

Pro

/ Engineer Wildfire 机械设计与应用

张学军 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

Pro/Engineer Wildfire
机械设计与应用

张学军 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书基于美国 PTC 公司的 Pro/Engineer Wildfire 2.0(中文版)编写。全书共分为 14 章,涵盖了 Pro/Engineer Wildfire 2.0 实体造型的基本知识和实践应用,包括 Pro/Engineer Wildfire 参数化三维造型的概念、软件环境设置、二维草图的绘制、三维零件模型的建立及属性设置、基准平面与基准轴线的创建、基础特征与工程特征的设计、实体特征的复制、零件模型的创建、装配模型的创建、工程图的创建和机构仿真等。

本书范例典型、图文并茂,模型创建步骤介绍详细完整,可作为大专院校学生和各类培训学校学员的 CAD 课程上课或上机练习教材,也可作为专业设计人员的 Pro/Engineer Wildfire 自学教程和参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/Engineer Wildfire 机械设计与应用/张学军编
著. —北京:国防工业出版社,2006.2
ISBN 7-118-04363-X

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 006610 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 22½ 字数 519 千字

2006 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 32.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

Pro/Engineer 是由美国 PTC 公司推出的一套博大精深的三维 CAD/CAM 参数化软件系统,它的内容涵盖了产品概念设计、工业造型设计、三维模型设计、分析计算、动态模拟与仿真、工程图的输出、生产加工成产品的全过程,其中还包括了大量的电缆和管道布线、模具设计与分析等实用模块。其应用领域包括航空航天、汽车、机械、数控(NC)加工、电子等诸多行业。

由于其强大而完美的功能,Pro/Engineer 几乎成为三维 CAD/CAM 领域的一面旗帜和标准。它在国外大学院校里已成为学习工程必修的专业课程,也成为工程技术人员必备的技术。随着我国加入 WTO,一场新的工业设计领域的技术革命正在兴起,作为提高生产率和竞争力的有效手段,Pro/Engineer 也正在国内形成一个广泛应用的热潮。

Pro/Engineer Wildfire 是 PTC 公司于 2003 年新推出的 Pro/Engineer 系列产品中的旗舰产品,该软件在原有的 2001 年版本基础上新增众多功能,特别强调了设计过程的易用性以及设计人员之间的互联性。原有的 Pro/Engineer 产品的版本升级周期为半年一次,而本次升级却花了两年的时间,其产品性能有了本质性的改善。Pro/Engineer Wildfire 2.0 构建于 Pro/Engineer Wildfire 的成熟技术之上,新增了许多功能,使其技术水准又上了一个新的台阶。为了满足广大读者对 Pro/Engineer Wildfire 2.0 高涨的学习需求,特推出本教程。

本书以美国 PTC 公司的 Pro/Engineer Wildfire 2.0(中文版)为蓝本进行编写。全书共分为 14 章,涵盖了 Pro/Engineer Wildfire 2.0 实体造型的基本知识和实践应用,主要包括:Pro/Engineer 参数化三维造型的概念、系统配置、软件环境设置、二维草图的绘制、三维零件的视图控制、三维零件模型的建立及属性设置、基准平面与基准轴线的创建、基础特征与工程特征的设计、实体特征的复制、零件模型的创建、装配模型的创建、工程图的创建和机构仿真等。

本书章节的安排次序采用由浅入深、前后呼应的教学原则;在内容安排上,为了使读者更快、更深入地理解 Pro/Engineer 软件中一些抽象的概念、复杂命令和功能,书中配备有大量的练习和范例;本书在写作方式上紧贴 Pro/Engineer Wildfire 2.0(中文版)的实际操作界面,采用软件中真实的对话框、控制面板、按钮、图标等进行讲解,使初学者能够直观、准确地操作软件进行学习,从而尽快地上手,提高学习效率。同时为了让读者对产品的开发过程有一个全局的了解,本书中介绍了一些常用机械零件如轴、轴承、齿轮、标准

件、箱体等的设计过程,这样安排的目的是增强本书的可读性和实用性,使大家更快地成为一名设计领域的高手。

本书可作为大专院校学生和各类培训学校学员的 CAD 课程上课或上机练习教材,也可作为设计专业人员的 Pro/Engineer 自学教程和参考书籍。

本书虽经多次反复校对,但错误之处在所难免,恳请广大读者予以指正。

编者

2006 年 1 月

目 录

第 1 章 初识 Pro/Engineer Wildfire	1
1.1 Pro/Engineer Wildfire 概述	1
1.1.1 简介	1
1.1.2 Pro/Engineer Wildfire 的启动	1
1.2 Pro/Engineer Wildfire 的操作界面	2
1.2.1 Pro/Engineer Wildfire 的主菜单栏	3
1.2.2 Pro/Engineer Wildfire 的工具栏	3
1.2.3 Pro/Engineer Wildfire 的引导区	4
1.2.4 Pro/Engineer Wildfire 的信息栏和状态栏	6
1.2.5 Pro/Engineer Wildfire 的嵌入网络浏览器	6
1.3 Pro/Engineer Wildfire 的文件操作	7
1.3.1 设置当前工作目录	7
1.3.2 新建文件	7
1.3.3 打开文件	8
1.3.4 存储文件	9
1.4 自定义 Pro/Engineer Wildfire 操作环境	10
1.4.1 Pro/Engineer Wildfire 环境设置	10
1.4.2 模型与基准显示设置	13
1.4.3 系统配置	16
1.4.4 设置系统显示颜色	18
1.4.5 自定义界面	21
第 2 章 草绘简介	25
2.1 草绘环境	25
2.2 草绘的基本步骤	26
2.2.1 绘制几何元素	26
2.2.2 指定几何元素之间的限制条件	27
2.2.3 修改几何形状	27
2.3 草绘图标按钮	28
2.3.1 线	28
2.3.2 绘制矩形	29
2.3.3 绘制圆	29
2.3.4 绘制圆弧	30

2.3.5	绘制圆角	31
2.3.6	绘制样条曲线	32
2.3.7	创建点、坐标系	32
2.3.8	使用现存特征	32
2.3.9	文本	33
2.4	编辑几何元素	34
2.4.1	图形修整工具	34
2.4.2	剖面工具	35
2.5	尺寸标注	36
2.5.1	标注线性尺寸	36
2.5.2	标注径向尺寸	38
2.5.3	角度尺寸标注	39
2.6	尺寸修改	40
2.6.1	尺寸数值修改	40
2.6.2	尺寸锁定	42
2.7	约束	43
2.8	草绘综合实例	45
2.8.1	外棘轮机构设计	45
2.8.2	绘制拨杆	51
2.8.3	绘制支架	56
2.8.4	绘制拨叉	60
第3章	基准特征和图层	66
3.1	基准特征简介	66
3.1.1	基准平面	66
3.1.2	基准轴	68
3.1.3	基准点	70
3.1.4	基准曲线	72
3.1.5	坐标系	73
3.2	图层及其使用	75
3.2.1	“层”管理器	75
3.2.2	图层的基本操作	79
第4章	常用特征命令	86
4.1	基础特征	86
4.1.1	拉伸特征	86
4.1.2	旋转特征	88
4.1.3	扫描特征	90
4.1.4	混合特征	91
4.2	工程特征	92
4.2.1	孔特征	93

4.2.2	壳特征	96
4.2.3	肋特征	97
4.2.4	拔模特征	98
4.2.5	倒圆角	99
4.2.6	边倒角	102
第 5 章	盘类零件设计	107
5.1	盘类零件分析	107
5.1.1	盘类零件的特点	107
5.1.2	常用视图和尺寸标注的特点	107
5.2	盘类零件的创建过程	108
5.2.1	轴承盖的造型方法	108
5.2.2	轴承盖的设计过程	108
5.2.3	窥视孔盖设计过程	110
第 6 章	轴类零件设计	117
6.1	轴类零件的设计分析	117
6.1.1	轴类零件的特点	117
6.1.2	轴类零件的造型方法	118
6.2	零件设计命令介绍	118
6.2.1	去除材料特征	119
6.2.2	特征的复制	118
6.3	轴类零件的设计过程	118
6.3.1	阶梯轴的设计	118
6.3.2	齿轮轴的设计	122
第 7 章	滚动轴承设计	133
7.1	滚动轴承特点	133
7.2	滚动轴承设计过程	133
第 8 章	齿轮设计	139
8.1	齿轮零件的分类及特点分析	139
8.1.1	齿轮零件的特点	139
8.1.2	齿轮零件造型方法	139
8.2	齿轮零件创建过程	139
8.2.1	直齿轮设计	139
8.2.2	斜齿圆柱齿轮的参数化设计	153
8.2.3	直齿圆锥齿轮的参数化设计	165
第 9 章	弹簧类零件设计	182
9.1	弹簧类零件分类及特点	182
9.2	弹簧零件创建过程	182
9.2.1	板簧	182
9.2.2	圆柱螺旋弹簧	184

9.2.3	锥形弹簧	186
9.2.4	盘形弹簧	188
第 10 章	变速箱箱体设计	192
10.1	箱体零件特点分析	192
10.1.1	箱体零件的特点	192
10.1.2	箱体的造型方法	192
10.2	箱体零件设计过程	193
10.2.1	上箱体设计	193
10.2.2	下箱体设计	208
第 11 章	常用标准件设计	228
11.1	标准件分类及特点	228
11.2	常用标准件设计	228
11.2.1	螺栓设计过程	228
11.2.2	螺母设计过程	234
11.2.3	键的建模	236
11.2.4	销的建模	238
11.2.5	垫圈设计	240
第 12 章	减速器模型装配	244
12.1	模型装配	244
12.1.1	基本操作	244
12.1.2	常用的装配约束类型	246
12.2	干涉与间隙检验	248
12.3	齿轮减速器装配实例	251
12.4	减速器模型爆炸图生成	265
第 13 章	建立工程图	267
13.1	建立工程图的基础知识	267
13.1.1	进入工程图模式	267
13.1.2	图纸模板的生成	268
13.1.3	视图类型介绍	269
13.2	建立工程视图	270
13.2.1	产生三视图	270
13.2.2	产生剖视图	273
13.2.3	产生局部放大视图	278
13.2.4	创建半视图与局部视图	279
13.3	修改工程视图	280
13.3.1	移动视图	280
13.3.2	删除视图	280
13.3.3	修改视图	281
13.3.4	修改剖面线	284

13.4 尺寸标注	286
13.4.1 基本尺寸标注	287
13.4.2 粗糙度标注	293
13.4.3 公差标注	294
13.4.4 增加注释	297
13.5 标题栏与明细表	298
13.5.1 创建一个装配图模板	298
13.5.2 插入工程图表格	299
13.5.3 表格中汉字和其他符号输入	301
13.6 转化为 AutoCAD 文件	303
13.7 打印工程图	303
第 14 章 机构运动学分析	305
14.1 运动仿真概述	305
14.1.1 运动仿真的特点	305
14.1.2 基本术语	305
14.2 机构连接方式	306
14.3 常用操作命令介绍	307
14.4 四连杆机构仿真与分析	315
14.5 凸轮机构仿真设计	324
14.6 齿轮机构仿真设计	332
14.7 后桥驱动减速器和差速器运动仿真实例	337
参考文献	350

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 PTC 公司推出的新一代 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 Wildfire 在我国已有相当多的用户,国内许多大学也纷纷采用 Pro/Engineer Wildfire 作为其研究开发的基础软件平台。

Pro/Engineer Wildfire 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,为业界认识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 Wildfire 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的 Windows 风格,操作更简单,功能更加强大。

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 4 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,则单击左下方的“开始”按钮,在弹出的菜单中选择“程序”→“PTC”→“Pro/Engineer”→“Pro/Engineer Wildfire”,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“Pro/Engineer Wildfire.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。

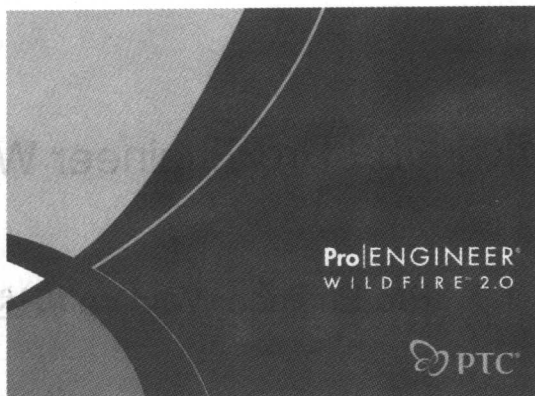


图 1-1 启动画面

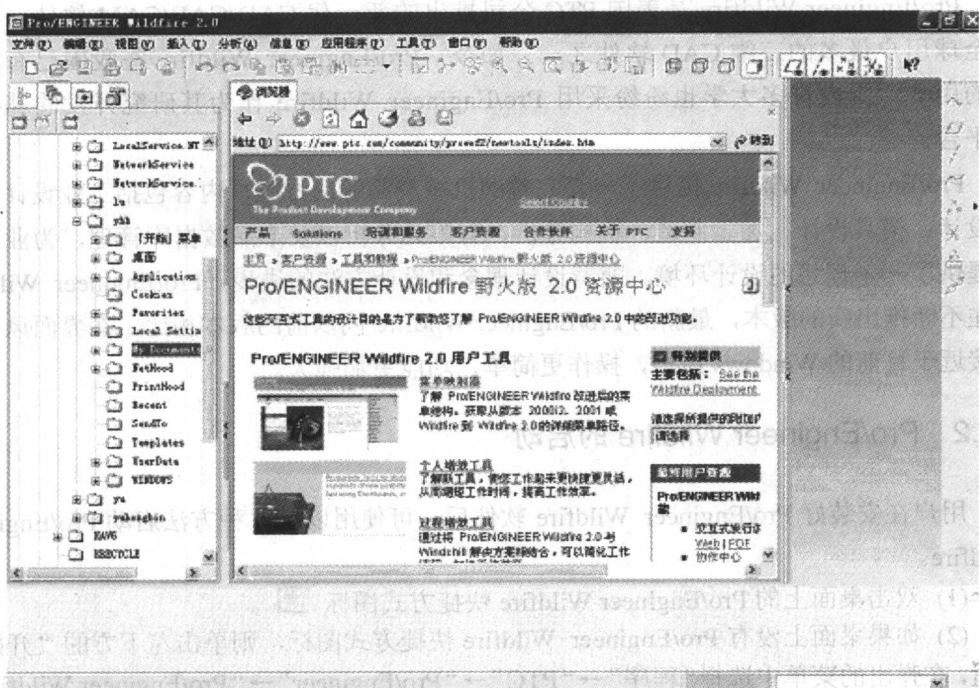


图 1-2 内嵌网络浏览器

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(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 各个工作模式下的界面基本上是一致的。图 1-3 即为三维实体建模工作环境界面。

Pro/Engineer Wildfire 的主界面由 6 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。

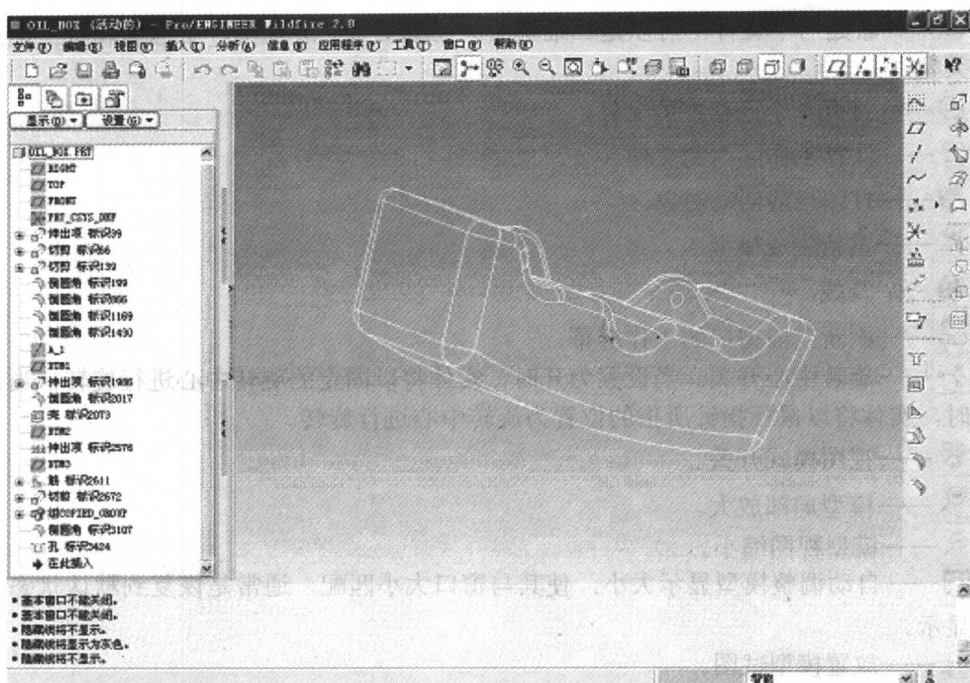


图 1-3 三维实体建模工作环境界面

1.2.1 Pro/Engineer Wildfire 的主菜单栏

Pro/Engineer Wildfire 的下拉菜单主要是让用户在进行模型制作时能控制其整体环境。根据工作模式的不同，下拉菜单也会有所变化。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 零件模式下的主菜单中提供了文件、编辑、视图、插入、分析、信息、应用程序、工具、窗口和帮助共 10 个菜单项。单击某一菜单项，系统将弹出对应的下拉菜单，该下拉菜单中显示当前工作模式下可应用的所有选项，当前无法使用的选项将用灰色的下凹字显示出来，在含有子选项的选项右侧，则显示有三角符号，单击该符号将有子菜单从右侧弹出。如果菜单中的命令以黑亮显示，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，通过单击工具栏按钮图标就可以执行相应的功能。将光标停留在工具按钮图标上一段时间后，系统将自动显示该工具按钮的功能提示。同时系统也允许用户定制图标按钮，如增删及调整其摆放位置。

下面介绍一些常见的工具图标按钮及功能说明。

——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。

——保存工作区内的文件。

——打印当前活动对象。

——重新生成模型。

——查找。

——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的模型显示。

——放置模型试图。

——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。

1.2.3 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 4 个页面，分别是模型树（Model Tree）页面、文件夹导航器（Folder 浏览器）页面、爱好（Favorites）页面和连接（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导航器页面。

当用户进入实体设计模式后，系统将自动显示如图 1-4 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 1-5 所示的模型树表明：一个模型组包含组草绘、镜像、旋转和阵列几项操作。

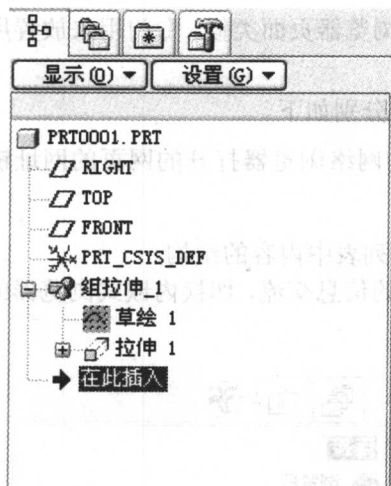


图 1-4 模型树页面

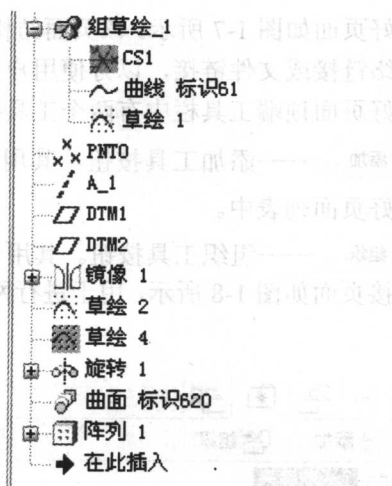


图 1-5 特征的包含关系

文件夹导航器页面如图 1-6 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，用户可以在导航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，将会显示乱码。

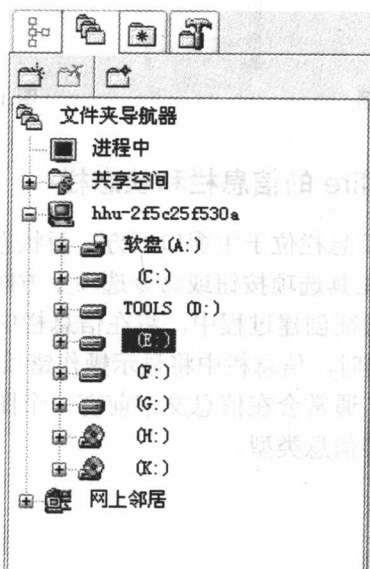


图 1-6 文件夹导航器页面

文件夹导航器页面顶端有一个消息工具栏，其中有 3 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“新建文件夹”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 1-7 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... —— 添加工具按钮。其用于将内嵌的网络浏览器打开的网页的网址链接添加到爱好页面列表中。

 组织... —— 组织工具按钮。其用于调整爱好列表中内容的结构。

连接页面如图 1-8 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。

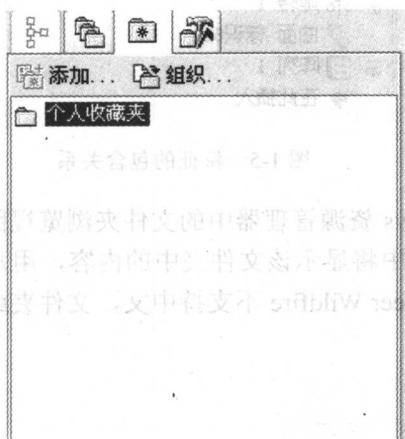


图 1-7 爱好页面

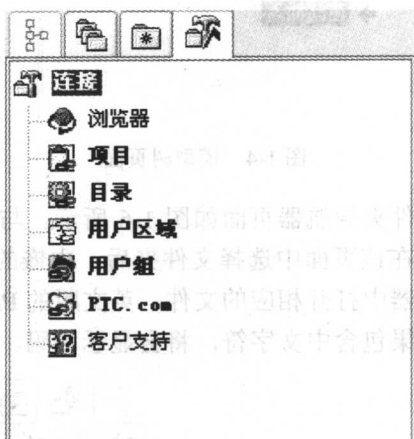


图 1-8 连接页面

1.2.4 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，信息栏中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 5 种信息类型。

-  —— 描述性信息。
-  —— 警告信息。
-  —— 提示性信息。
-  —— 错误信息。
-  —— 批评信息。

1.2.5 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的文件夹的内容; 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。

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“文件”→“设置工作目录”命令选项, 即可打开“选取工作目录”对话框。

(2) 在该对话框中的“查找范围”下拉列表框中选择要设置的工作目录, 并在文本框“名称”中选择工作目录, 然后单击“确定”按钮, 关闭该对话框。

至此, 当前工作目录即设置完毕。在运行 Pro/Engineer Wildfire 时, 系统和用户创建的所有文件都将被保存在该目录下。

1.3.2 新建文件

在开始工程建模之前, 用户需要新建一个与其所进行的工业造型相对应的文件, 系统将根据用户所建立文件的模式, 自动设置工作模式。

新建文件的具体步骤如下。

(1) 启动 Pro/Engineer Wildfire, 选择主菜单中的“文件”→“新建”命令选项, 或直接在工具栏中单击  按钮, 即可打开如图 1-9 所示的“新建”对话框。

(2) 在“新建”对话框中的“Type”栏中选取需要新建的文件类型, 然后在“名称”编辑框中输入新建的文件名称, 最后单击“确定”按钮。

在“新建”对话框中提供了 10 种文件类型, 有些类型还有子选项。常用类型选项图标所表示的意义及其一级新建的文件后缀名如下。

- ——草绘图, 新建文件名后缀为“*.sec”。
- ——实体造型文件, 新建文件名后缀为“*.prt”。
- ——实体装配文件, 新建文件名后缀为“*.asm”。
- ——实体加工文件, 新建文件名后缀为“*.mfg”。
- ——绘图文件, 新建文件名后缀为“*.drw”。
- ——图纸格式文件, 新建文件名后缀为“*.frm”。
- ——报告文件, 新建文件名后缀为“*.rep”。