



高等院校“十二五”技能型规划教材

# CAD/CAM 技术与应用

吕海珠 冯新红 张 景 © 主编



中国轻工业出版社 | 全国百佳图书出版单位

高等院校“十二五”技能型规划教材

# CAD/CAM 技术与应用

主 编 吕海珠 冯新红 张 景  
副主编 史翠兰 王新江 寇艳军

 中国轻工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

CAD/CAM 技术与应用/吕海珠, 冯新红, 张景主编

·北京: 中国轻工业出版社, 2015.8

高等院校“十二五”技能型规划教材

ISBN 978-7-5184-0573-2

I. ①C… II. ①吕… ②冯… ③张… III. ①计算机  
辅助设计—高等学校—教材②计算机辅助制造—高等学校  
—教材 IV. ①TP391.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 197825 号

## 内 容 简 介

本书按照职业教育教学改革要求,在作者多年的教学过程中,总结编写而成。以 Pro/Engineer 野火版软件为平台,介绍了 CAD/CAM 基本概念、造型基础、装配技术、工程图制作,以及 CAM 加工技术。

本书实例是由从事 CAD/CAM 教学多年的教师精心挑选而来,作为教材使用,难易适中,便于学习;每章后的小结,为读者进行知识梳理、总结;书后复习思考题也考虑到教学特点和顺序,由简入难,有利于提高读者的学习效率和操作技能。

本书是高等职业技术学院 CAD/CAM 专业教材,也可作为机械工程类、电气工程类、汽车工程类专业,也可作为应用型本科、成人教育、自学考试、电视大学、中职学校、培训班等的教材,以及广大从事 CAD/CAM 技术与工程应用的技术人员作参考书用。

责任编辑:李建华 责任终审:劳国强 封面设计:刘志伟

策划编辑:李建华 版式设计:胡亚丽 责任监印:张可

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印 刷:北京联兴华印刷厂

经 销:各地新华书店

版 次:2015年8月第1版第1次印刷

开 本:787×1092 1/16 印张:19.5

字 数:462千字

书 号:ISBN 978-7-5184-0573-2 定价:42.00元

邮购电话:010-65241695 传真:65128352

发行电话:010-85119835 85119793 传真:85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: [club@chlip.com.cn](mailto:club@chlip.com.cn)

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

150759J2X101HBW

# 前 言

Pro/Engineer (简称 Pro/E) 是美国参数化公司 (PTC) 推出的一套以参数化为基础的 CAD/CAM/CAE/CAW 集成软件, 是世界最著名的软件之一, 在我国应用很广泛。它具有零件设计、产品装配、模具开发、二维工程图制作、NC 加工、钣金设计、焊接设计、结构分析、机构仿真等功能。

本书以 Pro/Engineer 野火版软件为平台, 介绍了 CAD/CAM 基本概念、造型基础、装配技术、工程图制作, 以及 CAM 加工技术。本书编写具有以下几个特点:

一、注重理论的实用性。在理论方面, 充分体现高职教育的特点, 以够用为度, 精选章节, 尽量做到简单明了、通俗易懂。

二、实践性强。考虑到 Pro/E 系统的广泛性和实用性, 我们以它作为掌握 CAD/CAM 技术的实践平台, 注重实性, 对各主要功能命令都进行了总结归纳, 易于理解和掌握, 并有适当的操作实例, 按照书中的指导操作, 即可顺利完成任务, 又能全面深入地训练和学习功能命令的使用方法及应用技巧。每章后的小结, 为读者进行知识梳理、总结; 书后复习思考题也考虑到教学特点和顺序, 由简入难, 有利于提高读者的学习效率和操作技能。

书中所有数据, 如没有特殊说明, 长度单位均默认为毫米 (mm); 角度单位均默认为度 (°)。

本书由辽宁机电职业技术学院吕海珠、江西工程学院冯新红、河北科技学院张景担任主编, 辽宁机电职业技术学院史翠兰、王新江、寇艳军担任副主编, 具体编写分工如下: 吕海珠负责编写学习情境四、学习情境七~学习情境九, 史翠兰负责编写学习情境二、学习情境六, 王新江负责编写学习情境一、学习情境五, 寇艳军负责编写学习情境三, 最后由吕海珠负责全书统稿工作。

在编写过程中, 由于编者水平有限, 编写时间仓促, 书中难免有不妥, 甚至错误之处, 敬请广大读者批评指正, 作者在此表示感谢。

编 者

# 目 录

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| 学习情境一 CAD/CAM 技术基础 .....    | (1)  |
| 知识一 CAD/CAM 技术概念 .....      | (2)  |
| 一、CAD/CAM 定义 .....          | (2)  |
| 二、CAD/CAM 的相关概念 .....       | (2)  |
| 知识二 CAD/CAM 的基本功能 .....     | (3)  |
| 一、计算机辅助设计技术(CAD) .....      | (4)  |
| 二、计算机辅助制造技术(CAM) .....      | (4)  |
| 知识三 目前国内常用 CAD/CAM 软件 ..... | (5)  |
| 知识梳理与总结 .....               | (9)  |
| 复习思考题 .....                 | (9)  |
| 学习情境二 Pro/E 操作基础 .....      | (10) |
| 知识一 Pro/E 系统特点 .....        | (11) |
| 知识二 Pro/E 工作界面 .....        | (12) |
| 知识三 Pro/E 文件操作与管理 .....     | (14) |
| 一、新建文件 .....                | (15) |
| 二、打开文件 .....                | (16) |
| 三、设置工作目录 .....              | (17) |
| 四、关闭窗口 .....                | (18) |
| 五、保存和备份文件 .....             | (18) |
| 六、重命名 .....                 | (19) |
| 七、拭除和删除文件 .....             | (19) |
| 知识四 工具栏 .....               | (20) |
| 一、常用工具栏 .....               | (20) |
| 二、特征工具栏 .....               | (21) |
| 三、定制工具栏 .....               | (22) |

|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| 知识五 Pro/E 实用操作 .....          | (23)        |
| 一、鼠标操作 .....                  | (23)        |
| 二、设置系统配置文件(config. pro) ..... | (23)        |
| 三、单位设置 .....                  | (24)        |
| 知识梳理与总结 .....                 | (25)        |
| 复习思考题 .....                   | (25)        |
| <b>学习情境三 草图绘制</b> .....       | <b>(26)</b> |
| 知识一 草绘界面简介 .....              | (27)        |
| 一、进入草图模式 .....                | (27)        |
| 二、草绘菜单 .....                  | (28)        |
| 三、草绘工具条 .....                 | (28)        |
| 四、草绘显示工具条 .....               | (28)        |
| 知识二 常用绘图命令 .....              | (29)        |
| 一、直线绘制 .....                  | (29)        |
| 二、矩形绘制 .....                  | (30)        |
| 三、圆绘制 .....                   | (30)        |
| 四、圆弧绘制 .....                  | (32)        |
| 五、样条曲线绘制及修改 .....             | (33)        |
| 六、点和坐标系绘制 .....               | (34)        |
| 七、文字绘制 .....                  | (35)        |
| 八、草绘器调色板 .....                | (35)        |
| 知识三 草图编辑 .....                | (36)        |
| 一、图元选取 .....                  | (36)        |
| 二、草图编辑 .....                  | (37)        |
| 知识四 尺寸标注及修改 .....             | (38)        |
| 一、尺寸标注 .....                  | (38)        |
| 二、尺寸数值的修改 .....               | (40)        |
| 知识五 约束操作 .....                | (41)        |
| 一、增加约束 .....                  | (41)        |
| 二、删除约束 .....                  | (42)        |
| 三、禁用约束 .....                  | (42)        |
| 四、锁定约束 .....                  | (43)        |

|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| 五、过约束 .....                 | (43)        |
| 知识六 综合实例 .....              | (44)        |
| 一、实例一：简单草图绘制 .....          | (44)        |
| 二、实例二：复杂草图绘制 .....          | (45)        |
| 知识梳理与总结 .....               | (47)        |
| 复习思考题 .....                 | (47)        |
| <b>学习情境四 零件实体特征创建 .....</b> | <b>(49)</b> |
| 知识一 零件模块概述 .....            | (50)        |
| 一、进入零件模块 .....              | (50)        |
| 二、草绘平面和参考平面 .....           | (51)        |
| 知识二 拉伸特征 .....              | (52)        |
| 一、拉伸特征概念 .....              | (52)        |
| 二、拉伸特征创建 .....              | (52)        |
| 三、拉伸要素分析 .....              | (55)        |
| 知识三 旋转特征 .....              | (56)        |
| 一、旋转特征的概念 .....             | (56)        |
| 二、旋转特征的创建 .....             | (57)        |
| 知识四 扫描特征 .....              | (58)        |
| 一、扫描特征概念 .....              | (58)        |
| 二、扫描特征创建 .....              | (59)        |
| 三、扫描轨迹 .....                | (60)        |
| 知识五 混合特征 .....              | (62)        |
| 一、混合特征概念 .....              | (62)        |
| 二、混合要素 .....                | (64)        |
| 三、平行混合 .....                | (64)        |
| 四、旋转混合 .....                | (66)        |
| 知识六 基准特征 .....              | (67)        |
| 一、基准平面 .....                | (67)        |
| 二、基准轴 .....                 | (70)        |
| 三、基准点 .....                 | (71)        |
| 四、基准曲线 .....                | (73)        |
| 五、基准坐标系 .....               | (74)        |

|                 |      |
|-----------------|------|
| 知识七 筋特征 .....   | (76) |
| 一、筋特征概念 .....   | (76) |
| 二、筋特征创建 .....   | (77) |
| 知识八 孔特征 .....   | (78) |
| 一、孔特征概念 .....   | (78) |
| 二、简单孔 .....     | (78) |
| 三、草绘孔 .....     | (80) |
| 四、标准孔 .....     | (81) |
| 知识九 圆角特征 .....  | (83) |
| 一、圆角特征概念 .....  | (83) |
| 二、常数倒圆角 .....   | (83) |
| 三、完全倒圆角 .....   | (85) |
| 四、变量倒圆角 .....   | (85) |
| 五、通过曲线倒圆角 ..... | (86) |
| 知识十 倒角特征 .....  | (87) |
| 一、倒角特征概念 .....  | (87) |
| 二、边倒角 .....     | (87) |
| 三、拐角倒角 .....    | (88) |
| 知识十一 壳特征 .....  | (89) |
| 一、壳特征概念 .....   | (89) |
| 二、壳特征创建 .....   | (89) |
| 知识十二 拔模特征 ..... | (90) |
| 一、拔模特征概念 .....  | (90) |
| 二、拔模特征创建 .....  | (91) |
| 知识十三 特征阵列 ..... | (93) |
| 一、特征阵列概念 .....  | (93) |
| 二、尺寸阵列 .....    | (93) |
| 三、方向阵列 .....    | (95) |
| 四、轴阵列 .....     | (96) |
| 五、填充阵列 .....    | (97) |
| 知识十四 特征复制 ..... | (98) |
| 一、特征复制概念 .....  | (99) |
| 二、新参照复制特征 ..... | (99) |

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| 三、相同参考复制特征 .....              | (100)        |
| 四、镜像复制特征 .....                | (100)        |
| 五、移动复制特征 .....                | (101)        |
| 六、特征组 .....                   | (102)        |
| 知识十五 实体造型综合实例 .....           | (102)        |
| 带轮几何造型 .....                  | (102)        |
| 知识梳理与总结 .....                 | (105)        |
| 复习思考题 .....                   | (105)        |
| <b>学习情境五 PRO/E 高级建模 .....</b> | <b>(108)</b> |
| 知识一 变截面扫描 .....               | (109)        |
| 一、关于变截面扫描特征 .....             | (109)        |
| 二、变截面扫描的选项说明 .....            | (110)        |
| 三、创建变截面扫描特征的操作步骤 .....        | (110)        |
| 四、创建漏斗 .....                  | (111)        |
| 知识二 螺旋扫描 .....                | (113)        |
| 一、概述 .....                    | (113)        |
| 二、建立螺旋扫描特征的操作步骤 .....         | (114)        |
| 三、创建普通螺纹螺栓 .....              | (114)        |
| 知识三 综合实例 .....                | (116)        |
| 一、创建变形管接头 .....               | (116)        |
| 二、创建凸轮 .....                  | (118)        |
| 知识梳理与总结 .....                 | (121)        |
| 复习思考题 .....                   | (121)        |
| <b>学习情境六 曲面造型 .....</b>       | <b>(125)</b> |
| 知识一 曲面的基本概念 .....             | (126)        |
| 知识二 曲面特征创建 .....              | (126)        |
| 一、基本曲面创建 .....                | (127)        |
| 二、边界混合 .....                  | (129)        |
| 知识二 曲面特征编辑 .....              | (132)        |
| 一、曲面修剪 .....                  | (132)        |
| 二、曲面合并 .....                  | (134)        |

|                            |              |
|----------------------------|--------------|
| 三、曲面延伸 .....               | (135)        |
| 四、曲面复制 .....               | (137)        |
| 五、曲面特征转化为实体模型 .....        | (140)        |
| 知识三 综合实例 .....             | (141)        |
| 知识梳理与总结 .....              | (146)        |
| 复习思考题 .....                | (146)        |
| <b>学习情境七 装配模型的建立 .....</b> | <b>(154)</b> |
| 知识一 装配设计概述 .....           | (155)        |
| 知识二 装配模型建立方法 .....         | (155)        |
| 一、装配模块及装配操作简介 .....        | (155)        |
| 二、装配约束 .....               | (157)        |
| 三、装配实例 .....               | (161)        |
| 四、装配模型分解 .....             | (165)        |
| 五、装配环境下零件创建 .....          | (170)        |
| 知识三 综合实例 .....             | (175)        |
| 一、泵体的装配 .....              | (175)        |
| 二、开关组件的装配 .....            | (180)        |
| 三、应用实例 .....               | (181)        |
| 知识梳理与总结 .....              | (184)        |
| 复习思考题 .....                | (185)        |
| <b>学习情境八 工程图创建 .....</b>   | <b>(187)</b> |
| 知识一 工程图模块的基本概念 .....       | (188)        |
| 一、视图的形成 .....              | (188)        |
| 二、视图类型 .....               | (189)        |
| 三、进入工程图模块 .....            | (190)        |
| 四、工作环境设置 .....             | (191)        |
| 知识二 工程图视图创建 .....          | (193)        |
| 一、一般视图创建 .....             | (193)        |
| 二、投影视图创建 .....             | (194)        |
| 三、详细视图创建 .....             | (195)        |
| 四、辅助视图创建 .....             | (196)        |

|                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| 五、旋转视图创建 .....                  | (197)        |
| 知识三 视图操作 .....                  | (198)        |
| 一、视图移动 .....                    | (198)        |
| 二、视图修改 .....                    | (198)        |
| 三、视图删除 .....                    | (199)        |
| 知识四 尺寸标注 .....                  | (199)        |
| 一、显示尺寸 .....                    | (200)        |
| 二、手工标注尺寸 .....                  | (202)        |
| 知识五 尺寸公差和形位公差标注 .....           | (203)        |
| 一、尺寸公差标注 .....                  | (203)        |
| 二、形位公差标注 .....                  | (205)        |
| 知识六 表面粗糙度和注释 .....              | (208)        |
| 一、表面粗糙度标注 .....                 | (208)        |
| 二、注释创建 .....                    | (210)        |
| 知识七 综合实例 .....                  | (211)        |
| 一、轴零件工程图创建 .....                | (211)        |
| 二、泵体零件工程图创建 .....               | (217)        |
| 知识梳理与总结 .....                   | (221)        |
| 复习思考题 .....                     | (221)        |
| <b>学习情境九 数控加工——Pro/NC .....</b> | <b>(224)</b> |
| 知识一 数控加工过程 .....                | (225)        |
| 一、Pro/NC 的功能简介 .....            | (225)        |
| 二、Pro/NC 数控加工过程 .....           | (225)        |
| 三、制造模型 .....                    | (227)        |
| 四、Pro/NC 的基本操作 .....            | (228)        |
| 知识二 平面铣削 .....                  | (230)        |
| 一、平面铣削概述 .....                  | (230)        |
| 二、平面铣削实例 .....                  | (231)        |
| 知识三 体积块铣削 .....                 | (241)        |
| 一、体积块铣削概述 .....                 | (241)        |
| 二、体积块铣削实例 .....                 | (242)        |
| 知识四 轮廓铣削 .....                  | (249)        |

|                |       |
|----------------|-------|
| 一、轮廓铣削概述 ..... | (249) |
| 二、轮廓铣削实例 ..... | (249) |
| 知识五 腔槽加工 ..... | (258) |
| 一、腔槽加工概述 ..... | (258) |
| 二、腔槽加工实例 ..... | (258) |
| 知识六 曲面铣削 ..... | (265) |
| 一、曲面铣削概述 ..... | (265) |
| 二、曲面铣削实例 ..... | (267) |
| 知识七 轨迹铣削 ..... | (274) |
| 一、轨迹铣削概述 ..... | (274) |
| 二、轨迹铣削实例 ..... | (275) |
| 知识八 孔加工 .....  | (283) |
| 一、孔加工概述 .....  | (283) |
| 二、孔加工实例 .....  | (284) |
| 知识九 局部铣削 ..... | (290) |
| 一、局部铣削概述 ..... | (290) |
| 二、局部铣削实例 ..... | (291) |
| 知识十 后置处理 ..... | (294) |
| 知识梳理与总结 .....  | (298) |
| 复习思考题 .....    | (298) |
| 参考文献 .....     | (300) |

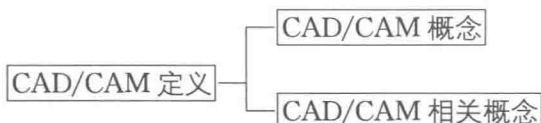
# 学习情境一 CAD/CAM 技术基础

## 教学导航

|        |                                                                                                                                                            |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 教学目标   | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 掌握 CAD/CAM 的定义</li><li>2. 了解 CAD/CAM 的一些相关概念</li><li>3. 了解 CAD/CAM 的基本功能</li><li>4. 了解目前国内常用 CAD/CAM 软件</li></ol> |
| 知识点    | <ol style="list-style-type: none"><li>1. CAD/CAM 的定义</li><li>2. CAD、CAE、CAPP、CAM 的概念</li><li>3. CAD/CAM 的基本功能</li><li>4. 常用 CAD/CAM 软件</li></ol>           |
| 重点与难点  | <ol style="list-style-type: none"><li>1. CAD/CAM 的定义</li><li>2. CAD、CAM 的概念</li></ol>                                                                      |
| 教学方法建议 | 结合国内各地、各行业软件使用的实际情况，概括性地知识介绍                                                                                                                               |
| 学习方法建议 | 掌握 CAD/CAM 相关概念，开拓思维，加强对 CAD/CAM 软件的理解                                                                                                                     |
| 建议学时   | 1 学时                                                                                                                                                       |

## 知识一 CAD/CAM 技术概念

知识分布网络



计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)技术，是在 20 世纪 50 年代初随着计算机和数字化信息技术发展而形成的一门新技术，它的应用和发展引起了社会和生产的巨大变革，因此 CAD/CAM 技术被视为 20 世纪最杰出的工程成就之一。目前，CAD/CAM 技术广泛应用于机械、电子、航空、航天、汽车、船舶、纺织、轻工及建筑等各个领域，它的应用水平已成为衡量一个国家技术发展水平及工业现代化水平的重要标志。

### 一、CAD/CAM 定义

CAD/CAM(computer aided design/computer aided manufacturing，计算机辅助设计与制造)技术是由计算机技术、机械设计和制造技术相结合形成的一门多学科、综合性的应用技术。一般认为，CAD/CAM 技术具有狭义和广义两种概念。

#### 1. 狭义的 CAD/CAM 技术

狭义的 CAD/CAM 技术是指利用 CAD/CAM 系统进行产品的造型设计、模型计算分析和数控程序的编制(包括加工刀具路径的生成、加工工艺的设计、刀具轨迹的仿真及数控代码的生成)等。

#### 2. 广义的 CAD/CAM 技术

广义的 CAD/CAM 技术是指利用计算机辅助技术进行产品设计与制造的整个过程及相关活动，包括产品设计(几何造型、分析计算、工程绘图、结构分析、优化设计等)、工艺准备(计算机辅助工艺设计、计算机辅助工装设计与制造、NC 自动编程、工时定额和材料定额编制等)、生产作业计划、物料作业计划的运行控制(加工、装配、检测、输送、存储等)、生产控制、质量控制及工程数据管理等。

### 二、CAD/CAM 的相关概念

与 CAD/CAM 技术及应用相关的一些概念有以下几个。

#### 1. CAD(computer aided design，计算机辅助设计)

CAD 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 的功能可归纳为四大类：建立几何模型、工程分析、动态模拟、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、产品的常规设计和优化设计等；图形系统包括几何(特征)造型、自动绘图(二维工程图、三维实体图等)、动态仿真等；工程数据库对设计过程中需要使用和产生的数据、图形、文档等进行存储和管理。

## 2. CAE(computer aided engineering, 计算机辅助工程分析)

CAE 指以现代计算力学和有限元分析为基础、以计算机仿真为手段, 对设计产品进行结构参数、强度、寿命、运动状态及优化性能等方面的工程分析, 用于测量与校核产品的可靠性和优化程度。

## 3. CAPP(computer aided process planning, 计算机辅助工艺设计)

CAPP 指以计算机为辅助工具, 并根据产品的设计信息、要求及产品制造工艺要求, 交互地或自动地确定出产品加工方法和方案。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, 工序设计又可包含装夹设备选择或设计、加工余量分配、切削用量选择以及机床、刀具和夹具的选择、必要的工序图生成等。

## 4. CAM(computer aided manufacturing, 计算机辅助制造)

CAM 有广义和狭义两种定义。广义的 CAM 是指借助计算机来完成从生产准备到产品制造出来的全过程中的各项活动, 包括工艺过程设计(CAPP)、工装设计、计算机辅助数控加工编程、生产作业计划、制造过程控制、计算机辅助质量检测(CAQ)与分析、产品数据管理(PDM)等。狭义的 CAM 通常只是指 NC 程序编制, 包括刀具路径规划、刀位文件生成、刀具轨迹仿真及 NC 代码生成等。

# 知识二 CAD/CAM 的基本功能



CAD/CAM 是一个人机交互的过程, 从产品图形的绘制、几何模型的建立, 到 NC 代码生成和加工过程仿真, 系统都应保证用户能随时进行观察、修改中间数据。用户的每一

次操作,也应从显示器上及时得到反馈,直到获得最佳的设计结果。

## 一、计算机辅助设计技术(CAD)

CAD 技术是一种以计算机技术和计算机图形学为技术基础,融合了各工程学科知识,可以帮助设计人员进行快速、高效、低设计成本地完成产品设计任务的高新技术。

从广义上来看,CAD 技术所包含的功能包括以下几个方面。

### 1. 二维工程绘图

利用计算机进行平面工程图样的绘制,以取代传统的手工绘图。据统计,CAD 绘图可以比人工绘图提高 5 倍以上的效率,而且绘图质量好,也有利于图样的标准化。

### 2. 三维几何建模

利用计算机构造产品的三维几何模型,并记录三维模型的数据,在屏幕上显示出真实的三维形状效果。几何建模功能是 CAD 系统的核心功能,它提供有关产品设计的各种信息,是后续作业的基础。

产品的几何建模包括以下两部分内容。

(1)零件建模,即在计算机中构造每个零件的三维几何结构模型。

(2)装配建模,即在计算机中构造整个部件或子部件的装配模型。

### 3. 工程分析

根据建立的三维几何模型及工程设计需要进行计算和分析,包括:

(1)装配与干涉分析 分析和评价产品的装配性以及机构之间、机构与周围环境之间是否有干涉碰撞现象。

(2)可制造性分析 分析和评价产品的可制造性能,力求避免那些将导致后续制造困难、使制造成本增加的不合理的设计。

(3)运动学、动力学分析与仿真 对机构的位移、速度、加速度以及关节的受力进行分析,并以形象直观的方式在计算机中进行运动仿真,从而全面了解机构的设计性能和运动情况。

(4)有限元分析与仿真 对重要的零部件进行应力、应变分析,根据分析结果评价机构设计的合理性。

(5)优化设计 借助优化设计技术,可以实现产品整体性能或在某一性能方面的最优化,如体积最小、重量最轻、寿命最合理等。

### 4. 生成设计文档与文档管理

快速生成产品的设计文档资料,如产品各零部件的工程图图样、装配图图样等。产品越复杂,越能显示出利用 CAD 技术完成这项工作的优越性。同时,还可以将设计的虚拟产品数据通过因特网送往世界各地,实现企业的动态联盟。

随着 CAD 技术的发展,其功能还将更加强大,对设计人员的帮助更大。它可以将产品的信息直接送到计算机辅助制造系统(CAM),并将部分信息送到计算机信息管理系统(MIS)等。

## 二、计算机辅助制造技术(CAM)

近年来,由于计算机及相关技术的不断发展,CAM 的内涵也不断增加,计算机辅助工

艺设计(CAPP)已逐渐成了一门独立的技术分支。采用计算机辅助数控编程加工零件,是指利用 CAM 系统对 CAD 系统产生的产品数学模型,选择确定的加工工艺参数,生成、编辑、仿真刀具的运动轨迹,以实现产品的虚拟加工,并编制 NC 机床的控制程序。该技术的应用和发展,降低了数控加工编程的工作难度,提高了编程效率,并有效地减少和避免了数控加工程序的错误,成为数控加工中不可缺少的工具。

根据 CAM 技术覆盖的领域不同,可以将其分为以下两大类。

### 1. 狭义的 CAM

狭义的 CAM 指计算机辅助编程,具体包括:

(1)代码生成 根据零件的设计模型,利用计算机自动生成该零件的数控加工代码。

(2)代码仿真 在使用代码之前,在计算机中运行该数控代码,进行虚拟的数控加工,观察加工中的机床运行情况和零件的切除情况,确保在切削中没有干涉碰撞现象,确保零件加工的正确性。

### 2. 广义的 CAM

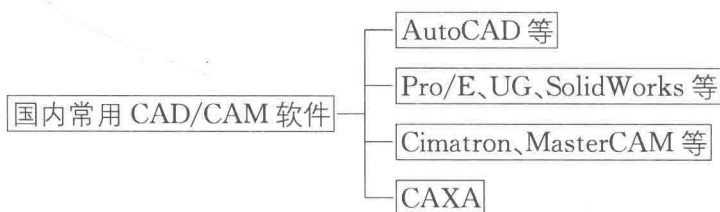
广义的 CAM 指应用计算机进行制造信息处理的全过程,主要包括:

(1)计算机辅助工艺设计 CAPP 利用计算机编写零件加工的工艺路线,选择合理的加工设备和切削参数,制定合理的检验方法。

(2)计算机辅助质量控制 CAQ(computer aided quality) 对产品质量进行及时的检查,并提出分析报告,对生产的组织、进度和其他管理问题及时跟踪、反馈,并辅助做出决策。

## 知识三 目前国内常用 CAD/CAM 软件

知识分布网络



### 1. AutoCAD

国家: 美国 所属公司: Autodesk

AutoCAD 是 Autodesk 公司的主导产品,是当今最流行的二维绘图软件,在二维绘图领域拥有广泛的用户群。AutoCAD 具有强大的二维功能,如绘图、编辑、剖面线和图案绘制、尺寸标注以及二次开发等,同时有部分三维功能。AutoCAD 提供 AutoLISP、ADS、ARX 作为二次开发的工具。在许多实际应用领域(如机械、建筑、电子)中,一些软件开发商在 AutoCAD 的基础上已开发出许多符合实际应用的软件。