

丁淑辉 编著



Pro/Engineer Wildfire 5.0

高级设计与实践

清华大学出版社

丁淑辉 编著

丁淑辉 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书以 Pro/Engineer Wildfire 5.0 软件为基础,系统介绍了使用 Pro/Engineer 软件进行产品高级建模的方法。全书共 8 章,详细介绍了复杂实体特征、构造特征、特征变形工具、高级装配、自顶向下设计、机构运动仿真与分析、设计动画等方面的内容。本书以实践作为主线,结合近 60 个实例介绍了高级建模的理论与方法,使读者在理解建模原理,掌握建模思路基础上,轻松掌握产品建模方法,能够进行较为复杂的大型产品模型设计与运动分析。

本书适合具有一定 Pro/Engineer 设计基础的读者使用,可作为高等院校学生、工业设计以及机械等相关专业人员的学习和参考书籍。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Pro/Engineer Wildfire 5.0 高级设计与实践/丁淑辉编著. --北京:清华大学出版社,2010.3
ISBN 978-7-302-21986-6

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 019846 号

责任编辑:庄红权

责任校对:刘玉霞

责任印制:杨 艳

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

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:19.25 字 数:464 千字

(附光盘 1 张)

版 次:2010 年 3 月第 1 版

印 次:2010 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:39.00 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:028805-01

前言

P

ro/Engineer Wildfire 5.0 高级设计与实践

Pro/Engineer 是当今流行的三维设计软件,广泛应用于机械、工业设计等相关行业,是工程技术人员常用的设计软件,也逐渐成为国内外大专院校、职业院校工科学生必修的软件之一。Pro/Engineer 提供了概念设计与渲染、零件设计、虚拟装配、功能模拟、生产制造等多方面的功能,为产品的计算机辅助设计与制造提供了完整解决方案,本书重点讨论零件设计、虚拟装配以及功能模拟中的部分内容。

本书以 Pro/Engineer Wildfire 5.0 软件为基础,全书共 8 章,详细介绍了复杂实体特征、构造特征、特征变形工具、高级装配、自顶向下设计、机构运动仿真与分析、设计动画等方面的内容。书中不但有建模过程的详细描述,还有产品设计和建模原理方面的理论分析,使读者在理解建模原理,掌握建模思路的基础上,轻松掌握产品建模方法。

在本书的讲解中,始终保持实践的特色。全书共列举实例近 60 个,对所有重点内容均辅以例子讲解,使读者不但能轻松理解特征建模思路,更能了解其应用场合,尽快融入工程实际产品设计中去。

本书是一本以实践为主、理论结合实践的实用性教材,适合具有一定 Pro/Engineer 设计基础的读者使用。通过本书的学习,读者可以掌握复杂实体特征的建立方法、特征变形工具的使用方法、高级装配方法、自顶向下的设计方法、机构运动仿真与分析方法以及设计动画的建立方法,能够进行较为复杂的产品模型设计与运动分析。

本书带有随书光盘,内容包括书中所用实例和习题答案,读者可将其复制到计算机硬盘中,然后在 Pro/Engineer Wildfire 5.0 及以上版本的软件中直接打开。另外,作者还制作了与本书配套的电子教案,欢迎广大读者索取(联系方式:庄红权,zhuang_hq@163.com)。

全书由丁淑辉统稿并担任主编,郝亮、张悦刊、陈波、苏春建、徐波、丁宁等参与了本书的编写工作。

本书虽几易其稿,但因作者水平有限,加之时间仓促,难免有疏漏之处,诚望广大读者和同仁不吝赐教!作者联系方式:shuhui.ding@163.com。

丁淑辉

2010 年 1 月

2.4 三维扫描特征的建立

2.4.1 三维扫描特征简介

2.4.2 三维扫描特征的建立过程

2.4.3 三维扫描特征实例

2.5 扫描混合特征的建立

目录

P

ro/Engineer Wildfire 5.0 高级设计与实践

第 1 章 Pro/Engineer 概述与本书内容简介	1
1.1 Pro/Engineer 软件组成	1
1.1.1 Pro/Engineer 主要功能模块简介	1
1.1.2 Pro/Engineer 软件包概述	2
1.2 Pro/Engineer 基础设计内容回顾	5
1.3 本书内容概述	6
第 2 章 复杂实体特征的建立	8
2.1 混合特征的建立	8
2.1.1 旋转混合	8
2.1.2 一般混合	15
2.1.3 混合特征的几点问题	17
2.2 可变剖面扫描特征的建立	20
2.2.1 可变剖面扫描特征简介	20
2.2.2 可变剖面扫描特征的建立过程与范例	25
2.2.3 剖面控制及剖面中 X、Y、Z 轴的定义	29
2.2.4 使用关系式控制可变剖面扫描轨迹	33
2.3 螺旋扫描特征的建立	35
2.3.1 螺旋扫描实体特征简介	36
2.3.2 螺旋扫描特征的建立过程与实例	39
2.3.3 变螺距螺旋扫描特征与压缩弹簧的制作实例	41
2.3.4 使用螺旋扫描切口特征建立螺纹	44
2.4 三维扫描特征的建立	47
2.4.1 三维扫描特征简介	47
2.4.2 三维扫描特征的建立过程	48
2.4.3 三维扫描特征实例	49
2.5 扫描混合特征的建立	51

2.5.1 扫描混合特征简介	51
2.5.2 扫描混合特征的建立步骤	53
2.5.3 扫描混合特征建立实例	54
2.6 截面混合到曲面特征的建立	57
2.7 曲面间混合特征的建立	59
第3章 构造特征的建立	61
3.1 构造特征概述	61
3.2 轴特征的建立	62
3.2.1 轴特征详解	63
3.2.2 轴特征建立过程	64
3.2.3 轴特征实例	64
3.3 法兰特征的建立	66
3.4 环形槽特征的建立	68
3.5 唇特征的建立	70
3.6 耳特征的建立	73
3.7 槽特征的建立	76
3.8 管道特征的建立	79
第4章 特征变形工具	85
4.1 局部推拉特征	85
4.2 半径圆顶	86
4.3 剖面圆顶	88
4.3.1 扫描剖面圆顶	88
4.3.2 混合剖面圆顶	90
4.4 实体折弯	91
4.4.1 环形折弯	91
4.4.2 骨架折弯	96
4.5 实体自由形状特征	99
4.6 实体扭曲特征	102
4.6.1 变换操作	104
4.6.2 扭曲操作	107
4.6.3 骨架操作	109
4.6.4 拉伸操作	111
4.6.5 折弯操作	111
4.6.6 扭转操作	113
4.6.7 雕刻操作	114

第 5 章 高级装配	117
5.1 组件的创建方式	117
5.1.1 将元件添加到组件	117
5.1.2 在组件模式下创建元件	117
5.2 组件中元件的放置方式	120
5.2.1 完全约束元件	120
5.2.2 封装元件	120
5.2.3 未放置元件	121
5.3 装配中的布尔运算	123
5.3.1 元件合并	123
5.3.2 元件切除	125
5.3.3 元件相交	126
5.4 大型组件的简化表示	128
5.4.1 组件简化表示概述	129
5.4.2 排除显示	130
5.4.3 使用包络元件替换复杂元件	132
5.4.4 使用多面实体收缩包络建立包络元件	138
5.4.5 收缩包络	139
第 6 章 自顶向下设计	142
6.1 自顶向下设计概述	142
6.2 骨架模型	143
6.2.1 骨架模型概述	144
6.2.2 使用骨架模型控制组件整体结构	145
6.2.3 骨架模型实例	147
6.3 数据共享之合并/继承	149
6.3.1 数据共享概述	150
6.3.2 合并/继承概述	150
6.3.3 合并/继承特征的使用	151
6.3.4 合并/继承特征的建立步骤与实例	154
6.4 数据共享之复制几何与发布几何	168
6.4.1 复制与发布几何概述	168
6.4.2 复制几何特征	168
6.4.3 发布几何特征	171
6.4.4 复制与发布几何实例	171
6.5 布局	174
6.5.1 布局概述	175

6.5.2	使用布局进行元件的自动装配	175
6.5.3	使用布局传递全局参数	181
第7章	机构运动仿真与分析	184
7.1	概述	184
7.1.1	机构设计与机构运动学简介	184
7.1.2	机构仿真界面	185
7.1.3	主体	185
7.2	机构运动仿真实例	186
7.3	使用预定义的连接集装配机构元件	190
7.3.1	连接集概述	190
7.3.2	预定义连接集	191
7.3.3	连接接头的显示	194
7.4	机构运动学仿真与分析	195
7.4.1	机构运动学仿真流程	195
7.4.2	创建模型	196
7.4.3	检测模型	197
7.4.4	添加伺服电动机	198
7.4.5	准备分析	201
7.4.6	分析模型	202
7.4.7	查看分析结果	207
7.4.8	机构运动学分析实例	212
7.5	机构动力学仿真与分析	222
7.5.1	机构动力学仿真流程	222
7.5.2	动力学仿真实例——单摆	223
7.5.3	质量属性、重力与动力学分析	224
7.5.4	弹簧	225
7.5.5	阻尼器	229
7.5.6	力与扭矩	230
7.5.7	执行电动机	233
7.5.8	初始条件	234
7.5.9	静态分析	237
7.5.10	力平衡分析	239
7.6	运动副	242
7.6.1	槽连接	242
7.6.2	凸轮机构	244
7.6.3	齿轮副	248
7.6.4	带连接	271

第 8 章 设计动画	275
8.1 概述	275
8.1.1 设计动画简介	275
8.1.2 设计动画界面	275
8.1.3 建立设计动画的一般过程	276
8.2 使用关键帧建立基本设计动画	277
8.2.1 使用关键帧建立设计动画的准备工作	277
8.2.2 定义快照并生成关键帧序列	279
8.2.3 基于分解状态创建关键帧序列	281
8.2.4 启动、播放并保存动画	283
8.2.5 修改动画执行时间	284
8.3 使用伺服电动机建立基本设计动画	284
8.4 设计动画中定时视图的建立	287
8.4.1 命名视图的建立	287
8.4.2 旋转装配动画的建立	287
8.4.3 带有局部放大视图运动仿真动画的建立	291
8.5 定时透明和定时显示	292
参考文献	297

Pro/Engineer 是美国参数化技术公司 (Parametric Technology Corporation, PTC) 开发的集成化三维 CAD/CAE/CAM 软件, 能够实现计算机辅助设计、辅助分析、辅助制造、产品数据管理、工程过程优化等多方面的功能。不同规模的企业, 不同的应用领域, 所需的软件部分也不同, 了解 Pro/Engineer 的软件组成是系统掌握本软件所必需的。

1.1.1 Pro/Engineer 主要功能模块简介

使用 Pro/Engineer 能够完成概念设计与渲染、零件设计、虚拟装配、功能模拟、生产制造等整个产品生产过程。根据功能的不同, Pro/Engineer 目前共有 20 多个大的模块。针对产品设计的不同阶段, Pro/Engineer 将产品设计分为了概念与工业设计、机械设计、功能模拟、生产制造等几个大的方面, 分别提供了完整的产品设计解决方案。

(1) 概念与工业设计 Pro/Engineer 可帮助客户透过草图、建模以及着色来轻松地建立产品概念模型, 其他部门在其流程中运用已认可的概念模型, 尽早进行装配研究、设计及制造。此方面的主要模块有快速动画模拟、快速模型概念设计、网络动画渲染、草图照片快速生成三维模型、创建逼真图像等。

(2) 机械设计 工程人员可运用 Pro/Engineer 准确地建立与管理各种产品的设计与装配, 获得诸如加工、材料成本等详尽模型信息, 设计人员可轻松地探讨数种替换方案, 可以使用原有的资料, 以加速新产品的开发。此方面包括的主要模块有实体建模、复杂装配、钣金设计、管道设计、逆向工程、专业曲面设计、焊接设计等。

(3) 功能模拟 Pro/Engineer 软件可以使工程人员评估、了解并尽早改善他们设计

Pro/Engineer 概述与 本书内容简介

本书的读者定位是有一定 Pro/Engineer 使用基础的人员,主要介绍读者在掌握基本 Pro/Engineer 软件操作方法以后,需要进一步掌握本软件高级内容时,应掌握的复杂特征、高级装配方法、自顶向下设计方法、机构仿真与分析、设计动画等方面的内容。关于 Pro/Engineer 曲面设计方面的高级内容,参见《Pro/Engineer Wildfire 4.0 曲面设计与实践》(丁淑辉主编,由清华大学出版社出版,余同)一书。

本章在介绍 Pro/Engineer 软件的基础上,列出了使用本书前读者应掌握的基础知识,并介绍了本书的内容体系。

1.1 Pro/Engineer 软件组成

Pro/Engineer 是美国参数技术公司(Parametric Technology Corporation,PTC)开发的集成化三维 CAD/CAE/CAM 软件,能够实现计算机辅助设计、辅助分析、辅助制造、产品数据管理、工程过程优化等多方面的功能。不同规模的企业、不同的应用领域,所需的软件部分也不同,了解 Pro/Engineer 的软件组成是系统掌握本软件所必需的。

1.1.1 Pro/Engineer 主要功能模块简介

使用 Pro/Engineer 能够完成概念设计与渲染、零件设计、虚拟装配、功能模拟、生产制造等整个产品生产过程。根据功能的不同,Pro/Engineer 目前共有 20 多个大的模块。针对产品设计的不同阶段,Pro/Engineer 将产品设计分为了概念与工业设计、机械设计、功能模拟、生产制造等几个大的方面,分别提供了完整的产品设计解决方案。

(1) 概念与工业设计 Pro/Engineer 可帮助客户透过草图、建模以及着色来轻松地建立产品概念模型,其他部门在其流程中运用已认可的概念模型,尽早进行装配研究、设计及制造。此方面的主要模块有快速动画模拟、快速模型概念设计、网络动画渲染、草图照片快速生成三维模型、创建逼真图像等。

(2) 机械设计 工程人员可运用 Pro/Engineer 准确地建立与管理各种产品的设计与装配,获得诸如加工、材料成本等详尽模型信息,设计人员可轻松地探讨数种替换方案,可以使用原有的资料,以加速新产品的开发。此方面包括的主要模块有实体建模、复杂装配、钣金设计、管道设计、逆向工程、专业曲面设计、焊接设计等。

(3) 功能模拟 Pro/Engineer 软件可以使工程人员评估、了解并尽早改善他们设计

的功能表现,以缩短推出市场时间并减少开发费用。与其他 Pro/Engineer 解决方案配合,以使外形、配合性以及功能等从一开始就能正确地发展。此方面的主要模块有有限元分析、载荷处理、装配体运动分析、灵敏度优化分析、热分析、驾驶路面响应分析、振动模式分析、有限元网格划分等。

(4) 生产制造 运用 Pro/Engineer 能够准确制造所设计的产品,并说明其生产与装配流程。直接对实体模型进行加工,增加了准确性,减少了重复工作,并直接集成了 NC(数控)程序编制、加工设计、流程计划、验证、检查与设计模型。用于生产制造的主要模块有铸造模具优化设计、数控加工、注塑模具设计、操作仿真、CNC(计算机数控)设备的 NC 后处理、钣金设计制造等。

1.1.2 Pro/Engineer 软件包概述

从功能上来说,Pro/Engineer 软件横跨工业设计、实体建模、加工制造、仿真、渲染等多个领域,包含的功能模块较多。在销售和使用过程中,PTC 将 Pro/Engineer 按其包含功能模块的不同分为 5 个软件包,供不同规模和应用层次的用户选择。分别为:Pro/Engineer Foundation XE(eXtend Edition)、Pro/Engineer Advanced SE(Standard Edition)、Pro/Engineer Advanced XE(eXtend Edition)、Pro/Engineer Enterprise SE(Standard Edition)、Pro/Engineer Enterprise XE(eXtend Edition)。

1. Pro/Engineer Foundation XE 软件包

Pro/Engineer Foundation eXtended Edition(基本扩展版本)是实体建模必不可少的 3D CAD 软件包,包含了实体建模所必需的功能。本软件包是三维设计领域唯一一个可以伸缩的产品开发核心平台,用户可以在这个软件包基础上扩展 PTC 的其他功能模块。

Pro/Engineer Foundation eXtended Edition 中包含的主要功能有实体建模、创建 2D 和 3D 工程图、专业曲面设计、扭曲技术、钣金件建模、焊接建模和文档、组件建模、AutobuildZ(用于将 2D 工程图转化为 3D 模型)、分析特征、数据互操作性、修复导入的数据、ModelCHECK、机构设计、设计动画、实时高级渲染、Web 功能、零件与工具库等。

2. Pro/Engineer Advanced SE 软件包

Pro/Engineer Advanced Standard Edition(高级标准版本)软件包在 Pro/Engineer Foundation eXtended Edition 基础上增加了产品数据管理的功能,可轻松管理在设计过程中产生的数据和文档,从而加快产品开发过程。

Pro/Engineer Advanced Standard Edition 中包含的主要功能除了 Pro/Engineer Foundation eXtended Edition 中所提供的之外,还有 Windchill PDMLink、IBM On Demand 托管等数据管理功能。

3. Pro/Engineer Advanced XE 软件包

在 Pro/Engineer Advanced Standard Edition 软件包实体建模和管理数据的基础上,

Pro/Engineer Advanced eXtended Edition(高级扩展版本)软件包提供了一种高性能附加模块供用户使用。

除了实体建模功能外,在数据管理方面,本软件包提供了 Windchill PDMLink 和 Pro/INTRALINK 供用户选择一种;另外,PTC 还提供了以下 5 种高性能设计模块供用户任选其一: Pro/Engineer 高级装配、Pro/Engineer 行为建模、Pro/Engineer 交互式曲面设计、Pro/Engineer 机构动力学、Pro/Engineer 管道设计和电缆敷设。

4. Pro/Engineer Enterprise SE 软件包

Pro/Engineer Enterprise Standard Edition(企业标准版本)在提供 Pro/Engineer Advanced Standard Edition 所包含的 3D CAD 模型设计、数据管理、高性能附加模块的基础上,还提供了基于 Web 的协同和项目管理功能。本软件包为产品开发全过程提供了完整的解决方案,使开发团队能够协同工作,有效地共享信息,推进设计重用,并充分利用可确保设计完整性和可追溯性的自动化变更流程。

本软件包提供了 Pro/Engineer Advanced eXtended Edition 所包含的所有功能,还提供了 WindChill ProjectLink 模块,用于完成基于 Web 的协同和项目管理功能。

5. Pro/Engineer Enterprise XE 软件包

Pro/Engineer Enterprise eXtended Edition(企业扩展版本)在包含 Pro/Engineer Enterprise Standard Edition 所有功能的基础上,增加了用于工程过程标准化和优化的多个工具。本软件包不但提供了完善的产品开发解决方案,还可标准化并优化产品开发过程。

在提供 Pro/Engineer Enterprise Standard Edition 所有建模、数据管理、高性能模块、协同和项目管理功能的基础上,Pro/Engineer Enterprise eXtended Edition 还提供了以下工具用于使工程过程标准化和优化: XML 文本创作工具(Arbortext Editor)、工程计算工具(Mathcad)、分析与优化工具(Pro/Engineer Mechanica)、Pro/Engineer 机构动力学模块等。

Pro/Engineer 软件包的分类及功能组成如表 1.1.1 所示。由表中也可以看出,这 5 个软件包存在向上包含的关系,后面的包含前面软件包的所有功能且其功能依次加强。

表 1.1.1

功 能	功 能 详 解	Pro/Engineer Foundation XE	Pro/Engineer Advanced SE	Pro/Engineer Advanced XE	Pro/Engineer Enterprise SE	Pro/Engineer Enterprise XE
零件建模 与 3D 详 细设计	实体、钣金件和焊接建模	•	•	•	•	•
	工程图	•	•	•	•	•
	设计验证(ModelCHECK)	•	•	•	•	•
	3D 电缆敷设和管道设计			○	•	•

续表

功 能	功 能 详 解	Pro/Engineer Foundation XE	Pro/Engineer Advanced SE	Pro/Engineer Advanced XE	Pro/Engineer Enterprise SE	Pro/Engineer Enterprise XE
曲面设计	高级参数化曲面设计	•	•	•	•	•
	全局建模和扭曲曲面修改	•	•	•	•	•
	ISDX 曲面设计			○	•	•
组件建模	用 AssemblySense 嵌入形状、拟合和函数	•	•	•	•	•
	用于多个几何状态的单一 BOM 条目	•	•	•	•	•
	创建简化表示和 Shrinkwrap	•	•	•	•	•
	自顶向下高级装配、过程设计、可制造性设计			○	•	•
	包含 Web 服务以提供固有的 Web 连接性	•	•	•	•	•
互操作性和数据交换	修复导入数据	•	•	•	•	•
	支持包括 Windows/Solaris 等多种平台	•	•	•	•	•
	支持 STEP/IGES/DXF/STL/DWG 等主要标准	•	•	•	•	•
仿真	照片渲染、动画设计	•	•	•	•	•
	机构运动学设计	•	•	•	•	•
	力、速度、加速度、扭矩的机构动力学模拟			○	•	•
	用于产品设计和优化的高级行为建模			○	•	•
	结构和热模拟					•
协同和项目管理	与全球团队成员进行协同的工作空间				•	•
	项目管理				•	•
数字化产品数据管理和过程控制	Pro/Engineer CAD 数据管理		•	•	•	•
	企业产品数据管理		•	•	•	•
	自动化的变更管理过程		•	•	•	•
	配置管理		•	•	•	•
工程过程标准化和优化	XML 文本创作工具 Arbortext Editor					•
	工程计算工具 Mathcad					•
	扩展的可视化功能 ProductView					•
	针对以上内容的 PTC 大学培训					•

注：• 表示包含在软件包中；○ 表示软件包中的可选件。

1.2 Pro/Engineer 基础设计内容回顾

本节讲述读者学习本书内容所要掌握的关于 Pro/Engineer 软件的基础知识,详细内容可参见《Pro/Engineer Wildfire 5.0 基础设计与实践》(丁淑辉主编,由清华大学出版社出版,余同)一书。

1. 模型外观显示与系统设定

掌握模型的各种观察方法是学习 Pro/Engineer 软件所必需的,包括各种缩放、移动、旋转模型的方法。其中,缩放包括使用鼠标滚轮缩放和 Ctrl+拖动中键缩放;移动方法为 Shift+拖动中键;旋转模型的方法为拖动中键。调用视图列表中已保存的视图是观察模型特征方向的重要方法,此外,还可以使用重定向视图对话框动态定向视图并将其保存至视图列表。

读者还应了解基本模型外观编辑与渲染方法,包括设置模型外观颜色、模型表面纹理及贴花、渲染时模型的光源、房间、环境效果等内容。

2. 参数化草绘

草图是 Pro/Engineer 模型建立的基础,几乎每一个特征的建立过程中都离不开草图绘制。读者应理解参数化与参数化草图的概念,掌握草图的绘制过程,注意点、构造线、中心线等辅助图元和草绘诊断工具的使用。

3. 特征建模

特征建模是使用 Pro/Engineer 软件的核心内容,读者应掌握最常用的草绘特征、基准特征和放置特征的建立方法。

草绘特征是生成实体的基本方法,主要有拉伸特征、旋转特征、扫描特征、混合特征、肋特征。这些特征都是由草图经过拉伸、旋转、扫描、混合等操作方法生成的,所以称为草绘特征。对于拉伸特征、旋转特征、扫描特征和混合特征,除了生成实体外,还要熟练掌握其去除材料方式、曲面方式和壳体方式。

基准特征是模型建立的辅助工具,主要包括基准平面、基准轴、基准点、基准曲线、草绘基准曲线和基准坐标系等特征,应熟悉其建立方法及应用场合。

放置特征也是建模的重要方法,主要包括孔特征、圆角特征、倒角特征、抽壳特征和拔模特征。对于孔特征,要掌握矩形截面孔、标准轮廓孔、草绘孔以及螺纹孔的建立方法,尤其要熟悉螺纹孔的各种标准;对圆角特征,要求掌握圆角组的概念,各种圆角的形式及完全倒圆角等复杂圆角的建立方法;对于倒角特征,要求掌握边倒角和角倒角的建立方法;掌握不同厚度抽壳的方法;掌握简单拔模特征的建立方法。

4. 特征编辑

对特征的编辑主要包括特征复制、阵列、镜像、重定义等操作,熟练使用特征的编辑方

法是生成复杂模型的基础。

Pro/Engineer 软件提供了“特征复制”和“复制、粘贴与选择性粘贴”两种复制特征的方法。其中“特征复制”提供了“新参考复制”、“相同参考复制”、“镜像复制”及“移动复制”4 种复制方式；“复制、粘贴与选择性粘贴”提供了“特征的直接粘贴”、“移动特征副本”、“旋转特征副本”和“改变特征副本参照”等几种复制方式。

特征阵列提供了尺寸阵列、方向阵列、轴阵列、填充阵列、表阵列、曲线阵列、参照阵列等多种阵列方法，读者应熟悉它们各自的应用场合。

除了上面的内容外，读者还应掌握以下常用特征操作：

- 设定特征只读；
- 特征重命名；
- 查看特征父子关系、解除特征父子关系；
- 创建与分解局部组；
- 理解特征生成失败原因、掌握常用解决特征生成失败方法；
- 特征隐含与恢复方法；
- 特征重新排序与特征插入。

5. 模型装配

特征建模是建立模型的基本单位，为了加工的方便，复杂模型一般需要多个零件文件组合而成，这就是模型装配。读者应掌握最基本的装配原理和过程，包括元件模型和组件模型的全相关性、装配的约束类型、元件操作、组件分解等问题。

6. 创建工程图

工程图中包含大量的尺寸信息，是工程上交流的语言。对于大多数机加工而言，都需要生成工程图。Pro/Engineer 工程图模块提供了生成平面图及尺寸等标注信息的方法，要求读者掌握工程图与实体模型的全相关性、工程图中各种视图的建立方法（包括剖视图和剖面图）、视图的操作方法、尺寸标注与编辑等内容。

1.3 本书内容概述

本节介绍了后面章节所要讲述的内容，包括复杂实体的建立、构造特征的建立方法、特征变形工具的使用、高级装配、自顶向下设计方法、机构仿真与分析、设计动画等内容。

注意

虽然曲面建模在 Pro/Engineer 中属于高级内容，但由于其相对独立且内容较多，本书并没有涉及这方面的内容，在《Pro/Engineer Wildfire 4.0 曲面设计与实践》中单独讲述。

1. 复杂实体特征的建立

本书第2章讲述了复杂实体特征的建立方法,主要包括扫描和混合两大类特征。除了基本的扫描特征和平行混合特征外,主要讲述了旋转混合特征、一般混合特征、三维扫描特征、螺旋扫描特征、可变剖面扫描特征、扫描混合特征、剖面混合到曲面特征以及曲面间混合特征的建立方法。

2. 构造特征的建立

第3章介绍了构造特征的创建和使用方法,主要介绍了轴特征、法兰特征、环形槽特征、唇特征、耳特征、槽特征以及管道特征。使用这些组合特征,可迅速构建一些常用的复杂实体特征,加快建模速度。

3. 特征变形工具

第4章讲述了 Pro/Engineer 系统提供的用来改变实体模型表面形状的高级特征。通过改变模型表面形状,从而改变实体形状。这些特征主要包括局部推拉、半径圆顶、截面圆盖、环形折弯、骨架折弯、实体自由形状以及扭曲等。

4. 高级装配

第5章总结了创建组建以及元件放置的各种方式,讲述了装配中的布尔运算、挠性元件的装配以及大型组件中零件的简化表示等问题。

5. 自顶向下设计

自顶向下设计是一种产品设计过程的管理方法,是指在建立产品时,首先建立产品框架或外形结构,然后对框架或外形逐步细化,最后得到底层零件的设计方法。

第6章介绍了自顶向下设计方法的概念,并系统讲解了骨架模型、合并/继承特征、复制几何特征、发布几何特征、布局等自顶向下设计工具的原理与使用方法。

6. 机构仿真与分析

机构仿真与分析是 CAD/CAE/CAM 软件中的一个重要应用,Pro/Engineer 提供了一套完整的解决方案来完成此功能。

第7章在介绍机构仿真基本概念与界面的基础上,讲述了机构运动学、机构动力学仿真与分析的基本流程,并讲述了槽连接、凸轮机构、齿轮机构、带连接等典型机械机构的仿真与分析方法。

7. 设计动画

第8章介绍了使用 Pro/Engineer 建立设计动画的方法,主要讲述了使用关键帧或伺服电动机建立设计动画的基本过程,以及在设计动画中使用定时视图、定时透明和定时显示设定模型旋转、缩放以及渐隐、渐强等效果的方法。

第 2 章

复杂实体特征的建立

本章介绍 Pro/Engineer Wildfire 5.0 提供的复杂实体特征建模方法,主要包括旋转混合特征、一般混合特征、可变剖面扫描特征、扫描混合特征、螺旋扫描特征、剖面混合到曲面特征以及曲面间混合特征等。

2.1 混合特征的建立

由数个截面在其顶点处用过渡直线或曲线连接而成的特征称为混合特征(Blended Feature)。按照截面间的位置关系可将混合分为平行混合(Parallel Blend)、旋转混合(Rotational Blend)和一般混合(General Blend)。

平行混合是混合特征中最简单的一种,其所有截面相互平行,在一个窗口中绘制,截面绘制完成后指定各截面间的距离即可。平行混合的详细内容可参见《Pro/Engineer Wildfire 5.0 基础设计与实践》一书,本书不再赘述。

2.1.1 旋转混合

旋转混合中参与混合的截面间彼此成一定角度,且每个截面有一个局部坐标系,每个截面以坐标系中的 Y 轴作为旋转轴定义旋转角度,最后各截面绕 Y 轴以上面定义的旋转角度旋转混合而成。

图 2.1.1 所示 3 个截面具有相同的顶点数,其所在的平面均过同一轴线且彼此成一定角度,若各截面的顶点依次连接,便得到混合特征,其形成过程如图 2.1.2 所示。这种特征是由各顶点绕截面所经过的轴线旋转混合而形成的,因此称为旋转混合特征,此轴线即为旋转中心。在绘制每个截面时均要建立一个草绘坐标系,其 Y 轴方向为旋转中心线。也就是说,每个截面中建立的草绘坐标系是重合的,是特征建立的基准,在生成特征时,系统会将各个截面根据各自绕 Y 轴旋转的角度分布在正确的位置。

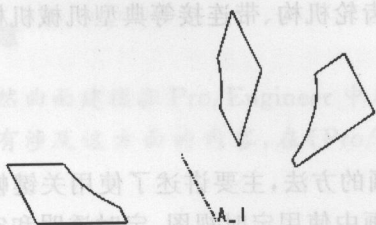


图 2.1.1

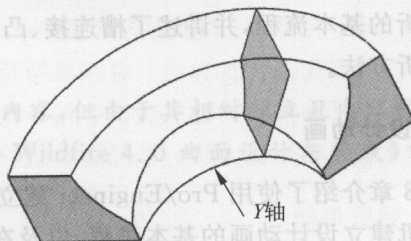


图 2.1.2