

Pro/ENGINEER 工程师系列丛书



Pro/ENGINEER Wildfire

(野火版)

数控加工教程

孙江宏 黄小龙 编著



清华大学出版社

PTC 工程师系列丛书

Pro/ENGINEER Wildfire(野火版)

数 控 加 工 教 程

孙江宏 黄小龙 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是“PTC 工程师系列丛书”之一, 主要内容包括 Pro/ENGINEER 与 CAM 之间的关系、数控加工流程、制造设置、铣削加工方法、钣金件制造、模具与铸造件加工以及刀位数据文件的后处理。本书的附书光盘中还包括配置文件、训练文件和标准件库。

本书内容全面、实用、条理清晰、通俗易懂。全书贯穿了特征命令的综合应用, 紧密结合实例进行透彻讲解, 给出的实例都是在工程设计中具有代表性和实用性的例子, 让读者能够迅速掌握本书所讲述的各项功能, 确保在学习后能够综合运用 Pro/ENGINEER 数控加工技术。

本书适合初、中级用户和从事数控加工的专业人员学习使用, 可作为工科院校相关专业学生的培训教程, 也可供从事 CAD/CAM 的工程技术人员参考。

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术, 用户可通过在图案表面涂抹清水, 图案消失, 水干后图案复现; 或将表面膜揭下, 放在白纸上用彩笔涂抹, 图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire(野火版)数控加工教程/孙江宏, 黄小龙编著.

—北京: 清华大学出版社, 2005.9

(PTC 工程师系列丛书)

ISBN 7-302-11781-0

I. P… II. ①孙… ②黄… III. 数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire
IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 103488 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 王景先

文稿编辑: 宋延清

排版人员: 王 婷

印 刷 者: 北京密云胶印厂

装 订 者: 北京国马印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 22.5 字数: 535 千字

版 次: 2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-11781-0/TP·7660

印 数: 1~5000

定 价: 36.00 元(含 1 张光盘)

前 言

1. Pro/ENGINEER Wildfire 中文版简介

Pro/ENGINEER 是美国参数技术公司 1988 首家推出的使用参数化特征造型技术的大型 CAD/CAM/CAE 集成软件, 具有造型设计、零件设计、装配设计、二维工程图制作、结构分析、运动仿真、模具设计、钣金设计、管路设计、数控加工、数据库管理等功能。近年来, 在我国大型工厂、科研单位和部分大学得到了较为普遍的应用, 深受三维产品设计和研究人员的喜爱。

Pro/ENGINEER 是一个全方位的三维产品设计和开发软件, 它集零件设计、产品装配、模具开发、数控加工、钣金设计、铸造件设计、造型设计、逆向工程、自动测量、机构仿真、应力分析、电路布线、装配管路设计等功能模块和专有模块于一体, 可以实现面向制造的设计(Design For Manufacturing, DFM)、面向装配的设计(Design For Assembly, DFA)、逆向设计(Inverse Design, ID)、并行工程(Concurrent Engineering, CE)等先进的设计方法和模式。

Pro/ENGINEER 参数化设计的特性包括:

- **三维实体模型** 三维实体模型除了可以将用户的设计理念以最真实的模型在计算机上表现以外, 还可以随时计算出产品的体积、面积、质心、质量和惯性矩等, 以便了解产品的真实情况, 可以减少对以上参数的人为计算时间。
- **单一数据库** Pro/ENGINEER 是建立在单一数据库上的, 即工程的资料全部来自一个库, 使多个独立用户可以同时处理同一个产品的造型。并可随时由三维实体模型产生二维工程图, 而且自动标注工程图的尺寸。在三维实体模型或二维图形上作尺寸修正时, 其相关的二维图形或三维实体模型均自动修改, 同时装配、制造等相关设计也会自动修改, 这样可确保数据的正确性, 避免了耗时的反复修改。
- **以特征作为设计的单元** Pro/ENGINEER 以最自然的思考方式从事设计工作, 如凸起(Protrusion)、切削(Cut)、钻孔(Hole)、开槽(Slot)、圆角(Round)、斜角(Chamfer)、圆轴(Shaft)、轴颈(Neck)、凸缘(Flange)、薄壳(Shell)、加强肋(Rib)及管件(Pipe)等均视为基本特征。也正因为以特征作为设计的单元, 因此可随时对特征做出合理、不违反几何关系的修改操作, 如重新定义(Redefine)、重新排序(Reorder)、重新参考(Reroute)、插入模式(Insert Mode)、替换模式(Change Mode)和删除>Delete)等。
- **参数式设计** 配合单一数据库, 所有的设计过程中使用的尺寸(参数)都存储在数据库中, 设计者只要更改三维零件(Part)的尺寸, 则二维工程图(Drawing)、三维装配图(Assembly)、模具(Mold)等立即依照尺寸的更改做几何形状的变化, 这样可以保证设计修改工作的一致性。正因为用参数式的设计, 用户可以运用强大的数学运算方式, 创建各尺寸参数间的关系式, 自动计算出模型应有的外形, 减少了逐一修改尺寸的时间, 并可避免错误的发生。

Pro/ENGINEER 野火版具有多项新特征和附加功能, 使用起来更加直观。它增加了自

由形式曲面处理等新技术, 强化了建模和模型检测等原有的模块。PTC 公司同时提供了新的装配功能、数据管理功能、仿真功能, 并扩展了 Pro/ENGINEER 的使用范围。

- 直接建模: 让用户在最小限度的界面交互和较少使用鼠标的情况下, 交互地建立和修改特征。
- 灵活的草绘和骨架: 柔性特征可以很容易地对复杂的几何体进行有效更改。
- 过程变形: 能够对变形进行详尽的更改, 而不需要修改原设计。
- 自由形式曲面处理: 使用方便的工具栏和鼠标, 自由设计美学曲面和曲线。
- 行为建模: 行为建模(BMX)已经成为设计过程自动化的流行工具。
- 小组数据管理: 具有安全多点协作功能, 便于本地数据管理。
- 系统互连设计: 用于制作电路图, 以及过程和测量示意图。
- 全相关二维制图: 新的智能化约束捕捉功能加快了制图实体的创建。
- 制造: 高速加工的改进功能。
- 仿真: Pro/MECHANICA 是一个分析工具, 可单独使用。
- 模型检查: ModelCHECK 使 CAD 检查过程自动化。
- 造船: 具有船体整体布局和细分的船体概念设计功能, 具有建立详尽的船舶结构化框架的钢结构生成功能。

Pro/ENGINEER 能够在 UNIX、Windows NT、Windows 98、Windows 2000 和 Windows XP 上运行。

2. 本书导读

本书是“PTC 工程师系列丛书”之一, 其具体内容如下:

第 1 章为基础知识。包括 Pro/ENGINEER 简介、数控编程技术概述、Pro/ENGINEER 的功能模块和 Pro/ENGINEER 同 CAM 的联系, 以及 Pro/ENGINEER 的制造流程。

第 2 章为制造设置。包括操作设置、机床设置、刀具设置、夹具设置和 CL 数据等。

第 3 章为制造模型。包括制造模型基本概念、制造模型菜单和夹具设置等。

第 4 章为铣削加工方法之一。包括 Pro/NC 加工制造简介、制造几何形状、体积块加工、局部铣削、曲面铣削、表面加工等。

第 5 章为铣削加工方法之二。包括轮廓加工、腔槽加工、轨迹加工、雕刻加工、陷入加工、孔加工和螺纹加工等。

第 6 章为综合实例训练, 共提供了 3 个例子, 以深化读者的掌握程度。

第 7 章为钣金件制造。讲解了钣金的设计和加工。

第 8 章为模具与铸造件加工。包括零件的建立、模具模式和模具模型、使用分型面分割工件、产生模型内腔、开模、操作实例和模具加工制造等。

第 9 章为刀位数据文件的后处理。包括基本概念、设置 CL 数据后处理器和后处理选项等。

注意, 本书在内容安排上, 把前 3 章作为预备性知识, 比较重视灌输基本概念和直觉性的操作过程演示, 目的是让读者熟悉 Pro/ENGINEER 数控加工必须涉及到的一些基础性概念及做法。但是真正系统化、实用化的数控加工设计及方法, 惟有从第 4 章开始, 才能逐渐地在学习过程中得以全面掌握。

3. 本书特点

本书具有如下特点:

- 内容全, 适合作为培训教程。本书完全结合 PTC 基础训练的培训要求, 讲解了 Pro/ENGINEER 野火版的制造功能模块。
- 语言通俗易懂, 由浅入深。切实从培训和读者学习、使用的实际出发来安排章节顺序及内容。
- 实例多, 图文并茂。书中采用了部分 PTC 公司的原厂训练练习, 并列举了大量的工业实例, 以培养读者的实际设计能力, 力求取得易于理解并方便学习和在实践过程中使用的效果。
- 兼顾新老用户。本书是根据 Pro/ENGINEER 野火版编写的, 但也涵盖了 Pro/ENGINEER 2000i、Pro/ENGINEER 2000i²、Pro/ENGINEER 2001 的用法, 光盘中所附全部训练文件在 Pro/ENGINEER 2000i、Pro/ENGINEER 2000i²、Pro/ENGINEER 2001 中也可以使用。
- 本书的学习都是以铣削加工为例, 即以数控铣床加工为例进行讲解, 由于数控加工技术具有一定的共性, 相信用户只要掌握铣削加工的自动编程技术, 其他加工方法的编程技术可以通过对比而很快掌握。

4. 本书约定

- 书中所有的中文屏幕项皆用【】括起来, 以示区分。例如, 【文件】|【保存】表示打开【文件】菜单, 再选择【保存】命令。
- 用“+”号连接的两个或 3 个键表示组合键, 在操作时应同时按下这两个或 3 个键。例如, Alt + Tab 表示在按下 Alt 键的同时, 按下 Tab 键; Ctrl + Alt + F10 表示在按下 Ctrl 和 Alt 的同时, 按下功能键 F10。
- 在没有特别指明时, “单击”、“双击”和“拖动”表示用鼠标左键单击、双击和拖动, “右击”则表示用鼠标右键单击。

本书由北京机械工业学院机械工程系孙江宏副教授主编, 参加本书编写工作的还有黄小龙、段大高、王迎春、石丽梅、解文龙、王丽华、曹东兴、高宏、刘忠和、赵腾任、李刚等。

本系列丛书的主编黄忠耀高级工程师在百忙之中主审了本书, 并提出了许多宝贵的意见和建议, 清华大学出版社第三事部王景先老师为本书的出版给予了大力的支持和帮助, 在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限, 书中难免出现错误或疏漏, 希望广大读者给予批评指正。

目 录

第 1 章 基本知识	1	3.2.3 操作训练.....	53
1.1 Pro/ENGINEER 简介	1	3.3 夹具设置.....	57
1.1.1 Pro/ENGINEER 功能模块	1	3.4 加工几何模型的设置.....	58
1.1.2 数控编程技术的发展概述.....	2	3.4.1 基本加工设置操作.....	59
1.1.3 Pro/ENGINEER 同		3.4.2 操作实例.....	65
CAM 的联系	2	第 4 章 铣削加工方法(一)	72
1.2 主窗口	3	4.1 Pro/ENGINEER 数控加工	
1.2.1 Pro/ENGINEER 的		相关参数.....	72
操作窗口	4	4.2 体积块加工.....	74
1.2.2 加工制造模式.....	6	4.2.1 加工区域的常用	
1.3 工作菜单	7	设置方法.....	74
1.4 制造过程操作流程.....	8	4.2.2 常用加工参数.....	74
1.5 操作实例	9	4.2.3 操作实例 1.....	76
第 2 章 制造设置	21	4.2.4 操作实例 2.....	80
2.1 操作设置	21	4.3 局部铣削.....	96
2.2 机床选择	25	4.3.1 加工区域的常用	
2.2.1 机床设置	25	设置方法.....	97
2.2.2 机床坐标系	27	4.3.2 常用加工参数.....	97
2.3 刀具选择	28	4.3.3 操作实例 1.....	97
2.3.1 刀具设置	28	4.3.4 操作实例 2.....	100
2.3.2 退刀高度设置.....	32	4.4 曲面铣削.....	106
2.4 制造参数	34	4.4.1 加工区域的常用	
2.5 CL 数据设置	39	设置方法.....	106
2.5.1 CL 数据环境	39	4.4.2 常用加工参数.....	106
2.5.2 CL 数据	42	4.4.3 操作实例.....	107
2.6 操作实例	44	4.5 表面加工(平面加工).....	109
第 3 章 制造模型	49	4.5.1 加工区域的常用	
3.1 基本概念	49	设置方法.....	109
3.2 制造模型的创建.....	51	4.5.2 常用加工参数.....	109
3.2.1 以装配方式创建		4.5.3 操作实例 1.....	110
制造模型	51	4.5.4 操作实例 2.....	112
3.2.2 以创建方式创建		第 5 章 铣削加工方法(二)	120
制造模型	52	5.1 轮廓加工.....	120

5.1.1 加工区域的常用 设置方法	120	5.7.3 操作实例 1	167
5.1.2 常用加工参数	120	5.7.4 操作实例 2	169
5.1.3 操作实例 1	121	第 6 章 综合实例训练	175
5.1.4 操作实例 2	123	6.1 加工实例 1	175
5.2 腔槽加工(挖槽)	128	6.1.1 轮廓加工	175
5.2.1 加工区域的常用 设置方法	128	6.1.2 平面加工	184
5.2.2 常用加工参数	128	6.1.3 插削加工	187
5.2.3 操作实例 1	128	6.1.4 孔加工	190
5.2.4 操作实例 2	130	6.2 加工实例 2	195
5.3 轨迹加工	134	6.3 加工实例 3	205
5.3.1 加工区域的常用 设置方法	134	6.3.1 轨迹加工	205
5.3.2 常用加工参数	134	6.3.2 曲面铣削	215
5.3.3 操作实例	134	第 7 章 钣金件制造	223
5.4 刻模加工(雕刻)	137	7.1 钣金件设计模块	223
5.4.1 加工区域的常用 设置方法	138	7.1.1 钣金件概述	223
5.4.2 常用加工参数	138	7.1.2 钣金件设计模块	224
5.4.3 操作实例 1	138	7.1.3 钣金件设计方法	226
5.4.4 操作实例 2	140	7.2 钣金件制造模块	226
5.5 陷入加工(插削)	143	7.2.1 钣金件制造模块的启动	226
5.5.1 加工区域的常用 设置方法	144	7.2.2 钣金件制造方法和流程	228
5.5.2 常用加工参数	144	7.3 钣金件制造设置	229
5.5.3 操作实例 1	144	7.3.1 设置工作环境及 各项参数	229
5.5.4 操作实例 2	146	7.3.2 钣金零件处理	231
5.6 孔加工和钻孔组	150	7.3.3 工作机床和操作	233
5.6.1 加工区域的常用 设置方法	150	7.3.4 钣金制造后置处理	237
5.6.2 常用加工参数	151	7.4 综合实例	239
5.6.3 操作实例 1	151	第 8 章 模具与铸造件加工	247
5.6.4 操作实例 2	154	8.1 模具的基本知识	247
5.6.5 钻孔组设置	162	8.2 模具模式	248
5.7 螺纹加工	166	8.3 建立零件	249
5.7.1 加工区域的常用 设置方法	166	8.3.1 在零件模式下创建 设计模型	250
5.7.2 常用加工参数	167	8.3.2 在模具模式下创建 设计模型	254
		8.4 模具模型	260
		8.4.1 模具模型的建立	260

8.4.2 建立浇道系统.....	265	8.10.1 轮廓加工.....	303
8.5 创建收缩率.....	268	8.10.2 插削加工.....	313
8.5.1 收缩设置选项.....	269	8.10.3 平面加工.....	316
8.5.2 收缩操作方法的步骤.....	270	第9章 刀位数据文件的后处理.....	320
8.6 用分型面分割工件.....	272	9.1 后处理概述.....	320
8.6.1 定义分型面.....	272	9.2 选择方案文件.....	320
8.6.2 分割工件.....	275	9.2.1 进入后置处理模式.....	321
8.7 产生模型内腔.....	279	9.2.2 打开方案文件.....	325
8.8 开模操作和仿真.....	282	9.2.3 创建新的方案文件.....	337
8.8.1 提取模具元件.....	282	9.3 进行后置处理.....	342
8.8.2 生成铸件.....	283	9.3.1 后置处理方法.....	342
8.8.3 开模操作.....	284	9.3.2 操作实例.....	344
8.9 操作训练.....	288		
8.10 模具加工制造.....	303		

第1章 基本知识

在学习利用 Pro/ENGINEER 进行数控加工操作设置之前,首先让我们来了解一下关于 Pro/ENGINEER 的基础知识,包括 Pro/ENGINEER 的基本特点和功能模块。并着重介绍其制造功能、制造模式操作界面(Pro/NC 模式的窗口及其工作菜单)和数控加工的操作流程。目的是让用户对 Pro/ENGINEER 数控加工有一个大致的了解,以便更好、更快地学习。

1.1 Pro/ENGINEER 简介

Pro/ENGINEER 是美国 PTC 公司推出的新一代 CAD/CAE/CAM 软件,它是一个集成化的软件,其功能是非常强大的,利用它可以进行零件设计、产品装配、数控加工、钣金件设计、铸造件设计、机构分析、有限元分析和产品数据库管理、应力分析、逆向造型和优化设计等。从目前的市场来看,它所涉及的主要行业包括工业设计、机械、仿真、制造和数据管理、电路设计、汽车、航天、玩具等,它在我国的 CAD/CAM 研究所和工厂中得到了广泛的应用,同时,国内的许多大学也纷纷选用该软件作为其研究开发的基础软件。

使用 Pro/ENGINEER 进行开发设计,比使用其他软件要快得多。利用该软件可以直接进行三维、二维图形的相互转换。它具有统一的产品数据库管理功能。在零件设计、模具设计、加工制造等任何环节中对数据的修改,都可自动地反映到其他相关的各个环节,从而能够保证设计和制造等各个环节数据的统一。

可以说,Pro/ENGINEER 为业界人士提供了理想的工作环境,极大地缩短了机械产品设计和制造的周期,提高了产品开发的效率,推动了企业的技术进步。

1.1.1 Pro/ENGINEER 功能模块

Pro/ENGINEER 可谓是一个全方位的三维产品开发的综合性软件,它集零件设计、产品装配、模具开发、数控加工、钣金设计、铸造件设计、造型设计、逆向工程、自动测量、机构仿真、应力分析、电路布线和装配管路设计等功能模块和专有模块于一体。本书中的重点是介绍如何进行数控加工制造,因此只介绍与数控加工制造相关的功能模块。至于其他方面的功能模块的具体内容,读者可参照本丛书中的相应图书。

1. Pro/ENGINEER 模块

Pro/ENGINEER 模块是基本模块,其功能包括参数化功能定义、实体零件及组装造型、着色渲染、生成不同视图等。Pro/ENGINEER 同其他模块配合使用,可进一步提高和扩展其基本功能,增强软件的综合处理能力。Pro/ENGINEER 模块主要具有以下功能:

- 可以轻易地实现一个零件的多个不同版本的设计。
- 可以进行特征功能及参数化的设计。
- 可以通过删除、重定义等来控制零件的特征。

2. Pro/Assembly 模块

该模块是一个组装管理系统,它可以自动更换零件并进行组装。但是其使用必须配合 Pro/ENGINEER 进行。Pro/Assembly 模块主要具有以下功能:

- 支持自动更换零件功能和装配模式下的零件生成。
- 支持规则排列的装配功能。
- 提供 Pro/Program 模块,可以编写参数化零件及组装的自动化程序,从而保证用户只需输入简单参数就可以生成设计。

3. Pro/NC 模块

Pro/NC 模块主要用于生成数控加工的相关文件,它能够生成数控加工的全过程。Pro/ENGINEER 系统的相关性能将设计模型变化体现到加工信息中。Pro/NC 生成的文件包括:①刀位数据文件;②刀具清单;③操作报告;④中间模型;⑤机床控制文件。用户可以通过 NC-Check 对生成的刀具轨迹进行检查,如果不符合要求,则可以对 NC 数控工序进行修改;如果刀具轨迹符合要求,则可以使用 NCPPost 对其进行后处理,以便生成数控加工代码,为数控机床提供加工数据。本书将主要对该部分内容进行介绍和学习。

1.1.2 数控编程技术的发展概述

自 1956 年麻省理工学院(MIT)研究 NC(Numerical Control,即数控)程序系统以来,已经开发了 100 多种 NC 程序语言。其中大部分是为满足特定需要、针对特定机床开发的语言,多数都由于无法经受住时间的检验而被淘汰。然而,现今仍有一部分语言在继续使用,例如 APT 语言。实际实现编程的方式有两种:即手工编程和自动编程。

1. 手工编程

手工编程是指由人工编制零件数控加工程序的各个步骤,即从零件图纸分析,工艺分析,确定工艺路线和工艺参数,确定计算机数控机床所需要输入的数据,到编写零件的数控加工程序单至程序的检验,均由人工来完成。该方法可在零件形状不太复杂的情况下使用;而对于复杂形状的零件,利用该方法编程非常麻烦,工作量大,容易出错,且很难校对。因此,为了缩短生产周期,提高生产效率,有效地解决复杂零件的加工问题,可以采用自动编程技术。

2. 自动编程

自动编程是用计算机来帮助人们解决复杂零件的数控加工编程问题,大部分工作由计算机来完成,能提高编程效率,还解决了手工编程无法解决的许多复杂形状零件的加工编程问题。Pro/ENGINEER 则恰好提供了实现计算机自动化编程的完备途径。

1.1.3 Pro/ENGINEER 同 CAM 的联系

CAD/CAM 是计算机辅助设计(Computer Aided Design)和计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing)的简称,指的是以人为本,以计算机为主要辅助手段进行产品的设计,并对制造过程进行管理和控制。CAD 解决的是设计问题。而 CAM 从狭义上说,是 NC 编

程的同义词(CAM 早期的含义就是指数控机床的应用);从广义上讲,是从产品设计到加工制造之间的一切生产准备活动,主要包括 CAPP(计算机辅助工艺过程设计)、NC 编程、MRP 制造资源计划三个部分;即 CAM 的广义概念除包括上述狭义定义中的所有内容外,还包括制造活动中与物流有关的所有过程(如加工、装配、检验、输送)的监视、控制和管理。CAD 中建立的模型是 CAM 的基础。

CAD/CAM 软件经历了从二维绘图到三维数字建模、从零部件设计到产品设计,从物理样机到电子虚拟样机,从工程分析到产品优化的发展过程;技术日臻成熟和完善,在工业领域中得到了广泛的应用。在世界范围内,比较领先的 CAD/CAM 软件有 Pro/ENGINEER、UG、CATIA、MasterCAM 等。它们的 NC 编程能力都比较强,且各有特色。在机械、汽车、交通、电子工业、航空航天以及玩具制造业等领域中,逐步实现了真正意义上的虚拟产品开发,彻底地改变了传统的机械设计方式。

在产品开发前,首先要进行的是满足技术指标要求的功能设计,以便进行方案设计;接着在确定方案后进行三维模型的技术设计和分析,包括二维零件样图,虚拟样机机构干涉分析,机构动态特性分析,二维装配图样;然后进行模拟加工、数控机床加工;最后进行产品装配。

NC 加工技术在生产制造方面具有下列优点:

- 减少加工前的准备工作:利用数控加工机床进行 NC 加工制造,配合计算机工具,可以减少夹具的设计与制造、工件的定位与装夹等所要消耗的时间。
- 减少加工误差:利用计算机辅助制造技术可以在制造加工前进行加工路径模拟仿真,可以减少加工过程中的误差和干涉检查,进而节约制造成本。
- 提高加工的灵活性:配合各种多轴加工机床,可以在同一机床上对复杂的零件按照各种不同的程序进行加工。
- 生产时间容易控制:数控加工机床按照所设计的程序进行加工,可准确地预估加工所需的时间,以控制零件的制造加工时间。
- 加工重复性好:设计程序数据可以重复利用。

本书将以 Pro/ENGINEER Wildfire 为例,介绍使用 Pro/ENGINEER 进行计算机辅助制造的相关技术和方法。

Pro/ENGINEER 具有制造业所需要的各方面的功能设计,包括全过程制造数据的管理、数控分析与编程、制造计划(生产计划、工艺工序计划)、加工仿真、质量检验、CAM 后处理、NC 文档及所需资源(刀具、夹具和机床等)的设置。具有铣削、钻孔、车削、多轴加工、电火花线切割等加工编程能力。由于其功能强大,再加上篇幅的限制,不可能在一本书中完全、详细地介绍清楚,本书主要介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 提供的铣削加工中的相关知识,并通过典型的实例进行讲解,希望能够满足广大用户和读者的要求。

1.2 主 窗 口

在 Pro/ENGINEER Wildfire 的各个模块中,其操作界面基本上是相同的。在最初的环境启动过程中,它只是单一的操作窗口,但是,伴随着用户打开文件等相关操作,将显示不同的菜单和对话框等内容。本节首先简单介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 在制造模式下的

操作主窗口，然后介绍其工作菜单中各项命令的含义和用途；并在本章的最后介绍利用 Pro/ENGINEER 进行数控加工的操作流程，以及通过最简单的操作实例，让用户对数控加工有一个初步的了解。

1.2.1 Pro/ENGINEER 的操作窗口

启动后，进入 Pro/ENGINEER Wildfire 的主窗口，其界面如图 1.1 所示。

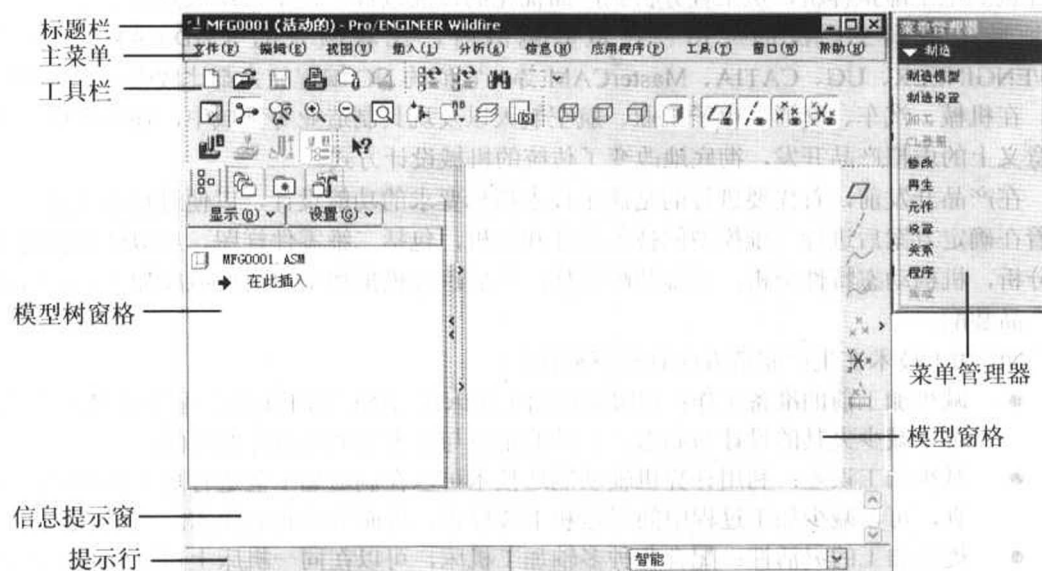


图 1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 的主界面

主界面中包括：标题栏、主菜单、工具栏、信息提示窗、提示行、模型树窗格、模型窗格和菜单管理器。下面分别进行简单的介绍。

- ① 标题栏：主窗口标题栏显示了当前软件的版本，当前使用的模块，以及正在运行的文件名称等。
- ② 主菜单：在 Pro/ENGINEER Wildfire 中，它的菜单栏是由 10 个菜单组成的，每个菜单又由多个命令组成。以下按照从左到右的顺序分别进行介绍。
 - **【文件】**：主要负责对各种文件数据进行存储管理以及工作目录设置，包含“新建”、“打开”、“设置工作目录”、“关闭窗口”、“保存”、“保存副本”、“备份”、“重命名”、“拭除”、“删除”、“打印”和“退出”等命令。
 - **【编辑】**：主要进行编辑操作，包含“阵列”、“隐含”、“恢复”、“删除”、“修改”、“参照”、“定义”、“选取优先选项”等命令。
 - **【视图】**：主要进行数据显示效果设置，包含“重画”、“着色”、“分解”、“方向”、“显示设置”、“模型设置”等命令。
 - **【插入】**：主要进行插入特征操作。
 - **【分析】**：具有文件数据的计算及几何分析功能，包含“测量”、“模型分析”、“曲线分析”和“曲面分析”等命令。

- **【信息】**：主要用于查询文件的各项信息，包含“材料清单”、“特征”、“模型”、“父项/子项”、“关系和参数”、“切换尺寸”、“制造”、“特征列表”、“模型大小”、“审计轨迹”和“进程信息”等命令。
 - **【应用程序】**：具有文件数据的相关应用功能，包含“制造”、“处理”、“Expert-Machinist”和“NC 后处理器”等命令。
 - **【工具】**：该项包含“播放跟踪/培训文件”、“分布式计算”、“Pro/web.link”、“映射键”、“浮动模块”、“辅助应用程序”、“环境”、“定制屏幕”、“选项”和“调试”等命令。
 - **【窗口】**：负责管理窗口操作，包含“激活”、“新建”、“关闭”、“打开系统窗口”、“最大化”、“恢复”、“缺省尺寸”等命令。
 - **【帮助】**：提供解决操作困难的帮助功能，包含“帮助中心”、“这是什么”、“版本说明”、“技术支持信息”、“关于 Pro/ENGINEER”等命令。
- ③ 工具栏：从图 1.1 中可以看出，工具栏位于主菜单的下面。它是常用菜单命令的快捷方式，这样可以省去用户查找菜单的麻烦。如果将鼠标指针放置在工具按钮上停留一会儿，则显示关于该按钮的提示，这样就可以知道它们的作用了。当然，工具栏中的内容是可以变化的，用户可以根据自身的需要进行定义。基本的工具栏可分为 6 部分：
- **文件管理功能工具按钮**：依序为建立新文件、打开已有文件、保存文件、打印激活对象及文件的邮件处理等。
 - **视觉显示功能工具按钮**：依序为图形更新、放大图形、缩小图形、最佳缩放比、视角控制、视角选项。
 - **几何显示功能工具按钮**：依序为线框显示、带隐藏线显示、不带隐藏线显示、着色显示。
 - **基准数据显示功能工具按钮**：依序为基准平面显示、轴线显示、点数据显示、坐标系显示。
 - **加工参数设置功能工具按钮**：依序为加工信息窗口显示、加工参数设置、刀具数据设置。
 - **帮助功能工具按钮**：帮助功能选项。
- ④ 信息提示窗：显示当前操作状态提示信息并提供用户在操作过程中的各种数据文本框。
- ⑤ 提示行：窗口最下方的 Windows 状态条，它提示所选操作的具体步骤及含义。它同信息提示窗不同，只给出操作结果信息，帮助用户更顺利地各种选项的设置。
- ⑥ 模型窗格：显示操作过程中的加工几何图形，如加工模型、加工几何参数和加工刀具路径等数据显示。
- ⑦ 模型树窗格：该窗格可以将建立起来的几何模型结构以树状图的方式表示，从而使用户能快速地了解模型的建立过程及数据结构。如果用户想获得大的模型窗格空间，可以关闭该窗口显示。
- ⑧ 菜单管理器：在用户的操作过程中，以下拉菜单的方式提供各项设置，进行各种数据的设置。所有的操作都可以在该菜单下进行。

1.2.2 加工制造模式

进入加工制造模式的方法是创建一个新的加工制造文件或检索已有的加工模型。用户可以提前在零件模式下创建加工用的模型。

1. 新建文件

依次选择主菜单中的【文件】|【新建】命令，或者单击工具栏中的 (新建)按钮，系统弹出【新建】对话框，如图 1.2 所示。

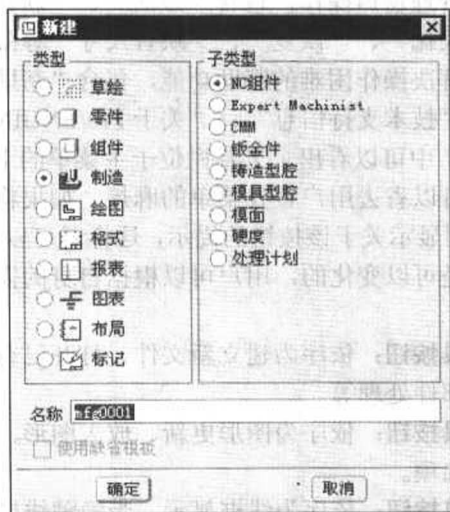


图 1.2 【新建】对话框

在【类型】选项组中选择【制造】单选按钮，在【子类型】选项组中选择【NC 组件】单选按钮，在【名称】文本框中输入欲加工的文件名称，单击【确定】按钮。系统进入加工制造模式，同时从【菜单管理器】中弹出【制造】菜单，如图 1.1 所示。

 **提示：** 同 Pro/Engineer 2001 等版本相比，Pro/Engineer Wildfire 将原来的【NC 组件】和【NC 零件】组合在一起了。

2. 打开文件

依次选择主菜单中的【文件】|【打开】命令，或者单击工具栏中的 (打开)按钮，系统将弹出【文件打开】对话框，如图 1.3 所示。选择*.mfg 格式的加工零件文件后，单击【打开】按钮进入加工制造模式，同时从【菜单管理器】中弹出【制造】菜单，并在模型窗格中出现欲加工的零件。

3. 调入零件模型

通过上述方法新建一个加工制造文件后，模型窗格之中尚无任何模型。此时可以使用菜单管理器中的【制造模型】|【装配】|【参考模型】命令，将零件模型或者装配模型调入。所弹出的【打开】对话框与图 1.3 所示的对话框基本相同。

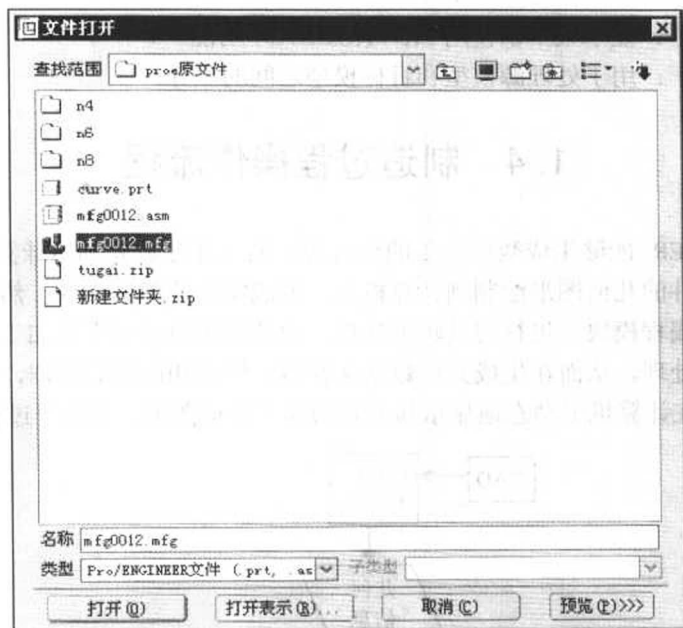


图 1.3 【文件打开】对话框

1.3 工作菜单

进入加工制造模式窗口后，则系统显示制造模式操作窗口，其中的工作菜单(即菜单管理器)位于操作窗口的右侧。本小节将对菜单中的各项进行简单的说明，其详细的操作在后面的章节中会逐一介绍。如图 1.4 所示为制造模式下的菜单管理器。

- **【制造模型】**：用于进行制造模型的相关操作，包括在加工装配中装配、拆卸、替换或简化模型。
- **【制造设置】**：进行加工的制造设置，包括工作机床、刀具、夹具设置等。
- **【加工】**：用于定义、校验和处理每个操作的刀具轨迹。
- **【CL 数据】**：加工刀具路径数据的整合、输出、显示及数据转换等各种管理及应用。
- **【修改】**：用于修改或重新定义加工模型、模型特征及加工操作环境等参数。
- **【再生】**：对于修改后的加工模型及加工操作环境参数，重新进行运算以得到修改后的正确参数。
- **【元件】**：用于处理装配元件。
- **【设置】**：用于设置附加装配信息。
- **【关系】**：用于进入环境查看参数表并增加/编辑约束方程。



图 1.4 制造模式下的菜单管理器

- 【程序】：显示菜单以使用 Pro/PROGRAM 功能。
- 【集成】：用于处理源模型和目标模型之间的差异。

1.4 制造过程操作流程

Pro/ENGINEER 能够生成数控加工的全过程。其工作过程是利用计算机(CAD)的图形编辑功能,将零件的几何图形绘制到计算机上,形成零件的图形文件,然后直接调用计算机内相应的数控编程模块,进行刀具轨迹处理,由计算机自动对零件加工轨迹的每个节点进行计算和数学处理,从而在生成刀位数据文件后,经过相应的后处理,自动生成数控加工程序,并同时在计算机上动态地显示其刀具的加工轨迹图形。其整个过程如图 1.5 所示。

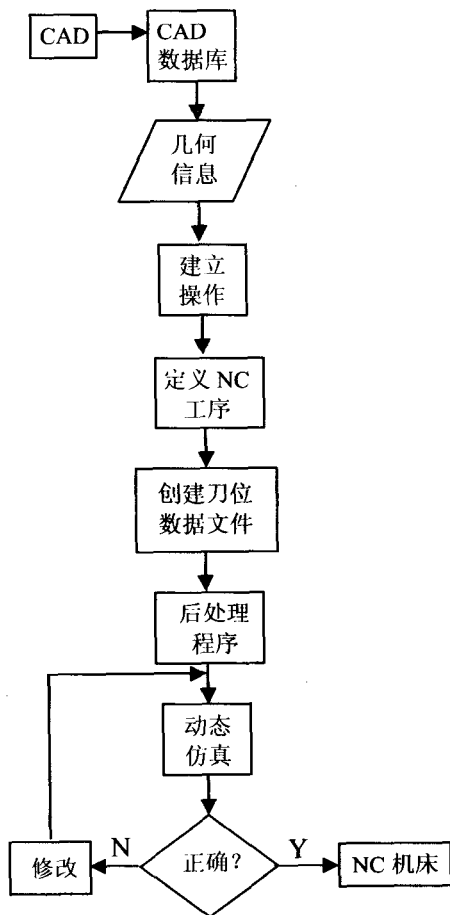


图 1.5 Pro/NC 全过程

从图中可以看出,首先建立模型(CAD),然后建立操作,再建立不同的加工工序,最后生成刀具路径并进行后处理。