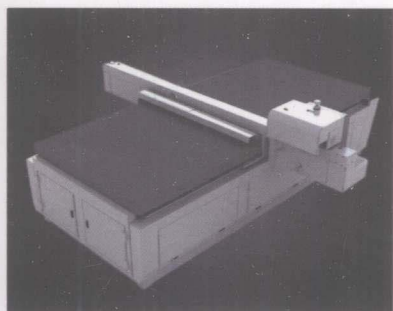




高等学校规划教材·计算机工程建模实例系列教程

CATIA V5 工程建模实例教程

主编 曹岩 曹现刚



西北工业大学出版社

高等学校规划教材·计算机工程建模实例系列教程

CATIA V5 工程建模实例教程

主 编 曹 岩 曹现刚

编 者 曹现刚 李海宁 曹春岭

西北工业大学出版社

【内容简介】本书从读者的角度出发,通过融经验、技巧于一体的典型实例讲解,系统深入地介绍 CATIA V5 主要功能和使用,使读者在完成各种不同实例的产品建模过程中,系统地掌握在 CATIA V5 中进行板杆类、型腔类、钣金类、箱体类、旋转体类、叶片类、空间曲面类、空间凸轮类产品零件的建模方法。

本书内容全面,循序渐进,以图文对照方式进行编写,通俗易懂,适合 CATIA 用户迅速掌握和全面提高使用技能,对具有一定基础的读者也具有参考价值,并可供企业、研究机构、大中专院校从事 CAD/CAM 的专业人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

CATIA V5 工程建模实例教程/曹岩,曹现刚主编. —西安:西北工业大学出版社,2010.9

ISBN 978-7-5612-2901-9

高等学校规划教材·计算机工程建模实例系列教程

I. ①C… II. ①曹… ②曹… III. ①机械设计:计算机辅助设计—应用软件, CATIA V5—教材
IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 170333 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029) 88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

电子邮箱:computer@nwpup.com

印 刷 者:陕西兴平报社印刷厂

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:19.875

字 数:474 千字

版 次:2010 年 9 月第 1 版

2010 年 9 月第 1 次印刷

定 价:36.00 元

前言

CATIA 软件是由法国 Dassault 宇航公司开发,并由 IBM 负责全球支持服务和销售的产品。CATIA 具有完备的设计能力和很广的专业覆盖面,它是一套集成的应用软件包,内容覆盖了产品设计的各个方面:CAD(计算机辅助设计)、CAE(计算机辅助工程分析)、CAM(计算机辅助制造),既提供了支持各种类型的协同产品设计的必要功能,也可以进行无缝集成完全支持“端到端”的企业流程解决方案。

CATIA 采用先进的混合建模技术,具有在整个产品周期内方便的修改能力,尤其是后期修改能力。CATIA 的各个模块基于统一的数据平台,各个模块之间存在着真正的全相关性,产品从概念设计到最终产品的形成,从单个零件的设计到最终电子样机的建立,具有统一的数据结构。CATIA 提供了多模型链接的工作环境及混合建模方式,实现真正的并行工程设计环境,从而大大缩短了设计周期。CATIA 还具有强大的电子商务能力,通过使用电子设计流程进行工程设计和在电子商务架构上通过方便的二次开发集成现有应用,能够大大增强企业的竞争力。

本书从读者的角度出发,通过融经验、技巧于一体的典型实例讲解,系统介绍在 CATIA V5 中进行各类产品建模的方法与过程。本书主要内容包括:

(1) CATIA V5 概况、系统需求、用户界面及基本显示配置、基本操作、草图、实体生成及修改、装配件设计、工程图、创成式外形设计、钣金设计等知识。

(2) 板杆类零件的建模方法。通过板杆类零件的设计制作,介绍实体零件建模中最常用的草图绘制及特征造型的方法。

(3) 型腔类零件的建模方法。通过型腔类零件的建模,介绍创成式外形设计、零件设计及曲面设计相结合的方法。

(4) 钣金类零件的建模方法。介绍钣金设计模块提供的基于模型特征的常用和特种钣金类零件的设计方法。

(5) 箱体类零件的建模方法。通过练习草图的绘制、拉伸成形、拉伸切割、镜像等实体造型方法,熟练掌握实体造型的技能。

(6) 旋转体类零件的建模方法。通过旋转体类零件的建模,介绍旋转体、旋转槽、开槽等特征造型工具的使用方法。

(7) 叶片类零件的建模方法。通过叶轮叶片类零件的建模,介绍旋转体、旋转槽、圆弧阵列等特征造型工具的使用方法。

(8) 空间曲面类零件的建模方法。通过空间曲面类零件的建模,介绍复杂图形的草图绘

制方法及特征造型工具的使用方法。

(9) 空间凸轮类零件的建模方法。通过空间凸轮类零件的建模, 介绍复杂曲线的草图绘制方法及各种特征造型工具的使用方法。

本书内容全面, 循序渐进, 以图文对照方式进行编写, 通俗易懂。适合 CATIA 用户迅速掌握和全面提高使用技能, 对具有一定基础的读者也有参考价值, 并可供企业、研究机构、大中专院校从事 CAD/CAM 的专业人员使用。

本书由曹岩、曹现刚主编, 具体编写分工: 第 1, 3, 4 章由曹现刚编写, 第 2, 5, 6 章由李海宁编写, 第 7~9 章由曹春玲编写。

由于编者水平有限, 错误之处在所难免, 希望读者不吝指教, 编者在此表示衷心的感谢。

编 者

2010 年 3 月

目 录

第 1 章 系统概论.....	1	第 5 章 箱体类零件建模.....	132
1.1 系统简介.....	1	5.1 零件的设计流程.....	132
1.2 系统需求.....	2	5.2 箱体类零件建模实例.....	132
1.3 用户界面及基本显示配置.....	3	5.3 平面图的绘制.....	166
1.4 CATIA 的基本操作.....	6	思考题.....	174
1.5 CATIA 的草图.....	7	第 6 章 旋转体类零件建模.....	175
1.6 实体生成及修改.....	10	6.1 旋转体类零件的实体造型.....	175
1.7 装配件设计.....	21	6.2 旋转体类零件建模实例.....	175
1.8 工程图.....	27	6.3 旋转体类零件的组装.....	203
1.9 创成式外形设计.....	29	6.4 平面图的绘制.....	209
1.10 钣金设计.....	32	思考题.....	216
思考题.....	38	第 7 章 叶片类零件建模.....	217
第 2 章 板杆类零件建模.....	39	7.1 叶片类零件建模实例.....	217
2.1 零件的设计流程.....	39	7.2 叶轮平面图的绘制.....	246
2.2 板杆类零件建模实例.....	39	思考题.....	254
思考题.....	75	第 8 章 空间曲面类零件建模实例.....	255
第 3 章 型腔类零件建模.....	76	思考题.....	290
3.1 零件的设计流程.....	76	第 9 章 空间凸轮类零件建模.....	291
3.2 型腔类零件建模实例.....	76	9.1 空间凸轮类零件的特点.....	291
思考题.....	116	9.2 空间凸轮类零件建模实例.....	291
第 4 章 钣金类零件设计.....	117	思考题.....	311
4.1 钣金设计基本流程.....	117	参考文献.....	312
4.2 计算机机箱外壳建模实例.....	118		
思考题.....	131		

第 1 章 系统概论

【内容】

本章介绍 CATIA V5 概况、系统需求、用户界面及基本显示配置、基本操作、草图、实体生成及修改、装配件设计、工程图、创成式外形设计、钣金设计等知识。

【目的】

通过本章的学习，使读者了解 CATIA V5 系统的优点、主要功能和对软硬件环境的要求，并掌握在 CATIA V5 中进行产品建模的基本方法。

1.1 系统简介

CATIA 软件是由法国 Dassault 宇航公司开发，并由 IBM 负责全球支持服务和销售的产品。CATIA 具有完备的设计能力和很广的专业覆盖面，它是一套集成的应用软件包，内容覆盖了产品设计的各个方面：CAD（计算机辅助设计）、CAE（计算机辅助工程分析）、CAM（计算机辅助制造），既提供了支持各种类型的协同产品设计的必要功能，也可以进行无缝集成完全支持“端到端”的企业流程解决方案。总的来说，CATIA V5 具有如下几方面的优点。

（1）先进的混合建模技术和后期修改性。主要包括如下几个方面：

◆ 设计对象的混合建模：在 CATIA V5 的设计环境中，无论是实体还是曲面，做到了真正的交互操作。

◆ 变量和参数化混合建模：设计者在设计时不必考虑参数化设计目标，CATIA V5 提供了变量驱动及后参数化能力。

◆ 几何和智能工程混合建模：对于一个企业来说，可以将企业多年的经验积累到 CATIA V5 的知识库中，用于指导本企业的新手或指导新产品的开发，以缩短新产品推向市场的时间。

◆ 方便的后期修改性：CATIA V5 具有在整个产品周期内方便的修改能力，尤其是后期修改性。无论是实体建模还是曲面造型，由于 CATIA V5 提供了智能化的树结构，用户可方便快捷地对产品进行重复修改，即使是在设计的最后阶段需要进行重大的修改，或者是对原有方案的更新换代，对于 CATIA V5 来说，都是非常容易的事。

（2）CATIA V5 提供了各模块的全相关性和完备的设计能力。CATIA V5 的各个模块基于统一的数据平台，因此，CATIA V5 的各个模块存在着真正的全相关性，三维模型的修改能完全体现在二维、有限元分析、模具和数控加工的程序中。这样就使产品从概念设计到最终产品的形成，从单个零件的设计到最终电子样机的建立，具有统一的数据结构，也将机械设计、工程分析及仿真、数控加工和网络应用解决方案有机地结合在一起，为用户提供完整的解决方案和严密的无纸工作环境。

(3) 并行工程的设计环境。CATIA V5 提供了多模型链接的工作环境及混合建模方式,使得并行工程设计模式已不再只是概念,总体设计部门只要将基本的结构尺寸发布出去,各分系统的人员便可开始工作,既可协同工作又不互相牵连。由于模型之间的互相联结性,使得上游设计结果可作为下游的参考,同时,上游对设计的修改能直接对下游工作进行刷新,实现真正的并行工程设计,从而大大缩短了设计周期。

(4) 强大的电子商务能力。CATIA V5 的基础结构支持即插即用功能的扩展,如 OLE 可使用 Visual Basic 进行高级宏编程,具有与 WEB 和 E-Business (电子商务) 集成功能及应用编程接口。因此,不管制造厂商规模大小,通过使用 E-Design (电子设计) 流程进行工程设计和在电子商务架构上通过方便的二次开发集成现有应用,会大大增强企业的竞争力。

CATIA V5 机械设计模块提供了如表 1.1 所示的从概念设计到详细设计直至图纸输出的功能,这些功能可加快企业核心产品的开发进程。

表 1.1 CATIA V5 机械设计模块

模 块	功 能
Aerospace Sheet Metal Design (航空钣金设计)	设计航空钣金件的专业模块
Healing Assistant (修复助理)	本产品会根据 V5 的数据结构,对从外部转入的几何数据进行分析并提高其数据质量
Weld Design (焊接设计)	提供友好高效的软件环境进行焊接装配体的设计工作
Assembly Design (装配件设计)	方便地建立机械装配约束,自动零件定位并检查装配的完整性与一致性
Parts Design (零部件设计)	在高效与易用的环境内进行零件设计
Wireframe & Surface Design (线框与曲面设计)	在机械零件设计的基础上融入线框与基本曲面特征
Generative Drafting (创成式绘图)	在 3D 零件及装配的基础上生成图纸
Interactive Drafting (交互式绘图)	用于满足纯 2D 设计与图纸生产的需求
Mold Tooling Design (模具设计)	进行注塑模具设计
Functional Tolerancing & Annotation (公差与批注)	针对零件定义并管理公差信息及批注等
Structure Design (框架结构设计)	设计框架结构件(如钢结构件等)
Generative Sheet Metal Design (钣金设计)	提供了一个高效易用的钣金结构设计环境

1.2 系统需求

1. 操作系统

CATIA V5 可运行于 Windows 2000, Windows XP, IBM AIX, Hewlett Packard HP-UX, SGI IRIX, Sun Solaris 等操作系统。能够运行 CATIA V5 的 Windows 操作系统有: Microsoft® Windows XP Professional 或 Windows 2000 (Service Pack 2 or higher), 并包括 OpenGL 的 Windows 实现。在 <http://www.ibm.com/solutions/plm> 网站上登有对 Windows 下已经过测试的显卡的建议。其他操作系统的要求可参阅帮助文件。

2. 硬件配置

以 Windows 操作系统为例说明, 如果采用其他操作系统则会有所不同, 请参阅系统所带的帮助文件。在 Windows 操作系统下, CATIA V5 对硬件的基本要求如下:

(1) CPU: 基于 Intel Pentium® 或 AMD Athlon™⁵ 的计算机。

(2) 显示器: 至少是 17 英寸的显示器, Windows 要求至少能够显示 800×600 像素, 而 Unix 要求至少能够显示 1024×768 像素。

(3) 显卡: 支持 3D OpenGL 功能的显卡。要求支持 24 位真彩色和双缓冲功能, 具有 24 位 Z-缓冲能力。最小支持的分辨率为 800×600 像素, 建议为 1024×768 像素。

(4) 内存: 最少为 256MB, 若是使用有较多零件的装配功能, 需要 512MB 或更大的内存。

(5) 硬盘空间: 4GB 或更大的可用硬盘空间。安装 CATIA V5 需要 2GB 的空间。

(6) 网卡: 要求计算机有配置好并且未禁用的网卡, 用于 License 管理。

(7) 鼠标: 最好是三键或两键带滚轮的鼠标或其他定点设备。

(8) 光盘驱动器: 安装程序时使用。

1.3 用户界面及基本显示配置

1. CATIA 用户界面

CATIA V5 应用程序采用了标准的 Windows 界面格式, 包括许多用户熟悉的 Windows 功能以及与其相同的图标, 例如拖动窗口、调整窗口大小等功能和打开、保存、打印、复制和粘帖等图标。CATIA V5 软件的用户界面如图 1.1 所示, 其分为如下 6 个区域:

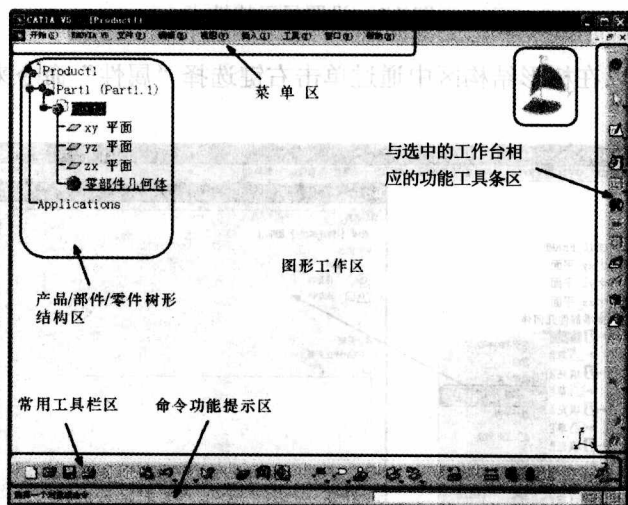


图 1.1 CATIA V5 用户界面

(1) 菜单区: 显示各种菜单命令。

(2) 产品/部件/零件树形结构区: 用于显示产品(或零件、部件)的树形几何结构。

(3) 图形工作区: 绘图的工作区域。

(4) 与选中的工作台相应的功能工具条区：自动显示与当前工作状态相关的工具条。

(5) 常用工具栏区：包括新建、保存等常用命令。

(6) 命令功能提示区：给出当前命令的功能及相关操作提示，用户应多注意这个区域。

2. 设置显示特性

下面设置工作区及操作对象的显示特性。

在菜单栏中依次单击“工具”→“选项...”命令，打开“选项”对话框，在对话框中依次选择“常规”→“显示”命令，然后选择“可视化”标签页，如图 1.2 所示，在此可设置物体的线型、线宽、颜色等显示特性及背景。

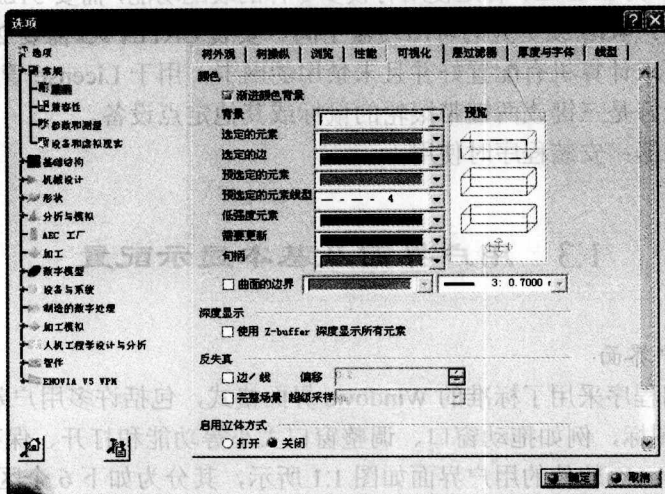


图 1.2 设置显示特性

当然，我们也可以在树形结构区中通过单击右键选择“属性”命令来设置显示特性，如图 1.3 所示。

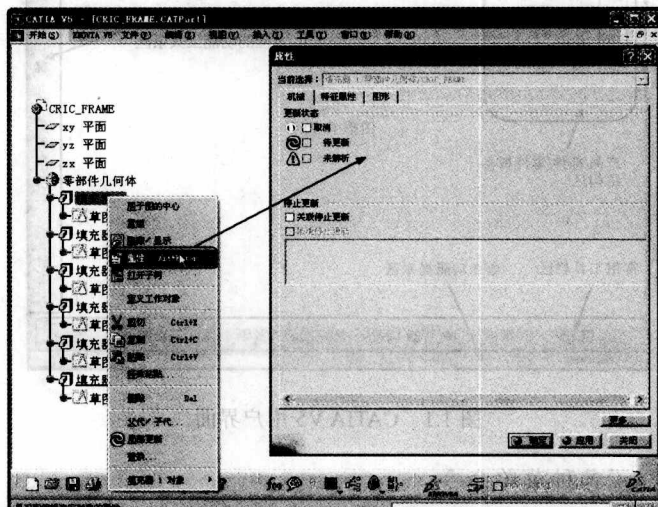


图 1.3 设置当前对象的显示特性

3. 设置显示模式

在 CATIA V5 中, 根据计算机性能及显示要求的不同, 物体具有多种不同的显示模式, 可通过如图 1.4 所示的工具栏来设置, 其主要包括如下工具:

- (1) : 以线框模式显示物体。
- (2) : 快速消隐运算, 物体始终处于消隐显示状态。
- (3) : 以着色渲染模式显示物体。
- (4) : 以着色渲染模式显示物体, 同时显示物体可见的边线。
- (5) : 以着色渲染模式显示物体, 同时显示物体可见及不可见的边线。

(6) : 定制用户自己的显示模式, 此时会弹出如图 1.5 所示的对话框, 让用户自己设置物体的显示模式。

各种显示模式的效果如图 1.6 所示。

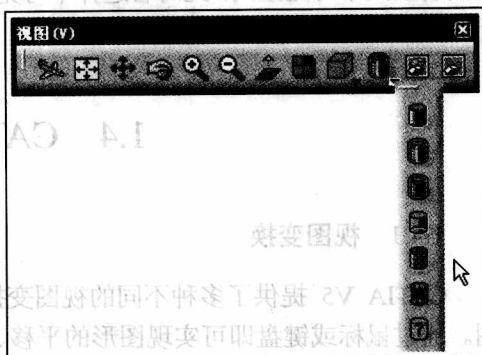


图 1.4 实体显示模式工具栏

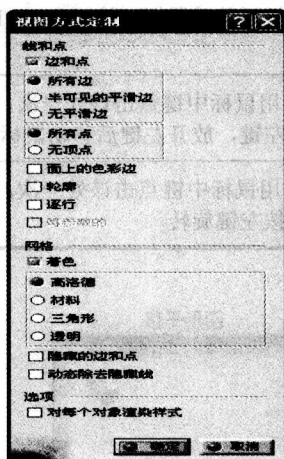


图 1.5 “视图方式定制”对话框

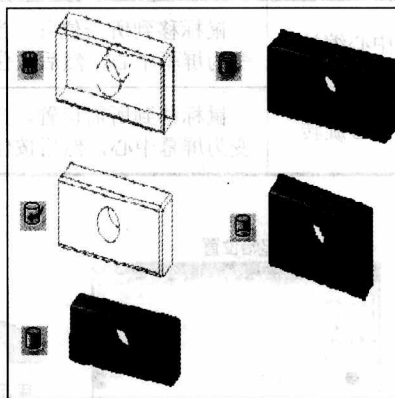


图 1.6 各种显示模式的效果

4. 切换显示空间

CATIA V5 模型的显示空间分为可见的与不可见的。顾名思义, 一个是可见物体所在的空间, 一个是不可见物体所在的空间。这两个空间的可见性可以相互切换, 当不可见物体所在的空间切换为可见时, 则当前可见物体就切换到不可见空间。一般可通过视图工具栏的相关工具来操作, 如图 1.7 所示。

(1) 隐藏物体: 选中某物体后, 单击隐藏/显示工具, 即可将该物体从可见空间转入不可见空间, 实现物体的隐藏。

(2) 显示隐藏的物体: 单击交换可见空间工具即可从可见

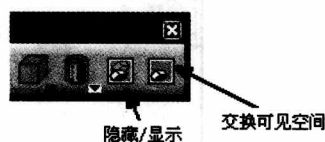


图 1.7 显示空间工具

空间切换到不可见空间,此时若选择不可见空间的物体,然后单击隐藏/显示工具即可将该物体从不可见空间转入可见空间。

1.4 CATIA 的基本操作

1.4.1 视图变换

CATIA V5 提供了多种不同的视图变换方式,通过鼠标或键盘可方便地从各种角度观察视图。通过鼠标或键盘即可实现图形的平移、旋转、缩放等操作,如表 1.2 所示。操作实例如图 1.8 所示。

表 1.2 CATIA V5 图形变换的鼠标、键盘操作

图形平移	按住鼠标中键移动或者按“Ctrl+↑(↓,←,→)”
图形旋转	按住鼠标中键不放,然后按左键(或右键)移动或者按“Alt+Shift+↑(↓,←,→)”
图形缩放	按住鼠标中键不放,然后按左键,放开左键后移动鼠标;按“Ctrl+Page Up 缩小”,按“Ctrl+Page Down”放大
以某处为中心缩放	鼠标移到所需位置,当该处边缘发亮后,用鼠标中键点击该处一次,该处即变为屏幕中心,然后按住鼠标中键不放,按左键,放开左键后移动鼠标
以某处为中心旋转	鼠标移到所需位置,当该处边缘发亮后,用鼠标中键点击该处一次,该处即变为屏幕中心,然后按住鼠标中键不放,再按左键旋转



图 1.8 视图变换操作实例

1.4.2 元素选择

CATIA V5 能用多种方式选择元素，当然只有可视和可选的元素才能被选中。

1. 选择单个物体

将鼠标移动到几何体或树形结构图上的某个节点，当几何体或节点发亮，鼠标指针形状变化后，单击该物体，即可选中该物体，如图 1.9 所示。

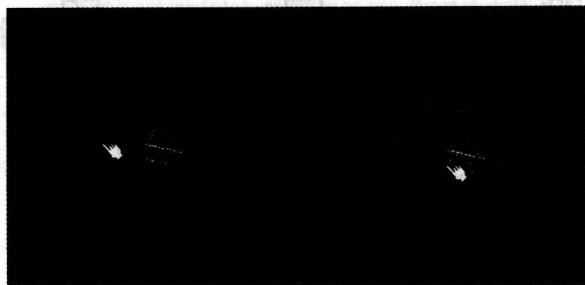


图 1.9 选择单个物体

2. 选择多个物体

当选择不同的几何体或树形结构图上的其他节点时，按住“Ctrl”键再用左键单击，即可连续选择物体，或选择右图 1.10 工具栏中的选择工具，按住鼠标左键拖动后框选出所需选择的物体，被选中的物体发亮显示。同时在选择工具中还提供了其他几种选择方式，如图 1.10 所示，包括相交矩形选择框、多边形选择框等。



图 1.10 物体多选方式

另外，通过编辑菜单中的“选择集...”“查找拥有的选择集...”等命令都可以实现灵活的物体选择功能，用户在实际操作中可进行适当的选用。

1.5 CATIA 的草图

CATIA 的草图主要是在草图绘制模块中生成的。草图绘制模块可以快速精确地绘制二维轮廓线，其主界面如图 1.11 所示。在此可完成大多数二维轮廓线的绘制。

草图绘制模块只能在二维平面内使用，因此，首先必须选定工作平面，才能进入草图绘制模块。工作平面的确定可以通过选取一平面内的二条直线、一平面内的曲线、已有平面或实体的表面来进行，然后单击  (草图) 工具即可进入草图绘制模块，单击  (退出工作台) 工具即可退出草图绘制模块。

1.5.1 草图的架构

草图的架构由绝对坐标轴、几何要素两部分构成。

1. 绝对坐标轴

它包含原点、水平方向、垂直方向。原点为草图的位置原点，水平、垂直方向可视为无

限长的直线。

2. 几何要素

几何要素为自行设计的物体外形，包含点、线、圆、矩形、样条曲线等各种要素。

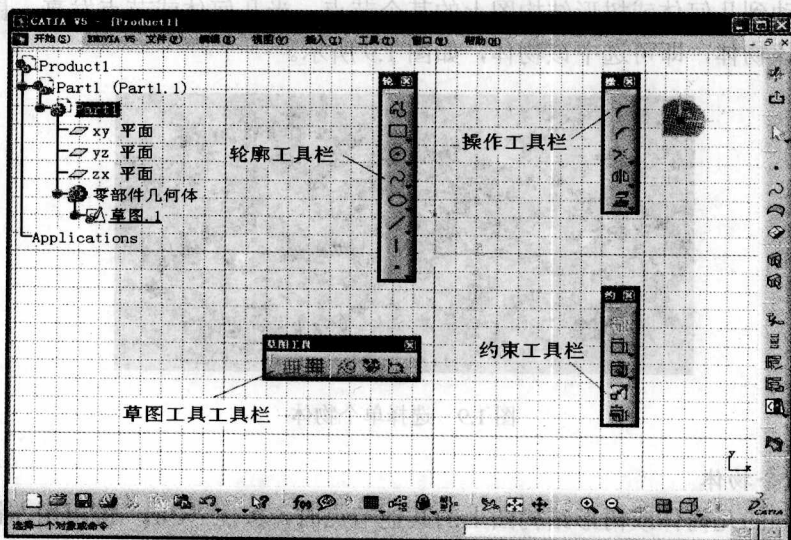


图 1.11 草图绘制模块主界面

1.5.2 工具栏简介

1. 草图工具工具栏

草图工具工具栏如图 1.12 所示，其主要包括如下工具：

- ◆ ：网格。
- ◆ ：点对齐。
- ◆ ：构造/标准元素。
- ◆ ：几何图形约束。
- ◆ ：尺寸约束。

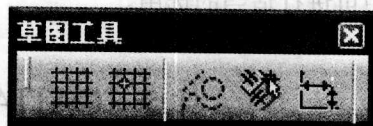


图1.12 草图工具工具栏

2. 轮廓工具栏

轮廓工具栏如图 1.13 所示，其主要包括如下工具：

- ◆ ：轮廓。
- ◆ ：矩形。
- ◆ ：圆。
- ◆ ：样条线。
- ◆ ：椭圆。
- ◆ ：线。
- ◆ ：轴。
- ◆ ：通过单击创建点。

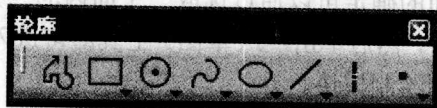


图1.13 轮廓工具栏

3. 操作工具栏

操作工具栏如图 1.14 所示, 其主要包括如下工具:

- ◆ : 角。
- ◆ : 倒角。
- ◆ : 修剪。
- ◆ : 镜像。
- ◆ : 投影三维元素。

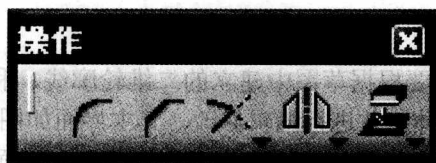


图 1.14 操作工具栏

4. 约束工具栏

约束工具栏如图 1.15 所示, 其主要包括如下工具:

- ◆ : 在对话框中定义的约束。
- ◆ : 约束。
- ◆ : 自动约束。
- ◆ : 制作约束动画。
- ◆ : 编辑多约束。

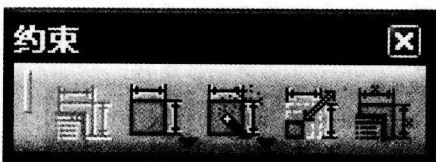


图 1.15 约束工具栏

1.5.3 草图绘制流程

在 CATIA 中, 实体模型的建立大都是从草图绘制起步的, 然后根据草图创建特征, 同时可以结合一个或多个特征完成零件的制作, 而将创建的不同零件按照配合关系组装在一起则构成了产品。草图绘制流程如图 1.16 所示:

- (1) 确立草图绘制的基准面。在结构树形结构区中, 系统提供了 3 个基准面供选择。
- (2) 选择草图绘制模块中的工具 (如直线工具、圆工具) 绘制草图。
- (3) 使用草图绘制模块中的工具 (如延伸工具、裁剪工具) 对复杂图形进行编辑。
- (4) 对复杂图形添加几何约束条件。
- (5) 退出草图绘制模块, 返回到 3D 特征造型区, 以生成实体和曲面。

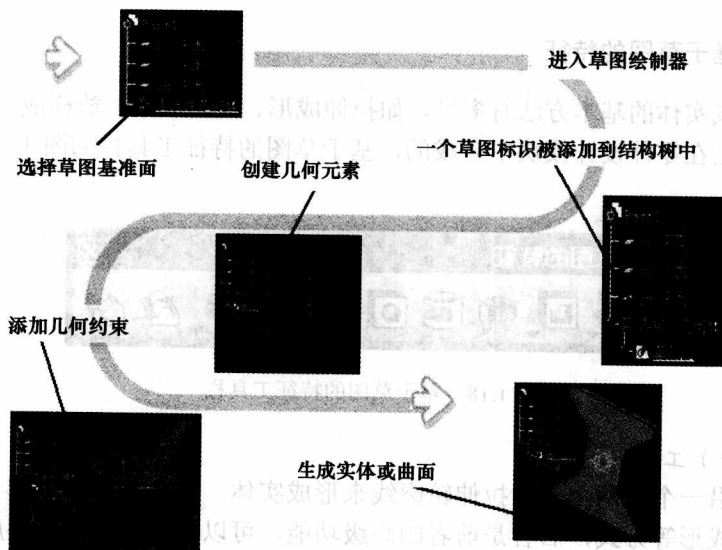


图 1.16 草图绘制流程

1.6 实体生成及修改

CATIA 主要根据草图中建立的二维轮廓线, 利用零部件设计模块所提供的各种功能建立对象的三维实体, 并进行编辑修改, 其主界面如图 1.17 所示。CATIA 基本生成实体的方法有两种: 生成基于草图的特征和生成修饰特征, 下面分别加以介绍。

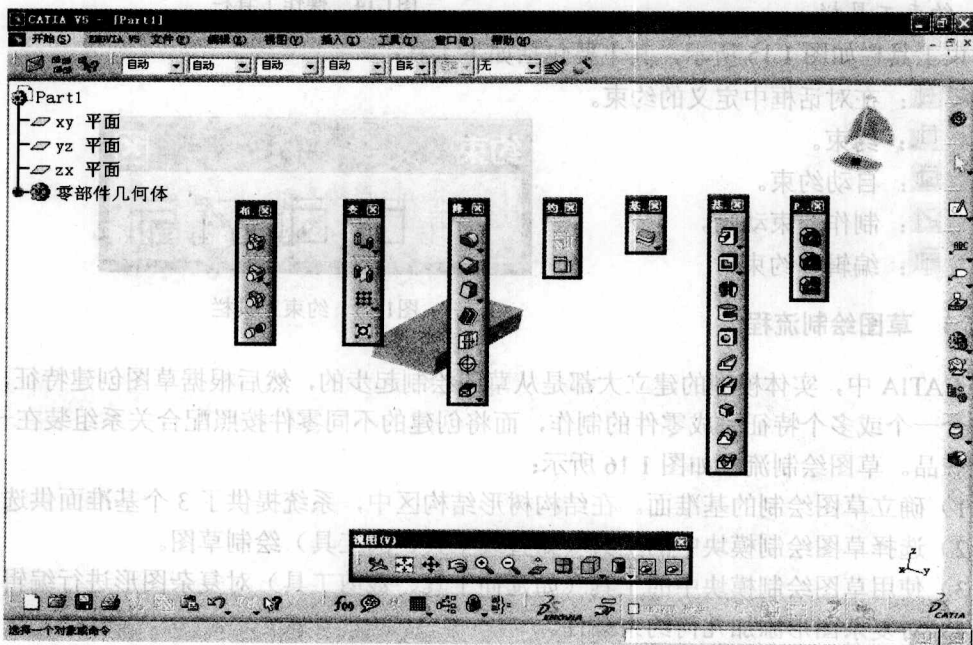


图 1.17 零部件设计模块主界面

1.6.1 生成基于草图的特征

基于草图生成实体的基本方法有多种, 如拉伸成形、旋转成形、放样成形、扫描成形等。所有这些功能都是在零件设计模块中完成的, 基于草图的特征工具栏如图 1.18 所示, 其主要包括如下工具。

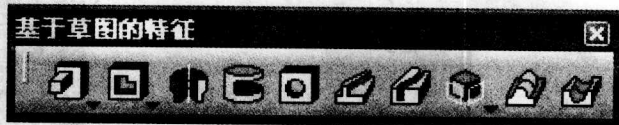


图 1.18 基于草图的特征工具栏

1. (凸台) 工具

此工具用于沿一个或两个方向拉伸轮廓线来形成实体。它具有凸台成形、已拔模圆角凸台成形和多凸台成形等方式, 后者是前者的高级功能, 可以产生具有拉伸斜度与圆角特征的实体, 如图 1.19~图 1.21 所示。凸台成形有“尺寸”“直到下一个”“直到最后”“直到平面”“直到曲面”等 5 种建立方式。

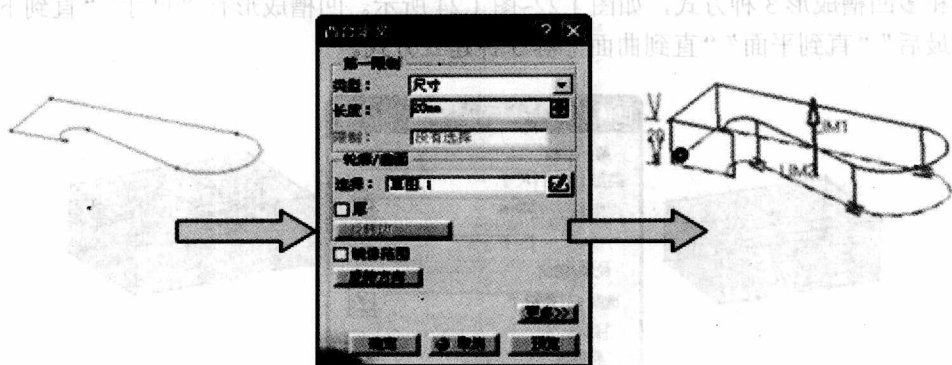


图 1.19 凸台成形



图 1.20 已拔模圆角凸台成形

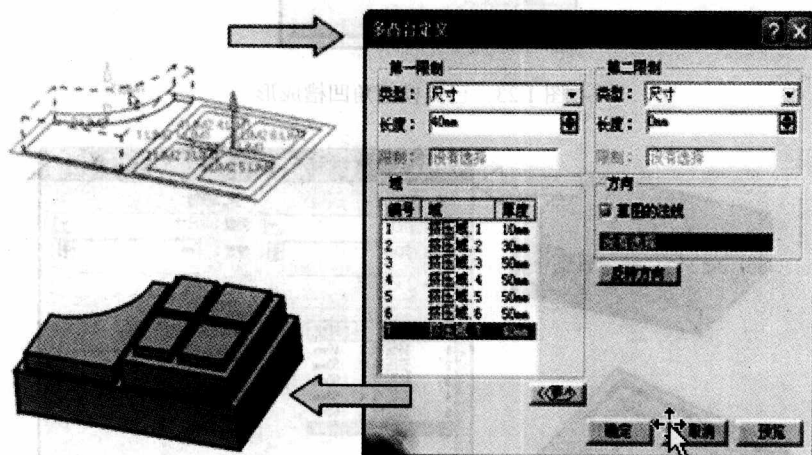


图 1.21 多凸台成形

2. (凹槽) 工具

此工具用于拉伸轮廓线从已有的实体上切除物体成形，它具有凹槽成形、已拔模圆角凹