



ro/ENGINEER
2000

Pro/ENGINEER
循序渐进教程



Pro/ENGINEER 2000 i

基础教程

老虎工作室
彭海涛
郭剑峰
陈 杉 编著

人民邮电出版社
www.pptph.com.cn

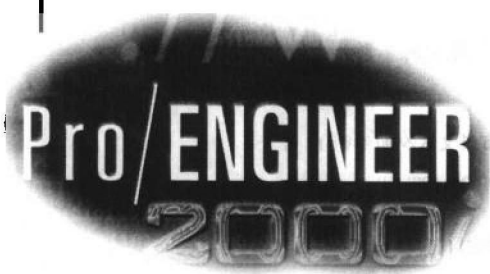


附软盘

Pro/ENGINEER 循序渐进教程

Pro/ENGINEER 2000i 基础教程

老虎工作室 彭海涛 郭剑峰 陈 杉 编著



人民邮电出版社

JS56P/21

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER 2000i 基础教程/老虎工作室编著. —北京:人民邮电出版社,2001.4

(Pro/ENGINEER 循序渐进教程)

ISBN 7-115-09252-4

I .P... II .老... III .机械设计:计算机辅助设计—应用软件,

Pro/ENGINEER 2000i—教材 IV .TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 18917 号

内 容 提 要

Pro/ENGINEER 2000i 是美国 PTC 公司最新推出的 CAD/CAM 系统软件,目的是为工业产品设计提供完整的解决方案。该系统软件可广泛用于造型设计、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。

本书系统地介绍了 Pro/ENGINEER 2000i 软件系统的运行环境及其主要功能,同时借助大量实例详细讲解了在 Pro/ENGINEER 2000i 中进行零件设计、部件装配、工程图建立的方法。书中的大多数实例都可以从书后附带的软盘中获得。

本书内容丰富,结构合理,特别适合 Pro/ENGINEER 2000i 初级用户阅读,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 2000i 基础教程

- ◆ 编 著 老虎工作室 彭海涛 郭剑峰 陈 杉
责任编辑 姚彦兵
- ◆ 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
北京密云春雷印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本:787×1092 1/16
印张:16.5
字数:397 千字 2001 年 4 月第 1 版
印数:1-6 000 册 2001 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-09252-4/TP·2184

定价:32.00 元(附 盘)



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 王 钰 高长铎 张艳花

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, 易用、易学。

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、进阶教程和高级教程 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 的比较高阶的设计方法和技巧。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, 保存了书中的实例, 可供读者参考使用。

老虎工作室

2001 年 3 月

本书内容和特点

为了使初学者能够在较短的时间内理解 Pro/ENGINEER 2000i 的设计思想,掌握其使用方法,本书由浅入深,详细地介绍了 Pro/ENGINEER 2000i 系统的运行环境、基本绘图技巧、零件设计思想及方法、部件的装配过程和工程图的建立等内容。

全书共分 12 章,具体内容安排如下:

- 第 1~4 章:介绍 Pro/ENGINEER 2000i 的安装过程和系统环境。
- 第 5 章:通过零件设计实例讲述在 Pro/ENGINEER 2000i 中零件的设计过程。
- 第 6 章:说明 Pro/ENGINEER 2000i 的设计思想。
- 第 7 章:介绍 Pro/ENGINEER 2000i 中的草图设计。
- 第 8 章:介绍 Pro/ENGINEER 2000i 中的特征设计。
- 第 9 章:介绍 Pro/ENGINEER 2000i 中的零件设计方法和原则。
- 第 10 章:详细讲述了多个零件的设计步骤。
- 第 11 章:通过实例说明零件的装配过程。
- 第 12 章:介绍 Pro/ENGINEER 2000i 中工程图的建立。

读者对象

本书内容丰富,结构合理,文字简洁流畅且通俗易懂,实用性和可操作性都较强,特别适合 Pro/ENGINEER 2000i 初级用户阅读参考,也可供大专院校相关专业和各类培训班作为教材使用。

附盘的使用方法

本书附盘中包含以下内容:

- Samples\prt0001.prt: 第 5 章的机械手指零件。
- Samples\sample_bolt.prt: 第 6 章的螺栓零件。
- Samples\sample_plate.prt: 第 6 章的底板零件。
- Samples\sample_wedge.prt: 第 6 章的楔块零件。
- Samples\sample_asm.asm: 第 6 章的实例装配件。
- Samples\hexagon.sec: 第 7 章的等边六角形草图。
- Samples\lineardimension.sec: 第 7 章的线性尺寸标注实例草图。
- Samples\fix_arm.prt: 第 10 章的手臂零件。

- Samples\fix_base.prt: 第 10 章的基座零件。
- Samples\fix_cover.prt: 第 10 章的气缸盖零件。
- Samples\fix_finger.prt: 第 10 章的机械手指零件。
- Samples\fix_pin.prt: 第 10 章的销轴零件。
- Samples\fix_piston.prt: 第 10 章的活塞杆零件。
- Samples\fix_ring.prt: 第 10 章的挡圈零件。
- Samples\fix_screw.prt: 第 10 章的螺钉零件。
- Samples\fix_support.prt: 第 10 章的支座零件。
- Samples\fix_assembly.asm: 第 11 章的机械手装配件。

叙述约定

为了方便读者阅读，我们在书中设计了 4 个小图标，它们分别是：



行家指点：用于介绍使用经验和心得，或罗列重要的概念。



给你提个醒：用于提醒读者应该注意的问题。



多学一招：用于介绍实现同一功能的不同方法。



操作实例：用于引出一个操作题目和相应的一组操作步骤。

感谢您选择了本书，也请您把对本书的意见和建议告诉我们。

老虎工作室主页：<http://www.laohu.net>，电子函件：xyzy@263.net。

老虎工作室

2001 年 3 月

第 1 章 Pro/ENGINEER 概述	1
1.1 Pro/ENGINEER 的特性	2
1.1.1 相关性 (Full Associativity)	2
1.1.2 基于特征的参数化建模 (Feature-based Parametric Modeling)	2
1.1.3 数据管理 (Data Management)	2
1.1.4 装配管理 (Assembly Management)	2
1.1.5 工程数据库再利用 (Engineering Data Reuse)	3
1.1.6 易用性 (Ease of Use)	3
1.1.7 硬件独立性 (Hardware Independence)	3
1.2 Pro/ENGINEER 的功能简介	3
1.2.1 零件设计	3
1.2.2 装配设计	4
1.2.3 设计文档	4
1.2.4 通用功能	4
1.3 Pro/ENGINEER 产品家族简介	5
1.3.1 造型设计领域	5
1.3.2 机械设计领域	5
1.3.3 功能模拟领域	7
1.3.4 机械加工领域	8
1.3.5 产品数据管理领域	9
1.3.6 数据交换领域	9
1.4 Pro/ENGINEER 2000i 简介	10
1.4.1 行为建模技术	10
1.4.2 机构设计技术	11
1.4.3 包络表示技术	12
1.5 小结	12
第 2 章 Pro/ENGINEER 2000i 的安装	13
2.1 Pro/ENGINEER 2000i 系统安装的软硬件要求	14
2.1.1 系统的硬件要求	14
2.1.2 系统的软件要求	14
2.2 Pro/ENGINEER 的安装过程	14

2.3 小结.....	20
第3章 Pro/ENGINEER 界面简介.....	21
3.1 Pro/ENGINEER 的界面.....	22
3.2 主菜单及工具条的主要功能.....	23
3.2.1 【File】菜单.....	23
3.2.2 【Info】菜单.....	26
3.2.3 【View】菜单.....	27
3.2.4 【Utilities】菜单.....	28
3.2.5 【Applications】菜单.....	28
3.2.6 【Analysis】菜单.....	29
3.2.7 【Window】菜单.....	29
3.2.8 【Help】菜单.....	30
3.2.9 工具条功能简介.....	30
3.3 Pro/ENGINEER 的基本设置.....	31
3.3.1 设置工作目录.....	31
3.3.2 设置系统颜色.....	31
3.4 小结.....	33
第4章 Pro/ENGINEER 的基本操作.....	35
4.1 Pro/ENGINEER 中的命令发布.....	36
4.1.1 菜单命令.....	36
4.1.2 工具条命令.....	37
4.1.3 快捷键命令.....	39
4.2 Pro/ENGINEER 软件中的参数输入.....	41
4.3 鼠标的使用.....	42
4.3.1 三键鼠标.....	42
4.3.2 两键鼠标.....	42
4.4 小结.....	43
第5章 创建第一个零件——机械手指.....	45
5.1 创建机械手指的基体——生成基特征.....	46
5.1.1 创建机械手指的基体截面图——草图.....	46
5.1.2 基特征的生成.....	54
5.2 观察三维模型.....	56
5.2.1 参考面定向观察.....	56
5.2.2 动态视图观察.....	56
5.2.3 与视图有关的图标.....	58
5.2.4 模型显示方式.....	58

5.3 文件的保存和打开	59
5.3.1 文件保存	59
5.3.2 退出 Pro/ENGINEER 2000i 系统	59
5.3.3 文件的打开	60
5.4 机械手指的细化——添加结构特征	61
5.4.1 创建孔特征	61
5.4.2 孔口倒角	62
5.4.3 特征组 (Group)	63
5.4.4 “孔+倒角”特征组的阵列 (Group Pattern)	64
5.4.5 创建外轮廓的等距倒角特征	65
5.4.6 创建非等距倒角特征	66
5.4.7 创建圆角特征	67
5.5 小结	68
第 6 章 Pro/ENGINEER 的设计思想	69
6.1 CAD/CAM 的 3 个基本概念	70
6.1.1 实体造型	70
6.1.2 参数化	71
6.1.3 特征	72
6.2 零件由特征构成	72
6.2.1 基特征和结构特征	72
6.2.2 特征的设计方法	73
6.3 草图是特征的生成基础	73
6.3.1 草图	73
6.3.2 草图的设计方法	73
6.4 自顶向下的设计过程	73
6.5 零件的设计方法	75
6.6 装配件的设计和修改方法	76
6.7 工程图的设计方法	76
6.8 Pro/ENGINEER 系统中对象的修改	77
6.9 小结	77
第 7 章 草图设计	79
7.1 草图模式	80
7.1.1 进入草图模式	80
7.1.2 退出草图模式	81
7.1.3 草图模式的主要功能	81
7.1.4 保存草图文件	82
7.1.5 打开草图文件	82

7.2 意图管理器.....	82
7.2.1 意图管理器的作用	82
7.2.2 “Read Me” 文件	83
7.2.3 意图管理器的优点	83
7.3 草图创建概述	83
7.3.1 创建草图的基本步骤	83
7.3.2 鼠标右键快捷菜单	84
7.3.3 图标的使用	85
7.4 创建几何图形	85
7.4.1 绘图命令	86
7.4.2 直线的绘制	87
7.4.3 矩形的绘制	88
7.4.4 圆弧的绘制	88
7.4.5 圆的绘制	90
7.4.6 圆锥曲线的绘制	91
7.4.7 坐标系的设置	92
7.4.8 过渡椭圆弧的绘制	92
7.4.9 椭圆的绘制	93
7.4.10 样条的绘制	93
7.4.11 文字的使用	95
7.4.12 轴线的创建	95
7.5 几何元素的编辑	96
7.5.1 相交.....	96
7.5.2 裁剪.....	97
7.5.3 分割.....	99
7.5.4 镜像.....	100
7.5.5 移动.....	101
7.6 草图约束.....	103
7.6.1 约束的图形显示	104
7.6.2 约束显示的开关	104
7.6.3 约束的强化	105
7.6.4 约束的创建	105
7.6.5 约束信息	105
7.6.6 约束的删除	106
7.6.7 冲突的解决	106
7.7 尺寸标注.....	106
7.7.1 弱尺寸的强化	107
7.7.2 弱尺寸的删除	107
7.7.3 尺寸显示的开关	107

7.7.4 尺寸的标注	108
7.8 修改尺寸值.....	112
7.9 几何图形更新	113
7.10 删除截面元素	114
7.11 截面几何信息	114
7.11.1 在模型上绘制草图	116
7.11.2 设置草图平面	117
7.11.3 草图平面的定向	118
7.12 等边六角形的绘制	119
7.13 小结.....	120
第 8 章 特征设计	121
8.1 基特征.....	122
8.1.1 拉伸特征	123
8.1.2 旋转特征	127
8.2 结构特征.....	129
8.2.1 切削特征	130
8.2.2 孔特征.....	132
8.2.3 圆角特征	134
8.2.4 倒角特征	135
8.3 特征操作.....	138
8.3.1 特征修改	138
8.3.2 特征删除	140
8.3.3 特征隐藏	140
8.3.4 特征复制	142
8.4 小结.....	148
第 9 章 创建三维零件.....	149
9.1 零件模式.....	150
9.2 初始设置.....	151
9.3 零件的基准面	152
9.3.1 设置基准面	153
9.3.2 创建基准面	154
9.4 零件设计过程和原则	157
9.5 小结.....	158
第 10 章 零件设计实战训练.....	159
10.1 手臂.....	160
10.2 支座.....	164

10.3 销轴.....	172
10.4 挡圈.....	177
10.5 气缸盖.....	179
10.6 活塞杆.....	185
10.7 螺钉.....	190
10.8 基座.....	194
10.9 小结.....	201
第 11 章 生成装配件.....	203
11.1 装配模式.....	204
11.1.1 进入装配模式	204
11.1.2 装配模式的主要功能	204
11.1.3 【COMPONENT】菜单	205
11.1.4 装配对话框	206
11.2 装配约束.....	208
11.2.1 Mate (贴合)	208
11.2.2 Mate Offset (偏置贴合)	208
11.2.3 Align (对齐)	208
11.2.4 Align Offset (偏置对齐)	209
11.2.5 Orient (同向)	209
11.2.6 Insert (插入)	210
11.3 装配件的生成	210
11.3.1 装配步骤	210
11.3.2 装配原则	210
11.4 生成机械手的装配件	211
11.5 生成机械手的装配爆炸图	225
11.6 小结.....	228
第 12 章 生成工程图.....	229
12.1 开始工程图绘制	230
12.2 视图的创建与基本操作	233
12.2.1 视图的创建	233
12.2.2 视图的基本操作	236
12.3 尺寸标注.....	237
12.3.1 显示/擦除已有的尺寸	237
12.3.2 尺寸的操作	240
12.4 注释.....	242
12.5 表格和文本.....	243
12.6 小结.....	246



第1章 Pro/ENGINEER 概述

主要内容

- ☐ Pro/ENGINEER 的特性
- ☐ Pro/ENGINEER 的功能简介
- ☐ Pro/ENGINEER 产品家族简介
- ☐ Pro/ENGINEER 2000i 简介



Pro/ENGINEER 是美国 PTC 公司（Parametric Technology Corporation，参数技术公司）开发的三维造型设计系统，它以单一数据、参数化、基于特征、全相关性以及工程数据再利用等改变了传统机械设计的观念，成为当今世界机械 CAD 领域的新标准。目前，Pro/ENGINEER 已经发展成为典型的 CAD/CAM 产品，其用户遍布全球，并且以版本更新快，功能不断增强等特点而深受用户的青睐。

本章介绍 Pro/ENGINEER 软件的特性、相关模块以及 Pro/ENGINEER 2000i 的一些新特点。

1.1 Pro/ENGINEER 的特性

Pro/ENGINEER 系统开发环境最突出的特点就在于它能够支持并行工程，通过一系列足以表现外形、装配性及功能性的全相关性解决方案，可以让用户同时在几个技术领域处理同一个产品模型。这些能力包括造型设计、机械设计、功能仿真、加工以及产品信息管理等。

1.1.1 相关性（Full Associativity）

相关性是指所有的 Pro/ENGINEER 的功能都相互关联。也就是说，在开发过程中，用户任何时候所做的变更，都会扩展到整个设计中，自动更新所有工程文件如部件、工程图和加工信息等。

1.1.2 基于特征的参数化建模（Feature-based Parametric Modeling）

Pro/ENGINEER 系统以智能特征作为产品几何造型的构造基础。这些特征都是常用的具有一定机械功能的机械构件，内含与其环境相关的知识，且构件可以根据用户预期的方式变更。装配、加工、制造及其他领域，都使用最适合该领域的特征。产品开发时，将参数（包括非几何属性及尺寸）指定给这些特征，接着修改这些参数，以便轻松地开发多种设计方案。

1.1.3 数据管理（Data Management）

为了在最短的时间内完成最多的开发工作，必须允许多位工程师同时处理一件产品。Pro/ENGINEER 数据管理功能可以管理并行工程所要求的并行作业程序，并通过全相关性达到并行工程的目的。

1.1.4 装配管理（Assembly Management）

Pro/ENGINEER 能够让用户使用贴合（Mate）、插入（Insert）、对齐（Align）等直觉式指令，轻松装配零部件，达到设计目的。而高级的功能则支持大型复杂部件的创建与管理，并且零件数目不受限制。



1.1.5 工程数据库再利用 (Engineering Data Reuse)

工程数据再利用就是为了达到大幅度提高生产力、降低成本的目的，而以标准、公认的设计作为新产品设计的基础，它能够让用户快速开发整个产品系列。

1.1.6 易用性 (Ease of Use)

Pro/ENGINEER 独有的自动导引式功能菜单为用户提供使用方便的选项，也可以预先选定最常用的功能。此外，系统还提供简短的功能菜单说明，以及完整的在线帮助。这些都使得 Pro/ENGINEER 具有非常好的易用性。

1.1.7 硬件独立性 (Hardware Independence)

Pro/ENGINEER 可以在 UNIX 和 Windows 95/98/2000/NT 平台下运行，并在每个系统中都维持相同的界面。用户可以根据自己的需求，选购最经济的硬件设备，再混用或搭配任何一种平台组合。由于 Pro/ENGINEER 可以运行在不同的环境之中，因此可以方便地让信息在不同平台的机器之间相互转换。

1.2 Pro/ENGINEER 的功能简介

Pro/ENGINEER 软件的基本功能体现在以下几个方面。

1.2.1 零件设计

- 生成草图特征，包括凸台、凹槽以及冲压的、旋转的、沿二维草图扫掠过的槽，或两个平行截面间拼合的槽。
- 生成标准特征，包括孔、倒角、圆角、壳、规则图、法兰盘、棱等。
- 草图装饰特征。
- 生成参考基准面、轴、点、曲线、坐标系以及非实体参考基准的图。
- 修改、删除、压缩、重定义和重排特征以及只读特征。
- 通过向系列表中增加尺寸生成表驱动零件。
- 通过生成零件尺寸和参数的关系获得设计草图。
- 产生工程信息，包括零件的质量特性、相交截面模型、参考尺寸。
- 在模型上生成几何拓扑关系的曲面及粗糙度。
- 在模型上给定密度、单位、材料特性或用户专用的质量特性。
- 可以通过 Pro/FEATURE 定义高级特征以增强系统功能。



1.2.2 装配设计

- 使用贴合 (Mate)、插入 (Insert)、对齐 (Align) 等命令生成装配和子装配, 最终生成整个产品的装配。
- 从一个装配中拆开装配的组件。
- 修改装配时设置的偏移。
- 生成和修改装配的基准面、坐标系和剖面图。
- 修改装配模型中的零件尺寸。
- 产生工程信息、材料清单、参考尺寸和装配质量等特性参数。
- 可通过 Pro/ASSEMBLY 进行复杂、大型的装配设计以增强系统功能。

1.2.3 设计文档

- 生成多种类型的工程图, 包括总图、投影图、附属图、细节图、分解图、局部图、剖面图和透视图。
- 完成对扩大视图的修改, 包括视图比例和局部边界或细节图的修改, 增加投影图、剖面图的箭头和生成快照视图。
- 用多模型生成绘图。从绘图中删除一个模型, 对当前绘图模型进行设置和增加亮度。
- 用草图作为参数绘图格式。
- 操作方式包括显示、擦除、开关视图、触发箭头、移动尺寸、文本或附加点。
- 修改尺寸值和数字数据。
- 生成显示、移动、擦除和用于标准注释的开关视图。
- 包括在绘图注释中已有的几何拓扑关系。
- 更新几何模型的组成设计。
- 专门绘图的 IGES 文件。
- 对标志绘图指示作更改。
- 通过 Pro/DETAIL 进行细节设计以增加系统绘图功能。

1.2.4 通用功能

- 数据库管理命令。
- 在层和显示层上放置零件的层控制。
- 用于距离的测量, 几何角度、间隙和在零件间以及装配时的干涉检查。
- 对于扫视、变焦距、旋转、阴影、重新定位模型和绘图的观察能力。