

基于CATIA的复杂花纹轮胎施工设计

王瑞华, 雍占福, 王文峰, 黄兆阁*

(青岛科技大学 高分子科学与工程学院, 山东 青岛 266042)

摘要: 利用CATIA软件的三维设计功能完成块状花纹轮胎的三维造型, 同时利用其强大的体积求解功能求解出轮胎各部件的体积, 然后根据橡胶的不可压缩性, 通过分割重组等方法较为精确地计算出轮胎施工半成品的结构和尺寸, 可克服通过AutoCAD进行轮胎体积估算误差较大的缺点。

关键词: 轮胎; 花纹造型; 施工设计

中图分类号: TQ336.1⁺1; TP311.1

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2019)01-0006-04

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2019.01.0006

交通运输业的快速发展极大地带动了轮胎行业的进步, 市场对轮胎品种和规格的需求也越来越多, 加之市场变化加快, 缩短轮胎的开发周期是摆在轮胎企业面前的一个重要课题, 而精确计算轮胎半成品的尺寸和质量是整个开发过程中的重要一环。

赫泳涛等^[1]利用计算机辅助设计(CAD)三维轮胎数字化模型, 基于CATIA与VBA语言开发出一套轮胎设计系统, 并准确绘制出各种花纹沟; 董玉德等^[2]以CATIA/CAA为二次开发平台设计了一套轮胎花纹语义, 提高了花纹设计效率和智能化程度; 葛华辉等^[3]利用Visual C语言对Solidworks进行二次开发, 实现了轮胎花纹智能化设计; 张萍等^[4]基于UG软件通过对CAD平台的二次开发实现了轮胎模具快速造型。此类方法虽然可高效快速实现花纹设计, 但需要设计者精通计算机语言, 而且无法较好地应用于实际施工中。陈振艺^[5]利用CATIA的简单实体功能实现了轮胎花纹三维造型; 丁海峰等^[6]利用CATIA的曲面造型功能完成了轮胎三维造型; 此类方法局限性高、误差大。传统的轮胎施工设计一般采用AutoCAD计算半成品的体积, 对于复杂花纹部分则无法直接计算, 只能根据花纹饱和度进行估算, 得到的体积会有较大的误差^[7]。

本研究结合前人经验, 基于橡胶材料的泊松

比约为0.5的特性, 利用CATIA对复杂花纹轮胎进行三维造型, 并对精确施工设计进行探索。

1 基于CATIA的轮胎花纹造型

轮胎施工过程中, 胎面造型是最大的难点之一, 花纹的三维造型则是胎面造型的最大难点。以12R22.5轮胎为例, 利用CATIA完成块状花纹轮胎三维图形的步骤如下。

步骤一: 首先利用AutoCAD绘制花纹的平面二维图及轮胎截面的二维轮廓图, 并对二维花纹图进行简单的处理, 保留一个花纹节距; 同时为了方便胎肩造型, 根据胎肩尺寸对轮胎截面轮廓图进行简单处理, 如图1和2所示。

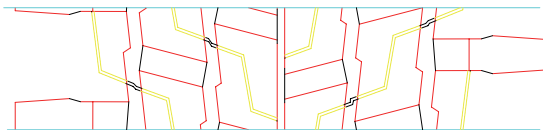


图1 轮胎花纹平面图

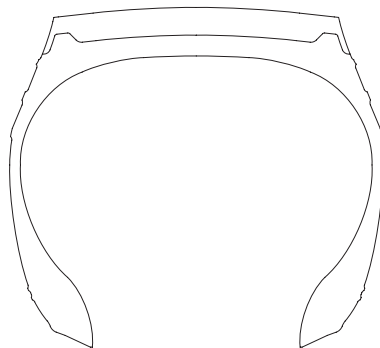


图2 轮胎截面二维轮廓图

作者简介: 王瑞华(1994—), 男, 山东滨州人, 青岛科技大学在读硕士研究生, 主要从事高分子材料高性能化与仿真研究。

*通信联系人(hzg@qust.edu.cn)

步骤二:将二维图导入CATIA,并绘制一个节距的胎面部分。过胎面一点绘制一个平面作为花纹草图的绘制面。

(1)纵向花纹沟造型。分别将各纵向花纹沟的曲线草图展开到轮胎胎面上,然后利用扫掠功能生成一个曲面,为保证切割较为彻底,对扫掠面进行外插延伸,然后通过切割命令生成一个纵向花纹沟造型,如图3所示。重复此方法,切割出一个节距上所有的纵向花纹沟。

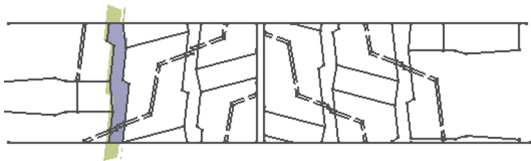


图3 纵向花纹沟造型

(2)横向花纹沟造型。分别将各横向花纹沟的草图展开到轮胎胎面上,此时一个花纹节距的范围无法包含所有的横向花纹草图,因此通过旋转命令增加2个花纹节距,同样利用扫掠、切割等命令得到所有的横向花纹沟造型。一个横向花纹沟造型如图4所示。



图4 横向花纹沟造型

(3)胎肩花纹沟造型。将胎肩花纹沟的草图展开到胎面上,然后分别提取各部分,同样利用扫掠、切割等命令生成完整的胎肩花纹沟造型,如图5所示。

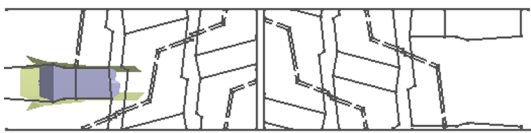


图5 胎肩花纹沟造型

步骤三:利用相同方法切割出各排水线的造型。至此完成了所有花纹沟的造型,切割后得到的整体效果如图6所示。

步骤四:通过布尔操作在一个节距的胎面上移除所有的花纹沟和排水线,然后通过倒圆角等功能进行处理,得到一个花纹节距的轮胎造型,最

后通过阵列变换得到一个完整的轮胎造型,如图7和8所示。

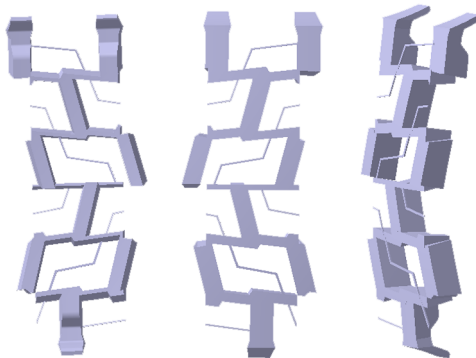


图6 切割后全部花纹沟造型

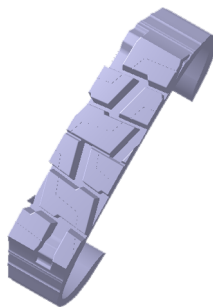


图7 一个花纹节距轮胎造型

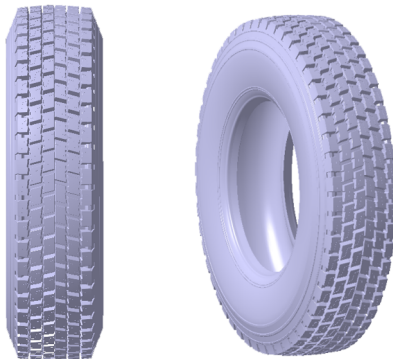


图8 完整轮胎的三维造型

2 基于CATIA的轮胎施工设计

2.1 基本原理

材料发生单轴拉伸时,其垂直于拉伸方向的应变与拉伸方向的应变比值的负值定义为泊松比。泊松比是与变形或损伤有关的函数,但对于橡胶材料来说,其在拉伸时体积基本不变,尤其是在伸长率较小的时候,体积变化率小于0.5%,因此通常忽略泊松比的变化,将其视为常数,将橡胶材

料视为不可压缩材料,泊松比通常取0.5^[8-12]。

因此,轮胎在成型前后成品部件与半成品部件的体积近似不变,可以根据轮胎成品截面图与花纹平面图利用CATIA对轮胎各部件进行三维造型,然后将成品部件(胎面、胎侧、三角胶等)分割为小块,利用CATIA可分别求解出每一小块的体积,并且可以直接求解出带花纹的胎面体积,借此计算反推出半成品的结构尺寸。

2.2 施工设计

2.2.1 胎面

使用常规的胎面半成品施工设计,成品轮胎断面会出现带束层不平的现象,在行驶中会明显增大胶料与钢丝的摩擦,缩短轮胎的使用寿命,并且无法保证轮胎的使用安全性^[13]。为避免此种情况,结合实际施工工艺,选用如图9所示的半成品结构。

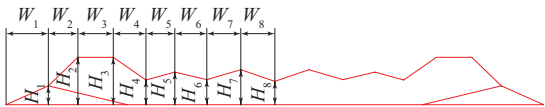


图9 胎面半成品施工图

在轮胎实际成型过程中,由于贴合工艺不同,易使胎面半成品胶料分布出现变化。因此应结合施工工艺等条件,在根据公式(1)或(2)计算胎面半成品的尺寸时,对胎面半成品施工尺寸求解时进行简单地修正调整。

$$V = V_b + V_c = \frac{1}{2} W_1 H_1 [D_B + 2(b_1 + b_2 + b_3) + H_1] \pi \quad (1)$$

$$V = V_b + V_c = \frac{1}{2} W_n (H_n + H_{n-1}) [D_B + 2(b_1 + b_2 + b_3) + H_n] \pi \quad (2)$$

式中, V 、 V_b 和 V_c 分别为胎面、胎面基部和胎面冠部某一段的体积; D_B 为带束鼓直径; W_n 为胎面第 n 段的长度; H_n 为胎面第 n 段的厚度; b_1 、 b_2 和 b_3 分别为1[#]—3[#]带束层的厚度。

利用CATIA将胎面部分进行分割,使其成为多个小环状带的组合,然后利用CATIA强大的体积求解功能计算每一个环状带的体积。根据所求得的体积,结合实际施工情况和经验,利用公式(1)计算胎面复合件半成品的参数,结果如表1所示。

表1 胎面半成品施工设计表

mm

参 数	位置序号							
	1	2	3	4	5	6	7	8
W	20	20	10	20	10	20	20	20
H	10	23	23	13	20	17	22	16

2.2.2 其他部位

轮胎其他部位的施工方法与胎面部位一样。胎体帘布、带束层和胎圈在成型过程中钢丝体积保持不变,因此其厚度等参数固定,不需求解。胎侧胶、胎肩垫胶和三角胶施工图分别如图10—12所示,施工参数如表2所示。

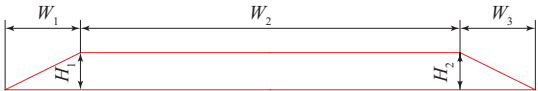


图10 胎侧施工图

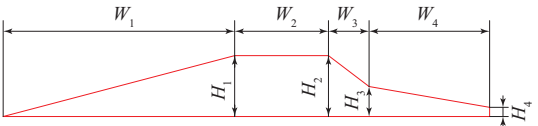


图11 胎肩垫胶施工图

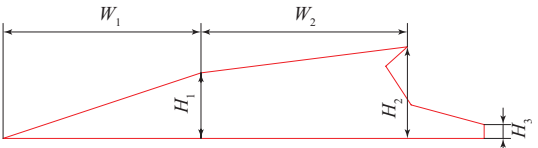


图12 三角胶施工图

表2 其他部件施工设计表

mm

项 目	位置序号			
	1	2	3	4
胎侧胶				
W	25	150	40	—
H	7	6	—	—
胎肩垫胶				
W	65	20	10	30
H	11	11	4	1
三角胶				
W	50	45	—	—
H	11	18	1	—

过渡层胶和气密层胶具体施工参数不予详细叙述,过渡层胶总长度取680 mm,厚度取4.6 mm;气密层胶总长度取660 mm,厚度取4.6 mm。

3 结语

利用CATIA对块状花纹轮胎完成三维造型,并且求解出轮胎半成品的结构尺寸。通过该方法

进行复杂花纹的施工设计有以下优点。

(1)可简单快速地设计轮胎的成型工艺和部件半成品的结构尺寸。

(2)避免AutoCAD无法直接求解横向花纹沟的缺点。

(3)计算精度高,实用性强。

(4)减少试验次数,节约试验费用。

(5)保证施工工艺的合理性,提高轮胎生产工艺的合格率。

参考文献:

- [1] 赫泳涛,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.
- [2] 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.
- [3] 葛华辉,丁毅,陈进富,等. 基于Solidworks轮胎花纹设计系统开发的研究[J]. 轮胎工业,2016,36(10):587-591.
- [4] 张萍,魏修亭,苏小宁. 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] 陈振艺. 用CATIA简单实体功能进行载重轮胎花纹造型[J]. 轮胎工业,2011,31(5):277-282.
- [6] 丁海峰,邵志民,王传涛,等. CATIA软件在轮胎三维设计中的应用[J]. 轮胎工业,2004,24(4):199-202.
- [7] 李惠波. 轮胎施工设计的仿真[J]. 轮胎工业,1999,19(12):723-726.
- [8] 吴其晔,张萍,杨文君,等. 高分子物理学[M]. 北京:高等教育出版社,2011.
- [9] 吴其晔,巫静安. 高分子材料流变学[M]. 北京:高等教育出版社,2014.
- [10] L. R. G. 特雷劳尔. 橡胶弹性物理学[M]. 王梦蛟,王培国,薛广智,译. 北京:化学工业出版社,1982.
- [11] 于海富,李凡珠,杨海波,等. 橡胶材料的混合高弹性本构模型研究[J]. 橡胶工业,2018,65(5):509-513.
- [12] 王若云,贺建芸,胡永康,等. 轮胎胶料超弹性参数研究[J]. 橡胶工业,2017,64(8):462-465.
- [13] 王成德,高森. 225/70R19. 5轻型载重轮胎的施工设计问题及解决措施[J]. 橡胶科技,2012,10(8):29-31.

收稿日期:2018-07-24

Construction Design of Complex Pattern Tire Based on CATIA

WANG Ruihua, YONG Zhanfu, WANG Wenfeng, HUANG Zhaoge

(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China)

Abstract: The 3D modeling of the block pattern tire was carried out by using the function of 3D design of CATIA software, and the volumes of the tire's parts were obtained utilizing its strong volume calculating function. Then according to the incompressible characteristic of rubber, the construction and size of tire's semi-finished goods were calculated more accurately by the ways of segmentation and recombination, which could overcome the disadvantage of large volume estimation error through AutoCAD software.

Key words: tire; pattern modeling; construction design

一种对TB轮胎侧面去毛刺装置

中图分类号:TQ330.4⁺91 文献标志码:D

由江苏大学申请的专利(公开号 CN 108515650A, 公开日期 2018-09-11)“一种对TB轮胎侧面去毛刺装置”,涉及的对载重汽车及大客车(TB)轮胎侧面去毛刺装置包括左右对称的两组刀具组件、机架平移组件、滚珠丝杠。

两组刀具组件均安装于机架平移组件上,放置于轮胎的两侧,在机架平移组件上由滚珠丝杠带动做张开闭合运动,控制与轮胎侧面的距离;轮

胎在夹紧旋转装置的带动下做匀速旋转运动,当运动平稳后,刀具组件在机架平移组件上由滚珠丝杠带动匀速向轮胎运动,运动到合适的距离时停止;此时,刀具组件中的刀具机构的气缸进气工作,将刀具推出顶在待修边轮胎上,然后刀具组件整体向下运动,当刀片完成胎面修边后,气缸工作,刀具收回;然后刀具组件在滚珠丝杠的带动下匀速做远离轮胎运动,至此整个修边过程完成。

(本刊编辑部 马 晓)