

“十五”期间重点计算机出版物规划项目

Pro/E工业设计铂金手册系列

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版

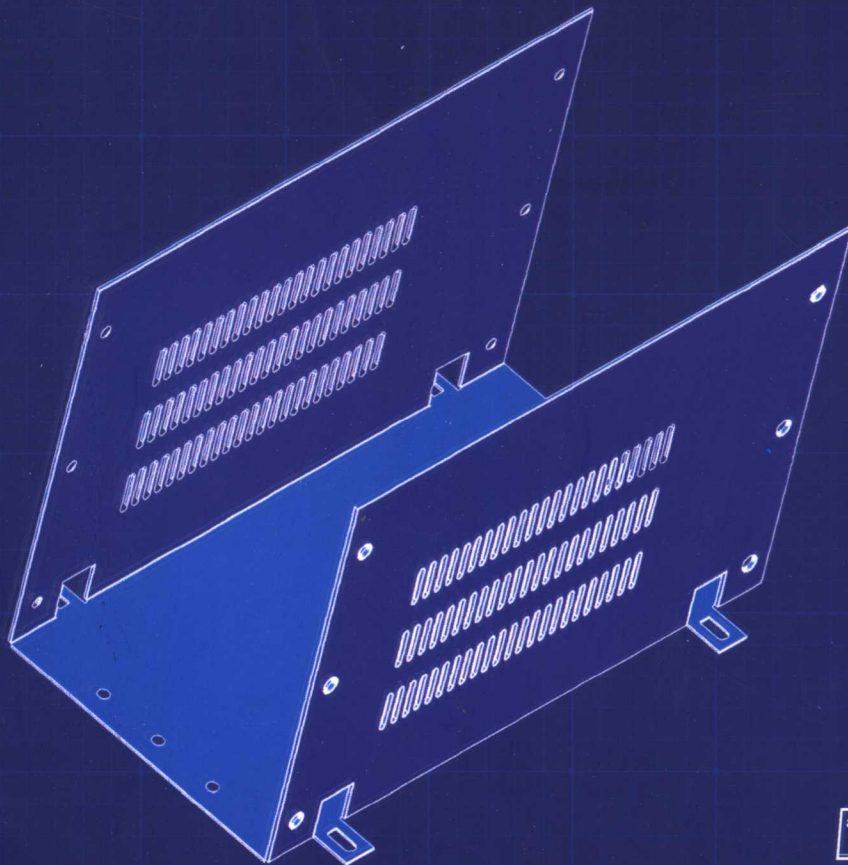
钣金设计

于波 罗云奎 编著

白金手册



本光盘内容丰富，包括书中范例文件及长达150分钟的关于软件操作的多媒体教学录像。



国内一线高级工程师的倾情力作，凝聚了作者多年的设计经验与心得体会

以基础知识与应用实例相结合的形式，详细介绍了钣金设计的方法与技巧

实例丰富典型，全部来自工程实践，针对性和指导性强，有利于读者举一反三

提供练习题、常见问题解答与技巧集锦，帮助读者解决实际问题，巩固知识

适合中高级读者、广大公司从业人员、大中专院校学生以及社会培训班的学员使用



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

“十五”期间重点计算机出版物规划项目

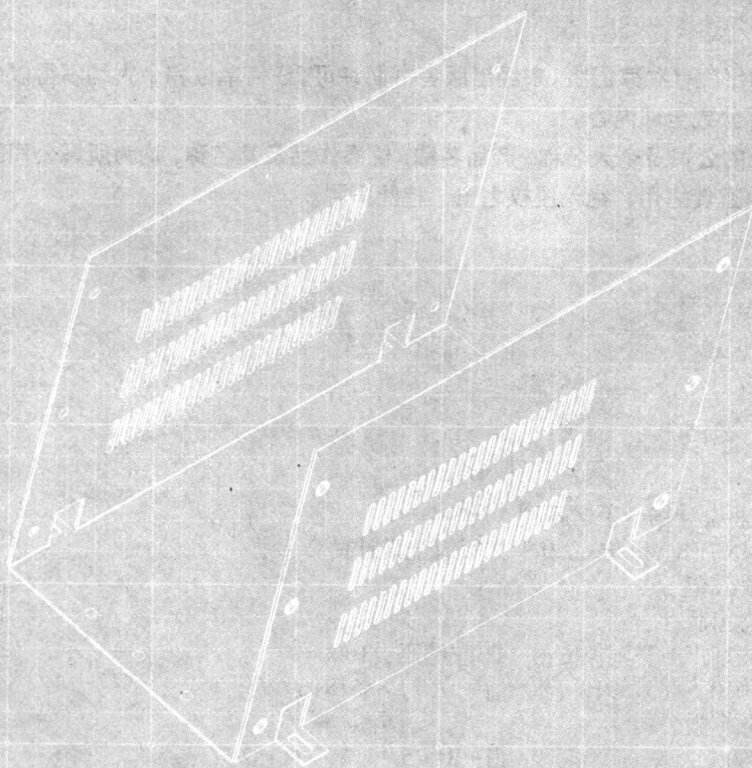
Pro/E 工业设计铂金手册系列

Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版

钣金设计

于波 罗云奎 编著

白金手册



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

前 言

编写本书目的

美国参数技术公司（简称 PTC 公司）的 Pro/ENGINEER 软件自问世以来，已经成为世界上应用最为普及的 3D CAD/CAM 系统之一。它在 3D CAD/CAM 软件领域中的地位举足轻重，广泛应用于机械、电子、工业设计、模具设计、汽车、航天、家电和玩具设计等各个行业。Pro/ENGINEER 是全方位的 3D 产品开发的软件，将零件设计、产品装配、模具设计、钣金设计、铸造件设计、造型、逆向工程、自动测量、机构仿真和产品的数据库管理等功能集成于一体。

由于 Pro/ENGINEER 的模块众多，因此学习起来有一定的难度。目前市场上虽然有少量的钣金设计书，但是大部分都是基于菜单和命令使用的基础教程，而且由于这些书籍的作者自身对钣金设计工作经验的缺乏，使得许多读者无法获得一流的指导和专业的示范。本书就是为了解决这个问题，弥补这一市场空缺，应运而生的。

本书内容导读

本书是根据 Pro/ENGINEER 的最新版本——Wildfire 2.0 中文版编写的，主要介绍如何使用 Pro/ENGINEER 的钣金设计（SHEETMETAL）模块进行实际的 3D 钣金设计。全书通过将基础技术与大量的应用实例相结合的形式，来详细讲解钣金设计中的操作过程和使用技巧。

本书具体内容如下：

第 1 章讲解钣金在生产中的应用，Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 的一些基本设置，钣金的设计方法、流程以及钣金设计的显示和窗口的控制。

第 2 章讲解了第一面薄壁的基本命令（即平整薄壁、拉伸薄壁特征、旋转薄壁特征、混合薄壁特征、偏距）的使用方法、详细的操作过程和需要注意的问题，并配合具有针对性的实例，来介绍创建方法和应用技巧。

第 3 章讲解了钣金的展平特征和钣金的折回，结合规则展平、过渡展平和剖界面展平，系统地介绍了操作过程和注意事项，并详细介绍了钣金展平的基本特征。

第 4 章对钣金的冲孔和钣金的切边进行了详细讲解，读者通过具体实例的学习，将加深对它们之间区别的认识。

第 5 章讲解了钣金的成型特征，钣金的冲孔成型、模具成型等，并通过实例列举了它们之间的关系和区别，让读者更好地了解成型特征的使用方法和应用技巧。

第 6 章主要讲述了钣金的折弯，并针对性地安排了实例演练，以加深读者对钣金折弯细节的了解。

第 7 章对不规则的钣金进行了详细讲解，通过钣金的裂缝、变形区域和钣金的转化、

辅助钣金的展开, 读者将能够清晰地了解钣金展平特征的应用。

第 8 章对钣金的复制进行了详细讲解。

第 9 章讲解了钣金的环境设置, 包括展开计算公式、折弯表、折弯半径、固定几何等内容。

第 10 章通过实例讲解了从实体转换成钣金件以及从钣金件转换成实体的应用。

第 11 章讲解了钣金件二维图纸的设计, 指导读者创建 Pro/ENGINEER 的二维图纸, 创建标注尺寸、创建图框, 并介绍工序图、工序表和 BOM 的制作。

第 12 章, 专门安排了 3 个综合性实例, 除了详细的设计步骤之外, 还专门介绍了设计难点和在设计过程中需要注意的问题, 从而加强读者对钣金件设计的认识, 以便更好地运用到实际工作当中去。

第 13 章以消毒柜整机设计为例, 重点讲解产品中钣金结构的设计过程。

本书主要特色

本书通过将基础知识与大量实例相结合, 详细介绍了 Pro/ENGINEER 野火版钣金设计的方法与技巧。

本书语言简洁、讲解直观, 实例丰富、典型, 书中实例全部来自工程实践, 针对性和指导性强, 有利于读者举一反三, 对读者有较高的借鉴价值。

同时, 本书安排了大量的思考练习题, 附录中收录了 Pro/ENGINEER 钣金设计的常见问题答疑与技巧集锦和填空题答案, 帮助读者解决实际问题, 巩固知识点。

本书光盘内容丰富, 主要包括两部分内容: ①提供了书中范例文件, 方便读者学习时使用; ②关于 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版软件操作的多媒体视频教学录像。多媒体视频教学录像具体包括 6 部分: 实体建模、曲面设计、钣金设计、模具设计、零件设计与工程图设计。读者单击不同的目录选项, 就可以进入到不同的视频播放之中, 播放总时间长达 150 分钟, 绝对物超所值。

本书非常适合广大 Pro/ENGINEER 中高级读者和从事钣金设计的人员使用, 也可作为大、中专院校相关专业学生, 以及社会相关培训班学员的教材, 是 Pro/ENGINEER 学习者必备的工具首选参考书籍。对于广大欲进入模具设计行业的工程师来说, 也是一本不可多得的参考手册。

本书使用指南

读者在使用本书时, 一定要对照实例反复演练, 从而加深对命令使用技巧的领会; 注意前后知识点的融会贯通; 注意多在实际建模工作中应用多种可行的途径, 并领会用不同命令达到相同目的时的快捷程度、准确程度。

本书附有一张光盘, 存放了书中所用到的全部实例以及多媒体视频教学录像。请读者将实例目录 “exercise” 复制到硬盘中, 以便 Pro/ENGINEER 读写时能保证速度和权限。

使用本书配套光盘, 需要的机器配置最低需求为 PII266 以上处理器、64MB 以上内存, 操作系统 Windows 98 或更新版本; 推荐系统配置为 PIII800 以上处理器、256MB 以上内存, 操作系统 Windows 2000SP4+Internet Explorer 5.5, 这样的系统配置也可以运行 Pro/ENGINEER

Wildfire 2.0 版。

本书编写队伍

本书主要由于波、罗云奎编写，另外参与本书编写的人员还有严林秀、张春雷、陈奎、刘士军、李元波、邱向伟、白晓峰、秦仁瑰、祝琴华、唐春、向运明、宋锐、陈义、刘发申、周海平、雷远明、朱迎庆、张健建、周洲、张宏、许颖华等，他们在资料的收集、整理和技术支持方面做了大量工作，在此向他们表示感谢。

由于时间仓促，作者水平有限，虽经过反复校对，但书中难免有错误之处，欢迎广大读者批评与指正。

作 者

2005 年 5 月

作者简介



于 波

于波，男，27岁。1999年模具设计与制造专业毕业，本科学历。国内一线产品结构设计师、模具设计师，具有在大中型消费电器类产品集团公司6年的工作经验。

1999年~2001年从事模具设计制造工作，2002年底至今在国内大型家电制造企业（美的集团）任职，先后从事小家电研发工作和电磁炉结构设计工作，目前任公司项目经理。曾接受过Pro/ENGINEER软件的官方培训。

熟悉珠江三角洲制造业情况，对珠江三角洲的家电制造业有比较深入的了解。多年致力于消费类电器产品的模具设计、结构设计和新产品项目运作，经验丰富，专业知识扎实，技术上乘。

具体参与和负责设计的产品有：玩具汽车、电水壶、咖啡壶、微波炉、电烤箱、玩具火车路轨、部分汽车外观件、电磁炉、多士炉等。

通过多年的工作和实践，对家用电器的设计制造、塑胶注射模具的设计制造有了深刻的了解，熟悉家用电器研发的流程与项目运作，熟悉塑胶注射成型工艺，熟练使用Pro/ENGINEER、Unigraphics、SolidWorks、Mastercam、OneSpace Designer、AutoCAD等主流计算机辅助设计软件。曾经设计过的多款产品现已经批产上市，受到广大用户欢迎。



罗云奎

罗云奎，男，29岁。1997年机械专业毕业。国内一线产品结构设计师、模具设计师，具有在大中型家电、电子通信类产品公司8年工作经验。

1997年~2000年从事模具设计工作。2000年底至今，在国内大型家电制造企业（美的集团）任职，从事小家电研发工作和空调器结构设计工作，目前兼任集团公司内部软件培训师。曾接受过Pro/ENGINEER、Unigraphics、Mastercam、OneSpace Designer等多个软件的官方培训，熟悉珠江三角洲制造业情况，多年致力于消费类电器产品的模具设计、结构设计和新产品项目运作，经验丰富，专业知识扎实，技术上乘。

具体参与和负责设计的产品有：

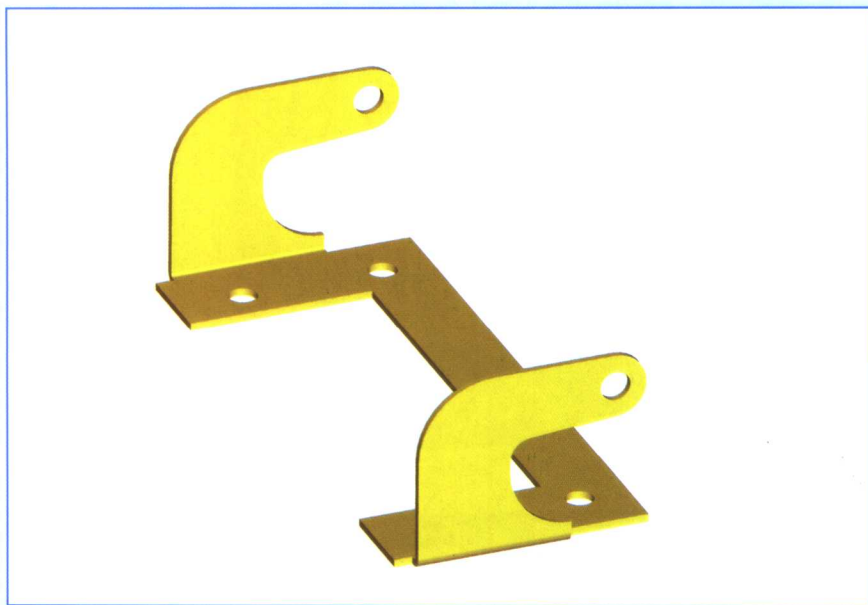
食品加工机、豆浆机、电饭煲、吸尘器、电暖器、燃气灶具、抽油烟机、空调器等。

所获奖励：2004年参与设计的空调产品荣获国家科技进步奖。

通过多年的工作和实践，对家用电器的设计制造、塑胶注射模具的设计制造有了深刻的了解，熟悉家用电器研发的流程与项目运作，熟悉塑胶注射成型工艺，熟练使用Pro/ENGINEER、Unigraphics、SolidWorks、Mastercam、OneSpace Designer、AutoCAD等主流计算机辅助设计软件，精通并掌握了Pro/ENGINEER的自顶向下设计、行为建模等高级技巧。曾经设计过的多款产品现已经批产上市，受到广大用户欢迎。

本书实例效果图及描述

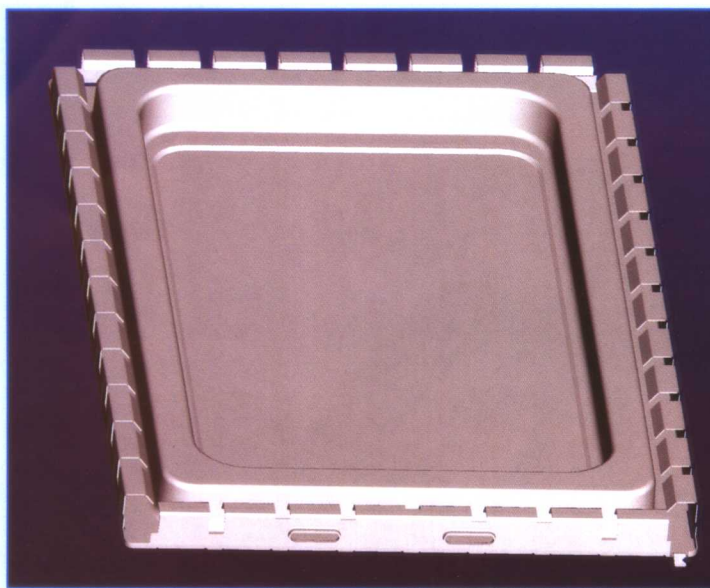
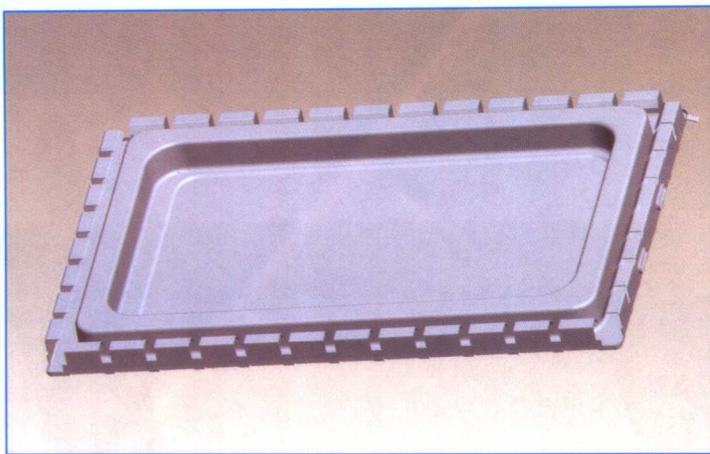
综合实例 1——绞链



设计难点和方法简述如下：

- (1) 该实例的难点在于如何安排创建壁的顺序。
- (2) 读者要理解第一壁（即主薄壁）的起始作用，能准确判断出第一壁应该放在哪里，从而使得后继工作能少走弯路。
- (3) 该实例从简单的零件外形开始，引导读者逐步掌握划分钣金壁的技能。

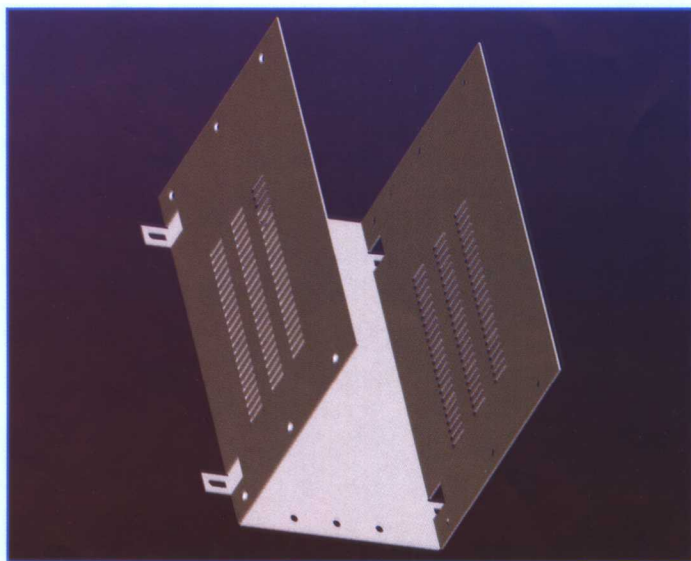
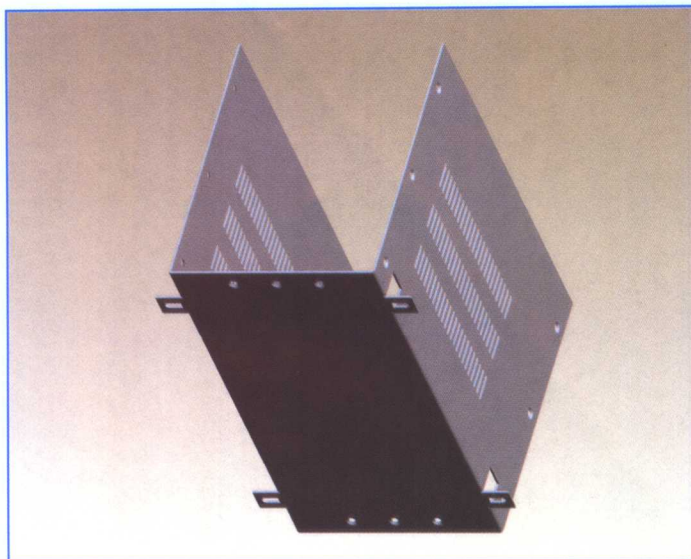
综合实例 2——微波炉内门



设计难点和方法简述如下：

- (1) 如何着手绘制第一壁，用什么方法绘制其他的侧壁。
- (2) 哪些特征要在展开壁的基础上绘制，哪些特征要在折弯回去的基础上绘制。即展开和折弯回去的结合使用。
- (3) 模具成型的参照零件的成型部分如何绘制才能一步成型到位，或多步成型到位。
- (4) 读者要注意模具成型的时选取钣金的绿色面与白色面的不同，此例中间的成型部分就是经过两次成型，一次选取的是绿色面，另一次选取的是白色面。

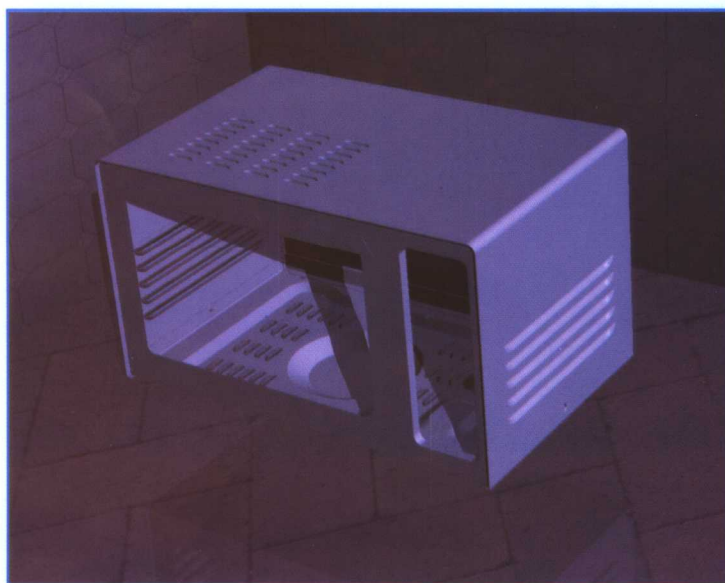
综合实例 3——注塑机控制箱后壳



设计难点和方法简述如下：

- (1) 难点在于变形区域的使用、变形区域的基础和如何配合折弯的使用。
- (2) 此例需要完成镜像对称，因此只需要绘制一半即可。
- (3) 在折弯之前先绘制好定位孔和变形区域，这样的操作简洁、步骤少，设计快。
- (4) 最后在折弯后的特征上一次性地阵列出散热孔。

经典实例——消毒柜设计



设计难点和方法简述如下：

- (1) 装配的建立、装配结构的定义及定义整个装配下全部零组件参数的方法。
- (2) 骨架零件对零件、子组件的参数传递与控制，复杂的发布几何的建立。
- (3) 多层次骨架零件的使用。
- (4) BOM 表的创建。
- (5) 本范例的难点在于如何在复杂的、多装配层次的产品中，使用自顶向下的设计方法。

目 录

前 言

第 1 章 钣金设计基础

1.1 钣金加工概述	1
1.1.1 钣金设计要点	1
1.1.2 钣金成型设备	2
1.1.3 钣金的加工方式	2
1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 基础	3
1.2.1 关于 Pro/ENGINEER 主窗口	3
1.2.2 Pro/ENGINEER 操控板	8
1.2.3 关于对话框	10
1.2.4 查询和预选加亮	11
1.2.5 关于 Pro/ENGINEER 文件	15
1.3 Pro/SHEETMETAL 设计	16
1.3.1 Pro/SHEETMETAL 功能简介	16
1.3.2 Pro/SHEETMETAL 设计方法	16
1.4 本章小结	20
1.5 思考练习题	20

第 2 章 钣金薄壁的创建

2.1 钣金壁介绍	21
2.2 创建第一壁	21
2.2.1 平整壁	22
平整壁创建范例	23
2.2.2 拉伸壁	25
用“拉伸”创建第一壁范例	25
2.2.3 旋转壁	27
用“旋转”创建第一壁范例	27
2.2.4 混合壁	28
用“混合”创建第一壁范例	29
2.2.5 偏移壁	30
2.2.6 高级壁	30
2.3 钣金设计中的草绘	30
2.4 创建分离壁	31
2.5 合并壁	31
分离壁与合并壁的范例 1	32
分离壁与合并壁的范例 2	33
2.6 附加薄壁	36
2.6.1 用平整创建附加壁	37

用“平整”创建附加壁的范例	40
2.6.2 用法兰创建附加壁	44
用“扫描”创建附加壁的范例	45
2.6.3 用“延伸”创建附加壁	47
2.6.4 用“扭转”创建附加壁	47
用“扭转”创建附加壁的范例	47
2.7 止裂槽	49
加入止裂槽范例	49
2.8 设计范例——支架	50
2.9 本章小结	54
2.10 思考练习题	54
第3章 钣金展平和钣金折回	
3.1 使用展平特征展开钣金	57
展开特征范例1——使变形曲面与变形曲面相连	60
展开特征范例2——使用过渡进行钣金展平	61
展开特征范例3——使用剖界面驱动进行钣金展平	62
展开特征范例4——使用剖界面驱动进行钣金展平	65
3.2 钣金的展平状态——平整阵列特征	68
展开特征范例5——使用平整阵列钣金展平	69
3.3 钣金折弯回去	70
展开特征范例6——创建钣金折弯回去	71
3.4 本章小结	71
3.5 思考练习题	71
第4章 钣金冲孔和钣金切口	
4.1 钣金切割	73
用钣金切割的范例	74
4.2 钣金切口	77
UDF创建和用UDF创建切口的例子	78
4.3 钣金冲孔	82
4.4 设计范例——底盖	82
4.5 本章小结	87
4.6 思考练习题	87
第5章 钣金成型特征的建立	
5.1 创建成型零件	89
创建“冲孔”参照零件范例	90
创建“模具”参照零件范例	91
5.2 放置成型特征	94
创建“模具”成型的范例	94
创建“冲孔”成型的范例	98
5.3 成型特征的平整	101

创建平整成型的范例 1	102
创建平整成型的范例 2	103
5.4 边处理	103
创建边处理的范例	104
5.5 设计范例——底盖和侧板	106
5.5.1 设计范例 1——底盖（续例）	106
5.5.2 设计范例 2——侧板	112
5.6 本章小结	120
5.7 思考练习题	120
第 6 章 钣金折弯特征	
6.1 钣金折弯的类型	121
折弯特征范例 1——将钣金平面区域角度折弯	123
折弯特征范例 2——将剪切特征角度折弯	125
折弯特征范例 3——将钣金折为将弯曲	128
6.2 钣金折弯的选项	130
折弯特征范例 4——将钣金平面区域角度折弯	131
折弯特征范例 5——将钣金平面折弯	133
6.3 在钣金折弯处加入止裂槽	135
折弯特征范例 6——在钣金加入不同类型的止裂槽	136
6.4 折弯线设计范例	139
6.4.1 实例——钣金折弯线的使用 2	139
6.4.2 实例——钣金折弯线的使用 3	142
6.4.3 实例——钣金折弯设计实例	148
6.5 本章小结	157
6.6 练习题	157
第 7 章 钣金的展开	
7.1 展开规则几何形状的钣金	159
展开特征范例 1——规则几何形状钣金的展开	159
7.2 展开不规则几何形状的钣金	160
展开特征范例 2——使用变形区域钣金展平	160
7.3 使用撕裂进行钣金展平	162
展开特征范例 3——使用规则缝展开钣金	163
展开特征范例 4——使用曲面缝进行钣金展平	164
展开特征范例 5——使用边缝进行钣金展平	165
展开特征范例 6——使用变形区域和边缝进行弯脚设计	167
展开特征范例 7——转换特征的使用	170
7.4 本章小结	172
7.5 思考练习题	172
第 8 章 钣金复制	
8.1 阵列	173

8.1.1	尺寸阵列	174
	尺寸阵列范例(单向阵列)	176
	尺寸阵列范例(双向阵列)(续例)	178
8.1.2	方向阵列	180
	方向阵列范例	180
8.1.3	轴阵列	181
8.1.4	填充阵列	182
	填充阵列范例	183
8.1.5	参照阵列	186
8.2	阵列表	186
	表阵列范例	187
8.3	本地组	190
8.4	阵列组	190
8.5	设计范例——护盖	191
8.6	本章小结	194
8.7	思考练习题	194

第9章 钣金设计的环境设置

9.1	展开计算公式	195
9.2	折弯表	198
	钣金设置范例1——计算钣金展平长度的范例	201
9.3	折弯半径	204
	钣金设置范例2——设置折弯半径的范例	205
9.4	固定几何	207
9.5	设计实例——连接板	207
9.6	本章小结	208
9.7	思考练习题	208

第10章 从实体设计钣金

10.1	从实体创建钣金	209
10.1.1	基本转换	209
	实体转换的(薄壳)范例	210
	实体转换的(驱动曲面)范例	211
10.1.2	钣金转换特征	211
	钣金转换的范例	213
10.2	将钣金转换实体	215
10.3	设计范例——盒子	216
10.4	本章小结	218
10.5	思考练习题	218

第11章 钣金二维图的制作

11.1	二维图基础	219
11.1.1	工程图的功能	219

11.1.2	工程图模式	219
11.1.3	建立工程图的步骤	220
11.2	视图	221
11.2.1	视图的类别	222
11.2.2	视图的组合	226
11.2.3	添加视图	227
	添加视图的范例	229
11.2.4	修改视图	237
11.2.5	移动视图	239
11.2.6	删除视图	239
11.2.7	修改剖面线	240
11.3	尺寸	241
11.3.1	尺寸的显示及拭除	241
11.3.2	创建尺寸	243
11.3.3	尺寸修改	249
11.3.4	整理尺寸	251
11.3.5	尺寸的删除与移动	254
11.3.6	尺寸公差	255
11.4	注释	257
11.4.1	创建注释	258
11.4.2	编辑注释	259
	工程图范例	261
11.5	创建图框	266
11.5.1	table (表) 的使用	266
11.5.2	创建图框	269
11.6	创建展平图	275
11.7	创建工序图、工序表	278
11.8	BOM 技术	281
11.9	设计范例——三维钣金零件	288
11.10	本章小结	295
11.11	思考练习题	295

第 12 章 综合设计实例

12.1	绞链设计	297
12.1.1	范例分析	297
12.1.2	主要知识点	297
12.1.3	设计流程	298
12.1.4	设计步骤	298
12.1.5	范例总结	303
12.2	微波炉内门的设计	303
12.2.1	范例分析	303
12.2.2	主要知识点	304
12.2.3	设计流程	304

12.2.4	设计步骤	307
12.2.5	范例总结	325
12.3	注塑机控制箱后壳	325
12.3.1	范例分析	325
12.3.2	主要知识点	325
12.3.3	设计流程	326
12.3.4	设计步骤	328
12.3.5	范例总结	338

第 13 章 经典钣金范例——消毒柜整机设计

13.1	范例分析	339
13.2	主要知识点	339
13.2.1	简单的自顶向下的设计方法	339
13.2.2	建立钣金零件所使用的钣金命令	340
13.3	设计流程	340
13.3.1	建立组件和骨架零件	340
13.3.2	建立箱体组件	341
13.3.3	建立内胆组件	343
13.4	具体设计步骤	344
13.4.1	建立顶级装配件	344
13.4.2	定义装配结构	345
13.4.3	在骨架零件中创建产品总体特征	359
13.4.4	发布顶级骨架至子组件（零件）中	370
13.4.5	建立箱体组件的骨架零件	383
13.4.6	建立箱体顶后板	391
13.4.7	建立箱体左侧板	402
13.4.8	建立箱体右侧板	409
13.4.9	建立箱体底板	420
13.4.10	建立箱体吊板	425
13.4.11	建立箱体左加强条	432
13.4.12	建立箱体左加强条	437
13.4.13	建立箱体右加强条	442
13.4.14	建立箱体底壳	446
13.4.15	建立内胆组件的骨架零件	455
13.4.16	建立内胆主板	458
13.4.17	建立内胆侧板	473
13.4.18	验证顶级骨架零件对组件中零件的控制	477
13.5	范例总结	479

附录 A 常见问题答疑与技巧集锦

附录 B 填空题答案

第 1 章 钣金设计基础

在介绍 Pro/ENGINEER 钣金设计之前，读者有必要先了解关于钣金设计、制造的基础知识。

本章学习要点：

- 钣金设计要点；
- 钣金成型设备；
- 钣金的加工方式；
- Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 基础；
- Pro/SHEETMETAL 设计。

1.1 钣金加工概述

钣金加工就是冲压加工技术。冲压加工技术开始于 18 世纪末 19 世纪初，因为工业革命促成了动力制造技术的发展，以机械化方式来制造金属板就逐渐成为主流。

用钣金加工方法制造的精巧成品出现于 19 世纪末 20 世纪初，随着金属板的制造方法和成型技术的改进以及大量生产的需要，冲压加工及所需要的机械已发展到高速而且大型化的阶段。今天冲压加工技术仍然在不断地改进，其成长进步的速度更加惊人，尤其在自动化产业的推动下，钣金技术已经广泛应用于汽车、家电、计算机、家庭用品、装饰材料等各个相关的领域中，钣金加工已经成为工业生产中不可或缺的一种机械加工手段。

1.1.1 钣金设计要点

钣金只是产品的一部分，因此在加工设计中有以下几个方面需要注意：

(1) 造型设计与机械设计两者应该相互平衡，好的造型不一定可以顺利制造，要考虑到加工制造是否容易，是否会增加制造的成本，是否会降低生产效率等问题，这都是一个优秀的设计者应该考虑的问题，应尽量避免设计出一些现有的加工设备无法制造的钣金件造型。

(2) 钣金相互连接和固定方式、钣金和塑料件的连接固定方式以及钣金和其他零件的固定和连接方式都是设计考虑的重点，设计不良的连接方式，将直接影响组合装配的效率，并增加人工操作的难度。

(3) 钣金的机构设计与强度设计，都是钣金设计的重点，强度的设计将直接影响产品的寿命和耐用性。

(4) 钣金组装优先顺序和安装空间，需要从组合理化和组装便利化的方面来考虑。

(5) 钣金的重量及工艺性。钣金是金属材料，当然是轻而强度高最好，但是考虑到成本问题和加工难易程度问题，要在尽量满足产品的功能、性能和钣金强度要求的情况下，