

doi:10.16055/j.issn.1672-058X.2015.0012.012

# 基于 UG 环境下对涡旋压缩机参数化设计模拟与仿真\*

聂 新, 张国进, 董光辉

(重庆理工大学 机械工程学院, 重庆 400054)

**摘 要:**针对分析涡旋压缩机的运动机构和运动规律研究,基于通用涡旋压缩机的基本原理,利用 UG 环境下利用参数化建立涡旋压缩机基本三维涡旋实体模型,模拟涡旋压缩机基本运动进行运动仿真;得到涡旋压缩机基本运动参数曲线,并保证涡旋压缩机设计的正确性,从而提高了设计产品的质量。

**关键词:** 涡旋压缩机;UG;参数化;建模;仿真

**中图分类号:** HT455      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1672-058X(2015)12-0056-05

Unigraphics(UG)是西门子公司发布的基于计算机辅助设计制造的软件,很大程度用于机械制造、磨具生产、汽车设计、家用电器制造、航空军事等领域,目前在世界上是比较通用的 CAD/CAM/CAE 软件之一。现代机械加工离不开计算机和工程软件,即计算机辅助制造-CAM<sup>[1]</sup>。UG 软件可以实现三维建模,曲面设计,虚拟装配,可以直接生成二维工程图,也可以进行有限元分析,运动分析和力学分析,运动仿真分析<sup>[2]</sup>。虚拟样机技术是一种数字设计方式,它是基于虚拟样机平台来实现的。它整合多项技术,如:三维实体建模,运动仿真、信息技术的机械设计和制造。利用 UG 技术对涡旋压缩机进行实体建模,对涡旋压缩机的运动机构和运动规律进行仿真模拟。从而对涡旋压缩机产品设计和制造做出理论上的参考和研究。

## 1 涡旋压缩机的原理

涡旋式压缩机已经成为第三代压缩机典型代表产品,它是 20 世纪 80 年代发展起来的一种新式压缩机,其具备工作效率高、自身体积小、工作噪音低、机构简单且运转工况平稳等特质。涡旋式压缩机属于容积式流体机械。它包括动盘、静盘、十字防滑机构、曲轴、和箱体等<sup>[5]</sup>(图 1)。涡旋压缩机静盘与动盘错开 180°装配,从而形成月牙腔,实现周期性容积变化。当曲轴转过一定角度,带动防自转机构,使得动盘实现回转平动运动似的动盘和静盘相互啮合形成月牙形的腔体,形成周期性的变化。从而完成涡旋压缩机的吸气和排气周期性的变化过程(图 2)。

## 2 曲线设计图

### 2.1 共轭泛函型线

基本涡旋型线是由几何共轭齿廓曲线的微分关系构成<sup>[3]</sup>(图 1),根据弧微分方程理论所形成的平面曲线,涡旋通用型线的广义泛函方程的集成形式为

收稿日期:2015-03-18;修回日期:2015-04-26.

\* 基金项目:重庆市科技攻关计划项目(CSTC2011AC6086).

作者简介:聂新(1990-),男,四川安岳人,硕士研究生,从事新能源汽车空调涡旋压缩机设计理论研究.

$$S(x) = C_0 + C_1\psi + C_2\psi^2 + \dots + C_n\psi^n = \sum_{k=0}^n C_k\psi^k$$

式中: $k=1,2,3,\dots,n$ 。图 3 中: $S$  为弧长; $n$  为法线; $t$  为切线; $\rho$  为曲率半径; $c$  为曲率中心; $\psi$  为切向角。

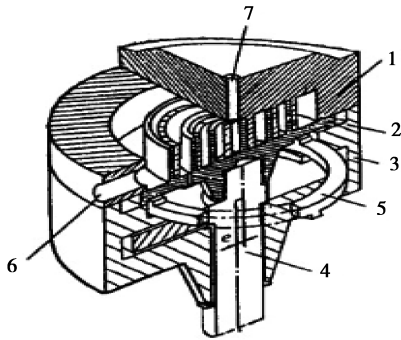


图 1 涡旋压缩机剖视图

1—静盘;2—动盘;3—支架体;4—曲轴;  
5—防自转机构;6—进气口;7—排气口

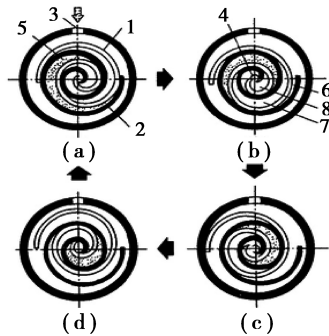


图 2 涡旋压缩机工作过程

1—动盘;2—静盘;3—进气口;4—排气口;  
5—压缩腔;6—吸气过程;7—压缩过程;  
8—排气过程

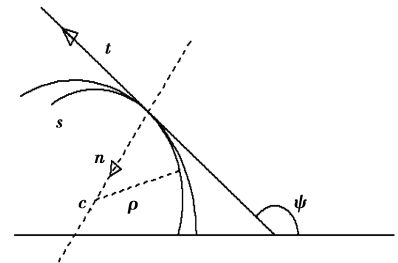


图 3 曲线微分关系

## 2.2 Matlab 绘制型线图

Matlab 是由美国 MathWorks 公司发明的一种运算软件。它主要是面向科学计算,可视化和交互式程序设计领域。MATLAB(MATRIX LABORATORY,矩阵实验室)是一种以矩阵运算为基础的交互式程序语言,偏向针对科学计算、工程运算和制图的要求<sup>[4]</sup>。

针对涡旋压缩机的型线设计有多种方式,主要有圆渐开线、阿基米德螺旋型线、通用螺旋型线等。利用 Matlab 设计型线的主要程序如下:

```
clear all;clc;
ADian1=[];ADian2=[];ADian11=[];ADian21=[];
rb=1;
for b=0:pi/100:8*pi
Mz=[cos(b) sin(b) 0; -sin(b) cos(b) 0; 0 0 1];
OB=rb*[1 0 0]*Mz;
BM=rb*b*OB/norm(OB)*[0 -1 0;1 0 0;0 0 1];
OM=OB+BM;
i=pi/2;Mz1=[cos(i) sin(i) 0; -sin(i) cos(i) 0; 0 0 1];
OM1=OM*Mz1;
ADian1=[ADian1;OM];
ADian11=[ADian11;OM1];
Omm=OM*[-1 0 0;0 -1 0;0 0 1];
Om=Omm-[0pi/2 0];
Om1=Omm-[0 pi/2 0];
ADian21=[ADian21;Om1];
end
figure(1);
plot(ADian1(:,1),ADian1(:,2))
hold on
plot(ADian11(:,1),ADian11(:,2))
hold on
```

```

plot(ADian2(:,1),ADian2(:,2),'r')
hold on
plot(ADian21(:,1),ADian21(:,2),'r')
grid on
axis equal

```

利用 Matlab 软件绘制出通用螺旋曲线如图 4 所示。

### 3 模型设计

#### 3.1 涡旋压缩机机构模型<sup>[5]</sup>

涡旋压缩机机构模型包括 4 个构件,曲柄、动盘、静盘、十字防滑块。其中运动轨迹由曲柄运动所限制,机架与静涡旋固定为一体(图 5)。机构自由由  $F=3n-(2p_1+p_h)$ <sup>[6]</sup> 确定,式中: $n$ -活动构件数; $p_1$ -运动低副; $p_h$ -运动高副。由图 5 可知机构的自由度为 1。图 5 中看出在曲柄转动带动下动涡旋做周期的回转运动。

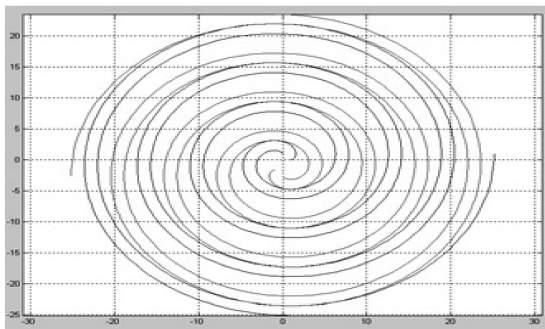


图 4 涡旋螺旋曲线

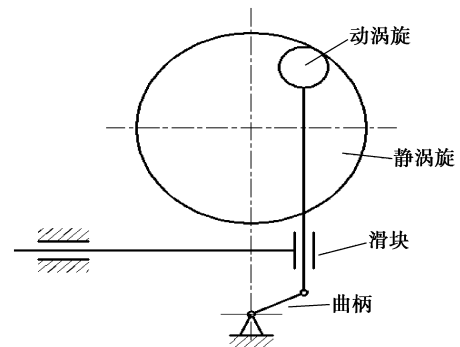


图 5 涡旋压缩机机构图

#### 3.2 三维实体参数化建模

涡旋盘的结构复杂多变。由于型线的不同可构成不同的涡旋盘。常用的型线圆渐开线、多边形渐开线、阿基米德型线和通用涡旋曲线等。参考王立存教授的通用涡旋曲线进行参数化设计。如图 6-图 10 为涡旋压缩机基本零件图。

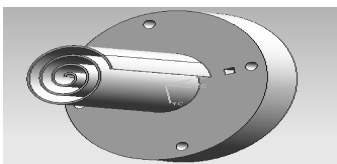


图 6 静盘



图 7 动盘

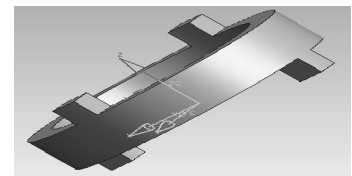


图 8 十字滑块

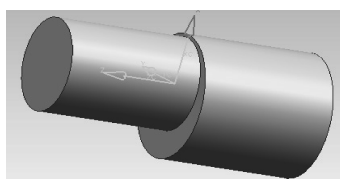


图 9 曲柄

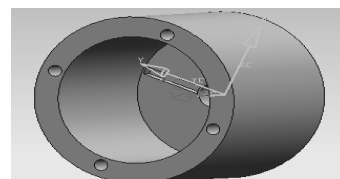


图 10 箱体

## 4 仿真实现

在 UG 环境之下对三维实体模型装配好之后对其添加相应的约束。在软件中将曲轴的转速设置为 2 750 r/min。各个零部件之间约束关系如表 1 所示。

表 1 各个零部件关系

序号	零件	运动副类型
1	箱体	固定
2	偏心轴、动盘	铰接
3	静盘	相对固定
4	十字滑环	点线

在 UG 软件中,将各项零件装配之后,利用运动仿真功能分析机构的干涉分析、机构的运动的轨迹。以及机构的加速度、机构所受的作用力与反作用力以及力矩等(图 11)。图 11 中为涡旋压缩机添加完各种运动副之后的效果。利用 UG 运动仿真进行仿真,然后利用生成图表功能生成图 12。

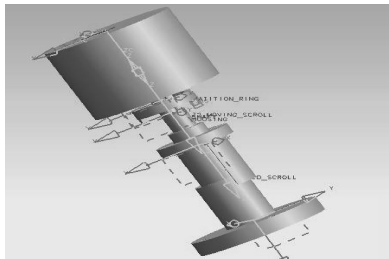


图 11 运动仿真图

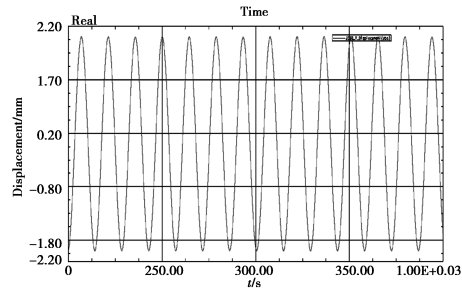


图 12 十字滑块的位移

图 12 中可以看出十字滑块做周期性的回转运动,这与涡旋压缩机机构分析中由曲柄的作用下机构做周期性的回转运动相符。图 13 表明十字滑块每转过 90°位移达到最大值或最小值。所受力也做相同的周期性变化。动盘分析结果与十字滑块所做运动类似,也做周期性的回转运动变化。与实际涡旋压缩机运动工况相同(图 13-图 15)。图 16 中表明静盘在整个运动过程中没有位移的变化,这个实际工况过程中静盘运动情况相同。

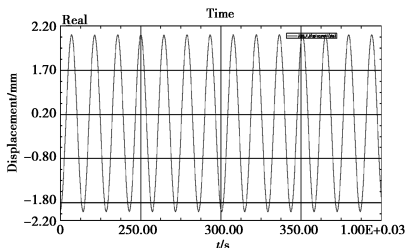


图 13 十字滑块所受的力

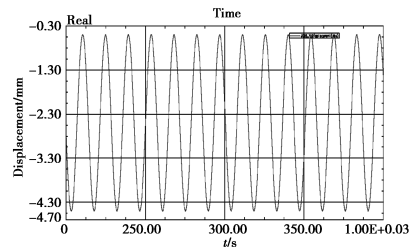


图 14 动盘的位移

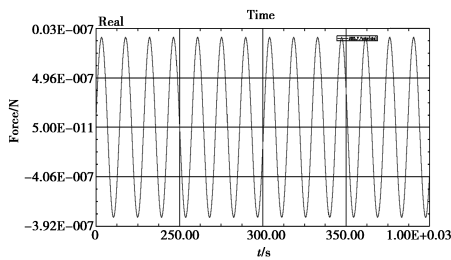


图 15 动盘所受的力

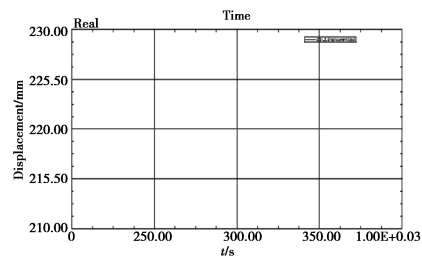


图 16 静盘的位移

## 5 小 结

以 UG 软件作为平台对涡旋压缩进行了三维建模和运动仿真。技术实现了对涡旋压缩的力学分析和运动规律研究;对涡旋压缩机的参数化设计对涡旋压缩机的生成和设计提供了必要的参考,以及减轻了设计人员的设计周期;达成了快速建模和分析,能够快速获得涡旋压缩机的各项参数,为涡旋压缩机的设计制作供应了新的思路。

### 参考文献:

- [1] 廖西平.探讨 SolidWorks 建模的几个问题[J].重庆工商大学学报:自然科学版,2011(3):281-283
- [2] 黎震,刘磊.UG NX6 中文版应用与实例教程[M].北京:北京理工大学出版社,2009
- [3] 王立存,陈进,李世六,等.基于泛函的涡旋型线共轭啮合理论[J].机械工程学报,2007(3):50-53
- [4] 尚涛.基础及其应用教程[M].北京:电子工业出版社,2014
- [5] 刘振全,杜桂荣.涡旋压缩理论机构模型[J].机械工程学报,1999(2):39-42
- [6] 孙恒,陈作模,葛文杰.机械原理[M].北京:高等教育出版社,2006
- [7] 段文军,张悦,岳翠萍,等.基于 DCS 的自动灌装码垛循环控制系统设计[J].包装工程,2015(17):72-75

## The Modeling and Simulation of Scroll Compressor Parametric Design Based on UG

**NIE Xin, ZHANG Guo-jin, DONG Gung-hui**

(College of Mechanical Engineering, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400054, China)

**Abstract:** By analyzing the scroll compressor's motion mechanism and motion laws, based on the fundamental of universal scroll compressor, the scroll compressor's basic-dimensional solid model of vortex in UG environment is set up by parameterization. The basic motion of scroll compressor is simulated, and the basic movement parametric curve of scroll compressor is got to make sure the scroll compressor's correctness of the design and increase the quality of design products.

**Key words:** scroll compressor; UG; parameterization; modeling; simulation