

# 基于SolidWorks轮胎花纹设计系统开发的研究

葛华辉, 丁毅, 陈进富, 应莲花, 董玉德\*

(合肥工业大学 机械工程学院, 安徽 合肥 230009)

**摘要:**针对轮胎花纹设计过程中需要大量重复性操作的问题,创建了一种以SolidWorks为二次开发平台的轮胎花纹设计系统。结合轿车圆弧形胎肩轮胎花纹设计实例,介绍了该系统通过在对话框中输入参数和从数据库中选择参数的方法,来实现自动化的轮胎轮廓计算,完成自动三维模型建立和参数化设计。阐述了轮胎花纹设计的2种方法:交互界面式轮胎花纹节距设计及其自动装配与轮胎花纹的花纹沟参数化设计。研究表明,该系统可以更加方便、智能地设计轮胎花纹。

**关键词:**轮胎花纹;SolidWorks;Visual C++6.0;二次开发

**中图分类号:**TQ336.1;TP391.72 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8171(2016)10-0587-05

随着社会经济的发展,汽车越来越普及,而轮胎决定着汽车的舒适性和安全性等,因此轮胎的设计变得越来越复杂且越来越重要,现在随着计算机辅助设计技术的引入,采用CATIA,UG和SolidWorks等三维软件进行绘图,极大地缩短了轮胎的设计周期,提高了轮胎的设计质量。目前,企业与各大高校都在研究轮胎花纹设计的CAD二次开发技术。这些研究主要有:基于语义的轮胎3D花纹设计<sup>[1]</sup>;轮胎胎面花纹系统设计<sup>[2]</sup>;子午线轮胎CAD系统<sup>[3]</sup>;轮胎模具花纹块系统<sup>[4]</sup>;轮胎二维CAD系统<sup>[5]</sup>;基于CAA-RADE的轮胎花纹参数化设计<sup>[6]</sup>等。

本工作是用Visual C++6.0调用SolidWorks API函数来实现对SolidWorks的二次开发,通过安装SolidWorks API SDK.msi开发包,采用基于组建对象模型(COM)技术,在Visual C++6.0平台上构建\*.dll格式的文件,形成SolidWorks的插件,从而实现了对SolidWorks进行二次开发。根据用户的设计要求,在对话框中输入参数,调取数据库中所需轮胎规格与轮辋的参数,通过相应的计算公式,对这些参数进行自动化整理与计算,生成轮胎的三维模型,然后采取两种方法对胎面花纹进行开发

设计。第1种方法为建立用户交互界面,用户设计轮胎节距胎面花纹的草图,程序自动生成特征,再根据用户在对话框中输入轮胎节距的排列组合顺序<sup>[7]</sup>,程序来完成自动装配,这些重复性高且繁琐的装配工作,如果依靠手工去操作装配,很容易错误而且工作量大,利用程序自动装配则可以解决这个问题。第2种方法为用户设计好最初级的轮胎花纹,如横向花纹、纵向花纹和混合花纹等,程序对用户绘制的轮胎花纹的花纹沟进行参数化设计,用户通过在对话框中输入需要改变的参数,程序自动完成轮胎花纹的三维建模,便于用户接下来的花纹优化设计与有限元模拟分析等后续工作的开展。设计流程图如图1所示。

## 1 轮胎外胎轮廓参数化设计

### 1.1 轮胎的分类

轮胎按帘布层中帘线排列的方向不同分为斜交轮胎和子午线轮胎。轮胎按用途分,可以分为轿车轮胎、载重轮胎、工程机械轮胎和农业轮胎等。每一种轮胎按照胎肩,又可以分为圆弧形胎肩轮胎、切线形胎肩轮胎和反弧形胎肩轮胎<sup>[8]</sup>等。

轮胎轮廓参数化设计主界面采用非模态对话框,利用Tree Control对轮胎的不同类型进行描述,如图2所示。

### 1.2 轿车圆弧形胎肩轮胎参数化设计

以轿车圆弧形胎肩轮胎为例,对其参数化程序

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(51275145)

**作者简介:**葛华辉(1994—),男,浙江台州人,合肥工业大学本科生,主要进行计算机辅助设计的学习和研究。

\*通信联系人

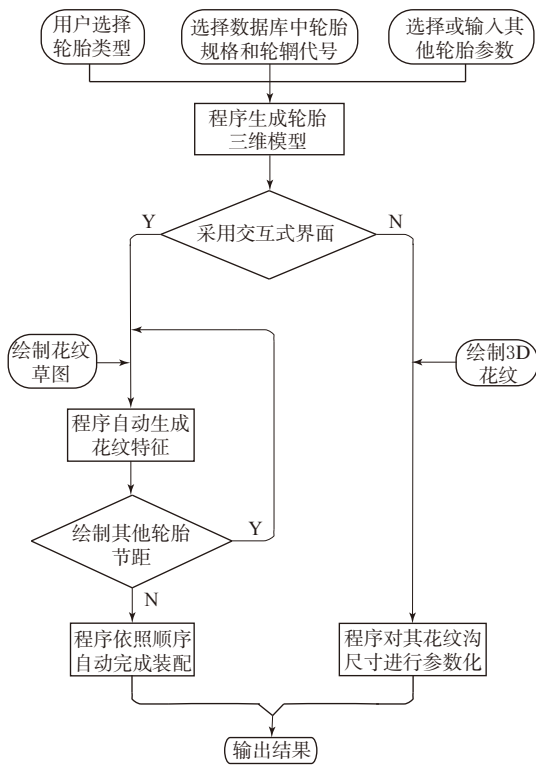


图1 轮胎花纹设计流程

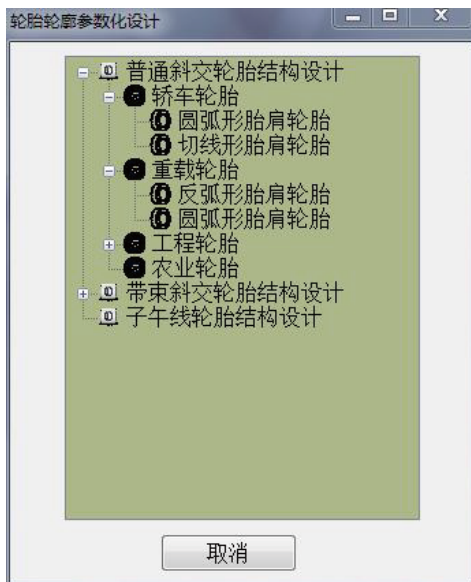


图2 轮胎轮廓参数设计主界面

设计过程进行介绍。

### 1.2.1 数据库的建立

由于轮胎外胎的尺寸有许多都是有标准参数的,不同规格的轮胎和轮辋对应着不同的参数。因此,为提高设计人员的工作效率,把轮胎规格与

轮辋规格的参数写进数据库中。采用Access2003数据库进行数据存储,图3为数据库显示的部分数据界面。

ID	轮胎规格	轮辋宽度1/mm	轮辋宽度2/mm	外直径2/mm	R/P	备胎材料
1	9.00-20	182	226	1022	1.135	W
2	7.50-20	127	186	950	1.185	W
3	9.00-20	178	224	1012	1.123	W
4	8.00-20	152	217	1012	1.159	W
5	7.50-20	140	192	891	0.995	W
6	18.4-20	406	460	1531	0.830	W
7	11-24	254	300	1066	0.983	W
8	23.5-25	495	590	1615	0.832	W
9	29.5-29	635	760	2008	0.840	W
10	12.00-24	254	350	1370	1.083	R
11	14.00-24	218	343	1370	1.102	R

图3 不同规格的轿车轮胎参数界面

使用具有强大数据处理功能和极其简单、易用的编程接口ADO进行编程。利用Connection对象来处理与数据库的连接,然后用UDL文件与数据库建立连接。

### 1.2.2 轮胎轮廓参数化驱动程序

在SolidWorks平台上设计参数化模型有两种方法,一种是模型驱动法<sup>[9]</sup>,另一种是尺寸驱动法。模型驱动法使用程序编写建模过程,从创建草图,绘制草图到生成特征,过程十分繁琐,对编程人员的要求比较高且这种方法在SolidWorks平台上自动建模很慢,效率低,因此采用尺寸驱动法为宜。

尺寸驱动法为在保持零件模型结构不变的情况下,利用程序改变零件草图的尺寸,从而改变零件模型的尺寸大小,这就对模型建模的要求比较高。为了满足模型结构不随尺寸改变而发生改变的要求,采用SolidWorks自带的方程式功能对某些尺寸进行相互关联,绘制草图时利用垂直和相切等几何关系约束轮胎轮廓的结构。

尺寸驱动法的代码及解释如下,设计的参数界面与生成的零件图如图4所示。

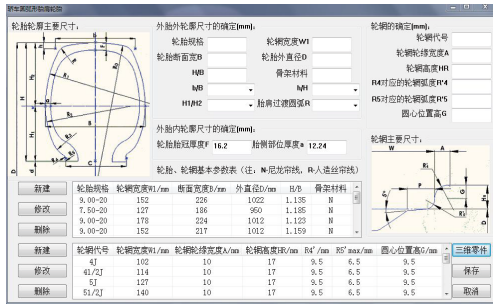
```
CComBSTR fileName (_T (".....SLDPRT")); //定义文件名。
```

```
Long Options=swOpenDocOptions_Silent; //定义打开文件方式。
```

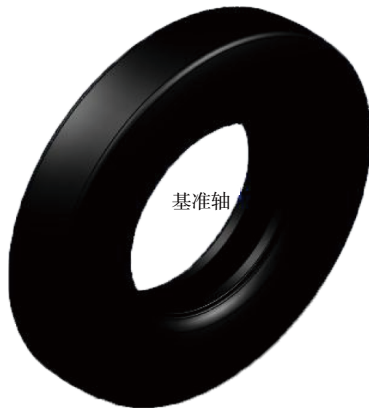
```
hres = m_iModelDoc->QueryInterface ( IID_IPartDoc, (LPVOID*)&partDoc); //得到指向当前零件文档的接口指针。
```

```
hres = m_iModelDoc->IPParameter (L"D1@草图1",&retvalDimen); //指定要修改草图尺寸,这里的草图尺寸为D1@草图1。
```

```
hres = retvalDimen->ISetSystemValue3 ( (m_
```



(a) 参数界面



(b) 零件效果图

图4 轿车圆弧形胎肩轮胎参数界面及生成零件效果

a)/1000,swSetValue\_InThisConfiguration,1,0,&retv); //草图尺寸对应的变量m\_a,因为Visual C++6.0中m\_a在SolidWorks2012单位为米,因此要进行转换。

```
retvalDimen.Release();
m_iModelDoc->EditRebuild3(&retval); //重新建模。
m_iModelDoc->ViewZoomtofit2(); //调整视图为全屏显示。
```

## 2 轮胎胎面花纹设计

### 2.1 交互界面式轮胎花纹设计

交互界面式轮胎花纹设计的界面如图5所示。通常一个完整的轮胎,都是由几十或者上百个轮胎节距经过设计人员排列组合进行装配的,工作量极其繁重。鉴于工作繁琐且容易出错,为此用程序来代替手工操作。

#### 2.1.1 轮胎节距的生成

用户通过选择图5中的单元数,确定要绘制的轮胎节距数目,现以生成一个轮胎节距为例描述,



图5 交互界面式花纹设计界面

首先点击绘制草图1按钮,用户进行第1个轮胎节距草图绘制,然后点击生成并保存1,程序生成相应的特征并保存轮胎节距1,代码与解释如下。

```
swDocExt->SelectByID2(L"基准面3",
L"PLANE", 0.0, 0.0, 0.0, VARIANT_
FALSE, 0, NULL, swSelectOptionDefault,
&bRetVal); //选择基准面3。
```

```
swDoc->InsertSketch2(VARIANT_TRUE);
//在基准面3中添加草图。
```

```
然后用户输入需要设计的轮胎2D花纹。
swDocExt->SelectByID2(L"曲面-等距1",
L"REFSURFACE", ..... swSelectOptionDefault,
&bRetVal); //选择曲面-等距1。
```

```
swDocExt->SelectByID2(L"草图2",
L"SKETCH"..... swSelectOptionDefault,
&bRetVal); //选择草图2,即用户绘制的轮胎2D
花纹草图。
```

```
swFeatMgr->FeatureCut(VARIANT_
TRUE, VARIANT_FALSE, VARIANT_FALSE,
swEndCondUpToSurface, ....., &swFeat1); //
swEndCondUpToSurface代表拉伸切除特征切除到
下一面,即切除到曲面-等距1。
```

#### 2.1.2 轮胎节距自动装配

根据上述方法绘制的各个轮胎节距,用户输入的总节距和用户输入的轮胎节距,进行自动装配。代码与解释如下。

```
switch (m_1) //利用swich函数,根据对话框
```

中EDIT输入的数字,判断选择插入的轮胎节距 $x$ 。

```
swDocExt->SelectByID2 (sFirstSelection,
L"PLANE", 0, 0, 0, true, 1, NULL,
swSelectOptionDefault, &retVal); //选择要装配
零件的面sFirstSelection。
```

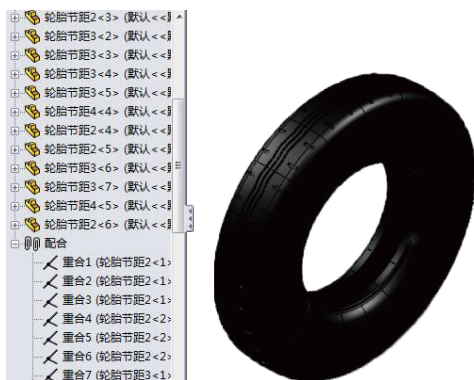
```
swDocExt->SelectByID2 (sSecondSelection,
L"PLANE", 0, 0, 0, true, 1, NULL,
swSelectOptionDefault, &retVal); //选择另一个
面sSecondSelection。
```

```
swAssy->AddMate3 (swMateCOINCIDENT,
swMateAlignANTI_ALIGNED, TRUE, 0, 0,
0, 0, 0, 0, 0, 0, false, &IMateError,
&swMate1); //添加重合配合。
```

生成的效果图如图6所示。



(a)



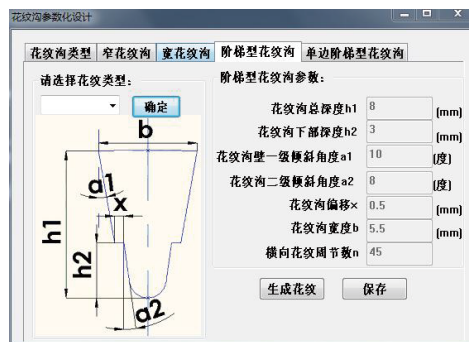
(b)

图6 轮胎花纹效果

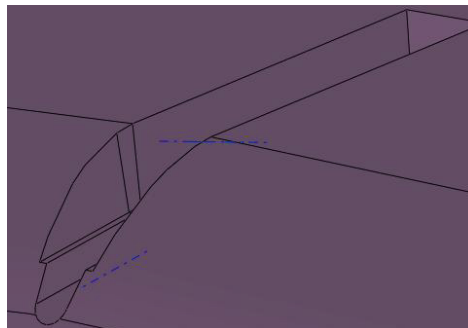
## 2.2 轮胎花纹的花纹沟参数化设计

本工作轮胎花纹的花纹沟参数化设计采用的是尺寸驱动法,关键点在于花纹的建模,使尺寸改变时轮胎花纹的结构不发生改变。经过多次尝试,排除了利用包覆特征和等距曲面再拉伸切除

特征生成轮胎花纹的可能性。最后采取用扫描特征来对轮胎花纹进行建模,可以保证上述要求。程序代码与轮胎轮廓参数化类似,界面采用Tab Control。阶梯型花纹沟参数化设计界面与花纹效果图如图7所示。



(a) 参数化设计界面



(b) 花纹效果

图7 阶梯型花纹沟参数化设计界面与花纹效果

## 3 结语

本工作对轮胎花纹系统在SolidWorks平台上的开发做了简要的讨论。针对轿车圆弧形胎肩轮胎花纹设计过程实例,讨论了两种不同的花纹开发方法,分析了其中采用的关键技术并给出了相应的思路、实施方法和代码与解释。整个方案已经通过一套VisualC++6.0上开发的程序,在SolidWorks平台上运行、测试,高效、智能地实现了轮胎花纹的设计功能。

## 参考文献

- [1] 董玉德,张金巨,白苏诚,等. 基于语义的轮胎3D花纹自定义特征研究[J]. 汽车工程学报,2015,5(2):90-100.
- [2] 朱茂桃,崔成龙,王国林,等. 轮胎胎面花纹的参数化设计[J]. 轮胎工业,2009,29(7):400-403.
- [3] 黄文龙,杨卫民,聂秋海,等. 基于Windows平台的子午线轮胎CAD

- 系统[J],北京化工大学学报,2000,27(4):99-102.
- [4] 张萍,魏修亭. 基于UG的轮胎模具花纹块造型系统开发[J]. 山东理工大学学报(自然科学版),2009,23(3):59-62.
- [5] 刘大众. 视窗平台图形界面的轮胎CAD系统[J]. 轮胎工业,2001,21(3):135-142.
- [6] 鲁军. 基于CAA-RADE的轮胎三维花纹参数化设计[J]. 轮胎工业,2014,34(5):272-276.
- [7] 白苏诚,张金巨,张荣团,等. 基于CATIA/CAA的轮胎多节距自动装配[J]. 轮胎工业,2015,35(10):603-606.
- [8] 梁守智,钟延堃,张丹秋. 橡胶工业手册[M]. 北京:化学工业出版社,1993.
- [9] 王文波,涂海宁,熊君星. SolidWorks2008二次开发基础与实例(VC++)[M]. 清华大学出版社,2009.

收稿日期:2016-05-15

## Development of Tread Pattern Design System Based on SolidWorks

GE Huahui, DING Yi, CHEN Jinfu, YING Lianhua, DONG Yude

(Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

**Abstract:** A tread pattern design system based on the secondary development on the SolidWorks platform was established which would reduce a large number of repetitive operations in the normal design process. The system was introduced in details by taking an example of tread pattern design for arc-shaped tire shoulder of a passenger car tire. It was designed to achieve automatic calculation of tire profile, building of 3D model and parametric design by inputting parameters in the dialog box and selecting parameters from the database. Two methods of tread pattern design were presented: one was the interactive interface design of pattern pitch and consequently automatic assembly, and the other was parametric design of the tread pattern groove. The results showed that based on this system, tread pattern design was more convenient and intelligent.

**Keyword:** tread pattern; SolidWorks; Visual C++6.0; secondary development

### Omni联合公司新推出一款拖车子午线轮胎

中图分类号:TQ336.1 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com)2016年6月16日报道:

Omni联合公司为多用途拖车新推出一款子午线轮胎。新Radar Angler RST 22轮胎(见图1)是专为重载旅行拖车、船用拖车和折叠宿营拖车设

计的。

Omni称,Radar Angler RST 22轮胎的负荷能力较大,单胎负荷范围为617~1 796 kg(1 360~3 960 lb),负荷指数为91~128。

轮辋直径为330~406 mm(13~16英寸)的7个关键规格已上市:ST175/80R13,ST205/75R14,ST215/75R14,ST205/75R15,ST225/75R15,ST235/80R16和ST235/85R16。

Radar Angler RST 22轮胎有如下特点:开放的胎面肩部花纹提高牵引力;坚固的胎体采用高密度、大直径聚酯帘线提高强度和耐久性,高强度钢丝带束层满足高负荷需求,提供稳定的接地印痕。

公司称,降低行驶轮胎胎面温度的新胶料和花纹设计延长了轮胎使用寿命。Radar Angler RST 22轮胎胎侧较低而刚性很大,可减小胎侧屈挠,使拖车直线行驶性更好,降低摆动风险。

(吴秀兰摘译 赵敏校)



图1 Radar Angler RST 22轮胎