

Improve Your Computer Skills



Pro/ENGINEER

工程建模实例与技巧

李珩 主编 易太连 王行 编著

西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

Pro/ENGINEER

工程建模实例与技巧

李 珩 主编
易太连 王 行 编著

西安电子科技大学出版社

2004

内 容 简 介

Pro/ENGINEER Wildfire 是参数科技公司(PTC)推出的最新版的、使用参数化特征造型技术的大型 CAD/CAM/CAE 集成软件,是全球工程界公认的最好的工程应用软件之一。目前,该软件已被国内的大型工厂、科研院所及部分大学等广泛使用。

本书是一本关于 Pro/ENGINEER Wildfire 机械设计的入门级读物。全书分两部分:第一部分介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 文件操作、二维草图绘制、基本三维工程建模及零件装配的操作方法;第二部分通过一系列实例介绍了常见的螺母、螺栓、键、销、垫圈、轴系、滚动轴承、齿轮、弹簧和壳体零件的建模方法,以及减速器模型的装配过程。

本书可作为机械类学生学习三维机械设计的参考书,也可供从事 CAD 的工程技术人员参考、使用。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER 工程建模实例与技巧/李珩主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2004.1

ISBN 7-5606-1326-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 112990 号

策 划 毛红兵 李惠萍

责任编辑 邵汉平

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com

E-mail: xdupfbx@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西光大印务有限责任公司

版 次 2004年1月第1版 2004年1月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 13.875

字 数 324千字

印 数 1~6000册

定 价 18.00元

ISBN 7-5606-1326-8/TP·0704

XDUP 1597001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

CAD(Computer Aided Design)技术起源于 20 世纪 50 年代后期,经历了数次技术上的革命,从最初的二维表到三维建模,又由最初的线框模型发展到实体模型再到现在的特征模型和参数化模型。参数化技术以其基于特征、全尺寸约束、尺寸驱动设计修改、全数据相关等独特的优势,受到广大工程技术人员的青睐。由于三维设计软件运算量大,对系统硬件的要求比较高,早期的三维设计软件只能在国际性的大型公司、军工企业内的高级工作站上使用,阻碍了 CAD 技术的普及与发展。进入 20 世纪 90 年代,随着微机技术的发展,各大软件公司纷纷推出微机版的三维 CAD 软件,目前三维设计软件在全球得到广泛的应用,已成为工程设计的主流。

参数科技公司(Parametric Technology Corporation, 简称 PTC)是参数化技术的倡导者,其于 1988 年推出了使用参数化特征造型技术的大型 CAD/CAM/CAE 集成软件——Pro/ENGINEER。该软件自推出之日起即受到业界的广泛好评,很快成为三维设计的主流软件。Pro/ENGINEER Wildfire 是 PTC 公司推出的 Pro/ENGINEER 的最新版本,延续了旧版本的参数化建模、模型、图纸全相关、基于特征的实体建模等特点;充分考虑用户的操作习惯,改进了软件的界面风格,使之更符合 Windows 规范;智能化的操作环境,减少了操作的步骤,提高了工作效率;新增嵌入式网络浏览器,以方便用户在操作过程中快捷地连接到各相关网站,及时获取最新资讯。

本书是一本有关 Pro/ENGINEER Wildfire 机械设计的入门级读物,分两个部分,共 12 章。

第一部分为 Pro/ENGINEER Wildfire 入门,共四章,包含以下内容:

(1) Pro/ENGINEER Wildfire 系统简介。第 1 章介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 系统的操作界面、简单文件操作和自定义系统配置的方法。通过该章的学习,读者即可熟悉 Pro/ENGINEER Wildfire,从而克服对专业软件的恐惧心理,为下一步的学习打下基础。

(2) 参数化草图绘制基础。第 2 章介绍在 Pro/ENGINEER Wildfire 中绘制二维图形元素的方法,及二维草图的绘制步骤和技巧。通过该章的学习,可为学习三维建模打下基础。

(3) 三维实体建模基础。第 3 章介绍了使用 Pro/ENGINEER Wildfire 进行三维建模的基本步骤和基础三维特征的创建方法。通过该章的学习,读者能够掌握 Pro/ENGINEER Wildfire 简单三维造型的创建工作。

(4) 装配建模基础。第 4 章介绍了模型的装配方法、装配件的爆炸图生成操作。通过该章的学习,读者将能独立完成装配组合造型的设计任务。

第二部分为 Pro/ENGINEER Wildfire 工程建模实例,共八章。其中第 5 章~第 11 章通过大量实例介绍了常见的螺母、螺栓、键、销、垫圈、轴系、滚动轴承、齿轮、弹簧和壳体零件的建模方法;第 12 章介绍了机械产品减速器模型装配建模方法,以及生成工程图纸的具体步骤。通过第二部分的学习,读者将能独立完成实际的工程建模工作。

本书作者均为长期从事工业造型及专业三维设计教学的老师,由李珩担任主编,参加本书编写工作的有易太连、王行、贺人杰、张涛、严志强、罗护、吴宇帅、阮启明、史宪铭、张建军、阮华、邓坚、李瑞、周林、钱亚林、李慧、王岳、龚贤等。本书倾注了作者的大量心血,希望对读者能有切实的帮助。

由于个人水平及理解能力限制,本书难免有不足之处,希望读者和同仁不吝赐教,可通过 E-mail: Lee202wd@163.com 联系。最后,感谢您购买本书。

作者
2003 年 9 月

目 录

第一部分 Pro/ENGINEER Wildfire 入门

第 1 章 初识 Pro/ENGINEER Wildfire	3
1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 概述	3
1.1.1 简介	3
1.1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 的启动	3
1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 的操作界面	4
1.2.1 Pro/ENGINEER Wildfire 的主菜单栏	5
1.2.2 Pro/ENGINEER Wildfire 的工具栏	5
1.2.3 Pro/ENGINEER Wildfire 的绘图主窗口	6
1.2.4 Pro/ENGINEER Wildfire 的引导区	7
1.2.5 Pro/ENGINEER Wildfire 的信息栏和状态栏	8
1.2.6 Pro/ENGINEER Wildfire 的嵌入网络浏览器	9
1.3 Pro/ENGINEER Wildfire 的文件操作	9
1.3.1 设置当前工作目录	9
1.3.2 新建文件	10
1.3.3 打开文件	10
1.3.4 存储文件	12
1.3.5 删除文件	13
1.4 自定义 Pro/ENGINEER Wildfire 操作环境	14
1.4.1 Pro/ENGINEER Wildfire 环境设置	14
1.4.2 模型与基准显示设置	17
1.4.3 系统配置(Preferences)	19
1.4.4 设置系统显示颜色	21
1.4.5 自定义界面	25
第 2 章 参数化草图绘制基础	29
2.1 草图中的尺寸和约束	29
2.2 草绘工具按钮及其功能	30
2.2.1 绘制直线	32
2.2.2 绘制圆	33
2.2.3 绘制圆弧	35
2.2.4 添加圆角	36
2.2.5 绘制样条曲线	37

2.2.6 修剪实体.....	37
2.2.7 草绘实体编辑.....	38
2.2.8 添加尺寸标注.....	40
2.2.9 添加几何约束符号.....	41
2.2.10 修改尺寸参数.....	43
2.3 草图绘制技巧.....	43
第3章 实体建模基础.....	44
3.1 三维建模的基本步骤.....	44
3.2 基础三维实体建模方法.....	47
3.2.1 拉伸实体特征建模.....	47
3.2.2 旋转实体特征建模.....	53
3.2.3 扫描实体特征建模.....	56
3.2.4 混成实体特征建模.....	58
3.3 三维实体的放置特征.....	62
3.3.1 孔特征生成.....	62
3.3.2 圆角特征生成.....	66
3.3.3 倒角特征生成.....	68
3.3.4 抽壳特征生成.....	71
3.3.5 拔模斜度特征生成.....	73
3.3.6 加强筋实体特征生成.....	75
第4章 装配建模基础.....	78
4.1 装配件模型的建立.....	78
4.1.1 新建装配文件.....	78
4.1.2 加入部件.....	79
4.2 生成爆炸图.....	82

第二部分 Pro/ENGINEER Wildfire 工程建模实例

第5章 螺母与螺栓建模.....	87
5.1 螺母建模.....	87
5.2 螺栓建模.....	91
第6章 键、销、垫圈类零件建模.....	95
6.1 键的建模.....	96
6.2 销的建模.....	98
6.3 垫圈建模.....	99
第7章 轴系建模.....	103
第8章 滚动轴承建模.....	107
8.1 外环建模.....	107
8.2 轴承内环建模.....	110

8.3 滚动体建模.....	113
8.4 保持架建模.....	114
8.5 轴承装配.....	119
第 9 章 齿轮建模.....	127
第 10 章 弹簧建模.....	139
10.1 螺旋弹簧建模	139
10.2 平面涡旋弹簧建模	144
第 11 章 壳体建模.....	147
11.1 上壳体建模	147
11.2 下壳体建模	166
第 12 章 减速器模型装配.....	188
12.1 模型装配	188
12.2 减速器模型爆炸图生成	201
12.3 创建装配图	202

第一部分

Pro/ENGINEER Wildfire 入门

第1章 初识 Pro/ENGINEER Wildfire

1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 概述

1.1.1 简介

Pro/ENGINEER Wildfire 是美国参数技术公司(PTC)推出的新一代 CAD/CAE/CAM 软件,是目前全球用户最多的三维 CAD 软件之一。如今,Pro/ENGINEER 在我国已有相当多的用户,国内许多大学也纷纷采用 Pro/ENGINEER 作为其研究开发的基础软件平台。

Pro/ENGINEER 提供了一套完整的机械产品解决方案,内容包括工业设计、机械设计、模具设计、加工制造、机构分析、有限元分析以及产品数据库管理,为业界人士提供了一个理想的设计环境。随着设计理念和设计方法的进步,Pro/ENGINEER 也在不断推出新的版本,最新的 Pro/ENGINEER Wildfire 同以前的版本相比,在界面风格上更接近于目前流行的“Windows”风格,操作更简单,功能更强大。

1.1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 的启动

用户在安装好 Pro/ENGINEER Wildfire 软件后,可使用以下四种方法启动 Pro/ENGINEER Wildfire:

- (1) 双击桌面上的 Pro/ENGINEER Wildfire 快捷方式图标。
- (2) 如果桌面上没有 Pro/ENGINEER Wildfire 快捷方式图标,则单击桌面左下方的“开始”按钮,在弹出的菜单中选择“程序”→“PTC”→“Pro/ENGINEER”→“proewildfire”,亦可启动 Pro/ENGINEER Wildfire。
- (3) 将 Pro/ENGINEER Wildfire 的快捷方式图标拖到桌面下方的快捷启动栏中,单击快捷启动栏中的 Pro/ENGINEER Wildfire 的快捷方式图标。
- (4) 在资源管理器中打开 Pro/ENGINEER Wildfire 的安装目录,在该目录的“bin”子目录下双击“proewildfire.psf”图标。

系统启动 Pro/ENGINEER Wildfire 时,将显示如图 1.1 所示的启动画面。

启动画面结束后,系统将打开 Pro/ENGINEER Wildfire 操作界面窗口。在没有新建或打开某一个文件之前,Pro/ENGINEER Wildfire 将自动打开如图 1.2 所示的内嵌网络浏览器,其中显示的是网络工具。

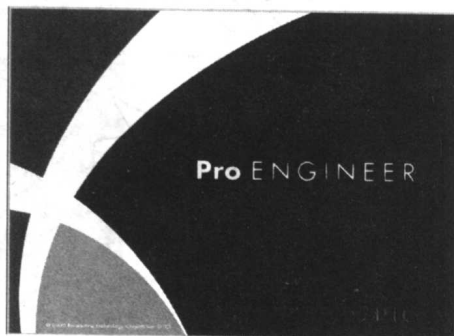


图 1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 的启动画面

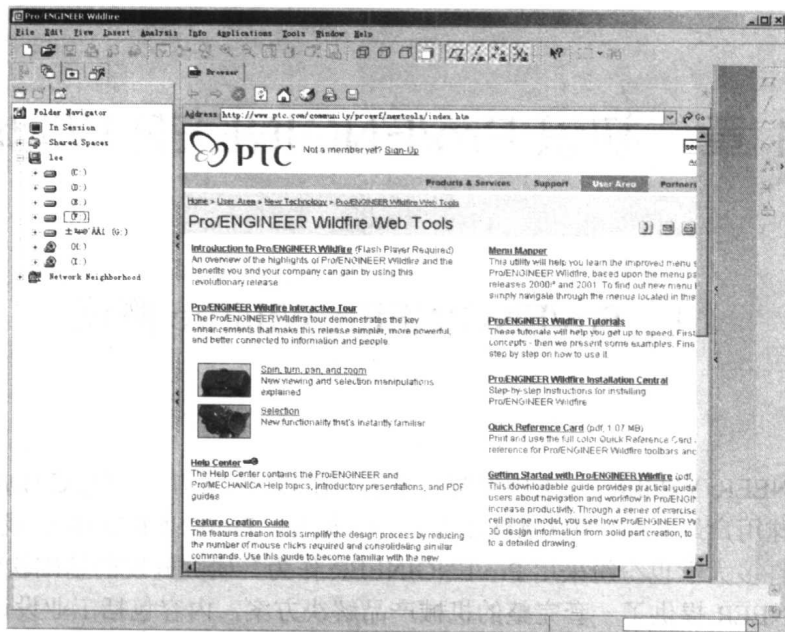


图 1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 的初始界面

1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 的操作界面

在用户启动 Pro/ENGINEER Wildfire 后, 将显示 Pro/ENGINEER Wildfire 初始的环境界面(参见图 1.2)。当用户在新建或打开一个文件后, 系统将打开相应的 Pro/ENGINEER Wildfire 的工作主界面。Pro/ENGINEER Wildfire 各个工作模式下的环境界面基本上是一致的。图 1.3 所示即为三维实体建模工作环境界面。

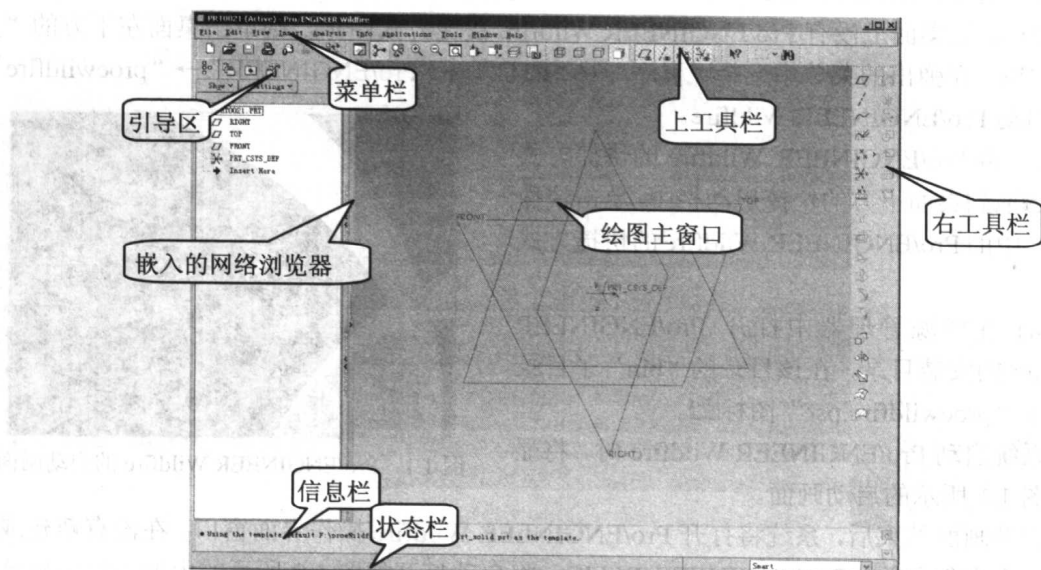


图 1.3 Pro/ENGINEER Wildfire 工作界面

Pro/ENGINEER Wildfire 的主界面由六部分组成：主菜单栏；上工具栏和右工具栏；绘图主窗口；引导区；信息栏和状态栏；嵌入的网络浏览器。

1.2.1 Pro/ENGINEER Wildfire 的主菜单栏

Pro/ENGINEER Wildfire 的主菜单栏位于工作界面主视窗的上部，各控制命令根据其性质分类放置于相应的菜单项中。主菜单风格为 Windows 下拉菜单风格，Pro/ENGINEER Wildfire 的主菜单中提供了“File”（文件）、“Edit”（编辑）、“View”（视图）、“Insert”（插入）、“Analysis”（分析）、“Info”（信息）、“Applications”（应用组件）、“Tools”（工具）、“Window”（视窗）和“Help”（帮助）共 10 个菜单项。

当单击某一菜单项后，系统将弹出对应的下拉菜单。在该下拉菜单中将显示当前工作模式下可应用的所有选项，一些当前无法使用的选项将用灰色下凹的字显示出来。在含有子选项的选项右侧，则显示有三角符号，单击该选项，将有子菜单从右侧弹出。如果菜单中的命令以高亮显示，则表示该选项已经被选取。如果选项名称后显示有“...”符号，则表示选择该命令选项后，系统将弹出相应的对话框。

1.2.2 Pro/ENGINEER Wildfire 的工具栏

Pro/ENGINEER Wildfire 的工作界面中有两个工具栏，其中“上工具栏”位于主菜单下方、主窗口上方，“右工具栏”位于主窗口右侧。工具栏中包含了大部分常用控制功能的工具按钮图标，通过单击工具按钮图标即可执行相应功能。将光标停留于工具按钮上方一段时间后，系统将自动显示该工具按钮的功能提示。

在工具栏空白处单击鼠标右键，系统将弹出如图 1.4 所示的工具栏配置菜单。菜单中左侧打钩的项表示该工具栏中已显示的子工具栏，用鼠标单击这些项，可以切换这些子工具栏的显示或隐藏状态。

下面介绍一些常用的工具按钮及其功能说明。

-  —— 新建一个文件，可以是二维草图、三维实体、装配图、工程图和数控加工等文件类型。
-  —— 打开一个已存在的文件。
-  —— 保存工作区的文件。
-  —— 打印当前活动对象。
-  —— 重新生成模型。
-  —— 刷新当前窗口的工作屏幕。
-  —— 旋转中心开关：当设置为开时，实体将以固定的旋转中心进行旋转；当设置为关时，实体将以鼠标指针所指的位置为旋转中心进行旋转。
-  —— 视图模式开关。
-  —— 模型局部放大。
-  —— 模型视图缩小。
-  —— 自动调整模型显示大小，使其与窗口大小匹配，通常是恢复到默认状态下

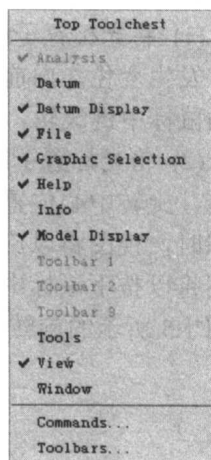


图 1.4 上工具栏配置菜单

的模型显示。

-  —— 放置模型视图。
-  —— 模型视图列表。
-  —— 图层设置。
-  —— 显示视图管理器。
-  —— 模型无消隐线框状态显示。
-  —— 模型浅色消隐线框状态显示。
-  —— 模型消隐显示。
-  —— 模型实体显示。
-  —— 基准平面显示开关。
-  —— 基准轴显示开关。
-  —— 基准点显示开关。
-  —— 基准坐标系显示开关。
-  —— 显示帮助信息。
-  —— 查找。

1.2.3 Pro/ENGINEER Wildfire 的绘图主窗口

用户是在 Pro/ENGINEER Wildfire 的绘图主窗口中创建和预览实体模型的, 并利用鼠标中键或滚轮来调节实体与观察点的距离、对实体视图进行旋转和平移等操作。其具体操作方法如下:

(1) 将光标置于绘图主窗口, 并滚动鼠标中键滚轮, 则当前视图与光标所在处的空间距离将发生变化。向前滚动鼠标中键滚轮, 则实体远离, 即实体在屏幕中的视图变小; 向后滚动鼠标中键滚轮, 则实体靠近, 即实体的视图变大。

(2) 将光标置于绘图主窗口, 按住鼠标中键并拖动鼠标, 则当前视图将沿鼠标移动方向旋转, 旋转中心位置由工具条中旋转中心开关按钮  决定。当旋转中心开关按钮处于按下状态时, 视图将以旋转中心图标为中心进行旋转; 当旋转中心开关按钮处于弹起状态时, 视图将以按下鼠标中键时光标所在位置为旋转中心进行旋转。旋转时, 旋转中心处会出现如图 1.5 所示的旋转中心的方框标志和红色旋转轴标志。

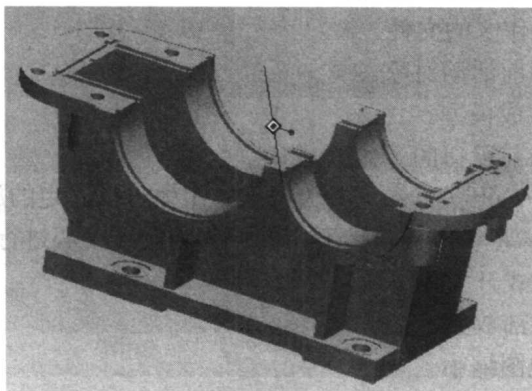


图 1.5 旋转中心图标和旋转轴标志

(3) 将光标置于绘图主窗口, 在按住“Ctrl”键的同时按住鼠标中键上下拖动鼠标, 则主窗口中的视图观察点与实体的距离将沿着以单击鼠标中键处和实体中心所确定的直线进行推进和拉远, 缩放的比例随光标移动的距离发生变化: 光标移动距离越靠下, 则观察点越靠近实体, 视图显得越大; 光标移动距离越靠上, 则观察点与实体的距离越大, 视图显得越小。如果在按住“Ctrl”键的同时按住鼠标中键左右拖动鼠标, 则主窗口中的视图将以单击鼠标中键处为中心, 进行顺时针或逆时针旋转: 向左拖动鼠标, 则视图沿逆时针旋转; 向右拖动鼠标, 则视图沿顺时针旋转。如果按住“Shift”键的同时按住鼠标中键拖动鼠标, 则视图会随着鼠标平移。

1.2.4 Pro/ENGINEER Wildfire 的引导区

Pro/ENGINEER Wildfire 的引导区位于绘图主窗口左侧, 包含四个页面, 分别是模型树(Model Tree)页面 、文件夹浏览器(Folder Browser)  页面、爱好(Favorites)  页面和联接(Connections)  页面。在进行绘图建模时, 常用的页面有模型树页面和文件夹浏览器页面。

当用户进入实体设计模式后, 系统将自动显示如图 1.6 所示的模型树页面。

在创建特征时, 模型树将表示特征的包含关系。例如图 1.7 所示的模型树表明: 复制的实体模型组包含四个拉伸实体、一个切除实体特征、一个拔模斜度实体和五个孔实体模型。

文件夹浏览器  页面如图 1.8 所示。与“Windows”资源管理器中的文件夹浏览视图功能相同, 在该页面中选择文件夹后, 内嵌的浏览器中将显示该文件夹中的内容, 用户可以在浏览器中打开相应的文件。英文版的 Pro/ENGINEER Wildfire 不支持中文, 文件夹或文件名中如果包含中文字符, 将显示乱码。

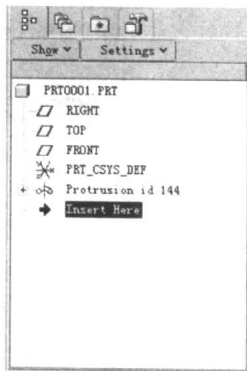


图 1.6 模型树页面

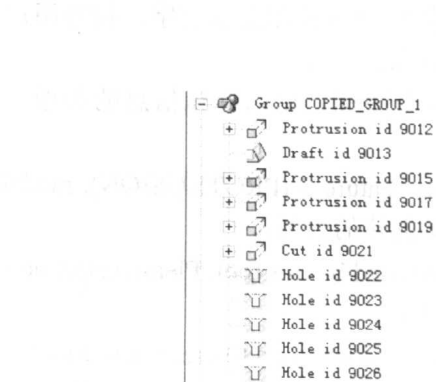


图 1.7 特征的包含关系

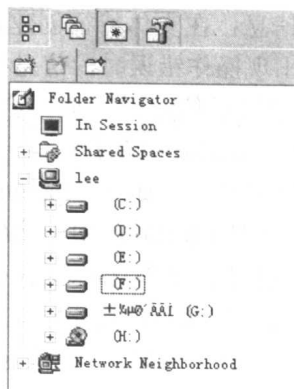


图 1.8 文件夹浏览器页面

文件夹浏览器页面顶端有一个小工具栏, 其中有三个工具按钮, 功能分别如下:

: 新建文件夹按钮。其功能是在当前文件夹下新建一个默认名为“New Folder”的文件夹。

: 删除所选文件夹工具按钮。其功能是删除所选择的文件夹。

: 打开当前工作目录工具按钮。其功能是打开当前的工作目录。

爱好  页面如图 1.9 所示。该页面结构与文件夹浏览器页面类似, 专门用来放置用户常用的网络链接或文件链接, 以方便用户提取。

爱好页面顶端工具栏中有两个工具按钮, 功能分别如下:

: 添加工具按钮。其用于将内嵌的网络浏览器中打开的网页的网址链接添加到爱好页面列表中。

: 组织工具按钮。其用于调整爱好列表中内容的结构。

联接  页面如图 1.10 所示, 用于进行网络用户间的信息交流, 切换内嵌式浏览器的显示内容。

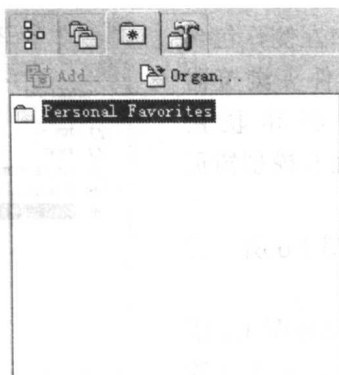


图 1.9 爱好页面

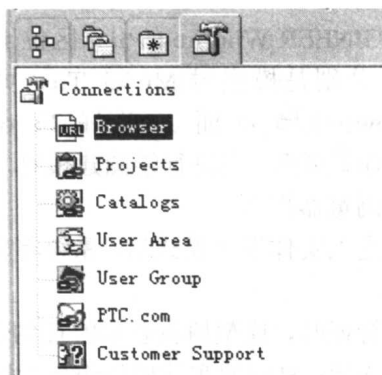


图 1.10 联接页面

1.2.5 Pro/ENGINEER Wildfire 的信息栏和状态栏

Pro/ENGINEER Wildfire 的信息栏位于主窗口下方, 而状态栏位于窗口底部。当鼠标移动到 Pro/ENGINEER Wildfire 的工具选项按钮或命令选项上方时, 将在状态栏中显示该工具或选项的提示信息; 在实体特征创建过程中, 将在信息栏中显示操作提示文字, 指导用户创建实体; 当出现操作错误时, 信息栏将显示操作错误信息。

当信息栏中显示信息时, 通常会在信息文字前有一个图标, 用以标识信息的类型。Pro/ENGINEER Wildfire 中有五种信息类型:

- : 描述性信息, 例如 “• Showing surface created by feature 5 (PROTRUSION), model PRT0001”(显示模型 PRT0001 中由实体 5 (PROTRUSION) 创建的表面)。

- ⚠: 警告信息, 例如 “⚠ The selected geometry can not be used by this tool. Please select new references”(所选几何体不能用于该工具, 请选择新的参考)。

- 👉: 提示性信息, 例如 “👉 Press the Sketch button in the dashboard to create a section; or select a datum curve to use a copy as the section”(单击面板上的草绘按钮, 创建一个实体; 或选择一个基准曲线的复制品作为实体)。

- ❌: 错误信息, 例如 “❌ All entities must be on the same side of the revolving axis”(所有实体必须在旋转轴的一侧)。

- ✖: 批评信息, 当出现重大错误时显示相应的批评信息。

1.2.6 Pro/ENGINEER Wildfire 的嵌入网络浏览器

Pro/ENGINEER Wildfire 中新增了嵌入网络浏览器, 在打开 Pro/ENGINEER Wildfire 的同时系统将打开 Pro/ENGINEER Wildfire 嵌入的网络浏览器, 显示常用的网络帮助信息。如果 PC 已经接入互联网, 则开机时系统会自动登录“PTC”公司的官方网站。使用 Pro/ENGINEER Wildfire 的嵌入式网络浏览器, 可以方便地访问国内外的网站, 实现工程的异地处理。

另外, 在使用导航栏中的文件夹浏览器时, 该浏览器还能显示所选定文件夹的内容; 双击特定类型的文件, 还能将其打开。

1.3 Pro/ENGINEER Wildfire 的文件操作

在学习使用 Pro/ENGINEER Wildfire 进行工程建模之前, 首先需要掌握 Pro/ENGINEER Wildfire 的文件操作。合理的文件管理会简化工作, 尤其是在较复杂的系统设计中大量模型文件的情况下, 文件管理显得尤为重要。本节将向读者介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 中的文件操作。

1.3.1 设置当前工作目录

使用目录将文件分类是使工作条理化的一个好办法。在实际工作前, 最好先设定用户的当前工作目录。Pro/ENGINEER Wildfire 提供了设置当前工作目录的功能, 一旦设置好工作目录, 用户所创建的模型文件都将存入该目录中, 这样既方便用户的文件操作, 又会避免文件在管理上的麻烦。

当前工作目录的设置步骤如下:

(1) 启动 Pro/ENGINEER Wildfire, 选择主菜单中的“File”→“Select Working Directory”命令选项, 即可打开如图 1.11 所示的“Select Working Directory”对话框。



图 1.11 “Select Working Directory”对话框