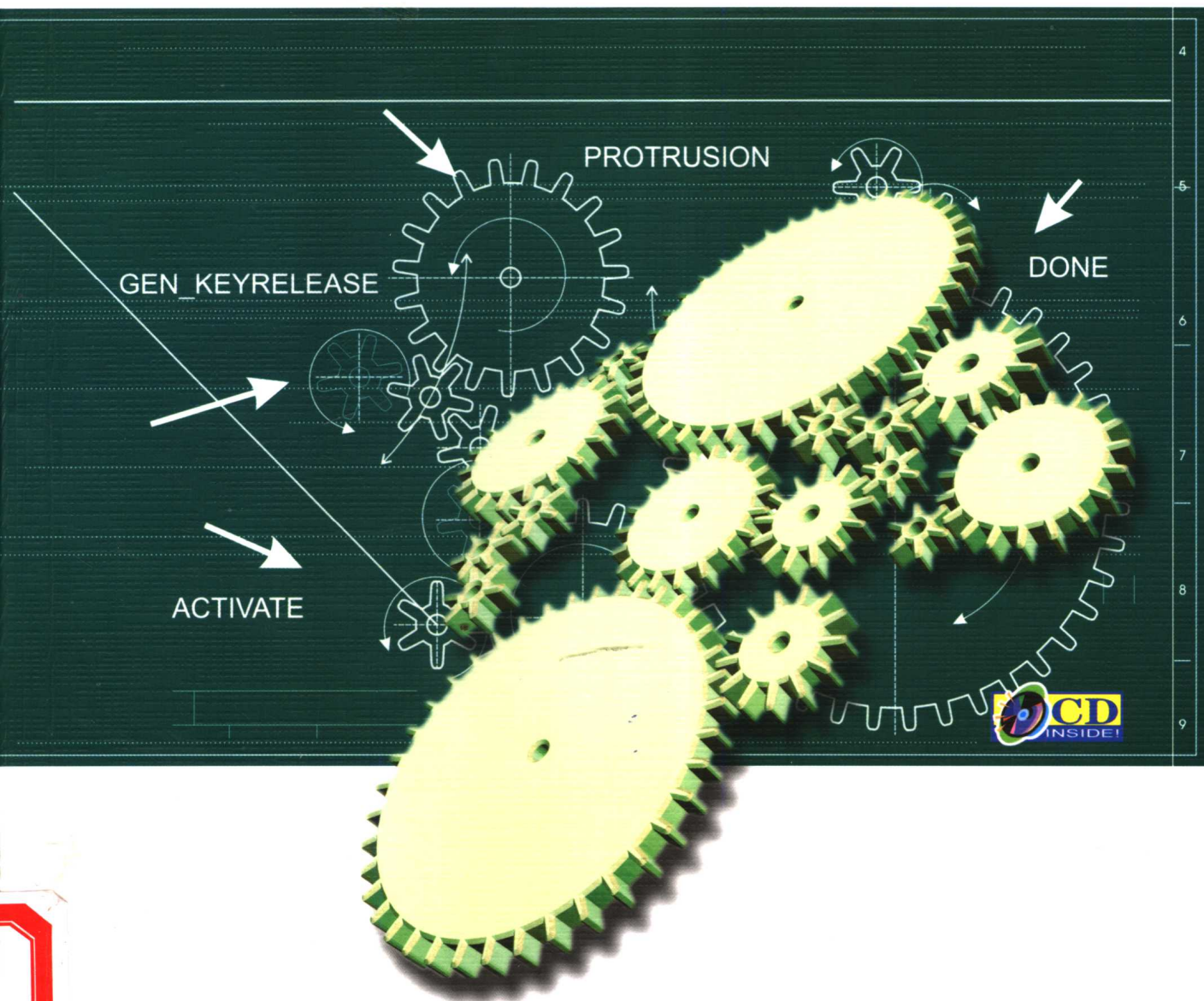


Pro/Engineer 2001

虚拟设计与装配

孙江宏 黄小龙 罗坤 编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

TH122

号 880 5972

内 容 简 介

Pro/Engineer 2001 虚拟设计与装配

孙江宏 黄小龙 罗坤 编著



中国铁道出版社

2003·北京

1-1A-E 80/06

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书是关于 Pro/Engineer 在机械方面的应用书籍。全书完全采用了一个工程设计人员使用该软件的思路,并应用了机械零件方面绘制最为广泛的千斤顶和齿轮泵的全套装配体设计,讲解了 Pro/Engineer 的具体操作。

本书首先对 Pro/Engineer 同工程设计人员之间的关系进行了阐述,然后讲解如何按照设计功能的不同对 Pro/Engineer 进行设置。接下来从基本零件绘制开始,从易到难地讲解零件的复杂曲面、关系式、零件库、装配体、运动仿真、有限元分析,最后讲解如何进行零件的配置和修改处理。

全书由有多年机械零件和 Pro/Engineer 教学经验的教师进行编写,内容实用,针对性强,专业性强,而且采用了手把手教学的方式,非常适合机械类人员的学习和应用。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/Engineer 2001 虚拟设计与装配/孙江宏,黄小龙,罗坤编著. —北京:中国铁道出版社,2003.2
(计算机工程应用教程)

ISBN 7-113-05097-2

I. P… II. ①孙…②黄…③罗… III. 机械设计:计算机辅助设计-应用软件, Pro/Engineer 2001-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 008824 号

书 名: Pro/Engineer 2001 虚拟设计与装配

作 者: 孙江宏 黄小龙 罗 坤

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑: 严晓舟 魏 春

责任编辑: 苏 茜 黄园园

封面设计: 孙天昭

印 刷: 北京市燕山印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 19 字数: 446 千

版 本: 2003 年 3 月第 1 版 2003 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1~5000 册

书 号: ISBN 7-113-05097-2/TP·875

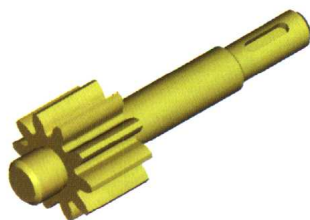
定 价: 36.00 元

版权所有 侵权必究

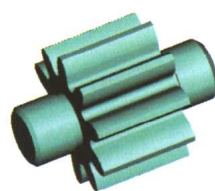
凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社计算机图书批销部调换。



齿轮泵1



齿轮泵2



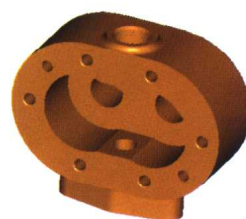
齿轮泵3



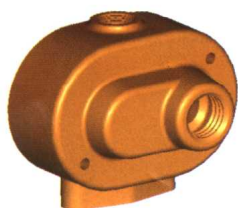
齿轮泵4



齿轮泵5



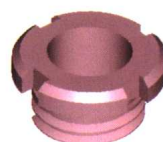
齿轮泵6



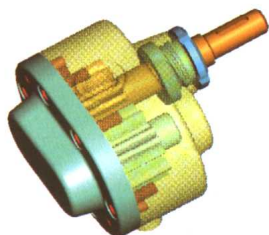
齿轮泵7



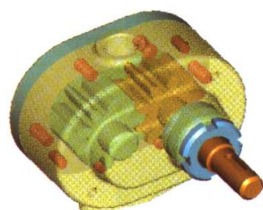
齿轮泵8



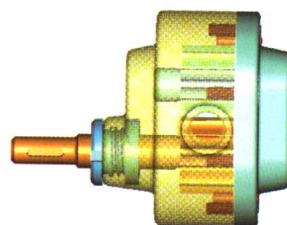
齿轮泵9



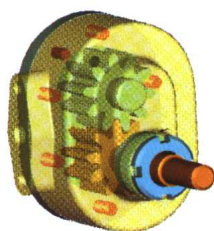
齿轮泵10



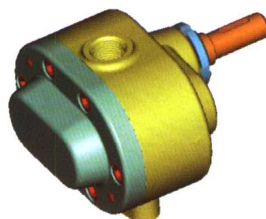
齿轮泵11



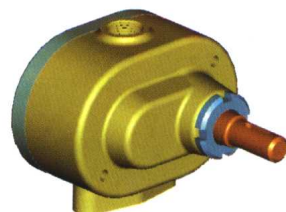
齿轮泵12



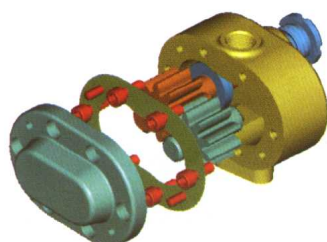
齿轮泵13



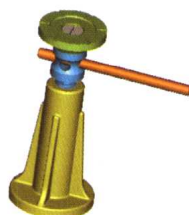
齿轮泵14



齿轮泵15



齿轮泵16



千斤顶1



千斤顶2



千斤顶3



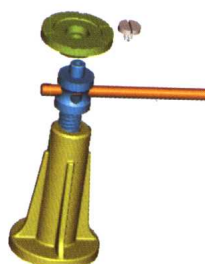
千斤顶4



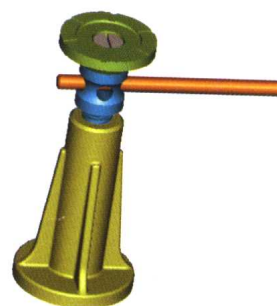
千斤顶5



千斤顶6



千斤顶7



千斤顶8

前言

有很多人曾经向我询问：使用什么样的软件比较适合机械设计的高效率并行设计要求？

我的回答是：用矢量化设计软件最好。目前，Pro/Engineer 是当前三维设计软件中应用比较广泛的软件之一。

Pro/Engineer 操作软件是美国参数技术公司(Parametric Technology Corporation, 简称 PTC)的重要产品。在目前的三维造型软件领域中占有着重要地位，并作为当今世界机械 CAD/CAE/CAM 领域的新标准而得到业界的认可和推广。作为高等学校和研究机构来说，该软件是进行设计的重要辅助工具。

Pro/Engineer 第一个提出了参数化设计的概念，并且采用了单一数据库来解决特征的相关性问题。另外，它采用模块化方式，用户可以根据自身的需要进行选择，而不必安装所有模块。Pro/Engineer 的基于特征方式，能够将设计至生产全过程集成到一起，实现并行工程设计。它不但可以应用于工作站，而且也可以应用到单机上，大大增强了它的竞争力。

Pro/Engineer 采用了模块方式，可以分别进行草图绘制、零件制作、装配设计、钣金设计、加工处理等，这样可以保证读者按照自己的需要进行选择使用。

为什么采用虚拟设计与装配的方式？

我们在利用 Pro/Engineer 进行教学实践的过程中，尤其是在进行毕业设计指导过程中，发现如果要学生迅速学习和掌握 Pro/Engineer 来进行设计，最快捷的方式就是引导他们学习一些实例型的书籍，如台湾版书籍。但是，该版图书的缺点非常明显，由于它只强调实例，没有同理论相结合，所以学生在学习中就经常出现照着书上的实例可以做出来，可是自己设计时就又不会了。由此可见，要掌握该软件不是简单地学习一些实例就可以了，而是要学会针对自己的不同的功能使用相应的工具。换句话说，就是要知道自己到哪里去选择相应的功能。这样，在脱离教师的情况下，也能够自己解决问题。大陆出版的书籍中，虽然理论讲解比较详细，但是没有突出实用性。所以，我们希望通过机械设计教学中采用的一些教学案例，来引导用户掌握 Pro/Engineer 的实用技能。

本书中谈到的虚拟设计与装配是采用了从零件到装配、从固定装配到运动仿真、从仿真到有限元分析、最后进行自己的系统配置，从而使读者能够对整个 Pro/Engineer 在机械方面的应用有一个全面的理解和把握。

但是，有一点需要读者明白，本书不是教材，所以进一步的理论学习还需要读者参考这方面的专业书籍。

本书特点

本书的宗旨是让有一定机械设计和工程制图基础的读者尽快学会 Pro/Engineer 的设计处理，在尽可能短的时间内完成设计任务。概括地说，本书具有如下特点：

(1) 从虚拟设计与装配的概念入手，首先以很短的篇幅讲清必要的概念，然后立即进

入设计状态，并通过本书的章节安排顺序逐步理解并掌握它们。

(2) 实例丰富实用。在各章知识的讲解过程中，都用相应的实例让读者去练习，去模仿，边做边体会。每个实例都有详细的步骤。

(3) 注重知识的综合。本书不但给出了某些单方面的实例，而且给出了将多方面知识融合起来的综合实例。通过综合练习，让读者感受真实的设计工作，给读者以发展空间。

✎ 本书内容

本书是有关虚拟设计与装配的实例性教材。全书采用了两套完整的机械设计中的装配体——齿轮泵和千斤顶。内容涉及到它们的零件设计，进行特征更改，建立标准零件库，将零件进行不同方式的装配，进行机构运动仿真，然后渲染出图，获取工程图内容，并通过关系式建立复杂的曲线特征。最后，对零件进行有限元分析，并对装配体和零件编程处理。

具体内容如下：

第 1 章讲解 Pro/Engineer 的操作基础，内容涉及到其基本环境的熟悉、坐标系的特点、文件的类型与管理、如何设置 Pro/Engineer 来提高工作效率以及对模型的显示等进行设置。

第 2 章讲解如何进行基本特征的创建，主要采用了齿轮泵阀盖和千斤顶顶盖两个零件进行讲解。

第 3 章主要讲解了起重螺杆中的螺旋扫描特征的创建，为高级特征操作。

第 4 章讲解了关系式的应用，分别针对两个零件体——直齿圆柱齿轮和千斤顶顶盖，一个装配体——齿轮油泵，进行程序控制，更改其基本特征。

第 5 章讲解通过标准内六角螺钉来讲解如何创建自己需要的标准零件库。

第 6 章讲解零件的装配操作。将前面几章中创建的零件体装配起来，形成齿轮泵和千斤顶。

第 7 章讲解了高级装配中的零件修改功能，并重点讲解了骨架装配方式。

第 8 章利用前面的零件生成工程图并进行尺寸标注和注释。由于这不是 Pro/Engineer 的强项，所以只简单介绍。

第 9 章采用了牛头刨床机构来讲解如何进行机构仿真操作，并进行了渲染设置。

第 10 章通过齿轮来讲解如何对零件进行有限元分析操作。

第 11 章讲解如何获得当前实体的具体信息，内容包括零件分析和装配体信息。

第 12 章讲解利用 Pro/Engineer 自带的程序进行零件和装配体的更新操作。

✎ 本书学习方法

本书是一本循序渐进的造型实例教材，读者首先应该理解第 1 章 Pro/Engineer 的操作基础，以便对 Pro/Engineer 与机械设计的关系有一个简单的了解和把握，然后进行自己的文件管理和环境设置。读者在学习后面章节的同时，经常返回来看一看，对这些概念可能会理解得更深刻些。

第 2 章到第 10 章按照具体的机械设计工作中所需要的功能进行讲解，包括常规造型的零件设计、复杂造型的曲面设计、固定装配等。

在第 11 章中讲解了如何进行信息提取，并在第 12 章中进行零件和装配的更新设计。

如果读者有一些 Pro/Engineer 的操作经验，可以略过第 1 章，后面的章节可以根据需要

选读。但对于初学者，还是建议按顺序学习为佳。

为了便于读者掌握，本书还提供了作者设计完成的所有零件文件和装配体文件。其文件名称与书中提到的名称完全一致。

本书作者

本书由北京机械工业学院机械工程系机械设计教研室孙江宏主编，并主要由孙江宏、黄小龙、罗坤执笔，另外参加编写的人员还有段大高、王雪艳、张万民、毕首权、马向辰、于美云、许九成、魏德亮、赵洁、朱存铃、谭月胜、米洁、张健、王首忠、陈贤淑、陈晓娟、廖康良等参与了本书的编排工作。在此表示深深的感谢。作者长期从事 CAD/CAE/CAM 的教学与研究工作，并根据自己的教案整理完成本书内容，由于时间仓促，难免在写作方式和内容上存在缺点和不足，请读者批评指正，以便能相互促进。具体的 E-Mail 地址为 sunjh99@263.sina.com。我们将会适当时间进行修订与补充，并发布在天勤网站：<http://www.tqbooks.net> “图书修订”栏目中。

编者

2003 年 2 月

目 录

第 1 章 Pro/Engineer 2001 工程操作基础	1
1-1 Pro/Engineer 2001 中文版基础	2
1-1-1 启动与退出	2
1-1-2 Pro/Engineer 2001 的组成元素	4
1-2 提高绘图效率的措施	5
1-2-1 定制菜单选项和工具按钮	6
1-2-2 自定义主窗口布局	8
1-2-3 系统颜色设置	11
1-3 Pro/Engineer 2001 的设计过程与坐标系统	13
1-3-1 三维造型方法与设计过程	13
1-3-2 坐标系统	14
1-4 文件类型与管理	15
1-4-1 Pro/Engineer 2001 的文件格式	15
1-4-2 文件基本操作	15
1-4-3 与其他绘图软件间的数据交换	20
1-5 模型操作与设置	24
1-5-1 对模型进行基本观察	24
1-5-2 模型显示设置	25
1-5-3 实体颜色设置	27
1-5-4 基准显示	27
1-5-5 环境设置	28
第 2 章 基本特征操作	31
2-1 概述	32
2-1-1 零件设计基本步骤	32
2-1-2 零件设计基本流程	32
2-2 设计实例 1——齿轮油泵阀盖	32
2-2-1 模型结构分析	33
2-2-2 建模操作步骤	34
2-3 设计实例 2——千斤顶顶盖	58
2-3-1 建模方法分析	58
2-3-2 建模操作步骤	59
2-4 命令总结与补充	66
2-4-1 命令总结	66

2-4-2 命令补充说明	67
第3章 高级特征操作	75
3-1 概述	76
3-2 螺旋扫描——起重螺杆	76
3-2-1 模型结构分析	77
3-2-2 具体操作步骤	78
3-3 命令补充	89
3-3-1 变截面扫描	89
3-3-2 扫描混合	90
3-3-3 截面至曲面	91
3-3-4 曲面至曲面	91
第4章 关系式	93
4-1 概述	94
4-1-1 关系式类型及参数符号	94
4-1-2 添加关系式的过程	97
4-1-3 关系式的顺序及修改	99
4-2 零件关系式1——直齿圆柱齿轮	99
4-2-1 模型结构分析	99
4-2-2 齿轮零件建模的具体操作步骤	101
4-3 零件关系式2——千斤顶顶盖	116
4-3-1 模型分析及预期结果	116
4-3-2 模型操作步骤	116
4-4 装配体表达式——齿轮油泵	122
第5章 零件库	129
5-1 零件库的概述	130
5-2 零件库实例——内六角螺钉	132
5-2-1 建立零件库	132
5-2-2 验证子零件	139
5-2-3 预览子零件	139
5-2-4 复制子零件	140
5-2-5 删除子零件	142
5-2-6 锁定子零件	142
5-2-7 打开子零件	143
5-2-8 产生加速文件	144
第6章 零件装配	147
6-1 概述	148
6-1-1 基本概念	148

6-1-2 装配工具及装配类型	149
6-2 操作实例 1——千斤顶	152
6-2-1 设置工作目录	152
6-2-2 创建千斤顶的子装配体	153
6-2-3 进行总装配	157
6-3 操作实例 2——齿轮油泵	162
6-3-1 设置工作目录	163
6-3-2 添加齿轮与齿轮轴的装配辅助基准面	164
6-3-3 创建齿轮油泵的子装配体	168
6-3-4 进行齿轮油泵的总装配	170
第 7 章 高级装配	181
7-1 装配修改的方式	182
7-1-1 修改装配体	182
7-1-2 修改装配体结构	184
7-1-3 修改装配设计意图	185
7-2 骨架装配	187
7-2-1 骨架装配的步骤	187
7-2-2 骨架装配实例分析	188
第 8 章 工程图	191
8-1 工程图概述	192
8-2 生成视图	192
8-2-1 一般视图的生成	193
8-2-2 投影视图的生成	194
8-2-3 详细视图的生成	194
8-2-4 截面视图的生成	195
8-2-5 旋转视图的生成	196
8-3 视图操作	196
8-4 工程图尺寸与注释	199
8-4-1 尺寸标注	199
8-4-2 注释	201
8-4-3 创建明细表	202
第 9 章 机构仿真与模型渲染	205
9-1 仿真概述	206
9-1-1 机构仿真的特点及过程	206
9-1-2 基本术语与常用工具按钮	206
9-1-3 机构连接方式	209
9-1-4 菜单介绍	209

9-2	机构仿真实例——牛头刨床.....	211
9-3	模型渲染.....	221
第 10 章	有限元分析.....	225
10-1	有限元分析概述.....	226
10-1-1	有限元分析法.....	226
10-1-2	有限元分析过程.....	226
10-2	有限元分析实例.....	227
第 11 章	分析与信息.....	247
11-1	零件分析与信息.....	248
11-1-1	操作实例 1.....	248
11-1-2	操作实例 2.....	251
11-1-3	操作实例 3.....	253
11-1-4	操作实例 4.....	256
11-2	装配分析与信息.....	259
11-2-1	操作实例 1.....	259
11-2-2	操作实例 2.....	262
第 12 章	编程设计.....	265
12-1	编程设计概述.....	266
12-1-1	程序结构及格式.....	266
12-1-2	程序常用语句.....	268
12-2	零件编程设计.....	270
12-2-1	零件 1 的编程设计.....	270
12-2-2	零件 2 的编程设计.....	277
12-3	装配编程设计.....	281
12-3-1	千斤顶的编程设计.....	281
12-3-2	齿轮油泵的编程设计.....	286



第 1 章

Pro/Engineer 2001 工程操作基础

1-1 Pro/Engineer 2001 中文版基础

当使用 Pro/Engineer 2001 进行计算机辅助设计的时候, 首先必须认识清楚关于该工具的一些基础知识, 并对自己可以进行操作的位置和方式有一个准确的掌握。

1-1-1 启动与退出

1. 启动

当 Pro/Engineer 2001 安装完成后, 都会在 Windows 2000/NT/XP 等系统的桌面上产生一个快捷图标, 并在“开始”菜单中添加一个“Pro ENGINEER”程序组, 这些都提供了运行 Pro/Engineer 2001 的具体方法。

当刚开始使用 Pro/Engineer 2001 时, 一定要注意, 该软件是一个工具, 并不是超越于人之上的产品, 工具有效与否主要在于人的使用和调整。在启动过程中也是这样。要想使用 Pro/Engineer 2001, 首先要清楚如何有效地启动它。

总体说来, 大致有三种方法。

- (1) 快捷图标方式。在我们看来, Windows 2000/NT/XP 桌面就如同一张桌子, 而桌面上的各个图标就是放置在桌子上的一个个日常使用的工具, 用户只需在桌子上直接取用就可以了。但是在桌面上启动的方法同我们日常使用不同, 必须用鼠标左键双击图标才行。因此, 启动 Pro/Engineer 2001 的方法就是双击它在桌面上的相应图标。图 1-1 所示就是 Pro/Engineer 2001 中文版的快捷图标。
- (2) 菜单方式。按照 Windows 系统的传统方式, 菜单是目前为止使用比较多的, 因为该方法就如同一道道路标一样, 可以引导用户按部就班地找到自己需要的内容, Pro/Engineer 2001 也不例外。具体的菜单启动方式如图 1-2 所示, 依次选择“开始”→“程序”→“Pro ENGINEER”→“Proe2001”。



图 1-1 Pro/Engineer 2001
快捷图标

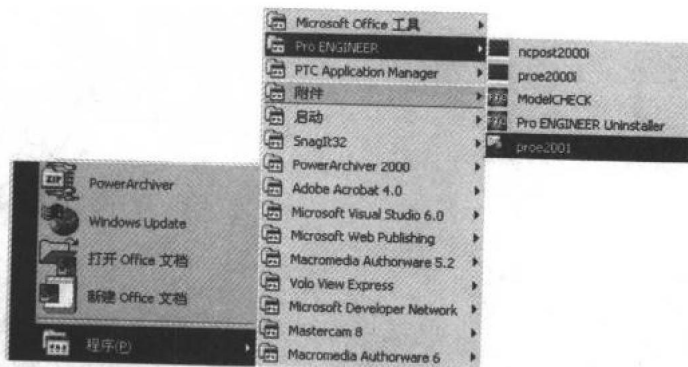


图 1-2 开始菜单

- (3) “运行”方式。在 Windows 2000/NT/XP 系统中提供了一种直接允许用户输入可执行文件的具体路径的方式, 这为那些习惯于 DOS 方式的用户提供了方便之门。在“开

始”菜单中有一项“运行”项，如果选择它，将会出现“运行”对话框，如图 1-3 所示。在“打开”框中直接输入 Pro/Engineer 2001 中文版可执行文件的准确路径即可。

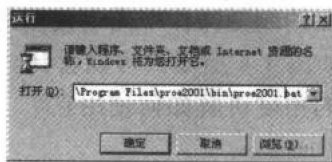


图 1-3 “运行”对话框



推荐使用第一种方法启动 Pro/Engineer 2001，因为它可以直观而快速地达到目的。

启动后的 Pro/Engineer 2001 的主界面如图 1-4 所示。

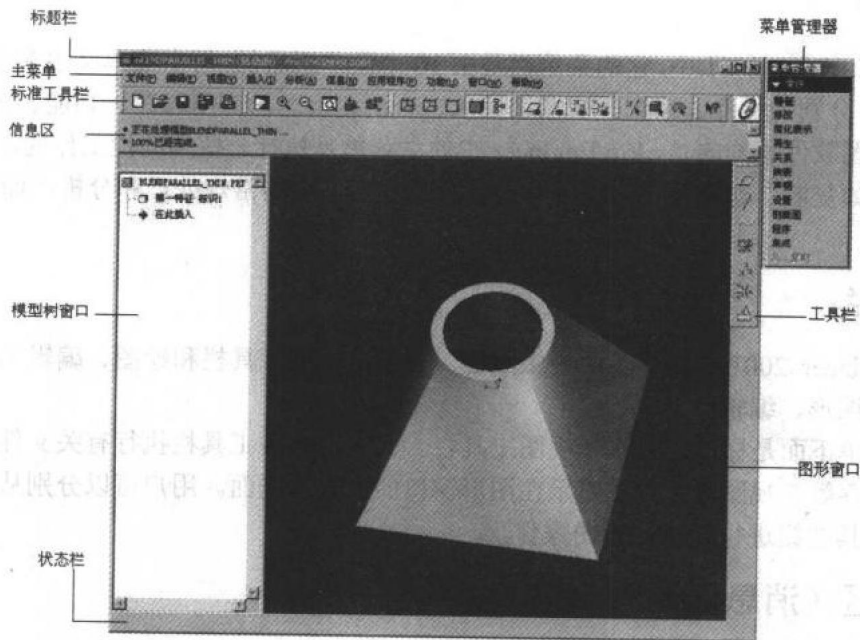


图 1-4 Pro/Engineer 2001 的主界面

2. 退出

当绘图工作完成后，就可以退出 Pro/Engineer 2001 系统了。具体的退出方式有两种：

- (1) 选择主菜单中的“文件”→“退出”项。
- (2) 单击 Pro/Engineer 2001 系统右上角的关闭按钮。

此时系统将弹出“确认”窗口如图 1-5 所示，提示用户是否真的退出。单击“是”按钮即可。单击“否”可以返回系统继续工作。

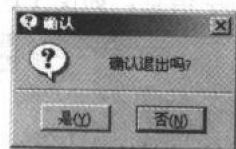


图 1-5 “确认”对话框

1-1-2 Pro/Engineer 2001 的组成元素

启动 Pro/Engineer 2001 后将直接进入到它的主要工作环境中。我们在这一节中将简单介绍一下它的基本界面在机械等方面的制图操作中需要使用的部件及方法。

Pro/Engineer 2001 的主界面如图 1-4 所示。可以看到,在这个界面中提供了比较完善的操作环境,下面我们从工程制图的角度讲解如何使用它。

1. 标题栏

主窗口标题显示了当前软件的版本,当前使用的模块,正在操作的文件名称等。如图 1-4 中,显示的是零件模块,文件名为 BLENDPARALLEL_THIN。如果单击图标,则将出现控制菜单,它与主窗口标题右端的三个控制按钮控制 Pro/Engineer 2001 的关闭、最小化/还原/最大化等。

2. 主菜单

在 Pro/Engineer 2001 中,它的菜单栏是由 10 个菜单组成的,每个菜单又由多个选项组成。这 10 个菜单分别为文件、编辑、视图、插入、分析、信息、应用程序、功能、窗口和帮助。同以往的绘图软件不同的是,Pro/Engineer 中的主菜单是执行一些辅助性工作的,包括一些标准操作,例如复制、删除等。它们都是对已有模型或文件的常规处理和分析,而不是具体绘图操作。

3. 工具栏

Pro/Engineer 2001 中提供了两种工具栏,分别是标准工具栏和绘图、编辑工具栏,让我们可以绘制图形、编辑图形。

在主菜单下面是标准工具栏和视图工具栏。其中,标准工具栏执行有关文件的处理,包括新建、保存等。视图等工具栏显示在图形窗口的上方和侧面。用户可以分别从工具栏中取用不同的工具按钮进行相应的绘图操作。

4. 信息区(消息区)

信息区是显示当前操作状态提示信息的信息窗口。当单击 Pro/Engineer 2001 中的任意一个操作对象时,都将在它上面显示相关信息。当上面的信息过多时,其右侧的滚动条可以使用。用户可以通过这个区域进行整体操作信息的查询。

当进行了某些操作时,系统将在该区域中显示相关的提示文本框,可以从中输入数值或者文字信息,如图 1-6 所示。当接受该值时,可以单击右侧的☒,否则,单击☐.

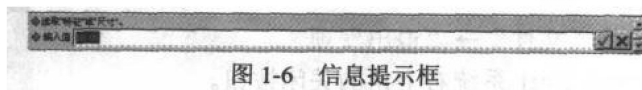


图 1-6 信息提示框

5. 状态栏

状态栏位于主窗口的最下面,它提示现在所选择的操作的具体步骤及含义。同信息区不

同，它只给出操作结果信息。当鼠标指向按钮时，将在其中显示其提示信息。

6. 菜单管理器

菜单管理器是目前 Pro/Engineer 的一个标志，通常位于窗口的右上方。它是动态变化的菜单，提供的具体的图形操作，包括加工、造型等具体命令，伴随用户的操作而不断变化，提示可能的下一步操作。它同主菜单之间还是有一定区别的。当单击不同的标志时，将弹出不同的菜单，如图 1-7 所示。

菜单管理器是应用最为频繁的工具，也是习惯了 AutoCAD 等对话框操作方式或标准 Windows 操作的用户最感到头疼的。掌握了该工具，也就彻底理解了 Pro/Engineer 的绘图环境。

7. 图形窗口

图形窗口是进行绘图的区域，相当于我们平时的绘图板。位于整个界面的中心位置。在缺省情况下，绘图区给出三维空间的参考坐标系。

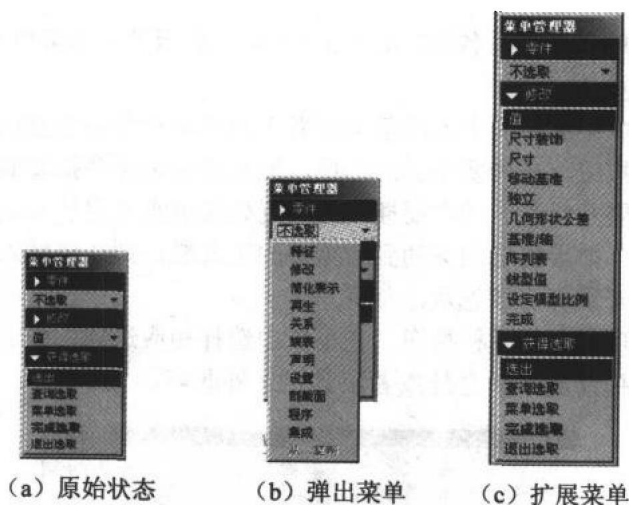


图 1-7 菜单管理器的不同状态

8. 对话框

在进行模型处理、特征创建过程中，对话框的使用是非常多的。随着不同的操作，对话框时隐时现。这点同菜单管理器一样，它可以省去很多不必要的干扰，使整个工作环境很简洁明了。

另外，在主窗口中读者还可以看到一个标志（启动 PCT I-Site），单击它可以直接连接到 PCT I-Site 站点上获得技术帮助。

1-2 提高绘图效率的措施

在 Pro/Engineer 2001 中，随着绘图工作的不同，例如在建立零件和装配时，菜单选项的内容会有所不同，这些都是系统定制好的，用户不能随便进行更改。