

Pro/ENGINEER 系列丛书



Pro/ENGINEER

2001

钣金件设计

同时适用于
Pro/ENGINEER
2000i、2000i²

林清安 著
北大宏博 改编

北京大学出版社
<http://cbs.pku.edu.cn>

Pro/ENGINEER 系列丛书

Pro/ENGINEER 2001

钣金件设计

林清安 著
北大宏博 改编

北京大学出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

Pro/ENGINEER 是迄今最为普及的 3D CAD/CAM 系统, 已经成为 3D CAD/CAM 系统的业界标准, 广泛应用于电子、机械、模具、工业设计、航天与玩具等行业。本书是 Pro/ENGINEER 系列丛书的一本, 介绍了如何使用 Pro/ENGINEER 2001 的钣金(Sheetmetal)模块进行 3D 钣金件的设计, 内容涵盖各种钣金设计特征的实际应用、钣金 2D 工程图的制作以及应用各特征设计机壳等钣金件的构思与流程, 开发观念与制作流程并重, 是专业人士学习使用 Pro/ENGINEER 进行钣金 3D 实体造型设计的优秀参考书, 同时可作为各大专院校攻读“计算机辅助设计”课程学生的上课或实习教材。

本书同时适用于使用 Pro/ENGINEER 2000i 与 Pro/ENGINEER 2000 i² 版本的用户。

著作权登记号: 图字 01-2001-0720

本书繁体字版名为 Pro/Engineer 2000 钣金设计, 由知城数位科技股份有限公司出版, 版权属林清安所
有, 本书简体字中文版由知城数位科技股份有限公司授权北京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。

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER 2001 钣金件设计/林清安著; 北大宏博改编. —北京: 北京大学出版社, 2002.2

ISBN 7-301-05481-5

I. P... II. ①林... ②北... III. 钣金加工—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER2001 IV. TG382

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 003627 号

书 名: Pro/ENGINEER 2001 钣金件设计

著作责任者: 林清安

改 编 者: 北大宏博

责 任 编 辑: 赵乐静

标 准 书 号: ISBN 7-301-05481-5/TP · 0650

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: 发行部 62754140 62765127 编辑室 62765126 邮购 62752015

电 子 信 箱: macrowin@263.net.cn

排 版 者: 北京东方人华科技有限公司

印 刷 者: 河北省滦县滦兴书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×980 毫米 16 开本 26. 25 印张 543 千字

2002 年 2 月第 1 版 2002 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 49.80 元(含光盘)

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

台中分公司：台中市西屯區文心路2段598號10樓之2

高雄分公司：高雄市苓雅區新光路38號20樓之6室

電話：886-2-2758-8600

電話：886-4-310-3311

電話：886-7-332-3211

傳真：886-2-2757-7224

傳真：886-4-310-3334

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”之畫面圖片及電腦圖檔。

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

前 言

Pro/ENGINEER 自 1988 年问世以来,十余年间已成为全世界最普及的 3D CAD/CAM 系统。Pro/ENGINEER 在今日俨然成为 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、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,集成了零件设计、产品装配、模具开发、NC 加工、钣金设计、铸造件设计、造型设计、逆向工程、自动测量、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,且学习起来很困难。笔者凭借 11 年来利用此软件进行多项实务设计与加工经验,以及多年来的教学心得撰写一系列的 Pro/ENGINEER 书籍,提供给各公司应用此软件的工程师及各大大专院校攻读 CAD/CAM 课程的同学一个学习的捷径。

本套 Pro/ENGINEER 2001 系列书籍将于 2002 年陆续完成,包含下列各册:

- Pro/ENGINEER 零件设计-基础篇(上)(附教学 VCD)
- Pro/ENGINEER 零件设计-基础篇(下)(附教学 VCD)
- Pro/ENGINEER 零件设计-高级篇(上)(附教学 VCD)
- Pro/ENGINEER 零件设计-高级篇(下)(附教学 VCD)
- Pro/ENGINEER 2000i² 零件设计实务
- Pro/ENGINEER 2000i² 模具设计
- Pro/ENGINEER 2000i² NC 加工
- Pro/ENGINEER 2000i² 钣金件设计
- Pro/ENGINEER 2000i² 工程图制作
- Pro/ENGINEER 零件装配与产品设计
- Pro/ENGINEER 装配产品设计实务
- Pro/ENGINEER NC 加工

本书主要介绍如何使用 Pro/ENGINEER 2001、Pro/ENGINEER 2000i² 或 Pro/ENGINEER 2000i 的钣金(Sheetmetal)模块进行 3D 钣金件的设计,涵盖的主题包括:使用 Wall 特征设计钣金薄壁、使用 Punch 及 Notch 特征进行钣金冲孔及凹口设计、使用 Form 特征印贴钣金的局部凹凸造型、使用 Bend 特征折弯钣金、使用 Unbend 特征展开钣金、钣金的设置(如钣金展开长度的计算公式、金属材质对折弯的影响、折弯表等)、其他钣金设计特征的应用(如 Flatten Form、Protrusion、Datum curve 等)、钣

金的 2D 工程图制作，最后说明应用上述各个特征来设计如计算机机壳等钣金件的构思与流程。业界人士可以利用此书学习如何使用 Pro/ENGINEER 来进行钣金 3D 实体造型的设计，此书亦适用于大学部三四年级“计算机辅助设计”课程的上课或实习教材。

本书是以 Pro/ENGINEER 2001、Pro/ENGINEER 2000i² 及 Pro/ENGINEER 2000i 版本为基础编写，随书所附光盘的范例文件(为练习本书各章节的范例时所需的文件)也可用于 Pro/ENGINEER 2001、Pro/ENGINEER 2000i² 及 Pro/ENGINEER 2000i，所有范例文件都放置于 Train_file-SMT 文件夹中，直接将此目录复制到硬盘，即可由 Pro/ENGINEER 2001、Pro/ENGINEER 2000i² 或 Pro/ENGINEER 2000i 调用，而光盘内 Solutions-SMT 文件夹中的文件为本书所有范例的解答。

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

于台湾科技大学机械系

● 符号说明

本书在说明 Pro/ENGINEER 2001 操作步骤时，所用的符号说明如下：

- ◆ 正体字(例如：PART / Feature 的 Feature)：Pro/ENGINEER 命令(见图 1)。

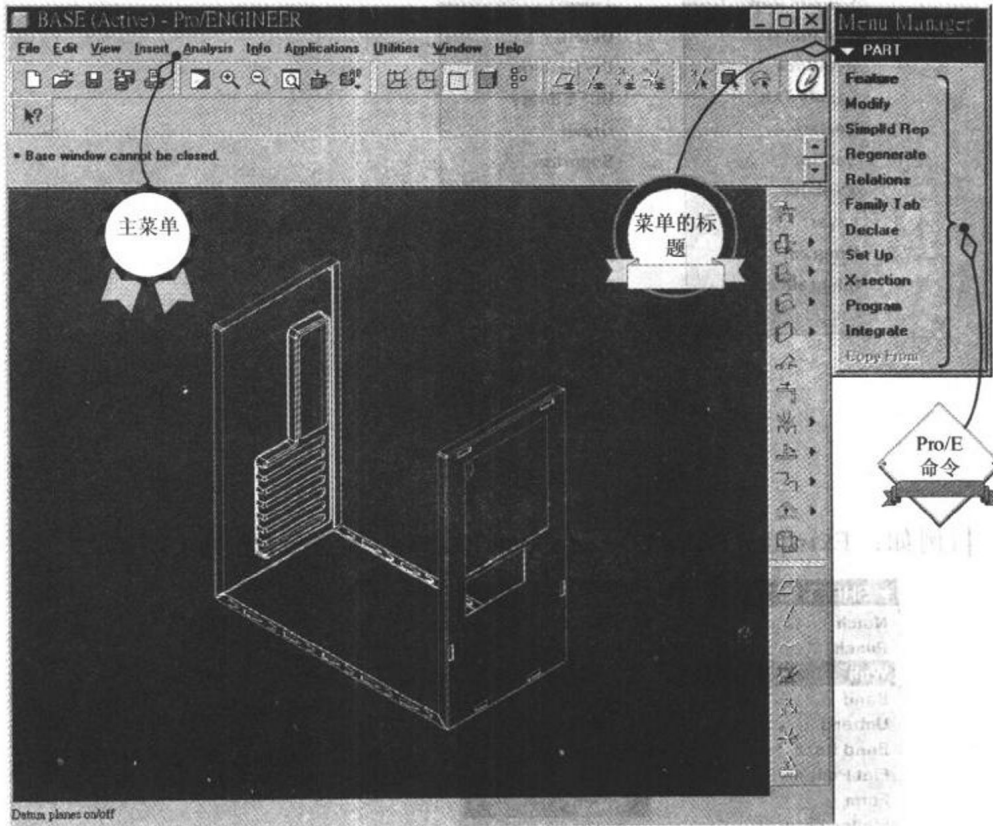
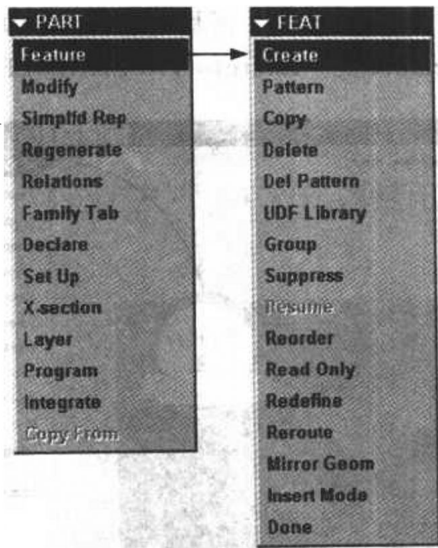


图 1

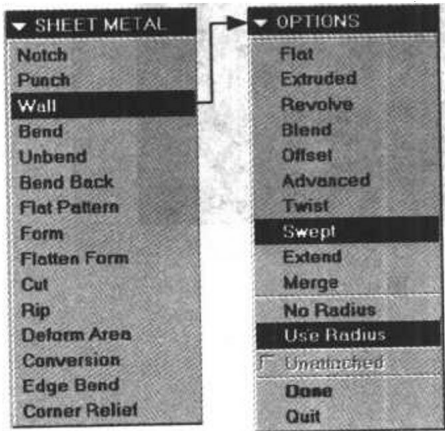
- →(例如：Feature → Create)：不同窗口的命令(如图 2 所示)。



Feature与 Create
为不同窗口的命令

图 2

- |(例如：Extrude | Solid | Done)：同一窗口中的命令(如图 3 所示)。



SweptUse Radius与 Done
为同一窗口中的命令

图 3

- 光盘使用说明

本书所附的光盘包含练习本书各章节范例时所需的文件，所有文件都放置于 Train_file-SMT 文件夹中，请直接将此文件夹复制到硬盘，即可由 Pro/ENGINEER 2001、Pro/ENGINEER 2000i² 或 Pro/ENGINEER 2000i 调用。光盘内 Solutions-SMT 文件夹中的文件为本书所有范例的解答。此外，请将光盘中的 config.pro 文件复制到 \loadpoint\text 文件夹中(loadpoint 代表 Pro/ENGINEER 的安装目录，如 c:\Program Files\ProE2001)或 Pro/ENGINEER 默认的工作目录(默认的工作目录可以在 Windows NT 或 Windows 2000 下，右击 Pro/ENGINEER 的启动图标，然后单击【属性】命令，在打开对话框中的【快捷方式】选项卡中的【起始位置】文本框中查得；若为 Windows 95/98 或 Windows Me，则单击【属性】命令，在打开对话框中的【程序】选项卡中的【快捷方式】文本框中查得)。

目 录

第 1 章 钣金薄壁的设计 ——Wall 特征	1
1.1 钣金设计的窗口介绍	1
1.2 钣金设计的基本观念	3
1.3 钣金的视角控制	6
1.4 生成第一面薄壁	6
1.5 产生额外薄壁	35
1.5.1 生成部分薄壁	63
1.5.2 止裂槽的使用	67
1.5.3 薄壁的拉伸	81
1.5.4 斜接的角落	84
1.5.5 扭转的薄壁	86
1.5.6 分离的薄壁	89
1.6 Wall 特征设计实例	100
1.7 作业	109
第 2 章 钣金冲孔及切口设计 ——Notch 及 Punch 特征	118
2.1 Cut 特征	118
2.2 Notch 及 Punch 特征	124
2.3 Notch 特征设计实例	135
2.4 作业	147
第 3 章 造型的印贴 ——Form 特征	154
3.1 Punch 及 Die	154
3.2 排除面的指定	176
3.3 Form 特征设计实例	178
3.4 使用 Flatten Form 消除 Form 特征所形成的凹凸造型	188
3.5 作业	191

第 4 章 钣金折弯——Bend 特征	194
4.1 钣金折弯的类型——折角及卷曲	194
4.2 钣金折弯的选项	207
4.3 在钣金折弯处加入止裂槽	212
4.4 折弯线	218
4.5 Bend 特征设计实例	231
4.6 作业	244
第 5 章 钣金展开	253
5.1 使用 Unbend 特征展开钣金	253
5.2 钣金的展平状态——Flat Pattern 特征	269
5.3 区域的指定——Deform Area 特征	273
5.4 钣金切开——Rip 及 Conversion 特征	278
5.5 作业	295
第 6 章 钣金特性的设置	296
6.1 设置折弯半径	296
6.2 展平固定面的设置	301
6.3 展平状态的设置	301
6.4 计算钣金展平长度	303
6.5 折弯表	305
6.6 折弯顺序表	317
6.7 制作钣金的 2D 工程图	321
第 7 章 其他的钣金设计特征	329
7.1 实体特征	329
7.2 钣金展开件的材料增补	329
7.3 使用 Flatten Form 消除圆角或斜角	333
7.4 曲线的投影	336
第 8 章 钣金设计实例	347
8.1 钣金设计实例 1: 护盖	347
8.2 钣金设计实例 2: 工具箱	356
8.3 钣金设计实例 3: 计算机机壳	375
8.4 作业	398

第 1 章 钣金薄壁的设计

——Wall 特征

钣金是指厚度均一的金属薄板，以 Pro/ENGINEER 进行钣金设计时，必须先以 Wall 特征建构出如“薄壁”般的钣金主体外形，然后再进行冲孔、折弯、扭转、局部冲型、展开等操作。本章首先介绍钣金设计的基本方式，然后说明如何使用 Wall 特征来设计钣金的第一面薄壁及其他薄壁，作为钣金的主体造型，最后用如图 1.1 所示的实例进行 Wall 特征设计的综合练习。



图 1.1

1.1 钣金设计的窗口介绍

如图 1.2 所示是在 Pro/ENGINEER 2001 中创建或打开钣金文件后的画面，该画面主要包括以下区域：

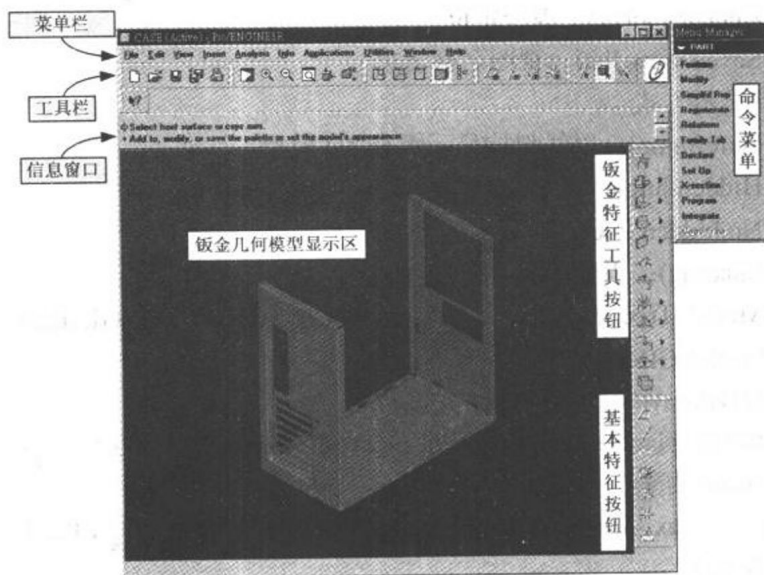





























图 1.2

2 Pro/ENGINEER 2001 钣金件设计

- 钣金几何模型显示区：显示钣金的几何形状。
- 命令菜单：位于钣金几何模型显示区的右侧，为建构各类特征的命令区域。
- 菜单栏：位于界面的最上方，含有多类命令，如 File(文件)、Edit(模型编辑)、View(视图控制)、Insert(内插特征)、Analysis(模型分析)、Info(信息)、Applications(应用模块)、Utilities(各类工具)与 Window(窗口控制)等，让用户在进行钣金设计时能控制 Pro/ENGINEER 的整体设计环境。
- 工具栏：位于菜单栏的下方，将菜单栏中常用的功能用小图标显示，例如：
 - ◆ 文件操作功能
 -  (New): 创建新文件
 -  (Open): 打开旧文件
 -  (Save): 保存
 -  (Save a Copy, Pro/ENGINEER 2000i² 及 Pro/ENGINEER 2000i 为 Save As): 存储副本
 -  (Print): 打印图画
 - ◆ 视图控制功能
 -  (Redraw): 重整画面
 -  (Zoom in): 放大视图
 -  (Zoom out): 缩小视图
 -  (Refit): 调整视图大小
 -  (Reorient view): 钣金定位
 -  (Saved view list): 视图名称清单
 - ◆ 模型显示方式
 -  (Wireframe): 以线架构显示钣金 3D 模型
 -  (Hidden line): 显示隐藏线
 -  (No hidden line): 不显示隐藏线
 -  (Shading): 钣金 3D 模型上色
 -  (Model Tree on/off): 是否显示 Model Tree (Pro/ENGINEER 2000i 无此项, Pro/ENGINEER 2000i² 为 )
 - ◆ 基准(Datum)特征显示与否的控制
 -  (Datum plane): 是否显示基准面(Pro/ENGINEER 2000i² 为 , Pro/ENGINEER 2000i 为 )
 -  (Datum axis): 否显示轴线(Pro/ENGINEER 2000i² 为 , Pro/ENGINEER 2000i 为 )
 -  (Datum point): 否显示点(Pro/ENGINEER 2000i 为 )
 -  (Datum coordinate system): 是否显示坐标系(Pro/ENGINEER 2000i 为 )

- ◆ 几何数据选取的过滤(仅 Pro/ENGINEER 2001 有此类工具按钮)
 - ☒ (Select datums): 在画面上仅选取钣金模型的 Datum
 - ☒ (Select primary items): 选取钣金模型的各种数据, 如实体特征、曲面特征、Datum、点、线、面等
 - ☒ (Select Geometry): 在画面上仅选取钣金模型的点、线或面
- 信息窗口: 当进行钣金设计时, 在工具按钮的下方会提示用户接着应进行的操作, 并反应命令执行的情况, 或是要求用户输入必要的数据(如钣金的厚度等)。
- 钣金特征工具按钮(仅 Pro/ENGINEER 2001 有此类工具按钮): 用小图标显示各类钣金特征的生成, 各个小图标所代表的命令将在本书各章节中说明。
- 基准特征工具按钮(仅 Pro/ENGINEER 2001 及 Pro/ENGINEER 2000i² 有此类工具按钮): 用小图标显示, 例如:
 - ☒ (Datum plane): 加入基准面(Pro/ENGINEER 2000i² 为 ☒)
 - ☒ (Datum axis): 加入轴线(Pro/ENGINEER 2000i² 为 ☒)
 - ☒ (Datum curve): 加入曲线
 - ☒ (Sketched datum curve): 以 Sketched 的方式加入 2D 曲线(仅 Pro/ENGINEER 2001 有此工具按钮)
 - ☒ (Datum point): 加入点
 - ☒ (Datum coordinate system): 加入坐标系
 - ☒ (Analysis feature): 加入钣金 3D 模型的分析特征

1.2 钣金设计的基本观念

钣金件可由下列 3 种方式建构:

- 选中 Sheetmetal(钣金模块)单选按钮, 直接建构钣金件, 如图 1.3 所示。

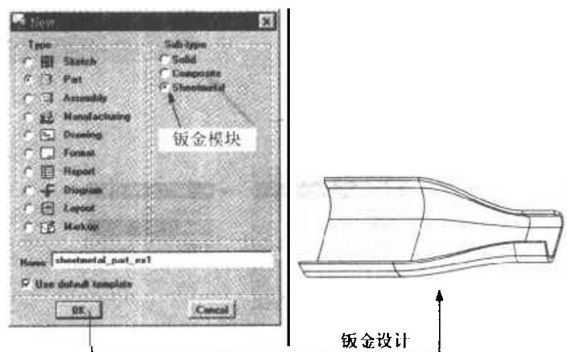


图 1.3

4 Pro/ENGINEER 2001 钣金件设计

- 在 ASSEMBLY(装配)模块中建构钣金件为新零件, 如图 1.4 所示。

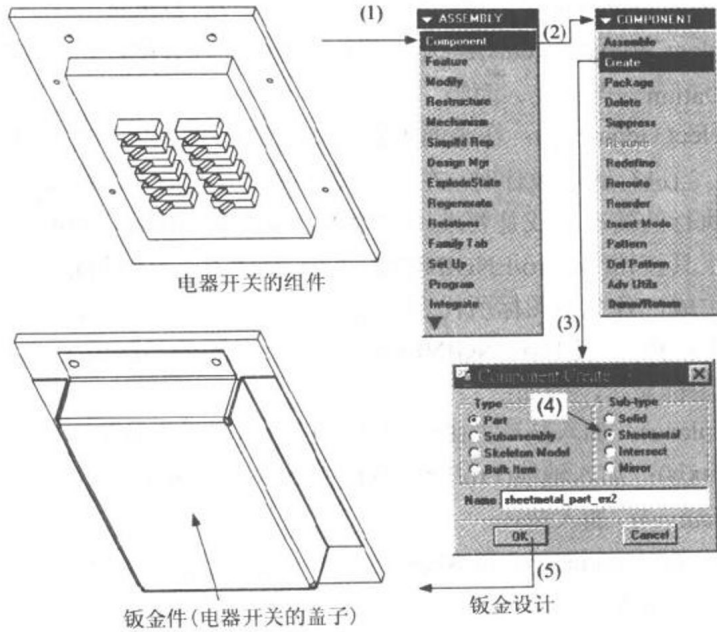


图 1.4

- 将实体零件转换为钣金件, 如图 1.5 所示。

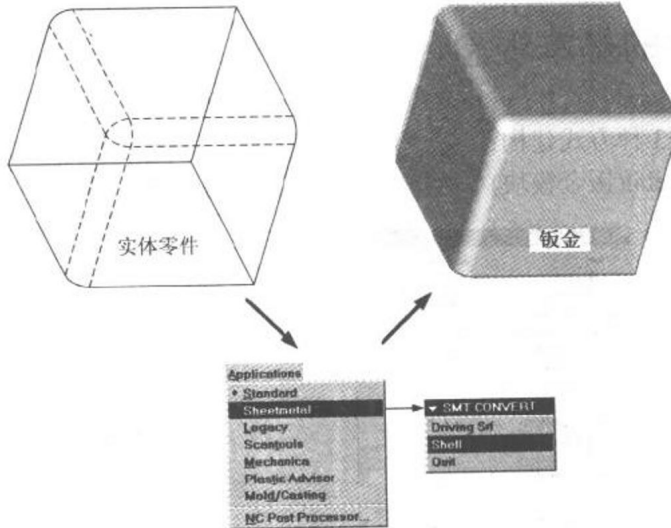


图 1.5

可以在一个钣金件上加入实体特征(如 **Protrusion**、**Cut**、**Hole**、**Round**、**Chamfer**、**Slot**、

Neck 等, 菜单如图 1.6 所示)、曲面特征(如 Extrude、Revolve、Sweep、Blend、Flat、Offset、Copy、Copy by Trim、Fillet 等, 菜单如图 1.7 所示)或钣金特征(如 Notch、Punch、Wall、Bend、Form、Rip 等, 菜单如图 1.8 所示)。

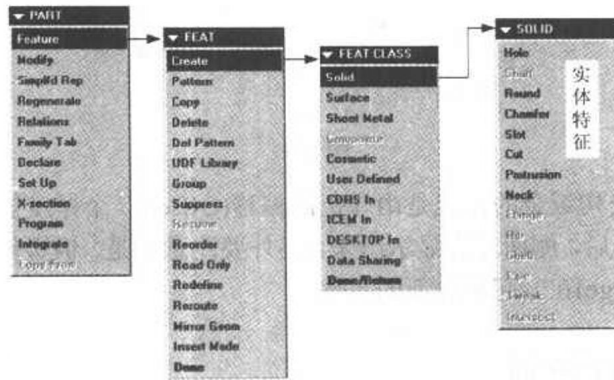


图 1.6

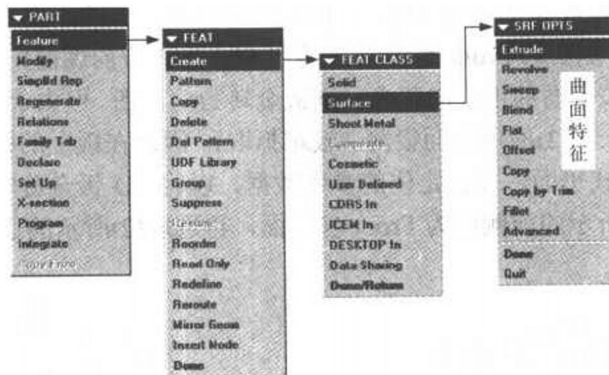


图 1.7

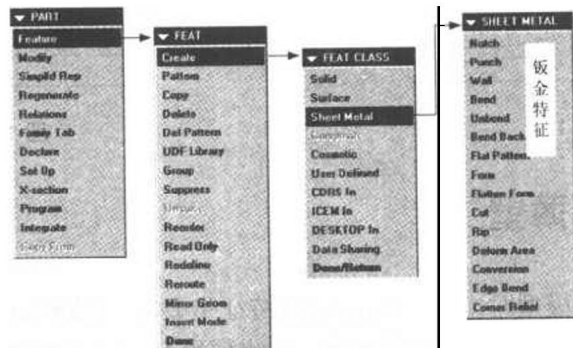


图 1.8

由于钣金很薄，因此钣金以白色面及绿色面来显示，两个面之间即为侧面，如图 1.9 所示，钣金的厚度永远是均一的。

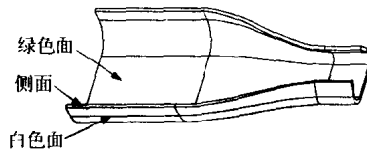


图 1.9

Pro/ENGINEER 建构钣金的方式是由绿色面偏移(Offset)一个厚度值，生成白色面，等待钣金完成几何成形计算后，侧面才会显示出来。另外要注意的是，钣金件不可与其他实体零件或其他钣金件合并(Merge)在一起成为新的零件。

1.3 钣金的视角控制

将一个 3D 钣金旋转成为 2D 视图时，需指定两个互相垂直的平面的方位，例如在图 1.10 中，先选取(1)所示的前侧面为 Front 参考面(即令该平面的正方向朝前)，再选取(2)所示的顶部面为 Top 参考面(即令该平面的正方向朝上)，则钣金转为前视图。但由于钣金的侧面通常很薄，不太容易抓取(例如图 1.10(2)的顶部面很薄，较难抓取)，因此在钣金的视图控制方面，可利用平面的边线(Edge)来取代平面，作为定位的参考数据，以将 3D 钣金旋转为 2D 视图。例如在图 1.11 中，先选取(1)所示的前侧面为 Front 参考面，再选取(2)所示的边线为 Top 参考数据，则钣金转为前视图。

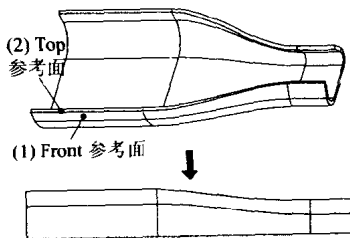


图 1.10

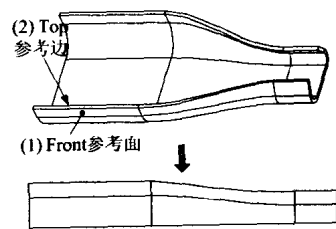


图 1.11

1.4 生成第一面薄壁

建立钣金的 3D 实体模型时，通常先以 Wall 特征生成第一面薄壁(First Wall)，而其体积建构方式有下列几种(如图 1.12(a)所示为其菜单，如果使用 Pro/ENGINEER 2001，也可以使用如图 1.12(b)所示的钣金特征工具按钮或如图 1.12(c)所示的菜单来创建第一个 Wall 特征)：