

# TRIBON 集成环境下的曲面分段生产设计研究

蒋如宏 曾学森 谭家华

(上海交通大学船舶与海洋工程学院)

**提 要** Tribon 软件是目前船舶行业应用极为广泛的设计软件,文章对 Tribon 集成系统中的船体曲面分段的生产设计方法和内容进行了研究和总结,提出使用该系统进行曲面生产设计的优势和不足。

**主题词** 曲面分段 生产设计 实用程序

## 1 引言

进一步深化船舶生产设计是近年来转模工作的重点内容,但是,传统的设计工具如 AutoCAD 等软件已很难适应目前市场要求,选用快速高效的设计工具显得尤为重要。目前,国内各大船厂普遍采用了 Tribon 软件,该软件具有优良的集成化功能,是一个非常好的船厂生产设计的软件。如果充分利用其功能,就能够大大缩短船舶生产设计周期,降低设计成本。但是由于种种原因,国内很多单位现在仅仅使用了该软件的部分功能,只起到了普通 CAD 软件的作用,并未充分发挥 Tribon 软件的集成化的优势。

目前,国内外一些现代化的船厂都采用“生产中心”组织形式组织生产,其中曲面中心和平直中心职能相对独立,对应的生产设计内容也基本是独立的。基于这种情况,本文首先对 Tribon 集成环境下曲面分段的生产设计方法及内容进行了研究,平直中心的生产设计将另文进行讨论。

## 2 Tribon 系统环境的集成特点

Tribon 系统首先建立产品的三维拓扑结构模型,形成可供各子系统共享的产品信息数据库,主要有船型数据库(SB-CGDB)、结构数据库(SB-OGDB)等,这些数据库是 Tribon 系统的核心所在,生产设计正是建立在这些核心数据库的基础上,提

取出船舶的产品几何结构信息、工艺信息、管理信息并进行信息重组,生成各种图纸、文档等设计文件。这种以统一数据库将产品的几何信息、工艺信息、管理信息进行集成的特点,便于船舶生产设计的展开,系统内各模块间的数据信息的传递快速统一,降低出错率,易于修改,从而可以缩短船舶设计的周期,降低设计成本。

## 3 曲面分段生产设计的主要方法和内容

### 3.1 生产设计主流程概述

Tribon 系统中各功能模块处于不同的菜单之下,程序的执行并无次序,但在进行生产设计时,由于数据的获得有先有后,因此,我们必须按一定的流程执行程序才能获得正确的设计结果。图 1 是总结得到的 Tribon 系统生产设计主流程及对应模块。

### 3.2 曲面分段建模

建模是完成对船体的结构描述,并赋予构件工艺和管理等相关信息的过程,它是后续设计工作的基础。船体曲面建模作业主要有创建板缝、创建型材、创建曲面板架三大部分。

(1)创建板缝:在分析详细设计图纸的基础上,依据排板的基本原则,确定外板板缝的布置。

(2)创建型材:对分段中纵骨、肋骨、普通扶强材进行定义,并附加一些特征信息,包括几何信息、类型、尺寸、端切信息、材质等。

(3)创建曲面板架:在完成板缝和型材创建后,进行曲面板架定义,首先利用已创建的板缝定义板架的边界,并给出边界板缝的焊接规格,然后定义板架内板缝及对应焊接规格;接着定义板架内板的边界、板的材质、装配方向等,最后将属于该曲面板架的纵向、横向型材定义到板架内。

### 3.3 信息提取及重组

船体模型建立后,船舶构件的几何信息、工艺信息、管理信息全部集成在 SB-CGDB、SB-OGDB 两

\* 基金项目:高等学校博士学科点专项科研基金资助课题(2000024801);国家自然科学基金(59975059)

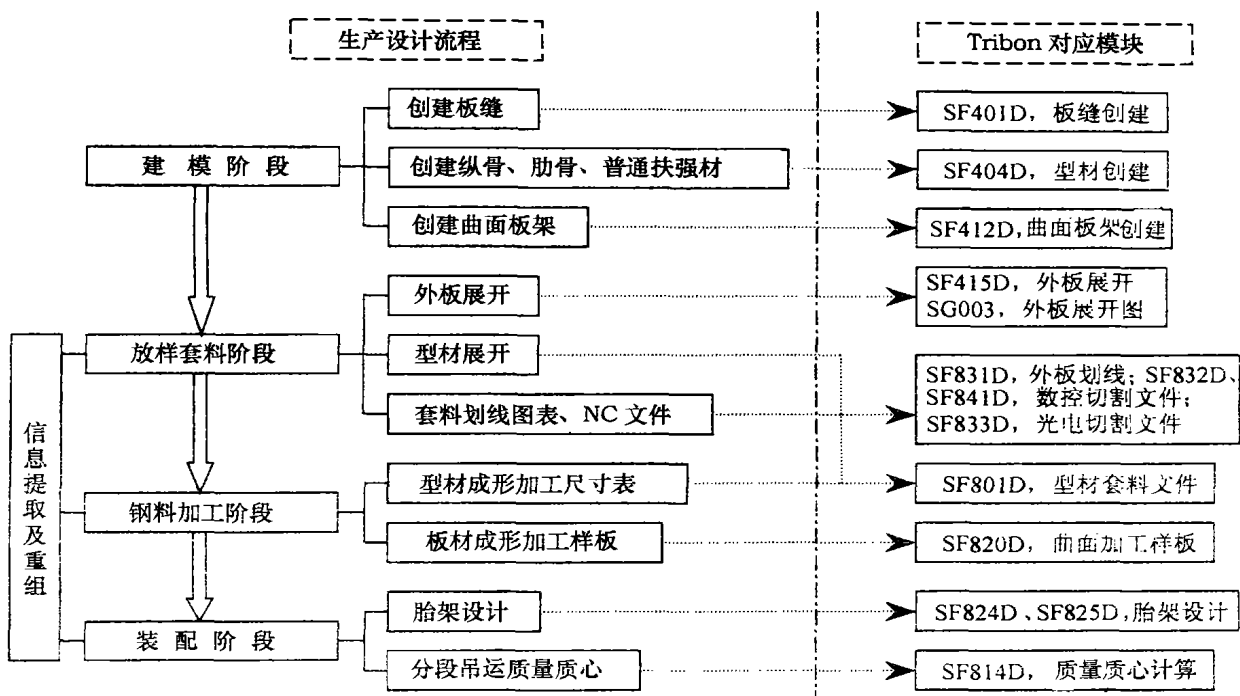


图1 Tribon 生产设计主流程及对应模块

大数据库中,接下来的任务便是从该数据库中将所需信息提取出来,并进行信息重组,形成组织生产所需的图纸和相关文档资料。Tribon 系统提供了一系列子模块以完成曲面分段的生产设计任务。

### 3.3.1 放样套料阶段

主要包括外板展开、型材展开和套料划线等内容。

(1)生成船体外板展开图(Shell Expansion View)。当与外板相关的船体结构建模完成后,Tribon 可以将那些在投影图上不能表示出真实形状的船体曲面沿给定的方向进行近似展开得到船体外板展开图。外板展开图主要内容有外板的轮廓线(板缝)、肋骨线、与其他平面板架相交得到的结构线、普通船体加强材的轨迹线,并标注各种船体曲线的名称、板厚、板材和型材的几何尺寸、坡口信息等。

(2)船体外板展开(Shell Plate Development)。这部分工作相当于传统的船体外板数学放样,它提供套料所需的数据资料。Tribon 中进行船体板展开,将原定义在曲面板中的板材拆分为单板,得到可以被后续计算模块使用的二维板,并将结果存放在板材数据库(SB-SDB)中。板材的代码名称是系统自动根据原板架代码衍生出的,这样便于系统检索。Tribon 中外板展开采用的是等轴变换(Isometric Mapping),同时已经考虑了工艺中发生的伸展、收缩,这种方法得到的展开结果比较准确。

船体外板的展开并不输出直接生产用的图形文件或数据文件,但它为后续套料工作提供数据。

(3)型材的展开。主要得到展开型材的长度、质量、剖面几何尺度、材质等数据,这些信息是以后型材加工的数据来源。

(4)构件的套料划线。Tribon 系统首先进行与展开外板相关的划线计算,并对相关数据库的信息加以更新。计算得到构件轮廓边界线和结构线,其位置确定的准确度对划线后的切割、加工和安装的合格率起着决定性作用。Tribon 系统中套料切割有以下两种形式:

一种是面向光电跟踪切割机的形式。Tribon 通过套料(Nesting)程序提供 1:1 构件套料底图,包括切割路线和其他定位线,如肋骨、纵骨安装线等,并标有船名、构件名称及加工符号等。这种形式是主要用来切割肘板等小型构件,通常是作为数控切割机的补充。

另一种是面向数控自动气割机的形式。主要得到的输出文件是数控切割文件(NC 文件),通常会配上自动划线装置,除切割外,同时完成安装线、加工线和各种符号的标注等工作。

在放样套料阶段的生产设计输出文件,主要是外板展开图、各类板材的套料图形文件、型材的套料数据文件与成形加工数据表格等。

### 3.3.2 钢料成形加工阶段

主要涉及的加工作业设计内容是,型材构件的成形加工和曲面板材的成形加工。

(1)型材成形加工设计。成形加工设计主要取决于船厂所采用的加工工艺。现在,大多数船厂采用逐段进给式冷弯方法加工肋骨等型材构件,而多用逆直线法进行成形加工的检测和控制。Tribon 系统中可以获得逆直线法检测型材成形的弯曲型值数据。

型材加工得到的数据信息有:

①基本信息——包括部件名、长度、质量、剖面几何尺度、材质;

②端部信息——两个端部几何信息数据、切斜角度、开孔大小和余量;

③通焊孔信息——型材上的通焊孔的尺度;

④检测信息——弯曲尺度表。

(2)外板成形加工设计。Tribon 提供外板成形加工中需要的曲面样板,作为加工和检验的依据。Tribon 提供了三类不同的曲面样板,即框架样板、垂直样板和三角活络样板。其中后两种样板称为特殊样板,在工厂,常用的样板形式为框架样板和三角样板。运行样板制作程序后得到样板信息,存放于板材数据库(SB\_SDB)中,同时得到打印文件,可用于样板制作的投影底图或者仿形图。同时,得到相关的数据报表,主要是各块样板的几何尺寸坐标值。样板的制作可以使用光电跟踪切割划线或者数控自动切割。

在钢料成形加工阶段,经过上述信息的重组,可以得到各块板件的成形样板图形和数据文件、型材成形数据等文件。

### 3.3.3 曲面板架装配阶段

平台和胎架是船体结构装配特有的工艺装备,也是决定装配车间生产能力的重要设备。胎架的设计与准备工作是曲面分段生产设计的重要内容,Tribon 系统提供了胎架的设计工具,并且提供曲面板架质量质心的计算服务,为分段的吊装翻身等作业提供可靠数据资料。

(1)胎架设计。胎架在曲面分段制造过程中的主要作用是,支撑分段、保证分段曲面形状和控制装焊变形。胎架的制作需要耗费大量材料和工时,对生产成本和造船周期影响极大,所以需要便捷优化的胎架方案设计。Tribon 提供了两种不同的胎架类型设计:单板式胎架和支柱式胎架。由于单板式胎架耗材多,故在普通商船建造中均采用支柱式胎架。

Tribon 中支柱式胎架(jig pillar)的设计也提供

了两种不同的方式:一种称之为定长支柱式胎架;另一种是定位支柱式胎架。定长支柱式胎架的支柱长度是给定的,支柱位置由基平面和船体曲面间的相对高度确定,这样支柱的位置相对无规则。其优点是支柱可以成批量加工,减少加工成本,但其作业现场支柱的定位相对困难。而定位支柱式胎架的支柱间相对位置是固定的,其对应位置的支柱高度则由程序计算得到。定位支柱式胎架的优缺点正好与前一种相反。我国船厂基本采用定位支柱式胎架。

胎架设计可以获得以下结果:胎架支柱分布图,包含板架四角的坐标值( $x, y, z$ )、对应胎架的高度值、各结构线名称;胎架支柱位置、高度数据表;外板定位图表,主要是板缝处的位置坐标以及胎架高度值;双斜切基面与横向、纵向型材腹板的夹角;型材与板缝的交点坐标,可用于外板定位,也可用于型材装配定位。

(2)质量质心计算。船体分段建造过程中,需要翻身或移位,完工后要吊运至分段堆场堆放,再按作业进度进行大型分段或者总段组装。这些作业主要依靠起重和运输机械来完成,这就要求得到吊装件的质量质心数据,以便确定吊码数量、规格和位置,安排起吊设备。

经过 Tribon 质量质心计算模块(SF814D)的计算,可以得到板架及结构附件的质量质心,也可以得到组装件和整个分段的质量质心数据表。

## 4 应用 Tribon 软件进行生产设计的优势和不足

前面主要是对 Tribon 系统中的曲面分段的生产设计的内容和流程进行了研究总结,其实 Tribon 系统中,船体平面分段的生产设计的方法与曲面分段设计是类似的,从中我们可以看出 Tribon 集成系统软件在船体生产设计中的优势和不足。

### 4.1 优点

#### 4.1.1 统一产品数据库管理

Tribon 的优势主要源于前面我们所强调的它的集成特征。由于 Tribon 系统的数据库是各个子系统、各个子模块相互共享的,各模块可以调用所需的任何数据信息,对产品对象进行处理后,整个数据库随之更新,后续程序使用的将是最新信息,这便使得生产设计的输入端口的信息流既快速又准确。由此生产设计的质量可以得到保证,同时如果设计后期发现了错误,只要修改相应的产品对象的数据库,后

续程序就能够相应地识别并更新生产设计的图纸和数据表格。这是传统的二维设计手段根本无法实现的。这一点对于缩短设计周期无疑是非常重要的。

#### 4.1.2 集成化设计功能

由于船体曲面的生产设计,即外板、肋骨型材的展开放样以及成形加工、板架装焊等生产设计均涉及繁复的数学处理,若用传统的设计方法,均要进行数据接口转换,传送给第三方程序处理,因而效率低,会影响整体设计进度及精度;而用 Tribon 软件则不同,在 Tribon 系统中,这些数学处理可以自动高效地完成,不但结果令人满意,而且可节省大量时间。

#### 4.1.3 优越的专业特性

Tribon 作为由船厂开发出的大型专业软件,非常符合船舶专业的生产特点,这是其他通用三维设计软件无法比拟的优势。比如 Tribon 系统的结构图线采用了船用标准,与机械制图中的有些表达方式差别较大。另外,Tribon 中描述船型和船体构件的产品特征模型拓扑结构,也是专门针对船舶行业设计的,通过有限的几个数据库完整表达了船舶本体和生产信息。这样,一旦建模完成,通过提供的数据提取工具,便可以快速地进行船舶生产设计工作。特别是系统提供的诸如板的展开、套料、胎架设计等集成工具,都是为船舶专业度身定制的。

### 4.2 不足

#### 4.2.1 技术集成尚需提高

Tribon 软件将船舶的结构信息和工艺信息较好地集成于统一的数据库平台之上,但它离 CAD/CAM/CAPP 大集成技术尚相距甚远,特别是管理信息的获取与附加在 Tribon 5 版本中还比较困难,而管理问题正是中国船舶企业急需解决的问题。从这个意义上说,Tribon 5 只是提供了一个半集成化的设计环境。如要在此环境下完成船厂的日程计划、成本控制等工作,用户还要在原有的数据信息的基础上进行二次开发。这一点,现在韩国、日本的一些船厂已经有成功的应用,他们开发的软件正准备走向中国市场。目前,特别是对于已经购买 Tribon 5 版本软件的企业,加强 Tribon 系统的二次开发,实现设计软件的最大程度的集成化,对于缩短生产设计周期、提高船厂的管理能力具有非常重要的意义。

#### 4.2.2 我国船厂传统工艺适应的问题

Tribon 软件是由瑞典 KOCKUMS 船厂开发的,内嵌的一些标准是欧洲某些国家的标准(如德国 HDW 工业标准或者 DAL 标准),并不适合我国企业。

一些生产工艺与我国的传统方法有较大差别,如在胎架设计中,Tribon 提供的图形和数据文件并不能满足现在我国船厂的要求。比如在我国船厂,通常需要曲面板架边界处的胎架位置和高度,用于板架定位和制作辅助支柱,但 Tribon 不能够提供这些数据。同时,我国船厂在板架装焊完毕后需要进行二次划线,这些数据要求是三维曲面上的弧长,但在 Tribon 系统中是不能提供的,尚需进行软件本地化处理。

#### 4.2.3 文件的输出问题

Tribon 在文件的输出格式上与我国船厂的习惯有一定的差异。系统语言是文件输出格式差别的一个方面。另外,一些表格的表头内容,由于工艺方法不同而产生差异,这些差异的存在,很大程度上影响了 Tribon 软件在我国船舶生产设计领域的推广应用。

#### 4.3 对应用 Tribon 软件深化生产设计的设想

应用 Tribon 深化生产设计时,出现设计结果不适应现有的体制或者工艺传统时,可以从两个方面下手:一方面是船厂尽可能地改变作业工艺或者是设计体制,以适应新的设计模式;另一方面可以自行开发部分适合本厂生产设计需要的软件,做好与 Tribon 系统的数据传输接口。选择何种方式,主要取决于哪种方式的成本与风险最小。

### 5 参考文献

- 1 李堃. 现代造船工程. 哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社, 1998.
- 2 窦培林. 应用 TRIBON 软件深化生产设计. 华东船舶工业学院学报, 1998, (3):
- 3 陆伟东, 等. 船舶建造工艺. 上海:上海交通大学出版社, 1991.
- 4 TRIBON User's Guide. Kockums Computer System, Sweden
- 5 徐兆康. 船舶建造工艺学. 北京:人民交通出版社, 2000.