

船舶智能涂装生产线研究

秦浩然¹, 王毅², 钟晴威², 董浩³

(1. 上海海事大学海洋工程技术研究中心, 上海 201306; 2. 上海外高桥造船海洋工程有限公司, 上海 201306;
3. 上海船舶工艺研究所, 上海 200032)

摘要 我国的船舶涂装生产中存在着智能化信息化水平低、人工管理成本高、运行效率低下、能源利用率不高的问题。针对这些问题,开展智能涂装装备、涂装数据集成处理、精细化生产管理系统和能源管理系统的研究。通过对智能涂装的研究,打造出一整套以现场总线控制技术 & 先进无线通信技术为控制核心,可以复制、推广的船舶智能化涂装生产线。该研究成果在上海外高桥造船海洋工程有限公司进行试点示范。

关键词 造船; 船舶涂装; 生产线; 智能化; 无线集控

中图分类号: U671; TP277

文献标识码: A

文章编号: 2095-7297(2018)04-0288-05

doi: 10.12087/oeet.2095-7297.2018.04.12

Research on Ship Intelligent Coating Production Line

QIN Hao-ran¹, WANG Yi², ZHONG Qing-wei², DONG Hao³

(1. Offshore Engineering Technology Research Center, Shanghai Maritime University, Shanghai 201306, China;
2. Shanghai Waigaoqiao Shipbuilding and Offshore Co., Ltd., Shanghai 201306, China;
3. Shanghai Shipbuilding Technology Research Institute, Shanghai 200032, China)

Abstract At present, there are many problems in China's ship coating production, such as the low level of intelligence and information technology, high manual management costs, low operating efficiency, and low energy utilization. Aiming at these issues, we carry out the research on intelligent coating equipment, coating data integration processing, refined production management system and energy management system. Through the research of intelligent coating, a complete set of shipbuilding intelligent coating production line is established, with field bus control technology and advanced wireless communication technology being the core of control. This production line can be duplicated and popularized. The research results are piloted at Shanghai Waigaoqiao Shipbuilding and Offshore Co., Ltd.

Key words shipbuilding; ship coating; production line; intelligentization; wireless centralized control

0 引言

我国现阶段的船舶建造还处于传统的建造模式,由于大中型钢质船舶建造的特殊性,船舶工业自动化建造程度依旧不高。近年来,随着船舶工业信息化程度的不断提高,世界造船工业在技术、管理与造船方式上发生了深刻变革,这意味着要真正提升我国船舶建造能力,必须走智能制造之路^[1]。船舶企业实现智能化制造应着重对船舶建造的综

合能耗和绿色环保进行考量,并需要来自设计、建造、管理等多方面的大数据做支撑。

目前,从造船量来说,我国已成为世界造船第一的国家,为我国制造业的进步和发展谱写了重要篇章。但是我国还不是一个造船强国,无论在精益造船方面,还是在生产效率和成本控制方面,均落后于韩国和日本造船业。

随着造船工艺技术的发展,我国造船业已进入了壳舾涂一体化的造船模式,贯穿船舶建造全过程

收稿日期: 2018-04-13; 修回日期: 2018-06-08

基金项目: 上海市科技成果转化和产业化项目“高端船舶智能涂装生产线研究与应用”(16111107000)

作者简介: 秦浩然(1991—),男,硕士研究生,主要从事船舶与海洋工程方面的研究。

的涂装工作成为了造船业确保船舶全寿命安全使用的一个不可或缺的重要环节。分段涂装生产线作为一个保障分段涂装作业条件的系统,能达到分段涂装作业高效、作业条件可控、环境污染可控的目的,其自动智能化水平和性能的先进与否直接影响到造船的质量、周期与成本。涂装工艺实现智能化控制将是未来发展的趋势,同时会以更低成本投入、更可靠的控制手段和更完善的控制流程来实现智能化目标^[2]。本文通过对船舶涂装车间的智能涂装装备、数据集成处理、精细化生产管理系统和能源管理系统等方面的研究,形成一条智能化船舶涂装生产线。

1 智能涂装生产线总体方案

虽然我国已经是造船大国,但在核心技术上我国造船业还不具备明显优势。比如说船舶涂装这一领域,就还存在着很多的缺陷和不足,并且整个生产过程相对复杂,没有形成一条可复制、可推广的涂装生产线。工艺布置采用平面平铺式的设计,造成涂装车间规划占地面积大,厂房有效使用空间浪费严重、利用率低,工艺过程中的人流、物流不顺畅,工作效率低^[3]。智能化涂装生产线的方案设计是研究通过信息网络与物理生产系统的高度融合来改变传统的涂装模式,得到人员-设备-工件-质量-管理的总体集成方案,并建设一条面向制造、实现全生命周期管理与物流的智能化涂装生产线。

船舶涂装作业车间分为喷砂间和涂装间。喷砂间的主要设备设施有真空吸砂机组、磨料回收系统、全室除尘排风系统、局部除尘排风系统和四季型除湿机。涂装间的主要设备设施有四季型除湿机、有机溶剂净化装置和有机溶剂排风装置。针对两个车间的作业设备,研究通过信息网络与这些设备设施进行融合来有效地改变传统的涂装模式。

喷砂间的布局如图1所示。把喷砂间的喷砂机、磨料回收系统等生产设备进行优化,形成了合理的布局。

研究智能化涂装,在原有的设备设施管理及操作系统平台的基础上开发设备能源管理系统,应用范围具体为涂装车间各类设备的运行及控制管理、能源监测和数据统计分析以及各类能源数据报表的生成,通过实时的能源监测实现对设备能源的实时管控。针对涂装车间设备和系统的智能化研究,可以实现船舶涂装车间的智能化生产,从而提高生产效率、节约生产成本。

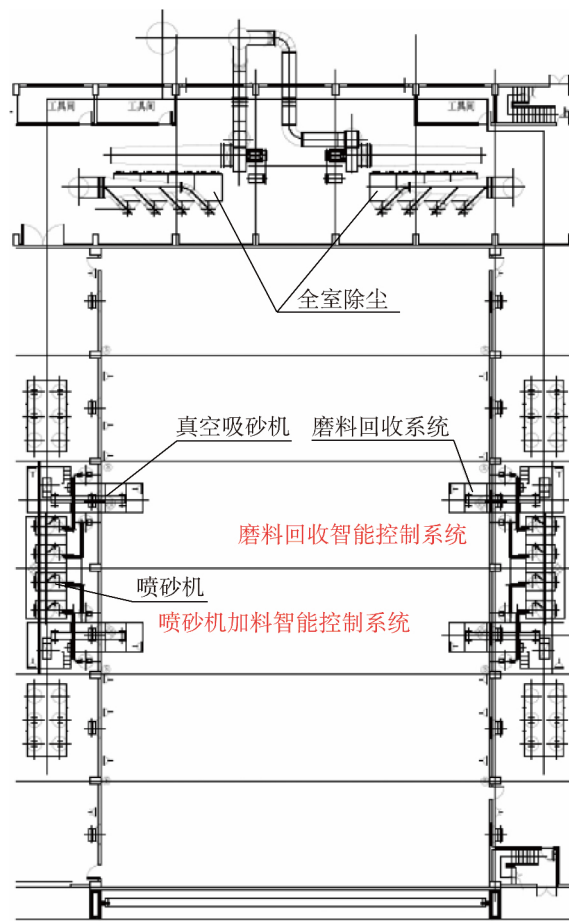


图1 喷砂间布置图

Fig. 1 Layout of sand blasting workshop

2 涂装智能化装备技术

国外的涂装设备工业发展较早,而我国的涂装发展起点较低,整体落后于国外的发展水平^[4]。从现代大型造船企业对分段智能涂装生产线的建设需求出发,结合其生产过程的复杂性等特点,实施喷砂设备的加料智能控制、磨料回收系统的智能控制、无人集控等涂装生产线核心设备的智能化,解决船舶涂装生产线生产节奏、涂装质量和能源消耗之间不协调的问题,实现信息网络与物理生产系统高度融合的新型涂装模式。

2.1 喷砂加料系统智能控制

喷砂机是船体分段涂装生产线最关键的设备,它的工作原理是以压缩空气为主要动力,将磨料以一定的速度喷向被处理的钢材表面,以磨料对钢材表面的冲击和磨削作用,将钢材表面的氧化皮、锈蚀产物及其他污物除去。喷砂机在钢结构行业的应用极其广泛,在船厂分段涂装生产线的应用最为

集中,代表着当代涂装行业的发展水平。

如图2所示,智能连续喷砂设备采用上下两个独立的腔室,腔室与外部和腔室之间由密闭阀封闭和联通。每个腔室布置一个物料传感器分别检测无料或料满状态,再通过计算机计算分析并发出程序信号控制阀门1、阀门2的开启与关闭,以使腔室二在封闭与保压状态下加砂。

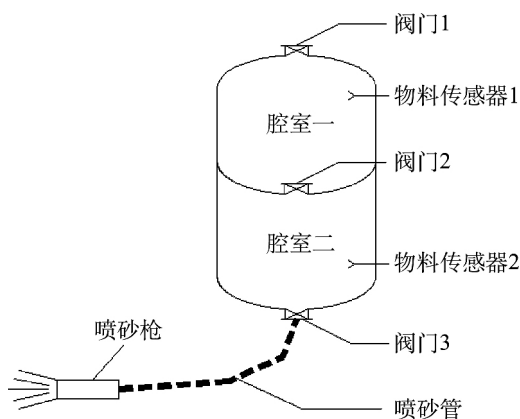


图2 智能连续喷砂方案

Fig. 2 Intelligent continuous sand blasting scheme

2.2 磨料回收系统智能控制

磨料回收系统在涂装车间是不可或缺的重要组成部分,它的主要功能是将喷砂机喷出的砂丸及时回收至磨料储存位置中,通过这种方式可以循环使用砂丸^[5]。磨料回收系统智能控制是通过高效的计算分析以及准确而稳定的信号采集通道,实现磨料回收系统的智能化监控和系统自动开关机控制,大大降低磨料回收系统空载运行时间,并减少工艺设备的损耗。图3为实现智能控制后的磨料回收系统的工作流程图。

2.3 集控系统无线控制技术与应用

传统的船舶分段涂装生产线是独立封闭的集中控制系统,不但给后期增加控制设备或改变设备控制方式带来非常困难与繁琐的技术难题,而且还会由于控制系统暂时下线调试而不可避免地影响正常的生产活动。为了提高控制系统的可扩展性和冗余度,避免在进行分段涂装生产线项目改造或增设时由于调试控制系统而对生产进度造成影响,针对现场总线控制系统进行了无线通信技术的研究和应用。整个远程无线控制系统架构如图4所示。通过网络的合理规划和布局,使无线网络可以

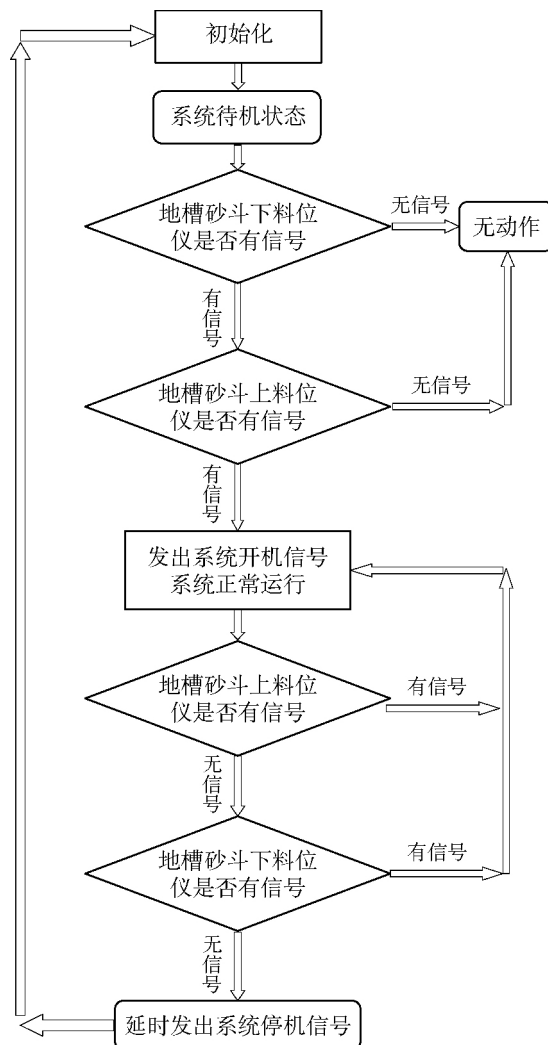


图3 智能回收系统工作流程图

Fig. 3 Operation flow chart of the smart recovery system

无缝覆盖整个涂装车间范围,不但能够实现分段涂装生产线控制系统不停工,还能提升对分段涂装控制系统的控制能力。

3 涂装生产线智能化管理

3.1 实时化精细生产数据管理

根据智能涂装作业需求,开发实时化精细生产数据管理系统,该系统具有生产计划管理、派工及结算管理、生产成本管理、生产质量管理、生产安全管理数据等模块。图5为实时化精细生产数据管理系统框图。该系统可大大降低分段涂装生产线管理难度、提高生产效率、保证人员管理可控并有效地进行派工。通过分析派工数据及对应分段的编号,实现人员-设备-工件-质量的数据集成,对

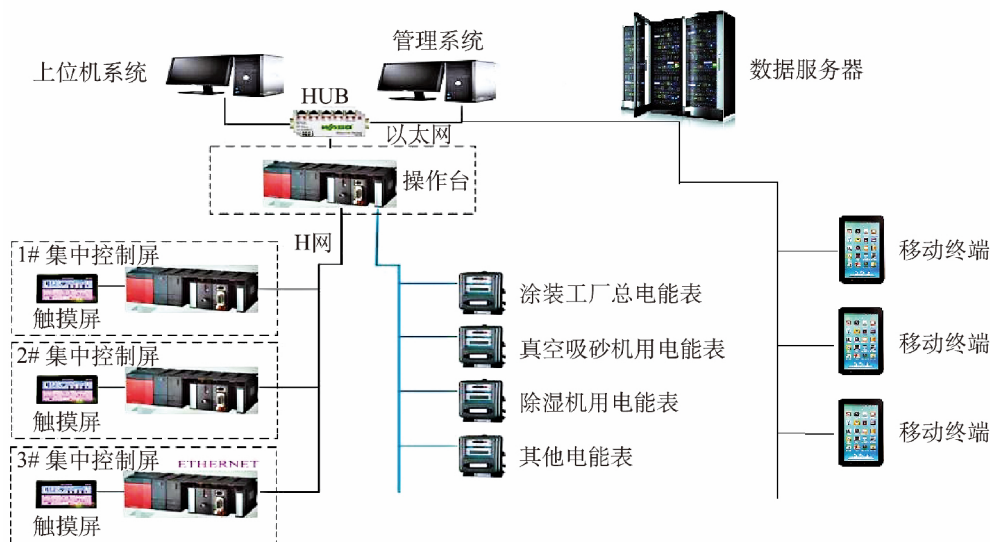


图4 远程无线控制系统架构

Fig. 4 Architecture of the remote wireless control system

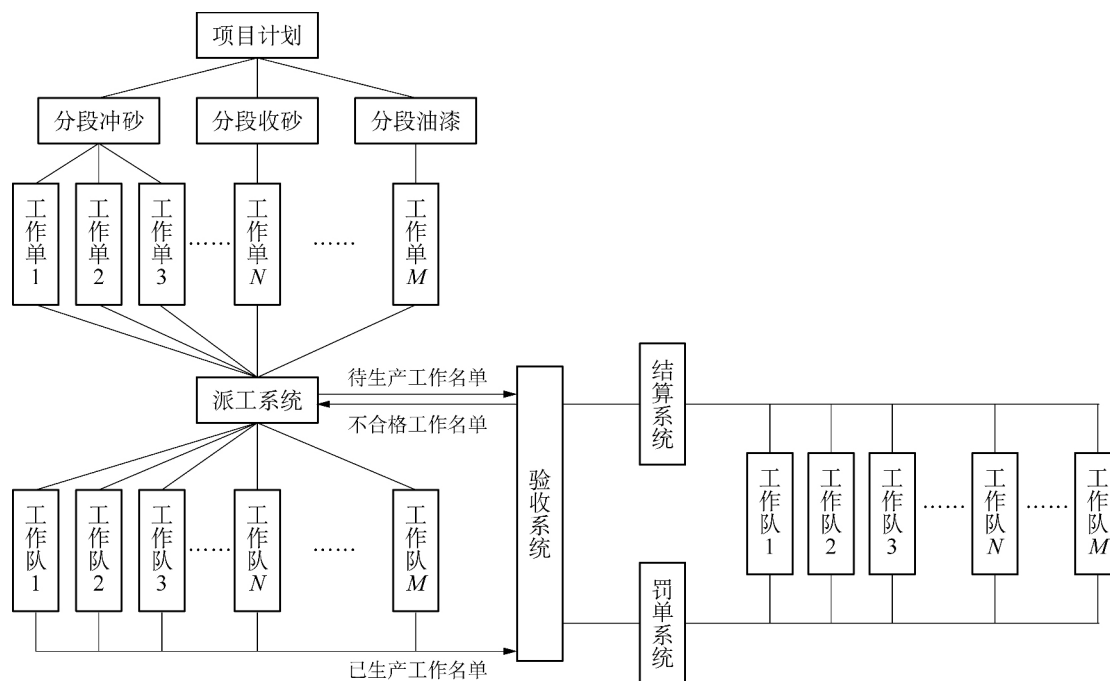


图5 实时化生产数据管理

Fig. 5 Real-time production data management

涂装生产过程进行全程跟踪;实现生产备品备件的定额、使用量、剩余量实时查询,保证备品备件供应的快速响应;实现涂装检验报告与品质保障文件的生成和电子化管理,实时准确,方便快捷。基于该系统,可全面提高分段涂装生产线现代化管理水平及生产管理效率。

3.2 能源管理系统

在我国的船舶行业中能源管理不完善,能源管理基础工作较薄弱,相对处于初级发展阶段^[6]。分段涂装生产线作业涉及喷砂、涂漆等工艺,需要电、天然气等多种能源供给。在船厂整体用能中,涂装占用能量比重大,尤其是电能和压缩空气能耗。此外,还有涂装作业时间不连续、各种能量消耗不均

匀等难点。通过分布式计量和统计,开发了分段涂装作业的能源精细化管理系统。图6为能源管理系统架构。该系统可根据采集到的分段涂装生产线内所有耗能设备的运行数据,统计出生产平均能耗数据与大能耗设备的运行状态,通过协同控制和管理改进负荷均衡能力和按计划用能水平,基于统计数据对负荷和平衡进行预测,进行定量和客观的能量消耗管理和评价,实现对分段涂装生产线能源消耗的动态分析,及时准确地进行能量成本分析,实现能量价值管理,提升分段涂装生产线管理水平。

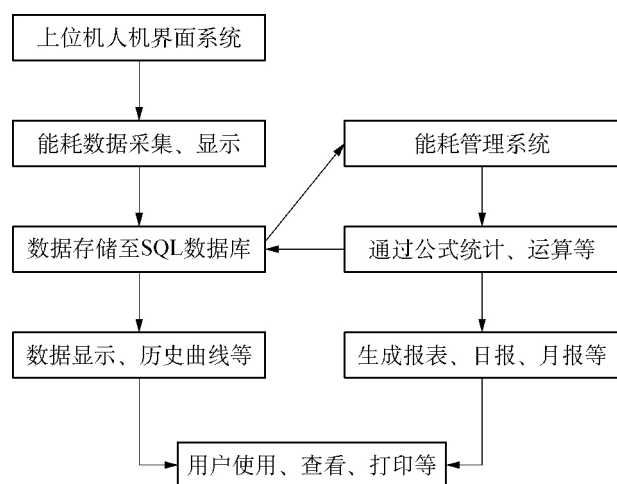


图6 能源管理系统架构

Fig. 6 Architecture of the energy management

4 结 语

船舶工业作为国家重点支持发展的装备制造业,是国家实施海洋强国战略的重要支撑。上海外高桥造船海洋工程有限公司是上海市临港重装备产业区首批智能制造试点企业。船舶智能涂装生产线研究成果已在上海外高桥造船海洋工程有限公司进行试点示范。该生产线将大幅提升企业在

世界领先的20 000箱级超大型集装箱船、85 000 m³超大型液化气船、40万吨超大型矿砂船、超大型豪华邮轮、海洋工程装备等方面的设计和智能制造水平。同时,该涂装生产线可以复制推广,将为推进我国的船舶智能化制造作出贡献。

参 考 文 献

- [1] 李辰昱. 造船企业智能制造技术应用规划研究[D]. 镇江: 江苏科技大学, 2016.
Li Chen-yu. Research on implementation of intelligent manufacturing technology in shipbuilding enterprises [D]. Zhenjiang: Jiangsu University of Science and Technology, 2016.
- [2] 楚绍华. 涂装工艺参数智能调控系统设计开发[D]. 镇江: 江苏大学, 2017.
Chu Shao-hua. Design and development of intelligent control system for painting process parameters [D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2017.
- [3] 钟玉柱, 孙宗涛, 雷明, 等. 悬挂式智能无尘涂装生产工艺技术的研究[J]. 现代涂料与涂装, 2015, 18(10): 40.
Zhong Yu-zhu, Sun Zong-tao, Lei Ming, et al. Study on the production technology of intelligent and dustless coating with hanging style [J]. Modern Paint and Finishing, 2015, 18(10): 40.
- [4] 郭义荣. 乘用车柔性涂装生产线的智能控制技术研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2017.
Guo Yi-rong. Intelligent control technology of flexible coating production line for passenger car [D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2017.
- [5] 韩荃, 董浩, 王嘉容, 等. 磨料回收系统智能控制研究[J]. 造船技术, 2016(1): 87.
Han Quan, Dong Hao, Wang Jia-rong, et al. Intelligent control research on abrasive recovery system [J]. Marine Technology, 2016(1): 87.
- [6] 李清, 庄国全, 杨永刚, 等. 涂装车间能源管理系统的开发与应用[J]. 海洋工程装备与技术, 2016, 3(4): 261.
Li Qing, Zhuang Guo-quan, Yang Yong-gang, et al. Development and application of energy management system in painting workshop [J]. Ocean Engineering Equipment and Technology, 2016, 3(4): 261.