

DOI: 10.3969/j.issn.1001-4551.2013.09.007

# 基于 SolidWorks 的锤片式粉碎机智能化设计

胡文娟, 卓勇\*, 吴轩, 赵鑫, 兰国玮  
(厦门大学物理与机电工程学院, 福建 厦门 361005)

**摘要:** 为适应现代技术发展及产品快速更新的要求, 针对机械产品中装配体结构的快速造型设计问题, 以 SolidWorks2011 为开发平台, 运用 VC++ 编程语言, 建立了锤片式粉碎机的装配体实体模型, 研究了以 DLL 开发方式进行锤片式粉碎机产品智能化与自动化设计的方法, 完成了用户界面的开发。以尺寸驱动为特征, 参数化驱动实现锤片式粉碎机的重新建模, 自动完成了整体模型的变动, 并结合实例具体说明程序代码的设计, 生成了自主设计的一套锤片式粉碎机参数化建模插件。研究表明: 该智能化设计系统可以快速、自动修改锤片式粉碎机装配下零件的参数, 并且输出形象直观的装配体三维实体模型, 从而实现锤片式粉碎机设计的智能化及自动化, 加快了产品设计过程, 提高了效率。

**关键词:** 锤片式粉碎机; 智能化设计; SolidWorks; 二次开发

中图分类号: TH166; TH122; TH39; TP391.7

文献标志码: A

文章编号: 1001-4551(2013)09-1063-05

## Intelligent design of hammer mill based on SolidWorks

HU Wen-juan, ZHUO Yong, WU Xuan, ZHAO Xin, LAN Guo-wei

(School of Physics and Mechanical & Electrical Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** In order to adapt the development of the modern technology and the fast renewal of the product request, aiming at rapid modeling design of the assembly in mechanical product, based on SolidWorks2011 development platform and made use of VC++ programming language embedded in SolidWorks, the solid model of the hammer mill was established, and the intelligent and automatic design method by the DLL of hammer mill was researched, the development of user interface was completed. Characterized by the dimension-driven, the parameter-driven re-modeling of hammer mill was achieved, the whole model was changed automatically, and the procedural codes combined with specific examples were designed. As a result, a parametric modeling plug-in about the self-designed hammer mill was generated. The results show that this intelligent design system can modify the parameters of the fitted parts under hammer mill quickly and automatically, and output intuitive three-dimensional solid model of the assembly, which realizes intellectualization and automation of hammer mill design, speeds up the process of product design and enhances the efficiency.

**Key words:** hammer mill; intelligent design; SolidWorks; development

## 0 引 言

在机械行业中,许多机械零件的形状结构具有共同特征,只是在相对大小或局部特征上存在一定的差异,如果能够通过一个模板模型衍生出不同的模型,就

会大大提高其设计效率<sup>[1]</sup>。于是零件参数化的概念应运而生。参数化设计是将系列化、通用化和标准化的定型产品中随产品规格不同而变化的参数用相应的变量代替,通过对变量的修改,从而实现同类结构机械零件设计的参数化。参数化造型的基本思想是用数值

收稿日期: 2013-05-30

作者简介: 胡文娟(1988-),女,湖北黄石人,主要从事机械制造工艺及机电一体化等方面的研究。E-mail: wo\_shi\_wen@163.com

通信联系人: 卓勇,男,工学博士,副教授,硕士生导师。E-mail: zhuoyong@xmu.edu.cn

约束、几何约束和方程约束来说明产品模型的形状特征,从而得到一簇在形状或功能上具有相似性的设计方案。参数化实体造型的关键是几何约束关系的提取、表达、求解以及参数化几何模型的构建<sup>[2]</sup>。然而大多数的机械产品都是装配体形式,传统的产品设计大多采用自底向上的设计方法,即先分别设计好单独的零部件,再根据不同的位置和约束关系,将一个一个的零件装配起来<sup>[3]</sup>。但如果在 CAD 系统单独对零件进行参数化设计及驱动后再进行装配,由于相关联的装配约束没有建立,往往造成尺寸不匹配等装配错误,设计过程不够直观,很容易出现结构干涉、装配干涉等情况。通过设计主要参数来控制整个产品装配体结构,进而对零件进行参数化驱动的自顶向下的过程才能满足产品设计的智能化及自动化。通过一个装配体模板衍生出不同的产品模型,利用一套参数化系统就能实现装配体的重新建模,可大大缩短产品设计造型时间。

SolidWorks 是 Windows 平台下三维机械设计软件的主流产品,参数化设计功能强大,能满足一般设计要求,但要使其在企业生产中发挥作用,使经常使用的任务自动化,就必须对其进行专业化二次开发<sup>[4]</sup>。SolidWorks 为用户提供强大的二次开发接口 API( Application Programming Interface,应用程序界面),API 中包含了数百个可以在 Visual Basic、VBA、C、C++ 或 SolidWorks 宏文件调用的函数<sup>[5]</sup>。任何支持 OLE 或 COM 的编程语言都可以作为 SolidWorks 的二次开发工具,为机械零件参数化设计和装配提供了有利条件<sup>[6]</sup>。SolidWorks 二次开发分为两种<sup>[7]</sup>:一种是基于 OLE Automation 的 IDispatch 技术,生成可执行应用程序(\*.EXE),将功能集成到一个独立的系统当中;另一种开发方式基于 Windows 的 COM 技术,生成动态连接库(\*.DLL)程序,将功能内嵌到 SolidWorks 菜单栏中,作为其插件,如同 SolidWorks 自带功能一样进行操作,方便用户使用。

本研究利用 VC++ 语言以及 SolidWorks 软件,采用二次开发插件的方式实现对锤片式粉碎机装配体的智能化与自动化设计。

## 1 锤片式粉碎机结构设计

锤片式粉碎机是目前国外饲料工厂中最常用的粉碎设备<sup>[8-9]</sup>,在工业生产中应用极为广泛。设计出能够实现粉碎效率高、粉粒比较均匀、体积小等特点的粉碎机机构以及完成快速实现粉碎机产品的设计具有重大

意义。锤片式粉碎机结构如图 1 所示。

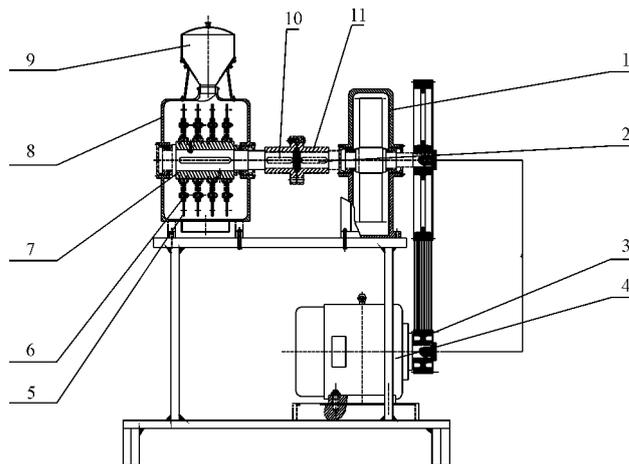


图 1 锤片式粉碎机图示

1—齿轮减速器;2—大带轮;3—小带轮;4—电动机;5—锤片;6—锤片夹;7—套筒;8—粉碎箱体;9—进料漏斗;10—锤片轴;11—联轴器

### 1.1 结构组成

该机械主要由传动装置、减速装置和粉碎机构组成,主要实现大豆等作物的粉碎工作,利用锤片式结构,整机结构简单,尺寸合理。其直接由喂料口将物料送入到粉碎室中,功耗小,粉碎效果理想。机构采用带轮与齿轮实现动力的传动与减速功能,锤片式粉碎室完成粉碎工作。

### 1.2 工作原理

该机械通过带轮传动将电动机动力传送到粉碎装置。首先,用一带传动装置将电动机输出的转速进行减速,由于对粉碎的速度和效率的要求,经过计算还需要一减速装置,由于传动比的限制,选择单级圆柱齿轮减速器就可以符合要求,齿轮装置将带轮传送过来的动力再次传送给粉碎装置,该机构粉碎装置运用的是锤片式的粉碎机构,物料直接由粉碎装置顶端的进料漏斗加入到粉碎室中,启动电动机就可以对物料进行粉碎。粉碎室内装有可正、反转的转子,转子上装有可以拆卸更换的硬质锤片。电动机输出的转速经带传动机构、减速机构输入到粉碎机的转子上,带动锤片的转动,通过锤片与物料之间的撞击力、剪切力、摩擦力等作用,使物料得到粉碎加工,由此实现粉碎过程。

## 2 锤片式粉碎机参数化设计系统框架

该系统基于 SolidWorks 2011 二次开发,采用 DLL 插件的方式实现对锤片式粉碎机装配体的智能化与自

自动化设计。本研究通过设计一个友好的用户界面,采用向导式方法,自动完成锤片式粉碎机的参数化设计,系统通过自动获取装配体下各零部件的设计参数并依据条件进行更改,实现对装配体模型的快速修改、建模。

系统结构组成如图 2 所示。

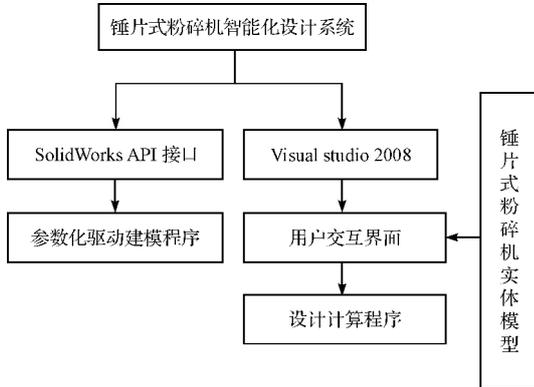


图 2 系统结构组成图

图 1 所示的锤片式粉碎机的主要零部件有带轮、齿轮、锤片以及轴等,本研究主要是通过获取零部件的主要参数并进行赋值来实现粉碎机的整体建模。在最初建模时就要确保装配体的整体参数是符合设计性能指标的,而在智能化参数驱动建模的过程中也要符合该依据。

装配体模型通常要考虑尺寸的配合问题,在三维参数化设计中零件的几何外形是由约束的数学关系式来定义的,而不仅仅取决于简单的、孤立的尺寸参数<sup>[10]</sup>,在本研究的锤片式粉碎机结构中主要是轴径与孔径的尺寸匹配,为了减少系统的复杂程度,在对主要零件的主要参数进行赋值驱动之前,本研究非主要参数利用建立方程式的方式与主要参数进行关联。

本研究的锤片式粉碎机的装配结构以及智能化系统的用户界面是依据上述思想进行设计的。

### 2.1 用户界面

一个系统的人机界面和人机交互能力是衡量该系统易用性的一个重要指标。良好的人机界面可以使用户在设计的过程中轻松自如,也可使系统易学易用<sup>[11-12]</sup>。本着系统总界面从信息查看直观、便于用户操作的角度出发,本研究构建了锤片式粉碎机参数化设计系统的总界面。该用户交互界面是以向导的方式来实现锤片式粉碎机的整体参数化设计过程。

### 2.2 锤片式粉碎机设计计算程序

该程序可将用户输入的参数与已知的相关参数相结合,按照预定的公式和步骤完成锤片式粉碎机的结

构参数和形状参数的设计计算。主要由以下模块组成:

(1) 主要参数分配子模块。根据输入的功率、转速以及带轮初选传动比来计算得到轴径的大小,确定传动比的分配;

(2) 带轮设计子模块。主要实现带轮的主要参数的计算;

(3) 齿轮设计子模块。通过初选小齿轮的齿数,配合前面所得的参数实现大、小齿轮的主要参数的计算;

(4) 锤片设计子模块。主要实现锤片形状的选择。

### 2.3 参数化驱动建模程序

该程序利用设计计算程序生成的参数,并通过 SolidWorks 的 API 接口函数控制 SolidWorks 进行实时建模。该程序主要实现带轮、齿轮以及锤片的三维实体模型的重建。

## 3 锤片式粉碎机智能化设计的实现

### 3.1 锤片式粉碎机智能化设计流程

该系统采用尺寸驱动法来实现锤片式粉碎机的参数化建模,依据自顶向下设计的思想,要实现装配体的整体驱动,而装配体是由零部件组装而成,且零件能够通过获取参数并赋值的方式进行尺寸驱动,那么先对装配体下的零件进行参数化设计,然后对装配体进行驱动就能实现装配体的参数化建模。根据分析思路确定设计流程,并采用尺寸驱动法参数化驱动锤片式粉碎机建模,其流程图如图 3 所示。

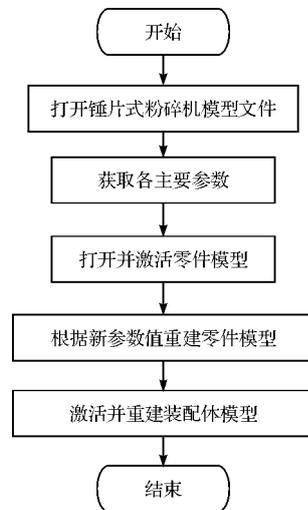


图 3 粉碎机建模流程图

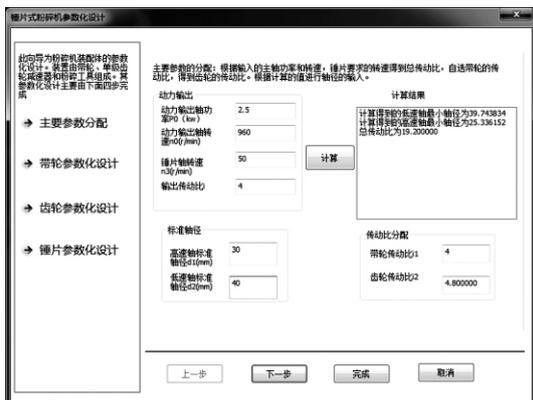
该系统以向导方式实现智能化过程,运行该系统时,首先进入用户交互界面,用户根据设计要求输入相

关数据,数据采集完成后,系统自动运行锤片式粉碎机计算设计程序获取用户输入参数,完成各形状参数与结构参数的设计计算,接着参数化驱动建模程序利用设计计算程序生成的参数,并且根据图 3 所示的参数化建模过程,将获取的参数自动与各零部件需要进行

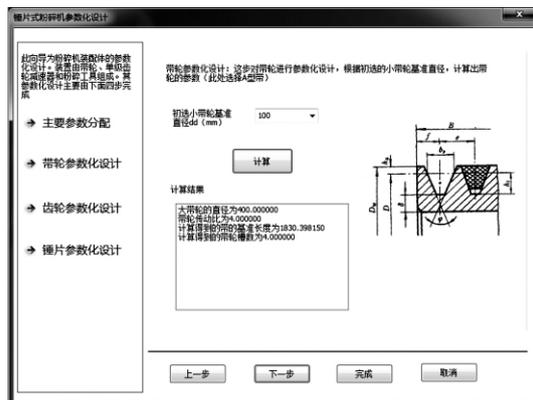
参数化驱动的参数关联起来,完成各零部件模型的自动快速修改与建模。

### 3.2 设计计算及参数化驱动实现过程

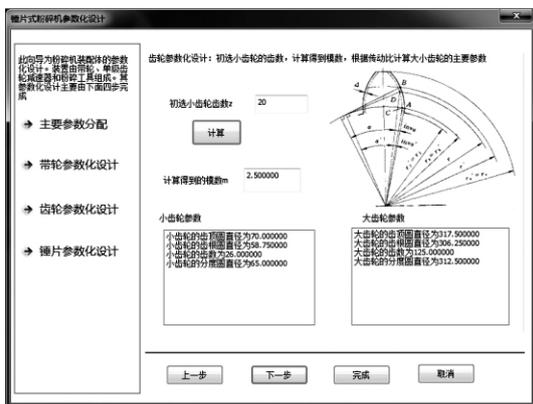
锤片式粉碎机参数化驱动的具体用户界面,如图 4 所示。



(a) 主要参数分配界面



(b) 带轮设计计算界面



(c) 齿轮设计计算界面



(d) 锤片形状选择界面

图 4 参数化用户界面

本研究根据图 3 所示的流程图,以参数化驱动装配体模型下的同步带轮为例,说明了具体的参数化设计实现程序。为了方便说明主要尺寸的参数化,在此,带轮零件中部分与主要尺寸有关的次要尺寸在建模的过程中采用方程式进行关联。

首先,利用 ISldWorks 对象的 OpenDoc6() 函数打开要进行参数化的装配体;然后,打开装配体下的零件,激活零件文件后采用 IModelDoc2 对象的 IParameter() 函数选取参数;再运用 IDimension 对象的 ISetSystemValue3() 函数进行赋值。实现程序如下:

```
//打开装配体下的零件
CComPtr < IModelDoc2 > modelDoc;
hRes = m_iSldWorks -> get_IActiveDoc2 ( &modelDoc );
CComPtr < IAssemblyDoc > assemblyDoc;
hRes = modelDoc -> QueryInterface ( IID_IAssemblyDoc ,
```

```
( LPVOID * ) &assemblyDoc );
CComBSTR para1( L" 大带轮改@ 装配体( 小轴) @ 装配体( 总)");
CComBSTR para5( L" COMPONENT");
hRes = modelDocExt -> SelectByID2( para1 ,para5 , 0 , 0 , 0 , false , 1 , NULL , 0 , &retval );
hRes = assemblyDoc -> OpenCompFile( );
//激活零件文件
CComBSTR para2( L" 大带轮改. SLDPR1");
CComPtr < IModelDoc2 > modelDoc1;
hRes = SwApp -> IActivateDoc3 ( para2 , false , &err , &modelDoc1 );
//选取要驱动的参数并赋值
CComBSTR para6( L" D6@ 草图 1"); // D6@ 草图 1 是带轮的直径 D
CComPtr < IDimension > retvalDimen;
hRes = modelDoc1 -> IParameter( para6 &retvalDimen );
hRes = retvalDimen -> ISetSystemValue3( dadailun/1000 ,
```

```
swSetValue_InThisConfiguration , 1 , 0 , &retv1);
```

```
hRes = modelDoc1 -> EditRebuild3( &retval);
```

带轮中其他要进行参数化的参数采用同样的函数方法进行获取和赋值, 当所有要驱动的参数赋值完全, 关闭零件文件。当所有零件都已经完成参数化过程, 激活装配体文件, 重建装配体。代码如下:

```
//关闭零件文件
```

```
hRes = SwApp -> CloseDoc ( para2);
```

```
//激活并重建装配体文件
```

```
CComPtr < IModelDoc2 > modelDoc7;
```

```
CComBSTR para32( L" 装配体( 总) .SLDASM");
```

```
hres = SwApp -> IActivateDoc3 ( para32 , false , &err ,  
&modelDoc7);
```

```
hRes = modelDoc7 -> EditRebuild3( &retval20);
```

## 4 系统运行结果

锤片式粉碎机装配体参数化建模的程序运行结果如图5所示。

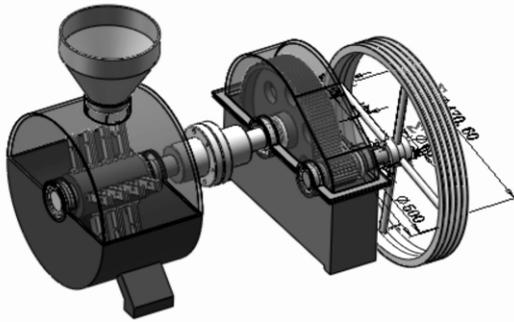


图5 程序运行结果

程序运行前建模时初选的小带轮( 装配图中未画出)的基准直径定为 100 mm, 两带轮之间的传动比选为 4。现选小带轮的基准直径为 125 mm, 运行程序, 并显示零件特征尺寸。从程序运行结果可以看出, 大带轮的直径由最初建模时的 400 mm 经程序运行后变为 500 mm, 从而达到参数化装配体的目的。

## 5 结束语

本研究主要介绍了自主设计的锤片式粉碎机的相关结构以及智能化设计的实现过程, 在 Visual studio 2008 的集成开发环境下, 通过动态链接库 DLL 调用

SolidWorks API 函数进行二次开发, 借鉴尺寸驱动法设计了针对自主设计的锤片式粉碎机的智能化设计 CAD 系统, 开发了良好的用户界面。该系统通过建立各零部件设计子模块, 驱动零部件的参数来实现锤片式粉碎机整体自动化建模, 系统既可以实现单个零部件的参数化建模, 也可以实现装配体的总体建模。并由此提出装配体的参数化方法: 采用分别实现零部件的参数化建模的方法来实现装配体的参数化设计。

系统的运动结果表明, 本研究提出的方法可以快速、有效地实现锤片式粉碎机的整体参数化建模, 缩短产品的设计开发时间, 提高其竞争力。

## 参考文献 (References):

- [1] 武艳慧. Pro/ENGINEER 在机械原理教学中的应用 [J]. 农村牧区机械化, 2010(3): 46-48.
- [2] 翟 彤. 基于 SolidWorks 二次开发的零件参数化设计 [J]. 武汉工业学院学报, 2007, 26(1): 49-52.
- [3] 孙 斐. 自顶向下的旋转阀参数化设计 [J]. 食品与机械, 2011, 27(2): 85-87.
- [4] 姚辉苗 寇子明. 基于 SolidWorks 的换绳组件关键零件参数化设计 [J]. 煤矿机械, 2013, 34(5): 259-261.
- [5] 刘 永. 用 VB 对 SolidWorks 进行二次开发的方法. 湖北汽车工业学院学报, 2009, 23(2): 60-62.
- [6] 赵 盼 张 燕 薛 峰 等. 基于 SolidWorks 二次开发的零件三维参数化设计及装配 [J]. 科学技术与工程, 2010, 10(7): 1674-1678.
- [7] 李向阳. SolidWorks 二次开发的研究 [J]. 制造业信息化, 2008(2): 37-38.
- [8] 王 与 王顺喜. 饲料粉碎机发展现状分析 [J]. 粮食与饲料工业, 2007(10): 29-32.
- [9] 付 捷 崔 勇 罗 钢 等. 锤片式粉碎机在酒厂曲块粉碎中的应用 [J]. 包装与食品机械, 2011(4): 67-68, 71.
- [10] 朱冬云 林延延. 基于 SolidWorks 的铣床顶尖座三维参数化设计 [J]. 机械制造, 2008, 46(6): 32-34.
- [11] 欧长劲 苏之晓 李 燕. 基于 Solidworks API 的参数化设计及智能装配的研究 [J]. 轻工机械, 2012, 30(5): 69-72.
- [12] 于 洋 贺 栋 魏苏麒. 基于 SolidWorks 二次开发的智能装配技术研究 [J]. 机械设计与制造, 2011(3): 6-9.

[编辑: 张 翔]