

基于三维设计软件CATIA的12R22.5全钢载重子午线轮胎的施工设计

高荣彬,黄兆阁,雍占福*

(青岛科技大学 高分子科学与工程学院,山东 青岛 266042)

摘要:介绍基于三维设计软件CATIA的12R22.5全钢载重子午线轮胎的施工设计。利用CATIA软件进行轮胎花纹绘制和三维造型,求解出轮胎半成品的结构和尺寸,对成型工艺进行设计和控制。利用本方法进行轮胎施工设计具有明显优势,材料分布情况更接近实际,尺寸更准确;施工设计更合理,轮胎合格率和工艺稳定性提高;设计周期缩短,试制次数减少,开发成本降低。

关键词:全钢载重子午线轮胎;施工设计;三维设计软件;CATIA;花纹;开发成本

中图分类号:U463.341⁺.3/.6;TQ336.1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2020)03-0148-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2020.03.0148



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

近年来,随着高等级公路的快速发展,子午线轮胎产销量出现了井喷式增长^[1]。子午线轮胎的花纹较斜交轮胎复杂,对轮胎的结构设计和施工设计提出了更高的要求。随着轮胎和计算机技术的快速发展,轮胎设计水平不断提高。为了采用更高效的设计方法来降低设计中的生产成本,避免设计失误,缩短轮胎的开发周期,更精确的施工设计尤为重要。

席思文^[2]基于三维设计软件CATIA对轮胎包络进行了准确计算分析。程小彪等^[3]基于CATIA创建了车轮极限运动包络面,并进行了动态间隙分析。陈进富^[4]结合CATIA等利用正向思维化解逆向难题,从而开发出了轮胎花纹逆向设计系统。韩平安等采用CATIA设计了385/65R22.5 18PR无内胎全钢载重子午线轮胎的三维造型,并最终完成轮胎设计。陈振艺^[5]利用CATIA的简单实体功能进行了载重轮胎花纹的造型。杨洪云等^[6]基于CATIA二次开发出轮胎包络自动形成的方法。陈振艺^[7]用VB对CATIA软件进行了简单的二次开发。邱垂翔^[8]利用CATIA软件对某轻型商用车麦弗逊前悬架进行了三维运动校核分析。

轮胎企业多采用AutoCAD软件进行轮胎半成品的体积计算,鉴于该软件无法计算复杂花纹,用其估算的体积误差较大。

本工作基于CATIA软件对12R22.5全钢载重子午线轮胎进行施工设计优化。首先基于橡胶和钢丝均是体积不可压缩体(轮胎生产过程中),认为轮胎的各部件在成型前后体积不变,再利用CATIA绘制出复杂花纹,并进行精确的施工设计。

1 花纹绘制

轮胎花纹用于提高轮胎与地面的摩擦力、增大制动力和驱动力等,轮胎花纹设计还影响着汽车的噪声、震动性能和行驶性能以及轮胎的耐磨性能等。利用软件设计轮胎花纹时,应该尽可能地贴合实际轮胎花纹。

轮胎结构设计中,对胎冠进行三维造型时,复杂花纹的绘制是难点,采用CATIA软件进行轮胎三维造型的步骤如下。

步骤1,利用CATIA草图功能绘制轮胎花纹展开图和轮胎断面轮廓图。对花纹展开图进行适当修剪(对材料体积分布影响不大,但可大大简化绘图难度),保留一个花纹节距。同时为了方便胎肩造型,对轮胎断面轮廓图进行适当修剪(如去掉装

作者简介:高荣彬(1994—),男,山东聊城人,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(03796@qust.com.cn)

饰线、文字等),如图1和2所示。

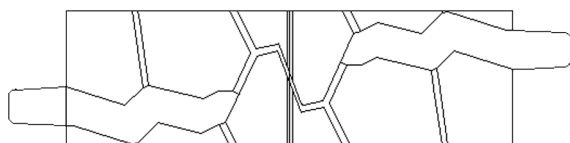


图1 轮胎花纹展开示意

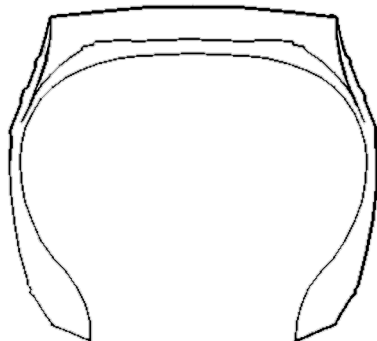


图2 轮胎断面轮廓示意

步骤2,通过CATIA草图编辑器约束绘制完成草图,先绘制1个节距的胎冠。

(1)纵向花纹沟造型。将纵向花纹沟曲线展开到轮胎胎面上,然后运用扫掠工具进行扫掠。为了切割彻底,需要外延插伸工具。最后切割,移除纵向花纹沟。重复此方法,依次切割完胎面上的所有纵向花纹沟。纵向花纹沟的优点是滚动阻力较小,防侧滑能力较好,但防纵滑能力较差,易夹杂石子、产生裂纹。

(2)横向花纹沟造型。将横向花纹沟曲线展开到轮胎胎面上,然后运用扫掠工具进行扫掠。重复此方法,依次切割完胎面上的所有横向花纹沟。横向花纹主要是以横向花纹沟为主的横向曲折花纹,其花纹沟较宽,牵引力较大,散热性能和耐磨性能较好,但是噪声较大。

(3)胎肩造型。将胎肩花纹展开到轮胎胎面上,运用多重提取、扫掠和外延插伸工具,切割胎肩部分,最后移除,得到完整胎肩造型。胎肩花纹与普通花纹沟区别不大。

步骤3,排水线的设计与纵向花纹沟、横向花纹沟和胎肩的造型方法一致,唯一区别是旋转体的厚度和位置。如果是同一平面的旋转体,则位置相同;如果胎面凸起,该旋转体的位置则要高于凸起高度。至此已经完成花纹造型,切割移除得

到一个完整的节距,如图3所示。

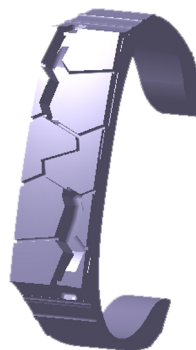


图3 轮胎1个节距的造型

步骤4,通过布尔操作移除花纹沟后,给花纹倒圆角,然后1个节距的胎冠通过圆形阵列,得到轮胎完整的三维造型,如图4所示。



图4 轮胎完整的三维造型

轮胎设计过程中涉及许多曲面的绘制,CATIA的曲面设计功能非常强大,逐渐成为汽车及零部件设计的常用三维软件,采用该软件可以进行复杂花纹设计,提高施工设计精度,明显减少试制次数,提高开发效率。

2 施工设计

2.1 基本原理

材料沿载荷方向产生伸长(或缩短)变形的同时,在垂直载荷方向会产生缩短(或伸长)变形。垂直载荷方向上的应变(横向应变)与载荷方向的应变(纵向应变)之比的负值称为材料的泊松比。

钢丝虽然是体积可压缩材料,但由于成型过程中材料受力较小,其体积变形可以忽略不计;橡胶是体积几乎不可压缩材料,轮胎成型前后各部件体积不变,橡胶的泊松比取 $0.5^{[9-10]}$ 。

基于轮胎成型前后,成品部件和半成品部件可以认为体积不变,根据轮胎的成品轮廓图和花纹展开图,利用CATIA三维软件设计出轮胎造型,然后将胎冠、胎侧和三角胶等成品部件分别分割成小的单元体,然后利用CATIA软件求解每个单元体的体积,求出带有花纹的胎冠体积,进而反推求出半成品结构。

2.2 胎冠施工设计

使用常规的胎面半成品施工工艺,成品轮胎断面易出现带束层不平,会造成轮胎行驶过程中带束层抗压缩变形能力减弱,导致轮胎接地不良,使用性能下降,使用寿命缩短,并且导致胎冠发生翘曲变形,安全性能下降^[11]。为避免该情况,结合实际施工条件,使用如图5所示的半成品结构。

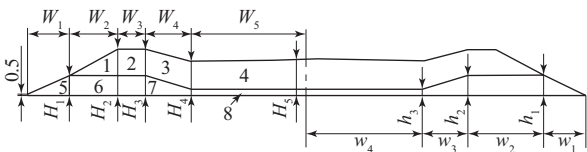


图5 胎冠半成品施工示意

在轮胎实际成型过程中,由于不同贴合工艺的选择,使得胎面胶料分布易发生变化。因此,在根据求得的基部胶和胎面胶体积计算胎冠半成品尺寸时,结合实际施工条件,对胎冠半成品尺寸进行修正调整。

根据CATIA计算得到的图5中胎冠1—8部分体积分别为507.0,591.5,1 009.1,2 733.0,358.3,1 235.0,485.9和565.5 cm³。

根据CATIA求得的体积,计算出的胎冠复合件半成品参数如表1所示。

表1 胎冠复合件半成品参数 mm

参 数	编 号				
	1	2	3	4	5
W	21	24	14	23	58
H	10	23	23	17	18
w	21	38	23	58	
h	10	10	3		

2.3 其他部位施工设计

轮胎其他部位的施工设计与胎冠一样,轮胎成型硫化过程中胎体帘布、带束层、胎圈钢丝受力

较小,体积变形可以忽略不计,因此其直径、长度和宽度等参数不变。

3 实际应用

利用本研究方法进行复杂花纹12R22.5全钢载重子午线轮胎的施工设计,并进行轮胎试制。结果表明,轮胎的胎里反弧、胎里露线、胎圈露钢丝病象均有所减少,花纹综合合格率从99.71%提高至99.82%,常规耐久性能的累计行驶时间从72.83 h延长至78.50 h。

4 结论

本研究基于CATIA软件,采用简单快捷的步骤完成了轮胎花纹绘制和轮胎三维造型,并求解出轮胎半成品的结构和尺寸,在轮胎成型前以及设计目标值变化时,可以对成型工艺进行设计和控制。

利用本研究方法进行施工设计具有以下优点:

- (1) 保证材料分布情况与实际更接近,尺寸更准确;
- (2) 施工设计更合理,提高轮胎的综合合格率和工艺稳定性;
- (3) 根据半成品尺寸和轮胎设计目标值,对轮胎成型工艺进行设计和控制;
- (4) 计算精确度高,实用性强;
- (5) 减少了试制次数,节约了试验费用,降低了开发成本。

参考文献:

[1] 李昭,韩冬礼,朱华健,等.载重子午线轮胎滚动阻力的热力耦合分析及试验验证[J].橡胶工业,2019,66(10):730-738.

[2] 席思文.基于CATIA的轮胎包络计算分析[J].机电工程技术,2012,41(12):65-68.

[3] 程小彪,杨志刚,周振福,等.基于CATIA数字样机技术的汽车轮胎跳动模拟及包络间隙检查分析方法[J].重庆理工大学学报(自然科学版),2013,27(2):13-18.

[4] 陈进富.面向轮胎花纹的逆向系统设计及其性能研究[D].合肥:合肥工业大学,2017.

[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] 杨洪云,王棋龙,彭华东,等.基于CATIA二次开发的轮胎包络自动生成方法[J].西南汽车信息,2016(10):10-15.

[7] 陈振艺.用VB对CATIA软件进行简单的二次开发[J].轮胎工业,2010,30(12):746-750.

[8] 邱垂翔.基于CATIA的某轻型商用车麦弗逊前悬架三维运动校核方法[J].汽车零部件,2013(3):77-79.

[9] 吴其峰,张萍,杨文君,等.高分子物理学[M].北京:高等教育出版

社,2011.

[10] 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.

[11] L R G 特雷劳尔. 橡胶弹性物理学[M]. 北京:化学工业出版社, 1982.

收稿日期:2019-11-16

Construction Design of 12R22.5 Truck and Bus Radial Tire Based on Three-dimensional Design Software CATIA

GAO Rongbin, HUANG Zhaohe, YONG Zhanfu

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

Abstract: The construction design of 12R22.5 truck and bus radial tire based on three-dimensional design software CATIA was introduced. The tread pattern and three-dimensional modeling of tire were established by using CATIA, then the structure and size of semi-finished tire was obtained, and the forming process was designed and controlled. The tire construction design using this method had numerous advantages: reasonable material distribution which was close to actual, accurate size dimension, sound construction design, improved qualification rate of tire and process stability, shortened design cycle, reduced number of trial production, and low development cost.

Key words: truck and bus radial tire; construction design; three-dimensional design software; CATIA; pattern; development cost

飞劲新款Ziex Ze960 A/S轮胎对准 轿跑车和轿车

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com)2019年10月9日报道如下。

飞劲轮胎公司的新款高性能全天候Ziex Ze960 A/S轮胎(见图1)有50多种规格,专为轿跑车和轿车而设计。



图1 Ziex Ze960 A/S轮胎

飞劲表示,这些将运动与奢华融为一体的轿跑车和轿车对轮胎的安全性和运动性能提出了需求。

Ziex Ze960 A/S轮胎采用了飞劲的最新技术。其中,Flask Siping技术能够使轮胎在磨损时继续排水,并提供强大的耐湿滑性能和出色的湿

制动性能;全新Canyon Groove技术能够增大轮胎雪地牵引力,以保证其平稳、舒适地行驶。

该轮胎还采用了先进的胶料,能够在低温下保持柔韧性,在潮湿、雪地和冰地条件下增大抓着力。在干燥条件下,胶料生热时其化学键仍保持稳定,从而保证轮胎出色的暖天候适应性。

“飞劲最新一代的高性能全天候轮胎旨在适配最新一代的车辆”,飞劲轿车轮胎产品经理Tsuyoshi Johnson表示,“我们为Ziex Ze960 A/S轮胎的性能感到非常自豪。该轮胎采用了我们最先进的技术,因此相信它将有能力为驾驶者提供动态的全天候可操控性。”

Tsuyoshi Johnson补充说:“Ziex Ze960 A/S轮胎非常适合宝马3和4系、本田雅阁运动系和特斯拉Model 3等流行汽车。”

H和V速度级别的Ziex Ze960 A/S轮胎提供104 607 km(65 000英里)的胎面担保[W速度级别为72 420 km(45 000英里)]。此外,实行飞劲道路危险防护的轮胎在两年内或胎面磨损在2.38 mm(3/32英寸)内发生的任何损坏(以先到者为准)时可以免费更换。

(许亚双摘译 赵敏校)