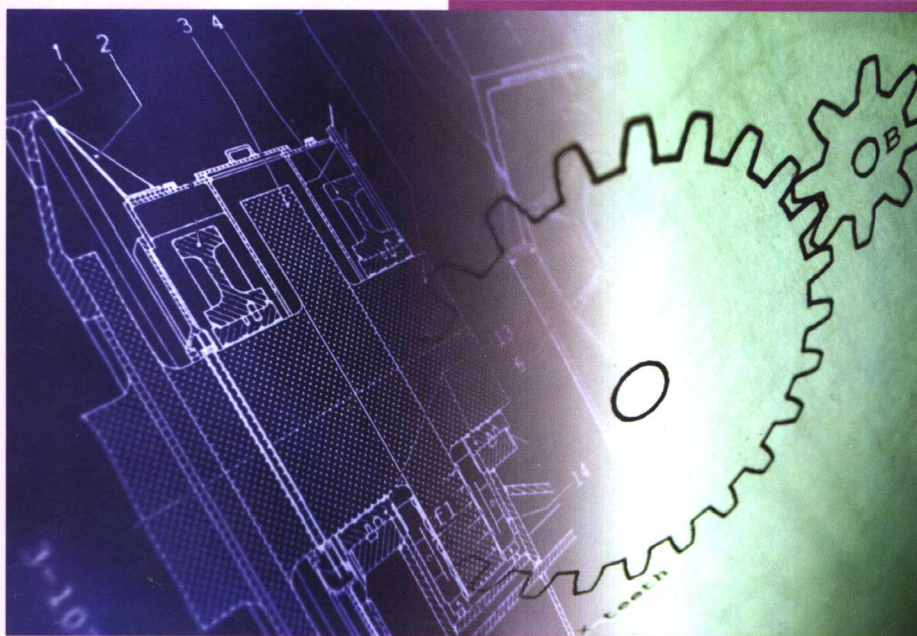




机械 CAD 技术与应用

JIXIECADJISHUYUYINGYONG

关晓平 杨家武 任长青 主编



东北林业大学出版社

机械 CAD 技术与应用

关晓平 杨家武 任长青 主编

东北林业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械 CAD 技术与应用/关晓平, 杨家武, 任长青主编. —哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2003.4

ISBN 7-81076-433-0

I. 机... II. ①关... ②杨... ③任... III. 机械设计: 计算机辅助设计
IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 016572 号

责任编辑: 杨秋华

封面设计: 叶 方



NEFUP

机械 CAD 技术与应用

Jixie CAD Jishu Yu Yingyong

关晓平 杨家武 任长青 主编

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 26 号)

东北林业大学印刷厂印刷

开本 787 × 1092 1/16 印张 11.625 字数 269 千字

2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—500 册

ISBN 7-81076-433-0

TP·49 定价: 20.00 元

内容摘要

本书系统地介绍了计算机辅助机械设计中各个环节的基本概念、原理和应用。全书共分 11 章,主要内容有:CAD 技术发展概况;机械 CAD 的硬、软件系统;机械设计中常用的数据结构;工程数据程序化处理;文件管理和数据库管理基础;图形处理基本原理和技术基础;计算机绘图的各种方法;AutoCAD 的二次开发基础及 AutoCAD 与高级语言的接口;机械 CAD 系统的设计及智能 CAD。本书的特点是在介绍理论和方法的基础上,注重该技术在机械设计中的应用,并给出 C 语言程序。

本书既可作为高等院校工科各专业计算机辅助设计课程的教学用书,也可作为研究生和工程技术人员的参考书。

前 言

计算机辅助设计是随着计算机、外围设备及其软件的发展而形成的一门新技术,它已成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化的重要标志,是工业设计的重要组成部分,是现代工程技术人员所必须具备的基本知识。只有培养大批 CAD 工程技术人员,才能使之转化为生产力,促进 CAD 应用向纵深发展。

本书从教学实际出发,总结编者多年的教学工作实践,以当前使用比较广泛的 C 语言、FoxPro 数据库软件、AutoCAD 绘图软件为基础,介绍软件的基本使用方法及二次开发,更侧重于实际应用,并与传统的设计方法相联系,实现 CAD 在机械设计中的应用。

本书适合本科生的 CAD 教学和研究生的自学。该书强调基础性和实践性,概括起来这些基础技术涉及工程手册中数据的处理、常用的数据结构、信息存储和管理、计算机图形处理基础等技术,并辅以程序,加强实践环节,为后续的课程设计及毕业设计打下良好的基础。

本书第 1 章,第 2 章第 1 节,第 5 章,第 6 章第 1、2 节,第 7 章,第 11 章由关晓平编写;第 3 章,第 4 章,第 6 章第 3 节,第 9 章由杨家武编写;第 2 章第 2、3 节,第 8 章,第 10 章由任长青编写。全书由关晓平统稿。

在本书的编写过程中得到东北林业大学于建国教授、陈建副教授及张莲洁、耿丙森等同志的大力支持,东北林业大学机械设计及理论学科带头人马岩教授审阅了本书,并提出指导性建议,在此一并表示致谢。

由于作者水平有限,书中难免有错误和疏漏,敬请读者指正。

作 者
2003.1

目 录

1 概述	(1)
1.1 CAD/CAM 系统的发展概况	(1)
1.2 CAD/CAM 系统的基本概念	(2)
1.3 CAD/CAM 系统的基本功能	(5)
1.4 CAD/CAM 系统的主要任务	(6)
1.5 CAD/CAM 技术在机械工业中的应用	(7)
习题	(8)
2 CAD/CAM 系统的硬件和软件	(9)
2.1 CAD/CAM 系统的硬件	(9)
2.2 CAD/CAM 系统的软件	(13)
2.3 CAD/CAM 系统的选择原则	(15)
习题	(16)
3 机械 CAD 程序的设计基础	(17)
3.1 数据表格的程序化处理	(17)
3.2 线图的程序化处理	(31)
3.3 其他数据的处理	(35)
习题	(36)
4 机械 CAD 中常用的数据结构	(37)
4.1 概述	(37)
4.2 基本概念	(38)
4.3 线性表结构	(39)
4.4 链表结构	(46)
4.5 树结构	(53)
习题	(58)
5 文件管理与数据库	(59)
5.1 数据资料文件化及相应的基本概念	(59)
5.2 文件系统	(59)
5.3 数据资料文件化要注意的几个问题	(69)
5.4 数据库系统的基本原理与应用	(70)
习题	(83)
6 图形处理的基本原理	(84)
6.1 图形处理的基本方法	(84)
6.2 二维图形变换	(85)

6.3 三维图形变换	(93)
习题	(104)
7 图形技术基础	(165)
7.1 坐标系与坐标变换	(105)
7.2 二维图形的裁剪	(107)
7.3 三维图形的消隐处理	(115)
习题	(129)
8 计算机绘图	(130)
8.1 概述	(130)
8.2 计算机绘图的几种方法	(131)
习题	(142)
9 AutoCAD 二次开发基础	(143)
9.1 AutoCAD 的主要功能及文件类型	(143)
9.2 AutoCAD 的基本概念	(144)
9.3 AutoCAD 与高级语言的接口	(146)
9.4 AutoCAD 与 FoxPro 数据库的接口	(158)
习题	(163)
10 机械 CAD 系统的设计	(166)
10.1 轴系零部件 CAD 系统的开发	(166)
10.2 轴系零部件 CAD 系统的总体结构	(169)
10.3 装配图设计	(170)
11 CAD 技术的发展——智能 CAD	(173)
11.1 专家系统的基本概念、特点及分类	(173)
11.2 机械设计专家系统的结构	(175)
习题	(178)
参考文献	(179)

1 概 述

电子计算机作为一种技术手段已普及应用到很多领域,它减轻了科技人员的脑力劳动和体力劳动,促进了科学技术和生产的发展。在机械制造领域中,随着市场经济的发展,人们对各类产品的质量,产品更新换代的速度,以及产品从设计、制造到投放市场的周期都提出了越来越高的要求。为提高产品质量,缩短生产周期,就必须采用先进的制造技术,即计算机技术与机械制造技术相互结合而产生的计算机辅助设计与辅助制造技术(Computer Aided Design and Manufacturing),简称 CAD/CAM。它具有知识密集、综合性强、效益高等特点,是当前世界上科技领域的前沿课题,是电子信息技术的一个重要组成部分,是 20 世纪取得的重大成果之一,是衡量一个国家科学技术现代化和工业现代化的重要标志之一。CAD/CAM 技术的发展,不仅改变了人们设计、制造各种产品的常规的方式,有利于发挥设计人员的创造性,还将提高企业的管理水平和市场竞争能力。在 CAD/CAM 技术中,CAD 技术是 CAM, CIMS (Computer Integrated Manufacturing System) 发展的重要基础,是工业自动化向智能化发展中的一个关键技术。CAD/CAM 技术已经渗透到工程技术和人类生活的各个领域,其覆盖率可达 60%。

1.1 CAD/CAM 系统的发展概况

CAD/CAM 技术从产生到现在,经历了形成、发展、提高和集成等阶段。

20 世纪 40 年代世界上出现第一台电子计算机,20 世纪 50 年代成功研制了数控机床,通过不同的数控程序就可以“实现对不同零件”的加工,这可以说是 CAM 技术的开端。在此期间,电子计算机还处于电子管时期,使用机器语言编程,计算机主要用于科学计算。CAD 正处于准备、酝酿阶段。

20 世纪 60 年代,出现了交互式图形显示设备,可以用光笔在显示器上选取、定位图形要素,并在荧屏上显示图形,进而出现许多商品化的 CAD 设备及系统,并具有绘图、数控编程和强度分析等功能。在制造领域,成功研制了第一台工业机器人,实现物料搬运的自动化。进入 20 世纪 70 年代后,CAD 技术开始大规模发展,计算机硬件性能不断提高,出现光栅显示器、图形输入板等图形输入设备。在软件方面,三维造型技术和数据库技术迅速发展。

20 世纪 80 年代随着超大规模集成电路的发展,CAD 技术继续发展和完善,并进入推广应用阶段,出现了工作站。20 世纪 90 年代以后,尤其近些年,CAD/CAM 技术得到迅速普及并向着标准化、集成化、智能化方向发展。为了实现系统的集成,实现资源共享和产品生产与组织管理的自动化,就需 CAD/CAM 系统之间或子系统之间进行统一的数据交换,因此,产品数据技术标准成为 CAD/CAM 技术的主要发展方向。CAD/CAM 系统的发展概况见图 1-1。

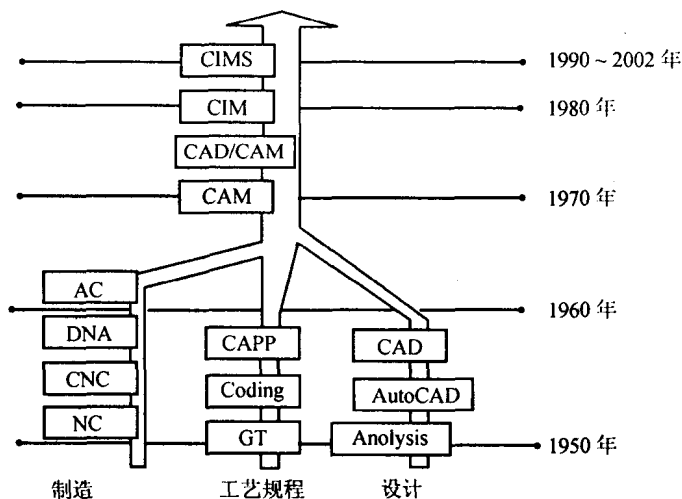


图 1-1 CAD 发展概况

CIMS - Computer Integrated Manufacturing System; CIM - Computer Integrated Manufacturing; CAPP - Computer Aided Process Planning; NC - Numerical Control
DNC - Direct Numerical Control; CNC - Computer Numerical Control; AC - Adaptive Control; GT - Grope Technology。

我国 CAD/CAM 技术的引进是从 20 世纪 60 年代开始的，最早应用于航空工业，最近几年发展很快。现在在机械、电子、建筑、汽车、服装的行业已逐步进入实用阶段。一方面，直接引进国外流行的商品化软件；另一方面，开发研制我国自己的 CAD/CAM 系统，促进 CAD/CAM 技术在我国的应用和发展。

1.2 CAD/CAM 系统的基本概念

1.2.1 设计、制造过程及 CAD/CAM 系统的基本概念

1.2.1.1 设计、制造过程分析

任何产品的设计、制造往往是从市场需求分析开始的，设计、制造和市场被看做从设计思想形成到交付产品的生产过程中三个不可分割的组成部分，见图 1-2。

根据需求确定产品的性能，建立产品的总体设计方案，进行综合分析论证。在此基础上，设计具体结构，包括结构方案的优化、评估、几何参数、力学特性的分析计算，最后得到产品的设计结果。完成设计工作之后，需对产品的几何形状和制造要求做进一步分析，设计产品的加工工艺规程，进行生产准备，随后加工制造、装配、检测。由此可以得出两点结论：第一，设计、制造过程的各个阶段事实上是客观存在的，正因为存在这个规律，才为程序化工作的计算机引入设计、制造领域，为实现 CAD/CAM 提供了

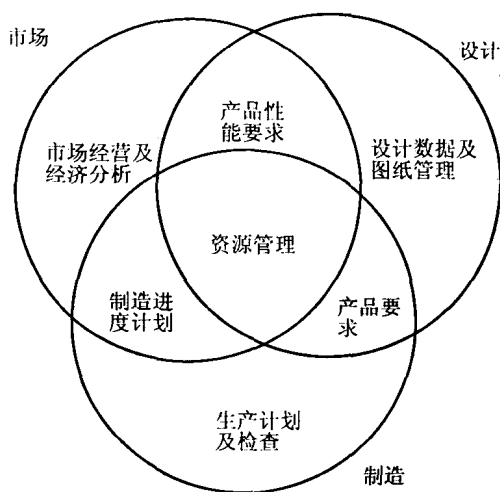


图 1-2 市场、设计、制造的关系

客观可能性；第二，研究、分析总结这个规律是为了更好地运用它，科学地、有计划地实施设计与制造，为实现 CAD/CAM 创造条件。

针对整个设计过程，分析总结设计类型如下：

- (1) 新设计。这是一种从无到有的开发性设计，新设计需要创造性的思维。
- (2) 适应性设计。其特点是保持总体布局不变，修改个别零部件的功能或形状，以适应质和量方面的附加要求。
- (3) 参数化设计。其特点是功能、布局、零件的几何拓扑关系均保持不变，仅改变零件的尺寸参数，产生系列化的设计结果。

据统计，机械制造领域的设计工作有 56% 属于适应性设计，20% 属于参数化设计，只有 24% 属于新设计。某些标准化程度高的领域，参数化设计达到 50% 左右。上述数据说明，工程技术人员的大部分时间和精力是消耗在重复性工作或局部修改之中了，而不可能有充沛的精力去从事创造性劳动，也不会有足够的时间去学习和掌握新知识和新技能，尤其在市场竞争激烈的条件下，很难适应发展的需要。因此，设计方法及设计手段的科学化、系统化、现代化是历史的必然，即实现 CAD 是非常必要的。

另外，工艺是产品生产过程中的一个重要环节，以往一直是根据工艺人员的技能和经验手工编制，不仅效率低，而且很难获得最佳方案。工作繁琐而重复，束缚了工艺人员的创造性，使他们难以从事开拓性工作。因此，迫切需要计算机辅助工艺规程设计技术 (CAPP)。

从机械制造方面来看，50 件以下的小批量生产约占 75%，而且零件在机床上的切削时间只占零件在车间停留时间的 1.5%。因此，要提高零件的加工效率和经济效益，就要减少零件在车间的流通时间和在机床上装卸、调整、测量、等待切削的时间。而做到这一点必须综合考虑生产的管理、零件的传送和装卸方法等多方面因素。这需要通过计算机辅助人们做全面安排，控制加工过程，即实现 CAM。由上述设计、制造过程分

析可知, CAD/CAM 技术的应用是非常必要和迫切的。

1.2.1.2 CAD/CAM 系统的基本概念

人们从需要到产生思想, 再把这种思想变成实物, 我们称其为设计制造过程。制造过程也仅仅被看做物料的转换过程, 即由原材料加工、装配成产品的过程。而 CAD/CAM 是人们把计算机作为主要技术手段, 对产品从构思到投放市场的整个过程中的信息进行分析 and 处理, 生成和运用各种数字信息和图形信息, 进行产品的设计与制造。从计算机科学的角度看, 设计与制造的过程是一个关于产品信息的产生、处理、交换和管理的过程, 即信息转换过程。CAD/CAM 技术是辅助而非替代工程技术人员完成整个过程, 它将计算机科学与工程领域的专业技术以及人的智慧和经验科学地结合起来, 在设计、制造的全过程中各尽所长, 以获得最佳效果。进一步讲, CIMS 是在 CAD/CAM 技术的基础上发展起来的制造系统, 即在信息技术、自动化技术与制造技术基础上通过计算机及其软件把制造过程中各种分散的自动化子系统有机地集成起来, 以形成适用于多品种, 中小批量生产的智能化集成制造系统。其集成化反映了自动化的广度, 系统空间扩展到市场、设计、加工、检验、销售及用户服务的全过程; 智能化反映了自动化的深度, 既不仅涉及物质流控制的传统体力劳动自动化, 还包括信息流控制的脑力劳动自动化。

1.2.2 CAD/ CAM 系统的工作过程

CAD/CAM 系统是由计算机、外围设备及附加生产设备等硬件和控制这些硬件运行的指令、程序及有关文档等软件组成, 通常包含若干功能模块。CAD/CAM 系统是设计、制造过程中的信息处理系统。它具有高速、准确、高效的计算功能, 图形及文字的处理功能, 数据的存储、传递、加工功能及在运行过程中, 结合人的经验、知识及创造性, 形成一个人机交互的计算机系统; 它主要研究对象的描述、功能的分析、方案的优化、计算分析、工艺设计、仿真模拟、NC 编程以及图形处理等理论和工程方法, 输入的是系统的设计要求, 输出的是制造加工信息。CAD/CAM 系统的工作流程如图 1-3 所示。

(1) 通过市场需求分析产品功能的要求, 向 CAD 系统输入设计参数, 利用三维几何造型功能, 进行产品的总体设计, 构造出产品的几何模型, 计算机将此模型转换为内部的数据信息, 存储在系统的数据库中。

(2) 对产品模型进行设计计算及结构方案优化分析, 以确定零部件结构的主要参数。同时, 将设计的初步结果以图形的方式输出在显示器上, 通过人机交互的方式进行修改, 满意后, 将数据存储存储在系统的数据库中。

(3) 系统从数据库中提取产品的设计制造信息, 在分析其几何形状特点及有关技术要求后, 对产品进行工艺规程设计, 以工艺卡片或以数据接口文件的形式存入数据库。

(4) 利用外部设备输出工艺卡片或计算机辅助制造系统从数据库中读取工艺规程文件, 生成 NC 加工指令, 在数控机床或加工中心上制造出有关产品。有些 CAD/CAM 系统在生成了产品加工的工艺规程之后, 对其进行仿真、模拟, 验证其是否合理。

由上述过程可以看出, 从初始的设计要求、产品设计的中间结果, 到最终的加工指令, 都是信息不断产生、修改、交换、存取的过程, 系统应能保证用户随时观察、修改

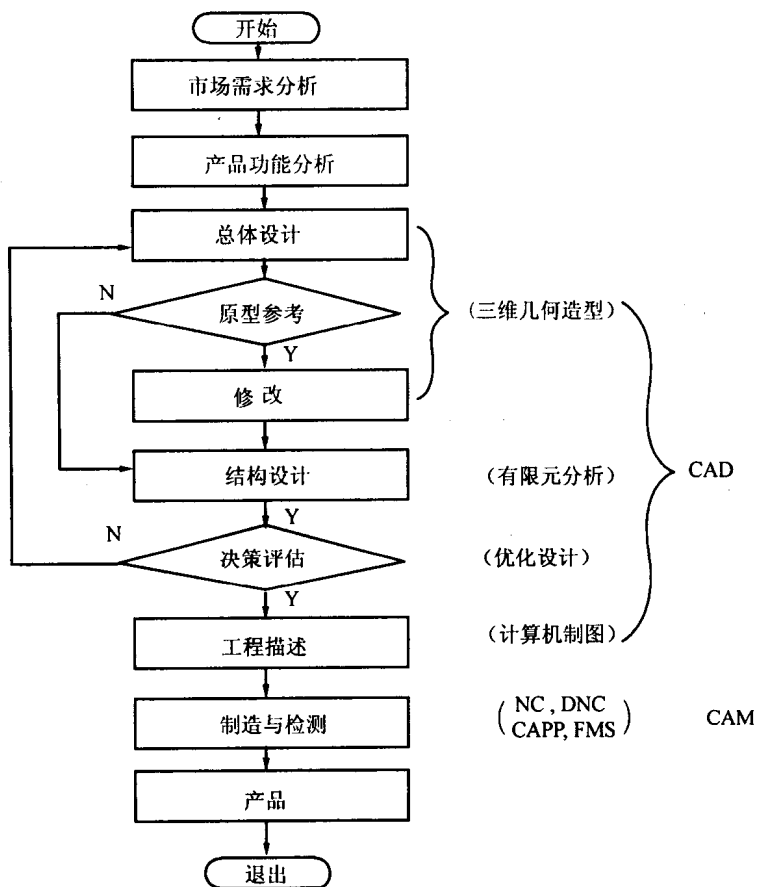


图 1-3 CAD/CAM 系统的工作流程

数据，实施编辑处理，直到获得最佳结果。因此，CAD/CAM 系统应当具备支持上述工作过程的基本功能。

1.3 CAD/CAM 系统的基本功能

一个比较完善的 CAD/CAM 系统是由产品设计制造的数值计算和数据处理程序包、图形信息交换和处理的交互式图形显示程序包、存储和管理设计和制造信息的工程数据库三大部分组成。这种系统的主要功能包括：

(1) 数值计算和处理功能。数值计算和处理是计算机系统的基本功能，CAD/CAM 系统除了进行各种数值计算外，还要有较强的图形处理能力。在图形处理过程中，不仅计算量大，而且还要求计算速度快，精确度高。在机械 CAD 中，一般要在屏幕上显示出动态的三维图形，其所用的计算机的计算能力要比单纯进行处理数据运算的能力要大很多倍。因此，CAD/CAM 系统需具备较强的数值计算和处理功能。

(2) 交互式图形显示和输入输出功能。CAD/CAM 系统是一个人机交互的计算机系

统, 人机接口是用户与系统连接的桥梁, 用户需不断地将有关设计的要求及具体的设计参数等输入计算机, 并利用计算机进行处理, 同时保证用户实时观察, 实时编辑。并能从显示器上及时看到处理结果, 不仅能够显示二维平面图形, 而且还能显示三维实体。根据需要, 可将系统处理的结果输出。

(3) 存储功能。在 CAD/CAM 系统中, 处理的数据量很大, 不仅有输入数据和输出数据, 还有大量的中间数据, 尤其是对图形的操作以及交互式的设计等。为此, CAD/CAM 系统必须配置容量较大的存储设备及工程数据库系统软件。

1.4 CAD/CAM 系统的主要任务

CAD/CAM 系统需要对产品设计、制造全过程的信息进行处理, 需要完成的任务有如下几个方面:

(1) 几何造型。几何造型技术主要研究一些方法和手段, 来表示、存储和显示各种三维实体。目前 CAD/CAM 系统可进行曲面造型、实体造型和特征造型。系统能够为用户提供所设计产品的几何形状、大小, 进行零件的结构设计以及零部件的装配, 同时, 还能够动态地显示三维图形, 并能进行消隐、彩色浓淡处理等。几何造型技术是 CAD/CAM 系统的核心, 它为产品的设计、制造提供基本数据, 同时, 也为其他模块如有限元分析、仿真、加工等模块提供原始的信息。

(2) 物体质量特性计算。CAD/CAM 系统能够根据产品几何形状, 计算出相应的体积、表面积、质量、重心位置、转动惯量等几何特性和物理特性, 为系统进行工程分析和数值计算提供必要的基本参数。

(3) 工程分析。工程分析包括有限元分析和优化设计等, 目前已有比较成熟的商业化软件。

有限元分析软件是利用有限元法进行结构分析的软件, 是一种数值近似解方法, 可以对结构形状比较复杂的零件的静态、动态特性及强度、振动、热变形、应力分布状态等问题进行分析计算。一般先进行前置处理, 即自动生成有限元网格, 并将划分的结果显示在屏幕上, 然后进行分析计算, 再进行后置处理, 即将计算结果以图形、文件的形式输出, 使用户非常方便、直观地看到分析的结果。有限元法是 CAD/CAM 系统中结构设计常用的方法。

优化设计是现代设计方法学中的一个重要的组成部分。是将优化技术用于工程设计的一种计算方法, 为求解数学模型提供了强有力的数学工具。优化包括总体方案的优化、产品零件结构的优化、工艺参数的优化等。所谓优化就是在某些条件的限制下, 使产品或工程设计中的预定指标达到最优。优化设计是保证产品设计具有高质量及良好的市场销售的主要技术手段之一, 主要用于机械设计和制造工程自动化。

(4) 绘制工程图。机械行业在生产过程中是离不开图形的, 而工程图是产品设计结果的最终表现形式。因此, CAD/CAM 系统应能完成从几何造型的三维图形向二维图形的转换, 并能够对二维图形进行处理, 包括标注尺寸、图形的编辑(比例变换、平移、图形拷贝、图形删除等)以及显示控制, 绘制出符合国家标准工程图。

(5) CAPP, NC 及模拟仿真。工艺设计是为产品的加工制造提供指导性的文件。因此, CAPP 是 CAD 与 CAM 的中间环节。CAPP 系统应当根据建模后生成的产品信息及制造要求, 自动决策出加工该产品所采用的加工方法、加工步骤、加工设备及加工参数。CAPP 的设计结果一方面能被生产实际所用, 生成工艺卡片文件; 另一方面能直接输出一些信息, 为 CAM 中的 NC 自动编程系统接收、识别, 直接转换成刀位文件。确定零件的数控加工方案后, 进行数控加工。有时为减少制造费用, 利用数控加工仿真系统实现零件加工模拟, 避免了现场调试带来的人力、物力的投入。

(6) 工程数据管理。由于 CAD/CAM 系统中数据量大、种类繁多, 既有几何图形数据, 又有属性语义数据; 既有产品定义数据, 又有生产控制数据; 既有静态标准数据, 又有动态过程数据, 结构还相当复杂。因此, CAD/CAM 系统应能提供有效的管理手段, 支持工程设计与制造全过程的信息流动与交换。通常, CAD/CAM 系统采用工程数据库系统作为统一的数据环境, 实现各种工程数据的管理。

1.5 CAD/CAM 技术在机械工业中的应用

CAD/CAM 已成为新一代生产技术发展的核心技术。随着计算机硬件和软件的不不断发展, 其性能价格比不断提高, 使得 CAD/CAM 技术的应用领域也不断扩大。据统计, 到 20 世纪 90 年代初, CAD/CAM 技术的应用已进入近百个工业领域。公认应用比较成熟的是机械、电子、建筑等领域。CAD/CAM 软件销售额逐年增长, 社会需求量越来越大, 应用前景十分广阔。

航空航天、造船、机床制造都是国内外应用 CAD/CAM 技术较早的工业部门, 主要用于飞机、船体、机床零部件的外形设计与分析计算等。机床行业应用 CAD/CAM 系统进行模块化设计, 缩短了设计制造周期, 提高了整机质量。CAD/CAM 技术之所以得到如此迅速的发展和应用, 是因为它能够带来显著的经济效益。例如, 沈阳鼓风机厂将 CAD/CAM 技术用于透平压缩机生产, 报价周期从原来的 6 周缩短到 2 周, 技术准备周期从原来的 12 个月缩短到 6 个月, 设计周期从原来的 6 个月缩短到 3 个月, 整机运行效率提高了 3%~5%。

综上所述, CAD 技术与 CAM 技术结合起来, 实现设计、制造一体化, 使产品的设计、制造过程形成一个有机的整体, 具有明显的优越性。主要体现在:

(1) 减少了手工计算、制图、制表所需的时间, 提高了计算速度, 解决了复杂的计算问题, 缩短了设计周期;

(2) 把设计人员从大量繁琐的重复劳动中解放出来, 充分发挥了他们的创造性;

(3) 便于修改设计;

(4) 有利于实现产品的标准化、规格化和系列化;

(5) 提高了产品的质量和生产效率, 给企业带来综合效益。

习 题

1. 举出一件你所从事的 CAD 工作，画出解决这个问题的 CAD 流程图。
2. 你认为 CAD 的发展方向有哪些？
3. CAD/CAM 的基本概念。
4. CAD/CAM 系统的基本功能。

2 CAD/CAM 系统的硬件和软件

本章讨论 CAD/CAM 系统的基本组成, CAD/CAM 系统硬件和软件的配置与选择原则, 了解如何根据实际需要建立一个经济实用的 CAD/CAM 系统。CAD/CAM 系统的硬件系统由计算机及其外围设备组成, 包括主机、存储器、输入输出设备、网络通信设备以及生产加工设备。软件系统通常是指程序及相关的文档, 包括系统软件、支撑软件和应用软件。一个 CAD/CAM 系统功能的强弱, 不仅与组成该系统的硬件和软件的功能有关, 而且更重要的是与它们之间的匹配和合理组织有关。所以, 在建立一个具体的 CAD/CAM 系统时, 应首先根据生产任务的需要选定最合适的、功能强的软件, 然后, 再根据软件去选择与之相匹配的硬件。

2.1 CAD/CAM 系统的硬件

硬件是一切可以触摸到的物理设备。对于一个 CAD/CAM 系统, 可以根据系统的应用范围和相应的软件规模, 选用不同规模、不同结构、不同功能的计算机、外设及其生产加工设备。

2.1.1 CAD/CAM 计算机系统的硬件组成

CAD/CAM 计算机系统的硬件包括以下内容: 主机、外存储器、输入设备、输出设备及通信接口等。

2.1.1.1 主机

主机是计算机硬件的核心, 用于指挥、控制整个计算机系统完成运算和分析工作。主机的类型及性能在很大程度上决定了 CAD/CAM 系统的使用性能。主机由中央处理器 (CPU) 和内存储器组成。衡量主机指标主要有三项, 即运算速度、字长和内存容量。

2.1.1.2 外存储器

内存直接与 CPU 相连, 能够快速存取, 但其价格较高。为了提高计算机的经济性, 不可能配很大的内存, 故计算机系统都配置了外存储器, 以长期保留程序及数据。常用的外存有磁盘、磁带、光盘等。

2.1.1.3 交互输入设备

如果将计算机信息处理系统比做人的大脑, 那么输入设备相当于人的感官。输入是将各种外部数据转换成计算机能识别的电子脉冲信号, 实现这种功能的装置叫输入设备。对于交互式 CAD/CAM 系统来说, 除需具备一般计算机系统的输入设备以外, 还应能够提供以下功能: 定位、笔画、输入数值、选择、拾取、输入字符串等。交互式输入设备主要有以下几种:

- (1) 光笔。光笔是一种定位装置, 属于指点输入设备。其外形及尺寸与普通的笔类

似,一端为光敏器件,另一端用导线接到计算机上。光笔本身不发光,但可探测荧光屏上的光点。

(2) 数字化仪。数字化仪也称为图形输入板。数字化仪由图形板和触笔(或游标)组成。板上可设置菜单区,其作用是将菜单上的图形或符号转换为数字信息。即把 x , y 坐标输入计算机,用户通过使用触笔或游标,可以输入各种命令或符号。绝大多数的图形输入板是使用一种电气敏感机构来测量触笔或游标的位置。板面是一个 x , y 坐标平面,当触笔在台面上接触或移动时,利用电磁感应原理,台面上相应的点 x , y 坐标就被测到,并被计算机接受,映射到显示屏幕上。游标在板上移动与屏幕上坐标的移动是一致的,当游标在图形输入板上连续移动时,屏幕上会出现相应的移动轨迹,这就为用户提供了随时可以观察的反馈信号,便于人机交互。因此,数字化仪可以用于画图,提高作图的速度和效率,但它只限于二维图形。对于三维设计,使用数字化仪是不合适的。

(3) 扫描仪。通过对将要输入的图样进行扫描,将扫描后得到的光栅图像进行去污处理及字符识别处理,再将点阵图像矢量化,这种矢量化的图形就可以进行编辑、修改成 CAD/CAM 系统所需的图形文件。这种输入方式对已有图样建图形库或在图像处理及识别等方面有重要意义。用扫描仪对数据进行输入,具有速度快、成像准确、输入工作量大、存储数据量大等优点,因而对存储器容量要求高,且设备的成本也较高。

2.1.1.4 交互输出设备

输出就是将计算机处理后的数据转换成用户所需的形式,实现这一功能的装置称为输出设备。输出设备是计算机实用价值的体现,通过输出设备使系统能与外界沟通。常用的输出设备包括显示输出、打印输出、绘图输出、影像输出和语音输出五类。

(1) 图形显示器。显示器是一种快速反映的输出设备,是计算机系统的基本配置之一,它可以随时对用户的操作做出及时的响应,以便不断编辑、修改。目前,大量使用的是阴极射线管(Cathode Ray Tube——CRT)制成的显示器。阴极射线管 CRT 是图形显示器的主要部件,能够将计算机的电信号高速地转换成可见图像,它主要由电子枪、加速机构、聚焦机构、偏转机构及荧光屏组成。当阴极被加热极加热到一定的温度之后,就会发射出电子,电子在高压作用下高速运动,通过聚焦机构,发散的电子就汇集成一股很细的电子束,电子束撞击到荧光屏上,荧光粉被轰击而发光产生一个小亮点,于是从屏幕上便可以看到一个小光点。

显示器的一个主要技术指标是分辨率。所谓分辨率是指屏幕上可识别的最大光点数。光点也称为像素。对相同尺寸的屏幕,光点数越多,每个光点就越精细,显示的图形就越精确,分辨率越高。通常用水平方向的光点数与垂直方向的光点数表示显示器的分辨率,例如 1024×768 。事实上,将屏幕按照光点直径的大小分成纵横相当的格子,将每个格子的坐标记入计算机内,当电子束向各坐标点移动时,电子束的轨迹就形成了所需的图形。因此,显示器上的每一条线都是由有限个点组成,这些点并不是几何上的点,而是像素点。很显然,分辨率越高,屏幕上可分辨的像素点越多,曲线的精度就越高。常见的微机显示器分辨率有多种模式,可达 1024×1024 以上。

CRT 显示器有向量刷新式、存储管式和光栅扫描式等类型。这里以光栅扫描显示器