

21世纪高等学校基础工业

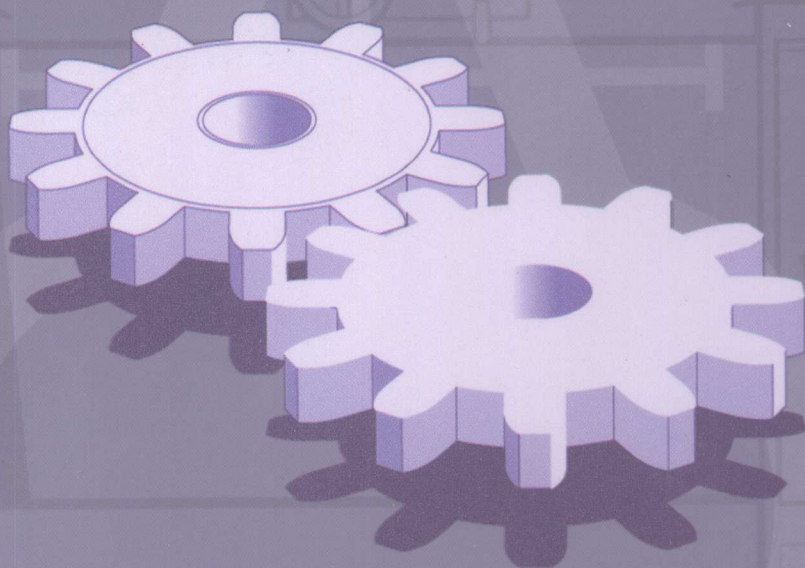
CAD / CAM规划教材

Pro/ENGINEER

中文野火版基础教程

(第二版)

王东明 主编



清华大学出版社

Pro/ENGINEER

中文野火版基础教程（第二版）

王东明 主编

清华大学出版社
北 京

清华大学出版社出版

内 容 简 介

本书以美国 PTC 公司的 Pro/ENGINEER 中文野火版 3.0 为蓝本进行编写,其内容包括 Pro/ENGINEER 参数化三维造型的概念、Pro/ENGINEER 软件的安装、系统配置、软件环境设置、截面草图的绘制、零件设计、装配设计、工程图的创建、模型渲染和曲面造型设计。

本书是学习 Pro/ENGINEER 中文野火版 3.0 的入门指南,内容的安排采用由浅入深、前后呼应的教学原则。为了使读者更快、更深入地理解 Pro/ENGINEER 软件中一些抽象概念、复杂命令和功能,书中配备有大量的练习和范例;在写作方式上紧贴 Pro/ENGINEER 中文野火版 3.0 的实际操作界面,采用软件中真实的对话框、操控板、按钮、图标等进行讲解,使初学者能够直观、准确地操作软件进行学习,从而尽快地上手,提高学习效率。

本书附光盘一张,光盘中制作了本书的全程同步视频文件(4 个多小时),另外,光盘还包含本书所有的教案文件、实例文件、练习文件及 Pro/ENGINEER 软件的配置文件。

本书可作为大专院校学生和各类培训学校学员的 CAD 课程上课或上机练习教材,也可作为设计专业人员的 Pro/ENGINEER 自学教程和参考书籍。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER 中文野火版基础教程/王东明主编. —北京:清华大学出版社,2008.3
ISBN 978-7-302-16869-0

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 006798 号

责任编辑:魏江江 孙建春

责任校对:张 剑

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:26.5 字 数:623 千字

版 次:2008 年 3 月第 2 版 印 次:2008 年 3 月第 1 次印刷

附光盘 1 张

印 数:1~4000

定 价:39.50 元

本书如存在文字不清、漏印、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)62770177 转 3103 产品编号:026877-01

前 言

Pro/ENGINEER 是由美国 PTC 公司推出的一套博大精深的三维 CAD/CAM 参数化软件系统,其内容涵盖了产品从概念设计、工业造型设计、三维模型设计、分析计算、动态模拟与仿真、工程图的输出、生产加工成产品的全过程,其中还包括了大量的电缆和管道布线、模具设计与分析等实用模块。应用领域包括航空航天、汽车、机械、数控(NC)加工、电子等诸多行业。

由于其强大而近乎完美的功能,Pro/ENGINEER 几乎成为三维 CAD/CAM 领域的一面旗帜和标准。它在国外大学院校里已成为学习工程必修的专业课程,也成为工程技术人员必备的技术。

Pro/ENGINEER Wildfire 是美国 PTC 公司于 2003 年新推出的 Pro/ENGINEER 系列产品中的旗舰产品,该软件在原有的 2001 版本基础上新增众多功能,特别强调了设计过程的易用性以及设计人员之间的互联性。原有的 Pro/ENGINEER 产品的版本升级周期为半年一次,而本次升级却花了两年的时间,其产品性能有了本质性的改善。

Pro/ENGINEER 野火版 3.0 构建于 Pro/ENGINEER 野火版的成熟技术之上,新增了许多功能,使其技术水准又上了一个新的台阶。为了满足广大读者对野火版 3.0 高涨的学习需求,特推出本教程。

参加本书编写的人员有王东明、蒋理剑、于相慧、周顺鹏、王晓萍、刘良瑞、王焕田、刘静、胥伟伟、张海波、姜龙、罗华勋、杨硕、丁金、廖传文、汪佳胜、黄红霞、黄光辉、刘海起、杨金凤、杨新燕、金先领、定明普、潘金萍、孙超、苏文毅。

本书虽经多次反复校对,但错误之处在所难免,恳请广大读者予以指正。

电子邮箱: qhcax@163.com

图书网站支持: <http://www.itbook8.com>

编 者

本书光盘使用说明

为了方便读者练习，特将本书中所用到的教案文件、实例文件、练习文件、配置文件及同步视频文件放入随书附赠的光盘中。在光盘中的 book3.1 目录下共有 3 个子目录。

- (1) system_file 子目录：包含一些系统文件。
- (2) work_file 子目录：包含本书讲解中所用到的教案文件、实例文件、练习文件。
- (3) video 子目录：包含本书讲解中所有的同步视频文件，学习时，直接双击某个视频文件即可播放。

读者在学习过程中可以利用这些范例文件进行操作和练习。其中带有“_ok”后缀的文件或文件夹表示已完成的实例。

建议读者在学习本书之前，将随书光盘中的所有文件复制到计算机硬盘的 D 盘中。

目 录

第 1 章 Pro/ENGINEER 简介.....	1
1.1 CAD 产品开发的一般过程.....	1
1.2 Pro/ENGINEER 解决方案.....	2
1.2.1 Pro/ENGINEER 的基本模块.....	3
1.2.2 工业外观造型强有力的工具——CDRS.....	4
1.2.3 复杂零件的曲面设计工具.....	4
1.2.4 复杂产品的装配设计工具.....	4
1.2.5 运动仿真模块.....	5
1.2.6 结构强度仿真.....	5
1.2.7 疲劳分析工具.....	6
1.2.8 塑料流动分析工具.....	6
1.2.9 热分析工具.....	7
1.2.10 公差分析及优化工具.....	7
1.2.11 基本数控编程模块.....	8
1.2.12 多轴数控编程模块.....	8
1.2.13 通用数控后处理模块.....	9
1.2.14 数控钣金加工编程模块.....	9
1.2.15 数控仿真及优化模块.....	10
1.2.16 模具设计模块.....	10
1.2.17 二次开发工具包.....	11
1.3 Pro/ENGINEER 野火版特性.....	11
1.3.1 方便易用.....	11
1.3.2 适应面广.....	13
1.3.3 激发灵感, 创造一流产品.....	14
1.3.4 完全适合解决目前最棘手的制造问题.....	15
1.3.5 改善了对 CAD 环境的管理.....	17
1.3.6 提高了创新过程效率.....	18
1.3.7 完整而全面的数据管理 CAD.....	20
习题.....	21
第 2 章 参数化建模概述.....	22
2.1 三维模型.....	22
2.1.1 基本的三维模型.....	22
2.1.2 复杂的三维模型.....	23

2.2 基于特征的三维模型	24
2.2.1 关于“特征”	24
2.2.2 用“特征”添加的方法创建三维模型	24
2.3 基于特征的全参数化的 Pro/ENGINEER 三维模型	25
2.3.1 截面的全参数化	25
2.3.2 零件的全参数化	26
2.4 基于特征的全参数化软件 Pro/ENGINEER 的优势	26
习题	26
第 3 章 Pro/ENGINEER 软件的安装	27
3.1 硬件要求	27
3.2 操作系统要求	28
3.3 计算机设置	28
3.4 查找计算机(服务器)的网卡号	31
3.5 查找计算机(服务器)的名称	32
3.6 Pro/ENGINEER 野火版 3.0 的安装	32
习题	44
第 4 章 使用前的准备与配置	46
4.1 创建用户文件目录	46
4.2 启动并进入 Pro/ENGINEER 软件环境	46
4.3 设置工作目录	48
4.4 Pro/ENGINEER 软件的配置文件 config.pro	49
4.4.1 关于 Pro/ENGINEER 的 config.pro 配置文件	49
4.4.2 创建一个全新的配置文件	49
4.4.3 改变 config.pro 文件中一个选项的值	51
4.4.4 删除 config.pro 文件中的选项	52
4.4.5 设置 menu_translation 选项	53
4.5 定制 Pro/ENGINEER 用户界面	53
4.5.1 Pro/ENGINEER 工作界面简介	53
4.5.2 工作界面的定制(用户自定义)	58
4.6 Pro/ENGINEER 软件的环境设置	61
习题	63
第 5 章 截面草图的绘制	64
5.1 概述	64
5.2 理解 Pro/ENGINEER 草绘环境中的关键术语	64
5.3 进入草图环境	65
5.4 熟悉 Pro/ENGINEER 草绘环境中的工具栏按钮	65

5.5	熟悉 Pro/ENGINEER 草绘环境中几个常用的下拉菜单	68
5.6	草绘前的必要设置和草绘区的调整	68
5.7	使用 Pro/ENGINEER 的“目的管理器”	70
5.8	基本草绘命令	71
5.8.1	概述	71
5.8.2	直线	71
5.8.3	相切直线	72
5.8.4	中心线	72
5.8.5	矩形	72
5.8.6	圆	73
5.8.7	椭圆	73
5.8.8	圆锥弧	74
5.8.9	圆弧	74
5.8.10	圆角	75
5.8.11	椭圆形圆角	75
5.8.12	样条曲线	75
5.8.13	在草绘环境中创建坐标系	75
5.8.14	轴点	76
5.8.15	创建构建图元	76
5.8.16	在草绘环境中创建文本	77
5.8.17	创建点	78
5.8.18	使用以前保存过的图形创建当前草图	78
5.9	草图的编辑	79
5.9.1	删除图元（包括文本）	79
5.9.2	直线的操纵	80
5.9.3	圆的操纵	80
5.9.4	圆弧的操纵	80
5.9.5	比例缩放和旋转图元（包括文本）	81
5.9.6	复制图元（包括文本）	82
5.9.7	镜像图元（包括文本）	82
5.9.8	裁剪图元	82
5.10	草图的尺寸标注	83
5.10.1	概述	83
5.10.2	标注线段长度尺寸	83
5.10.3	标注两条平行线间的距离	84
5.10.4	标注一点和一条直线之间的距离	84
5.10.5	标注两点间的距离	84
5.10.6	标注对称尺寸	84
5.10.7	标注半径	85

5.10.8	标注直径	85
5.10.9	标注圆弧角度	85
5.10.10	标注两条直线间的角度	85
5.10.11	创建坐标尺寸	86
5.11	修改尺寸标注	87
5.11.1	移动尺寸	87
5.11.2	将“弱”尺寸变成“强”尺寸	87
5.11.3	控制尺寸的显示	87
5.11.4	修改尺寸值	88
5.11.5	输入负尺寸	89
5.11.6	修改尺寸中的小数位数	89
5.12	草图中的几何约束	89
5.12.1	约束的显示	89
5.12.2	约束的禁用、锁定与切换	90
5.12.3	Pro/ENGINEER 软件所支持约束种类	91
5.12.4	创建约束	91
5.12.5	删除约束	92
5.12.6	解决约束冲突	92
5.13	缩放和旋转整个截面草图	93
5.14	锁定或解锁截面尺寸	93
5.15	练习	94
5.15.1	练习 1	94
5.15.2	练习 2	97
5.15.3	练习 3	98
5.15.4	练习 4	102
习题		103
第 6 章	零件设计	105
6.1	创建零件模型的一般过程及拉伸特征	105
6.1.1	新建模型文件	105
6.1.2	创建零件的基础特征	107
6.1.3	添加零件的其他特征	119
6.1.4	保存零件三维模型	124
6.1.5	删除文件	127
6.2	模型树	128
6.2.1	模型树概述	128
6.2.2	模型树界面简介	129
6.2.3	模型树的作用与操作	130
6.2.4	模型搜索	131

6.3 Pro/ENGINEER 软件中的层	131
6.3.1 层的基本概念	131
6.3.2 进入层的操作界面	132
6.3.3 选取活动对象 (模型)	132
6.3.4 创建新层	133
6.3.5 将项目添加到层中	134
6.3.6 设置层的隐藏	135
6.3.7 层树的显示与控制	136
6.3.8 关于层的设置	136
6.4 设置零件模型的属性	137
6.4.1 概述	137
6.4.2 零件模型材料的设置	138
6.4.3 零件模型单位设置	140
6.5 特征的编辑、编辑定义及其他	142
6.5.1 编辑特征	142
6.5.2 查看模型信息及特征父子关系	144
6.5.3 删除特征	145
6.5.4 特征的隐含与隐藏	145
6.5.5 特征的编辑定义	147
6.5.6 特征的 Undo 功能	148
6.6 旋转特征	148
6.6.1 旋转特征简述	148
6.6.2 旋转特征创建的一般过程	149
6.7 构建特征——孔特征	151
6.7.1 孔特征简述	151
6.7.2 孔特征 (直孔) 创建的一般过程	151
6.7.3 草绘孔创建过程介绍	153
6.7.4 创建螺孔 (标准孔)	154
6.8 构建特征——倒角特征	157
6.8.1 倒角特征简述	157
6.8.2 简单倒角特征创建的一般过程	158
6.9 修饰特征	159
6.9.1 螺纹修饰特征	159
6.9.2 草绘修饰特征	162
6.10 构建特征——圆角特征	162
6.10.1 圆角特征简述	162
6.10.2 创建一般简单圆角	163
6.10.3 创建完全圆角	163
6.11 构建特征——抽壳特征	164

6.12	特征的重新排序及插入操作	165
6.12.1	概述	165
6.12.2	重新排序的操作方法	166
6.12.3	特征的插入操作	167
6.13	调整特征的父子关系	167
6.13.1	改变标注的参照基准	168
6.13.2	编辑特征的参照	168
6.14	特征生成失败及其解决方法	170
6.14.1	特征生成失败的出现	171
6.14.2	特征生成失败的解决方法	172
6.15	特征的操作工具	175
6.15.1	特征的复制	175
6.15.2	特征的阵列	180
6.15.3	特征的成组	185
6.16	筋特征	186
6.17	拔模特征	187
6.17.1	拔模特征简述	187
6.17.2	创建一个枢轴平面、不分离拔模的特征	188
6.17.3	创建一个枢轴平面、分离拔模的特征	190
6.18	扫描特征	192
6.18.1	扫描特征简述	192
6.18.2	扫描特征创建的一般过程	192
6.19	混合特征	196
6.19.1	混合特征简述	196
6.19.2	创建平行混合特征	196
6.20	扫描混合特征	199
6.20.1	扫描混合特征简述	199
6.20.2	扫描混合特征创建的一般过程	199
6.21	螺旋扫描特征	204
6.21.1	螺旋扫描特征简述	204
6.21.2	创建一个螺旋扫描特征	205
6.22	基准特征	206
6.22.1	基准面	206
6.22.2	基准轴	209
6.22.3	基准点	211
6.22.4	坐标系	215
6.22.5	基准曲线	218
6.23	创建剖截面	220
6.23.1	剖截面概述	220

6.23.2 创建一个“平面”剖截面.....	221
6.23.3 创建一个“偏距”剖截面.....	223
6.24 零件模型的分析	224
6.24.1 空间距离、角度等的测量.....	224
6.24.2 模型的质量属性分析	227
6.25 模型的外观处理	228
6.26 练习	232
6.26.1 练习 1	232
6.26.2 练习 2	236
6.26.3 练习 3	241
6.26.4 练习 4	247
6.26.5 练习 5	252
6.26.6 练习 6	260
习题	266
第 7 章 装配设计	275
7.1 装配模块下拉菜单	275
7.2 装配约束简述	278
7.3 装配体的一般创建过程	282
7.3.1 新建装配体	282
7.3.2 装配第 1 个零件	283
7.3.3 装配第 2 个零件	285
7.4 元件的封装	289
7.4.1 用选择菜单的方式创建元件的封装.....	289
7.4.2 完成包装元件	291
7.5 允许假定	292
7.6 装配体中的元件复制	294
7.7 装配体中的元件阵列	295
7.7.1 参照阵列	295
7.7.2 尺寸阵列	297
7.8 装配体中元件的打开、删除、修改等操作.....	298
7.8.1 概述	298
7.8.2 修改装配体中零件的尺寸	298
7.9 装配体中的“层”的操作.....	300
7.10 视图的管理	300
7.10.1 概述	300
7.10.2 简化表示	301
7.10.3 装配体的分解状态	303
7.10.4 样式视图	306

7.10.5 定向视图	307
7.10.6 组合视图	308
7.11 装配体干涉检查	309
习题	311
第 8 章 创建工程图	315
8.1 概述	315
8.2 开始一张新的工程图, 进入工程图环境	318
8.3 工程图基础	320
8.3.1 工程图的设置文件	320
8.3.2 关于工程图中的比例	326
8.3.3 关于工程图模块中的再生命令	328
8.3.4 设置符合国标的工程图环境	328
8.4 工程图视图	330
8.4.1 创建视图 (基础)	330
8.4.2 移动视图与锁定视图移动	334
8.4.3 删除视图	335
8.4.4 视图的显示模式	335
8.4.5 创建视图 (高级)	338
8.5 尺寸标注	343
8.5.1 概述	343
8.5.2 创建被驱动尺寸	344
8.5.3 创建草绘尺寸	346
8.5.4 尺寸操作	348
8.5.5 尺寸公差	355
8.6 注释文本	358
8.6.1 注释菜单简介	358
8.6.2 创建无方向 (无箭头) 指引注释	358
8.6.3 创建有方向 (有箭头) 指引注释	360
8.6.4 注释的编辑	361
8.7 基准	361
8.7.1 创建基准	361
8.7.2 拭除与删除基准	363
8.8 几何公差	364
8.9 表面光洁度 (粗糙度)	366
习题	368
第 9 章 曲面造型设计	372
9.1 曲面造型概述	372

9.2 基本曲面的创建	372
9.2.1 曲面的网格显示	372
9.2.2 平整曲面	373
9.2.3 拉伸曲面	374
9.2.4 旋转曲面	375
9.2.5 扫描曲面	376
9.2.6 边界曲面	377
9.2.7 偏移曲面	382
9.2.8 复制曲面	385
9.3 曲面的修剪	388
9.3.1 基本形式的曲面修剪	388
9.3.2 用面组或曲线修剪面组	389
9.3.3 用“顶点倒圆角”命令修剪面组	390
9.4 薄曲面的修剪	391
9.5 曲面的操作	391
9.5.1 曲面的合并	391
9.5.2 曲面的延伸	393
9.6 将曲面面组转化为实体	394
9.6.1 使用“实体化”选项创建实体	394
9.6.2 用曲面替换实体零件的某个表面	395
9.6.3 使用“加厚”命令创建实体	396
9.7 曲面综合范例——门把手	397
习题	403

第 1 章 Pro/ENGINEER 简介

本章提要

随着计算机辅助设计——CAD (Computer Aided Design) 技术的飞速发展和普及,越来越多的工程设计人员开始利用计算机进行产品的设计和开发,Pro/ENGINEER 作为一种最流行的高端三维 CAD 软件,越来越受到我国工程技术人员的青睐。本章主要内容包括:

- 用 CAD 工具进行产品设计的一般过程。
- Pro/ENGINEER 主要功能模块简介。
- Pro/ENGINEER 野火版的新特性。

1.1 CAD 产品开发的一般流程

应用计算机辅助设计技术——CAD 进行产品开发的一般流程如图 1.1.1 所示。

现说明如下:

- CAD 产品开发的过程一般指从概念设计、零部件三维建模到创建二维工程图的过程。有的产品,特别是民用产品,对外观要求比较高(汽车和家用电器),在概念设计以后,往往还须进行工业外观造型设计。
- 在进行零部件三维建模时或三维建模完成以后,根据产品的特点和要求,要进行大量的分析和其他工作,以满足产品结构强度、运动、生产制造与装配等方面的需求。这些分析和工作包括运动仿真、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。
- 产品的设计方法一般可分为两种:自底向上(Down-Top)和自顶向下(Top-Down),这两种方法也可同时进行。
- 自底向上:这是一种从零件开始,然后到子装配、总装配、整体外观的设计过程。
- 自顶向下:与自底向上(Down-Top)相反,它是从整体外观(或总装配)开始,然后到子装配、零件的设计方式。
- 随着信息技术的发展,同时面对日益激烈的竞争,企业采用并行、协同设计势在必行,只有这样,企业才能适应迅速变化的市场需求,提高产品竞争力,解决所谓的 TQCS 难题,即以最快的上市速度(T—Time to Market)、最好的质量

(Q—Quality)、最低的成本(C—Cost)、最优的服务(S—Service)来满足市场的需求。

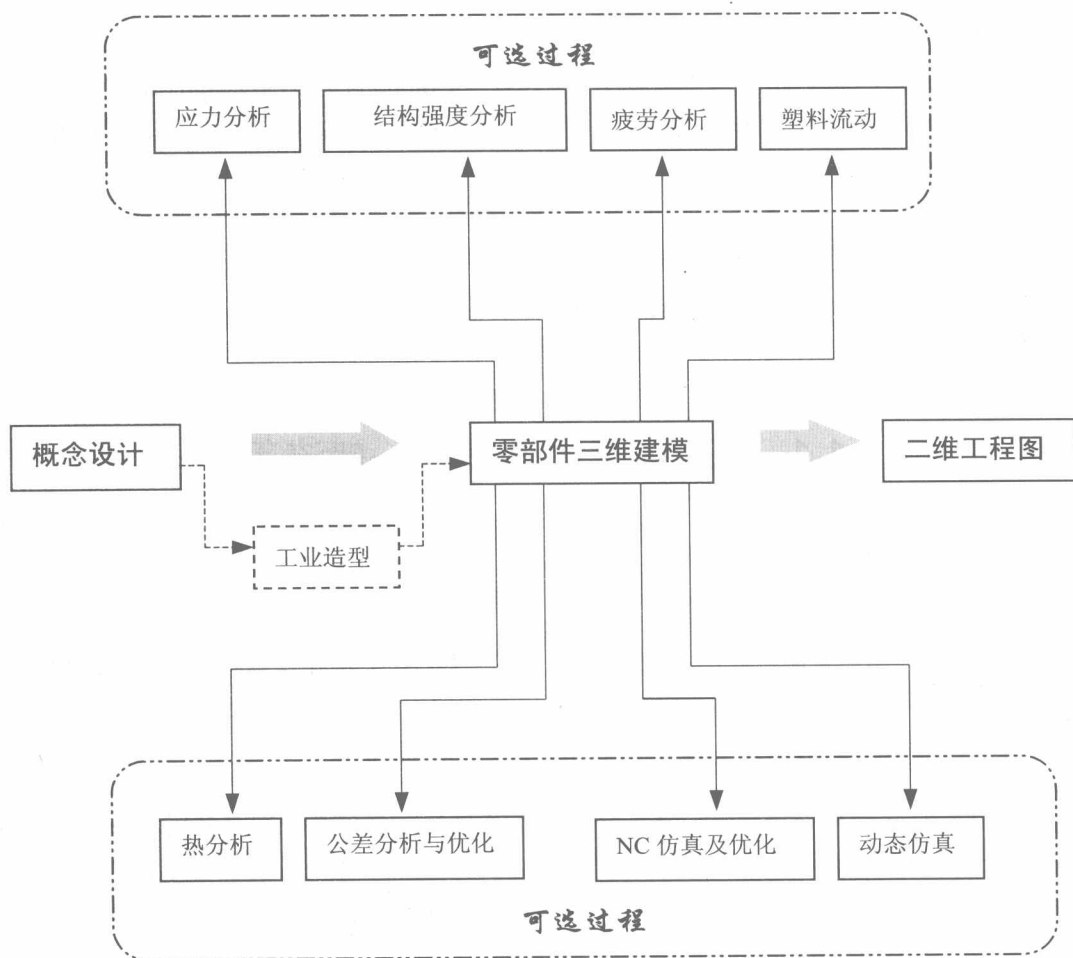


图 1.1.1 CAD 产品设计一般流程

1.2 Pro/ENGINEER 解决方案

美国 PTC 公司 (Parametric Technology Corporation, 参数技术公司) 在 1985 年成立于美国波士顿。自 1989 年公司上市伊始, 即引起 CAD/CAE/CAM 领域的极大震动, 其销售额及净利润连续 50 个季度递增, 每年以翻番的速度增长。目前股市市值已突破 60 亿美元, 占全球 CAID/CAD/CAE/CAM/PDM 市场份额的 43%, 成为 CAID/CAD/CAE/CAM/PDM 领域最具代表性的软件公司。Pro/ENGINEER 软件产品的总体设计思想体现了 MDA 软件的发

展趋势,在国际 MDA 软件市场上已处于领先地位。

PTC 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 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。利用此概念写成的第三代 MDA 产品 Pro/ENGINEER (本书简称为 Pro/E) 软件能将产品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,即所谓的并行工程。Pro/ENGINEER 目前共有 80 多个专用模块,涉及工业设计、机械设计、功能仿真、加工制造等方面,为用户提供全套解决方案。

1998 年 PTC 公司推出了新一代基于 Web 的信息管理系统 WINCHILL,提出了产品协同商务的全新概念,产品上市仅一年时间,即取得了非常惊人的业绩。

PTC 现有用户 26 000 多家,装机量 250 000 套,并赢得了许多全球知名大公司的大宗订单,如 FORD、BMW、TOYOTA、VOLKSWAGEN、HUNDAI、CATERPILLAR、JOHN DEER、J.I.CASE 等。PTC 的市场策略是领先的技术、具有竞争力的性能价格比、硬件独立性、全球销售网以及为客户提供全面的服务和支持。

下面简单介绍 Pro/ENGINEER 中的一部分模块和功能,某些模块和功能的使用将在本书稍后进行详细的讲解。

1.2.1 Pro/ENGINEER 的基本模块

1. 功能

基本模块 (Foundation) 包括下列功能:

- 基于参数化特征零件设计;
- 基本装配功能;
- 钣金设计;
- 工程图设计及二维图绘制;
- 自动生成相关图纸明细表 (中文);
- 照片及效果图生成;
- 焊接模型建立及文本生成;
- Web 超文本链接及 VRML/HTML 格式输出;
- 标准件库。

2. 优点

- 功能强大的建模能力;
- 开放,柔性;
- 独立用户,易于快速实施。