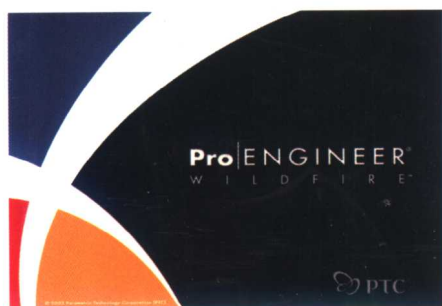


零点 起航



—— CAD应用软件系列教材

Pro/ENGINEER 2003



三维造型基础教程

©零点工作室 温建民 曹立文 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

零点起航 —— CAD 应用软件系列教材

Pro/ENGINEER 2003 三维造型基础教程

零点工作室 温建民 曹立文 等编著



机械工业出版社

Pro/ENGINEER (Pro/E) 是目前最先进的计算机辅助设计 (CAD)、制造 (CAM) 和分析 (CAE) 软件, 广泛应用于机械、电子、建筑、航空等工业领域, 利用 Pro/E 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。

本书是一本实用性很强的 Pro/E 计算机辅助设计教程, 全书共分 11 章, 全面介绍了 Pro/E 软件的最新版本——Pro/ENGINEER2003 中文版的特点和基本功能, 并给出了典型操作的实例。本书在章节内容的安排上注意循序渐进, 可以有效地帮助读者在最短时间内熟练掌握 Pro/E 的设计方法, 并从中体会其强大的三维实体造型功能和极其人性化的操作便利性。

为了方便读者学习, 本书每一个实例都从最底层的操作开始讲解, 即使以前从未接触过 Pro/E 的新手, 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。

本书面向 Pro/E 软件的初中级用户, 特别适合于培训教材。本书既可作为高等学校机械类及相关专业的教材, 也可作为工程技术人员的 CAD/CAM/CAE 参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER 2003 三维造型基础教程/温建民等编著. —北京:
机械工业出版社, 2004.9

(零点起航——CAD 应用软件系列教材)

ISBN 7-111-14875-4

I. P... II. 温... 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 (2004) 第 067436 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: 商红云

封面设计: 陈 沛 责任印制: 石 冉

三河市宏达印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·22.25 印张·534 千字

定价: 30.50 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

Pro/ENGINEER (Pro/E) 是目前最先进的计算机辅助设计 (CAD)、制造 (CAM) 和分析 (CAE) 软件, 广泛应用于机械、电子、建筑、航空等工业领域, 利用 Pro/E 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。

2003 年 4 月, PTC (Parametric Technology Corporation) 公司在北京正式发布了面向中国用户的代号为“野火 (Wildfire)”的版本, 在广泛听取全球各个用户的使用意见反馈后, PTC 公司每隔几个月便推出一个新的野火增强版本, 目前 Pro/ENGINEER Wildfire 已经有多个版本, 各个版本以发布时的日期代码 (date code) 为区分。目前市面上比较流行的版本有 Pro/ENGINEER Wildfire 2003051、Pro/ENGINEER Wildfire 2003180、Pro/ENGINEER Wildfire2003250 等。在我国, 人们习惯上将日期代码为 2003 年以后的野火版称为 Pro/E 2003。本书将以目前 Pro/E 的最新版本——Pro/ENGINEER Wildfire 2003370 中文版为对象向读者介绍其强大的三维实体造型功能。

本书是一本实用性很强的 Pro/E 计算机辅助设计教程, 全书共分 11 章, 全面介绍了 Pro/E 软件的最新版本——Pro/ENGINEER 2003 中文版的特点和基本功能, 并给出了典型操作的实例。本书在章节内容的安排上注意循序渐进, 可以有效地帮助读者在最短时间内熟练掌握 Pro/E 的设计方法, 并从中体会其强大的三维实体造型功能和极其人性化的操作便利性。

为了方便读者学习, 本书每一个实例都从最底层的操作开始讲解, 即使以前从未接触过 Pro/E 的新手, 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。这样做的好处是使读者可以清晰地理解利用 Pro/E 的强大参数化造型功能创建各式各样零件的所有过程, 避免了有的书籍所附光盘中大量复杂零件的创建过程对读者来说是完全生疏的缺点。

本书最大的特点就是实例丰富, 基本上覆盖了 Pro/E 的核心功能模块。书中每一步操作均结合实例作了详细介绍, 使读者可以轻松地跟随操作。对于初级学者来说, 只要认真学完本书中所有的实例, 就完全可以在最短的时间内成为一个合格的 Pro/E 用户。对于中级用户, 学完本书, 会进一步提高使用 Pro/E 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快速地查找到相关内容命令。

此外, 本书虽然是以最新的 Pro/ENGINEER Wildfire 2003370 中文版为介绍的对象, 但是由于该版本是对以前版本的增强和功能扩充, 因此本书对于以前的野火版本也是适用的。

本书由零点工作室温建民、曹立文主要编写, 参加编写的还有管殿柱、田东、班洁敏、宋一兵、隋成城、张轩、宋琦、李仲、马震、顾泽月、张宪海等人。

本书主要面向 Pro/E 软件的初中级用户, 特别适合用于培训教材。本书既可以作为

系列教材序言

CAD (Computer Aided Design, 即计算机辅助设计) 是技术人员利用计算机的软件、硬件系统为工具, 将设计人员思维和计算机的最佳特性结合起来, 进行工业产品的分析、绘图、编写技术文件等活动的总称。它是随着计算机、外围设备及其软件的发展而逐步形成的高技术领域。经过最近 40 年的发展, CAD 技术在国内外已被广泛的应用于机械、电子、航空、建筑、轻工、纺织、化工等领域。

零点起航——CAD 应用软件系列教材的出发点就是为从零开始的 CAD 初级用户提供自学和培训的教程, 这些用户包括大专院校教师、高校学生和工程设计人员等。整套教材由 7 本书组成:

- (1) AutoCAD 2004 机械工程绘图基础教程
- (2) AutoCAD 2004 建筑工程绘图基础教程
- (3) AutoCAD 2004 三维设计基础教程
- (4) SolidWorks 2003 三维设计基础教程
- (5) Pro/ENGINEER 2003 三维造型基础教程
- (6) UG NX 2.0 三维造型基础教程
- (7) Protel DXP 电路设计基础教程

整套教材从基础培训的角度入手, 在内容的选取和章节的设置上充分考虑了初学者的实际需要, 力求简明清晰、通俗易懂。在详细讲解软件功能和用法的同时, 引导读者练习一些针对性、实用性很强的实例, 以加深对内容的理解。在每章的最后, 都附带了一些习题, 通过对这些习题的思考和练习, 读者可以对该章所学内容有更加深刻的认识。该套教材的作者都是长期从事工程设计的专业人员, 具有丰富的实践经验, 在写作过程中融入了多年实践经验和体会, 为初学者提出了许多有益的建议。

零点起航——CAD 应用软件系列教材中的各本书自成体系, 读者可以根据自己的实际需要选择其中的某本书。

希望这套丛书对您的学习、工作和生活有所帮助。

零点工作室

2004 年 6 月

高等学校机械类及相关专业的教材，也可以作为企事业单位相关专业工程技术人员的 CAD/CAM/CAE 参考用书。

编者

2004 年 6 月

目 录

系列教材序言

前言

第1章 认识 Pro/E 系统	1	4.5 其他基准特征	67
1.1 CAD (计算机辅助设计) 技术		4.6 小结	70
发展概述	1	4.7 习题	70
1.2 Pro/E 系统的产生及发展	2	第5章 创建三维实体特征的	
1.3 Pro/E 系统的建模原理与特点	3	主要方法	71
1.4 功能模块	4	5.1 创建三维基础实体特征的	
1.5 Pro/E 的运行环境和安装	7	主要方法	71
1.6 小结	10	5.2 创建拉伸实体特征	71
1.7 习题	11	5.3 创建旋转实体特征	77
第2章 Pro/E 2003 的用户界面	12	5.4 创建扫描实体特征	80
2.1 Pro/E 2003 操作界面简介	12	5.5 创建混合实体特征	85
2.2 下拉主菜单介绍	16	5.6 小结	96
2.3 映射键的设定	25	5.7 习题	97
2.4 模型树窗口介绍	28	第6章 创建放置实体特征	98
2.5 定制用户界面	30	6.1 放置实体特征概述	98
2.6 小结	35	6.2 创建圆孔特征	98
2.7 习题	36	6.3 创建倒圆角特征和倒角特征	107
第3章 Pro/E 的二维草绘功能	37	6.4 创建拔模特征	112
3.1 二维草绘环境的设置	37	6.5 创建壳特征	116
3.2 绘制基本几何图元	39	6.6 创建筋(肋)特征	118
3.3 几何图元的编辑操作	47	6.7 创建管道特征	121
3.4 约束设定	51	6.8 小结	124
3.5 尺寸的标注和修改	53	6.9 习题	125
3.6 小结	57	第7章 曲面特征的创建与编辑	126
3.7 习题	57	7.1 创建基本曲面特征	126
第4章 Pro/E 的三维造型设计基础 ..	58	7.2 创建高级曲面特征	139
4.1 特征分类	58	7.3 曲面特征的合并与裁剪	155
4.2 三维实体造型的原理	59	7.4 延拓曲面特征	167
4.3 基准特征概述	62	7.5 用草绘约束偏移曲面特征	170
4.4 基准平面	65	7.6 创建带有拔模的偏移曲面特征	171

7.7 曲面特征的转换	172
7.8 创建曲面拔模特征	177
7.9 通过曲面特征创建实体特征	179
7.10 小结	183
7.11 习题	184
第 8 章 特征的基本操作	185
8.1 特征的复制	185
8.2 特征的阵列	205
8.3 特征镜像	224
8.4 特征的修改与再生	225
8.5 小结	233
8.6 习题	233
第 9 章 装配模块	234
9.1 装配模块综述	234
9.2 由底向上装配	235
9.3 由顶向下装配	247

9.4 装配件的分解	264
9.5 小结	265
9.6 习题	266
第 10 章 制作平面工程图	267
10.1 工程图基本设置	267
10.2 各种视图的生成与修改	270
10.3 创建各种标注项目	284
10.4 建立各种剖视图	290
10.5 小结	301
10.6 习题	301
第 11 章 综合实例	302
11.1 齿轮	302
11.2 利用骨架图生成装配件	331
11.3 小结	344
11.4 习题	344
参考文献	346

第 1 章 认识 Pro/E 系统

Pro/ENGINEER（以下简称 Pro/E）系统作为当今最流行的三维实体造型软件，内容丰富，功能强大，在工业设计中应用日益广泛。为了使读者尽快地认识和了解软件的全部概貌，本章主要介绍 Pro/E 的发展、主要功能、工作环境及其功能模块特点，以及系统的运行环境，使读者对 Pro/E 有一个最基本的认识，对其建模特点有一个系统的了解。

1.1 CAD（计算机辅助设计）技术发展概述

随着科学技术的飞速发展和进步，生产与加工自动化的观念逐渐深入人心。生产与加工过程中离不开产品的设计和开发，为了提高生产效率，不仅需要提高生产的自动化，更需要大幅度提升设计的自动化。CAD（计算机辅助设计）技术是在计算机软、硬件的基础上发展起来的，它的发展过程与计算机的发展过程密切相关。

CAD 技术产生于 20 世纪 60 年代初期，当时使用的主要是晶体管计算机。受内存和计算速度的限制，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，用解析几何方法来定义基本图形元素，以此来显示和绘制由直线、圆弧和曲线组成的图形。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，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。在此阶段，计算机速度已经达到每秒上亿次，内存容量也大大增加了。同时，随着汽车和飞机制造业的飞速发展，自由曲线、曲面生成算法及表面造型理论逐渐形成。与 CAD 发展息息相关的各种现代设计方法和理论的完善，使图形信息处理的一些关键问题已经基本解决。不过，这时的 CAD 软件还不能表达零件的质量和重心等特征，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。

20 世纪 90 年代以来，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了市场的主流，因而以 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，尤其后者的发展更为迅速。由参数化造型理论开发的三维 CAD 软

件功能强大, 设计效率高, 应用日益广泛。

到了 21 世纪初, 经过四十多年的发展, CAD/CAM 技术有了长足的进步。随着 Pentium 芯片和 Windows XP 操作系统的出现并流行, 以前只能运行在工作站上的 CAD/CAM 软件现在也可以运行在微机上。由于微机的价格远远比工作站低, 性能也不比中低档工作站逊色多少, 并且 Windows XP 操作系统的安全性比 DOS、Windows 3.x、Windows 95/98/NT 等操作系统相比有了很大提高。所以, 微机平台为普及 CAD 应用创造了绝好的条件。一方面工作站上著名的 CAD/CAM 的软件 (如 UG、CATIA) 全功能地移植到微机平台, 使微机完全对等地实现了工作站环境的处理能力; 另一方面 CAD/CAM 软件打破了原有 Unix 环境的桎梏, 在 Windows 平台上全面拓展。Pentium 处理器和 NT 环境已经或者正在成为 CAD/CAM 软件运行和应用的主流平台。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 Pro/ENGINEER Wildfire 2003 简称为 Pro/E 2003) 软件。

1.2 Pro/E 系统的产生及发展

在 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, 但是该技术在 CV 公司并没有受到重视, 在公司决策层正式否决了这一新的技术后, 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 公司以巨大的鼓舞并不断完善软件。PTC 公司在花大力气进行技术开发的同时, 不断地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, 经历了十多年的发展历程, 技术上已经日益成熟。PTC 公司继续埋头苦干, 不断改进, 又取得新的进展。目前 PTC 公司平均每隔两三个月推出一个新版本, 对前一个版本进行功能增强和技术改进。2003 年 4 月, PTC 公司在北京正式发布了倍受业界瞩目的 Pro/E Wildfire 中文版, 在我国人们往往习惯于将这个版本简称为 Pro/E 2003。

在 Pro/E 2003 版本发布之前, 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 等。每一个新版本都针对前一个版本进行了大量的功能扩充和技术完善, 具体如: R20 版的视窗化界面和智能草绘模式; 2000i 版的行为建模和大型装配功能; 2000i² 版的可视化检索和意向参考; 2001 版的全相关二维制图功能和同步工程功能等。

Pro/E 2003 与以前的版本相比, 界面差别较大。2003 版改进了软件的界面, 更加接近于 Windows 风格, 读者使用起来会更加亲切和自然。此外, 新版软件还具有以下方面的新

特点。

1. 更加友好的用户界面

新版本充分体现了对人体工程学的重视,为建模提供了更大的绘图区域,为用户提供了更加舒适的增强色彩配置方案,用很少的鼠标移动就可以创建出几何模型,通过使用广泛的图形预览以及对特征的关键要素进行直接控制,使复杂的模型可以轻松创建。

2. 更加完善的集成特征

新版本超越了纯粹的参数化系统和过时的所谓混合建模系统。高性能的装配建模增加了符号代表 (Symbolic Representation) 和柔性部件 (Flexible Component)。通过在交互曲面设计、轻松处理小平面数据的逆向工程工具、实时照片渲染、具有本地和全局控制柄的全局建模等方面的新增功能,使新版本设计出来的产品更加符合审美学的内涵。新版本对仿真与产品优化工具的集成包括了集成的 Mechanism Dynamics (机构动力学),增强的结构和热学分析,更容易使用的行为建模等。

3. 同步工程功能

新版软件真正实现了不同地域内的同步工程,能够让一个开发小组在完全不同的部门和不同的地域,同时对同一个产品进行设计开发。设计过程中的所有信息都能够在每一参与的设计者之间实时传递和更新,以保证设计者能够轻松地合作,并能随时存取最新的产品模型信息。

4. 增强的布线系统设计

新增了与 Pro/E 布线系统设计工具的紧密集成,改善了电缆敷设和管路设计的功能。

总之,Pro/E 2003 全面细致的技术改进更加贴近了用户,这些重要的设计思想也是三维 CAD 系统的发展方向。

1.3 Pro/E 系统的建模原理与特点

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 领域的新标准。Pro/E 系统正是利用这种独特的建模方式和设计思路,开发出来的第三代优秀机械 CAD/CAE/CAM 产品,因而表现出了不同于一般 CAD 软件的优越建模特性,能将设计至生产全过程集成到一起,让所有的用户能够同时进行同一产品的设计制造工作,即实现所谓的并行工程。下面分别阐述这些设计思想。

1. 参数化设计思想

Pro/E 软件是第一套将参数化设计理论应用于实际工程的应用软件。参数化设计思想是 PTC 公司的核心设计思想,直接挑战传统模型设计思想。在参数化设计中,实体模型将取代线框模型和面模型,实体模型更加真实和直观,与生产中的产品非常接近。同时,实体模型还具有质量、体积、质心和重心等物理属性,可以非常方便地对模型进行分析和制造等后续处理。

尺寸驱动是参数化设计的重要特点。所谓尺寸驱动是指以模型的尺寸来决定模型的形

状。一个模型由一组具有一定相互关系的尺寸进行定义。设计者修改尺寸参数后,经过再处理后即可获得新的模型形状,直观快捷。

此外,参数化设计还有利于检查模型尺寸之间是否一致,模型上是否存在欠约束和过约束的情况。如果模型之间存在着不一致的情况,或者模型之间有欠约束和过约束的现象,系统会适时地给出相关提示和说明。

2. 特征建模的基本思想

特征是对有实际工程意义的图元的高级抽象。Pro/E 是基于特征的实体模型化系统,对设计对象的形状、结构、装配以及相互关系等进行合理的抽象即可获得各种类型的特征,例如实体特征、曲面特征、圆孔特征等。工程设计人员采用具有智能特性的基于特征的功能去生成模型,如腔、壳、倒角及圆角,就可以随意勾画草图,轻易改变模型。这一功能特性给工程设计者提供了在设计上从未有过的简易和灵活。

一个复杂模型可以看成是由若干不同种类的特征按照一定方式组合生成的。

相对于线框模型、曲面模型以及实体模型,特征造型是把一些复杂的操作屏蔽起来,设计人员只需绘制好二维草图后借助于拉伸、旋转、扫描等造型方法就可以创建出各类基础特征,然后可以在各种基础特征之上再添加各种放置特征如圆孔、倒角等等,整个设计过程一目了然。显然,Pro/E 软件对使用者来说,更容易掌握和普及。

特征建模思想是 Pro/E 软件的重要特色。通过深入学习本书的全部内容后,读者将会发现,特征是使用 Pro/E 软件进行三维实体建模的基本设计和操作单位。

3. 全相关的单一数据库

Pro/E 是建立在统一基层上单一的数据库上,不像一些传统的 CAD/CAM 系统建立在多个数据库上。所谓单一数据库,就是工程中的资料全部来自一个数据库,使得每一个独立用户在为一件产品造型而工作,不管他是哪一个部门的。换言之,可以使不同部门的设计人员能够同时开发同一个产品而实现协同工作。

更加重要的是,在整个设计过程的任何一处发生改动,亦可以前后反应在整个设计过程的相关环节上。例如,一旦工程详图有改变,NC(数控)工具路径也会自动更新;组装工程图如有任何变动,也完全同样反应在整个三维模型上。这种独特的数据结构与工程设计的完整的结合,使得一件产品的设计结合起来。这一优点,使得设计更优化,成品质量更高,产品能更好地推向市场,价格也更便宜。

1.4 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模块的用途。

1.4.1 草绘模块

草绘模块是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。

1.4.2 零件模块

零件模块是用于创建和编辑三维实体模型的。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(肋,余同)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进行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。

1.4.3 零件装配模块

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产品过程。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提供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将是一项轻松的工作。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,并且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。

1.4.4 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、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。

1.4.5 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,亦可以前后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一中有任何改变,改变结果也完全同样反应在另一个中。

1.4.6 其他功能模块简介

Pro/E 是一个功能定义系统,即造型是通过各种不同的设计专用功能来实现,其中包括:筋(Ribs)、槽(Slots)、倒角(Chamfers)和壳(Shells)等,采用这种手段来建立形体,对于工程师来说是更自然,更直观,无需采用复杂的几何设计方式。另外系统的参数化功能是采用符号式的赋予形体尺寸,不像其他系统是直接指定一些固定数值于形体,这样工程师可任意建立形体上的尺寸和功能之间的关系,任何一个参数改变,其他相关的特征也会自动修正。这种功能使得修改更为方便和可令设计优化更趋完美。造型不但可以在屏幕上显示,还可传送到绘图机上或一些支持 Postscript 格式的彩色打印机。Pro/E 还可输出三维和二维图形给予其他应用软件,诸如有限元分析及后置处理等,这都是通过标准数据交换格式来实现,用户更可配上 Pro/E 软件的其他模块或自行利用 C 语言编程,以增强软件的功能。它在单用户环境下(没有任何附加模块)具有大部分的设计能力,组装能力(人工)和工程制图能力(不包括 ANSI, ISO, DIN 或 JIS 标准),并且支持符合工业标准的绘图仪(HP, HPGL)和黑白及彩色打印机的二维和三维图形输出。

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过程。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作过的生产上的程序和资料也自动地重新产生过,而无需用户自行修改。它将具备完整关联性的 Pro/E 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/E 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/E 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间时进行,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方的应用软件结合并运行在 Pro/E 软件环境下。Pro/IDEVELOP 包括“C”语言的副程序库,用于支援 Pro/E 的接口,以及直接存取 Pro/E 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。

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。

1.5 Pro/E 的运行环境和安装

Pro/E 系统独立于硬件,便于移植,在 Unix、Windows NT、Windows 2000/XP 等操作系统上都可以稳定运行。

1.5.1 Pro/E 的运行环境要求

由于版本升级,功能模块不断增加,为了使设计人员更加自如地用好 Pro/E,同时也为了使软件能够更好地在机器上运行,推荐用户的计算机配置最好满足如下要求:

- CPU 主频 800Hz 以上。
- 至少 2GB 以上的剩余硬盘空间。
- 3D 加速显示卡,要求支持 OpenGL 功能。
- 256MB 以上的内存(更大的内存将会使机器的运行情况得到显著改善)。
- 三键(最好选用中键带滚轮的)鼠标。

这里需要注意的是鼠标的选用。新版本不再支持用二键鼠标通过组合 **Ctrl** 和 **Shift** 键来模拟三键鼠标的功能了,因此,选用一个质量上乘的三键(带滚轮)鼠标能极好地提高产品设计效率,让设计人员充分体会到使用三维实体造型软件进行工程设计的轻松和便捷。在设计中,使用鼠标的三个功能键可以完成不同的操作。将三个功能键与键盘上的 **Ctrl** 键配合使用,可以在 Pro/E 系统中进行各种针对图形的操作等,这使得操作变得更加简单方便。

下面列出了三键鼠标的各功能键的用途:

- 单击鼠标左键:表示选取。
- 单击鼠标中键(滚轮式):按下为旋转,转动滚轮为图形放缩。
- **Ctrl**+鼠标中键并上下移动鼠标:可以放缩图形。
- **Ctrl**+鼠标中键并左右移动鼠标:顺时针或逆时针旋转图形。
- **Shift**+鼠标中键:平移图形对象。
- 单击鼠标右键:将会弹出快捷菜单(不同的图形对象会弹出不同的快捷菜单)。

注意:需要说明的是,本书中 **Ctrl**+鼠标中键是指在按下键盘中的 **Ctrl** 键的同时也要按下鼠标中键,其余依此类推。

1.5.2 Pro/E 软件简体中文版的安装

与其他三维 CAD 软件相比, Pro/E 的安装过程比较简单。同时新版软件的安装过程有比较大的技术改进, 安装方法也比以前的版本更加简捷, 整个安装过程需要的人工干预也比较少。

在安装 Pro/E2003 简体中文版时, 用户特别需要关注的是两个问题: 一个是必须取得 PTC 公司的软件使用许可证文件“license.dat”(可以从 PTC 公司网站下载该文件), 另一个是在安装前必须修改系统的环境变量。这两个步骤缺一不可, 否则软件不是无法安装, 就是安装后无法显示中文界面。

(1) 首先对系统环境变量进行设置。在桌面上用鼠标右键单击【我的电脑】按钮, 在弹出的右键快捷菜单中选取【属性】命令, 然后系统会弹出【系统特性】对话框, 选取其中的【高级】选项卡, 结果如图 1-1 所示。

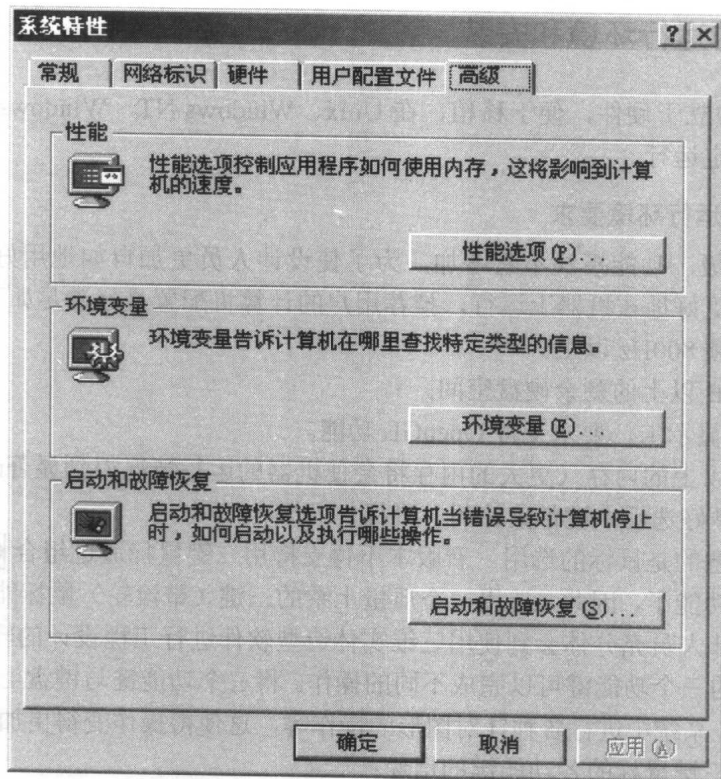
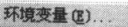
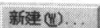


图 1-1 【系统特性】对话框

(2) 在【环境变量】分组框中单击  按钮, 打开如图 1-2 所示的【环境变量】对话框。

(3) 在【环境变量】对话框中的【系统变量】分组框中单击  按钮, 打开如图 1-3 所示的【新建系统变量】对话框, 然后添加如图 1-3 所示内容。这一步骤很关键, 只有正确地设置好了环境变量“lang”的值为“chs”, 才能保证安装后的程序界面为简体中文版。

(4) 单击【新建系统变量】对话框上的  按钮, 添加新环境变量后【环境变量】对话框如图 1-4 所示。从图中可以明显看出【系统变量】分组框中已经加入了新的环境变量。

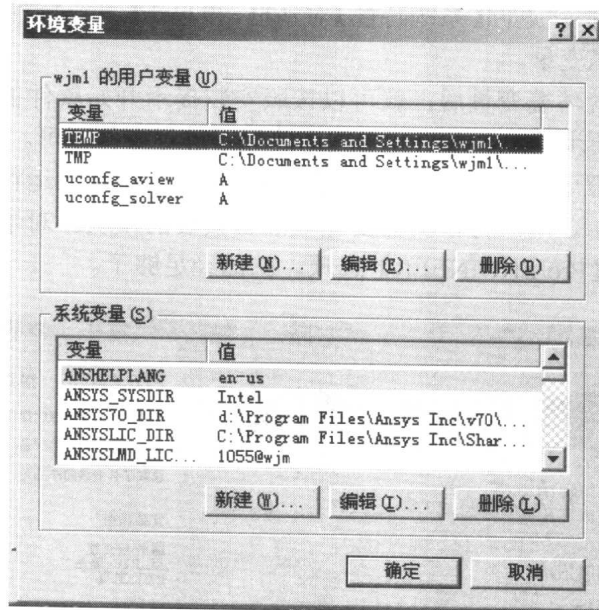


图 1-2 【环境变量】对话框

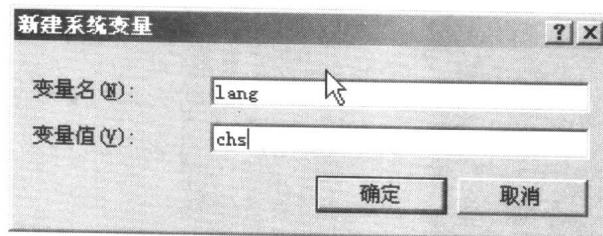


图 1-3 【新建系统变量】对话框

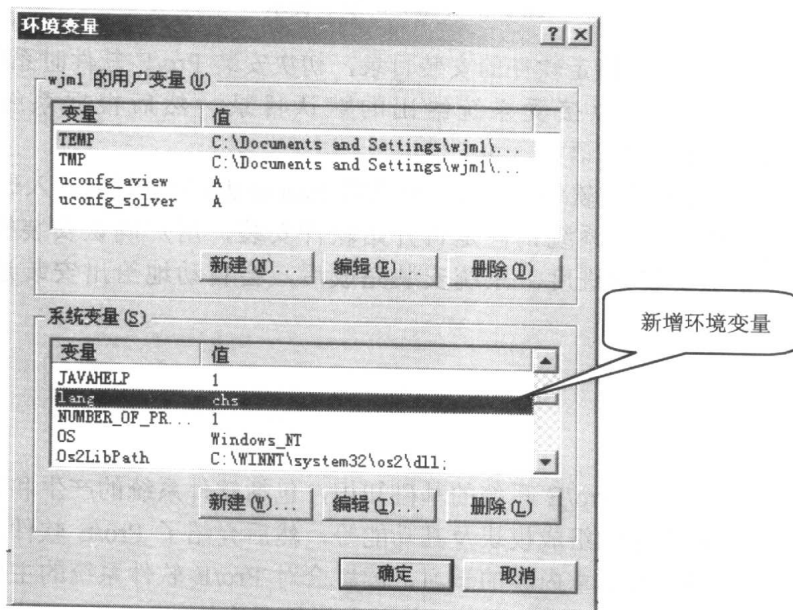


图 1-4 【环境变量】对话框