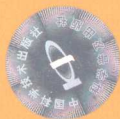
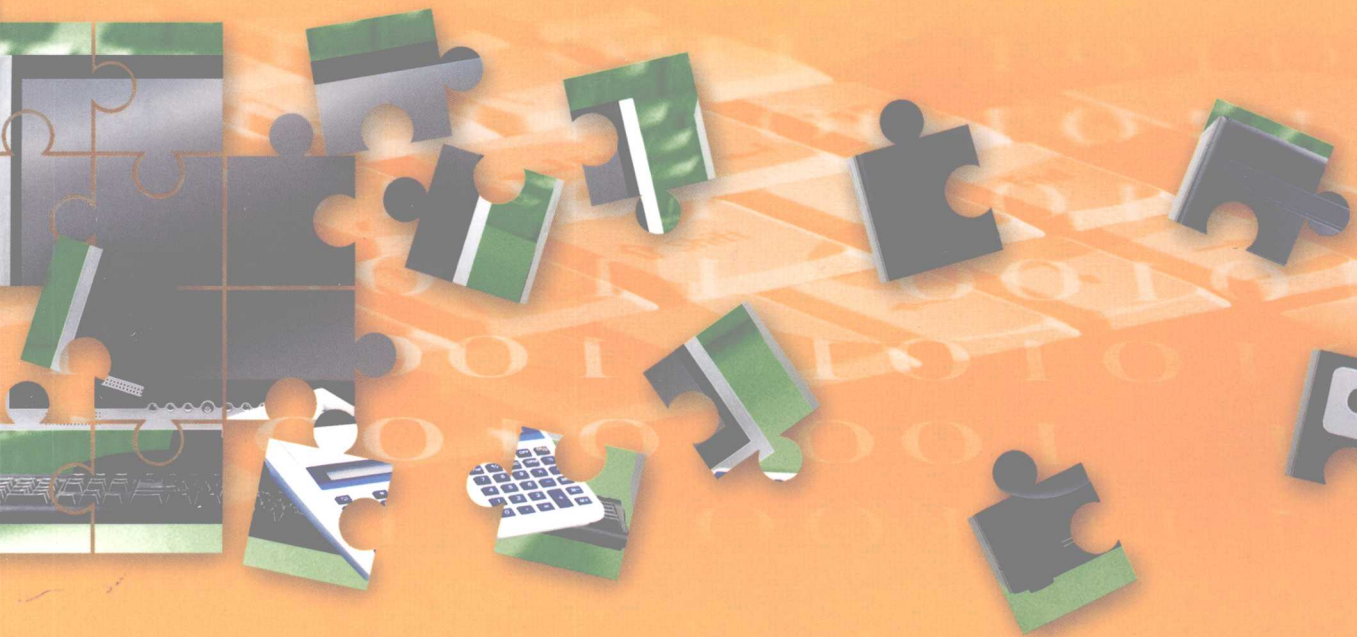


 全国高职高专双创规划教材

机械CAD/CAM

徐家忠 主编



中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

全国高职高专新创规划教材

机械 CAD/CAM

徐家忠 主编

中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

· 北 京 ·
BEIJING

图书在版编目(CIP)数据

机械 CAD/CAM/徐家忠主编. —北京:中国科学技术出版社,2008.8

全国高职高专新创规划教材

ISBN 978 - 7 - 5046 - 5249 - 2

I. 机… II. 徐… III. ①机械设计:计算机辅助设计②机械制造:计算机辅助制造
IV. TH122 TH164

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 121527 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。

内 容 提 要

本书全面介绍了 Pro/Engineer Wildfire 2.0 软件操作、草图绘制、基本特征创建、编辑、修改、曲面特征基本操作、零件装配、工程图创建、NC 加工、运动仿真等基本模块。适用于机械、数控类专业的专科学生使用。

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

策划编辑 林 培 孙卫华 责任校对 林 华
责任编辑 孙卫华 责任印制 安利平

发行部电话:010-62103210 编辑部电话:010-62103181

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

科学普及出版社发行部发行

北京蓝空印刷厂印刷

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:16 字数:389 千字
2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷 定价:28.00 元

ISBN 978 - 7 - 5046 - 5249 - 2/TH · 48

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

会委编 《前 言》 琳琳》

Pro/Engineer 自 1988 年问世以来,已成为应用最广泛的 CAD/CAM/CAE 软件之一,被广泛应用于机械、电子、模具、工业设计、数控加工等各个行业。

Pro/Engineer 的功能模块众多,集成有零件造型、产品装配、模具设计、NC 加工、钣金设计、逆向工程、机构仿真、应用分析等三十多个模块。

Pro/Engineer 功能强大,造型过程采用参数化设计,使各个模块的使用方法规范、一致,便于学习和教学,在各大专院校的教学得到了迅速的普及。但现在适于课堂使用的有关 Pro/Engineer 的书不多。因此,笔者和同事们集多年的教学经验和实践体会编写了本书,内容包括软件介绍、草图绘制、基本特征、工程特征、基准特征、特征操作、曲面、工程图、装配图、NC 加工、运动仿真共十一章。

本书以 Pro/Engineer Wildfire 2.0 为底板,编写的过程中力求由简入深,循序渐进。讲解力求简洁明了,易于理解,为了便于读者学习理解,本书采用了大量的实例,努力做到让读者一看就懂,一学就会,还是工程技术人员学习掌握 Pro/Engineer 软件不可多得的参考资料。本书适用于大中专院校的有关课程。

本书由于所讲内容较多,由多位同仁共同完成,其中第一章由吴让利编写,第二章、第七章、第十一章由徐家忠编写,第三章、第五章由赵小刚编写,第四章、第六章由陈玉刚编写,第八章由高葛编写,第九章由耶建宁编写,第十章由史维朝编写,全书由徐家忠统稿。在此一并表示感谢!

本书虽经再三审改,但疏漏之处在所难免,请读者批评指正。

徐家忠
2008 年 4 月
林 林
林 林
林 林
林 林

《机械 CAD/CAM》编委会

主 编 徐家忠

副主编 耶建宁

编 委 (按姓氏笔画排序)

史维朝 吴让利 陈玉刚 林敏捷

赵小刚 贺丽娟 高葛

策划编辑 林 培 孙卫华

责任编辑 孙卫华

责任校对 林 华

责任印刷 安利平

封面设计 金号角

目 录

第一章 Pro/Engineer 野火版 2.0 概论	1
第一节 Pro/Engineer Wildfire 的主要特点	1
第二节 Pro/E Wildfire 2.0 界面介绍	3
第三节 视图控制	10
第四节 对象选择	12
第二章 参数化草图绘制	16
第一节 草绘环境介绍	16
第二节 绘制基本几何图元	18
第三节 几何图元的编辑	26
第四节 几何图元尺寸的标注方法	28
第五节 尺寸标注的编辑	31
第六节 几何图元的约束	32
第七节 综合示例	34
第三章 基础实体特征的创建	39
第一节 概 述	39
第二节 拉伸特征的创建	40
第三节 旋转特征的创建	48
第四节 扫描特征的创建	52
第五节 混合特征	56
第六节 综合示例	60
第四章 基准特征	63
第一节 概 述	63
第二节 基准平面	65
第三节 基准轴	67
第四节 基准点	69
第五节 坐标系	71
第五章 放置特征的创建	74
第一节 放置特征概述	74
第二节 圆角特征	74
第三节 倒角特征	81
第四节 孔特征	83
第五节 抽壳特征	86
第六节 筋板特征	89
第七节 拔模特征	90
第六章 特征操作	95
第一节 概 述	95
第二节 特征的复制	95

第三节	阵列	101
第四节	失败操作	107
第五节	特征重定义	109
第六节	特征修改	111
第七章	曲面	115
第一节	概述	115
第二节	基本曲面创建	118
第三节	曲面操作	129
第四节	曲面实例操作	136
第八章	零件装配	144
第一节	装配概述	144
第二节	元件放置约束	145
第三节	元件操作	151
第四节	装配修改	155
第五节	在装配中创建零件	158
第六节	装配分解图的构建与修改	159
第七节	装配干涉检查	160
第九章	工程视图	162
第一节	工程图概述	162
第二节	基本视图构建	164
第三节	剖视图的构建	169
第四节	尺寸标注与整理	175
第五节	形位公差及其他标注	178
第十章	NC 加工	183
第一节	概述	184
第二节	数控铣床编程	194
第三节	数控车床编程	200
第四节	数控钻床编程	204
第十一章	仿真	209
第一节	机构模块简介	209
第二节	总体界面及使用环境	209
第三节	机械设计模块的分析流程	214
第四节	机构连接	215
第五节	连接轴	219
第六节	元件拖动	221
第七节	伺服电动机	224
第八节	运动分析	227
第九节	动画回放	228
第十节	特殊连接	230
参考文献		249

3. 以设计特征作为数据库存取单位

以常规的工作模式从事设计，如钻孔、挖槽、圆角等。充分体现设计概念，设计过程中导入实际制造行为，以特征作为资料存取单元，可随时对特征做合理、不违反几何顺序的调整、插入、删除、重新定义等修正动作。

4. 参数式设计

设计者只需要更改尺寸参数，几何及图形立即依照尺寸变化，实现设计工作的一致性，可避免发生人为更改图纸的疏漏情形。

最新风格、易用、高效率的 Pro/E Wildfire 更是在继承 Pro/E 优秀功能的基础上，把三维设计技术推到了新的高度。利用 Wildfire 的直接模建交互技术 (ISDX) 可更快速地进行设计：

- 使用 WARP 工具，对设计进行变形、扭曲、弯曲和拉伸操作。
- 借助特征面板功能，让用户体验直观的工作流程操作。
- 借助人人与人的连通性进行交互，来完成动态设计审评。
- 通过与 Wildfire 的无缝集成，来访问产品和项目信息。

(二) 野火版新特性

PTC 公司推出的 Pro/Engineer Wildfire 2.0 较之以前的版本有了极大的改进，界面更加友好，风格上更倾向于目前流行的 Windows 风格，操作更加方便，使用更加高效。

最新野火版在继承以前 Pro/E 优秀功能的基础上，在以下几个方面更显出其新特性。

1. 部件建模

使用 Pro/E Wildfire 进行部件设计比以前任何时候都更快、更容易。其改进之处包括：

- 操作铆钉、螺栓等高性能的轻型装配组件更快捷。
- 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 Wildfire 可以与 PTC 完善的处理图设计应用与 Pro/E 布线系统设计工具设计紧密集成，适用于缆线铺设和管路设计。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铺设功能。
- 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 Wildfire 与 Pro/MECHANICA 进行了无缝集成，从而获得一流的行为建模功能。现在可以指定设计对象，让计算机去处理单调乏味的工作，显示设计更改效果，并提供大量的选项可供选择。

4. 智能化钣金设计增强功能

增强的继承特性，解决了由不同机器制造相似零件的多弯曲表面的再使用问题。

5. 实时渲染

使用新的实时渲染功能，用户可以在处理模型时看到倒影和阴影的变化。

- 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：能轻松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。
- 新增许多新的纹理选项。

第二节 Pro/E Wildfire 2.0 界面介绍

(一) 软件的启动

Pro/E 的启动方式和其他软件的启动方式相同，基本方法有两种：

方法一：双击桌面上的快捷图标。

方法二：使用 Windows 系统“开始”菜单进入 Pro/E。

依次单击【开始】→【程序】→【PTC】→【Pro/E】→【proewildfire】命令，弹出 Pro/Engineer 的启动图标，此时系统自动运行。

启动成功后的中文界面如图 1-1 所示：

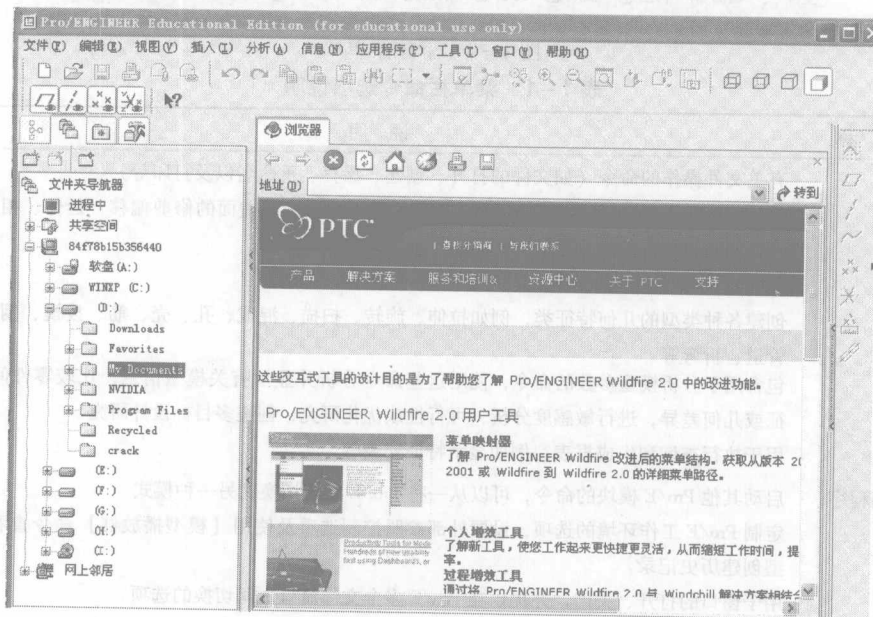


图 1-1 Pro/Engineer Wildfire 2.0 的中文界面

(二) 界面介绍

Pro/E 在不同的环境下，界面各不相同，但界面的布局基本一致，如图 1-2 就是处在

建模环境下的界面。

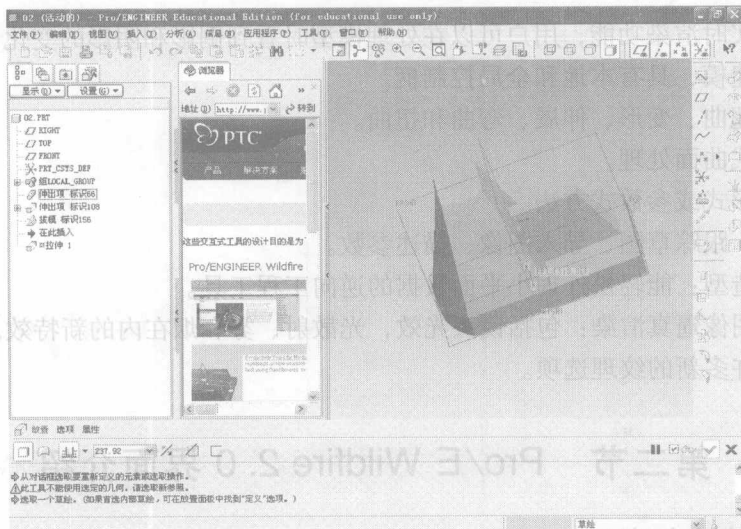


图 1-2 Pro/Engineer Wildfire 2.0 的操作界面

1. 下拉菜单

Pro/E 的所有操作命令与模型处理都可以通过菜单栏实现，常用命令在工具栏中，一些不常用的命令若不在工具栏中，就需要到菜单栏查找，所以熟练应用菜单栏对初学者是很有必要的。各菜单命令如图 1-3 所示，各菜单命令的说明如表 1-1 所示。



图 1-3 下拉菜单

表 1-1 菜单栏命令选项说明

名称	说明
文件	有关文件操作的命令（如文件的打开、创建、保存、重命名以及打印等）
编辑	包括剪贴板操作、特征操作、特征的镜像、曲线的投影、曲面的修剪偏移、延伸、相交、合并、阵列等操作
视图	控制模型和视窗的显示
插入	创建各种类型的几何特征类，例如拉伸、旋转、扫描、混成、孔、壳、筋、拔模、倒角、管道、折弯等
分析	包含用于分析模型参数的命令，使用这些命令分析并显示有关模型信息，比较零件间特征或几何差异，进行敏感度分析，可行性或优化研究，创建多目标设计研究
信息	用于执行查询和生成报表，例如显示特征列表等
应用程序	启动其他 Pro/E 模块的命令，可以从一种 Pro/E 模式切换到另一种模式
工具	定制 Pro/E 工作环境的选项，设置外部参照控制选项及使用【模型播放器】命令查看模型创建历史记录
窗口	用于窗口的打开、关闭，并提供在 Pro/E 多个文件窗口之间切换的选项
帮助	访问上、下文相关帮助信息和客户信息等

2. 工具栏

Pro/E 的工具栏提供了一些常用命令的工具按钮，可以将工具栏放在界面的上方、右

边或左边。工具按钮的状态有两种：灰色状态，亮显状态。灰色状态表示在当前状态下不能使用该按钮。

工具栏按钮通常是常用命令，由于常用命令较多，很多常用按钮不能全部显示，Pro/E 允许用户自行添加或删除工具栏图标按钮并调整工具栏按钮的位置。方法如下：

(1) 显示/隐藏工具栏

- 单击主菜单【工具】→【定制屏幕】，打开定制对话框。
- 切换到工具栏选项卡，如图 1-4 所示。
- 拖动对话框右侧的滚动条，找到要显示/隐藏的按钮类别，则该按钮即显示在工具栏中（取消选中该复选框，即隐藏该类型按钮组）。

在【定制】对话框中，用户还可以调整工具按钮到窗口的顶部、左边或右边 3 处位置，单击【默认】按钮，则恢复到系统默认设置。

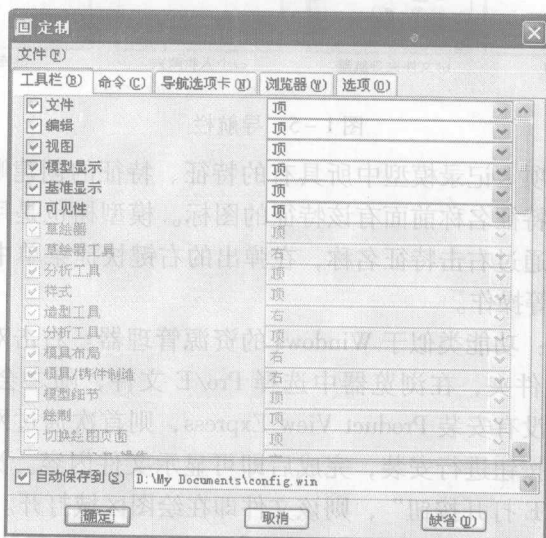


图 1-4 【定制】对话框

(2) 添加删除按钮


添加删除工具栏按钮的操作方法如下：

- 单击【工具】→【定制屏幕】命令，打开【定制】对话框。
- 切换到【命令】选项卡。
- 拖动对话框【目录】的滚动条，找到要添加的按钮类别，并单击选取该类别，在【命令】区即显示该类按钮。

• 采用直接拖动图标按钮的方式来添加删除按钮。将【定制】对话框内的图标朝主窗口工具栏拖动是添加，反之则是删除。

另一种删除工具栏按钮的方法是在打开【定制】对话框的条件下，在工具栏的按钮上右击，在弹出的快捷菜单中，选择【删除】命令即可。

3. 导航栏

Pro/Engineer Wildfire 2.0 新增的导航栏不仅包括了以往的模式树，还包括资源管理器、收藏夹和相关网络技术资源。单击导航栏右侧的符号可以隐藏导航栏。导航栏的各项内

容之间的相互切换只需单击顶部选项卡标签即可，包括模型树、文件夹导航器、个人收藏夹和连接四个选项卡，如图 1-5 所示。

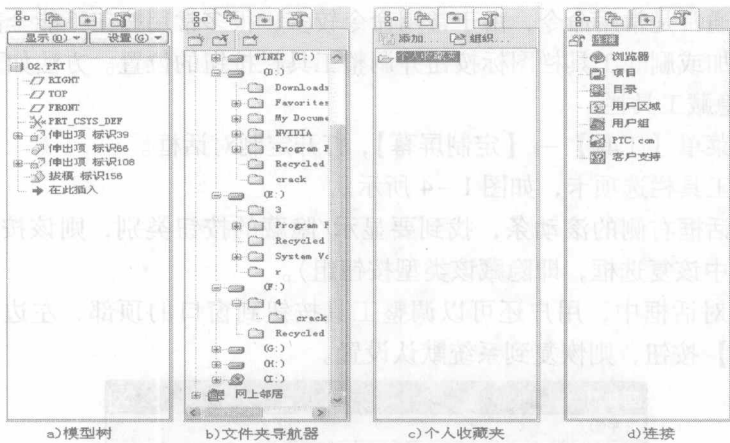


图 1-5 导航栏

- **模型树：**该选项卡记录模型中所具有的特征、特征的创建顺序、名称、编号、状态等相关数据，每一个特征名称前面有该特征的图标。模型树也是用户进行编辑操作的主要区域之一，用户可以通过右击特征名称，在弹出的右键快捷菜单中进行特征的“编辑”、“编辑定义”、“删除”等操作。
- **文件夹导航器：**功能类似于 Windows 的资源管理器。右击对象既可弹出相应菜单选项；单击鼠标选择文件夹，在浏览器中选择 Pro/E 文件，随之会出现文件【浏览】窗口。如果安装 Pro/E 而没有安装 Product View Express，则首次通过网页浏览文件会弹出安装提示，单击【Next】按钮进行安装，完成后即可显示文件内容。浏览器中双击所预览的文件名或单击“在 Pro/E 打开按钮”，则该文件即在绘图区域打开。
- **个人收藏夹：**与 IE 浏览器的【收藏夹】一样，用于保存自己常用的网页地址。
- **连接：**用于访问相关网络资源，如连接 PTC 公司网站，方便用户在工作的时候也能通过 Pro/E 内建的浏览器上网查询。

4. 信息区

信息区记录了绘图过程中的系统提示及命令执行结果。使用信息提示栏的滚动条可以浏览信息记录。根据不同的工作过程，会有不同的提示，可以方便地通过提示信息了解目前应该进行的操作，对于新用户来说，常看信息区是良好的工作习惯。

5. 选择过滤器

选择过滤器位于 Pro/E 用户界面的右下方，可以让用户指定某一类型的对象，如特征、曲面、基准等，这样可以降低选择的错误率。当面对众多特征复杂的设计模型时，常发生无法顺利选取到目标对象的情况，此时可通过设置过滤器选择所需要的对象类型，如图 1-6 所示。

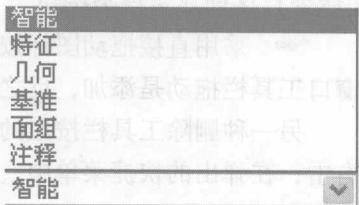


图 1-6 选择过滤器

6. 工作区

Pro/E 窗口中间的区域就是工作区。零件模型的建立、修改、装配等操作的图像都在这里显示。


7. 地址栏

地址栏的功能同 IE 浏览器的地址栏相似，在这里可以输入网站，用 Pro/E 内嵌的浏览器访问网络。

(三) 文件操作

Pro/E 文件操作主要包括文件的新建、打开、存储、删除、打印、备份等，还有工作目录的设定、窗口关闭等。

1. 新建文件

在 Pro/E 中选择新建文件工具按钮  或者选择菜单【文件 (F)】→【新建】，系统就弹出新建文件对话框，如图 1-7 所示。可创建的文件类型有草绘、零件、组件、制造、绘图、格式、报表、图表、布局、标记等。

- 草绘：二维截面绘制，文件扩展名为 .sec；
- 零件：三维零件设计，文件扩展名为 .prt；
- 组件：三维零件装配，文件扩展名为 .asm；
- 制造：NC 加工文件，模具设计等，文件扩展名为 .mfg；
- 绘图：平面工程图，文件扩展名为 .drw；
- 格式：工程图模板定制，文件扩展名为 .frm；
- 报表：创建装配体的 BOM 表，文件扩展名为 .Rep；
- 布局：产品装配规划，扩展名为 .Lay；
- 标记：注释。

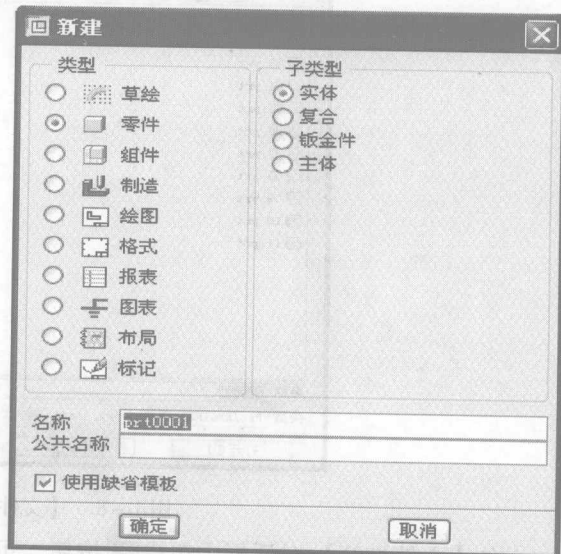


图 1-7 【新建】对话框

新建文件时，系统默认的文件名为 prt0001，用户可以修改，但不能用中文名称。Pro/Engineer Wildfire 2.0 的【新建】对话框新增加了【公共名称】项，【公共名称】是指对模型的公共描述，【公共名称】将映射到 Winchill 的 CAD 文档名称，以便于多位用户通过网络交换产品数据，同步设计一件产品。

创建新对象时，Pro/E 中自动套用该类型文件的模板，由模板支持的任意对象类型将自动获得模板。可接受默认模板、选取另一模板，以及浏览到要用作模板的文件，如果使用默认模板，则新建文件的单位为英制。


2. 打开文件

打开文件可采用两种方式：命令打开方式和浏览器打开方式。此外，还可以对文件进行其他编辑操作。

(1) 命令打开方式。用【文件】→【打开】命令，可从当前工作区（在内存中）及磁盘中检索所有类型和子类型的文件，使用此对话框可以：

- 浏览磁盘和目录结构。
- 选择并打开文件。
- 将文件输入 Pro/E。
- 创建或选择文件的简化表示。

操作步骤如下：

1) 单击【文件】→【打开】命令，或单击工具栏上的打开按钮，系统弹出文件打开的对话框，如图 1-8 所示：

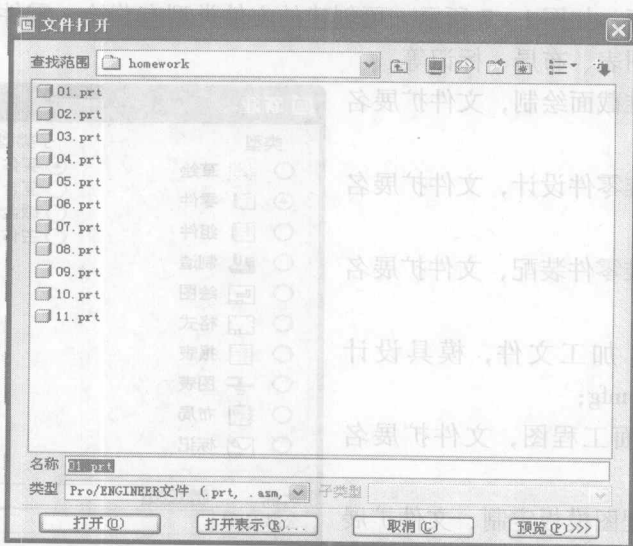




图 1-8 【文件打开】对话框

在【文件打开】对话框中单击按钮，可看到内存中的文件，这样能够提高文件打开的速度。要从内存中删除当前文件，可单击【文件】→【拭除】→【当前】命令。

单击按钮将一个文件夹指定为工作目录，而在【文件夹导航器】中则是右击文件夹，从右键快捷菜单中选择【设置工作目录】命令，这样就可以迅速地看到该文件夹下的内容。指定某文件夹为工作目录还可以通过单击【文件】→【设置工作目录】命令实现。

2) 在【文件打开】对话框中查找到要打开的文件所在位置后，选择要打开的文件（单击对话框中【类型】列表框的下拉按钮，可选择 Pro/E 要打开的文件类型）。


3) 单击【打开】按钮。在单击该按钮之前，可单击【预览】按钮，预览该文件略图以确定是否为自己要打开的文件。

(2) 浏览器打开方式。浏览器打开方式就是通过【文件夹导航器】来打开文件。操作步骤如下：

1) 将导航器栏切换为【文件夹导航器】。

2) 从中选择要打开文件的所在文件夹路径。本端印】←【删除】←【按文】击单

3) 该文件夹中的所有文件即可在浏览器中显示文件列表,如图 1-9 所示,选取某文件后可在浏览器的预览窗口预览该文件。

4) 单击  按钮,或者双击浏览器中的文件,即可完成打开文件操作。

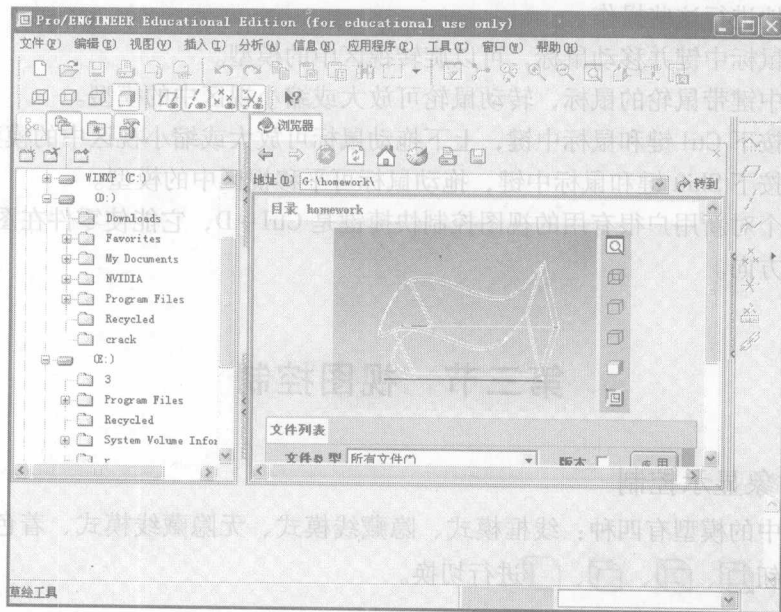



图 1-9 浏览器打开方式

3. 保存、备份和保存副本

单击【文件】→【保存】命令可以保存文件。使用【文件】→【保存副本】可以将文件保存为其他文件名。使用【保存】命令时,Pro/E 会创建新的文件版本,并使用数字式的文件扩展名来注明版本号,例如 front-cover.prt.1, front-cover.prt.2 等。创建这些版本的目的是为了保留先前的版本,这样一旦当前的文件发生错误,还可使用目前的版本。单击【文件】→【打开】命令打开文件时,文件浏览器显示的是文件的最新版本,但不显示版本号。若要显示版本号,可单击【命令和设置】图标 ,然后单击菜单中的【所有版本】,即可打开所需的任一版本。

若要以不同的名称、格式或位置保存文件,可单击【文件】→【保存副本】命令。【保存副本】与 Windows 惯用的【另存为】命令不同,它可使原文件保持打开状态,并在完成保存操作后仍保持在活动状态。

如果不想将多个版本都保存在工作目录中,可单击【文件】→【备份】命令来指定放置这些版本的其他目录。备份目录中的第一个版本号以 1 开头,不管文件在工作目录中的版本号是多少。

4. 删除文件

单击【文件】→【删除】命令可从磁盘中永久性地删除文件。用户可以只清除旧版本,而保留最新的版本,也可以清除所有的版本。

单击【文件】→【删除】→【旧版本】命令可清除目录中除最新版本以外的其他所有版本。





(四) 鼠标操作

在 Pro/E 的使用过程中会不断进行图形的放大、旋转、平移等视图区操作，在野火版中可以更方便地进行这些操作。

- 按下鼠标中键并移动鼠标，可以旋转视区中的模型。
- 对于中键带鼠轮的鼠标，转动鼠轮可放大或缩小视区中的模型。
- 同时按下 Ctrl 键和鼠标中键，上下拖动鼠标可放大或缩小视区中的模型。
- 同时按下 Shift 键和鼠标中键，拖动鼠标可平移视区中的模型。
- 另一个对新用户很有用的视图控制快捷键是 Ctrl + D，它能使零件在图形窗口中央回到默认视角方向。

第三节 视图控制

(一) 对象显示控制

在 Pro/E 中的模型有四种：线框模式、隐藏线模式、无隐藏线模式、着色模式。可以分别用工具按钮、、、进行切换。

(二) 显示视角控制

Pro/E 在工具栏里有最常用的视角控制按钮，使用这些按钮，使模型查看更加方便快捷。本节内容侧重鼠标在控制中的使用。

如图 1-10 所示是工具栏的各控制按钮，其从左到右分别是【重画】、【旋转中心】、【定向模式开关】、【放大】、【缩小】、【最佳大小】、【重定向视图】和【保存的视角列表】。

1. 重画

按下此按钮后，系统将对主视区中的点、线、面等对象进行刷新。

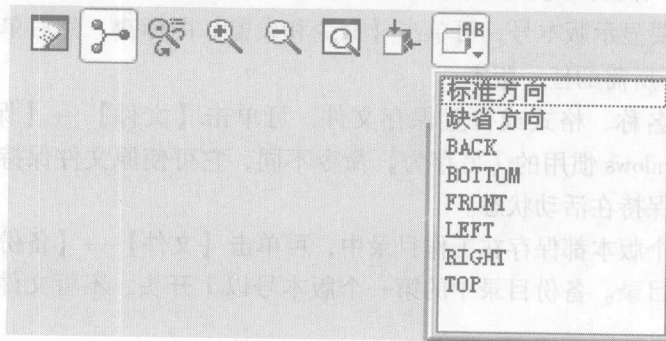


图 1-10 视角控制按钮