

计算机辅助设计/制造 集成系统的设计与实践

赵学训 等编著

国防工业出版社

计算机辅助设计/制造集成 系统的设计与实践

赵学训 等 编著

国防工业出版社

内 容 简 介

本书系依据计算机应用发展的实际需要,以我国航空工业领域内计算机应用的最新成果和研制 CAD/CAM 集成系统的实践为基础,并参照国际上该技术的新近发展编撰而成。

全书围绕如何把在产品的设计—制造过程中各独立专业的大量应用程序,遵照一个统一的目标连接起来,组成一个一体化的 CAD/CAM 集成系统展开。全书分为相对独立而又彼此联系的四篇共16章,从集成技术、集成系统的应用与开发三方面反映研制集成系统时所遇到的关键技术以及解决的方法与实例。同时,还简要介绍了工作站、智能化以及计算机综合制造系统发展的主要技术内容。

本书对于从事集成系统的研制者,计算机应用的组织领导者,以及将要使用集成系统的广大工程技术人员都有较高的参考价值。

计算机辅助设计/制造集成 系统的设计与实践

赵学训 等 编著

*

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码 100044)

新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092 1/16 27印张 619千字

1991年7月第一版 1991年7月北京第一次印刷 印数: 0001—2500册

ISBN 7-118-00819-2/TP·107 定价: 19.90元

致 读 者

本书由国防科技图书出版基金资助出版。

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分,又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技事业的发展,加强社会主义物质文明和精神文明建设,培养优秀科技人才,确保国防科技优秀图书的出版,国防科工委于1988年初决定每年拨出专款,设立国防科技图书出版基金,成立评审委员会,扶持、审定出版国防科技优秀图书。

国防科技图书出版基金资助的对象是

1. 学术水平高,内容有创见,在学科上居领先地位的基础科学理论图书;在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。
2. 学术思想新颖,内容明确、具体、有突出创见,对国防科技发展具有较大推动作用的专著;密切结合科学技术现代化和国防现代化需要的高科技内容的专著。
3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值,密切结合科学技术现代化和国防现代化需要的新技术、新工艺内容的科技图书。
4. 填补目前我国科学技术领域空白的薄弱学科的科技图书。

国防科技图书出版基金评审委员会在国防科工委的领导下开展评审工作,职责是:负责掌握出版基金的使用方向,评审受理的图书选题,决定资助的图书选题的资助金额,以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助的图书,由国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革开放的新形势下,国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版,随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技工业战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

国防科技图书出版基金
评审委员会

国防科技图书出版基金 第一届评审委员会组成人员

主任委员: 邓佑生

副主任委员: 金朱德 太史瑞

委员: 尤子平 朵英贤 刘琯德

(按姓氏笔画排列)

何庆芝 何国伟 张汝果

范学虹 金 兰 柯有安

侯 迁 高景德 莫梧生

曾 铎

秘书长: 刘琯德

序

CAD/CAM (计算机辅助设计/计算机辅助制造) 是世界上发展最快的一种技术, 它对科学、技术和经济的发展起着重大的促进作用。在60年代以前, CAD/CAM 的应用主要是用单项程序解决个别的问题。随着大型计算机、图形显示技术和数据库技术的发展, 出现将不同功能的许多程序按其相互关系集成为一个分析或计算的应用系统, 只有这样才能将不同领域和不同功能的设计、制造和管理的程序综合起来, 提高效率和质量, 降低成本, 充分发挥计算机的作用。

由于航空产品技术复杂, 研制周期要求短, CAD/CAM 技术在航空领域内得到最广泛和领先的应用。我国航空工业在60年代初期, 开始将计算机用于飞机的气动分析和数控加工的编程。现在已为飞机、发动机和机载设备的设计和制造开发了大量的应用程序, 而且也为企业生产和管理开发了许多管理软件。CAD/CAM 技术在航空新产品的研制中起着非常重要的作用, 很难设想, 没有计算机的“辅助”如何能设计出一架先进的现代飞机。

一架飞机的设计分为概念设计、初步设计和详细设计三个阶段, 而每个阶段又包括许多相互关联的不同专业的设计。如总体设计、气动分析、结构设计和分析、各种系统的设计等。每个专业在不同阶段要应用不同的软件。单个程序的应用虽然可以提高设计的水平和效率, 但在不同阶段和不同专业之间有大量的信息传递和数据转化。没有集成化的系统就需要用手工准备和传递, 不但工作量大, 效率低, 而且非常容易出差错。因此就需要将不同的软件按照不同阶段和不同用途有机地结合起来, 用计算机代替人工进行数据转化和信息传递, 这就是集成化的系统。

航空工业于80年代初开发了飞机设计集成系统 CAADMM, 这个系统包括: (1) 飞机总体设计, (2) 几何外形设计, (3) 气动分析, (4) 结构设计, (5) 结构分析, (6) 数控编程, (7) 生产作业计划管理七个应用分系统。此外, 还包括四个功能分系统: (1) 执行控制, (2) 数据库, (3) 图像显示, (4) 软件工具。由于技术的进步, 在 CAADMM 系统的技术基础上, 参考国外 CAD/CAM 技术的新发展, 我们又前进一步, 开发一个集成化程度更高、更为先进的交互式飞机设计集成系统 CIEM。第一阶段的原型系统已经完成。此外, 在80年代中期, 航空工业还与西德 MBB 公司合作开发 CADEM AS 系统, 工作的重点在核心系统技术, 数据库和文档管理, 图像接口和数控编程软件。

CAD/CAM 集成技术是一项牵涉面很广的新兴技术, 国外虽然有不少文献和资料报导, 但缺乏一本全面论述而又联系实际的材料。《CAD/CAM 集成系统的设计与实践》就是这样的一本书。本书的作者是直接参加航空工业集成系统开发的各方面专家, 他们根据航空工业集成化的实践, 参考国外技术的发展, 结合他们自己的丰富经验写出这本书, 我认为是有价值的。它全面论述了集成技术的各个方面, 不但总结了航空工业在集成化方面的经验, 也介绍了国外的情况和进展, 以我们自己开发的和国外著名的软件为实例, 理论与实践结合, 是一本比较好的有实用参考价值的书。

07547/03

书中最后提到的 CAD/CAM 工作站是一种非常值得重视的发展趋势。由于微电子技术的发展,工作站和微型机的性能已经有了而且还将有飞跃的进展。工作站和/或微型机连成网络,在许多方面可以与高性能的主机并驾齐驱。现在在工作站上已经有多种用途的集成系统,航空工业也在开发以工作站为基础的发动机和机载设备的设计集成系统。工作站和微型机的特点是使用灵活,能够以较低的投资得到性能较高的集成系统。即使对于更为复杂的飞机行业,发展的趋势也是将基于主机的大型集成系统同工作站和微机结合起来,发挥各自的优点,得到一个经济性和效率都更好的系统。

CAD/CAM 技术在世界范围内还在迅速地发展,从集成化的发展趋势来看:在纵的方面,是将产品整个寿命期内的各种工程和管理活动用计算机集成起来,将市场预测、需求分析、概念设计、初步设计、详细设计、生产准备、工艺和制造、使用维护和售后服务等集成为一个大系统;在横的方面,集成系统不仅仅是研制单位内部用于设计和制造的系统,发展的趋势是将订货方、子系统研制部门以及使用单位围绕有关产品的各种活动用软件联系和集成起来,实现要求的提出和更改、相互协调、数据、图纸和信息的传递等功能。

网络化也是集成系统的发展方向。由于工程应用的不同,在一个单位的集成系统里,趋势是按层次和用途配置大、中、微型各类计算机,要用网络将它们联系起来。在许多单位共同使用的大集成系统内,不同单位之间也要用网络联系起来。网络系统的作用将比现在更为重要。

智能化是集成系统发展的一个潜在意义非常重大的方向,但其难度也很大。智能化的 CAD/CAM 集成系统可以使计算机的作用从“辅助”逐渐走向“主动”和“自动”,使通过计算机得到真正“优化”的综合结果成为可能。

国外 CAD/CAM 技术的飞跃发展应该激发我们急起直追的决心。自从执行“开放”政策以来,学习国外先进技术成为可能,但国外软件的大量引进严重地冲击着自己开发软件的应用和发展,我国自行开发的软件正经历一场危机。我们是一个社会主义的大国,经济基础又比较薄弱。这些特点决定了我们在学习国外先进技术的同时,必须贯彻“独立自主、自力更生”的方针,努力开发我们自己的 CAD/CAM 软件和集成系统,将我国 CAD/CAM 的应用逐渐立足于自己开发软件的基础上。过去的经验证明,我们是有这种能力的,我们应该向着这个目标奋进,使我国的软件技术逐渐赶上世界先进水平,在我国科技发展和经济建设中发挥越来越大的作用。

方宝瑞

前 言

计算机辅助设计和计算机辅助制造 (CAD/CAM) 技术是近20年飞速发展起来的一种综合性高技术, 是当代最富有发展潜力的新兴生产力, 它的应用对传统的设计和制造方法以及组织生产的模式是一场深刻的变革。

计算机在产品设计—制造各单独领域、单独环节上的应用, 只能产生局部效益, 甚至到一定的程度, 孤立的应用还可能导致相反的结果。CAD/CAM 集成系统将以最佳的方式应用于产品设计—制造的全过程, 获得全局的最佳效益。CAD/CAM 集成系统的开发将继续是90年代计算机应用发展的新潮流。

虽然, CAD/CAM 集成系统的建立是一个企业不断推广计算机应用的必然趋势, 但人们不能因此而坐等它的自动到来, 而必须尽早规划, 加强引导, 有意促进才能事半功倍。如果任凭计算机的应用各自为政的发展, 必然给集成应用造成许多困难, 甚至导致CAD/CAM 进程夭折, 这正是发达国家中某些企业曾经历过的痛苦经历。

当前, 我国许多企业面临着用 CAD/CAM 技术改造现有企业的艰巨任务; 为增强企业的应变能力和生存能力, 参与国际合作, 进入国际竞争, 发展 CAD/CAM 技术不仅有着特殊的紧迫感, 也有着极其广阔的前景。

CAD/CAM 集成系统是集现代科技成果之大成的高技术, 而且还会随着新技术的发展而不断扩充。它所涉及的面太广, 太复杂, 靠一个单位, 甚至一个部门的努力都难以实现。因此, 集成系统的研制必须实行多个部门的团结协作, 集智攻关。

为了推动我国计算机应用事业的发展, 为了把我国的 CAD/CAM 技术推进到集成化的新高度, 我们根据在航空领域内发展计算机应用技术, 组织开发 CAD/CAM 集成系统的实践经验, 并结合 CAD/CAM 技术的发展动态编写了本书。

全书分四篇十六章。第一篇六章, 系统地讨论了建立 CAD/CAM 集成系统的关键技术, 即集成技术。它包括集成系统的总体设计, 计算机图形系统的选择与扩充, 工程数据库和档案系统的设计, 用于信息交换的接口设计以及对于集成系统进行组织管理的控制程序的设计。

第二篇五章, 根据研制的实践和 CAD/CAM 技术的范畴, 有选择地介绍了优化设计, 有限元技术, 图像编程, 计算机辅助工艺设计和生产管理等方面的典型的 CAD/CAM 技术。首先介绍了在这些领域的具体技术内容和行之有效的程序系统; 接着介绍了如何把这些单独的 CAD/CAM 程序引入集成系统, 以及在集成系统条件下使用的实例。因此, 第二篇是 CAD/CAM 集成系统的应用部分。

第三篇三章, 讨论了 CAD/CAM 集成系统的计算机系统的选择, 介绍了加速集成系统开发所需的软件工具。根据研制集成系统的实践经验, 介绍了如何用系统工程、软件工程的方法论为指导, 组织多单位, 跨部门协作攻关, 联合开发 CAD/CAM 集成系统。

第四篇二章, 为跟踪 CAD/CAM 技术的发展动向, 根据最新的研究与发展的有关

资料,集中介绍了 CAD/CAM 工作站和人工智能技术在 CAD/CAM 技术中的应用,以及 CAD/CAM 集成系统走向计算机综合制造 CIM 的必然趋势。

本书由赵学训主编。其中,绪论、第一、七、八、十五、十六章由赵学训编写,第二章由吴鹤年编写,第三章由郭莹芳编写,第四、五章由陈君拔编写,第九章由张铁昌、曾定文编写,第十章由黄乃康编写,第十一章由谢晓燕编写,第十二章由杨晋兴编写,第十三章由袁志录编写,第十四章由许炳炎、赵学训编写。

本书由西北工业大学 CAD/CAM 中心蔡青教授主审,计算机系徐秋元教授审阅了全书中有关系统技术的章节。

在编写过程中,得到了蔡青教授,徐秋元教授悉心的指导,多次审阅原稿。在编写组织过程中始终得到了航空航天工业部科学技术研究院鲍玉纯、武振立,航空航天工业部第六〇三研究所陈一坚、航空航天工业部第六三一研究所周天孝等有关单位领导的关怀和支持。

可以说,如果没有众多的领导、专家的支持和指导;没有原航空工业部内外从事计算机应用开发的成果,要编写本书是不可能的,在此向直接和间接提供过帮助的领导、专家表示衷心的感谢。

由于作者水平所限,书中谬误之处在所难免,如蒙指正,将不胜感谢之至。

目 录

绪论	1	设计系统	46
0.1 CAD/CAM技术	1	2.2.2 计算机辅助设计交互系统(二维)	
0.2 CAD/CAM集成化	4	(CADIS-2D)和9731工作站	48
0.3 集成应用的效益	8	2.2.3 计算机辅助设计和制造系统	
		(CADAM)简介	49
		2.2.4 计算机辅助三维交互式应用系统	
		(CATIA)和5080工作站	50
		2.3 产品几何造型的基本算法	52
		2.3.1 飞机几何定义的特点	52
		2.3.2 自由表面的定义和数据提取	53
		2.3.3 几何模型的特性分析和精确度	55
		2.4 计算机图形系统的接口	56
		2.4.1 几何接口	56
		2.4.2 图形转换接口	57
		2.4.3 交互式用户访问接口	58
		2.4.4 图形交互接口	58
		2.5 CAD/CAM集成系统中的图形	
		系统	59
		2.5.1 产品几何信息的传递	59
		2.5.2 交互式系统的建立	59
		第三章 工程数据库设计	67
		3.1 数据库技术导论	67
		3.1.1 集成系统数据的管理方法	67
		3.1.2 数据库管理的技术术语	67
		3.1.3 工程数据库的特点	69
		3.1.4 分布式数据库的特点	73
		3.1.5 数据库技术的发展趋势	76
		3.2 工程数据库的设计技术	77
		3.2.1 三种数据模型	77
		3.2.2 工程数据库的一般结构	80
		3.2.3 工程数据库的设计方法	81
		3.3 外形几何数据库的设计	87
		3.3.1 外形几何数据库的总体设计	87
		3.3.2 外形几何数据库的逻辑设计	89
		3.3.3 柔性接口设计	92
		3.4 图形数据库的设计	93
		3.4.1 图形数据库的设计方法	93
		3.4.2 图形数据库的逻辑设计	95
		3.4.3 绘图接口的设计	96
第一章 集成系统的总体设计	12		
1.1 引言	12		
1.2 产品的设计制造过程	13		
1.3 集成系统的需求调查	16		
1.3.1 调查提纲	16		
1.3.2 可行性论证	17		
1.4 集成系统的目标设计	18		
1.4.1 目标设计的内容	18		
1.4.2 目标设计的方法	19		
1.5 实际系统的功能设计	22		
1.5.1 作业流程分析	22		
1.5.2 建立程序流程	26		
1.5.3 建立功能模型	26		
1.6 实际系统的信息模型设计	29		
1.6.1 信息流程分析	29		
1.6.2 信息特点分析	31		
1.6.3 建立信息模型	32		
1.7 集成系统的功能设计	34		
1.7.1 功能设计原理	34		
1.7.2 过程集设计	34		
1.7.3 信息类型设计	35		
1.7.4 过程/数据矩阵	35		
1.8 集成系统的结构设计	36		
1.8.1 结构设计的方法	36		
1.8.2 工程应用系统的组成	36		
1.8.3 集成系统的总体结构	38		
第二章 计算机图形系统	41		
2.1 概论	41		
2.1.1 计算机图形系统的发展	41		
2.1.2 计算机图形系统的选择	43		
2.2 典型的计算机图形系统	46		
2.2.1 批处理方式的计算机辅助几何			

3.5 结构数据库的设计	98
3.5.1 结构数据库的总体设计	98
3.5.2 结构数据库的逻辑设计	98
3.5.3 结构数据库的功能	99
3.6 有限元数据库的设计	101
3.6.1 有限元数据库的总体设计	101
3.6.2 有限元数据库的数据结构设计	102
3.6.3 有限元数据库的应用程序设计	105
3.6.4 有限元数据库的特点	111
第四章 档案管理系统的的设计	112
4.1 概述	112
4.2 档案系统的典型结构	113
4.2.1 产品结构信息模式	114
4.2.2 典型档案系统的功能	121
4.3 技术管理设计系统	128
4.4 档案系统的建立与使用界面的实例	131
4.4.1 模式定义文件	131
4.4.2 窗口定义	132
4.4.3 模型的存取	134
第五章 数据处理与接口设计	137
5.1 集成系统数据处理的特点	137
5.2 几何数据的交换与通信	138
5.2.1 CAD数据交换规范	139
5.2.2 图形标准	148
5.3 有限元的前、后置处理	149
5.3.1 集成化机械设计与工程分析系统的前、后置处理程序	149
5.3.2 航空结构分析系统的前、后置处理程序	151
5.4 集成系统的信息处理结构	152
5.4.1 集成化的航天飞行器设计程序	152
5.4.2 集成化的机械设计与分析系统	155
5.4.3 自动化制造技术研究工具	156
5.4.4 数据总线系统	157
5.4.5 信息处理结构的比较	158
5.5 接口设计	160
5.5.1 集成系统的信息源	160
5.5.2 接口类型	161
5.5.3 数据映射标准格式	162
5.5.4 数据处理语言	162
5.6 接口设计实例	164
第六章 执行控制程序设计	170
6.1 功能需求	170
6.2 编程语言和工具	174

6.3 模块连接与加载	174
6.4 用户界面设计	176

第二篇 集成化的应用

第七章 有限元技术的应用	180
7.1 概述	180
7.2 结构有限元分析技术	182
7.3 航空结构分析系统	183
7.3.1 航空结构静力分析系统	183
7.3.2 航空结构动力分析系统	185
7.3.3 航空结构非线性分析系统	187
7.4 通用结构有限元分析系统	189
7.4.1 结构分析程序系统	189
7.4.2 (美)国家宇航局结构分析系统	190
7.5 结构有限元分析系统的集成应用	191
7.6 气动数值计算的要求	194
7.7 气动有限元分析技术	197
7.7.1 面元法	197
7.7.2 组合体气动力计算系统	199
7.8 气动分析程序的集成应用	200
第八章 优化设计技术的应用	203
8.1 工程优化设计概述	203
8.2 工程优化设计的实施	204
8.2.1 优化设计模型的建立	204
8.2.2 优化设计方法的选择	205
8.3 工程优化的空间界限法	206
8.3.1 空间界限法的原理	206
8.3.2 空间界限法的应用	208
8.3.3 空间界限法程序	210
8.4 总体方案优化设计	212
8.4.1 总体方案优化设计问题	212
8.4.2 程序系统的功能要求	213
8.4.3 数学模型的建立	213
8.4.4 优化方法的选择	216
8.4.5 飞行总体方案优化设计系统	217
8.5 结构多约束优化设计系统	218
8.5.1 结构优化设计问题	218
8.5.2 结构多约束优化设计程序系统	219
8.6 优化设计程序的集成应用	223
第九章 图像数控编程	228
9.1 数控技术的发展	228
9.2 平面零件的图像编程系统	230

9.3	2 ^{1/2} 维数控铣切加工图像编程系统	234
9.4	三坐标数控加工图像编程系统	242
9.5	框、肋类零件的图像编程系统	246
9.6	复杂多曲面图像编程	248
9.7	图像编程的集成应用实例	261
第十章	计算机辅助工艺过程设计	262
10.1	概述	262
10.2	修订式系统	263
10.2.1	修订式系统的原理与设计过程	263
10.2.2	典型的修订式系统简介	271
10.3	创成式系统	273
10.3.1	创成式系统的原理与设计过程	273
10.3.2	决策模型和决策方法	276
10.3.3	典型的创成式系统简介	279
10.4	计算机辅助工艺设计的发展	283
10.4.1	计算机辅助工艺设计的智能化	283
10.4.2	分布式系统的设想	284
10.4.3	系统的集成化	285
第十一章	计算机辅助生产管理	294
11.1	引言	294
11.2	计算机辅助生产管理系统	295
11.2.1	工厂生产管理概述	295
11.2.2	计算机辅助生产管理系统的的设计	295
11.2.3	计算机辅助生产管理系统的集成	301
11.3	生产管理数据库	302
11.3.1	生产管理数据的特点	302
11.3.2	生产管理数据库的设计	303
11.3.3	装库和维修	308
11.3.4	生产管理数据库的实例	310
11.4	企业管理数据库	312
11.5	计算机辅助制定生产作业计划	312
11.5.1	生产作业计划系统的构成	313
11.5.2	生产作业计划系统的实例	314
11.6	物料需求计划管理系统简介	318

第三篇 集成系统的开发

第十二章	计算机系统配置选择	322
12.1	引言	322
12.2	计算机系统的需求分析	323
12.2.1	计算机硬件的需求CAD/CAM集成系统所需要的硬件成分	323
12.2.2	CAD/CAM集成的联网要求	325

12.3	计算机硬件选择	327
第十三章	软件工具	333
13.1	软件工具的意义及作用	333
13.2	软件工具的分类	334
13.3	几种实用的软件工具	334
第十四章	集成系统的研制	345
14.1	发展背景	345
14.2	开发方法	345
14.2.1	软件工程规范	346
14.2.2	各开发阶段的主要任务	348
14.2.3	“原型系统”法	349
14.3	集成前的准备工作	353
14.3.1	总体规划	353
14.3.2	发展策略	353
14.3.3	技术准备	354
14.3.4	软件资源的利用	356
14.4	研制的实施管理	357

第四篇 CAD/CAM技术的发展

第十五章	CAD/CAM工作站	362
15.1	微型计算机的发展	362
15.2	工作站概述	363
15.3	工作站的功能	364
15.4	工作站的选择与配置	366
15.4.1	工作站的选择	366
15.4.2	工作站的典型配置	371
15.5	工作站的网络环境	371
15.5.1	总线网络结构	372
15.5.2	环形网络结构	373
15.6	工作站的软件	374
第十六章	人工智能在CAD/CAM技术中的应用	376
16.1	人工智能发展概述	376
16.2	智能化 CAD/CAM	376
16.2.1	知识工程在CAD/CAM中的应用	377
16.2.2	知识表示的形式化及其利用	378
16.3	专家系统	380
16.3.1	专家系统概述	380
16.3.2	专家系统的开发	381
16.3.3	工程设计型专家系统	384
16.4	工业机器人	388
16.4.1	智能机器人	388
16.4.2	工业机器人在柔性制造系统中	

的应用	389
16.4.3 工业机器人与 CAD/CAM的集成	390
16.5 计算机综合化制造技术	391
参考文献	393
附录	395

附录 1 典型的CAD系统	395
附录表1-1 大型CAD系统分类表	395
附录表1-2 大型CAD系统软件概况	396
附录 2 典型的结构有限元分析程序	407
附录 3 主要缩写词索引	413

绪 论

自从 1946 年 2 月 15 日世界上第一台电子数字积分器 ENIAC 问世以来,电子计算机逐步地进入人类的社会生活。当今,无论在商业、教育、医疗、科学研究,还是其他领域,计算机都在显示出巨大威力。最离不开计算机的发展,而自身的发展又最惊人的应用领域,则要数计算机辅助设计 (CAD)、计算机辅助制造 (CAM),以及两者合二而一的 CAD/CAM 技术。这项突飞猛进的技术是集计算机系统及其应用开发之大成的高技术 (图 0.1),并日益成为当代最活跃、最具有发展前景的先进生产力。

近 40 年来的研究成果已为 CAD/CAM 集成系统的发展奠定了必要的技术基础。它们的新发展势必还会不断充实和扩展这一基础。然而到了今天, CAD/CAM 技术发展所面临的最大难题,是融合多种 CAD/CAM 功能的集成技术。开发一个保证产品设计—制造全过程中的信息在系统内高效、畅行无阻的集成系统,是 90 年代新一代计算机应用软件系统的一种发展趋势。

随着 CAD/CAM 技术的日新月异,必然会对产品设计、制造、销售等全部信息的产生、传输和管理自动化提出更高的要求,从而不可避免地导致计算机综合化制造 (CIM) 的产生。CIM 是一种新的制造思想和技术型态。它既是未来工厂的模式,也是信息技术与制造过程高度结合的自动化技术与学科。

CIMS 是在 CIM 概念指导下发展起来的制造系统。可以认为,它是在信息技术、自动化技术与制造技术的基础上,通过计算机技术把分散在产品设计—制造过程中各种孤立的自动化子系统有机地集成起来,形成适用于多品种、小批量生产,实现整体效益的集成化和智能化制造系统。集成化反映了自动化的广度,它把系统的范围扩展到了市场预测、产品设计、加工制造、检验、销售以及售后服务等的全过程。智能化则体现了自动化的深度,它不仅涉及物资流控制的传统体力劳动的自动化,还包括了信息流控制的脑力劳动的自动化。

0.1 CAD/CAM 技术

CAD 和 CAM 是围绕着产品的设计—制造两大部分独立发展起来的。计算机技术的飞速发展,迅速扩展着它们的应用领域。起初,人们把 CAD 只看作是自动绘图, CAM 也只是准备数控纸带;到了今天, CAD/CAM 已有了明确的功能范围。普遍认为: CAD 功能可归纳为四大类:建立几何模型;工程分析;动态模拟;自动绘图。CAM 技术的活动主要集中在数字化控制、过程计划、机器人和工厂管理四个领域。对于机电类产品,它们的应用范围如图 0.2 所示。

确切地讲, CAD 是计算机技术在工程设计方面的综合应用技术。它将产品工程设计所需要的基础技术、设计理论、方法、数据,以及设计人员的经验与智慧同计算机强大的功能有机地结合起来。设计者利用它,以人一机交互方式高速度、高质量地完成产

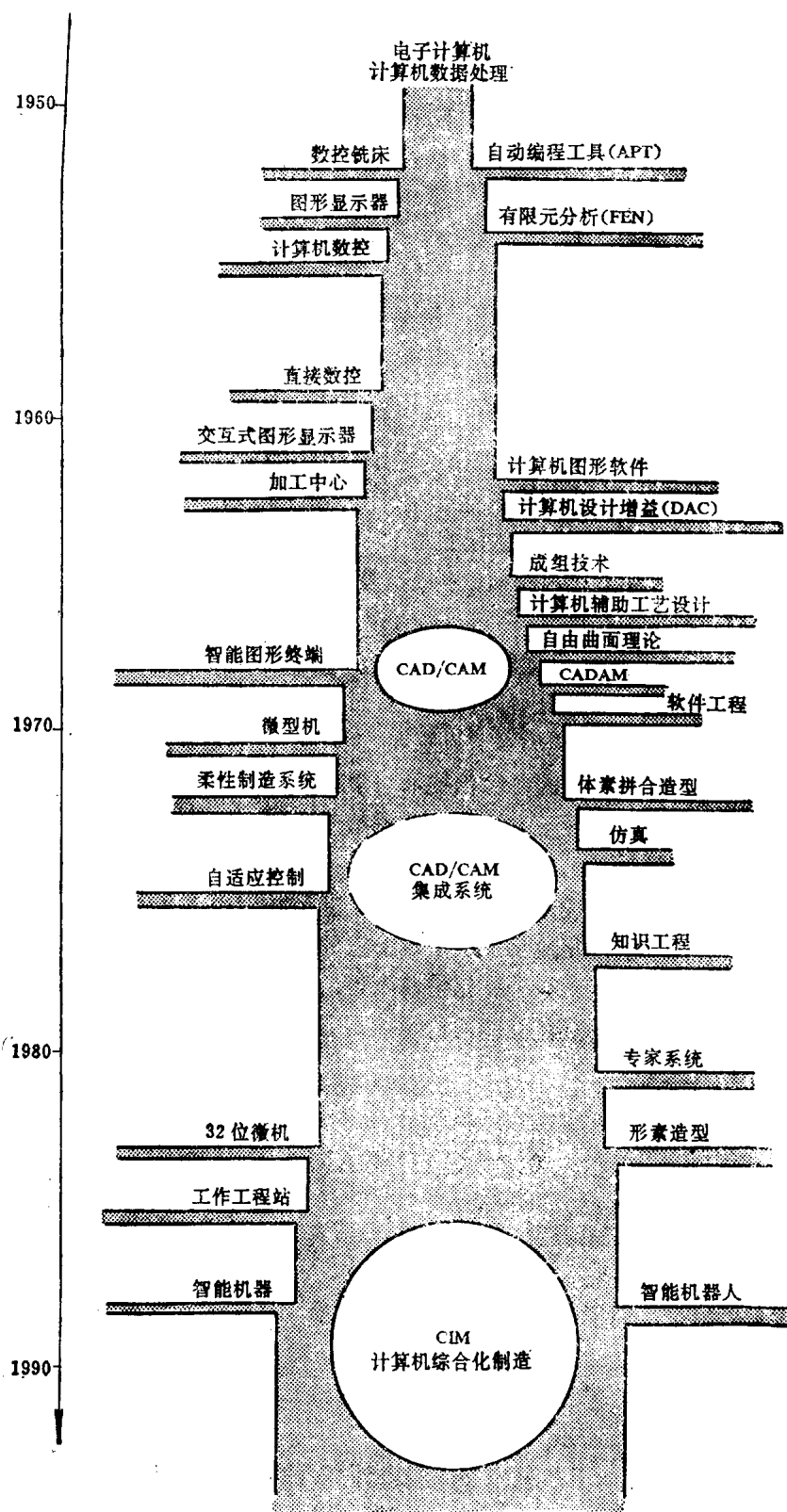


图0.1 CAD/CAM技术的发展

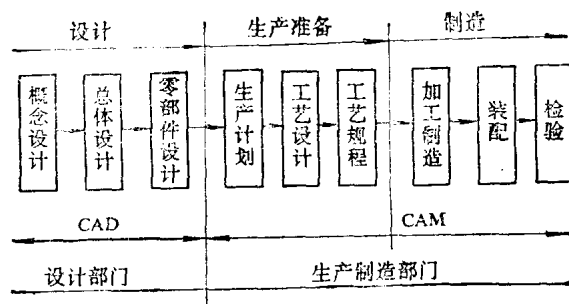


图0.2 CAD/CAM的应用范围

品的最佳方案设计。CAM 是在产品制造和管理方面的综合应用技术，它将产品在制造过程中所需的各项技术、管理思想、管理方法，以及工程技术人员、管理人员的经验与智慧同计算机的强大功能有机地结合起来。有了CAM技术，管理人员和工程技术人员就可以借助计算机实现产品制造及最佳管理方案。

把CAD和CAM技术及其相辅相成的能力结合在一起，就是CAD/CAM系统。对一个产品设计—制造的全过程而言，目前CAD和CAM技术仍处于单独使用状态。这就是说，使用一个CAD/CAM系统完成其功能后所产生的信息，还不能直接传送给与之相关的下一个系统。但是，随着计算机技术的发展，CAD/CAM功能对产品设计—制造过程覆盖率迅速提高，从而要求不同功能的CAD/CAM系统的信息能连续传递，以便逐渐把越来越多的CAD/CAM功能融合为一体，组成CAD/CAM集成系统。在一个集成系统理想模式中（如图0.3），所有的CAD/CAM功能都跟一个公用的数据库连接。用户利用图像终端与计算机对话，使用储存在公用数据库里的信息，实现从产品设计、过程控制、直到获得产品的全过程自动化。如果集成系统中包括了企业管理信息系统，就将形成自动化工厂系统。

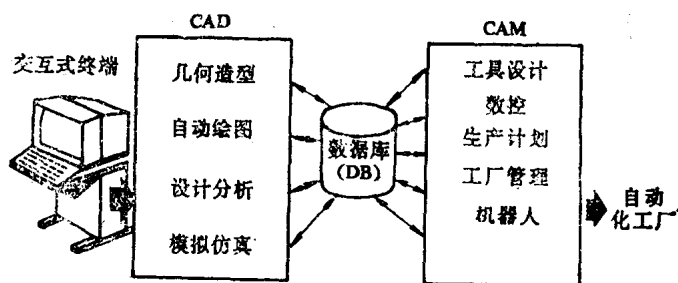


图0.3 集成系统的理想模式

然而，要实现这一目标，CAD/CAM技术还必须大大改进，才能充分发挥其潜力。一方面要把单独的CAM的技术功能发展到与CAD相匹配的水平；更重要的是，要把单独的CAD/CAM功能完美地融合在一起，成为一个真正的集成系统。为此，目前正在大力开展适合于CAD/CAM系统的，以公用工程数据系统、网络通信技术为主要内容的集成技术的研究，以便把散布于各种独立设备中的CAD/CAM系统、各种计算机设备高效地集成起来，达到共享硬、软件资源，使集成系统里的信息畅通无阻。

把 CAD/CAM 技术在许多部门、不同领域、不同条件下的应用加以提高,并综合成一体化系统的集成技术,实在太复杂了,已不是一个单位、一个部门所能办到的;然而它所能带来的巨大效益又引人入胜,不能空等 CAD/CAM 集成化的“自动”来临。为此,世界各地的政府部门、研究机关和有关单位纷纷采取联合,甚至是超国界的联合行动,协作攻关,共同发展 CAD/CAM 在各方面的应用,以及将它们融为一体的集成化技术。

国际计算机辅助制造公司 CAM-I,从 1972 年开始,在 CAD/CAM 技术的一些专门领域里,通过对各种课题研究的指导来协调 CAD/CAM 的各项研究,力图最终建成一个完全一体化的 CAD/CAM 集成系统。早在 70 年代,美国空军关于集成化计算机辅助制造 ICAM 规划工程以及美国航空与航天局综合规划部关于宇航飞行器设计的 IPAD 工程,二者联合开发一种结构程序,目的就是要将 CAD/CAM 的各种单独功能连接起来。IGES 也正把各分离的 CAD/CAM 系统之间的数据通信标准化,为集成化创造条件。

应该着重指出的是,计算机系统的发展对于 CAD/CAM 集成系统现实的物理型态有着重要的影响。当前,由于集成电路技术的进步,已使单一用户与网络联接的 32 位微机工作站所组成的分布式处理系统,可以取代工程界长期使用的主机分时系统。这种微讯网可以进一步跟一个较大的通信网服务器相联,继而进入国内和国际通信网。由于网络通信能力的改进,微机工作站价格的不断降低,使得设计者可能拥有自己的工作站,从而能更有效地存储数据和交换信息,设计出高质量的产品;借助网络,制造者能根据制造和生产中的工艺要求,对公用工程数据库进行查询、检索,控制设计;当设计完成后,又可以使用公用数据库来准备加工计划、数控纸带和 CAM 所需要的各种原始数据。预计在今后 10 年内计算机的处理能力将会有个质的飞跃,也必将深刻地影响那时的 CAD/CAM 集成系统。

CAD/CAM 技术发展的一个可喜趋势,是它的迅速普及。自 70 年代末期以来,随着 CAD/CAM 系统的性能不断提高,价格不断下降,CAD/CAM 技术已不再只是资本雄厚的大企业手中独霸市场的“法宝”,同时也被中、小企业普遍采用,成为提高社会生产力的通用手段。DATAQUEST 公司 1985 年的调查表明,在 13.2 万个工作站中,拥有 7~10 台工作站的用户占 16.6%,拥有 11~20 台的用户占 17%,而拥有 100 台以上的大用户只有 4%。事实上,这一趋势还在继续。CAD/CAM 技术的普遍应用必将对社会生产力的发展产生深远的影响。

0.2 CAD/CAM 集成化

一个 CAD/CAM 集成系统要协调来自不同学科、不同专业和部门的信息,供设计—制造过程中的不同作业使用。从保证系统内信息畅通的集成技术的发展来看,CAD/CAM 集成系统正经历着一个从初级到高级的发展过程。

初期,人们常常只针对产品设计—制造过程中某一确定时刻或特定处理阶段,把一定的计算方法编制成程序,上机计算,得出结果。这些程序彼此独立,没有连接关系,只能为某一具体目标服务。如果要组合运行两个以上的程序,就必须由人工把一个程序