

workstation 在轮胎结构优化设计及力学分析中的应用

王铭新 何晓玫 徐立

(化工部北京橡胶工业研究设计院 100039)

摘要 简要介绍了 workstation 在轮胎结构设计及力学分析中的应用,如建立轮胎几何模型、材料模型及有限元模型,并通过分析解算、处理有限元分析结果完成轮胎结构优化设计,为轮胎结构设计人员在轮胎结构优化设计、力学分析等工作中提供了一个强有力的方法和工具。

关键词 workstation, 轮胎, 结构设计, 力学分析, 有限元法

随着计算机的飞速发展,传统的分类方法已不适用(如 workstation 在传统分类方法中就很难找到它的位置)。就目前市场而言,计算机大致可分为两类:以 CISC 技术为基础,Intel X86 微处理器单元(MPU)作为 CPU,采用 MS-DOS,WINDOWS 等单用户操作系统的机器,即微机;另一类是以 RISC 技术为基础的通用 MPU(如 POWER PC, SPARC, PA, ALPHA, MIPS 等)作为 CPU,采用 UNIX 为操作系统的机器。workstation 即是这类计算机中的典型和主流产品^[1]。随着轮胎工业高速发展,人们越来越重视计算机在轮胎设计和力学分析(尤其是有限元计算)中的应用,因其需要很强的图形功能和计算能力,用一般微机处理起来困难大、速度慢,且大一点的数值计算根本做不了,而 workstation 可以满足这类工作的需要。当前大型 CAD 软件与有限元分析软件都是以 workstation 作为平台的,国外各大轮胎公司的轮胎结构优化设计与力学分析基本上都是在 workstation 上进行的。

1 workstation 简介

workstation 是为提高程序员软件生产能力和

作者简介 王铭新,男,1970 年出生。助理工程师。1993 年毕业于兰州大学力学系。主要从事轮胎结构设计与力学研究工作。已发表论文 2 篇。

工程设计人员设计计算能力而发展起来的。自 1981 年阿波罗公司推出第一台 workstation 以来,它已成为计算机领域发展迅速、应用广泛的产品,目前在世界市场上生产 workstation 的厂商主要有 SUN, SGI, HP, DEC, IBM 和 Intergraph 等公司。workstation 的出现改变了传统的计算机体系结构的分类。由于它采用了一系列新技术、新方法,使其性能价格比不断提高,在通用大、中型机之上。随着精简指令集计算机(RISC 芯片)技术在 workstation 中的应用,增强了它的功能性,其中操作系统通常采用 UNIX,具有结构简单、清晰,可移植性强等特点,是多任务操作系统,因此当前的 workstation 几乎都是 RISC 技术和 UNIX 操作系统相结合。

workstation 特点如下:

(1) 图形功能。workstation 配有高级的人机接口,具有高速、高分辨率的位映象显示,一般使用光栅位映象显示器,其分辨率在 1 000 行以上,内存空间要求十几兆到几百兆,虚拟空存储空间要求几千兆字节。图形硬件的核心是图形处理控制器。为提高其处理功能和速度,workstation 配有专用的图形处理器,如平移、旋转、定比、透视、裁剪、曲线(曲面)生成等。这些图形处理可用硬件实现,从而能快速生成并处理各种三维真实感极强的图形。

(2) 高速网络功能。工作站几乎都支持 IEEE 802.3 以太网标准,共享网中的全部资源。

(3) 先进的接口、输入和输出功能。工作站配有标准接口总线,具有多窗口管理和菜单功能,可接入多种高速输入、输出设备(如磁盘、磁带机和光盘驱动器),采用 SCSI 接口,其输入、输出速率可达到每秒几兆到几十兆字节,其它常用的输入、输出部件如键盘、鼠标、数字化仪、打印机等都能很方便地连接应用。

(4) 开放系统。IEEE 协会对开放系统的定义是:“在接口服务和支持上充分采用规范,以使常规应用软件经过最少的变化便可在很大范围内的各种系统之间进行移植,并可与本地和远程系统中的其它应用软件互相操作,同时允许用户按照自己的习惯方便地移植”。该系统具有交互操作性、可连续性、可移植性和规模可变性。

2 工作站在轮胎结构优化设计及力学分析中的应用

根据工作站在国内的发展情况及对计算分析、图形显示速度的要求,轮胎 CAD 软件和有限元分析软件在工作站上运行基本配置为:处理器 SUN SPARC 10 以上,内存 32M,硬盘 2.1G,要求大屏幕(图形显示卡至少为 TVGA)。

目前对轮胎进行各种力学分析的主要数学工具是有限元分析程序,其中包括前处理、分析解算和后处理 3 大部分。首先在工作站上通过轮胎 CAD(LTCAD)软件初步完成轮胎的结构设计,形成与 CAD 软件之间能够接受的图形交换文件(*.DXF 文件),通过程序模块接口使前处理软件接受 *.DXF 文件,在前后处理软件中通过一系列绘图命令建立轮胎的三维实体几何模型,同时调入轮胎材料参数数据库,加载到几何模型上,建立轮胎的材料模型,在几何模型和材料模型的

基础上通过一系列数学模型的简化,建立轮胎的三维有限元模型,建好后就可把它送到分析程序的解算器进行各种三维非线性有限元分析,分析后得到大量数据,对这些数据进行处理(后处理)后即得到所需要的曲线和图形,从中提取设计所需参数,完成结构的优化设计。

2.1 轮胎几何模型的建立

应用轮胎结构设计全新理论(PDEP, PDEP-S 设计理论^[2,3])确定轮胎的基本结构参数,然后通过 LTCAD 软件绘制出轮胎的材料分布图,并形成 *.DXF 文件,在前后处理软件中,通过 DXF 程序模块调入相应的 *.DXF 文件,形成轮胎断面的二维线框图,进入前后处理软件中的几何造型(GEOMETRY)模块中,通过相应命令在二维线框图的基础上完成轮胎的三维实体几何造型。

2.2 轮胎材料模型的建立

在对轮胎各部件用橡胶复合材料进行各项力学试验的基础上,得到相应的力学特性及大量试验数据,数据处理后得到各部件相应的力学参数。由于规格和厂家不同,各部件所用配方也不同,因此可建立一个轮胎专用材料库,存放大量的轮胎各部件的材料参数供计算分析时调用。轮胎几何模型建立后从材料库中提取相应的材料参数加载到几何模型相对应的部位上,建立轮胎材料模型。

2.3 轮胎有限元模型的建立

轮胎几何与材料模型建立后,把相应的约束条件及载荷情况加到几何模型上。在此基础上对轮胎的不同部位选择相应的有限元单元类型,对轮胎的三维几何实体模型进行有限元网格划分(自动和手动方法结合用),再把载荷及约束条件加到相应的单元及节点上,完成轮胎的三维非线性有限元模型的建立。

2.4 分析解算过程

分析程序处理的是有限元模型单元和节点的数据信息,需要读取数据文件(*.dat 文

件)。由于手动填写数据文件较烦琐,工作效率低,准确性差,这样就需要由前处理程序来完成这项工作,生成分析程序所能读取的数据文件。

由前处理程序完成几何模型、材料模型及有限元模型后,一般的静、动态问题可在前处理程序里直接运行分析程序进行非线性有限元分析,比较特殊的问题需要在由前处理程序形成的输入数据文件(*.dat 文件)中添加一些必需的控制卡,然后再运行分析程序进行计算分析。

三维非线性有限元计算分析后产生了大量的数据,由于数据量大,因此由后处理程序来完成对这些数据的有效处理。经过分析解算、计算分析后,通过后处理程序中相应的转换命令把计算产生的大量数据再转换到后处理程序中,根据不同需要绘制相应的曲线及图

形^[4],取得所需要的优化参数,应用 PDEP 和 PDEP-S 设计理论完成轮胎结构优化设计。

3 结语

通过工作站在轮胎结构优化设计中的具体应用表明,其综合处理能力(包括图形、计算、软件开发和数据库能力等)很强,可以满足进行轮胎结构优化设计和力学分析的需要,在轮胎工业领域应用前景广阔。

参考文献

- 1 王安耕. 用户能从市场学到什么? ——简评工作站应用市场. 工作站及应用, 1995; (7): 2~6
- 2 何晓玫等. 低断面轿车子午线轮胎 PDEP 设计理论. 橡胶工业, 1995; 42(2): 67~71
- 3 何晓玫等. 低断面轿车子午线轮胎 PDEP-S 设计理论. 轮胎工业, 1997; 17(3): 148~152
- 4 王铭新等. 三维有限元分析(3D-FEA)在轿车子午线轮胎接触问题中的应用. 轮胎工业, 1996; 16(1): 12~16

收稿日期 1997-03-11

Application of Working Station to Structure Optimization and Mechanical Analysis of Tire

Wang Mingxin, He Xiaomei and Xu Li

(Beijing Research and Design Institute of Rubber Industry 100039)

Abstract The application of the working station to tire structure optimization and the mechanical analysis of tire is introduced. The geometric model, the material model and the FE model of a tire are established on the working station. An optimized structure design of tire can be obtained by analysing the FE model and treating the analysed results.

Keywords working station, tire, structure design, mechanical analysis, FEM

新型内胎自补剂投放市场

江苏省江都市砖桥车友自补剂厂研制生产成功一种用于自行车、摩托车自行补内胎的新型自补剂。该自补剂由固态物质和乳状液体组成,外观呈胶状,中性,化学性能稳定,

不产生挥发性、刺激性和有毒气体。产品的各项性能指标均达到有关标准要求,且对橡胶无腐蚀作用,现已开始投放市场。

(摘自《中国化工报》,1997-05-21)