基于CATIA的轮胎花纹建模工具的开发

张方亮[1],董玉德[2],刘彦超[1],杨　洋[1],白苏诚[1]

[1. 佳通轮胎(中国)研发中心,安徽 合肥　230601;2. 合肥工业大学 机械工程学院,安徽 合肥　230009]

摘要:提出一种基于CATIA二次开发技术的轮胎3D花纹辅助建模工具的方案。使用CAA+DLL的CATIA二次开发手段提出的智能化轮胎3D花纹建模方案由沟型花纹设计模块和沟间交汇连通模块组成。3D花纹建模工具使用自定义特征的设计方法,可以保证生成的花纹沟为独立的整体,极大地降低了文件的复杂性,并可大幅提高建模效率。

关键词:轮胎;二次开发;3D花纹

中图分类号:TQ336.1+1;TP391.7　　**文献标志码:**A　　**文章编号:**1006-8171(2018)00-0000-04

轮胎按结构可分为斜交轮胎和子午线轮胎。随着轮胎行业设计经验的不断积累和设计理论的不断完善[1],结合CAD及其二次开发快速发展,国内外一些科研机构和企业均借助计算机辅助设计,将已有的轮胎设计规范和理论应用到实践中,提升轮胎的设计效率和质量。在花纹设计方面,为提高设计效率和质量,子午线轮胎CAD系统[2]给出一种基于CAD的轮胎断面轮廓图、花纹图和侧面图自动分析优化方法;CAD三维轮胎数字化模型开发设计平台[3]提出一种智能化轮胎设计概念,可以通过需求表示、需求分析预处理,建立轮胎知识库和轮胎零件库等方法,实现花纹沟计算和造型确立,输出轮胎花纹样式。在结构设计方面,子午线轮胎CAD/CAE与优化设计[4]提出一种数字化方法,可规划轮廓曲线形状,在一定程度上提高了外轮廓设计的自由度,同时还提出了一种高效轮胎仿真综合分析系统(CASDS)。在模具设计方面,轮胎模具侧板字体加工的CAD/CAM技术应用[5]提供了一种基于UG的轮胎模具侧板字体设计方法和加工代码生成程序,可提高轮胎侧板模具设计效率。

本工作以轮胎3D花纹设计为例,介绍CATIA二次开发在轮胎案例中的运用情况,提出一种轮胎花纹建模工具的开发方法,可快速实现轮胎3D花纹建模[6-7]。

作者简介:张方亮(1979—),男,安徽安庆人,佳通轮胎(中国)研发中心工程师,硕士,主要从事CATIA系统运维工作。

E-mail:zhang.fangliang@giti.com

1　CATIA二次开发概述

软件二次开发是指在现有软件上进行定制修改和功能扩展,以达到用户特殊需求。基于CATIA的二次开发技术提供两套开发库供用户使用,即CAA函数库和.NET函数库。.NET函数库随CATIA安装提供,用户可使用VBA,VC和C#等多种编程语言编写。CAA函数库是达索公司专门为CATIA及相关产品用户制定的开发语言。CAA开发深度和范围都更加优于.NET方式。另外,CATIA二次开发生成的结果也有两种形式:EXE和DLL。DLL在CATIA之内生成,可与设计软件融为一体,有良好的交互性。EXE独立于设计软件,可独立运行,不受设计软件限制,适用于管理系统方面的设计[8]。

为保证系统的功能性和适用性,本系统开发全部使用CAA+DLL作为开发手段。

2　手工绘制3D花纹流程介绍

2.1　手工绘制3D花纹概述

在轮胎设计过程中,研发人员一般会关注产品的结构、材料配方及花纹,其中花纹样式对消费者的影响更直接。3D花纹造型是花纹设计和模具制造过程中一个非常重要的环节。3D花纹的设计质量直接关系到后期有限元分析结果和模具加工精度等。通常不同设计师采用手工绘制方法绘制的3D花纹会有一定的差别,且质量不稳定。手工绘制3D轮胎花纹有以下特点。

(1)不规范。由于设计软件在使用过程中自

由性大，用户可操作控件非常多，因此导致设计过程千差万别，设计结果不规范。

(2)效率低。由于轮胎花纹造型各异，曲面形状交错复杂，因此导致手工绘制效率较低。

(3)难度大。有些3D花纹沟壁曲面形状复杂或花纹沟交汇复杂，对使用CATIA技巧要求高。

2.2 手工绘制3D轮胎花纹实现方法

基于CATIA的3D轮胎花纹手工绘制步骤如下。

(1)生成花纹沟侧壁面，生成方法主要有扫略曲面(见图1)和放样曲面两种。

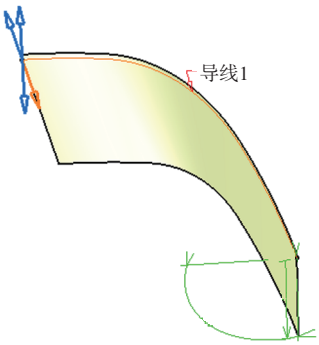


图1 扫略曲面示意

(2)通过剪切(split)或修剪(trim)将生成的相互贯通的花纹侧面连成一个整体，形成上下都空的花纹框架，如图2所示。

图2 贯通曲面示意

(3)使用花纹框架分割底面，并将底面与侧面结为一体，从而形成完整的花纹沟曲面片，如图3所示。

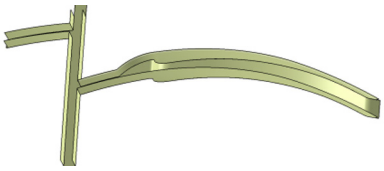


图3 整体曲面示意

(4)对花纹曲面进行倒角，如图4所示。

(5)使用花纹片分割轮胎实体，得到轮胎一节花纹，如图5所示。

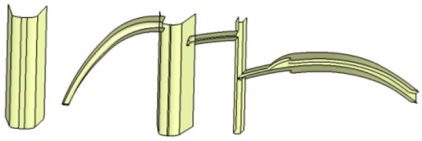


图4 倒角后曲面示意

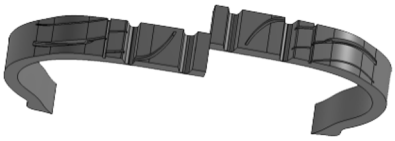


图5 一节花纹实体示意

(6)装配轮胎花纹节距，生成完整轮胎，如图6所示。

图6 一节距胎面花纹示意

3 3D花纹建模工具介绍

3.1 3D花纹建模工具概述

3D花纹建模工具的主要功能是在2D花纹设计完成的基础上，快速完成3D花纹建模。3D花纹建模工具使用自定义特征的设计方法，可以保证生成的花纹沟为独立的整体，极大地降低了文件的复杂性，对规格扩展、有限元分析等后续操作都有一定意义。

3D花纹建模工具按系统功能划分有如下2个模块。

(1)沟型花纹设计模块。用于生成轮胎上的各花纹沟槽，可实现多种形状花纹沟的自动生成。该模块工具根据花纹截面和花纹走势可分为单层花纹沟设计工具、2层花纹沟设计工具、3层花纹沟设计工具和多曲线花纹沟设计工具。

(2)沟间交汇连通模块。花纹沟往往并非单独存在，而与其他花纹沟处于连通状态，该工具主要将独立花纹沟转化为连通花纹沟。根据花纹沟之间的交汇方式，该模块工具可分为T型交汇、X型交汇和V型交汇处理工具3个子模块。

3.2　3D花纹建模工具部分实现方法

3.2.1　花纹沟槽设计工具

用户输入元素:1)花纹沟左右两边的引导曲线;2)花纹沟底面;3)花纹沟沟壁角度。程序设计步骤如图7所示。

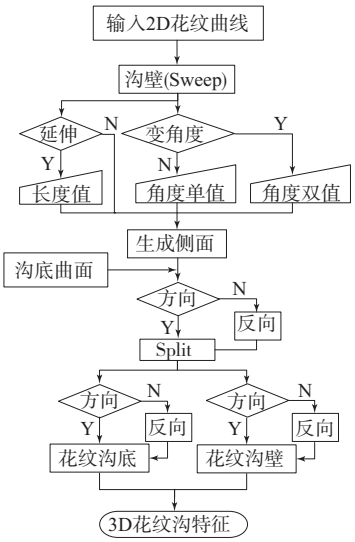


图7　花纹沟生成流程

(1)输入2D花纹曲线,将花纹沟曲线投影到轮胎胎面上。

(2)使用Sweep命令生成花纹沟两边侧面(用到沟壁角度参数),生成高度通过计算引导线离散点(P_1—P_n)到底面的最大距离(CheckDist)来确定,如图8所示。如果需要延长花纹沟,也在此步骤完成。延伸所用曲率连续,如图9所示。

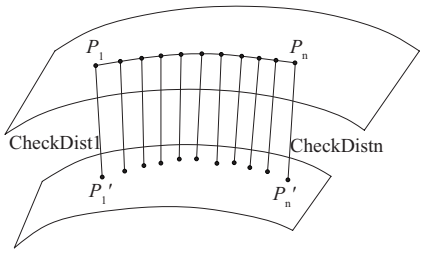


图8　计算Sweep距离示意

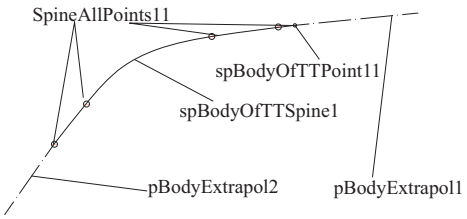


图9　曲线延伸示意

(3)生成沟壁面后进行剪切方向自动判断,剪切花纹沟3个面,生成完整花纹沟,如图10所示。

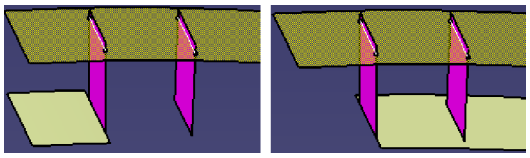


图10　底面剪切方向判断示意

(4)输出完整花纹沟特征,如图11所示。

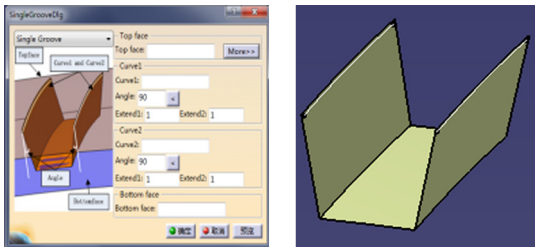


图11　输出花纹沟特征示意

3.3.2　沟间交汇连通设计工具

用户输入元素:1)2条相交的花纹沟;2)交汇种类。程序设计步骤如图12所示。

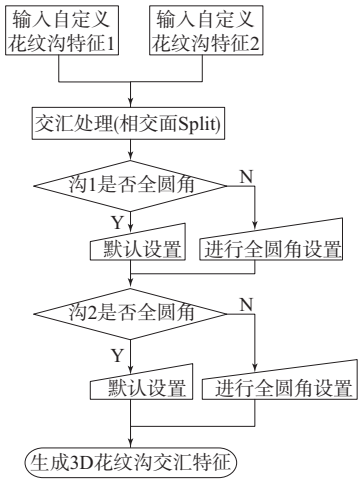


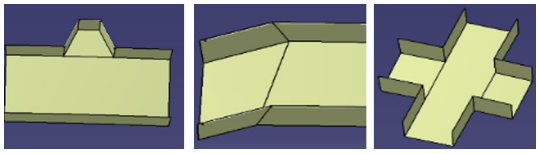
图12　花纹沟间交汇连通设计流程

(1)花纹沟交汇有多种类型,大致可分为T,X和V型3种。

(2)确定花纹相交类型后,求相交位置交线,处理交线转化为分割线,分割花纹生成连通花纹特征,如图13所示。

4　结论

花纹的复杂程度和设计人员使用CATIA的熟练程度决定了手工3D花纹建模的时间,通过对



(a)T型 (b)V型 (c)X型

图13 不同类型交汇处理结果

比发现，基于工具的3D建模通常提升效率60%以上。经应用发现，通过CAA开发手段可以有效地将轮胎行业设计经验封装应用于实际工作中，3D花纹建模工具规范了3D花纹建模流程，在统一建模方法的同时也大幅提升了建模效率。

参考文献：

[1] 李福香，张春颖. 445/45R19.5超低宽基无内胎全钢载重子午线轮胎的设计[J]. 橡胶工业，2017，64(3)：170-173.

[2] 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.

[3] 郝泳涛，曾锦华，陈振艺，等. CAD三维轮胎数字化模型开发设计平台[J]. 同济大学学报(自然科学版)，2010，38(2)：290-294.

[4] 李舒，李烨. 轮胎模具侧板字体加工的CAD/CAM技术应用[J]. 当代化工，2009，38(2)：129-130.

[5] 王涛，莫蓉，万能. 工程图尺寸标注自动布局算法及实现[J]. 航空计算技术，2010，40(2)：73-76.

[6] 鲁军，董玉德，李廷照，等. 基于CAA-RADE的轮胎三维花纹参数化设计的实现[J]. 轮胎工业，2014，34(5)：272-276.

[7] 陈进富，宋忠辉，董玉德，等. 胎面2D花纹的自动测量及重构算法研究[J]. 轮胎工业，2017，37(2)：81-84.

[8] 李廷照，董玉德，鲁军，等. 基于CAD软件的二次开发技术在轮胎设计中的应用[J]. 轮胎工业，2014，34(7)：404-409.

收稿日期：2017-10-24

A Program of Tire 3D Pattern Assisting Design Tool Based on CATIA

ZHANG Fangliang[1]，*DONG Yude*[2]，*LIU Yanchao*[1]，*YANG Yang*[1]，*BAI Sucheng*[1]

[1. GITI Tire(China) R & D Center，Hefei 230601，China；2. Hefei University of Technology，Hefei 230009，China]

Abstract：Based on CATIA secondary development technology，a program of tire 3D pattern assisting design tool was proposed. Developped with CAA ＋ DLL of CATIA secondary development methods，the program of auto 3D pattern modeling was consisted of groove pattern design module and inter-channel connection module. The 3D pattern modeling tool applied design method of user-defined features to ensure that the generated groove was an independent one，which could largely reduce the complexity of files and greatly improve the modeling efficiency.

Key words：tire；secondary development technology；3D pattern