



工程软件机械设计实例丛书

Pro/Engineer 机械设计

崔凤奎 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

工程软件机械设计实例丛书

Pro/Engineer 机械设计

崔凤奎 裴学胜 程广伟 左洪亮
武瑞芝 李春梅 锁小红 王保良 编著



机械工业出版社

Pro/Engineer 是美国 PTC 公司的旗舰产品, 在国内机械设计行业获得了广泛的应用。

本书力图使读者提高对软件的实际操作能力和设计水平, 避免空泛地对命令功能的讲述, 以对减速器的实例设计贯穿全书。减速器是机械设计中极具代表性的零件, 包含各种典型结构。本书结合减速器的零件设计, 讲解使用 Pro/Engineer 进行产品设计的过程, 涵盖了 Pro/Engineer 中 CAD 模块的大多数常用功能。全书共 9 章。第 1 章和第 2 章对 Pro/Engineer 的基础知识作了简要介绍; 从第 3 章到第 7 章, 按零件结构特点将减速器零件分为轴类零件、盘类零件、齿轮类零件、箱体类零件, 结合典型结构零件的设计过程, 系统地介绍了 Pro/Engineer 的功能和命令使用。最后两章介绍了减速器整体装配建模的过程和工程图的生成。

本书介绍了减速器设计的详细步骤, 读者可以跟随实例的操作边学边用, 在这个过程中不但可以逐步学习利用 Pro/Engineer 建模的方法, 而且还会掌握利用 Pro/Engineer 进行工程设计的基本过程。本书适合自学, 面向使用 Pro/Engineer 软件的广大工程设计人员, 也可以作为高校相关专业师生学习该软件的培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/Engineer 机械设计/崔凤奎等编著. —北京: 机械工业出版社, 2004.1

(工程软件机械设计实例丛书)

ISBN 7-111-13818-X

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 000427 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: 张秀恩 (E-mail: xiuen@sina.com)

黄丽梅

封面设计: 陈 沛 责任印制: 李 妍

北京蓝海印刷有限公司印刷 • 新华书店北京发行所发行

2004 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·9.125 印张·355 千字

0001—4000 册

定价: 26.00 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

Http: //www.machineinfo.gov.cn/book/

封面无防伪标均为盗版

前 言

Pro/Engineer 是美国参数科技公司 (Parametric Technology Corporation) 于 1989 年推出的 3D CAD/CAM 实体设计系统。10 多年来, 此设计系统在公司强大的研发能力和成功的市场策略支持下茁壮成长, 目前已成为专业设计人员使用的最为广泛的三维 CAD 设计工具之一。

Pro/Engineer 完整地集成了各种模块, 如实体设计、曲面设计、数控加工、机械装配、工程图绘制、模具设计、有限元分析等, 为设计者提供了完善的解决方案; 另外单一的产品数据库, 让设计者修改模型更方便, 从而大大缩短新产品的开发周期, 降低了设计成本, 增强了设计师的创新能力。

对于 Pro/Engineer 的使用者来说, 如何能掌握 Pro/Engineer 的功能并熟练地运用它? 对于 Pro/Engineer 的初学者, 选择什么样的一本 Pro/Engineer 书籍, 能够帮助读者快速地掌握 Pro/Engineer 的使用? 这对读者来说是非常难的事情。由于现在的 Pro/Engineer 书籍大多都是单纯介绍 Pro/Engineer 的命令功能和操作, 而结合实例尤其是工程实例的相当少, 这就使得读者读完一本 Pro/Engineer 书, 只能了解 Pro/Engineer 命令的功能和操作方法而不能使用 Pro/Engineer, 更不能运用 Pro/Engineer 进行工程设计。其效果是事倍功半, 收效甚小。

本书以设计单级减速器为主线, 采用一边详细介绍 CAD 的概念以及 Pro/Engineer 的命令和功能, 一边详细介绍利用 Pro/Engineer 进行减速器零件设计的思路、方法和步骤。使读者在学习过程中不但掌握了 CAD 的概念、Pro/Engineer 的命令和功能, 而且还掌握了利用 Pro/Engineer 进行工程设计的方法和步骤。使读者达到在学习 Pro/Engineer 中掌握其应用, 在应用中加速掌握 Pro/Engineer 能力和功能的境界, 从而达到事半功倍的效果。

本书在编写过程中, 打破以往此类书籍编写的体系和框架, 根据单级减速器各个零件的形状和功能按机械设计进行类型的划分, 在此基础上对 Pro/Engineer 的命令和功能也进行相同的划分, 将 Pro/Engineer 中基础的、简单的、使用频度高的命令和功能集中; 采用先介绍 CAD 概念、Pro/Engineer 基础、草图绘制、基准、特征树、层等, 再按照零件类型详细地介绍该类型零件设计过程中所使用的命令及功能, 进而详细讲解利用这些命令和功能进行该类型零件设计的方法和步骤, 直至单级减速器的装配和单级减速器的工程图的设计。

在本书的编写中, 始终坚持由浅入深、循序渐进、边学边用的原则, 以便读者把学习命令融会到具体的设计中去, 更有效地激发读者的学习兴趣, 提高学

习效果和运用 Pro/Engineer 进行工程设计的进程, 加速 Pro/Engineer 在我国的推广和应用。

参加本书编著的有崔凤奎、裴学胜、程广伟、左洪亮、武瑞芝、李春梅、锁小红、王保良。河南科技大学崔凤奎教授对全书进行了统稿和审定。曹惠敏、常云朋、楚雪平、杨娟也参加了部分章节的编写和实例的设计工作。

由于编著者的水平有限及篇幅的局限性, 书中可能有不完善的地方和错误, 敬请读者不吝赐教, 批评指正。

编著者

2003 年 8 月

目 录

前 言

第 1 章 概 述	1
1.1 CAD 技术的发展及 Pro/Engineer 工程软件简介	1
1.1.1 CAD 技术的产生与发展	1
1.1.2 Pro/Engineer 工程软件简介	2
1.1.3 Pro/Engineer 2001 工程软件的特点	3
1.1.4 Pro/Engineer 2001 的新增功能	4
1.1.5 Pro/Engineer2001 模型简介	8
1.2 Pro/Engineer 2001 操作界面	9
1.2.1 主菜单	11
1.2.2 工具栏	16
1.2.3 信息区	18
1.2.4 特征树	18
1.2.5 Menu Manager (菜单管理器)	21
1.2.6 Model Dialog Box (模型对话框)	22
1.3 Pro/Engineer 2001 的造型过程	23
1.3.1 特征造型的概念	23
1.3.2 特征造型的过程	24
1.4 草图的绘制	26
1.4.1 草图的作用	26
1.4.2 草图模式的进入方式	26
1.4.3 Sketch (草图) 模式的界面设置	27
1.4.4 Sketch (草图) 绘制的命令与图标	28
1.5 Pro/Engineer 2001 设计环境的设置	30
1.5.1 屏幕定制	30
1.5.2 显示设置	32
1.5.3 系统设置	32
第 2 章 特征命令介绍	34
2.1 零件模块特征命令的分类	34
2.2 零件模块特征命令的功能	34

第3章 基准、层	46
3.1 基准特征	46
3.1.1 基准平面	46
3.1.2 基准轴	47
3.1.3 基准曲线	48
3.1.4 基准点	49
3.1.5 坐标系	50
3.2 图层的管理	51
3.2.1 图层对话框介绍	51
3.2.2 创建新层	54
3.2.3 移动项目到层	55
第4章 盘类零件设计	57
4.1 盘类零件分析	57
4.1.1 盘类零件的特点	57
4.1.2 盘类零件的造型方法	58
4.2 零件设计命令介绍	58
4.2.1 拉伸特征——Extrude（拉伸）	59
4.2.2 旋转特征——Revolved（沿轴线旋转）	62
4.2.3 倒斜角特征——Chamfers	64
4.2.4 打孔特征——Hole	67
4.2.5 特征阵列——Pattern	71
4.3 盘类零件的创建过程	73
4.3.1 轴承盖的设计	73
4.3.2 窥视孔盖设计过程	77
第5章 轴类零件设计	83
5.1 轴类零件设计分析	83
5.1.1 轴类零件的特点	83
5.1.2 轴类零件的造型方法	84
5.2 零件设计命令介绍	84
5.2.1 去除材料特征	84
5.2.2 特征的复制	85
5.3 轴类零件的设计过程	88
5.3.1 阶梯轴的设计	88
5.3.2 齿轮轴的设计	96
第6章 齿轮零件设计	110

6.1 齿轮零件的分析	110
6.1.1 齿轮零件的特点	110
6.1.2 齿轮零件的造型方法	110
6.2 零件设计命令介绍	110
6.2.1 关系式	110
6.2.2 特征的群组	114
6.2.3 螺旋扫描特征	115
6.2.4 曲面特征的创建	116
6.3 齿轮零件的设计过程	121
6.3.1 直齿轮的设计	122
6.3.2 斜齿轮的设计	130
6.3.3 锥齿轮的设计	145
6.3.4 蜗轮的设计	148
6.3.5 蜗杆的设计	151
第 7 章 箱体零件设计	154
7.1 箱体零件分析	154
7.1.1 箱体零件的特点	154
7.1.2 箱体零件的造型方法	154
7.2 零件设计命令介绍	155
7.2.1 Shell (抽壳特征)	155
7.2.2 Rib (加强肋特征)	157
7.2.3 Sweep (扫掠特征)	158
7.2.4 Blend (混成特征)	160
7.2.5 混成扫掠	165
7.3 箱体零件的设计过程	168
7.3.1 箱体盖的设计	168
7.3.2 箱体的设计过程	188
第 8 章 标准件的设计	215
8.1 标准件的分类	215
8.2 零件族的定义	217
8.3 常用标准件的设计	218
8.3.1 螺栓、螺母的设计	218
8.3.2 轴承的设计	230
8.3.3 键槽的设计	235
8.3.4 弹性挡圈的设计	238

8.3.5 透气器设计过程	243
第 9 章 减速器的装配	250
9.1 减速器的装配规范	250
9.2 组合装配模块命令介绍	250
9.2.1 装配级联菜单	250
9.2.2 装配对话框及约束	252
9.3 减速器装配的过程	254
9.4 减速器的爆炸图	266
第 10 章 减速器的工程图	270
10.1 工程图的生成方法	270
10.2 减速器的装配图生成	274
10.3 减速器的零件图生成	277
10.4 减速器的 BOM 表生成	280

第1章 概述

1.1 CAD技术的发展及 Pro/Engineer 工程软件简介

1.1.1 CAD 技术的产生与发展

计算机辅助设计（CAD）技术最早出现在1959年美国的麻省理工学院，1963年Sutner Land开发出Sketchpad软件包，提出了图形交换功能。1967年麻省理工学院的S.A.Coons教授提出交互设计的概念，同年Freeman提出消除隐藏线的算法，20世纪70年代中期，随着小型机的出现，使系统的价格大幅度下降，CAD得到快速发展，从此，CAD技术在社会生活中得到了广泛的应用，并且已成为推进企业生产快速前进的新的技术力量。从20世纪80年代早期到现在，工程设计制图经历了重大转变，这些变化的出现在很大程度上是由于计算机辅助设计（CAD）的进步。

在CAD出现前，设计都是利用纸张、铅笔、直尺和其他各种各样的手工绘图工具在传统绘图板上完成的，由于手工绘图是利用平面图来表达一个空间立体，存在表达方式的问题，为此制定了许多相关的设计准则。

在CAD出现之初，主要解决的是如何让设计人员在计算机屏幕上画图，就像以前在绘图板上那样。许多以前主要由于手工绘图的限制而存在的制图及设计准则和技术依然存在。例如，许多中档的CAD软件现在仍然强调二维的正交投影技术。从CAD出现之初到现在，画图的准则没什么变化，这些准则在二维制图中依然被强调。许多工程领域还继续依靠正交投影来表达设计意图。

计算机技术的发展，286、386、486、586 CPU的相继出现，极大地提高了计算机的运算速度，使图形设计得以由二维向三维过渡，并得到较快的发展。即将推出的686 CPU一次可读写64个字节，将会加快计算机的运算速度，大大增强三维图形的运算能力，这样会给设计人员更广阔的自由发挥的空间，促进CAD技术的快速发展。

随着数控技术和计算机网络技术的迅速发展，在另外一些领域，如机械工程领域，只需要提供有关零件的数控代码的无纸环境，而不需要正交显示的设计图纸。理论上，在无纸环境里，产品的设计、加工和生产都没有实物图纸。设计人员在CAD系统里建立模型，电子数据同时被各个部门——如生产部、制造部、

质量控制部和市场部等部门使用。另外，CAD系统正成为许多产品数据管理系统的核心。利用计算机网络，CAD设计方案可通过企业内部网（Intranet）充分显示出来。利用Intranet与Internet可以相互连通的性能，还可以将设计在国际互联网上显示出来。

CAD技术出现以来，工程制图和在二维平面上显示三维设计的基础原理并没有改变。除了对一些高级三维造型软件包的新探索外，许多以前在手工制图里占统治地位的设计标准和技术今天仍被沿用。

据PTC公司的划分，第一代CAD软件是二维和线性框架系统；第二代为曲面模型和布尔式实体模型系统；第三代为参数式实体特征建模的系统；第四代则为融合智能与协作的CAD系统。

计算机辅助设计的发展历程可以用图1-1表示出来。

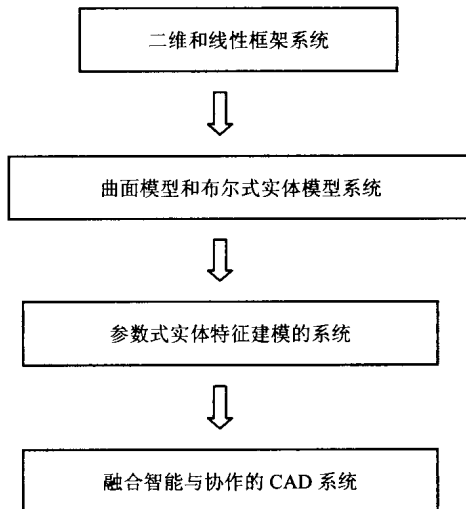


图 1-1 计算机辅助设计的发展历程

1.1.2 Pro/Engineer 工程软件简介

Pro/Engineer 3-D 造型设计系统由 Parametric Technology Corporation（参数技术公司）于 1989 年开发出来。从那时到现在，历经 10 多个春秋，参数技术公司凭借其强大的科研、开发能力和完善的营销策略，取得了辉煌的成绩，成功地通过市场竞争与实际应用的考验。

Pro/Engineer 高速的版本更新速度，不断修改界面与功能的加强，使得软件更加人性化和智能化，受到广大设计工作者的欢迎和信赖。在为数众多的 3-D 设计软件中，Pro/Engineer 产品开发环境受到多数厂商的青睐，其原因是它能够

支持同步设计, 通过 Pro/Engineer 及其相关软件 Pro/Designer、Pro/Mechanica, 可让使用者同时完成工业设计、机械设计、功能模拟、加工制造, 大大缩短产品开发的时间与流程。为企业参与激烈的市场竞争赢得了宝贵的时间。同时, 并行设计的方法, 也使设计成本大大降低, 增强了企业的竞争力。

以下将简单介绍 PTC 家族三大软件的功能。

1. Pro/Engineer

Pro/Engineer 主要的功能是进行参数化的零件造型设计, 所提供的功能包括实体造型设计、曲面设计、建立工程图、零件组合、简单的有限元素分析、模具设计、电路设计、装配零件设计、加工制造、逆向工程等等。

2. Pro/Designer

Pro/Designer 原名 Pro/CDRS, 是一套概念化的设计系统, 主要应用在工业设计方面。使用 Pro/Designer, 不仅可以让工业设计师快速地创造、评估、修改数种产品概念, 还可以由它来产生超越数学方程式定义的自由曲面, 使设计师的思维得到不加任何限制的发挥。另外, Pro/Designer 内建的文件输出格式, 可直接将所建立的曲面几何图形直接应用在机械设计或输出到产品原形制造上。

3. Pro/Mechanica

Pro/Mechanica 是一种功能性有限元分析软件, 除了可以使用它内建的绘图功能直接绘制模型结构外, 还可以接受来自 Pro/Engineer 绘制的造型。使用 Pro/Mechanica 给定适当的临界条件, 可以进行产品的结构分析、热传导分析、驾驶时轮胎分析、振动分析、机构分析等等, 设计师可以利用以上的有限元分析功能轻易地进行产品的最优化设计。

Pro/Engineer 及其相关软件最大的特点是采用单一数据库管理, 并且是一种全关联的软件。由于 Pro/Engineer 中所有的模型互相连接, 因此在开发产品的过程中, 设计者在任何时候所做的修改, 都会调整到整个设计中, 自动更新零件、组合、工程图等模型中所有 2D 和 3D 的尺寸与工程文件, 如此可确保资料的正确性, 避免反复修改浪费时间。这种功能正符合现代产业中所谓的并行设计观念。

1.1.3 Pro/Engineer 2001 工程软件的特点

Pro/Engineer 2001 具有独特的参数化设计概念, 采用单一数据库的设计, 有支持同步并行设计的功能, 它还包括了下面的 10 个特性。

1. 3-D 造型模型

Pro/Engineer 2001 摆脱了传统的线建构、面建构的设计方式, 直接采用三维造型架构, 可以将模型实时地、真实地呈现在设计者的面前, 轻易地计算出造型的表面积、体积、重量、惯性矩、重心等物理量, 让使用者更真实地了解产品的相关特性。

2. 特征模型建构

Pro/Engineer 2001 以特征作为产品几何建构和数据存取的基础，这些特征的名称都是一般机械设计上常用的名称，如拉伸（Extrude）、扫描（Sweep）、抽壳（Shell）、圆角（Round）、倒角（Chamfer）等，由给定这些特征合理的参数即可建立出三维模型。

3. 参数式设计

Pro/Engineer 2001 其独特的单一数据库设计，将每个尺寸看作一可变的参数，只要修改这些参数的尺寸，相关的造型即会依照尺寸的变化重新生成，达到设计变更的一致性。凭借参数化的设计，设计者可以运用布尔或数学运算方式建立尺寸之间的关系式，然后修改相关参数，就可以达到同步修改的目的，从而减少人为修改图形或计算所花费的时间，并且减少了错误的发生。

4. 硬件独立

Pro/Engineer 2001 是一种跨系统平台的设计软件，这些系统平台包括 Unix、Windows NT、Windows 2000、Windows XP 等。它在每个系统平台上都维持着相同的外观和功能，设计资料也可以在不同的操作系统之间互相转换。

使用者可以根据自己的实际需要，选择符合自己需要的硬件配置，在任何一种平台上都可以使用 Pro/Engineer 2001。

在一般个人电脑下使用 Pro/Engineer 2001 的硬件需求如表 1-1 所示。

表 1-1 Pro/Engineer 2001 的硬件配置

硬件名称	最低要求	推荐配置
处理器	Pentium II 350	Pentium III 1G 以上
内存	128MB	256MB 以上
硬盘剩余空间	1G	2G 以上
显示器	15in	17in
显卡	能提供 Open GL	3Dlab 系列、OxyGen402
操作系统	Windows NT4.0	Windows 2000、Windows XP
其他	光驱、鼠标	三键鼠标

1.1.4 Pro/Engineer 2001 的新增功能

- 高效能用户使用方法
- 突破性创新技术
- 互操作的革命
- 更全面解决方案

1. 高效能用户使用方法

这一新版本，使 Pro/Engineer 的强大功能对所有产品开发者都具有高度的可

用性。从“拖曳操作”到“智能制图”，简化并精练了用户对 Pro/Engineer 的体验过程。简洁而直观的工作流，把常规操作中鼠标移动距离和菜单打开次数减少了40%。由于这次改版的重点是简单事情简单做，所以，没有理由不把行业中功能最强大、最高效的工具应用到用户所有的设计任务中。

(1) 直接建模 Pro/Engineer 2001 使用最少的用户界面交互和鼠标移动，使用户能够交互地建立和修改特征。凭借直接建模的这些改进功能，仅通过鼠标点击和拖动，用户就能够快速地建立和修改倒圆角、加料和减料。通过点击和拖动特征剖面、直接在屏幕上编辑尺寸值，或者从最近输入值的智能化下拉式列表中进行选择，用户就可以做出改变。

(2) 形状比较 形状比较技术有助于产品开发组成员理解一个零件是如何改变的，或者它与其他相似零件有何区别（见图 1-2）。形状比较技术建立在获得专利的 Pro/Engineer 形状索引功能的基础之上，该技术提供了对几何差异的即时图形反馈。这种方法，对于所有参与工程改变过程的人员是至关重要的，它消除了潜在的制造错误，并节省了时间。

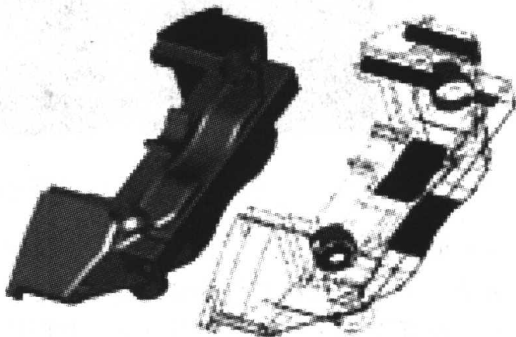


图 1-2 形状比较

(3) 过程变形 独特的继承特征技术，对于创建和管理设计的多种变形是非常理想的，这些变形需要用于特定过程，以便进行分析、生产和技术发布。这种新方法允许对过程变形做出详细的改变，诸如特征的修改和删除，同时，保留了更新设计改变的能力。这些全相关的“过程变形”能够很容易地建立原始设计并进行独立控制。它允许在不修改原始设计的情况下，进行特定的过程更改，从而具备额外的更改管理柔性。

2. 突破性创新技术

(1) 互动式曲面处理 互动式曲面处理扩展功能 (ISDX) 开拓了用户的创造力。曲线和曲面直接建模功能具有自由、互动的用户体验过程，对于进行美学造型、复杂的技术性几何体、空气动力学曲面或反向造型设计的人来说，它极其理想。曲面建模如图 1-3 所示。ISDX 为实体建模、参数化曲面建模和自由形式美学曲面建模的无缝结合，提供了一个高性能的设计环境，使用起来轻松愉快，这是松散地集成在一起的离散应用所无法比拟的。依靠一种单一的软件产品就可以创建称心如意的、适合制造的设计。

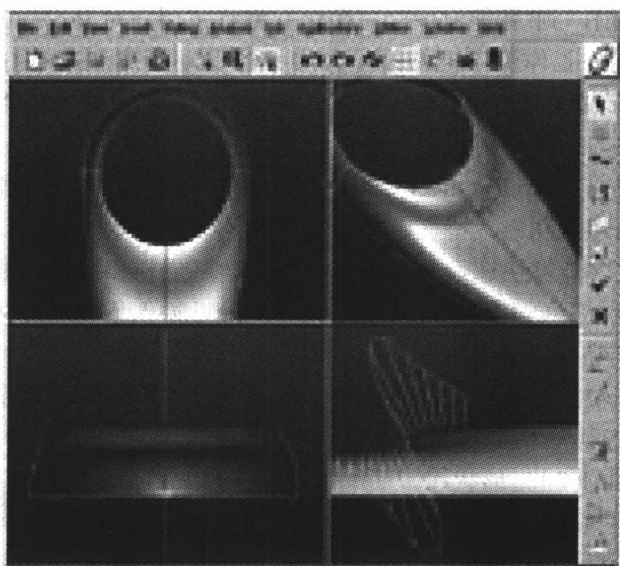


图 1-3 曲面建模

(2) 最优化特征 一件出色的产品不仅仅具有好看的外观，更是形状与功能的完美结合。因为把新的行为建模改进功能——PTC 用于目标驱动式设计的专利技术，现有 21000 多套正在用户现场发挥效能，它能使零件自适应地进行目标追踪，凸轮轴力求保持动平衡，集装箱争取保持正确的容积，机械装置自适应寻求性能与间隙目标的最佳配合。在任何行业，行为建模技术都能使 Pro/Engineer 成为设计过程中的主力军，使用户能以更低的成本获得更好的质量。

3. 互操作的革命

Granite One 代替了第一代简单几何核心部件，为互操作性确定了一种新典范。Granite One 是一种可获得证书的软件开发环境，具有基于 Pro/Engineer 核心中世界领先的几何、相关性和数据交换功能。Granite One 应用拥有与 Pro/Engineer 同样强大的实体建模功能，从而易于实现基于特征的方法。Granite One 应用可以自动读取原始的 Pro/Engineer 文件。因为不仅仅是简单地读取，Granite One 应用还可以使用 Pro/Engineer 特有的强大关联机制（Pro/Engineer 的标志），来获取对那些原始文件的更改。并且，所有的 Granite One 应用将能通过独特的“协作层”技术，自动在原始层与其他软件交互。Granite One 应用包括了读写 STEP、IGES、ACIS (r) 和 VDA 文件的功能。其他应用和格式计划在后续的版本中提供。因而，Granite One 应用将能访问世界上大部分 CAD 系统的文件。

一些领先 ISV 已经采用了 Granite One。PTC 坚持开放原则，它已经把 Granite One 授权给感兴趣的客户、合作伙伴甚至竞争对手，让他们定义新型互操作性。

Granite One 提供了一种易于支持和完善的机制, 来充分利用数百万个原始 CAD 文件的价值。

4. 更全面解决方案

从处理大型部件, 到快速建立钣金零件模型, 再到快速准确地创建能达到生产质量的 2D 图形, Pro/Engineer 2001 在支持设计过程改进方面, 新增了数百个功能。以下是部分重点。

(1) 小组数据管理 新推出的 Pro/Interlink 3.0 高性能小组数据管理客户端软件, 能提高产品开发速度, 大多数常规工作的完成速度可提高 40% 到 60%。在多点位复制功能的支持下, 基于 Pro/Interlink 的设计小组不会再受到地理位置的限制。

(2) 系统互联设计 布线系统设计工具 (RS Designer) 是一个新选件, 它给设计师提供了完善的工具, 用于绘制电线接线图以及制做分析和测量示意图, 这对诸如汽车、航天和造船工业是极为重要的。RS 设计工具通过 XML 与 Pro/Engineer 的电缆设计选件进行通信, 以形成机具布线, 以及通过 XML 与 Pro/Engineer 管道设计选件进行通信, 以便进行一致性检查。其他自动化增强功能包括规格驱动式管道设计和管道轴测图的生成。

(3) 全相关 2D 制图 Pro/Engineer 2001 把全相关能力扩大到图形的 2D 绘制中。新的智能化约束捕捉功能加快了制图实体的创建。草绘 2D 实体能够在图形视图中与模型的几何体相关联。如果修改了模型几何体, 2D 图形实体将按照适用的约束进行更新。

2D 实体将移动并智能化地调整大小, 以保持这些约束。图形视图始终保持精确和最新。

(4) 高速加工的改进功能 包括高增速装置连接、进刀和出刀、封闭区域新的粗加工方式和浅区的高效表面处理技术。专业化加工战略改进包括先进的粗加工和表面处理加工扫描、实地分析和二次粗加工快速扫描以及自动化的清根和笔式清根。

(5) 仿真 通过把一个完整的虚拟原型的功能相关联的集成到设计环境中, 在性能、与第三方分析应用程序的紧密链接以及易用方面, Pro/Mechanica 2001 都有新的突破, 如图 1-5 所示。

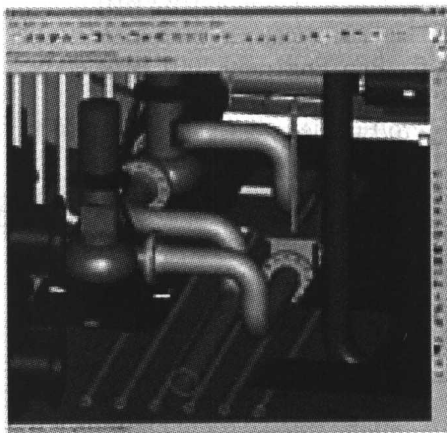


图 1-4 管路设计

(6) 嵌入式设计标准 ModelCHECK 2001 推出了功能强大的、新的几何体检查工具, 以适应在实体模型中检查问题的需要, 这些问题使实体模型很难在 CAD 系统之间转换或者在其他后续应用程序里使用。源文件和导入的 Pro/Engineer 文件都能够得到检查, 以判断是否遵守 VDA 4955 标准。它提供了一种校验模型质量以便改善数据共享的机制。

(7) 造船设计功能 Pro/Engineer 2001 同时也推出了特别为造船设计构建的功能。新的功能包括用于船体整体布局 and 细分的船体概念设计功能以及用于建立详尽的船舶结构化框架的钢结构生成功能。

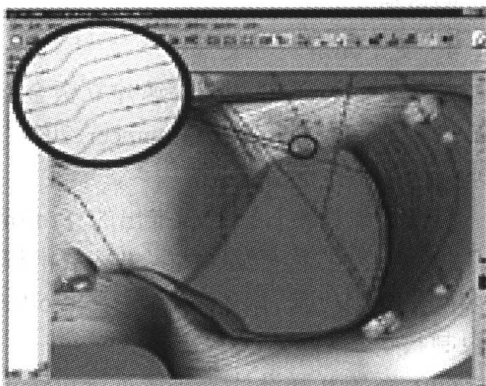


图 1-5 计算机仿真

1.1.5 Pro/Engineer2001 模型简介

Pro/Engineer 共有约 30 多种模型, 如图 1-6 所示, 以下将介绍七个常用模型。

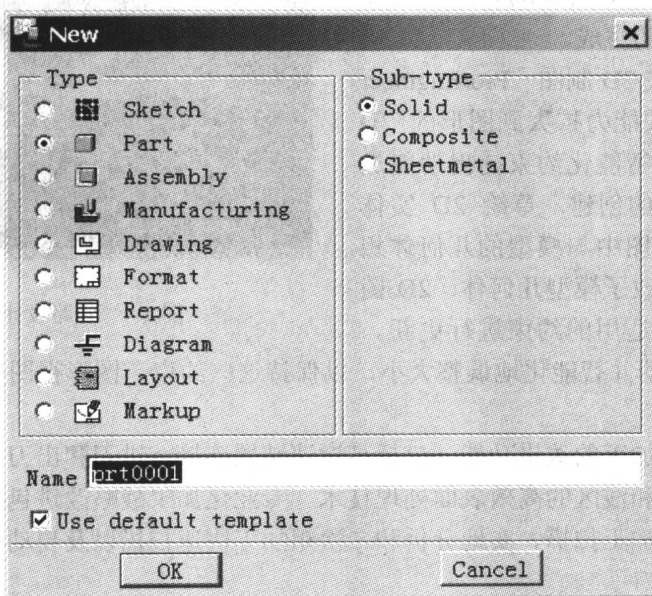


图 1-6 新建对话框