

第33章 绘制3D图

在对3D视图和UCS命令熟练使用以后，必须学习在 AutoCAD中进行3D绘图的方法论。读完本章后，应该能够：

- 理解标高和厚度的概念。
- 在不同的UCS系统中绘图。
- 为对象建立完整的面。
- 建立不同类型的3D表面网格。
- 使用AutoCAD的功能建立3D对象。

33.1 介绍

在本章中，要学习许多建立3D表面模型的命令：

Elev 改变Z轴的缺省坐标(原值是0)

3DFace 绘制3D面。

SplFrame 打开或关闭3D面边缘的显示。

SurfTab1 和SurfTab2 指定在M和N方向的嵌线的数目。

3dMesh 绘制3D网格。

PFace 绘制统一化的3D网格。

RuleSurf 绘制3D线条表面。

TabSurf 绘制板条状3D表面。

RevSurf 绘制3D旋转面。

EdgeSurf 绘制孔斯(Coons)3D面。

AutoCAD包括如下绘制3D简单物体表面的命令：

Ai_Box 绘制方盒或立方体。

Ai_Cone 绘制圆锥。

Ai_Dome 绘制半球(球的上半部分)。

Ai_Dish 绘制球的下半部分。

Ai_Sphere 绘制完整的球。

Ai_Torus 绘制环形。

Ai_Wedge 绘制楔形。

33.2 使用表面模型

前面已经学过有关用户坐标系和怎样建立3D视图。现在我们来学习3D图形组成的构件。本章要学习怎样使用表面模型。

有几种建立3D图形构件的方法。有些用来绘制某种形状，而有些在图中放置基本形状。许多图是由已经构建的构件和基本形状混合组成的。

构建一幅新的3D图的第一步是学习绘制形状。决定最佳方法。构建单个形状往往比往一幅由多个对象组成的主图中添加这些形状容易。

我们要学习的创建3D图的方法如下：

- 用标高和厚度来建立拉伸的对象。
- 在不同的坐标系中标准的绘图方法。
- 3D多边网格。
- 3D对象。

现在讨论每种方法是怎样用来建立3D图的。

33.3 拉伸的对象

这种放置3D形状的方法是应用对对象的拉伸来形成构件。拉伸可以被想象成对增加某个对象的厚度。想象对象是从平的图形平面(X, Y图形平面)向上或向下长而生成的。

这样一条线就成了一个面。一个圆就成了一个管，等等。图 33-1左面显示了一些图形对象，右面是相同的对象的拉伸形式。

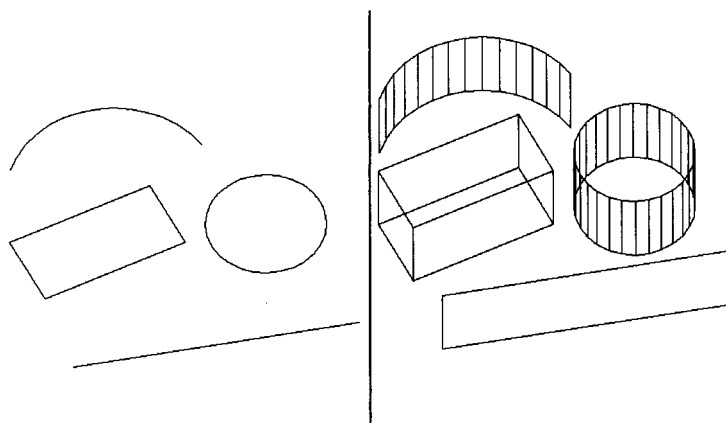


图33-1 2D对象(左)和拉伸对象(右)

33.3.1 标高

拉伸物的基或底可以被设置为不同的标高。来看一个放置在桌面上的拉伸的管（通过圆拉伸得来的）。桌面可以看成零标高。如果将管的底部设在零标高，管就停于桌面之上。如果管的标高是负值，管就像从桌面压下一样（见图33-2）。

当然，也可以将放置桌子的地板设置成零标高。如果桌子有30in高，桌面的标高就是30in。如果将管放在桌面上，管的标高也是30in。

33.3.2 厚度

拉伸对象的厚度是指从对象基标高开始拉伸的距离（见图33-3）。例如厚度为6in的管有6in高。注意它的基标高不一定是零，如前面的例子中管放在标高30in的桌面上。

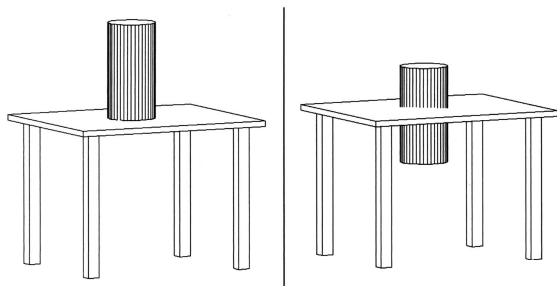


图33-2 3D标高

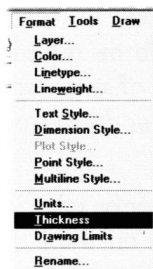


图33-3 菜单中的Thickness项

33.3.3 标高和厚度的设置

绘制一个指定标高和(或)厚度的对象使用 Elev命令(标高的英文缩写)。这个命令预置标高和厚度两个值,随后要画的对象都用这两个值。AutoCAD原型图的缺省值两个都为零,即在3D中绘制出平面对象。

当使用了Elev命令时,出现如下提示:

Command: elev

Specify new default elevation<0.0000>:

Specify new default thickness<0.0000>:

设置新值只影响以后的绘图。这是无回溯性的,改变设置不会在改变的時刻马上在图中看到效果。

33.3.4 改变已经存在的对象

要以不同高度、不同厚度建立几个对象,在绘制新的对象前,使用 Elev命令改变设置值。

有时画好的对象厚度不对。这种情况下,不必擦掉再以新厚度重画。使用 Change命令比使用Properties对话框更方便。

简单地键入 Change命令:

Command: change

Select objects:(选择对象)

Select objects:(按ENTER)

Specify change point or [Properties]:p

Enter property to change

[Color/Elev/Layer/LType/LtScale/LWeight/Thickness]:e

Specify new elevation<0.0000>

键入E(标高)或T(厚度)就会提示你输入所选择的对象的新厚度(ChProp命令不允许改变标高)。

注意 使用同一厚度画图的一部分或全部后,用 Change命令重置一个对象或对象组。

这种方法是十分方便的。

33.3.5 用UCS绘图

如果想要绘制更加复杂的图,必须使用用户坐标系(简称UCS)重定位当前的系统,详见第

32章“用户坐标系”。可以在由当前UCS定义的规定平面上绘图，如同在平面视图中一样。

这一点非常有用，因为大多数 3D图需要在图中的对象的不同面上绘制细节。除了在不同的平面上绘图以外，你可以使用标高和厚度设置。注意这些是相对于对象画出时的 UCS的。

来看一个使用不同坐标系绘制 3D图的例子。

33.4 创建 3D 面

经常需要在对象上创建一些面，对象后面的一些面在使用 Hide命令时隐藏起来。

正如已经学过的，许多拉伸对象自然会产生表面。但是在画一个单独的对象时 (如线、圆、弧等)，面是不会自动生成的。

绘制3D面的命令

3dFace命令用来建立表面 (见图33-4)。3dFace命令的使用类似于在 2D中绘制平面图。但是因为可以定义面上每个角有不同的 Z坐标，因此与 2D不同可以建立曲面。这种面只是空腔而不是实心的。

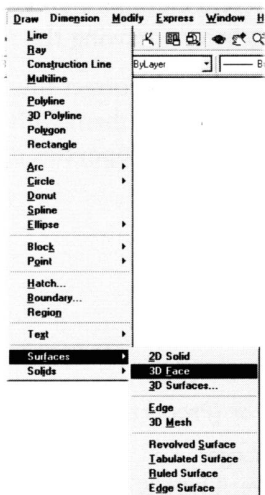


图33-4 绘制3D面

1. 放置3D面

放置3D面的方法与 Solid命令类似。但在角的点限定以后，点的键入按顺时针或逆时针顺序依次进行。这与 2D面不同，在 2D中这样的顺序会引起“蝴蝶结”的效果。

3D面的放置建立了一个可视的“边缘框”。这在某种情况下是不需要的，例如对于不规则形状的区域。放置一个 3D表面会产生几个不规则区域的平面。通常，每个框在图中都有一个可视边界。图33-5显示了在 3D面上带边缘框和不带边缘框的同一幅图。

2. SplFrame 系统变量

注意选项 i(不可视)应在你希望应可视的框段之前键入。但是，所有的框段均可以限制为不可视。

你可以将用 i选项建立的框段用系统变量 SplFrame改为可视的。0设置保持不可视，而非 0(如1)设置使之成为可视。对于希望编辑在建立时不可视的部分的情况，这是很方便的。这种变化在下一次重构之前并不显现。

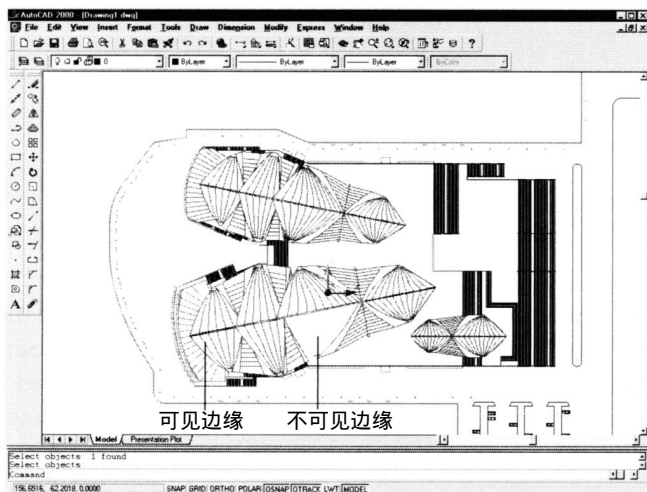


图33-5 绘制3D面

33.5 3D 多边网格

3D 多边网格可以想象成一般类型的3D对象，它可以被卷曲重叠变形成不可用其他对象描述的对象。

1. 网格密度

有几种建立多边网格的方法。所有的建立网格的方法中都要对密度进行定义。平面不需要网格，但曲面需要。密度用来描述网格表面的网点的数目。图 33-6给出由两种不同密度网格描述的对象。

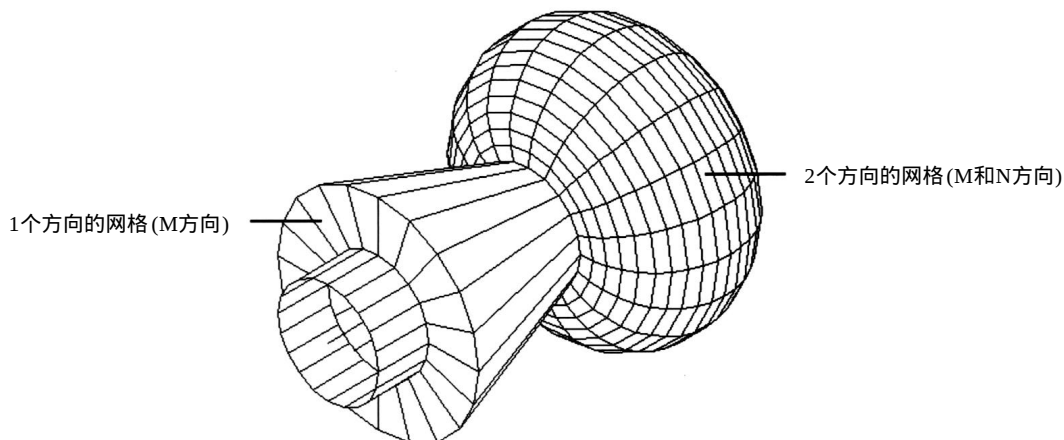


图33-6 3D 多边网格

密度是由系统变量 Surftab1和Surftab2来描述的。1个方向的网格由 Surftab1控制，而2个方向的网格由这两个变量控制，每个方向分别由一个变量控制。在 AutoCAD中方向定义为“M”和“N”。

建立网格的命令如下(见图33-7)：

3dMesh

PFace

Rulesurf

Tabsurf

Revsurf

Edgesurf

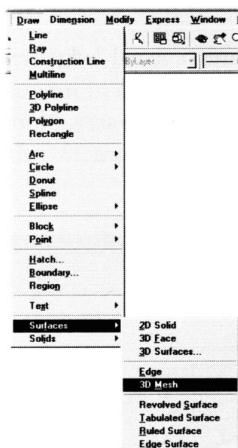


图33-7 通过菜单使用3D网格命令

下面分别讨论每一个命令并研究各种建立网格的方法。

33.5.1 3dMesh 命令

建立一个3D网格要规定每个方向(M和N)的网格点数量，然后指定每个网格点的 X, Y, Z 坐标。

应该注意的是建立 3D网格是非常烦琐的。在大多数情况下，用其他的方法之一建立同样类型的网格更有效率。3dMesh命令最好在LISP子程序中应用。我们先来简单学习一下此命令的工作过程。

33.5.2 建立一个3D网格

建立3D网格，首先要键入 3dMesh命令，然后键入在 M和N方向的网格数，最后是网格点的坐标。看如下的例子(见图33-8)：

```
Command: 3dmesh
Enter size of mesh in M direction:3
Enter size of mesh in N direction:3
Specify location for vertex(0,0):10,10, - 1
Specify location for vertex(0,1):10,20,1
Specify location for vertex(0,2):10,30,3
Specify location for vertex(1,0):20,10,1
Specify location for vertex(1,1):20,20,0
```

Specify location for vertex(1,2):20,30, - 1

Specify location for vertex(2,0):30,10,0

Specify location for vertex(2,1):30,20,1

Specify location for vertex(2,2):30,30,2

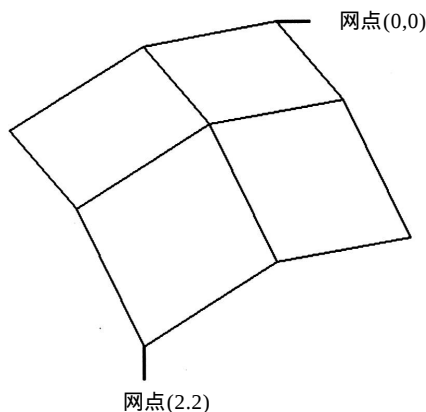


图33-8 3D 网格

输入顺序为每次一列，然后再到下一列。

3D网格显示为线框。3D网格在同一个平面上时，使用 Hide命令后，可以其看成不透明的。

3D网格是不可以拉伸的。

33.6 PFace命令

用PFace命令(“多边网格”英文缩写)可以画一个与连续表面无关的多边网格。以 X, Y, Z格式键入网点值可以定义这些网格。

选择PFace命令出现如下提示：

Command: pface

Specify location for vertex 1:

Specify location for vertex 2 or <define faces>:

一直往下显示，直到在空行按 ENTER关闭网格为止。再次按 ENTER将终止建立网格。

多面网格可以用来构建简单网格，或者可以被装入某个程序以为一个特定应用自动输入许多数据点。

33.7 线条表面

用RuleSurf命令(见图33-9)可以建立通过两个对象之间划线条表示的面。对象可以是直线、点、弧、圆、2D多义线和3D多义线。

将两个对象分成相同数量的段，并且在相应的段之间划一条线，就可以在绘图板上得到相似的效果。图33-10给出对象间的线条表面。

建立线条表面

要建立线条表面，首先选择 RuleSurf命令，然后选择你想要划线的两个对象。

Command:rulesurf

Current wire frame density:SURFTAB1=6

Select first defining curve: (选择对象)

Select second defining curve: (选择对象)

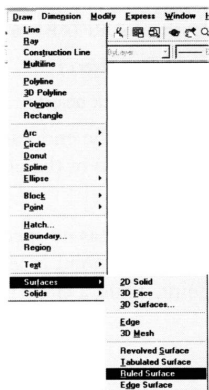


图33-9 RuleSurf菜单命令

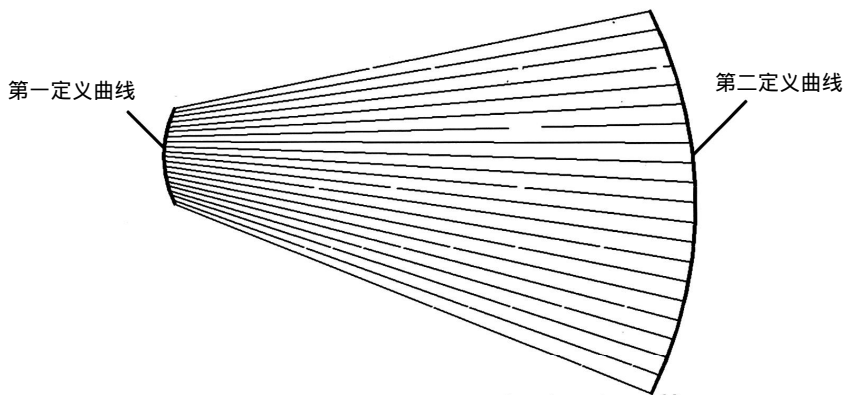


图33-10 线条表面

AutoCAD从对象上离所选择的点最近的端点开始绘制线条表面。这样，选择两个对象上相对端的点建立的线条表面是交叉的。

如果对象是一个圆，那么选择点不会造成特殊效果。线条表面总是开始于0度点。如果对象是一个点，线条表面从这个点位置画出。因此，选择一个圆和一个点构造的线条表面如图33-11所示。

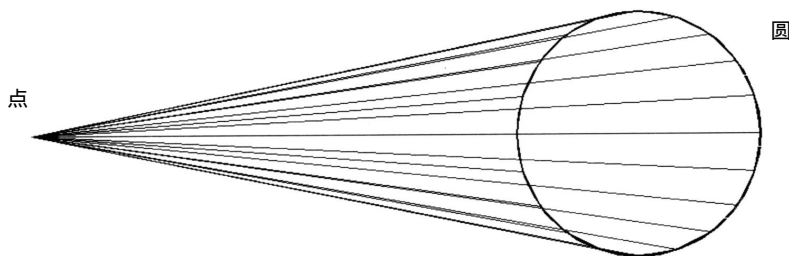


图33-11 RuleSurf建立的圆锥面

33.8 板条状表面

TabSurf命令建立的网格表面是由一个曲径和一个方向向量定义的。除了有网格表面外，这个效果与拉伸类似。

建立板条状表面

要构建板条状表面，选择一个曲径 (path curve，板条状表面就是从它计算得来的) 和一个方向向量(描述从曲径开始的网格的方向和长度)。在使用 TabSurf 命令(见图33-12)之前，这些对象都要已存在。

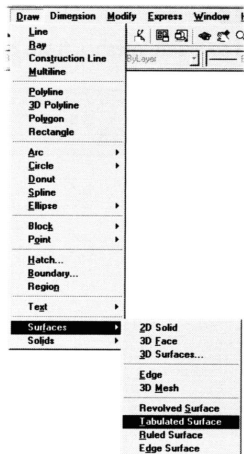


图33-12 TabSurf菜单命令

以下是命令执行顺序：

Command: tabsurf

Select object for path curve:

Select object for direction vector:

曲径可以是一条线、弧、圆、2D或3D多义线。方向向量既可以是直线也可以是开放的多义线(2D或3D)。

在方向向量上距选择的点最近的端点定义了方向，网格就在这里生成。在一个端点选择方向向量将产生延伸到方向向量另一端点的网格。图 33-13表现曲径、方向向量和在方向向量上选择的点，以及产生的板条状表面。

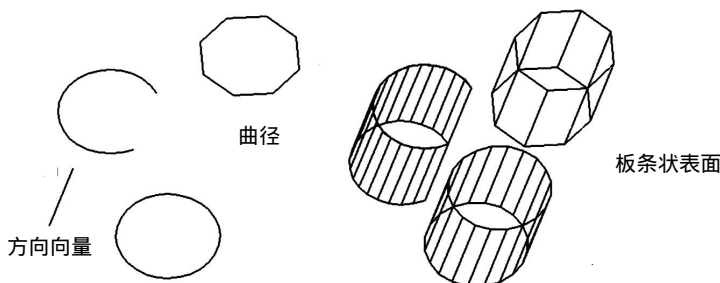


图33-13 板条状表面

33.9 旋转面

RevSurf命令(见图33-14)用来通过对对象绕着一个轴旋转生成网格, 见图 33-15。

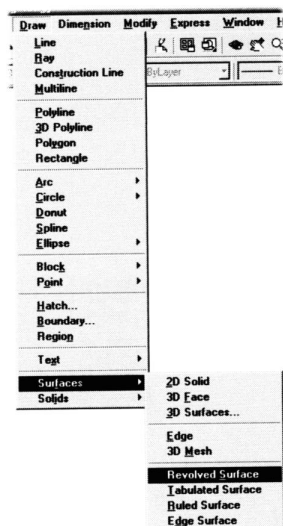


图33-14 RevSurf菜单命令

创建旋转面

要创建旋转面, 必须首先有一个曲径(准备旋转的对象)和旋转轴(对象准备围绕其旋转的轴)。曲径可以是线、圆、弧、2D或3D多义线。旋转轴可以是线或开放的多义线(2D或3D)。

命令提示显示如下:

Command: revsurf

Current wire frame density: SURFTAB1=6 SURFTAB2=6

Select object to revolve:

Select object that defines the axis of revolution:

Specify start angle <0>:

Specify included angle (+ = ccw, - = cw) <360>:

start angle(起始角度)的0度由曲径的位置定义。如果指定起始角度不是0, 旋转的起始点将偏离曲径指定的角度。

included angle(旋转的角度)指定曲径从起点起围绕轴旋转的角度。

旋转的方向在旋转轴选定后依赖于选择点。用右手法则用来决定方向。轴的正方向定义是从离选择点最近的端点到另一端点。如果右手握着旋转轴, 拇指指向离选择点最远的点, 其他手指的方向指定了正向旋转角的方向。

图33-16显示了旋转轴上选择点位置以决定旋转方向

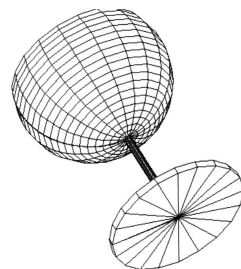


图33-15 旋转面

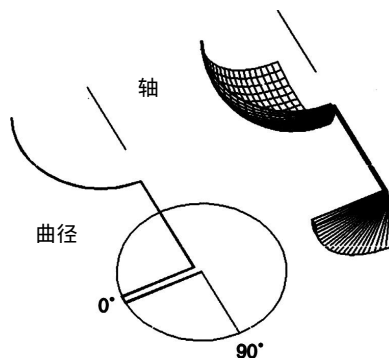


图33-16 旋转方向

的效果。旋转的起始角度为0度，旋转过的角度为90度。

33.10 界定了边缘的表面

EdgeSurf命令(见图33-17)用来从四个边缘建立一块孔斯面。图33-18显示了孔斯面。

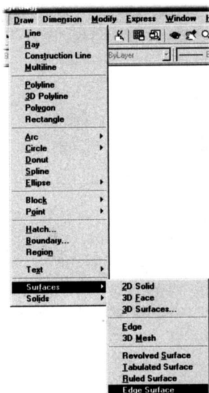


图33-17 界定表面的边缘的菜单命令

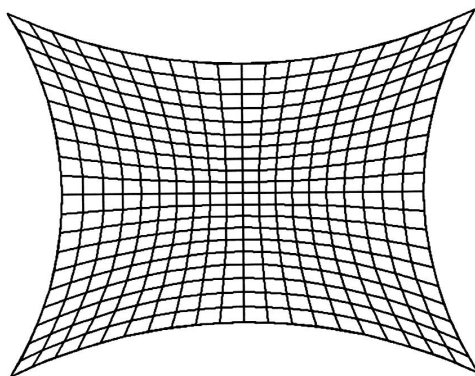


图33-18 孔斯面

建立界定了边缘的表面小块

要建立孔斯面，必须首先有四个边缘。这些边缘可以是线、弧或开放的2D或3D多义线。它们的顶点必须连接在一起。命令序列如下：

Command: edgesurf

Current wire frame density: SURFTAB1=6 SURFTAB2=6

Select object 1 for surface edge:

Select object 2 for surface edge:

Select object 3 for surface edge:

Select object 4 for surface edge:

如果某条边没有连接到相临的边上，出现如下提示(x是没有连接的边缘的编号)：

Edge x does not touch another edge

33.11 3D表面对象

为了方便绘图，AutoCAD中提供了一些基本的3D形状(见图33-19)。这些对象实际上也是用你已经学过的工具绘制的。

建立这些对象的过程已经通过预先编程完成了。而使用这些对象时，会提示你很多信息以便按照你的要求构图。这些命令是：

Ai_Box

Ai_Wedge

Ai_Pyramid

Ai_Cone

Ai_Sphere

Ai_Dome

Ai_Dish

Ai_Torus

我们分别讨论这些命令及你需要提供的信息。

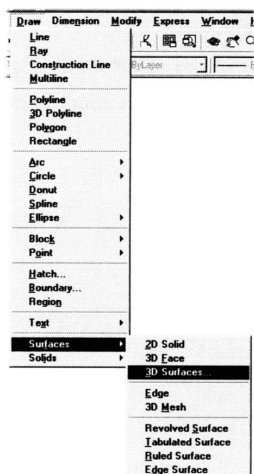


图33-19 打开3D表面对象

33.11.1 立方体

Ai_Box命令建立一个给定长、宽、高的立方体或给定边长的正方体。命令序列如下：

Command: ai_box

Specify corner point of box:

Specify length of box:

Specify width of box or [Cube]:

Specify height of box:

Specify rotation angle of box about the Z axis or [Reference]:

图33-20显示立方体结构的部件。

如果你选择 Cube选项(在第四个提示行)，则生成一个立方体。

注意 长是指X方向，宽是指Y方向，高是指Z方向。

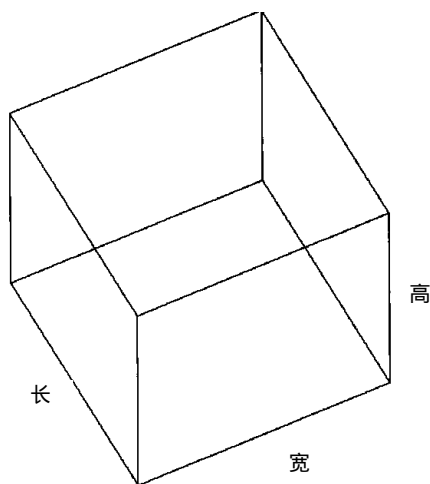


图33-20 3D盒子部件

33.11.2 锥体

Ai_Cone命令用来构建锥体。指定顶部和底部的半径或直径以及高可以定义一个锥体（见图33-21）。命令提示如下：

Command: ai_cone

Specify center point for base of cone:

Specify radius for base of cone or [Diameter]:

Specify radius for top of cone [Diameter]:<0>

Specify height of cone:

Enter number of segments for surface of cone<16>:

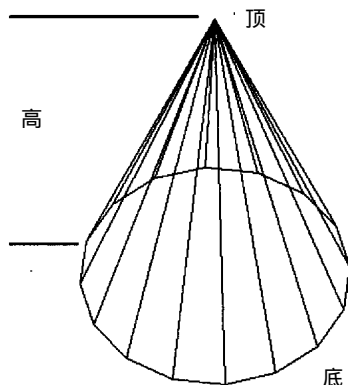


图33-21 3D锥体部件

33.11.3 上半球

Ai_Dome命令为你的图生成一个上半球 (见图33-22)。

命令序列如下：

Command: ai_dome

Specify center point of dome:

Specify radius of dome or [Diameter]:

Enter number of longitudinal segments for surface of dome:<16>

Enter number of latitudinal segments for surface of dome:<8>

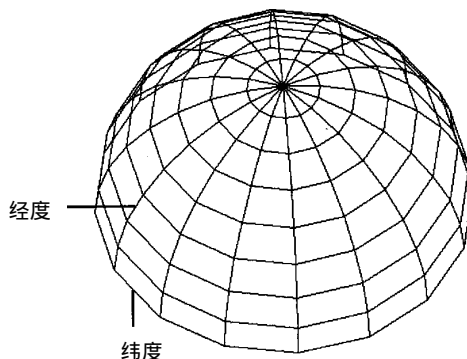


图33-22 上半球

33.11.4 下半球

下半球是上半球的简单反转 (见图33-23)。构建下半球类似于构建上半球。

命令序列如下：

Command: ai_dish

Specify center point of dish:

Specify radius of dish or [Diameter]:

Enter number of longitudinal segments for surface of dish:<16>

Enter number of latitudinal segments for surface of dish:<8>

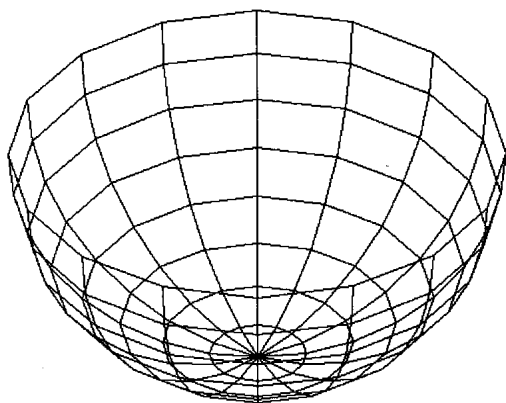


图33-23 下半球

33.11.5 球

Ai_Sphere命令生成一个球(见图33-24)。

命令序列如下：

Command: ai_sphere

Specify center point of sphere:

Specify radius of sphere or [Diameter]:

Enter number of longitudinal segments for surface of sphere:<16>

Enter number of latitudinal segments for surface of sphere:<16>

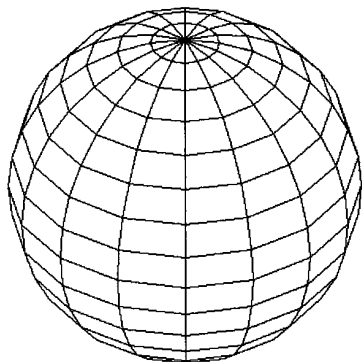


图33-24 球

33.11.6 环

环是围绕轴弯曲成的闭合的管(见图33-25)。

命令序列如下：

Command: ai_torus

Specify center point of torus:

Specify radius of torus or [Diameter]:

Specify radius of tube or [Diameter]:

Enter number of segments around tube circumference:<16>

如果键入的管的半径或直径比环的半径或直径还大，会出现如下提示：

Tube radius cannot exceed torus radius

然后给你重新输入数据的机会。

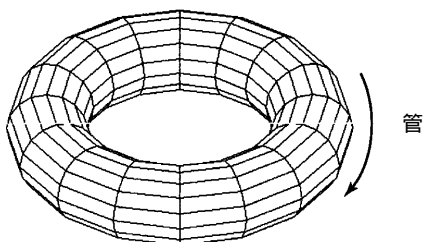


图33-25 环

33.11.7 楔形

楔形可以想象成一个方块沿宽度方向的对角线斜切形成的(见图33-26)。构建楔形的命令

序列如下：

Command: ai_wedge
Specify corner point of wedge:
Specify length of wedge:
Specify width of wedge:
Specify height of wedge:
Specify rotation angle of wedge about the Z axis:

注意 楔形从起始点沿着 X轴向下倾斜。你可以用 Last选项将它旋转到需要的位置。

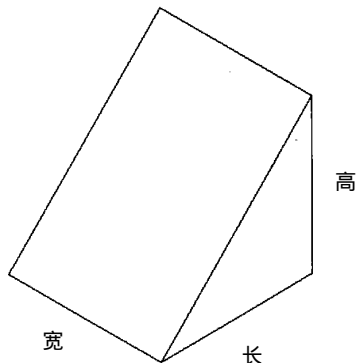


图33-26 楔

33.12 金字塔形

Ai_Pyramid命令可以构建不同的金字塔形状。根据你选择的选项能够绘制：

- 四面体(由四个三角形构成的四面体)。
- 带有三到四个角的底。
- 尖顶或脊顶或截顶。

绘制如图33-27所示的金字塔的命令序列如下：

Command: ai_pyramid
Specify first corner point for base of pyramid:
Specify second corner point for base of pyramid:
Specify third corner point for base of pyramid:
Specify fourth corner point for base of pyramid
or [Tetrahedron]:
Specify apex point of pyramid or [Ridge/Top]:

要绘制四面体 (如图33-28中的左图)，命令序列如下：

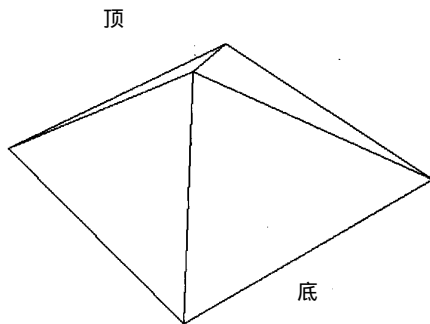


图33-27 金字塔

下：

Command: ai_pyramid
Specify first corner point for base of pyramid:
Specify second corner point for base of pyramid:
Specify third corner point for base of pyramid:
Specify fourth corner point for base of pyramid or [Tetrahedron]:t
Specify apex point of tetrahedron or [Top]:

要绘制脊金字塔形 (如图33-28中的右图，绘制屋顶时很有用)，使用这些命令选项：

Command: ai_pyramid
Specify first corner point for base of pyramid:
Specify second corner point for base of pyramid:
Specify third corner point for base of pyramid:
Specify fourth corner point for base of pyramid or [Tetrahedron]:
Specify apex point of pyramid or [Ridge/Top]:r

Specify first ridge end point of pyramid:

Specify second ridge end point of pyramid:

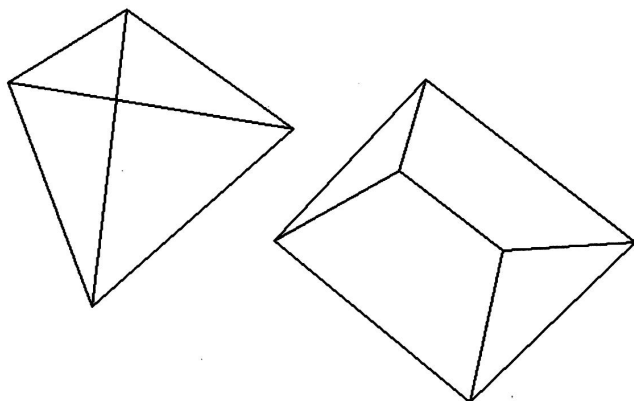


图33-28 四面体(左)和脊(右)

3D 命令

3D命令会提示你绘制上面提到的这些对象：

Command: 3d

Enter an option

[Box/Cone/Dish/Dome/Mesh/Pyramid/Sphere/Torus/Wedge]:

也可以从菜单栏选择 Draw | Surfaces | 3D Surface。AutoCAD显示3D Objects对话框。

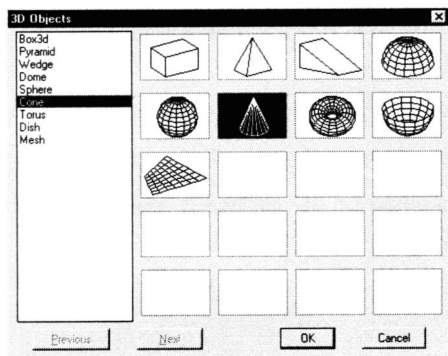


图33-29 3D Objects对话框

33.13 总结

掌握3D绘画的各种原则需要花费一定的时间和努力。请试着仿照文中的例子和你自己感兴趣的制图实验去熟悉3D绘画的每一个领域。

理解3D的原理，这些在第30章“AutoCAD 3D简介”中已经讨论过。

掌握在第31章“查看3D图形”中讲过的有关3D视图的原理。这不仅对视图是重要的，而且对于为高效地进行3D构图而显示图形也是十分重要的。

第32章“用户坐标系”中所解释的用户坐标系是特别重要的，因为它是在3D绘图中使用

的一种基本方法。如果不能完全理解它就无法从 AutoCAD 3D中获得最大的效果。

本章中所讲述的绘图方法应该被看成用于 3D制图的工具箱。学习每一个图形以决定在你的图中应选择最佳的方法。

最重要的是要从绘图中得到乐趣。

33.14 本章复习

- 1) 什么是拉伸？
- 2) 哪一个轴的方向一般是拉伸的方向？
- 3) 一个对象的标高和厚度的概念是什么？
- 4) 怎样改变已经存在的对象的厚度？
- 5) 在旋转图形后怎样回到平面视图？
- 6) 3DFace命令的作用是什么？
- 7) 比较3D面和用Solid命令绘制的实心对象的表面。
- 8) 如果想要绘制一个3D面但不显示边缘使用什么过程？
- 9) 描述使用RuleSurf方法绘制表面的过程。
- 10) 一个双向3D表面的密度由M和N的值定义，它们分别由哪个系统变量控制？

33.15 教程

我们使用Elevation命令构建简单的图并设置基的标高和拉伸的厚度。

- 1) 开始一个新的图形。
- 2) 设置界限为0,0和12,8。打开捕捉和网格是有帮助的。
- 3) 我们来设置第一个标高和厚度。

Command: elev

New current elevation <0>: 0

New current thickness<0>: 4

- 4) 使用PLine命令绘制一个方框(见图33-30)。

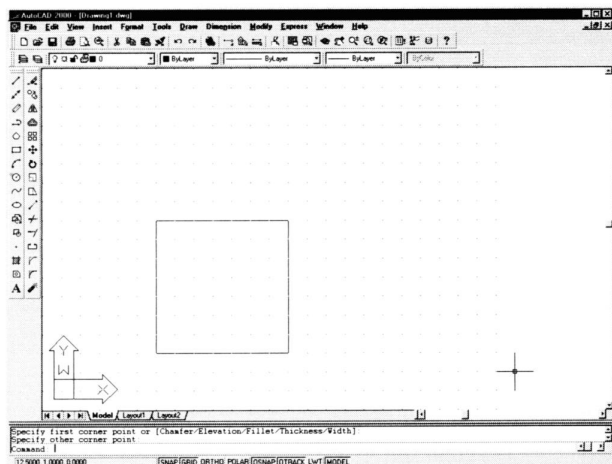


图33-30 方框