

中文版 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 基础教程

- ◆ 建模基础知识
- ◆ Pro/ENGINEER 基础操作
- ◆ 草图的绘制
- ◆ 三维实体建模
- ◆ 高级特征建模
- ◆ 模型的装配
- ◆ 工程图的创建



宁涛 王飞 岳荣刚 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 4.0 基础教程

宁涛 王飞 岳荣刚 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 的应用知识, 主要内容包括基本建模知识、二维草绘、三维实体建模、高级特征建模、模型的装配以及工程图的创建方法。在讲解过程中辅以典型的实例解析, 以便读者彻底了解并掌握 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 的应用知识、操作方法和技巧。

本书结构清晰, 实例丰富, 注重实用性, 对实例所涉及的知识点和操作步骤都有非常详细的介绍, 使读者能够迅速掌握 Pro/ENGINEER Wildfire 的精髓。

本书既可以作为大中专院校机械设计相关专业的教材, 也可供各类工程技术人员和工科院校相关专业的学生参考。

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 4.0 基础教程/宁涛, 王飞 岳荣刚 编著. —北京: 清华大学出版社, 2008.3
(高等学校计算机应用规划教材)

ISBN 978-7-302-17024-2

I. 中… II. ①宁…②王…③岳… III. 机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 4.0
—高等学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 017592 号

责任编辑: 王 定 高晓晴

装帧设计: 孔祥丰

责任校对: 胡雁翎

责任印制: 何 芊

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

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机: 010-62770175

邮购热线: 010-62786544

投稿咨询: 010-62772015

客户服务: 010-62776969

印 刷 者: 北京市人民文学印刷厂

装 订 者: 三河市漂源装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 25.25 字 数: 630 千字

版 次: 2008 年 3 月第 1 版 印 次: 2008 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1~5000

定 价: 36.00 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: 025478-01

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 能将设计至生产的全过程集成到一起,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 4.0 中文版是 Pro/ENGINEER 软件的最新版本,与之前版本相比,该版本增加了很多新功能,如草图的绘制、自动倒圆角、快速装配、快速钣金以及快速 CAM 等,可以帮助用户更快、更轻松地完成工作。

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

第 1 章和第 2 章介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 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 3 章为草绘的知识,重点学习草图绘制的概念、方法和过程。

第 4 章为基准特征的知识,包括基准平面、基准轴、基准点、基准曲线以及基准坐标系的创建,可以更加方便用户建模。

第 5 章为草图基础特征,重点学习最基础的拉伸、旋转、扫描以及混合等特征,这一章是 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 6 章为工程特征,重点学习孔、壳、筋、拔模以及倒圆角工具的使用方法。

第 7 章为高级特征,该特征可以创建基础特征较为难以实现的曲面或者实体,重点学习扫描混合、螺旋扫描、边界混合以及可变剖面扫描。

第 8 章为复杂的高级特征,此特征建模是 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 提供的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 章为特征的编辑,重点学习模型树、特征编辑、特征复制和特征阵列。

第 10 章为模型的装配,利用 Pro/ENGINEER 提供的“组件”模块可实现模型的组装。在 Pro/ENGINEER 系统中,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。本章重点学习装配的方法、装配约束以及装配的流程。

第 11 章为工程图的设计,重点学习视图操作、模版设计、标题栏设计及工程图标注等功能。

本书采用由浅入深、循序渐进的讲述方法,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。

在编写本书的过程中,参考了大量的 Pro/ENGINEER 的资料与图书,无法一一列出,在此表示深深的感谢。最后感谢我的家人对我的理解和支持。

本书的实例源文件和教学课件可通过 <http://www.tupwk.com.cn/downpage> 下载。

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

2008年1月

目 录

第 1 章 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0

简介..... 1

1.1 计算机辅助设计(CAD)技术

概述..... 1

1.1.1 CAD 技术的发展历程..... 1

1.1.2 常用 CAD 软件及其特点..... 2

1.2 Pro/ENGINEER 简介..... 4

1.2.1 Pro/ENGINEER 的发展历程..... 4

1.2.2 Pro/ENGINEER 的主要模块及 应用领域..... 5

1.2.3 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 的 新增功能..... 7

1.3 Pro/ENGINEER 核心设计思想..... 8

1.3.1 基于特征..... 8

1.3.2 参数化设计..... 11

1.3.3 单一数据库与全相关..... 13

1.3.4 父子关系..... 14

1.4 本章练习..... 14

第 2 章 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0

操作基础..... 15

2.1 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0

的用户界面..... 15

2.1.1 标题栏..... 16

2.1.2 菜单栏..... 16

2.1.3 工具栏..... 17

2.2 文件操作..... 18

2.2.1 新建文件..... 18

2.2.2 文件类型..... 19

2.2.3 打开文件..... 19

2.2.4 保存和备份..... 21

2.2.5 拭除和删除..... 22

2.2.6 重命名..... 22

2.3 视图操作..... 23

2.3.1 模型显示..... 23

2.3.2 视图控制..... 24

2.3.3 视图方向..... 28

2.4 设置工作环境..... 29

2.4.1 设置工作目录..... 29

2.4.2 自定义工具栏..... 31

2.4.3 显示设置..... 31

2.4.4 单位设置..... 36

2.5 入门实例..... 39

2.6 本章练习..... 42

第 3 章 绘制草图..... 45

3.1 草绘基本概念..... 45

3.1.1 进入草绘环境..... 45

3.1.2 设置草绘环境..... 47

3.1.3 设置草绘器颜色..... 49

3.2 草图绘制..... 49

3.2.1 直线..... 50

3.2.2 矩形..... 51

3.2.3 圆..... 51

3.2.4 圆弧..... 53

3.2.5 样条曲线..... 55

3.2.6 圆角..... 55

3.2.7 点和坐标系..... 56

3.2.8 文本..... 56

3.2.9 调色板..... 58

3.3 草图编辑..... 59

3.3.1 镜像..... 59

3.3.2 缩放和旋转..... 60

3.3.3 修改..... 60

3.3.4 撤销与重做	62	4.9 本章练习	116
3.3.5 修剪	63	第5章 基础特征	117
3.4 草图标注	64	5.1 基础特征概述	117
3.4.1 线性标注	64	5.2 拉伸特征	118
3.4.2 圆和圆弧尺寸标注	65	5.2.1 拉伸特征界面	119
3.4.3 角度标注	67	5.2.2 拉伸特征类型	120
3.5 几何约束	68	5.2.3 拉伸特征的深度类型	120
3.5.1 竖直约束	69	5.2.4 拉伸特征实例	122
3.5.2 水平约束	69	5.3 旋转特征	125
3.5.3 正交约束	70	5.3.1 旋转特征界面	126
3.5.4 相切约束	70	5.3.2 旋转特征类型	127
3.5.5 中点约束	70	5.3.3 旋转特征的方向与角度	128
3.5.6 对齐约束	71	5.3.4 旋转特征实例	128
3.5.7 对称约束	71	5.4 扫描特征	131
3.5.8 相等约束	72	5.4.1 扫描特征界面	131
3.5.9 平行约束	72	5.4.2 扫描特征类型	133
3.6 本章实例	73	5.4.3 扫描特征实例	134
3.7 本章练习	79	5.5 混合特征	138
第4章 基准特征	81	5.5.1 混合特征界面	138
4.1 常用的基准特征	81	5.5.2 混合特征产生的方式	139
4.2 基准特征的设置	82	5.5.3 混合特征设置选项	141
4.3 基准平面	83	5.5.4 混合点	143
4.3.1 基准平面概述	83	5.5.5 混合特征实例一	144
4.3.2 基准平面的创建	84	5.5.6 混合特征实例二	148
4.4 基准轴	93	5.6 本章实例	151
4.4.1 基准轴概述	93	5.7 本章练习	155
4.4.2 基准轴的创建	93	第6章 工程特征	157
4.5 基准点	99	6.1 工程特征概述	157
4.5.1 基准点概述	99	6.2 孔特征	157
4.5.2 基准点的创建	99	6.2.1 孔特征对话框	158
4.6 基准曲线	106	6.2.2 孔特征上滑面板	160
4.6.1 基准曲线概述	106	6.2.3 孔特征实例	165
4.6.2 基准曲线的创建	106	6.3 抽壳特征	168
4.7 基准坐标系	110	6.3.1 壳特征对话框	169
4.7.1 基准坐标系概述	110	6.3.2 壳特征上滑面板	169
4.7.2 基准坐标系的创建	111	6.3.3 抽壳特征实例	171
4.8 本章实例	114		

6.4 筋特征	173
6.4.1 筋特征对话框	174
6.4.2 筋特征上滑面板	174
6.4.3 筋特征实例	175
6.5 拔模特征	177
6.5.1 拔模特征对话框	178
6.5.2 拔模特征上滑面板	178
6.5.3 拔模特征实例	182
6.6 圆角特征	186
6.6.1 倒圆角特征对话框	187
6.6.2 倒圆角特征上滑面板	187
6.6.3 自动倒圆角对话框	189
6.6.4 自动倒圆角上滑面板	190
6.6.5 圆角特征实例	191
6.7 倒角特征	194
6.7.1 边倒角	195
6.7.2 拐角倒角	197
6.7.3 倒角特征实例	198
6.8 本章实例	200
6.9 本章练习	205
第7章 高级特征	207
7.1 高级特征介绍	207
7.2 扫描混合	207
7.2.1 扫描混合对话框	208
7.2.2 扫描混合上滑面板	208
7.2.3 扫描混合特征实例	215
7.3 螺旋扫描	217
7.3.1 螺旋扫描特征界面	217
7.3.2 螺旋扫描特征实例1	218
7.3.3 螺旋扫描特征实例2	222
7.4 可变剖面扫描	224
7.4.1 可变剖面扫描特征对话框	225
7.4.2 可变剖面扫描特征上滑面板	225
7.4.3 可变剖面扫描特征实例	229
7.5 边界混合	231

7.5.1 边界混合特征对话框	232
7.5.2 边界混合特征上滑面板	232
7.5.3 边界混合特征实例	237
7.6 本章实例	240
7.7 本章练习	251
第8章 复杂高级特征	253
8.1 复杂高级特征介绍	253
8.2 实体修改类建模	254
8.2.1 局部推拉	254
8.2.2 半径圆顶	257
8.2.3 剖面圆顶	258
8.3 折弯与展平类建模	261
8.3.1 环形折弯	261
8.3.2 骨架折弯	263
8.4 特殊形状类建模	266
8.4.1 管道特征	266
8.4.2 轴特征	268
8.4.3 唇特征	270
8.4.4 法兰特征	271
8.4.5 环形槽特征	273
8.4.6 耳特征	274
8.4.7 槽特征	276
8.5 本章实例	277
8.6 本章练习	282
第9章 特征编辑	285
9.1 特征编辑基本概念	285
9.1.1 模型树	285
9.1.2 特征的父子关系	286
9.2 特征删除	287
9.3 特征隐含	288
9.4 特征隐藏	289
9.5 特征插入	290
9.6 特征排序	291
9.7 特征重定义	292
9.8 编辑成组	294
9.9 复制	295

9.9.1	复制特征概述	295
9.9.2	新参考方式复制	296
9.9.3	相同参考方式复制	298
9.9.4	镜像方式复制	299
9.9.5	移动方式复制	300
9.10	阵列	303
9.10.1	阵列特征对话框	303
9.10.2	阵列特征上滑面板	307
9.10.3	尺寸阵列实例	309
9.10.4	方向阵列实例	311
9.10.5	轴阵列实例	312
9.10.6	表阵列实例	313
9.10.7	参照阵列实例	314
9.10.8	填充阵列实例	314
9.10.9	曲线阵列实例	316
9.11	本章实例	317
9.12	本章练习	323
第 10 章	零件装配	325
10.1	装配文件的建立	325
10.2	元件组装概述	326
10.2.1	元件装配特征对话框	327
10.2.2	元件装配上滑面板	328
10.2.3	元件显示方式	329
10.2.4	组装元件放置方式	330
10.3	组装元件约束类型	331
10.4	元件的装配过程	335
10.5	元件的操作	342
10.5.1	重定义装配方式	342
10.5.2	打开元件	342
10.5.3	修改元件	342
10.6	元件的显示	344
10.6.1	简化显示	344
10.6.2	“样式”视图	346
10.7	装配模型分解图	348
10.8	本章实例	350
10.9	本章练习	355

第 11 章	工程图设计	359
11.1	工程图基础	359
11.1.1	工程图环境概述	359
11.1.2	设置工程图环境	360
11.2	建立视图	361
11.2.1	建立工程图文件	361
11.2.2	一般视图	362
11.2.3	投影视图	367
11.2.4	辅助视图	368
11.2.5	详细视图	369
11.2.6	旋转视图	370
11.2.7	剖面视图	371
11.3	视图编辑	376
11.3.1	移动和对齐视图	376
11.3.2	拭除、恢复和删除 视图	377
11.4	工程图标注	378
11.4.1	尺寸类型	378
11.4.2	创建驱动尺寸	378
11.4.3	手动创建尺寸	380
11.4.4	标注公差	383
11.4.5	标注表面粗糙度	385
11.4.6	添加注释和表	386
11.5	本章实例	389
11.6	本章练习	394

第1章 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0

简介

Pro/ENGINEER 是美国参数技术公司(Parametric Technology Corporation, 简称 PTC)的最新一代 CAD/CAE/CAM 软件, 它包含许多先进的设计理念, 是一套设计至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 4.0 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, 为用户提供了目前功能最全面、集成最紧密的产品开发环境。本章重点内容如下:

- 计算机辅助设计(CAD)技术及常用 CAD 软件
- Pro/ENGINEER 的发展历程
- Pro/ENGINEER 的主要模块及应用领域
- Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 的新增功能
- Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 核心设计思想

1.1 计算机辅助设计(CAD)技术概述

计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)技术以计算机、外围设备及其系统软件为基础, 包括二维绘图设计、三维几何造型设计、有限元分析(FEA)及优化设计、数控加工编程(NCP)、仿真模拟及产品数据管理等。随着 Internet/Intranet 网络和并行、高性能计算及事务处理的普及, 异地、协同、虚拟设计及实时仿真也得到了广泛应用。

1.1.1 CAD 技术的发展历程

CAD 技术起步于 20 世纪 50 年代后期, 进入 60 年代, 随着在计算机屏幕上绘图变为可行而开始迅速发展。人们希望借助此项技术来摆脱繁琐、费时、绘制精度低的传统手工绘图。此时 CAD 技术的出发点是用传统的三视图方法来表达零件, 以图纸为媒介进行技术交流, 这就是二维计算机绘图技术。

在 CAD 软件发展初期, CAD 的含义仅仅是图板的替代品, 即 Computer Aided Drawing(or Drafting), 而非现在我们经常讨论的 CAD(Computer Aided Design)所包含的全部内容。这个时期的 CAD 技术以交互式二维绘图为主, 其三维结构设计主要采用较为简单的线框模型, 在算法上主要使用解析几何的方法定义基本图形元素, 以此绘制由直线、圆弧和曲线组成的图

形。这只能表达几何信息,不能表达几何数据间的拓扑关系,CAE(计算机辅助工程)和 CAM(计算机辅助制造)都无法实现。

CAD 技术以二维绘图为主要目标的算法一直持续到 70 年代末期,以后作为 CAD 技术的一个分支而相对单独、平稳地发展。

进入 80 年代以来,32 位微机工作站和微型计算机的发展和普及,再加上功能强大的外围设备,如大型图形显示器、绘图仪、激光打印机的问世,极大地推动了 CAD 技术的发展。与此同时,CAD 技术理论也经历了几次重大的创新,形成了曲面造型、实体造型、参数化设计及变量化设计等系统。CAD 软件已做到设计与制造过程的集成,不仅可进行产品的设计计算和绘图,而且能实现自由曲面设计、工程造型、有限元分析、机构仿真、模具设计制造等各种工程应用。

现在,CAD 技术已全面进入实用化阶段,广泛服务于机械、建筑、电子、宇航、纺织等领域的产品总体设计、造型设计、结构设计、工艺过程设计等环节。

1.1.2 常用 CAD 软件及其特点

CAD 技术经过几十年的发展,出现了一批比较优秀的商业化软件,下面简要介绍国外和国内常用的 CAD 系统及其特点。

1. 国外软件

(1) AutoCAD

AutoCAD 是 Autodesk 公司的主导产品,是当今最流行的二维绘图软件。AutoCAD 有强大的二维功能,如绘图、编辑、剖面线、图案绘制、尺寸标注以及二次开发等功能,同时有部分三维功能。AutoCAD 以 AutoLISP、ADS、ARX 作为其二次开发工具。在许多实际应用领域(如机械、电子、建筑)中,一些软件开发商在 AutoCAD 基础上已经开发出许多符合实际应用的软件。在我国,工业设计平面绘图基本上以 AutoCAD 为主。

(2) Cimatron

Cimatron 是以色列 Cimatron 公司的 CAD/CAM/PDM 产品,是较早地在微机平台上实现三维 CAD/CAM 全功能的系统。该系统提供了比较灵活的用户界面,优良的三维造型、工程绘图,全面的数控加工,各种通用、专用数据接口以及集成化的产品数据管理。Cimatron 在国际模具制造业备受欢迎。

(3) Solidedge

Solidedge 是真正的 Windows 软件。它不是将工作站软件生硬地搬到 Windows 平台上,而是充分利用 Windows 的先进技术 COM 重写代码。Solidedge 与 Microsoft Office 兼容,与 Windows 的 OLE 技术兼容,这使设计者使用 Solidedge 时,能够进行 Windows 下的文字处理、电子报表、数据库操作等。

Solidedge 是基于参数和特征实体造型的新一代机械设计 CAD 系统,是为设计者专门开发、易于理解和操作的实体造型系统。

(4) UG 与 I-DEAS

UG 即 Unigraphics,是 UGS 公司的拳头产品。UG 最早应用于美国麦道飞机公司,它是

从二维绘图、数控加工编程、曲面造型等功能发展起来的软件。20 世纪 90 年代初,美国通用公司选中 UG 作为全公司的 CAD/CAE/CAM/CIM 主导系统,这进一步推动了 UG 的发展。

优越的参数化和变量化技术与传统的实体、线框和表面功能结合,使 UG 被大多数 CAD/CAM 软件厂商所采用。

I-DEAS 是美国 SDRC 公司开发的 CAD/CAM 软件。该公司是国际上著名的机械 CAD/CAE/CAM 公司,在全球享有盛誉。国外许多著名公司,如波音、福特、索尼、三星、现代等公司都是 SDRC 公司的大客户和合作伙伴。I-DEAS 在 CAD/CAE 一体化技术方面一直居世界之冠,软件包含结构分析、热力分析、优化设计、耐久性分析等真正提高产品性能的高级分析功能。

目前 UG 和 I-DEAS 两个软件都集成在 UGS PLM Solutions 中,各自技术优势都得到了发挥,确保了市场占有率。

(5) Solidworks

Solidworks 是生信国际有限公司推出的基于 Windows 的机械设计软件。它是以 Windows 为平台,以 Solidworks 为核心的各种应用的集成,包括结构分析、运动分析、工程数据管理和数控加工等。Solidworks 是全参数化特征造型软件,可以十分方便地实现复杂的三维零件实体造型、复杂装配和生成工程图。

(6) Pro/ENGINEER

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、全相关的概念改变了机械 CAD/CAE/CAM 的传统观念,这种全新的概念已经成为当今世界机械 CAD/CAE/CAM 领域的主要标准。Pro/ENGINEER 能将设计至生产的全过程集成到一起,让所有的用户能够同时进行同一产品的设计制造工作,即实现并行工程。

2. 国内软件

国内软件根据中国特色,发展了适合中国市场的产品,占据了自己的领域。

(1) CAXA 电子图板和 CAXA 制造工程师

CAXA 电子图板和 CAXA 制造工程师软件是北京北航海尔软件有限公司(原北京航空航天大学华正软件研究所)的产品。CAXA 电子图板是一套高效、方便、智能化的通用中文设计绘图软件,可以用作零件图、装配图、工艺图表、平面包装的设计,适合所有需要二维绘图的场所,使设计者可以把精力集中在设计构思上,彻底甩掉图板,满足现代企业快速设计、绘图、信息电子化的要求。

CAXA 制造工程师是面向机械制造业自主开发的、中文界面、三维复杂形面 CAD/CAM 软件。

(2) 开目 CAD

开目 CAD 是华中理工大学机械学院开发的具有自主知识产权的基于微机平台的 CAD 和图纸管理软件。它面向工程实际,模拟人的设计绘图思路,操作简便,机械绘图效率比 AutoCAD 高得多。开目 CAD 支持多种几何约束种类及多视图同时驱动,具有局部参数化的功能,能够处理设计中的过约束和欠约束情况。开目 CAD 实现了 CAD、CAPP、CAM 的集成,适合我国设计人员的习惯,是全国 CAD 应用工程主推产品之一。

(3) GS-CAD98

GS-CAD98 是浙江大天电子信息工程有限公司开发的基于特征的参数化造型系统。GS-CAD98 是一个具有完全自主版权、基于微机和中文 Windows 95/NT 平台的三维 CAD 系统。该软件是在国家“七五”重大攻关及 863/CIMS 主题目标产品开发成果的基础上,参照 SolidWorks 的用户界面风格及主要功能开发完成的。它实现了三维零件设计与装配设计,工程图生成的全程关联,在任一模块中所做的变更,在其他模块中都能自动地做出相应变更。

(4) 金银花系统

金银花(Lonicera)系统是由广州红地技术有限公司开发的基于 STEP 标准的 CAD/CAM 系统。该系统是国家科委 863/CIMS 主题在“九五”期间科技攻关的最新研究成果。该软件主要应用于机械产品设计和制造,可以实现设计/制造一体化和自动化。该软件起点高,以制造业最高国际标准 ISO-10303(STEP)为系统设计的依据。该软件采用面向对象的技术,使用先进的实体建模、参数化特征造型、二维和三维一体化、SDAI 标准数据存取接口技术;具备机械产品设计、工艺规划设计和数控加工程序自动生成等功能;同时还具有多种标准数据接口,如 STEP、DXF 等;支持产品数据管理(PDM)。目前金银花系统的系列产品包括:机械设计平台 MDA、数控编程系统 NCP、产品数据管理 PDS、工艺设计工具 MPP。机械设计平台 MDA(Mechanical Design Assistant)是金银花系列软件之一,是二维和三维一体化设计系统。目前,MDA1.7 版已投放市场,MDA99 版也已发布。“金银花”MDA 在国内率先实现商品化,并向国外三维 CAD 软件发出了强有力的挑战。

(5) 高华 CAD

高华 CAD 是由北京高华计算机有限公司推出的 CAD 产品。高华 CAD 系列产品包括计算机辅助绘图支撑系统 GHDrafting、机械设计及绘图系统 GHMDS、工艺设计系统 GHCAAP、三维几何造型系统 GHGEMS、产品数据管理系统 GHPDMS 及自动数控编程系统 GHCAM。其中,GHMDS 是基于参数化设计的 CAD/CAE/CAM 集成系统,具有全程导航、图形绘制、明细表的处理、全约束参数化设计、参数化图素拼装、尺寸标注、标准件库、图像编辑等功能模块。GHGEMS5.0 曾获第二届全国自主版权 CAD 支撑软件评测第一名。

1.2 Pro/ENGINEER 简介

20 世纪 90 年代以后,参数化造型理论已经成为 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。

1.2.1 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 领域最具代表性的著名软件公司,其软件产品的总设计思想体现了 MDA(Mechanical Design Automation,机械设计自动化)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 10 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。PTC 公司以每年推出一个新版本的速度不断改进软件的不足,并引入了先进的设计理念。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 版中的窗口程序界面和智能草绘模式,2000i 版中的行为建模和大型装配功能,2000i² 版中的可视化检索和目的管理器,2001 版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。

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的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的前期阶段就被发现,并得到解决,从而使产品在设计阶段便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,将产品涉及到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。

1.2.2 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、铸造件设计、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 可以迅速建立任何复杂曲面。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)、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/3DPAINT(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,这些数据包括存贮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)

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/ISO10303 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)。

1.2.3 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 的新增功能

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 的新增功能如下。

- 草图增加识别功能: Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 能为封闭的线进行视觉上的填充, 可以让用户在建模时知道, 有没有封闭草绘。
- 自动倒圆角: Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 的用户可以不加选择为整个模型进行倒圆角。
- 增加 Import DataDoctor(IDD)功能: Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 能从外部导入 IGS、STP 等文件, 使出现破面的修补变得更简单。
- 增加 surface remove 编辑特征: Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 新增 surface remove 编辑特征功能。这不仅只对圆角有用, 还可以很方便地删除柱子、筋、穿口、火山口、唇等。
- Mathcad-Pro/ENGINEER 综合化改进: Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 增加了与 Mathcad 的兼容性, 并做出了其他改进。
- 改进 ProductView 接口: Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 改进了 ProductView 接口, 现在将 ProductView 数据输入作为确切的几何表示法。
- AutoCAD DXF 和 DWG 改进: Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 针对 AutoCAD 接口升级, 升级后支持 AutoCAD 2005 和 AutoCAD 2006 格式。
- 3D PDF 输出: Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 增加了 3D PDF 输出功能, 为设计者后期编辑工作提供了便利。
- 改善 DataDoctor: Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 加强了 DataDoctor, DataDoctor (IDD) 环境提供进口的数据修改或再用的工具。
- 显示逐渐变细的螺纹: 在 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 之前, 逐渐变细的螺纹显示效果是被简化的, 在 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中, 螺纹显示效果是根据 ANSI、ISO 和 JIS 标准来显示的。
- 设置被显示数值的有效数字: 在 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中, 可以配置新选项 dim_trail_zero_max_places。设计者可以在 default_dec_places 中设置数值显示的有效数字位数。
- 增加 Visual Basic 应用程序编程接口(API): Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 增加了一个新编程的接口 Visual Basic, 方便更多用户进行二次开发。

以上简单的介绍了 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 在其常用的基本模块中的功能增强,其他模块如钣金、加工、逆向设计、结构强度分析等都有较大的变化。

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,并在逐步扩大占据的市场份额。与其他 CAD 软件相比, Pro/ENGINEER 具有鲜明的特点。作为软件用户,在使用软件之前必须深刻领会它们的典型设计思想。下面将重点介绍 Pro/ENGINEER 的核心设计思想。

1.3.1 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