

# 船舶三维生产设计现状及二次开发技术的应用

李彩霞, 郭钢

(重庆大学 机械工程学院, 重庆 400030)

**摘要:** 国际造船行业竞争日趋激烈, 三维生产设计系统能够大大压缩船舶生产周期, 降低生产成本, 提高船舶企业利润。通过对国内外先进 CAD/CAM 系统进行必要的二次开发, 可以充分、有效地发挥先进 CAD/CAM 系统的功能, 从而提高企业整船技术和生产设计能力, 获得较高收益。首先介绍船舶三维生产设计的国内外现状, 通过武昌造船厂的应用案例介绍了国内企业使用船舶三维生产设计的现状及存在的情况, 并提出了国内企业对船舶三维生产设计系统进行二次开发的必要性, 最后介绍了三维船舶生产软件二次开发内容与方法。

**关键词:** 船舶; 三维生产设计; CAD/CAM; 二次开发

中图分类号: U662

文献标识码: A

文章编号: 1006-0316(2008)07-0015-03

## The actuality of 3D production design and re-develop technology in shipbuilding

LI Cai-xia, GUO Gang

(Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** In shipbuilding industry, international competition becomes more and more fiercely. 3D design system can reduce the manufacture cycle and cost greatly and increase profit. With the applying of good CAD/CAM software inside and outside, we can use the CAD/CAM system function efficiently. Accordingly, the productivity of shipbuilding enterprises will be promoted and get more income. Firstly, this text introduces the actuality of 3D design system of shipbuilding inside and outside. It introduces the actuality and problem of domestic enterprise in using the 3D design system overpass the application example of Wuchang Shipbuilding Yard, and put forward re-develop is necessarily for 3D design system. Last, it introduces some re-develop contents and methods of 3D design system of shipbuilding.

**Key words:** shipbuilding; 3D production design; CAD/CAM; localization

我国是航运大国, 江河、海洋资源非常丰富。中国造船企业在全球具有优势, 从历史数据来看, 中国在造船行业的市场份额不断提高, 造船行业向中国转移的趋势明显。从目前全球各国造船企业扩产的规划来看, 未来中国企业在市场份额还有上升的空间, 发展势头良好。

## 1 应用船舶三维生产设计的意义

船舶是一种复杂的水上工程建筑物, 船舶设计、制造是一项复杂的系统工程, 设计不仅受到使用要求、作业条件的制约, 出于对人员、环境及船舶本身的安全考虑, 还要受到众多规范、规程、公约等的限制和约束。

### 1.1 船舶生产设计现状

现行船舶设计分三个阶段: 初步设计、详细设计和生产设计。初步设计和详细设计解决“造什么样的船”的问题, 生产设计解决“怎样造船”的问题。船舶生产设计是在详细设计的基础上, 按照现代化科学管理要求, 根据工厂生产条件和技术水平, 以合理的建造方针为指导, 根据工艺阶段和施工区域的生产和管理需要, 绘制工作图、管理表及提供有关施工信息, 用以指导和组织生产的设计过程。

世界造船竞争激烈, 国际船市调整压力加大, 国际造船规范、标准不断升级, 我国船舶工业应对能力面临严峻考验。随着竞争的不断激烈、对质量

要求不断提高及对上市时间要求不断缩短,造船厂必须加强产业素质的提升,推进战略转型,改变船舶设计和开发方法,才能保持竞争力。未来几年数字化在该行业的作用将会越来越重要。

目前,国内绝大多数设计造船流程为:船东委托船舶设计院按照船东要求进行整船方案设计和详细设计,设计完成后经船级社审图合格后,提交二维整船详细设计图纸给船东指定或招标中标的船厂。船厂根据船舶设计院提供的图纸进行转化,如武船就进行船体、管系、电器、设备、支架等的三维建模和舾装生产设计,输出施工图、放样图、套料图、物料册清;车间根据施工图、下料图、弯管数控代码、焊接图、剖口形式、装配工艺流程图等进行零部件加工和整船装配。目前,国内的船舶设计院提供给船厂的详细设计图纸,一般较粗略。船厂接到设计院提交的图纸后,还要花很大精力进行详细设计,才能进行生产设计。传统船舶设计过程是串行作业,设计周期长、生产准备复杂、整船设计制造周期长,如武船实施数字化设计工程前,一条 4800 t 的油轮,从生产设计到交船为 36 个月,实施整船三维数字化设计工程后,缩短为 18 个月。

## 1.2 国际先进船舶生产设计软件介绍

当前,国际上比较先进的船舶 CAD/CAM 系统有法国 Dassault Aviation 公司的 CATIA 系统、西班牙 Senermar 公司的 FORAN 系统、瑞典 Kockums 公司的 TRIBON 系统、法国 MATRA 公司的 CASECAD 系统和美国 PTC 公司的 CADDS5 系统等。

## 2 国内船舶三维生产设计系统应用情况

船舶制造三维设计系统是以三维建模技术为核心、面向船舶生产设计的计算机集成系统,为造船厂提供一套完整的符合当今国内船舶制造先进生产模式、内容覆盖船舶壳、舾、涂生产设计的计算机辅助系统。系统通过建立产品全电子数字模型来实现虚拟建造和仿真检验,并提供完整的生产设计图纸和统计报表。

### 2.1 我国船舶三维生产设计系统发展现状

我国造船行业 CAD/CAM 研究起步于 20 世纪 60 年代,经过近 50 年努力,国内船舶 CAD/CAM

技术发展取得了较大发展。国内使用最广的国产船舶三维软件是由上海申博信息工程有限公司(原 611 所)开发的 SB3DS 系统,主要包含管电及网管的生产设计、绘图、数据管理三大功能。管电及网管的生产设计包括设备、管路、电缆、螺旋风管、方风管、管支架的布置和设备建模等。绘图功能可在三维设计基础上,将三维设计图转换为二维图纸,能进行各种形式的安装、零件制作、供管系和电缆的制造安装出图。数据管理功能管理原理图、设备、标准件、工艺、建模、材料等所有数据,以达到系统和设计的要求。90 年代中后期,国内大型船厂通过引进国外先进设计、生产和管理软件,结合企业自身情况进行深层次辅助开发,使造船数字化进程有了较大发展。但与国外先进水平相比,功能相对单一,差距仍然很大,例如不锈钢化学品船、特涂船属于新技术高性能特种船舶,该类船舶技术新、工艺难度大、产品附加值高、产品的设计要求也非常高。由于 SB3DS 在设计功能上不够强大,尤其在船体精确建模功能上不够完善,达不到工厂船体设计要求,船舶初步设计、详细设计和生产设计各设计阶段和各专业之间数据的共享性和兼容性相对较差。因此国内大型造船生产企业普遍采用国外先进的船舶三维 CAD/CAM 系统用于生产设计。

### 2.2 国内船厂应用先进 CAD/CAM 典型案例

武昌造船厂于 1997 年对 TRIBON 和 CADDS5 两种软件进行充分的选型对比分析,认为 TRIBON 软件系统主要适合油船、集装箱船和散装船三大船型的设计制造,而 CADDS5 软件更适合多种船型、高技术、高性能、中小型船、舾装量大的船型设计制造。因此,选择引进 CADDS5 软件,建立整船数字化设计平台,取得了明显的应用效果。

武船应用 CADDS5 软件,首先选择水下舰船机舱重点舱室管系布置、电器、设备布置的三维建模、舾装设计和干涉检查为突破口,通过三维布置直接出生产图,然后逐步扩大到船体工程,在设计院提供的船体型线基础上,进行船体外板的三维曲面拟合,完成船体外板三维曲面设计和船体内部结构设计。2001 年已在一条中等军舰上实现整船三维数字化设计,生产设计周期由八个月缩短为四个月,并且解决了过去二维生产设计无法达到的详细程度,

如设计细节可达到每一个管接头、管子长度、弯管角度、电器箱内部板子上电器和仪表都能设计出来,减少了传统生产模式下的大量干涉返工,从而提高了船舶生产设计制造效率和质量,转变传统造船模式,受到军方和中船重工集团公司的高度好评。

### 3 三维生产设计软件二次开发的必要性

国外的三维生产设计系统在设计标准、规范及标准件库等方面和国内存在较大差异,尤其是特殊产品设计,用户常对 CAD 系统提出一些特殊的功能要求,为此要对通用 CAD 系统进行客户化定制,即在通用 CAD 系统的基础上开发附加的专用功能,该过程称为 CAD 系统的二次开发。先进三维 CAD / CAM 系统的功能难以充分有效的利用,造成极大的资源浪费。所以,如图 1 所示,针对企业现状对先进三维 CAD / CAM 系统进行客户化定制很有必要。

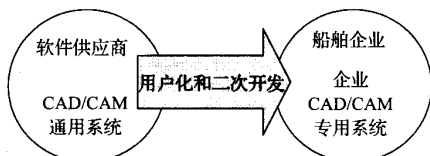


图 1 CAD/CAM 系统二次开发示意图

CADD5 软件提供了船舶数字化设计的通用功能,但要适合每个造船厂的具体生产设计情况,还需大量二次开发。武船在应用过程中,发现 CADD5 不能完全满足设计使用要求,如管系布置和电气设计中需要的大量管子、管接头、阀件、泵、电气设备、配电箱、配电板、开关、灯具、仪表等设备的三维模型和标准件三维模型,在 CADD5 软件中是没有的,需要自己建立三维模型。另外, CADD5 在设计绘图方面,不太符合中国国标和企业的习惯,设计绘图不方便、格式不一致。因此,武船自己进行大量二次开发,弥补了 CADD5 的功能缺陷,二次开发了许多符合企业自己需求的专用软件模块,满足了武船整船数字化设计与制造的具体要求。

### 4 三维船舶生产软件二次开发内容与方法

经过武船、新港船厂等国内大型船厂近十年的二次开发历程,目前已将 PTC-CADD5 系统基本本土化,但基于每个船舶企业的特殊情况,企业可根据自身状况对三维生产系统进行进一步二次开发。

CAD/CAM 系统二次开发一般实现技术框架如图 2。

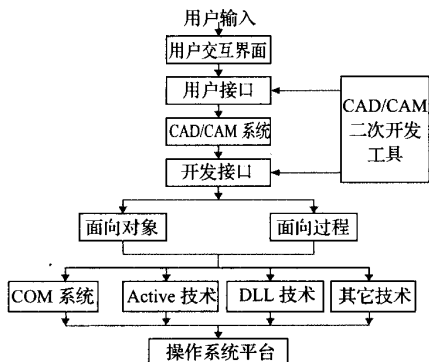


图 2 CAD/CAM 系统二次开发一般技术框架

软件二次开发的方法是以机械工程理论及实践为基础,以软件工程理论作指导,面向机械设计的实际问题着手进行。一般而言,现代 CAD 的二次开发工具有两大类:一类是基于 OLE Automation 的工具,即第三方工具,如开发 AutoCAD 的 VBA 技术,开发 Solid Edge 的 VB 模块等;另一类是 CAD 软件本身所提供的开发平台,如 Pro/E 的 Pro/toolkit, UG 的 UG/Open API 等。但现代 CAD 二次开发工具都朝着面向对象技术发展。人性化的设计界面,强大的兼容性和可移植性是必不可少的。

### 5 结论

应用先进三维船舶数字化生产设计平台,可以改变船舶行业传统的串行造船模式,提高整船技术和生产设计能力,提高整船设计的详细程度,避免后期大量更改,大幅提升整船建造质量,降低整船制造成本,具备整船外包设计能力,提高企业形象和竞争实力,从而实现企业的战略目标。应用二次开发技术将国外先进三维生产设计系统本土化,有利于资源优化配置,应用前景十分广阔。

#### 参考文献:

- [1]唐敦兵,李东波,张世琪. CAD 应用软件的二次开发[J]. 计算机辅助设计与制造, 1998, 38 (1): 7-11.
- [2]陈宾康,董元胜,黄天佑. 计算机辅助船舶设计[M]. 北京: 国防工业出版社, 1994.
- [3]张应中,罗晓芳. CAD 软件二次开发平台实现技术[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2003, 15 (4): 513-516.
- [4]曾隆杰. 船舶 CAD[M]. 北京: 人民交通出版社, 2002.
- [5]刁玉峰. 船体生产设计[M]. 北京: 人民交通出版社, 2002.

# 船舶三维生产设计现状及二次开发技术的应用

作者: [李彩霞](#), [郭钢](#), [LI Cai-xia](#), [GUO Gang](#)  
作者单位: [重庆大学, 机械工程学院, 重庆, 400030](#)  
刊名: [机械](#)  
英文刊名: [MACHINERY](#)  
年, 卷(期): 2008, 35(7)  
被引用次数: 0次

## 参考文献(5条)

- 唐敦兵, 李东波, 张世琪 [CAD应用软件的二次开发](#) 1998(01)
- 陈宾康, 董元胜, 黄天佑 [计算机辅助船舶设计](#) 1994
- 张应中, 罗晓芳 [CAD软件二次开发平台实现技术](#)[期刊论文]-[计算机辅助设计与图形学学报](#) 2003(04)
- 曾隆杰 [船舶CAD](#) 2002
- 刁玉峰 [船体生产设计](#) 2002

## 相似文献(8条)

- 期刊论文 [陈宁](#), [姚寿广](#), [王军](#), [陈刚](#), [毕坚裔](#), [王东光](#) [船舶机舱三维生产设计中人体工程学的研究](#) -[江苏船舶](#) 2004, 31(4)

论述了船舶机舱三维生产设计中应依据人体尺寸的基本参数进行, 遵行易于施工、方便操作的原则, 这样可使得船舶机舱设备、管线的布置更便于船员的操作与维护, 满足人体工程学的要求, 减轻工人和船员的劳动强度。

- 会议论文 [邓小兵](#) [舰装三维生产设计的实应用](#) 2002

本文主要介绍了运用CADD5软件进行船舶舰装生产设计的基本流程, 并根据船厂特点提出实船解决方案, 系对传统设计理念的一次突破。

- 期刊论文 [向成军](#), [李彩霞](#), [XIANG Cheng-jun](#), [LI Cai-xia](#) [CADD5在船体外壳3D曲面设计中的应用](#) -[机械](#) 2008, 35(11)

随着全球经济技术的加速发展, 船舶行业的竞争也日益激烈, 这对船舶企业提出了更高的生产技术和管理要求。美国PTC公司的CADD5系统是目前国际上比较先进的船舶三维生产设计系统之一; CADD5软件在国内船舶企业得到了越来越广适的应用。本船厂通过引进美国PTC公司的CADD5船舶三维生产设计平台; 实现了整船的三维数字化建模; 打破了某些船舶企业原来的二维生产设计模式; 使船舶的精确建造得以实施。通过船体三维模型的建立, 为轮机管路、电气的生产设计提供了准确真实的背景; 避免了船机电的相互干涉; 提高了船厂整船生产设计能力。

- 期刊论文 [姚胜华](#) [船舶电气三维设计系统软件开发\(摘要\)](#) -[造船技术](#) 2005(4)

引进CADD5软件以来, 经过了几型产品的三维生产设计。根据暴露的主要问题, 提出需要完成如下开发任务:

- 期刊论文 [祁浪冰](#) [应用网络DNC成功搭建数字化制造平台](#) -[CAD/CAM与制造业信息化](#) 2009(5)

中国船舶重工集团公司国营武昌造船厂机械制造分厂(以下简称“武昌船机分厂”), 地处武汉市武昌区杨园, 主要经营特种船舶舰装件与完整件, 大、中型钢结构, 机械加工、特种设备制造、冶金成套设备制造等业务, 是一家综合性的机械加工企业。年均实现工业产值2亿元。市场需求带动武船的产品结构不断优化。近年来, 武昌船机分厂逐年加大技术创新投入, 利用信息技术不断推进企业转型升级, 初步形成了融合三维设计、虚拟仿真和设计管理与控制平台为一体的数字产品柔性生产线, 计算机三维生产设计、企业信息空间工程和潜艇总段建造技术等自主知识产权成为武昌船机分厂搏击市场的核心竞争力。

- 期刊论文 [陈万明](#) [CADD5三维管系支架建模出图程序设计](#) -[造船技术](#) 2005(4)

主要介绍了CADD5三维设计管系支架建模、出图的程序设计方法, 为我厂三维设计管系支架建模、出图在船舶三维生产设计中的应用打下一定的基础。

- 期刊论文 [余敏](#), [李彩霞](#), [YU Min](#), [LI Cai-xia](#) [基于CADD5.0系统的船体外壳建模](#) -[机械](#) 2009, 36(6)

CADD5.0系统是一套新型船舶三维生产设计系统, 造型手段齐全, 其图形文件是独立的且是基于路径管理的。因此, 其对于图档的管理灵活, 可以随时在项目中添加图形文件。基本库及船体外壳曲面的建立是全面开始CADD5系统应用前的必要准备。基本库文件主要包含Sectlib(型材库)和Material(材质库)。

- 学位论文 [黄晓](#) [基于三维模型的船体零件编码问题的研究](#) 2009

CATIA软件是三维建模软件中的突出代表, 具有精确度高、仿真性强、视觉效果好的特点, 为船厂在船舶建造的精度和效率上作出了一定贡献。但由于该软件的模型更新速度慢, 所提供的船体建模工具不够丰富等原因, 使得船体生产设计效率低下。船厂急需能有效解决这一问题的方案。

本文是针对该问题, 利用CATIA软件配备的开发工具进行二次开发, 研究开发了与编码有关, 能部分解决该问题的四个辅助程序。

这四个辅助软件主要从以下四个方面问题出发而设计的:

- 1、确立船体结构零件编码标准, 研究SDD模块下的零件批量编码问题。开发了自动编码程序。

- 2、在SRI模块下研究零件在含有编码情况下的自动装配问题。开发了自动装配程序。

- 3、在GDR模块下研究三维装配图编码及定位的标注问题。开发了编码定位标注程序。

- 4、在新的编码标准下研究由CATIA数据自动生成结构零件表的问题。开发了零件表生成程序。

辅助程序的开发采用了以下自主创新的技术方法:

- 1、三维零件快速异同判断算法的研究创立;

- 2、组件内零件平均重心距离最小理论的研究创立;

- 3、零件定位的球扁钢重心规格法的研究创立。

本文研究开发的四个辅助程序, 已投入到船厂的船舶生产设计中。四个辅助程序的成功开发, 通过相同的编码标准有效串联起来, 使得船体三维生产设计流程从开始到结束都能运用相关的辅助程序来提高效率, 使得各阶段的设计工作得以顺畅连接, 使得每个分段的船体生产设计时间缩短了7个工作日, 对船厂三维设计的深化和推广起到了不可磨灭的贡献。

编码相关辅助程序的开发既实现了快速提高生产设计效率的目的，又适应了现代信息技术的发展，并为深入开发更复杂的辅助程序打下了坚实的基础，更给企业建造船舶降低了用工成本、提高了市场竞争力。

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_jx200807005.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_jx200807005.aspx)

授权使用: 天津大学(tjsg04), 授权号: 455530d1-796f-40eb-9674-9e9d00e12535

下载时间: 2011年3月5日