

船舶舾装设计标准化对生产效率的影响分析

林桂霖

江南造船（集团）有限责任公司 上海 201913

摘要：船舶舾装设计是船舶建造的关键环节，其标准化水平直接关乎造船生产效率与经济效益。本文立足标准化原理与精益生产理论，阐述舾装设计标准化的核心内涵与评价体系，分析国内行业与企业标准化发展现状，探究非标设计的负面危害及标准化的正向赋能作用，剖析行业、企业、技术层面的制约因素，并从标准体系完善、落地管控、数智融合、定制平衡四方面提出优化策略，旨在提升舾装生产质效，助力船舶工业高质量发展。

关键词：船舶舾装设计；标准化；生产效率；影响

引言：随着我国船舶工业转型升级，提质增效、降本控损成为行业发展核心目标。舾装设计作为衔接船体建造与设备安装的核心工序，存在工序繁杂、非标设计多、管控难度大等问题，是制约造船生产效率提升的关键瓶颈。当前国内舾装标准化建设成效与短板并存，企业落地水平参差不齐。基于此，本文聚焦舾装设计标准化与生产效率的关联机制，系统分析现存问题，探索科学优化路径，为船企规范化、高效化生产提供实操参考。

1 相关概念与理论基础

1.1 船舶舾装设计概述

（1）船舶舾装是船舶建造的核心组成部分，区别于船体结构与动力系统建造，主要指船舶除主体结构、主辅机设备外，所有配套装置与设施的设计与安装工作。其核心范畴涵盖内舾装、外舾装与机电舾装三大模块，内舾装聚焦船舱内饰、舱室分隔、起居设施等内部配套；外舾装涉及锚泊、系泊、救生、通道等外部甲板装置；机电舾装侧重电气、管路、辅助设备的配套设计。

（2）舾装设计拥有固定的作业流程，涵盖方案设计、详细设计、生产设计与施工适配四个核心阶段。整体设计具备零部件种类繁多、工序衔接复杂、多工种交叉作业频繁、定制化需求突出的特点，需根据船舶用途、航行海域、客户需求差异化设计，标准化程度较低，设计管控难度较高。（3）舾装设计贯穿船舶建造全过程，是衔接船体建造与设备安装的关键环节，直接决定船舶的安全性、舒适性、实用性与外观品质，同时影响船舶建造工期、成本与后期运维效率，是保障船舶综合性能达标、提升船舶建造质量的核心支撑。

1.2 船舶舾装设计标准化核心内涵与内容

（1）船舶舾装设计标准化是针对舾装设计全流程建立的规范化体系，核心是统一各类舾装零部件规格参数、设计流程标准、制图规范及施工安装准则，规避差

异化设计带来的资源浪费，实现设计工作的规范化、统一化与有序化。（2）其核心内容包含四大维度，分别为零部件标准化、图纸标准化、流程标准化与技术规范标准化，覆盖舾装设计从部件选型、图纸绘制到流程执行、施工落地的全环节。（3）舾装设计标准化实施需遵循四大原则，在保障设计通用性、适配性与经济性的基础上，兼顾技术创新性，既满足批量生产的通用需求，也适配特殊船舶的定制化改造，平衡标准化管控与个性化设计的矛盾^[1]。

1.3 船舶生产效率评价体系

（1）船舶舾装生产效率核心评价指标包含设计周期、建造工期、施工返工率、人工成本与物料损耗率，多维度量化舾装设计与生产的综合效率。（2）影响舾装生产效率的核心因素涵盖四大类，分别为设计标准化水平、施工工艺成熟度、作业人员专业素养与现场管理模式，各因素相互关联，共同决定舾装生产的整体效率与质量。

1.4 基础理论支撑

（1）标准化原理包含统一化、通用化、系列化与组合化四大核心，是舾装设计标准化落地的核心理论依据，可有效简化设计流程、减少部件种类、提升部件复用率。（2）精益生产理论核心是消除生产全过程的无效作业与资源浪费，实现降本增效。该理论高度适配船舶舾装多工序、交叉作业的生产特征，可优化舾装设计与施工流程，压缩无效工期，降低生产成本。

2 船舶舾装设计标准化现状及对生产效率的影响机制

2.1 船舶舾装设计标准化发展现状

（1）近年来，国内船舶工业体系持续完善，舾装设计标准化建设取得显著成果。行业主管部门陆续出台多项舾装设计通用标准、施工规范与制图准则，覆盖甲板舾装、舱室舾装、机电配套等核心领域，逐步替代传

统零散化设计模式。目前主流通用标准已在国内船舶建造行业广泛普及,成为船舶设计、审图、施工的基础依据,有效推动行业设计工作规范化发展。(2)从企业落地现状来看,国内船企标准化实施呈现明显两极分化。大型龙头船企具备完善的标准化体系、专业技术团队和数字化设计平台,能够严格落实行业标准,同时搭建企业内部专属标准化库,标准化落地程度高。而中小型船企受资金、技术、人才限制,标准化建设滞后,多依赖传统设计经验,标准执行流于形式,整体实施效果较差。(3)当前舾装设计标准化仍存在诸多短板。一是部分细分领域标准不统一,不同区域、企业的设计规范存在差异;二是标准落地执行不到位,存在重制定、轻落实的问题;三是行业标准更新滞后于船舶技术发展,难以适配新型船舶建造需求;四是部分通用标准适配性不足,无法兼顾特殊船舶的定制化设计要求。

2.2 非标舾装设计对船舶生产效率的负面影响

(1)设计层面,非标舾装设计需针对船舶个性化需求单独完成方案设计、图纸绘制与参数校核,大幅增加设计工作量。同时非标图纸无法复用,资源利用率极低,不仅显著延长设计周期,还会因频繁差异化设计提升参数失误、图纸错漏的概率,为后续生产施工埋下质量隐患。(2)生产层面,非标设计导致舾装零部件规格繁杂、通用性差,企业无法开展标准化批量预制生产。零部件定制化加工难度大、周期长,物料采购品类杂乱、采购效率低,难以实现规模化生产,直接拉长整体船舶建造工期,严重制约生产进度。(3)施工层面,非标设计缺乏统一的安装规范与施工标准,不同零部件、不同舱室的施工工艺存在差异。施工人员需要反复适配不同施工要求,学习与适配成本大幅增加,极易出现安装偏差、工艺不符等问题,导致返工率、物料损耗率持续攀升,施工质量难以保障^[2]。(4)管理层面,大量非标设计加剧了生产调度、质量管控和库存管理的难度。非标零部件库存无法通用,造成库存积压与资源浪费;差异化施工流程增加现场协调压力,各工序、各工种协同不畅,大幅降低整体生产管理与协同效率。

2.3 舾装设计标准化对生产效率的正向影响维度

(1)优化设计环节:标准化设计统一了零部件参数、图纸格式与设计流程,大幅提升图纸复用率,简化重复设计工作。有效精简设计流程、缩短设计周期,减少人为设计失误,提升设计成果的准确性与规范性。(2)提效生产加工:标准化实现舾装零部件通用化、模块化,企业可提前开展批量预制、集中加工,规避定制化加工的繁琐流程,降低生产加工难度,大幅压缩整体

生产工期,提升生产产能。(3)降低生产成本:标准化设计减少非标零部件加工、返工带来的物料浪费,精简采购品类、降低采购成本,同时减少无效人工投入,有效控制人工、物料、运维成本,全面提升船舶建造的经济效益。(4)规范施工管理:统一的安装标准与施工流程,降低施工适配难度,规范现场施工行为,大幅降低返工概率。同时便于现场管理调度,提升各工序协同效率,稳步提升舾装施工整体质量与作业效率^[3]。

2.4 标准化影响生产效率的制约因素

(1)行业层面,船舶舾装部分细分领域标准体系仍存在空白,针对新型船舶、特种舾装设备的标准缺失。同时新旧标准衔接不够顺畅,部分老旧标准未及时更新,行业统一推行、监督力度不足,导致标准落地参差不齐。(2)企业层面,多数中小船企标准化建设意识薄弱,过度追求定制化订单效益,忽视标准化体系搭建。同时企业标准化执行机制不完善,考核、监督体系缺失,加之技术人员专业能力不足,导致标准难以有效落地执行。(3)技术层面,现有标准化体系多针对通用船舶设计,与船舶个性化、高端化定制需求适配性不足。且多数企业标准化设计与数字化、智能化技术融合程度低,未能依托数字化平台实现标准化高效落地,制约了生产效率的提升。

3 提升船舶舾装设计标准化落地效能的优化策略

3.1 完善船舶舾装设计标准化体系建设

(1)补齐细分领域标准短板,针对小众舾装部件、新型船舶舾装场景制定专项标准。当前特种船舶(如科考船、液化气船、活鱼运输船)及绿色动力场景(如甲醇舱、氨燃料加注站)的小众舾装件长期缺乏专项标准,导致设计无标可依、采购因人而异。应组织行业力量梳理缺口,优先制定极地舾装防冰装置、新能源管路支撑等专项标准,填补空白^[4]。(2)优化标准更新机制,结合船舶新工艺、新技术、新船型动态迭代标准化规范。建立标准年度复审与快速修订通道,针对激光复合焊接、一体化模块吊装等新工艺,以及无人船、风力助推船等新船型,及时更新舾装件接口尺寸、安装公差及检验要求,避免标准滞后于技术实践。(3)推动行业标准统一化,规避不同企业、不同项目标准差异化问题。针对同一舾装件(如电缆托架、管卡)因船东或船级社要求不同而产生多种规格的现状,由行业协会牵头制定推荐性统一标准,并建立标准差异清单与协调处理规则,从源头减少设计返工和采购混乱。

3.2 强化企业标准化落地执行与管理

(1)建立企业内部标准化管理制度,明确设计、

生产、管控各岗位标准化职责。制度应覆盖标准选用、偏离审批、反馈修订全流程。规定设计人员优先调用标准件库,生产人员按标准工艺施工,质检人员按标准验收,形成闭环责任链条,并设立专职标准化审查岗位。

(2) 开展全员标准化培训,提升设计人员、施工人员的标准化意识与实操能力。分层施训:设计人员侧重标准选型与参数匹配,施工人员侧重安装规范与公差控制。采用案例教学、实操考核等方式,将典型违规案例编入教材,定期组织标准化知识竞赛,强化“按标准做事”的行为习惯。(3) 建立标准化落地考核机制,将标准化执行情况纳入项目绩效考核。设置标准选用率、非标件申请频次、因标准偏离导致的返工工时等量化指标,按月度或项目节点考核。对严格执行标准并显著提升效率的团队给予正向激励,对违规设计或施工行为进行追溯与考核扣分,形成以考促用的良性循环。

3.3 推进标准化与数字化、智能化深度融合

(1) 搭建标准化舾装设计数据库,实现标准图纸、通用部件的一键调用。数据库应包含标准件三维模型、典型结构图、材料明细表等,并与CAD/PDM系统深度集成。设计人员通过关键词或属性检索直接插入标准件,避免重复绘图,使标准件选用率达到80%以上,显著缩短设计周期。(2) 依托BIM、三维设计技术,实现标准化设计可视化、精准化。在BIM环境中嵌入标准规则校验功能,自动检查舾装件是否满足尺寸、接口、材质等标准要求。同时利用三维碰撞检查,提前发现标准件与船体结构、管路的干涉问题,减少现场修割与返工,提升设计施工一致性。(3) 结合智能制造模式,推动标准化舾装部件模块化预制、流水线生产。将标准化成果转化为可数控加工的参数化模块,如标准舱室单元、标准梯道、标准支架等,在自动化生产线上批量制造。通过MES系统打通设计数据与生产设备,实现“设计即工艺、工艺即生产”的无缝衔接,降低人工干预,提升质量一致性^[5]。

3.4 平衡标准化与船舶个性化定制需求

(1) 推行“通用标准化+局部定制化”设计模式,兼顾量产效率与项目个性化需求。对通用性强的舾装部件(如标准扶手、管夹、电缆托架、人孔盖)严格执行标准化,纳入强制选用目录;对体现船东偏好或特殊功能的区域(如驾驶室布局、住舱装修、厨房设备布置)允许有限定制,但须在标准化预留接口框架内进行。通过模块化组合实现“标准内核、灵活外显”,既保证批量化采购和施工的高效性,又避免非标需求对整体标准化体系的冲击。(2) 建立标准化适配调整机制,针对特殊船型、特殊工况优化标准适配方案。当标准件无法满足冰区航行、高振动区域、危险品运输等特殊工况时,启动标准化偏离申请与评审流程。由标准化委员会评估后形成适配调整方案或临时增补标准,并将成功案例定期固化纳入正式标准,实现标准在特殊场景下的动态优化与持续迭代。

结束语

本文系统梳理了船舶舾装设计标准化对生产效率的影响逻辑,明确非标设计的多重弊端与标准化的提质增效价值,厘清行业发展现存短板与各类制约因素。通过构建全方位优化体系,可有效破解标准化落地难题,平衡标准化生产与个性化定制的矛盾。未来需持续迭代标准体系、深化数智融合,推动舾装设计与生产流程规范化升级,助力船舶产业实现高效、优质、低碳化长效发展。

参考文献

- [1] 王晓光.现代造船模式的船舶舾装模块化设计研究[J].船舶物资与市场,2021,29(5):25-26.
- [2] 廖学东,官志利,陈国栋.关于船舶舾装单元模块建造的探讨[J].船舶物资与市场,2022,30(5):32-34.
- [3] 崔朝辉.船舶舾装设计与制造效率方案改进技术研究[J].珠江水运,2024,8(19):120-122.
- [4] 翟允磊.基于船舶舾装设计模型的工艺规划研究[J].船舶物资与市场,2024,32(9):61-63.
- [5] 何鹏飞,袁红俊.现代船舶舾装设计与制造效率提高方法研究[J].运输经理世界,2024,15(18):160-162.