

基于 CATIA 对船体分段胎架设计建模的二次开发

杨良军

(苏州市地方海事局 船舶检验科, 江苏 苏州 215000)

摘 要:船体分段胎架虚拟建模是船舶装配虚拟仿真中必不可少的一环,但由于其高度和固定装置的方向各不相同,人工建模的工作量庞大。文章采用宏命令对 CATIA 进行二次开发,通过直接读取数据文件并进行分析计算,自动生成胎架模型,同时通过修改型值数据完成对胎架模型的调整,能有效减少建模工作量和缩短船舶装配虚拟仿真周期。

关键词:船体分段胎架;二次开发;宏命令

中图分类号:U671.4

文献标志码:A

文章编号:1671-9891(2019)4-0047-05

0 引言

现代造船为缩短建造过程通常对船舶装配进行虚拟仿真,船体分段胎架作为船舶建造过程中必不可少的设备,其建模的工作量庞大。计算机图形辅助三维交互式应用系统 CATIA(Computer Aided Three Dimensional Interaction Application System)软件建模功能强大,是虚拟建模的首选,其在船体建模领域得到了广泛应用。众多学者对如何通过宏对 CATIA 进行二次开发,以实现自动建模开展了大量的研究。周桂生等对 CATIA 二次开发技术与应用进行了深入的研究^[1];陆皆炎等对基于 CATIA 二次开发的智能装配技术进行了探讨^[2];廖显庭完成了基于 CATIA 二次开发的散货船舱段参数化设计。^[3]

通过宏对 CATIA 进行二次开发,可直接读取数据文件并进行分析计算,自动生成胎架模型,修改型值数据即可完成对胎架模型的调整。^[4-5]宏的二次开发思路可引申到船舶虚拟装配中其他设备建模,能有效降低建模的工作量和缩短船舶装配虚拟仿真周期。本文将基于宏命令的 CATIA 二次开发应用于船体分段胎架的设计建模中,实现了船体分段胎架的自动建模与调整。

1 CATIA 二次开发

CATIA 计算机辅助三维/二维交互式应用系统 V5 是 IBM/DS 基于 Windows 核心开发的高端 CAD/CAM 软件系统。该系统如今已经发展为集成化的 CAD/CAE/CAM 系统,它具有统一的用户界面、数据管理以及兼容的数据库和应用程序接口,并拥有多个独立的模块。

1.1 二次开发方法

CATIA 作为强大的工程软件,具有很强的开放性能,用户可以按照自己的需要,采用不同方式进行各种程度上的开发。根据与外部程序通讯方式的不同,可将 CATIA 二次开发的方法分为两种:一种是使用宏对 CATIA 进行二次开发,CATIA 提供了 Automation API 用于 VBScript 对 CATIA 的二次开发,Automation API 具备了与任何 OLE 兼容的平台进行通讯的能力,通过自动化应用接口可以调用函数获取用户输入信息并进行输出,也可以应用 Visual Basic 来定义更为复杂的输入输出面板。运行的时候可以给宏关联一个图标,并置入 CATIA 显示框架。另一种是使用组件应用架构(CAA,RADE)对 CATIA 进行二次开发,面向对象程序设计是一种程序设计方法,而建立在面向对象程序设计基础之上的组件对象模型和对象的连接与嵌入技术,使程序设计更加容易趋于标准化。

收稿日期:2019-05-25

作者简介:杨良军(1982—),男,湖北应城人,苏州市地方海事局船舶检验科工程师,硕士。

1.2 二次开发的意义

采用 CATIA 建立三维实体模型时,操作较为复杂,且不便调整。在胎架建模时,如果通过阵列形成整个胎架模型,则无法对单个模型进行修改,因此手动建立数控添加模型需要对单个制造进行分开建模,工作量非常庞大,而且建立的胎架不能进行调整,每次调型都需要手工进行,设计周期较长。通过对 CATIA 进行二次开发,建立胎架的专门建模模块,不仅可以很方便地进行外部数据输入,同时对胎架的模型可以自动成形,并通过智能算法,对支柱顶端的吸盘进行适当调整,保证胎架与船体外板紧密贴合。

2 胎架的结构及实体建模方法

2.1 胎架工作原理及结构特征

本设计的胎架为油缸调型、吸盘固定方式,如图 1 所示。通过多级油缸调节支柱高度保证胎架型线,吸盘通过万向球安装在支柱顶端,可自适应船体外板曲率,通过保证吸盘内部较低气压达到固定船体分段的效果。

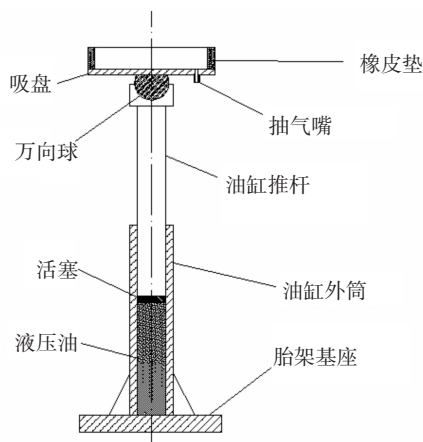


图 1 带吸盘的胎架示意图

2.2 实体建模方法

CATIA 进行建模方法有多种,主要分为基于约束的建模、参数化建模、非参数化建模和复合建模四种。不同的建模方法有各自的优缺点,我们通常采用的是复合建模方法。在对该胎架进行建模的过程中,可对支柱和吸盘分开建模。支柱的建模可以简化为多个凸台,通过在指定位置绘制不同板架的圆,做多截面凸台,即可形成支柱,其中凸台的高度需结合实际的胎架高度及调型高度进行控制。

吸盘绘制时,先要确定适当的高度,在支柱的顶端绘制一个半球形作为万向球,同时在球形顶端根据该位置的曲面方向绘制吸盘的草图平面,该平面的确定将决定吸盘的调节方向。然后在该平面绘制吸盘,吸盘主要是一个碗状的结构物,其边缘设置有密封橡胶,吸盘底部安装有抽气嘴。万向球的绘制可通过绘制截面图形旋转形成三维的球状结构,吸盘的绘制可先绘制一个盘面,同时在盘面上绘制围壁即可。

3 CATIA 二次开发方案设计

本文主要使用宏对 CATIA 进行二次开发,通过 CATIA 自带的开发平台,对模型进行程序代码描述即可。该方法入手快,操作简单,对模型的二次开发初期有较好的开发效果。开发技术路线如图 2 所示。

4 功能实现

4.1 运行环境设置

本文中胎架模型为 *.Product 文件,其中各个零件以 *.part 文件形式进行保存。在调用宏命令时,需要确认当前 CATIA 工作模块是 Mechanical Design(机械设计)下面的 Assembly Design(装配设计)模块,相关程序核心代码如下:

```
Dim CATIA As Object  
On Error Resume Next  
Set CATIA = GetObject("CATIA.Application")
```

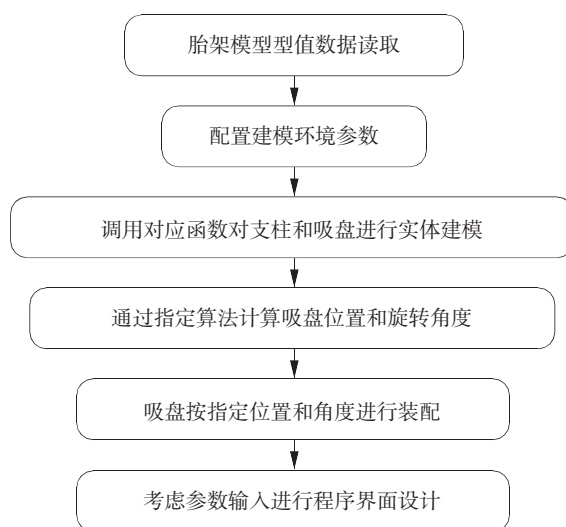


图2 胎架建模二次开发技术路线

```

If Err.Number <> 0 Then
    Set CATIA = CreateObject("CATIA.Application")
    CATIA.Visible = True
End If
On Error GoTo 0
  
```

4.2 数据导入

胎架各支柱的高度数据储存在 excel 中,在模型自动绘制前,通过打开该文件得到胎架的调型参数,用户只需打开该文件,对相应参数进行修改,即可控制模型的生成,相关程序核心代码如下:

‘打开 excel 文件

```
Set oleExcel = CreateObject("Excel.Application")
```

```
oleExcel.Visible = True
```

```
oleExcel.Workbooks.Open FileName:="D:\data.xls"
```

‘读取指定单元格的型值数据

```
data(ii, jj) = Val(oleExcel.Worksheets("Sheet1").Range("A1").Cells(ii + 1, jj + 1))
```

4.3 实体建模

在绘制胎架支柱模型时,通常是先绘制支柱的截面草图,草图中绘制圆只需要定义该圆圆心位置和半径即可,然后再做凸台,其实现核心代码如下:

‘选择合适的草图平面

```
Set reference1 = originElements1.PlaneXY
```

```
Set factory2D1 = sketch1.OpenEdition()
```

‘在指定的草图平面绘制草图

```
Set circle2D1 = factory2D1.CreateClosedCircle(X, Y, Din)
```

```
sketch1.CloseEdition
```

‘建立实体模型

```
Set pad1 = shapeFactory1.AddNewPad(sketch1, Z)
```

4.4 可调部分

吸盘的位置和旋转方向是根据当前位置船体曲面来决定的,根据船体外板曲面的型值数据对吸盘位置和朝向进行调节,使胎架更好地与船体外板曲面相贴合,其工作状态示意图如图3所示。

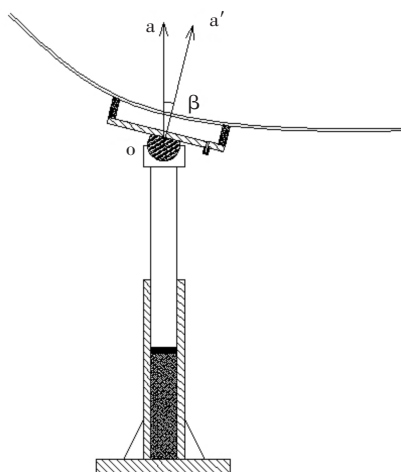


图3 胎架工作状态示意图

吸盘的方向调节一直是困扰本次二次开发的难点, 首先需分别计算每个吸盘在横向与纵向的偏角, 其次还需考虑如何在指定位置和方向建立设计的吸盘模型。

在设计吸盘朝向的算法时, 采用了两种算法分别对板材曲面的法向量进行计算: 一是通过对指定方向的截面形状进行多次曲线拟合, 然后通过反求指定位置的法向量分别计算该点的吸盘朝向; 二是结合相邻两点的坐标位置建立一段折线, 如图4所示, 其中B点为吸盘位置, 通过相邻两点A、C建立一条折线ABC, 求 $\angle ABC$ 的角平分线BO, BO所指的方向即为该点的吸盘朝向。通过两种不同算法结果比较, 第二种算法计算速度快, 且精度满足建模的精度要求, 本程序中采用了该算法进行吸盘朝向计算。

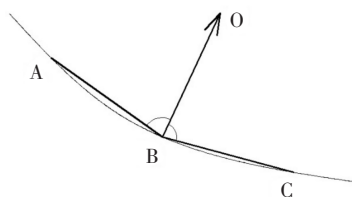


图4 吸盘方向调整角度计算

在对吸盘进行实体建模时, 起初通过在不同位置绘制草图平面, 然后再在该平面进行建模, 但草图平面的坐标难以确定, 坐标转化非常复杂, 如果采用自定义草图平面绘制, 则需要非常复杂的定义, 同时吸盘的绘制过程也需要非常冗长的代码实现。基于以上考虑, 本文中吸盘的调节是采用导入已经绘制好的吸盘, 通过复制并定位安装, 来实现吸盘的调节。

定位是采用绘制相应的定位点, 通过对相应点建立约束实现吸盘的方向调节。调节点分为两类: 一是定位点, 主要是确定吸盘额位置, 定位点建在支柱上端万向球的中心; 二是方向点, 其位置决定了吸盘的朝向, 通过对该支柱及相邻支柱定位点分析计算, 即可确定该点的位置。实现吸盘定位的程序代码是通过两对点建立相约束, 以下是对其中一对相应点完成相约束的程序代码。

```
str1="Product1/Product3." & (Xi-1)*Ycount+Yi& "/Product1.1/Part1.1/! Point.1"
str2 = "Product1/Product2/Part1.1/! Point." & ((Xi - 1) * Ycount + Yi - 1) * 3 + 1
Set constraints1 = product1.Connections("CATIAConstraints")
Set reference1= product1.CreateReferenceFromName(str1)
Set reference2= product1.CreateReferenceFromName(str2)
Set constraint3 = constraints1.AddBiEltCst(catCstTypeDistance, reference1, reference2)
Set length3 = constraint3.Dimension
length3.Value = 0#
```

4.5 建模效果图

最终设计的胎架自动生成软件需要输入胎架的节点数、横向及纵向间距、支柱尺寸、模型路径等参数,并根据建模步骤设定该建模软件的控件,其软件界面及胎架实体建模效果如图 5 所示。

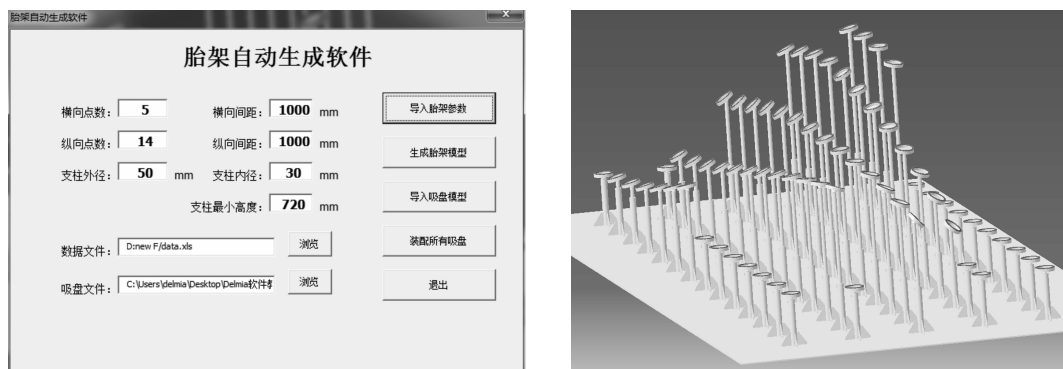


图 5 胎架软件界面及建模效果图

5 结束语

二次开发程序通过使用宏命令的方法,解决了胎架重复建模的困难,大幅度减少了胎架设计的工作量,同时能根据船体外板曲面对吸盘方向进行精确的自适应调整,提高了胎架模型质量。虽然船厂设备复杂多样,但可根据该理论,寻找和总结各设备某些相似点和共同点,再对局部进行二次开发,以辅助船厂设备建模,可大大减少实体建模的工作量,以解决船厂在进行虚拟装配仿真实体建模时工作量大的问题。

参考文献:

- [1]周桂生,陆文龙.CATIA 二次开发技术研究与应用[J].机械设计与制造,2010(1):81-83.
- [2]陆皆炎,赵高晖,李祥,等.基于 CATIA 二次开发的智能装配技术[J].机械设计与研究,2012(5):84-86,90.
- [3]廖显庭,刘家新.基于 CATIA 二次开发的散货船舱段参数化设计[J].船海工程,2011(2):58-60.
- [4]徐红昌.数控胎架设计研究[D].武汉:武汉理工大学,2012.
- [5]袁萍,徐红昌,李威昂,等.新型造船活络头通用胎架的研究[J].船舶工程,2014(3):95-98.

(责任编辑:张 利)

Secondary Development of Ship's Hull Segment Jig Design Modelling Based on CATIA

YANG Liang-jun

(Ship Inspection Section, Suzhou Local Maritime Safety Administration, Suzhou 215000, China)

Abstract: Ship's hull segment jig virtual modelling is an indispensable part in virtual simulation of ship assembly, but, due to its different heights and orientation of the fixed device, the manual modelling work is huge. The article uses macro commands to carry out secondary development of CATIA. By directly reading data file and performing analysis calculations, the jig model is automatically generated. Meanwhile, the jig model is adjusted by modifying the value data, which can effectively reduce the modelling workload and shorten the virtual simulation period of ship assembly.

Key words: ship's hull segment jig; secondary development; macro command