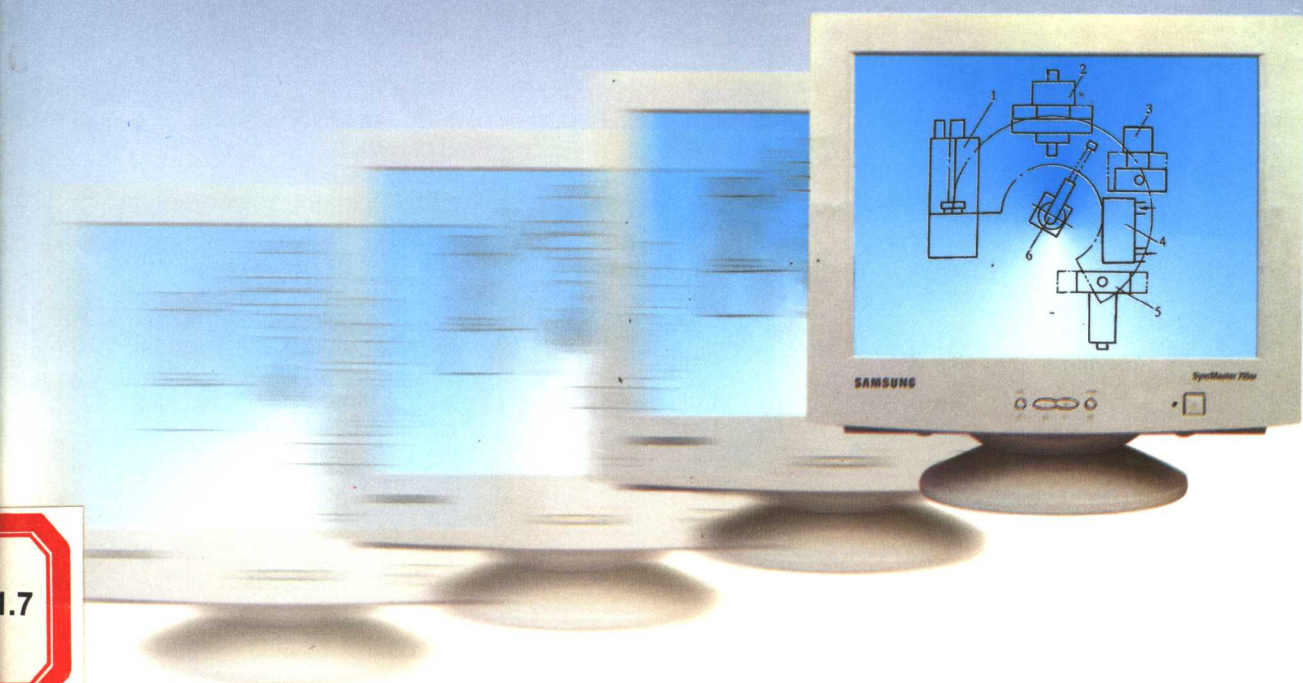


CAD/CAM 系统 集成技术

王启义 刘永贤主编



1.7



NEUPRESS

东北大学出版社

CAD/CAM 系统集成技术

王瑞兴、刘永贤 主编

东北大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 系统集成技术/王启义,刘永贤主编. —沈阳:东北大学出版社,2000.9
ISBN 7-81054-550-7

I. C… II. ①王… ②刘… III. ①计算机辅助设计 ②计算机辅助制造 IV. TP391.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 38831 号

内 容 简 介

本书从 CAD/CAM 集成的角度出发,介绍了组成 CAD/CAM 集成系统的各种单元技术及系统集成技术。全书共分 12 章,第 1 章介绍了 CAD/CAM 技术的基本概念及其发展概况;第 2 章介绍了 CAD 技术;第 3 章讨论产品信息模型建立方法及其在 CAD/CAM 集成中的作用;第 4 章从 CAD 应用角度介绍了工程分析的基本方法,其中包括有限元及优化设计;第 5 章介绍了并行工程的基本概念;第 6 章讨论了计算机辅助工艺设计基本方法;第 7 章介绍了以计算机为核心的数控技术及数控编程;第 8 章介绍了物料自动储运系统组成及计算机控制;第 9 章介绍了计算机仿真技术及其在产品设计与加工中的应用;第 10 章介绍了企业生产管理基本模式、生产作业控制方法;第 11 章介绍了产品质量控制;第 12 章介绍了 CAD/CAM 集成及 CIMS 技术。

本书的编写人员多年来在 CAD/CAM 领域从事科研和教学工作,许多选材来源于实践,因此本书很有实际应用价值,可作为机械工程类大学本科生教材及硕士生教学参考书,及供从事产品设计、工艺设计、企业管理等各类人员学习和应用 CAD/CAM 技术的参考资料。

©东北大学出版社出版

(沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号 邮政编码 110006)

电话:(024)23890881

传真:(024)23892538

网址:<http://www.neupress.com> E-mail:neuph@neupress.com

沈阳农业大学印刷厂印刷

东北大学出版社发行

开本:787×1092 1/16

字数:381 千字

印张:14.875

印数:1~1000 册

2000 年 9 月第 1 版

2000 年 9 月第 1 次印刷

责任编辑:高 媛

责任校对:米 戎

封面设计:唐敏智

责任出版:杨华宁

定价:19.50 元

前 言

随着计算机技术的飞速发展和广泛应用,机械制造业迎来了一个全新的时代。人们在计算机辅助下,从事产品设计与制造以至生产全过程中的各种活动,并由此产生了计算机辅助设计、计算机辅助制造及其系统集成技术,这是机械制造史上的又一重大变革。

当今计算机技术已触及机械制造业生产过程的各个环节,用于产品设计、工艺设计、生产管理、制造装备、质量控制、产品装配维修及其储存销售等诸多方面,并形成了计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工艺过程设计(CAPP)、计算机辅助生产管理(CAPM)、计算机数字控制(CNC)、计算机辅助质量控制(CAQ)等一系列单元技术,在此基础上发展起来的CAD/CAM系统集成技术,已成为现代制造技术的重要发展方向,日益受到国内外工业界和技术界的高度重视。

本书是根据全国高校“机械设计制造及其自动化”专业教学指导委员会推荐的指导性教学计划,总结编者多年的教学经验和科技实践编写的,有助于读者掌握CAD/CAM系统的基本原理和实现方法,了解系统集成的高新技术,改善知识结构,开阔科技视野,为推动我国机械制造业技术进步和知识创新的事业做出不懈的努力。

本书从CAD/CAM系统集成角度出发,介绍了组成CAD/CAM集成系统的各种单元技术,其中包括计算机辅助设计、产品信息模型、计算机辅助工程分析、并行工程、计算机辅助工艺过程分析、数控技术及数控编码、物料自动储运系统、计算机仿真技术、计算机辅助生产管理、产品质量控制及CAD/CAM系统集成技术等,注重基本原理及应用,深入浅出,理论联系实际,层次分明,重点突出。

本书第1章和第12章由东北大学刘永贤编写,第2章由东北大学刘永贤、盛中启、林文强编写,第3章由大连铁道学院孔宪庶、江渡和东北大学盛中启等编写,第4章由东北大学张敬民、李奎贤编写,第5章由东北大学张瑞金编写,第6章由东北大学隋天忠编写,第7章由沈阳工业学院郝永平编写,第8章由沈阳工业学院黄树涛编写,第9章由东北大学史忠德编写,第10章由东北大学王仁德编写,第11章由东北大学李奎贤编写。王启义、刘永贤担任主编,负责全书的组织和统稿。

在本书编写过程中,东北大学CAD/CAM研究中心给予了诸多支持和帮助,东北大学教材科为此也做了许多工作,在此一并表示感谢。

本书可作为高校机械工程学科的教学用书,也可供从事机械工程方面工作的技术人员和管理人员参考。

限于编者水平,书中欠妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2000年2月于沈阳

目 录

前 言

1 总 论	1
1.1 概 述	1
1.2 产品生产流程与 CAD/CAM	4
1.3 CAD/CAM 集成系统	5
1.4 CAD/CAM 技术的发展	7
2 计算机辅助设计	10
2.1 概 述	10
2.2 CAD 系统硬件	14
2.3 CAD 系统软件	28
2.4 计算机图形软件及图形变换	30
3 产品信息模型	40
3.1 概 述	40
3.2 线框模型	41
3.3 曲面模型	42
3.4 实体模型	51
3.5 特征模型	61
3.6 参数与变量设计	64
4 计算机辅助工程分析	67
4.1 概 述	67
4.2 有限单元法原理	67
4.3 有限单元法应用	68
4.4 优化设计	76

5 并行工程	86
5.1 概 述.....	86
5.2 串行工程与并行工程.....	88
5.3 设计与制造关系的数学模型.....	90
5.4 并行工程实施.....	96
5.5 并行工程的组织与管理	101
6 计算机辅助工艺过程设计	105
6.1 概 述	105
6.2 成组技术	107
6.3 工艺数据及其管理	114
6.4 CAPP 系统设计	117
7 数控技术与数控编程	126
7.1 概 述	126
7.2 手工编程	134
7.3 自动编程	134
7.4 CAD/CAM 方法	137
7.5 后置处理	139
7.6 DNC 技术	141
8 物料自动储运系统	144
8.1 概 述	144
8.2 物料自动搬运系统	144
8.3 自动导引小车	148
8.4 搬运机器人	152
8.5 自动化仓库系统	156
8.6 物料自动储运系统的计算机控制	160
9 计算机仿真技术	162
9.1 概 述	162
9.2 系统仿真方法	163

9.3	产品设计仿真技术	166
9.4	加工过程仿真技术	170
10	计算机辅助生产管理	172
10.1	概 述	172
10.2	企业生产计划管理	174
10.3	车间生产作业管理	180
11	产品质量控制	190
11.1	概 述	190
11.2	有关产品质量的基本概念	190
11.3	产品质量控制与检测技术	192
11.4	产品设计质量保证	196
11.5	产品质量鲁棒性设计	206
12	CAD/CAM 系统集成	209
12.1	概 述	209
12.2	CAD/CAM 系统信息流	211
12.3	CAD/CAM 系统信息集成技术	217
12.4	CAD/CAM 集成系统总体规划	220
12.5	计算机集成制造系统	224
	参考文献	228

1 总 论

1.1 概 述

始于 18 世纪 60 年代的以发现蒸汽动力为标志的工业革命,拉开了人们用机器来制造产品的序幕。之后的传统产品制造工艺是使每个单独零件尽量简单以便于机器的加工,然后将这些零件装配在一起。人们受到机器制造能力的限制不得不通过分部设计并采用标准件来制造产品。随着计算机技术的出现、发展及其在设计 and 制造中的应用,新型制造工艺的发展和新材料的使用,制造业已经从生产简单的小零件发展到制造复杂的大产品。现代机器和技术已足以制作具有复杂形状、预定功能及所要求的强度和精度的零件,随着新技术的进一步发展,这种趋势还将继续,而且在新的产品之中将包含愈来愈多的信息资料。

21 世纪人类已经进入信息时代,这个时期的设计和制造业的发展定会更加迅猛。其发展趋势如下所示:

现代设计和制造发展趋势

从标准到灵活

传统设计——→现代设计

从虚到实

虚拟——→仿真

从宏观到微观

宏观设计——→微/细观设计

从离散到集成

传统的手工设计主要考虑易于制造,因此仅能进行单一功能设计;而现代设计则采用计算机并利用新工艺、新材料进行多功能设计。今后的制造系统,定会综合各种新技术,在低成本、少污染的前提下,生产出优质高效、快速响应、用户需求的产品。信息时代产品打破了旧的条框,实现了:全球化,消除国家障碍;多样化,消除了伦理文化障碍;商品会聚化,消除商业障碍及信息交流障碍。这就使 21 世纪经营环境有 3 个基本特点:国际竞争越加激烈,产品品种逐年翻新及市场疲软。在此种情况下,企业必须采用先进技术,压缩产品开发周期,保护产品开发领先地位,提高产品高技术含量。CAD/CAM 技术就是在这种情况下产生的一门跨学科技术。

1.1.1 CAD/CAM 定义

CAD/CAM 是计算机辅助设计与计算机辅助制造的英文(Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing)缩写,它是在设计和制造中用计算机完成某些功能的一种技术,这种技术将使生产者习惯上各自独立的设计和制造这两件工作作为一个整体来规划和开

发, 实现信息处理的高度一体化, 即 CAD/CAM 集成化, 最终 CAD/CAM 将为今后计算机集成化工厂提供技术基础。

计算机辅助设计(CAD)可定义为用计算机系统来辅助一个设计工作的产生、修改、分析或优化, 以完成各用户所需的专门设计任务。随着 CAD 技术发展和日趋完善, 它已成为人们利用计算机运算快速、准确、存储量大和具有逻辑判断功能等特点, 与图形处理、数据库技术及各种现代化设计方法相结合, 以人机对话方式进行设计, 涉及多门学科的综合性和新兴学科。采用 CAD, 可以改变传统的经验设计方法, 由静态和线性分析向动态和非线性分析、可行性设计及优化设计过渡。

CAD 系统包括硬件和软件。其硬件常包括计算机、一个或多个图形终端、键盘和其他外部设备; CAD 软件由实现计算机图形的程序所组成, 另外还有一些有助于用户做工程技术工作的应用程序。

计算机辅助制造(CAM)可定义为应用计算机进行制造信息处理的全过程, 来达到利用计算机系统对制造厂的作业进行设计、管理和控制。按定义, 计算机辅助制造的用途可分为两大类, 计算机监视与控制和支持制造的应用。

1.1.1.1 计算机监视和控制

它是将计算机与制造过程直接连接, 以便对过程进行监视和控制。这是直接应用的一种类型, 计算机过程监视用来观察加工过程及有关联接设备和收集加工过程中的数据。计算机不是直接用于控制作业, 加工过程仍然由操作人员按计算机编程信息进行手工控制。计算机过程控制比过程监视更进一步, 它不仅能观察过程, 而且能在观察的基础上进行控制。监视和控制之间的区别如图 1-1 所示, 在用计算机监视时, 过程和计算机之间的数据流是单向的, 从加工过程到计算机。在计算机控制中, 计算机接口允许双向的数据流, 信号从加工过程传递到计算机, 这点同计算机监视完全一样, 另外, 计算机可根据其软件中的控制算法向加工过程发出命令信号。



图 1-1 计算机监视和控制

1.1.1.2 支持制造的应用

在这里, 计算机用于支持工厂中的生产过程, 但是计算机与制造过程之间没有直接连接, 这是间接应用的一种类型。以一种脱机方式提供设计、计划、进度表、预报、指令和信息, 使企业的资源管理更为有效。计算机和加工过程之间的联系形式如图 1-2 所示, 虚线表示通讯和控制的连接是一种“脱机”的联系。CAM 的具体内容包括编制制造工艺规程和数控机床加工指令, 控制各类数控设备及机器人工作, 安排生产计划和进度, 制定材料需求计划, 进行车间工段控制及质量监控等。

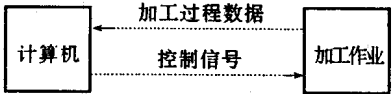


图 1-2 用于支持制造的 CAM

随着 CAD/CAM 技术不断发展, CAD/CAM 已趋于一体化, CAM 中所需的信息和数据多来自于 CAD, 许多信息和数据 CAD 和 CAM 是共享的, 因此要求不同功能的 CAD 和 CAM 模块的信息能相互传递, 把越来越多的 CAD 和 CAM 功能融合为一体。

1.1.2 自动化和 CAD/CAM

自动化属于在生产作业和控制中一种与机械、电子和基于计算机系统应用有关的技术。对于不同的生产工厂有不同的产品循环方法，生产活动可分成 4 种类型：

- ①流水线生产；
- ②大量生产；
- ③批量生产；
- ④加工车间生产。

表 1-1 给出 4 种生产类型说明，根据产品的种类和数量、生产所定出的 4 种类型之间关系如图 1-3 所示。

表 1-1

4 种生产类型

生产类型	说 明
流水线生产	大批量产品的专用连续生产，例如：化工厂和炼油厂的连续生产
大量生产	单一产品(包括略微改型)的大量生产，例如：汽车、仪表和发动机体
批量生产	同样产品的中等批量生产，其批量可以是一次性生产或重复周期生产，例如：衣服、书和一些工业机械
加工车间生产	经常是同一种类型专门产品的小批量生产，其产品常是定做的或技术复杂的产品，例如：样机、飞机、机床和其他装置

自动化生产系统都利用计算机。也许有人想到数字计算机就会联想到制造自动化，其实两者不是一直连接在一起的。首先，历史上自动化技术比现代计算机技术出现得早，关于机械化和半自动化流水线的例子可以追溯到早期的汽车工业。其次，计算机早期应用主要是电子计算器应用的扩大，计算机在制造中的应用在 20 世纪 50 年代至 60 年代初几乎是空白，但是随着计算机成本降低和它的功能增强，使得在制造和设计中应用计算机的经济合理性得到了提高。

为了强调自动化和 CAD/CAM 范围之间的差异，我们可以观察一下由

Groover 和 Hughes 导出的产品周期的数学模型，这是在设计、计划 and 生产某一种典型产品所消耗的总时间的模型。假设 T_1 为生产一件产品所需要的时间，其中包括每个零件在各个加工工序、装配、检验及包装单件产品所需时间总和。假设 T_2 为生产每批产品用于计划和准备时间，其中包括采购部门原材料的定货时间、按照批量生产要求的计划时间及每个工序的准备时间等。最后假定 T_3 是设计产品和对各个不同产品只完成一次工作所需要的时间。这些工作包括加工过程设计、成本估计和定价、专用工具制造和为了准备产品生产的各种其他必须做的工作。再假设批量生产， B 为批量数， Q 为每批生产件数，这样消耗在产品周期全过程的总时间 TT_{LC} 为：

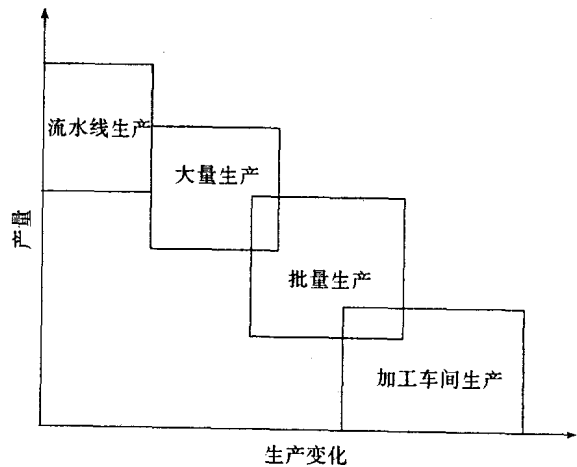


图 1-3 4 种生产类型与数量、生产的关系

$$TT_{LC} = BQT_1 + BT_2 + T_3 \quad (1-1)$$

消耗在产品周期中每件产品的平均时间 T_{LC} :

$$T_{LC} = T_1 + T_2/Q + T_3/BQ \quad (1-2)$$

在产品周期模型中, CAD/CAM 和自动化之间的关系是, 两者目标都是减少产品周期中的各种时间因素, 因此能提高生产率和改善生产水平。它们的区别是, 自动化主要涉及到 T_1 和 T_2 , 把重点放在单件生产时间 T_1 上, 而 CAD/CAM 涉及全部 3 项, 只是在产品周期模式中, 主要在 T_3 和 T_2 项上, CAD/CAM 着重于产品周期的设计和规划作用。由于 CAD/CAM 的出现, 使人们认识到在产品生产周期中, 设计和制造是一种连续性的而不是分离的过程。

1.2 产品生产流程与 CAD/CAM

为了更好地理解在生产中 CAD/CAM 的范围, 首先要弄清楚在产品设计和制造中需要完成的各种动作和功能, 这些动作和功能被称作产品生产流程或产品循环, 其各个阶段相互关系如图 1-4 所示。整个循环由产品的用户和市场来决定。产品循环的活动方式随着不同用户需要而不同, 在一些情况下, 设计工作由用户完成, 也可能用户让设计部门完成。而产品制造由不同的工厂完成。在另外的一些情况下, 产品设计和制造是由同一工厂完成的。无论在哪种情况下, 产品循环是从基本观念即从产品概念开始, 经设计后, 这个概念被开发、精化、分析、改进并转化成设计方案, 经结构设计最后绘制出一套产品图样及技术说明书。接下来是根据产品图样和技术文件进行生产准备工作, 其中包括工艺性审查, 确定工艺方法, 提出加工工艺计划, 如生产新产品需要设计加工工艺、夹具、量具甚至需要购置必要设备, 生产部门根据图样和工艺规程制定生产计划, 进行调度, 安排生产, 在生产过程中需对产品进行质量控制, 最后向用户交货。

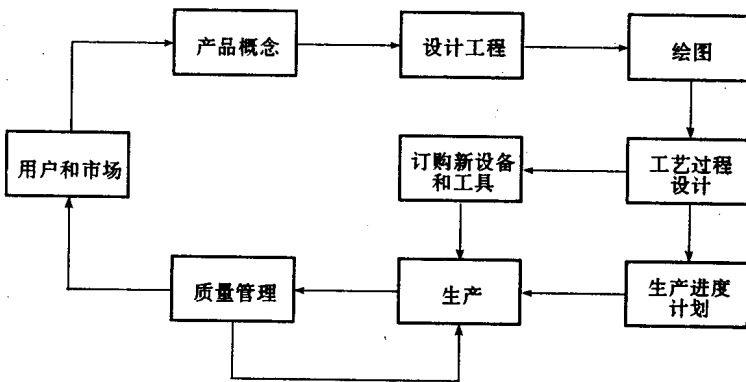


图 1-4 产品循环

CAD/CAM 在产品循环中的作用如图 1-5 所示。CAD/CAM 实际上是包括产品循环的所有活动和功能, 在现代制造厂的设计和生产过程中, 计算机已经成为普通、实用和必不可少的工具。

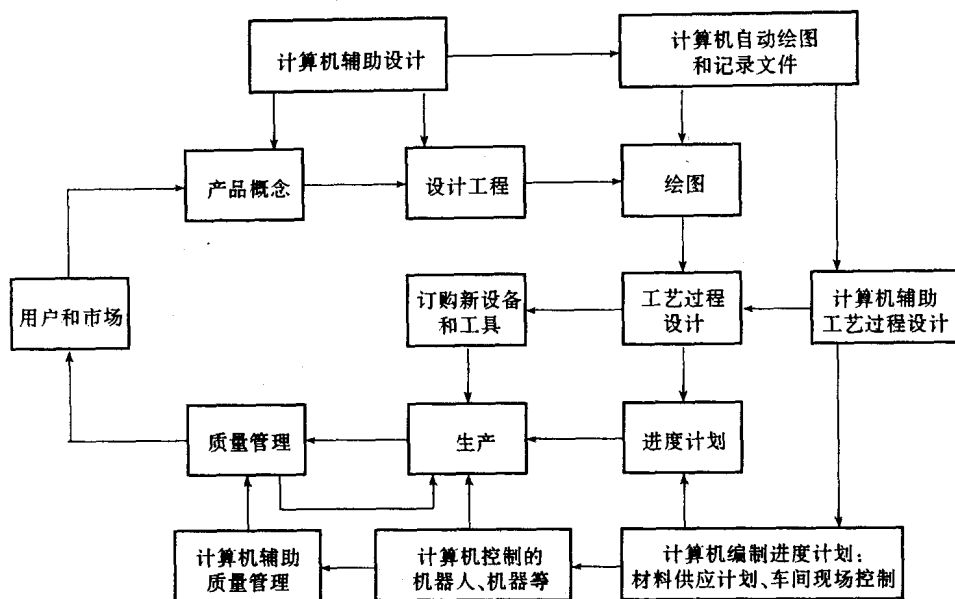


图 1-5 CAD/CAM 两者合并后的产品循环

1.3 CAD/CAM 集成系统

实现产品设计和制造的一体化，是通过 CAD/CAM 集成系统来完成的。CAD/CAM 集成系统由硬件系统和软件系统构成。

1.3.1 CAD/CAM 硬件系统

一个典型的 CAD/CAM 集成系统硬件组成如图 1-6 所示。

其中包括：

- ①计算机(主机)；
- ②图形终端和字符终端；
- ③外部存储器，如磁带、软盘、硬盘和光盘等；
- ④输入装置，如数字化仪、图形输入板、鼠标及扫描仪等；
- ⑤输出装置，如打印机、绘图仪、硬拷贝等；
- ⑥生产装备，如数控机床、机器人、搬运机械和自动测试装置等；
- ⑦网络及网络通讯设备，将上述各个硬件联接在一起，以实现一定程度的硬、软件资源共享，并实现与上位机或别的计算机网络进行通信。

该系统硬件有下列特点：

(1)输入和输出偏重于图形

在 CAD/CAM 系统中，首先要建立产品的几何模型，确定产品的形状和大小，并设计出产品的工程图。这些图形或许需要绘制出来以供生产用，或以图形文件或其他方式传输至分析计算、工艺设计、数据流程和生产管理等后续模块使用。为了提高图形处理速度，系统中通常配置有高档的图形软件。现代化的图形软件通常对计算机硬件有一些特殊要求，如较

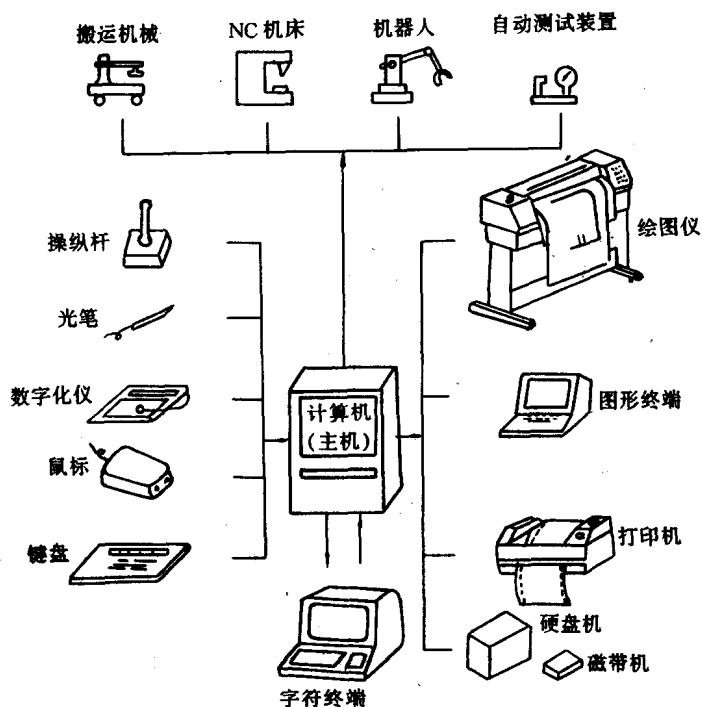


图 1-6 CAD/CAM 硬件系统

大的内存容量、分辨率较高的图形显示器和靠软件来实现图形的加速处理等。

(2) 需要相当大的内存

在 CAD/CAM 系统中，要存储的内容有：图形软件、数据库系统、分析系统等支撑软件；用户开发的图形库、数据库和大量的应用程序库；各类产品图样和技术文档等。上述内容需要有较大容量的存储设备，例如目前微机硬盘需要 1GB 以上，最好使用光盘。

(3) 计算速度应满足人们交互实时的要求

设计是一个对原始方案不断地进行修改以达到预定目标的过程，在计算机上是通过人机交互(对话)来实现的。对话过程中，计算机的反应速度应高于操作者可以容忍的程度，为此计算机应有较高的计算速度。

(4) 对网络化提出较高要求

CAD/CAM 集成系统是一个高度综合化的系统，它既包括产品的各种设计和制造活动，又涉及到制造过程的计划、管理和控制。这些工作通常由不同工作地点、许多部门的各类人员参加，而且各个部门用于 CAD/CAM 的计算机及其支撑环境也不一定相同，各个站点开发引进时通常没有总体规划，但随着工作的逐步深入，分散在各处的不同型号的计算机和控制装置需要按一定的拓扑关系联接起来，进行数据交换和分工合作，部分数据实现共享，这些要求只有通过计算机网络技术来实现。为了达到系统的集成，应对网络化提出较高要求。

1.3.2 CAD/CAM 软件系统

计算机软件是指控制计算机运行，并使计算机发挥最大功效的程序、数据及各种文档。这里所指的文档是关于程序的各种规格说明书，如系统设计说明书、使用说明书等。文档是程序设计的依据，它的设计和编制水平在很大程度上决定了软件的质量。只有具备了合格、

齐全文档，软件才能商品化。

CAD/CAM 软件系统如图 1-7 所示，分成 3 个层次：系统软件（一级软件）、支撑软件（二级软件）、应用软件（三级软件）。系统软件是与计算机硬件直接关联的软件，一般由软件专业人员研制，它起着扩充计算机的功能和合理调度与运用计算机的作用。系统软件有两个特点：一是公用性，无论哪个应用领域都要用到它；二是基础性，各种支撑软件及应用软件都需要在系统软件支撑下运行。系统软件包括操作系统、高级语言编译系统等。支撑软件是在系统软件基础上研制的，支撑软件系统包括数据库系统、图形支撑系统和有限元分析软件等，是进行 CAD/CAM 作业时所需的各种通用软件。应用软件则是在基础软件及支撑软件支持下，为实现某个应用领域内特定任务而编制的软件。

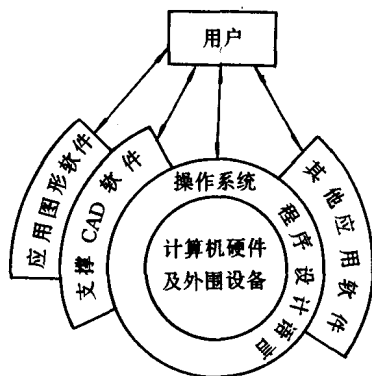


图 1-7 CAD/CAM 软件系统

1.4 CAD/CAM 技术的发展

CAD/CAM 技术起源于数字控制，这种在数控发展过程中建立的模型，经过长期补充和改进而发展成今天的计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)技术，如图 1-8 所示。其左部表示计算机及硬件的发展，右部表示相应的理论、技术和软件的发展。随着工业的发展，产品品种越来越多，生产批量越来越少。在中、小批量的生产条件下如何提高生产的自动化程度和质量的稳定性，显得非常重要。美国麻省理工学院 MIT 首先研制了数控理论的样机，即将仿型铣床改装为带有定位伺服机构的三轴铣床。

到了 1952 年，第一台数控机床研制成功，从理论及实际应用上解决了上述问题。不久 MIT 开发研究数控机床的零件编程语言，即 APT(Auto-mutically Proyrammed Tools)，解决了如何方便地将工件的形状输入计算机中去进行轨迹计算的问题。采用这种语言进行数控编程，程序员先用 APT 语言规定的格式方便地编成一个源程序，在源程序中，规定了工件的几何形状、刀具类型以及刀具与工件之间的相对运动方向、机床主轴转速、进给量以及其他与机床有关的数据等。将编好的源程序输入计算机，由 APT 主处理程序进行大量的数据分析和处理，其中主要是对刀具和工件之间的相对运动轨迹进行大量的几何计算，得到各线段节点的坐标值，这些数据进入 APT 后处理程序，为特定的数据机床产生加工指令来控制机床。

数控技术发展很快，并且得到了广泛使用。与此同时计算机辅助设计技术随着计算机、外围设备、计算机图形学、数据库等技术的发展而迅速发展起来。1963 年 MIT 研制成功世界第一台可进行实时交互图形处理的计算机图形显示系统，称为 SKETCHPAD，并在美国计算机联合会的年会上发表了 5 篇论文。这一课题的研究很有意义，因为它首次实现了在 CRT 屏幕上实时生成和修改设计，它标志着交互式计算机图形学的开始，同时极大地震动了追求实效的工程界，普遍认为这一工作开始了 CAD 技术的新纪元。许多大的工业企业在 20 世纪 60 年代都积极开展了计算机图形学方面的研究工作，它们的有些研究项目最后形成了商品，20 世纪 60 年代末期形成了好几家出售 CAD/CAM 系统的公司。在这以后，随着计算机硬件及软件的发展，CAD/CAM 技术经历了几个发展阶段。

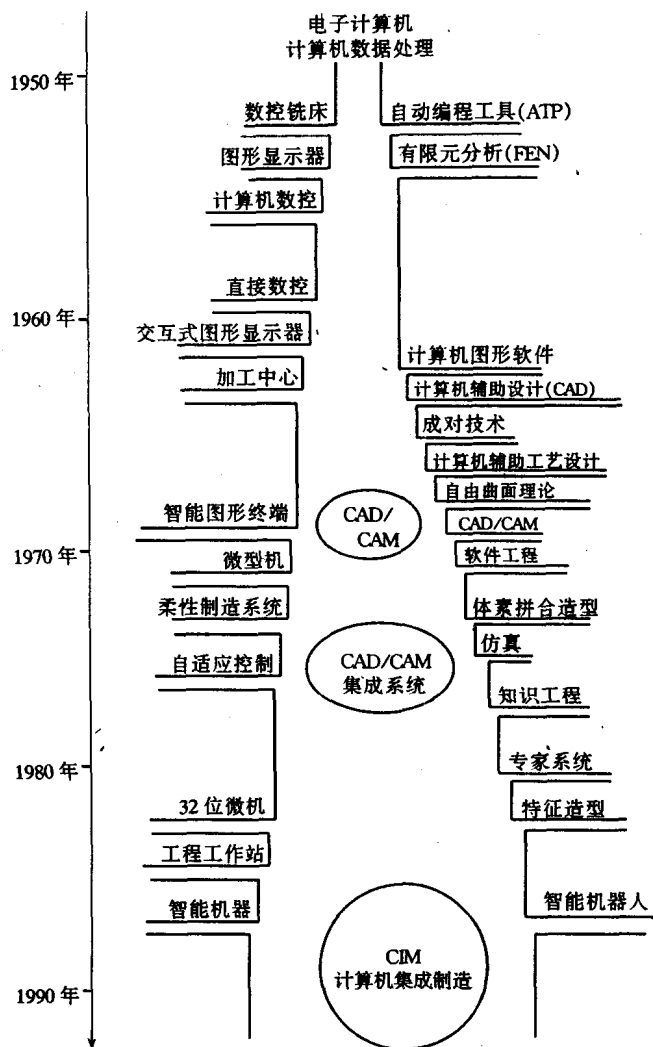


图 1-8 CAD/CAM 技术的发展

(1) CAD/CAM 阶段

这个阶段的主要特征是计算机图形软件进一步商品化，出现了各式各样的交互式图形系统，简化了图像、图表及其他图形的生成；采用计算机进行绘图及曲面造型；把计算机图形显示用于数控加工工件流程，成组技术开始用于计算机辅助设计和工艺规程编制。

(2) CAD/CAM 集成系统阶段

这个阶段的主要特征是计算机辅助设计、辅助工艺过程设计、辅助制造以及辅助计划管理各大模块之间的信息实现一体化；采用仿真技术，在计算机屏幕上可以预测产品的性能，实现信息流的一体化和进行产品性能仿真，发展了几何实体造型和特征模型技术，使人工智能和专家系统开始应用于计算机辅助设计和辅助工艺规程编制等领域。随着微型计算机和超微型计算机的涌现，尤其在 20 世纪 80 年代初出现了主机和图形终端融合在一起的“工程工作站”，使以工程工作站、网络服务器和局域网组成的网络化计算机系统广泛用于 CAD/CAM 系统中。

(3) 计算机集成制造(CIM)阶段

这个阶段的主要特征是除了信息流实现高度的集中, 物料流、刀具流等方面也进行了集成。

据报道, 目前美国大型汽车行业 100%、电子行业 60%、建筑行业 90% 使用 CAD/CAM 技术。近几年来, 英国、日本等发达国家在汽车制造业、飞机制造业和机械制造业使用 CAD/CAM 技术的速度也显著加快, 计算机集成制造在许多工厂已经实现。

CAD/CAM 技术在过去的发展中, 已为制造业展示了充满希望和激动人心的前景。CAD/CAM 技术以高级的交互式图形系统、计算机控制的机床、智能机器人、完善的检验技术和许多其他的最新发明等满足工业生产的需要, 使生产更趋完善。随着通讯(即网络技术)、微处理机及其有关软件的发展, CAD/CAM 技术将有广泛的发展前途。首先是集成化发展, 使人、机器、计算机之间将有更大量的信息交流, 可以实现异地设计、异地制造; 由于越来越多的使用微型计算机和微处理机, 形成了带有内部智能的新一代机器(例如机床、检验设备、机器人和计算机终端等), 这就推动了设备的改进和利用。例如在计算机辅助设计中, 各设计工作站装入大量的局部智能, 使这些设计工作站可以被一个微型计算机所共享。在绘图机和其他外部设备中, 同样也可以这样做, 如果绘图机包含了足够的局部智能, 它就能在计算机比较简单的指令下绘制复杂图形。这方面发展趋势预告人们几年内可以在系统的每一个终端上获得今天 CAD/CAM 系统所具有的全部智能和计算机能力。分布式系统应用智能终端, 将促使组成新系列的 CAD/CAM 系统、数据库系统(DBMS)和计算机辅助设计系统的结合, 实现产品生产周期内的数据管理。随着声音识别和视觉系统技术进一步的精化和改善, 计算机终端将装设语言辨认和接收输入作为加速输入过程的手段。生产企业工作中许多变革是由计算机辅助设计和计算机辅助制造的推广应用而引起的, 其中包括消灭设计与生产之间的传统的分离状态。实际上, 在不远的将来, 我们可以回顾 CAD/CAM 对工业发展的冲击, 并且最后得出结论: 设计和制造功能的合成将是这项技术的最重大的成就。

2 计算机辅助设计

2.1 概述

计算机已经发展成为商业、行政管理、军事、工程和研究等各方面必不可少的组成部分。由于它的出现及广泛应用,使得我们由工业时代进入了信息时代。特别是近些年来,计算机本身已证明它在设计和制造上也是一种强有力工具。本章重点论述计算机辅助设计过程、计算机辅助设计系统硬件组成、计算机图形软件和数据库等 CAD 技术。

2.1.1 设计过程及其计算机应用

如前所述,计算机辅助设计(CAD)包括利用计算机去开发、分析和修改一个工程设计所进行的各种设计活动。在分析 CAD 工作过程之前,先看一下一般的设计过程,如图 2-1 所示。整个设计过程是一个反复迭代过程,它包括图示 6 个阶段:识别设计要求,确定问题,综合归纳,分析和优化,评价和显示结果。

识别设计要求又可称为确定设计要求,包括认识存在的问题及其正确的解决办法,这些问题可以是设计工程师设计的通用机械中的某些缺点的鉴别,或者是对新产品市场信息的预测。确定问题包括设计项目的严格的技术要求,这些要求包括物理特性和功能特性、价格、质量和操作等特性。在设计过程中,综合和分析两者是密切相关而又总是相互反复迭代的。总的系统中的某一组成部分或子系统,一经分析,就由设计者归纳形成概念,它们通过解析过程进行改进并重新设计。这个过程重复进行,直到在设计者限定的条件下达到最优的设计为止。评价则涉及到如何按照问题确定阶段所规定的技术要求对设计进行测定。这种评价往往需要进行样机的试制

和测试,以便评定其操作性能、质量、可靠性和其他指标。设计过程的最后一项是显示设计结果,包括绘制图样、材料详细规格、组件的明细表等设计文件的编制。传统的设计一般都是在绘图板上完成的,而且以详细的工程图形式提供设计文件,而这些文件资料全部用手工编制。在每一项工程中,传统的方法是用手工综合一个初步设计,然后对该设计进行某种形

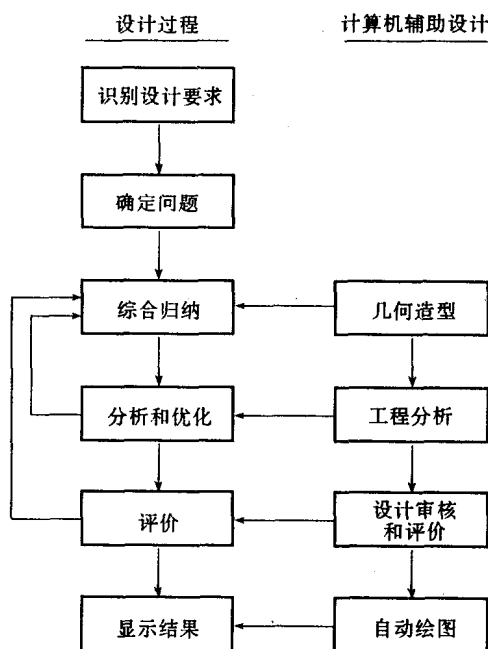


图 2-1 计算机在设计过程中的应用