

企业利用有限元分析技术进行轮胎结构设计大有可为

黄舸舸

(贵州轮胎股份有限公司, 贵州 贵阳 550008)

摘要:分析了我国轮胎企业利用有限元分析技术进行轮胎结构设计的必要性、可行性和最佳模式。提出了企业自己的工程设计人员与科研院校进行长期而有效的合作并购买通用商业有限元分析软件是企业开展利用有限元分析技术进行轮胎结构设计的最佳模式。

关键词:轮胎;结构设计;有限元分析;技术合作

中图分类号: TQ336.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1006-8187(2000)05-0262-04

在日趋激烈的市场竞争中,只有高品质、低成本的轮胎才能赢得市场。轮胎企业要寻求发展,必须加大经济规模建设和科技开发的投入。国外许多轮胎公司将年销售额的2%~3%甚至更高的比例投入到产品的开发中,以现代科学技术为指导,推出了一代又一代新产品,提高产品附加值。

从80年代以来,世界上各大轮胎公司在轮胎设计领域不断推陈出新,推出各自的设计理论^[1]。但是,各种轮胎设计理论的基础无外乎都是计算机技术与有限元分析技术,采用有限元分析技术进行轮胎结构设计就是当今世界轮胎结构设计技术发展的必然趋势。

1 企业利用有限元分析技术进行轮胎结构设计的必然性和可行性

众所周知,轮胎的力学性能直接影响着汽车的性能,现代汽车工业对轮胎性能提出了越来越苛刻的要求,经验设计和边试验边修正的方法显然已无法满足要求。

在轮胎设计-研制这一循环过程中,计算机分析起着越来越重要的作用,而且通过轮胎的有限元分析技术,可以在轮胎制造之前了解其力学和热学等特性,从而预测轮胎的各项使用

性能,为轮胎设计开发与改进提供理论依据,不仅可缩短开发周期,而且可节省开发费用。

今后,轮胎的结构设计体系将由轮胎结构理论与计算机有机结合的模式所替代,这就对轮胎的仿真分析提出了更高的要求^[2]。因此,企业开展轮胎结构设计的有限元分析技术研究工作势在必行。

目前,企业有能力开展利用有限元分析技术进行轮胎结构设计的研究工作,其主要原因有以下几点:

(1) 计算机性能飞速提高,而其硬件价格却不断下降,使企业可以接受以前昂贵的计算机硬件投资。

(2) 国际上知名的有限元分析软件公司在我国都设有分支机构,其产品的价格合理,并能提供较好的售后服务,如MARC软件公司的北京办事处就有工程师专门负责轮胎有限元分析的工作,为企业购买有限元分析软件提供了便利。

(3) 目前,国内一些企业和高等院校均开展了用有限元分析技术进行轮胎结构设计的研究工作,因此具有较好的外部环境。

(4) 企业不断吸收各类人才,将具有硕士、博士学位的高学历人才充实到研究和设计部门中,提高了轮胎的设计与研究水平,为开展轮胎的有限元分析研究打下了坚实的基础。

2 利用有限元分析技术进行轮胎结构设计的研究需进一步加强

(1) 有限元分析方法以及轮胎力学的研究

有限元分析技术的发展使得在计算机上对轮胎进行三维非线性分析成为可能,但由于轮胎复杂的非线性决定了必须对有限元计算方法进行深入研究。例如,如何利用恰当的单元来离散所研究的对象和如何尽量降低节点数来减少计算量而又不影响计算精度等一系列值得研究的问题。

在学习和借鉴各种轮胎设计思想、设计理论的同时,应对力学在轮胎设计中的应用进行研究,特别是为弥补基于材料力学的传统强度理论和疲劳强度理论的局限性而引入的断裂力学等^[3]。

(2) 计算机硬件及软件的选型以及相应软件的开发

由于计算机技术的飞速发展,特别是中央处理器速度的不断提高以及价格的下降,使得以前只能在昂贵的工作站上进行的工作目前也可在微机上进行。因此,企业在选购计算机硬件时应根据工作的性质、阶段以及经济实力来确定,但所选设备都必须保证具有较强的图形处理功能、高速网络功能、先进的接口输入输出功能以及开放系统的功能^[4]。

目前,国际上有限元分析软件主要有 MARC, ANSYS, ABAQUS 和 IDEAS 等,而国内目前用于轮胎的有限元分析软件主要有 MARC 和 ANSYS 两种。这些软件适合于对各种材料及复杂物体进行静态和动态下的应力-应变、温度及其它情况的模拟和分析,可以模拟二维和三维空间图像以及它们之间的相互转换,并具有与目前各企业广泛应用的 CAD 程序的接口。另外,还具有简单而又功能强大的前后处理功能,十分适合企业用户。

由于通用软件成为轮胎分析的专用软件还需做大量的工作,因此选择软件时要重点考虑软件的接口、移植性和扩展能力,价格因素以及软件商的技术服务也是要重点考虑的一个方面。

(3) 轮胎材料特性参数数据库的建立

在有限元分析过程中,研究对象的材料特性参数及本构关系是非常重要且必不可少的。由于材料的本构关系反映了材料的特性,如非线性粘弹性、各向异性、正交各向异性、不可压缩性等,因此,在分析轮胎结构特性时,必须了解以橡胶为基体的轮胎用各种复合材料的性能。

目前,各复合材料的性能参数主要通过考察复合材料的组分性能来得到,这与轮胎的实际情况有一定的差异,从而影响了计算精度,因此获得一个尽可能准确地反映轮胎用复合材料特性的本构关系是一项长期而艰巨的工作^[5]。

(4) 相关室内测试设备的完善以及轮胎试验场的建立

通过各种轮胎预算理论所得到的分析结果,都必须通过各种试验的实测结果来进行对比和验证,才能完成轮胎设计的优化,因此必须完善相关的室内和室外测试设备,并根据实际要求添置各种特殊设备。

另外,轮胎是车辆不可分割的一部分,脱离车辆性能参数评估轮胎性能是不可取的,因此轮胎-汽车系统试验也应给予足够的重视。

(5) 相关人员的培训和工作安排

由于用有限元分析技术进行轮胎结构设计的研究工作是一项多学科交叉的研究课题,因此必须培养如力学、材料科学、计算机等多专业的专业人才以及复合型人才,以使研究成果能尽快地应用于实际生产中。

3 企业开展轮胎结构设计的有限元分析技术研究的最佳模式

企业要生存和发展就必须依靠技术进步,除了通过购买新技术以提高自身的实力外,更重要的是要有自己的开发和研究队伍。企业开展用有限元分析技术进行轮胎结构设计的研究需要大量的人力、物力以及财力的投入,并且其效果是长远的,而非立杆见影的,要求企业要有远见和胆识。

用有限元分析技术进行轮胎结构设计是利用计算机的模拟技术,目前在许多方面的运用还不成熟,必须通过多种基础学科的研究来完

善,因此仅仅依靠企业自身的力量是难以开展这项研究工作的,必须寻求各单位的技术合作,然而如果企业间没有相互间资本渗透,其技术合作很难取得应有的成效。

当前国内许多科研院校正积极开展轮胎有限元分析的研究工作,如北京橡胶工业研究设计院、哈尔滨工业大学以及华南理工大学等,经过多年的摸索和研究,目前已取得了一定的进展,有的提出了新的轮胎设计理论^[6],有的则开发成功了轮胎有限元分析软件。

哈尔滨工业大学与上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司合作开展了橡胶复合材料力学特性及子午线轮胎三维非线性有限元分析的研究,于1994年8月通过部级鉴定。该系统可预报充气状态、非轴对称负荷下的位移变形,预报和实测有较好的一致性;可进行接地形状及压力分布模拟分析,不仅数据齐全,而且图形直观清晰,被认为是轮胎静态分析中具有国际先进水平的高科技成果,对轮胎结构的优化、配方的改进、新材料的应用都有积极的作用。目前,已进入了稳态分析、温度场分析和滚动阻力预报等的研究^[7],这些都为我们选择科研院校作为合作对象提供了前提条件。

企业与科研院校合作开展利用有限元分析技术进行轮胎结构设计的研究是一种最佳的选择,其具有的优点如下:

(1)可尽快把相关的研究成果应用到生产中,提高产品的技术含量,增强竞争力,加快研究工作的进展,大大缩短与先进生产厂家间的差距;

(2)企业可以充分利用各科研院校拥有的较为完善的实验和测试设备(特别是各种必需的材料测试设备),节省投资;

(3)科研院校具有独特的科研环境和教学能力,有利于对企业工程技术人员进行多种形式的再培养(如带课题攻读在职硕士、博士学位等),使企业留住宝贵的科技人才;

(4)企业与科研院校之间没有商业上的竞争,双方的合作比较真诚和坦率。

目前,国际上流行的MARC和ANSYS等有限元分析软件经过多年的发展和完善,无论

在线性分析还是非线性分析方面都享有较高的声誉,被广泛用于飞机、汽车以及各种复杂产品结构分析。国际上各大轮胎公司都无一例外的选用这些软件进行轮胎的有限元分析,如MARC就被普利司通、大陆和固特异等公司选用。

虽然国内也有自己开发的三维有限元分析软件系统,而且应用于轮胎分析中也取得了一定的成效,但是系统在可靠性、稳定性以及分析能力等方面都与通用商业软件有较大的差距,特别是在前后处理方面,显得过于烦琐和原始,因此难以被广大工程技术人员所接受。

MARC或ANSYS软件都具有强大的分析和模拟功能,但由于其仅仅是一种通用软件,要使之精确地应用于轮胎有限元分析或成为一种轮胎有限元分析专用软件还需要做大量的工作,单单靠软件商的技术支持是不够的,还需要有强大的科研实力作后盾,这是企业寻求和科研院校进行合作的重要原因之一。

4 结语

轮胎行业各企业开展利用有限元分析技术进行轮胎结构设计的研究工作势在必行。各企业可根据自己的实际情况,通过购买通用商业有限元分析软件并与科研院校进行长期的合作,把各方面的优势柔和起来,优势互补,最终研制成功有自己特色的轮胎有限元分析软件系统。笔者认为,企业自身力量培养的科研人员与科研院校进行长期而有效的合作,并购买通用商业软件是企业开展利用有限元分析技术进行轮胎结构设计研究的最佳途径。

参考文献:

- [1] 黄世权. 子午线轮胎设计理论进展评述[J]. 橡胶工业, 1991, 38(7): 427.
- [2] 危银涛, 刘宇艳, 杜星文, 等. 子午线轮胎滚动阻力与温度场非线性有限元分析[J]. 轮胎工业, 1998, 18(6): 330.
- [3] 张士齐, 贾红兵. 论轮胎结构设计中材料力学的局限与断裂力学的发展[J]. 橡胶工业, 1997, 44(9): 546.
- [4] 王铭新, 何晓玫, 徐立, 等. 工作站轮胎结构优化设计及力学分析中的应用[J]. 轮胎工业, 1997, 17(8): 461.
- [5] 丁剑平, 俞淇, 曾宪伟. 在微机上进行轮胎三维非线性

有限元分析的几个问题[J]. 轮胎工业,1997,17(1):13.

[6] 何晓玫,刘天臣,吴桂忠. 低断面轿车子午线轮胎 PDEP-S 设计理论[J]. 轮胎工业,1997,17(3):148.

[7] 黄世权. 轮胎开发技术发展趋势——子午化科学化高投入[J]. 轮胎工业,1995,15(5):259.

收稿日期:1999-12-14

国内外简讯 12 则

△2000 年 3 月 16~17 日,中国轮胎产品认证委员会对山东成山橡胶集团进行了认证后的第 4 次监督审核。审核组对成山橡胶集团产品质量体系审核后认为,该集团质量体系运行持续有效,达到了规定的质量标准。审核组建议认证委员会在产品抽样检验合格后维持该集团的认证注册,准予其继续使用认证证书和认证标志。

(山东成山橡胶集团《成山报》社
黄彩霞供稿)

△到今年年底,重庆到上海的高速公路将完成超过 60 %的里程建设,当剩余的近 780 km 建成后,驾车由重庆经高速公路去上海只需 16~18 h。重庆到上海的高速公路全长约 2 300 km,途经上海、南京、合肥、黄石、武汉、宜昌、利川,取道万州进入重庆城区。这条东西大走廊由沿线各省分头建设最后合龙。按交通产部规划,全线剩下的近 780 km 将在 2010 年前完成。

(摘自《中国汽车报》)

△美国 Cytec 工业公司推出一种单组分胺基树脂用于提高轮胎钢丝与覆胶的粘合力,不用添加钴盐便可获得相同、甚至更佳的效果。钴盐有供货有限和价格偏高的缺点。

TTI,P4,December'99

△米其林推出了运动车替换胎市场上的新 H 级轮胎 XGT H4,该胎特点是采用了高牵引性的刀槽花纹和 FAZ(零度角纤维)技术。

TTI,P5,December'99

△荷兰 Acordis 纤维公司与中国无锡太极公司签订合资意向书。合资企业称作 Acordis 太极工业纤维公司,在中国市场销售工业聚酯、输送带织物和浸渍轮胎帘线。Acordis 拥有合资公司 60 %以上股权。

TTI,P6,December'99

△登录普研制出一种水基胶粘剂用于轮胎全翻新和预硫化胎面翻新,经机床试验,结果表

明采用水基胶粘剂翻新胎的质量完全可与溶剂基胶粘剂翻新胎相媲美。

TA,[12],22(1999)

△由于名牌战略、多品牌战略和市场需求预测方面的成功,米其林在北美替换胎市场以 95 %的市场需求满足率(fill rate),大大领先于其竞争对手固特异和普利司通的 60 %的市场需求满足率。

TA,[12],38(1999)

△联信公司是美国大型轮胎骨架材料生产公司之一,其年销售额超过 140 亿美元,在世界各地雇员总人数为 7 万人。目前联信正在兼并另一家美国公司——霍尼韦尔。霍尼韦尔年销售额超过 150 亿美元。

TA,[12],44(1999)

△米其林在西班牙维多利亚厂生产了重 4.6 t、高 3.85 m、宽 1.40 m 的巨型轮胎。该胎硫化需要几天时间才能完成,现已用于北美露天矿区开采机械。

TA,[12],46(1999)

△1999 年 9 月俄罗斯雅罗斯拉夫轮胎厂、莫斯科轮胎厂和俄姆斯克轮胎厂将组建联合销售公司,该公司名为 SIBUR-Shina。这 3 家工厂试图建立协调一致的市场、投资和技术政策以及营销策略。

ERJ,181[10],16(1999)

△1999 年前 9 个月俄罗斯轮胎产量达到 2 096 万条,同比增长 19.5 %;其中轿车轮胎 1 310 万条,增长 21.5 %;载重轮胎 634.5 万条,增长 13.9 %;两轮车轮胎 80.44 万条,增长 32 %。

ERJ,181[12],18(1999)

△美国 Acordis 工业纤维公司于 1999 年 12 月 1 日起将其在北美销售的工业聚酯和尼龙 66 纤维的每千克价格提高约 0.2 美元。这次提价是经过价格大幅下挫后的回调。

ERJ,181[12],19(1999)