

基于CATIA的轮胎轮廓参数化模板设计

李 华, 张 敏, 吴东霞, 程丽娜

(中策橡胶集团有限公司, 浙江 杭州 310018)

摘要: 基于CATIA软件平台,对轮胎轮廓图进行参数化设计,并结合了CAA技术实现其快速系列化。在CATIA平台创成式曲面设计模块中,通过创建关键参数、制定规则和编写检查驱动几何元素的生成,实现轮廓图模板的制作,结合CAA编程,提高了系列化扩展的自动化程度。该设计方法可缩短轮胎开发设计周期,降低开发成本,提高设计自动化水平。

关键词: 轮胎;轮廓;CATIA软件;参数设计;模板设计;CAA二次开发

中图分类号: TQ336.1⁺1; TP391.7

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2021)04-0218-04

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2021.04.0218



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

轮胎设计形式选择多样,同花纹系列的轮胎规格数量常达几十个,经常需要耗费大量的设计时间。随着轮胎行业的迅速发展,轮胎产品不论在产品规格线还是在花纹设计上的更新速度都越来越快,如何有效提高产品质量、缩短开发周期、降低开发成本、提高企业的市场快速响应能力,从而提高企业的盈利能力,已成为轮胎企业关注的重点。在全球制造业为争夺数字化创新领导者地位展开如火如荼的竞争大环境下,全球三分之二的工业企业表示,生产价值链的数字化是其首要任务之一^[1]。现阶段的轮胎设计,众多轮胎企业已从以往的AutoCAD平台上的2D图形设计,转到Computer Aided Three-Dimensional Interface Application (CATIA),UG,Pro/Engineer,SolidWorks等三维设计平台上来。

CATIA软件采用全新的、基于组件的开放式体系结构,利用其参数化驱动模板设计配合Component Application Architecture (CAA)二次开发,能够有效缩短轮胎开发周期,将系列化产品快速投入市场,提高企业竞争力并提升企业形象^[2-4]。目前参数化设计在国内众多轮胎企业已经得到普遍应用。郝泳涛等^[5]提出了自动化智

能轮胎设计的概念,建立了计算机辅助设计三维轮胎数字化模型开发设计平台。丁海峰等^[6]利用CATIA软件对轮胎进行实体建模研究。张金巨^[7]利用CATIA软件对轮胎花纹进行参数化设计系统的研究。

轮胎设计可分为模型设计、轮廓设计和配方设计3个方面。其中轮廓设计对轮胎的性能有重大影响,直接影响到轮胎的受力、操纵性能和滚动阻力等,因此轮胎的轮廓设计十分重要^[8-10]。本工作利用CATIA软件(V5R22版本)平台,在创成式曲面设计模块下进行轮胎轮廓的参数化模板设计。利用参数驱动实现同规则下不同规格轮胎产品轮廓图的快速扩展,提高了轮胎设计的效率;同时利用参数化及规则化设计,把设计经验进行黑盒封装,通过对模板的应用提高设计的规范性和标准性,在提高设计质量的同时降低因工程师不同可能出现的设计失误。

1 轮廓设计参数

轮胎轮廓设计是指满足技术指标要求的充气轮胎外轮廓尺寸的成品轮胎模具内轮廓形状尺寸的确定过程,即指硫化模具内缘轮廓尺寸的确定。轮胎的轮廓尺寸是外胎断面图的基本框架尺寸,包括外直径(D)、断面宽(B)、断面高(H)、下胎侧高度(H_1)、上胎侧高度(H_2)、胎圈着合直径(D_f)、胎

作者简介: 李华(1982—),女,山东菏泽人,中策橡胶集团有限公司工程师,硕士,主要从事轿车子午线轮胎CATIA设计平台开发及轮胎设计工作。

E-mail: hua.li@zc-rubber.com

圈着合宽度(C)、胎圈宽度(W)、行驶面宽度(b)、行驶面高度(h)、花纹深度(d_T)等,如图1所示。

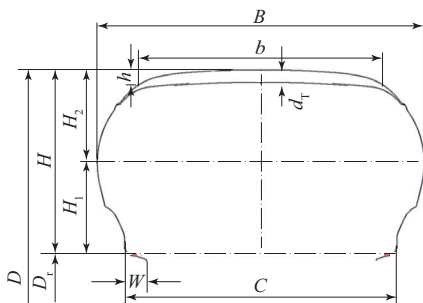


图1 轮胎部分轮廓尺寸

轮胎轮廓的设计参数非常多,设计十分复杂。因此轮胎轮廓的模板设计需要进行大量的标准化和规范化设计。按照设计规则的不同,轮胎可分为9种类型,分别为:PCR(普通轿车子午线)轮胎、SUV(运动型实用汽车)轮胎、UHP(高性能轿车)轮胎、CVT(C型轻型载重)轮胎、LTR-M(LT型轻型载重)轮胎、LTR(英制轻型载重)轮胎、T-PCR(备用轿车子午线)轮胎、ST(ST型轻型载重)轮胎和HFLR(高通过性)轮胎。

本工作以155/70R13 75T PCR轮胎为例对其轮廓进行参数化设计。

(1) D, B, C, b, h 参数设计。根据产品设计目标及市场属性,由对应的设计手册查得标准外径(D_s)、标准断面宽(B_s)及标准胎圈着合宽度(C_s),也可通过设计手册标准公式进行计算。计算公式如下:

$$D = D_s - 3 \quad (1)$$

$$B = B_s + k_2 \quad (2)$$

$$C = C_s + 25.4k_1 \quad (3)$$

$$b = Bk_3 \quad (4)$$

$$h = bk_4 \quad (5)$$

式中, B, C, b 值均取整, k_1 为胎圈宽度放大系数, k_2 为断面宽增量, k_3 为行驶面比例系数, k_4 为总弧深系数。在模板规则中, k_2 由 k_1 和轮胎名义高宽比(A)共同确定, k_3 由设计类型和速度级别共同确定。通过式(1)~(5),可依次求得设计参数 D, B, C, b, h 。

(2) H, H_1, H_2 和 d_T 参数设计。 D_T 根据轮胎轮辋

名义直径确定,由设计公式 $H = (D - D_T) / 2$,可求得 H 。根据 $H = H_1 + H_2$, H_2/H_1 由 k_1 和 A 共同确定,可求得 H_1 和 H_2 。 d_T 由轮胎名义断面宽(B_n)和 A 共同确定。

(3) W 参数的设计。 W 由胎圈处帘布结构层数(BS)确定,其中单层时BS为1,双层时BS为2。

(4) 下轮廓有无护圈(RP)设计。针对有RP设计的情况,对应增加该部分位置的参数设计,参数取值由轮辋名义直径(D_n)和BS确定。

(5) 根据以上主要轮廓尺寸参数值,轮胎设计常规参数定值及在设计中应用到的中垂线定理、相切关系等,求解出轮廓图中相关位置的半径、高度、厚度等,将轮廓图绘制出来。

2 轮廓图模板制作

针对PCR轮胎,不同规格轮胎轮廓图的关键设计参数集中在 B_n, A, D_n, DT (设计类型),BS,RP,SI(速度级别)和 k_i 上。轮胎轮廓图模板制作过程中,首先创建轮廓图绘制所需要的所有参数;关键设计参数建立,为后续知识工程模板封装做准备;常规规定值参数建立,绘图时直接应用;通过计算及设计关系确定数值的参数,直接将公式及规则写入参数值内,以驱动图纸在改变参数时的自动更新。本工作建立 $B_n, A, D_n, DT, BS, RP, SI$ 和 k_i 八个参数,对 D, B, C, b, h 等参数进行公式计算, k_i ($i=1-4$)等参数采用规定常数,结果如图2所示。

根据建立的参数进行轮胎轮廓图的绘制。不同类型的轮廓参数化设计在对轮廓图分区时应遵

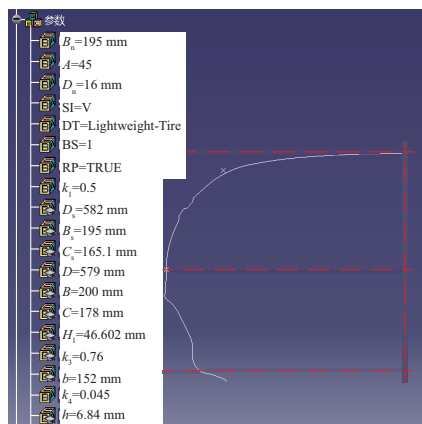


图2 轮廓图设计参数

循相同的规则:为了方便轮廓图为花纹、胎侧及令模(胎侧下分型面到胎圈位置)三部分特征点、特征线等的使用,统一将轮廓的特征拆分为胎面部分、胎侧部分和胎圈部分,如图3所示。由于在轮廓图的绘制中调用了写入公式和规则的参数,因此通过参数驱动,就可以实现轮廓图的自动更新,即实现轮廓图的模板化。

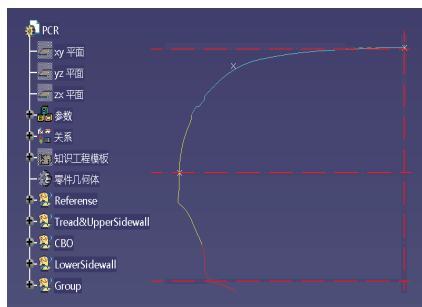


图3 轮廓模板示意

结合CATIA知识工程模块对轮廓图模板进行封装。在此过程中,对公式和规则进行黑盒封装,其在后续扩展过程中不可见且不可编辑,可实现模板的良好保密性。同时将8个关键参数及花纹、胎侧、令模设计的必要输入(参数、曲线、点等)发布出来供后续轮胎图整装数模使用,达到轮廓驱动花纹/胎侧/令模的设计关联,可起到统一数据源的目的,如图4所示。

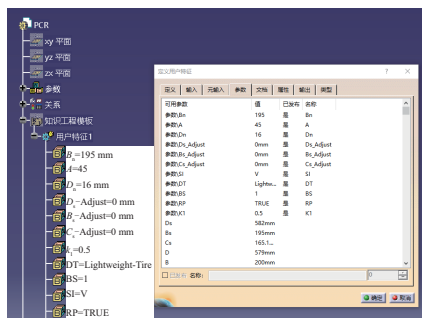


图4 轮廓模板关键设计参数输出示意

3 系列化规格扩展

对PCR轮胎,通过关键设计参数的替换,利用轮廓模板即可实现轮廓图的自动更新。因此,在PCR轮胎轮廓模板扩展的过程中,首先需要在其轮廓参数Excel设计表中,按8个关键设计参数类别填写相关参数,如表1所示。

表1 轮廓参数设计表

参 数	PCR轮胎规格			
	155/70 R13 75T	155/80 R13 79T	165/60 R14 79H	185/60 R14 82H
$B_n^{(1)}/\text{mm}$	155	155	165	185
$A^{(1)}$	70	80	60	60
$D_n^{(1)}/\text{mm}$	13	13	14	14
DT ⁽²⁾	Standard-Tire		Standard-Tire	
BS ⁽³⁾ /层	1	1	1	1
RP ⁽⁴⁾	FALSE	FALSE	FALSE	FALSE
SI ⁽⁵⁾	T	T	H	H
$k_1^{(6)}$	1	1	1	1

注:1)—6)为参数定义,1)规格输入;2) Lightweight-Tire/Standard-Tire/Deepened-Tire/Studded-Tire; 3) 1/2; 4) TRUE/FALSE; 5) 最高速度等级; 6) 1.5/1/0.5。

利用CAA二次开发程序自动读取轮廓参数Excel设计表中的参数项,并将读到的参数输入到模板文件中。通过设计表上不同型号(列)的选择,自动将关键设计参数进行替换,同时自动更新轮廓图纸,实现轮廓图不同尺寸规格的迅速系列化扩展。选中已正确填写参数的设计表后,点击“OK”按钮即可运行程序,得到参数设计表中各列规格轮廓图,并自动保存。程序的二次开发进一步提高了设计的自动化程度,提升了自动化系列扩展的出图效率。

4 实际应用

以往轮廓图在AutoCAD平台上进行单规格设计时,虽然设计规则统一,但仍然需要进行重复性设计工作,人工进行逐个规格的绘制。以同花纹系列开发24个规格为例,按每个规格耗时2 h计算,24个规格一个人需要6个工作日的时间。

采用CATIA模板设计,利用参数驱动图纸自动更新,加以程序二次开发自动系列扩展和保存,按每个规格计算耗时2 min,24个规格仅需要48 min,就能将轮廓图全部扩展完成。

因此,采用参数化模板设计,不仅可以大幅度缩短设计开发人员的工作时间和轮胎开发周期,在规范设计标准的同时提高了轮胎轮廓图的设计质量,减少因个人设计经验和习惯的不同而造成的设计差异化。

5 结语

本工作探讨了轮胎轮廓图的参数化设计方

法,通过对轮胎轮廓参数化和模块化设计,采用设计关键参数的方式,利用知识工程实现设计规则的封装,利用程序二次开发实现了快速系列化规格轮胎轮廓设计扩展的目的。

参考文献:

- [1] KAREL ELOOT. 制造业数字化转型取得成功的六大因素[C]. 体验时代的制造业大会论文集. 上海:麦肯锡分公司,2018.
- [2] 胡燕萍. CATIA软件在轮胎三维设计中的应用[J]. 科技展望, 2015, 25(18): 11.
- [3] 王瑞华, 雍占福, 王文峰, 等. 基于CATIA的复杂花纹轮胎施工设计[J]. 轮胎工业, 2019, 39(1): 6-9.
- [4] 龙娟, 黄炽强. 基于CATIA的轮胎参数化设计[J]. 轮胎工业, 2019, 39(4): 199-202.
- [5] 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.
- [6] 丁海峰, 邵志民, 王传铸, 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] 张金巨. 基于语义的轮胎花纹参数化设计系统的研究[D]. 合肥:合肥工业大学, 2015.
- [8] 潘涛. 子午线轮胎轮廓设计理论的相关研究[D]. 广州:华南理工大学, 2011.
- [9] 宿晓峰, 付平, 丁忠军, 等. 基于Abaqus软件的轮胎有限元模型建立及仿真分析[J]. 橡胶工业, 2019, 66(2): 121-127.
- [10] 李长宇, 杜云峰, 宁卫明, 等. 新型安全轮胎的设计及其有限元仿真分析[J]. 橡胶工业, 2019, 66(7): 529-533.

收稿日期: 2020-10-21

Parametric Template Design of Tire Profile Based on CATIA

LI Hua, ZHANG Min, WU Dongxia, CHENG Lina

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

Abstract: Based on the CATIA software platform, a parametric design of the tire profile was carried out, and its rapid serialization was realized by combining with CAA technology. In the generative shape design module of the CATIA platform, the generation of geometric elements was driven by creating key parameters, formulating rules, and compiling checks, so as to realize the production of outline template. Combined with CAA programming, the automation degree of serialized expansion was improved. Using this design method, the cycle of tire development and design was shortened, the development cost was reduced, and the level of design automation was improved.

Key words: tire; profile; CATIA software; parametric design; template design; CAA secondary development

美对华乘用车及轻卡车轮胎将继续征税5年

2021年2月19日,美国商务部正式在《联邦公报》上刊载了对华乘用车及轻卡车轮胎第1次日落复审继续征收反倾销及反补贴税的税令。

2020年11月4日,美国商务部做出了如果撤销对华乘用车及轻卡车轮胎的反倾销及反补贴税令,将可能导致倾销及补贴继续或再次发生的快速日落复审最终裁定,并最终于2021年2月19日发布了继续征税5年的反倾销及反补贴税令。

据悉,2015年8月10日,美国对华乘用车及轻卡车轮胎反倾销及反补贴税令生效,对中国出口至美国的乘用车轮胎征收14.35%~87.99%的反倾销税及20.73%~116.33%的反补贴税。随后经

过多次年度行政复审,部分企业的反倾销及反补贴税率下降,同时有近20家企业在其后的年度行政复审中获得了零税率。

2020年7月1日,美国商务部及美国国际贸易委员会对该双反税令发起第1次日落复审,以决定是否有必要继续实施税令。由于此次只有美国申请人申请参与日落复审,因此美国商务部启动了快速日落复审程序,并于当年10月底作出了快速日落复审裁决且于11月4日正式在《联邦公报》上进行了公告。美国国际贸易委员会则在中国产业缺席的情况下,做出了会继续发生实质性损害的裁决。

(摘自《中国化工报》,2021-02-26)