



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

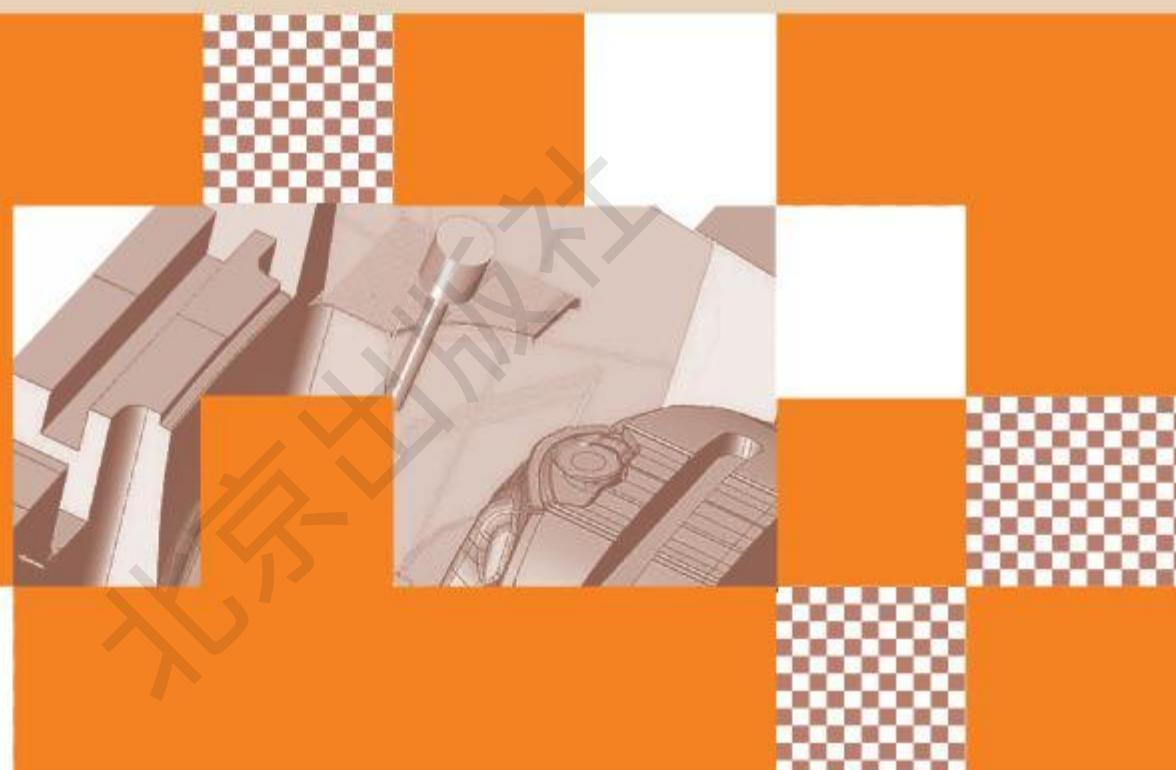
CAD / CAM 技术应用（数控铣削）

主 编 王元平

CAD\CAM 技术应用（数控铣削）

主编 王元平

CAD / CAM JISHU YINGYONG (SHUKONG XIXIAO)



北京出版集团公司
北京出版社

北京出版集团公司
北京出版社

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 技术应用 : 数控铣削 / 王元平主编. -- 北京 : 北京出版社, 2015.4 (2022 重印)
“十二五”职业教育国家规划教材
ISBN 978-7-200-11391-4

I. ①C… II. ①王… III. ①数控机床—铣削—程序设计—职业教育—教材 IV. ①TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 117838 号

CAD/CAM 技术应用 (数控铣削)

CAD/CAM JISHU YINGYONG (SHUKONG XIXIAO)

主 编: 王元平
出 版: 北京出版集团公司
北 京 出 版 社
地 址: 北京北三环中路 6 号
邮 编: 100120
网 址: www.bph.com.cn
总 发 行: 北京出版集团公司
经 销: 新华书店
印 刷: 定州市新华印刷有限公司
版 次: 2015 年 4 月第 1 版 2022 年 6 月修订 2022 年 6 月第 2 次印刷
开 本: 787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张: 17
字 数: 282 千字
书 号: ISBN 978-7-200-11391-4
定 价: 35.80 元

质量监督电话: 010-82685218 010-58572341 010-58572393

目 录

单元一 CAD/CAM 技术认知	1
工作任务 1 CAD/CAM 技术概述	2
工作任务 2 CAXA2013r2 制造工程师基础	8
单元二 零件特征造型实例	20
工作任务 1 拉伸基本实体——零件设计——凸台	21
工作任务 2 旋转基本实体——零件设计——主轴	26
工作任务 3 放样基本实体——零件设计——麻花形送料辊	34
工作任务 4 导动特征应用——零件设计——内管螺纹	42
工作任务 5 筋板特征基本实体——零件设计——轴承座类	49
工作任务 6 孔和阵列特征的应用——零件设计——盘盖类零件	62
工作任务 7 空间曲线和曲面应用——箱体类零件造型	76
工作任务 8 实体布尔运算——连杆造型设计——模具类设计	88
单元三 CAXA 制造工程师零件设计与加工	102
工作任务 1 零件加工——中级考证类题型 (1)	103
工作任务 2 零件加工——中级考证类题型 (2)	133
工作任务 3 零件加工——高级考证类题型 (1)	168
工作任务 4 零件加工——高级考证类题型 (2)	203
单元四 后置设置与工艺处理	240
参考答案	259
参考文献	262

单元一

CAD/CAM 技术认知

CAD (Computer Aided Design , 计算机辅助设计) 和 CAM (Computer Aided Manufacturing, 计算机辅助制造) 为现代工程设计及制造提供了很大便利，在为企业节约成本的同时，也提高了劳动生产率和产品质量。本单元通过对 CAD/CAM 技术简单介绍，让读者对 CAD/CAM 技术有一定认识。

对于 CAD/CAM 技术应用，这里以常用的 CAXA 制造工程师软件为平台进行介绍。CAXA 制造工程师广泛应用于机械、电子、船舶、航空、航天等行业，是教育部、人力资源和社会保障部、科技部指定考试和比赛的软件。在学习 CAXA 制造工程师时，要注意在新的版本中增加的功能，必须掌握经常用到的基本功能。如图 1-1 所示为 CAXA2013r2 制造工程师软件。



图 1-1 CAXA2013r2 制造工程师软件

工作任务 1

CAD/CAM 技术概述

任务描述 >>

本任务主要介绍 CAD/CAM 技术以及 CAD/CAM 技术在行业中的应用。CAD/CAM 强大的功能对现代化工业的影响非常明显，只有掌握 CAD/CAM 技术应用方可实现一体化的管理系统。

任务目标 >>

- 了解 CAD/CAM 技术的概念。
- 掌握 CAD/CAM 技术的应用。
- 了解 CAD/CAM 技术的发展。

知识链接 >>

1. 什么是 CAD/CAM 技术

CAD 是计算机辅助设计英文写法 Computer Aided Design 的缩写；CAM 是计算机辅助制造英文写法 Computer Aided Manufacturing 的缩写。

CAD/CAM 技术就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操作，再利用计算机辅助完成从生产准备工作到产品制造过程中直接和间接的各种活动。

2. CAD/CAM 技术系统组成

CAD/CAM 系统组成：人，有着不可替代的主导作用；硬件，是基础，包括主机、计算机外部设备以及网络通信设备等；软件，是核心，决定系统性能的优劣，包括操作系统、支撑软件、应用软件等。硬件系统又分为计算机、加工设备、辅助设备；软件系统又分为应用软件、支持软件、系统软件。如图 1-2 所示。

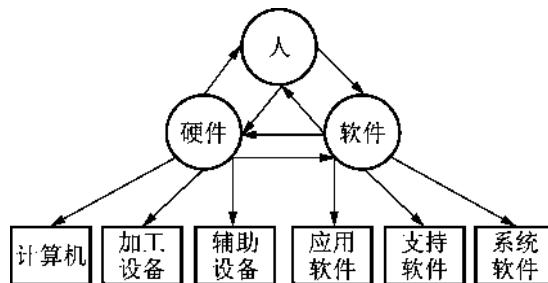


图 1-2 CAD/CAM 系统组成

3. CAD/CAM 技术不同时期的发展

我们知道计算机的产生和发展，给工业发展带来很大冲击，特别对技术要求更高、

更细致精密，而且质量和效率要求越来越高，很多企业为节约成本进而用计算机操控，从而就有了 CAD/CAM 的产生和发展，如图 1-3 所示为 CAD/CAM 的发展历程。

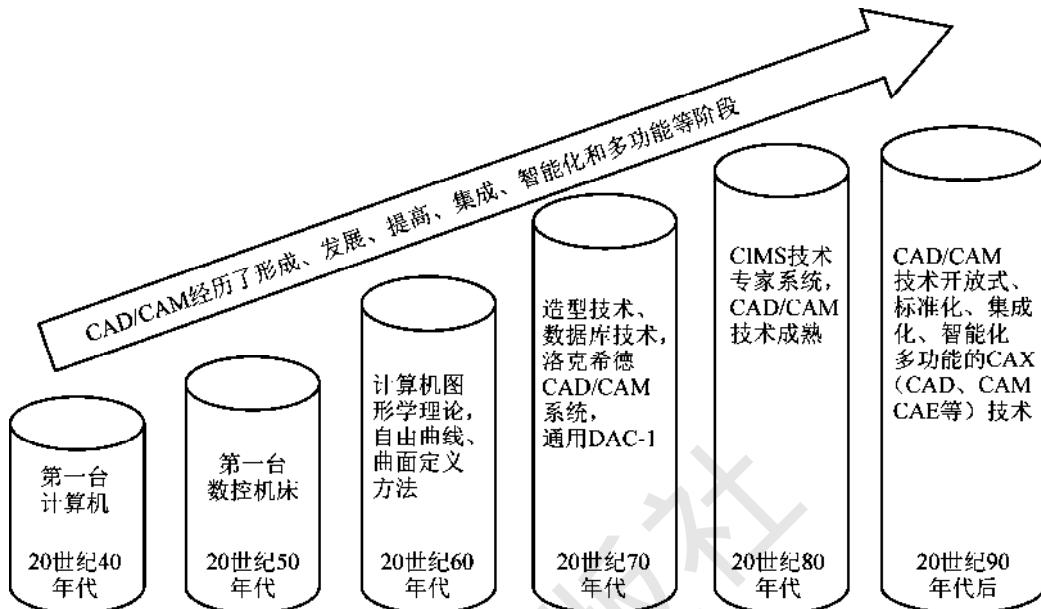


图 1-3 CAD/CAM 的发展历程

CAD/CAM 技术的准备和酝酿时期：在 20 世纪 40 年代制造业提出采用数字控制进行机械加工的想法，被动式的图形处理是这个阶段 CAD 技术的特征。

CAM 中的核心技术是数控技术，编制零件加工程序是数控技术应用的重要环节，20 世纪 50 年代初期，美国开始了数控自动编程技术——APT 语言的研究，形成了早期的 CAM 系统。60 年代，CAD 技术得到蓬勃发展并进入应用时期，这个阶段提出了计算机图形学、交互技术、分层存储符号的数据结构等新思想，从而为 CAD 技术的进一步发展和应用打下了理论基础。

20 世纪 60 年代开发了编程机及部分编程软件：FANUC、Siemens 编程机。1965 年美国洛克希德飞机制造公司在 IBM 公司支持下推出了全球第一套基于大型机的商品化 CAD/CAM 系统。70 年代 CAD 技术进入广泛使用时期，1970 年美国 Applicon 公司首先推出了面向企业的 CAD 商品化系统。接着 CAD/CAM 硬件系统开始进入商品化市场，图形输入和输出设备和相应的 CAD/CAM 软件相继产生。80 年代 CAD/CAM 技术进入迅猛发展时期，这个阶段的技术特征是 CAD/CAM 技术从大中型企业向小规模企业扩展；从发达国家向发展中国家扩展；从用于产品设计向用于工程设计和工艺设计发展。90 年代以后 CAD/CAM 技术进入开放式、标准化、集成化和智能化的发展时期，这个阶段的 CAD/CAM 技术都具有良好的开放性，图形接口、功能日趋标准化。

目前，CAD/CAM 技术已经成为 CAX (CAD、CAE、CAM 等) 体系的重要组成部分，可以直接在 CAD 系统上建立起来的参数化、全相关的三维几何模型 (实体 + 曲面) 上进行加工编程，生成正确的加工轨迹。典型的 CAD/CAM 系统有 UG、Pro/E、Cimatron、MasterCAM、CAXA 等。将来 CAD/CAM 技术只有采用面向模型、面向工艺特征的一整

4 / CAD/CAM 技术应用（数控铣削）

套系统，才能够突破自动化、智能化的现有水平。

CAD 体系结构大体可分为基础层、支撑层和应用层三个层次。基础层由计算机及外围设备和系统软件组成。随着网络的广泛使用，异地协同虚拟 CAD 环境将是 CAD 支撑层的主要发展趋势。应用层针对不同应用领域的需求，有各自的 CAD 专用软件来支援相应的 CAD 工作。

4. CAD 技术的发展趋势

(1) 标准化。CAD 软件一般应集成在一个异构的工作平台之上，只有依靠标准化技术才能解决 CAD 系统支持异构跨平台的环境问题。目前，除了 CAD 支撑软件逐步实现 ISO 标准和工业标准外，面向应用的标准零部件库、标准化设计方法已成为 CAD 系统中的必备内容，且向合理化工程设计的应用方向发展。

(2) 智能化。设计是一个含有高度智能的人类创造性活动领域，智能 CAD 是 CAD 发展的必然方向。从人类的认识和思维的模型来看，现有的人工智能技术模拟人类的思维活动明显不足。因此，智能 CAD 不仅是简单地将现有的智能技术与 CAD 技术相结合，更重要的是深入研究人类设计的思维模型，最终用信息技术来表达和模拟它，才会产生高效的 CAD 系统，从而为人工智能领域提供新的理论和方法。CAD 的这个发展趋势，将对信息科学的发展产生深刻的影响。

5. CAM 技术的发展趋势

(1) 面向对象、面向工艺特征的结构体系。传统 CAM 曲面为目标的结构体系将被改变成面向整体模型（实体）、面向工艺特征的结构体系。系统将能够按照工艺要求自动识别并提取所有的工艺特征及具有特定工艺特征的区域，使 CAD/CAM 的集成化、自动化、智能化达到一个新的水平。

(2) 基于知识的智能化系统。未来的 CAM 系统不仅可继承并智能化地判断工艺特征，而且具有模型对比、残余模型分析与判断功能，使刀具路径更优化，效率更高。同时也具有对工件包括夹具的防过切、防碰撞功能，提高操作的安全性，更符合高速加工的工艺要求，并开放工艺相关联的工艺库、知识库、材料库和刀具库，使工艺知识积累、学习、运用成为可能，使相关性编程成为可能。尺寸相关、参数式设计等 CAD 领域的特性，有希望被引入 CAM 系统之中。目前，以 Delcam 公司的 PowerMILL 及 WorkNC 为代表，采用面向工艺特征的处理方式，系统以工艺特征提取的自动化来实现 CAM 编程的自动化。当模型发生变化后，只要按原来的工艺路线重新计算，即实现 CAM 的自动修改。由计算机自动进行工艺特征与工艺区域的重新判断并全自动处理，使相关性编程成为可能。目前已有成熟的产品上市，并被北美、欧洲等发达国家的模具界所接受。由于 CAM 系统专业化、智能化、自动化水平的提高，将导致机侧编程方式的兴起，将改变 CAM 编程与加工人员及现场分离的现象。

(3) 提供更方便的工艺管理手段。CAM 的工艺管理是数控生产中至关重要的一环，未来 CAM 系统的工艺管理树结构，为工艺管理及时修改提供了条件。较领先的 CAM 系统已经具有 CAPP 开发环境或可编辑式工艺模板，可由有经验的工艺人员对产品进行工

艺设计, CAM 系统可按工艺规程全自动批次处理。据报道, 未来的 CAM 系统将能自动生成图文并茂的工艺指导文件, 并能以超文本格式进行网络浏览。

6. CAD/CAM 技术系统的主要功能

CAD/CAM 技术系统的主要功能有工程制图、几何建模、工程分析、工艺规程、数控编程、模拟仿真、数据管理等, 如图 1-4 所示。

(1) 现在的 CAD/CAM 系统, 一方面应具备从几何造型的三维图形直接向二维图形转换的功能; 另一方面, 还需有处理二维图形的能力。包括基本图元的生成, 标注尺寸, 图形的编辑处理(比例变换、平移、图形拷贝、图形删除等)以及显示控制、附加技术条件等功能, 保证图形的生成符合生产要求, 也符合国家规定的图样文件。

(2) 几何建模是 CAD/CAM 系统的核心, 产品模型就是产品设计者思想表达的体现, 是设计者对产品设计构思的阶段, 使系统能描述基本几何实体及实体间的关系; 提供基本体素、构造实体的多种造型方法, 以便为用户提供所设计产品的几何形状、大小, 进行零件的结构设计以及零部件的装配; 能动态地显示三维图形, 解决三维几何建模中复杂的空间布局问题; 同时还能进行消隐、色彩浓淡处理等。利用几何建模的功能, 用户不仅能构造各种产品的几何模型, 还能够随时观察、修改模型, 或检验零部件装配的结果。为产品的设计、制造提供基本数据, 同时为其他模块提供原始信息。几何建模所定义几何模型的信息可供有限元分析、绘图、仿真、加工等模块调用。系统总体与外界进行信息传递与交换的基本功能是靠硬件提供的, 而系统所能解决的具体问题是靠软件保证的。另外在几何建模模块内, 不仅能构造规则形状的产品模型, 对于表面复杂的造型, 系统也可采用曲面造型或雕塑曲面造型的方法, 根据给定的离散数据或有关具体工程问题的边界条件来定义、生成、控制和处理过渡曲面, 或用扫描的方法得到扫视体、建立曲面的模型。小至 U 盘插套、手机机壳、液晶显示器机体, 大到汽车车身、飞机机翼、巨型船舶船体等设计制造, 均可采用此种方法。

(3) CAD/CAM 系统具有工程分析功能。产品的形状模型构造了之后, 能够根据产品的几何形状, 计算出相应的体积、表面积、质量、重心位置、转动惯量等几何特性和物理特性, 为系统进行工程分析和数值计算提供必要的基本参数。CAD/CAM 中的结构分析尚需进行应力、温度、位移等计算; 图形处理中变换矩阵的运算; 体素之间的交、并、差运算等; 在工艺规程设计中有工艺参数的计算。故要求 CAD/CAM 系统对各类计算分析的算法正确、全面, 且数据计算量大, 还要有较高的计算精度。

(4) CAD/CAM 工艺规程设计是为产品的加工制造提供指导性的文件, 是 CAD 与 CAM 的中间环节。根据建模后生成的产品信息及制造要求, 能决策或自动决策加工该产品所采用的加工方法、加工步骤、加工设备及加工参数。其结果一方面能被生产实际所用,

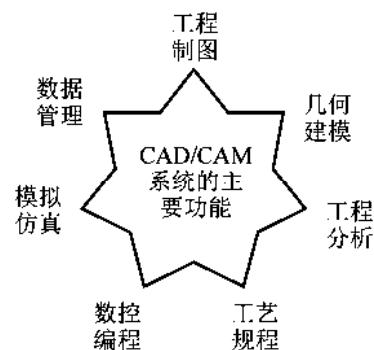


图 1-4 CAD/CAM 系统的主要功能

6 / CAD/CAM 技术应用（数控铣削）

生成工艺卡片文件，另一方面能直接输出一些信息，为 CAM 中的 NC 自动编程系统接收、识别，直接转换为刀位文件。

(5) 数控编程。数控机床是由计算机控制的，而计算机又必须通过加工程序来控制机床。零件加工程序是控制机床运动的源程序，它提供编程需要的零件加工时机床各种运动和操作的全部信息，主要有加工工序各坐标的运动行程、速度、联动状态、主轴的转速和转向、刀具的更换、切削液的打开和关闭以及排屑等。数控编程的主要内容有：分析零件图样、确定加工工艺过程、进行数学处理、编写程序清单、制作控制介质、进行程序检查、输入程序以及工件试切。

(6) 模拟仿真。在数控程序编制过程中出错是经常可能发生的，若输入导致发生进给方向的错误及切削深度和机床功率的超载的程序，就会导致刀具、机床的损坏等。对产品从设计到制造的整个过程进行动态仿真，即在产品设计之后投入生产之前，可以模拟出产品制造的全过程。借助于动态仿真系统，可以将数控程序的执行过程在屏幕上显示出来，从软件上实现零件的试切过程。利用动态仿真系统可以检查程序结构错误、语法错误和词法错误。动态仿真系统可以动态模拟加工的全过程，还可以对给定的工艺极限值进行监控检测。

在 CAD/CAM 系统内部，建立一个工程设计的实际系统模型，如机构、机械手、机器人等，通过进行动态仿真，代替、模拟真实系统的运行，用以预测产品的性能、产品的制造过程和产品的可制造性。如数控加工仿真系统，从软件上实现零件试切的加工模拟，就可避免现场调试带来的人力、物力的投入以及加工设备损坏的风险，减少制造费用，缩短产品设计周期。通常有加工轨迹仿真，机构运动学模拟，机器人仿真，工件、刀具、机床的碰撞、干涉检验等。

(7) 工程数据管理。CAD/CAM 系统中数据量大、种类繁多，有几何图形数据、属性语义数据；有产品定义数据、生产控制数据；有静态标准数据、动态过程数据。数据结构一般都较复杂，故 CAD/CAM 系统应能对各类数据提供有效的管理手段，支持工程设计与制造全过程的信息流动与交换。CAD/CAM 系统通常采用工程数据库系统作为统一的数据管理环境，实现各种工程数据的管理。

7. CAD/CAM 作业过程

产品生成过程：指产品从需求分析开始，经过设计、制造变成可供用户使用的成品。CAD/CAM 作业过程，是一个整体的工程系统作业，它包括了产品设计构思、计算机辅助设计、快速原型制造、计算机辅助工艺规划、计算机 NC 编程、模拟制造、实际制造、产品完成。作为技术人员必须熟悉整个系统作业过程，其中整个过程的核心还是 CAD 产品设计和 CAM 数控加工，如图 1-5 所示是 CAD/CAM 的作业过程。

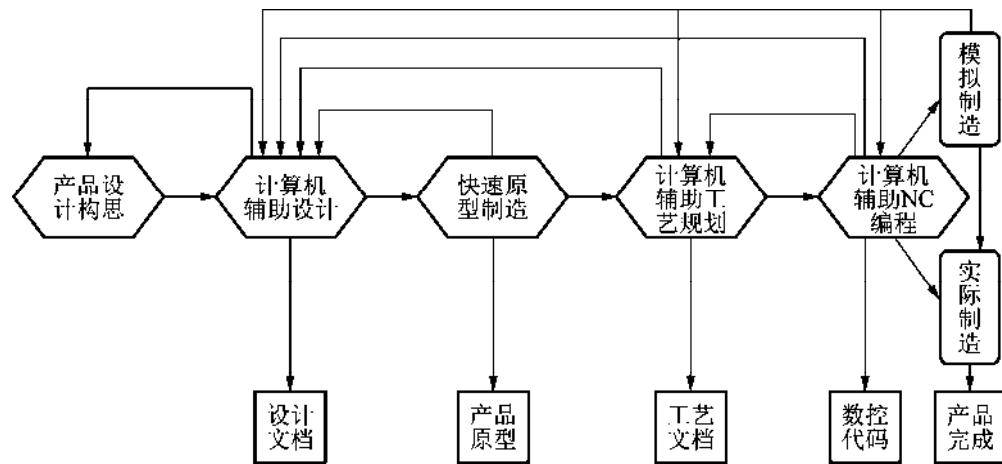


图 1-5 CAD/CAM 的作业过程

8. 常用 CAD/CAM 软件

经济的快速发展推动着 CAD/CAM 技术的快速发展、更新、完善，功能也是越来越强大。在不同领域的 CAD/CAM 软件有其各自独特的技术特点，应用也非常广泛，表 1-1 中为几种 CAD/CAM 常用到的软件。

表 1-1 几种 CAD/CAM 常用到的软件

软件名称	研发单位	主要功能特点	应用对象	网址
CADA	美国洛克希德飞机公司	工程制图、修改图纸、几何分析、构造模型、NC 编程	飞机制造	http://www.CADA.com
CATIA	法国 DASSAULT 飞机公司	实体建模、钣金设计、曲面设计、仿真优化、应力分析、数据转换、二次开发、NC 编程	航空航天	http://www.DASSAULT.com
UG	美国 UGS	工程制图、曲面造型、特征建模、工程分析、二次开发、NC 编程	汽车、船舶、航空航天	http://www.UGS.com
PRO-E	美国 PTC	参数化设计和特征功能、具有单一数据库	机械制造	http://www.PTC.com
CAXA	中国 CAXA	工程制图、产品设计、仿真加工、NC 编程	加工制造	http://www.CAXA.com
AUTOCAD	美国 AUTODESK	工程制图、特征建模	工业制图	http://www.AUTODESK.com
CIMATRON	以色列 CIMATRON	模具设计、电极、冲模制造、制鞋、逆向工程、NC 编程	模具设计与制造	http://www.CIMATRON.com
SOLID WORKS	美国 SOLID WORKS	实体建模、曲面设计、流体分析、标准数据库	模具制造	http://www.SOLID WORKS.com

任务小结

CAD/CAM 技术是现代制造业的核心技术，经历几十年的应用与发展，从简单的设计到参数化建模，再到制造出产品，发展速度非常快。随着技术的不断提高必然会产生更完美的一体化的系统。CAD/CAM 一体化技术是当前产品设计制造的技术平台，CAD/CAM 技术发展具有智能化，可实现工程设计的协同、工程数据的管理、设计资源的共享、虚拟设计和制造，也是当前 CAD/CAM 技术的发展方向。CAD/CAM 软件在不同的领域，特点也不尽相同，职业技术人员只有具备更加专业的知识，选择好软件并能熟练掌握软件的应用，才能适应市场的发展。

综合测试题

1. CAD/CAM 技术系统由哪几部分组成？
2. CAD/CAM 技术系统主要功能有哪些？
3. 简述 CAD/CAM 作业过程。

工作任务 2

CAXA2013r2 制造工程师基础

任务描述 >>

本任务主要介绍 CAXA 软件的发展和应用，CAXA 制造工程师启动的界面和文件保存及文件格式类型。用户必须熟悉 CAXA 制造工程师的菜单调用及按钮功能，进而根据个人习惯进行系统参数的个性化设置。

任务目标 >>

- 会进行 CAXA 的启动、主界面认知和文件管理。
- 会进行 CAXA 各个工具栏的调用和简单设置。
- 掌握常用快捷键的使用和常用按钮功能。

知识链接 >>

CAXA 制造工程师是北航海尔软件有限公司研制开发的全中文、面向数控铣床和加工中心的三维 CAD/CAM 软件。CAXA 制造工程师软件为数控加工行业提供了从造型设计到加工代码生成、校验一体化的全面解决方案。

一、CAXA 制造工程师功能特点

(1) 方便的特征实体造型。采用精确的特征实体造型技术，可将设计信息用特征术

语来描述，简便而准确。通常的特征包括孔、槽、型腔、凸台、圆柱体、圆锥体、球体和管子等，CAXA 制造工程师可以方便地建立和管理这些特征信息。实体模型的生成可以用增料方式，通过拉伸、旋转、导动、放样或加厚曲面来实现，也可以通过减料方式，从实体中减掉实体或用曲面裁剪来实现，还可以用等半径过渡、变半径过渡、倒角、打孔、增加拔模斜度和抽壳等高级特征功能来实现。

(2) 强大的 NURBS 自由曲面造型。CAXA 制造工程师从线框到曲面，均提供了丰富的建模手段。可通过列表数据、数学模型、字体文件及各种测量数据生成样条曲线，通过扫描、放样、拉伸、导动、等距、边界网络等多种形式生成复杂曲面，并可对曲面进行任意裁剪、过渡、拉伸、缝合、拼接、相交和变形等，建立任意复杂的零件模型。通过曲面模型生成的真实感图，可直观显示设计结果。

(3) 灵活的曲面实体复合造型。基于实体的“精确特征造型”技术，使曲面融合进实体中，形成统一的曲面实体复合造型模式。利用这一模式，可实现曲面裁剪实体、曲面生成实体、曲面约束实体等混合操作，是用户设计产品和模具的有力工具。

(4) 高效数控加工。CAXA 制造工程师集 CAD 和 CAM 为一体，可直接对曲面、实体模型进行一致的加工操作。支持轨迹参数化和批处理功能，更能提高工作效率。支持高速切削，大幅度提高加工效率和加工质量，通用的后置处理可向任意数控系统输出加工代码。

a. 可加工两轴到三轴的数控加工，支持四轴到五轴加工。多样化的加工方式可以安排从粗加工、半精加工到精加工的加工工艺路线。四轴到五轴加工模块提供曲线加工、平切面加工、参数线加工、侧刃铣削加工等。

b. 系统支持高速切削工艺以提高产品精度、降低代码数量，使加工质量和效率大大提高。

c. 参数化轨迹编辑和轨迹批处理，用户只需选中已有的数控加工轨迹，修改原定义的加工参数，即可重新生成加工轨迹。也可以先定义加工轨迹参数，而不立即生成轨迹，工艺设计人员可先将大批加工轨迹参数事先定义而在某一集中时间批量生成，这样可合理地优化工作时间。

d. 独具特色的加工仿真与代码验证，可直观、精确地对加工过程进行模拟仿真、对代码进行反读校验。仿真过程中可以随意放大、缩小、旋转，便于观察细节，可以调节仿真速度；能显示多道加工轨迹的加工结果。仿真过程中可以检查刀柄干涉等情况。

e. 加工工艺控制，可以更方便地控制加工过程，使编程人员的经验得到充分的体现。

f. 通用的后置处理，支持 Siemens、FANUC 等多种主流机床控制系统。CAXA 制造工程师提供常见数控系统的后置格式，用户可以定义专用的数控系统的后置处理格式，可生成详细加工工艺清单，方便 G 代码应用和管理。

(5) 数据接口流行。CAXA 软件提供了丰富的数据接口适应市场上流行的三维 CAD 软件，基于曲面的 DXF 和 IGES 标准图形接口，基于实体的 STEP 标准数据接口等。这些接口保证了与世界流行的 CAD 软件进行双向数据交换，使企业可以跨平台和跨地域与合作伙伴实现虚拟产品开发和生成。

(6) 有待开发、开放的 2D、3D 平台。通过这些平台用户可实现个性化和专业化，可以开发出更全新的产品。

二、CAXA 制造工程师的启动和文件管理

1. CAXA 制造工程师启动界面

目前在市场上的最新版本是 CAXA2013r2 制造工程师，在桌面上左键双击快捷方式“CAXA2013r2 制造工程师”图标，或者右击选择打开，也可以在系统开始菜单中选择打开，当画面显示 CAXA2013r2 制造工程师界面时就启动了，如图 1-6 所示。



图 1-6 CAXA 制造工程师启动界面

2. CAXA 制造工程师文件的打开和保存

CAXA 制造工程师和其他的软件一样在启动运行后进入操作的主界面，如图 1-7 所示。在“文件”下拉菜单中实现文件的管理，用户可以选择对文件打开和保存，如图 1-8 所示。

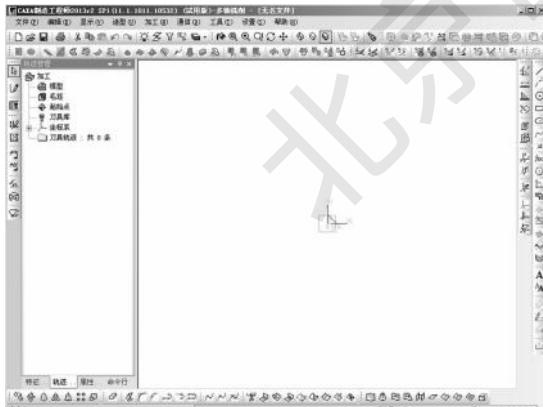


图 1-7 CAXA 制造工程师操作主界面



图 1-8 文件的打开和保存

重点提示： 打开和保存文件也可以通过标准工具栏中的打开和保存按钮进行文件的管理。

三、CAXA 制造工程师工具栏的调用和简单设置

1. 主界面

CAXA 制造工程师操作界面中的各种应用功能是通过菜单和工具栏驱动，状态栏指

导用户进行操作，并提示当前状态和所处位置，导航栏记录了历史操作和信息交流关系，绘图区显示各种功能操作的结果，同时绘图区和导航栏为用户提供了数据交互功能，当用户将鼠标放置在按钮旁边时则会在弹出来的气泡上面显示其名称。如图 1-9 所示为菜单和工具栏的分布。

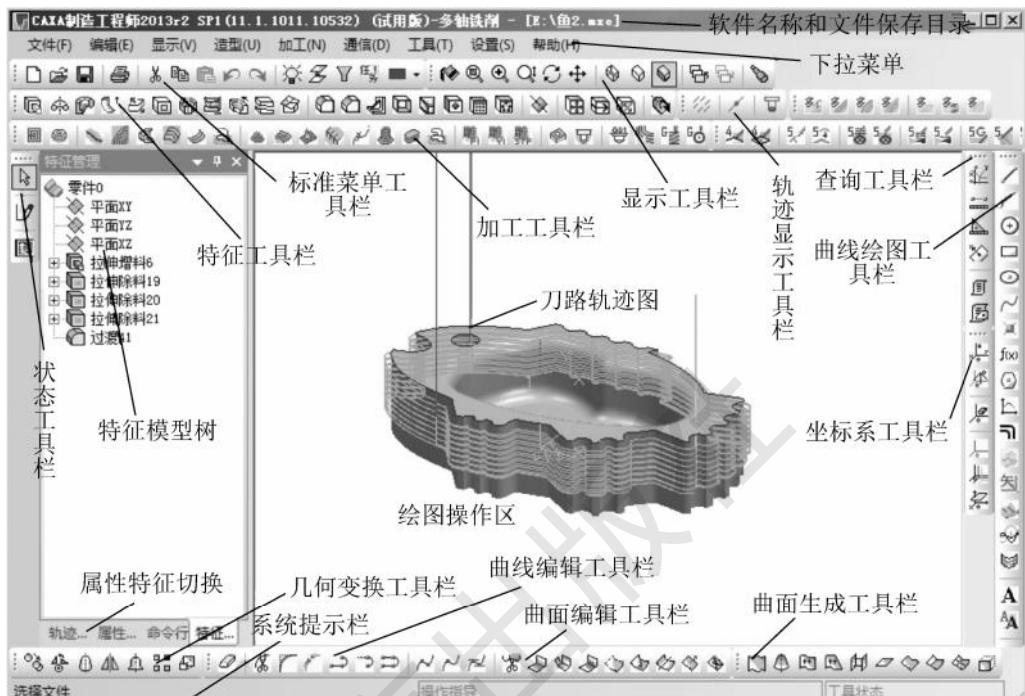


图 1-9 菜单和工具栏

2. CAXA 制造工程师工作目录的设置

在工作中，文件的工作目录非常重要，文件的工作目录也是文件的保存路径，当工作目录设置好后，在工作中的文件路径会自动指向工作目录。单击下拉菜单中的“设置”菜单选择“系统设置”，在弹出来的对话框中设置工作目录，如图 1-10 所示。

3. 下拉菜单

在整个界面的最上方，单击下拉菜单中任意一个菜单项，都会弹出一个下拉菜单并且随着鼠标移动会弹出一个子菜单来。下拉菜单包括：文件、编辑、显示、造型、加工、通信、工具、设置、帮助，如图 1-11 所示，每个下拉菜单中包含了若干个子菜单，用户可根据需要调选子菜单，选中后则会弹出来相对应对话框。

4. 工具栏

CAXA 工具栏可以通过鼠标左键单击相应的按钮进行操作，工具栏也可以自定义。操作主界面上工具栏包括：标准工具栏、显示变换栏、特征生成栏、轨迹显示工具栏、加工工具栏、状态工具栏、查询工具栏、曲线生成栏、坐标系工具栏、几何变换栏、线面编辑栏、曲面生成栏、曲面编辑栏、系统提示栏等。

(1) 标准工具栏，包含如图 1-12 所示的工具按钮。

12 / CAD/CAM 技术应用（数控铣削）

(2) 显示变换栏，包含如图 1-13 所示工具按钮。

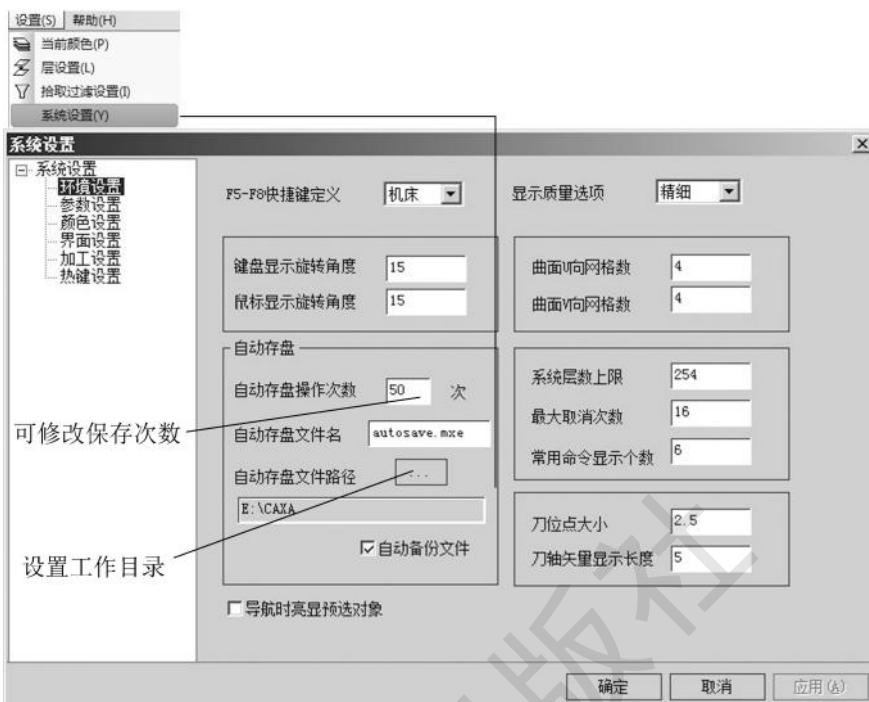


图 1-10 设置工作目录

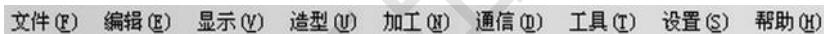


图 1-11 下拉菜单

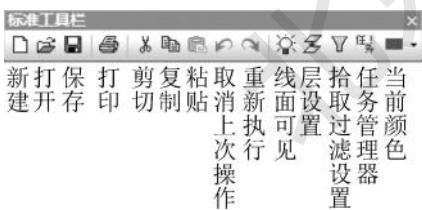


图 1-12 标准工具栏工具按钮



图 1-13 显示变换栏工具按钮

(3) 特征生成栏，包含如图 1-14 所示工具按钮。

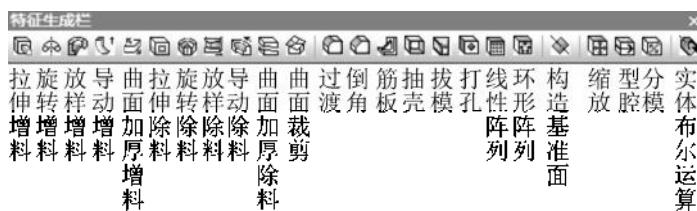


图 1-14 特征生成栏工具按钮

(4) 加工工具栏，包含如图 1-15 所示工具按钮；多轴加工工具栏，包含如图 1-16

所示工具按钮。



图 1-15 加工工具栏工具按钮



图 1-16 多轴加工工具栏工具按钮

(5) 曲线生成栏，包含如图 1-17 所示工具按钮。

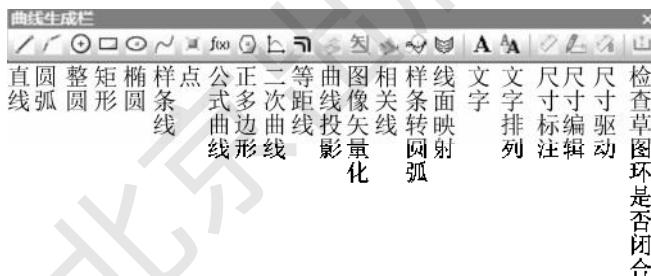


图 1-17 曲线生成栏工具按钮

(6) 几何变换栏，包含如图 1-18 所示工具按钮。

(7) 线面编辑栏，包含如图 1-19 所示工具按钮。



图 1-18 几何变换栏工具按钮

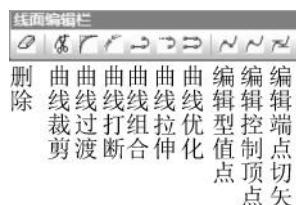


图 1-19 线面编辑栏工具按钮

(8) 曲面生成栏，包含如图 1-20 所示工具按钮。

(9) 曲面编辑栏，包含如图 1-21 所示工具按钮。

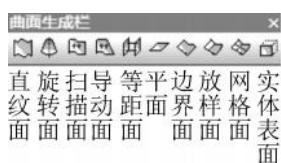


图 1-20 曲面生成栏工具按钮



图 1-21 曲面编辑栏工具按钮

(10) 坐标系工具和查询工具栏，包含如图 1-22 所示工具按钮。

(11) 工具点就是在操作过程中具有几何特征的点，如圆心点、中点、切点、端点等。点工具是用来在操作过程中捕捉工具点的菜单。用户在操作时只需按下空格键，就会出现点工具菜单，如图 1-23 所示。



图 1-22 坐标系工具和查询工具栏工具按钮

✓ S 缺省点	屏幕上的任意位置点（是默认的）
E 端点	曲线的端点
M 中点	曲线的中点
I 交点	两曲线交点
C 圆心	圆或圆弧的圆心
P 垂足点	曲线的垂足点
T 切点	曲线的切点
N 最近点	曲线上距离捕捉光标最近的点
K 型值点	样条特征点
O 刀位点	刀具轨迹上的点
G 存在点	曲线生成的点工具生成的点
F 曲面上点	捕捉曲面上的点

图 1-23 点工具菜单

(12) 矢量工具菜单主要用来选择方向，在曲面生成过程中，当状态栏提示“输入扫描方向”时，只要按下空格键，即在屏幕上弹出矢量工具菜单，如图 1-24 所示。

(13) 选择集拾取工具菜单，拾取图形元素（点、线、面）的目的就是根据作图的需要在已经完成的图形中，选取作图所需的某个或某几个元素。选择集拾取工具菜单就是用来方便拾取需要元素的菜单，而且经常用到，应熟练掌握。在操作中当状态栏提示“拾取加工对象”时，只需按下空格键在屏幕上即可弹出选择集拾取工具菜单，如图 1-25 所示。已选中的元素集合，称为选择集，当交互操作处于拾取状态（工具菜单提示出现“添加状态”或“移除状态”）时，用户可通过选择集拾取工具菜单来改变拾取的特征。

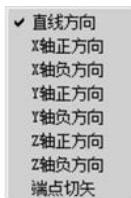


图 1-24 矢量工具菜单

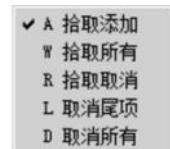


图 1-25 选择集拾取工具菜单

- a. 拾取添加：指系统为拾取添加状态，此后拾取到的元素，将放到选择集中。拾取操作有两种状态，即添加状态和移除状态。
- b. 拾取所有：指拾取图画上所有的元素，但系统规定，在所有被拾取的元素中不应含有拾取设置中被过滤掉的元素或被关闭图层中的元素。
- c. 拾取消息：指从拾取到的元素中取消某些元素。
- d. 取消尾项：指取消最后拾取到的元素。
- e. 取消所有：指取消所有被拾取的元素。

重点提示：在拾取操作中都是用鼠标的光标对着要选择的元素，单击鼠标左键即可完成拾取操作。

四、CAXA 制造工程师常用的基本设置

1. 层设置

图层管理的功能是修改或查询图层名称、图层状态、图层颜色、图层可见性以及创建新图层，如图 1-26 所示为图层管理器（打开后添加了图层并进行了设置）。

- (1) 用户单击图层设置  按钮或者单击“设置”下拉菜单中“层设置”即可打开图层管理器。
- (2) 选定某个图层双击“名称”、“颜色”、“状态”、“可见性”和“描述”中的任一项，即可进行修改。
- (3) 可以新建图层、删除指定的图层或将指定图层设置为当前图层。
- (4) 单击“重置图层”按钮，则取消了新建的许多图层，返回默认的图层初始状态。
- (5) 单击导出设置，在弹出的对话框中，输入图层组名称及详细信息，单击“确定”就可将当前图层状态保存下来，如图 1-27 所示。
- (6) 单击导入设置，在弹出的对话框中，选择已存在的图层组名称，单击“确定”按钮，就可将该图层设为当前图层，单击“删除图层组”则将其删除，如图 1-27 所示。

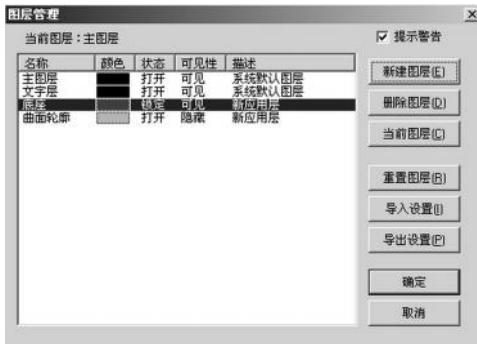


图 1-26 图层管理器

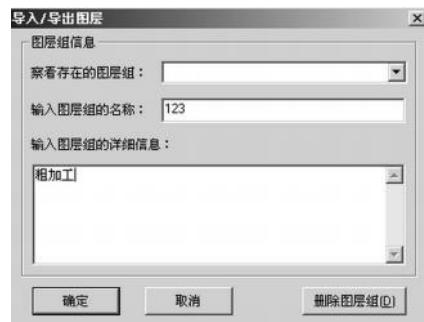


图 1-27 导出设置

重点提示：当部分图层上存在有效元素时，无法重置图层和导入图层。

2. 系统设置

用户可根据自己需要对此软件进行相应的系统设置，单击“设置”下拉菜单中的“系统设置”则弹出如图 1-28 所示系统设置。系统设置包含“环境设置”、“参数设置”、“颜色设置”、“界面设置”、“加工设置”、“热键设置”。单击“颜色设置”则会弹出来颜色设置对话框，如图 1-29 所示在颜色设置中修改背景颜色为“白色”。

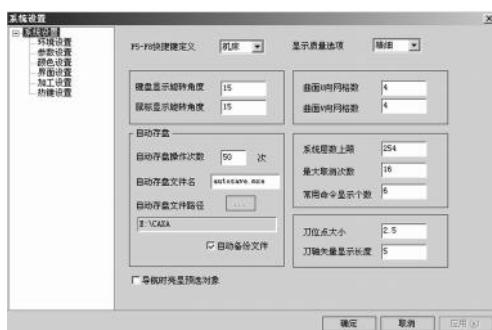


图 1-28 系统设置



图 1-29 修改背景颜色

重点提示：在前面设置工作目录时介绍了环境设置的“自动存盘文件路径”，这里就不举例讲述，只简单讲述下颜色设置，一般系统默认的设置都是最常态设置。

3. 自定义设置

单击“设置”下拉菜单中的“自定义”则弹出如图 1-30 所示的自定义对话框。自定义包含“命令”、“工具栏”、“键盘”、“菜单”、“选项”。单击“工具栏”选项卡则会弹出工具栏设置对话框，选中“几何变换栏”将“显示文本”前面勾选上，则几何变换栏工具栏中的命令就会以文本形式显示，如图 1-31 所示。用户还可根据需要重新设置工具栏或者新建工具栏。



图 1-30 自定义设置



图 1-31 几何变换栏以文本形式显示

4. 自定义键盘命令

用户可根据自己的使用情况自定义快捷键。单击“设置”下拉菜单中的“自定义”，则弹出自定义对话框，在对话框中选择“键盘”选项卡对键盘进行设置。如图 1-32 所示是对“显示”类型中的“标准工具栏”设置新的快捷键，指定快捷键名称为“B”。



图 1-32 自定义标准工具栏快捷键

- (1) “类别”指菜单类别，包含文件、显示等。
- (2) “命令”指要定义快捷键的菜单种类。
- (3) “请按新快捷键”指给选定的命令输入快捷键。
- (4) “指定”指确定新的快捷键。
- (5) “重新设置”指可以恢复系统默认的键盘的命令。

5. 常用快捷键及其功能

常用快捷键及其功能如表 1-2 所示。

表 1-2 常用快捷键及其功能

快捷键	功能	快捷键	功能
方向键	显示平移	F2 键	切换“草图绘制”
Shift+方向键	显示旋转	F3 键	显示全部图形
Ctrl+↑ 键	显示放大	F4 键	屏幕刷新
Ctrl+↓ 键	显示缩小	F5 键	切换至 XOY 面
鼠标中键	显示旋转	F6 键	切换至 YOZ 面
Shift+右键	显示缩放	F7 键	切换至 X0Z 面
Shift+中键	显示平移	F8 键	轴测图显示
鼠标右键	重复命令	F9 键	空间绘图平面转换
F1 键	系统帮助		

五、坐标点输入方法

CAXA 制造工程师软件支持坐标点的输入主要有四种方式：绝对坐标点的输入和相对坐标点的输入；笛卡儿坐标点的输入；柱坐标点的输入；球坐标点的输入。在操作过程中任何需要拾取点或者输入点的时候用户都可以直接按回车键来启动坐标输入点的功能，界面显示如图 1-33 所示。

图 1-33 坐标点的输入方法

重点提示：系统默认的输入点都是绝对值，输入的坐标点用逗号“，”隔开，如(X, Y, Z)。

(1) 绝对坐标点和相对坐标点的输入法。绝对坐标点输入形式为(X, Y, Z)，如图1-34所示；相对坐标点输入形式为(@: X, Y, Z)，如图1-35所示。

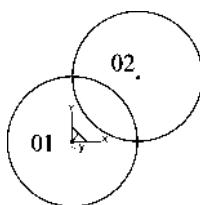


图 1-34 绝对坐标点输入

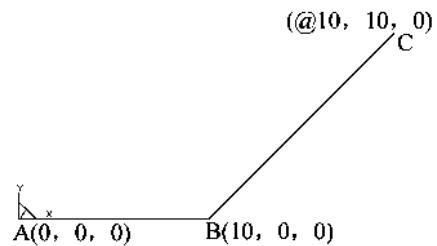


图 1-35 相对坐标点输入

(2) 笛卡儿坐标点、柱坐标点及球坐标点的输入法。笛卡儿坐标输入法为(tt:X, Y, Z)，根据“tt”组合的不同，定义的坐标体系也不相同，并且“：“不能省略。细分如下：

a: 柱坐标表示

tt=z、tt=dz 或 tt=zd：表示这是一个柱坐标，其中角度的单位为“度(°)”。

Tt=hd 或 tt=dh：表示这是一个柱坐标，其中角度的单位为“弧度(rad)”。

b: 球坐标表示

tt=q、tt=dq 或 tt=qd：表示这是一个球坐标，其中角度的单位为“度(°)”。

tt=hq 或 tt=qh：表示这是一个球坐标，其中角度的单位为“弧度(rad)”。

举例：

(@z: 10, 30) 相对于前一点的极坐标为(10, 30°)。

(@q: 10, 30, 60) 相对于前一点的球坐标为(10, 30°, 60)。

(zh: 20, 0.6, 45) 绝对的柱坐标为(20, 0.6rad, 45)。

任务拓展 >>

(1) 进入多媒体教室，在老师的指导下，启动CAXA制造工程师软件，进行简单的文件目录设置和菜单整理与调用。

(2) 在机房进行相应的软件操作，打开几个实例题目，动手调用一些基本的菜单命令，做一些简单设置。

(3) 在老师的指导下，做一些工件试着仿真加工，并进行后置设置，生成G代码。如图1-36所示。

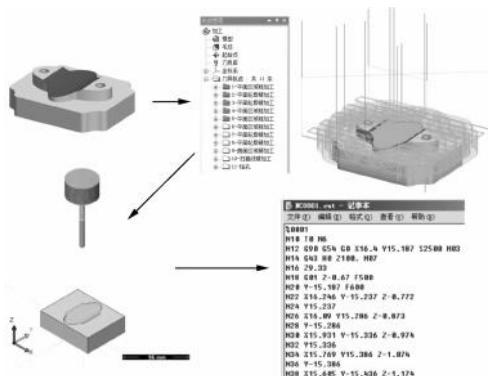


图 1-36 仿真加工

任务小结

本任务主要介绍了 CAXA 制造工程师的工作目录的设置、文件管理、菜单调用及简单的设置，使用户对此有一个初步的认识，对常用的一些命令按钮要熟练掌握。CAXA 制造工程师这个软件具有强大的功能特点，在实际生产过程中可以实现对产品设计到加工的一体化等管理。想要再进一步了解这个软件，在今后的学习工作中，我们所涉及的内容都会以工作任务形式结合实际教学中的实例展开讲述。

综合测试题

1. CAXA 制造工程师的功能特点有哪些？
 2. 动手调用一些工作菜单，用上绝对坐标点和相对坐标点做一些简单图形。
 3. 在设置菜单中进行一些个性化设置，看看前后的变化情况。