

基于CATIA软件的冬季轮胎复杂钢片模板研究

吴东霞,程丽娜,李 华

(中策橡胶集团有限公司,浙江 杭州 310018)

摘要:研究通过CATIA软件知识工程模块对冬季轮胎复杂钢片进行建模的方法。将创成式设计知识与知识工程模块相结合,通过创建参数、规则等进行复杂钢片建模,解决了钢片位置不定、形状多变等难题。不同规格、不同节距轮胎相同区域可以使用同一钢片模板,大大减少了重复工作,提高了冬季轮胎花纹模板的建模效率。

关键词:冬季轮胎;花纹;复杂钢片;CATIA;知识工程模块;模板

中图分类号:TQ336.1⁺1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2020)07-0394-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2020.07.0394



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着汽车行业的迅速发展,对轮胎性能的要求越来越高^[1],花纹设计直接关系到轮胎的使用性能和寿命^[2]。CATIA是大型CAD/CAM软件,广泛应用于汽车、航空航天、船舶等领域,CATIA知识工程模块是其重要组成部分。随着有限元分析软件在轮胎设计中的应用,越来越多的企业使用CATIA软件进行花纹参数化设计。冬季轮胎的一副模具上钢片数量达3 000多个,种类多达几十种,因此对模板稳定性和功能性要求很高。一般花纹设计时,需要先判断每个钢片的形状,再进行作图。采用CATIA软件知识工程模块辅助设计,将钢片按区域或类型进行分类,每类钢片只需制作一个模板。当变换规格时,模板需满足多变性和稳定性^[3],在作图质量上有更高的要求,应满足钢片因长度和位置引起的形状多变性。

本工作结合实际,对冬季轮胎复杂钢片知识工程模块辅助建模进行分析。

1 钢片结构分析

冬季轮胎钢片基本上都是折弯钢片,沿钢片中心线方向规律地阵列延伸,起始端和末端结构在不同位置形状不一致,钢片断点位置不同,末端曲线延伸方向也不同,且与末端花纹沟边界线有关系。钢片与花纹沟夹角过小时,则钢片末端方

向需要与边界线近似垂直,为了提高花纹模板的适用性,制作花纹模板时此区域钢片使用同一钢片模板,从而达到不管钢片数量和位置如何改变,钢片形状能根据边界位置而自动更新形状。

本研究以图1所示冬季轮胎折弯钢片为例进行分析。

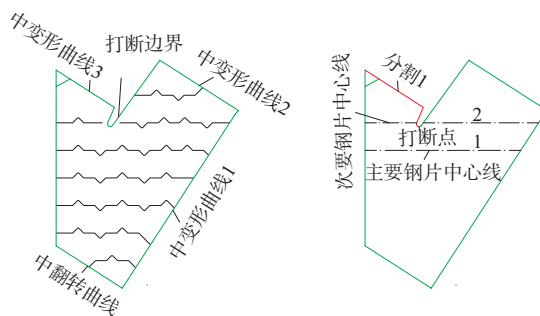


图1 钢片结构示意图

2 CATIA建模分析

2.1 折弯钢片建模

由钢片结构分析可知,钢片具有多样性,且不同规格、不同节距轮胎钢片位置不定等因素都使建模增加了难度。

本研究花纹钢片起始端全部从左往右方向开始,先对钢片中心曲线进行方向固定。然后当钢片中心线两端在中翻转曲线和中变形曲线1之间,则出现钢片起始端和末端全部向下延伸;当钢片与打断边界相交时则将钢片一分为二,定义左侧钢片为次要钢片,右侧钢片为主要钢片。主要钢

作者简介:吴东霞(1989—),女,浙江江山人,中策橡胶集团有限公司工程师,学士,主要从事轮胎结构设计和有限元分析工作。

E-mail:472986450@qq.com

片重新进行折弯排布,仍然从左向右进行。且当主要钢片末端碰到中变形曲线2时末端向上延伸;当钢片与中翻转曲线和打断边界都不相交时,则起始端和平直末端向下延伸。

在花纹模板中钢片数量存在六等分、七等分、八等分等情况(见图2),花纹设计时,需要对3种情况分别考虑,做出3种设计,新建曲线参数,使用知识工程模块中的规则按条件显示。

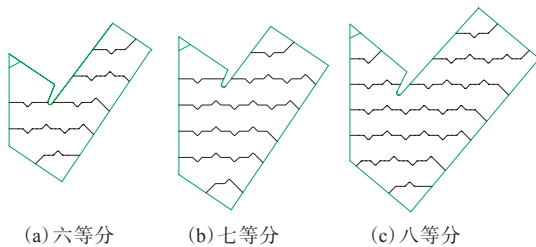


图2 钢片等分示意

2.2 建模重点

建模的重点首先是判断影响钢片形状的因素,然后采用知识工程模块规则控制不同情况下最终形状输出。其次是计算钢片折弯周期,通过钢片中心线和边界线,计算钢片的折弯周期数量,通过阵列复制等操作进行周期排列,从而减少作图步骤,提高作图效率。

2.3 建模步骤

(1) 打开CATIA软件进入创成式外形设计模块。首先插入几何图形集,创建输入元素^[4],接着对输入元素进行作图处理,分几何图像集对不同部分钢片分开处理,最后根据要求输出结果。

(2) 输入几何图形集。在创成式设计模块选择插入菜单的几何图形集命令,插入几何图形集。作为输入几何图形集,在花纹模板绘制时,钢片中心线及钢片边界线以非参形式作为输入元素,如图1所示钢片所在位置边界线。

(3) 输入处理几何图像集。对输入元素进行处理,首先统一钢片方向,使用知识工程模块规则辅助线构造函数,进行方向设置,且根据将钢片分为主钢片和次要钢片的建模思路,对钢片中心线也进行区分,分成主要中心线和次要中心线。

钢片方向智能判别规则:

if distance('输入\中心线','输入\中翻转曲线')
=0mm

'钢片方向'=line(pointoncurveRatio('输入\

中心线',NULL,1,true),pointoncurveRatio('输入\中心线',NULL,0,true))

else

'钢片方向'='输入\中心线'

2.4 参数设置

在创成式设计模块中插入 $F(X)$ 公式创建新类型参数^[5]。在输入处理后,将钢片中心线长度作为参考,根据钢片结构按规律设置相应参数。根据钢片长度可以用公式计算钢片周期数(N),用于后续作图。对钢片进行阵列操作,钢片阵列数等于 N ;当 $N=2N_h$ (N_h 为半周期数)时,阵列操作结果就是钢片总长度;当 $N<2N_h$ 时,阵列结果后面需增加半个周期长度为完整钢片长度。

折弯周期长度 $L=8\text{ mm}$;半周期长度 $L_h=4\text{ mm}$;钢片起始平坦长度 $L_0=3\text{ mm}$;钢片中心线长度 L_c 由程序自动计算得出: $L_c=\text{length}(\text{'钢片中心线'})$ 。

可根据以下公式计算 N 和 N_h ,并取整。

$$N = (L_c - L_0 + 1) / L \quad N_h = (L_c - L_0 + 1) / L_h$$

2.5 知识工程模块规则

在知识工程模块Knowledge Advisor中创建规则,使用已创建的参数,依照设计思路将相关联的关系用规则控制,使最终输出钢片曲线满足钢片边界内的所有情况^[6]。

当钢片中心线与打断边界距离作为判断依据,如距离为零或小于 1.5 mm 时,两者相交钢片一分为二,如图1所示,则此操作步骤作true激活处理,其余操作的关键步骤活动为false取消激活处理;当与打断边界不相交时,不相交操作步骤作true激活处理,其他相矛盾步骤作false取消激活处理。按条件进行判断是否激活相应步骤。

主要钢片中心线激活规则:

if distance('输入\中心线','输入\打断边界')
<0mm and distance('输入\中心线','输入处理\打断点') >= 1.5mm

{'输入处理\主要钢片中心线1\活动'=false

'输入处理\主要钢片中心线2\活动'=false

'输入处理\次要钢片中心线\活动'=true}

else if distance('输入\中心线','输入\打断边界') < 0mm and distance('输入\中心线','输入处理\打断点') < 1.5mm

{'输入处理\主要钢片中心线1\活动'=true

```

`输入处理\主要钢片中心线2\活动`=true
`输入处理\次要钢片中心线\活动`=false}
else if distance(`输入\中心线`,`输入\打断边
界`)=0mm and distance(`输入\中心线`,`输入处
理\打断点`)<1mm

```

```

{`输入处理\主要钢片中心线1\活动`=false
`输入处理\主要钢片中心线2\活动`=false
`输入处理\次要钢片中心线\活动`=true}
else
{`输入处理\主要钢片中心线1\活动`=false
`输入处理\主要钢片中心线2\活动`=false
if distance(`输入处理\分割1`,`输入\中心线`)
=0mm

```

```

`输入处理\次要钢片中心线\活动`=true

```

```

else

```

```

`输入处理\次要钢片中心线\活动`=false}

```

此规则也可用于钢片等分的多种情况。

使用该方法制作的本研究花纹复杂钢片模板和其他花纹钢片模板分别如图3和4所示。

3 结语

本研究利用CATIA软件建立复杂钢片模板,采用创成式设计 with 知识工程模块相结合,通过创建参数、规则等进行复杂钢片建模,解决了钢片位置不定、形状多变等难题。不同规格、不同节距轮胎相同区域可以使用同一钢片模板,大大减少了重复工作,提高了冬季轮胎花纹模板的建模效率,同时可减少人工成本。

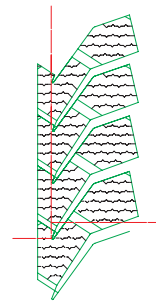


图3 本研究花纹钢片模板示意

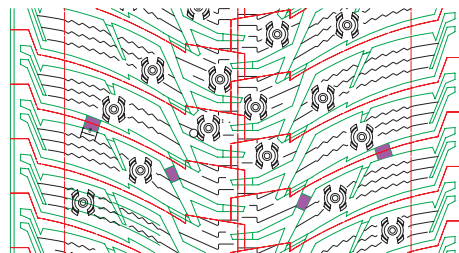


图4 其他花纹钢片模板示例

参考文献:

- [1] 王梦蛟. 绿色轮胎的发展及其推广应用[J]. 橡胶工业, 2018, 65(1): 105-112.
- [2] 陈作炳, 涂明, 白和丰. 汽车轮胎花纹设计专家系统的研究[J]. 武汉工业大学学报, 1995, 17(1): 85-88.
- [3] 贾继斌, 许庆彬, 田沁元. 建立轮胎模具设计库实现模具设计参数化[J]. 橡胶科技, 2010, 8(3): 14-17.
- [4] 詹熙达. CATIA V5快速入门教程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [5] 朱茂桃, 崔成龙, 王郭琳. 轮胎胎面花纹的参数化设计[J]. 轮胎工业, 2009, 29(7): 400-403.
- [6] 顾晓华, 仲梁维. 基于知识工程的参数化设计[J]. 机械设计与制造工程, 2001, 30(4): 17-18.

收稿日期: 2020-02-13

Study on Complex Steel Blade Template of Winter Tire Based on CATIA Software

WU Dongxia, CHENG Lina, LI Hua

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

Abstract: The modeling of the complex steel blade of winter tire by using the knowledge engineering module of CATIA software was studied. Combining with the creative design, the modeling parameters and rules were established, and the problems of uncertain steel blade position and variable shape were effectively solved. The same steel blade template could be used in the same area of tires with different specifications and different pitch, which greatly reduced the repeated work and improved the modeling efficiency of pattern template for winter tire.

Key words: winter tire; pattern; complex steel blade; CATIA; knowledge engineering module; template