

举一反三——

Pro/ENGINEER 中文版机械设计实战训练

谭雪松
老虎工作室 朱金波 编著
岳贵友



人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER 中文版机械设计实战训练/老虎工作室编:谭雪松,朱金波,岳贵友编著.北京:人民邮电出版社,2004.12

(举一反三)

ISBN 7-115-12641-0

. P... . 老... 谭... 朱... 岳... . 机械设计:计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER . TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 115826

内 容 提 要

Pro/ENGINEER 是美国 PTC (参数化技术公司) 开发的大型 CAD/CAE/CAM 软件,与其他 CAD 软件相比,Pro/ENGINEER 问世较晚,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/ENGINEER 采用了先进的基于特征的参数化设计思想,设计操作灵活简便。同时,Pro/ENGINEER 所有功能模块都建立在统一的工程数据库上,所有工程项目具有全关联性,真正实现了 CAD/CAE/CAM 的有效集成。

本书首先通过一个典型实例详细而全面介绍主要设计要点,然后通过三个由浅入深的实例引导读者根据操作步骤提示自行完成设计工作,以便将学到的知识融会贯通。

本书适合具有 Pro/ENGINEER 基础知识且又迫切需要提高应用水平的读者阅读,也可以作为高等院校师生的参考书以及短期技术培训教材。



老虎工作室

主 编：沈精虎

编 委：许曰滨 黄业清 杜俭业 姜 勇 宋一兵
谭雪松 向先波 毕丽蕴 高长铎 田博文
郭万军 詹 翔 宋雪岩 周 锦 冯 辉
王海英 李 仲 马 震 蔡汉明 张 琴
赵 晶 张 伟 朱 凯 赵治国 彭 智
张艳花 孙海侠 姜继红 姚育成 杨平辉

关于本书

内容和特点

Pro/ENGINEER (本书简称 Pro/E) 是美国 PTC 公司推出的大型参数化 CAD/CAE/CAM 软件, 它设计功能强大, 广泛应用于机械设计、机械装配、系统仿真以及模具设计等领域, 能有效地帮助工程技术人员提高设计水平及工作效率。随着工业自动化水平的不断提高, Pro/E 在 CAD 领域内的地位将更加稳固。本书介绍的 Pro/ENGINEER Wildfire 是该软件的最新版本。

本书首先通过一个典型实例详细介绍基本设计要点, 然后在此实例的基础上给出“起步”、“进阶”和“提高”3 个独立的实例, 对这些实例都给出简单的分析和简要操作步骤, 具体设计过程读者可以根据操作步骤的提示自行完成。

全书内容丰富、编排新颖。每个实例按照以下形式进行组织。

- 设计结果: 给出设计完成后的最后结果。
- 设计思路: 给出该实例的主要设计要点。
- 操作步骤: 对于典型实例详细列出操作步骤, 对于“起步”、“进阶”和“提高”实例则概要地列出主要操作步骤提示。
- 范例小结: 对设计中有用的技巧和经验进行总结, 便于读者学习。

全书分为 10 章, 主要内容简介如下。

- 第 1 章: 介绍 Pro/E 的基础知识以及设计经验和技巧。
- 第 2 章: 介绍二维草图绘制的一般方法和技巧。
- 第 3 章: 介绍创建三维实体模型的一般方法和技巧。
- 第 4 章: 介绍曲面及其在设计中的应用。
- 第 5 章: 介绍如何使用基本设计工具以及曲面创建三维模型的方法和技巧。
- 第 6 章: 介绍工程图设计的一般方法和技巧。
- 第 7 章: 介绍零件装配的一般方法和技巧。
- 第 8 章: 介绍数控加工的一般方法和技巧。
- 第 9 章: 介绍机械仿真设计的一般方法和技巧。
- 第 10 章: 介绍钣金设计的一般方法和技巧。

读者对象

本书是针对 CAD 软件注重实践的特点来编写的, 并引导读者“举一反三”, 对设计内容进行拓展, 适合具有 Pro/ENGINEER 基础知识且又迫切需要提高应用水平的读者阅读。即使对于有经验的用户, 书中介绍的各种设计技巧和经验也会有一定的借鉴作用。

配套光盘内容简介

本书附有 2 张多媒体光盘，按照章节组织文件，每章包括如下内容。

1. “res”目录

该文件夹中放置了书中实例完成后的结果文件，这些文件包括二维绘图完成后的草绘（.sec）文件、三维模型创建完成后的零件（.prt）文件、模型装配完成后的组件（.asm）文件以及工程图创建完成后的绘图（.drw）文件等。打开这些文件可以获得最终的设计效果，并可以对设计结果作进一步操作，如重定义、修改等操作。

提示：由于光盘上的文件具有“只读”属性，因此无法直接编辑修改这些文件并保存修改结果。读者可以先将这些文件拷贝到硬盘上，去掉文件的“只读”属性后，在对其进行编辑和修改，并保存结果。

2. “avi”目录

该目录下存放所有实例操作过程的动画演示文件，并配有全程语音讲解，读者在独立完成这些设计时如果遇到有困难，可随时参看具体的操作演示。

提示：要想正常观看实例操作的动画演示效果，必须安装 TSCC 视频驱动程序，进入光盘的“操作示范”界面有此驱动程序的安装提示，读者可以按照提示安装驱动程序。此程序只需安装一次。

3. “part”目录

该文件夹中放置了模型的零件文件。在创建部分实体模型、组件装配以及生成工程图的实例中，需要根据书中提示打开光盘中相应位置的零件（.prt）文件，然后进行下一步操作。部分章节的实例都是从零开始建模，无需“.prt”文件。

配套光盘的使用方法

1. 运行环境

- 硬件环境：奔腾 350MHz 以上多媒体计算机。
- 软件环境：Windows 98/Me/NT/2000/XP。

2. 使用方法

光盘带有自动运行程序，通常将光盘放入光驱会自动运行演示程序。用户也可以双击光盘根目录下的“index.htm”文件来运行演示程序。

朱新涛、许盈和余小科三位同志参与了本书的编写工作，在此致谢。

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

2004 年 10 月

第 1 章 Pro/E Wildfire 设计基础	1
1.1 Pro/E Wildfire 概述	1
1.1.1 Pro/E Wildfire 的产生和发展	1
1.1.2 Pro/E Wildfire 的典型设计思想.....	2
1.1.3 特征建模方法的分析与评价	7
1.2 Pro/E Wildfire 的典型应用.....	8
1.2.1 绘制二维草图.....	8
1.2.2 创建三维实体模型.....	8
1.2.3 零件装配.....	9
1.2.4 曲面设计.....	9
1.2.5 创建工程图.....	9
1.2.6 钣金设计.....	9
1.2.7 机械仿真.....	9
1.2.8 数控加工.....	9
1.2.9 模具设计.....	10
1.3 Pro/E Wildfire 设计综述	10
1.3.1 用户界面简介.....	10
1.3.2 Config 文件及其编辑.....	11
1.3.3 “trail.txt” 文件及其使用	12
1.3.4 曲面及其应用.....	12
1.3.5 模型的渲染.....	12
1.3.6 与其他 CAD/CAM 系统的交互	12
1.3.7 Pro/E Wildfire 设计要点	13
1.4 小结.....	14
第 2 章 二维草绘设计	15
2.1 二维草绘的基本知识.....	15
2.2 基本设计工具的使用.....	16
2.2.1 典型实例 外棘轮机构设计.....	16
2.2.2 起步 绘制拨杆.....	22
2.2.3 进阶 绘制支架.....	27

2.2.4 提高 绘制拨叉.....	31
2.3 约束工具的使用.....	36
2.3.1 典型实例 绘制台球.....	37
2.3.2 起步 绘制相切圆.....	39
2.3.3 进阶 绘制五角星.....	41
2.3.4 提高 绘制风扇叶片.....	42
2.4 小结.....	45
第3章 创建三维实体模型.....	47
3.1 基本知识点介绍.....	47
3.2 三维实体建模综合实例.....	48
3.2.1 典型实例 叶扇设计.....	48
3.2.2 起步 油箱设计.....	58
3.2.3 进阶 铣刀设计.....	64
3.2.4 提高 凸轮设计.....	67
3.3 小结.....	71
第4章 曲面设计.....	73
4.1 基本知识点介绍.....	73
4.2 曲面设计综合实例.....	74
4.2.1 典型实例 五星设计.....	74
4.2.2 起步 使用另一种方法设计五星.....	81
4.2.3 进阶 幸运星设计.....	83
4.2.4 提高 手柄设计.....	91
4.3 小结.....	104
第5章 三维实体建模综合设计.....	105
5.1 齿轮设计.....	105
5.1.1 典型实例 齿轮设计.....	105
5.1.2 起步 使用另一种方法创建直齿圆柱齿轮.....	120
5.1.3 进阶 斜齿圆柱齿轮的参数化设计.....	124
5.1.4 提高 直齿圆锥齿轮的参数化设计.....	135
5.2 风扇设计.....	151
5.2.1 典型实例 风扇叶片的设计.....	151
5.2.2 起步 风扇前盖设计.....	159
5.2.3 进阶 风扇后盖设计.....	164
5.2.4 提高 风扇的本体和支架设计.....	166

5.3 壳体设计	176
5.3.1 典型实例 创建鼠标上盖	176
5.3.2 起步 创建鼠标下盖	189
5.3.3 进阶 创建鼠标前盖	198
5.3.4 提高 足球设计	204
5.4 小结	215
第 6 章 工程图	217
6.1 工程图的基础知识	217
6.2 工程图设计综合实例	218
6.2.1 典型实例 零件工程图设计	218
6.2.2 起步 组件工程图设计	226
6.2.3 进阶 创建旋转剖视图	233
6.2.4 提高 工程图综合设计	236
6.3 小结	240
第 7 章 零件装配设计	241
7.1 相关知识点介绍	241
7.2 典型零件的装配过程	242
7.2.1 典型实例 球阀的装配	242
7.2.2 起步 在装配过程中创建零件	247
7.2.3 进阶 重复装配螺母	249
7.2.4 提高 创建分解图	253
7.3 装配设计综合实例	255
7.3.1 典型实例 手机的装配	255
7.3.2 起步 足球装配	264
7.3.3 进阶 风扇装配	269
7.3.4 提高 电话听筒的装配	273
7.4 小结	282
第 8 章 机械仿真设计	283
8.1 机械仿真的基础知识	283
8.2 机械仿真综合设计	285
8.2.1 典型实例 风扇机构仿真设计	285
8.2.2 起步 凸轮机构仿真设计	293
8.2.3 进阶 曲柄滑块机构仿真	298

8.2.4 提高 齿轮机构仿真设计	303
8.3 小结	310
第 9 章 数控加工	311
9.1 相关知识点介绍	311
9.2 数控加工综合实例	312
9.2.1 典型实例 螺母的轮廓加工	312
9.2.2 起步 螺母的孔加工	327
9.2.3 进阶 螺母的平面加工	330
9.2.4 提高 螺母的螺纹加工	333
9.3 小结	335
第 10 章 钣金设计	337
10.1 相关知识点介绍	337
10.2 钣金设计综合实例	337
10.2.1 典型实例 电脑机箱盖板设计	337
10.2.2 起步 工具箱设计	348
10.2.3 进阶 包装盒设计	356
10.2.4 提高 夹线板设计	362
10.3 小结	366
附录 Pro/E 常用资料总汇	367
F.1 Pro/E 的体系结构	367
F.2 Pro/E 常用配置选项及其设置	370
F.3 常用参数曲线	373

第1章 Pro/E Wildfire 设计基础

计算机辅助设计（即通常所说的 CAD 技术）在工业设计领域得到广泛应用，它的发展日新月异。随着计算机图形学、几何造型学、计算机网络技术和工程设计标准化等高新技术的不断成熟和完善，CAD 软件迅速发展到较高的水平，并在工业设计领域发挥着越来越重要的作用。Pro/E Wildfire 正是优秀 CAD 软件的典型代表之一。

1.1 Pro/E Wildfire 概述

CAD 技术产生于 20 世纪 60 年代。在 40 余年的发展历程中，随着工业自动化水平的提高，在船舶、汽车以及航空航天等高精尖的技术领域里，大量复杂的设计课题成为功能完备的 CAD 软件发展的强大推动力，因此，作为 CAD 技术重要标志的 CAD 软件取得了突飞猛进的发展。

最初的大型 CAD 软件基于 UNIX 工作站，价格昂贵，使用复杂，培训、维护和升级费用高，极大地限制了软件的普及与推广。随着 Windows 平台的推广，其使用性能的不断提高，个人计算机逐步具备了与中低档 UNIX 工作站竞争的实力。在 Windows 平台上的新一代微机 CAD 软件系统基本上都采用典型的 Windows 界面风格和操作规范，并以其低廉的价格和简单的操作受到越来越多用户的青睐。

1.1.1 Pro/E Wildfire 的产生和发展

20 世纪 90 年代以后，参数化造型理论已经发展为 CAD 技术的重要基础理论。使用参数化思想建模简单方便，设计效率高，应用日趋广泛。美国 PTC（Parametric Technology Corporation，参数技术公司）率先使用参数化设计理论开发 CAD 软件，其主流产品就是 Pro/ENGINEER（本书简称为 Pro/E）软件。

PTC 公司成立于 1985 年，于 1988 年发布了 Pro/E 软件的第 1 个版本。1998 年 PTC 收购了其竞争对手 CV（Computer Vision）公司，逐渐发展为当今世界规模较大的软件公司之一。Pro/E 软件自面市后因其优良的使用性能获得众多 CAD 用户的肯定，现已广泛应用于工业设计的各个领域，用来实现大型装配体的设计、制造、功能仿真以及产品数据管理等诸多任务，是典型的 CAD/CAM/CAE 集成软件。

Pro/E 经历了 10 余年的发展后，技术上逐步成熟，成为当前三维建模软件的领头羊。目前，PTC 公司以每半年推出一个新版本的速度不断改进软件的不足。在 Pro/E Wildfire 推出之前，最近的几个版本分别为 Pro/E R20、Pro/E 2000i、Pro/E 2000i² 和 Pro/E 2001。



1.1.2 Pro/E Wildfire 的典型设计思想

在当今众多的 CAD 软件中, Pro/E 以其强大的三维处理功能和先进的设计理念以及简单实用的操作而被众多设计者接受和推崇, 在机械设计与加工制造领域中应用广泛。与其他 CAD 软件相比, Pro/E 具有鲜明的特点, 在设计过程中, 只有很好把握这些特点, 才能充分发挥软件的长处, 提高设计效率。

一、特征建模思想

“特征”的概念在现代设计中应用越来越广泛。特征是对具有相同属性的具体事物的抽象。在 Pro/E 中, 特征是指组成图形的一组具有特定含义的图元, 是设计者在一个设计阶段完成的全部图元的总和。特征的划分有以下 3 个主要依据。

- 特征创建的原理: 如拉伸实体特征和混合实体特征。
- 特征的用途: 如实体特征和基准特征。
- 特征的结构特点: 如圆孔特征和筋特征。

Pro/E 的特征建模思想为操作和管理图形上的图元提供了极大的方便。一个三维实体模型就是由数量众多的特征以“搭积木”的方式组织起来的, 因此, 特征是模型结构和操作的基本单位, 模型创建过程也就是按照一定顺序依次向模型中添加各类特征的过程。为了管理这些特征, 系统设置了一个优秀的特征管理员——模型树。在模型树中按照特征创建的先后顺序列出组成模型各个特征的详细列表, 并为每一个特征分配一个标识。模型树记录下模型的创建轨迹, 方便了设计者进一步修改自己的设计意图。

一个模型上特征数量的多少对模型有较大的影响。一般来说, 减少特征数量具有以下优点。

- (1) 减少模型再生时间: 再生模型时, 要根据特征创建的先后顺序重绘各个特征。因此, 特征越多, 花费的时间也越长, 不便于模型的后续处理, 例如数控加工与仿真等。
- (2) 减少模型文件大小。特征越多, 相对来说, 模型文件越大, 这不便于模型的存储, 更不利于模型在网络上的传输。

提示: 集成制造技术已经成为当今加工业发展的新方向。通过 CAD 软件开发的模型文件要在身处不同地理位置的用户之间共享, 这就免不了网络传输的问题。显然, 模型文件越小, 传输越迅速、越方便。

- (3) 方便对特征的操作和管理。模型上的特征越少, 模型的层次结构越清晰, 模型之间的关系越简单。一方面, 便于用户弄清模型的组成; 另一方面, 减少特征数量可以减少各个特征之间复杂的父子关系, 方便了对模型的编辑和修改, 降低模型再生失败的几率。

因此在使用软件进行三维实体建模时, 一般应该在满足设计要求的前提下尽量减少模型上特征的数量。减少特征数量的方法较多, 例如可以采用以下方法。

- (1) 通过创建复杂的二维草绘截面来减少特征数量。

一个模型的创建可以有两种基本设计思路。

- 增加特征数量, 这样可以简化每个特征的草绘截面, 简化其创建过程。
- 创建相对较为复杂的草绘截面, 将多个特征的草绘截面合并为一个截面, 从

而减少特征数量。

例如首先使用拉伸方法创建如图 1-1 所示模型，在模型上添加圆角特征后可以获得如图 1-2 所示模型。完成这个模型的创建需要两个特征，每一个特征的创建过程比较简单。

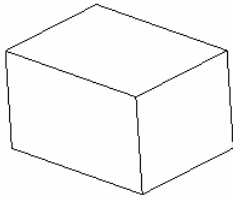


图1-1 拉伸模型

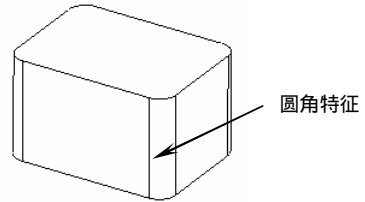


图1-2 创建圆角后的模型

如果首先绘制图 1-3 所示的草绘剖面，可以直接通过拉伸方法创建与图 1-2 所示的模型外形完全相同的模型，如图 1-4 所示。这时特征的数量为 1，但是草绘剖面与前一种方法相比略微复杂。



图1-3 草绘剖面

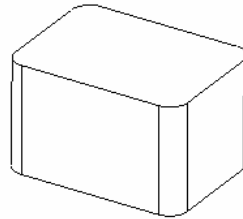


图1-4 拉伸模型

(2) 一次特征创建中尽量合并参数相同的结构为一个特征。

在一个特征创建过程中应该尽可能多地选取参数相同的参照来放置特征。例如在创建倒圆角特征时，如果一些边线处放置的圆角半径相同，则应将其归并为一个圆角特征。

(3) 选取适当的特征创建方法可以减少特征数量。

在同一种特征创建过程中，选取不同的特征创建方法也可以减少特征数量。在 Pro/E 2001 版本中，创建简单圆角特征时，不同半径的圆角要通过创建不同的特征来实现；但如果使用创建高级圆角的方法，则可以在一个特征中包含不同半径的圆角。不过在 Pro/E Wildfire 版本中，圆角的创建方法有了比较大的改进，这里需要提醒读者注意。

(4) 使用复制、阵列和镜像几何形状等方法创建特征。

使用特征阵列的方法阵列的多个特征将作为一个单一特征进行操作。特征复制时，首先选取一组特征作为复制对象，复制完成后的这些图形元素将成为一个单一特征。

二、参数化设计思想

在早期的 CAD 软件中，为了获得准确形状的几何图形，设计时必须依次定位组成图形的各个图元的大小和准确位置。系统根据输入信息生成图形后，如果要对图形进行形状改变则比较困难，因而设计灵活性差。

Pro/E 引入了参数化设计思想，大大提高了设计灵活性。根据参数化设计原理，绘图时设计者可以暂时舍弃大多数繁琐的设计限制，只需抓住图形的某一个典型特点绘出图形，然后通过向图形添加适当的约束条件规范其形状，最后修改图形的尺寸数值，经过系统再生后即可获得理想的图形，这就是重要的“尺寸驱动”理论。

例如在参数化的设计环境下绘制一个五角星图形，按照以下操作即可完成。



1. 绘制任意直径的圆，如图 1-5 所示。
2. 在圆内部任意绘制该圆的一个内接五边形，如图 1-6 所示。
3. 在各边之间加入等长约束条件使五边形成为正五边形，如图 1-7 所示。
4. 连接正五边形的对角线，如图 1-8 所示。
5. 删去多余的线段，保留设计结果，如图 1-9 所示。

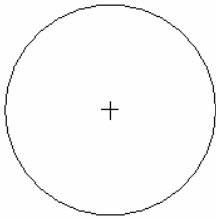


图1-5 绘制圆

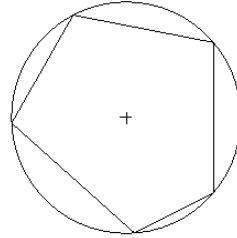


图1-6 绘制五边形

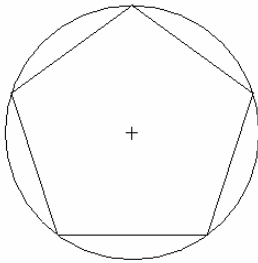


图1-7 绘制正五边形

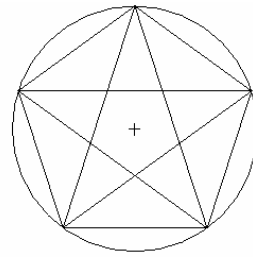


图1-8 绘制五角星锥形

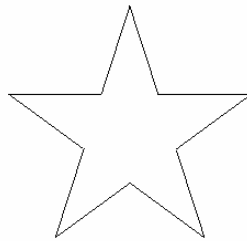


图1-9 最后的设计结果

提示：当然，上述五角星图案的绘制方法并不是惟一的，这里给出的这个方法也不一定是最简单的。但是通过这个实例可以清楚地看到，根据尺寸驱动原理绘制图形简单方便。请读者思考还有哪些方法可以绘出该五角星图案。

在整个图形创建过程中，设计者基本上不需要关系线段的尺寸和位置准确与否，图形绘制过程轻松而快速，真正体现了设计的人性化思想。

在三维模型设计中，参数化设计的最重要体现就是模型的修改功能。Pro/E 系统提供了完善的修改工具和编辑定义工具，通过这些工具，可以轻松修改模型的参数，变更设计意图，从而变更模型形状。

在修改模型时，以特征作为修改的基本单位。首先选取需修改的结构所在的特征，然后使用特征编辑定义工具修改截面图、模型属性等特殊参数。在 Pro/E 中，模型上的大部分参数的修改都可以通过直接使用特征修改工具来实现。在参数化设计中，特征中的每一个参数

为设计修改提供了入口，提供了特征修改的一条途径，是模型形状的一个控制因素。

在如图 1-10 所示的模型上使用特征阵列的方法创建一组圆孔，现选取圆孔特征作为修改对象，系统显示该特征的所有参数如图 1-10 所示，各参数的含义已在图形上标出。下面简单介绍一下这些参数。

- 特征定形参数：确定特征大小和形状的一组尺寸参数。
- 特征定位参数：确定特征在基础实体特征上的放置位置的一组参数，这些参数中包括尺寸参数，又由于模型上通过阵列方法创建了一组具有相同形状的孔结构，作为阵列驱动尺寸和阵列尺寸增量的两个参数将决定这些孔的具体分布位置。
- 特征数量参数：阵列特征总数决定模型上孔的数量。

修改以上参数中的任何一个都可以重新调整特征的设计意图，操作非常简便。如修改了阵列驱动尺寸增量以及阵列特征总数，修改这一组参数实际上修改了圆孔的总数以及它在基础实体特征上的分布情况，结果如图 1-11 所示。此外，还可以使用重定义截面的方法修改圆孔形状，结果如图 1-12 所示。

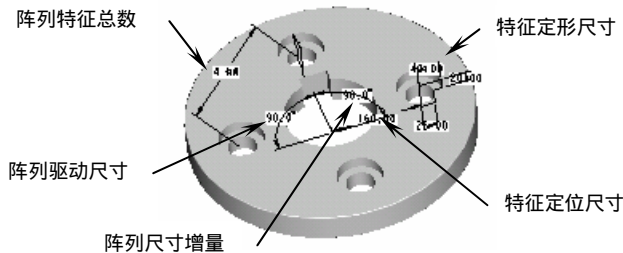


图1-10 模型上的参数修改入口

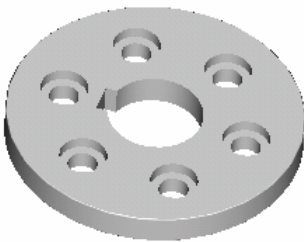


图1-11 修改结果之一

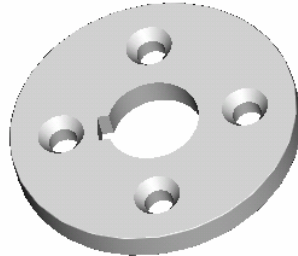


图1-12 修改结果之二

除了通过模型上的尺寸作为模型编辑入口之外，还可以通过参数和关系式创建参数化模型，修改各个参数后再生模型即可获得新的设计结果。这样创建的模型就能快速变换形状和大小，从而大大提高模型利用率。

图 1-13 所示是一个参数化齿轮的所有参数，任意修改其中之一都可以变更该齿轮的设计意图。图 1-14 所示是该参数化齿轮的关系式，这些关系式将严格约束各参数之间的关系，使得不管参数怎样变化，模型怎么改变，却总是保持齿轮的形状，而不会变成其他形状的零件。图 1-15 所示是参数化齿轮模型，图 1-16 所示是修改齿数后的结果。

参数化模型是 Pro/E 中的一项重要设计内容，读者需要重点掌握。其具体设计方法可以参考第 5 章的相关内容。



图1-13 齿轮模型中的参数

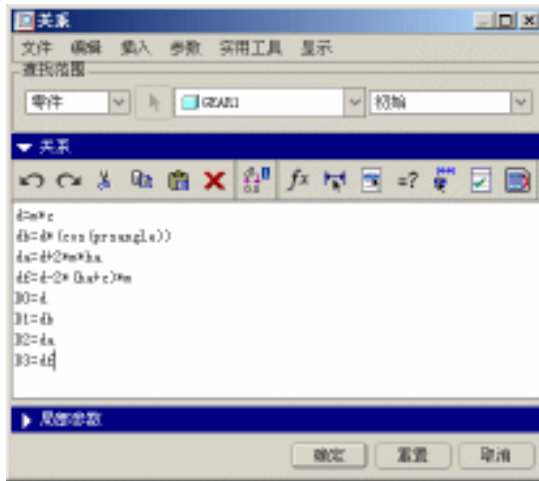


图1-14 齿轮模型中的关系式



图1-15 齿轮模型



图1-16 修改齿数后的齿轮

三、单一数据库思想

所谓单一数据库就是在模型创建过程中，实体造型模块、工程图模块、模型装配模块以及数控加工模块等重要功能单元共享一个公共的数据库。采用这样的公共数据库的优势在于设计者可以通过不同的渠道来获取数据库中的数据，也可以通过不同的渠道来修改数据库中的数据，系统中的数据库是惟一的。

单一数据库的最大特点就是其实时性。根据尺寸驱动原理，一旦修改了模型中的设计参数，也就修改了单一数据库中的资料，这个改动会驱动与模型相关的各个设计环节自动更新设计结果。因此，当多个设计单位共同开发一个产品时，所有设计单位都可以随时获取最新的设计数据。在模型装配过程中，如果将设计完成的零件装配为组件后发现效果并不理想，并不需要修改零件后再重新进行装配，这时可以修改不符合设计要求的零件，一旦参与装配的零件被修改，其装配结果立即更新。对照装配图反复修改零件的设计，最后就能够获得满意的装配结果。

1.1.3 特征建模方法的分析与评价

Pro/E 系统为设计者提供了强大的设计建模功能，针对同一个实体模型，通常可供选用的设计方案较多，在众多方案中选取最佳方案时需要对各种模型创建方法进行综合分析评价，然后确定最佳方案。如图 1-17 所示的花键轴模型，可以使用创建单一拉伸特征、使用特征复制的方法以及使用特征阵列等方法来创建完成。

一、使用创建单一特征的方法

绘制图 1-18 所示的草绘截面，然后使用拉伸方法创建该模型。

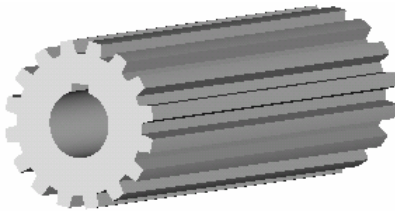


图1-17 花键轴

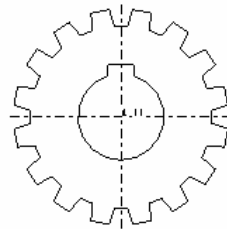


图1-18 草绘剖面

二、使用特征复制的方法

使用加材料的拉伸方法创建图 1-19 所示的实体模型后，在模型上创建切减材料特征，如图 1-20 所示，然后至少使用 4 次特征复制完成模型的创建。首先将切减材料特征绕模型轴线旋转 22.5° 进行特征复制；然后将已经创建的 2 个切减材料特征绕模型轴线旋转 45° 进行特征复制；再将已经创建的 4 个切减材料特征绕模型轴线旋转 90° 进行特征复制；最后将已经创建的 8 个切减材料特征绕模型轴线旋转 180° 进行特征复制。

三、使用特征阵列的方法

与使用特征复制方法一样，创建图 1-19 所示的基础实体特征后，在模型上加入切减材料的拉伸实体特征，然后使用特征阵列创建模型。表 1-1 对 3 种创建方法进行对比。

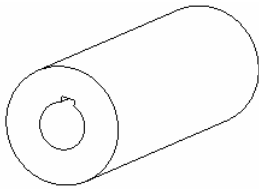


图1-19 基础实体特征

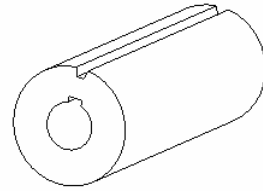


图1-20 添加切减材料特征

表 1-1 3 种模型创建方法的比较

方法	创建单一特征的方法	使用特征复制的方法	使用特征阵列的方法
特征数量	1	6	2
草绘截面复杂程度	复杂	简单	较简单
文件大小	91.5kB	194kB	154kB
修改能力	较差	一般	好
再生时间	较短	较长	较长
综合评价	较差	一般	最优

通过上表的对比可知，使用创建单一特征的方法获得的模型虽然具有特征数量少、模型文件小，再生时间短的特点，但是必须绘制相对复杂的草绘截面，同时模型的修改能力差，例如如果希望修改模型上切减材料特征的数量，必须重绘草绘截面。使用特征复制方法创建的模型特征数量众多，模型文件大，模型的再生时间长，同时还存在修改能力不强的问题，因此也不是最优方案。使用特征阵列的方法创建的模型，特征数量较少，其余指标居中，但是设计修改功能强大，因此是该模型的最佳设计方案。

1.2 Pro/E Wildfire 的典型应用

Pro/E 是一套由设计到生产的大型机械自动化软件，是新一代的产品造型系统。Pro/E 是一个大型软件包，由数十个功能模块组成，每一个模块都有自己独立的功能，这一点有点像微软 Office 办公套装软件。用户可以根据需要调用其中一个模块进行设计，各个模块创建的文件有不同的文件扩展名。此外，高级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。下面简要介绍软件的典型应用。

1.2.1 绘制二维草图

绘制二维草图在三维建模中具有非常重要的作用，是使用零件模块进行三维建模时的重要步骤。在使用零件模块建立三维特征时，如果需要绘制二维草图，系统会自动切换至草绘模块。同时，在零件模块中绘制二维草图时，也可以直接读取在草绘模块下绘制并存储的文件。

1.2.2 创建三维实体模型

创建三维模型是使用 Pro/E 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