

Pro/ENGINEER

零件设计-高级篇（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，在世界有着相当广泛的应用。

本书主要包括：Pro/ENGINEER 的常用技巧、特征建立失败的处理方法、深入学习 Blend 特征、深入学习 Sweep 特征（包含 Variable Section Sweep、Helical Sweep 及 3D Sweep）的设计及 Boundaries Surface 的设计，最后用多个综合范例来说明高级特征设计的实际应用。专业人员可以利用该书学习如何用 Pro/ENGINEER 来设计较复杂的 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 01-2000-0947

Pro/ENGINEER 零件设计：高级篇.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 7-301-01820-7

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 07012 号

书 名：Pro/ENGINEER 零件设计——高级篇(上)

责任著作者：林清安 著 北大宏博 改编

责 任 编 辑：王冬

标 准 书 号：ISBN 7-301-01820-7/TP·133

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 30.5 印张 742 千字

2000 年 4 月第一版 2000 年 4 月第一次印刷

定 价：59.00 元（上、下册共 151 元）



Parametric Technology Taiwan Ltd.
參數科技股份有限公司

台北總公司：台北市重慶路一段333號11樓1103室 電話：886-2-2758-8600 傳真：886-2-2759-7224
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

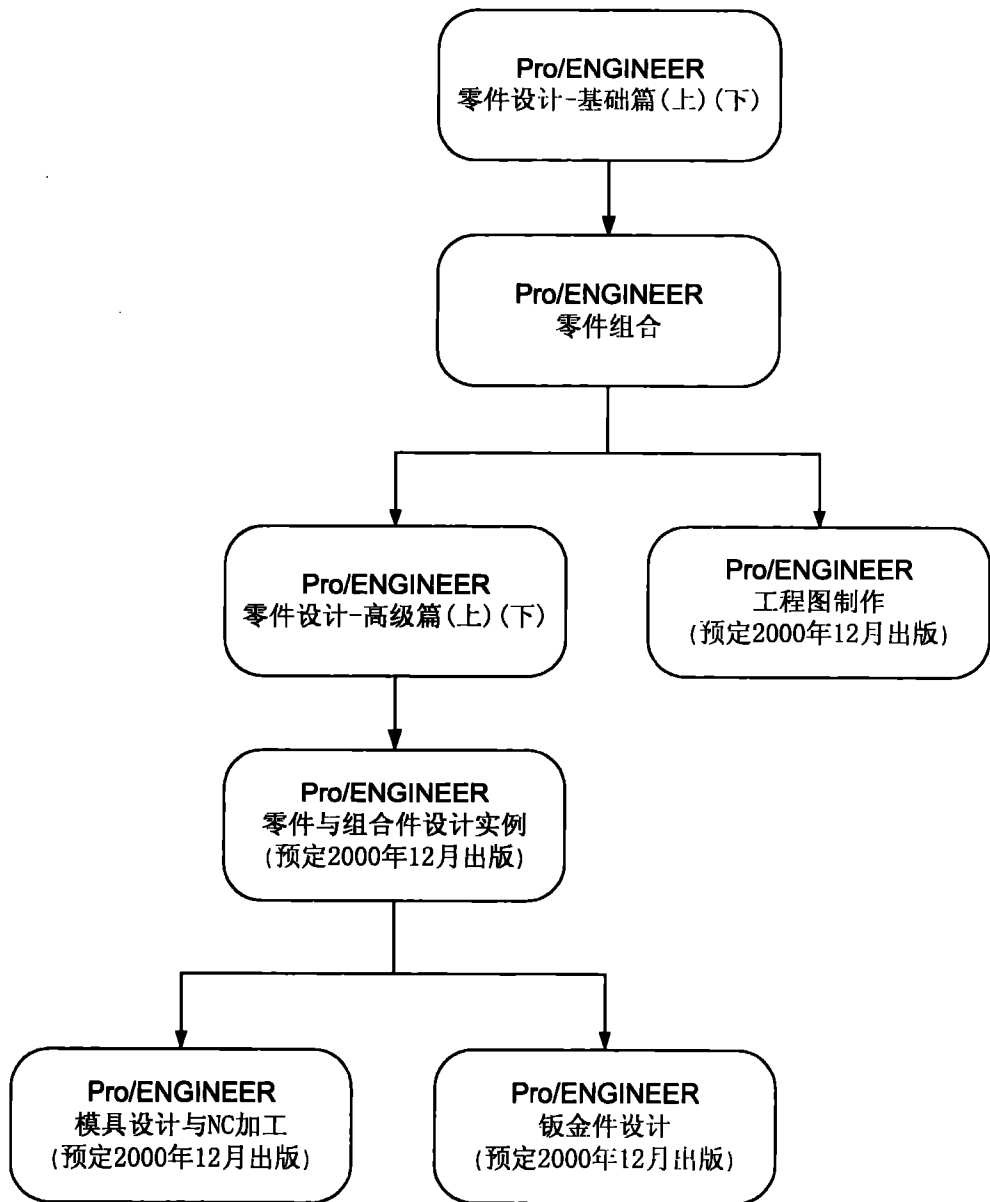
前 言

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。

本书主要介绍如何建立形状复杂的 3D 实体或曲面，涵盖的主题包括：Pro/ENGINEER 常用的技巧、特征建立失败的处理程序、高级 Blend 特征、高级 Sweep 特征（含 Variable Section Sweep、Helical Sweep 及 3D Sweep）、Swept Blend 特征及 Boundaries Surface 的设计，最后还以多个综合范例来说明高级的实体或曲面特征用于复杂零件设计上的实例应用。专业人士可以利用此书学习如何以 Pro/ENGINEER 来进行较复杂的 3D 零件设计。另外，本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）。

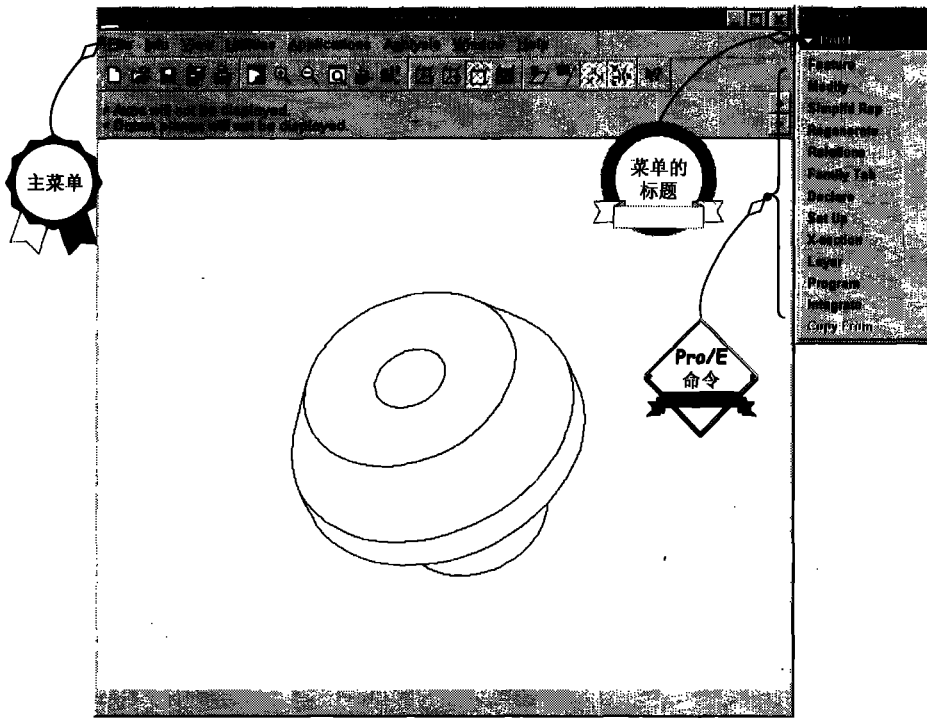


图 1

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

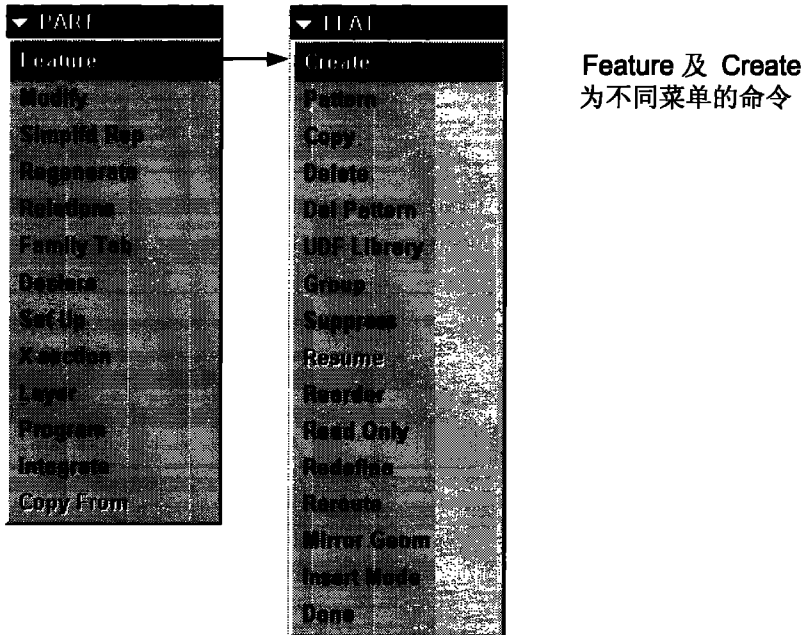


图 2

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

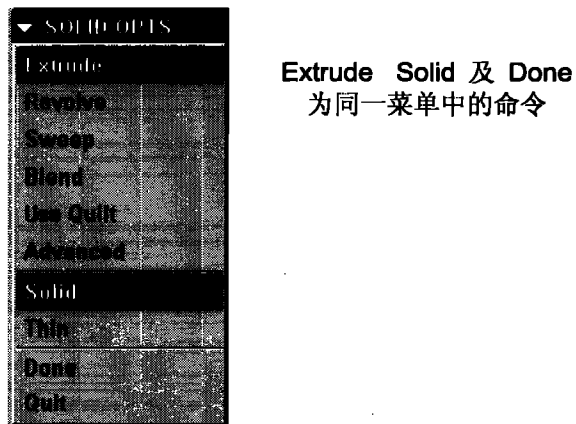


图 3

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 特征建立失败的处理 /1~50

- 1.1 常用的技巧..... 1
- 1.2 Unattached 特征..... 21
- 1.3 特征建立失败的处理..... 25

第 2 章 高级 Blend 特征设计 /51~80

- 2.1 Blend 特征的选项说明..... 51
- 2.2 高级 Blend 特征范例..... 56

第 3 章 高级 Sweep 特征设计 /81~230

- 3.1 变化剖面扫描..... 81
- 3.2 Helical Sweep..... 209
- 3.3 3D Sweep..... 222

第 4 章 Swept Blend 特征设计 /231~272

- 4.1 Swept Blend 特征简介 232
- 4.2 Swept Blend 范例 234

第 5 章 以边界线建立曲面特征 — Boundaries Surface /273~364

- 5.1 Boundaries 的选项说明 274
- 5.2 Boundaries 范例 287

第 6 章 高级零件设计实例 /365~474

- 6.1 汤匙设计 365
- 6.2 鼠标上盖设计 392
- 6.3 鼠标下盖设计 425
- 6.4 洗衣剂塑料瓶设计 435

第 1 章

特征建立失败的处理

在利用 Pro/ENGINEER 进行 3D 模型的建立时，常因为各种原因造成特征的建立无法成功 (Feature failure)，此时必须依靠用户对于 3D 几何的感受程度及对 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。本章首先将略述使用 Pro/ENGINEER 时常用的技巧，然后说明特征失败的原因之一 - Unattached，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

下列是利用 Pro/ENGINEER 进行设计工作时常用的技巧：

1. 开始建立 3D 模型前先建立三个默认的基准面 (Default datum planes), 如图 1.1 所示, 其作用如下:

- 有助于 3D 几何模型的建立: 以默认基准面作为剖面的绘图平面 (Sketching plane)、绘图参考面 (Reference plane)、剖面尺寸标注参考面或 Alignment 参考面, 由这种方式所建立的实体或曲面由于是以默认基准面作为参考数据, 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, 这将会使 3D 几何模型建立与修改的成功机率大大提高。
- 方便视角的选定: 以默认基准面定义前视、俯视及右视图等。
- 方便零件的组合: 以默认基准面作为两个零件 Mate 或 Align 在一起的参考面。

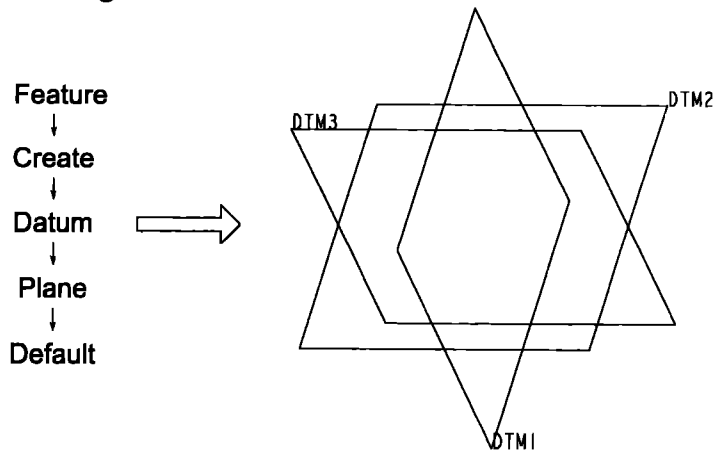


图 1.1

2. 使用图层 (Layer)

- 可以在 3D 模型中建立许多的 Layer, 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 Layer 内的对象时, 可以将 Layer 隐藏起来, 以简化画面, 使设计工作的进行较为简单。
- 也可以配合 Suppress/Resume 的命令使用, 以控制 Layer 的打开与关闭。

详细的图层使用说明请参阅作者编写的《Pro/ENGINEER 零件设计 - 基础篇 (下)》第 1 章。

3. 使用临时基准面 (Datum on the fly)

- 在建立不规则形状特征 (Sketched feature) 时, 需要指定绘图平面与相关的参考面, 以进行剖面的绘制, 通常我们会使用基准面来作为绘图面与参考面。
- 在特征建立的过程中以 **Make Datum** 命令建立的基准面称为临时基准面。
- 临时基准面有以下优点:
 - (1) 当特征建立完成后基准面不会显示在屏幕中。
 - (2) 因为没有先建立基准面, 所以特征的数目较少。
 - (3) 建立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 的左图中, 欲建立一个小圆柱体时, 先建立了一个基准面的特征, 再利用此基准面作为绘图平面来建立小圆柱体, 则此方式将产生下列的问题:

- (1) 多了一个基准面特征 (如图 1.2 左图所示的 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无法显现出来, 这是因为小圆柱体的长度尺寸是由基准面 (如图 1.2 的左图所示的 DTM4) 控制的, 而不是由小圆柱体控制的。详细的特征建立过程请参阅作者编写的《Pro/ENGINEER 零件设计 - 基础篇 (上)》第 6 章。

上述的两个问题都可用“临时基准面”来解决, 如图 1.2 的右图所示。

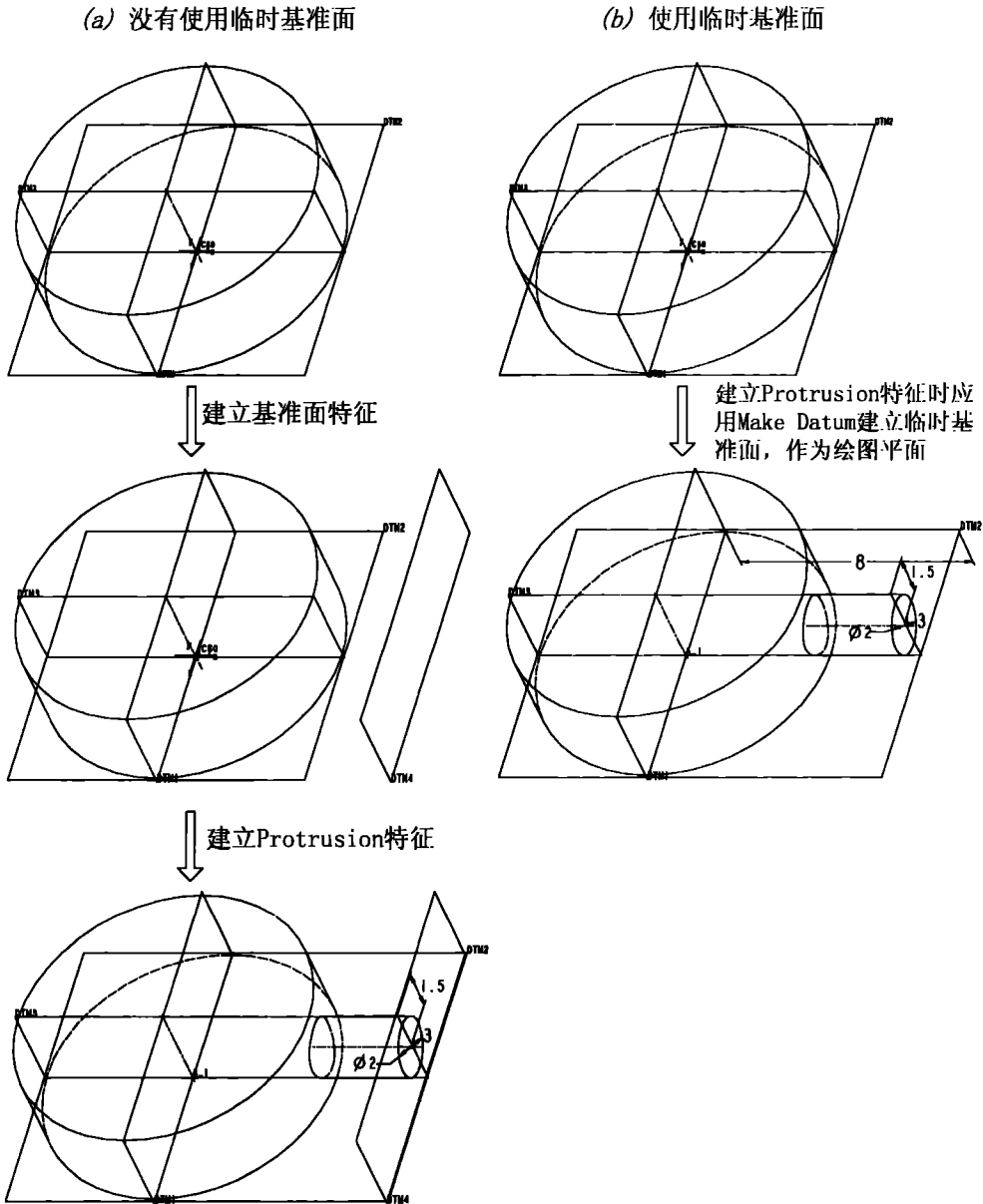


图 1.2

4. 有效地使用剖面绘制 (Sketcher) 中的一些命令, 如, Align、Unalign、Use Edge、Offset Edge、Mirror、Point 和 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 几何图素(点、直线、中心线、圆、建立圆、圆弧、长方形、Conic 曲线、

Spline 曲线、文字、局部坐标系等)落在已完成的特征的几何图素上。例如在图 1.3 的左图中,若没有使用 Align 命令,则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 的右图即是将圆心定位至 DTM1 及 DTM2 的作法。

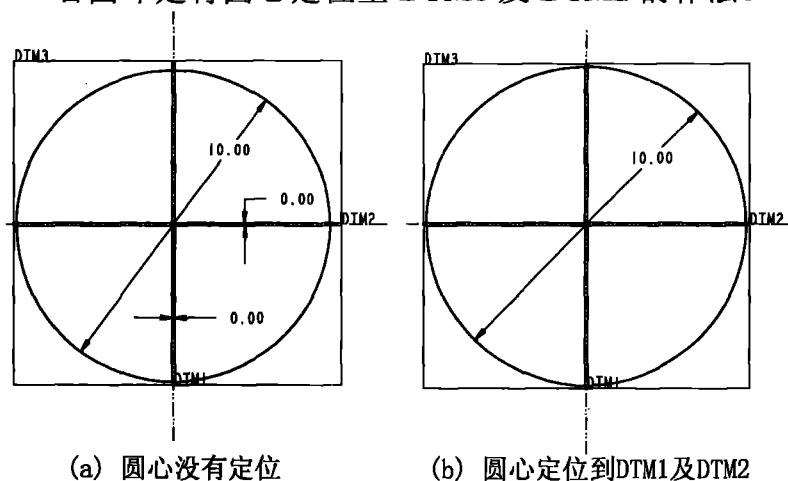


图 1.3

- **Unalign:** 取消 Align 的指定。
- **Use Edge:** 使用已完成的特征的 Edge 作为现有剖面的图素。
- **Offset Edge:** 将已完成的特征的 Edge 移位 (Offset) 一段距离作为现有剖面的图素。
- **Mirror:** 将已完成的剖面几何图素对一条中心线做镜射。
- **Points 与 Centerline:** 可以用来帮助限制或建立几何图素。例如在图 1.4 的左图中,若没有使用 3 个点,则必须标注两个位置尺寸,而图 1.4 的右图即是使用 3 个点使剖面自动对中的作法。又在图 1.5 的左图中,若没有使用中心线,则需标注剖面的水平及垂直位置尺寸,而图 1.5 的右图即是使用中心线,以省略剖面的水平及垂直位置尺寸的标注,并表达剖面能上下对称及左右对称的设计思想。

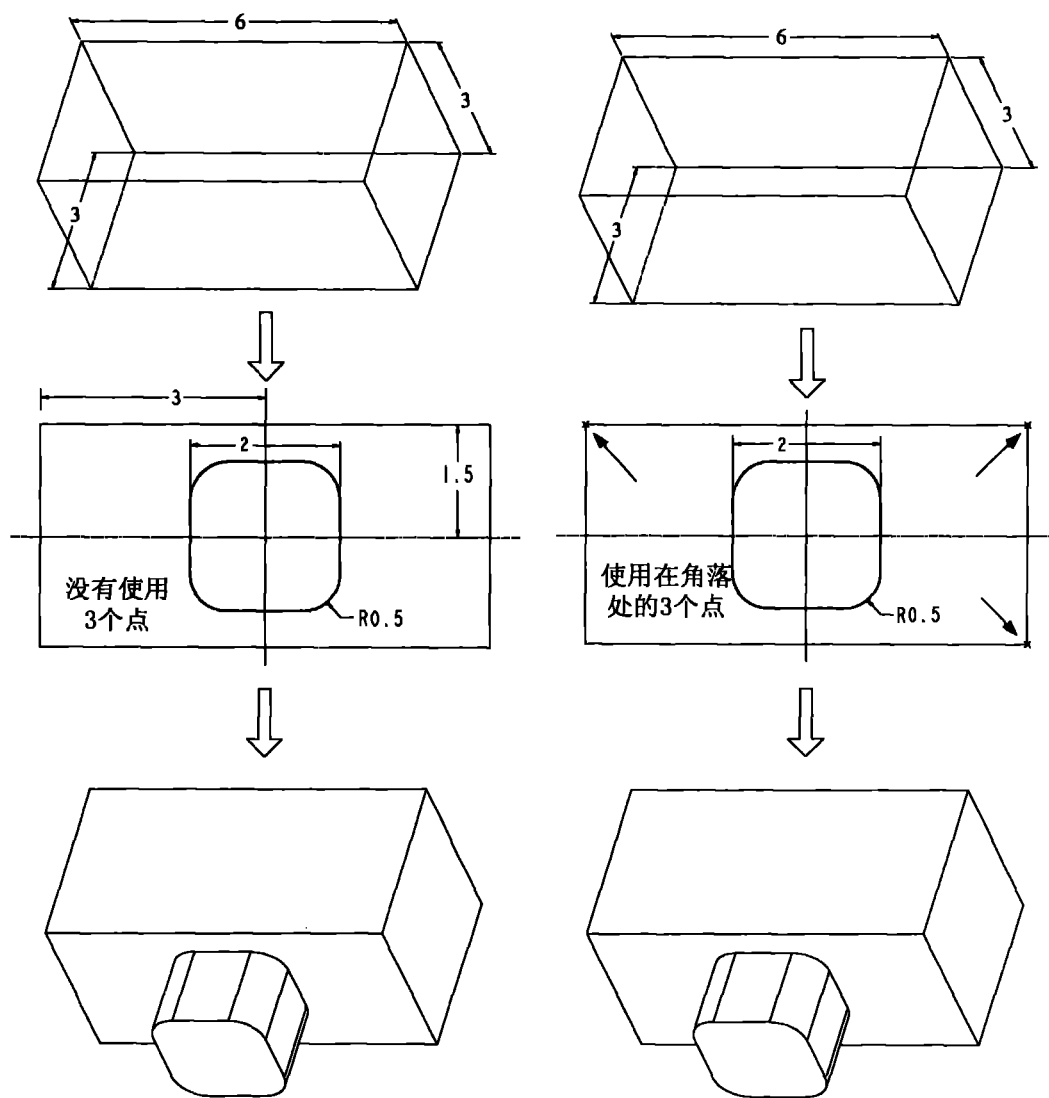


图 1.4