

· 送演示光盘 ·



曾志新 林 颖 孙延明 编著

Pro/ENGINEER 2000i²

(简体中文版)

快速入门及应用



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

TP391.72
194

Pro/ENGINEER2000i²(简体中文版)

快速入门及应用

曾志新 林 颖 孙延明 编著

電子工業出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

内 容 简 介

Pro/ENGINEER 是一套可以应用于工业设计、机械设计、功能仿真、制造和数据管理共五个领域的工程自动化软件包。

全书包括两大部分内容：第一部分主要介绍 Pro/ENGINEER2000i²(简体中文版)整体的界面环境、特殊的应用功能(如模型树、测量工具等)以及工作环境的配置与建模风格；第二部分主要介绍草绘基础，运用拉伸、旋转、混合、扫描、生成曲面等方式生成基础特征，附加特征，特征的操作，如何将单一零件组装成具有关联性的装配件，如何产生工程图，以及模具的设计等。配合本书的光盘，演示本书例题程序。读者通过视频播放的“操作范例”一步一步地学习 Pro/ENGINEER 的概念、使用及实现。

本书是供工程技术人员在使用 Pro/ENGINEER2000i²(简体中文版)软件的一本有益参考书。本书菜单均附有英文注释，也可作为 Pro/ENGINEER2000i² 英文版之培训教材。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER2000i²(简体中文版)快速入门及应用/曾志新等编著.-北京：电子工业出版社，2001.10
ISBN 7-5053-7065-0

I. P... II. 曾... III. 计算机辅助设计-应用软件, Pro/ENGINEER 2000i² IV. TP391.72
中文版图书馆 CIP 数据核字(2001) 第 071558 号

书 名：Pro/ENGINEER2000i²(简体中文版)快速入门及应用

编 著 者：曾志新 林颖 孙延明

责任编辑：王惠民

印 刷 厂：广州恒远彩印有限公司

出版发行：电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

经 销：各地新华书店

开 本：787×1092 1/16 印张：31 字数：800 千字 附光盘：1 张

版 次：2001 年 10 月第 1 版 2001 年 10 月第 1 次印刷

书 号：ISBN7-5053-7065-0 / TP·4050

印 数：5000 册

定 价：56.00 (含光盘 1 张)

凡购买电子工业出版社的图书，如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者，请向购买书店调换。

若书店售缺，请与本社发行部联系调换。电话 68279077

前 言

Pro/ENGINEER 由美国 PTC (Parametric Technology Corporation——参数技术公司) 推出, 是国际上最先也是最成熟使用参数化的特征造型技术的大型 CAD/CAM/CAE 集成软件。最近 PTC 公司推出了 Pro/ENGINEER 2000i² 简体中文版, 为该软件在我国的普及推广创造了条件。

Pro/ENGINEER 除了包括三维实体造型、装配模拟、加工仿真、NC 自动编程、有限元分析等常规功能模块外, 同时也有模具设计、板金设计、电路布线、装配管路设计等专有模块, 可以实现 DFM (Design For Manufacturing——面向制造的设计)、DFA (Design For Assembly——面向装配的设计)、ID (Inverse Design——反求工程)、CE (Concurrent Engineer——并行工程) 等先进的设计方法和模式。其主要特点是参数化和基于特征的建模; 统一的能使各模块集成起来的数据库; 设计修改的关联性, 即一处修改, 别的模块中相应图形或数据也会自动更新; 智能化的装配功能等。它性能优良, 功能强大, 容易使用, 是一套可以应用于工业设计、机械设计、功能仿真、制造和数据管理等众多领域的工程自动化软件包。

本书笔者根据自己多年的实践和教学经验, 从易于上手和快速掌握的实用角度出发, 侧重于具体建模实用方法, 以及在建模过程中可能遇到的一些疑难问题的解决方法与技巧; 在各个章节中均使用全图形化的说明, 再配合实际的操作范例, 介绍各个部分的主要功能。

全书包括两大部分: 第一部分主要介绍 Pro/ENGINEER 整体的界面环境、特殊的应用功能 (如模型树、测量工具等) 以及工作环境的配置与建模风格; 第二部分主要介绍草绘基础, 运用拉伸、旋转、混合、扫描、生成曲面等方式生成基础特征, 附加特征, 特征的操作, 如何将单一零件组装成具有关联性的装配件, 如何产生工程图, 以及模具的设计等。

配合本书的示教光盘, 内含本书例题程序 72 个。它通过视频播放的操作范例一步一步地演示 Pro/ENGINEER 2000i² 简体中文版的基本使用。其图文并茂和超文本特性使用户能在最短的时间内掌握该软件的使用方法和技巧。

本书深入浅出, 易于掌握, 适合于广大 Pro/ENGINEER 用户、工程技术人员以及大专院校相关领域的师生。也是掌握 Pro/ENGINEER 软件基本操作的有益参考书和培训教材。

参与本书编写的有华南理工大学机电工程系曾志新 (十四章和十五章)、林颖 (一章和二章)、孙延明 (三章和四章) 袁宁 (五章至十一章)、赖朝安 (十二章和十三章)、全书由林颖主审。参与光盘制作的有林颖、陈正。陈正对全书进行了技术性加工。作者水平有限, 书中难免有错误和不足之处, 希望读者指正并提出宝贵意见, 我们将在本书后续修订版本中加以改进。如果读者有何技术上的咨询, 请发 E-mail 至: ProEview@21cn.com 与我们联系。

编 者
于华南理工大学

《Pro/ENGINEER2000i²（简体中文版）快速入门及应用》示教光盘简介

本书所附光盘的例题程序用 Pro/ENGINEER2000i²（简体中文版）制作，这些视频播放的操作范例生动直观，便于读者跟着学习。全部内存约为 629 兆字节。读者可以将其安装到硬盘，也可运行光盘直接读取。

1. 使用须知

(1) 本光盘是针对 NT、Windows95 或以上版本。

(2) 由于该光盘中的范例为用图像捕捉软件制作的 Avi 文件，故首先要在光盘找到 SCC.exe 文件，双击它按提示安装屏幕捕捉解码器。此外您的计算机必须装有能播放 Avi 文件的播放器。一般情况下，Windows 自带有媒体播放器（Windows Media Player），无须再装其他的播放器。计算机屏幕区域应设为 800×600 像素。

2. 使用方法

(1) 在资源管理器中打开光盘，运行 SCC.exe，按下 install 按钮安装屏幕捕捉解码器。

(2) 运行 begin.exe。

SCC.exe 只需安装一次，以后放入光盘便会自动播放。

3. 内容简介

第一章：Pro/ENGINEER 的工作界面（无操作范例）。

第二章：使用绘制草图功能。

第三章：产生一个缺省的基准平面。

第四章：加材料特征、薄板特征、拉伸特征、旋转特征、扫描特征、平行混合、旋转混合、一般混合。

第五章：加材料、切减材料、平直孔、利用草绘产生圆孔、沉头孔、壳、管路、草绘修饰、修饰螺纹。

第六章：简单圆角、半径可变圆角、高级圆角 1、高级圆角 2、高级圆角 3。

第七章：产生拔模角 1、产生拔模角 2、产生拔模角 3、产生拔模角 4、产生偏距、产生环形折弯、产生样条折弯。

第八章：生成面组、产生曲面、产生平整曲面、产生偏距曲面 1、产生偏距曲面 2，复制曲面。

第九章：创建混合曲面、创建圆锥曲面、创建逼近混合曲面、创建相切曲面。

第十章：编辑面组（相交合并曲面、曲面圆角、利用拉伸裁剪曲面、利用面组选项裁剪曲面、利用基准线修剪面组、利用顶点圆角裁剪曲面、利用侧面影像修剪曲面、利用延拓产生曲面、相切延拓曲面）、转换面组（移动曲面、镜像曲面）、利用面组产生实体（拔模角偏距、曲面替代、利用合并曲面产生加材料特征）、产生自由生成特征（自由生成）、操作自由生成型特征（操作自由生成曲面）。

第十一章：矩形阵列、旋转阵列、指定参考复制、镜像复制、旋转复制、偏距复制。

第十二章：生成装配。

第十三章：创建平面图。

第十四章：设定模型及收缩、热喷嘴开口特征的生成、产生喷嘴、放置喷嘴、产生分模曲面、分割模具、直接产生模具体积块。

第十五章：工作环境的配置与信息工具（无操作范例）。

目 录

第一章 Pro/ENGINEER 概述	(1)
第一节 Pro/ENGINEER 的模块简介.....	(1)
第二节 Pro/ENGINEER2000i ² (简体中文版)的安装.....	(12)
第三节 屏幕布局.....	(19)
第四节 工作模式	(20)
第五节 建模准则	(26)
第二章 草绘模式	(29)
第一节 草绘模式功能	(29)
第二节 草图假设.....	(63)
第三章 3D 基本概念和基础特征	(65)
第一节 3D 绘图基本概念.....	(65)
第二节 使用基础特征与基准平面.....	(70)
第三节 附加的基准平面.....	(71)
第四章 产生基础特征	(75)
第一节 加材料特征.....	(75)
第二节 薄板特征.....	(82)
第三节 拉伸特征.....	(96)
第四节 旋转特征.....	(106)
第五节 扫描	(115)
第六节 混合.....	(126)
第五章 加入特征	(147)
第一节 加材料与切减材料.....	(147)
第二节 孔.....	(156)
第三节 倒角、筋与壳.....	(176)
第四节 管路.....	(183)
第五节 修饰特征.....	(190)
第六章 圆角	(201)
第一节 产生简单圆角.....	(201)
第二节 产生高级圆角.....	(212)
第三节 全圆角与改变附加形式.....	(228)
第七章 扭曲	(233)
第一节 拔模.....	(234)
第二节 偏距.....	(253)
第三节 环形和样条折弯.....	(257)
第八章 创建一般曲面特征	(265)
第一节 面组基本概念.....	(265)

第二节	定义新曲面特征.....	(269)
第三节	复制面组与面组倒圆角.....	(282)
第九章	创建高级曲面特征	(289)
第一节	用边界创建面组.....	(289)
第二节	混合曲面.....	(290)
第三节	圆锥曲面.....	(296)
第四节	逼近混合曲面.....	(300)
第五节	N 侧曲面.....	(304)
第六节	相切曲面.....	(305)
第十章	操作面组	(309)
第一节	编辑面组.....	(309)
第二节	转换面组.....	(334)
第三节	利用面组产生实体.....	(339)
第四节	产生自由生成特征.....	(351)
第五节	操作自由生成特征.....	(356)
第十一章	特征阵列与复制	(365)
第一节	特征阵列.....	(365)
第二节	特征复制.....	(377)
第十二章	生成装配	(387)
第一节	装配模型的生成.....	(387)
第二节	装配的修改.....	(391)
第十三章	平面图的创建和视图	(403)
第一节	创建平面图.....	(403)
第二节	增加平面图视图.....	(404)
第三节	操纵视图.....	(406)
第十四章	Pro/ENGINEER 模具设计	(417)
第一节	设定模型及收缩.....	(417)
第二节	模具组件特征.....	(426)
第三节	创建分模曲面.....	(437)
第四节	分割模具.....	(443)
第五节	直接产生模具体积块.....	(448)
第十五章	系统环境配置及模型属性设置与分析	(459)
第一节	编辑配置文件与创建映射键.....	(459)
第二节	自定义用户使用界面.....	(464)
第三节	获取模型信息	(469)
第四节	设置模型属性	(475)
第五节	分析模型属性	(484)

第一章 Pro/ENGINEER 概述

随著 Pro/ENGINEER 2000i² 新软件的上市, PTC 公司又一次为工业设计自动化(MDA) 行业的技术革新树立了典范。Pro/ENGINEER 引入了行为建模功能, 这是一种全面的、目标驱动的设计工具, 能让工程师通过确定设计要求和目标, 自动得到最优的设计结果。这个新版本还包含了一些其他创新技术, 如物体运动仿真的机构设计技术、处理超大型部件(VLA) 的包络简化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、效率高。最近 PTC 公司进行了汉化, 推出了 Pro/ENGINEER 2000i² 简体中文版, 为该软件在我国的普及推广创造了条件。

Pro/ENGINEER 功能强大, 是一套可以应用于工业设计、机械设计、功能仿真、制造和数据管理等领域的工程自动化软件包, 涉及到从设计到生产全过程。而这些领域又可以细分为几十个功能模块, 本章简要介绍了 Pro/ENGINEER 软件中常用的二十七七个模块的功能, 并介绍最新 Pro/ENGINEER 2000i²(简体中文版)的界面功能及应用。

第一节 Pro/ENGINEER 的模块简介

Pro/ENGINEER 是一套参数化、基于特征的并且具有单一数据库功能的实体造型系统, 这些功能是上面提到的 Pro/ENGINEER 众多创新技术的基础。

Pro/ENGINEER 是采用参数化设计的、基于特征的实体模型化系统。工程设计人员采用具有智能特性的基于特征的功能去生成模型, 如腔、壳、倒角及圆角, 可以随意勾画草图, 轻易改变模型。这一功能特性给工程设计者提供了在设计上从未有过的灵活。

Pro/ENGINEER 是建立在单一的数据库上, 不像一些传统的 CAD/CAM 系统建立在多个数据库上。所谓单一数据库, 就是工程中的资料全部来自一个库, 使得多个独立用户可以同时为同一件产品的造型而工作, 不管他是哪一个部门的。换言之, 在整个设计过程的任何一处发生参数改动, 可以反应至整个设计过程的相关环节上。例如, 一旦二维工程图有改变, NC(数控)加工路径也会自动更新; 组装工程图如有任何变动, 也完全同样反应到整个三维模型上。这种独特的数据结构与工程设计的完整的结合, 使得一个产品设计的不同表达能结合起来。这一优点, 使得设计更优化, 成品质量更高, 产品能更好地推向市场, 价格也更便宜。

一、Pro/Engineer 模块

Pro/Engineer 是一个造型软件包, 是 Pro/ENGINEER 系统的基本部分, 其中功能包括参数化功能定义、实体零件及组装造型、三维上色、实体或线框造型、产生完整工程图及产生不同视图, 三维造型还可移动, 放大或缩小和旋转。Pro/Engineer 是一个功能定义系统, 即造型是通过选择各种不同的专用功能来实现设计, 其中包括: 肋(Ribs)、圆角(Rounds)、倒角(Chamfers)和壳体(Shell)等, 采用这种手段来建立形体, 对于工程师来说是更自然, 更

直观, 无需采用复杂的几何设计方式。

系统可采用关系式(Relations)来赋予形体尺寸, 不像其他系统是对形体直接指定一些固定数值, 这样工程师可任意建立形体上的尺寸之间的关系, 任何一个参数改变, 其他相关的特征也会自动修正。这种功能使得修改更为方便使设计优化更趋完美。造型不但可以在屏幕上显示, 还可传送到绘图机或一些支持 PostScript 格式的彩色打印机。Pro/Engineer 还可为其他应用软件输出三维和二维图形, 诸如有限元分析及后置处理等, 这都是通过标准数据交换格式来实现, 用户更可配上 Pro/Engineer 软件的其他模块或自行利用 C++(或 C)语言编程, 以增强软件的功能。

它在单用户环境下(没有任何附加模块)具有大部分的设计能力、组装能力和工程制图能力(不包括 ANSI, ISO, DIN 或 JIS 标准), 并且支持符合工业标准的绘图仪(HP, HPGL)和黑白及彩色打印机的二维和三维图形输出。

Pro/Engineer 功能如下:

- (1) 特征功能(例如: 凸台、孔、倒角、壳、管路);
- (2) 参数化(参数包括尺寸、图样中的特征、载荷、边界条件等);
- (3) 通过零件的特征值之间、载荷/边界条件与特征参数之间(如表面积等)的关系来进行设计;
- (4) 支持大型、复杂装配件的设计(可用 Pro/PROGRAM 的程序化等各种方法);
- (5) 贯穿所有应用的完全相关性, 即任何一个地方的变动都将引起与之有关的其他地方变动。

其他辅助模块将进一步提高扩展 Pro/ENGINEER 的基本功能。

二、Pro/ASSEMBLY 模块

Pro/ASSEMBLY 是一个参数化组装管理系统, 能提供用户自定义手段去生成一组组装系列并可自动地更换零件。Pro/ASSEMBLY 是 Pro/ENGINEER 的一个扩展选项模块, 只能在 Pro/ENGINEER 环境下运行, 它具有如下功能:

- (1) 在装配件内自动零件替换(交替式);
- (2) 规则排列的装配(支持装配件子集);
- (3) 装配模式下的零件生成(考虑用组件内已存在的零件来产生一个新的零件, 这种方法有利于自顶向下的设计方法);
- (4) Pro/ASSEMBLY 里有一个 Pro/Program 模块, 它提供一个开发工具。使用户能自行编写参数化零件及组装的自动化程序, 这种程序可使不是技术性用户也可产生自定义设计, 只需要输入一些简单的参数即可;
- (5) 产生组合特征(如给两个零件之间加一个焊接特征等)。

三、Pro/CABLING 模块

Pro/CABLING 提供了一个全面的电缆布线功能, 它为在 Pro/ENGINEER 的部件内真正设计三维电缆和导线束提供了一个综合性的电缆铺设功能包。三维电缆的铺设可以在设计和组装机电装置时同时进行, 它还允许工程设计者在机械与电缆空间进行优化设计。

Pro/CABLING 功能包括:

- (1) 新特征包括: 电缆、导线和电线束;
- (2) 用于零件与装配件的接插件设计;
- (3) 在 Pro/ENGINEER 零件和部件上的电缆、导线及电线束铺设;
- (4) 生成电缆/导线束直线长度及 BOM(材料清单)信息;
- (5) 从所铺设的部件中生成三维电缆束布线图;
- (6) 分离和连接电缆;
- (7) 有空间分布要求的计算, 包括干涉检查;
- (8) 电缆质量特性, 包括体积、质量惯性、长度;
- (9) 用于插头和导线的规定符号。

四、Pro/CAT 模块

Pro/CAT 是选用性模块, 提供 Pro/ENGINEER 与 CATIA 的双向数据交换接口, CATIA 的造型可直接输入 Pro/ENGINEER 软件内, 并可加上 Pro/ENGINEER 的各种操作, 而 Pro/Engineer 也可将其造型输出到 CATIA 软件里。这种高度准确的数据交换技术令设计者得以在节省时间及设计成本的同时, 使现有软件系统的投资增值。

五、Pro/CDT 模块

Pro/CDT 是一个 Pro/ENGINEER 的选件模块, 为 CADAM 2D 工程图提供 PROFESSIONAL CADAM 与 Pro/ENGINEER 双向数据交换直接接口。CADAM 工程图的文件可以直接读入 Pro/ENGINEER, 亦可用中性的文件格式, 经由 PROFESSIONAL CADAM 输出或读入任何运行 Pro/ENGINEER 的工作站上。Pro/CDT 避免了一般通过标准文件格式交换信息的问题, 并可使新客户在转入 Pro/ENGINEER 后, 仍可继续使用原有的 CADAM 数据库。

六、Pro/COMPOSITE 模块

Pro/COMPOSITE 是一个 Pro/ENGINEER 的选件模块, 需配用 Pro/ENGINEER 及 Pro/SURFACE 环境下运行。该模块能用于设计复合夹层材料的部件。Pro/COMPOSITE 在 Pro/ENGINEER 的应用环境里具备完整的关联性, 这个自动化工具提供的参数化特征技术适用于整个设计工序的每个环节。

七、Pro/TOOLKIT 模块

Pro/TOOLKIT 是一个用户开发工具, 用户可利用这软件工具将一些自己编写或第三家的应用软件结合并运行在 Pro/ENGINEER 软件环境下。Pro/TOOLKIT 包括 'C' 语言的副程序库, 用于支援 Pro/ENGINEER 的交接口, 以及直接存取 Pro/ENGINEER 数据库。

八、Pro/DESIGN 模块

Pro/DESIGN 可加快设计大型及复杂的装配工作, 这些工具可方便地生成装配图层次等级, 二维平面图布置上的非参数化装配概念设计、参数化概念分析, 以及 3D 部件平面布置。Pro/DESIGN 也能使用 2D 平面图自动装配零件。它必须在 Pro/Engineer 环境下运行。

其功能有：

- (1) 3D 装配图的连接层次等级设计；
- (2) 整体与局部的尺寸、比例和基准的确定；
- (3) 情况研究、参数化详细草图绘制；
- (4) 装配：允许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。

九、Pro/DETAIL 模块

Pro/ENGINEER 提供了全面的生成工程图的能力，包括：自动尺寸标注，参数特征生成，全尺寸修饰，自动生成投影面、辅助面、截面和局部视图。Pro/DETAIL 扩展了 Pro/ENGINEER 的这些基本功能，允许直接从 Pro/ENGINEER 的实体造型产品产生符合 ANSI/ISO/JIS/DIN 标准的工程图。Pro/DETAIL 支持的功能包括：

- (1) 支持 ANSI, ISO, JIS 和 DIN 标准；
- (2) 全几何公差配合：
 - ① 特征控制标志
 - ② 基本尺寸标注
 - ③ 公差基准面和轴
- (3) 测量标准：
 - ① 毫米尺寸
 - ② 公差尺寸
 - ③ 角度尺寸
- (4) 字符高度控制；
- (5) 图内可变字符高度；
- (6) 用户自定义字体；
- (7) 图内多种字体；
- (8) 双尺寸标准；
- (9) 纵向尺寸标注；
- (10) 扩展视图功能：
 - ① 零组件剖视图
 - ② 自动画面剖线
 - ③ 半剖图
 - ④ 多暴露视图
 - ⑤ 旋转面剖视图
 - ⑥ 比例视图(所有视图不同比例)
 - ⑦ 轴测图(ISO 标准)
- (11) 表面粗糙度标记；
- (12) 用户自定义绘图格式和绘图格式库；
- (13) 图表；
- (14) 用于 Pro/DETAIL 设置隐含标准的配置文件；

- (15) 用于注释表面粗糙度和球形的多引线种类;
- (16) 尺寸与尺寸线平行;
- (17) 可选择的消隐线显示观察;
- (18) 具有输入用于注释的 ASCII 文件能力;
- (19) 多层零件图和布置图。

Pro/DETAIL 也包括 2D 非参数化制图功能, 可用于生成不需要 3D 模型的产品图。

Pro/DETAIL 提供下列功能:

- (1) 可读取其他符合 IGES4.0、SET 和 DXF 标准的 CAD 系统生成的图形;
- (2) 可修改输入图形来修改或更新设计;
- (3) 可利用 Pro/PROJECT 提供的图形储存、恢复等功能来管理这些图形;
- (4) 可通过 IGES 接口在 PTC 支持的绘图仪上输出这些图形;
- (5) 可将非相关性几何体加到 Pro/DETAIL 图形上;
- (6) 可生成用户自定义的符号和符号库;
- (7) 可生成用户自定义的线型。

十、Pro/DIAGRAM 模块

Pro/DIAGRAM 是专门将图表上的图块信息制成图表记录及装备成说明图的工具。应用范围遍及电子线路、导管、HVAC、流程图及作业流程管理等。

十一、Pro/DRAFT 模块

Pro/DRAFT 是一个二维绘图系统, 用户可以直接产生和绘制工程图, 无需进行三维造型。Pro/DRAFT 允许用户通过 IGES 及 DXF 等文件接口接收一些其他 CAD 系统产生的工程图。

十二、Pro/ECAD 模块

参数化印刷电路板(PCB)的设计图可以通过 Pro/ENGINEER 生成, 或者由 ECAD 系统输入。PCB 的组成元件可以由 Pro/ENGINEER 的元件库取得, 并自动装配到 PCB 里。元件造型亦可以传送到 Pro/ENGINEER 以制作实体元件, 然后自动组装到 PCB 上。

十三、Pro/FEATURE 模块

Pro/FEATURE 扩展了在 Pro/ENGINEER 内的原有特征, 如各种弯面造型(Profited Domes)、壳体(Shells)、三维扫描(3D Sweep)、混合(Blending)、薄板(Thin)等等。Pro/FEATURE 通过将 Pro/ENGINEER 任意数量特征组合在一起形成用户定义的特征, 就可以又快又容易地生成实体。Pro/FEATURE 具有将零件从上一个位置复制到另一个位置的能力和组合特征的能力, 以及镜像复制带有复杂雕刻轮廓的实体模型的能力。它有如下优点:

- (1) 用户定义特征是参数化的, 当然也很容易修改;
- (2) 一个用户定义的特征可在同一零件上生成并反复使用。在一个零件组里或在其他设计里可作为一个“标准”特征来使用;
- (3) 可以很方便地开发 Pro/FEATURE 标准特征库;

- (4) Pro/FEATURE 特征或特征组合可以从一个地方复制到另一个地方;
- (5) 能像零件复制一样进行特征的镜像复制;
- (6) 支持局部特征组合;
- (7) 扩展了 Pro/ENGINEER 包括下列特征的特征库。
 - ① 壳: 产生各种“空心”实体, 提供可变壁厚;
 - ② 复杂拱形面: 生成带有适合不同外形表面的实体模型;
 - ③ 三维扫描: 沿着 3D 曲线扫描外形以生成雕刻状实体模型;
 - ④ 薄板特征: 很容易地生成各种“薄板”特征;
 - ⑤ 复杂混合: 以一种非平行或旋转的方式将各种外形混合在一起;
 - ⑥ 组合零件: 将二个零件组合成一个或将一个零件从另一个中去掉形成一个空腔;
 - ⑦ 混合/扫描: 沿着一个示意轨迹的路径混合各种外形;
 - ⑧ 装饰特征: 将 2D 图投影到任何 3D 表面以形成一个装饰几何体;
 - ⑨ 偏距面: 将一个 2D 外形面投影到任何外表面以生成一个上升或下降特征, 该特征表面与原外表面有一个偏距;
 - ⑩ 分割线: 生成一个用于分割图案表面的分割线;
 - ⑪ 管道: 在零件上以及组件里的零件之间生成“管道”元素。

十四、Pro/HARDNESS—MFG 模块

Pro/HARDNESS—MFG 是一套功能很强的工具, 在电子线路及电缆生产工序上, 专用来生成所需的加工制造数据。Pro/DIAGRAM 及 Pro/CABLING 提供的功能贯彻了整个由设计至加工制造过程。Pro/HARDNESS—MFG 亦提供了指板(NAIL BOARD)、数字工程图(Stick-figure drawings)、零件表(Parts Lists)以及线体方位表(From— To Wire List)。设计者只需通过一个便捷的“触按式”界面, 就可以将三维的电缆拉直。

Pro/HARNES—MFG 具备完整的关联性, 它可以改变三维电缆的长度或形状, 从而自动生成一条平直的电缆。Pro/HARDNESS—MFG 的效益包括: 大量节省初始的生成工作, 以及因变动对指板(Nail Board)进行的人工重整工作。

十五、Pro/INTERFACE 模块

Pro/INTERFACE 是一个完整的工业标准数据传输系统, 提供 Pro/ENGINEER 与其他设计自动化系统之间的各种标准数据交换格式。它可用于 Pro/ENGINEER 几何的输入和输出, 可以参数化生成 Pro/ENGINEER 内的任意特征种类。它提供如下功能:

- (1) 二维和三维图形: Pro/INTERFACE 可以将 2D 和 3D 图形通过 IGES4.0 或 SET 接口输入到 Pro/ENGINEER 的绘图模式里。输入后, 可以进行正常制图工作;
- (2) 三维线框图形: Pro/INTERFACE 可以将 3D 线框几何体通过 IGES4.0 或 SET 接口输入到 Pro/ENGINEER 内。该线框图形能生成全参数化的以特征为基础的实体模型。如果需要, 也可以覆盖到非参数化的实体模型上;
- (3) 任意形状曲面: Pro/INTERFACE 可以通过 IGES4.0 或 SET 接口将一个或多个任意形状曲面输入到 Pro/ENGINEER 内。一旦输入后, 这些面可以被偏置和缝合在一起, 也可被其他曲面剪裁, 也可以用于构造一个实体模型(见 Pro/ SURFACE 有关详细描述);

(4) 三维表面模型: Pro/INTERFACE 可以通过 IGES4.0 或 SET 接口将部分表面或整个表面线框模型输入到 Pro/ENGINEER 内。在 Pro/ENGINEER 内如果有遗漏的表面还可以加上, 并且整个表面模型也可以覆盖到一个非参数化的实体模型上。该表面可以作为一个“单一特征”。这样用户就可以将所有参数化特征附加到这“单一特征”上, 当然该特征也能像其他任何 Pro/ENGINEER 特征一样进行修改。

Pro/INTERFACE 提供的数据交换功能包括:

- (1) SLA: 用于将 3D 模型信息输出到生产工作台;
- (2) RENDER: 用于将 3D 模型信息输出到着色程序;
- (3) DXF: 用于输入和输出那些支持 DXF 格式文件系统的 2D 信息;
- (4) NEUTRAL: 用于输出符合 Pro/ENGINEER 中间文件格式的特征、零件以及公差信息;
- (5) IGES: 用于输出符合 IGES4.0 标准的 2D 图形和 3D 模型(包括零件和部件);
- (6) PATRAN Geom: 用于输出符合 PATRAN 中间文件格式的零件几何体数据;
- (7) IGES128: 用于输出零件几何体(注: 除非特殊需求规定, 不要使用此选项);
- (8) SUPERTAB Geom: 输出符合用于输入列 SUPERTAB 的 UNIVERSAL 文件格式的几何体;
- (9) SET: 用于输入符合 VDA 标准的 Pro/ENGINEER 模型。

十六、Pro/LANGUAGE 模块

Pro/LANGUAGE 是一个可选模块, 为 Pro/ENGINEER 的菜单及帮助说明文档提供语言翻译功能, 目前支持的语言包括德文及日文(Kanji)。除此之外, 所有用户在支持日文(Kanji)字符及日文键盘作业的硬件平台上, 可以用日文为 Pro/ENGINEER 的工程图加上附注或文字。同时, 德文版及日文版的 Pro/ENGINEER 用户基本操作说明书也一起提供。

十七、Pro/LIBRARY ACCESS 模块

Pro/LIBRARY ACCESS 提供了一个超过二万个通用标准零件和特征的扩展库, 用户可以很方便地从菜单里拾取任意工业标准特征或零件, 并将它们揉合进零件或部件的设计中, 使用更方便、快速, 并能提高生产力。

(1) 标准零件包括: 方形和六角形螺帽、平面垫圈、弹簧垫圈、半月形销、机制螺母、内藏凸台和止动螺钉, 大小固定铆钉, 开口销和叉杆销等等;

(2) 标准特征包括: 孔、槽、凸台、镗孔、同轴凸台、通风格栅、金属片、弯管特征、管状特征等等。

十八、Pro/MESH 模块

Pro/MESH 提供了实体模型和薄壁模型的有限元网格自动生成功能。也就是它自动地将实体模型划分成有限元素, 以便用于有限元分析, 所有参数化应力和范围条件可直接在实体模型上指定, 即允许设计者定义参数化载荷和边界条件, 并自动生成四边形或三角形实体网格。载荷/边界条件与网格都直接与基础设计模型相关联, 并能像设计时一样进行交互地修改。Pro/MESH 包括:

- (1) 自动生成四面体单元和三角形薄壳单元(单元厚度参数由模型厚度决定);
- (2) 参数化定义网格;
- (3) 载荷与边界条件是参数化的, 并被直接应用到几何体所有区域上。同时也可连接到设计参数里;
- (4) 支持作用于面的对流约束;
- (5) 支持固定点上的瞬时载荷约束。

十九、Pro/MOLDDDESIGN 模块

Pro/MOLDDDESIGN 模块用于设计模具部件和模板组装, 它包括如下功能:

- (1) 采用参照设计模型的方法, 自动生成模具型腔几何体;
- (2) 对单一的、多面类似或者多面不同的型腔, 采用 Pro/ENGINEER 的组装命令来定出型腔;
- (3) 对复杂的多面注塑模, 提供 Slider/CAMMED 移动功能;
- (4) 用不同的缩减补偿方式, 修改造型几何体;
- (5) 在模拟过程, 采用干扰核查的方法来模拟模具开口及注塑过程(Molding Ejection Sequence);
- (6) 备有 AC Technology 的 C—Flow/EZ 分析软件, 提供空腔填充及模拟 Front 与 ram 速度、weld 线及流体速度(Flow Velocity);
- (7) 直接取得 Pertinent 模具设计工程的信息, 包括工件及型腔表面积等信息;
- (8) 可生成模具的特定功能, 包括浇口(Sprue)、浇道(Runner)、浇槽(Gates)、冷凝线(cooling line)及分离线;
- (9) Pro/LIBRARY 也支持 Pro/MOLDDDESIGN 使用的功能, 包括标准化的模具组装及标准元件。

二十、Pro/MANUFACTURING 模块

Pro/MANUFACTURING 将产生生产过程规划、刀具轨迹, 并能根据生产规划做出时间上及价格成本上的估计。Pro/MANUFACTURING 将生产过程、生产规划与设计造型连接起来, 所以任何在设计上的改变, 软件也能自动地重新产生与之相关的生产上的程序和资料, 而无需用户自行修正。它将具备完整关联性的 Pro/ENGINEER 产品线延伸至加工制造的工作环境里。它容许用户采用参数化的方法定义数值控制(NC)刀具路径, 凭此才可将 Pro/ENGINEER 生成的模型进行加工。接着作后置处理, 产生 NC 编码。Pro/MANUFACTURING 为下列操作产生自动化的刀具路径:

- (1) 铣削加工(Milling);
- (2) 车削加工(Turning);
- (3) 钻床加工(Drilling)。

二十一、Pro/NC—CHECK 模块

Pro/NC—CHECK 提供图形化工具。用以模拟铣削加工及钻床加工操作, 显示材料去除过程。Pro/NC-CHECK 内选定的刀具会依照 Pro/MANUFACTURING 定义的切割路径

移动, 用户亦可以清楚看到材料去除的进度。加工制造组件以阴影显示, 装组线上各个组件可以由用户设定不同的颜色。它亦让用户可以在整个加工制造过程定义夹层平面 (Clipping Plane) 特定的深度。夹层平面对材料去除模拟过程提供纵切面的阅视功能。这是一项独一无二的功能, 再加上颜色的设定, 选定刀具路径、内置参考模型、刀具及任何夹具 (Fixture) 均能一目了然, 不生混淆。此外, Pro/NC-CHECK 能让用户对刀具及夹具 (Fixture) 进行快速验证及评估。从而防止严重的损失。

Pro/NC-CHECK 与 Pro/MANUFACTURING 一并使用时, 用户可用以仔细检定切割零件的每一部份, 节省了用户不必要地在昂贵机器上试用及操作的时间。因此, 将这些产品合并使用, 不仅节省了贵重资源, 也提供了一个加工制造的良好方案。

二十二、Pro/PLOT 模块

Pro/PLOT 是一个可选模块, 它提供了驱动符合工业标准的输入、输出设备能力 (如绘图仪、数字化仪、打印机等), Pro/PLOT 包括了 Pro/CALCOMP、Pro/HPGL2、Pro/VERSATEC、Pro/GERBER 四个模块。

- (1) Pro/CALCOMP 是 CALCOMP 系列外设驱动程序模块;
- (2) Pro/HPGL2 是 HP 系列外设驱动程序模块;
- (3) Pro/VERSATEC 是 VERSATEC 系列外设驱动程序模块;
- (4) Pro/GERBER 是 GERBER 系列外设驱动程序模块。

二十三、Pro/INTRALINK 模块

Pro/INTRALINK 提供一系列数据管理工具用于大规模复杂设计上的管理系统, 适合多组设计人员同步运行的工程作业环境。用户可集中管理所有设计文档的保存。Pro/INTRALINK 可应用于所有 Pro/ENGINEER 的应用软件, 并有效率地监控所有全双向关联性及参数化设计所发生的变化。由概念性设计以至加工制造工序, Pro/INTRALINK 各项功能均能对所有 Pro/ENGINEER 或非 Pro/ENGINEER 类型的数据控制自如。当中包括产品的组织管理、多重存取控制及安全保证、用户化的改变程序及报表生成、查询等功能。

二十四、Pro/REPORT 模块

Pro/REPORT 是 Pro/ENGINEER 的一个可选模块, 它提供了一个将字符、图形、表格和数据组合在一起以形成一个动态报告的功能强大的格式环境。它能使用户很方便地生成自己的材料清单 (BOM), 并可根据数据的多少自动改变表格的大小。功能包括:

- (1) 在报告中附加视图;
- (2) 填写报告的键盘提示参数;
- (3) 应用数据的特殊显示;
- (4) 所需数据的筛选和分类;
- (5) 显示/不显示的双重记录项。

二十五、Pro/SHEETMETAL 模块

Pro/SHEETMETAL 扩展了 Pro/ENGINEER 的设计功能, 用户可建立参数化的钣金

造型和组装,它包括生成金属板设计模型以及将它们放平成平面图形。Pro/ SHEETMETAL 提供了参照弯板库模型的弯曲和放平能力。同时支持库储存和替换用户可自定义的特征。

(1) 特征包括

① 壁:平面壁可以将示意壁连接到模型的选择边上。冲压壁可以沿着模型上垂直选择边冲压出壁的示意外形;

② 弯曲:允许用户规定如何弯曲一个模型的平面部分而不需要加一个新的材料;

③ 形状:允许将复杂形状表面掺合进板形件中。用户定义的形状特征库可以通过产生用户定义的形状特征以外的特征来生成;

④ 穿孔:穿孔特征允许用户预先定义自己的穿孔形式并将它们加到库里。穿孔包括一个座标系统,该座标用于 Pro/MANUFACTURING 的刀具定位数据的相对基准;

⑤ 槽:提供一个槽的形式库,该形式可由用户预先定义。开槽只需要两个定位基准。

(2) 操作包括

① 展平:将一个弯曲的板肋件展开成一个平面图形,可按照用户定义的方式进行;

② 弯曲:将一个平面图形弯成原来板肋件的弯曲状态。

Pro/SHEETMETAL 包括当进行放平操作时参照一系列弯曲表的功能。弯曲允许量是材料厚度、材质、半径和角度的函数。表格可以由外部生成并使用 **Bend Table** 命令进行修改。Pro/SHEETMETAL 允许用户制定板肋件的弯曲顺序并保存弯曲次序表,就像用于弯曲和展平的参考一样。Pro/SHEETMETAL 还允许用户将制造信息连接到一个形状特征上,该特征以后将被去除(多工具操作)。

二十六、Pro/SURFACE 模块

Pro/SURFACE 是一个可选模块,它扩展了 Pro/ENGINEER 的生成、输入和编辑复杂曲面和曲线的功能。Pro/SURFACE 提供了一系列必要的工具,使得工程师们在整个工业范围内很容易地生成用于飞机和汽车的气动曲线和曲面,船壳设计以及通常所碰到的复杂设计问题。功能包括:

(1) 生成曲线及曲线种类

① 在草图中画出示意几何体;

② 通过 IGES 接口输入曲线;

③ 通过 IGES 接口输入定义曲线的点;

④ 通过一系列点插值曲线;

⑤ 求二个曲面的交换;

⑥ 圆、样条曲线、二次曲线、复合曲线。

它们主要用于:

① 构造用于曲面实体模型的旋转几何体;

② 定义用于生成任意种类特征的几何体;

③ 定义扫描轨迹线;

④ 多点定义平滑线;

⑤ 增加或改变一个线框模型。

(2) 编辑曲线