

文章编号: 1004-7271(2005)02-0181-05

## 膨化机三维参数化设计系统的研究

张宇雷, 张丽珍

(上海水产大学海洋学院, 上海 200090)

**摘要:**详细介绍了基于机械自动化设计软件 Solidworks 研制的膨化机三维参数化设计系统的功能结构、人机界面和关键技术的处理方法。该系统完全被封装在 Solidworks 的一个菜单项下,通过简单的人机交互,输入功率、转速等设计参数后,它就能自动完成整台膨化机的结构设计,包括膨化腔、带轮传动和减速机传动的全部设计过程,具有一定的智能化,然后根据用户选择输出零件或者装配体的三维实体模型和工程图。零件自动三维造型的实现采用了以尺寸驱动为主,程序驱动为辅的编程思想,并建立相应的膨化机模板零件库。整个系统程序使用 Visual C++ 语言开发,以动态链接库的形式嵌入 Solidworks 系统,实现了与 Solidworks 软件的无缝结合。配合 Solidworks 强大的三维造型、设计和装配功能,极大地提高了膨化机设计的效率、精度和质量。

**关键词:**膨化机;二次开发;参数化设计;三维造型;Solidworks2003

中图分类号:TH 162 文献标识码:A

## The study on system of 3D parametric design of extruder

ZHANG Yu-lei, ZHANG Li-zhen

(College of Marine Science & Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

**Abstract:** The paper illustrates the function, UI (User Interface), structure and key technology of the Extruder CAD system, which is based on Solidworks. The whole system is encapsulated in a menu of Solidworks. And after some parameters, such as power and rotational speed are imported through UI (User Interface), the system will automatically complete the design of extruder, including the whole process of design of the extruder case, system of pulley transmission and reducer transmission. Then 3D models and engineering drawings of parts or assembly can be exported according to the choice of user. The realization of the automatically 3D modeling adopted the idea of being driven by dimension primarily and being driven by program secondarily. Visual C++ develops the program of the system, and it can be compatibly added to Solidworks as dll (dynamic linkage library). Combined with functions of 3D modelling, design and assembly of Solidworks, the efficiency, precision and quality of design of extruder are greatly improved.

**Key words:** extruder; further development; parametric design; 3D modelling; solidworks2003

膨化机是生产膨化饲料及食品的关键设备,实验表明,不同种类的膨化原料要达到合适的膨化效果需要膨化机不同的结构参数和不同的工作参数,这就需要对膨化机进行改型设计<sup>[1]</sup>。传统的 CAD 技术只存储设计的最后结果,缺乏变参设计功能,因而不能有效地处理因图形尺寸变化而引起图形相关变化

收稿日期:2004-11-04

基金项目:上海市教委局管基金(00JG05052)

作者简介:张宇雷(1980-),男,上海市人,硕士研究生,专业方向为现代设计理论与制造技术。E-mail: zhangyl@stmail.shfu.edu.cn

通讯作者:张丽珍(1967-),女,副教授,博士,从事 CAD/CAM,饲料机械方面的研究。E-mail: lzzhang@shfu.edu.cn

的自动处理。而对于各种不同的产品模型,只要稍有变化都必须重新设计和造型,使产品的设计费用高,设计周期长,无法满足快速更新的现代化大生产市场的需求。本研究就是在 CAD 软件 Solidworks 上进行二次开发,研制用于膨化机三维参数化设计<sup>[2]</sup>的系统,以简化膨化机改型设计的烦琐步骤。

## 1 系统功能

该膨化机三维参数化设计系统集成在 Solidworks 软件界面环境下。通过简单的人机交互,该系统就能根据要求首先进行设计计算,自动完成设计过程,然后输出所需的膨化机零件或者是装配体的三维造型,进一步输出工程图纸。在人机交互的过程中,需要用户输入原始参数和进行结构选型。原始参数包括膨化机生产能力、螺杆转速和螺杆的长径比等。结构选型包括膨化机传动系统的选择、螺杆结构的选择和机筒结构的选择等等。

## 2 系统环境

膨化机三维参数化设计系统对硬件没有特别要求,以能够流畅运行 Solidworks 为准。本研究使用的是 Pentium 4 CPU 1.7 GHz 主频的电脑。软件方面,使用了 2003 版本的 Solidworks 作为开发对象,以 Windows 98 作为操作系统。Solidworks 具有易学、易用、操作过程直观、简单、功能强大而且完全汉化等优点,而且提供了大量应用程序编程接口(Application Programming Interface,简称 API)函数用以进行二次开发,使用这些函数可以实现在 Solidworks 中进行的所有操作。开发语言和数据库使用的分别是 VC + + 6.0 以及 Access 2000。

## 3 系统结构

整个系统是作为 Solidworks 的一个插件模块,以动态链接库的形式开发的。使用时只需要在 Solidworks 中添加该插件即可。膨化机三维参数化设计系统的结构框图如图 1 所示。

### 3.1 设计计算

区别于标准件库的开发,膨化机三维参数化设计系统有一个重要的部分就是膨化机结构的设计计算。在该系统中,从原始数据到具体的零件结构尺寸完全由计算机独立计算完成,程序具有一定的智能化。设计计算中包括结构选择、结构尺寸计算、强度校核等内容,其中调用了大量的图表和表格的数据,这些数据都使用数据库来进行存储和处理。

### 3.2 零件三维造型

程序驱动和尺寸驱动是利用程序语言实现零件自动三维造型的两种不同的思路。

#### 3.2.1 程序驱动

Solidworks 通过 COM 技术提供了强大的二次开发接口 API,其中包含了大量功能函数用于二次开发。这些对象涵盖了全部的 Solidworks 的数据模型,通过对这些对象属性的设置和方法的调用,就可以在用户自己开发的程序中实现与 Solidworks 相同的功能<sup>[3,6]</sup>。这就是程序驱动能够得以实现的基础保证。在程序中需要将造型过程中的每一个步骤都用 API 函数来具体实现。

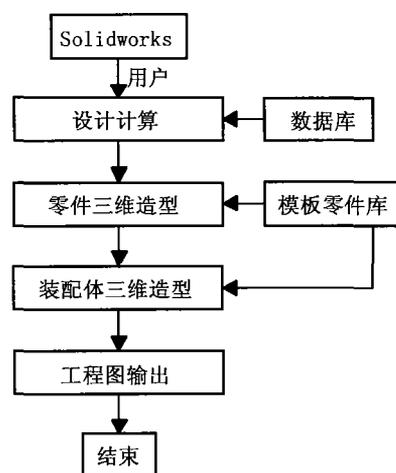


图 1 膨化机三维参数化设计系统结构  
Fig.1 The structure of system of the 3D parametric design

### 3.2.2 尺寸驱动

尺寸驱动方法充分利用了参数化造型软件方便二次开发的理念。主要思路是在 Solidworks 中事先绘制模板零件保存,在模板零件和预造型零件的拓扑结构一样的前提下,将零件中标注的尺寸视为变量,给予不同的尺寸值,便能获得一系列结构相同而尺寸不同的相似零件,它允许用户在定义一个典型零件时,不必考虑零件中几何元素的准确位置,而只需保证其拓扑结构正确,同时进行必要的尺寸参数标注,通过尺寸参数值的变化来生成结构相同而参数不同的零件族,它在零部件的重新生成与修改方面显示出极大的方便性<sup>[3]</sup>。以膨化机挤压系统中的螺杆零件为例,图 2 所示为等深等距,梯形螺纹断面的螺杆的模板零件。对于该类型的螺杆的三维造型,只要改变尺寸变量  $L$  和  $S$  的值,就能获得特定的螺杆长度和螺距的螺杆;  $h_1$ 、 $h_2$  和  $\theta$  三个变量决定了螺纹断面的形状;另外还有  $L_2$ 、 $D_2$ 、 $L_3$  和  $D_3$  分别控制了螺杆上的轴环和连接段轴的长度和直径。尺寸驱动方法完全体现了 Solidworks 参数化设计的理念,对于需要系列化设计的零件,非常具有实用价值,但是其局限性在于通用性不高。

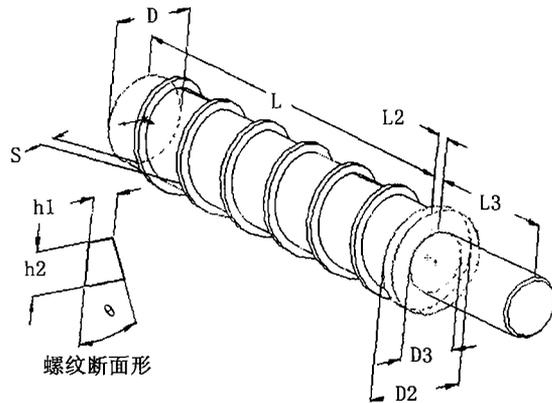


图 2 螺杆模板零件

Fig.2 Template part of screw

### 3.2.3 混合驱动

程序的编写采用了混合驱动的方式,即以尺寸驱动为主,程序驱动为辅的编程思想。以齿轮造型为例,不同齿数的齿轮拓扑结构是不同的,也不可能为每一种齿数的齿轮都做一个模板零件,所以用尺寸驱动的方法是不可行的。解决齿轮造型的方法之一当然是完全使用程序驱动,但是这样做的话程序会变得相当复杂也不易维护。第二种方法就是使用混合驱动方式来实现,具体方法为制作一个如图 3 所示的模板零件,在齿轮上只做一个轮齿作为阵列对象,齿轮的结构尺寸(包括齿顶圆  $d_a$ 、齿根圆  $d_f$ 、齿宽  $B$  和轴孔直径  $D_4$  等)和轮齿渐开线都使用尺寸驱动方法实现,只有对轮齿的阵列使用 API 函数 FeatureCirPattern 来实现,这样完成对齿轮的全部造型过程。使用该方法不用重复图形的生成过程,程序代码量少,便于获得系列化零件图形。

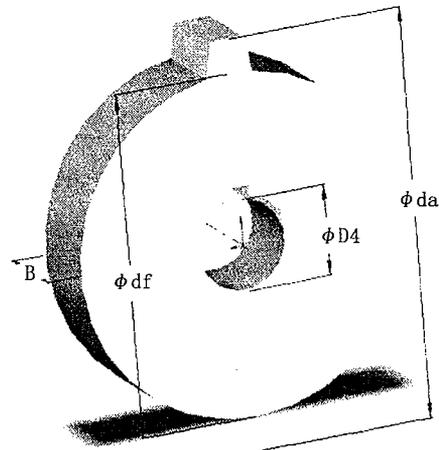


图 3 齿轮模板零件

Fig.3 Template part of gear

## 3.3 模板零件库

模板零件库的创建是参数化设计的一个重要步骤,因为可以说所有预造型零件都是由模板零件演变而来的。在制作模板零件库的过程中主要包括以下几个步骤。

### 3.3.1 绘制零件拓扑结构

零件的拓扑结构决定了零件的具体结构。拓扑结构是由 Solidworks 的三维造型功能来完成,在实际制作过程中,可能会遇到一种零件具有不止一种结构,例如,同是齿轮,有实心结构、腹板式结构和轮辐式结构等。在具体处理时首先为每种结构都制作一个模板零件图,然后由程序来选择使用哪一种结构。

### 3.3.2 尺寸命名

在完成了零件拓扑结构的绘制以后,需要对零件的每一个尺寸进行命名,每一个名字都代表了一个

尺寸,程序就是根据这些名字查找尺寸完成尺寸驱动的。

### 3.3.3 添加尺寸关联

在模板零件库的制作过程中还有一个重要步骤就是添加尺寸关联。我们都知道,零件的尺寸与尺寸之间往往会存在一些联系,Solidworks 为用户提供了公式编辑功能,我们可以很方便地使用该功能将这些联系以公式的形式关联起来生成方程式,若某一尺寸变动,则与之相关的尺寸都会根据方程式作相应的变动。合理使用该功能可以减少尺寸数量,从而减少数据库的数据量,同时使数据更加准确,不易出错<sup>[5]</sup>。

## 3.4 装配体三维造型

Solidworks 软件具有全相关的数据库,只要零件尺寸发生了变化,装配体也将随之发生相应改变。膨化机三维参数化设计系统采用自下而上的装配建模技术形成膨化机和各部件的装配模型(模板),在完成零部件的三维造型后,装配体模板文件就能随之产生相应改变,重新建模后就能得到所需的装配体三维造型图。

## 3.5 工程图输出

现阶段,虽然三维图具有直观、准确、简洁等优点,但在制造业普遍通用的仍然是工程三视图,考虑到这一点,在膨化机三维参数化设计系统中也提供了工程图输出功能。在完成了零件三维造型之后,用户就可以根据需要进行选择输出零件的工程图纸。

## 3.6 数据库

该程序使用了 ADO(Access Data Object)接口与数据库进行连接。数据库主要用来存放标准件的各系列尺寸以及设计过程中涉及到的所有的表格和图形等。对于图形数据的储存,必须对它们进行一定的处理。例如,直线或者接近直线的图形,取直线上特定的两点的数据进行保存即可;对于曲线的话,可以取一定间隔的有限个点的数据进行保存,查询时再使用线性插值法进行插值计算。当然这个间隔越小,插值的精度也就越高。

## 4 用户界面

用户界面,又称人机接口、用户接口,它是用户和计算机系统之间交互作用的媒介,它不仅仅用于传输,还应具备判断的作用<sup>[4]</sup>。

### 4.1 菜单的创作

动态菜单的添加是使用 Solidworks 提供的 API 函数实现的,和 Solidworks 界面形成了统一的风格,就好像是 Solidworks 自己的菜单一样。具体示例如图 4 所示。整个膨化机三维参数化设计系统完全被封装在下拉菜单“膨化机三维参数化设计系统”及其子菜单中,人机界面友好,操作过程简单、直观。

### 4.2 对话框的创作

对话框的设计使用了 C++ 的类库(Microsoft Foundation Class,简称 MFC)来创建。一共设计了五个对话框,它们分别是膨化机设计对话框,主要用于输入膨化机设计中的一些原始参数;减速箱设计对话框和皮带轮设计对话框,分别用于输入减速箱传动以及带轮传动的主要参数;零件选择对话框用于选择需要建模的零件,同时在该对话框中还给出了零件所属装配体的三维造型预览模型;最后是零件的尺寸明细对话框,在该对话框中,可以预览需要建模的零件的三视图以及该零件的主要结构尺寸。



图 4 菜单设计

Fig.4 Design of menu

## 5 结论

### 5.1 设计特点

膨化机三维参数化设计系统以三维参数化软件 Solidworks 为基本开发平台,利用其提供的应用程序编程接口,编写了一个针对膨化机的三维设计造型软件。使用该软件能够方便地设计出符合生产力、功率要求的膨化机,并完成三维造型、装配以及工程图纸输出的工作,大大缩短了设计周期,减小了设计工作的复杂程度。

该系统区别于目前一般的参数化设计系统,其特点在于它不仅包含了自动造型部分,还包含了自动设计的过程。设计部分包括膨化腔的设计,减速箱的设计以及带轮传动的设计,设计过程具有一定的智能化。软件内部进行了模块化处理,便于扩充和改型。

### 5.2 系统不足

由于该系统完全利用了 Solidworks 全相关的数据库和参数化设计功能,设计过程采用自下而上的设计,因此在输出装配图之前,必须首先分别完成零件图的输出,造成了使用中不够方便简洁。

### 5.3 发展方向

作为该系统的后续开发工作人员,可以考虑将有限元分析技术融合到系统中,以便于对设计的膨化机各零部件特别是膨化腔内零件的受力情况进行分析和判断,从而使设计更全面。

#### 参考文献:

- [1] 张丽珍,郑艳平,殷肇君.使鸡粪再生成饲料的膨化方法的研究[J].上海水产大学学报,2003,12(增刊):52-56.
- [2] 刘汀,上官林建,辛选荣,等. Solidworks 软件在挤压模 CAD 中的应用[J].洛阳工学院学报,2002,23(4):41-43.
- [3] 陈岳坪,罗意平,杨岳,等. Solidworks 环境下冲模 CAD 三维标准件库的开发[J].锻压技术,2002,27(5):49-52.
- [4] 邹昌平,黄志真,孙翠微,等.基于 Visual C++ 的 Solidworks 三维标准件库[J].现代制造工程,2002,(10):41-43.
- [5] 吴央芳,李江雄,柯映林.基于 Solidworks 的级进模标准件库的建立[J].模具工业,2002,(10):10-13.
- [6] 陈岳坪,罗意平,王平安.用 Visual C++ 开发 Solidworks 的关键技术[J].机械与电子,2002,(2):18-21.