

韩先征 赵 水 王海琴 等编著

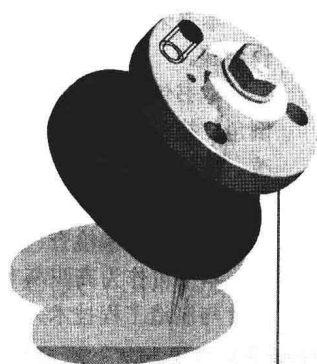
Pro/ENGINEER Wildfire 5.0

应用
实践



化学工业出版社

韩先征 赵 水 王海琴 等编著



Pro/ENGINEER Wildfire 5.0

应用
实践

常州大学图书馆
藏书章



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书采用图解的方式编写,通过大量的图例和表格,直观形象地讲解 Pro/ENGINEER 的基本知识和操作步骤。

本书包括零件建模常用工具如拉伸、旋转、扫描和混合特征创建等内容,也包含放置特征,如倒圆角、倒角、拔模、抽壳。非实体特征包括简单曲面、基准特征等。常见的编辑操作包括阵列、复制、镜像、修改、编辑定义、重定次序等。考虑到高级建模的需要,包含了复杂曲面的创建及操作、机构的建立、机构的运动仿真和仿真结果的输出、模型渲染和动画输出等内容。在范围上基本覆盖了通用机械产品设计的零部件设计、检验检查、工程图生成、工程图详细标注及与第三方软件的数据转化等。

本书可作为高职高专院校或者本科院校机械、模具、电气等专业的 CAD 课程的教材,也可作为机械设计与制造工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 应用实践 / 韩先征, 赵水,
王海琴等编著. —北京: 化学工业出版社, 2011.1
ISBN 978-7-122-10085-6

I. P… II. ①韩… ②赵… ③王… III. 机械-计
算机辅助设计-应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 5.0
IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 238926 号

责任编辑: 王听讲

文字编辑: 吴开亮

责任校对: 徐贞珍

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 18 字数 493 千字 2011 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 34.00 元

版权所有 违者必究

前 言

Pro/ENGINEER 是 3D 产品设计软件,是目前机械设计领域最先进的工具之一,它促使用户采用最佳设计做法,同时确保遵守业界和公司的标准。它集成的参数化 3D CAD/CAM/CAE 解决方案可让用户的设计速度更快,同时最大限度地增强创新能力并提高质量,最终设计出不同凡响的产品。

Pro/ENGINEER 的功能特点和优势如下:

- 强大、参数化的设计功能可实现卓越的产品差异化和可制造性。
- 完全集成的应用程序可让用户在一个应用程序中完成从概念设计到制造的所有工作。
- 将设计变更自动传播到所有下游交付件的能力可让用户满怀信心地进行设计。
- 完整的虚拟仿真功能可让用户提升产品性能和超越产品质量目标。
- 自动生成关联的模具设计和制造交付件。

本书主要介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 基础,涵盖了工程设计的基础,包括零件设计、装配和工程图。通过学习,读者能深刻体验功能强大的解决方案;通过其灵活的工作流程和顺畅的用户界面,Pro/ENGINEER 将使用户的工作效率大幅提高;用户模型允许直接建模、提供特征处理和智能捕捉,并使用几何预览,从而使用户能在实施变更之前看到变更的效果;多数的操作鼠标直接启动,省略了繁杂的图标拾取操作,设计效率大幅提高。

本书结合工程实际使用和课堂教学的特点编写而成,内容丰富,结构完整。书中的章节大都采用“内容介绍”、“应用解析”、“应用实例”等栏目和顺序安排,以专业设计思想和生产实际相近的方式组织相近功能,大多用图形和表格来说明,少用描述性语言,使内容易懂而不抽象。

本书的编著者都是多年应用 Pro/ENGINEER 的工程师和培训教师,工程和培训经验丰富。书中的内容选择和次序安排经过编写组的讨论确认。书中应用(实例)内容所用图均为本书原作,无一引用,编著者对本书所倾注的努力可见一斑。不论是 Pro/ENGINEER 的高级用户还是入门者都能从中受益。

为了方便阅读和练习,本书还免费提供配套的训练用模型文件和图片,读者可以到化学工业出版社教学资源网站(<http://www.cipedu.com.cn>)免费下载使用。

本书主要由韩先征(第一章、第七章、第十章、第十一章、第十二章、第十三章、第十六章、第十七章、第十八章、第十九章、第二十章)、赵水(第五章、第六章、第八章、第九章、第十四章)、王海琴(第二章、第三章、第四章、第十五章)编著,参与本书编写的还有山东劳动职业技术学院的韩会谨和夏继梅,青岛职业技术学院的赵秋玲。本书编写过程中得到了美国参数公司(PTC)山东总代理、山东琪瑞升技术工程公司的技术经理孟庆祥先生的指导,山东琪瑞升技术工程公司总经理梁新伟先生给予了大力支持,在此表示感谢。

由于受到编者的知识局限和界面语言翻译原因,书中可能有不当之处,欢迎读者提出修改意见。

编著者
2010 年 10 月

目 录

第一章 Pro/ENGINEER 应用入门	1
第一节 CAD/CAM 应用介绍.....	1
第二节 建立零件模型.....	3
第三节 自底向上创建装配.....	5
第四节 建立零件及装配工程图.....	7
第五节 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 新增功能.....	8
第二章 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 操作界面	11
第一节 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 主窗口简介.....	11
第二节 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 文件操作与管理.....	15
第三节 视图显示控制.....	19
第四节 基准显示控制.....	20
第五节 对象选择.....	22
第三章 基准特征	25
第一节 基准特征的功能.....	25
第二节 基准平面.....	26
第三节 基准轴.....	27
第四节 基准点.....	29
第五节 基准曲线.....	31
第六节 坐标系.....	33
第四章 草绘曲线	35
第一节 草绘模块简介.....	35
第二节 草绘几何.....	39
第三节 尺寸标注.....	47
第四节 几何图形的编辑.....	50
第五节 约束.....	50
第五章 基本造型 (1)	53
第一节 拉伸.....	53
第二节 旋转.....	57
第三节 扫描.....	65
第四节 混合.....	68
第六章 基本造型 (2)	71
第一节 倒圆角特征.....	71
第二节 倒角.....	72
第三节 抽壳.....	74
第四节 拔模.....	76
第五节 筋特征.....	77
第七章 特征操作	81
第一节 特征的选取及编辑操作.....	81

第二节	特征的重定义	83
第三节	特征的父子关系	84
第四节	特征的重定次序和插入模式	86
第五节	关系与参数	88
第八章	层设置与成组特征	91
第一节	创建层与设置层属性	91
第二节	设置层项目	94
第三节	层项目的选择与操作	97
第四节	特征组与操作	98
第九章	特征的复制与阵列	100
第一节	特征的移动复制	100
第二节	特征的镜像复制	104
第三节	特征的阵列	105
第十章	高级特征	110
第一节	螺旋扫描	110
第二节	偏移特征	112
第三节	可变截面扫描	115
第四节	扫描混合	117
第十一章	模型操作	121
第一节	模型分析与测量	121
第二节	模型颜色设置	124
第三节	视图管理器	126
第四节	模型的输入/输出	129
第十二章	创建装配	131
第一节	约束类型与装配	131
第二节	装配的特征	135
第三节	挠性零件	137
第四节	装配视图管理	141
第十三章	运动机构	145
第一节	用连接约束创建机构	145
第二节	建立高副连接机构	148
第三节	伺服电动机的类型与定义方法	150
第四节	运动分析与输出	153
第十四章	典型零件与项目	158
第一节	标准件、紧固件的创建	158
第二节	弹簧和可变节距弹簧的创建	166
第三节	直齿轮的创建	169
第四节	斜齿轮的创建	178
第五节	圆柱凸轮的创建	187
第六节	轴承的创建	189
第十五章	综合训练项目	193
项目一	钻孔模装配	193

项目二 曲柄摇杆机构的仿真运动	199
第十六章 工程图	205
第一节 工程图幅的设置	205
第二节 工程图幅的创建	208
第三节 一般视图和投影视图	210
第四节 辅助视图、旋转视图和局部放大视图	213
第五节 半视图、局部视图、断裂视图	218
第十七章 带剖面的视图	223
第一节 全剖视图、半剖视图	223
第二节 局部剖切视图	227
第三节 绕轴旋转剖切视图	229
第四节 阶梯剖切视图	232
第十八章 尺寸标注	237
第一节 驱动尺寸	237
第二节 编辑尺寸	239
第三节 从动尺寸	243
第四节 带公差的尺寸	243
第五节 整理尺寸	248
第十九章 详细视图	251
第一节 参数化草绘	251
第二节 创建注解	253
第三节 创建符号	255
第四节 表面粗糙度、焊接符号	259
第五节 几何形位公差符号	262
第六节 工程图输入/输出	265
第二十章 装配的工程图	267
第一节 一般部件的视图	267
第二节 带剖面的部件视图与编辑	269
第三节 部件爆炸视图与编辑	272
第四节 表格	274
第五节 BOM 表与带重复区域的表格	276

第一章 Pro/ENGINEER 应用入门

【学习目标】

- > 了解 CAD/CAM 应用。
- > 了解零件创建的基本程序、思路。
- > 了解装配图建立过程。
- > 了解工程图建立过程。

【重点、难点内容】

- 零件创建的基本过程。
- 装配图创建的基本过程。
- 工程图创建的基本过程。

第一节 CAD/CAM 应用介绍

近些年来 CAD（计算机辅助设计）/CAM（计算机辅助制造）/CAE（计算机辅助测量）技术得到迅速普及和极大发展。在为数众多的 CAD/CAM/CAE 软件中，主流软件包种类繁多，如 Pro/ENGINEER、UG、CIMATRON、MDT、I-DEAS、MASTERCAM 等。Pro/ENGINEER 是美国 PTC 公司的拳头产品，技术领先，在机械、电子、航空、航天、邮电、兵工、纺织等各行各业都有应用。

Pro/ENGINEER 软件包的产品开发环境支持并行工作，它通过一系列完全相关的模块表述产品的外形、装配及其他功能。Pro/ENGINEER 能够让多个部门同时致力于单一的产品模型。包括对大型项目的装配体管理、功能仿真、制造、数据管理等。

一、工业设计（CAID）模块

工业设计模块主要用于对产品进行几何设计。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描述。现在，用三维设计软件系统（3DDS）可以生成实体模型，但用三维设计软件系统生成的模型在工程实际中贯穿于整个产品生命周期。用 Pro/ENGINEER 生成的实体在后续各阶段的各个工作数据的产生都能依赖于实体建模所生成的数据。包括：Pro/3DPAINT（3D 建模）、Pro/ANIMATE（动画模拟）、Pro/DESIGNER（概念设计）、Pro/NETWORKANIMATOR（网络动画合成）、Pro/PERSPECTA-SKETCH（图片转三维模型）、Pro/PHOTORENDER（图片渲染）几个子模块。

如图 1-1 所示为采用 Pro/foundation、Pro/Surfac 和 Pro/Assembly 模块创建的“迷你”型吸尘器模型。

二、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，它可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，如图 1-1 中的吸尘器外轮廓表面，这些称为自由曲面。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 在透明的环境中可以生成曲面和实体模型。Pro/ENGINEER 生成曲面的方法有：拉伸、旋转、混合、扫掠、网格、点阵等。由于生成曲面的方法较多，因此 Pro/ENGINEER 可以

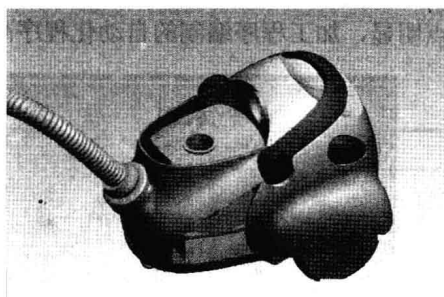


图 1-1 “迷你”吸尘器效果图

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。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）。

强大的 Pro/ENGINEER 的建模功能，让产品设计者随心所欲地表达设计理念。例如，单就阵列形式就有“尺寸”、“方向”、“轴”、“填充”、“表”、“曲线”、“点”七种类型。图 1-2 中模型的刷毛就是采用“填充”阵列一次完成的。

Pro/ENGINEER 提供友好的用户界面。设计模型可以显示各种用户设置的方案，可以展示各种样式。在图 1-3 中显示的装配模型中，部分零件显示为现况，部分为着色，并设定不同的颜色的材质。

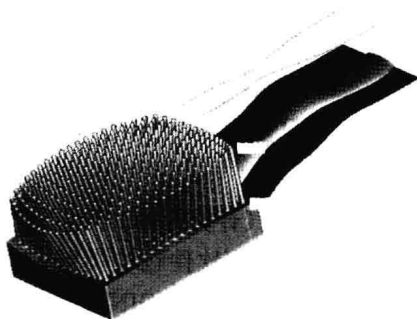


图 1-2 刷子零件模型

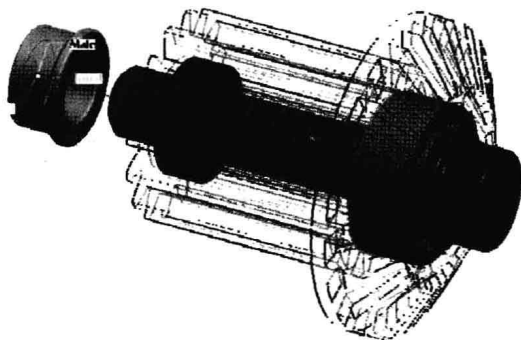


图 1-3 装配模型

Pro/ENGINEER 是基于单一数据库的架构，保障其模块间的“无缝”连接。在工程图中，装配零件间的任何编辑或修改，在其他模块都能同步更新。图 1-4 所示为某车架的工程图和自动生成的球标及材料报表（BOM）。

三、加工模块（CAM）

Pro/NC 是一种功能十分强大的自动化 CAM 加工模块。Pro/NC 不仅完全支持高速和多轴等高端加工方式，还有自己独特的技术特点，有良好的扩展性。因具备其全相关性，在零件稍有改动时只需再生一个加工文件就可自动更改加工路径，并且可提供产生精加工零件最佳加工路径控制和智能化加工路径创建。Pro/NC 允许 NC 编程人员控制整体的加工路径，直到最细节的部分，优点明显，加工程序编制的自动化程序高。图 1-5 所示为曲面的精加工刀路图。



图 1-4 装配工程图和自动生成的球标及材料表

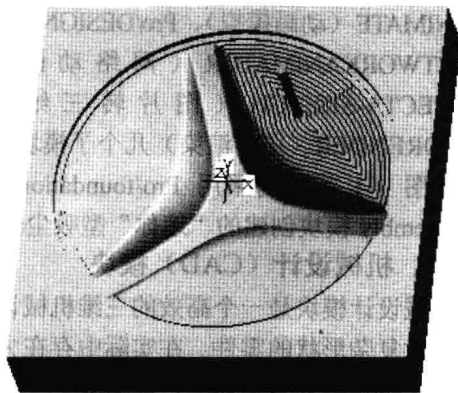


图 1-5 曲面精加工刀路图

四、功能仿真（CAE）模块

功能仿真（CAE）模块主要进行有限元分析。有限元仿真主要分析零件的受力、变形、流动状态等。利用该功能，在满足零件要求的基础上，可充分优化零件的设计。包括：Pro/FEM-POST（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 THERMAL（热分析）、Pro/MECHANICA TIRE MODEL（车轮动力仿真）、Pro/MECHANICA VIBRATION（震动分析）、Pro/MESH（有限元网格划分）。图 1-6 所示为零件的壳单元有限元模型的位移云图。

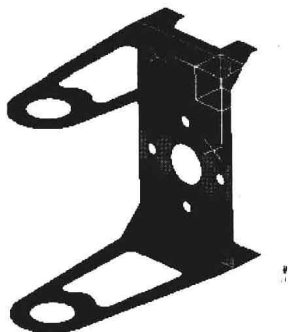


图 1-6 壳单元有限元模型的位移云图

第二节 建立零件模型

一、应用解析

Pro / ENGINEER 为一个基于特征的几何建模系统，对于数据的存取也是以特征为最小单位，即特征是基本或者最小的编辑单元。所有的参数创建均是以完成某个特征为目的，因此每一个零件都是由一连串的特征所组成，而每一个特征都会改变零件的几何外形，这些特征彼此之间存在关联关系，称为“父子关系”，并加入某些设计信息至零件的几何模型中。在零件设计过程中，可以随时更改特征的几何形状及其所含的设计信息，以达到设计变更的目的。特征可分为实体特征和非实体特征两种。

实体特征可分为加材料特征、减材料特征。按造型方式的不同又可分为草绘特征和放置特征。

非实体特征可分为曲线特征、基准特征、曲面特征等。

用 Pro/ENGINEER 创建三维模型时，需要先创建零件的基体，然后一一加入各类基础特征及工程特征，其流程类似于机械加工的过程。

Pro/ENGINEER 创建零件的几何形状的过程如下：画出剖面—将剖面生长成零件的毛坯—加入各种特征，如圆孔、斜角、切削。模型特征的形成方式依次为拉伸、旋转、扫掠。

二、应用实例

操作步骤见表 1-1（图 1-7）。



图 1-7 塑料瓶图

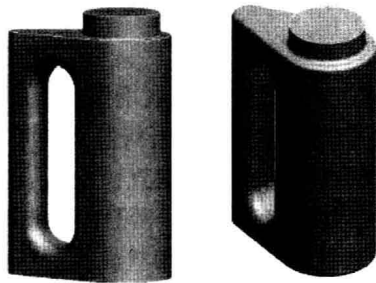
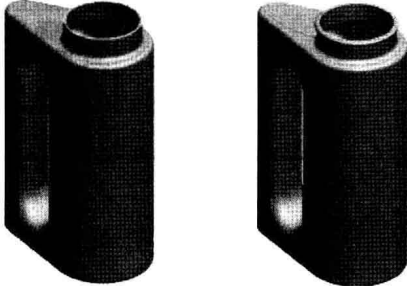
表 1-1 应用实例

序 号	操 作 步 骤	图 示
1	创建新的零件 bottle， 选择公制单位的模板 mmns_part_solid	

续表

序 号	操 作 步 骤	图 示
2	创建草绘曲线	
3	创建拉伸特征	
4	利用旋转切除材料创建塑料瓶把手的结构	
5	再次用拉伸特征创建瓶嘴	

续表

序 号	操 作 步 骤	图 示
6	创建细节结构, 做边的倒圆角	
7	最后做抽壳, 细化瓶嘴	

第三节 自底向上创建装配

一、应用解析

Pro/ENGINEER 易学易用, 有各种软件包供用户选择, 这些软件包专为满足用户的具体需求而设计。无论用户需要的是包含所有基本设计功能的符合成本效益的 3D CAD 系统, 还是无缝地连接扩展供应链的完整产品开发系统, 都将在一个完全可伸缩的解决方案中准确找到需要的一切。针对不同需求, 可以选择当前适合的软件包。利用 Pro/ENGINEER, 无论设计中的哪部分进行了更改, 这些更改都会立即传播到所有后续信息中, 如无论在装配环境或者零件环境所做的更改都能同步更新。一般的装配创建方法分为 2 种: 逆向设计; 正向设计。

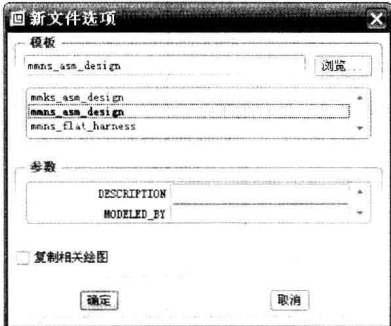
逆向设计即完成零件模型或者子装配, 再通过几何约束类型组成装配或者更顶级的装配。

利用 Pro/ENGINEER 高级装配扩展, 用户可以进行正向设计。可用约束集或者链接放置元件。

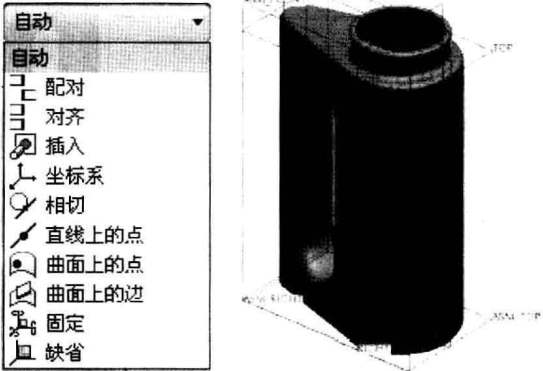
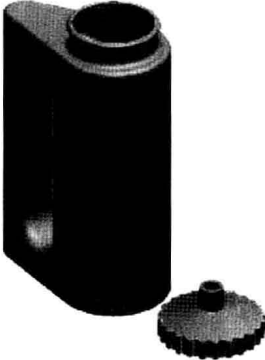
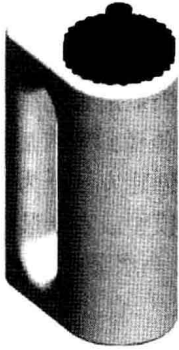
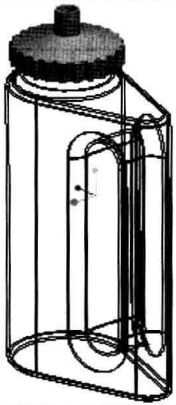
二、应用实例

操作步骤见表 1-2。

表 1-2 应用实例

序 号	操 作 步 骤	图 示
1	创建 bottle_assembly 装配, 选择 mmns_asm_design 作为模板	

续表

序 号	操 作 步 骤	图 示
2	选择约束组成约束集。约束的结果应使待装配的模型具有零自由度	
3	用同样的方式装配瓶盖	
4	完成装配，如右图所示	
5	设置显示样式，如右图所示	

第四节 建立零件及装配工程图

一、应用解析

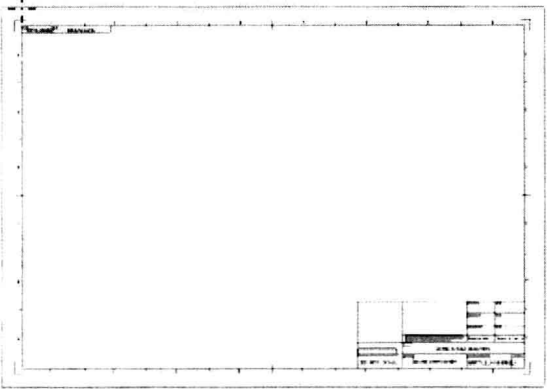
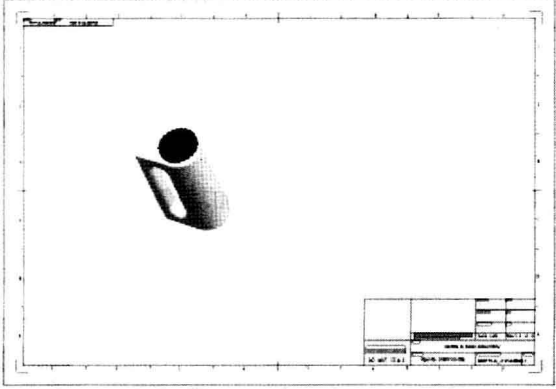
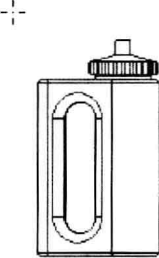
建立零件及装配工程图就是创建和处理使用 3D 模型作为几何源的详细工程绘图。通过“详细绘图”，用户可以将尺寸、注解及模型与其视图间的其他设计元素输出到出图页面。

Pro/ENGINEER 具有强大的工程图设计功能，用户可直接将建立的三维模型生成工程图，其“参数化”与“全相关”的特征使得三维模型或工程图的任何一方进行尺寸更改，另一方会同时相应做出尺寸更改，确保两者的始终一致性，避免产生人为差错。在完成零件或装配模型的建立之后使用“绘图”模块，可快速建立符合工程标准的工程图。

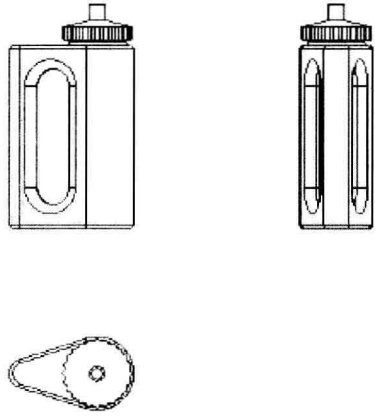
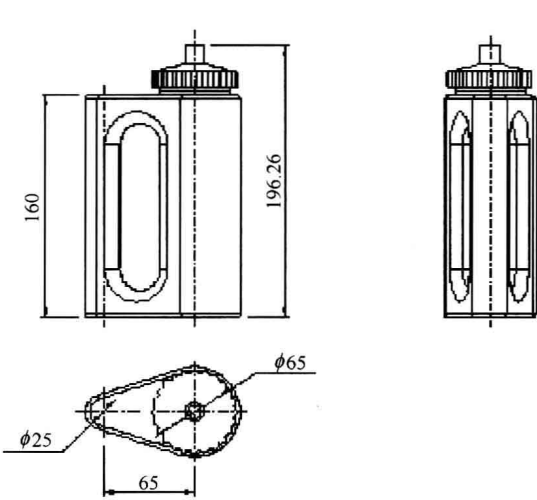
二、应用实例

操作步骤见表 1-3。

表 1-3 应用实例

序 号	操 作 步 骤	图 示
1	创建空的工程图	
2	加入一个一般视图， 设定显示类型	
3	定向一般视图	

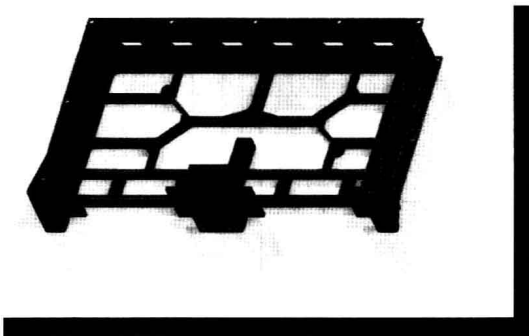
续表

序 号	操 作 步 骤	图 示
4	创建投影视图	
5	添加尺寸	

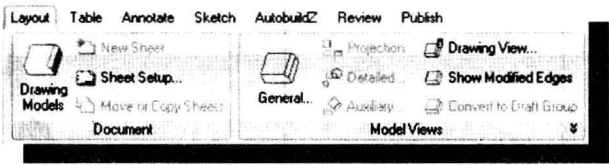
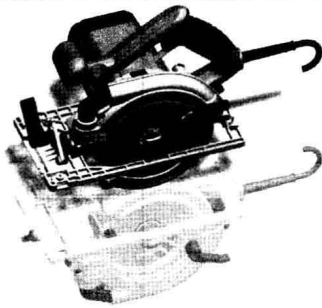
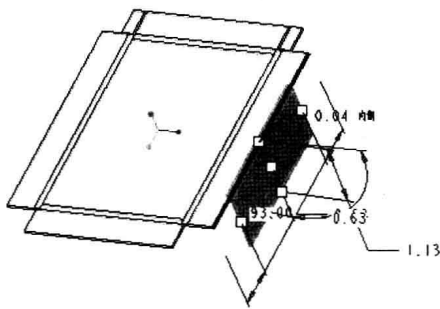
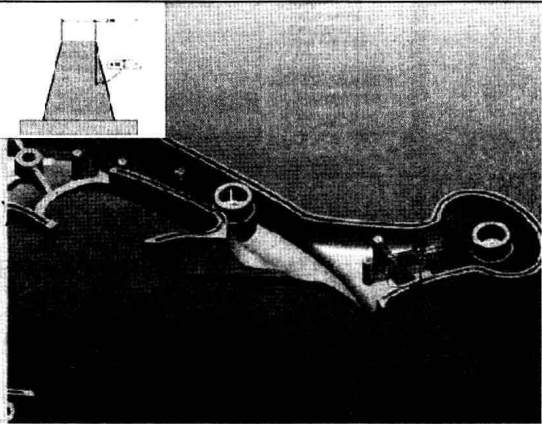
第五节 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 新增功能

Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 新增加功能见表 1-4。

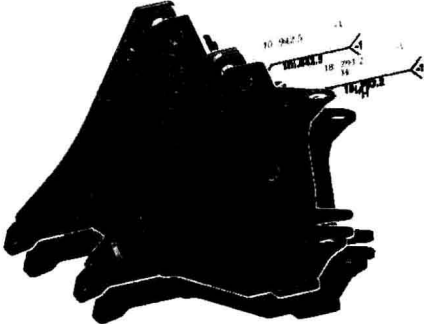
表 1-4 Pro/ENGINEER Wildfire 5.0 新增加功能

序 号	操 作 步 骤	图 示
1	实时、动态的编辑和编辑当中，操作更灵活，设计更便利，帮助用户克服了传统的使用障碍，提升设计效率高达 70%，模型建立更快捷	

续表

序 号	操 作 步 骤	图 示
2	用户界面进一步优化改进, 用户能明显感受到简约的操控程序。其结果必然是使用户提高了设计效率并缩短产品投放市场的时间	
3	创建简化子集(封装定义) 相对于上一版本快 78%	
4	草绘点阵列 UV 阵列 阵列组镜像	
5	创建钣金零件速度相对于上一版本快 30%, 82%钣金特征的创建得到改进优化	
6	新的“草绘肋”特征使得设计此类特征的效率提升 80%	

续表

序 号	操 作 步 骤	图 示
7	焊件模型的强度分析、工程图的创建等工作效率更高	
8	加工刀具路径的建立速度相对于上一版本提升 5 倍	