

实用机电工程系列教材



CAD/CAM实用技术

——Pro/E技术综合教程

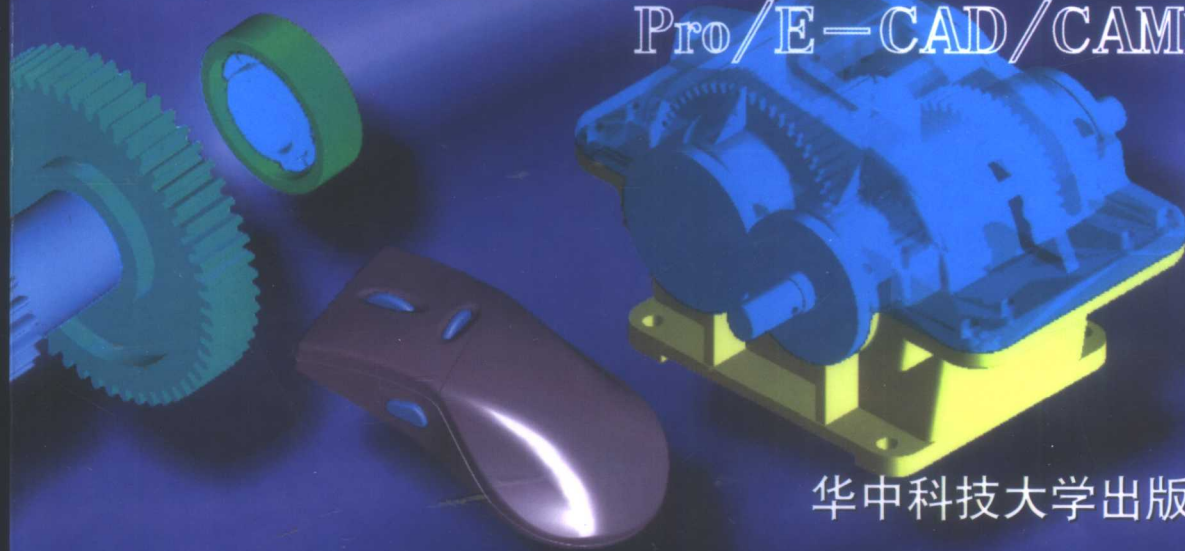
● 黄诚驹 编著

Pro/E造型技术

Pro/E NC制造

Pro/E—CAD/CAM集成

华中科技大学出版社



实用机电工程系列教材

CAD/CAM 实用技术

——Pro/E 技术综合教程

CAD/CAM SHIYONG JISHU

——Pro/E JISHU ZONGHE JIAOCHENG

黄 诚 驹 编著

欧阳渺安 主审

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 实用技术——Pro/E 技术综合教程/黄诚驹 编著
武汉:华中科技大学出版社, 2001 年 9 月
ISBN 7-5609-2523-5

I. C...

II. 黄...

III. 机械设计:计算机辅助设计-软件包, pro/E-教材

N. TH122

CAD/CAM 实用技术
——Pro/E 技术综合教程

黄诚驹 编著

责任编辑:徐正达

封面设计:潘 群

责任校对:陈元玉

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87545012

经 销:新华书店湖北发行所

录 排:华中科技大学惠友科技文印中心

印 刷:华中科技大学出版社沔阳印刷厂

开本:787×1092 1/16

印张:18

字数:388 000

版次:2001 年 9 月第 1 版

印次:2001 年 9 月第 1 次印刷

印数:1—4 000

ISBN 7-5609-2523-5/TH·115

定价:28.80 元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

现代化的产品设计、制造系统,是一个以贯穿产品研制全过程的计算机集成辅助系统。本书以具有代表性的基于特征造型的参数化设计系统 Pro/E 为蓝本进行介绍。全书分为 2 篇:第 1 篇,计算机辅助设计,主要介绍 Pro/E 的运行、基准与视角、草绘截面、特征构建、变更设计、Pro/E 零件设计的其他功能、绘制工程图、装配零部件、综合实训 1(CAD 部分);第 2 篇,计算机辅助制造,主要介绍 Pro/NC 的主要功能及参数、数控加工系统规划、数控工艺装备、加工初始化及加工编程、综合实训 2(CAM 部分)、Master CAM V8.0 铣削编程。

本教材依照职业教育特点和面向 21 世纪的要求,满足大机电类职业岗位群对 CAD/CAM 应用技术的能力培养需求。教材编写突出实训技能的培养要求,以章为实训单元并在每章的单元练习中配有大量的练习实例,每一篇另配有用做提高的综合练习,以帮助读者能在实践的过程中迅速掌握命令的使用,相信这种实训的思路使本书具备较好的职教特色和实用性。同时,教材力求采用应用普及和最新的软件版本进行介绍,保证教材在 CAD/CAM 的应用技术上具有新型的知识含量。

本书可作为高职、大专学校中,机械、模具、数控加工、机电一体化专业的相应课程教材,也可作为本科生相应课程的上机手册和相关专业工程技术人员的参考资料。

序 言

在千年钟声敲响、人类跨入新世纪之际，我们欣喜地看到，高等教育的模式正在从单一化向多样化、柔性化、社会化和现代化方向发展；正是这一发展，使得高等教育展现出蓬勃的生命力。真可谓“忽如一夜春风来，千树万树梨花开”。

以信息科技为重要标志的高新科技革命的飞速发展，正在改变着世界的面貌和人类的生活方式，推动着知识经济的到来。这就给高等教育改革的探索和研究提出了更高的要求。世界经济发展中最激烈的竞争，将不仅表现在经济和生产领域，而且更表现在培养人才的教育领域，特别是高等教育领域。因为在当今，经济的竞争，科技的竞争，一切的竞争，归根结底是教育的竞争，是人才的竞争，所以，江泽民同志指出：高等教育是教育的龙头。随着高新科技同机械行业的结合，现代机电产品不再是单纯的机械构件，而是由机械、电子、计算机等有机集成的所谓“机电信息一体化”产品。因此，现代机械制造越来越多地体现着知识经济的特征，“以人为本”的新观念正在取代“以技术为本”、

“以先进设备为本”的传统观念。在这种情况下，社会对机械类高素质人才的需求也随之变化，人才的创新能力、实践能力需要大力加强，知识结构需要向通用、广泛、适应性强的方向转化。

现代机电工程就是机械工程科技与信息科技等现代科技的紧密结合，然而，既是机电专业而不是别的专业，自己专业的基础、自己专业的实践是丝毫不能忽视的。“九层之台，起于垒土”，“千里之行，始于足下”，离开了基础，离开了实践，一切将会成为空洞的，机电专业就更是如此。

为顺应高等教育改革的潮流，华中科技大学出版社继推出“21 世纪高等学校机械设计制造及其自动化专业系列教材”之后，又推出了这套“高等学校实用机电工程系列教材”。两套教材各有侧重，相得益彰，不同的学校可以根据自己的特点和教学要求选择不同的教材。

这套系列教材的特色在于：体现了人才培养的层次性、知识结构的交融性和教学内容的实践性。它降低了专业重心，拓宽了学科基础，对传统的课程内容进行了整合，加强各方面知识的融会贯通。特别值得一提的是，它强调实践能力的培养和基本技能的训练，以培养综合型、实用型人才为主要目标。

这套教材是 20 多所高校长期从事教学和教学改革的教师用辛勤的汗水编写而成的，特别是一些高等职业技术学院、高等专科学校的参与，给这套教材

增添了更多的色彩。教材的作者认真贯彻了“教育要面向现代化，面向世界，面向未来”的战略思想，倾注了他们教学改革中的大量心血，反映了他们丰富的教学经验。“衷心藏之，何日忘之？”我们对参加这套教材编写的老师们和积极支持这套教材出版的学校表示衷心的感谢。我们相信，这套系列教材对各学校的教学改革、机电工程类高质量人才的培养能够起到积极的促进作用。

人非圣贤，孰能无过？书非白璧，孰能无瑕？由于编者经验不足，时间有限，形势的发展也在不断提出新的要求，因此，这套系列教材还需在使用中不断修改和完善。“嚶其鸣矣，求其友声。”我们期望广大读者不吝赐教。

江泽民同志指出：“创新是一个民族进步的灵魂，是国家兴旺发达的不竭动力。”高等教育的改革，也需要不断地创新，不断地前进。一声号角撼大地，千红万紫进军来。21 世纪教育的春天，已经来临。

全国高校机械工程类专业教学指导委员会主任委员
中国科学院院士
华中科技大学教授

杨叔子
2001 年 3 月 10 日

前 言

计算机辅助设计和辅助制造 (CAD/CAM) 是一门新型的应用技术, 随着现代制造技术的发展, 这门技术已经得到越来越普遍的应用, 工程技术人员掌握这门技术已经变得越来越重要了。

西方发达国家迅速推进现代化进程的一个经验, 即是重视了新技术的推广应用, 而有效的职业教育体制, 是它们推广应用新技术的重要途径。学习它们的先进经验, 建立现代化的职教体系, 包括不同层次的职教学校, 相应的师资、适宜的教材等都将成为中国现代化进程中的迫切问题。本书力图适应当前中国社会的这种发展需要, 争取成为一本具有高等职业技术教育特色的教材。

在实践操作中学习软件的使用, 无疑是最直接、最有效的方式。基于这样的认识, 让读者在练习中去学, 是贯穿本书的一条主线, 也是本书所反映出的高等职业教育特色。因此, 教材的编写突出实训培养特点, 基本上每章为一实训单元, 在每个单元中除了集合这个单元训练所需要的知识点外, 还配有适合操作的单元练习。另外, 每篇都配有综合实训内容, 以此强化实践教学环节, 同时也为一大批自学的读者提供一根学习走路的拐杖。我们希望通过单元练习实践, 指导读者自行完成相关命令的操作练习, 从而在实践中学习掌握本单元的知识点。我们建议读者在学习每单元的内容之前, 先上机完成每单元的练习操作, 从中悟出命令的功能及操作要领, 再返回去学习命令及命令操作介绍。这种学习方式, 会使你更清楚命令的含义和操作步骤的具体内涵, 使你学习 CAD/CAM 技术的应用变得更生动、更容易。

全书按计算机辅助系统的 2 种不同应用范畴分为 2 篇。第 1 篇, 计算机辅助设计, 包括第 1 章 Pro/E 的运行环境及基本操作, 第 2 章基准及视角, 第 3 章草绘截面, 第 4 章实体特征构建, 第 5 章曲面特征构建, 第 6 章变更设计, 第 7 章 Pro/E 零件设计的其他功能, 第 8 章绘制工程图, 第 9 章装配零件(部件), 综合实训 1(CAD 部分); 第 2 篇, 计算机辅助制造, 包括第 10 章概述, 第 11 章数控加工系统规划, 第 12 章数控工艺装备, 第 13 章加工系统初始化及数控加工工艺编制, 综合实训 2(CAM 部分), 第 14 章 MasterCAM V8.0 铣削编程。

本书由武汉职业技术学院副教授黄诚驹编著, 由佛山职业技术学院博士后、副教授欧阳渺安主审。参加编写工作的还有佛山职业技术学院讲师李柏青, 广西机电职业技术学院讲师陆曲波, 湖北工学院副教授郑新建, 武汉职业技术学院实验师应文豹、李鄂琴。黄诚驹编写绪论、第 2 章、第 4 章至第 10 章, 李柏青编写第 12 章、第 13 章, 陆曲波编写第 14 章, 郑新建编写第 11 章, 李鄂琴编写第 1 章, 应文豹编写第 3 章。武汉职业技术学院机械工程系学生黄抛记、成玉堂为本书做了大量的资料工作, 在此谨对他们表示

衷心的感谢。

本书打破了原有同类教材的理论体系，以适合单元式训练的要求为目的，以实用的相关知识点构建了新的编写单元，最后形成一本颇具职教特色的教材。编者相信，本书将在我国贯彻单元训练的职教模式中作出有益的探索，并成为配合职教改革的一本创新教材。

编 者

2000 年 12 月

实用机电工程系列教材

编写协作组成员单位

(排名不分先后)

武汉职业技术学院

广西机电职业技术学院

河南职业技术学院

深圳职业技术学院

恩施职业技术学院

十堰职业技术学院

黄冈职业技术学院

荆门职业技术学院

中州大学

江汉大学

广州大学

鄂州大学

武汉电力学校

黄石高等专科学校

东南大学职业技术学院

湖北工学院职业技术学院

华中科技大学职业技术学院

目 录

绪论.....	(1)
0.1 计算机辅助系统的含义.....	(1)
0.2 计算机辅助设计、辅助制造的应用及发展.....	(1)
0.2.1 计算机辅助系统在现代机械制造中的应用.....	(1)
0.2.2 现代 CAD 系统提供的辅助功能.....	(2)
0.2.3 CAD/CAM 技术的发展趋势.....	(5)

第 1 篇 计算机辅助设计

第 1 章 Pro/E 的运行环境及基本操作.....	(7)
1.1 Pro/E 的特点概述.....	(7)
1.2 Pro/E 的运行界面.....	(8)
1.3 下拉菜单项功能和文件操作.....	(9)
1.4 视窗设置.....	(12)
1.5 记录文件.....	(14)
1.6 约定说明.....	(15)
第 2 章 基准及视角.....	(16)
2.1 基准特征.....	(16)
2.1.1 基准面.....	(16)
2.1.2 基准坐标系.....	(18)
2.1.3 基准点.....	(19)
2.1.4 基准线.....	(19)
2.1.5 基准轴.....	(20)
2.2 视角及显示控制.....	(20)
2.2.1 视角操作的主菜单项(View).....	(20)
2.2.2 模型旋转、平移的快捷方式及视角设定.....	(21)
2.2.3 视角方向设定.....	(22)
2.2.4 着色颜色的设定.....	(22)
2.3 单元练习.....	(22)

第 3 章 草绘截面	(29)
3.1 截面轮廓绘制步骤	(29)
3.2 截面绘制指令	(30)
3.2.1 截面绘制模式	(30)
3.2.2 截面绘制菜单项功能介绍	(30)
3.2.3 常用绘图方式介绍	(31)
3.2.4 编辑修改命令	(33)
3.3 截面绘制的尺寸标注(Dimension)	(34)
3.4 重新计算生成失败后的处理	(37)
3.5 单元练习	(38)
第 4 章 实体特征构建	(41)
4.1 特征	(41)
4.1.1 特征的定义	(42)
4.1.2 特征的分类	(43)
4.1.3 Pro/E 中的特征	(44)
4.2 构建立体基础特征	(46)
4.3 单元练习	(51)
4.4 构建实体结构细节特征	(52)
4.4.1 规则形状的特征构建	(52)
4.4.2 不规则形状的特征构建	(54)
4.5 构建不规则形状特征的有关问题讨论	(61)
4.5.1 草图截面的方向	(61)
4.5.2 绘图参考面的方向	(61)
4.5.3 关于基本特征的绘制面的选择	(62)
4.6 特征复制	(62)
4.6.1 阵列复制(Pattern)	(62)
4.6.2 拷贝复制(Copy)	(63)
4.7 单元练习	(63)
第 5 章 曲面特征构建	(75)
5.1 构建曲面特征的颜色说明	(75)
5.2 曲面特征的构建方式	(75)
5.2.1 直接构建方式	(75)
5.2.2 间接构建方式	(77)
5.3 单元练习	(79)
5.4 曲线特征的编辑	(81)

5.5 曲面特征的编辑.....	(81)
5.5.1 曲面合并(Merge).....	(82)
5.5.2 曲面修剪(Trim).....	(82)
5.5.3 曲面延伸(Extrude).....	(83)
5.6 曲面特征的变换(Transform).....	(84)
5.7 单元练习.....	(84)
 第 6 章 变更设计.....	(95)
6.1 父子特征关系.....	(95)
6.2 变更特征间的逻辑关系(Reroute).....	(96)
6.2.1 操作方式.....	(96)
6.2.2 Reroute 的命令选项.....	(96)
6.3 重新定义特征构建方式(Redefine).....	(97)
6.3.1 操作步骤.....	(97)
6.3.2 操作选项及内容.....	(98)
6.4 调整特征构建顺序(Reorder)的操作步骤.....	(98)
6.5 零件设计变更总结.....	(98)
6.6 单元练习.....	(99)
 第 7 章 Pro/E 零件设计的其他功能.....	(100)
7.1 关系式设计(Relation).....	(100)
7.1.1 关系式分类及参数类型.....	(100)
7.1.2 建立数学关系式的步骤.....	(101)
7.1.3 数学关系式的运算符及数学函数.....	(101)
7.1.4 单元练习.....	(102)
7.2 建立标准化零件库(Family Table).....	(103)
7.2.1 建立零件表的步骤.....	(103)
7.2.2 注意事项.....	(103)
7.3 系统参数设定.....	(104)
7.4 零件资料查询.....	(105)
7.5 模型树(Model Tree)的使用.....	(108)
7.6 文件转换.....	(109)
7.6.1 文件输入.....	(109)
7.6.2 文件输出.....	(109)
7.7 零件(模型)图的打印.....	(110)
7.8 单元练习.....	(111)

第 8 章 绘制工程图	(114)
8.1 三视图的生成步骤	(114)
8.2 视图编辑	(116)
8.3 工程图的细化处置功能	(117)
8.4 工程图的尺寸标注及注解	(119)
8.4.1 尺寸标注的步骤	(119)
8.4.2 尺寸移动的步骤	(119)
8.4.3 显示工程图注解的步骤	(120)
8.4.4 修改注解的步骤	(120)
8.5 剖视图	(120)
8.5.1 剖视图的种类	(120)
8.5.2 生成剖视图的步骤	(121)
8.6 一般位置上的向视图	(122)
8.7 局部放大视图	(122)
8.8 半视图	(122)
8.9 单元练习	(123)
第 9 章 装配零件(部件)	(126)
9.1 零件装配步骤	(126)
9.2 综合实训 1(CAD 部分)	(128)

第 2 篇 计算机辅助制造

第 10 章 概述	(151)
10.1 Pro/E CAM 功能简述	(152)
10.2 加工模型的组成和加工毛坯的作用	(152)
10.2.1 加工模型的组成	(152)
10.2.2 加工毛坯的作用	(153)
10.3 Pro/NC 的运行及主菜单项简介	(153)
10.3.1 Pro/NC 的运行	(153)
10.3.2 加工主菜单项简介	(154)
10.4 加工参数介绍	(155)
10.4.1 切削状态参数	(155)
10.4.2 其他参数说明	(157)
10.5 单元练习	(159)

第 11 章 数控加工系统规划	(168)
11.1 加工环境	(168)
11.1.1 数控加工系统设置选项	(168)
11.1.2 加工信息显示窗	(169)
11.2 加工操作环境设定(Operation)	(170)
11.3 数控加工工艺资料编制(NC Sequence)	(170)
11.4 项目设定(Seq Setup)	(171)
11.5 加工曲面与钻孔预设	(185)
11.5.1 加工曲面参数预置(Surface)	(185)
11.5.2 孔加工的参数预置(Hole)	(186)
11.6 刀具路径预视(PLAY PATH)	(190)
11.6.1 刀具路径显示模式设置(Screen Play)	(191)
11.6.2 刀具路径资料显示 (Show File)	(192)
11.6.3 刀具体切削模拟(NC Check)	(193)
11.7 自定义或改变刀具路径种类(Customize)	(194)
11.8 设定加工工艺资料的信息显示(Seq Info)	(195)
11.9 设定被切除部分的材料(Material Remove)	(196)
11.10 单元练习	(196)
第 12 章 数控工艺装备	(200)
12.1 数控机床(Workcell)	(200)
12.1.1 建立数控机床资料(Create)	(200)
12.1.2 修改数控机床资料(Modify)	(203)
12.1.3 调用设定的数控机床资料(Retrieve)	(204)
12.1.4 存储设定的数控机床资料(Save)	(204)
12.1.5 删除无用资料>Delete)	(204)
12.2 刀具(Tooling)	(204)
12.2.1 刀具资料列表	(205)
12.2.2 刀具资料	(205)
12.2.3 刀具几何资料	(205)
12.2.4 刀具细化资料	(208)
12.2.5 刀具预览视窗	(209)
12.3 单元练习	(209)
第 13 章 加工系统初始化及数控加工工艺编制	(213)
13.1 参数建立(Param Setup)	(213)
13.1.1 预置基本加工参数(Site)	(213)

13.1.2	数控机床资料库(Mach DB)	(217)
13.1.3	啄铣加工参数设定(Pack Table)	(218)
13.1.4	加工记录资料(Register)	(219)
13.2	设置刀具路径资料输出形式(CL Setup)	(220)
13.2.1	加工资料输出(PPRINT)	(220)
13.2.2	加工速度的显示颜色设定(Feed Color)	(221)
13.2.3	数控指令的输出格式(NC Alias)	(222)
13.3	加工基准特征	(223)
13.4	数控加工工艺编制	(224)
13.4.1	坯料式粗铣切削加工(Volume Milling)	(224)
13.4.2	清根及去残料铣削加工(Local Milling)	(226)
13.4.3	铣曲面基本刀具路径(Conventional Surface Milling)	(227)
13.4.4	铣曲面变刀具路径铣加工(Contour Surface Milling)	(228)
13.4.5	端铣平面(Face Milling)	(229)
13.4.6	零件四周轮廓加工(Profile Milling)	(229)
13.4.7	挖槽加工(Pocketing)	(230)
13.4.8	扫描轨迹铣削(Trajectory Milling)	(230)
13.4.9	钻、铰、攻加工(Holemaking)	(231)
13.4.10	啄铣削(Plunge Milling)	(232)
13.5	综合实训 2(CAM 部分)	(233)
第 14 章	Master CAM 数控加工	(241)
14.1	概述	(241)
14.1.1	Master CAM Mill 8.0 窗口界面	(241)
14.1.2	文件操作	(243)
14.1.3	构建二维图形	(243)
14.1.4	构建三维图形	(245)
14.2	Master CAM Mill 8.0 的数控加工方式概述	(247)
14.3	工作设定	(247)
14.3.1	原点及工件大小的设置	(247)
14.3.2	材料选择	(248)
14.3.3	刀具补偿记录和进给参数计算	(248)
14.4	参数设置	(249)
14.5	操作管理	(252)
14.5.1	仿真加工	(252)
14.5.2	刀具路径模拟	(252)
14.6	二维数控加工方式	(253)
14.6.1	外形铣削加工	(253)

14.6.2 挖槽加工	(254)
14.6.3 钻孔加工	(255)
14.6.4 文字雕刻加工	(256)
14.7 建立三维刀具路径	(257)
14.7.1 平行铣削粗加工	(258)
14.7.2 放射状粗加工	(260)
14.7.3 投影粗加工	(260)
14.7.4 曲面流线粗加工	(261)
14.7.5 等高外形粗加工	(262)
14.7.6 挖槽粗加工	(263)
14.7.7 插削下刀粗加工	(263)
14.8 曲面精加工	(263)
14.8.1 陡斜面精加工	(264)
14.8.2 浅平面精加工	(264)
14.8.3 交线清角	(265)
14.8.4 残料清角	(265)
14.8.5 环绕等距	(265)
14.9 单元练习	(266)

绪 论

0.1 计算机辅助系统的含义

从广义上定义,计算机辅助系统泛指一切以计算机作为辅助工具的应用系统。从目前主要的应用方面看,它包括:

计算机辅助设计 (Computer Aided Design, 简称 CAD);

计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, 简称 CAM);

计算机辅助教学 (Computer Aided Instruction, 简称 CAI);

计算机辅助测试 (Computer Aided Test, 简称 CAT);

计算机辅助生产计划 (Computer Aided Production Planning, 简称 CAP);

计算机辅助工艺规划 (Computer Aided Process Planning, 简称 CAPP);

计算机辅助工程 (Computer Aided Engineering, 简称 CAE)。

本书将针对目前应用最广的 CAD、CAM 进行研究。

CAD 是由人和计算机合作、完成各种设计 (如机械设备设计、集成电路设计、建筑工程设计、服装设计、动画影片设计等) 的一种技术。这种技术在对设计过程进行认真分析后,按人与计算机的各自特点,去完成各自最合适的工作。如设计的经验和判断必须由人来完成,而存储和组织数据以及繁重的计算、绘图由计算机来完成,使设计的效果比人或计算机任何一方单独工作都要好而快,这就是 CAD 备受各行业重视和欢迎的原因。它不仅提高了设计的速度和质量,而且能在设计完成后由计算机预先显示产品最终的外形结构及估价,使设计者在投产之前可进行评价并作出决策。

CAM 是利用计算机辅助完成生产计划和控制生产过程的一种技术。运用这种技术,人可以凭借丰富的生产实践经验,选择合适的工艺路线及加工方法、加工刀路、切削用量,而计算机则以其强大的数值计算和分析处理能力,完成对加工过程的控制、干涉处理,将工步、工序的优化后置处理成数控 (NC) 加工程序,通过两者的紧密结合,完美地实现高质量生产加工产品的自动化过程。CAM 与 CAD 密切相关, CAD/CAM 系统使设计与生产连接成自动化工程。CAM 直接使用 CAD 产生的数据完成对生产过程的控制,所以在机械、模具制造领域中, CAD/CAM 集成化的软件越来越多,已经成为这类软件的一种发展趋势。在当今的机械、模具制造业中, CAD/CAM 系统愈加成为制造那些结构复杂、精度要求高的产品不可缺少的工具。

0.2 计算机辅助设计、辅助制造的应用及发展

0.2.1 计算机辅助系统在现代机械制造中的应用

在一般的机械产品生产厂,产品的生产过程要经过多个环节,其主要过程如表 1.1 所示。