



航空航天工程类专业规划教材

CAD/CAM 技术基础

闫崇京 沈建新 戴宁 刘长毅 编著 廖文和 审



国防工业出版社
National Defense Industry Press

CAD/CAM 技术基础

闫崇京 沈建新 戴 宁 刘长毅 编著
廖文和 审

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书主要以 CAD、CAPP、CAM 为重点介绍了 CAD/CAM 的基础技术和应用技术。共分 7 章, 主要内容包括 CAD/CAM 技术概述、工程数据的处理和存储、自由曲线和曲面、产品建模技术、成组技术与工艺决策推理、计算机辅助数控加工基础、CAD/CAM 集成技术。

本书在内容编排上力求简练, 使读者能掌握 CAD/CAM 技术领域的基本原理、概念和方法, 为进一步深入学习和研究奠定基础。

本书可作为高等工科院校机械工程及相关专业本科生的教材, 也可供科研和企业单位从事 CAD/CAM 技术应用的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 技术基础/闫崇京等编著. —北京: 国防工业出版社,

2013.1

ISBN 978-7-118-08239-5

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 239994 号

※

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 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 11¼ 字数 252 千字

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 29.80 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 88540777

发行邮购: (010) 88540776

发行传真: (010) 88540755

发行业务: (010) 88540717

前 言

CAD/CAM 技术是现代工业的重要支撑技术之一，其广泛应用于航空、航天、船舶、机械、电子、模具等各个行业和领域，取得了令人瞩目的成效，它的发展和应用使传统的产品设计、制造内容和工作方式等都发生了根本性的变化，而 CAD/CAM 本身也由技术发展成为一门专业。目前，CAD/CAM 的应用水平已经成为衡量一个国家技术水平发展及工业现代化水平的重要标志之一。

现代制造企业面临全球化的市场竞争，需要对客户需求做出快速响应，以短周期、低成本、高质量、个性化的方式提供各种新产品，从而提高制造企业的竞争力。CAD/CAM 技术无疑是制造企业技术创新、市场开拓的强有力的技术工具和手段之一。因此，深入学习和熟练掌握 CAD/CAM 技术的原理和方法，并应用于机械产品设计、工艺、加工、装配等各个制造环节，已成为工程技术人员的切实需求，也是工科院校机械工程相关专业学生必须掌握的基础知识和基本技能。

CAD/CAM 技术涵盖内容极其丰富，学科跨度较大，因此不同教材的内容编排不尽相同。本教材以 CAD、CAPP、CAM 为重点，内容力求简练，旨在使学生和读者能对 CAD/CAM 技术有一个初步了解，为今后深入学习和研究打下良好基础。学习本教材的内容需要学生掌握计算机基础、计算机编程语言、机械设计、机械制造工艺等基本知识。

感谢在本书编写过程中廖文和、沈建新、刘长毅、戴宁等各位老师给予的帮助。

由于作者首次编写教材，缺乏相关经验，因此书稿难免存在纰漏和不足，敬请各位同仁、学者批评指正。

编者

2012 年 5 月

目 录

第 1 章 CAD/CAM 技术概述	1
1.1 产品生产过程	1
1.1.1 CAD 技术	2
1.1.2 CAPP 技术	3
1.1.3 CAM 技术	3
1.1.4 CAD/CAM 集成技术	3
1.2 CAD/CAM 系统的组成	5
1.3 CAD/CAM 系统选型原则	6
思考题	7
第 2 章 数据处理与存储	8
2.1 基本概念	8
2.2 数据程序化处理	9
2.2.1 数据表程序化	9
2.2.2 数据表公式化处理	11
2.2.3 线图程序化	16
2.3 CAD/CAM 中常用数据结构	19
2.3.1 线性表	19
2.3.2 栈	19
2.3.3 树	20
2.3.4 二叉树	21
2.4 文件系统	23
2.4.1 顺序文件	24
2.4.2 索引文件	24
2.4.3 多重链表文件	26
2.4.4 倒排文件	27
2.5 数据库	27
2.5.1 数据库系统的主要特征	28
2.5.2 数据库系统的体系结构	29
2.5.3 数据模型	30
2.5.4 常用数据库系统简介	31
2.6 工程数据库	32
2.6.1 工程数据分析	32

2.6.2	工程数据库系统的主要特点	33
2.6.3	工程数据管理技术	34
	思考题	34
第3章	自由曲线和曲面	35
3.1	基本概念	35
3.1.1	曲线曲面的表示要求	35
3.1.2	曲线曲面的表示	35
3.1.3	连续性	36
3.1.4	拟合与光顺	37
3.1.5	参数化	38
3.2	参数曲线的代数和几何形式	38
3.2.1	代数形式	38
3.2.2	几何形式	38
3.3	Bezier 曲线	40
3.3.1	Bezier 曲线的定义和性质	40
3.3.2	Bezier 曲线的递推算法	43
3.3.3	Bezier 曲线的拼接	44
3.4	B 样条曲线	45
3.4.1	B 样条的递推定义	45
3.4.2	B 样条曲线的局部性质与定义域	46
3.4.3	均匀 B 样条曲线	48
3.4.4	B 样条曲线的退化情况	51
3.5	NURBS 曲线	52
3.5.1	NURBS 曲线的定义	52
3.5.2	权因子的几何意义	53
3.5.3	圆锥曲线的 NURBS 表示	53
3.5.4	NURBS 曲线的修改	54
3.6	Coons 曲面	55
3.6.1	曲面基础知识	55
3.6.2	Coons 曲面基本概念	56
3.6.3	双线性 Coons 曲面	56
3.6.4	双 3 次 Coons 曲面	58
3.6.5	曲面定义的基本方法	59
	思考题	60
第4章	产品建模技术	62
4.1	二维建模技术	62
4.1.1	二维几何建模方法	62
4.1.2	二维建模的原理	64
4.1.3	二维几何建模法	65

4.2	三维建模技术	66
4.2.1	三维建模技术及其特点	66
4.2.2	线框模型	67
4.2.3	表面模型	68
4.2.4	实体模型	70
4.2.5	三维几何模型的特点	75
4.3	特征建模	76
4.3.1	特征的提出	76
4.3.2	特征分类	76
4.3.3	基于特征的零件信息模型	77
4.3.4	特征建模的方法及其实现	78
4.4	装配建模	82
4.4.1	装配信息	83
4.4.2	装配结构	83
4.4.3	装配关系定义	83
4.4.4	大装配模型的简化	83
4.4.5	可装配性检查	84
4.4.6	装配顺序规划和装配路径规划	85
4.4.7	装配建模的方法	85
	思考题	86
第 5 章	成组技术与工艺决策推理	87
5.1	CAPP 的基本概念	87
5.2	成组技术的基本原理	88
5.2.1	机械产品零件出现的规律	88
5.2.2	零件的相似性	89
5.2.3	成组技术的基本原理	90
5.3	零件分类编码系统	91
5.3.1	分类编码系统的作用及基本要求	91
5.3.2	零件的分类系统	91
5.3.3	零件分类编码系统的结构	92
5.3.4	典型分类编码系统	97
5.4	零件分类成组方法	99
5.4.1	视检法	99
5.4.2	生产流程分析法	99
5.4.3	分类编码法	100
5.5	成组工艺过程设计	101
5.5.1	复合零件法	102
5.5.2	复合工艺路线法	104

5.6	工艺决策技术	104
5.6.1	数学模型决策	105
5.6.2	逻辑推理决策	106
5.6.3	智能思维决策	112
	思考题	117
第 6 章	计算机辅助数控加工基础	119
6.1	数控技术的基本概念	119
6.1.1	数控技术	119
6.1.2	数控加工	119
6.1.3	数控机床	119
6.1.4	数控编程	120
6.2	坐标系、编程零点和对刀点	120
6.2.1	坐标轴的命名及其运动方向	120
6.2.2	机床坐标系	123
6.2.3	工件坐标系	124
6.3	刀补	125
6.3.1	刀具半径补偿的概念	125
6.3.2	刀具补偿转接类型	126
6.3.3	刀具长度补偿	128
6.4	插补	129
6.4.1	插补的基本概念	129
6.4.2	常用的插补方法	129
6.5	数控加工工艺基础	131
6.5.1	数控加工工艺内容和特点	131
6.5.2	数控机床的合理选用	132
6.5.3	数控加工工艺性分析	132
6.5.4	加工方法的选择和加工方案的确定	133
6.5.5	加工工序顺序的编排原则	134
6.5.6	工件的装夹	134
6.5.7	对刀点和换刀点位置的确定	135
6.5.8	加工路线的确定	135
6.5.9	刀具及切削用量的选择	136
6.5.10	数控加工工艺文件的编制	139
6.5.11	数控加工程序格式及编程方法	140
6.5.12	数控程序的编制方法及步骤	142
	思考题	144
第 7 章	CAD/CAM 集成技术	145
7.1	CAD/CAM 集成的概念	145
7.1.1	集成	145

7.1.2	CAD/CAM 集成	145
7.1.3	集成产品数据模型	146
7.2	集成存在的问题与解决办法	148
7.2.1	存在问题	148
7.2.2	解决办法	149
7.2.3	关键技术	150
7.3	CAD/CAM 集成方法	154
7.3.1	CAD/CAM 集成的概念模型	154
7.3.2	CAD/CAPP 的集成方法	155
7.3.3	CAPP/CAM 的集成方法	156
7.4	3C/PDM 的集成方法	157
7.4.1	PDM 简介	157
7.4.2	PDM 应用集成的 3 个层次	164
7.4.3	3C/PDM 集成的信息流分析	165
7.4.4	3C/PDM 集成的体系结构	167
7.4.5	3C/PDM 集成的实现方法	167
	思考题	168
	缩略语	169
	参考文献	170

第 1 章 CAD/CAM 技术概述

CAD/CAM（计算机辅助设计/计算机辅助制造）技术是制造工程技术与计算机技术紧密结合、相互渗透而发展起来的一项综合性应用技术，具有知识密集、学科交叉、综合性强、应用范围广等特点。CAD/CAM 技术是先进制造技术的重要组成部分，它的发展和运用使传统的产品设计、制造内容和工作方式等都发生了根本性的变化。CAD/CAM 技术已成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。

1.1 产品生产过程

产品的生产过程是从需求分析开始的，经过设计过程、制造过程最终形成具有一定功用和性能的成品。如图 1-1 所示，这个过程具体包括产品设计、工艺设计、加工检测和装配调试。随着信息技术的发展，这一过程得到计算机技术的支持，在不同阶段形成了 CAD、CAPP、CAM 等技术。

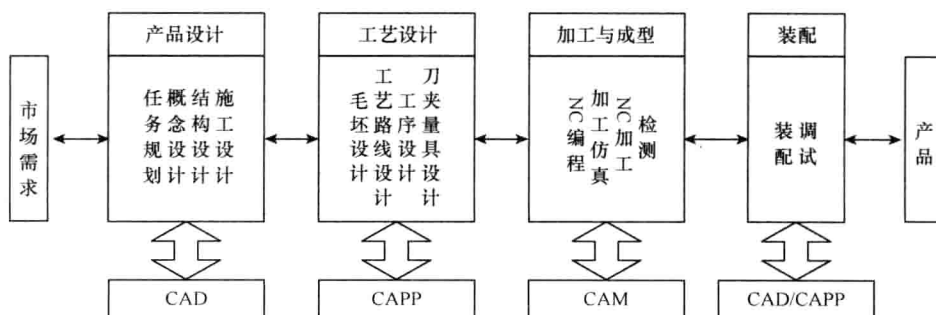


图 1-1 产品生产过程与 CAD/CAM 技术

产品设计是根据市场需求，归纳出产品使用要求，确定产品应具备的功能，构思产品的工作原理、总体布局、运动方式、力和能量的传递、结构形式、产品形状以及色彩、材质、工艺等，并转化为工程图纸、设计文件等，以此作为制造的依据。该阶段的任务一般采取下列几个步骤来实现。

1. 概念设计

通过调查研究，资料收集，仔细分析用户需求，在此基础上确定产品功能，进而构思方案，进行分析与论证，最后获得一组可行的原理性方案。

2. 初步设计

从概念设计获得的一组可行性原理方案中选出一个优化方案，绘制总布置草图，确定各部件的基本结构和形状，建立相应的数学模型，进行主要设计参数的分析计算和优化。

3. 详细设计

确定设计对象的细部结构，最终完成总的布局图和零部件图，并编写技术文件。

详细设计的终结并不意味着最终获得了一个好的设计。产品在经历了制造加工、样机测试、批量生产及销售使用后，将返回大量的信息，需要对产品进行不断修改。由此可见，整个产品设计是将创新构思转化为有竞争力产品的一个创新过程，是一个“设计—评价—再设计”的反复迭代、不断优化的过程。

工艺设计是连接产品设计和生产实施的中间环节。长期以来，工艺设计一直依赖于手工操作和人工经验。工艺师首先了解该零件的形状、尺寸、公差、表面粗糙度及材料等，然后决定工艺路线、工序，选择加工机床、刀具，确定毛坯、夹具、走刀路线、切削速度、进给量等，计算加工费用、工时定额，最后形成一系列的工艺文件，如工艺卡、工艺路线等。正是由于该过程涉及具体的加工环境，依赖经验，因此，在应用计算机辅助工艺设计是较薄弱环节的情况下，使得我国的工艺水平远远落后于工业发达国家，影响了我国的制造业水平。

我国的制造业主要面向加工，产品的开发和应变能力较差，从而造成了产品品种单一，市场竞争能力较弱的局面。随着经济全球化及产品个性化的需求，国内企业面临巨大的挑战，产品研发能力的高低将有可能决定企业能否继续生存下去。因此，现代企业应采用现代设计方法进行产品设计，以提高设计效率，缩短设计周期，加速产品的更新换代，增强产品的市场竞争力。

作为现代产品设计方法及手段的综合体现，计算机辅助设计（Computer Aided Design, CAD）、技术在产品生产过程中发挥了重要的作用，已广泛应用于机械、电子、建筑、航空、航天、汽车、化工等领域。利用计算机辅助实现产品生产过程各阶段的任务，相应地构成了 CAD 计算机辅助工艺设计（Computer Aided Process Planning, CAPP）、计算机辅助制造（Computer Aided Manufacturing, CAM）。将 CAD、CAPP、CAM 各子系统集成起来，并在各子系统之间实现零件设计、加工等有关信息的自动传递和转换，就构成了 CAD/CAPP/CAM 集成技术。CAD/CAPP/CAM 集成技术的发展和运用，已成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。

1.1.1 CAD 技术

CAD 是指工程技术人员以计算机为工具，用各自的专业知识，对产品进行总体设计、绘图、分析和编写技术文档等设计活动的总称。一般认为，CAD 的功能可归纳为 4 大类：几何建模、工程分析、模拟仿真、自动绘图。因而，一个完整的 CAD 系统应由科学计算、图形系统和工程数据库等组成。

科学计算包括有限元分析、可靠性分析、动态分析、优化设计及产品的常规计算分析等内容；图形系统包括几何（特征）造型、自动绘图（二维工程图、三维实体图）、动态仿真等设计过程；工程数据库是对设计过程中所需要使用或产生的数据、图形、文档等信息进行存储和管理。

在 CAD 系统中，如若加入人工智能和专家系统技术，让计算机模拟人类专家解决问题的思路和方法进行推理和决策，对产品进行功能设计、总体方案设计等产品的概念设计过程，实现对产品设计全过程提供支持，可以大大提高设计自动化水平。

1.1.2 CAPP 技术

CAPP 是根据产品设计结果进行产品的加工方法设计和制造过程设计。一般认为，CAPP 系统的功能包括毛坯设计、加工方法选择、工序设计、工艺路线制定和工时定额计算等。其中，工序设计包括加工设备和工装的选用、加工余量的分配、切削用量选择以及机床、刀具的选择、必要的工序图生成等内容。工艺设计是产品制造过程中技术准备工作的一项重要内容，是产品设计与实际生产的纽带，是一个经验性很强且随制造环境的变化而多变的决策过程。随着现代制造技术的发展，传统的工艺设计方法已经远远不能满足自动化和集成化的要求。

随着计算机技术的发展，CAPP 受到了工艺设计领域的高度重视。其主要优点在于：可以显著缩短工艺设计周期，保证工艺设计质量，提高产品的市场竞争能力。CAPP 使工艺设计人员摆脱大量、繁琐的重复劳动，将主要精力转向新产品、新工艺、新装备和新技术的研究与开发。CAPP 可以提高产品工艺的继承性，最大限度地利用现有资源，降低生产成本。CAPP 可以使没有丰富经验的工艺师设计出高质量的工艺规程，以缓解当前机械制造业工艺设计任务繁重、缺少有经验工艺设计人员的矛盾。CAPP 有助于推动企业开展的工艺设计标准化和最优化工作。CAPP 在 CAD、CAM 中起到桥梁和纽带作用：CAPP 接受来自 CAD 的产品几何拓扑信息、材料信息及精度、表面粗糙度等工艺信息，并向 CAD 反馈产品的结构工艺性评价信息；CAPP 向 CAM 提供零件加工所需的设备、工装、切削参数、装夹参数及刀具轨迹文件，同时接受 CAM 反馈的工艺修改意见。

1.1.3 CAM 技术

CAM 有广义和狭义之分。广义的 CAM 一般是指利用计算机辅助完成从毛坯到产品全部制造过程中的各种直接和间接活动，包括工艺准备（CAPP、计算机辅助工装设计与制造、NC（数控）自动编程、工时定额和材料定额编制等）、生产作业计划、物流过程的运行控制（加工、装配、检测、输送、存储等）、生产控制、质量控制等。狭义的 CAM 通常指数控程序的编制，包括刀具路线的规划、刀位文件的生成、刀具轨迹仿真以及后置处理和 NC 代码生成等。

CAM 中核心的技术是数控加工技术。数控加工主要分程序编制和加工过程两个步骤。程序编制是根据图纸或 CAD 信息，按照 NC 机床控制系统的要求，确定加工指令，完成零件数控程序编制；加工过程是将数控程序传输给数控机床，控制机床各坐标的伺服系统，驱动机床，使刀具和工件严格按执行程序的规定相对运动，加工出符合要求的零件。作为应用性、实践性极强的专业技术，CAM 直接面向数控生产实际。生产实际的需求是所有技术发展与创新的原动力，CAM 在实际应用中已经取得了明显的经济效益，并且在提高企业市场竞争能力方面发挥着重要作用。

1.1.4 CAD/CAM 集成技术

如图 1-2 所示，集成化的 CAD/CAPP/CAM 系统借助于公共的工程数据库、网络通信技术及标准格式的中性文件接口，把分散于计算机中不同类型的 CAD、CAPP、CAM

模块有效地集成起来, 实现软、硬件资源共享, 保证系统内信息流动的畅通无阻。

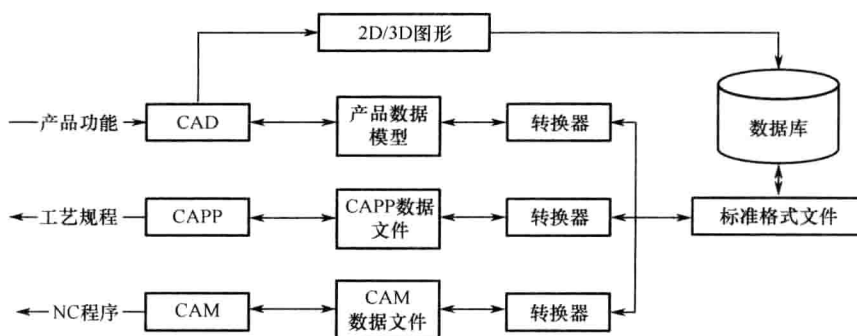


图 1-2 CAD/CAM 系统中的信息集成

自 20 世纪 70 年代中期以来, 出现了很多计算机辅助的分散系统, 如 CAD、CAPP、CAM 等, 分别在产品自动设计、工艺过程自动设计和数控编程自动化等方面起到了重要作用。但是这些各自独立的系统不能实现系统之间信息的自动交换和传递。例如, CAD 系统的设计结果不能直接为 CAPP 系统所接受, 若进行工艺过程设计, 仍需要设计者将 CAD 输出的图样文档转换成 CAPP 系统所需要的输入信息。所以, 随着计算机辅助技术日益广泛的应用, 人们很快认识到, 只有当 CAD 系统一次性输入的信息能为后续环节 (如 CAPP、CAM) 继续应用时, 才能获得最大的经济效益。为此, 提出了 CAD 到 CAM 集成的概念。

CAD/CAM 集成除了涉及 CAD、CAPP、CAM 系统外, 还可以涵盖 CAE、PDM、ERP、MES 等其他生产管理系统, 形成 CAD/CAM 的泛化概念。本书中的 CAD/CAM 集成指前者, 即仅限于 CAD、CAPP 和 CAM。

CAD/CAM 集成技术的关键是 CAD、CAPP、CAM 各系统之间的信息自动交换与共享。集成化的 CAD/CAM 系统借助于工程数据库技术、网络通信技术及标准格式的产品数据接口技术, 把分散于机型各异各个 CAD、CAPP、CAM 子系统高效、快捷地集成起来, 实现软件、硬件资源共享, 保证整个系统内信息的流动畅通无阻。

CAD/CAM 集成的基本过程如下:

- (1) CAD 设计产品结构, 绘制产品图纸, 并为 CAPP、CAM 过程准备设计数据。
- (2) 生成标准化的数据结构, 如生成 IGES、STEP 文件, 并经过接口进行数据转换。
- (3) CAPP 系统直接读入 CAD 系统生成并经过转换的数据, 生成零件加工工艺流程。
- (4) CAM 系统读入 CAPP 系统生成并经过转换的数据, 生成加工零件的数控程序。

CAD/CAM 集成的目的在于以下几点:

- (1) 实现完整的产品定义数据的数字交换。
- (2) 便于计算机辅助技术有关数据的准备。
- (3) 减少人工干预。
- (4) 实现复杂技术数据的快速交换。
- (5) 避免重复性的工作, 如重复的产品描述。
- (6) 减少人为错误。

(7) 便于计算机支持技术数据的传送和调度。

(8) 减少对过程的测试和控制。

随着信息技术的不断发展，为使计算机辅助技术给企业带来更大的效益，人们提出了将企业内所有分散的信息系统进行集成，不仅包括生产信息，还包括生产管理过程所需要的全部信息，从而构成计算机集成制造系统（Computer Integrated Manufacturing System, CIMS）。CAD/CAM 集成系统是 CIMS 的一个子系统，是 CIMS 的核心，原因在于以下两点：

(1) CAD/CAM 的集成是更大范围集成的技术基础。

(2) 在讨论 CAD/CAM 系统内部集成的时候，应当注意到此系统与 CIMS 其他子系统的集成关系，以求在全企业范围内实现信息集成和整体优化。

1.2 CAD/CAM 系统的组成

一般认为，CAD/CAM 系统是由硬件、软件和人组成的。硬件是 CAD/CAM 系统运行的基础，主要包括计算机主机、计算机外围设备、图形输入/输出（I/O）设备、生产装备及计算机网络等，如图 1-3 所示。

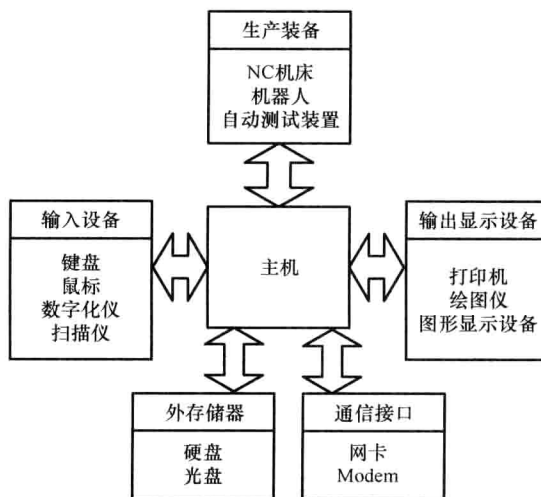


图 1-3 CAD/CAM 系统的组成

目前，CAD/CAM 系统所使用的计算机系统主要有工作站和高档微机两种，它们的主要特征是：都具备很强的图形处理能力，使用较大的内外存以适应 CAD/CAM 应用软件的要求。计算机的技术指标主要有 3 个方面：一是运算速度，以中央处理单元（CPU）的每秒执行指令数目（MIPS，百万兆秒）来衡量，时钟频率（主频）是影响运算速度的主要方面；二是字长，即 CPU 每执行一条指令可从内存提取和处理的数据位数；三是内存容量，内存越大，可容纳和处理的程序和数据量就越大。

软件是 CAD/CAM 系统的核心，包括系统软件、支撑软件和应用软件。CAD/CAM 系统的软件层次如图 1-4 所示。

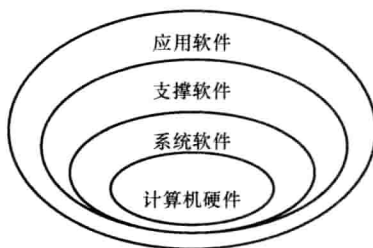


图 1-4 CAD/CAM 系统的软件层次关系

系统软件与计算机硬件直接关联，一般由软件专业人员研制，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。

支撑软件是在系统软件的基础上研制的，包括实现 CAD/CAM 各种功能的通用性应用基础软件，是 CAD/CAM 软件系统的重要组成部分。按照其功能特征可概略地分为单一功能型和综合集成型两大类。单一功能型支撑软件只提供 CAD/CAM 系统中某些典型的功能，如二维绘图、三维造型、数控编程、工程分析。综合集成型 CAD/CAM 支撑软件能提供设计、分析、造型、数控编程及加工控制等多种模块，功能比较完备。

专业性应用软件则是根据用户的具体要求，在支撑软件基础上经过二次开发的专用软件。这种软件通常由用户结合当前设计工作自行开发，如组合机床设计软件、模具设计软件、电器设计软件和机械零件设计软件。

需要说明的是，应用软件和支撑软件之间并没有本质的区别，当某一行业的应用软件逐步商品化形成通用软件产品时，也可以称为一种支撑软件。

软件在 CAD/CAM 系统中占据重要的地位，其配置的档次和水平决定了 CAD/CAM 系统性能的优劣，成本远远超过了硬件设备。软件的发展呼唤更新、更快的计算机系统，而计算机硬件的更新为开发更好的 CAD/CAM 软件系统创造了物质条件。

人在 CAD/CAM 系统中起着关键的作用。从使用角度来讲，由于目前各种 CAD/CAM 系统都采用人机交互的工作方式，因此，要求人与计算机密切合作。另外，人在设计策略、逻辑分析、信息组织及经验和创造性方面占有主导地位，起着不可替代的作用。

1.3 CAD/CAM 系统选型原则

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性能有关，而且更重要的是与它们之间的合理配置有关。因此，在评价一个 CAD/CAM 系统时，必须综合考虑硬件和软件两个方面的质量和最终表现出来的综合性能。在具体选择和配置 CAD/CAM 系统时，应考虑以下几个方面的问题。

(1) 软件的选择应优于硬件，且软件应具有优越的性能。软件是 CAD/CAM 系统的核心，一般来讲，在建立 CAD/CAM 系统时，应首先根据具体应用的需要选定最合适的、性能强的软件；然后再根据软件去选择与之匹配的硬件。若已有硬件而只配置软件，则要考虑硬件的性能选择与之档次相应的软件。

系统软件应采用标准的操作系统，具有良好的用户界面、齐全的技术文档。支撑软件是 CAD/CAM 系统的运行主体，其功能和配置与用户的需求及系统性能密切相关，因此 CAD/CAM 系统的软件选型首要是支撑软件的选型。支撑软件应具有强大的图形编辑能力、丰富的几何建模能力，易学易用，能够支持标准图形交换规范和系统内外的软件集成，具有内部统一的数据库和良好的二次开发环境。

(2) 硬件应符合国际工业标准且具有良好的开放性。开放性是 CAD/CAM 技术集成化发展趋势的客观需要。硬件的配置直接影响到软件的运行效率，所以，硬件必须与软件功能、数据处理的复杂程度相匹配。要充分考虑计算机及其外部设备当前的技术水平及系统的升级扩充能力，选择符合国际工业标准、具有良好开放性的硬件，有利于系统的进一步扩展、联网、支持更多的外围设备。

(3) 整个软、硬件系统应运行可靠、维护简单、性能价格比优越。

(4) 供应商应具有良好的信誉、完善的售后服务体系和有效的技术支持能力。

思 考 题

1. 如何理解 CAD、CAPP、CAM、CAD/CAM 集成系统的含义？
2. 简述 CAD/CAM 系统的软硬件组成及 CAD/CAM 选型原则。

第2章 数据处理与存储

目前,机械设计与制造还具有经验性的特点,在其设计与制造过程中,只有为数不多的设计准则和规律可以采用公式表达,其他都需要参考各种各样来自经验、标准、文献、手册、规范等的图表数据,以及CAD/CAM过程中生成的各种数据,如机构的形状和拓扑数据、各系统或程序产生的中间数据、系统接口数据、计算机辅助工程(CAE)中的材料模型数据、计算分析数据、NC加工数据等。在开发CAD/CAM系统时,必须将各种数据进行预处理,以利于计算机的辨识和运算。

CAD/CAM可以认为是一种信息处理过程,它主要包括信息的输入、产生、转换、存储、查询和输出等方面。在利用计算机管理和处理数据时,必须对机械设计制造过程中涉及到的各类数据进行系统化处理、合理组织、规范和构建,以利于计算机的存储、查询及维护,这是与人工查询处理数据的最大区别。CAD/CAM需要处理的数据量很大,而且系统结构规模复杂,故数据的管理和处理方法对CAD/CAM系统的效率有很大的影响。

2.1 基本概念

数据是指能够被计算机识别、存储和加工处理的信息载体,用以反映客观世界的事实,是可以区分其特征的符号,如字符、数字、文本、声音、图形、图表、图像等。CAD/CAM中的数据从其存在形式上可分为静态数据和动态数据。

(1) 静态数据。这类数据在一定的时间及范围内基本不会变更,即在整个CAD/CAM过程中其特性基本保持不变。如各类国标中提供的零件标准系列、材料参数(包括型号、等级、热处理要求和各种机械物理性能等)、技术要求(包括产品的性能指标、操作规范等信息)、形状公差、尺寸误差和表面粗糙度等,另外还有零件名称、零件代号、零件重量、几何中心等信息。

(2) 动态数据。这类数据是由用户输入的数据在程序运行过程中产生的,可以由程序设计的其他模块调用,或者是各子系统中间的中间结果数据,如CAD和CAPP及CAM之间的数据传递。这类数据随不同产品的变化而变化,故称为动态数据。

数据元素是数据的基本单位,是数据这个集合中相对独立的个体。例如,零件可以作为产品或部件的数据元素,圆柱体、长方体可以作为零件形体的数据元素,直线、圆弧可以作为图形的数据元素。

数据结构是计算机存储、组织数据的方式。数据结构是指相互之间存在一种或多种特定关系的数据元素的集合。通常情况下,精心选择的数据结构可以带来更高的运行或者存储效率。数据结构往往同高效的检索算法和索引技术有关。