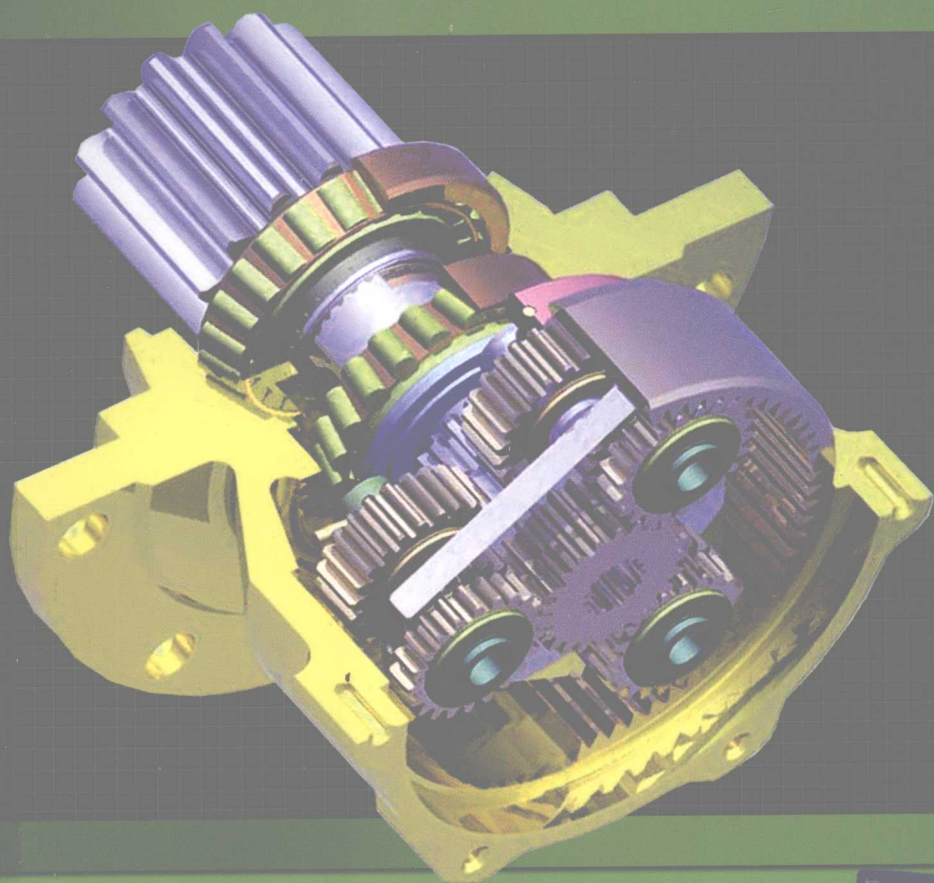


- ◎ 精选企业实用案例，Step by Step讲解方式，快速提升读者的软件操作技能
- ◎ 剖析零件设计技巧与规范，按照“基础→高级→实战”三个层次，系统地讲解零件设计的整个过程，引导读者轻松步入设计工程师的行列并解决工程设计中的实际问题

# CATIA V5 R18

## 零件设计实例教程

张宏兵 编 著



清华大学出版社

# CATIA V5 R18 零件设计实例教程

张宏兵 编著

清华大学出版社

北 京

## 内 容 简 介

全书分3篇,共10章。第1篇是零件设计基础篇,包括第1章和第2章,主要介绍CATIA工作环境、草图轮廓绘制的基本方法和操作技巧等内容;第2篇是零件设计高级篇,包括第3~8章,主要介绍CATIA软件的功能指令、操作方法、注意事项和训练实例等内容;第3篇是零件设计实战篇,包括第9章和第10章,主要介绍常用件、标准件的设计,以及螺旋联动夹具体和汽车发动机设计实例两个工程项目。

本书可以作为机械制造、模具设计、数控加工、汽车、机电一体化等专业的高职、本科学生的CAD/CAM教材、课程设计与毕业设计的教辅资料;也可以作为高等院校教师、企业科技人员的自学教程和参考资料。

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

CATIA V5 R18 零件设计实例教程/张宏兵编著. —北京:清华大学出版社,2009.1

ISBN 978-7-302-18905-3

I. C… II. 张… III. 机械元件-计算机辅助设计-应用软件, CATIA V5 R18-教材 IV. TH13-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第177961号

责任编辑:张 莲 张丽萍

封面设计:阳 阳

版式设计:牛瑞瑞

责任校对:柴 燕

责任印制:王秀菊

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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 刷 者:北京嘉实印刷有限公司

装 订 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:27 字 数:621千字

(附DVD光盘1张)

版 次:2009年1月第1版 印 次:2009年1月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:49.80元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:029775-01

# 前 言

CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interaction Application) 软件是法国达索公司于 1975 年推出的集 CAD/CAM/CAE 功能于一身的大型综合性软件, 在国际、国内均享有极高的知名度和影响力, 是当今主流软件的佼佼者。

CATIA 软件起源于航空工业, 如今也广泛应用于汽车制造、造船工业、机械制造、电子电器及消费品工业等行业中。尤其在汽车制造业中, CATIA 软件已成为名副其实的工业产品设计标准, 世界前 20 名的汽车企业有 18 家采用 CATIA 软件作为核心设计软件。

CATIA 软件模块多、功能强, 是当今任何一个软件无法比拟的。它的集成化技术覆盖所有产品设计与开发的全过程, 包括三维建模、零件装配、工业产品渲染、机构运动与仿真、工程分析、模具设计、NC 加工、逆向工程、人体造型设计以及电气设备和支架造型设计等, 能满足各行业、各类型企业的工业设计需求。

全书坚持以“零件设计”为主线, 按照“基础知识→高级建模→实战应用”3 个层次展开叙述。每个章节的“知识点”力求做到通俗、准确、简洁、透彻; 每个章节的“设计实例”都是笔者长期从事 CAD/CAM 软件教学和职业培训经验的积累, 都是针对所学指令精心设计、量身打造的。

本书共 10 章。其中, 核心章节是第 3 章——创建基于草图特征, 用大量篇幅详细介绍“基于草图的特征”指令的操作方法和应用实例; 难点章节是第 7 章——基于曲面的特征, 在实例部分补充了大量曲面建模的知识点, 强调了“构建线框→曲面→实体”的建模思想; 最易忽视的章节是第 5 章——布尔操作, CATIA 软件的“布尔操作”功能非常丰富, 且使用方法与众不同, 属于另类建模方法之一, 不了解者易忽视它; 最大的亮点是第 9 章——常用件、标准件设计, 这是每个专业设计人员所必须掌握的技能。

此外, 本书附有 DVD 光盘, 包括每个章节的实例文件、练习素材和教学录像, 引导读者进行直观的实例学习。

本书由安徽芜湖职业技术学院机械工程系的张宏兵编写。另外, 徐春林、谢正义、鲍自林、胡俊前、吴建、杨群、叶年所、程海涛、王义荣、张春莲、俞新光、王宇婷、张奕婕等在资料收集、整理和技术支持方面做了大量的工作, 在此一并向他们表示感谢!

由于时间仓促, 加上编者水平有限, 不足之处在所难免, 恳请各位同仁和广大读者批评指正!

编 者

# 目 录

## 第 1 篇 零件设计基础篇

|       |                         |    |
|-------|-------------------------|----|
| 第 1 章 | CATIA V5 R18 基本操作 ..... | 3  |
| 1.1   | 用户界面介绍 .....            | 4  |
| 1.2   | 基本操作 .....              | 5  |
| 1.2.1 | 文件的基本操作 .....           | 5  |
| 1.2.2 | 键盘和鼠标的应用 .....          | 8  |
| 1.2.3 | 视图及模型显示基本操作 .....       | 9  |
| 1.2.4 | 屏幕定制 .....              | 13 |
| 1.2.5 | 数据参数转储 .....            | 14 |
| 1.3   | 常用工具介绍 .....            | 15 |
| 1.3.1 | 指南针 .....               | 15 |
| 1.3.2 | 模型树 .....               | 15 |
| 1.4   | 训练实例 .....              | 17 |
| 1.4.1 | 实例 1——模块参数的设置 .....     | 17 |
| 1.4.2 | 实例 2——定制工具栏 .....       | 18 |
| 1.4.3 | 实例 3——视图布局 .....        | 19 |
| 第 2 章 | 二维草图 .....              | 23 |
| 2.1   | 草图概述 .....              | 24 |
| 2.2   | 草图曲线构建 .....            | 25 |
| 2.2.1 | 草图工具 .....              | 25 |
| 2.2.2 | 轮廓 .....                | 26 |
| 2.2.3 | 预定义的轮廓 .....            | 26 |
| 2.2.4 | 圆 .....                 | 27 |
| 2.2.5 | 样条曲线 .....              | 28 |
| 2.2.6 | 二次曲线 .....              | 29 |
| 2.2.7 | 线 .....                 | 29 |
| 2.2.8 | 中心轴 .....               | 30 |
| 2.2.9 | 点 .....                 | 30 |
| 2.3   | 草图的基本操作 .....           | 31 |
| 2.3.1 | 圆角 .....                | 31 |
| 2.3.2 | 倒角 .....                | 31 |

|       |                     |    |
|-------|---------------------|----|
| 2.3.3 | 重新限定.....           | 31 |
| 2.3.4 | 变换 .....            | 32 |
| 2.3.5 | 3D 几何图形.....        | 33 |
| 2.4   | 草图约束 .....          | 34 |
| 2.4.1 | 约束 .....            | 34 |
| 2.4.2 | 创建定义约束.....         | 35 |
| 2.5   | 训练实例 .....          | 39 |
| 2.5.1 | 实例 1——箱体截面草图绘制..... | 39 |
| 2.5.2 | 实例 2——吊钩草图绘制.....   | 42 |
| 2.5.3 | 实例 3——综合实例草图绘制..... | 45 |

## 第 2 篇 零件设计高级篇

|       |               |     |
|-------|---------------|-----|
| 第 3 章 | 创建基于草图特征..... | 53  |
| 3.1   | 拉伸特征 .....    | 54  |
| 3.1.1 | 凸台特征.....     | 54  |
| 3.1.2 | 凹槽特征.....     | 59  |
| 3.1.3 | 训练实例.....     | 63  |
| 3.2   | 旋转特征 .....    | 70  |
| 3.2.1 | 旋转体.....      | 70  |
| 3.2.2 | 旋转槽.....      | 71  |
| 3.2.3 | 训练实例.....     | 73  |
| 3.3   | 肋特征 .....     | 79  |
| 3.3.1 | 肋 .....       | 79  |
| 3.3.2 | 开槽 .....      | 80  |
| 3.3.3 | 训练实例.....     | 81  |
| 3.4   | 加强肋特征 .....   | 89  |
| 3.4.1 | 加强肋.....      | 89  |
| 3.4.2 | 训练实例.....     | 91  |
| 3.5   | 多截面实体特征.....  | 99  |
| 3.5.1 | 多截面实体.....    | 100 |
| 3.5.2 | 已移除多截面实体..... | 101 |
| 3.5.3 | 训练实例.....     | 101 |
| 3.6   | 混合特征 .....    | 110 |
| 3.6.1 | 混合 .....      | 110 |
| 3.6.2 | 训练实例.....     | 112 |
| 3.7   | 孔特征 .....     | 119 |
| 3.7.1 | 孔 .....       | 119 |
| 3.7.2 | 训练实例.....     | 122 |

|                  |     |
|------------------|-----|
| 第 4 章 基准特征       | 135 |
| 4.1 点            | 136 |
| 4.1.1 坐标         | 136 |
| 4.1.2 在曲线上       | 142 |
| 4.1.3 在平面上       | 144 |
| 4.1.4 在曲面上       | 145 |
| 4.1.5 圆弧/球面/椭圆中心 | 147 |
| 4.1.6 曲线上的切点     | 148 |
| 4.1.7 之间         | 149 |
| 4.2 直线           | 151 |
| 4.2.1 点-点        | 152 |
| 4.2.2 点的显示顺序     | 153 |
| 4.2.3 曲线的角度/法线   | 155 |
| 4.2.4 曲线的切线      | 157 |
| 4.2.5 曲面的法线      | 159 |
| 4.2.6 角平分线       | 160 |
| 4.3 平面           | 162 |
| 4.3.1 从平面偏移      | 162 |
| 4.3.2 平行通过点      | 163 |
| 4.3.3 角度/平面法线    | 164 |
| 4.3.4 通过三点       | 165 |
| 4.3.5 通过两条直线     | 165 |
| 4.3.6 通过点和直线     | 167 |
| 4.3.7 通过平面曲线     | 167 |
| 4.3.8 曲线的法线      | 168 |
| 4.3.9 曲面的切线      | 169 |
| 4.3.10 方程式       | 169 |
| 4.3.11 多点平均面     | 170 |
| 4.4 训练实例         | 171 |
| 第 5 章 布尔操作       | 189 |
| 5.1 概述           | 190 |
| 5.2 装配           | 191 |
| 5.3 布尔运算         | 192 |
| 5.3.1 添加         | 192 |
| 5.3.2 移除         | 193 |
| 5.3.3 相交         | 194 |
| 5.4 联合修剪         | 194 |
| 5.5 移除块          | 195 |

|              |                      |            |
|--------------|----------------------|------------|
| 5.6          | 训练实例 .....           | 197        |
| <b>第 6 章</b> | <b>修饰特征 .....</b>    | <b>205</b> |
| 6.1          | 倒圆角的类型 .....         | 206        |
| 6.1.1        | 倒圆角 .....            | 206        |
| 6.1.2        | 可变半径倒圆角 .....        | 210        |
| 6.1.3        | 弦圆角 .....            | 211        |
| 6.1.4        | 面与面的圆角 .....         | 212        |
| 6.1.5        | 三切线内圆角 .....         | 214        |
| 6.2          | 倒角 .....             | 215        |
| 6.3          | 拔模 .....             | 218        |
| 6.3.1        | 拔模斜度 .....           | 218        |
| 6.3.2        | 拔模反射线 .....          | 220        |
| 6.3.3        | 可变拔模斜度 .....         | 223        |
| 6.4          | 抽壳 .....             | 225        |
| 6.5          | 厚度 .....             | 226        |
| 6.6          | 内螺纹/外螺纹 .....        | 227        |
| 6.7          | 移除面/替换面 .....        | 229        |
| 6.7.1        | 移除面 .....            | 229        |
| 6.7.2        | 替换面 .....            | 231        |
| 6.8          | 训练实例 .....           | 232        |
| <b>第 7 章</b> | <b>基于曲面的特征 .....</b> | <b>245</b> |
| 7.1          | 分割曲面 .....           | 246        |
| 7.2          | 厚曲面 .....            | 251        |
| 7.3          | 封闭曲面 .....           | 252        |
| 7.4          | 缝合曲面 .....           | 257        |
| 7.5          | 训练实例 .....           | 261        |
| <b>第 8 章</b> | <b>变换特征 .....</b>    | <b>277</b> |
| 8.1          | 平移 .....             | 278        |
| 8.2          | 旋转 .....             | 279        |
| 8.3          | 对称 .....             | 280        |
| 8.4          | 定位变换 .....           | 281        |
| 8.5          | 镜像 .....             | 282        |
| 8.6          | 阵列 .....             | 283        |
| 8.6.1        | 矩形阵列 .....           | 283        |
| 8.6.2        | 圆形阵列 .....           | 285        |
| 8.6.3        | 用户阵列 .....           | 288        |
| 8.7          | 比例 .....             | 289        |

|                |     |
|----------------|-----|
| 8.7.1 缩放 ..... | 289 |
| 8.7.2 仿射 ..... | 290 |
| 8.8 训练实例 ..... | 292 |

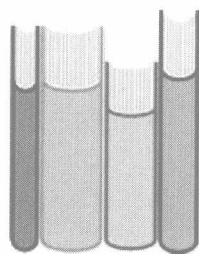
### 第 3 篇 零件设计实战篇

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第 9 章 常用件、标准件设计 .....  | 313 |
| 9.1 弹簧设计 .....         | 314 |
| 9.2 螺纹设计 .....         | 318 |
| 9.3 齿轮设计 .....         | 327 |
| 9.4 涡轮/涡轮杆设计 .....     | 342 |
| 9.4.1 涡轮杆零件设计 .....    | 343 |
| 9.4.2 涡轮零件设计 .....     | 348 |
| 9.5 轴承设计 .....         | 357 |
| 第 10 章 综合设计实例 .....    | 367 |
| 10.1 螺旋联动夹具体设计实例 ..... | 368 |
| 10.1.1 实例分析 .....      | 368 |
| 10.1.2 主要知识点 .....     | 368 |
| 10.1.3 操作步骤 .....      | 369 |
| 10.1.4 组件装配 .....      | 385 |
| 10.2 汽车发动机设计实例 .....   | 395 |
| 10.2.1 实例分析 .....      | 395 |
| 10.2.2 主要知识点 .....     | 396 |
| 10.2.3 操作步骤 .....      | 396 |
| 10.2.4 组件装配 .....      | 414 |

# 第1篇

---

## 零件设计基础篇





# 第 1 章 CATIA V5 R18 基本操作

## 知识要点

-  用户界面介绍
-  基本操作
-  常用工具介绍
-  训练实例

CATIA 软件是由法国达索公司开发的 CAD/CAM/CAE 集成化应用软件系统，在世界 CAD/CAM/CAE 领域中处于领先地位。CATIA 起源于航空工业，如今却应用到各行各业中，包括汽车制造、造船工业、机械制造、电子电器等行业，它的集成化解决方案基本覆盖了所有的产品设计与制造领域，能够较好地满足工业领域中各类设计需求。

本章主要以 CATIA V5 R18 软件为操作平台，着重介绍 CATIA 工作环境基本操作方法、环境参数的相关设置以及软件操作系统的配置要求等内容。对初学 CATIA 的读者来说，这是入门前必须掌握的基本内容之一。

## 1.1 用户界面介绍

选择“开始”→“MechanicalDesign（机械设计）”→“零件设计”命令，弹出“新零件”对话框，输入零件名称，如图 1-1 所示。单击“确定”按钮，进入【零件设计】工作界面，这是 CATIA 软件设计三维造型的一个重要的设计工作平台。

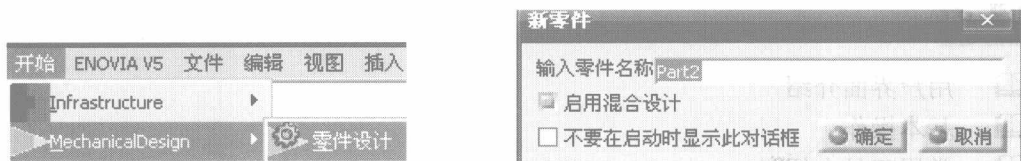


图 1-1 零件设计菜单

【零件设计】主界面包括标题栏、菜单栏、工具栏、绘图区、罗盘、模型树等部分，如图 1-2 所示。

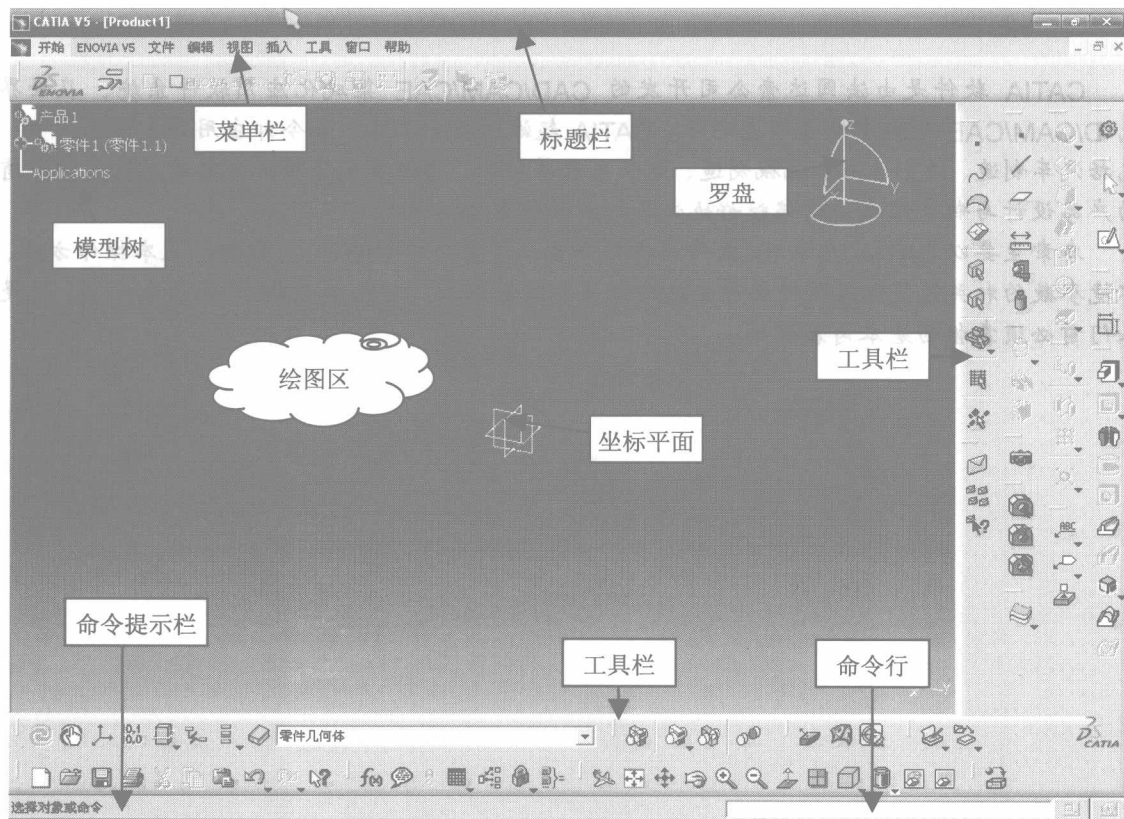


图 1-2 【零件设计】主界面

## 1.2 基本操作

### 1.2.1 文件的基本操作

#### 1. 新建文件

CATIA 文件的类型很多,如零件、曲面和组件等,若要创建一个 CATIA 零件,则必须知道设计零件的类型。新建文件的快捷键为 **Ctrl+N**。

选择“开始”→“MechanicalDesign (机械设计)”命令,展开其子菜单,如图 1-3 所示。子菜单中包含了很多模块,其中常用的模块包括【零件设计】、【Assembly Design (装配)】、【草图编辑器】和【线框和曲面设计】等,这些子模块的主要作用如图 1-3 所示。

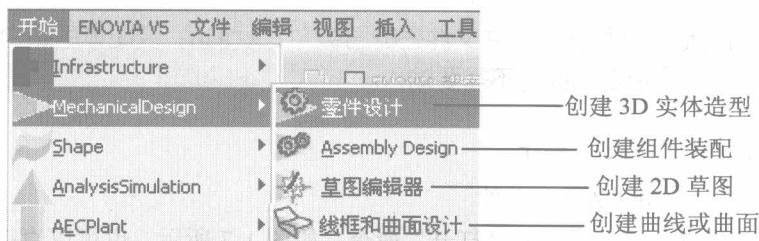


图 1-3 系统菜单 (一)

另外,还要重点介绍的是【创成式外形设计】模块。选择“开始”→“Shape (外形)”→“创成式外形设计”命令,如图 1-4 所示。该模块是一个综合性设计工作平台,既可以创建曲线、曲面,又可以创建三维实体。

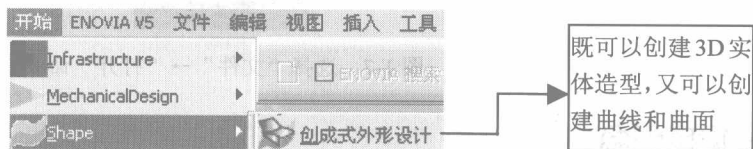


图 1-4 系统菜单 (二)

下面以【零件设计】设计平台为例,详细介绍创建一个 CATIA 文件的操作方法。

(1) 选择“开始”→“MechanicalDesign (机械设计)”→“零件设计”命令,如图 1-5 所示。

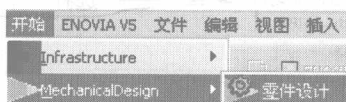


图 1-5 系统菜单 (三)

(2) 弹出“新零件”对话框,如图 1-6 所示。可以接受系统指定的名称 Part1,也可以另

行指定一个文件名称,单击“确定”按钮,进入【零件设计】工作界面。

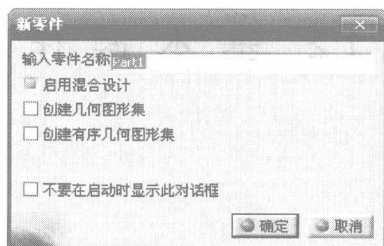


图 1-6 “新零件”对话框

### 专家指点

系统默认的零件名为 Part1,如果再创建一个新文件,则系统以 Part2 命名,依此类推。

如果给文件另行指定一个名称,文件名称中不能有汉字出现,可以是英文字母、数字和汉语拼音或其组合。如英文名称(gear、box……),汉字名称(chilun、zhoucheng……),数字名称(123、z1、g1……)等。

CATIA 软件所有零部件文件名的后缀为.CATPart,装配体后缀为.CATProduct,这些后缀是系统自带的,在指定名称时不需要输入。

## 2. 打开与关闭文件

### (1) 打开 CATIA 文件

首先选择“文件”→“打开”命令,如图 1-7 所示。也可以直接单击面板中的“打开文件”按钮或者利用快捷键 Ctrl+O。然后在弹出的“文件选择”对话框中选择一个 CATIA 类型的选项文件,如图 1-8 所示,再单击“打开”按钮,打开一个 CATIA 文件。

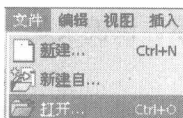


图 1-7 选择“文件”→“打开”命令

### 专家指点

CATIA 软件支持中文路径,也就是保存零部件的文件夹可以是中文名称。

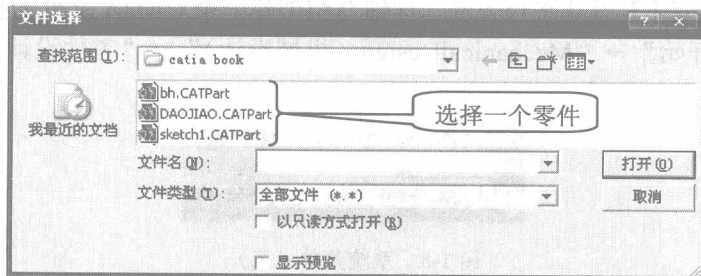


图 1-8 “文件选择”对话框

## (2) 关闭 CATIA 文件

选择“文件”→“关闭”命令，弹出“关闭”对话框，提示“是否想要保存所作更改 ty2？”，如果需要保存单击  按钮，否则单击  按钮，如图 1-9 所示。

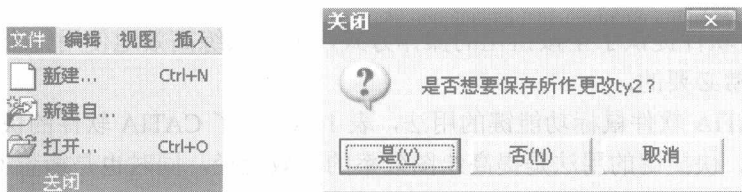


图 1-9 系统菜单及“关闭”对话框

## 3. 存储文件

存储文件有保存、另存为和全部保存 3 种方式，如图 1-10 所示。

### (1) 保存文件

选择“文件”→“保存”命令，也可以直接单击工具栏中的“保存”按钮 或者利用快捷键 Ctrl+S，弹出“保存”对话框，并显示存储的过程，如图 1-11 所示。

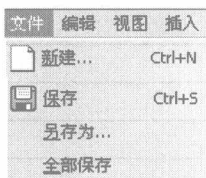


图 1-10 系统菜单（四）

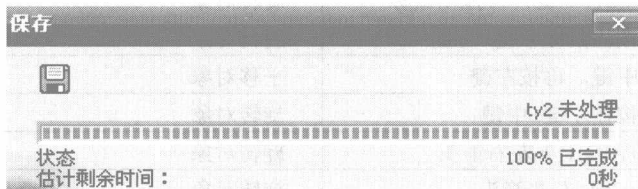


图 1-11 “保存”对话框

### (2) 另存文件

选择“文件”→“另存为”命令，弹出“另存为”对话框，可以将该零件置于其他文件夹中，也可以改变文件名，如图 1-12 所示。

### (3) 全部保存文件

如果创建的 CATIA 零件对象有两个或两个以上，而且它们都没有保存，则可以选择“文件”→“全部保存”命令，弹出“全部保存”对话框，如图 1-13 所示，再单击“确定”按钮，即可完成对所有零件文件的保存。

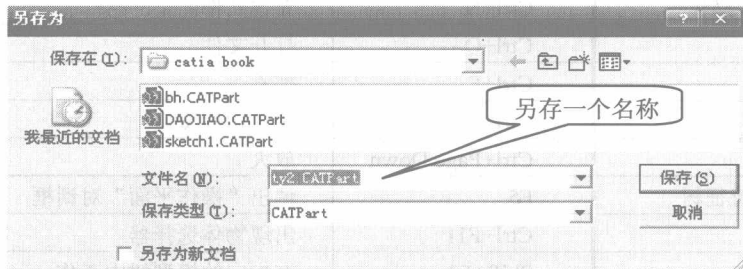


图 1-12 “另存为”对话框

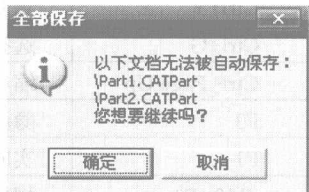


图 1-13 “全部保存”对话框

1.2.2 键盘和鼠标的应用

虽然 CATIA 软件提供了全按钮化的操作方式，但要熟练高效地使用一个绘图软件，快捷键的使用还是非常必要的。

表 1-1 是 CATIA 软件鼠标功能键的用法，表 1-2 列举了 CATIA 软件的快捷键用法。熟练掌握鼠标功能键、快捷键的用法是提高绘图效率的有效途径，同时也是衡量 CATIA 软件操作水平的重要标志。

表 1-1 CATIA 软件鼠标功能键的用法

| 鼠标功能键            | 说 明                          |
|------------------|------------------------------|
| 单击鼠标左键           | 单击鼠标左键可以在绘图区或模型树中选择单个部件特征或图素 |
| Shift（Ctrl）+鼠标左键 | 可以在模型树中选取多个部件特征或图素           |
| 按住鼠标中键不放拖动鼠标     | 可以移动零部件                      |
| 先按 Ctrl+中键，再拖动鼠标 | 可以对零部件进行绕一点缩放操作              |
| 先按 Ctrl+中键，再拖动鼠标 | 旋转对象                         |
| 同时按住鼠标中键+右键      | 旋转对象                         |
| 先按中键，再按左键        | 平移对象                         |
| 同时按住左键+中键        | 旋转对象                         |
| Shift+Alt+上下左右箭头 | 旋转对象                         |
| Shift+Ctrl+左右箭头  | 旋转对象                         |
| Ctrl+上下左右箭头      | 平移对象                         |
| 单击鼠标右键           | 弹出快捷菜单，执行相关操作                |

行家指点

Shift+鼠标左键可以连续选取多个特征对象，而 Ctrl+鼠标左键只能逐个选取多个特征或图素。

表 1-2 CATIA 软件的快捷键用法

| 快 捷 键        | 说 明       | 快 捷 键          | 说 明         |
|--------------|-----------|----------------|-------------|
| Ctrl+Z       | 撤销上一步操作   | Ctrl+N         | 新建文件        |
| Ctrl+S       | 保存文件      | Ctrl+O         | 打开文件        |
| Ctrl+Y       | 重复        | Ctrl+F         | 搜索          |
| Ctrl+G       | 选择集       | Ctrl+Tab       | 快速切换窗口      |
| Ctrl+Page Up | 缩小        | Ctrl+Page Down | 放大          |
| F3           | 隐藏/显示特征树  | F5             | 调出“操作平面”对话框 |
| F1           | 实时帮助      | Ctrl+F11       | 出现物体选择器     |
| Shift+F2     | 规格概述      | Shift+F3       | 在指定的模型树中工作  |
| Alt+Enter    | 打开“属性”对话框 |                |             |