

零件设计经典教材

Pro/ENGINEER

2001 钣金设计

林清安 编著

附超值光盘，内含范例文件
及全新影音教学系统。

适用
中文/英文版



清华大学出版社

零件设计经典教材

Pro/ENGINEER 2001 钣金设计

林清安 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书适用于具备基础 Pro/ENGINEER 零件设计者阅读, 主要介绍如何以 Pro/ENGINEER 2001 进行三维钣金件的设计, 包括: 以 Wall 特征设计钣金薄壁、以 Punch 特征进行冲孔、以 Notch 特征设计剪缺口、以 Form 特征进行引伸、以 Bend 特征折弯钣金、以 Unbend 特征展开钣金、其他钣金设计特征的应用、钣金件工程制图、钣金设计的经验公式(如钣金展开的计算法则、金属材质的影响、折弯表的设定及使用等), 最后以计算机机壳等实际的钣金件来说明钣金设计的构思与流程。

业界人士可以利用此书学习如何以 Pro/ENGINEER 2001 来进行钣金三维实体造型的设计, 也适合作工院校计算机辅助设计上课或实习教材。

本书繁体字版名为《Pro/ENGINEER 2001 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: 01-2003-3655

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 2001 钣金设计

作 者: 林清安 编著

出 版 者: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

文稿编辑: 张彦青

封面设计: 陈刘源

印 刷 者: 北京牛山世兴印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 24 字数: 580 千字

版 次: 2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-89494-127-1

印 数: 0001 ~ 5000

定 价: 48.00 元(含 2 张光盘)

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三维 CAD/CAM 系统软件。Pro/ENGINEER 在今日已成为三维 CAD/CAM 系统的标准软件之一,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 是个全方位的三维产品开发软件,集成了零件设计、产品装配、模具开发、数控加工、钣金设计、铸造件设计、造型设计、逆向工程、自动测量、机构模拟、应力分析、产品数据库管理等功能于一体,其模块众多,且学习不易。笔者有鉴于此,凭借 12 年来利用此软件进行多项实际设计与加工的经验,以及多年来教学研究的心得撰写一系列的 Pro/ENGINEER 书籍。Pro/ENGINEER 2001 系列书籍将于 2003 年间陆续完成,包含下列 12 册(各书都适用 Pro/ENGINEER 英文版及中文版,附笔者所录制的 Pro/ENGINEER 范例操作多媒体教学光盘):

1. Pro/ENGINEER 2001 零件设计基础篇(上)
2. Pro/ENGINEER 2001 零件设计基础篇(下)
3. Pro/ENGINEER 2001 零件设计高级篇(上)
4. Pro/ENGINEER 2001 零件设计高级篇(中)
5. Pro/ENGINEER 2001 零件设计高级篇(下)
6. Pro/ENGINEER 2001 零件设计范例练习基础篇
7. Pro/ENGINEER 2001 零件设计范例练习高级篇
8. Pro/ENGINEER 2001 零件装配与产品设计
9. Pro/ENGINEER 2001 工程图制作
10. Pro/ENGINEER 2001 钣金设计
11. Pro/ENGINEER 2001 模具设计
12. Pro/ENGINEER 2001 数控加工

本书适用于具备基础 Pro/ENGINEER 零件设计者阅读,主要介绍如何使用 Pro/ENGINEER 2001 进行三维钣金件的设计,主题包括:以 Wall 特征设计钣金薄壁、以 Punch 特征展开钣金、其他钣金设计特征的应用、钣金件工程制图、钣金设计的经验公式(如钣金展开的计算法则、金属材质的影响、折弯表的设定及使用等),最后以计算机机壳等实际钣金件来说明钣金设计的构思与流程。业界人士可以使用此书学习如何以 Pro/ENGINEER 2001 来进行钣金三维实例造型的设计,也适合作为工科院校计算机辅助设计课程或实习教材。

本书目前是以 Pro/ENGINEER 2001 英文版及中文版来编写,并附有随书光盘,内含范例文件与多媒体教学系统,其中范例文件为练习本书各章节的范例时所需的文件,而多

媒体教学系统为各范例的 Pro/ENGINEER 操作步骤及讲解。

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

→(例如：Feature(特征)→Create(创建))：不同窗口的命令(英文命令后括号内的中文为 Pro/ENGINEER 2001 中文版的命令)。

| (例如：Flat(平整) | Use Radius(半径) | Done(完成))：同一窗口中的命令。

本书在编写期间，我的众多硕士和博士研究生帮助校稿，在此感谢他们。除此之外，参数技术公司的卓曾中总经理也提供多方面的协助，在此表示谢忱。最后，衷心感谢我的妻子无怨无悔的支持与勤快的文稿打字。

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，以便再版时修正。

林清安 台湾科技大学机械系

E-mail: alin@mail.ntust.edu.tw

Website: www.linproe.com.tw

目 录

第 1 章 钣金薄壁的设计	1
1.1 钣金设计的窗口介绍.....	2
1.2 钣金设计的基本概念.....	4
1.3 钣金的视图控制.....	7
1.4 产生第 1 面薄壁.....	7
1.5 产生额外薄壁.....	31
1.5.1 产生部分薄壁.....	57
1.5.2 止裂槽的使用.....	61
1.5.3 薄壁的延伸.....	73
1.5.4 斜接的角落.....	76
1.5.5 扭转的薄壁.....	78
1.5.6 分离的薄壁.....	80
1.6 薄壁设计实例.....	91
1.7 作业.....	98
第 2 章 剪缺口及冲孔	107
2.1 Cut 特征的使用.....	108
2.2 剪缺口及冲孔的创建.....	114
2.3 剪缺口设计实例.....	124
2.4 作业.....	135
第 3 章 钣金引伸	141
3.1 以冲模进行钣金引伸.....	142
3.2 排除面的指定.....	161
3.3 引伸区域的平坦化.....	163
3.4 钣金引伸实例.....	165
3.5 作业.....	174
第 4 章 钣金折弯	177
4.1 钣金折弯的类型.....	178
4.2 钣金折弯的选项.....	190
4.3 在钣金折弯处加入止裂槽.....	195
4.4 折弯线.....	201

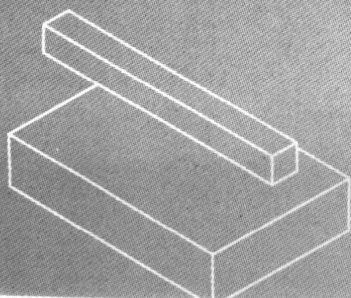
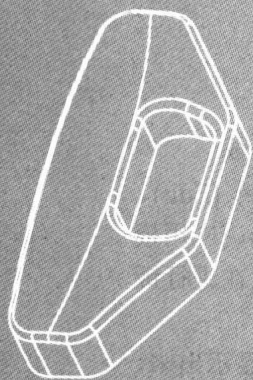
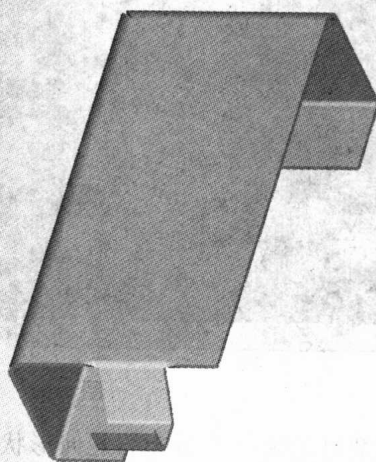
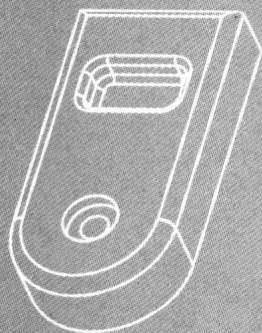
4.5	钣金折弯实例	213
4.6	作业	224
第 5 章	钣金展开	235
5.1	以 Unbend 展开钣金	236
5.2	设定钣金的展平形式—— Flat Pattern 特征	250
5.3	变形区域的指定—— Deform Area 特征	253
5.4	将钣金切开—— Rip 及 Conversion 特征	257
5.5	作业	272
第 6 章	钣金特性的设置	273
6.1	折弯半径的设置	274
6.2	展平固定面的设置	278
6.3	展平状态的设置	278
6.4	钣金展开长度的计算	280
6.5	折弯表	281
6.6	折弯顺序表	292
6.7	制作钣金的二维工程图	296
第 7 章	其他的钣金设计特征	303
7.1	应用实体特征于钣金的设计	304
7.2	钣金展开件的材料增补	304
7.3	以 Flatten Form 消除圆角或斜角	308
7.4	曲线的投影	310
第 8 章	钣金设计实例	319
8.1	钣金设计实例 1——护盖的设计	320
8.2	钣金设计实例 2——工具箱的设计	328
8.3	钣金设计实例 3——计算机机壳的设计	347
8.3.1	机壳顶盖	347
8.3.2	机壳侧板	356
8.4	作业	372

Pro/ENGINEER

2001

第 1 章 钣金薄壁的设计

钣金是厚度均匀的金属薄板，以 Pro/ENGINEER 进行钣金设计时，必须先以 Wall 特征建立出如“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，然后说明如何以 Wall 特征来设计钣金的第 1 面薄壁，作为钣金的主体造型，最后以下图的实例作为 Wall 特征设计的综合练习。



1.1 钣金设计的窗口介绍

图 1.1 为以 Pro/ENGINEER 2001 创建或打开钣金文件后的界面，此界面主要含有下列区域：

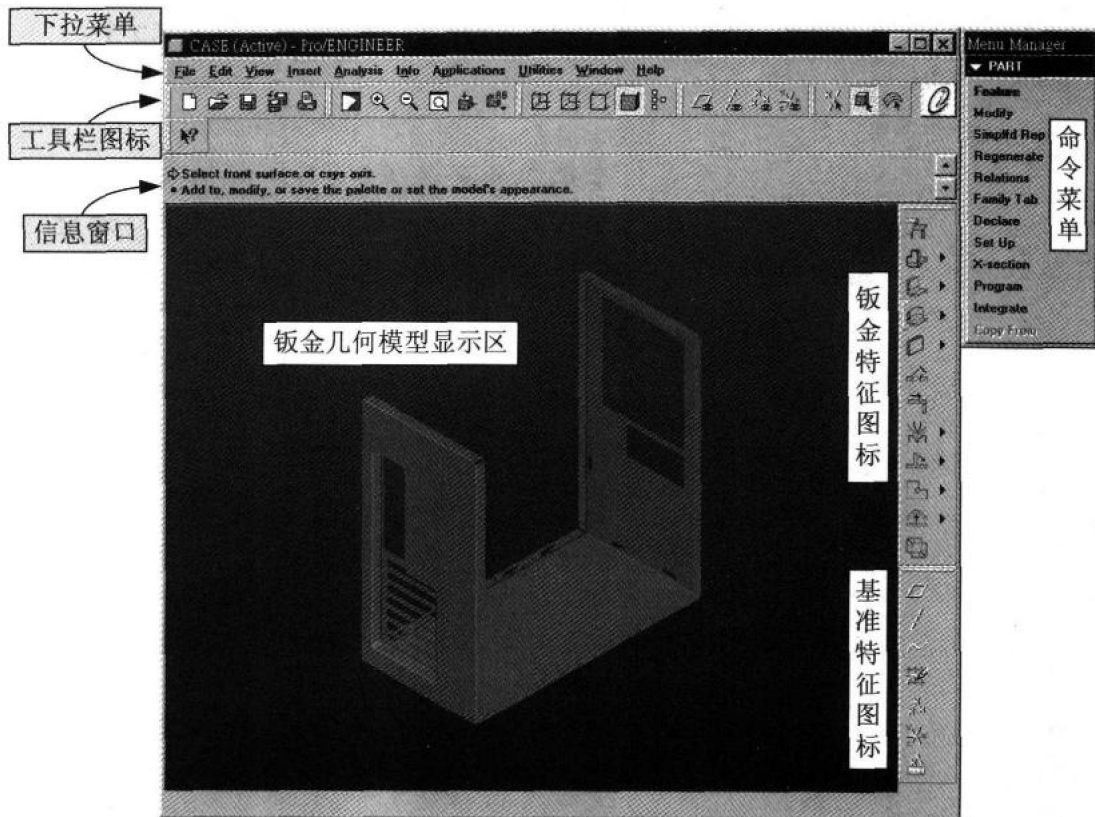






























图 1.1

1. 钣金几何模型显示区：为钣金的几何形状显示区域。
2. 命令菜单：位于钣金几何模型显示区的右侧，是建立各类特征的命令区域。
3. 下拉菜单：位于画面的最上方，含有许多命令，如文件 (File)、模型编辑 (Edit)、视图控制 (View)、内插特征 (Insert)、模型分析 (Analysis)、信息 (Info)、应用模块 (Applications)、各类工具 (Utilities)、窗口控制 (Window) 等，让用户在进行钣金设计时能控制 Pro/ENGINEER 的整体设计环境。
4. 工具栏图标：位于下拉菜单的下方，将下拉菜单中常用的功能用小图标显示出来，例如：
 - 文件操作功能
 - ：新文件 (New)
 - ：打开旧文件 (Open)

- : 保存文件 (Save)
 - : 保存副本 (Save a Copy)
 - : 打印 (Print) 画面
 - 视图控制功能
 - : 重整画面 (Redraw)
 - : 放大视图 (Zoom in)
 - : 缩小视图 (Zoom out)
 - : 调整视图大小 (Refit)
 - : 定位视图 (Reorient view)
 - : 视图名称列表 (Saved view list)
 - 模型显示方式
 - : 钣金三维模型以线框结构 (Wireframe) 显示
 - : 显示隐藏线 (Hidden line)
 - : 不显示隐藏线 (No hidden line)
 - : 以颜色显示钣金几何模型 (Shading)
 - : 模型树的显示与否 (Model Tree on/off)
 - 基准 (Datum) 特征显示与否的控制
 - : 基准平面 (Datum plane) 的显示与否
 - : 轴线 (Datum axis) 的显示与否
 - : 点 (Datum point) 的显示与否
 - : 坐标系 (Datum coordinate system) 的显示与否
 - 几何数据选取的过滤
 - : 在画面上仅选取钣金几何模型上的基准特征 (Select datums)
 - : 选取钣金几何模型的各种数据, 如实体特征、曲面特征、基准特征, 或钣金上的点、线、面等 (Select primary items)
 - : 在画面上仅选取钣金的点、线或面 (Select Geometry)
5. 信息窗口: 当进行钣金设计时, 在工具栏的下方会提示用户应做的操作, 并响应命令执行的情形, 或要求用户输入必要的数据(如钣金的厚度等)。
 6. 钣金特征图标: 各类钣金特征的产生以小图标显示出, 各个小图标所代表的命令将于本书各章节中说明。
 7. 基准特征图标: 各类 Datum 特征的加入用小图标显示出。例如:
 - : 加入基准平面 (Datum plane)
 - : 加入轴线 (Datum axis)
 - : 加入曲线 (Datum curve)
 - : 以草绘的方式加入二维曲线 (Sketched datum curve)
 - : 加入点 (Datum point)
 - : 加入坐标系 (Datum coordinate system)
 - : 加入钣金几何模型分析特征 (Analysis feature)

1.2 钣金设计的基本概念

钣金件可由下列 3 种方式创建：

1. 在钣金 (Sheetmetal) 模块中直接创建钣金件，如图 1.2 所示。

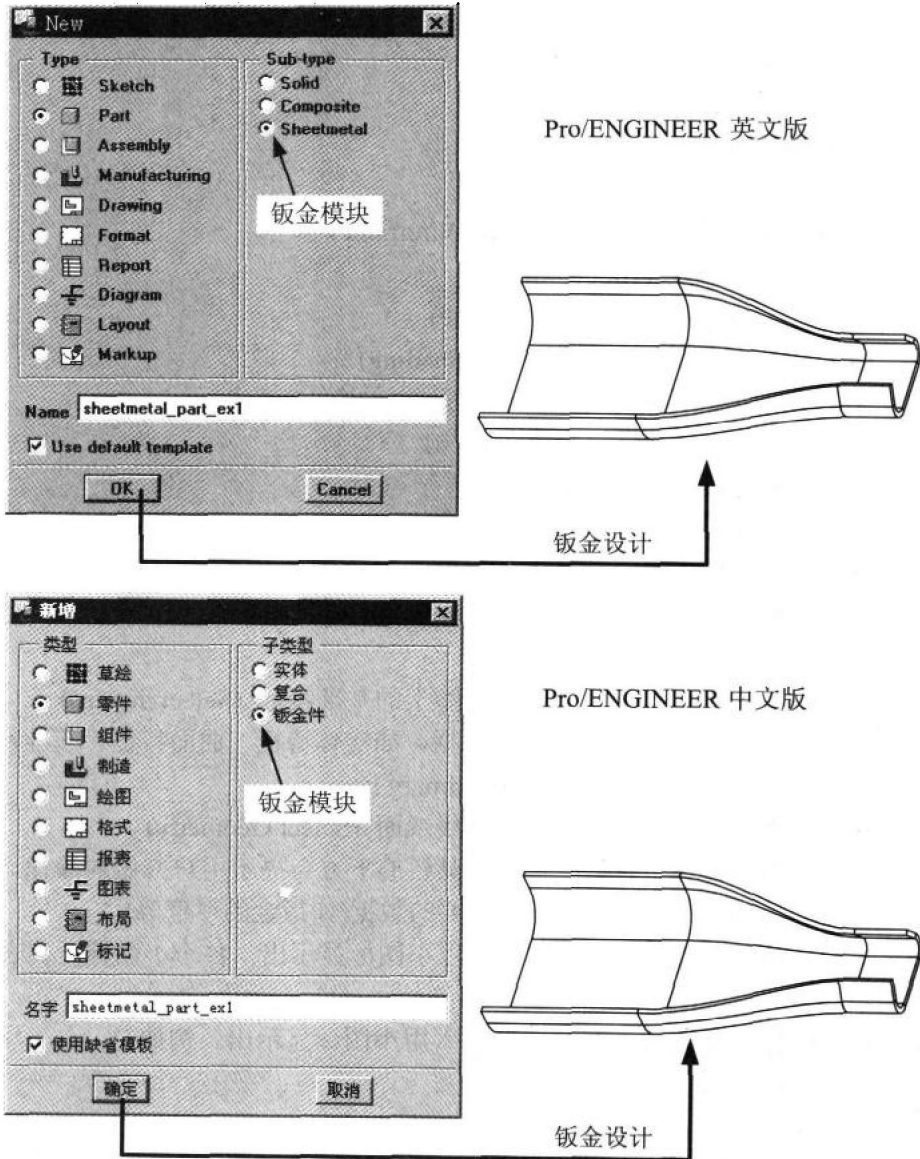


图 1.2

2. 在装配(Assembly) 模块中钣金件作为新零件，如图 1.3 所示。

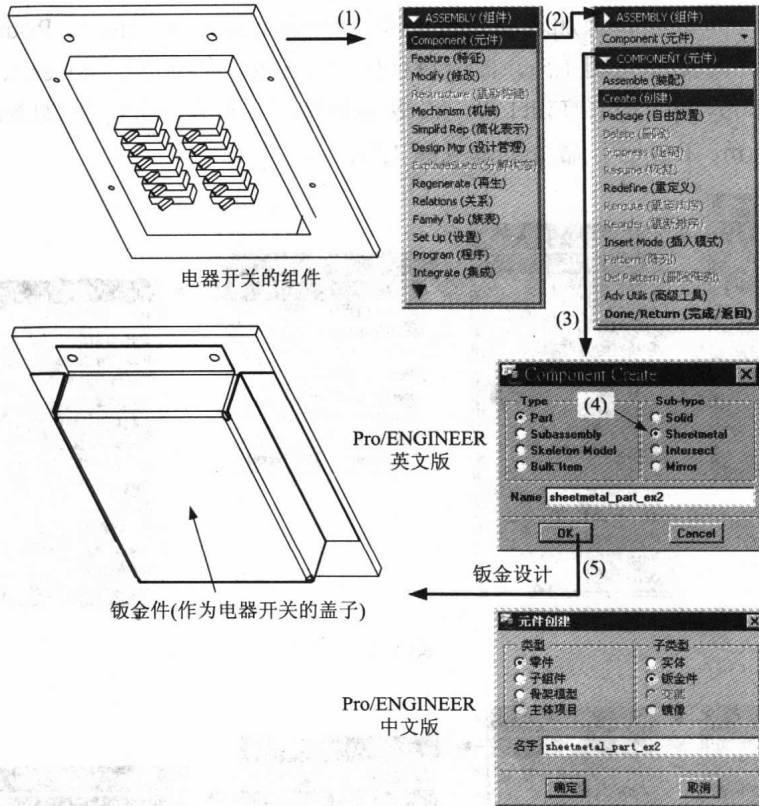


图 1.3

3. 将实体零件转换为钣金件，如图 1.4 所示。

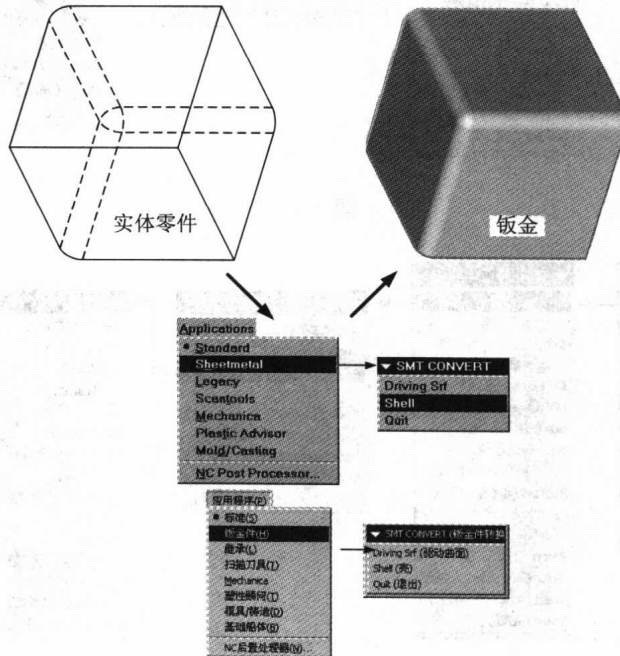


图 1.4

我们可以在一个钣金件上加入实体特征(如 Protrusion、Cut、Hole、Round、Chamfer、Slot、Neck 等, 命令菜单见图 1.5)、曲面特征(如 Extrude、Revolve、Sweep、Blend、Flat、Offset、Copy、Copy by Trim、Fillet 等, 命令菜单见图 1.6)或钣金特征(如 Notch、Punch、Wall、Bend、Form、Rip 等, 命令菜单见图 1.7)。

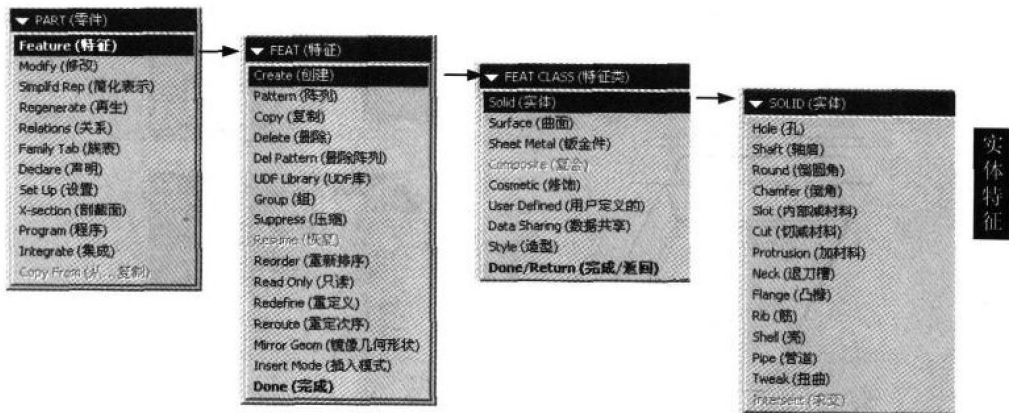


图 1.5



图 1.6

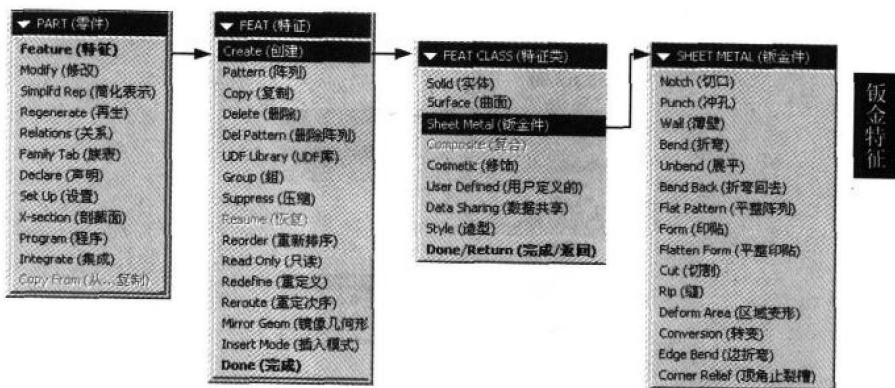


图 1.7

由于钣金很薄,因此钣金是以白色面及绿色面来显示,两个面之间即为侧面(见图 1.8),钣金的厚度永远是均匀的。

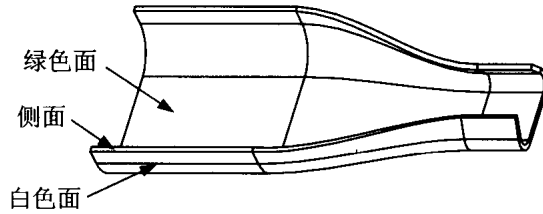


图 1.8

Pro/ENGINEER 钣金的方式是由绿色面偏移 (Offset) 一个厚度值,产生白色面,待钣金完成几何成型计算后,侧面方会显示出来。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 钣金的视图控制

欲将一个三维钣金翻转为二维视图时,需指定两个“互相垂直的平面”的方位,例如在图 1.9 中,先选取(1)所示的正面为 Front 参考平面(即令此平面的正方向朝前),再选取(2)所示的顶部面为 Top 参考平面(即令此平面的正方向朝上),则钣金转为前视图。但由于钣金的侧面通常很薄,侧面可能不太容易抓取(例如图 1.9 (2)的顶部面很薄,不容易抓取),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,作为定位的参考边,以将三维钣金翻转为二维视图。例如在图 1.10 中,先选取(1)所示的正面为 Front 参考平面,再选取(2)所示的边线为 Top 参考边,则钣金转为前视图。

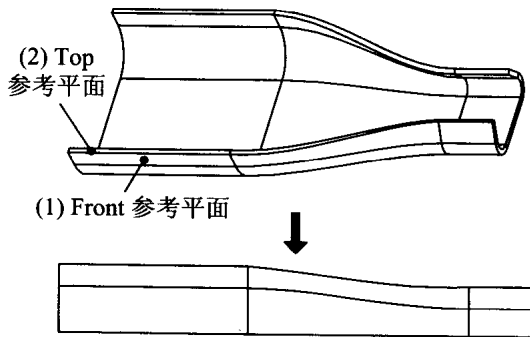


图 1.9

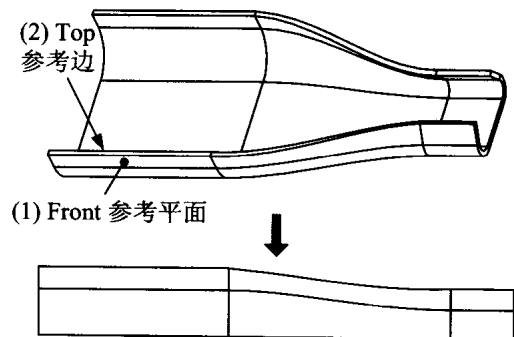


图 1.10

1.4 产生第 1 面薄壁

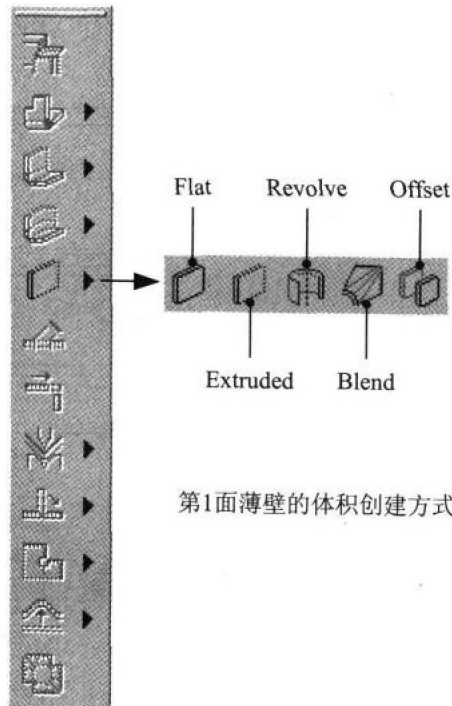
钣金的三维实体模型时,通常先以 Wall 特征产生第 1 面薄壁 (First Wall),而其体积建立有下列 3 种方式:(图 1.11(a)为其命令菜单,也可使用图 1.11(b)的钣金特征图标或图 1.11(c)

的下拉菜单来创建第一个 Wall 特征):



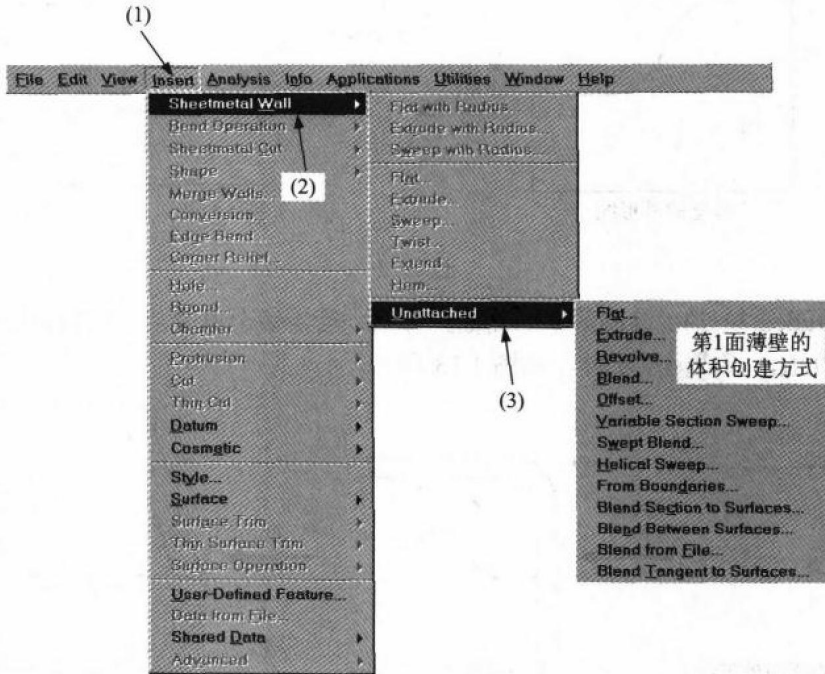
第 1 面薄壁的体积创建方式

(a) 第 1 面薄壁的命令菜单

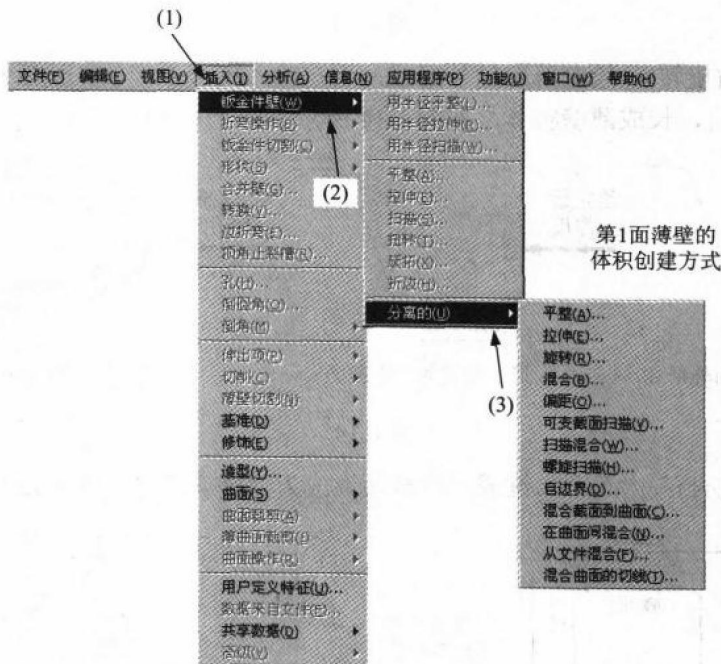


第 1 面薄壁的体积创建方式

(b) 第 1 面薄壁的特征图标



(c-1) 第 1 面薄壁的下拉菜单(Pro/ENGINEER 英文版)



(c-2) 第 1 面薄壁的下拉菜单(Pro/ENGINEER 中文版)

图 1.11

1. Flat(平整): 绘制薄壁的外形线(必须为封闭的线条), Pro/ENGINEER 在外形线内加入材料, 再按用户输入的钣金厚度值长成薄壁实体, 如图 1.12 所示。

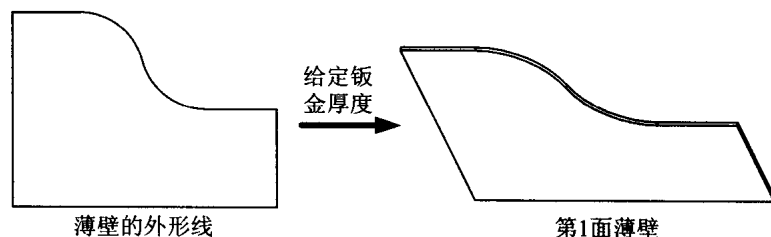


图 1.12

2. Extruded(拉伸): 绘制薄壁的侧面外形线, 给定钣金厚度值, 然后将侧面延展一个深度值, 长成薄壁实体, 如图 1.13 所示。

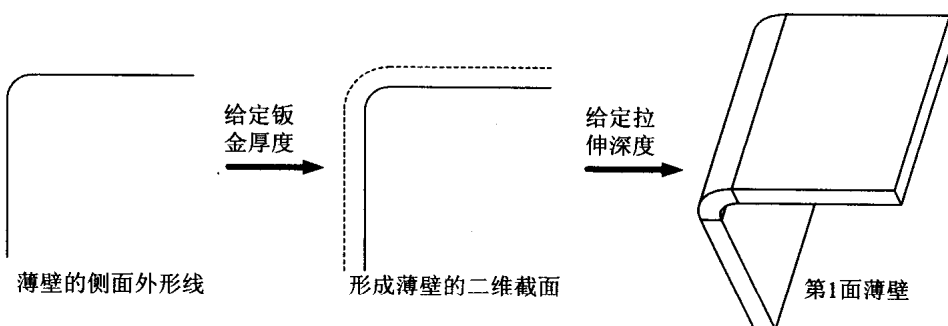


图 1.13

3. Revolve(旋转): 绘制薄壁的外形线, 用户输入钣金厚度值, 然后对某轴线旋转一个角度值, 长成薄壁实体, 如图 1.14 所示。

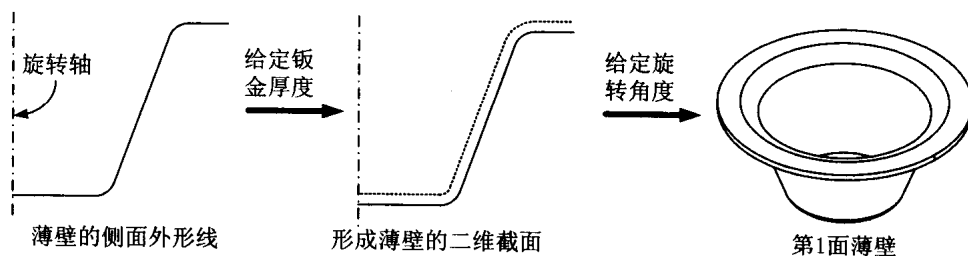


图 1.14

4. Blend(混合): 由数个二维或三维截面混成为薄壁实体, 如图 1.15 所示。

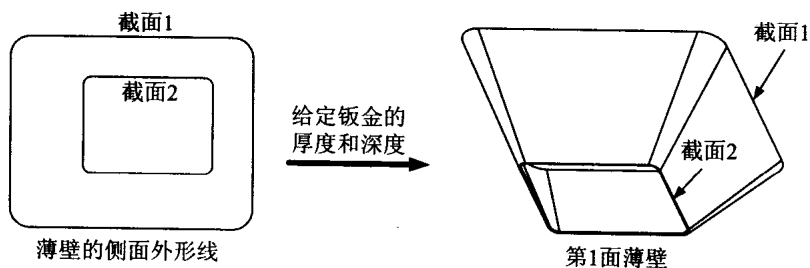


图 1.15

5. Offset(偏距): 由一个曲面或实体上的面偏移一段距离, 长成薄壁实体, 如图 1.16