



中等职业教育示范专业规划教材
数控技术应用专业教学用书

CAD/CAM-Pro/E 应用

CAD/CAM-Pro/E YINGYONG

李宗义 ● 主编

中等职业教育示范专业规划教材
数控技术应用专业教学用书

CAD/CAM-Pro/E 应用

主 编 李宗义

副主编 白天萍

参 编 王泽荫

主 审 吴光明



机械工业出版社

本书是根据现阶段中等职业学校机械制造与控制专业、模具设计与制造专业培养方案的指导思想和最新的教学计划编写的。

本书以 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中文版为基础,系统地介绍了 Pro/ENGINEER 的基础知识、草绘方法、基准特征、零件设计、零件装配、工程图的创建、数控加工等内容,最后以千斤顶装配零件为例,介绍了整个装配零件的创建过程。全书的讲解详细而全面、实例操作典型而丰富,利于教学选择。

本书可作为中等职业学校机械制造与控制、模具设计与制造专业的教学用书,也适用于 Pro/ENGINEER 三维设计的初学者、Pro/ENGINEER 三维设计培训班学员、工业设计和机械设计等行业的专业人员学习和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

CAD/CAM-Pro/E 应用/李宗义主编. —北京:机械工业出版社, 2009. 8

中等职业教育示范专业规划教材

数控技术应用专业教学用书

ISBN 978-7-111-27788-0

I. C… II. 李… III. 机械设计: 计算机辅助设计 - 应用软件, Pro/ENGINEER - 专业学校 - 教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 122180 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 汪光灿 责任编辑: 张祖凤 张秀珠 版式设计: 霍永明

责任校对: 李秋荣 封面设计: 陈 沛 责任印制: 邓 博

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2009 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 13 印张 · 318 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-27788-0

定价: 22.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379182

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着 Pro/ENGINEER 软件在工业生产中的广泛应用, 该软件课程已在各大中专院校相关专业普遍开设, 也成为工程技术人员的必备技术。本书是根据现阶段中等职业学校机械制造与控制专业、模具设计与制造专业培养方案的指导思想和最新的教学计划编写的。本书以 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中文版为基础, 系统地介绍了 Pro/ENGINEER 的基础知识、草绘方法、基准特征、零件设计、零件装配、工程图的创建、数控加工等内容, 最后以千斤顶装配零件为例, 介绍了整个装配零件的创建过程。

本教材有以下主要特点:

- 1) 采用模块式结构, 各章节之间既有联系, 又独立成章, 取舍容易。
- 2) 内容由易到难, 容易掌握。
- 3) 案例典型, 讲解详细, 趣味性强。
- 4) 涉及范围广泛, 适用于不同群体。

本课程教材共需 66 学时, 学时分配可参考下表:

章	学 时 数
第一章 Pro/ENGINEER 基本操作	2
第二章 二维剖面草绘	8 (其中上机 4)
第三章 基准特征	4 (其中上机 2)
第四章 零件设计	30 (其中上机 20)
第五章 零件装配	10 (其中上机 6)
第六章 创建工程图	6 (其中上机 4)
第七章 数控加工	8 (其中上机 6)
合 计	66

本书由甘肃省机械工业学校李宗义任主编, 编写第三章至第六章; 天水长城精密模具厂高级工程师白天萍任副主编, 编写第七章、附录和第四章、第五章部分内容; 甘肃省机械工业学校王泽荫参加编写, 编写第一章、第二章和第三章、第六章部分内容。东莞理工学校吴光明任主审, 他对书稿的编写提出了很多宝贵意见; 同时, 在编写的过程中, 甘肃省机械工业学校黄建明给予了大力的支持和帮助, 在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限, 错误和不足之处在所难免, 恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 Pro/ENGINEER 基本操作	1
第一节 Pro/ENGINEER 操作界面简介	1
第二节 Pro/ENGINEER 文件的基本操作	3
第三节 设置工作目录	7
第四节 视角控制	8
课后练习	10
第二章 二维剖面草绘	11
第一节 草绘环境简介	11
第二节 绘制几何图形	12
第三节 编辑图形	17
第四节 尺寸标注和修改	19
第五节 几何约束	21
第六节 二维草绘实例	22
课后练习	24
第三章 基准特征	27
第一节 基准平面	27
第二节 基准轴	28
第三节 基准点	30
第四节 基准曲线	34
课后练习	36
第四章 零件设计	38
第一节 创建拉伸特征	38
第二节 创建旋转特征	42
第三节 创建扫描特征	44
第四节 创建混合特征	49
第五节 创建螺旋扫描特征	55
第六节 创建扫描混合特征	57
第七节 创建骨架折弯特征	59
第八节 创建环形折弯特征	61

第九节 创建孔特征	64
第十节 创建倒角特征	69
第十一节 创建圆角特征	71
第十二节 创建壳体特征	74
第十三节 创建肋特征	76
第十四节 创建拔模特征	77
第十五节 编辑特征	78
第十六节 零件设计实例	87
课后练习	109
第五章 零件装配	113
第一节 装配约束	113
第二节 创建新的装配体模型的过程	115
第三节 组件操作	116
第四节 视图的管理	118
第五节 装配体的干涉检查	120
第六节 零件装配实例	121
第七节 创建装配体的动画	125
课后练习	132
第六章 创建工程图	133
第一节 建立工程文件图	133
第二节 一般视图的建立	135
第三节 建立投影视图	137
第四节 建立剖视图	140
第五节 显示和拭除	142
第六节 标注尺寸及公差	144
课后练习	149
第七章 数控加工	151
第一节 Pro/NC 加工的基本概念	151
第二节 Pro/NC 加工的工艺过程	151
第三节 Pro/NC 加工的基本步骤	152
第四节 腔槽铣削加工	156
第五节 孔加工	164
第六节 轮廓铣削加工	172
课后练习	179
附录 千斤顶装配零件创建过程	181
参考文献	201

第一章 Pro/ENGINEER 基本操作

第一节 Pro/ENGINEER 操作界面简介

Pro/ENGINEER 是由美国 PTC 公司开发的一款计算机三维辅助设计软件，它集成了众多强大的功能，包含的主要设计模块有二维草绘、零件设计、组件设计、工程图设计、钣金件设计、模具设计、机构分析等。下面以 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 为基础介绍几个常用设计模块的特点。

1. 剖面绘制

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 草绘器提供了多种高效率的草绘工具，可以边草绘边为几何对象确定尺寸和约束条件；使用智能草绘可确保贯彻设计意图；图形库功能的增强则可以提高设计效率。

2. 零件设计

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的零件设计模块，具有直观的用户界面，粘贴和撤销都使用 Windows 图标和热键，便于进行快速设计；可以通过使用鼠标拖动控制图柄来拖放和草绘特征集合，从而简化特征的创建和修改；复杂几何对象的建模工作轻松自如，例如，可以在复杂几何对象上创建完美过渡的倒圆角特征，可以方便而直观地设计不同形状和间隔的复杂阵列。

3. 组件构建

该设计模块的主要功能是构建智能化模型、优化大型组件性能和验证机构设计。通过使用组件设计模块，可以使零件的组装显得简单直观，并可建立与模型的智能关系，从而可以始终保持原设计意图；可以自顶向下地规划组件；也可以创建机构动画来分析动力学运动，即时检验是否存在碰撞、干涉等情况。

4. 工程图设计

工程图设计模块的主要功能有自动创建和更新视图、自动进行报告、减少在工程图模式下进行 2D 绘图的工作。

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的界面操作方法如下：

一、启动与退出

1. 启动

启动 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 常用的方法有如下两种：

1) 双击桌面快捷方式。按照安装说明安装好 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 软件后，在 Windows 操作系统桌面上设置 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 快捷方式图标，双击该快捷方式图标，即可启动 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0。

2) 使用“开始”菜单方式。在 Windows 操作系统桌面上，单击左下角的“开始”按钮，打开“开始”菜单，进入“所有程序”，选择级联菜单中“PTC”程序组，然后执行该程序组中的相应启动命令。

2. 退出

退出 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的方式有以下两种:

- 1) 从菜单栏中, 选择“文件”→“退出”命令。
- 2) 单击 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 界面右上角的 (关闭) 按钮。

二、Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 界面介绍

启动 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 软件后, 用户可进入到如图 1-1 所示的初始界面。初始界面主要由标题栏、菜单栏、工具栏、导航区、浏览器、信息区等组成, 各组成部分的主要功能及含义如下。

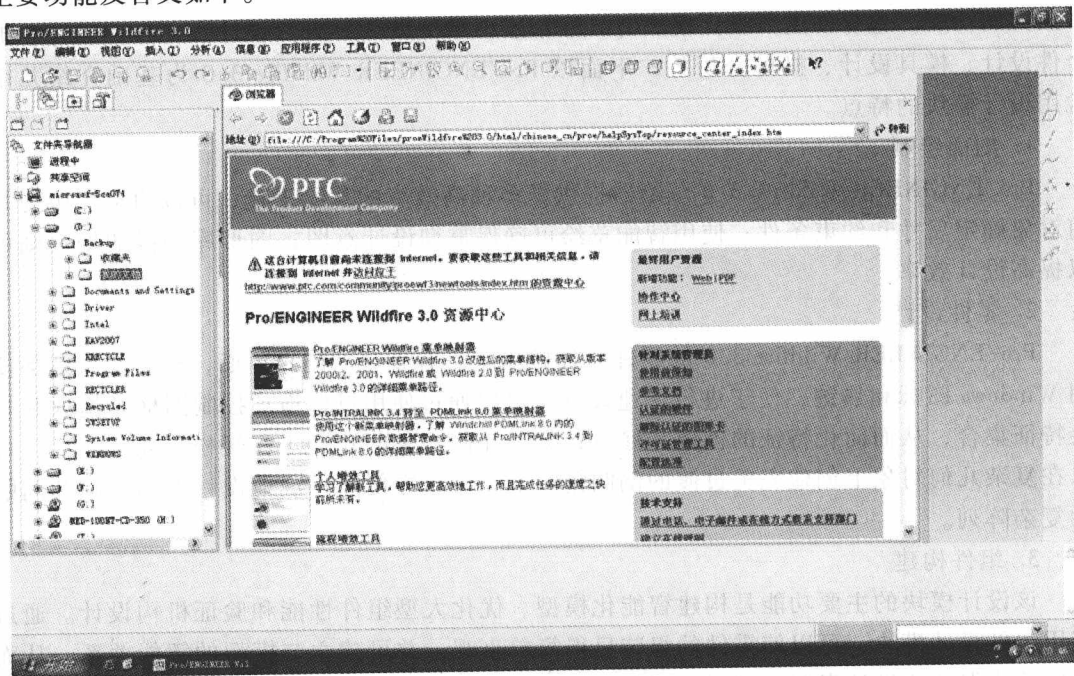


图 1-1 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 界面

(1) 标题栏 标题栏位于 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 界面的最上方, 在标题栏中显示了当前的软件名称。当新建或打开模型文件时, 在标题栏中还会显示出该文件的名称。若该文件是当前活动的, 则在该文件名后面显示“(活动的)”字样。

在标题栏右侧部位, 有 3 个按钮, 即 (最小化) 按钮、 (最大化) 按钮和 (关闭) 按钮。

(2) 菜单栏 菜单栏位于标题栏的下方。初始界面的菜单栏一共包含 10 个主菜单, 即“文件”、“编辑”、“视图”、“插入”、“分析”、“信息”、“应用程序”、“工具”、“窗口”和“帮助”。当进入不同的设计模块时, 系统菜单栏提供的主菜单可能会有所不同。

(3) 工具栏 工具栏包括常用工具栏和特征工具栏等, 它是用户在建模过程中最常用的一种快捷辅助工具。

(4) 导航区 导航区有 4 个选项卡, 从左到右分别为: (模型树)、 (文件夹浏览器)、 (收藏夹) 和 (连接) 选项卡。

(5) 浏览器和图形窗口 在浏览器中, 可以浏览 PTC 官方网站上的资源中心, 获取

技术支持等信息。通过浏览器还能查阅到相关特征的信息。当进入具体的设计模式时，浏览器由相应的图形窗口替代，即在该区域中，显示草绘的图形或者模型特征等。

(6) 信息区 信息区位于导航区和图形窗口（或浏览器）的下方，主要包括操控板（也称仪表板）、信息提示区和解释区。

(7) 选择过滤器 选择过滤器位于信息区的右下部位。在设计中，可以根据实际情况从选择过滤器的下拉列表框中，选择某一类型对象的选项。执行不同的工具命令时，选择过滤器提供的选项可能会有所不同。

第二节 Pro/ENGINEER 文件的基本操作

常用的文件操作包括新建文件、打开文件、保存文件、删除文件和关闭文件等。下面对各种操作方法作一介绍。

1. 新建文件

在工具栏上单击 （新建）按钮，或者从“文件”菜单中选择“新建”命令，通过打开“新建”对话框来创建一个新的文件。在 Pro/ENGINEER 系统中，创建的常见文件类型主要有“草绘”、“零件”、“组件”、“绘图”等，其相应的文件扩展名分别为“.sec”、“.prt”、“.asm”和“.drw”。下面以新建一个实体零件文件为例，说明具体的步骤。

1) 单击 （新建）按钮，打开“新建”对话框。

2) 在“新建”对话框中的“类型”选项组中，选择“零件”单选项；在“子类型”选项组中，选择“实体”单选项；在“名称”文本框中输入文件名为 tsm-01-1，单击“使用缺省模板”复选框，以取消使用缺省模板，如图 1-2 所示。单击“确定”按钮。

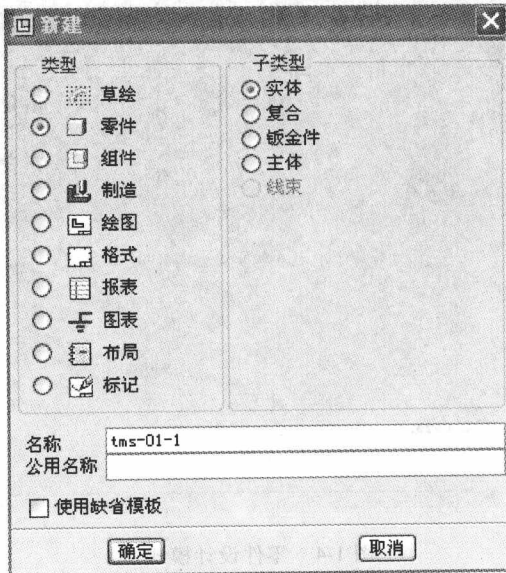


图 1-2 缺省模板

3) 在出现的“新文件选项”对话框中的“模板”选项组中选择 mmns_part_solid，如图 1-3 所示，单击“确定”按钮。

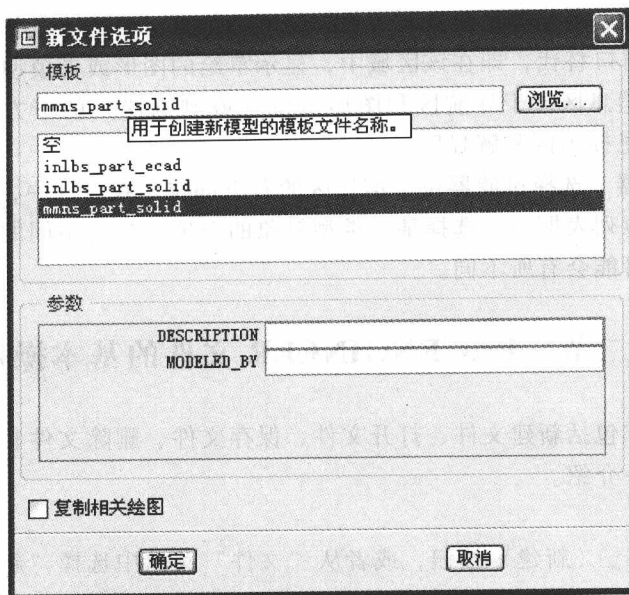


图 1-3 新模型的模板文件名

4) 进入零件设计模式, 新零件文件中有三个预定义基准平面 RIGHT、TOP、FRONT 和一个基准坐标系 PRT_CSYS_DEF, 如图 1-4 所示。

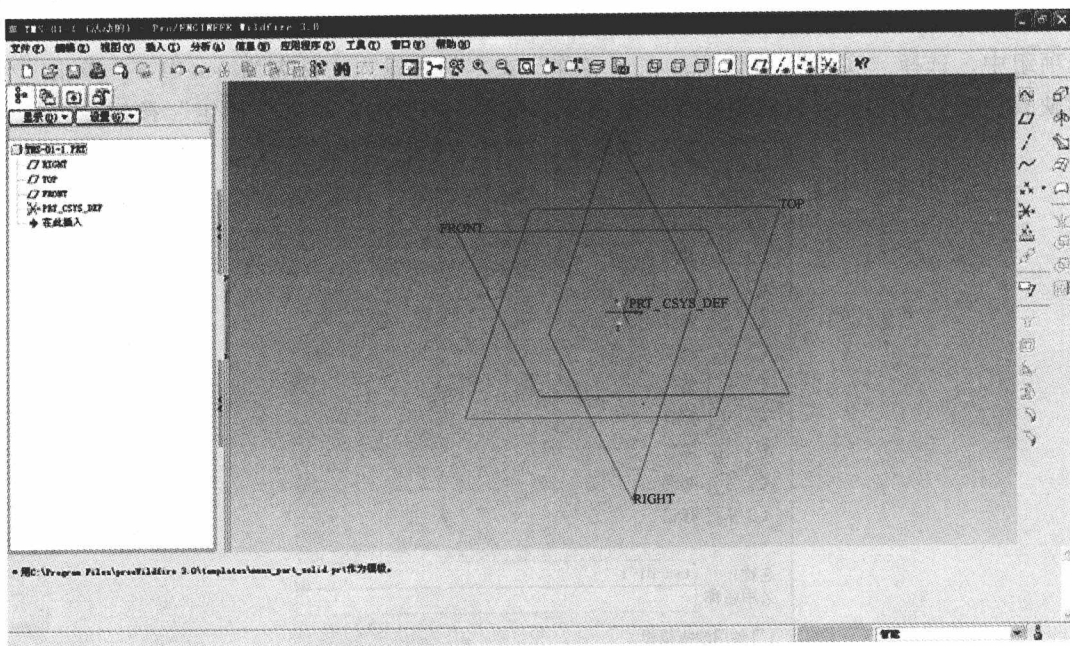


图 1-4 零件设计模式

2. 打开文件

在工具栏上单击  (打开现有对象) 按钮, 或者从“文件”菜单中选择“打开”命令, 打开如图 1-5 所示的“文件打开”对话框, 从中选择欲打开的文件, 然后单击“打开”按钮即可。



图 1-5 “文件打开”对话框

在“文件打开”对话框中选择欲打开的文件时，可以单击“预览”按钮来观察该文件的模型效果，如图 1-6 所示。

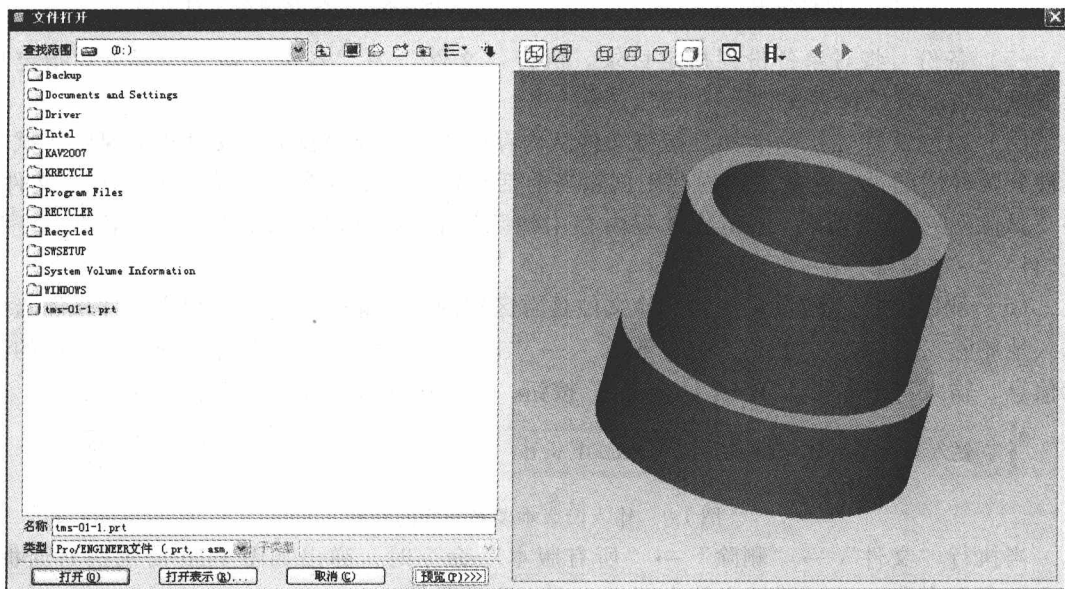


图 1-6 在“文件打开”对话框上预览模型

3. 保存与删除文件

在 Pro/ENGINEER 系统中，保存文件的命令主要有“保存”、“保存副本”和“备份”等，如图 1-7 所示。

(1) 保存 以同名的方式保存活动对象，即不能更改文件名，只能以进程中的文件名

进行保存。每保存一次，先前的文件并没有被覆盖，而保存的同名文件在扩展名的后面自动添加版本编号，例如第一次保存文件名为 tsm-1. prt. 1，而第二次保存文件名则为 tsm-1. prt. 2，以此类推。这种保存方式有利于文件在出现问题时进行恢复。

(2) 保存副本 保存活动对象的副本，副本的文件名不能与源文件名相同。从菜单栏上选择“文件”→“保存副本”命令，打开“保存副本”对话框，指定好保存目录后，在“新建名称”文本框中输入副本名称，如图 1-8 所示，单击“确定”按钮。

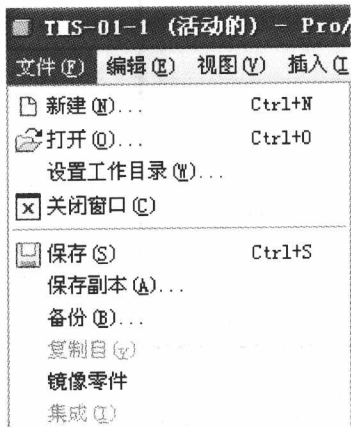


图 1-7 保存命令

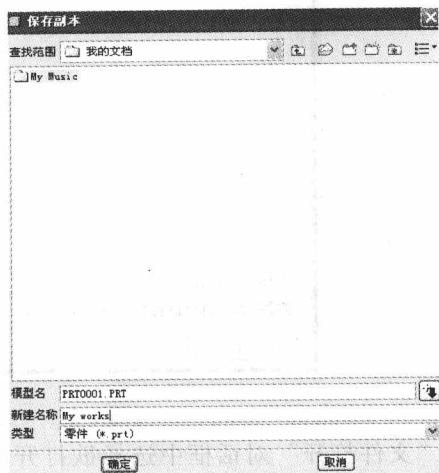


图 1-8 “保存副本”对话框

(3) 备份 将对象备份到指定目录。执行“文件”→“备份”命令，可以在指定目录下以同名的方式保存文件。

(4) 拭除文件 拭除文件是指将文件从内存中清除，而磁盘上的文件仍然保留。拭除文件分两种情况：一是从进程内存中拭除当前活动窗口中的对象，其菜单命令为“文件”→“拭除”→“当前”；二是从进程内存中清除所有不在窗口中的对象。其菜单命令为“文件”→“拭除”→“不显示”。

(5) 删除文件 删除文件和拭除文件是有区别的，删除文件是指将相应文件从磁盘中永久地删除。当执行“文件”→“删除”→“旧版本”命令时，出现如图 1-9 所示的提示信息，输入对象名称，单击 ☒ (接受) 按钮，则可删除该文件的所有旧版本。

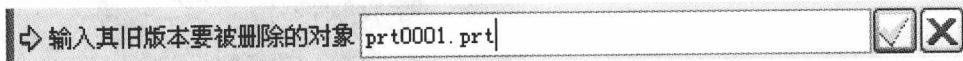


图 1-9 输入旧版本要被删除的对象

当执行“文件”→“删除”→“所有版本”命令时，弹出如图 1-10 所示的对话框，单击“是”按钮，此时系统在信息区会出现删除结果的信息。

4. 关闭文件

若想关闭一个文件而不想退出 Pro/ENGINEER 系统，可以按照以下两种方法来关闭当前文件：

- 1) 执行“文件”→“关闭窗口”命令。
- 2) 执行“窗口”→“关闭”命令。

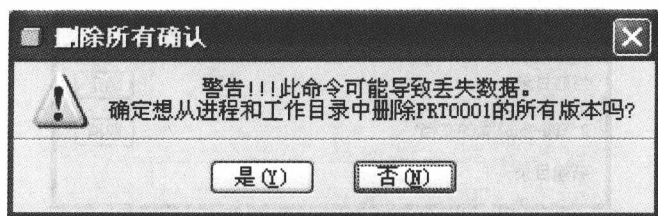


图 1-10 “删除所有确认”对话框

按照上述两种方法关闭文件后，该文件对象仍旧保存在系统内存中。

第三节 设置工作目录

工作目录的设置，有助于管理属于同一设计项目的模型文件。

设置工作目录的方法如下：

- 1) 在菜单栏中，选择“文件”→“设置工作目录”，打开如图 1-11 所示的“选取工作目录”对话框。



图 1-11 “选取工作目录”对话框

- 2) 在“查找范围”列表框中指定文件夹作为工作目录，再单击“确定”按钮。

如果要在当前文件夹下新建目录，此时需单击  (新建目录) 按钮，打开如图 1-12 所示的“新建目录”对话框，在“新建目录”文本框中输入有效的文件名，单击“确定”按钮。

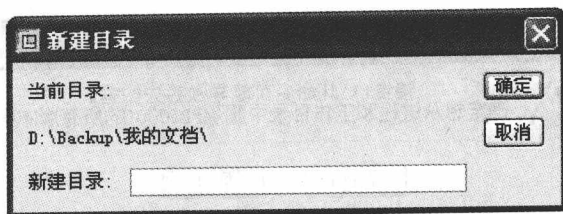


图 1-12 “新建目录”对话框

第四节 视角控制

在三维设计中，为了能方便地观察所设计的零件和进行其他各种操作，就必须选择一个合适的视角。设计过程中的视角控制，在很大程度上会影响到设计效率和设计质量。

1. 视角控制指令

视角控制指令位于菜单栏中的“视图”→“方向”级联菜单中，如图 1-13 所示。在工具栏中也提供了相关的视角控制按钮。

2. 常用视角的设置

常用的视角包括标准方向、默认方向、BACK、BOTIOM、TOP、FRONT、LEFT、RIGHT 等，这些视角指令可保存在指定的视图列表中。在视图工具栏上单击 （保存的视图列表）按钮，然后从打开的视图列表中选择需要的视图指令，即可以设定视角来观察模型。图 1-14 给出了标准方向、BACK、RIGHT 等几种常用视角。

3. 使用三键鼠标调整视角

除了通过保存的视图列表来设置视角外，用户还可以使用三键鼠标来随意调整模型视角。运用三键鼠标，可以对模型进行缩放、旋转、平移等实时操作。

(1) 缩放 将光标置于图形窗口中，然后滚动鼠标中键，可以对模型进行缩放操作。也可以同时按下 < Ctrl + 鼠标中键 >，并向前后移动鼠标来缩放模型。

(2) 旋转 将光标置于图形窗口中，按住鼠标中键，然后拖动鼠标，可以随意旋转模型。

(3) 平移 将光标置于图形窗口中，按住 < Shift + 鼠标中键 >，然后移动鼠标，可以实现模型的平移。

4. 重定向

在视图工具栏上单击 （重定向）按钮，或者从菜单栏中选择“视图”→“方向”→“重定向”命令，打开如图 1-15 所示的“方向”对话框。系统默认的类型选项是“按参照定向”选项，此外还有两个供选择的类型选项：“动态定向”选项和“优先选项”选项。在“类型”选项列表框中单击右侧向下的箭头，会打开视角控制类型的选项。

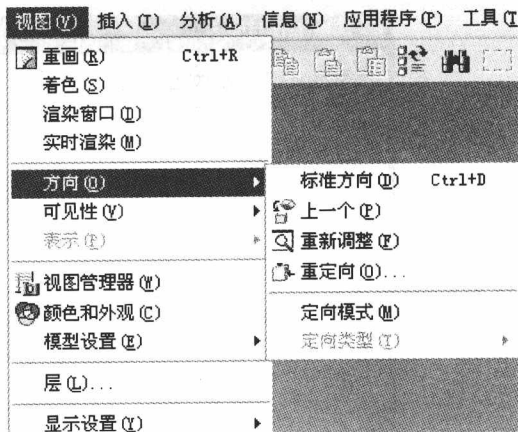


图 1-13 视角控制的菜单

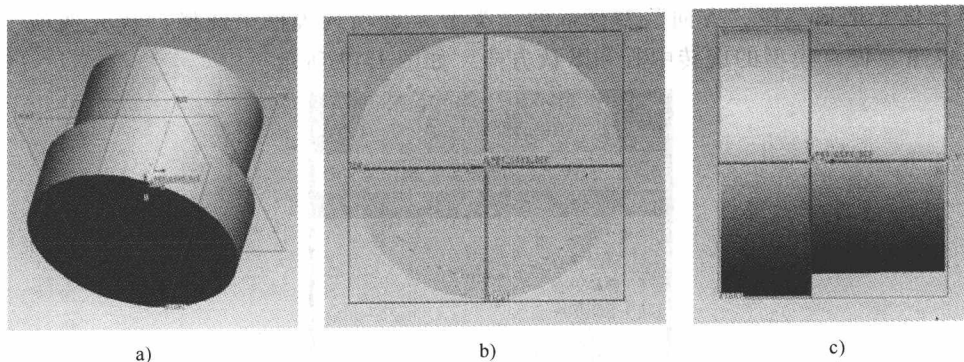


图 1-14 几种常用视角

a) 标准方向 b) BACK c) RIGHT

(1) 按参照定向 当接受系统默认的“按参照定向”视角控制类型选项时，需要指定两个参照来确定三维模型的视角。可以为每个参照选定放置类型，例如在“参照 1”选项组的列表框中，可以从“前”、“后面”、“上”、“下”、“左”、“右”、“垂直轴”、“水平轴”中选择一个放置类型，然后在模型中选择有效的参照（如基准平面或零件平直表面等），用同样的方法，在“参照 2”选项组的列表框中，选择放置类型选项，然后在模型中选择相应的有效参照，即可定向模型视角。

定义好视角后，可以进入“已保存的视图”选项区域，在“名称”文本框中输入视图名称，然后单击“保存”按钮，这样，可以在以后需要时，通过单击（保存的视图列表）按钮来调用该视角。

(2) 动态定向 在“方向”对话框的“类型”选项列表框中选择“动态定向”选项时，可以使用鼠标拖动滑块的方式来对模型进行平移、缩放和旋转操作，也可以通过给定精确的相关参数来定向模型，如图 1-16 所示。

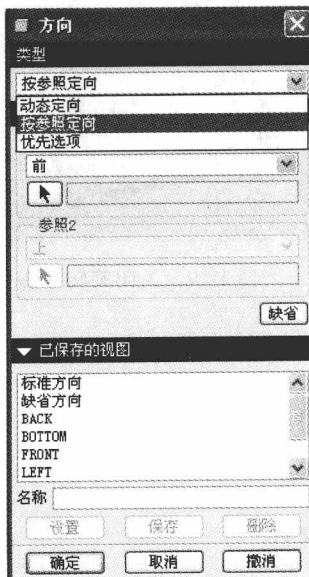


图 1-15 “方向”对话框

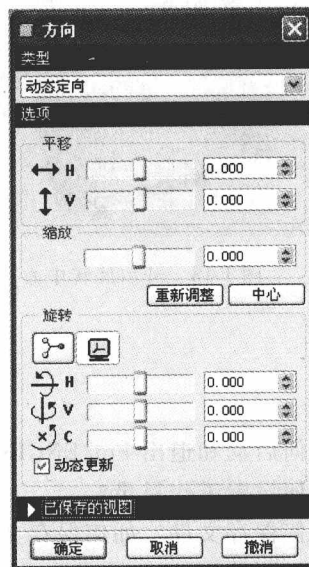


图 1-16 “动态定向”设置

(3) 优先选项 在“方向”对话框的“类型”选项列表框中选择“优先选项”选项时，可以重新设置模型的旋转中心和默认方向，如图 1-17 所示。

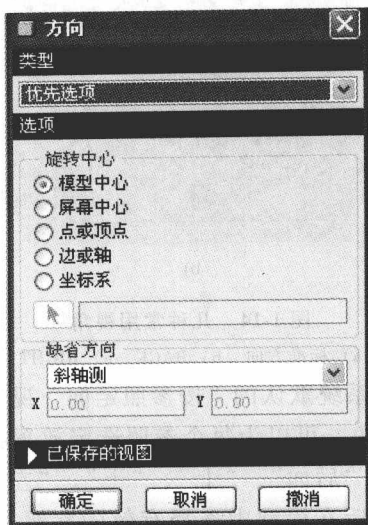


图 1-17 设置“优先选项”

5. 旋转中心

当按下  (旋转中心开/关) 按钮时，在模型中显示其旋转中心，此时模型的旋转始终围绕着设定的或者默认的旋转中心来进行，如图 1-18 所示。当关闭旋转中心时，即  (旋转中心开/关) 按钮处于弹起状态时，模型的旋转以单击鼠标中键时光标所处的那一点作为旋转中心，如图 1-19 所示。

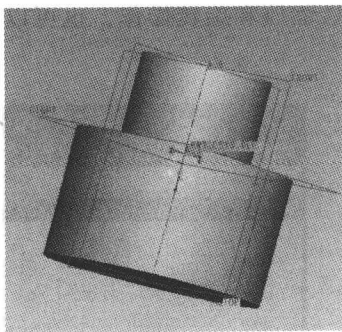


图 1-18 开启旋转中心

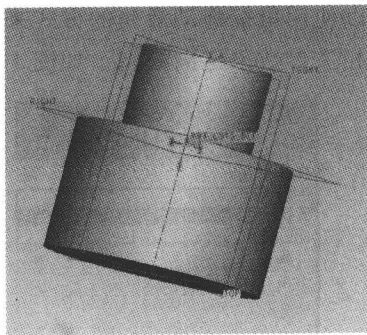


图 1-19 关闭旋转中心

课后练习

1. 如何启动和退出 Pro/ENGINEER?
2. 如何设置工作目录?
3. 如何保存文件? 如何保存文件副本? 如何备份文件?
4. 如何删除文件?
5. 如何重定向模型视角? 常用的方法有哪几种?

第二章 二维剖面草绘

第一节 草绘环境简介

草绘图形是三维设计的基础，没有草绘图形，便无法生成零件模型。草绘图形是在草绘器中（或者称草绘模式下）进行的。草绘文件的扩展名为“.sec”。新建草绘文件的步骤如下：

1) 从菜单栏中，选择“文件”→“新建”命令，打开“新建”对话框。

2) 在“新建”对话框的“类型”选项组中，选择“草绘”单选项，如图 2-1 所示，然后在“名称”文本框中输入文件名。

3) 单击“确定”按钮，进入草绘器中。

另外，在进行三维建模的过程中，也可以进入草绘器，具体的方法将在后面的章节介绍。

草绘器界面是由菜单栏、各种工具栏、绘图区域等几部分组成的。

(1) 草绘器工具栏 草绘器工具栏中有尺寸显示、约束显示、栅格显示和剖面顶点显示等 4 个开关按钮，如图 2-2 所示。

4 个按钮的功能如下：

 尺寸显示：切换尺寸显示的开或关。

 约束显示：切换约束显示的开或关。

 栅格显示：切换栅格的开或关。

 剖面顶点显示：切换剖面顶点显示的开或关。

(2) 草绘工具栏 草绘工具栏中包括绘制和编辑剖面图元的快捷工具按钮如图 2-3 所示。

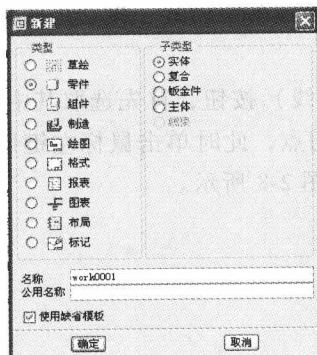


图 2-1 “新建”对话框



图 2-2 草绘器工具栏



图 2-3 草绘工具栏