



第三波

Pro/ENGINEER 系列丛书



北大宏博

Pro/ENGINEER

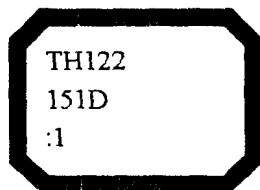
零件设计

基础篇
上

林清安 著
北大宏博 改编

北京大学出版社
<http://cbs.pku.edu.cn>





Pro/ENGINEER

零件设计-基础篇(上)

林清安 著

北大宏博 改编

北京大学出版社

内 容 简 介

本书是“Pro/ENGINEER 系列丛书”中的一本。Pro/ENGINEER 是著名的专业 CAD 类软件，在世界上有着相当广泛的应用。

本书主要包括：Pro/ENGINEER 硬件需求与软件安装说明、Pro/ENGINEER 基本概念、2D 剖面的设计、零件 3D 视角的控制、基准（Datum）特征的设计及实体特征的设计等。专业人员可以利用该书学习如何用 Pro/ENGINEER 来设计 3D 零件。另外，该书也可以作为大学“计算机辅助设计”类课程的课本或实习教材。

本书简体字中文版由第三波资讯股份有限公司授权北京大学出版社出版。专有出版权属北京大学出版社所有，未经许可，任何单位和个人不得以任何形式或任何手段复制或传播本书的一部分或全部

北京市版权局著作权合同登记号：图字 01-2000-0946

Pro/ENGINEER 零件设计：基础篇（上）/林清安著；北大宏博改编。—北京：北京大学出版社，2000.4

（Pro/ENGINEER 系列）

ISBN 7-301-01818-5

I. P... II. ①林...②北... III. 机械元件-机械设计：计算机辅助设计-应用软件，Pro/Engineer IV. TH13

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2000）第 07010 号

书 名：Pro/ENGINEER 零件设计——基础篇（上）

责任著作者：林清安 著 北大宏博 改编

责 任 编 辑：李晓红

标 准 书 号：ISBN 7-301-01818-5/TP·131

出 版 者：北京大学出版社

地 址：北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址：<http://cbs.pku.edu.cn>

电 话：出版部 62752015 发行部 62754140 62765126 编辑室 62765127

电 子 信 箱：wdzh@mail.263.net.cn

排 版 者：北京东方人华科技有限公司

印 刷 者：中国科学院印刷厂

发 行 者：北京大学出版社

经 销 者：新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 27.625 印张 654 千字

2000 年 12 月第一版 2001 年 2 月第四次印刷

定 价：53.00 元（上、下册共 126 元）



Parametric Technology Taiwan Ltd.

參數科技股份有限公司

台北總公司：台北市基隆路一段333號11樓1103室 電話：886-2-2758-8600 傳真：886-2-2757-7224
台中分公司：台中市西屯區文心路2段598號10樓之2 電話：886-4-310-3311 傳真：886-4-310-3334
高雄分公司：高雄市苓雅區新光路38號20樓之6室 電話：886-7-332-3211 傳真：886-7-332-3444

授權同意書

參數科技股份有限公司為美國 PARAMETRIC TECHNOLOGY

CORPORATION 在臺灣之分公司，依法授權林清安教授得使用

“Pro/ENGINEER User’s Guide”及 “Pro/ENGINEER Training Guide”

之書面圖片及電腦圖檔。

此致

臺灣科技大學 機械系

林清安 教授

授權人：參數科技股份有限公司

代表人：卓曾中 總經理

日期：西元1998年3月17日

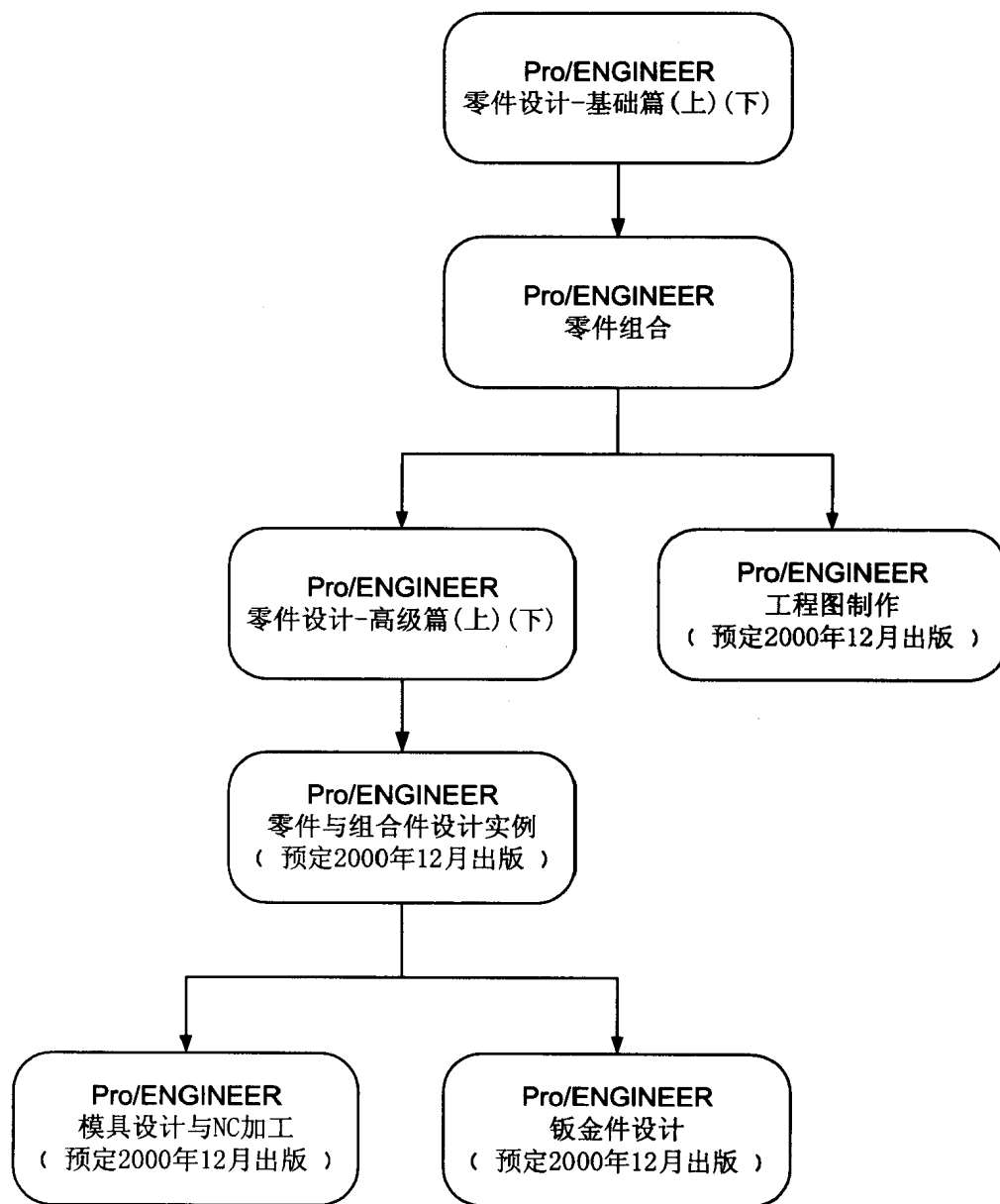
前 言

Pro/ENGINEER 自 1988 年问世以来, 10 年间已成为全世界及中国地区最普及的 3D CAD/CAM 系统。Pro/ENGINEER 在今日俨然成为世界 3D CAD/CAM 系统的标准软件, 广泛应用于电子、机械、模具、工业设计、汽机车、自行车、航天、家电、玩具等各行业。Pro/ENGINEER 可谓是个全方位的 3D 产品开发软件, 集合了零件设计、产品组合、模具开发、NC 加工、钣金件设计、铸造件设计、造型设计、逆向工程、自动量测、机构仿真、应力分析、产品数据库管理等功能于一体, 其模块众多, 且学习殊为不易。有鉴于此, 作者积 8 年来利用该软件进行多项实例设计与加工经验, 以及多年来教学之心得编写了一系列的 Pro/ENGINEER 书籍, 以提供给广大用户一个学习的捷径。

该 Pro/ENGINEER 系列书将于 2000 年陆续完成, 包含下列各册:

1. Pro/ENGINEER 零件设计—基础篇(上)
2. Pro/ENGINEER 零件设计—基础篇(下)
3. Pro/ENGINEER 零件设计—高级篇(上)
4. Pro/ENGINEER 零件设计—高级篇(下)
5. Pro/ENGINEER 零件组合
6. Pro/ENGINEER 零件与组合件设计实例
7. Pro/ENGINEER 工程图制作
8. Pro/ENGINEER 模具设计与 NC 加工
9. Pro/ENGINEER 钣金件设计

其阅读顺序如下:



本书目前主要是以 Pro/ENGINEER 2000i 来编写，但也涵盖 Pro/ENGINEER 20 的用法，因此可同时用于 Pro/ENGINEER 2000i 及 Pro/ENGINEER 20。此外，本书书后所附的训练文件也可用于 Pro/ENGINEER 19 及 Pro/ENGINEER 18。

本书包括以下主要内容：Pro/ENGINEER 硬件需求与软件安装、Pro/ENGINEER 基本概念、2D 剖面的设计、零件 3D 视角的控制、基准及实体特征的设计等。专业人员可以通过此书的学习，学会用 Pro/ENGINEER 进行 3D 零件的设计。另外，此书也适用于大学三、四年级“计算机辅助设计”课程的课本或实习教材。

本书在编写期间，我的许多的硕、博士研究生(梁树人、周育政、吕三和、卢文记、林泰舟、刘志宏、陈士文、陈清泉、魏庆隆、林灿炜、林文俊、彭圣介、简孟树、林守仪等)提供了出图及校稿方面的帮助，在此表示感谢。除此之外，参数科技公司台湾分公司的卓曾中总经理及陈明钧亦提供了多方面的协助，在此同表谢忱。最后，衷心感谢我太太无怨无悔的支持与辛勤的文稿打字。

本书虽经再三校对，但疏漏之处在所难免，盼各界人士赐予指正，待再版时加以修正。

林 清 安

于 台湾科技大学 机械系

符号说明

本书在说明 Pro/ENGINEER 操作步骤时，所用的符号说明如下：

1. 粗体、斜体、小写字 (例如: *File / Open* 的 *File*): 主菜单 (见图 1)。
2. 粗体、斜体、大写字 (例如: *PART/Feature* 的 *PART*): 菜单的标题 (见图 1)。
3. 正体字 (例如: *PART/Feature* 的 Feature): Pro/ENGINEER 命令 (见图 1)。

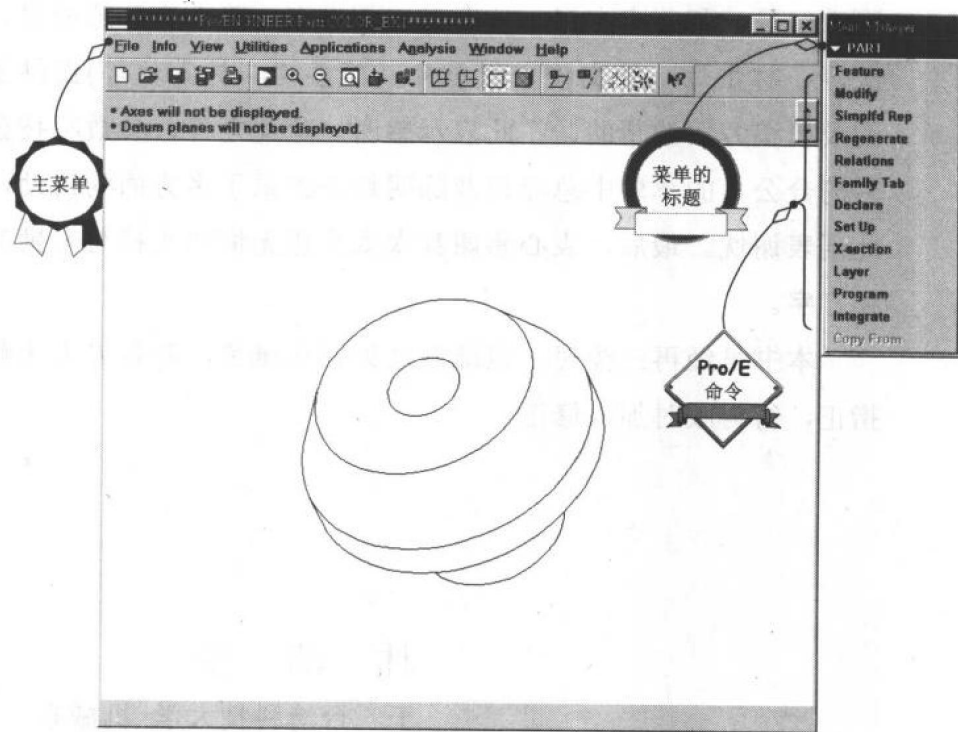


图 1

4. → (例如: Feature → Create): 不同菜单的命令 (见图 2)。

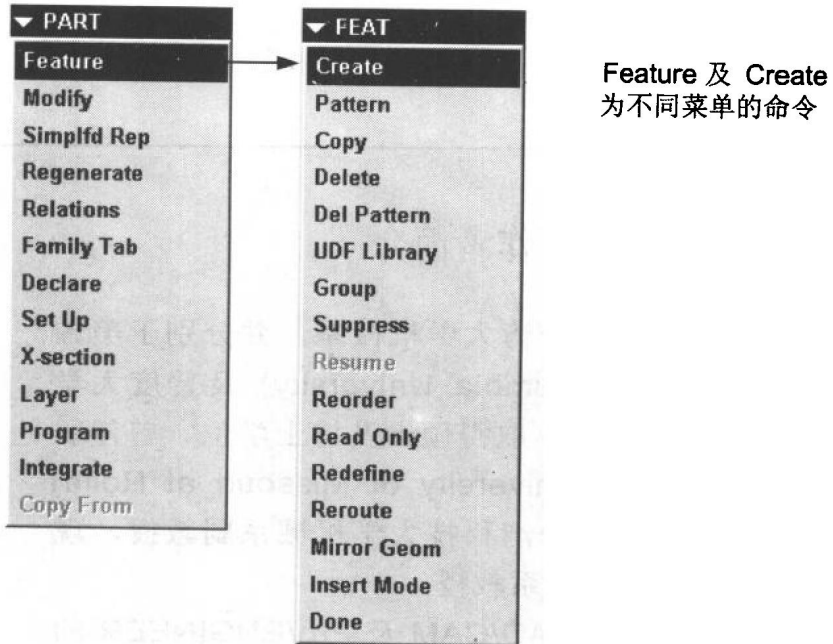


图 2

5. | (例如: Extrude | Solid | Done): 同一菜单中的命令 (见图 3)。

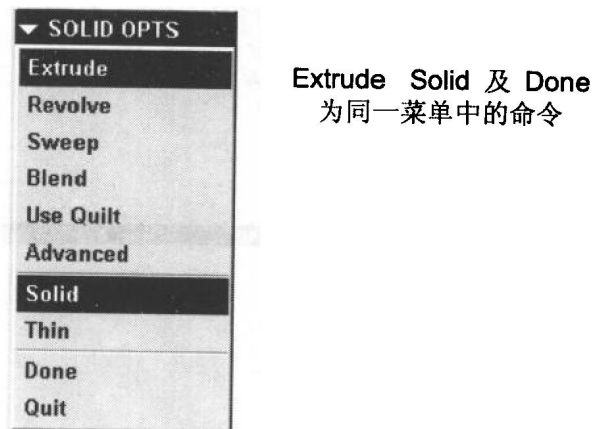


图 3

作者简介

林清安毕业于台湾大学机械系，并分别于美国哥伦比亚大学 (Columbia University) 及普度大学 (Purdue University) 取得硕士及博士学位。曾任职美国密苏里大学 (University of Missouri at Rolla) 机械系助理教授及台湾科技大学机械系副教授，现为台湾科技大学机械系教授。

作者从事 3D CAD/CAM 及 Pro/ENGINEER 的教学/研究工作近 15 年，发表了 30 余篇研究学术论文 (Journal paper)，并主持 20 余项与 Pro/ENGINEER 相关的工业界实例研发计划。此外，近 4 年来每年培育约 500 位 Pro/ENGINEER 专业工程师，为电子、机械等相关产业尽了心力。

目 录

第 1 章 Pro/ENGINEER 参数式设计的奥秘 /1~10

- 1.1 Pro/ENGINEER 参数式设计特性.....2
- 1.2 以简例探讨 Pro/ENGINEER 参数式设计特性.....3

第 2 章 Pro/ENGINEER 基本操作 /11~40

- 2.1 窗口画面布置及说明 11
- 2.2 主菜单 13
- 2.3 文件的存取 17
- 2.4 窗口基本操作 26
- 2.5 历史文件的使用 37

第 3 章 Pro/ENGINEER 参数式剖面设计 /41~152

- 3.1 何谓剖面42
- 3.2 剖面绘制的基本步骤42
- 3.3 剖面绘制命令结构45
- 3.4 产生剖面几何图形元素的命令49
- 3.5 修改剖面几何图形元素的命令64
- 3.6 限制剖面几何的命令67
- 3.7 Regenerate 的探讨99
- 3.8 Regenerate 失败讯息的处理101
- 3.9 剖面绘制的一般要诀104
- 3.10 练习141

第 4 章 Pro/ENGINEER 三维视角的控制 /153~182

- 4.1 三维视角控制的主目录——View153
- 4.2 3D 物体的旋转——Spin161
- 4.3 视角方向的设置——Orientation164
- 4.4 颜色的设置172
- 4.5 视角环境的设置178

第 5 章 Pro/ENGINEER 基准特征的建立 /183~226

- 5.1 基准面184
- 5.2 基准坐标系199
- 5.3 基准点208
- 5.4 基准线211

5.5 基准轴	213
5.6 基准特征显示的控制	224

第 6 章 Pro/ENGINEER 实体特征的建立 /227~396

6.1 特征之基本概念	227
6.2 建立立体锥形特征	231
6.3 建立设计特征	255
6.4 实体特征之复制	326
6.5 实体特征建构范例	341
6.6 Pro/ENGINEER 系统环境的设定	370
6.7 练习	387

附录 A Pro/ENGINEER 硬件需求与软件安装说明 /397~426

A.1 硬件需求	397
A.2 软件安装	398

第 1 章

Pro/ENGINEER 参数式设计的奥秘

参数式设计就是将零件尺寸的设计用参数来描述，并在设计修改时通过修改参数的数值来更改零件的外形。参数设计的思想在工业界中传播了许多年，1988年，Pro/ENGINEER 以参数设计的思想问世以后，业界人士即对参数设计的 CAD/CAM 系统翘首以待。Pro/ENGINEER 对于传统机械设计工作来说，有相当大的帮助作用，因为 Pro/ENGINEER 中的参数不只代表设计对象的外观相关尺寸，并具有实质上的物理意义。例如我们可以运用系统参数 (System parameters, 如体积、表面积、重心、三维坐标等)，或用户自行依设计流程需求所定义的用户定义参数 (User defined parameters, 如密度、厚度等具有设计意义的物理量或字符串) 加入设计构思中，来表达设计思想。这项参数设计的功能不但改变了设计的概念，并且将设计的便捷性推进了一大步。以下本章将就 Pro/ENGINEER 的四个主要特性来加以说明。

1.1**Pro/ENGINEER 参数式设计的特性**

Pro/ENGINEER 参数式设计的特性如下：

1. 3D 实体模型(Solid model)

3D 实体模型除了可以将用户的设计思想以最真实的模型在计算机上表现出来之外，借助于系统参数(System parameters)，用户还可随时计算出产品的体积、面积、重心、重量、惯性大小等，以了解产品的真实性，并补足传统面结构、线结构(Wireframe)的不足。用户在产品的设计过程中，可以随时掌握以上重点，设计物理参数，并减少许多人为计算时间。

2. 单一数据库(Single database)

Pro/ENGINEER 可随时由 3D 实体模型产生 2D 工程图，而且自动标示工程图尺寸。不论在 3D 还是 2D 图形上作尺寸修正，其相关的 2D 图形或 3D 实体模型均自动修改，同时组合、制造等相关设计也会自动修改，这样可确保数据的正确性，并避免反复修正的耗时性。由于采用单一数据库，提供了所谓双向关连性的功能，这种功能也正符合了现代产业中所谓的同步工程(Concurrent engineering)思想。

3. 以特征作为设计的单位(Feature-based design)

初次使用 Pro/ENGINEER 的用户肯定会对特征(Feature)感到亲切，Pro/ENGINEER 以最自然的思考方式从事设计工作，如孔(Hole)、开槽(Slot)、做成圆角(Round)等均被视为零件设计的基本特征，除了充分掌握设计思想之外，还在设计过程中导入实际的制造思想；也正因为以特征作为设计的单元，因此可随时对特征做合理、不违反几何的顺序调整(Reorder)、插入(Insert)、删除>Delete)、重新定义(Redefine)等修正动作。

4. 参数式设计(Parametric design)

配合单一数据库, 所有设计过程中所使用的尺寸(参数)都存在数据库中, 修改 CAD 模型及工程图不再是一件难事, 设计者只需更改 3D 零件(Part)的尺寸, 则 2D 工程图(Drawing)、3D 组合(Assembly)、模具(Mold)等就会依照尺寸的修改做几何形状的变化, 以达到设计修改工作的一致性, 避免发生人为改图的疏漏情形, 且减少许多人为改图的时间和精力消耗。也正因为有参数式的设计, 用户才可以运用强大的数学运算方式, 建立各尺寸参数间的关系式(Relation), 使得模型可自动计算出应有的外型, 减少尺寸逐一修改的繁琐费时, 并减少错误发生。

1.2

以简例探讨 Pro/ENGINEER 参数式设计的特性

图 1.1 所示为一把水壶的设计, 该水壶有本体及盖子两部分, 由此实例我们可以了解:

1. 如何以特征化设计(Feature-based design)的方式来做零件的造型设计。
2. 参数式设计的过程。
3. 3D 零件如何与 3D 组合件及 2D 工程图结合在一起。
4. Pro/ENGINEER 如何表达设计思想。

步骤1 建立水壶本体的外形

此步骤产生一个“突出”特征, 该特征是由图 1.2 左边的剖面旋转 360° 所形成的, 其剖面的尺寸及 360° 即为此特征的参数。

步骤2 挖空圆柱

此步骤产生一个厚度为 2 的外壳(Shell)特征(见图1.3), 尺寸 2 即为该特征的参数。

步骤3 进一步修饰整体的造形设计



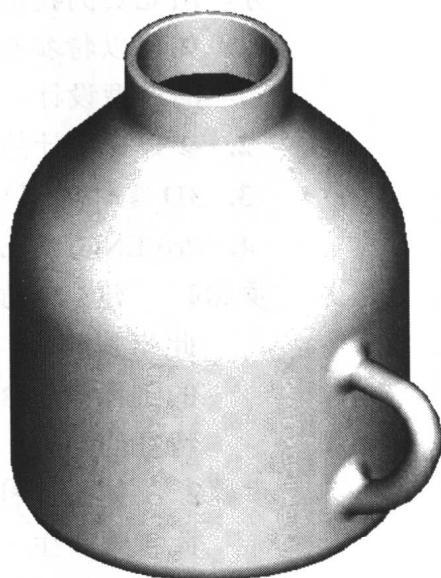
零件 1



零件 2



组合件



分解图

图 1.1