

基于CATIA GSD模块的轮胎复杂3D花纹的研究

杨旭,李华,程丽娜,吴月仙,张敏,吴东霞

(中策橡胶集团股份有限公司,浙江 杭州 310018)

摘要:介绍基于CATIA GSD模块的轮胎复杂3D花纹的创建优化过程。通过GSD中的相关命令处理常规设计下无法扫掠的曲面,利用花纹沟曲面生成脊线实现变参数倒角及过渡圆角的生成,成功解决了在常规设计下造型困难或报错等问题,实现了多参数、多规格下复杂3D花纹造型设计,提高造型变参通用性,在统一造型设计规则标准的同时有利于模具加工,缩短模具加工周期,降低轮胎的开发成本。

关键词:轮胎;3D花纹;CATIA GSD 模块

中图分类号:TQ336.1⁺1;TP391.7

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2022)05-0263-05

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2022.05.0263



OSID 开放科学标识码
(扫码与作者交流)

CATIA,UG和Pro/E是行业性的三大3D设计软件,其中UG已成为模具行业主流应用之一,Pro/E广泛应用于汽车、航空航天、玩具、工业设计和机械制造等行业,而CATIA是法国达索公司开发的高端计算机辅助设计(CAD)/计算机辅助工程(CAE)/计算机辅助制造(CAM)一体化软件,其功能已得到各行业的认可,被广泛应用于汽车、航空航天和船舶等领域,为工业产品设计提供了一种有效手段^[1-5]。在轮胎花纹的设计中采用CATIA 3D设计软件,是为了在达索公司3DExperience平台中,将设计端数据直接无缝应用到仿真端,使3D花纹造型变参数模型直接应用到CAE进行性能仿真分析,为设计-仿真一体化提供模型基础,使设计-分析使用同一个数据源模型,避免数据分离、统一变更和优化等问题,同时参数化的设计可使CAE仿真分析工作效率提升^[6-12]。

3D花纹是基于2D平面花纹设计的。将胎面曲线和沟底曲线通过旋转得到轮胎胎面和轮胎沟底曲面,将2D平面花纹中对应的花纹沟曲线展开投影到胎面曲面上,进行角度扫掠从而生成花纹沟基础面,将其与轮胎沟底曲面进行倒角、分割、修剪等处理,最终得到轮胎花纹的3D曲面造型。

作者简介:杨旭(1995—),男,四川广元人,中策橡胶集团股份有限公司工程师,主要从事轿车子午线轮胎CATIA设计平台开发与轮胎设计工作。

E-mail:xu.yang@chaoyang.com

当在某些参数设计中,无法直接在轮胎胎面上进行扫掠面及倒角设计时,必须对其进行特殊处理,才可以得到完整的花纹沟侧壁曲面及沟底圆角造型。

本工作基于CATIA GSD(Generative Shape Design,创成式曲面设计)模块对轮胎复杂3D花纹的处理进行研究,主要涉及对无法通过在轮胎胎面上直接扫掠得到的花纹沟侧壁曲面的处理方法,及一些因设计要求和在实际设计过程中由于其复杂程度造成报错问题的倒角设计的处理方法,从而使3D花纹得以成功造型,避免报错导致无法出图,影响模具加工。

1 CATIA GSD模块介绍

CATIA V5的GSD模块主要包括线框和曲面造型功能,其工具模块组成为线框造型(Wireframe)、曲面造型(Surfaces)、几何操作(Operations)、分析(Analysis)、约束(Constraints)、规则(Law)、工具(Tools)、复制(Replication)、容器(Volumes)和高级曲面造型(Advanced Surfaces),以建立和修改用于复杂外形设计所需的各种曲面。同时,GSD模块采用了基于特征的设计方法和全相关技术,在设计过程中能有效地捕捉设计者的设计意图,从而极大地提高设计质量与效率,并为后续设计更改提供强

有力的技术支持。

2 3D花纹设计前处理

在GSD模块中,通过点、线、平移、圆角、旋转、修剪、分割和接合等命令生成2D平面花纹,以此作为3D花纹造型的基础,如图1所示。

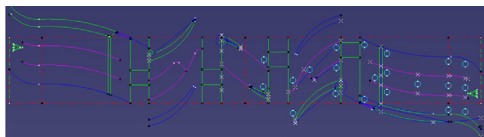


图1 CATIA 2D平面花纹

3 3D花纹设计

在2D平面花纹的基础上,根据花纹沟剖面设计完成对应的3D造型开发,主要包含内容如下。

3.1 轮胎胎面与沟底面的创建

首先对胎面曲线和沟底曲线进行外插延伸、对称等一系列前处理,形成完整的胎面曲线和沟底曲线,利用旋转命令,得到轮胎胎面和沟底面,如图2所示。

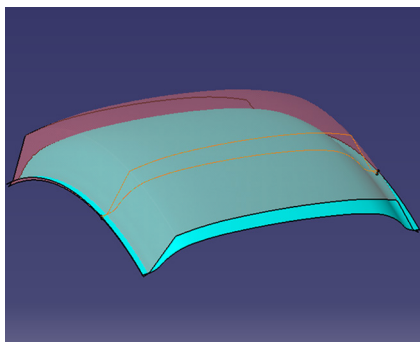


图2 轮胎胎面和沟底面

3.2 简单花纹沟的创建

将前处理设计的2D平面花纹造型中纵沟花纹曲线展开投影到对应的轮胎胎面上,对简单花纹纵沟进行角度扫掠、圆角、修剪等命令,得到纵沟造型,如图3所示。

3.3 复杂花纹沟的创建

将前处理设计的2D平面花纹造型中的横沟花纹曲线展开投影到对应的轮胎胎面上,根据3D设计要求进行角度扫掠得到横向花纹沟壁侧曲面。将这些曲面通过分割、修剪、桥接等处理生

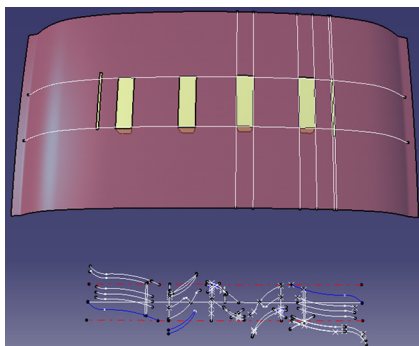


图3 纵沟造型

成相互贯通的花纹侧面,通过接合命令得到一体的花纹框架,而后将花纹框架与沟底曲面进行一系列的倒角处理,得到3D花纹曲面造型。

在3D花纹曲面造型的设计开发中,难点为沟底和肩部位置的设计。沟底是由花纹沟壁侧面与沟底曲面倒角而成,由于轮胎花纹沟设计的复杂性及轮胎规格数量众多,很容易出现部分设计参数在常规设计下发生倒角困难、报错等现象,从而使3D花纹沟造型不能生成。因此为满足花纹设计的基本要求,需要对复杂花纹沟的设计进行优化及分段处理,特别是花纹沟壁侧面和沟底倒角位置。

3.3.1 花纹沟壁侧面处理

某些复杂花纹肩部位置的胎面曲线和胎肩曲线倒角小于15 mm,出现花纹沟侧壁无法成功扫掠或扫掠出来的曲面无法直接使用等问题,如图4所示。有2种方式可以对花纹沟侧壁曲面进行优化处理。

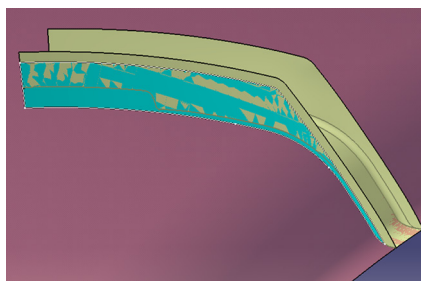


图4 扫掠曲面相关问题

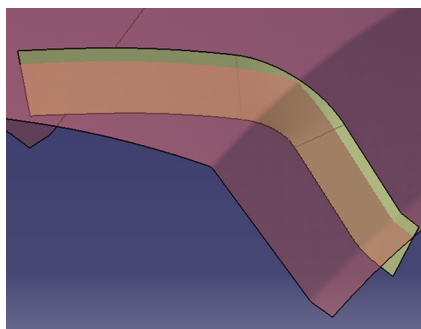
(1) 填充方式。将2D花纹沟的曲线分别展开投影到中间胎面和肩部胎面,对两条投影曲线进行扫掠得到两张花纹沟侧壁扫掠曲面,再将两张

曲面与沟底曲面相交得到两条相交线,用样条曲线将两条相交线进行处理得到填充所用的沟底曲线。将曲线和肩部位置展开投影的花纹沟侧壁的曲线进行优化并创建直线,而后通过修剪得到填充所需的轮廓,进行填充处理得到胎肩位置完整的花纹沟侧壁扫掠曲面,如图5(a)所示。

(2) 桥接方式。与填充方式一致,先生成两张花纹沟侧壁扫掠曲面,而后对两张曲面进行桥接命令,最终得到胎肩位置完整的花纹沟侧壁扫掠曲面,如图5(b)所示。



(a) 填充



(b) 桥接

图5 花纹沟侧壁曲面处理

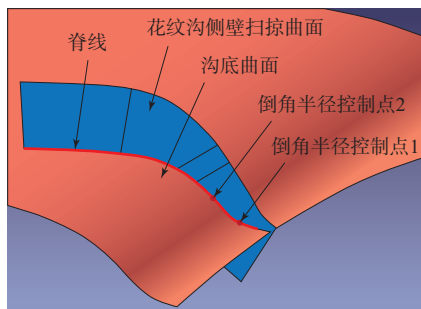
2种花纹沟侧壁曲面的处理方式都能应用到一些因特殊原因导致扫掠报错、扫掠曲面无法直接用于倒圆角的情况。其中,填充方式主要应用于横向花纹沟曲率突变等特殊原因导致无法扫掠、扫掠报错的情况,填充后的花纹沟侧壁曲面可以保证其曲面完整性,用填充后的花纹沟侧壁曲面进行倒角能保证倒角的光顺,在一些简单的花纹沟位置能够完全避开倒角报错的情况;桥接方式主要用于生成的扫掠曲面无法用于后续沟底倒角的生成,可以在原有的扫掠基础上进行桥接处理,这样既能保持原有扫掠的角度及面的曲率性,

又可以实现后续倒角设计。实际应用时,可根据花纹沟形式和花纹沟扫掠时出现的具体情况进行分析从而优选处理方式。

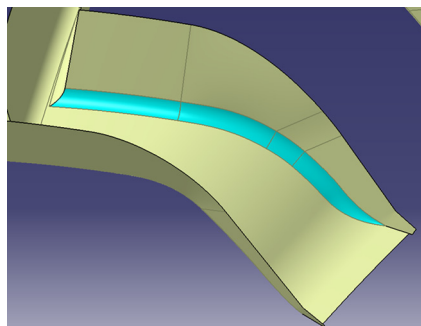
3.3.2 花纹沟底倒角处理

花纹沟底的倒角分为多种形式,在实际设计过程中由于某些花纹沟肩部位置变倒角特殊设计,花纹沟底存在变沟宽设计,使实际造型设计过程中容易出现倒角报错问题,因此需要对特殊部位进行二次优化处理。

(1) 肩部位置倒角的处理。将通过桥接方式得到的花纹沟侧壁曲面与沟底曲面相交生成的曲线作为倒角脊线,在其尾部位置创建两个倒角半径的控制点,然后使用简单圆角命令中双切线圆角,将花纹沟侧壁扫掠曲面与沟底曲面作为倒角所需的支持面1和支持面2。以脊线为对象,选择法则曲线里的隐式类型加入创建倒角半径控制点,输入相应的半径值,最终生成变倒角参数设计的肩部位置沟底倒角,如图6所示。



(a) 倒角所需元素



(b) 倒角结果

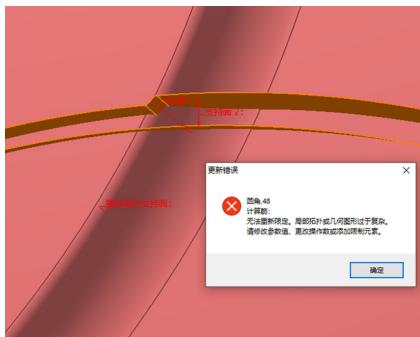
图6 变倒角参数设计

(2) 沟底渐变圆角的处理。在一些轮胎花纹沟底的设计中会出现同一沟底由全切圆倒角的形式渐变到普通倒角的形式,但在CATIA的设计

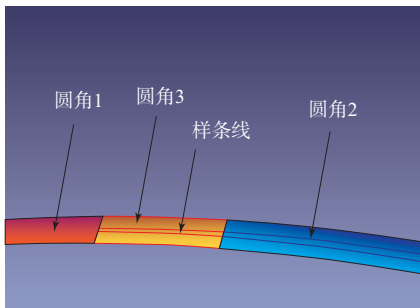
中同一沟底的倒角形式基本都做同一简单圆角的处理。为了满足设计要求,使3D造型在变参数下能够顺利生成,需要对沟底渐变圆角的形式进行处理。

首先将两侧的花纹沟侧壁扫掠曲面与沟底曲面进行三切线内圆角形成全切倒角(倒角1),再将花纹沟侧壁扫掠曲面与沟底曲面进行普通双切线圆角的处理形成普通圆角(倒角2),形成两块不同方式的倒角,分别在倒角1与2的大致位置各创建一张曲面与两块倒角进行相交处理,形成曲面与倒角1和2的相交线,并利用相交线对倒角1与2进行分割处理,从而形成两段待处理的倒角曲面(圆角1与圆角2)。

在两条相交线上分别创建点,通过点创建多条样条曲线。将样条曲线与倒角和支持面的相交线形成多个封闭轮廓并进行填充曲面处理,形成多个填充曲面。而后将曲面进行接合得到倒角1与2的过渡圆角部分(圆角3),将圆角3与圆角1和2进行接合处理形成沟底的渐变圆角,如图7所示。最后将两侧的花纹沟侧壁扫掠曲面与处理好的沟底倒角进行修剪,得到相应的3D花纹沟曲面。



(a) 倒角报错



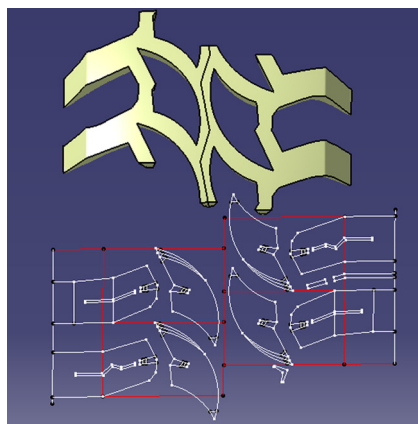
(b) 过渡圆角

图7 完整过渡圆角

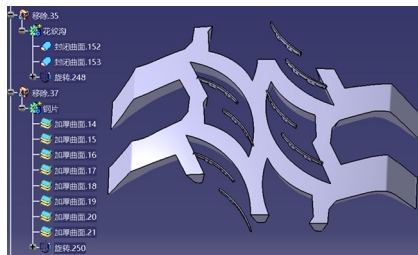
3.4 3D花纹实体造型生成

将经过扫掠、修剪和倒角等一系列操作得到的未封闭3D花纹造型与轮胎胎面进行修剪处理,最终得到轮胎花纹的3D曲面造型。

进入零件设计(Part design)模块对已完成的轮胎3D花纹曲面造型进行封闭曲面处理并生成3D实体花纹,然后进行布尔操作。将花纹沟、钢片及其他相关沟槽的3D实体进行布尔操作中的移除命令生成单节距的3D花纹,如图8所示。



(a) 曲面造型



(b) 实体造型

图8 3D花纹造型

4 结论

本工作基于CATIA GSD模块对轮胎特殊3D花纹沟侧壁扫掠曲面和复杂特殊的沟底倒角的处理进行多方法研究。这些方法能够使轮胎设计在不同规格和参数的转换下,其3D花纹得以成功造型,避免因报错导致无法出图,影响模具加工。同时,对比以往2D图纸交付模具加工的形式,由于存在剖面设计标注不完全、不准确的现象,导致不同模具厂对造型理解的方式不同,增加模具加工过程中的沟通时间及编程时间,加长模具加工周

期。如今在设计开发中统一复杂3D花纹造型的处理规则,使用二次优化设计对复杂3D花纹造型进行统一处理,使得模具厂按图加工的一致性得到提高,增强了花纹设计的规范性。

参考文献:

- [1] 高寿斌,梁玉玥.机械制图中三维制图的立体化设计及效果呈现——评《CATIA三维机械设计与工程制图》[J].机械设计,2021(1):151.
- [2] 应华.基于UG软件实现产品三维建模的方法[J].山东科技大学学报(自然科学版),2002(4):79-80.
- [3] 李世国,李强.Pro/ENGINEER Wildfire中文版范例教程[M].北京:机械工业出版社,2004.
- [4] 张亚双,任文涛.基于Pro/E的三维参数化特征建模技术研究及应用[J].农机化研究,2006(3):151-153.
- [5] 张子健.化工设备设计中CAD/CAM/CAE的应用[J].设备管理与维修,2021(10):90-92.
- [6] KARL T ULRICH, STEVEN D EPPINGER. Product design and development[M].New York:McGraw-Hill Collage,2004.
- [7] CHU C H, SONG M C, LUO V C S. Computer aided parametric design for 3D tire mold production[J]. Computers in Industry, 2005. DOI:10.1016/j.compind.2005.04.005.
- [8] 杨岩,黄胜浩.3D体验平台与CAE仿真分析软件集成应用的探究[C].2020年数字化造船学术交流会议论文集.北京:中国造船工程学会,2020:106-108.
- [9] 吕德刚,莫淑华,莫云,等.基于CATIA的多截面法逆向修补技术研究[J].遵义师范学院学报,2020(2):80-82.
- [10] 周海超,陈青云,李慧云,等.花纹结构对轮胎气动噪声影响的风洞试验研究[J].橡胶工业,2020,67(11):821-826.
- [11] 高荣彬,黄兆阁,杨朔,等.基于三维设计软件CATIA的12.00R20变节距花纹全钢载重子午线轮胎造型设计[J].橡胶科技,2019,17(9):502-505.
- [12] 李华,张敏,程丽娜,等.基于CATIA/CAA的轮胎花纹设计及自动节距排列[J].轮胎工业,2021,41(1):9-12.

收稿日期:2021-11-19

Research on Complex 3D Pattern of Tire Based on CATIA GSD Module

YANG Xu, LI Hua, CHENG Li'na, WU Yuexian, ZHANG Min, WU Dongxia

(Zhongce Rubber Group Co., Ltd., Hangzhou 310018, China)

Abstract: The creation and optimization process of complex 3D pattern of tire based on CATIA GSD module were introduced. The surface that could not be swept under conventional design was processed through the relevant commands in GSD, and the ridge line was generated by the groove surface to realize the generation of variable-parameter chamfering and transition fillet. The problems of modeling difficulty or error reporting under conventional design were successfully solved, the complex 3D pattern modeling design under multi parameters and multi specifications was obtained, and the versatility of variable modeling parameters was improved. With this process, the modeling design rules and standards were established, the mold processing was simplified, the mold processing cycle was shortened and the tire development cost was reduced.

Key words: tire; 3D pattern; CATIA GDS module

一种废轮胎热解炭黑活化装置及其使用方法

由徐州工业职业技术学院申请的专利(公布号 CN 113234462A,公布日期 2021-08-10)“一种废轮胎热解炭黑活化装置及其使用方法”,公开了一种废轮胎热解炭黑活化装置,该装置包括底板以及安装在底板上的热解炉和微氧化活化炉,底板用于支撑热解炉以及微氧化活化炉,热解炉上设置有用于投放废轮胎碎片的进料管;微氧化

活化炉包括第1壳体以及设置在第1壳体正下方的第2壳体,第1壳体上设置有用于输入微量空气的输送管;中空结构的净化罐固定安装在底板的上表面,罐内固定安装有用于净化烟气的消毒层。本发明使得热解炉内部各个位置的废轮胎碎片受热更加均匀,并使在热解炉中心位置处的废轮胎碎片热解速度明显提高,从而提高了对热解炭黑的活化速度。

(本刊编辑部 马晓)