

船舶生产流程再造与绿色制造

611 研究所 徐学光

摘要:我国船舶生产效率低、消耗高的技术原因是:尚未做到造船过程的流量控制。为实现造船的科学发展,建议通过“流程再造”,来构建“绿色船厂”和建造“绿色船舶”。

关键词:造船; 流通控制; 流程再造; 绿色制造

中图分类号:U671.99 **文献标识码:**B **文章编号:**1005-9962(2006)01-0046-03

Abstract: In China, the technical reason of low productivity and high waste in shipbuilding, is not able to control the flow during the shipbuilding process. To realize scientific development of shipbuilding, building “Green Shipyard” and constructing “Green Ship” through “Process Re-engineering” are suggested.

Key words: shipbuilding; flow quantity control; process re-engineering; green manufacture

1 流程再造的理念

流程再造的定义为:“对经营程序进行根本的再思考和彻底的再设计,给运营带来显著的改善。”经营过程包括:产品的设计制造和管理过程。流程(Process)是指为完成某项任务而进行的一系列逻辑相关活动的有序集合。在船舶生产中,流程就是:输入信息和(或)物资,使信息或物资增值的、形成各级“中间产品”的一系列活动。

流程再造的基本理念是,使用高科技的方法,通过简化,彻底改变原来的组织结构分工细、部门多、层级多和流程长的状态。流程再造涵盖产品全寿期和资源再利用的所有方面,把供应商和用户作为有效的组成部分纳入系统。共用数据库、三维电子模型、过程仿真、实时监控和预报预警等,为流程的简化提供了技术。

经过流程再造,使美国福特汽车公司总部的会计出纳员减少 75%;使 IBM 公司由 80 亿美元亏损,转为盈利;使 IBM 信贷公司的效率提高 100 倍。

2 以流通控制驱动流程再造

2.1 流通控制的实效

保持领先地位的船厂总是在不间断地优化流程。国外某船厂 1993 年时,生产某型船舶 12 艘,而今增至 28 艘;他们在 12 年前就以“日”为时间单位控制部件制造,现今,以分钟为单位控制吊运作业。

2.2 流程再造的策略

作者简介:徐学光,男,享受政府特殊津贴专家。1940 年生,长期从事船舶建造和造船工艺研究,曾任中国船舶工业船舶工艺研究所副总工程师。现任中国造船工程学会工艺学委会“壳舾涂一体化”学组组长、中国国际工程咨询公司专家。

建议采用:自上而下的彻底革命的方式,通过全面的流程再造实现精益生产;或以自上而下的持续改进的方式,通过局部的流程再造,逐步实现精益生产。前者适合新建船厂,后者适合老厂发展。不论何种方式,重要的是:都要真实地简化流程;以作业标准的形式,固化流程再造的成果。

建议:以流通控制为枢纽,进行流程再造,切实告别以“调度”主导造船生产的落后状态,获取实质性的技术进步,夯实发展基础。

3 船舶制造系统的发展方向

船舶制造系统的构成和运作,如图 1 所示。由不同类型的生产组织、工艺装备布置、生产流程和生产管理方式支撑相异的总体战略,并决定制造系统运作方式的区别和工效物耗的高低。

由于科技创新,制造系统的发展呈现了效率和效益的持续提高。造就这种进步的基础是,生产管理的库存量控制方法被流量控制所取代;并且,流量控制的范围不断延伸,流量控制的精度不断细化。

流量控制方法的基本原理是拉动式的生产管理,根据最后的产出,向前按工序确定各工位的生产。理想状态是制造中的工件单件单向稳定速度的流通。而实际上,因水平不同,以“周”,或以“日”,或以“时”,或以“分秒”为节拍,控制流通速度。严格地说应该取消所有的堆场和仓库,而实际上还是需要缓冲场地和少量的堆场和库房。

流量控制的生产管理能使生产连续地进行,能把生产中非增值的消耗剔除到最少。其技术支撑主要是:必须将船舶逐级划分为前后衔接的“中间产品”,它的生产流程应该是单向分道;设备按作业流程进行布置,按“中间产品”制造的需要构建复

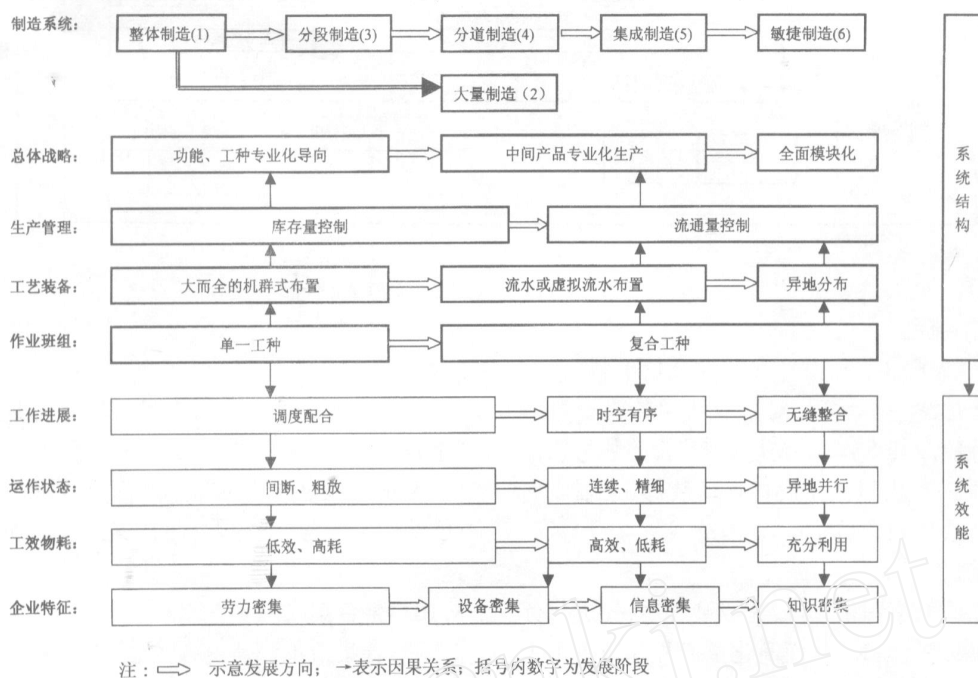


图 1 船舶制造系统的逻辑关系与发展方向

合工种的组织；计划必须是精细的，作业要做到实时反馈和监控；质量必须稳定，做到无废返；应实现精度控制，以“补偿量”全面地替代“余量”，消除修正作业；尽量采用机械化、自动化、智能化的设备来加工、焊接、装配和安装。

4 流程再造的方法

4.1 比较分析法

与国内外先进的造船企业进行对比，将被他人实践证明有效的流程，结合本企业情况进行应用。

4.2 GT 流程分析法

采用成组技术的流程分析法(PFA)可以把功能专业化流程转化为产品专业化生产流程；把原来往返复杂的流程，简化为分道的单向流程。

4.3 5W1H 分析法

采用工业工程(IE)的 5W1H 方法分析现行作业中存在问题。诸如审议理料、配套、保管、运输、二次除锈、试压等工作是否有必要(Why)？能否采用流通控制、精度管理、机械化和信息技术使得工作简化(What)？某项作业能否提前在俯位、敞开、室内、坞内进行(Where)？某项工作最恰当的操作时间(When)？某项工作(跟踪除锈、检查试验)最适合承担的组织 and 人员(Who)？比当前做法更好的方法是什么(How)？

4.4 IE 流程分析法

按 IE 的规定绘制工艺流程图，“取消”不必要的活动，“合并”可由复合工种人员承担的活动，“再造”新的流程，“配置”更有效的设备和人员。

4.5 建模与评价

流程再造应从“系统诊断”开始，确定存在的问题。采用 IDEF(Integration DEFinition method)建模分析法，建立面向过程的系统模型。以理想的流程为样板，结合实际，进行重新设计。通过试运行，评价结果，予以修正。评价应采用基于活动的成本分析法。

5 流程再造的步骤

5.1 全厂流程

美国密执安大学提出未来船厂“中间产品”专业化生产的流程，如图 2 所示。经过再造的新流程的主要特点是：在平面和曲面分段两条生产线中，依次序进行切割、成形加工以及装配、焊接、涂装和舾装；把部件加工和管件加工车间视为上述主流线的子线，布置在平面和曲面分段生产线之间，以实现单件流程生产。

5.2 厂外流程

技术先进的船厂是根据套料提出钢材订货，钢厂按船厂生产需要的规格依次供给钢材，使造船钢材一次套料利用率达 93%^[7]。

我国某地区正在筹建钢材订货和预处理、T 型材制造、管件加工、上层建筑制造的专业化工厂生产。

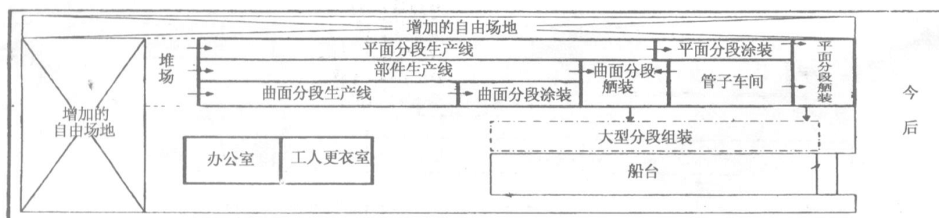


图2 先进的“中间产品”专业化生产流程

5.3 管加工流程

先进的管子加工流程是管子无余量下料,在直管状态下装焊法兰。然后,对带有法兰的管子弯曲成形。先进船厂其直管和“先焊后弯”管的数量约占管件总数的 $2/3$,由机械化设备自动装焊,大幅度地提高了生产效率和产品质量。

5.4 分段流程

先进船厂的流程是:分段完成装焊后,先进行分段舾装,然后进行涂装,从而简化了流程和减少了工耗^[8]。

5.5 舾装流程

舾装单元是高度组织化的生产流程,已为国外先进船厂所应用,铁舾装件、管子零件和局部装配组件的支流程都直接输入到单元装配的主流程中^[9]。在分段外板安装之前,先行安装管子、舾装件、电缆支架等流程。在分段中安装缆桩、舷龙骨、稳货环、集装箱底座、发电机、地格栅和花网等^[10]。

5.6 涂装流程

涂装流程再造的主要任务是如何减少二次除锈工作量。首先应制定涂装前的表面质量标准,并将它作为造船合同的技术附件。同时,通过提高钢材预处理时喷涂车间底漆的耐温程度和跟踪补漆等方法,把分段二次除锈工作降到最低。

先进船厂采用涂装机器人在双层壳体间进行涂装。美国采用自动监测装置测定液舱的腐蚀状况。

5.7 合拢流程

致力于研究快速合拢(搭载)工艺:扩大分段总组,减少吊装次数;吊前加设便于调整的移位与定位装置。发展方向是采用总段建造,在总段制作阶段应尽可能多完成舾装和涂装作业。我国某船厂在船舶出坞前,已经完成机舱电缆敷设、全船管系密性试验、机舱面漆和部分机电设备的调试^[10]。

5.8 投油流程

我国某船厂通过制定《主机滑油系统清洁全过程控制文件》,严格控制管件安装的清净程序,使主机动车试验前的投油周期由原来的50多天,缩短到

10天左右^[10]。

5.9 精度控制

全面采用精度控制技术是实现造船现代化的“里程碑”^[8]。从零件的切割下料始,以“补偿量”取代“余量”,其实质是取消了“修整切割”的工序,由此,简化了流程,节约大量的工耗、物耗,加快了造船速度。

5.10 整合集成

整合集成的根本在于实现自然的一体化流程。过去由于技术能力的限制,造成了精细分工。分工专业化的结果是相互谐同的一体化的削弱。现在,由于制造理念的进步、制造方法的改进和信息技术的发达,使得实现一体化的集成成为可能。所谓一体化主要是源于全局优化,使正确的信息,在正确的时间,抵达正确的地点;操控设备和人员用正确的方法,在正确的时间,完成符合标准的“中间产品”,从而达到流程的均衡、连续、高效。

6 船舶的绿色制造

船舶绿色制造的目标是使船舶从设计、制造、服役和退役的全寿期中,废弃物和有害排放物最少,以减少对空气、水和土地的污染,并节省资源,从而提高经济效益和社会效益。

工业发达国家提出了“再制造”和“无废弃物制造”新理念,在加工制造过程中不产生废弃物,或产生的废弃物被作为其它制造过程的原料,并不再产生废弃物。

基于以上所述,绿色造船的内涵应包含“绿色船舶”和“绿色船厂”两部分。

绿色船舶主要取决于船舶设计。在设计船舶时,使船舶制造和航运时对环境的影响最小。绿色设计的主旨是3R:第一,减少(Reduce)造船和用船中对物资和能源的消耗,以及对环境的污染。第二,在维修船舶时,零部件能方便地分类回收并再循环(Recycle)使用。第三,当船舶退役时,绝大部分的材料能被重新利用(Reuse)。(下转第51页)

采用了先进的 DP 系统,大大提高了运输安装的可靠性。

(4)多功能性,如装运门机、大型挖泥船、铺设管道/电缆、打捞作业等。

4 市场和前景

18 000 dwt半潜船由荷兰设计公司提供概念设计,我院进行后续设计,其主要性能在同类型船中处于领先地位。由于这是一种开发研制的新船型,且具有较优良的航行性能和使用性能,因此于 2003 年荣获中国船舶工业集团公司科学技术进步一等奖。2005 年,登上了美国 2001 年 1 月 1 日推出的“21 世纪质量船舶”(QUALSHIP 21)活动名单,收到了由美国海岸警备队颁发的证书。通过近 10 年的跟踪

积累,我院目前已具备了设计 1~8 万 dwt 左右的半潜船,且国内多家船厂也具备了制造能力。对 18 000 dwt半潜船经历 5 年以上的市场追踪、调查和方案改进,可以满足 85 %以上现有平台的运输安装。随着我国海洋能源的开发、航道疏浚、大型机电设备运输以及国防建设的需要,半潜船有着广阔的市场需求。我们深信,通过相关行业的共同努力,半潜船必将成为有发展前途的新船型。

【参 考 文 献】

- [1] 冯志根. 大型半潜船发展前景[J]. 船舶设计通讯, 2001,(1)
- [2] Hans Iaheij. Conversion of semi-submersible heavy transport ship[J]. Marine News, 2004,(1)

* * * * *

(上接第 48 页)

绿色船厂首先是船舶建造中高效地使用材料和能源,尤其要提高钢材利用率。其次是减少气、液、固污染物的排放。第三是使壳舾涂作业顺畅地进行。为此,国外研究了一型零件(弧形单板)和一型部件(带防挠材的平板),建造除艏艉外的主船体结构,从而达到船体结构加工和装焊的自动化,并大幅度提高钢材利用率。以单道焊替代多道焊,减少焊接烟弧对环境的污染。采用无排放钢材预处理和涂装技术。构筑密闭的造船作业场所,对密闭空间的空气进行滤清。

绿色造船是发展方向,上海外高桥造船公司设计和制造的 17.5 万 dwt 好望角型散货船的分舱设计和燃油舱舷侧布置等,充分考虑了绿色环保和以人为本,赢得了国际航运界的青睐,获得了 50 多艘订单。在流程再造的过程中,应充分考虑绿色造船。

【参 考 文 献】

- [1] 张圣坤,韩争. 我国船舶工业的技术水平分析. 140 周年厂庆学术报告会论文集,江南造船(集团)有限责任

公司,2005

- [2] 徐学光. 现代造船模式研究总报告[R]. 中国船舶工业总公司,1999
- [3] 芮明杰,钱平凡. 再造流程[M]. 浙江人民出版社,1997
- [4] [美]Liker K,Lamb K. What is Lean Ship Construction and Repair? [J] Journal of Ship Production, 2002(3)
- [5] 陈强. 论工艺流程优化与造船 CIMS 实施[C]. SWS 第二届发展论坛论文集,2002
- [6] Altic E, Burns M, et al. Implementation of an Improved Outfit Process Model[J]. Journal Ship Production, 2003(1)
- [7] 徐学光. 基于流程再造的快速造船[C]. 上海市造船工程学会 2004 年学术年会论文集,2004,77~92
- [8] Brian E. Altic, Richard M. Burns, J. Fontaine, Ian Scott, John Softley. Implementation of an Improved Outfit Process Model[J]. Journal of Ship Production, 2003(1):1~7
- [9] Richard W. Bolton, Paul Horstmann, Darcy Peeruzzotti, Tom Rando. Enabling the Shipbuilding Virtual Enterprise[J]. Journal of Ship Production, 2000(1):1~11
- [10] Richard W. Bolton. Enabling Shipbuilding Supply Chain Virtual Enterprises [J]. Journal of Ship Production, 2001 (2):76~86