

特约来稿

基于自定义特征的子午线轮胎结构参数化系统的设计

陶森望, 宋 健, 徐丹丹, 李宏玲, 董玉德*

(合肥工业大学 机械工程学院, 安徽 合肥 230009)

摘要:以CATIA和Microsoft Visual Studio 9.0为开发平台, CAA为基础库函数, C++为基础语言, 完成子午线轮胎结构参数化系统的设计。在基于自定义特征的子午线轮胎结构参数化系统通过程序进行轮胎结构设计, 减少了设计人员重复建模, 提高了轮胎结构设计效率; 通过自定义特征框架搭建, 实现了轮胎轮廓、胎圈、胎体、带束层等结构的单独优化设计及轮胎结构的整体优化设计, 建立了轮胎结构设计系统与数据库的联系, 便于后续轮胎结构数据的查询与修改。

关键词:子午线轮胎结构; 参数化设计; 自定义特征; 数据库

中图分类号:TQ336.1; TP39

文献标志码:A

文章编号:1000-890X(2021)07-0483-08

DOI:10.12136/j.issn.1000-890X.2021.07.0483



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着汽车行业的发展, 国内汽车保有量逐年上升, 轮胎的需求量也在不断增大^[1-3]。作为车辆与地面接触的唯一部件, 轮胎稳定性对驾驶人员和行人的安全起着至关重要的作用。因此, 轮胎结构设计受到越来越多的重视, 而轮胎结构影响着轮胎耐磨性能、抓着性能、侧向稳定性以及车辆减振性能。

许多学者对轮胎结构与性能展开了研究, 其中, 日本的K. KABE等^[4]在设计轮胎满足使用年限的条件下, 提出将轮胎安全要素的结构设计方法应用于卡车和客车的结构设计中。J. R. CHO等^[5]采用遗传算法对载重子午线轮胎结构进行目标优化, 用迭代遗传进化方法处理不连续离散型设计变量。S. W. JUNG等^[6]提出一种层次模糊花纹匹配分类器(HFPMC)的设计方案, 并将其应用于轮胎胎面花纹识别中。C. H. CHU等^[7]开发了轮胎CAD模具参数化专用设计系统, 并且提出一种几何算法, 可对设计过程中出现的不需要的槽几何形状进行自动更正。郭丽华等^[8]在设计子午线轮胎结构时

添加了数据库, 使数据管理相对规范, 能够更好地维护和管理数据, 并且实现了数据共享, 减少了设计中的冗余度。付平等^[9]通过非线性有限元分析软件Abaqus对无内胎载重子午线轮胎充气过程和接触应力进行仿真分析并优化了其结构。应莲花^[10]提出对轮胎轮廓及花纹的参数化建模方法, 并对模型进行了有限元分析。王国林等^[11]提出一种新的轮胎充气非平衡内轮廓的积分方程, 设计的轮胎抓着性能和耐磨性能更好。李炜^[12]提出了修正的子午线轮胎平衡轮廓形状理论, 研究发现该修正理论可直接用于子午线轮胎平衡轮廓的设计。薛梓晨等^[13]提出一种新型子午斜交轮胎胎体结构, 利用Abaqus建立了轮胎仿真模型, 并对其接地性能和骨架材料力学性能进行了分析。曹冲振等^[14]发现带束层结构宽度和角度对轮胎滚动阻力有较大的影响, 减小带束层宽度及其钢丝密度等有助于改善轮胎结构性的滚动阻力。庄剑^[15]以薄膜网络理论和平衡轮廓方法对子午线轮胎结构进行了设计, 包括外轮廓设计、花纹设计、内

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51775159)

作者简介:陶森望(1996—), 男, 山东齐河人, 合肥工业大学在读硕士研究生, 主要从事数字化设计研究。

通信联系人:董玉德(1966—), 男, 安徽舒城人, 合肥工业大学教授, 博士, 主要从事计算机辅助设计(CAD/CAE/PDM)研究工作。

*通信联系人(dyjiaoshou@126.com)

引用本文:陶森望, 宋健, 徐丹丹, 等. 基于自定义特征的子午线轮胎结构参数化系统的设计[J]. 橡胶工业, 2021, 68(7): 483-490.

Citation: TAO Senwang, SONG Jian, XU Dandan, et al. Design of a parametric system of radial tire structure based on user defined features[J]. China Rubber Industry, 2021, 68(7): 483-490.

轮廓设计,输出轮胎花纹总图和内外轮廓图等。郝泳涛等^[16]研究了轮胎产品设计专业平台,开发出自动化智能轮胎设计系统。张安强等^[17]采用ObjectARX对AutoCAD进行二次开发,研发出具有尺寸驱动功能的轮胎设计系统,其中,修改轮胎结构中的某一参数,系统会自动对其他参数进行相应修改并重新生成。唐文静等^[18]采用VB语言对SolidWorks进行二次开发,并加入数据库技术,研究轮胎胎面花纹的参数化建模。黄文龙等^[19]采用数字化轮廓方法,研究子午线轮胎CAD系统,实现了参数化绘图功能。刘连云等^[20]采用VB语言研究出全钢载重子午线轮胎的集成化设计,实现了轮胎结构设计效率的提高。孙海燕等^[21]在UG中基于自然平衡轮廓理论研究了越野轮胎结构与抓着性能。王国林等^[22]通过有限元分析法研究低滚动阻力轮胎结构的设计。刘大众^[23]研究了轮胎CAD系统设计,包括轮胎常规设计、计算和绘图全过程。Y. D. DONG等^[24]实现了轮胎花纹设计的逆向建模。

子午线轮胎结构复杂,设计人员可能因为某一细小缺陷需要反复重建三维模型,容易出错且效率较低。本工作以CATIA和Microsoft Visual Studio 9.0为开发平台,CAA为基础库函数,C++为基础语言,完成了子午线轮胎结构参数化系统的设计,以提高子午线轮胎结构的设计效率。

1 子午线轮胎结构参数化系统

为实现三维轮胎结构的快速创新设计,在延续并运用传统设计方法的基础上,提出基于自定义特征下参数化的子午线轮胎结构建模方法,基于该方法开发出子午线轮胎结构参数化设计系统。该系统包括负荷确定和轮胎轮廓、胎圈、胎体、带束层、冠带层设计模块,各模块间相互独立,可单独进行设计和修改,系统主界面如图1所示。

1.1 负荷确定

轮胎结构设计前应先进行负荷计算,确定负荷是否达到要求,达到要求后方可进行下一步设计。轮胎充气外缘尺寸确定后,通过计算得到的

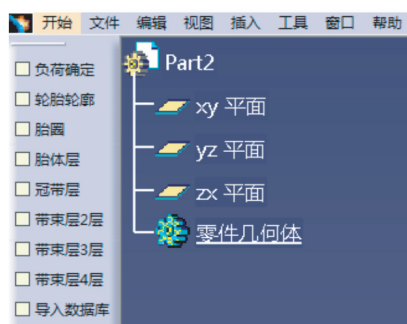


图1 系统主界面

Fig. 1 Main interface of system

轮胎负荷称为理论负荷,其必须大于标准负荷(大于3%~5%为佳)。负荷确定模块有载重子午线轮胎和轿车子午线轮胎负荷验算功能,其中轿车子午线轮胎系列包括50, 60, 70, 78和82等。本研究采用海尔公式,分别确定载重子午线轮胎和轿车子午线轮胎理论负荷。

(1) 载重子午线轮胎理论负荷计算公式如下:

$$W = 0.231K \times 0.425 \times 9.8 \times 10^{-3} \times (1.02 \times 10^{-2} P)^{0.585} \times B_m^{1.39} (D_R + B_m) \quad (1)$$

$$B_m = B' \times \frac{180^\circ - \arcsin \frac{W_1}{B'}}{141.3^\circ} \quad (2)$$

式中: W 为轮胎理论负荷, kN; K 为负荷因数, 单胎 $K=1.4$, 双胎 $K=1.1$; P 为轮胎充气压力, kPa; B_m 为 W_1/B' 为62.5%的理想轮辋上轮胎充气断面宽度, cm; D_R 为轮辋名义直径, cm; W_1 为设计轮辋宽度, cm; B' 为轮胎充气断面宽度, cm。

(2) 轿车子午线轮胎理论负荷计算公式如下:

$$W = 0.231K \times 0.425 \times 9.8 \times 10^{-3} \times (1.02 \times 10^{-2} P)^{0.585} \times B_d^{1.39} (D_R + B_d) \quad (3)$$

$$B_d = B_{0.7} - 0.673d \quad (4)$$

$$B_{0.7} = B' \times \frac{180^\circ - \arcsin \frac{W_1}{B'}}{135.6^\circ} \quad (5)$$

$$d = 0.96B_{0.7} - H \quad (6)$$

式中: B_d 为扁平轮胎在理想轮辋上的断面宽度, cm; d 为圆形轮胎设计断面高度与扁平轮胎最大断面高度之差, cm; $B_{0.7}$ 为计算参数; H 为轮胎最大断面高度, cm。

在系统主界面点击“负荷确定”按钮,弹出“负荷确定”界面,如图2所示。通过交互式界面,输入参数,选择负荷类型,轮胎结构参数化系统中将自动计算理论负荷并与同等型号轮胎的标准负荷进



图2 轮胎负荷确定界面

Fig. 2 Interface of tire load determination

行比较,如满足要求,则弹出“负荷满足”消息框,继续进行下一步轮廓设计;如不满足要求,则弹出“负荷不满足”消息框,需重新设计轮胎的充气外直径和充气断面宽,重新验算负荷能力。

1.2 轮廓模块

本研究采用模型驱动法,轮胎轮廓各个点精确位置、线和圆弧等由程序绘制,修剪、倒角、相切等操作相应封装在程序中。子午线轮胎轮廓参数化设计采用以经典薄膜-网络理论为基础的自然平衡轮廓曲线设计方法。

子午线曲率半径(ρ_1)计算公式如下:

$$\rho_1 = \frac{r_k^2 - r_m^2}{2r}$$
 (7)

式中: r_k 为胎冠点半径,mm; r_m 为断面最宽点半径,mm; r 为断面轮廓上任意点半径,mm。

将自然平衡轮廓曲线设计方法封装在程序中。点击系统主界面“轮廓”按钮,即进入轮胎轮廓设计界面(见图3),输入轮廓各参数(如轮胎断面宽度和外直径、轮辋宽度等),并且可以选择胎肩种类,如切线形胎肩、反弧形胎肩和圆形胎肩,

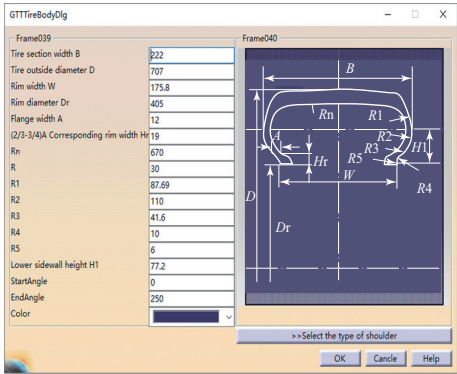


图3 轮胎轮廓设计界面

Fig. 3 Interface of tire profile design

点击“确定”按钮,生成轮胎轮廓,如图4所示。



图4 轮胎轮廓

Fig. 4 Tire profile

1.3 胎圈模块

胎圈是使轮胎牢固地固定在轮辋上的部件。点击系统主界面“胎圈”按钮,即进入胎圈设计界面(如图5所示)。输入参数(在胎圈设计界面可查看参数意义),选择胎圈显示颜色和断面形状。钢丝圈断面形状主要包括矩形、圆形、U形、六角形和扁六角形等,本研究主要针对矩形和圆形断面,其中圆形断面包括六边圆形和圆形2种断面。通过改变胎圈设计界面中的参数,可相应改变钢丝圈的形状、直径和数目等,点击“确定”按钮,生成钢丝圈,如图6所示。

1.4 胎体模块

子午线轮胎胎体起缓冲作用,可显著改善车辆行驶中的舒适性和操控性。点击系统主界面“胎体层”按钮,即进入胎体设计界面,如图7所示。在对话框中输入胎体各层参数,选择胎体显示颜色,点击“确定”按钮,自动生成胎体,如图8所示。胎体帘布层一般为3层,故本研究选择3层胎体帘布层进行自动设计。

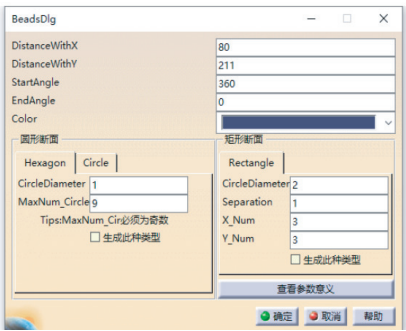


图5 胎圈设计界面

Fig. 5 Interface of bead design

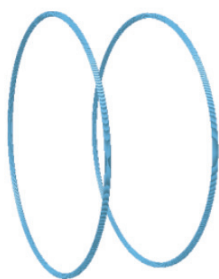


图6 钢丝圈
Fig. 6 Steel rings

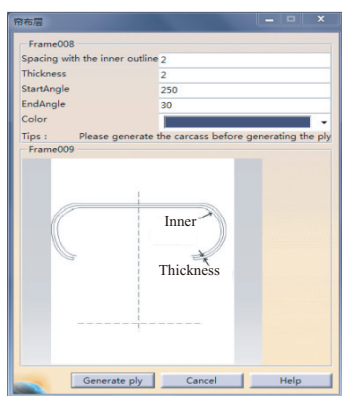


图7 胎体设计界面
Fig. 7 Interface of carcass design



图8 胎体
Fig. 8 Carcass

1.5 带束层模块

带束层起束缚并防止胎体周向变形的作用,可改善胎冠性能。带束层设计模块包括2层带束层、3层带束层和4层带束层设计模块3部分,根据需要选择带束层层数。带束层结构形式如图9所示。

以3层带束层为例,点击系统主界面“带束层3层”按钮,即进入“带束层3层”设计界面(如图10所示),界面右侧为参数意义。输入设计参数,选择带束层显示颜色,点击“确定”按钮,自动生成3层带束层。3层带束层结构如图11所示。

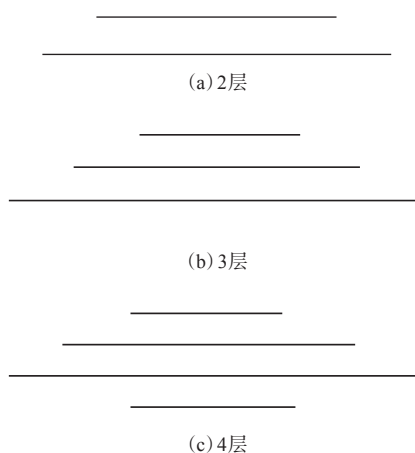


图9 带束层结构形式
Fig. 9 Structure forms of belt

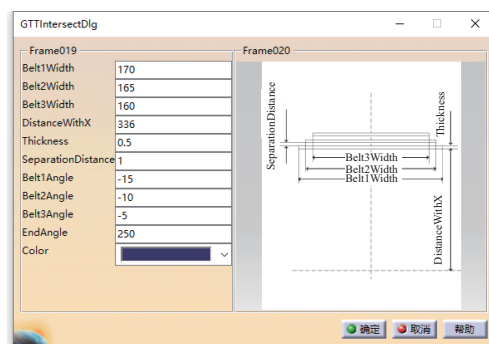


图10 带束层3层设计界面
Fig. 10 Interface of three layer belt design



图11 3层带束层结构
Fig. 11 Structure of three layer belt

1.6 冠带层模块

冠带层可防止带束层扩张,降低带束层温度和轮胎滚动阻力。点击系统主界面“冠带层”按钮,即进入冠带层设计界面,如图12所示。在设计冠带层之前必须生成带束层,选择生成冠带层的面,输入冠带层参数,点击“确定”按钮,生成整体性冠带层或分离性冠带层,如图13所示。

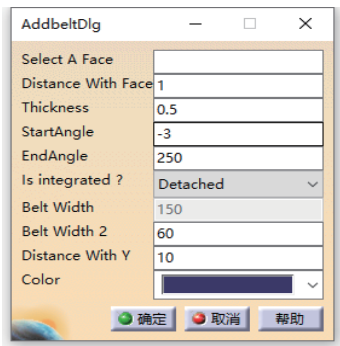


图 12 冠带层设计界面
Fig. 12 Interface of cap ply design

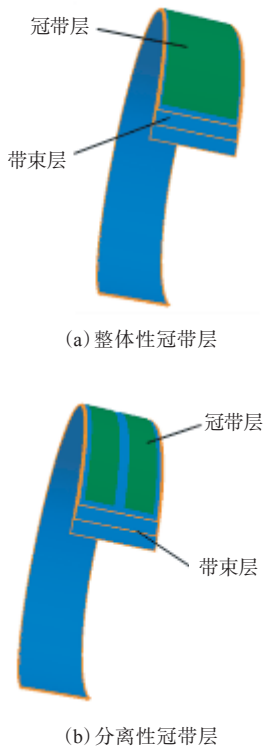


图 13 冠带层结构
Fig. 13 Structure of cap ply

轮胎结构参数化系统最后生成完整的轮胎结构,如图14所示。

2 子午线轮胎结构的参数化设计

2.1 结构构造及主要算法

以轮胎轮廓设计为例,对基于自定义特征的参数化子午线轮胎轮廓生成程序进行介绍,其他轮胎结构设计方法类似。

2.1.1 自定义轮胎轮廓特征的主要步骤

轮胎轮廓有很多属性值,在程序中通过接口

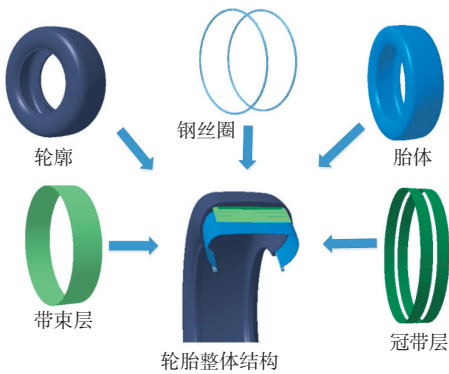


图 14 轮胎结构示意图
Fig. 14 Diagram of tire structure

设置和获取这些属性值,并定义其特征的功能属性,对其实例化后可得到定义的新特性。自定义轮胎轮廓特征的主要步骤如下。

- (1) 通过CreateCatalog函数创建一个能储存轮胎轮廓的StartUp库。
- (2) 创建新的扩展接口,声明定义并获取轮胎轮廓特征的属性值。
- (3) 利用CATOsmSUFactory函数,得到一个新的只有轮胎轮廓属性的Factory,生成CATfact文件和CATSpecs文件。
- (4) 通过AccessCatalog函数访问Catalog,设置新的生成轮胎轮廓的Factory。
- (5) 应用CATIBuild方法,获取轮胎轮廓交互式设计界面新的输入数据,定义程序上的结果,生成轮胎轮廓。

2.1.2 轮廓曲线设计的主要步骤

轮胎轮廓特征属性被封装在自定义接口中,调用该接口下的实例化函数即可生成轮胎轮廓,轮廓曲线采用自然平衡轮廓曲线设计方法设计,主要步骤如下。

- (1) 通过CreateSketch函数打开草图界面,用OpenEdition函数对草图进行编辑,获取轮胎轮廓设计界面输入参数。

- (2) 建立参数关系。

r_k 和 r_m 的计算公式如下:

$$r_k = R - m \tag{8}$$

$$r_m = \frac{1}{2}(R + r_i) \tag{9}$$

式中: R 为轮胎外半径,mm; m 为胎面与胎体间中线厚度,为1 mm; r_i 为胎圈着合半径,mm。

断面最宽点胎侧曲率半径(ρ_2)计算公式如下:

$$\rho_2 = \frac{r_k^2 - r_m^2}{2r_m} \quad (10)$$

胎肩曲率半径(ρ_3)计算公式如下:

$$\rho_3 = \frac{r_k^2 - r_m^2}{2r_k} \quad (11)$$

程序中默认胎侧与胎体间厚度为1 mm。

(3) 创建点、线和圆弧,将CATISpecObject类型转化为CATI2DCurve类型,创建约束,生成外轮廓曲线和内轮廓曲线。

(4) 将草图显示在视图中,通过CloseEdition退出编辑界面,通过CreateShaft为草图创建轴线。

(5) 通过轮胎轮廓自定义接口下的实例化函数CreateTireBody实例化轮胎轮廓。

2.2 数据库设计

综合考虑系统的安全性和稳定性,本研究程序采用Microsoft SQL Server作为临时数据和模型信息的存储工具,其主要功能是将轮胎结构建模过程中的模型数据导入数据库,便于后期管理与查询,其中包括每个部件结构数据信息,以利于构建轮胎结构数据信息库。

数据库设计在Microsoft Visual Studio 9.0中进行,主要包括获取轮胎结构模型参数数据(参数),将CATIA与数据库连接,最后通过交互式界面将该模型数据导入数据库。只有正确完成轮胎结构模型构建,才可将轮胎结构数据信息导入数据库。本研究设计的数据库包含5个参数表,分别是轮胎轮廓、胎圈、胎体、带束层、冠带层的参数表。在导入数据时,各部件结构数据会自动存入相应的表中,表之间是并列关系,ID相同时,即属于同一轮胎结构模型下数据表;构建特征失败时,相应结构数据导入数据库将失败。

点击“数据查询”按钮,即进入数据查询模块,该系统设置5个查询表,分别为构建模型时与轮胎各部件结构对应的数据。输入查询条件,即在相同ID下点击“Query”按钮,将查询到构建完整轮胎结构的相关数据表,ID为1时查询得到的数据如图15所示。

将数据导入数据库,方便对轮胎结构数据的查询与管理及后期有限元分析后的查询与修改,

ID	B	D	W	Dr	A	Hr	Rn	R	R1	R2	R3	R4	R5	H1
1	222	707	175.8	405	12	19	670	50.3	87.69	110	41.6	10	6	77.2

图15 查询数据界面示意

Fig. 15 Interface of query data

从而优化轮胎结构。

2.3 参数化设计

子午线轮胎结构参数化设计方法的具体步骤如下。

(1) 确定轮胎轮廓理论及参数化关系表达式。只有确定了轮胎轮廓理论才能确定参数间的数学关系表达式。只有数学关系表达式正确,才能保证子午线轮胎结构参数化系统生成的模型以及确定的胎圈、胎体、带束层等结构间参数的数学关系具有实用价值。

(2) 建立人机交互界面。人机交互界面即结构模型设计界面,用户可在设计界面输入参数得到所需模型以及修改模型。

(3) 构建模型。确定满足要求的各参数,将其输入设计界面,选择每个结构的类型,逐一完成轮胎轮廓、胎圈、胎体和带束层等结构的模型构建。

(4) 导入数据库。将构建成功的轮胎结构模型数据全部导入数据库,方便后续管理与查询。

(5) 有限元分析。对得到的子午线轮胎结构进行充气过程及接地分析,验证设计参数的正确性,进而优化轮胎结构,以满足需求特性。

在构建模型过程中,为避免在修改核心尺寸后建模失败,程序中编写草图功能时需要设置全约束,各参数间需要建立数学关系表达式,并且相关部件之间建立绝对坐标系关联,否则部件参数改变而坐标位置未变动导致建模失败。应用参数化方法可使子午线轮胎结构模型设计更快、更高效,减少设计人员重复繁琐的工作,提高轮胎结构设计效率。子午线轮胎结构参数化设计整体思路如图16所示。

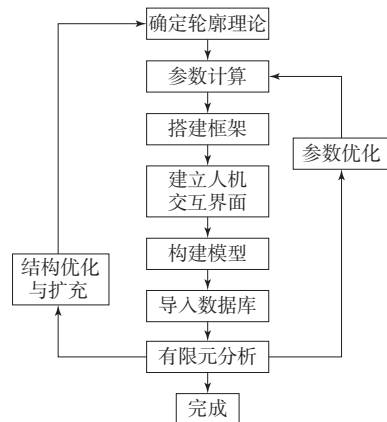


图16 子午线轮胎结构参数化设计的整体思路
Fig. 16 Overall thinking of parametric design for radial tire structure

3 结语

本工作基于自定义特征设计了子午线轮胎结构参数化系统,运用了CATIA开放接口和自定义接口来设置和输入轮胎结构数据,使得轮胎结构设计简单、高效和准确。

本研究胎圈部分未涉及钢丝包布加强层、胎圈护胶和上下三角胶等的强度,这将在以后弥补,同时应进一步增强负荷确定与数据库之间的关联,以提高验算负荷的效率。

参考文献:

- [1] 李本杰. 汽车行业轮胎现状及发展趋势探讨[J]. 时代汽车, 2018 (7): 137-138.
LI B J. Discussion on current status and development trend of tire in automobile industry[J]. Auto Time, 2018 (7): 137-138.
- [2] 史一锋, 蔡为民. 轮胎工业现状与发展趋势[J]. 橡胶科技, 2016, 14 (6): 5-10.
SHI Y F, CAI W M. Current status and development trend of tire industry[J]. Rubber Science and Technology, 2016, 14 (6): 5-10.
- [3] 吴桂忠. 国内外轮胎产品和性能现状及发展趋势[C]. “赛轮金宇杯”第19届中国轮胎技术研讨会论文集. 北京: 中国化工学会, 2016: 23-28.
WU G Z. Current status and development trend of domestic and foreign tire performance[C]. “Sailun Jinyu Cup” 19th China tire technology seminar proceedings. Beijing: The Chemical Industry and Engineering Society of China, 2016: 23-28.
- [4] KABE K, RACHI K, TAKAHASHI N, et al. Tire design methodology based on safety factor to satisfy tire life (simulation approach to truck and bus tire design)[J]. Tire Science and Technology, 2005, 33 (4): 195-209.
- [5] CHO J R, LEE J H. Multi-objective optimum design of TBR tire structure for enhancing the durability using genetic algorithm[J]. Journal of Mechanical Science and Technology, 2017, 12 (31): 5961-5969.
- [6] JUNG S W, BAE S W, PARK G T. A design scheme for a hierarchical fuzzy pattern matching classifier and its application to the tread pattern recognition[J]. Fuzzy Sets and System, 1994, 65 (2-3): 311-322.
- [7] CHU C H, SONG M C, LUO V C S. Computer aided parametric design for 3D tire mold production[J]. Computer in Industry, 2006, 57 (3): 11-25.
- [8] 郭丽华, 辛振祥, 高立君. 子午线轮胎结构设计数据库的开发[J]. 橡胶工业, 2003, 50 (7): 425-427.
GUO L H, XIN Z X, GAO L J. Development of database for radial tire structure design[J]. China Rubber Industry, 2003, 50 (7): 425-427.
- [9] 付平, 赵晓鹏, 王昌宁, 等. 无内胎载重子午线轮胎的结构设计及仿真评价[J]. 轮胎工业, 2018, 38 (7): 401-405.
FU P, ZHAO X P, WANG C N, et al. Structural design and simulation evaluation of tubeless truck and bus radial tire[J]. Tire Industry, 2018, 38 (7): 401-405.
- [10] 应莲花. 基于特征的轮胎参数化设计系统及其应力分析[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2018.
YING L H. Tire parametric design system and stress analysis based on feature[D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2018.
- [11] 王国林, 万治君, 梁晨, 等. 基于非平衡轮廓理论的非平衡子午线轮胎结构设计[J]. 机械工程学报, 2012, 48 (24): 112-118.
WANG G L, WAN Z J, LIANG C, et al. Structural design of radial tire based on non-balanced outline theory[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2012, 48 (24): 112-118.
- [12] 李炜. 子午线轮胎结构有限元分析和设计原理的若干问题研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2003.
LI W. Research on some problems of finite element analysis and design principle of radial tire structure[D]. Hefei: University of Science and Technology of China, 2003.
- [13] 薛梓晨, 贺建云, 邓世涛, 等. 新型子午斜交轮胎结构设计与力学性能研究[J]. 轮胎工业, 2016, 36 (3): 136-141.
XUE Z C, HE J Y, DENG S T, et al. Structure design and mechanical properties of new radial-bias tire[J]. Tire Industry, 2016, 36 (3): 136-141.
- [14] 曹冲振, 阚常凯, 陈京邦, 等. 基于均值分析的若干轮胎结构设计变量对滚动阻力的影响实验研究[J]. 汽车技术, 2016 (10): 36-38.
CAO C Z, KAN C K, CHEN J B, et al. Experimental study on the influence of tire structure design variables on rolling resistance based on mean value analysis[J]. Automobile Technology, 2016 (10): 36-38.
- [15] 庄剑. 低断面无内胎全钢子午线轮胎275/70R22. 5的研发[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2018.

- ZHUANG J. Research and development of 275/70R22. 5 low section tubeless all steel radial tire[D]. Qingdao:Qingdao University of Science and Technology, 2018.
- [16] 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.
- HAO Y T, ZENG J H, CHEN Z Y, et al. CAD 3-D digital tire model design platform[J]. Journal of Tongji University (Natural Science), 2010, 38(2): 290-294.
- [17] 张安强, 姚钟尧, 林惠音, 等. 具有尺寸驱动功能的轮胎CAD系统[J]. 轮胎工业, 2002, 22(6): 333-337.
- ZHANG A Q, YAO Z Y, LIN H Y, et al. Tire CAD system with dimension-driving function[J]. Tire Industry, 2002, 22(6): 333-337.
- [18] 唐文静, 魏修亭, 董小娟. 基于VB的SolidWorks二次开发的研究与实践[J]. 中国制造业信息化, 2005, 34(6): 98-99.
- TANG W J, WEI X T, DONG X J. The development of application system based VB and SolidWorks[J]. MIE of China, 2005, 34(6): 98-99.
- [19] 黄文龙, 杨卫民, 聂秋海, 等. 基于Windows平台的子午线轮胎CAD系统[J]. 北京化工大学学报(自然科学版), 2000, 27(4): 99-103.
- HUANG W L, YANG W M, NIE Q H, et al. Introduction of a CAD system of radial tire on the basis of Windows platform[J]. Journal of Beijing University of Chemical Technology (Natural Science Edition), 2000, 27(4): 99-103.
- [20] 刘连云, 李振刚, 俞德宗. 全钢载重子午线轮胎结构设计程序介绍[J]. 轮胎工业, 2002, 22(10): 585-592.
- LIU L Y, LI Z G, YU D Z. Program of structure design for all-steel radial truck tire[J]. Tire Industry, 2002, 22(10): 585-592.
- [21] 孙海燕, 王帅, 臧利国, 等. 越野轮胎结构与抓着性能研究[J]. 重庆理工大学学报(自然科学版), 2019, 33(10): 40-46.
- SUN H Y, WANG S, ZANG L G, et al. Research on structure design and road holding of off-road tire[J]. Journal of Chongqing Institute of Technology (Natural Science Edition), 2019, 33(10): 40-46.
- [22] 王国林, 吴旭, 梁晨, 等. 低滚动阻力轮胎结构设计[J]. 机械设计与制造, 2018(S2): 77-79.
- WANG G L, WU X, LIANG C, et al. Tire structure design of low rolling resistance[J]. Machinery Design & Manufacture, 2018(S2): 77-79.
- [23] 刘大众. 视窗平台图形界面的轮胎CAD系统[J]. 轮胎工业, 2001, 21(3): 135-142.
- LIU D Z. Tire CAD system with windows platform figure interface[J]. Tire Industry, 2001, 21(3): 135-142.
- [24] DONG Y D, SU F, SUN G J, et al. A feature-based method for tire pattern reverse modeling[J]. Advances in Engineering Software, 2018, 124: 73-89.

收稿日期: 2021-01-13

Design of a Parametric System of Radial Tire Structure Based on User Defined Features

TAO Senwang, SONG Jian, XU Dandan, LI Hongling, DONG Yude

(Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: Based on CATIA and Microsoft Visual Studio 9.0, the design of a parametric system of radial tire structure was completed by using CAA as the basic library function and C++ as the basic language. Tire structure design could be carried out through the system based on user defined features, which reduced the designer's repeated modeling workload and improved the efficiency of tire structure design. With the establishment of the user defined feature framework, the optimization design of individual parts of tires such as tire profile, bead, carcass and belt layer, and overall design of the tire structure could be effectively obtained. In addition, the connection between the tire structure design system and the database was established, which was convenient for subsequent query and modification of tire structure data.

Key words: radial tire structure; parametric design; user defined feature; database

欢迎在《橡胶工业》《轮胎工业》《橡胶科技》杂志上刊登广告