

中文版Pro/ENGINEER WildFire 5.0基础教程

- ◆ Pro/E操作基础
- ◆ 绘制草图
- ◆ 基准特征
- ◆ 基础特征
- ◆ 工程特征
- ◆ 特征编辑
- ◆ 高级特征
- ◆ 复杂高级特征
- ◆ 零件装配
- ◆ 工程图设计
- ◆ 模具设计



岳荣刚 宋凌珺 王永皎 编著



清华大学出版社

高等学校计算机应用规划教材

中文版 Pro/ENGINEER WildFire 5.0 基础教程

岳荣刚 宋凌璐 王永皎 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

Pro/ENGINEER 是美国 PTC 公司推出的一套非常优秀的三维设计软件,由于其操作简单、功能强大,深受用户的喜爱,在国内外应用范围越来越广。

本书采用图文并茂的方式,遵循由浅入深、循序渐进的原则,对各章知识点及模型的创建过程进行了详细介绍。全书共 11 章,分别讲解了 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 的基本操作、绘制草图、基准特征、基础特征、工程特征、特征编辑、高级特征、复杂高级特征、零件装配、工程图设计、模具设计等内容,涵盖了 Pro/ENGINEER 的常用功能和操作方法。

本书在写作方式上紧贴 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0(中文版)的实际操作界面,采用软件中真实的对话框、操控板、按钮和图标进行讲解,使读者能够准确、直观地学习该软件。

本书可作为高等院校 CAD/CAM 等课程的教材,也可作为机械专业人员学习 Pro/ENGINEER 的参考用书。本书习题答案、课件、实例素材可通过 <http://www.tupwk.com.cn> 下载。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

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

中文版 Pro/ENGINEER WildFire 5.0 基础教程 / 岳荣刚, 宋凌琚, 王永皎 编著. —北京: 清华大学出版社, 2016

(高等学校计算机应用规划教材)

ISBN 978-7-302-43925-7

I. ①中… II. ①岳… ②宋… ③王… III. ①机械设计—计算机辅助设计—应用软件—高等学校—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 111163 号

责任编辑:王 定 程 琪

封面设计:孔祥峰

版式设计:思创景点

责任校对:曹 阳

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62781730

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:27.5 字 数:651 千字

版 次:2016 年 6 月第 1 版 印 次:2016 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:45.00 元

产品编号:067882-01

前 言

Pro/ENGINEER 是美国参数技术公司(简称 PTC)的产品。PTC 公司推出的单一数据库、参数化、基于特征以及全相关的概念改变了机械 CAD/CAE/CAM 的传统观念,这种全新的观念已经成为当今世界机械 CAD/CAE/CAM 领域的主要标准。Pro/ENGINEER 能将从设计到生产的全过程集成在一起,使所有的用户能够同时进行同一产品的设计制造工作,即实现并行工程。

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 中文版与之前的版本相比,增加了很多新功能,如快速草绘工具、快速装配、快速制图、快速钣金设计以及快速 CAM 等,可以帮助用户更快、更轻松地完成工作。

本书共 11 章,各章之间具有一定的递推关系,读者可以按照章节顺序系统地进行学习。具体内容如下。

第 1 章介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 的发展历程及特色、Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 的界面、主要模块、基本功能以及基本的操作步骤,通过简单的实例使用户能够快速入门。

第 2 章介绍绘制草图的知识,重点介绍草图绘制的概念、方法和过程。

第 3 章介绍基准特征,包括基准点、基准轴、基准曲线、基准平面以及基准坐标系的创建,可以更加方便用户建模。

第 4 章介绍基础特征,重点介绍最基础的拉伸、旋转、扫描以及混合等特征,本章是 Pro/ENGINEER 实体建模中最基础的特征,读者需要进行仔细的学习。

第 5 章介绍工程特征,重点介绍孔、壳、筋、拔模、倒角以及倒圆角工具的使用方法,这些都是常用的三维建模方法。

第 6 章介绍特征的编辑,重点介绍特征复制、特征阵列和特征操作。

第 7 章介绍高级特征,该特征可以创建基础特征较为难以实现的曲面或者实体,重点介绍扫描混合、螺旋扫描、边界混合以及可变剖面扫描,掌握这些方法可以创建外形复杂的三维模型。

第 8 章介绍复杂高级特征,此特征建模是一组特殊的建模工具,是建模特征的扩展,应重点学习实体修改类建模、折弯与展平类建模以及特殊形状类建模。

第 9 章介绍零件装配,利用“组件”模块可实现模型的组装。在 Pro/ENGINEER 中,模型装配的过程就是按照一定的约束条件或连接方式,将各零件组装成一个整体并能满足设计功能的过程。本章重点介绍装配的方法、装配约束以及装配的流程。

第 10 章介绍工程图设计,重点介绍建立视图、编辑视图以及工程图标注等功能,掌握这些知识可以生成三维模型的工程图,便于工程技术人员进行设计交流。

第 11 章介绍模具设计,重点介绍模具设计的基础、创建浇铸系统、创建模具型腔等,对工程实际应用有很大帮助。

本书内容丰富，结构安排合理，实例均来自工程实践。此外，还包含了大量的示例和思考练习，使读者在学习完一章内容后能够及时自检。

本书由岳荣刚、宋凌琚、王永皎执笔编写，此外，参加本书编写工作的还有程凤娟、赵新娟、尹辉、尹霞、孙红丽等人。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中难免有疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

作 者

2016年4月

目 录

第1章 Pro/ENGINEER Wildfire

5.0 简介 1

1.1 Pro/ENGINEER 概述 1

1.1.1 Pro/ENGINEER 的发展历程 1

1.1.2 Pro/ENGINEER 的主要模块 及应用领域 2

1.1.3 Pro/ENGINEER 核心设计思想 4

1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 的 用户界面 8

1.2.1 标题栏 9

1.2.2 菜单栏 9

1.2.3 工具栏 10

1.3 文件操作 12

1.3.1 新建文件 12

1.3.2 打开文件 13

1.3.3 保存和备份文件 15

1.3.4 拭除和删除文件 17

1.3.5 重命名文件 18

1.4 视图操作 18

1.4.1 模型显示 18

1.4.2 视图控制 19

1.4.3 视图方向 24

1.5 设置工作环境 25

1.5.1 设置工作目录 25

1.5.2 自定义工具栏 26

1.5.3 显示设置 27

1.5.4 单位设置 32

1.6 鼠标操作 34

1.7 入门实例 35

1.8 本章练习 39

1.8.1 填空题 39

1.8.2 选择题 40

1.8.3 简答题 40

1.8.4 上机题 40

第2章 绘制草图 41

2.1 草绘环境概述 41

2.1.1 进入草绘环境 41

2.1.2 设置草绘环境 44

2.1.3 设置草绘器颜色 46

2.2 绘制基本图元 46

2.2.1 直线 47

2.2.2 矩形 48

2.2.3 圆 49

2.2.4 圆弧 50

2.2.5 样条曲线 52

2.2.6 圆角 53

2.2.7 点和坐标系 54

2.2.8 文本 54

2.2.9 使用调色板 56

2.3 草图编辑 57

2.3.1 镜像 57

2.3.2 缩放和旋转 58

2.3.3 修改 58

2.3.4 撤销与重做 60

2.3.5 修剪和分割 60

2.4 草图标注 62

2.4.1 线性标注 62

2.4.2 圆和圆弧尺寸标注 63

2.4.3 角度标注 64

2.5 几何约束 65

2.6 本章实例 69

2.7 本章练习 72

2.7.1 填空题 72

2.7.2 选择题	73	4.3.3 旋转特征的方向与角度	124
2.7.3 简答题	73	4.3.4 旋转特征的实例	125
2.7.4 上机题	73	4.4 扫描	127
第3章 基准特征	75	4.4.1 扫描特征的界面	127
3.1 常用的基准特征	75	4.4.2 扫描特征的类型	129
3.2 基准特征的显示设置	76	4.4.3 扫描特征的实例	130
3.3 基准点	77	4.5 混合	134
3.3.1 基准点概述	77	4.5.1 混合特征的界面	135
3.3.2 基准点的创建	77	4.5.2 混合特征产生的方式	135
3.4 基准轴	83	4.5.3 混合特征设置选项	137
3.4.1 基准轴概述	83	4.5.4 混合点	140
3.4.2 基准轴的创建	85	4.5.5 混合特征的实例	141
3.5 基准曲线	89	4.6 本章实例	146
3.5.1 基准曲线概述	89	4.7 本章练习	150
3.5.2 基准曲线的创建	89	4.7.1 填空题	150
3.6 基准平面	94	4.7.2 选择题	150
3.6.1 基准平面概述	94	4.7.3 简答题	150
3.6.2 基准平面的创建	97	4.7.4 上机题	151
3.7 基准坐标系	104	第5章 工程特征	153
3.7.1 基准坐标系概述	104	5.1 工程特征概述	153
3.7.2 基准坐标系的创建	105	5.2 孔	153
3.8 本章实例	108	5.2.1 孔特征对话框	154
3.9 本章练习	112	5.2.2 孔特征下滑面板	156
3.9.1 填空题	112	5.2.3 孔特征实例	160
3.9.2 选择题	112	5.3 倒圆角	163
3.9.3 简答题	112	5.3.1 倒圆角特征对话框	164
3.9.4 上机题	112	5.3.2 倒圆角特征下滑面板	164
第4章 基础特征	113	5.3.3 自动倒圆角特征对话框	167
4.1 基础特征概述	113	5.3.4 自动倒圆角下滑面板	167
4.2 拉伸	115	5.3.5 倒圆角特征实例	168
4.2.1 拉伸特征的界面	115	5.4 倒角	171
4.2.2 拉伸特征的类型	116	5.4.1 边倒角	172
4.2.3 拉伸特征的深度	117	5.4.2 拐角倒角	174
4.2.4 拉伸特征的实例	118	5.4.3 倒角特征实例	175
4.3 旋转	122	5.5 壳	176
4.3.1 旋转特征的界面	122	5.5.1 壳特征对话框	177
4.3.2 旋转特征的类型	123	5.5.2 壳特征下滑面板	177

5.5.3 壳特征实例	179	6.4.2 特征隐含	232
5.6 筋	182	6.4.3 特征隐藏	234
5.6.1 轮廓筋	182	6.4.4 特征插入	234
5.6.2 轨迹筋	184	6.4.5 特征排序	236
5.6.3 筋特征实例	185	6.4.6 特征重定义	237
5.7 拔模	187	6.4.7 编辑成组	238
5.7.1 拔模特征对话框	188	6.5 本章实例	239
5.7.2 拔模特征下滑面板	188	6.6 本章练习	248
5.7.3 拔模特征实例	192	6.6.1 填空题	248
5.8 本章实例	197	6.6.2 选择题	248
5.9 本章练习	202	6.6.3 简答题	248
5.9.1 填空题	202	6.6.4 上机题	248
5.9.2 选择题	202		
5.9.3 简答题	202	第 7 章 高级特征	251
5.9.4 上机题	203	7.1 高级特征介绍	251
第 6 章 特征编辑	205	7.2 扫描混合	251
6.1 特征编辑基本概念	205	7.2.1 扫描混合特征对话框	252
6.1.1 模型树	205	7.2.2 扫描混合特征下滑面板	252
6.1.2 特征的父子关系	207	7.2.3 扫描混合特征实例	259
6.2 复制	207	7.3 螺旋扫描	262
6.2.1 复制特征概述	207	7.3.1 螺旋扫描特征界面	262
6.2.2 新参照方式复制	208	7.3.2 螺旋扫描特征实例	263
6.2.3 相同参考方式复制	210	7.4 可变截面扫描	265
6.2.4 镜像方式复制	212	7.4.1 可变截面扫描特征对话框	266
6.2.5 移动方式复制	213	7.4.2 可变截面扫描特征下滑面板	266
6.3 阵列	215	7.4.3 可变截面扫描特征实例	271
6.3.1 阵列特征对话框	216	7.5 边界混合	273
6.3.2 阵列特征下滑面板	219	7.5.1 边界混合特征对话框	274
6.3.3 尺寸阵列实例	222	7.5.2 边界混合特征下滑面板	274
6.3.4 方向阵列实例	224	7.6 本章实例	280
6.3.5 轴阵列实例	225	7.7 本章练习	287
6.3.6 表阵列实例	226	7.7.1 填空题	287
6.3.7 参照阵列实例	228	7.7.2 选择题	287
6.3.8 填充阵列实例	228	7.7.3 简答题	287
6.3.9 曲线阵列实例	230	7.7.4 上机题	287
6.4 特征操作	231	第 8 章 复杂高级特征	289
6.4.1 特征删除	231	8.1 复杂高级特征介绍	289
		8.2 实体修改类建模	290

8.2.1 局部推拉	290	9.8 本章实例	347
8.2.2 半径圆顶	293	9.9 本章练习	353
8.2.3 剖面圆顶	294	9.9.1 填空题	353
8.3 折弯与展平类建模	297	9.9.2 选择题	353
8.3.1 环形折弯	297	9.9.3 简答题	354
8.3.2 骨架折弯	300	9.9.4 上机题	354
8.4 特殊形状类建模	302	第 10 章 工程图设计	357
8.4.1 管道特征	302	10.1 工程图基础	357
8.4.2 轴特征	305	10.1.1 工程图环境概述	357
8.4.3 唇特征	307	10.1.2 设置工程图环境	358
8.4.4 法兰特征	309	10.2 建立视图	359
8.4.5 环形槽特征	310	10.2.1 建立工程图文件	359
8.4.6 耳特征	312	10.2.2 一般视图	360
8.4.7 槽特征	314	10.2.3 投影视图	365
8.5 本章实例	314	10.2.4 辅助视图	366
8.6 本章练习	319	10.2.5 详细视图	367
8.6.1 填空题	319	10.2.6 旋转视图	368
8.6.2 选择题	319	10.2.7 剖面视图	369
8.6.3 简答题	320	10.3 编辑视图	376
8.6.4 上机题	320	10.3.1 移动和对齐视图	376
第 9 章 零件装配	323	10.3.2 拭除、恢复和删除视图	377
9.1 装配文件的建立	323	10.3.3 修改剖面线	378
9.2 元件组装概述	324	10.4 工程图标注	380
9.2.1 装配特征对话框	325	10.4.1 尺寸类型	381
9.2.2 装配特征下滑面板	326	10.4.2 自动标注尺寸	381
9.2.3 元件显示方式	327	10.4.3 手动创建尺寸	383
9.2.4 组装元件放置方式	327	10.4.4 标注公差	385
9.3 组装元件的约束类型	328	10.4.5 标注表面光洁度	387
9.4 元件的装配过程	332	10.4.6 添加注解和表	388
9.5 元件的操作	339	10.5 本章实例	391
9.5.1 重定义装配方式	340	10.6 本章练习	399
9.5.2 打开元件	340	10.6.1 填空题	399
9.5.3 修改元件	340	10.6.2 选择题	399
9.6 元件的显示	342	10.6.3 简答题	399
9.6.1 简化显示	342	10.6.4 上机题	399
9.6.2 “样式”视图	344	第 11 章 模具设计	403
9.7 装配模型的分解图	346	11.1 模具设计基础	403

11.1.1 创建模具模型.....	403	11.3.3 创建模具元件.....	418
11.1.2 设置收缩率.....	407	11.3.4 模具开模.....	419
11.1.3 创建成型工件.....	408	11.4 本章实例	420
11.2 创建浇铸系统.....	411	11.5 本章练习	427
11.2.1 创建流道.....	411	11.5.1 填空题.....	427
11.2.2 创建浇口.....	413	11.5.2 选择题.....	428
11.3 创建模具型腔.....	415	11.5.3 简答题.....	428
11.3.1 创建分型面.....	415	11.5.4 上机题.....	428
11.3.2 分割模具体积块	417		

第1章 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0简介

Pro/ENGINEER 是美国参数技术公司(Parametric Technology Corporation, PTC)推出的 CAD/CAE/CAM 设计软件,它包含许多先进的设计理念,是一套从设计、分析到生产的机械自动化软件包,是一个参数化、基于特征的实体造型系统。Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 功能强大,可用于机械设计、功能仿真、加工制造和数据管理等领域,为用户提供了功能全面、集成紧密的产品开发环境。

本章重点内容如下:

- Pro/ENGINEER 简介
- Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 的用户界面
- 文件操作
- 视图操作
- 设置工作环境
- 鼠标操作

1.1 Pro/ENGINEER 概述

20 世纪 90 年代以后,参数化造型理论成为 CAD 技术的重要基础理论。美国 PTC 公司率先使用参数化设计思想开发出 CAD 软件,其主流产品就是 Pro/ENGINEER。

1.1.1 Pro/ENGINEER 的发展历程

Pro/ENGINEER 是世界上最成功的 CAD/CAM 软件之一。PTC 公司于 1985 年成立于波士顿,1988 年发布了 Pro/ENGINEER 软件的第一个版本,现在已经发展成为全球 CAD/CAM/CAE/PDM 领域具有代表性的软件公司,其软件产品的总设计思想体现了机械设计自动化(Mechanical Design Automation, MDA)软件的新发展。Pro/ENGINEER 自面世后以其优异的使用性能获得了众多 CAD 用户的认可。

Pro/ENGINEER 经历 20 余年的发展后,技术上逐步成熟,已经成为当前三维建模软件的领军者。在 Pro/ENGINEER 的 Wildfire 系列推出前,最近的几个版本是 Pro/ENGINEER R20、Pro/ENGINEER 2000i、Pro/ENGINEER 2000i² 和 Pro/ENGINEER 2001。每个版本都有代表性的先进设计思想,例如,R20 版本中的窗口程序界面和智能草绘模式,2000i 版本中的行为建模和大型装配功能,2000i² 版本中的可视化检索和目的管理器,2001 版本中的直接建模和同步工程等。

2003 年,PTC 推出了 Wildfire 版,全面改进了软件的用户界面,对各设计模块重新进行功能组合,进一步完善了部分设计功能,使软件的界面更友好,使用更方便,设计能力更强

大。两年后 PTC 推出 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0。2006 年 4 月, Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 正式推出。2007 年 7 月, Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 面世。2009 年 4 月, 推出了 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0。

Pro/ENGINEER Wildfire 是并行工程(Concurrent Engineering)观念的产物, 为现今的 CAD/CAM 应用提供了优良的软件工作环境。并行工程是对产品及其相关过程(包括制造过程和支持过程)进行并行、集成化处理的系统方法和综合技术。它要求产品开发人员从一开始就考虑到产品全生命周期(从概念形成到产品报废)内各阶段的因素(如功能、制造、装配、作业调度、质量、成本、维护与用户需求等), 并强调各部门的协同工作, 通过建立各决策者之间的有效信息交流与通信机制, 综合考虑各相关因素的影响, 使后续环节中可能出现的问题在设计早期阶段就被发现, 并得到解决, 从而使产品在设计阶段具有良好的可制造性、可装配性、可维护性及回收再生等方面的特性, 最大限度地减少设计反复, 缩短设计、生产准备和制造时间。

PTC 公司提出了单一数据库、参数化、基于特征和全相关的三维设计概念, 这种概念改变了机械 CAD/CAE/CAM 的传统观念, 逐渐成为当今世界机械 CAD/CAE/CAM 领域的新标准。Pro/ENGINEER 是采用参数化设计思想开发出来的第三代 CAD/CAE/CAM 产品, 该软件提供了目前所能达到的最全面、集成最紧密的产品开发环境, 将产品涉及生产的整个过程集成到一起, 让更多用户能同时参与到某一产品的设计制造任务中, 实现了所谓的并行工程。

1.1.2 Pro/ENGINEER 的主要模块及应用领域

Pro/ENGINEER 广泛应用于机械、模具、工业设计、汽车、航空航天、电子、家电、玩具等行业, 是一个全方位的三维产品开发软件。它集三维实体造型、模具设计、钣金设计、铸件设计、装配模拟、加工仿真、NC 自动编程、有限元分析、电路布线、装配管路设计、产品数据库管理等功能于一体。

1. 机械设计(CAD)模块

机械设计模块是一个高效的三维机械设计工具, 可用来绘制任意复杂形状的零件。在实际中存在大量形状不规则的物体表面, 随着人们生活水平的提高, 对曲面产品的需求将会大大增加。用 Pro/ENGINEER 生成曲面仅需两三步。Pro/ENGINEER 生成曲面的方法有: 拉伸、旋转、放样、扫掠、网格、点阵等。由于生成曲面的方法较多, 因此, Pro/ENGINEER 可以迅速建立任意复杂曲面。它既能作为高性能系统独立使用, 又能与其他实体建模模块结合起来使用, 它支持 GB、ANSI、ISO 和 JIS 等标准。

机械设计模块包括 PRO/ASSEMBLY(实体装配)、PRO/CABLING(电路设计)、PRO/PIPING(弯管铺设)、PRO/REPORT(应用数据图形显示)、PRO/SCAN-TOOLS(物理模型数字化)、PRO/SURFACE(曲面设计)和 PRO/WELDING(焊接设计)。

2. 功能仿真(CAE)模块

功能仿真模块主要用于有限元分析。机械零件的内部变化情况是难以知晓的。有限元仿真使用户有了一双慧眼, 能“看到”零件内部的受力状态。利用该功能, 在满足零件受力要

求的基础上,便可充分优化零件的设计。

功能仿真模块包括 PRO/FEMPOST(有限元分析)、PRO/MECHANICA CUSTOMLOADS(自定义载荷输入)、PRO/MECHANICA EQUATIONS(第三方仿真程序连接)、PRO/MECHANICA MOTION(指定环境下的装配体运动分析)、PRO/MECHANICA TIRE MODEL(车轮动力仿真)、PRO/MECHANICA THERMAL(热分析)、PRO/MECHANICA VIBRATION(震动分析)、PRO/MESH(有限元网格划分)。

3. 制造(CAM)模块

在机械行业中用到的制造模块中的功能是 NC Machining(数控加工)。

制造模块包括 PRO/CASTING(铸造模具设计)、PRO/MFG(电加工)、PRO/MOLDESIGN(塑料模具设计)、PRO/SHEETMETAL(钣金设计)、PRO/NC-CHECK(NC 仿真)、PRO/NCPOST(CNC 程序生成)。

4. 工业设计(CAID)模块

工业设计模块主要用于产品的几何设计。以前,在零件未制造出时,是无法观看零件形状的,只能通过二维平面图进行想象。现在,用 3DS 可以生成实体模型,但用 3DS 生成的模型在工程实际中是“中看不中用”。用 Pro/ENGINEER 生成的实体建模,中看又实用。事实上,Pro/ENGINEER 后阶段的各个工作数据的产生都要依赖于实体建模所生成的数据。

工业设计模块包括 PRO/3D PAINT(3D 建模)、PRO/ANIMATE(动画模拟)、PRO/PERSPECTA-SKETCH(图片转三维模型)、PRO/NETWORKANIMATOR(网络动画合成)、PRO/DESIGNER(概念设计)、PRO/PHOTORENDER(图片渲染)。

5. 数据管理(PDM)模块

数据管理模块在计算机上对产品性能进行测试仿真,找出造成产品各种缺陷的原因,排除产品产生的,改进产品设计。数据管理模块自动跟踪创建的数据,这些数据包括存储在模型文件或库中零件的数据。数据管理模块通过一定的机制,保证了所有数据的安全及存取方便。

数据管理模块包括 PRO/PDM(数据管理)、PRO/REVIEW(模型图纸评估)。

6. 数据交换(Geometry Translator)模块

目前有许多 CAD 系统,如 EUCLID、Cimatron、MDT、CATIA、SolidWorks、Inventor、UG 等,由于它们门户有别,所以自己的数据都难以被对方所识别。但在实际工作中,往往需要接受别的 CAD 数据。这时数据交换模块就会发挥作用。

数据交换模块包括 PRO/CAT(Pro/E 和 CATIA 的数据交换)、PRO/CDT(二维工程图接口)、PRO/DATA FOR PDGS(Pro/E 和福特汽车设计软件的接口)、PRO/DEVELOP(Pro/E 软件开发)、PRO/DRAW(二维数据库数据输入)、PRO/INTERFACE FOR STEP(STEP/ISO 10303 数据和 Pro/E 交换)、PRO/INTERFACE(工业标准数据交换格式扩充)、PRO/LEGACY(线架/曲面维护)、PRO/LIBRARYACCESS(Pro/ENGINEER 模型数据库导入)、PRO/POLT(HPGL/ POSTSCRIPTA 数据输出)。

1.1.3 Pro/ENGINEER 核心设计思想

在众多 CAD 软件中, Pro/ENGINEER 以其强大的三维处理功能和先进的设计理念吸引了众多专业设计者, 并在逐步扩大市场份额。与其他 CAD 软件相比, Pro/ENGINEER 具有鲜明的特点。作为软件用户, 在使用之前必须深刻领会该软件的典型设计思想。下面将重点介绍 Pro/ENGINEER 的核心设计思想。

1. 基于特征

“特征”是对具有相同属性的具体事物的抽象。特征是 Pro/ENGINEER 中最基本的概念。在 Pro/ENGINEER 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。

(1) 特征分类

在 Pro/ENGINEER 中, 特征种类丰富, 不同的特征具有不同的特点和用途, 创建方法也有较大差异。设计中常常用到以下几类特征。

① 实体特征

使用 Pro/ENGINEER 创建的三维实体模型、零件或装配部件的实际形状和外观一目了然。实体特征是构建实体模型的基本组成单元, 具有特定的形状, 又有质量、厚度以及体积等物理属性。一般来说, 对实体特征的描述相对简单, 只需要一组有限数量的尺寸参数即可确定特征的形状。实体特征在 CAD 建模中占有重要的地位, 是主要的设计对象。

对实体模型进行质量分析将获得详细的质量属性参数, 如图 1-1 所示。当实体模型的参数发生改变时, 其质量属性会自动更新。

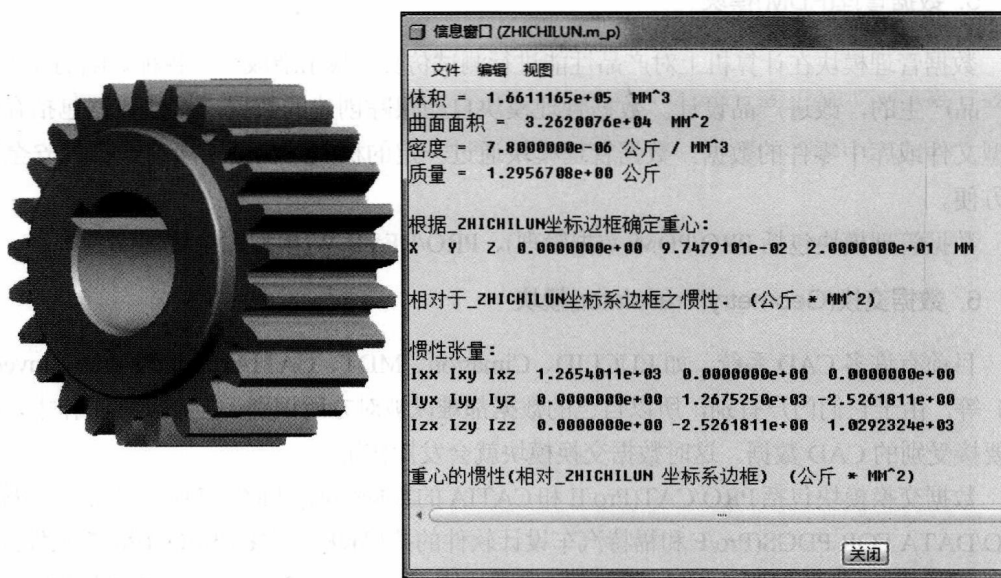


图 1-1 实体模型质量分析

此外, 通过实体模型可以检查装配部件中零件与零件之间的公差、间隙和干涉等情况。

根据建模方法和原理的差异,把实体特征进一步划分为以下两种类型。

- 基础实体特征:基础实体特征在设计中具有基础地位,是模型设计的起点,包括拉伸特征、旋转特征、扫描特征、混合特征和造型特征等。
- 工程特征:工程特征是放置在基础实体特征之上的特征,包括孔特征、壳特征、筋特征、拔模特征、圆角特征和倒角特征等。工程特征的创建必须依赖已经存在的基础实体特征,且具有相对固定的形状和用途。

② 曲面特征

与实体模型相比,曲面是一种没有质量、厚度和体积的几何特征,而且精确描述曲面也比较复杂。目前,Coons 曲面、张量积曲面、Bezier 曲面、B 样条曲面以及非均匀有理 B 样条(NURBS)曲面等参数曲面为曲面造型提供了强大的技术支持。

③ 基准特征

基准特征是指模型设计的基准点、基准轴、基准曲线、基准平面以及基准坐标系等。基准特征主要用来辅助三维模型的创建,如图 1-2 所示。在模型创建过程中,可以通过基准工具显示控制按钮控制基准特征的显示与隐藏。

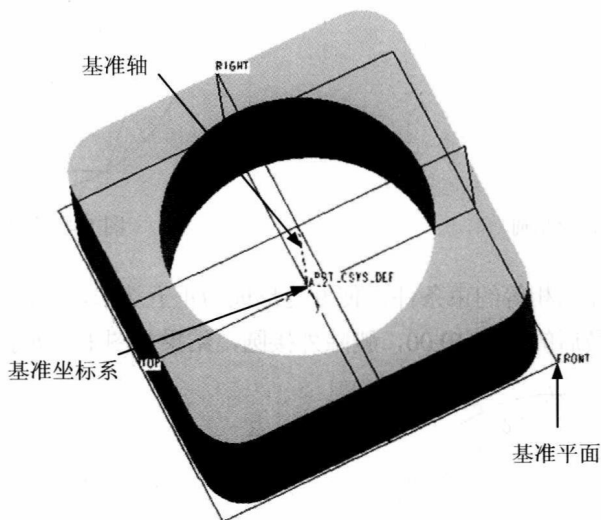


图 1-2 基准特征

(2) 特征建模原理

在 Pro/ENGINEER 中,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,创建模型的过程也是按照一定顺序一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“模型树”来实现对特征的管理。在模型树中,按照特征创建的先后顺序,系统列出了组成模型的各个特征的详细列表,并为每个特征分配了一个标识。模型树记录了模型创建轨迹,方便设计者修改和完善设计意图。

用户在使用 Pro/ENGINEER 进行三维实体建模时,一般应该在满足设计要求的前提下,尽量减少特征的数量。

2. 参数化设计

在早期 CAD 软件中, 为了得到准确的几何图形, 设计者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/ENGINEER 引入了参数化设计思想, 创建模型以尺寸数值为设计依据。设计者可以在绘图时暂时舍弃大多数烦琐的设计限制, 只需抓住图形的某些典型特征绘制图形, 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边长为 10.00 的正五边形, 可按照以下操作完成。

(1) 绘制任意直径的圆, 如图 1-3 所示。

(2) 在圆内部绘制该圆的一个内接五边形, 如图 1-4 所示。

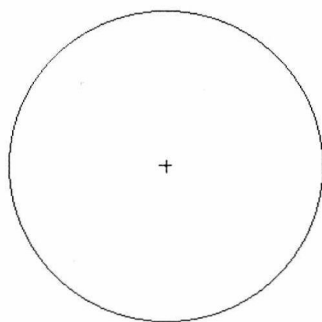


图 1-3 绘制圆

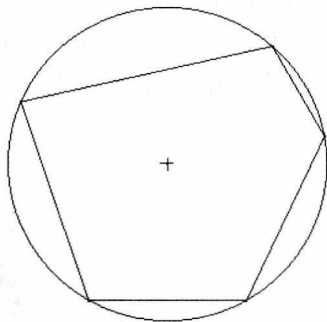


图 1-4 绘制五边形

(3) 在各边之间加入相等约束条件, 使五边形成为正五边形, 如图 1-5 所示。

(4) 修改边长为最后的尺寸 10.00, 删除外接圆, 结果如图 1-6 所示。

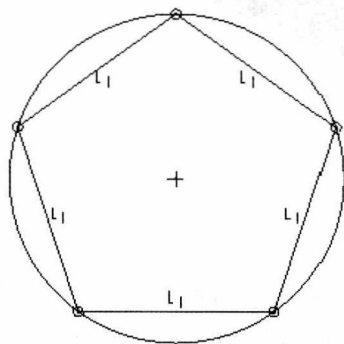


图 1-5 绘制正五边形

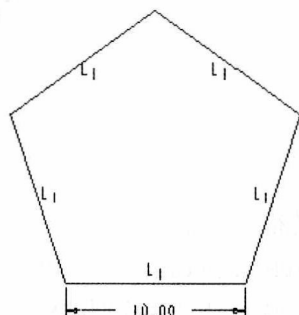


图 1-6 最后的结果

在整个绘图过程中, 设计者基本上不用关心线段的尺寸和位置的准确与否, 绘制过程快速轻松, 真正体现了设计的人性化。

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

在图 1-7 所示的模型上使用特征阵列的方法创建一组圆孔, 选取圆孔特征作为修改对象, 系统显示该特征的所有参数, 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。

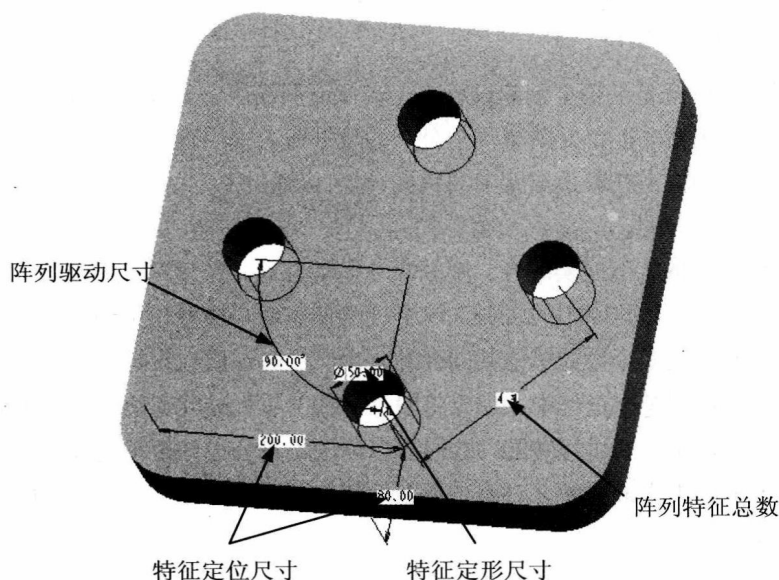


图 1-7 模型特征参数修改入口

- 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位置的一组参数, 这些参数包括尺寸参数。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, 阵列驱动尺寸决定了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。

修改以上任何一个参数都可以重新调整特征的设计意图。如修改阵列驱动尺寸及阵列特征总数, 实际上是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 1-8 所示。此外, 可以重新定义圆孔截面修改圆孔形状, 结果如图 1-9 所示。

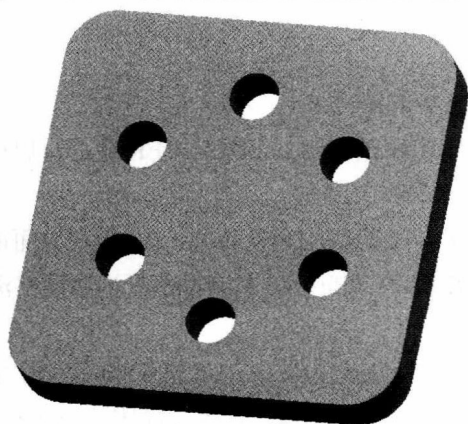


图 1-8 改变阵列特征

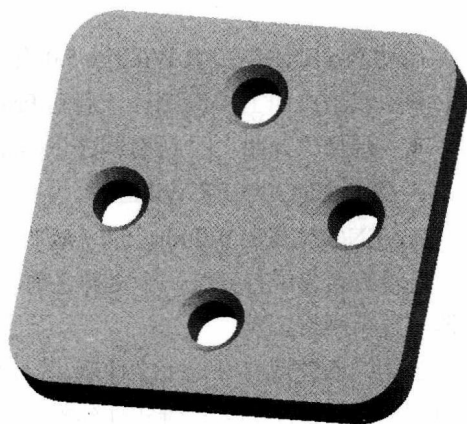


图 1-9 改变圆孔特征

除了通过模型上的尺寸作为模型编辑入口外, 还可以通过参数和关系式创建参数化模