Pro/ENGINEER 2000i 基础设计教程

孙江宏　段大高　等　编著

清华大学出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

Pro/ENGINEER 2000i 是参数科技公司（PTC）推出的最新版实体参数化设计软件，在全世界工程界广泛应用。

本书根据作者应用 Pro/ENGINEER 2000i 所得的经验与技巧，从一个机械工程师的角度出发，详细讲解了 Pro/ENGINEER 2000i 的初级特征命令功能、操作方法和技巧。本书的内容包括 Pro/ENGINEER 2000i 系统软件的操作基础、操作界面、草图绘制、基本特征应用与操作、零件设计、基准产生、工程制图和零件装配等内容。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，让读者能够综合运用本书所讲述的各项功能。读完本书，读者一定可以具备进行三维实体造型设计的能力，对新产品的开发更能得心应手。

本书最大的特点是实践同理论紧密结合。在每一章后面都给以综合实例，保证读者切实掌握相应内容。另外，书中所有实例均在附带光盘中。

本书适合于应用三维软件进行工程设计的专业人员，也可作为大专院校相关专业师生的学习参考书籍。

版权所有，翻印必究。
本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签，无标签者不得销售。

书　　名：Pro/ENGINEER 2000i 基础设计教程
作　　者：孙江宏　段大高　等
出 版 者：清华大学出版社(北京清华大学学研大厦，邮编：100084)
http://www.tup.tsinghua.edu.cn
印 刷 者：北京市清华园胶印厂
发 行 者：新华书店总店北京发行所
开　　本：787×1092　1/16　**印张**：33.5　**字数**：813 千字
版　　次：2001 年 9 月第 1 版　2002 年 3 月第 2 次印刷
书　　号：ISBN 7-900635-90-4
印　　数：5001～8000
定　　价：52.00 元

前　言

Pro/ENGINEER 2000i 是最近在国内逐渐流行起来的 CAD/CAM 软件，它的内容博大精深，基本涉及到平面工程制图、三维造型、求逆运算、加工制造、工业标准交互传输、模拟加工过程、电缆布线和电子线路等。这些内容每个部分都可以独立应用，并有各自的技术特点。如果按照现在的发展趋势，并随着该软件 PC 机版本的逐渐流行，大有取代 AutoCAD 等传统平面制图软件的迹象，而它的一个最大优势就是三维模型和矢量化处理。

Pro/ENGINEER 2000i 是用于工业设计自动化方面的大型集成软件。由于它引入了行为建模功能，所以可以通过对用户的设计要求和目标进行分析，自动得到最优结果。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。这些都从不同的侧面反映了该软件的真正实用价值。

Pro/ENGINEER 2000i 目前主要应用于国内研究所、大专院校和一些工厂研究部门。同 20 世纪 90 年代初相比，现在的计算机软硬件系统在不断地得到扩充，价格在大幅度下降，应用在大规模发展。所以，作为原来的价格昂贵的工作站上的版本，Pro/ENGINEER 2000i 也逐渐走出了高不可及的价格平台，进入到单机版的竞争中。可以说，一个全新的计算机辅助设计和制造软件高潮正在国内风起云涌，未来的竞争将更加朝着有利于用户的方向发展，从而造就新一代的该类型软件霸主。

作者在长期从事 CAD/CAM 的教学和实践过程中接触到大量的 CAD 软件，对 AutoCAD、Pro/ENGINEER、UG 等都有深刻的认识和了解，也真正能够体会到其中理论的高深和应用的简单。在不断的教学和学习过程中，我们参考了最近出版的有关 Pro/ENGINEER 的书籍，其中包括台湾版、翻译版等。不可否认，这些图书都各有各自的技术特点，但也有不同的问题。有些图书的理论讲解基本上是没有的，虽然用户可以在短时间内了解 Pro/ENGINEER 的使用，但是对于其中的理论等就显得有些茫然，这样对进一步提高是无益的。有些书籍虽然理论讲解精辟，但是往往忽略了同实践的紧密结合，所以用户经常在学习后对应用还是有些不知所措。

为此，我们将自己学习和使用该软件的经验和体会写出来，供广大读者学习和参考是很有必要的。本书是关于 Pro/ENGINEER 的基础应用篇。以后，还将在适当时候推出高级应用篇。

同其他相关书籍相比，本书的具体特点如下：

(1) 理论性。本书是以教学培训学生和科研过程中的应用为基础，总结了大量的实践经验，具有一定的理论深度。作者在写作本书的过程，不但注重了对该软件的宣传，而且，也充分引导读者对 CAD 软件有一个充分的认识，要有选择地学习。例如，作者在书中就提出了自己对三维和二维软件的看法。

(2) 实用性。本书在讲解时都采用了以实例效果进行说明的方式，使用户可以对这些

理论知识有一个感性认识。在每一章的最后，还提供了一个综合实例，基本上涵盖了这一章的所有命令讲解，使读者可以按部就班地模仿练习，做到切实掌握。这些例子是我们平日在进行工程实践和课题研究中独立完成的实例，具有作者自身的知识产权。

(3) 延续性和继承性。本书虽然是以 Pro/ENGINEER 2000i 为版本的，但是书中所涉及的内容充分考虑到了以前版本和以后版本问题。因为，笔者认为，要写一个软件，就必须真正写出它的灵魂所在，即如何使用该软件进行自己的工程设计，而不是片面追求软件的升级换代。可以说，用户实际上使用的软件功能基本上是比较集中的。而这些集中的功能，在软件的升级更新中是不可能去掉的，只能是让用户在使用上更加方便而已。所以，其核心是不变的，本书就是要写出这些核心内容，让用户能够使用这些理论和技巧在不同版本的软件上进行设计开发。

(4) 层次性。本书还考虑到了 Pro/ENGINEER 软件的使用特点，将其在 CAD 方面的常用功能进行划分，把全书分为理论基础、草图绘制、零件设计、工程制图、零件装配共 5 个层次。用户可以根据自己的需要有选择地进行学习。由于该软件是以三维造型为主，所以，我们主要在零件设计、零件装配部分进行了非常详尽的讲解。而对于草图绘制和工程制图等，就相对简单，因为这些功能本身使用就相对比较简单。

从写作内容看，本书主要包括以下内容：

(1) 操作基础部分。主要内容在第 1 章和第 2 章。主要介绍 Pro/ENGINEER 的各功能模块，系统要求及安装与卸载，注册管理器及 Pro/E 的基础知识。介绍 Pro/ENGINEER 2000i 的操作界面，其工具栏与菜单的基本应用，尤其是讲解了菜单管理器这种与其他绘图软件截然不同的操作工具。

(2) 草图部分。主要内容在第 3 章。本章主要就 Pro/ENGINEER 的草图模块进行讲解，并以 AutoCAD 2000 平面绘图功能作为参考，对其标注功能进行深入讲解。

(3) 零件设计部分。主要内容在第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章和第 8 章。分别讲解了绘图基本元素基体的绘制，在基体的基础上的特征添加、删除与修改，Surface 菜单下的各种基本特征，零件的特征阵列与复制，基准平面、轴、曲线等。

(4) 工程制图部分。主要内容在第 9 章和第 10 章。分别讲解了三视图基础、视图操作与 Detail、尺寸标注和环境设置，还讲解了工程制图细节操作等。

(5) 零件装配部分。主要内容在第 11 章。主要讲解了基本零件装配，包括零件读取与输出、约束分类和装配修改。对于同零件设计部分相同或近似的功能，就不在此讲解。

另外，为了便于读者学习计算机辅助制图，我们在全书的后面提供了对当前制图提出详细要求的国家标准 GB/T 14665-93 和有关菜单命令的中英文词汇对照。

本书附有配套发行的光盘，其中含有书中所举的实例，其名称与正文对应。如果读者对书中插图的数据信息不清楚的话，可以直接在 Pro/ENGINEER 2000i 环境下打开相应文件来获得有关的信息。

本书是集体智慧的结晶。由北京机械工业学院机械设计与 CAD 研究室孙江宏主编，并编写了其中的基础理论部分，其他部分由段大高、曹东兴、黄小龙和刘国庆等编写，罗珅为本书提供了部分实例。另外，张万民、毕首权、马向辰、于美云、许九成、王雪艳、韩凤莲、陈秀梅、谢文龙、赵维海、魏德亮、赵洁、朱存铃、邱景红、赵腾任、王戈、王睿等给予了大力协助，在此表示深深的感谢。

张志强副教授对本书进行了审校，并提出了很多有价值的建议，为本书的完善给予了非常大的帮助。

全书的编写倾注了作者的大量心血，希望能够对读者有切实的帮助。然而，由于编写时间仓促，书中难免有不足之处，希望读者能够及时指出，并通过 E-Mail 地址 Sunjh99@263.net 与作者联系，以便共同促进技术进步。

作 者

2001 年 5 月于北京

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目　录

第 1 章　概述 1
1.1　功能分类 1
1.1.1　基本功能模块 1
1.1.2　Pro/ENGINEER 2000i2 的新增功能 3
1.2　安装与卸载 5
1.2.1　硬件与软件环境 5
1.2.2　安装 6
1.2.3　卸载 17
1.2.4　启动与退出 19
1.2.5　许可管理器（License Manager） 21
1.3　Pro/ENGINEER 2000i 基础知识 22
1.3.1　三维与二维绘图的比较 23
1.3.2　Pro/ENGINEER 2000i 的支持格式 24
1.3.3　坐标系统 26
1.4　Pro/ENGINEER 2000i 的建模原理 27
1.4.1　三维造型方法 27
1.4.2　Pro/ENGINEER 2000i 的建模基本概念 28
1.4.3　设计准则及方法 29

第 2 章　Pro/ENGINEER 2000i 应用基础 31
2.1　工作界面简介 31
2.2　主菜单、工具栏及屏幕定制 34
2.2.1　主菜单及工具栏功能 34
2.2.2　用户自定义环境 37
2.3　文件和对象操作 42
2.3.1　文件操作 42
2.3.2　模型操作与设置 49
2.4　与其他绘图软件间的数据交换 55
2.4.1　输出数据 55
2.4.2　输入数据 59
2.5　操作实例 62
2.5.1　模型结构分析 62

2.5.2 操作步骤 63

第 3 章 草图绘制（Sketch） 73
3.1 草图绘制功能 73
3.1.1 草图绘制环境 73
3.1.2 草图绘制菜单 73
3.2 草图绘制实例 84
3.2.1 草图绘制中的假设 84
3.2.2 Intent Manager（意向管理器）绘图 85
3.2.3 草图的尺寸标注 87
3.2.4 绘制草图实例（不使用 Intent Manager） 90
3.3 草图绘制一般技巧 97

第 4 章 基体隆起 98
4.1 零件设计概述 98
4.1.1 零件设计基本步骤 98
4.1.2 零件设计基本流程 98
4.2 零件设计基本操作与基本概念 98
4.2.1 进入零件设计模式 98
4.2.2 零件设计基本概念 100
4.2.3 鼠标键在零件设计中的定义 102
4.3 隆起特征分类 102
4.3.1 产生基体特征 103
4.3.2 隆起特征的种类 105
4.3.3 薄体特征（Thin Feature） 107
4.4 Extrude（挤塑） 108
4.4.1 挤塑特征产生的基本方法 109
4.4.2 挤塑特征设置项 109
4.4.3 挤塑实体特征与薄体特征 113
4.4.4 挤塑特征的操作步骤 113
4.4.5 Extrude（挤塑）特征的操作实例 114
4.5 Revolve（旋转） 128
4.5.1 旋转特征产生的基本方法 128
4.5.2 旋转特征的设置项 129
4.5.3 旋转实体特征与薄体特征 133
4.5.4 旋转特征的操作步骤 133
4.5.5 旋转特征操作实例 134
4.6 Sweep（扫描） 144
4.6.1 扫描特征产生的基本方法 144

4.6.2 扫描特征的设置项.....145
4.6.3 扫描实体特征与薄体特征.....153
4.6.4 扫描特征的操作步骤.....154
4.6.5 扫描特征操作实例.....155
4.7 Blend（混成）.....164
4.7.1 混成特征产生的基本方法和方式.....165
4.7.2 混成特征的设置项.....169
4.7.3 混成实体特征与薄体特征.....174
4.7.4 混成特征的 3 点补充.....175
4.7.5 混成特征的操作步骤.....177
4.7.6 混成特征操作实例.....178
4.8 操作实例.....191

第 5 章 增强特征.....201
5.1 Hole（孔）特征.....201
5.1.1 Hole（孔）特征的类型.....201
5.1.2 Hole（孔）特征的设置项.....202
5.1.3 Hole（孔）特征的操作步骤.....209
5.1.4 Hole（孔）特征的操作实例.....210
5.2 Round（倒圆角）与 Chamfer（倒角）.....221
5.2.1 Round（倒圆角）特征.....221
5.2.2 Chamfer（倒角）特征.....234
5.3 Cut（切削）与 Protrusion（隆起）.....243
5.3.1 Cut（切削）特征与 Protrusion（隆起）特征的区别.....244
5.3.2 Cut（切削）特征的生长方向与材料移除方向.....245
5.3.3 Cut（切削）特征的操作步骤.....247
5.3.4 Cut（切削）与 Protrusion（隆起）特征的操作实例.....250
5.4 Rib（加强肋）与 Shell（抽壳）.....259
5.4.1 Rib（加强肋）特征操作.....259
5.4.2 Shell（抽壳）特征操作.....263
5.5 Pipe（管道）特征.....268
5.5.1 产生 Pipe（管道）特征的选项设置.....268
5.5.2 Pipe（管道）特征的修改.....271
5.5.3 产生 Pipe（管道）特征的操作实例.....273
5.6 操作实例.....277

第 6 章 基本曲面特征.....292
6.1 曲面特征的基本概念.....292
6.1.1 曲面特征的颜色.....292

6.1.2 曲面的显示方式 292
6.1.3 曲面特征的属性 292
6.2 基本曲面的设计 293
6.2.1 隆起（Extrude）曲面实例分析 295
6.2.2 旋转（Revolve）曲面实例分析 298
6.2.3 扫描（Sweep）曲面实例分析 299
6.2.4 混成（Blend）曲面实例分析 301
6.2.5 综合实例 302
6.3 基本曲面的操作 305
6.3.1 Merge（曲面的合成） 305
6.3.2 Trim（曲面的修剪） 308
6.3.3 Extend（曲面的延伸） 311
6.3.4 Transform（曲面的转变） 316
6.3.5 Draft（拔模角） 319
6.3.6 Area Offset（区域偏移） 321
6.3.7 Draft Offset（拔模角偏移） 324
6.4 曲面特征建立的综合实例 326
6.4.1 综合实例 1 326
6.4.2 综合实例 2 332

第 7 章 特征操作 339
7.1 Pattern（阵列）与 Del Pattern（删除阵列） 339
7.1.1 特征阵列的基本知识 339
7.1.2 特征阵列的选项 340
7.1.3 直线阵列与旋转阵列 348
7.1.4 特征阵列的删除 349
7.1.5 特征阵列的操作步骤 351
7.1.6 特征阵列的操作实例 351
7.2 Copy（复制）与 Delete（删除） 359
7.2.1 特征复制的基本知识 360
7.2.2 特征复制的选项 360
7.2.3 特征复制的操作步骤 364
7.2.4 特征的删除（Delete） 364
7.2.5 特征复制的操作实例 365

第 8 章 基准特征的建立 378
8.1 基准的基本知识 378
8.2 Plane（基准面）与 Offset Planes（偏移基准面） 380
8.2.1 基准面的基本知识 380

8.2.2 基准面的产生方法.....381
8.2.3 基准面的产生步骤.....383
8.2.4 产生基准面的操作实例.....384
8.3 Axis（基准轴）.....392
8.3.1 基准轴的基本知识.....392
8.3.2 基准轴的产生方式.....392
8.3.3 产生基准轴的操作实例.....393
8.4 Point（基准点）.....398
8.4.1 基准点的基本知识.....398
8.4.2 基准点的产生方式.....398
8.4.3 产生基准点的操作实例.....399
8.5 Curve（基准线）.....404
8.5.1 基准线的基本知识.....404
8.5.2 基准线的产生方式.....405
8.5.3 产生基准线的操作实例.....409
8.6 Coord sys（基准坐标系）.....418
8.6.1 基准坐标系的基本知识.....418
8.6.2 基准坐标系的产生方式.....418
8.6.3 产生基准坐标系的操作实例.....422

第 9 章 工程制图基本操作.....432
9.1 三视图基础.....433
9.2 视图操作与细节功能.....439
9.2.1 视图操作.....439
9.2.2 细节功能.....443
9.3 尺寸标注.....447
9.4 操作实例.....449
9.5 环境设置.....453

第 10 章 工程制图细节操作.....456
10.1 剖视图.....456
10.1.1 剖视图的基本概念与类型.....456
10.1.2 剖视图的产生方法及步骤.....458
10.2 辅助视图与细节放大视图.....461
10.2.1 辅助视图.....461
10.2.2 细节放大视图.....463
10.3 局部视图与半视图.....466
10.3.1 局部视图.....466
10.3.2 半视图.....467

10.4 操作实例 468
10.4.1 建立全剖视图 469
10.4.2 建立半剖视图 471
10.4.3 建立局部剖视图 472
10.4.4 建立细节放大视图 473

第 11 章 零件装配 475
11.1 零件装配的基本操作 476
11.1.1 零件装配的基本原理和方法 476
11.1.2 进入零件装配模式（Assembly Mode） 477
11.1.3 初识零件装配主界面 479
11.1.4 装配零件的读取 480
11.1.5 一个简单的操作实例 483
11.2 Component Placement 对话框与装配约束关系 487
11.3 装配修改 497
11.3.1 修改装配件 497
11.3.2 更改装配件的结构 499
11.3.3 更改设计意图 499
11.3.4 使用 Explode State 命令生成爆炸视图 500
11.4 实例操作 501

附录 A 机械制图用计算机信息交换制图规则（GB/T 14665-93） 514
A.1 主题内容与使用范围 514
A.2 基本原则 514
A.3 图线 514
A.4 字体 518
A.5 尺寸线的终端形式 519
A.6 图形符号的表示 519
A.7 图样中各种线型在计算机中的分层 520

附录 B 菜单命令中英文对照 521

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第1章 概 述

Pro/ENGINEER 2000i 是美国 PTC（Parametric Technology Corporation，参数技术公司）公司推出的工程设计软件。它的功能非常强大，其最显著的特征就是使用参数化的特征造型。从目前的市场来看，它在我国从事 CAD/CAM 的研究所和工厂中得到了广泛的应用，有着越来越广泛的市场。同 AutoCAD 相比，它的技术特点就是参数化管理，所有的算法都是矢量化的，三维与二维图形元素间具有关联性，是目前不可多得的计算机辅助设计软件。

Pro/ENGINEER 2000i 是用于工业设计自动化方面的大型集成软件。由于引入了行为建模功能，故可以通过对用户的设计要求和目标的分析，自动得到最优结果。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。

本章主要讲解 Pro/ENGINEER 2000i 的基本功能模块、现在市场上正在推出的 Pro/ENGINEER 2000i2 的一些新特性、Pro/ENGINEER 2000i 的安装要求与安装/卸载、注册管理器的一些应用以及 Pro/ENGINEER 2000i 的绘图基础知识。

1.1 功能分类

Pro/ENGINEER 2000i 是一个综合性软件。本书的目的就是介绍如何进行机械设计，即设计模块的功能。至于其他方面的功能，则略去。希望能在以后推出的其他书籍中分专业进行讲解。

1.1.1 基本功能模块

1. Pro/ENGINEER 模块

Pro/ENGINEER 是 Pro/ENGINEER 2000i 的基本模块，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。另外，Pro/ENGINEER 2000i 提供的关系式（Relations）可以自由定义形体尺寸及它们之间的关系，从而保证了在修改一个尺寸参数时，所有相关特征都要进行自动修改，因此效率更高。Pro/ENGINEER 同其他模块配合使用，可以达到不同的功能目的，增强了软件的综合处理能力。

单机版的 Pro/ENGINEER 具备大部分设计能力，主要包括：

(1) 特征生成功能。

(2) 参数化处理功能。

(3) 通过关联关系来进行关联设计。

(4) 可以进行大型、复杂装配设计。

2. Pro/DETAIL 模块

Pro/DETAIL 是一个独立于 Pro/ENGINEER 基本模块的模块。该模块扩展了基本模块的功能，可以同基本模块配合使用。

Pro/DETAIL 支持附加视图、多张图纸（multisheets），提供了一系列处理工程图命令，并且可以向图纸中添加或修改文本或符号信息。另外，用户还可以自定义工程图格式，进行多种形式的个性化设置。

具体功能包括如下几点：

(1) 全面支持 ANSI，ISO，JIS 和 DIN 标准。

(2) 全几何公差配合和尺寸标注。包括特征控制、基本尺寸标注、纵向尺寸、双尺寸标准、表面粗糙度标记、注释表面粗糙度和球形的多引线种类和尺寸与尺寸线平行等。

(3) 全面的规范标准。包括测量标准、字符高度控制和多种字体等。

(4) 扩展视图功能。包括零组件、自动画面剖线、半剖图、旋转面剖视图、比例视图、轴测视图、多层零件图和布置图等。

(5) 方便的自定义功能。包括自定义绘图格式和绘图格式库，设置隐含标准的配置文件和消隐线显示观察等。

(6) 支持二维非参数化制图功能。可读取 DXF，IGES 等标准 CAD 系统图形，并对它们进行保存、恢复、更新等管理工作并输出。

3. Pro/Assembly 模块

从其英文词义就可以看出，这是一个组装管理系统，但仍然符合参数化原理。它可以实现自动更换零件并进行组装，但必须配合 Pro/ENGINEER 进行。它具有以下功能：

(1) 支持自动更换零件功能、装配模式下的零件生成。

(2) 规则装配功能并产生组合特征。

(3) 提供 Pro/Program 模块，可以编写参数化零件及组装的自动化程序，从而保证用户只需要输入简单参数就可以生成设计。

4. Pro/ToolKit 模块

提供二次开发工具，支持 C 语言程序库，支持 Pro/ENGINEER 的接口，直接存取 Pro/ENGINEER 数据库。这大大提高了第三方厂商的开发热情。但这些开发程序必须在 Pro/ENGINEER 环境下运行。

5. Pro/Draft 模块和 Pro/Design 模块

Pro/Draft 模块是一个二维绘图系统。它可以直接生成二维工程图，并顺利地实现同 DXF 等标准 CAD 文件的交互。但是，据笔者看来，二维功能远不如 AutoCAD 用起来方便灵活，而这显然也不是 Pro/ENGINEER 2000i 的强项。换句话说，对于现在的大多数 AutoCAD 用户来说，完全可以舍弃不用。

Pro/Design 模块则偏重于三维大型装配工作。它可以方便地生成装配图层次等级，使用二维平面图自动装配零件，以及三维部件平面布置等。主要包括以下功能：

(1) 三维装配图的层次等级关系设计。
(2) 确定整体与局部尺寸、比例和基准。
(3) 参数化草图绘制。
(4) 以三维方式表示零件的定位和组装零件的位置。
(5) 自动装配。

6. Pro/Feature 模块

Pro/Feature 模块扩展了 Pro/ENGINEER 中的特征。它可以将 Pro/ENGINEER 中的各种功能任意组合，形成用户定义的特征，因此速度很快。Pro/Feature 具有将零件从上一个位置复制到另一个位置的能力，具有镜像复制带有复杂雕刻轮廓的实体模型的能力。我们将在后面的具体章节中详细介绍。

7. Pro/Interface 模块

这是一个比较完善的工业标准数据传输系统，保证了 Pro/ENGINEER 与其他计算机辅助设计软件之间的各种标准数据交换。主要支持的软件格式有：

(1) SLA　将三维图形信息输出到工作台。
(2) Render　将三维图形信息输出到着色系统。
(3) DXF　支持 DXF 文件系统中的二维信息。
(4) NEUTRAL　输出符合 Pro/ENGINEER 中间文件格式的特征、零件及公差信息。
(5) IGES　输出符合 IGES 标准的二维与三维模型信息。
(6) PATRAN Geom　输出符合 TAREAN 中间格式的零件几何体数据。
(7) SuperTAB Geom　输出符合 SuperTAB 的 Universal 格式的几何体数据。
(8) SET　输入符合 VDA 标准的 Pro/ENGINEER 模型。

1.1.2　Pro/ENGINEER 2000i2 的新增功能

Pro/ENGINEER 2000i 是美国 PTC 公司 1999 年推出的产品，其基本功能非常强大。但是，凡是软件就必定注定要不断升级，才能满足市场上的需求。如果停滞不前的话，就会被别人撵上甚至超过。根据 Pro/ENGINEER 2000i 现在的市场占有情况看，它的竞争对手如 UG 等正在推出单机版来扩大市场占有率。因此，为了进一步扩大在三维设计和制造方面的优势，PTC 在 2000 年 3 月份发布了 Pro/ENGINEER 2000i2。同 Pro/ENGINEER 2000i 具有的个性化的行为建模等技术相比，Pro/ENGINEER 2000i2 又有 440 多项改进功能。我们通过自身的使用和调试，主要发现了以下几点：可视化检索（Visual Search）、形状索引（Shape Indexing）、特征灵活性（Feature Agility）、疲劳预测（Fatigue Prediction）和 CDRS 渲染（CDRS Rendering）等等。对于用户来说，这些人性化设计可以让他们把时间更多地用在优化设计和产品的创新上，从而提高设计效率。

1. 可视化检索（Visual Search）

既然说到检索，就肯定与数据库操作有关，PTC 采用的数据库技术是它自身的远程数据调动技术和专用多线程图形技术。同传统的 CAD/CAM 系统相比，Pro/ENGINEER 2000i

是建立在单一的数据库基础上的。也就是说，工程中采用的资料都来自于一个库，这样多个独立用户就可以同时对同一件产品进行操作。反映在实际中的就是，当在设计中更改某处的某个参数时，其影响将反映到设计过程的所有相关环节中。采用这一技术，就使得整个设计过程得到最优化处理，效率可以达到最高，质量可以达到最好，产品周期可以达到最短，价格也就最便宜。

Pro/ENGINEER 2000i2 的可视化检索（Visual Search）是建立在这一功能的基础上的。它具有以下几个特点：

(1) 可视化检索允许用户在调用零件、装配图纸时预览即将调用的零件。而且，最让人吃惊的是，用户可以和在 Pro/ENGINEER 操作界面中一样，用鼠标加 Ctrl 键去旋转放大或移动它以便观察更详细的结构。而且，完成一个超大型部件装配的预览只需要几秒钟，速度非常快。在打开预览功能的同时，零件或装配的基本形状立即出现，开始时它只是一个近似轮廓，随后零件细节越来越清晰。

(2) 可视化检索具有智能化，并且支持多线程处理。当缩放模型时，Pro/ENGINEER 只载入浏览区域内部位的数据，而忽略其他部位数据。用户还可以在装配浏览窗口中直接选择子部件和零件来查看它们的结构。

(3) 可视化检索支持网络功能，包括 Internet 和局域网。用户只要输入文件在 Web 服务器上的位置，就可以把模型的图形化数据输送到预览窗口中从而可以通过 Internet 实现协同工作。如果在局域网上工作，则可以在权限允许的范围内，通过在打开窗口里切换到网上邻居的方式，查看其他人的工作情况。

可视化检索不仅给工程师带来极大的便利，也为浏览庞大的产品数据库带来方便。

2. 形状索引（Shape Indexing）

形状索引（Shape Indexing）是 PTC 申请专利的先进技术之一。它利用智能过滤技术，把当前设计模型与数据库中已有模型进行比较，找出具有相似几何体的模型，以提高设计的重复利用。也就是说，可以通过对这些相似产品的更改，减少重复设计的工作，为数据管理带来方便。

> **提示：** 对于机械制造和设计业来说这一点具有重大意义，因为他们制造的许多产品都使用标准件或相似部件。

据 PTC 称，由于采用了自动过滤和快速过滤技术，对一个包含 30 万个模型的企业数据库进行检索只需要 2 秒钟就可以得到结果。

3. 特征灵活性（Feature Agility）

特征灵活性（Feature Agility）是这次 PTC 大力宣传的技术热点。因为在市场经济的今天，为了满足客户要求，适应市场的快速变化，迅速设计出新的产品，在已有产品设计的基础上更改设计是最常用的手段。因此，如何缩短更改周期就成了一个需要研究的问题。

例如，在 Pro/ENGINEER 的使用中，经常会遇到特征不能构建的提示，而实际上这些特征已经在前面构建完成了。此时，用户只能通过手工重新定义每一个失败的特征，直到零件完全再生成功。这种重复性的工作使用户必须不断考虑这类特征的不稳定性，不能全

力投入设计。为了解决这一问题，在 Pro/ENGINEER 2000i2 中，增加了一种称为意向参考的新功能。使用这种功能，设计者可以定义特征建立方式。使用这种定义方式，可以灵活构建特征，并且在特征发生更改时仍然保持原有的设计意图，从而把用户从烦琐的设计更改中解放出来。

这是 PTC 的柔性工程所带来的变化，这种贴近用户的全面而细致的考虑是三维工程软件的发展趋势。

4. 疲劳预测（Fatigue Prediction）

疲劳预测（Fatigue Prediction）是 Pro/MECHANICA 的最新功能，它可以提供工程师预测和改善设计的疲劳性能，帮助设计人员在产品还没有生产之前就确定会缩短产品寿命的潜在故障，从而在设计阶段就大大提高产品质量。

5. CDRS 渲染（CDRS Rendering）

CDRS 渲染（CDRS Rendering）增加了一些新功能，如允许纹理处理、改进的照明、雾化、镜头闪光和景深等效果。

6. 行为建模技术

行为建模技术在 Pro/ENGINEER 2000i 中就已经推出，因为我们在前面没有提到，而且很多用户还没有对这一技术有深入的了解，所以在这里进行一下讲解。

行为建模技术被业界称为第五代 CAD 技术，它把导出值（比如容积）包含到参数特征中，再反过来使用它们生成和控制其他模型的几何图形。使用行为建模技术，首先要定义一个工程分析模型，其中包括名称、类型和定义。然后，要建立分析模型中的新特征，为分析模型设置约束条件，包括目标值、一个参数的最小和最大值。这时，系统出现解决方案的图表，协助用户为设计选择最优方案。采用行为建模技术的自动求解，能在最短时间内找到满足工程标准的最佳设计。

> **说明：** 另外，Pro/ENGINEER 2000i2 在其他方面也做了很多改进，如模具设计、数据交换、曲面处理和高速加工等等。由于，Pro/ENGINEER 2000i 在设计功能方面已经足够使用，而且同 Pro/ENGINEER 2000i2 基本上一致，所以本书只针对 Pro/ENGINEER 2000i 进行讲解。

总之，Pro/ENGINEER 2000i2 的多项改进使 PTC 进一步巩固了其在大型三维工程软件业界的龙头地位。

1.2　安装与卸载

1.2.1　硬件与软件环境

Pro/ENGINEER 2000i 既可以在工作站上应用，也可以在 PC 机上运行。下面我们看一

下它对硬件和软件方面的要求。

1. 硬件要求

(1) CPU：Pro/ENGINEER 2000i 支持多种 CPU 芯片，主要包括 Intel 公司的主流产品 Pentium，Pentium II，Pentium III 和 Celeron，AMD 公司的 K6，K6-2 和 K7 等。我们推荐使用 Pentium III 以上产品。

(2) 内存：内存是决定运算速度的关键部件。最少应在 64MB 以上，建议采用 128MB 以上内存。如果要进行大型组合件设计，则建议采用 256MB 内存。

(3) 硬盘：全部安装最大需要 1.5GB 以上硬盘空间，IDE 或 SCSI 接口的都可以。

(4) 主板：建议采用支持 AGP 接口的主板。

(5) 显卡：一般来说，对于显卡无特殊要求。但是要求显存至少在 2MB 以上，建议 8MB 以上。

(6) 网卡：同其他 CAD 软件不同的是，Pro/ENGINEER 2000i 必须有网卡支持，但对品牌没要求。

(7) 显示器：15 英寸以上均可，最好是 17 英寸以上。

(8) 鼠标：一般来说，应该采用三键鼠标。当然，两键鼠标也可以完成设计任务，只是相对麻烦很多。

2. 软件要求

Pro/ENGINEER 2000i 的安装方式分为网络方式和单机方式两种。对于网络版而言，安装为 Pro/Server 后，同一个时间内，每个权限只能允许一台计算机使用。对于单机版来说，可以通过从 PTC 公司获得许可证后单独安装使用。

Pro/ENGINEER 2000i 的软件环境主要有 Unix，Windows NT Workstation，Windows NT Server 和 Windows 95/2000 等。

1.2.2 安装

从整个安装过程来看，Pro/ENGINEER 2000i 的安装分为两部分：许可证管理与 Pro/ENGINEER 2000i 的安装。下面我们就以 Windows 2000 下的安装为例进行讲解。

> 注意：在进行安装前，首先要安装网卡及其驱动程序。

1. 安装 License Management

(1) 将 Pro/ENGINEER 2000i 安装光盘插入 CD-ROM 中，Pro/ENGINEER 2000i 将自动开始安装。如果没有，则可以使用资源管理器选择光盘中的 Setup.exe 文件进行安装，将显示如图 1-1 所示的窗口。

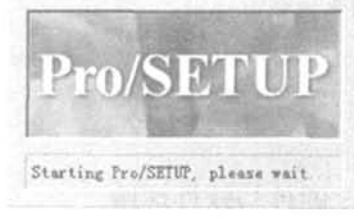


图 1-1 安装提示

需要全本请访问 www.ertongbook.com