

全国CAD应用培训网络工程设计中心统编教材

李启炎 主编

三维计算机 辅助设计教程 —Pro/ENGINEER

郝泳涛 李 旸 王 利 编著

同济大学出版社

全国 CAD 应用培训网络工程设计中心统编教材 李启炎主编

三维计算机辅助设计教程

——Pro/ENGINEER

郝泳涛
李 旻 编著
王 利

同济大学出版社

内容提要

本书是三维 CAD 设计的教材,全书以三维设计的整个流程为线索,组织了草图设计、基准特征设计、特征造型设计、装配设计、工程图等章节,并在一些章节中安排了例子。

本书适用于各类学校作为三维 CAD 设计的教材使用,同时也可供各行业的设计人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

三维计算机辅助设计教程:Pro/ENGINEER/李启炎
主编;郝泳涛等编著. —上海:同济大学出版社,
2005.5

ISBN 7-5608-3029-3

I. 三… II. ①李… ②郝… III. 三维—计算机辅
助设计—教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 033304 号

全国 CAD 应用培训网络工程设计中心统编教材

三维计算机辅助设计教程——Pro/ENGINEER

李启炎 主编 郝泳涛 李 旸 王 利 编著

责任编辑 王建中 责任校对 徐春莲 封面设计 李志云

出 版 同济大学出版社
发 行

(上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 15.5

字 数 397 000

印 数 1—5 100

版 次 2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5608-3029-3/TP·270

定 价 22.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换

普及计算机辅助设计
迎接人工智能新时代

宋健

前 言

计算机绘图是计算机辅助设计(CAD)的基础之一。设计人员通过创意构思设计出新产品、新工程,需要形成加工图或者工程图才能付诸生产和施工。因此,计算机绘图是各行各业工程师和设计人员进行设计工作和创意开发的必须手段和技能。随着目前全国范围的信息化普及和社会生产力的提高,对于从事设计开发工作的各行各业的技术人员以及即将从事相关工作的在校学生来说,学习计算机绘图、掌握计算机绘图技能的要求越来越迫切。

三维 CAD 设计是目前在各个领域迅速发展的一种关键技术,三维 CAD 设计的技术含量较高,对于设计人员的要求较高,同时也是 CAD 技术推广的一个重要内容。

本书由“全国 CAD 应用培训网络工程设计中心”统一策划,全国 CAD 应用培训网络工程设计中心主任李启炎教授主编,同济大学 CAD 研究中心的郝泳涛副教授编写,上海大众汽车有限公司叶解勋先生给予很大帮助,本书在编写过程中得到了同济大学 CAD 研究中心许多同志的关心和帮助,在此表示衷心感谢,同时感谢中心研究生的大力帮助:董良、魏华峰、许均、甘晓洞、付海军、宏雨等。

由于编写时间和水平有限,欠缺与不足之处在所难免,望广大专家和读者能够给予批评和指正。

编者

2005 年 4 月

目 录

前言

第一章 Pro/ENGINEER 软件介绍 (1)

- 1.1 概论 (1)
- 1.2 Pro/E 软件界面介绍与设计流程思路 (1)
- 1.3 工作路径和搜索路径的设置 (1)
- 1.4 文件操作 (6)

第二章 草图设计 (11)

- 2.1 草绘简介..... (11)
- 2.2 草绘的基本步骤..... (15)
- 2.3 绘制草图的几何元素..... (17)
- 2.4 草绘的尺寸标注..... (26)
- 2.5 草图中的几何约束..... (30)
- 2.6 修改剖面几何图元..... (31)
- 2.7 剖面示例..... (33)

第三章 基准特征 (37)

- 3.1 基准点..... (37)
- 3.2 基准轴..... (47)
- 3.3 基准面..... (51)
- 3.4 基准坐标系工具..... (55)

第四章 特征造型 (59)

4.1 拉伸.....	(59)
4.2 旋转.....	(74)
4.3 扫描.....	(86)
4.4 混合.....	(93)
4.5 孔	(100)
4.6 壳	(111)
4.7 筋	(118)
4.8 拔模	(125)
4.9 倒圆角	(135)

第五章 装 配 (149)

5.1 装配的简介	(149)
5.2 装配的界面介绍	(151)
5.3 零件装配范例	(158)
5.4 装配约束	(161)
5.5 在装配体中创建新零件	(170)
5.6 装配中所注意的事项	(176)

第六章 工程图设计..... (179)

6.1 工程图简介	(179)
6.2 视图类型	(188)
6.3 编辑视图	(201)
6.4 尺寸标注	(206)
6.5 文本符号	(218)
6.6 工程图中的表格	(232)

第一章 Pro/ENGINEER 软件介绍

1.1 概论

Pro/ENGINEER(下称 Pro/E)软件在全世界拥有大量的用户,是目前世界通用 CAD/CAM 软件的一大主流软件,Pro/E,CATIA,UGII,I-DEASE 是目前世界上通用三维 CAD/CAM 领域的四大巨头,在工业界有非常大的影响力。

Pro/E 软件由于在全球第一个采用了全参数化设计,并首次实现了基于参数化的实体特征设计,因此,其软件在市场上大受欢迎,并取得了大量的市场分额。

Pro/E 软件在汽车、航空、家电、通讯、模具、玩具、家具等行业都有很多用户,形成了广泛的用户群,存在着较大的市场,是目前三维 CAD 主流的软件。

1.2 Pro/E 软件界面介绍与设计流程思路

一、Pro/E 软件界面

见图 1.1 所示。

二、采用 Pro/E 软件的设计流程与特点

Pro/E 软件在全世界第一个实现了全参数化的参数化实体特征设计思路,该设计的主要思想是在 Pro/E 软件中的每一个零件都是基于特征的设计,每一个特征以及特征之间的关系定义为全参数化的,这样的设计带来的好处是:设计过程中的每一个形状都具有惟一确定的尺寸;形状具有位置约束;设计(形状和特征)的修改和更新只需要修改相应的尺寸数值就行了,如图 1.2 所示。

Pro/E 软件的另一个特点是全相关性。在 Pro/E 软件中,对于特征的尺寸修改或者对于实体装配信息的修改都是全相关性的,这种修改将传递到零件的实体模型、装配模型、工程图纸、甚至 BOM 表格等,大大方便了产品设计过程中的修改和更新。

Pro/E 软件的设计流程,如图 1.3 所示。

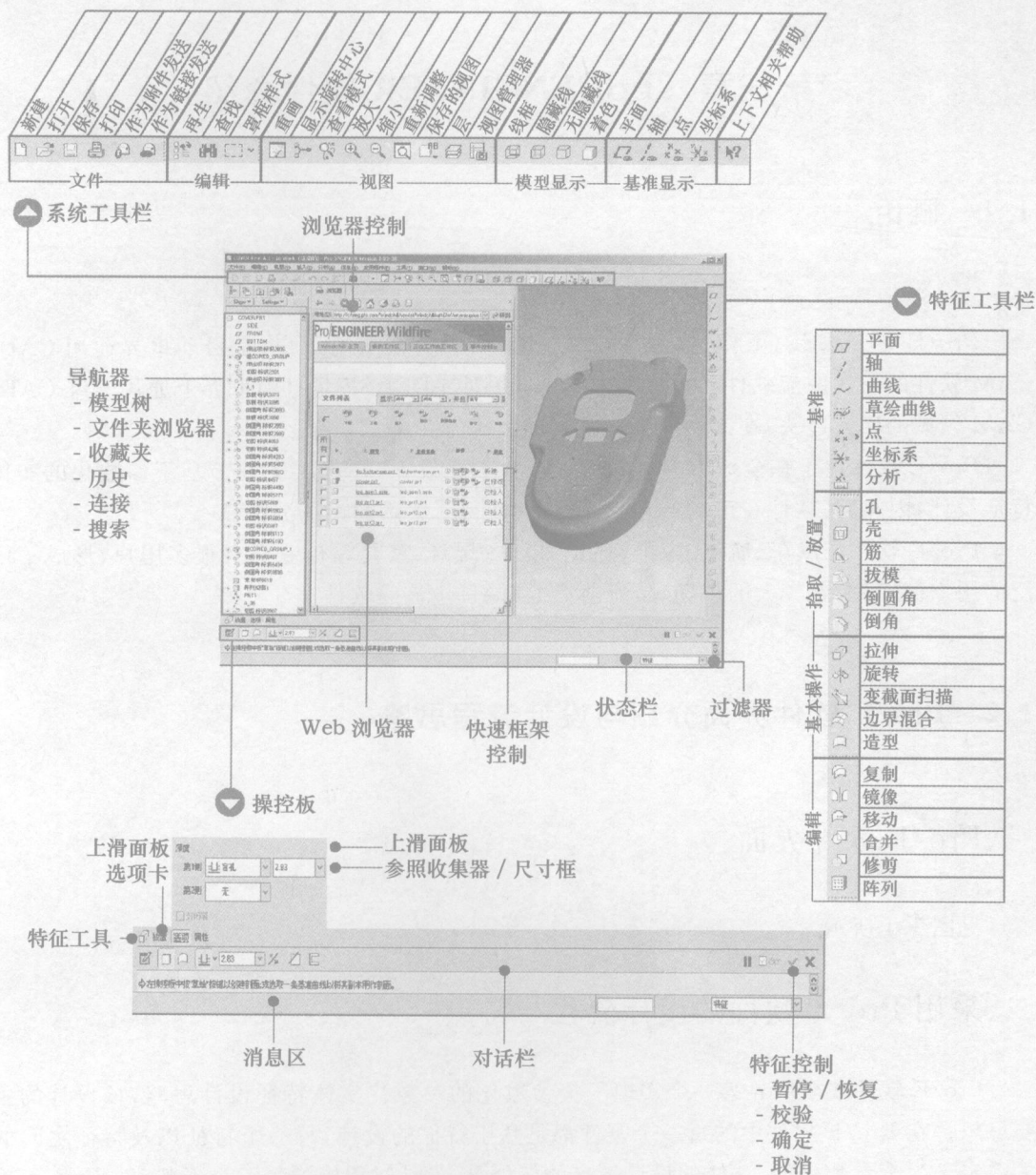


图 1.1 Pro/E 软件界面介绍

1.3 工作路径和搜索路径的设置

Pro/E 软件在工作时,将所有保存的文件和装配文件、图纸文件等优先存放于工作目录下,并且,在打开装配图时,系统也将优先在工作目录中寻找,因此,工作目录是在 Pro/E 软

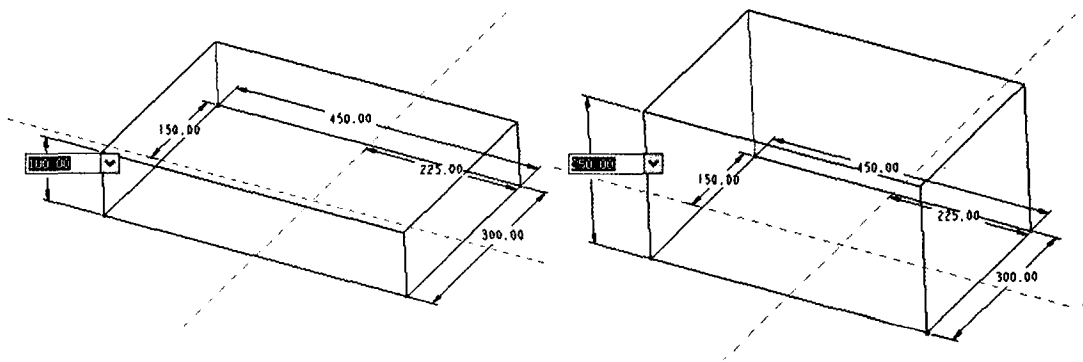


图 1.2 Pro/E 中的尺寸参数化更新

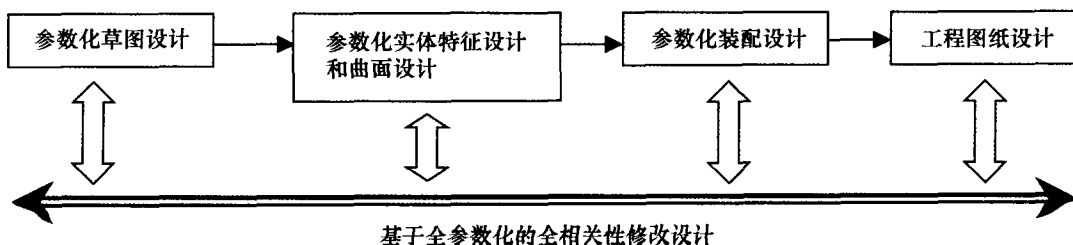


图 1.3 Pro/E 中的设计与更新流程

件中进行工作时首先需要设定的一个工作环境,非常重要。

工作路径的设定有两种方式,一种是在软件中设定,另一种是设定路径文件。

1. 在软件中设定工作目录

方法一:在 Pro/E 软件界面的下拉菜单中,选择 [文件]→[设置工作目录],在弹出的窗口中设置工作目录即可,这样做有一个缺点,就是你必须每次启动 Pro/E 都得为它设定工作目录;

方法二:如果您的 proewildfire 在安装之后在您计算机的桌面上有 proewildfire 软件的图标,则可以用鼠标右键单击该图标,在弹出的右键菜单中选择 [属性],在跟着弹出的窗口中寻找“起始位置”标签,找到后在其后的空白处填上您自己的工作目录即可。这样做 Pro/E 将记住您的工作目录,每次启动不需要再设定了。

2. 设定工作目录的文件

如果要使 Pro/E 搜索除了工作目录以外的附加路径(如服务器),可使用下列两种方法添加路径:

(1) 在 Pro/E 进程内,可通过编辑 config. pro 文件指定附加目录路径。要进行此操作,可使用“工具”(Tools)对话框(通过单击“工具”(Tools) > “选项”(Options) 进行访问)。使用配置选项 search_path,并在“值”(Value)对话框中输入所需的附加搜索目录路径。

(2) 可将路径直接输入到 search. pro 文件中。此时,必须设置配置文件选项 search_path_file 来提示 Pro/E 读取该文件。可指定文件的完整路径名,或仅指定包含该文件的目录的完整路径名。

目录路径名可以是相对的或绝对的。路径名最多可包含 260 个字符。指定相对路径

名时,可使用特殊字符,如 UNIX 和 Windows NT/95/98/2000 中的“..”。

相对路径名初始相对于启动目录。如果随后重新装载了配置文件,那么系统重新评估相对于当前(工作)目录的相对路径名,并将新目录(如果有)添加到搜索路径(先前的路径保持不变)。但最好始终指定完整路径名(从根目录开始),以避免在改变工作目录或在另一个启动目录中使用同一配置文件时出现问题。

在 Windows NT/95/98/2000 系统中,应始终在路径开始处指定驱动器,以避免在将工作目录更改为另一驱动器中的目录时出现问题。

对于在启动时读入的每个配置文件,可以调用它自己的搜索路径目录或 search.pro 文件。Pro/E 在处理第一个配置文件时,将任何指定的 search_path 目录和指定的 search.pro 文件的内容(如果存在)载入到其搜索路径中。在其处理随后的配置文件时,也同样将指定的目录添加到搜索路径中。如果某个特定目录被指定多次,其在搜索路径中将多次出现。所有的搜索路径目录都按读取的顺序列出和处理。

如果可在多个搜索路径目录中找到某个对象,系统将检索找到的第一个目录,而不管哪个对象是最新的。

注意:通过在 search.pro 文件中的相应行前插入! 字符,可禁用搜索路径;主服务器始终包括在搜索路径中,而不在 config.pro 中加以指定。

3. 编辑 search.pro 文件的方法

(1) 从文本编辑器(如“记事本”或 Microsoft Word)打开 search.pro 文件。

(2) 根据需要,添加或删除搜索路径,或将包含搜索路径的行指定为仅为注释行。

(3) 保存文件。保存时,可接受缺省名 search.pro 或为文件指定新名称。

注意事项:

(1) 每行仅允许有一个目录路径(搜索路径)。

(2) 可将注释插入到文件中。仅需在行前加上!,Pro/E 就会认为此行是注释行并忽略它。注释行必须用! 开始,它们可能在文件中交替出现。

(3) 通过将包含搜索路径的行指定为仅为注释行,可指定在启动时不读取文件中的某些路径。Pro/E 将忽略注释行。

(4) 除第一行外,其他行可为空。

(5) 在 Windows NT/95/98/2000 环境中定义搜索路径时,应始终指定以驱动器名开始的完整路径。

(6) 在 Windows NT 操作系统中定义搜索路径时,必须在定界的反斜杠符号之前使用另一个格式符号。

(7) 目录路径名可是相对的或绝对的,可包括指定相对路径的特殊字符,如 UNIX 中的“..”。但最好始终包括绝对路径名(即从根目录开始),以避免在改变工作目录或在另一个启动目录中使用同一配置文件时出现问题。

(8) 搜索路径也可包括先前定义的环境变量。在 UNIX 中,可通过在搜索路径定义的变量前使用\$来实现此操作,或在 Windows NT/95/98/2000 中,将变量的前后加上%。例如,环境变量 OBJ_TYPE 的用法如下:

(UNIX)/partlib/\$OBJ_TYPE/objects

(Windows NT/95/98/2000)D:\partlib\%OBJ_TYPE%\objects

(9) 可创建多个 search.pro 文件并保存在不同的目录中。但是,您可能要对所有项目使用相同的 search.pro 文件,那么只需注释出不想让 Pro/E 为某些进程读取的文件中的路径。

4. 设置绘图模版和单位

可使用 Pro/E 对象模板定制新创建对象的缺省内容。对象模板有两种类型:模型模板和绘图模板。模型模板是标准的 Pro/E 模型,它包含预定义的特征、层、参数、命名的视图及其他属性。绘图模板是包含创建绘图项目说明的特殊绘图文件,这些绘图项目包括视图、表、格式、符号、捕捉线、注释、参数注释及尺寸。PTC 提供模型模板,包括缺省基准平面、命名的视图、缺省层、缺省参数以及缺省单位。PTC 标准绘图模板包括三个正交视图,并可进一步定制。

下面的 Pro/E 对象类型支持使用这些模板:实体零件;钣金件;设计组件;模具制造对象;铸造制造对象;绘图。表 1.1 是 PTC 标准模板列表。

注意:每个零件和组件模型类型有两个模板文件:一个使用公制度量单位,另一个使用英制单位。公制模板文件以 mmns 开始,英制模板文件以 inlbs 开始。

表 1.1 标准模板列表

模型对象类型	Pro/E 模板文件名
实体零件	inlbs_part_solid.prt
	mmns_part_solid.prt
钣金件	inlbs_part_sheetmetal.prt
	mmns_part_sheetmetal.prt
装配 (Assembly)	inlbs_asm_design.asm
	mmns_asm_design.asm
	inlbs_mfg_cast.asm
	mmns_mfg_cast.asm
	inlbs_mfg_mold.asm
	mmns_mfg_mold.asm
模具制造对象	inlbs_mfg_mold.mfg
	mmns_mfg_mold.mfg
铸造制造对象	inlbs_mfg_cast.mfg
	mmns_mfg_cast.mfg
绘图 (Pro/DETAIL)	a0drawing.drw
	a1drawing.drw
	a2drawing.drw
	a3drawing.drw
	a4drawing.drw
	a_drawing.drw
	b_drawing.drw
	c_drawing.drw
	d_drawing.drw
	e_drawing.drw
	f_drawing.drw

1.4 文件操作

一、文件格式

在磁盘中保存对象时,将创建带有下列格式的文件:

object_name. object_type. version_number

例如,如果创建名为“bracket”的零件,则初次保存时文件名为 bracket. prt. 1。

文件的保存:从下拉菜单中选择“文件”(File) > “打开”(Open)命令,出现“文件打开”(File Open)对话框。

二、文件的创建

单击“文件”(File) > “新建”(New),或单击工具栏中的 。“新建”(New)对话框打开。

(1) 在“类型”(Type)项下,选取要创建的文件类型,如草绘、零件或报表。参阅表 1.2,查看“新建”(New)对话框中的选项列表。

(2) 如果需要,则在“子类型”(Sub-type)下选取子类型,如“零件”(Part)的“实体”(Solid)。查看下面可用子类型的列表。

(3) 在“名称”(Name)框中,输入文件名或使用缺省名。缺省文件名列表显示在表 1.2 中。

(4) 要接受缺省模板,请单击“确定”(OK)。如果要交互选择模板文件,请清除“使用缺省模板”(Use default template)复选框,然后单击“确定”(OK)。“新文件选项”(New File Options)对话框打开,可从中选择模板。如果模板不支持某对象类型,则“使用缺省模板”(Use default template)选项被禁用(变灰)。对于模板支持的文件类型,如果总想看到“新文件选项”(New File Options)对话框,可将配置选项 force_new_file_options_dialog 设置为 Yes。

(注意:此设置可由系统管理员在 config. sup 文件中改写。)

(5) 根据创建的零件类型,可能打开一个次级对话框。关于每种文件类型的定义和每个对话框的说明,请参阅表 1.2。

(6) 在“名称”(Name)下,键入文件名称或使用缺省名称。

(7) 执行下列操作之一:

- 要对指定模型类型使用缺省模板,请选取“使用缺省模板”(Use default template)(缺省状态为选中)。

- 要在“新文件选项”(New File Options)对话框中交互式选择模板,则清除“使用缺省模板”(Use Default Template)。

表 1.2

创建的零件类型

选项 (文件类型)	子选项(子类型), 如果有	指定给文件的缺省文件名	动作和说明
草绘 (Sketch)		s2d#####.sec	创建新草绘
零件	实体	prt#####.prt	创建新零件模型
	复合	同“实体”零件模型	创建新的复合零件模型
	钣金件	同“实体”零件模型	创建新的钣金件模型
装配 (Assembly)	设计	asm#####.asm	创建组件文件
	替换	同上“设计”	创建互换文件
	校验	同上“设计”	创建校验组件 使用“校验”(VERIFICATION) 菜单 检索设计模型并扫描一个或多个集
	处理计划	同上“设计”	为组件模型创建处理计划 使用“装配处理”(ASM PROCESS) 菜单中的命令
制造	NC 零件	mfg#####.mfg	为制造模型创建零件
	NC 组件	同“NC 零件”	为制造模型创建组件
	机械专家	同“NC 零件”	使用 Expert Machinist 为制造模型创建新组件
	CMM	同“NC 零件”	为制造模型创建 CMM(坐标测量加工)序列
	钣金件	同“NC 零件”	创建钣金件模型
	铸件	同“NC 零件”	创建铸件模型
	模具	同“NC 零件”	创建模具模型
	压延模	同“NC 零件”	创建压延模模型
		导线	同“NC 零件”
		处理计划	同“NC 零件”
绘图		drw#####.drw	创建模型的绘图
格式		frm#####.frm	为绘图或布局创建格式文件 在“新建格式”(New Format) 对话框 中,指定页面大小和方向;或者,输入 或选择格式名称
报告		rep#####.rep	为模型创建报表 在“新建报表”(New Report) 对话框 中,指定页面大小和方向;或者,输入 或选择格式名称

续表

选项 (文件类型)	子选项(子类型), 如果有	指定给文件的缺省文件名	动作和说明
图表		dgm###.dgm	创建电子及管道、电力、供热、通风组件的二维图表 在“新图表”(New Diagram)对话框中,指定页面大小和方向;或者,输入或选取格式名称,然后单击“确定”(OK)
布局		lay###.lay	为组件的零件创建二维概念草绘 在“新布局”(New Layout)对话框中,指定页面大小和方向;或者,输入或选取格式名称,然后单击“确定”(OK)
标记		mrk###.mrk	为对象创建标记文件 在“标记”(Markup)对话框中,转到包含要标记的文件的目录。从“类型”(Type)列表选取对象类型。然后选取文件,单击“打开”(Open)

三、文件的打开

(1) 从菜单条中选择“文件”(File) > “打开”(Open), 或单击工具栏中的 .

(2) 在“文件打开”(File Open) 对话框的“查找”(Look In) 列表中:

- 要列出当前内存中的文件, 单击“进程中”(In Session);
- 要在“收藏夹”目录中列出最近使用的文件, 请单击“收藏夹”(Favorites) 按钮并选择“浏览收藏夹”(Browse Favorites);
- 为导航到不同的磁盘或目录, 选择磁盘或目录的名称;
- 要浏览 Pro/INTRALINK 空间, 则打开“查找”(Look In) 框, 并单击“工作空间”(Workspace) 或“公共空间”(Commonspace);
- 要浏览 Pro/PDM 空间, 请打开“查找”(Look In) 框, 然后单击“PDM 链接”(PDM-Links);
- 要列出用 config. pro 文件中目录选项设置的特殊文件, 选取所需的文件类型(“格式目录”(Format Directory)、Pro/Library 等)。

(3) 可选项: 在“类型”(Type) 列表选取文件类型, 然后在“子类型”(Sub-type) 列表选取子类型。例如, 选取“零件”(Part), 然后选取“实体”(Solid)。

(4) 选取文件, 然后单击“打开”(Open)。

四、文件的拭除

对象是一个用 Pro/E 模块创建的文件(例如,草绘、零件模型、制造模型、组件模型、模具模型、图表或布局)。

每次用“文件”(File) 菜单中的“保存”(Save) 命令保存对象时,都创建对象的一个新版本并将它写入磁盘。Pro/E 为对象存储文件的每一个版本进行连续编号(例如 box. sec. 1、box. sec. 2、box. sec. 3)。

如果使用“窗口”(Window) 菜单中的“关闭”(Close) 命令关闭一个窗口,对象的显示消失,但只要进程处于活动状态,对象仍保留在内存中。拭除对象将从内存中,但不从磁盘中删除对象。

注意:当参考该对象的组件或绘图仍处于活动状态时,不能拭除该对象;拭除对象而不必从内存中拭除它参考的那些对象(例如,拭除组件而不必拭除它的元件)。

五、删除对象

每次用“文件”(File) 菜单中的“保存”(Save) 命令保存对象时,都创建对象的一个新版本并将它写入磁盘。Pro/E 为对象存储文件的每一个版本进行连续编号(例如 box. sec. 1、box. sec. 2、box. sec. 3)。

可使用“删除”(Delete) 命令来释放磁盘空间,并移除旧的不必要的对象版本:

- 单击“删除”(Delete) > “所有版本”(All versions)
- 单击“删除”(Delete) > “旧版本”(Old versions)

注意:在当前工作进程中,除非删除组件或绘图,才可删除组件或绘图中使用的零件或子组件。

Pro/E 安装时装有清除脚本,在操作系统窗口中,可使用清除脚本快速清除磁盘中的 Pro/E 文件(带有版本号的任何文件)。

要使用清除脚本,键入 purge string,其中 string 是匹配文件的过滤器。

如果不包括字符串,系统将清除最近的组件文件、零件文件、基准曲线文件等文件之外的所有文件。如果包括字符串,系统只清除与 string 匹配的那些文件。字符串中可包含通配符:(*) 匹配任意多个字符,(?) 匹配单个字符。为避免 UNIX 中的通配符插值,在(*) 和(?)前加反斜杠。

六、文件的保存

(1) 从菜单条中单击“文件”(File) > “保存”(Save),或在工具栏中单击 。文件名出现在提示旁的信息区。

(2) 键入新文件名称或使用现有名称。如果使用现有名称,Pro/E 将把新版本号添加到文件名中。如果输入新的文件名,此文件名必须与已使用的其他文件名不同。

(3) 单击绿色选中图标,或按 ENTER 键(如果要放弃保存操作,单击红色 X 或按 ESC 键)。

注意:即使不在原始文件所在的目录中保存文件,也不能使用与原始文件名相同的文件名保存文件。如果试图使用相同文件名保存文件,Pro/E 则在消息区显示下面的错误信息,强制输入惟一的文件名:此名称必须要区别于原文件名‘filename’。对象将保存在它们的原目录中,除非将配置选项 `override_store_back` 设置为 `yes`。如果 `override_store_back` 设置为 `no`(缺省设置),而且没有原目录的写入权限,同时又将配置选项 `save_object_in_current` 设置为 `yes`,则此对象将保存在当前目录中。

使用“随绘图保存”

缺省情况下,只有在对模型进行修改时(该模型是一绘图的基础),Pro/E 才保存该模型。可用配置文件选项 `save_modified_draw_models_only` 在每次保存该绘图时保存模型。

七、保存文件的副本

(1) 单击“文件”(File) > “保存副本”(Save a Copy),或单击 。“保存副本”(Save a Copy) 对话框打开。

(2) 在“新名称”(New Name)文本框中,键入所需的文件名。新文件名必须与已使用的任何其他文件名不同。

(3) 要保存到不同目录,在“查找”(Look In)列表中选择不同目录。

(4) 单击“确定”(OK)。

注意:要用同一文件名将文件保存到不同的磁盘或目录中,请使用“文件”(File) > “备份”(Backup)。即使不在原始文件所在的目录中保存文件,也不能使用与原始文件名相同的文件名保存文件。如果试图使用相同文件名保存文件,Pro/E 则在消息区显示下面的错误信息,强制输入惟一的文件名:此名称必须区别于原文件名‘filename’。

对象将保存在它们的原目录中,除非将配置选项 `override_store_back` 设置为 `yes`。

如果 `override_store_back` 设置为 `no`(缺省设置),而且没有原目录的写入权限,同时又将配置选项 `save_object_in_current` 设置为 `yes`,则此对象将保存在当前目录中。