



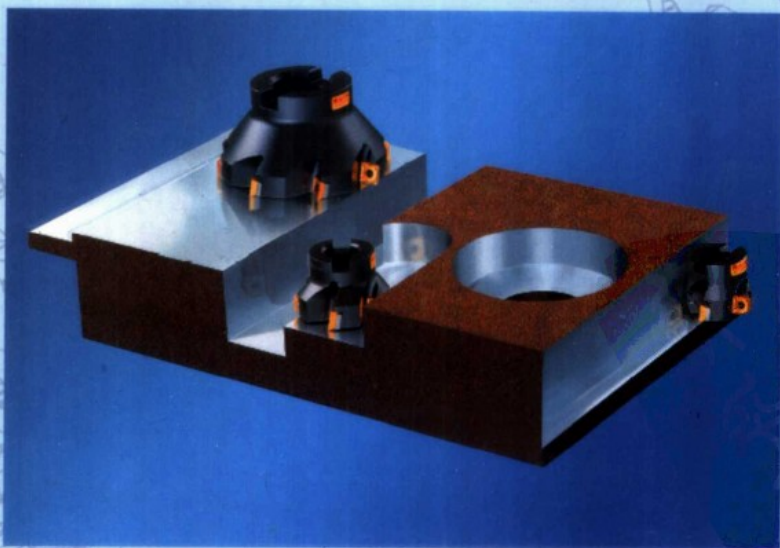
高等职业教育机电类专业规划教材
国家技能型紧缺人才培养教材

CAD/CAM 应用

——Master CAM 9.0

CAD/CAM YINGYONG

主编：梁旭坤 副主编：廖志远 高永卫 许孔联 主审：梁 勇



中南大学出版社

高等职业教育机电类专业规划教材

国家技能型紧缺人才培养教材

机械制图

机械制图习题集

计算机绘图——AutoCAD2004 中文版教程

机械设计基础

机械制造基础(Ⅰ) (公差配合材料热加工分册)

机械制造基础(Ⅱ) (刀具机床夹具工艺分册)

数控机床

数控编程与加工技术

数控中级工认证强化实训

CAD/CAM 应用——Master CAM 9.0

冷冲压工艺及模具设计

塑料成型工艺及模具设计

模具制造工艺学

模具设计与制造基础

高等学校出版社优秀教材

ISBN 7-81105-226-1



9 787811 052268 >

ISBN 7-81105-226-1 / G · 079

定价: 28.00元

高等职业教育机电类专业规划教材

CAD/CAM 应用

——MasterCAM 9.0

主 编 梁旭坤
副主编 廖志远 高永卫 许孔联
主 审 梁 勇



中南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 应用——MasterCAM 9.0/梁旭坤主编. —长沙:
中南大学出版社, 2006. 5
ISBN 7-81105-226-1

I. C... II. 梁... 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(2006)第 031347 号

CAD/CAM 应用

——MasterCAM 9.0

主 编 梁旭坤
副主编 廖志远 高永卫 许孔联
主 审 梁 勇

责任编辑 周兴武
责任印制 汤底平
出版发行 中南大学出版社
社址:长沙市麓山南路 邮编:410083
发行科电话:0731-8876770 传真:0731-8710482
印 装 中南大学湘雅印刷厂

开 本 787 × 1092 1/16 印张 18.75 字数 459 千字 插页:
版 次 2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 7-81105-226-1/G · 079
定 价 28.00 元

图书出现印装问题,请与出版社调换

内容提要

本书采用目前广泛使用的 MasterCAM 9.0 版本为对象,全面详尽地介绍了目前最流行的微机级 CAD/CAM 一体化软件的特点、功能和使用方法。全书共九章,着重从如何使用的角度介绍了 MasterCAM 的二维图形绘制和编辑功能、三维线框模型绘制、曲面的生成、三维实体造型功能、二维/三维刀具路径的生成方法、加工过程的仿真及数控加工代码的生成等内容。

本书结合大量的实例,由浅入深,循序渐进,叙述严谨,通俗易懂,在编写过程中力求做到言简意赅、通俗易懂、图文并茂,并通过大量的实例,以数控编程方法和思路为导向,使读者在轻松愉快的操作中掌握 MasterCAM 9.0 的基础知识及技能。既适用于课堂教学,也适合初学者自学。

本书为高职、高专计算机辅助设计与制造课程专业教材,也可供有关工程技术人员参考,还可以作为 MasterCAM 的培训教材。



高等职业教育机电类专业规划教材

国家技能型紧缺人才培养教材

编写委员会

主 任：金潇明

副主任：（以姓氏笔画为序）

李建跃 肖智清 钟振龙 梁 勇 曾宪章

委 员：（以姓氏笔画为序）

王志泉	王定祥	王凌云	皮智谋	许文全
刘茂福	肖正祥	汤光华	汤忠义	李绪业
张导成	欧阳中和	张秀玲	张若峰	胡智清
晏初宏	徐政坤	郭紫贵	黄红辉	梁旭坤
董建国	曾霞文	管文华	谭海林	樊小年

培养目标,注重创新能力和综合素质培养。尽量做到理论与实践的零距离,教材的编写注重技能性、实用性,加强实验、实训、实习等实践环节,力求把学生培养成为机电行业一线迫切需要的应用型人才。

(2) 以社会需求为基本依据,以就业为导向。

适应社会需求是职业教育生存和发展的前提,也是职业教育课程设置的基本出发点。本套教材以机电企业的工作需求为依据,探索和建立根据企业用人“订单”进行教育与培训的机制,明确职业岗位对核心能力和一般专业能力的要求,重点培养学生的技术运用能力和岗位工作能力。教材选用了技术先进、占市场份额最大的 FANUC(法那科)、SIEMENS(西门子)和华中典型数控系统,既具针对性,又兼适应性,使学生具有较强的就业岗位适应能力。

(3) 反映了机电领域的新知识、新技术、新工艺、新方法。

本套教材充分反映了机电行业内最新发展趋势和最新研究成果,体现了数控、模具领域的新知识、新技术、新工艺、新方法,克服了以往专业教材中存在的陈旧、更新缓慢的弊端,选择了目前最新的数控系统为典型实例,采用了最新的国家标准及相关技术标准。

(4) 贯彻学历教育与职业资格证书、技能证考试相结合的精神。

本套教材把职业资格证书、技能证考证的知识点与教材内容相结合,将实践教学体系与国家职业技能鉴定标准实行捆绑,设计了与数控(车、铣)等工种技能考证基本相同的教材体系和标准板块,安排了相应的考证训练题及考证模拟题,使学生在获得学分的同时,也能较容易地获得职业资格证书。

(5) 教材内容精炼。

本套教材以工程实践中“会用、管用”为目标,理论以“必需、够用”为度,对传统教材内容进行了精选、整合、优化和压缩,能更好地适应高职教改的需要。由于作了统一规划,相关教材之间内容安排合理,基础课与专业课有机衔接,全套教材具有系统性、科学性。

(6) 教材体系立体化。

为了方便老师教学和学生学习,本套教材提供了电子课件、电子教案、教学指导、教学大纲、考试大纲、题库、案例素材等教学资源支持服务平台。

教材的生命力在于质量,而提高质量是永恒的主题。希望教材的编委会及出版社能做到与时俱进,根据高职教育改革的形势及机电类专业技术发展的趋势,不断对教材进行修订、改进、完善,精益求精,使之更好地适应高等职业教育人才培养的需要,也希望他们能够一如既往地依靠业内专家,与科研、教学、产业第一线人员紧密结合,加强合作,不断开拓,出版更多的精品教材,为高等职业教育提供优质的教学资源和服务。

王键

2006年1月于长沙

(序作者为湖南省教育厅副厅长,教授、博士生导师)



前 言

本书总结近几年各职业院校的实际教学与教改情况,以“够用、实用、好用”为原则,由具有丰富专业教学经验及生产实际经验的双师型教师编写,博取众家之长,有不少独特之处。

本书充分体现了“理论够用,能力为本,应用型人才培养”的新世纪应用型人才培养的思想,本书采用目前广泛使用的 MasterCAM 9.0 版本为对象,全面详尽地介绍了目前最流行的微机级 CAD/CAM 一体化软件的特点、功能和使用方法。全书语言精简、表述明确,将教材的深度与广度有机的结合起来,并在各章节都精选了相应的思考与练习,便于教学及自学。

本书由湖南信息职业技术学院梁旭坤主编。全书共九章,第一章由湖南化工职业技术学院高永卫编写,第二章由梁旭坤编写,第三章由国防科学技术大学孙中柏编写,第四章由湖南工业职业技术学院廖志远编写,第五章由株洲职业技术学院王伟平编写,第六、九章由湖南信息职业技术学院朱红建编写,第七章由湖南网络工程学院许孔联编写,第八章由湖南信息职业技术学院李青云编写。感谢以上院校对本书编写的大力支持。

编者水平有限,书中不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

2006 年 3 月

目 录

第 1 章 CAD/CAM 技术概论	(1)
1.1 CAD/CAM 系统概述	(1)
1.2 CAD/CAM 系统图形处理与分析	(3)
1.3 CAD/CAM 系统几何建模和特征建模	(5)
1.4 计算机辅助工艺规程设计(CAPP)	(7)
1.5 常用的 CAD/CAM 软件介绍	(10)
第 2 章 MasterCAM 9.0 基础知识	(13)
2.1 软件概述	(13)
2.2 文件管理及文件转换	(21)
第 3 章 二维图形的创建与编辑	(29)
3.1 二维图形创建的基本命令	(29)
3.2 二维图形的修整	(50)
3.3 二维图形的转换	(57)
3.4 图形尺寸标注及图案填充	(62)
3.5 图形分析	(67)
3.6 二维绘图综合实例	(72)
第 4 章 三维线框模型及曲面的构建	(78)
4.1 构图平面、工作深度和图形视角的关系	(78)
4.2 三维线架模型的构建	(84)
4.3 曲面的种类	(90)
4.4 直纹(Ruled)、举升(Loft)曲面的构建	(91)
4.5 昆氏(Coons)曲面的构建	(93)
4.6 旋转(Revolve)曲面的构建	(95)
4.7 扫描(Sweep)曲面的构建	(96)
4.8 牵引(Draft)曲面的构建	(98)
4.9 曲面补正(Offset)	(99)
4.10 曲面的修整与延伸(Trim/Extend)	(101)
4.11 曲面倒圆角(Fillet)	(106)
4.12 曲面熔接	(112)
4.13 曲面曲线(Curve)	(117)

4.14 曲面构建实例	(123)
第5章 实体造型	(130)
5.1 三维实体创建	(130)
5.2 实体布林运算	(135)
5.3 三维实体修整	(136)
5.4 实体管理员	(139)
5.5 实体的其他功能简介	(140)
5.6 三维实体综合造型实例	(144)
第6章 CAM 加工概述及设置	(148)
6.1 CAM 加工概述	(148)
6.2 工作设置	(149)
6.3 各种加工形式的共同参数——刀具参数的设置	(155)
6.4 操作管理	(159)
第7章 二维加工	(171)
7.1 外形铣削	(171)
7.2 挖槽加工	(195)
7.3 钻孔加工	(204)
7.4 面铣削	(209)
7.5 2D 加工综合实例	(211)
第8章 三维加工	(227)
8.1 曲面加工共同参数设置	(227)
8.2 曲面粗加工	(231)
8.3 曲面精加工	(242)
8.4 曲面加工综合实例	(250)
第9章 其他功能菜单介绍	(261)
9.1 屏幕设置	(261)
9.3 公共管理	(266)
9.4 刀具路径编辑	(267)
附录 I MasterCAM 9.0 快捷功能键	(272)
附录 II MasterCAM 9.0 命令解说一览表	(274)
参考文献	(289)



第 1 章 CAD/CAM 技术概论

1.1 CAD/CAM 系统概述

电子计算机是当代科学技术发展的最重大成就之一，它的应用已遍及各个领域。在机械制造领域中，由于市场的竞争加剧，用户对各类产品的质量、价格，产品更新换代的速度，以及产品从设计、制造到投放市场的周期的要求越来越高，因此必须采用先进的制造技术。计算机技术与机械制造技术相互结合与渗透，产生了计算机辅助设计与辅助制造(Computer Aided Design and Manufacturing)这样一门综合性的应用技术，简称 CAD/CAM。CAD/CAM 技术的发展，是机械设计及制造领域的一次革命，它不仅改变了人们设计、制造产品的常规方式，有利于发挥设计人员的创造性，而且还将提高企业的管理水平和市场竞争力。

1.1.1 CAD/CAM 的发展历程

CAD/CAM 技术从产生到现在，大致经历了形成、发展、提高和集成等阶段。

(1) 孕育形成阶段(20 世纪 50 年代)

1951 年美国麻省理工学院(MIT)和 PARSONS 公司研制成功了数控三坐标铣床，通过不同的数控程序就可以实现对不同零件的加工，首次出现了现代柔性自动化制造的原型。随后麻省理工学院的伺服机构实验室又研制成功了批处理语言系统的数控自动编程系统 APT (Automatically Programming Tool)，该系统通过专用语言描述加工零件的几何形状及进刀和走刀方法，还有大量的辅助语句用于描述加工过程的各种工艺参数，如进给率、加工余量等，避免了手工处理大量复杂计算的工作。在此基础上，人们提出能否不描述走刀轨迹，而是直接描述零件本身？由此产生 CAD 的概念。

(2) 快速发展阶段(20 世纪 60 年代)

1962 年麻省理工学院林肯实验室的 I. E. Sutherland 发表了《人机对话图形通信系统》论文，他的论文首次提出了计算机图形学、交互技术及图形符号的存储采用分层的思想，为 CAD 技术提供了理论基础。随后相继出现了商品化的 CAD 设备和软件系统，例如美国的 IBM 公司开发了以大型计算机为基础的 CAD/CAM 系统，具有绘图、数控编程和强度分析等功能；洛克希德飞机公司的 CADAM 系统；还有通用汽车公司用于实现各阶段汽车设计的 DAC-1 系统等。而在制造领域，1962 年在机床数控技术的基础上研制成功了第一台工业机器人，实现了物料搬运的自动化；1966 年出现了用大型计算机直接控制多台数控机床的 DNC 系统。

(3) 成熟推广阶段(20 世纪 70 年代)

随着计算机硬件的发展，以小型计算机、超小型计算机为主机的 CAD 系统进入市场。同时，为了适应设计和加工的需要，三维几何处理软件也发展起来，出现了面向中小企业的商品化系统，70 年代末，美国辛辛那提公司研制了一条 FMS 系统，即柔性制造系统。

(4) 广泛应用阶段(20 世纪 80 年代)

超大规模集成电路的出现,使计算机硬件成本大幅下降,服务于 CAD/CAM 系统的相关外设也成为系列产品,为推动 CAD/CAM 技术向高水平发展提供了硬件保障,同时,微型计算机和超级微型机的使用使系统成本大大降低,而且,相应软件技术如数据库技术、有限元分析技术、计算机图形学、优化技术等相关技术也迅速提高,促进了 CAD/CAM 技术的推广和应用。在此期间,还相应发展了一些与制造过程相关的计算机辅助技术,例如计算机辅助工艺规程设计(CAPP)、计算机辅助质量控制与检测(CAQ)、计算机辅助工装设计等。80 年代末,人们在发展上述单项技术的同时,又开始计算机集成制造系统(CIMS)的研究,这是一种高柔性、高效益的智能化制造系统。

(5) 开放、集成化、智能化、标准化阶段(20 世纪 90 年代)

90 年代技术上最大的进展莫过于信息技术。信息高速公路和互联网的发展,把制造业带入了一个新的发展阶段,通过集成能最大限度地实现企业信息共享,建立新的企业运行方式,提高生产效率。智能化是将人工智能技术、专家系统引入到 CAD/CAM 领域中,使处理问题、解决问题的水平位于较高的水准,避免过多地依赖人工进行决策。最后随着 CAD/CAM 技术的发展和广泛应用,工业化标准的问题显得越来越重要,为了实现资源共享,要求不同系统之间能够方便地交换有关数据,就需要制定出相应的数据交换标准。完善的标准化体系是 CAD/CAM 技术发展的方向和目标。

我国的 CAD/CAM 技术研究和应用是从 20 世纪 60 年代开始的,最早应用于航空工业,现在已在机械、电子、建筑、汽车、航空、航天、轻工等领域广泛使用。

1.1.2 CAD/CAM 的基本概念

从计算机科学的角度看,设计与制造的过程是一个关于产品信息的产生、处理、交换和管理的过程。人们利用计算机对产品从构思到投放市场的整个过程中的信息进行分析和处理,运用各种数字信息和图形信息,进行产品的设计与制造。

由于 CAD/CAM 技术是一个发展着的概念,不同地区、不同国家的学者从不同的角度出发,对 CAD、CAM 内涵的理解也不完全相同。一般认为,CAD 是指工程技术人员用计算机硬件和 CAD 软件系统对产品或工程进行设计的方法与技术,包括分析、计算、设计、仿真、绘图等设计活动,它是一门多学科综合应用的新技术。需要注意的是,不应该把 CAD 与计算机辅助绘图、计算机图形学混淆起来。计算机辅助绘图是指使用图形软件和硬件进行绘图的一种技术,计算机图形学是研究通过计算机将数据转换为图形,并在专用设备上显示的原理、方法和技术的学科。计算机辅助绘图只是 CAD 的一个组成部分,其内涵比 CAD 内涵小得多。计算机图形学是一门独立的学科,其处理图形的理论与方法是构成 CAD 技术的重要基础。CAM 是利用计算机辅助完成产品制造的通称。它的定义有广义和狭义之分。广义的 CAM 是指利用计算机辅助完成从原材料到产品的全部制造过程,其中包括直接制造和间接制造过程。内容涉及计算机辅助制造的环境、辅助设计和制造的衔接,计算机辅助零件信息分类和编码的成组技术(GT),计算机辅助工艺设计和工艺规划(CAPP),计算机辅助工装设计,计算机数控技术(CNC),计算机辅助质量管理和质量控制,计算机辅助数控编程,计算机加工过程仿真,数控加工工艺,计算机辅助加工过程监控等。从狭义上讲,CAM 就是计算机辅助机械加工(Computer Aided Machining),也就是数控加工,其输入信息是零件的工艺路

线和工序的内容,输出信息是刀具加工时的运动轨迹和数控程序。数控编程和加工是计算机辅助制造的核心内容。将计算机辅助设计和计算机辅助制造集成在一起,称为 CAD/CAM 系统,如图 1-1 所示。

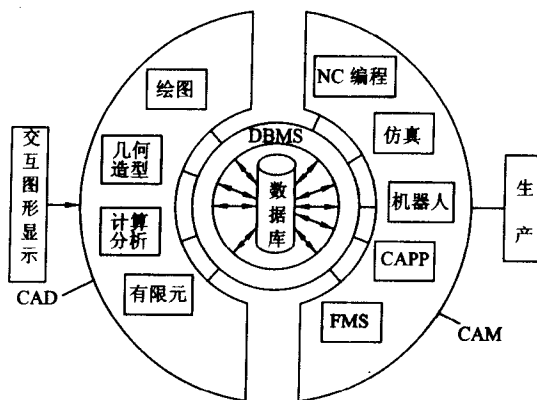


图 1-1 CAD/CAM 系统

本书将向读者介绍 MasterCAM 软件,该软件是由美国 CNC SOFTWARE 公司研制开发的基于微机的 CAD/CAM 一体化软件,它集二维绘图、三维实体、曲面设计、数控编程、刀具路径模拟及真实感模拟等功能于一体,是工业界和学校广泛采用的 CAD 和 CAM 系统。本书将从 CAD/CAM 狭义定义的内容上花费较大的篇幅,使读者能够真正掌握计算机辅助制造在工作实际中的应用。

1.2 CAD/CAM 系统图形处理与分析

1.2.1 图形处理的基本概念

计算机辅助图形处理技术是 CAD/CAM 的重要组成部分。它的发展有力地推动了 CAD/CAM 的研究和发展,为 CAD/CAM 提供了高效的工具和手段;而 CAD/CAM 的发展又不断对其提出新的要求和设想,因此,CAD/CAM 的发展与计算机辅助图形处理技术的发展有着密不可分的关系。

计算机辅助图形处理就是利用计算机存储、生成、处理和显示图形对象,而图形对象可能是矢量图形也可能是点阵图形,矢量图形是计算机生成的图线、明暗曲面、符号、字符等构成的图形,在计算机内部存储的信息是图形元素的形状参数和属性参数;而我们常说的图像,如照片、位图、图片等都属于点阵图形,在计算机内部存储的信息是构成点阵的所有点的灰度和色彩。

CAD/CAM 系统图形处理主要是针对矢量图形的处理,其主要功能之一是由计算机内的数据生成与之对应的图形,并显示在显示器上;另一种主要功能则是对图形的各种处理,如图形的几何变换、投影、消隐等,如图 1-2 所示。

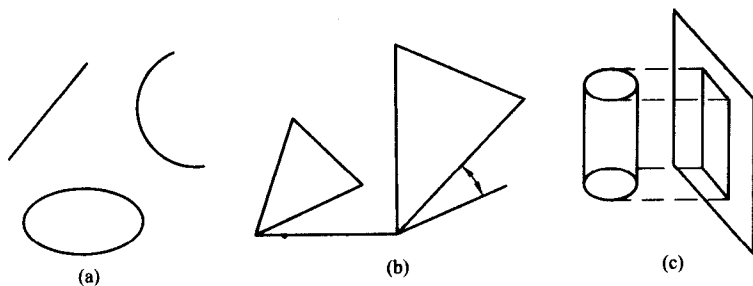


图 1-2 CAD/CAM 系统图形处理功能示例

(a) 图形显示; (b) 几何变换; (c) 投影变换

1.2.2 CAD/CAM 图形软件的功能

(1) 定义窗口与视区: 它定义用户作图区域与屏幕显示区域或绘图区域, 并能进行两者的坐标变换。

(2) 图形描述: 它包括画点、线、圆、圆弧、矢量、字符文本等基本能力以及绘制相应的多边形、椭圆、曲线等功能, 并能进行几何计算(如求交点、切点等)与捕捉相应位置参量, 进行尺寸标注。

(3) 图形编辑与变换: 对已有图形进行删除、修改、完善, 实现对图形的各种几何变换, 如缩放、平移、旋转、投影、透视等。

(4) 图形控制: 它包括显示控制、图形的初始化、图形输出控制等。

(5) 图形文件处理: 对于一些比较复杂的图形的集合, 可分别将不同方位或不同内容的图形定义成文件(或“块”)的方式进行处理, 从而提高图形的处理效率。

(6) 交互处理功能: 由于 CAD 的过程常常是一个反复试探、修改的过程, 这就要求所用图形软件具有交互处理图形的能力, 人机界面友好。

1.2.3 图形处理技术与算法

计算机图形处理涉及的技术和算法相当丰富, 大致可分为以下几类:

(1) 图形生成技术与算法: 包括基本图形元素的生成、自由曲线和曲面的生成、图形元素的求交以及集合运算; 不同字体中, 西文的点阵表示及矢量字符的生成等。

(2) 图形的编辑修改技术和算法: 图形的编辑修改是 CAD/CAM 系统图形处理的基本内容之一。通过编辑修改, 可以截取落在指定区域内的图形, 可以由简单图形生成复杂图形, 可以实现二维和三维图形之间的转换, 甚至可以对静态图形通过快速变换而获得动态图形。常用的图形编辑修改技术包括图形裁剪、窗口、视区变换, 二、三维图形几何变换等, 因本书篇幅所限, 其具体的原理和计算请参考其他书目。

(3) 真实图形技术: 包括消隐、明暗效应、阴影、纹理处理、透明度、光线跟踪等描述图形的各种技术和算法。

1.2.4 图形生成方法

图形生成方法决定了计算机绘图的作用和效率, 主要有以下四种方式:

1. 交互式准确绘图

这是指在交互式绘图系统的支持下,将图形上的所有基本图形元素按照给定尺寸逐一绘出,不分先后,没有约束。这种方法比较简单,但生成的图形无法通过尺寸参数加以修改。

2. 程序参数化绘图

这是针对某一常用图形建立图形与尺寸参数之间的约束关系,用尺寸参数作为变量编制绘图程序存入图形库中,当需要时,用户可以调用子程序,按提示给尺寸赋值,即可得到所需规格的形似图形。

3. 交互式参数化绘图

首先绘制图形草图,然后给定必要的尺寸约束和几何约束,最后根据给定约束驱动产生准确绘图。这种绘图方法既有交互式绘图的灵活性,又具有程序参数化绘图的高效性,已经成为目前计算机绘图系统的主流工作方式,如 Pro/E、UG II 等著名的 CAD 系统。

4. 三维实体投影自动生成工程图

首先利用三维 CAD/CAM 系统建立三维实体模型,然后人机交互设定图纸大小、视图投影方向和位置、剖视图的类型、剖面线的位置等参数,由 CAD/CAM 系统自动生成二维工程图,最后进行必要的修改,补充标注尺寸、公差、技术要求等。该方法解决了二维绘图中截交线、投影线难求的问题,还能保证三维模型与二维图形之间尺寸参数的一一对应,实现修改关联。

1.3 CAD/CAM 系统几何建模和特征建模

1.3.1 几何建模

1. 定义

几何建模也称几何造型。它是通过计算机表示、控制、分析和输出几何实体的技术,是 CAD/CAM 技术发展的一个新阶段。

当人们看到三维客观世界中的事物时,对其有个认识,且将这种认识描述到计算机内部,让计算机理解,这个过程称为建模。所谓几何建模就是以计算机能够理解的方式,对几何实体进行确切的定义,赋予一定的数学描述,再以一定的数据结构形式对所定义的几何实体加以描述,从而在计算机内部构造一个实体的模型。通过这种方法定义、描述的几何实体必须是完整的、唯一的,而且能够从计算机内部的模型上提取该实体生成过程中的全部信息,或者能够通过系统的计算分析自动生成某些信息。通常把能够定义、描述、生成几何实体,并能交互编辑的系统称为几何建模系统,它是集理论知识、应用技术和系统环境与一体的。计算机集成制造系统的水平很大程度上取决于三维几何建模系统的功能,因此,几何建模技术是 CAD/CAM 系统中的关键技术。

产品的设计与制造涉及到产品的几何形状的描述、结构的分析、工艺设计、加工仿真等方面的技术,其中几何形状的定义与描述是其他部分的基础,为诸如结构分析、工艺设计及加工提供基本数据。几何建模的方法是将对实体的描述和表达建立在对几何信息、拓扑信息处理的基础上。几何信息是实体在空间的形状、尺寸及位置的描述;拓扑信息是描述实体各分量的数目及相互之间的关系。根据对这两方面信息的描述及存储方法的不同,三维几何建模系统可划分为线框建模、曲面建模和实体建模三种主要类型,如图 1-3 所示。

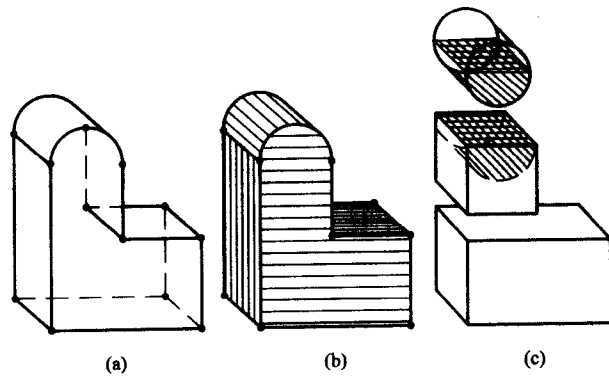


图 1-3 三维几何建模系统的分类

(a) 线框建模; (b) 曲面建模; (c) 实体建模

2. 线框建模

线框建模是 CAD/CAM 发展中应用最早的三维建模方法。线框建模是由一系列的点、直线、圆弧及某些二次曲线组成,描述的是产品的轮廓外形。线框建模的数据结构是表结构,计算机存储的是该物体的顶点和棱边信息,将物体的几何信息和拓扑信息层次清楚地记录在表中。

3. 曲面建模

曲面建模是通过对实体的各个表面或曲面进行描述而构造实体的一种建模方法。建模时,先将复杂的外表面分解成若干个组成面,然后定义出一块块的基本面素,基本面素可以是平面或二次曲面,例如圆柱面、圆锥面、圆环面、回转面等,通过各面素的连接构成了组成面,各组成面的拼接就是所构造的模型。图 1-4 所示为表面建模的一个实例。

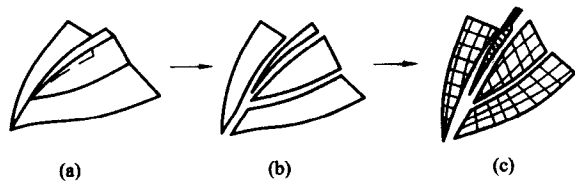


图 1-4 曲面拼接

(a) 实体; (b) 外表面分解; (c) 定义基本面素

4. 实体建模

线框建模和曲面建模在完整、准确地表达实体形状方面各有其局限性,要想唯一地构造实体的模型,还需采用实体建模的方法。

实体建模是采用实体对客观事物进行描述的一种方法。它是通过定义基本体素,利用体素的集合运算或基本变形操作构造所需要的实体,其特点在于覆盖三维立体的表面与其实体同时生成。利用这种方法,可以完整地、清楚地对物体进行描述,并能实现对可见边的判断,具有消隐的功能。由于实体建模能够定义物体的内部结构形状,因此,可以完整地描述物体的所有几何信息,是当前普遍采用的建模方法。

1.3.2 特征建模

1. 特征建模的概念

以几何学为基础的三维几何建模,只较详细地描述了物体的几何信息和相互之间的拓扑