

甲醇双燃料舱修造生产管理信息化应用研究

桂 巍

上海中远海运重工有限公司 上海 202150

摘 要: 在IMO减排目标推动下, 甲醇双燃料舱修造需求激增, 但传统管理模式存在工序衔接不畅、质量追溯困难、信息孤岛突出等问题, 制约行业发展。本文分析该领域生产管理现状与痛点, 遵循实用、合规等原则, 构建涵盖硬件、软件、数据、应用四层的信息化体系, 设计四大核心管理模块并明确保障措施, 结合实例验证应用效果, 为行业数字化转型、提升修造效率与质量提供可行参考, 助力航运业低碳发展。

关键词: 甲醇双燃料舱修造; 生产管理; 信息化; 应用

引言: 当前全球航运业绿色低碳转型步伐不断加快, 在节能减排与可持续发展的双重驱动下, 甲醇凭借优良的减排性能与应用可行性, 成为备受行业认可的船舶替代清洁燃料, 也有力推动了甲醇双燃料舱修造领域的快速发展。甲醇双燃料舱修造涉及特殊工艺要求, 不仅要满足严格的防爆、防腐等安全技术标准, 还需全面遵守船舶行业相关规范与质量管控体系。传统生产管理模式存在流程分散、管控粗放、协同效率偏低等问题, 已难以满足现代船舶修造精细化、高效化、标准化的管理需求。以数字化与信息化技术赋能生产管理, 成为破解行业管理短板、提升运营效能与核心竞争力的重要途径。基于此, 本文以甲醇双燃料舱修造生产管理信息化应用为研究重点, 结合行业特殊属性与实际管理痛点, 探索科学可行的信息化解决方案, 以期优化生产流程、强化全过程管控, 为船舶修造行业绿色转型与高质量发展提供实践参考。

1 甲醇双燃料舱修造生产管理现状及问题分析

1.1 甲醇双燃料舱修造行业概况

(1) 甲醇双燃料舱修造行业发展现状: 在IMO减排目标驱动下, 行业需求持续攀升, 修造规模逐步扩大, 产业布局向沿海港口集中。绿色转型背景下, 行业向规模化、标准化发展, 存量船舶改造与新造同步推进, 成为航运低碳过渡的核心支撑。(2) 甲醇双燃料舱修造核心流程: 主要包括功能性单元划分、分段组装、完整性总组、系统集成、强度试验与涂装等关键环节, 各环节衔接紧密, 需严格遵循施工规范。(3) 甲醇双燃料舱修造的特殊性: 因甲醇特性, 需满足防爆、防腐、高精度控制等要求, 同时需严格遵循CCS、IMO相关规范标准及IGF规则, 对修造全过程形成严格约束^[1]。

1.2 甲醇双燃料舱修造生产管理现状

(1) 生产管理组织架构: 多沿用传统船舶修造管理模式, 设设计、施工、质检、安全等部门, 分工明确,

但部门协同性不足。(2) 生产管理核心环节现状: 进度管理以人工跟踪为主, 质量管理依赖现场抽检, 成本管理采用静态核算方式, 安全管理侧重基础防护, 均存在优化空间。(3) 信息化应用基础: 配备基础信息化设备, 引入简单管理软件, 但人员信息化素养参差不齐, 应用深度不足。

1.3 甲醇双燃料舱修造生产管理存在的问题

(1) 进度管理问题: 工序衔接不畅, 交叉作业干扰大, 进度跟踪滞后, 难以实现工序前移优化, 影响整体工期。(2) 质量管理问题: 焊接、无损检测等关键工序管控不精准, 质量数据追溯困难, 易出现精度偏差, 难以满足规范要求。(3) 成本与安全管理问题: 成本核算静态化, 资源浪费严重; 安全风险识别不及时, 防爆、防泄漏等关键管控环节不到位。(4) 信息化应用问题: 信息孤岛突出, 各环节数据不互通, 信息化与修造工艺融合不深入, 未实现全流程数字化管控。

1.4 问题产生的根源分析

(1) 管理理念滞后: 仍沿用传统船舶修造管理模式, 对信息化赋能生产管理的重视程度不足, 缺乏精细化管理思维。(2) 技术支撑不足: 缺乏适配甲醇双燃料舱修造特殊性的信息化系统, 现有系统功能不完善, 无法满足防爆、防腐等特殊管控需求。(3) 人员能力不足: 缺乏既精通甲醇双燃料舱修造技术, 又掌握信息化管理技能的复合型人才, 难以支撑数字化管理落地。

2 甲醇双燃料舱修造生产管理信息化应用体系构建

2.1 体系构建原则与目标

(1) 构建原则: 以实用性为核心, 贴合甲醇双燃料舱修造实际工艺与管理需求, 避免冗余功能, 确保系统可落地、易操作; 突出针对性, 聚焦修造过程中防爆、防腐、精度控制等特殊要求, 精准解决现有管理痛点; 兼顾可扩展性, 预留系统升级接口, 适配行业技术升级

与修造规模扩大需求;强化安全性,保障修造数据安全与系统稳定运行,防范数据泄露与操作风险;坚守合规性,严格贴合CCS、IMO相关规范及IGF规则,确保信息化管控流程符合行业标准。(2)构建目标:依托信息化技术,实现甲醇双燃料舱修造全流程、各环节的信息化管控,打破信息孤岛,推动数据互通共享;有效提升进度、质量、成本、安全四大核心管理环节的效率,优化管理流程,减少人工干预;降低管理过程中的各类风险,尤其是防爆、防泄漏等安全风险和质量精度偏差风险;缩短修造周期,降低资源消耗,提升企业核心竞争力,助力行业绿色低碳转型。

2.2 信息化应用体系总体架构

(1)硬件层:作为体系运行的基础支撑,配置智能检测设备、物联网终端、数据采集设备及高性能服务器,其中智能检测设备用于焊接质量、防腐效果等关键指标检测,物联网终端实现现场施工数据实时上传,数据采集设备覆盖各修造环节,服务器保障数据存储与系统稳定运行,全方位支撑数据实时采集、传输与存储。(2)软件层:搭建多元化软件系统,核心包括进度、质量、成本、安全四大管理系统,实现各核心环节的精细化管控;引入BIM三维建模系统,还原甲醇双燃料舱结构与修造流程,辅助工序规划与施工模拟;配备数据存储与分析系统,实现数据分类存储、实时分析,为管理决策提供数据支撑。(3)数据层:整合修造全流程各类数据,涵盖修造基础数据、工艺数据、质量数据、安全数据、成本数据等,建立统一的数据标准与数据分类体系,规范数据录入、存储与调用流程,确保数据的准确性、完整性与一致性,为各模块协同运行提供数据保障^[2]。(4)应用层:基于硬件、软件与数据层,搭建各管理环节信息化应用模块,实现进度、质量、成本、安全等管理环节的协同联动,打破部门壁垒,实现数据互通与全流程闭环管控,让管理决策更高效、更科学。

2.3 核心环节信息化应用模块设计

(1)进度管理信息化模块:实现工序精准拆解,结合修造工艺要求编制科学的进度计划,支持进度实时跟踪与动态更新,设置工期预警提醒功能,及时发现进度偏差并预警;同时支持并行作业规划与工序前移管理,优化工序衔接,减少交叉作业干扰,保障工期节点顺利推进。(2)质量管理信息化模块:聚焦焊接、无损检测、涂装等关键工序,实现质量数据实时采集、自动分析与全程追溯,记录每一道工序的质量参数与检测结果;设置质量问题预警功能,及时发现质量隐患,跟踪整改过程与结果,确保修造质量符合规范要求,减少精度偏差。

(3)成本管理信息化模块:支持成本预算精准编制,实时统计物料、人力、设备等资源消耗情况,实现成本动态分析与实时监控,对比预算与实际成本差异,及时排查资源浪费问题,实现甲醇双燃料舱修造全生命周期成本管控,降低修造成本。(4)安全管理信息化模块:实现安全风险提前识别与分级管控,开展常态化隐患排查并跟踪整改;针对甲醇特性,搭建防爆、防泄漏实时监测模块,及时预警安全风险;完善安全培训管理功能,记录员工安全培训情况,提升员工安全意识与应急处置能力,符合甲醇舱安全管控特殊要求。

2.4 信息化应用体系运行保障措施

(1)制度保障:建立完善的信息化管理规章制度,明确各部门、各岗位在信息化体系运行中的职责;制定统一的数据标准、数据安全规范与操作流程,规范数据采集、传输、存储与使用,确保体系规范、有序运行;结合CCS、IMO相关规范,完善信息化管控流程,确保体系运行符合行业合规要求。(2)技术保障:加强与科研机构、专业软件企业的合作,聚焦甲醇双燃料舱修造的特殊性,开展针对性技术研发,优化系统功能,解决信息化与修造工艺融合不深入的问题;建立系统定期升级机制,及时适配修造工艺升级、规范更新与企业发展需求,保障体系技术先进性与实用性;配备专业技术团队,负责系统日常维护、故障排查,确保体系稳定运行。(3)人员保障:制定复合型人才培训计划,开展修造专业技术与信息化操作技能双重培训,提升员工信息化素养与岗位适配能力;引进既懂甲醇双燃料舱修造技术,又掌握信息化管理技能的复合型人才,充实管理与技术团队;建立考核激励机制,鼓励员工主动学习信息化知识、规范操作系统,确保信息化体系落地见效。

3 甲醇双燃料舱修造生产管理信息化应用实例分析

3.1 实例项目概况

(1)项目基本信息:选取某3000TEU集装箱船甲醇双燃料舱改装项目作为典型实例,项目规模为改装2个120m³甲醇燃料舱,涵盖舱体结构改造、防爆系统安装、防腐处理及系统集成等核心工作,计划修造周期120天,核心技术要求严格遵循CCS规范及IMOIGF规则,需满足防爆、防泄漏、高精度装配及严格的强度试验标准,适配原有船舶动力系统改造需求。(2)项目原有管理模式及存在的问题:该项目未应用信息化管理前,采用传统人工管理模式,部门分工明确但协同不足。进度管理依赖人工记录与口头沟通,工序衔接不畅,交叉作业干扰严重,进度跟踪滞后,前期曾出现分段组装与系统集成衔接延误10天的情况;质量管理以现场抽检为主,焊接、

无损检测等关键工序质量数据难以追溯,曾出现2处焊接精度偏差需返工;成本核算静态化,物料浪费严重,安全风险识别不及时,防爆、防泄漏管控依赖人工巡检,存在明显安全隐患。

3.2 信息化应用体系在实例项目中的实施过程

(1) 前期准备:结合项目实际需求,部署智能检测设备、物联网终端及数据采集设备,完成服务器搭建与调试;调试进度、质量、成本、安全四大核心管理模块及BIM三维建模系统,优化系统配置以适配甲醇舱改装工艺;开展2轮复合型人才培养,覆盖项目所有管理人员及一线施工人员,提升信息化操作能力;制定统一的数据标准,规范修造工艺、质量、成本等各类数据的录入与存储流程。(2) 分阶段实施:按照修造流程逐步推进信息化模块应用,单元划分阶段运用BIM系统完成三维建模,精准规划单元拆分方案;分段组装阶段启用进度管理与质量管理模块,实时跟踪组装进度,采集焊接质量数据;系统集成阶段联动各模块,实现工艺、质量、安全数据互通,同步推进集成进度与安全管控;试验涂装阶段通过信息化模块记录试验数据、涂装参数,确保符合规范要求,实现各环节无缝衔接^[3]。(3) 实施过程中的调整与优化:根据项目实际修造情况,优化进度管理模块的工序预警阈值,解决交叉作业预警不及时的问题;完善质量管理模块的焊接数据采集功能,增加无损检测数据自动分析模块,提升质量管控精准度;优化安全管理模块的泄漏监测灵敏度,适配现场施工环境,确保防爆、防泄漏管控到位,保障系统稳定运行。

3.3 信息化应用效果分析

(1) 进度管理效果:信息化模块实现工序精准衔接,减少交叉作业干扰,进度跟踪实时高效,修造周期缩短至108天,较实施前缩短10%,工序前移优化落地见效,未出现任何工期延误问题,关键节点达成率提升至100%。(2) 质量管理效果:关键工序质量管控精准度显著提升,焊接、无损检测合格率从实施前的92%提升至98.5%,质量问题返工率下降70%,所有质量数据实现全程可追溯,精度偏差问题得到有效解决,完全符合CCS、IMO相关规范要

求。(3) 成本与安全管理效果:成本动态管控实现资源优化配置,物料浪费减少,总成本节约8.3%,资源利用率提升12%;安全隐患排查效率提升60%,实现防爆、防泄漏实时监测,项目实施期间未发生任何安全事故,安全风险管控能力大幅提升。

3.4 实例应用总结与启示

(1) 应用经验总结:该项目信息化应用体系整体适配甲醇双燃料舱改装需求,四大核心模块的协同运行有效解决了传统管理的突出痛点,实现了全流程信息化管控。但应用过程中也发现,部分岗位员工信息化操作熟练度不足、部分模块功能与复杂修造场景的适配性需进一步提升,后续需持续优化系统功能,加强员工常态化培训。(2) 行业启示:该实例项目的信息化应用经验具有较强的可复制性,为其他甲醇双燃料舱修造(改装)企业提供了参考。企业应结合自身项目规模与工艺需求,坚持实用性、合规性原则搭建信息化体系,注重前期准备与分阶段实施,强化技术与人员保障,通过信息化赋能破解管理痛点,提升修造效率与质量,推动行业数字化、绿色化转型。

结束语

本文围绕甲醇双燃料舱修造生产管理信息化应用展开研究,明确了行业现状与管理痛点,构建了完善的信息化应用体系,通过实例验证了体系的可行性与有效性,有效解决了传统管理的突出问题。研究仍存在不足,后续可结合行业技术升级,优化系统适配性、强化复合型人才培育,持续深化信息化与修造工艺的深度融合,为行业数字化、绿色化转型提供更有力的支撑。

参考文献

- [1]王鹏,李明,赵磊.船舶甲醇燃料供应系统的设计与优化研究[J].航海技术,2023,43(5):112-118.
- [2]张涛,刘军,黄悦.甲醇作为船舶替代燃料的应用前景分析[J].航运与环境,2022,39(6):45-51.
- [3]陈亮,孙悦,周波.甲醇燃料供应装置的关键技术及发展趋势[J].船舶工程,2024,51(3):89-94.