

Pro/E
专家系列

Pro/ENGINEER

钣金 设计

Wildfire

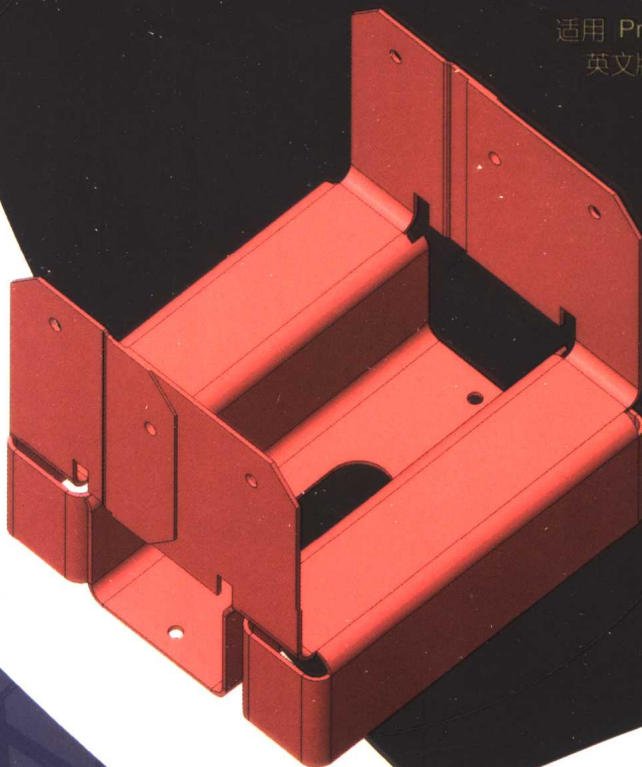
李文宏 王耀德 黄圣杰 编著



附超值光盘

内含全书范例文件及Pro/E演示文件

适用 Pro/E Wildfire
英文版/中文版



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

Pro/ENGINEER Wildfire

钣金设计

李文宏 王耀德 黄圣杰 编著

中国铁道出版社

2004 · 北京

北京市版权局著作合同登记号：01-2004-0545

版 权 声 明

本书中文繁体字版由台湾知城数位科技股份有限公司出版(2003)。本文中文简体字版经台湾知城数位科技股份有限公司授权由中国铁道出版社出版(2004)。任何单位或个人未经出版者书面允许不得以任何手段复制或抄袭本书内容。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 钣金设计/李文宏, 王耀德, 黄圣杰编著. —北京: 中国铁道出版社, 2004.3
(Pro/E 专家)

ISBN 7-113-05775-6

I. P… II. ①李… ②王… ③黄… 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(2004)第 014881 号

书 名: Pro/ENGINEER Wildfire 钣金设计

作 者: 李文宏 王耀德 黄圣杰

出版发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑: 严晓舟 郭毅鹏

责任编辑: 苏 茜 李新承

封面设计: 白 雪

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.5 字数: 507 千

版 本: 2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月第 1 次印刷

印 数: 1~10000 册

书 号: ISBN 7-113-05775-6/TP·1146

定 价: 39.00 元

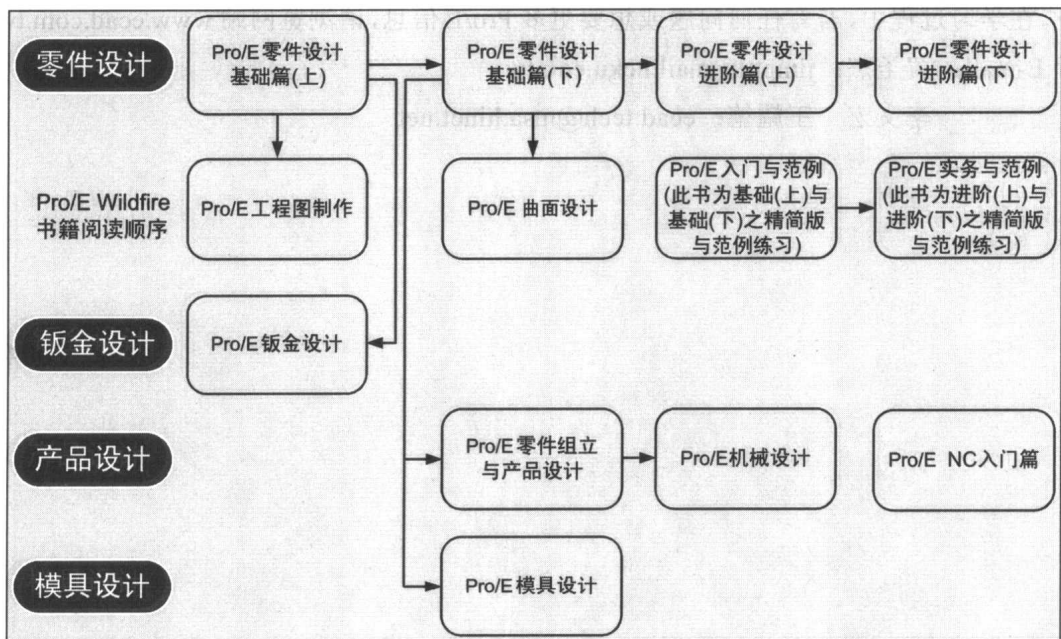
版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社计算机图书批销部调换。

前言

Pro/ENGINEER 自 1988 年问世以来,十余年间已成为全世界及中国最普及的 3D CAD/CAM 系统。Pro/E 在今日俨然成为 3D CAD/CAM 系统的标准软件,广泛应用于电子、通讯、机械、模具、工业设计、汽车、自行车、航天、家电、玩具等各行业。Pro/E 可谓是个全方位的 3D 产品开发软件,整合了零件设计、产品组立、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、机械设计、动态仿真、应力分析、产品数据库管理、协同设计开发等功能于一体,其模块众多,且学习颇为不易。有鉴于此,我社特引进台湾著名作者林清安、黄圣杰等老师的佳作,他们均有十几年利用此软件进行多项实务设计与加工经验,以及多年来研究/教学的心得,提供给各公司应用此软件的工程师及各大院校攻读 CAD/CAM 课程的同学一个学习途径。

此 Pro/E Wildfire 系列书籍包含 13 册,各书籍与其阅读顺序如下:



Pro/ENGINEER Wildfire 的 Sheetmetal (钣金) 模块结合产业的加工制程方法,以及配合 CAD 的功能,特别设计出一套专属于钣金设计的特征功能。模拟钣金工厂的整个操作过程:切割、折弯、冲压、冲孔等,让成品经过一步一步的设计,使工程师及操作员能够清楚了解整个制作过程,并且更增加了产品的各式规格表、设计表的输出,更能清楚地表达出整个作业的准确性。

本书以 Pro/ENGINEER Wildfire 版本为架构,共分 8 章,主题涵盖:钣金入门、薄壁特征、折弯特征、展平特征、钣金成形、实体辅助特征、实体转换特征、钣金设置、钣金件信息查询等精彩内容。

3/5244/01

为了方便读者，特准备全部实例演练所需的文件及其他文件，存入随书的光盘中，建议读者先将所有文件复制到计算机的硬盘中（必须取消“只读”设置），以方便使用。

exercise: 内含实例演练所有文件

- ❶ 所需文件放在光盘中，名为#: \exercise\ch? 的文件夹（#表：光驱代号），且按不同练习再细分文件夹，例如 #：\exercise\ch1\1-1\ 表示第 1 章的第 1 个实例。
- ❷ 每一个实例最后完成的结果，都放在光盘中的同一文件夹内，且在文件名称后面附加“_f”的字样，例如#：\exercise\ch2\2-1\clip_f.prt。


本书由台湾知城数位科技股份有限公司提供版权，经中国铁道出版社计算机图书中心审选，参与整稿与编排的人员有苏芳、刘龙、文哲、鲁连运、童冠圣、陈伟、杜方冬、杨阳、郑星、任飞等。

本书虽经再三校对，但疏漏之处在所难免，望各界人士赐予指正，以便再版时加以修正。在学习过程中，若有任何问题或想要更多 Pro/E 信息，请浏览网站 www.ecad.com.tw，作者 E-mail：黄圣杰：jimppi@mail.ncku.edu.tw

李文宏 王耀德：ecad.tech@msa.hinet.net





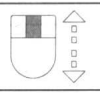





2004.2

鼠标与快捷键的使用








软件要用得顺，除了了解指令外，相关工具如鼠标、键盘快捷键也需熟悉。在此，建议读者最好使用有“滚轮 ”的鼠标！

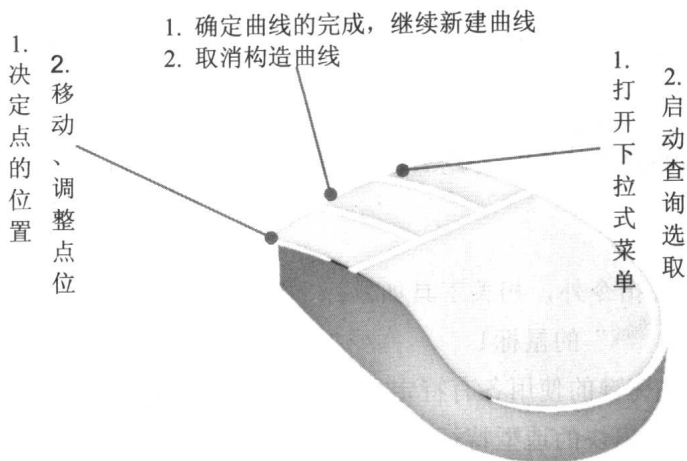
在不同情况下，鼠标与快捷键的使用各有特定方式，在此，会说明仅 Pro/ENGINEER Wildfire 的 Sheetmetal（钣金）模块的造型特征方面与一般通用情况，其他情况请参照基础入门书籍。

鼠标操作——通用情况

	按住中键，转动模型。 注：比较旋转中心（  Spin Center）是否显示的情况		
	+		平移模型
	+		垂直上下移动鼠标，缩放模型，效果同直接转动滚轮
			水平左右移动鼠标，旋转模型（不同于按住中键转动模型）
	+		0.5 倍缩放模型
		无	直接转动滚轮，1 倍缩放模型
			2.0 倍缩放模型

鼠标操作——造型特征

动 作		说 明
	（左键）	<ol style="list-style-type: none"> 1. 决定点的位置 2. 在决定点位置的同时，按住  可实时移动、调整
	（中键）	<ol style="list-style-type: none"> 1. 确定曲线的完成，并且可继续新建曲线 2. 取消指令，回到选取状态 
	（右键）	<ol style="list-style-type: none"> 1. 按住 ，打开弹出式菜单 2. 点一下 ，启动查询选取



【图 0-5】

快捷操作——造型特征

键盘上的操作环境，面对不同的情况其搭配功能是不同的，而且，Pro/ENGINEER Wildfire 几乎与 2001 版不同，请读者特别留意。

造型特征的快捷键

动作	说明
捕捉	Shift : 捕捉到几何点、线、面
点、曲线	(以活动平面为参考) Alt : 仅能在正交方向移动点、曲线 + Alt : 仅能在水平、垂直方向移动点、曲线
设定相切向量	Alt : 约束角度与仰角，仅能改变长度 + Alt : 约束长度，改变长度与仰角
新增点	按 选 Add (新增): 在曲线上新增内部点 (非两 endpoint) 按 选 Midpoint (中点): 在曲线两点间新增中点 + Alt : 在曲线两端延伸方向上新增点
删除点	按 选 Delete (删除): 删除曲线上的点
删除曲线	Delete : 删除曲线，不能删除点
选取边界线	Ctrl : 逐一选取边界线围成曲面
其他	Ctrl : 复制曲线 Alt : 拖拉平面曲线的活动平面 : 指示标示

目 录

前言

鼠标与快捷键的使用

第 1 章 钣金概述	1
1-1 何谓钣金.....	2
1-2 钣金入门介绍.....	4
1-3 钣金功能环境的认识.....	6
第 2 章 钣金薄壁的建立	11
2-1 认识钣金薄壁.....	12
2-2 First Wall (第一壁) 的建立.....	13
2-3 Unattached Wall (分离壁) 的建立.....	19
2-4 实战演练.....	31
第 3 章 钣金实体特征概念介绍	55
3-1 实体与辅助特征.....	56
3-2 实体转换钣金特征.....	68
3-3 Sheetmetal Cut (钣金切割).....	72
3-4 Notch (切削) 与 Punch (冲孔).....	75
3-5 实战演练.....	79
第 4 章 钣金折弯特征的建立	101
4-1 Angle & Roll (折弯) 特征类型.....	102
4-2 Regular Bend (规则折弯).....	105
4-3 w/Transition (带有转接折弯).....	108
4-4 Edge Bend (边折弯).....	110
4-5 Planar Bend (平面折弯).....	112
4-6 折弯线的调整.....	114
4-7 Corner Relief (拐角止裂槽).....	118
4-8 实战演练.....	119
第 5 章 钣金展平特征的建立	135
5-1 展平特征概述.....	136
5-2 Regular Unbend (规则展平).....	138
5-3 Transition Unbend (过渡展平).....	139
5-4 Xsec Driven Unbend (剖截面驱动展平).....	141
5-5 Bend Back (钣金折回) 特征.....	143
5-6 Deform Area (变形区) 特征.....	145
5-7 Rip (缝) 特征.....	149

CONTENTS

5-8	Conversion (实体转换) 特征	152
5-9	实战演练	155
第 6 章	钣金 Form Feature (成形特征) 的建立	197
6-1	Form Feature (成形特征) 概述	198
6-2	Punch (冲压成形) 与 Die (模具成形)	200
6-3	放置成形特征	204
6-4	Flatten Form (平整成形)	207
6-5	Flat Pattern (平整阵列)	209
6-6	实战演练	211
第 7 章	钣金特征的设置	231
7-1	B end Allow (折弯许可)	232
7-2	Bend Table (折弯表)	235
7-3	钣金设置	239
7-4	参数设置	243
7-5	钣金件信息	245
7-6	实战演练	251
第 8 章	钣金零件设计范例	273
8-1	日光灯灯罩	274
8-2	机器散热盖	278
8-3-1	书架分隔板	283
8-3-2	书架支撑板	287
8-4	造型课桌椅	291
8-5	白板外框	296
8-6	庭园盆栽置放架	302
8-7	造型底盒	308
附录 A	Pro/ENGINEER Wildfire 指令对照表	315
附录 B	配置文件	323

1

钣金概述

Pro/E Wildfire

- ☯ 1-1 何谓钣金
- ☯ 1-2 钣金入门介绍
- ☯ 1-3 钣金功能环境的认识

1-1 何谓钣金

利用金属的可塑性，将薄金属板做各种的加工称为钣金加工，而使用比较厚的金属板制作压力容器、锅炉以及其他容器的加工作业，称为罐型加工。

钣金加工是应用在常温时，材质柔软且延展性大的软钢板、铜板、铝板以及铝合金板等材料，利用各种钣金加工机械和工具，施以各种加工方法，以制造各式各样的形状和构造的物品。

运用钣金成形加工法则来设计产品有几项的特点：

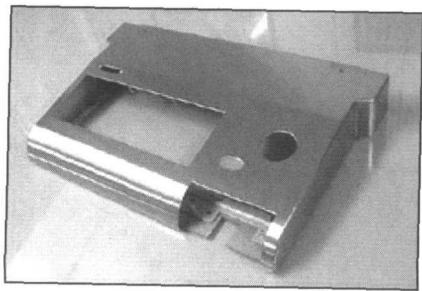
1. 成形加工容易，且有利于复杂成形品的加工。
2. 产品有薄壁中空特性，所以重量既轻又坚固。
3. 零件组装便利。
4. 成本价格低，适合少样多量的生产。
5. 成形品表面光滑美观，表面处理与后处理容易。

基于以上各项特点，钣金加工所涵盖的产业非常广泛，在汽车、航天、模具与家具用品等工业上使用极为普遍。

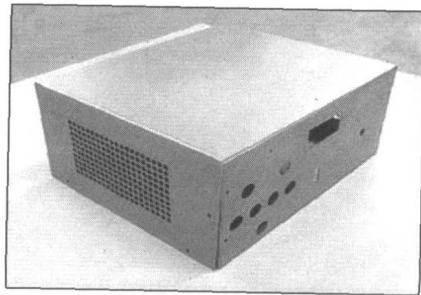
近年来，金属塑性成形产业基于降低生产成本、减轻产品重量、简化零件设计与制造及提升产品附加价值等目的，正积极朝向高精度零件制程技术发展。先进国家已非常成熟的冲压与冷间锻造技术，通过对金属材料的塑性流动进行精确控制的手段，不仅可提升产品尺寸精度，更可在零件不同部位将材料大幅变形，而获得不同厚度尺寸的需求，加工出高附加价值的复杂形状制品。

现从国内产业观点来分析当前钣金加工所应用的成形方法：

- 机械模具产业无不追求低成本高附加价值的成形品，然而应用于大量生产的钣金加工所采用的冲床（Press）即具有该特色。钣金加工中，占最大量比重的即是冲床加工，产品大到汽车钣金件（如图 1-1：引擎盖、车门、甚至是后行李箱盖等）；小到文具用品钉书针的冲压，或是家用日光灯的灯罩，甚至是当前最热门的电子厂电路网络 IC 芯片导线架接脚的冲压，所达到的精度几乎能达到微米等级以上。至此，笔者提醒读者，台湾钣金加工模具业的龙头，早期即是以制作计算机机壳钣金冲压件起家，如今已跃居全球模具钣金大厂。

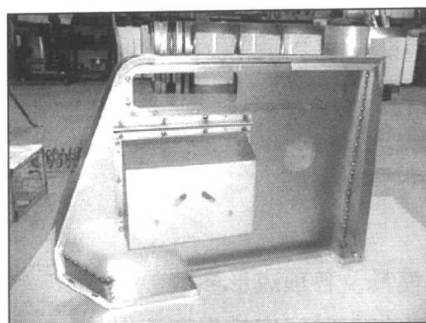


<<电子产品>>

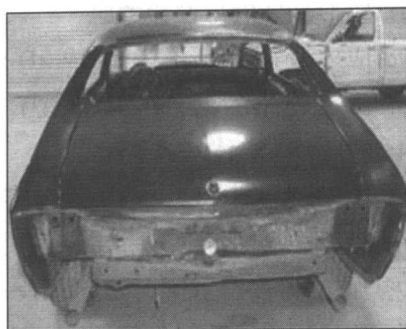


<<仪器控制箱>>

续上图



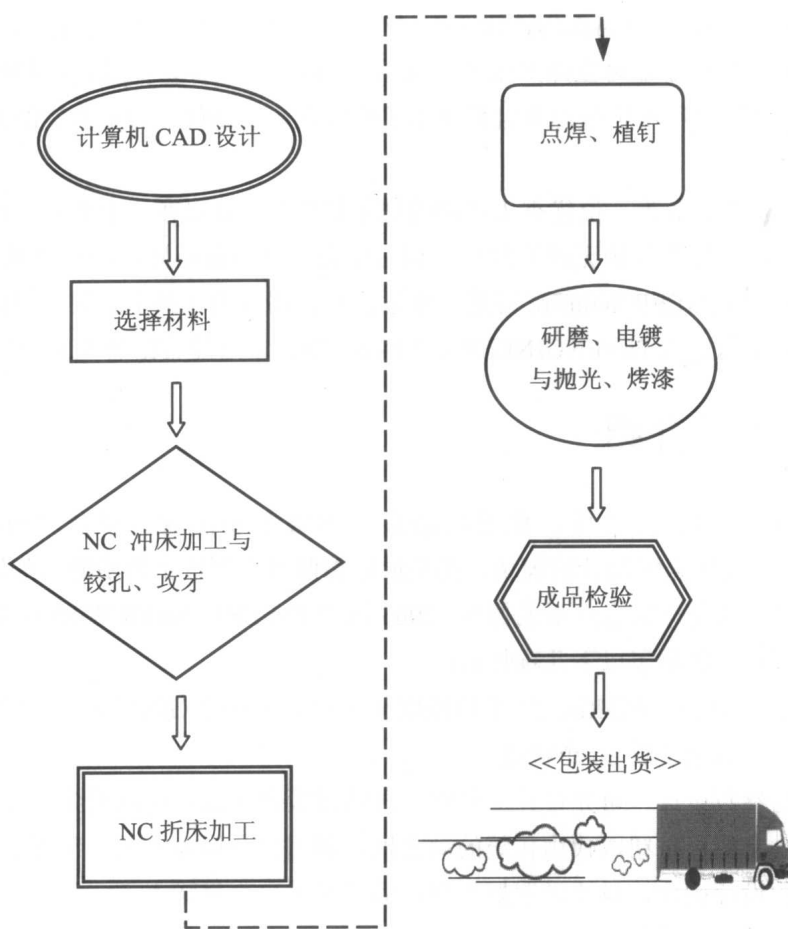
<<机台护盖>>



<<汽车钣金>>

【图 1-1】

钣金的制作流程，由图面的设计到成品的完成，最初的成品设计与制图是最为重要的，笔者通过多年经验并参观台湾各大钣金工厂，整理出以下流程与关系图，分为以下阶段：图 1-2 所示，明确地指出现今钣金件制作流程与加工生产线的制作程序：



【图 1-2】

流程图

步骤 1: 成形品分析与设计考虑

步骤 2: 成形品概念设计——完成 2D 外形造型设计图

步骤 3: 确定最后造型(制作 3D 模型)

步骤 4: 完成 3D 实体

步骤 5: 绘制成品图, 组立图, 具体零件图

步骤 6: 进行成品图拆解——完成各项展开图

步骤 7: 加工程序代码的制作与应用——考虑模具及各项成形参数

步骤 8: 确认生产线的工作流程——选择最佳化加工时间安排生产流程

步骤 9: 钣金制造——进行切割、冲孔加工、折弯加工、焊接加工与组立

步骤 10: 钣金件试模与组装——检查试作模具与成品过程所出现的问题

步骤 11: 钣金件大量生产——通过产品设计最佳化及掌握生产线进度

昔日, 钣金师父通过多年工作经验的累积, 由概念设计到绘制出产品的多角视图与展开图, 往往需要花费很长的时间, 然而遇到该成形品要做设计变更时, 又要从头再来一次来描绘、变更甚至修改, 已经不符合目前科技脚步。

随着计算机辅助设计 (CAD/CAM/CAE) 软件的出现, 也带动了机械的另一个生命。设计者通过简单的指令即可立即产生多角视图与 3D 等角视图, 而且也可随时的展开或折弯回去, 使设计过程不再是困难且繁杂的平面线段, 取而代之的是真实的立体成品呈现在设计者眼前。

前页所述的流程, 身为一位优秀工程师的您不妨想想, 自己在在一个公司生产线所扮演的角色与定位, 身处在知识无涯的时代, 相信学会一套当前业界使用最普遍的一套 3D 绘图软件 Pro/ENGINEER Wildfire 与选一本适合自己阅读的工具书, 是不可或缺的, 接下来的章节将带您进入 Pro/ENGINEER Wildfire, 期待本书能带给您无穷的价值。

1-2 钣金入门介绍

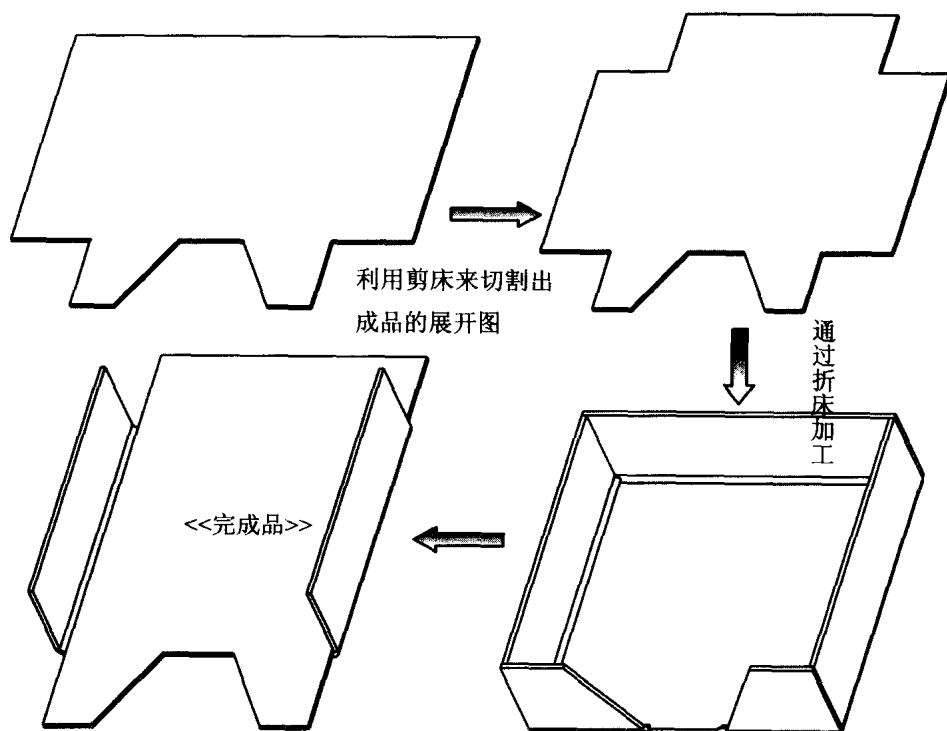
目前在工业界中最为常用、也是功能最强的钣金制图软件就是“Pro/ENGINEER Wildfire”。专为钣金所设计的模块, 都是通过仿照真实制程上的步骤来加以设计, 让用户更能清楚了解整个钣金成形的原理。2003 版的 Pro/ENGINEER Wildfire 除了延续原有的优越功能外, 新增了以下几项特点:

- Pro/ENGINEER Wildfire 23 个特征取代由原先 Pro/ENGINEER Wildfire 2001 的 76 个特征, 简化了近 60 个特征。
- 完全的参数设计, 可先设计立体实体再转成钣金件或直接以钣金模式直接设计。
- 利用数字图标按钮取代由传统的动态框, 调用指令极为方便, 节省了许多时间。
- 简化的设计操作, 只要设置好钣厚, 后续不用再重复输入。
- 具有弹性化新功能。
- 操作指令与钣金实际加工操作相同且可转换钣金加工。

- Web Browser 可联机上网。
- 内置材料延伸系数表，展平的尺寸可自动计算。
- 提供指令对照器。
- 内置缺省的设计规范，简化设计输入并避免不符规范的设计。
- 以颜色区分钣金内（白色）外（绿色）面。

步进式的特征建构方式，更可以明显的呈现出钣金真实的成形过程：

平整 Wall（薄板）→Cut（切割）→Bend（折弯）→完成品，笔者将采用一简单范例说明，如下图 1-3 所示，一块大型金属钣金，如何将它切割后又再一步加以折弯一个角度，使它成为我们所要的成品。



【图 1-3】

通过上列步骤，读者可以很容易了解钣金加工的简单加工过程，以下笔者将带领读者进入 SHEETMETAL 钣金模块，以浅显易懂的方式帮助您了解各项功能意义并通过图文对照，与实际操作练习，让您轻松上手。

◆ 钣金件设计目标

通过使用 Pro/ENGINEER Wildfire SHEETMETAL 钣金模块产生的组件，可完成下列任务与工作：

为组合件中的钣金零件来加以设计。

以**成形状态**或**平整状态**为模型主体，并且新增与钣金件相关的特征，如 Wall（薄壁）、Bend（折弯）、Cut（切割）、Punch（冲孔）、Notch（切口）或 Form（成形）等特征。

以建立模型的平整状态时，利用变更 Y-Factor 来控制折弯的长度（Developed Length）。建立模型几何的平整阵列和平整状态，以反映制造和设计模型。

建立“Bend Table（折弯顺序表）”，以表示制造过程中使用的折弯顺序、折弯半径和折弯角。

通过产生平整模型和设计模型的产品绘图及“折弯顺序表”来记录设计过程。

◆ 使用限制

钣金特征是使用一套专门特别独立的特征。

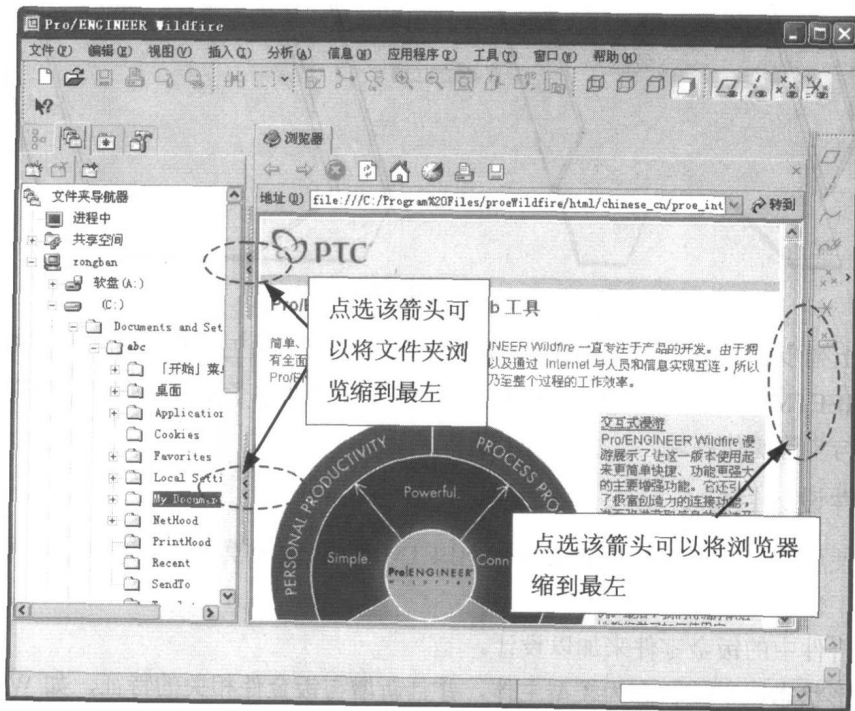
当零件被完全展平、完全折弯到其设计状态或两者之间的任何阶段时，钣金件特征都可增加到钣金零件。

而在“Sheetmetal（钣金件）”模式，可以建立 Datum（基准）、Cosmetic（装饰）以及某些实体类特征，如 Hole（孔）、pipe（管）等。

但不能在“Part（零件）”模式检索钣金零件。不能增加不适用于钣金件技术的“实体类”特征，例如轴、扭转特征等。


1-3 钣金功能环境的认识

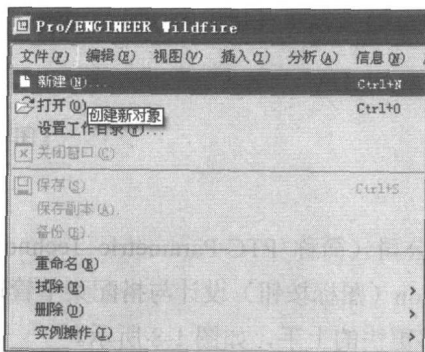
Pro/ENGINEER Wildfire 是一套全功能结合浏览器与文件夹浏览器，可以在文件打开后直接上网与选取文件的软件，打开文件后如图 1-4 所示：您可以边查询数据边执行 Pro/ENGINEER Wildfire 软件，不必打开很多窗口而造成计算机系统资源的浪费。



【图 1-4】

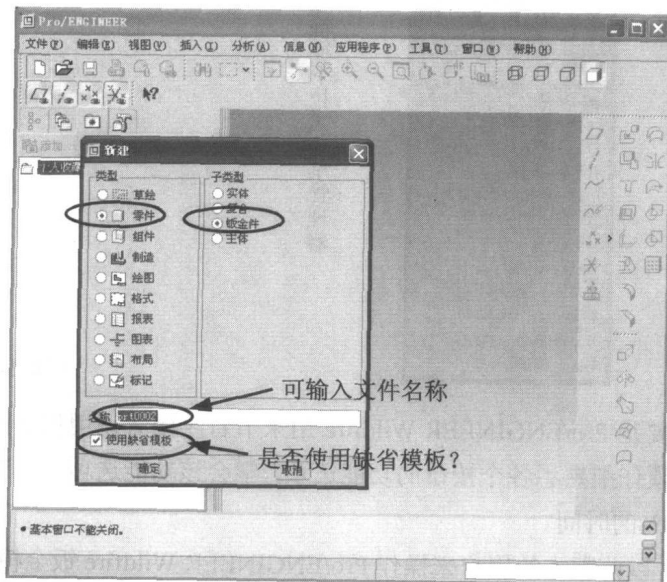
若您只是需要使用 Pro/ENGINEER Wildfire 软件，想要对浏览器与文件夹浏览器执行关闭操作，只需要如上图框选所示，点选该箭头可以将浏览器缩到最左，即可进行绘图工作，若要再次打开浏览器或是文件夹浏览器，只要再次点选该箭头，立即打开该功能窗口。

首先点选操作面板上图示，或如图 1-5 所示点选下拉式菜单 File (文件) → New (新建)。



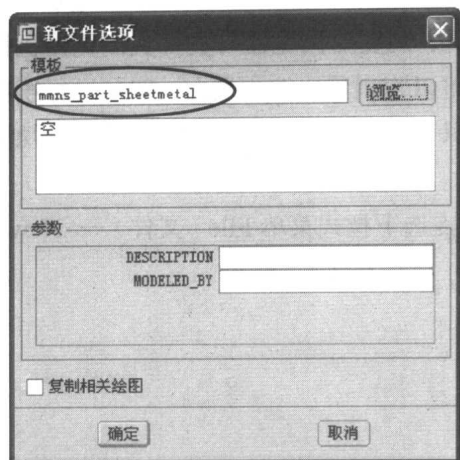
【图 1-5】

在 New (新建) 的窗口中，“Type (类型)” 选择 Part (零件)，“Sub-type (子类型)” 改选 Sheetmetal (钣金件)，如下图 1-6。接着点选 (确定)，随即进入钣金件设计环境。



【图 1-6】

计算机缺省模板为 in-lb-s (英制单位)，若想更改则不勾选 Use default template (使用缺省模板)，确定后会进入出现 New File Options (新文件选项) 窗口菜单，把原先 inlbs_part_sheetmetal 改为 “mmns_part_sheetmetal” (钣金公制单位)，如图 1-7 所示。
注：若您的计算机无法选择，仅有一个选项，请按照以下步骤设置：出现新文件选项(New File Options) 窗口时，若选取不到所要的单位，→按浏览→C:\Program files\proewildfire\templates\里头就有多个选项。



【图 1-7】

◆ 人性化数字板界面

在 Pro/ENGINEER Wildfire 版本中，参数科技公司（简称 PTC-Parametric Technology Corporation）在钣金模块中做了更为人性化的 Icon（图标按钮）设计与搭配菜单管理器功能的下拉式菜单，使初学者在学习的阶段能够更快的上手，如图 1-8 所示。



【图 1-8】

钣金的各个数字板界面，主要是 Pro/ENGINEER Wildfire 用来节省绘图者调用指令的快捷方式，笔者建议初学者必须仔细熟悉各个按钮的功能选项，学会该功能选项可以节省相对于使用菜单管理器的 40% 的时间。

当然若您是属于 Pro/E 2000i² 以前版本的用户来操作 Pro/ENGINEER Wildfire 钣金模块，或许会觉得颇不习惯，不过您可以自行比较由 Insert（插入）或是菜单管理器来调用指令与直接以鼠标选取特征图标按钮来调用功能，相信您会觉得直接以鼠标选取特征图标按钮步骤相对减少许多鼠标点选的次数，基于这个理由，笔者建议您务必熟悉各个特征图标按钮的操作与功能，图 1-9 所示笔者特将此特征图标各个功能选项的名称整理出来，供读者使用。