



Pro/ENGINEER 工程师之路丛书

Pro/ENGINEER Wildfire

钣金件设计

钟建刚 编著



机械工业出版社
China Machine Press

Pro/ENGINEER 工程师之路丛书

Pro/ENGINEER Wildfire 钣金件设计

钟建刚 编著



机械工业出版社

Pro/ENGINEER 是著名的专业 CAD/CAM 类软件, 在世界上有着相当广泛的应用。本书详尽地介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 版钣金件设计 and 应用。主要包括: 创建第一壁的基本和高级特征的方法、创建额外的薄壁、钣金特征的折弯与展开、钣金件的冲孔和切口、钣金件的印贴等其他成型特征。并辅以大量的实例来说明种类特征的创建和设计过程。

本书主要特点是: 全书以图为中心, 以实例为载体, 讲解由浅入深、通俗易懂、突出重点、层次清楚, 实例来源于实际产品, 可操作性和参考性强。

本书所附光盘包含了书中全部实例的源文件和完成后的钣金件文件, 非常便于学习、理解和使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER Wildfire 钣金件设计/钟建刚编著.

-北京: 机械工业出版社, 2004.1

(Pro/ENGINEER 工程师之路丛书)

ISBN 7-111-13716-7

I. P… II. 钟… III. 钣金工-计算机辅助设计-应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire
IV. TG382-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 121417 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 吴宏伟 版式设计: 张丽花

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·27.75 印张·622 千字

0001-5000 册

定价: 42.00 元 (含 1CD)

凡购本图书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话: (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

一、Pro/ENGINEER Wildfire 中文版简介

美国参数技术公司（简称PTC）的Pro/ENGINEER软件自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。Pro/ENGINEER在3D CAD/CAM软件系统中起着举足轻重的作用。它广泛应用于电子、机械、模具、工业设计、汽车、机车、自行车、航天、家电和玩具等各行业。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、应力分析和产品数据库管理等功能于一体，其模块众多，学习起来有一定的困难。

目前Pro/ENGINEER软件在国内用户很多，行业也很广，不仅应用于产品设计、模具设计、加工制造领域，同时也应用于电子、制冷设备，甚至航空航天。

二、本书简介

本书是按Pro/ENGINEER最新版本——野火（Wildfire）版编写的，主要介绍如何使用Pro/ENGINEER的钣金（Sheetmetal）模块进行3D钣金件的设计，笔者凭借6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此书，全书以实例演练为载体，讲解设计中的详细操作过程和使用技巧。本书既可给各公司应用此软件的工程师一个学习和提高，也可作为各大专院校相关专业的同学一个学习的捷径。

本书具体内容如下：

第1章讲解了钣金件设计方法和流程，实体零件转为钣金件的方法，在装配方式下创建钣金件的方法，钣金设计窗口和钣金显示的控制。

第2章讲解了创建第一面钣金薄壁的基本命令（即平整薄壁特征、拉伸薄壁特征、旋转薄壁特征、混合薄壁特征、偏距薄壁特征）的使用方法、详细的操作过程和注意点，并配有针对性的实例演练，更好地说明创建方法和应用技巧。

第3章讲解了创建第一面钣金薄壁的高级命令（即可变截面扫描、扫描混合、螺旋扫描、边界、截面至曲面、从文件和自由生成）的方法、详细的操作过程和注意点，并配有针对性的实例演练，让用户更好地掌握创建方法、创建注意点和应用技巧。

第4章讲解了创建额外薄壁（即不分离的平整薄壁、不分离的拉伸薄壁特征、扭转、扫描、折边、延拓、合并）的方法、详细的操作过程和注意点，并配有针对性的实例演练，让用户更好地掌握创建方法、创建注意点和技巧。

第5章讲解了钣金零件的折弯与展开（即折弯、展平、折弯回去、平整阵列、边折弯、缝、区域变形、转变和顶角止裂槽）的详细操作过程和注意点，并配有针对性的实例演练，让用户更好地掌握创建方法、创建注意点和技巧。

第6章讲解了钣金件的切割、切口、冲孔的创建方法和详细操作过程及它们之间的区别。

第7章讲解了钣金件的模具印贴、冲孔印贴与平整印贴的详细操作过程及它们之间的关系和区别，并配有针对性的实例演练，以便让用户更好地掌握使用方法和应用技巧。

第8章讲解了钣金参数的设置、钣金展开长度的计算公式、金属材质对折弯的影响、折弯表等的操作方法，并配有适当的实例进行详细的讲解。

第9章钣金设计实例，以实际产品电容器夹、电源盒底盖和软驱底座为参考模型，详细讲解设计过程，其中的设计方法解决了以往设计中无法解决的问题。

最后是附录，以表格的形式简要介绍钣金命令快捷图标的名称和功能。

三、本书约定

1. 鼠标约定

单击是指单击鼠标左键一下，双击是指快速单击鼠标左键两下，右击是指单击鼠标右键一下。

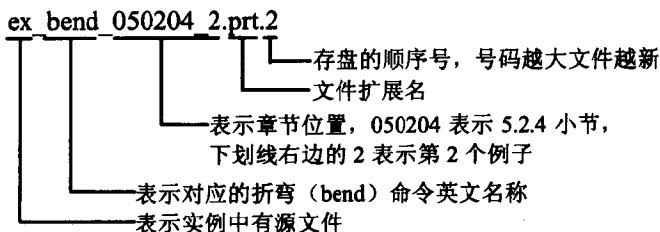
2. 菜单和命令

书中所有的菜单管理器中的中文命令、下拉菜单命令全部用“ ”双引号括起来，以示区分，例如：“特征→创建→钣金件→壁→高级→完成”表示在“菜单管理器”中单击“特征”项，再依次单击“创建”项、“钣金件”项、“壁”项、“高级”项，最后是“完成”项。

3. 本书是以Pro/ENGINEER Wildfire最新版本为基础编写，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）不能在其他低版本中打开。光盘中各文件的具体使用在《随书光盘使用说明》中有详细介绍。

4. 文件名的命名规则

文件名的命名主要由3部分组成，各部分之间用“_”符号分隔，实例源文件文件名都是以“ex_”开头，完成后的文件，就是去掉打头的“ex_”字母后的名称，“ex_”之后是相应的特征命令名称（如没有命令则不写），最后是表示章节位置的编号，具体解释如下图所示。



本书是由作者一人编写，由于作者水平有限，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。

钟建刚

于无锡职业技术学院机械系

E-mail: proe@moldcity.com

目 录

前言

第 1 章 钣金设计特点与方式	1
1.1 钣金设计概述	2
1.2 钣金件设计方法	2
1.2.1 钣金设计方法	2
1.2.2 钣金设计流程	3
1.3 钣金设计方式	4
1.3.1 选择“钣金件”子类型	4
1.3.2 将实体零件转换为钣金件的方法	7
1.3.3 装配方式下的创建方法	9
1.4 钣金设计窗口和界面介绍	13
1.5 钣金特征的显示控制	18
1.6 钣金特征命令的分类	23
第 2 章 创建第一壁基本命令	25
2.1 启动第一壁基本命令的方法	26
2.2 平整薄壁特征	27
2.2.1 平整特征的生成方法	27
2.2.2 创建平整薄壁	27
2.2.3 平整薄壁特征的选项设置	29
2.3 拉伸薄壁特征	30
2.3.1 拉伸薄壁特征的生成方法	30
2.3.2 创建拉伸薄壁特征	30
2.3.3 拉伸薄壁特征的选项设置	33
2.4 旋转薄壁特征	39
2.4.1 旋转薄壁特征的生成方法	39
2.4.2 创建旋转薄壁特征	40
2.4.3 旋转薄壁特征的选项设置	42
2.5 混合薄壁特征	46
2.5.1 混合薄壁特征的生成方法	46
2.5.2 创建混合薄壁特征	46
2.5.3 混合薄壁特征的选项设置	50

2.5.4 混合特征实例演练	57
2.6 偏距薄壁特征	68
2.6.1 偏距薄壁特征的生成方法	68
2.6.2 创建偏距薄壁特征	68
2.6.3 偏距薄壁特征的设置	71
2.6.4 偏距薄壁特征实例演练	72
第3章 创建第一壁高级命令	77
3.1 启动第一壁高级命令的方法	78
3.2 可变截面扫描	79
3.2.1 可变截面扫描特征的生成方法	79
3.2.2 创建可变截面扫描特征	80
3.2.3 可变截面扫描各选项的设置	85
3.2.4 可变截面扫描的实例演练	92
3.3 扫描混合	99
3.3.1 创建扫描混合的生成方法	99
3.3.2 创建扫描混合特征	100
3.3.3 扫描混合各选项的设置	104
3.3.4 扫描混合的实例演练	108
3.4 螺旋扫描	113
3.4.1 创建螺旋扫描的生成方法	113
3.4.2 螺旋扫描各选项的设置	114
3.4.3 螺旋扫描的实例演练	117
3.5 边界	125
3.5.1 创建边界特征的生成方法	126
3.5.2 创建边界特征	126
3.5.3 边界特征各选项的设置	128
3.5.4 边界薄壁特征的实例演练	131
3.6 截面至曲面	139
3.6.1 截面至曲面特征的生成方法	139
3.6.2 截面至曲面特征实例演练	140
3.7 从文件	145
3.7.1 创建从文件特征的生成方法	145
3.7.2 从文件特征的选项设置	146
3.7.3 创建从文件特征的实例演练	147
3.8 自由生成	149
3.8.1 创建自由生成特征的生成方法	149
3.8.2 创建自由生成特征实例演练	150

第4章 创建额外薄壁	163
4.1 启动额外薄壁命令的方法.....	164
4.2 不分离的平整薄壁特征.....	165
4.2.1 不分离平整壁的生成方法.....	166
4.2.2 创建不分离的平整壁.....	166
4.2.3 不分离平整壁选项.....	172
4.2.4 止裂槽的使用详解.....	174
4.2.5 使用止裂槽实例.....	175
4.3 不分离的拉伸薄壁特征.....	182
4.3.1 不分离拉伸壁的生成方法.....	182
4.3.2 创建不分离的拉伸壁实例.....	183
4.4 扭转.....	193
4.4.1 创建扭转薄壁特征的方法.....	193
4.4.2 创建扭转薄壁特征.....	194
4.4.3 扭转薄壁特征选项.....	196
4.5 扫描.....	197
4.5.1 创建扫描薄壁特征的方法.....	197
4.5.2 创建扫描薄壁特征.....	198
4.5.3 扫描薄壁特征选项.....	201
4.6 折边.....	204
4.6.1 创建折边特征的方法.....	205
4.6.2 创建折边薄壁特征.....	205
4.6.3 折边薄壁特征的选项.....	207
4.6.4 创建折边特征实战演练.....	212
4.7 延拓.....	222
4.7.1 创建延拓薄壁特征的方法.....	222
4.7.2 创建延拓薄壁特征.....	223
4.7.3 延拓薄壁特征的选项设置.....	226
4.7.4 延拓薄壁特征实战演练.....	226
4.8 合并.....	230
4.8.1 创建合并薄壁特征的方法.....	230
4.8.2 创建合并特征.....	230
第5章 钣金零件的折弯与展开	235
5.1 启动折弯与展开各命令的方法.....	236
5.2 钣金折弯.....	237
5.2.1 创建折弯特征的方法.....	237
5.2.2 创建折弯特征.....	238

5.2.3	钣金折弯特征选项	246
5.2.4	钣金折弯设计实例演练	252
5.3	钣金展平	267
5.3.1	创建展平特征的方法	267
5.3.2	创建展平特征	267
5.3.3	钣金展平特征选项	269
5.3.4	钣金展平设计实例演练	270
5.4	钣金折弯回去	279
5.4.1	创建折弯回去特征的方法	279
5.4.2	创建折弯回去特征	280
5.5	平整阵列	282
5.5.1	创建平整阵列特征的方法	283
5.5.2	创建平整阵列特征实例演练	283
5.6	边折弯	286
5.6.1	创建边弯特征的方法	286
5.6.2	创建边弯特征实例演练	286
5.7	缝	289
5.7.1	创建缝特征的方法	289
5.7.2	缝特征实例演练	290
5.8	区域变形	295
5.8.1	创建区域变形特征的方法	295
5.8.2	区域变形特征实例演练	296
5.9	转变	302
5.9.1	创建转变特征的生成方法	302
5.9.2	创建转变特征实例演练	302
5.9.3	转变特征的选项设置	305
5.10	顶角止裂槽	307
5.10.1	创建顶角止裂槽的方法和类型	307
5.10.2	创建顶角止裂槽实例演练	307
第 6 章	钣金件的切口与冲孔	315
6.1	切割	316
6.1.1	钣金件下的切割与实体零件切割的区别	316
6.1.2	启动和创建切割特征的方法	317
6.1.3	创建切割特征实例演练	319
6.2	切口	325
6.2.1	启动和创建钣金切口特征的方法	325
6.2.2	创建切口特征的 UDF	326

6.2.3 切口特征实例演练	331
6.3 冲孔	335
6.3.1 启动和创建冲孔特征的方法	335
6.3.2 冲孔特征实例演练	336
第 7 章 钣金件的印贴与平整印贴	343
7.1 印贴	344
7.1.1 印贴特征的基本知识和启动方法	344
7.1.2 创建模具印贴特征实例演练	345
7.1.3 创建冲孔印贴特征实例演练	355
7.2 平整印贴	358
7.2.1 启动平整印贴命令的方法	358
7.2.2 创建平整印贴实例演练	359
第 8 章 钣金特性的设置	361
8.1 执行设置命令的方法	362
8.2 钣金参数的设置	363
8.2.1 钣金件参数简介	363
8.2.2 设置折弯半径	365
8.3 展平固定面的设置	370
8.4 平整状态的设置	372
8.5 计算钣金展平长度	374
8.6 折弯表	376
8.6.1 折弯表说明	376
8.6.2 折弯表使用实例演练	380
8.7 折弯顺序	384
8.8 顶角止裂槽	387
第 9 章 钣金设计实例	389
9.1 电容器夹	390
9.2 电源盒底盖	395
9.3 软驱底座	412
附录 钣金件特征命令快捷图标一览表	429

钣金设计特点与方式

本章主要讲解 Pro/ENGINEER 的钣金设计特点与方式，包括钣金的设计思路与方法。另外，详细地介绍钣金设计窗口界面和特征显示控制。通过本章的学习，读者将熟悉钣金设计界面和环境，学会如何进入不同钣金设计方式，从而进行钣金设计。

1.1 钣金设计概述

钣金是指厚度均一的金属薄板，采用一些加工工艺方法将其加工成符合应用要求的零件，在实际工程中用途比较广泛，其加工工艺以冲压为主，因此广泛应用于冲模设计中。

钣金零件具有劳动生产率和材料利用率高、重量轻等优点，在国民经济和军事诸方面所占有的位置是极其重要的。在市场上，钣金零件占全部金属制品的 90% 以上，其中金属件基本都是钣金冲压产品。

图 1-1 所示就是两个钣金件产品。

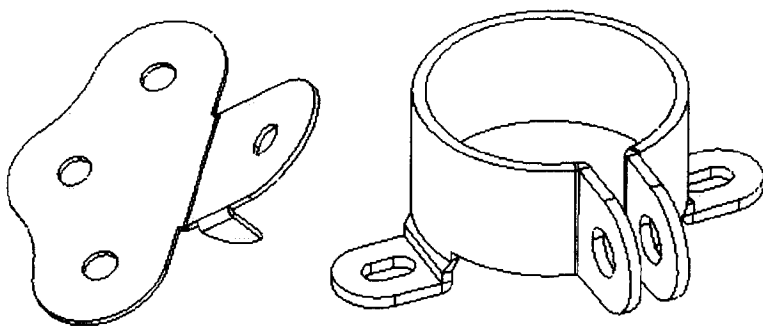


图 1-1

由于钣金件与实体零件不同，因此钣金设计与零件设计之间也存在一定的区别。从 Pro/ENGINEER 的特征建模方法来说，两者是基本相同的，都是在基本特征的基础上增加或删减其他特征，但从加工方面来说，两者是不同的。钣金设计是在金属薄壁上通过一些钣金工艺处理方法（如折弯、冲孔、印贴等）来完成钣金件的设计。

1.2 钣金件设计方法

本节根据钣金设计的基本特点，讲解其设计的基本方法和设计流程，使读者对钣金设计有一个总体上的了解。

1.2.1 钣金设计方法

钣金的制造通常是通过模具来完成，钣金的设计主要用于设计模具。

根据钣金生成特点和形状，钣金设计主要是在金属薄板上进行的一些加工工艺设计，如冲孔、切口、弯曲等。

进行钣金件设计时，将要涉及的钣金特征有薄壁、切口、冲孔、折弯、展平、折弯回去、平整阵列、印贴、平整印贴、切割、缝、区域变形、转变、边折弯和顶角止裂槽等。

通过在薄壁特征的基础上添加、编辑、修改和删除其他钣金特征，就可完成钣金件的设计。

钣金件设计的基本步骤如下：

- (1) 启动 Pro/ENGINEER，进入“钣金件”设计模式，并输入钣金件名称。
- (2) 从“菜单管理器”中依次选择“特征→创建→壁”，再单击钣金特征命令，如图 1-2 所示，生成第一面薄壁特征。



图 1-2

(3) 在第一面薄壁特征的基础上作一些额外的薄壁（即其他薄壁），或进行钣金编辑处理，如折弯、冲孔和印贴等，完善钣金件设计。

(4) 如果对设计满意，则存盘退出；如果不满意，可继续修改特征，再不满意也可删除特征，重新添加特征。

1.2.2 钣金设计流程

钣金件设计开始与实体零件设计相同，需要一个基本毛坯，即首先必须以薄壁特征建立出钣金的主体外形，这在 Pro/ENGINEER 中称为第一面薄壁特征，即钣金设计时所需要的基本毛坯；然后对该薄壁特征进行冲孔、折弯、扭转、局部冲型、展开等操作，来完成钣金件设计。

钣金件设计的基本流程如图 1-3 所示。

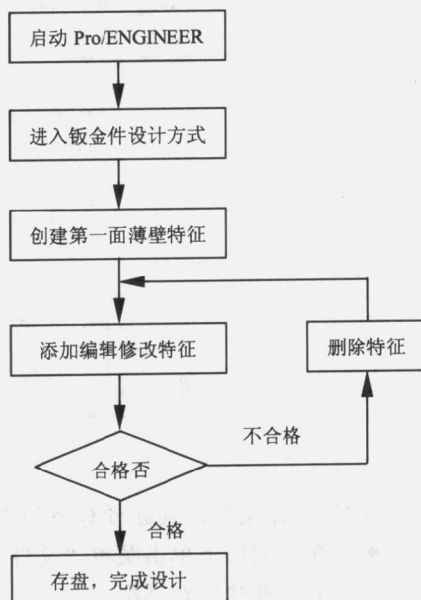


图 1-3

1.3 钣金设计方式

Pro/ENGINEER 设置了一个钣金设计模块，专门用于钣金件的设计。要进行钣金设计必须进入钣金设计方式下。本节主要讲解进入 Pro/ENGINEER 钣金设计方式的几种方法，以及它们之间的关系、应用与区别。

在 Pro/ENGINEER 中，进入钣金设计方式有 3 种途径：

- ◆ 钣金件子类型方法：单击菜单“新建”，在新建对话框中选择“钣金件”子类型。
- ◆ 实体零件下的应用程序方法：将实体零件转换为钣金零件。
- ◆ 装配方式下的创建方法：在装配环境中创建新钣金零件。

下面分别介绍如何通过这 3 种方式进入钣金设计方式中。

1.3.1 选择“钣金件”子类型

该方法是进入钣金设计方式最基本、最常用的方法。方法是：新建文件时，在“新增”对话框中选择“钣金件”单选按钮即可。

操作步骤与方法：

- (1) 启动 Pro/ENGINEER，软件界面显示如图 1-4 所示。

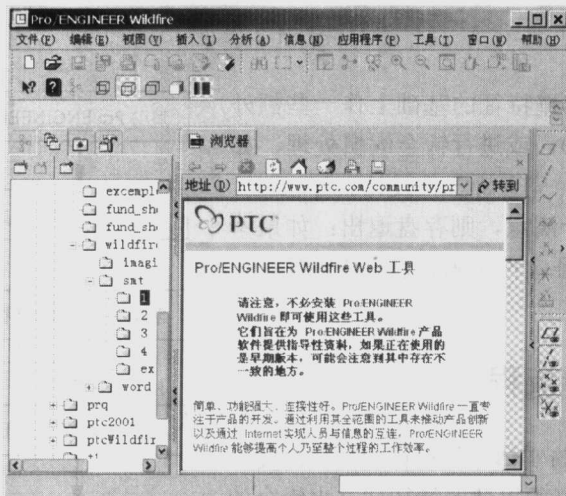


图 1-4

- (2) 新建文件，其途径有下列 3 种方法，读者可任选一种：

- ◆ 在主窗口下单击菜单“文件 → 新建”命令（如图 1-5 所示），弹出如图 1-6 所示的“新建”对话框。
- ◆ 在主窗口下直接按 Ctrl+N 快捷键，弹出如图 1-6 所示的“新建”对话框。

◆ 直接单击“新建”快捷图标，弹出如图 1-6 所示的“新建”对话框。

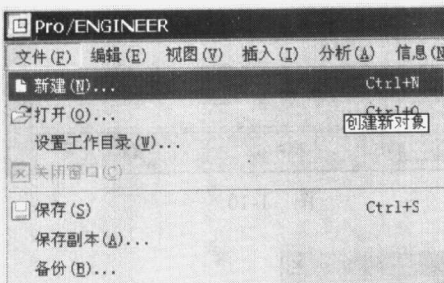


图 1-5

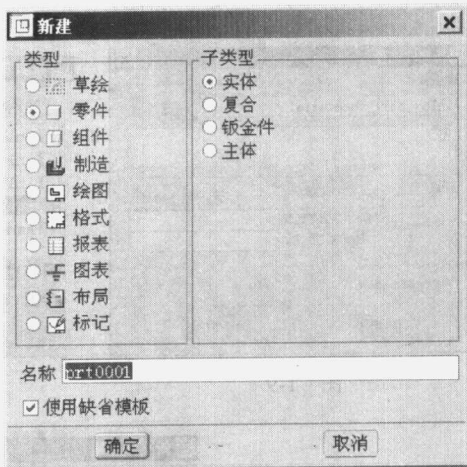


图 1-6

(3) 对话框中“类型”不变，仍为“零件”，子类型选取“钣金件”设计方式。

(4) 在“名称”栏中输入相应的文件名“smt_010301_1”，如图 1-7 所示（也可以采用默认的文件名，如：“prt0001”）。

(5) 如果在 config.pro 文件中设置了“template_sheetmetalpart mmns_part_sheetmetal.prt”，可在图 1-7 中直接单击“确定”按钮，本人强烈建议使用这种方法。否则，单击“使用缺省模板”所在行，从而去掉左边方框中的勾，如图 1-8 所示，再单击“确定”按钮，在弹出的“新文件选项”对话框（如图 1-9 所示）中单击“浏览”按钮，再在弹出的“选择模板”对话框中选择模板为“mmns_part_sheetmetal.prt”，如图 1-10 所示，其目的是设置

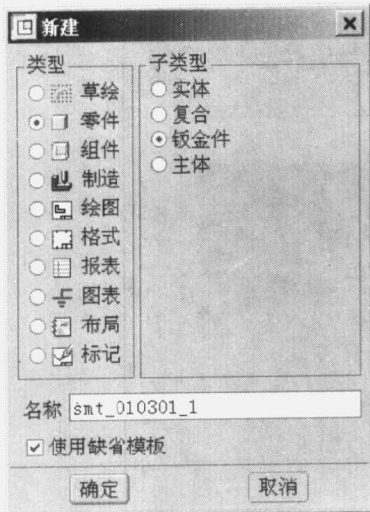


图 1-7

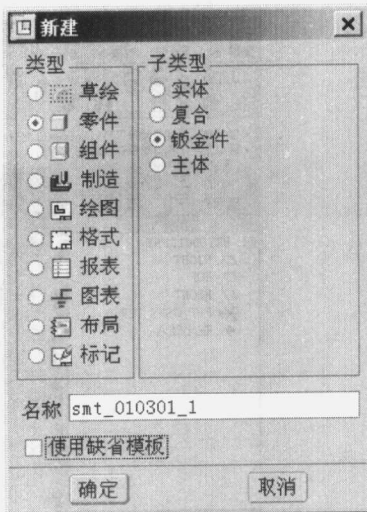


图 1-8

单位为公制 (mmns: 毫米/牛顿/秒), 再单击“打开”按钮。接着弹出如图 1-11 所示对话框, 最后单击其中的“确定”按钮。

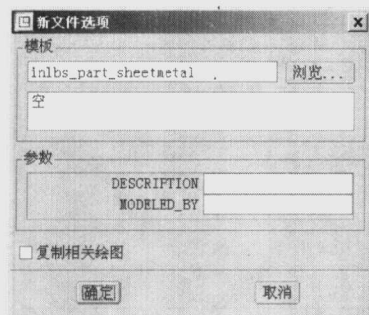


图 1-9

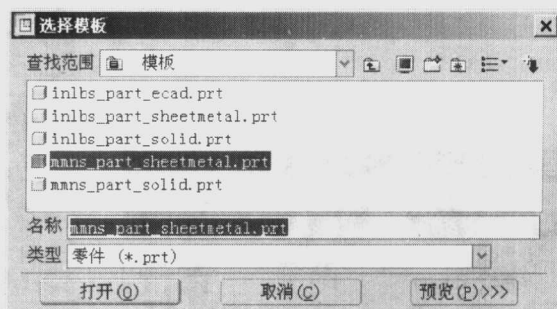


图 1-10

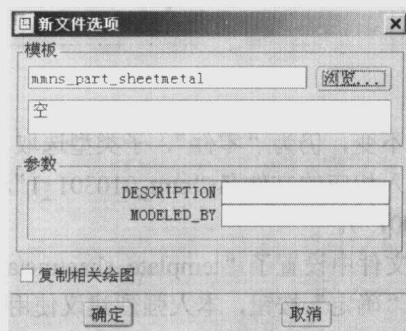


图 1-11

(6) 最后新建文件的画面显示如图 1-12 所示。

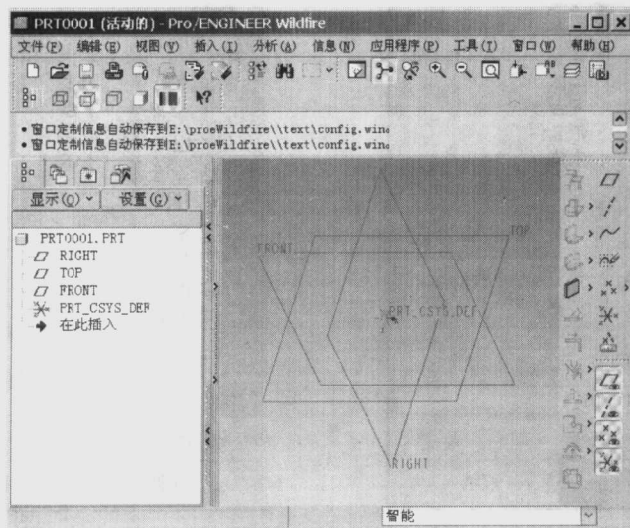


图 1-12

1.3.2 将实体零件转换为钣金件的方法

Pro/ENGINEER 允许将实体零件转换为钣金零件,如图 1-13 所示,通过删除面和指定钣金厚度来完成转换操作,从而进入钣金设计方式中。

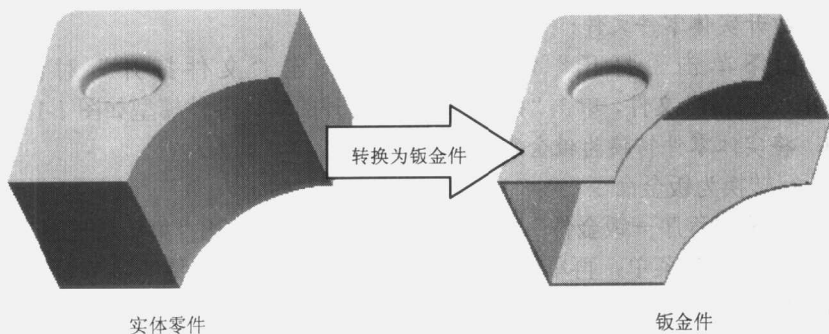


图 1-13

从零件设计模式进入钣金设计方式比较容易,主要分为 3 种情况:没有创建任何特征、创建了基准特征、已经创建了零件特征。

(1) 在实体零件设计模式下,如果还没有创建任何特征(零件),只要单击菜单“应用程序 → 钣金件”命令,如图 1-14 所示,系统将自动转入钣金设计方式中。

(2) 在实体零件设计模式下,如果仅创建了基准面、坐标系特征,当要进入钣金设计方式时,只要单击菜单“应用程序 → 钣金件”命令(如图 1-14 所示),弹出“菜单管理器”,在如图 1-15 所示的“确认信息”菜单中单击“确认”选项,系统也会转入钣金设计方式中。

(3) 在实体零件设计模式下,如果创建了零件特征,当要将实体零件转换为钣金零件时,单击菜单“应用程序 → 钣金件”命令(如图 1-14 所示),弹出“菜单管理器”(如图 1-16 所示)中的“钣金件转换”菜单,其中提供了“驱动曲面”和“壳”两种转换方式,单击其中一个命令,并进行相应的操作,系统会将实体零件转换为钣金零件,并且进入钣金设计方式中。

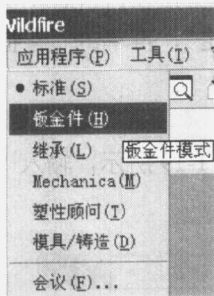


图 1-14

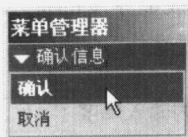


图 1-15



图 1-16