PTC 工程师系列丛书

Pro/ENGINEER 2001

钣金设计教程

孙江宏
段大高　　编著
黄小龙

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

本书是《PTC 工程师系列丛书》之一，内容包括钣金设计特点与模式、薄壁基本成型模式、 薄壁高级成型模式、薄壁处理、钣金零件的基本处理、钣金零件的高级处理、特征的删除与复制、钣金零件的修改、钣金零件的技术信息、钣金的工程图、钣金的有限元分析(Finite Element Mechanica)、钣金的制造、配置文件、训练文件和标准件库光盘等。

本书的特点是全面、实用、条理清晰、通俗易懂，全书贯穿了特征命令的综合应用，紧密结合实例进行透彻讲解，给出的实例都是作者在工程设计中具有代表性和实用性的例子，让读者能够综合运用本书所讲述的各项功能，确保读者在学习后能够迅速掌握 Pro/ENGINEER 的钣金设计。

本书适用于初、中级用户和从事于钣金设计的专业人员学习，可作为工科院校相关专业的学生的培训教程，也可供工业设计领域的工程设计技术人员参考。

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 钣金设计教程
作　　者： 孙江宏　段大高　黄小龙　编著
责任编辑： 许瑛琪
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.com.cn
http://www.tup.tsinghua.edu.cn
印 刷 者：
发 行 者： 新华书店总店北京发行所
开　　本： 787×1092 1/16　印张：26.25　字数：624 千字
版　　次： 2002 年 12 月第 1 版　2002 年 12 月第 1 次印刷
书　　号： ISBN 7-900643-90-7
印　　数： 0001～4000
定　　价： 39.00 元(含 1 张光盘)

随书光盘使用说明

本书所附光盘含系统配置文件、工程图配置文件、范例文件及标准件库。

- **系统配置文件 config.pro**：要求将系统配置文件 config.pro 复制到 Pro/ENGINEER 的启动目录下，如 D:\start。具体操作和设置可参见本系列丛书《Pro/ENGINEER 2001 基础训练教程》的 1.4 节的有关内容。
- **工程图配置文件 gb.dtl**：要求将工程图配置文件复制在硬盘的\…\GB_lib\drawing\ 目录下，同时需要将系统配置文件(config.pro)中的 drawing_setup_file 语句的值赋值为：\…\GB_lib\drawing\gb.dtl。具体操作和设置请参见本系列丛书《Pro/ENGINEER 2001 基础训练教程》的第 15 章系统配置的有关内容。
- **范例文件 Exercise**：本书各章的所有范例及练习文件都放在 Exercise 目录下，要求用户将其复制到硬盘的\…\Exercise \目录下。本书是以 Pro/ENGINEER 2001 来编写的，但也涵盖了 Pro/ENGINEER 2000i、Pro/ENGINEER 2000i^2 的用法，光盘中所附全部训练文件在 Pro/ENGINEER 2000i、Pro/ENGINEER 2000i^2 中也可打开使用。
- **模板文件 Template**：要求用户将模板文件夹 Template 复制到计算机硬盘上，如 D:\ Template 目录下。为了保证正常使用，在启动 Pro/ENGINEER 系统后，选择【功能】|【选项】命令，打开【选项】对话框，单击【查找】按钮，打开【查找选项】对话框，在【输入关键字】文本框中输入 Template，单击【立即查找】按钮。
  - 指定用作默认零件模板的类型
    从选择选项列表框中选择 template_soildpart(指定用作默认零件模板的类型)，在【设置值】文本框中输入“ D:\ Template\Part.prt.1 ”，单击【增加/改变】按钮，然后单击【关闭】按钮关闭【查找选项】对话框，在【选项】对话框中，单击【确定】按钮保存文件改变并关闭对话框。此后在新建装配模型文件时，如果在【新增】对话框中选中【使用缺省模板】复选框，则系统就会以 Part.prt.1 作为默认设计模板。
  - 指定用作默认装配模板的类型
    从选择选项列表框中选择 template_designasm(指定用作默认装配模板的类型)，在【设置值】文本框中输入“ D:\ Template\ Assembly.asm.1 ”，单击【增加/改变】按钮，然后单击【关闭】按钮关闭【查找选项】对话框，在【选项】对话框中，单击【确定】按钮保存文件改变并关闭对话框。此后在新建零件时，则系统就会以 Assembly.asm.1 作为缺省设计模板。
  - 指定用作默认二维工程图模板的类型
    从选择选项列表框中选择 template_drawing(指定用作默认二维工程图模板的

类型)，在【设置值】文本框中输入“ D:\ Template\A3_prt.drw.1 ”，单击【增加/改变】按钮，然后单击【关闭】按钮关闭【查找选项】对话框，在【选项】对话框中，单击【确定】按钮保存文件改变并关闭对话框。此后，如果用户在创建零件或装配模型时，使用的是本光盘附带的模板文件 Template(Part.prt.1 或 Assembly.asm.1)创建的，在创建相应的二维工程图时，如果在【新增】对话框中选中【使用缺省模板】复选框，单击【确定】按钮后，用户就可在系统弹出的【新制图】对话框中的【模板】列表框中，选择图纸的大小和格式，并可形成标准的三视图和所有尺寸。

- **标准件库 GB_lib**：GB_lib 是作者基于 Pro/ENGINEER 系统而开发的符合国家标准的标准件库，包括：工程图标准、法兰标准、齿轮标准、联结与紧固标准、滚动轴承标准、弹簧标准等六大类近 1000 个国家标准。用户在使用时，将文件复制到计算机上，并在 Pro/ENGINEER 系统配置文件(config.pro)中设置全部零部件的路径搜索目录，在产品设计时即可正常使用。

标准件库的内容介绍如下。

1．工程图(Drawing)

工程图标准主要包括图样格式和符号两类，应在 Pro/ENGINEER 系统的绘图模式下使用。图样格式包括 0 号图纸、1 号图纸、2 号图纸、3 号图纸和 4 号图纸；符号包括表面粗糙度符号、形位公差符号、焊接符号和装配件序列号等。

- 使用格式图纸(Sheets)

  如果要正常使用格式图纸，必须使 Pro/ENGINEER 系统能够随时找到它。有下面两种方式能够满足要求，根据作者的经验建议用户使用第二种方式，它的优点在于不破坏系统的完整性，即使系统瘫痪图纸文件也不会丢失。

  第一种方式是把光盘中 GB_lib\Drawing\Sheets\目录下的所有格式文件(.frm)复制到 Pro/ENGINEER 系统中的格式文件目录下，如“ C:\Pro2001\Formats ”，此项操作实际上是将用户格式添加到系统格式中。在成功启动 Pro/ENGINEER 系统后，创建绘图文件时，如果在【新绘图】对话框中选择【格式为空】单选框，系统会自动检索系统格式目录下的所有格式文件，用户可根据要求选用合适的图纸。

  第二种方式是把光盘中 GB_lib\Drawing\Sheets\目录下的所有格式文件复制到用户指定的目录下，如 D:\GB_lib\Drawing\Sheets\，此时需要将 Pro/ENGINEER 系统配置文件(config.pro)中的语句行 pro_format_dir 赋值为 D:\GB_lib\Drawing\ Sheets\。在启动 Pro/ENGINEER 后，创建绘图文件时，如果在【新绘图】对话框中选择【格式为空】单选按钮，系统会自动检索用户设置格式目录下的所有格式文件，可根据要求选用合适的图纸。

- 使用符号(Symbols)

  如果要正常使用各种符号，必须使 Pro/ENGINEER 能够随时找到它。设置方式是把光盘中 GB_lib\Drawing\Symbols\目录下的所有符号文件(.sym)复制到用户指定

的目录下，如 D:\GB_lib\Drawing\Symbols\，此时需要将 Pro/ENGINEER 系统配置文件(config.pro)中的语句行 pro_symbol_dir 赋值为 D:\GB_lib\Drawing\Symbols\。在启动 Pro/ENGINEER 后，创建绘图文件时，如果需要插入符号，在【插入】菜单中选择【符号实例】命令，打开【符号实例】对话框，单击【检索】按钮后，系统会自动显示用户指定目录下的所有符号文件，可根据要求选用合适的符号。



注意： 由于各种符号有所差异，为便于文件管理，作者在创建符号库时，将它们置于符号总目录下的不同目录内，用户在复制符号文件时，可以将它们置于同一目录下，也可将它们置于符号总目录下的不同目录内，此时将语句行“ pro_symbol_dir ”赋值为总的符号目录，使用各类符号时可在下一级目录中检索。

2．法兰(Flanges)

法兰的结构形式和压力等级均有相应的国家标准相对应，所以作者对所有的法兰文件均是按照标准号命名，用户在使用时只要标准号就能找到需要的文件，只不过要注意所使用的法兰文件是零件文件(.prt)还是装配文件(.asm)。用户在使用法兰文件时，一般多用于装配模型的设计，将其作为装配元件装配至产品中，如果正常使用，必须使 Pro/ENGINEER 能够随时找到它，避免再次调用装配文件时系统找不到元件，需要在 Pro/ENGINEER 系统配置文件(config.pro)中设置搜寻法兰文件的完全路径。如果国家标准件库安装在 D 盘的根目录下，设置内容为：

```
search_path    D:\GB_lib\Flanges\
search_path    D:\GB_lib\Flanges\GB9113\
search_path    D:\GB_lib\Flanges\GB9114\
search_path    D:\GB_lib\Flanges\GB9115\
search_path    D:\GB_lib\Flanges\GB9116\
search_path    D:\GB_lib\Flanges\GB9117\
search_path    D:\GB_lib\Flanges\GB9118\
search_path    D:\GB_lib\Flanges\GB9119\
search_path    D:\GB_lib\Flanges\GB9120\
search_path    D:\GB_lib\Flanges\GB9121\
search_path    D:\GB_lib\Flanges\GB9122\
search_path    D:\GB_lib\Flanges\GB9123\
search_path    D:\GB_lib\Flanges\GB9126\
search_path    D:\GB_lib\Flanges\GB9128\
```

3．齿轮(Gear)

由于齿轮参数的多变性，作者在设计齿轮标准件时，只设计了基本模型，用户在使用时还需进行进一步的工作，才能满足使用要求，需要用户进行的主要工作就是添加齿轮轴孔、固定方式等。在使用齿轮标准件时，用户首先要在 Pro/ENGINEER 系统中打开所需齿轮的模型文件，然后将此文件另存为用户熟悉的名称(如：齿轮图号)，然后关闭此窗口，再重新打开用户刚刚保存文件，此模型显示在工作界面中。在【零件】菜单中选择【再生】命令，系统会显示【得到输入】菜单，在菜单中选择【输入】命令，系统会显示【输入选择】菜单，在菜单中选择【选取全部】命令，按照系统的提示，依次输入用户所需要齿轮

需要全本请访问 www.ertongbook.com

的相关技术参数，如：模数、齿数、压力角、齿顶高系数、齿底隙系数、变位系数、齿轮宽度等，输入完成后系统会自动完成齿轮的再生。为了避免每次再生模型系统询问齿轮的参数，此时可在【零件】菜单中选择【程序】命令，系统会显示【程序】菜单，在菜单中选择【编辑设计】命令，系统会打开记事本编辑器，将 INPUT 和 END INPUT、RELATIONS 和 END RELATIONS 之间的语句全部删除，保存文件后，系统询问“ 将所做的修改体现在模型中？ ”回答“ 是 ”，以后再生齿轮模型时，系统就不会再麻烦用户了，依据使用要求进行齿轮模型的进一步设计。

4．联结与紧固(Joint_fasten)

联结与紧固件是最常用的国家标准件，包括：螺栓(Bolts)、螺钉(Screws)、螺母(Nuts)、垫圈(Washers)、销(Pins)和铆钉(Rivets)等，结构形式有相应的国家标准相对应，作者在进行联结与紧固件的设计时，首先按照国家标准对其进行分类，再以标准号命名，用户在使用时只要知道要使用紧固件的类别和标准号就能找到需要的文件，再依据系统提供的列表选择需要的规格型号，需要注意所使用的是零件文件(.prt)还是装配文件(.asm)。用户在使用紧固件文件时，一般多用于装配模型的设计，将其作为装配元件装配至产品中，如果正常使用，必须使 Pro/ENGINEER 系统能够随时找到它，避免再次调用装配文件系统时找不到元件，需要在 Pro/ENGINEER 系统配置文件(config.pro)中设置搜寻紧固件文件的全路径。如果国家标准件库安装在 D 盘的根目录下，设置内容为：

```
search_path    D:\GB_lib\Joint_fasten\
search_path    D:\GB_lib\Joint_fasten\Assembly\
search_path    D:\GB_lib\Joint_fasten\Bolts\
search_path    D:\GB_lib\Joint_fasten\Nuts\
search_path    D:\GB_lib\Joint_fasten\Pins\
search_path    D:\GB_lib\Joint_fasten\Rivets\
search_path    D:\GB_lib\Joint_fasten\Screws\
search_path    D:\GB_lib\Joint_fasten\Washers\
```

5．滚动轴承(Rolling_bearings)

滚动轴承也是最常用的国家标准件，包括：深沟球轴承、圆柱滚子轴承、圆锥滚子轴承和滚针轴承等，其结构形式有相应的国家标准相对应，作者在进行滚动轴承的设计时，首先保证创建工程图时其投影的正确性，按照国家标准号对其进行分类，再以基本的轴承号命名，用户在使用时必须知道要使用轴承的标准号和基本型号，轴承基本上全是装配文件(.asm)，打开文件后再在系统列表中选择具体的轴承型号。用户在使用轴承文件时，一般多用于装配模型的设计，将其作为装配元件装配至产品中，如果正常使用，必须使 Pro/ENGINEER 能够随时找到它，避免再次调用装配文件系统时找不到元件，需要在 Pro/ENGINEER 系统配置文件(config.pro)中设置搜寻紧固件文件的全路径。如果国家标准件库安装在 D 盘的根目录下，设置内容为：

```
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB276\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB277\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB278\
```

```
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB279\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB280\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB281\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB282\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB283\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB284\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB285\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB286\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB287\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB288\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB290\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB292\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB293\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB294\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB295\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB296\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB297\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB299\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB300\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB301\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB3882\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB4221\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB4663\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB5801\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB5859\
search_path    D:\GB_lib\Rolling_bearings\GB7218\
search_path    D:\GB_lib\rolling_bearings\GB7219\
```

6. 弹簧(Springs)

弹簧参数也具有多变性的特点，作者在设计弹簧标准件时，需要用户输入弹簧的相关技术参数，才能满足使用要求。在使用弹簧标准件时，用户首先要在 Pro/ENGINEER 系统中打开所需弹簧的模型文件，然后将此文件另存为用户熟悉的名称(如：弹簧图号)，然后关闭此窗口，再重新打开用户刚刚保存文件，此模型显示在工作界面中，在【零件】菜单中选择【再生】命令，系统会显示【得到输入】菜单，在菜单中选择【输入】命令，系统会显示【输入选择】菜单，在菜单中选择【选取全部】命令，按照系统的提示，依次输入用户所需要弹簧的相关技术参数，如：钢丝直径、弹簧外径、弹簧长度、有效圈数等，输入完成后系统会自动完成弹簧的再生。为了避免每次再生模型系统询问弹簧的参数，此时可在【零件】菜单中选择【程序】命令，系统会显示【程序】菜单，在菜单中选择【编辑设计】命令，系统会打开记事本编辑器，将 INPUT 和 END INPUT、RELATIONS 和 END RELATIONS 之间的语句全部删除，保存文件后，系统询问‘ 将所做的修改体现在模型中？ ”，回答 “ 是 ” 即可。

丛　书　序

Pro/ENGINEER 是美国参数技术公司(Parametric Technology Corporation)于 1988 年首家推出以参数化为基础的 CAD/CAE/CAM 系统，是一个全方位的三维产品开发系统，具有造型设计、零件设计、装配设计、二维工程图制作、结构分析、运动仿真、模具设计、钣金设计、管路设计、权控加工和数据库管理等功能。该软件于 1993 年正式进入中国，由于其功能强大、界面友好、能够充分体现设计人员的思想等优点，被广泛地应用在机械、电子、航空航天、汽车、模具、家用电器和玩具等各个领域。

作者从 1994 年起开始使用 Pro/ENGINEER，利用该软件成功地进行了多项产品的开发和设计，并建立了符合中国国家标准的标准件库，具有一定的实际设计经验。为使广大机械设计人员尽快掌握这套软件的使用方法，提高设计水平，特编写了这套系列教程，将于 2002 年内陆续出版完成，各类设计人员可根据具体情况选读，具体书目如下：

(1) Pro/ENGINEER 2001基础训练教程
(2) Pro/ENGINEER 2001零件设计教程
(3) Pro/ENGINEER 2001装配设计教程
(4) Pro/ENGINEER 2001二维工程图设计教程
(5) Pro/ENGINEER 2001钣金设计教程
(6) Pro/ENGINEER 2001数控加工教程
(7) Pro/ ENGINEER 2001仿真与结构分析教程
(8) Pro/ ENGINEER 2001综合设计实例教程

以上各书都附有 1 张光盘，光盘内容均包括配置文件，练习文件和标准件库。

本套系列丛书是基于 Pro/ENGINEER 2001 版编写的，也涵盖了 Pro/ENGINEER 2000i 和 Pro/ENGINEER 2000i^2 的用法，操作方法及书中所附的练习文件，也适用于上述两个版本。

本丛书的编写过程中，得到了美国参数技术公司赵恒先生的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限，书中难免出现错误或疏漏，希望广大读者给予批评指正。

主　编　黄忠耀
副主编　王景先　孙江宏
编　委　黄忠耀　王景先　孙江宏　段大高
　　黄小龙　李冬梅　陈秀梅

目　录

前言 vii
随书光盘使用说明 xi
第 1 章　钣金设计特点与模式 1
1.1　钣金设计概述 1
1.2　钣金设计方法 1
1.3　钣金设计模式 3
1.3.1　选择【钣金件】子类型 3
1.3.2　实体零件下的应用程序方法 5
1.3.3　装配模式下的创建方法 6
1.3.4　进入钣金设计模式练习 7
1.4　钣金设计环境 9
1.5　钣金特征与显示 13
第 2 章　薄壁基本成型模式 15
2.1　钣金薄壁特征 15
2.1.1　薄壁特征 15
2.1.2　薄壁基本成型模式 15
2.1.3　薄壁高级成型模式 16
2.1.4　薄壁处理 16
2.2　平整薄壁特征 17
2.2.1　平整薄壁特征的生成方法 17
2.2.2　创建平整薄壁特征 18
2.2.3　平整薄壁特征的选项设置 20
2.3　拉伸薄壁特征 20
2.3.1　拉伸薄壁特征的生成方法 20
2.3.2　创建拉伸薄壁特征 20
2.3.3　拉伸薄壁特征的选项设置 23
2.4　旋转薄壁特征 30
2.4.1　旋转薄壁特征的生成方法 30
2.4.2　创建旋转薄壁特征 30
2.4.3　旋转薄壁特征的选项设置 33
2.5　混合薄壁特征 36
2.5.1　混合薄壁特征的生成方法 36
2.5.2　创建混合薄壁特征 36
2.5.3　混合薄壁特征的设置项 39
2.6　偏距薄壁特征 45
2.6.1　偏距薄壁特征的生成方法 45
2.6.2　创建偏距薄壁特征 45
2.6.3　偏距薄壁特征的设置 46
第 3 章　薄壁高级成型模式 48
3.1　可变截面扫描 49
3.1.1　【可变截面扫描】特征的生成方法 49
3.1.2　【可变截面扫描】各选项的设置 54
3.1.3　可变截面扫描的实例练习 58
3.2　扫描混合 63
3.2.1　扫描混合的生成方法 64
3.2.2　【扫描混合】各选项的设置 69
3.2.3　扫描混合的实例练习 72
3.3　螺旋扫描 77
3.3.1　螺旋扫描的生成方法 77
3.3.2　【螺旋扫描】各选项的设置 77
3.3.3　螺旋扫描的实例练习 81
3.4　边界 84
3.4.1　边界特征的生成方法 84
3.4.2　【边界】各选项的设置 85
3.4.3　【边界】薄壁特征的实例练习 87
3.5　截面至曲面 94
3.5.1　截面至曲面特征的生成方法 94
3.5.2　【截面至曲面】特征实例练习 94
3.6　从文件 97
3.6.1　【从文件】特征选项设置 97
3.6.2　【从文件】特征实例练习 99

3.7 自由生成 101
3.7.1 【自由生成】薄壁特征的生成方法 101
3.7.2 【自由生成】选项设置 102
3.7.3 【自由生成】实例练习 108
第 4 章 薄壁处理 111
4.1 薄壁构建特征 111
4.1.1 薄壁构建特征 111
4.1.2 薄壁构建特征实例练习 112
4.2 扭转 121
4.2.1 扭转薄壁特征 121
4.2.2 建立扭转薄壁特征 122
4.2.3 扭转薄壁特征选项 124
4.3 扫描 127
4.3.1 扫描薄壁特征 127
4.3.2 建立扫描薄壁特征 127
4.2.3 扫描薄壁特征选项 131
4.4 折边 132
4.4.1 折边薄壁特征 133
4.4.2 建立折边薄壁特征 133
4.4.3 折边薄壁特征的类型 135
4.5 延拓 139
4.5.1 延拓薄壁特征 139
4.5.2 建立延拓薄壁特征 139
4.5.3 延拓薄壁特征的选项设置 141
4.6 合并 142
4.6.1 合并薄壁特征 143
4.6.2 建立合并薄壁特征 143
第 5 章 钣金零件的基本处理 148
5.1 钣金零件的处理 148
5.2 钣金折弯 148
5.2.1 折弯特征 149
5.2.2 建立折弯特征 149
5.2.3 钣金折弯特征选项 154
5.2.4 钣金折弯设计实例 160
5.3 钣金展平 172
5.3.1 展平特征 172
5.3.2 建立展平特征 173
5.3.3 钣金展平选项 174
5.3.4 钣金展平设计实例 175
5.4 钣金折弯回去 177
5.4.1 折弯回去特征 178
5.4.2 建立折弯回去特征 178
5.5 边折弯 179
5.5.1 边折弯特征 179
5.5.2 边折弯特征实例练习 180
5.6 平整阵列 182
5.6.1 平整阵列特征 182
5.6.2 建立展平特征 183
5.7 钣金切割 185
5.7.1 切割特征 185
5.7.2 建立切割特征 187
5.8 钣金切口 193
5.8.1 钣金切口特征 193
5.8.2 建立切口特征 194
5.9 钣金冲孔 201
5.9.1 钣金冲孔特征 201
5.9.2 建立冲孔特征 201
第 6 章 钣金零件的高级处理 207
6.1 印贴 207
6.1.1 印贴特征 207
6.1.2 建立印贴特征 207
6.1.3 印贴特征选项 213
6.1.4 钣金印贴设计实例 218
6.2 平整印贴 221
6.2.1 启动平整印贴 221
6.2.2 平整印贴实例练习 222
6.3 缝处理 223
6.3.1 缝特征 223
6.3.2 缝特征实例练习 225
6.4 区域变形 230
6.4.1 区域变形特征 230
6.4.2 区域变形特征实例练习 231
6.5 转变 234
6.5.1 转变特征 234
6.5.2 转变特征实例练习 234
6.5.3 转变特征的选项设置 236

第 7 章　特征的删除与复制.....238
7.1　特征删除.....238
7.2　特征复制.....239
7.2.1　特征复制的基本知识.....239
7.2.2　特征复制的选项.....240
7.2.3　特征复制的操作步骤.....243
7.2.4　特征复制的操作实例.....244
7.3　特征阵列与删除.....252
7.3.1　特征阵列的基本知识.....253
7.3.2　特征阵列的选项.....253
7.3.3　特征阵列的删除.....260
7.3.4　特征阵列的操作步骤.....261
7.3.5　特征阵列实例练习.....262
第 8 章　钣金零件的修改.....266
8.1　特征修改.....266
8.1.1　特征修改命令.....266
8.1.2　特征修改选项.....266
8.2　特征重定义.....270
8.2.1　概述.....270
8.2.2　实例练习.....271
8.3　特征压缩与恢复.....272
8.3.1　概述.....272
8.3.2　实例练习.....274
8.4　特征重新排序.....275
8.4.1　特征的父子关系.....275
8.4.2　重新排序.....276
8.4.3　实例练习.....277
8.5　特征重定次序.....278
8.5.1　概述.....279
8.5.2　实例练习.....280
8.6　特征失败处理.....282
8.6.1　特作操作失败的基本情况.....282
8.6.2　特征操作失败的处理方法.....283
第 9 章　钣金零件的技术信息.....286
9.1　信息查询.....286
9.1.1　特征与模型信息.....286
9.1.2　特征列表.....287
9.1.3　全局参照查看器.....287
9.1.4　父子关系信息.....289
9.1.5　审核轨迹.....289
9.1.6　进程信息.....289
9.1.7　其他信息.....291
9.2　钣金报告.....291
9.2.1　折弯报表.....292
9.2.2　半径报表.....292
9.2.3　设计检测.....293
9.2.4　结果输出.....293
9.3　几何分析.....293
9.3.1　测量.....294
9.3.2　模型.....296
9.3.3　曲线分析.....301
9.3.4　曲面分析.....306
第 10 章　工程设计练习.....317
10.1　铅笔夹子.....317
10.2　防护盒.....323
10.3　电缆盒.....329
第 11 章　钣金的工程图.....335
11.1　工程图环境设置.....336
11.2　工程图基础.....339
11.2.1　选择视图类型.....339
11.2.2　视图操作.....340
11.2.3　工程图的标注.....344
11.2.4　添加注释.....346
11.3　工程图的实例操作.....348
第 12 章　钣金的 FEM(有限元分析).....355
12.1　概论.....355
12.2　钣金静力分析.....356
12.2.1　设置材料性质.....356
12.2.2　启动有限元模块.....357
12.2.3　进入结构力学分析环境.....358
12.2.4　创建有限元分析文件.....361
12.2.5　划分有限元模型网格.....361
12.2.6　输出有限元分析文件.....363
12.3　振动分析.....377
12.4　热分析.....378

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第 13 章　钣金的制造.....384
13.1　钣金制造模块.....384
13.2　钣金零件处理.....386
13.3　工作机床和操作..... 389
13.4　钣金后置处理..... 392
13.5　实例练习..... 394

前　言

1. Pro/ENGINEER 2001中文版简介

Pro/ENGINEER 是美国参数技术公司(PTC)1988 年首家推出的使用参数化的特征造型技术的大型 CAD/CAM/CAE 集成软件，具有造型设计、零件设计、装配设计、二维工程图制作、结构分析、运动仿真、模具设计、钣金设计、管路设计、NC 加工、数据库管理等功能。近年来在我国大型工厂、科研单位和部分大学得到了较为普遍的应用，深受广大从事三维产品设计和研究人员的喜爱。

Pro/ENGINEER 是一个全方位的三维产品开发软件，集成了零件设计、产品装配、模具设计、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、机构仿真、应力分析、电路布线、装配管路设计等功能模块和专有模块于一体，可以实现 DFM (Design For Manufacturing，面向制造的设计)、DFA (Design For Assembly，面向装配的设计) 、ID (Inverse Design，逆向工程)、CE (Concurrent Engineer，并行工程)等先进的设计方法的模式。

Pro/ENGINEER 参数化设计的特性：

- 3D(三维)实体模型：3D 实体模型除了可以将用户的设计概念以最真实的模型在计算机上呈现出来以外，用户可以随时计算出产品的体积、面积、质心、质量和惯性矩等，真实的了解产品，减少了以上参数的人为计算时间。
- 单一数据库：Pro/ENGINEER 是建立在单一数据库上的，也就是说工程的资料全部来自一个库，使得多个独立用户可以同时为同一个产品的造型而工作。可随时由 3D 实体模型产生 2D(二维)工程图，而且自动标注工程图的尺寸。在 3D 实体模型或 2D 图形上作尺寸修正时，其相关的 2D 图形或 3D 实体模型均自动修改，同时，装配、制造等相关设计也会自动修改，这样可确保数据的正确性，并避免了反复修改的耗时性。
- 以特征作为设计的单位：Pro/ENGINEER 以最自然的思考方式从事设计工作，如凸起(Protrusion)、切削(Cut)、钻孔(Hole)、开槽(Slot)、圆角(Round)、斜角(Chamfer)、圆轴(Shaft)、轴颈(Neck)、凸缘(Flange)、薄壳(Shell)、加强肋(Rib)及管件(Pipe)等，均视为基本特征。也正因为以特征作为设计的单元，因此可随时对特征做出合理的、不违反几何关系的修改操作，如重新定义(Redefine)、重新排序(Reorder)、重新参考(Reroute)、插入模式(Insert Mode)、替换模式(Change Mode)和删除(Delete)等。
- 参数式设计：配合单一数据库，所有的设计过程中使用的尺寸(参数)都存储在数据库中，设计者只要更改 3D 零件(Part)的尺寸，则 2D 工程图(Drawing)、3D 装配图(Assembly)、模具(Mold)等立即依照尺寸的更改做几何形状的变化，以此来达到设计和修改工作的一致性。正因为采用参数式的设计，用户可以运用强大的数学

运算方式，创建各尺寸参数间的关系式，自动计算出模型应有的外形，减少了尺寸逐一修改的费时和错误的发生。

Pro/ENGINEER 2001 更是具有 400 余项的新特征和附加功能，使用起来更加容易、直观。增加了自由形式曲面处理等新技术，并强化建模和模型检测等原有的模块。PTC 同时提供了新的装配功能、数据管理功能、仿真功能，扩展了 Pro/ENGINEER 的使用范围。

- 直接建模：在最小限度的界面交互和较少的鼠标操作的情况下，交互地建立和修改特征。
- 灵活的草绘和骨架：柔性特征可以让您对复杂的几何体进行有效更改，而且很容易使用。
- 过程变形：能够对变形进行详尽的更改，而不需要修改原设计。
- 自由形式曲面处理：使用方便的工具栏和鼠标，自由设计美学曲面和曲线。
- 行为建模：行为建模(BMX)已经成为一个设计过程自动化的流行工具。
- 小组数据管理：具有安全多点协作功能，便于本地数据管理。
- 系统互连设计：用于制作电路图，以及过程和测量示意图。
- 全相关 2D 制图：新的智能化约束捕捉功能加快了制图实体的创建。
- 制造：高速加工的改进功能。
- 仿真：Pro/MECHANICA 是一个分析工具，可单独使用。
- 模型检查：ModelCHECK 实现了 CAD 检查过程自动化。
- 造船：具有船体整体布局和细分的船体概念设计功能，具有建立详尽的船舶结构化框架的钢结构生成功能。
- 扩大互操作性 Granite One 应用：具有与 Pro/ENGINEER 相同的实体建模能力，它拥有基于特性的简单实施方法。

Pro/ENGINEER 能够在 UNIX 和 Windows NT、Windows 98、Windows 2000 和 Windows XP 上运行。

2．本书导读

钣金是指厚度均一的金属薄板，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。在市场上，钣金零件占全部金属制品的 90%以上，在国民经济和军事诸方面所占有的位置是极其重要的。钣金具有劳动生产率和材料利用率高、重量轻等优点。在轻工十大产品中，金属件基本都是钣金冲压产品。

由于钣金件具有广泛用途，Pro/ENGINEER 2001 中文版中设置了一个钣金设计模块，专用于钣金的设计工作。但是市场上几乎找不到钣金设计的技术参考书，本书就是为了弥补这个空白而作，使用户能够更快、更熟练地掌握 Pro/ENGINEER 的钣金设计技术，为工程设计带来更多的便利。

本书具体内容如下：

第 1 章介绍了钣金设计方法、设计流程和设计模式，在实体零件下的应用程序方法，在装配模式下的创建方法，钣金设计环境和钣金特征与显示。

第 2 章介绍了钣金薄壁特征、薄壁基本成型模式和薄壁高级成型模式，平整薄壁特征、拉伸薄壁特征、旋转薄壁特征、混合薄壁特征、偏距薄壁特征的生成和设置方法。

第 3 章介绍了薄壁高级成型模式，包括可变截面扫描、扫描混合、螺旋扫描、边界特征、截面至曲面特征、从文件特征、自由薄壁特征的生成和设置方法。

第 4 章介绍了薄壁特征的处理，包括建立薄壁构建特征、扭转薄壁特征、扫描薄壁特征、折边薄壁特征、延拓薄壁特征、合并薄壁特征的方法和设置。

第 5 章介绍了钣金零件的处理，包括钣金的折弯、钣金展平、钣金折弯回去、边折弯、平整阵列、钣金切割、钣金切口和钣金冲孔等。

第 6 章介绍了钣金零件的高级处理，包括钣金印贴、平整印贴、缝处理、区域变形、转变等特征的处理。

第 7 章介绍了特征的删除与复制，包括特征删除、特征复制、特征阵列与删除等。

第 8 章介绍了钣金零件的修改，包括特征修改、特征重定义、特征压缩与恢复、特征重新排序、特征重定次序和特征失败处理等。

第 9 章介绍了钣金零件的技术信息，包括信息查询、钣金报告和几何分析等。

第 10 章为工程设计练习，包括铅笔夹子、防护盒和电缆盒。

第 11 章介绍了钣金的工程图，包括工程图环境设置、选择视图类型、视图操作、工程图的标注及添加注释等。

第 12 章介绍了钣金的 FEM(有限元分析)，包括钣金静力分析、振动分析和热分析。

第 13 章介绍了钣金的制造，钣金制造模块、钣金零件处理、工作机床和操作及钣金后置处理等。

本书适用于初、中级用户和从事于钣金设计的专业人员，可作为工科院校相关专业的学生的培训教程，也可供工业设计领域的工程设计技术人员参考。

3．本书约定

- 书中所有的中文屏幕项皆用【】括起来，以示区分。例如，【文件】|【保存】表示打开【文件】菜单，再选择【保存】命令。
- 用+连接的 2 个或 3 个键表示组合键，在操作时应同时按下这 2 个或 3 个键。例如，Alt + Tab 表示在按下 Alt 键的同时，按下 Tab 键；Ctrl + Alt + F10 表示在按下 Ctrl 和 Alt 的同时，按下功能键 F10。
- 在没有特别指明时，“ 单击 ”、“ 双击 ”和“ 拖动 ”表示用鼠标左键单击、双击和拖动，“ 右击 ” 则表示用鼠标右键单击。
- 对于初学者来说，系统配置是一个复杂的过程，本书中创建的工程图的尺寸标注，均以 Pro/ENGINEER 默认的方式标注，但读者只要按《随书光盘的使用说明》所述，将随书光盘的 Config.pro 和 Gb.dtl 文件复制到相应的文件夹下，并正确配置，同样可以制作出符合国家标准的工程图来。

本书由孙江宏执笔，段大高、黄小龙、曹东兴等进行了主要部分的编写。另外，毕首权、马向辰、于美云、许九成、王雪艳、韩凤莲、赵维海、赵洁、朱存铃、邱景红等给予了大力协助，在此表示深深的感谢。

十分感谢本系列丛书的主编黄忠耀高级工程师，他在百忙之中主审了本书并提出了许多宝贵的意见和建议。

本书在编写过程中，得到了美国参数技术公司经销处中国区总监赵恒先生和东方人华

王景先老师的大力支持和帮助，在此一并表示忠心的感谢。

由于作者水平有限，书中难免出现错误或疏漏，希望广大读者给予批评指正。

作者 2002 年 8 月于北京

E-mail：Sunjianghong@263.net

第 1 章　钣金设计特点与模式

本章主要讲解 Pro/ENGINEER 2001 的钣金设计特点与模式，包括钣金的设计流程与方法、进入钣金设计模式的方法，另外，详细地介绍了钣金设计窗口。通过本章的学习，读者将熟悉钣金设计环境、学会如何进入钣金设计模式并进行钣金设计。

1.1　钣金设计概述

钣金是指厚度均一的金属薄板，通过一些加工工艺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。

在市场上，钣金零件占全部金属制品的 90%以上，在国民经济和军事诸方面所占有的位置是极其重要的。钣金零件具有劳动生产率和材料利用率高、重量轻等优点。在轻工十大产品中，金属件基本都是钣金冲压产品。

图 1.1 就是两个钣金件产品。

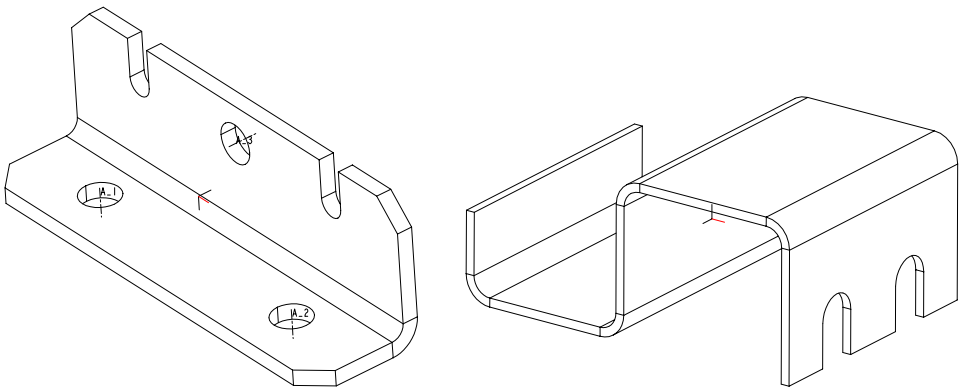

图 1.1　钣金件产品

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　钣金设计方法

本节根据钣金的基本特点，讲解其设计的基本方法和设计流程，使读者对钣金设计有

需要全本请访问 www.ertongbook.com