第8章 三维图形的绘制

本章主要内容

- 二维半图形的建立
- 三维网格面的绘制
- 三维曲面的绘制
- 三维实心体的绘制

人们生活在一个三维的世界里，三维世界是由三维实体构成的。三维实体可以分为由面构成的三维形体（三维网格面或三维曲面）和三维实心体。

本章将系统讲述三维图形的绘制，包括二维半图形的建立、基本三维面和三维体的创建，复杂的三维网格面、三维曲面和三维实心体的绘制。通过本章的学习，掌握了基本作图方法和技巧，用户就可以绘制更加复杂的三维形体。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

8.1 引　言

增强的三维建模和三维渲染功能是 AutoCAD 2000 的一大特色，使用 AutoCAD 2000 三维造型功能可以使用户方便快捷地完成设计任务。AutoCAD 2000 的三维造型与渲染功能和 3DS MAX 等专业三维造型与渲染软件相比各有千秋，AutoCAD 2000 的优势在于建模的精确性。

本章将详细讲述使用 AutoCAD 2000 的三维建模功能进行设计的方法，包括二维半图形的绘制，三维表面建模方法和三维实心体建模方法。

8.2 二维半图形的绘制与编辑

绘制二维半图形是 AutoCAD 早期版本就有的功能。二维半图形是具有高度和厚度特征的二维图形实体。在使用平面绘图命令，如 LINE、PLINE、CIRCLE 等绘制出二维图形后，为图形实体设置一定的厚度和标高，就成为了二维半图形。也就是说二维半图形是二维图形和三维图形之间的过渡。

> 二维半图形只是将一些图形元素赋予了高度和厚度，它由三维面构成而非实心体，而且大部形体都不是封闭的。二维半图形尽管具有实体效果，但不能执行布尔运算，因此二维半图形不是真正的三维图形。若要绘制三维图形，就需要使用绘制三维面及三维实体的命令来完成。若要用二维图形产生真正的三维实体并能执行布尔编辑运算，则需对二维图形使用 EXTRUDE、REVOLE 命令拉伸、旋转从而创建出三维实体。

高度和厚度是三维图形实体的基本特征。高度就是所绘图形在当前 UCS 坐标系 Z 轴方向上构造平面与当前绘图平面的垂直距离，即标高；厚度就是所绘图形在当前的 UCS 坐标系 Z 轴方向延伸的长度距离。所谓当前坐标系平面是指用户所正在使用 UCS 坐标系的 XOY 平面；若为世界坐标系，则指（Z=0）的平面。

8.2.1 绘制二维半图形

在 AutoCAD 中，使用 ELEV 命令设置所要绘制图形的标高和厚度。不仅在绘制二维半图形时可以使用 ELEV 命令，绘制三维图形和实体也可以使用它。

使用 ELEV 命令设置标高，以后所有绘制的图形，都将处于这一高度平面上，要回到零平面绘图，就需要重新激活 ELEV 命令并设定标高为 0。在 ELEV 命令中输入新的 THICKNESS 值后，以后所绘制的二维图形都将基于这一厚度值。若输入 THICKNESS 值为正，形体向 Z 轴正向拉伸；输入的 THICKNESS 值为负，形体向 Z 轴正向的相反方向拉伸。使用 ELEV 命令的 THICKNESS 选项相当于使用 THICKNESS 命令。

使用 ELEV 命令设置标高和厚度仅对在使用该命令之后新创建的图形实体有效，它不影响已经创建的图形实体。

！ 在创建三维透视模型时，可以综合运用 ELEV 命令以及绘制三维面和三维实体的命令。

为了方便用户观察三维模型，可以使用 VPOINT 命令指定视图的观察视点。使用 VPOINT 命令后，用户可以根据需要在罗盘上指定不同的位置，AutoCAD 将自动定义三维观察视点的坐标。

！ 用户也可以直接指定观察矢量的方向，即视点的位置。相关内容可参见 7.4.2 所述。

一、练习目标

通过本实例可以了解用 ELEV 命令绘制二维半图形的方法。

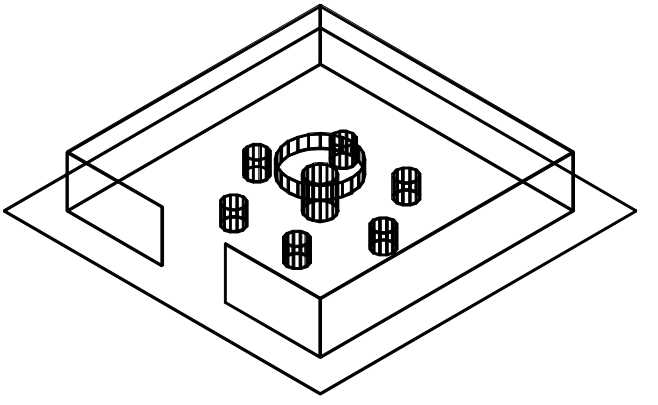


图8-1

二、绘图分析

由于实例图 8-1 所示的图形是二维半图形，因此主要使用 ELEV 命令结合二维绘图命令 LINE、CIRCLE 以及二维编辑命令 ARRAY 来绘制。如果需要绘制出真正的三维图形，就应当综合运用 ELEV 命令以及绘制三维面和三维实体的命令来绘制。

三、上机实战

绘制如图 8-1 所示图形，其操作步骤如下：

1. 绘制小院地面及院墙，如图 8-2 所示。

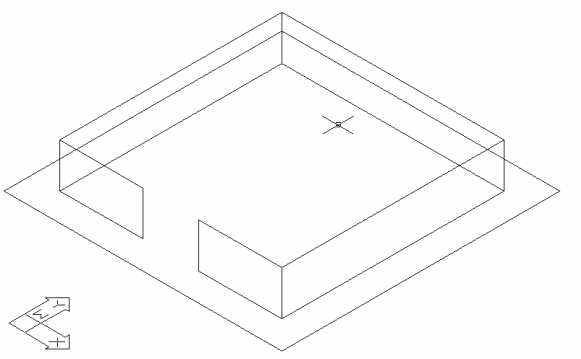


图8-2

Command: **VPOINT** ↵	**激活** VPOINT **命令**
Current view direction:	
VIEWDIR=0.0000,0.0000,1.0000	**当前三维视点**
Specify a view point or [Rotate] <display	
compass and tripod>: **1,-1,1** ↵	**设置三维视点**
Regenerating model.	**视图重新生成**
Command: **3DFACE** ↵	**激活** 3DFACE **命令**
Specify first point or [Invisible]: **50,50**↵	**指定第一点**
Specify second point or [Invisible]: **50,550**↵	**指定第二点**
Specify third point or [Invisible] <exit>: **550,550**↵	**指定第三点**
Specify fourth point or [Invisible] <create three-sided face>: **550,50**↵	**指定第四点**
Specify third point or [Invisible] <exit>:↵	**回车结束命令**
Command: **ZOOM**↵	**激活** ZOOM **命令**
Specify corner of window, enter a scale factor	
(nX or nXP), or[All/Center/Dynamic/Extents	
/Previous/Scale/Window] <real time>:↵	**实时缩放视图**
Command: Press ESC or ENTER to exit, or	**回车结束视图实时缩放**
right-click to display shortcut-menu. ↵	
Command: **PAN**↵	**激活** PAN **命令**
Command: Press ESC or ENTER to exit, or	
right-click to display shortcut-menu. ↵	**回车结束视图平移**
Command: **ELEV**↵	**激活** ELEV **命令**
Specify new default elevation <0.0000>:↵	**指定当前绝对高度为** 0
Specify new default thickness <0.0000>: **80**↵	**指定当前形体厚度为** 80
Command: **LINE**↵	**激活** LINE **命令**
Specify first point: **250,100**↵	**指定第一点**
Specify next point or [Undo]: **100,100**↵	**指定第二点**

Specify next point or [Undo]: **100,500**↵	**指定第三点**
Specify next point or [Close/Undo]: **500,500**↵	**指定第四点**
Specify next point or [Close/Undo]: **500,100**↵	**指定第五点**
Specify next point or [Close/Undo]: **350,100**↵	**指定第六点**
Specify next point or [Close/Undo]:↵	**回车结束命令**

2. **绘制小院中的圆形石桌及石椅。**

Command: **ELEV**↵	**激活** ELEV **命令**
Specify new default elevation <0.0000>:↵	**指定当前绝对高度为** 0
Specify new default thickness <80.0000>: **50**↵	**指定当前形体厚度为** 50
Command: **CIRCLE** ↵	**激活** CIRCLE **命令**
Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: **300,300**↵	**指定圆心坐标**
Specify radius of circle or [Diameter]: **20**↵	**指定圆半径**
Command: **ELEV**↵	**激活** ELEV **命令**
Specify new default elevation <0.0000>: **50**↵	**指定当前绝对高度为** 50
Specify new default thickness <50.0000>: **20**↵	**指定当前形体厚度为** 20
Command: **CIRCLE** ↵	**激活** CIRCLE **命令**
Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: **_CEN** ↵	**圆心捕捉**
of **点取圆桌底座**	**捕捉中心作为圆心**
Specify radius of circle or [Diameter]<20.0000>: **50**↵	**指定圆半径**
Command: **ELEV** ↵	**激活** ELEV **命令**
Specify new default elevation <50.0000>: **0**↵	**指定当前绝对高度为** 0
Specify new default thickness <20.0000>: **30**↵	**指定当前形体厚度为** 30
Command: **CIRCLE** ↵	**激活** CIRCLE **命令**
Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: **400,300**↵	**指定圆心坐标**
Specify radius of circle or [Diameter] <50.0000>: **15**↵	**指定圆半径**
Command: **ARRAY**↵	**激活** ARRAY **命令**
Select objects: **点取圆椅子**	**目标选择**
1 found	
Select objects:↵	**回车结束目标选择**
Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>:**P** ↵	**指定环行阵列**
Specify center point of array: **_CEN** ↵	**中心捕捉**
of **点取圆桌**	**环行阵列中心**
Enter the number of items in the array: **6**↵	**指定阵列中的实体数**
Specify the angle to fill (+=ccw, -=cw) <360>:↵	**指定阵列的包角**
Rotate arrayed objects? [Yes/No] <Y>:↵	**指定实体是否旋转**

需要全本请访问 www.ertongbook.com

3. **三维消隐，如图** 8-3 **所示。**

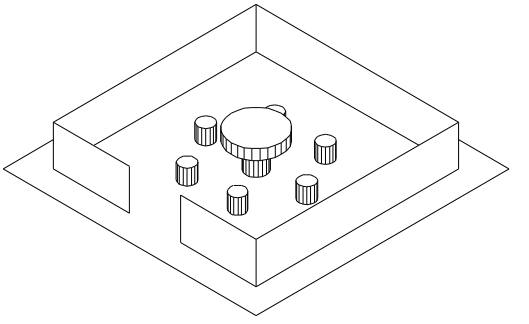


图8-3

Command: **HIDE**↵	**激活** HIDE **命令**
Regenerating model.	**视图重生**

实例图绘制完成以后，使用消隐、着色或渲染的方法观察图形绘制的结果，图 8-3 **和图** 8-4 **所示为所绘制的漏斗的消隐图和渲染图。**

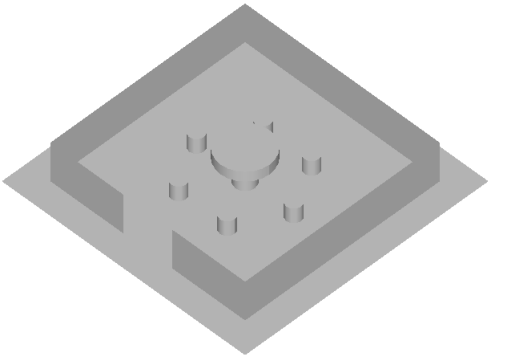


图8-4

8.2.2 二维半图形的编辑

对于已经存在的二维半图形，还可以使用 CHANGE、CHPROP、DDCHPROP **命令对其标高和厚度属性进行修改。**

ELEV **和** THIKNESS **命令是在绘制二维半图形时设置标高和厚度，但这两个命令不能对已经存在的图形对象的标高和厚度进行修改。**

使用 CHANGE **命令一次可以修改图形对象的多个属性，修改标高和厚度属性应使用**

该命令 Properties 选项中的 ELEV 和 THICKNESS 选项。

使用 CHANGE 命令还可以同时选取多个不同的图形对象，修改后所有被选中的图形对象都将使用相同标高和厚度。

！ 要同时修改多个图形对象的标高和厚度，使用 CHANGE 命令比较方便。

DDCHPROP 命令与 CHANGE/CHPROP 命令的命令行方式不同，使用该命令修改图形对象厚度、图层、线型、颜色、线型比例等实体特性是通过 Change Properties 对话框来实现的，如图 8-6 所示。

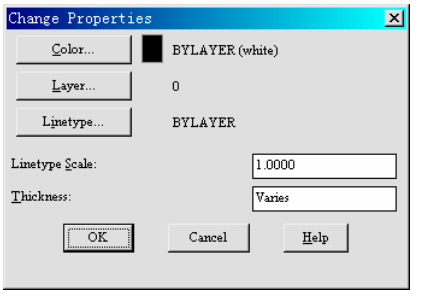


图8-5 Change Properties 对话框

修改二维半图形的标高和厚度属性还可以使用 CHPROP 和 DDCHPROP 命令。使用 CHPROP 命令相当于使用 CHANGE 命令的 Properties 选项中的 THICKNESS 选项。

一、练习目标

通过本实例可以学习使用 CHANGE 命令对二维半图形的标高和厚度属性进行修改的方法。

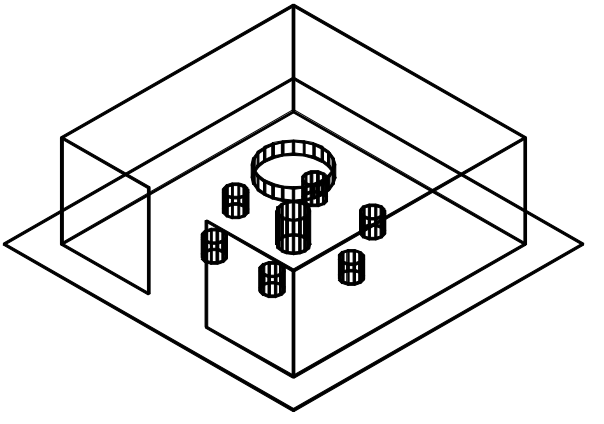


图8-6

二、绘图分析

对比图 8-6 所示图形和 8.2.1 节中绘制的实例图 8-1，发现院墙的厚度和圆桌桌面标高都有所改变，可以使用 CHANGE 命令对院墙的厚度属性和圆桌桌面的标高属性进行修改，院墙厚度属性也可以使用 CHPROP 和 DDCHPROP 命令进行相同的编辑工作，两种方法的原理相同，操作略有不同。

三、上机实战

使用 CHANGE 命令将 8.2.1 节中绘制的实例图 8-1 所示高度为 0，厚度为 80 的院墙厚度改为 160，将圆桌的桌面标高由 50 改为 100 使其浮于半空中，结果如图 8-6 所示，其操作步骤如下：

Command: **CHANGE**↵	**激活** CHANGE **命令**
Select objects: **点取第一段院墙**	**目标选择**
1 found	
Select objects: **点取第二段院墙**	**目标选择**
1 found, 2 total	
Select objects: **点取第三段院墙**	**目标选择**
1 found, 3 total	
Select objects: **点取第四段院墙**	**目标选择**
1 found, 4 total	
Select objects: **点取第五段院墙**	**目标选择**
1 found, 5 total	
Select objects:↵	**回车结束目标选择**
Specify change point or [Properties]: **P** ↵	**指定** Properties **选项改变物体特性**
Enter property to change [Color/Elev/Layer	
/LType/ltScale/LWeight/Thickness]: **T**↵	**指定** Thickness **选项改变形体厚度**
Specify new thickness <80.0000>: **160**↵	**键入新厚度值**
Enter property to change [Color/Elev/Layer	
/LType/ltScale/LWeight/Thickness]:↵	**回车结束命令**
Command: **CHANGE**↵	**激活** CHANGE **命令**
Select objects: **点取桌面**	**目标选择**
1 found	
Select objects:↵	**回车结束目标选择**
Specify change point or [Properties]: **P**	**指定** Properties **选项改变物体特性**
Enter property to change [Color/Elev/Layer	
/LType/ltScale/Lweight/Thickness]: **E**↵	**指定** Elev **选项修改形体标高**

Specify new elevation <50.0000>: **100**↵ **键入新标高值**

Enter property to change [Color/Elev/Layer /LType/ltScale/LWeight/Thickness]:↵ **回车结束命令**

8.3 三维网格面的绘制

三维实体可以分为由面构成的三维形体（三维网格面或三维曲面）和三维实心体。

∀ **由面构成的三维形体没有质量属性，不能进行布尔运算，是与三维实心体不同的三维模型，因此它们的绘制方法不同。**

AutoCAD 2000 **提供了一些绘图命令专门绘制基本的三维表面形体（如立方体表面、圆锥体表面、圆盘面、穹窿面、网格面、球面、棱锥体表面、圆环面、楔形体表面），用户可以使用这些绘图命令，或者从对话框中选取需要的形体并指定该形体的有关参数来绘制这些基本的三维表面形体。用户还可以综合运用这些绘图命令，将这些基本的三维表面形体组合成更复杂的三维模型。生活中常见的许多三维模型如各种灯具、装饰物、房子的台阶等都可以看作是由这些基本的三维形体组成的。**

要绘制基本的三维表面形体可以用三种方法：

1. **使用** AI_BOX、AI_CONE、AI_DISH、AI_DOME、AI_MESH、AI_PYRAMID、AI_SPHERE、AI_TORUS、AI_WEDGE **命令。**

2. **使用** 3D **命令，系统会给出提示：**

Enter an option[Box/Cone/Dish/Dome/Mesh/Pyramid/Sphere/Torus/Wedge]：用户需要指定将要绘制的基本三维表面形体（立方体表面、圆锥体表面、圆盘面、穹窿面、网格面、球面、棱锥体表面、圆环面、楔形体表面）。

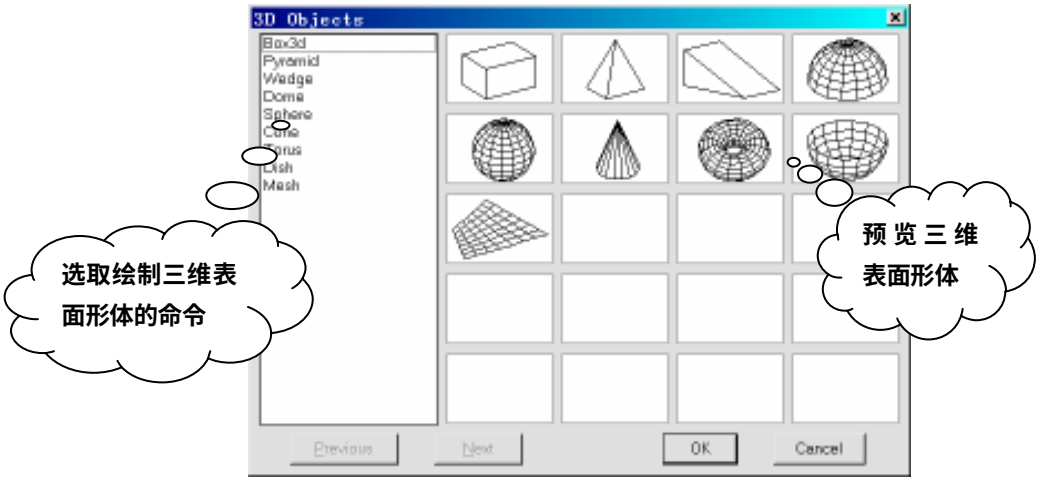


图8-7 3D Objects **对话框**

3. **使用工具栏**[Draw] [Surfaces] [3D Surfaces]**所弹出** 3D Objects **对话框，如图** 8-7 **所示。**

左边是绘制基本三维表面形体的命令项，在右边可以预览这些三维表面形体。选取了左边命令项或者选中右边相应图形，点取 OK 按钮即可。

8.3.1 立方体与楔形体表面的绘制

在 AutoCAD 中，使用 AI_BOX 命令生成由六个网格表面围成的立方体，用户需要指定立方体的长、宽、高的值以及立方体绕 Z 轴旋转角度。

∀ 指定立方体的长、宽、高既可输入数值，也可以点取线段长度，但长、宽、高的数值不能为负值。Length 是立方体沿 X 轴方向的长度，用户键入 Length 的值后 AutoCAD 自动打开 ORTHO 模式。选择 Cube 项则可绘制正方体，不用再指定立方体高与宽的值。

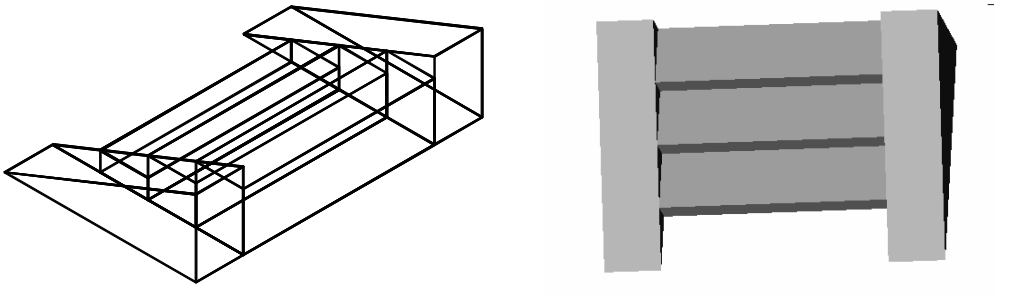
在 AutoCAD 中，使用 AI_WEDGE 绘制楔形体表面，用户需要指定楔形体第一角点和楔形体的长度、宽度、高度，即 X、Y、Z 方向的长度值。

∀ 使用 AI_WEDGE 绘制的表面楔形体基于当前构造平面上的基面，其斜面的坡度方向与 X 轴方向一致。

! AI_WEDGE 命令绘制出的都是规则楔形体。规则楔形体也可以使用 AI_PYRAMID 命令的 Ridge 选项绘制，用这种方法还可以绘制各种不规则的楔形体。

一、练习目标

通过本实例可以练习 AI_BOX 命令和 AI_WEDGE 命令的使用方法。



(a) (b)

图8-8

二、绘图分析

分析实例图 8-8（a），台阶是由楔形体和长方体构成，绘制该实例图的方法是比较多的，使用三维表面形体建模或三维实心体建模都可以绘制出该实例图。

1. 采用三维表面形体建模方法，使用 AI_BOX 命令和 AI_WEDGE 命令（或者使用 AI_PYRAMID 命令的 Ridge 选项）分别绘制楔形体和长方体，绘制出来的是由面构成的三维形体。

2. 采用三维实心体建模方法，使用三维实体建模工具的 BOX 与 WEDGE 命令绘制楔形体和长方体。

3. 采用三维实心体建模方法，使用 PLINE 命令绘制出台阶的横截面图形，或者使用 REGION 命令将横截面图形转换成面域，然后使用 EXTRUDE 命令将横截面图形挤压成三维实心体。

三维表面形体建模或三维实心体建模各有特点，都很重要。在这里为帮助读者掌握三维表面形体建模的方法以及 AI_BOX 命令和 AI_WEDGE 命令的使用方法，使用第一种方法绘制实例图 8-8（a）所示的台阶图形。

三、上机实战

绘制图 8-8（a）所示图形，其操作步骤如下：

1．绘制立方体表面。

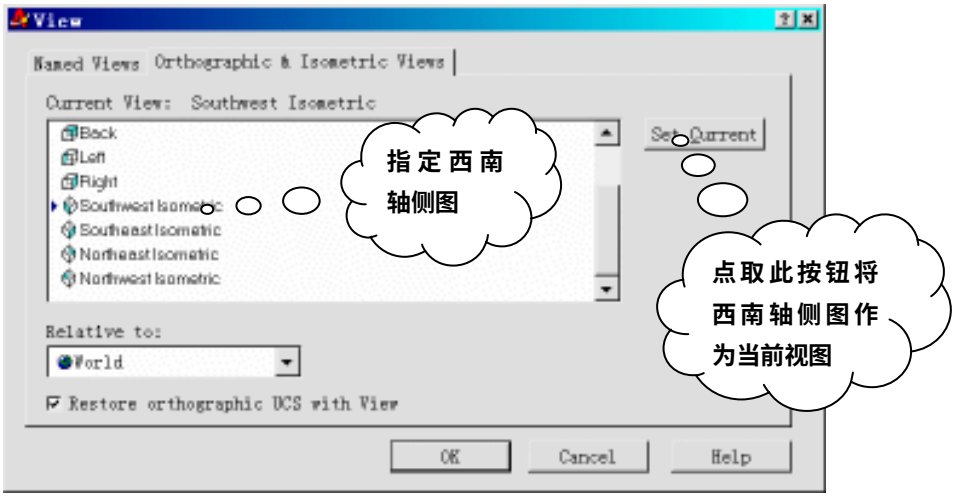


图8-9

Command: **VIEW** ↵	激活 VIEW 命令
Regenerating model.	视图重新生成
在 VIEW 对话框（如图 8-9）所示中指定西南轴侧图	
Command: **AI_BOX** ↵	激活 AI_BOX 命令
Initializing... 3D Objects loaded.	系统首次装载三维模型
Specify corner point of box: **0,0,0**↵	指定立方体底面起始点
Specify length of box: **200**↵	指定立方体长度
Specify width of box or [Cube]: **50**↵	指定立方体宽度

需要全本请访问 www.ertongbook.com

Specify height of box: **60**↵	**指定立方体高度**
Specify rotation angle of box about the Z axis or [Reference]: **0**↵	**指定立方体绕** Z **轴的转动角度**
Command: **AI_BOX** ↵	**激活** AI_BOX **命令**
Specify corner point of box: **0,50,0**↵	**指定立方体底面起始点**
Specify length of box: **200**↵	**指定立方体长度**
Specify width of box or [Cube]: **50**↵	**指定立方体宽度**
Specify height of box: **40**↵	**指定立方体高度**
Specify rotation angle of box about the Z axis or [Reference]: **0**↵	**指定立方体绕** Z **轴的转动角度**
Command: **AI_BOX** ↵	**激活** AI_BOX **命令**
Specify corner point of box: **0,100,0**↵	**指定立方体底面起始点**
Specify length of box: **200**↵	**指定立方体长度**
Specify width of box or [Cube]: **50**↵	**指定立方体宽度**
Specify height of box: **20**↵	**指定立方体高度**
Specify rotation angle of box about the Z axis or [Reference]: **0**↵	**指定立方体绕** Z **轴的转动角度**

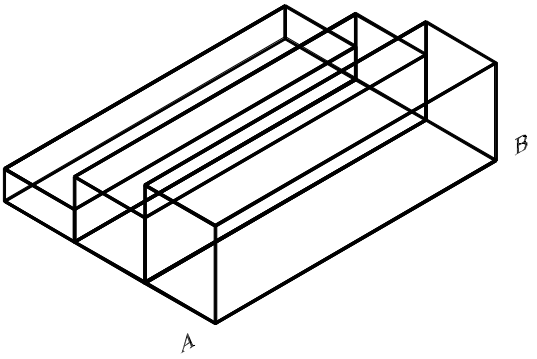


图8-10

2．**绘制楔形体表面。**

Command: **AI_WEDGE** ↵	**激活** AI_WEDGE **命令**
Specify corner point of wedge: **_ENDP**↵	**端点捕捉**
of **点取线段** AB	**端点捕捉，指定楔形体角点** A
Specify length of wedge: **200**↵	**指定楔形体底边长度**
Specify width of wedge: **50**↵	**指定楔形体底边宽度**
Specify height of wedge: **80**↵	**指定楔形体高度**
Specify rotation angle of wedge about the Z axis: **90**↵	**指定楔形体绕** Z **轴的旋转角度**
Command: **COPY**↵	**激活** COPY **命令**

Select objects: **点取楔形体**	**目标选择**
1 found	
Select objects:↵	**回车结束目标选择**
Specify base point or displacement, or	
[Multiple]: **_ENDP** ↵	**端点捕捉**
of **点取线段** AB	**端点捕捉，指定点 A 作为基准点**
Specify second point of displacement or <use	
first point as displacement>: **_ENDP** ↵	**端点捕捉**
of **点取线段** AB	**端点捕捉点 B 作为复制的第二点**

8.3.2 圆锥体、圆台体、圆柱体表面的绘制

在 AutoCAD 中，使用 AI_CONE 命令绘制圆锥体、圆台体、或圆柱体的表面。使用 AI_CONE 命令绘制圆锥体表面时，用户需要指定圆锥体底面圆的高度及半径以并指定圆锥体顶面圆的半径为 0；绘制圆台或圆柱表面时，用户需要指定圆台或圆柱底面和顶面两个圆的半径以及高度。若底面和顶面两个圆的半径相等则生成圆柱体，若不相等则生成圆台体。无论是绘制圆锥体表面还是绘制圆台或圆柱表面，用户都需要指定表面网格的密度。

∀ **圆台或圆柱底面圆和顶面圆两圆圆心在底面平面上的投影是重合的。**

使用 AI_CONE 命令绘制的圆锥体、圆台体或圆柱体的三维形体只有侧表面；底面和顶面并没有构成平面的网格表面。

! **表面网格的密度用底面和顶面两个圆的内接正多边形的边数表示，缺省值为 16，数值越大则网格越密。如输入较小的数值如 6，则可生成六棱锥体或六棱台体表面。**

一、练习目标

通过本实例可以练习 AI_CONE 命令的使用方法，学习使用 AI_CONE 命令绘制由圆锥体、圆台体、或圆柱体的表面组合成的复杂表面。

二、绘图分析

分析实例图 8-11（a），漏斗是由圆锥体和圆柱体的表面构成的。绘制该实例图的方法是比较多的，使用三维表面形体建模或三维实心体建模都可以绘制出该实例图。可供选择的方法如下：

1. **采用三维表面形体建模方法，使用 AI_CONE 命令分别绘制圆锥体和圆柱体的表面，然后将圆锥体和圆柱体的表面组合起来就可以了。**
2. **采用三维表面形体建模方法，还可以用 PLINE 命令绘制出漏斗的横截面图形，然**

后使用 REVSURF 命令将横截面绕中心轴线旋转，绘制出的旋转网格曲面就是漏斗了。

3. 采用三维实心体建模方法，使用三维实体建模工具的 CYLINDER 命令绘制圆柱体，使用 CONE 命令在圆柱体的顶面上绘制圆锥体，将圆锥体和圆柱体使用布尔运算的 UNION 命令组合起来。或者分别使用加入命令和名称命令绘制圆柱体和圆锥体，然后使用布尔运算的 UNION 命令使之组合起来。

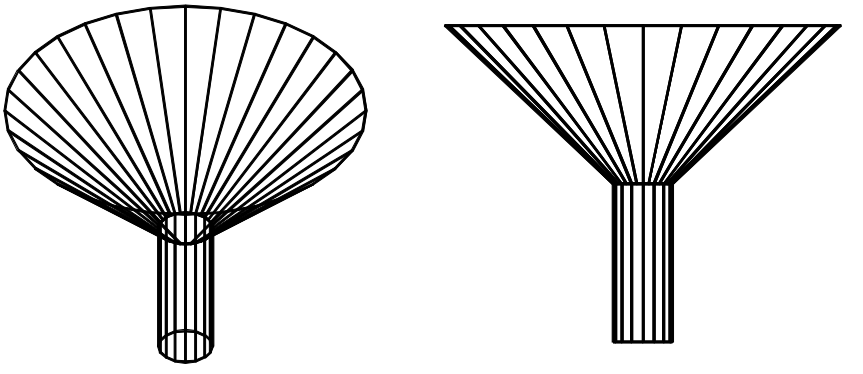
4. 采用三维实心体建模方法，使用 PLINE 命令绘制出漏斗的横截面图形，或者使用 REGION 命令将横截面图形转换成面域，然后使用 REVOLVE 命令将横截面图形旋转成三维实心体。

使用后两种三维实心体建模方法绘制出的都是实心的漏斗，还需要使用其它三维绘图和编辑命令将漏斗的内部挖空，成为有壁厚的漏斗。

在这里为帮助读者掌握三维表面形体建模的方法以及 AI_CONE 命令的使用方法，使用第一种方法绘制实例图 8-11（a）所示的漏斗图形。

三、上机实战

用 AI_CONE 命令绘制图 8-11（a）所示图形，其操作步骤如下：



（a） （b）

图8-11

Command: **VIEW** ↵	激活 VIEW 命令
Regenerating model. 在 VIEW 对话框（如图 8-9 所示）中指定西南轴侧图，	视图重新生成
Command：**AI_CONE**↵	激活 AI_CONE 命令
Initializing...3D Objects loaded.	系统首次装载三维模型
Specify center point for base of cone: **100,100,0**↵	指定锥体底圆圆心坐标
Specify radius for base of cone or [Diameter]: **15**↵	指定锥体底圆半径
Specify radius for top of cone or [Diameter] <0>: **15**↵	指定锥体顶圆半径
Specify height of cone: **80**↵	指定锥体高度
Enter number of segments for surface of cone <16>:↵	指定锥体表面网格密度

Command: **AI_CONE** ↵	**激活** AI_CONE **命令**
Specify center point for base of cone: **100,100,80**↵	**指定锥体底圆圆心坐标**
Specify radius for base of cone or [Diameter]: **15**↵	**指定锥体底圆半径**
Specify radius for top of cone or [Diameter] <0>: **100**↵	**指定锥体顶圆半径**
Specify height of cone: **80**↵	**指定锥体高度**
Enter number of segments for surface of cone <16>: **32**↵	**指定锥体表面网格密度**

实例图绘制完成以后，使用消隐、着色或渲染的方法观察图形绘制的结果。图 8-12 **所示为所绘制的漏斗的渲染图。**

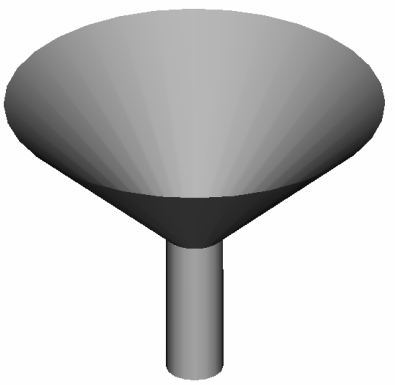


图8-12

8.3.3 四边形网格表面的绘制

在 AutoCAD **中，使用** AI_MESH **命令绘制四边形网格表面，该网格表面可以是平面的，也可以是立体的网格表面。使用** AI_MESH **命令时，用户需要指定该平面四边形或空间四边形的四个顶点以及** M、N **两个方向的网格密度。**

∀ **当用户指定的四边形的四个顶点不在同一平面上时，使用** AI_MESH **命令绘制出的是三维网格表面，它是扭曲的；若四边形的四个顶点都在同一平面上，使用** AI_MESH **命令绘制出的是平面网格。它可以是矩形的（如本实例图所示的围棋棋盘），也可以是任意形状的四边形。**

∀ **绘制三维网格表面时，网格密度值越大，该三维表面越光滑。在** AutoCAD **中，网格密度为** 2 **到** 256 **之间。**

一、练习目标

通过本实例可以练习 AI_MESH 命令的使用方法，学习使用 AI_MESH 命令绘制由圆锥体、圆台体、或圆柱体的表面组合成的复杂表面。

二、绘图分析

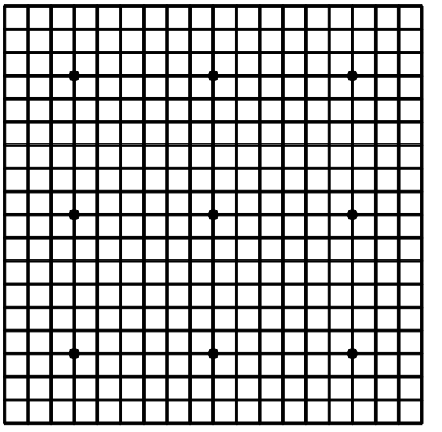


图8-13

绘制实例图 8-13 的方法是比较多的，使用三维表面形体建模方法或平面作图方法都可以绘制出该实例图。

分析该实例图，围棋棋盘是正方形的平面网格表面构成的，四边形的四个顶点都在同一平面上，M、N 两个方向的网格密度均取 19。基于以上分析，可以采用三维表面形体建模方法，使用 AI_MESH 命令绘制正方形的平面网格表面。使用 DONUT 命令绘制填充的圆作为天元等特殊的点。

绘制实例图 8-13 所示的围棋棋盘还可以使用平面绘图和编辑命令。可供选择的方法如下：

1. 使用 RECTANG 命令先绘制一个正方形，然后使用 DIVIDE 命令等分正方形为 72 份，使用 PLINE、LINE 命令将等分点逐一连起来。或者在使用 RECTANG 命令绘制正方形后，使用 EXPLODE 命令将正方形分解为四条边，然后使用 DIVIDE 命令将四条边各等分 18 份，其它步骤相同。

2. 使用 RECTANG 命令先绘制一个小方格，然后使用 ARRAY 命令的 Rectangular 选项绘制 18×18 的矩形阵列，矩形阵列的行间距和列间距均取小方格的边长。

3. 使用 PLINE 或 LINE 命令用输入点坐标的方法绘制围棋棋盘，确实这是比较麻烦的方法。改进一些的方法是用 PLINE 或 LINE 命令绘制一个正方形，然后同第一种方法一样使用 DIVIDE 命令等分，如果用 PLINE 绘制正方形则等分成 72 份，用 LINE 绘制正方形则可以将四条边各等分 18 份，其它作图方法相同。还有一种改进方法是使用 ARRAY 命令

的 Rectangular 选项，将 PLINE 或 LINE 命令绘制的直线点段形成 19×1 和 1×19 的矩形阵列，其它作图方法相同。

使用平面绘图和编辑命令绘制围棋棋盘同使用 AI_MESH 命令的三维表面形体建模方法一样，最后使用 DONUT 命令绘制填充的圆作为天元等特殊的点。

通过比较上述各种作图方法，相比而言使用 AI_MESH 命令的三维表面形体建模方法较为简便快捷，在这里使用这种方法绘制实例图。

三、上机实战

绘制如图 8-13 所示实例图，其操作步骤如下：

Command: **AI_MESH** ↵	激活 AI_MESH 命令
Specify first corner point of mesh: **100,100,0**↵	指定网格曲面第一点
Specify second corner point of mesh: **@200,0,0**↵	指定网格曲面第二点
Specify third corner point of mesh: **@0,200,0**↵	指定网格曲面第三点
Specify fourth corner point of mesh: **@-200,0,0**↵	指定网格曲面第四点
Enter mesh size in the M direction: **19**↵	输入网格曲面 M 方向的网格密度
Enter mesh size in the N direction: **19**↵	输入网格曲面 N 方向的网格密度
Command: **DONUT**↵	激活 DONUT 命令
Specify inside diameter of donut <10.0000>: **0**↵	指定圆环内圆半径
Specify outside diameter of donut <20.0000>: **5**↵	指定圆环外圆半径
Specify center of donut or <exit>: **_INT** ↵ of **点取网格线**	捕捉交点作为圆环中心
Specify center of donut or <exit>: **_INT** ↵ of **点取网格线**	捕捉交点作为圆环中心
Specify center of donut or <exit>: **_INT** ↵ of **点取网格线**	捕捉交点作为圆环中心
Specify center of donut or <exit>: **_INT** ↵ of **点取网格线**	捕捉交点作为圆环中心
Specify center of donut or <exit>: **_INT** ↵ of **点取网格线**	捕捉交点作为圆环中心
Specify center of donut or <exit>: **_INT** ↵ of **点取网格线**	捕捉交点作为圆环中心
Specify center of donut or <exit>: **_INT** ↵ of **点取网格线**	捕捉交点作为圆环中心
Specify center of donut or <exit>: **_INT** ↵ of **点取网格线**	捕捉交点作为圆环中心
Specify center of donut or <exit>: **_INT** ↵ of **点取网格线**	捕捉交点作为圆环中心

需要全本请访问 www.ertongbook.com