



CAD/CAM模具设计与制造指导丛书

UG CAD/CAM

基础教程

张幼军 王世杰 等编著



清华大学出版社

CAD/CAM 模具设计与制造指导丛书

UG CAD/CAM 基础教程

张幼军 王世杰 等编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书根据教育部面向 21 世纪高等教育教学内容和课程体系改革的总体要求,结合作者多年 CAD/CAM 教学、科研实践经验编写而成。本书将 CAD/CAM 技术基础知识的掌握和 UG 软件的应用有机地结合起来,首先由浅入深地阐述了 CAD/CAM 的基础理论和基本编程知识,然后系统地介绍了 UG 软件 CAD/CAM 模块的主要功能和使用方法。全书通过多个典型应用实例,帮助读者掌握 UG 软件的设计理念,旨在培养和提高读者的综合应用能力。

本书内容丰富,条理清晰,注重理论与实践的结合,便于读者自学和教师讲授。可作为高等工科院校机械工程类专业本、专科生及研究生的教材,亦可供从事机械设计、数控加工和 CAD/CAM 应用与研究的工程技术人员学习参考,同时也可作为 UG CAD/CAM 应用的培训教材。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

UG CAD/CAM 基础教程/张幼军,王世杰等编著. —北京:清华大学出版社,2006.7

(CAD/CAM 模具设计与制造指导丛书)

ISBN 7-302-13136-8

I. U… II. ①张… ②王… III. 计算机辅助设计-应用软件, UG-教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 057180 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

组稿编辑:许存权

文稿编辑:马 丽

封面设计:范华明

版式设计:杨 洋

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:18 字数:395 千字

版 次:2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-13136-8/TP·8184

印 数:1~5000

定 价:26.00 元

前 言

计算机辅助设计与制造 (CAD/CAM) 技术是 20 世纪最杰出的十大工程成就之一, 具有知识密集、学科交叉、综合性强、应用范围广等特点, 它的应用水平已成为衡量一个国家科技发展水平及工业现代化水平的重要标志。

CAD/CAM 软件是 CAD/CAM 技术的载体, CAD/CAM 技术的优势在很大程度上体现在 CAD/CAM 软件的应用上。CAD/CAM 软件属知识密集型产品, 它的应用需要大量基础知识作理论指导。

Unigraphics (简称 UG) 软件是目前世界上应用最普遍、最富竞争力的、CAD/CAE/CAM 紧密集成的高端软件之一, 为制造业产品开发全过程提供了一种领先的数字化产品开发解决方案, 在航空航天、汽车、机械、模具等领域得到了广泛的应用。

本书根据教育部面向 21 世纪高等教育教学内容和课程体系改革的总体要求, 结合作者多年 CAD/CAM 教学、科研实践经验编写而成。本书兼顾基础理论和工程应用两方面, 强调基础性和实用性, 力求使读者系统掌握 CAD/CAM 基础知识及 UG 软件的基本功能和主要应用, 提高读者的综合应用能力。

本书分为两部分共 8 章, 每章后均有思考题。第一部分为 CAD/CAM 技术基础, 内容包括第 1 章~第 3 章: CAD/CAM 技术概论、计算机辅助设计技术基础、数控加工基础理论, 系统概要地阐述了机械 CAD/CAM 相关的基础理论知识, 力求理论性与实用性的统一, 帮助读者建立 CAD/CAM 技术的整体概念和知识框架, 为 CAD/CAM 技术应用奠定理论基础。第二部分为 UG CAD/CAM 应用基础, 从第 4 章~第 8 章, 介绍了 UG 软件 CAD/CAM 模块的主要功能和使用方法, 其中着重讲述实体建模、装配建模、工程制图及数控铣削技术, 并给出了详尽的机械应用示例, 旨在帮助读者掌握 UG 软件的设计理念、培养和提高读者解决工程实际问题的能力。需要强调的是在学习第二部分内容时, 必须进行上机实践, 才能较好地掌握书中的理论和技术。为方便读者学习, 本书在附录中提供了部分思考题的参考解答, 读者可参照解答一步一步地操作, 以达到在较短时间内掌握 UG NX 软件的功能和使用方法的目的。

本书主要作为高等工科院校机械工程类专业本、专科生及研究生的教材, 亦可供从事机械设计、数控加工和 CAD/CAM 应用与研究的工程技术人员学习参考, 同时也可作为 UG CAD/CAM 应用的培训教材。

本书由张幼军、王世杰主编, 其中第 1 章、第 4 章由张幼军编写, 第 2 章由孙兴伟、金映丽编写, 第 3 章、第 8 章由王世杰、李强编写, 第 5 章由张幼军、韩丽编写, 第 6 章、第 7 章由李强、韩丽编写。全书由张幼军汇总和整理, 由高航主审。在本书写作过程中参阅了 UG 软件的相关技术手册与资料, 在此表示衷心感谢。

由于作者对 CAD/CAM 技术的认识和 UG 软件的了解有限, 书中难免存在不妥之处, 敬请读者不吝赐教、批评指正, 在此深表谢意。

编辑信箱: xucq@tup.tsinghua.edu.cn, 教学网站: www.tup.com.cn。

作 者

目 录

第 1 章 CAD/CAM 技术概论	1
1.1 CAD/CAM 基本概念	1
1.1.1 CAD 技术	1
1.1.2 CAE 技术	2
1.1.3 CAPP 技术	2
1.1.4 CAM 技术	3
1.1.5 CAD/CAM 集成技术	3
1.2 CAD/CAM 系统构成	4
1.2.1 概述	4
1.2.2 CAD/CAM 系统的硬件	5
1.2.3 CAD/CAM 系统的软件	6
1.2.4 CAD/CAM 系统选型的原则	9
1.3 CAD/CAM 技术的发展和应 用	10
1.3.1 CAD/CAM 技术的发展历程	10
1.3.2 CAD/CAM 技术的发展趋势	12
1.3.3 CAD 技术研究开发热点	13
1.3.4 CAD/CAM 技术的应用	14
思考题	16
第 2 章 计算机辅助设计技术基础	17
2.1 计算机图形处理技术	17
2.1.1 计算机图形处理的基本知识	17
2.1.2 图形变换	20
2.1.3 投影变换	25
2.2 CAD/CAM 建模技术	29
2.2.1 几何建模概述	29
2.2.2 三维几何建模技术	32
2.2.3 特征建模技术	40
2.3 CAD/CAM 集成技术	45
2.3.1 CAD/CAM 集成的关键技术	45
2.3.2 产品数据交换标准	46
2.3.3 基于 PDM 框架的 CAD/CAM 集成	47

思考题.....	48
第3章 数控加工编程基础	50
3.1 数控加工编程的基础知识	50
3.1.1 数控加工编程的内容	50
3.1.2 数控编程方法	51
3.2 数控加工编程系统中的基本概念	54
3.2.1 数控机床的坐标系统	54
3.2.2 刀具运动控制面	56
3.2.3 切削加工中的阶段划分	57
3.3 数控编程中的工艺设计	57
3.3.1 数控加工工艺的特点	57
3.3.2 粗、精加工的工艺选择	59
3.3.3 加工路线的确定及优化	60
3.4 数控加工仿真及后置处理	62
3.4.1 数控加工仿真概述	62
3.4.2 加工过程动态仿真	63
3.4.3 后置处理	64
思考题	65
第4章 UG NX 应用基础	67
4.1 Unigraphics NX 概述	67
4.1.1 UG NX 概况	67
4.1.2 UG NX 软件的特点	68
4.1.3 UG NX 模块简介	69
4.1.4 UG NX 软件的安装	74
4.2 工作环境	76
4.2.1 用户界面及其操作	76
4.2.2 文件管理	79
4.2.3 工具条的定制	80
4.2.4 层的操作	81
4.2.5 观察视图与视图布局	83
4.3 通用工具	85
4.3.1 点构造器	85
4.3.2 矢量构造器	87
4.3.3 平面工具	88
4.3.4 坐标系的设定	89

4.3.5 对象选择和类选择器.....	91
4.4 系统参数的预设置.....	93
4.4.1 对象参数预设置.....	93
4.4.2 显示参数预设置.....	94
4.4.3 工作平面预设置.....	96
4.4.4 用户界面预设置.....	96
4.5 UG 应用初步.....	97
4.5.1 用户化设置.....	97
4.5.2 UG 建模的一般步骤.....	98
思考题.....	99
第 5 章 UG 实体建模	100
5.1 综述.....	100
5.1.1 UG 特征分类.....	100
5.1.2 UG 实体建模概述.....	100
5.1.3 零件建模的过程.....	101
5.2 曲线.....	102
5.2.1 概述.....	102
5.2.2 创建基本曲线.....	102
5.2.3 曲线编辑.....	107
5.3 草图.....	111
5.3.1 概述.....	111
5.3.2 建立草图.....	112
5.3.3 草图约束.....	116
5.3.4 草图操作.....	122
5.3.5 草图编辑.....	123
5.3.6 草图实例.....	125
5.4 基本体素特征.....	130
5.4.1 长方体.....	130
5.4.2 圆柱体.....	131
5.4.3 圆锥.....	131
5.4.4 球体.....	132
5.5 基准特征.....	133
5.5.1 基准轴.....	133
5.5.2 基准面.....	134
5.6 扫描特征.....	135
5.6.1 拉伸体.....	135

5.6.2 回转体	138
5.6.3 沿导向线扫描	138
5.6.4 管道	139
5.7 成型特征	139
5.7.1 概述	140
5.7.2 孔	142
5.7.3 圆台	143
5.7.4 型腔	143
5.7.5 凸垫	144
5.7.6 键槽	145
5.7.7 沟槽	146
5.8 特征操作	147
5.8.1 拔锥	147
5.8.2 边倒圆	149
5.8.3 面倒圆	150
5.8.4 倒斜角	151
5.8.5 抽壳	152
5.8.6 螺纹	153
5.8.7 引用特征	154
5.8.8 比例体	156
5.8.9 修剪实体	156
5.8.10 分割实体	157
5.8.11 布尔操作	158
5.9 特征编辑	158
5.9.1 模型导航器	159
5.9.2 编辑特征参数	159
5.9.3 编辑定位尺寸	161
5.9.4 移动特征	162
5.9.5 特征重排序	162
5.9.6 抑制特征和释放特征	163
5.9.7 特征回放	164
5.10 建模实例——活塞	165
思考题	168
第6章 UG 装配建模	170
6.1 概述	170
6.1.1 装配概述	170

6.1.2 装配术语.....	171
6.1.3 装配模式.....	171
6.1.4 装配建模方法.....	172
6.1.5 装配导航器.....	172
6.1.6 装配中部件的工作方式.....	173
6.2 引用集.....	173
6.3 建立装配结构.....	175
6.3.1 创建新组件.....	175
6.3.2 组件的关联.....	179
6.3.3 编辑组件.....	182
6.4 部件阵列.....	185
6.4.1 建立组件阵列.....	185
6.4.2 编辑阵列部件.....	186
6.5 爆炸图.....	187
6.5.1 建立爆炸图.....	187
6.5.2 编辑爆炸图.....	188
6.6 装配实例——活塞连杆机构装配.....	189
6.6.1 进入装配应用.....	190
6.6.2 活塞与连杆的装配.....	190
6.6.3 连杆与曲柄的装配.....	191
6.6.4 创建爆炸图.....	192
思考题.....	193
第7章 UG 工程制图.....	195
7.1 制图概述.....	195
7.2 图纸管理.....	195
7.3 视图的添加与管理.....	197
7.3.1 添加视图.....	197
7.3.2 视图的管理.....	202
7.3.3 视图的编辑.....	203
7.4 尺寸的标注.....	206
7.5 工程图中的其他标注对象.....	209
7.5.1 绘制中心线.....	209
7.5.2 ID 符号的插入.....	210
7.5.3 粗糙度符号.....	210
7.5.4 注释编辑器及形位公差的标注.....	211
7.5.5 视图显示参数设置.....	213

7.6 工程图模版.....	213
7.7 综合实例.....	214
思考题.....	217
第8章 UG 数控铣削	219
8.1 入门初步.....	219
8.1.1 数控编程的步骤.....	219
8.1.2 操作导航工具.....	221
8.1.3 加工环境.....	222
8.2 平面铣加工操作.....	223
8.2.1 平面铣的特点.....	223
8.2.2 操作参数图.....	225
8.2.3 创建平面铣的基本步骤.....	231
8.2.4 平面铣操作实例.....	231
8.3 型腔铣加工操作.....	235
8.3.1 型腔铣的特点.....	235
8.3.2 操作参数.....	235
8.3.3 创建型腔铣的一般步骤.....	237
8.3.4 型腔铣综合实例.....	237
8.4 固定轴曲面轮廓铣加工操作.....	238
8.4.1 固定轴曲面轮廓铣概述.....	238
8.4.2 固定轴曲面轮廓铣的驱动方法.....	239
8.4.3 操作参数.....	240
8.4.4 固定轴曲面轮廓铣实例.....	242
8.4.5 非切削运动.....	244
8.5 可视化仿真.....	245
8.6 刀轨信息输出.....	246
8.6.1 刀具位置源文件.....	246
8.6.2 后置处理.....	248
思考题.....	248
附录 部分思考题解答.....	249
参考文献	273

第 1 章 CAD/CAM 技术概论

1.1 CAD/CAM 基本概念

CAD/CAM 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。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。

1.1.1 CAD 技术

由于在不同时期、不同行业中,计算机辅助设计(Computer Aided Design,简称 CAD)技术所实现的功能不同,工程技术人员对 CAD 技术的认识也有所不同,因此很难给 CAD 技术下一个统一的、公认的定义。早在 1972 年 10 月,国际信息处理联合会(IFIP)在荷兰召开的“关于 CAD 原理的工作会议”上给出如下定义:CAD 是一种技术,其中人与计算机结合为一个问题求解组,紧密配合,发挥各自所长,从而使其工作优于每一方,并为应用多学科方法的综合性协作提供了可能。到 20 世纪 80 年代初,第二届国际 CAD 会议上认为 CAD 是一个系统的概念,包括计算、图形、信息自动交换、分析和文件处理等方面的内容。1984 年召开的国际设计及综合讨论会上,认为 CAD 不仅是设计手段,而且是一种新的设计方法和思维。显然,CAD 技术的内涵将会随着计算机技术的发展而不断扩展。

就目前情况而言,CAD 是指工程技术人员以计算机为工具,运用自身的知识和经验,对产品或工程进行方案构思、总体设计、工程分析、图形编辑和技术文档整理等设计活动的总称,是一门多学科综合应用的新技术。CAD 是一种新的设计方法,它采用计算机系统辅助设计人员完成设计的全过程,将计算机的海量数据存储和高速数据处理能力与人的创造性思维和综合分析能力有机结合起来,充分发挥各自所长,使设计人员摆脱繁重的计算和绘图工作,从而达到最佳设计效果。CAD 对加速工程和产品的发展、缩短设计制造周期、提高质量、降低成本、增强企业创新能力发挥着重要作用。

一般认为,CAD 系统应具有几何建模、工程分析、模拟仿真、工程绘图等主要功能。一个完整的 CAD 系统应由人机交互接口、科学计算、图形系统和工程数据库等组成。人机交互接口是设计、开发、应用和维护 CAD 系统的界面,经历了从字符用户接口、图形用户接口、多媒体用户接口到网络用户接口的发展过程。图形系统是 CAD 系统的基础,主要有几何(特征)建模、自动绘图(二维工程图、三维实体图等)、动态仿真等。科学计算是

CAD 系统的主体,主要有有限元分析、可靠性分析、动态分析、产品的常规设计和优化设计等。工程数据库是对设计过程中使用和产生的数据、图形、图像及文档等进行存储和管理。就 CAD 技术目前可实现的功能而言, CAD 作业过程是在由设计人员进行产品概念设计的基础上从建模分析,完成产品几何模型的建立,然后抽取模型中的有关数据进行工程分析、计算和修改,最后编辑全部设计文档,输出工程图。从 CAD 作业过程可以看出, CAD 技术也是一项产品建模技术,它是将产品的物理模型转化为产品的数据模型,并把建立的数据模型存储在计算机内,供后续的计算机辅助技术所共享,驱动产品生命周期的全过程。

1.1.2 CAE 技术

CAE (Computer Aided Engineering) 从字面上理解是计算机辅助工程分析,准确地讲,就是指工程设计中的分析计算、分析仿真和结构优化。CAE 是从 CAD 中分支出来的,起步稍晚,其理论和算法经历了从蓬勃发展到日趋成熟的过程。随着计算机技术的不断发展, CAE 系统的功能和计算精度都有很大提高,各种基于产品数字建模的 CAE 系统应运而生,并已成为工程和产品结构分析、校核及结构优化中必不可少的数值计算工具; CAE 技术和 CAD 技术的结合越来越紧密,在产品设计中,设计人员如能将 CAD 与 CAE 技术良好融合,就可以实现互动设计,从而保证企业从生产设计环节上达到最优效益。分析是设计的基础,设计与分析集成是必然趋势。

目前 CAE 技术已被广泛应用于国防、航空航天、机械制造、汽车制造等各个工业领域。CAE 技术作为设计人员提高工程创新和产品创新能力的得力助手和有效工具,能够对创新的设计方案快速实施性能与可靠性分析;进行虚拟运行模拟,及早发现设计缺陷,实现优化设计;在创新的同时,提高设计质量,降低研究开发成本,缩短研发周期。

1.1.3 CAPP 技术

计算机辅助工艺设计 (Computer Aided Process Planning, 简称 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: CAPP 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、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、装夹参数以及刀具轨迹文件,同时接受 CAM 反馈的工艺修改意见。

1.1.4 CAM 技术

计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing, 简称 CAM)到目前为止尚无统一的定义。一般而言, CAM 是指计算机在制造领域有关应用的统称,有广义 CAM 和狭义 CAM 之分。所谓广义 CAM,是指利用计算机辅助完成从生产准备工作到产品制造过程中的直接和间接的各种活动,包括工艺准备、生产作业计划、物流过程的运行控制、生产控制、质量控制等主要方面。其中工艺准备包括计算机辅助工艺过程设计、计算机辅助工装设计与制造、NC 编程、计算机辅助工时定额和材料定额的编制等内容;物流过程的运行控制包括物料的加工、装配、检验、输送、储存等生产活动。而狭义 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。本书采用 CAM 的狭义定义。

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,按照数控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。

1.1.5 CAD/CAM 集成技术

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、CAE、CAPP、CAM 等,分别在产品设计自动化、工艺过程设计自动化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 CAE、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,并首先致力于 CAD、CAE、CAPP 和 CAM 系统之间数据自动传递和转换的研究,以便将已存在和使用的 CAD、CAE、CAPP、CAM 系统集成起来。有人认为: CAD 有狭

义及广义之分, 狭义 CAD 就是单纯的计算机辅助设计, 而广义 CAD 则是 CAD/CAE/CAPP/CAM 的高度集成。不论何种计算机辅助软件, 其软件功能不同, 其市场定位不同, 但其发展方向却是一致的, 这就是 CAD/CAE/CAPP/CAM 的高度集成。

CAD/CAM 集成技术的关键是 CAD、CAPP、CAM、CAE 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、网络通信技术以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、硬件资源共享, 保证整个系统内信息的流动畅通无阻。

CAD/CAM 集成技术是各计算机辅助单元技术发展的必然结果。随着信息技术、网络技术的不断发展和市场全球化进程的加快, 出现了以信息集成为基础的更大范围的集成技术, 譬如将企业内经营管理信息、工程设计信息、加工制造信息、产品质量信息等融为一体的计算机集成制造系统 (Computer Integrated Manufacturing System, 简称 CIMS)。而 CAD/CAM 集成技术是计算机集成制造系统、并行工程、敏捷制造等先进制造系统中的一项核心技术。

1.2 CAD/CAM 系统构成

1.2.1 概述

CAD/CAM 系统的工作流程如图 1-1 所示。一个完善的 CAD/CAM 系统应具有如下功能: 快速数字计算及图形处理功能、几何建模功能、处理数控加工信息的功能、大量数据和知识的存储及快速检索与操作功能、人机交互通信功能、输入和输出信息及图形功能、工程分析功能等。为实现这些功能, CAD/CAM 系统的运行环境由硬件、软件和人三大部分所构成, 如图 1-2 所示。

硬件主要包括计算机及其外围设备等具有有形物质的设备, 广义上讲硬件还包括用于数控加工的机械设备和机床等。硬件是 CAD/CAM 系统运行的基础, 硬件的每一次技术突破都带来 CAD/CAM 技术革命性的变化。软件是 CAD/CAM 系统的核心, 包括系统软件、各种支撑软件和应用软件等。硬件提供了 CAD/CAM 系统潜在的能力, 而系统功能的实现是由系统中的软件运行来完成。随着 CAD/CAM 系统功能的不断完善和提高, 软件成本在整个系统中所占的比

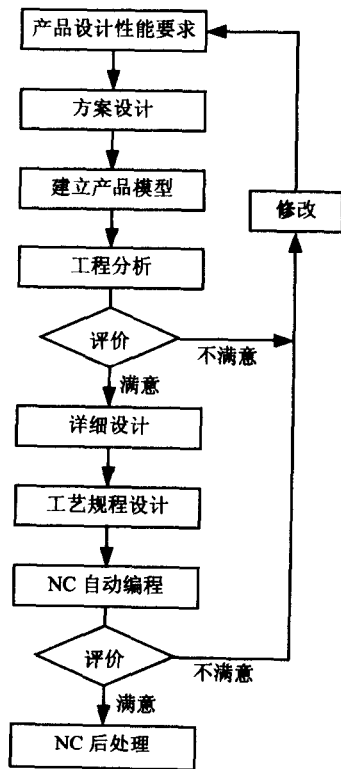


图 1-1 CAD/CAM 系统工作流程图

重越来越大，目前一些高端软件的价格已经远远高于系统硬件的价格。

任何功能强大的计算机硬件和软件均只是辅助设计工具，而如何充分发挥系统的功能，则主要是取决于用户的素质，CAD/CAM 系统的运行离不开人的创造性思维活动，不言而喻，人在系统中起着关键的作用。目前 CAD/CAM 系统基本都采用人机交互的工作方式，这种方式要求人与计算机密切合作，发挥各自所长：计算机在信息的存储与检索、分析与计算、图形与文字处理等方面具有特有的功能；人则在创造性思维、综合分析、经验判断等方面占有主导地位。

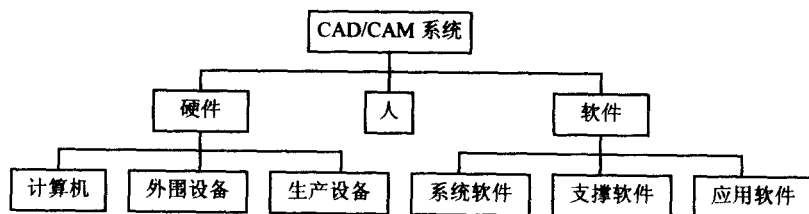


图 1-2 CAD/CAM 系统组成

1.2.2 CAD/CAM 系统的硬件

CAD/CAM 系统的硬件主要由计算机主机、外存储器、输入设备、输出设备、网络设备和自动化生产装备等组成，如图 1-3 所示。有专门的输入及输出设备来处理图形的交互输入与输出问题，是 CAD/CAM 系统与一般计算机系统的明显区别。

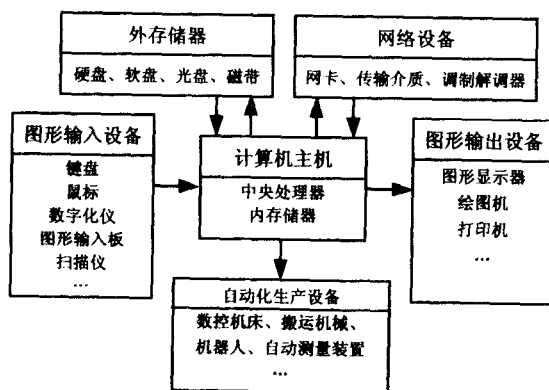


图 1-3 CAD/CAM 系统的硬件组成

1. 计算机主机

主机是 CAD/CAM 系统的硬件核心，主要由中央处理器（CPU）及内存储器（也称内存）组成，如图 1-4 所示。CPU 包括控制器和运算器，控制器按照从内存中取出的指令指挥和协调整个计算机的工作，运算器负责执行程序指令所要求的数值计算和逻辑运算。CPU 的性能决定着计算机的数据处理能力、运算精度和速度。内存储器是 CPU 可以直接访问的

存储单元,用来存放常驻的控制程序、用户指令、数据及运算结果。衡量主机性能指标主要有两项:CPU 性能和内存容量。按照主机性能等级的不同,可将计算机分为大中型机、小型机、工作站和微型机等不同档次。目前国内应用的计算机主机主要是微机和工作站。

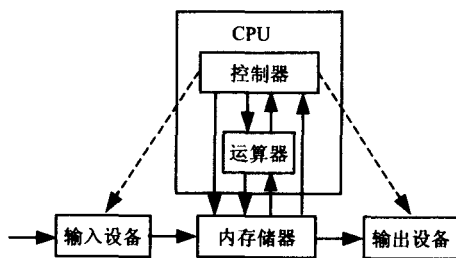


图 1-4 主机结构

2. 外存储器

外存储器简称外存,用来存放暂时不用或等待调用的程序、数据等信息。当使用这些信息时,由操作系统根据命令调入内存。外存储器的特点是容量大,经常达到数百 MB、数十 GB 或更多,但存取速度慢。常见的有磁带、磁盘(软盘、硬盘)和光盘等。随着存储技术的发展,移动硬盘、U 盘等移动存储设备成为外存储器的重要组成部分。

3. 输入设备

输入设备是指通过人机交互作用将各种外部数据转换成计算机能识别的电子脉冲信号的装置,主要分为键盘输入类(如:键盘)、指点输入类(如:鼠标)、图形输入类(如:数字化仪)、图像输入类(如:扫描仪、数码相机)、语音输入类等。

4. 输出设备

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。输出设备能将计算机运行的中间或最终结果、过程,通过文字、图形、影像、语音等形式表现出来,实现与外界的直接交流与沟通。常用的输出设备包括显示输出(如:图形显示器)、打印输出(如:打印机)、绘图输出(如:自动绘图仪)及影像输出、语音输出等。

5. 网络互联设备

包括网络适配器(也称网卡)、中继器、集线器、网桥、路由器、网关及调制解调器等装置,通过传输介质联接到网络上以实现资源共享。网络的连接方式即拓扑结构可分为星形、总线形、环形、树形以及星形和环形的组合等形式。先进的 CAD/CAM 系统都是以网络的形式出现的。

1.2.3 CAD/CAM 系统的软件

为了充分发挥计算机硬件的作用,CAD/CAM 系统必须配备功能齐全的软件,软件配置的档次和水平是决定系统功能、工作效率及使用方便程度的关键因素。计算机软件是指