

# 亟待发展的虚拟工程

庄茁 胡平 王成国

人类需要借助各种工具来增强、延伸和扩大自己认识世界的能力。虚拟工程与科学 (Virtual Engineering and Science) 就是这样的工具。它是对科学现象、工程或产品的功能、性能和运行行为实施计算机模拟的方法体系,如受控热核反应、核聚变、地壳运动、环境污染、溃坝、车辆或飞机的碰撞等。

虚拟工程与科学是迅速发展中的计算力学、计算数学、计算物理、计算材料科学以及相关的计算工程科学与现代计算机科学和技术相结合,而形成的一种综合性、集成化、网络化与智能化的信息处理方法、技术和产品。

电子计算机的发明极大地推动了相关学科研究和产业的发展。以力学学科的计算力学为例,随之诞生和发展的有限元、有限体积和有限差分等方法,使传统的繁杂的力学问题得以进行数值模拟计算和分析。更关键的是解决了大量的工程和科学仿真问题。因此,诞生了新兴的跨专业和跨行业的学科分支,如计算机辅助设计 (CAD), 计算机辅助工程 (CAE) 和计算机辅助制造 (CAM) 等。这一新兴学科分支的共同特点是以工程和科学问题为背景建立计算模型并进行计算机仿真分析,充分体现了虚拟工程与科学的划时代特色。

国外虚拟工程与科学研究发展很快,近年来许多国家成立了工程计算机模拟和仿真学会,以及类似的学术团体。仅以有限元分析软件为例,国际上先进的大型通用有限元计算分析软件已经商品化,特别是它的非线性力学(几何、材料、接触)分析功能,受到世界上许多著名公司、企业、大学和研究部门的青睐,在北美、欧洲和亚洲许多国家的机械、化工、土木、水利、材料、航空、船舶、冶金、汽车、电气工业设计等领域中得到了广泛的应用。这些软件已经进入了中国市场。尽管我们的应用水平并不落后,但是在软件开发水平方面,我们还落后于发达国家。就虚拟工程技术的工业化应用而言,西方发达国家已经将 CAE 仿真分析作为产品设计与制造流程中不可逾越的工艺规范加以实施,而我国的工业企业界还处于对 CAE 技术的初步认同和浅显的应用阶段。

虚拟工程与科学是工业界的需要。加入 WTO 之后,中国的产品必须与国际接轨。工业界能够作出迅速反应的招投标方案、缩短工程设计周期、研制虚拟型号、优化产品结构、节省实验成本、以及保证产品质量等诸多方面,应用 CAD、CAE 和 CAM 技术是适应国际竞争环境的最好的选择。以汽车工业为例,美国、德国和日本都有数百家设计或 CAE 公司作为技术支持才实现了产品开发和汽车工业的可持续发展的。我国的航天技术能够达到世界先进水平,主要的成功经验是实施了独立自主地进行产品设计和开发。因此必须高度重视产品设计公司或 CAE 公司,他们是制造业的核心技术创新力量,需要大力支持和发展的。同时要研究发展优化设计等先进方法和技术。

虚拟工程与科学是科技界的需要。以固体力学为例,从 20 世纪 30 至 40 年代 Timoshenko 与 Southwell 等只能解少数简单的实际问题,发展到今天可以解决工程实际中大量的复杂的非线性问题,以及进行宏观、细观和微观跨尺度的科学研究,除了计算机技术的迅猛发展以外,更要靠功能强大的计算机数值仿真计算软件。半个世纪以来的历史表明,不仅力学学科

的工程应用需要计算，而且力学本身的发展也需要有效的计算技术和功能强大的计算软件。不但许多大型工程项目就是依赖软件分析模拟确定实施方案的，而且许多高水平的学术论文也都声明所用的是某某著名的软件。这些软件解决非线性问题（几何、材料和接触）的能力和效率，在国际学术界中已达成了共识。当前热门的纳米科技，随着微电子技术的发展趋向其物理极限，纳米科技将对人类社会产生深刻的影响。为了把握机遇，迎接挑战，我们必须在纳米和量子尺度控制物质，并建立多方法、多层次、多尺度、多物质、多场的科学计算和仿真。

发展虚拟工程与科学需要发展民族软件工业。发展自主知识产权的数值分析、仿真和优化设计软件系统是关键技术，是十分必要和可行的。国外软件虽然不少，但并不能全面解决我国民族工业的问题。与 CAD 软件不同，CAE 软件在技术支持、软件价格、本地化等方面对民族软件有很大发展空间，发展这种 CAE 软件需要政府的大力支持和市场保护，以及与工业界合作。