

船舶修理改装项目中的模块化设计应用研究

龙 哲

上海中远海运重工有限公司 上海 201913

摘 要: 本文探讨了模块化设计在船舶修理改装项目中的应用及其对工作效率的提升作用。研究分析了传统船舶修理改装方法的局限性,阐述了模块化设计的概念、原理及其在船舶修理改装项目中应用的优势。通过实际案例分析,验证了模块化设计在缩短工期、降低成本和提高质量方面的显著效果。文章还讨论了模块化设计实施过程中的关键技术和面临的挑战,并展望了未来发展趋势。研究表明,模块化设计是提高船舶修理改装效率的有效途径,具有重要的实践价值和推广意义。

关键词: 船舶修理改装; 模块化设计; 工作效率; 工程管理

引言

随着全球航运业的快速发展,船舶修理改装市场需求持续增长。传统的船舶修理改装方法往往面临工期长、成本高、质量难以控制等问题,亟需创新性的解决方案。模块化设计作为一种先进的工程方法,已在多个领域展现出显著优势。本研究旨在探讨模块化设计在船舶修理改装项目中的应用,分析其对工作效率的提升作用,为行业实践提供理论指导和技术参考。

研究采用案例研究和比较分析等方法,系统考察了模块化设计在船舶修理改装中的实际应用效果。研究结果表明,模块化设计能够有效解决传统方法面临的诸多挑战,为船舶修理改装项目带来显著的经济和技术效益。

1 船舶修理改装项目概述

船舶修理改装是指对现有船舶进行维护、修理或改造,以延长其使用寿命、提升性能或改变用途的工程活动。这类项目通常包括结构和管路修理、设备维护、加装和换新、系统升级等多种工作内容。随着航运市场的变化和环保要求的提高,船舶修理改装的需求日益多样化,项目复杂性也不断增加。

传统船舶修理改装方法主要采用结构预制和现场装配的方式,存在诸多局限性。首先,现场作业受天气、场地、物流、吊运、人力等因素影响大,工作效率难以保证。其次,各专业工种交叉作业频繁,协调难度大,有安全隐患^[1]。此外,现场质量控制难度大,返工率较高,增加了项目成本。这些局限性促使业界寻求更高效的工程方法,模块化设计应运而生。

2 模块化设计的概念与原理

模块化设计是一种将复杂系统分解为相对独立、功能完整的模块,通过模块的组合与配置实现系统功能的设计方法。在船舶工程中,模块化设计将船体结构、

设备和系统划分为若干标准模块,在工厂环境下预制完成,然后运输至现场进行组装。

与传统设计方法相比,模块化设计具有显著优势。首先,它实现了设计、预制和现场安装的分离,大大缩短船舶在厂周期,降低船舶的营运损失。其次,工厂化生产环境有利于质量控制,减少现场返工。此外,模块的标准化和系列化可以实现规模效应,降低制造成本。模块化设计还提高了设计的灵活性和可维护性,便于后期升级改造。

3 模块化设计在船舶修理改装中的应用

在船舶修理改装项目中,模块化设计可以应用于多个方面。船体结构方面,可将大型分段预制为模块,减少现场焊接工作量。设备系统方面,可将功能装置、控制系统等集成为模块,实现"即插即用"。居住区域方面,可将舱室单元模块化,提高装修质量和效率。

以商船加装船舶尾气处理装置的设计方案为例,按照 MARPOL 公约的要求,在波罗的海、北海、北美以及美国加勒比海四大排放区内,船舶燃油的含硫量在2015年1月1日以后,不得超过0.1%;在2020年1月1日以后,除排放区以外的全球其他海域船用燃油的最大含硫量不得超过0.5%;至2030年,将最终提高到0.1%。中国也于2019年设定了排放控制区,船用燃油的最大含硫量不得超过0.5%^[2]。为了应对法规的要求,船东必须采取适当的应对措施。对于已经在营运中的旧船来说,加装废气洗涤清洁系统是非常经济的一个选项。

在模块化方案设计时,主要的考虑因素有原船的机舱及生活区的结构和布置、新安装的脱硫塔型式、尺寸、系统设备等,主要有以下几种情况。

3.1 规则的模块设计

在原船空间较大时,留给模块方案设计的余地也较

大。此时,可以直接设计为一个独立、完整、规则的塔房模块,将结构、舾装、脱硫塔及相关设备、管路、电缆直接集成在模块中,设计结束后,进行采购、预制、安装和总组,待所有准备工作完成后,船舶进厂改装,直接吊运模块即可,只剩下少量工作留给现场,如模块结构、管路和电缆连接、机舱管路安装、水下工程、调试安装等,大大节约了船舶在厂时间,提升工作效率和质量。

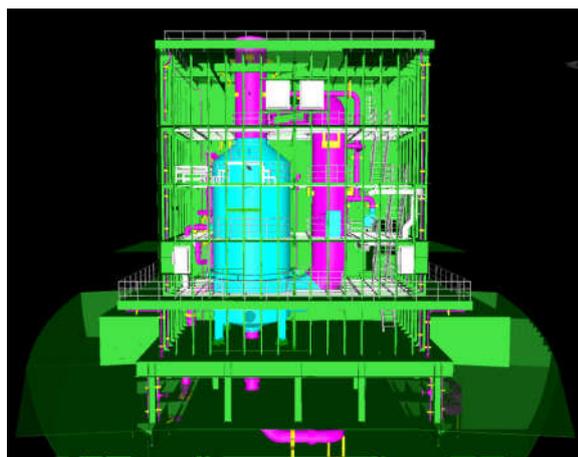


图1 规则的模块设计

3.2 不规则的模块设计

在原船空间有限时,塔房结构、脱硫塔等设备无法布置在一个相对完整和规则的空间,此时,首先需要将设备尽可能紧凑布置在若干相邻区域,每个区域作为一个独立的分段进行设计、预制和安装。在总组阶段,需要根据结构和设备的分布,做一些临时的支撑、绑扎、加强等结构,在保证安全的前提下,最大限度的将这些分段集成为一个不规则的模块,便于后续的吊运和上船安装^[3]。

由于模块不规则,在吊运前,需要提前策划方案。需要考虑模块的重量、重心,吊点的位置、起吊方案,结构

强度等。需借助结构计算软件对整个吊运过程进行有限元分析模拟和安全评估,作为吊运方案的决策依据。

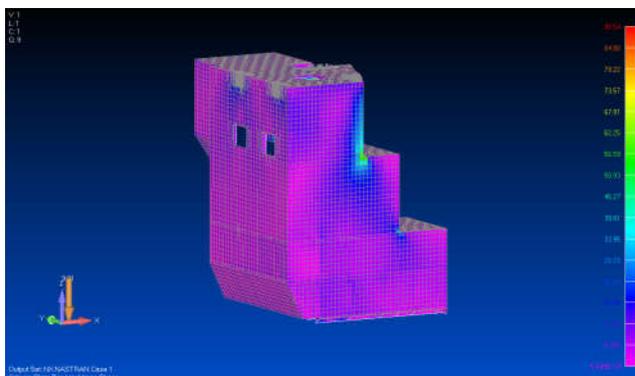


图2 不规则的模块设计以及结构强度复核

3.3 嵌补式模块设计

在原船空间有限时,有一种特殊情况,塔房结构、脱硫塔等设备无法布置在一个相对完整和规则的空间,但如果把部分原船结构加入其中,则可以变为一个规则模块,而且这部分原船结构中,需要安装改装相关的设备和管路。这种情况可以有几种解决方案,可以结合实际情况决策。

方案一:在预制阶段,直接将这块结构新造,与其他需预制的分段总组为一个规则模块。船舶进厂后,直接将原结构整体割除,吊运安装新模块。

方案二:船舶进厂后,将原结构整体割除,随后在其中安装设备和管路,再与其他已预制的分段总组为一个规则模块,最后吊运安装新模块至船上。

方案一和方案二的主要区别在于是否在船舶进厂前,先行预制这部分原船结构,涉及到一定额外的成本,但节约了改造周期,降低了船舶营运损失。此时需要综合考虑周期、成本、人力、营运损失等各类因素,与船东一起决策。

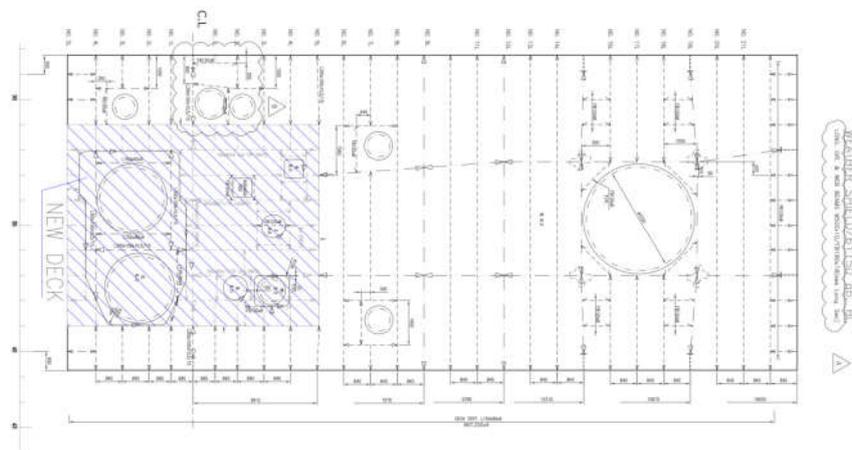


图3 嵌补区域

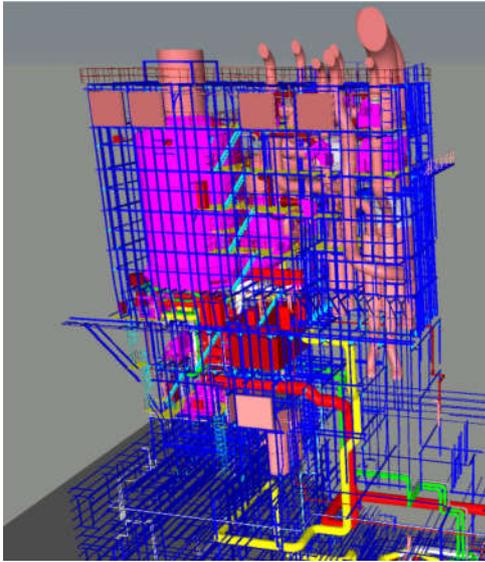


图4 嵌补式模块设计

图3中,将阴影部分的原船结构在船舶进厂改装前新造,即可以与塔房结构、脱硫塔等设备组成一个规则模块(图4),极大提升改装效率。

通过模块化设计,我们将传统的设计和改装方案进行了优化。经过数据对比和分析,采用模块化设计后的方案,可以在船舶进厂前安排进行施工,便于生产根据进度、船期灵活的调配劳动力,由于作业环境的改善,劳动效率可以有效的得到提高,极大的降低了改装周期和成本。以某13,000TEU系列集装箱船改装为例,单个项目节约人工成本12万,场地费4.5万,码头使用费45万,同时节省改装周期15天(约1/4),对质量提升、现场安全管控方面均有较大帮助。

4 模块化设计实施的关键技术与挑战

实施模块化设计需要解决多项关键技术,设计阶段需要进行科学的方案制定、精确的模块划分,确保模块间的兼容性,便于后续组装;制造阶段需要先进的加工设备、工艺和场地,保证模块的制造精度;物流阶段需

要解决大型模块的运输和吊装问题;现场组装阶段需要大型吊运设备、精确的定位和连接技术^[4];同时,所有的吊运过程需要进行有限元模拟计算,确保安全。

模块化设计在船舶修理改装中的应用也面临一些挑战。首先是初始投资较大,需要建设专门的模块化生产场地,采购相关设备;其次是设计变更的成本较高,一旦模块制造完成,修改成本较高;此外,模块化设计对项目管理提出了更高要求,需要协调设计、制造、物流等多个环节。解决这些挑战需要技术创新和管理优化的协同推进。

结束语

本研究探讨了模块化设计在船舶修理改装项目中的应用及其对工作效率的提升作用。研究表明,模块化设计通过将复杂工程分解为若干模块,实现了工厂化预制和现场快速组装,能够有效缩短工期、降低成本并提高质量。尽管实施过程中面临一些技术和管理的挑战,但随着技术进步和经验积累,模块化设计在船舶修理改装领域具有广阔的应用前景。

未来研究可以进一步探索模块化设计与数字化技术的结合,在船舶修理改装领域实现虚拟装配;此外,模块化标准体系的建立和产业链协同机制的完善也是值得关注的方向。通过持续创新和实践,模块化设计将为船舶修理改装行业带来更大的效益提升。

参考文献

- [1]基于现代造船模式的船舶舾装模块化设计研究[J].林俊,船舶物资与市场.2020,第11期
- [2]船舶模块化设计与制造技术分析[J].俞梦娜;夏志平,科技创新与应用.2020,第29期
- [3]船舶模块化设计与制造现状及发展方向[J].沙丙强,船舶物资与市场.2022,第11期
- [4]现代船舶舾装设计与制造效率提升研究[J].庞龙,船舶物资与市场.2023,第3期