

# 船体三维建模技术研究<sup>\*</sup>

黄永生 刘俊梅

浙江海洋学院工程学院 舟山 316004

**摘 要** 研究在 Pro/E 环境下船体三维建模的过程和方法,以“通达 2 号轮”为例进行建模设计,着重研究了船体构件的创建以及装配过程,对生产过程进行数值模拟,建立船舶特征参数化图库以提高建模的效率。

**关键词** 三维建模 船体 特征参数化图库

**中图分类号** U662.9 **文献标识码** A

## Research on the 3D-modelling of hull based on Pro/E

HUANG Yong-sheng LIU Jun-mei

Engineering College Zhejiang Ocean College Zhoushan 316004

**Abstract** The process and methods of 3D-modelling of hull are studied in Pro/E environment. As an example, a ship named Tongda II is modeling designed. This paper stresses on investigating the process of construction and assembling of the hull components, and the numerical simulation of production. In order to improve efficiency of the modeling, a parametric graphical library of ship features is also established.

**Key words** 3D-modelling hull parametric graphical library of features

CAD/CAM 技术的飞速发展已使工程设计业和制造业发生了深刻的变化,三维造型技术、参数设计技术和虚拟现实技术等新概念、新办法已渗透到传统的结构设计中,并推动着工程设计技术的发展<sup>[1]</sup>。以往设计人员通常是在头脑中构思设计产品的三维模型,然后利用二维线条对其进行描述,设计和施工中利用的都是这些平面图纸。对于船舶这类非常复杂的结构物,二维线条对三维模型描述的不完整性和平面与空间模型转换带来大量差错易造成图纸的修改和生产过程中的大量返工。造成船舶的设计周期和建造周期延长,生产成本增加。而三维 CAD 软件的使用,使设计人员可以直接进行三维建模设计,由于与实际产品更匹配因而设计构件尺寸冲突之类的错误就几乎可以避免,可以对详细设计起到先导作用,提高详细设计和施工设计的质量和效率。

本文研究对实体模型通过赋予材料特性,可

以准确计算每个分段的重量,并且该模型可以直接导入到 Ansys 和 Patran 等有限元分析软件进行结构计算。另外通过各种视图布局方式、类型的选择,也可以方便地完成整个船舶平面图纸设计用于生产。

### 1 船体结构的三维造型技术

船体构件数目繁多而且尺寸、形状复杂多变,可以概括认为船体结构主要是由骨架和船体钢板焊接而成。骨架由扁钢、角钢、球扁钢、槽钢、工字钢等型材组成,各种型材通常都有固定的剖面形状,差异主要表现在剖面尺寸和轴线形状上。船体钢板由平直钢板、弯曲钢板和折边钢板组成。平直钢板和折边钢板比较简单,而船体外板特别是首尾部都具有非常复杂的形状。这些千差万别的船体构件必须根据其几何特征采用相应的造型方法进行构建,然后通过定义装配点、装配方向来对船体构件进行装配,从而构建成为一个完整的船体模型<sup>[2]</sup>。

在 Pro/E 中,实体的造型方法有扫描、拉伸、混合、旋转等,这几种方法各有特点,应针对不同的构件选用合适的造型方法。下面就将构件的几何形状进行分类,对各种构件的构建方法及过程

收稿日期 2006-06-09

修回日期 2006-06-30

作者简介 黄永生(1977-)男,硕士,助教。

<sup>\*</sup> 基金项目 浙江海洋学院科研启动项目(210450056)  
浙江省重大科技攻关项目(2004C11034)

进行介绍<sup>[3-4]</sup>。

### 1.1 直线型构件的构建

所谓直线型构件,是指截面形状和尺寸固定,轴线为直线的构件,如许多纵向的船体骨材、平行中体部分的船舶板材以及支柱等都属于这类构件。对直线型构件进行立体建模最方便的方法就是拉伸。

拉伸是将二维草绘截面沿直线运动而生成实体,拉伸之前必须确定构件的剖面,船体钢板的共同特征是只要确定了钢板的厚度即可从材料库中选择到相应的板材,骨架只要确定了型钢的剖面模数也可从材料库中选择到相应的型材。剖面确定之后,输入相应的拉伸长度,或者通过参照拉伸到指定的位置,便可以得到需要的构件,图1描述了规则船体板的拉伸路径。

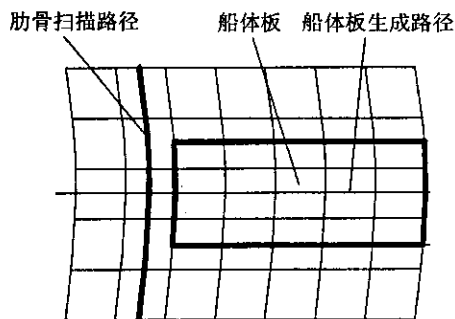


图1 船体构件路径生成

### 1.2 弯曲构件的构建

这里的弯曲构件是指截面形状和尺寸固定、轴线为任意曲线的构件,船体各种肋骨、横梁、纵骨和纵桁以及管系等都属于这类构件。对弯曲构件进行立体建模常用的方法是扫描。扫描是根据二维截面沿某一任意曲线扫描得到三维实体的方法。

扫描剖面的确定与拉伸基本相同,这里主要考虑扫描曲线的形成。对于船体肋骨以及横向强力构件,如果位置刚好在型线图的某根型线上,则可以直接利用该型线作为扫描路径。当其焊接位置不经过船体型线,必须采用参数三次样条曲线对相邻两根型线进行插值处理,插值处理所得船体型线即为骨架的扫描路径。船体板的扫描路径其实就是船体型线,若船体板前后剖面形心不经过船体型线,同样应作插值处理。图1表述了肋骨的扫描路径,图2、图3分别为强肋骨和舭装管件采用扫描方法生成的三维立体图。

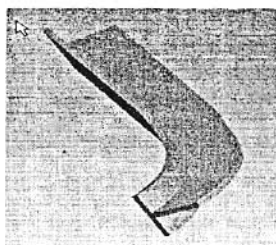


图2 强肋骨(扫描)

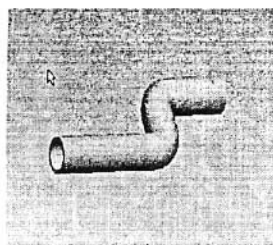


图3 舭装管件(扫描)

### 1.3 复杂曲面构建

船体外板特别是首尾部分通常是复杂的三维曲面,其形状由船体型线来确定,是船体建模中最复杂的部分。对这些外板的建模,通常用Pro/E中的曲面造型功能来实现。方法是先定义四条三维曲线作为外板的周界,在周界内部还可以加若干条曲线以提高曲面的精度,然后用曲面造型工具混合得到所要的曲面。最后可以用板厚作为参数进行加厚操作得到船体外板的实体模型,图4为尾部#11~#15肋位船体部分曲面的模型。

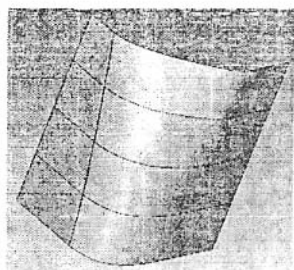


图4 船体曲面(造型)

## 2 船体构件的装配

在Pro/E提供的装配功能的基础上,结合船体的特征,通过建立全船统一坐标系进行全局定位,然后再将上述过程建立的船体构件由小到大、由简到复杂进行装配,最终形成整个船体。

为了更好地模拟造船生产过程,在船体构件的三维建模之前,必须对全船进行建造舱段划分,按照可行性、先进性和合理性的原则,结合船型特点和船厂的生产条件,确定船舶建造方案。

本文将“通达2号”划分为6个总段,大小共24个分段,分段划分是后续构件装配的依据<sup>[2]</sup>。

### 2.1 建模坐标系的建立

对全船成千上万的船体构件进行精确装配,可以通过建立一个全船统一坐标系来实现,为了与实际船体绘图相统一,这里仍取船体中线面、中站面和基面的交点作为统一坐标系的原点。以此

为参照 ,对各个分段及其子组件进行全船统一定位 ,而在尺寸方面尽可能保持自己的独立性 ,减少装配中的相互依赖 ,从而减少装配差错的产生。当然对于一些关联性很强的构件 ,可以合理利用各种参照关系进行定位。

2.2 装配模式

船体构件装配模式尽量与实际生产模式相统一 ,即先由若干个零件组成一个组合构件 ,如加强筋、实肋板组成一个实肋板构件 ,再对这些组合构件进行进一步装配形成高一级的子装配 ,形成一个总段 ,最后对这些总段进行全船装配形成整体三维模型。船体装配流程见图 5。

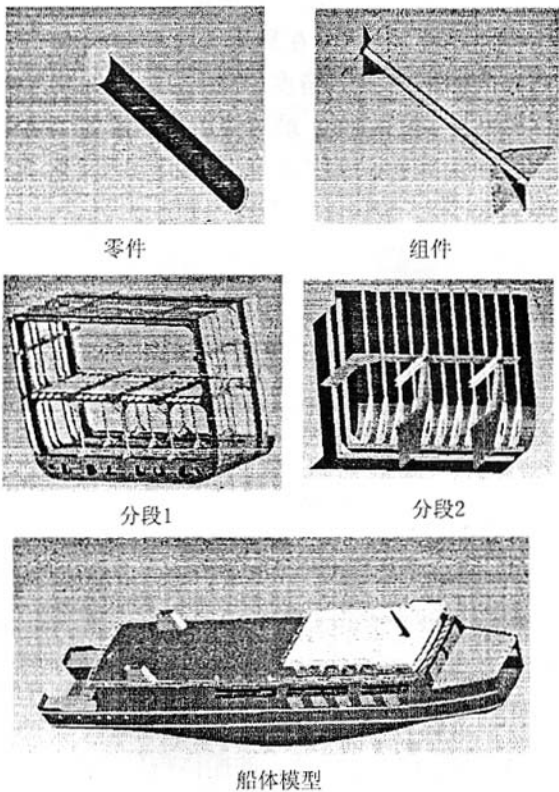


图 5 船体装配流程图

3 船舶特征参数化图库的建立

船体构件成千上万 ,但是许多构件具有相同的形状或截面 ,只是某些尺寸不同而已 ,如一些标准的管材、T 型材以及角钢等。对这些构件如果都从头开始构建显然效率不高 ,通过建立参数化图库的方式则可以极大地提高建模效率。对于形状相近的构件 ,先创建一些通用模板( 见表 1 ) ,将那些相异的尺寸作为参数 ,需要时只要改变这些尺寸便可以快速形成所需的构件。

表 1 船舶特征参数化图库模板

球扁钢	槽钢	钢管
肘板	工字钢	角钢

船舶特征参数化图库中的每个标准件元素由参数化标准件模板和系列零件设计表组成。参数化标准件模板是参照国际标准( ISO )以及国家标准( GB ) ,利用特征造型技术建立的 ,在该库中存储的并不是带有唯一几何数据的实体模型 ,而是各类由系列零件设计表尺寸驱动的标准件。其主要包括以下内容。

3.1 标准件模板

采用交互方式构造参数化标准件模板 ,该模板的构建方法和普通实体没有什么区别 ,只是其部分尺寸参数会作为变量( 也称为驱动尺寸 )用来产生一系列尺寸各异的标准件。该模型的各尺寸参数与 GB 和 ISO 的相应尺寸对应 ,其名称一旦确定后 ,在整个使用过程中应前后保持一致。

3.2 系列零件设计表

标准件模板建立完毕 ,就可以改变驱动尺寸产生系列标准件。该驱动尺寸的初始值就是开始建立的标准件模板的尺寸 ,驱动尺寸变化非常方便 ,甚至可以在 Excel 中操作后再导入。

3.3 参数化图库的使用

在组装实体模型需要用到标准件时 ,可以找到开始建立的标准件模板 ,这时系统会列出一系列的标准件供选择 ,每个标准件的尺寸都可以现场查阅以便得到正确的标准件。

通过上述步骤 ,就可以利用软件系统中提供的强大的基于特征的参数化实体造型功能生成标准件的模型库 ,给实体建模带来效率上的极大提高。

4 结束语

采用上述技术对“ 通达 2 号 ”轮进行了三维建模设计 ,通过构件的创建以及装配对造船生产的过程进行模拟 ,对造船生产起到了一定的先导作用。

# 新型多跳自组织航运通信系统

黄玉武

长江交通科技股份有限公司 武汉 430021

**摘 要** 提出构建一种基于 Ad hoc 网络的新型多跳自组织航运通信系统 ,给出其节点模型、网络模型和协议栈模型 ,并对其业务模式、协议栈、信道编码、接入协议、分群管理、路由算法、安全控制、网络管理与集成等系统实现问题进行综合论述。

**关键词** Ad hoc 网络 多跳 协议栈 分群 信道接入

**中图分类号** U675.75 **文献标识码** A

## Marine Ad hoc Telecommunication Network

HUANG Yu-wu

Changjiang Transportation Technology Co., Ltd Wuhan 430021

**Abstract** The paper presents a new type of multi-hop self-organization marine telecommunication system based on wireless mobile Ad hoc network. The models of node, network and protocol stack are given, and the realization methods of the system, such as operation pattern, protocol stack, channel code, local access protocol, clustering management, router arithmetic, safe control, network management and integration are also discussed about synthetically.

**Key words** Ad hoc network multi-hop protocol stack clustering channel access

航运通信是通信技术的难点。目前 ,航运通信系统主要有三类通信体制( 基础架构 ) :VHF 对讲机、SSB 无线电话 ;卫星通信系统 ;公众蜂窝移动通信系统。

VHF 对讲机是一种点对点通信模式的语音通信系统 ,其无线通信覆盖为半径 50 km 左右的区域 ,操作简便 ,非常适合近程点 - 点通信 ,可通过无线 - 有线差转或微波中继至 PSTN 公话实现船 - 岸远程通信 ,但盲区极大 ,远程通信时的通信费很高。

SSB 无线电话是大功率的中高频 SSB 调制通信系统 ,用于远程电报、话音通信 ,其安装、调试、操作较复杂 ,存在干扰问题 ,不适合近程通信。

VHF 对讲机、SSB 无线电话远近结合、互为补充 ,是一种单跳模式的最普及的航运通信基础架构 ,不支持数据通信等新业务。

卫星通信系统以卫星技术为核心 ,具有无盲区、实时、多业务等优点 ,技术上是一种很有前途的航运通信基础架构。但在目前及今后相当长的时间内由于初始设备投入太大、通信费极高而无法普及。

GSM、CDMA 为代表的公众蜂窝移动通信系统以基站为中心 ,多个基站构成蜂窝网 ,移动终端通过基站、越区切换、程控交换及与固话网联网可实现江河、沿海区域的航运通信。然而技术、地理

收稿日期 2006-02-16

修回日期 2006-03-28

作者简介 黄玉武( 1966 - ) ,男 ,学士 ,高级工程师。

当然在对生产过程的模拟中 ,如果考虑每个生产环节的工时消耗 ,以此进行建造方案优化 ,则对提高造船管理水平 ,缩短生产周期有较大的意义 ,这都有待于在今后的工作中进一步的探讨、研究。

### 参考文献

[ 1 ] 孟 辉 . 现代造船工程[ M ]. 哈尔滨 :哈尔滨工程大学

出版社 ,1997 :10-49.

[ 2 ] 徐兆康 . 造船工艺学[ M ]. 北京 :人民交通出版社 , 2000 :110-206.

[ 3 ] 谢永和 . 船体舱段优化设计[ J ]. 船舶工程 ,2005 ( 2 ) : 29-32.

[ 4 ] 林勇志 . Pro/Engineer 野火版基础教程[ M ]. 北京 :人民邮电出版社 ,2004 :23-119.

# 船体三维建模技术研究

作者：[黄永生](#)，[刘俊梅](#)，[HUANG Yong-sheng](#)，[LIU Jun-mei](#)  
作者单位：[浙江海洋学院工程学院, 舟山, 316004](#)  
刊名：[船海工程](#)  
英文刊名：[SHIP & OCEAN ENGINEERING](#)  
年，卷(期)：2006，35(4)  
被引用次数：0次

## 参考文献(4条)

1. [孟辉](#) [现代造船工程](#) 1997
2. [徐兆康](#) [造船工艺学](#) 2000
3. [谢永和](#) [船体舱段优化设计](#)[期刊论文]-[船桥工程](#) 2005(02)
4. [林勇志](#) [Pro/Engineer野火版基础教程](#) 2004

## 相似文献(10条)

1. 学位论文 [彭辉](#) [船体三维建模应用技术研究](#) 2007

本文根据我国造船规模不断扩大、迫切需要新型实用技术和提高应用开发能力的实际情况，以计算机辅助几何造型理论为指导，充分利用国内外已成熟和普及的软件，对船舶CAD先进技术进行深化和细化，在技术的实用上开辟新途径、提出新方法。针对我国广大船舶工程技术人员对船体曲线曲面生成算法实现实用技术缺乏全面系统掌握的实际，在总结国内外学者研究成果的基础上，针对算法实现，对B样条及NURBS曲线曲面的几何定义，参数形式、性质及相应曲线曲面的插值算法作了全面深入的综合与分析，结合实例详细阐述了船体曲线曲面算法实现步骤及计算过程，将使船体曲线曲面生成算法真正成为与实际应用紧密结合、广泛普及的技术；提出了将国内型线光顺软件与国外曲面造型功能强大的通用CAD软件结合进行船体曲面建模的新思路，主要研究了将沪东HD—SHM软件与CATIA V 5软件结合实现船体曲面建模的关键技术问题，包括HD—SHM型线光顺和CATIA V 5曲面建模的方法与过程，重点研究了型线的三向光顺和由型线模型转化为曲面模型的问题，以型线曲率变化较大的150吨冷藏船为实例研究国内船体建造专用软件与通用高端CAD软件CATIA V5曲面设计模块结合进行船体曲面建模的关键应用技术；分析比较了各种AutoCAD二次开发技术特点，详细阐述了基于VB(VBA)的AutoCAD二次开发应用，包括基于AutoCAD VBA的船舶CAD应用程序菜单设计、基于AutoCAD二次开发的船舶静力学常规计算、基于VBA生成图形的船体横剖面几何要素计算，不仅研究成果可供广大工程技术人员参考和使用，同时也说明了AutoCAD二次开发技术具有强大的生命力和重要应用价值；对ATIA V5二次开发方法进行了比较，深入研究了基于AutomationAPI的CATIA二次开发方法，对CATIA的组件对象模型(COM)及其访问方法、零件三维建模、零件三维曲面建模、装配设计、组件管理、约束管理多项关键技术结合编程实例进行了深入研究，实现了零件三维建模及其装配的参数化；深入分析了国内外CAD技术在船体结构三维建模中的研究和应用现状，阐述了自主研发面向对象的船体结构三维建模系统的设计思想、开发过程、船体结构三维建模方法及整体技术，对一些关键技术进行了探索和研究，深入研究了基于约束的船体横剖面参数化设计、研究了基于特征的参数化造型技术在船体结构参数化建模上的应用、基于CATIA的船体结构参数化建模、数据库技术应用及船体结构三维建模系统开发。通过对CATIA二次开发构造出船体常见类型的结构模型，实现了参数化、智能化，能够满足船体结构优化设计的需要，从中揭示出基于通用CAD软件的船体结构三维建模技术开发完全可行，并具有适合国情、应用基础广泛的特点。

本文充分利用了国内外现有的技术平台，将几何造型理论与实际应用结合，国外技术与国内技术结合，针对我国造船实际应用需要研究开发了面向广大船舶工程技术人员、便于推广的船舶CAD实用技术，不仅研究成果具有应用价值，并且开展研究的思路和方法也具有一定的示范作用。

2. 学位论文 [张祥瑞](#) [三维船体结构零件的自动生成研究](#) 2005

为了提高船体结构设计水平，缩短船体结构设计周期，提高船体结构设计效率，实现船体结构信息一体化设计，有必要开展三维船体结构零件的自动生成研究。

本课题的研究，其目的是充分利用现有的计算机CAD技术和船体结构设计知识，针对现在船体结构设计主要采用二维设计方法、不能实现设计信息一体化等问题，通过对三维建模技术研究，并利用现有二维结构零件设计图纸，来实现三维船体结构零件的自动生成。

本文通过对国内外相关领域中的研究成果的广泛阅读，仔细的研究了目前我国船舶设计部门采用的船体结构设计方法，探求了建模中的坐标系变换知识，研究了船体结构零件建模中的图形表示方法，并开发了相应的求交函数，建立了船体结构数学模型和船体主要结构零件型材数据库，设计了友好的用户交互界面，以三维甲板主要结构零件、三维舷侧主要结构零件为例详细阐述了船体结构零件从二维曲线转变到三维实体模型的快速建模方法和过程，并以实际设计为例，实现了三维船体结构零件实体模型在三维船体模型上的快速建模及自动生成。

本文以AutoCAD为开发平台，在AutoCAD VBA 集成开发环境 (VBA IDE)下进行三维建模开发，其使用结果表明船体结构零件自动生成系统是令人满意的。

在研究中我们紧密结合船体结构设计实际需求，充分考虑国内船体结构设计习惯，展开对当今世界先进船舶三维设计软件的研究，并解决船体结构自动生成系统中的问题。因此，此研究具有很强的针对性和工程实用性，对提高船体结构设计效率，尽早实现船体结构设计信息一体化具有促进作用。

3. 期刊论文 [吴春芳](#).[Wu Chunfang](#) [船体分段装配的三维建模与动画设计实例介绍](#) -[船舶](#)2006(2)

船体分段构件装配过程的三维动画演示的目的是要从各个方位展示出该分段的结构特点,要求完成各构件的建模及大小分段的组装等一系列动画过程.动画过程中,构件的种类较为繁杂,该文只对典型的动画制作过程作系统介绍.

4. 学位论文 [彭祖洋](#) [船体结构微机三维设计系统研究](#) 2004

船舶CAD软件技术的发展,经历了从二维出图到三维建模的过程,早期的CAD软件主要帮助人们扔掉图板,迄今仍是国内船舶结构设计的主要工具,三维建模以其直观、动态,结合虚拟仿真和并行工程技术,使工程师能够更快地、更直接地在产品的设计阶段了解产品,完成设计任务.本文通过研究Mechanical Desktop(MDT)三维设计软件的特点,并结合船体生产设计,提出了基于微机的船体结构三维设计体系和设计流程.以微机为硬件平台、MDT为软件平台开发的三维结构设计软件系统,根据船厂船体生产设计的特点以三维设计为手段,以光顺的肋骨型线、型值为前提,应用成组技术原理以组零件为构模单元构造船体三维模型.以组零件为中心进行构模,通过装配形成分段,模型构造后直接通过模型数据库将设计信息包括零件名称、规格、重量、及加工信息在内的完备的零件信息写入数据库中,为计划、物质、管理、生产等部门提供原始数据,避免了设计的信息孤岛的问题,通过对数据库的操作各生产、管理部门可以及时得到所需数据.同时利用面向对象的方法研究实现了从三维模型中提取信息直接生成船体结构工程图的方法.该系统的形成为缩短设计周期提供了可能、为无纸化下料加工打下了基础、为深化生产设计提供了可行性;同时采用装配树进行设计管理,可使多人、多专业并行工作,有利于提高设计速度.

5. 期刊论文 [顾永凤](#).[刘桂香](#).[余建国](#).[GU Yong-feng](#).[LIU Gui-xiang](#).[SHE Jian-guo](#) [仿真系统中基于AutoCAD的](#)

为提高中小型船厂和小的船舶设计所的工作效率,本文较详细地综述了在没有专用的船舶建造软件的情况下,如何利用AutoCAD对主船体进行精确三维建模的过程,并结合仿真系统自身特点,将船体作为实例总结出了虚拟仿真系统中复杂三维体的合理的表达方法.本文的研究结果对三维主船体的精确建模以及仿真系统中复杂船体的表达有一定的实际指导意义,其中,软件之间的转换路径为广大软件工作者提供一个高效率平台.

6. 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。

<br>

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。<br>

这四个辅助软件主要从以下四个方面问题出发而设计的:<br>

- 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。<br>
- 2、在SR1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。<br>
- 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。<br>
- 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。<br>

辅助程序的开发采用了以下自主创新的技术方法:<br>

1. 三维零件快速异同判断算法的研究创立;<br>
2. 组件内零件平均重心距离最小理论的研究创立;<br>
3. 零件定位的球扁钢重心规格法的研究创立。<br>

本文研究开发的四个辅助程序,已投入到船厂的船体生产设计中。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畅顺连接,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。<br>

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。

7. 会议论文 [徐钢 船体分段重量重心计算 2007](#)

在船舶详细设计和生产设计中,船体分段重量重心计算是一个重要的工作。本文阐述述了基于产品三维建模的船体分段重量重心的计算方法,并介绍了在实船上的应用情况。

8. 期刊论文 [黄晓,叶家玮 三维零件快速异同判断算法研究-船海工程2009, 38 \(6\)](#)

考虑到传统的形状判别算法运算速度过慢,无法满足三维建模系统下的自动编码要求,提出一个具有船舶专业特色的零件异同判别的简化属性分析法,在保证足够精度的基础上兼具判别速度快的特点,为解决此类问题展开新思路。

9. 期刊论文 [张祥瑞,严家文,Zhang Xiangrui,Yan Jiawen 基于AutoCAD平台的船体三维建模研究-船舶2007 \(4\)](#)

目前,三维建模方法在众多设计领域中被广泛应用.简要介绍了在AutoCAD平台下船体三维建模的实体模型及建模中的几何算法,通过有针对性地研究对于提高船舶设计效率和质量,实现船舶设计信息一体化将具有一定意义.

10. 期刊论文 [张宗科,Zhang Zongke 基于二次开发的CATIA三维建模在全垫升气垫船设计中的应用-船舶](#)

2010, 21 (5)

全垫升气垫船的船体外形结构不再着重考虑水动力性能,而是采用浮箱结构,其折角面、断断面与倒圆较多,另有垫升风机在浮箱上的出风开口等,空间形状复杂.此外还有风机、导管架、空气舵、围裙等特种设备,适于用参数化软件CATIA作二次开发来进行三维建模.在CATIA中作了一些二次开发以方便建模,详细介绍了一条全垫升气垫船的三维建模过程,并就CATIA曲面展开功能在柔性围裙设计制造中的应用进行探讨.

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_whzc200604022.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_whzc200604022.aspx)

授权使用: 天津大学(tjsg04), 授权号: f9d4c8eb-85f8-412a-bf34-9e9d00f8c5df

下载时间: 2011年3月5日