Pro/ENGINEER 循序渐进教程

Pro/ENGINEER 2000i 应用教程

老虎工作室 彭海涛 白笛 编著



人 民 邮 电 出 版 社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

图书在版编目（CIP）数据

Pro/ENGINEER 2000i **应用教程／彭海涛，白笛编著．北京：人民邮电出版社，**2001.11
（Pro/ENGINEER **循序渐进教程）**
ISBN 7-115-09808-5

I．P… II．①彭… ②白… III．**机械设计：计算机辅助设计—应用软件，**Pro/ENGINEER 2000i IV．TH122

中国版本图书馆 CIP **数据核字（**2001**）第** 077689 **号**

内 容 提 要

Pro/ENGINEER 2000i **是** PTC **公司推出的最新版本的** CAD/CAM **系统，可以为工业产品设计提供完整的解决方案，可广泛应用于造型设计、机械设计、模具设计、加工制造、机构分析、有限元分析及关系数据库管理等各个领域。**

本书介绍了 Pro/ENGINEER 2000i **系统提供的多个工程应用模块的使用方法，内容包括有限元分析、布线设计、管路设计、钣金设计、模具设计、焊接设计、数控加工、坐标测量机、反向工程、数据交换和应用程序接口等。书中的大多数实例都可以从本书所附的光盘中获得。**

本书内容丰富，结构合理，通俗易懂，实用性和可操作性都很强，特别适合 Pro/ENGINEER 2000i **的初、中级用户和工程设计人员阅读参考，也可供大专院校相关专业或各类培训班作为教材使用。**

Pro/ENGINEER **循序渐进教程**

Pro/ENGINEER 2000i **应用教程**

◆ **编　　著　老虎工作室　彭海涛　白　笛**

责任编辑　姚彦兵

执行编辑　李永涛

◆ **人民邮电出版社出版发行　　北京市崇文区夕照寺街 14 号**

邮编 100061 **电子函件** 315@pptph.com.cn

网址 http://www.pptph.com.cn

读者热线：010-67129212　010-67129211**（传真）**

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京　　印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ **开本：**787×1092 1/16

印张：37.75

字数：791 **千字**　　2001 **年** 11 **月第** 1 **版**

印数：1—0 000 **册**　　2001 **年** 11 **月北京第** 1 **次印刷**

ISBN 7-115-09808-5/TP・2557

定价：48.00 **元（附光盘）**

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)67129223



老虎工作室

主　编： 沈精虎

编　委： 许曰滨　黄业清　姜　勇　冯　辉　宋雪岩
彭海涛　郭剑峰　陈　杉　蔡汉明　宋一兵
李　仲　周　锦　白　笛　高长铎　张艳花

丛 书 前 言

Pro/ENGINEER 2000i 是美国参数技术公司（Parametric Technology Corporation，PTC）多项技术的集成产品，功能强大，用途广泛，是新一代 CAD/CAM 系统。该软件是 i 系列软件的基石，目的是为工业产品设计提供完整的解决方案。同前几代产品相比，Pro/ENGINEER 2000i 作了 500 多处改进，增加了许多新的功能与应用程序。

Pro/ENGINEER 2000i 首次将 PTC 已有技术完全集成在一起，“ i ”意味着结合了因特网（Internet）、工业联盟（industry alignment）、创新（innovation）、个性化（individualization）、协作能力（interoperability）以及集成（integration）等特性。

Pro/ENGINEER 2000i 中引入了行为建模功能，使该软件成为一种全面的、目标驱动的设计工具，能够让用户通过捕捉设计要求和目的，来完成产品开发过程。这个新版本还包含了其他一些创新技术，如物体运动仿真的机构设计技术，处理超大型部件（VLA）的包络表示技术，以及“ 机械加工专家 ”——一种基于特征的全新 NC 编程工具。它们全都具有专为 Windows 环境设计的界面，易学易用。

为了帮助更多的读者朋友掌握 Pro/ENGINEER 2000i 的使用方法，我们编写了这套“ Pro/ENGINEER 循序渐进教程 ”丛书。本套丛书包括基础教程、高级教程和应用教程 3 册。

- 《Pro/ENGINEER 2000i 基础教程》主要介绍 Pro/ENGINEER 的设计思想、基本操作和常用的设计方法。初学者通过阅读该书和实例练习，可以在较短时间内学会用 Pro/ENGINEER 2000i 进行三维设计。
- 《Pro/ENGINEER 2000i 高级教程》主要介绍 Pro/ENGINEER 2000i 的高级设计方法和技巧。通过对一些典型实例的讲解分析，可以将读者的设计水平提高到一个新的台阶。
- 《Pro/ENGINEER 2000i 应用教程》主要介绍 Pro/ENGINEER 2000i 在工程设计、计算机辅助分析、计算机辅助制造、产品数据管理方面的应用。通过学习此书，可以提高读者的应用能力，并掌握产品数据建模的全过程。

这套丛书的作者都是长期从事 CAD/CAM 教学和开发的专业人士，在设计理论、专业知识和解决实际问题方面有比较丰富的经验。读者只要认真学习，就可以在 Pro/ENGINEER 2000i 的应用方面有明显的提高。

本丛书的每本书后都附有软盘或光盘，保存了书中的实例，可供读者参考使用。

老虎工作室

2001 年 9 月

目 录

第 1 章 用 Pro/PROGRAM 设计零件 1
1.1 Pro/PROGRAM 简介 2
1.2 查看程序 3
1.3 创建/编辑程序 3
1.3.1 INPUT 语句 4
1.3.2 RELATIONS 语句 6
1.3.3 IF-ELSE 语句 6
1.3.4 在装配程序中替换元件 7
1.3.5 EXECUTE 语句 9
1.3.6 MASSPROP 语句 12
1.3.7 INTERACT 语句 12
1.3.8 特征的隐藏 13
1.3.9 特征的重排序和删除 13
1.3.10 特征尺寸的修改 13
1.3.11 程序的注释 13
1.3.12 常见的编辑错误 14
1.4 运行程序 14
1.5 模型的实例化 17
1.6 操作实例 18
1.7 小结 25

第 2 章 有限元分析 27
2.1 有限元分析应用概述 28
2.2 准备模型 30
2.2.1 简化模型 30
2.2.2 添加基准 31
2.2.3 实体分割 31
2.2.4 定义材料 32
2.3 施加载荷和约束 33
2.4 模型网格化 40
2.4.1 体单元 40
2.4.2 壳结构 42
2.4.3 网格控制 43

需要全本请访问 www.ertongbook.com

2.4.4 进行有限元剖分 45
2.5 输出有限元数据 47
2.6 小结 50

第 3 章 三维布线设计 51
3.1 Pro/CABLING 概述 52
3.1.1 与 Pro/DIAGRAM 的比较 52
3.1.2 基本概念 52
3.1.3 使用步骤 53
3.2 布线模式 53
3.2.1 设计装配件 53
3.2.2 进入布线模式 54
3.2.3 布线模式的主要功能 54
3.3 基本布线技术 55
3.3.1 创建组线 55
3.3.2 创建线圈 57
3.3.3 创建电缆特征 60
3.3.4 使用元件 62
3.4 线路设计 64
3.4.1 设置显示环境 65
3.4.2 设计第 1 条线路 66
3.4.3 设计第 2 条线路 73
3.4.4 设计第 3 条线路 75
3.5 布线修改 77
3.6 Pro/HARNESS-MFG 概述 82
3.6.1 Pro/HARNESS-MFG 的用途 82
3.6.2 电缆加工模式 83
3.7 三维组线展开 85
3.8 小结 86

第 4 章 管路设计 87
4.1 Pro/PIPING 概述 88
4.1.1 模块功能 88
4.1.2 基本概念 88
4.1.3 使用步骤 88
4.2 管路模式 89
4.2.1 设计装配件 89
4.2.2 进入管路模式 91
4.2.3 管路模式的功能 92

4.3 基本管路技术.....92
4.3.1 管材设计.....92
4.3.2 接头设计.....97
4.4 管路系统设计.....97
4.4.1 第 1 条管路.....97
4.4.2 第 2 条管路.....102
4.4.3 第 3 条管路.....106
4.4.4 第 4 条管路.....107
4.4.5 第 5 条管路.....110
4.5 生成实体管线.....111
4.5.1 创建实体管线.....111
4.5.2 设置管线显示方式.....113
4.6 管路修改.....114
4.7 获取管路信息.....116
4.7.1 获取管长信息.....117
4.7.2 生成 BOM（Bill of Materials）表.....119
4.7.3 管线检查.....120
4.8 小结.....121

第 5 章 焊接设计.....123
5.1 Pro/WELDING 概述.....124
5.1.1 模块功能.....124
5.1.2 焊接特征.....124
5.1.3 焊接类型.....125
5.1.4 使用步骤.....127
5.2 焊接模式.....128
5.2.1 设计装配件.....128
5.2.2 进入焊接模式.....129
5.2.3 焊接模式的功能.....129
5.3 基本焊接技术.....129
5.3.1 坡口加工.....129
5.3.2 创建焊条.....134
5.3.3 设置焊接参数.....136
5.4 焊接设计.....137
5.4.1 创建环形角焊.....137
5.4.2 创建间歇角焊.....140
5.5 焊接的相关操作.....142
5.5.1 设置焊缝显示.....142
5.5.2 焊接实用工具.....143

5.5.3 焊条的修改 145
5.6 焊接工程图 146
5.6.1 生成工程图 146
5.6.2 标注焊缝尺寸 148
5.7 获取焊接信息 150
5.7.1 在工程图模式下生成焊接参数报表 150
5.7.2 在焊接模式下获取焊接信息 153
5.8 小结 156

第 6 章 模具设计 157
6.1 Pro/MOLDESIGN 概述 158
6.1.1 Pro/MOLDESIGN 的全过程 158
6.1.2 基本概念 159
6.1.3 使用步骤 160
6.2 模具模式 160
6.2.1 创建设计模型（零件） 160
6.2.2 进入模具模式 161
6.2.3 模具模式的主要功能 162
6.3 建立模具模型 162
6.3.1 引入参考模型 163
6.3.2 创建工件 164
6.3.3 检查拔模斜度 167
6.3.4 检查厚度 170
6.4 创建收缩率和特征 172
6.4.1 创建收缩率 172
6.4.2 创建特征 174
6.5 用几何体分割工件 175
6.5.1 定义几何体 176
6.5.2 将工件分割成单几何体 178
6.6 用分型面分割工件 180
6.6.1 定义分型面 180
6.6.2 将工件分割成双几何体 182
6.7 生成模具元件和铸件 183
6.7.1 提取模具元件 183
6.7.2 生成铸件 184
6.7.3 打开模具 185
6.8 小结 189

第 7 章 电路图设计 191

7.1 Pro/DIAGRAM 概述 192
7.1.1 模块功能 192
7.1.2 对象类型 192
7.2 进入电路图格式设置环境 194
7.3 电路图主要对象的使用方式 196
7.3.1 符号【Symbols】 197
7.3.2 元件【Components】 200
7.3.3 连接件【Connectors】 204
7.3.4 绕线架【Spools】 210
7.3.5 连线【Wires】 212
7.3.6 电缆【Cables】 214
7.3.7 总线【Highways】 215
7.3.8 接头【Splice】 216
7.3.9 轨道符号【Rails】 216
7.3.10 群组符号【Comp Group】 217
7.3.11 如何将一个对象从一张图纸移到另一张图纸上 219
7.4 电路图对象参数【Parameters】 219
7.4.1 关于参数 219
7.4.2 添加或编辑参数 220
7.4.3 参数详解 220
7.4.4 生成、修改参数 224
7.5 获得电路图信息 225
7.6 小结 225

第 8 章 钣金设计 227
8.1 一般钣金件的生成 228
8.1.1 【Wall】壁类结构 229
8.1.2 【Bend】折弯 247
8.1.3 【Unbend】反折弯 252
8.1.4 【Bend Back】回折 252
8.1.5 【Flat Pattern】展平样式 253
8.1.6 【Cut】切除 253
8.1.7 【Rip】锯断 255
8.1.8 【Deform Area】变形区域 257
8.2 由实体零件产生钣金零件 257
8.3 小结 258

第 9 章 复合材料零件设计 259
9.1 创建复合材料零件 260

9.1.1 创建设计零件 260
9.1.2 复合材料零件模式 261
9.1.3 复合材料 262
9.1.4 加强梗和凸缘 265
9.1.5 型芯 270
9.1.6 板层 273
9.1.7 固化 277
9.2 修改复合材料零件 279
9.2.1 修改复合材料特征 279
9.2.2 修改材料 280
9.2.3 修改工序 280
9.3 复合材料零件视图 281
9.3.1 截面视图 281
9.3.2 工程图视图 281
9.4 小结 282

第 10 章 数控加工 283
10.1 Pro/NC 的使用 284
10.1.1 Pro/NC 的全过程 284
10.1.2 基本概念 284
10.1.3 Pro/NC 的使用步骤 286
10.2 加工模式 287
10.2.1 进入加工模式 287
10.2.2 加工模式的主要功能 288
10.3 创建加工模型 289
10.3.1 创建被加工零件 289
10.3.2 创建夹具零件 289
10.3.3 创建 MFG 文件 290
10.3.4 创建工件 290
10.4 建立加工数据库 292
10.4.1 加工数据库 292
10.4.2 夹具的定义 293
10.5 建立操作 295
10.5.1 定义一个操作 295
10.5.2 定义加工单元 296
10.5.3 定义机床坐标系 299
10.5.4 定义操作中的其他项目 301
10.5.5 操作信息 301
10.6 定义 NC 工序 302

10.6.1 生成粗铣的 NC 工序 303
10.6.2 生成轮廓铣的 NC 工序 311
10.6.3 生成孔加工的 NC 工序 313
10.7 用 Pro/NC-CHECK 进行加工仿真 317
10.7.1 粗铣工序的仿真 317
10.7.2 轮廓铣工序的仿真 318
10.7.3 孔加工工序的仿真 319
10.8 轨迹修改 319
10.9 创建刀位数据文件 320
10.9.1 生成刀位数据文件 321
10.9.2 编辑刀位数据文件 322
10.9.3 刀位文件的仿真检查 324
10.10 小结 324

第 11 章 后置处理 325
11.1 Pro/NCPOST 概述 326
11.2 用 Pro/NCPOST QUEST 生成所需的后置处理器 327
11.2.1 后置处理器模式 327
11.2.2 查看现有的后置处理器 328
11.2.3 创建新的后置处理器 340
11.3 用 Pro/NCPOST GENER 进行后置处理 347
11.4 小结 352

第 12 章 坐标测量机 353
12.1 Pro/CMM 概述 354
12.1.1 Pro/CMM 的全过程 354
12.1.2 基本概念 354
12.1.3 Pro/CMM 的使用步骤 355
12.2 CMM 模式 356
12.2.1 进入 CMM 模式 356
12.2.2 CMM 模式的主要功能 357
12.3 创建检测模型 357
12.3.1 创建被测零件 357
12.3.2 创建 CMM 模型 357
12.4 设置检测工艺 359
12.5 建立操作 359
12.5.1 定义一个操作 360
12.5.2 定义工作单元 360
12.5.3 定义机床坐标系 362

需要全本请访问 www.ertongbook.com

12.5.4 定义操作中的其他项目 364
12.5.5 设置探针 365
12.6 定义检测步骤 370
12.6.1 测量平面 371
12.6.2 测量圆柱面 379
12.6.3 验证直径尺寸 382
12.6.4 验证几何公差 383
12.6.5 创建构造点 384
12.6.6 创建参考坐标系 385
12.6.7 测量 4 个小圆柱面 386
12.6.8 创建 4 个构造点 388
12.6.9 创建构造直线 389
12.6.10 用直线创建参考坐标系 389
12.6.11 验证位置度公差 390
12.6.12 验证深度尺寸 391
12.6.13 创建构造圆 392
12.6.14 验证直径尺寸 393
12.7 检测步骤的修改 394
12.8 检测轨迹 395
12.9 小结 397

第 13 章 反向工程 399
13.1 反向工程 400
13.1.1 数据采集与处理 400
13.1.2 曲面重构与三维建模 400
13.1.3 反向工程的意义 401
13.2 Pro/SCAN-TOOLS 概述 401
13.2.1 Pro/SCAN-TOOLS 的功能 401
13.2.2 Pro/SCAN-TOOLS 的使用步骤 402
13.3 SCAN 模式 405
13.3.1 进入扫描模式 405
13.3.2 扫描模式的主要功能 406
13.4 生成扫描曲线 406
13.4.1 扫描数据格式 406
13.4.2 生成扫描曲线 409
13.4.3 修改扫描曲线 411
13.5 生成型值曲线 413
13.5.1 创建型值曲线 413
13.5.2 修改型值曲线 416

13.6 生成型值曲面.....422
13.6.1 创建型值曲面.....422
13.6.2 修改型值曲面.....424
13.7 小结.....427

第 14 章 数据交换.....429
14.1 Pro/Interface 概述.....430
14.1.1 模块功能.....430
14.1.2 常用文件格式.....430
14.1.3 使用步骤.....431
14.2 输入模式和输出模式.....432
14.2.1 输入模式.....432
14.2.2 输出模式.....432
14.3 曲面→线框数据→曲面.....433
14.3.1 将 Pro/ENGINEER 曲面输出为线框数据.....433
14.3.2 由线框数据创建 Pro/ENGINEER 曲面模型.....435
14.4 实体→线框数据→实体.....442
14.4.1 将 Pro/ENGINEER 实体输出为线框数据.....442
14.4.2 由线框数据创建 Pro/ENGINEER 实体模型.....443
14.5 实体→曲面数据→实体.....449
14.5.1 将 Pro/ENGINEER 实体输出为曲面数据.....449
14.5.2 由曲面数据创建 Pro/ENGINEER 实体模型.....451
14.6 Pro/ENGINEER 工程图→AutoCAD 工程图.....453
14.6.1 生成 Pro/ENGINEER 工程图.....453
14.6.2 将 Pro/ENGINEER 工程图输出到 DWG 或 DXF 文件.....457
14.6.3 由 DWG 或 DXF 文件创建 AutoCAD 工程图.....457
14.7 Pro/ENGINEER 的图像输出.....460
14.8 小结.....462

第 15 章 应用程序接口.....463
15.1 Pro/TOOLKIT 概述.....464
15.1.1 目录结构.....464
15.1.2 编程风格.....465
15.2 Pro/TOOLKIT 的开发模式.....467
15.3 Pro/TOOLKIT 的开发过程.....467
15.3.1 编写 C 程序.....467
15.3.2 编译和连接.....479
15.3.3 注册.....480
15.3.4 运行程序.....482

15.4 **应用程序结构**.....483
15.4.1 Pro/TOOLKIT **的包含文件**.....483
15.4.2 Pro/TOOLKIT **应用程序的核心**.....484
15.4.3 **自定义主函数**.....487
15.5 **异步模式**.....488
15.6 **小结**.....504



第1章　用 Pro/PROGRAM 设计零件

主要内容

- Pro/PROGRAM 简介
- 查看程序
- 创建/编辑程序
- 运行程序
- 模型的实例化
- 操作实例

在零件或装配模式下，利用 Pro/ENGINEER2000i 系统的 Pro/PROGRAM 模块能够创建相应的零件或装配件程序。通过编辑程序中模型的参数可以控制零件或装配件的设计，从而实现以下功能：

- 可轻易实现一个零件的多个不同版本的设计。
- 创建单一零件的不同版本供不同的模型使用，如制造模型、分析模型等。
- 可通过删除、隐藏、重排序等控制零件的特征。
- 计算零件的质量属性。

1.1 Pro/PROGRAM 简介

下面对 Pro/PROGRAM 进行简单的介绍。

1．Pro/PROGRAM 环境

启动 Pro/ENGINEER2000i 系统，在菜单管理器【Menu Manager】的【PART】或【ASSEMBLY】菜单下选择【PROGRAM】命令，系统弹出【PROGRAM】菜单，如图 1-1 所示。



图1-1　【PROGRAM】菜单

2．Pro/PROGRAM 的功能

从图 1-1 中可以看出，该菜单包括 5 个选项：

- 【Show Design】：显示当前零件的程序。
- 【Edit Design】：编辑并运行当前零件的程序。
- 【Instantiate】：将当前的模型定义成一个新的实例。
- 【J-Link】：模型的 J-Link 应用。
- 【Done/Return】：完成 Pro/PROGRAM 的定义并返回。

3．“From Model”和“From File”

在查看或编辑程序时，系统有时会弹出【WHICH DESIGN】菜单，提示用户选择程序的来源。该菜单包括 2 个选项：

- 【From Model】（来自模型）：程序来自当前状态下的模型。
- 【From File】（来自文件）：程序来自上次保存的文件。

1.2 查看程序

下面以螺栓零件为例，讲解怎样查看零件的程序。

查看螺栓零件的程序

1. 在工作路径下打开螺栓零件的文件“bolt.prt”，如图 1-2 所示。

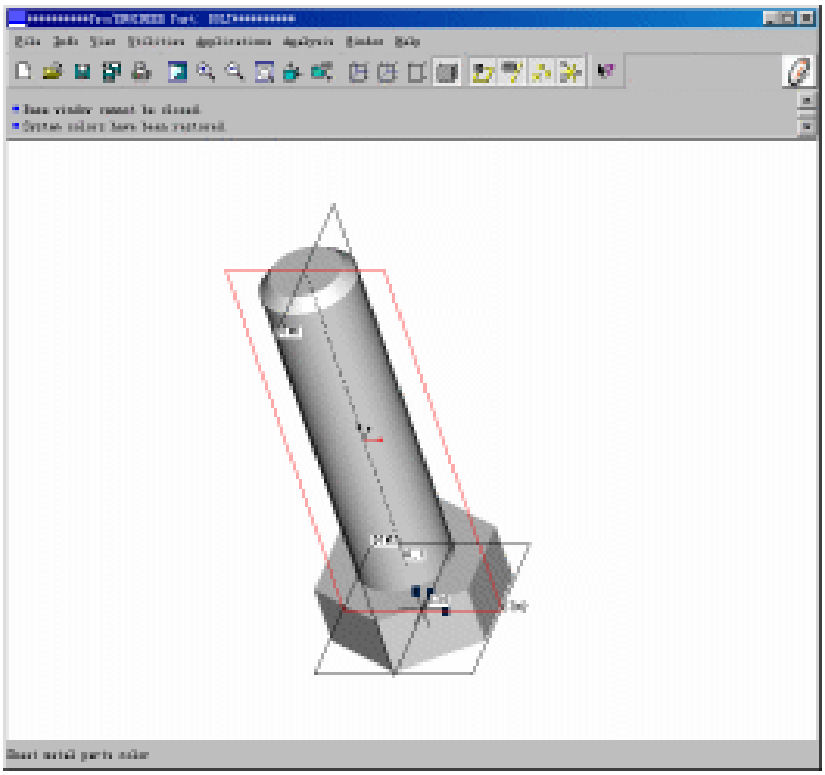


图1-2 螺栓零件

2. 选择【PART】/【Program】命令，系统进入 PROGRAM 环境。
3. 选择【PROGRAM】/【Show Design】/【From File】命令，系统弹出【INFORMATION WINDOW】信息窗口，如图 1-3 所示。
   从中可以看到零件的版本号、设计过程和设计参数等信息。
4. 单击 Close 按钮，关闭该窗口，结束程序的查看。

1.3 创建/编辑程序

程序可通过模型或文件创建。最初程序一定来自模型，因为文件尚未创建。模型应包含所有可能要添加的特征。

需要全本请访问 www.ertongbook.com