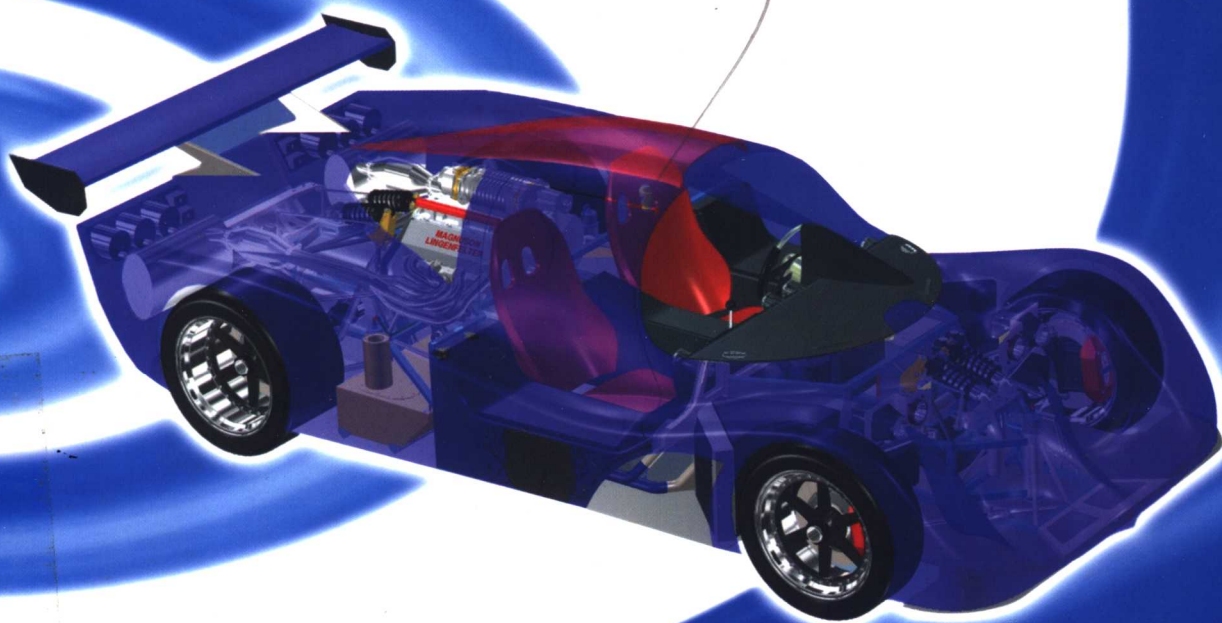


CAXA 大学

CAXA

制造工程师——数控加工

陈 明 刘 钢 钟敬文 编著



北京航空航天大学出版社

CAXA 大学

CAXA 制造工程师 **——数控加工**

陈 明 刘 钢 钟敬文 编著

北京航空航天大学出版社

CAXA 教材编写委员会

顾问 (按姓氏笔画排序)

朱心雄 北京航空航天大学教授
刘占山 教育部职业教育与成人教育司副司长
乔少杰 北京航空航天大学出版社社长
孙林夫 四川省制造业信息化工程专家组组长
杨海成 国家制造业信息化工程重大专项专家组组长
陈李翔 劳动与社会保障部中国就业培训技术指导中心副主任
陈贤杰 科技部上海培训中心特别专务
周保东 《机械工人》杂志社副社长
唐荣锡 北京航空航天大学教授
黄永友 《CAD/CAM 与制造业信息化》杂志总编
韩新民 机械科学院系统分析研究所所长
雷 毅 CAXA 总裁
廖文和 江苏省数字化设计制造工程中心主任

主任委员

鲁君尚 赵延永 袁阿庆

编委 (按姓氏笔画排序)

马金盛 王秀凤 刘 炜 刘长伟 刘锡峰 刘雅静 刘静华 冯 涓
邹小慧 任柏林 李 秀 李 超 李文革 陈红康 吴百中 杜慰纯
陆晓春 宋国梁 宋卫科 宋放之 杨国平 杜 颂 尚凤武 赵宝录
张导成 张自强 张建中 贺 伟 胡 敏 胡松林 鲁默武 寇天平
谢小星 熊本俊 潘 毅

本书作者

陈 明 刘 钢 钟敬文

总 序

进入新的世纪以来,信息化、网络化、智能化、全球化以及产品创新更快、品质更优、成本更低、服务更好已经成为当代全球制造业发展的基本特征。随着我国综合国力的进一步增强和加入世界贸易组织(WTO),我国经济全面与国际接轨,并正在成为全球最重要的制造业基地;中国制造业正在迎来历史上最好的、空前蓬勃发展的崭新时期,迫切要求快速形成与之适应的中国 CAD/CAX 产业。

CAXA 作为我国自主知识产权软件的优秀代表和知名品牌,10 多年来从“制造工程师”起步,以“电子图板”驰名,先后推出“实体设计”、“工艺图表”、“网络 DNC”、“协同管理”等 20 多个系列软件产品,覆盖了制造业信息化设计、工艺、制造和管理四大领域,形成“易学、实用”的鲜明国产软件特色,赢得了广大工程技术人员的好评;已成功销售正版软件 120 000 套,正在航空、航天、核工业、船舶、石油、化工、汽车、铁路、电力、电子、家电和通信等众多制造业行业中被广泛应用;并牵头组织国内的 CAD/CAM 研究机构和软件厂商承担起“十五”国家制造业信息化工程里重中之重的“制造过程管理系统”、“三维 CAD 系统”、“中小企业企业化集成系统”等重大课题,是我国 CAD/CAX 技术与市场的领导者,是国内最大的制造业信息化解决方案的供应商和服务商。

自 2000 年初 CAXA 与北京航空航天大学共同启动“CAXA 教育培训计划”以来,CAXA 就在 CAD/CAX 应用人才的培训/培养方面迈出了可喜的一步,得到了社会各界的广泛欢迎和积极参与。目前,使用 CAXA 软件开展教学和培训的院校与培训机构已超过 1 000 家,先后培训师资 5 000 多人次,编写出版教材/图书 200 多套,连续 5 年直接培训学生/学员超过 10 万人次;同时 CAXA 软件先后成为劳动部“现代制造技术应用软件课程培训/国家高技能人才职业资格”培训考试软件、劳动部“制图员”职业资格考试软件、教育部 NIT(全国计算机应用技术证书考试)“计算机绘图”考试软件、教育部“优秀职业教育软件”等。

这套 CAXA 系列培训教材的编写出版,既是应市场对学习掌握 CAXA 的强烈要求,也是 CAXA 与清华大学、北京航空航天大学等 1 000 多家 CAXA 院校及培训机构在应用人才培养方面广泛合作的结晶。相信通过这套 CAXA 系列软件教材的编写出版,必将会为我国 CAD/CAM 应用人才的培养、为我国制造业信息

化的发展做出新的贡献。

中国正在成为全球制造业的中心；中国的 CAD/CAX 产业经过长期的应用和跨越式发展已开始走向成熟，CAD/CAX“中国军团”正在快速形成，并正在成为服务于现代“中国制造”的主力军。CAXA 愿与各界朋友一起共同为此而努力。

CAXA 总裁：雷毅 博士
2004 年 3 月 15 日

前 言

计算机辅助制造(CAM)技术对于提高我国装备制造业技术水平具有重要意义。其推广工作,是广大机械加工企业实施数字化制造的一项基础性工作。只有培养大批掌握了CAM的技术人才,才能使CAM技术真正发挥作用。

CAXA 制造工程师 2004 是一款面向二至五轴数控铣床与加工中心、具有卓越工艺性能的铣削/钻削数控加工编程软件,是CAXA制造解决方案的重要构件之一。该软件的功能完全可以与国际一流的CAM软件相媲美。

值得一提的是,CAXA 制造工程师 2004 支持近年来发展起来的、集高效优质和低耗于一身的先进制造技术——高速加工技术。高速加工技术已在航空、航天、汽车和模具等领域得到了广泛应用。高速切削目前已是一项实用的新技术,对提高加工效率和产品质量、降低制造成本及缩短产品开发周期都起到重要作用。

本书详细阐述了CAXA 制造工程师 2004 版软件的各项功能,并有针对性地增加了高速数控加工技术方面知识的介绍,包括高速加工的基本概念、刀具策略、工艺策略和编程策略,并结合生产中常规加工和高速加工典型实例,详细讲解了CAXA 制造工程师 2004 在不同情况下的具体应用特点,着重介绍如何完成复杂零件的3D造型以及数控加工编程方法。

本书的明显特色是,所涉及的内容都是选用当今一些在生产实践中获得成功的工作经验总结,以及国内外相关的最新研究成果。在知识点的选择上,尽可能减少从事理论研究需要的专业知识,使内容条理清晰,简单易懂。通过该部分的学习,能够使读者对数控加工知识和技术方法有更深入的理解,对熟练应用CAXA 制造工程师 2004 进行高速加工和更佳的常规加工都有很大帮助。

本书添加了许多工艺参考部分,特别是结合国内外关于数控加工工艺的最新研究成果进行讲解,不仅适合CAXA初学者,而且也适合具有一定数控加工技术基础的用户。

本书在编写过程中,得到北京数码大方科技有限公司杨维明先生的鼓励和支持,受到鲁君尚先生的关心和帮助,该公司上海办事处王国鸿先生、周永和先生给予了大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中的错漏之处,欢迎广大读者批评指正,并及时将意见反馈给我们,以利于本书内容的进一步改进。

编著者

2005 年 2 月

目 录

第一篇 CAXA 制造工程师 2004 系统知识篇

第 1 章 CAXA 制造工程师 2004 主要 功能与特点

- 1.1 CAXA 制造工程师 2004 产品简介 4
 - 1.1.1 曲面实体混合造型功能的完美结合 4
 - 1.1.2 针对性强的数控加工 5
 - 1.1.3 卓越的工艺性与“知识加工” 13
 - 1.1.4 易学易用的 Windows 操作界面 ... 15
- 1.2 CAXA 制造工程师 2004 的安装要求
和步骤 15

第 2 章 CAXA 制造工程师 2004 用户 界面

- 2.1 标题栏 21
- 2.2 菜单栏 21
- 2.3 工具栏 22
- 2.4 快捷菜单 26
- 2.5 对话框 26
- 2.6 点工具菜单 27

- 2.7 矢量工具 27
- 2.8 选择集拾取工具 27
- 2.9 状态栏 27

第 3 章 CAXA 制造工程师 2004 加工 准备功能

- 3.1 文件管理 28
- 3.2 编 辑 34
- 3.3 显 示 38

第 4 章 快速入门实例

- 4.1 鼠标底座造型和加工 45
 - 4.1.1 创建草图截面 45
 - 4.1.2 创建鼠标底座壳体 50
 - 4.1.3 创建鼠标底座壳体外观的倒角和过渡
曲面 51
 - 4.1.4 零件 Z 轴反向 53
 - 4.1.5 鼠标底座壳体的加工 55
 - 4.1.6 轨迹仿真、检验与修改 59
- 4.2 联轴器造型实例 60

第二篇 CAXA 制造工程师 2004 加工知识篇

第 5 章 数控加工基础知识

- 5.1 数控加工概念 69
- 5.2 数控机床和加工中心 71
- 5.3 数控编程系统 72
- 5.4 利用 CAXA 制造工程师 2004 进行自

动编程 73

第 6 章 常规加工

- 6.1 工艺分析 76
- 6.2 加工策略 78

第 7 章 高速加工

7.1 简介	83	7.4.1 刀具应用策略	92
7.2 优点	86	7.4.2 工艺策略	95
7.3 CAM 系统	89	7.4.3 编程策略	100
7.4 策略	92	7.4.4 安全策略	106
		7.4.5 CAD 策略	107

第三篇 CAXA 制造工程师 2004 制造篇

第 8 章 数控加工功能基本操作和相关设定

8.1 特征树操作	111
8.1.1 零件特征的特征树操作	111
8.1.2 加工管理的特征树操作	111
8.2 生成刀具轨迹的通用参数设置	127
8.2.1 切入切出	127
8.2.2 下刀方式	133
8.2.3 切削用量	135
8.2.4 加工边界	138
8.2.5 加工参数	139
8.3 帮助功能介绍	145

第 9 章 加工功能介绍

9.1 粗加工	146
9.1.1 区域式粗加工	146
9.1.2 等高线粗加工	150
9.1.3 扫描线粗加工	156
9.1.4 摆线式粗加工	158
9.1.5 插铣式粗加工	164
9.1.6 等壁厚粗加工	166
9.1.7 导动线粗加工	168
9.2 精加工	172
9.2.1 参数线精加工	172
9.2.2 等高线精加工	176
9.2.3 扫描线精加工	179

9.2.4 浅平面精加工	183
9.2.5 限制线精加工	185
9.2.6 导动线精加工	188
9.2.7 三维偏置精加工	192
9.2.8 轮廓线精加工	194
9.2.9 深腔侧壁加工	197
9.3 补加工	199
9.3.1 等高线补加工	199
9.3.2 笔式清根加工	203
9.3.3 区域式补加工	206
9.4 槽加工	208
9.4.1 扫描式槽铣加工	208
9.4.2 曲线式槽铣加工	213
9.5 其他加工	217
9.5.1 孔加工	217
9.5.2 工艺孔	219
9.6 加工实例	223
9.6.1 加工工艺	224
9.6.2 加工前的准备工作	225
9.6.3 导动线精加工	229
9.6.4 等高线加工刀具轨迹	233
9.6.5 轨迹仿真	235

第 10 章 轨迹处理

10.1 轨迹仿真	237
10.1.1 轨迹仿真界面	238
10.1.2 基本操作	239

10.1.3 轨迹修改	241	第 13 章 设 置	
10.1.4 轨迹仿真过程	243	13.1 当前颜色	285
10.2 轨迹编辑	253	13.2 层设置	286
第 11 章 后置处理		13.3 拾取过滤设置	287
11.1 后置处理设置	260	13.4 系统设置	288
11.1.1 机床信息	260	13.5 光源设置	291
11.1.2 后置设置	267	13.6 材质设置	291
11.2 生成和校核 G 代码	270	13.7 自定义	292
11.3 工艺清单	272	第 14 章 高级功能简介	
第 12 章 工 具		14.1 知识加工	297
12.1 坐标系	274	14.2 制定工艺模板	306
12.2 查 询	277	14.2.1 关键字的说明	306
12.3 点工具	280	14.2.2 定义自己的工艺模板	308
12.4 矢量工具	283	14.3 数据接口	319
12.5 选择集拾取工具	284		

第四篇 CAXA 制造工程师 2004 综合运用加工篇

第 15 章 常规加工实例

15.1 可乐瓶底模具的造型与加工 ...	325
15.1.1 可乐瓶底模具的造型	326
15.1.2 可乐瓶底模具的加工	337
15.1.3 轨迹仿真	346
15.1.4 生成 G 代码	347
15.1.5 生成工艺清单	349
15.2 凸轮的造型与加工	350
15.2.1 凸轮的实体造型	351
15.2.2 凸轮的加工	358
15.2.3 轨迹仿真	370
15.2.4 生成 G 代码	371
15.2.5 生成工艺清单	372

第 16 章 高速加工实例

16.1 铝合金薄壁零件的造型	374
16.2 铝合金薄壁零件的高速加工 ...	378
16.2.1 加工思路	378
16.2.2 加工工艺	379
16.2.3 加工前的准备工作	380
16.2.4 等高线加工刀具轨迹	385
16.2.5 区域式加工刀具轨迹	388
16.2.6 轨迹的对调	391
16.3 轨迹仿真	391
16.4 生成 G 代码	392
16.5 生成工艺清单	393

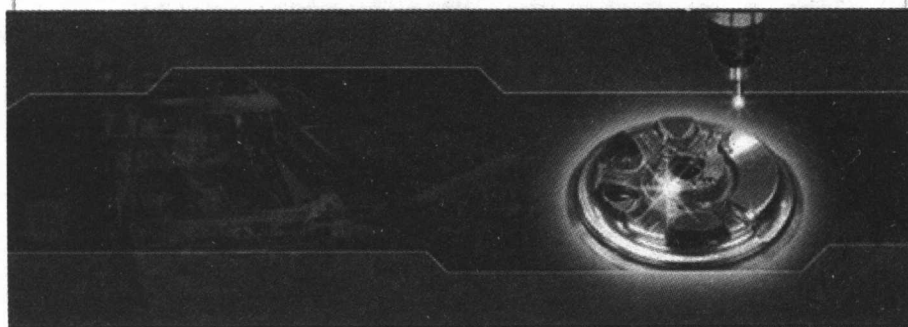
附 录 关键字说明	395
------------------------	-----

参考文献	398
-------------------	-----

CAXA 大学 第一篇

CAXA 制造工程师 2004 系统知识篇

CAXA



CAXA制造工程师2004

.....

本篇主要对整个软件系统进行全面介绍,同时给出简单实例使读者能够初步了解 CAXA 制造工程师 2004 软件的基本功能,为其后的学习打下基础。

本篇内容包括:

- 第 1 章 CAXA 制造工程师 2004 主要功能与特点
- 第 2 章 CAXA 制造工程师 2004 用户界面
- 第 3 章 CAXA 制造工程师 2004 加工准备功能
- 第 4 章 快速入门实例

第 1 章 CAXA 制造工程师

2004 主要功能与特点

CAXA 制造工程师 2004 是 CAXA 十多年来在 CAM 领域孜孜不倦地钻研和对中国数控加工企业近距离互动的深刻理解,并积极吸纳国际先进技术勇为人先的战略理念,千锤百炼,融贯东西,真诚打造出具有“贴近中国用户”和“国际技术水准”的鲜明特色的全新一代 CAM 精品数控利器。它具有精、稳、易和快四大显著特点:

精——精品风范,顶尖利器;

稳——稳定可靠,百炼成金;

易——工艺卓越,易学易用;

快——事半功倍,高效快捷。

同时,CAXA 制造工程师 2004 在许多方面很有特色,其功能和工艺性等方面完全可以与国际一流的 CAM 软件相媲美,在其后的学习中读者将会深刻地体会到这一点。

CAXA 制造工程师 2004 是面向二至五轴数控铣床与加工中心机床、拥有实体曲面混合造型和强大数据接口能力以及具有卓越工艺性能的铣/钻削加工数控编程软件。使用者可以利用该软件方便地生成数控加工程序,再通过计算机传输到数控铣床或者加工中心进行自动加工。该软件采用全新的 Windows 环境,并提供二次开发平台,是中国模具协会惟一推荐的软件。其独有的知识加工功能,使读者在使用该软件后,能够快速学会编程。它提供了多种加工手段和丰富的工艺控制参数,可以方便地控制加工过程,为复杂曲面的加工提供了精确、可靠的加工方法。CAXA 制造工程师 2004 集零件 3D 建模、模具设计及其整体或局部加工 CAD/CAM 于一体,已广泛应用于塑模、锻模、汽车覆盖件拉伸模及压铸模等复杂模具的生产以及汽车、电子、兵器和航空航天等行业的精密零件加工,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。CAXA 制造工程师 2004 应用流程如图 1-1 所示。

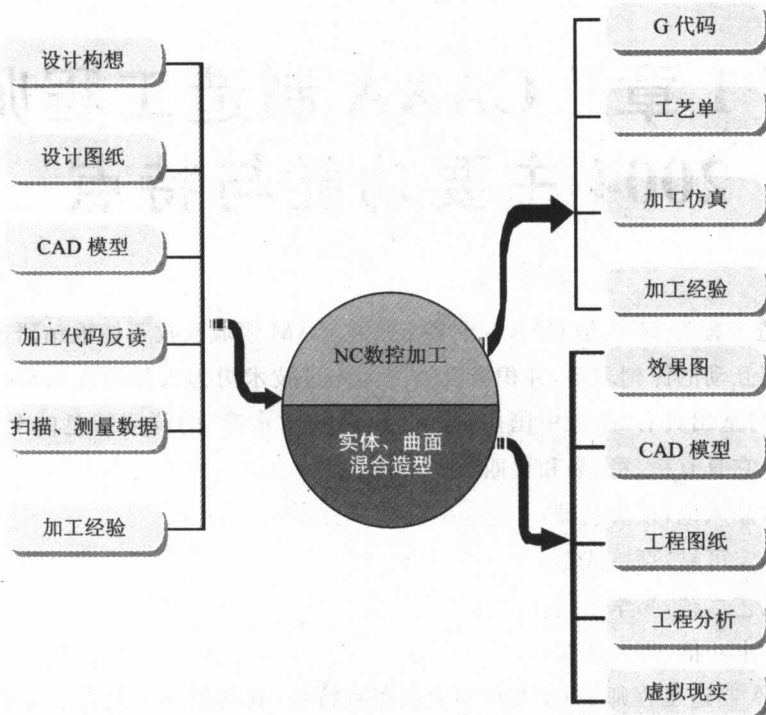


图 1-1 CAXA 制造工程师 2004 应用流程图

1.1 CAXA 制造工程师 2004 产品简介

1.1.1 曲面实体混合造型功能的完美结合

1. 功能强大的实体造型设计

CAXA 制造工程师 2004 提供基于实体的特征造型、自由曲面造型以及实体和曲面混合造型功能,可实现对任意复杂形状零件的造型设计。其先进的“精确特征实体造型”技术完全摒弃了传统的体素拼合和“交、并、差”的繁琐方式,简化了整个设计过程。

CAXA 制造工程师 2004 采用精确的特征实体造型技术,可将设计信息用模块化的特征术语来描述,简便而准确;对特征信息包括孔、槽、型腔、凸台、圆柱体、圆锥体、球体及管子等,都可以方便地建立和管理。CAXA 制造工程师 2004 的特征造型方式提供了拉伸、旋转、导动、放样、倒角、圆角、打孔、抽壳、拔模及分模等功能,可创建参数化模型。

2. 丰富的 NURBS 自由曲面造型

CAXA 制造工程师 2004 继承和发展了 CAXA 制造工程师以前版本的曲面造型功能,大大丰富了建模手段。用户可以通过列表数据、数学模型、字体文件以及各种测量数据生成样条曲线;通过扫描、放样、导动、直纹、等距、边界及网格等功能,生成 NURBS 曲面;并可以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。通过曲面生成的真实感很强的图形,可直观地显示设计结果。

3. 自由灵活的曲面实体混合造型

用户可以通过剪切、融合等方式使曲面与实体模型融为一体,形成统一的曲面实体复合造型模式,从而实现曲面裁剪实体、曲面生成实体和曲面约束实体等混合操作。因此,它是用户设计产品的有力工具。图 1-2 和图 1-3 所示为生成的曲面实体混合模型。

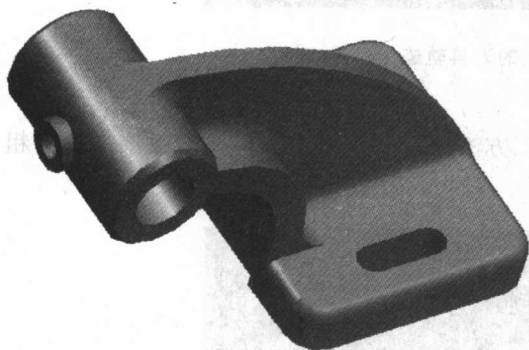


图 1-2 叉架模型

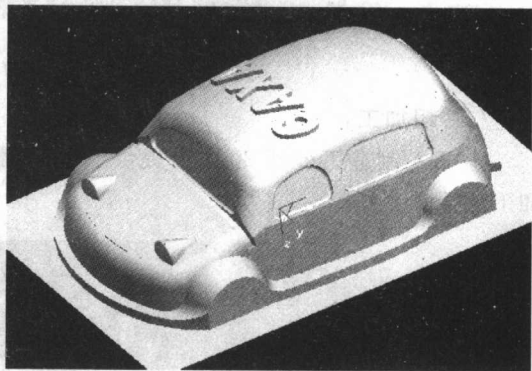


图 1-3 汽车模型

1.1.2 针对性强的数控加工

1. 提供多种选择的完备加工方式

CAXA 制造工程师 2004 将 CAD 模型与 CAM 加工技术无缝集成,可直接对曲面、实体模型进行一致的加工操作。它支持先进实用的轨迹参数化和批处理功能,明显提高了工作效率;支持高速切削,大幅度提高了加工效率和加工质量;通用的后置处理可向任何数控系统输出加工代码。自动生成加工刀具轨迹如图 1-4 所示。

CAXA 制造工程师提供了粗加工、精加工、补加工、槽加工和孔加工五种加工方式。

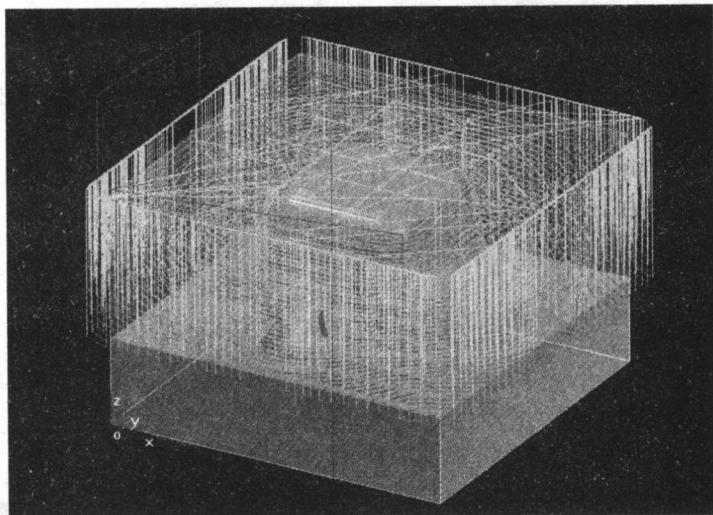


图 1-4 自动生成的刀具轨迹

(1) 粗加工

CAXA 制造工程师 2004 共提供了七种粗加工方法,图 1-5~图 1-7 是对一些常用的粗加工的简单介绍。

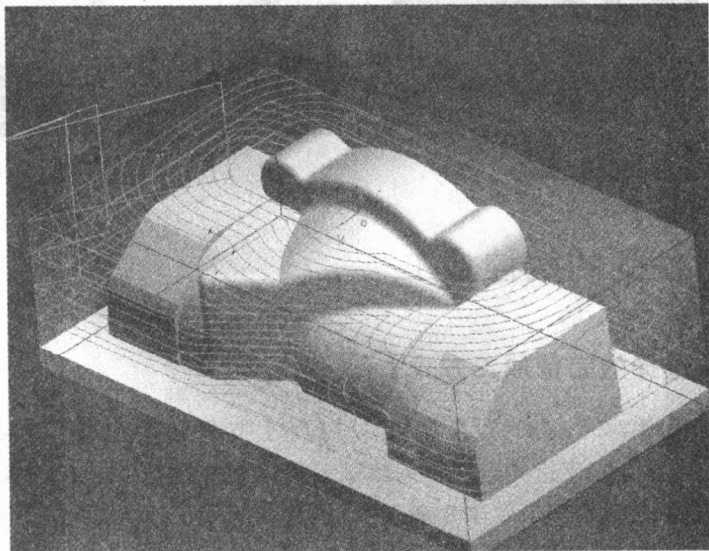


图 1-5 等高线粗加工

等高线粗加工:对于凹凸混合的复杂模型可一次性生成粗加工路径。

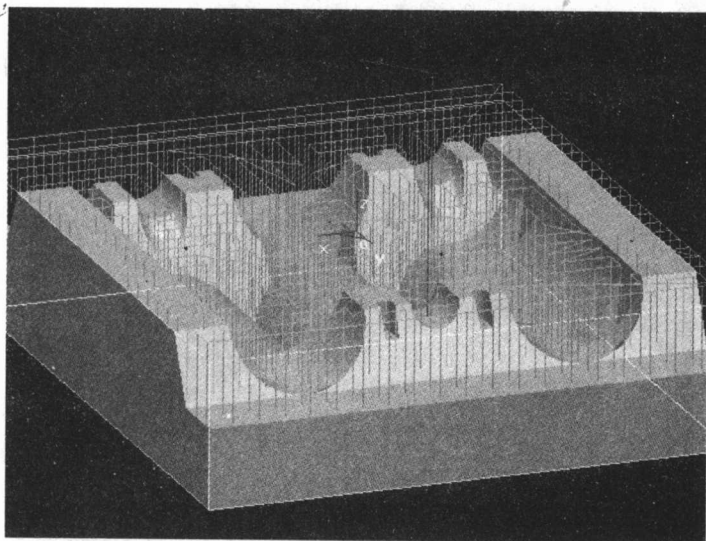


图 1-6 插铣式粗加工

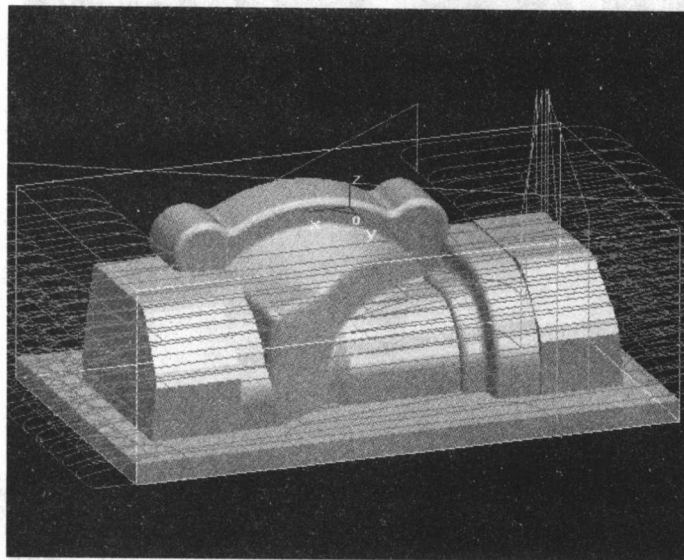


图 1-7 摆线式粗加工

插铣式粗加工:采用立式端面铣刀的插铣式加工,可生成高效的粗加工路径,适用于大中型模具的深腔加工。

摆线式粗加工:以等高线为基础,使刀具在负荷一定情况下,进行区域加工,可提高模具型腔的粗加工效率,并延长刀具的使用寿命。

(2) 精加工

CAXA 制造工程师 2004 提供等高线、扫描线、浅平面及导动线等九种精加工方法,图 1-8 和图 1-9 是对一些常用的精加工方法的简单介绍。

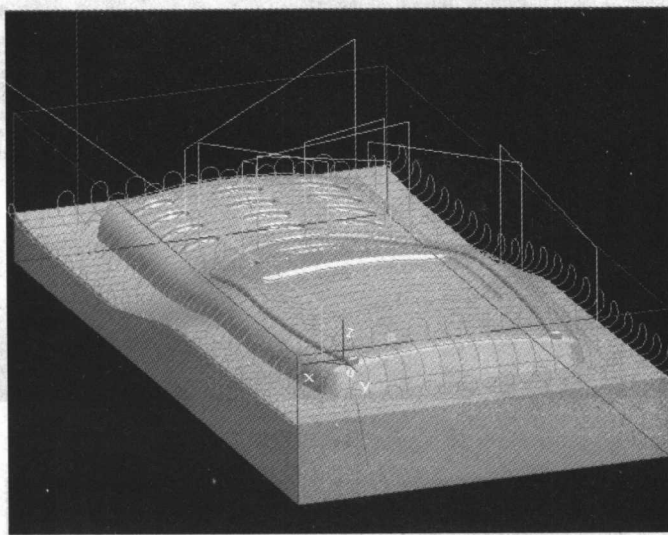


图 1-8 扫描线精加工

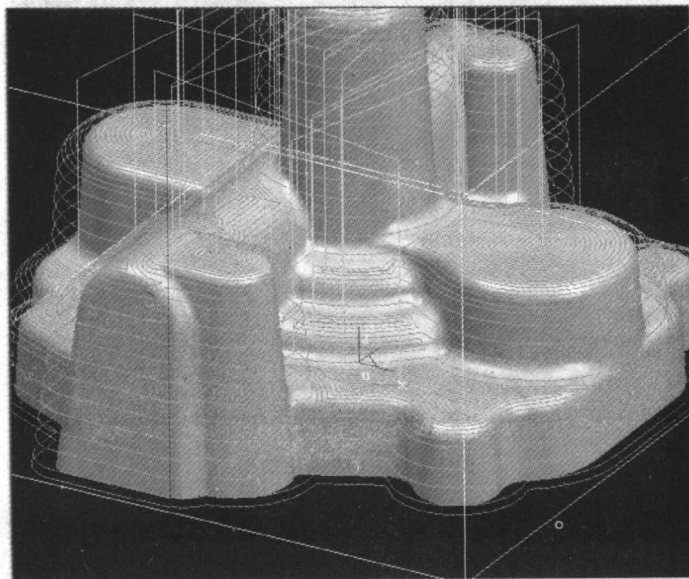


图 1-9 等高线精加工