



CAD/CAM

零点工作室 温建民 赵继俊 林琳 等编著

应用基础与进阶教程

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中文版

基础与进阶

- 面向基础，轻松入门
- 实例引导，轻松上手
- 学以致用，轻松体验



随书附赠PPT教学课件
教师可免费下载使用



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





CAD/CAM

零点工作室 温建民 赵继俊 林琳 等编著 应用基础与进阶教程

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中文版

基础与进阶

- 面向基础，轻松入门
- 实例引导，轻松上手
- 学以致用，轻松体验



随书附赠PPT教学课件
教师可免费下载使用



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是一本实用性很强的计算机辅助设计教程,全面介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中文版的基本功能和应用方法。全书共分 12 章,在章节内容的安排上注重循序渐进,可以有效地帮助读者在最短时间内熟练掌握 Pro/ENGINEER 的设计方法。

本书采用任务驱动的写作方法,通过大量实例练习,使读者能够掌握 Pro/ENGINEER 的基本设计方法。为了方便读者学习,书中每一个实例都从最基本的操作开始讲解,即使以前从未接触过 Pro/ENGINEER 的初学者,只要按照书上介绍的操作步骤学习,就可以很轻松地创建出各种典型的三维实体造型特征。在实例的讲解中,不仅注重说明 Pro/ENGINEER 的使用技巧,而且分析了利用 Pro/ENGINEER 实现产品设计的基本思路。随书所配光盘包含了书中所有的操作实例、课后习题的源文件和结果文件,相信会对读者的学习有所帮助。

本书面向 Pro/ENGINEER 软件的初中级读者,适合用于各类培训和教学。本书既可以作为高等学校机械类及相关专业的教材,也可以作为相关专业技术人员的 CAD/CAM/CAE 参考资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中文版基础与进阶/温建民等编著. —北京:机械工业出版社, 2009.8

CAD/CAM 应用基础与进阶教程

ISBN 978-7-111-28113-9

I. P... II. 温... III. 机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 4.0—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 148481 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 张晓娟 责任印制: 乔 宇

北京双青印刷厂印刷

2009 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·23.75 印张·585 千字

0 001—5 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-28113-9

ISBN 978-7-89451-198-0 (光盘)

定价: 38.00 元 (含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379366

本社服务邮箱: marketing@mail.machineinfo.gov.cn

封面无防伪标均为盗版

前 言

Pro/ENGINEER 是目前最先进的计算机辅助设计 (CAD)、制造 (CAM) 和分析 (CAE) 软件之一, 广泛应用于机械、电子、建筑和航空等工业领域, 利用 Pro/ENGINEER 的强大功能可以很轻松地完成绝大多数机械类设计、制造和分析任务。

本书是机械工业出版社《Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中文版基础与进阶》一书的升级扩充版本, 是在广泛听取了广大读者和用户对《Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中文版基础与进阶》一书近两年来的使用反馈意见基础上对原版本进行的修订和升级。

本次改版修订主要完成了两个方面的工作。首先在保持原版本既有图书写作风格的基础上, 将原先的 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 中文版内容全部升级为 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中文版。其次是适当增加了一些 Pro/ENGINEER 实际工程应用中的复杂内容, 例如增加了具有复杂曲面轮廓形状的凸轮类零件的参数化自动设计, 特别是在第 12 章还增加了 Pro/ENGINEER 的机构运动仿真模块的内容, 并介绍了曲柄滑块机构运动仿真、对心直动滚子推杆盘形凸轮机构运动仿真等典型工程实例。

本书全面介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中文版的基本功能, 在章节内容的安排上注重循序渐进, 结合大量典型工程实例的操作讲解, 使读者能够很快熟悉并掌握 Pro/ENGINEER 的设计方法。每章都配有一定数量的习题, 包括概念题和操作题, 并给出了习题中需要注意的关键步骤。

全书共分 12 章, 其中第 1~10 章为基础部分, 主要介绍 Pro/ENGINEER 的基础内容, 适合 Pro/ENGINEER 的初中级用户阅读; 第 11~12 章为提高部分, 主要介绍 Pro/ENGINEER 在机械行业中一些典型零件的高级设计方法和机构运动仿真, 特别是 Pro/ENGINEER 参数化造型设计复杂产品的高级应用技巧, 适合 Pro/ENGINEER 的中高级用户阅读和使用。随书光盘配有所有的操作实例、习题的源文件及结果文件。另外, 为方便教师教学, 本书还配有 PPT 教学课件, 教师可登录 www.cmpbook.com (机工门户网) 或 www.cmpedu.com (教材服务网) 免费下载。

本书采用任务驱动的写作方法, 每一个知识要点均结合实例讲解。书中每一个实例操作都非常清晰明确, 即使是初学者, 只要按照书上介绍的操作步骤学习, 就可以很轻松地创建出各种各样的三维实体造型特征。这种讲解和练习, 不仅介绍了 Pro/ENGINEER 的使用技巧, 而且分析了利用 Pro/ENGINEER 实现产品设计的基本思路, 使读者真正掌握利用 Pro/ENGINEER 进行辅助设计的方法。

本书实例丰富, 内容详尽, 基本上覆盖了 Pro/ENGINEER 的核心功能模块。对于初学者来说, 只要认真学完本书中的所有实例, 完全可以在最短的时间内成为一个合格的 Pro/ENGINEER 用户。对于中级用户, 学完本书后可以进一步提高使用 Pro/ENGINEER 的各种操作技巧。对于高级用户, 本书也完全可以成为其参考用书, 在任何高级操作中都可

以在本书中快速查找到相关内容命令。

本书读者对象包括学习 Pro/ENGINEER 的初中级读者、大中专院校机械类及相关专业的学生、从事计算机辅助设计的工程技术人员。

本书主要由哈尔滨工业大学的温建民、赵继俊、林琳编写，其中温建民编写第 1、2、3、12 章，赵继俊编写第 4~7 章，林琳编写第 8~11 章，参加编写的还有管殿柱、宋一兵、于广滨、曹政才、宋慧群、付本国、石玉祥、张春丽、孟绍良、齐志刚、宿晓宁、徐祯祥等。

感谢您选择了本书，希望我们的努力对您的工作和学习有所帮助，也希望您把对本书的意见和建议反馈给我们。

零点工作室技术支持网站：www.zerobook.net

零点工作室技术支持信箱：gdz_zero@126.com

零点工作室

目 录

前言

第 1 章 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 概述	1
1.1 Pro/E 发展简介	1
1.1.1 CAD 技术发展简介	1
1.1.2 Pro/E 的产生	2
1.2 Pro/E 的主要功能模块	3
1.2.1 草绘模块	3
1.2.2 零件模块	3
1.2.3 装配模块	4
1.2.4 工程图模块	4
1.2.5 曲面模块	4
1.2.6 其他常用模块	4
1.3 Pro/E Wildfire 4.0 的建模准则	5
1.3.1 参数化设计	6
1.3.2 特征建模	6
1.3.3 全相关的单一数据库	6
1.4 Pro/E Wildfire 4.0 的用户界面	7
1.5 Pro/E 入门	10
1.5.1 打开和保存 Pro/E 文件	10
1.5.2 设置背景颜色及控制模型的显示状态	12
1.6 定制 Pro/E 的用户界面	13
1.7 综合实例——Pro/E 的模型显示控制与界面定制	14
1.8 本章小结	16
1.9 课后习题	17
第 2 章 草绘模块	18
2.1 设置草绘环境	18
2.1.1 进入草绘模块	18
2.1.2 设置草绘环境	20
2.2 绘制基本几何图元	22
2.2.1 绘制直线	22
2.2.2 绘制中心线	22
2.2.3 绘制矩形	23

2.2.4	绘制圆	23
2.2.5	绘制圆弧	25
2.2.6	绘制圆角	28
2.2.7	绘制样条曲线	28
2.2.8	创建坐标系	29
2.2.9	创建点	29
2.2.10	创建文本	29
2.3	几何图元的编辑	30
2.3.1	选择几何图元	30
2.3.2	复制几何图元	31
2.3.3	镜像几何图元	32
2.3.4	移动几何图元	32
2.3.5	缩放和旋转几何图元	33
2.3.6	修剪几何图元	34
2.4	设置约束条件	36
2.5	尺寸标注与修改	40
2.5.1	尺寸标注	40
2.5.2	尺寸修改	45
2.6	综合实例——草绘平面图形	47
2.7	本章小结	54
2.8	课后习题	55
第3章	三维实体造型与基准特征	57
3.1	特征的基本分类	57
3.1.1	实体特征	57
3.1.2	曲面特征	58
3.1.3	基准特征	59
3.2	Pro/E 三维实体造型基础	59
3.2.1	三维实体造型的基本原理	59
3.2.2	设置草绘平面	60
3.2.3	参考平面的设置	61
3.3	基准特征的显示控制	62
3.3.1	设置基准特征的显示状态	62
3.3.2	重新命名基准特征	64
3.4	创建基准特征的方法	64
3.4.1	创建基准平面	64
3.4.2	创建基准轴	70
3.4.3	创建基准坐标系	71
3.4.4	创建基准曲线	73

3.4.5 创建基准点	75
3.5 综合实例——创建各种基准特征	76
3.6 本章小结	80
3.7 课后习题	81
第4章 创建基础实体特征	83
4.1 创建三维基础实体特征的基本方法	83
4.2 创建拉伸实体特征	84
4.2.1 拉伸特征操控板介绍	84
4.2.2 创建拉伸实体特征实例	86
4.3 创建旋转实体特征	92
4.3.1 旋转特征操控板介绍	92
4.3.2 创建旋转实体特征实例	94
4.4 创建扫描实体特征	96
4.4.1 扫描特征操控板介绍	96
4.4.2 创建扫描实体特征实例	98
4.5 创建混合实体特征	100
4.5.1 创建混合实体特征命令介绍	100
4.5.2 创建平行混合特征实例	102
4.5.3 创建旋转混合特征实例	105
4.5.4 创建一般混合实体特征实例	108
4.6 综合实例——实体零件造型设计	111
4.7 本章小结	117
4.8 课后习题	117
第5章 工程特征与构造特征	119
5.1 关于工程特征与构造特征	119
5.2 孔特征	120
5.2.1 孔特征操控板	120
5.2.2 创建简单孔特征	122
5.2.3 创建草绘孔特征	125
5.2.4 创建标准孔特征	126
5.3 创建倒圆角特征和倒角特征	129
5.3.1 创建倒圆角特征	129
5.3.2 创建倒角特征	132
5.4 创建拔模特征	135
5.4.1 拔模特征操控板	135
5.4.2 创建拔模特征实例	136
5.5 创建壳特征	137
5.5.1 壳特征操控板	138

5.5.2 创建壳特征实例	139
5.6 创建筋特征	140
5.6.1 筋特征操控板	140
5.6.2 创建筋特征实例	140
5.7 创建管道特征	142
5.7.1 创建管道特征的主要菜单命令	142
5.7.2 创建管道特征实例	142
5.8 综合实例——利用工程特征创建零件	144
5.9 本章小结	149
5.10 课后习题	149
第6章 创建曲面特征	151
6.1 创建曲面特征的方法概述	151
6.2 创建基本曲面特征	151
6.2.1 创建拉伸曲面特征	152
6.2.2 创建旋转曲面特征	153
6.2.3 创建扫描曲面特征	154
6.2.4 创建混合曲面特征	155
6.3 创建高级曲面特征	158
6.3.1 创建边界混合曲面特征	158
6.3.2 创建圆锥曲面特征	159
6.3.3 创建 N 侧曲面特征	161
6.3.4 创建螺旋扫描曲面特征	162
6.3.5 将剖面混合到曲面	164
6.3.6 创建在曲面间混合曲面特征	165
6.3.7 创建可变剖面扫描曲面特征	166
6.4 通过曲面特征创建实体特征	167
6.4.1 通过曲面特征创建实体特征的基本方法	167
6.4.2 通过曲面特征创建实体特征实例	168
6.5 综合实例——薄壁零件的造型设计	171
6.6 本章小结	173
6.7 课后习题	174
第7章 编辑曲面特征	176
7.1 合并曲面特征	176
7.1.1 合并曲面特征操控板介绍	176
7.1.2 合并曲面特征实例	177
7.2 裁剪曲面特征	179
7.2.1 使用拉伸方法裁剪曲面	179
7.2.2 使用旋转方法裁剪曲面	181

7.2.3 使用面组方法裁剪曲面特征	183
7.2.4 使用顶点倒圆角裁剪曲面特征	184
7.2.5 使用侧面影像裁剪曲面特征	185
7.3 创建偏移曲面特征	186
7.3.1 偏移曲面操控板	186
7.3.2 创建偏移曲面特征实例	187
7.4 延伸曲面特征	188
7.4.1 延伸曲面特征操控板	188
7.4.2 延伸曲面特征实例	189
7.5 用草绘约束偏移曲面特征	190
7.6 创建带有拔模的偏移曲面特征	192
7.7 曲面特征的转换	193
7.7.1 移动曲面特征	193
7.7.2 镜像曲面特征	196
7.8 创建曲面拔模特征	197
7.9 综合实例——使用曲线裁剪曲面特征	200
7.10 本章小结	203
7.11 课后习题	204
第8章 特征操作	206
8.1 特征复制	206
8.1.1 特征复制命令介绍	206
8.1.2 特征复制的基本方法	207
8.1.3 使用移动方式进行特征复制	212
8.2 特征阵列	216
8.2.1 特征阵列分类	217
8.2.2 创建尺寸阵列	218
8.2.3 创建表阵列	224
8.2.4 创建参照阵列特征	225
8.2.5 创建填充阵列特征	227
8.2.6 创建方向阵列特征	228
8.2.7 创建轴阵列特征	229
8.2.8 创建曲线阵列特征	231
8.3 创建特征镜像	231
8.4 特征的编辑与再生	232
8.4.1 利用模型树窗口进行特征修改	232
8.4.2 通过菜单进行特征的修改	235
8.4.3 菜单管理器中的特征操作	236
8.5 综合实例——特征的快速编辑	236

8.6	本章小结	238
8.7	课后习题	239
第 9 章	装配模块	240
9.1	装配模块简介	240
9.1.1	装配设计的基本方法	240
9.1.2	进入装配模块	241
9.2	由底向上装配	242
9.2.1	零件的空间装配定位	242
9.2.2	零件的放置	244
9.2.3	零件的封装	248
9.2.4	由底向上设计装配件	249
9.3	由顶向下装配	253
9.3.1	在装配过程中创建零件	253
9.3.2	零件的装配布局	255
9.3.3	利用布局生成装配件	257
9.4	装配件的分解	263
9.4.1	装配件的分解命令	263
9.4.2	生成装配件的分解视图实例	264
9.5	综合实例——利用骨架图生成装配件	265
9.6	本章小结	271
9.7	课后习题	271
第 10 章	创建工程图	274
10.1	工程图的基本设置	274
10.1.1	图纸设置	274
10.1.2	图纸设置实例	276
10.2	各向视图的生成与修改	278
10.2.1	生成视图的菜单命令介绍	278
10.2.2	创建各向正交视图	279
10.2.3	创建辅助视图	284
10.2.4	创建细节视图	286
10.2.5	视图的修改	288
10.3	视图标注	289
10.3.1	创建注释	289
10.3.2	尺寸标注	290
10.3.3	手工尺寸标注	291
10.3.4	尺寸公差标注	291
10.3.5	几何公差标注	292
10.4	创建各种剖视图	297

10.4.1 创建全剖视图	297
10.4.2 创建半剖视图	299
10.4.3 创建旋转剖视图	301
10.4.4 创建局部剖视图	304
10.5 综合实例——创建平面工程图	305
10.6 本章小结	312
10.7 课后习题	312
第 11 章 凸轮的参数化自动设计	314
11.1 凸轮零件分析	314
11.1.1 凸轮的设计方法简介	314
11.1.2 凸轮轮廓曲线的方程介绍	315
11.2 凸轮设计思路	318
11.3 对心平底推杆盘形凸轮的参数化设计实例	319
11.3.1 对心平底推杆盘形凸轮的已知参数	319
11.3.2 凸轮轮廓曲线数学表达式的推导	319
11.3.3 在 Pro/E 中建立凸轮轮廓曲线的数学表达式	319
11.3.4 凸轮的参数化造型设计过程	322
11.4 凸轮的参数化造型设计应用	328
11.5 本章小结	329
11.6 课后习题	329
第 12 章 机构运动仿真	331
12.1 Pro/E 的机构运动仿真概述	331
12.2 机构运动仿真的基本步骤与菜单命令介绍	332
12.2.1 机构运动仿真的基本步骤	332
12.2.2 机构运动仿真的操作界面介绍	332
12.2.3 常用机构工具按钮介绍	333
12.2.4 机构连接方式介绍	334
12.3 机构运动仿真综合实例	335
12.3.1 曲柄滑块机构运动仿真	336
12.3.2 对心直动滚子推杆盘形凸轮机构运动仿真	352
12.4 本章小结	366
12.5 课后习题	366

第1章 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 概述

本章概述

Pro/ENGINEER (以下简称 Pro/E) 系统作为当今业界最流行的三维实体造型软件, 可谓内容丰富、功能强大, 在工业设计中的应用日益广泛。本章主要介绍 Pro/E 的核心功能模块、工作环境以及用户操作界面, 使读者对 Pro/E 有一个最基本的认识和了解, 对其建模特点有一个系统的了解。

通过本章的学习, 读者应实现如下目标:

- ☐ 理解 Pro/E 的主要功能模块特点
- ☐ 熟悉 Pro/E 的用户操作界面
- ☐ 能够进行 Pro/E 的系统颜色设置
- ☐ 能够自定义 Pro/E 的用户界面
- ☐ 掌握 Pro/E 文件的打开与关闭方法

1.1 Pro/E 发展简介

Pro/E 是一套功能强大的大型集成软件, 其内容覆盖产品从设计到生产加工的全部过程。Pro/E 的产生和发展与计算机辅助设计 (CAD) 技术的快速发展密切相关, 而 CAD 技术的快速发展又与计算机软硬件技术的发展息息相关。

1.1.1 CAD 技术发展简介

CAD 技术最早产生于 20 世纪 60 年代初期, 当时使用的主要是晶体管计算机。受内存和计算速度限制, 早期的 CAD 技术以交互式二维绘图和三维线框模型为主要技术特征。这种图形系统只能表达几何信息, 无法描述形体的表面信息和拓扑关系, 因此也无法实现 CAM (计算机辅助制造) 和 CAE (计算机辅助工程) 功能。

进入 20 世纪 70 年代, 大规模集成电路技术的应用使计算机技术的发展有了很大提高。同时, 随着汽车和飞机制造业的飞速发展, 自由曲线、曲面生成算法及曲面造型理论逐渐形成, 以 CATIA 为代表的曲面造型技术的出现首次实现了用计算机完整描述产品零件的主要信息, 同时也使 CAM 技术的发展有了现实的基础。不过, 以曲面造型技术为代表的 CAD 系统还难以准确表达零件的质量、转动惯量和重心等特性, 限制了 CAE 技术的实施, 难以采用 CAE 技术进行工程模拟与仿真分析等。

到了 20 世纪 80 年代, 32 位超级微机工作站和微型计算机的出现, 对 CAD 技术的普及起到了极大的促进作用。PC (个人计算机) 开始进入家庭。这个阶段, 实体造型理论开始形成, 几何建模方法逐渐被推广使用。由于实体造型技术能够表达零件的全部形体信息, 有助于 CAD、CAM、CAE 的集成, 被认为是 CAD 技术的突破性进展。但是, 早期的三维实体造型系统还不完善, 存在着集成化程度低、系统庞大、使用复杂等多方面的不足。

进入 20 世纪 90 年代, PC 在运行速度、内外存以及显卡等几个关键因素上已经与小型工作站相当, 同时 PC 的用户市场已经成为市场的主流, 因此以 PC 为目标用户的 CAD 系统很快得到了普及应用。这个时期的变量化造型理论和参数化造型理论已经成为 CAD 技术的重要基础理论, 而参数化造型理论的发展更为迅速。

到了 21 世纪初, 由参数化造型理论开发出的三维 CAD 软件功能强大, 设计效率高, 应用日益广泛。美国 PTC 公司 (Parametric Technology Corporation, 参数技术公司) 在国际上首先使用参数化造型理论进行计算机辅助设计软件的开发。该公司推出的代表性软件就是本书将要详细介绍的 Pro/ENGINEER (以下简称为 Pro/E, 并将最新版本 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 简称为 Pro/E Wildfire 4.0) 软件。

1.1.2 Pro/E 的产生

20 世纪 80 年代, 美国 CV 公司的一批技术人员率先提出了参数化造型技术, 其最主要的特点是特征、全尺寸约束、单一数据库、尺寸驱动设计修改等。参数化造型技术是一种全新的 CAD 设计理念, 但是由于种种原因该技术在 CV 公司并没有受到重视, 在公司决策层正式否决了这一新技术后, 这批技术人员决心离开 CV 公司, 独自创立公司来推广这项技术。1986 年, 以这批技术人员为研发核心的 PTC 公司正式成立了。它虽然成立时间晚, 但由于没有沉重包袱, 设计思想先进, 在短短的几年时间里很快就开发出一个面向机械工程的三维 CAD/CAM/CAE 集成软件——Pro/ENGINEER 系统。1989 年, PTC 公司推出了 Pro/E 软件的第一个版本。它一经面世, 就以它的尺寸驱动、基于特征设计的实体造型软件而深受用户欢迎。Pro/E 软件很快就被广泛应用于自动化、机械、电子、模具、汽车、航空航天、医疗器械等多个领域。该产品在市场上的巨大成功, 给了 PTC 公司以巨大的鼓舞来不断完善软件。PTC 公司在花大力气进行技术开发的同时, 不断收集用户反馈回来的信息, 逐步地在软件中增加各种实用的模块和功能, 使之不断地扩大应用范围。

Pro/E 软件从产生到目前为止技术上已经日益成熟。目前, PTC 公司不断推出新版本, 每一个新版本都对前一个版本进行了大量的功能扩充和技术完善。2008 年 1 月 16 日, PTC 公司正式推出了产品设计和开发解决方案的最新版本: Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 (即 Pro/ENGINEER 野火版 4.0, 以下简称为 Pro/E Wildfire 4.0 或 Pro/E 野火版 4.0)。在 Pro/E 野火版 4.0 发布之前, 最近的几个版本依次是 Pro/E R20、Pro/E 2000i、Pro/E 2000i²、Pro/E 2001、Pro/E 2002、Pro/E 野火版 1.0、Pro/E 野火版 2.0、Pro/E 野火版 3.0 等。

Pro/E 野火版 4.0 改进了很多细节设计, 并增加了两个新的模块。新增的 Pro/E ECAD-MCAD 的协作扩展包可谓是野火版 4.0 的最大亮点。高效的 ECAD-MCAD 设计协作是用户常常会遇到的难题, 而 Pro/E 野火版 4.0 全新的 ECAD-MCAD 协同延伸服务提供了一种介于 MCAD 和 ECAD 设计间的崭新界面, 加快了机电设计速度, 用户可自动识别

MCAD 与 ECAD 电路板设计间的增量变化和交叉亮点,使电气工程师和机械工程师真正实现并行设计成为可能。

要想更快速地将优质产品投放市场,产品设计师需要提供面向可制造性的设计。产品不仅要在计算机屏幕上看起来漂亮,它还必须在投入生产时能在车间中组合起来,这就需要在设计过程中及时加入制造偏差信息。Pro/E 由 CETOL 技术驱动的公差分析扩展,能够使用户分析几何公差的叠加和间隙。而 Pro/E 野火版 4.0 中新增加的公差分析扩展包可以直接在 CAD 模型上快速分析记载几何公差,极大地减少了由于制造和装配过程限制而造成的设计迭代,并轻松简化详细设计以及检验和认证过程,特别适合超大量制造的设计。

Pro/E 野火版 4.0 除了新增的两大模块扩展包之外,还对 50 项功能进行了改进和完善。例如,创新型的自动倒圆角技术缩短了将圆角特征放置在模型上的时间以及完成倒圆角任务的时间,并可以更加轻松地创建复杂圆角;而采用简化表示法实现装配文件管理的自动化及优化,则改善了大型装配性能,减少了 40% 的内存使用率和 60% 的模型检索时间;全新的特征识别工具(FRT)可以将所导入的几何模型快速转换为模型特征等。另外,Pro/E 野火版 4.0 在细节优化中更加注重与 PTC 产品开发系统中的其他产品功能相结合,强化了 3D 绘图功能。

即使是对同一个版本,PTC 公司也会每隔几个月就对其核心模块进行功能上的完善和扩充。功能扩充后的同一版本之间以时间代码(Datecode)来区分,表示数据包的更新日期。本书将要向读者介绍的就是 PTC 公司推出的最新版本 Pro/E Wildfire 4.0,其日期代码为 M070。

1.2 Pro/E 的主要功能模块

Pro/E 是一个大型软件包,由多个功能模块组成,每一个模块都有自己独立的功能。设计人员可以根据需要来调用其中的某一个模块进行设计,不同的功能模块创建的文件具有不同的文件扩展名。另外,对于有更高要求的用户,还可以调用系统的附加模块或者使用软件进行二次开发工作。以下简要介绍其中最常见的几个功能模块。

1.2.1 草绘模块

草绘模块用于绘制和编辑二维平面草图。绝大部分的三维模型都是通过对二维草绘截面的一系列操控而得到的。所以,二维草图绘制在整个三维实体建模的过程中具有非常重要的作用,是使用零件模块进行三维建模的重要步骤。在使用零件模块进行三维实体特征时,在需要进行二维草图绘制时,系统会自动切换到草绘模块。另外,在零件模块中绘制二维平面草图时,也可以直接读取在草绘模块下绘制并存储的文件。

1.2.2 零件模块

零件模块是用于创建和编辑三维实体模型。在大多数情况下,创建三维实体模型是使用 Pro/E 软件进行产品设计和开发的主要目的,因此零件模块也是参数化实体造型最基本和最核心的模块。

Pro/E 建模方法更加接近于真实的机械加工过程:首先创建基础特征,这相当于在机

机械加工之前先加工毛坯；然后在基础特征之上创建各种放置特征，如创建圆孔、倒角、筋等，每添加一个放置特征就相当于一道机械加工工序。

利用 Pro/E 软件进行三维实体造型的过程，实际上就是使用零件模块依次创建各种类型特征的过程。这些特征之间可以相互独立，也可以相互之间存在一定的参考关系，例如各特征之间存在的父子关系等。在产品的设计过程中，特征之间的相互联系不可避免，所以对初学者来说，最好尽量减少特征之间复杂的参考关系，这样可以方便地对某一特征进行独立的编辑和修改，而不会发生意想不到的设计错误。

1.2.3 装配模块

装配就是将多个零件按照实际的生产流程组装成一个部件或完整的过程。零件装配模块是一个参数化组装管理系统，能提供用户自定义手段去生成一组组装系列及可自动地更换零件。当然，用户也可以根据需要添加新零件或对已有零件进行编辑和修改。

使用 Pro/E 软件的零件装配模块进行产品的组装是一项轻松的工作。在装配过程中，按照装配要求，用户不但可以临时修改零件的尺寸参数，还可以使用爆炸图的方式来显示所有已组装零件相互之间的位置关系，非常直观。

1.2.4 工程图模块

使用零件模块和曲面模块创建三维模型后，下一步就要在生产第一线将三维模型转变为产品。这时，设计人员必须将零件的二维工程图送到加工现场，用于指导加工生产。

Pro/E 软件可以通过工程图模块直接由三维实体模型生成二维工程图。系统提供的二维工程图包括一般视图（通常所说的三视图）、局部视图、剖视图、正投影视图等。用户可以根据零件的表达需要灵活选取需要的视图类型。

使用 Pro/E 软件由三维模型生成工程图非常简单方便，设计人员只需对系统自动生成的视图进行简单的修改或标注就可以完成工程图的绘制。由于 Pro/E 是尺寸驱动的 CAD 系统，在整个设计过程的任何一处发生改动，就会反应在整个设计过程的相关环节上。例如，一旦实体模型或者工程图二者之中有任何改变，改变的结果也完全反应在另一个中。这为实现产品设计的自动化创造了有利条件。

1.2.5 曲面模块

曲面模块用于创建各种类型的曲面特征。使用曲面模块创建曲面特征的基本方法和步骤与使用零件模块创建三维实体特征非常类似。曲面特征虽然不具有厚度、质量、密度和体积等物理属性，但是通过对曲面特征进行适当的操作就可以非常方便地使用曲面来围成实体特征的表面，还可以进一步把由曲面围成的模型转化为实体模型。

曲面造型功能在创建形状特别复杂的零件时具有举足轻重的地位。

1.2.6 其他常用模块

Pro/E 是一套功能强大的大型集成软件，除了上面介绍的几个最常用的模块外，软件

套件中还包括几十个其他模块供用户选用。下面选取较常见的几个模块进行简要介绍。

1. Pro/MANUFACTURING (制造)

该模块将产生生产过程规划、刀路轨迹,并能根据用户需要产生的生产规划做出时间上及价格成本上的估计。Pro/MANUFACTURING 将生产过程生产规划与设计造型连接起来,所以任何在设计上的改变,软件也能自动地将已做过的生产上的程序和资料重新产生,而无须用户自行修改。它将具备完整关联性的 Pro/ENGINEER 产品线延伸至加工制造的工作环境里。它容许用户采用参数化的方法去定义数值控制(NC)工具路径,凭此才可将 Pro/ENGINEER 生成的模型进行加工。这些信息接着作后期处理,产生驱动 NC 器件所需的编码。

2. Pro/MOL DESIGN (模具设计)

该模块用于设计模具部件和模板组装。

3. Pro/CABLING (布线系统)

该模块提供了一个全面的电缆布线功能,它为在 Pro/ENGINEER 的部件内真正设计三维电缆和导线束提供了一个综合性的电缆铺设功能包。三维电缆的铺设可以在设计和组装机电装置时同时进行,它还允许工程设计者在机械与电缆空间进行优化设计。

4. Pro/DEVELOP (二次开发)

该模块是一个用户开发工具,用户可利用这种软件工具将一些自己编写或第三家的应用软件结合并运行在 Pro/ENGINEER 软件环境下。Pro/IDEVELOP 包括 C 语言的副程序库,用于支援 Pro/ENGINEER 的接口,以及直接存取 Pro/ENGINEER 数据库。

5. Pro/MESH (网格生成)

该模块提供了实体模型和薄壁模型的有限元网格自动生成能力。也就是它自动地将实体模型划分成有限元网格,以便有限元分析用,所有参数化应力和边界条件可直接在实体模型上指定,即允许设计者定义参数化载荷和边界条件,并自动生成四边形或三角形实体网格。载荷/边界条件与网格都直接与基础设计模型相关联,并能像设计时一样进行交互式修改。

6. Pro/MECHANICA (仿真)

该模块为运行于 Pro/E 系统的分析工具,既能够与第三方应用程序紧密连接,也能单独使用。利用 Pro/E 的机构运动仿真功能不仅可以使原来在二维图纸上难以表达和设计的运动变得非常直观和易于修改,而且还可以最大限度地简化机构的设计与开发过程,提高产品质量。用户通过对机构添加运动副、驱动器使其运动起来,以实现机构的运动仿真。此外,完成运动仿真后,用户还可以运用机构中的后处理功能查看当前机构的运动,并且可以对机构进行运动轨迹、位移、运动干涉情况的分析,大大方便了机构模型的研究。

这些典型功能模块,一部分属于系统的选用模块,用户在安装时可以选取使用。另一部分可能需要用户另外购买后才能使用。

1.3 Pro/E Wildfire 4.0 的建模准则

美国 PTC 公司突破了机械 CAD/CAE/CAM 的传统观念,提出了单一数据库、参数化、基于特征、全相关的 CAD 设计新思想,这种全新的概念已成为当今世界机械 CAD/CAE/CAM