Pro/ENGINEER 2000i^2
零件设计高级篇(上)

林清安　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 自 1988 年以参数设计的面貌问世以来，现已发展成为 3D CAD/CAM 系统的标准软件，广泛应用于电子、机械模具、工业设计等各行业。本书主要介绍如何用 Pro/ENGINEER 创建复杂的 3D 实体或曲面，包括 Pro/ENGINEER 常用的技巧、特征创建失败的处理方法，以混成、扫描及混成扫描的方法来创建复杂的实体或曲面特征以及利用边界线来创建曲面特征，最后以多个综合范例来说明复杂的实体或曲面特征在复杂零件设计上的实际应用。本书通过详细、简洁的零件设计范例让读者从中培养实际的造型设计能力与产品开发能力。

本书内容翔实，设计范例简洁明了，适合电子、机械、模具和工业设计等领域的工程设计人员使用，也适合作为工科院校计算机辅助设计的学习教材。

本书繁体字版名为《Pro/ENGINEER2000i^2 零件设计高级篇（上）》，由知城数位科技股份有限公司出版，版权属林清安所有。本书简体中文版由知城数位科技股份有限公司授权清华大学出版社独家出版。未经本书原版出版者和本书出版者书面许可，任何单位和个人均不得以任何形式或任何手段复制或传播本书的部分或全部内容。

北京市版权局著作权合同登记号：图字　　号

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^2 零件设计高级篇(上)
作　　者：林清安
责 任 编 辑：张彦青
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：　　印刷厂
发　行　者：新华书店总店北京发行所
开　　本：787×1092　1/16　印张：30.25　字数：731 千字
版　　次：2001 年 8 月第 1 版　　2001 年 8 月第 1 次印刷
书　　号：ISBN 7-900637-02-8
印　　数：0001~5000
定　　价：58.00 元(含 1 张光盘)

前　言

Pro/ENGINEER 自 1988 年问世以来，十多年来已成为全世界最普及的 3D CAD/CAM 系统。在今天，Pro/ENGINEER 已经成为 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、产品装配、模具开发、数控加工、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。笔者有鉴于此，凭借 10 年来使用此软件进行多项实务设计与加工经验，以及多年来教学的心得撰写了 Pro/ENGINEER 的一系列丛书，以此提供给各公司应用此软件的工程师及各大专院校攻读 CAD/CAM 课程的同学一个学习的途径。

Pro/ENGINEER 2000i^2 系列丛书将于公元 2001 年间陆续完成，包含下列各册：

1. Pro/ENGINEER 2000i^2 零件设计基础篇(上)（附多媒体教学光盘）
2. Pro/ENGINEER 2000i^2 零件设计基础篇(下)（附多媒体教学光盘）
3. Pro/ENGINEER 2000i^2 零件设计高级篇(上)（附范例光盘）
4. Pro/ENGINEER 2000i^2 零件设计高级篇(下)（附范例光盘）

本书主要介绍如何创建造型复杂的 3D 实体或曲面，涵盖的主题包括：Pro/ENGINEER 常用的技巧、特征创建失败的处理程序、以 Blend、Sweep（含 Variable Section Sweep、Helical Sweep、3D Sweep）及 Swept Blend 来创建复杂的实体或曲面特征、以及利用边界线来创建曲面特征，最后再用多个综合范例来介绍复杂实体或曲面特征在复杂零件设计上的实际应用。业界人士可以利用此书学习如何以 Pro/ENGINEER 2000i^2 来进行较复杂的 3D 零件设计。另外，此书也适用于工科院校计算机辅助设计课程的上课或实习教材。

本书目前主要是以 Pro/ENGINEER 2000i^2 来编写，但随书光盘所附的范例文件（为练习本书各章节的范例时所需的文件）也可用于 Pro/ENGINEER 2000i。所有的范例文件都放在目录 Train_file_Adv-1 之下，直接将此目录复制到硬盘，即可由 Pro/ENGINEER 2000i 或 2000i^2 调用。若有任何问题或想要更多关于 Pro/ENGINEER 的信息，请访问www.linproe. com.tw。

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，俟再版时加以修正。

林清安
谨识于　台湾科技大学机械系
E-mail: alin@mail.ntust.edu.tw
Website: www.linproe.com.tw

符号说明

本书在说明 Pro/ENGINEER 2000i^2 操作步骤时，所用的符号介绍如下：

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

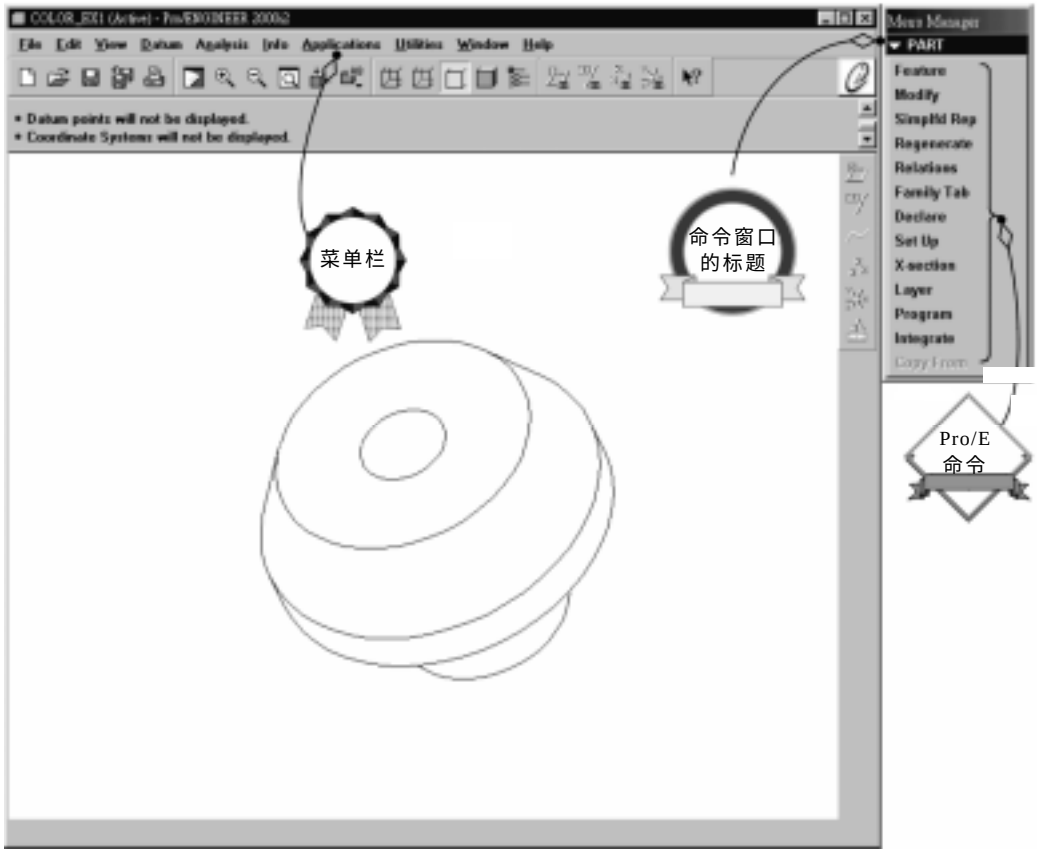


图 1

4. →（例如：Feature → Create）：不同窗口的命令（见图 2）。



图 2

5. ｜（例如：Extrude｜Solid｜Done）：同一窗口中的命令（见图 3）。

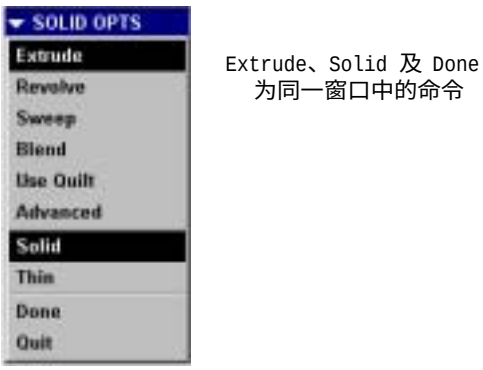


图 3

随书光盘的使用说明

本书所附的光盘含有练习本书各章节的范例时所需的文件，所有文件都放置在 Train_file_Adv-1 目录下，请直接将此目录复制到硬盘，即可由 Pro/ENGINEER 2000i 或 2000i^2 打开。此外，也请将光盘内的文件 config.pro 复制到 \loadpoint\text 目录下（loadpoint 代表 Pro/E 的安装目录，如 C:\Program Files\2000i2）或 Pro/E 的默认工作目录（默认的工作目录可以在 Windows NT 下，用鼠标右击 Pro/E 的启动图标，然后再以“属性→快捷方式→开始”查得；若为 Windows 95/98，则以“属性→程序→工作目录”查得）。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目 录

第 1 章 特征创建失败的处理技巧 1

1.1 常用的技巧 2
1.2 特征创建失败原因之一：Unattach 16
1.3 特征创建失败的处理 19

第 2 章 以 Blend 创建复杂的特征 43

2.1 Blend 选项说明 44
2.2 混合范例 49

第 3 章 以 Sweep 创建复杂的特征 71

3.1 变化剖面扫描 72
3.2 Helical Sweep 236
3.3 3D Sweep 248

第 4 章 以 Swept Blend 创建复杂的特征 255

4.1 Swept Blend 简介 256
4.2 Swept Blend 范例 258

第 5 章 以边界线创建曲面特征 295

5.1 Boundaries 的选项说明 296
5.2 Boundaries 范例 308

第 6 章 复杂零件设计实例 375

6.1 汤匙设计 376
6.2 鼠标上盖设计 398
6.3 鼠标下盖设计 429
6.4 洗涤剂塑料瓶设计 438

第 1 章　特征创建失败的处理技巧



在利用 Pro/ENGINEER 进行 3D 模型的创建时，经常会因为各种原因造成特征的创建失败，此时必须依靠用户对于 3D 模型的感受程度及对 Pro/ENGINEER 系统的熟悉程度来找出特征失败的原因，并进一步以 Redefine、Reroute、Reorder、Suppress 等方式来解决问题。本章首先简述使用 Pro/ENGINEER 时常用的技巧，然后说明特征失败的原因之一——Unattach，最后再进一步探讨如何解决特征失败的问题。



1.1 常用的技巧

下面是利用 Pro/ENGINEER 进行设计工作时常用的技巧：

1. 开始创建 3D 模型前，先创建 3 个默认的基准坐标系 (Datum coordinate system) PRT_CSYS_DEF 及基准平面 (Default datum plane) RIGHT、TOP、FRONT，如图 1.1 所示，其作用如下：

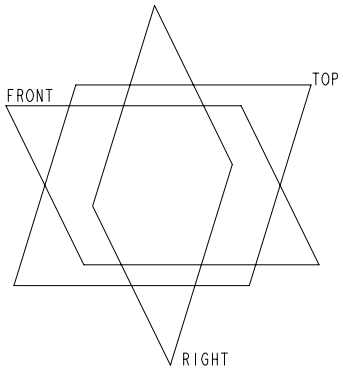


图 1.1

- 有助于 3D 几何模型的创建：以默认基准面作为剖面的绘图平面、参考平面、剖面尺寸标注参考面或对齐参考面，由这种方式所创建的实体或曲面由于是以默认基准面作为参考数据的，因此可以避免产生实体与实体、实体与曲面或曲面与曲面之间不必要的父子关系，使得 3D 几何模型创建与修改的成功机率大为提高。
- 方便视角的选定：以默认基准面定义前视、俯视及轴侧视图等。
- 方便零部件的装配：以默认基准面作为两个零部件贴合或排列在一起的参考面。

2. 使用图层
   - 可以在 3D 模型中创建许多图层，并指定容易识别的名称，分别来存放许多不同的对象。
   - 当不需要某个图层内的对象时，可以将图层隐藏起来，以简化画面，使设计工作较为简单。
   - 也可以配合 Suppress/Resume 的命令使用，控制图层的打开与关闭。

详细的图层使用说明请参照笔者所著《Pro/ENGINEER 2000i² 零件设计基础篇（下）》第 1 章。

3. 使用临时基准面
   - 在创建不规则形状特征 (Sketched feature) 时，需要指定绘图平面与相关的参考平面，以进行剖面的绘制，通常我们会使用基准面来

作为绘图平面与参考平面。

- 在特征创建的过程中以 Make Datum 命令创建的基准面称做临时基准面。
- 临时基准面有以下优点：
  - 当特征创建完成后基准面不会显示在屏幕中。
  - 因为没有先创建基准面，所以特征的数目较少。
  - 创建临时基准面时所用到的参数变为特征的参数。

例如在图 1.2 左图中，若要创建一个小圆柱体，则应先创建了一个基准面的特征，再利用此基准面作为绘图平面来创建小圆柱体，该方式会产生如下问题：

(1) 多了一个基准面特征（如图 1.2 左图中所示的 DTM4）。

(2) 修改小圆柱体（即图中的 Protrusion 特征）时，小圆柱体的长度尺寸 8 无法显示出来，这是因为小圆柱体的长度尺寸是由基准面（如图 1.2 左图所示的 DTM4）所控制，而不是由小圆柱体所控制。详细的特征创建过程请参照笔者所著《Pro/ENGINEER 2000i^2 零件设计基础篇（上）》第 6 章。

上述两个问题都可通过“临时基准面”来解决，如图 1.2 右图所示。

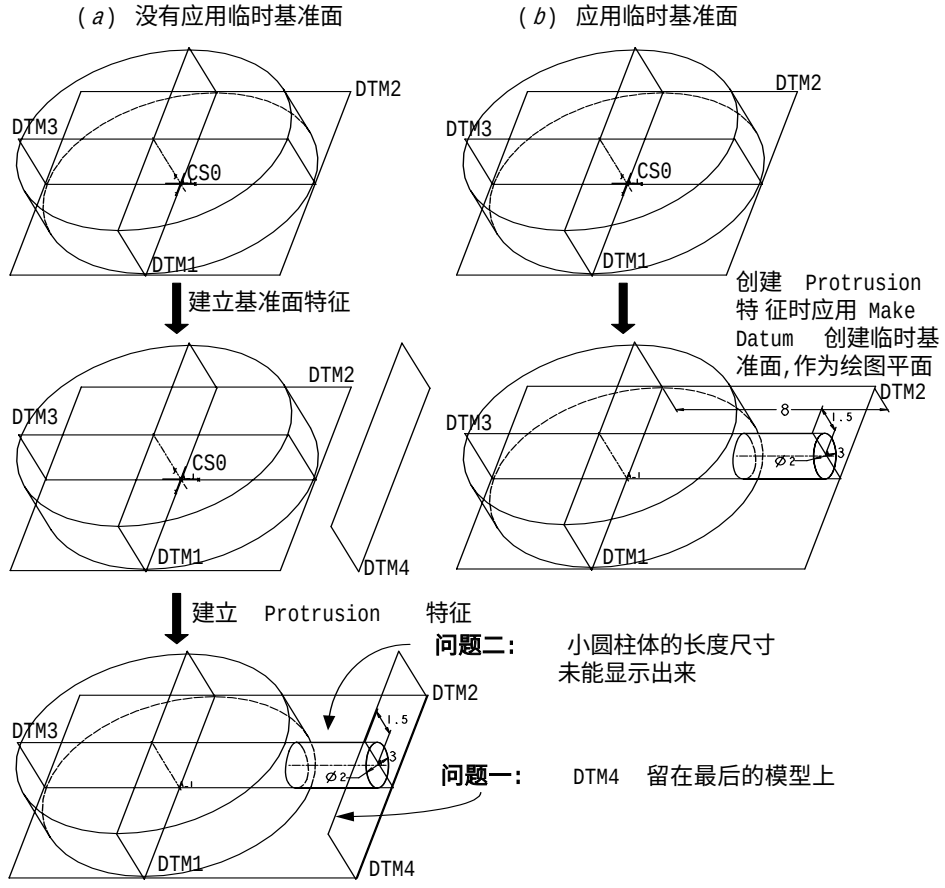
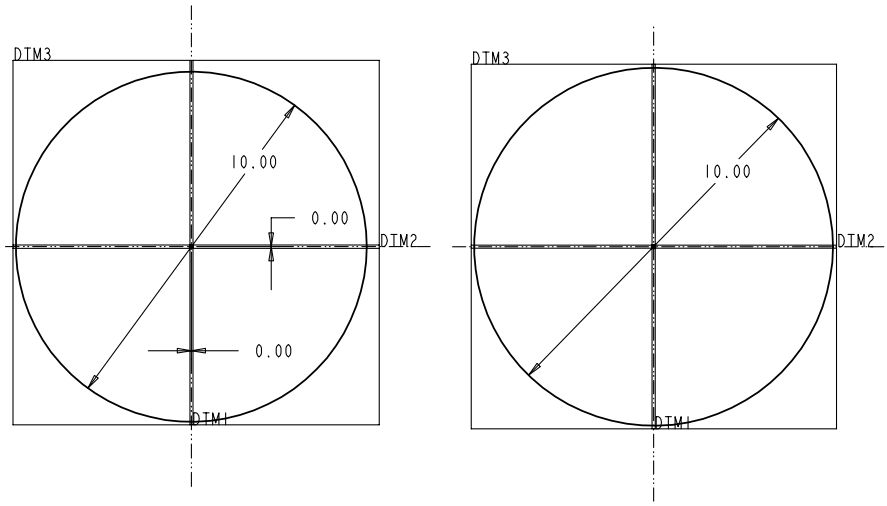


图 1.2

4. 有效使用剖面绘制 (Sketcher) 中的一些命令，如 Align、Unalign、Use Edge、Offset Edge、Mirror、Point、Centerline 等。
   - Align：为了避免不必要的位置尺寸标注，我们常使用 Align 以使目前正在绘制的 2D 几何元素（点、直线、中心线、圆、创建圆、圆弧、长方形、二次曲线、Spline 曲线、文字、局部坐标系等）落在已完成的特征的几何元素上。例如在图 1.3 左图中，若没有使用 Align 命令，就必须标注圆心的位置尺寸，否则圆心无法定位（这将是非常奇怪的尺寸标注），而图 1.3 右图即是将圆心定位至 DTM1 及 DTM2 的作法。



(*a*) 圆心没有对齐　　(*b*) 圆心对齐至DTM1及DTM2

图 1.3

   - Unalign：取消 Align 的指定。
   - Use Edge：使用已完成的特征的边作为现有剖面的元素。
   - Offset Edge：将已完成的特征的边偏移一段距离作为现有剖面的元素。
   - Mirror：将已完成的剖面几何元素对一条中心线作镜像。
   - Points 与 Centerline：可以作为创建其他几何元素时的参考，或作为几何约束条件。例如，在图 1.4 左图中，若没有使用 3 个点，则必须标注两个位置尺寸，而图 1.4 右图即是使用 3 个点使剖面自动居中的作法。又如，在图 1.5 左图中，若没有使用中心线，则需标注剖面的水平及竖直位置尺寸，而图 1.5 右图是使用中心线，因此省略了剖面的水平及铅直位置尺寸的标注，并表达剖面能上下对称及左右对称的设计理念。

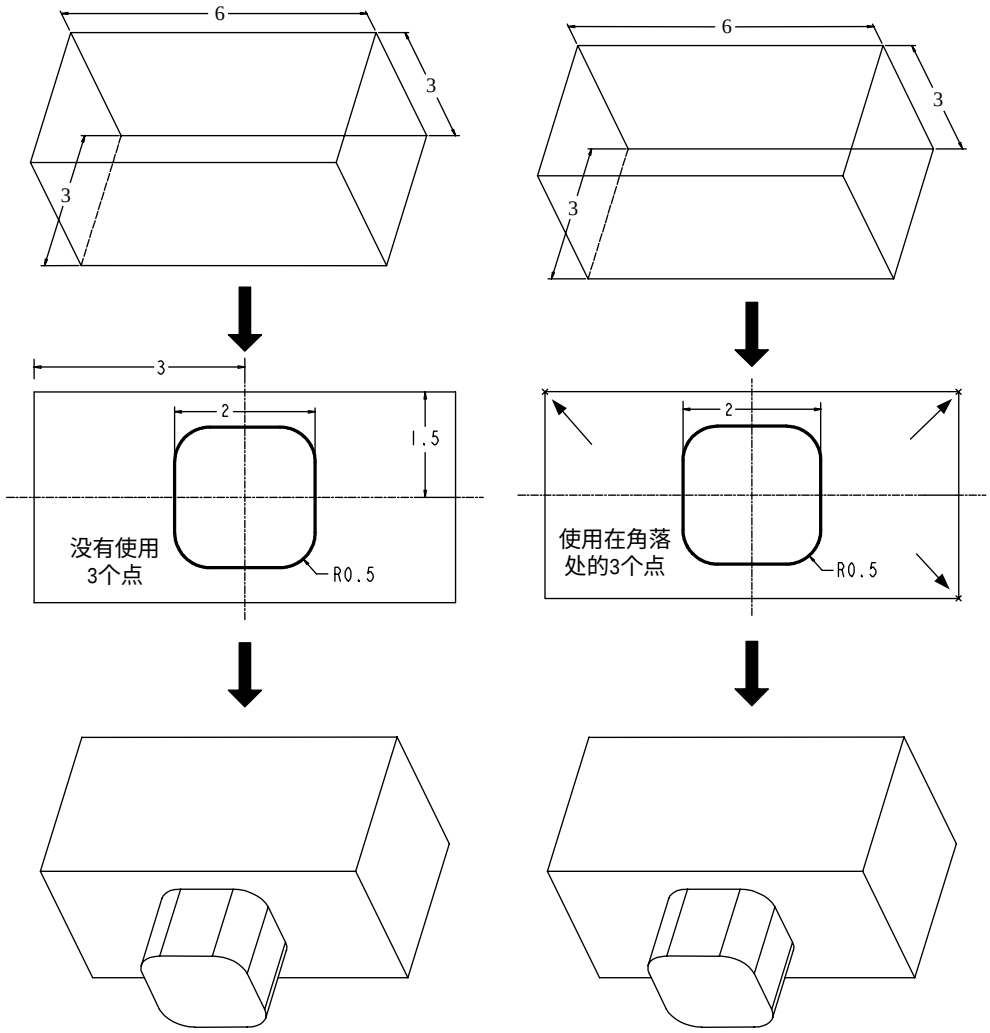
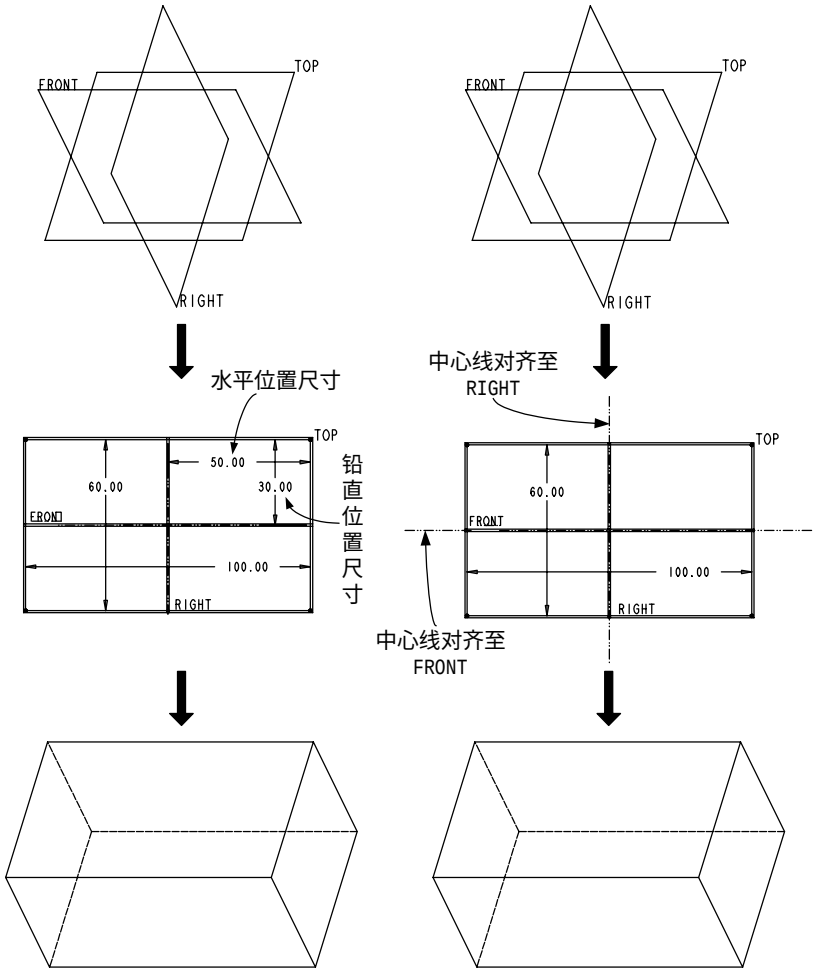


图 1.4

需要全本请访问 www.ertongbook.com



(*a*) 剖面没有使用中心线　　(*b*) 剖面使用中心线

图 1.5

- Constraints：解释、激活与解除几何元素的约束条件。

详细的 Sketcher 用法请参照笔者所著《Pro/ENGINEER 2000i² 零件设计基础篇（上）》第 3 章。

5. 使用 Reorder 命令

- 当已创建完成的特征有创建顺序不正确的情形，可以利用 Reorder 命令来更改特征的先后顺序。
- 假使 Reorder 命令不能够顺利完成时，必须检查特征之间的父子关系，必要时将其他的父子关系先重新排序。
- 也可以进入 Insert 模式在几何模型的某一个步骤上插入一个特征。

详细的 Reorder 命令用法说明请参照笔者所著《Pro/ENGINEER 2000i² 零件设计基础篇（下)》第 2 章。

6. 使用 Redefine 命令

- 当需要修改已创建完成的特征时，并不需要删除该特征，可以利用 Redefine 命令来更改特征的属性、特征成长方向、剖面几何元素与尺寸 (Section → Sketch)、绘图平面或参考平面 (Section → Sketch plane)、剖面尺寸标注方式 (Section → Scheme)、参考几何 (Reference) 等等。详细的 Redefine 用法说明请参照笔者所著《Pro/ENGINEER 2000i^2 零件设计基础篇（下）》第 2 章。

7. 使用 Reroute 命令
   - 使用 Reroute 命令来改变特征之间的父子关系，可以选择新的绘图平面、参考平面、尺寸标注参考、特征放置位置等。详细的 Reroute 用法说明请参照笔者所著《Pro/ENGINEER 2000i^2 零件设计基础篇（下）》第 2 章。
8. 使用 Suppress 命令
   - 使用 Suppress 命令将复杂的特征暂时删除，可以节省 3D 模型重新生成的时间，并且可以使屏幕上显示的特征减少，使得设计工作较为简单。例如，图 1.6 中使用 Suppress 命令将鼠标的 3 个凹槽暂时删除掉，等鼠标右侧的几何造型都完成时，再恢复 (Resume) 3 个凹槽，这样，在创建鼠标右侧的几何造型时，省掉许多重新生成 3 个凹槽的时间。详细的说明请参照笔者所著《Pro/ENGINEER 2000i^2 零件设计基础篇（下）》第 2 章。

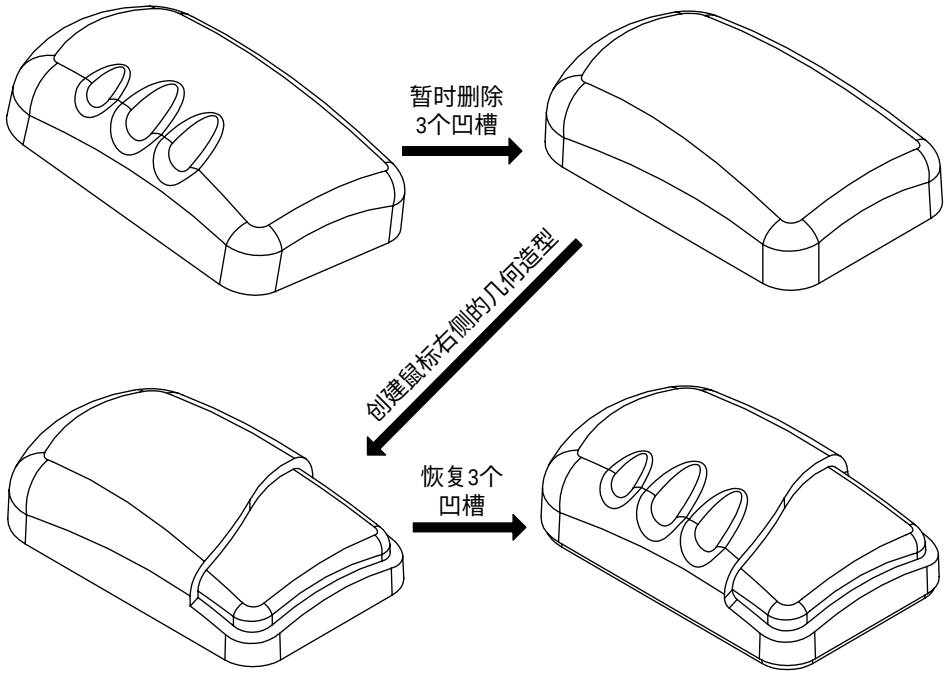


图 1.6

9. 使用 Info 及 Analysis

- 运用 Info 及 Analysis 可以检查模型尺寸的正确性及模型创建的过程。详细的 Info 及 Analysis 用法说明请参照笔者所著《Pro/ENGINEER 2000i^2 零件设计基础篇（下）》第 4 章。

10. 保存常用的视角
    - 某些常用的视角可以其保存起来，当需要使用时，可选择视角名称，使所需的视角很快地在屏幕上显示，这样可以节省调整视角的时间与减少麻烦。
11. 使用事先设置好的起始零件
    - 在 Pro/ENGINEER2000i^2 中，当生成一个新的零件文件时，系统会自动生成默认坐标系 PRT_CSYS_DEF、3 个默认基准面 RIGHT、TOP、FRONT（代表这 3 个基准面的正法线方向分别朝向右方、上方及前方，即正 *x* 轴、正 *y* 轴及正 *z* 轴）及常用的 6 个视角 FRONT、BACK、LEFT、RIGHT、TOP、BOTTOM。
12. 设置用户自定义的环境与命令
    - 可以将某些常做的操作设置为命令，使得在自己熟悉的环境中工作，减少设置的时间。以下就是在新零件中设置默认基准面、常用视角及常用图层名作为默认环境的范例。

起始零件范例

步骤 1　创建一个标准零件 base_solid.prt

(1) 创建新的零件文件

File / New（或单击新建文件的按钮 ）

→ [输入零件名称：base_solid，清除 Use default template 复选框 → OK]

→ [选择 mmns_part_solid 后单击 OK 按钮（mmns 为 mm、Newton、second 的公制单位缩写）]

→ [基准坐标系 PRT_CSYS_DEF 及基准面 RIGHT、TOP、FRONT 显示在画面上，如图 1.7 所示]

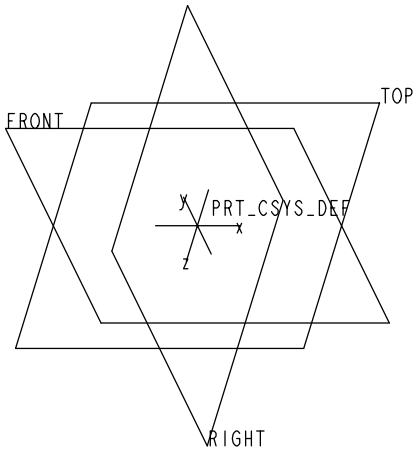


图 1.7

(2) 设置常用图层的名称

View / Layers

→ [选择所有的图层后以 *Layer*/Delete → Yes 删除默认图层的名称]

→ *Layer*/New

→ [输入图层的名称：surfaces，按 Enter 键]

→ [输入图层的名称：curves，按 Enter 键]

→ [输入图层的名称：points，单击 OK 按钮]

→ [在 *Layers* 对话框中单击 Close 按钮结束图层的设置]

(3) 存盘并退出

File / Save（或单击保存按钮）

→ [按 Enter 键以接受默认的文件名：BASE_SOLID.PRT]

Window / Close Window

步骤 2　用 Mapkeys 记录环境设置的步骤

Utilities / Mapkeys

→ [在 *Mapkeys* 对话框中单击 New 按钮，如图 1.8 的 1 所示]

→ [打开 *Record Mapkey* 对话框，如图 1.8 的右图所示]

→ [在 Key Sequence 列表框中输入快捷键的名称：base_solid，如图 1.8 的 2 所示]

→ [在 *Record Mapkey* 对话框中单击 Record 按钮，如图 1.8 的 3 所示]

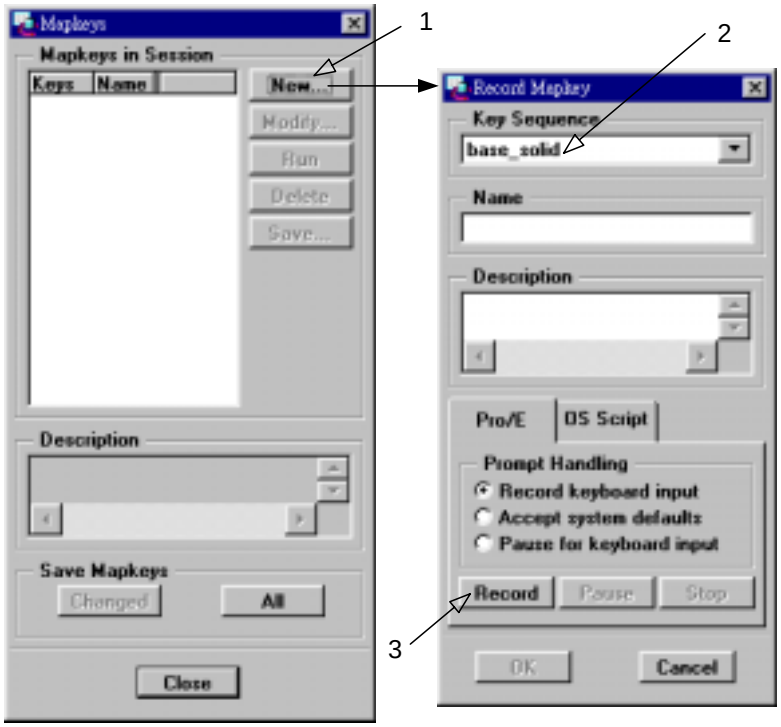


图 1.8

→ [以下命令将自动被记录：

********** 命令记录开始 **********

File / Open（或单击打开按钮）

→ [选取零件：base_solid.prt → Open]

→ [零件显示于主窗口]

File / Save As（或单击另存为按钮）

→ [在 *Record Mapkey* 对话框中单击 Pause 按钮（见图 1.9），中断 Pro/E 命令的记录，使系统能接受用户输入的新的零件名称]



图 1.9

→ [打开 *Resume Prompt* 对话框，输入提示内容：Input new file name.（如图 1.10 所示），然后单击 OK 按钮（注意：以后使用快捷键 “base_solid” 时，将会出现此提示信息，然后等候用户输入新的零件名）]



图 1.10

→ [在 *Save As* 对话框的 New Name 文本框中任意输入一个新文件名(如 temp），然后单击 OK 按钮]

→ [在 *Record Mapkey* 对话框中单击 Resume 按钮（见图 1.11），恢复 Pro/E 命令的记录]

需要全本请访问 www.ertongbook.com