

CAD/CAM/CAE 教学基地

Wildfire 5.0 中文版

Pro/ENGINEER

工业产品设计

基础与典型范例



翔宇工作室 刘国华 邢丽娟 编著
飞思数字创意出版中心 监制

- ✦ 一线设计师倾情奉献最前沿的工业产品设计理念
- ✦ 26 个经典实例，帮助读者提高实战能力
- ✦ 33 讲视频教学，时长达 350 分钟，学练结合，巩固学习效果
- ✦ 功能、命令详解与实例操作紧密结合，使学习方式更加科学、高效
- ✦ 通过本书的学习可以帮助读者设计出更富创新性的产品



DVD-ROM

包含实例源文件、完成文件及视频演示



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

CAD/CAM/CAE 教学基地

Wildfire 5.0 中文版

Pro/ENGINEER

工业产品设计

基础与典型范例



翔宇工作室 刘国华 邢丽娟 编著
飞思数字创意出版中心 监制



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书从软件的基本命令操作入手,以软件应用为主线,以实例为导向,根据由浅入深的原则、举一反三的方式,讲述了 Pro/ENGINEER 5.0 中创建模型的方法和操作步骤,使读者快速掌握模型的绘制思路 and 技巧。

本书图文并茂,讲解层次分明、思维清晰、重难点分析透彻、方法独到,把专业和软件知识点,有机地融合到每章的具体内容中。本书的实例经典、易掌握,内容新颖,编排有序,技巧点拨精准,能够开拓读者思维,提高读者阅读兴趣,使其掌握设计方法和思维技巧。

本书既可以作为大、中院校机械 CAD 等专业的教材,也可作为对制造行业有浓厚兴趣的读者自学的教程。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 中文版工业产品设计基础与典型范例/刘国华,邢丽娟编著.

北京:电子工业出版社,2011.4

(CAD/CAM/CAE 教学基地)

ISBN 978-7-121-12917-9

I. ①P… II. ①刘… ②邢… III. ①工业产品—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 IV. ①TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 020719 号

责任编辑:何郑燕

特约编辑:赵树刚

印 刷:北京天宇星印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:26 字数:665.6 千字 彩插:2

印 次:2011 年 4 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:59.00 元(含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前言

1985 年, PTC 公司成立于美国波士顿, 开始参数化建模软件的研究。1988 年, V1.0 的 Pro/ENGINEER 诞生了。经过 20 余年的发展, Pro/ENGINEER 已经成为三维建模软件的领头羊。目前已经发布了 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0。PTC 的系列软件包括了在工业设计和机械设计等方面的多项功能, 还包括对大型装配体的管理、功能仿真、制造、产品数据管理等。Pro/ENGINEER 还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。

本书内容

本书深入浅出地讲解了 Pro/ENGINEER 5.0 中的草绘命令、零部件设计、工程图、曲面设计等基本功能。在每章的最后, 以实例分析和实现为特点, 进一步讲述所学知识的使用, 以及草图绘制的基本方法。本书最后以 3 个典型实例讲解了在 Pro/ENGINEER 5.0 中工程设计的过程, 更有利于初级、中级学习者对所学的知识巩固。

本书基本涵盖了 Pro/ENGINEER 5.0 的草图设计、零件设计、曲面设计、装配设计四大部分。从基本操作到模型设计、从概念到综合实例、从 2D 设计到装配设计, 讲述了模块中各工具的操作方法、使用步骤和基本功能。

本书的特点主要体现在以下几个方面。

- 本书的编排采用循序渐进的方式, 适合初级、中级学者逐步掌握 Pro/ENGINEER 5.0 软件使用的基本操作方法, 使用软件进行产品设计的精髓。
- 本书以知识点为介绍单元, 以经典实例透彻地剖解每个知识点, 让读者从入门到精通。
- 本书对各知识点讲解时, 采用了浅显易懂的例子, 容易上手操作, 且每个例子讲解的步骤简单全面、易于理解、便于操作。
- 本书对关键性的技巧, 以“注意”提醒读者, 减少读者不必要的时间和精力去琢磨和研究它。
- 本书内容翔实, 选例典型, 针对性强, 叙述言简意赅、清晰流畅、讲解透彻, 能使读者快速掌握 Pro/ENGINEER 5.0 设计的应用要领。

本书特色

本书从软件的基本命令的操作入手, 以软件的应用为主线, 以实例为导向, 根据由浅入深的原则、举一反三的方式, 讲述了 Pro/ENGINEER 5.0 中创建模型的方法和操作步骤, 使读者快速掌握模型的绘制思路 and 技巧。

本书图文并茂，讲解层次分明、思维清晰、方法独到，把专业和软件知识点有机地融合到每章的具体内容中。本书既可以作为大、中院校机械 CAD 等专业的教材，也可作为对制造行业有浓厚兴趣的读者自学的教程。

作者信息

本书在编写过程中得到了翔宇工作室的大力帮助，在此诚表谢意。翔宇工作室是专门从事 CAD/CAM/CAE 技术的研究、开发、咨询及产品设计与制造服务的机构，并提供专业的 SolidWorks、Pro/ENGINEER、UG、CATIA 及 AutoCAD 等软件的培训和技术咨询。

本书主要由刘国华、邢丽娟编著，参与编写的还有黄成、张红霞、吕洋波、黄海力、张忠荣、赵福涛、杨思剑、赵斌、余成、腾召湖、张云杰、常白、刘顺、刘渝、王瑞东等，他们为本书提供了大量的实例和素材。

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。

版权声明

本书所有权归属电子工业出版社，经同意，任何单位或个人不得将本书内容及光盘作为其他商业通途，否则依法必究！

翔宇工作室联系信箱：huangcheng-100@163.com

翔宇工作室

第 1 章 Pro/ENGINEER Wildfire 简介	1
1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 概述	1
1.1.1 Pro/ENGINEER 的特点	2
1.1.2 Pro/ENGINEER 的应用	2
1.2 Pro/ENGINEER Wildfire 基本功能	3
1.2.1 零件设计	3
1.2.2 装配设计	3
1.2.3 工程图	4
1.2.4 分析功能	4
1.2.5 钣金设计功能	5
1.2.6 模具设计功能	5
1.3 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 安装	5
1.3.1 运行系统需求	5
1.3.2 安装过程	6
1.4 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 操作界面介绍	12
1.4.1 启动 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 应用程序	12
1.4.2 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 工作界面介绍	13
1.4.3 退出 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 应用程序	14
1.5 产品设计概念	14
1.5.1 产品的含义	14
1.5.2 产品设计方法	15
1.5.3 产品数字化设计过程	17
1.5.4 产品设计准则	18
1.6 先导实例——座椅设计	18
1.6.1 设计分析	18
1.6.2 建模过程	20
1.7 本章小结	22
1.8 习题训练	22
第 2 章 基本操作训练	23
2.1 Pro/E 的基本设计模式	23
2.1.1 三维 CAD	24
2.1.2 Pro/E 特征	27

2.1.3 特征的种类	28
2.1.4 基于 Pro/E 的特征操作方法	30
2.2 设置工作目录	31
2.3 键盘和鼠标	31
2.4 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 系统设置	32
2.4.1 设置模型显示	32
2.4.2 设置基准显示	34
2.4.3 设置系统颜色	35
2.4.4 定制屏幕	35
2.4.5 配置 config 文件	38
2.5 选取对象	39
2.5.1 选取首选项	39
2.5.2 选取的方式	39
2.5.3 对象的选取	40
2.6 管理文件	40
2.6.1 文件扩展名	41
2.6.2 新建文件	41
2.6.3 打开文件	41
2.6.4 保存文件	42
2.6.5 镜像文件	43
2.7 创建基准点	43
2.7.1 创建一般类型基准点	43
2.7.2 偏移坐标系	45
2.7.3 创建域点	47
2.8 创建基准轴	47
2.8.1 通过相交平面创建基准轴	47
2.8.2 选取圆曲线或边创建基准轴	48
2.8.3 使用两个偏移参照创建基准轴	49
2.9 创建基准曲线	50
2.9.1 通过点	50
2.9.2 自文件	53
2.9.3 从方程	53
2.10 创建基准坐标系	54
2.11 创建基准平面	56
2.11.1 通过空间三点	56

2.11.2 通过空间点线	57
2.11.3 偏移平面	58
2.11.4 创建具有角度偏移的基准平面	59
2.11.5 通过基准坐标系创建基准平面	59
2.12 实例分析	60
2.12.1 绘制基准点	60
2.12.2 绘制基准轴	61
2.12.3 绘制基准平面	62
2.12.4 绘制曲线	63
2.13 本章小结	65
2.14 习题训练	66
第3章 绘制草图	67
3.1 草图绘制平台	67
3.1.1 进入草图绘制平台	68
3.1.2 草图绘制平台界面	69
3.1.3 工具栏	69
3.1.4 草绘器环境设置	70
3.2 绘制几何图形	72
3.2.1 绘制线段	72
3.2.2 绘制矩形	74
3.2.3 绘制圆/椭圆	76
3.2.4 绘制圆弧/锥弧	80
3.2.5 绘制样条曲线	83
3.2.6 倒圆角	84
3.2.7 倒角	85
3.2.8 创建文本	86
3.2.9 绘制几何点/坐标系	87
3.2.10 使用已有图元创建边线	88
3.3 绘制构造图元	90
3.4 标注尺寸	90
3.4.1 标注法向尺寸	91
3.4.2 标注周长尺寸	94
3.4.3 标注参照尺寸	95
3.4.4 标注基准尺寸	96

3.5 导入图形	96
3.5.1 导入图库图形	96
3.5.2 导入外部图形	97
3.6 实例分析	98
3.6.1 弯钩的绘制	98
3.6.2 调整垫片的绘制	102
3.6.3 螺座的绘制	106
3.7 项目实施: 吊钩草图绘制	109
3.7.1 设定工作目录和新建文件	109
3.7.2 绘制中心线和直线段	110
3.7.3 绘制圆和圆弧	111
3.8 本章小结	113
3.9 习题训练	114
第4章 编辑草图	115
4.1 编辑图形	115
4.1.1 创建镜像特征	115
4.1.2 移动和调整大小	116
4.1.3 分割线段	117
4.1.4 删除线段	118
4.1.5 创建拐角	119
4.2 修改尺寸	119
4.2.1 移动尺寸线	119
4.2.2 修改尺寸值	120
4.2.3 加强弱尺寸	122
4.2.4 替换尺寸	122
4.2.5 锁定尺寸	122
4.3 创建几何约束	123
4.3.1 创建约束	123
4.3.2 修改几何约束	128
4.3.3 解决约束冲突	128
4.4 分析草图	129
4.4.1 距离分析	129
4.4.2 角度分析	129
4.4.3 图元信息分析	129

4.4.4	交点分析	130
4.4.5	相切分析	130
4.4.6	曲率分析	131
4.4.7	着色封闭环	132
4.4.8	加亮开放端点	132
4.4.9	几何分析重叠	133
4.4.10	特征要求分析	133
4.5	实例分析: 编辑法兰草图	134
4.5.1	绘制外轮廓	134
4.5.2	绘制内部几何特征	137
4.6	本章小结	141
4.7	习题训练	142
第 5 章	工程特征	143
5.1	常用工程特征	143
5.1.1	孔特征	143
5.1.2	壳特征	145
5.1.3	倒圆角特征	147
5.1.4	倒角特征	148
5.1.5	筋特征	150
5.1.6	拔模特征	151
5.2	复杂特征	153
5.2.1	环形折弯	153
5.2.2	骨架折弯	156
5.2.3	管道	157
5.3	修饰特征	158
5.3.1	凹槽	158
5.3.2	指定区域	159
5.3.3	螺纹	159
5.3.4	ECAD 区域	160
5.3.5	草绘	162
5.4	实例分析	162
5.4.1	汽车轮胎模型设计	162
5.4.2	铭牌设计	165
5.5	项目实施: 安装板设计	168

5.6 本章小结	173
5.7 习题训练	173
第6章 编辑特征	175
6.1 常用编辑特征	175
6.1.1 镜像	176
6.1.2 阵列	176
6.1.3 填充	177
6.1.4 合并	178
6.1.5 相交	179
6.1.6 反向法向	179
6.2 复杂编辑特征	179
6.2.1 偏移	179
6.2.2 延伸	181
6.2.3 修剪	182
6.2.4 投影	182
6.2.5 加厚	183
6.2.6 实体化	184
6.2.7 移除	186
6.2.8 包络	187
6.3 高级编辑特征	188
6.3.1 扭曲	188
6.3.2 折弯实体	190
6.3.3 实体自由形状	191
6.4 实例分析	193
6.4.1 椅子设计	193
6.4.2 花键轴	197
6.4.3 支架	201
6.5 项目实施：电话模型设计	208
6.6 本章小结	215
6.7 习题训练	216
第7章 曲面特征	217
7.1 边界混合	218
7.2 高级曲面特征	220
7.2.1 圆锥曲面和 N 侧曲面片	220
7.2.2 顶点倒圆角	222

7.2.3 曲面自由形状	222
7.2.4 将切面混合到曲面	223
7.2.5 独立几何	225
7.2.6 展平面组	227
7.3 重造型	228
7.4 基准带	230
7.5 外部曲面	231
7.6 实例分析	233
7.6.1 U 盘设计	233
7.6.2 饮料瓶设计	238
7.6.3 鼠标外壳设计	246
7.7 项目实施: 电吹风模型设计	254
7.8 本章小结	263
7.9 习题训练	263
第 8 章 装配设计	265
8.1 基础知识	266
8.1.1 进入装配平台	266
8.1.2 工具介绍	267
8.2 创建元件	269
8.2.1 创建零件	270
8.2.2 创建骨架模型	270
8.2.3 创建主体项目	270
8.2.4 创建包络	271
8.3 约束装配	272
8.3.1 匹配约束	272
8.3.2 对齐约束	273
8.3.3 插入约束	273
8.3.4 坐标系约束	274
8.3.5 相切约束	274
8.3.6 直线上的点约束	274
8.3.7 曲面上的点约束	275
8.3.8 曲面上的边约束	275
8.3.9 固定约束	275
8.3.10 默认约束	275

8.4 连接装配	276
8.4.1 刚性连接	276
8.4.2 销钉连接	276
8.4.3 滑动杆连接	276
8.4.4 圆柱连接	277
8.4.5 平面连接	277
8.4.6 球连接	277
8.4.7 焊缝连接	277
8.4.8 轴承连接	277
8.4.9 一般连接	277
8.4.10 6DOF 连接	277
8.4.11 槽连接	278
8.5 装配相同零件	278
8.6 建立爆炸视图	279
8.7 实例分析	280
8.7.1 千斤顶装配	280
8.7.2 减速器装配	282
8.7.3 连杆机构装配及运动仿真	291
8.8 项目实施: 齿轮泵装配设计训练	295
8.8.1 传动轴组件设计	296
8.8.2 齿轮泵装配体组件设计	299
8.8.3 齿轮泵机构仿真设计	308
8.9 本章小结	312
8.10 习题训练	312
第9章 造型设计	313
9.1 造型工作台介绍	314
9.1.1 进入造型工作台	314
9.1.2 造型环境设置	316
9.1.3 工具栏介绍	316
9.2 设置活动平面和内部平面	318
9.3 创建曲线	319
9.3.1 创建自由曲线	320
9.3.2 创建圆	322
9.3.3 创建圆弧	323

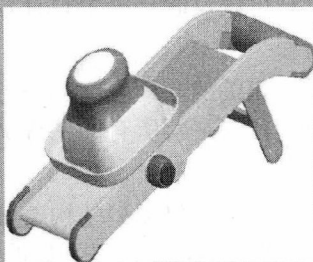
9.3.4	创建下落曲线	323
9.3.5	创建 COS 曲线	324
9.3.6	创建偏移曲线	325
9.3.7	创建来自基准的曲线	326
9.3.8	创建来自曲面的曲线	327
9.4	编辑造型曲线	327
9.4.1	曲率图	328
9.4.2	编辑曲线点或控制点	328
9.4.3	复制与移动曲线	329
9.5	创建造型曲面	330
9.5.1	边界曲面	330
9.5.2	连接造型曲面	331
9.5.3	修剪造型曲面	331
9.5.4	编辑造型曲面	332
9.6	分析	333
9.6.1	曲率分析	333
9.6.2	截面分析	334
9.6.3	偏移分析	335
9.6.4	着色曲率	335
9.6.5	反射分析	336
9.6.6	斜度分析	336
9.6.7	斜率分析	337
9.6.8	曲面节点分析	337
9.6.9	保存分析	337
9.6.10	全部隐藏	338
9.6.11	删除全部曲率	338
9.6.12	删除全部截面	338
9.6.13	删除全部曲面节点	338
9.7	实例分析	339
9.7.1	按键设计	339
9.7.2	瓦片设计	344
9.7.3	手柄设计	348
9.8	项目实施: 瓶塞模型设计	353
9.9	本章小结	359
9.10	习题训练	360

第 10 章 电扇综合实战训练	361
10.1 设计要求与方案	361
10.2 电扇前盖设计	362
10.3 电扇叶轮设计	367
10.4 电扇底座设计	375
10.5 家用电扇装配设计	391

第 1 章 Pro/ENGINEER Wildfire 简介

本章知识要点

- Pro/ENGINEER 概述
- Pro/ENGINEER 基本功能
- 掌握 Pro/ENGINEER 的安装过程
- 熟悉 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 的操作界面



装配设计是把各个零件按照一定的顺序和规则装配成一个完整的产品,方便观看和检验零件间的相互关系及零件间是否干涉。这只是装配设计的极小功能,最主要的是用于 TOP-DOWN 设计,几乎所有产品都是由许多零件组装而成,而每一个零件的部分甚至全部尺寸都会与其他零件的尺寸有关联。

塑料坐椅 J 由椅面、椅靠、扶手和椅脚四大部分构成。椅面可以由多种方法生成,如拉伸+圆角、扫描伸出项等。椅子靠背由支撑柱和靠面组成。扶手为左右对称分布,在椅面两侧。椅脚的创建可由“旋转”工具来完成。



1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 概述

PTC 公司于 1985 年成立于美国波士顿,致力于参数化建模软件的研究。Pro/ENGINEER V1.0 于 1988 年诞生了。目前已经发布了 Pro/ENGINEER Wildfire 6.0 内测版,主要是操作界面发生了翻天覆地的变化,由传统界面转变为 Office 2007 菜单栏选项卡模式。PTC 的系列软件包括了在工业设计和机械设计等方面的诸多功能,还包括对大型装配体的管理、功能仿真、制造、产品数据管理等功能。Pro/ENGINEER 还提供了全面、集成紧密的产品开发环境。它是一套包括从设计至生产的机械自动化软件,是新一代的产品造型系统,是一个参数化、基于特征的实体造型系统,并且具有单一数据库功能的综合性 CAD 软件。

1.1.1 Pro/ENGINEER 的特点

经过 25 年不断的创新和完善, Pro/ENGINEER 已成为三维建模软件领域的领头羊之一。它具有如下特点和优势。

- 参数化设计和特征功能: Pro/ENGINEER 是采用参数化设计的、基于特征的实体模型化系统, 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, 如拉伸、壳、倒角及圆角, 还可以随意勾画草图, 轻易改变模型。这一功能特性给设计师提供了从未有过的简易和灵活。
- 单一数据库: Pro/ENGINEER 是建立在统一基层数据库上的。单一数据库就是说工程中的资料全部来自一个库, 使得每一个独立用户在为一件产品造型而工作。如果整个设计过程的任何一处发生了改动, 则可以反映到整个设计过程的相关环节上。
- 全相关性: Pro/ENGINEER 的所有模块都是全相关的, 即在产品开发过程中某一处进行的修改, 能够扩展到整个设计中, 同时自动更新所有的工程文档, 包括装配体、设计图纸, 以及制造数据。
- 基于特征的参数化造型: 用户熟悉的特征作为产品几何模型的构造要素。这些特征是一些普通的机械对象, 并且可以按预先的设置很容易地进行修改。
- 数据管理: 为了实现在较短时间内开发更多的产品, 必须允许多个学科的工程师同时对同一产品进行开发。使用了 Pro/ENGINEER 独特的全相关性功能, 使在管理并行工程中同时开展各项工作成为可能。
- 装配管理: Pro/ENGINEER 的基本结构能够使设计者利用一些直观的命令, 如相合、插入、对齐等功能很容易地把零件装配起来, 同时保持设计意图。
- 易于使用: 菜单以直观的方式联级出现, 提供了逻辑选项和预先选取的最普通选项, 同时还提供了简短的菜单描述和完整的在线帮助, 这种形式使软件更容易学习和使用。

1.1.2 Pro/ENGINEER 的应用

Pro/ENGINEER 系统横跨许多产业, 如航空、汽(机)车、模具、外观设计、信息家电、通信等。功能应用包括实体与曲面设计、零件组装、二维绘图制作、管路设计、文件格式处理、动态机构仿真、有限元素分析(FEA)的 CAE 技术、钣金设计、模具设计、电路设计、NC 机械加工制造与刀具路径仿真、逆向工程、同步工程、电路设计等。

ICAX 的调查统计显示, Pro/E 在 3D CAD 领域中已超过了一半的使用率, 是目前非常流行的软件, 尤其在结构设计领域中, 基本上已是一统天下, 成为了行业标准, 如图 1-1 所示。