

# 前 言

## 1. 关于 CATIA

CATIA (Computer-graphics Aided Three-dimensional Interactive Application) 是法国 Dassault 公司于 1975 年起开始发展的一套完整的 3D CAD/CAM/CAE 一体化软件。它的内容涵盖了产品从概念设计、工业设计、三维建模、分析计算、动态模拟与仿真、工程图的生成到生产加工成产品的全过程,其中还包括了大量的电缆和管道布线、各种模具设计与分析、人机交换等实用模块。CATIA 不但能够保证企业内部设计部门之间的协同设计功能而且还可以提供企业整个集成的设计流程和端对端的解决方案。CATIA 大量用于航空航天、汽车及摩托车行业、机械、电子、家电与 3C 产业、NC 加工等各方面。

由于其功能强大而完美, CATIA 已经几乎成为三维 CAD/CAM 领域的一面旗帜和争相遵从的标准,特别是在航空航天、汽车及摩托车领域, CATIA 一直居于领先地位。法国的幻影 2000 系列战斗机就是使用 CATIA 进行设计的一个典范,而波音 777 客机使用 CATIA 完成无图纸设计,更造就了 CAD 领域内的一个神话。另外 CATIA 还用来制造米其林轮胎、伊莱克斯电冰箱和洗衣机、3M 公司的粘合剂和利尔轿车的内饰,还有 ABB 公司制造的火车和通用动力公司建造的核潜艇。索尼公司利用 CATIA 软件完成了 1700 万件零件的制造。全世界半数左右的汽车制造商也用这套软件。在国内,几乎所有的航空工厂、半数以上的汽车厂商都在使用 CATIA,哈尔滨飞机制造公司用 CATIA 来设计 EC120 直升机,从造型到数控编程,实现超精加工。

Dassault 公司与 MSC 公司的强强合作,加强了其 CAE 模块,并且发展出基于 CATIA 的 MSC.visualNastran V5i 有限元分析软件。CATIA 已经逐渐成为国内外大学院校相关专业学生必修的专业课,也成为工程技术人员必备的技能。

## 2. 关于 CATIA V5

IBM/Dassault 一贯对开发很重视, CATIA 的新产品的开发非常的迅速。目前的 CATIA 覆盖了产品开发的整个周期,并且一直保持着其技术领先的优势。开始之初,受计算机硬件的限制, CATIA V4 版本是工作站版本,运行在 UNIX 系统下面,随着计算机硬件的飞速发展, CATIA 推出了运行在个人计算机 (PC) 上的版本 CATIA V5。CATIA V5 不但具有 V4 版本的强大功能,还增加了许多新的特性。CATIA V5 基于 Windows 的操作界面非常友好,使得复杂的设计工作变得简单,枯燥的工作变得愉快。

CATIA V5 包含的模块有(以 P3 版本为例):基础结构模块,机械设计模块,曲面造型模块,分析模块,AEC 工厂模块,NC 加工模块,数字模型模块,设备和系统模块,数字程序和加工模块,人机工程设计和分析模块等,各个模块都具有强大的功能。在机械设计模块中,有专门的航空钣金件设计模块;强大的曲面造型能力是 CATIA 尤为值得称道的地方,该模块中有专门针对汽车设计的模块。机械制造者 30 年来一直梦想着在计算机上实现他们的全套操作,即从设计人员在机械设计中的第一笔点画,到产品生产和厂房布置等所有步骤,CATIA 真正做到了这一点。

### 3. 本书特色

CATIA 软件可谓博大精深,要在一本书中对各个模块都进行讲述是不可能的。本书讲述 CATIA 中与机械设计有关的内容,主要讲述基础结构、机械设计、曲面造型和分析模块,另外对如何配置设计环境也进行了详细讲述。本书采用软件剖析和实例制作相结合的方式进行讲述,使得读者在学习的过程中既能通过实例对工具的功能有具体形象的认识,又能对各个设计工具有全面深入的了解。对于初学者本书是一本理想的入门教程;对于有一定使用经验的读者,本书定能让你得到更多裨益,并加深对 CATIA 的理解。

### 4. 本书内容及如何使用本书

本套书分为上下两册,上册为基础篇,对 CATIA V5 的机械设计的工作环境和各个设计工具的功能进行了详细剖析,使得读者对 CATIA V5 机械设计部分的整体和局部功能都有一个全面而详细的了解。只有对软件的全局进行了把握,才能在设计产品时做到胸有成竹,清楚地知道产品的哪个部分该在软件的哪个模块中去实现;只有对每个工具的功能有了详细和深入的了解之后,才能快捷高效地开展具体的设计工作。下册为进阶篇,主要介绍实例制作,引导读者如何熟练地应用各个工具进行机械设计和分析。由于有些专业术语目前还没有一个统一的中文名称,为了准确起见,把相应的英文名称也一起给出。

进阶篇的具体章节安排如下所述:

第 1 章,机构设计。本章中通过简单的例子使读者能够逐渐掌握 CATIA 的实体造型方法和实体造型中所需注意的事项、工程图的生成、3 维模型的参数化设计方法、钣金设计方法、焊接设计方法、模具设计方法、公差和标注管理以及 3 维模型的修复功能等等。此外综合实例部分则介绍了如何综合各种实体造型方法来实现一些简单产品的工业设计和三维建模。

第 2 章,外形设计和风格造形。本章中通过简单的例子讲解了 CATIA V5 外形设计(或者又称为曲面造型)方法。CATIA V5 的曲面造型部分功能十分强大,可以快速、简单和准确的建立各种复杂曲面,并且可以方便的在曲面造型功能和实体造型功能之间进行切换。CATIA V5 的曲面造型部分包含了 4 个相对独立的模块:自由风格成形、自由风格草图追踪器、自适应外形设计与优化器和数字化外形编辑器。其中数字化外形编辑器可以通过点云数

据文件接口，通过逆向工程，方便的重建实际产品的外形曲面。

第3章，装配设计。本章综合使用机构设计、外形设计和装配设计方法，通过综合实例来实现 CATIA 的装配。装配是基于已有的零件，而机械设计和外形设计是生成零件的途径，所以虽然装配设计属于机械设计部分，但是在本书中将其作为单独一章。另外要注意的是，目前比较通用的自顶向下（Top - Down）设计方法，是先确定零件的装配关系，再去具体设计各个零件。这是属于设计思路的问题，不在本书的讨论范围以内。

第4章，工程分析。本章中通过简单的例子介绍了 CATIA 的各个分析模块以及有限元网格划分功能。此外综合实例部分则对一些实际产品的进行了应力分析与模态分析。

第5章，三维造型综合实例。本章中通过设计一辆自行车来向读者演示怎样使用 CATIA 来进行一个完整产品的三维造型设计，在让读者进一步熟悉部件设计、曲面造型和装配设计环境中各个工具的同时，让读者体会到参数化设计的优势以及怎样灵活使用参数化设计。

对于初学者，可以先从进阶篇简单的实例制作开始，体会一下 CATIA 软件的功能，在实例的制作过程中，如果对相关工具的设置不理解，可以查阅基础篇中的有关内容。在对 CATIA 有了一定的了解之后，再系统学习基础篇的内容，使得自己对 CATIA 的掌握有一个全面的提升。当然，同任何其他软件一样，在熟悉了各个工具的功能之后，需要读者不断实践，只有通过实战，才能不断提升自己的设计经验。

本书主要以实例来说明 CATIA 的造型功能和部分分析验证功能的应用。本书编者有着 CAD 和 CAE 方面丰富的工程经验，同时具有多年使用 CATIA 软件的实际工作经验。本书旨在通过一系列实例使读者逐渐了解、熟悉和掌握 CATIA 的造型功能和分析验证功能。通过本书的学习，读者能够利用 CATIA 的造型功能迅速把自己头脑中的 Idea 转换为三维模型和工程图。当然，设计工作中最好的老师是工程实践，读者只有通过实实在在地设计工程产品，才能使自己的设计能力有更大的提升。

另外在本书的编写过程中，MSC 公司的周林辉经理和赵志英工程师提供了帮助和鼓励。

CATIA 的功能可以用博大精深来概括，由于时间仓促，本书难免有疏漏之处，还望读者不吝指正。

编者

2004年5月

# 目 录

第 1 章 机构设计	
1.1 零件设计	1
1.1.1 拉伸成形实例	1
1.1.2 旋转成形实例	24
1.1.3 打孔与开槽成形实例	34
1.1.4 切面扫描成形实例	61
1.1.5 层叠成形实例	71
1.1.6 利用布尔运算生成图形的实例	87
1.1.7 零件设计综合实例	100
1.2 设计表与工程图	121
1.2.1 设计表的建立与使用	121
1.2.2 建立工程图	129
1.3 使用 Structure Design 创建结构	135
1.4 使用 Sheet Metal Design 绘制机箱电源外壳	140
1.5 使用 Mold Tooling Design 设计模具	148
1.6 使用 Weld Design 进行焊接组装	158
1.7 Functional Tolerancing & Annotations 标注	161
1.8 使用 Healing Assistant 修补曲面	164
1.9 本章小结	170
第 2 章 外形设计和风格造型	
2.1 自由风格成形	171
2.1.1 自由风格成形简单实例	171
2.1.2 自由风格成形综合实例	187
2.2 自由风格草图追踪器	204
2.3 自适应外形设计与优化器	208
2.3.1 使用自适应外形设计与优化器的简单实例	208
2.3.2 自适应曲面设计与优化综合实例	227
2.4 数字化外形编辑器	244
2.5 本章小节	250
第 3 章 装配设计	
3.1 简单连接件组装	251
3.2 引擎的组装范例	264
3.2.1 引擎的组装	265
3.2.2 引擎的运动模拟	274
3.3 CPU 风扇组装范例	285
3.3.1 零件的绘制	285
3.3.2 组装过程	312
3.4 本章小节	317
第 4 章 工程分析	
4.1 工程分析的简单实例	319
4.1.1 自适应结构分析模块简单实例	319
4.1.2 高级网格划分工具模块简单实例	327
4.1.3 装配变形公差分析	331
4.2 工程分析的综合实例	337
4.2.1 门把应力分析	337
4.2.2 CPU 风扇散热片-底座组合件的自由模态分析方法	342
4.3 本章小节	345
第 5 章 三维造型综合实例	
5.1 零件设计	347
5.1.1 车轮的制作	347
5.1.2 脚踏的制作	379
5.1.3 车座的制作	394
5.1.4 支架的制作	412
5.2 装配设计	434
5.2.1 组件定位	434
5.2.2 参数关联	436
5.3 本章小结	437

# 1 机构设计

---

本章主要内容

- 零件设计
- 设计表与工程图
- 机构设计的其他功能

机构设计部分是 CATIA 工程建模的基础。使用机构设计功能以及后面将要讲述的曲面造型功能，CATIA 几乎可以绘制出任意复杂的 3D 形体，并且可以方便地建立零件库和绘制工程图。另外，CATIA 还能对绘制的零件进行模拟装配，及时地把问题消除于设计阶段。

## 1.1 零件设计

在 CATIA 中，零件成形的的方式有很多，对同一个零件可以使用不同的成形方式来实现。零件成形方式可以分为下面几类。

- 拉伸成形实例
- 旋转成形实例
- 打孔与开槽成形实例
- 切面扫描成形实例
- 层叠成形实例
- 利用布尔运算生成图形的实例
- 零件设计综合实例



下面就上述几类成形方式，分别以实例加以说明，在本节最后还会给出两个综合实例，以便读者能够及时复习与巩固所学的内容，为以后的学习打好基础。

### 1.1.1 拉伸成形实例

拉伸成形的原理就是将草图模式下绘制的封闭几何曲线在第 3 维坐标方向上拉伸，从而形成 3D 形体。

#### 1. 简单拉伸成形实例

CATIA 允许用户定义拉伸的形式和拉伸的方向。下面用简单的例子来说明如何使用 CATIA 的拉伸成形功能，以及拉伸成形对话框中的各项功能。

(1) 单击 (Standard) 工具条上的  按钮，打开 New 对话框。从对话框中选中 Part 列表项，单击  按钮，进入零件设计工作环境。

(2) 单击零件目录树中的 xy plane 或者单击零件设计实体模式下屏幕中央基准面示意图中的 XY 平面，选中 XY 基准面。然后单击 Sketcher Toolbar 工具条中的  按钮，进入草图模

式。在草图模式下使用 Profile 工具条上的  按钮，绘制一简单的封闭曲线，尺寸可以任意确定，如图 1-1 所示。

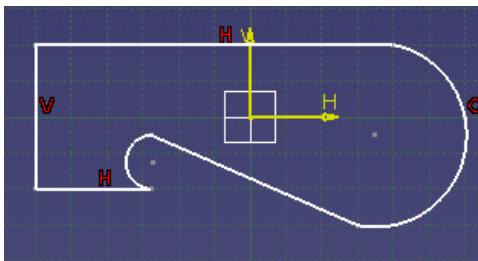







图 1-1 绘制任意封闭曲线

注意：

单击  按钮绘制曲线时，会出现如下 3 个按钮，以控制不同方式的曲线绘制。

 用来绘制直线。 用来通过指定 1 点以及要与已有曲线相切的限制来绘制圆。 用来指定 3 点来绘制圆。

(3) 接下来使用约束来定义直线与圆弧相切。按住 Ctrl 键，依次选中圆弧和与之相切的直线，然后单击 Constraint 工具条中的  按钮，在弹出的 Constraint Definition 对话框中选中 Tangency 复选框，如图 1-2 所示。

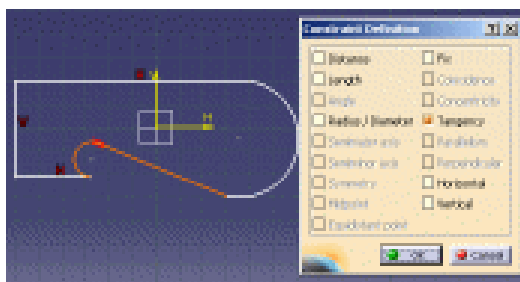


图 1-2 设置相切

注意：

Constraint Definition 对话框中其他选项的含义，将在后面的约束总结部分详细说明。

(4) 使用同样的方法设定另外两处相切，绘制完成的图形如图 1-3 所示。

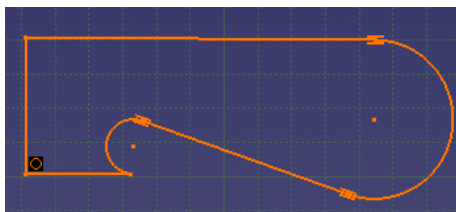


图 1-3 绘制封闭曲线

注意：

图 1-3 中连接点处的短平行线表示直线与圆弧相切。


(5) 单击  按钮，返回零件设计的实体模式，并选中该曲线，如图 1-4 所示。



图 1-4 零件设计的实体模式中的封闭曲线

(6) 单击  按钮，弹出 Pad Definition 对话框，如图 1-5 所示。

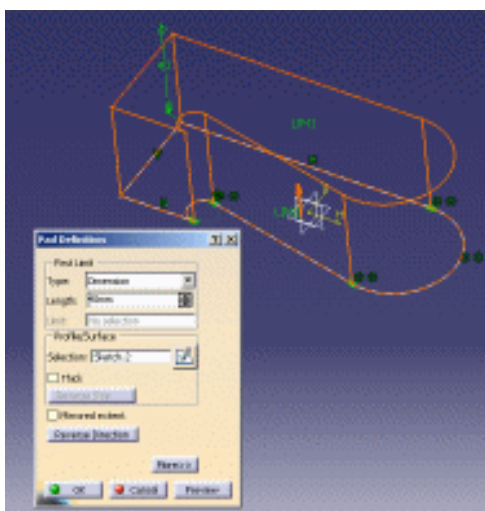



图 1-5 在 Pad Definition 对话框中设置拉伸长度

可以在该对话框中设置拉伸的 Length，在本例中设置为 40mm。单击  按钮，3D 形体便绘制完成了，其效果如图 1-6 所示。

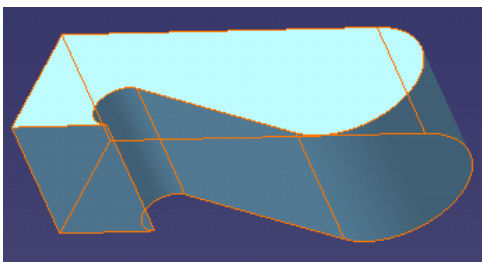



图 1-6 拉伸成形

(7) 在绘制完成的 3D 图形上双击鼠标左键，则 Pad Definition 对话框又会弹出，单击  按钮，便拉伸方向反向，如图 1-7 所示。

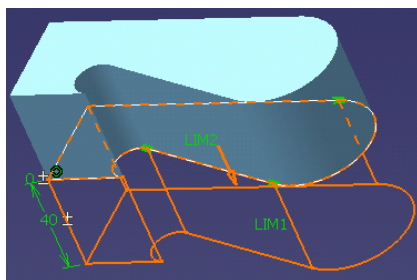


图 1-7 反向拉伸

选中  Mirrored extent 复选框，将会以拉伸面作为对称面，对 3D 形体进行镜像映射。单击  按钮，可以将 Pad Definition 对话框展开，如图 1-8 所示。

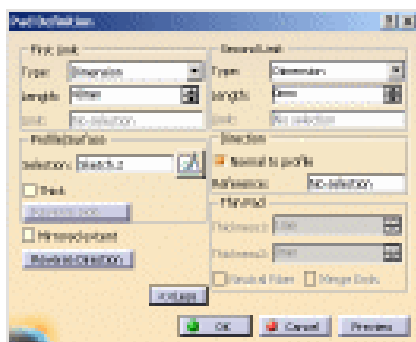


图 1-8 展开 Pad Definition 对话框

在此对话框中可以设定以封闭曲线所在的平面为中心，向两个方向的拉伸长度，另外还能实现封闭曲线沿给定的方向拉伸。在如图 1-4 所示的界面中，绘制一条直线，使直线位于 YZ 基准面内，如图 1-9 所示。

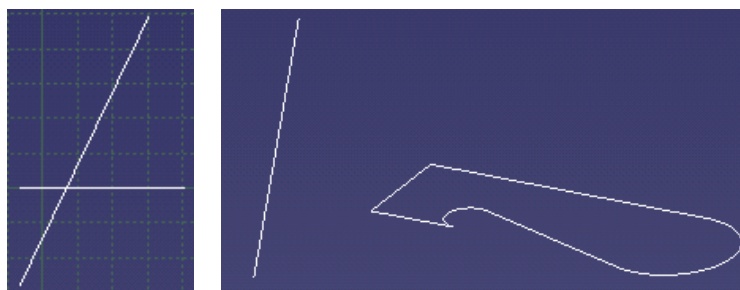


图 1-9 作拉伸参考线

注意：

图 1-9 的左图为 YZ 基准面内的视图，后图为 3D 绘图状态下的视图。

选中封闭曲线，单击  按钮，在图 1-8 所示的对话框中取消勾选  Normal to profile 复选框，并将绘制的直线作为 Reference，单击  按钮，便生成了以封闭曲线为底面的斜柱体，同时正向拉伸所得实体用线条的形式表现出来，如图 1-10 所示。

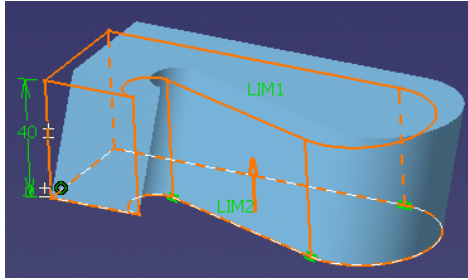



图 1-10 斜向拉伸

选中封闭曲线，单击  按钮，在图 1-8 所示的对话框中选中  Thick 复选框，激活 Thin Pad 选项区域，设置参数 Thickness1 和 Thickness2，如图 1-11 所示。

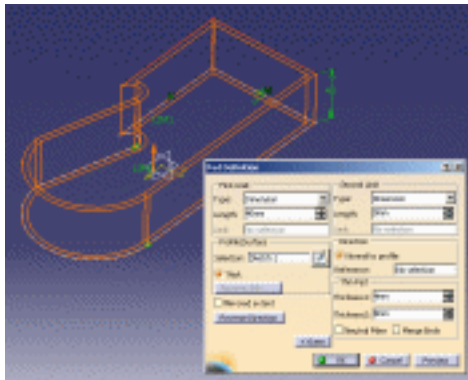



图 1-11 拉伸壳体

注意：

由 Thickness1 和 Thickness2 定义的延展方向使用如下方式定义：  
轮廓线 (Profile) 和拉伸方向确定延展的初始参照面，沿轮廓线逆时针方向走，Thickness1 定义的延展方向在左边，Thickness2 定义的延展方向在右边。

单击  按钮，生成拉伸成形的壳体，如图 1-12 所示。

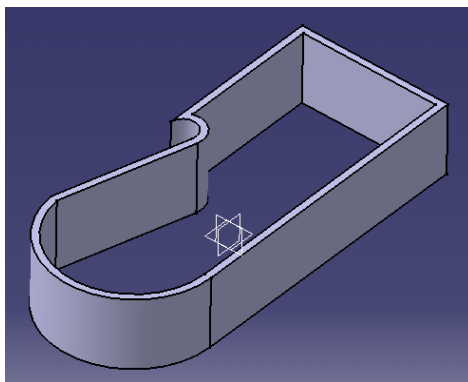



图 1-12 拉伸成形的壳体

## 2. 以不同方式拉伸成形实例

下面用实例的形式介绍 Pad Definition 对话框的 Type 下拉列表框中各项的用法。Type 下拉列表框如图 1-13 所示。

(1) 将图 1-4 中的封闭曲线反向拉伸成为一个 20mm 厚的实体，其过程前面已经讲过，这里就不再赘述。

(2) 选中 XY 基准面，单击 Reference Elements 工具条中的  按钮，自定义基准面。将 Plane type 设置为 Offset from plane，并将 Offset 值设为 60mm，Reference 设置为 XY 基准面，如图 1-14 所示。

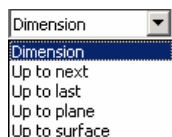



图 1-13 Type 下拉列表框



图 1-14 复制基准面

(3) 单击  按钮，生成一个新的基准面。按照同样的步骤再建立一个基准面，但这次把 Offset 值设为 30mm，如图 1-15 所示。

(4) 选中基准面 1，切换到 2D 绘图模式，绘制一半径为 10mm 的圆，圆心在 origin；选中基准面 2，切换到 2D 绘图模式，绘制一以圆形原点为中心的正方形，边长为 40mm。如图 1-16 所示。

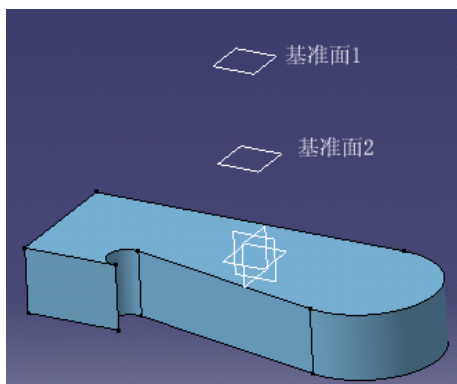


图 1-15 复制完成的基准面

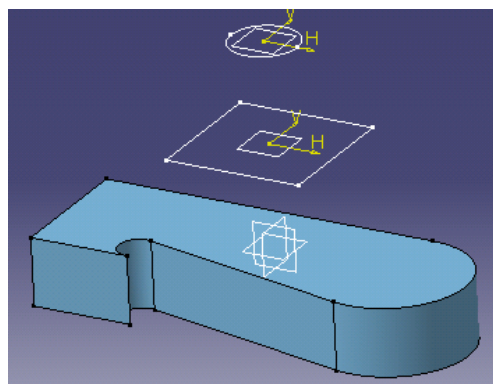


图 1-16 在基准面上绘制图形

(5) 将基准面 2 上的正方形反向拉伸 10mm，接下来拉伸基准面 1 上的圆，可以在 Pad Definition 对话框的 Type 下拉列表框中选择拉伸的方式。Dimension 是由用户自定义的尺寸来决定拉伸长度；Up to next 是以相邻的几何形体作为拉伸的界限；Up to last 是以最远的几何形体作为拉伸的界限；Up to plane 是以用户指定的基准面为拉伸界限；Up to surface 是以用户指定的几何形体表面作为拉伸界限。这里仅以 Up to surface 列为例进行说明，如图 1-17 所示。

用鼠标单击选定第 2 个几何体的上表面为拉伸界限，此表面就会显示在 Limit 文本框中。

单击 **Reverse Direction** 按钮，改变拉伸方向。这里不改变拉伸方向也可以，这是因为选定的拉伸界限已经确定了拉伸的长度与拉伸方向。单击 **OK** 按钮，完成拉伸操作，如图 1-18 所示。

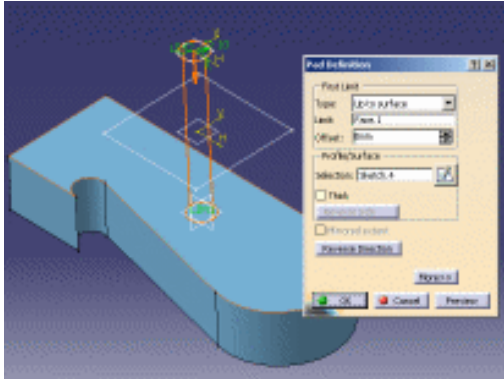


图 1-17 使用 Up to surface 拉伸圆柱体

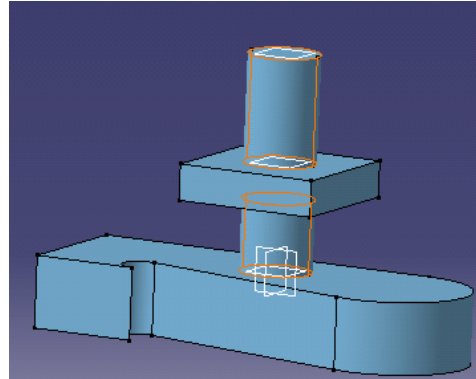


图 1-18 拉伸完成的圆柱体

### 3. 拉伸成形中的几个要点

在上文中使用 CATIA 的拉伸成形功能建立几何体时，拉伸体的轮廓线都是封闭曲线，但并不是只有封闭曲线才能执行拉伸成形操作。即使是非封闭曲线，只要它的未封闭部分能被周围几何体的表面所限制，使得此非封闭曲线与其在几何表面上的投影形成封闭曲线，就可以执行拉伸操作，下面举例说明。


(1) 在 XY 基准面中建立一圆形，半径为 35mm，并将其拉伸为一个 20mm 厚的圆柱体。单击 Dress-Up Features 工具条上的  按钮，对圆柱体抽壳，如图 1-19 所示。



图 1-19 对圆柱体抽壳

将抽壳厚度设为 1mm，单击几何体的上表面，将其设为抽壳面。单击 **OK** 按钮，完成抽壳。

(2) 在 YZ 基准面中绘制一条过原点的直线，如图 1-20 所示。

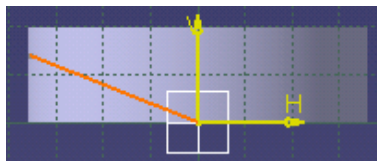



图 1-20 绘制直线

(3) 单击  按钮返回零件设计的实体模式，以此直线为轮廓线执行拉伸操作，如图 1-21 所示。

(4) 单击  按钮，拉伸成形完成，如图 1-22 所示。

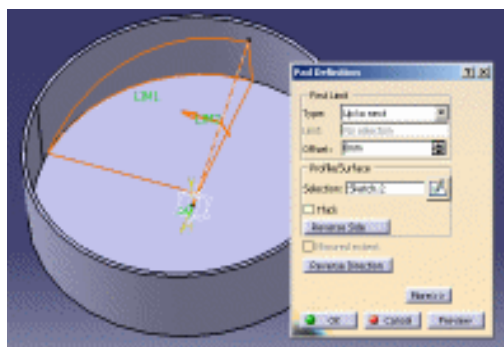


图 1-21 拉伸操作

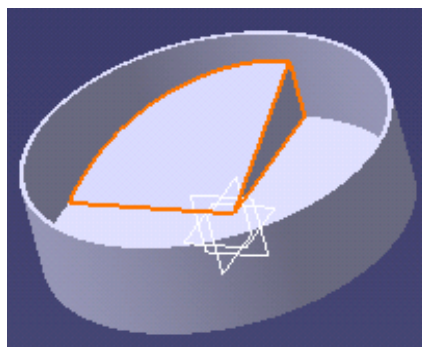


图 1-22 拉伸成形体

还需要注意的一点，用以拉伸成形的轮廓线，可以是一条曲线，也可以是一组曲线。下面以实例的方式加以说明。

(1) 在 XY 基准面内绘制一个同心的六角形和圆形，尺寸可任意，如图 1-23 所示。

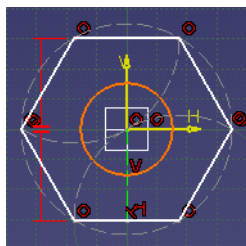



图 1-23 绘制六角形和圆形组合曲线

(2) 单击  按钮，返回零件设计实体模式，对此图形进行拉伸操作，如图 1-24 所示。

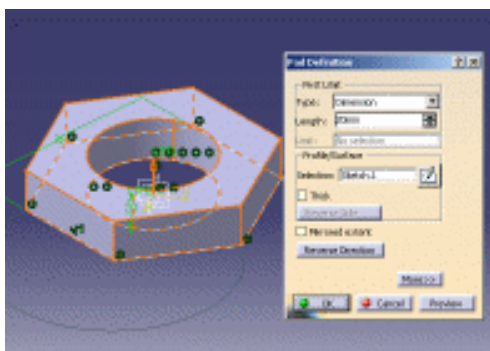




图 1-24 多条曲线组成的轮廓线拉伸成形

注意：

进行拉伸操作时，六角形和圆形必须能够作为一个整体操作，否则就不能得到期望的图形。可以假设这样一种情况，先对六角形进行了拉伸操作，然后取消操作，再绘制一圆形，此时的圆形与六角形就不是一个整体了。

#### 4. 实例 1——绘制方形烟灰缸

烟灰缸在日常生活中随处可见，形式多种多样，为了使读者对本例中将要绘制的烟灰缸有一个整体的概念，下面给出绘制完成的烟灰缸的示意图，如图 1-25 所示。

(1) 选中 XY 基准面，并单击 Sketcher 工具条中的  按钮，进入草图模式。单击 Profile 工具条中的  按钮，任意绘制一矩形，如图 1-26 所示。

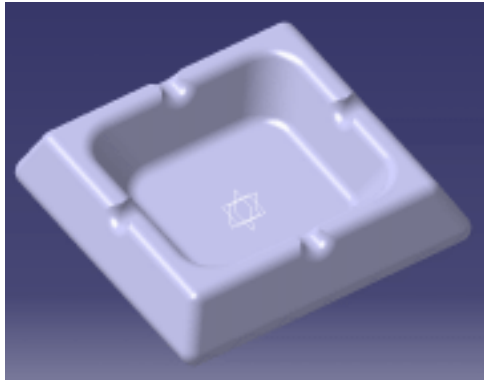


图 1-25 绘制完成的烟灰缸

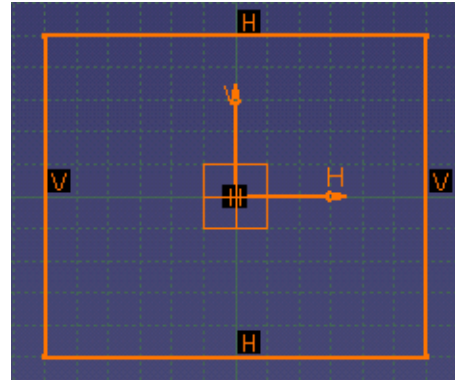




图 1-26 绘制矩形

(2) 选中任一边，单击 Constraint 工具条中的  按钮，定义此矩形的边长。定义矩形位置时，可以按住 Ctrl 键选中矩形用于定位的边和相应的坐标轴，然后单击  按钮，就可以定义该边与坐标轴的距离，如图 1-27 所示。

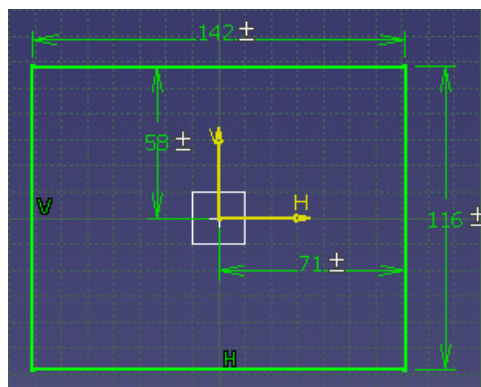


图 1-27 尺寸标注

(3) 修改尺寸。在 CATIA 中可以方便地对图形的大小，位置进行精确控制。这里用两种方法来修改尺寸。

- 方法 1。

在任意一个标注尺寸上双击鼠标左键，弹出尺寸编辑对话框。本例中，在尺寸 142 上双

击鼠标左键，打开尺寸编辑对话框，如图 1-28 所示。

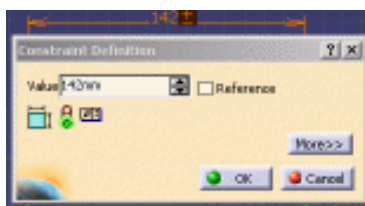





图 1-28 尺寸编辑对话框

可以在此对话框的 Value 文本框中修改尺寸，实现尺寸的精确控制。将文本框中的值改为 120，单击  按钮，完成操作。用同样的方法，将尺寸 71 改为 60。

● 方法 2。

在此介绍使用方便、功能强大的修改方法。在此方法中，将介绍 CATIA 中重要的  Formula... 功能。

选中要更改的标注，例如图 1-27 中的尺寸 116。然后选择 Tools 菜单中的  Formula... 选项，打开 Formula 对话框，如图 1-29 所示。

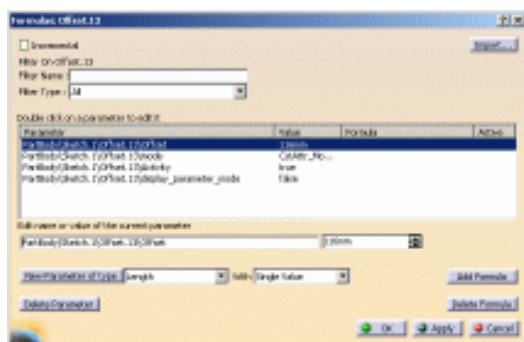



图 1-29 Offset.13 的 Formula 对话框

在此对话框的 Parameter 列表中选择 PartBody\Sketch.1\Offset.13\Offset 项，再单击  按钮，打开 Formula Editor 对话框。在 Members of Parameters 列表中选择 Length 列表项，然后双击 Members of Length 列表中的 PartBody\Sketch.1\Offset.15\Offset 列表项，将图 1-27 中所示矩形的长宽尺寸设为相等，如图 1-30 所示。

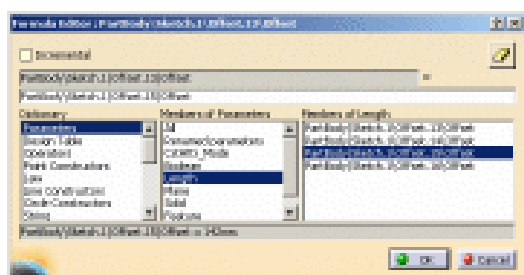



图 1-30 设置 Offset.13 与 Offset.15 相等

单击  按钮,完成尺寸设置。采用相同的方法设置如图 1-27 所示的尺寸 58。最后,设置好的尺寸和位置图形如图 1-31 所示。

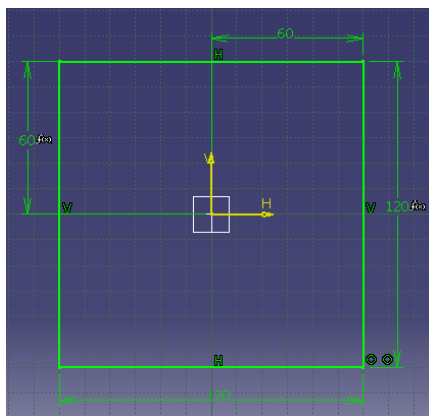




图 1-31 尺寸设置完成的矩形

从图 1-31 中可以看到目录树中多了两项,使用 Formula 关联的尺寸右侧有一个  $f(x)$  标准,双击此标志,可以重新打开 Formula Editor 对话框更改设置。

(4) 单击  按钮返回零件设计实体模式,然后单击  按钮执行拉伸操作,将拉伸长度设为 30mm,如图 1-32 所示。

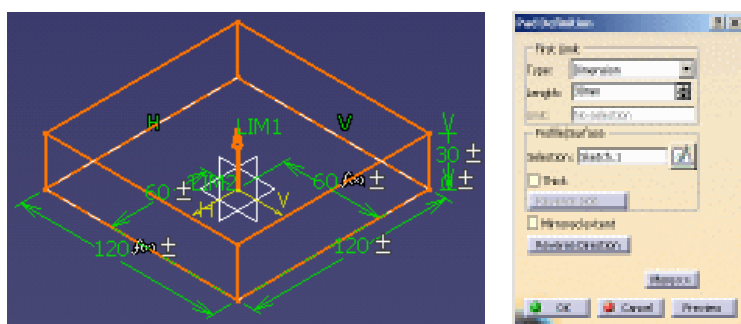



图 1-32 拉伸实体

(5) 按住 Ctrl 键,并选择图 1-32 的 4 个侧面为改变锥角平面。在 Dress-Up Features 工具条中单击  按钮,弹出如图 1-33 所示的对话框。

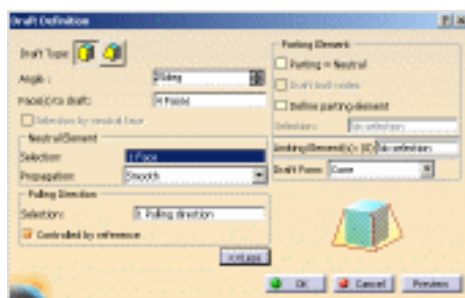


图 1-33 设置改变锥角特性

由于前面选中了实体的 4 个改变锥角平面，所以 Face(s) to draft 文本框中显示的图元数为 4 Faces，并将改变锥角的角度 (Angle) 设为 25 度。用鼠标单击实体上表面将其定义为基准面，并将 Propagation 下拉列表设置为 Smooth，如图 1-34 所示。

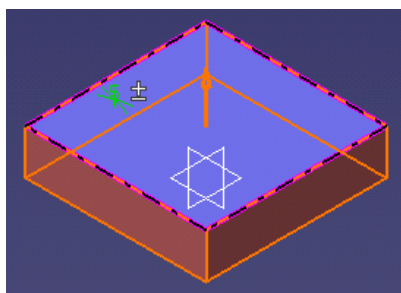






图 1-34 改变锥角的实体

注意：

选取改变锥角面时，为了选中位于视图后面的面，可以同时按下鼠标中键和左键旋转图形来实现。为了实现图形的旋转，也可以使用 View 工具条中的  按钮，然后按下鼠标左键来实现。

(6) 单击  按钮，完成改变锥角操作，如图 1-35 所示。

(7) 选中实体上表面，单击  按钮，进入草图模式。然后单击 Profile 工具条中的  按钮，任意绘制一矩形，并且用前面讲述过的方法，设定矩形边长为 100mm，并确定矩形的位置，如图 1-36 所示。

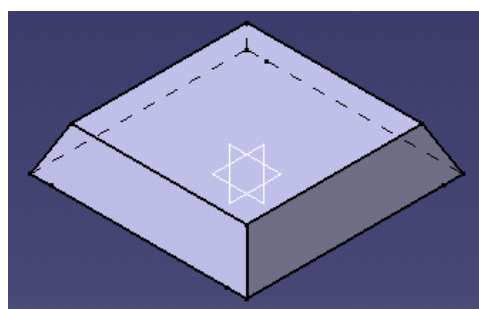


图 1-35 完成改变锥角的实体

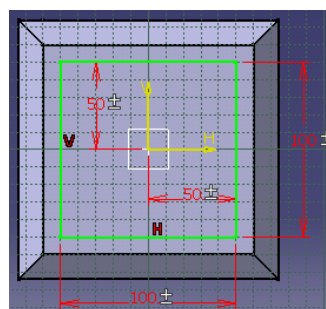




图 1-36 绘制拉伸切割剖面

(8) 单击  按钮返回零件设计实体模式，然后选择 Sketch-Based Features 工具条中的  按钮，进行切割拉伸，如图 1-37 所示。

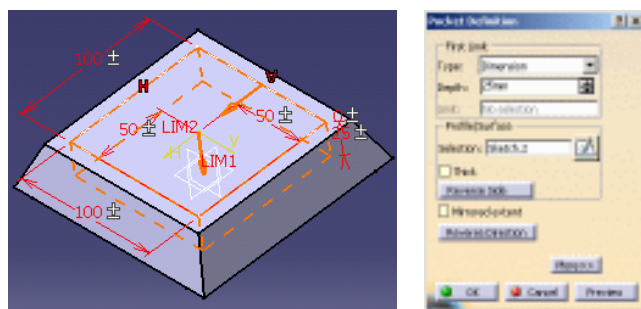



图 1-37 切割拉伸

将拉伸深度 (Depth) 设为 25mm, 单击  按钮, 完成拉伸切割操作, 如图 1-38 所示。

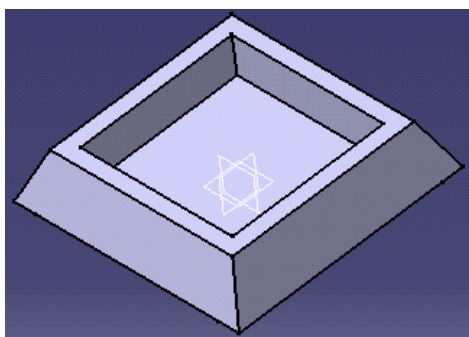



图 1-38 切割拉伸成形体

(9) 按住 Ctrl 键选中图 1-38 所示图形中 4 个内表面为改变锥角面。在 Dress-Up Features 工具条中单击  按钮, 在弹出的对话框中设置改变锥角参数如图 1-39 所示。

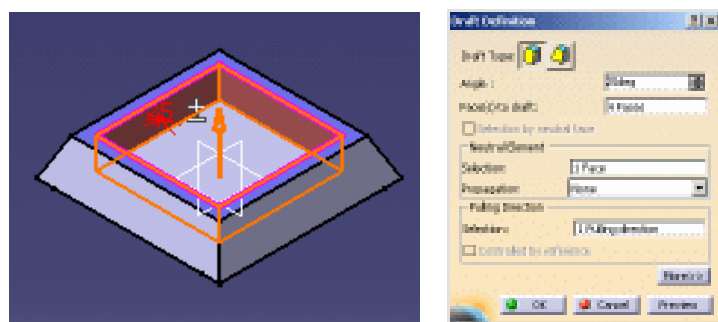



图 1-39 对内表面改变锥角

(10) 单击  按钮完成改变锥角操作, 如图 1-40 所示。

(11) 用鼠标选中 YZ 基准面, 并单击 Sketcher 工具条中的  按钮, 进入草图模式。在此基准面内绘制一个圆, 精确设定圆的半径与位置, 如图 1-41 所示。