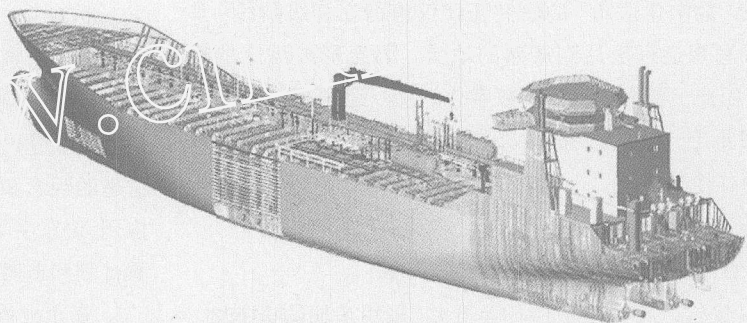


# 中日韩“数字化造船”比较

数字化造船指的是信息技术在造船全过程活动当中的有效应用，使得造船的决策、经营、采购、设计、安排、制造、物资配送、生产过程监控、资源分配、成本估算、供应链、保障等各个环节协调一致，实现“以中间产品为导向，按区域组织生产，壳、舾、涂作业在空间上分道，时间上有序，设计、生产、管理一体化，均衡、连续地总装造船”的现代造船模式。



数字化造船是在计算机和网络技术与新概念的船舶建造技术以及先进的船舶建造设备、设施不断地融合、发展和广泛应用的基础上诞生的，其中包括以下三个主要组成部分：

- ①数字化设计船舶——CAD/CAM/CAE等主体技术的广泛应用；
- ②数字化管理造船——CAPP、PDM、CMIS等船舶建造信息支持系统的全面建立；
- ③数字化建造船舶——数控制造技术和与其配套的船舶建造设备/设施的普遍采用。

从船舶建造的各个阶段和关键流程可以看出，数字化管理造船贯穿于整个船舶制造过程。①②③对应于上文的数字化造船的三个主要组成部分，见表1。

表1 数字化造船三个部分在船舶各建造阶段中的应用

	生产准备	内场加工/平台制造	船台总装	码头舾装	完工交船
船舶设计	①②	①②			①②
采购置办	②	②	②	②	②
船舶建造	②	②③	②	②	②
船舶调试				②③	②③

资料来源：数字化造船与“e江南”。

世界造船强国从计算机辅助（CAX）开始，逐步由实施计算机集成制造系统（CIMS）、应用敏捷制造技术向组建“虚拟企业”方向发展，形成船舶产品开发、设计、建造、验收、使用、维护于一体的船舶产品全生命周期的数字化支持系统。从而实现船舶设计全数字化、船舶制造精益化和敏捷化、船舶管理精细化、船舶制造装备自动化和智能化、船舶制造企业虚拟化，从而大幅度提高生产效率和降低成本。数字化造船起步于20世纪70年代中期，当

时计算机技术主要应用于数学放样和数控切割两个领域。到了80年代初,随着计算机技术的发展,该领域的技术应用从数学放样拓展计算机辅助船舶设计和制造(CAD/CAM)。到20世纪90年代初,在造船行业内计算机技术的应用逐步上升到了CAD/CAM和信息技术进行整合的层面。同样,在船舶制造设备方面,也从最初的数控切割发展到了数控弯板、数控弯管、机械手/机器人装配/焊接、机器人涂装等。

由于船厂实施数字化造船的方法各异,并且造船过程的高度复杂性使各大船厂的数字化设计建造技术的发展上极不均衡,并带有浓厚的个性化色彩;各船型的数字化工程的途径与措施大不相同。因为以上两方面因素使“数字化造船”的研究还仅仅停留在初级阶段,其核心思想还远没达到成熟的地步,乃至形成固定的模式。因此,要真正达到“数字化造船”还有相当长的一段路要走。以下对中国、日本、韩国在“数字化造船”方面作个比较。

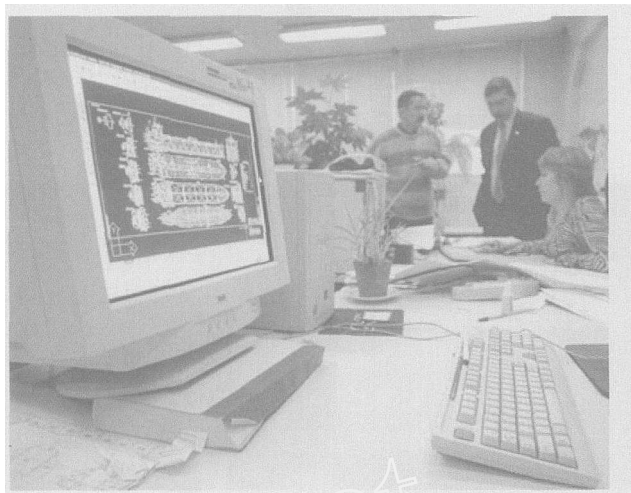
## 1 中国数字化造船发展状况

我国造船工业从1970年开始,采用造船CAM技术,使造船生产效率和加工质量有了较大的提高。80年代后期,船舶工业统一组织开发了CISIS、CADIS和MIS等造船造机系统,有力促进了船舶企业的数字化进程。随着造船CAD/CAE和MIS技术的发展,产品设计开始丢掉图版,新产品开发设计周期有效缩短,船舶企业现代化管理水平得到提高,船舶制造企业初具国际竞争力并不断壮大。

90年代中后期,国际先进的造船软件如TRIBON、CADD5系统开始引进应用,骨干船厂应用三维建模技术建立产品电子信息模型。新技术的应用使国内造船水平上了新的台阶,产品建造总周期得到了有效缩短,产品建造质量明显提高。

CAD/CAM技术的深入应用为推进集成制造技术提供了信息源头,CIM技术和CIMS开始在沪东中华、渤海船厂和广船国际等船厂开发应用。CIMS的应用使产品制造和管理信息集成,从而能够实现制造信息高度共享和企业制造资源优化,全面提高企业运行效率。

同时,船厂和科研院所非常重视船舶建造关键工艺装备的更新和改造,引进了平面分段流水线,数控切割机等多种先进自动化造船装备;自主研究开发了CNC切割机、数控肋骨冷弯机、数控弯管机等多种自动化造船装备。



近年来,沪东中华等厂所自主开发的船体建造软件三维舾装管系设计,已在国内数十家船厂应用;沪东中华已把“数字造船、绿色造船”作为企业发展的基本方针,江南正在建设“e江南”,外高桥造船公司引进了体现先进造船观念和模式的韩国HANA/CIMS,并正在调试推进应用。沪东中华等单位已逐步开展了船舶企业制造资源配置计划和造船物流管理技术的研究和应用工作。

在企业网建设领域,发展更是迅速。各骨干造船企业计算机网络建设方面初具规模,计算机辅助设计制造与生产管理的软硬件平台初步建立,已为建立数字化船舶企业提供了扎实的硬件基础。

船舶工业的信息化建设使我国船舶产品制造能力和水平得到较大的提升,我国正由造船大国向造船强国迈进。

以下为国内部分数字化造船企业的发展概况,其中对数字化造船建设投资数额在亿元以上的船舶制造企业有广船国际、外高桥造船、江南造船等。

广船国际自上世纪70年代末就成立了计算机中心,CAD、CAM、PDM均有较深入应用,其中,1994年引进大型造船专业化CAD系统——TRIBON系统,经过10年的推广应用,取得了显著的应用效益,目前该系统仍在不断扩充,投资将超过350万美元;1997年广船国际作为示范工厂参加了国家863计划的CIMS工程,该工程累计投入3000多万人民币,计算机应用已覆盖全公司的各个部门和主要生产环节,1998年还投入力量,开始应用办公自动化系统,并取得了良好效率。全公司现有Alpha服务器3台、Alpha工作站45台、PC及PC Server 1200多台、相关外设800多台、大型绘图仪一台,全厂建立起1000M快速以太网。已成功使用GSI-SCMIS一期系统,目前正在实施以SPDM

表2 中国部分船舶制造企业数字化造船发展情况

船厂	应用状况	投资数额
沪东中华造船	1976年成立电算室,已建成局域网、OA和生产制造系统,CAD、CAM、CAPP、CAE均有应用,上世纪90年代中期,完成了CIMS工程的开发应用。并被评为“863高科技CIMS示范应用企业和先进企业”,在信息化建设中,公司形成了一支70余人的专业计算机应用开发队伍,先后开发了几十项CAD/CAM管理软件,不少项目已在造船和相关行业中推广应用,目前,沪东中华正计划实施PDM系统,并开发自己的三维设计软件。沪东中华的信息化经验是:走自主开发之路。	总投入超过5000万元。
武昌造船厂	早在上世纪70年代该厂就开始了计算机应用,目前船厂已建成局域网,部分完成了OA系统,实现了财务、局部实现了生产制造信息化,CAD、CAM、CAPP、CAE、PDM均有不同程度应用。目前正在深化PDM应用,并为实现虚拟制造和信息化总集成而努力。	总投入超过5000万元。
渤海重工	1997年成立计算机管理处及企业CIMS领导小组,已建成局域网,自行开发了OA系统。CAD、CAM、PDM均有应用,已实施完成CIMS一期工程。目前将考虑进一步深化PDM应用,进行信息系统整合以及物资管理系统的应用。	总投入为4000万~5000万元
大连新船重工	2004年成立信息管理部,目前,公司已建成覆盖全公司100多万平方米的计算机局域网,有7套服务器以及50余台工作站、1000多台微机,正在建设整个公司的OA系统。CAD、CAM、CAPP均有应用,尤其是在CAD方面,使用了瑞典TRIBON SOLUTIONS AB的TRIBON软件和DNV的有限元分析软件,部分船只的建模率达90%以上,并实现了部分区域的三维动画设计。2005年1月1日,包括物流、物资管理、采购、财务、工程管理等模块在内的公司ERP项目一期工程正式投入运行,目前正在计划实施ERP二期和PDM、PLM系统。	保守估计,总投入达到3000万元。
上船澄西	1987年成立计算中心,企业局域网已初具规模,正在实施OA系统,CAD、CAM已有应用。目前正打算实施人事管理和设备管理系统,并进行CIMS工程的前期准备。	总投入为1500万~2000万元。
南通中远川崎	1997年成立电算科,已建成局域网、OA、生产制造系统,CAD、CAM、CAPP均有应用,已完成CIMS实施。	总投入为1000万~2000万元。
黄埔造船厂	2001年成立计算机技术工作小组,CAD、CAM有应用,同时实施了ERP系统。目前正在考虑强化CAM,进一步实施完成ERP,并实施应用PDM。	总投入约500万元。
厦门船舶重工	2003年成立信息网络部,已建成局域网、OA系统,设计领域运用了CAD软件,并实施了ERP系统,目前正准备实施PDM系统。	总投入约为500万元。
上海爱德华船厂	已建成局域网,公司计算机数量达到100台,且设计部门和财务、仓管,采购已经组网,并有相关应用:设计部以AutoCAD为主要工具,同时开始逐步向TRIBON软件应用过渡;财务、仓管、采购有公司自己开发的系统在运行,人事管理信息化也已经成熟。目前工厂正考虑搬迁,暂时不会进行新的信息化投入。	总投入为300万~400万元。
福建东南造船厂	1987年成立设计科电算室,部分实现了生产制造信息化,CAD、CAM有应用,目前正在考虑加强CAD应用,同时实施PDM和ERP。	信息化总投入为300万元。
文冲造船厂	1987年成立电算科,已建成局域网和OA系统,实现了财务信息化,设计方面应用了CAD软件,并将在未来一年内进一步强化CAD应用。	信息化总投入260万元。
镇江中船设备	1998年成立计算机公司,已建成局域网和OA,实现了财务和部分实现了生产制造信息化,CAD、CAPP有应用,未来一年内将准备实施PDM和ERP。	信息化总投入为300万元。
扬子江船厂	2000年成立计算机中心,已建成局域网和OA,实现了财务和生产制造信息化,CAD、CAM、CAPP、CAE、PDM均有应用。目前正在准备实施CIMS和ERP,以及船厂专用的目标管理系统。	信息化总投入300万元。
文冲造船厂	1987年成立电算科,已建成局域网和OA系统,实现了财务信息化,设计方面应用了CAD软件,并将在未来一年内进一步强化CAD应用。	信息化总投入260万元。
南京金陵船厂	2004年成立信息开发部,已建成局域网和OA系统,实现了财务信息化,设计方面应用了CAD软件,目前除考虑加强CAD应用外,还将考虑应用实施CAPP、CAM、PDM和CIMS系统。	信息化总投入约100万元。

为核心的 GSI-SCMIS 二期系统, 进行流程再造。

外高桥造船于 2000 年成立信息小组, 已建成局域网, 自行开发了 OA 系统, CAD、CAM 有较好应用, 2004 年 2 月 8 日, 开始全面实施 CIMS 系统一期项目, 包括购买一套由 HANA-IT 公司开发的融入先进专业船厂经验的 CIMS 系统, 为国内造船界普遍瞩目。目前, 除抓好 CIMS 实施外, 还将进一步加强 CAD、CAM、CAE 的应用以及进行 PDM 系统的实施。

江南造船自上世纪 70 年代就成立了计算机部门, 已经建成局域网和 OA, 实现了财务、局部实现生产制造信息化, CAD、CAM、CAE 应用成效显著, 2003 年 6 月, 开始启用“e 江南 I”企业信息化系统, 江南造船集团在长兴造船基地的总体目标是: 实施信息化建设“e 江南 II”, 全面提升数字化生产技术。

中国骨干船厂引进国外先进的船舶设计软件系统, 如 TRIBON 和 CADDSS 等, 并不断地进行二次开发和应用, 已初步建立了面向造船过程的计算机辅助数字化设计系统。根据有关机构对中国目前骨干船厂的“数字化造船”水平进行评估结果显示:

(1) 数字化设计船舶: 基于 3D 模型的 CAD/CAM 已得到了广泛地应用, 但基本 / 送审设计和生产设计之间的信息载体仍为纸质图纸。As Built 的电子模型远没有实现。CAE 的应用局限于设计分析阶段, 在船舶建造过程中 CAE 的应用程度相当低, 而数字化造船更强调 CAE 技术

在制造过程中的应用。此外, 日、韩等国先进造船企业船平均设计周期为 100 天, 而中国一般要 1 年才能完成。

(2) 数字化管理造船: CAPP、PDM、CIMS 等船舶建造信息支持系统尚处于起步阶段, 标准和编码等基础工作不扎实, 并缺乏准确而齐全的基础数据。

(3) 数字化建造船舶: 信息流对生产设备和设施的是离散型的驱动, 并且仅局限于船体部件加工阶段, 船舶建造过程中的集成度、自动化程度和数字化程度还相当低。

## 2 日本数字化造船发展状况

数字化技术在日本造船中的真正研究发展, 始于上世纪 80 年代。1988 年, 日本运输省成立高技术调研会, 加快日本实现造船数字化。日本造船研究协会给予了积极响应和支持, 并成立了造船 CIMS 专题研究。到 90 年代中期, 日本一些大的造船企业已经初步建立造船 CIMS 系统。如日本川崎重工船厂的 CIMS 是按照“自下而上”的思路建成的, 即在先进生产设备的基础上, 逐步地适当地建立与底层关系紧密的上层系统, 然后将它们逐个集成, 在此基础上再进一步对上层信息系统进行扩充, 形成一个完整的 CIMS 系统。2002 年 3 月, Ishikawajima-Harima 重工有限公司 (石川岛播磨, IHI) 又与达索公司和 IBM 产品生命周期管理部签署协议, 共同研发和实施造船业 3DPLM 项目, 以便继续保持其造船数字化的领先地位。到 2004 年初, 日本众多大型企

表 3 日本主要船厂数字化造船应用发展情况

主要船厂	数字化造船应用现状
三菱重工	20 世纪 80 年代初, 开发并采用完整的 CAD/CAM 系统及 CIMS 系统; 2005 年, 在自身开发 MATES 基础上, 购入由芬兰设计公司开发的 NAPA 三维 CAD 系统软件, 并且成功投入大型客船建造中。
三井造船	自行开发采用 MACISS 设计系统, 并整合了 TRIBON 系统中部分模块。
石川岛播磨	开发出 AJISAI 系统, 该系统可生成一个 3D-CAD 系统覆盖概念设计参数, 建立三维模型到全船模型; 此外, 该公司还开发了 KLEAN 船厂生产计划管理系统。
住友重机械	1997 年开发并采用 SUMIRE 系统, 从基本设计到船体结构设计、舾装设计、设备采购、生产计划和工厂自动化控制等整个造船流程进行集成和简化, 其船体系统和舾装系统与联合造船共同开发, 先进的三维建模系统是其核心系统; 2006 年决定引进目前造船界最流行的 TRIBON 造船系统, 以替代自身开发的 SUMIRE 系统, 争取 2006 年底前用于分段建造和舾装工作。
万国造船	自行开发并采用完整 CAD/CAM 系统 (HICADEC)、自动套料系统 JNEST+、以及数字造船机器人; 决定引进由日本 IBM/达索系统公司提供的 CATIA 软件, 拟用于舾装设计, 同时还将 CATIA 与船体设计采用的 HICADEC—A 系统组合成三维 CAD 系统, 并在所属的有明、鹤舞和津三家船厂实施。
川崎造船	1996 年, 川崎重工将 TRIBON 系统产品信息和其自行开发的先进计算机集成信息管理系统 CIM 进行整合, 还和南通川崎实现了异地设计数据互通。

表4 韩国主要船厂数字化造船应用发展情况

主要船厂	数字化造船应用现状
现代重工	90年代末,以PTC公司的Winchile为核心,开发出HICIMS集成制造系统,并全面实施。据称:该系统可使平均设计周期缩短约25%、平均建造周期缩短约10%;目前,现代重工正在全面采用TRIBON系统作为其主流的CAD/CAM系统。
大宇造船	韩国造船业界使用TRIBON系统最好的一个船厂,该厂采用TRIBON系统在实船上的应用、二次开发和CAD/CAM电子模型的覆盖程度相当高;2004年8月,该公司全面启用新开发完成的信息一体化综合管理系统(CIM),公司综合效益每年可达5100万美元,生产效率可提高7%~8%。
三星重工	2000年,提出“数字三星”;2001年,开始应用由丹麦、日本、美国和韩国的船厂共同开发的GSCAD系统,同时将其应用的分立系统全面整合成基于统一数据库和产品模型的系统。

业陆续实施CIMS,并向虚拟企业(VE)连续采办与全生命周期支援系统(CALS)、三维产品全生命周期管理(3DPLM)方向发展。

目前,日本一些先进船厂基本上都已采用CIMS系统,实现数字化造船。但是除川崎造船厂和日立造船厂应用CIMS较成功外,其它船厂自行开发系统的维护更新步伐都已经跟不上生产模式和计算机信息技术的发展,正面临着继续系统维护更新还是更换引进新系统选择问题。

### 3 韩国数字化造船发展状况

在造船数字化生产技术方面,与日本造船业的先进水平还有比较大的差距。韩国船厂在90年代开发的“CIMS”系统相当于日本船厂80年代所开发的CIM系统。但是,韩国在引进日本、美国和欧洲等国的先进造船信息技术后,研制实施自己的造船CIMS,取得了显著成果。如1991年韩国大宇船厂开始实施CIMS后,其造船销售量增长3倍,年造船缩短约500万工时,船舶建造周期缩短约3.5个月,实现年利润2.2亿美元。韩国各大造船企业为确保造船业的主导地位,正在转向计算机互联网和机器人等高新技术发展。如2003年,三星重工安装了互联网支持的三维计算器辅助设计系统,该系统使船厂的生产力提高了50%;2004年3月,韩国政府资金大力支持,韩国现代重工、大宇造船海洋工程公司、联合三星等几家大型电子企业共同开发新一代智能型机器人。

### 结 语

在数字化造船技术方面,世界先进船厂采用了多种设计软件和造船系统,如CAD/CAM系统、NAPA三维CAD系统软件、TRIBON造船系统等,其中TRIBON造船系统是在当今造船界中最为流行,受到很多船厂的青睐。通过

以上三国主要船厂数字化造船应用现状对比分析,可以看出,在中日韩三国造船企业中,日本造船数字化技术应用整体水平最为先进,其次是韩国,中国数字化造船技术应用虽然取得了很大的成绩,但难以满足船舶制造业实现跨越式发展的要求,与日本、韩国相比存在以下问题:

(1) 数字化应用的重点仍集中在解决技术与工程问题上,没有与企业的业务流程、运营模式和管理变革有效结合,尚未有效地促进体制创新、管理创新,往往有了先进的造船信息系统和装备,却以传统的观念和模式来运行,难以发展数字化应有的效益。

(2) 产品设计、制造、管理信息一体化的集成度较低,数字化设计、制造、管理生产线各主线尚未贯通,数字化制造技术效能远未发挥。

(3) 有些重要数字化技术领域的应用尚为空白或刚起步,如船舶数字化测试、虚拟设计、虚拟建造和产品数据管理等技术,因此产品先期研制水平低、周期长,数字化管理缺乏完整信息资源。

(4) 船舶制造资源优化配置技术的应用处于较低水平,企业的生产管理和协调仍以现场调度型为主,满足精细管理要求的造船管理信息系统研究和应用尚处于初级阶段,管理基本还处于粗放型。

(5) 满足船舶产品成本预算、核算、控制的成本管理集成信息系统尚处于起步阶段,船舶企业成本失控现象时有发生。

(6) 实现船舶产品生命周期的现代物流信息系统刚起步。

(7) 船舶制造装备自动化程度较低,造船机器人的应用基本处于空白。

(8) 船舶核心软件基本从国外引进,将难以掌握数字化造船主动权。