

船舶数字化制造与流程再造的目标

中国船舶工业船舶工艺研究所 徐学光

摘要：船舶数字化制造的目标是：通过现代制造技术和数字化信息网络技术的充分应用，达到造船过程的精确设计和造船活动之精确谐同，从而实现造船的“异地并行，无缝整合”。为此，数字化造船的船舶制造数据库应含：解决方法的历史数据；相互关系的逻辑数据；造船活动所有各方的能力数据；任何数据的实时变化。应生成经三维仿真验证的一体化的电子工艺图表，规定所有的壳舾涂作业和系统试验的“中间产品”的任务、生产资源、操作方法和相互关系。

造船流程再造的目标是：充分运用现代制造理念和技术，结合数字化技术和我国实际，切实提升造船整体和每一环节的能力和水平，实现造船生产的流通量控制。

关键词：造船数字化流通控制

船舶制造是把船舶设计信息物化为真实产品的活动。该领域的发展水平决定了船舶产品的品种、规格、产量、周期、成本和生产效率。船舶制造领域是船舶工业中投入和产出最多的场所，是使我国成为世界第一造船大国的主战场。

1 造船系统的发展

船舶制造系统的发展可分为整体制造系统、大批量制造系统、分段制造系统、分道制造系统、集成制造系统和快速响应制造系统等 6 个阶段，如图 1 所示。造船系统发展的整体制造阶段和分段制造阶段，生产均以库存量控制方法管理。在造船过程中零部件和分段的存放、整理和配套工作量甚大。船厂拥有许多工种和装备，是功能齐全的是全能型企业。由于生产组织是以工种专业化组建，工程只有通过繁复的调度，才能推进。它们可以概括为“功能齐全、调度配合”。

分道制造和集成制造阶段的造船系统是基于层层分解、环环相接的“中间产品”流水生产而构建的，加上信息技术支撑，工程的进展依托符合流程的生产布局和精细的计划，

工程按节拍推进。因此它们的特征可以概括为“空间分道、时间有序”。正在研发的快速造船，是基于巨型总段（重量大于 3000 吨）、巨型舾装单元和数字化技术的充分应用，集成本地域、乃至全球的资源，构建“异地并行、无缝整合”的虚拟企业。

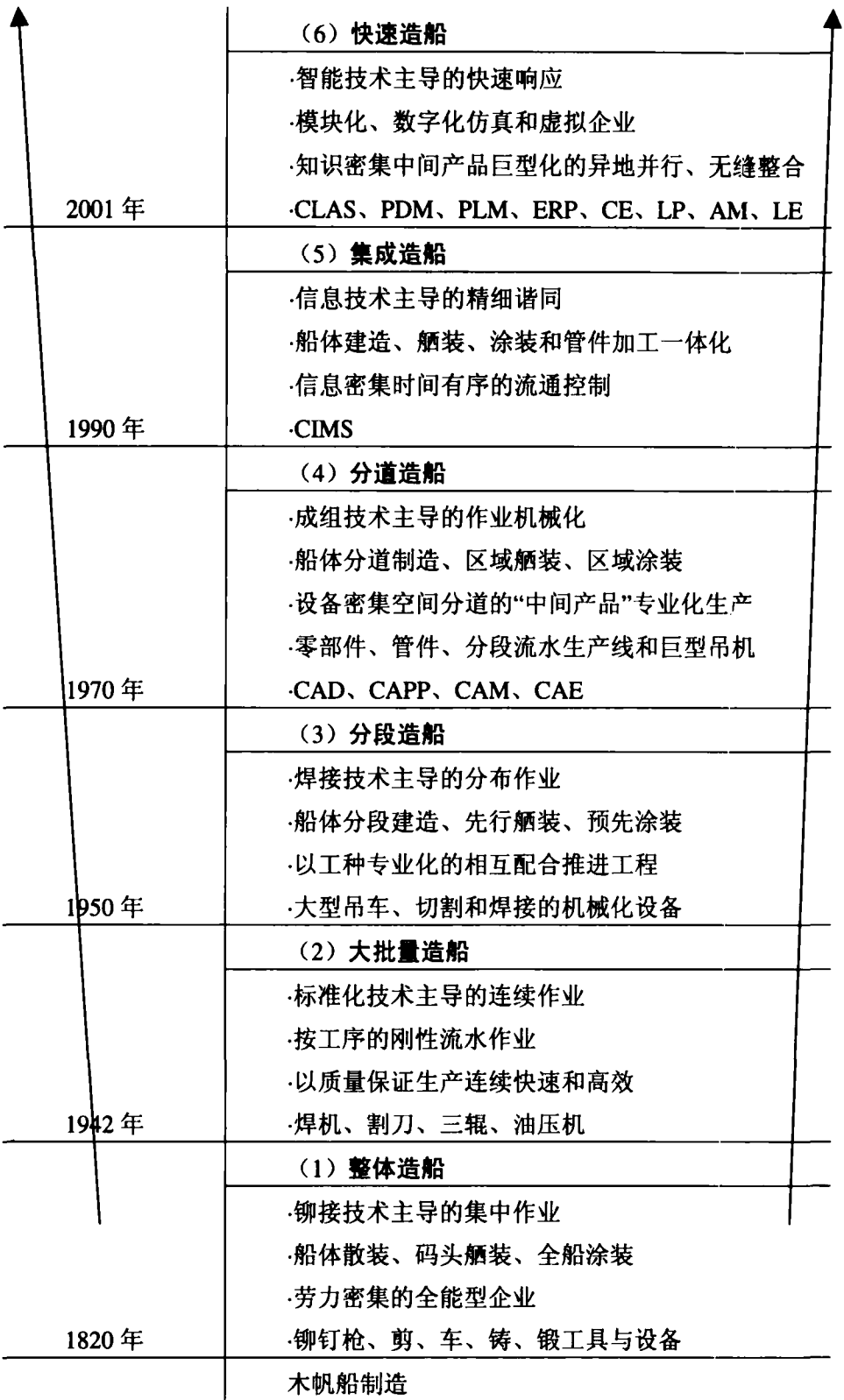


图 1 造船系统的发展阶段

2 造船系统的构成

造船系统由生产组织、工艺装备布置、生产流程和生产管理方式等五个要素构成，它们的逻辑关系与发展方向，如图 2 所示。

由于科技创新，造船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，被流通量控制所取代；并且，流通量控制的范围不断延伸，流通量控制的精度不断细化。

流通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。

流通量控制的生产管理能使生产连续地进行，连续生产能把生产中的非增值的消耗剔除到最少。

流通量控制的技术支撑主要是：必须将船舶逐级划分为前后衔接的“中间产品”。“中间产品”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、智能化的加工、焊接、装配和安装的设备。

以流通量控制的造船流程再造的目标，将造就制造过程的规范、产品质量的持续改进、管理的精细化、资源消耗的减少、生产效率的提高和制造成本的降低；期望发展造船主战场的相关研究能聚焦于流通量控制，以此为枢纽，驱动整个系统的升华。

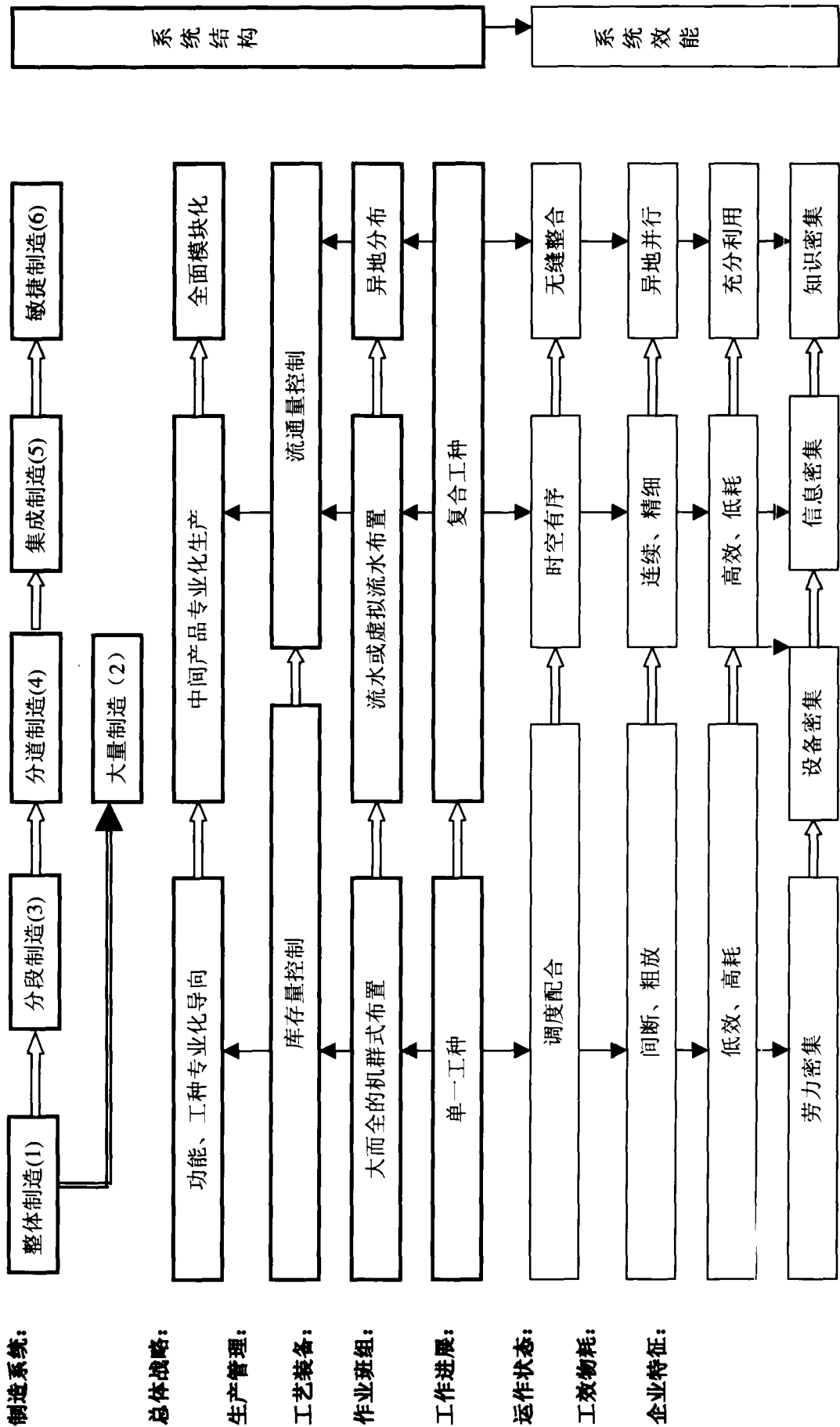


图 3 造船系统的逻辑关系与发展方向

注: 示意发展方向: → 表示因果关系; 括号内数字为发展阶段



4 造船数字化的目标

产生数字化造船的背景是造船以流水生产为主题的发展,例如岸线扩张、高大的厂房、巨型吊机、巨型总段、巨型舾装单元、现代化生产线、一体化管加工、机器人焊接和物料的供应链管理;同时,还由于全球化制造要求异地同行,厂外的专业工厂制造船舶的零部件、分段和提供舾装、涂装与调试的专门服务。为此,造船各方必须在技术上和时间上精密配合,才能达到无缝整合。为此,数字化造船系统的发展目标是:

- 由计算机系统精确定义造船的全过程,以电子工艺图表的形式规定所有的壳舾涂作业和系统试验的“中间产品”的任务、生产资源和操作及相互关系。

- 将一体化的工艺图发布到含分包商的所有施工部门。

数字化造船中制造部分数据库中应有:

- 解决方法的历史数据
- 相互关系的逻辑数据
- 所有各方的能力数据
- 任何数据的实时变化

数字化造船的流程将是:

- 在概念设计阶段确保船舶组件,在船厂或供应商的设施中能高效地制造。
- 在详细设计阶段,使用 3D 环境创成工艺过程、作业计划、环境布置、人机工程、机器人操作、NC 模拟和物流仿真等
- 向船厂和分包厂发布一体化的电子图表,以能实现无缝整合

在 3D 环境创成工艺过程中,不但要建立电子样船,而且要做到工厂建模,以验证造船的全过程,精细到船舶的每条切割缝和装配缝的虚拟制造,从中获取精确的制造和管理信息。

参考文献:

1. 朱镕基.管理思想的现代化.中国工业改革·管理·发展,北京:经济管理出版社,1998.03;1-20.
2. 董黎敏,徐燕申,朱世和,郭津津,史津平.全球经济一体化环境下产品的设计与

制造技术.成组技术与生产现代化,2004,(1):1-4.

3. 徐学光.基于流程再造的快速造船.上海市造船工程学会 2004 年学术年会论文集,2004.11:77-92.

4.RichardW.Bolton,PaulHorstmann,DarcyPeeruzzotti,TomRando.EnablingtheShipbuildingVirtualEnterprise.JournalofShipProduction,2000,(1):1-11.

5.RichardW.Bolton.EnablingShipbuildingSupplyChainVirtualEnterprises.JournalofShipProduction,2001,(2):76-86

6.JeffreyK.Liker,ThomasLamb.WhatIsLeanShipConstructionandRepair?JournalofShipProduction,2002,(3):121-142

7.BrianE.Altic,RichardM.Burns,J.Fontaine,IanScott,JohnSoftley.ImplementationofanImprovedOutfitProcessModel.JournalofShipProduction,2003,(1):1 ~ 7.