

GOTOP



Pro/ENGINEER 2000 i² 快速入门指导



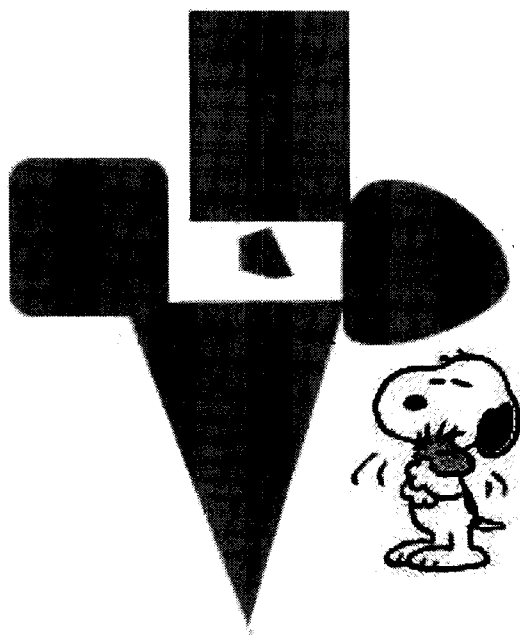
中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

苏厚合 黄俊贤 黄圣杰 编著

Pro/ENGINEER 2000i²

快速入门指导



苏厚合 黄俊贤 黄圣杰 编著

中国铁道出版社

2001年·北京

JS480/3217

(京)新登字 063 号

北京市版权局著作权合同登记号: 01-2001-0829 号

版 权 声 明

本书中文繁体字版由台湾碁峰资讯股份有限公司出版(2001)。本书中文简体字版经台湾碁峰资讯股份有限公司授权由中国铁道出版社出版(2001), 专有出版权属中国铁道出版社所有, 未经本书原版出版者和本书出版者书面许可, 任何单位或个人不得以任何手段复制或抄袭本书内容。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER 2000i² 快速入门指导/苏厚合, 黄俊贤, 黄圣杰编著. —北京: 中国铁道出版社, 2001. 4

ISBN 7-113-04114-0

I. P… II. ①苏… ②黄… ③黄… III. 机械设计: 计算机辅助设计-应用软件, Pro/ENGINEER 2000i² IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 12220 号

书 名: Pro/ENGINEER 2000i² 快速入门指导

作 者: 苏厚合 黄俊贤 黄圣杰

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: 苏 茜

特邀编辑: 鲁 凌

封面设计: 冯龙彬

印 刷: 北京兴顺印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.25 字数: 517 千

版 本: 2001 年 4 月第 1 版 2001 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 1~5000 册

书 号: ISBN 7-113-04114-0/TP·531

定 价: 37.00 元

版权所有 盗版必究

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。

出版说明

本书以参数公司于 2000 年 3 月所发布的 Pro/ENGINEER 2000i² 来编写, 包含以下内容: 软件简介、环境介绍、2-D 绘图技巧、3-D 绘图概念..., 初学者可利用本书学习如何以 Pro/ENGINEER 进行 3-D 设计, 而一般使用者则可通过本书的学习更了解 2000i² 所提供的新功能及相关指令的用途与操作步骤。

作者黄圣杰先生为美国伊利诺大学机械工程博士, 苏厚合先生为机械工程研究所硕士, 黄俊贤先生为宜凯得科技精创公司总经理, 他们都有多年从事自动化机械设计、高分子材料加工、半导体设计研究的经验。书中以最浅显的文字说明, 配合详细的图例, 精心规划学习的步骤, 一步一步带领读者进入精彩的设计园地。

本书所附光盘使用方法及编写过程所用字体代表的意义如下:

1. 盘中包含了各章节练习题所需的文件及零件或截面绘制完成的结果, 文件名称为 xxx_finish 的是绘制完成的结果。
2. 光盘中部分的练习题由于是以 2000i² 版本所绘制的, 因此无法以 2000i² 之前的版本打开。
3. 系统信息以斜字表示。

本书原版由台湾碁峰资讯股份有限公司出版, 中文简体版经台湾碁峰资讯股份有限公司授权由中国铁道出版社出版发行。由中国铁道出版社计算机图书项目中心审选, 蔡宝忠、何伟、邓雄、王涛、李谨、严尔顺、廖康良、萧志军、孟丽花、王伟、张丰等同志完成了本书的编排工作。

中国铁道出版社

2001 年 4 月

目 录

第 1 章 Pro/ENGINEER 系统简介	1
1-1 Pro/ENGINEER 与同步工程	1
1-2 Pro/ENGINEER 的特性	3
1-3 Pro/ENGINEER 模块简介	4
1-4 Pro/ENGINEER 2000i ² 快速导航	5
1-5 如何学习 Pro/ENGINEER	8
第 2 章 系统环境简介	9
2-1 Pro/ENGINEER 2000i ² 使用者界面	9
2-2 下拉式菜单	13
2-3 图标式工具条	28
第 3 章 基本 2-D 绘图	31
3-1 Sketcher 模块简介	31
3-2 点、直线、矩形的绘制	34
3-3 弧与圆的绘制	40
3-4 其他几何绘图	44
3-5 手动标注尺寸	51
3-6 定义约束条件	58
第 4 章 2-D 绘图技巧	63
4-1 几何编辑工具系列	63
4-2 不使用 Intent Manager 绘制截面	71
4-3 截面绘制技巧	74
第 5 章 3-D 绘图概念	77
5-1 Part 模块简介	77
5-2 绘图面与参考面	84
第 6 章 基本特征的建立	87
6-1 伸出(Protrusion)与剪切(Cut)	87
6-2 挤出(Extrude)	87
6-3 旋转(Revolve)	102
6-4 扫描(Sweep)	106
6-5 混成(Blend)	114
6-6 3-D 特征的截面绘制技巧	129

第 7 章 特征的显示与设计变化	141
7-1 特征间的父子关系	141
7-2 图层(Layer)应用与管理	142
7-3 特征的隐藏(Suppress)	155
7-4 特征的删除>Delete)	158
7-5 使用 Modify 改变特征的尺寸	161
7-6 使用 Redefine 进行设计变化	162
7-7 使用 Reroute 改变参考特征	165
7-8 改变特征建立的顺序—Reorder & Insert	166
第 8 章 基准特征的建立	169
8-1 基准轴的建立	169
8-2 基准平面的建立	171
8-3 基准点的建立	174
8-4 基准曲线的建立	175
8-5 坐标系的建立	176
第 9 章 其他特征的建立	187
9-1 圆角(Rounds)	187
9-2 斜角(Chamfers)	194
9-3 孔(Holes)	199
9-4 外壳(Shells)	206
9-5 肋(Ribs)	209
第 10 章 零件与特征的复制	213
10-1 零件的镜射(Mirror Geometry)	213
10-2 特征的复制(Copy)	214
10-3 数组复制(Pattern)	222
10-4 群组(Group)	230
第 11 章 视图的改变与外观的显示	233
11-1 视图的改变	233
11-2 色彩的设置	237
11-3 光源的设置	241
第 12 章 其他实用技巧	245
12-1 失效解决环境 (Resolve Environment)	245
12-2 简单关系式的定义	250
12-3 模型分析工具	257
12-4 自定义使用者界面	265

目 录

第 13 章 组合件的建立	275
13-1 Assembly 模块简介	275
13-2 组合对话框简介.....	276
13-3 组合技巧.....	278
13-4 爆炸图的建立与修改.....	290
13-5 干涉的检查.....	295
第 14 章 建立工程图	297
14-1 Drawing 模块简介	297
14-2 建立视图.....	299
14-3 视图的修改.....	308
14-4 尺寸与注释.....	313
14-5 表格的建立.....	321
14-6 表格的修改.....	325
14-7 孔洞表格的建立.....	329

第 1 章

PRO/ENGINEER 系统简介

Pro/ENGINEER 3-D 实体设计系统是由 Parametric Technology Corporation (参数科技) 于 1989 年开发出来的。历经十年的寒暑, 参数科技凭借着强大的研发能力与行销策略, 成功地通过市场竞争与实务应用的考验。Pro/ENGINEER 每年两次的版本更新, 时时修改或新增界面与功能, 更为参数科技博得不少设计工作者的掌声, 也为 3-D CAD/CAM/CAE 软件产业带来极大的冲击, 甚而成为业界群起效尤的对象。

本章将先介绍 Pro/ENGINEER 与其相关软件, 接着说明 Pro/ENGINEER 的特性, 最后再简单地介绍 2000i² 的使用者界面。

1-1 Pro/ENGINEER 与同步工程

2-D 绘图软件与 3-D 软件不同的地方在于 2-D 软件无法仿真 3-D 的模型, 因此使用 2-D 软件来绘制立体的模型就好比用手工的方式来塑造模型, 无法将产品精确的数量变成产品的规格。在众多的 3-D 软件中, Pro/ENGINEER 产品开发环境之所以受到多数厂商的青睐, 就在于它能够支持同步工程, 通过 Pro/ENGINEER 及其相关软件 Pro/DESIGNER、Pro/MECHANICA, 可让使用者同时整合工业设计、机械设计、功能仿真、加工制造, 以缩短产品开发的时间与流程。以下将先简单介绍 PTC 家族三大软件的功能。

(1) Pro/ENGINEER

Pro/ENGINEER 主要的功能在于进行参数化的实体设计, 它所提供的功能包括实体设计、曲面设计、建立工程图、零件组合、简单的有限元分析、模具设计、电路设计、装配管件设计、加工制造、逆向工程等等。

(2) Pro/DESIGNER

Pro/DESIGNER 原名为 Pro/CDRS, 它是一套概念性的设计工具, 主要是支持在工业设计上的应用。使用 Pro/DESIGNER 除了可以让产品开发人员快速地创造、评估、修改数种产品概念, 更可以由它来产生超越数学方程式所规范的自由曲面。通过 Pro/DESIGNER 内置的文件输出格式, 可直接将所建立的曲面几何图形直接应用在机械设计或产品原型制造上。如图 1-1、图 1-2。

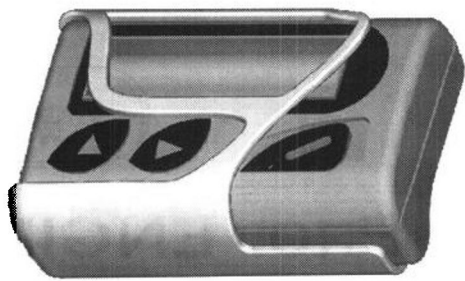


图 1-1 Pro/ENGINEER 绘图实例

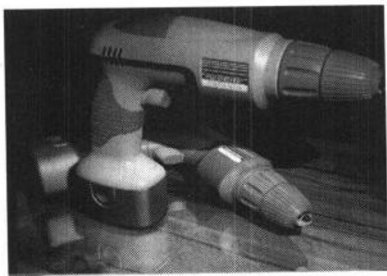


图 1-2 Pro/DESIGNER 实例

(3) Pro/MECHANICA

Pro/MECHANICA 为一功能仿真软件，除了可以使用它内置的绘图功能绘制模型结构之外，更可以接受来自 Pro/ENGINEER 绘制的实体。通过给定适当的边界条件，使用 Pro/MECHANICA 可以进行产品的结构分析、热传导分析、驾驶时轮胎的分析、震动分析、机构分析等等，利用以上的仿真功能设计工程师可以轻易地进行产品的最佳化设计。如图 1-3。

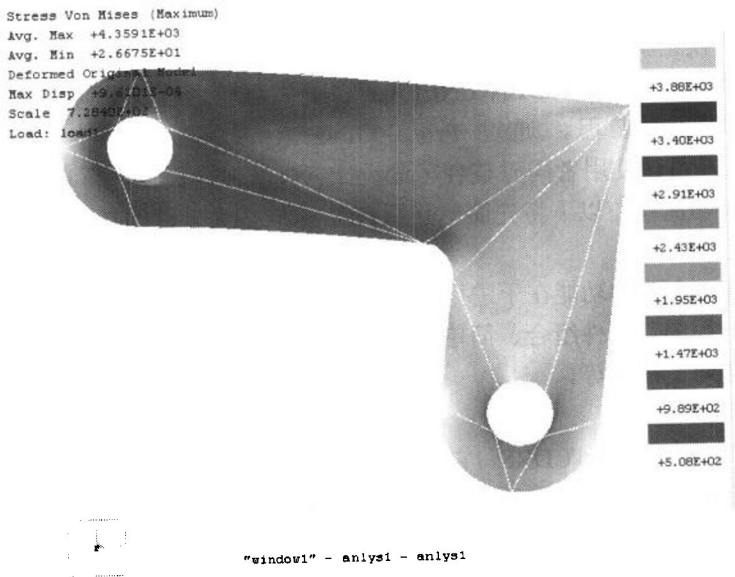


图 1-3 Pro/MECHANICA 实例

第 1 章 Pro/ENGINEER 系统简介

Pro/ENGINEER 最大的特点就在于它采用单一数据库的设计，且是一种全相关性(Full Associativity)的软件。由于 Pro/ENGINEER 中所有的模块完全互相连接，因此在开发产品的过程中，设计者在任何时候所做的改变，都会扩展到整个设计中，自动更新零件、组合、工程图等模块中所有 2-D 与 3-D 的尺寸与工程文件，这样可确保数据的正确性，避免反复修改需花费的时间。这种功能也正符合了现代产业中所谓的同步工程(Concurrent Engineering)观念。至于使用 Pro/ENGINEER 在机械设计上到底能缩短多少的工作时间呢？我们可由以下的两张流程图来作比较，如图 1-4、图 1-5。

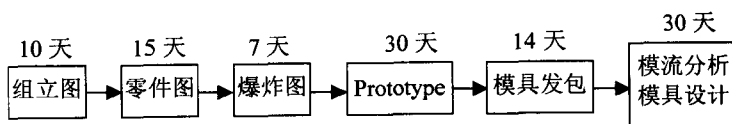


图 1-4 使用 2-D 的软件进行机械设计

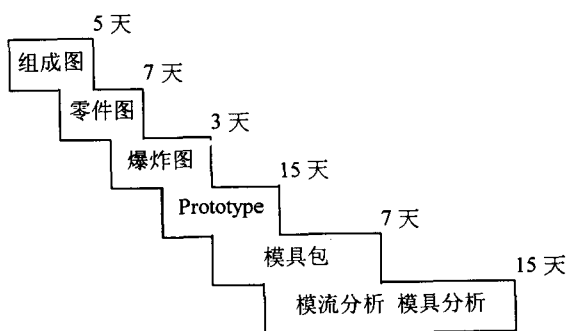


图 1-5 使用 Pro/ENGINEER 进行机械设计

由图 1-4 与图 1-5 可以发现使用 Pro/ENGINEER 进行机械设计仅需花费 52 天，比起使用传统 2-D 软件的 106 天整整节省了一半的时间。Pro/ENGINEER 对产品开发的帮助可归纳如下：

- 保证图面及 3-D 实体模型的正确性。
- 应用 3-D Layout 可以确保设计品质及问题的排除。
- Pro/ENGINEER 同步工程的架构可以缩短设计变化的时间。
- Pro/ENGINEER 可自动产生 2-D 工程图及组合爆炸图，可以缩短出图时间。
- 整合上、下游厂商的资料，可以缩短开发与建模的时间。

1-2 Pro/ENGINEER 的特性

Pro/ENGINEER 独特的参数化设计概念，除了采用单一数据库的设计，有支持同步工程的功能之外，它还包括了以下几个特性：

1. 3-D 实体模型

Pro/ENGINEER 摆脱了传统线建构、面建构改采 3-D 实体架构，除了可以将模型真实地

呈现在设计者的面前外,更可以轻易地计算出实体的表面积、体积、重量、惯性矩、重心等物理量,让使用者更真实地了解产品的特性。

2. 以特征为基础的参数式模型建构(Feature Based Parametric Modeling)

Pro/ENGINEER 以特征作为产品几何建构及资料存取的基础,这些特征的名称都是一般机械设计上常用的名词,如外壳(Shell)、圆角(Round)、倒角(Chamfer)等,通过给定这些特征合理的参数即可建立起 3-D 实体模型。

3. 参数式设计

Pro/ENGINEER 配合其独特的单一数据库设计,将每个尺寸视为一可变的参数,只要修改这些参数的尺寸,相关的实体模型即会依照尺寸的变化重新产生,达到设计变化的一致性。借着参数化的设计,设计者可以运用逻辑关系式或数学运算方式建立尺寸与尺寸之间的关系式(Relation),如此可以减少人工改图或计算所花费的时间并减少错误的产生。

4. 硬件独立

Pro/ENGINEER 可在主要的平台上执行,如 Unix、Windows NT/2000、和 Windows Me/98/95 等,Pro/ENGINEER 在各种平台上都保持着相同的外观和功能,而信息也可以在不同的操作系统间互相转换。使用者可以根据自己的需求,选择最合适的平台,再搭配硬件即可使用 Pro/ENGINEER。在一般个人计算机下使用 Pro/ENGINEER 的硬件需求如下。

硬件名称	最低需求	建议配备
处理器	Pentium II 300	Pentium III 500(或同等级)以上
内存	64 MB	128 MB 以上
硬盘空间	600 MB	完全安装大约需 1GB 左右
显示器	15 英寸	17 英寸以上
显示卡	能提供软件支持 Open GL 的显示卡,例如 S3 系列绘图卡	HP fx 系列、Winfast(丽台) L 系列绘图卡、3Dlabs OxyGen 系列或 Permedia 系列绘图卡、使用 nVidia TNT2 或 GeForce 芯片的绘图卡
鼠标	二键鼠标	三键鼠标
操作系统	Windows 98/95	Windows NT 4.0 Service Pack 3 以上或 Windows 2000
其他	2 倍速以上光驱	

1-3 Pro/ENGINEER 模块简介

Pro/ENGINEER 共有约 30 多种模块,以下将介绍几个常用的模块:

Pro/FEATURE

建立利用各种方式建立产品的外型,如扫描(Sweep)、混成(Blend)、挖孔(Hole)、圆角(Round)等,通过 Pro/FEATURE 设计人员仅需花极短的时间即可完成产品外型的设计。

Pro/SURFACE

可让设计者快速地绘制严格的几何曲面及自由形式曲面。

Pro/ASSEMBLY

将数个零组件组合成一个完整的模型，由于模型内所含零组件的数目不受限制，因此使用 Pro/ASSEMBLY 将使大型、复杂模型的建构与管理更容易。

Pro/DETAIL

Pro/DETAIL 提供了强大的尺寸标注、公差标注及各种视图建立的能力，通过使用这个模块设计者可以轻易地使用 3-D 模型产生符合 ANSI、ISO、DIN 标准的图片。

Pro/MANUFACTURE (Pro/MFG)

协助制造工程师自动产生零件加工时刀具路径的 NC 程序，除了一般的 3 轴车床及铣床外，它还支持 4 轴及 5 轴的铣床/车床、2 轴及 4 轴放电加工。

Pro/MOLDESIGN

让模具设计人员能在短时间内完成公、母模的设计，其中它还可以自动建立模座、冷却水道、顶出销及分模面。

Pro/MESH

使用 Pro/MESH 可将已建立的实体模型自动产生有限元的网格，并将其输出到常用的有限元分析软件如 ANSYS、PATRAN、NASTRAN、C-MOLD 等。

Pro/REPORT

提供各种格式设定工具，能以图形方式展示 Pro/ENGINEER 的应用数据，使用者可整合文字、图形、表格和数据，并且自定义各种动态的报表。

Pro/INTERFACE

导入或输出其他 CAD/CAM 软件所能接受的文件格式。

Pro/WEB PUBLISH

可将 Pro/ENGINEER 组织流程及功能仿真结果输出为完美的 Web 页面及 Java 程序，采用的标准除了一般的 HTML 外，还支持虚拟实境 VRML 及 CGM、JPEG 等格式，使用者只要通过一般的浏览程序即可浏览这些资料。

1-4 Pro/ENGINEER 2000i² 快速导航

参数科技在 2000 年的 3 月正式发布了 Pro/ENGINEER 2000i²，2000i² 版之后的 Pro/ENGINEER 改善的重点除了让软件更趋稳定之外，也将 Pro/ENGINEER 的界面更加的“微软窗口化”了，改善了长期以来最被使用者抱怨的界面不够亲切的问题。2000i² 版之后革新的重点除了窗口化使用者界面(Windows Look User Interface)外，还包括了意图管理器(Intent Manager)、3D 批注说明(3D Notes)、新的软件授权管理方式(FLEXlm)及连接组合设计应用

(Top-Down Design)等,而 2000i² 改版的重点除了更进一步地改善了操作界面,更新增了目标导向智能型模型建构(Behavior Modeling)、可视化搜索(Visual Search)、造型索引操作(Shape Indexing)等功能,以下将概略地介绍 2000i²。

新窗口化使用者界面(Windows Look User Interface) **NEW!**

Pro/ENGINEER 2000i² 的使用者界面,如图 1-6 所示,将常用的功能以下拉式菜单(Menu Bar)及图形式工具条(Tool Bar)取代,希望能让使用者更容易在短时间内熟悉 Pro/ENGINEER 的功能。然而毕竟 Pro/ENGINEER 的功能实在太强、太多,因而无法仅用几个简单的图形或下拉式菜单取代所有的命令,但已经比过去任何一个版本更趋窗口(Windows)应用环境。

意图管理器(Intent Manager) **NEW!**

2000i² 版后的 Pro/ENGINEER 在特征截面的绘制中加入了新的意图管理器(Intent Manager),这个功能在 2-D 截面草图之初,即自动地显示可用约束条件(Constraints)并于绘制同时标注尺寸,以协助使用者专注于几何形状的设计,不需分心考虑如何给定约束条件与标足所需的尺寸,使得 2-D 特征截面绘图效率大为提升。而在 2000i² 中更将 2-D 草绘时所用的命令菜单改以图标式按钮菜单来表示(如图 1-7),这样除了大幅提升使用者在草绘时的效率并使其界面更加地人性化。

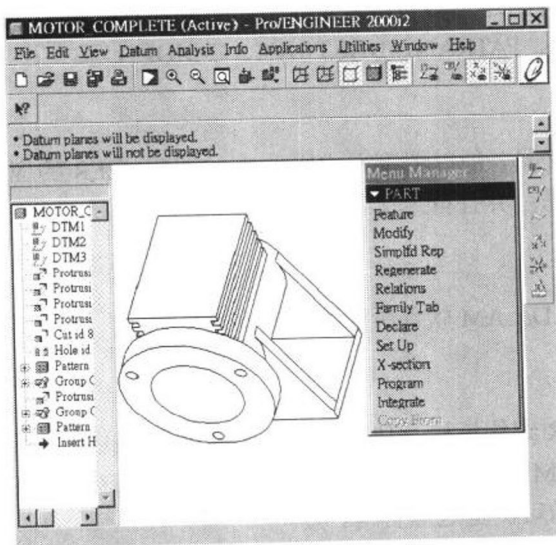


图 1-6 Pro/ENGINEER 2000i² 窗口操作环境

可视化搜索(Visual Search) **NEW!**

以往 Pro/ENGINEER 并不提供文件预览的功能,导致使用者往往会花费许多时间在搜索与等待文件的打开。在 Pro/ENGINEER 2000i² 中加入了 Fast Preview,提供使用者在文件打开前能先进行预览,而超大型组件利用整合的 Fly Through 功能,亦可在很短的时间内预先检查。通过这种视觉形式的导航,可大幅降低企业内网络数据库的流量,而使用者的等待时间亦可大幅缩短。

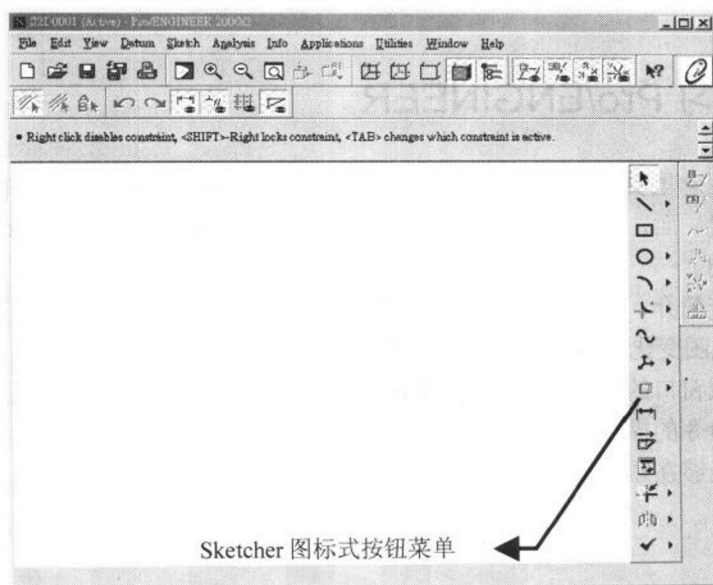


图 1-7 Pro/ENGINEER 2000i² 草绘模式操作环境

内嵌式标准 NEW

Pro/ENGINEER 2000i² 将孔(Hole)和螺纹特征的定义方式,完全整合在单一对话框内,此外并将各种常用的 UNC、UNF 及 ISO 标准孔的信息整合于其中。在孔的放置(placement)方面,改采用交互式图形响应方式,大幅简化了孔的放置流程。如图 1-8。

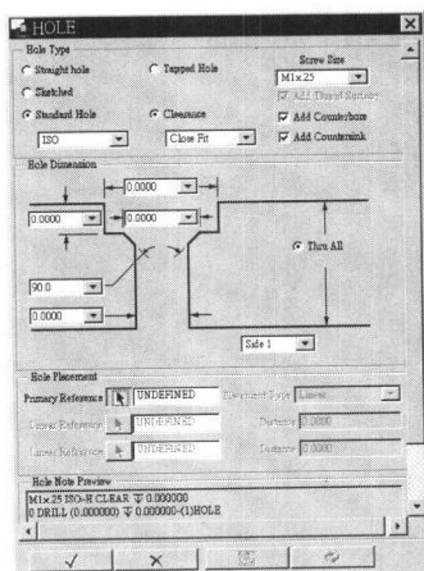


图 1-8 Pro/ENGINEER 2000i² 以对话框建立孔特征

更多有关 Pro/ENGINEER 2000i² 的新功能及使用环境,在往后的章节中会陆续作详尽的

介绍。

1-5 如何学习 Pro/ENGINEER

在一般人的观念里要学习 Pro/ENGINEER 是非常困难的,但是只要 3-D 的思维清楚不拘泥于 2-D 的点、线、面,再配合上新改变的使用者界面并多加练习,其实 Pro/ENGINEER 也是可以简单上手的。

本书包含系统简介、环境介绍、2-D 绘图技巧、3-D 绘图概念、实体特征建立、特征显示与设计变化、视图变化与外观显示、零件组合及工程图建立等 14 个章节。在各章节之中首先会介绍各命令或窗口的功能,并配合图例说明该命令所代表的意义及所需定义的参数,接着再详细说明该命令的操作步骤,最后附上几个练习题以供演练。相信通过本书及所附光盘的帮助,使用者能够在短时间内熟悉 Pro/ENGINEER。

第2章

系统环境简介

全新的使用者界面不再让学习 Pro/ENGINEER 成为 CAD 工程师的梦魇，2000i² 版后所强调的“微软窗口化”界面除了让 Pro/ENGINEER 更具亲和力之外，并有效地提高了操作的效率。

本章将带领各位认识 Pro/ENGINEER 2000i² 的操作界面，并说明下拉式菜单与图标式工具条中各命令与图标所代表的意义与使用的方法。

2-1 Pro/ENGINEER 2000i² 使用者界面

Pro/ENGINEER 2000i² 的操作界面如图 2-1 所示，主要可分为下拉式菜单(Menu Bar)、图标式工具条(Tool Bar)、信息窗口(Message Window)及在线帮助区域(On-Line Help Area)。除了以上这几部分之外，在不同的模块或状态下则会出现不同的特征应用菜单(Menu Manager)、模型结构图(Model Tree)、模型对话框(Dialogue Box)及确认对话框(Confirmation Dialogue Box)。以下即对 2000i² 的使用者界面分别做个简单的介绍。

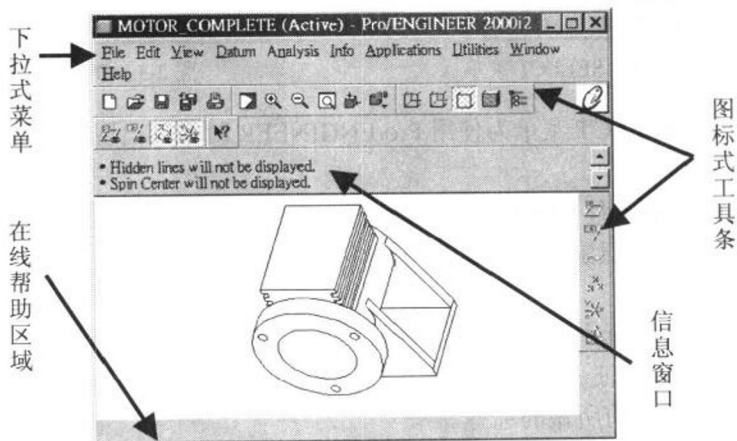


图 2-1 Pro/ENGINEER 操作界面

鼠标除了可以用来点选各种菜单、图标之外还可以进行截面的绘制，以下为鼠标左、中、右键在不同情况下所代表功能的简介。

在任何状况下	
Ctrl + 鼠标左键	缩放(Zoom In & Zoom Out)
Ctrl + 鼠标中键	旋转(Spin)
Ctrl + 鼠标右键	移动(Pan)
使用意图管理器草绘 2-D 截面	
鼠标左键	绘制点、直线、圆弧等像素，移动或拉伸像素
鼠标中键	放弃或结束像素的绘制
鼠标右键	切换约束条件的激活与关闭
不使用意图管理器草绘 2-D 截面	
鼠标左键	绘制线段或结束圆的绘制
鼠标中键	绘制圆形、结束线段的绘制或放弃鼠标草绘
鼠标右键	由已存在的线、弧或云规线建立相切的弧
选择模式下	
鼠标左键	选择特征、曲面、线段等
鼠标中键	接受选择(Accept)，相当于图 2-2 中的 Done Sel(完成选择)
鼠标右键	切换至下一个选项(Select → Query Select)或使用 Query Select 时切换特征，如图 2-3 所示

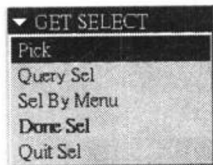


图 2-2 GET SELECT 菜单

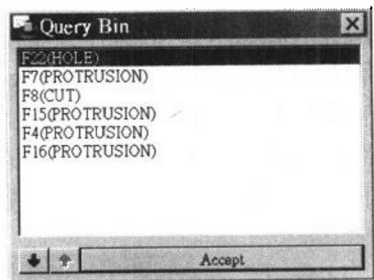


图 2-3 Query Bin 窗口

图 2-2 的 GET SELECT 菜单为使用 Pro/ENGINEER 时最常出现的菜单，该菜单中各选项的意义如下：

- Pick — 依照所选择命令的不同选择适当的特征、线段或视图等。
- Query Select — 依照鼠标所点选的位置，在 Query Bin 窗口中显示出所有可能的选择如图 2-3。
- Sel By Menu — 显示出所有可能的选择。
- Done Sel — 完成特征、线段或视图等的选择。
- Quit Sel — 放弃先前所做的选择。

下拉式菜单(Menu Bar)

Pro/ENGINEER 2000i² 版之后将大量命令整合在下拉式菜单(Menu Bar)中，以求更符合窗口化的标准。2000i² 的下拉式菜单中更包含了文件(File)、编辑(Edit)、视图(View)、基准特征