



计算机辅助设计与制造系列

全国信息化应用能力考试(NCAE)指定参考用书

Pro/ENGINEER

于文强 梁霁明 主 编
王兰美 主 审

基础与实例应用



提供代码、实例文件下载
<http://www.tup.com.cn>

清华大学出版社

计算机辅

Pro/ENGINEER 基础与实例应用

于文强 梁霭明 主编

王兰美 主审

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书介绍利用 Pro/ENGINEER 进行机械零件设计、装配体设计和工程制图等多方面的知识。通过典型范例,介绍 Pro/ENGINEER 在机械产品设计中的零件建模思路、设计方法、操作步骤和技巧,并提供大量习题以供读者练习。为了便于读者熟练掌握本书中的有关操作和技巧,提供了有关的模型素材,最大限度地帮助读者快速掌握本书内容。

本书注重实践,强调实用,既适合国内机械设计人员和生产企业的工程师阅读,也可以作为 Pro/ENGINEER 培训机构的培训教材、Pro/ENGINEER 爱好者和用户自学教材以及在校大中专相关专业学生学习 Pro/ENGINEER 的教材。

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 基础与实例应用/于文强,梁霭明主编;王兰美主审. --北京:清华大学出版社,2011.2
(计算机辅助设计与制造系列)
ISBN 978-7-302-24649-7

I. ①P… II. ①于… ②梁… ③王… III. ①机械设计:计算机辅助设计—应用软件,Pro/ENGINEER Wildfire IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 004727 号

责任编辑:黄 飞

装帧设计:杨玉兰

责任校对:王 晖

责任印制:李红英

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:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:16.75 字 数:398 千字

版 次:2011 年 2 月第 1 版 印 次:2011 年 2 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:28.00 元



前 言

Pro/ENGINEER 功能强大、易学易用,是目前国内设计制造业中主流的三维 CAD 软件。Pro/ENGINEER 具有强大的建模能力、虚拟装配能力及灵活的工程图设计能力,其理念是帮助工程师设计优良的产品,使设计师更关注产品的创新而非 CAD 软件本身。

本书详细介绍了 Pro/ENGINEER 的草图绘制方法、特征命令操作、零件建模思路、零件设计、装配设计以及工程图设计等方面的内容,注重实际应用和技巧训练的结合。各章主要内容如下。

第 1 章 Pro/ENGINEER 设计基础

介绍 Pro/ENGINEER 的主要技术特点、工作环境、操作方法和三维建模流程。

第 2 章 二维草图绘制

通过典型案例,介绍如何利用点、直线、构造线、圆及圆弧以及文字等几何图形的绘制和约束,综合学习各种草图工具和几何约束来绘制草图实体。

第 3 章 基准特征的创建

讲解基准面、基准轴基准点以及坐标系的建立方法和复杂零件的设计方法。

第 4 章 基础特征建模

讲解拉伸特征、旋转特征、扫描特征以及混合特征的概念和线性阵列、圆周阵列以及镜向特征的创建方法。根据不同零件的外在特点,按照零件建模思路灵活地设计机械零件,熟练掌握特征的编辑及错误的修改。

第 5 章 高级特征建模

介绍可变剖面扫描特征、扫描混合特征、螺旋扫描特征、扭曲特征等的建立方法,以及怎样综合运用这些特征完善实体造型。

第 6 章 系列零件设计

系列化零部件主要是指通过参数与关系的方法使机械零部件系列化,以对日后建模与装配提供方便。本章介绍了关系运算符和函数、条件语句、参数以及关系等内容。

第 7 章 工程图设计

介绍工程图模板及图纸格式的建立方法,建立各种视图和添加尺寸、注解等,并介绍利用多配置模型的视图快捷方便地进行系列化零件的图纸设计。

第 8 章 零件装配

主要介绍装配约束、元件操作、爆炸图以及生成装配件的方法。

附录 考试指导

内容包括考试项目介绍、理论考试指导和上机考试指导。

本书各章后面的习题不仅起到巩固所学知识和实战演练的作用,并且对深入学习 Pro/ENGINEER 有引导和启发作用。读者可参考本书提供的答案进行测评。为方便用户学习,在本社网站(<http://www.tup.com.cn>)提供本书实例文件下载。

作者在写作过程中，吸取了 Pro/ENGINEER 授课经验。同时，与 Pro/ENGINEER 爱好者展开了良好的交流，充分了解他们在应用 Pro/ENGINEER 的过程中所急需掌握的知识，做到理论和实践相结合。

本书由于文强、梁霁明主编，王兰美主审，参加本书编写的人员还有魏峥、张丽萍、张兆明、张俊玲、丁思思、余高鸿以及赵耀庆等。

由于作者水平有限，加上时间仓促，图书虽经再三审阅，但仍有可能存在不足和错误，恳请各位专家和朋友批评指正！

编 者

附：

全国信息化应用能力考试是由工业和信息化部人才交流中心主办，以信息技术在各行业、各岗位的广泛应用为基础，面向社会，检验应试人员信息技术应用知识与能力的全国性水平考试。作为全国信息化应用能力考试工业技术类指定参考教材，本书从完整的考试体系出发，同时配备相关考试大纲、课件及练习系统。通过对本书的系统学习，读者可以申请参加全国信息化应用能力考试相应科目的考试，考试合格者可获得由工业和信息化部人才交流中心颁发的《全国信息化工程师岗位技能证书》。该证书永久有效，是社会从业人员胜任相关工作岗位的能力证明。证书持有人可通过官方网站查询真伪。

全国信息化应用能力考试官方网站 www.ncie.gov.cn。

项目咨询电话：010-88252032 传真：010-88254205。

目 录

第 1 章 Pro/ENGINEER 设计基础..... 1	
1.1 零件设计 1	
1.1.1 案例介绍及知识要点..... 1	
1.1.2 操作步骤 1	
1.1.3 知识总结——用户界面、 基本操作 4	
1.1.4 几何模型的显示方式..... 16	
1.2 装配体设计 17	
1.2.1 案例介绍及知识要点..... 17	
1.2.2 操作步骤 18	
1.2.3 知识总结——装配体设计 基本操作、Pro/ENGINEER 文件类型 22	
1.3 工程图设计 27	
1.3.1 案例介绍及知识要点..... 27	
1.3.2 操作步骤 27	
1.3.3 知识总结——工程图环境 设置与基本创建方法..... 34	
1.4 思考与习题 36	
第 2 章 二维草图绘制 37	
2.1 外棘轮机构设计..... 37	
2.1.1 案例介绍及知识要点..... 37	
2.1.2 建模思路分析..... 37	
2.1.3 操作步骤 38	
2.1.4 案例技巧点评..... 43	
2.2 文字图形设计 43	
2.2.1 案例介绍及知识要点..... 43	
2.2.2 建模思路分析..... 44	
2.2.3 操作步骤 44	
2.2.4 案例技巧点评..... 47	
2.3 二维草绘知识总结..... 48	
2.3.1 草图绘制简介..... 48	
2.3.2 草图绘制工具简述..... 48	
2.3.3 草图环境设置..... 50	
2.3.4 样条曲线..... 51	
2.3.5 设置几何约束..... 53	
2.4 实战练习..... 54	
2.4.1 五角星..... 54	
2.4.2 底座..... 56	
2.5 思考与练习..... 59	
第 3 章 基准特征的创建..... 61	
3.1 笔筒的设计..... 61	
3.1.1 案例介绍及知识要点..... 61	
3.1.2 建模思路分析..... 61	
3.1.3 操作步骤..... 62	
3.1.4 案例技巧点评..... 66	
3.2 烟灰缸的设计..... 66	
3.2.1 案例介绍及知识要点..... 66	
3.2.2 建模思路分析..... 67	
3.2.3 操作步骤..... 67	
3.2.4 案例技巧点评..... 74	
3.3 基准特征知识总结..... 74	
3.3.1 基准平面..... 74	
3.3.2 基准轴..... 75	
3.3.3 基准点..... 75	
3.3.4 基准曲线..... 76	
3.3.5 基准坐标系..... 76	
3.4 实战练习..... 77	
3.5 思考与练习..... 81	
第 4 章 基础特征建模 83	
4.1 皮带轮设计..... 83	
4.1.1 案例介绍及知识要点..... 83	

4.1.2 建模思路分析.....	83	5.4.2 扫描混合特征.....	139
4.1.3 操作步骤.....	84	5.4.3 螺旋扫描特征.....	140
4.1.4 案例技巧点评.....	94	5.4.4 扭曲特征.....	140
4.2 风扇叶片的设计.....	95	5.5 实战练习.....	141
4.2.1 案例介绍及知识要点.....	95	5.6 思考与练习.....	144
4.2.2 建模思路分析.....	95		
4.2.3 操作步骤.....	95	第6章 系列零件设计	146
4.2.4 案例技巧点评.....	103	6.1 螺母的设计.....	146
4.3 水瓶的设计.....	103	6.1.1 案例介绍及知识要点.....	146
4.3.1 案例介绍及知识要点.....	103	6.1.2 建模思路分析.....	146
4.3.2 建模思路分析.....	103	6.1.3 操作步骤.....	147
4.3.3 操作步骤.....	104	6.1.4 案例技巧点评.....	151
4.3.4 案例技巧点评.....	108	6.2 直齿轮的设计.....	151
4.4 基本特征知识总结.....	109	6.2.1 案例介绍及知识要点.....	151
4.4.1 基础特征.....	109	6.2.2 建模思路分析.....	151
4.4.2 工程特征.....	113	6.2.3 操作步骤.....	152
4.5 实战练习.....	117	6.2.4 案例技巧点评.....	158
4.5.1 外六角螺钉起子.....	117	6.3 系列化零部件知识总结.....	159
4.5.2 水杯.....	119	6.3.1 关系运算符和函数.....	159
4.6 思考与练习.....	121	6.3.2 条件语句.....	160
第5章 高级特征建模	123	6.3.3 参数.....	160
5.1 轮胎外形设计.....	123	6.3.4 族表.....	160
5.1.1 案例介绍及知识要点.....	123	6.4 实战练习.....	161
5.1.2 建模思路分析.....	123	6.5 思考与练习.....	163
5.1.3 操作步骤.....	124	第7章 工程图设计	165
5.1.4 案例技巧点评.....	127	7.1 带轮的工程图设计.....	165
5.2 阶梯轴的设计.....	127	7.1.1 案例介绍及知识要点.....	165
5.2.1 案例介绍及知识要点.....	127	7.1.2 建模思路分析.....	165
5.2.2 建模思路分析.....	128	7.1.3 操作步骤.....	166
5.2.3 操作步骤.....	128	7.1.4 案例技巧点评.....	173
5.2.4 案例技巧点评.....	131	7.2 基座的工程图设计.....	174
5.3 灯泡的设计.....	132	7.2.1 案例介绍及知识要点.....	174
5.3.1 案例介绍及知识要点.....	132	7.2.2 建模思路分析.....	174
5.3.2 建模思路分析.....	132	7.2.3 操作步骤.....	175
5.3.3 操作步骤.....	132	7.2.4 案例技巧点评.....	181
5.3.4 案例技巧点评.....	138	7.3 工程图的基本知识总结.....	181
5.4 高级特征知识总结.....	139	7.3.1 工程图创建的一般方法.....	182
5.4.1 可变剖面扫描特征.....	139	7.3.2 工程图环境设置.....	182

7.3.3 视图的创建	183	8.2 风扇的装配设计	201
7.3.4 视图的调整	183	8.2.1 案例介绍及知识要点	201
7.3.5 工程图的标注	184	8.2.2 建模思路分析	202
7.3.6 BOM 表的创建	186	8.2.3 操作步骤	202
7.4 实战练习	186	8.2.4 案例技巧点评	209
7.4.1 水管转接头	186	8.3 零件装配知识总结	209
7.4.2 风扇	189	8.3.1 装配工具简介	209
7.5 思考与练习	191	8.3.2 装配操作面板简介	210
第 8 章 零件装配	193	8.3.3 装配约束	211
8.1 节能灯的装配设计	193	8.3.4 装配分解	212
8.1.1 案例介绍及知识要点	193	8.4 实战练习	212
8.1.2 建模思路分析	193	8.5 思考与练习	215
8.1.3 操作步骤	194	附录 A 考试指导	216
8.1.4 案例技巧点评	201	附录 B 样卷	247

第 1 章 Pro/ENGINEER 设计基础

Pro/ENGINEER 作为 Windows 平台下的三维机械设计软件,完全融入了 Windows 软件使用方便和操作简单的特点,其强大的设计功能完全可以满足机械、电子、家电和航天等行业的产品设计需要。随着 Pro/ENGINEER Wildfire(野火版)的推出,其易学、易明、形象的特点吸引了广大学者。

1.1 零件设计

1.1.1 案例介绍及知识要点

O 型圈(O-ring)是一种截面为圆形的橡胶密封圈,适用于装在各种机械设备上,在规定的温度、压力以及不同的液体和气体介质中,于静止或运动状态下起密封作用,其模型如图 1-1 所示。

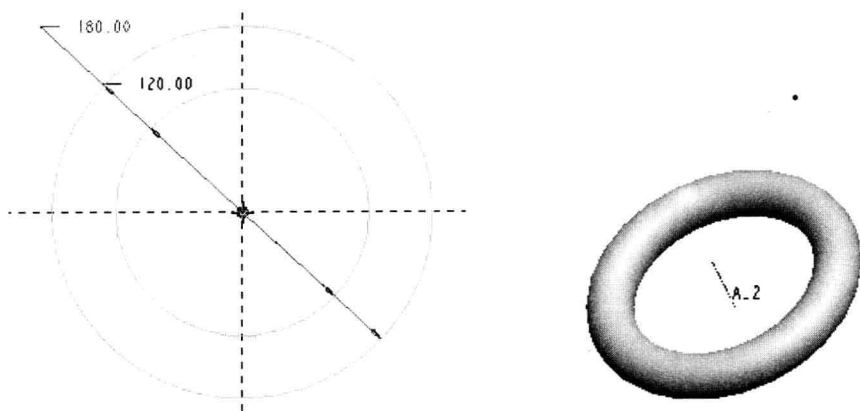


图 1-1 O 型圈

知识要点

- 了解用户界面。
- 掌握零件设计基本操作。
- 掌握控制模型的显示。

1.1.2 操作步骤

步骤 1 新建零件

启动 Pro/ENGINEER,单击工具栏中的【创建新对象】按钮 , 建立一个 Pro/ENGINEER

文件。

步骤2 套用文件模板

系统自动激活【新建】对话框，选中【零件】单选按钮，如图 1-2 所示，单击【确定】按钮。

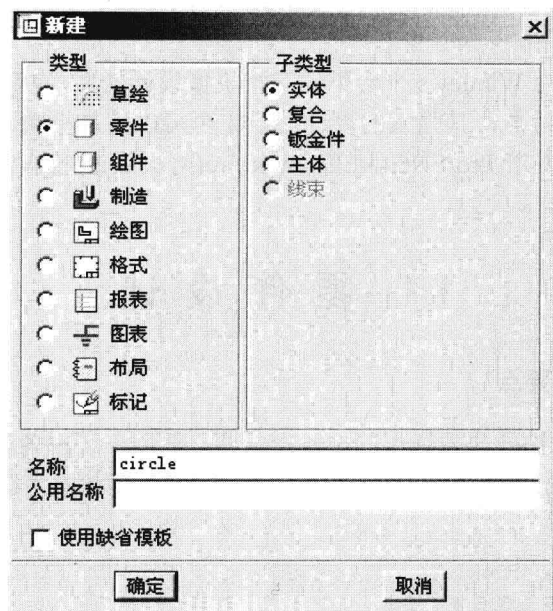


图 1-2 套用文件模板

步骤3 建立旋转基体特征

选择菜单栏中的【插入】|【旋转】命令或者单击工具栏中的【旋转工具】按钮, 弹出旋转操控板，如图 1-3 所示，在此可以对旋转特征进行相关设置。

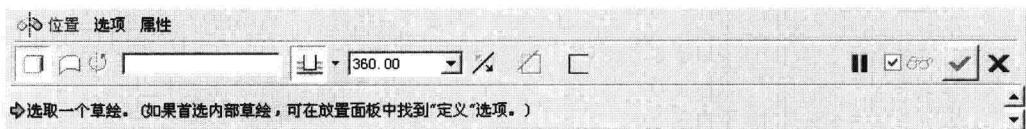


图 1-3 旋转操控板

步骤4 进入草图绘制状态

单击【位置】按钮，并在【位置】上滑面板中单击【定义】按钮，弹出【草绘】对话框，如图 1-4 所示。在工作界面中单击选取 FRONT 基准面作为草绘平面，进入草绘环境，如图 1-5 所示。

步骤5 绘制草图

在草图环境中绘制如图 1-6 所示的图形，并单击【继续当前部分】按钮退出草绘环境，回到零件设计模式，如图 1-7 所示。

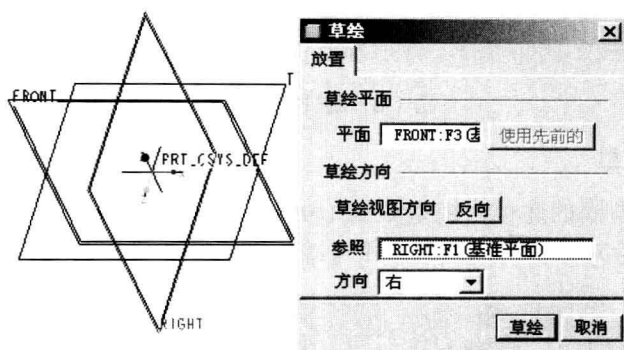


图 1-4 【草绘】对话框

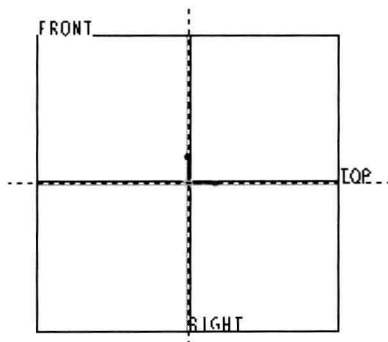


图 1-5 草绘环境

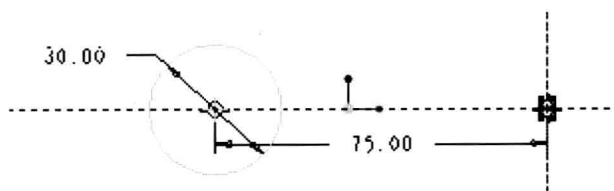


图 1-6 绘制草图

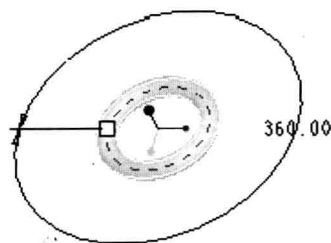


图 1-7 旋转特征模式

步骤 6 旋转基体特征设置

在旋转特征控制面板中可以设置旋转角度大小，现输入 360.00，如图 1-8 所示。确定无误后，单击【完成】按钮 ☒ 完成旋转特征的创建。



图 1-8 旋转特征设置

步骤 7 完成模型

至此，完成 O 型圈的建模，模型如图 1-9 所示。按 Ctrl+S 组合键保存文件，弹出如图 1-10 所示的【保存对象】对话框，单击【确定】即可完成对 O 型圈的保存。

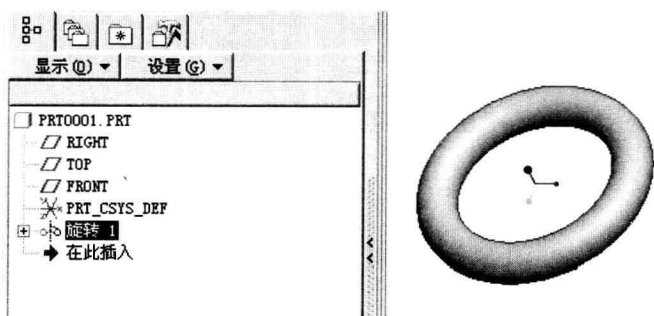


图 1-9 完成模型

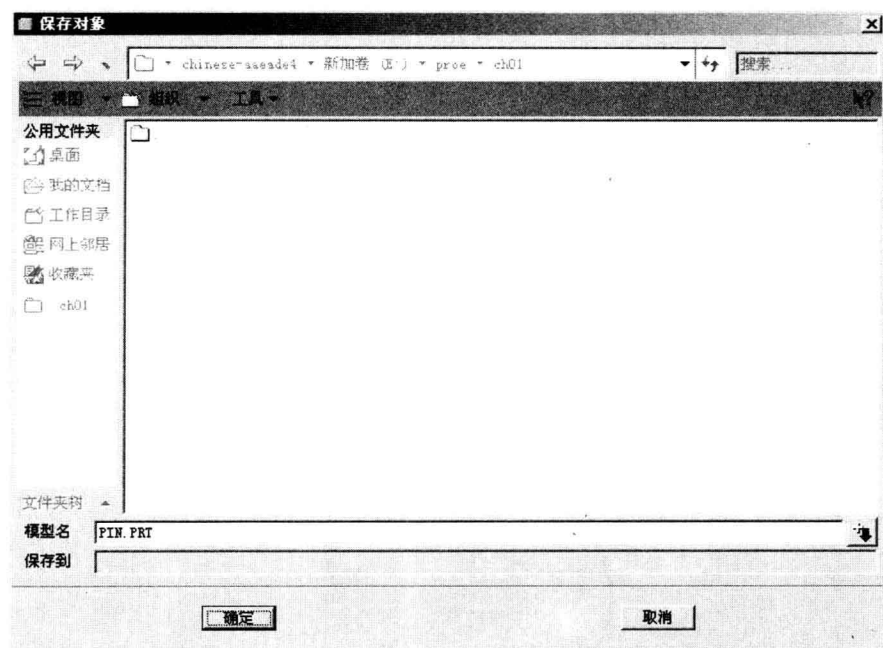


图 1-10 【保存对象】对话框

1.1.3 知识总结——用户界面、基本操作

1. 用户界面

Pro/ENGINEER 是由美国 PTC 公司推出的参数化建模软件。1985 年，PTC 公司在美国

波士顿成立，并开始参数化建模研究。经历十多年的发展，Pro/ENGINEER 已经成为三维建模软件的领头羊。

Pro/ENGINEER 是一套由设计至生产的机械自动化软件，是新一代的产品造型系统，也是一个参数化、基于特征的实体造型系统，并且具有单一数据库功能。

1) 参数化设计和特征功能

Pro/ENGINEER 是采用参数化设计的、基于特征的实体模型化系统。工程设计人员采用具有智能特性的基于特征的功能去生成模型，如腔、壳、倒角及圆角，可以随意勾画草图，轻易改变模型。这一功能特性给工程设计者提供了在设计上从未有过的简易和灵活。

2) 单一数据库

Pro/ENGINEER 是建立在统一基层的数据库上，不像一些传统的 CAD/CAM 系统建立在多个数据库上。所谓单一数据库，就是工程中的资料全部来自一个库，使得每一个独立用户同时为一件产品造型而工作，而不管他是哪一个部门的。换言之，在整个设计过程的任何一处发生改动，亦可以前后反应在整个设计过程的相关环节上。例如，一旦零件图发生改动，工程图也跟着变动；组装工程图如有任何变动，也完全同样反应在整个三维模型上。这种独特的数据结构与工程设计的完整结合，使得一件产品的全部设计过程关联成一个整体。这一优点，使得设计更优化，成品质量更高，产品能更好地推向市场，价格也更便宜。

同样，Pro/ENGINEER 属于高端 CAD 软件，具有几大主要模块，如 Pro/ENGINEER 设计模块，Pro/ENGINEER 仿真模块，Pro/ENGINEER 制造模块，Pro/ENGINEER 工作组数据管理模块，Pro/ENGINEER 数据交换模块等，可以满足产品开发的多方面需求。

3) 用户界面

Pro/ENGINEER 的主界面如图 1-11 所示，零件模型界面如图 1-12 所示。

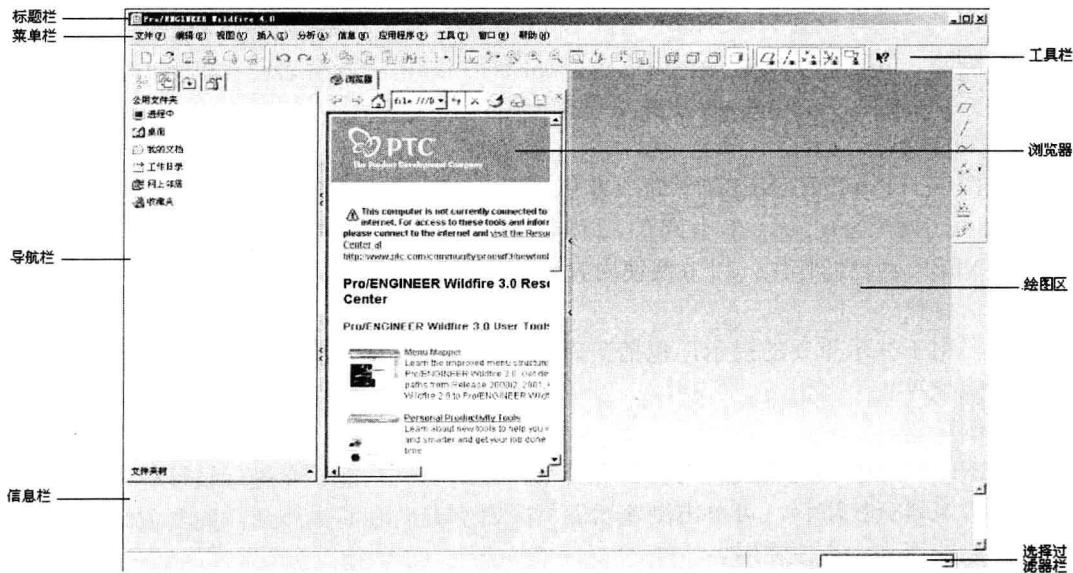


图 1-11 主界面

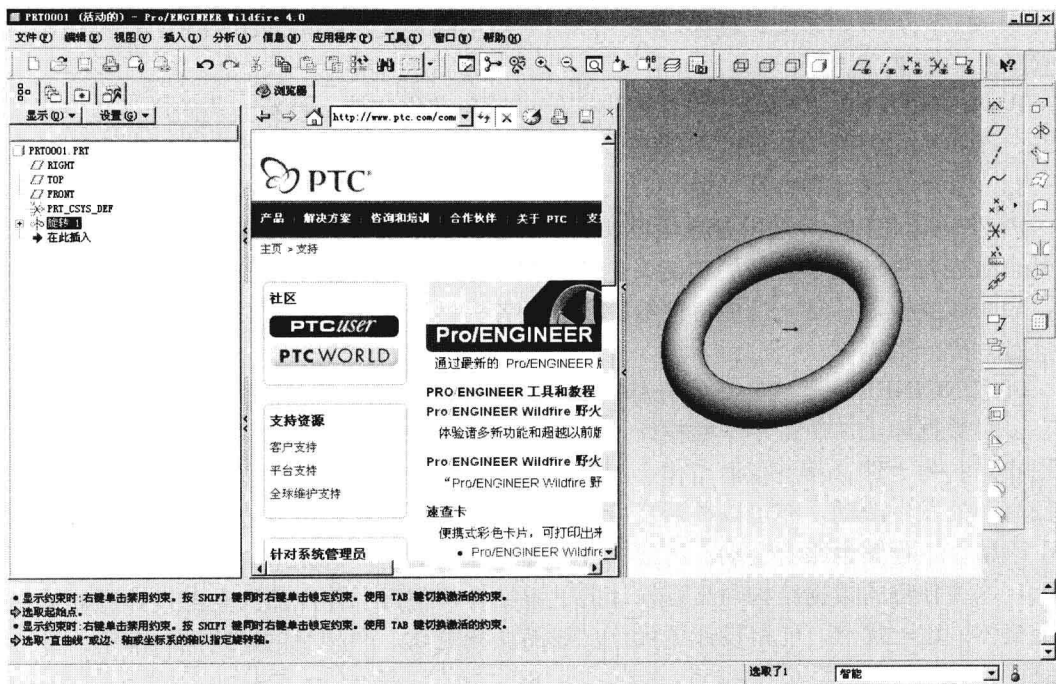


图 1-12 零件模型界面

(1) 标题栏。

标题栏位于工作主界面的顶部，显示打开文件的名称。在标题栏右端有 3 个按钮，分别可以最小化、最大化和关闭该窗口。同样，也可以在标题栏上右击来选择操作。

(2) 菜单栏。

菜单栏上包括有设置 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 工作环境和配置选项的命令。可以通过添加、删除、复制或移动命令，或通过添加图标到菜单项或将它们从菜单项中除去来定制使用者的菜单栏。与 Windows 中的菜单栏使用方法相似。

(3) 工具栏。

工具栏位于 Pro/ENGINEER 界面上方和右侧，包含 Pro/ENGINEER 用于模型和特征操作的各种常用快捷方式。在不同的工作模式下将显示不完全相同的工具栏，这是 Pro/ENGINEER 的过滤作用，以方便使用者。并且，各图标让读者见图知意。

(4) 信息栏。

信息栏用于显示重要的提示，包括当前操作的状态信息、警告信息、要求输入参数信息和错误信息等。

(5) 浏览器。

Pro/ENGINEER 浏览器提供对内部和外部网站的访问功能。在进行设计时，如设计者需要打开浏览器查找资料，可单击浏览器图标区右侧的向右箭头展开；如要关闭浏览器，可单击向左的箭头，方便易用。

(6) 导航器。

导航器包括模型树、文件夹浏览器、收藏夹和连接 4 个选项，用户只需要单击导航栏

上方的选项标签即可切换至相应的选项下，如图 1-13 所示。

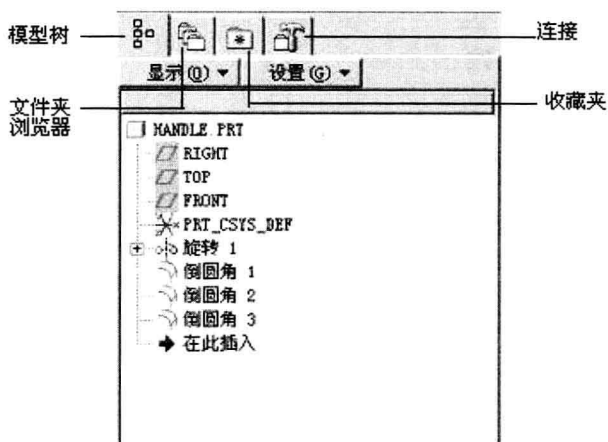


图 1-13 导航器

(7) 绘图区。

绘图区是 Pro/ENGINEER 最为重要的操作区，用户在此可以对模型进行特征操作及分析等。

(8) 选择过滤器。

主界面右下角的选择过滤器(如图 1-14 所示)可以为用户提供选择对所需对象进行过滤，其主要作用是帮助用户选择特征、曲面和基准等，面对较为复杂的模型，选择过滤器可以大大降低选择出错率及提高设计速度。

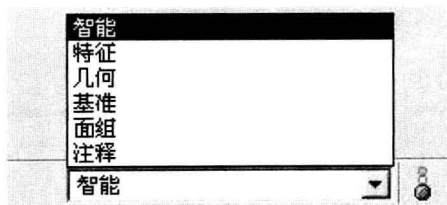


图 1-14 选择过滤器面板

2. 基本操作

在 Pro/ENGINEER 中，对图形文件的基本操作主要有新建、保存、关闭和打开等操作。下面将简单介绍各个命令的操作过程。

(1) 新建文件。

要创建零件，必须新建一个文件。在 Pro/ENGINEER 中，选择菜单栏中的【文件】|【新建】命令，在【新建】对话框中创建新的草绘、零件、组件、制造、绘图、格式、报表、图表、布局和标记。【新建】对话框如图 1-15 所示，【新文件选项】对话框如图 1-16 所示。

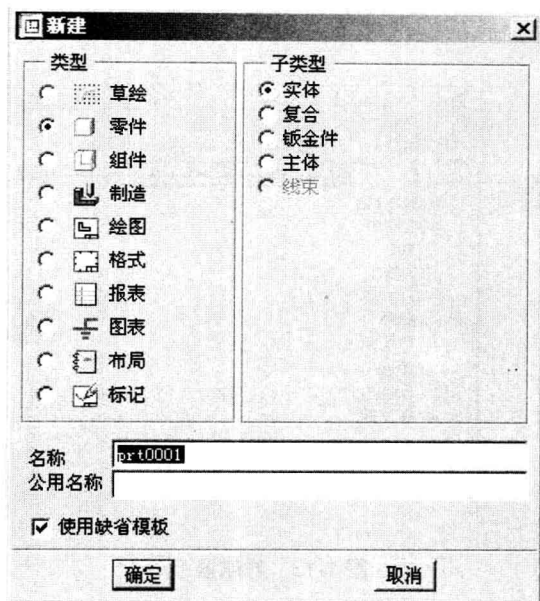


图 1-15 【新建】对话框

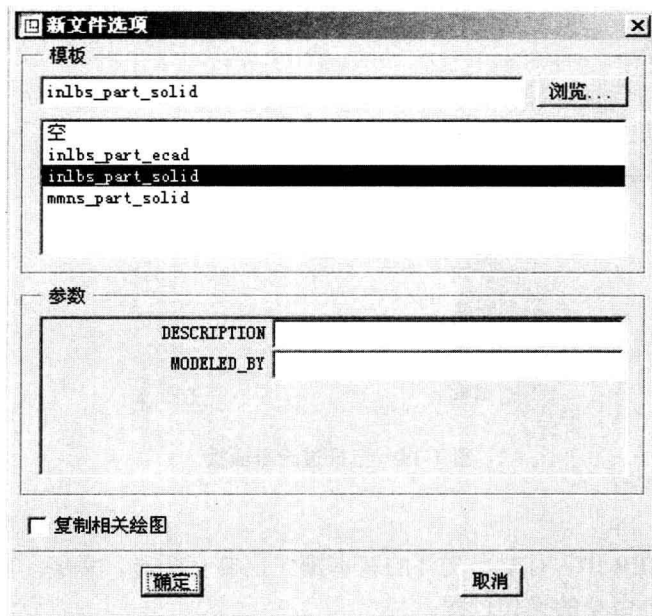


图 1-16 【新文件选项】对话框

(2) 打开文件。

在 Pro/ENGINEER 中打开图形文件有以下两种方法。

① 选择菜单栏中的【文件】|【打开】命令，打开【文件打开】对话框，如图 1-17 所示。在【查找范围】下拉列表框中选择要打开的路径，然后在【名称】文本框中输入要打开文件的名称或单击选择文件，最后单击【打开】按钮即可。

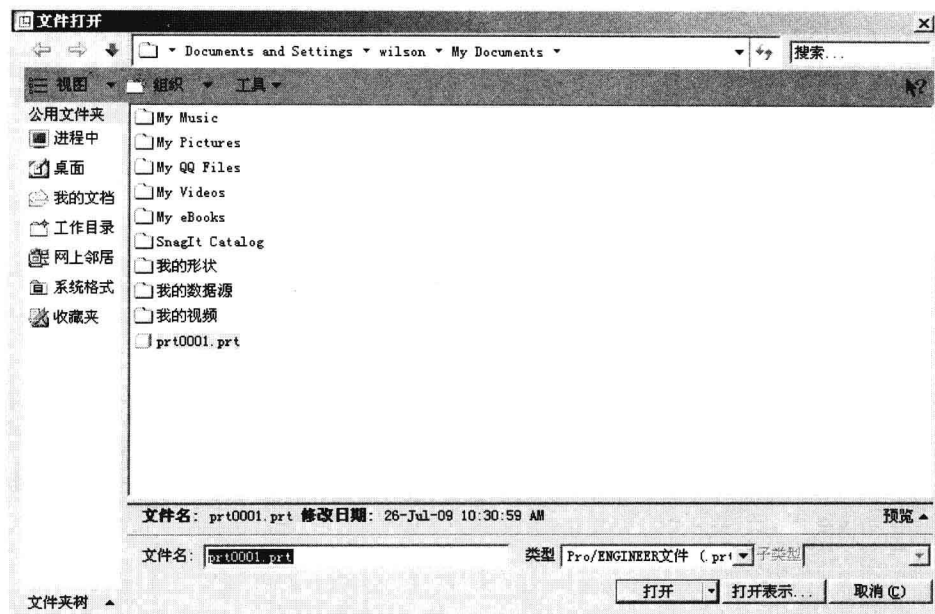


图 1-17 【文件打开】对话框

② 在导航栏的资源管理器中选择要打开的图形文件，如图 1-18 所示。在【类型】列表框中选择要打开的文件类型，然后找到并双击需要打开的文件即可。

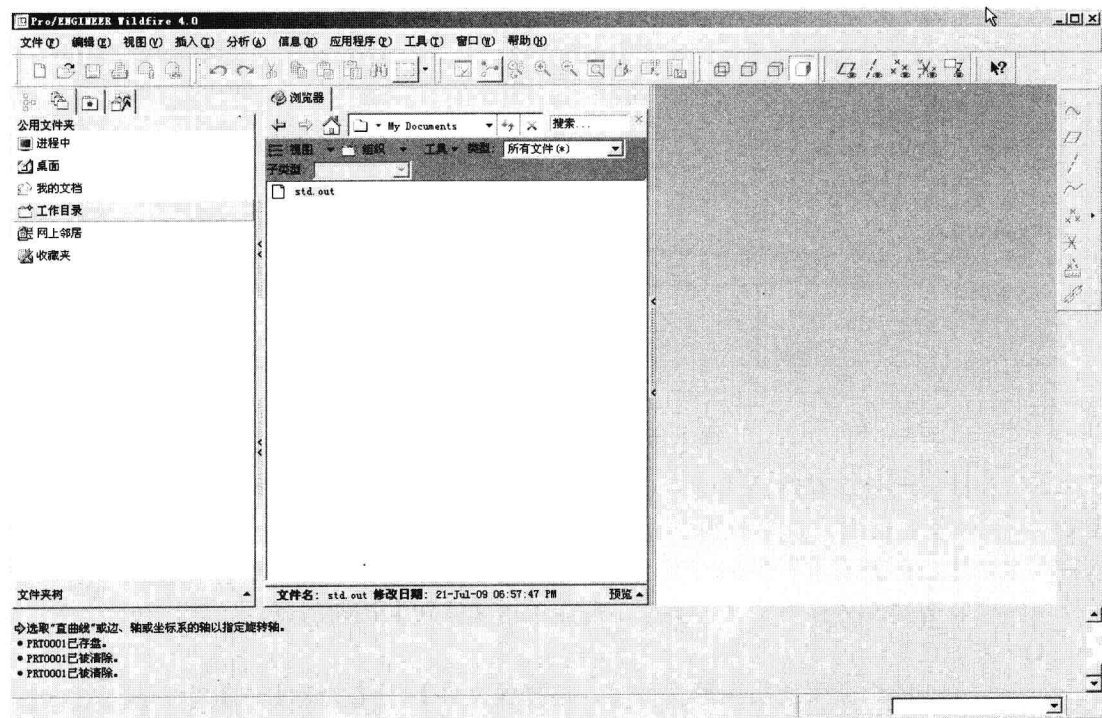


图 1-18 导航栏打开文件