

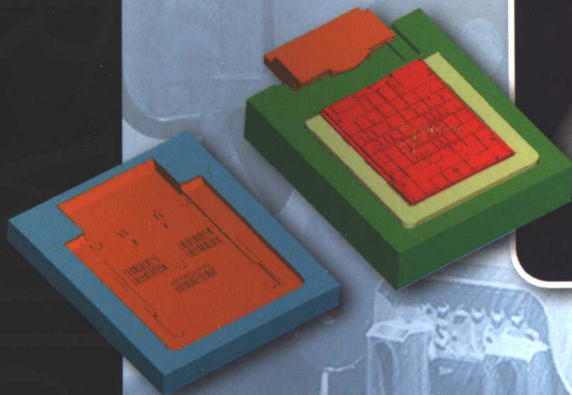
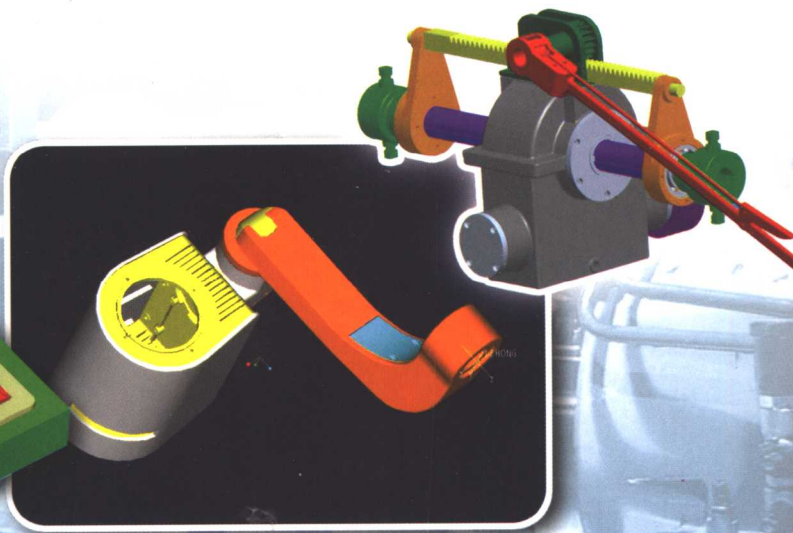


老虎工作室
www.laohu.net



Pro/ENGINEER Wildfire 中文版 基础教程

老虎工作室
谭雪松
甘露萍
张黎骅 编著



附教学光盘
CD-ROM



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Pro/ENGINEER Wildfire 中文版基础教程

谭雪松
老虎工作室 甘露萍 编著
张黎骅

江苏工业学院图书馆
藏书章

Pro/ENGINEER
WILDFIRE 2.0

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER Wildfire 中文版基础教程 / 谭雪松, 甘露萍, 张黎骅编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2005.9

ISBN 7-115-13663-7

I. P... II. ①谭...②甘...③张... III. 机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 2.0—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 096434 号

内 容 提 要

Pro/ENGINEER 是美国 PTC (Parametric Technology Corporation, 参数技术公司) 开发的大型 CAD/CAM/CAE 集成软件。该软件广泛应用于工业产品造型设计、机械设计、模具设计、加工制造、有限元分析、功能仿真以及关系数据库管理等方面, 是当今优秀的三维设计软件之一。Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 是该软件的最新版本, 具有更加完善、友好和直观的图形用户界面, 同时新增的设计功能也进一步拓展了软件的应用领域。

本书是介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 中文版的入门教程, 注重理论讲述和实例相结合, 全面介绍使用 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 进行三维产品开发的基本方法和应用技巧, 帮助读者全面掌握参数化设计的基本原理和一般过程。

本书内容丰富, 条理清晰, 选例典型, 针对性强, 适用于从事产品开发设计工作的工程设计人员以及大专院校学生阅读。

Pro/ENGINEER Wildfire 中文版基础教程

- ◆ 编 著 老虎工作室 谭雪松 甘露萍 张黎骅
责任编辑 李永涛
- ◆ 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>
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 35
字数: 853 千字
印数: 1—6 000 册
- 2005 年 9 月第 1 版
2005 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-13663-7/TP · 4783

定价: 58.00 元 (附光盘)

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

内容及特点

Pro/ENGINEER(以下简称 Pro/E)作为当今流行的 CAD/CAE/CAM 一体化软件之一,内容丰富、功能强大,在我国设计加工领域里的应用越来越广泛。Pro/E Wildfire 2.0(中文版)是该软件的最新版本,在系统界面和设计功能方面都做了较大的改进,更好地满足用户的设计要求,全面提高了设计效率。

为了帮助读者掌握 Pro/E 的使用方法和应用技巧,我们根据自己使用该软件进行产品开发的实际经验和心得体会,编写 4 本书,它们涵盖了关于 Pro/E 的基本操作、典型应用以及提高训练等内容,直接面向不同学习阶段的读者。读者通过对这 4 本书的系统学习,可以循序渐进地掌握使用 Pro/E 进行大型产品开发的基本方法。

- 《Pro/ENGINEER Wildfire 中文版基础教程》:面向入门级读者,重点介绍软件中各种基本设计工具的用法以及参数化建模的基本原理。
- 《Pro/ENGINEER Wildfire 中文版典型实例》:面向初步掌握了软件的基本用法,又希望进一步提高自己设计水平的读者。书中通过大量典型实例的创建介绍综合使用各种设计工具创建大型模型的方法和技巧,并帮助读者逐步熟悉大型产品开发的一般流程。
- 《Pro/ENGINEER Wildfire 中文版模具设计与数控加工》:该书首先介绍使用软件进行模具设计的相关知识,帮助读者了解模具设计的基本流程并掌握使用各种设计工具为典型零件创建模具的基本方法。然后介绍数控加工的基本原理以及使用各种数控加工方法对典型零件进行数控加工的一般过程。
- 《Pro/ENGINEER Wildfire 中文版高级应用》:该书主要向已经初步熟悉软件用法的读者深入介绍常用的高级设计方法。主要内容包括各种高级实体特征和曲面特征的应用、逆向工程及其应用、机械仿真及其应用以及钣金设计方法及其应用等。

本书理论与实践相结合,重点介绍使用参数化建模方法创建三维实体模型的一般原理以及各种设计工具的使用方法和技巧。内容包括二维平面图形的绘制、三维实体模型的创建、曲面造型的设计、零件的装配设计以及工程图的生成等。

全书共分 12 章,内容完整、层次清晰,在介绍基本设计方法的同时还安排适当的应用实例引导读者动手练习。在阐明基本设计原理的同时又及时为读者推荐好的设计方法和设计经验,并指出设计中存在的误区,让读者少走弯路。主要内容简介如下。

- 第 1 章:介绍 CAD 技术和 Pro/E 的基础知识。
- 第 2 章:介绍 Pro/E Wildfire 2.0 的图形用户界面。

- 第3章：介绍绘制二维平面图形的基本方法与技巧。
- 第4章：介绍基准特征及其应用。
- 第5章：介绍三维实体建模的基本原理和必要的预备知识。
- 第6章：介绍基础实体特征的创建方法和技巧。
- 第7章：介绍工程特征的创建方法和技巧。
- 第8章：介绍特征的常用编辑方法和基本操作。
- 第9章：介绍创建参数化模型的方法和技巧。
- 第10章：介绍曲面特征在设计中的应用。
- 第11章：介绍组件装配的基本过程和技巧。
- 第12章：介绍创建工程图的方法和技巧。

读者对象

本书重点介绍 Pro/E Wildfire 2.0 的基本设计工具以及使用该软件开发三维实体模型的一般方法和技巧，适合于以使用 Pro/E 进行产品开发与设计的初、中级工程技术人员作为入门教材，本书能够轻松地引导读者循序渐进地掌握软件的基本用法。同时，结合书中实例操作，读者可以进一步将所学知识融会贯通，在此基础上加强实践，掌握软件的使用技巧。

此外，本书也可以作为大专院校学生学习机械科学、图形学、CAD 技术等相关学科的辅助参考书。

配套光盘的使用方法

1. 运行环境

硬件环境：Intel 奔腾 200MHz 以上多媒体计算机。

软件环境：Windows 98/NT/2000/XP。

2. 使用方法

在配套光盘中有 readme.txt 文件，读者可以根据该自述文件的提示来使用该光盘。

配套光盘内容简介

为了方便读者学习，书中部分实例所使用的基础模型文件（.prt）、动画文件（.avi）以及部分零件和模型的最后设计结果文件（如“.drw”、“.prt”和“.asm”）都收录到本书的配套光盘中。配套光盘全部内容总计约 600MB，相信会为读者的学习和设计提供帮助。

下面是本书配套光盘内容的详细说明。

1. 模型文件

在创建工程特征、零件装配以及生成工程图等的实例中，都需要首先提供基础实体特征以及三维实体模型文件（.prt），打开这些文件后方能进一步操作。这些零件文件被

分别保存在与章节相应的 prt 文件夹中（如：“\Chapter07\prt\hole.prt”表示第 7 章中 prt 文件夹下的 hole.prt 文件），读者可以直接打开 PRT 文件然后进行后续操作。部分章节没有 prt 文件夹，这是因为这些章节的实例都是从零开始创建的，无需 PRT 文件。

实例中最终创建的“.drw”、“.prt”或“.asm”模型文件放在相应章节的 res 文件夹中，（如“\Chapter07\res\hole.prt”表示第 7 章中创建孔特征后的最终模型文件）。

2. 动画文件

可以通过播放与章节相对应的文件夹中的动画文件（“.avi”）观看各实例中模型的创建过程（如“\Chapter07\AVI\hole 1.avi”表示第 7 章中创建孔特征时的动画效果文件）。

叙述约定

为了方便读者阅读，我们在书中设计了以下 5 个小图标。



问题思考：引导读者思考问题，为接下来的叙述做铺垫。



要点提示：用于提醒读者应该注意的问题。



动手练习：提示读者按照前面介绍的方法对照操作。



应用实例：用于引出一个操作实例和相应的一组操作步骤。



动画参照：指明本例对应的动画演示文件所在的光盘路径。

感谢您选择了本书，也请您把对本书的意见和建议告诉我们。

老虎工作室网站 <http://www.laohu.net>，电子函件 postmaster@laohu.net。

老虎工作室

2005 年 8 月

第 1 章 Pro/E Wildfire 设计概论.....	1
1.1 CAD 技术的产生和发展	1
1.1.1 CAD 技术的产生	1
1.1.2 CAD 技术的发展	2
1.2 Pro/E 概述	3
1.2.1 Pro/E 的产生和发展	4
1.2.2 Pro/E Wildfire 的新特点	4
1.3 Pro/E 的核心设计思想	5
1.3.1 实体建模	5
1.3.2 特征造型	6
1.3.3 参数化设计	8
1.3.4 父子关系	11
1.3.5 单一数据库与相关性	11
1.4 Pro/E 的典型应用	11
1.5 使用 Pro/E 开发产品的一般过程	13
1.6 Pro/E Wildfire 的运行环境	16
1.7 Pro/E Wildfire 简体中文版的安装	17
1.7.1 环境变量的设置	17
1.7.2 Pro/E Wildfire 2.0 中文版的安装	19
1.8 总结与回顾	19
1.9 思考与练习	20
第 2 章 Pro/E Wildfire 的用户界面	21
2.1 引例	21
2.2 用户界面概述	24
2.3 下拉主菜单介绍	28
2.3.1 【文件】菜单	28
2.3.2 【编辑】菜单和【插入】菜单	31
2.3.3 【视图】菜单	31
2.3.4 【分析】菜单	33
2.3.5 【信息】菜单和【应用程序】菜单	34

2.3.6 【工具】菜单.....	34
2.3.7 【窗口】菜单.....	35
2.3.8 【帮助】菜单.....	35
2.4 编辑系统配置文件.....	35
2.4.1 Pro/E 启动时读取配置文件的方式	36
2.4.2 “config.pro” 配置文件的选项	36
2.4.3 设置 “config.pro” 选项	36
2.4.4 设置 “config.win” 选项	37
2.5 总结与回顾.....	40
2.6 思考与练习.....	40

第3章 绘制二维图形..... 41

3.1 二维设计环境.....	41
3.1.1 设计界面简介.....	41
3.1.2 常用工具介绍.....	43
3.1.3 设置绘图环境.....	44
3.2 基本图元的绘制.....	46
3.2.1 绘制点和坐标系.....	47
3.2.2 绘制直线.....	47
3.2.3 绘制圆.....	48
3.2.4 圆弧的绘制.....	49
3.2.5 绘制矩形.....	50
3.2.6 绘制圆角.....	50
3.2.7 绘制样条曲线.....	51
3.2.8 绘制文本.....	51
3.3 图元的编辑.....	53
3.3.1 选取操作对象图元.....	53
3.3.2 图元的复制与镜像.....	53
3.3.3 图元的缩放与旋转.....	55
3.3.4 图元的修剪.....	55
3.4 尺寸标注.....	57
3.4.1 标注长度尺寸.....	57
3.4.2 标注半径和直径尺寸.....	58
3.4.3 标注角度尺寸.....	59
3.4.4 其他尺寸的标注.....	60
3.4.5 修改标注.....	61
3.5 草绘器及其应用.....	62

3.5.1	使用【草绘器】创建图元.....	62
3.5.2	使用【草绘器】创建尺寸.....	65
3.5.3	几何形状工具简介.....	68
3.5.4	截面工具简介.....	69
3.5.5	使用【草绘器】创建关系.....	71
3.5.6	【草绘器】中的其他选项.....	73
3.6	约束及其使用.....	74
3.6.1	各种约束的含义及其符号.....	74
3.6.2	各种约束的使用.....	76
3.6.3	尺寸与约束冲突及其解决.....	80
3.6.4	约束工具应用实例.....	81
3.7	剖面及其使用.....	83
3.7.1	调用其他剖面.....	83
3.7.2	获取剖面信息.....	83
3.8	二维草绘综合实例.....	85
3.9	总结与回顾.....	92
3.10	思考与练习.....	92

第4章 基准特征及其应用..... 93

4.1	基准特征概述.....	93
4.1.1	基准特征的种类.....	93
4.1.2	基准特征的用途.....	94
4.1.3	设置基准特征的显示状态.....	95
4.2	基准平面及其应用.....	95
4.2.1	创建基准平面的方法.....	96
4.2.2	设置基准平面的显示状态.....	99
4.2.3	基准平面的属性.....	100
4.3	基准轴及其应用.....	101
4.4	创建基准曲线.....	103
4.5	创建基准点.....	107
4.6	创建坐标系.....	109
4.7	总结与回顾.....	110
4.8	思考与练习.....	111

第5章 三维实体建模基础..... 113

5.1	三维实体模型概述.....	113
5.2	Pro/E 的三维实体建模原理.....	117
5.2.1	零件的设计过程.....	117

5.2.2 组件的装配过程.....	119
5.2.3 加材料与减材料特征.....	120
5.3 草绘平面及其设置.....	121
5.3.1 选取草绘平面.....	121
5.3.2 放置草绘平面.....	122
5.4 三维建模中的方向参数.....	124
5.4.1 草绘视图方向.....	126
5.4.2 特征生成方向.....	126
5.4.3 特征的材料侧方向.....	128
5.5 三维设计环境简介.....	129
5.5.1 【新建】对话框简介.....	129
5.5.2 设计模板及其使用.....	130
5.5.3 三维建模环境.....	131
5.6 图层及其应用.....	135
5.6.1 层树的使用.....	135
5.6.2 图层的操作.....	136
5.7 总结及回顾.....	137
5.8 思考与练习.....	138
第6章 创建三维实体模型.....	139
6.1 基础实体特征概述.....	139
6.2 创建拉伸实体特征.....	140
6.2.1 拉伸设计工具.....	141
6.2.2 选取并放置草绘平面.....	141
6.2.3 设置标注和约束参照.....	145
6.2.4 在草绘平面上绘制剖面图.....	146
6.2.5 确定特征生成方向.....	150
6.2.6 设置特征深度.....	150
6.2.7 创建减材料实体特征.....	153
6.2.8 创建薄板特征.....	155
6.2.9 拉伸实体特征设计实例.....	156
6.3 创建旋转实体特征.....	163
6.3.1 旋转实体特征的创建原理.....	163
6.3.2 旋转实体特征设计实例.....	167
6.4 创建扫描实体特征.....	173
6.4.1 草绘扫描轨迹线创建扫描实体特征.....	174
6.4.2 选取轨迹线创建扫描实体特征.....	178
6.4.3 扫描实体特征设计实例.....	181

6.5 创建混合实体特征..... 189

6.5.1 混合实体特征概述..... 189

6.5.2 平行混合实体特征..... 192

6.5.3 平行混合实体特征设计实例..... 194

6.5.4 创建旋转混合实体特征..... 198

6.5.5 旋转混合实体特征设计实例..... 199

6.5.6 创建一般混合实体特征..... 201

6.5.7 一般混合实体特征设计实例..... 202

6.6 模型的渲染..... 206

6.6.1 为模型添加材质..... 206

6.6.2 编辑光源..... 211

6.6.3 编辑模型外观综合实例..... 214

6.7 总结与回顾..... 216

6.8 思考与练习..... 217

第 7 章 创建工程特征..... 219

7.1 工程特征概述..... 219

7.2 创建孔特征..... 220

7.2.1 创建直孔..... 221

7.2.2 创建草绘孔..... 225

7.2.3 创建标准孔..... 227

7.2.4 孔特征设计实例..... 230

7.3 创建倒圆角特征..... 236

7.3.1 倒圆角特征概述..... 236

7.3.2 创建恒定圆角..... 241

7.3.3 创建可变圆角..... 247

7.3.4 使用其他参照创建倒圆角特征..... 248

7.3.5 倒圆角特征的段处理..... 251

7.3.6 附件面板的使用..... 252

7.3.7 圆角设计实例..... 252

7.4 创建拔模特征..... 258

7.4.1 拔模特征概述..... 259

7.4.2 创建基本拔模特征..... 261

7.4.3 创建可变拔模特征..... 267

7.4.4 拔模特征设计实例..... 268

7.5 创建壳特征..... 274

7.5.1 壳特征的创建方法..... 274

7.5.2 特征创建顺序..... 275

7.5.3 壳特征设计实例.....	277
7.6 创建倒角特征.....	282
7.6.1 创建边倒角特征.....	282
7.6.2 创建拐角倒角.....	286
7.6.3 倒角特征设计实例.....	287
7.7 创建筋特征.....	291
7.7.1 筋特征的设计方法.....	292
7.7.2 筋特征设计实例.....	293
7.8 总结与回顾.....	297
7.9 思考与练习.....	297

第 8 章 特征的基本操作..... 299

8.1 特征阵列.....	299
8.1.1 特征阵列综述.....	299
8.1.2 创建尺寸阵列.....	301
8.1.3 创建方向阵列.....	308
8.1.4 创建轴阵列.....	310
8.1.5 创建参照阵列.....	312
8.1.6 创建表阵列.....	313
8.1.7 创建填充阵列.....	314
8.1.8 特征阵列设计实例.....	316
8.2 特征的复制.....	321
8.2.1 特征复制概述.....	321
8.2.2 特征复制实例.....	323
8.3 特征之间的父子关系.....	330
8.3.1 什么是父子关系.....	330
8.3.2 父子关系对设计的影响.....	331
8.3.3 父子关系产生的条件.....	331
8.4 删除特征.....	333
8.5 编辑特征.....	335
8.6 编辑定义特征.....	336
8.7 插入特征.....	342
8.8 编辑特征参照.....	343
8.9 重排特征顺序.....	346
8.10 模型的可见性控制.....	347
8.11 特征再生失败及其处理.....	349
8.11.1 特征再生失败的原因.....	350
8.11.2 【故障排除器】对话框.....	350

8.11.3 诊断及解决特征失败.....	351
8.12 总结与回顾.....	353
8.13 思考与练习.....	354
第9章 创建参数化模型.....	355
9.1 参数.....	355
9.1.1 参数概述.....	355
9.1.2 参数的设置.....	356
9.2 关系.....	359
9.2.1 【关系】对话框.....	359
9.2.2 将参数与模型尺寸相关联.....	360
9.3 参数化建模实例.....	363
9.4 总结与回顾.....	378
9.5 思考与练习.....	378
第10章 曲面及其应用.....	379
10.1 曲面特征综述.....	379
10.2 创建基本曲面特征.....	380
10.2.1 创建拉伸曲面特征.....	380
10.2.2 创建旋转曲面特征.....	382
10.2.3 创建扫描曲面特征.....	383
10.2.4 创建混合曲面特征.....	383
10.2.5 基本曲面特征设计实例.....	383
10.3 创建填充曲面特征.....	386
10.4 创建边界混合曲面特征.....	387
10.4.1 边界混合曲面特征概述.....	387
10.4.2 创建单一方向上的边界混合曲面特征.....	388
10.4.3 创建双方向上的边界混合曲面.....	390
10.4.4 使用约束创建边界混合曲面.....	390
10.4.5 边界混合曲面特征设计实例.....	391
10.5 创建螺旋扫描曲面特征.....	394
10.6 创建扫描混合曲面特征.....	395
10.7 创建可变剖面扫描曲面特征.....	397
10.7.1 可变剖面扫描的原理.....	397
10.7.2 可变剖面扫描设计过程.....	399
10.7.3 可变剖面扫描设计实例.....	402
10.8 编辑曲面特征.....	407
10.8.1 修剪曲面特征.....	407

10.8.2	延伸曲面特征.....	413
10.8.3	合并曲面特征.....	418
10.9	使用曲面特征构建实体特征	422
10.9.1	使用曲面特征构建实体特征	422
10.9.2	曲面的薄板化操作.....	423
10.10	曲面设计综合实例.....	425
10.11	总结与回顾.....	434
10.12	思考与练习.....	435
第 11 章	组件装配设计	437
11.1	组件装配概述.....	437
11.1.1	组件装配方法.....	437
11.1.2	零件装配的一般步骤.....	438
11.2	由底向上的装配设计.....	442
11.2.1	概述.....	442
11.2.2	无连接接口约束的设置.....	445
11.2.3	组件装配实例.....	448
11.2.4	有连接接口约束的设置.....	455
11.2.5	连接接口应用实例.....	460
11.2.6	【移动】选项卡的应用.....	464
11.2.7	重复装配.....	465
11.2.8	在装配过程中创建零件.....	466
11.3	由顶向下的装配设计.....	468
11.3.1	使用主控零件设计手机.....	468
11.3.2	使用布局进行装配设计.....	490
11.4	创建组件分解图.....	496
11.5	总结与回顾.....	497
11.6	思考与练习.....	498
第 12 章	工程图	499
12.1	工程图概述.....	499
12.1.1	新建工程图文件.....	499
12.1.2	设置绘图格式.....	500
12.1.3	工程图的相关配置.....	501
12.1.4	图形文件交换.....	503
12.1.5	工程图的结构.....	506
12.2	创建视图.....	508
12.2.1	【绘图视图】对话框概述	508

12.2.2	一般视图.....	509
12.2.3	投影视图.....	513
12.2.4	创建辅助视图.....	514
12.2.5	创建详细视图.....	514
12.2.6	创建旋转视图.....	516
12.2.7	创建半视图、破断视图与局部视图	517
12.3	定义绘图视图.....	519
12.3.1	创建剖面.....	519
12.3.2	定义视图状态.....	523
12.3.3	定义视图显示.....	525
12.3.4	定义视图的原点.....	526
12.3.5	定义视图对齐.....	527
12.4	视图的操作.....	527
12.4.1	视图上的尺寸标注.....	527
12.4.2	视图上的其他标注.....	530
12.5	工程图综合设计实例.....	532
12.6	总结与回顾.....	543
12.7	思考与练习.....	544

第1章 Pro/E Wildfire 设计概论

Pro/ENGINEER（以下统一简称为 Pro/E）是美国 PTC（Parametric Technology Corporation，参数技术公司）开发的大型 CAD/CAM/CAE 软件。与其他同类设计软件相比，该软件起步较晚，有条件采用近几年来 CAD 领域的一些先进理论和技术，因此具有较高的起点。Pro/E 包含的许多先进设计理念为其自身注入了旺盛的生命力，使其能够在竞争激烈的工业设计领域中占有重要的一席之地。本章将对 Pro/E 的相关知识作一个概要介绍。

本章主要内容：

- CAD 技术的产生和发展
- Pro/E 概述
- Pro/E 的核心设计思想
- Pro/E 的典型应用
- 用 Pro/E 开发产品的一般过程
- Pro/E Wildfire 的运行环境
- Pro/E Wildfire 简体中文版的安装

1.1 CAD 技术的产生和发展

随着科学技术的不断发展和进步，生产与加工自动化的观念逐渐深入人心。生产与加工过程离不开产品的设计与开发，在生产自动化大幅度提升生产效率的同时，设计自动化也正迎头赶上，设计者扔掉手中的图板从手工绘图阶段解放出来，逐渐步入了以计算机辅助设计为特色的信息时代，也就是人们常说的 CAD 时代。纵观 CAD 技术的发展，技术的进步是设计自动化发展的重要推动力量。在当今高、精、尖的技术领域，很难想像没有功能强大的三维设计软件如何能够满足工程设计中复杂的技术要求。

1.1.1 CAD 技术的产生



读者有过手工绘图的经历吗？手工绘图时最大的烦恼是什么？

CAD 技术产生于 20 世纪 60 年代初期，到现在已有 40 余年的发展历史。20 世纪 40 年代计算机问世，但是直至 50 年代中期其应用尚不普遍，主要应用于科学计算。50 年代末期，美国麻省理工大学成功开发的图形显示器预示着交互图形生成技术的诞生成为可能。1963 年，麻省理工大学开发的 Sutherland 光笔实现了在显示器上对图形元素的选择、定位等交互操作，为交互图形生成和显示技术的发展奠定了基础。60 年代中期以后，美国的一



些大型软件公司都十分重视这一技术,并投入资金对 CAD 技术进行研究和开发,研制开发出了一些先进的 CAD 系统,这些系统逐渐在现代设计中崭露头角。

早期的 CAD 技术以交互式二维绘图为主,其三维结构设计主要采用较为简单的线框模型,在算法上主要使用解析几何的方法定义基本图形元素,以此绘制由直线、圆弧和曲线组成的图形。这时的图形系统只能表达几何信息,还不能全面描述形体更加丰富的信息(如质量、重心和密度等)以及多个形体之间的拓扑关系,无法实现 CAM(计算机辅助制造)以及 CAE(计算机辅助工程)功能。

1.1.2 CAD 技术的发展

随着计算机技术的发展和工业生产自动化水平的提高,CAD 技术在短短的 40 余年间取得了巨大的进步。在 CAD 的发展历程中,主要有以下 3 条发展主线。

一、运行环境的转移

CAD 技术诞生初期,大中型计算机价格昂贵,微型计算机尚未诞生,因此早期的 CAD 系统主要运行在工作站上。工作站虽然性能优越,图形处理速度快,但价格相对比较昂贵,这在一定程度上限制了 CAD 技术的推广。

随着 Pentium 芯片和 Windows NT 操作系统的出现并流行,以前只能运行在工作站上的 CAD 系统逐渐向微机平台上转移。目前,由于微机的价格远远比工作站低,其性能也不比中低档工作站逊色多少,并且 Windows NT 操作系统的安全性与 DOS、Windows 3.x、Windows 95/98 等相比有了很大提高。所以,微机平台为 CAD 应用普及创造了很好的条件。一方面,工作站上著名的 CAD/CAM 软件(如 UG、CATIA 等)可以全功能地移植到微机平台上,在微机上能够轻松实现工作站环境的处理能力;另一方面,CAD 软件打破了原有 UNIX 环境的桎梏,可以在 Windows 平台上全面拓展。现在,Pentium 以上处理器和 Windows NT 环境正逐渐成为当今 CAD 软件运行和应用的主流平台。

归结起来,基于微机平台的现代 CAD 系统具有以下 3 个特点。

- 微机平台。
- Windows 操作系统。
- Pentium 处理器。

二、模型形式的变迁

CAD 软件中模型的描述方式先后经历了从二维到三维,从直线和圆弧等简单的几何元素到曲线、曲面和实体等复杂的几何元素,从单一的几何信息到包括工艺信息在内的全部产品信息,从静态设计到以参数化特征造型为基础的动态设计的发展过程。

在 CAD 软件发展过程中,先后使用过多种模型描述方法,分述如下。

- 二维模型:使用平面图形来表达模型。模型信息单一,对模型的描述很不全面。
- 三维线框模型:使用空间曲线组成的线框描述模型,只能表达基本的几何信息,不能有效表达几何数据间的拓扑关系。同时,由于缺乏模型的表面信息,还无法实现 CAM 及 CAE 两项关键技术。
- 表面模型:使用 Bezier(贝赛尔)、NURBS(非均匀有理 B 样条)等参数曲线