

JIYU PRO/ENGINEER DE SANWEI SHEJI YU ZHIZAO



基于 Pro/Engineer 的 三维设计与制造

刘世平 李喜秋 赵 轶 主编
阮春红 主审



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

内容简介

基于 Pro/Engineer 的三维设计与制造

主 编 刘世平 李喜秋 赵 轶

主 审 阮春红

华中科技大学出版社

中国·武汉

内 容 简 介

本书涵盖 Pro/Engineer 野火版的草图绘制、零件基本造型设计方法(如拉伸、旋转、混合特征生成等)、曲面造型方法、装配设计、机构分析与动画制作、模具设计等内容。

本书的编排强调以典型、清晰和简单的例子,引导读者以较高的效率完成对 Pro/Engineer 野火版的基本应用入门。大多数范例已在多轮教学中应用,所有例子均经过实际上机操练。

本书主要是为了配合普通高等院校的相关教学环节(如工程制图教学、课程设计、毕业设计、数控实习、模具设计、工程训练、创新训练等)的需要而编写的,可作为高等院校机械类学生学习 Pro/Engineer 软件的教材,也可作为相关工程技术人员的自学教材和参考书籍,以及相关机构的培训教材和上机练习教材。

图书在版编目(CIP)数据

基于 Pro/Engineer 的三维设计与制造/刘世平 李喜秋 赵 轶 主编. —武汉:华中科技大学出版社, 2010.9

ISBN 978-7-5609-6529-1

I. 基… II. ①刘… ②李… ③赵… III. ①模具-计算辅助设计-应用软件, Pro/ENGINEER ②数控机床-加工-计算机辅助设计-应用软件, Pro/ENGINEER IV. ①TG76-39 ②TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 168885 号

基于 Pro/Engineer 的三维设计与制造

刘世平 李喜秋 赵 轶 主编

策划编辑:万亚军

责任编辑:刘 飞

封面设计:潘 群

责任校对:朱 玢

责任监印:熊庆玉

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:华中科技大学印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:11.25

字 数:294千字

版 次:2010年9月第1版第1次印刷

定 价:19.80元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

当前,国内已经普及三维设计。三维设计软件使用技能已经成为众多工科专业,如机械设计、模具设计、工业设计等专业毕业生的必备职业技能之一。

Pro/Engineer 是中国市场上最为普及的三维 CAD/CAM 系统,广泛应用于航空航天、机械汽车、家电等各行各业中,它具有参数化、全相关性、单一数据库等特点,是三维设计软件的行业标准之一。

目前,由教育部高等学校工程图学教学指导委员会、中国工程图学学会制图技术专业委员会主办的两届全国大学生图形技能与创新大赛中,使用该软件的参赛选手人数远远超出使用其他软件的人数。在书店里,Pro/Engineer 使用教材种类和数目也明显超出其他软件使用教材。

学习并熟练使用 Pro/Engineer 软件,将有效地提高读者的就业竞争力或职场竞争力。本书将帮助读者以较高的效率,完成对 Pro/Engineer 软件的使用入门。

本书由刘世平、李喜秋和赵轶主编,参与本书编写的还有华中科技大学朱虹、彭贵荣、马宁,合肥工业大学刘炆,武汉理工大学尹勇,湖北工业大学朱传军,武汉纺织大学范良志,江西赣江职业技术学院胡志新、徐冬,武汉船舶职业技术学院李奉香等。本书由华中科技大学机械设计与汽车工程系副主任阮春红副教授担任主审。

本书的几位编者一直在所工作的高校开设面向全校大学生(不限专业)的公共选修课课程“Pro/Engineer 三维造型设计”。编写本书主要是为了配合本门课程使用。书中大部分例子,均经过多届同学操练。本书也配合了在制图课程中全程贯彻三维设计教学的改革思路,书中大量配置来自工程制图系列课程中的基本体、组合体、零件、装配体实例,此外,还针对课程设计、数控实习、毕业设计等的需求,增加了对 Pro/Engineer 中的机构与动画、模具设计和数控加工模块的入门介绍与实例。本书主要提供对 Pro/Engineer 野火版上述功能模块的快速入门。

本书主要介绍了草图绘制、零件基本造型设计方法(如拉伸、旋转、混合特征生成等)、曲面造型方法、装配设计、机构分析与动画制作、模具设计等内容。Pro/Engineer 软件是一个大型复杂的应用软件,要达到很高的使用水平,仅仅投入几十个学时来学习、操练是远远不够的。通过本书的学习,读者将能够了解三维产品造型设计的基本概念和方法,能够应用该软件进行三维产品造型设计。

本书在编写过程中,得到了选修与本书相关课程的诸多同学们的帮助,也得到了华中科技大学工程制图课程组、机械制造技术基础(金属工艺学)课程组和华中科技大学工程实训中心老师们的帮助。他们提出了很多很有价值的意见和建议,特别是在每次课程结束后一些同学提交的作品,给了编者很好的启发。在此向他们表示衷心的感谢!

在本书的编写过程中,参考了一些作者的同类教材,在此一并致谢!

编 者
2010年6月

目 录

第1章 Pro/Engineer 的简介与基本操作.....	(1)
1.1 Pro/Engineer 的简介.....	(1)
1.2 Pro/E Wildfire 5.0 简体中文版的安装.....	(2)
1.3 Pro/E 的界面及其特点.....	(5)
习题.....	(7)
第2章 二维草绘功能.....	(9)
2.1 二维草绘环境的设置.....	(9)
2.2 二维草绘的基本功能.....	(11)
2.3 二维编辑功能.....	(15)
2.4 二维截面的几何约束.....	(18)
2.5 二维截面的尺寸标注.....	(20)
2.6 二维草绘举例.....	(21)
习题.....	(26)
第3章 三维建模基础.....	(28)
3.1 特征模型树.....	(28)
3.2 基准的创建.....	(29)
3.3 层树.....	(33)
3.4 三维建模基本功能.....	(34)
3.5 设计举例.....	(40)
习题.....	(47)
第4章 创建直接特征.....	(49)
4.1 创建孔特征.....	(49)
4.2 创建倒圆角.....	(52)
4.3 创建倒角.....	(54)
4.4 创建拔模.....	(54)
4.5 创建壳体.....	(55)
4.6 创建筋板.....	(56)
4.7 常用的特征编辑功能.....	(58)
4.8 直接特征应用举例.....	(60)
习题.....	(63)
第5章 三维曲面建模.....	(65)
5.1 曲面造型的基本创建方法.....	(65)
5.2 混合曲面及扫描混合曲面.....	(66)
5.3 螺旋扫描.....	(71)

5.4	边界混合生成曲面.....	(75)
5.5	曲面编辑功能.....	(77)
5.6	曲面造型举例.....	(83)
	习题.....	(87)
第 6 章	组件装配功能.....	(88)
6.1	装配放置.....	(88)
6.2	装配编辑功能.....	(92)
6.3	装配举例.....	(93)
6.4	机构连接.....	(97)
6.5	挠性元件的装配.....	(99)
6.6	装配分解功能.....	(102)
	习题.....	(103)
第 7 章	二维工程图.....	(106)
7.1	创建工程图文件.....	(106)
7.2	生成视图.....	(107)
7.3	显示尺寸和形位公差.....	(114)
7.4	生成装配工程图.....	(116)
7.5	制作表格.....	(118)
第 8 章	机构与动画.....	(122)
8.1	机构模块概述.....	(122)
8.2	连杆机构.....	(124)
8.3	齿轮机构.....	(127)
8.4	凸轮机构.....	(136)
8.5	动画制作.....	(139)
第 9 章	模具设计入门.....	(146)
9.1	模具设计的概述.....	(146)
9.2	模具设计流程.....	(147)
第 10 章	Pro/NC 模块.....	(161)
10.1	Pro/NC 模块简介.....	(161)
10.2	加工实例.....	(163)
	参考文献.....	(173)

第 1 章 Pro/Engineer 的简介与基本操作

1.1 Pro/Engineer 的简介

1. PTC 公司简介

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, V1.0 的 Pro/Engineer(Pro/E)诞生了。经过 10 余年的发展, Pro/E 已经成为三维建模软件的领头羊。目前, 已经发布了 Pro/E Wildfire 5.0。PTC 公司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/E 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。

2. Pro/E 的主要特性

(1) 全相关性 Pro/E 的所有模块都是全相关的。这就意味着在产品开发过程中对某一处进行的修改, 能够扩展到整个设计中, 同时自动更新所有的工程文档, 包括装配体、设计图纸, 以及制造数据。全相关性鼓励在开发周期的任一点进行修改, 却没有任何损失, 并使并行工程成为可能, 所以能够使开发后期的一些功能提前发挥其作用。

(2) 基于特征的参数化造型 Pro/E 使用用户熟悉的特征作为产品几何模型的构造要素。这些特征是一些普通的机械对象, 并且可以按预先设置很容易地进行修改。例如: 设计特征有弧、圆角、倒角等, 它们对工程人员来说是很熟悉的, 因而易于使用。

(3) 面向多领域的特征。通过给这些特征设置参数(不但包括几何尺寸, 还包括非几何属性), 然后修改参数可以很容易地进行多次设计迭代, 实现产品开发。

(4) 数据管理 加速投放市场, 需要在较短的时间内开发更多的产品。为了实现这种效率, 必须允许多个学科的工程师同时对同一产品进行开发。数据管理模块的开发研制, 正是专门用于管理并行工程中同时进行的各项工作, 由于使用了 Pro/E 独特的全相关性功能, 因此使之成为可能。

(5) 装配管理 Pro/E 的基本结构能够利用一些直观的命令, 例如“啮合”、“插入”、“对齐”等很容易把零件装配起来, 同时保持设计意图。高级的功能支持大型复杂装配体的构造和管理, 这些装配体中零件的数量不受限制。

(6) 易于使用 菜单以直观的方式联级出现, 提供了逻辑选项和预先选取的最普通选项, 同时还提供了简短的菜单描述和完整的在线帮助, 这种形式更易于我们学习和使用这款软件。

3. Pro/E 的主要模块介绍

Pro/E 有多个模块且功能强大,从设计、分析到制造,具有一套完备的产品开发模块。虽然每个模块相对独立,但用户可以根据设计需要调用相关模块进行设计。下面介绍在设计中应用较多的几种模块。

1) 草绘模块

二维草绘是三维模型的基础,草绘模块为二维草绘提供了一个平台。在三维设计过程中,如果需要进行二维草绘,系统可以切换至草绘模块,用户还可以直接调用在草绘模块下绘制并保存的文件。

2) 零件模块

零件模块是一种常用的模块,用于创建三维模型,零件的设计基本上在这个模块上完成。Pro/E 的建模过程一般是先创建基础特征,然后在基础特征上创建工程特征。特征可以独立存在,也可以形成一定的参考关系,如根据特征创建的先后和放置的位置,特征与特征之间可以形成父子关系。

3) 组件模块

组件模块就是装配模块,当零件模型完成构建后,可以通过装配模块把零件按照生产流程组装在一起。用户可以按照装配要求临时修改零件的尺寸参数,也可以使用爆炸图的方式来显示零件相互之间的位置关系。

4) 制造模块

制造模块中包含了许多子模块,其中常用的有 NC 加工模块、钣金件设计模块、模具型腔模块等。

5) 工程图模块

在完成零件的三维建模后,使用工程图模块可以快速方便地创建工程图。工程图由一组二维视图组成,在选择二维视图表达零件时,不仅要求零件表达清楚,而且要求控制视图的数量为最小。在实际应用中,工程图通常用来指导第一线的生产过程。

1.2 Pro/E Wildfire 5.0 简体中文版的安装

Pro/E 的安装方法比较简单,只要按照提示一步步地操作,就可以完成安装,下面逐步介绍 Pro/E Wildfire 5.0 简体中文版的安装。

1. 环境变量设置

通过修改环境变量,使安装 Pro/E Wildfire 5.0 过程中操作的界面语言为中文。在 Windows XP 桌面上单击鼠标右键选择“我的电脑”→“属性”,弹出【系统属性】对话框,选择【高级】选项卡,单击[环境变量(E)]按钮,弹出[环境变量(E)]对话框,再单击[新建(N)]按钮,弹出【新建用户变量】对话框,输入参数,然后依次在【新建用户变量】对话框、【系统属性】对话框中单击[确定]按钮,确定参数设置并退出对话框,操作过程如图 1-1 所示。

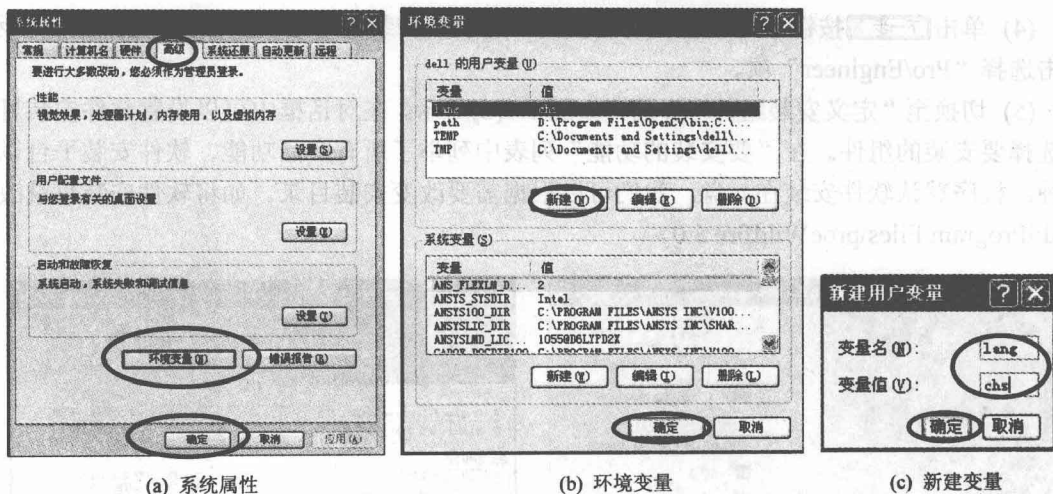


图 1-1 环境变量设置

2. 安装 Pro/E Wildfire 5.0 简体中文版

(1) 将 Pro/E Wildfire 5.0 安装盘放入光驱, 系统会自动运行并进入安装欢迎界面, 如图 1-2 所示。



图 1-2 安装欢迎界面

(2) 更改许可证文件：经过一段时间会出现图 1-3(a)所示画面，注意在左下角的本主机的物理地址，更改 d 盘中的许可证文件“license.dat”中的“00-00-00-00-00-00”为本机物理地址“00-21-9B-6A-C0-3E”并保存。

(3) 单击 按钮，对话框自动切换到“接受许可证协议的条款和条件”界面，勾选对话框中的“接受许可证协议的条款和条件”项，如图 1-3(b)所示。

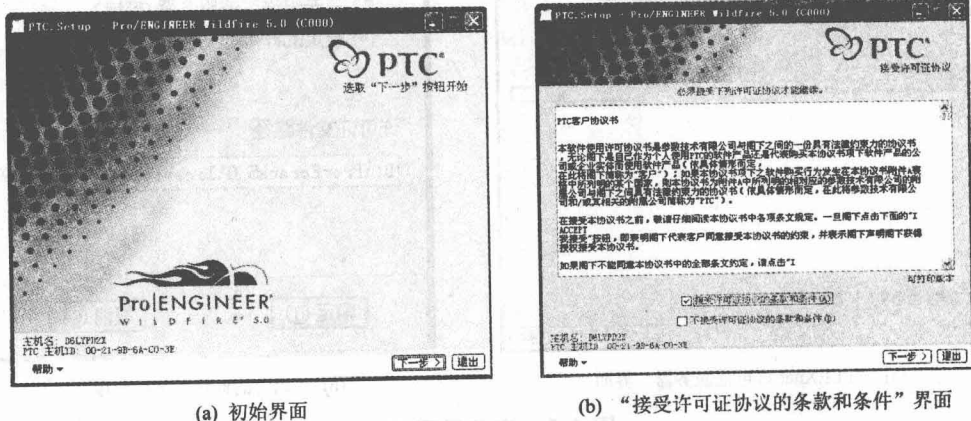
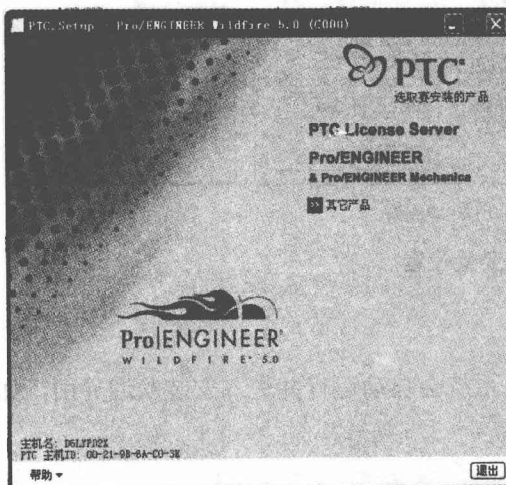


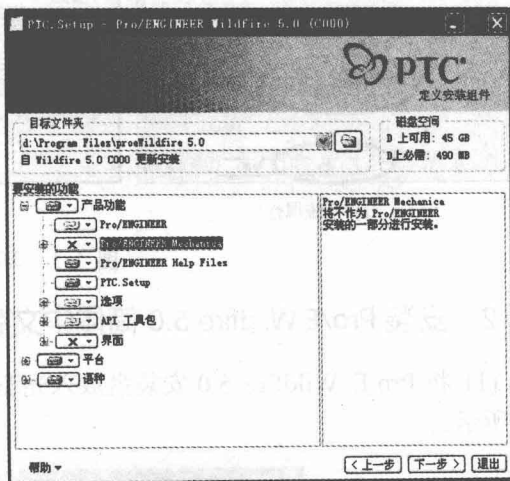
图 1-3 安装界面(一)

(4) 单击[下一步>]按钮,对话框自动切换到“选取要安装的产品”界面,如图 1-4(a)所示,单击选择“Pro/Engineer”项。

(5) 切换至“定义安装组件”界面,如图 1-4(b)所示。在对话框中可以设置软件安装目录及选择要安装的组件。在“要安装的功能”列表中列举了所有产品功能、软件安装平台以及语种。程序默认软件安装在 c 盘,我们可以根据需要进行改变安装目录。如将软件安装目录改变为 d:\Program Files\proeWildfire 5.0。



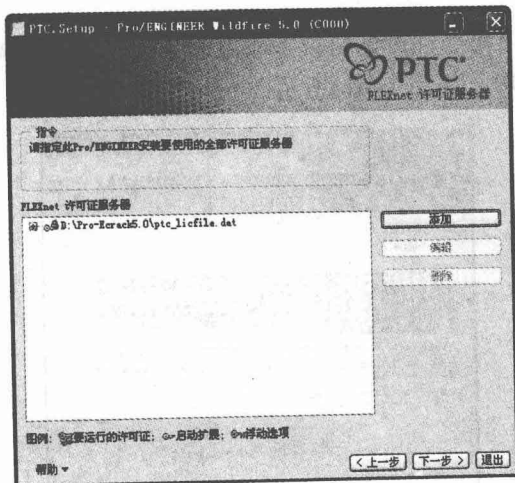
(a) “选取要安装的产品”界面



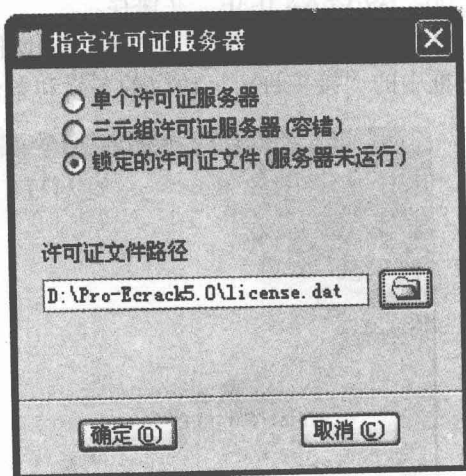
(b) “定义安装组件”界面

图 1-4 安装界面(二)

(6) 其他选项参照程序默认设置,单击[下一步>]按钮,对话框自动切换到“FLEXnet 许可证服务器”界面,如图 1-5(a)所示,单击[添加]按钮,弹出【指定许可证服务器】对话框,单击选择对话框中的“锁定的许可证文件”项,程序提示选取许可证文件路径,单击[确定]按钮选定许可证文件位置,如图 1-5(b)所示。



(a) “FLEXnet 许可证服务器”界面



(b) “锁定的许可证文件”项

图 1-5 安装界面(三)

(7) 单击 **确定** 后, 单击 **下一步 >** 按钮, 选择快捷键放置位置。再单击 **下一步 >** 按钮, 切换至“可选配置步骤”界面, 单击 **安装** 按钮, 进行安装。

(8) 安装过程中会提示“插入新光盘”, 分别放入第二、第三张光盘, 安装完毕后退出软件的安装即可完成安装。

1.3 Pro/E 的界面及其特点

Pro/E 的界面主要包括: 菜单栏、工具栏、导航栏、信息提示区、工作窗口等。如图 1-6 所示。

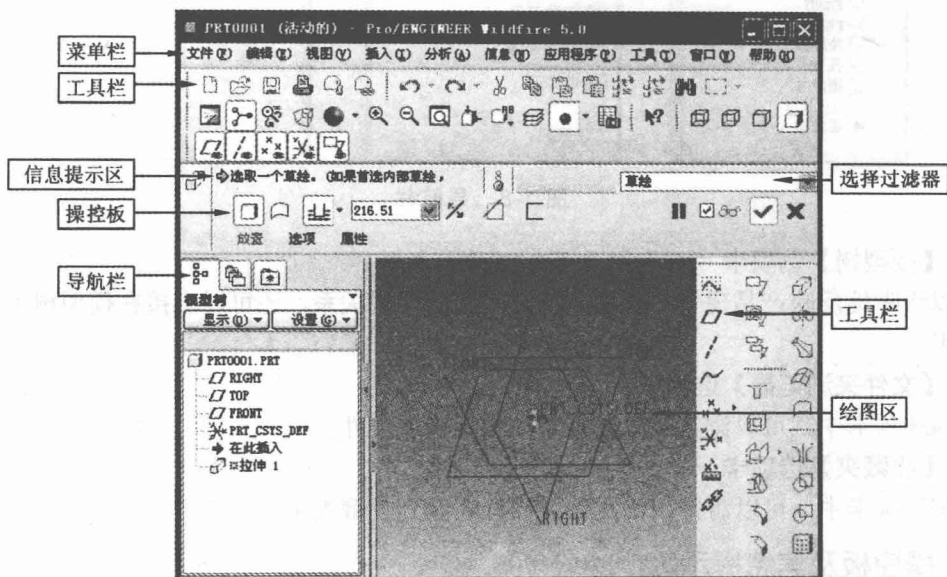


图 1-6 Pro/E 的界面

1. 菜单栏

菜单栏包含了软件操作的各种选项, 几乎所有的功能选项都包含在菜单栏的各个选项中, 内容包括“文件”、“编辑”、“视图”、“插入”、“分析”、“信息”、“应用程序”、“工具”、“窗口”和“帮助”10大部分。

2. 工具栏

很多常用的功能以图标形式分布在各种工具栏中, 然后布置在绘图区的上方和右侧, 操作时可以直接单击按钮替代菜单命令。

如图 1-7 所示为视图工具栏: 为重画当前视图; 为旋转中心开关; 为定向模式开关; 为开窗放大功能; 为缩小当前视图; 为充满全图显示; 为视图重定向; 当观察模型方向不是六个基本视图方向或标准轴测图方向时, 需要使用该功能, 也用该功能保存某一非标准方向视图; 为保存的视图列表; 为设置层、层项目和显示状态; 为视图管理器。



图 1-7 视图操作工具栏

3. 导航栏

导航栏包含【模型树】、【文件夹浏览器】和【收藏夹】3个选项卡，如图 1-8 所示。

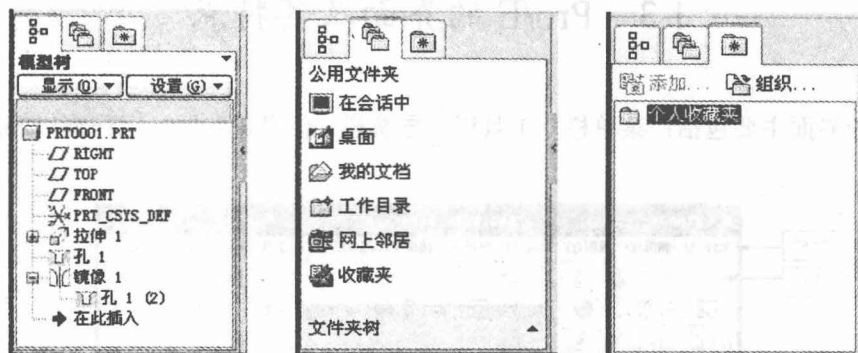


图 1-8 导航栏

1) 【模型树】选项卡

可以清晰地反映产品建模的顺序和特征之间的父子关系，还可以直接在模型树上对特征进行编辑。

2) 【文件夹浏览器】选项卡

在该选项卡中，可以浏览或打开指定的文件夹或文件。

3) 【收藏夹】选项卡

在该选项卡中，可以将常用的文件或网址收藏到收藏夹中。

4. 操控板及信息提示区

操控板是用于显示建立特征时定义参数的工具，用户可以对所定义的参数进行并行操作。

信息提示区显示模型操作的各种信息，如选择对象、输入信息、提示操作是否成功。

5. 选择过滤器

该功能可以帮助用户设定选择的范围，如特征、基准、注释等，在复杂的模型操作中，使用过滤器可以提高操作效率，如图 1-9 所示。

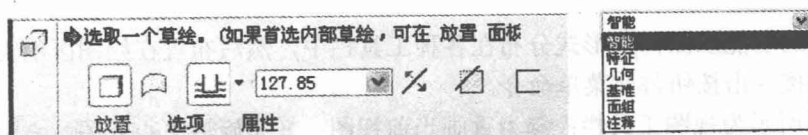


图 1-9 操控板及选取过滤器

6. 定向模式

首先介绍一下鼠标三键的约定(Pro/E 不支持二键鼠标，鼠标滚轮就是中键，除可滚动外，

还可按下,也就成为鼠标中键)。

左键用于选取(同时按“Ctrl”键有连选作用)、确定位置等;按右键弹出相关菜单;鼠标中键完成一次操作,拨动鼠标滚轮,对视图进行缩放。

缺省情况下,旋转中心的三根轴有三种不同颜色: X 轴是红色, Y 轴是绿色, Z 轴是青色,而坐标系的三根轴都是黄色。

以下为常用的视图操作组合键:

按住鼠标中键 + 移动鼠标	立体绕当前旋转中心旋转
按住鼠标中键 + Shift 键 + 移动鼠标	平移
按住鼠标中键 + Ctrl 键 + 垂直移动鼠标	缩放
按住鼠标中键 + Ctrl 键 + 水平移动鼠标	立体绕垂直于屏幕的轴线旋转
拨动鼠标滚轮 + Shift 键	慢速缩放

7. 管理 Pro/E Wildfire 内存和目录

Pro/E Wildfire 是一种以内存为基础的系统,这意味着您创建和编辑的文件在处理时是存储在系统内存(RAM)中。清楚这一点非常重要,因为文件被保存之前,有可能会因为供电问题或系统故障导致数据丢失。

工作目录:是指当前进行文件创建、保存、自动打开、删除等操作的目录。Pro/E Wildfire 5.0 的默认工作目录是系统的“My Documents”目录,为了便于文件的管理,可以在进行设计项目前设置好相应的工作目录。

进程内存:如果可能,系统会先打开驻留在内存中的模型(当前为显示出来),然后才打开文件夹结构中的其他副本。

我的文档:这是一个缺省的位置,在使用“文件”(File)→“打开”(Open)对话框打开新模型或保存模型时,可使用这一位置。设置了工作目录后,它就变成了一个可选位置。

拭除内存(RAM):模型会一直存储在系统内存(RAM)中,直到您将其拭除或退出 Pro/E Wildfire 为止。如果您处理的文件具有相同的名称但处于各个不同的阶段,这时就必须特别加以注意。拭除模型并不会将它们从硬盘或网络存储区中删除,而只是将它们从系统内存(RAM)中移除。

删除模型:删除模型永久性地删除文件,会将文件从硬盘或网络存储区的工作目录中移除。删除文件时要当心,因为您无法恢复已删除的文件。

文件扩展名:零件、组件和绘图文件分别使用*.prt、*.asm 和*.drw 作为扩展名。每次保存模型时,系统都会创建该模型的新迭代“点编号”版本,例如 1、2、3 等。

习 题

1-1 导航器可以用来完成哪些工作?

- (a) 指定喜爱的网站地址
- (b) 创建和删除文件夹
- (c) 设立工作目录

(d) 以上全选

1-2 当关闭某个窗口时, 系统是否会提示保存了当前的模型?

(a) 是

(b) 否

1-3 “删除”(Delete)和“拭除”(Erase)之间有什么区别?

(a) “删除”(Delete)将文件从内存(RAM)中移除;“拭除”(Erase)还会将文件从硬盘中移除

(b) “删除”(Delete)从磁盘中移除了除文件最近版本以外的所有版本;“拭除”(Erase)则移除了所有版本

(c) “删除”(Delete)将文件从硬盘和内存(RAM)中移除;“拭除”(Erase)将文件仅从内存(RAM)中移除

1-4 “拭除”(Erase)→“当前”(Current)命令将文件从硬盘中删除。正确还是错误?

(a) 正确

(b) 错误

第2章 二维草绘功能

草绘主要是指绘制特征的草绘截面、扫描特征时的轨迹线、基准曲线等。草绘是创建特征的基础，任何一个实体特征或曲面特征都离不开草绘。

草绘模块是用于绘制和编辑二维轮廓的操作平台。用 Pro/E Wildfire 创建模型时，捕捉设计意图至关重要。我们可以通过创建草绘特征来捕捉设计意图，也可以通过创建、约束及标注草绘来捕捉设计意图。创建了草绘之后，就可以开始创建基于草绘的特征，如拉伸特征、旋转特征等。

2.1 二维草绘环境的设置

二维草绘环境的设置就是用户根据需求设置草绘用户界面的参数，使之更好地满足用户的个性和工程设计。在菜单栏中依次选择“草绘”→“选项”命令，弹出如图 2-1 所示的【草绘器首选项】对话框，通过设置该对话框中的选项，可以改变草绘环境和简化草图，并能有效地提高视觉效果。

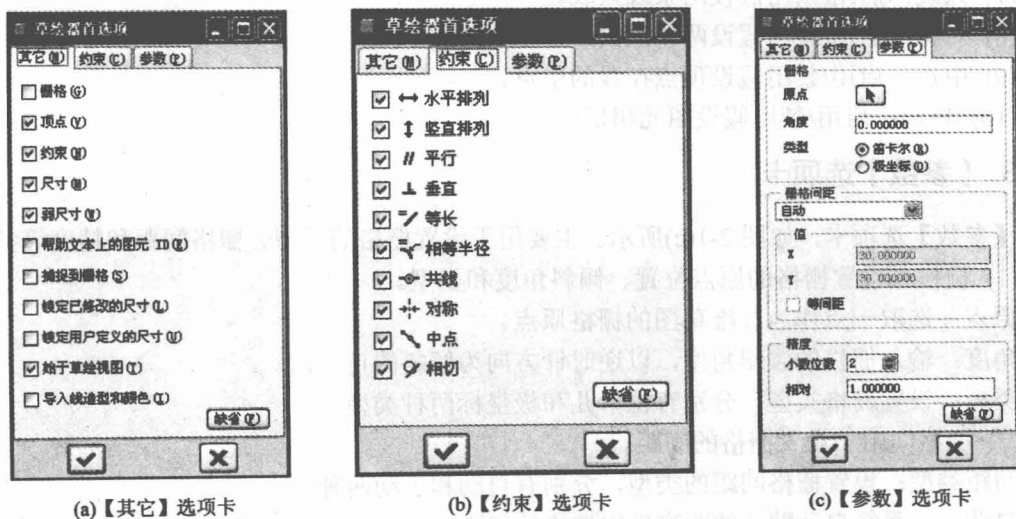


图 2-1 草绘环境的设置

1. 【其它】选项卡

【其它】选项卡，如图 2-1(a)所示，通过设置该对话框中的选项，可以显示草图栅格、

顶点、约束和尺寸等。其中的各项含义如下。

- (1) 栅格：显示草图栅格，用户可以通过栅格作为草绘基准，绘制几何图元。
- (2) 顶点：显示草图上几何图元的参考点，用户可以通过捕捉参考点准确地绘制几何图元。
- (3) 约束：显示已经存在的几何约束，有利于绘制几何图元。
- (4) 尺寸：以深颜色显示已标注的尺寸。
- (5) 弱尺寸：以浅颜色显示未标注(需要标注)的尺寸。
- (6) 捕捉到栅格：以栅格的交点作为绘制图元的参考点。
- (7) 锁定已修改的尺寸：锁定修改过的尺寸，以便应用拖动几何图元功能时，修改过的尺寸不会发生变化。
- (8) 始于草绘视图：开始时显示草图绘制平面。
- (9) 缺省：设置系统的默认值，以系统初始默认的参数定义草绘优先选项。

2. 【约束】选项卡

【约束】选项卡，如图 2-1(b)所示。主要用于设置草图绘制过程中或图元之间自动约束的约束类型。

- (1) 水平排列：启用/禁用水平排列顶点。
- (2) 竖直排列：启用/禁用垂直排列顶点。
- (3) 平行：启用/禁用假设图元平行。
- (4) 垂直：启用/禁用假设图元垂直。
- (5) 等长：启用/禁用假设线段等长。
- (6) 相同半径：启用/禁用假设半径相等。
- (7) 共线：启用/禁用假设两条线共线。
- (8) 对称：启用/禁用假设两顶点关于中心线对称。
- (9) 中点：启用/禁用假设顶点在线的中点。
- (10) 相切：启用/禁用假设图元相切。

3. 【参数】选项卡

【参数】选项卡，如图 2-1(c)所示。主要用于设置栅格的类型、栅格间距和精度等参数。

- (1) 栅格 设置栅格的原点位置、倾斜角度和类型。

原点：选取一点作为二维草图的栅格原点。

角度：输入栅格的倾斜角度，以逆时针方向为倾斜的正方向。

类型：设置栅格类型，分别有笛卡儿和极坐标两种类型。

- (2) 栅格间距 设置栅格的间距。

间距类型：设置栅格间距的类型，分别有自动和手动两种。

自动：以系统自动默认的距离确定栅格的间距。

手动：在 X、Y 输入框中输入栅格的间距。

- (3) 精度 设置二维草绘中绘制图元的精度类型。

小数位数：设置尺寸标注的小数位数。

相对：设置相对精度。

2.2 二维草绘的基本功能

基本几何图元包括直线、矩形、圆、圆弧、文本和样条曲线等，它们是二维截面草图最基本的组成部分。通过学习基本图元的绘制方法和技巧并加以灵活运用，就能绘制出各种复杂的二维几何图元。熟练掌握这些基本几何图元的绘制方法可以极大地提高绘图效率。

1. 进入二维草绘模式的步骤

(1) 开启任意模型，单击“基准”工具栏中的“草绘工具”图标，弹出【草绘】对话框。

(2) 单击选择工作窗口中的任意基准平面(如 TOP 基准面)作为草绘平面，系统会自动设置相关的参照。

(3) 单击对话框中的按钮，系统进入草绘模式，显示出“草绘”工作窗口，如图 2-2 所示，就可以绘制我们需要的二维截面草图了。当然，也可以在拉伸或旋转命令的内部建立草绘特征。

(4) 完成草绘截面后，再单击“草绘器工具”工具栏中的图标，退出草绘模式。

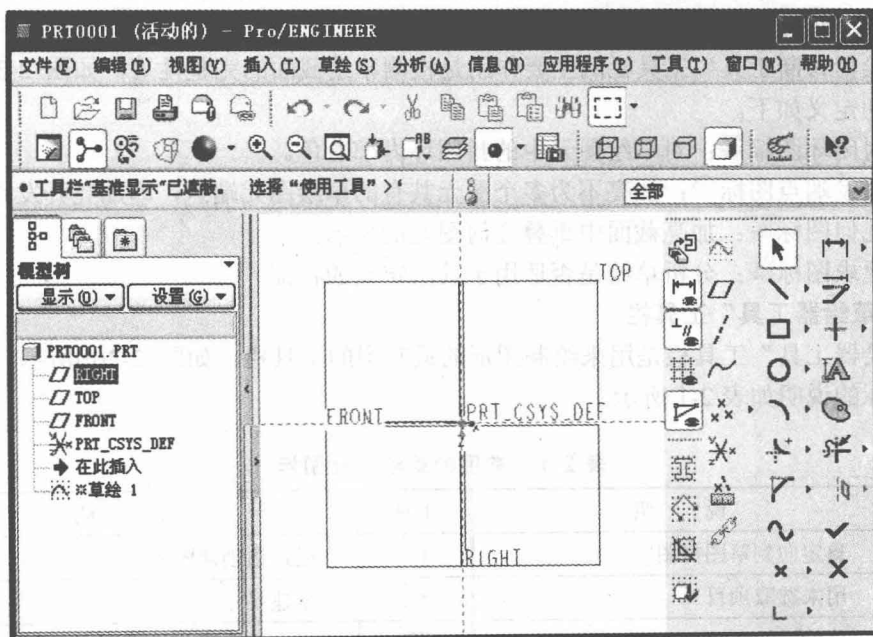


图 2-2 草绘工作窗口

2. 草绘工具界面认识

在 Pro/E 系统的草绘环境中，与草绘相关的工具栏主要有：“草绘器”工具栏，“草绘器诊断工具”工具栏和“草绘器工具”工具栏等，如图 2-3 所示。