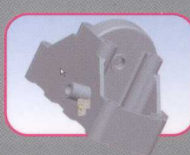
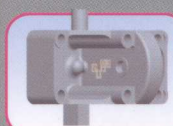




机械设计院
基础教程

Pro/ENGINEER 野火版 3.0 零件设计 基础教程

云杰漫步工作室 白晔 肖君 张云杰 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



机械设计院
基础教程

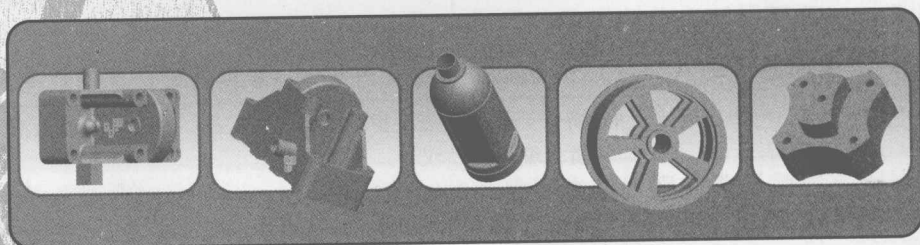
Pro/ENGINEER

野火版 3.0

零件设计

基础教程

云杰漫步工作室 白晶 肖君 张云杰 编著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER 野火版 3.0 零件设计基础教程 / 白晶, 肖君, 张云杰编著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.1
(机械设计院. 基础教程)
ISBN 978-7-115-17024-8

I. P… II. ①白…②肖…③张… III. 机械元件—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 3.0—教材 IV. TH13-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 161570 号

内 容 提 要

Pro/ENGINEER 是目前工程设计中被广泛使用的软件之一, 其最新的版本是 Pro/ENGINEER 野火版 3.0。为了使读者能够在最短的时间内以最少的精力熟练掌握 Pro/ENGINEER 野火版 3.0, 并掌握零件设计的技巧。本书针对初学者的特点, 对书的内容作了周密的安排, 而且还配备了交互式多媒体教学光盘, 将案例制作成多媒体进行讲解, 形式活泼, 方便实用, 便于读者学习使用。

全书共分为 10 章, 主要内容包括零件和特征基础、零件剖面设计、零件实体设计、扫描零件设计、倒角与圆角设计、孔零件设计、抽壳零件设计、筋零件设计、螺纹零件设计和零件程序设计。

本书结构严谨、内容翔实、知识全面、可读性强, 设计实例简单明了、实用性强、专业性强, 主要针对使用 Pro/ENGINEER 野火版 3.0 进行零件设计的广大初、中级用户, 也适合电子、机械、模具和工业设计等领域的工程设计人员使用, 还可以作为零件设计实战的指导用书, 同时也适合作为工院校 CAD 设计的教材或参考书。

机械设计院·基础教程

Pro/ENGINEER 野火版 3.0 零件设计基础教程

- ◆ 编 著 云杰漫步工作室 白 晶 肖 君 张云杰
责任编辑 黄汉兵
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京密云春雷印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13
字数: 317 千字 2008 年 1 月第 1 版
印数: 1—5 000 册 2008 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17024-8/TP

定价: 32.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

前言

Pro/ENGINEER 是美国 PTC 公司的标志性软件,该软件能将从设计至生产的过程集成在一起,让所有的用户同时进行同一产品的设计制造工作。它提出的单一数据库、参数化、基于特征、全相关及工程数据再利用等概念,改变了 MDA (Mechanical Design Automation) 的传统观念。这种全新的概念已成为当今世界 MDA 领域的新标准。自问世以来,由于其强大的功能,现已逐渐成为当今世界最为流行的 CAD/CAM/CAE 软件之一,广泛应用于电子、通信、机械、模具、工业设计、汽车、自行车、航天、家电、玩具等各行业。Pro/ENGINEER 野火版 3.0 是它的最新版本,在功能等各方面均进一步加强。

在 Pro/ENGINEER 中,零件设计功能是最基础也是最重要的功能,很多设计方法都是建立在零件设计功能上的。Pro/ENGINEER 的最新版本 Pro/ENGINEER 野火版 3.0 针对零件设计中的多种功能进行了大量的补充和更新,使用户可以更加方便地进行零件设计,这一切无疑为广大的产品设计和零件设计人员带来了福音。

为了使读者更好地学习和掌握 Pro/ENGINEER 零件设计,同时尽快地熟悉 Pro/ENGINEER 野火版 3.0 的零件设计功能,笔者根据多年在该领域的 Pro/ENGINEER 设计经验,编写了本书。本书以 Pro/ENGINEER 最新版本——野火版 3.0 为基础,根据中国用户的实际需求,从学习的角度由浅入深,循序渐进,配合适合的实例详细地讲解了 Pro/ENGINEER 的零件设计功能。在书中,通过大量的制作方法、设计技巧以及实例讲解来诠释零件设计方法。通过本书的学习,读者应当掌握 Pro/ENGINEER 野火版 3.0 的零件设计功能,并能够在实际工作中熟练应用。

全书共分为 10 章,其中第 1 章是零件和特征基础,主要讲解 Pro/ENGINEER 的基础知识;第 2 章主要讲解零件剖面设计;第 3 章主要讲解 Pro/ENGINEER 零件实体设计的方法;第 4 章主要介绍扫描零件设计;第 5 章主要介绍倒角和圆角设计的方法;第 6 章为孔零件设计;第 7 章讲解抽壳零件设计的方法;第 8 章讲解筋零件设计;第 9 章讲解螺纹零件设计,第 10 章讲解零件程序设计。

本书突破了以往 Pro/ENGINEER 书籍的大而全的写作模式,主要针对使用 Pro/ENGINEER 野火版 3.0 进行装配设计的广大用户,专业性极强,可以作为零件设计实战的指导用书,同时也可作为立志进行这项工作的用户的培训教程。另外,本书还配备了交互式多媒体教学光盘,将案例制作过程制作成多媒体进行讲解,讲解形式活泼,方便实用,便于读者学习使用。

本书是云杰漫步工作室集体创作的结晶,由白晶、张云杰、萧君主编,参加编写工作的还有吴青、张云静、尚蕾、陈颖、郝利剑、张云石、张亚慧、杨昆、刘海、马军、黄雪毅、李秋梅、李超、王建刚、王恒、王仁海、李长文等,书中实例效果和附加光盘由云杰漫步工作室制作。

读者在学习本书的过程中,若遇到问题,请与我们联系:

作者网站: www.1-hdjc.com

责任编辑邮箱: cg@ptpress.com

作者
2007 年 10 月

目 录

第 1 章 零件和特征基础	1
1.1 零件和特征设计概述	2
1.2 零件和特征设计基本方法	3
1.3 文件和基准特征的基本操作	3
1.3.1 实例说明	3
1.3.2 教学重点与难点	3
1.3.3 操作步骤	3
1.4 技术实训	15
1.4.1 文件和窗口操作	15
1.4.2 设置视角方向	20
1.4.3 建立基准特征	23
1.5 习题	27
第 2 章 零件剖面设计	28
2.1 零件剖面草绘设计概述	29
2.2 零件剖面设计基本方法	29
2.3 工具尺设计	30
2.3.1 实例说明	30
2.3.2 教学重点与难点	30
2.3.3 操作步骤	30
2.4 技术实训	39
2.4.1 绘制剖面命令和工具介绍	39
2.4.2 绘制剖面元素	42
2.4.3 修改剖面元素	44
2.4.4 剖面尺寸标注	47
2.5 习题	48
第 3 章 零件实体设计	49
3.1 零件实体设计概述	50
3.2 零件实体设计基本方法	50
3.3 音箱设计	51

3.3.1	实例说明	51
3.3.2	教学重点与难点	51
3.3.3	操作步骤	51
3.4	技术实训	62
3.4.1	拉伸	62
3.4.2	旋转	64
3.4.3	复制	65
3.4.4	阵列	67
3.4.5	镜像	68
3.5	习题	69
第 4 章	扫描零件设计	71
4.1	扫描零件设计概述	72
4.2	扫描零件设计基本方法	72
4.3	麦克风设计	72
4.3.1	实例说明	72
4.3.2	教学重点与难点	73
4.3.3	操作步骤	73
4.4	技术实训	82
4.4.1	扫描特征	82
4.4.2	可变剖面扫描	85
4.4.3	三维扫描	87
4.5	习题	88
第 5 章	倒角和圆角设计	91
5.1	倒角和圆角设计概述	92
5.2	倒角和圆角设计基本方法	92
5.3	搅拌机设计	93
5.3.1	实例说明	93
5.3.2	教学重点与难点	94
5.3.3	操作步骤	94
5.4	技术实训	105
5.4.1	倒角	105
5.4.2	圆角	108
5.5	习题	114

**第 6 章 孔零件设计 117**

6.1 孔零件设计概述	118
6.2 孔零件设计基本方法	118
6.3 收音机上盖设计	118
6.3.1 实例说明	118
6.3.2 教学重点与难点	119
6.3.3 操作步骤	119
6.4 技术实训	128
6.4.1 建立孔特征	128
6.4.2 编辑孔特征	131
6.5 习题	132

第 7 章 抽壳零件设计 134

7.1 抽壳零件设计概述	135
7.2 抽壳零件设计基本方法	135
7.3 饮料瓶设计	135
7.3.1 实例说明	135
7.3.2 教学重点与难点	136
7.3.3 操作步骤	136
7.4 技术实训	148
7.4.1 建立抽壳特征	148
7.4.2 编辑抽壳特征	149
7.5 习题	149

第 8 章 筋零件设计 152

8.1 筋零件设计概述	153
8.2 筋零件设计基本方法	153
8.3 迷你相框底座设计	153
8.3.1 实例说明	153
8.3.2 教学重点与难点	154
8.3.3 操作步骤	154
8.4 技术实训	164
8.4.1 建立筋特征	164
8.4.2 编辑筋特征	165



8.4.3 筋特征的补充	165
8.5 习题	166
第 9 章 螺纹零件设计	168
9.1 螺纹零件设计概述	169
9.2 螺纹零件设计基本方法	169
9.3 丝杠设计	169
9.3.1 实例说明	169
9.3.2 教学重点与难点	170
9.3.3 操作步骤	170
9.4 技术实训	177
9.4.1 建立螺旋扫描特征	177
9.4.2 编辑螺旋扫描特征	178
9.4.3 螺旋扫描特征的补充	179
9.5 习题	181
第 10 章 零件程序设计	183
10.1 零件程序设计概述	184
10.2 零件程序设计基本方法	184
10.3 内六角螺栓程序设计	184
10.3.1 实例说明	184
10.3.2 教学重点与难点	185
10.3.3 操作步骤	185
10.4 技术实训	190
10.4.1 启动程序	190
10.4.2 显示设计	191
10.4.3 显示设计实例	191
10.4.4 编辑设计	194
10.4.5 程序设计小结	196
10.5 习题	197

第 1 章

零件和特征基础



1.1 零件和特征设计概述

Pro/ENGINEER 设计系统是由 PTC(Parametric Technology Corporation)公司 1989 年开发成功的,它最早采用了参数式设计思想。Pro/ENGINEER 最重要的特点就是其参数式设计的特性。所谓参数式设计,就是将零件尺寸的设计用参数来描述,并在设计修改时通过修改参数的数值来更改零件的外形。Pro/ENGINEER 中的参数不只代表设计对象外观的相关尺寸,并具有实质上的物理意义。例如可以运用系统参数(如体积、表面积、重心、三维坐标等)或用户自己按照设计流程需求所定义的用户定义参数(如密度、厚度等具有设计意义的物理量或字符)加入设计构思中,来表达设计思想。这项参数式设计的功能不但改变了设计的概念,并且将设计的便捷性推进了一大步。

1. 真实 3D 模型

在 Pro/ENGINEER 中设计出的模型是真实的 3D 模型,弥补了传统面结构、线结构的不足。这些 3D 实体模型除了可以将用户的设计思想以最真实的模型在计算机上表现出来之外,借助于系统参数,用户还可随时计算出产品的体积、面积、重心、重量、惯性大小等,以了解产品的真实性,并可以进行进一步的组件装配等的运算。用户在设计过程中,可以随时掌握以上重点,设计物理参数,并减少许多人为计算时间。

2. 以特征作为设计的单位

Pro/ENGINEER 的特征方式是基于人性化而设计的,初次使用 Pro/ENGINEER 的用户肯定会对特征感到亲切,Pro/ENGINEER 正是以最自然的思考方式从事设计工作的,如孔、开槽、做成圆角等均被视为零件设计的基本特征,除了充分掌握设计思想之外,还在设计过程中导入实际的制造思想;也正因为以特征作为设计的单元,因此可随时对特征做合理、不违反几何原理的顺序调整、插入、删除、重新定义等修正动作。

3. 单一数据库

Pro/ENGINEER 可随时由 3D 实体模型产生 2D 工程图,而且自动标示工程图尺寸。不论在 3D 还是 2D 图形上作尺寸修正,其相关的 2D 图形或 3D 实体模型均自动修改,同时组合、制造等相关设计也会自动修改,这样可确保数据的正确性,并避免反复修正所耗费的时间。由于单一数据库提供了所谓双向关联性的功能,这种功能也正符合了现代产业中同步工程的思想。

4. 参数式设计

配合单一数据库,所有设计过程中所使用的尺寸(参数)都存在数据库中。修改 CAD 模型及工程图不再是一件难事,设计者只需更改 3D 零件的尺寸,则 2D 工程图、3D 组合、模具等就会依照尺寸的修改做几何形状的变化,以达到设计修改工作的一致性,避免发生人为改图的疏漏情形,且减少许多人为改图的时间和精力消耗。也正因为有参数式的设计,用户才可以运用强大的数学运算方式,建立各尺寸参数间的关系式,使得模型可自动计算出应有的外形,减少尺寸逐一修改的繁琐费时,并减少错误的发生。



1.2 零件和特征设计基本方法

Pro/ENGINEER 野火版 3.0 包含的功能很多,但是零件设计仍然是其最重要的设计方法和功能,特征是零件设计的一个重要的组成部分,同时也是零件设计的重要基础。

Pro/ENGINEER 零件和特征设计的基本设计方法和步骤如下:

- (1) 选择【文件】|【新建】命令,在打开的【新建】对话框中,选择【零件】单选按钮,即可进行零件设计界面;
- (2) 选择【实体创建】中的命令或单击【特征】工具栏中的【特征】按钮,就可以进行相应的操作了;
- (3) 建立一个基准或者选择定义基准后,就可以进行二维剖面的绘制了;
- (4) 绘制完成剖面后,即可返回特征操作面板,进行设置后就建立了实体;
- (5) 对实体可以进行孔、倒角等操作,也可以建立其他实体。

1.3 文件和基准特征的基本操作

1.3.1 实例说明

本章的实例是以一个已完成的底座零件为对象,通过一些在实际工作中经常用到的操作,来讲解如何更加有效地利用各种软件界面元素来提升工作效率,提高设计理解度,提高设计准确率。

1.3.2 教学重点与难点

本章主要围绕 3 个方面来进行:菜单和窗口操作,设置视角方向,建立基准特征。其中读者要重点注意菜单和图标按钮的对应性、系统对零件对象的存储方式等,设置视角方向在设计特征时的作用,基准特征的基本创建思想等。

1.3.3 操作步骤

步骤 1: 菜单及窗口操作

STEP 01 双击桌面上的 Pro/ENGINEER 野火版 3.0 应用程序图标,启动后的界面如图 1.1 所示。

界面的布局与一般的 Windows 应用程序非常相似,所以操作起来十分简单,顶部是菜单栏,包含了所有的系统功能,菜单栏下边的按钮排列也符合标准,与其他 Windows 应用程序一样,将常用的功能以按钮的形式直观地提供给用户以方便操作。

在左侧的窗口界面中,用户主要了解的是文件夹导航器,【进程中】表示的是内存中有什么零件、模型等对象的意思,用于管理在内存中存储的对象。Pro/ENGINEER 对于数据的管理方式分为对内存的管理和对硬盘的管理,对于新建的对象或打开的对象,即便没有存盘,只要用户没有关闭 Pro/ENGINEER,系统都会在内存中进行保存,以供用户随时调用。【共享空间】主要应用于多用户协作,初学者不必掌握。

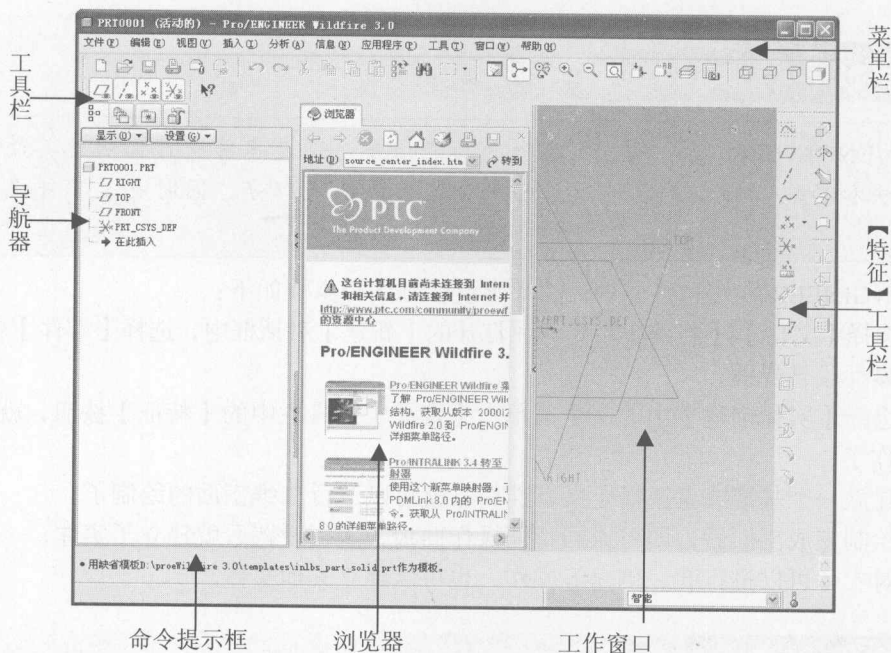
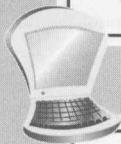


图 1.1 工作界面

再下边就是对本地硬盘的管理，用户可以随时选择存储数据的磁盘、目录进行访问和浏览。右侧的工具栏主要用于设计工作，在设计未开始时是不可用的，其实也是常用功能的快捷按钮，只不过默认位置不同，当然也可以将其放在顶部工具栏中。

下方的灰色空白区域是系统消息区，当用户进行各种操作时，系统会随时提供操作反馈信息供用户参考。

最下边的状态栏则与一般的 Windows 应用程序一样，提供一些简要的说明信息，并提供当前某些操作的状态供用户参考。

详细的使用方法将在后边的讲解中结合实例向用户展示。

STEP 02 选择【文件】|【新建】命令，或单击工具栏中的 （新建）按钮，如图 1.2 和图 1.3 所示，打开的对话框如图 1.4 所示。

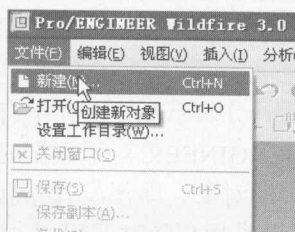


图 1.2 菜单

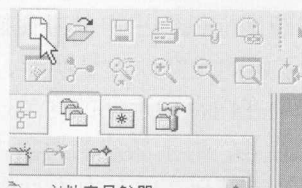


图 1.3 按钮

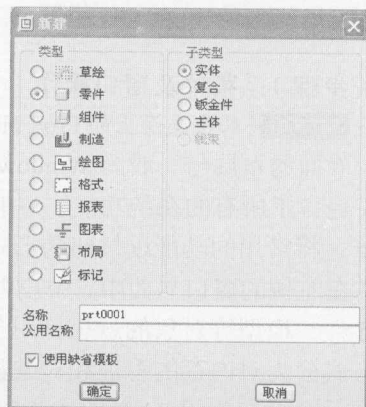


图 1.4 【新建】对话框



在该对话框中,【类型】中所列的项表示可以新建的对象种类。

比较常用的有【草绘】,即二维截面图;【零件】,这是最常用的,一般初学者也都以此为起点,系统也默认认定用户要新建的是零件,即实体模型;【组件】,即装配件;【绘图】,即二维工程图。

【子类型】中所列的是根据用户在【类型】中选择的新建对象,列出了针对于此对象的子类型,主要根据工程用途不同来区分。最常用的是【零件】对应的【实体】。

【名称】是指新建的零件名称,用户可以自己定义,这里系统给出了一个默认的名称prt0001。

【公共名称】一般在与产品数据管理软件结合应用时起作用,初学者不必掌握。

【使用缺省模板】选项由用户来决定是否使用默认模板,模板的主要作用是预先定义模型所使用的量度标准,一般系统默认的模板是英制的,中国用户不要使用,而要单击其复选框取消使用默认模板。

STEP 03 在【新建】对话框中单击【确定】按钮时,系统会弹出一个新对话框让用户选择合适的模板,如图 1.5 所示。

STEP 04 选择模板的对话框是【新文件选项】对话框,一般中国用户选择【mmns_part_solid】即可。单击【确定】按钮就进入到零件设计的界面,如图 1.6 所示。

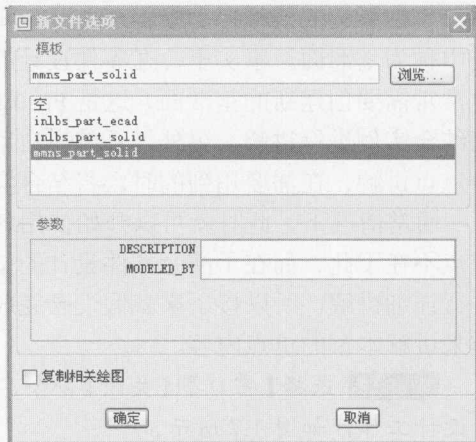


图 1.5 【新文件选项】对话框

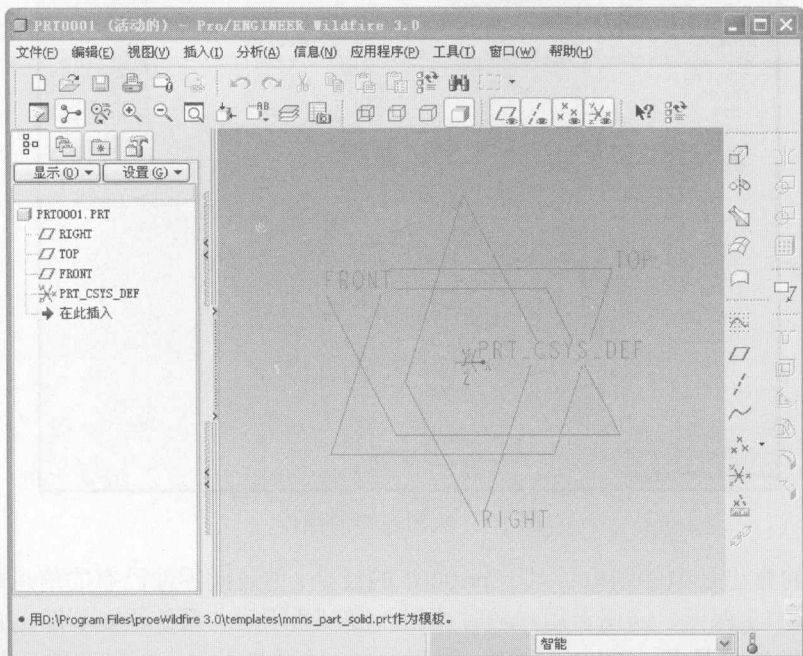


图 1.6 设计界面



此时,可发现界面的布局没有太大的变化,但各区域的元素均有所不同。

在顶部的一些按钮变为可用状态,表明这些按钮是在零件设计时才起作用的。

左侧的窗口区域有了比较大的变化,初学者主要用到的就是默认显示的模型树,表明此模型由哪些特征构成和创建的顺序。

右侧多了一些按钮,同时原来不可用的按钮也变为可用状态,同样是将设计零件实体时最常用的功能直观地列出来方便用户使用。

中间工作区域出现了 3 个正交的平面 (RIGHT、TOP、FRONT)。这是系统自动给出的,因为在 Pro/ENGINEER 中新制作三维模型必须要有正交的平面作为二维截面图的参照,所以系统根据所选的模板自动给出 3 个互相正交的平面作为基础,方便用户使用。这样的面在系统中称为基准面。事实上,在零件设计的各个阶段都可能需要用到各种不同的基准面,必要时常常需要创建新的基准面,这是 Pro/ENGINEER 零件设计的一个重要基础概念,后面将专门结合实例进行讲解。另外,系统还自动给出了一个默认坐标系,初学者用得不多,本章不做重点讲解,在需要用到时候将结合实例进行说明。

通常情况下,此时就可以开始使用各种特征创建工具来进行零件实体的设计了;但本章重点不在于此,而在于演示零件设计的基础工作,具体的零件特征设计内容将从第 3 章开始进行详细讲解。所以接下来就假设已完成了一个底座零件的设计,并通过这个底座零件的操作来讲解本章的重点内容。

STEP 05 选择【窗口】|【关闭】命令,关闭 prt0001 的设计窗口,也就是说,结束对 prt0001 的设计工作,如图 1.7 所示。

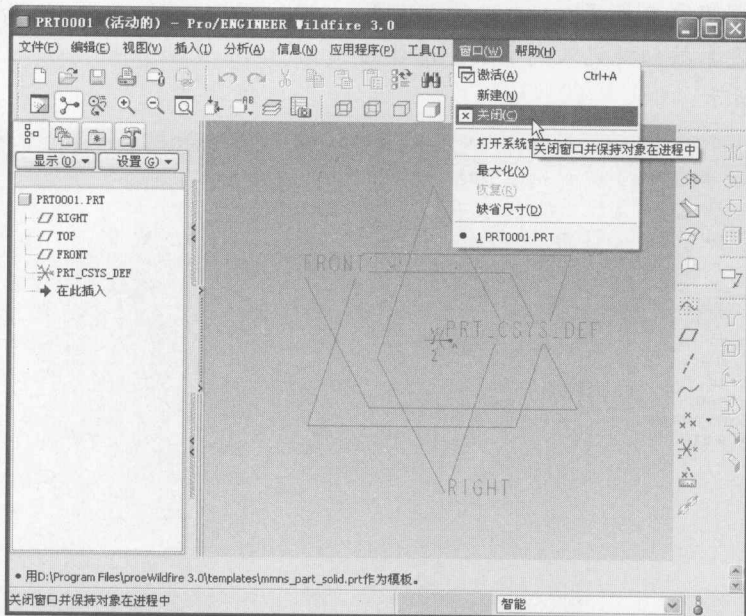


图 1.7 关闭窗口的操作

这一操作的意思是虽然结束了对于 prt0001 的设计,但是此零件已有的信息却仍然在【进程中】(即内存中)保留,以便于用户随时调用。窗口关闭后,系统恢复到图 1.1 所示的起始状态,此时如果想要调用 prt0001 (注意:此时 prt0001 并未存盘,所以在硬盘上是没有此零



件的), 就可以在【进程中】找到。但在调用的时候通常不在【文件夹导航器】的【进程中】进行调用, 更方便的是使用  (打开) 按钮打开的对话框来打开进程, 如图 1.8 所示。

STEP 06 在【文件打开】对话框中单击  (进程中) 按钮, 即可浏览【进程中】的文件, 此时 prt0001 就显示在对话框中等待用户调用, 如图 1.9 所示。

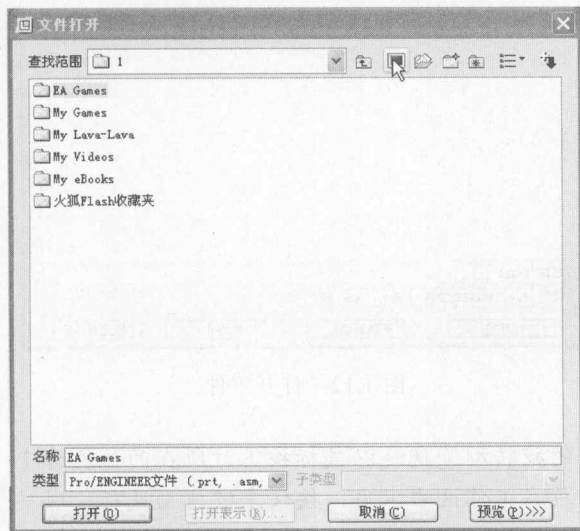


图 1.8 【文件打开】对话框

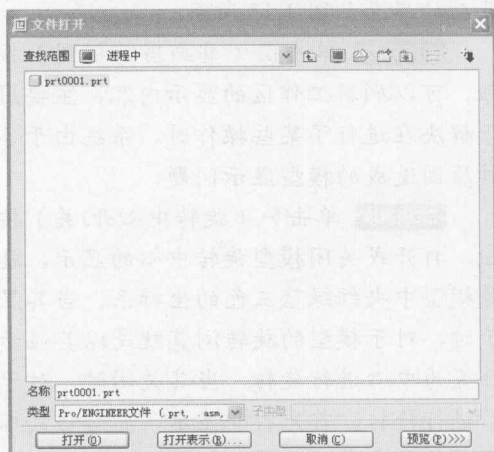


图 1.9 打开【进程中】的文件

STEP 07 如果单击【打开】按钮, 即可调用 prt0001。但此时并不需要此零件, 所以单击【取消】按钮, 不调用 prt0001。

那么此时读者很快会想到, 如果一次工作中零件设计个数较多, 那么系统内存的占用就会很多, 这会极大影响系统的性能, 反而会使效率下降。是的, 即便是已存盘的零件, 仍然会继续占用内存, 所以 Pro/ENGINEER 提供了清理内存的工具来帮助用户将不需要再占用内存的零件从内存中删除, 以提高性能。方法是, 选择【文件】|【拭除】命令, 如图 1.10 所示。

可以看到, 在【拭除】的下方还有【删除】命令, 二者的区别就在于【拭除】是删除内存数据的, 而【删除】是删除硬盘数据的。在选择【拭除】命令后, 其子菜单有【当前】和【不显示】两个命令(【元件表示】初学者不用理会), 【当前】的意思是指已经调用的或正在进行的零件, 就是用户能看到的; 【不显示】是指已经关闭了的零件, 比如 prt0001 就是刚才将其设计窗口关闭的零件, 所以要从内存中将 prt0001 清除, 就选择【不显示】命令, 弹出如图 1.11 所示的对话框。

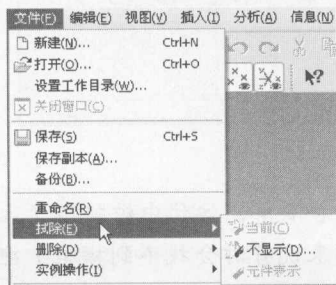


图 1.10 【拭除】命令

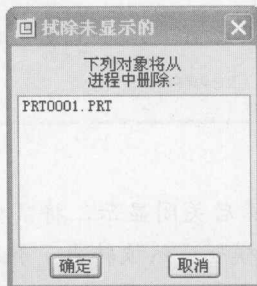


图 1.11 清除内存数据



单击【确定】按钮，即可将 prt0001 从内存中清除。

步骤 2：窗口及视角方向操作

STEP 01 选择【文件】|【打开】命令或单击  (打开) 按钮，打开光盘目录中的底座零件 1-sl1.prt，如图 1.12 所示。打开后的界面如图 1.13 所示。

STEP 02 单击  (重画当前视图) 按钮，可以刷新工作区的显示内容，主要用于解决在进行了某些操作时，系统由于各种原因造成的模型显示问题。

STEP 03 单击  (旋转中心开/关) 按钮，打开或关闭模型旋转中心的显示，就是模型中央红绿蓝三色的坐标系，当其显示时，对于模型的旋转浏览就是以其显示位置为中心进行旋转，当其关闭时，对于模型的旋转浏览就是以鼠标按下时所在的位置为中心进行旋转。首先打开显示，然后将鼠标指针放在工作区右下角，按住中键拖动鼠标，观察模型旋转方式，如图 1.14 所示。

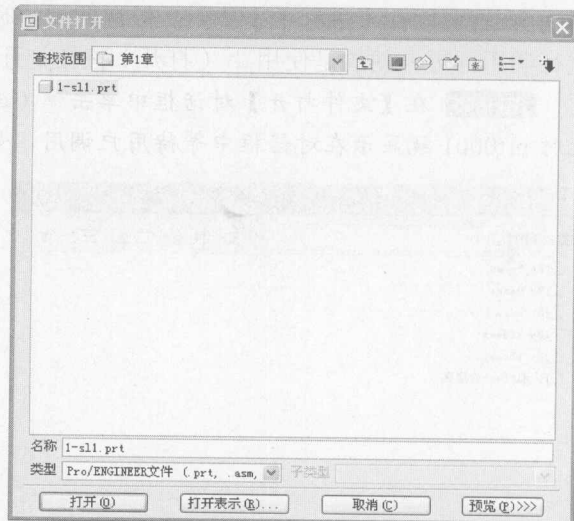


图 1.12 打开零件

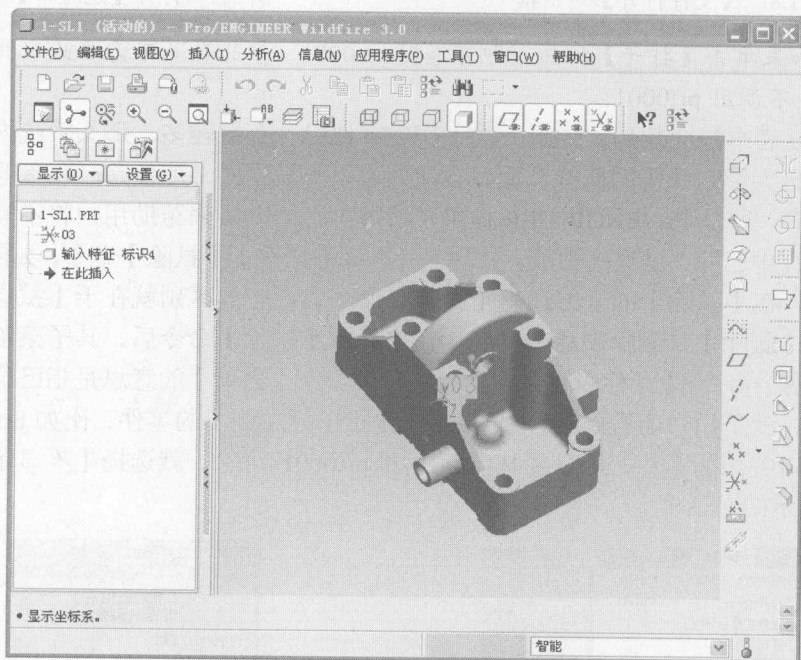


图 1.13 零件界面

STEP 04 然后关闭显示，将鼠标指针放在工作区右下角，按住中键轻微（注意要轻轻地拖动，以防止模型突然被转出了屏幕，这对于初学者来说有时会找不到模型）拖动鼠标，观察模型的旋转方式，如图 1.15 所示。

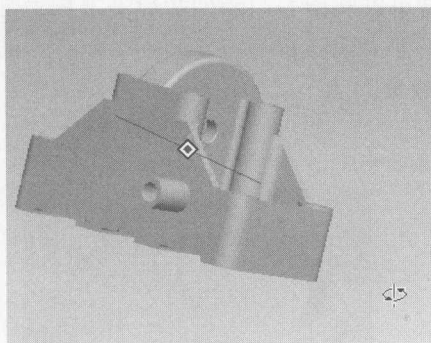


图 1.14 旋转零件（一）

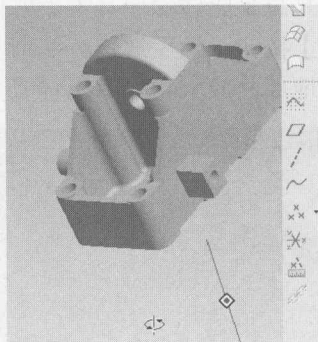


图 1.15 旋转零件（二）

一般来说，在关闭旋转中心进行旋转后，模型会处于工作区的边缘，有时部分甚至整个模型都处于屏幕（工作区）外，此时用户就会有将模型平移拖回屏幕中央的需要。对模型平移的方法是左手按住 **Shift** 键，右手按住鼠标中键，拖动鼠标即可实现平移，如图 1.16 所示。

平移完成后，模型差不多到了工作区中央，但有时其显示大小又不太合适。放大或缩小的方法很简单，将鼠标指针放在合适的位置（通常建议放在模型的中央，因为缩放时系统认定的缩放参照中心就是鼠标指针的位置。如果将鼠标指针放的离模型太远，在放大时则会将模型放大到工作区外），上下滚动滚轮，即可实现缩放。如果鼠标没有滚轮，那么可以按住 **Ctrl** 键和中键上下拖动鼠标实现缩放，但使用滚轮缩放可以提高设计效率。按住 **Ctrl** 键和鼠标中键左右拖动鼠标产生的无滚轮的缩放如图 1.17 所示。

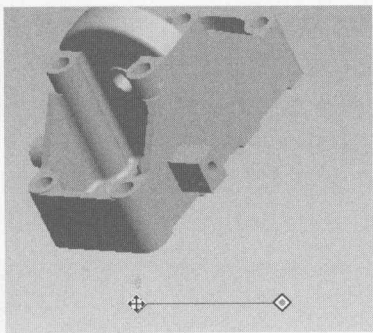


图 1.16 平移零件

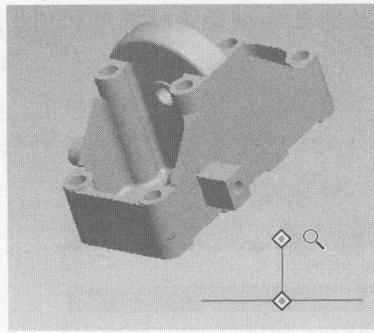


图 1.17 缩放零件

STEP 05 终于将模型移到了中央，而且缩放的比例也比较合适了。但每次这么做还是比较麻烦，单击工具栏中的 （调整）按钮（如图 1.18 所示）即可一步到位，将模型以最佳大小居中显示在屏幕上。



图 1.18 工具栏

【定向模式开/关】在实际工作中用处不大，只是用于进行更直观的模式定向，本章就不做具体讲解了。

还有一种需求是对于模型的某一细节想要迅速放大观察，虽然通过上述的缩放也能达到