

率先揭开Pro/E最新野火3.0中文版的神秘面纱
全面展示Pro/E领先的产品建模技术
深入探索Pro/NC强大的数控加工能力
从数字化设计到数控制造，从入门到精通



Pro/ENGINEER Wildfire 3.0



马树奇 赵玉灿 著

零件设计与数控制造



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中文版

零件设计与数控制造

马树奇 赵玉灿 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书较系统地介绍了使用最新版 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中文版进行零件设计到数控制造的主要技术。全书以零件从设计到数控制造的过程为主线, 共分为 4 篇: 第 1 篇介绍零件建模基础功能; 第 2 篇介绍曲面造型; 第 3 篇介绍装配和工程图; 第 4 篇介绍数控加工。全书内容基本覆盖了 Pro/ENGINEER 从零件设计到数控加工的主要功能。本书的特点在于贴近生产实际, 不论是零件模型还是数控加工程序大多取自实际机械加工生产中的产品。特别是第 4 篇数控加工, 内容完全是根据实际数控技术人员的需要来组织的, 其中的加工实例许多也是科研生产中的难点。

本书适合使用 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中文版从事设计和制造工作的技术人员, 高校、职业技术学院的机械类学生, 以及其他需要了解和使用 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中文版的爱好者学习使用。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中文版零件设计与数控制造 / 马树奇等著. —北京: 电子工业出版社, 2007.1

ISBN 7-121-03349-6

I. P... II. 马... III. ①机械元件—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 ②数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 IV. ①TH13-39 ②TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 127224 号

责任编辑: 吴 源

印 刷: 北京天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

北京市海淀区翠微东里甲 2 号 邮编: 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 29.875 字数: 760 千字

印 次: 2007 年 1 月第 1 次印刷

定 价: 44.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077; 邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

制造业发展到今天,已经成为一个覆盖全球的庞大生产系统。制造企业要想取得成功,就必须充分发挥世界上所有可以利用的资源优势,以更快的速度、更低的成本推出更高质量的产品。随着产品复杂程度的迅速提高,企业对于能够将产品开发、分析、制造高水平集成为一体的系统平台就产生了日益迫切的需要。

Pro/ENGINEER 以其无与伦比的技术创新和效率优势,已经成为所有制造业产品开发的事实标准。它提供了一个高度灵活的工程和产品开发基础平台,既能够根据快速变化的市场需要高效率地实现与战略供应商的协作、开发客户定制产品和创新产品,又能够有效地实现本企业知识的重复利用,从而显著提高工程开发效率。

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中文版是 CAD/CAE/CAM 集成开发系统的最高成就之一。它既具备真三维的计算机辅助产品设计与高度自动化的二维工程制图功能,又具有强大的工程分析能力,使人们开发出的产品不仅仅具有外观和布局的价值,更具备良好的工程应用价值。

随着数控制造系统迅速在我国制造业中普及,Pro/ENGINEER 强大的计算机辅助制造(CAM)功能也突显出其不可替代的作用。在 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中文版系统中,人们设计出的零件不仅可以直接通过 ProNC 模块生成数控加工工艺,而且系统提供了世界著名的 Vericut 模块,可以对既定的数控加工工艺进行三维加工仿真,从而有效保证工艺的合理性。

不仅如此,Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中文版提供的后置处理接口允许用户使用系统提供的或者自定义的数控系统选项文件,针对具体型号的数控机床生成准确的数控加工代码。只要将这些代码输入相应的数控机床中,就可以自动完成对相关零件的切削加工。这项技术对于目前我国蓬勃兴起的模具制造业具有十分重要的意义。

以往的 Pro/ENGINEER 教材大多从 CAD 和工程图的角度进行阐述,使用的例子许多并不是典型的机械零件。这样虽然是一种良好的启蒙方式,但并不能使工程技术人员了解 Pro/ENGINEER 深层次的功能,也不符合市场对制造业技术人员的要求。

本书的作者根据北京理工大学机械与车辆工程学院工程训练中心在 Pro/ENGINEER 以及工程训练教学中的实践经验,结合实际机械产品的零件设计和数控制造工作的要求来组织本书的内容,使读者完成本书内容的学习后,基本具备典型机械产品设计、造型和生成合理数控加工代码的能力,基本能够满足目前制造业对 CAD/CAM 一体化人才的要求。

本书中的实例均来自生产实践和北京理工大学的工程训练教学产品,其操作步骤均经过作者验证,数控代码也完全可以在实际机床上运行,读者可以放心学习。

本书编写的目标是介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中文版从造型到数控制造的基本技术,主要命令菜单均包括中文和英文两种,这样既适合 Pro/ENGINEER 中文版入门学习的需要,又可供其他从事数字化产品设计、数控制造而习惯使用英文版的工程技术人员参考使用。

目 录

第 1 篇 零件设计基础

第 1 章 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0	
简介	1
1.1 CAD 与 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0	1
1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的主要特点和系统要求	2
小结	5
第 2 章 Pro/ENGINEER 基本工作	
过程	6
2.1 Pro/ENGINEER 的主要特征	6
2.2 零件设计的一般过程	7
小结	21
第 3 章 草绘基本操作	22
3.1 进入草绘环境	22
3.2 目的管理器	23
3.3 草绘工具箱	24
3.4 草绘的约束	24
3.5 基本草绘工具	25
3.6 修剪图形	32
3.7 镜像图形	34
3.8 标注尺寸	35
3.9 修改尺寸、文本、样条	38
小结	39
第 4 章 创建基准	40
4.1 基准的分类	40
4.2 创建基准平面	40
4.3 创建基准轴线	44
4.4 创建基准点	47
4.5 创建基准曲线	53
4.6 创建坐标系	60
小结	62
第 5 章 创建基础特征	63
5.1 创建拉伸特征	63
5.2 创建旋转特征	67
5.3 创建扫描特征	73
5.4 创建混合特征	79
小结	86
第 6 章 创建高级特征	87
6.1 创建扫描混合特征	87
6.2 创建螺旋扫描特征	91
6.3 可变剖面扫描	94
小结	97
第 7 章 创建工程特征	98
7.1 孔特征	98
7.2 创建筋特征	107
7.3 创建倒角特征	109
7.4 创建倒圆角特征	111
7.5 创建拔模特征	112
7.6 创建壳特征	117
小结	120
第 8 章 创建编辑特征	121
8.1 复制粘贴特征	121
8.2 镜像特征	128
8.3 移动特征	132
8.4 阵列特征	134
小结	144
第 9 章 模型树、层及零件的属性	145
9.1 模型树	145
9.2 查找	149
9.3 层	150
9.4 零件的属性	154
小结	175
第 10 章 特征生成失败及解决办法	176
10.1 特征失败综述	176
10.2 取消更改和快速修复	178
10.3 失败调查	179

10.4	修复模型	181
10.5	特征工具操控板环境中失败的修复	187

小结	197
----	-----

第2篇 曲面造型

第11章	创建基本曲面	199
11.1	创建拉伸曲面	200
11.2	创建旋转曲面	202
11.3	创建扫描曲面	204
11.3.1	以开放曲线作为截面扫描	204
11.3.2	以自相交曲线作为截面扫描	207
11.4	创建混合曲面	208
11.4.1	平行截面混合曲面	208
11.4.2	用不平行的截面生成混合曲面	212
11.4.3	用投影截面生成混合曲面	214
11.4.4	使用Y轴旋转截面创建混合曲面	217
小结		220

第12章	创建高级曲面	221
12.1	可变剖面扫描曲面	221
12.1.1	用参数Trajpar来控制剖面的变化	221
12.1.2	用多条轨迹线来控制剖面的变化	224
12.2	螺旋扫描曲面	226
12.2.1	等螺距截面通过轴线右螺旋扫描曲面	226
12.2.2	变螺距截面垂直于轨迹的螺旋扫描	228
12.3	扫描混合曲面	231
12.3.1	扫描混合的基本操作步骤	231
12.3.2	扫描混合的其他选项	238
12.4	边界混合曲面	241
12.4.1	在一个方向上创建边界混合曲面	241
12.4.2	在两个方向上创建边界混合曲面	243

12.4.3	通过拟合曲面来控制边界混合曲面	243
12.4.4	生成首尾相接的边界混合曲面	246
12.4.5	边界混合曲面的约束	247
12.5	创建高阶曲面	248
12.5.1	圆锥近似过渡边界混合曲面	248
12.5.2	N侧曲面近似过渡边界混合曲面	251
12.5.3	由剖面线和曲面形成的混合曲面	253
12.5.4	在两个曲面之间生成相切过渡曲面	254

小结	256
----	-----

第13章	自由曲线和自由曲面	257
13.1	造型环境	257
13.1.1	工具栏说明	258
13.1.2	“造型”菜单命令说明	258
13.1.3	“造型”环境优先选项的设置	259
13.2	创建自由曲线	260
13.3	自由曲线的编辑	268
13.3.1	控制自由曲线的形状	268
13.3.2	自由曲线节点的添加、删除	271
13.3.3	自由曲线的分割	271
13.3.4	自由曲线的组合	272
13.3.5	自由曲线的复制和移动	273
13.4	自由曲线的品质	274
13.5	生成自由曲面	275
13.5.1	利用4条边界曲线和中间过渡曲线生成自由曲面	275
13.5.2	利用3条曲线创建自由曲面	276
13.6	自由曲面的修剪与连接	278

13.6.1 自由曲面的修剪	278	14.6.4 曲面端点倒圆角	301
13.6.2 曲面的连接	280	14.7 曲面的延伸	302
小结	282	14.7.1 以保持与原曲面相同的方式延伸	303
第 14 章 曲面编辑与实体化	283	14.7.2 沿原曲面切线方向延伸	305
14.1 曲面的复制	283	14.7.3 以逼近原曲面的方式延伸	306
14.1.1 原样复制选中的曲面	283	14.7.4 延伸到指定平面	307
14.1.2 复制曲面并填充表面上的孔	284	14.8 曲面的偏移	308
14.1.3 复制曲面上封闭曲线内的部分	285	14.8.1 垂直于曲面偏移	308
14.2 曲面的移动、旋转	286	14.8.2 自动拟合偏移、控制偏移和创建侧曲面	309
14.2.1 曲面的移动	286	14.8.3 具有拔模特征的局部曲面偏移	310
14.2.2 曲面的旋转	288	14.8.4 曲面偏移并局部扩展	311
14.3 曲面的镜像	289	14.8.5 用曲面替换实体表示并裁剪	313
14.4 改变曲面法向	290	14.9 曲面加厚	314
14.5 曲面的合并	291	14.10 曲面的实体化	315
14.6 曲面的裁剪	293	14.11 曲面展平	318
14.6.1 利用创建基础特征裁剪曲面	293	小结	320
14.6.2 使用一组曲面裁剪另一组曲面	295		
14.6.3 用表面上的曲线来裁剪曲面	298		

第 3 篇 装配和工程图

第 15 章 零部件装配	321	第 16 章 工程图	333
15.1 进入装配环境——创建组件文件	321	16.1 工程图环境简介	333
15.2 添加零件或组件	322	16.2 设置工程图标准	334
15.3 元件的查看和移动	323	16.3 创建工程图	336
15.4 设置装配约束	324	16.4 视图的调整：移动、删除和拭除、修改	343
15.5 装配实例	325	16.5 尺寸标注和工程图其他细节	344
15.6 爆炸视图	330	16.6 标题栏	347
小结	332	小结	348

第 4 篇 数控加工

第 17 章 数控铣削	351	17.1.2 数控加工的坐标系	353
17.1 Pro/NC 数控加工基础	352	17.1.3 刀具的选择与设定	355
17.1.1 Pro/NC 数控加工的基本流程	352	17.1.4 切削用量的选择与设定	357
		17.2 数控铣削	358

17.2.1 数控铣削基础.....	358	18.2.4 轮廓车削.....	432
17.2.2 体积块加工.....	359	18.2.5 车削螺纹.....	438
17.2.3 曲面铣削.....	374	小结.....	442
17.2.4 轮廓铣削.....	377	第 19 章 数控电火花线切割加工.....	443
17.2.5 局部铣削.....	381	19.1 电火花线切割加工基础.....	443
17.2.6 平面铣削.....	386	19.1.1 电火花加工原理.....	443
17.2.7 孔加工.....	389	19.1.2 电火花线切割加工基础.....	444
17.2.8 铣削螺纹.....	395	19.2 生成线切割 NC 序列.....	446
17.2.9 腔槽加工.....	400	小结.....	453
17.2.10 刻模加工.....	403	第 20 章 生成数控程序.....	454
小结.....	407	20.1 数控编程基础.....	454
第 18 章 数控车削.....	408	20.1.1 手工编程和自动编程.....	454
18.1 数控车削基础.....	408	20.1.2 数控程序的格式.....	455
18.1.1 车削加工的一般特点.....	408	20.1.3 数控系统的基本指令.....	455
18.1.2 数控车床使用的刀具.....	408	20.2 选项文件的选择与创建.....	457
18.2 数控车削工艺.....	409	20.2.1 什么是选项文件.....	457
18.2.1 区域车削.....	409	20.2.2 查看和创建选项文件.....	457
18.2.2 凹槽车削.....	420	20.3 生成数控程序.....	464
18.2.3 内表面车削.....	424	小结.....	468

第 I 篇 零件设计基础

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 是世界上著名的 CAD/CAM/CAE 集成软件系统。利用该系统可以进行广泛的产品设计、分析、仿真、制造等处理。本篇包含 10 章, 重点介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的特点以及基本的设计与建模技术。这些内容是学习和掌握 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的基础。

第 1 章 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 简介

学习重点:

- CAD 产品设计的阶段
- Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的主要特点

1.1 CAD 与 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0

1. CAD 产品设计的过程

现代产品设计已经全面采用了 CAD (Computer Aided Design) 技术, 其设计过程一般包括概念设计、零部件三维建模和生成二维工程图三个阶段, 如图 1.1 所示。

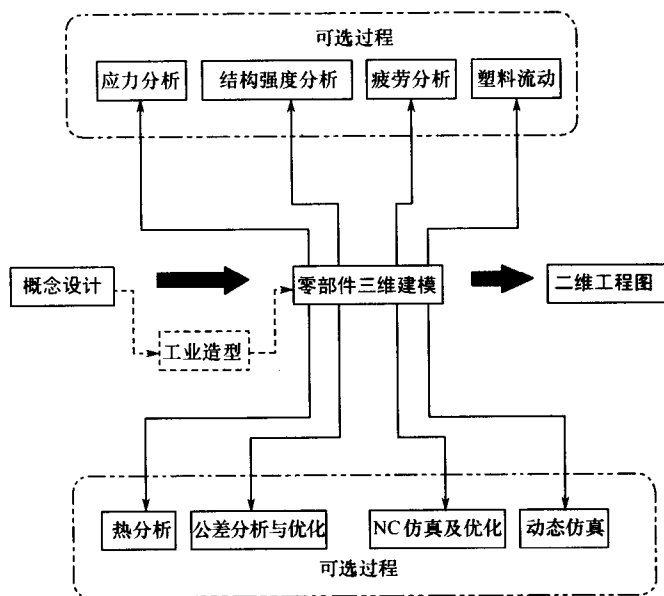


图 1.1 CAD 产品设计过程

许多产品由于外观要求较高，如汽车和家用电器，因此在概念设计之后还需要进行外观造型设计。

在零部件三维建模初步完成后，一般需要根据产品的特点和要求进行相关的分析，以保证产品在结构强度、运动、生产制造以及装配等方面符合相关要求。常见的分析包括应力分析、结构强度分析、疲劳分析、塑料流动、热分析、公差分析与优化、NC 仿真及优化、动态仿真等。

随着现代制造业的发展，市场竞争日益激烈，产品复杂程度大规模增加，企业必须采取并行、协同设计的方式进行产品的开发工作，以适应迅速变化的市场需求。这就是所谓的 TQCS (T-Time to Market, Q-Quality, C-Cost, S-Service) 要求。

2. Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的主要功能

Pro/ENGINEER 软件系统由美国 PTC 公司 (Parametric Technology Corporation, 参数化技术公司) 开发，目前已经占据全球 CAD/CAM/CAE/PDM 市场 43% 的份额，成为该领域最具代表性的软件公司。

Pro/ENGINEER 包括基本产品设计、工业外观造型模块、复杂零件曲面设计、复杂产品装配、运动仿真、结构强度仿真、疲劳分析、塑料流动分析、热分析、公差分析及优化、基本数控编程、多轴数控编程、通用数控后置处理、数控钣金加工编程、数控仿真及优化、模具设计、二次开发工具等模块，全面覆盖了产品开发的各领域工作。

目前 Pro/ENGINEER 最新的版本是 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0。新版本在老版本的基础上新增如下功能：

- (1) 模型更具智能化；
- (2) 装配更具智能化；
- (3) 增强了与其他 CAD 软件的数据交换能力；
- (4) 进一步更新了系统界面；
- (5) 更强的曲线和曲面分析功能；
- (6) 更强的模型渲染功能；
- (7) 更强的数控加工能力；
- (8) 更强的网络互连性能。

1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的主要特点和系统要求

本书为简便起见，Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 简称 Pro/ENGINEER。

1. Pro/ENGINEER 的主要特点

Pro/ENGINEER 是基于特征的全参数化软件，用它创建的三维模型是一种全参数化的模型。“全参数化”有以下几方面的含义：

- 特征截面几何全参数化；
- 零件模型全参数化；
- 装配体模型全参数化。

参数化技术使三维建模的效率得到了大幅度的提高。在基于参数化的三维建模系统中，每一个尺寸都是一个参数，而且每个参数都对应着一个具体的数值。当改变一个尺寸时，实际就是修改与该尺寸对应的参数的数值，同时系统可以自动更新该尺寸值。这样一来，在设

计的初期就不再需要精确地确定每一个尺寸的大小,而且可以首先考虑零件的形状,只要形状达到了要求,在以后的各个设计阶段往往都可以对尺寸做进一步修改,同时该尺寸关联到的所有几何要素也会自动发生相应的变化。

与其他同领域的 CAD 软件系统相比, Pro/ENGINEER 主要有以下几方面的特点:

● 全参数化设计

在使用 Pro/ENGINEER 建模的过程中,系统将每个尺寸都视为一个可变的变量参数,设计人员可以方便地改变它的值,而系统会自动生成修改后的模型结果。这就意味着无论是在绘制二维截面图形还是建立三维模型的过程中,设计者可以首先只重点考虑设计的形状,而不用管它的具体尺寸数值。当形状确定之后,再通过修改各个几何元素的相关尺寸值,就可以重新生成目标图形或模型。充分地利用参数式设计后,人们能够有效地减少人工改图或者计算所需的时间,大大提高工作效率。如图 1.2 (a) 所示,设计时首先考虑到的总体形状,即一个方形轮廓中有一个圆,不必像一些软件中那样在绘图的时候准确地给定每个边长的起始点坐标;在基本形状绘制完毕之后,只要简单地规定约束条件:长方形的长与宽相等,边长,圆心到两边的距离以及圆的半径,就能够生成图 1.2 (b) 所示的目标图形。

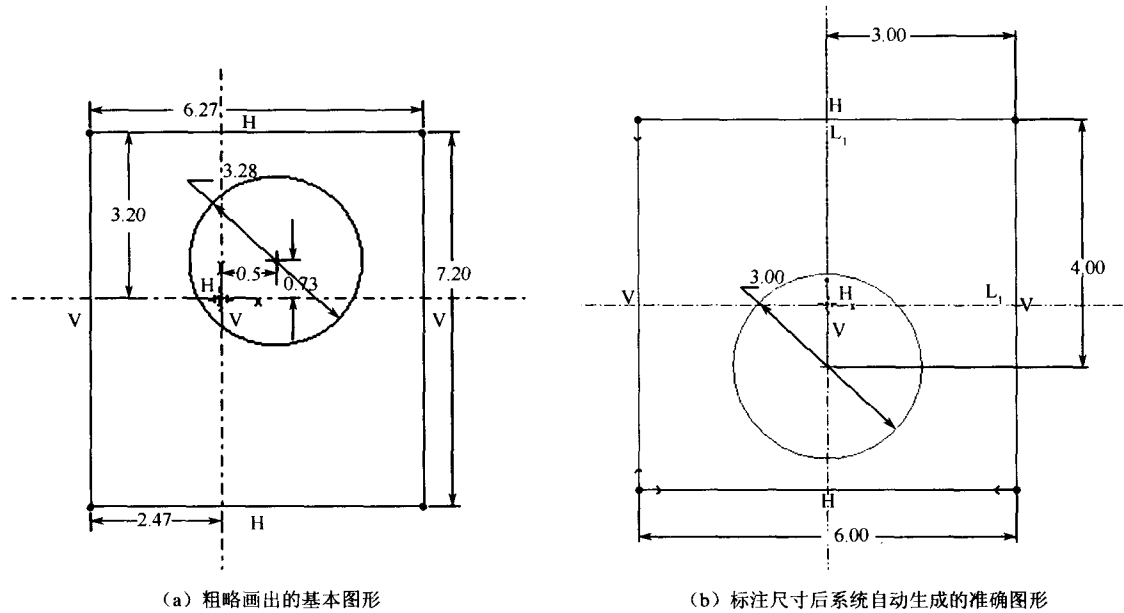


图 1.2 参数化绘图示例

● 单一数据库

在使用 Pro/ENGINEER 的过程中,同一项工程中的所有资料都来自同一个数据库,这样有两方面的意义:

(1) 在整个设计过程中,任何一个地方因为某种需要而进行设计修改之后,整个设计的相关环节都会随着发生改变。

例如,当模型已经建成,零件图和装配图都已经生成的时候,又突然发现某个零件的设计需要更改,此时用户只需要更改零件图或者装配图上的相应部分,则其余相关部分也会随之自动更新,包括数控加工程序都会自动更新。

单一数据库为设计的一致性、准确性提供了强有力的保证。这样就再也不会出现只改了

零件图而忘记修改装配图或者数控程序，造成设计、加工前后不一致的情况了。

(2) 多个用户可以同时为一件产品而工作。

现代复杂产品设计和制造工作往往涉及到分布在多个地区的多个设计单位。在整个设计过程中，任何一个地区因为某种需要而进行一些修改，那么整个设计的不同地区相关的环节都会随之而改变。这样就有力地保证了大型复杂产品系统设计中多单位协作的一致性。

● 真正的三维实体模型

Pro/ENGINEER 的设计是基于三维的，与传统的二维绘图有本质的区别。Pro/ENGINEER 生成的零件不是传统的线框模型或者表面模型，而是设计对象实体形状的真实再现，能够很容易地计算出实体的表面积、体积、重量、惯性矩、重心等，使设计者清楚地了解零件的特性，并且为进行后续的分析计算奠定了坚实的基础。

有了真实的三维实体模型，Pro/ENGINEER 就能够很容易地生成工程图。工程图的生成十分灵活，所有的局部视图、剖面图、各方向的投影图以及各种轴测图都能够自动生成，各几何要素之间的位置关系、尺寸等都不会有错误。

● 全相关

Pro/ENGINEER 的工作环境具有全相关性：在某一个阶段所做的设计及修改对所有其他阶段都有效。例如：第一阶段设计了一系列的零件；第二阶段对这些零件进行了装配；第三阶段生成了所有的工程图；第四阶段生成了零件的数控加工程序……。在上述任何一个阶段中如果进行了一些修改，那么这些修改会影响到所有相关的阶段。如果删除了某个零件，那么在装配中靠该零件定位的其他零件也会从装配图中消失。

全相关意味着在整个设计过程中，按照设计操作的先后，各阶段形成的对象会形成严格的父子关系和依存关系。

● 参数关系式

在 Pro/ENGINEER 中，设计者可以规定各个尺寸之间的相关关系来限定尺寸的改变，从而保证相关尺寸之间的关系在任何变化情况下总是正确的。例如，可以规定一个长方形边长 $a=2 \times b$ ，这样不论任何一个边长的具体尺寸发生如何变化，边 a 总是边 b 长度的两倍。合理地利用参数关系式，可以帮助人们正确、快速地建立模型。

2. 系统要求

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 支持的操作系统主要有微软公司的 Windows XP x64、Windows XP Professional、Windows XP Home Edition、Windows 2000+SP4、惠普公司的 HP-UX、Sun 公司的 Solaris8/9/10 (64 位) 以及 Red Hat Linux Enterprise 3.2 WS Edition。

运行于上述各操作系统时，对应的 CPU 要求如表 1.1 所示。

表 1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 支持的操作系统及 CPU 要求

计算机系统生产商	操作系统类型	操作系统版本	CPU 要求
惠普公司	HP-UX	11iV1 (仅支持 64 位版本) 11 (仅支持 64 位版本) 带 Quality Pack Bundle March 2002 及更新版本 PHSS_300481d (1) 以及链接工具补丁	PA8000 及以上
	Linux	Red Hat Linux Enterprise 3.2 WS Edition	Intel Pentium/Xeon
Sun 公司	Solaris	8、9、10 (仅支持 64 位版本)	UltraSPARC II 及以上
	Solaris	10	AMD Opteron 系列
	Linux	Red Hat Enterprise Linux WS 3.2	AMD Opteron 系列

(续表)

计算机系统生产商	操作系统类型	操作系统版本	CPU 要求
微软公司	Windows XP x64	基本操作系统	Intel Pentium/Xeon 系列 AMD Opteron 系列
	Windows XP Professional Edition Windows XP Home Edition	基本操作系统及 SP1 和 SP2	Intel Pentium/Xeon 系列 AMD Opteron 系列
	Windows 2000	基本操作系统及 SP4	Intel Pentium/Xeon 系列

运行于上述操作系统时，硬件要求如表 1.2 所示。

表 1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 运行于各种操作系统下的硬件要求

操作系统 配置类型		Windows 系统 (XP 和 2000)		UNIX 和 Linux	
		最低要求	推荐配置	最低要求	推荐配置
内存		256MB	1024MB 以上	256MB	1024MB 以上
可用 磁盘 空间	Pro/ENGINEER and Conferencing	2.0GB	2.5GB 以上	2.5GB	3.0GB 以上
	Pro/ENGINEER and Conferencing 以及 Pro/ENGINEER Mechanical (Structural and Thermal) Simulation Wildfire 3.0	2.5GB	3.0GB 以上	3.0GB	3.5GB 以上
交换磁盘空间		500MB	2048MB 以上	500MB	2048MB 以上
CPU 频率		500MHz	2.4GHz 以上	见表 1.1	
内部浏览器支持		Microsoft Internet Explorer 6.0 SP1 及更新版本		运行于 UNIX 系统的 Pro/ENGINEER 自带浏览器 (Mozilla 1.7.3)	
显示器		分辨率为 1024×768 (及更高), 24 位以上色深		分辨率为 1024×768 (及更高), 24 位 以上色深	
网络		微软 TCP/IP 以太网卡		TCP/IP 以太网卡	
鼠标		三键鼠标		三键鼠标	
文件系统		NTFS		厂商支持的全部文件系统	
光驱		CD-ROM 或 DVD 驱动器		CD-ROM 或 DVD 驱动器	

小结

本章简单介绍了 CAD 与 Pro/ENGINEER 的主要特点。熟悉这些特点对于学习和掌握 Pro/ENGINEER 都有十分重要的意义。此外本章还详细列出了 Pro/ENGINEER 适用的各种系统平台及软/硬件要求，供读者查阅。

第2章 Pro/ENGINEER 基本工作过程

学习重点:

- Pro/ENGINEER 的主要特征
- Pro/ENGINEER 零件设计及生成工程图的主要过程

2.1 Pro/ENGINEER 的主要特征

1. 特征与特征建模

目前的主流 CAD 软件都采用了基于特征 (Feature) 的建模方式。美国国家标准协会的定义是“一个零件中的有形部分”，如圆柱面、孔、槽等；计算机辅助制造国际会议给出的定义是“在工件的表面、棱边或者转角上形成的特定几何轮廓，用于修饰工件的外貌或者有助于工件实现既定的功能”。

在基于特征的软件系统中，特征是构成零件的基本元素，也就是说零件是由一系列特征组成的。

2. Pro/ENGINEER 中的特征

Pro/ENGINEER 中的特征主要包括基础特征、工程特征、构造特征、编辑特征、基准特征、高级特征和扭曲特征。

(1) 基础特征

基础特征用于构成零件的基本形状 (或者主体结构)，主要包括拉伸特征 (Extrude)、旋转特征 (Revolve)、扫描 (Sweep) 和混合特征 (Blend)。

(2) 工程特征

工程特征是指附加在基础特征之上的常用工程几何形状，用以完善零件的造型，主要包括孔 (Hole)、壳 (Shell)、筋 (Rib)、拔模 (Draft)、倒圆角 (Round) 和倒角 (Chamfer)。

(3) 构造特征

构造特征也是附加在基础特征之上的一些工程中常用的几何形状，主要包括轴台 (Shaft)、退刀槽 (Neck) 和法兰 (Flange)，以及管道 (Pipe)、草绘修饰、修饰螺纹 (Thread)、凹槽 (Groove)。

(4) 编辑特征

在 Pro/ENGINEER 中，允许对现有的特征进行一系列的编辑并且形成新的特征，这就是编辑特征。编辑特征主要包括复制和粘贴 (Copy & Paste)、镜像 (Mirror)、移动 (Move)、合并 (Merge)、修剪 (Trim)、阵列 (Array)、投影 (Project)、包络 (Wrap)、延伸 (Extend)、相交 (Intersect)、填充 (Fill)、偏移 (Offset)、加厚 (Thicken)、实体化 (Solidify)。

(5) 基准特征

在 Pro/ENGINEER 中，基准在造型过程中有重要的地位，是构造实体特征的参考。基准主要包括基准平面 (Plane)、基准轴 (Axe)、基准点 (Point)、基准曲线 (Curve)、坐标系 (Coordinate System) 等。

(6) 高级特征

高级特征主要是一些由多个不同的截面沿指定的轨迹按照指定的方式构成的较复杂的特征，主要包括可变截面扫描特征（Variable Section Sweep）、螺旋扫描（Helical Swp）、边界混合（Boundary Blend）、平行混合、非平行混合、扫描混合（Swept Blend）等。

(7) 扭曲特征

Pro/ENGINEER 中还提供了一些可以进行复杂变形而生成的特征，目前将它们归为扭曲特征这一类。其中主要包括局部推拉（Local Push）、半径圆顶（Radius Dome）、截面圆盖（Section Dome）、耳（Ear）、唇（Lip）、环形折弯（Toroidal Bend）、骨架折弯（Spinal Bend）、实体自由形状（Solid Free Form）、折弯实体（Bend Solid）、展平面组（Flatten Quilt）等。

2.2 零件设计的一般过程

1. Pro/ENGINEER 零件设计过程

下面通过介绍建立一个轴承座零件的三维模型并输出其工程图的过程，来说明 Pro/ENGINEER 工作的一般流程。

(1) 进入新建三维零件环境。

打开 Pro/ENGINEER，这时得到如图 2.1 所示的屏幕。



图 2.1 Pro/ENGINEER 初始界面

这个界面主要包括五个部分：位于屏幕上方的是常用的菜单栏，其内容会随着当前工作的进度而改变；菜单栏下方是常用工具栏，其中包括诸如新建文件、打开文件、复制、粘贴等常用的命令；屏幕的右侧往往还有工具箱，一般包括用于绘图、建模及其他工作的命令，其内容也会随着工作的进度而变化；屏幕中部是导航区和浏览器区，导航区主要用于在工作

过程中查看、选择工作中生成的相关对象，浏览器区本身相当于一个网络浏览器，其功能与 Internet Explorer 类似，用于 Pro/ENGINEER 在网络环境中进行协同工作；屏幕底部的状态栏有信息提示栏，在工作过程中这里会显示出关于下一步将要进行的操作的提示。

通过仔细观察可以发现，导航区和浏览器区的右侧边框中有小的“<”形图标，用于实现这两个窗口的收缩和展开，以便于给工作区留出更大的空间。

(2) 选择菜单命令“文件”>“新建”，或者单击菜单条下方的  图标，屏幕上会显示出如图 2.2 所示的“新建”功能模块选择窗口。

在这个窗口中清楚地显示了可以选择的新建对象类型及其子类型。由于本例将要创建的是一个轴承座的三维实体模型，因此在“类型”中选择第二项“零件”，子类型中采用默认设置的“实体”项。在下面的“名称”框中输入将要建立的轴承座的名称“BearingPedestal”，如果下方的“使用缺省模板”复选框被选中，那么通过单击取消这个方框的对勾标记。单击“确定”按钮。

提示：在使用 Pro/ENGINEER 进行产品设计的过程中，零件的名称十分重要，是将来进行装配及其他工作时进行检索的依据。由于实际工作过程中一个产品往往包括许多零件，因此一定要按照统一的命名规则为所有的零件取具有描述性的名字，以避免将来发生混乱。

提示：“名称”下方的“公共名称”用于将来在 WindChill 相关文档中进行映射命名，在 Pro/ENGINEER 中并不直接使用。

提示：Pro/ENGINEER 是美国公司开发的产品，其中大多数模块的默认设置都是英制，因此使用公制单位的用户一般都不要采用其默认模板，而是在接下来的操作中进一步选择公制的模板，或者使用自定义的模板。

这时屏幕上会打开“新文件选项”窗口，如图 2.3 所示，用于选择接下来的工作中将要使用的模板。选择“mmns_part_solid”项，即公制实体零件模板，再根据需要选择是否在“参数”区的文本框中输入此零件的简要说明和创建者，以备今后查验。默认情况下“复制相关绘图”复选框未被选中，该框用于采用与其他零件相同的模板生成工程图（即绘图），这里仍然采用默认设置。单击“确定”按钮。

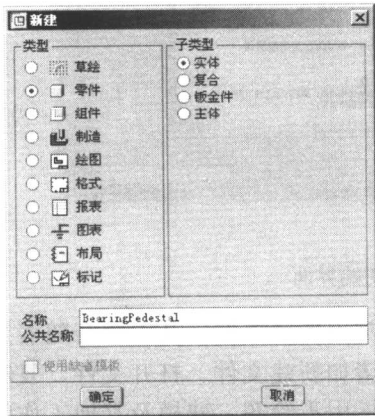


图 2.2 选择将要使用的功能模块

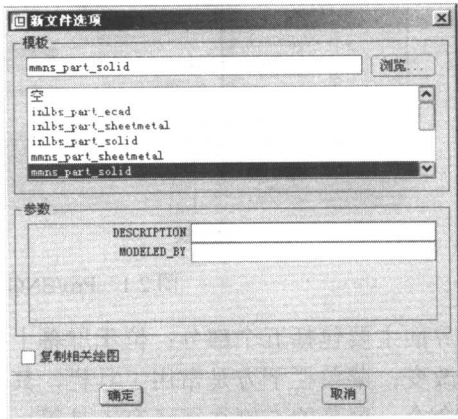


图 2.3 “新文件选项”窗口用于选择具体要使用的模板及输入相关信息

接下来屏幕上会显示出如图 2.4 所示的界面。左侧是模型树导航区，中部是建模工作区，右侧是工具箱。与大多数软件一样，只要将鼠标的光标停在某个图标上几秒钟，光标旁就会显示出该图标的功能名称或者简要的说明。

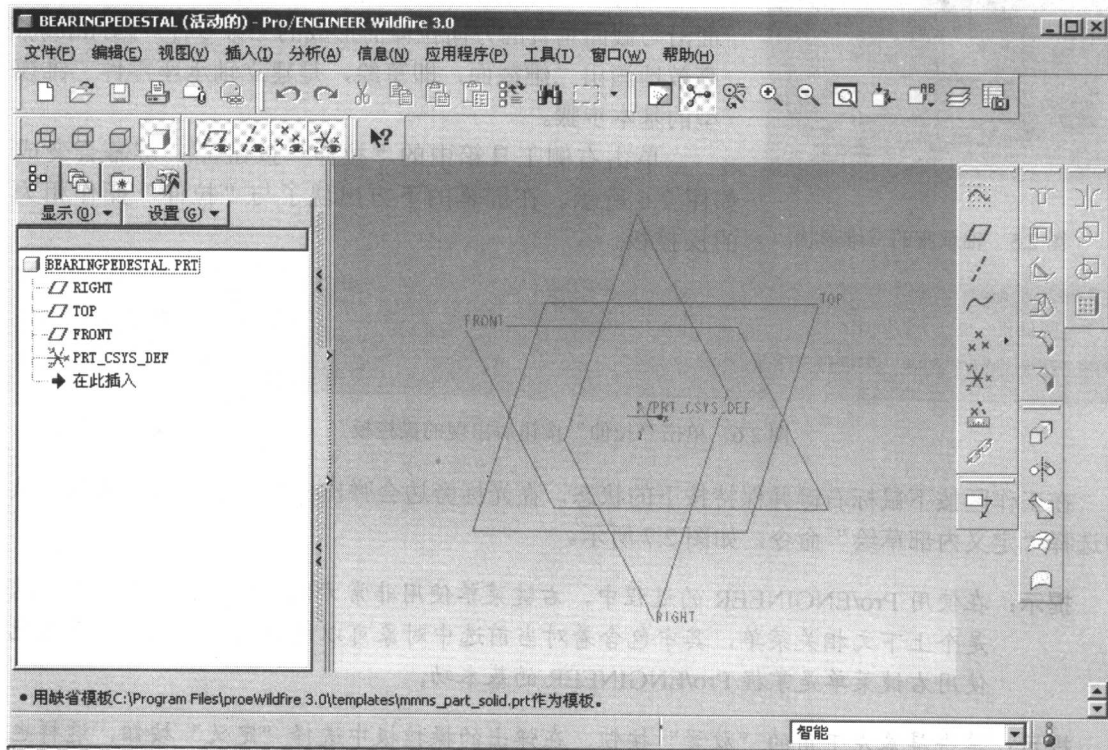


图 2.4 Pro/ENGINEER 的工作界面

屏幕右上方显示出了一系列很常用的图标，其功能如下。

：撤销上一次操作。

：重做上次撤销的操作。

：修改尺寸或其他参数之后再生模型。

：重画当前视图。

：视图旋转中的打开/关闭，用于控制是以零件几何中心为基准进行视图旋转还是以屏幕上的坐标中心为基准进行视图旋转。

：定向模式打开/关闭，即视图旋转打开/关闭。

：重新调整视图大小，使全部内容正好显示在屏幕上。

：定义新的视图方向。

：显示已经保存的视图方向列表，可以选择使用其中的视图方向控制当前的屏幕显示。

：设置图层，以适应复杂零件建模或者复杂绘图的需要。

：着色，即以指定的颜色、材质、光线对模型进行渲染后显示。

：打开/关闭基准平面的显示。

：打开/关闭基准轴的显示。

：打开/关闭基准点的显示。