



林清安 编著
<http://www.linproe.com.cn>
飞思数码产品研发中心 监制

Pro/ENGINEER

野火3.0 中文版

适用Pro/ENGINEER 野火 2.0及野火 3.0
中文版/英文版

基础零件设计(下)



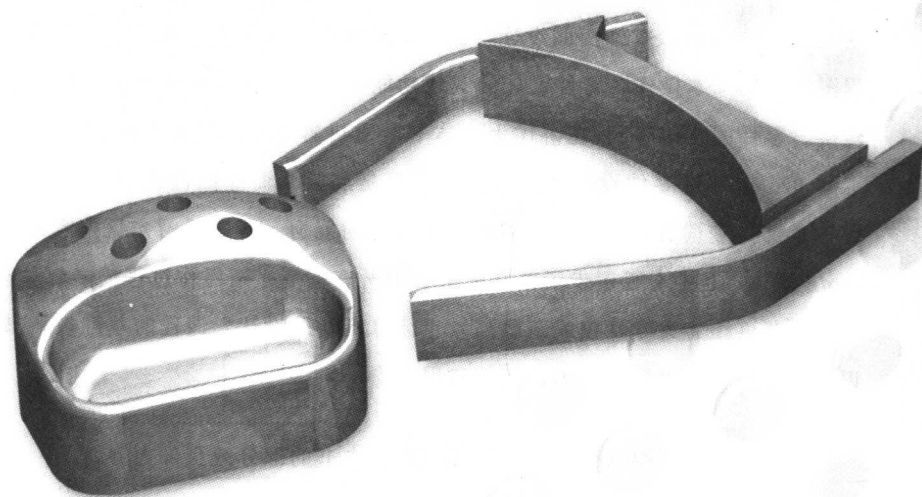
电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

CD-ROM

随书光盘内容为书中实例源文件
及中文版多媒体教学系统





Pro/ENGINEER

野火3.0 中文版

林清安

编著

<http://www.linproe.com.cn>

飞思数码产品研发中心 监制

基础零件设计(下)

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以浅显易懂的方式介绍如何使用 Pro/ENGINEER (简称 Pro/E) 野火 3.0 设计简易的机械和电子零件的三维几何造型, 适用于 Pro/E 初学者, 不需要具备 AutoCAD 的基础, 只需要具备粗浅的工程图知识即可。本书涵盖的内容包括: 基准点的建立、三维曲面设计的基本概念、三维曲线及曲面的建立、三维曲线及曲面的编辑、三维曲面设计实例、三维零件设计实例、零件设计变更、零件设计失败的处理、二维工程图制作的基本操作、零件设计的其他功能 (如关系式与零件族表的建立、零件工程信息的设定、文件的转换、零件的打印等)。在讲述上, 本书着重讲解 Pro/E 野火 3.0 使用时的“逻辑思维”, 让读者从本书了解 Pro/E 三维零件设计的理念, 而不只是局限于命令的位置和命令的操作。书中提供了相当多的零件设计范例, 使读者能从实例中培养实际设计的能力。本书所附光盘内容为书中范例原文件和作者亲自以 Pro/E 野火 3.0 中文版逐步示范及解说书中所有范例详细操作过程的多媒体教学系统。

本书可作为大专院校或高职高专“计算机辅助设计”课程的基础教科书, 对于已经具备 Pro/E 基础知识的读者, 也可以把它作为范例练习用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER 野火 3.0 中文版 基础零件设计. 下 / 林清安编著. —北京: 电子工业出版社, 2006.12
(Pro/E 开发院)

ISBN 7-121-03193-0

I .P... II.林... III.机械元件—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 IV.TH13-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 111382 号

责任编辑: 王树伟

印 刷: 北京天宇星印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 850×1168 1/16 印张: 26.5 字数: 720.8 千字

印 次: 2006 年 12 月第 1 次印刷

印 数: 6 000 册 定价: 56.80 元 (含光盘 2 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系电话: (010) 68279077; 邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

出版说明

Pro/ENGINEER 自问世以来,日趋盛行,已成为当今最为普及的 3D CAD/CAM 设计系统。它集零件设计、产品装配、模具开发、NC 加工、钣金设计、铸造件设计、造型设计、反求工程、自动测量、机构设计、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。Pro/ENGINEER 在企业制造三维设计中占有极其重要的地位,世界主要大型汽车制造厂及空中客车、波音公司等飞机制造公司都是它的用户,Pro/ENGINEER 对世界制造业的贡献是不可磨灭的。

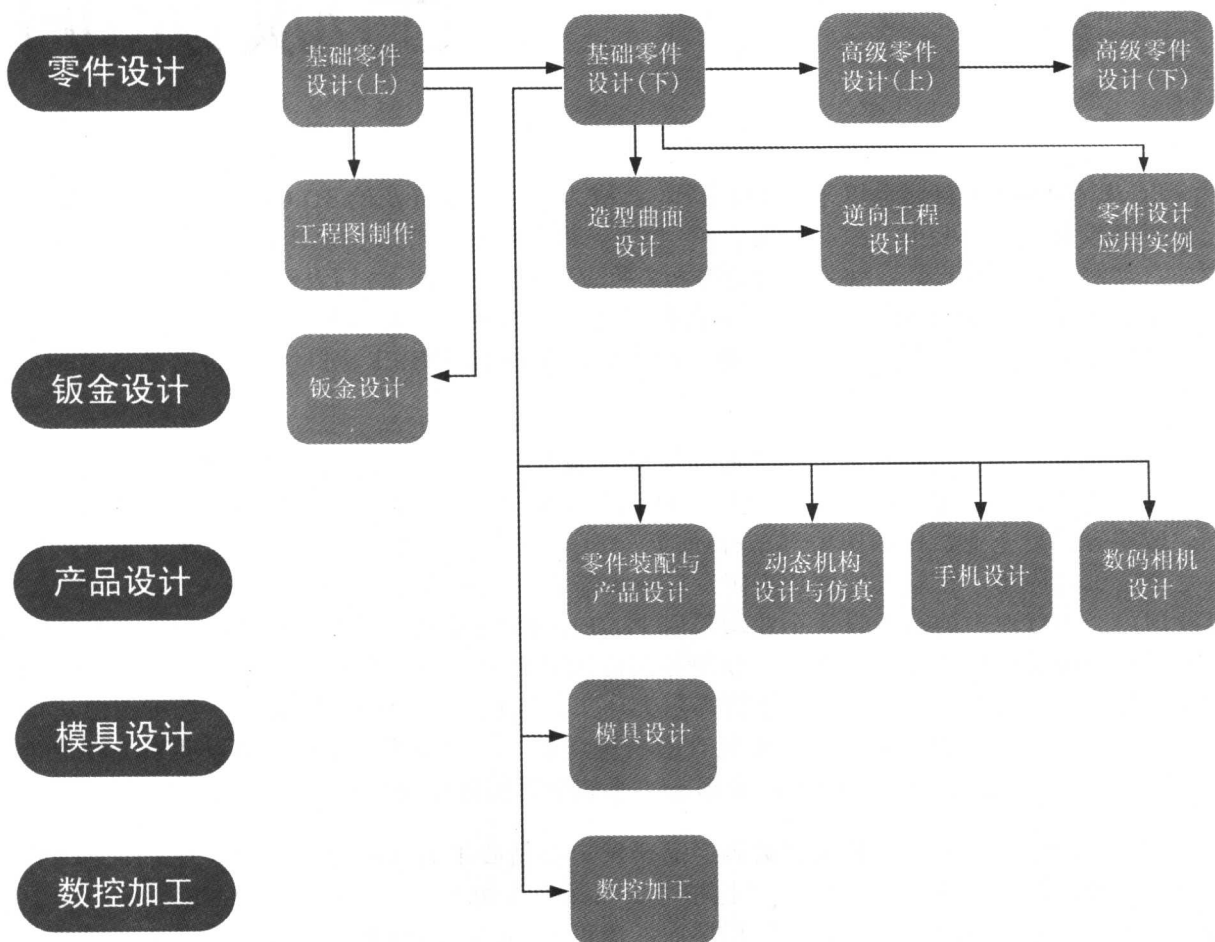
您能想象一个手机模具需要多长时间就可以制作出来吗?只需要 48h!摩托罗拉使用的就是 Pro/ENGINEER 的解决方案。现在,Pro/ENGINEER 已经更进一步地发展到了汽车、航空、造船等重要企业,比如国内汽车行业的一汽、二汽,都分别使用它进行整车的设计,而且是全三维的应用。在航天领域负责研发运载火箭和卫星的航天部一院、二院、三院、五院,以及国内船舶行业中的军船设计企业均采用 Pro/ENGINEER 进行研发与设计。除此之外,在家电、高科技领域,如华为、海尔、联想等国内知名企业,同样也都在使用 Pro/ENGINEER 进行产品设计。大到发动机引擎,小到高尔夫球头,现在 Pro/ENGINEER 在中国拥有急速增长的用户群体。因为 Pro/ENGINEER 包含的模块众多,应用面相当广泛,所以要求工程师全面精通实属不易,最佳方式是按照产业形态,系统学习实际使用的模块。

鉴于此,电子工业出版社飞思数码产品研发中心精心策划并组织了此领域具有丰富经验的专家学者,以“引进优秀图书”+“挖掘本土精品”为切入点,出版了本套丛书,从专业的角度剖析 Pro/ENGINEER 各个核心应用层面,覆盖 Pro/ENGINEER 软件最广泛的热点领域应用,满足不同读者的需求。希望读者通过对本套丛书的学习,能有效提高学习效率,并加深对该系统的了解,使产品开发流程更顺畅。同时,我们也希望读者通过对本套丛书的学习,牢固掌握专业技能,在市场竞争中找到自己的最佳位置。应该说,这也是我们出版这套丛书的最终目的——全面提升您的专业竞争力。

本套丛书主要在此领域最权威的专家林清安老师的作品为主。林清安老师将十多年来利用该软件进行多个项目的实际设计与加工经验倾囊相授,并结合多年来从事研究教学的心得撰写成此系列书籍,相信它们可以为使用该软件的工程师及在各大院校攻读 CAD/CAM 课程的学生提供一个学习的有效途径。

林清安老师编写的 Pro/ENGINEER 野火 3.0 系列书籍共有 15 册,涵盖零件设计、钣金设计、产品设计、结构分析、模具设计与数控加工等,书籍清单与其阅读顺序如下图所示,各书皆附有林老师所录制的 Pro/ENGINEER 范例操作多媒体教学光盘。

飞思数码产品研发中心



前言

Pro/ENGINEER (以下简称 Pro/E) 自 1988 年问世以来, 十余年间已成为全世界及中国地区最普及的三维 CAD/CAM 系统。Pro/E 在今日俨然已成为三维 CAD/CAM 系统的标准软件, 广泛应用于电子、通信、机械、模具、工业设计、汽机车、自行车、航空航天、家电、玩具等行业。Pro/E 可谓是一个全方位的三维产品开发软件, 整合了零件设计、产品装配、模具开发、工程图制作、钣金设计、造型设计、数控加工、机构设计/分析、动态仿真、结构分析、热流分析、铸造件设计、逆向工程、自动测量、产品数据库管理、协同设计开发等功能于一体, 其模块众多, 且学习实为不易。鉴于此, 笔者凭借 13 年来利用此软件进行多项实务设计与加工的经验, 以及多年来研究/教学的心得撰写此系列 Pro/E 书籍, 藉以提供给应用此软件的工程师及各大院校攻读 CAD/CAM 课程的学生一个学习的途径。

本书为 Pro/E 的基础入门书籍, 涵盖的内容包括: 基准点的建立、三维曲面设计的基本概念、三维曲线及曲面的建立、三维曲线及曲面的编辑、三维曲面设计实例、三维零件设计实例、零件设计变更、零件设计失败的处理、二维工程图制作的基本操作、零件设计的其他功能(如关系式与零件族表的建立、零件工程信息的设定、文件的转换、零件的打印等)。业界人士可以利用此书学习如何以 Pro/E 野火 3.0 设计一般的机械及电子零件的三维几何造型。另外, 此书也适合作为大专院校“计算机辅助设计”相关课程的上课或实习教材。

本书目前以 Pro/E 野火 3.0 中文版及英文版来编写, 并附有随书光盘, 内含范例文件与多媒体教学, 其中范例文件为练习本书各章节的范例时所需的文件, 而多媒体教学为部分范例的 Pro/E 操作步骤及讲解。若有任何问题或想要更多 Pro/E 信息, 请浏览网站 www.linproe.com.cn。

本书在编写期间, 众多我的硕、博士班研究生(吴佩亨、吴伯勋、施启田、林子宽、黄俊鸿、杨宜哲、李嘉峻、蔡琼纬、林志鸿、刘骏昱、黄永德、陈盈璋、蔡明翰……)提供了校稿的帮忙, 在此感谢他们。除此之外, 参数科技公司也提供多方面的协助, 在此同表谢忱。

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。

林清宇

谨识于 台湾科技大学 机械系
E-mail: alin@mail.ntust.edu.tw
<http://www.linproe.com.cn>

随书光盘使用说明

本书附两张光盘，内含“范例文件”及“多媒体教学”两部分。首先将 Disc 1 的文件夹 Wildfire3-Basic2 直接复制到硬盘的任意位置，再将 Disc 2 的所有文件复制到硬盘的 \Wildfire3-Basic2\ProE_VCD-Basic2 之下（注意：Disc 1 和 Disc 2 两张光盘的文件夹及文件复制到硬盘后，硬盘的文件夹 ProE_VCD-Basic2 需含有下列文件夹与文件：(1) 文件夹：ch1 至 ch6, labels; (2) 文件：Basic2_VCD.exe, CamPlay.exe, TSCC.exe），使用说明如下：

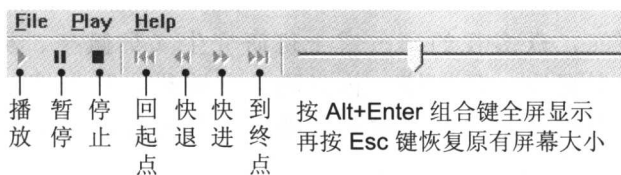
1. 范例文件

这是练习本书各章节的范例时所需的文件，所有文件皆放在 \Wildfire3-Basic2\Train_file-Basic2 之下，可直接用 Pro/E 野火 2.0 或 3.0 打开，各范例的解答在 \Wildfire3-Basic2\Solution-Basic2 之下。此外，亦建议将文件 config.pro 及 cns_cn.dtl 复制到 Pro/E 的预设工作目录下。

2. 多媒体教学

由本书作者以 Pro/E 野火 3.0 逐步示范及解说书中所有范例的详细操作过程，每一部分的教学皆有动态画面与声音（因此您的 PC 必须有声卡及喇叭），文件为 .avi 的格式。本多媒体教学系统可在 Windows XP 或 Windows 2000 下使用，您即使没有 Pro/E 野火 3.0 软件，也可以使用此教学系统。所有文件皆放置于文件夹 ProE_VCD-Basic2 之下。使用时，请按照下列方式进行安装：

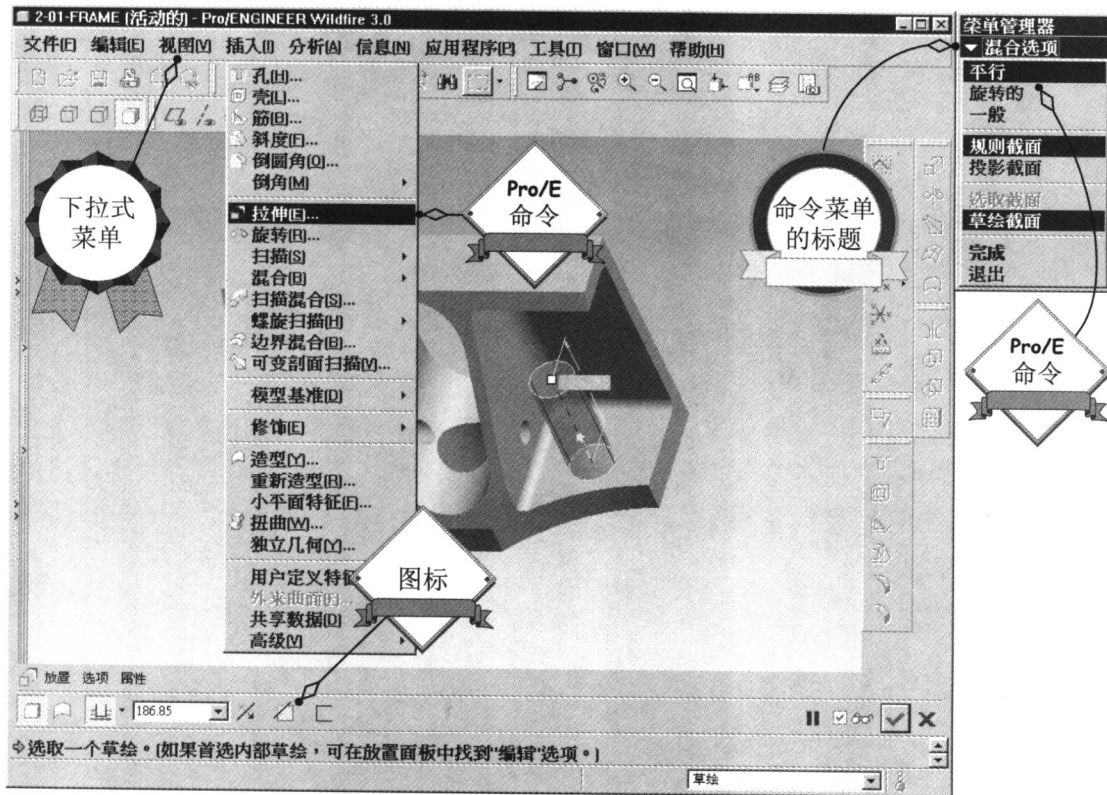
- (1) 在硬盘中执行文件夹 ProE_VCD-Basic2 下的 TSCC.exe，步骤为“按 TSCC.exe 两下 → Install → OK”（若您的 PC 以前曾经执行过此动作，则可省略此步骤）。
- (2) 在硬盘中执行 Basic2_VCD.exe 即可进入 Pro/E 野火 3.0 多媒体教学系统。
- (3) 建议您将屏幕区域设为 1024×768（像素），颜色设为真彩色（32 位）。观看每一个范例的操作时，可按照下图所示的方式进行控制。



符号说明

本书在说明 Pro/E 野火 3.0 的操作步骤时，所使用的符号如下：

1. 粗体（如：文件、编辑、视图、混合选项等，见下图）：下拉式菜单或命令菜单的标题。
2. 正体字、画底线（如：拉伸、平行、规则截面、草绘截面等，见下图）：下拉式菜单（或命令菜单）底下的 Pro/ENGINEER 命令。
3. 中文命令后括号内的画底线小字英文（如：平行 (Parallel)、规则截面 (Regular_Sec)、草绘截面 (Sketch_Sec)、倒圆角 (Round)、拉伸 (Extrude) 等）：Pro/ENGINEER 野火 3.0 英文版的命令。
4. 图标前的楷书字体（如：按仪表板移除材料的图标 、按主窗口右侧镜像工具的图标  等）：图标的解释。



目 录

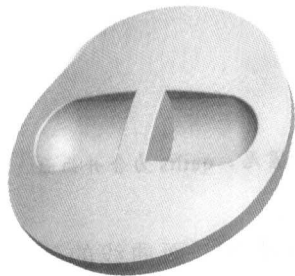
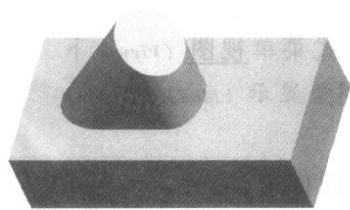
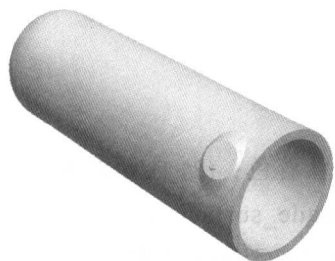
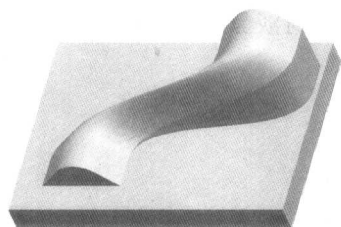
1 创建曲面特征	1
1.1 曲面的基本概念	2
1.2 基准点的创建	3
1.3 曲线的创建	13
1.3.1 绘制二维曲线	13
1.3.2 通过点创建曲线	13
1.3.3 由文件创建曲线	21
1.3.4 使用剖面来创建曲线	30
1.3.5 以方程式创建曲线	32
1.4 曲线的编辑	35
1.4.1 复制现有的线条	35
1.4.2 将曲线平移或旋转	36
1.4.3 将曲线镜像	37
1.4.4 对曲线进行修剪	38
1.4.5 求取两个曲面的交线	39
1.4.6 将线条进行投影	44
1.4.7 对线条进行包络	50
1.4.8 将线条进行偏移	55
1.5 曲面的创建	66
1.5.1 以拉伸的方式创建曲面	66
1.5.2 以旋转的方式创建曲面	71
1.5.3 以扫描的方式创建曲面	74
1.5.4 以混合的方式创建曲面	80
1.6 曲面的编辑	86
1.6.1 复制实体上或表面上的面	86
1.6.2 将曲面偏移	88
1.6.3 以填充的方式做平面型的曲面	91
1.6.4 将两个曲面合并	94
1.6.5 对曲面进行修剪	102

5.5.2	分析模型的特性	318
5.5.3	分析几何的特性	319
5.5.4	零组件分析的范例	321
5.6	模型树的使用	329
5.7	文件的转换	333
5.7.1	文件的输入	333
5.7.2	文件的输出	333
5.7.3	文件转换的范例	336
5.8	零件的打印	343
5.9	作业	345
6	工程图制作的基本操作	349
6.1	产生三视图的基本步骤	350
6.2	产生三视图的范例	359
6.3	编辑三视图	362
6.4	编辑三视图的范例	367
6.5	尺寸及注释	369
6.6	标注尺寸的范例	375
6.7	产生剖面图	383
6.8	产生剖面图的范例	385
6.9	产生辅助视图及局部详图	394
6.10	产生辅助视图及局部详图的范例	395
6.11	设置工程图为公制单位	399
6.12	作业	407

野火 3.0

1

创建曲面特征



一般来说，对较规则的三维零件而言，实体特征提供了迅速且方便的体积创建方式，但对复杂的几何造型设计而言，仅使用实体特征来创建其三维模型就显得窒碍难行，这是因为实体特征的创建方式较为固定化（例如仅能使用拉伸、旋转、扫描、混合等方式来创建实体特征），因此曲面特征就应运而生了，此类特征提供了非常弹性化的方式来创建单一曲面，然后将许多单一曲面合并为没有间隙的复合曲面，最后再将复合曲面实体化，形成实体模型。

曲面特征的创建方式除了与实体特征相同的拉伸、旋转、扫描、混合等方式外，也可由曲线创建为曲面。此外，曲面也具备高度的操控性，例如曲面的合并、修剪、延伸等（实体特征缺乏此类特性）。由于曲面的使用较弹性化，因此其操作技巧性较高。

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的显现方式，接下来说明曲线与曲面的创建方式，然后阐述曲面的编辑功能，并提供若干实例供读者熟悉曲面创建的步骤。

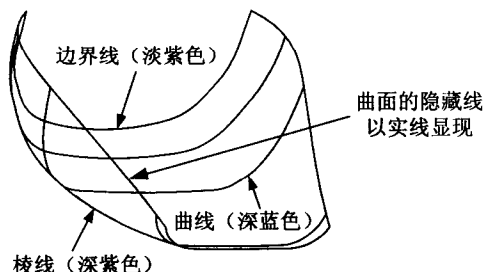
1.1 曲面的基本概念

曲面的线条有下列两种颜色:

1. 淡紫色: 代表曲面的边界线, 也称为单侧边 (One-sided edge), 其意义是此淡紫色边的一侧为一个曲面特征; 另一侧不属于此特征 (见图 1-1)。
2. 深紫色: 代表曲面的内部线条或曲面的棱线, 也称为双侧边 (Two-sided edge), 其意义是此深紫色边的两侧为同一个曲面特征 (见图 1-1)。

曲面的创建常需依赖二维或三维曲线作为曲面的边界线或内部线条, 而曲线的颜色为深蓝色, 如图 1-1 所示 (请打开零件 `surface_color.prt`, 即可在屏幕上看到淡紫色的边界线、深紫色的棱线及深蓝色的曲线)。

图 1-1



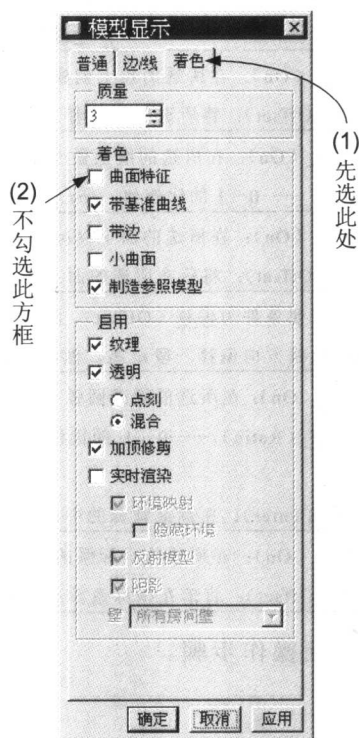
在曲面的显现方面, Pro/ENGINEER 系统的默认值为: (1) 曲面可以着色; (2) 曲面的隐藏线以实线显现, 如图 1-1 所示。此默认值可由 `config.pro` 中的 “`shade_surface_feat`” 及 “`hlr_for_quilts`” 两个参数来改变 (有关 `config.pro` 的设置请参考《Pro/ENGINEER 野火 3.0 中文版 基础零件设计 (上)》一书中附书光盘的附录 B), 即:

1. `shade_surface_feat no`: 曲面不会被着色。此项设置也可选下拉式菜单 **视图 (View)** 下的 **显示设置 (Display Settings)** → **模型显示 (Model Display)**, 然后在模型显示 (*Model Display*) 对话框中控制, 如图 1-2 所示。
2. `hlr_for_quilts yes`: 曲面的显现方式可以按照下面 4 个工具栏的图标来设置:
 - : 曲面的所有线条皆以实线来表示。
 - : 曲面的隐藏线以暗线来显现。
 - : 曲面的隐藏线不显现出来。
 - : 曲面着色。

(注意: 上述的关键词 `hlr_for_quilts` 中, `hlr` 为 `hidden line removal`, 即隐藏线移除的意思, `quilts` 为合并曲面 (`Merged surface`) 的意思, 即合并两个或两个以上的单一曲面所形成的曲面)。

由于曲面的创建常需依赖二维或三维曲线作为曲面的边界线或内部线条, 而曲线的创建常需有基准点 (`Datum point`) 的辅助, 因此以下章节将先说明基准点的创建, 接着讨论曲线的创建与编辑, 最后再对曲面的创建过程, 以及曲面的编辑方式做详细说明。

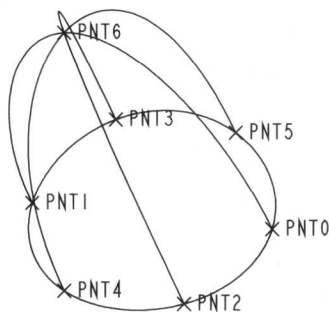
图 1-2



1.2 基准点的创建

基准点在画面上以打叉记号×显示，并伴随 PNT0、PNT1、PNT2 等的标签，如图 1-3 所示。

图 1-3



创建基准点的步骤如下：

1. 按主窗口右侧基准点工具的图标  (其命令为下拉式菜单**插入 (Insert)** 下的**模型基准/点/点...** (Model Datum / Point / Point...))。
2. 由现有零件选取点、线、面等参照，则 Pro/ENGINEER 系统立即产生基准点，且基准点 (DATUM POINT) 对话框显示出产生基准点的参照条件。下表详列使用者所选取的参照及产生基准点的参照条件：

所选的参照	产生基准点的参照条件
点(可为曲线/边线的端点或已存在的基准点)	(1) <u>在其上</u> (On): 在所选的点上创建一个点 (2) <u>偏移</u> (Offset): 将所选的点沿着一个平面的法线方向偏移一段距离
线(可为曲线或曲面的边)	<u>在其上</u> (On): 在所选的线上做一个点, 点的位置以下列任一方式来指定: (a) <u>比率</u> (Ratio) —— 0~1 的比例值; (b) <u>实数</u> (Real) —— 距离线条起始点的弧长
面(可为平面或曲面)	(1) <u>在其上</u> (On): 在所选的面上以标尺寸的方式创建一个点 (2) <u>偏移</u> (Offset): 将落在所选的面上的点沿着一个平面的法线方向偏移一段距离
点及平面(或曲面)	点的参照条件为 <u>偏移</u> (Offset)、面的参照条件为 <u>法向</u> (Normal): 由所选的点向所选的面的法线方向偏移一段距离, 做出一个点
圆或圆弧	(1) <u>在其上</u> (On): 在所选的圆或圆弧上做一个点, 点的位置以下列任一方式来指定: (a) <u>比率</u> (Ratio) —— 0~1 的比例值; (b) <u>实数</u> (Real) —— 距离圆或圆弧起始点的弧长 (2) <u>居中</u> (Center): 在圆或圆弧的中心点做一个点
坐标系	(1) <u>在其上</u> (On): 在所选的坐标系的原点做一个点 (2) <u>偏移</u> (Offset): 将落在坐标系原点的点沿着所指定的面的法线方向偏移一段距离

现以下例说明创建基准点的详细操作步骤。

创建基准点

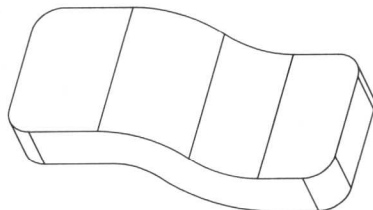
STEP 1 打开零件文件

[按工具栏打开文件的图标 ]

→ [选取 Train_file-Basic2 文件夹中的 point.prt 零件, 再按 **打开(O)** (**Open**)]

→ [零件如图 1-4 所示]

图 1-4

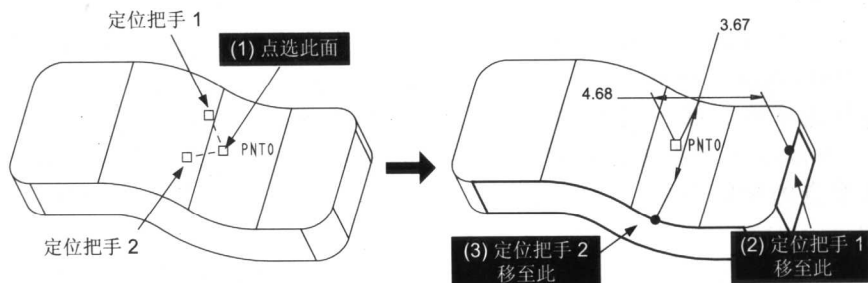


STEP 2 在曲面上创建基准点

[按主窗口右侧基准点工具的图标 ] → [选如图 1-5 的(1)所示的面, 令基准点落在此面]

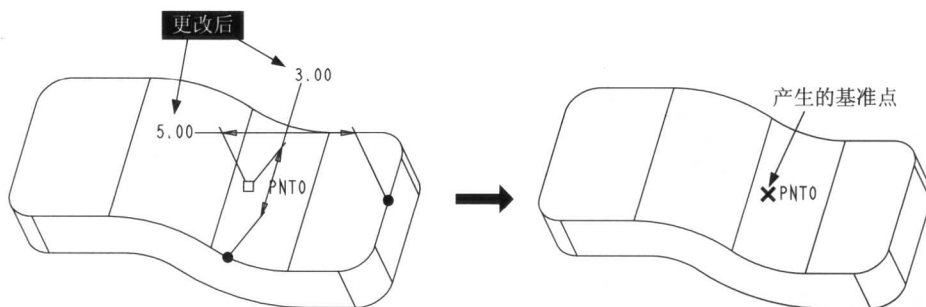
→ [将定位把手 1 移至零件的右侧面, 定位把手 2 移至零件的正面, 如图 1-5 的(2)及(3)所示, 以确定基准点的位置尺寸]

图 1-5



- [在画面上将基准点 PNT0 的定位尺寸修改如下——前后定位尺寸：3、左右定位尺寸：5
(见图 1-6 左侧)]
- [按鼠标滚轮，即产生如图 1-6 右侧所示的基准点 PNT0]

图 1-6

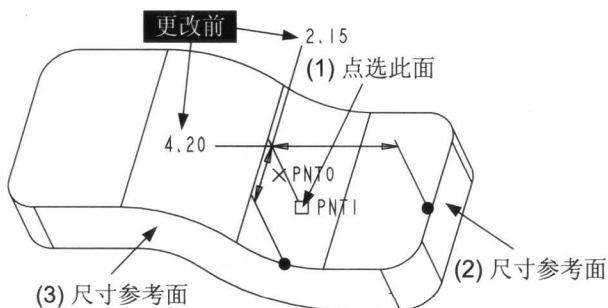
**STEP 3**

沿着曲面的法线方向偏移一段距离，产生基准点

- [按主窗口右侧基准点工具的图标 

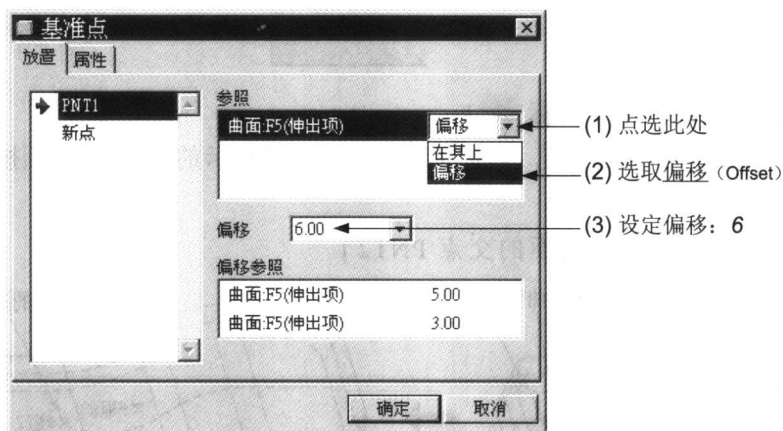
→ [按照步骤 2 的程序将定位把手 1 移至零件的右侧面，定位把手 2 移至零件的正面，如图 1-7 的(2)及(3)所示]

图 1-7



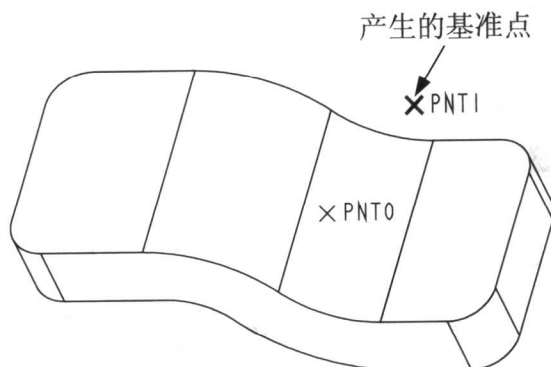
- [在画面上将基准点 PNT1 的定位尺寸修改如下——前后定位尺寸：3、左右定位尺寸：5]
- [将基准点 (DATUM POINT) 对话框中参照的类型改为偏移 (Offset)，再输入偏移距离：6，如图 1-8 所示]

图 1-8



- [按鼠标滚轮，即产生如图 1-9 所示的基准点 PNT1]

图 1-9

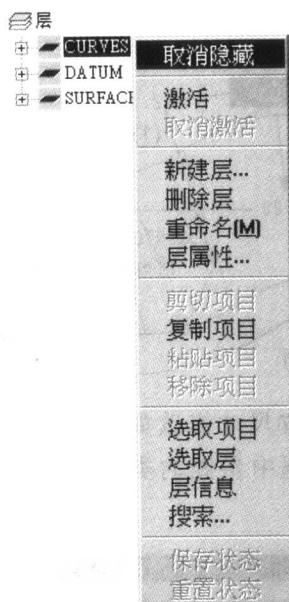


STEP 4 求取曲线与曲面的交点

[按工具栏图层的图标 ]

→ [由图层树选 CURVES 图层后, 按着鼠标右键, 由弹出的菜单中选取取消隐藏 (Unhide) (见图 1-10), 使曲线显示在画面上]

图 1-10



→ [按主窗口右侧基准点工具的图标 ]

→ [按工具栏显示隐藏线的图标 , 点选如图 1-11 左侧所示的曲线, 然后按住键盘的 Ctrl 键, 点选如图 1-11 所示的曲面]

→ [按鼠标滚轮, 即求得曲线及曲面的交点 PNT2]

图 1-11

