
基于 UG 二次开发的船舶锚系优化设计 与拉锚试验仿真分析

刘志强 (99422120@163.com)

王明强 邱小虎 朱永梅

江苏科技大学机械与动力工程学院 江苏 镇江 212003

【摘要】 深入研究并运用 UG 的二次开发工具和 VC(微软基本类库 MFC) 结合建立船舶锚系标准件库, 利用 MFC 实现 UG 对话框界面与后台数据库通信的方法, 实现锚系参数的选型计算及锚、锚链、锚唇的三维全参数化建模。最后在锚唇、锚和锚链等三维图形建立装配好的基础上, 通过锚系的拉锚过程和贴合仿真对锚唇进行优化设计。

【关键词】 UG 二次开发 标准件库 船舶锚系 参数化设计

1 前言

锚系统亦称锚设备, 是船舶在海上抛锚停泊时所用的装置和机械的总称。它是由锚、锚索、掣动和固定装置、锚链筒、锚机、锚唇等组成的一个系统。其性能和特性是由其在船上的布置, 锚得数量和重量及锚索的长度和直径, 以及锚机的型式, 锚链筒的结构所决定的。锚系设计的合理性对船舶航行的安全性很重要, 因此整个设计和生产过程中船东和船级社都要全程监督。

现在的造船企业很大的程度上还是依靠设计人员的经验, 根据不同的船型设计锚链筒及锚唇的尺寸与形状, 然后根据设计方案制造木模, 根据木模拉锚试验的结果对锚链筒和锚唇的位置和形状进行修正, 直到达到理想的效果。每次调整设计结果后, 都必须重新制造木模, 整个过程浪费了大量的人力、物力和时间。究其原因, 主要有以下几点^[1-2]:

- 锚唇形状特殊, 整个外形以自由曲面为主, 在参数化造型上具有较大的难度。
- 对不同的船型, 有不同的锚唇设计方案。采用不同的锚, 也有不同的锚唇设计方案。
- 即使是同一条船, 也可能有多个锚唇设计方案。

如何解决整个锚系统的优化选型设计及锚唇的结构优化设计是各船舶企业面临的紧迫问题。Unigraphics (UG16、18、NX1.0) 软件在提供了强大辅助设计和分析以及加工仿真等强大功能的同时, 还提供了 UG OPEN/Grip 和 UFUN(User Function)等二次开发工具。针对当前船舶生产和设计实际中存在问题, 利用 UG 为开发平台, 通过提供的二次开发工具, 开发了锚系标准件参数化图库模块和锚系非标件参数化辅助设计模块, 并在此基础上对拉锚试验仿真进行了深入研究开发了 M-CAD/CAE 系统。M-CAD / CAE 系统主要研究内容如下:

- 完成部分拉锚模拟试验, 进行实验数据的收集、整理、分析, 建立试验数据库。
- 结合工厂常用的锚、锚链、锚机的型号, 兼顾船级社和国家行业标准建立锚、锚链、锚机的参数库。
- 与UG系统连接完成锚、锚链的参数化三维建模。
- 利用UG参数化设计完成锚链筒的结构尺寸和布置设计, 并完成三维造型。
- 开发基于UG的锚链舱的设计和造型分系统。

- 利用已有模拟试验数据，分析计算设计所得锚设备的仿真试验结果。
- 开发锚运动干涉检查模块，模拟锚的运动过程，检查锚与船体干涉情况及锚与锚唇（或锚穴）吻合情况。

M-CAD/CAE系统流程如图1:

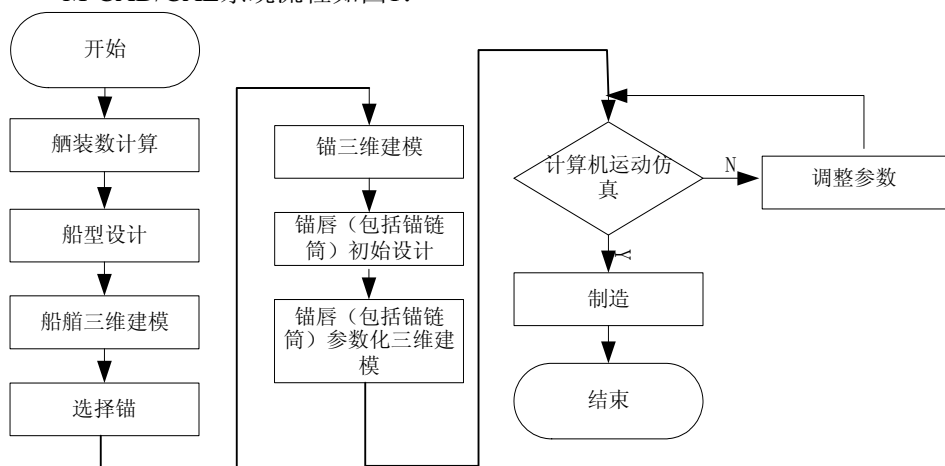


图 1 M-CAD/CAE系统流程图

本文就 M-CAD/CAE 系统研究的重点问题进行探讨，重点讨论在锚唇、锚和锚链等三维图形建立并装配好的基础上，通过锚系的拉锚过程和贴合仿真对锚唇进行优化设计。该研究在实际应用中有利于设计人员对锚系零件的设计、修改、查询和装配图的零件调用，减轻了设计人员的工作强度，提高了设计效率。

2 基于 UG 二次开发锚系标准件参数化图库

2.1 基于 UG 二次开发标准件图库的建库思想和方法

2.1.1 标准件图库的建库思想

锚系标准件主要包括锚，锚链等。有关锚，锚链的参数信息量大，用数据库来管理和查询可以提高设计效率。现在锚制造企业很多，尽管对锚的设计及制造已制定了很多规范和标准，但在实际情况中，在国家及行业许可范围内，各个厂家制造的锚在形状、尺寸上还存在着较大的差异，甚至在拓扑结构上也有不一致的地方。因此，我们有必要根据各配套厂家提供的实际数据进行三维建模，以避免后期在运动仿真过程中发生与实际不相符的情况。随着产品标准化实施进程的进一步深入，完全有可能在不久的将来，利用全参数三维建模技术对锚进行建模。也可在逐步使用过程中，对已使用过的锚建立一个锚三维模型数据库，以便在以后的使用中方便地调用。

结合工厂常用的锚、锚链、锚机的型号，兼顾国家行业标准建立了锚、锚链参数库，同系列标准件可以通过一个程序实现参数的调用。每个标准件建立时都要有其中心基准，调用时就依据这些基准实现零件的准确放置。利用 UG 中特征的定位功能或者零件的装配定位功能，实现标准件与其他零件的位置关系。对于一个由几个标准零件装配在一起而组成的标准部件，可以先在后台数据库中建立相对应的参数传递，实现尺寸链接关系，再通过定位功能实现相互位置关系。还可以用某一个主参数去驱动其他次要参数，甚至还可以建立标准件位置间的约束参数，将约束参数和尺寸参数一同存入后台数据库，实现更大程度上的参数化。

2.1.2 标准件图库的建库方法

基于 MenuScript+UIStyler 二次开发工具并与 VC (MFC) 结合的建库方法, 就能很好的满足上述要求^[5-6]。其具体步骤如下: 首先, 通过交互界面建立标准件的模板零件(Template Part), 设定基准中心, 几何参变量, 给定标准件名称、标准件功能属性和分类编号, 如果是标准件部件还需给出主参数和约束参数, 然后将上述数据和模板零件图号(*.prt)存入数据库。接着, 在调用标准件时, 先调用模板零件, 再通过交互界面设定零件参变量值及位置关系, 最后用户就可以存为自己的零件了。

由于 UG 本身可以通过动态链接库(DLL)实现 UG 系统内的图形界面与系统内核的通信, 而且 DLL 方式执行速度快, 故本文提出通过 DLL 方式嵌入的方式, 实现 UG、UFUN 与 MFC 之间的通信。实现方案如图 2 和图 3:

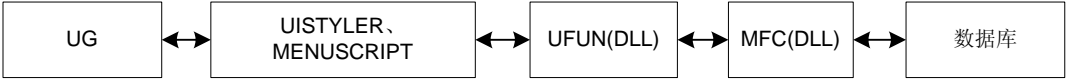


图 2 接口方案

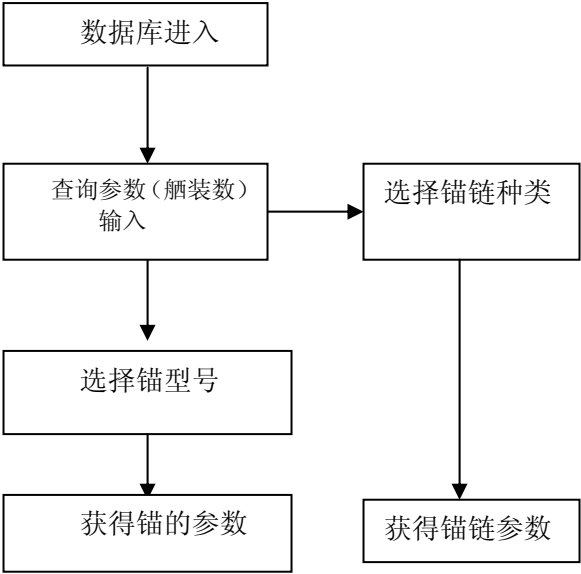


图 3 锚系参数查询流程图

2.2 基于 UG 二次开发锚系标准件库应用步骤

根据建库原理首先建立了锚系标准件参数数据库, 本锚系数据库设计规划出的实体有: 锚系舾装数法配置实体、霍尔锚实体、海军锚实体、斯贝克锚实体、有档锚链实体、无档锚链实体。这些实体包含具体信息, 通过相互之间的作用形成数据的流动。

2.2.1 应用步骤

在进行船舶锚系的设计时, 首先根据舾装数获得锚的个数、名义重量和锚链口径。然后根据锚的名义重量选择锚的形式, 得到具体参数; 根据锚链口径可获得肯特式连接的有档铸钢锚链的参数。其界面如图 4 所示。

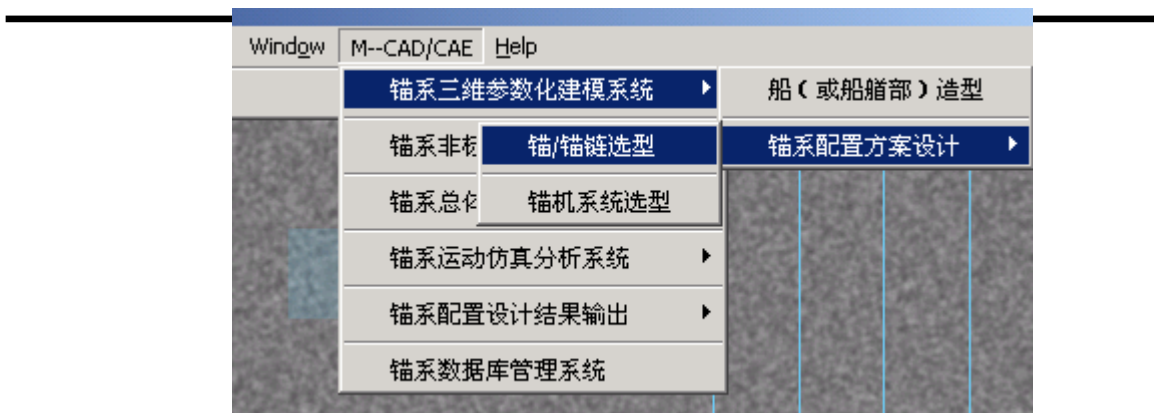


图 4 UG 下开发的锚系三维参数化标准件库界面

锚系配置方案，根据船级社规范决定。由于锚是外购件，尽管有相关的国标，但由于各厂家在制造过程采用的实际参数各不相同，因此需在定购后根据对方提供的实际图纸进行三维建模。在建模过程中特别需要注意的是锚上加强筋的实际尺寸。在初步建模完成后，需对其重量及重心位置进行检查，若发现重量及重心位置与实际相差太大，则必须对相关尺寸进行复核和校正。点击锚/锚链选型级联菜单，进入具体操作如图 5～图 8：

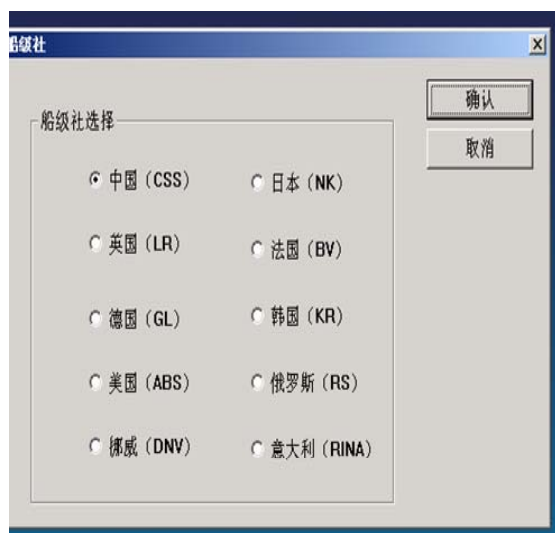


图 5 选择船级社



图 6 输入舳装数的界面

选择船级社，确认后，弹出输入舳装数的界面如图 6，输入舳装数后，按“获得主参数”按钮，得到根据规范查的配置主参数如图 7。选择锚类型（如 SPEK 锚），得到斯贝克锚的主要尺寸参数，点击“造型”按钮，得到锚的造型，为下一步锚穴和锚唇设计，以及为拉锚仿真作准备。同样锚链可以得到锚链节数，长度如图 7。

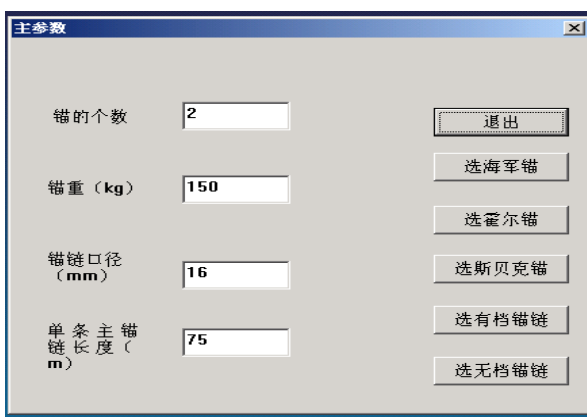


图 7 配置主参数

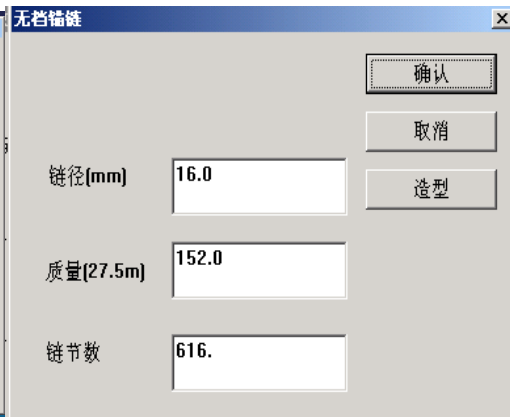


图 8 锚链参数计算

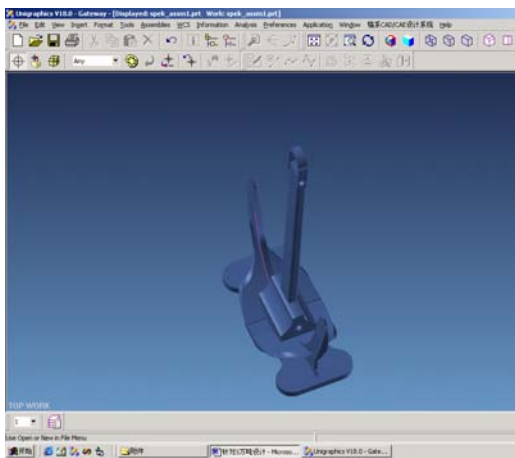


图 9 斯贝克锚实体造型

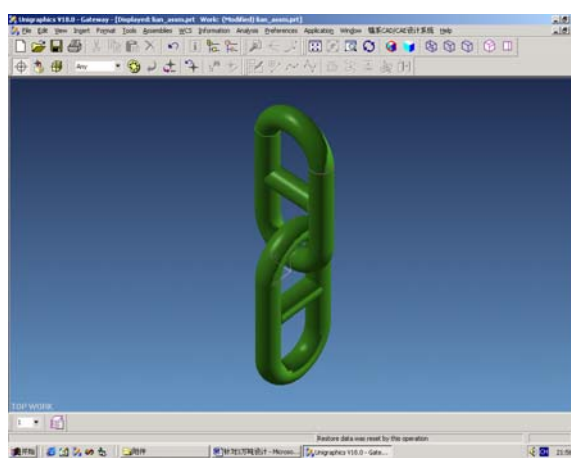


图 10 锚链实体造型

得到锚和锚链造型如图 9 和图 10。此外，还有锚机选型，根据锚链口径，和需要功率，以及选用的锚机类型，获得安装尺寸等数据如图 11



图 11 锚机选型

3 基于 UG 二次开发的锚系非标件参数化辅助设计

3.1 非标件辅助设计模块的设计思想

锚系非标件主要包括锚链舱、锚链管、锚链筒、锚唇（锚穴）。本文针对锚链舱、锚链筒（含锚穴）设计了参数化辅助设计模块，此模块利用 UG 二次开发工具 Uistylar 和 VC

语言开发完成。其中，主要利用 MenuScript 完成与 UG 平台及外部程序的接口设计；利用 Uistylar 完成人机交互界面设计；利用 VC 语言编程驱动参数化设计绘图。

3.2 锚系非标件辅助设计模块的主要内容

该模块人机交互界面的调用通过 UG 的主菜单来实现，通过用 MenuScript 编程实现调用人机交互界面。再通过参数化设计得到非标件造型为后面仿真做准备

人机交互界面设计通过运用 UG 提供的二次开发工具 Uistylar 结合 C 语言来实现界面设计，并通过回调函数来实现设计功能，然后通过 C 语言编程实现函数的具体功能，以此达到参数化驱动进行造型设计。

对于锚系的非标件，零件造型先通过主控参数表示扫描线的坐标点，再利用参数化设计的尺寸驱动原理表示整个造型。锚链筒是引锚链由锚机或甲板上进入锚链舱的装置，决定锚链筒的位置主要是选择正确倾斜角。由于起锚机在甲板上限定，则锚链筒离船纵剖面的距离，可按锚机的链轮离锚机中心的距离决定。进入界面后将设计参数输入人机交互界面，得到其造型，如图 12 所示。

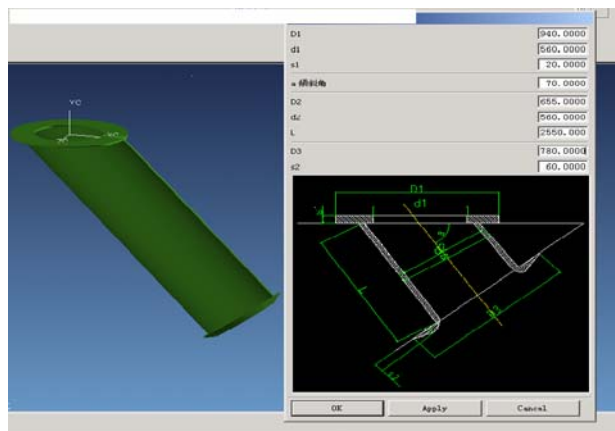


图 12 锚链筒造型设计界面

4 基于 UG 运动仿真模块的锚系的拉锚过程和贴合仿真分析

拉锚试验运动仿真的主要目的是确定锚唇的设计是否合理。运动仿真主要由两部分组成：一是检测起锚后锚在上升过程中是否和船体碰撞，我们称之为起锚仿真检测；二是检测锚唇的设计是否合理，锚在收紧后能否很好地与锚唇贴合，以避免运动过程中产生晃动及碰撞，我们称之为锚唇贴合仿真检测。

4.1 锚系贴合中存在问题

锚在被拉紧之前可能出现的异常情况主要有以下几种^[1]：

- (1) 由于锚链筒中心线与外板间夹角过小，使锚链筒外板出口长轴 a 过大，或由于锚唇上部高度过低，收锚时锚冠上的一块耳板被拉入筒口，发生锚杆下部与筒口卡住、锚杆上部与锚链筒内壁卡住的现象；
- (2) 由于锚链筒中心线与外板间夹角过大，或锚唇整体高度过低，锚冠与锚唇下端互相脱离；
- (3) 由于锚链筒中心线的侧面角过大，或是锚链筒外板出口处过于陡直，导致锚杆上端与筒口卡住，锚杆进不了锚链筒；
- (4) 由于锚台高度不够等其他原因，导致锚在脱水后与球艏或船体外板碰撞。

产生上述不良情况的原因还有很多。在现行设计中，为了确定拉锚是否正确，设计者凭经

验进行初始设计，然后在实际成样中，通过1: 1或1: 2的木模来最终确定。每一次试验需消耗 5m^3 左右的木材和大量的时间和人力，因此利用计算机对这一过程进行仿真具有非常明显的经济效益。

4.2 基于 UG 的拉锚试验和贴合仿真

UG软件内部集成的运动分析模块是专门针对运动仿真的CAE软件，可用于建立运动机构模型并分析其规律。运动分析模块自动复制主模型的装配文件，并建立一系列不同的运动分析方案。每个运动分析方案均可独立修改，而不影响装配主模型。一旦完成优化设计方案，就可直接更新装配主模型以反映优化设计的结果。它可以进行机构的干涉分析，跟踪零件的运动轨迹，分析机构中零件的速度、加速度、作用力、反作用力和力矩等。我们利用它对船拉锚进行了全过程仿真

起锚仿真检测起锚仿真检测运动，初始位置设定在锚位于球艏以下；终止位置设定在锚杆即将进入锚链筒的瞬间位置。在此运动过程中，锚基本上是沿直线垂直上升，有轻微的摆动和转动。如果在运动过程中出现干涉碰撞，系统将自动提示并停止运动仿真，可调整相关参数后再次仿真，直到获得理想的结果。本仿真是在锚系装配好基础上进行的如图13

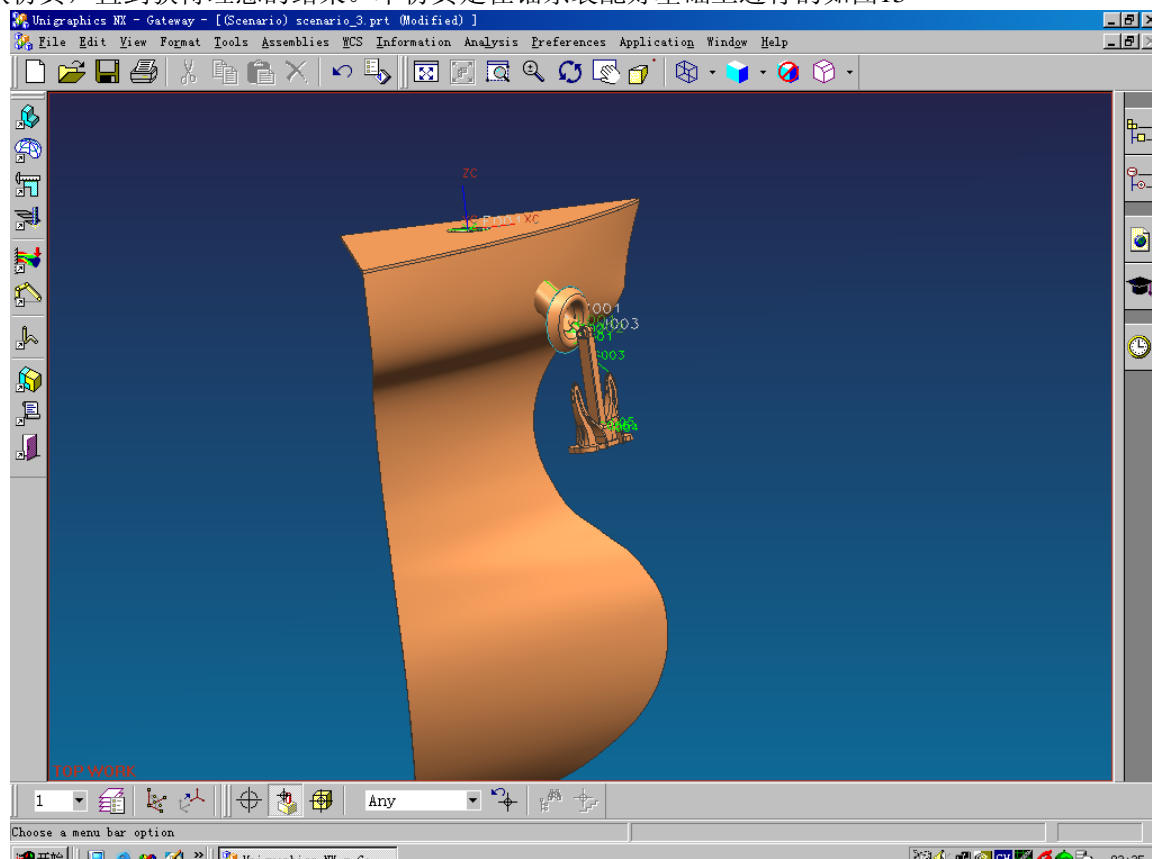


图 13 锚系装配图

锚唇仿真检测，初始位置设定在锚杆即将进入锚链筒的瞬间；终止位置设定在锚与锚唇贴合运动停止时的位置。通过不断优化设计参数，与实际拉锚试验及船体现实情况结果基本一致（仿真结果如图14和图15，模型试验照片如图16）

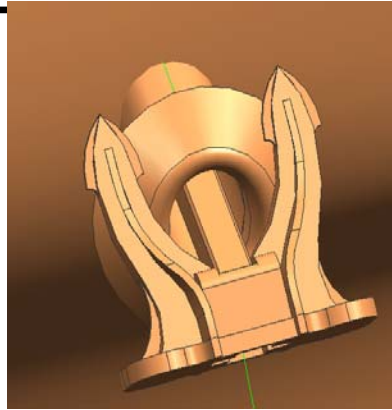


图14 锚唇和锚贴合图

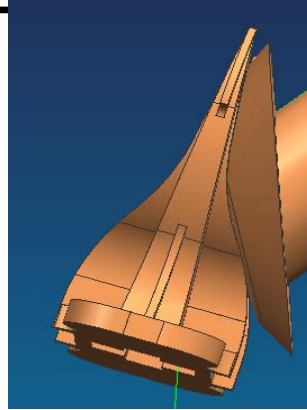


图15 锚唇和锚贴合侧视图

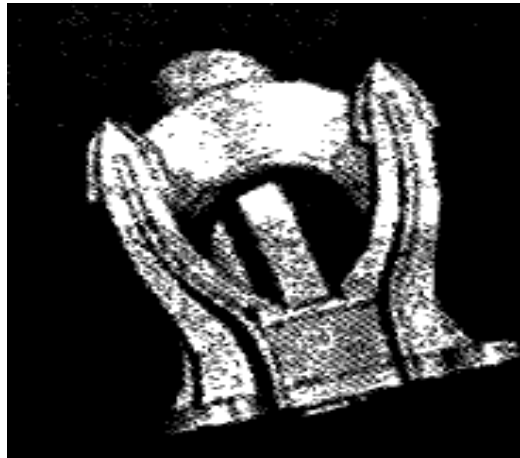


图16 模型试验照片

5 结论

本文结合船舶设计和生产过程设计情况及存在问题,在 UG 基础上二次开发了船舶锚系设计和仿真 M-CAD / CAE 系统.

1) 运用 UG 二次开发技术建立的锚系标准件参数化图库,可以快速有效的完成用户的需要.对用户来说,简单易学,方便,快捷,易修改.对管理者来说,即使数据量很大,也十分易于管理.

2) 利用 UG 二次开发工具 UIstyler 和 VC 语言开发的锚系非标件参数化辅助设计模块具有良好的操作界面,便于用户进行设计修改,能有效地对因图形尺寸变化而引起的图形相关变化进行自动处理.此研究有利于设计人员对锚系零件的设计、修改、查询和装配图的零件调用,减轻了设计人员的工作强度,提高了设计效率.

3) 利用UG运动仿真模块对锚系进行仿真分析,得到锚和锚唇贴合情况,根据计算机仿真得出的结果,锚唇的设计将变得轻松,这必将给造船企业节省大量人力、物力和时间,带来较大的经济效益.

在实际的船舶设计使用过程证明,本系统具有节省人力物力财力的优点,充分利用UG强大的造型和仿真功能,并利用UG提供的强大的二次开发工具来解决船舶设计中问题,具有一定的现实意义.

【参考文献】

- [1] 邱小虎 , 王明强 , 刘志强 等, 57000 吨级散货船锚唇设计及拉锚试验仿真分析[J], 造船技术. 2005 年第 2 期
- [2] 朱咏梅, 王明强 , 刘志强, 基于 UG 的船舶锚系三维建库研究[J], 造船技术, 2004 年第 4 期
- [3] 董正卫 .UG/OPEN API 编程基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002
- [4] David 等著. Visual C++ 6.0 技术内幕[M]. 北京: 希望电子出版社, 1998
- [5] 嘉木工作室.UG18 实体建模实例教程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002