



二代龙震工作室 编著

工业设计院

Pro/ENGINEER

Wildfire 5.0

高级设计

- 特殊的文字图例著作风格，易读易懂
- 含高级曲面和曲面变形实作
- 含Pro/E参数、关系公式和族表设计
- 含行为建模功能实作
- 含Top Down高级组装
- 含Pro/E逆向（抄数）功能实务和立体标注
- 提供重点视频教学文件
- 提供网上习题解答下载和问题咨询



清华大学出版社

工业设计院

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 高级设计

二代龙震工作室 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

这是一本兼顾理论与实务,且内容完整的 Pro/E 专业权威图书,随书附赠的光盘内容为本书所有范例源文件,使读者在学习与工作中更加得心应手。

本书是 Pro/ENGINEER 的高级设计部分,在本书中介绍以下的主题:高级曲面特征、曲面变形特征、参数化设计、二次投影曲线与 trajpar 参数、程序模块和族表工具、行为建模功能、高级组装、逆向工程功能、3D 立体尺寸标注。

除了独立的小范例之外,本书还将构建出贯穿本系列所有书籍的集成范例,让读者对一个产品的整个设计和制造过程,有很深刻的认识,能在进入职场前就奠定厂商所需要的基本技能。

本书适合机械等相关行业的所有设计和制图人员,同时也是机械本科或相关科系的最佳学习教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 高级设计/二代龙震工作室编著. —北京:清华大学出版社,2010.9
(工业设计院)
ISBN 978-7-302-23433-3

I. ①P… II. ①二… III. 曲面—机械设计:计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 5.0
IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 151400 号

责任编辑:张彦青

装帧设计:杨玉兰

责任校对:周剑云

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京鑫丰华彩印有限公司

装 订 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:26 插 页:1 字 数:626 千字

附光盘 1 张

版 次:2010 年 9 月第 1 版 印 次:2010 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:47.00 元

产品编号:035093-01

丛 书 序

本工作室针对 Pro/ENGINEER 这个 CAD/CAM/CAE 大型软件所写的系列书包含在“Pro/ENGINEER 工业设计院”总称之下。而系列的顺序是按整个工业设计的上、下游流程，以及其所代表的几个热门职业：造型设计师、建模师、机构设计师、结构设计师、模具设计师等所设计的专业课程；然后，再搭配 Pro/ENGINEER 这个软件的各种合适模块，来诠释其技术和软件工具的应用。

工业设计院分以下四大系列。

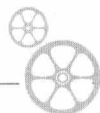
(1) 基础设计系列：主要是建模和画工程图，所有机械范畴都要用到。

(2) 造型设计系列：工业设计最上游，即产品原型的确定阶段。能主导设计的就是造型设计师，按确认图样生产或抄录的就是建模师。

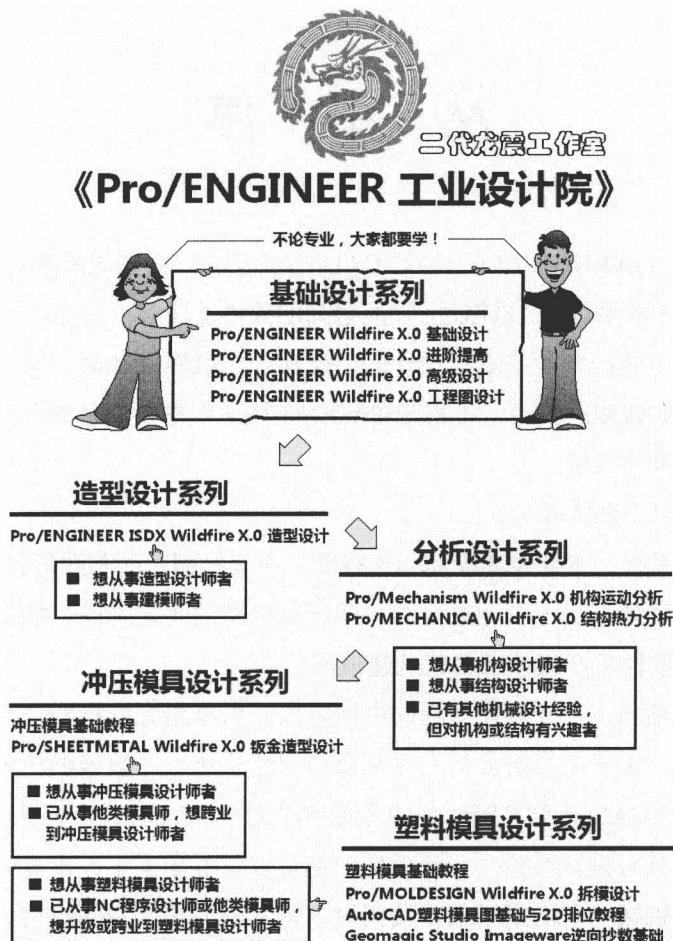
(3) 分析设计系列：工业设计流程的中间阶段，用来事先分析解决可能发生于制造阶段的难题。在以前，由于主要的分析人才来自研究所层级，一般或低技术层级的企业不易取得。近年来，由于 CAE(计算机辅助分析)软件仿真技术突飞猛进，让需求人才的门坎大幅降低！现在，只要具有设计经验，不论学历，都可以很好地上手；没有经验的，职专以上程度即可。因此，机械本科的学子们出校门时，就具备简易基本的机构、结构分析能力，已逐渐形成风潮。

(4) 模具设计：制造阶段一向是工业设计最重要的下游，其顺利与否决定产品的成败；所用的生产机械、设计时间与人力则严重影响产品的成本。在这方面，我们将按当前模具产业中市占率最大的两个(塑料模与冲压模)，来创建以下两种系列书：

- ① 塑料模具设计系列。
- ② 冲压模具设计系列。



我们再以下图来说明本系列书。



本套书的系列名为：Pro/ENGINEER 基础设计系列。基本上是为了工业设计流程中所有的 CAD 操作基础而写的。在这个范畴里，我们将分基础设计、进阶提高、高级设计和工程图设计四本。

以下就是本系列四本书的内容简述。

系 列 号	书 名	内容方向
1	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 基础设计	有很多 Pro/ENGINEER 的基本概念，如草绘、基准面的设置等，我们以为大家都清楚了，但是从提问中发现，并不是如此。很多人并没有这些概念，所以只能模仿画图，而不能在发生问题时知道要如何解决。因此，我们在本书中加强正确的基本概念和范例，同时全力将基本的命令先练好，后面的路就会好走一些了。配合重点视频教学文件，本书将作成适合培训或学校用书(上学期 3 学分)的方式，提供给用书的各级教育单位和自学读者

续表

系 列 号	书 名	内容方向
2	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 进阶提高	我们将在本书中针对 Pro/ENGINEER 的中级命令制作更多的实例,让大家能应用到更多的选项细节。 配合重点视频教学文件,本书也将制成合适培训或学校用书(下学期3学分)的方式,提供给用书的各级教育单位和自学读者
3	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 高级设计	在本书中,所有 Pro/ENGINEER 的高级命令应用都是我们囊括的对象。通过重点视频教学文件,对 Pro/ENGINEER 已有相当程度基础者,将更能掌握本书
4	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 工程图设计	立体建模完成后,紧接着就是转 2D 工程图,所以将工程图模块也划归在基础的主题中。配合重点视频教学文件,本书将以更简洁有效的架构,来诠释 Wildfire 工程图模块新版的内容,以及将读者常见的提问做专章提示

关于本书《Pro/ENGINEER Wildfire5.0 高级设计》

本书是《Pro/ENGINEER Wildfire5.0 基础设计》和《Pro/ENGINEER Wildfire5.0 进阶提高》两书的延续,几乎 Pro/E 所有高级的主题都涵盖于此。本书将以**步级图例配合重点视频教学文件**,练习一些难度更高,或是需要在特殊场合中才会用到的工具命令,让您可以在此学到更多的建模技巧。

我们将在本书中提到以下的主题:

高级曲面特征	曲面变形特征	Pro/E 的参数化设计
二次投影曲线与 trajpar 参数	Pro/E 的程序模块和族表工具	Pro/E 的行为建模功能
高级组装	Pro/E 的逆向工程(抄数)功能	3D 立体尺寸标注

二代龙震工作室

前 言

本书是本系列书前两本《Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 基础设计》和《Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 进阶提高》的延续。Pro/E 高级的主题几乎都涵盖于此。因此,在学习本书之前,请确认您已学过本系列书的前两本。本书可以说是反应本工作室读者提问的最高体现,所有内容都是读者提问最多的,显示大家在学完基础和提高课程以后,对高级技术的渴望与需求。而我们能介绍的内容也尽量都在本书中讲解清楚了。当然,还会有不足之处,没关系!请大家再 E-mail 来反应。

本书将从曲面和曲面变形的功能开始练起,接着就进入参数设计的世界,在这里,您 will 开始感受到参数设计对图形变化的控制力,然后配合 **trajpar** 参数、控制图形的绘制,您将突然发现:有时候靠蛮力画图还不是一件聪明的事。从参数化开始,到使用“**程序**”来设计操作界面,以及设计同类零件急需的“**族表**”等一连串的学习,“效率”两个字将逐渐深烙在您的行为模式中。然而,到此还不是终点,接下来的“**行为建模**”将让您体验到它在设计方面的重大辅助作用。如果再将它拿来和后面接着讲的“**自顶向下设计**”(Top-Down Design)配合,那么两种高级技术就都要发光发热了。另外,很多读者问到的逆向工程问题,我们也将 Pro/E 能用能做的都详细地讲解了,您也会在这里满载而归。最后,我们以也是读者提问的立体标注操作来作为本书的结尾。对大家来说,本书的收获将不在于书的页数,而在于内容的深度和详细度。

二代龙震工作室开发的计算机书籍共同的特点在于:

- 个性化的服务,理论与专业的完美组合。书中摒弃一般图书只注重理论功能介绍,而忽视读者本身专业需要的缺点,既介绍了软件功能的使用技巧,又结合了读者专业的特点,同时也注重实务的需求。
- 以图例形式来完成对操作过程的解说,避免使用冗长文字来破坏思考,这是龙震工作室所著书籍的一贯特色。
- 比拟多媒体动画的全步骤式图例。我们所展示的全步骤式图例,其效果和多媒体动画教学是一样的。
- 网站技术支持。凡是购买龙震工作室开发的图书的读者,都可以通过“龙震在线”来获得最快捷的支持。同时,网站的内容和服务方式还会不断扩充。

您一样可以像往常一样,通过以下工作室专属网站或电子邮件信箱来提出咨询。

龙震在线: <http://www.dragon2g.com>。

E-mail: dragon.dragon2@msa.hinet.net。

本书在出版过程中,得到了清华大学出版社编辑的大力协助,在此深表感谢。然而,在此我们还要对广大支持我们的读者,致以十二万分的敬意和谢意,在本工作室出版本系列书的过程中,您的支持使得我们所著书籍得以持续,也让我们提供的长期免费服务得以坚持!再次感谢各位!

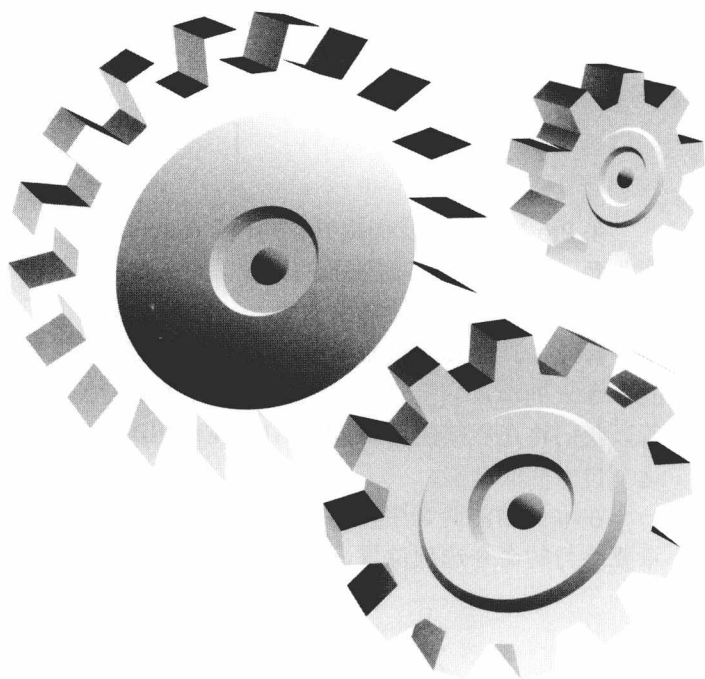
二代龙震工作室

目 录

第 1 章 高级曲面特征	1	3.2 关系	84
1.1 前言	2	3.2.1 关系的语句	85
1.2 将截面混合到曲面	3	3.2.2 关系类型	86
1.3 在曲面间混合	6	3.2.3 关系中所用的参数符号	86
1.4 从文件混合	7	3.2.4 使用关系	87
1.5 混合相切面到曲面	9	3.2.5 参数化实例操作	89
1.6 圆锥曲面和 N 侧曲面片	14	3.3 配合“关系”使用的“参数”	101
习题	20	3.4 组件文件里的关系定义	116
第 2 章 曲面变形特征	23	3.5 用户自定义特征	118
2.1 前言	24	3.6 动态实时剖切的应用	124
2.2 展平面组	25	习题	128
2.3 折弯实体	29	第 4 章 二次投影曲线与 trajpar 参数	135
2.4 曲面阵列	31	4.1 二次投影	136
2.4.1 应用三个工具来完成的		4.2 含 trajpar 参数的可变截面扫描	
曲面随形阵列	32	高级应用	143
2.4.2 应用传统“阵列”工具来		4.2.1 可变截面扫描的 trajpar 参数	
完成的曲面阵列	35	应用	144
2.4.3 曲面阵列的讨论	39	4.2.2 变形管范例	145
2.5 环形折弯	39	4.2.3 齿形离合器范例	147
2.6 骨架折弯	48	4.2.4 再战圆柱凸轮	149
2.7 局部推拉	54	4.2.5 瓶体粗胚范例	153
2.8 半径圆顶	56	4.2.6 用一个可变截面扫描完成	
2.9 剖面圆顶	57	一根螺丝刀的绘制	156
2.9.1 无轮廓混合剖面圆顶	58	4.2.7 用“可变截面扫描”+	
2.9.2 有轮廓混合剖面圆顶	59	“trajpar”画双绞线	157
2.9.3 扫描剖面圆顶	60	4.3 得到轨迹曲线的另一种方法	
2.10 自由变形	61	——扫描输入法	159
2.10.1 曲面自由形状	62	习题	165
2.10.2 实体自由形状	64	第 5 章 Pro/E 的程序模块和族表工具	169
2.11 扭曲	65	5.1 程序	170
2.11.1 使用 Warp 进行渐变缩放	70	5.1.1 Pro/Program 的界面	170
2.11.2 扭曲的几何分析	73	5.1.2 程序语句	172
习题	74	5.1.3 Pro/Program 的参数化设计	
第 3 章 Pro/E 的参数化设计	83	具体过程	175
3.1 Pro/E 中有关参数化设计的功能	84		



5.2 族表.....	181	8.1.1 需要逆向工程的原因	310
5.2.1 族表的界面.....	181	8.1.2 逆向工程的种类	311
5.2.2 族表的创建.....	183	8.1.3 逆向工程在 CAD/CAM 系统 中的作用	313
习题	188	8.1.4 四大逆向工程软件与当前 市场主流用法介绍	313
第 6 章 Pro/E 的行为建模功能	191	8.1.5 逆向工程(抄数)设计流程.....	315
6.1 前言.....	192	8.1.6 Pro/E 的逆向工程功能	317
6.2 行为建模的步骤.....	192	8.2 小平面对称	318
6.3 行为建模中的分析模型参数	193	8.3 重新造型	327
6.4 行为建模中的敏感度分析	196	8.4 独立几何	341
6.5 行为建模中的可行性/优化	199	8.5 本章练后心得点评	352
6.6 行为建模中的多目标设计研究	202	8.6 逆向建模的其他方法.....	353
6.7 整体范例实作.....	205	8.7 六向导管接头曲面设计实例.....	355
6.7.1 瓶体的行为建模.....	205	习题	361
6.7.2 曲柄的行为建模.....	214	第 9 章 3D 立体尺寸标注	363
6.8 分析工具补述.....	219	9.1 Pro/E 的 3D 尺寸标注.....	364
6.8.1 用户定义分析.....	219	9.1.1 一般立体尺寸标注	365
6.8.2 Excel 分析	227	9.1.2 参照尺寸标注	371
6.8.3 MECHANICA 分析	232	9.1.3 纵坐标从动尺寸标注	372
6.8.4 人类工程学分析.....	233	9.1.4 纵坐标参照尺寸标注	375
6.8.5 MathCAD 分析.....	233	9.1.5 立体公差尺寸标注	375
习题	242	9.1.6 立体粗糙度、注释和符号的 尺寸标注	380
第 7 章 高级组装	245	9.1.7 Wildfire 4.0 版本以后新增的 编辑项	384
7.1 前言.....	246	9.1.8 讨论	386
7.2 自顶向下设计的步骤.....	246	9.2 和零件物理特性有关的设置.....	387
7.3 自顶向下设计实例一.....	247	9.2.1 材料.....	387
7.4 自顶向下设计实例二.....	266	9.2.2 精度.....	392
7.5 复制几何和发布几何的应用	273	9.2.3 质量属性	395
7.6 组件互换.....	281	习题	397
7.7 自顶向下设计补充	285	附录 如何使用本书范例光盘和服务	401
7.8 挠性组装.....	289		
7.9 动态组装.....	298		
习题	306		
第 8 章 Pro/E 的逆向工程功能	309		
8.1 逆向工程概论.....	310		

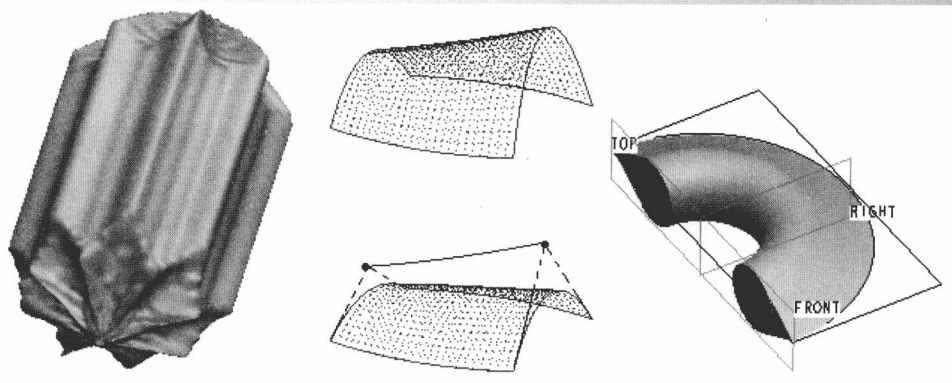


1

高级曲面特征

本书等于是本系列丛书的第二本，即《Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 进阶提高》的后续课程。在本书的第一章中，主要为您介绍如下的高级曲面特征功能：

- 将截面混合到曲面
- 在曲面间混合
- 从文件混合
- 将切面混合到曲面
- 圆锥曲面和 N 侧曲面片





1.1 前言

在 Pro/E 中,当我们提到“**曲面**”(Surface)这个词时,它代表的就是一般的**规则或不规则曲面**(为了方便与自由曲面的区分,有时候本系列书会称为“**薄曲面**”或“**薄面**”),以及造型设计上用得较多的**自由曲面**。前者(规则或不规则薄曲面)在 Pro/E 的命令设计里,遍布于各特征工具或其编辑命令中。后者(自由曲面)在 Pro/E 中则独立以一个名为“**造型工具**”的命令来处理,它会进入另一模块境界中,专门用来应付造型设计所需的自由曲线设计,所以我们将在今后的《Pro/ENGINEER ISDX Wildfire 5.0 造型设计》一书中,专门来练习这个自由曲面功能。

在本书的前两章中,将区分“**曲面特征**”和“**曲面变形**”这两个高级曲面的主题。本章要练习的命令选项位置,如图 1-1 中的黑框圈处所示。

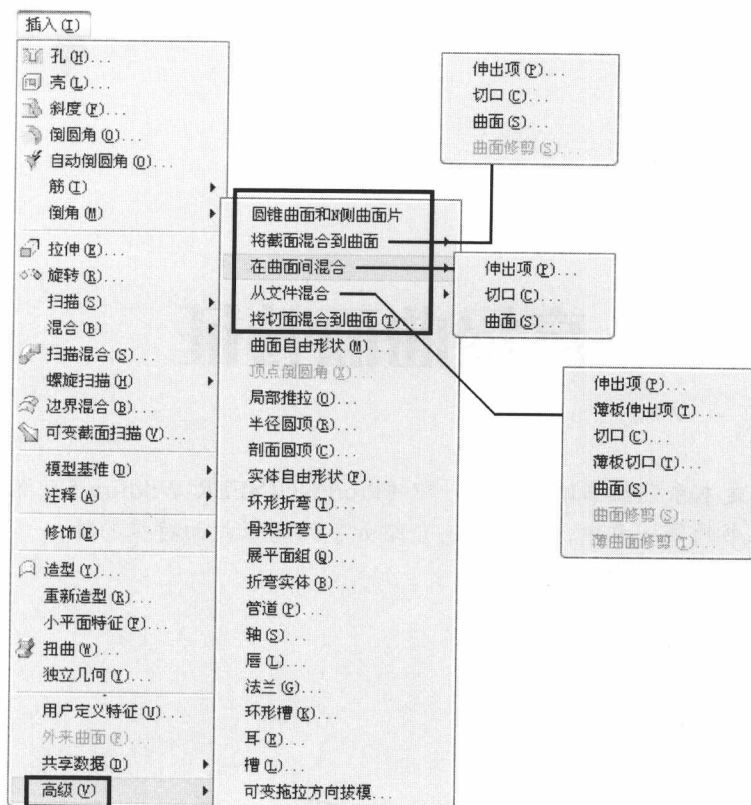


图 1-1 曲面特征命令选项群所在位置

按照惯例,延续本系列书第一本:《Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 基础设计》的风格,本书事先声明以下事项。

- (1) 凡是在本书中有操控板的图例,只要命令的操控板内容和 Wildfire 4.0 旧版一样,就沿用旧版图例。
- (2) 除极少数使用旧版制作的视频文件以外(文件名上会标示),本书的视频文件一律使

用 Wildfire 5.0 的新版界面。

(3) 根据实际教学经验, 有声视频会干扰学习, 所以本工作室的风格在于步级的图例和说明; 换句话说, 书中的图例和说明已足可让您了解范例的操作, 视频文件只是用来辅助和印证更细或以前学过而书中图例并不说明的操作。因此, 除少数外, 视频文件多数无声, 有声视频会在文件名上注明。

下面就请逐一按每小节的说明和范例进行练习!

1.2 将截面混合到曲面

“将截面混合到曲面”功能用于创建一个曲面和一个草绘的填充面之间的曲面。

命令或工具图标位置

“插入(I)”菜单 → “高级(V)” → “将截面混合到曲面” → “曲面(S)...”。

操作选项说明(参见图 1-2)

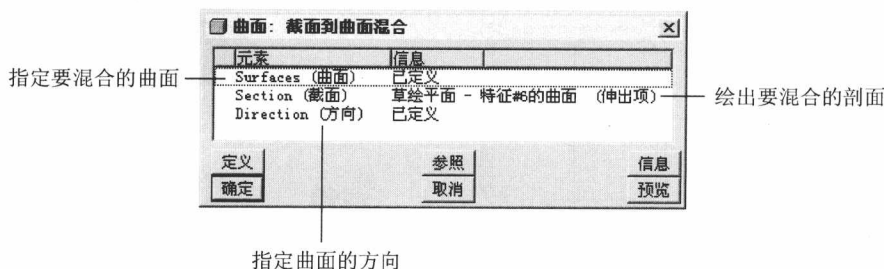


图 1-2 “将截面混合到曲面”的选项

范例一(创建曲面)

本范例练习文件: (3)Examples\ch01 目录里的 surf_sect_to_surf-1.prt。

本范例完成文件: (3)Examples\ch01 目录里的 surf_sect_to_surf-2.prt。

本范例视频文件: (3)avi(gb)\ch01 目录里的 surf_sect_to_surf_01.avi。

本范例完成图: 如图 1-3 所示。

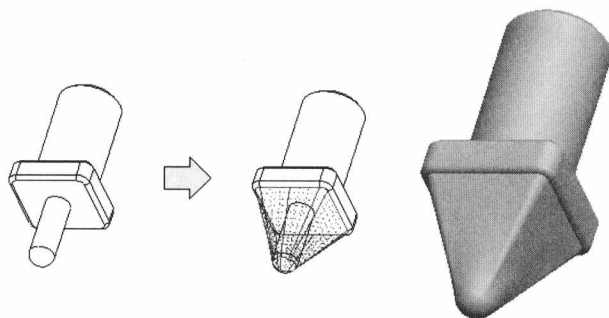


图 1-3 将截面混合到曲面的范例完成图



绘图步骤：如图 1-4 所示。

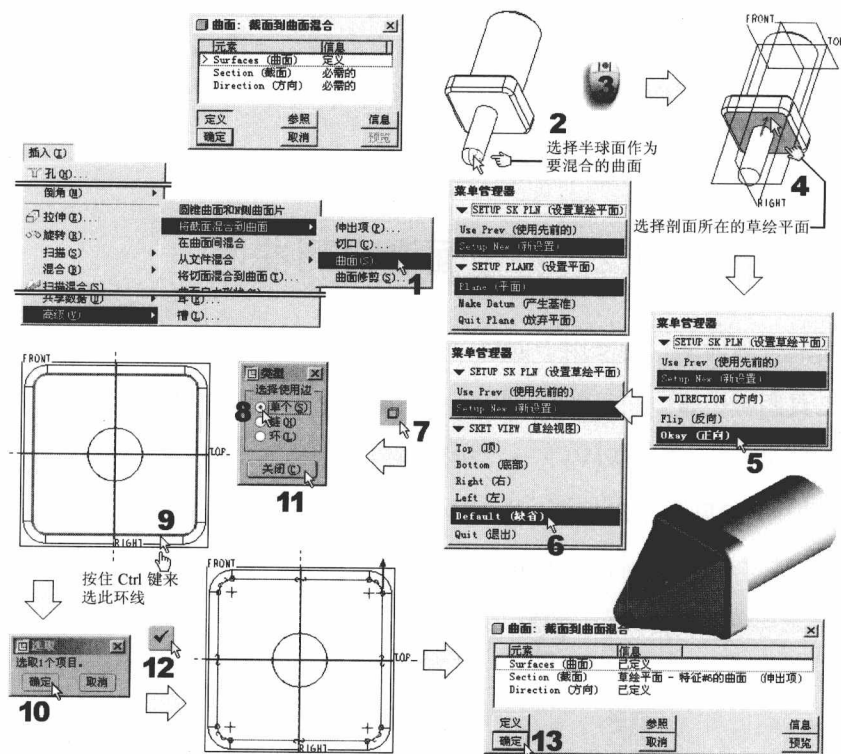


图 1-4 “将截面混合到曲面”的操作

范例二(曲面修剪)

本范例目的：继续上一范例进行操作，当我们绘出一个“将截面混合到曲面”的特征(以“曲面”特征存在于模型树区)后，该选项下的“曲面修剪”选项就变成可用。这个“曲面修剪”有何作用呢？本范例就来实际完成如图 1-5 所示的造型。

本范例练习文件：(3)Examples\ch01 目录里的 surf_sect_to_surf-2.prt。

本范例完成文件：(3)Examples\ch01 目录里的 surf_sect_to_surf-3.prt。

本范例视频文件：(3)avi(gb)\ch01 目录里的 surf_sect_to_surf_02.avi。

本范例完成图：如图 1-5 所示。

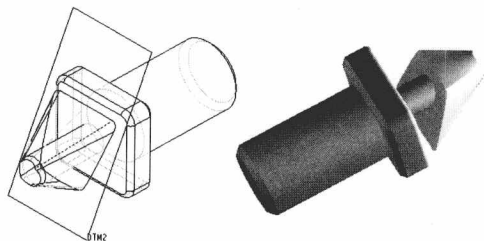


图 1-5 “将截面混合到曲面”的“曲面修剪”范例完成图

绘图步骤:

操作1 请按图1-6进行“曲面修剪”操作。操作重点在于,由于本例的草绘面是斜的,所以一开始没有默认的草绘参照。由于草绘是一个简单且大范围的矩形,并不需要精确的参照,但是草绘参照不足还是无法完成草绘,所以草绘前或草绘后随意找几个有效的参照都没关系,但是一定要给出参照才能完成草绘。

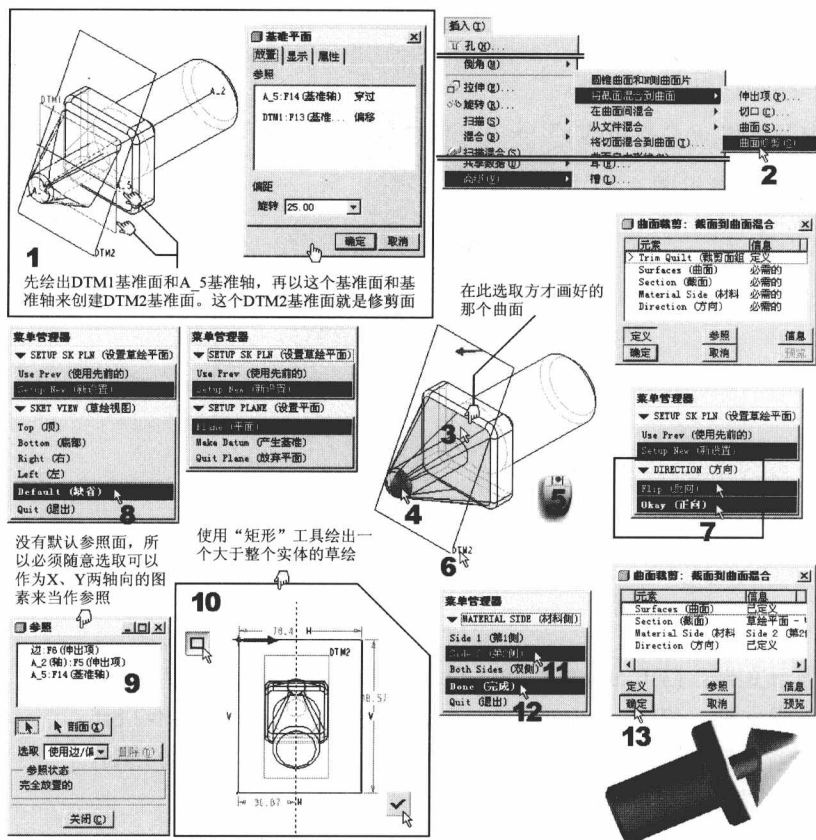


图1-6 “将截面混合到曲面”的“曲面修剪”操作

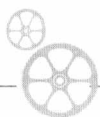
信息补充站 不要墨守草绘成规

没有人说草绘一定要在系统转好的视图下画;尽管大多数情况下,系统转好的视面会比较好看。但是就如我们在视频文件中示范的,在已有复杂的父特征情况下,转到等轴测视面下来看、来画可能会清楚一些。

因此,不要墨守固定的模式,只要概念清楚,一样可以达到正确草绘的目的。

操作2 再使用“填充”工具将斜底面补起来,使用“合并”工具做合并(还需要复制面来进行合并),最后再使用“实体化”工具将它们转为实体。学过本系列书的前两本后,这些都已基本操作,请自行操作或参照视频文件。

操作3 存盘。



1.3 在曲面间混合

“在曲面间混合”功能是在两个曲面之间创建平滑的曲面或实体转换。注意：用于该特征的曲面，表面上的每个点均必须有匹配的切点，例如，两个球面。曲面间必须有至少 30° 的倾斜角。

命令或工具图标位置

“插入(I)” 菜单 → “高级(V)” → “在曲面间混合” → “曲面(S)...”。

操作选项说明(参见图 1-7)

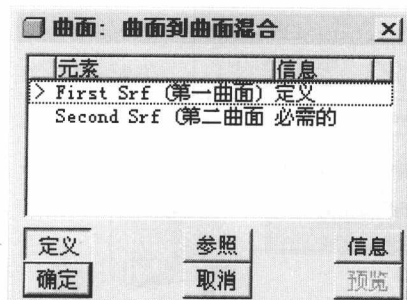


图 1-7 曲面混合的选项

范例

本范例练习文件：(3)Examples\ch01 目录里的 surf_surf_to_surf-1.prt。

本范例完成文件：(3)Examples\ch01 目录里的 surf_surf_to_surf-2.prt。

本范例视频文件：(3)avi(gb)\ch01 目录里的 surf_sect_to_surf_03.avi。

本范例完成图：如图 1-8 所示。

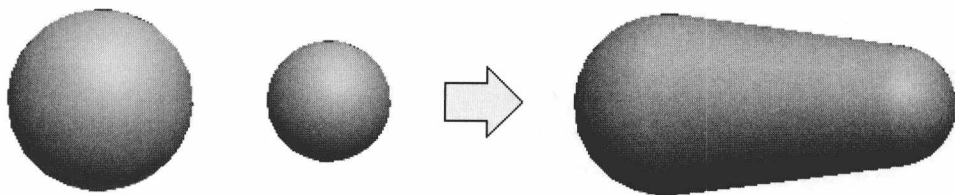


图 1-8 曲面混合范例的完成图例

绘图步骤：如图 1-9 所示。

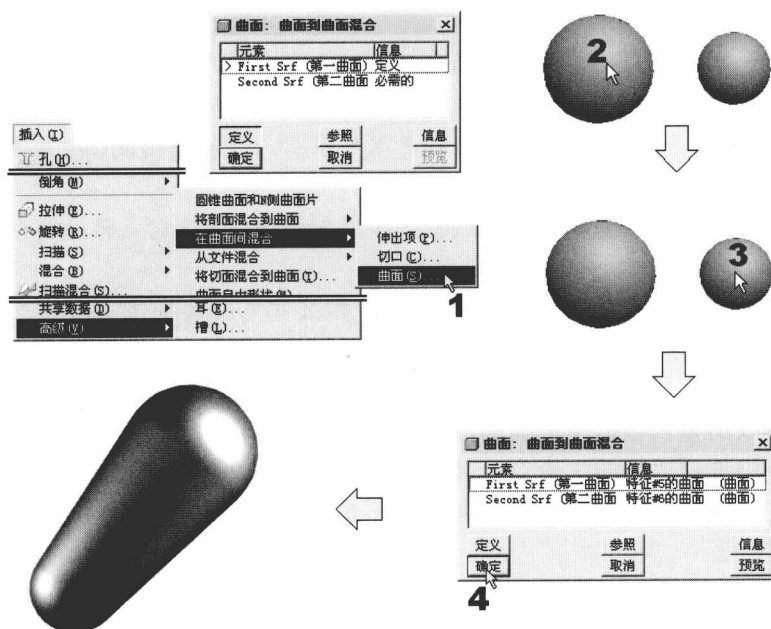


图 1-9 “在曲面间混合”的操作

1.4 从文件混合

“从文件混合”功能让我们可以通过从一个 ASCII 文件(*.ibl)中读入数据点来创建混合。该数据文件不但定义了混合类型，同时也定义了所有混合剖面点的笛卡儿坐标。所有的混合剖面点都相对于一个单一的坐标系来定位。此功能会将来自于文件的数据点，按剖面连成样条曲线，再将这些曲线混合成曲面。这个功能可用于从一个量测设备(例如，三次元量测仪)，或以程序导出的数据点来输入曲面。

有关 ibl 文件的详细格式说明，请参照本系列书第二本：《Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 进阶提高》一书的第一章。

命令或工具图标位置

“插入(I)”菜单 → “高级(V)” → “从文件混合” → “曲面(S)...”。

操作选项说明(参见图 1-10)

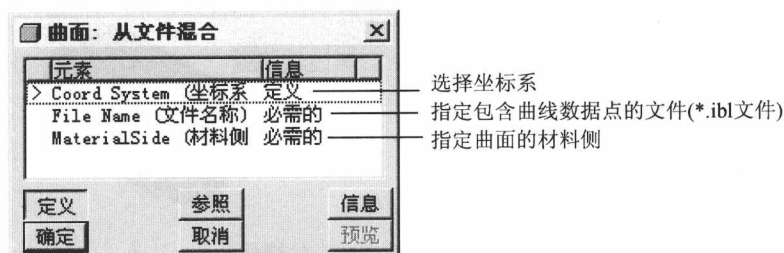


图 1-10 “从文件混合”的选项



注意

- (1) 曲线上的两点定义一条直线；两个以上的点定义一条样条曲线。
- (2) 一条曲线的端点和下一条曲线的起始点必须重合。对于闭合剖面，最终曲线的终点和第一条曲线的起始点必须重合。每个剖面只可以有一条闭合曲线，而且这条闭合曲线必须至少由两段组成。
- (3) 当“源文件”用于创建混合剖面的点不都在一个平面上时，系统将创建最合适的平面，并将这些点投影到该平面上。
- (4) 如果正在从一个量测设备输入数据点，那么首先应该将这些数据点作为曲线输入，以确保平滑。然后，再由这些平滑曲线来创建混合曲面。

当您希望修改由输入数据所创建的混合时，请在模型树中选择并右击该曲面特征，在弹出的快捷菜单中选择“修改”命令，并编辑该混合数据文件。此操作将在目前工作目录中创建一个新文件 feat_#.ibl。修改混合特征并不影响从其创建该混合特征的原始文件。

范例

本范例目的：使用文件来生成曲面，此曲面可能是一个机构的工作空间。

本范例配合文件名：(3)Examples\ch01 目录里的 surf_fromfile.ibl。

本范例完成文件：(3)Examples\ch01 目录里的 surf_fromfile-2.prt。

本范例视频文件：(3)avi(gb)\ch01 目录里的 surf_fromfile.avi。

绘图步骤：如图 1-11 所示。

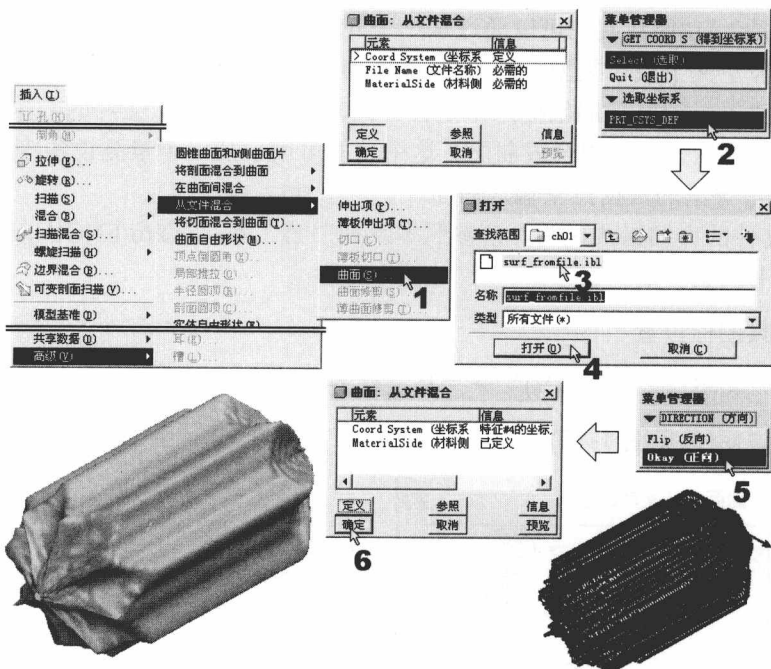


图 1-11 “从文件混合”的操作