

## 计算机辅助轮胎结构设计系统 WTireCAD 在子午线轮胎结构设计中的应用

张安强, 剡平

(华南理工大学材料科学与工程学院, 广州 510641)

华南理工大学曾相继于 1992 和 1995 年独立开发了基于 DOS 系统的计算机辅助汽车轮胎结构设计系统(TCAD 系统)和计算机辅助摩托车轮胎结构设计系统(MTCAD 系统),后来又于 1997 年推出了在 Windows95 下运行的 MTCAD 系统。然而后一版本并没有改变原有程序的本性,仍然受到 DOS 系统局限性和 DOS 与 Windows 兼容性的限制,充其量只能称为“半 Windows 化”的轮胎 CAD 系统。所有这些基于 DOS 开发的系统在稳定性、方便性和灵活性方面都有局限性,无法利用和实现 Windows 下的许多功能和优点。随着计算机技术的迅猛发展,我们深刻地感受到原有的轮胎 CAD 系统已难以适应新的要求,必须重新开发完全基于 Windows 系统和具有尺寸驱动功能的轮胎 CAD 系统,于是便产生了 WTireCAD 系统。

WTireCAD 系统包含多个子系统:斜交轮胎子系统(TireCAD for Bias Tires, BTCAD)、乘用车子午线轮胎子系统(TireCAD for Passenger Radial Tires, PRTCAD)、载重子午线轮胎子系统(TireCAD for Truck Radial Tires, TRTCAD)以及摩托车轮胎子系统(TireCAD for Motor Tires, MTCAD),根据所设计轮胎类型的不同,分别应用不同的子系统进行设计。

本文以设计 225/50R16 规格乘用车子午线轮胎为例,说明采用乘用车子午线轮胎子系统(PRTCAD)进行轮胎结构设计的基本过程。

### 2 设计环节介绍

轮胎结构设计一般包含下列设计环节,如确定充气外缘尺寸与轮辋、计算负荷,确定模型外缘

尺寸,计算外缘的曲线半径,胎圈部位设计,防水线、防擦线设计,胎体、胎圈半成品的材料分布,内轮廓、花纹沟底曲线设计,带束层设计与强度核算,成型机头设计,胶料部件半成品尺寸设计,二段成型机头上的材料分布,施工表参数设计等。在 WTireCAD 系统的子系统 PRTCAD 中,子午线轮胎的结构设计过程并非要严格按上述环节逐一进行,可以通过点击设计界面上的进度条,在各个设计环节中自由跳转,PRTCAD 系统将根据设计数据的变化自动刷新、变更相关数据。

### 3 设计步骤介绍

#### 3.1 负荷计算与轮辋选择

在这一环节中,根据相关标准,选择轮胎的系列、规格、轮辋规格,根据所设计的充气断面宽 B 和充气气压,计算单胎负荷。

#### 3.2 外缘尺寸设计

确定外胎的外缘尺寸,如外直径 D、断面宽 B、着合直径  $D_r$ 、水平轴位置  $H_1/H_2$ 、行驶面宽度 b、行驶面高度 h、着合宽度 C 等。

#### 3.3 外缘曲线设计

根据胎冠(单弧、双弧等)、胎侧设计形式,确定胎冠、胎侧的曲线参数。其中,系统可根据设计形式自动计算出部分参数,如胎冠弧 R1、上胎侧弧 R4、下胎侧弧 R5 等。

#### 3.4 胎圈部位设计

根据轮辋的配合尺寸,确定胎圈部位的曲线参数以及钢丝圈、三角胶的部分参数。

#### 3.5 各部位材料厚度设计

根据帘布在各部位的压缩率、钢丝圈设计参数、胎体帘布、带束层、冠带层、气密层、胎侧胶等

部件的厚度,计算各部位的总厚度与钢丝圈的安全倍数等。

### 3.6 带束层设计

根据带束层帘布角度、带束贴合鼓直径、成型伸张值等参数计算各层带束和冠带层的成品宽度与半成品宽度,确定肩垫胶的尺寸,计算带束帘线的安全倍数。

### 3.7 内轮廓以及花纹沟底曲线设计

系统根据外缘尺寸和各部件的材料厚度,计算出中线平衡轮廓,供设计者在设计内轮廓曲线时参考。在此基础上,设计花纹沟底曲线(系统提供了两种典型形式的花纹沟底曲线形式)。

### 3.8 防水防擦线设计

根据常用的4种防水线、防擦线设计形式,确定防擦线、防水线的设计参数。

### 3.9 胎体帘线以及一段成型机头设计

根据胎体帘线的参数,计算胎体帘线强度与安全倍数;根据成型方法确定成型机头参数,计算机头宽度 $B_s$ 。

### 3.10 胎面胶半成品设计

根据胎面胶半成品的形式,确定半成品的尺寸,自动计算半成品长度与体积。

### 3.11 花纹沟的体积计算

通过计算胎面胶的实心体积和花纹沟体积计算胎冠胶、胎侧胶和胎肩胶等的半成品体积。

### 3.12 施工表参数设计

按照施工表中的相关参数与成型参数,填写与施工表相关的数据。

### 3.13 PRTCAD 系统输出的文档

#### 3.13.1 外胎内外轮廓图、成品材料和一段、二段材料分布图

根据上述设计参数,系统可在 AutoCAD 中自动绘制出外胎的内外轮廓曲线、成品材料、半成品一段、半成品二段材料分布图,并标注相关尺寸,其中,内外轮廓、材料分布、半成品一段材料、二段材料、标注、轮辋轮廓曲线等在不同的图层显示,如图1和图2所示。图中虚线为计算得到的中线平衡轮廓曲线。

#### 3.13.2 外胎设计说明书与施工表

外胎施工表是轮胎各个部件施工的依据,是整个轮胎设计的一个“总结”。一个正确明了、便于修改的施工表对于轮胎生产尤其重要。

WTireCAD 系统在完成技术设计和施工设计后,可以根据数据库中的设计数据自动生成外胎施工表。系统生成的外胎施工表是 Excel 文档或 Word 文档,便于修改、保存和打印。在此基础上,系统根据设计数据库生成相应的外胎设计说明书(Word 文档)。如图3和图4所示。

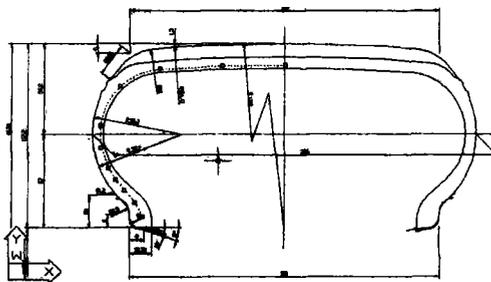


图1 外胎内外轮廓图

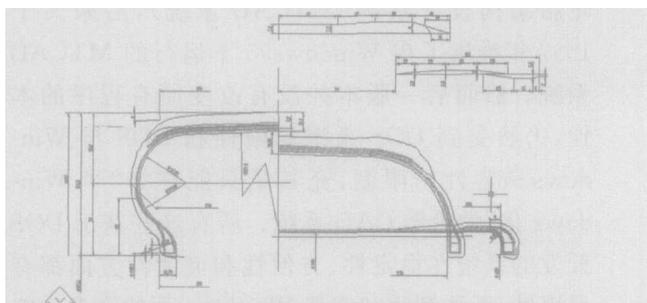


图2 外胎成品材料和一段、二段材料分布图

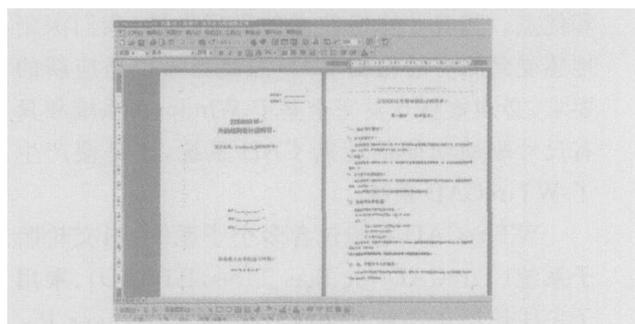


图3 外胎设计说明书

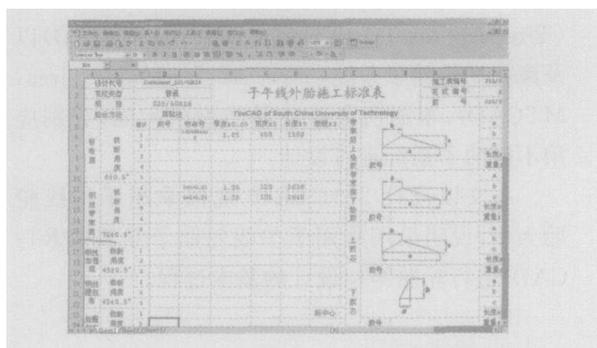


图4 外胎施工表

(下转第22页)

时等,经济效益非常可观。

### 2.3 水力旋流器内衬

铜陵有色集团公司橡胶厂于2002年4月20日生产26B水力旋流器排砂阀一只,于2002年5月12日送到江西铜业公司永平铜矿。该矿使用条件为:矿石主要是磁铁矿、磁黄铁矿、黄铁矿等,含Cu0.448%,矿浆含泥10%,真比重3.5,假比重2.1,硬度8~14度,磨矿细度200目占60%,浓度35%, $\text{pH} \leq 7$ 。排砂阀于2002年5月31日开始在选矿厂磨浮工段使用,一直到2003年5月28日才换下,连续使用时间为200天,寿命显著延长,极大地减少了更换工作量、金属流失损失等。而我厂生产的普通胶(NR/BR)产品寿命约25天。耐纳特产品寿命是普通胶产品的8倍。

该矿接着向我厂订购了26B水力旋流器排砂阀36只,26B水力旋流器中锥体18只,创收入49140元,取得了明显的经济和社会效益。

### 3 结束语

使用耐纳特橡胶制作橡胶筛网、渣浆泵叶轮护套、水力旋流器内衬等橡胶制品,已在生产现场获得非常成功的应用,并取得了极好的经济和社会效益。耐纳特橡胶具有独特的物理特性、杰出的弹性、抗切割撕扯和耐磨等性能,产品使用寿命显著延长,综合成本急剧降低,具有抗磨损、防腐蚀、防结垢、减震降噪等功效,已在国外矿山、冶金、化工等行业获得普遍推广和成功应用,非常值得在国内推广使用。

(上接第18页)

通过上述的设计步骤,设计者利用WTireCAD的乘用车子午线轮胎结构设计子系统PRTCAD完成了225/50R16规格乘用车子午线轮胎外胎的结构设计,并得到了一整套的设计文档,这些文档可进行常规的编辑和存档。

### 4 轮胎轮辋标准的编辑与添加

PRTCAD系统允许用户自行添加各种规格的轮胎、轮辋标准参数,便于设计各种特殊规格的轮胎。

### 5 结论

本文简述了利用WTireCAD的乘用车子午线轮胎结构设计子系统PRTCAD进行结构设计的流程和PRTCAD具有的基本功能。实践表明,该系统可方便地实现子午线轮胎的参数化设计和输出,可大大提高设计精度和设计速度,减少繁琐的计算过程和文档编辑,从而实现将设计者从简单重复劳动中解放出来,把更多的精力投入到优化设计中的目的。经过多家轮胎生产厂家的使用,该系统已经日臻完善,是一个名副其实的轮胎结构设计工具。

## Stankiewicz 公司扩大汽车配件产能

近日,大陆技术公司的美国分公司——Stankiewicz公司计划投资1000万美元,扩建位于美国Spartanburg的工厂,将原有的7.0632万平方英尺厂房扩大到14.8万平方英尺,员工人数由192人增加到了300人。

几个月前,该公司被戴姆勒克莱斯勒公司选中,成为Mercedes M系、R系豪华运动型多功能车(SUV)的零部件供应商,为在亚拉巴马厂生产的两款新型梅塞德斯-奔驰汽车提供配套件,所以需要扩建厂房。目前Spartanburg厂已经在生产供M系、R系短轴距SUV以及R系长轴距SUV配套的橡塑制品。戴姆勒克莱斯勒公司制

造的短轴距SUV将销往欧洲市场,其长轴距SUV则被指定供应美国。

Stankiewicz公司现在生产的汽车配件有100多个品种,其中有多种配件是供应M系、R系汽车的。产品有发动机室的前壁隔热板和隔音材料、驾驶室地板、客厢地板、行李厢衬里、侧壁和底盘的吸收层以及横杠、挡风玻璃等。汽车厂家是Stankiewicz公司的最大客户。在一次新闻发布会上,大陆技术公司宣称是其可靠、优质的产品使客户相信他们,愿意选择他们做配套商。但没有披露配套合同的细节。近年来在美国国内,本土三大老牌汽车制造商的市场份额持续萎缩,为其配套的橡胶制品生产商跟着倒霉。在这种形势下,Stankiewicz公司能够得到新合同的确不易。

江义昌