

高等学校教材

计算机辅助技术基础

何卫平 主 编

莫 蓉 副主编

西北工业大学出版社



TP391.7

H36

450258

高等学校教材

计算机辅助技术基础

何卫平 主 编
莫 蓉 副主编



00450258



西北工业大学出版社

1998年8月 西安

(陕)新登字 009 号

【内容简介】 本书作者旨在阐明计算机辅助技术的基本原理和方法,为读者提供一部普及该项技术的人门教材。全书分为四大部分:第一部分为设计与分析过程中的计算机辅助技术,它们是 CAD/CAM 的技术基础,其中包括 CAD/CAM 的硬件、软件、图形显示、曲面模型和实体模型的建立、有限元分析。第二部分介绍制造过程中的计算机辅助技术,其中包括数控机床与机器人、成组技术和工艺过程设计、测试。第三部分为计算机集成制造系统,介绍集成制造系统的结构、概念和技术。第四部分介绍计算机辅助技术的实施,阐明计算机辅助技术的实施步骤,并有应用实例。本书各章还附有习题与思考题。

本书是一本面向机械工程类专业的教材,适于机械工程、工业工程和航空宇航制造工程专业的高年级学生使用,也可作为从事 CAD/CAM 工作的技术人员和软件开发人员的参考书。

JS167/03

高等学校教材
计算机辅助技术基础

何卫平 主 编
莫 蓉 副主编
责任编辑 刘 红
责任校对 钱伟峰

© 1998 西北工业大学出版社出版发行
(710072 西安市友谊西路 127 号 电话 8493844)
陕西省新华书店经销
空军导弹学院印刷厂印装
ISBN 7-5612-1028-0/TP·147 (课)

开本 787×1092毫米 1/16 印张:12.375 字数:296 千字
1998 年 8 月第 1 版 1996 年 8 月第 1 次印刷
印数:1-2 000 册 定价:15.00 元

购买本社出版的图书,如有缺页、错页的,本社发行部负责调换。

前 言

计算机辅助技术包含了采用计算机辅助各项生产活动的新技术，特别是计算机辅助设计与制造(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing——简称 CAD/CAM)技术。计算机辅助技术是 20 世纪 60 年代发展起来的一门新技术，它作为改造传统工业部门的技术工具，对提高产品质量，缩短生产周期，有很大的推动作用，80 年代在国外被称为十大关键技术之一。当前 CAD/CAM 技术的发展与应用水平已成为衡量一个国家科学技术和工业现代化水平的重要标志之一。

我国开展计算机辅助技术的研究也已进行了很多年，有了很多成果，特别在“八五”期间取得了较大的进步，但与世界先进工业化国家相比，还存在较大差距。为此，国家在“九五”期间将大力支持计算机辅助技术的研究，推广计算机辅助技术的应用，这就要求学校首先要培养大量的有关专业人才。

计算机辅助技术属于高科技的范畴，涉及较多的科学领域，如计算机科学、计算数学、图形学、数控加工、机器人等，同时还与许多具体的工程应用领域的知识关系密切。随着应用需求的不断增加，计算机辅助技术也在不断发展，同时在发展的过程中需要不断地进行探索与研究。为了提高我国计算机辅助技术的应用水平，尽快发展我国的计算机辅助技术，培养一批具有计算机辅助技术基础理论和实际开发经验的高级技术专业人才，必须首先从高等院校做起，开设有关计算机辅助技术的课程，使在校学生特别是工程类专业的学生，除了具有牢固的本专业基础知识外，还具有计算机辅助技术方面的知识。而对工程领域的专业人员来说，进行有关计算机辅助技术的培训，更新他们的知识是非常必要的。为此，我们编写了这本教材。本书作为计算机辅助技术的一本普及型入门教材，强调讲述各计算机辅助技术在制造系统的不同环节的应用与联系，覆盖了计算机辅助技术在产品设计制造过程中各个阶段要解决的问题，省略了许多复杂的数学公式推导，目的是使读者能尽快掌握计算机辅助技术，拓宽知识面，开阔思路，了解计算机辅助技术的发展，跟踪新技术，为进一步的深入研究和应用打下良好基础。

本书可作为机械工程、工业工程和航空宇航制造工程等工程专业的高年级学生教材，也可作为从事 CAD/CAM 等应用领域的工程技术人员的参考书。全书内容讲授 60 学时，实验 10~20 学时。

本书在编写过程中，广泛征求了许多专家、学者的意见，编写人员进行了多次讨论和反复修改，尽量做到内容充实，论述清楚，深入浅出。本书除概述部分外，共分为四大部分：

第一章绪论详细介绍了计算机辅助技术的由来与发展，特别强调了在产品设计制造过程中的计算机辅助技术的重要作用及应用。

第一部分讨论了设计与分析过程中的计算机辅助技术，包括 CAD 系统的硬件、软件系统构成，计算机图形学，计算机辅助几何设计及有限元分析。这部分内容覆盖了在产品设计过程中的几何建模问题、图形显示问题、产品的性能分析问题、工程绘图问题等。

第二部分介绍了制造过程中的计算机辅助技术，内容涉及数控机床、机器人、成组技术与计算机辅助工艺过程设计、计算机辅助测试。这部分内容覆盖了制造过程中从工艺到加工、检测的各个方面。

第三部分围绕先进的集成制造技术，阐述了它的发展、结构及关键技术，特别讲述如何将前面部分介绍的内容集成在一起。

第四部分讨论了计算机辅助技术的实施，从实施策略到步骤，详尽地描述了如何把计算机辅助技术应用于工程当中。此外还给出了一些实例，说明如何运用工程软件实现计算机辅助技术。读者可利用书中提供的软件选择几例实验，以加深对计算机辅助技术的理解，提高动手能力。最后展望了计算机辅助技术的发展，介绍了一些新的概念和技术。

本书在每一章的后面配有习题，以便学生巩固所学知识。

本书由何卫平主编，莫蓉 副主编，第一章由莫蓉、何卫平共同编写，第二、三章由余隋怀编写，第四、五章，第十章第 1，3 节由莫蓉编写，第六、八章由卜昆编写，第七章由张振明编写，第九章由孙树栋编写，第十章第 2 节由余隋怀、莫蓉、卜昆、张振明编写。

本书由西安电子科技大学孙文焕教授主审，提出了许多宝贵意见；在编写过程中还得到了其他一些同志的支持，在此一并表示衷心的感谢。由于作者水平有限，书中不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

1997 年 1 月

目 录

第一章 绪论	1
1.1 设计与制造过程中的计算机辅助技术	1
1.2 采用计算机辅助技术的优点与限制	6
1.3 计算机辅助技术的发展与应用	8
习题和思考题	12
 第一部分 设计与分析过程中的计算机辅助技术	
第二章 CAD 系统的构成	13
2.1 硬件系统的构成.....	14
2.2 软件系统的构成.....	15
第三章 计算机图形学	16
3.1 概述.....	16
3.2 图形显示软件及设备.....	16
3.3 图形变换.....	26
3.4 消隐及真实感显示.....	36
3.5 用户接口.....	42
习题和思考题	44
第四章 计算机辅助几何造型设计	46
4.1 几何模型的分类.....	46
4.2 线架、曲面及实体模型.....	46
4.3 现代几何造型方法.....	56
习题和思考题	61
第五章 计算机辅助工程 CAE	62
5.1 计算机辅助工程的范围.....	62
5.2 有限元分析.....	62
习题和思考题	71

第二部分 制造过程中的计算机辅助技术

第六章 数控机床与机器人	73
6.1 传统的数字控制	73
6.2 数控机床	75
6.3 计算机数控 (CNC)	83
6.4 直接数字控制 (DNC)	85
6.5 数控编程及数控加工	87
6.6 工业机器人原理及应用	97
习题和思考题	105
第七章 成组技术与计算机辅助工艺过程设计	106
7.1 成组技术 (GT)	106
7.2 计算机辅助工艺过程设计 (CAPP)	110
7.3 CAPP 零件信息描述	112
7.4 CAPP 工艺决策	117
7.5 CAPP 技术的发展趋势	124
习题和思考题	127
第八章 计算机辅助测试	128
8.1 概述	128
8.2 测试与分析方法	129
8.3 应用	134
习题和思考题	134

第三部分 计算机辅助设计与制造的集成

第九章 计算机集成制造系统	135
9.1 计算机集成制造系统的由来与发展	135
9.2 计算机集成制造系统的组成	138
9.3 计算机集成制造系统的体系结构	140
9.4 柔性制造系统	148
9.5 计算机集成制造系统的关键技术	151
9.6 计算机集成制造系统的新概念、新思想	163
习题和思考题	167

第四部分 计算机辅助技术的实施

第十章 计算机辅助技术的实施.....	169
10.1 实施策略与步骤.....	169
10.2 实例.....	173
10.3 计算机辅助技术的未来.....	187
参考文献.....	189

第一章 绪 论

计算机辅助技术是指在生产产品的过程中采用先进的计算机技术辅助人们进行设计制造的一门综合技术。它所涉及的内容非常广泛,除了计算机的相关知识(硬件、软件、数据库、计算机图形学等)外,还包括了生产设计制造各方面的专门知识。实际上,计算机辅助技术是这两类知识的高度综合。为此,必须首先了解传统的机械制造过程,并将计算机引入这一过程,认识计算机在这一过程中是如何发挥作用的。

1.1 设计与制造过程中的计算机辅助技术

1.1.1 机械设计与制造过程

为了说明在工作生产中计算机辅助技术应用的范围和作用,必须了解在产品的设计和制造过程中需要完成的各项活动和所具有的功能,这些活动和功能叫做产品循环。

图 1.1 表示了产品循环各阶段的框图。由产品的用户和市场来决定其循环,这些市场应该是大量不同的工业和消费市场而不是一个整体市场。产品循环的活动方式会随着不同的用户而发生变化。产品的设计和制造或由同一工厂完成或设计工作由用户完成,而产品制造由不同的工厂完成。一般情况下,产品循环从基本概念即产品概念开始,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。设计方案中,应当包括工程图(表示产品怎样制造)和说明书(产品如何进行加工)。

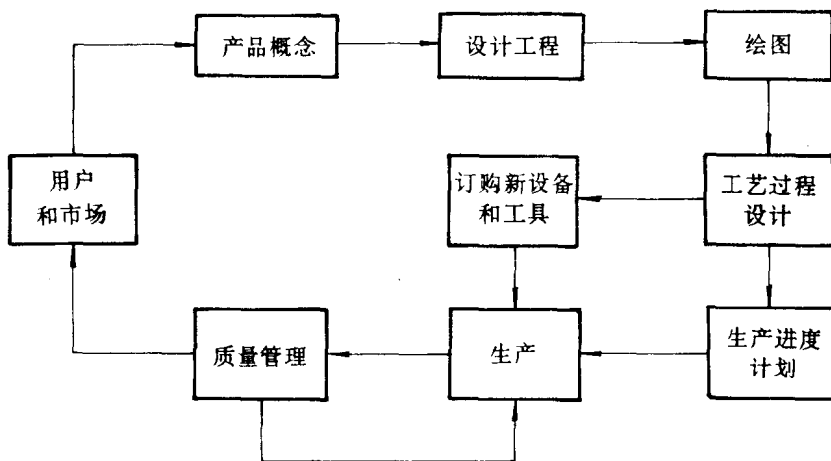


图 1.1 包含设计与制造过程的产品循环

除了工程变动外,一般都要遵循产品循环这个全过程,如图 1.1 完成设计工作后,接下去的工作涉及产品的制造,要提出一个加工工艺计划,在计划中详细说明产品制造时作业的顺序。为了生产新产品,有时必须获得新的设备和工具。生产进度表提交一个加工计划,规定在某日前加工出一定数量的产品,一旦计划全部订好,产品就投入生产。然后是质量检验,若符合质量标准,则最后向用户交货,否则需重新生产,直到质量符合要求。

在上述产品循环的环节中,主要分为两大部分:产品设计和产品制造。不同领域的专家提出了一些对人们从事设计的各项活动的严格的描述。不同的工业领域与产品对象本身的设计特性有相当大的差别。例如不同产品的几何特征与制造过程具有各自的特点,这些特点进而影响设计过程。一些工业领域具有严格的技术规范,而另一些领域如建筑设计则具有相当大的灵活性,不仅如此,每一个设计师还都有各自的设计习惯。尽管如此,从各种不同的设计与制造过程中,人们仍设法找出一些代表大多数设计与制造领域的基本活动与特征,如图 1.2(a)所示。

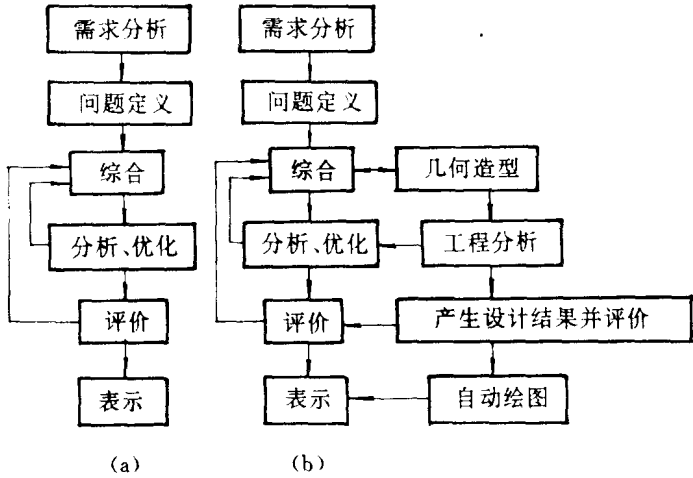


图 1.2 产品的一般设计过程
(a) 采用 CAD 之前 (b) 采用 CAD 之后

设计过程中的第一步就是需求分析,包括问题定义,这是设计工作的开始。在这项工作中,设计师要收集大量不同的信息,包括已有的相似产品市场前景,用户的需求,目前存在的问题及正确的解决办法,制造工艺性以及法律规章的许可,等等。在确定问题时要提出严格的技术要求,如物理特性和功能特性、价格、质量、操作特性等。

第二种活动产生供选择的设计方案,这是设计过程的核心,也是设计师发挥创造性的地方。经过综合归纳形成设计概念。一个新的设计常常可能仅仅是一个已有的产品的改进,这种设计被称为改进设计。在另一些情况下,一个新的设计是由对产品零件的替换或重新组合来完成的。而在极端的情况下,一个全新的设计被称为专利发明。

第三种活动是性能分析与评价。在此过程中,要对不同的设计方案进行分析,看它们是否满足设计需求。这样的分析可以通过设计师的判断或数学计算方式而进行的物理分析,也可以是对物理模型或实物原形的物理分析。物理分析一般是在分析的后期。不同的产品需要满足的性能指标的种类几乎是数不清的。例如机械部件或结构要进行强度检验,建筑师要分析建筑墙壁及房间的热传导,电路设计者要检验回路的逻辑或模拟响应,机械设计者要模拟机构的

几何运动,消费品设计者需要估计产品的形象外观以作出具有审美价值的评估。此外在所有的情况下估计材料及加工的费用也是重要的。综合与分析是密切相关而又反复迭代的。评价是对前一阶段设计的结果,按照问题定义阶段提出的条件进行测定,如测定操作性能、质量、可靠性等技术指标。这些活动是一个反复过程,要不断进行综合、分析、优化等。

设计过程的最后结果是进行文档的显示,如图纸、材料、规格、组件的明细表等。工程设计传统上都是在绘图板上完成,而且以工程图形式提供设计文件。机械设计包括产品图及其各组成部分和生产产品所需的工具和夹具。

产品设计在综合分析评价方面由于反复迭代不断修改而耗费了大量时间。

产品的制造方面主要是利用机床或其他制造方法对产品进行加工处理,这一过程基本上是用手或自动化程度较低的设备完成。

1.1.2 计算机辅助技术在设计制造过程中的应用

计算机在产品循环中能起到什么作用呢?图1.3显示了产品循环的各个阶段使用CAD/CAM的效果。计算机辅助设计和自动绘图可以用在产品构思设计和提供文件资料上,计算机可以有效地用来完成加工工艺设计和拟定进度表的工作。在生产环节上,计算机可以用于加工过程的监视和控制。在质量控制环节中,计算机用来对产品 & 部件进行检查和性能试验。

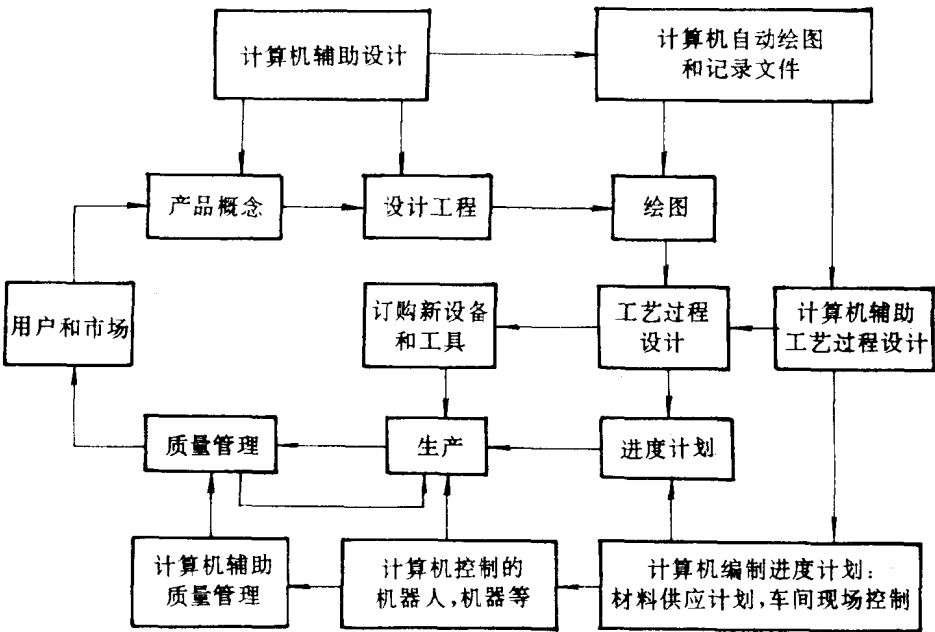


图 1.3 CAD/CAM 过程的产品循环

在现代化制造厂的设计和生产作业中,CAD/CAM 实际上包括了产品循环的所有活动和功能,计算机已经成为普遍的实用的和必不可少的工具。

一、计算机辅助技术在设计过程中的应用

在采用计算机辅助设计(CAD——Computer Aided Design)技术之前,产品的设计过程如前所述。采用计算机辅助技术进行工程与产品设计,其作用如图1.2(b)所示。许多耗时的手工

分析和设计都由计算机代替,产品图可由计算机的几何造型生成,工程分析,如力学性能计算与分析等由计算机快速准确地进行。修改过程实际上是对模型进行修改并再次进行计算。审计与校核同样由计算机来完成。由模型产生的图形、报表、技术文件等由绘图机、打印机输出。在不同的设计阶段,计算机提供了针对该阶段应用问题的应用程序,从而大大提高了设计效率。

设计阶段采用计算机辅助技术体现在以下 5 个方面:

- 问题定义
- 几何模型
- 工程分析
- 设计计算
- 自动绘图

1. 问题定义

在设计活动的前期,设计者必须富有创造性地确定产品的功能、性能和外形。由于缺乏人的经验,这一阶段计算机不会有很大帮助。然而,如果这个产品以前曾设计过,计算机可能是一个非常有价值的工具。因为从一个已存在的设计或制造过程中可以搜索有用的信息。所以这个阶段一部分是人工的,一部分是自动化的。

2. 几何造型

几何造型包括用计算机对物体几何特性进行可计算的数学描述。一般物体要被简化,只有那些重要特性被表示出来。数学描述使物体的图形可显示于计算机的屏幕上,也可使用动画模拟来检查其运动特性和干涉问题,以找出不正确的动作。

3. 工程分析

设计过程一般要求进行某种分析,如有限元分析,以确定设计的动态性能。有些工程分析需要模拟设计性能和进行其他分析,如热传导、消耗、干涉等。对设计问题制定的目标,施加的约束,实现设计的优化等一般也属于工程分析的范畴。在传统设计方法中,这些分析是在设计的后期而不是在前期的概念设计阶段进行,因为它们要求精确的尺寸、形状、材料等数据。采用 CAD 技术,结合特征设计,就可较好地解决这个问题。

4. 设计计算

设计计算是为了保证产品满足一定类型的设计规则。这些规则有些是标准的操作过程,其他一些是成本、服务规则等。这一阶段进行设计的精度检测、制造、装配、测定,并用运动学作产品空间行为的研究。

5. 自动绘图

工程绘图主要是处理详细的工程图纸,它们用来把设计信息与工艺规划、加工设备、编程等综合在一起,采用 CAD 可使绘图的生产率提高许多倍。视图可放大、变比例,物体可旋转、平移,以得到轴测图、透视图等。

二、计算机辅助技术在制造过程中的应用

在制造过程中计算机辅助技术同样也起着巨大作用。正如上节所指出的对于不同的生产工厂有不同的产品循环实现方法。生产活动可分成 4 种主要类型:

- (1) 生产流水线;
- (2) 大量生产各种不同的产品;

- (3) 批量生产；
(4) 加工车间生产。

表 1.1 给出 4 种生产类型的定义,根据产品的种类和生产数量所定出的 4 种类型之间的关系可由图 1.4 概括表示,图示的分类有一些重叠。表 1.2 表示自动化技术在每一生产类型中产生的显著成就。它说明了在自动化过程中计算机技术的重要性。目前大多数自动化生产系统都利用计算机。人们也许从数字计算机就会联想到制造自动化。其实两者并非是一直联系在一起的。首先从历史上看,自动化技术比计算机技术出现得早,关于机械化和半自动化的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 50 年代至 60 年代初几乎是空白。但是随着计算机成本的降低和它的功能增强,使得在制造过程中应用计算机的经济合理性得到了提高。

表 1.1 4 种生产类型

生 产 类 型	说 明
1. 生产流水线	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
2. 大量生产	单一产品的大量生产,例如汽车、仪表和发动机体
3. 批量生产	同样产品或零件的中等批量生产,其批量可以是一次性生产或重复周期生产,例如书、服装和某些工业机械
4. 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

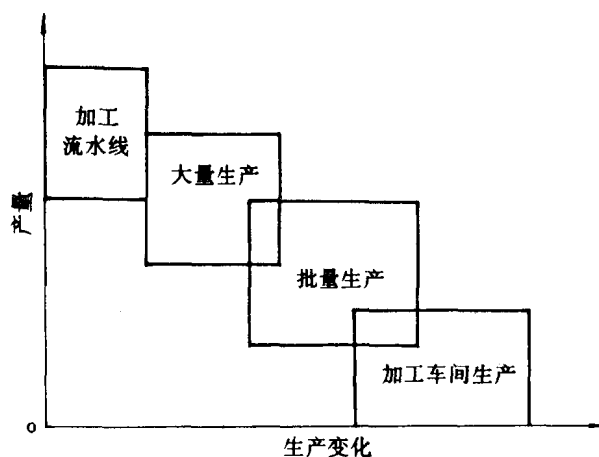


图 1.4 4 种生产形式与数量和生产变化的关系

表 1.2 4 种生产类型中的自动化成就

生 产 类 型	自 动 化 成 就
1. 加工流水线	全线流水线生产 传感技术,可用来测量重要加工参数 精密控制和优化法的应用 全部自动化的计算机装置
2. 大量生产各种产品	自动线 半自动和全自动的装配线 工业机器人 自动送料系统 计算机生产监控
3. 批量生产	数控(NC)、直接数控(DNC)、计算机数控(CNC) 自适应数控加工 工业机器人 计算机集成制造系统
4. 加工生产车间	数控、计算机数控

1.2 采用计算机辅助技术的优点与限制

采用计算机辅助技术确有许多优点,这些优点其中有一部分能很容易地加以估量,而另一些可能难以估计。这是因为一些效益是无形的,反映在改善工作质量,获得更加合适有用的信息上等,一般难以定量估计,而另一些效益是有形的,但由此而得到的节约(如资金)要在生产过程以后才显露出来,在设计阶段很难估计具体数目。

一、采用计算机辅助技术的优点

表 1.3 为一个 CAD/CAM 集成系统可能获得的效益。

提高生产率可以使企业占据一个更具竞争力的位置。从设计方面看,设计过程可以实时修改、计算与验证,使设计人员得心应手,提高设计效率。它不但可减少设计人员的人数,而且可降低成本,加速工作的进程,缩短产生准备时间。一般采用计算机辅助设计要比传统的设计过程快,同时加快了准备报告和表格的工作,而原来这些工作是由手工完成的。CAD 系统的设计分析程序可使设计过程强化为更具有逻辑性的工作模型。计算机分析程序可以节约设计者的时间,使设计结果比较接近最优化。在有效的设计时间内,可以研究和比较很多设计方案,因而一般可得到较好的设计结果,CAD 系统在减少设计错误方面具有较强的能力。原来由手工编辑数据时可能会产生错误,而由 CAD 系统在一且得到初始图形后就不再进行手工处理,从而避免产生错误的机会。在设计计算方面,CAD 系统能远远超过手工计算的精度,以满足产品的需要。图纸和报表储存在 CAD 系统的数据库中,要比存在资料图书室更便于查询与修改处理,特别对更新信息与原始资料都是非常方便的。

表 1.3 采用 CAD/CAM 技术可能获得的效益

设 计	制 造
1. 提高生产率 2. 缩短生产准备周期 3. 很容易实现用户的修改 4. 对市场需求的快速反应 5. 使转换中的错误减少到最小 6. 提高了设计精度 7. 在分析方面很容易判别零件间的相互干涉 8. 提供更好的功能分析以减少样品试验 9. 辅助文件编制 10. 使设计更标准化 11. 提供较好的设计 12. 提高工具设计的效率 13. 提供较好的成本核算资料 14. 使各个工程的设计人员的管理更加有效 15. 帮助检验复杂零件	1. 提高生产率 2. 缩短生产准备周期 3. 提高工具设计的效率 4. 提供较好的成本核算资料 5. 降低绘图费用 6. 减少零件数控编程所需的培训时间 7. 减少了数控零件编程的错误 8. 有可能使用更多的现成的零件和刀具 9. 有助于确保设计结果符合目前的制造技术 10. 使用优化算法、节省材料和加工时间

在制造方面,体现的优点主要是:

(1) 机电一体化。计算机辅助制造中的设备大多是数控的,数控设备是机电一体化的,即机械和电气一体,强电和弱电一体,硬件和软件一体,物质流和信息流一体,信息与控制一体。为生产中设计、制造、管理一体化奠定了基础。

(2) 柔性。传统的制造方法具有较强的专用性,当产品改型换代时,制造系统就会改动较大,周期加长。而计算机辅助制造可在制造过程中的各环节单独编制程序,使得制造系统能根据需要随时更换产品生产的工艺过程。由于 CAD/CAM 系统的模块化结构,系统易于引入新的功能,扩充性好。

(3) 智能性。制造领域采用专家系统不仅使控制装置可以按程序使用,而且可根据采集来自于图纸、机床、刀具、工具的信息,进行推理和判断,自动编制加工工艺过程、NC 文件等。

(4) 再现性。制造过程中大量的重复性枯燥的工作可由系统自动完成。

(5) 共享数据库。设计及制造过程的数据装入工程数据库中,实现信息共享。

二、限制

尽管计算机辅助技术有着许多优点,然而它也有不足之处:

(1) 初始投资额大,包括硬件、软件、机房、培训等。特别是数控机床采用了尖端的复杂技术,这种技术所花费的投资远大于一般机床。这种高成本要求生产使用部门必须充分提高设备的利用率。

(2) 运行、维护、保养费用高。由于软件的功能需求及二次开发的因素,软件的维护费用相当高。在加工方面,数控机床技术复杂,操作困难,设备保养变得非常重要。虽然数控机床的可靠性不断提高,但数控机床的保养费用还是比普通机床高。根据报告,数控铣床的保养费用要比普通机床增加 48%,而加工中心则是 63%。

(3) 由于初始应用不熟悉,在开始使用 CAD/CAM 系统时,可能会出现暂时的生产率下

降情况。

1.3 计算机辅助技术的发展与应用

1.3.1 起源与发展

计算机辅助技术涉及到许多方面,这些方面共同为计算机辅助技术的发展奠定了理论基础和应用环境。下面将主要介绍与其关系最为密切并在其发展过程中起着主要作用的一些学科和技术。

一、图形学的发展

计算机辅助技术的发展在很大程度上与计算机图形学有关,交互式计算机图形学的发展为计算机辅助设计提供了一个必不可少的手段和工具。许多文献和资料中都论述了图形学的发展,下面仅列出其发展历程及对 CAD 的影响。

1. 准备与酝酿时期(50~60 年代初)

50 年代主要以美国为代表的研究机构与公司,如麻省理工学院、Calcomp 公司生产制造了一些简单的图形显示设备和绘图机,开发了用于数控编程的 APT 语言。由于设备过于简单,图形设备仅具有输出功能,无交互功能,CAD 技术处于被动的图形处理阶段。

2. 发展与初始应用阶段(60 年代)

60 年代初期,美国麻省理工学院的 Ivan Sutherland 以博士论文形式首次提出了图形学、交互技术的新思想,为后来 CAD 的发展和应用打下了理论基础,也标志着交互式计算机图形学的开始。在此阶段,商品化的 CAD 设备开始出现,并用于工业设计,如汽车设计。

3. 广泛应用时期(70 年代)

随着图形硬件设计及输入设备的发展,如光栅显示器、光笔、图形输入板,这些 CAD 使用的基本图形设计作为交互式计算机图形系统或图形工作站,被商品化并面向中小企业使用。

4. 突飞猛进时期(80 年代)

图形工作站的广泛应用刺激了 CAD 技术的迅猛发展,从产品设计到工程设计其应用领域不断扩大。

5. 标准化(80 年代中期以后)

图形接口功能日趋标准化。近 10 年来推出了图形文件标准 CGM(Computer Graphics Metafile)、图形核心系统 GKS(Graphics Kernel System)、面向程序员的层次交互式图形标准 PHIGS(Programmer's Hierarchical Interactive Graphics Standard)及基本图形转换规范 IGES(Initial Graphics Exchange Specification)、产品模型数据交换标准 STEP(Standard for the Exchange of Product Model Data)。这些标准的制定和采用为 CAD 技术的推广和移植起到了重要作用。

二、数控加工的发展

计算机辅助制造起源于数字控制,在数控发展过程中建立的模型通过不断地改进与完善,发展成为今天的 CAD/CAM。

数字控制是 CAM 的开端,传统的数控是在 John T. Parsons 所做的大量开创性工作的基础上逐步建立的。麻省理工学院首先研制了数控铣床样机。1952 年第一台数控机床问世。1953

年后,数控机床的一些潜在功能逐渐得到发挥。不久麻省理工学院开发研究了数控机床的零件编程语言即 APT(Automatically Programmed Tools)。APT 语言能使程序员用简单的英语语句写成加工指令来控制机床。APT 的语言优点使得它广泛应用于现代工业,很多其他的现代编程语言仍基于 APT 概念。数控机床的发展从简单的二坐标加工发展到能加工复杂零件的三坐标、四坐标、五坐标加工机床以及加工中心。

计算机技术的发展,真正改进了数控的控制部分,出现了计算机数控(CNC——Computer Numeric Controller)、直接数控(DNC——Direct Numeric Controller)和自适应控制。1968 年左右,直接数控 DNC 首先采用计算机控制系统,在计算机和机床之间建立了一种直接控制链,省掉了纸带输入。1964 年产生了 CNC 系统,通过在计算机内存中的程序编制使其具有适合某一特殊机床的控制功能。80 年代以后,CNC 发展迅速,数控机床向数控加工中心发展。

CAM 的综合发展及其趋势如图 1.5 所示。图中充分说明,计算机辅助设计、管理、制造正逐步趋于融合,最后将形成计算机集成制造系统。

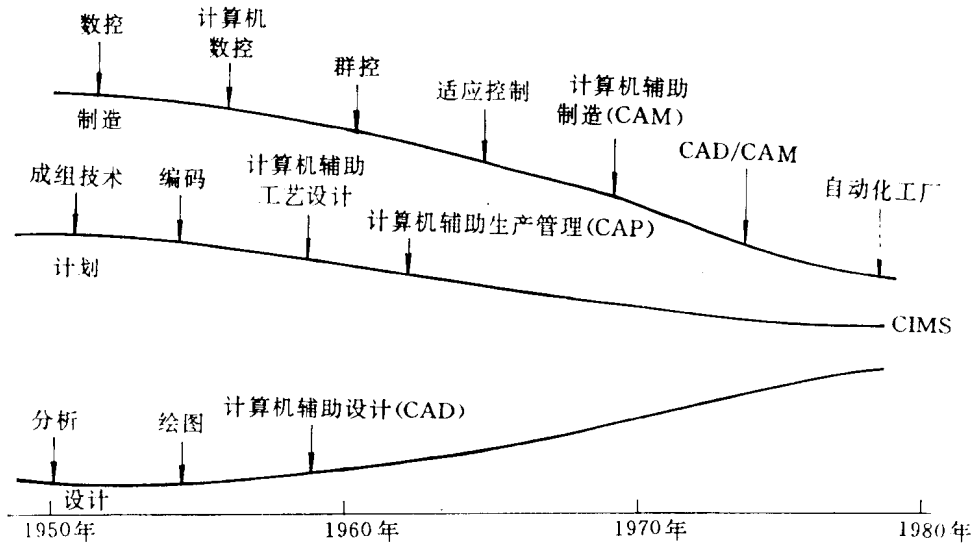


图 1.5 计算机辅助技术的发展

三、数据库

计算机辅助技术主要处理两大类信息——几何信息与非几何信息。信息在计算机内的表示可以理解为数据。数据处理的中心问题就是数据管理——对数据的组织、存储、检索、维护等。数据管理经历了 3 个阶段：人工管理阶段、文件系统阶段、数据库系统阶段。

1. 人工管理阶段(50 年代中期以前)

由于早期的计算机主要是用于科学计算,硬件上尚未具备磁盘等直接存取设备,软件管理上也没有管理数据的软件,大部分数据是批处理方式,因而数据管理的特点是:无软件系统进行数据管理;数据是面向应用的;基本上无文件概念;程序与程序之间存在着大量重复数据。

2. 文件系统(50 年代后期到 60 年代中期)

这一阶段由于计算机开始大量用于管理,且有了磁盘这类直接存取存储设备的支持,同时软件方面出现了大量的专门管理数据的软件,因此构成了文件系统管理模式,其特点为: