

# 计算机辅助技术在机械工程设计中的应用\*

郭 南 国

(华侨大学精密机械工程系, 泉州 362011)

**摘要** 介绍机械设计中计算机辅助技术的应用情况. 其中涉及一些设计方法学中关于设计各阶段的划分的论述. 在分析设计师的作用和计算机自动设计的不现实之处后, 提出了“计算机全过程辅助”的概念, 以及在各配套技术发展现状之下的努力方向和可能实现的途径.

**关键词** 计算机全过程辅助技术, 机械工程设计

**分类号** TH 122

计算机辅助设计(CAD)是近年来工程技术领域中发展最迅速, 最引人注目的一项高技术, 它已成为工业现代化的重要标志. 可以预言, 今后几十年内它将获得更为广泛、深远的发展. 美国、日本等工业先进国家已经从CG/CAD/CAM进入柔性制造系统(FMS)及计算机集成生产系统(CIMS)的研究阶段<sup>[1]</sup>. 本文将从机械CAD设计程序入手, 就工业生产全盘计算机化的趋势和设计主体——工程技术人员在该设计中的作用进行讨论.

## 1 工程设计实践与计算机<sup>[2]</sup>

工程设计这一概念涉及面极广, 其中的术语和定义更是众说纷纭. 我们认为英国的 I. Black 和 J. D. Cross 提出的四阶段论更具有普遍意义和代表性. 它包括: (1) 明确任务阶段: 确立设计目标, 完善设计要求; (2) 概念设计阶段: 提出一个新的概念, 或解决现有问题的一个全新思路; (3) 具体化阶段: 由上述概念引出所需产品的整体外观及各部件的基本几何形状; (4) 细节设计阶段: 精确给定每个零件的形状尺寸, 包括工程图纸绘制等, 以便于加工.

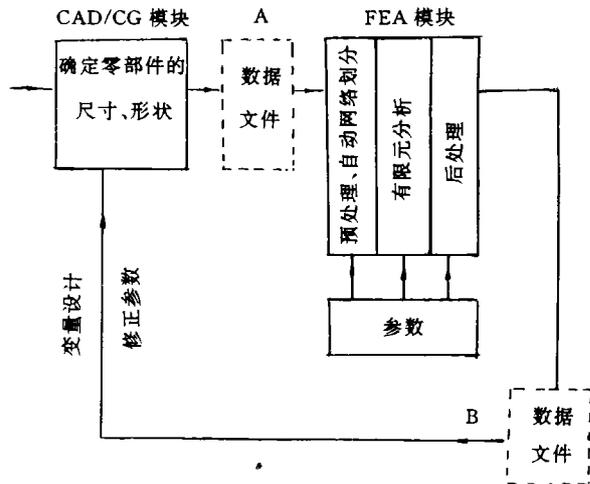
在工程实际中, 由于项目的时间限制、生产上的需求等因素的影响, 使各阶段在边界处难免产生交叠, 对每个阶段而言也并非都能泾渭分明. 明确任务阶段的任务, 明确地要依靠设计者与用户的密切交流, 以及对市场需求的认真评估和记录来实现. 关于概念设计有一个流行的谬误, 即认为它不过是在CAD系统中敲几个按键, 然后把自动设计好的产品图样输出就是了. 其实不然, CAD系统只是一种辅助设计工具, 不论在过去或将来, 设计师的创造性思维和灵感都是必不可少的. 概念设计的重要性不容低估. 在概念设计过程中, 有必要对明确任务阶段提出的各项要求加以检验和细化. 通常所说的计算机辅助设计就在这时开始引入. 这些预先的度量、分析和仿真的工作实施之后, 就可以在CAD系统上设计出零件的基本形状, 这

\* 本文 1994-07-24 收到

标志着具体化阶段的开始。在具体化设计阶段,设计师把手绘草图上的各零件雏形输入计算机,并初步选定产品的形状尺寸,以生成二维视图。至今,数据库中就有了各零件的形状特征的基本信息,有待在细节设计阶段进一步确认和完善。一般说来,至今推出的绝大多数CAD软件包括微机和 workstation 版本,都仅适用于对单个或几个零件的简单组合进行分析。而在任何一个实际系统中,零件都不是孤立运行的,每一个零件都与其它零部件有着极密切的联系。这些联系会影响到整个部件的性能,也影响了与之相关的各个零件的运行、尺寸、形状等。因此,在对某个零件进行有限元(FEA)分析之前,设计师必须对加在这个零件上的载荷的性质及该零件与其它零部件之间的相互作用关系,有一个较全面的了解。此外,以下几个问题是每一个优秀的设计师都要留意的:(1) 该零件是否会破损;(2) 它的弯曲极限是多少;(3) 是否可以进一步降低成本。这些问题的解决,并不完全依靠计算机。虽然计算机在建立标准件库等方面有人脑不可比拟的优越性,但以目前各配套技术的水平来看,要达到所谓的“计算机自动设计”是不可能的。此外,生产工程师参与设计过程也是非常重要的,因为设计的最终目的是生产。因此,工程师必须在早期参与设计,他可以就机床使用、制造公差、工序安排、材料使用等问题,提出宝贵的意见来指导设计。

在计算机辅助工程方面,目前一些发达国家推出的CAD系统软件,正在努力扩充、加强各功能模块及模块之间的联系,朝着CAD/CAM/CAPP/CAQ一体化,甚至是CIMS集成制造的方向发展。但就一些具体技术的衔接上,目前仍有许多问题有待解决。尤其是以我国机械电子工业发展的现有水平,离真正的CIMS的理想还有相当的距离,如附图所示的CAD/CG与FEA的衔接就是其中一例。附图是国内某汽轮机厂的CAD设计流程中的一个小循环。其中CAD/CG模块采用的是德国的SIGRAPH-DESIGN系统,FEA部分采用的是ALGOR系统。CAD/CG模块负责把设计师的意图加以具体化,扩充细节,在计算机上给出产品零件及整体的几何形状尺寸,并把这些信息通过一定的数据结构形成数据文件。理论上,我们期望这些数据能自动传送至FEA模块进行受力、温度等分析,并把分析结果反馈回CAD/CG模块。以此为依据,修正几何模型中的各参数(变量)值,通过变量设计技术来达到零部件整体形状的调整。接着进行下一轮循环,直到取得就有限元分析意义上的最优形状尺寸值。

然而在这个工作循环中,有几处明显的衔接技术障碍,妨碍了计算机自动处理的贯通。首先,在两模块之间的数据传送环节A和B,由于目前的接口技术无论从软件还是硬件上都不能跟上,也缺乏有效的界面技术将两个模块连通起来。因此,目前国内大多数厂家采用的方法仍是生成数据文件后,由设计师参与整理,从中提取所需的信息,并转换为与后续步骤相匹



附图 CAD/CG与FEA的衔接

配的形式,通过人机对话将新的数据文件输入后续 FEA 模块. 其次,FEA 各阶段,尤其是预处理时的自动网格划分之前,都需要给大量的参数赋值. 由于 FEA 各步骤置初值的灵活性极大,但目前还没有一套足够强大的数据库能够全自动地给定参数值. 至少,这样做从经济上考虑是不合适的,这会导致软硬件系统象滚雪球一样变得极庞大. 可由设计师根据系统运作的实际情况,综合考虑各有关条件,在适当时候,给设计系统提示赋值,这样更经济且灵活.

变量设计技术本身,尤其是部件和装配图的参数化设计,仍处在研究发展中,还需要大力完善. 关于变量设计技术的发展方向及意义,将在下面进一步阐述. CAD/CG 和 FEA 模块之间自由贯通的限制因素,当然还不止以上这三点. 由此可见,在机械设计领域内,近期内“自动设计”仍只是一个理想,而要达到计算机全过程辅助是目前的方向. 可以预言,部件及装配图变量设计技术的研制成功,将促使整个工程设计向计算机全过程辅助的方向迈进一大步. 目前,部件变量设计仍处在初期研究阶段,较具权威性的研究方向仍是以零件的变量设计为基础,由下而上来实现全局的变量设计. 计算机辅助手段如果能在总体概念设计阶段大量渗入,就能在相当大程度上改变以往在工程设计中,从整体经设计师构思、勾勒草图至局部后再经 CAD 具体化细节设计的整体过程,而为整体经 CAD 概念设计至局部后再经 CAD 具体化细节修正成整体的新格局,这将极大地减少设计过程中的盲目随机因素而提高效率.

## 2 结束语

随着各种软硬件配套技术的发展,CAD 在现代机械工程设计中正发挥着重要作用.“计算机全过程辅助”作为近期的一个可行目标,需要工程技术人员共同努力,填补各薄弱环节.

### 参 考 文 献

- 1 应道宁,吴中奇,王尔健. 计算机绘图. 杭州:浙江大学出版社,1990. 1~2
- 2 Black I, Cross J D. Mechanical engineering design with computer aided technology: an industrial implementation. Proc. IMechE. (B), J. of Eng. Man., 1990, 204: 29~36

## Application of Computer-Aided Technology to the Machine Design

Guo Nanguo

(Dept. of Precis. Mech. Eng., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

**Abstract** A presentation is made on the application of computer-aided technology to the design of mechanical products, relating to a discussion on the division of phases in the design. After analysing the role of designer and the unreality of automatic design, the author puts forward the concept of 'whole process computer-aided'; as well as the orientation we may follow and the way we may take with the development of mating technology.

**Keywords** whole process computer-aided, machine design