

造船生产计划管理的信息化研究

沪东中华造船(集团)有限公司 徐天松 钱慧富 刘玉峰 邱正峰 侯龙飞

提 要

“造船日程计划管理系统”是为实现“数字造船”研究开发的船舶制造生产计划管理的软件系统。该系统可协助生产部门安排各类计划,平衡生产负荷,跟踪生产进度,对不同生产管理方式和产品结构具有很强的适应能力,利于缩短船舶建造周期,提高生产管理效率。

关键词:造船生产 信息化 软件系统

1 背 景

在竞争激烈的世界船舶市场中,中国造船企业的造船模式、管理水平的差距已成为竞争力的核心,它集中体现在计算机技术、网络技术、信息技术在船舶设计、生产管理中的广泛应用。为增强国际竞争力,沪东中华造船(集团)有限公司自20世纪80年代后期开始开展了信息化管理的研究。

为优化资源配置、实施精细管理、提高企业生产效率,本公司走自主开发的道路。1999年开始进行“船体建造日程计划”的探索,2001年正式立项,展开了“造船计划日程管理系统”的开发研究与应用。本系统的开发应用改变了项目型企业在生产计划管理方面的传统方法,真正做到了在计划管理中优化资源配置,在资源配置的优化过程中调整生产计划。信息化在造船生产计划管理中真正实现了突破。

2 课题的实施

2.1 目标

造船日程计划管理系统的目标是:利用信息技术使造船企业的各个生产部门,以不同的生产管理方式,在船舶制造的各个生产阶段,应用该系统对船舶制造日程进行合理的安排,平衡生产负荷,合理调配生产资源,缩短建造周期,并在不断的应用积累中,深化计划管理,做到精确计划。

2.2 系统工作流程

首先,由生产规划部门根据企业生产情况,分析并定义合理的生产工艺流程,在系统中建立各种生产过程模板。

其次,由计划管理部门安排计划,每个生产部门根据本部门特点采用不同的生产过程模板进行计划安排,并设定场地、工时、物量等信息。同时,计划管理部门还负责根据生产负荷和实际情况调整计划以及监控计划的实施。

最后,由生产部门按照计划要求组织生产,并将计划执行情况反馈到系统,以便计划部门作出进一步的调整。

2.3 系统实施

(1)基础数据设定

系统的基础数据包括按照不同作息制度定义多套的“工作日历”;为场地计划设定生产场地信息;为生产负荷预测设定部门生产能力等。还包括相关代码数据的维护,用户权限设定,为用户按照不同需求定义多种计划察看方案等。

(2)定义过程模板

根据船舶生产的需要,为船坞生产、船台生产和平面分段流水线作业分别设定了多套生产过程模板,其中除了包含工艺流程、标准生产周期等信息



图1 定义过程模板

第一作者简介:徐天松,男,助理工程师。1977年生,2000年上海海运学院计算机应用专业毕业,从事计划管理软件的开发与应用工作。

外,还可以设定其他生产信息。从图 1 可以看出,定义一个标准阶段的同时,还可定义该阶段所允许使用的生产场地类型、实施的生产部门以及涉及工种等多种生产信息。

(3) 建立产品结构信息、定义生产过程并安排生产计划

生产部门按照设计信息,将船舶、分段、加工单元等生产实体在系统中进行定义。图 2 为创建一个工程编号,图 3 为创建一个分段实体。产品结构定义完成后,即可为每一个生产实体(生产实体在生产计划中称为“计划实体”)安排计划,这时就可以引用前面定义好的过程模板。按照过程模板产生的计划还可以根据需要进行生产流程的调整和资源的重新分配。相同类型的生产实体可以进行计划信息的相互复制,进一步提高了安排生产计划的效率。图 4 为对引用的生产过程进行调整的几个系统界面。

在进行自动计划安排的时候,系统可以在一个时间节点(比如船台下水日),根据生产阶段的时序关系自动产生作业计划。计划人员在系统自动产生的计划基础上,按照生产负荷、场地、设备资源等客观条件,进行计划的合理化安排。图 5 为甘特图调整生产计划,图 6 为生产负荷情况的预测。

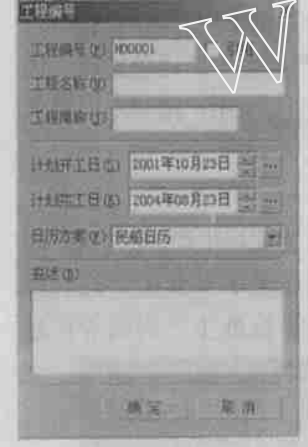


图 2 工程编号



图 3 分段实体

(4) 计划查询、执行跟踪和脱期报警

生产车间通过企业内部网从浏览器上可以查询到最新的生产指令,并按照指令进行生产。生产完成后,将计划执行情况通过浏览器反馈到系统里面(见图 7),使生产计划的执行得到及时反映。

系统采用多种手段对生产进度进行查询和提

示,包括按照不同部门、不同工种、不同生产场地打印输出计划执行情况线表;通过“对象示意图”(图 8)了解整船各个分段制造过程的生产进度;通过脱期报警窗口得到计划脱期提示等,手段非常丰富。

(5) 制造场地计划

通过系统,首先可以规划公司整个场地在未来一段时间内的安排情况,特别是分段的制造厂地,对于企业提高生产效率十分重要。安排好场地后,系



图 4 系统界面

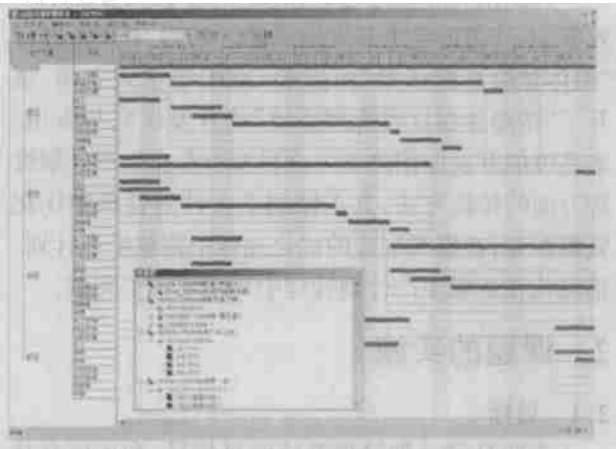


图 5 调整生产计划的甘特图

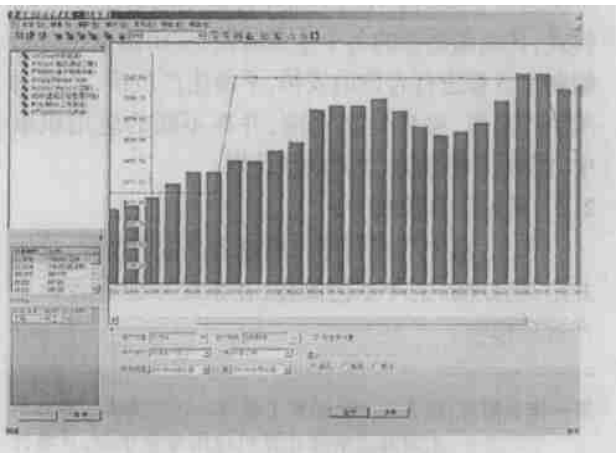


图 6 生产负荷预测图

统可按照制造日程、场地起吊能力、场地形状和尺寸等因素自动安排场地计划。对未能被自动安排的分段,还可以通过人机交互的方式有计划人员进行设定(图9)。计划人员除了可以看到场地计划的平面俯视图以外,画面上还有一根时间轴,用户可以很方便地在不同的时间和空间中对场地计划进行安排。



图7 浏览器反馈系统

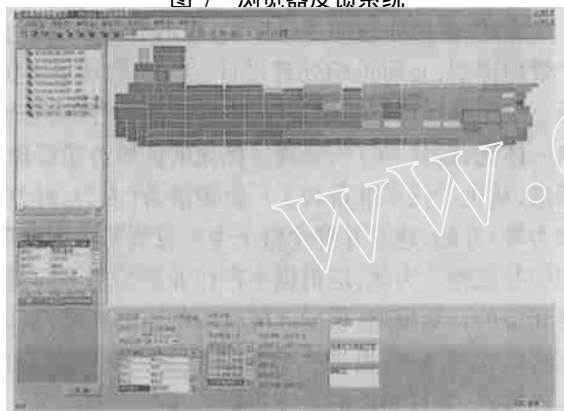


图8 对象示意图

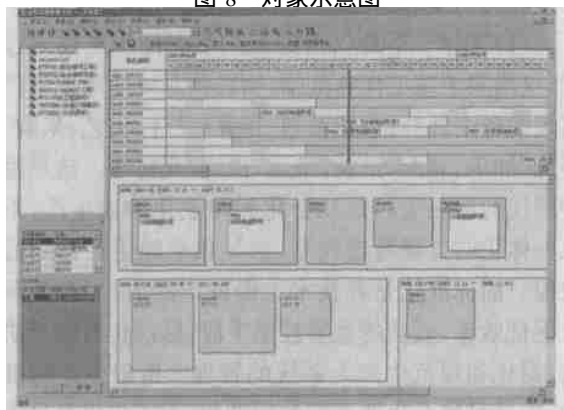


图9 人机交互方式安排场地计划

3 系统特点

现代化的船舶制造企业必须有能力对船舶制造的全过程进行积极有效的计划和控制,能够实现对生产资源的优化配置,从而缩短建造周期,降低产品成本和扩大生产总量,使船舶制造水平跨入国际先

进行列。在船舶制造企业现代化建设的进程中,针对船舶这一特殊产品,系统考虑了下列主要因素:

(1) 船舶制造是一项周期长、项目繁多的庞大工程。一艘船舶从接订单开始,要经过设计、主要物资设备采购、船体建造、配套零件及设备制造、码头试验、试航等一系列过程,其中每一个阶段都将经历较长的周期,且会产生很多详细的子任务。系统通过对这些计划信息的集成,可使这些计划得到统筹安排,计划与计划之间的逻辑关系得到充分考虑。

(2) 船舶制造的设计、生产、主要物资设备采购、配套供应等任务相互影响和制约。错综复杂的生产步骤和工艺流程是影响船舶制造计划顺利执行的重要因素,船舶制造企业需要掌握科学的计划管理方法和高效的计划管理工具来应对由于天气恶劣、设备到货不准时、图纸变更等原因对生产进度的影响。系统在这些环环相扣的设计、生产、采购、配套、试验等计划中,保持一个平衡的生产步骤,及时应变突发的状况,积极调控,保证船舶建造计划的顺利完成是本项目研究的一项重要课题。

(3) 船舶制造的过程也是一个大量资源利用和消耗的过程。由于船舶产品生产牵涉到的设备、场地、劳动力等生产资源类别繁多,总量很大,单凭管理者的经验来对这些资源进行平衡和优化配置已经很难满足现代化船舶制造的需要。系统结合国内船舶制造企业的生产特点和实际情况,运用数学模型,综合考虑各类生产资源的因素,对船舶制造企业的生产资源进行充分的优化配置。

(4) 船舶产品的生产过程中,产生的大量实际生产信息是提高生产效率的重要基础。实际的生产信息是生产进度控制、生产能力统计、标准生产流程总结的数据基础,但由于造船企业面积大,各生产部门分布比较分散,一些重要的生产信息往往难以及时搜集起来,很多重要的生产数据经常只能存放在工人师傅的脑子里。在信息技术飞速发展的今天,系统利用网络技术和以生产管理为核心功能的信息平台可以将这些以往难以搜集或者难以及时收集的信息在第一时间反映到相关部门,并对船舶产品的生产带来重要影响。

本系统的开发目的就是为了解决这些船舶制造企业现代化发展中的瓶颈因素,以船舶产品为导向,以整个船舶制造企业为研究对象,结合中国船舶企业的实际,进行自主研制和开发。本研究成果的应用将对我国船舶制造企业的计划管理、资源整合和有效配置利用起到重要作用。(下转第64页)

而沉积,特别从放电理论得知,中间部位沉积速度要慢于两端,所以给镀层带来不均匀性。还有溶液的流量,有关刷镀是否能及时提供足够的金属离子,在电场的作用下使工件表面均匀沉积一层金属。电流密度大小不同,溶液的不均匀流入,溶液浓度的不同都会导致内孔镀层的不均匀。

(4) 不均匀的刷镀层中如何通过加工达到工件技术要求,使不平整度 0.01mm ,以保证电刷镀后的产品有使用价值。

电刷镀技术的应用在我厂已有相当长时间的工作实践,解决了不少船只维修问题,但这样高难度的电刷镀也是头一回。通过学习和取经,并通过采用快速镀镍液试验解决了工艺问题。纳米电刷镀液的电刷镀镀层由于纳米 $\text{r-Al}_2\text{O}_3$ 颗粒本身具有很高的硬度,当电刷镀过程中纳米颗粒弥散分布在镍基体中时,能有效细化基质金属来提高基质金属的硬度和耐磨性能。同时,纳米颗粒的镀层能提高耐高温特性,工作温度可在 400°C 左右,并具有抗高温氧化性能。在解决工艺加工问题后,着手试镀纳米复合电刷镀液试验,最后使用于正式产品电刷镀工件。

2.3 解决电刷镀工艺的多项技术难点

(1) 阳极材料的制作

由于工件是 $\phi 18\text{mm} \times 195\text{mm}$ 深的内孔,本厂加工 $\phi(10 - 250)\text{mm}$ 长的石墨碳棒材料存在很大困难。在上海石墨材料厂的支持帮助下,生产加工出 100% 精度石墨的 $\phi 10\text{mm} \times (250 - 300)\text{mm}$ 长的压铸形石墨碳棒,解决了第一个生产难点。

(2) 工件的工装制作

由分析考虑,工件要有一定的线速度,溶液须有均匀流动性,为此,工件只能采用竖直运转工装,这

样解决了工件运行所需转速,以及运行过程添加溶液的均匀性。

(3) 电刷镀的均匀性

由于流入的溶液是在阳极用包布及棉花包裹的极棒中,溶液竖直流下时,工件下部镀层总是比上部厚,因为阳极棒底部的溶液总是比顶部的溶液多,使底部金属离子容易沉积放电。工件要在此种情况下工作 $40 - 50$ 分钟。为解决这一难题,在工件镀至 30 分钟时,上下翻身,经多次试验获得较好效果,原先工作 $40 - 50$ 分钟后零件上、下工差达 0.10mm ,现可减少到 0.04mm 。

(4) 工件内表面的均匀度要求 0.01mm

电刷镀由于电流密度的分布不同,以及添加的镀液在竖直工件内表面流动过程中的浓度不同,工件刷镀一定时间后,不可能使刷镀表面直接达到技术要求,只有通过后道工序加工来得以保证。我们采用塞规棒(心棒)的塞规粘磨方法,保证了产品的技术要求。

3 结 论

(1) 通过 $\text{r-Al}_2\text{O}_3/\text{Ni}$ 纳米颗粒复合电刷镀的实践,认识到由于纳米镀液是悬浊液,工作时必须把溶液摇均匀,不允许有沉淀。电刷镀的镀层结晶很细小,沉积速度(在足够镀液的流量中)不比快速镍电刷镀慢。

(2) 镀层的耐磨性,通过采用(心棒)塞规粘磨工件法,对铸件、快速镍镀层以及氧化铝纳米颗粒镀层对比,同样粘磨 0.03mm 厚度镀层,纳米镀层耐磨性 (5 小时) $>$ 快速镍 (3 小时) $>$ 铸件 (不到 3 小时)。

(上接第 33 页)

4 结 语

实施系统之后,企业的船台和码头周期缩短,计划管理水平明显提高。2001 年到 2002 年累计为企业节约 4300 多万元。同时,系统的实施对造船生产工程管理有很大的推动作用,将从根本上改变以往计划信息和实际生产信息脱节的现象。同时也对优化生产资源配置、扩大企业生产总量、降低生产成本提供了科学的依据。通过系统应用不断累积起来的

各船型生产信息是企业生产管理水平不断提高和船舶承接能力继续增强的重要资源,它对精确生产作业计划、预测企业生产能力、规范生产工艺流程起到了指导性作用。特别是通过系统建立起来的各船型、各制造阶段过程模型,大大提高了生产管理部门安排生产计划的效率和准确性,降低了管理成本。在今后一段时期内,造船生产过程建模的发展和深化将是影响企业发展的重要因素,本系统的开发和应用,无疑将对此起到实质性的推动作用。

CONTENTS

SHIP RESEARCH AND DESIGN

Study on New Regulation of Probabilistic Damage Stability for Passenger and Cargo Ships in SOLAS

..... Hu Wei and Zhang Gaofeng(4)
This paper briefly interprets the primary amendments to regulation on probabilistic damage stability for passenger and cargo ships in SOLAS and spells out the key points on calculation for the new philosophy introduced therein. Based on the analyses of the calculation results for two existing ship examples the authors have offered the proposals and comments on the new standard of requirements of probabilistic damage stability in SOLAS, which have been appreciated at IMO SLF 46 meeting, and the parts of which have been accepted by the meeting as well.

Digital Technology in Ship Design Lin Ou(7)

The article describes the current state of the application and research as well as platform structure and design idea of digital technology in ship design, and discusses briefly the related technology.

Research of Hull Structure CAD Technique Gao Zhilong, Qian Hong and Zhang Weirong(11)

This paper analyses the present situation of the application and research of CAD technique for designing hull structure at home and abroad. It also introduces a 3D hull structure modeling system which is based on Object Oriented technique and developed independently, and describes design ideas of this system. Some related techniques are explored in the paper. With a visual interface, different kinds of hull structure models are constructed through the Top-Down method. The intelligentized system satisfies the requirements of optimization for hull structure design.

Technique of Strength Assessment for Container Ship By CCS Gu Yexin, Zhan Zhihu and Tang Mingwen(15)

In this paper, the recent development of technique research of strength assessment for container ships at CCS is introduced. The application of structural FEM analysis procedures - the Equivalent Design Wave Approach(EDW) for full ship structures and local structures (fine mesh model of deck hatch corner or cut out) with the load cases, environmental conditions, and dynamic load effects is described in this paper.

Structure Design and Analysis of SWATH Craft Zheng Shasha, Zheng Ziyin, Li Runpei and Shu Zhi(19)

This paper introduces special problems in the structure design of the SWATH craft. Wave loads are obtained by the hydrodynamic analysis, and the assessment of the ship strength and temperature stresses is performed by FEA method.

GC2230 Alga-cutting and River-cleaning Ship Zhang Wei(22)

GC2230 alga-cutting and river-cleaning ship is an entirely new version of aquatic environment protection equipment. Consequently, technical difficulties are experienced by the construction surveyors of the ship. According to its design features, main technical measures of the construction survey are concluded in this paper. Improvement suggestions are also put forward.

MANAGEMENT TECHNOLOGY

Management Innovation for Development of Shipbuilding Industry in China Xu Xiaochang(25)

It is very important for the development of the shipbuilding industry in China to learn the modern management ideas and experiences from other countries, especially to integrate management innovation with the shipbuilding practices. The author introduces the significant management theories, and analyses the strategy, resource distribution, core competence, operation management and information system based on the shipbuilding industry in China.

Information Technology Research in Shipbuilding Schedule Management

..... Xu Tiansong, Qian Huifu, Liu Yufeng, Qiu Zhengfeng and Hou Longfei(31)
“Shipbuilding Schedule Management System” of Hudong Zhonghua Shipbuilding(Group) Co., Ltd. is developed for the requirement of modern shipbuilding industry to realize the Digital Shipbuilding concept. The system could plan kinds of schedules of shipbuilding such as hull block manufacture schedules, balance the productive charges and display the manufacturing situation

in real-time. It is strongly flexible to different management modes and product structures. The system is helpful for the shipyards to shorten the cycles of shipbuilding and raise the efficiency of management.

Research on Standardization of Shipbuilding Production Management Zhou Zihua(34)

The elements of shipyard production system in the modern shipbuilding mode are analysed in this article. Through economic and technical optimization of the system, the shipbuilding production management standardization scheme (structure and files) is brought into line in the enterprise. And the production management information system (computer network) is formed on this base. The production management in the enterprise is then directed and restrained by the scheme. The accuracy of the production plan management is raised, the plan is under control, so the production efficiency is enhanced.

RULES AND STANDARDS

The Development Trend of Pollution Prevention by IMO Wang Huifang(38)

This paper presents mainly the requirements of marine pollution prevention under discussion and development by IMO recently, with a view of providing relevant information to the departments and organizations concerned for their reference.

Development of Bow Height Formula for Amendments of LL Convention

..... Zhu Yonge and Zhang Gaofeng(41)

Amendments to the Protocol of 1988 relating to the International Convention on Load Lines, 1966 will enter into force on 1 January 2005. This paper introduces the development and its application of the new bow height formula in Regulation 39 of Annex I of the Amendments.

MARINE AUXILIARIES

The Influence of Seawater Flow on Performance of Marine Refrigeration Air-condition Unit

..... Zhou Wei(46)

The paper analyses the influence of seawater flow on the performance of the marine refrigeration air-condition unit both from the view of thermodynamics and from the view of experimental result. By making reference to the Marine Anti-Corrosion and Anti-Leakage Technical Requirements, it summarizes reasonable methods to select seawater flow.

Design of a New Type Hydraulic Rotating Boat Crane

..... Wang Zhenlang, Yang Peiyao, Xu Changchun and Zhou Guoliang(48)

To satisfy the requirement of lifting and dropping the lifeboats of minitype working-ships safely, conveniently and reliably, a new type hydraulic rotating boat crane has been designed and successfully used. The paper introduces the development, design, structure principles, performance characteristics and application future of the lifeboat crane.

SHIP WEAPON SYSTEM

Research of Reliability Applied to Naval Weapon System Shi Jianrong(51)

This article presents technical means of reliability engineering applied to naval weapon system. The applying range of representative failure statistics is restated in allusion to the misapplication during applying failure statistics. Detailed numerical analysis is carried out for the mistakes in the calculation of operational availability equation.

SAFETY TECHNOLOGY

Research on Requirements of Safe Working in Ship's Confined Space Shen Yikang(54)

In this paper, the author introduces the concept and the dangerous features of ship's confined space. The author suggests some good and practical precautions of safe working, and hopes it will help to save the lives of those normally working in confined space, such as surveyors, shipyard workers and engineers.

SHIP MARKET

Existing State and Prospect of World Panamax Cellular Fleet Xu Wenyu(59)

The author gives a brief introduction to the development of container ships, makes professional analysis on Panamax cellular fleets based on the existing fleets and order books, and discusses its background and developing trend.

MARINE EQUIPMENT REPAIR

Application of Nano Brush Electroplating Technique Zhou Liping(63)

The complex brush electroplating technology using nano particles is applied to maintain air valve spindles of marine diesel engines. Difficult technical key problems of the technology are solved. This technology fills up the domestic gaps in this area and has a bright future in application.