

船舶与海洋工程专业船舶舾装设计解析

李国彬 石 静 乔向国

中国石油集团海洋工程有限公司 山东 青岛 266555

摘要：船与海洋工程专业的船舶舾装设计是确保船舶性能与美观并重的关键环节。通过精细化设计与模块化应用，该领域致力于优化船舶设备、电气、通风等系统的安装与布局，提升船舶整体运行效率与安全性。随着科技进步，舾装设计不断融合创新理念与先进技术，推动船舶制造向智能化、环保化方向发展，助力我国船舶事业的可持续发展。

关键词：船与海洋工程专业；船舶舾装；设计实践

引言：船与海洋工程领域的船舶舾装设计，是船舶建造过程中不可或缺的重要环节。它集成了电子、电气、机械等多学科技术，直接关系到船舶的性能、安全及舒适度。随着造船技术的不断进步，舾装设计正向着模块化、智能化方向发展，以提高建造效率与质量。本文旨在深入解析船舶舾装设计，探讨其发展现状与未来趋势，为船舶制造业提供参考与启示。

1 船舶舾装设计概述

1.1 定义与分类

(1) 船舶舾装的定义。船舶舾装是指在船体结构建造完成后，进行的各种设备、系统、管路、电气、仪表、家具等安装工作的总称。这一过程覆盖了船舶下水后所需的各种电子、电气和机械设备的安装与调试，是船舶制造过程中不可或缺的重要环节。舾装工作的质量直接影响到船舶的整体性能、安全性及舒适度。(2) 舾装设计的分类。根据舾装的部位和功能，可以将其分为几个主要类别：1) 外舾装。主要涉及船体外壳、甲板、舱口盖、舷梯、舵设备、锚设备、系泊和拖曳设备、起货设备、救生和消防设备等的安装与布置。外舾装不仅关乎船舶的外观，还直接影响到船舶的航行安全及操作性能。2) 内舾装。则关注于船舱内部的装修和设施安装，包括舱室分隔、绝缘、地板、天花板、门窗、家具、卫生设施等。内舾装的设计需考虑乘客或船员的舒适度、使用便捷性以及空间利用效率，同时还需符合相关的防火、环保等要求。3) 电气舾装。特指船舶上电气设备和系统的安装与调试，如配电系统、照明系统、通讯系统、导航系统等。电气舾装的精准性和安全性对于船舶的正常运行至关重要。

1.2 发展历程与现状

(1) 我国船舶舾装设计技术的发展历程。我国船舶舾装设计技术经历了从模仿到创新的发展历程。起初，

我国主要借鉴前苏联的造船技术和标准，产品设计较为笨重且体型偏大。随后，随着日本造船业的崛起，我国开始转向学习日本的造船模式和技术，逐渐提升了舾装设计的精细化程度。自上世纪九十年代以来，随着我国经济的快速发展和科技的不断进步，船舶舾装设计技术也取得了显著成就。我国不仅积极引进国际先进标准和技术，还根据国内造船工业的特点不断完善自己的标准体系，推动了船舶舾装设计技术的自主创新和持续发展。(2) 当前船舶舾装设计技术的现状及趋势。当前，我国船舶舾装设计技术已经步入了现代化、标准化和智能化的新阶段。一方面，随着模块化设计理念的深入应用，船舶舾装设计逐渐实现了从设计到生产的无缝对接，有效提高了生产效率和质量。另一方面，数字化、智能化技术的应用也为船舶舾装设计带来了革命性的变革。通过三维建模、仿真分析等技术手段，设计师可以更加直观地了解设计方案的效果和潜在问题，从而进行优化改进。未来，船舶舾装设计技术将继续朝着绿色化、智能化和高效化的方向发展。环保材料的应用、节能减排技术的研发以及智能化系统的集成将成为船舶舾装设计的重要趋势。同时，随着全球贸易和航运业的不断发展，船舶舾装设计也将更加注重安全性和可靠性以满足日益增长的市场需求。

2 船舶舾装模块化设计理论

2.1 模块化设计概念

(1) 模块化设计的定义与特点。模块化设计是一种将复杂系统分解为一系列相互独立又相互关联的模块，通过模块的选择与组合来构造不同产品或系统的设计方法。这种设计方法的核心在于模块的独立性和互换性，使得产品设计、制造和维护过程更加灵活和高效。模块化设计的特点主要包括：一是提高了设计的灵活性，可以通过不同模块的组合来满足多样化的需求；二是降低

了制造难度和成本,通过批量生产标准模块,实现了规模经济效应;三是便于维修和升级,模块化的结构使得更换或升级某一功能模块变得简单易行。(2)模块化设计在船舶建造中的应用优势。在船舶建造领域,模块化设计的应用带来了显著的优势。首先,它缩短了船舶的建造周期。通过将复杂的船舶结构分解为多个相对简单的模块,可以实现并行建造,大大提高了建造效率。其次,模块化设计提高了船舶的建造质量。由于模块可以在受控的环境中进行制造和测试,因此更容易保证制造精度和质量控制。最后,模块化设计还增强了船舶的适应性和灵活性。随着航运市场需求的不断变化,模块化设计使得船舶能够更容易地进行改造和升级,以满足新的需求^[1]。

2.2 模块化设计原则

(1) 结构简化原则。结构简化是模块化设计的基本原则之一。通过简化结构,可以减少模块间的接口数量和复杂性,降低制造和集成的难度。在船舶舾装设计中,应尽可能将功能相似的部件和设备集成在一个模块内,以减少模块间的连接和协调工作量。(2) 设计优化原则。设计优化旨在提高模块的性能和可靠性,同时降低制造成本。在模块化设计过程中,应充分考虑材料的选择、制造工艺的可行性以及模块的维护性等因素,通过优化设计来提高模块的整体性能。(3) 目标多样化原则。模块化设计应满足不同用户和市场需求的多样化。在船舶舾装设计中模块化,应根据不同的船型和用途,设计多种类型的模块,以满足不同客户的需求。同时,还应考虑模块的装通设计中用,性和应将互换具有性相同,或以便相似在不同的船舶项目中重复使用。(4) 功能单元化原则。功能单元化是模块化设计的核心思想之一。在船舶功能的部件和设备集成在一个功能单元内,形成一个独立的模块。这样做不仅可以提高模块的功能性和可维护性,还可以简化船舶的整体结构。

2.3 模块化设计流程

(1) 需求分析与模块划分。在设计之初,需要对船舶的航行需求、功能要求以及用户反馈等信息进行全面分析,以确定船舶舾装的整体需求和目标。基于这些需求,将复杂的船舶舾装系统划分为一系列相对独立的功能模块。每个模块都应具有明确的输入输出接口和功能定义。(2) 模块设计与仿真验证。在模块划分完成后,需要对每个模块进行详细设计。这包括确定模块的尺寸、形状、材料以及内部结构和布局等。同时,还需要利用CAD/CAE等工具进行仿真分析,以验证模块的性能和可靠性是否满足设计要求。仿真验证可以及时发现

并解决设计中的问题,提高模块的设计质量。(3) 模块制造与组装。在模块设计得到验证后,即可进入制造阶段。模块制造应在受控的环境中进行,以确保制造精度和质量控制。制造完成后,需要将各个模块按照设计要求进行组装。组装过程中需要特别注意模块间的接口匹配和连接方式的正确性,以确保整个系统的稳定性和可靠性。(4) 系统集成与调试。在所有模块组装完成后,需要进行系统集成与调试。这一阶段的主要任务是将各个模块连接成一个完整的系统,并进行全面的测试和调试。测试和调试的内容包括功能测试、性能测试以及安全测试等。通过系统集成与调试,可以确保所有模块协同工作,达到预期的整体性能。在这个过程中,可能会遇到一些意想不到的问题或冲突,需要设计团队和工程师及时进行调整和优化^[2]。

3 船舶舾装模块化设计实践

3.1 设计方法与工具

3.1.1 CAD/CAM技术在船舶舾装模块化设计中的应用

在船舶舾装模块化设计中,CAD(计算机辅助设计)与CAM(计算机辅助制造)技术已成为不可或缺的工具。CAD技术通过提供精确的三维建模能力,使得设计师能够直观地构建船舶舾装模块的虚拟模型。这些模型不仅包括了结构细节,还包含了接口位置、尺寸规格等关键信息,为后续的制造与安装奠定了坚实基础。同时,CAD软件还支持多视图、多层次的查看与编辑功能,帮助设计团队全面、深入地理解设计方案。CAM技术则是CAD技术的延伸与补充,它负责将CAD设计的模块转化为实际的制造指令。通过CAM软件,可以自动生成数控机床所需的加工代码,实现精确、高效的自动化生产。这不仅提高了制造精度,还大大缩短了生产周期。在船舶舾装模块化制造中,CAM技术的应用使得模块能够快速、准确地从设计走向现实,为船舶建造提供了强有力的支持^[3]。

3.1.2 仿真软件在模块设计与验证中的作用

仿真软件在船舶舾装模块化设计中同样扮演着重要角色。它能够在虚拟环境中对模块进行性能测试和功能验证,模拟各种工况下的运行状态,从而提前发现潜在的设计缺陷或制造问题。通过仿真软件,设计团队可以对模块进行优化设计,确保其在实际应用中具备优异的性能和可靠性。此外,仿真软件还支持多物理场耦合仿真,能够综合考虑结构力学、热力学、流体力学等多种因素的影响,为模块设计提供全面的评估与指导。在船舶舾装模块化设计中,这种仿真能力尤为关键,因为船舶运行环境复杂多变,模块需要承受各种外部载荷和内

部应力。通过仿真软件的验证与优化,可以确保模块在极端工况下仍能保持稳定的性能表现^[4]。

3.2 典型案例分析

3.2.1 代表性案例分析

案例一:某集装箱船舱室模块化设计。该项目通过模块化设计,将舱室划分为多个独立的模块进行设计和制造。每个模块均具备标准化的接口和尺寸规格,实现了快速安装与互换。在设计过程中,设计师运用CAD软件进行三维建模与布局设计,并通过仿真软件对模块进行性能验证。最终,这些舱室模块在实际应用中表现出了优异的舒适性和安全性,得到了船东和船员的高度评价。

案例二:某海工船管系模块化设计。该项目针对复杂管系进行了模块化划分,降低了制造与安装的难度。设计团队利用CAD/CAM技术实现了管系模块的快速设计与精确加工。同时,通过仿真软件对模块进行流体力学仿真分析,确保了管系在不同工况下的顺畅运行。这种模块化设计不仅提高了建造效率,还降低了后期维护成本。

3.2.2 分析设计思路、实现过程及效果评估

这两个案例均采用了模块化设计思路,将复杂的系统划分为多个独立的模块进行设计和制造。设计团队充分利用CAD/CAM技术进行精确建模与加工指令生成;同时,通过仿真软件对模块进行性能测试和功能验证。这种设计方法显著提高了建造效率与产品质量,降低了制造成本与风险。在效果评估方面,两个案例均取得了显著成效,不仅满足了船东的需求与期望,还为船舶舾装模块化设计的推广与应用提供了有力支持。

3.3 问题与挑战

3.3.1 当前船舶舾装模块化设计中存在的主要问题

尽管船舶舾装模块化设计展现出了诸多优势,但在实际应用过程中仍面临一些问题。首先,标准化程度不足是一个显著的瓶颈。不同制造商和设计团队在模块接口、尺寸和通信协议等方面缺乏统一标准,导致模块之间的兼容性和互换性较差,增加了系统集成和后期维护的难度。其次,模块化设计对设计、制造和安装团队的技术水平要求较高,需要他们具备跨学科的知识 and 技能,但目前行业内这样的人才储备相对匮乏。此外,模块化设计需要整个供应链的紧密协作,但在实际操作

中,由于信息流通不畅、利益分配不均等问题,导致协作效率低下,影响了模块化设计的实施效果。

3.3.2 面临的挑战及应对策略

(1) 加强标准化建设:积极推动行业标准的制定和完善,建立统一的模块接口标准和设计规范,提高模块间的兼容性和互换性。同时,鼓励企业参与标准制定过程,促进技术创新和标准化工作的紧密结合。(2) 培养跨学科人才:加大对船舶舾装模块化设计领域人才的培养力度,通过教育与培训提升设计、制造和安装团队的跨学科素养和技能水平。同时,加强与高校、研究机构的合作,建立产学研用相结合的人才培养体系。(3) 优化供应链管理:加强与供应链中各企业的沟通与协作,建立长期稳定的合作关系。通过信息共享、资源共享等方式提高供应链的透明度和协同性。同时,推动供应链中的企业进行技术创新和升级,提高整体供应链的效率和竞争力。(4) 强化技术创新与研发:密切关注新技术的发展动态,积极引进和研发新技术、新材料和新工艺,推动船舶舾装模块化设计的创新与发展。通过技术创新提升模块的性能和质量,降低成本和风险,提高船舶的整体竞争力和市场适应能力。

结束语

船舶舾装设计作为船与海洋工程领域的核心环节,其发展对船舶制造业的现代化进程至关重要。通过对模块化设计、智能化技术等方面的不断探索与创新,舾装设计正逐步实现高效化、绿色化。展望未来,船舶舾装设计将继续融合新技术,推动船舶性能与安全性的双提升,为全球航运业的发展贡献力量。

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,(05):39-40.
- [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,(04):37-39.
- [3]赵立志.船舶舾装生产现场管理研究[J].船舶物资与市场,2023,(06):53-55.
- [4]陈飞亚,顾晓波,吴红洁.船舶舾装生产设计图纸视图布局优化[J].造船技术,2020(05):66-67.