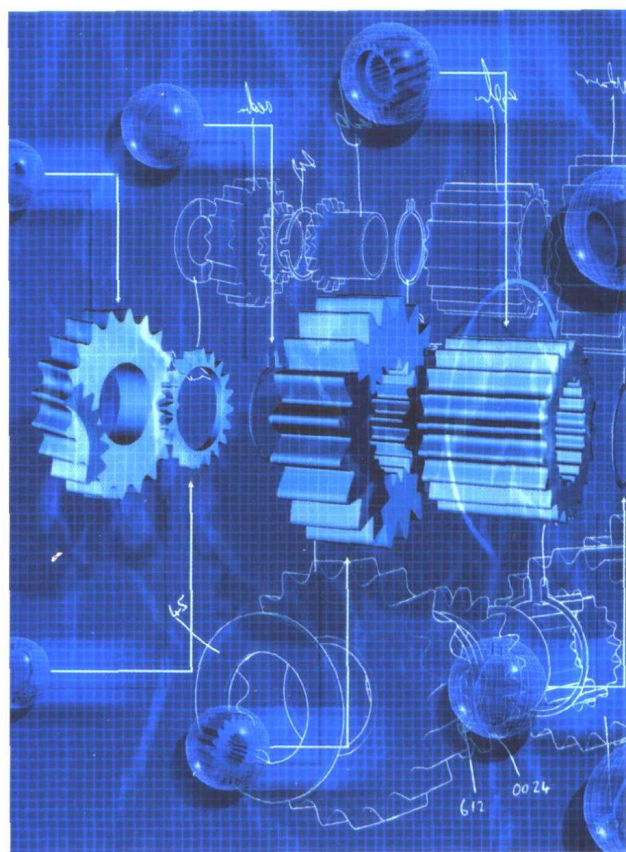


中文版 Pro/ENGINEER WildFire 基础教程

- ◆ 设计草绘截面
- ◆ 创建基准特征
- ◆ 创建与扩展实体特征
- ◆ 创建倒角特征
- ◆ 创建修复特征
- ◆ 设计曲面特征
- ◆ 修改零件设计
- ◆ 零件设计辅助工具
- ◆ 机械仿真设计



郝利剑 张宏波 李晓辉 等编著



清华大学出版社

高等院校计算机应用技术系列教材

中文版 Pro/ENGINEER WildFire 基础教程

郝利剑 张宏波 李晓辉 等编著

清华大学出版社

北 京

•

Pro/ENGINEER 是由美国 PTC 公司开发的顶级三维设计分析软件, 其功能模块涵盖了整个机械工业的主要研究内容。本书主要介绍有关曲面和零件设计、机械仿真的基础知识, 内容包括 Pro/ENGINEER WildFire 的新增功能, 创建及修改特征的方法, 以及曲面制作、零件设计、机械仿真等的基本方法及应用技巧等。全书在讲解基础知识的同时, 提供了大量的应用实例, 使读者能够在学习基础知识的同时, 结合实例学以致用, 不仅可以快速掌握 Pro/ENGINEER WildFire 软件的基本操作, 而且为进一步提高设计技巧打下坚实的基础。

本书内容翔实, 知识全面, 设计实例简单明了, 可读性强, 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, 同时本书也适合作为工科院校 CAD/CAM 设计的教材和参考书。

版权所有，翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签，无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

中文版 Pro/ENGINEER WildFire 基础教程/郝利剑, 张宏波, 李晓辉等编著。—北京: 清华大学出版社, 2004
(高等院校计算机应用技术系列教材)

ISBN 7-302-08036-4

I. 中… II. ①郝… ②张… ③李… III. 机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, Pro/Engineer WildFire—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 006875 号

出版者: 清华大学出版社 地址: 北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn 邮编: 100084
社总机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

组稿编辑：孟毅新

文稿编辑：许书明

封面设计：王 永

版式设计：康 博

印刷者：北京密云胶印厂

装 订 者：三河市新茂装订有限公司

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开 本: 185 × 260 印张: 22.5 字数: 534 千字

版次: 2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-08036-4/TP · 5815

印 数: 1 ~ 5000

定 价: 32.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或 (010)62795704

前 言

Pro/ENGINEER 自从由美国参数技术公司(Parametric Technology Corporation, 网址 www.ptc.com)1988 年推出以来,十余年间已成为全世界最普及的 3D CAD/CAM 应用软件,广泛应用于工业设计、机械、航空航天、汽车、模具、外观设计、家电和通信等领域。Pro/ENGINEER 集零件设计、产品装配、管路设计、钣金设计、模具设计、电路设计、制造加工、机械仿真与有限元分析、应力分析、产品数据库管理等功能于一体。由于应用范围相当广泛,要求工程师完全精通是不现实的,最佳方式是按照实际使用要求,学习适用的模块。

目前 Pro/ENGINEER 最新的版本是 Pro/ENGINEER WildFire 版,相对于 Pro/ENGINEER 以前的所有版本,WildFire 版在使用方式和操作界面上的变化可以说是十分惊人的。为了使读者能够在最短的时间内,以最少的精力熟悉新的界面和掌握新的操作方式,笔者编写了这本书,主要讲解使用 Pro/ENGINEER WildFire 进行曲面和零件设计、机械动力学仿真实验的操作技巧,适合 Pro/ENGINEER WildFire 的初学者阅读使用。本书不仅在开篇就对最基本的或改变最明显的部分进行了精炼的描述,而且在全书的讲解过程中都将 WildFire 版新颖而简洁的操作步骤和精彩实用的实例融合在一起,使读者在零件设计技术快速提高的同时迅速熟悉这些界面并沉浸在由 WildFire 版新界面所带来的工作效率显著提高的喜悦之中!

本书共分为 12 章,主题包括实体特征、曲面特征、机械仿真等,内容充实并配有大量图例。第 1 章简介 Pro/ENGINEER 系统的特色及 Wildfire 版的新增功能。第 2 章介绍草绘截面的设计基础,详细描述各项功能。第 3 章介绍各种基准特征的建立方式,包括基准面、基准轴、基准坐标、基准曲线、基准点等,其中基准曲线是建立曲面的重要方式,希望读者能掌握所有产生曲线的方式。第 4 章介绍零件实体的设计,这是 3D CAD 中最为常用的基础。第 5 章介绍进阶实体特征的设计,即针对复杂零件实体的创建。第 6 章介绍倒角特征的创建方法,这是产品制造过程中必不可少的设计。第 7 章介绍实体特征的扩展,包括孔、筋、拔模、抽壳等特征的介绍。第 8 章介绍修饰特征,如螺纹、草绘修饰及凹槽。第 9 章介绍曲面特征,它可以协助模型设计,使产品外形更富变化。第 10 章介绍零件的修改,包括重定义、重排序、重定参照、删除、隐含和恢复等特征,使零件得到进一步修改而更加符合设计。第 11 章介绍零件设计的辅助功能,包括复制、用户自定义、解决特征失败、模型树的使用,从而更加简化设计。第 12 章介绍机械仿真设计,包括机械装置的零件设计、组装、设置及仿真结果的分析和保存,使设计者能够清楚地了解零件在机械装置中的运动情况,并且通过仿真演示进行验证分析。

本书由郝利剑、张宏波和李晓辉主持编写,参加编写的人员还有张云静、张云杰、尚蕾、李长文、王建、董义、周小刚和柳斌等。由于作者水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,希望广大读者批评指正。

作 者

目 录

第 1 章 Pro/ENGINEER WildFire 简介	1
1.1 新增功能	1
1.2 Pro/ENGINEER WildFire 用户界面	4
1.2.1 菜单栏	4
1.2.2 工具栏	12
1.2.3 特征工具栏	13
1.2.4 命令提示栏	14
1.2.5 导航器	14
1.2.6 浏览器	15
1.2.7 特征定义栏	15
1.3 Pro/ENGINEER WildFire 机械仿真	15
1.4 本章小结	17
第 2 章 草绘截面设计	18
2.1 截面的有关概念	18
2.2 绘制截面的界面和工具介绍	19
2.2.1 工具栏	20
2.2.2 特征工具栏	20
2.2.3 菜单栏	22
2.3 设计草绘截面	22
2.3.1 绘制和编辑点、直线和矩形	23
2.3.2 绘制圆、椭圆与圆弧	24
2.3.3 绘制曲线	26
2.3.4 绘制文本	29
2.3.5 截面图元的缩放旋转与复制	30
2.4 尺寸标注和修改截面图形	31
2.4.1 尺寸标注	31
2.4.2 修改尺寸	34
2.4.3 修改约束条件	36
2.4.4 修剪截面图元	38
2.5 草绘截面综合设计实例	39
2.6 目的管理器	43
2.7 本章小结	44

2.8 练习	44
第 3 章 基准特征	46
3.1 基准特征的功能按钮	46
3.2 基准平面	47
3.2.1 建立基准平面	48
3.2.2 创建基准平面实例	50
3.2.3 修改基准平面	53
3.3 基准坐标系	54
3.3.1 基准坐标系的 3 种表示方法	54
3.3.2 设置基准坐标系的参数	54
3.3.3 建立基准坐标系实例	55
3.4 基准点	56
3.5 基准曲线	59
3.5.1 创建基准曲线的方法	59
3.5.2 基准曲线实例	62
3.6 基准轴	63
3.6.1 建立基准轴	63
3.6.2 建立基准轴实例	64
3.7 本章小结	65
3.8 练习	66
第 4 章 建立基础实体特征	67
4.1 拉伸建模	67
4.1.1 拉伸建模的思想	67
4.1.2 拉伸使用方法	68
4.2 旋转建模	77
4.3 实体特征的阵列	79
4.3.1 阵列类型	80
4.3.2 阵列选项	80
4.3.3 尺寸阵列	82
4.3.4 参照阵列	88
4.3.5 旋转阵列	90
4.4 复制实体特征	94
4.4.1 复制方法	94
4.4.2 新参照复制	95
4.4.3 移动复制	98
4.4.4 镜像复制	101

4.5	零件镜像	102
4.5.1	零件镜像操作	102
4.5.2	零件镜像实例	104
4.6	本章小结	105
4.7	练习	106
第5章	实体特征创建进阶	108
5.1	扫描特征	108
5.1.1	恒定截面扫描特征	109
5.1.2	可变截面扫描特征	115
5.2	混合特征	118
5.2.1	混合特征的分类	118
5.2.2	特殊的混合特征实例	126
5.3	扫描混合特征	128
5.4	本章小结	130
5.5	练习	130
第6章	倒角特征	132
6.1	倒直角特征	132
6.1.1	边倒角特征	132
6.1.2	拐角倒角特征	141
6.2	倒圆角特征	142
6.2.1	倒圆角的类型	143
6.2.2	倒圆角特征选项设置	143
6.2.3	倒圆角实例	147
6.3	本章小结	150
6.4	练习	150
第7章	实体特征扩展	151
7.1	孔特征	151
7.1.1	创建孔特征	152
7.1.2	创建孔特征实例	156
7.2	筋特征	160
7.2.1	筋的分类	160
7.2.2	创建筋特征	161
7.2.3	筋特征的实例	162
7.3	拔模特征	165
7.3.1	拔模特征的分类	165

7.3.2	创建拔模特征	167
7.3.3	拔模特征实例	171
7.4	抽壳特征工具	177
7.4.1	创建抽壳特征	177
7.4.2	抽壳特征实例	178
7.5	本章小结	180
7.6	练习	180
第 8 章	修饰特征	182
8.1	螺纹特征	182
8.1.1	创建螺纹特征	182
8.1.2	创建螺纹特征实例	185
8.2	草绘修饰特征	188
8.2.1	创建草绘修饰特征	188
8.2.2	草绘修饰特征实例	190
8.3	创建凹槽特征	191
8.4	本章小结	193
8.5	练习	193
第 9 章	设计曲面特征	194
9.1	曲面特征的设计与操作	194
9.1.1	合并曲面	195
9.1.2	修剪曲面	198
9.1.3	曲面延伸	203
9.1.4	曲面相交	208
9.1.5	复制曲面	210
9.1.6	曲面移动	212
9.1.7	曲面镜像	215
9.1.8	曲面加厚	218
9.2	曲面的边界混合	221
9.2.1	曲面的边界混合基础	221
9.2.2	边界混合实例	225
9.3	曲面特征综合实例	227
9.4	本章小结	231
9.5	练习	231
第 10 章	零件设计的修改	233
10.1	特征之间的关系	233

10.1.1 特征的概念	233
10.1.2 特征之间的关系	234
10.1.3 查看特征关系的工具	236
10.2 特征的重定义	238
10.3 特征的重排序	245
10.3.1 插入新特征	246
10.3.2 特征顺序调整	248
10.3.3 查看特征顺序的工具	255
10.4 重定参照特征	256
10.5 删除、隐含和恢复特征	261
10.5.1 特征的删除	261
10.5.2 隐含特征	263
10.5.3 恢复隐含特征	265
10.6 本章小结	269
10.7 练习	269
第 11 章 零件设计的辅助工具	271
11.1 特征的复制	271
11.1.1 镜像复制特征	271
11.1.2 不同参照复制特征	273
11.1.3 相同参照复制特征	275
11.1.4 移动复制特征	276
11.1.5 复制特征实例	277
11.2 应用 UDF	284
11.2.1 创建 UDF	284
11.2.2 放置 UDF	287
11.3 解决特征失败	298
11.3.1 【诊断失败】窗口	299
11.3.2 【求解特征】菜单管理器	299
11.4 使用模型树	301
11.5 本章小结	304
11.6 练习	304
第 12 章 机械仿真设计	305
12.1 机械仿真简述	305
12.2 机械仿真基础知识	306
12.3 机械仿真的应用实例	324
12.3.1 创建零件模型	325

12.3.2 组装机械装置.....	333
12.3.3 设置机械仿真.....	340
12.3.4 机械仿真结果分析及保存.....	342
12.4 本章小结.....	346
12.5 练习.....	346

第1章 Pro/ENGINEER WildFire 简介

本章主要介绍 Pro/ENGINEER WildFire 版的最新设计界面及相对于以前版本的改进,包括窗口的变化、历史文件、视角的控制及颜色的设置等内容,同时讲解新版本在基本特征创建的思路和方法上的新变动。通过本章的学习,可以使读者快速适应 Pro/ENGINEER WildFire 版的创新和改进,并真正藉此大幅度提高设计效率。

本章要点:

- Pro/ENGINEER WildFire 的新增功能
- 用户界面
- 了解机械仿真

1.1 新增功能

Pro/ENGINEER 设计系统是由 Parametric Technology Corporation 公司 1989 年开发成功的,最初的版本采用下拉菜单式工作流程,操作起来比较繁杂。2001 年 6 月 Parametric Technology Corporation 公司推出了 2001 版本,该版本提供了改进的面向对象的“窗口化”操作界面,可大大简化用户的操作步骤。后来 Parametric Technology Corporation 公司在 2001 版本的基础上又推出更高的 WildFire 版本,该版本是在 2001 版本的基础上进一步简化用户操作步骤,更加方便人机交流,界面更紧凑合理,并将当今领先的设计思想融入到整个设计流程中,可极大地提高工作效率。

Pro/ENGINEER WildFire 是目前推出的最新版本,相对以前版本增加了许多新的功能或者增强了以前版本中对应的功能,体现在以下几点。

(1) 增强的拖动功能。Pro/ENGINEER WildFire 提供增强的拖动功能简化并加快了文件类的操作。比如,可以将文件包括零件、装配件等拖动到 Pro/ENGINEER WildFire 的操作进程中,以使用户进行操作和查询;也可以通过将压缩文件拖动到 Pro/ENGINEER WildFire 的操作进程中,以自动解压并操作。如图 1-1 所示。

(2) 改善和增强动态视图操作功能。Pro/ENGINEER WildFire 在操作方式上进行了突破性的革新,在现代标准上进行了拓展,通过鼠标中键提供与查看有关的功能。Pro/ENGINEER WildFire 提供两种可直接查看对象的方法,即使用鼠标基本查看功能及使用高级选项,基本查看功能包括以下几点。

- 旋转：单击鼠标中键并拖拽或平移对象。
- 缩放：按住 Ctrl，单击鼠标中键，然后拖动对象。
- 平移：按住 Shift，单击鼠标中键，然后拖动对象。
- 高级选项包括：围绕某顶点旋转，也可以关闭旋转中心，使用光标确定模型的旋转中点。也可以选中一个图元，使模型围绕所选的图元如边或定点旋转。操作示意图见图 1-2。



图 1-1 拖动功能

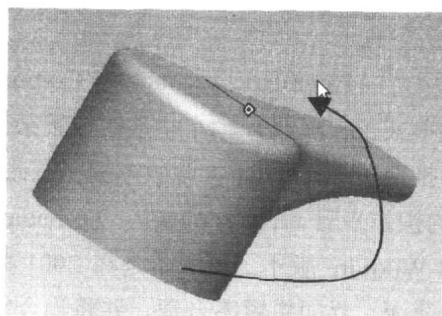


图 1-2 操作示意

(3) 使用组合键和鼠标按键。在 Pro/ENGINEER WildFire 中可以使用标准的 Microsoft 键盘功能及鼠标操作。比如右击可使用快捷菜单。

Pro/ENGINEER WildFire 鼠标操作和键盘组合键(Ctrl 与 Shift)可以利用用户熟悉的 Microsoft 标准提供许多提高效率的快捷键。例如，使用 Ctrl 可选中多个对象，使用 Shift 可从“模型树”中选中两个被选中特征间的所有特征，如图 1-3 所示。

(4) Windchill PartsLink 集成功能。如果有 Windchill PartsLink 许可，则可以轻松地从业务处查找和下载 3D 模型，而不必自行创建。单击【连接】按钮()，打开【连接】导航器，打开【目录】文件夹就显示由 Windchill PartsLink 提供支持的 PTC 的目录网站。在此网站上可以直接浏览目录，如图 1-4 所示。



图 1-3 按住 Shift 后进行多选示意

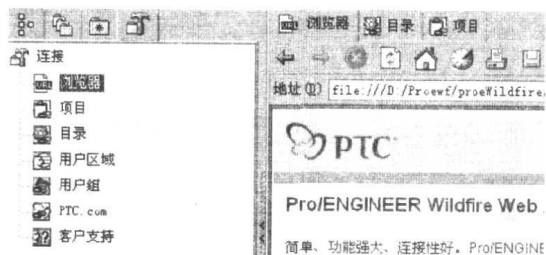


图 1-4 操作示意

(5) 利用选取框进行选择。在 Pro/ENGINEER WildFire 中，各处的选择工具都具有一致的外观，便于用户熟悉。可以利用这些选择工具随时选择多个项目。

选择功能经过重新设计，使其更易用且在整个 Pro/ENGINEER 中具有更一致的外观。选择时都使用相同的工具，且可随时选择多个对象。按住鼠标左键并拖动指针能创建一个可选择多个对象的选取框，而改进的选择过滤器可以控制待选择的项目范围，如图 1-5 所示。

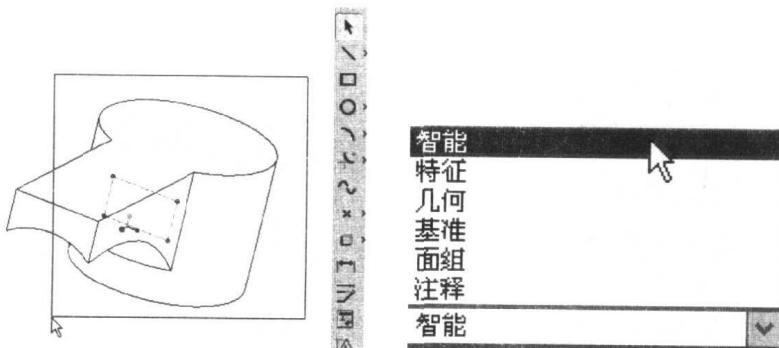


图 1-5 多项选择和选择过滤器

(6) 模型树的增强功能。可以通过在模型树中选择特征来快速执行特征的操作，而不必再在各菜单或对话框中浏览。比如，只需在模型树中双击特征名称或按 F2 键，即可轻松将其重命名，如图 1-6 所示。

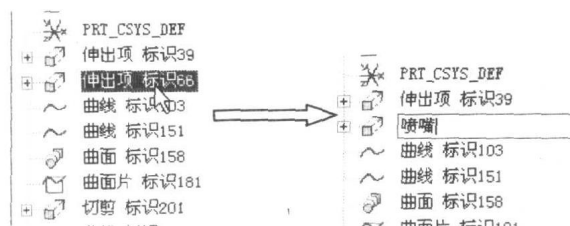


图 1-6 特征操作更方便

1.2 Pro/ENGINEER WildFire 用户界面

Pro/ENGINEER WildFire 的用户界面如图 1-7 所示, 主要由菜单栏、工具栏、特征工具栏、导航器、工作窗口、浏览器、特征定义栏组成。除此之外, 对于不同的功能模块还可能出现【菜单管理器】面板(如图 1-8 所示)和特征对话框(如图 1-9 所示)。本节将详细介绍这些组成部分的功能。

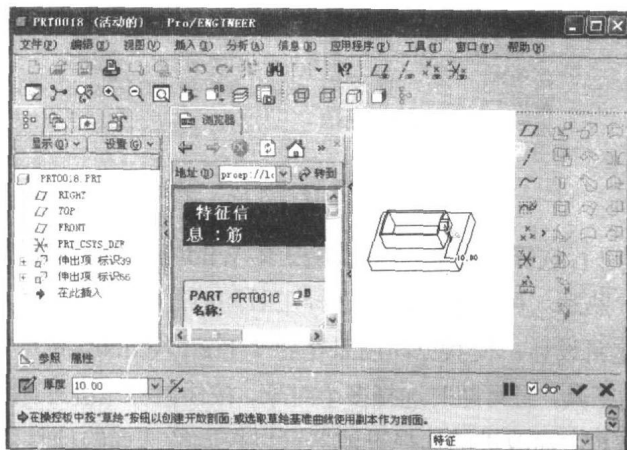


图 1-7 用户界面



图 1-8 【菜单管理器】面板

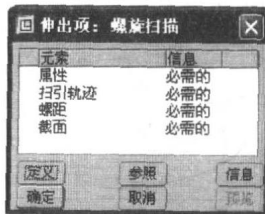


图 1-9 特征对话框

1.2.1 菜单栏

菜单栏集合了大量的 Pro/ENGINEER 操作命令, 如图 1-10 所示。它包括文件、编辑、

视图、插入、分析、信息、应用程序、工具、窗口和帮助 10 个菜单。

文件(F) 编辑(E) 视图(V) 插入(I) 分析(A) 信息(O) 应用程序(P) 工具(T) 窗口(W) 帮助(H)

图 1-10 菜单栏

1. 【文件】菜单

【文件】菜单包含关于文件操作的命令，例如新建文件、打开文件、保存文件和删除文件等操作命令，如图 1-11 所示。【文件】菜单中的命令介绍如下。

(1) 【新建】命令 选择【文件】菜单的【新建】命令，打开如图 1-12 所示的【新建】对话框。

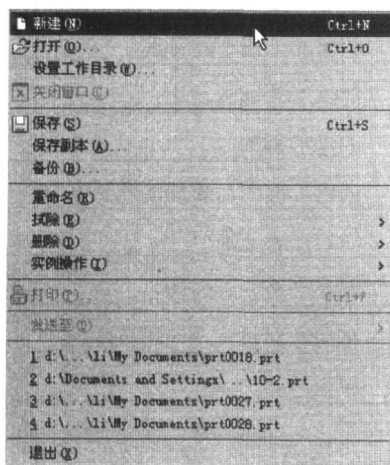


图 1-11 【文件】菜单

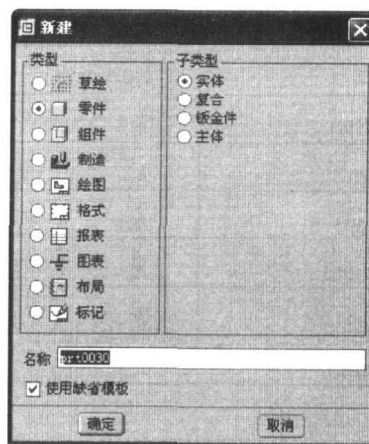


图 1-12 【新建】对话框

该对话框用于定义新建文件的类型、子类型和文件名称等，不同的文件类型对应不同的子类型和功能，它们之间的关系见表 1-1。

表 1-1 文件类型功能对应关系

文件类型	文件子类型	功能说明
草绘(*.sec)	无	创建 2-D 草绘截面
零件(*.prt)	实体	创建实体零件
	复合	创建复合零件
	钣金件	创建钣金零件
	主体	创建主体零件
组件(*.asm)	设计	装配件设计
	互换	创建图形交换文件
	校验	装配验证
	处理计划	创建装配计划
	NC 模型	创建数控加工模型
	模具布局	创建模具布局
	Ext.简化表示	组件创建外部简化表示

(续表)

文件类型	文件子类型	功能说明
制造(*.mfg)	NC 组件	创建数控加工组件
	Expert Machinist	创建专家加工模型
	CMM	创建加工模型的坐标测量机序列
	钣金件	创建钣金成型
	铸造型腔	创建铸模加工
	模具型腔	创建模具加工
	模面	创建冲压加工
	硬度	创建加工模型的管线
	处理计划	创建工艺规划
绘图(*.drw)	无	创建工程图
格式(*.frm)	无	创建工程图与布局的默认文件
报表(*.rep)	无	创建报表文件
图表(*.dgm)	无	创建电路、管路图
布局(*.lay)	无	布局
标记(*.mrk)	无	注释

说明:

文件类型括号中的字母表示该类型文件的扩展名的名称格式。

【名称】文本框可以直接输入新文件名，选中【使用缺省模板】选项表示创建的新文件采用系统默认的单位、视图、基准等设置。如果不选此选项，将打开如图 1-13 所示的【新文件选项】对话框，用户可以重新进行模板定义。

(2) 【打开】命令 选择【文件】菜单的【打开】命令，打开如图 1-14 所示的【文件打开】对话框。



图 1-13 【新文件选项】对话框

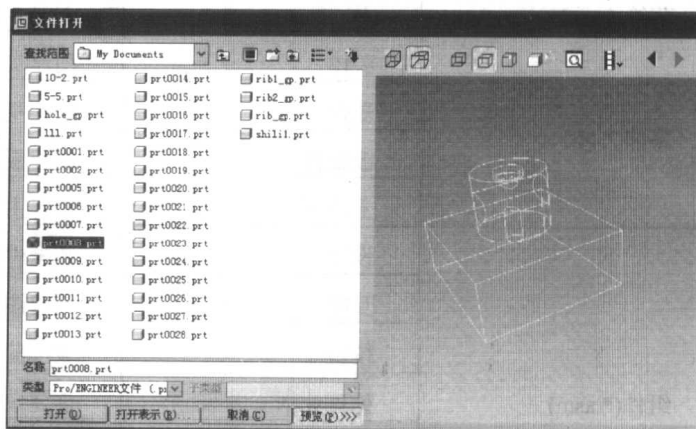


图 1-14 【文件打开】对话框

该对话框中各选项的作用见表 1-2。

表 1-2 【文件打开】对话框中各选项作用简介

选 项	作 用 简 介	选 项	作 用 简 介
文件列表框	显示当前目录下的文件	 按钮	显示模型所有轮廓线
文件预览	显示预览选中的文件	 按钮	显示模型边框，且显示隐藏线
查找范围	定义显示的文件目录	 按钮	显示模型边框，不显示隐藏线
 按钮	返回上一级目录	 按钮	将模型着色显示
 按钮	查看存放在进程中的文件	 按钮	将模型放大到预览窗口最大限度
 按钮	回到工作目录	 按钮	定义每秒显示模型的帧数
 按钮	保存常用的工作目录	 按钮	切换到前一个预览模型
 按钮	显示文件设置	 按钮	切换到后一个预览模型
 按钮	定义显示的方式	【名称】下拉列表框	定义要打开的文件名称
 按钮	显示正交图形	【类型】下拉列表框	定义文件列表框中显示的类型
 按钮	显示透视模型	【打开】按钮	打开选定的文件
【打开表示】按钮	定义打开选定文件的方式	【取消】按钮	放弃打开文件操作
【预览】按钮	打开或关闭预览窗口		

(3) 【设置工作目录】命令 此命令的功能是定义新建、打开和保存文件的工作目录。指定工作路径可以方便文件的管理，减少定义文件的时间。【选取工作目录】对话框如图 1-15 所示，它同【文件打开】对话框操作方法一样，在此不作重复介绍。

(4) 【关闭窗口】命令 该命令用于关闭当前正在使用的窗口，但是这里关闭的只是显示模式上的关闭，被关闭的内容仍然存放在内存中。单击【文件打开】对话框中的  按钮可以重新打开已经关闭的文件。

(5) 【保存】命令 该命令用于保存当前文件。系统会将文件按照保存的顺序进行分别保存。例如第 1 次保存文件名称为：sample.prt.1，那么第 2 次保存会自动命名为 sample.prt.2。单击【文件打开】对话框中的  按钮选择【所有版本】显示方式后可以打开当初保存的文件。

(6) 【保存副本】命令 该命令将当前的文件保存为副本。

(7) 【备份】命令 该命令将当前文件复制到别的目录中作为备份。

(8) 【重命名】命令 该命令用来更改文件名称，【重命名】对话框如图 1-16 所示，操作比较简单，这里不作详细介绍。



图 1-15 【选取工作目录】对话框

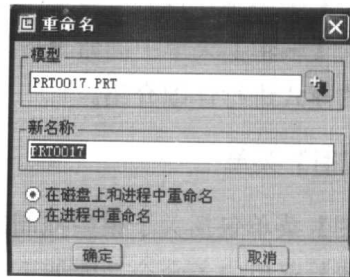


图 1-16 【重命名】对话框