程

舾装模块化设计的流程严谨而精细，涵盖了从需求分析至模块组装的多个阶段。起初，通过对船舶的功能需求和设计目标进行深入分析，确立设计方向；继而，基于需求分析结果，将复杂的舾装系统细分为多个功能模块；随后，针对每个模块展开详细设计，涵盖结构、接口、功能等关键要素^[3]；紧接着，依据设计图纸，分别完成各模块的精确制造；最终，将这些模块有序组装，形成一个完整的船舶舾装系统，确保其高效运作和可靠性。

二、船舶舾装模块划分与优化

为了提高舾装作业的标准化、模块化水平，本文将对船舶舾装模块划分与优化进行探讨。以下分别从舾装模块划分方法、划分依据、优化原则及策略四个方面展开论述。

（一）舾装模块划分方法

在船舶舾装模块化设计中，系统分析法扮演着关键角色，通过对舾装系统的功能、结构、性能等多维度综合分析，将其细分为多个子系统，并进一步将子系统划分为具体的舾装模块。同时，形状分析法依据舾装件的形状、尺寸、重量等物理特征，将具有相似特征的舾装件归入同一模块，以简化设计和制造过程。此外，功能分析法则侧重于舾装件在船舶上的应用功能，将功能相同或相近的舾装件整合为一个模块，以此提升舾装系统整体的设计效率和功能性。

（二）舾装模块划分依据

在舾装模块的划分过程中，技术可行性是首要考虑的因素，确保各模块能够独立完成安装、调试和拆卸，以维护其技术完整性。同时，经济合理性亦不容忽视，模块划分需着眼于成本效益，力求在生产过程中降低成本并提升效率。管理便捷性同样重要，模块的合理划分有助于简化生产管理和质量控制流程，从而提高生产组织的效率^[4]。此外，维修方便性也是模块划分的关键考

量，旨在船舶维修时能够迅速定位故障并进行高效维修，以保障船舶的持续运行能力。

（三）舾装模块优化原则

在舾装模块优化的过程中，稳定性原则至关重要，确保舾装系统的稳定性和安全性不受影响；高效性原则旨在通过模块优化提升生产效率，有效缩短船舶建造周期；灵活性原则要求模块优化具备适应性，以满足多样化的船舶建造需求；标准化原则则强调模块设计的统一性，以增强模块的通用性和互换性，从而提升整体设计与应用的便捷性。

（四）舾装模块优化策略

为提升舾装模块设计的效能，采纳先进设计理念和工具是关键，以此提高设计的合理性与准确性；同时，简化模块结构有助于降低生产难度，从而提升生产效率。推行模块化生产策略，实现舾装件的批量制造，有效降低成本^[5]。信息化管理的应用，则确保了舾装模块从设计到生产的全程可追溯，极大提升了生产组织效率。此外，人才培养与技术创新并重，通过加强员工技能培训与推动技术革新，为舾装模块优化技术的发展提供持续动力。

三、船舶舾装模块化设计方法

随着现代船舶建造技术的不断发展，舾装模块化设计已成为提高船舶建造效率和质量的关键手段。以下将详细介绍几种船舶舾装模块化设计方法，并分析舾装模块化设计软件的需求与功能。

（一）基于成组技术的舾装模块设计

成组技术，作为一种将具有相似特征或共同属性的零件、组件归类整合的方法，在舾装模块设计中发挥着重要作用。该技术的应用主要通过以下流程实现：在舾装模块化设计的过程中，先细致地对舾装件进行分类，识别并深入分析其相似性^[6]。随后，将具有共同特征的舾装件整合为模块族，这一步骤有助于推动舾装件的通用化和标准化。最终，为这些模块族设计统一的接口标准，确保模块间的互换性和兼容性，进而提高整体设计的灵活性与效率。

（二）基于参数化设计的舾装模块设计

参数化设计，作为一种以参数为核心驱动力的设计方法，能够根据具体设计需求迅速生成多样化尺寸和形状的舾装模块。其设计流程主要包括：构建参数化模型，依据舾装件的结构特性进行模型建立，以实现设计尺寸的灵活调整；设计参数化接口，确保舾装模块间的高效集成；以及通过参数的调整，快速生成符合各种需求的设计实例，从而提升设计的灵活性和响应速度。

（三）基于虚拟现实的舾装模块设计

虚拟现实技术的融入，为船舶舾装模块化设计开辟了新的视野。该技术应用于舾装模块设计的主要环节包括：构建三维虚拟环境，利用虚拟现实技术重现船舶舾装的实体空间^[7]；在虚拟环境中进行模块安装的模拟，以验证设计的合理性与实施可行性；以及通过虚拟现实设备的交互功能，实现设计师与虚拟环境的直接互动，从而显著提升设计的效率和准确性。

四、船舶舾装模块化制造技术研究

船舶舾装模块化制造技术是现代造船业的重要组成部分，以下将从舾装模块化制造的概述、工艺流程、关键技术以及质量控制四个方面进行详细探讨。

（一）舾装模块化制造概述

舾装模块化制造是指将船舶舾装分为若干个独立的模块，这些模块在制造过程中可以单独设计、生产和预装，最终在船体建造过程中进行快速组装^[8]。这种制造方式打破了传统造船的线性流程，实现了并行作业，大大提高了造船的灵活性和效率。

（二）舾装模块化制造工艺流程

舾装模块化制造的工艺流程涵盖了多个关键阶段：起始的设计阶段，依据船舶设计图纸对舾装系统进行模块化设计，确立模块划分及接口标准；随后进入材料准备阶段，依据设计要求筹备相应的材料和舾装件；接着是模块预制阶段，在专业预制场地完成舾装模块的焊接、组装和调试等工序；随后是模块运输阶段，将预制完毕的模块安全运送至船体组装现场；紧接着是模块组装阶段，在船体上依照设计位置进行模块的组装和安装；最终进入调试与验收阶段，对已安装的舾装模块执行功能测试和调试，确保其达到设计及使用标准。

（三）舾装模块化制造关键技术

舾装模块化制造的核心技术涉及多个方面：模块化设计技术，其精确的模块划分与设计构成了模块化制造的基础；预制技

术，涵盖高精度焊接、自动化组装等，以保障模块的高品质^[9]；接口技术，通过设计标准化、通用化的模块接口，实现了模块的快速组装与拆卸；信息集成技术，运用信息技术实现设计、生产、管理环节的融合，从而显著提升制造效率。

（四）舾装模块化制造质量控制

为确保舾装模块化制造的质量，实施了一系列严格的质量控制措施：为确保舾装模块化制造的品质，一项全面的质量控制体系得以建立，内含一系列严格的质量标准和检验流程。在此基础上，对舾装模块的预制与组装过程实行了实时监控，旨在迅速识别并解决潜在问题^[10]。此外，对所有模块成品进行了全面的性能和质量检验。依托质量反馈，设计和制造工艺持续得到优化，进而不断提高模块化制造的总体水平。

五、结束语

展望未来，随着我国船舶制造业的不断发展，船舶舾装模块化设计与制造技术将具有更加广阔的应用前景。在此，衷心希望本文的研究成果能为船舶舾装模块化设计与制造技术的推广应用提供参考，为我国船舶制造业的繁荣和发展贡献力量。同时，也期待更多专家学者关注和参与到船舶舾装模块化设计与制造技术的研究中来，共同为我国船舶制造业的创新发展献计献策。在此，向所有参与本研究工作的同仁致以衷心的感谢。是你们的勤奋工作与无私奉献，确保了本研究的顺利实施和圆满完成。

参考文献

- [1] 张捷. 船舶舾装生产设计优化研究 [J]. 船舶物资与市场, 2023, 31(07): 39-41. DOI: 10.19727/j.cnki.cbwzysc.2023.07.012.
- [2] 李海昭, 陈丹. 船舶舾装件标准化设计与分析 [J]. 船舶标准化工程师, 2023, 56(04): 7-9+34. DOI: 10.14141/j.31-1981.2023.04.001.
- [3] 孙旭明, 赵志威. 船舶舾装设计特点浅析 [J]. 船舶物资与市场, 2023, 31(05): 42-44. DOI: 10.19727/j.cnki.cbwzysc.2023.05.013.
- [4] 施程议, 丁运来. 玻璃钢栏杆在船舶舾装上的应用 [J]. 船舶物资与市场, 2023, 31(04): 70-72. DOI: 10.19727/j.cnki.cbwzysc.2023.04.022.
- [5] 庞龙. 现代船舶舾装设计与制造效率提升研究 [J]. 船舶物资与市场, 2023, 31(03): 65-67. DOI: 10.19727/j.cnki.cbwzysc.2023.03.020.
- [6] 赵立志. 船舶舾装生产现场管理研究 [J]. 船舶物资与市场, 2023, 31(01): 53-55. DOI: 10.19727/j.cnki.cbwzysc.2023.01.018.
- [7] 邢顺波, 李仁鑫, 姜海滨. 现代船舶舾装生产设计工艺浅析 [J]. 船舶物资与市场, 2022, 30(08): 39-41. DOI: 10.19727/j.cnki.cbwzysc.2022.08.013.
- [8] 周凯. 船舶舾装产品数据 BOM 管理中心设计与实现 [D]. 大连理工大学, 2020. DOI: 10.26991/d.cnki.gdllu.2020.004701.
- [9] 滕雨航. 船舶舾装件托盘多载具协同配送方法研究 [D]. 哈尔滨工程大学, 2022. DOI: 10.27060/d.cnki.ghbcu.2022.000761.
- [10] 何磊磊, 钱华, 许如强. 船舶舾装件采购策略探讨 [J]. 船舶物资与市场, 2021, 29(12): 60-62. DOI: 10.19727/j.cnki.cbwzysc.2021.12.023.