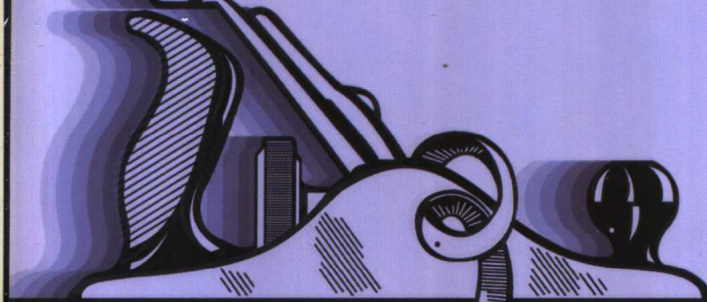




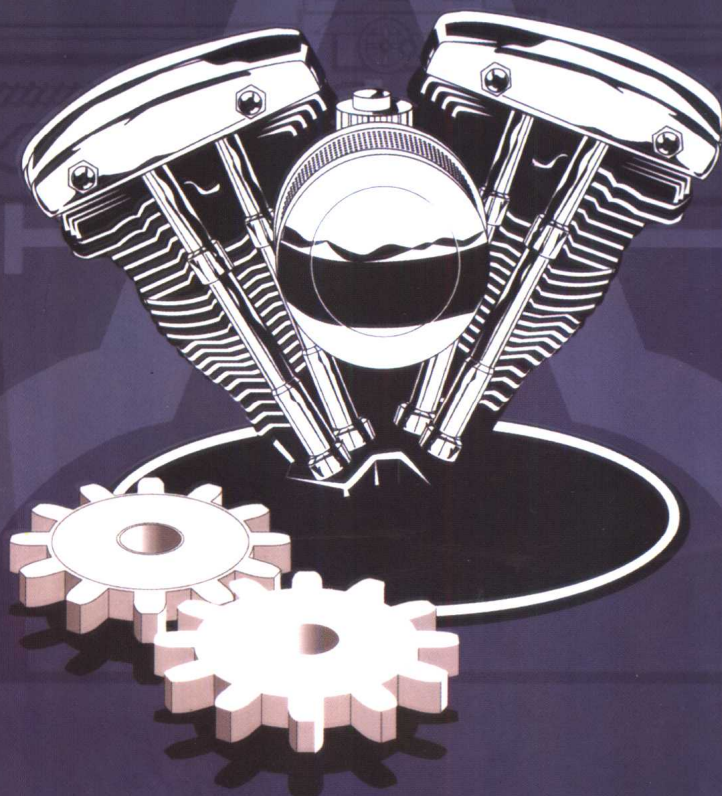
Pro/ENGINEER

中文野火版教程

Pro/ENGINEER

中文野火版应用教程

唐俊 编著



清华大学出版社

Pro/ENGINEER

中文野火版应用教程

唐 俊 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

Pro/ENGINEER 是广泛应用于机械设计、工业设计、功能仿真、模拟制造和数据管理领域的三维自动化模型设计软件。目前推出的 Pro/ENGINEER 中文野火版是该系列软件的最新版本。

本书共 9 章,第 1 章主要介绍 Pro/ENGINEER 野火版的新特性;第 2 章介绍 Pro/ENGINEER 野火版的基本知识;第 3 章介绍 Pro/ENGINEER 野火版的高级使用技巧;第 4 章是使用 Pro/ENGINEER 野火版进行三维实体创建的综述,包括参数设计、特征建模和数据库原理等内容;第 5 章全面介绍如何使用 Pro/ENGINEER 的各种功能,包括草绘、基准特征、基础特征、工程特征和曲面特征的知识;第 6 章和第 7 章使用具体的实例来介绍如何创建三维实体模型,包括参数化设计、基准特征的创建、零件造型的各种方法、零件造型的编辑、曲面造型、关系式等;第 8 章介绍零件装配的知识;第 9 章介绍建立工程图的方法。

本书内容简明扼要、条理清晰、通俗易懂、实践性很强,既可作为从事 Pro/ENGINEER 进行产品设计的初、中级用户的自学指导书,同时也可以作为高等院校机械专业学生的实用教材或 Pro/ENGINEER 初、中级培训班教材。

本书源程序可以在 <http://www.itbook8.com> 下载。

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。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER 中文野火版应用教程/唐俊编著. —北京:清华大学出版社, 2004.4
ISBN 7-302-07927-7

I. P... II. 唐... III. 机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 000583 号

出 版 者: 清华大学出版社

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

社总机: 010-62770175

责任编辑: 魏江江

封面设计: 杨 兮

印 刷 者: 北京密云胶印厂

装 订 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 27.25 字数: 673 千字

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

书 号: ISBN 7-302-07927-7/TP · 5753

印 数: 1~4000

定 价: 40.00 元

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010) 62770175-3103 或 (010) 62795704

前 言

1985 年, PTC 公司成立于美国波士顿, 开始参数化建模软件的研究。1988 年, Pro/ENGINEER 第一个版本诞生了。经过 10 余年的发展, Pro/ENGINEER 已经成为三维建模软件的领头羊。目前 PTC 公司发布了最新的版本 Pro/ENGINEER Wildfire 2003。PTC 的系列软件包括了在工业设计和机械设计等方面的多项功能, 还包括对大型装配体的管理、功能仿真、制造、产品数据管理等。Pro/ENGINEER 还提供了目前所能达到的最全面、集成最紧密的产品开发环境。

目前国内绝大部分的 CAD/CAM 设计工作都是从 AutoCAD 开始的, 如果读者对 AutoCAD 比较熟悉或者有所了解的话, 就会发现, Pro/ENGINEER 与 AutoCAD 有很大的区别。AutoCAD 更适于绘制平面图形, 尽管利用它也可以绘制三维模型。但是, 一旦利用 AutoCAD 制作好模型后, 再要对其进行修改就非常困难了。Pro/ENGINEER 则是一个非常适合制作三维模型的软件, 系统可以非常方便地生成三维模型, 并且可以很容易地根据三维模型生产平面图形。此外, 利用 Pro/ENGINEER 制作三维模型时, 它完全依赖于各种特征, 并且用户可以在任何时候对特征进行修改或者删除, 这一点在模型设计过程中大大地提高了设计效率并降低了设计难度。

本书结合丰富的实例全面介绍了使用 Pro/ENGINEER Wildfire 2003 进行各种典型零件设计的基本过程, 以及如何进行零件装配、工程图绘制等。本书前几章对 Pro/ENGINEER 的基本功能介绍得非常详细, 包括命令项的功能和如何使用这些命令。此外, 还详细地介绍了使用 Pro/ENGINEER 进行设计的一些应用技巧, 使读者可以很快地建立模型设计的概念, 对于有一定 Pro/ENGINEER 使用经验的用户也可以从中迅速地获取帮助。随着学习的进一步深入, 会通过一系列的实例将读者带入到更深的境界, 使读者在这个领域畅游, 对使用 Pro/ENGINEER 有更深入的了解。

Pro/ENGINEER 的强大功能来源于其丰富的命令, 这些命令需要长期和深入的学习才能掌握。读者在学习本书的过程中, 最好是边学习边上机操作, 不断总结实践经验。按照本书的解说及实例进行学习操作, 一定能在短时间内熟练掌握并运用 Pro/ENGINEER 进行三维建模设计。

本书既可作为从事 Pro/ENGINEER 进行产品设计的初、中级用户的自学指导书, 同时也可以作为高等院校机械专业学生的实用教材或 Pro/ENGINEER 初、中级培训班教材。

本书主要由唐俊、龙坤等编写, 由于 Pro/ENGINEER 技术复杂, 功能强大, 作者水平有限, 书中难免会有不妥之处, 恳请各位专家、读者批评指正。

图书支持网站: <http://www.itbook8.com>

编 者

2003 年 12 月

目 录

第 1 章 PRO/ENGINEER 野火版的新特性	1
1.1 Pro/ENGINEER 野火版的新特征	1
1.2 Pro/ENGINEER 野火版带来的新效益	2
1.3 Pro/ENGINEER 野火版带来的新功能	4
第 2 章 PRO/ENGINEER 野火版的基本知识	7
2.1 Pro/ENGINEER 野火版的特点	7
2.1.1 基于特征的建模方式	7
2.1.2 参数化设计	8
2.1.3 父/子关系	9
2.1.4 软件的模块化与设计的关联性	10
2.2 认识 Pro/ENGINEER 野火版的工作环境	10
2.2.1 启动 Pro/ENGINEER	10
2.2.2 菜单栏	12
2.2.3 工具栏	14
2.2.4 信息提示区	15
2.2.5 导航栏	16
2.2.6 命令解释区与帮助中心	17
2.2.7 选择过滤器	19
2.2.8 菜单管理与命令系列	19
2.2.9 鼠标的特殊功能	20
2.3 文件基本操作	21
2.3.1 新建文件	21
2.3.2 打开文件	22
2.3.3 保存文件	23
2.3.4 文件另存为	24
2.4 使用 Pro/ENGINEER 进行工作的一般流程	25
2.4.1 创建零件	25
2.4.2 绘制装配图	26
2.4.3 绘制工程图	27

2.4.4 设计修改	27
第3章 高级使用技巧	29
3.1 图层及其使用	29
3.1.1 【层】管理器	29
3.1.2 图层的基本操作	34
3.2 创建用户特征库	42
3.2.1 创建特征库	42
3.2.2 使用特征库生成实体特征	46
3.3 文件的输入与输出	50
3.3.1 文件的输入	51
3.3.2 文件的输出	52
3.4 特征分析工具	54
3.4.1 模型测量工具	55
3.4.2 模型分析工具	61
3.4.3 零件的比较	69
3.5 视角控制	73
3.5.1 视角指令	73
3.5.2 视角控制	76
3.5.3 视角保存与调用	82
第4章 三维实体的创建综述	84
4.1 参数化设计几何尺寸驱动	84
4.1.1 二维模式下的参数化设计	84
4.1.2 三维模式下的参数化设计	86
4.2 特征建模的思想	91
4.2.1 特征管理员——模型树	91
4.2.2 特征数量对模型的影响	95
4.3 单一数据库原理	99
4.4 Pro/ENGINEER 野火版的设计方法综述	100
第5章 零件设计基础	102
5.1 草绘	102
5.1.1 指令简介	102

5.1.2	线条绘制	104
5.1.3	选择工具	113
5.1.4	几何工具	115
5.1.5	约束设定	119
5.1.6	尺寸标注	123
5.1.7	尺寸修改	127
5.2	基准特征	130
5.2.1	基准平面	131
5.2.2	基准轴	136
5.2.3	基准曲线	140
5.2.4	基准点	143
5.2.5	基准坐标系	148
5.2.6	基准特征的显示控制	149
5.3	基础特征	150
5.3.1	拉伸	150
5.3.2	旋转	154
5.3.3	扫描	157
5.4	工程特征	163
5.4.1	孔	163
5.4.2	圆角	174
5.4.3	倒角	184
5.4.4	壳	190
5.4.5	筋	193
5.4.6	拔模	196
5.5	曲面特征	203
5.5.1	拉伸曲面	204
5.5.2	平曲面	206
5.5.3	旋转曲面	207
5.5.4	扫描曲面	207
5.5.5	变截面扫描曲面	209
5.5.6	混合曲面	212
5.5.7	扫描混合曲面	216
5.5.8	曲面特征操作	219
5.5.9	交互式曲面设计	233

第 6 章 创建三维实体模型	242
6.1 挡圈设计	242
6.1.1 挡圈设计综述	242
6.1.2 挡圈创建过程	242
6.2 双头螺柱设计	248
6.2.1 双头螺柱设计综述	248
6.2.2 双头螺柱零件创建过程	249
6.3 螺母设计	261
6.3.1 螺母设计综述	261
6.3.2 螺母零件创建过程	263
6.4 咖啡壶设计	270
6.4.1 咖啡壶设计综述	270
6.4.2 咖啡壶模型创建过程	272
6.5 练习与思考	282
第 7 章 使用曲面特征创建三维模型	289
7.1 汤匙设计	289
7.1.1 汤匙设计综述	289
7.1.2 汤匙模型创建过程	290
7.2 齿轮设计	296
7.2.1 齿轮设计综述	297
7.2.2 齿轮零件创建过程	298
第 8 章 零件装配设计	318
8.1 装配约束	318
8.2 基本装配	323
8.3 分解视图	344
8.4 组件中装配干涉的检测与调整	348
8.5 在装配体中创建新零件（销子）	350
第 9 章 创建工程图	353
9.1 新建工程图并设置工程图环境	354
9.1.1 新建工程图	354
9.1.2 绘制标题栏	357

9.1.3	工程图环境设置	363
9.2	综合创建各种视图表达零件	365
9.2.1	创建主视图	367
9.2.2	创建左视图和俯视图	369
9.2.3	创建轴侧视图	370
9.2.4	创建详细视图	371
9.2.5	创建半视图	373
9.2.6	创建破断视图	374
9.2.7	创建局部视图	375
9.2.8	创建剖视图	376
9.2.9	创建辅助视图	378
9.2.10	创建旋转视图	379
9.3	标注尺寸	382
9.3.1	“已显示”尺寸	383
9.3.2	修改尺寸和添加“已添加”尺寸	385
9.3.3	尺寸保存	394
9.4	由组件创建工程图	394
9.4.1	新建组件工程图并设置格式	394
9.4.2	绘制基本视图	396
9.4.3	设置分解视图	401
9.4.4	标注装配尺寸和注释	405
9.4.5	装配明细表	410
9.5	修改工程图	410
9.5.1	修改绘图格式	410
9.5.2	视图修改	411
9.5.3	辅助符号标记	418
9.6	工程图的输入和输出	419
9.6.1	工程图的输入	419
9.6.2	工程图的输出	421

第 1 章 Pro/ENGINEER 野火版 的新特性

本章将介绍 Pro/ENGINEER 野火版的新特性、使用优势及其易学性，使读者对该版本的 Pro/ENGINEER 有一个初步的了解（本书所用的软件版本是最新的 Pro/ENGINEER 野火版 2003 中文版）。

1.1 Pro/ENGINEER 野火版的新特征

PTC 公司通过倾听全球多个行业的客户意见，在新版本里提供了 400 多个新特征，并对已有特征进行了增强，主要的创新包含以下几个方面。

1. 用户界面

相对于 2001 版 Pro/ENGINEER，Pro/ENGINEER 野火版（Wildfire）拥有一个全新的用户界面，可以使用户快速入门。对人机工程学的强烈关注体现在为建模提供更大的绘图区域、更简单的视图控制、减少鼠标移动、增强色彩配置方案等来增加用户使用的舒适度，几何模型的建立更加简单，通过使用广泛的图形预览，使用更简便的 Dashboard 来代替对话框，以及对特征的关键要素进行直接控制的方法，即使是复杂的模型也能轻松对付。

2. 集成特征

Pro/ENGINEER 野火版建立在广泛公认的性能优势之上，它把创造性的新技术带到了每一位工程师和设计师的手中。这些技术超越了纯粹的参数化系统和那些过时的所谓混合建模系统。高性能装配建模的新功能包括符号代表和柔性部件的全局建模等方面的新增功能，新版本在符合审美学的曲面产品的设计上有很大的结构和热学分析，更容易使用的行为建模等，这些都使用户对设计产生了更大的信心，而无需反复地制造产品的原型。更多的改进体现在加工、布线系统、开放性、系统管理等方面，所有这些都使新的解决方案给人留下了深刻的印象。

3. 通信功能

网络通信的能力使用户可以无缝地访问 PTC 的协同软件包——Winchill，并且可以和

其他 Pro/ENGINEER 用户同等地交换产品生命周期数据。而在以前，用户必须使用不同的用户界面来建立、交换和管理数据，这些数据移动和交换的步骤导致了流程的不连续。通过互连网的威力直接集成到 Pro/ENGINEER 的体系结构中，不管是单独工作、和他人一起工作还是在基于 Winchill 的产品开发数据库的环境下，用户现在都可以在一个无缝集成的环境下工作。

4. 软件模块

Pro/ENGINEER 野火版继承了 Pro/ENGINEER 的所有模块，并无缝集成到一起，用户使用起来更加方便、快捷。Pro/ENGINEER 软件模块在以前的很多书中都有描述，在此不再赘述。

5. 对硬件的要求

Pro/ENGINEER 野火版并没有提出明确的硬件要求，但在笔者的操作过程中发现，Pro/ENGINEER 野火版对硬件的要求明显高于 Pro/ENGINEER 2001。所以建议用户最好配置 1 GHz 以上的 CPU；256 MB 或更高的内存；NV GF2 或 ATI 7500 以上的显卡，建议使用 NV GF4 或 ATI 9000 以上的显卡，当然如果能买块专业的显卡就更好了；Pro/ENGINEER 野火版最小安装大约需要 800 MB 的硬盘空间，若要安装全部模块大约需要 1.5 GB 的硬盘空间；显示器最好在 17 英寸以上；鼠标至少是三键滚轮鼠标，最好是光电的。操作系统可以使用 Windows NT4.0+SP6/Windows 2000 Professional / Windows XP Professional，笔者的经验是 Windows 2000 Advance Server 的性能最好，建议使用。

1.2 Pro/ENGINEER 野火版带来的新效益

在本章的 1.1 节中对 Pro/ENGINEER 野火版的新特征进行了简要的说明，相信读者朋友对 Pro/ENGINEER 野火版已经有了一个初步的认识。下面看看这些新的特征对于不同的用户体现在哪些方面。

1. 对于产品设计师，新特征主要体现在

- 全局建模，具有本地和全局控制柄。
- 实时翘曲、变形、伸展、弯曲和扭曲。
- 交互式曲面处理。
- 自由形式或参数式方法。
- 设计：跟踪草图、导入图像、描述参数。

- 重建造型，能很轻松地处理小平面数据的逆向工程工具。
- 高级图像逼真渲染，包括镜头光效、光散射、雾和烟在内的新特效。
- 许多新的纹理选项。

2. 对于生产设计工程师，Wildfire 提供了

- 高性能的轻型装配组件。
- 柔性装配组件。
- 新增了与 Pro/ENGINEER 布线系统设计工具的紧密集成，改善了电缆铺设和管路设计功能。
- 与 Pro/MECHANICA 一流的行为建模功能的无缝集成。
- 增强的行为建模和仿真功能。
- 新的钣金设计工具。

3. 对于制造工程师，Wildfire 提供了

- Pro/ENGINEER MoldShop 包
 - ◆ 为模具设计师定制并封装的一体化解决方案。
- 高级 workflow
 - ◆ 使用作业管理器（Job Manager）来处理柔性刀路轨迹。
 - ◆ VERICUT（5.2）集成。
- 互操作性
 - ◆ 改进了 NC 互操作性。
 - ◆ 改进了对非本系统数据的处理。
 - ◆ 利用了网格进行粗加工和二次粗加工。
 - ◆ 制造数据和工程计划的 XML 格式输入/输出。
 - ◆ 从第三方工具数据库输入可加工数据。

4. 对于 CAD 管理员，新特征体现在

- 与 Pro/ENGINEER 早期版本之间的交叉版本兼容性。
- 新型图形库。
- 分布式计算高级功能。
- 易于安装。
- 大大简化了许可管理。
- ModelCHECK 扩充功能。
- 在整个应用中都随处可见的帮助，单击一次鼠标就可得到 PTC 的支持。

1.3 Pro/ENGINEER 野火版带来的新功能

使用 Pro/ENGINEER 野火版，部件设计比以前任何时候都更快、更容易。其改进之处包括：

1. 部件建模

- 铆钉、螺栓、夹子等高性能的轻型装配组件。
- 能处理同一零件多个表示的柔性组件（如弹簧），不需要在物料清单上清楚表达线条内容。

2. 布线系统

改进的布线系统设计功能，Pro/ENGINEER 野火版可以与 PTC 完善的原理图设计应用及 Pro/ENGINEER 布线系统设计工具进行紧密集成，适用于缆线敷设和管路设计。主要的布线系统增强功能包括：

- 能自动完成接头放置等常用功能的增强型缆线敷设功能。
- 改进的线束和几何体表示。
- 带有“底”、“顶”、“左”和“右”命令的新的管线布线选项。

3. 行为建模和仿真

Pro/ENGINEER 野火版与 Pro/MECHANICA 进行了无缝集成，从而获得一流的行为建模功能。现在，你可以指定设计对象，让计算机去处理单调乏味的工作，为你显示设计更改效果，并提供大量选项供你选择。

4. 智能化钣金设计增强功能

增强的继承特征，解决了处理由不同机器制造的相似零件的多弯曲表的使用问题。

5. 实时渲染

使用新的实时渲染功能，你可以在处理模型时看到倒影和阴影的变化。

6. 即时预览

即时浏览设计更改，Pro/ENGINEER 野火版能让你在建立设计时即时预览设计图形，因此，能让你设计得更快。

7. 标板图形用户界面

新型图标板是一个图形化工具栏，它能够让你对某个特征的当前属性一目了然，因此，

你可以直接在屏幕上随时修改它们的值，而不用下拉下一级菜单。通过把每个特征最常用的任务放在前面和中间，可以即刻得到并易于展开的地方，图标板使鼠标移动最少。在这里，你只需单击，就可以快速在滑出式图标板上得到更多高级功能。

8. 交互式曲面设计

交互式曲面设计增强功能是你翘首期盼的功能。导入大比例的草图轨迹。显示主要参数，以便轻松进行更改和优化。更改后你会发现系统自动重新生成曲线和曲面。Pro/ENGINEER Wildfire 能让你飞速造型——在几分钟内完成以前需要几个小时才能完成的工作。

9. 图像逼真渲染功能

Pro/ENGINEER 野火版能让你的整个生产小组，从制造到营销，按照你的想象准确地渲染你的产品。Photolux 与 Pro/ENGINEER 野火版集成后，推出了许多新选项，其中包括：

- 光线跟踪功能
- 许多新的纹理材料选项
- 高级灯光控制
- 包括雾、光散射和景深在内的造型特效
- 超现实的摄影技术，比如镜头光效和光散射

10. 工作流、刀路轨迹的建立和验证

为了确保最佳性能，Pro/ENGINEER 野火版为你提供了能提高 NC 编程效率的柔性工具。

- 使用作业管理器来处理柔性刀路轨迹
- 与 VERICUT (5.2) 集成
- 支持实体工具导出到 VERICUT
- 改进了制造文件的预览
- 简化了研磨窗口交互
- 曲面端的自动化定义机制
- 高级多轴加工支持
 - ◆ 高级轨道控制
 - ◆ 即时退刀控制
 - ◆ 工具轴定义

11. 常规的工具设计

在重新设计刀具功能的过程中，Pro/ENGINEER 野火版专注于提供最大的可用性和极高的自动性。当需要创建相切拔模时，只需单击即可，无需中断，在新版中内嵌了扣模检

查和滑块自动创建功能，避免了意外错误。

12. 标准与 ModelCHECK 一致

ModelCHECK 通过模型常规检查自动化来减少生产延迟现象的发生，以确保公司设计师和工程师不仅使用符合公司标准、得到认可的零件，而且从一开始就严密遵循设计意图。

13. 对等的设计会议

Pro/ENGINEER 野火版独特的新型设计会议功能可以让你与供应商、工程师甚至客户建立安全、完全连通连接，以便浏览、处理和设计模型。使用完全构筑在 Pro/ENGINEER 野火版中的 Groove Networks 公司的前沿技术，进行协同设计从来没有如此容易过。你甚至可以让模型控制权在与会者之间传递。Pro/ENGINEER 野火版能够确保模型的一致性，并在做决定时能够自动同步文件。由于主导者可以控制谁可以获取数据，所以，你的知识产权是安全的。

第2章 Pro/ENGINEER 野火版的基本常识

本章将介绍 Pro/ENGINEER 野火版的基本特点、用户操作界面以及使用 Pro/ENGINEER 野火版的基本方法。使读者能够对 Pro/ENGINEER 野火版有初步的了解和认识，为以后的学习奠定基础。

2.1 Pro/ENGINEER 野火版的特点

二维绘图软件与三维绘图软件不同的地方在于二维软件无法创建三维模型，因此，二维软件在使用上受到很大的局限。Pro/ENGINEER 是一种强大的三维建模软件，它支持并行开发，因而受到业界的广泛好评。

当然，Pro/ENGINEER 野火版之所以广受欢迎，有其独特之处。下面就来简要介绍一下 Pro/ENGINEER 野火版的特点。

2.1.1 基于特征的建模方式

所谓“基于特征”是指用户可以通过定义特征来创建零件，这些特征包括拉伸、扫描、切削、打孔、沟槽、圆角等。例如，图 2-1 所示法兰盘即由两个特征构成，一个是拉伸特征生成的圆盘体，一个是孔特征阵列。

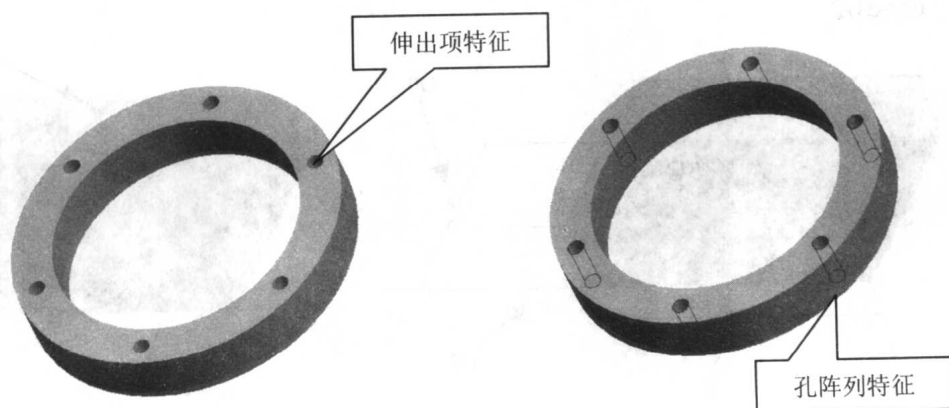


图 2-1 法兰盘

总的来说, 使用特征主要有如下两个好处:

(1) 特征取代了低层的几何图形, 如线、弧和圆等。这意味着设计者可以把计算机作为一个高层设计平台, 而不必考虑 Pro/ENGINEER 使用的几何图形细节。而且 Pro/ENGINEER 也兼容了几何设计图形的模式, 在进行设计细化过程中仍然可以设计和修改其中的几何图形细节。

(2) 在设计过程中, 用户可以方便地隐藏和改变特征参数, 从而快速修改图形, 体现快捷的工作效率。例如, 图 2-2 就分别显示了隐藏孔阵列特征后和修改孔特征尺寸后的发兰盘模型。

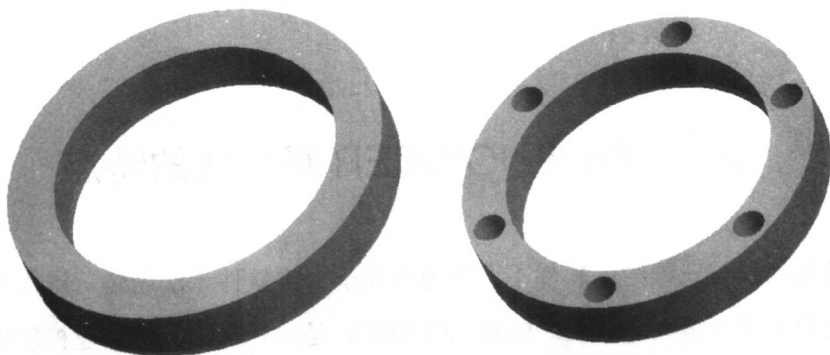


图 2-2 隐藏特征与修改特征尺寸

2.1.2 参数化设计

参数化设计是 Pro/ENGINEER 系统最重要的特点。所谓参数化设计是指零件和装配件的物理形状由特征属性值 (主要尺寸) 来驱动, 用户可以随时修改特征尺寸和其他属性。

此外, 也可以将一个特征属性与另一个特征属性相关联。例如, 在图 2-3 中, 为了确保孔始终位于模块的中心, 可通过为该零件创建两个关系式:

$$d4=d0/2$$

$$d5=d1/2$$

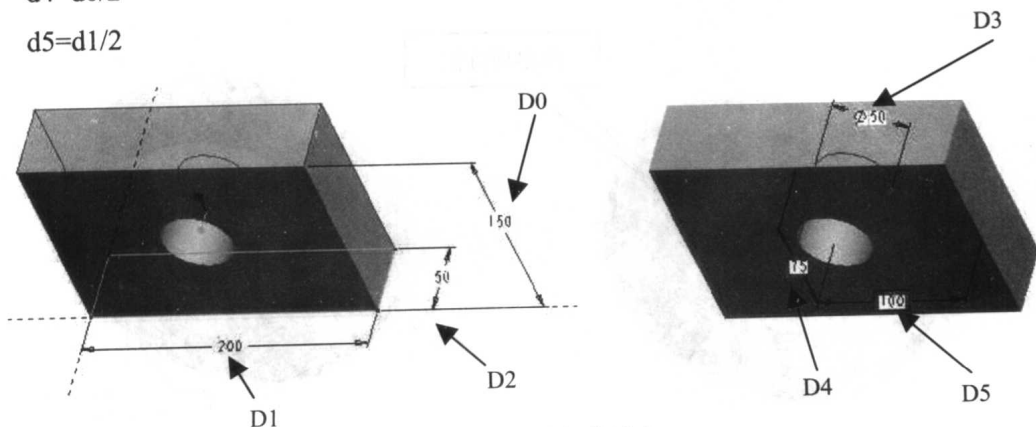


图 2-3 零件相关尺寸