

基于CATIA的轮胎产品设计图系列化扩展及PLM集成

李 华,张 敏,吴东霞,黄明新,杨 旭,吴月仙,程丽娜

(中策橡胶集团股份有限公司,浙江 杭州 310018)

摘要:基于CATIA创建轮胎产品数字化模型和CAA二次开发,介绍了一种全自动系列化规格扩展及PLM集成管理的轮胎设计方法。该方法主要包括搭建产品数字化模型、创建编码对象、CAA二次开发和与PLM的集成,最终可实现产品数字化模型在CAA二次开发程序下自动进行系列化设计更新并集成PLM系统保存,提高产品设计效率和正确率,实现设计开发过程中图纸文件的保存和管理,降低开发成本、提高设计自动化水平。

关键词:CATIA;系列扩展;数字化模型;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(2023)02-0070-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2023.02.0070



OSID 开放科学标识码
(扫码与作者交流)

轮胎的设计千变万化,但在变化的同时又存在着一定的规则性和标准性。通过数据管理、数据重用和知识融合理论,可以对轮胎设计进行标准化分类^[1]。在同一设计规则下的轮胎产品系列设计开发项目中,图纸设计一般分为首规格图纸设计和多规格图纸设计的同系列扩展两个阶段,即当首规格图纸设计完成后,可根据设计规则对后续多规格的图纸设计进行参数化设计,以使同一设计规则的系列化设计更具规则性和规范性。常规设计中,一般由项目负责人在首规格图纸设计完成后进行所有规格的参数设计,而后分发给项目组的各规格负责人各自进行图纸设计绘制开发。此时就容易出现为满足实际设计需要更改设计从而导致设计参数非同一数据源的数据错误问题,且同设计规则的系列设计包含轮胎规格的数量达几十个,需要耗费大量的设计时间。

为了解决同一数据源不统一和开发效率不足的问题,提高设计开发准确性,国内众多轮胎企业都开启了轮胎参数化设计的二次开发。郝永涛等^[2]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3D轮胎数字化模型开发设计平台。丁海峰等^[3]利用CATIA对轮胎进行实体建模研究,可提高设计效率和准确性以及创新开发能力。张金巨^[4]利用CATIA对轮胎花纹进行了参数化设计系统研究。利用参数化设计的数据协同作用,可避免上、下游设计数据不一致导致的设计错误,实现轮胎数字化模型的整体设计优化,便于后续轮胎设计参数修改时模型自动更新^[5-8]。

本工作在CATIA V5R22版本下,采用配置表设计,在创建轮胎产品数字化模型结构的基础上,配合CAA二次开发,利用CATIA参数驱动功能自动化逐个进行各规格轮胎的全参数化自动设计。同时对产品结构的各级节点进行属性定义,结合CAA二次开发对数字化模型结构中的关系、属性、参数等进行自动提取,通过产品生命周期管理(PLM)系统与CATIA软件的集成开发功能,实现对零件编码的创建和调用的规范管理。借助PLM系统强大的数据库管理及规范的版本管理规则,为工程师开发新的轮胎产品设计及调整设计参数提供便利的方法,可以实现轮胎产品设计图的数字化管理^[9]。

1 配置表设计及产品数字化模型创建

根据产品设计要求,对设计参数进行分类定

作者简介:李华(1982—),女,山东菏泽人,中策橡胶集团股份有限公司高级工程师,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

义并创建配置表,在CATIA环境下创建参数并建立关联关系。在Profile(轮廓)、Pattern(花纹)和Sidewall(胎侧)的装配设计结构中,分别设计Profile配置表、Pattern配置表和Sidewall_PTT/Sidewall_CHS/Sidewall_STB配置表,分别对应轮廓设计参数、花纹设计参数和胎侧设计参数(胎侧分区定位参数/胎侧字符串参数/胎侧活络块参数)^[10]。以上5个配置表均由Size进行配置进行选择,每行配置对应1个产品设计参数,其中Profile, Sidewall_CHS和Sidewall_STB配置表如图1所示。

Profile.xls [兼容模式] - Excel							
AM38							
	A	B	C	D	E	F	G
1	Size	Bn	A	Dn	D (mm)	B (mm)	C (mm)
2	215/55R18	215	55	18	689.4	234	198
3	235/55R18	235	55	18	711.4	253	216

(a) Profile

Sidewall_CHS.xls [兼容模式] - Excel				
P40				
1	Size	TUBELESS_Content	SFR_Content1	SFR_Content2
2	215/55R18	TUBELESS RADIAL	SAFETY WARNING: *	TIRE FAILURE I
3	235/55R18	TUBELESS RADIAL	SAFETY WARNING: *	TIRE FAILURE I

(b) Sidewall_CHS

Sidewall_STB.xls [兼容模式] - Excel				
D13				
1	STB\Size	STB\Black_Sidewall	STB\Brand\Brand_Content	STB\Pattern
2	215/55R18	BL	*GOODRIDE6*	*Z-107*
3	215/55R18	BL	*CHAOTANG2*	*Z-107*
4	215/55R18	VH	*GOODRIDE6*	*Z-107*
5	235/55R18	BL	*GOODRIDE6*	*Z-107*
6	235/55R18	BL	*CHAOTANG2*	*Z-107*
7	235/55R18	VH	*GOODRIDE6*	*Z-107*

(c) Sidewall_STB

图1 轮胎产品配置表设计

搭建产品设计图装配结构,并采用模板调用或自行创建两种方式相结合的方法,创建各级部件和子部件,利用上游数据发布作为下游设计输入的方式完成具有上、下关联设计的轮胎产品设计数字化模型的搭建,如图2所示。在上、下游协同设计中,将Profile节点的Size进行发布,供下游链接使用,以此实现变更Profile产品配置行时,全装配设计图的自动更新。

2 编码对象设计

对数模结构中各级节点的参数和属性进行设

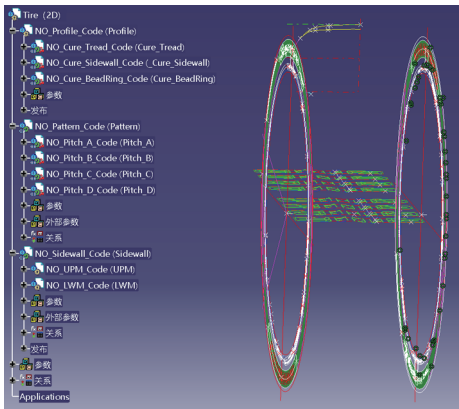


图2 轮胎产品数字化模型

计和创建,为后续程序开发参数的提取做准备。对装配结构中所有参数进行分类,根据实际需要,将不参与编码的参数对象放入数模结构树“参数”的“_UNTEAD_”参数集中,程序对该部分参数集直接跳过,不进行提取;参与编码的参数对象直接放入数模结构的“参数”下,同时根据设计要求对各级部件进行Code(零件编号)等“属性”创建,以供程序提取(见图3)。

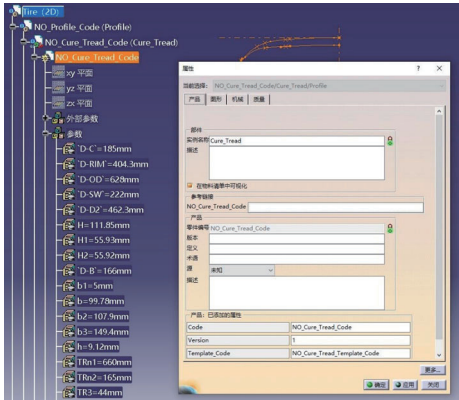


图3 编码对象设计中参数、属性及关系的创建

3 CAA二次开发和PLM集成

利用CAA二次开发功能,实现数字化模型全自动逐行扩展,同时提取扩展装配各级节点参数作为特征,集成PLM系统进行零件图纸的编码后,再次利用CAA二次开发功能接收PLM传递的所有编码,并写入数字化模型对应的各级节点,最后完成轮胎产品设计图的本地保存及PLM管理,具体流程如图4所示。

具体步骤如下。

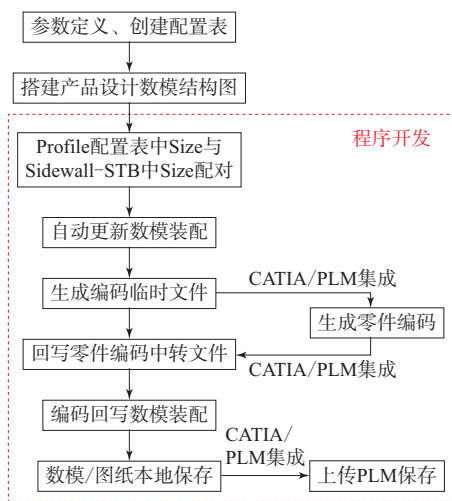


图4 系列扩展及PLM集成流程

(1) Sidewall_STB配置表中的Size配对。在轮胎产品的5个配置表中,只有Sidewall_STB配置表的Size与上游Profile设计发布的Size对应关系为多对一关系。因此,首先利用CAA二次开发功能,实现在上游Size确定的情况下,程序自动选中Sidewall_STB配置表中相同Size的所有配置行进行数字化模型的逐行更新。

(2) 逐行更新数模生成编码临时文件。配合数字化模型上游Profile发布的Size驱动,利用CAA二次开发功能逐行对所有配置表同Size行的设计参数进行选配,自动对数字化模型全装配和各配置行对应产品图进行更新。同时,利用CAA开发对编码对象设计中所述的参数及各级部件的“属性”参数进行提取,生成编码临时文件,供PLM系统调用。

(3) 以编码为对象的集成。利用CAA二次开发功能,集成PLM提取编码临时文件,将CAA提取的所有参数作为图纸零件编码的特征,以此特征对各级图纸零件进行编号并将编号回写到临时文件中的Code行,生成编码中转文件,如图5所示。

(4) 将编号写入数字化模型和图纸。利用CAA二次开发功能,提取编码中转文件中的各级节点零件编码,并回写到数字化模型参数和工程图中。对所有已写入图纸编码的文件进行本地化保存备份。

(5) 以设计图及数模关系保存为对象的集成。利用CAA二次开发功能,集成PLM将本地保

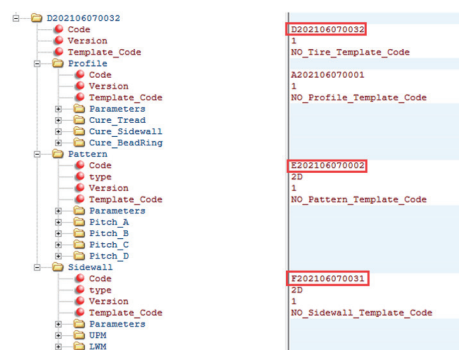


图5 编码中转文件

存备份的图纸文件及数字化模型结构关系自动上传,如图6所示。PLM保存的零件/图纸信息包含参数信息,满足装配设计的查询和重用。

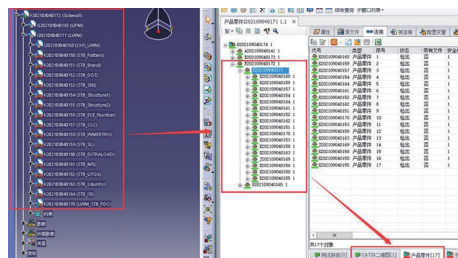


图6 数字化模型集成PLM管理

每扩展一个配置产品,程序自动循环步骤(2)一(5),直至对配置表中所有配置产品系列扩展完毕,生成所有配置产品的设计图及PLM集成保存。

4 结语

本工作对轮胎全装配产品图的系列化扩展及PLM集成保存管理进行探讨,通过对配置表设计和全装配数字化模型的创建,结合CAA二次开发及其与PLM的集成,实现单一产品设计参数的自动抓取并使用PLM系统进行零件编号,然后回传至CATIA端,写入数字化模型及图纸文件中,并自动上传至PLM系统保存。由此,在相同设计规则下,只需要设计一个数字化模型,利用参数驱动、CAA二次开发和PLM集成开发,可全自动化地完成同系列产品的全装配设计图的生成、编号和PLM管理。

该系列化扩展设计及程序开发前,系列产品的设计由于由数个工程师负责,设计标准不统一,且开发效率低,容易出现人为制图错误。且

一旦进行系列设计参数更改,全部设计图都需要重新人工制图。采用配置表设计和数字化模型设计后,所有设计参数更改都可在配置表中进行,利用参数驱动自动重新出图,极大地缩短了产品的设计周期。其次,通过PLM系统集成的程序开发,解决了以往设计图纸由各负责工程师管理的保存散乱、安全性差等问题,提升设计开发过程中图纸文件的保存、查询和版本管理。同时集成PLM保存轮胎配置产品的数字化模型结构,在以往的本地化、无协同设计阶段是无法实现的。通过模型结构的保存,最大限度地还原了产品设计的装配原型,拓展了其后续在模具编号、模具部件管理方面的应用,可大幅度缩短产品设计和模具开发周期,提升模具管理精度,提高轮胎产品的设计质量。

参考文献:

- [1] 吴长辉,李红卫,田健,等. 基于参数化设计的轮胎自动化建模研究[J]. 橡胶科技,2019,17(4):202-205.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] CHU C H, SONG M C, VINCENT C S, et al. Computer aided parametric design for 3D tire mold production[J]. Computers in Industry,2006,57(1):11-25.
- [7] DIMITRIOS P, PAUL G, PAUL P, et al. An automated feature extraction method with application to empirical model development from machining power data[J]. Mechanical Systems and Signal Processing,2019,124(6):21-35.
- [8] 龙娟,黄炽强. 基于CATIA的轮胎参数化设计[C]. “万力杯”第20届中国轮胎技术研讨会论文集.北京:中国化工学会橡胶专业委员会,全国橡胶工业信息中心,2018:132-135.
- [9] 黄炽强. 基于PLM系统的轮胎口型图绘制程序开发[J]. 橡胶科技,2020,18(9):506-508.
- [10] 李华,张敏,程丽娜,等. 基于CATIA/CAA的轮胎花纹设计及自动节距排列[J]. 轮胎工业,2021,41(1):9-12.

收稿日期:2022-09-10

The Series Extension and PLM Integration of Design Drawing of Tire Based on CATIA

LI Hua,ZHANG Min,WU Dongxia,HUANG Mingxin,YANG Xu,WU Yuexian,CHENG Li'na

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

Abstract: A tire design method of automatic serial specification extension and PLM integrated management based on CATIA digital modeling and CAA secondary development was introduced. The method mainly included the establishment of product digital model, creation of coding object, CAA secondary development and integration with PLM system. With this method, the digital model of the product could be automatically updated in CAA secondary development program for serial design and integrated with PLM system. The efficiency and accuracy of product design were improved, the preservation and management of drawing files were also improved, the development cost was reduced, and the level of design automation was improved.

Key words: CATIA; serialization expansion; digital modeling; CAA secondary development

启事 自投稿之日起30天内未收到编辑部录用通知的作者请与编辑部联系,确认未被录用或已收到未录用通知的作品方可投向其他刊物,切勿一稿多投,谢谢合作!