# Pro/ENGINEER 2000i$^2$

# 零件设计基础篇(下)

林清安　编著

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

Pro/ENGINEER 自 1998 年以参数设计的面貌问世以来，已发展成为 3D CAD/CAM 系统的标准软件。Pro/ENGINEER 将体积、表面积、质心、密度和厚度等具有设计意义的物理量加入设计构思中，来表达设计者的设计理念，改变了设计的观念。本书主要讲述了以下内容：曲面设计、零件设计实例、零件设计的更改、零件的装配和工程图制作的基本操作。本书通过详细、简洁的零件设计范例让读者从中培养实际的造型设计能力与产品开发能力。

本书内容翔实，设计范例简洁明了，本书适合电子、机械、模具和工业设计等领域的工程设计人员使用，本书也适合作为工科院校电脑辅助设计的实习教材。

本书繁体字版名为《Pro/ENGINEER 2000i² 零件设计基础篇（下）》，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，任何单位和个人均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　　号

**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 2000i² 零件设计基础篇（下）
作　　者：林清安
责任编辑：张彦青
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.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：30　字数：727 千字
版　　次：2001 年 7 月第 1 版　2001 年 7 月第 1 次印刷
书　　号：ISBN 7-900635-50-5
印　　数：0001~5000
定　　价：57.00 元(含 1 张光盘)

# 前　言

Pro/ENGINEER 自从 1988 年问世以来，十余年间已成为全世界最普及的 3D CAD/CAM 系统。Pro/ENGINEER 在今日俨然成为 3D CAD/CAM 系统的标准软件，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、数控加工、钣金件设计、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。鉴于此，笔者凭借 10 年来利用此软件进行多项实务设计与加工经验，以及多年来教学心得撰写了一系列的 Pro/ENGINEER 书籍，借以提供给各公司应用此软件的工程师及各大专院校攻读 CAD/CAM 课程的同学一个学习的途径。

此 Pro/ENGINEER 系列书籍将于今年陆续完成，包含下列各册：

1. Pro/ENGINEER 2000i$^2$ 零件设计基础篇(上)(附多媒体教学光盘)。
2. Pro/ENGINEER 2000i$^2$ 零件设计基础篇(下)(附多媒体教学光盘)。
3. Pro/ENGINEER 2000i$^2$ 零件设计高级篇(上)。
4. Pro/ENGINEER 2000i$^2$ 零件设计高级篇(下)。

本书涵盖下列主题：Pro/ENGINEER 2000i$^2$ 硬件需求与软件安装、Pro/ENGINEER 基本概念、2D 剖面的设计、零件 3D 视角的控制、基准及实体特征的设计等。业界人士可以利用此书学习如何利用 Pro/ENGINEER 2000i$^2$ 来进行 3D 零件的设计。另外，此书也适用于大学三、四年级“计算机辅助设计”课程的教材。

本书主要是通过 Pro/ENGINEER 2000i$^2$ 来编写的，随书光盘所附的范例文件(为练习本书各章节的范例时所须的文件)亦可用于 Pro/ENGINEER 2000i。所有的范例文件放在目录 Train_file_Basic-2 之下，直接将此目录复制到硬盘，即可使用 Pro/ENGINEER 2000*i* 或 2000i$^2$ 打开。若有任何问题或想要更多的 Pro/ENGINEER 信息，请至 www.linproe.com.tw。

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，俟再版时加以修正。

林清安

谨识于　台湾科技大学 机械系

# 符号说明

**本书在说明** Pro/ENGINEER 2000i² **操作步骤时，所用符号说明如下：**

1. **粗体、斜体、小写字（例如：*File* / Open 的 *File*）：菜单（见图** 1**）。**
2. **粗体、斜体、大写字（例如：*PART* / Feature 的 *PART*）：命令菜单的标题（见图** 1**）。**
3. **正体字（例如：PART** / Feature **的** Feature**）：**Pro/ENGINEER **命令（见图** 1**）。**

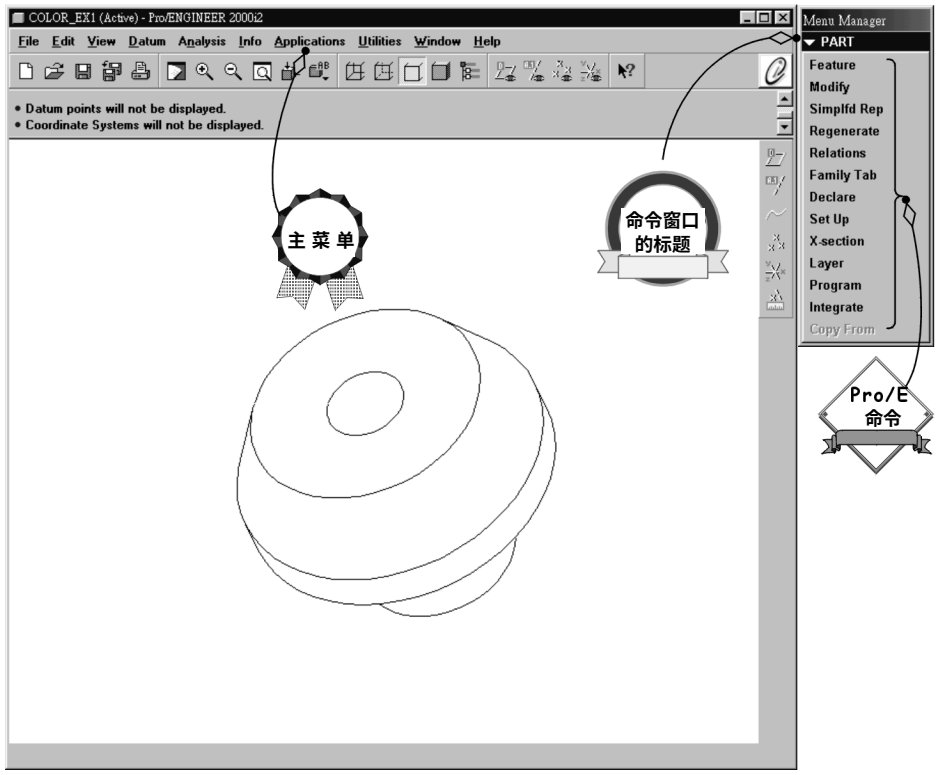



**图1**

4. →（例如：Feature → Create）：不同菜单的命令（见图 2）。

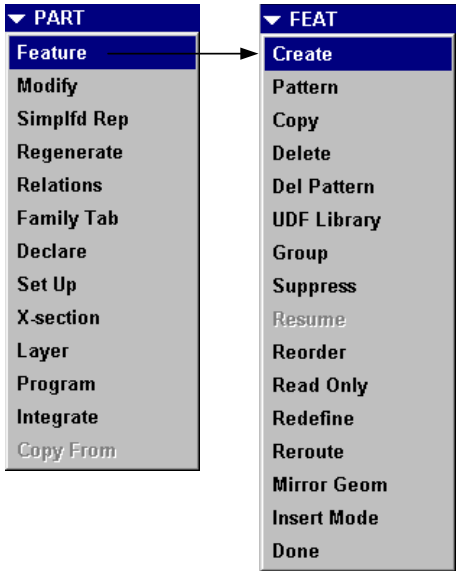



图2

5. |（例如：Extrude | Solid | Done）：同一菜单中的命令（见图 3）。

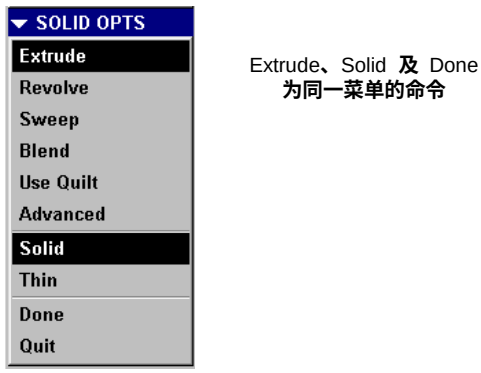



图3

需要全本请访问 www.ertongbook.com

# 随书光盘的使用说明

本书所附的光盘含“范例文件”及“多媒体教学软件”，其使用方式如下：

1. **范例文件**

   为练习本书各章的范例时所需的文件，所有文件都放在目录 Train_file_Basic-1 下，直接将此目录复制到硬盘，即可在 Pro/ENGINEER 2000i$^2$ 中使用。此外，请将文件 config.pro 复制到 \loadpoint\text 目录下（loadpoint 代表 Pro/E 的安装目录，如 C:\Program Files\2000i$^2$）或 Pro/E 的默认工作目录（默认的工作目录可以在 Windows NT 下，右击 Pro/E 的图标，然后在快捷菜单中选择【属性】→【快捷方式】→【开始】命令；若在 Windows 95/98 下，则选择【属性】→【程序】→【工作目录】命令）。

2. **多媒体教学**

   由本书作者详细讲解各章节的内容，并用 Pro/ENGINEER 2000 i$^2$ 逐步示范书中所有范例的详细操作过程，每一部分的教学都有动态画面与声音。本多媒体教学系统可在 Windows 95、98、NT、2000 及 Me 的操作环境下使用，您即使没有 Pro/ENGINEER 2000i$^2$ 软件，也可以使用此教学系统。使用时，可以直接运行本教学光盘，或将光盘内的目录 ProE2000i_video_Basic-1 复制到硬盘，再运行。使用本教学系统所需要的 PC 机硬件如下：(1) 必须有声卡；(2) 硬盘（C:\）空间至少 50 MB 以上；(3) RAM 至少 64 MB 以上。如果您使用的是 Windows 95 操作系统，则请将 ProE2000i_video_Basic-1\Win95_dll 目录下的 Ole32.dll 及 Oleaut32.dll 复制到 C:\Windows\System 下。

使用时，运行 ProE2000i_video_Basic-1 目录下的 Basic-1_video.exe，您将会看到如下的画面：



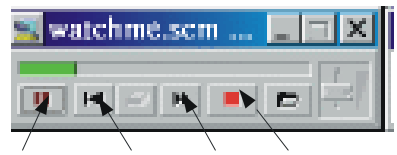

**如果画面不正确，则请依据下列步骤进行调整：**

- Windows NT/2000：**【我的电脑】→【控制面板】→【显示】→【设置】→【字体大小】设为小字体，桌面区域设为** 1024×768 **像素 → 重新启动。**
- Windows 95/98：**【我的电脑】→【控制面板】→【显示】→在【设置】选项卡中，屏幕区域设为** 1024×768 **像素 → 单击【外观】标签 → 将字体设为** Small Fonts **→ 重新启动。**

**使用本教学系统时，如果没有听到声音，则请依下列步骤进行调整：【我的电脑】→【控制面板】→【声音】→ 声音名称由（无）改为其他任何声音。此外，颜色显示设在** 32 768 **色（即** 8 **位）以上，操作如下：**

- Windows NT：**【我的电脑】 → 【控制面板】 → 【显示】 → 【设置】 → 颜色显示设为** 32 768 **色、**65 536 **色或真彩。**
- Windows 95/98：**【我的电脑】→【控制面板】→【显示器】→ 在【设置】选项卡下，颜色设为** 8 **位、**16 **位或更高。**

**观看本教学系统的内容时，可快进或回播画面，操作如下：按** Alt+Tab **后单击**  **（以切换到播放程序）→ 按照下图所示的方式控制。**



# 目　录


**第 1 章　曲面特征创建** ..... 1

1.1 **曲面特征基本概念** ..... 2
1.2 **曲面特征的设计** ..... 3
1.2.1 **直接创建曲面特征** ..... 3
1.2.2 **由曲线创建曲面特征** ..... 18
1.2.3 **曲面特征范例** ..... 52
1.3 **曲面特征的操纵** ..... 73
1.3.1 **曲面的合并** ..... 73
1.3.2 **曲面的裁剪** ..... 95
1.3.3 **曲面的延伸** ..... 105
1.3.4 **曲面的平移、旋转及镜像** ..... 116
1.4 **曲面特征综合范例** ..... 130

**第 2 章　零件设计实例应用** ..... 157

2.1 **引擎连杆的设计** ..... 158
2.2 **笔筒的设计** ..... 168

**第 3 章　零件设计更改** ..... 187

3.1 **特征的主从关系** ..... 188
3.2 **零件设计更改方式** I——Reroute ..... 190
3.3 **零件设计更改方式** II—— Redefine ..... 199
3.4 **零件设计更改方式** III—— Reorder ..... 212
3.5 **零件设计更改总结** ..... 216
3.6 **零件设计更改范例** ..... 216
3.7 **隐藏特征** ..... 227
3.8 **插入特征** ..... 231

**第 4 章　零件设计的其他功能** ..... 241

4.1 **建立参数的数学关系** ..... 242
4.2 **建立标准零件表** ..... 258
4.3 **设置工程数据** ..... 264
4.4 **查看零件相关信息** ..... 273

4.5 分析 CAD 模型 ..... 279
4.6 模型树的使用 ..... 299
4.7 文件的转换 ..... 303
4.8 零件的打印 ..... 312
第 5 章 零件装配的基本操作 ..... 317
5.1 零件装配的步骤 ..... 318
5.2 零件装配的范例 ..... 327
5.3 作业 ..... 358
第 6 章 工程图制作的基本操作 ..... 379
6.1 生成三视图 ..... 380
6.2 视图的操作 ..... 389
6.3 工程图的局部功能 ..... 392
6.4 工程图的尺寸与注释 ..... 399
6.5 生成剖视图 ..... 407
6.6 产生辅助视图 ..... 413
6.7 产生局部放大视图 ..... 413
6.8 产生半视图与部分视图 ..... 417
6.9 工程图制作环境设置 ..... 417
6.10 作业 ..... 456

# 第 1 章　曲面特征的创建





一般而言，对较规则的 3D 零件来说，实体特征提供了迅速且方便的造型创建方式，但对复杂度较高的造型设计来说，单单使用实体特征来建立 3D 模型就显得比较困难，这是因为实体特征的体积创建方式较为固定化（如仅能使用 Extrude、Revolve、Sweep、Blend 等方式来创建实体特征的体积）。因此曲面特征应运而生，提供了非常弹性化的方式来建立单一曲面，然后将许多单一曲面组合为完整且没有间隙的曲面模型，最后再转换为实体模型。

曲面特征的创建方式除了与实体特征相同的推拉、旋转、辊形、混成等方式外，也可由点创建为曲线，再由曲线创建为曲面。此外，曲面间还具有很高的操纵性，例如曲面的合并、剪裁、延伸等（实体特征缺乏此类特性）。由于曲面的特征的使用较弹性化，因此其操作技巧性也较高。

本章首先介绍曲面特征的基本概念，包括曲面的颜色及曲面视角的表现方式；接着说明曲面特征的创建方式，然后阐述曲面与曲面间的操纵性，并提供若干实例供读者熟悉曲面创建的步骤。

# 1.1 曲面特征基本概念

曲面的线条有下列两种颜色：

1. 黄色：代表曲面的边界线，亦称为单侧边(One-sided edge)，其意义为此黄色边的一侧为此特征的曲面，另一侧即不属于此特征的曲面（如图 1.1）。
2. 紫红色：代表曲面的棱线 (Silhouette edge)，亦称为双侧边(Two-sided edge)，其意义为此紫红色边的两侧皆为此特征的曲面（如图 1.1）。

曲面特征的创建常需依赖 2D 或 3D 曲线 (Datum curve) 作为曲面的边界曲线 (Boundary curves)，而曲线的颜色为暗红色，如图 1.1 所示（打开零件 crv_color_ex1.prt，即可在屏幕上看到黄色的边界线、紫红色的棱线及暗红色的基准曲线）。

在曲面的显示方面，Pro/ENGINEER 系统的默认值为：(1) 曲面可阴影化，(2) 曲面的隐藏线以实线显现，如图 1.2 所示。此默认值可由 config.pro 中的 shade_surface_feat 及 hlr_for_quilts 两参数改变，即：

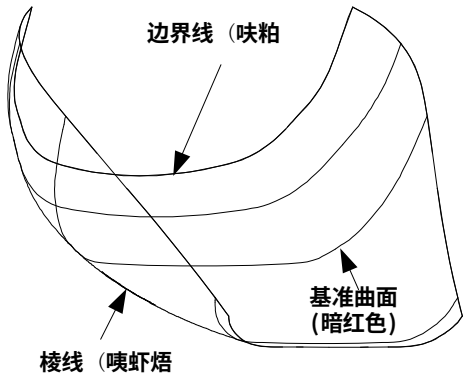



图1.1

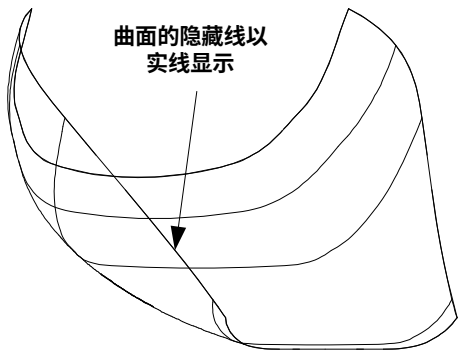



图1.2

需要全本请访问 www.ertongbook.com

1. shade_surface_feat　no：曲面不会被阴影化。此选项设置也可由 *View* / Model Display 的对话框控制，如图 1.3 所示。




图1.3

2. hlr_for_quilts　yes：曲面的隐藏线显示与否由 *Utilities* / Environment 中 Display Style 的设置 (Wireframe、Hidden Line、No Hidden Line、阴影化) 所控制（注意：Quilt 为合并曲面的意思，即由两个或两个以上单一曲面所组合而成的复合曲面，hlr 为 hidden line removal，即消除隐藏线）。

# 1.2　曲面特征的设计

曲面特征的创建除了与实体特征相同的推拉、旋转、辊形、混成等方式外，也可通过基准曲线 (Datum curve) 来创建曲面。本节首先说明直接以 Extrude 等方式来创建曲面特征的方式，然后讨论如何建立基准曲线，并由基准曲线创建曲面。

## 1.2.1　直接创建曲面特征

图 1.4 所示为曲面特征的创建方式，由图中可知曲面特征创建的方式包括：

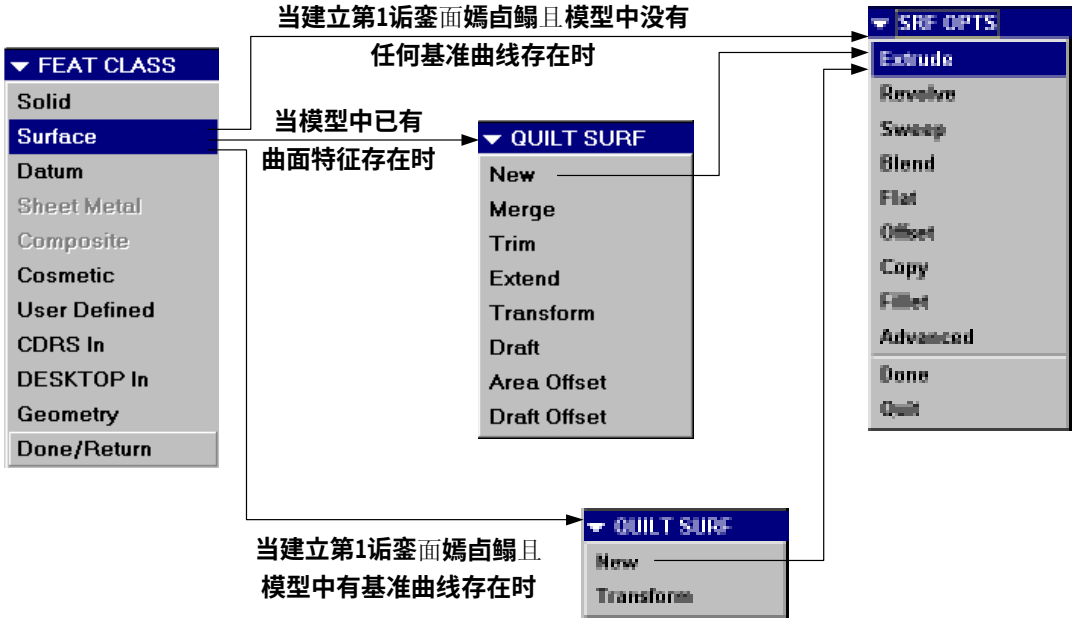



图1.4

1. Extrud｜Revolve｜Sweep｜Blend：**用与创建实体特征的相同做法来创建曲面特征。**
2. Flat：**以一个零件上的平面或基准平面作为绘图平面，绘制曲面的边界线，系统自动将边界线内部填入材料，成为一个平面式的曲面，如图** 1.5 **所示。**

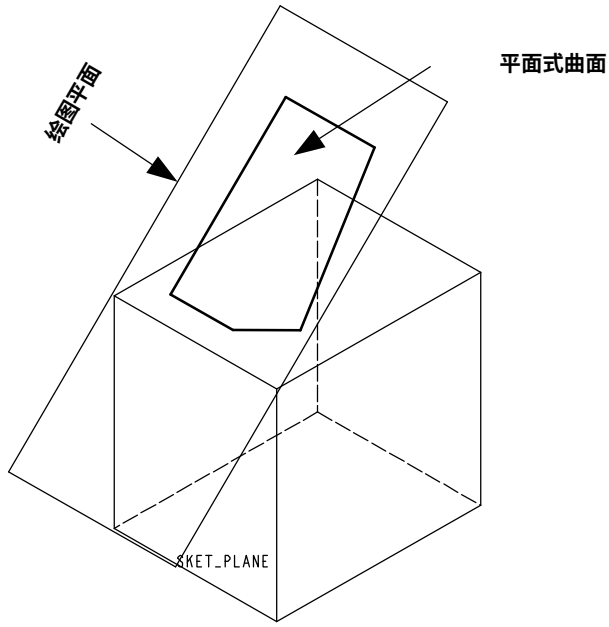



图1.5

3. Offset：**由一个曲面** (Surface **或** Quilt) **偏移出新的曲面，如图** 1.6 **所示。**

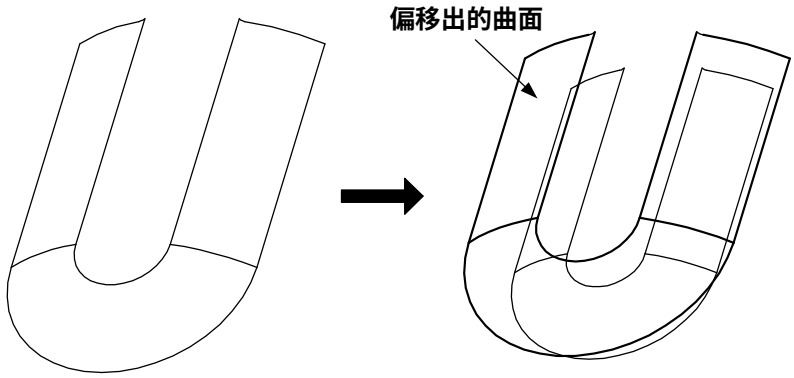



图1.6

4. Copy：**由一曲面复制出相同的曲面。**
5. Fillet：**在两个面之间做出圆角曲面，如图** 1.7 **所示。**

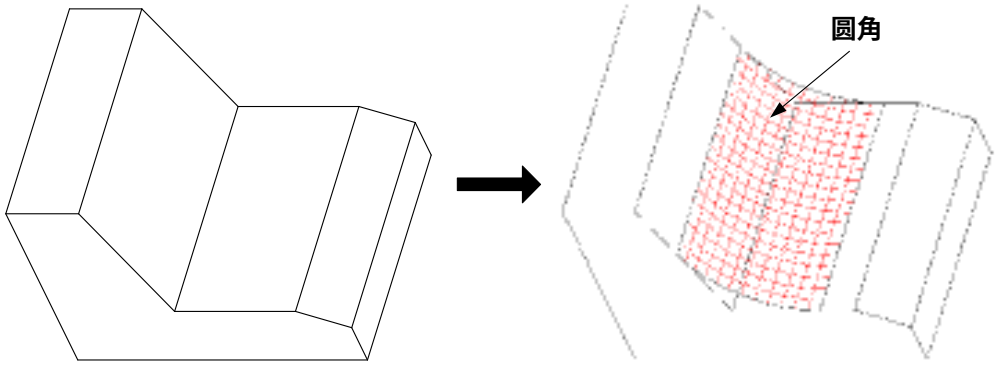



图1.7

## 曲面创建范例

**步骤**1：**创建默认基准面**

***File*** / New

→ [**输入零件名称“** surface_ex1 **”，取消选中** Use default template **复选框（即不使用默认的作图环境）→** OK]

→ [**选择** mmns_part_solid **后，单击** OK **按钮（**mmns **为** mm、Newton、second **的公制单位缩写）**]

→ [**基准坐标系** PRT_CSYS_DEF **及基准面** RIGHT、TOP、FRONT **显示在画面上，如图** 1.8 **所示**]

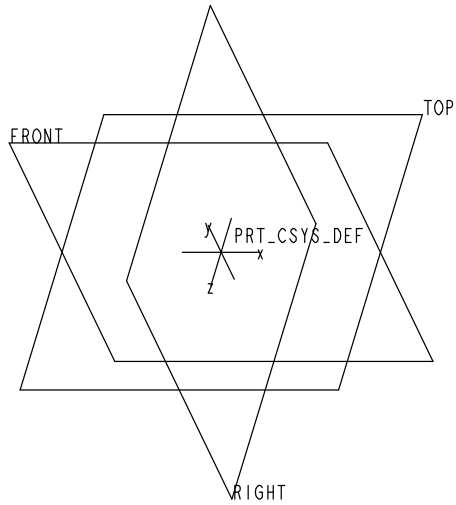



**图1.8**

**步骤2：用推拉的方式做曲面特征**

Create → Surface → Extrude | Done

→ [One Side | Open Ends | Done ]

→ [**选择绘图平面：**FRONT]

→ [**单击** OK **按钮以确认朝向屏幕内的方向（即** –z **方向）长出曲面**]

→ Top → [**选择** Top **参考面：**TOP]

→ [**绘制如图** 1.9 **所示的剖面** → Regenerate | Done]

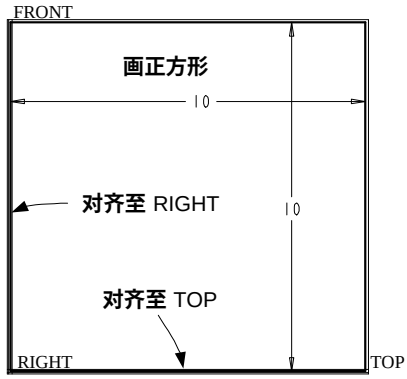



**图1.9**

→ Blind | Done → [**输入特征的深度** (Depth)：“ 10 ”]

→ [**在特征创建对话框中单击** OK **按钮**]

→ Done/Return（**以回到** ***FEAT*** **命令菜单**）

***View*** / Default

→ [**完成推拉曲面特征后的零件如图** 1.10 **所示，此曲面现有上、下、左、右共４个面**]

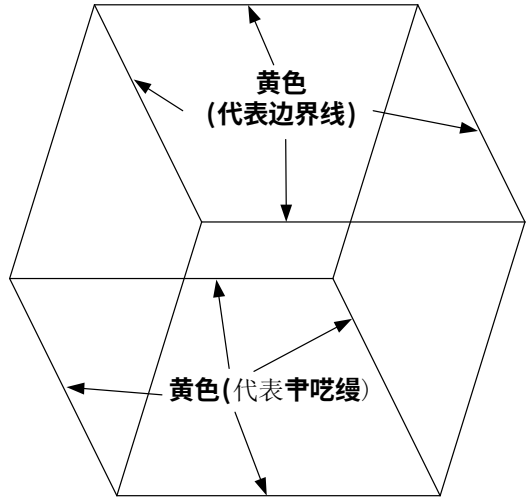



图1.10

**步骤**3**：将曲面的前面、后面封闭**

Redefine

→ [**选推拉曲面（注意：如同实体特征的选取一样，选取表面特征时，须选在表面的材料面上，不要选在表面的边线上，如图** 1.11 **所示）**]

→ [**在特征创建对话框中选择** Attributes → Define]

→ [**将** Open Ends **改为** Capped Ends**（这表示将曲面的前、后端封闭住）**丨Done]

→ [**在特征创建对话框中单击** OK **按钮**]

→ [**零件如图** 1.12 **所示，此曲面现有前、后、上、下、左、右共６个面，构成一个封闭的区域**]

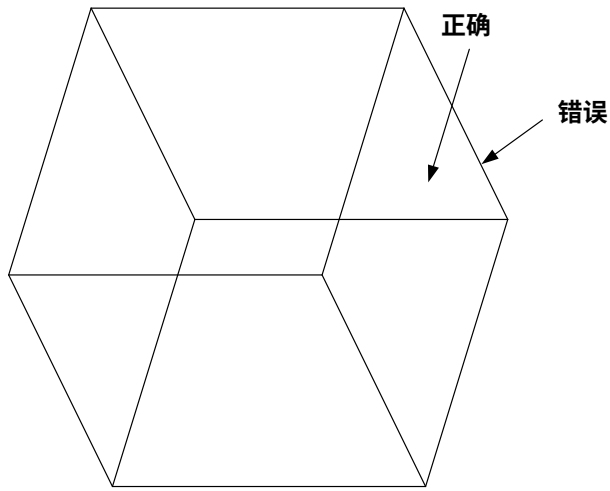



图1.11

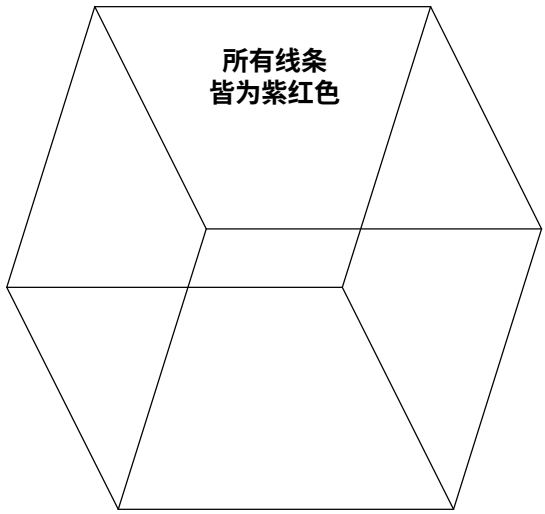



图1.12

**步骤4：创建圆角特征**

Create → Solid → Round → Simple | Done
→ Constant | Edge Chain | Done
→ [选取欲作圆角的边，如图 1.13 所示 | Done]
→ [输入圆角半径值“1”]
→ [在特征创建对话框中单击 OK 按钮]
→ [完成圆角后的零件如图 1.14 所示]

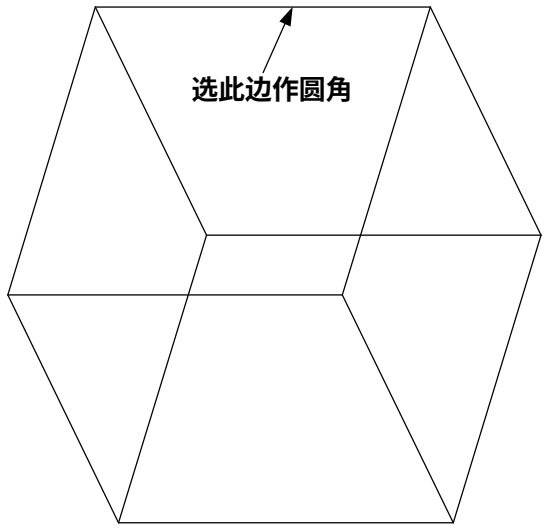



图1.13

需要全本请访问 www.ertongbook.com