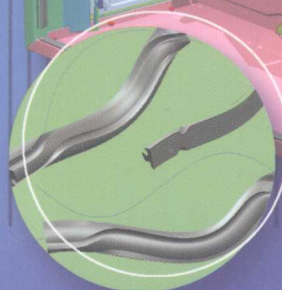
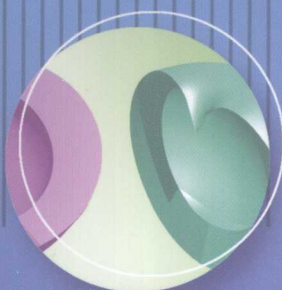
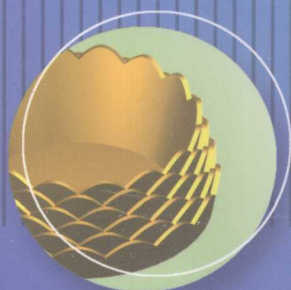
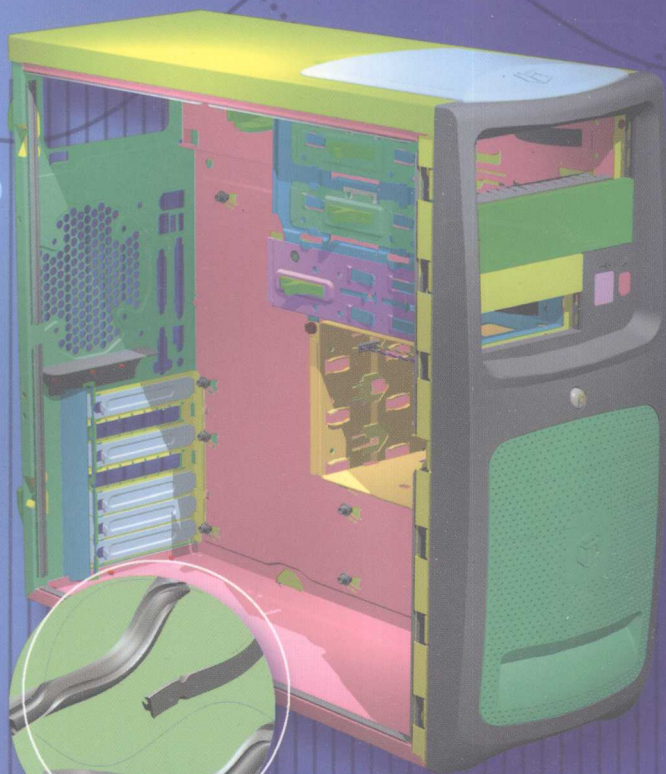


# Pro/ENGINEER Wildfire 4.0

## 基·础·设·计

1. 特殊的文字图例著作风格，易读易懂
2. 基础概念和实作并重
3. 学校基础课程用书，自学适用
4. 提供网上习题解答下载和问题咨询



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



Pro/E 工业设计院之基础训练①

# Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 基础设计

二代龙震工作室 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

这是一本兼顾理论与实务，且内容完整的 Pro/E 专业权威图书，随书附赠的光盘内容为本书所有范例源文件，使读者在学习与工作中更加得心应手。

在本书中，读者将清楚地认识 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 的操作界面，同时练习到所有的基础操作。本书所列举的范例，着重在实体基础概念、基本操作、草绘、基准特征、实体建模特征、复制特征、立体装配和实体渲染等主题上，帮助读者适应和面对一整套以 3D 理念来设计的大型 CAD 软件。

本书适合机械等相关行业的设计和制图人员阅读，也是机械相关专业学生的最佳学习教材。

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 4.0 基础设计 / 二代龙震工作室编著. —北京：电子工业出版社，2008.8

(Pro/E 工业设计院之基础训练)

ISBN 978-7-121-07119-5

I. P… II. 二… III. 机械设计：计算机辅助设计—应用软件，Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 107201 号

责任编辑：张 剑

印 刷：北京天宇星印刷厂

装 订：三河市皇庄路通装订厂

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：850×1168 1/16 印张：26.25 字数：706 千字 彩插：4

印 次：2008 年 8 月第 1 次印刷

印 数：5 000 册 定价：58.00 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。

## 作者序

现在软件的改版形势与 2000 年以前已有很大不同。随着软、硬件功能的强大,以及个人计算机(PC)的流行,软件的改版速度越来越快!软、硬件功能的强大导致软件公司需要更多的开发时间,以让其软件得以在硬件上快速、无误地运行,但是商业的利益又驱使其新产品快一点上市。这种“赶鸭子上架”的结果,使得改版初期的版本 Bug(瑕疵)一堆,然后软件公司再慢慢出同一版本的修正版!讲好听点儿是让合法用户体会到合法增值的服务;说难听点儿则是要从用户身上赚改版的钱,以维持软件公司的运转。这种在 2000 年以前几乎不被认可的改版方式,现在却已形成风潮!除了用户需要面对有小瑕疵的新版本以外,同一版本还要一直更新。而个人计算机(PC)的流行,则造成很多知名软件已经相当成熟,所以改版的内容乏善可陈,有时候我们甚至怀疑软件公司在利用小改版赚取“生活费”。

无论如何,Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 还是很快出来了,改版幅度比从 2.0 改到 3.0 版还小。对本工作室来说,初次撰写 Pro/E 的这套书就能获得广大读者的良好响应和鼓励,是我们继续做下去的最大动力。然而,我们的书有优点,也存在一些缺点,我们的咨询服务已充分将读者的正、反两面的心声反映给我们了!在这里我们衷心地感谢广大读者的支持。

因此,从 Wildfire 3.0 版起,新的《Pro/E 工业设计院》丛书已经进入了成熟的阶段,它聚集了广大读者的意见,是一套由读者主导内容的系列丛书。当然,人非圣贤,我们的智慧也有限,仍有疏漏之处,尚祈读者再来 E-mail 给我们批评指正,我们会用心倾听,再来检讨并谋思改进之道。

本书将针对培训班、学校或自学 Pro/E 的初学者而写,所有初学者应该清楚的基本概念,应该了解的指令或功能都包含在本书中,同时它也符合培训班或学校 3 个学分的基础课程。此外,既然培训班或学校用书是我们的目标之一,对于使用本书作为教材的学校,我们也提供本书的幻灯片资源和习题解答,以及相关补充教材的教师光盘。只要是本书的用书老师,就可以向出版社索取此教师光盘。

不论是龙震工作室,还是二代龙震工作室,我们开发的计算机书籍的共同特性在于:

- 个性化的服务,理论与专业的完美组合。书中摒弃一般图书只注重理论功能介绍,而忽视读者本身专业需要的缺点,既介绍了软件功能的使用技巧,又结合了专业的特点,同时也注重实务的需求
- 以图例形式来完成对操作过程的解说,避免使用冗长的文字来破坏思考。这是龙震工作室所著书籍的一贯特色
- 比拟多媒体动画的全步骤式图例。我们所展示的全步骤式图例,其效果与多媒体动画教学是相同的
- 网站技术支持。凡是购买二代龙震工作室开发的图书的读者,都可以通过“龙震在线”来获得最快捷的支持。同时,网站的内容和服务方式还会不断扩充

读者可以像往常一样,通过以下工作室专属网站或电子邮件信箱来提出咨询:

龙震在线: <http://www.dragon2g.com>

E-mail: [dragon.dragon2@msa.hinet.net](mailto:dragon.dragon2@msa.hinet.net)

本书在出版过程中,得到了电子工业出版社的大力协助,在此深表感谢。在此,我们还要对支持我们的广大读者致以十二万分的敬意和谢意。在本系列丛书出版过程中,读者的支持就是我们著书的动力,也让我们提供的长期免费服务得以坚持!再次感谢各位!

二代龙震工作室



## 丛 书 序

延续本系列丛书的原有名称,系列名仍为《Pro/E 工业设计院》。从已出版的 Wildfire 2.0/3.0 版的《Pro/E 工业设计院》系列中,相信读者已经了解本系列丛书是按整个工业设计的上、下游流程,以及其所代表的几个热门职业——造型设计师、机构设计师、结构设计师、模具设计师及 NC 程序设计师等所设计的专业课程,然后再搭配 Pro/ENGINEER 这个软件的各种适当模块,来介绍其技术和软件工具的应用。

因此,根据读者的反映和意见,全新的 Wildfire 3.0/4.0 版《Pro/E 工业设计院》系列将重新进行分类整合,共规划以下 9 本(分为 4 类)。

| 类 别                  | 系 列 编 号 | 书 名                                     | 内 容 方 向                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------|---------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pro/E 工业设计院之<br>基础训练 | 1       | Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 基础设计          | 有很多 Pro/E 的基本观念,如草绘、基准面的设定等,我们以为大家都清楚了,但是从提问中发现并非如此。很多人并没有这些概念,所以只能模仿着画图,而在问题发生时不知道解决之道。因此,我们在本书中加强了正确的基本概念和范例,同时全力将基本的命令先练习好,后面的路就会好走多了。因为增加了更多的基础范例,所以本书原 Wildfire 2.0 版的部分内容会转到《进阶提高》和《高级设计》中。<br>《基础设计》一书适合作为学校用书(上学期 3 学分) |
|                      | 2       | Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 进阶提高          | 在本书中,我们将针对 Pro/E 的中级命令制作更多的实例,能让大家应用到更多的选项细节。<br>《进阶提高》一书也适合作为学校用书(下学期 3 学分)                                                                                                                                                    |
|                      | 3       | Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 高级设计          | 在本书中,所有 Pro/E 高级命令的应用都是我们囊括的对象。适合于对 Pro/E 已有一定基础的读者阅读                                                                                                                                                                           |
|                      | 4       | Pro/DETAIL Wildfire 4.0 工程图设计           | 立体建模完成后,紧接着就是要将其转换成 2D 工程图,所以将工程图划归在基础训练中。本书以 Wildfire 4.0 改版的内容和读者提问的补充数据作为本书改版的重点内容                                                                                                                                           |
| Pro/E 工业设计院之<br>造型设计 | 5       | Pro/ENGINEER Wildfire 3.0/4.0 ISDX 造型设计 | Pro/E 的曲面功能是造型设计的重点。在 Wildfire 2.0 版中,我们将其放在《高级设计》一书中来介绍,但是范例不够,深度和应用也不足。所以,现在趁 Wildfire 3.0/4.0 版时,将其独立出来,作为造型设计师这一行的最佳模板                                                                                                      |
| Pro/E 工业设计院之<br>分析设计 | 6       | Pro/Mechanism Wildfire 3.0/4.0 机构/运动分析  | 本书的 Wildfire 2.0 版出版后,读者的反应很热烈,提出了很多宝贵的建议。机构和结构原本就是两个专业,内容较多,所以我们在 Wildfire 3.0/4.0 版时将其拆成两本,并各自增加更多专业且实用的范例,让机构设计者有更多的模板可以参考使用,但仍要让这两本书里的范例具备关联性                                                                               |
|                      | 7       | Pro/MECHANICA Wildfire 3.0/4.0 结构/热力分析  |                                                                                                                                                                                                                                 |

续表

|                      |   |                                     |                                                                                                                                      |
|----------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pro/E 工业设计院之<br>制造设计 | 8 | Pro/MOLDESIGN Wildfire 4.0 拆<br>模设计 | 从读者的咨询和提问中, 我们了解到有很多培训学校采用这本书作为教材, 所以在新版本的准备中, 将进一步增加更多的实例, 以及完整的习题解答                                                                |
|                      | 9 | Pro/NC Wildfire & CIMATRON<br>数控加工  | 因为 PTC 并购了专业的 NC 软件公司, 所以在 Wildfire 4.0 版以后在 NC 模块方面的策略有所改变, 可能会主推新的软件。因此, 本工作室可能会将本书暂缓一段时间, 静观其变。也不排除未来将本书改为读者建议的 UG 与 Cimatron 的组合 |

由于应用环境瞬息万变, 以及读者的不断建议, 我们会及时采纳读者的建议, 应对实际应用的需求, 所以上述书名、内容或分类的本数都是暂定的, 最终要以出版时为准。特此说明!

目前, 软件的更新速度越来越快, 但更新内容并不一定很多。对于像 Pro/ENGINEER 这种专业性强且专业分支多的大型系列丛书来说, 有时全系列前版的书尚未写完, 新版本软件又出来了。由于本工作室不是一味赶时间的工作室, 总希望新书中的内容可以适应读者的需求, 因此我们提出“滚动式出版”的概念。

何谓“滚动式出版”呢? 就以本系列丛书为例吧! 我们刚开始写作《Pro/E 工业设计院之分析设计》系列中的《Pro/MECHANICA Wildfire 3.0 结构/热力分析》这本书, Wildfire 4.0 版就出来了。经过分析我们发现, Wildfire 4.0 和 Wildfire 3.0 差异很小, 于是就将书名改为《Pro/MECHANICA Wildfire 3.0/4.0 结构/热力分析》。除了原有 Wildfire 3.0 版的主题都保留以外, 如果遇到 Wildfire 4.0 版新增的功能则进行特别的说明。

这种随软件版本发布时机来出版的方式, 可以让我们不用畏惧软件频繁改版的压力, 而专注于出版内容上, 同时还可以让读者不因软件改版而频繁地花钱换来一堆“旧内容的新书”。读者只要记住我们系列丛书的名称, 而让系列丛书中书名的软件版本号“弹性地滚动”, 这就称为“滚动式出版”。希望大家能了解并支持本工作室新创的这个名词和意义。

二代龙震工作室



|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 第 1 章 CAD/CAM/CAE 概论 .....                     | 1  |
| 1.1 CAD/CAM/CAE 系统 .....                       | 2  |
| 1.1.1 CAD/CAM/CAE 软件的历史 .....                  | 2  |
| 1.1.2 各种知名 CAD/CAM/CAE 软件的属性 .....             | 2  |
| 1.2 Pro/E 在 CAD/CAM/CAE 领域中的角色 .....           | 6  |
| 1.2.1 CAD 与 Pro/ENGINEER .....                 | 6  |
| 1.2.2 CAE 与 Pro/ENGINEER .....                 | 7  |
| 1.2.3 CAM 与 Pro/ENGINEER .....                 | 7  |
| 1.3 正向工程和逆向工程 .....                            | 8  |
| 1.4 学了 Pro/E 以后能做什么? .....                     | 9  |
| 1.4.1 了解产品设计和制造的关键流程 .....                     | 10 |
| 1.4.2 给自己定位 .....                              | 12 |
| 习题 .....                                       | 13 |
| 第 2 章 Pro/E 和 3D 实体造型 .....                    | 15 |
| 2.1 3D 实体造型 .....                              | 16 |
| 2.1.1 实体模型 .....                               | 16 |
| 2.1.2 边界表示法和构建实体几何法的比较 .....                   | 20 |
| 2.2 Pro/E 的主要功能和特色 .....                       | 20 |
| 2.2.1 基于特征 .....                               | 21 |
| 2.2.2 参数化 .....                                | 24 |
| 2.2.3 实体模型 .....                               | 26 |
| 2.3 运行 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 的软、硬件要求 ..... | 26 |
| 2.3.1 使用的软件版本 .....                            | 26 |
| 2.3.2 硬件需求 .....                               | 27 |
| 2.4 本书所讲述的命令功能范围 .....                         | 27 |
| 2.5 Pro/E 的中文化名词问题 .....                       | 28 |
| 习题 .....                                       | 28 |
| 第 3 章 Pro/E 的系统环境和基本操作 .....                   | 29 |
| 3.1 Pro/ENGINEER 的界面 .....                     | 30 |
| 3.2 Pro/E 的文件类型 .....                          | 34 |
| 3.3 基本的系统环境设置 .....                            | 37 |
| 3.3.1 设置双语版显示 .....                            | 38 |
| 3.3.2 设置系统颜色 .....                             | 39 |



|              |                              |           |
|--------------|------------------------------|-----------|
| 3.3.3        | 设置默认的工作目录（桌面图标法） .....       | 40        |
| 3.3.4        | 设置默认的工作目录（快速键法） .....        | 42        |
| 3.4          | Pro/E 的鼠标和选取基本操作 .....       | 44        |
| 3.4.1        | 鼠标的基本操作 .....                | 44        |
| 3.4.2        | Pro/E 的选取模式 .....            | 45        |
| 3.5          | 进入 Pro/E 模块的方式 .....         | 47        |
| 3.6          | 基本模块中的基本操作 .....             | 50        |
| 3.6.1        | 模型显示 .....                   | 50        |
| 3.6.2        | 视图控制 .....                   | 51        |
| 3.7          | 提高级的视图操作 .....               | 53        |
| 3.7.1        | 定义偏好 .....                   | 53        |
| 3.7.2        | 定义动态定向 .....                 | 53        |
| 3.7.3        | 根据参照来定向 .....                | 53        |
| 3.8          | 与绘图环境有关的其他系统设置 .....         | 56        |
| 3.8.1        | 3D 效能的设置 .....               | 56        |
| 3.8.2        | Pro/E 的环境设置 .....            | 56        |
| 3.8.3        | 备份文件 .....                   | 56        |
| 3.8.4        | 文件的拭除和删除 .....               | 57        |
|              | 习题 .....                     | 59        |
| <b>第 4 章</b> | <b>草绘基础</b> .....            | <b>61</b> |
| 4.1          | 草绘概论 .....                   | 62        |
| 4.2          | 目的管理器和菜单管理器模式的比较 .....       | 62        |
| 4.3          | 菜单管理器草绘实作 .....              | 63        |
| 4.3.1        | 草绘基础范例 1（鼠标草绘） .....         | 63        |
| 4.3.2        | 草绘基础范例 2（对称标注） .....         | 68        |
| 4.3.3        | 草绘基础范例 3（倾斜标注） .....         | 70        |
| 4.3.4        | 草绘基础范例 4（点对线的圆弧标注） .....     | 72        |
| 4.3.5        | 草绘基础范例 5（点对点的圆弧标注） .....     | 74        |
| 4.3.6        | 草绘基础范例 6（正六边形） .....         | 76        |
| 4.3.7        | 草绘基础范例 7（几何练习） .....         | 77        |
| 4.3.8        | 草绘基础范例 8（本地坐标系） .....        | 80        |
| 4.3.9        | 草绘基础范例 9（椭圆画法） .....         | 82        |
| 4.3.10       | 草绘基础范例 10（圆弧曲线的画法和标注法） ..... | 83        |
| 4.3.11       | 结语 .....                     | 85        |
| 4.4          | 目的管理器模式的操作提要 .....           | 85        |
| 4.4.1        | 目的管理器模式的特色 .....             | 86        |
| 4.4.2        | 目的管理器模式下的主菜单介绍 .....         | 86        |
| 4.4.3        | 弱尺寸转强尺寸的问题 .....             | 95        |
| 4.4.4        | 尺寸锁定的问题 .....                | 95        |
| 4.5          | 目的管理器模式下的实作 .....            | 96        |
| 4.5.1        | 草绘基础范例 11 .....              | 96        |



|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 4.5.2 草绘基础范例 12 .....                 | 100        |
| 4.5.3 草绘基础范例 13 .....                 | 103        |
| 4.5.4 草绘基础范例 14 .....                 | 106        |
| 4.5.5 草绘基础范例 15 .....                 | 109        |
| 4.5.6 草绘基础范例 16 .....                 | 111        |
| 4.5.7 草绘基础范例 17 .....                 | 114        |
| 4.5.8 草绘的诊断操作 .....                   | 116        |
| 4.5.9 结语 .....                        | 118        |
| 习题 .....                              | 118        |
| <b>第 5 章 基准特征基础</b> .....             | <b>123</b> |
| 5.1 特征概论 .....                        | 124        |
| 5.1.1 模型树 .....                       | 126        |
| 5.1.2 基准特征 .....                      | 126        |
| 5.2 基准特征的系统设置 .....                   | 127        |
| 5.2.1 基准显示的开关和设置 .....                | 127        |
| 5.2.2 颜色显示设置 .....                    | 128        |
| 5.2.3 名称显示设置 .....                    | 129        |
| 5.3 一般基准特征和实作 .....                   | 129        |
| 5.3.1 基准面 .....                       | 129        |
| 5.3.2 基准轴 .....                       | 135        |
| 5.3.3 基准点 .....                       | 137        |
| 5.4 草绘平面、参照面和定向基础 .....               | 147        |
| 5.4.1 草绘平面的确定 .....                   | 147        |
| 5.4.2 草绘参照面和方向的确定 .....               | 148        |
| 5.5 特征草绘模式的重要技巧 .....                 | 150        |
| 5.5.1 参照设置 .....                      | 151        |
| 5.5.2 好用的“使用边”工具 .....                | 152        |
| 5.6 设置坐标系的影响 .....                    | 156        |
| 5.7 基准参照 .....                        | 157        |
| 5.7.1 关于链 .....                       | 158        |
| 5.7.2 Wildfire 4.0 版新增的目的边参照 .....    | 159        |
| 习题 .....                              | 161        |
| <b>第 6 章 建模基础（一）——拉伸、倒圆角、倒角</b> ..... | <b>163</b> |
| 6.1 拉伸特征 .....                        | 164        |
| 6.1.1 拉伸的“叠”与“挖” .....                | 164        |
| 6.1.2 拉伸的基准 .....                     | 166        |
| 6.1.3 薄面拉伸和开口薄壳 .....                 | 168        |
| 6.2 倒圆角特征（基础级） .....                  | 172        |
| 6.2.1 简单倒圆角 .....                     | 172        |



|            |                                       |            |
|------------|---------------------------------------|------------|
| 6.2.2      | 不等半径的倒圆角                              | 173        |
| 6.2.3      | 完全倒圆角实作                               | 174        |
| 6.2.4      | 自动倒圆角                                 | 176        |
| 6.3        | 倒角特征(基础级)                             | 180        |
| 6.3.1      | 简单倒角                                  | 181        |
| 6.3.2      | 拐角倒角实作                                | 184        |
| 6.4        | 基准面定义技巧                               | 185        |
|            | 习题                                    | 189        |
| <b>第7章</b> | <b>建模基础(二)——旋转、薄壳、加厚、阵列</b>           | <b>197</b> |
| 7.1        | 旋转、薄壳和加厚特征                            | 198        |
| 7.1.1      | 旋转特征                                  | 198        |
| 7.1.2      | 薄壳特征                                  | 198        |
| 7.1.3      | 加厚特征                                  | 199        |
| 7.1.4      | 综合实作                                  | 200        |
| 7.1.5      | 薄壳还是加厚的问題                             | 205        |
| 7.1.6      | 草绘还是薄壳的问题                             | 207        |
| 7.1.7      | 旋转中心的问题                               | 207        |
| 7.2        | 阵列特征(基础级)                             | 208        |
| 7.2.1      | 轴阵列(正规圆阵)                             | 210        |
| 7.2.2      | 轴阵列(螺旋阵列)                             | 211        |
| 7.2.3      | 方向阵列                                  | 213        |
| 7.2.4      | 空间阵列(行列阵列)                            | 214        |
| 7.2.5      | 空间阵列(曲面阵列)                            | 216        |
| 7.2.6      | 表阵列                                   | 216        |
| 7.2.7      | 填充阵列(平面填充)                            | 218        |
| 7.2.8      | 填充阵列(曲面填充)                            | 219        |
|            | 习题                                    | 221        |
| <b>第8章</b> | <b>建模基础(三)——扫描、可变截面扫描、混合、孔、筋、螺旋扫描</b> | <b>225</b> |
| 8.1        | 扫描特征                                  | 226        |
| 8.1.1      | 扫描(草绘轨迹)+修倒圆角                         | 226        |
| 8.1.2      | 扫描(选取轨迹)                              | 228        |
| 8.2        | 可变剖面扫描特征(基础级)                         | 229        |
| 8.2.1      | 重要名词解释                                | 231        |
| 8.2.2      | 可变剖面扫描(法向于轨迹)                         | 232        |
| 8.2.3      | 可变剖面扫描(法向于投影)                         | 233        |
| 8.2.4      | 可变剖面扫描(恒定法向)                          | 234        |
| 8.2.5      | 可变剖面扫描(X 矢量轨迹线)                       | 236        |
| 8.2.6      | 用一个可变剖面扫描解决一个螺钉旋具的绘制                  | 237        |
| 8.3        | 混合特征                                  | 239        |
| 8.3.1      | 平行混合                                  | 240        |

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| 8.3.2 平行混合, 投影剖面 .....          | 241        |
| 8.3.3 旋转混合 .....                | 242        |
| 8.3.4 一般混合 .....                | 245        |
| 8.3.5 变口体混合 .....               | 246        |
| 8.4 “一鱼三吃”的综合范例实作 .....         | 247        |
| 8.4.1 可变剖面扫描法 .....             | 248        |
| 8.4.2 混合法 .....                 | 248        |
| 8.4.3 拉伸+扫描法 .....              | 250        |
| 8.4.4 讨论 .....                  | 251        |
| 8.5 孔特征 .....                   | 252        |
| 8.5.1 直孔 .....                  | 254        |
| 8.5.2 草绘孔 .....                 | 256        |
| 8.5.3 标准孔 .....                 | 257        |
| 8.6 筋特征 .....                   | 258        |
| 8.6.1 平直加强筋 .....               | 259        |
| 8.6.2 旋转加强筋 .....               | 260        |
| 8.7 螺旋扫描特征 .....                | 261        |
| 8.7.1 简易的弹簧螺旋扫描 .....           | 262        |
| 8.7.2 简易的螺纹螺旋扫描 .....           | 263        |
| 8.8 修饰螺纹特征 .....                | 266        |
| 习题 .....                        | 268        |
| <b>第9章 复制和操作特征基础</b> .....      | <b>273</b> |
| 9.1 复制特征基础 .....                | 274        |
| 9.1.1 新参照复制 .....               | 274        |
| 9.1.2 相同参照复制 .....              | 276        |
| 9.1.3 移动复制 .....                | 277        |
| 9.1.4 镜像复制 .....                | 280        |
| 9.2 另类或独立的复制类特征 .....           | 281        |
| 9.2.1 Wildfire 新增的复制和黏贴特征 ..... | 281        |
| 9.2.2 移动工具和旋转 .....             | 287        |
| 9.2.3 独立的镜像编辑 .....             | 290        |
| 9.3 特征操作类 .....                 | 291        |
| 9.3.1 特征修改 .....                | 293        |
| 9.3.2 特征的隐含和恢复 .....            | 297        |
| 9.3.3 特征的删除 .....               | 298        |
| 9.3.4 特征的隐藏/取消隐藏 .....          | 299        |
| 9.3.5 特征信息的查询 .....             | 300        |
| 9.3.6 特征的注释 .....               | 300        |
| 9.3.7 特征的测量 .....               | 302        |
| 9.4 特征的修复 .....                 | 303        |
| 9.5 特征的 Undo 功能 .....           | 306        |



|                                       |                       |            |
|---------------------------------------|-----------------------|------------|
| 9.5.1                                 | 操作上的 Undo、Redo .....  | 306        |
| 9.5.2                                 | 历史文件 .....            | 306        |
| 9.5.3                                 | 跟踪文件 .....            | 306        |
| 习题                                    | .....                 | 308        |
| <b>第 10 章 Pro/Assembly 装配基础 .....</b> |                       | <b>311</b> |
| 10.1                                  | 装配简论 .....            | 312        |
| 10.2                                  | 装配功能的新接口问题 .....      | 314        |
| 10.3                                  | 认识装配的基本操作环境和流程 .....  | 314        |
| 10.3.1                                | 装配选项板 .....           | 315        |
| 10.3.2                                | 使用约束条件的原则 .....       | 319        |
| 10.4                                  | 基础装配实作 .....          | 319        |
| 10.4.1                                | 匹配和对齐 .....           | 320        |
| 10.4.2                                | 重合、偏移和定向 .....        | 321        |
| 10.4.3                                | 插入 .....              | 323        |
| 10.4.4                                | 坐标系 .....             | 324        |
| 10.4.5                                | 相切 .....              | 326        |
| 10.4.6                                | 线上点 1 .....           | 326        |
| 10.4.7                                | 线上点 2 .....           | 327        |
| 10.4.8                                | 曲面上的点 .....           | 329        |
| 10.4.9                                | 曲面上的边 .....           | 330        |
| 10.4.10                               | 混合“线上点”和“曲面上的边” ..... | 331        |
| 10.4.11                               | 斜面装配 .....            | 333        |
| 10.5                                  | 装配的修改和分析 .....        | 335        |
| 10.5.1                                | 组装件位置定义的修改 .....      | 335        |
| 10.5.2                                | 装配组件的修改 .....         | 336        |
| 10.5.3                                | 装配件的分析（间隙） .....      | 337        |
| 10.5.4                                | 装配件的分析（干涉） .....      | 337        |
| 10.6                                  | 分解图的制作 .....          | 338        |
| 10.6.1                                | 简单的分解图实作 .....        | 339        |
| 10.6.2                                | 分解图的保存 .....          | 341        |
| 10.6.3                                | 分解图的编辑 .....          | 341        |
| 10.7                                  | 实作范例 .....            | 343        |
| 习题                                    | .....                 | 352        |
| <b>第 11 章 Pro/E 渲染基础 .....</b>        |                       | <b>355</b> |
| 11.1                                  | Pro/E 渲染概论 .....      | 356        |
| 11.2                                  | 零件的渲染实作 .....         | 357        |
| 11.2.1                                | 材质贴附（着色） .....        | 358        |
| 11.2.2                                | 方向定位和透视设置 .....       | 362        |
| 11.2.3                                | 灯光布置 .....            | 363        |
| 11.2.4                                | 房间设置 .....            | 366        |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 11.2.5 渲染 (Render)             | 367 |
| 11.2.6 辅助 Photolux 渲染引擎效果设置    | 370 |
| 11.2.7 场景设置                    | 373 |
| 11.3 组件文件的渲染实作                 | 375 |
| 11.4 与渲染有关的名词说明                | 380 |
| 习题                             | 382 |
| 附录 A Pro/E Wildfire 4.0 的安装重点  | 383 |
| A.1 安装前的预备设置工作                 | 384 |
| A.2 开始正式安装                     | 384 |
| 附录 B Pro/E 系统变量的查询法            | 389 |
| B.1 前言                         | 390 |
| B.2 关键词查询法                     | 390 |
| B.3 在线帮助文件查询法                  | 391 |
| 附录 C Pro/E Wildfire 支持的显卡      | 393 |
| 附录 D 如何使用本书范例光盘和服务             | 395 |
| D.1 本书范例光盘的内容和使用方式             | 396 |
| D.2 本书习题解答下载方式                 | 396 |
| D.3 本书的网站服务 (www.dragon2g.com) | 397 |
| D.3.1 本书技术咨询方式说明               | 397 |
| D.3.2 本书错误校正查询                 | 397 |
| D.3.3 本站公告栏和技术讨论精选的用途          | 397 |
| D.4 本书的教学投影片和教师光盘服务            | 398 |
| 附录 E 本工作室挑选 CAD 软件的原则          | 399 |
| E.1 前言                         | 400 |
| E.2 “学会 CAD 软件是就业的万灵丹”的误区      | 400 |
| E.3 要学习哪些有用的 CAD 软件            | 400 |
| E.4 三级 CAD 软件和采用企业的关系          | 403 |
| E.5 结语: CAD 系统的变革              | 404 |



# 第1章 CAD/CAM/CAE 概论

## 龙震开场

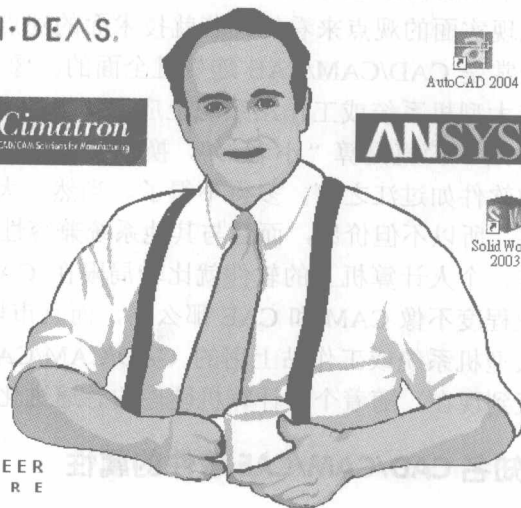
大家好！我是龙震老师，本书将由我来主持全程的讲述。希望能对读者在 Pro/E 方面的学习有所帮助。

在开始学习 Pro/E 之前，读者应该知道它在 CAD/CAM/CAE 软件领域中的角色。因为环绕在它旁边的还有 AutoCAD、Solidworks、UG、Inventor、Catia 等一大堆常见的工程绘图软件。它们之间究竟有何区别？是竞争？还是相辅相成？这都是初学者在学习前要先搞清楚的。

此外，通过本章对整个产品在设计制造流程中的了解，读者将深刻体会到 Pro/E 是一套与制造流程有关的大型软件，仅将 Pro/E 课程粗分为基础设计和高级设计是不切实际的学习方法！只有能配合生产流程的 Pro/E 课程学习，才能让读者在职场上获得实际的成果。



Unigraphics® NX



## 1.1 CAD/CAM/CAE 系统

很多刚进入专业的初学者，虽然对 CAD/CAM/CAE（计算机辅助设计/计算机辅助制造/计算机辅助分析）的名词有了初步的了解，但是在面对一大堆这类软件时，往往无所适从，不知道要如何学起。因此，龙震老师不得不在本系列丛书的开头这本书中，效法三国时代的诸葛孔明，为读者分析述说 CAD/CAM/CAE 领域的天下大势。

### 1.1.1 CAD/CAM/CAE 软件的历史

读者现在所看到的 CAD/CAM/CAE 方面的知名软件，我们都可以肯定地说，它们都是在个人计算机尚未出现以前，在大型机系统（Main Frame System）或工作站系统（Workstation System）上开发的。因为早在 20 世纪 60 年代，为了军事科技，人类就已经在开发这类系统了。

当然，这样的系统是很昂贵的，一般的专业人员根本无法接触到。所以，当平民化的个人计算机开始流行时，就有很多过去在大系统上有经验的 CAD 程序设计员开始在个人计算机上开发新的 CAD 软件。但是受限于硬件上的约束，无论是在速度上和功能上都无法与大系统或工作站上的同类软件相比。AutoCAD 正是这个时代的产物，而龙震老师也是正好在那个年代进入职场的。

在那个时候，大系统和个人计算机之间竞争得很厉害，大系统看不起个人计算机，认为它的功能和处理速度都无法与它们这样的“巨人”相比，在其上运行的软件供应商自然也不愿放下身段去开发 PC 版；但在另一方面，个人计算机价廉、使用面广、市场商机大，实际上已经压迫到像 IBM、DG、Applo 等大型机系统和工作站的主机。因此，那个时期白天在大型系统机房上班的技术人员，下班后在家里用个人计算机的怪异现象比比皆是。

以上是从现实面的观点来看的。若就技术面的观点来看，在大型机系统或工作站上所开发出来的软件，经常是 CAD/CAM/CAE 连贯且全面的。像 Pro/E 这样的软件，早在 20 世纪 80 年代就已经在很多大型机系统或工作站系统上应用了。但是，若要面对像 CADAM 这样“祖师”级的软件，那 Pro/E 简直是算“小老弟”。换句话说，在我们那个时代，在大型机系统或工作站系统上可选择的软件如过江之鲫，多得不得了。当然，大型机系统或工作站的缺点就是软件是要和硬件一起购买，所以不但价昂，而且与其他系统兼容性差。

相对而言，个人计算机上的软件就比较局限在 CAD 方面。这是因为 CAD 方面的功能比较好设计，专业程度不像 CAM 和 CAE 那么高，而且市场也比较大。早期的 CAD 只是模仿画图的功能，不像大型机系统或工作站上用的 CAD/CAM/CAE 软件可以将专业设计功能集成到画图的功能上来。直到现在，随着个人计算机硬件的急速进化，才逐渐有专业的 CAD 软件出现。

### 1.1.2 各种知名 CAD/CAM/CAE 软件的属性

为了让读者对在个人计算机上运行的 CAD/CAM/CAE 软件有更深入的正确认识，我们特别将当前市场上常见的这类软件做一分析。在述说之前，请先记得这句话：

“之所以会在市场上看到很多各式各样的 CAD/CAM/CAE 软件，有些是因为历史发展演进因素，而大多是因为专业本身就有许多不同的需求使然。要一一学全，显然是个笨点子，最好的方法就是先了解职场和专业上的需求趋势，然后在进入职场前，学好专业技能和相关的 CAD/CAM/CAE 概念和操作，再于进入职场后深入到应用层面。”

以下，我们就开始对各种常见 CAD/CAM/CAE 的软件进行介绍。

## 1. CAD 工程制图类软件

CAD 就是指计算机辅助设计的部分。除了机械行业以外，其实很多专业只需 CAD 和 CAE 的部分，甚至只要 CAD 的部分就够用了。所以，这个部分投入的厂商最多。这个部分的 CAD 软件分为通用型和专业型。所谓“通用型”就是可适用所有行业，甚至可以以其为平台，在上面进行二次开发，AutoCAD 和 MicroStation 就属这类的 CAD 软件。而“专业型”软件就是针对某专业来开发的 CAD 软件，像 Solidworks、Inventor、SolidEdge 等。

- **AutoCAD**。大家都知道 AutoCAD，前面介绍过它的发展和历史有很大的关系。当时，CAD 才刚刚发展，3D 的 CAD 软件在个人计算机上应用还很少，因此以 2D 为基础概念来设计的 AutoCAD 在平面功能上比较强，在 3D 功能上就捉襟见肘了。由于做得早，知名度高，所以使用面广，尽管现在强敌环伺，但一时半会儿还动不了它。

对机械专业来说，专业的软件新人辈出，如 Solidworks 等；或是原先在大型机系统或工作站上用的，现在已全力将其产品下放到个人计算机的软件，如 Pro/E。近年来，在高级产品设计专业中，AutoCAD 已经沦为标尺寸的工具了。当然，Autodesk（AutoCAD 的开发公司）早已警觉此事，所以针对机械专业的 Mechanical Desktop（MDT）和 Inventor 也先后推出市场，但是很不幸，它们的销售都不甚理想。

这么说来，AutoCAD 玩完了吗？不！除了机械专业外，三大行业（机械、建筑和电子）中的建筑业还是好用的呢！而且，由于 AutoCAD 采用开放性架构，很多写 LISP/VBA/ARX 的程序设计者很喜欢它的“开放”，所以就在其上开发出很多应付各种专业设计的 CADD（计算机辅助设计制图）软件。即使是在机械方面，也还有很多制造简单产品的专业是用 AutoCAD 就足够的。此外，以 AutoCAD 作为学子们的 CAD 启蒙软件，也很合适。

本工作室相关书籍作品：

- ◆ 《AutoCAD 机械设计院》系列
- ◆ 《AutoCAD 建筑设计院》系列

- **Solidworks**。Solidworks 也是一套专门针对机械专业的 CAD 软件。严格来说，它不是和 AutoCAD 去比，而是和 Inventor 比。Solidworks 专门瞄准机具机械的市场，画一些以翻砂模制造的产品，或零件制品。这从我们的新书——《Solidworks 设计院》系列里的图集范例里就可以看得出来。此外，Solidworks 也和 AutoCAD 一样，有一群软件协力厂商在其上开发很多零件设计、分析和图形文件管理方面的软件，以丰富它本身的资源优势。

当然，用 Pro/E 也能实践 Solidworks 的这个领域，但是在比较尊重知识产权的国家里，软件的价格是考虑成本的重要因素。所以，Solidworks 一直能在工业界和教育界稳定地保有它的市场，这可以说和它正确且成功的市场定位策略有很大的关系，即便是 Autodesk Inventor 要赢它，也是很辛苦的。因为 Solidworks 的价廉和倾向基本机械设计的功能，所以它也很为学校机械科系的老师欢迎。

本工作室相关书籍作品：《Solidworks 机械设计院》系列

- **SolidEdge**。首先要认知，SolidEdge 和 Solidworks 没有任何关系！但是它现在的老板可就有名了！1997 年 10 月，UG 的生产公司 Unigraphics Solutions 和 Intergraph 公司签约，合并了后者的机械 CAD 产品，将 PC 版的 SolidEdge 统一到 Parasolid 平台上。由此形成一个从低到高，兼有 Unix 工作站版和 Windows NT PC 版的完整系统。

SolidEdge 是直接 Windows 下所开发的 CAD 软件。由于它不是将工作站软件生硬地搬到 Windows 平台上，所以具备一些 Windows 特质，如良好的用户操作接口，能充分地 Office 兼

容，或是与 Windows 的 OLE 技术兼容等功能。它是 Solidworks 的同级竞争产品。

- 其他 CAD 软件。还有很多可能会在网站或杂志上看到的 CAD 软件，如 MicroStation 等，一般都是 AutoCAD 的竞争产品。但是人是习惯的奴隶，好不容易熟悉了一套 CAD 软件，要再去学另外一套，意愿就不大，尽管这些软件的功能看起来都要比 AutoCAD 好一些。所以，要能在强者间生存，就要成为量小利丰的专业 CAD 软件。当然，这类软件很多，我们就不细说了。

## 2. CAM 工业制造类软件

CAM 就是指计算机辅助制造的部分，绝对用于机械制造专业。因为用 CAD 所画出来的图，数值控制工具机（NC）无法识别，必须将其转为 M/G 程序代码（工具机所认识的语言码），才能上机制造。此外，面对各种不同品牌的 CNC 或 NC 工具机，CAM 软件还要尽量和它们兼容，兼容性越高，客户面就会越宽。

当然，试机仿真的功能更不能少，模拟仿真越准确，客户的忠诚度就越高。早期，因为个人计算机的功能并不理想，人才也不充裕，所以 CAD 和 CAM 一般分开独立发展。所以，当读者分别使用 CAD/CAM 软件时，就要考虑到在 CAD 软件所画出来的图，是否能转到 CAM 软件里用。这是非常重要的！

- **MasterCAM 和 SmartCAM。**在我们那个年代，AutoCAD 刚出来，功能也不强，公司的模具厂老逼着我们想办法给他们也来个 CAD/CAM 自动化。可是对制造来说，要以个人计算机来做这些事是有困难的。因为 AutoCAD 那时候根本就没有 3D 的功能；即使有，也无法转到 CAM 上来做制造。于是，我们遍访全世界在个人计算机上开发的 CAD/CAM 软件，发现在个人计算机上没有一个软件可以兼具这两个部分，但是可以将当时仅有的 3D CAD 软件——CADKey 拿来，搭配仅有的 CAM 软件——MasterCAM。这对一些只有简单曲面的产品是可以应付的，但由于大同公司是当时中国台湾最大的民营制造厂，所以一下子就带动了相关产业在这方面的组合运用。即使到了 1991 年我到广州讲学时，还发现很多台商将此应用带了过去。

MasterCAM 主要用于 CNC 铣床、CNC 车床和 CNC 线切割等加工作业上，因为在 PC 上开发得早，所以软件很稳定。SmartCAM 则是 MasterCAM 的竞争厂商，SmartCAM 晚 MasterCAM 一、二年成名。他们两家从 20 世纪 80 年代就“打”到现在，两家都活得好好的，软件功能则互相紧盯，互有所长。

- **Cimatron。**Cimatron 的 CAD/CAM 系统是以色列 Cimatron 公司的产品，是较早个人计算机上实践 3D CAD/CAM 全功能的系统。该系统提供了比较灵活的用户接口，优秀的 3D 造型、工程绘图，全面的数控加工，各种通用、专用数据接口，以及集成后的产品数据管理。

## 3. CAE 软件

CAE 就是指计算机辅助分析的部分。随着人类自古以来对统计学的热切应用（就是咱们老祖宗的算命学），到了计算机应用的年代，人类开始将很多设计的数据经验和数学模式放到计算机里来，再以统计学的理论来设计软件，这就是 CAE 软件了！

只要有人肯贡献经验、数据和软件技术的话，所有的专业都应该有 CAE 软件。因为 CAE 软件基本上就是专家系统，能够在设计前段就应用这些系统来预先修正错误，这对设计师的吸引力是很大的。

在 20 世纪 80 年代和 90 年代，机械方面的 CAE 系统正处于萌芽阶段，所以分析的正确率还

