

第36章 实体模型的修改

在任何图形设计中创建一个实体时，设计者必须要能够修改实体的基本形状。完成对本章的阅读后，你将掌握以下技能：

- 在实体模型中完成布尔操作。
- 编辑实体形状。
- 分解实体模型。

36.1 简介

在这一章里，你将会学到许多编辑三维实体的命令。首先讲到的是“布尔”操作命令：

Intersect 得到两个或更多实体的重叠部分。

Subtract 去掉一个三维实体在另一个三维实体中的一部分。

Union 把两个三维实体连接在一起。

接下来的两个命令大家在二维实体编辑中已经很熟悉的了：

Chamfer 对实体模型的边缘进行斜面倒角。

Fillet 对实体模型的边缘进行圆弧倒角。

最后讲的几个命令比较高级，需要灵活应用：

SolidEdit 通过下列操作对实体进行编辑：拉伸、平移、旋转、偏移复制、锥形化、复制、着色、分离、抽壳、清理、检查、删除表面和边缘等等。

Slice 用二维平面对三维实体进行切片处理。

Section 从三维实体中制作出一个二维区域。

Interference 找到两个或两个以上的三维实体的交接处，然后在共同占有的地方创建一个复合三维实体。

另外，你也可以在三维实体编辑中使用那些常规命令，例如：Copy(复制)、Move(平移)、Stretch(拉伸)、Mirror(镜像)、Color(着色)和Explode(炸开)。

36.2 布尔操作

实体模型可以由定制形状和基本形状结合而构造产生。设计者能通过重叠、结合以及减去等操作来得到所期望的三维实体，这些操作就是我们所说的布尔操作。让我们来看看这些用于修改实体形状的命令。

36.2.1 重叠实体

Intersect命令是用于在两各相交实体中产生重叠实体的命令。生成的实体是相交实体共同拥有的那部分。图36-1展示了一个立方体和一个球相交，用Intersect命令所产生的实体。

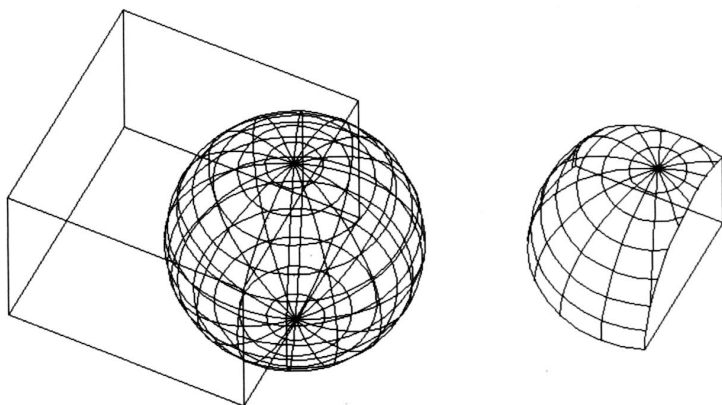


图36-1 生成重叠实体

当你选择了 Intersect 命令(见图36-2)后, 你会被提示选择操作对象。

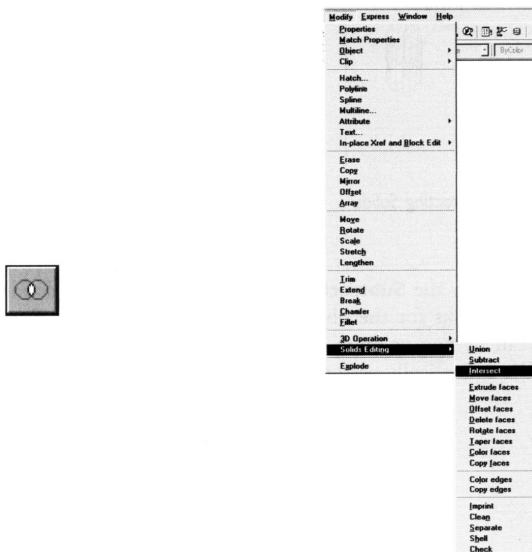


图36-2 通过工具栏按钮或菜单使用 Intersect 命令

Command : Intersect

Select objects : (点击实体对象)

Select objects : (点击另一个实体对象)

Select objects : (回车)

AutoCAD去掉了不是所有被选实体共有的部分。

36.2.2 裁剪实体

Subtract命令用于去掉一个三维实体在另一个三维实体中的一部分, 从而得到新的实体。图36-3展示了一个立方体与四个圆柱体重叠放置。图中演示了 Subtract命令的两种用法: 1) 居中的图是以圆柱体为主体, 减去立方体的结果; 2) 右边的图是以立方体为主体, 减去圆柱体的结果。由此可见, 选择 Subtract命令的裁剪对象的次序是相当重要的。

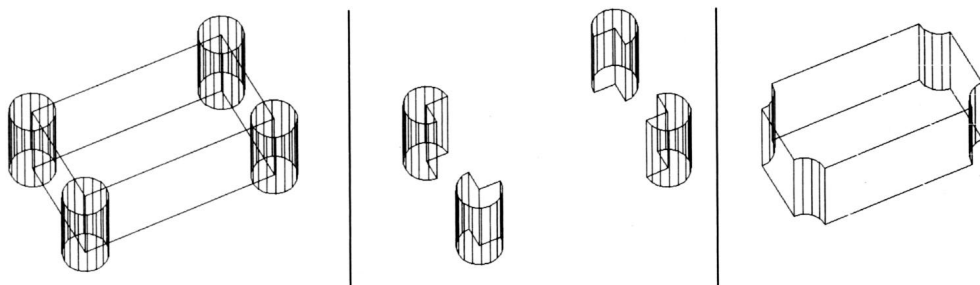


图36-3 实体裁剪

让我们来看一看 Subtract 命令是如何来完成设计者所需的操作的 (见图36-4)。Subtract 命令首先要求设计者输入需要裁剪的实体，即被裁剪对象。被裁剪对象可以是一个实体，也可以是多。当你选择实体完毕后，AutoCAD 会自动把被选实体组合成一个整体。

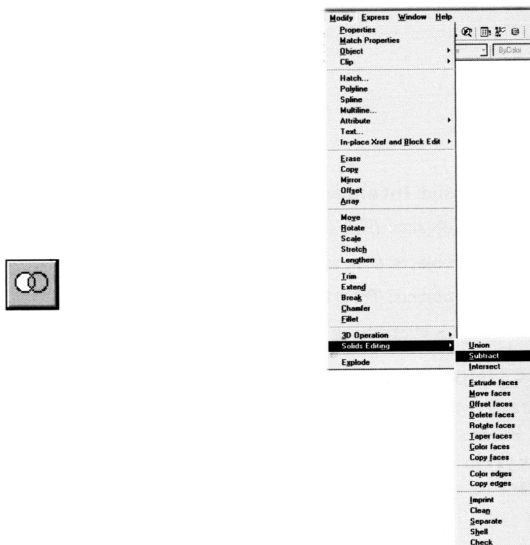


图36-4 通过工具栏按钮或菜单使用 Subtract 命令

Command : Subtract

Select solids and regions to subtract form...

Select objects : (选择一个或多个源对象)

Select objects : (按回车)

AutoCAD 接着提示设计者选择将会从裁剪对象中裁剪掉的实体：

Select solids and region to subtract...

Select objects : (选择一个或多个裁剪对象)

Select objects : (按回车)

36.2.3 连接实体

Union 命令 (见图36-5) 用于把两个独立的实体连接成一个单独的实体。新的实体包含以前的两个实体以及它们的公共部分 (如果它们有重叠的话)。

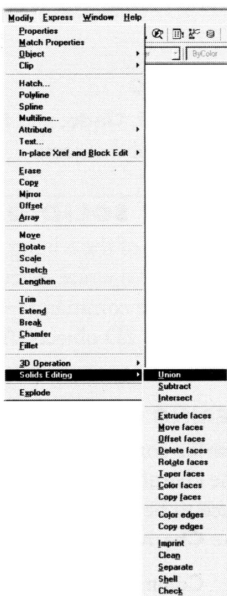


图36-5 通过工具栏按钮或菜单使用 Union 命令

Command : Union

Select objects : (选择一个或多个对象)

Select objects : (按回车)

输入完毕后，AutoCAD会自动完成对所选实体的连接(见图36-6)。

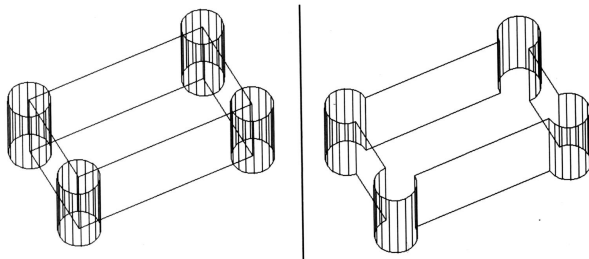


图36-6 实体连接

36.2.4 撤消编辑

设计者可以通过使用U、Undo和Redo 命令来改变、撤消刚刚对三维实体所做的编辑。

36.3 实体的修改

三维实体的一些命令与在二维编辑和草图制作中用到的一些命令非常相似。而且大多数命令和你所用过的一模一样(例如复制、平移、阵列等等)。只有两个命令与二维命令中的不大一样，它们是Chamfer和Fillet。第三个编辑命令SolidEdit是只有在三维编辑中才有的。

36.3.1 实体的斜面倒角

Chamfer命令用来给已经存在的实体的边缘切上一个斜面，即切倒角(见图36-7)。要完成

倒角操作,设计者首先要选择一个基表面,然后再选择基平面上待切的边,最后说明倒角尺寸即可完成操作。下面让我们来看看 Chamfer命令的具体操作顺序:

Command: Chamfer

(TRIM mode)Current chamfer Dist1=0.5000, Dist2=0.5000

Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method]: (在实体上选择一条等角线)

Base surface selection...

Enter surface selection option [Next/OK(current)] <OK>: next

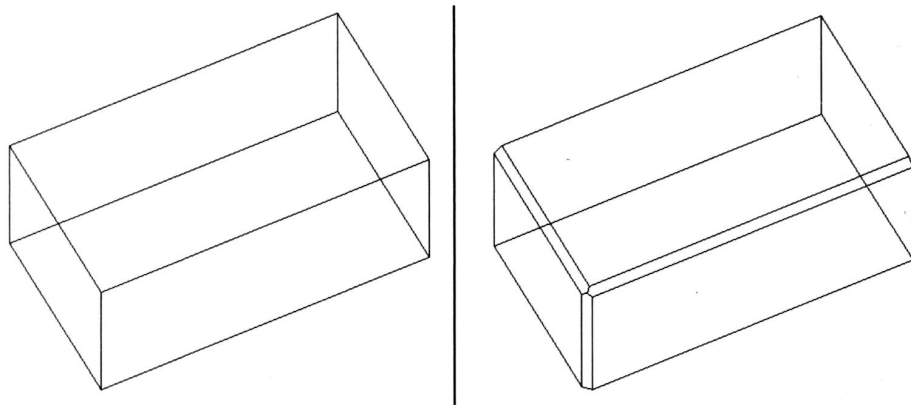


图36-7 实体的斜面倒角

当你选择完一个实体后,通过上述操作再选择实体上的一条等角线(这条等角线定义了实体的表面形状,在一个立方体上或一个楔体上,等角线正好与平面的边缘吻合)。当你选择了一条等角线。等角线就代表了两个表面的交线。AutoCAD选择其中一个表面作为基表面,并用高亮显示。如果设计者认为不合适的话,输入 Next来选择另一个表面。

Enter surface selection option [Next/OK(current)] <OK>: (按回车表示接受此表面)

当设计者所需表面被高亮显示时,单击回车即可。

下一步就是输入斜面倒角的长度。缺省值是 0.5个单位。

Specify base surface chamfer distance <0.5000>: (输入长度值或按回车接受缺省值)

Specify other surface chamfer distance <0.5000>: (输入长度值或按回车接受缺省值)

如果设计者所选的倒角长度太大, AutoCAD就会提示说:“建模操作错误:斜面顶点过于复杂,无法操作。倒角命令失败。”而且不能执行 Chamfer命令。这时应重新执行 Chamfer命令,然后输入一个较小的距离。

最后选择需要倒角的边。大多数表面有三条到四条边。你可以选择一条边,也可以选择表面上所有的边。让我们来继续 Chamfer命令的操作:

Select an edge or [Loop]: (选择边或输入 L表示选择所有边)

输入边后,斜面倒角命令立即执行。但是如果你所选择的边不是在基表面上,那么这条边不会被倒角。而且你也可以同时选择任意条边进行倒角,不过倒角的尺寸都是一样的。

36.3.2 实体的圆弧倒角

Fillet命令是用来在实体上产生圆弧倒角的(见图36-8)。

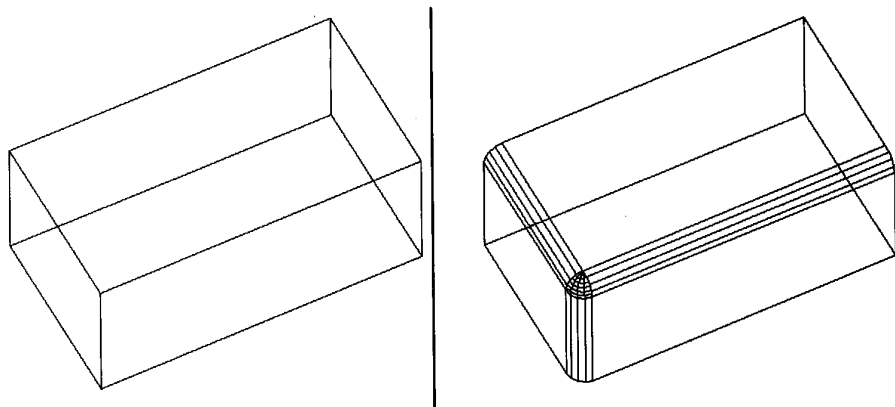


图36-8 实体的圆弧倒角

Fillet命令可以用来产生突出或凹入的圆弧倒角。执行此命令再选择待倒角的边即可完成圆弧倒角。

Command : fillet

Current settings : Mode = TRIM , Radius = 0.5000

Select first object or [Polyline/Radis/Trim] : (选择一个实体)

Enter fillet radius<0.5.000>:(输入半径值或按回车)

Select an edge or[Chain/Radius] : (选择边)

输入完毕后，AutoCAD对所选边进行圆弧倒角。

36.3.3 编辑实体

SoidEdit命令(见图36-9)能使你在一个三维实体模型上进行一系列的操作。可以通过此命令突出表面、锥化一个孔、移动表面、生成实体的薄外壳以及改变实体的颜色等等。

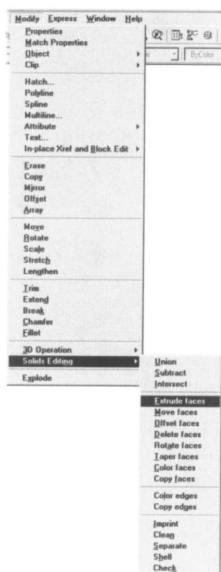


图36-9 菜单中的SoidEdit命令

Command : solidedit

Solids edition automatic checking : SOLIDCHECK=1

Enter a solids edition option[Face/Edge/Body/eXit]<eXit> :

SolidEdit命令允许对实体的表面、边缘以及主体进行编辑。一个表面表示实体的一面，边缘表示两个表面之间的交线。主体就是表示整个实体本身，而不论实体是什么形状。

系统变量SolidCheck验证实体是否是ACIS实体建模系统接受的对象。

1. 表面编辑

若要对一个或多个表面进行编辑，键入 F 即可。AutoCAD 显示下列选项：

Enter a face editing option

[Extrude/Move/Rotate/Offset/Taper/Delete/Copy/coLor/Undo/eXit]<eXit> :

这些选项的功能如下所示：

(1) Extrude

Extrude选项能突出你所选择的平面到你想要的高度，或沿着一个确定的轨迹拉伸。它与Extrude命令极其相像，唯一的区别就是这个选项只能在一个已经存在的实体上操作。在拉伸表面时，用此选项很方便，还能指定拉伸时的锥度角。

(2) Move

Move选项能把实体内选定的一部分挪到另一个位置（见图36-10）。例如，这个选项可以用来移动一个孔或者伸展一个对象。

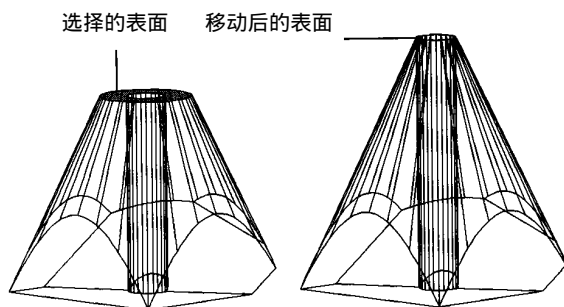


图36-10 平移一个表面

(3) Rotate

Rotate选项能把实体的一个表面或一部分进行旋转。

(4) Offset

Offset选项能使一个表面上各点以穿过一个点的方式或以一定的距离进行等量偏移。输入正值时能增加实体的尺寸，输入负值时能减小实体尺寸。需要注意的是，对于孔来说正好相反：正值表示缩小孔的尺寸，而负值则表示扩大孔的尺寸（见图36-11）。

(5) Taper

Taper选项可以以一定的角度锥化一个表面（见图36-12）。使一个圆柱体变成一个圆锥体时，这个选项是非常有用的。

(6) Delete

Delete选项可以用来删除某些部分，如倒角、孔等。

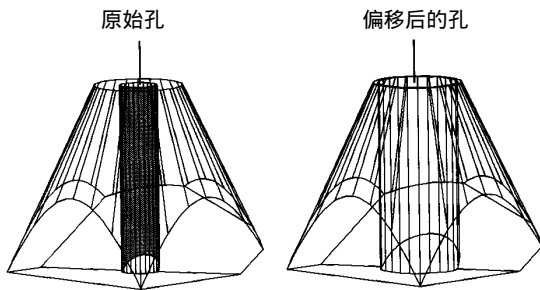


图36-11 偏移一个孔

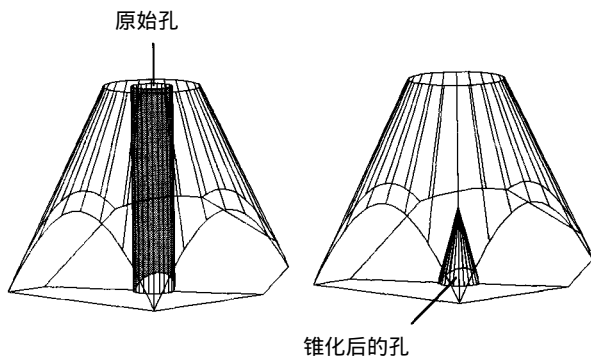


图36-12 锥化一个对象

(7) Copy

Copy选项可以用来复制某些部分，如孔等等。

(8) Color

Color选项使你能够改变表面的颜色。当选择此选项时，AutoCAD会显示出一个对话框供你选择颜色。

(9) Undo

Undo选项用于撤消以前的操作所产生的结果。

(10) Exit

立即回到SolidEdit提示。

2. 边缘编辑

键入E即可编辑一个或多个边缘。AutoCAD显示下列选项：

Enter an edge editing option [Copy/coLoR /Undo/ eXit] <eXit>:

这些选项的功能如下所示：

(1) Copy

Copy选项可以复制三维实体的边缘线为一个二维实体——直线、圆弧、样条线或椭圆（见图36-13）。这个选项在做三维实体的二维视图时是非常有用的。

(2) Color

Color选项使你能够改变表面的颜色。当选择此选项时，AutoCAD会显示出一个对话框供你选择颜色。

(3) Undo

Undo选项用于撤消以前的操作所产生的结果。

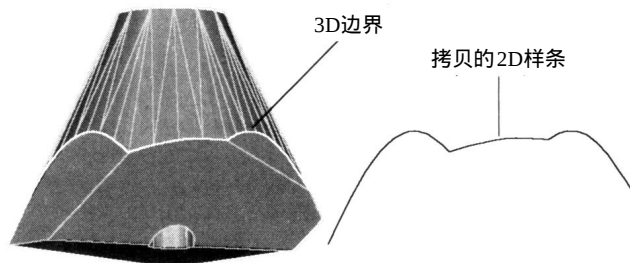


图36-13 复制一个对象的边缘

(4) Exit

立即回到SolidEdit提示。

3. 主体编辑

若要编辑实体的主体,键入B。AutoCAD显示以下选项:

Enter a body editing option [Imprint/seParate solids/Shell/cLean /Check/Undo/eXit]< eXit >:

(1) Imprint

Imprint选项能在一个三维实体上“印刻”其他对象,这些对象可以是:圆弧、直、椭圆、二维多义线、样条线、三维多义线、主体或者是另外一个三维实体。你可以认为印刻是把一个二维对象加入到三维实体上的操作。在图 36-14中,立方体上就被印刻了一个圆。经过印刻后,立方体上的半圆就不再从属于二维圆了,而是立方体的一部分。

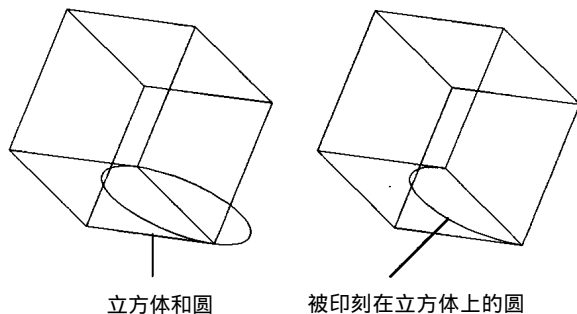


图36-14 在立方体上印刻一个圆

(2) seParate solids

seParate solids选项用于把实体中不相连的部分分成几个单独的实体,需要注意的是此命令对布尔操作所产生的实体无效,例如 Union和Subtract。

(3) Shell

Shell选项能把一个三维实体变成一个中空、薄壁的外壳;外壳的厚度由设计者指明。把每一个已有表面偏移 to 实体初始位置外侧就可以得到这个新的实体。需要注意的是,一个三维实体只能做一个外壳。

在AutoCAD的提示“Enter the shell offset distance”下,你需要输入外壳的偏移距离。输入正值表示所得的外壳是由实体往里偏移得到的,而输入负值则表示所得的外壳是由实体往外

偏移产生的。制壳操作完毕后，三维实体看起来没有什么变化，这是因为命令只不过是使实体内部变空了。图36-15显示了一个外壳的剖面阴影图。

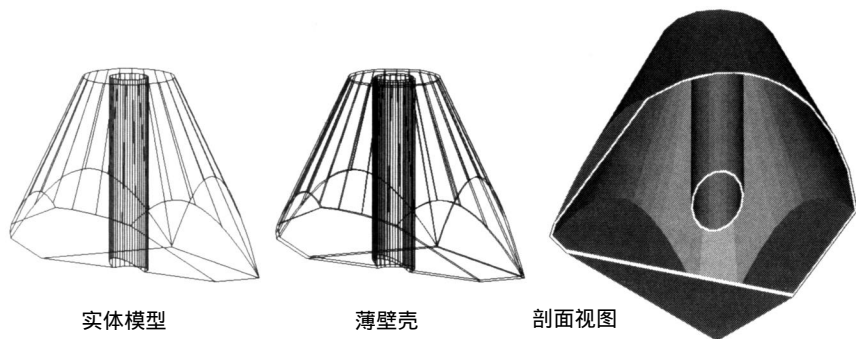


图36-15 制造外壳

(4) CLean

CLean选项用于清除多余的边、顶点以及印刻物体和不用的几何线段。

(5) Check

Check选项用于检验一个三维实体是否是一个有效的 ACIS实体。AutoCAD 执行此命令的结果要么是“ This object is a valid ACIS solid ”,要么是“ A 3D solid must be selected ”。与此选项相关的是系统变量 SolidCheck，它可以切换对三维实体的检验的打开或关闭状态，缺省值是打开状态。

(6) Undo

Undo选项用于撤消以前的操作所产生的结果。

(7) Exit

立即回到SolidEdit提示。

36.4 用平面来分割三维实体

Slice命令(见图36-16)可以用一个平面把一个三维实体分割成两半，执行命令时你所放置平面的地方就是切割三维模型的位置。分割后得到两个实体(见图36-17)，AutoCAD在输出结果时会问你两个都要还是只保留一个。

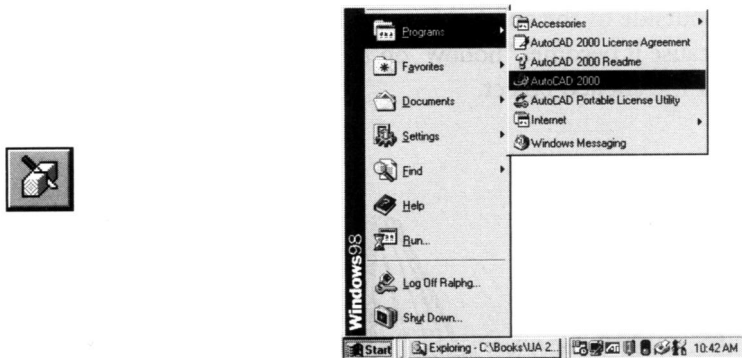


图36-16 通过工具栏按钮或菜单使用 slice 命令

Command line:slice

Select object: (选择一个或多个实体)

Select object: (按回车)

Specify first point on slicing plane by

[Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points]<3point>: (选择分割平面)

Specify a point on desired side of the plane or [keep Both sides]:

(按回车表示两半都要或点击你所想要的那一半)

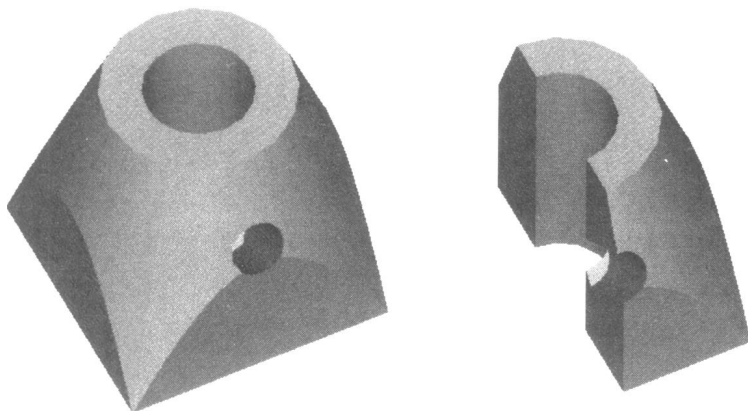


图36-17 待分割实体(左边)和分割结果(右边)

1. Object

Object选项用于选择二维对象来分割实体。有效的二维对象包括圆、椭圆、样条线、圆弧和多义线。若要用这个选项，你必须在 Slice命令之前已经画好上述二维对象。

2. Zaxis

这个选项用于定义一个平行于 XY平面且有一点在 Z轴上的二维切割平面。当你输入 Z时，AutoCAD会提示：

Specify point on plane: (选择XY平面上的一点)

Specify point on Z-axis (normal) of the plane: (选择Z轴上的一点)

3. View

此选项用于将切割平面对齐当前视图窗的观看平面。指定一个点即可定义切割平面的位置。AutoCAD会提示：

Specify point on view plane<0,0,0> : (选择一个点)

4. XY、YZ、ZX

这三个选项用于选择平行于当前 UCS中的XY 或YZ或 ZX平面的二维切割面。你只需指明平行于哪个平面，并指明一个点来确定平面的位置即可。具体操作如下：

Point on XY plane <0,0,0>:(选择一个点)

5. 3points

此选项用于选择三点来确定一个平面， AutoCAD会提示：

Specify 1st point on plane : (选择第一点)

Specify 2nd point on plane : (选择第二点)

Specify 3rd point on plane : (选择第三点)

36.4.1 实体剖面

Section命令(见图36-18)在某种程度上与Slice命令是十分相像的。其区别在于 Slice命令把一个实体切成两半，而 Section命令则用于提供剖面。它的作用在于利用平面和实体的相交而建立一个区域。

AutoCAD会在当前的图层上建立区域对象，并在剖面的位置上插入它们。若选取数个实体，则可对每一个实体分别建立区域。

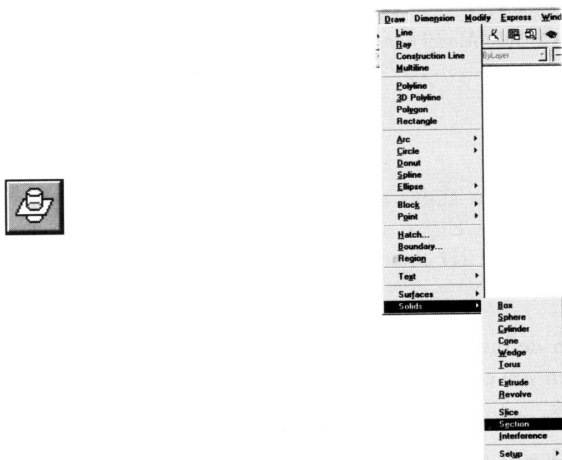


图36-18 通过工具栏按钮或菜单使用 section命令

Command : section

Select objects : (选择对象)

Specify first point on Section plane by

[Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points]<3point> : (选择一个选项)

这些选项与 Slice命令中的选项是一模一样的。执行完此命令，你就可以看到在你所选择的平面处的一些新的二维对象(见图36-19)。这些二维对象是区域对象。你可以用 Move命令来把剖面移到空白的地方或给区域加上阴影，这样可以看得更清楚。

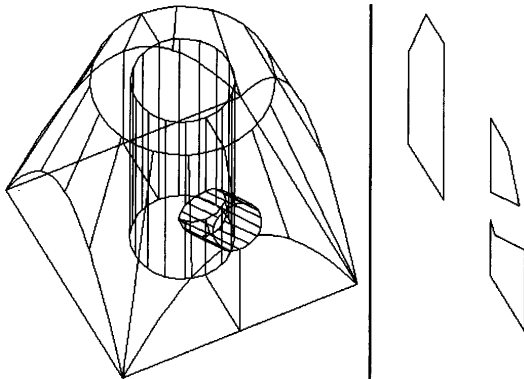


图36-19 实体(左边)和剖面(右边)

36.4.2 找出重叠区域

Interference命令(见图36-20)就像是一个不具有破坏性的 Intersection命令。它用来找出两个或多个三维实体之间的重叠区域，并以它们共同的部分来建立一个三维合成实体。



图36-20 通过工具栏按钮或菜单使用 Interference命令

Command : interfere

Select first set of solids :

Select object : (选择实体)

1 found Select objects : (回车)

Select second set of solids :

Select objects:(选择实体)

1 found select objects : (回车)

Comparing 1 solid against 1 solid.

Interfering solids(first set) : 1

(second set) : 1

Interfering pairs : 1

Create interference solids ? <N> : y

输入Y表示产生一个新实体。它是由前两个实体的共同部分建立的实体。利用 Move命令再选择L选项，可以把新实体从其他实体中挪出来，以便于观察 (见图32-21)。

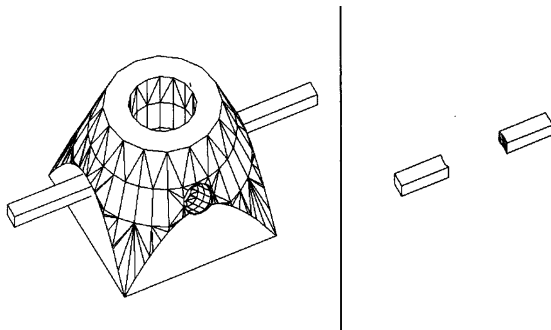


图36-21 实体模型(左边)和重叠实体(右边)

假如有多个实体产生重叠，你可以选择高亮度显示重叠部分。键入 Y来产生高亮度显示，

再选择Next可以循环查看所有可能的重叠对。

假如所选择的那些实体没有重叠，那么 AutoCAD会显示：“ Solids do not interfere ”。

36.5 本章复习

- 1) 说明Subtract命令的功能。
- 2) 哪个命令可以用两个重叠的实体的公共部分产生一个新的实体？
- 3) 如何把两个现有实体连接在一起？
- 4) 在给一个实体切倒角时，基表面的意义是什么？
- 5) 执行Slice命令和Section命令的结果有何不同？
- 6) 什么是剪切平面？
- 7) Interference命令和Intersect命令有何异同？
- 8) Interference命令的好处在哪里？

36.6 教程

下面我们来实际应用一下 Subtract命令和Slice命令。

- 1) 开始一张新图。
- 2) 画一个立方体。用 Box命令，选择起始点为 (0, 0, 0)，三条边长均为 10。
- 3) 画一个圆柱体。用 Cylinder命令，选择起始点为 (5, 5, 0)，半径为 2，高为 10。
- 4) 用 Subtract命令把圆柱体从立方体中剪掉。
- 5) 此时得到一个中间有孔的立方体。为了看得更清楚，选择视点为 (1, 2, 3)(见图36-22)。

- 6) 接下来让我们来看看这个带孔立方体的内部结构。使用 Slice命令并选择 3point选项：

Command : slice

Select object: (选择实体)

1 found Select object: (回车)

Specify first point on slicing plane by

[Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points]<3point>: 3

Specify 1st point on plane : mid

of (选择第一点)

Specify 2nd point on plane : mid

of(选择第二点)

Specify 3rd point on plane : mid

of (选择第三点)

Specify a point on desired side of the plane or [keep

Both sides]: (选择第四点)

AutoCAD把实体模型分割成两半，去掉了你没有选择的那一半 (见图36-23)。

- 7) 如果你有兴趣，可以用 Hide或Shade命令来得到更加清楚的视图。

- 8) 把这幅图保存在文件 Slice.dwg里。

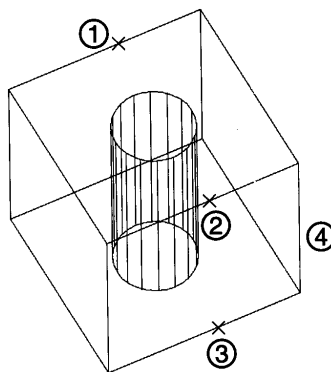


图36-22 实体模型

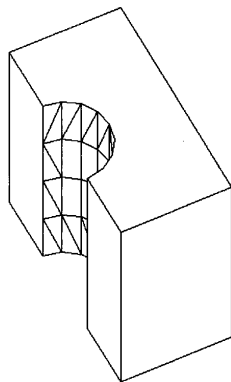


图36-23 分割实体模型