



精通 Pro/ENGINEER

中文野火版 消费电子产品设计

杨学围 张宏兵 / 编著

- 本书由国内从事 Pro/ENGINEER 专业设计工作的一线资深工程师精心编著，融汇了作者多年在设计工作中积累的实践经验和设计技巧
- 以实例形式详细剖析消费电子产品设计流程、思路和方法，力求培养读者综合使用 Pro/ENGINEER 软件进行消费电子产品设计的能力
- 不仅讲解了各种命令，更穿插了许多产品设计原理、规范标准和注意事项，提供了大量消费电子产品设计术语，解决产品设计中的实际问题
- 本书为各大、中专院校机械设计与工业设计专业师生、产品结构设计师人员，以及消费电子产品设计制造技术人员提供一个有效的学习途径



附赠光盘内容:

1. 全书所有实例涉及的素材源文件和最终效果文件
2. 长达 90 分钟的软件实际操作多媒体视频教学录像



中国青年出版社
中国青年电子出版社

<http://www.21books.com> <http://www.cqchina.com>



精通Pro/ENGINEER 中文野火版 消费电子产品设计

杨学围 张宏兵 / 编著



中国青年出版社
中国青年电子出版社
<http://www.21books.com> <http://www.cgchina.com>

本书由中国青年出版社独家出版。未经出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式复制或传播本书的部分或全部内容。

图书在版编目(CIP)数据

精通 Pro/ENGINEER 中文野火版消费电子产品设计/杨学围,张宏兵编著. —北京:中国青年出版社,2006
ISBN 7-5006-6767-1

I.精... II.①杨...②张... III.电子产品—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire

IV. TN602-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 008046 号

书 名: 精通 Pro/ENGINEER 中文野火版消费电子产品设计

编 著: 杨学围 张宏兵

出版发行: 中国青年出版社

地址: 北京市东四十二条 21 号 邮政编码: 100708

电话: (010) 84015588 传真: (010) 64053266

印 刷: 北京新丰印刷厂

开 本: 787 × 1092 1/16 印 张: 27.5

版 次: 2006 年 3 月北京第 1 版

印 次: 2006 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5006-6767-1/TP · 534

定 价: 45.00 元 (附赠 1CD)

前 言

PC 产品的日益普及和数码概念的推出,使手机、数码相机、PDA、MP3 播放器以及移动存储设备等诸如此类的电子产品在消费者中的认知度迅速提高。通信与数码时代已经全面来临。大大小小的家电产品卖场都摆出了各种琳琅满目的数码摄像机、U 盘及存储卡等电子产品,这些新颖、时尚且功能超强的电子产品,不但有力地冲击了人们的视野,而且大大提高了人们的生活质量。人们的消费观念在发展,消费产品的设计水平也随之提高。因此,产品外观设计与功能配置的好坏决定了一个产品的成功与否。往往一款具有漂亮外观的电子产品能够大大提升它的市场竞争力。这就需要产品结构设计师们去不停地努力钻研设计,以满足市场需求,做到与时俱进、与市场同行。

专业三维产品设计的工业软件比较多。在所有的三维软件中,Pro/ENGINEER 是应用最广且最受用户喜爱的设计软件之一。它是一个全方位 3D 产品开发的软件,集成了零件设计、产品装配、曲面造型、模具设计、钣金设计、逆向工程以及机构仿真等诸多功能,广泛应用于消费电子产品、家用电器、汽车、航天设备及玩具等各个行业的产品,也是国内中小型企业设计软件中的最佳选择。

综观 Pro/ENGINEER 图书市场,介绍软件基础命令和操作的书籍铺天盖地,但来自于一线工程师的经验之作却少之又少。专门集中于消费电子这个热门产业,通过实例把 Pro/ENGINEER 电子产品设计的核心技术全面表达出来的更是没有。本书作者正是基于这种形势推出本书。本书作为国内一线高级工程师的经验力作,体现作者多年的设计工作经验,以 Pro/ENGINEER 中文野火版为蓝本,从工程实用的角度出发,通过经典实例逐步解析的方式,详细剖析了 Pro/ENGINEER 中文野火版消费电子产品设计的流程、方法、思路和技巧。全书共包括 8 章和 3 个附录,主要内容安排如下。

第 1 章介绍了 Pro/ENGINEER 中文野火版软件基础知识,包括 Pro/ENGINEER 中文野火版主要模块及应用、主菜单界面、特征基础和装配基础。

第 2 章介绍了消费电子产品设计的专业准备知识,包括产品材料基础、设计工艺基础以及产品设计的一般流程。读者掌握了这些知识,将对后面的实例学习大大有益。

第 3~8 章详细介绍了 6 个时尚经典的消费电子产品的实例,包括 U 盘、MP3、电话机、数码相机、翻盖手机以及 DVD 设计。每个实例讲解了实例分析、主要知识点、设计流程、具体设计步骤及实例总结共 5 个模块的知识,其中穿插介绍了许多关于 Pro/ENGINEER 软件的使用技巧。诸如“提示”和“注意”等内容,以及产品设计原理、设计规范要求等。读者通过学习,将能够大大提升自己的能力,举一反三,设计出各种同类的产品来。

附录 A、附录 B 和附录 C 分别提供了 Pro/ENGINEER 文件类型、Pro/ENGINEER 文件执行要求以及电子产品结构设计准则,供读者参考和使用。

本书通过大型实例解析的形式,详细介绍了使用 Pro/ENGINEER 中文野火版软件制作消费电子产品的流程、方法与技巧。选择的实例均流行经典、普及面广、代表性强、技术含量与商业价值高,全部选自实际工程,有很强的实用性、指导性和可操作性,有利于读者学习

后举一反三。书中穿插了许多软件操作技巧和产品设计原理、规范标准及注意事项等。附录中 Pro/ENGINEER 文件类型、执行要求及设计术语资料能高效、快速地引导读者入行上手，并解决产品设计中的实际问题，是读者学习利用 Pro/ENGINEER 软件进行消费电子产品设计的最佳参考书。

本书光盘内容丰富，主要包括两部分内容。一部分是书中实例文件，方便读者学习时候使用。另一部分是关于 Pro/ENGINEER 中文野火版软件操作的多媒体视频教学录像，具体包括实体建模、曲面设计和零件设计 3 部分，播放总时间长达 90 分钟。手把手地引导读者学习或者巩固 Pro/ENGINEER 中文野火版软件的重要基础操作，使得读者购买到的图书物超所值。本书光盘提供了实例章节所需的实例文件，读者使用之前最好先将光盘内容复制到自己电脑硬盘中，这样便于以后直接调用，而不需要反复使用光盘，可以提高操作速度和学习效率。

本书非常适合广大 Pro/ENGINEER 用户和公司产品结构设计师使用，同时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。读者使用本书并不一定要从头到尾地学习。有一定的 Pro/ENGINEER 中文野火版软件操作经验的读者，可以直接从实例部分入手，建议边看边操作，这样印象会更深、效果更好。基础差一点的读者，需要对实例进行反复演练，将软件操作与行业产品设计相结合加以领会理解；同时注意融会贯通，对重要的操作环节进行举一反三；尽量和自己的工作设计联系起来，以达到即学即会，学以致用目的。

由于 Pro/ENGINEER 中文野火版软件对系统要求比较高，为了充分保证学习效率，所以建议读者的机器配置为 CPU P4 2.0G 以上，内存 512 MB 以上，显卡支持硬加速、OpenGL 1.5 以上，操作系统为 Windows 2000 或 Windows XP。

本书在编写过程中力求严谨细致，但由于时间仓促，加之作者水平有限，书中难免存在一些不足之处，欢迎广大读者批评指正。

作 者
2006 年 2 月

目 录

第1章 Pro/ENGINEER 中文野火版的基础知识

1.1 Pro/ENGINEER 中文野火版主要模块及应用	1
1.2 Pro/ENGINEER 中文野火版的主菜单界面	3
1.3 Pro/ENGINEER 中文野火版的特征基础	4
1.3.1 拔模特征	4
1.3.2 可变截面扫描特征	11
1.3.3 混合特征	16
1.3.4 抽壳特征	18
1.3.5 曲面特征	20
1.3.6 唇特征	24
1.4 Pro/ENGINEER 中文野火版的装配基础	26
1.4.1 装配体约束	26
1.4.2 装配体分析	28

第2章 消费电子产品设计的专业准备知识

2.1 产品材料基础	35
2.1.1 塑料分类	35
2.1.2 塑料的特性	35
2.1.3 塑胶常用材料	37
2.2 设计工艺基础	47
2.2.1 注射模塑	47
2.2.2 脱模斜度	47
2.2.3 塑件壁厚	47
2.2.4 加强筋	48
2.3 Pro/ENGINEER 产品设计的一般流程	48

第3章 U 盘产品设计

3.1 实例分析	51
3.1.1 设计方法分析	51

3.1.2 产品结构分析	52
3.2 主要知识点	52
3.3 设计流程	53
3.4 具体设计步骤	53
3.4.1 整体曲面设计	53
3.4.2 整体曲面的实体化	73
3.4.3 将整体结构分解	74
3.4.4 U 盘上半部分结构的详细设计	77
3.4.5 U 盘下半部分结构的详细设计	90
3.4.6 U 盘盖的结构设计	97
3.4.7 装配	101
3.5 实例总结	105

第4章 MP3 产品设计

4.1 实例分析	107
4.1.1 设计方法分析	107
4.1.2 产品结构分析	107
4.2 主要知识点	109
4.3 设计流程	110
4.4 具体设计步骤	110
4.4.1 整体曲面设计	110
4.4.2 将整体曲面分解	114
4.4.3 MP3 盖结构的详细设计	118
4.4.4 创建 MP3 盖的内嵌结构体	138
4.4.5 创建 MP3 盖子装配体	154
4.4.6 创建 MP3 主体结构部分	156
4.4.7 设计耳机部分结构	186
4.4.8 设计播放键的装饰结构	198
4.4.9 对电池盖进行详细设计	202
4.4.10 创建 MP3 整体结构的装配图	207
4.5 实例总结	215

第5章 电话机产品设计

5.1 实例分析	217
5.1.1 设计方法分析	217

5.1.2 产品结构分析	217	7.1.2 产品结构分析	325
5.2 主要知识点	218	7.2 主要知识点	326
5.3 设计流程	219	7.3 设计流程	327
5.4 具体设计步骤	219	7.4 具体设计步骤	328
5.4.1 “话筒”的整体曲面设计	219	7.4.1 整体曲面设计	328
5.4.2 对“话筒”的上部分结构进行设计	232	7.4.2 对翻盖部分结构进行详细设计	337
5.4.3 对“话筒”的下部分结构进行设计	234	7.4.3 创建翻盖的上盖结构部分	346
5.4.4 装配两个部分结构	237	7.4.4 设计上表面装饰结构	354
5.4.5 对电话机座进行曲面设计	239	7.4.5 装配翻盖结构体	357
5.4.6 将机座曲面进行“加厚”以生成实体结构	258	7.4.6 分解主机部分曲面	360
5.4.7 分解电话机实体结构	258	7.4.7 详细设计主机的上部结构体	363
5.4.8 对上半部分结构体进行详细设计	260	7.4.8 设计“键盘 1”结构	372
5.4.9 对下半部分结构体进行详细设计	265	7.4.9 设计“键盘 2”	376
5.4.10 装配电话机	269	7.4.10 详细设计主机下部分结构体	381
5.5 实例总结	272	7.4.11 对电池结构体进行设计	385
第 6 章 数码相机产品设计		7.4.12 对手机侧面按键进行设计	386
6.1 实例分析	273	7.4.13 创建手机主机部分结构体的装配体	388
6.1.1 设计方法分析	273	7.4.14 整体手机装配	393
6.1.2 产品结构分析	273	7.5 实例总结	394
6.2 主要知识点	274	第 8 章 DVD 播放机设计	
6.3 设计流程	275	8.1 实例分析	395
6.4 具体设计步骤	276	8.1.1 设计方法分析	395
6.4.1 外壳的整体曲面设计	276	8.1.2 产品结构分析	395
6.4.2 创建机壳实体结构	292	8.2 主要知识点	396
6.4.3 对后面板进行详细设计	296	8.3 设计流程	396
6.4.4 对前面板结构进行详细设计	298	8.4 具体设计步骤	397
6.4.5 对电池盖进行详细设计	300	8.4.1 整体结构设计	397
6.4.6 创建内部结构体	303	8.4.2 分解整体曲面	399
6.4.7 创建按键结构体	310	8.4.3 对下部分外壳结构进行详细设计	403
6.4.8 装配元件	316	8.4.4 对上部分外壳结构进行详细设计	407
6.5 实例总结	324	8.4.5 对光盘弹出结构进行设计	411
第 7 章 翻盖手机产品设计		8.4.6 装配零件	414
7.1 实例分析	325	8.5 实例总结	416
7.1.1 设计方法分析	325	附录 A Pro/ENGINEER 文件类型	
		附录 B Pro/ENGINEER 文件执行要求	
		附录 C 电子产品结构设计准则	

第1章 Pro/ENGINEER 中文野火版 的基础知识

在学习 Pro/ENGINEER 中文野火版消费电子产品设计之前,读者有必要先学习一些 Pro/ENGINEER 中文野火版的软件基础知识。首先介绍 Pro/ENGINEER 中文野火版的主要模块及应用。

1.1 Pro/ENGINEER 中文野火版主要模块及应用

Pro/ENGINEER 中文野火版广泛应用于电子、机械、模具、工业设计、汽车、航空航天、家电及玩具等行业,是一个全方位的 3D 产品开发软件。它集零件设计、产品装配、模具开发、NC 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、压力分析以及产品数据管理等功能于一体。它主要有以下 6 大模块。

1. 工业设计模块 (CAID)

工业设计模块主要用于对产品进行几何设计。以前在零件未制造出来时,是无法查看零件形状的,只能通过二维平面图形进行想象。现在,随着三维软件的出现,设计者可以在零件未制造出来之前观看和评价零件的几何外形。现在,用 3ds max 软件可以生成实体模型,但用 3ds max 软件生成的模型在实际工程操作中是“中看不中用”。用 Pro/ENGINEER 生成的实体建模,不仅中看,而且相当实用。Pro/ENGINEER 中文野火版后阶段的各个工作数据库的产生都要依赖于实体建模生成的数据。

主要包括 Pro/3DPAINT (3D 建模)、Pro/ANIMATE (动画模拟)、Pro/DESIGNER (概念设计)、Pro/NETWORK ANIMATOR (网络动画合成)、Pro/PERSPECTA-SKETCH (图片转三维模型)及 Pro/PHOTO RENDER (图片渲染)等子模块。

2. 机械设计模块 (CAD)

机械设计模块是一个高效的三维机械设计工具,可绘制形状相当复杂的零件。在实际中存在大量形状不规则的物体表面,如摩托车轮毂,这些被称为自由曲面。随着人们生活水平的提高,对曲面产品的需求将会大大增加。用 Pro/ENGINEER 生成曲面非常方便,通常仅需 2~3 个步骤即可完成。其方法有拉伸、旋转、放样、扫掠、网格及点阵等。由于生成曲面的方法较多,因此 Pro/ENGINEER 可以迅速建立任何复杂的曲面。

机械设计模块既能作为高效能系统独立使用,也可与其他实体建模模块结合起来使用。它支持 GB, ANSI, ISO 和 JIS 等标准。包括 Pro/ASSEMBLY (实体装配)、Pro/CABLING (电路设计)、Pro/PIPINO (管路设计)、Pro/REPORT (应用数据图形显示)、Pro/SCAN-TOOLS (物理模型数字化)、Pro/SURFACE (曲面设计)、Pro/WELDING (焊接设计)等子模块。

3. 功能仿真模块 (CAE)

功能仿真模块主要对机件进行有限元分析。中国有句古语：“画龙画虎难画骨，知人知面不知心”，主要是讲事物内在特征很难把握。机械零件的内部变化情况是难以知晓的，使用有限元仿真技术可以对零件内部的受力状态进行分析，在满足零件受力要求的基础上，便可以充分优化零件的设计。

该模块主要包括 Pro/FEM-POST (有限元分析)、Pro/MECHANICA CUSTOMLOADS (自定义载荷输入)、Pro/MECHANICA EQUATIONS (第三方仿真程序连接)、Pro/MECHANICA MOTION (指定环境下的装配体运动分析)、Pro/MECHANICA THERMAL (热分析)、Pro/MECHANICA TIRE MODEL (车轮动力仿真)、Pro/MECHANICA VIBRATION (震动分析)、Pro/MESH (有限元网格划分) 等子模块。

4. 制造模块 (CAM)

在机械行业中用到的 CAM 制造模块中的功能是 NC Machining (数控加工)。

Pro/ENGINEER 的数控模块包括 Pro/CASTING (铸造模具设计)、Pro/MFG (电加工)、Pro/MOLDESIGN (塑料模具设计)、Pro/NC-CHECK (NC 仿真)、Pro/NCPOST (CNC 程序生成)、Pro/SHEETMETAL (钣金设计) 等子模块。

5. 数据管理模块 (PDM)

Pro/ENGINEER 的数据管理模块就像一位保健医生，它可以在计算机上对产品性能进行测试仿真，找出造成产品各种故障的原因，以排除产品故障，改进产品设计。它还可以自动跟踪用户创建的数据。这些数据包括存储在模型文件或库中零件的数据，通过一定的机制，保证了所有数据的安全及存取方便。

它包括 Pro/PDM (数据管理) 和 Pro/REVIEW (模型图纸评估) 等子模块。

6. 数据交换 (Geometry Translator) 模块

在实际中还存在一些其他 CAD 系统，如 UG, CATIA, EUCLID, CIMATRON, MDT, INVENTOR 及 SolidWorks 等，由于它们所属的开发公司不同，所以自己的数据都难以被对方所识别。但在实际工作中，往往需要接受其他系统的 CAD 数据。这时几何数据交换模块就会发挥作用。

Pro/ENGINEER 中有多个几何数据交换模块，如 Pro/CAT (Pro/ENGINEER 和 CATIA 的数据交换)、Pro/CDT (二维工程图接口)、Pro/DATA FOR PDGS (Pro/ENGINEER 和福特汽车设计软件的接口)、Pro/DEVELOP (Pro/ENGINEER 软件开发)、Pro/DRAW (二维数据库数据输入)、Pro/INTERFACE (工业标准数据交换格式扩充)、Pro/INTERFACE FOR STEP (STEP/ISO10303 数据和 Pro/ENGINEER 交换)、Pro/LEGACY (线架/曲面维护)、Pro/LIBRARYACCESS (Pro/ENGINEER 模型数据库进入)、Pro/POLT (HPGL / POSTSCRIPT 数据输出) 等子模块。

最新风格、易用、高效率的 Pro/ENGINEER 中文野火版更是在继承其优秀功能的基础上，把三维设计技术推到了新顶点。Pro/ENGINEER 中文野火版以其易学易用、功能强大和互连互通的特点，推动了整个产品开发机构中个人效率和过程效率的提高。它既能节省时间和成本，又能提高产品质量。Pro/ENGINEER 中文野火版构建于 Pro/ENGINEER 野火版的成熟技术之上，包括了 400 多个增强功能，它使 CAD 系统互连互通的性能又上了一个新的台阶。

1.2 Pro/ENGINEER 中文野火版的主菜单界面

启动 Pro/ENGINEER 中文野火版后, 随意打开一个文件, 进入 Pro/ENGINEER 绘图的主界面, 如图 1-1 所示。图中 Pro/ENGINEER 绘图的主界面由标题栏、菜单栏、导航区、工具栏、信息区、状态栏以及模型显示区组成。

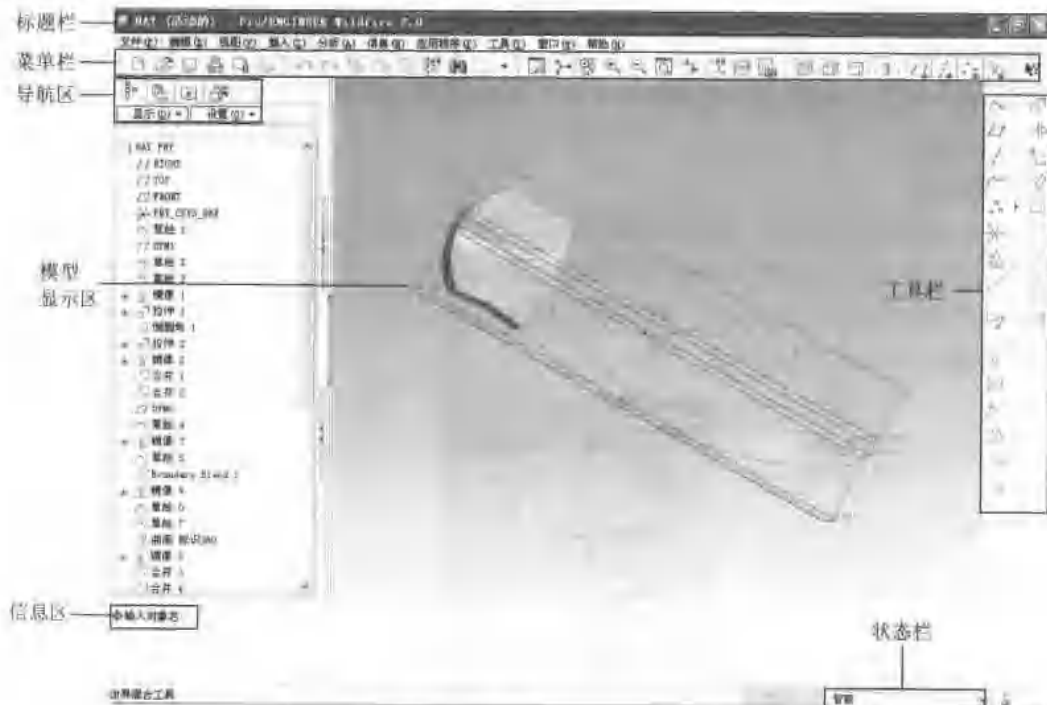


图 1-1 Pro/ENGINEER 绘图的主界面

1. 标题栏

标题栏的功能非常简单, 就是显示界面的标题信息, 包括软件、软件版本以及文件状态的一些信息。

2. 菜单栏

菜单栏包含创建、保存和修改模型的命令, 以及设置 Pro/ENGINEER 环境和配置选项的命令。用户可通过添加、删除、复制及移动命令, 或通过添加图标到菜单项以及将它们从菜单项删除来定制菜单栏。

3. 导航区

导航区主要包括“模型树”、“文件夹浏览器”、“收藏夹”和“连接”。

4. 工具栏

工具栏位于 Pro/ENGINEER 软件界面顶部、右侧和左侧, 主要包含工具图标、按钮和菜单等。

5. 信息区

每个 Pro/ENGINEER 窗口都有一个信息区。操作的时候, 当鼠标滑过菜单名、菜单命令、工具栏按钮及某些对话框项目上时, 就会出现相关的屏幕提示。

6. 状态栏

状态栏可以提供下列信息。

- 命令、宏命令的名称、提示。
- 选取状态：统计在当前模型中选取的项目总数。
- 选取过滤器：在不同的模块和命令中会显示不同的过滤器。用户可以根据需要，选择不同的过滤器，以加快选择过程。
- 模型再生状态：按钮显示为绿色灯时，表示模型已经为最新状态。显示为黄色灯时，表示模型已经修改，需要再生。显示为红色灯时，表示模型再生失败，有错误需要解决。

7. 模型显示区

每个打开的 Pro/ENGINEER 对象均在其自己的 Pro/ENGINEER 窗口中显示。可以在多个窗口中利用顶层菜单执行多项操作，而无需取消未完成的操作。每次只有一个窗口是活动的，但仍可在非活动窗口中执行某些功能。要激活窗口只需单击菜单中“窗口>激活”命令或按下 Ctrl+A 快捷键即可，如图 1-2 所示。

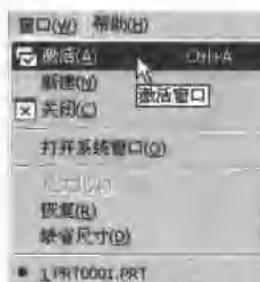


图 1-2 单击菜单中“窗口>激活”命令

1.3 Pro/ENGINEER 中文野火版的特征基础

从市场销售的消费电子产品来看，每一款的结构几乎没有规则几何实体，外形大多数都是不规则的曲面形式，只有这样才能给消费者一种曲线美的感受，这样的产品才有吸引力。因而在用 Pro/ENGINEER 进行结构设计时，经常用到曲面形式。同时，从使用材料来看，基本上是使用塑料，有时使用金属，需要通过模具进行注塑成型或铸造成型，所以在结构设计过程中，要考虑模具的拔模和分模。

在本节中，将介绍利用 Pro/ENGINEER 软件进行曲面设计和拔模设计的一些知识。当然，绘制规则几何图形是绘制曲面图形的基础，在此不进行具体介绍。

1.3.1 拔模特征

对于很多电子产品来说，尤其是塑料或铸造等产品，拔模斜度是必需的。在 Pro/ENGINEER 中“拔模”特征将 -30° ~ $+30^{\circ}$ 间的拔模角度添加到单独的曲面或一系列曲面中。仅当曲面由列表圆柱面或平面形成时，才可拔模，曲面边的边界周围有圆角时不能拔模。可以首先拔模，然后对边进行圆角过渡。也可以对实体曲面或面组曲面进行拔模，但不可以对

二者组合的形式进行拔模。

1. 基础拔模

单击“拔模工具”按钮，系统会弹出拔模特征的用户操作界面，如图 1-3 所示。

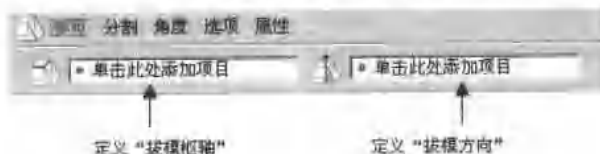


图 1-3 “拔模”用户操作界面

在操作界面中，单击“参照”按钮，系统会弹出如图 1-4 所示的菜单。

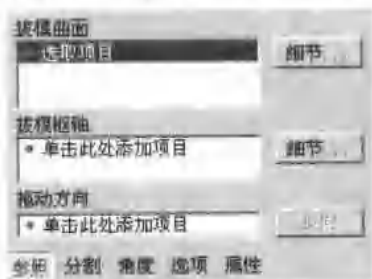


图 1-4 “参照”菜单

- 拔模曲面：是指需要进行拔模操作的模型曲面，可以是单曲面也可以是多曲面。单击“拔模曲面”文本框右面的“细节”按钮，能够列出用户选取的所有曲面，如图 1-5 所示。



图 1-5 拔模曲面的“曲面集”对话框

- 拔模枢轴：曲面围绕其旋转的拔模平面上的线或曲线（也称作中立曲线）。可通过选取平面（在此情况下拔模曲面围绕它们与此平面的交线旋转）或选取拔模平面上的单个曲线链来定义拔模枢轴。也就是说，选取一个平面，使需要拔模的模型曲面与它呈一定的角度。单击右面的“细节”按钮，系统将弹出“链”对话框，如图 1-6 所示。

- 拖动方向：也称拔模方向。用于测量拔模角度的方向。通常为模具开模的方向。可通过选取平面（在这种情况下拖动方向垂直于此平面）、直边、基准轴或坐标轴来定义它。
- 拔模角度：拔模方向与生成的拔模曲面之间的角度。如果拔模曲面被分割，则可为拔模曲面的每侧定义两个独立的角度。拔模角度必须在 $-30^{\circ} \sim +30^{\circ}$ 范围内。

下面对一个长方体的四面进行拔模操作。

步骤01 首先选取拔模曲面。单击“拔模曲面”选项框，在绘图区选取长方体的4个拔模曲面，如图1-7所示。

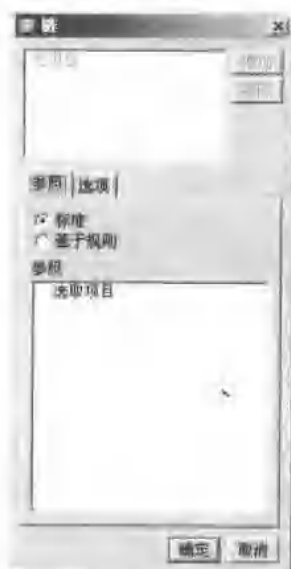


图 1-6 拔模枢轴的“链”对话框



图 1-7 选取拔模曲面

提示

当选取多个拔模曲面时，需要按住 Ctrl 键进行加选。

步骤02 选取拔模枢轴。单击“拔模枢轴”选项框，在绘图区选取长方体底面作为拔模枢轴，如图1-8所示。

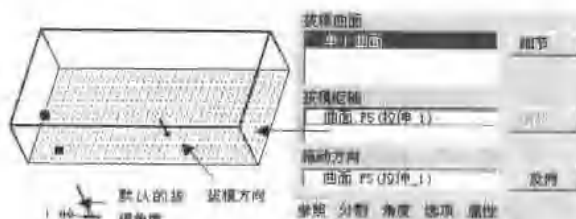


图 1-8 选取拔模枢轴

步骤03 定义拔模方向。此时拔模特征用户操作界面变为如图1-9所示。可以通过单击“将拉伸的深度方向更改为草绘的另一侧”按钮来改变拔模方向。

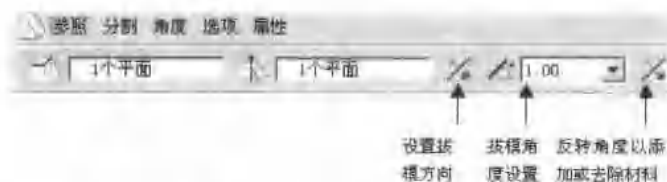


图 1-9 定义“拔模枢轴”后的用户操作界面

步骤 04 输入拔模角度。在角度文本框中输入角度值 5° 。这样所有的拔模参数已设置完成，单击用户操作界面中的“建造特征”按钮 ，得到拔模特征，如图 1-10 所示。



图 1-10 创建的拔模特征

提示

图 1-10 中创建的拔模特征属于恒定角度的拔模特征。

在拔模特征用户操作界面中，单击“分割”按钮，系统会弹出如图 1-11 所示的子菜单。利用分割特性可以创建分割拔模特征，这在后面小节中将进行详细介绍。

在拔模特征用户操作界面中，单击“选项”按钮，将弹出如图 1-12 所示的子菜单。

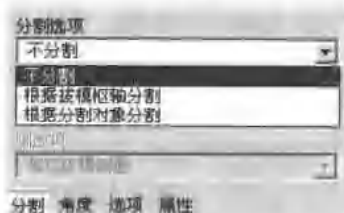


图 1-11 “分割选项”子菜单

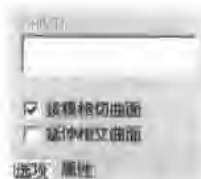


图 1-12 “选项”子菜单

- “排除环”收集器：是指可用来选取要从拔模曲面中排除的轮廓。也就是从选取的拔模曲面中，去除不需要拔模的部分。

注意

“排除环”只能在选取的曲面包含多个环时可用。

- “拔模相切曲面”复选框：如勾选该复选框，系统会自动延伸拔模，以包含与所选拔模曲面相切的曲面。软件缺省选中此复选框。如果生成的几何无效，请将其消除。
- “延伸相交曲面”复选框：如果勾选该复选框，系统将试图延伸拔模与模型的相邻曲面相接触。如果拔模不能延伸到相邻的模型曲面，则模型曲面会延伸到拔模曲面中。如果以上情况均未出现，或未选中“延伸”（Extend）复选框，则系统将创建悬于模型边上的拔模曲面。

下面将为长方体上面的圆柱体的圆柱面创建拔模特征，如图 1-13 所示。

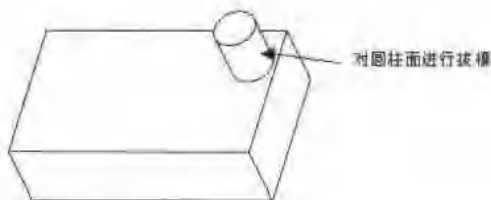


图 1-13 对圆柱面进行拔模

步骤01 单击“拔模工具”按钮，在“参照”弹出菜单中，单击“拔模曲面”选项框，在绘图区中，选取圆柱面。在定义拔模枢轴时，选取圆柱体的顶面。输入拔模角度 15° ，得到默认状态的拔模特征，如图 1-14 所示。

步骤02 如果在定义圆柱面的拔模特征时，在拔模用户操作界面中单击“选项”按钮后，在下拉菜单中选择“延伸相交曲面”复选框，得到如图 1-15 的拔模特征。

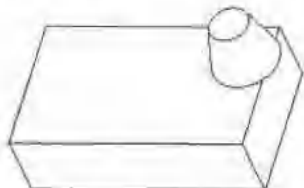


图 1-14 圆柱面的拔模特征

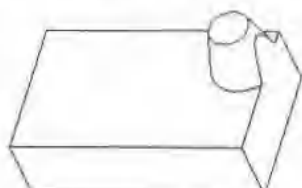


图 1-15 用“延伸相交曲面”的形式创建拔模特征

2. 可变拔模特征

可变拔模特征是指一个曲面拔模过程中沿着不同的拔模角度进行拔模。前面所有讲的都是恒定角度拔模，Pro/ENGINEER 软件中也提供了利用不同拔模角度进行拔模的功能。当设置完成拔模曲面和拔模枢轴后，单击拔模特征用户操作界面中的“角度”按钮，在菜单中，系统默认角度是 1° ，而且是恒定的。如果要创建不同角度的拔模特征，可以单击鼠标右键，在弹出菜单中，选择“添加角度”选项，则在绘图区中会显示两个点的拔模角度。

下面对长方体的一个侧面创建可变拔模特征。

步骤01 首先定义拔模曲面、拔模枢轴和拖动方向，如图 1-16 所示。

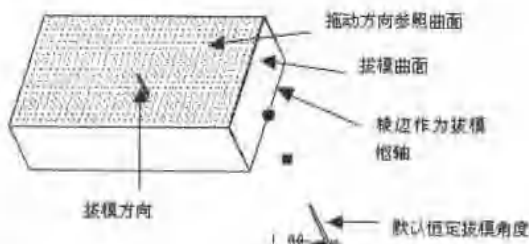


图 1-16 定义拔模曲面、拔模枢轴和拖动方向

步骤02 然后右键单击“角度”按钮，在弹出的菜单中选择“添加角度”选项，如图 1-17 所示。

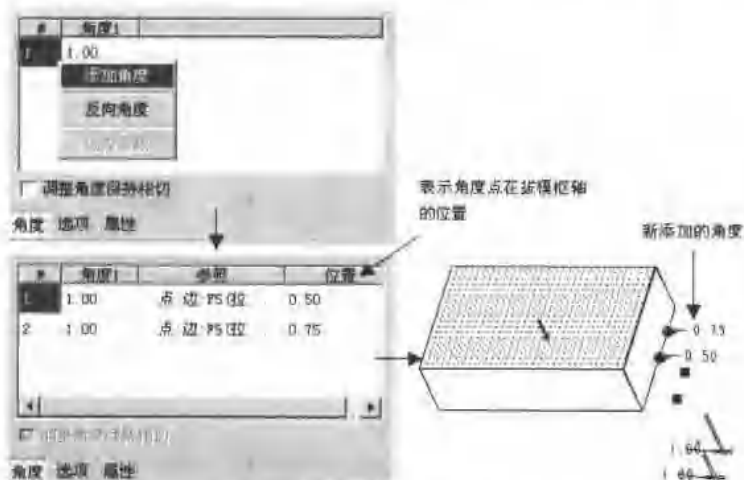


图 1-17 为拔模角度添加角度

步骤03 最后，通过调整拔模角度位置和角度值，得到长方体侧面的拔模可变拔模特征，单击“建造特征”按钮，如图 1-18 所示。

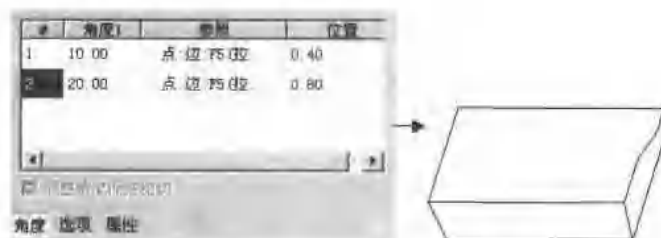


图 1-18 创建得到的可变拔模特征

3. 分割拔模

简单的说，分割拔模是指将一个曲面的一部分创建拔模特征，而前面所讲的拔模特征是指把整个曲面创建拔模特征。

在拔模特征用户操作界面中，单击“分割”按钮，系统弹出的子菜单如图 1-19 所示。

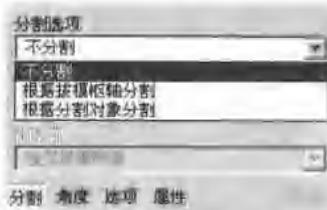


图 1-19 “分割”子菜单

- 不分割：拔模特征默认状态是不分割，即对所选择的整个曲面创建拔模特征。
- 根据拔模枢轴分割：沿拔模枢轴分割拔模曲面。
- 根据分割对象分割：沿不同的线或曲线分割拔模曲面。如果选取此选项，则系统会激活“分割对象”收集器。

下面在长方体侧面上创建分割对象的拔模特征。

步骤01 首先定义拔模曲面和拔模枢轴，如图 1-20 所示。

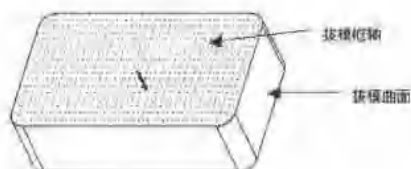


图 1-20 定义拔模曲面和拔模枢轴

步骤02 单击“分割”按钮，在弹出的子菜单中选择“根据分割对象分割”选项，则激活“分割对象”选项，如图 1-21 所示。

步骤03 单击“编辑”按钮，选择长方体侧面作为草绘平面，并草绘分割对象，如图 1-22 所示。

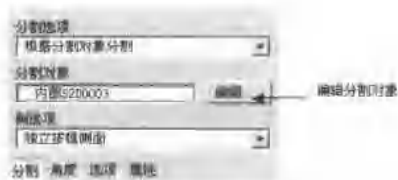


图 1-21 “分割”选项子菜单

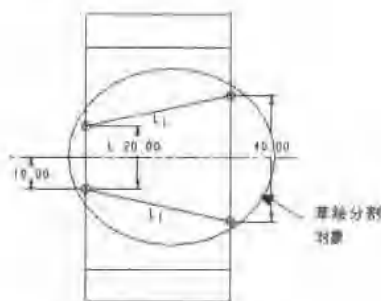


图 1-22 草绘分割对象

注意

绘制的分割对象必须为闭合曲线，否则系统认为不正确。

步骤04 在操作界面中输入拔模角度，并预览创建的拔模特征，如图 1-23 和图 1-24 所示。



图 1-23 输入拔模角度

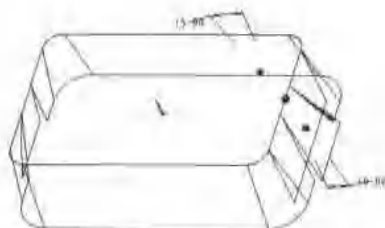


图 1-24 为长方体的侧面创建分割拔模特征

在“分割”子菜单中有一项为“侧选项”，它的下拉菜单如图 1-25 所示。

- 独立拔模侧面：为拔模曲面的每一侧指定独立的拔模角度。
- 从属拔模侧面：指定一个拔模角度，第二侧以相反方向拔模。此选项仅在拔模曲面以拔模枢轴分割或使用两个枢轴分割拔模时可用。