

先进设计技术在船舶设计中的应用策略

陈晓川

(东华大学 机械工程学院, 上海, 200051)

方明伦 俞涛

(上海大学 CIMS & 机器人中心, 上海, 200072)

内容摘要:中国加入 WTO 后, 造船企业将面临更激烈的竞争。本文通过对船舶行业概况的分析, 指出我国的造船企业与先进国家的造船企业有如下一些差距: 造船产量不够高; 技术差距大, 高技术产品少; 串行设计周期长, 质量难以保证, 生产效率低; 成本偏高; 生产模式落后; 信息化水平低, 信息集成度差。针对所存在的问题, 我们认为可以通过实现并行设计、虚拟设计和虚拟企业来提高船舶设计能力, 以迎接 WTO 的挑战。

关键词:世界贸易组织, 船舶设计, 并行设计, 虚拟设计, 虚拟企业

中图分类号: TH122

1、船舶行业概况和国内外的差距分析

1.1 国际概况

20 世纪世界船舶工业经历了一个非常艰难的发展过程。以二战为界, 世界造船业的重心曾经发生过多次转移, 先是欧洲然后是亚洲, 目前已形成群雄争夺的局面。历史证明, 一些工业化国家曾经将造船作为支柱产业, 而取得辉煌; 目前, 一些发展中国家正在以自身的优势发展造船工业, 大有取而代之的趋势。进入 21 世纪, 随着世界经济整体发展, 经济全球化, 国际贸易量将大增; 还有人类环保观念增强, 将加速新船型诞生和旧船的更新, 这些因素将大力推动造船量的增长, 新世纪全世界造船业将有很大发展^[2]。从国际方面看, 世界上的造船强国主要有日本、韩国和美国, 它们的发展概况简介如下:

1、日本: 1956 年—1999 年造船量稳居全球的 30—50%, 居世界首位, 以成组技术和并行工程为主导的造船体制已经建立。目前正向虚拟企业和造船的连续采办与全生命周期支援系统 (CALS) 方向发展, 其职工人数已经从 70 年代的 10 多万人下降到目前的 2 万人。日本日立造船公司经过 9 年努力, 研制成功一种叫做 HI—CADEC 的计算机辅助造船 CAD/CAM 软件系统, 它由船体、管系、电气和舱室布置 4 个主要子系统组成。

2、韩国: 近些年通过投巨资建立大型船坞、扩建设施和引进日本人才, 全面实现了现代造船体制, 建立了 CIMS, 引进了 CALS 系统, 目前试图建立虚拟企业。2000 年其造船量首次超过了日本 (980 万吨), 达到 1200 万吨。韩国现代重工 (世界上最大的船厂) 与美国 PTC 公司合作开发以 Windehill 为核心的设计、制造、管理一体化系统。

3、美国: 在二次大战时有 170 万人, 建造了约 5000 艘各种船舶, 其中的奇蒙德造船厂一天产一万吨的船一艘。90 年代全面应用了并行工程, 100% 采用三维数据模型交互, 代替了实物模型。2000 年 9 月全美六大造船公司 (电动船公司、巴士铁工厂、国家钢铁和造船公司、托德太平洋船厂、纽波特纽斯船厂、盎格尔斯船厂) 联合建立了基于信息技术的造船虚拟企业, 实现了造船 CALS 系统。

1.2 国内概况

20 年来, 我国造船业的世界排名从第 17 位上升到第 3 位, 占世界造船份额从 0.6% 上升到 7%, 造船吨位从 34 万吨上升到 360 万吨, 出口船舶比例达到 80%, “九五”期间每年创汇 16 亿美元, 已经成为机电产品出口创汇的重要支柱。但是, 近几年来由于亚洲金融危机导致日韩大规模调整造船工业。日本七大造船企业的合并计划, 韩国造船业的调整和合并, 其目的就是为了保持其在国际造船市场中的垄断地位。随着日、韩两国造船业造船成本的大幅度降低, 我国的造船低成本优势越来越小。而重新奋起的欧、美造船企业与日、韩等国纷纷以合作、改造、资本与技术输出等方式扩大市场占有率, 甚至在我国境内大规模投资, 兴建现代化造船基地, 企图进一步抢占我国船舶市场。同时, 由于加入 WTO 的影响, 我国船舶工业在前后夹击下, 正面临着更为严重的挑战。与国际先进水平相比, 我国造船行业的主要差距表现在:

- (1) 造船产量不够高: 1994 年以来虽然我国的造船量占世界第三位, 但与日本和韩国仍有 4.5 倍的差距;
- (2) 技术差距大, 高技术产品少: 以国际通用的 68 个要素、340 项标准评估中日两国骨干船厂, 可发现与世界先进水平的综合差距有 15 年, 精度控制差距 15 年, 但管理体制差距 18 年, 信息技术的差距达到了 19 年。我国主要产品为普通产品, 顶级的如巨型油轮 (ULCC)、大型豪华客轮、大型液化气船 (LNG) 和核动力航空母舰都没有建造过。
- (3) 串行设计周期长, 质量难以保证, 生产效率低, 交货周期较长: 例如: 建造 4.2 万吨级货船, 日本的建

造工时为 12 万，我国为 120 万，设计建造周期约为 18—20 个月，是国际先进水平的 1.8 倍；

- (4) 成本偏高：虽然我国的工资水平是韩国的 1/15，但物料利用率低、粗放管理、物资采办等费用较高，又缺乏有效产品成本预控手段，导致了造船成本偏高。
- (5) 生产模式落后：如表 1 所示，在当代日本、韩国等先进造船企业均已完成了传统造船模式向现代造船模式的转换过程，我国目前一般处于第二、三级水平，即我国还基本沿用传统体制，主要体现在管理方式与手段落后、计划制定粗放、配套供应手段落后等方面。
- (6) 信息化水平低，信息集成度差，基础信息获取不及时、不准确，无法支持快速决策。

系统导向	系统和区域导向	区域、类型和阶段（中间产品）导向		
第一级水平	第二级水平	第三级水平	第四级水平	第五级水平
船台散装 码头舾装 整船涂装	分段建造 预舾装 预涂装	分段建造 区域舾装 企业涂装	壳、舾、涂一体化	设计、制造一体化
劳动密集型		设备密集型	信息密集型	知识密集型
离散型生产过程			连续型生产过程	
传统造船		现代造船		未来造船

表 1 造船技术发展阶段表^[3]

2、提高造船企业竞争力的途径和策略

中国加入 WTO，将意味着国内企业与国际企业在同等条件下进行竞争，国内企业在短期内必须承受极大的压力，提高造船企业的产品竞争力是求得生存和发展的必由之路。产品的竞争能力来自价格竞争和非价格竞争。价格竞争是企业运用价值手段同竞争者进行营销较量来争取顾客，扩大销售，占有市场。而产品的成本在很大程度上决定了产品的价格，但产品成本的大部分在设计阶段就已经决定了，因此采用现代设计方法，提高产品设计水平是降低产品成本的关键。现代造船模式与设计能力的提高密不可分，现代造船模式的主要技术基础是深化设计。

造船模式是船舶制造业存在的形式和活动方式，现代造船模式可以表述为：以统筹优化理论为指导，应用成组技术相似性原理，建立以中间产品为导向，按船舶空间划分作业区域（简称区域），按船舶建造过程划分作业阶段（简称阶段），按生产作业性质划分壳（船体建造）、舾（设备、管系、电气安装）、涂（涂装）各种作业类型（简称类型），形成以壳、舾、涂一体化和设计、生产、管理一体化的作业体系，实现空间分道、时间有序、均衡连续地总装造船。

传统造船模式是按工种专业化的生产体制，即按船舶系统分解“任务包”，各工种分别完成作业。在生产组织上按学科专业组建技术部门和管理部门，按工种专业组建生产车间和班组。各工种作业在空间上干涉，在时间上干扰，互相争夺生产资源，影响作业进展，工程很难控制，致使生产效率低下。与传统模式比较而言，现代造船模式具有以下优越性^[4]：(1) 成本降低，周期缩短。(2) 生产率整体提高。(3) 工作环境改善。(4) 设备利用率提高。

现代造船模式的实现是需要从多方面开展的，可以说是一项复杂的系统工程，从现代设计技术发展的角度看，为了有效地提高产品开发能力，采用并行设计、虚拟设计和虚拟企业是造船行业通过信息化提高设计能力的努力方向。下文将对此进行分别论述：

2.1 并行设计

并行设计是并行工程的核心内容，船舶的并行设计方法是基于计算机网络来实现的，即各类专家通过计算机网络、统一的产品数据模型进行船舶造型、可制造性、经济性、可靠性、可装配性等的分析，不同的意见通过网络反馈，修改数据模型，使异地工作的专家同时在新的模型上继续工作，直至完成所有设计任务。这样不仅提高设计效率，减少设计时间而且由于船舶产品生命周期中各种问题得到充分考虑，使设计质量也大大提高。对于技术密集型的造船行业，实施并行工程设计要求先进的造船设备和技术与之相适应，这包括管理技术，CAD/CAPP/CAM 一体化，PDM 等。一般来说，实现并行工程的主要步骤有^[5]：

- (1) 建立企业网和工程数据库，初步实现 CAD、CAPP、CAM 功能。
- (2) 进行信息集成，推行 PDM 技术、特征建模技术，形成一个 CAD、CAPP、CAM 的集成系统。
- (3) 首先在设计、工艺、制造部门建立统一的产品模型，初步实现并行工程；进一步将企业管理方面的 MIS、MRPII 与 CAD/CAM 系统进行集成，实现全厂范围内的信息集成，全面实现并行工程。

在并行设计中采用的软件工具为 DFX，针对造船成本偏高的实际情况，可以采用面向成本的设计方法 (Design

For Cost——DFC)。它最早出现于九十年代初期,是 DFX 的一个分支,它是指在满足用户需求的前提下,尽可能地降低成本,通过分析和研究产品制造过程及其相关的销售、使用、维修、回收、报废等产品全生命周期中的各个部分的成本组成情况,并进行评价后,对原设计中影响产品成本的过高费用部分进行修改,以达到降低成本的设计方法^[6]。为了实现面向成本的设计,必须注意收集与全生命周期成本(LCC—Life Cycle Cost)数据有关的信息,这些信息从发生的时间方面看,可以分为企业内和企业外两部分。由于篇幅所限,对这些信息中所包括的内容、成本估算方法和信息收集方法请分别参见文献^[7]和^[8]。

2.2 虚拟设计

在并行工程中为了达到并行的目的,必须建立高度集成的主模型,通过它来实现不同部门人员的协同工作;为了达到产品的一次设计成功,减少反复,它在许多部分应用了仿真技术;主模型的建立、局部仿真的应用等都包含在虚拟制造技术中,可以说并行工程的发展为虚拟制造技术的诞生创造了条件,虚拟制造技术将是并行工程为基础的,并行工程的进一步发展方向是虚拟制造(VM—Virtual Manufacturing)。所谓虚拟制造又叫拟实制造,它利用信息技术、仿真技术、计算机技术对现实制造活动中的人、物、信息及制造过程进行全面的仿真,以发现制造中可能出现的问题,在产品实际生产前就采取预防措施,从而达到产品一次性制造成功,来达到降低成本、缩短产品开发周期,增强产品竞争力的目的^[9]。虚拟设计是虚拟制造技术在设计方面的具体应用,即在真实产品加工之前,通过实施有效的产品设计方法和手段,建立产品的功能和结构信息模型;同时对产品的结构、功能、性能进行仿真,作为对设计的指导和对用户需求的预评估。

舰船虚拟设计是虚拟技术在船舶设计中的应用,对舰船研制过程实现两个层次的虚拟过程:一是设计阶段使用户能够参与,达到预先体验产品性能的目的;二是制造系统层次上强调对生产制造性能进行有效的评价。虚拟设计过程中的信息共享一般通过产品模型数据交换标准(STEP—Standard for Exchange of Product Model Data)进行,目前在国际标准化组织下的 ISOTC/184/SC4/WG3/T32 小组领导下,各国船级社(LR、GL、ABS、DNV)、CAD 软件商、船舶设计商和船厂等部门进行了相关船舶 STEP 标准的联合开发。

美国于 1992 年由 ARPA 资助进行了下一代船舶设计系统——基于设计仿真 SBD (Simulation Based Design) 的项目研究。该项目目标是建立一个能预先进行船舶设计、制造、运行和评价的虚拟环境,即在计算机上实现设计和虚拟建造船舶。SBD 中的关键技术是集成的开发环境(IPPD),它利用了虚拟现实技术、无缝集成 CAE/CAD/CAM 和数据库,并在 1994 年给出了相应的原型系统。

2.3 虚拟企业

敏捷制造是以竞争力和信誉度为基础,选择合作者组成虚拟公司,分工合作,为同一目标共同努力来增强整体竞争能力,对用户需求做出快速反应,以满足用户的需要。为了达到快速应变能力,虚拟企业的建立是关键技术,其核心是虚拟制造技术,即敏捷制造是以虚拟制造技术为基础的。舰船的敏捷制造是:为了充分利用分布在世界各地的各种资源,要以最快的速度,整合企业内部的优势和企业外部不同公司的优势,形成一个单一的经营、设计和生产实体;该实体就是虚拟企业。造船虚拟企业通过虚拟企业服务系统和虚拟企业用户系统建立起信息联络和过程管理。虚拟企业的信息管理包括电子化的技术数据和产品数据的交流和管理,使得使用者能实时地沟通和分享信息。通过这种联合进行设计工作将可以达到设计能力的空前提,这种方法将企业内外联为一体,达到了资源的充分共享和利用。

美国 90 年代在美国国防部的领导下成立了海事敏捷研究组(Maritime agility group),该组织由来自 Leigh 大学、五家船厂、海军、船东、船级社、供应商和设计部门的代表组成,从事有关造船的敏捷制造研究,包括如何从技术上、组织机构以及人力资源上使现有的船舶建造方式过渡到敏捷制造。2000 年 9 月全美六大造船公司(电动船公司、巴士铁工厂、国家钢铁和造船公司、托德太平洋船厂、纽波特纽斯船厂、盎格尔斯船厂)联合建立了基于信息技术的造船虚拟企业。

总之,设计技术的发展是有一定规律可循的,但它们之间也是有一定的交叉的,从并行设计到虚拟设计,再到虚拟企业的实现将极大地提高我国造船企业的产品开发能力。当然,上面主要论述的是技术问题,但因为人是一切的根本所在,所以从设计人员的情况看,有关人员的素质提高、培训和使用仍将是一切工作的中心问题。计算机的普及以及数控机床、加工中心、工业机器人的应用,使现代造船具有很高的自动化水平,但它不是无人工厂。现代造船业要求技术人员懂经营,管理人员懂技术,操作人员一专多能。为此,要充分认识到人在现代造船中的核心地位和关键作用,调动各类人员的积极性和创造性,并按现代造船模式对人才的要求进行多层次、多形式的培训,培养真正的企业家作为领导者;培养有综合技能、能独立处理问题、善于与他人协作的人作为管理者;培养跨专业工作的人作为设计者;培养适应复合工种的多面手做工人,从而造就一支符合现代造船要求的员工队伍。

3、结论

中国加入 WTO 将对造船企业产生一定的冲击，本文在分析了国内外造船企业的差距的基础上，提出通过实现并行设计、虚拟设计和虚拟企业来提高船舶设计能力，并从多方面进行造船模式的转换，以迎接来自 WTO 的挑战。需要特别指出的是现代造船模式的实现是提高船舶设计能力的根本，而关键是人才问题，任何工作最终还是要落实到人的头上，因此加强人才的培养和引进是造船企业现代化的必由之路。

参考文献

- [1] 贾保华, WTO: 对中国发展战略的重新思考[J], 世界经济与政治, 1999 (12) : 35-39.
- [2] 刘传茂, 我国船舶工业面临的形势和挑战[J], 船舶工程, 2001,1:4-8.
- [3] 程庆和、丁师铺、施渭滨, 计算机集成技术在造船企业的应用研究, 上海造船[J],2000,1:49-52.
- [4] 张光明、宁宣熙, 与现代造船模式相适应的船厂管理[J], 造船技术,2001(1):5-8,15.
- [5] 陈晓川、张暴暴、冯辛安、刘晓冰, [我国虚拟制造技术发展策略浅析](#)[J], 机械设计与研究, 1999(1):12-14.
- [6] 陈晓川,张暴暴,冯辛安. [面向成本的设计的关键技术及其概念模型](#)[J].大连理工大学学报, 1999, 39(6) :775-780.
- [7] 陈晓川、刘晓冰、冯辛安, 面向成本的设计中的成本构成及其估算框架的研究[J], 中国机械工程, 2001,12(5):510-514.
- [8] 陈晓川、方明伦, [面向成本的设计中全生命周期成本数据的收集、处理与使用](#)[J]. 机械设计与研究, 2001, 17(4):12-15.
- [9] 陈晓川、张暴暴、刘晓冰、冯辛安, [并行工程的研究概况综述](#)[J], 机械制造, 1999,3:9~11.

Improving Chinese shipping design abilities in order to receive WTO's challenge

Chen XiaoChuan

(The Mechanical Engineering College, Donghua University, Shanghai, China, 200051)

Fang MingLun, Yu Tao

(Shanghai University, CIMS & Robotics Center, Shanghai, China, 200072)

Abstract: After China enters into WTO, shipbuilding enterprises will face more furious competition. After shipping industry summaries were analyzed in this paper, we point out some disparities between our shipbuilding enterprises and advanced shipbuilding enterprises: shipbuilding output is not high; shipbuilding mode and technologies drops behind; design cycle is long; quality is difficult to be pledged; production efficiency is low and cost is high; information integration level is low. In order to solve these questions and receive WTO's challenge, we proposed that improving Chinese shipping design abilities by concurrent design, virtual design and virtual enterprise.

Keywords: World Trade Organization (WTO), Shipping design, Concurrent design, Virtual design, Virtual enterprise

《CIMS 论文的天地》声明

本站免费向大家提供论文全文，本站论文除了特别说明的以外都是从作者手中征集得到的。

目前网上论文网站较多，有人非法转载本站论文，在此提出警告，本站保留对这类行为进行追究的权利。

本站镜像：

欢迎访问《CIMS 论文的天地》

1、上海电信镜像：<http://www.cimspaper.com> <主站，付费空间，推荐访问>

2、虚拟域名：<http://xcchen.yeah.net>

3、广东阳江中联科技：<http://cimspaper.icpcn.com>

4、北京虎翼网镜像：<http://cimspaper.51.ne>

欢迎您参加我站提供的邮件列表

希网提供的列表 分类首页/科学.技术/另类科学

<http://www.cn99.com/cgi-bin/catalog?viewcat=58>

为您提供《CIMS 论文的天地》更新通知，以及有关的论文和学术信息，每月至少发送一次。