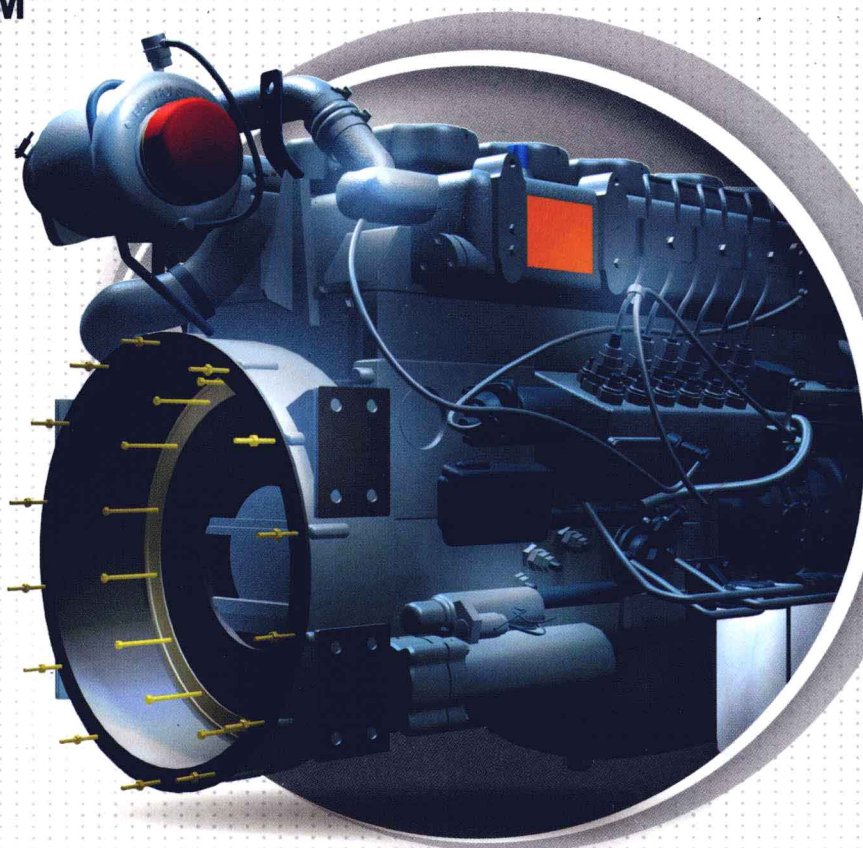




新编CAD/CAM 实例教程

- 采用实例教学编写模式
贴近实际课堂教学
- 知识系统、全面
结合实际工程应用经验
- 实例典型、实用
具有代表性，可操作性强
- PPT教学课件免费下载
方便老师教学
- 光盘提供基本操作特征的视频演示
所有练习及实例的素材与模型文件



Pro / ENGINEER

Wildfire 5.0

和青芳
周四新

赵海燕
等

编著

实例教程

第2版



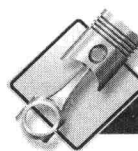
本书得到“北京市属高等学校人才强教计划资助项目”支持



CD-ROM
视频演示及实例素材



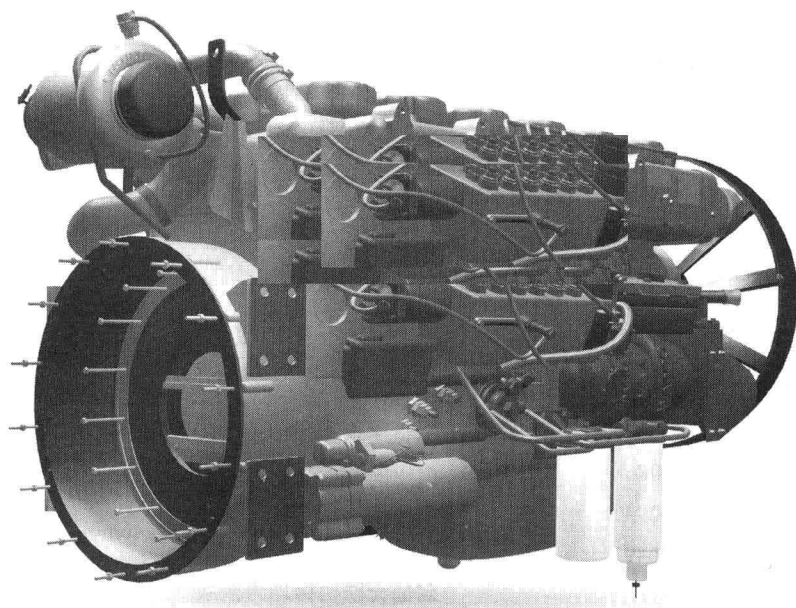
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

 新编CAD/CAM
实例教程

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0

实例教程 第2版

和青芳 赵海燕 周四新 等 编著



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书以最新 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 中文版软件为操作平台,以实例教学的编排风格系统全面地讲述了“零件设计”、“零件装配”、“产品设计实例综合应用”等内容。本书在相关章节中不仅给出了相应的要点与操作技巧,而且在实例中也介绍了许多实际设计工作中的经验。初学者学习本书,可以快速制作出三维模型并逐步成为业内高手;中高级用户以本书作为手册,也会产生良好的辅助效果。

本书可作为各层次 Pro/E 培训机构的培训教材,也可作为大中专院校计算机辅助设计的教材及相关课程设计的参考用书。同时,本书对于自学者来说也是一本非常实用、易学的教科书。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 实例教程/和青芳等编著. —2 版. —北京:机械工业出版社, 2011.1

新编 CAD/CAM 实例教程

ISBN 978-7-111-32921-3

I. ①P… II. ①和… III. ①机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 5.0—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 261897 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: 张晓娟

责任编辑: 张晓娟 郭娟

版式设计: 墨格文慧

责任印制: 乔宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2011 年 1 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·18.75 印张·460 千字

0 001—5 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-32921-3

ISBN 978-7-89451-832-3 (光盘)

定价: 35.00 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

序 言

自 2008 年美国次贷危机爆发以来，受其影响，全球经济形势因受其影响而急转直下，并迅速蔓延。制造业亦未能幸免，正在受到越来越全面、越来越深刻的冲击！

面对危机，有识之士振臂疾呼：中国经济增长的模式，中国制造业发展的模式到了必须改变的时候了！

与其说改变的需要是来自于这次金融危机——一种外在的、偶然的事件所导致的后果，倒不如说是中国改革开放 30 多年来，曾经给我们带来经济奇迹的中国制造模式到了突破拐点之时的必然要求。高成本时代的中国制造业，在金融危机没有来临之前，已经疲态毕露了。而这次金融危机充其量只能算是压死传统制造业模式这只骆驼的最后一根稻草。

当今的中国制造业，历史性地面临产业升级和产业转移两条出路，但无论是通过产业升级实现自主创新获得差异化的竞争优势，还是通过产业转移远走他乡寻求廉价资源获得低成本的竞争优势，都离不开优秀的设计软件和最佳的服务与支持。在中国制造业历史性的变革过程中，责任和机遇也历史性地落到了我们的头上。

依据我们多年的实践经验，纵观当前诸多设计领域应用软件，可以说，目前业界应用最广、技术最成熟的 3D 计算机辅助设计软件是美国 PTC 公司的 Pro/ENGINEER。它的参数化特性、集 CAD/CAM/CAE 于一体的强大功能及设计应用的高效率，使其成为三维工业计算机辅助设计软件的行业标准，备受业界人士青睐与设计工程师瞩目。为推动 Pro/E 三维 CAD 技术在中国的普及与应用，促进中国设计与中国创造的再次腾飞，我们发挥 Pro/E 代理和培训的行业优势，与 Pro/E 应用图书出版领域知名的周四新老师合作，联合推出本实例教程。本书既着眼软件应用知识和技巧的系统完整性，又特别注意理论与设计制造实践的紧密结合。

我们深信，随着计算机技术和工业设计与制造技术的飞速发展，踏入 Pro/E 领域的人才会越来越多，应用 Pro/E 的企业会越来越广，我们国家的工业设计与制造水准也必将迈上更高的台阶。让我们所有 Pro/E 软件的爱好者和学习者共同努力，吹响号角，迎接即将到来的中国工业的春天，我们将羽化成蝶，享受春天的温暖和生机！

美国 PTC 公司中国区代理
北京联航科技有限公司
总经理 任冬才

前 言

Pro/ENGINEER 是美国 PTC 公司研制的一套由设计至制造的一体化三维设计软件，是新一代的产品造型系统。该公司最新推出的 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0，更是将三维设计软件无论从易用性、设计的高效率方面，还是功能的实用性方面都推向了一个新的顶点。

本书作者长期从事 CAD、Pro/E 的工程应用及三维设计教学研究与培训，对该软件的应用有一定的理解与体会，也深知学生和用户的需求。

本书特色：

- **易学。**实例教学，针对特征操作给出详细的图文对照，使初学者轻松入门。
- **系统、实用、全面。**本书介绍了三维建模、组件装配等技术，并给出了典型的综合设计实例。书中既在相关章节给出了相关的要点与操作技巧，又在许多实例中包含了实际设计工作中的经验。
- **突出范例的典型性与实用性。**全书所有范例都经过反复推敲，使之既源于产品设计实践又具有一定的代表性，力争体现“知一点，会一片”的写作思想。
- **面向多层次用户。**初学者学习本书，可以快速制作出三维模型并逐步成为业内高手，中高级用户以此书作为手册也会产生良好的辅助效果。

本书主要由和青芳、赵海燕、周四新编写。参与编写的还有何娟、倪景秀、刘静、李天杰、刘会芳、周敬宜、和双进、曹素消等。本书的完成得到了北京联合大学的领导和老师，以及 PTC 公司中国区代理——北京联航科技有限公司的关怀与支持，在此一并表示诚挚的谢意。

本书特殊记号说明：

- **【】：**括号中的内容为“菜单”、“命令选项”、“窗口”、“对话框”、“对话框中的面板”、“工具栏名称”、“对话框中的栏目”、“按钮”等，如单击**【保存】**表示单击“保存”命令菜单。
- **“”：**引号中的内容表示“对话框中的选项”或“面板中的选项”。

为了便于读者学习，本书所附光盘包含所有实例与练习的素材源文件和模型文件，以及基本特征操作的视频演示文件。CAD 教育网特别制作了本书的电子教案，供教师免费下载（下载网址 www.cadedu.com）；读者也可以登录机械工业出版社门户网（www.cmpbook.com）下载。

本书得到“北京市属高等学校人才强教计划资助”项目支持，项目编号：PHR201008327。

本书虽经反复校对，疏漏之处在所难免，如果读者有意见、建议和问题，欢迎到 CAD 教育网（www.cadedu.com）论坛发表，也可发电子邮件到 cadweb@126.com。

编 者

目 录

序言

前言

第 1 章 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 基本操作	1
1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 简介	1
1.1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 建模特征	1
1.1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 工作环境	3
1.2 熟悉 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 工作界面	7
1.3 选取对象	9
1.4 定制窗口布局	10
1.5 使用多个 Pro/E 窗口	11
1.6 在 Pro/E 窗口输入数据	11
1.7 Pro/E 窗口常用的快捷菜单	11
1.8 Pro/E 窗口常用的快捷键	12
1.9 工具栏	12
1.10 使用三键鼠标	14
1.11 文件的管理	14
1.12 创建映射键	20
1.13 配置 Pro/E 系统环境	21
1.14 上机综合练习	23
1.15 课后练习	24
第 2 章 参数化草图绘制之一	25
2.1 草绘工作界面	25
2.1.1 进入草绘工作界面	25
2.1.2 草绘工具栏	26
2.1.3 草绘命令工具栏	26
2.2 点、直线、矩形的绘制	28
2.2.1 点的绘制	28
2.2.2 直线的绘制	28
2.2.3 矩形、平行四边形的绘制	29
2.3 弧与圆的绘制	31
2.3.1 圆弧的绘制	31
2.3.2 圆的绘制	32
2.4 绘制高级几何图元	33



2.4.1 圆锥曲线的绘制	33
2.4.2 绘制坐标系	34
2.4.3 绘制椭圆形圆角	34
2.4.4 绘制椭圆	34
2.4.5 绘制样条曲线	35
2.4.6 文字的绘制	37
2.5 人工标注尺寸	39
2.5.1 标注线性尺寸	40
2.5.2 标注直径	43
2.5.3 标注半径或曲率半径	44
2.5.4 标注角度与弧长	44
2.5.5 标注坐标	45
2.6 课后练习	47
第3章 参数化草图绘制之二	48
3.1 几何约束	48
3.1.1 几何约束类型	48
3.1.2 解决过度约束	50
3.2 草绘编辑工具	51
3.2.1 动态剪切	52
3.2.2 拐角剪切	53
3.2.3 分割	54
3.2.4 复制	54
3.2.5 镜像	55
3.2.6 移动和调整大小	56
3.3 草绘综合范例	58
3.4 课后练习	61
第4章 模型的外观与显示	62
4.1 视角控制	62
4.2 设置模型颜色	69
4.3 网格曲面与可见性	71
4.3.1 网格曲面	71
4.3.2 可见性	72
4.4 课后练习	73
第5章 基准特征	74
5.1 基准平面	74
5.2 基准轴	77
5.3 基准点	80



5.3.1 创建基准点	80
5.3.2 草绘基准点	82
5.3.3 偏移坐标基准点	84
5.4 基准曲线	86
5.5 坐标系	87
5.6 综合实例	90
5.7 课后练习	93
第 6 章 基于草绘的建模	94
6.1 基础知识	94
6.2 拉伸特征	94
6.3 旋转特征	100
6.4 扫描特征	105
6.5 混合特征	110
6.5.1 平行混合	111
6.5.2 旋转混合	117
6.5.3 一般混合	119
6.6 轮廓筋特征	122
6.7 轨迹筋特征	124
6.8 综合实例	128
6.9 课后练习	132
第 7 章 零件建模的放置特征	132
7.1 基础知识	132
7.2 孔特征	132
7.2.1 孔的定位方式	133
7.2.2 简单孔	135
7.2.3 草绘孔	137
7.2.4 标准孔	140
7.3 圆角特征	141
7.4 倒角特征	146
7.5 抽壳特征	149
7.6 综合实例	151
7.7 课后练习	152
第 8 章 复制与阵列	154
8.1 关于复制	154
8.2 新参照方式复制	155
8.3 相同参考方式复制	157
8.4 镜像方式复制	158



8.5 移动方式复制	159
8.6 阵列特征	162
8.6.1 阵列操控板	163
8.6.2 尺寸阵列	167
8.6.3 方向阵列	171
8.6.4 轴阵列	174
8.6.5 表阵列	176
8.6.6 参照阵列	178
8.6.7 填充阵列	179
8.6.8 曲线阵列	181
8.7 课后练习	183
第9章 实体修改	185
9.1 环形折弯	185
9.2 骨架折弯	188
9.3 拔模特征	190
9.4 关系式	203
9.5 零件库	211
9.6 设置系统单位	221
9.7 课后练习	225
第10章 高级实体模型	227
10.1 可变剖面扫描	227
10.2 扫描混合	237
10.3 三维扫描	244
10.4 螺旋扫描	246
10.5 截面混合到曲面	251
10.6 两面之间的混合	253
10.7 课后练习	254
第11章 模型装配	256
11.1 元件放置操控板	256
11.2 装配约束类型	259
11.3 装配连接类型	262
11.4 零件装配与连接	264
11.5 课后练习	274
第12章 产品设计实例	275
12.1 轴	275
12.2 连接头零件	278
12.3 渐开线圆柱直齿轮	282



第1章 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0

基本操作



内容与要求

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 构建于 Pro/ENGINEER Wildfire 的成熟技术之上,包括了 400 多个增强功能,它使 CAD 系统的互连互通性能又上了一个新台阶。本章简要介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 的功能特点,以及在建模工作环境中的一些基本操作,为后面的学习作好准备。

本章应重点掌握如下内容:

- 了解 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 建模特征
- 熟悉 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 工作界面
- 掌握在 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 环境中文件的打开、保存及软件环境的配置等基本操作

1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 简介

1988 年 Pro/ENGINEER 问世,如今它已发展为世界上最为普及的 CAD/CAM 软件之一,基本上成为三维 CAD 的一个标准平台。目前,它的最新版本为 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0。Pro/ENGINEER 被广泛应用于电子、机械、模具、工业设计、汽车、航空航天、家电、玩具等行业,是一个全方位的 3D 产品开发软件,它集零件设计、产品装配、模具开发、NC 加工、钣金件设计、铸造件设计、造型设计、逆向工程、自动测量、机构模拟、压力分析、产品数据管理等功能于一体。

1.1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 建模特征

Pro/ENGINEER 具有如下的特性:

1. 3D 实体模型

将使用者的设计概念,以最真实的模型在计算机上呈现出来;随时计算产品的体积、面



积、质心、重量、惯性矩等属性；解决复杂产品之间的干涉，提高效率，降低成本，便于设计人员与管理人员之间的交流。

2. 单一数据库，全相关性

由 3D 实体模型可随时产生 2D 工程图，而且自动标注工程图尺寸，不论在 3D 或 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，装配、制造等相关设计也会自动修改，可确保资料的正确性，并避免反复修正的耗时性，从而使工程同步，确保工程数据的完整与设计修正的高效。

3. 以设计特征作为数据库存取单位

以常规的工作模式从事设计操作（如钻孔、挖槽、圆角等），充分体现设计概念，设计过程中导入实际的制造行为；以特征作为资料存取的单元，可随时对特征做合理且不违反几何顺序的调整、插入、删除、重新定义等修正动作。

4. 参数式设计

设计者只需要更改尺寸参数，几何及图形立即依照尺寸作出变化，实现设计工作的一致性，可避免发生人为更改图纸的疏漏情形。

最新 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 版（野火版 5.0）在继承以前 Pro/ENGINEER 优秀功能的基础上，在以下几个方面的改进值得一提。

- 使设计的变更变得更快速、更轻松。实时的动态编辑和无间断的设计帮助用户克服无法灵活、轻松修改设计的传统障碍；增强的直接曲面编辑功能在速度上也至少提高了 70%。
- 设计产品的速度更快。用户体验的改善（例如，图形化浏览、直观的 UI 增强功能、简化的任务和更快的性能）提高了设计效率并缩短了产品上市时间；创建简化的子组件（包络定义）的速度提高了 78%；创建钣金件的速度提高了 30%；放置形状的速度提高了 82%；新的轨迹筋功能使创建零件的速度提高了 80%；分析焊件模型的速度提高了 10 倍；创建表面加工刀具路径的速度提高了 5 倍。
- 在包含多种 CAD 的环境中以更快的速度设计产品。Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 为 CAD 互操作性树立了标准。该软件增强了自身对其他 CAD 系统和非几何数据交换的支持，从而使设计师可以应对因处理来自不同系统的 CAD 数据而造成的费时且易于出错的难题。
- 无缝集成新的、高度关联的跨学科设计环境应用程序。例如，集成了分析和优化设计机电间隙和漏电特性的 Pro/ENGINEER Spark Analysis Extension、改进业界领先的模块（例如，数字版权管理、CAE、ECAD-MCAD 协作、CAM 和新推出的数字化人体建模解决方案）。所有这些功能均集成到 Pro/ENGINEER 中，用户可以减少因使用过多的不同工具而导致的错误、额外时间和成本。
- 利用突破性的社会化产品开发功能提高协作效率。Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 是首个支持社会化产品开发的 CAD 解决方案，它将帮助用户消除他们在适当的时间找到适当的人员和资源的沟通障碍。Pro/ENGINEER 与 Windchill ProductPoint 之间无



缝地集成（利用了 Microsoft SharePoint 的社会化计算技术），将帮助用户找到和重复使用设计群体的共有知识，并改善流程效率。

1.1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 工作环境

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 较以往 Pro/ENGINEER 版本，在操作界面上发生了一些变化，使得界面更友好，用户操作更快捷，下面作简要介绍。

1. 独特的窗口界面

如图 1-1 所示为零件模块的工作界面。窗口上方为主菜单和常用工具栏，窗口左侧为隐藏/显示切换的导航栏。单击导航栏右侧边缘的“>”符号，将显示【模型树】、【层树】、【资源管理目录】、【网络资源】等面板。窗口右侧为常用特征命令的快捷工具栏；窗口顶部是信息、状态显示区；窗口底部是特征选择过滤栏。

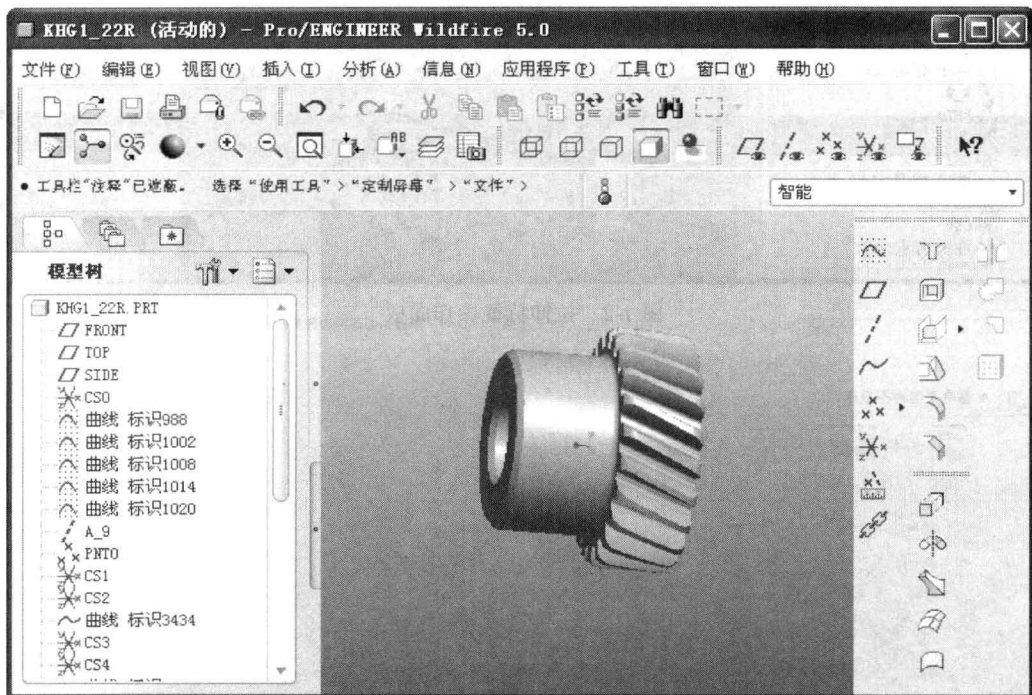


图 1-1 零件模块的工作界面

2. 一体化的特征操作面板

如图 1-2 所示为拉伸特征操作面板（简称操控板）。使用该面板可完成拉伸增料特征、拉伸减料特征、拉伸曲面特征、拉伸薄体特征等操作。完成一次草绘操作，然后根据需要，单击相应的按钮即可完成上述各种特征的建立。在该面板中，用户可根据需要修改特征的各种尺寸或生成模式，从而大大提高了设计效率，减轻了设计人员操作键盘、鼠标的劳动强度。

3. 动态即时调整模型尺寸或特征生成方向

在特征建立过程中，可使用鼠标拖动尺寸手柄，动态调整相关尺寸或者动态改变特征生



成方向,即时观看模型效果,如图 1-3 所示。

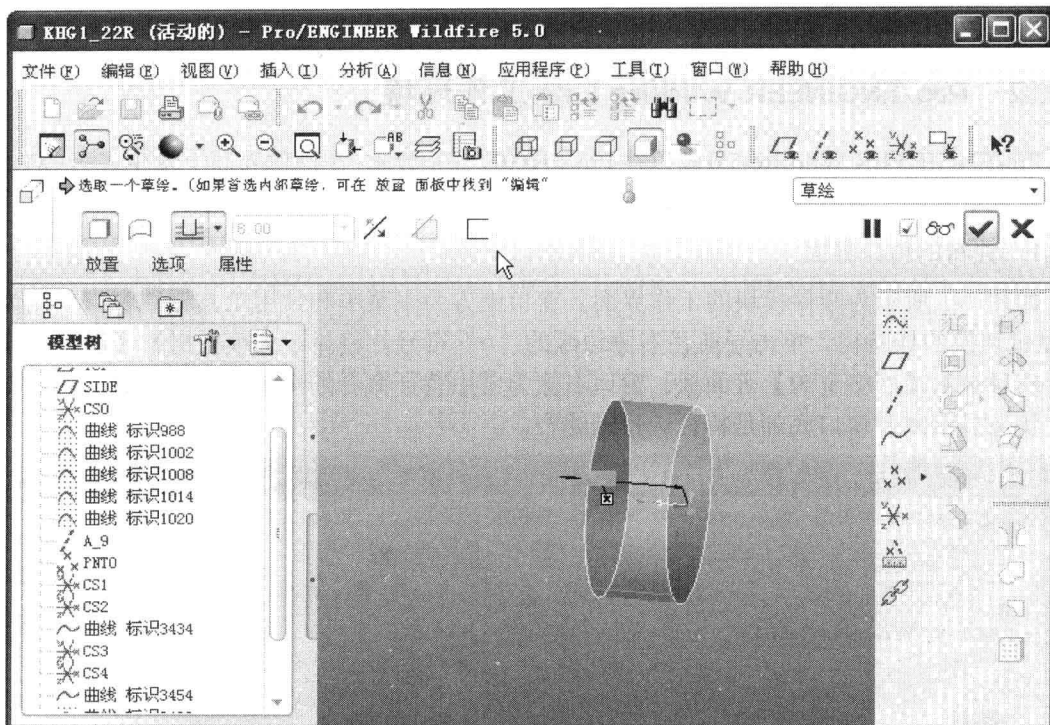


图 1-2 拉伸特征操作面板

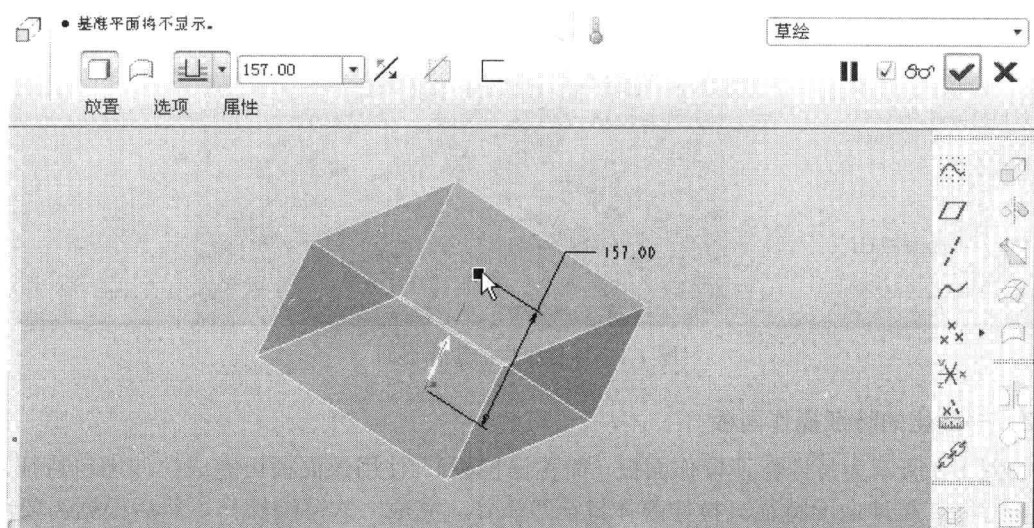


图 1-3 动态即时调整模型尺寸

4. 多窗口化交互式曲面设计

如图 1-4 所示为使用造型工具进行交互式曲面设计的工作界面。使用该工具可建立中、



高级复杂的曲面，它是产品造型设计的有力工具。

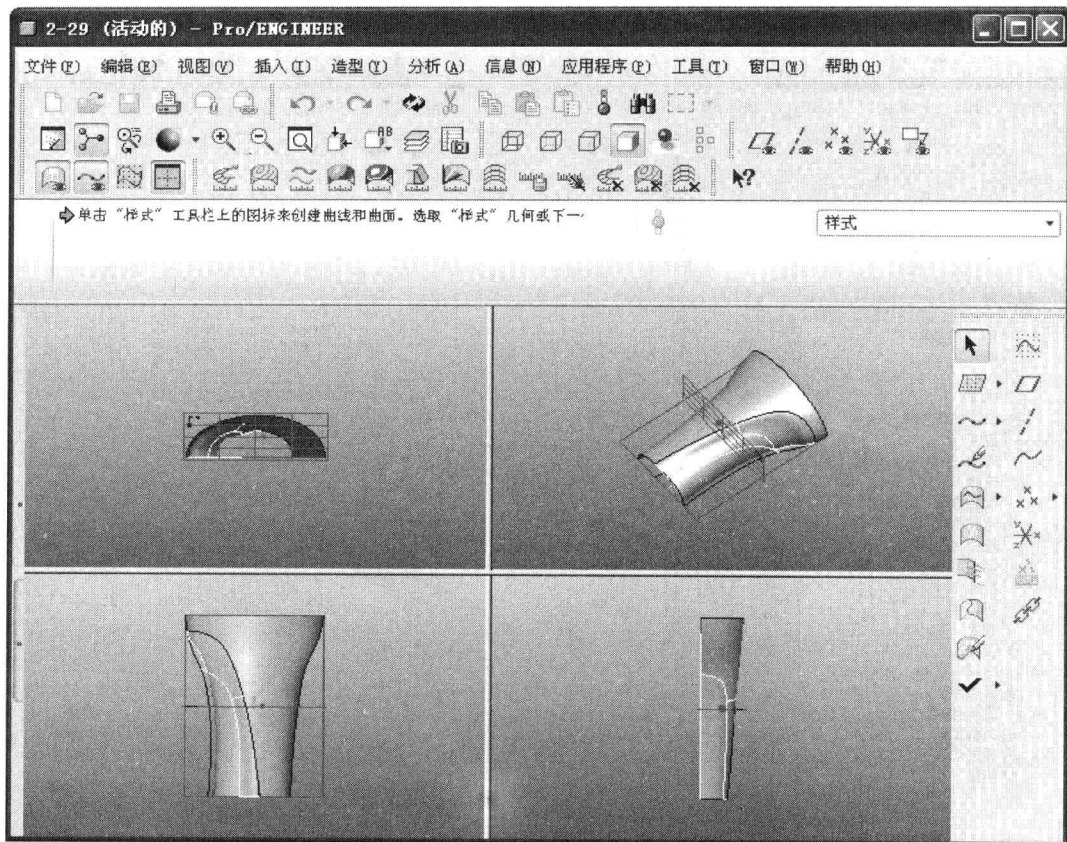


图 1-4 使用造型工具进行交互式曲面设计的工作界面

5. 超强的结构分析功能

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 为用户提供了超强的结构分析功能，使用户可以对设计的零件进行静力、动力、热力学分析，以优化产品结构。其工作界面如图 1-5 所示。

6. 方便好用的组件模块

在组件模块方面，Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 继承了 Pro/ENGINEER 2001 的优秀特点，尤其是“自动”约束选项，使得组装零件更为快捷。同时，改动后的操作面板与零件建模的操作面板风格一致。其工作界面如图 1-6 所示。

7. 工程图模块的新变化

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 工程图模块在工具栏中有一些新变化，而且在窗口左侧新增【模型树】、【层树】等面板，使工程图与原模型的对照更直观。使用 Pro/ENGINEER 工程图模块，可创建所有 Pro/ENGINEER 模型的工程图，也可从其他系统输入工程图文件，还可以注释工程图、处理尺寸以及使用层来管理不同项目的显示。工程图中的所有视图都是相关的，如果改变一个视图中的尺寸值，系统就相应地更新其他视图。在 Pro/ENGINEER 工程图模块中绘制的工程图与其对应的模型相关，不管对模型或其工程图

作任何修改或变更，与之对应的工程图或模型能自动作出更改。工程图模块的工作界面如图 1-7 所示。

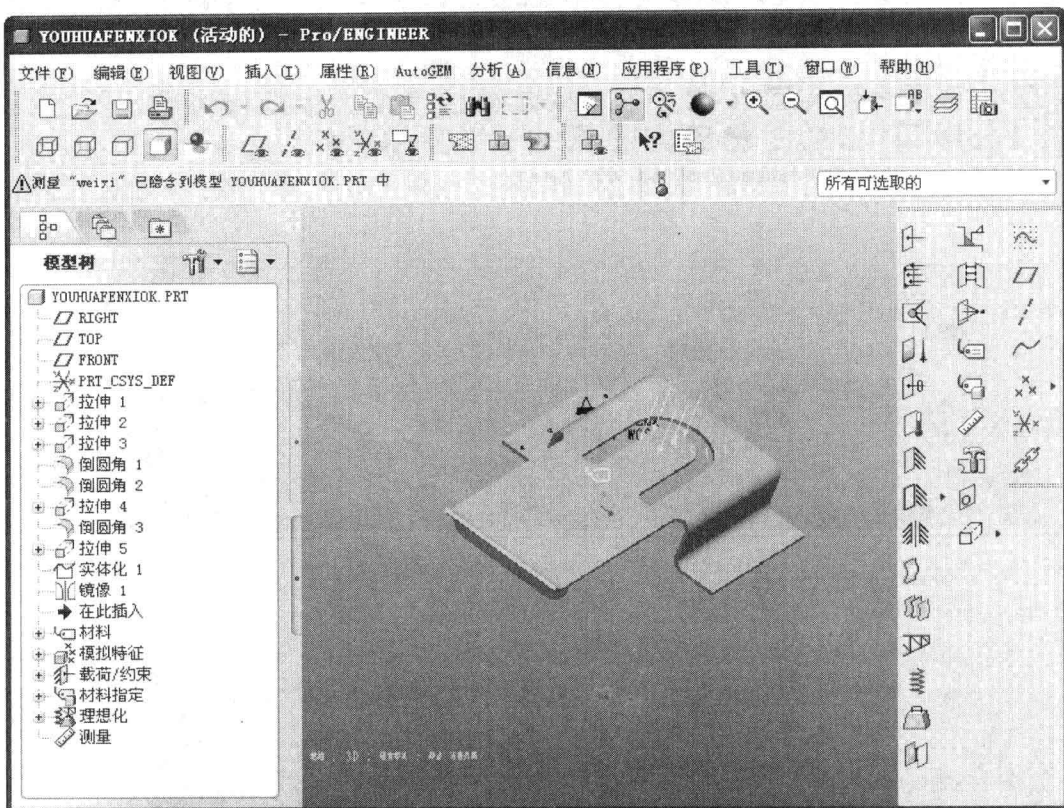


图 1-5 结构分析工作界面

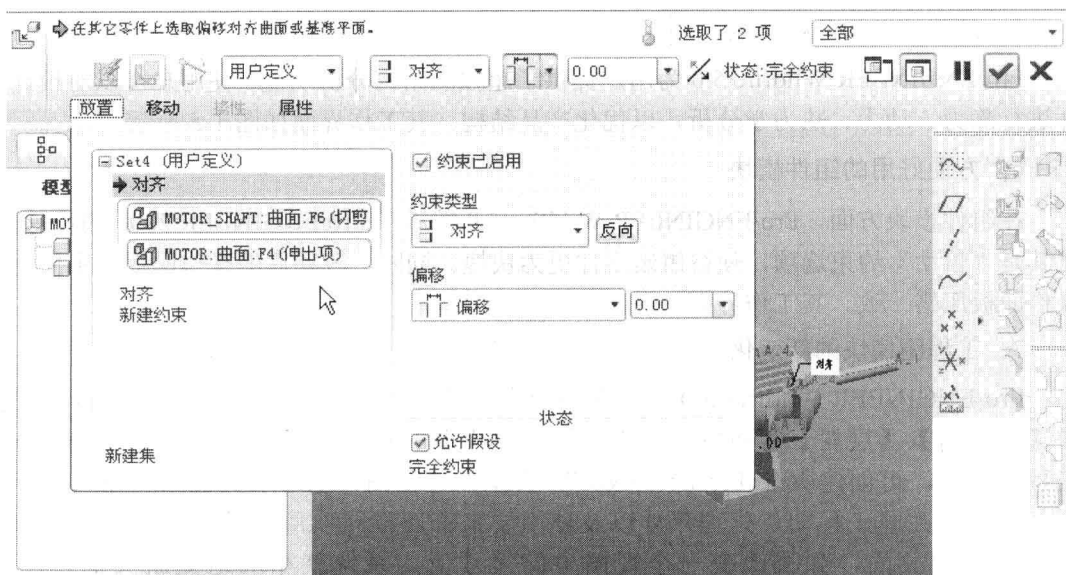
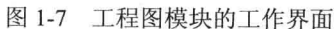


图 1-6 组件模块工作界面



1.2 熟悉 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 工作界面

这里以零件设计模块为对象,介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 的工作界面。其工作界面一般包括如下几个部分。

- 区域内,
- 7



用户也可在该区域内对模型进行相关的操作，例如，观察模型、选择模型、编辑模型等。

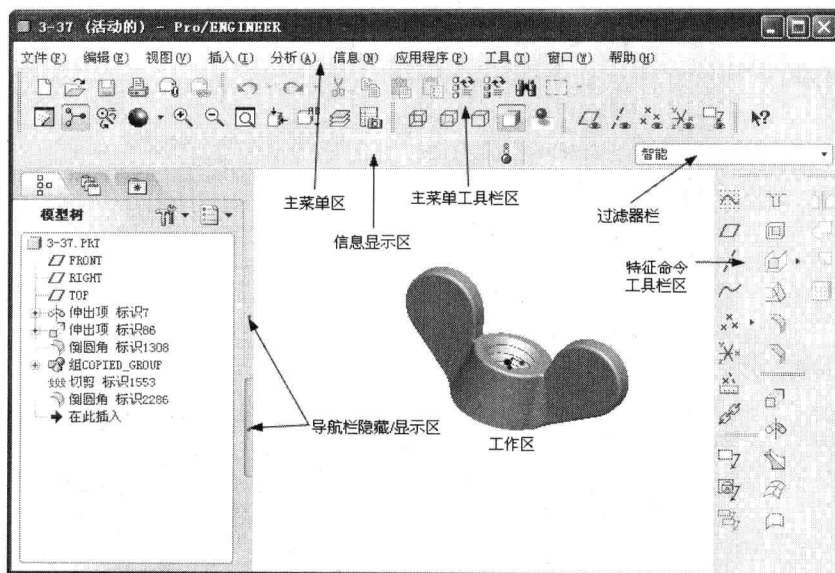


图 1-8 零件设计模块的工作界面

- 导航栏隐藏/显示区：位于窗口工作区的左侧。单击导航栏右侧的符号“>”，显示导航栏；单击导航栏右侧的符号“<”，隐藏导航栏。导航栏中包括模型树、公用文件夹和收藏夹。单击相应的选项按钮，可打开相应的导航面板，如图 1-9 所示。

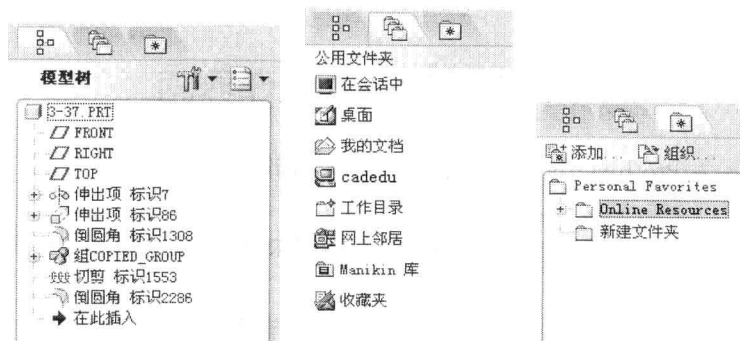


图 1-9 导航面板

- 信息显示区：位于窗口工作区的顶部，对当前窗口中的操作作出简要说明或提示。对于需要输入数据的操作，会在该区出现文本框，供用户输入数据使用，如图 1-10 所示。

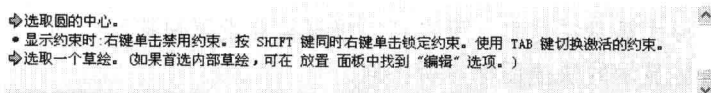


图 1-10 信息显示区

