

Pro/E Wildfire 工业设计院 2

Pro

有效提高职场竞争力，增加专业附加价值，快速进入专业门槛

ENGINEER

Wildfire

高级设计

二代龙震工作室 编著

首创流程学习法（依实际的工业设计流程来学习）

首创整体范例学习法（提供贯穿本系列丛书真实案例）

特殊的文字图例创作风格，不需要来回翻对文图，效果直接，易读易懂

理论和实务并重，且融入老手经验

基础进阶具备，著作团队专业性强

提供网上习题解答下载和问题咨询



含光盘



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

Pro/E Wildfire 工业设计院②

Pro/ENGINEER Wildfire 高级设计

二代龙震工作室 编著

電子工業出版社

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。随书附带的光盘内容为本书所有范例的源文件，使用它可以方便读者的学习与工作。

本书是继《Pro/ENGINEER Wildfire 基础设计》之后，针对设计流程中的造型设计和结构设计而写的高级部分。读者将继续深入学习 Pro/E 的曲面设计功能。由于曲面设计是现代造型设计的重点，因此本书中的大部分篇幅都着眼于 Pro/E 曲面功能的陈述和演练。所有的曲面功能操作，也都会练习到。

本书适合机械等相关行业的所有设计和制图人员，同时也是机械本科或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 高级设计 / 二代龙震工作室编著. —北京: 电子工业出版社, 2004.6
(Pro/E Wildfire 工业设计院②)
ISBN 7-5053-9901-2

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 040462 号

责任编辑: 邓小瑜 (dxy@phei.com.cn)

印 刷: 北京智力达印刷有限公司

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

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×980 1/16 印张: 36.75 字数: 760 千字 彩插: 2

印 次: 2004 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 5 000 册 定价: 54.00 元 (含光盘 1 张)

凡购买电子工业出版社的图书，如有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。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。

作者序

龙震工作室创始人林龙震，是中国台湾地区 CAD 软件应用方面的祖师级人物，由于工作室对 CAD/CAM/CAE/PDM 相关技术有着长期深入的研究与应用，使其在 CAD 方面的著作，在业界一直具有相当权威的指导意义。二代龙震工作室正是中国台湾地区龙震工作室在中国大陆的工作室。

随着 3D CAD 软件应用技术的突飞猛进，工业设计已由传统的先 2D 后 3D 的设计观念，反向进入先 3D 而后 2D 的正确顺序。传统的先 2D 后 3D 设计观念，使得人们的想像力和创造力大受限制，除了少数人外，几乎只将设计观念停留在模仿的阶段。先 3D 而后 2D 的设计将充分结合人脑和电脑，将人类的想像力充分发挥在 3D 的平台上，虽然这样做会困难一些，但是其省下来的设计时间和修正成本都是可观的，同时质量也将高于过去。

本书的主讲者陈秉铭，是台湾泰山职训中心的精密机械科资深讲师，专门负责 Pro/E 的教学。本书是集 Pro/E 功能铺陈和其教学经验的综合体。

本书将接续本系列丛书的第一本《Pro/ENGINEER Wildfire 基础设计》，继续为您讲述 Pro/E 在曲线和曲面方面相关功能，同时在工业设计方面的重要理论，也将在本书的第 10 章中完成下篇。

随着我国正式踏入 WTO，二代龙震工作室将有更大的发展空间，以更实际，且基础与精深兼顾的电脑书籍奉献给读者。

无论是龙震工作室，还是二代龙震工作室，我们开发的电脑书籍共同的特性在于：

- 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，既介绍软件功能的使用技巧，又结合读者专业的特点，所以龙震工作室开发的图书是与众不同的。
- 以图例形式来完成对操作过程的解说，避免使用冗长文字，这一向是龙震工作室的特色。
- 所授范例个个经典，并应读者要求，完整展示各实例的制作步骤。
- 网站技术支持。凡是购买龙震工作室创作图书的读者，都可以通过“龙震在线”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。

龙震工作室开发的系列丛书均有售后服务，对读者提出的问题，我们会尽快答复。

您可以通过以下工作室专属网站或电子邮件信箱进行咨询:

龙震在线: <http://www.dragon2g.com> E-mail: dratek@ms7.hinet.net

请注意: 读者通过 E-mail 咨询的邮件, 我们一定会回信。但是有时候会因为网络的问题, 使我们无法收到读者的来信, 或读者不能收到我们的回复。如果您发送邮件后无回音时, 请再次发送。同时, 我们也建议读者: 尽量使用信誉良好且通信稳定的服务商提供的信箱。

本书在编写与出版过程中得到了龙震工作室图书创作全体伙伴及电子工业出版社的大力支持, 在此表示感谢。

二代龙震工作室 陈秉铭率
林春深 黄敬闽 林益丽
陈 硕 刘晓颖 郭有茂
杨文娟 赖晨旭 陈佳彬
周志勇 唐晓腾 张裕贵等

丛书序

本丛书的系列名为《Pro/E Wildfire 工业设计院》，其下的 8 本书的主题和顺序，是根据实际的产品设计和制造流程而产生的（请参考封底导读图），它们包括：

- (1) 《Pro/ENGINEER Wildfire 基础设计》
- (2) 《Pro/ENGINEER Wildfire 高级设计》
- (3) 《Pro/MOLDESIGN Wildfire 模具设计》
- (4) 《Pro/SHEETMETAL Wildfire 钣金设计》
- (5) 《Pro/MECHANICA Wildfire 结构/运动/热流分析》
- (6) 《Pro/DETAIL Wildfire 工程图设计》
- (7) 《Pro/NC Wildfire 数控加工》
- (8) 《Pro/TOOLKIT Wildfire 插件设计》

这是本工作室在继 AutoCAD 和 SolidWorks 范畴之后，倾全力著作的实务好书。本身为机械系毕业，早年出身台湾大同公司（相当于大陆的海尔公司）CAD/CAM 中心的林龙震老师，深知一套 CAD/CAM 好书不是仅传递软件的操作信息给读者，而是经验与实务的传承。因此，为了这套书，他风尘仆仆游走于两岸机械界寻求实务，同时还寻找经验丰富的“业界老手”来一起诠释这个已经广泛应用于机械专业的高级 CAD/CAM/CAE 软件。

这次，我们的著作风格有了改变。因为根据专业的不同，写作各书的“龙震”老师也都不同。这七位“龙震”老师的个人背景如下。

1. 书名：《Pro/ENGINEER Wildfire 基础设计》

软件名称：Pro/ENGINEER, Pro/ASSEMBLY。

软件性质：CAD。

负责老师：林龙震。

背景：台湾大同 CAD/CAM 中心，专业计算机书籍作者。

特色：这本 Pro/E 基础，将由我带头介绍给大家。很多

已经习惯先平面后立体的读者，或是从未接触过立体画图的读者，都将在本书中先做一些适应，为后续的学习打好基础。所有 Pro/E 基础设计所需的三维几何、实体造型、参数



化设计的观念, 以及装配的操作和工程图基础, 都将在本书中结合理论与实际, 由浅入深地顺序讲述。

2. 书名:《Pro/ENGINEER Wildfire 高级设计》

软件名称: Pro/ENGINEER。

软件性质: CAD。

负责老师: 陈秉铭。

背景: 台湾某公立职训中心资深讲师。

特色: 当读者熟悉了简单立体模型的构建后,

本书将进入 Pro/E 高阶的特征构建方法、基础/复杂曲面设计, 以及结构设计。此外, 根据我们在职业训练方面的实际经验, 将介绍一些特征构建曲面的技巧, 让读者具有复杂曲面的零件设计能力。



3. 书名:《Pro/MOLDESIGN Wildfire 模具设计》

软件名称: Pro/MOLDESIGN。

软件性质: CAD。

负责老师: 徐云祥。

背景: 台湾大同公司模具厂资深设计师, 现为独立模具工作室负责人。

特色: 通过本书的学习, 读者将很快掌握模具设计的基础知识和模具设计的流程。从基础模具设计开始, 到具有复杂曲面的高级模具设计, 都将包含在本书的实例中, 如根据模具特征设计的型腔、浇注系统、砂芯和滑块等模具构件。此外, 本书还将导入半装配造型, 自顶向下的装配模具设计。



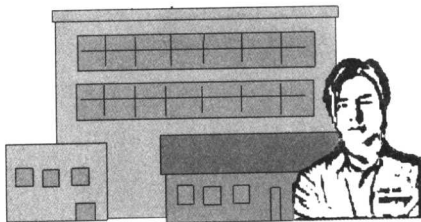
4. 书名:《Pro/SHEETMETAL Wildfire 钣金设计》

软件名称: Pro/SHEETMETAL。

软件性质: CAD。

负责老师: 林信展。

背景: 深圳台商钣金厂厂长。



特色：我负责的工厂就是一个钣金厂。在本书中，我们将以本工厂的实际产品，示范如何使用 Pro/SHEETMETAL 设计钣金。通过实例，读者可以充分了解到钣金设计的环境和流程，如钣金设计特征的应用与设定、钣金平面施工图的绘制，以及钣金模具都包含在内。

5. 书名：《Pro/MECHANICA Wildfire 结构/运动/热流分析》

软件名称：Pro/MECHANICA。

软件性质：CAE。

负责老师：徐灯锋。

背景：北京清华大学精密机械系博士。

特色：在这本书里，我们的结构专家徐老师将以他在 X 虹电子厂数年的工作经验，以及在清华大学获得的理论学识，以详细的范例向读者解说 CAE 基础，并使用 Pro/MECHANICA 对各种具有代表性的零件进行有限元分析和应力分析，模拟结构的运动，模流分析等。使设计者能够在软件的辅助下，检验设计的产品是否合格。本书将成为 Pro/E 领域里的 CAE 代表。



6. 书名：《Pro/DETAIL Wildfire 工程图设计》

软件名称：Pro/DETAIL。

软件性质：CAD。

负责老师：陈彦成。

背景：美商公司上海产品设计中心资深经理。

特色：近年来由于过度强调 3D，使得很多人忽略了平面图的重要性。本书从设计制造的角度，讲述 Pro/DETAIL 中的平面施工图制作，并强调它和 3D 模型间相辅相成的关系。在此，结合具体实例，让读者依据机械工程图学的基本观念，迅速建立一套符合专业规则的平面工程图，以便产品的顺利制造。从台商转任美商公司任职的陈老师，将以其过去辅导工厂和设计单位的经验，为读者提供众多的实例来有效地诠释这个主题。



7. 书名:《Pro/NC Wildfire 数控加工》

软件名称: Pro/NC。

软件性质: CAM。

负责老师: 林春深。

背景: 北京清华大学精密机械系博士。

特色: 一个是 Pro/E 的 NC 软件, 一位是先从基层做起, 后又有幸成为中国最高学府里专门研究 NC 工具机的博士生, 两者的结合将以理论和实务来引导读者了解 Pro/NC 软件的优势, 以及实际的应用。本书将成为 Pro/E 领域里的 CAM 代表。



8. 书名:《Pro/TOOLKIT Wildfire 插件设计》

软件名称: Pro/TOOLKIT, Pro/INTRALINK。

软件性质: CAD + PDM。

负责老师: 林龙震。

背景: 台湾大同 CAD/CAM 中心, 专业计算机书籍作者。

特色: 插件的使用是为了让设计更准确且更有效率。一般的读者都能明白并且普遍接受插件的优势和使用。林老师将在本系列丛书的末尾再次登场, 以能有效解决设计和制造上有关问题的插件实务, 为读者诠释这个主题。

从读者的角度来看, 我们这套书是非常平易近人的。在每本书中阐述主题的“龙震”老师不一定有显赫的学历, 他们也不会有惊人之语, 但是都有从基层做起, 满身经验的经历。就像一位和善平凡的师友, 随着书中进度, 默默地将经验和技巧传授给需要的人们。



关于本书《Pro/ENGINEER Wildfire 高级设计》

《Pro/ENGINEER Wildfire 高级设计》是《Pro/ENGINEER Wildfire 基础设计》一书的延伸, 也是为了设计流程中的造型设计和结构设计而写的。在本书中, 读者将继续深入学习 Pro/E 的曲面设计功能。



由于曲面设计是现代造型设计的重点,因此本书中的大部分篇幅都着眼于 Pro/E 曲面功能的陈述和演练。所有的曲面功能操作都会在本书中练习到。我们将在本书中提到以下主题:

- | | | |
|------------|----------|----------------|
| ● 基准曲线 | ● 高级实体特征 | ● 曲线和曲面的基本编辑功能 |
| ● 高级曲面特征 | ● 分析功能 | ● 自由曲线/曲面功能 |
| ● 曲线立体几何基础 | ● 高级装配 | ● 工业设计基础(下篇) |

熟练这些主题,将让您真正适应和面对这套以 3D 理念来设计的软件。除了独立的小范例之外,本书还将构建出贯穿本系列所有书籍的集成范例,以使读者深刻认识一个产品的整个设计和制造过程。同时,能在进入职场前就奠定工作所需的基本技能。当然,希望经由本系列丛书来完成自己的作品,以顺利踏上谋职、升职或自行创业之路,那更是本工作室老师的共同愿望。

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。由于书中涉及的内容丰富,加之篇幅、时间所限,难免存在不足之处,敬请读者批评指正。我们的联系方式:

电话:(010) 68240824

E-mail: dratek@ms7.hinet.net (龙震在线), dxy@phei.com.cn

龙震在线网址: <http://www.dragon2g.com>





第 1 章 基准曲线	1
1.1 绘制曲线的方法	2
1.2 直接绘制曲线	3
1.3 通过输入参数绘制	4
1.3.1 通过点 (Thru. Pnt)	4
1.3.2 自文件 (From File)	15
1.3.3 使用 X 截面 (Use Xsec)	18
1.3.4 从方程 (From Equation)	20
1.4 通过编辑其他曲线或曲面生成	24
1.4.1 曲面相交 (Intr. Surfs)	24
1.4.2 复合 (Composite) / 复制 (Copy)	24
1.4.3 投影 (Project)	28
1.4.4 包络或成形 (Formed)	30
1.4.5 修剪或分割 (Trim)	32
1.4.6 偏移 (Offset)	34
1.4.7 2 次投影 (2 Projections)	39
 习题	45
第 2 章 Pro/E 的高级实体特征	51
2.1 概述	52
2.2 扫描特征类	52
2.2.1 可变截面扫描 (Variable Section Sweep)	52
2.2.2 扫描混合特征 (Sweep Blend)	65
2.2.3 边界混合 (Boundry Blend)	76
2.3 规则形状特征类: 拔模特征 (Draft)	91
2.4 不规则形状特征类	103

2.4.1 管道特征 (Pipe)	104
2.4.2 轴特征 (Shaft)	107
2.4.3 唇特征 (Lip)	109
2.4.4 法兰特征 (Flange)	114
2.4.5 环形槽特征 (Neck)	117
2.4.6 耳特征 (Ear)	119
2.4.7 槽特征 (Slot)	120

 习题	122
--	-----

第3章 曲线和曲面的基本编辑功能 131

3.1 复制 (Copy)	132
3.2 移动 (Move)	135
3.3 镜像 (Mirror)	139
3.4 填充 (Fill)	142
3.5 偏移 (Offset)	144
3.6 合并 (Merge)	153
3.7 修剪 (Trim)	157
3.8 延伸 (Extend)	161
3.9 改变曲面法向 (Flip Normal)	169
3.10 加厚 (Thicken)	171
3.11 实体化 (Solidify)	174
3.12 “编辑”菜单里的其他功能	179

 习题	179
--	-----

第4章 高级曲面特征 187

4.1 概述	188
4.2 将剖面混合到曲面	189
4.3 在曲面间混合	191
4.4 从文件混合	192
4.5 将切面混合到曲面	194
4.6 圆锥曲面和 N 侧曲面片	203
4.7 侧面影像修剪	209

 习题	210
--	-----

第 5 章 Pro/E 的分析功能	215
5.1 模型分析	216
5.1.1 模型质量属性分析	217
5.1.2 X-截面质量属性分析	219
5.1.3 单侧体积分析	219
5.1.4 对间隙分析	220
5.1.5 短边分析	220
5.1.6 边的类型分析	220
5.1.7 厚度分析	222
5.2 曲面分析	222
5.2.1 高斯曲率	224
5.2.2 截面曲率	228
5.2.3 斜率	229
5.2.4 双向曲率	230
5.2.5 法向	231
5.2.6 偏差	232
5.2.7 反射曲线	232
5.2.8 加亮曲线	234
5.2.9 某点信息	235
5.2.10 半径	235
5.2.11 拔模检测	235
5.2.12 偏距网格	237
5.2.13 阴影	237
5.2.14 横截面	237
5.2.15 最大曲率	237
5.3 曲线分析	239
5.3.1 曲率分析	240
5.3.2 半径分析	240
5.3.3 切线分析	240
5.3.4 偏差分析	243
5.3.5 二面角分析	243
5.3.6 某点信息分析	243



5.4 行为建模	245
5.4.1 行为建模的步骤	246
5.4.2 行为建模中的分析模型参数介绍	247
5.4.3 行为建模中的敏感度分析 (Sensitivity Analysis)	250
5.4.4 行为建模中的可行性/优化 (Feasibility/Optimization)	254
5.4.5 行为建模中的多目标设计研究 (Multi-Objective Design Study)	257
 习题	261

第6章 Pro/E 的自由曲线/曲面功能和曲线立体几何基础 265

6.1 自由曲线和自由曲面概述	266
6.2 自由曲线	267
6.2.1 Pro/E 的自由曲线界面	267
6.2.2 由曲线上的点或控制点生成的自由曲线	269
6.2.3 平面曲线	270
6.2.4 曲面上的自由曲线	271
6.2.5 将曲线投影到曲面创建 COS	272
6.2.6 自由曲线的编辑	272
6.2.7 自由曲线的曲率	278
6.3 自由曲面的生成	279
6.3.1 Pro/E 的自由曲面界面	279
6.3.2 以边界曲线来创建曲面	280
6.3.3 自由曲面的连接	281
6.3.4 自由曲面的剪裁	283
6.3.5 造型环境下的系统设置	285
6.4 曲线立体几何基础	286
6.4.1 三绞线	286
6.4.2 篮球	289
 习题	302

第7章 高级倒圆角 305

7.1 高级倒圆角	306
7.1.1 倒圆角的定义	306
7.1.2 滚球模型	306

7.1.3	垂直于骨架的倒圆角	307
7.1.4	可变半径倒圆角的半径	308
7.1.5	“边-曲面”倒圆角	309
7.1.6	完整倒圆角	309
7.1.7	通过曲线的倒圆角	310
7.1.8	曲面片 (Patch)	310
7.1.9	侧边	311
7.2	高级倒圆角	311
7.2.1	高级倒圆角	312
7.2.2	单特征和多重特征	312
7.2.3	倒圆角组的定义	313
7.2.4	边链和“曲面-曲面”	316
7.2.5	“边-曲面”倒圆角	316
7.2.6	倒圆角范围: 自动混合和终止曲面	317
7.2.7	模糊选项	318
7.2.8	可变半径倒圆角	319
7.2.9	过渡 (Transition)	320
7.2.10	连接	334
7.2.11	完整倒圆角	335
7.2.12	通过曲线的倒圆角	336
7.2.13	圆锥倒圆角	337
7.3	高级倒圆角技术的范例	338
7.3.1	倒圆角如何终止	338
7.3.2	倒圆角不寻常的拐角	339
7.3.3	垂直于骨架倒圆角	340
7.3.4	吞没小曲面的倒圆角	342
7.3.5	拟合多重倒圆角	343
7.3.6	倒圆角次序	344
7.3.7	具有混合凸面的四边顶点	345
7.3.8	使用多重倒圆角组	346
7.4	曲面倒圆角	347
	习题	349

第 8 章 曲面变形特征	353
8.1 展平面组 (Flatten Quilt)	354
8.2 折弯实体 (Bend Solid)	357
8.3 环形折弯 (Toroidal Bend)	360
8.4 骨架折弯 (Spinal Bend)	364
8.5 自由形状 (Free Form)	370
8.5.1 曲面自由形状	370
8.5.2 实体自由形状	372
8.6 局部推拉 (Local Push)	375
8.7 半径圆顶 (Radius Dome)	375
8.8 剖面圆顶 (Section Dome)	379
8.8.1 无轮廓混合剖面圆顶	380
8.8.2 有轮廓混合剖面圆顶	381
8.8.3 扫描剖面圆顶	383
 习题	386
第 9 章 高级装配	391
9.1 装配阵列元件	392
9.1.1 装配元件到参照阵列	394
9.1.2 填充阵列	399
9.1.3 尺寸阵列	402
9.2 对装配组件的操作	404
9.2.1 组件中特征的复制	404
9.2.2 组件的重新构建	406
9.3 对装配元件的操作	410
9.3.1 元件的复制	410
9.3.2 元件的 CSG 建模	414
 习题	422
第 10 章 工业设计基础 (下篇)	425
10.1 概要	426
10.2 人机工程学	426
10.2.1 因为战争的需要	427

10.2.2	研究人机工学的重点因素	428
10.2.3	实例说明	431
10.2.4	工业设计与人机工学的关系	434
10.2.5	人机工学在工业设计中的应用	435
10.3	产品价值工程学	438
10.3.1	价值工程的由来与发展现状	438
10.3.2	价值工程和工业产品设计的关系	441
10.3.3	组成价值工程的概念	442
10.3.4	价值工程的分析原则	443
10.3.5	执行价值工程的方法	443
10.4	产品设计美学	444
10.4.1	是美术还是美工	444
10.4.2	设计美学与装饰的艺术美	445
10.4.3	产品造型设计的功能美	448
10.4.4	产品造型设计的造型美	449
10.4.5	产品外观造型的三大美学因素	453
10.5	造型设计风格学	466
10.5.1	设计结合生产技术带来的风格	466
10.5.2	结合艺术形成的风格	468
10.5.3	高科技时代的产品设计风格	469
10.6	概念设计学	471
10.6.1	产品设计的阶段	471
10.6.2	概念设计中的创新方法	472
10.7	产品语义学概述	474
10.7.1	产品语义学在工业产品造型设计中的应用	476
10.7.2	产品语义和语境的开发方法	478
10.8	结束语	478
	习题	479
附录 A	Pro/E 的系统组态设置变量	481
A.1	各种配置文件的设置	482
A.1.1	config.pro 和 config.win 文件	482
A.1.2	config.win 文件	484

