

计算机网络系统在子午线轮胎设计中的应用

王传铸 冯希金 单国玲

(三角集团有限公司,威海 264200)

摘要 简要介绍了由微型计算机、工作站、绘图仪等硬件组成的计算机网络系统在 AutoCAD、ACE、轮胎 CAD、NASTRAN 等软件支持下在子午线轮胎设计中的应用,包括轮胎负荷能力和各部件设计安全倍数计算、结构和施工设计、轮胎应力-应变分析等。

关键词 计算机网络系统,AutoCAD,轮胎 CAD,NASTRAN

随着轮胎工业和计算机技术的高速发展,人们越来越重视计算机在轮胎设计和力学分析中的应用^[1],因为这不仅可以提高设计的精度,更重要的是可以改善传统的设计过程,借助计算机辅助设计,可模拟轮胎受力分析,从而进行对比优化,确定最佳方案,因而缩短新产品开发周期,更好地满足不断变化的市场需求。

传统的设计过程为:在提出设计任务后首先进行结构设计和配方设计,然后进行样胎试制。为了测定样胎是否符合设计要求,需要进行成品性能测试。如果成品测试性能不能满足要求,还需要调整设计然后重新进行上述的过程,直到成品性能测试合格为止。从这里可以看出,传统的设计过程使新产品的开发周期延长,并且易造成人力、物力、财力等的浪费。

随着计算机技术的进步,特别是计算机图形学的飞速发展,利用计算机进行轮胎结构设计的辅助设计已经得到了广泛应用。计算机技术的发展和复合材料力学的发展也使三维非线性有限元分析技术在轮胎的结构设计过程中起着越来越重要的作用。通过计算机进行轮胎力学分析,人们可以在轮胎制造前就知道轮胎的力学和热学特性,从而预测轮胎的各种使用性能,为轮胎设计开发提供理论依据,并缩短开发周期,节省开发费用^[2]。这种情况下,轮胎的设计过程也随之发生了重大变化。采用计算机辅助设计后,轮胎的设计过程大致为:设计任务提出后,首先采用轮胎CAD和AutoCAD

软件进行轮胎的结构设计,绘制轮胎的材料分布图和其它各种图纸,然后利用三维非线性有限元分析软件进行轮胎结构的静动态力学分析,得到轮胎在充气状态和载荷状态下的力学行为,即轮胎内部各部件的应力-应变的分布情况。根据这些信息我们可以实现对轮胎结构的优化。在进行样胎试制和成品性能测试之前对轮胎结构进行多次优化,这样就可以使成品性能测试一次达到要求成为可能,从而大大缩短了新产品开发周期,节省实验开支,提高产品质量。

1 计算机网络系统简介

计算机在各行各业都有广泛的应用,但根据行业的特点、应用的范围及深度的不同,一般都有不同的配置。本文所指的计算机网络系统硬件主要包括 SUN Ultra 工作站、IBM P/166 微机、喷墨绘图仪、彩色喷墨打印机、HUB、UPS 等;软件主要包括 Windows 95、AutoCAD R12、ACE、北院轮胎 CAD、MSC/ARIES、MSC/NASTRAN 等。其中微机主要用来进行轮胎结构、施工、字体排列的设计、各种文字报表的制作等。SUN Ultra 工作站主要进行轮胎有限元分析工作。计算机网络的形成首先是用双绞线和 HUB 将工作站和各台微机连接起来,形成星形网络拓扑结构,如图 1 所示。网络拓扑结构形成后还需要进行软件的配置。微机上采用 Windows 95 作为操作系统,利用 Windows 95 自带的网络连接功能进行联网。首先打开网络连接功能项,依次安装网络适配器、服务、网络协议、网络客户 4 项,网络协议为 TCP/IP 和 NetBEUI 协议。这 4 项安装完成后

作者简介 王传铸,男,29岁。工程师。1992年毕业于青岛化工学院橡胶工程专业。现从事轿车子午线轮胎的结构设计工作。参加的“微机系统在子午线轮胎技术中的应用”获山东省化工系统现代化管理优秀成果一等奖。

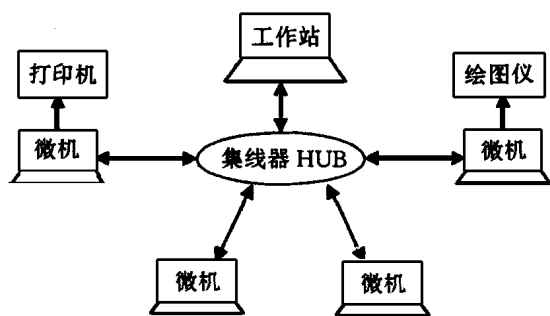


图 1 计算机网络示意图

网络就连通了。通过网络可以实现打印机和文件的共享、文件的传输、硬盘共享等功能。

2 理论计算编程处理

众所周知,设计子午线轮胎时要进行胎体、带束层、胎圈等骨架材料的强力安全倍数及承受负荷能力等的计算,而且往往还需要采用不同的理论公式进行对比。手工计算费时、繁琐,效率低,并且极易出错,同时又不便于各个方案的对比优化。将有关公式汇总,在汉字环境下运用 BASIC 语言编程,选取人机对话的工作方式,计算时只需按屏幕提示输入有关的参数变量,即可迅速得到计算结果,快捷准确。

3 北院轮胎 CAD 程序的应用

在设计轮胎的外轮廓图和材料分布图时,手工绘制相当繁琐,而且精度低;即使采用微机 AutoCAD 进行绘制,因为只不过是进行了换笔,所以虽然精度得到了保证,但效率提高不大,尤其是进行多方案对比优化时更显得耗时费力。

北京橡胶工业研究设计院 80 年代初开始研究的 CAD 在轮胎结构设计中的应用,经过多年的发展,其应用技术日臻完善。尤其是为适应子午线轮胎结构设计的特点专门开发的子午线轮胎辅助设计程序,已成为一套较成熟的子午线轮胎设计软件。

北院轮胎 CAD 软件采用 C 语言编程,经过编译,形成可执行文件,在 DOS 状态下执行该文件,即打开程序主菜单,进入各单项功能模块后将所需参数按菜单提示逐步输入,可以得到 *.TXT 文件,运行编译后的命令,随即可以在屏幕上看到所设计出的轮廓;如需 AutoCAD

下的图形文件,则可以生成 *.DXF 文件,然后进入 AutoCAD 中调用即可。

不同方案只需更改其中的设计参数即可重复上面的工作,效率成倍提高。

绘制成品、一段和二段材料分布图时,按菜单提示将有关半成品部件的厚度、宽度、高度等施工参数逐步输入,执行相关程序后即可得到轮胎材料分布图,并可生成 *.DXF 文件,在 AutoCAD 中可以调入生成的图形文件,做进一步的修改。

4 AutoCAD 的应用

AutoCAD 作为 CAD 中最广泛应用的一种软件,在子午线轮胎设计方面的应用也是最广泛的。其应用主要有如下几个方面。

4.1 修改、完善利用轮胎 CAD 生成的图形文件中的诸多细节

由于各厂轮胎结构设计有其自身的特点,如胎肩形状、装饰线类型、是否采用肩垫胶、过渡胶片、双胶芯等,轮胎 CAD 软件有的不能精确绘出,而在 AutoCAD 下可以很方便地修改。

4.2 花纹设计优化

随着高速公路的迅速发展,汽车速度大大提高,轮胎噪声已引起行业专家的重视。这是因为当车速高于 $45 \sim 55 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 时,轮胎噪声就成为轿车和轻型载重车噪声中的主要噪声源。国内外的一些汽车厂家在选用原配胎时,已将轮胎噪声列入考核的项目之一^[3]。而轮胎的噪声主要是由花纹块与空气摩擦和与地面接触时的振动产生的,降低轮胎噪声,必然对轮胎花纹设计的要求越来越高。因为花纹槽腔体中的空气被挤压、释放所产生的噪声是轮胎的主要噪声源^[3],因此要优化花纹设计。

手工绘制花纹图同样存在效率低的现象,利用微机可以很精确地绘制不同宽度、角度和弧度的花纹块、花纹沟及钢片等。但对不同规格轮胎的系列花纹,由于各参数取值不同,因此需要进行大量的重复劳动。而通过利用已经初步确定的花纹图样,可大大简化花纹设计,方法是将待定的参数作为未知量设置数据包输入,在 AutoCAD 下运用 AutoLISP 语言编程,当绘制不同规格轮胎的花纹时,只需填写数据包,在 AutoCAD 下调入,即可以得到所要的花纹图。

这种方法对优化设计和绘制系列花纹尤其有用。

4.3 设计外胎字体及其排列图

随着轿车进入家庭和消费观念的变化,消费者不仅要求轮胎安全耐用,更希望轮胎有漂亮时髦的花纹和胎侧字体。手工绘制字体显得比较呆板,在字体排列时根据经验确定间距,与字体在胎侧上的真正位置有一定的差别。而在 AutoCAD 中挂入的 ACE 软件及 Windows 95 中,内含大量的各种流畅美观的字体,加以修改后即可用作商标、规格等的字体。不同部位不同用途的文字可以选用不同形式的字体。字体的排列形式也可以随心所欲,从而使外胎字体美观大方,令人赏心悦目。不同部位的字体的粗细可能不一样。不同的线粗可以定义不同的颜色,在用 HP 喷墨绘图仪出图时,在定义笔粗一栏中将不同的颜色定义为不同的线粗,即可以得到预期的图样。对不同规格的轮胎字体图,可以借鉴以前规格的字体图,稍加改动即可形成新的字体图,大大地提高了效率。

5 MSC/ARIES 和 MSC/NASTRAN 三维非线性有限元分析程序的应用

结构设计完成后,为了验证该设计方案的优劣,可以采用有限元分析的方法对轮胎结构材料分布图进行力学分析。

美国 MSC 公司开发的 MSC/ARIES 和 MSC/NASTRAN 有限元分析软件是目前国际上通用的大型商业有限元分析软件,在航空、航天、造船、汽车工业等各个领域中具有广泛的应用。MSC/ARIES 是一个集成化的前后处理软件,它提供了先进的实体建模和装配、参数化设计、有限元网格的自动划分、材料特性的定义、分析结果的后处理等功能。它的主要功能模块有:实现 CAD 图形调入的 DXF 模块、实现几何建模的 GEOMETRY 模块、实现约束条件的 ENVIRONMENT 模块、实现有限元模型建立的 FEM 模块、实现材料库编辑的 MATERIAL 模块、实现后处理的 FE-RESULT 模块。在轮胎的结构分析中,DXF 模块的功能是将结构设计所得到的轮胎材料分布图调入到 ARIES 中来。GEOMETRY 模块的功能是将二维的材料分布图进行处理,生成轮胎的三维集合模型。

FEM 模块的功能是将三维集合模型划分有限元网格,生成有限元分析模型。MATERIAL 模块的功能就是编辑轮胎所用各种材料的材料库,并将各种材料施加到有限元网格中。FE-RESULT 模块的功能将计算结果进行后处理,生成各种应力-应变图和轮胎断面变形图。

MSC/NASTRAN 是世界工业领域公认的功能最全面的、应用最广泛的大型通用结构有限元分析软件,同时也是工业标准的 FEA 源代码程序以及国际合作与国际招标中工程分析和校验的首选工具,它可以解决各类结构的强度、刚度、动力学、热力学、气动弹性及结构优化等问题。在轮胎的有限元分析中,它主要对轮胎的有限元模型进行分析解算,从而得到轮胎内部的应力-应变场。

以上所介绍的两个软件所需的硬件配置为 Sun Ultra 1 Model 170E 工作站,内存 64MB,硬盘 4.2G,外接磁带机,内置 CD-ROM。

前处理的主要任务是根据绘制的材料分布图建立轮胎的三维有限元模型。其主要步骤为:首先将材料分布图调入 ARIES 中,然后进行几何模型的建立、环境约束的施加、各部件材料参数的施加、有限元网格的生成等。这样就建立了轮胎三维非线性有限元模型。

NASTRAN 程序的任务是读取前处理生成的单元和节点数据文件,开始解算。由于划分的单元数和节点个数的不同,计算时间少则几个小时多则几十个小时不等。

计算结果的后处理也是在 ARIES 中完成的。后处理程序对计算完成后得到的数据进行处理,可以得到带束层、胎体、钢丝圈、胎圈胶等各种部件在不同断面上的应力-应变曲线图,并采用不同的颜色进行表示。还可以得到轮胎不同断面的变形图、接地正压力分布图、接地面的印痕长短轴等力学信息。将这些图用彩色喷墨打印机出图后,力学分析人员和结构设计人员对这些曲线或图形进行分析,可找出最佳的应力-应变分布形式,从而协助轮胎结构设计人员进行多个方案对比优化。

6 文字处理系统

为规范各类文表的格式(技术通知、施工表等),我们在日常文字处理工作中广泛采用了

WPS 97 和 Office 97 等先进的文字处理工具,使文字的处理达到了高效、快捷、统一。施工表是一个较复杂的表格,并且不同规格的施工表具有一致性,鉴于这个特点,我们首先用 WORD 8.0 创作出一个通用表格,在具体使用时对这个表格进行复制就可以了。这样大大提高了工作效率,方便了管理。

7 结语

(1) 计算机可以运用于子午线轮胎的各种理论计算、结构施工设计、力学分析等方面的工作,

并通过网络的配置实现资源的共享。

(2) 应用的范围和深度还需不断加强,尤其是力学分析的结果与结构设计的结合问题更需进一步地深入探索。

参考文献

- 1 王铭新,何晓玫,徐立. 工作站在轮胎结构优化设计及力学分析中的应用. 轮胎工业,1997,17(8):461~463
- 2 Clark S K(Ed.). Mechanics of Pneumatic Tires. Washington D. C.;Department of Transportation,1981. DOT HS 805952
- 3 马大猷. 噪声控制学. 北京:科学出版社,1983. 414

第十届全国轮胎技术研讨会论文

Application of Computer Network System to Radial Tire Design

Wang Chuanzhu, Feng Xijin and Shan Guoling

(Triangle Group Co., Ltd., Weihai 264200)

Abstract The application of the computer network system consisting of mini-computer, work station, grapher and so on with the support of softwares, such as AutoCAD, ACE, Tire CAD and NASTRAN to the radial tire design is briefly described. The calculation of tire load and component safety factors, the structure and work design, and the analysis of tire stress-strain are involved.

Keywords computer network system, AutoCAD, Tire CAD, NASTRAN