

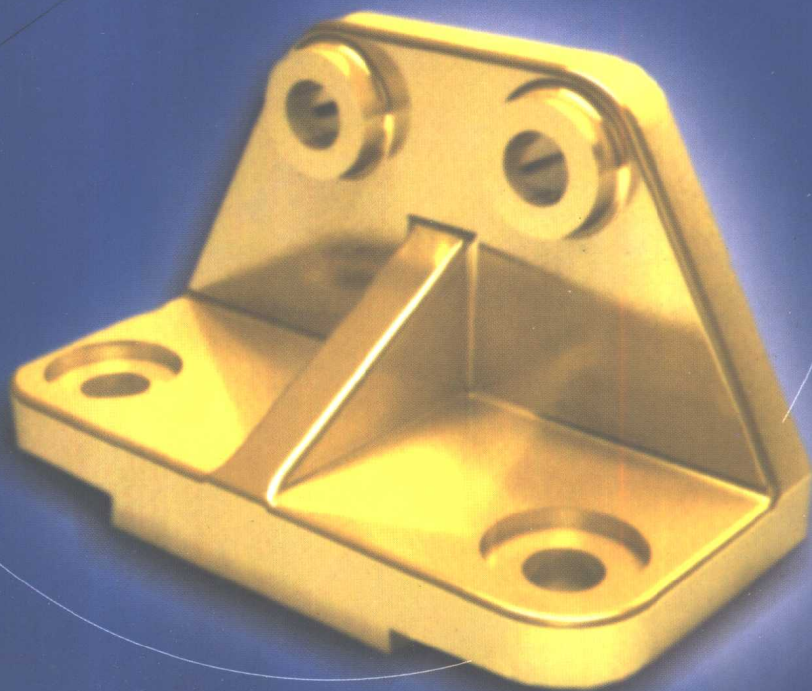
零件设计经典教材

# Pro/ENGINEER

零件设计 基础篇(上)

2001

林清安 编著



清华大学出版社

**Pro/ENGINEER 2001**  
**零件设计基础篇(上)**

林清安 编著

清华大学出版社

## 内 容 简 介

Pro/ENGINEER 自 1988 年以参数设计的面貌问世以来,已发展成为三维 CAD/CAM 系统标准软件。Pro/ENGINEER 将体积、表面积、质心、密度和厚度等具有设计意义的物理量加入设计构思中,来表达设计者的设计理念,从而改变了设计的观念。本书主要讲述了参数设计的特性、Pro/ENGINEER 基本操作、截面设计、三维视图的控制、基准特征以及实体特征的创建。本书通过详细、简洁的零件设计范例培养读者实际的造型设计能力与产品开发能力。

本书内容翔实,设计范例简洁明了,适合电子、机械、模具和工业设计等领域的工程设计人员使用,也适合作为工科院校电脑辅助设计的实习教材。

本书繁体字版名为《Pro/ENGINEER 2001 零件设计基础篇(上)》,由知城数位科技股份有限公司出版,版权属林清安所有。本书简体字中文版由知城数位科技股份有限公司授权清华大学出版社独家出版。未经本书原版出版者和本书出版者书面许可,任何单位和个人均不得以任何形式或任何手段复制或传播本书的部分或全部内容。

北京市版权局著作权合同登记号:图字 01-2002-5487 号

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书 名: Pro/ENGINEER 2001 零件设计基础篇(上)

作 者: 林清安 编著

责任编辑: 张彦青

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

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

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印 刷 者: 北京牛山世兴印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 27.5 字数: 654 千字

版 次: 2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-89494-005-4

印 数: 0001~5000

定 价: 48.00 元(含 1 张光盘)

# 前言

Pro/ENGINEER 自从 1988 年问世以来，已发展成为当今全世界最普及的三维 CAD/CAM 系统。广泛应用于电子、机械、模具、工业设计、汽车、自行车、航天、家电和玩具等各行业。Pro/ENGINEER 是一个全方位的三维产品开发软件，集成了零件设计、产品装配、模具开发、数控加工、钣金件设计、铸造件设计、造型设计、逆向工程、自动测量、机构仿真、应力分析和产品数据库管理等功能于一体，其模块众多，且学习很不容易。有鉴于此，笔者凭借 10 年来利用此软件进行多项实际设计与加工的经验，以及多年来教学心得编写一系列的 Pro/ENGINEER 书籍，借以向各公司应用此软件的工程师及各大专院校攻读 CAD/CAM 课程的学生提供一个学习的途径。

Pro/ENGINEER 系列丛书将于 2002 年间陆续完成，包括下列各册：

1. Pro/ENGINEER 2001 零件设计基础篇(上)(附多媒体教学光盘)。
2. Pro/ENGINEER 2001 零件设计基础篇(下)(附多媒体教学光盘)。
3. Pro/ENGINEER 2001 零件设计高级篇(上)(附多媒体教学光盘)。
4. Pro/ENGINEER 2001 零件设计高级篇(中)(附多媒体教学光盘)。
5. Pro/ENGINEER 2001 零件设计高级篇(下)(附多媒体教学光盘)。
6. Pro/ENGINEER 2001 零件装配与产品设计(附多媒体教学光盘)。

本书包括下列主题：Pro/ENGINEER 2001 硬件需求与软件安装、Pro/ENGINEER 基本概念、二维截面的设计、零件三维视图的控制、基准及实体特征的设计等。业界人士可以利用此书学习如何用 Pro/ENGINEER 2001 来进行三维零件的设计。另外，此书也可作为大学三、四年级课程的教材。

本书目前主要是针对 Pro/ENGINEER 2001 来编写的，但随书 CD 所附的范例文件(为练习本书各章节的范例时所需的文件)也可用于 Pro/ENGINEER 2000i。范例文件的使用方法请参照附书光盘中的 Readme 文件。若有任何问题或需要更多的 Pro/ENGINEER 信息，请访问 [www.linproe.com.tw](http://www.linproe.com.tw)。

本书在进行说明时对不同窗口的命令使用符号“→”，如特征→创建；同一窗口的命令使用符号“|”，如拉伸 | 实体 | 完成。

本书虽经再三校对，但疏漏之处在所难免，盼各界人士赐予指正，俟再版时加以修正。

林清安

谨识于 台湾科技大学 机械系

E-mail [alin@mail.ntust.edu.tw](mailto:alin@mail.ntust.edu.tw)

Website: [www.linproe.com.tw](http://www.linproe.com.tw)

# 目 录

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 第 1 章 Pro/ENGINEER 的特性 .....     | 1   |
| 1.1 Pro/ENGINEER 参数式设计的特性 .....  | 2   |
| 1.2 以简例探讨 Pro/ENGINEER 的特性 ..... | 2   |
| 第 2 章 Pro/ENGINEER 基本操作 .....    | 11  |
| 2.1 零件设计窗口介绍 .....               | 12  |
| 2.2 下拉式菜单 .....                  | 13  |
| 2.3 文件的存取 .....                  | 16  |
| 2.4 窗口基本操作 .....                 | 23  |
| 2.5 培训文件的使用 .....                | 29  |
| 第 3 章 绘制二维截面 .....               | 33  |
| 3.1 二维截面简介 .....                 | 34  |
| 3.2 截面绘制的方式 .....                | 35  |
| 3.3 截面绘制的流程 .....                | 35  |
| 3.4 截面绘制的命令框架 .....              | 37  |
| 3.4.1 草绘下拉式菜单 .....              | 38  |
| 3.4.2 下拉式菜单编辑 .....              | 39  |
| 3.5 绘制几何图元 .....                 | 40  |
| 3.6 选取/删除几何图元 .....              | 55  |
| 3.7 调整和操控几何图元 .....              | 55  |
| 3.8 标注尺寸 .....                   | 61  |
| 3.9 修改尺寸数值 .....                 | 70  |
| 3.10 设定约束 .....                  | 79  |
| 3.11 截面绘制的范例 .....               | 87  |
| 3.12 作业 .....                    | 109 |
| 第 4 章 三维视图的控制 .....              | 121 |
| 4.1 三维视角控制的功能选项 .....            | 122 |
| 4.2 视图方位的设定 .....                | 130 |
| 4.3 三维模型的旋转 .....                | 137 |
| 4.4 颜色的设定 .....                  | 141 |
| 4.5 视图环境的设定 .....                | 145 |

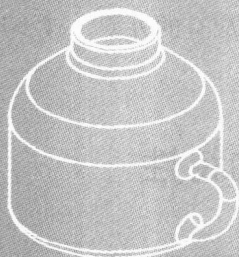
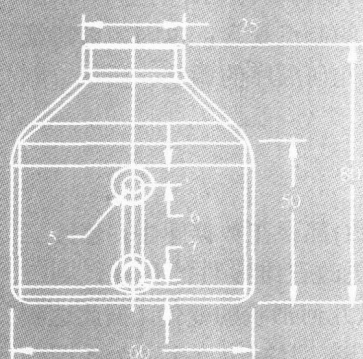
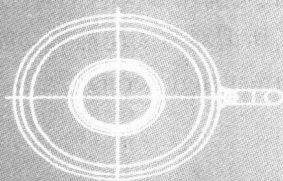
|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| <b>第 5 章 基准特征的创建</b>                       | 149 |
| 5.1 基准平面                                   | 150 |
| 5.1.1 基准平面的用途                              | 150 |
| 5.1.2 基准平面的方向                              | 151 |
| 5.1.3 创建基准平面的步骤                            | 152 |
| 5.2 基准轴                                    | 163 |
| 5.3 坐标系                                    | 171 |
| 5.4 基准点                                    | 179 |
| 5.5 曲线                                     | 181 |
| 5.6 基准特征显示的控制                              | 182 |
| <b>第 6 章 实体特征的创建</b>                       | 185 |
| 6.1 实体特征的基本概念                              | 186 |
| 6.2 创建第 1 个实体特征                            | 188 |
| 6.3 创建规则形状特征                               | 214 |
| 6.4 创建不规则形状特征                              | 230 |
| 6.4.1 不规则形状特征的类型                           | 235 |
| 6.4.2 特征属性单侧/双侧都的探讨                        | 285 |
| 6.4.3 绘图平面的探讨                              | 287 |
| 6.4.4 特征深度的探讨                              | 298 |
| 6.4.5 创建不规则形状特征的重要概念                       | 313 |
| 6.5 实体特征的复制                                | 342 |
| 6.5.1 实体特征的复制一: 阵列                         | 342 |
| 6.5.2 实体特征的复制二: 复制                         | 362 |
| 6.6 实体特征创建范例                               | 367 |
| 6.7 Pro/ENGINEER 系统环境的设置                   | 397 |
| 6.8 作业                                     | 404 |
| <b>附录 Pro/ENGINEER 2001 中文版硬件需求与软件安装说明</b> | 417 |
| 附录.1 硬件需求                                  | 418 |
| 附录.2 软件安装                                  | 418 |
| 附录.3 软件安装完毕后的环境设置                          | 427 |
| 附录.4 鼠标中键无法使用的解决方式                         | 430 |

# Pro/ENGINEER

## 2001

## 第 1 章 Pro/ENGINEER 的特性

Pro/ENGINEER 系统在 1988 年以参数式设计的面貌问世，随即带动业界对于参数式设计的 CAD/CAM 系统的期盼。Pro/ENGINEER 对于三维几何造型的设计来说，无疑有相当大的帮助，因为 Pro/ENGINEER 中的参数不只代表三维物体的外型相关尺寸，并具有实际的物理意义，例如可以将体积、表面积、质量中心、密度、厚度等具有设计意义的物理量加入到设计的构思中，来表达设计理念。此项参数式设计的功能不但改变了设计观念，并且将设计的便利性推进一大步。本章将就 Pro/ENGINEER 的 4 个主要特性来加以说明。



## 1.1 Pro/ENGINEER 参数式设计的特性

Pro/ENGINEER 参数式设计的特性如下:

### 1. 三维实体模型

三维实体模型除了可以将用户的设计概念以最真实的模型在计算机上呈现出来之外,用户可随时计算出产品的体积、面积、质心、重量、惯性矩等,用以了解产品的真实性,并补足传统面框架、线框架的不足。用户在产品设计的进程中,可以随时掌握以上重点,设计物理参数,并减少许多人为计算时间。

### 2. 单一数据库

Pro/ENGINEER 可随时由三维实体模型产生二维工程图,而且自动标注工程图尺寸,在三维或二维图形上做尺寸修正时,其相关的二维图形或三维实体模型均自动修改,同时装配、制造等相关设计也会自动修改,如此可确保数据的正确性,并避免反复修改浪费时间。由于采用单一数据库,提供了所谓双向关连性的功能,此种功能正也符合了现代产业中所谓的同步工程 (Concurrent engineering) 观念。

### 3. 以特征作为设计单位

初次使用 Pro/ENGINEER 的用户必定对特征感到亲切,Pro/ENGINEER 以最自然的思考方式从事设计工作,如钻孔、挖槽和圆角等,均视为零件设计的基本特征,除了充分掌握设计概念外,还在设计过程中导入实际的制造观念;也因为以特征作为设计的单元,因此可随时对特征做合理、不违反几何顺序的调整、插入、删除和重定义等修正。

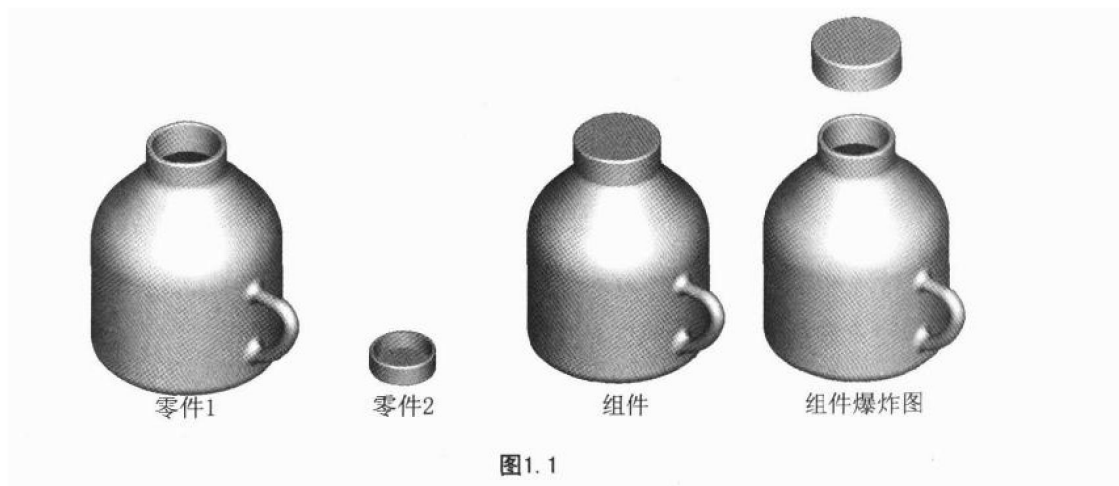
### 4. 参数式设计

配合单一数据库,所有设计过程中所使用的尺寸(参数)都存在数据库中,修改三维 CAD 模型及二维工程图不再困难。设计者只需更改三维零件的尺寸,则二维工程图、三维组件、模具等立即依照尺寸的变更做几何形状的变化,据此达到设计变更工作的一致性,避免发生人为改图的疏漏情形,且减少许多人为改图的工作时间与人力消耗。也由于有参数式的设计,用户可以运用强大的数学运算方式,创建各尺寸参数之间的关系式,使模型可自动计算出应有的外型,减少尺寸逐一修改的繁琐费时,并减少错误发生。

## 1.2 以简例探讨 Pro/ENGINEER 的特性

图 1.1 所示为一只水壶的设计,此壶有本体及盖子两部分,由此例可以了解:

- 如何以特征化设计的方式来做零件的三维造型设计。
- 参数式设计的过程。
- 三维零件如何与三维组件及二维工程图整合在一起。
- Pro/ENGINEER 如何表达设计理念。



### 步骤1 创建水壶本体的外形

此步骤产生一个伸出项特征, 而此特征是由图 1.2 左侧的二维截面旋转  $360^\circ$  形成, 此处截面的尺寸及  $360^\circ$  即为此特征参数。

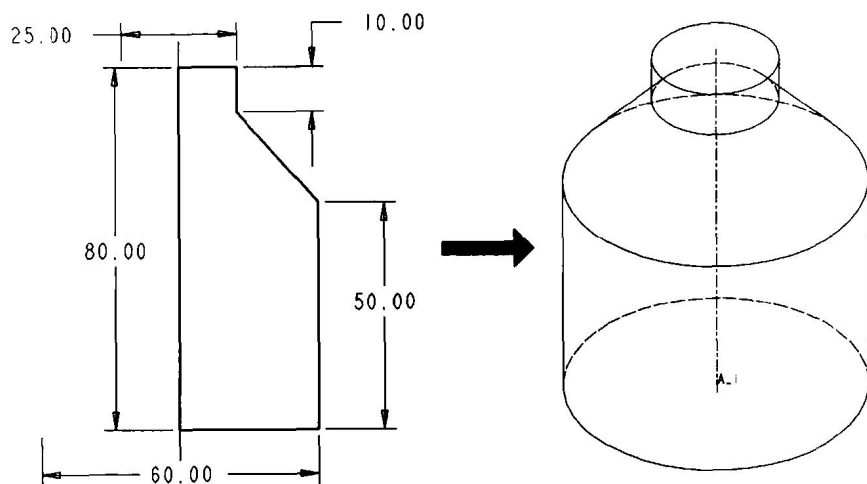


图1.2

### 步骤2 将水壶本体挖为壳

此步骤产生一个厚度为 2 的壳特征(见图 1.3), 此处尺寸 2 即为此特征的参数。

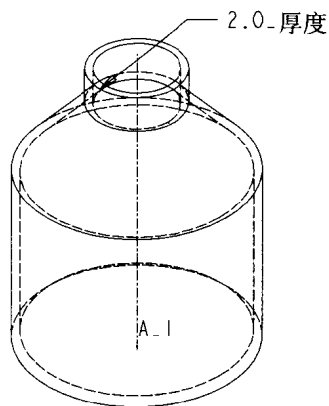


图1.3

### 步骤3 进一步修饰整体造形设计

此步骤产生 5 个圆角特征(见图 1.4), 此处尺寸 0.5、1、20 及 5 即为此特征的参数。

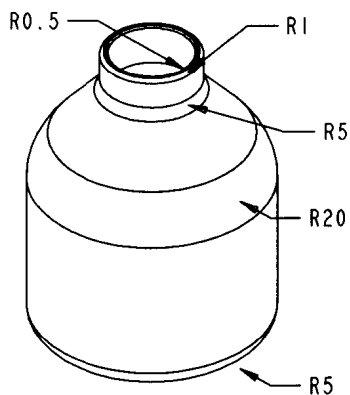


图1.4

### 步骤4 加把手

此步骤产生一个伸出项特征, 而此特征是由一个直径为 5 的圆截面绕着一条轨迹线所形成(见图 1.5), 图上所示的 6 个尺寸均为为此特征的参数。

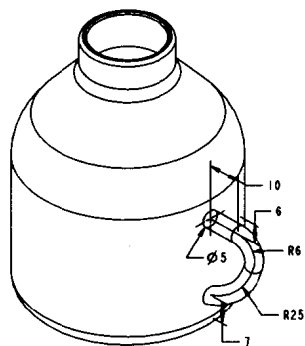


图1.5

### 步骤5 进一步修饰整体的造型设计

此步骤在把手处产生半径为3的圆角特征(见图 1.6), 此处尺寸 3 即为此特征的参数。

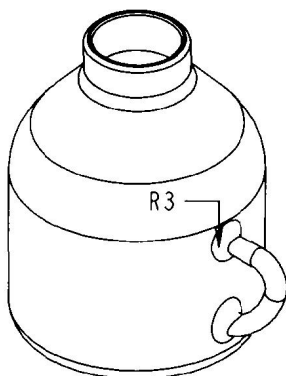


图1.6

### 步骤6 装配本体及盖子

本体及盖子装配时, 在如图 1.7 所示的两个窗口下, 指定下列两个条件(见图 1.8):

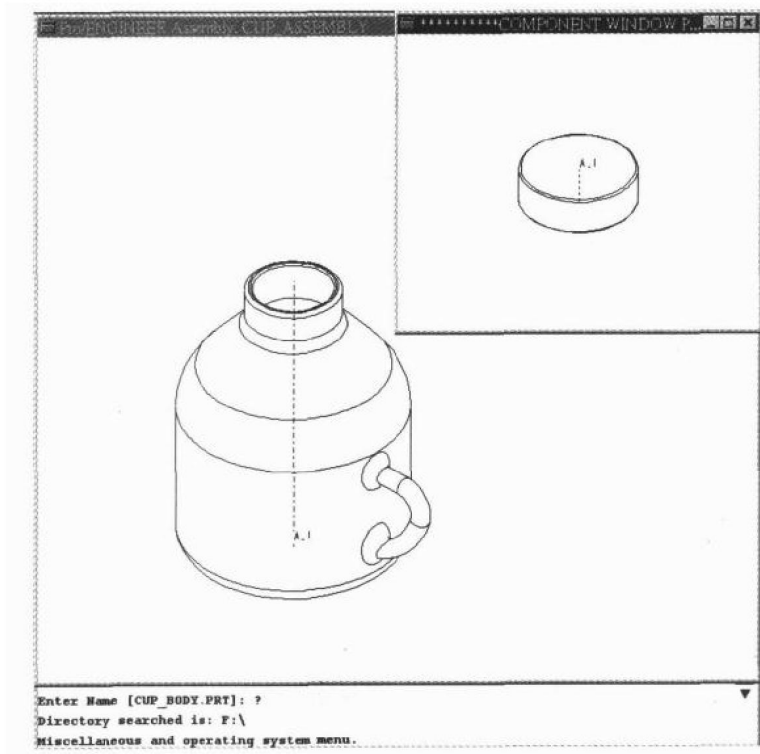


图1.7

- 本体的顶部平面与盖子的内侧平面相配合。
- 本体的中心轴和盖子的中心轴对齐。

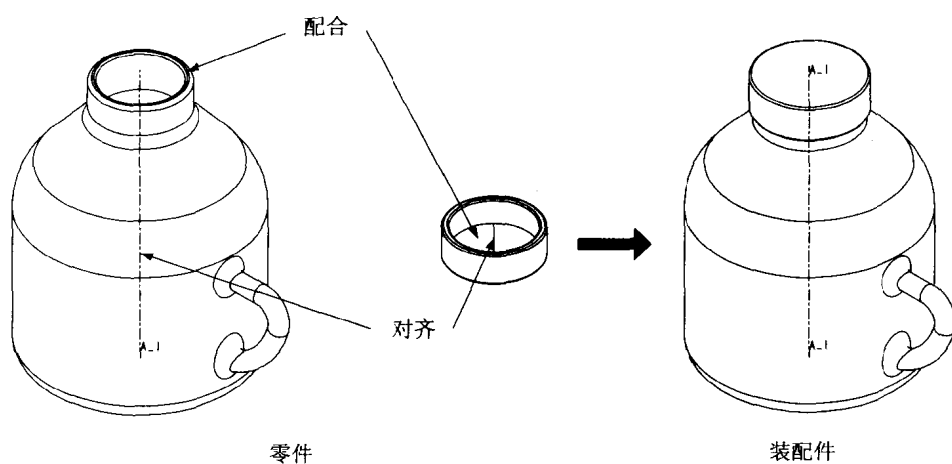


图1.8

## 步骤7 做工程图

(1) 先放入主视图(为一正投影图, 见图 1.9)。

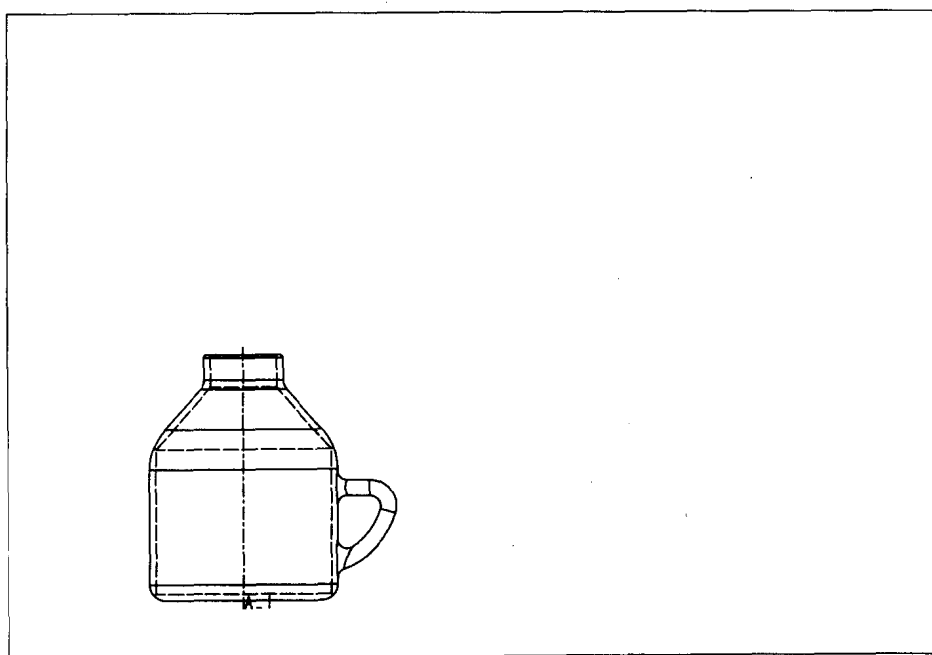


图1.9

(2) 在主视图上方置入上投影图, 右方置入右投影图, 右上方放入立体图(见图 1.10)。

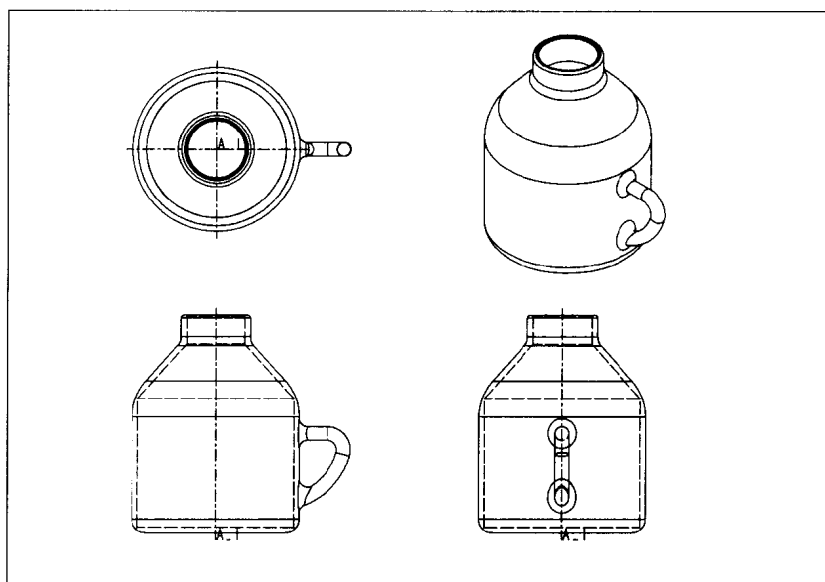


图1.10

(3) 自动标注各视图的尺寸(见图 1.11)。

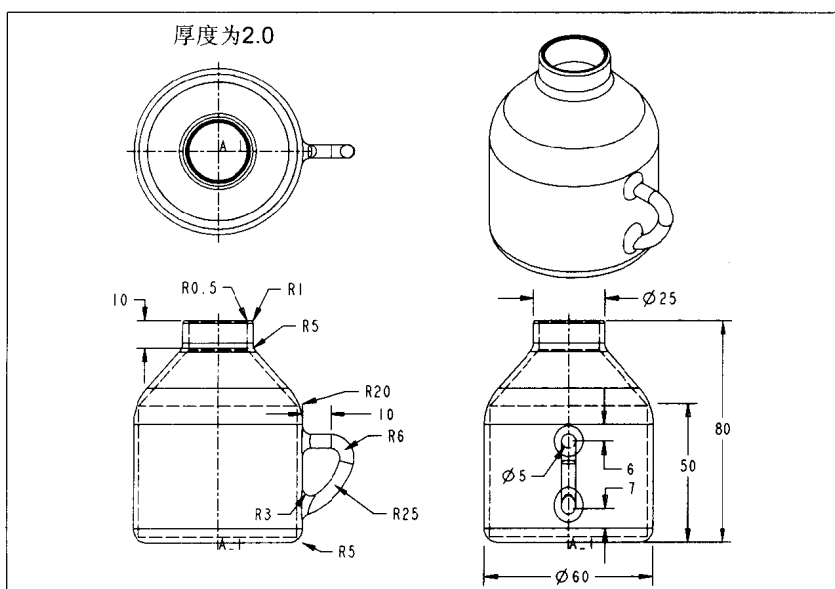


图1.11

### 步骤8 做设计变更

(1) 改变水壶瓶口造型：如图 1.12 所示，可以借助水壶瓶口直径尺寸的修改，来改变水壶瓶口造型。

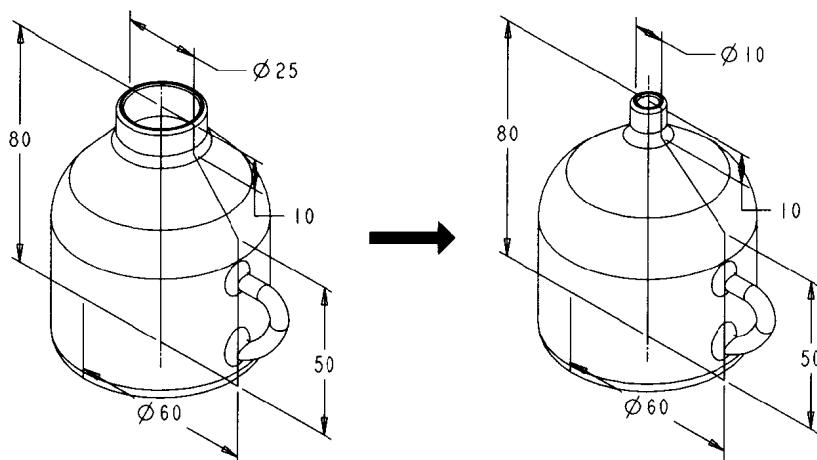


图1.12

(2) 改变水壶把手造型：如图 1.13 所示，可以借助把手尺寸的修改，来改变水壶把手的造型。

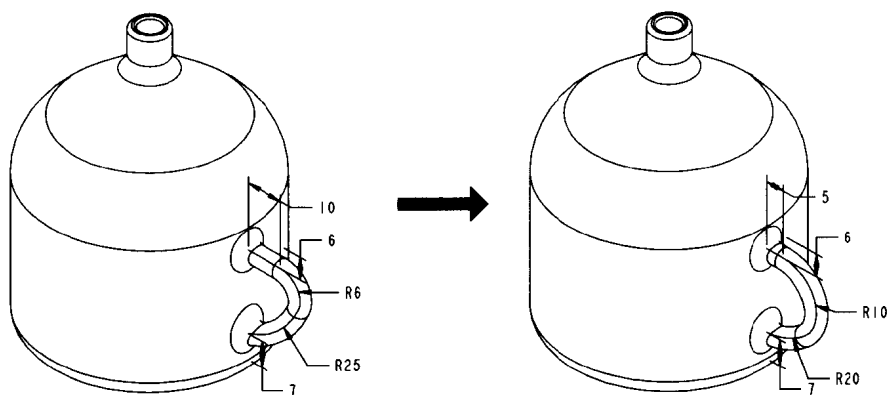


图1.13

(3) 增加水壶的强度：如图 1.14 所示，可修改壳壁厚，以增加水壶的强度。

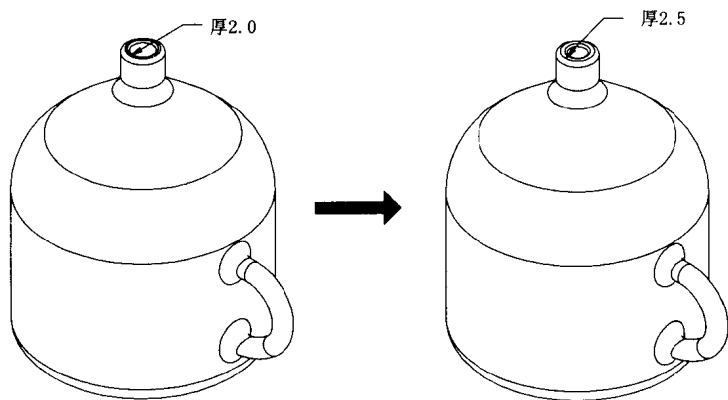


图1.14

## 步骤9 检查零件设计变更是否影响三维组件及二维工程图

零件外形及尺寸的改变可同时反映在三维组件(如图 1.15 所示)及二维工程图中(如图 1.16 所示)。

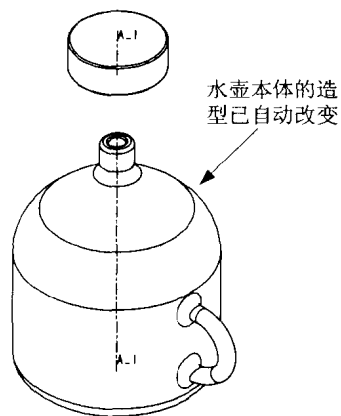


图1.15

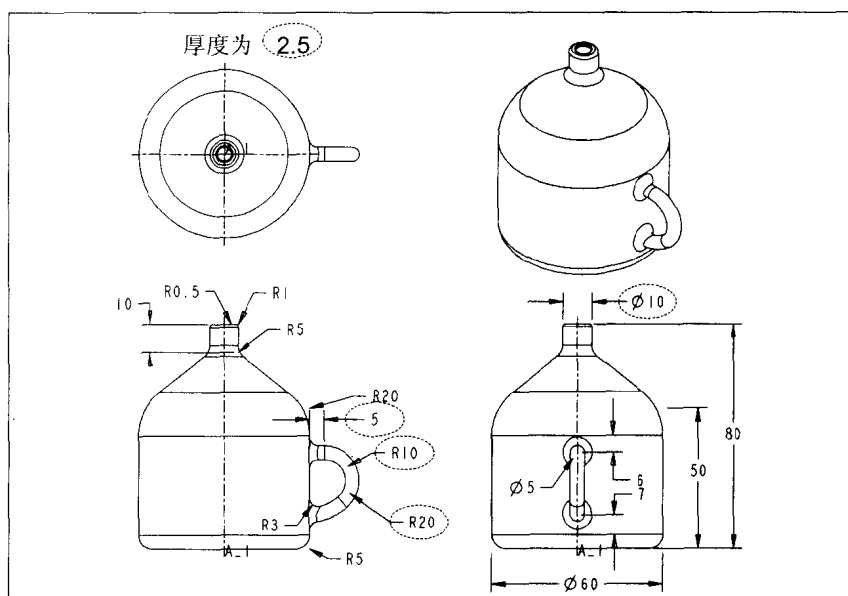


图1.16



# Pro/ENGINEER ▶

## 2001

## 第2章 Pro/ENGINEER 基本操作

本章主要介绍 Pro/ENGINEER 系统的界面和基本操作。主要内容包括：

- 窗口的种类：介绍 Pro/ENGINEER 零件几何模型显示区、命令菜单、下拉式菜单、信息窗口等。
- 下拉式菜单的选项及各选项的功能介绍。
- 文件的存取与删除。
- 窗口的打开与关闭。
- 培训文件的使用方法。

