

工业设计院



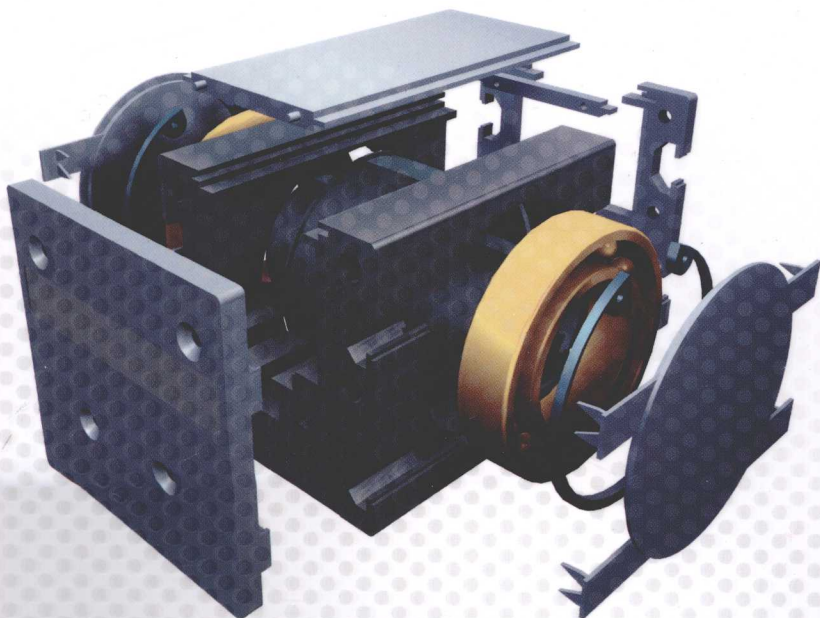
二代龙震工作室 编著

Pro/ENGINEER

Wildfire 5.0

基础设计

- 学校、培训班、自学均适用
- 理论和实务并重，且融入老手经验
- 基础高级兼顾，著作团队专业性强
- 提供重点视频教学文件
- 提供网上习题解答下载和问题咨询



清华大学出版社

工业设计院

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 基础设计

二代龙震工作室 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是一本兼顾理论与实务、内容完整的 Pro/ENGINEER 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。

本书基本上是为了设计流程中的所有 CAD 基础而写的。针对 Pro/ENGINEER,我们规划了基础设计、进阶提高、高级设计和工程图设计等 4 本书,本书则是基础的部分。

在本书中,读者将清楚地认识 Pro/ENGINEER 的操作界面,同时所有的基础操作也都会在本书中练习到。我们在书中所列举的范例,都将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、实体渲染和精例实作等主题上。让您能真正地面对这套以 3D 理念来设计的大型 CAD 软件。

本书适合机械等相关行业的所有设计和制图人员,同时也是机械本科或相关专业的最佳学习教材。

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

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 基础设计/二代龙震工作室编著. —北京:清华大学出版社,2010.9

(工业设计院)

ISBN 978-7-302-23426-5

I. ①P II. ①二… III. ①机械设计:计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 5.0
IV. ①TG382-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 146058 号

责任编辑:张彦青

装帧设计:杨玉兰

责任校对:王 晖

责任印制:孟凡玉

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

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

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:34 插 页:1 字 数:818 千字

附 DVD1 张

版 次:2010 年 9 月第 1 版

印 次:2010 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:58.00 元

产品编号:035091-01

丛 书 序

本工作室针对 Pro/ENGINEER 这个 CAD/CAM/CAE 大型软件所写的系列书包含在“Pro/ENGINEER 工业设计院”总称之下。而系列的顺序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、建模师、机构设计师、结构设计师、模具设计师等所设计的专业课程；然后，再搭配 Pro/ENGINEER 这个软件的各种合适模块，来诠释其技术和软件工具的应用。

工业设计院分以下四大系列。

(1) 基础设计系列：主要是建模和画工程图，所有机械范畴都要用到。

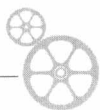
(2) 造型设计系列：工业设计最上游，即产品原型的确定阶段。能主导设计的就是造型设计师，按确认图样生产或抄录的就是建模师。

(3) 分析设计系列：工业设计流程的中间阶段，用来事先分析解决可能发生于制造阶段的难题。在以前，由于主要的分析人才来自研究所层级，一般或低技术层级的企业不易取得。近年来，由于 CAE(计算机辅助分析)软件仿真技术突飞猛进，让需求人才的门坎大幅降低！现在，只要具有设计经验，不论学历，都可以很好地上手；没有经验的，职专以上程度即可。因此，机械本科的学子们出校门时，就具备简易基本的机构、结构分析能力，已逐渐形成风潮。

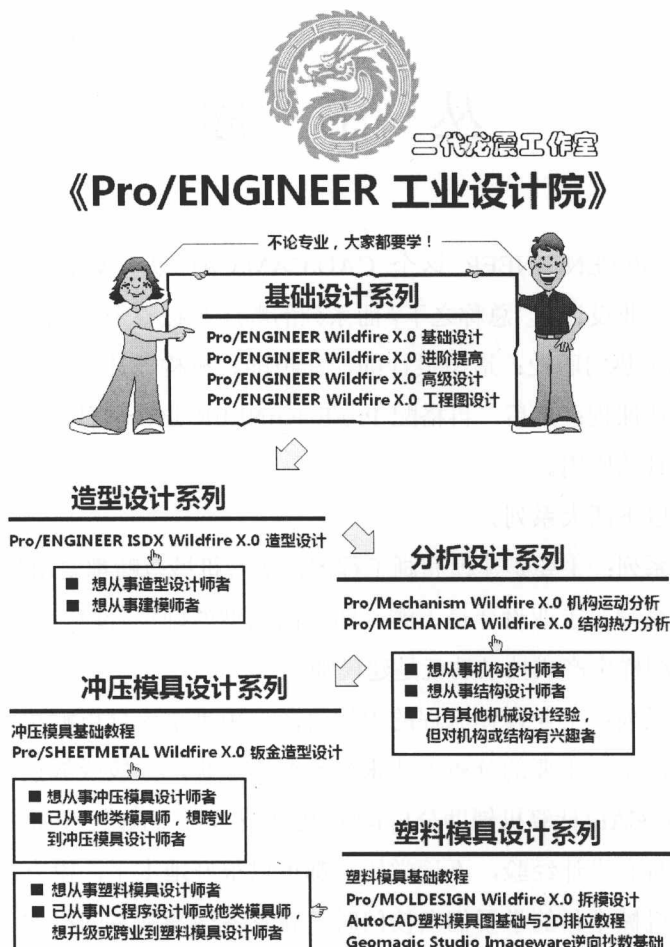
(4) 模具设计：制造阶段一向是工业设计最重要的下游，其顺利与否决定产品的成败；所用的生产机械、设计时间与人力则严重影响产品的成本。在这方面，我们将按当前模具产业中市占率最大的两个(塑料模与冲压模)，来创建以下两种系列书：

① 塑料模具设计系列。

② 冲压模具设计系列。



我们再以下图来说明本系列书。



本套书的系列名为：Pro/ENGINEER 基础设计系列。基本上是为了工业设计流程中所有的 CAD 操作基础而写的。在这个范畴里，我们将分基础设计、进阶提高、高级设计和工程图设计四本。

以下就是本系列四本书的内容简述。

系列号	书名	内容方向
1	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 基础设计	有很多 Pro/ENGINEER 的基本概念，如草绘、基准面的设置等，我们以为大家都清楚了，但是从提问中发现，并不是如此。很多人并没有这些概念，所以只能模仿画图，而不能在发生问题时知道要如何解决。因此，我们在本书中加强正确的基本概念和范例，同时全力将基本的命令先练好，后面的路就会好走一些了。配合重点视频教学文件，本书将作成适合培训或学校用书(上学期 3 学分)的方式，提供给用书的各级教育单位和自学读者

续表

系 列 号	书 名	内容方向
2	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 进阶提高	我们将在本书中针对 Pro/ENGINEER 的中级命令制作更多的实例,让大家能应用到更多的选项细节。 配合重点视频教学文件,本书也将制成合适培训或学校用书(下学期3学分)的方式,提供给用书的各级教育单位和自学读者
3	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 高级设计	在本书中,所有 Pro/ENGINEER 的高级命令应用都是我们囊括的对象。通过重点视频教学文件,对 Pro/ENGINEER 已有相当程度基础者,将更能掌握本书
4	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 工程图设计	立体建模完成后,紧接着就是转 2D 工程图,所以将工程图模块也划归在基础的主题中。配合重点视频教学文件,本书将以更简洁有效的架构,来诠释 Wildfire 工程图模块新版的内容,以及将读者常见的提问做专章提示

关于本书《Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 基础设计》

本书将从头开始,以详细的图例配合重点视频教学文件,通过实体基础概念→操作界面→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教学主题,让读者能真正的应用这套以 3D 概念来做设计绘图的大型 CAD 软件。

二代龙震工作室

作 者 序

现在的软件改版情势与 2000 年以前已有很大的不同。随着软硬件功能的强大,以及个人计算机(PC)的流行,软件改版的速度越来越快!软硬件功能的强大导致软件公司需要更多的开发时间,让他们的软件得以在硬件上无误地快速运行,出于商业利益上的需要,新产品上市周期一再缩短,赶鸭子上架的结果是:改版初期的版本 Bug(瑕疵)一堆,然后再慢慢出同一版本的修正版!讲好听一点是让合法用户体会到合法增值的服务;说难听一点则是要从用户身上赚改版的钱,以维持软件公司的运转。这在 2000 年以前几乎不允许的改版方式,现在却已形成风潮!用户需要面对有小瑕疵的新版本,还要面对同一版本的数次更新。而个人计算机(PC)的流行日久,则造成很多知名软件已经成熟得改无可改,所以改版的内容乏善可陈,笔者对这种方式并不认同。

无论如何,Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 又来了,改版幅度也不大。对本工作室来说,初次撰写 Pro/ENGINEER 的这套书,就能获得广大读者的良好响应和鼓励,则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地将所有读者正反面的心声反映给我们了!我们必须在这里向大家说:我们都收到了。

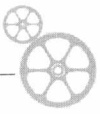
因此,从 Wildfire 3.0 版起,新的 Pro/ENGINEER “工业设计院系列”丛书,就已经进入成熟的阶段,至今已到 Wildfire 5.0 版。它聚集了本工作室读者的意见,是一套由读者主导内容的系列书。当然,人非圣贤,我们的智慧也有限,还有疏漏之处,尚祈您再来 E-mail 给我们批评指教,我们会以最谦卑的心用心倾听,再来检讨并谋思改进之道。

本书将针对培训班、学校或自学 Pro/ENGINEER 的初学者而写,所有初学者应该清楚的基本概念,应该了解的命令工具或功能都包含在本书中,同时也符合培训班或学校 3 个学分的基础课程。

不论是龙震工作室,还是二代龙震工作室(内地工作室),我们开发的计算机书籍共同的特性如下。

- **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,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。**避免使用冗长文字来破坏思考,一向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,效果和多媒体动画教学是一样的。
- **网站技术支持。**凡是购买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。

您一样可以像往常一样,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>

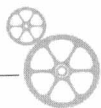
E-mail: dragon.dragon2@msa.hinet.net

在此我们要对广大支持我们的读者,致以十二万分的敬意和谢意,在本工作室出版的过程中,您的支持导致我们所著书籍的持续,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

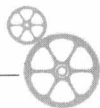
目 录

第 1 章 CAD/CAM/CAE 概论..... 1	2.4 本书所讲述的命令功能范围.....33
1.1 CAD/CAM/CAE 系统..... 2	2.5 Pro/E 的中文化名词问题.....33
1.1.1 CAD/CAM/CAE 软件的 历史..... 2	习题.....35
1.1.2 各种知名 CAD/CAM/CAE 软件的属性..... 2	第 3 章 Pro/E 的系统环境和基本操作.....37
1.2 Pro/ENGINEER 在 CAD/CAM/CAE 领域中的角色..... 8	3.1 概述.....38
1.2.1 CAD 与 Pro/ENGINEER..... 8	3.2 Pro/ENGINEER 的界面.....38
1.2.2 CAE 与 Pro/ENGINEER..... 8	3.3 Pro/E 的文件类型.....44
1.2.3 CAM 与 Pro/ENGINEER..... 9	3.4 基本的系统环境设置.....48
1.3 正向工程和逆向工程..... 10	3.4.1 设置双语版显示.....48
1.4 学了 Pro/ENGINEER 以后能 做什么..... 11	3.4.2 设置系统颜色.....50
1.4.1 先了解产品设计和制造的 关键流程..... 11	3.4.3 设置默认的工作目录 (桌面图标法).....50
1.4.2 给自己定位..... 13	3.4.4 高效率的快速键设置.....52
1.5 如何使用本书的视频文件..... 15	3.5 Pro/E 的鼠标和选取基本操作.....55
习题..... 17	3.5.1 鼠标的基本操作.....55
第 2 章 Pro/E 和 3D 实体造型..... 19	3.5.2 Pro/E 的选取模式.....56
2.1 三维实体造型..... 20	3.6 进入 Pro/E 模块的方式.....58
2.1.1 实体模型..... 20	3.7 基本模块中的基本操作.....61
2.1.2 边界表示法和建构实体 几何法的比较..... 24	3.7.1 模型显示.....61
2.2 Pro/E 的主要功能和特色..... 25	3.7.2 视图控制.....64
2.2.1 基于特征..... 25	3.8 高级的视图操作.....66
2.2.2 参数化..... 30	3.8.1 首选项.....66
2.2.3 实体模型..... 31	3.8.2 定义动态定向.....67
2.3 运行本书的软硬件要求..... 32	3.8.3 根据参照来定向.....68
2.3.1 使用的软件版本..... 32	3.9 和绘图环境有关的其他系统设置.....68
2.3.2 硬件需求..... 32	3.9.1 3D 性能的设置.....68
	3.9.2 Pro/E 的环境设置.....69
	3.9.3 备份文件.....69
	3.9.4 文件的拭除和删除.....69
	习题.....72
	第 4 章 草绘基础.....73
	4.1 草绘概论.....74



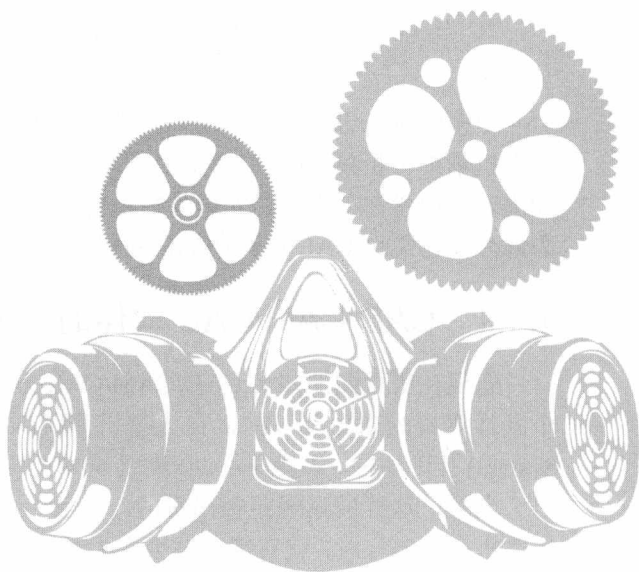
4.2	目的管理器和菜单管理器模式	74	5.2.1	基准显示的开关和设置	137
4.3	草绘的基本操作	75	5.2.2	颜色显示设置	138
4.3.1	草绘器中鼠标的用法	75	5.2.3	名称显示设置	139
4.3.2	Pro/E 草绘器的特色	76	5.3	一般基准特征和实例	139
4.3.3	草绘器的界面	76	5.3.1	基准面	139
4.3.4	草绘器的系统环境设置	77	5.3.2	基准轴	146
4.3.5	草绘工具介绍	78	5.3.3	基准点	148
4.3.6	弱尺寸转强尺寸的问题	91	5.4	草绘平面、参照面和定向基础	157
4.3.7	尺寸锁定的问题	92	5.4.1	草绘平面的决定	157
4.4	Pro/E 的草绘实例	92	5.4.2	草绘参照面和方向的决定	158
4.4.1	草绘基础范例一(鼠标草绘)	93	5.5	特征草绘模式的重要技巧	161
4.4.2	草绘基础范例二(对称标注)	96	5.5.1	参照设置	161
4.4.3	草绘基础范例三(倾斜标注)	98	5.5.2	“描边”工具	162
4.4.4	草绘基础范例四(点对线的 圆弧标注)	99	5.6	设置坐标系的影响	166
4.4.5	草绘基础范例五(点对点的 圆弧标注)	101	5.7	基准参照	168
4.4.6	草绘基础范例六(正六边形) ..	103	5.7.1	关于链	168
4.4.7	草绘基础范例七(几何练习) ..	104	5.7.2	Wildfire 4.0 版以后新增的 目的边参照	170
4.4.8	草绘基础范例八 (本地坐标系)	106	习题		173
4.4.9	草绘基础范例九(椭圆画法) ..	107	第 6 章 建模基础(一)		175
4.4.10	草绘基础范例十(圆弧曲线的 画法和标注法)	109	6.1	拉伸特征	176
4.4.11	草绘基础范例十一	109	6.1.1	拉伸的“叠”与“挖”	176
4.4.12	草绘基础范例十二	112	6.1.2	拉伸的基准	178
4.4.13	草绘基础范例十三	115	6.1.3	薄面拉伸和开口薄壳	180
4.4.14	草绘基础范例十四	118	6.2	倒圆角特征	184
4.4.15	草绘基础范例十五	120	6.2.1	简单倒圆角	184
4.4.16	草绘基础范例十六	123	6.2.2	不等半径的倒圆角	185
4.5	草绘的实际应用	124	6.2.3	完全倒圆角实例	186
4.6	草绘诊断工具	125	6.2.4	自动倒圆角	188
习题		129	6.3	倒角特征	192
第 5 章 基准特征基础		133	6.3.1	简单倒角	193
5.1	特征概论	134	6.3.2	拐角倒角实例	195
5.1.1	模型树	136	6.4	基准面应用实例	197
5.1.2	基准特征	136	习题		201
5.2	基准特征的系统设置	137	第 7 章 建模基础(二)		209
			7.1	旋转、薄壳和加厚特征	210
			7.1.1	旋转特征	210

7.1.2 薄壳特征	210	8.5 孔特征	264
7.1.3 加厚特征	211	8.5.1 直孔	266
7.1.4 综合实例	212	8.5.2 草绘孔	268
7.1.5 薄壳还是加厚的问題	217	8.5.3 标准孔	269
7.1.6 草绘还是薄壳的问题	219	8.6 筋特征	270
7.1.7 旋转中心的问题	219	8.6.1 平直加强筋	272
7.2 阵列特征	220	8.6.2 旋转加强筋	273
7.2.1 轴阵列(正规圆阵列)	222	8.6.3 轨迹筋	274
7.2.2 轴阵列(螺旋阵列)	223	8.7 特征	275
7.2.3 方向阵列	225	8.7.1 简易的弹簧螺旋扫描	276
7.2.4 空间阵列(行列阵列)	226	8.7.2 简易的螺纹螺旋扫描	278
7.2.5 空间阵列(曲面阵列)	227	8.8 修饰螺纹特征	280
7.2.6 表阵列	228	8.8.1 修饰螺纹	280
7.2.7 填充阵列(平面填充)	229	8.8.2 草绘修饰	283
7.2.8 填充阵列(曲面填充)	231	8.8.3 凹槽修饰	286
7.2.9 阵列	232	习题	287
习题	235	第9章 复制和操作特征基础	291
第8章 建模基础(三)	239	9.1 复制特征基础	292
8.1 扫描特征	240	9.1.1 新参照复制	292
8.1.1 扫描(草绘轨迹)+修倒圆角	240	9.1.2 相同参照复制	295
8.1.2 扫描(选取轨迹)	242	9.1.3 移动复制	296
8.2 可变截面扫描特征(基础级)	243	9.1.4 镜像复制	298
8.2.1 重要名词解释	244	9.2 另类或独立的复制类特征	299
8.2.2 可变截面扫描(法向于轨迹)	246	9.2.1 Wildfire 版新增的复制和 粘贴特征	300
8.2.3 可变截面扫描(法向于投影)	247	9.2.2 移动工具和旋转	305
8.2.4 可变截面扫描(恒定法向)	248	9.2.3 独立的镜像编辑	308
8.2.5 可变截面扫描 (X 矢量轨迹线)	249	9.3 特征操作类	310
8.3 混合特征	250	9.3.1 特征修改	311
8.3.1 平行混合范例	251	9.3.2 特征的隐含和恢复	316
8.3.2 平行混合与投影剖面范例	253	9.3.3 特征的删除	317
8.3.3 旋转混合范例	254	9.3.4 特征的隐藏/取消隐藏	318
8.3.4 一般混合范例	256	9.3.5 特征信息的查询	318
8.3.5 变口体混合范例	257	9.3.6 特征的注释	323
8.4 举一反三的综合范例	259	9.3.7 特征的测量	324
8.4.1 可变截面扫描法	259	9.4 特征的修复与处理	326
8.4.2 混合法	260	9.4.1 改变特征后的修复处理	326
8.4.3 拉伸+扫描法	261	9.4.2 Pro/E 的故障排除器	330



9.5 特征的 Undo 功能	331	11.2 材料贴附(着色).....	387
9.5.1 操作上的 Undo 与 Redo.....	331	11.2.1 针对零件的简单材料贴附	
9.5.2 历史文件.....	331	(着色).....	388
9.5.3 跟踪文件.....	331	11.2.2 贴图效果	393
9.5.4 模型播放器.....	333	11.3 自定义颜色或材料贴图.....	397
习题	335	11.3.1 自定义颜色	397
第 10 章 Pro/Assembly 组装基础.....	339	11.3.2 自定义贴图	398
10.1 组装概述.....	340	11.4 透视设置	401
10.2 组装功能的新界面问题	342	11.5 灯光布置	402
10.3 认识组装的基本操作环境和流程 ...	343	11.5.1 Pro/E 的灯光工具	404
10.3.1 组装选项板.....	343	11.5.2 快速做灯光布置的方法.....	408
10.3.2 使用约束条件的原则	347	11.6 房间设置	409
10.4 基础组装实例.....	348	11.7 效果设置	412
10.4.1 配对和对齐.....	348	11.8 制作和使用场景	416
10.4.2 重合、偏移和定向	350	11.9 正式渲染	418
10.4.3 插入.....	351	11.9.1 PhotoRender 渲染引擎的	
10.4.4 坐标系.....	352	设置	419
10.4.5 相切.....	354	11.9.2 Photolux 渲染引擎的	
10.4.6 直线上的点 I	355	设置	420
10.4.7 直线上的点 II	356	11.9.3 渲染操作	422
10.4.8 曲线上的点.....	358	11.9.4 渲染图像输出的操作.....	424
10.4.9 曲线上的边.....	359	11.10 计算机机箱的渲染实例.....	426
10.4.10 混合“直线上的点”和		11.11 与渲染有关的名词说明.....	429
“曲线上的边”	360	习题	431
10.4.11 斜面组装.....	361	第 12 章 基本建模实例练习	433
10.5 组装的修改和分析.....	363	12.1 概述	434
10.5.1 组装件位置定义的修改	363	12.2 塑料容器、饰品和轴架建模.....	434
10.5.2 组装件组件的修改	365	12.2.1 塑料容器	434
10.5.3 组装件的分析(间隙).....	365	12.2.2 饰品	440
10.5.4 组装件的分析(干涉).....	366	12.2.3 轴架	444
10.6 分解图的制作.....	367	12.3 阀体	449
10.6.1 简单的分解图实例	368	12.4 固定盘	456
10.6.2 分解图的保存	370	12.5 球形盖和箱体	463
10.6.3 分解图的编辑.....	371	12.5.1 球形盖	464
10.6.4 点评.....	373	12.5.2 箱体	467
10.7 练习范例.....	373	12.6 泵下座和斜管	471
习题	383	12.6.1 泵下座	471
第 11 章 Pro/E 渲染基础	385	12.6.2 斜管	480
11.1 Pro/E 渲染概论.....	386		

12.7 吊架盘.....	487	12.11.2 三通阀	512
12.8 齿轮箱.....	488	12.12 结语	515
12.9 本体.....	495	附录 A Pro/E 系统变量的查询法	517
12.10 轴架和轴承座.....	501	附录 B Pro/E Wildfire 支持的显卡	521
12.10.1 轴架.....	501	附录 C 如何使用本书范例	
12.10.2 轴承座.....	504	光盘和服务	523
12.11 支架底座、三通阀	507		
12.11.1 支架底座.....	507		



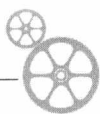
第 1 章

CAD/CAM/CAE 概论

在您开始学习 Pro/ENGINEER 以前，您应该知道它在 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清楚的。

此外，通过本章对整个产品在设计制造中的流程了解，您将深刻的体会到：Pro/ENGINEER 是一套和制造流程有关的大型软件，只将 Pro/ENGINEER 粗分为基础和高级是不太切实际的学习法！只有能配合生产流程的 Pro/ENGINEER 课程学习，才能让您在职场上获得实际成果。





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的开头书中，效法三国时代的诸葛孔明，为您分析述说这 CAD/CAM/CAE 领域的天下大势。

1.1.1 CAD/CAM/CAE 软件的历史

您现在所看到的知名 CAD/CAM/CAE 方面的软件，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，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，一般专业者根本无法接触到。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和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。

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和它们这样的“巨人”相比，在其上运行的软件自然也不愿放下身段去开发 PC 版；但是在另一方面，个人计算机的价廉、使用面广、市场商机大，已经实际上的压迫到像 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/ENGINEER 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开展了。但是如果面对像 CADAM 这样的祖师级软件(即 CATIA 的前身)，那 Pro/ENGINEER 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买的，所以不但价昂，而且和其他系统兼容性差。

相对的，个人计算机上的软件就局限在 CAD 方面。这是因为 CAD 方面的功能比较好设计，专业深度不像 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的功能集成到画图的功能上来。一直到现在，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

为了让您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，请先记得老师这句话：

“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。要一一都去学全,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,学好专业技能和其相关的 CAD/CAM/CAE 概念和操作,再于进入职场后深入应用层面。”

以下,就开始我们对各种常见 CAD/CAM/CAE 软件的介绍。

1. CAD 工程制图软件类

CAD 就是指仅计算机辅助设计画图的部分。除了机械业以外,很多专业其实只需 CAD 和 CAE 的部分,甚至只要 CAD 的部分就好。所以,这个部分投入的厂商最多。这个部分的 CAD 软件分通用型和专业型。所谓“通用型”就是可适用所有行业,甚至可以其为平台,在上面做二次开发;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。

1) AutoCAD

大家都知道 AutoCAD,前面提过,它的发展和历史有很大的关系。当时,CAD 才刚发展,3D 的 CAD 软件在个人计算机中还很少,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,即使现在强敌环伺,一时半会儿还动不了它。

对机械专业来说,由于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/ENGINEER。近年来,在高级产品设计专业中,AutoCAD 可说已经沦为标尺寸的工具了。当然,Autodesk 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,但是很遗憾的,销售都不甚理想。

但也不能认为 AutoCAD 已经没落,除机械业外,三大行业(机械、建筑和电子)中的建筑业中此软件仍然很受欢迎,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这么“开放”,所以就在其上开发很多应付各种专业设计上的 CAD(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专业的专业是用 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。

2) SolidWorks

SolidWorks 也是一套专门针对机械专业的 CAD 软件。严格说来,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,或零件制品非常好用。而从 SolidWorks 2008 版开始,它也积极改善了系统的速度与精度,并增添了不少机构、结构和流体力学的分析模块,使得现在用 SolidWorks 来做造型设计、机构分析与结构分析也非难事(详见本工作室清华大学出版社出版的“SolidWorks 机械设计院系列”)。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,以丰富它本身的第三方资源优势。

当然,用 Pro/ENGINEER 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，软件的价格是成本的重要考虑因素。所以，SolidWorks 一直能稳定地在工业界和教育界保有它的市场，这可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。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。

3) SolidEdge

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 是直接在 Windows 下所开发的新进 CAD 软件。由于它不是将工作站软件生硬地搬到 Windows 平台上，也具备一些 Windows 特质。例如，良好的用户操作界面、能充分地与 Office 兼容，或是和 Windows 的 OLE 技术兼容等功能。它是 SolidWorks 的同级竞争产品。

4) 其他 CAD 软件

在网站或杂志上还能看到很多的 CAD 软件。如 MicroStation 等，一般都是 AutoCAD 竞争产品。但是人是习惯的奴隶，好不容易熟了一套 CAD 软件，要再去学另一套，意愿就不大，尽管这些软件功能看起来都要比 AutoCAD 好。这类软件很多，我们就不细说了。

2. CAM 工业制造软件类

CAM 就是指仅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，数控设备(NC)无法辨识，必须将其转为 M/G 程序代码(数控设备所认识的语言码)，才能上机制造。此外，面对各种不同厂牌的 CNC 或 NC 设备，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，模拟仿真的功能更不能少，模拟仿真的越准确，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/CAM 一般分开独立发展。所以，当您分开使用 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！

1) MasterCAM 和 SmartCAM

AutoCAD 刚出来时，功能也不强，部分企业也希望能 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。由于大同公司是当时台湾地区最大的民营制造厂，所以一下子就带动了相关产业在这方面的组合运用。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 上开发的早，所以软件很稳定。SmartCAM 则是 MasterCAM 的竞争厂商，SmartCAM 晚