

计算机仿真在制造业的应用与发展

凌维业 芮执元 杨萍

“仿真”一词译自英语单词“Simulation”，有时也译作“模拟”，是“模仿真实世界”的意思。

1 系统仿真类型介绍

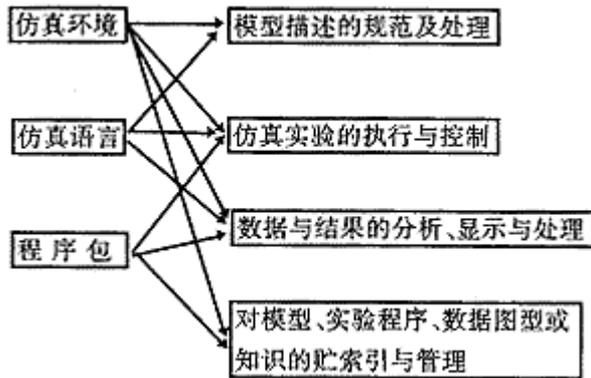
在工程技术界，系统仿真是通过对系统模型实验，去研究一个存在或设计中的系统。表 1 所列是系统仿真的仿真类型、模型类型、计算机类型和经济性。

由表 1 可见，计算机仿真已成为系统仿真的一个重要分支，系统仿真很大程度上指的就是计算机仿真。计算机仿真技术的发展与控制工程、系统工程及计算机工程的发展有着密切的联系。一方面，控制工程、系统工程的发展，促进了仿真技术的广泛应用；另一方面，计算机的出现以及计算机技术的发展，又为仿真技术的发展提供了强大的支撑。计算机仿真一直作为一种必不可少的工具，在减少损失、节约经费开支、缩短开发周期、提高产品质量等方面发挥着重要的作用。

2 计算机仿真在制造业的应用和发展现状

制造业在国民经济中一般都占有最大的比重，自 70 年代以来，全球性的市场竞争日益激烈，产品消费结构不断向多元化、个性化方向发展，产品的更新期和交货期都在缩短，一些自动化技术如 CAD、CAM、CAPP、NC、FMS、MRP 及 CIMS 都得到快速发展。系统仿真作为一种重要手段，通常可以渗透到它们当中去，并帮助它们实现集成，从而促进了一些先进制造技术的发展。在 50 年代，最引人注目的仿真领域是火炮控制和飞行控制系统；60 年代，是火箭和导弹控制系统；70 年代是航天、核能和经济管理系统；到 80 年代，最引人注目的仿真领域就逐步转向了制造系统，并且呈现出一种生机勃勃的局面。

从本质上讲，仿真技术就是建立仿真模型和对模型实验的一种技术。计算机仿真过程的实现一般都可由计算机高级语言、仿真语言和仿真软件来完成(如图 1 所示)。典型的仿真软件有仿真环境、仿真语言和程序包 3 种形式，其功能覆盖是不完全相同的。从下到上，大体反映了仿真软件的发展过程。到 80 年代中后期，开始出现了一体化仿真环境。现在，面向制造系统的仿真出现了一体化支撑软件，实现了仿真建模、仿真运行、输出分析的集成环境，仿真监控运用了并发执行机制，在数据库管理的基础上实现了模型数据、实验数据、仿真结果的统一管理，人工智能技术也应用在仿真建模、仿真运行和仿真结果的分析中。此外，广义制造系统仿真器的出现，实现了对某类制造系统的非语言建模、模型数据驱动等功能。这类典型的一体化仿真软件有 TESS，IBIS；广义仿真器有 AUTOMOD，FATOR，GEMS，WITNESS 等 [1]。



3 计算机仿真的研究热点及对制造业的影响

80 年代以来，系统仿真不断地朝着纵、横方向发展，在制造业方面，一个比较明显的进展就是“虚拟制造”。根据虚拟制造的概念，整个产品的设计和制造首先在计算机上进行，这样可以发现并解决该产品在制造之前可能出现的各种问题。

虚拟现实技术(VR——Virtual Reality)亦称虚拟环境技术、灵境技术，是一种最有效地模仿人在自然环境中的视、听、动等行为的高级人机交互技术。它是在综合计算机图形学、计算机仿真技术、传感技术等多门科学技术的基础上发展起来的。它有 2 个基本特征，即“灵境感(Immersive)”和“交互感(Interactive)”。通过这 2 个基本特征，虚拟现实技术能描述事物内部及其相互间真实的作用和交互，使用户仿佛置身于一个虚拟的世界中，从而拉近了用户与环境之间的距离，改变了人机交流的方式〔2〕。利用 VR 技术的这些特性，可以对产品的各个阶段提供支持，例如在虚拟环境下设计产品及其生产流水线，测试和装配产品的零部件，客户可以验证产品是否符合要求等。

近年来，计算机仿真技术在制造业应用的另一个研究热点——虚拟产品开发也是引人注目的。虚拟产品开发(VPD——Virtual Product Development)首先源于并行工程(CE——Concurrent Engineer)思想。这种思想将现代先进的组织形式跟现代的哲学、文化混合为一体，是对产品设计及其相关过程(制造过程、使用过程和支持过程)进行并行的、一体化设计的一种系统化工作模式。CE 能在产品开发一开始就考虑到投资、生产制造、装配、销售和维修以及报废等产品的整个生命周期的所有因素，这对解决产品设计与开发的矛盾是非常有益的。VPD 就是在 CE 方法论的指导下，把 CAD、CS 和大规模产品数据管理系统综合起来，形成一个虚拟产品开发环境，使产品开发人员能够在这种环境下策划产品、设计产品、预测产品在真实环境下的性能、特征以及真实工况下所具有的响应，从而减少反复和变更的次数，减少甚至取消制作物理原型样机，如此就能很好地检验设计、指导和优化设计，有效地缩短产品的开发周期和大量地节省开发费用。VPD 仿真技术是仿真技术发展的又一重要领域，它能深入到各种复杂产品的制造中，能够产生巨大的经济效益。

现在，仿真技术的应用已经从单一的系统走向开放复杂的大系统。当仿真对象分布于广阔的时空领域，仿真任务要求将不同地理位置、不同类型(包括人在内)的仿真对象构成一个统一整体进行仿真时，产生了分布交互化仿真(DIS——Districted Interactive Simulation)。这种仿真系统里包含有不同类型的实体—虚体、真实实体和构造实体，这些实体可以基于不同目的系统、不同年代的技术、不同厂商的产品和不同产品组成，并允许它们交互操作。DIS

实现用计算机网络将不同地点的仿真设备连接起来,通过实体间的数据交换构成时空到合成仿真环境的一种先进仿真技术。在这种复杂的分布综合的系统进行实时仿真时,必须提供快速、高效、大量的信息通道和相应的处理。美国是最早研究这种技术并投入使用的国家,已经完成了多项基于虚拟仿真的 DIS 工程项目,相关的协议与标准已经完成或正在完成。

在制造行业,已经产生了类似于 DIS 的虚拟研究开发中心或虚拟企业。香港生产力促进局和香港城市大学共建的快速科技中心就是一个虚拟研究开发中心。此外,为了适应快速变化的世界市场,克服单个企业难以在短期内具备所需资源的局限性,出现了在一定时限内,为了某一市场机遇,通过网络临时联结的一种动态联盟——虚拟企业。

美国波音(BOEING)公司可以把 777 飞机的研制、生产做到几乎“无图纸”的程度。波音 777 飞机的研制、整机设计、装配、部件测试以及各种试飞,都是由计算机完成的。它可将开发周期从原来的 8 年缩短到 5 年,节约了数百万美元经费。

4 结束语

围绕产品从概念设计到终止使用的整个生命周期,再从决策者、设计师、制造商、销售商和用户等全方位地去观察和研究产品,仿真技术已显示出它强大的生命力和发展潜力。面向 21 世纪,同其他领域一样,制造领域的仿真技术的仿真规模正在不断地扩大,仿真功能也在不断地朝智能化、可视化、集成化、并行化、分布交互化的方向发展。