

基于参数化设计的轮胎自动化建模研究

吴长辉,李红卫,田健,陈虎

[特拓(青岛)轮胎技术有限公司,山东 青岛 266061]

摘要:研究基于参数化设计的轮胎自动化建模。通过数据管理、数据重用、知识融合理论对轮胎特征进行标准化分类,再通过树状数据结构同步各子部件数据,将轮胎各子部件三维建模方法通过产品知识规则的形式融入三维软件的二次开发过程,实现轮胎子部件的自动化建模,从而同步到轮胎总装配部件,实现轮胎自动化建模。

关键词:轮胎;自动化;三维建模;数据管理;知识融合;产品知识规则

中图分类号:TQ336.1;TQ330.4⁺93

文章编号:2095-5448(2019)04-0202-04

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2019.04.0202

随着科技的发展,轮胎产品的更新换代越来越快,市场对轮胎产品的要求也越来越高。随着计算机技术的发展,轮胎的开发与计算机技术的融合成为国内外轮胎企业和研发中心的研究方向^[1-3]。各大轮胎企业纷纷建立自己的轮胎生命周期管理系统,从而保持其轮胎设计制造领域的领先优势。作为轮胎开发中的一个重要环节,轮胎的三维自动化建模对于轮胎的设计、开发、生产都是非常重要的,轮胎的三维模型更是3D打印技术的基础^[4-7]。

本工作研究基于参数化设计的轮胎自动化建模技术,以缩短轮胎开发周期,降低轮胎企业研发成本,提高产品竞争力。

1 基于参数化设计的应用技术分析

1.1 轮胎的二维设计分析

调查研究发现,我国大部分轮胎企业都是基于二维设计开发轮胎产品。轮胎的二维设计技术简单、容易上手,对计算机硬件的要求也较低,但缺点也很明显。处理结构复杂轮胎产品时,常存在如下问题:一是没有对应产品的数据管理;二是二维设计图纸不直观;三是轮胎是一种复杂、多变的曲面结构体,在进行结构优化和数据测量时二

维数据精确度低,优化非常困难;四是在设计过程中,完成一个规格轮胎的设计图纸时,无法重新利用已有设计进行扩展设计,造成了设计过程中大量重复性的工作。所以,要实现自动化建模必须实现二维设计的参数化设计,从而解决二维设计的参数链接问题和设计流程的重复工作问题。

1.2 基于全参数化的二维设计分析

参数化设计是把轮胎产品的形状特征和尺寸特征转化为计算机软件里的几何约束和尺寸约束,然后通过完全约束的几何图形迅速扩展出其他规格轮胎图形的方法。在实现的过程中,参数化设计的条件首先是几何图形之间必须相互关联,几何约束在参数化前后保持不变;其次是几何图形本身的尺寸约束、几何约束以及几何图形之间的尺寸约束、几何约束之间的约束关系在参数化前后保持一致,同时在参数驱动尺寸约束后新的图形则自动更新。但是,对于轮胎的三维设计二维图形的参数化只是三维设计中的一部分,所以实现轮胎自动化建模还必须与轮胎的三维设计结合。

1.3 基于参数化的三维建模分析

目前轮胎的三维建模在应用过程中,由于轮胎设计数据不能重复使用且部件之间的设计数据无法连接,因此在不断优化产品性能和外观时,三维模型的重复使用率非常低,轮胎的三维模型优化修改非常困难。要解决以上问题,首先必须在添加参数化的几何约束和尺寸约束条件的同时,

作者简介:吴长辉(1989—),男,山东菏泽人,特拓(青岛)轮胎技术有限公司工程师,学士,主要从事轮胎结构设计和建模仿真工作。

E-mail:od0019@tta-solution.com

在程序开发过程中添加设计人员掌握的知识,以便在参数化设计过程中更加智能和开放;其次,在添加几何约束的过程中,必须考虑几何图形的变换方式以满足设计要求;第三,对图形添加尺寸约束和编辑尺寸表达式,通过更改尺寸参数生成新的图形;最后,通过更改参数和优化设计,选出最优的三维特征。以此推理,轮胎的三维建模必须实现轮胎花纹建模部件的数据传递、尺寸约束与建模知识规则的融合。

2 轮胎建模与知识融合技术研究

2.1 轮胎数据分类管理

在设计轮胎过程中,要实现轮胎花纹建模部件的数据传递、尺寸约束及与建模知识规则的融合,首先要利用数据库软件对轮胎数据进行分类管理,见图1。

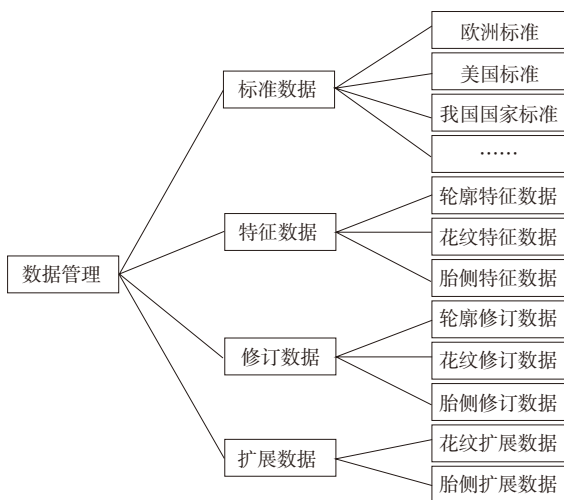


图1 轮胎数据分类管理

从图1可以看出,进行轮胎数据管理,应先将轮胎结构数据分为标准数据、特征数据、修订数据和扩展数据。标准数据可以分为欧洲标准、美国标准和我国国家标准等,特征数据可以分为轮廓特征数据、花纹特征数据和胎侧特征数据,修订数据也可以分为轮廓修订数据、花纹修订数据和胎侧修订数据,扩展数据可以分为花纹扩展数据和胎侧扩展数据。

在数据存储过程中,以轮廓特征数据为例,将轮廓数据分为轮廓的标准数据(引用的设计标准数据)和轮廓的修订数据(从轮廓设计的角度上区

分)。此外,按照使用季节,轮廓分为夏季轮胎用轮廓和冬季轮胎用轮廓;按照使用性能,轮胎分为高性能轮胎、超高性能轮胎、高速铺装路面轮胎、全路况轮胎、泥地用轮胎。将这些分类纳入轮胎轮廓数据库,便于后期程序在提取轮廓参数时按照设计要求进行提取和设计轮廓,还可以避免设计人员输入数据时产生错误。

2.2 数据重用

解决完成数据结构和存储之后,必须通过轮胎开发以及轮胎三维建模经验,简化在二维设计和三维设计过程中的具体数据。以标准数据为例,在产品的设计过程中,标准数据涵盖轮胎设计制造过程中产品需求、产品设计、模具制造、工艺设计等。首先,将轮胎产品的标准数据包括规格、产品负荷和轮胎设计外直径、模具直径、轮辋尺寸等作为基础数据存入数据库或者轮胎产品生命周期系统;第二,面对不同的轮胎市场,在轮胎设计制造过程中面对不同国家的质量检测标准,打上不同的轮胎标识和标识号码,针对此类标识可以将各个国家的轮胎标识作为通用基本标识以特征库的形式或重用组件的形式存入设计软件或轮胎产品生命周期系统;第三,在开发不同花纹系列产品时,通过数据库提取设计经验数据,以修订数据的形式来修改开发不同系列产品的的设计参数;第四,在扩展设计过程中,针对同一系列花纹利用数据库或者产品生命周期平台中的修订数据和扩展数据来重新生成图形,从而提高设计效率。

2.3 知识融合语言的应用

除了数据的重用,还要通过数据来控制产品的尺寸、形状和设计要求。知识融合语言是知识工程技术在面向现代化的设计要求时产生并发展起来的计算机解释性语言。知识融合语言集成了面向对象、计算机二维辅助设计、计算机三维建模以及制造等,并且在设计制造过程中可以为客户提供自动化、变量化的产品解决方案。在知识工程技术应用在轮胎设计过程中,改进目前设计的方法主要是使用具备轮胎设计知识的参数化产品设计模板。一方面,通过三维设计在建模过程中应用,另一方面,通过三维软件自身的二次开发应用程序编程接口(API)来应用,最后通过集成系统

以及定制工具、流程、数据管理功能来实现轮胎的自动化建模需求。

3 轮胎自动化建模系统

3.1 轮胎特征几何建模标准化

在轮胎的几何建模过程中,应根据轮胎参数化设计过程中遇到的问题,通过不断优化实践,创建更高效的建模过程。在设计过程中,首先通过建模过程标准化,即通过对设计人员工作经验的总结,创建一个主要由参数控制的参数化模板,参数与轮胎设计数据库关联(规范化的轮胎特征创建流程如图2所示);其次,对于轮胎特征按照图层管理标准进行分类放置;最后,通过建模系统从数据读取到生成轮胎特征,达到几何建模的标准化管理。



图2 轮胎特征创建流程

3.2 同步轮胎各子部件的三维模型

整个轮胎三维模型是由各子部件装配而成,轮胎子部件可以由不同系统或者软件产生,也可以通过系统之间的交叉连接或者协同作用产生,利用部件参数化的模板与数据库的连接确立子部件之间的参数关联,或者通过轮胎模型各子部件之间的装配约束来同步子部件的参数变化。

以轮胎行驶面宽度为例,如果按照以往设计体系以及轮胎建模方法,更改行驶面宽度会涉及重新设计流程。但如果按照新的轮胎建模方法和系统,通过轮胎建模系统的关联(如图3所示),轮胎设计参数(包括所有规格、图纸和参数等)仅需设计人员修订部分设计参数,即可实现轮胎的自动更新建模,不需要重复相关的公式和参数。

3.3 轮胎模型集成产品设计知识规则

轮胎模型集成产品设计知识规则如图4所示。轮胎模型包含众多特征,每个特征的设计都可能影响轮胎产品的性能和外观。对这些轮胎产品知识规则的集成主要是为轮胎产品系列和产品对应的目标性能、外观制定、更深层次参数化设计模板和标准特征重用库,每个产品模板都被集成轮胎模型相关的产品设计规范(包含设计标准、检查标准、图层管理标准、通用文字、标识等相关

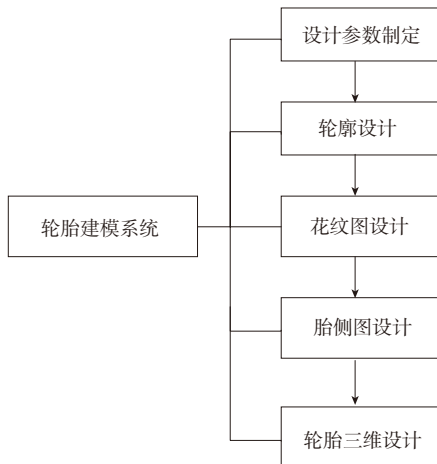


图3 轮胎建模系统的关联

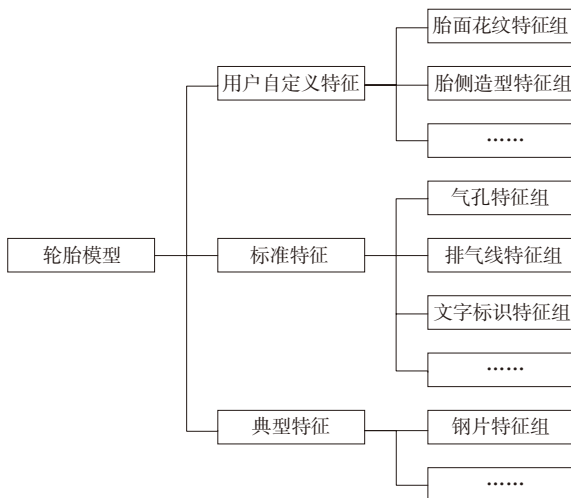


图4 轮胎模型集成产品设计知识规则

规则)、设计计算公式、装配关系等。制定的轮胎模板中,每个轮胎模板都包含这款产品的主要模型,该模型用于集成轮胎设计规则,然后通过这个主要模型来扩展其他规格模型或者修订模型。

在轮胎模型集成产品设计知识规则的过程中,一方面调取三维软件的数据达到数据重用的目的,另一方面规范化设计流程从而达到轮胎自动化建模的目的。对于成熟的轮胎模型,可以尽可能减少参数输入工作,不仅可以节省设计时间,还可以减少轮胎建模系统后台的程序运算,从而使产品模板更稳定。

3.4 关联数据库和主模板模型

通过基于图形用户界面(GUI)与轮胎主模板模型、数据库的关联,可以实现轮胎自动化建模设计。GUI的交互设计是根据我公司自身的轮胎开

发流程定制开发。设计人员根据轮胎开发的设计需求,从轮胎模板库里选择合适的轮胎模板进行开发设计直到完成轮胎自动化建模。在这个过程中,设计人员不需要修改大量的计算机辅助设计(CAD)图,只需通过用户界面修改关键的轮胎设计参数,即可实现轮胎的自动化建模。

4 结论

结合轮胎各子部件的轮胎三维建模方法和轮胎产品知识规则,将各个子部件三维建模方法通过产品知识规则的形式融入三维软件的二次开发过程中,可实现轮胎子部件的自动化建模,从而同步到轮胎总装配部件,达到轮胎自动化建模的目的。基于参数化设计的轮胎自动化建模研究,有利于快速进行轮胎三维设计,缩短开发周期,对于

提高企业国际竞争力具有重要意义。

参考文献:

- [1] 李庆,杨晓翔. 炭黑填充橡胶复合材料的宏观力学行为研究[J]. 机械工程学报,2013(18):132-139.
- [2] 陈海荣,王国林. 带复杂花纹的子午线轮胎有限元建模方法[J]. 橡胶工业,2012,59(5):296-299.
- [3] 王泽鹏,高峰,薛风先. 斜交轮胎三维有限元建模及应力分析[J]. 农业机械学报,2007,38(5):43-46.
- [4] 哈斯巴根,朱凌,石琴,等. 轮胎有限元建模过程优化及刚度特性仿真研究[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版),2015(7):944-948.
- [5] 臧孟炎,许玉文,周涛. 三维非线性轮胎的五刚特性仿真[J]. 华南理工大学学报(自然科学版),2011(1):129-133.
- [6] 燕山,王伟. 复杂胎面花纹轮胎有限元分析及试验研究[J]. 橡胶工业,2016,63(2):102-106.
- [7] 田敬华,刘波,辛振祥,等. 轮胎纵向花纹三维数学模型的建立及应用[J]. 橡胶工业,2004,51(3):165-167.

收稿日期:2018-08-20

Research on Tire Automatic Modeling Based on Parametric Design

WU Changhui, LI Hongwei, TIAN Jian, CHEN Hu

[TTA (Qingdao) Tire Technology Co., Ltd, Qingdao 266061, China]

Abstract: Tire automatic modeling based on parametric design was researched. Through data management, data reuse, knowledge fusion theory, the tire characteristics were classified into standardized categories, and then the sub-component data was synchronized by tree data structure. The three-dimensional modeling method of the tire sub-components was integrated into the three-dimensional software through product knowledge rules, the automatic modeling of tire sub-components was obtained and synchronized to the tire assembly components, and the automatic modeling of tire products was achieved.

Key words: tire; automation; three-dimensional modeling; data management; knowledge fusion; product knowledge rule

2018年我国橡胶防老剂和促进剂进出口概况

据中国海关统计,2018年我国橡胶防老剂的进口量为5 695.05 t,同比降低11.88%;进口金额为2 708.41万美元,同比降低4.70%;进口单价为4 755.73美元·t⁻¹,同比增长8.15%。2018年我国橡胶防老剂的出口量为17 430.30 t,同比增长5.01%;出口金额为4 277.93万美元,同比增长14.04%;出口单价为2 454.31美元·t⁻¹,同比增长8.61%。

2018年我国橡胶促进剂的进口量为21 271.09 t,同比增长1.90%;进口金额为7 154.40万美元,同比降低12.11%;进口单价为3 363.44美元·t⁻¹,同比降低13.74%。2018年我国橡胶促进剂的出口量为141 379.01 t,同比增长9.00%;出口金额为55 838.77万美元,同比增长32.12%;出口单价为3 949.58美元·t⁻¹,同比增长21.21%。

(崔小明)