

CAE技术及其发展趋势

李美芳

(济宁职业技术学院, 山东 济宁 272037)

摘要: 本文全面阐述了CAE技术的发展历程、功能特点以及发展趋势, 并以汽车产品开发设计为例介绍了其应用前景, 最后指出应大力推进CAE技术的科学研究和工业化应用。

关键词: CAE; 历程; 功能; 趋势; 应用; VPG

CAE technique and its developing trend

Li Meifang

(Jining Vocational and Technical College, Jining Shandong 272037, China)

Abstract This paper fully explains the developing course, function features and developing trend of CAE technique. Then the paper introduces its application prospects taking the development and design of vehicle products as an example. At the end, the paper puts forward that we should greatly promote the scientific research and industrialized application of CAE technique.

Keywords CAE course function trend application VPG

1 引言

CAE (Computer Aided Engineering) 计算机辅助工程是一种迅速发展起来的信息技术, 是实现重大工程和工业产品的建模、计算分析、模拟仿真与优化设计的工程软件, 是支持工程科学家进行创新研究和工程师进行创新设计最重要的工具和手段^[1]。随着计算机技术的快速发展和市场竞争的日益激烈, 更多的企业越来越清楚地意识到要想提高工程、产品的设计质量, 降低研究开发成本, 缩短开发周期, 推出优秀的创新产品, 从而尽快地占领更多的市场, 那么应该把CAE技术作为实现工程、产品创新的有力工具和重要的支撑技术。

2 CAE的发展历程

CAE软件是迅速发展中的计算力学、计算数学、相关的工程科学、工程管理学与现代计算机科学和技术相结合而形成的一种综合性、知识密集型的信息产品^[1]。CAE的理论基础起源于20世纪40年代, 数学家Courant第一次尝试用定义在三角形区域上的分片连续函数的最小位能原理来求解t.Venant扭转问题以来, 一些应用数学家、物理学家和工程师也由于种种原因涉足有限元的概念, 直到1960年以后, 随着电子计算机的广泛应用和发展, 有限元技术依靠数值计算方法, 迅速发展

起来。而实用的CAE软件诞生于上世纪70年代初期, 70~80年代是CAE技术蓬勃发展的时期, 其功能和算法也得到了进一步扩充和完善, 到上世纪80年代中期, 逐步形成了商品化的通用和专用CAE软件, 到80年代后期国际上已经有NASTRAN, ANSYS, ABAQUS, DYN-3D, MARC, ASKA, MODULEF, FASTRAN等十多种知名的CAE软件, 而国内也拥有了JIFEX, FEM, FEPS等CAE软件。上世纪90年代是CAE技术的成熟壮大时期。而最近15年CAE的发展, 不仅是扩充了软件的功能、性能, 更重要的是扩充了用户界面, 前后处理能力, 对数据管理和图形部分, 进行了重大的改造, 新增的软件成分大都采用了面向对象的软件技术和C++语言。

3 CAE系统的主要功能

CAE系统是包括产品设计、工程分析、数据管理、试验、仿真和制造在内的计算机辅助设计和生产的综合系统^[4]。通常, 为了在计算机中分析和模拟一个产品, 首先必须建立产品模型, 有了产品模型以后, 我们可以运用CAE的分析方法(有限元法或模态分析法), 来分析产品在工作环境中的受力变形、振动及运动的情况, 以便评定产品是否满足设计要求^[2]。CAE系统可以采用参数优化方法进行方案优选, 使方案设计考虑的因素更为精细、全面和合理。CAE系统也可以对运动的机构进行动态分析, 并可画出机构运动的动画, 以便检查机构的运动轨迹, 校核运动件的干涉情况, 还可计

算出各构件的运动速度、加速度和受力的大小。CAE系统还可以对金属切削加工、铸造、焊接、成型、试验、装配和物料流动等各种工艺过程进行仿真,除了对产品加工质量进行预测之外,还可以深入研究这些工艺过程的机理和规律。CAE技术的应用范围很广,发展也相当快,总之,当前CAE技术的功能主要体现在产品的建模、工程分析、模拟仿真和优化设计等几个方面。

下面以汽车产品开发设计为例来说明CAE技术的功能应用。

4 CAE技术在汽车产品开发中的应用

CAD/CAE/CAM/PDM的应用,极大地促进了汽车技术的进步和发展。如果说CAD是在帮助工程师创造更丰富、更优美、更实用的几何实体设计,那么CAE则是在保证产品设计的质量、寿命、性能、成本等方面发挥着重要作用。CAE技术在汽车产品开发中效果突出,其分析方法的准确性和精确性已得到普遍认可,几年前“要求对分析结果进行试验验证”的说法现在已经很少见,因为几乎所有的中国汽车企业都采用了CAE技术。

在汽车产品开发中,如果我们只依靠总设计师的“经验”和样车,那么确定诸如行驶性、操纵稳定性、振动、噪声和舒适性等这些整车参数必然不是科学先进和客观可靠的,而如果等到产品设计完成后,才发现这些性能达不到要求,则需要投入大量的人力和物力,而且会延误开发周期,坐失市场商机^[5]。如果我们运用CAE仿真技术,对“原型车”和开发车系统进行仿真,可以在概念设计阶段就精确地预测和控制零部件乃至整车的性能和结构可靠性,从而在开发初期就能使未来产品性能和结构指标得到保证。其中VPG(Virtual Proving Ground)虚拟试验场软件,是专门针对整车分析而开发的CAE仿真环境,可以进行整车的防撞性、安全性和耐久性分析设置,以及可以仿真测试整车系统在道路条件下的疲劳寿命,并对仿真碰撞中的汽车驾乘人员保护进行评价^[3]。很显然,CAE技术的采用可以节约大量成本和时间,其技术经济意义是特别重大的。据有关统计数据表明应用CAE技术后,开发期的费用占开发成本的比例,从80%~90%下降到8%~12%。例如福特汽车2000年计算机应用项目的成果是:新车型开发周期从36个月降低到12~18个月;开发后期设计修改率减少50%;原型车制造和试验成本减少50%;投资收益提高50%。可以说在汽车发展历史上,没有什么技术能与CAE技术相比,产生如此巨大的回报。

5 发展趋势

随着计算机技术的快速发展,无论在性能、功能

软、硬件技术等方面CAE技术也得到极大的发展,并呈现出如下发展趋势。(1) CAE软件进一步向专业应用方向发展。更多的CAE用户开始在通用软件平台上开发专业化应用软件,建立了企业级的CAE分析技术标准化软件,简化分析方法,提高CAE应用效益,以此来建立和提升企业开发和研制的能力。(2) CAE功能进一步扩充。将实现多结构耦合分析,多物理场耦合分析,多尺度耦合分析,以及结构,构件及其材料的一体化设计计算与模拟仿真等功能。(3) 基于互联网的集成化与支持协同工作的CAE系统的出现,将实现基于Internet/Intranet =>Grid Computing 的CAD/CAE/CAM/CAPP/PDM/ERP的集成化、网络化和智能化。(4) 新一代的CAE系统将能够解算上千万阶方程组,CAE软件的三维实体建模,复杂的静态、动态物理场的虚拟现实技术将会有很大发展,能够实现对复杂工程、产品的实时和真三维仿真。(5) 基于Internet和Grid computing的面向对象的工程数据库管理系统及工程数据库将会出现在新一代的CAE软件中。(6) 用户界面将实现多媒体、智能化、网络化的统一。随着计算机图形技术正在迅猛发展,多媒体技术一定会使未来CAE软件的用户界面具有更强的直观、直感和直觉性,给用户带来耳目一新的感觉。

6 结束语

21世纪是信息技术和网络技术高速发展的时代,随着计算机技术向更高速和更小型化的发展和分析软件的不开发和完善,CAE技术的充分应用能够有效地改变传统的设计思想和方法,提高设计能力和技术创新能力,而CAE技术的合理应用也必将成为衡量一个国家科学技术水平和工业现代化程度的重要标志,因而大力推进CAE技术的科学研究和工业化应用势在必行。

参考文献

- [1] 崔俊芝.计算机辅助工程(CAE)的现状和未来,中国科学院院士报告,2003,12
- [2] 庄茁等.ABAQUS/Standard有限元软件入门指南[M].北京:清华大学出版社,1998
- [3] 严隽琪.虚拟制造的理论和技术基础研究[J].中国机械工程,1999,10(9):1068-1071
- [4] 钟志华.周彦伟.现代设计方法[M].湖北:武汉理工大学出版社,2001,8
- [5] 祁晓玲.汽车仿真技术能否铺平中国自主开发之路?[J].汽车周报,2004,12

作者简介:李美芳,女,1969年生,硕士,讲师,主要从事机电一体化专业教学和科研工作。