

AutoCAD 2002 三维绘图教程



前 言

AutoCAD 系列绘图软件是当前世界上应用最为广泛的计算机辅助设计软件，该软件具有极为强大的建模功能，能够精确、便捷地创建各种平面和三维图形。设计人员能够在 AutoCAD 的三维空间中直接生成与实际物体基本相同的三维模型。通过 AutoCAD 的三维模型，可形象直观地查看设计结果，并可在此基础上进一步创建具有真实感的模型渲染图像，以更好地表达设计目的。此外，AutoCAD 的三维模型数据还可用于有限元计算（FEM）和计算机辅助制造（CAM）等程序，也可用于对三维模型进行仿真计算和加工制造。

随着 CAD 软件及其应用的深入发展，越来越多的设计部门都开始利用计算机直接进行三维设计，许多图形图像和动画制作的软件也常常借助于 AutoCAD 进行三维建模。针对这种情况，本书对 AutoCAD 的三维功能进行了深入全面的讲述。

本书详细地介绍了 AutoCAD 2002 中文版的三维绘图功能，包括三维绘图的环境、三维对象的创建、修改，三维视图，浏览器的使用，三维模型的渲染以及图形的打印等内容。通过对本书的学习，可以在 AutoCAD 二维绘图的基础上，进一步掌握 AutoCAD 的三维绘图功能，提高建模的能力，为更好地应用 AutoCAD 进行设计打下一个坚实的基础。

本书从三维绘图的基本概念和基本操作开始，深入全面地讲述了 AutoCAD 三维应用的各个方面。本书内容详实，示例丰富，并在每章的后面附有思考题，以帮助读者更好地理解 and 掌握书中内容。

全书共有七个章节和二个附录：

第一章讲述 AutoCAD 的三维环境。主要包括 AutoCAD 的三维空间、三维坐标系、三维坐标形式、三维视图和三维视口等。

第二章讲述 AutoCAD 基本的三维对象。主要包括各种对象的类型，以及各种简单三维对象的创建命令和方法。

第三章讲述 AutoCAD 的三维动态观察器的使用和设置，以及与其相关的一些命令。

第四章讲述 AutoCAD 中对三维对象的修改命令。

第五章讲述复杂三维对象的创建方法和各种应用。主要包括各种复杂三维曲面对象和复杂三维实体对象的创建命令和方法，以及对实体对象进行剖切、截面、检查干涉、分析计算、创建实体对象的轮廓和剖面图等操作。

第六章讲述图形渲染的基本概念以及在 AutoCAD 中对三维模型渲染的方法。主要包括对光源、材质、场景、配景以及各种特殊效果的设置，以及对渲染操作的设置和渲染结果的处理等内容。

第七章讲述在 AutoCAD 的图纸空间中，利用布局和布局视口进行图形打印的方法，以及配置打印机、设置打印样式和打印过程的各种方法。

附录 A 列出了 AutoCAD 中与三维操作相关的命令及其主要作用。

附录 B 是各章思考题的简要答案。

本书可作为广大 AutoCAD 用户掌握 AutoCAD 三维功能的学习用书，也可作为大、中专院校相关专业师生及培训班学员的教材或教学参考书。

本书由赵文新和郭启全主编，第 1 章由陈斌编写，第 2 章由刘莉编写，第 3 章由高显华和曾斌编写，第 4 章由曾明和秦茹编写，第 5 章由杨立庭编写，第 6 章由赵文新编写，第 7

章由刘显编写，附录由杨文广编写。郭启全对全书作了统稿。秦利那、张英、王萍等对书稿的录校和插图也作了部分工作，在此谨向他们表示衷心感谢。由于编者水平有限，书中难免存在不妥之处，恳请广大读者多提宝贵意见。

编者

2002.10 月于清华园

第 1 章 三维绘图基础

本章主要讲述 AutoCAD 三维绘图的基础知识，首先介绍 AutoCAD 的三维空间、三维坐标系和各种三维坐标形式，并详细讲述如何使用世界坐标系（WCS）和用户坐标系（UCS）。此外，还介绍了如何在 AutoCAD 中设置和管理三维视图与模型视口。

1.1 AutoCAD 的三维空间

AutoCAD 的图形空间是一个三维空间，可以在 AutoCAD 三维空间中的任意位置构建三维模型。使用三维坐标系对 AutoCAD 的三维空间进行度量，用户可使用多种形式的三维坐标形式。

1.1.1 三维坐标系

AutoCAD 的三维坐标系由三个通过同一点且彼此垂直的坐标轴构成，这三个坐标轴分别称为 X 轴、Y 轴和 Z 轴，交点为坐标系的原点，也就是各个坐标轴的坐标零点。从原点出发，沿坐标轴正方向上的点用正的坐标值度量，而沿坐标轴负方向上的点用负的坐标值度量。因此，在 AutoCAD 的三维空间中，任意一点的位置可以由三维坐标轴上的坐标 (x, y, z) 惟一确定。AutoCAD 三维坐标系的构成如图 1-1 所示。

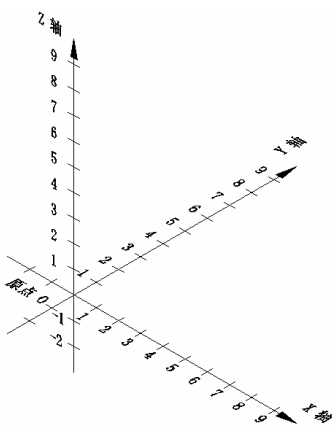


图 1-1 AutoCAD 的三维坐标系

在三维坐标系中，三个坐标轴的正方向可以根据右手定则确定，具体方法是将右手背对着屏幕放置，然后伸出拇指、食指和中指。其中，拇指和食指的指向分别表示坐标系的 X 轴和 Y 轴的正方向，此时，中指所指向的方向表示该坐标系 Z 轴的正方向，如图 1-2 (a) 所示。

在三维坐标系中，三个坐标轴的旋转方向的正方向也可以根据右手定则确定，具体方法是用右手的拇指指向某一坐标轴的正方向，弯曲其他四个手指，手指的弯曲方向表示该坐标

轴的正旋转方向，如图 1-2 (b) 所示。

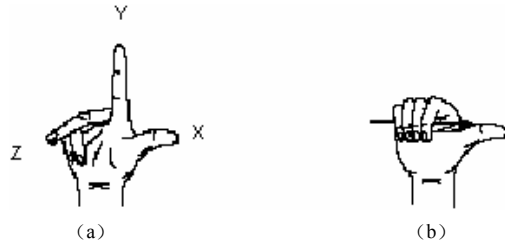


图 1-2 右手定则

在 AutoCAD 中，坐标轴的旋转方向常常用逆时针方向和顺时针方向表示正负。定义方法为：当某个坐标轴的正方向垂直指向屏幕外侧时，把屏幕作为时钟的表面，时钟指针旋转的方向即为该坐标轴的顺时针方向，反方向即为逆时针方向。

由右手定则可知，坐标轴的逆时针方向为正的旋转方向，而顺时针方向为负的旋转方向。

1.1.2 三维坐标形式

进行三维建模时，常常需要使用精确的坐标值确定三维点。在 AutoCAD 中可使用多种形式的三维坐标，包括直角坐标形式、柱坐标形式、球坐标形式以及这几种坐标类型的相对形式。

直角坐标、柱坐标和球坐标都是对三维坐标系的一种描述，其区别是度量的形式不同。这三种坐标形式之间是相互等效的。也就是说，AutoCAD 三维空间中的任意一点，可以分别使用直角坐标、柱坐标或球坐标描述，其作用完全相同，在实际操作中可以根据具体情况任意选择某种坐标形式。

1. 直角坐标形式

AutoCAD 三维空间中的任意一点都可以用直角坐标 (x, y, z) 的形式表示，其中 x 、 y 和 z 分别表示该点在三维坐标系中 X 轴、 Y 轴和 Z 轴上的坐标值。例如，点 $(6, 5, 4)$ 表示一个沿 X 轴正方向 6 个单位，沿 Y 轴正方向 5 个单位，沿 Z 轴正方向 4 个单位的点，该点在坐标系中的位置如图 1-3 所示。

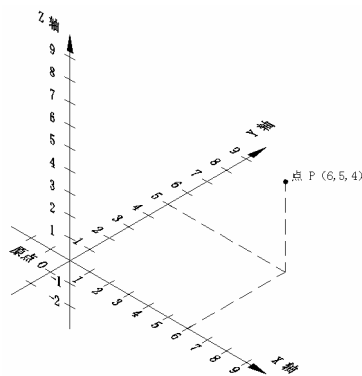


图 1-3 直角坐标示意图

2. 柱坐标形式

柱坐标用 $(L<a, z)$ 的形式表示, 其中 L 表示该点在 XOY 平面上的投影到原点的距离, a 表示该点在 XOY 平面上的投影和原点之间的连线与 X 轴的交角, z 为该点在 Z 轴上的坐标。从柱坐标的定义可知, 如果 L 坐标值保持不变, 而改变 a 和 z 坐标时, 将形成一个以 Z 轴为中心的圆柱面, L 为该圆柱的半径, 这种坐标形式被称为柱坐标。例如, 点 $(8<30, 4)$ 的位置如图 1-4 所示。

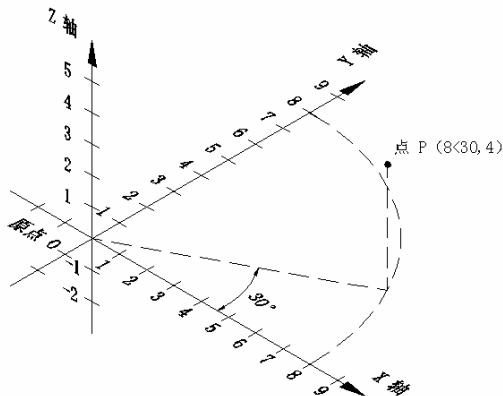


图 1-4 柱坐标示意图

3. 球坐标形式

球坐标用 $(L<a<b)$ 的形式表示, 其中 L 表示该点到原点的距离, a 表示该点与原点的连线在 XOY 平面上的投影与 X 轴之间夹角, b 表示该点与原点的连线与 XOY 平面的夹角。从球坐标的定义可知, 如果 L 坐标值保持不变, 而改变 a 和 b 坐标时, 将形成一个以原点为中心的圆球面, L 为该圆球的半径, 这种坐标形式被称为球坐标。例如, 点 $(8<30<20)$ 的位置如图 1-5 所示。

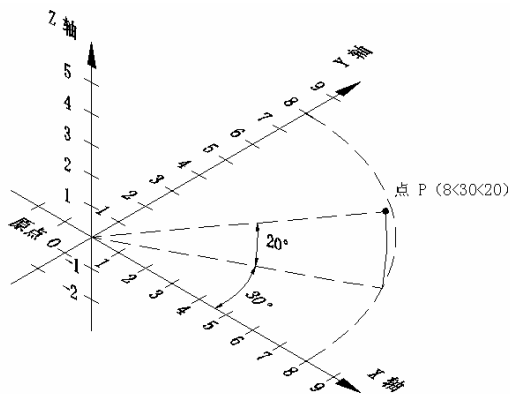


图 1-5 球坐标示意图

4. 相对坐标形式

以上三种坐标形式都是相对于坐标系原点而言的, 也可以称为绝对坐标。此外, AutoCAD 还可以使用相对坐标形式。所谓相对坐标, 在连续指定两个点的位置时, 第二点以第一点为

基点所得到的相对坐标形式。相对坐标可以用直角坐标、柱坐标或球坐标表示，但要在坐标前加“@”符号。例如，某条直线起点的绝对坐标为(3,2,4)，终点的绝对坐标为(8,7,7)，则终点相对于起点的相对坐标为(@5,5,3)，如图 1-6 所示。

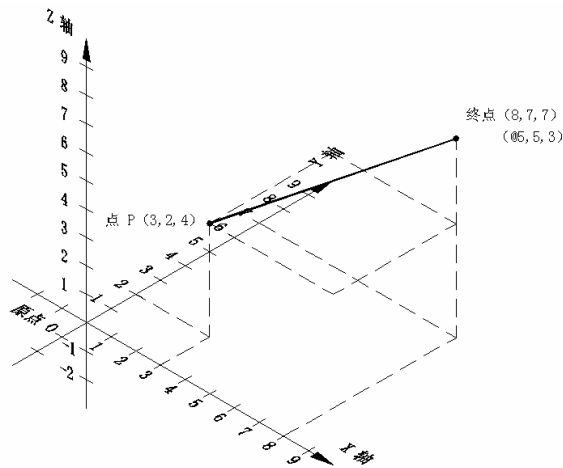


图 1-6 相对坐标示意图

1.1.3 构造平面与标高

1. 构造平面

构造平面是 AutoCAD 三维空间中一个特定的平面，一般为三维坐标系中的 XOY 平面。构造平面主要用于放置二维对象和对齐三维对象。通常，创建的二维对象都位于构造平面上，栅格也显示在构造平面上，如图 1-7 所示。

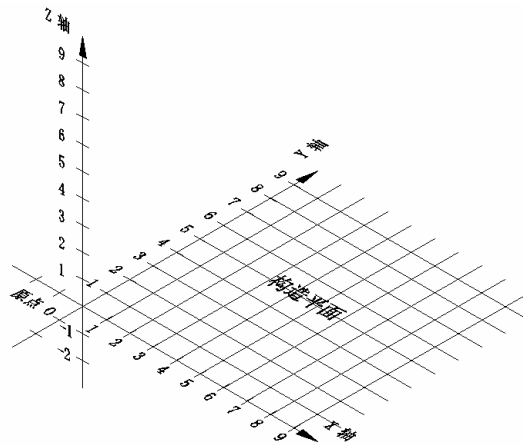


图 1-7 构造平面示意图

三维绘图时，如果没有指定 Z 轴坐标，或直接使用光标在屏幕上拾取点，则该点的 Z 坐标将与构造平面的标高保持一致。默认情况下，构造平面为三维坐标系中的 XOY 平面，即构造平面的标高为 0。也可以改变构造平面的标高，可直接在与 XOY 平面相平行的平面上绘

图。

2. 标高

标高是指 AutoCAD 中默认的 Z 坐标值，默认情况下的标高值为 0。当在命令行中只输入坐标点的 x、y 值，或使用光标在屏幕上拾取点时，AutoCAD 自动将该点的 Z 坐标值指定为当前的标高值。

设置标高的命令调用方式和执行过程为：

- 命令行：ELEV

```
命令:ELEV  
指定新的默认标高 <0.0000>:  
指定新的默认厚度 <0.0000>:
```

使用 ELEV 命令，可以重新设置当前的默认标高和默认厚度。其中厚度的概念详见第 2 章。

注意：当坐标系发生变化时，AutoCAD 自动将标高设置为零。

AutoCAD 将标高值保存在系统变量 ELEVATION 中，可以直接修改该系统变量，从而改变当前的标高设置。

1.2 世界坐标系和用户坐标系

在 AutoCAD 的三维空间中，可以使用两种类型的三维坐标系。一种是固定不变的世界坐标系，一种是可移动的用户坐标系。可移动的用户坐标系对于输入坐标、建立图形平面和设置视图非常有用。对于用户坐标系，可以进行定义、保存、恢复、删除等操作。

1.2.1 世界坐标系和用户坐标系

1. 世界坐标系（WCS）

在 AutoCAD 的每个图形文件中，都包含一个惟一的、固定不变的、不可删除的基本三维坐标系，这个坐标系被称为世界坐标系（WCS，World Coordinate System）。WCS 为图形中所有的图形对象提供了一个统一的度量。

当使用其他坐标系时，可以直接使用世界坐标系的坐标，而不必更改当前坐标系。使用方式是在坐标前加“*”号，表示该坐标为世界坐标。例如，无论在哪个坐标系中，坐标（*10，10，10）都表示世界坐标系的点（10，10，10）。

2. 用户坐标系（UCS）

在一个图形文件中，除了 WCS 之外，AutoCAD 还可以定义多个用户坐标系（UCS，User Coordinate System）。顾名思义，用户坐标系是可以由用户自行定义的一种坐标系。在 AutoCAD 的三维空间中，可以在任意位置和方向指定坐标系的原点、XOY 平面和 Z 轴，从而得到一个新的用户坐标系。

1.2.2 创建用户坐标系

在 AutoCAD 中, 可以使用多种方法创建 UCS, 新建的 UCS 将成为当前 UCS。

新建 UCS 的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单: “工具” → “新建 UCS” → “世界”、“对象”、“面”、“视图”、“原点”、“Z 轴矢量”、“三点”、“X”、“Y”、“Z”、“应用”。

- 工具栏: “UCS” → 。

- 命令行: UCS。

命令: UCS

当前 UCS 名称: *没有名称*

输入选项

[新建(N)/移动(M)/正交(G)/上一个(P)/恢复(R)/保存(S)/删除(D)/应用(A)/?/世界(W)] <世界>: n

指定新 UCS 的原点或 [Z 轴(ZA)/三点(3)/对象(OB)/面(F)/视图(V)/X/Y/Z] <0,0,0>:

UCS 命令包括以下几种命令选项:

(1) 选择“世界 (W)”命令选项, 可以将当前 UCS 设置为 WCS。

(2) 选择“新建 (N)”命令选项, 可以直接指定新 UCS 的原点, AutoCAD 将根据原来 UCS 的 X、Y 和 Z 轴方向和新的原点定义新的 UCS, 即相当于平移原来的 UCS, 如图 1-8 所示。

(3) 选择“新建 (N)”命令选项, 然后选择“Z 轴 (ZA)”命令选项, 可以指定 Z 轴正半轴, 从而定义新 UCS。

首先需要指定新 UCS 的原点, 原来的 UCS 将平移到该原点处。然后指定新建 UCSZ 轴正半轴上的点, 从而确定新建 UCS 的方向, 如图 1-9 所示。

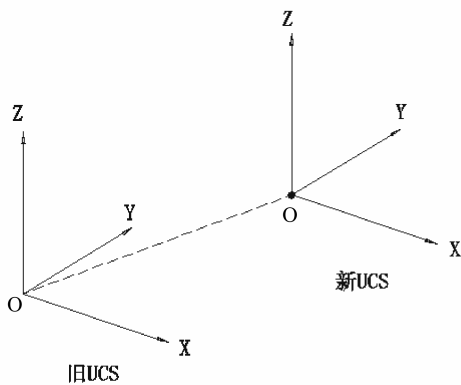


图 1-8 指定原点创建 UCS

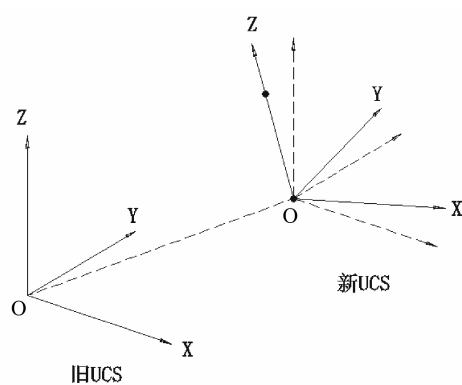


图 1-9 指定 Z 轴创建 UCS

(4) 选择“新建 (N)”命令选项, 然后选择“三点 (3)”命令选项, 可以指定新 UCS 的原点及其 X 和 Y 轴的正方向, AutoCAD 将根据右手定则确定 Z 轴。

用户依次指定新 UCS 的原点、X 轴正方向上一点和 Y 轴正方向上一点, AutoCAD 根据这三点得到 UCS 的 XY 平面, 然后由右手定则自动确定 UCS 的 Z 轴, 如图 1-10 所示。

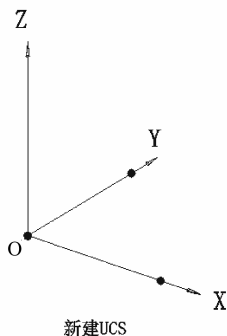


图 1-10 指定三点创建 UCS

(5) 选择“新建(N)”命令选项, 然后选择“对象(OB)”命令选项, AutoCAD 将根据用户指定的对象定义 UCS。

在图形中选择图形对象时, AutoCAD 根据不同的对象类型选择相应的方法定义 UCS, 其中新 UCS 的 Z 轴正方向与选定对象的正法向保持一致, 一些典型的定义方法见表 1-1。

表 1.1 根据对象定义 UCS 的方法

对 象	定义方法
点	新建 UCS 的原点将位于该点。
直线	新建 UCS 的原点位于离选择点最近的端点, AutoCAD 选择新的 X 轴使该直线位于新 UCS 的 XZ 平面中, 并且使该直线的第二个端点在新 UCS 中 Y 坐标为零。
宽线	新建 UCS 的原点位于宽线的起点, X 轴沿宽线的中心线方向。
圆弧	新建 UCS 的原点位于圆弧的圆心, X 轴通过距离选择点最近的圆弧端点。
圆	新建 UCS 的原点位于圆的圆心, X 轴通过选择点。
二维多段线	新建 UCS 的原点位于多段线的起点, X 轴沿起点到下一顶点的方向。
二维填充	新建 UCS 的原点位于二维填充的第一点, 新 X 轴沿前两点之间的连线方向。
标注	新建 UCS 的原点位于标注文字的中点, X 轴的方向平行于绘制该标注时生效的 UCS 的 X 轴。
三维面	新建 UCS 的原点位于三维面的第一点, X 轴沿前两点的连线方向, Y 的正方向取自第一点和第四点, Z 轴由右手定则确定。
形、文字、块参照、属性定义	新建 UCS 的原点位于该对象的插入点, X 轴由对象绕其拉伸方向旋转定义, 用于建立新 UCS 的对象在新 UCS 中的旋转角度为零。

选择圆对象创建 UCS 的示例如图 1-11 所示。

(6) 选择“新建(N)”命令选项, 然后选择“面(F)”命令选项, 可以选择实体对象中的面定义 UCS。

用户可以选择实体对象上的任意一个面, 被选中的面将亮显, 如果此时选择命令提示后的“接受”选项, 则 AutoCAD 将该面作为 UCS 的 XOY 面, X 轴将与最近的边对齐, 从而

定义 UCS。选择长方体上表面创建 UCS 的示例如图 1-12 所示。

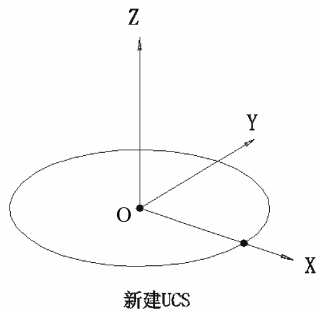


图 1-11 根据对象创建 UCS

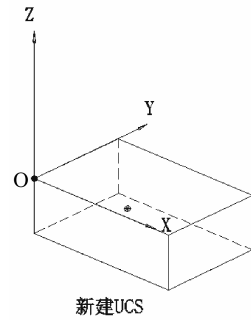


图 1-12 根据实体的面创建 UCS

也可以选择“X 轴反向 (X)”或“Y 轴反向 (Y)”选项，将 UCS 绕 X 轴或 Y 轴旋转 180° ，或者选择“下一个 (N)”选项，AutoCAD 将亮显实体其他面来定义 UCS。

(7) 选择“新建 (N)”命令选项，然后选择“视图 (V)”命令选项，可以以平行于屏幕的平面为 XY 平面定义 UCS，UCS 原点保持不变。示例如图 1-13 所示。

(8) 选择“新建 (N)”命令选项，然后选择“X”、“Y”或“Z”，可以绕相应的坐标轴旋转 UCS，从而得到新的 UCS。

用户可以指定绕旋转轴旋转的角度，可以输入正或负的角度值，AutoCAD 根据右手定则确定旋转的正方向，绕 X 轴旋转后创建 UCS 的示例如图 1-14 所示。

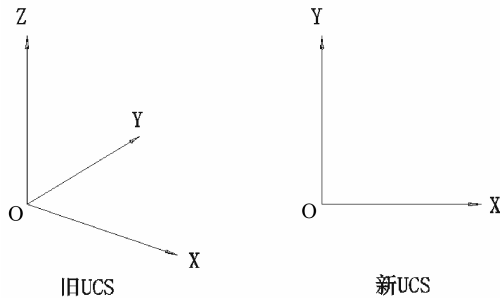


图 1-13 根据当前视图创建 UCS

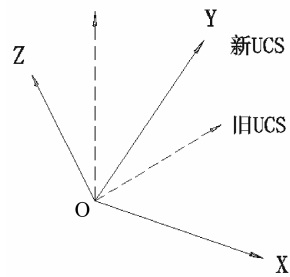


图 1-14 绕坐标轴旋转创建 UCS

(9) 选择“应用 (A)”命令选项，可以在多视口的情况下指定 UCS 的应用范围。

也可以在屏幕上选择应用 UCS 的视口，或选择命令行提示中的“所有 (A)”命令选项，将当前 UCS 应用到所有活动视口中。

系统变量 UCSVP 系统变量确定 UCS 是否随视口一起保存，取值为 0 时，UCS 反映当前视口的 UCS 状态；取值为 1 时，UCS 将存储在视口中并独立于当前视口的 UCS 状态。

1.2.3 用户坐标系的管理

1. 命令行方式

除了使用 UCS 命令创建新的 UCS 之外，还可以利用该命令对 UCS 进行管理：

命令:UCS

当前 UCS 名称: *没有名称*

输入选项

[新建(N)/移动(M)/正交(G)/上一个(P)/恢复(R)/保存(S)/删除(D)/应用(A)/?/世界(W)] <世界>:

(1) 选择“移动 (M)”命令选项, 可以将当前 UCS 平移。

[新建(N)/移动(M)/正交(G)/上一个(P)/恢复(R)/保存(S)/删除(D)/应用(A)/?/世界(W)] <世界>: m

指定新原点或 [Z 向深度(Z)] <0,0,0>:z

指定 Z 向深度 <0>:

也可以直接指定一个新的原点, 当前 UCS 将平移到新原点处。也可以选择“Z 向深度(Z)”命令选项, 指定 UCS 的 Z 轴深度, 将当前 UCS 沿 Z 轴的正方向或负方向移动。

还可以选择菜单“工具”→“移动 UCS”, 来实现同样的操作。

(2) 选择“正交 (G)”命令选项, 可以选择使用 AutoCAD 中六个预置的正交 UCS 之一。

[新建(N)/移动(M)/正交(G)/上一个(P)/恢复(R)/保存(S)/删除(D)/应用(A)/?/世界(W)] <世界>: g

输入选项 [俯视(T)/仰视(B)/主视(F)/后视(BA)/左视(L)/右视(R)] <俯视>:

选择相应的命令选项使用正交 UCS。默认情况下, AutoCAD 根据世界坐标系 (WCS) 的原点和方向确定正交 UCS 的方向。也可以指定以其他命名 UCS 作为基准设置正交 UCS。系统变量 UCSBASE 中保存命名 UCS 的名称, 默认值为“WORLD”, 即使用 WCS 进行正交设置。

可以选择菜单“工具”→“正交 UCS”子菜单中的各个菜单项, 来实现同样的操作。

(3) 选择“上一个 (P)”命令选项, 可以恢复上一个 UCS。

AutoCAD 分别保存模型空间中创建的最后 10 个 UCS 和图纸空间中创建的最后 10 个 UCS, 可以依次恢复这些 UCS。

(4) 选择“恢复 (R)”命令选项, 可以恢复已保存的 UCS。

也可以指定某个命名的 UCS, 将其恢复为当前 UCS。选择“?”选项可以列出已命名的 UCS 名称。

(5) 选择“保存 (S)”命令选项, 可以将当前 UCS 命名保存。

也可以指定 UCS 的名称, AutoCAD 将当前 UCS 以此为名保存在图形中。选择“?”选项可以列出已命名的 UCS 名称。

(6) 选择“删除 (D)”命令, 可以删除指定的命名 UCS。


(7) 选择“?”命令选项, 可以在文本窗口中列表显示用户指定的 UCS。

也可以指定某个命名的 UCS 列表显示, 或选择“*”命令选项显示所有命名 UCS。AutoCAD 将显示每个 UCS 的原点和 X、Y、Z 轴方向。

2. 对话框方式

AutoCAD 还提供了一个对话框形式的 UCS 管理命令, 同样可以对 UCS 执行保存、恢复、删除、查看等操作, 同时, 还可以设置 UCS 的图标。

管理 UCS 的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“工具” → “命名 UCS” 或 “工具” → “正交 UCS” → “预置”。
- 工具栏：“UCS” 或 “UCS II” → 。
- 命令行：UCSMAN。

该命令将打开“UCS”对话框，该对话框包含三个选项卡，分别用于对 UCS 的管理和设置。

(1) “UCS”对话框的“命名 UCS”选项卡如图 1-15 所示。

①在“当前 UCS”文本中，显示了当前 UCS 的名称，如果当前 UCS 还没有命名，则显示为“未命名”。

②在 UCS 名称列表中，显示了当前图形中所有命名的 UCS。如果当前 UCS 没有命名，则列表中显示“未命名”项表示当前 UCS。

UCS 名称列表中始终包含“世界”列表项，表示 WCS。如果图形中包含多个 AutoCAD 自动保存的 UCS，则列表中包含“上一个”列表项，表示自动保存的上一个 UCS。

③选择某个列表项，然后单击“置为当前”按钮，可以恢复指定的坐标系。例如，选择“世界”列表项，可以恢复 WCS。选择“上一个”列表项，可以恢复上一个 UCS。利用“上一个”列表项，可以依次恢复 AutoCAD 保存的最近 10 个 UCS。

④选择某个列表项，然后单击“详细信息”按钮，在弹出的对话框中可以显示指定坐标系的坐标轴和原点的相关信息，如图 1-16 所示。

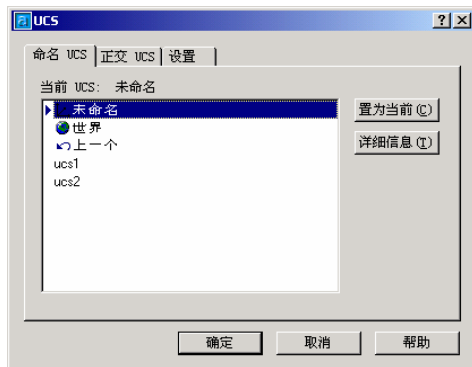


图 1-15 “命名 UCS”选项卡

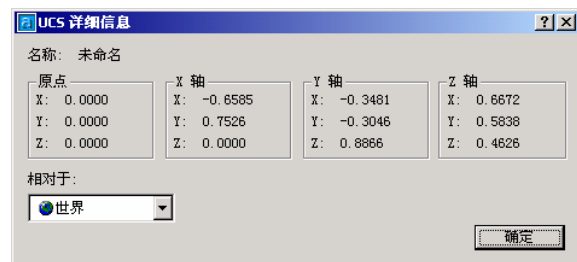


图 1-16 坐标系的详细信息

- a. 在“名称”文本中，显示指定坐标系的名称。
- b. 在“原点”组框中，显示指定坐标系的原点。
- c. 在“X 轴”组框中，显示指定坐标系 X 轴的方向。
- d. 在“Y 轴”组框中，显示指定坐标系 Y 轴的方向。
- e. 在“Z 轴”组框中，显示指定坐标系 Z 轴的方向。
- f. 在“相对于”下拉列表中，可以指定用于计算原点、X 轴、Y 轴和 Z 轴的基准坐标系。

⑤选择某个列表项，然后单击右键弹出快捷菜单，选择“重命名”菜单项，可以改变指定坐标系的名称。“世界”和“上一个”坐标系不能被重命名。可对当前“未命名”的坐标系重命名，并将其命名保存在图形中。

⑥选择某个列表项，然后单击右键弹出快捷菜单，选择“删除”菜单项，可以删除指定

的坐标系。“未命名”、“世界”和“上一个”坐标系不能被删除。

(2) “UCS”对话框的“正交 UCS”选项卡如图 1-17 所示。

①在正交 UCS 表中，列出了六种正交 UCS 的名称和深度。其中深度是指正交 UCS 的 XY 平面与通过“相对于”下拉列表中指定的基准坐标系原点的平行平面之间的距离。

②“置为当前”和“详细信息”按钮功能，以及“相对于”下拉列表的作用如前所述。

③选择某个列表项，然后单击右键弹出快捷菜单，选择“重置”菜单项，可以恢复选定正交 UCS 的原点，原点将恢复到相对于指定基准坐标系的默认位置 (0,0,0)。

④选择某个列表项，然后单击右键弹出快捷菜单，选择“深度”菜单项，在弹出的对话框中可以设置指定的正交 UCS 的深度，如图 1-18 所示。

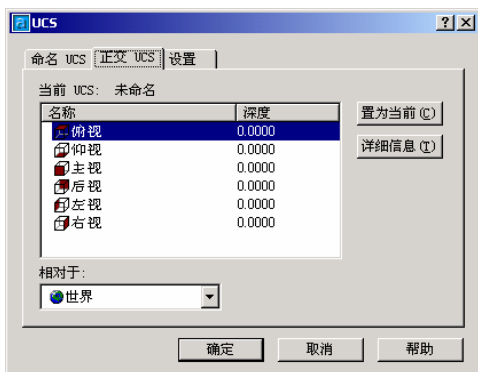


图 1-17 “正交 UCS”选项卡

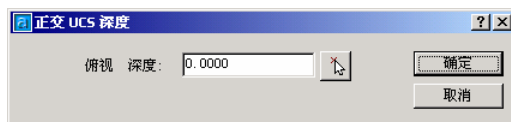


图 1-18 改变正交 UCS 的深度

(3) “UCS”对话框的“设置”选项卡如图 1-19 所示。

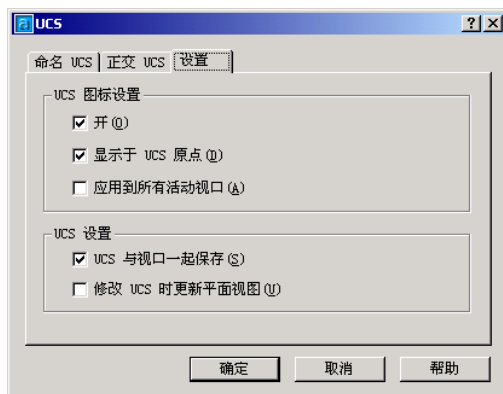


图 1-19 “设置”选项卡

①在“UCS 图标设置”组框中，可以对 UCS 的图标显示进行设置。

- a. 选中“开”复选框，在屏幕上将显示 UCS 图标；取消该复选框，则不显示 UCS 图标。
- b. 选中“显示于 UCS 原点”，将在 UCS 原点处显示 UCS 图标；取消该复选框或在视口中坐标系的原点隐藏，UCS 图标将显示在视口的左下角。
- c. 选中“应用到所有活动视口”，UCS 图标设置将应用到当前图形中的所有活动视口中；取消该复选框，将只应用到当前活动视口中。

②在“UCS 设置”组框中，可以指定修改 UCS 设置时的更新方式。

a. 选中“UCS 与视口一起保存”复选框，可以将 UCS 设置与视口一起保存；取消该复选框，视口只反映当前视口的 UCS。此选项的设置保存在系统变量 UCSVP 中。

b. 选择“修改 UCS 时更新平面视图”复选框，可以在修改视口中的坐标系中恢复平面视图；取消该复选框，则 UCS 的改变不对视图产生影响。此选项的设置保存在系统变量 UCSFOLLOW 中。

1.2.4 控制 UCS 图标的显示

在 AutoCAD 的图形窗口中，可以使用 UCS 图标来显示 UCS 的坐标轴方向和原点相对于观察方向的位置。AutoCAD 提供了多种形式的 UCS 图标，来表示 UCS 的类型、位置，并可以改变 UCS 图标的大小、位置和颜色等。

设置 UCS 图标的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“视图” → “显示” → “UCS 图标” → “开”、“原点”、“特性”。
- 命令行：UCSICON。

命令: UCSICON

输入选项 [开(ON)/关(OFF)/全部(A)/非原点(N)/原点(OR)/特性(P)] <开>:

...

使用 UCSICON 命令可以对 UCS 图标的显示和特性进行如下设置：

- (1) 选择“开 (ON)”命令选项，UCS 图标将显示在屏幕上。
- (2) 选择“关 (OFF)”命令选项，UCS 图标将不显示在屏幕上。
- (3) 选择“全部 (A)”命令选项，可以将对图标的修改应用到所有活动视口。否则，UCSICON 命令只影响当前视口。
- (4) 选择“非原点 (N)”命令选项，此时不管 UCS 原点位于何处，都始终在视口的左下角处显示 UCS 图标。
- (5) 选择“原点 (OR)”命令选项，UCS 图标将在当前坐标系的原点处显示。如果原点不在屏幕上，UCS 图标将显示在视口的左下角处。
- (6) 选择“特性 (P)”命令选项，在弹出的“UCS 图标”对话框中，可以设置 UCS 图标的样式、大小和颜色等特性，如图 1-20 所示。

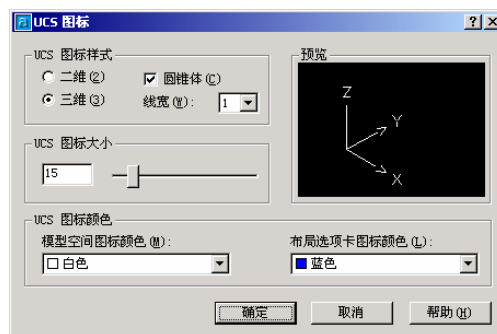


图 1-20 设置 UCS 图标

①在“UCS 图标样式”组框中，可以指定二维或三维 UCS 图标的显示及其外观。

a. 选择“二维”单选按钮，可以将 UCS 图标设置为二维形式，如图 1-21 所示。

对于用户定义的 UCS，其二维 UCS 图标形式如图 1-21 (a) 所示。如果当前 UCS 与 WCS 相同，则其图标在原来的基础上增加一个“W”符号，如图 1-21 (b) 所示。此外，如果当前 UCS 图标位于 UCS 原点上时，在图标的底部将出现一个“+”符号，如图 1-21 (c) 所示。

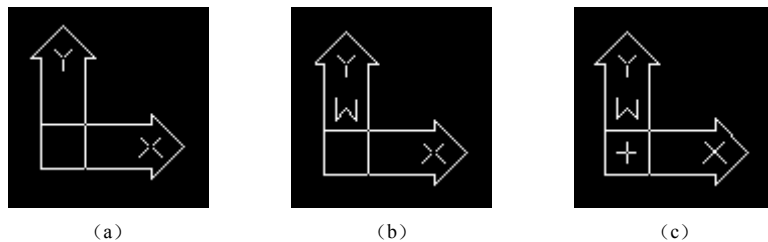


图 1-21 二维 UCS 图标

在三维视图中，如果观察方向是俯视 UCS（沿 Z 轴正方向），则二维 UCS 图标的底部显示一个方框，如图 1-22 (a) 所示。而在仰视 UCS 时，UCS 图标中不显示该方框，如图 1-22 (b) 所示。

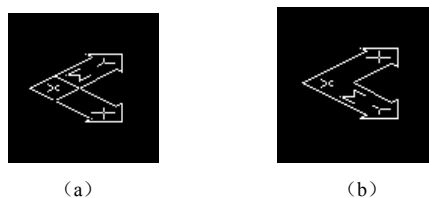


图 1-22 三维视图中的二维 UCS 图标

二维 UCS 图标还有一种特殊形式，即当沿着一个与当前 UCS 的 XY 平面平行的平面进行观察时，二维 UCS 图标将变成断笔图标，如图 1-23 所示。断笔图标的的作用是提示用户不可在当前视图使用定点设备指定坐标，因为此时构造平面与屏幕垂直，无法显示其上的图形对象。

b. 选择“三维”单选按钮，UCS 图标将设置为三维形式，如图 1-24 所示。

对于用户定义的 UCS，其三维 UCS 图标如图 1-24 (a) 所示。如果当前 UCS 与 WCS 相同，则其图标在原来的基础上增加一个方框，如图 1-24 (b) 所示。此外，如果当前 UCS 图标位于 UCS 原点上时，在图标的原点处将显示一个“+”符号，如图 1-24 中 (b) 所示。

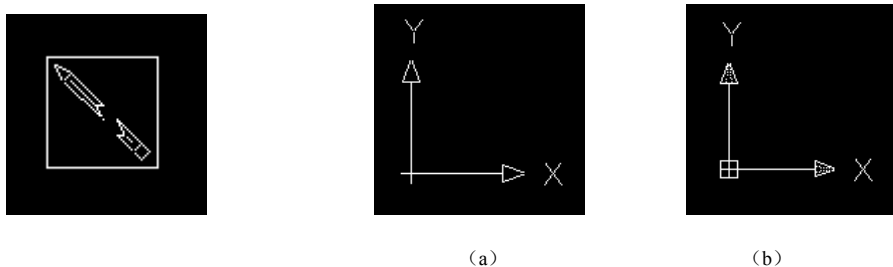


图 1-23 断笔图标

图 1-24 三维 UCS 图标

在三维视图中，如果观察方向是俯视 UCS（沿 Z 轴正方向），则三维 UCS 图标中的 Z 轴显示为实线，如图 1-25 (a) 所示。而在仰视 UCS 时，UCS 图标中 Z 轴显示为虚线，如图

1-25 (b) 所示。

c. 选中“圆锥体”复选框，则三维 UCS 图标中的 X 轴和 Y 轴显示三维圆锥形箭头，参见图 1-25。取消该复选框，则显示为二维箭头，如图 1-26 所示。

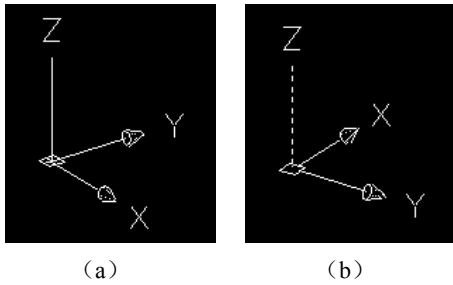


图 1-25 三维视图中的三维 UCS 图标

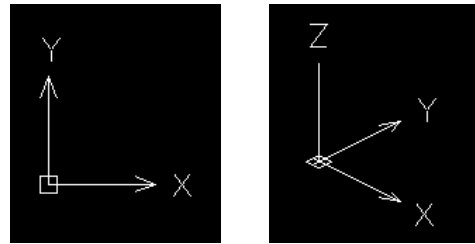


图 1-26 三维 UCS 的二维箭头形式

d. 在“线宽”下拉列表中，可以设置三维 UCS 图标的线宽，可以选择 1、2 或 3 个像素宽度。

e. 在 AutoCAD 的图纸空间中，UCS 图标显示为三角形，如图 1-27 所示。其中，图 (a) 中为二维 UCS 形式，图 (b) 中为三维 UCS 形式。

②在“UCS 图标大小”文本框中，可以按视口大小的百分比控制 UCS 图标的大小。默认值为 12，取值范围是 5~95。也可以使用滑动条进行设置。

③在“UCS 图标颜色”组框中，可以分别指定 UCS 图标在模型空间视口和图纸空间的布局选项卡中显示的颜色。

④在“预览”组框中，可以预览 UCS 图标在模型空间中的显示效果。

对 UCS 图标的设置结果将保存在系统变量 UCSICON 中，其具体取值及其含义详见附录 A。

注意：在三维空间中，除了使用 UCSICON 命令所设置的各种三维图标类型之外，在着色视图中还将显示三维着色 UCS 图标，如图 1-28 所示。

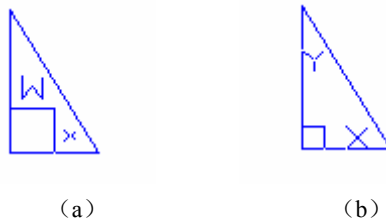


图 1-27 图纸空间的 UCS 图标



图 1-28 着色的三维 UCS 图标

1.3 三维视图


虽然 AutoCAD 中的模型空间是三维的，但只能在屏幕上看到二维的图像，并且只是三维空间的局部沿一定的方向在平面上的投影。根据一定的方向和一定的范围显示在屏幕上的图像称为三维视图。

为了能够在屏幕上从各种角度、各种范围观察图形时，需要不断地变换三维视图。

1.3.1 选择预置三维视图

AutoCAD 为用户预置了六种正交视图和四种等轴测视图，用户可以根据这些标准视图的名称直接调用，无需自行定义。

选择预置三维视图的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“视图” → “三维视图” → “俯视”、“仰视”、“左视”、“右视”、“主视”、“后视”、“西南等轴测”、“东南等轴测”、“东北等轴测”、“西北等轴测”。
- 工具栏：“视图” → 。
- 命令行：-VIEW。

命令:-VIEW

输入选项 [?/正交(O)/删除(D)/恢复(R)/保存(S)/UCS(U)/窗口(W)]:

...

如果用一个立方体代表三维空间中的三维模型，那么各种预置标准视图的观察方向如图 1-29 所示。

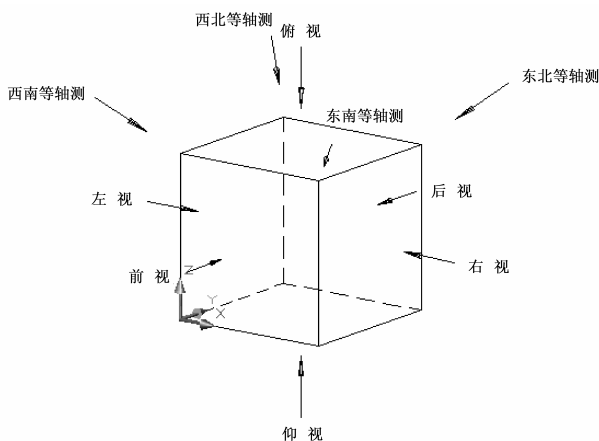


图 1-29 标准视图的观察方向

用户可以在 -VIEW 命令中调用以下各种命令选项来使用相应的标准视图：

- (1) 输入 “top” 命令选项，可以生成俯视图。

输入选项 [?/正交(O)/删除(D)/恢复(R)/保存(S)/UCS(U)/窗口(W)]: top
正在重生成模型。

- (2) 输入 “bottom” 命令选项，可以生成仰视图。
- (3) 输入 “left” 命令选项，可以生成左视图。
- (4) 输入 “right” 命令选项，可以生成右视图。
- (5) 输入 “front” 命令选项，可以生成主视图。
- (6) 输入 “back” 命令选项，可以生成后视图。
- (7) 输入 “swiso” 命令选项，可以生成西南等轴测视图。

- (8) 输入“seiso”命令选项，可以生成东南等轴测视图。
- (9) 输入“neiso”命令选项，可以生成东北等轴测视图。
- (10) 输入“nwiso”命令选项，可以生成西北等轴测视图。

1.3.2 设置平面视图

平面视图是指查看坐标系 XY 平面（构造平面）的视图，相当于俯视图。AutoCAD 可以随时设置基于当前 UCS、命名 UCS 或 WCS 的平面视图。

设置平面视图的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“视图” → “三维视图” → “平面视图” → “当前 UCS”、“世界 UCS”、“命名 UCS”。
- 命令行：PLAN。

```
命令:PLAN
输入选项 [当前 UCS(C)/UCS(U)/世界(W)] <当前 UCS>:
...
```

使用 PLAN 命令设置平面视图时，需要指定该平面视图的基准坐标系。

(1) 选择“当前 UCS (C)”命令选项，可以生成基于当前 UCS 的平面视图，并自动进行范围缩放，以便所有图形都显示在当前视口中。

(2) 选择“UCS (U)”命令选项，可以生成基于以前保存的命名 UCS 的平面视图。用户可以输入命名 UCS 的名称，或选择“？”命令选项查看命名 UCS。

(3) 选择“世界 (W)”命令选项，可以生成基于 WCS 的平面视图，并自动进行范围缩放，以便所有图形都显示在当前视口中。

注意：PLAN 命令只影响当前视口中的视图，而且不影响当前的 UCS。在图纸空间中不能使用 PLAN 命令。

1.3.3 使用视点预置

视点可以看作是观察三维模型时观察方向的起点，从视点到观察对象的目标点之间的连线可以看作表示观察方向的视线。视点预置就是通过设置视线在 UCS 中的角度确定三维视图的观察方向。

视点预置命令的调用方式和执行过程为：

- 菜单：“视图” → “三维视图” → “视点预置”。
- 命令行：DDVPOINT。

调用该命令将显示如图 1-30 所示对话框。

在指定的 UCS 中，三维视图的观察方向可以用两个角度确定，一个是该方向在 XY 平面上与 X 轴的夹角，另一个是与 XY 平面的交角，如图 1-31 所示。

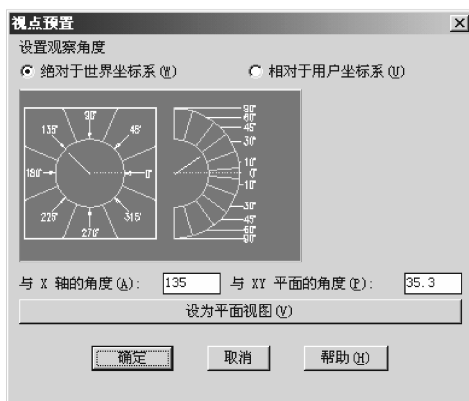


图 1-30 视点预置

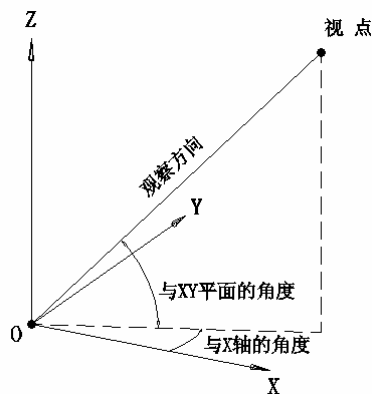


图 1-31 视图方向在 UCS 中的定位

在“视点预置”对话框中，可以通过这两个角度的设置来确定三维视图的方向。

(1) 首先需要指定一个基准坐标系，作为设置观察方向的参照。

①选择“绝对对于世界坐标系”单选按钮，可以相对于 WCS 设置查看方向，而不受当前 UCS 的影响。

②选择“相对于用户坐标系”单选按钮，可以相对于当前 UCS 设置查看方向。

用户的设置将保存在系统变量 WORLDVIEW 中。

(2) 在“与 X 轴的角度”和“与 XY 平面的角度”文本框中，可以分别指定观察方向在基准 UCS 中与 X 轴的角度和与 XY 平面的角度。

用户也可以在其上部的图像控件中单击光标来指定新的角度，此时图像控件中将用一个白色的指针指示新角度，红色指针指示当前角度。

(3) 单击“设为平面视图”按钮，可以将视图设置为相对于基准坐标系的平面视图，即俯视图。

1.3.4 设置视点

除了使用视点预置之外，还可以直接指定视点的坐标，或动态显示并设置视点。

设置视点的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“视图”→“三维视图”→“视点”。
- 命令行：VPOINT。

```
命令:VPOINT
*** 切换至 WCS ***
当前视图方向: VIEWDIR=1.0000,0.0000,0.0000
指定视点或 [旋转(R)] <显示坐标球和三轴架>:
*** 返回 UCS ***
```

使用 VPOINT 命令，可以用三种方式设置视点：

(1) 直接指定视点的 X、Y 和 Z 三维坐标，AutoCAD 将以视点到坐标系原点的方向进行观察，从而确定三维视图。

(2) 选择“旋转 (R)”命令选项，可以分别指定观察方向与坐标系 X 轴的夹角和与 XY

平面的夹角。

(3) 渲染“显示坐标球和三轴架”命令选项, 将显示如图 1-32 所示的坐标球和三轴架。

坐标球是一个展开的球体, 中心点是北极 $(0,0,n)$, 内环是赤道 $(n,n,0)$, 整个外环是南极 $(0,0,-n)$ 。在坐标球上改变光标的位置时, 三轴架根据光标在坐标球上的位置而实时发生变化, 动态地显示出当前的观察方向。当找到合适的观察方向后, 单击鼠标左键确定。

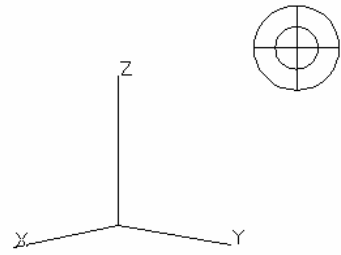


图 1-32 坐标球和三轴架

1.3.5 视图的命名与管理

1. 命令行形式

前面已经介绍了使用—VIEW 命令设置标准视图, 现在进一步讲述如何使用该命令对视图进行命名和管理。

视图命令的调用方式和执行过程为:

- 命令行: —VIEW

```
命令: —VIEW
输入选项 [?/正交(O)/删除(D)/恢复(R)/保存(S)/UCS(U)/窗口(W)]:
...
```

可以在—VIEW 命令中对视图进行以下各种操作:

- (1) 选择“?”命令选项, 可以在文本窗口列表中显示所有命名视图。
- (2) 选择“删除(D)”命令选项, 可以删除一个或多个指定的命名视图。
- (3) 选择“恢复(R)”命令选项, 可以将指定的视图恢复到当前视口中。

在恢复命名视图时, 如果 UCS 设置已与视图一起保存, 它也被恢复。AutoCAD 还恢复已保存视图的中心点和放大比例。

- (4) 选择“保存(S)”命令选项, 可以将当前视口中的视图命名保存。

保存视图时, 将显示系统变量 UCSVIEW 的当前值, 该系统变量控制着当前 UCS 是否随命名视图一起保存。

- (5) 选择“UCS(U)”命令选项, 可以决定保存图形时是否保存当前 UCS 和标高设置。用户的选择将保存在系统变量 UCSVIEW 中。


- (6) 选择“窗口(W)”命令选项, 可以将当前视图的一部分保存起来。

在屏幕上用光标指定两点确定一个矩形区域, AutoCAD 将该区域中的视图命名保存起来。

2. 对话框形式

AutoCAD 还提供了对话框形式的视图命令, 同样可以对视图进行命名保存、恢复、删除等操作。

命名视图命令的调用方式和执行过程为:

- 菜单: “视图” → “命名视图”。
- 工具栏: “视图” → 。

● 命令行: VIEW。

调用该命令将显示如图 1-33 所示的对话框。

该对话框包括了两个选项卡, 分别对命名视图和预置的标准视图进行操作。

(1) 在“命名视图”选项卡中, 可以创建、设置、重命名和删除命名视图。

①在“当前视图”文本中, 显示当前视图的名称。

②在视图列表中显示所有命名视图的名称和其他各种信息。其中始终包含一个名为“当前”的列表项, 表示当前视图。

在视图列表中, “位置”列表示各个视图位于模型空间还是图纸空间。“UCS”列表示与视图一起保存的 UCS 名称; 如果该 UCS 没有命名, 则显示为“未命名”; 如果没有与视图一起保存 UCS, 则 UCS 列为空。“透视”列表示各个视图是否为透视投影方式。

③在视图列表中选择某个视图, 然后单击“置为当前”按钮, 可以恢复选定的视图。

④单击“新建”按钮, 在弹出的对话框中可以创建新的视图, 如图 1-34 所示。

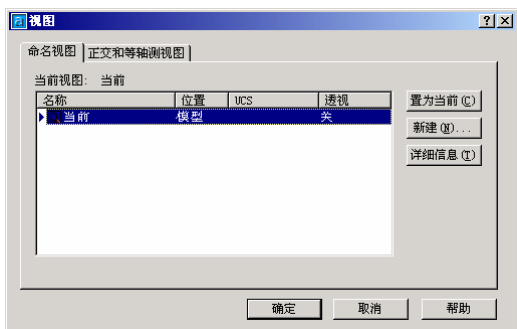


图 1-33 视图对话框

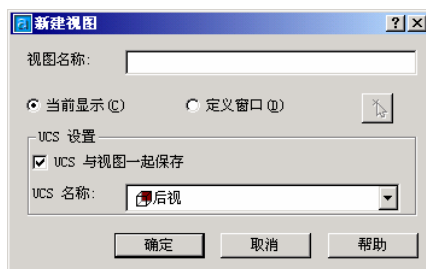



图 1-34 新建视图

a. 在“视图名称”文本框中, 可以指定视图的名称。

b. 选择“当前显示”单选按钮, 可以使用当前视图作为新的视图。

c. 选择“定义窗口”单选按钮, 可以单击  按钮显示绘图窗口, 通过指定两个对角点来定义视图的范围。

d. 在“UCS 设置”组框中, 选中“UCS 与视图一起保存”复选框, 可以将 UCS 与新视图一起保存。此时, 用户可以在“UCS 名称”下拉列表中, 指定与新视图一起保存的 UCS。

⑤在“视图”对话框的视图列表中选择某个视图, 然后单击“详细信息”按钮, 可以在弹出的对话框中显示视图的详细信息, 如图 1-35 所示。

a. 在“名称”文本中, 显示当前视图的名称。

b. 在“区域”组框中, 显示当前视图的宽度、高度和扭曲角度。

c. 在“目标”组框中, 显示当前视图的观察目标所在的位置。

d. 在“方向”组框中, 显示表示视图方向的法向矢量坐标。

e. 在“剪裁”组框中, 显示前向和后向剪裁距离, 以及前向和后向剪裁平面的开关状态。

f. 在“透视”组框中, 显示当前视图的镜头长度, 以及透视投影方式的开关状态。

g. 在“相对于”下拉列表中, 可以指定定义视图方向的基准坐标系。

⑥在“视图”对话框的视图列表中选择某个视图, 单击右键弹出快捷菜单, 选择“重命名”菜单项, 可以重新设置视图的名称, 通过对“当前”视图的重命名, 可以将当前视图命

名保存在图形中；选择“删除”菜单项，可以删除指定的视图，当前视图不能被删除。

(2) 在“正交和等轴测视图”选项卡中，可以恢复正交或等轴测视图，如图 1-36 所示。

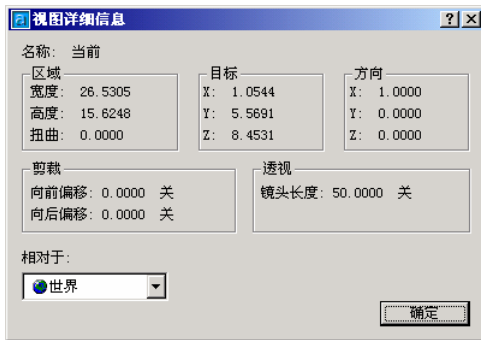


图 1-35 视图的详细信息

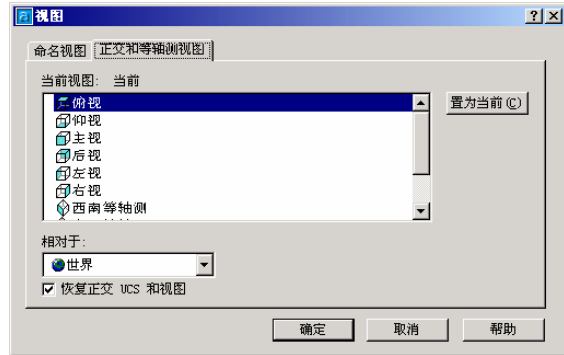


图 1-36 恢复正交和等轴测视图

1.4 模型视口

在 AutoCAD 中，视图是在视口中显示出来的。视口就是图形窗口中的一个特定区域，用于显示各种视图。通常情况下，在模型空间中整个图形窗口作为一个单一的视口，只能显示一个三维视图。同时也可以将图形窗口划分为多个视口，分别在各个视口中显示不同的视图。

通过设置多个视口，能够同时在屏幕上显示多个视图，从而可以从不同角度和范围显示三维模型，便于观察。AutoCAD 可以将视口配置命名保存在图形中，以便在以后的操作中随时调用。

1.4.1 设置模型视口

在图形窗口中可以创建多个视口，并且可以指定这些视口的数量、排列方式和显示的视图。一组视口的数目、排列方式及其相关设置称为“视口配置”。

设置模型视口的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“视图” → “视口” → “新建视口”。
- 工具栏：“视口” → .
- 命令行：VPORTS。

调用该命令后将显示如图 1-37 所示的对话框。

在“视口”对话框的“新建视口”选项卡中，可以设置新的视口配置。

(1) 在“新名称”文本框中，可以为新建的模型视口配置指定名称。也可以不指定名称，此时仍然可以使用新建的视口配置，但不能将其保存在图形中。

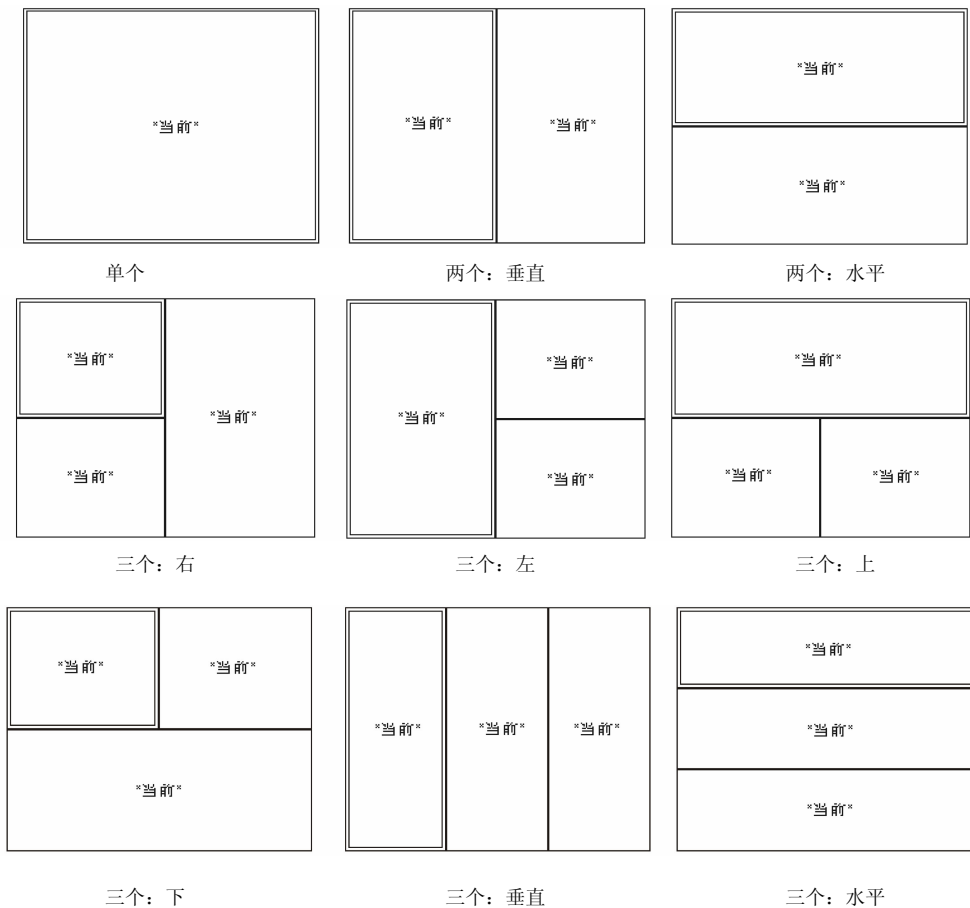
在保存视口配置时，将与视口排列一起保存如下信息：

- ① 视口的编号和位置。
- ② 视口包含的视图。
- ③ 每个视口的栅格和捕捉设置。
- ④ 每个视口的 UCS 图标显示设置。



图 1-37 设置模型视口

(2) 在“标准视口”列表中，显示了当前的模型视口配置和各种标准视口配置，可以选择其中的标准视口配置并应用到当前图形窗口中。各种标准视口配置的布局如图 1-38 所示。



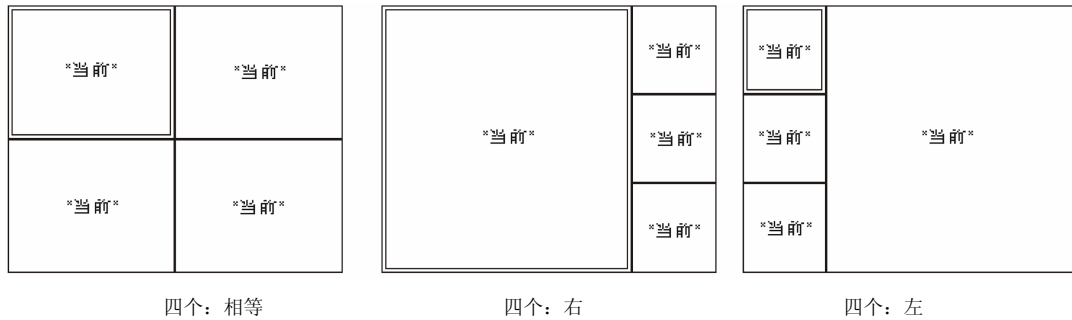


图 1-38 标准视口配置的布局

(3) 在“应用于”下拉列表中，可以指定将在“标准视口”列表中选中的标准视口配置应用到整个图形窗口还是当前视口。选择“显示”列表项，可以在图形窗口中应用新的视口配置，来取代原来的视口；选择“当前视口”列表项可以只在当前视口应用新的视口配置，即在原来视口配置的基础上生成新的视口。

(4) 在“设置”下拉列表中，如果选择“2D”列表项，则新的视口配置中均使用当前的视图；如果选择“3D”列表项，则根据选中的标准视口配置，使用一组相应的标准正交三维视图。

(5) 在“预览”组框中，在图像控件中显示了当前视口配置的预览图像，并在每个视口中给出了该视口所显示的视图名称。或者直接在图像控件单击某个视口，将其设为当前视口。

在“修改视图”下拉列表中，可以指定当前视口所使用的视图。例如，在具有四个视口的视口配置中，使用三维视图设置，可以分别在各个视口中使用的指定的三维视图，如图 1-39 所示。

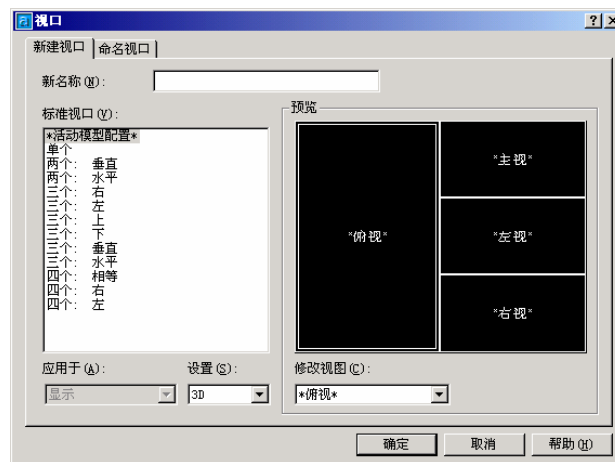


图 1-39 在视口中指定视图

1.4.2 多视口的应用

1. 当前视口

当图形窗口中设置了多个视口时，不能同时在多个视口中进行操作，而只能在其中的某

一个视口中输入光标和执行视图命令，这个视口被称为当前视口。

如果需要将某个视口置为当前视口，在该视口范围内单击鼠标左键即可。此外，也可以按组合键 **CTRL+R** 在所有视口中循环切换当前视口。

为了将当前视口和其他视口区分开来，AutoCAD 将当前视口的边缘高亮显示。此外，在当前视口中，光标的形状为十字形；而在其他视口中，光标的形状为箭头。

2. 视口中的 UCS

当图形窗口中设置了多个视口时，每个视口中可以显示不同的视图，也可以显示不同的 UCS。此外，也可以根据需求设置各个视口共同使用当前的 UCS。

每个视口中的 UCS 设置由系统变量 UCSVP 所控制。如果将某个视口的 UCSVP 系统变量设置为 1，则该视口中的 UCS 与视口一起保存，而不受其他视口中 UCS 的影响；如果将 UCSVP 系统变量设置为 0，则该视口中的 UCS 将与当前视口中的 UCS 保持一致，当当前视口发生变化时，该视口中的 UCS 也随之发生变化。

注意，每个视口中都保存了自身的 UCSVP 系统变量值，因此，需要分别改变每个视口的 UCSVP 取值来控制该视口的 UCS。

3. 在不同的视口中绘图

虽然在多个视口中只能在当前的视口进行操作，但 AutoCAD 可在操作过程中切换当前视口，从而可以在不同视口中绘制相同图形。例如，当在多个视口中绘制一条直线对象时，在确定直线的第一个端点后，可以将当前视口切换到其他视口，然后在确定直线的另一个端点。使用这种方法，可以绘制在同一视口中难于显示或定位的图形对象，而不必重新调整视图。

1.4.3 模型视口的拆分与合并

1. 拆分视口

在图形窗口中当前视口配置的基础上，可以对当前视口应用新的视口配置，即可以对当前视口进行拆分。

(1) 使用 **VPORTS** 命令进行视口配置时，在“视口”对话框中“应用于”下拉列表选择“当前视口”列表项，可以按新的视口配置对当前视口进行拆分。

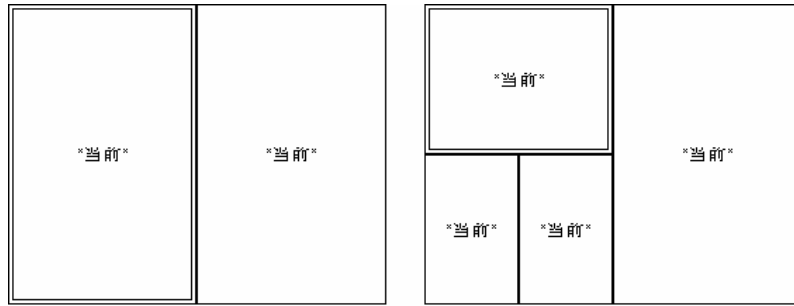
(2) 使用 **—VPORTS** 命令进行视口配置时，可以直接选择“2”、“3”或“4”命令选项，使用相应的视口配置对当前视口进行拆分。

例如，原视口配置由水平两个视口组成，如图 1-40 (a) 所示。然后以左侧的视口作为当前视口，将其拆分为“三个：上”视口配置，拆分的结果如图 1-40 (b) 所示。

2. 合并视口

如果当前图形窗口中包含有多个视口时，可以将其中两个邻接的视口合并为一个较大的视口。合并视口的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“视图” → “视口” → “合并”。
- 命令行：**—VPORTS**。



(a) 原来的视口配置

(b) 拆分后的视口配置

图 1-40 视口的拆分

命令: —VPORIS

输入选项 [保存(S)/恢复(R)/删除(D)/合并(J)/单一(SI)/?/2/3/4] <3>;j

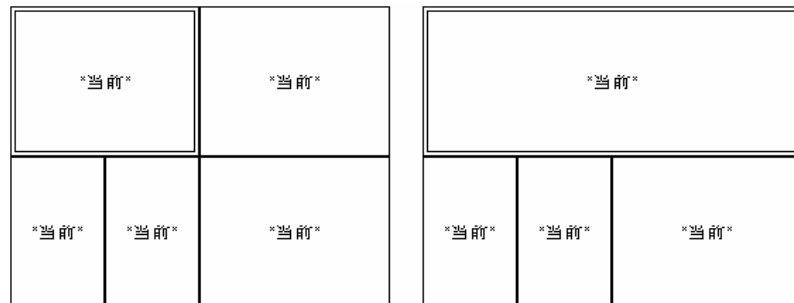
选择主视口 <当前视口>:

选择要合并的视口:

正在重生成模型。

合并后的视口将显示主视口中的视图。

例如,原视口配置如图 1-41 (a) 所示,将其左上角的视口作为主视口,其右上角的视口作为要合并的视口,合并后的视口配置如图 1-41 (b) 所示。



(a) 原来的视口配置

(b) 合并后的视口配置


图 1-41 视口的合并

注意: 只有两个相邻的视口合起来为一个矩形时,才能够将其合并。

1.4.4 命名模型视口配置的管理

在设置新的视口配置时,如果用户为其指定了名称,则该视口配置将命名保存在图形中。对于图形中已保存的所有命名视口,则可以使用 VPORIS 命令进行管理。

管理命名模型视口的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单: “视图” → “视口” → “命名视口”。
- 工具栏: “视图” → 。
- 命令行: VPORIS。

调用该命令后将显示如图 1-42 所示的对话框。

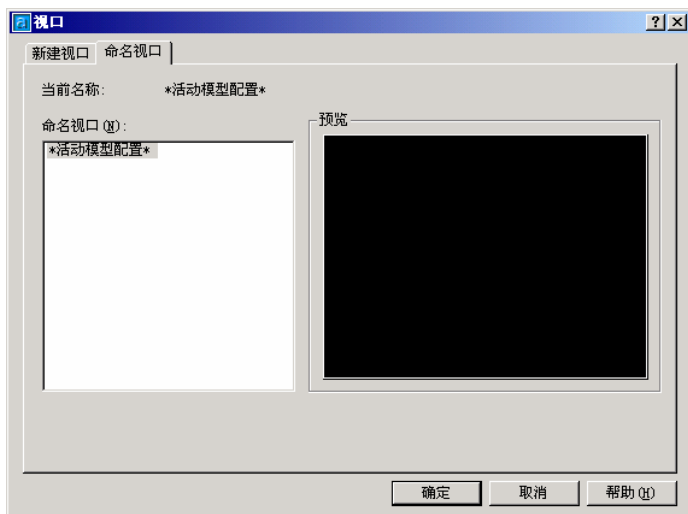


图 1-42 命名视口的管理

在“视口”对话框的“命名视口”选项卡中，可以对图形中所有命名视口配置进行管理。

- (1) 在“当前名称”文本中，显示当前视口配置的名称。
- (2) 在“命名视口”列表中，显示当前图形中命名保存的所有视口配置。
- (3) 在“命名视口”列表中选择某一命名视口，然后单击右键弹出快捷菜单，并选择“重命名”菜单项，可以改变该视口配置的名称。
- (4) 在“命名视口”列表中选择某一命名视口，然后单击右键弹出快捷菜单，并选择“删除”菜单项，可以删除该视口配置。
- (5) 在“预览”组框中的图像控件中，可以显示“命名视口”列表中指定视口配置的预览图像。

思考题

1. 如何设置构造平面在三维空间中的位置。
2. 视图与 UCS 的关系。
3. 视图与视口的区别。

第 2 章 基本的三维对象

本章主要介绍 AutoCAD 中的基本三维对象。AutoCAD 中的三维对象可分为三种类型，即线框对象、曲面对象和实体对象。其中，对于曲面对象和实体对象，AutoCAD 提供了多种预定义的基本形式。

2.1 AutoCAD 的三维对象

AutoCAD 中的三维对象分别线框对象、曲面对象和实体对象三种类型，每种类型的对象的特点和作用都有所不同。

2.1.1 三维线框对象概述

线框对象是指用点、直线和曲线表示三维对象边界的 AutoCAD 对象。使用线框对象构建三维模型，可以很好地表现出三维对象的内部结构和外部形状，但不能支持隐藏、着色和渲染等操作。此外，由于构成线框模型的每个对象都必须单独绘制和定位，因此，这种建模方式最为费时。

在 AutoCAD 中构建线框模型时，可以使用三维多段线、三维样条曲线等三维对象，也可以通过变换 UCS 在三维空间中创建二维对象。

虽然构建线框模型较为复杂，且不支持着色、渲染等操作，但使用线框模型可以具有以下几种作用：

- 可以从任何有利位置查看模型。
- 自动生成标准的正交和辅助视图。
- 易于生成分解视图和透视图。
- 便于分析空间关系。

2.1.2 设置对象的厚度

对象的厚度是图形对象与所在平面垂直方向上的拉伸距离。正的厚度表示向上拉伸，负的厚度则表示向下拉伸。线框对象指定不为零的厚度值，可以使线框对象生成表面，并能够进行消隐、着色和渲染。

AutoCAD 中默认的厚度设置为零，所创建的对象均使用系统默认的厚度设置。该值保存在系统变量 THICKNESS 中，可以通过修改该变量的取值来改变当前的默认厚度值。

此外，可使用 ELEV 命令设置系统的默认厚度值。对于已有的对象，可以通过特性窗口来查看和修改其厚度设置。

注意：对于三维面、三维多段线、三维多边形网格、文本、属性、标注和视口等对象不能有厚度也不能被拉伸。

2.1.3 三维曲面对象概述

曲面对象比线框对象要复杂一些，因为曲面对象不仅包括对象的边界，还包括对象的表面。由于曲面对象具有面的特性，因此曲面对象支持隐藏、着色和渲染等功能。在 AutoCAD 中，曲面对象是使用多边形网格来定义的，因此 AutoCAD 的曲面对象并不是真正的曲面，而是由网格近似表示的。

由于曲面是由网格近似得到的，因此网格的密度决定了曲面的光滑程度。网格的密度越大，曲面越光滑，但同时也使数据量大大增加。用户可根据实际情况指定网格的密度。网格的密度由包含 $M \times N$ 个顶点的矩阵决定，类似于用行和列组成栅格， M 和 N 分别指定网格顶点的列和行的数量。

AutoCAD 提供了多种预定义的三维曲面对象，包括长方体表面、楔体表面、棱锥面、圆锥面、球面、下半球面、上半球面、圆环面和网格等。执行“绘图”→“曲面”→“三维曲面”命令，在弹出的对话框中可以选择并创建预定义的曲面对象，如图 2-1 所示。



图 2-1 预定义的三维曲面对象

除了预定义的三维曲面对象之外，AutoCAD 还提供多种创建网格曲面的方法。用户可以将二维对象进行延伸和旋转以定义新的曲面对象，也可以将指定的二维对象作为边界定义新的曲面对象。

2.1.4 三维实体对象概述

与线框对象和曲面对象相比，实体对象不仅包括对象的边界和表面，还包括对象的体积，因此具有质量、体积和质心等质量特性。

使用实体对象构建模型比线框和曲面对象更为容易，而且信息完整，歧义最少。此外，还可以通过 AutoCAD 输出实体模型的数据，提供给计算机辅助制造程序使用或进行有限元分析。

AutoCAD 提供了多种预定义的三维实体对象，包括长方体、圆锥体、圆柱体、球体、楔体和圆环体等，如图 2-2 所示。

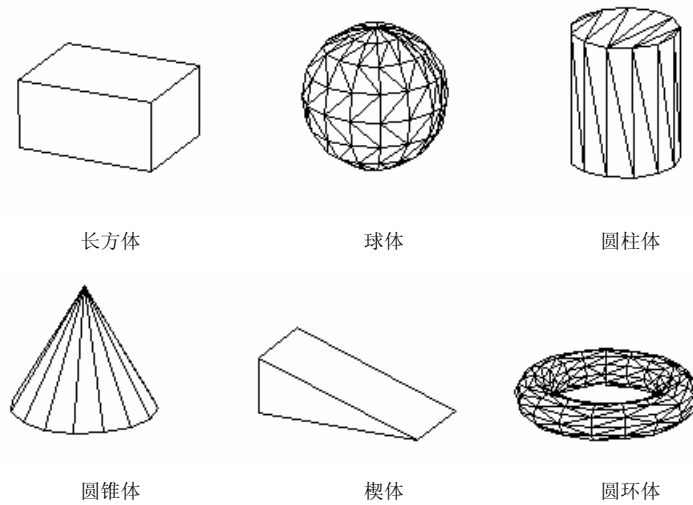


图 2-2 预定义的三维实体对象

除了预定义的三维实体对象之外，还可以将二维对象延伸或旋转来定义新的实体对象，也可以使用并、差和交等布尔操作创建各种组合实体。而对于已有的实体对象，AutoCAD 提供各种修改命令，可以对实体进行圆角、倒角、切割等操作，并可以修改实体对象的边、面、体等组成元素。


2.2 三维线框对象

三维线框对象包括三维点、三维直线和三维多段线等三维对象，也包括置于三维空间中的各种二维线框对象。

2.2.1 创建三维点

三维点是最简单的三维对象，创建三维点的过程与创建二维点相同，区别在于前者需要指定点的三维坐标。

创建三维点的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “点” → “单点”、“多点”。
- 工具栏：“绘图” → 。
- 命令行：POINT。

命令:POINT

当前点模式: PDMODE=0 PDSIZE=0.0000

指定点:

定义三维点的操作方法包括：

- (1) 使用键盘在命令行中输入三维点的三维坐标值，可以精确地定义一个三维点。用户

可以使用三维直角坐标、圆柱坐标、球面坐标以及它们的相对形式确定三维点。

(2) 使用光标在绘图窗口中单击左键,可以确定一个三维点。该点的 X、Y 坐标为单击鼠标时光标位置处的 X、Y 坐标,该点的 Z 坐标为当前的标高值。


(3) 利用对象捕捉模式在已有的三维对象上捕捉三维点。在二维制图中所用到的各种对象捕捉模式均可用于三维点的捕捉。

(4) 利用点过滤器提取不同点的坐标分量构成新的三维点。

2.2.2 创建三维直线

三维直线可以是 AutoCAD 三维空间中任意两点的连线,因此,二维直线也就是限制在构造平面上的三维直线。可以通过指定直线的三维端点来避开构造平面的限制,从而能够在三维空间中的任意位置创建三维直线。

创建三维直线的命令调用方式和执行过程为。

- 菜单:“绘图”→“直线”。
- 工具栏:“绘图”→。
- 命令行:LINE。

```
命令:LINE
指定第一点:
指定下一点或 [放弃(U)]:
指定下一点或 [放弃(U)]:
指定下一点或 [闭合(C)/放弃(U)]:
```

创建三维直线的命令和操作过程与创建二维直线完全相同,惟一的区别在于直线的端点是三维点。用户可以使用创建三维点所用的各种方法指定三维直线的端点,从而确定三维空间中任意两点的连线,而不受构造平面的制约。

与创建三维直线类似,在使用 RAY 命令创建射线对象、使用 XLINE 命令创建构造线对象时,都可以直接通过指定三维点的方法创建三维射线和三维构造线。

2.2.3 创建三维多段线

在 AutoCAD 中,二维多段线对象和三维多段线对象有所不同。不仅创建二维多段线和三维多段线的命令不同,而且二维多段线只能在构造平面或与其平行的平面上创建,而三维多段线则可以直接在三维空间中创建。

创建三维多段线的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单:“绘图”→“三维多段线”。
- 命令行:3DPOLY。

```
命令:3DPOLY
指定多段线的起点:
指定直线的端点或 [放弃(U)]:
指定直线的端点或 [放弃(U)]:
指定直线的端点或 [闭合(C)/放弃(U)]:
...
```

创建三维多段线的过程与创建二维多段线类似，可以依次指定多段线的各个端点，从而确定三维多段线的空间位置。也可以使用创建三维点所用的各种方法指定三维多段线的端点。

在创建三维多段线的过程中，类似于创建二维多段线，可以选择“放弃(U)”命令选项取消最后绘制的线段，或选择“闭合(C)”选项形成闭合的三维多段线并结束命令。与创建二维多段线不同的是，三维不能生成弧线段，而且也不能设置宽度。

2.2.4 在三维空间中创建二维对象

下面简单介绍在三维空间中创建二维对象的方法：

(1) 对于多线、宽线和二维多段线等对象，可以直接在构造平面上创建。此外，还可以在与构造平面平行的平面上创建，具体方法是在指定多线、宽线或二维多段线的起点时，可以指定一个三维点，然后再确定其他点的二维坐标。AutoCAD 将通过对象起点并与构造平面平行的平面上创建二维对象，即二维对象的各点的 Z 坐标自动与起点的 Z 坐标保持一致。

(2) 在三维空间中创建多边形和圆环对象时，可以将其中心点指定为任意的三维点，AutoCAD 将通过该点并与构造平面平行的平面上创建相应的二维对象。对于矩形对象，在创建过程中可以选择“标高(E)”命令选项，指定矩形对象的标高，AutoCAD 将在指定标高的平面上创建矩形对象。

(3) 在三维空间中创建圆、圆弧和椭圆等对象，可以将第一点（可以是端点或中心点）指定为三维点，AutoCAD 将通过该点并与构造平面平行的平面上创建相应的二维对象。

(4) 对于图案填充对象，AutoCAD 将对三维空间中指定的封闭区域在构造平面上的投影进行填充，并在构造平面上创建图案填充对象。例如，图 2-3 中显示了根据三维空间中的圆对象创建填充图案的示例。

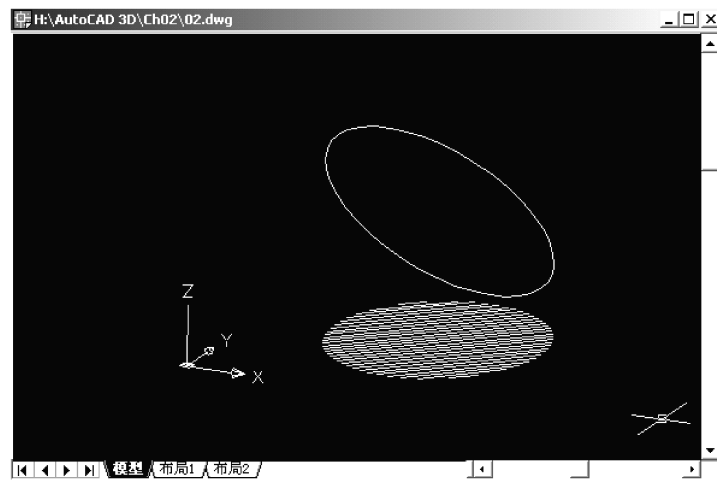


图 2-3 在三维空间中创建填充图案对象

(5) 对于面域对象，则可以在三维空间中指定的封闭区域上直接创建，但要求该封闭区域必须在同一平面上。

(6) 在三维空间中创建文字对象时，可以将其插入点指定为三维点，AutoCAD 将通过插入点并与构造平面平行的平面上创建相应的文字对象。

(7) 在三维空间中对图形对象进行标注时, 如果对三维对象进行线性、对齐、坐标、半径、直径、角度、基线和连续等标注时, AutoCAD 将对该对象在构造平面上的投影进行标注, 并在构造平面上创建相应的标注对象。而对三维对象进行引线、公差和圆心标记标注的时, AutoCAD 将通过指定点并与构造平面平行的平面上创建相应的标注对象。

2.3 基本的三维曲面对象

AutoCAD 提供了一系列预定义的基本三维曲面对象, 这些对象提供了各种常用的、规则的三维模型组件。

2.3.1 创建长方体表面

长方体表面是指定长、宽、高的长方体的六个表面, 其中也包括立方体表面。

创建长方体表面的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单: “绘图” → “曲面” → “三维曲面”。
- 工具栏: “曲面” → 。
- 命令行: 3D 或 AI_BOX。

命令: AI_BOX

正在初始化... 已加载三维对象。

指定角点给长方体表面:

指定长度给长方体表面:

指定长方体表面的宽度或 [立方体(C)]:

指定高度给长方体表面:

指定长方体表面绕 Z 轴旋转的角度或 [参照(R)]:

创建长方体表面时, 其底面始终与当前 UCS 的 XY 平面相平行, 并且其初始位置的长度、宽度和高度分别与当前 UCS 的 X、Y 和 Z 轴平行。在指定长方体的长度、宽度和高度时, 正值表示向相应的坐标值正向延伸, 负值表示向相应的坐标值负向延伸。最后, 需要指定长方体表面绕 Z 轴的旋转角度, 确定其最终位置。图 2-4 显示了构成长方体表面的各个几何要素的示意图。

在确定了长方体表面的角点和长度后, 也可以选择“立方体 (C)”命令选项创建立方体表面, AutoCAD 将宽度和高度设置为与长度相同的值。

无论是创建长方体表面还是正方体表面, 都可以指定该对象的旋转角度。AutoCAD 将通过角点并与 Z 轴平行的直线作为旋转轴进行旋转, 输入正的旋转角度将绕逆时针方向旋转, 输入负的旋转角度将绕顺时针方向旋转。

在指定旋转角度时, 也可以选择“参照 (R)”命令选项, 分别指定参照角和新角度, AutoCAD 将新角度与参照角的差值作为旋转角。

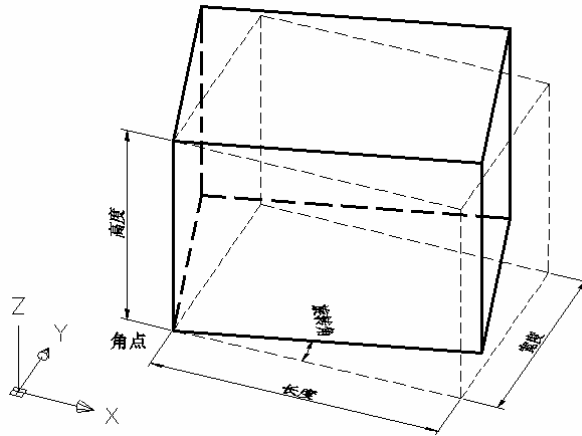



图 2-4 创建长方体表面

2.3.2 创建棱锥面

棱锥面是指棱锥体的表面，包括各种三棱锥、四棱锥以及三棱台、四棱台等各种三维对象的表面。

创建棱锥面的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “曲面” → “三维曲面”。
- 工具栏：“曲面” → .
- 命令行：3D 或 AI_PYRAMID。

命令:AI_PYRAMID

指定棱锥面底面的第一角点:

指定棱锥面底面的第二角点:

指定棱锥面底面的第三角点:

指定棱锥面底面的第四角点或 [四面体(T)]:

指定棱锥面的顶点或 [棱(R)/顶面(T)]:

创建棱锥面时，根据不同的创建方法，将得到不同形式的棱锥面，具体来说包含以下几种：

(1) 依次指定底面的四个角点后，再指定棱锥面的顶点，即根据 5 个点确定一个棱锥面，如图 2-5 所示。

(2) 依次指定底面的四个角点后，选择“棱 (R)”命令选项，分别指定两点定义棱锥面顶部的棱：

指定棱锥面的顶点或 [棱(R)/顶面(T)]:r

指定棱锥面棱的第一端点:

指定棱锥面棱的第二端点:

在指定棱锥面棱的第一和第二端点时，底面上与该点相连接的边将高亮显示，据此可以分别指定棱的两点端点，即根据 6 个点确定一个棱锥面，如图 2-6 所示。

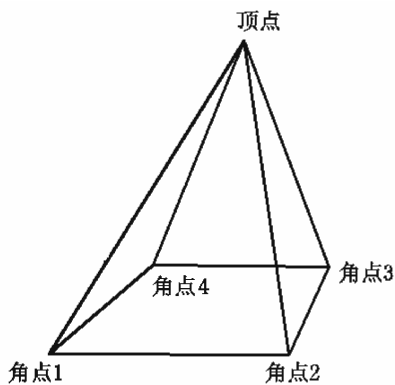


图 2-5 创建四棱锥表面

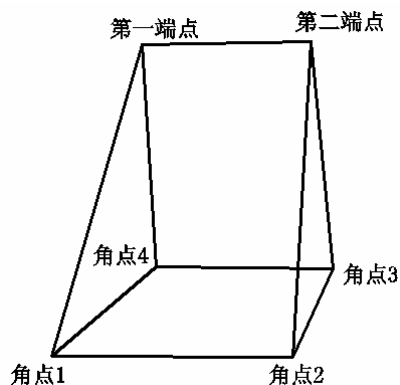


图 2-6 创建不规则的楔体表面

(3) 依次指定底面的四个角点后，选择“顶面 (T)”命令选项，可以再指定四个点定义棱锥面的顶面。

指定棱锥面的顶点或 [棱(R)/顶面(T)]:t
 指定顶面的第一角点给棱锥面:
 指定顶面的第二角点给棱锥面:
 指定顶面的第三角点给棱锥面:
 指定顶面的第四角点给棱锥面:

在指定棱锥面顶面的四个角点时，各个角点分别与底面上的四个角点一一对应，即根据 8 个点确定一个棱锥面，如图 2-7 所示。

(4) 依次指定底面的三个角点后，选择“四面体 (T)”命令选项，可以创建底面为三角形的棱锥面。

指定棱锥面底面的第四角点或 [四面体(T)]:t
 指定四面体表面的顶点或 [顶面(T)]:

在确定了棱锥面的底面之后，可以直接指定棱锥面的顶点，即根据 4 个点确定一个棱锥面，如图 2-8 所示。

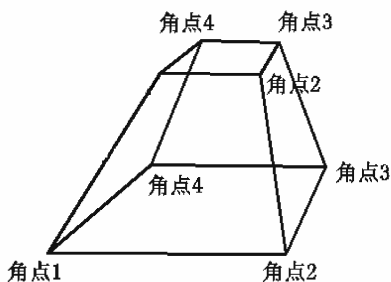


图 2-7 创建四棱台表面

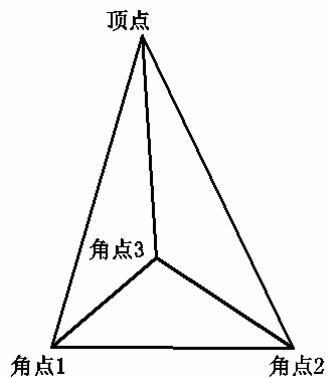


图 2-8 创建三棱锥表面

(5) 依次指定底面的三个角点后, 选择“四面体(T)”命令选项, 创建底面为三角形的棱锥面, 然后选择“顶面(T)”命令选项, 创建顶面也为三角形的棱锥面。

指定棱锥面底面的第四角点或 [四面体(T)]:t
 指定四面体表面的顶点或 [顶面(T)]:t
 指定顶面的第一角点给四面体表面:
 指定顶面的第二角点给四面体表面:
 指定顶面的第三角点给四面体表面:

在指定棱锥面顶面的三个角点时, 各个角点分别与底面上的三个角点一一对应, 如图 2-9 所示。

2.3.3 创建楔体表面

楔体表面是指将长方体沿对角面分开后所得到的半个长方体的表面。

创建楔体表面的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单: “绘图” → “曲面” → “三维曲面”。
- 工具栏: “曲面” → 。
- 命令行: 3D 或 AI_WEDGE。

命令: AI_WEDGE

指定角点给楔体表面:
 指定长度给楔体表面:
 指定楔体表面的宽度:
 指定高度给楔体表面:
 指定楔体表面绕 Z 轴旋转的角度:

楔体表面的创建过程与长方体表面完全相同, 但其创建的结果是长方体表面的一半, 并且使楔体的斜面部分正对着角点, 如图 2-10 所示。

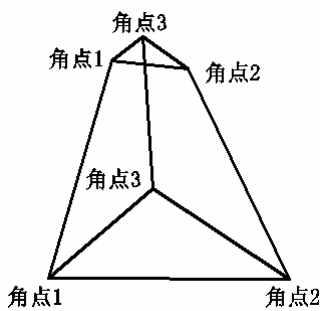


图 2-9 创建三棱台表面

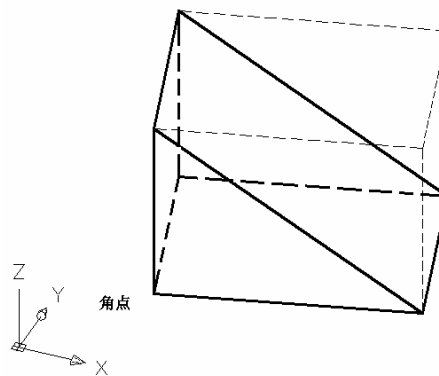



图 2-10 创建楔体表面

2.3.4 创建球面

球面是指球体的表面, AutoCAD 将用多边形网格来近似表示球面。

创建球面的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “曲面” → “三维曲面”。
- 工具栏：“曲面” → 。
- 命令行：3D 或 AI_SPHERE。

命令:AI_SPHERE

指定中心点给球面:

指定球面的半径或 [直径(D)]:

输入曲面的经线数目给球面 <16>:

输入曲面的纬线数目给球面 <16>:

球面是由多边形网格近似得到的，其纬线始终与当前 UCS 的 XY 平面相平行，并且中心轴与当前 UCS 的 Z 轴平行。图 2-11 显示了构成球面的各个几何要素的示意图。

2.3.5 创建上半球面

上半球面是指球面中沿赤道平面上方（Z 轴正向）的半个球面。

创建上半球面的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “曲面” → “三维曲面”。
- 工具栏：“曲面” → 。
- 命令行：3D 或 AI_DOME。

命令:AI_DOME

指定中心点给上半球面:

指定上半球面的半径或 [直径(D)]:

输入曲面的经线数目给上半球面 <16>:

输入曲面的纬线数目给上半球面 <8>:

创建上半球面的过程与创建球面相同，但创建结果是球面的一半，即从通过球心并与 XY 平面平行的平面开始，沿 Z 轴正方向一侧的半球面，如图 2-12 所示。

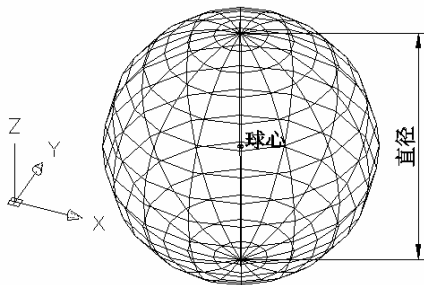


图 2-11 创建球面

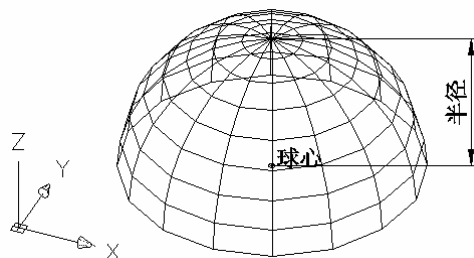


图 2-12 创建上半球面

2.3.6 创建下半球面

下半球面是指球面中沿赤道平面以下（Z 轴负向）的半个球面。

创建下半球面的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “曲面” → “三维曲面”。
- 工具栏：“曲面” → 。
- 命令行：3D 或 AI_DISH。

命令:AI_DISH

指定中心点给下半球面:

指定下半球面的半径或 [直径(D)]:

输入曲面的经线数目给下半球面 <16>:

输入曲面的纬线数目给下半球面 <8>:

创建下半球面的过程与创建球面相同,但创建结果是球面的一半,即从通过球心并与 XY 面平行的平面开始,沿 Z 轴负方向一侧的半球面,如图 2-13 所示。

2.3.7 创建圆锥面

圆锥面是指圆锥体的表面,其中也包括圆台面的表面。

创建圆锥面的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单：“绘图” → “曲面” → “三维曲面”。
- 工具栏：“曲面” → 。
- 命令行：3D 或 AI_CONE。

命令:AI_CONE

指定圆锥面底面的中心点:

指定圆锥面底面的半径或 [直径(D)]:

指定圆锥面顶面的半径或 [直径(D)] <0>:

指定圆锥面的高度:

输入圆锥面曲面的线段数目 <16>:

创建圆锥面时,通过设置顶面的半径可以得到圆锥面和圆台面两种形式的曲面,无论哪种形式,其底面始终与当前 UCS 的 XY 平面相平行,而高度与当前 UCS 的 Z 轴平行。图 2-14 显示了构成圆锥面的各个几何要素的示意图。

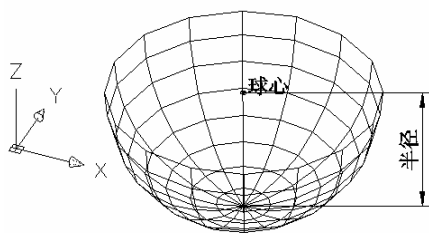


图 2-13 创建下半球面

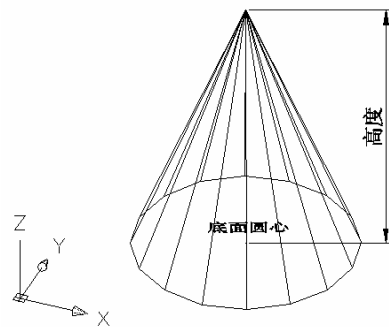


图 2-14 创建圆锥面

2.3.8 创建圆环面

圆环面是指圆环体的表面,AutoCAD 同样也是使用多边形网格来近似表示圆环面。

创建圆环面的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “曲面” → “三维曲面”。
- 工具栏：“曲面” → 。
- 命令行：3D 或 AI_TORUS。

命令:AI_TORUS

指定圆环面的中心点:

指定圆环面的半径或 [直径(D)]:

指定圆管的半径或 [直径(D)]:

输入环绕圆管圆周的线段数目 <16>:

输入环绕圆环面圆周的线段数目 <16>:

圆环面是由多边形网格近似表示的圆环体的表面，其圆管中心所在平面与当前 UCS 的 XY 平面平行，图 2-15 显示了构成圆环面的各个几何要素的示意图。

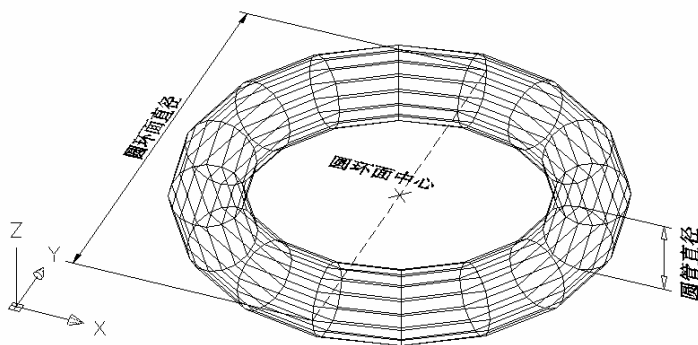


图 2-15 创建圆环面

在创建圆环面时，要求圆环面的半径和圆管半径都大于零，并且圆环面的半径要大于圆管半径。

2.3.9 创建网格

网格对象是对四边形按指定密度等分后所得到的多边形网格。

创建网格的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “曲面” → “三维曲面”。
- 命令行：3D 或 AI_MESH。

命令:AI_MESH

指定网格的第一角点:

指定网格的第二角点:

指定网格的第三角点:

指定网格的第四角点:

输入 M 方向上的网格数量:

输入 N 方向上的网格数量:

在创建网格对象时，需要依次指定四个角点，定义网格对象的外边界和 M、N 方向，并

分别指定网格在 M 向和 N 向上的密度。AutoCAD 将以角点 1 到角点 2 的方向为 M 向，以其相邻的边为 N 向，根据指定的密度自动生成网格对象。图 2-16 显示了构成网格的各个几何要素的示意图。

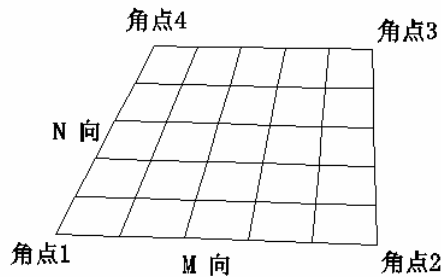


图 2-16 创建网格


2.4 基本的三维实体对象

AutoCAD 提供了一系列预定义的基本三维实体对象，这些对象提供了各种常用的、规则的三维模型组件。

2.4.1 创建长方体实体

长方体实体是指长方体所包括的三维空间，其中也包括立方体实体。

创建长方体实体的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “实体” → “长方体”。
- 工具栏：“实体” → 。
- 命令行：BOX。

命令:BOX

指定长方体的角点或 [中心点(CE)] <0,0,0>:

指定角点或 [立方体(C)/长度(L)]:

使用 BOX 命令创建的长方体实体，其底面始终与当前 UCS 的 XY 平面相平行，并且长方体的长度、宽度和高度分别与当前 UCS 的 X、Y 和 Z 轴平行。在指定长方体的长度、宽度和高度时，正值表示向相应的坐标值正向延伸，负值表示向相应的坐标值负向延伸。图 2-17 显示了构成长方体的各个几何要素的示意图。

根据长方体的各个几何要素，可以用以下几种方法创建长方体实体：

(1) 分别指定角点 1 和角点 3，AutoCAD 将根据这两点的位置以及两点之间 X、Y、Z 坐标的差值定义长方体。

(2) 分别指定角点 1 和角点 2，AutoCAD 根据这两点得到长方体的底面，然后指定长方体的高度，由此可以定义长方体。

(3) 指定了角点 1 后，可以选择“长度 (L)”命令选项，依次指定长方体的长度、宽度和高度，由此定义一个长方体。

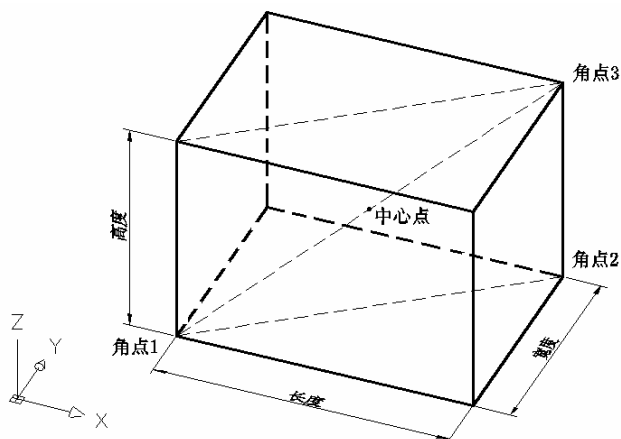


图 2-17 创建长方体实体

(4) 指定了角点 1 后, 可以选择“立方体 (C)”命令选项, 指定长方体的长度, AutoCAD 将宽度和高度设置为与长度相同的值, 由此定义一个立方体。

(5) 也可以选择“中心点 (CE)”命令选项, 指定长方体的中心点, 以取代角点 1, 然后可以使用以上四种方法创建长方体实体。

2.4.2 创建球体实体

球体实体是指球体所包含的三维空间。创建球体实体的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单: “绘图” → “实体” → “球体”。
- 工具栏: “实体” → 。
- 命令行: SPHERE。

```
命令: SPHERE
当前线框密度: ISOLINES=4
指定球体球心 <0,0,0>:
指定球体半径或 [直径(D)]:
```

使用 SPHERE 命令创建的球体实体, 其纬线始终与当前 UCS 的 XY 平面相平行, 并且中心轴与当前 UCS 的 Z 轴平行。图 2-18 显示了构成球体的各个几何要素的示意图。

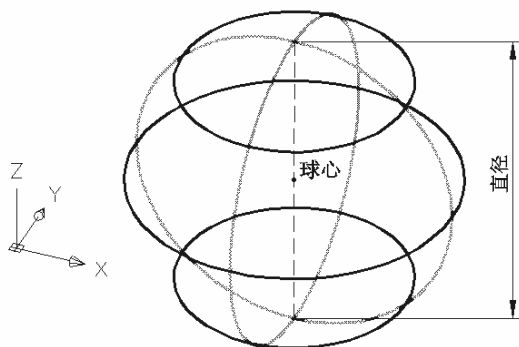


图 2-18 创建球体实体

在确定了球体的球心后，可以进一步指定球体的半径或直径，从而得到一个球体实体。

当球体实体显示为线框形式时，将利用球体的经线与纬线表示。线框的密度由系统变量 ISOLINES 确定，默认值为 4。图 2-19 中左侧和右侧的球体分别为 ISOLINES 取值为 4 和 8 时的显示情况。

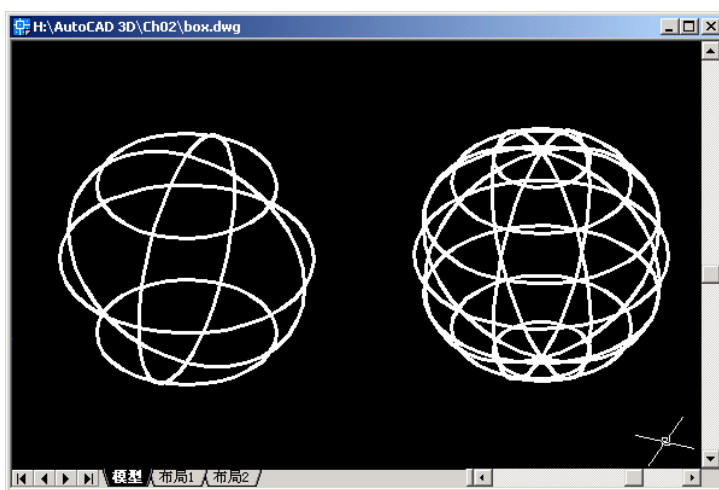



图 2-19 不同线框密度下的球体

2.4.3 创建圆柱体实体

圆柱体实体是指圆柱体所包含的三维空间，其中也包括椭圆柱体。

创建圆柱体实体的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “实体” → “圆柱体”。
- 工具栏：“实体” → 。
- 命令行：CYLINDER。

命令:CYLINDER

当前线框密度: ISOLINES=4

指定圆柱体底面的中心点或 [椭圆(E)] <0,0,0>:

指定圆柱体底面的半径或 [直径(D)]:

指定圆柱体高度或 [另一个圆心(C)]:

使用 CYLINDER 命令创建的圆柱体实体，如果根据其底面的圆心、半径以及圆柱体的高度进行定义，那么其底面始终与当前 UCS 的 XY 平面相平行，并且高度与当前 UCS 的 Z 轴平行。图 2-20 显示了构成圆柱体的各个几何要素的示意图。

此外，在指定了圆柱体一个底面的圆心和半径后，可以选择“另一个圆心 (C)”命令选项指定另一个底面的圆心，AutoCAD 将采用与第一个底面半径相同的值确定第二个底面的半径，并根据两个底面圆心的连线确定圆柱体的高度和方向。

除了圆柱体之外，CYLINDER 命令还可以创建椭圆柱体。在调用 CYLINDER 命令后，可以选择“椭圆 (E)”命令选项，指定椭圆柱体的第一底面，然后根据椭圆柱体的高度或另一个底面的圆心定义椭圆柱体，具体方法与创建圆柱体类似。

图 2-21 显示了构成椭圆柱体的各个几何要素的示意图。

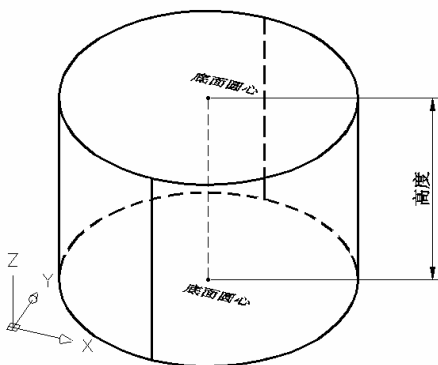


图 2-20 创建圆柱体实体

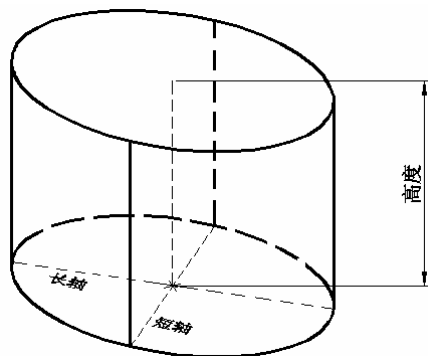



图 2-21 创建椭圆柱体实体

圆柱体实体同样根据系统变量 ISOLINES 的值控制线框的密度，图 2-20 中为 ISOLINES 取值为 4 时的圆柱体线框形式。

2.4.4 创建圆锥体实体

圆锥体实体是指圆锥体所包含的三维空间，其中也包括椭圆锥体。

创建圆锥体实体的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “实体” → “圆锥体”。
- 工具栏：“实体” → 。
- 命令行：CONE。

命令:CONE

当前线框密度: ISOLINES=4

指定圆锥体底面的中心点或 [椭圆(E)] <0,0,0>:

指定圆锥体底面的半径或 [直径(D)]:

指定圆锥体高度或 [顶点(A)]:

使用 CONE 命令创建圆锥体实体的过程与创建圆柱体实体类似，如果根据其底面的圆心、半径以及圆锥体的高度进行定义，那么其底面始终与当前 UCS 的 XY 平面相平行，并且高度与当前 UCS 的 Z 轴平行。图 2-22 显示了构成圆锥体的各个几何要素的示意图。

此外，在指定了圆锥体底面的圆心和半径后，可以选择“顶点 (A)”命令选项，指定圆锥体的顶点，AutoCAD 将根据顶点与底面圆心的连线确定圆锥体的高度和方向。

同样，CONE 命令还可以创建椭圆锥体。在调用 CONE 命令后，也可以选择“椭圆 (E)”命令选项，指定椭圆锥体的底面，然后根据椭圆锥体的高度或顶点定义椭圆锥体，具体方法与创建圆锥体类似。

图 2-23 显示了构成椭圆锥体的各个几何要素的示意图。

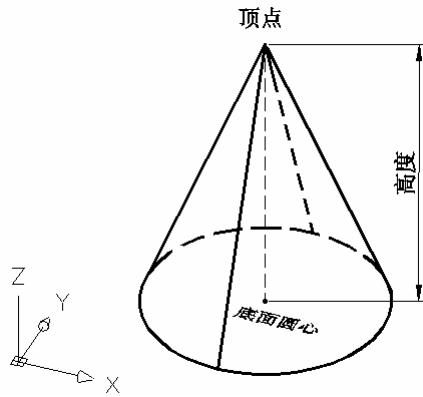


图 2-22 创建圆锥体实体

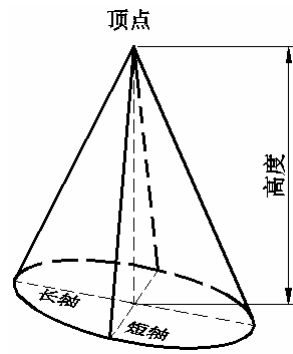


图 2-23 创建椭圆锥体实体

圆锥体实体同样根据系统变量 ISOLINES 的值控制线框的密度。

2.4.5 楔体实体

楔体实体是指将长方体沿对角面分开后所得到的半个长方体。

创建楔体实体的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “实体” → “楔体”。
- 工具栏：“实体” → 。
- 命令行：WEDGE。

命令:WEDGE

指定楔体的第一个角点或 [中心点(CE)] <0,0,0>:

指定角点或 [立方体(C)/长度(L)]:

楔体实体的创建过程与长方体实体完全相同，但其创建的结果是长方体实体的一半，并且使楔体的斜面部分正对着角点 1，如图 2-24 所示。

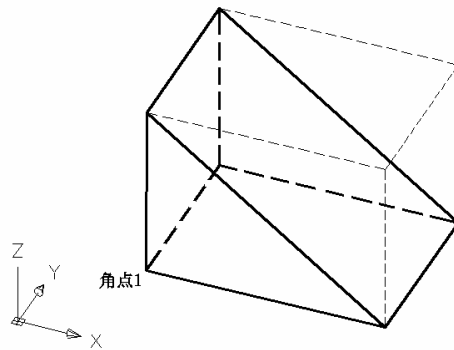


图 2-24 创建楔体实体

2.4.6 圆环体

圆环体实体是指圆环体所包含的三维空间，通过圆环体实体也可以创建两极凹陷或突起

的球体。

创建圆环体实体的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “实体” → “圆环体”。
- 工具栏：“实体” → 。
- 命令行：TORUS。

命令：TORUS

当前线框密度： ISOLINES=4

指定圆环体中心 <0,0,0>:

指定圆环体半径或 [直径(D)]:

指定圆管半径或 [直径(D)]:

使用 TORUS 命令创建的圆环体实体,其圆管中心所在平面与当前 UCS 的 XY 平面平行,图 2-25 显示了构成圆环体的各个几何要素的示意图。

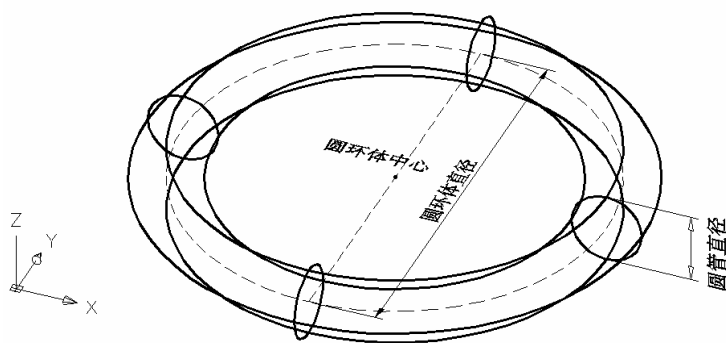


图 2-25 创建圆环体实体

由于圆环体实体是根据圆环体半径和圆管半径共同定义的,因此这两个半径的相关大小将影响着整个圆环体的形状。

(1) 在通常情况下,当圆环体半径和圆管半径均为正值,且圆环体半径大于圆管半径时,可以得到图 2-26 所示的带有中心孔的圆环体。

(2) 如果两个半径都是正值,且圆管半径大于圆环体半径,可以得到两极凹陷的球体(图 2-26 中左侧为线框模型,右侧为着色模型)。

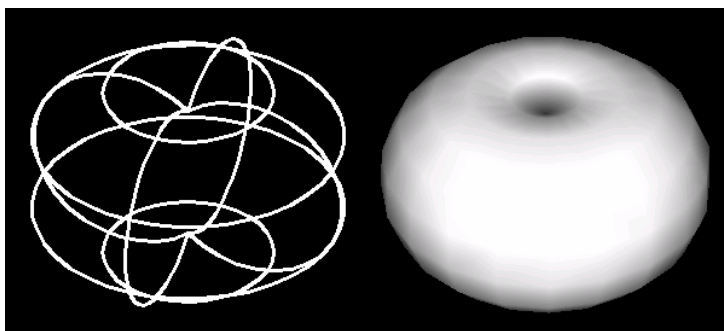


图 2-26 创建两极凹陷的球体实体

(3) 如果圆环体半径为负值，而圆管半径为正值，而且圆管半径大于圆环体半径的绝对值，则可以得到类似于图 2-27 所示的两极尖锐突出的球体（左侧为线框模型，右侧为着色模型）。

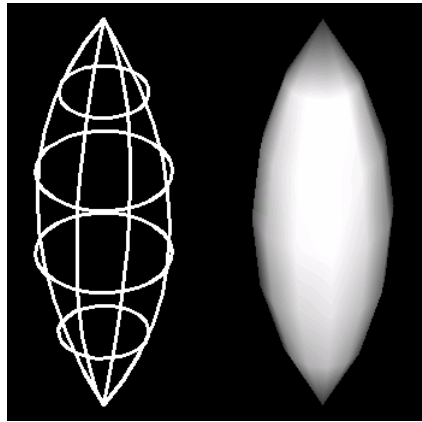


图 2-27 创建两极突起的球体实体

圆环体实体同样根据系统变量 ISOLINES 的值控制线框的密度。

思考题

1. 线框对象、曲面对象和实体对象的适用条件。
2. 曲面对象模型和实体对象模型的区别。

第 3 章 三维动态观察


本章主要讲述如何使用 AutoCAD 的三维动态观察器对三维模型进行观察，并进一步介绍了与其相关的其他命令的作用。

3.1 三维动态观察器

三维观察器的基本作用是进行三维动态观察，即使用光标实时地、交互地控制模型的显示，以便动态、全方位地显示目标模型。

1. 三维动态观察器概述

启用三维动态观察器的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“视图” → “三维动态观察器”。
- 工具栏：“标准”或“三维动态观察器” → 。
- 命令行：3DORBIT。

执行该命令后，将在当前视口中激活三维动态观察器，进入三维动态观察模式。此时在图形窗口中将显示一个绿色的圆形转盘，在其四个象限点处各有一个小圆，分别用于控制模型的动态显示。图 3-1 显示了激活三维动态观察器显示机械模型的示例。

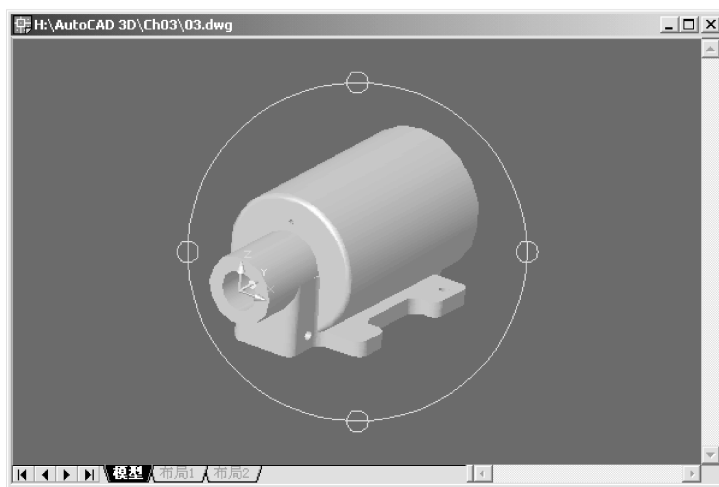




图 3-1 启动三维动态观察器


2. 三维动态观察的基本操作


进入三维观察模式后，转盘的中心将作为观察的目标点，并且该目标点保持不动。此时，可以在屏幕上拖动光标，三维动态观察器将根据光标的运动方向改变视点位置，使之绕圆盘中心（即目标点）移动，从而实现对目标模型的动态观察。

当拖动光标进行动态观察时,根据光标在三维观察器转盘的不同位置,AutoCAD 将用不同的方式变换视图,并通过改变光标的形状来表示当前的动态观察方式,具体包括以下几种情况:

(1) 当光标的位置处于转盘内部时,光标的形状为 。此时拖动光标,将使视点目标点旋转以得到相应的三维视图。

(2) 当光标的位置处于转盘外部时,光标的形状为 ,此时拖动光标,将使视图围绕通过转盘的中心并垂直于屏幕的轴旋转。这一操作称为“卷动”。

(3) 当光标的位置处于转盘的上、下两个小圆中时,光标的形状为 ,此时拖动光标,将使视图围绕通过转盘中心的水平轴旋转。

(4) 当光标的位置处于转盘的左、右两个小圆中时,光标的形状为 ,此时拖动光标,将使视图围绕通过转盘中心的垂直轴旋转。

3. 三维动态观察器的功能

三维动态观察器提供了多个命令,可以实现以下功能:

- ①实时平移或缩放三维视图。
- ②动态或连续变换三维视图。
- ③调整视点的位置和方向。
- ④设置和控制前向与后向剪裁平面。
- ⑤指定视图的投影方式。
- ⑥指定视图的着色模式。
- ⑦控制形象化辅助工具的显示。
- ⑧恢复初始视图或预置视图。

在三维动态观察器中,可以通过两种方式调用各种命令,第一种方式是单击鼠标右键弹出快捷菜单,选择相应的菜单项,如图 3-2 所示。另一种方式是使用“三维动态观察器”工具栏,如图 3-3 所示。



图 3-2 使用快捷菜单




图 3-3 三维动态观察器工具栏

3.2 三维视图变换

三维动态观察器提供了多种视图变换功能,可以实时平移、缩放视图,并可以调用各种

预置视图。


1. 平移视图

在三维动态观察器中，单击鼠标右键弹出快捷菜单，选择“平移”菜单项，可以利用光标控制三维视图的位置。此时，光标形状变为，在屏幕上单击并拖动光标时，视图将沿着光标拖动方向实时平移。

在没有启用三维动态观察器时，也可以调用以下命令，激活交互式三维视图并直接进入视图平移状态：

- 工具栏：“三维动态观察器” → 。
- 命令行：3DPAN。

2. 缩放视图


在三维动态观察器中，单击鼠标右键弹出快捷菜单，选择“缩放”菜单项，可以利用光标控制三维视图的大小。此时，光标形状变为，在屏幕上单击并垂直向上拖动光标可以放大图像，使对象显得更大或更近；单击并垂直向下拖动光标可以缩小图像，使对象显得更小或更远。

三维缩放视图的效果类似于调节相机的焦距，使被观察对象看起来更靠近或远离相机，但不改变相机的位置。

在没有启用三维动态观察器时，也可以调用以下命令，激活交互式三维视图并直接进入视图缩放状态：

- 工具栏：“三维动态观察器” → 。
- 命令行：3DZOOM。


3. 窗口缩放视图

在三维动态观察器中，单击鼠标右键弹出快捷菜单，选择“其他” → “窗口缩放”菜单项，可以利用光标指定三维视图显示的区域。此时，光标形状变为，即可以在屏幕上单击并拖动光标以确定一个区域，AutoCAD 将自动缩放视图，使该区域内的图形放大显示在整个窗口中。

4. 范围缩放视图

在三维动态观察器中，单击鼠标右键弹出快捷菜单，选择“其他” → “范围缩放”菜单项，此时，AutoCAD 将自动根据当前图形中全部对象的位置来调整三维视图，使得视图居中显示，并使所用对象都能够显示在当前窗口中。

5. 连续观察

在三维动态观察器中，单击鼠标右键弹出快捷菜单，选择“其他” → “连续观察”菜单项，可以利用光标控制三维视图的动态显示。此时，光标形状变为，在屏幕上单击并拖动光标时，将使图形沿光标运动方向动态显示，并在弹起鼠标按键后仍保持原来的运动方向自动连续显示。在拖动光标时的速度决定了图形显示的旋转速度。在连续观察时重新单击并拖动光标，可以关闭连续观察的方向和速度。

在没有启用三维动态观察器时，也可以调用以下命令，激活交互式三维视图并直接进入

视图连续观察状态:

- 工具栏: “三维动态观察器” → 。
- 命令行: 3DCORBIT。

6. 重置视图

在三维动态观察器中, 单击鼠标右键弹出快捷菜单, 选择“重置视图”菜单项, 此时, AutoCAD 自动将当前视图重新设置为启动三维动态观察器时最初的视图。


7. 预置视图

在三维动态观察器中, 单击鼠标右键弹出快捷菜单, 选择“预置视图”子菜单中的各个菜单项, 可以分别将当前视图设置为“俯视图”、“仰视图”、“主视图”、“后视图”、“左视图”、“右视图”六个标准正交视图, 以及“西南等轴测”、“东南等轴测”、“东北等轴测”、“西北等轴测”四个标准等轴测视图。

3.3 视图调整与设置

在三维动态观察器中, 还可以对视点的位置和角度、前向和后向剪裁平面的距离、以及视图的投影方式等进行调整, 并可以控制剪裁平面和各种形象化辅助工具的启闭状态。


1. 调整距离

在三维动态观察器中, 单击鼠标右键弹出快捷菜单, 选择“其他” → “调整距离”菜单项, 可以利用光标控制相机与目标之间的距离。此时, 光标形状变为 , 在屏幕上单击并垂直向上拖动光标可以使相机靠近目标, 使对象显得更大; 单击并垂直向下拖动光标可以使相机远离目标, 使对象显得更小。

在没有启用三维动态观察器时, 也可以调用以下命令, 激活交互式三维视图并直接进入调整距离状态:

- 工具栏: “三维动态观察器” → 。
- 命令行: 3DDISTANCE。

2. 旋转相机

在三维动态观察器中, 单击鼠标右键弹出快捷菜单, 选择“其他” → “旋转相机”菜单项, 可以利用光标改变目标的位置和视图的偏转角度。此时, 光标形状变为 , 即可在屏幕上单击并拖动光标时, 对象沿着相反的方向转动。

在没有启用三维动态观察器时, 也可以调用以下命令, 激活交互式三维视图并直接进入旋转相机状态:

- 工具栏: “三维动态观察器” → 。
- 命令行: 3DSWIVEL。

3. 动态观察设置

在三维动态观察器中, 单击鼠标右键弹出快捷菜单, 选中“其他” → “固定 Z 轴动态观察”菜单项, 在进行三维动态观察时, 转盘圆圈中水平拖动或从转盘左边或右边的小圆上拖

动光标改变视图，可以保持 Z 轴当前的方向。这一设置可以保证在动态观察对象时避免对象翻转。

在三维动态观察器中，单击鼠标右键弹出快捷菜单，选中“其他”→“动态观察使用自动目标”菜单项，在进行三维动态观察时，将目标点保持在正查看的对象上；取消该菜单项的选择，则在观察时目标点保持在视口的中心点。

4. 设置剪裁平面

剪裁平面用于控制模型在与视图平行方向上的显示范围，剪裁平面分为前向剪裁平面和后向剪裁平面两种，当前向与后向剪裁平面被打开时，只有位于前向和后向剪裁平面之间的模型才能够在屏幕上显示出来，而剪裁平面之外的任何对象都会隐藏起来。

在三维动态观察器中，可以分别控制前向和后向剪裁平面在视图中的位置。具体方法是单击鼠标右键弹出快捷菜单，选择“其他”→“调整剪裁平面”菜单项，在弹出的窗口中可以对前向和后向剪裁平面分别进行设置，如图 3-4 所示。

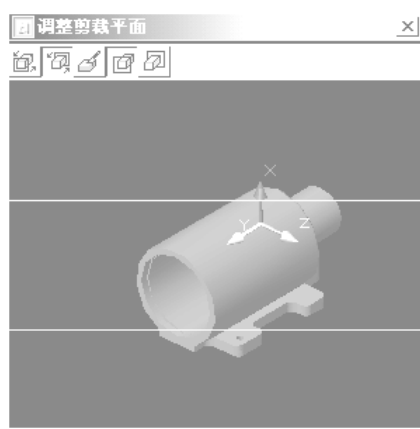





图 3-4 调整剪裁平面


在“调整剪裁平面”窗口中，沿着与当前视图垂直方向显示视图中的三维模型，并分别显示了前向和后向剪裁平面。由于剪裁平面与视图平行，因此剪裁平面在该窗口中显示为直线。其中，窗口下部的白色直线表示前向剪裁平面，上部的绿色直线表示后向剪裁平面。

在“调整剪裁平面”窗口中，光标的形状为。此时，可以在该窗口中拖动光标，以分别改变前向和后向剪裁平面的位置，并可使用该窗口的工具栏进行以下各种操作：


(1) 按下按钮，可以调整前向剪裁平面的位置。在窗口中单击并拖动光标，前向剪裁平面将随之移动。如果已经启用了前向剪裁平面，则视图中模型的显示也将随着用户的调整而发生变化，以反映前向剪裁平面的剪裁效果。

(2) 按下按钮，可以调整后向剪裁平面的位置。在窗口中单击并拖动光标，后向剪裁平面将随之移动。如果已经启用了后向剪裁平面，则视图中模型的显示也将随着用户的调整而发生变化，以反映后向剪裁平面的剪裁效果。

(3) 按下按钮，可以同时调整前向剪裁平面和后向剪裁平面的位置。此时在窗口中单击并拖动光标，前向和后向剪裁平面将同时随之移动。

(4) 按下按钮，可以打开前向剪裁平面。此时，视图中将不显示前向剪裁平面之外

的模型。

(5) 按下  按钮，可以打开后向剪裁平面。此时，视图中将不显示后向剪裁平面之外的模型。

例如，图 3-5 中显示了启用前向和后向剪裁平面时的剪裁效果。

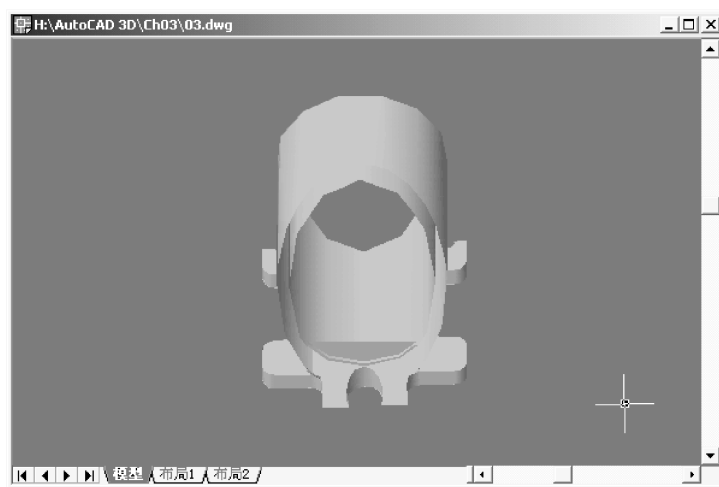



图 3-5 使用剪裁平面



在没有启用三维动态观察器时，也可以调用以下命令，激活交互式三维视图并直接打开调整剪裁平面窗口：

- 工具栏：“三维动态观察器” → .
- 命令行：3DCLIP。

5. 启闭剪裁平面

在三维动态观察器中，单击鼠标右键弹出快捷菜单，选中“其他” → “启用前向剪裁”菜单项，可以使前向剪裁平面生效；取消该菜单项的选择，则不使用前向剪裁。同样，选中“其他” → “启用后向剪裁”菜单项，可以使后向剪裁平面生效；取消该菜单项的选择，则不使用后向剪裁。

此外，也可以使用工具栏控制剪裁平面的开关：

- 工具栏：“三维动态观察器” →  和 .

注意：如果在退出三维动态观察器视图时打开剪裁平面，则它们在二维和三维视图仍保持为打开。

6. 指定投影方式

在以前所讲述过的所有三维视图都是基于平行投影而产生的视图，平行投影可以在正投影面上准确地反映出三维对象的尺寸，便于图形的绘制和测量。但是，实际上人们观察对象时的视觉效果与平行投影所得到的视图不同，因为眼睛所获得的图像是从四面八方汇集到一点所得到的，这样的图像是从一点出发、将三维对象向四周投影的方法近似得到，这种投影方法被称为透视投影。透视投影的示意图如图 3-6 所示。

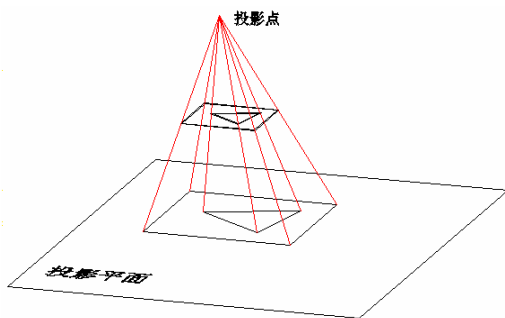


图 3-6 透视投影的示意图

从透视投影的基本原理可以看出，使用透视投影得到的图形虽然不能准确地反映三维对象的尺寸，但却可以得到更为逼真的视觉效果。因此，通常使用平行投影视图进行三维建模后，可以在创建三维模型的渲染图像时使用透视视图，以得到更为真实的图像效果。

在三维动态观察器中，单击鼠标右键弹出快捷菜单，选择“投影”→“透视”菜单项，可以将当前三维视图的投影方式设置为透视投影，从而在屏幕上得到三维对象的透视视图。例如，图 3-7 中显示了使用透视投影所得到的机械模型的透视视图。

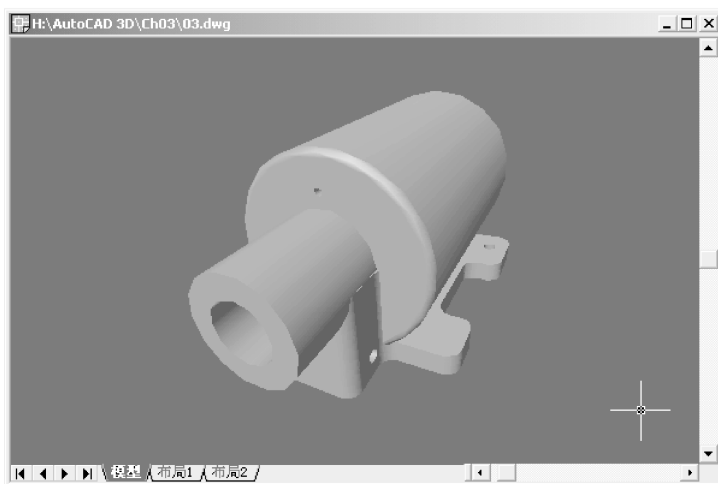


图 3-7 透视视图

在三维动态观察器中生成透视视图后，在退出三维动态观察模式后仍将保持透视投影状态，此时不能进行编辑、拾取点、缩放或平移等操作。如果需要在透视模式下改变视图，则需要重新启动三维动态观察器进行视图变换，或在三维动态观察器的快捷菜单中选择“投影”→“平行”菜单项，将投影方式改回到平行投影。

7. 使用形象化辅助工具

在三维动态观察器中，单击鼠标右键弹出快捷菜单，选择“形象化辅助工具”子菜单中的菜单项，可以控制形象化辅助工具的显示与否。在三维视图使用这些工具，可以更为形象直观地观察三维对象。三维动态观察器中的形象化辅助工具包括以下三种：

- (1) 选中快捷菜单中的“形象化辅助工具”→“坐标球”菜单项，可以在图形中显示一

个三维的坐标球，以帮助用户定位当前观察方向在三维空间中的角度，如图 3-8 所示。

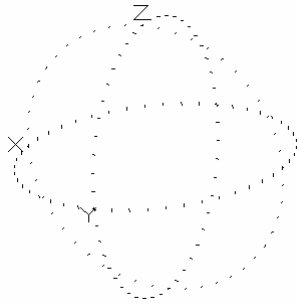


图 3-8 坐标球

坐标球的显示状态由系统变量 COMPASS 的值控制。

(2) 选中快捷菜单中的“形象化辅助工具”→“栅格”菜单项，可以在 UCS 构造平面上显示栅格，以显示构造平面的位置，如图 3-9 所示：

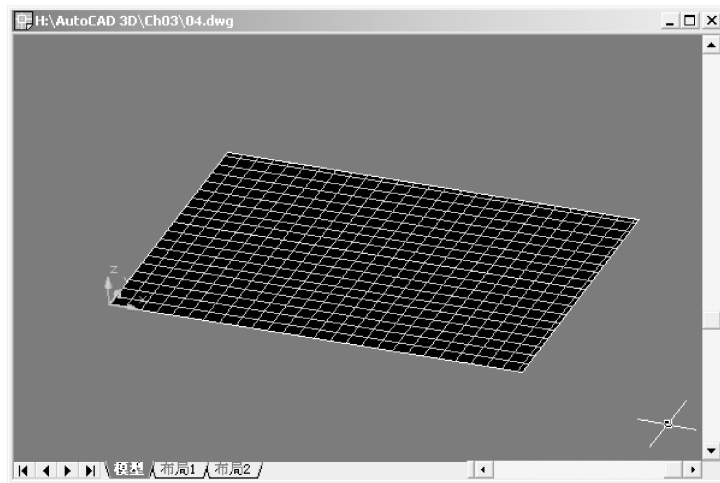


图 3-9 在图形中显示栅格

栅格的设置与二维绘图中完全相同。

(3) 选中快捷菜单中的“形象化辅助工具”→“UCS 图标”菜单项，可以在图形中显示 UCS 图标，参见图 3-9。

当在三维动态观察器中激活了各种形象化辅助工具后，即使退出三维动态观察器，这些形象化辅助工具仍显示在视图中。而在 SHADEMODE 命令中选择“二维线框 (2D)”命令选项，这些形象化辅助工具将会关闭。

3.4 选择着色模式

在三维视图中，除了使用线框模式显示三维模型之外，还可以使用消隐模式或各种着色模式显示模型，以表现模型的表面和立体感。

3.4.1 设置着色模式

在三维动态观察器中，单击鼠标右键弹出快捷菜单，选择“着色模式”子菜单中的菜单项，可以控制三维对象的显示形式。在三维动态观察器中可以将三维对象的显示形式设置为以下几种模式：

(1) 选中快捷菜单中的“着色模式”→“线框图”菜单项，可以使用线框模式表示三维对象。即使对于曲面对象和实体对象，也都不显示其面的信息，而是使用直线和曲线表示对象的边界。图 3-10 显示了以线框模式显示的机械模型。

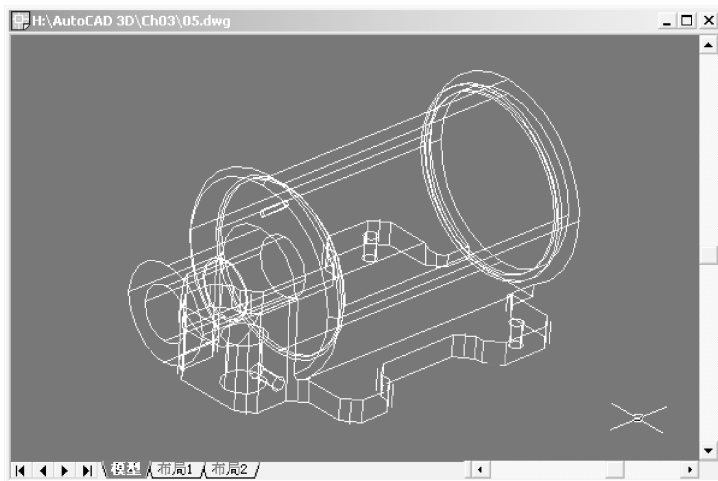


图 3-10 线框图示例

(2) 选中快捷菜单中的“着色模式”→“消隐”菜单项，可以使用消隐模式表示三维对象。消隐模式也是使用线框形式表示三维对象，区别在于消隐图中不显示表示后向面的线框。图 3-11 显示了以消隐模式显示的机械模型。

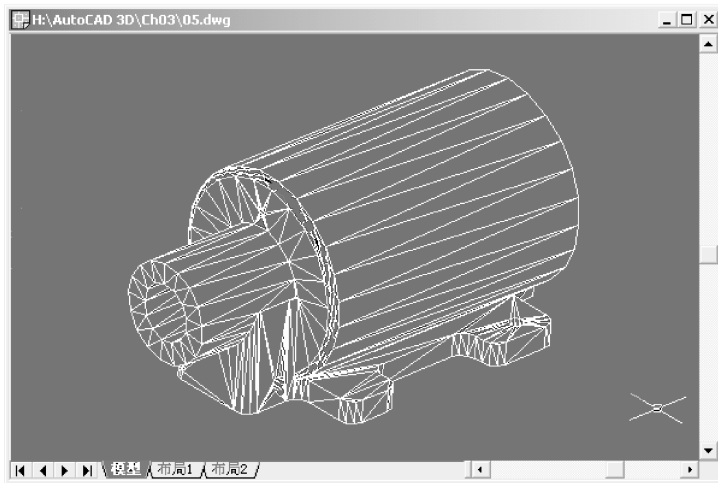


图 3-11 消隐图的示例

(3) 选中快捷菜单中的“着色模式”→“平面着色”菜单项，可以使用平面着色模式表示三维对象。即对于面域、曲面和实体等具有面的对象，可以在视图中用对象的颜色对每个面进行着色，从而更加形象直观地表现三维对象。图 3-12 显示了以平面着色模式显示的机械模型。

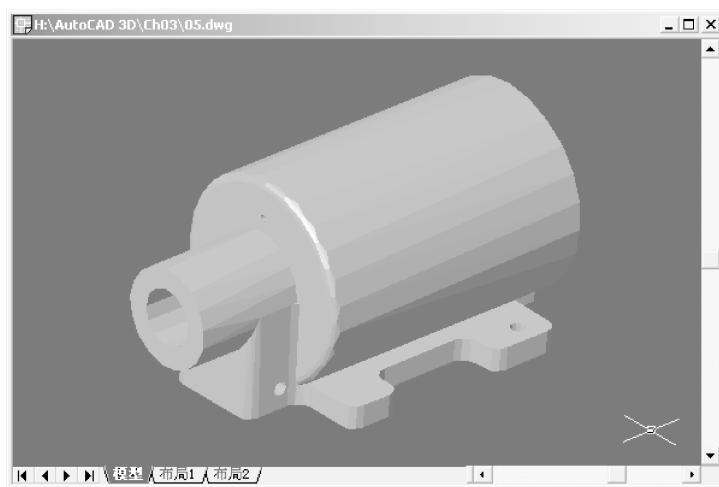


图 3-12 平面着色的示例

(4) 选中快捷菜单中的“着色模式”→“体着色”菜单项，可以使用体着色模式表示三维对象。体着色是在平面着色的基础上，将对象的边进行平滑处理，从而使着色后的对象更为平滑。尤其是对于曲面，使用体着色模式显示可以比平面模式更为接近真实的情况。图 3-13 显示了以体着色模式显示的机械模型。

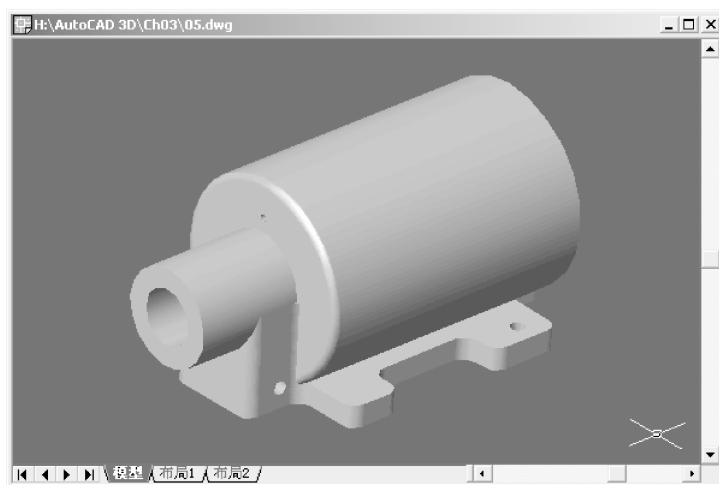


图 3-13 体着色的示例

(5) 选中快捷菜单中的“着色模式”→“带边框平面着色”菜单项，可以同时使用线框和平面着色模式表示三维对象，即在对三维对象进行平面着色的同时显示其所有的线框。图 3-14 显示了以带边框平面着色模式显示的机械模型。

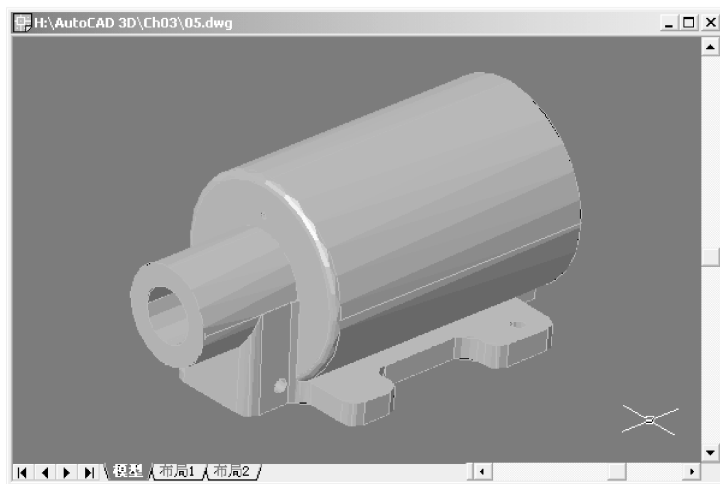


图 3-14 带边框平面着色的示例

(6) 选中快捷菜单中的“着色模式”→“带边框体着色”菜单项，可以同时使用线框和体着色模式表示三维对象，即在对三维对象进行体着色的同时显示其所有的线框。图 3-15 显示了以带边框体着色模式显示的机械模型。

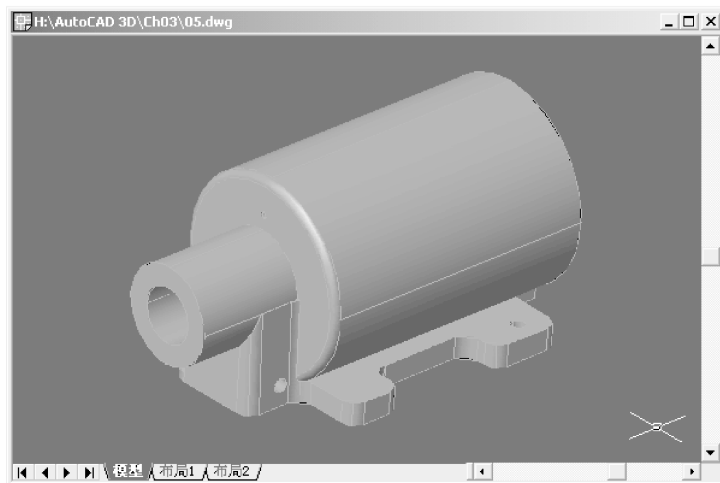



图 3-15 带边框体着色的示例

3.4.2 创建消隐视图

除了在三维动态观察器中，通过选择快捷菜单中的“着色模式”→“消隐”菜单项创建消隐视图之外，还可以在不启用三维动态观察器的情况下，直接使用消隐命令创建消隐视图。

创建消隐视图的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“视图”→“消隐”。
- 工具栏：“渲染”→ 。

- 命令行: HIDE。

在使用 HIDE 命令创建消隐视图时, AutoCAD 认为圆、实体、宽线、文字、面域、多段线线段、三维面、多边形网格和非零厚度对象的拉伸边是不透明的表面, 它们可以隐藏对象, 也就是说, 不显示位于这些对象后面的图形。

在使用 HIDE 命令创建的消隐视图后, 启用三维动态观察器后将自动选中“着色模式”→“消隐”菜单项。

需要说明的是 HIDE 命令不可以用于其图层被冻结的对象, 但可以用于图层被关闭的对象。

在消隐视图中, 有两个系统变量影响着消隐视图的显示:

(1) 系统变量 DISPSILH 控制着消隐视图中三维实体对象的轮廓边。将该系统变量值设置为 0 时, 在消隐视图中不使用网格显示实体对象; 将该值设置为 1 时, 将在实体对象被消隐时显示网格。

(2) 系统变量 HIDE TEXT 控制着消隐视图中文字对象的显示状态。将该系统变量设置为“Off”, 将在消隐视图中显示文字对象, 而不论是否被其他对象遮盖, 同时文字对象遮盖的对象也不受影响; 如果设置为“On”, 将在消隐视图中隐藏文字对象。

3.4.3 创建着色视图

除了在三维动态观察器中, 通过选择快捷菜单中的“着色模式”子菜单中的各种菜单项创建着色视图之外, 还可以在不启用三维动态观察器的情况下, 直接使用着色命令创建着色视图。

创建着色视图的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单: “视图”→“着色”→“二维线框”、“三维线框”、“消隐”、“平面着色”、“体着色”、“带边框平面着色”、“带边框体着色”。

- 命令行: SHADEMODE。

```
命令: SHADEMODE
当前模式: 带边框平面着色
输入选项
[二维线框(2D)/三维线框(3D)/消隐(H)/平面着色(F)/体着色(G)/带边框平面着色(L)/带边框体着色(O)] <带边框平面着色>:
...
```

利用 SHADEMODE 命令可以直接在视口中创建着色视图, 而不必启动三维动态观察器。在 SHADEMODE 命令中, 可以设置以下几种着色模式。

(1) 选择“二维线框(2D)”命令选项, 可以使用线框模式表示三维对象, 即使用直线和曲线表示对象的边界。在二维线框模式下, UCS 图标为不着色的三维形式, 此时光栅和 OLE 对象、线型及线宽都是可见的, 而坐标球将隐藏。

(2) 选择“三维线框(3D)”命令选项, 可以使用线框模式表示三维对象。与二维线框不同的是, 在三维线框图中, UCS 图标显示为着色的三维形式, 并且光栅和 OLE 对象、线型及线宽均隐藏, 但可以在视图中显示坐标球。

(3) 选择“消隐(H)”命令选项, 可以使用消隐模式显示三维对象。

(4) 选择“平面着色 (F)”命令选项, 可以使用平面着色模式显示三维对象。

(5) 选择“体着色 (G)”命令选项, 可以使用体着色模式显示三维对象, AutoCAD 将对三维对象的边进行平滑。

(6) 选择“带边框平面着色 (L)”命令选项, 可以同时使用“平面着色”和“线框”模式显示三维对象。

(7) 选择“带边框体着色 (O)”命令选项, 可以同时使用“体着色”和“线框”模式显示三维对象。

在使用 SHADEMODE 命令创建着色视图后, 在启用三维动态观察器后将自动选中“着色模式”子菜单中相应的菜单项。其中三维动态观察器中的“线框”模式相当于 SHADEMODE 命令中的“三维线框”模式。

在 AutoCAD 2002 中, 为了保持兼容性, 还可以使用 SHADE 命令创建着色视图。该命令相当于 SHADEMODE 命令中的“带边框平面着色 (L)”命令选项。

3.4.4 图形配置设置

对于图形在视图中显示, 可以在系统选项中进行设置。比如, 使用三维动态观察器或 SHADEMODE 命令设置着色视图时, 如果将视图设置为“平面着色”、“体着色”、“带边框平面着色”或“带边框体着色”等模式时, 可以在视图显示光源和材质。关于光源和材质请参见第 6 章。

选择“工具”→“选项”菜单, 在弹出的对话框中选择“系统”选项卡, 如图 3-16 所示。

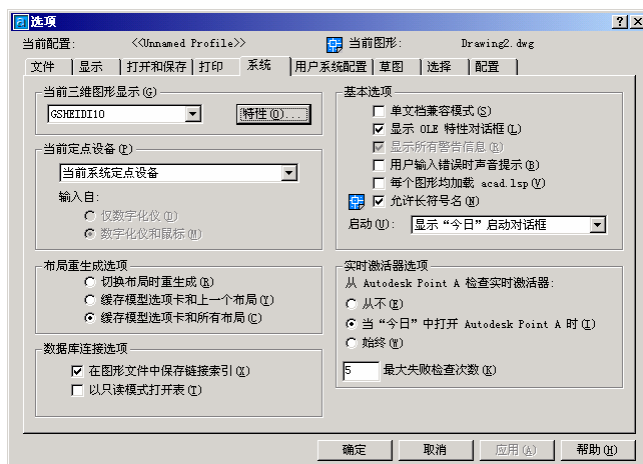


图 3-16 “选项”对话框

在“系统”选项卡的“当前三维图形显示”组框中, 可以设置图形显示所使用的图形系统和特性。单击“特性”按钮, 在弹出的对话框中可以设置图形显示的特性, 如图 3-17 所示。

该对话框中的图形配置设置将影响三维对象的显示方式, 可以对以下显示特性进行设置。

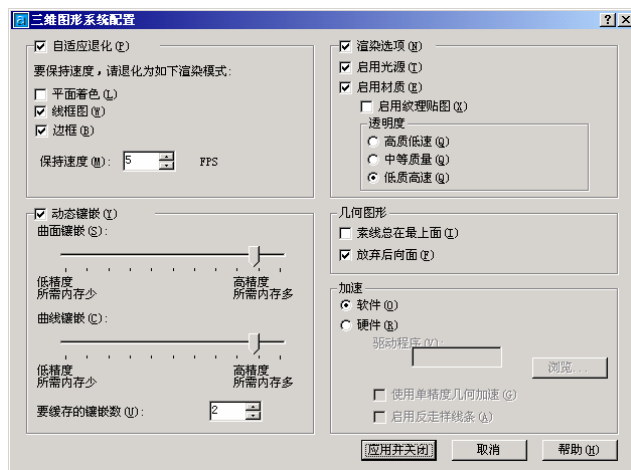


图 3-17 设置图形显示特性

(1) 选中“自适应退化”复选框，可以指定为了保持视图操作速度而使用自适应退化显示图形的模式；取消该复选框，将不使用图形退化。

①选中“平面着色”复选框，可以在图形的自适应退化时改变为平面着色模式。

②选中“线框图”复选框，可以在图形的自适应退化时改变为线框模式，从而可以使用较少的系统资源并可以使图形移动速度加快。

③选中“边框”复选框，可以在图形的自适应退化时改变为边框模式，即显示一个框来代替视图中的每个对象。该选项所要求的系统资源最少，从而进一步加快图形的移动速度。

④在“保持速度”计数器中，可以指定图形的显示速度，单位为 EPS（帧每秒）。AutoCAD 将退化图形以保持指定的速度。

(2) 选中“动态镶嵌”复选框，可以设置确定图形中对象平滑度的选项。AutoCAD 使用素线来显示曲线和曲面，使用的素线越多，显示出的曲线和曲面就越光滑。使用动态镶嵌将绘制多条素线显示曲线和曲面对象，但比使用静态镶嵌需要更多的系统资源。取消该复选框，可使用静态镶嵌。

①使用“曲面镶嵌”滑动条，可以确定图形中曲面的细节数目。该数目越高，提供的细节越多，但是需要使用的素线和内存也越多。

②使用“曲线镶嵌”滑动条，可以确定图形中曲线的细节数目。该数目越高，提供的细节越多，但是需要使用的素线和内存也越多。

③在“要高速缓存的镶嵌数”计数器中，可以根据内存和性能要求配置系统。如果有多个视口（带有不同的视图），则有必要将该值设置为 2 或更高，以加快显示速度，但将需要更多的内存。

(3) 选中“渲染选项”复选框，使设置可用来增强显示三维视图中的光源、材质、纹理和透明度等。取消该复选框，则不在三维视图中显示。

①选中“启用光源”复选框，可以在三维视图中显示光源，用于照亮对象和附着的材质。如果没有在图形中添加光源，将使用默认系统光源。

注意：在三维视图中启用的光源不会显示阴影。

②选中“启用材质”复选框，可以在三维视图中显示附着于模型上的各种材质。如果对象没有附着的材质，将使用默认全局材质。

注意：在三维视图中启用的材质，不显示三维纹理、凹凸贴图、不透明贴图、折射和反射等特性。

③如果选中“启用材质”复选框，还可以进一步选中“启用纹理贴图”复选框，在三维视图中显示附着于模型上的各种纹理贴图。

④如果选中“启用材质”复选框，还可以进一步在“透明度”组框中调整透明度质量，以提高图像质量。

(4) 选中“几何图形”复选框，可以设置在三维图形中如何显示素线以及是否在三维图形中显示后向面。

①选中“素线总在最上面”复选框，可以指定在所有着色模式中是否为前向面和后向面显示素线。

②选中“放弃后向面”复选框，可以指定是否在图形中绘制后向面。

(5) 选中“加速”复选框，可以指定是否需要在三维视图中使用软件和硬件加速。

①选择“软件”单选按钮，可以使用软件图形系统来绘制三维视图中的图形。

②选择“硬件”单选按钮，可以选择使用硬件图形卡来执行三维视图中的大多数绘图任务，以加快绘图速度。


3.5 其他相关命令

在 AutoCAD 中使用三维动态观察器查看三维模型时，除了三维动态观察器本身的设置和命令之外，还将受到其他一些 AutoCAD 命令的影响。

3.5.1 相机设置

在启用三维动态观察器查看三维对象时，默认的目标位置是三维视图的中心。为了更好地观察三维对象，可以在启动三维动态观察器之前，使用相机设置命令重新指定相机的位置和观察目标的位置，从而使得启动三维动态观察器后能够将被观察的对象置于三维视图的中心。

相机设置的命令调用方式和执行过程为：

- 工具栏：“视图” → 
- 命令行：CAMERA

```
命令:CAMERA  
指定新相机位置 <-14.8562,9.6936,6.5152>:  
指定新相机目标 <0.7214,2.2938,0.0643>:  
正在重生成模型。
```

使用 CAMERA 命令可以分别设置当前三维视图的视点位置和目标位置。在启动三维动态观察器时，将根据当前的相机及其目标位置确定三维视图，并将目标位置置于三维视图的中心。

3.5.2 三维动态观察器的特性

对于三维动态观察器，可以使用“特性”窗口显示和修改其各种属性和设置。也可以选择“工具”→“特性”菜单弹出“特性”窗口，然后激活三维动态观察器，此时“特性”窗口中将显示三维动态观察器的特性，如图 3-18 所示。

(1) 在“相机”栏中，可以查看并修改当前三维视图中的相机参数，包括：

①在“X 坐标”、“Y 坐标”和“Z 坐标”项目中，可以查看并修改相机所在位置的三维坐标值。

②在“目标 X 坐标”、“目标 Y 坐标”和“目标 Z 坐标”项目中，可以查看并修改当前视口中相机目标位置的三维坐标值。该值保存在只读的系统变量 TARGET 中。

③在“镜头长度”项目中，可以查看并修改相机的镜头长度，单位为毫米。该值保存在只读的系统变量 LENSLENGTH 中。

④在“摆动角度”项目中，可以查看和修改当前视口中的视图扭转角度。该值保存在只读的系统变量 VIEWTWIST 中。

⑤在“视图高度”和“视图宽度”项目中，可以查看和修改当前视口中的视图高度和宽度。

(2) 在“剪裁”栏中，可以查看并修改当前三维视图的剪裁面设置，包括：

①在“前向面”项目中，可以查看并修改前向剪裁平面与目标平面的距离。该值保存在只读的系统变量 FRONTZ 中。

②在“后向面”项目中，可以查看并修改后向剪裁平面与目标平面的距离。该值保存在只读的系统变量 BACKZ 中。

③在“剪裁”项目中，可以设置前向剪裁平面和后向剪裁平面的开关。该值保存在只读的系统变量 VIEWMODE 中。

(3) 在“着色”栏中，可以在“着色模式”项目中设置当前视口中的着色模式。

(4) 在“形象化辅助工具”栏中，可以设置三维动态观察器中各种形象化辅助工具的开关状态。

①在“坐标球”项目中，可以设置指南针的开关状态。

②在“栅格”项目中，可以设置栅格的开关状态。

③在“UCS 图标”项目中，可以设置 UCS 图标的开关状态。也可以通过系统变量 UCSICON 进行控制。



图 3-18 三维动态观察器的特性

3.5.3 设置视图

在 AutoCAD 2000 版之前的版本中，可以使用 DVIEW 命令进行视图设置，其作用相当于现在的三维动态观察器。该命令在 AutoCAD 2000 版之后的各个版本中均得到保留，

下面具体讲述该命令的使用方法。

设置视图的命令调用方式和执行过程为：

- 命令行：DVIEW

命令:DVIEW

选择对象或 <使用 DVIEWBLOCK>:

输入选项

[相机(CA)/目标(TA)/距离(D)/点(PO)/平移(PA)/缩放(Z)/扭曲(TW)/剪裁(CL)/隐藏(H)/关(O)/放弃(U):

...

使用 DVIEW 命令可以动态地设置三维视图，并且可以设置视图的投影方式和剪裁平面等。调用 DVIEW 命令后，首先需要选择图形对象，用于在该命令的执行过程中显示视图的变化。也可以选择“使用 DVIEWBLOCK”命令选项，使用一个名为 DVIEWBLOCK 的特殊图形，在命令执行过程中显示视图变化。该图形使用房屋造型代表三维模型，如图 3-19 所示。

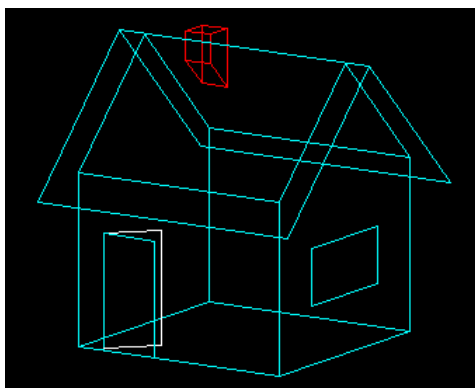


图 3-19 DVIEWBLOCK 图形

使用 DVIEW 命令可以进行如下各种操作：

- (1) 可以直接指定两点，根据这两点围绕目标点改变相机位置，从而确定新的视图。也可以分别以方向角和幅值角确定相机的位置。方向角指示视图的前方，而幅值角确定查看距离，两个角度中间用逗号分开，且必须是正值。
- (2) 选择“相机 (CA)”命令选项，可以修改相机的位置。

输入选项

[相机(CA)/目标(TA)/距离(D)/点(PO)/平移(PA)/缩放(Z)/扭曲(TW)/剪裁(CL)/隐藏(H)/关(O)/放弃(U): ca

指定相机位置，输入与 XY 平面的角度，

或 [切换角度单位(T)] <29.6080>:

指定相机位置，输入在 XY 平面上与 X 轴的角度，

或 [切换角度起点(T)] <29.60802>:

可以直接指定相机的新位置，也可以分别指定相机与目标点之间连线与 XY 平面的夹角，以及在 XY 平面上与 X 轴的夹角，根据这两个角度绕目标点旋转相机，以确定新的相机位置。

(3) 选择“目标 (TA)”命令选项，可以修改观察目标的位置。

输入选项

[相机(CA)/目标(TA)/距离(D)/点(PO)/平移(PA)/缩放(Z)/扭曲(TW)/剪裁(CL)/隐藏(H)/关(O)/放弃(U): ta

指定相机位置，输入与 XY 平面的角度，

或 [切换角度单位(T)] <-31.2681>:

指定相机位置，输入在 XY 平面上与 X 轴的角度，

或 [切换角度起点(T)] <-31.26806>:

与确定相机位置相同，可以直接指定目标的新位置，或通过两个角度绕相机旋转目标点，以确定新的目标位置。

(4) 选择“距离 (D)”命令选项，可以修改相机与目标之间的位置。

输入选项

[相机(CA)/目标(TA)/距离(D)/点(PO)/平移(PA)/缩放(Z)/扭曲(TW)/剪裁(CL)/隐藏(H)/关(O)/放弃(U): d

指定新的相机目标距离 <4.6686>:

可以直接指定相机与目标点之间的距离，AutoCAD 将相对于目标沿着视线移近或移远相机。也可以拖动光标动态改变相机与目标点之间的距离，并在合适的位置单击左键确定。

注意：此选项将打开透视投影方式，生成透视视图。

(5) 选择“点 (PO)”命令选项，可以分别使用三维坐标来指定目标点和相机点位置。

输入选项

[相机(CA)/目标(TA)/距离(D)/点(PO)/平移(PA)/缩放(Z)/扭曲(TW)/剪裁(CL)/隐藏(H)/关(O)/放弃(U): po

指定目标点 <6.6385, 1.3899, 0.1619>:

指定相机点 <1.0831, 4.7634, 4.1087>:

(6) 选择“平移 (PA)”命令选项，可以根据指定的两点平移当前视图。

输入选项

[相机(CA)/目标(TA)/距离(D)/点(PO)/平移(PA)/缩放(Z)/扭曲(TW)/剪裁(CL)/隐藏(H)/关(O)/放弃(U): pa

指定位移基点:

指定第二点:

(7) 选择“缩放 (Z)”命令选项，可以缩放当前视图。

输入选项

[相机(CA)/目标(TA)/距离(D)/点(PO)/平移(PA)/缩放(Z)/扭曲(TW)/剪裁(CL)/隐藏(H)/关(O)/放弃(U): z

指定镜头长度 <20.597mm>:

可以直接指定新的镜头长度确定视图的缩放范围，也可以拖动光标动态调整视图的缩放范围。

(8) 选择“扭曲 (TW)”命令选项，可以重新指定当前视图的扭曲角度。

输入选项

[相机(CA)/目标(TA)/距离(D)/点(PO)/平移(PA)/缩放(Z)/扭曲(TW)/剪裁(CL)/隐藏(H)/关(O)/放弃(U): tw
指定视图扭曲角度 <0.00>:

(9) 选择“剪裁 (CL)”命令选项，可以分别设置前向剪裁平面和后向剪裁平面的距离，及其开关状态。

输入选项

[相机(CA)/目标(TA)/距离(D)/点(PO)/平移(PA)/缩放(Z)/扭曲(TW)/剪裁(CL)/隐藏(H)/关(O)/放弃(U): cl
输入剪裁选项 [后向(B)/前向(F)/关(O)] <关>:

选择“后向 (B)”命令选项，可以设置后向剪裁平面的剪裁距离和开关状态；选择“前向 (F)”命令选项，可以设置前向剪裁平面的剪裁距离和开关状态；选择“关 (O)”命令选项，可以关闭前向和后向剪裁平面。

(10) 选择“隐藏 (H)”命令选项，可以消除选定对象上的隐藏线以增强可视性。这种隐藏线消除方式比 HIDE 命令消隐速度快，但不能打印输出。

(11) 选择“关 (O)”命令选项，将关闭透视视图。

(12) 选择“放弃 (U)”命令选项，将取消上一个 DVIEW 操作的结果。

思考题

1. 在三维观察器中视图变换命令改变了视图的哪些属性。
2. 在三维观察器中视图调整命令改变了视图的哪些属性。

第4章 三维绘图中的修改命令

本章主要讲述各种三维对象的修改操作。


4.1 三维对象的修改

对于不同类型的三维对象，可以使用相应的修改命令进行编辑。对不同对象使用同样的命令进行修改，可以产生不同的结果。

4.1.1 修改三维对象的特性

与 AutoCAD 的二维对象一样，可以使用“特性”窗口对三维对象的特性进行查看和修改。AutoCAD 将根据选择对象的类型，在“特性”窗口中显示相应的特性，并通过“特性”窗口对其中的部分特性进行修改。

修改三维对象特性的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“修改” → “特性”。
- 工具栏：“标准” → 。
- 命令行：PROPERTIES。

打开“特性”窗口后，其中显示的内容将随着选择对象类型的变化而改变，下面针对不同类型的三维对象介绍“特性”窗口具体作用。

(1) 如果选择三维多段线对象，“特性”窗口将显示如图 4-1 所示内容。

其中，除了“颜色”、“图层”等基本特性之外，还可以查询和修改以下特性：

①在“几何图形”栏中，可以查询和修改三维多段线所有顶点的 X、Y、Z 坐标。在“顶点”项目中指定顶点编号。

②在“拟合/平滑”项目中，可以指定是否对三维多段线进行样条拟合。如果进行拟合，还可以具体指定使用二次样条曲线或三次样条曲线进行拟合。

③在“闭合”项目中，可以设置三维多段线是否闭合。

(2) 如果选择三维样条曲线对象，“特性”窗口显示如图 4-2 所示内容。

其中，除了基本特性之外，还可以查询和修改以下特性：

①在“拟合数据点”栏中，分别显示了三维样条曲线的控制点和拟合点的总数、编号和三维坐标，可以修改指定编号的控制点或拟合点的坐标。此外，还可以在“权值”项目中指定样条曲线的权值。

②在“阶数”项目中，显示样条曲线的阶数。

③在“闭合”项目中，显示样条曲线是否闭合，闭合的样条曲线在两个端点处切线连续。

④在“平面”项目中，显示样条曲线是否为三维对象。

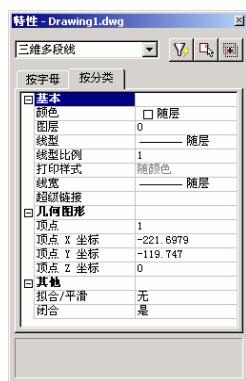


图 4-1 三维多段线的特性

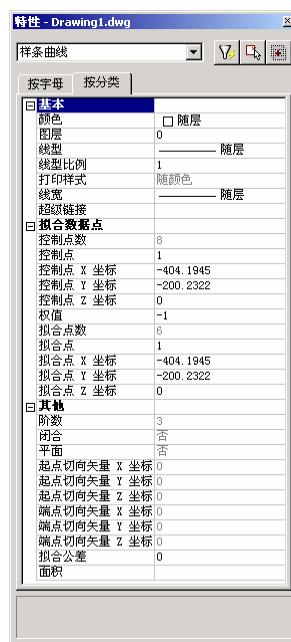


图 4-2 三维样条曲线的特性

- ⑤在“起点切向量 X (Y、Z) 坐标”项目中，显示样条曲线起点切线的方向矢量。
- ⑥在“端点切向量 X (Y、Z) 坐标”项目中，显示样条曲线端点切线的方向矢量。
- ⑦在“拟合公差”项目中，可以指定样条曲线的拟合公差。拟合公差为 0 时，样条曲线将穿过所有拟合点。

⑧在“面积”项目中，显示二维样条曲线所围成的面积。此项对三维样条曲线无用。

(3) 如果选择多边形网格对象，“特性”窗口显示如图 4-3 所示内容。

其中，除了基本特性之外，还可以查询和修改以下特性：

- ①在“几何图形”栏中，可以查询和修改多边形网格所有顶点的 X、Y、Z 坐标。在“顶点”项目中指定顶点编号。
- ②在“M 闭合”和“N 闭合”项目中，可以指定多边形网格在 M 方向和 N 方向是否闭合。
- ③在“M 密度”和“N 密度”项目中，可以指定多边形网格在 M 方向和 N 方向上的密度，用于在对多边形网格进行平滑时指定表面密度。
- ④在“M 顶点数”和“N 顶点数”项目中，分别显示了多边形网格在 M 方向和 N 方向上的顶点数目。
- ⑤在“拟合/平滑”项目中，可以指定是否对多边形网格进行拟合，并且可以进一步指定拟合方式为二次拟合、三次拟合或 Bezier（贝塞尔）拟合。

(4) 如果选择多面网格对象，“特性”窗口，显示如图 4-4 所示内容。多面网格的创建参见第 5 章。

其中，除了基本特性之外，还可以查询和修改以下特性：

- ①在“几何图形”栏中，可以查询和修改多边形网格所有顶点的 X、Y、Z 坐标。在“顶点”项目中指定顶点编号。

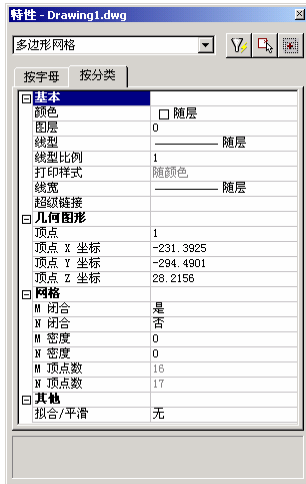


图 4-3 多边形网格的特性

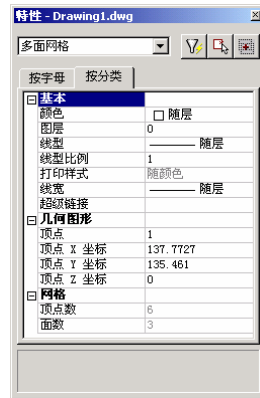


图 4-4 多面网格的特性

②在“顶点数”项目中，显示了多面网格中顶点的总数。

③在“面数”项目中，显示了多面网格中面的总数。

(5) 如果选择三维面对象，“特性”窗口将显示如图 4-5 所示内容。三维面的创建参见第 5 章。

其中，除了基本特性之外，还可以查询和修改以下特性：


①在“几何图形”栏中，可以查询和修改三维面所有顶点的 X、Y、Z 坐标。在“顶点”项目中指定顶点编号。

②在“几何图形”栏中，还可以指定三维面中各条边的可见性。

(6) 如果选择三维实体对象，“特性”窗口只显示基本特性，因为三维实体特性不可编辑。

4.1.2 编辑三维多段线和多边形网格

在 AutoCAD 中，PEDIT 命令既可以编辑二维多段线，也可以编辑三维多段线和多边形网格。编辑三维多段线和多边形网格的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“修改” → “对象” → “多段线”。
- 工具栏：“修改 II” → 。
- 命令行：PEDIT。

命令:PEDIT

选择多段线或 [多条(M)]:

...

AutoCAD 将根据选择对象的类型给出相应的提示，具体操作过程如下：

(1) 如果选择三维多段线对象，AutoCAD 将显示相应的编辑方法：

选择多段线或 [多条(M)]:

输入选项 [闭合(C)/编辑顶点(E)/样条曲线(S)/非曲线化(D)/放弃(U)]:

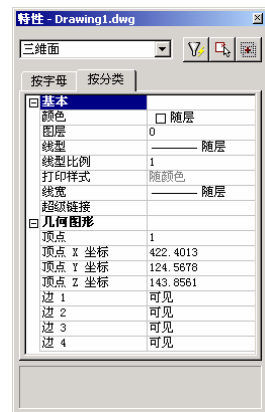


图 4-5 三维面的特性

①选择“闭合(C)”命令选项,可以将三维多段线的两个端点用直线段连接起来,形成闭合的三维多段线。对于已经闭合的三维多段线,该选项被“打开(O)”命令选项代替,选择该项后,AutoCAD将删除三维多段线两个端点之间的直线段。例如,图4-6中左侧为打开的三维多段线,右侧为闭合的三维多段线。

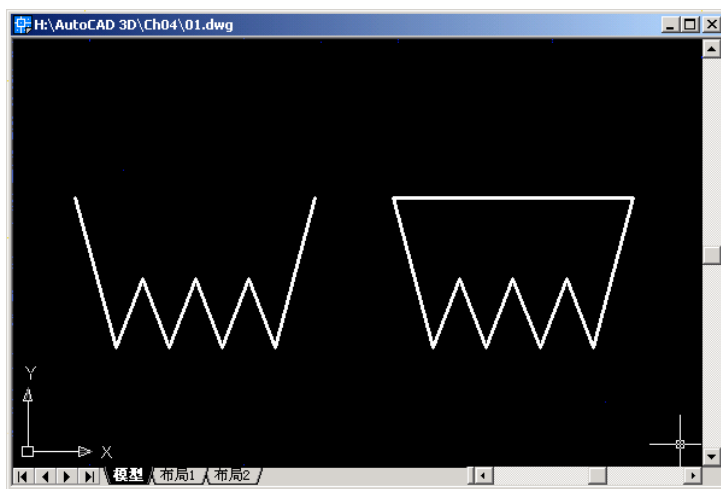


图 4-6 三维多段线的打开与闭合

②选择“编辑顶点(E)”命令选项,进入顶点编辑状态,并在三维多段线的第一个顶点处显示“×”标记。

输入选项 [闭合(C)/编辑顶点(E)/样条曲线(S)/非曲线化(D)/放弃(U)]:e

输入顶点编辑选项

[下一个(N)/上一个(P)/打断(B)/插入(I)/移动(M)/重生成(R)/拉直(S)/退出(X)]<N>:

- 选择“下一个(N)”命令选项,可以将“×”标记移动到下一个顶点处。
- 选择“上一个(P)”命令选项,可以将“×”标记移动到上一个顶点处。
- 选择“打断(B)”命令选项,AutoCAD保存当前“×”标记所在的顶点,并提示用户指定另一个顶点,然后选择“执行(G)”命令选项删除这两个顶点之间的部分。
- 选择“插入(I)”命令选项,可以在当前“×”标记所在的顶点之后插入新的顶点。
- 选择“移动(M)”命令选项,可以改变当前“×”标记所在的顶点的位置。
- 选择“重生成(R)”命令选项,可以重新生成三维多段线对象。
- 选择“拉直(S)”命令选项,AutoCAD保存当前“×”标记所在的顶点,并提示用户指定另一个顶点,然后选择“执行(G)”命令选项将这两个顶点之间的部分改为单个直线段。
- 选择“退出(X)”命令选项,退出节点编辑状态,返回上一级命令选项。

③选择“样条曲线(S)”命令选项,可以根据三维多段线的控制点用三维B样条曲线进行拟合。例如,对图4-7中左侧的三维多段线对象进行拟合后,可以得到右侧的多段线拟合样条曲线。

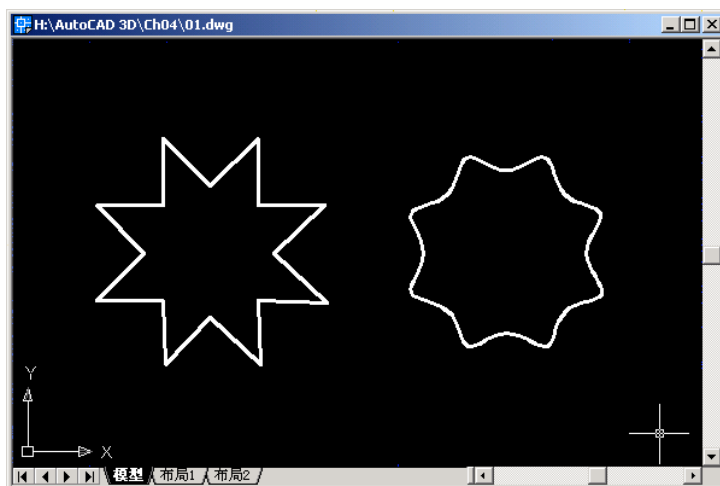


图 4-7 多段线拟合样条曲线

④选择“非曲线化(D)”命令选项,将删除拟合三维B样条曲线,并使三维多段线的所有线段恢复为直线段,但保留指定给多段线顶点的切向信息,用于随后的曲线拟合。

⑤选择“放弃(U)”命令选项,可以撤消上一步编辑操作。

(2) 如果选择多边形网格对象,AutoCAD将显示相应的编辑方法。

输入选项 [编辑顶点(E)/平滑曲面(S)/非平滑(D)/M 向关闭(M)/N 向关闭(N)/放弃(U):

①选择“编辑顶点(E)”命令选项,进入顶点编辑状态,并在多边形网格中(0,0)位置的顶点处显示“×”标记。

输入选项 [编辑顶点(E)/平滑曲面(S)/非平滑(D)/M 向关闭(M)/N 向关闭(N)/放弃(U): e
当前顶点 (0,0)。

输入选项

[下一个(N)/上一个(P)/左(L)/右(R)/上(U)/下(D)/移动(M)/重生成(RE)/退出(X)] <N>:

- a. 选择“下一个(N)”命令选项,可以将“×”标记移动到下一个顶点处。
- b. 选择“上一个(P)”命令选项,可以将“×”标记移动到上一个顶点处。
- c. 选择“左(L)”命令选项,可以将“×”标记移动到N方向的上一个顶点处。
- d. 选择“右(R)”命令选项,可以将“×”标记移动到N方向的下一个顶点处。
- e. 选择“上(U)”命令选项,可以将“×”标记移动到M方向的下一个顶点处。
- f. 选择“下(D)”命令选项,可以将“×”标记移动到M方向的上一个顶点处。
- g. 选择“移动(M)”命令选项,可以改变当前“×”标记所在的顶点的位置。
- h. 选择“重生成(R)”命令选项,可以重新生成多边形网格对象。
- i. 选择“退出(X)”命令选项,退出节点编辑状态,返回上一级命令选项。

②选择“平滑曲面(S)”命令选项,可以将多边形网格拟合为平滑的曲面,可以用于拟合的曲面类型包括二次B样条曲面、三次B样条曲面和Bezier曲面。AutoCAD将根据系统变量SURFTYPE的值确定使用何种类型的曲面:值为5时使用二次B样条曲面,值为6时使用三次B样条曲面,值为8时使用Bezier曲面,初始值为6。图4-8所示为多边形网格对

象平滑效果示例。

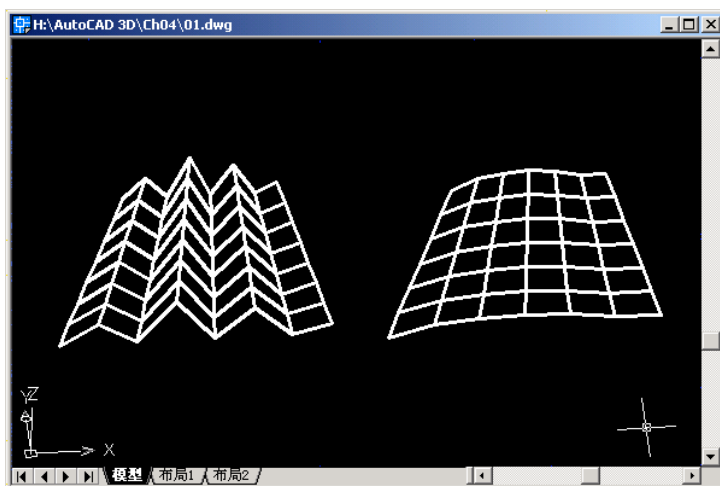


图 4-8 多边形网格拟合样条曲面

③选择“非平滑 (D)”命令选项，可以取消对多边形网格的平滑拟合，恢复到原来的状态。

④选择“M 向关闭 (M)”命令选项，可以将多边形网格沿 M 方向进行闭合。例如，对图 4-9 中左侧的多边形网格进行 M 向闭合后，结果如图 4-9 右侧所示。

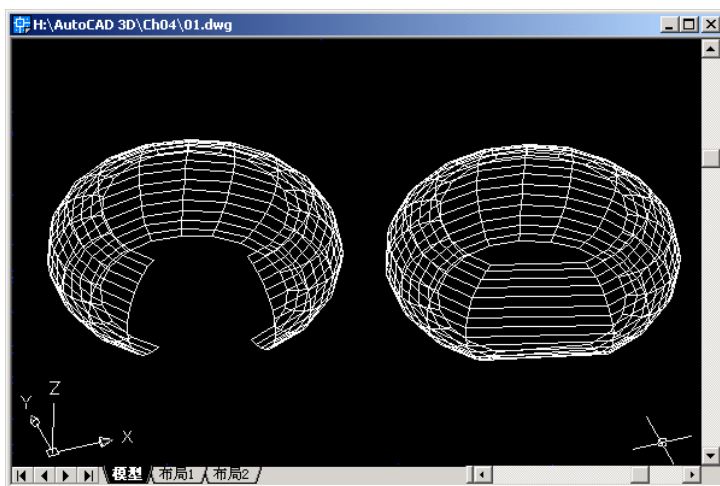


图 4-9 多边形网格在 M 向闭合

对于 M 向已经闭合的多边形网格，该命令选项变为“M 向打开 (M)”，选择该命令选项后可以进行相反的操作。

⑤选择“N 向关闭 (N)”命令选项，可以将多边形网格沿 N 方向进行闭合。例如，对图 4-10 中左侧的多边形网格进行 N 向闭合后，结果如该图右侧所示。

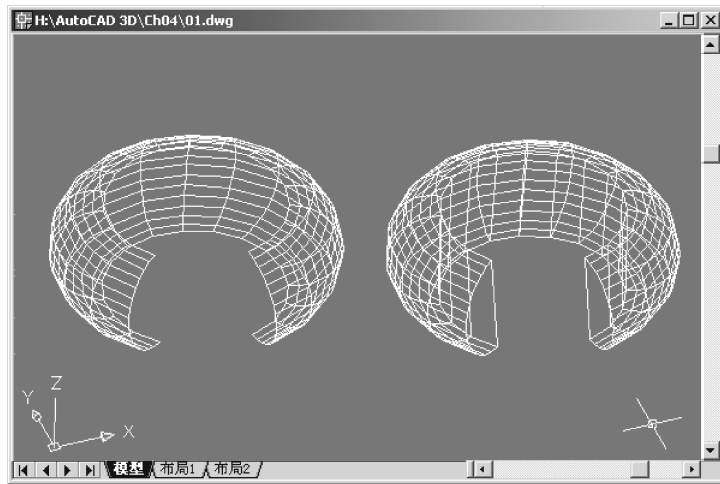


图 4-10 多边形网格在 N 向闭合

对于 N 向已经闭合的多边形网格，该命令选项变为“N 向打开 (N)”，选择该命令选项后可以进行相反的操作。

⑥选择“放弃 (U)”命令选项，可以撤消上一步编辑操作。

4.1.3 编辑三维样条曲线

无论是二维还是三维样条曲线，都可以使用 **SPLINEDIT** 命令进行编辑。此外，该命令还可以对二维或三维样条曲线拟合多段线对象进行编辑，并总是先将其转换为相应的二维或三维样条曲线后再进行编辑。

编辑三维样条曲线的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“修改”→“对象”→“样条曲线”。
- 工具栏：“修改 II”→ .
- 命令行：**SPLINEDIT**。

命令:**SPLINEDIT**

选择样条曲线:

输入选项 [拟合数据(F)/闭合(C)/移动顶点(M)/精度(R)/反转(E)/放弃(U)]:

...

对于 AutoCAD 中的二维或三维样条曲线，**SPLINEDIT** 命令提供了以下几种编辑方法：

(1) 选择“拟合数据 (F)”命令选项，可以对样条曲线的拟合数据进行修改：

输入选项 [拟合数据(F)/闭合(C)/移动顶点(M)/精度(R)/反转(E)/放弃(U)]: f

输入拟合数据选项

[添加(A)/闭合(C)/删除(D)/移动(M)/清理(P)/相切(T)/公差(L)/退出(X)] <退出>:

①选择“添加 (A)”命令选项，可以在样条曲线中增加新的拟合点。AutoCAD 将提示用户选择一个已有的拟合点，并高亮显示用户指定的拟合点和下一个拟合点。此时可以在这两点之间添加新的拟合点，并且根据添加后的拟合点重新拟合样条曲线。

②选择“闭合(C)”命令选项,可以使开放的样条曲线闭合,并且使其在端点处切向连续。对于已经闭合的样条曲线,该选项被“打开(O)”命令选项替代,选择该选项将使样条曲线返回到原来状态并且失去切向连续性。

③选择“删除(D)”命令选项,可以从样条曲线中删除指定的拟合点,AutoCAD 将用其余的拟合点重新拟合样条曲线。

④选择“移动(M)”命令选项,可以将指定的拟合点移动到新的位置。

⑤选择“清理(P)”命令选项,可以删除样条曲线中的拟合数据。

⑥选择“相切(T)”命令选项,可以重新指定样条曲线起点和端点处的切线方向。

⑦选择“公差(L)”命令选项,可以修改用于拟合样条曲线的公差。

⑧选择“退出(X)”命令选项,返回上一级命令提示。

注意:如果样条曲线中不含有拟合数据或失去拟合数据后,使用 SPLINEDIT 命令进行编辑时将不显示“拟合数据(F)”命令选项。

(2)选择“闭合(C)”命令选项,可以使开放的样条曲线闭合,并且使其在端点处切向连续。对于已经闭合的样条曲线,该选项被“打开(O)”命令选项替代,选择该选项将使样条曲线返回到原来状态并且失去切向连续性。

注意:对样条曲线进行打开或闭合操作后,样条曲线将失去拟合数据。

(3)选择“移动顶点(M)”命令选项,可以将指定的控制顶点移动到新的位置。

注意:移动样条曲线的控制顶点后,样条曲线将失去拟合数据。

(4)选择“精度(R)”命令选项,可以进一步调整样条曲线的定义:

输入选项 [拟合数据(F)/闭合(C)/移动顶点(M)/精度(R)/反转(E)/放弃(U)]:r
输入精度选项 [添加控制点(A)/提高阶数(E)/权值(W)/退出(X)] <退出>:

①选择“添加控制点(A)”命令选项,可以在样条曲线上增加新的控制点。

②选择“提高阶数(E)”命令选项,可以增加样条曲线上控制点的数目。指定一个大于当前阶数的数值,可以增加整个样条曲线的控制点数,使控制更为严格。阶数的最大值为 26。

③选择“权值(W)”命令选项,可以修改指定的控制点的权值。控制点的权值越大,样条曲线就越拉向控制点。AutoCAD 根据选定控制点的新权值重新计算样条曲线。

④选择“退出(X)”命令选项,返回上一级命令提示。

注意:调整样条曲线的精度后,样条曲线将失去拟合数据。


(5)选择“反转(E)”命令选项,可以改变样条曲线的方向,使其与原来的方向相反。

(6)选择“放弃(U)”命令选项,可以取消上一步操作。

4.1.4 实体的倒角

在 AutoCAD 的二维制图中,可以使用倒角命令在两条直线之间或多段线对象的顶点处创建倒角。在三维制图中,还可以使用该命令在实体的棱边处创建倒角。

实体倒角命令的调用方式和执行过程为:

- 菜单：“修改” → “倒角”。
- 工具栏：“修改” → 。
- 命令行：CHAMFER。

命令:CHAMFER

(“修剪”模式) 当前倒角距离 1 = 10.0000, 距离 2 = 10.0000

选择第一条直线或 [多段线(P)/距离(D)/角度(A)/修剪(T)/方法(M)]:

基面选择..

输入曲面选择选项 [下一个(N)/当前(OK)] <当前>:

指定基面的倒角距离 <10.0000>:

指定其他曲面的倒角距离 <10.0000>:

选择边或 [环(L)]:

选择边或 [环(L)]:

...

使用倒角命令为实体对象创建倒角时,首先需要选择实体对象上的边,AutoCAD 将以该边相邻的两个面之一作为基面,并高亮显示。然后选择“下一个(N)”命令选项将另一个面指定为基面,分别指定基面上的倒角距离和在另一个面上的倒角距离。

完成对倒角的基面和倒角距离的设置后,可以进一步指定基面上需要创建倒角的边。也可以连续选择基面上的多个边来创建倒角,如果选择“环(L)”命令选项,则可以一次选中基面上所有的边来创建倒角。

例如,对图 4-11 中上部圆柱体两个底面的边进行倒角后,可得到下侧所示的模型。

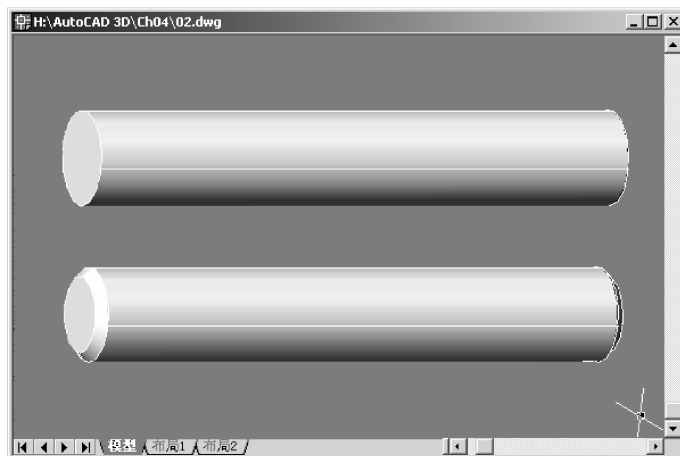



图 4-11 实体的倒角

4.1.5 实体的圆角

与倒角命令类似,不仅可以在两条直线之间或多段线对象的顶点处创建圆角,还可以使用该命令在实体的棱边处创建圆角。实体圆角命令的调用方式和执行过程为:

- 菜单：“修改” → “圆角”。
- 工具栏：“修改” → 。
- 命令行：FILLET。

```
命令:FILLET
当前模式: 模式 = 修剪, 半径 = 10.0000
选择第一个对象或 [多段线(P)/半径(R)/修剪(T)]:
输入圆角半径 <10.0000>:
选择边或 [链(C)/半径(R)]:
选择边或 [链(C)/半径(R)]:
...
```

使用圆角命令为实体对象创建圆角时, 首先需要选择实体对象上的边, 然后指定圆角的半径。也可以进一步选择实体对象上其他需要倒圆角的边, 或选择“链 (C)” 命令选项一次选择多个相切的边进行倒圆角。

例如, 对图 4-12 中上部的长方体四条侧边进行圆角后, 可得到其下侧所示的模型。

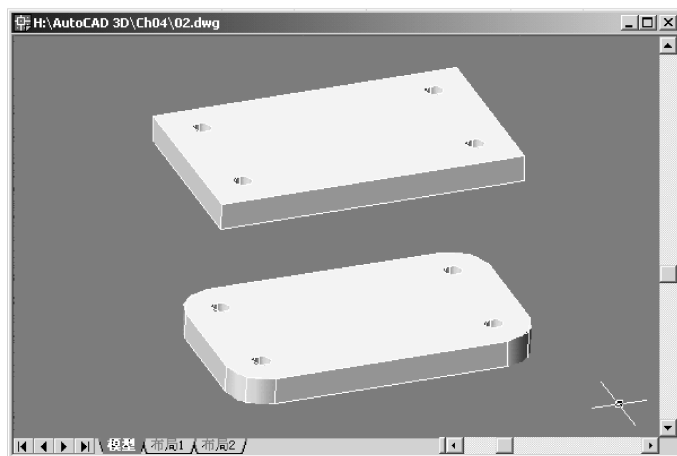



图 4-12 实体的圆角

在选择棱边的过程中, 可以随时选择“半径 (R)” 命令选项改变圆角的半径, 修改后的圆角半径只用于其后选择的边, 而对改变圆角半径之前选中的边不起作用, 由此可以直接创建一系列半径不等的圆角。

4.1.6 三维对象的分解

在 AutoCAD 中, 可以使用 EXPLODE 命令将复杂对象分解为组成该对象的简单对象, 对于三维对象来说同样也可以将其分解为构成三维对象的简单对象, 分解的结果将根据分解对象类型的不同而有所区别。

分解命令的调用方式和执行过程为:

- 菜单: “修改” → “分解”。
- 工具栏: “修改” → 。
- 命令行: EXPLODE。

```
命令:EXPLODE
选择对象:
选择对象:
...
```


不同的三维对象将分解为不同的形式，具体的分解结果如下：

- (1) 三维多段线和三维样条曲线拟合多段线将被分解为若干个直线对象。
- (2) 三维样条曲线对象和三维面对象不能被 EXPLODE 命令分解。
- (3) 多边形网格对象将被分解为若干个三维面对象。
- (4) 多面网格对象被分解时，其中的单顶点网格分解成点对象，双顶点网格分解成直线，三顶点网格分解成三维面。
- (5) 实体对象被分解时，其中的平面表面分解为面域，而非平面表面分解为体。

4.2 对象的三维操作

与二维阵列、镜像和旋转等操作类似，AutoCAD 也提供了在三维空间中进行阵列、镜像和旋转等命令，此外还可以通过一系列的移动、缩放和旋转操作将两个三维对象按指定的方式对齐。这些三维操作命令适用于三维空间中的任意对象。

4.2.1 三维阵列

在 AutoCAD 中，可以使用三维阵列命令在三维空间中创建指定对象的多个副本，并按指定的形式排列。同二维阵列命令类似，三维阵列命令也可以生成矩形阵列和环形阵列，而且可以进行三维排列。

创建三维阵列的命令调用方式和执行过程为：

- ①菜单：“修改”→“三维操作”→“三维阵列”。
- ②命令行：3DARRAY。

```
命令:3DARRAY  
选择对象:  
选择对象:  
输入阵列类型 [矩形(R)/环形(P)] <矩形>:  
...
```

在创建三维阵列之前，首先需要构造对象选择集，AutoCAD 将把整个选择集作为一个整体进行三维阵列操作。不同形式三维阵列的创建过程如下：

(1) 选择“矩形 (R)”命令选项，可以按指定的行数、列数、层数、行间距、列间距和层间距创建三维矩形阵列。

```
输入阵列类型 [矩形(R)/环形(P)] <矩形>:r  
输入行数 (---) <1>:  
输入列数 (|||) <1>:  
输入层数 (...) <1>:  
指定行间距 (---):  
指定列间距 (|||):  
指定层间距 (...):
```

其中，行数是指三维矩形阵列沿 Y 轴方向的数目；列数是指三维矩形阵列沿 X 轴方向的数目；层数是指三维矩形阵列沿 Z 轴方向的数目。行间距是相邻两行之间的距离，指定正的

行间距将向 Y 轴的正向创建阵列，而指定负的行间距将向 Y 轴的负向创建阵列；列间距和层间距的作用与此相同。图 4-13 显示了一个 5 行、5 列、5 层的球体三维矩形阵列。

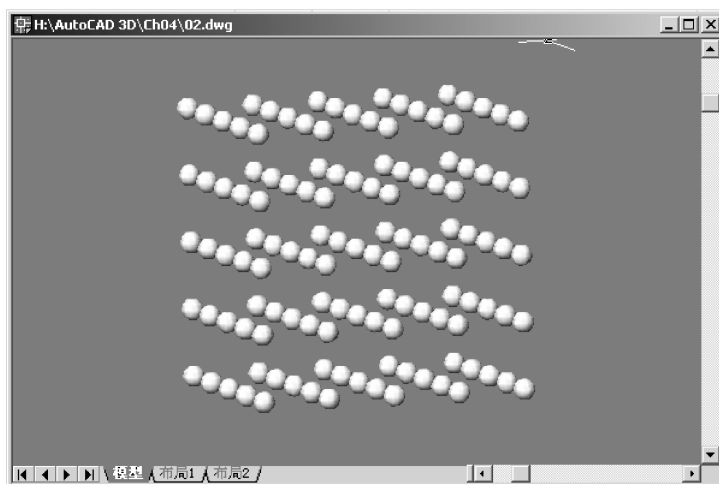


图 4-13 三维矩形阵列的示例

(2) 选择“环形(P)”命令选项，可以按指定的数目、角度和旋转轴创建三维环形阵列。

输入阵列类型 [矩形(R)/环形(P)] <矩形>:p
输入阵列中的项目数目:
指定要填充的角度 (+=逆时针, -=顺时针) <360>:
旋转阵列对象? [是(Y)/否(N)] <是>:
指定阵列的中心点:
指定旋转轴上的第二点:

创建三维环形阵列时，需要指定阵列中项目的数量和整个环形阵列所成的角度，即填充角度，填充角度的正方向由旋转轴按右手定则确定。图 4-14 中显示了一个由 15 个圆锥体绕圆柱体轴线进行 360 度填充所得的三维环形阵列。

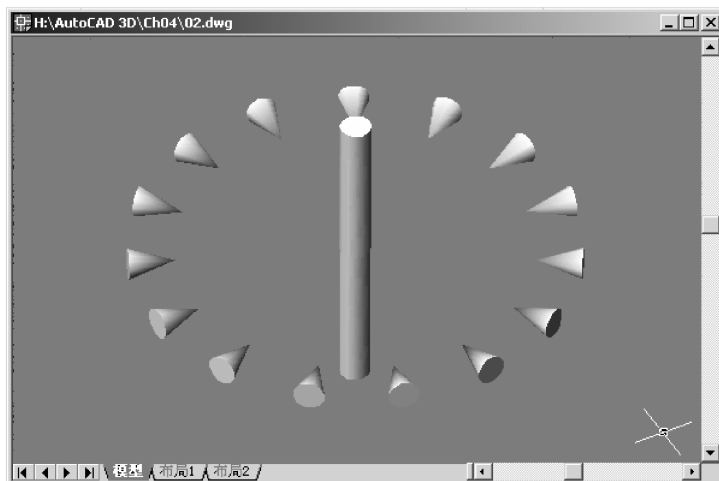


图 4-14 三维环形阵列的示例 1

如果在创建三维环形阵列时,用户要求旋转阵列对象,则环形阵列中每个项目绕旋转轴进行旋转之后,还将绕本身的基点旋转同样的角度;否则环形阵列中每个项目在旋转过程中将保持原来的方向不变。图 4-15 中显示了保持圆锥体方向不变时创建的三维环形阵列。

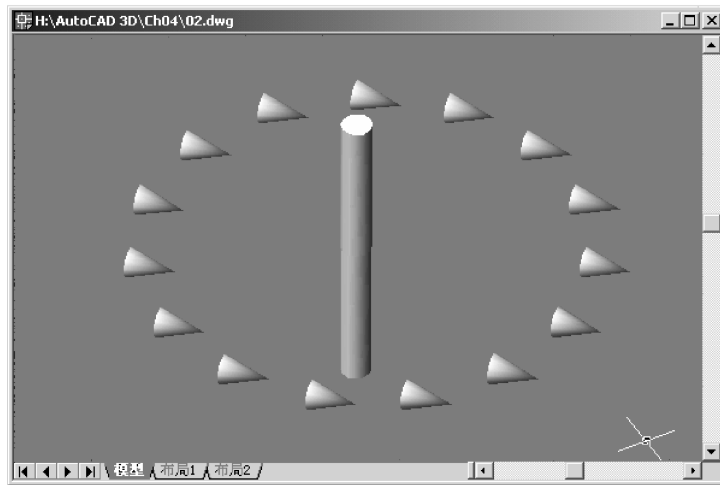


图 4-15 三维环形阵列的示例 2

4.2.2 三维镜像

在 AutoCAD 中,可以使用三维镜像命令在三维空间中创建指定对象的镜像副本,源对象与其镜像副本相对于镜像平面彼此对称。

创建三维镜像的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单:“修改”→“三维操作”→“三维镜像”。
- 命令行: MIRROR3D。

命令: MIRROR3D

正在初始化...

选择对象:

选择对象:

指定镜像平面 (三点) 的第一个点或

[对象(O)/最近的(L)/Z 轴(Z)/视图(V)/XY 平面(XY)/YZ 平面(YZ)/ZX

平面(ZX)/三点(3)] <三点>:

在镜像平面上指定第二点:

在镜像平面上指定第三点:

是否删除源对象? [是(Y)/否(N)] <否>:

在创建三维镜像之前,首先需要构造对象选择集,AutoCAD 将把整个选择集作为一个整体进行三维镜像操作。

在指定镜像平面时,可以使用多种方法进行定义,具体的方法及其操作过程如下:

(1) 由于三个不共线的点可惟一的定义一个平面,因此定义镜像平面的最直接的方法,是分别指定该平面上不在同一条直线上的三个点。AutoCAD 将根据用户指定的三个点计算出

镜像平面的位置。

(2) 定义镜像平面的第二种方法是选择“对象(O)”命令选项,然后指定某个二维对象。AutoCAD将该对象所在的平面定义为镜像平面。

能够用于定义镜像平面的对象可以是圆、圆弧或二维多段线等。

(3) 定义镜像平面的第三种方法是选择“最近的(L)”命令选项,此时将使用最后一次定义的镜像平面进行镜像操作。

(4) 定义镜像平面的第四种方法是选择“Z轴(Z)”命令选项,然后指定两点作为镜像平面的法线,从而定义该平面。

在图4-16中,点1和点2分别为镜像平面上的点和镜像平面法向上的点,通过点1并且垂直于点1和2连线的平面即为镜像平面。

(5) 定义镜像平面的第五种方法是选择“视图(V)”命令选项,并指定镜像平面上任意一点,AutoCAD将通过该点并与当前视口的视图平面相平行的平面作为镜像平面。

图4-17显示了根据视图和指定点定义镜像平面的示意:

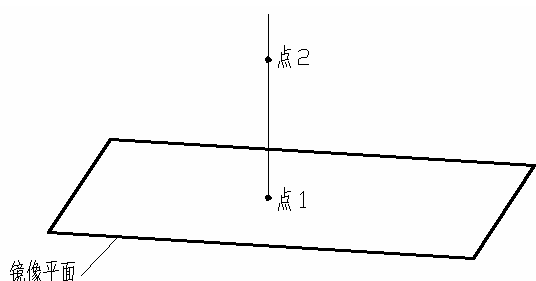


图4-16 根据Z轴定义镜像平面

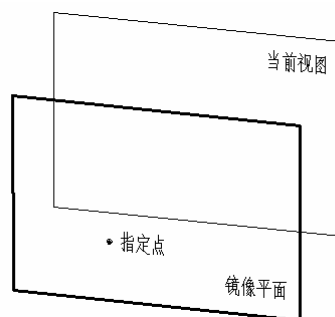


图4-17 根据当前视图定义镜像平面

(6) 定义镜像平面的最后一种方法是选择“XY平面(XY)”、“YZ平面(YZ)”或“ZX平面(ZX)”命令选项,并指定镜像平面上任意一点,AutoCAD将通过该点并且与当前UCS的XY平面、YZ平面或ZX平面相平行的平面定义为镜像平面。

定义了镜像平面后,AutoCAD将根据镜像平面创建指定对象的镜像副本,并根据用户的选择确定是否删除源对象。

4.2.3 三维旋转

在AutoCAD中,可以使用三维旋转命令,在三维空间中将指定的对象绕旋转轴进行旋转,以改变其在三维空间中的位置。

创建三维旋转的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单:“修改”→“三维操作”→“三维旋转”。
- 命令行:ROTATE3D。

命令:ROTATE3D

当前正向角度: ANGDIR=逆时针 ANGBASE=0

选择对象:

选择对象:

指定轴上的第一个点或定义轴依据

[对象(O)/最近的(L)/视图(V)/X 轴(X)/Y 轴(Y)/Z 轴(Z)/两点(2)]:

指定轴上的第二点:

指定旋转角度或 [参照(R)]:

在进行三维旋转之前,首先需要构造对象选择集,AutoCAD 将把整个选择集作为一个整体进行三维旋转操作。

在指定旋转轴时,可以使用多种方法进行定义,具体的方法及其操作过程如下:

(1) 直接指定两点定义旋转轴。

(2) 定义旋转轴的第二种方法是选择“对象(O)”命令选项,然后指定某个二维对象。AutoCAD 将根据该对象定义旋转轴。

能够用于定义镜像平面的对象可以是直线、圆、圆弧或二维多段线等。其中如果选择圆、圆弧或二维多段线的圆弧段,AutoCAD 将垂直于对象所在平面并且通过圆心的直线作为旋转轴。

(3) 定义旋转轴的第三种方法是选择“最近的(L)”命令选项,此时将使用最后一次定义的旋转轴进行旋转操作。

(4) 定义旋转轴的第四种方法是选择“视图(V)”命令选项,并指定旋转轴上任意一点,AutoCAD 将通过该点并与当前视口的视图平面相垂直的直线作为旋转轴。

在图 4-18 中显示了根据视图和指定点定义旋转轴的示意。

(5) 定义旋转轴的最后一种方法是选择“X 轴(X)”、“Y 轴(Y)”或“Z 轴(Z)”命令选项,并指定旋转轴上任意一点,AutoCAD 将通过该点并且与当前 UCS 的 X 轴、Y 轴或 Z 轴相平行的直线作为旋转轴。

定义了旋转轴后,AutoCAD 还要指定旋转角度,正的旋转角度将使指定对象从当前位置开始沿逆时针方向旋转,而负的旋转角度将使指定对象沿顺时针方向旋转。如果选择“参照(R)”选项,可以进一步指定旋转的参照角和新角度,AutoCAD 将以新角度和参照角之间的差值作为旋转角度。

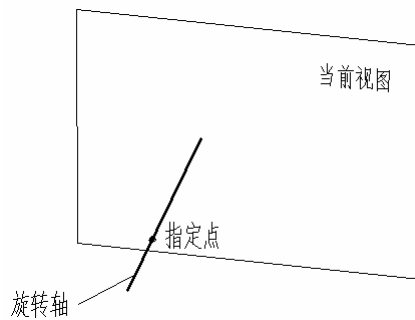


图 4-18 根据当前视图定义旋转轴

4.2.4 对齐命令

使用对齐命令,可以在三维空间中将两个对象按指定的方式对齐,AutoCAD 将根据用户指定的对齐方式,自动使用平移、旋转和比例缩放等操作改变对象的大小和位置,以便能够与其他对象对齐。

对齐操作的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单:“修改”→“三维操作”→“对齐”。
- 命令行:ALIGN。

命令:ALIGN

选择对象:

选择对象:
指定第一个源点:
指定第一个目标点:
指定第二个源点:
指定第二个目标点:
指定第三个源点或 <继续>:
指定第三个目标点:

在进行对齐操作之前,首先需要构造对象选择集,AutoCAD 将把整个选择集作为一个整体进行对齐操作。

对齐命令提供了三种对齐方式,具体的方法及其操作过程如下:

(1)“一对点”方式,即指定第一个源点和第一个目标点后按回车键结束命令,AutoCAD 将根据第一个源点到第一个目标点之间的矢量将指定对象进行平移。例如,对于图 4-19 中左侧的两个三维对象,如果以图中直线的两个端点作为对齐的源点和目标点,对齐的结果将如图中右侧所示。

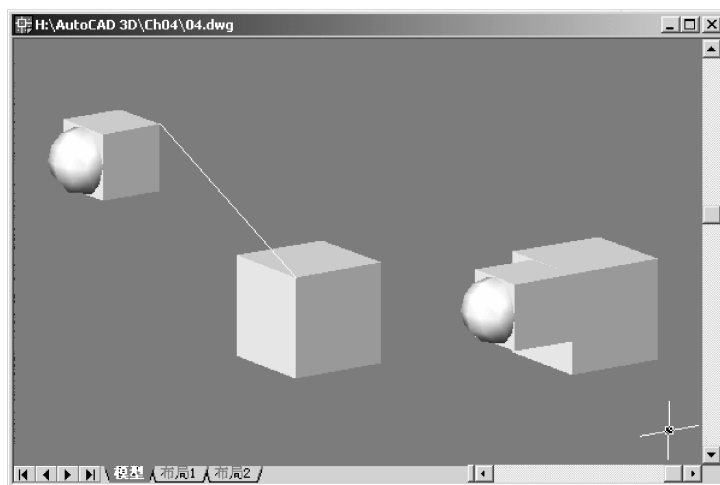


图 4-19 使用“一对点”方式对齐

(2)“两对点”方式,AutoCAD 将进一步提示如下。

是否基于对齐点缩放对象? [是(Y)/否(N)] <否>:

选择“是(Y)”命令选项后,AutoCAD 将首先根据第一个源点到第一个目标点之间的矢量将指定对象进行平移;然后根据第一、二源点连线和第一、二目标点连线之间的夹角将指定对象进行旋转;最后根据第一、二目标点之间的距离和第一、二源点之间的距离的比值将指定对象进行比例缩放。选择“否(N)”命令选项,则 AutoCAD 只进行平移和旋转,而不进行比例缩放。例如,对于图 4-20 中左侧的两个三维对象,如果分别以图中两条直线的端点作为对齐的源点和目标点,并基于对齐点进行缩放,则对齐的结果将如图中右侧所示。

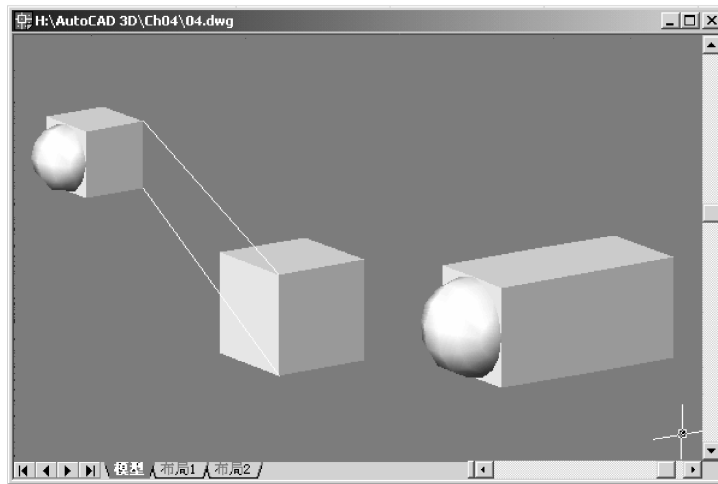


图 4-20 使用“两对点”方式对齐

(3) “三对点”方式，即依次指定第一个源点和第一个目标点、第二个源点和第二个目标点、第三个源点和第三个目标点。AutoCAD 将首先根据第一个源点到第一个目标点之间的矢量将指定对象进行平移；然后以第一个目标点为基点旋转指定对象，使三个源点所在平面与三个目标点所在平面重合。例如，对于图 4-21 中左侧的两个三维对象，如果分别以图中三条直线的端点作为对齐的源点和目标点，则对齐的结果将如图中右侧所示。

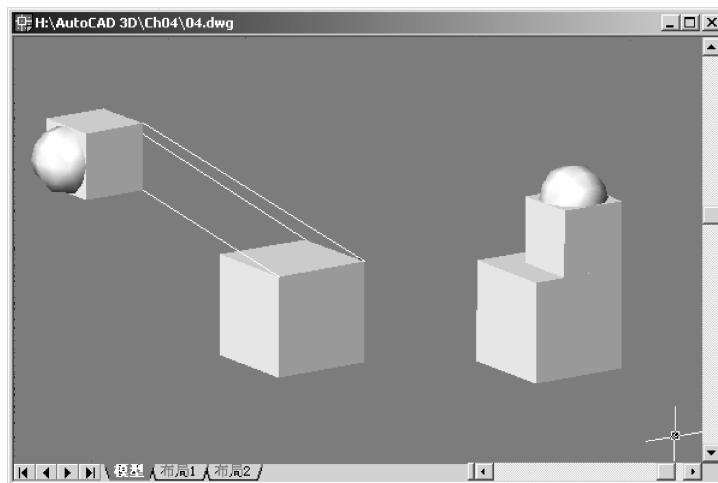


图 4-21 使用“三对点”方式对齐


4.3 编辑三维实体对象

AutoCAD 为三维实体提供了一个专门的编辑命令，可以对实体的边、面和体等元素进行编辑。

4.3.1 编辑实体的面

对于实体中的面，该命令提供了拉伸、移动、旋转、偏移、倾斜、删除、着色和复制等多种编辑方法。

编辑实体面的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“修改” → “实体编辑” → “拉伸面”、“移动面”、“旋转面”、“偏移面”、“倾斜面”、“删除面”、“复制面”、“着色面”。
- 工具栏：“实体编辑” → 。
- 命令行：SOLIDEDIT。

```
命令:SOLIDEDIT
实体编辑自动检查: SOLIDCHECK=1
输入实体编辑选项 [面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:f
输入面编辑选项
[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:
...
```

对于实体面的编辑方法较多，使用这些编辑方法可以改变实体面的特性，并可以根据面的改变重新定义实体。具体的编辑方法包括以下几种：

(1) 选择“拉伸(E)”命令选项，可以将实体中指定的面进行拉伸，拉伸面的操作类似于拉伸实体的操作，AutoCAD 将根据拉伸的结果重新定义实体的边界。

```
输入面编辑选项
[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:e
选择面或 [放弃(U)/删除(R)]:
选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:
选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:
指定拉伸高度或 [路径(P)]:
指定拉伸的倾斜角度 <0>:
已开始实体校验。
已完成实体校验。
输入面编辑选项
[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:
```

在执行拉伸面的操作中，可以选择多个面同时进行拉伸操作。

拉伸的方式包括以下两种：

①可以直接指定一个拉伸的高度，使实体面沿其法线方向进行拉伸。正的拉伸高度将使面向正法线方向（通常是向外）拉伸，而负的拉伸高度将使面向负法线方向（通常是向内）拉伸。

指定拉伸高度后，可以进一步指定拉伸的偏移角度。其中，倾斜角度为 0 时，将在垂直于面的方向上进行拉伸。正的倾斜角度将在拉伸过程中向内倾斜，即由粗到细进行拉伸，而

负的倾斜角度将在拉伸过程中向外倾斜，即由细到粗进行拉伸。

例如，对图 4-22 中左侧花键模型的顶面按正的高度和倾斜角度进行拉伸后，可得到右侧所示的模型。

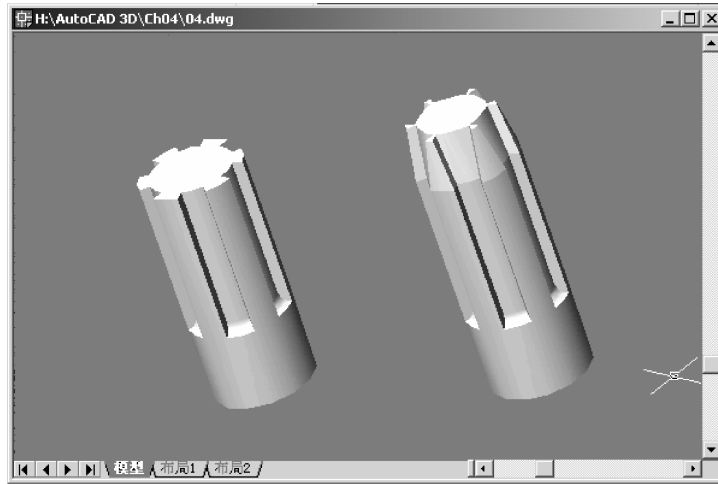


图 4-22 实体面的拉伸

②选择“路径(P)”命令选项，可以沿着指定的路径进行拉伸。能够作为拉伸路径的对象可以是直线、圆、圆弧、椭圆、椭圆弧、多段线或样条曲线等。拉伸路径不能与面处于同一平面，也不能具有高曲率的部分。

拉伸路径的一个端点应在剖面平面上，否则 AutoCAD 将移动路径至剖面的中心。如果路径是样条曲线，则路径应垂直于剖面平面且位于其中一个端点处。如果路径不垂直剖面，AutoCAD 将旋转剖面直至垂直为止。如果一个端点在剖面上，剖面将绕此点旋转，否则 AutoCAD 将路径移动至剖面中心，然后绕中心旋转剖面。

(2)执行“移动(M)”命令选项，可以将实体上指定的面沿指定的矢量进行移动，AutoCAD 将根据面的移动结果重新定义实体的边界。

输入面编辑选项

[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <
退出>:m

选择面或 [放弃(U)/删除(R)]:

选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:

选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:

指定基点或位移:

指定位移的第二点:

已开始实体校验。

已完成实体校验。

输入面编辑选项

[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <
退出>:

在执行移动面的操作中，可以选择多个面同时进行移动操作，并指定移动操作所依据的

移动矢量。可以用以下两种方式来定义移动矢量：

- ① 分别指定两点作为移动矢量的起点和端点。
- ② 仅指定一点，AutoCAD 将从原点到该点的矢量作为位移矢量。

图 4-23 中将拉伸后的花键模型的底面沿轴线方向移动，可得到右侧所示的模型。

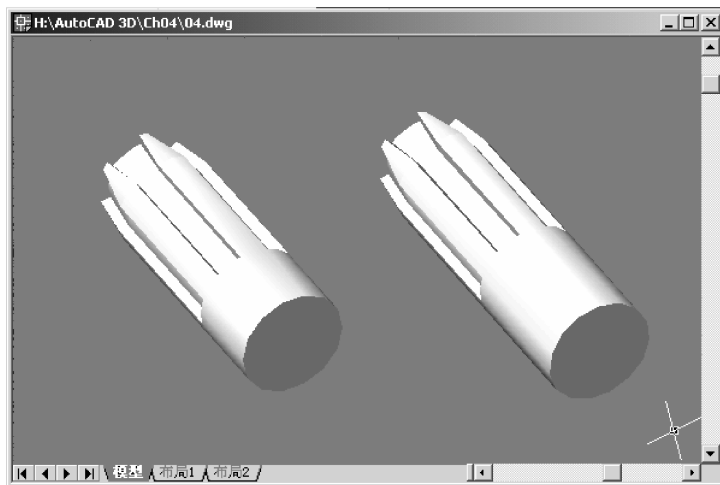


图 4-23 实体面的移动

(3) 选择“旋转 (R)”命令选项，可以将实体上指定的面绕旋转轴进行旋转，AutoCAD 将根据面的旋转结果重新定义实体的边界。

输入面编辑选项

[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:r

选择面或 [放弃(U)/删除(R)]:

选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:

选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:

指定轴点或 [经过对象的轴(A)/视图(V)/X 轴(X)/Y 轴(Y)/Z 轴(Z)] <两点>:

在旋转轴上指定第二个点:

指定旋转角度或 [参照(R)]:

已开始实体校验。

已完成实体校验。

输入面编辑选项

[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:

在执行旋转面的操作中，可以选择多个面同时进行旋转操作，并分别指定旋转轴和旋转角度。

图 4-24 中将花键模型的底面沿底面直径旋转，可得到右侧所示的模型。

(4) 选择“偏移 (O)”命令选项，可以将实体上指定的面进行偏移，AutoCAD 将根据面的偏移结果重新定义实体的边界。

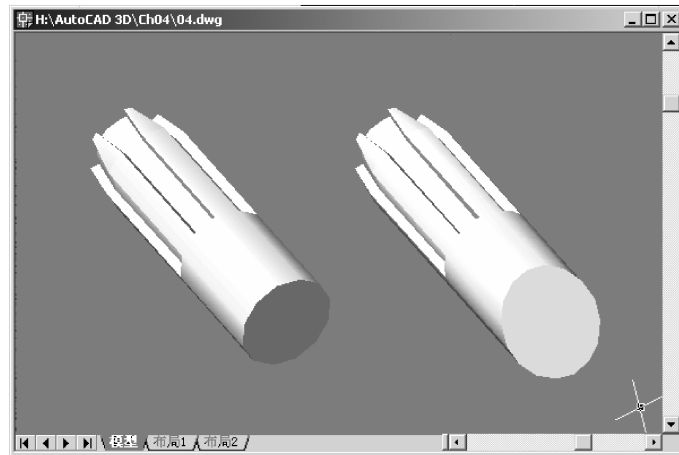


图 4-24 实体面的旋转

输入面编辑选项

[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:o

选择面或 [放弃(U)/删除(R)]:

选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:

选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:

指定偏移距离:

已开始实体校验。

已完成实体校验。

输入面编辑选项

[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:

在执行偏移面的操作中，可以选择多个面同时进行偏移操作，并指定偏移的距离。指定正的偏移值将增大实体的尺寸或体积，指定负的偏移值将减小实体的尺寸或体积。

图 4-25 中将花键模型的底面沿正的距离进行偏移，可得到右侧所示的模型。

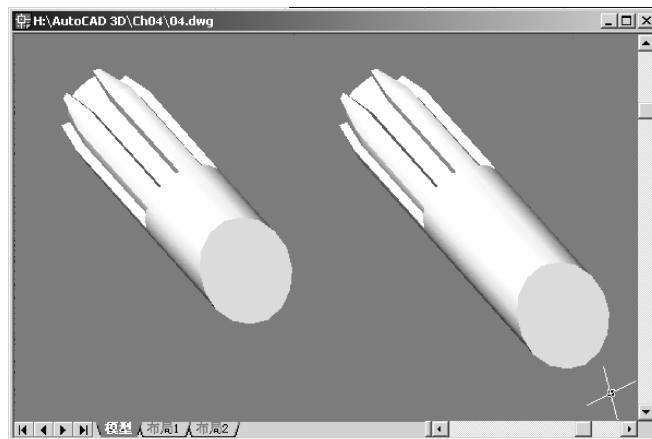


图 4-25 实体面的偏移

(5) 选择“倾斜(T)”命令选项,可以将实体上指定的面沿倾斜轴进行倾斜,AutoCAD将根据面的倾斜结果重新定义实体的边界。

```

输入面编辑选项
[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <
退出>:t
选择面或 [放弃(U)/删除(R)]:
选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:
选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:
指定基点:
指定沿倾斜轴的另一个点:
指定倾斜角度:
已开始实体校验。
已完成实体校验。
输入面编辑选项
[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <
退出>:

```

在执行倾斜面的操作中,可以选择多个面同时进行倾斜操作,并通过两点定义倾斜轴,AutoCAD 将沿倾斜轴按指定的倾斜角度对面进行倾斜。其中,倾斜角度取值范围为 $-90^{\circ} \sim 90^{\circ}$,正的倾斜角度将往里倾斜选定的面,负的倾斜角度将往外倾斜面。

图 4-26 中将花键模型的底面沿底面直径倾斜,可得到右侧所示的模型。

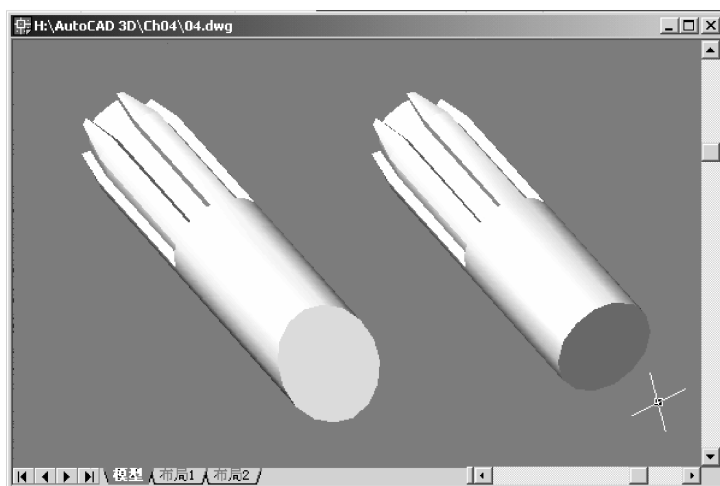


图 4-26 实体面的倾斜

(6) 选择“删除(D)”命令选项,可以删除实体上指定的面,AutoCAD将根据面的删除结果重新定义实体的边界。

```

输入面编辑选项
[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <
退出>:d
选择面或 [放弃(U)/删除(R)]:

```

选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:
 选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:
 已开始实体校验。
 已完成实体校验。
 输入面编辑选项
 [拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <
 退出>:

用户可以同时选择多个面进行删除，包括实体对象中的圆角和倒角。

图 4-27 中将花键模型的部分键槽处的表面删除后，可得到右侧所示的模型。

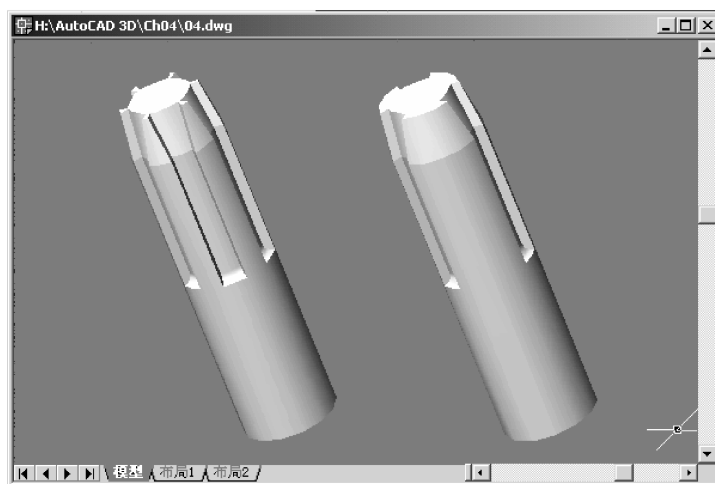


图 4-27 实体面的删除

(7) 选择“复制 (C)”命令选项，可以将实体中指定的面复制为面域或体对象。

输入面编辑选项
 [拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <
 退出>:c
 选择面或 [放弃(U)/删除(R)]:
 选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:
 选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:
 指定基点或位移:
 指定位移的第二点:
 输入面编辑选项
 [拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <
 退出>:

也可以选择多个面同时进行复制，然后指定一个位移矢量，AutoCAD 将根据这个位移矢量将指定的面复制并移动到新的位置，在复制时将根据面的几何性质分别复制为独立的面域或体对象。

图 4-28 中将花键模型的顶面复制为面域对象。

(8) 选择“着色 (L)”命令选项，可以修改实体上指定的面的颜色特性。

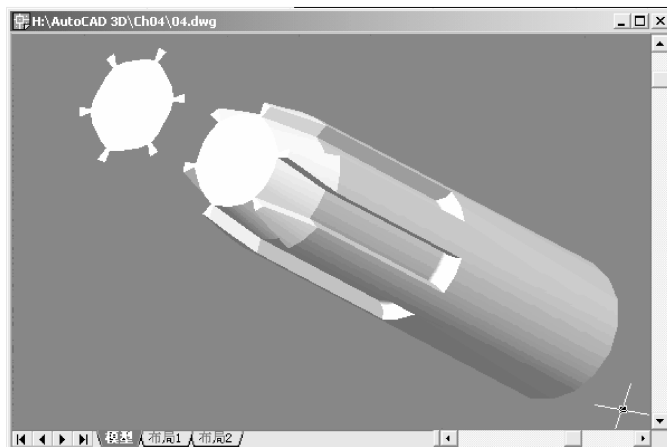


图 4-28 实体面的复制

输入面编辑选项

[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:1

选择面或 [放弃(U)/删除(R)]:

选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:

选择面或 [放弃(U)/删除(R)/全部(ALL)]:

输入面编辑选项

[拉伸(E)/移动(M)/旋转(R)/偏移(O)/倾斜(T)/删除(D)/复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:

也可以同时选择多个面进行修改,然后按回车键结束选择,AutoCAD 将弹出“选择颜色”对话框,用户可以从对话框的 ACI 表中为选中的面重新指定一种颜色。

图 4-29 中将花键模型各个面均改为不同的颜色。

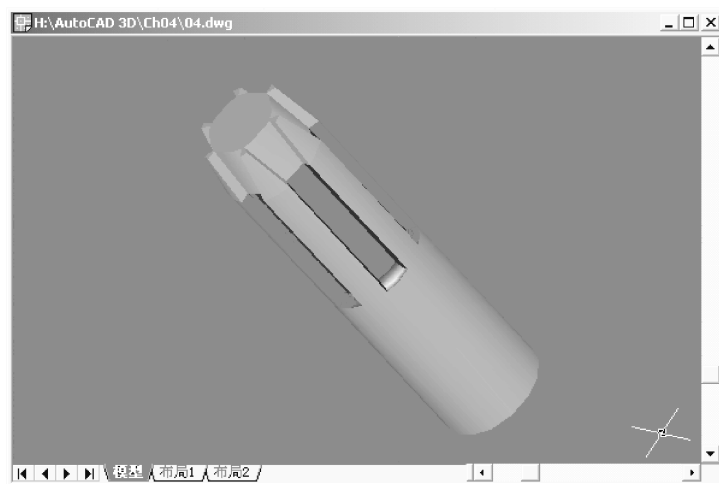



图 4-29 实体面的着色

(9) 选择“放弃(U)”命令选项,可以取消上一步的操作。

(10) 选择“退出(X)”命令选项，可以返回上一级命令提示。

4.3.2 编辑实体的边

与编辑实体的面类似，可以对实体的边进行编辑，具体的编辑方法包括着色和复制两种。编辑实体边的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“修改” → “实体编辑” → “着色边”、“复制边”。
- 工具栏：“实体编辑” → 。
- 命令行：SOLIDEDIT。

命令：SOLIDEDIT

实体编辑自动检查：SOLIDCHECK=1

输入实体编辑选项 [面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:e

输入边编辑选项 [复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:

...

与编辑实体面的操作类似，用户也可以对实体对象中的边进行着色和复制操作，具体操作过程如下：

(1) 选择“复制(C)”命令选项，可以将实体对象中指定的边复制为简单的 AutoCAD 对象。

输入边编辑选项 [复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:c

选择边或 [放弃(U)/删除(R)]:

选择边或 [放弃(U)/删除(R)]:

指定基点或位移:

指定位移的第二点:

输入边编辑选项 [复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:

也可以连续选择多个边，然后指定一个位移矢量，AutoCAD 将根据这个位移矢量将指定的边复制并移动到新的位置，在复制时将根据边的几何性质分别复制为独立的直线、圆弧、圆、椭圆或样条曲线对象。

图 4-30 中将花键模型的顶面各条边复制为直线对象。

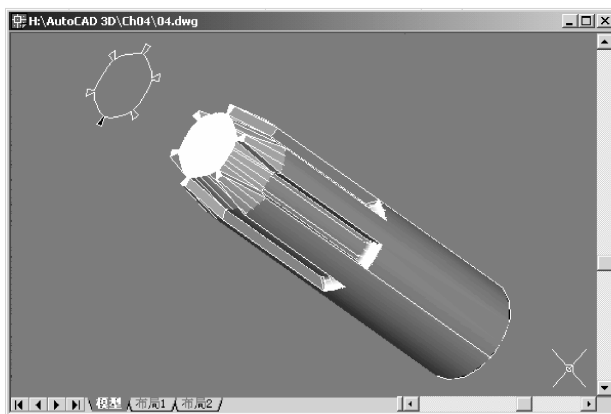


图 4-30 实体边的复制

(2) 选择“着色(L)”命令选项,可以改变实体对象中指定的边的颜色特性。

```
输入边编辑选项 [复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:l
选择边或 [放弃(U)/删除(R)]:
选择边或 [放弃(U)/删除(R)]:
输入边编辑选项 [复制(C)/着色(L)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:
```

也可以连续选择多个边,然后按回车键结束选择,AutoCAD 将弹出“选择颜色”对话框,用户可以从对话框的 ACI 表中为选中的边重新指定一种颜色。

图 4-31 中将花键模型的顶面和键的边线分别改为红色和青色。

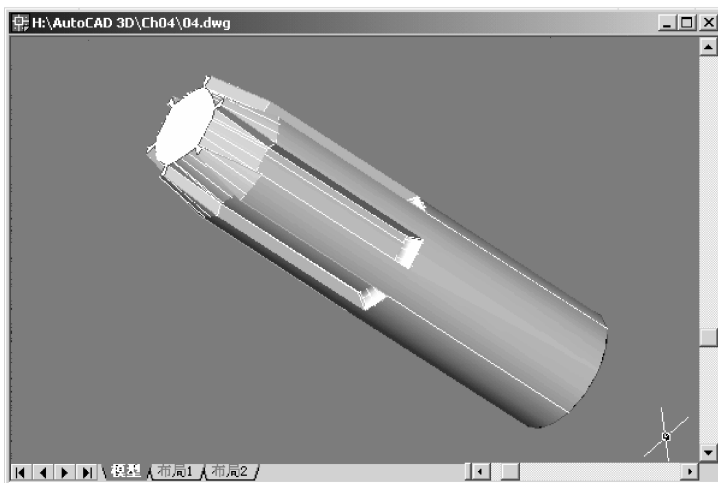


图 4-31 实体边的着色

(3) 选择“放弃(U)”命令选项,可以取消上一步的操作。


(4) 选择“退出(X)”命令选项,可以返回上一级命令提示。

4.3.3 编辑实体的体

1. 命令简介

除了实体的面和边之外,还可以编辑整个实体对象,方法是在实体上压印其他几何图形,或将实体分割为独立实体对象,以及抽壳、清除或检查选定的实体。

编辑实体的体的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单:“修改”→“实体编辑”→“压印”、“清除”、“分割”、“抽壳”、“检查”
- 工具栏:“实体编辑”→ 
- 命令行: SOLIDEDIT

```
命令: SOLIDEDIT
```

```
实体编辑自动检查: SOLIDCHECK=1
```

```
输入实体编辑选项 [面(F)/边(E)/体(B)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:b
```

```
输入体编辑选项
```

```
[压印(I)/分割实体(P)/抽壳(S)/清除(L)/检查(C)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:
```

```
...
```


2. 命令详解

实体的体编辑是指对整个实体对象进行各种编辑操作,具体来说包括以下几种编辑方法:

(1) 选择“压印(I)”命令选项,可以将与实体面相交的某些对象压印到实体上,这些对象与实体面之间的交线将转换为实体对象中新的边线。

输入体编辑选项

[压印(I)/分割实体(P)/抽壳(S)/清除(L)/检查(C)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:i

选择三维实体:

选择要压印的对象:

是否删除源对象 [是(Y)/否(N)] <N>:

选择要压印的对象:

输入体编辑选项

[压印(I)/分割实体(P)/抽壳(S)/清除(L)/检查(C)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:

在进行压印操作时,需要首先选择被压印的实体对象,然后指定要进行压印的对象,能够压印到实体上的对象包括圆弧、圆、直线、二维和三维多段线、椭圆、样条曲线、面域、体及三维实体等。也可以连续选择多个对象压印到指定的实体上,并且可以决定是否在压印操作结束后删除原来的对象。

为了能够成功地进行压印操作,要求压印到实体上的对象必须与该实体的一个或几个面相交。例如,图 4-32 中左侧实体的侧面上有一个圆对象,将其压印到实体上后,该圆将作为实体的边界把实体的侧面分成了两部分,如图中右侧所示。

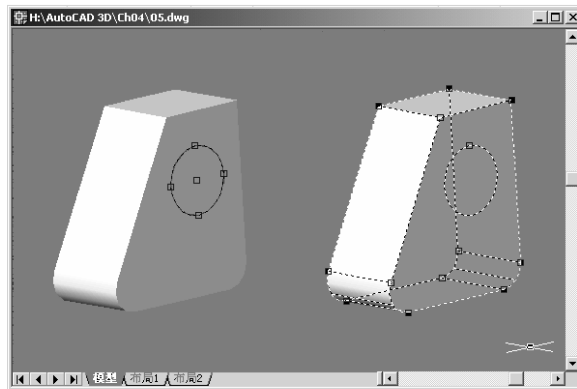


图 4-32 实体的压印

(2) 选择“抽壳(S)”命令选项,可以沿实体中指定的面生成一定厚度的薄壳,薄壳之外的体积将被删除。

输入体编辑选项

[压印(I)/分割实体(P)/抽壳(S)/清除(L)/检查(C)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:s

选择三维实体:

删除面或 [放弃(U)/添加(A)/全部(ALL)]:

删除面或 [放弃(U)/添加(A)/全部(ALL)]:

输入抽壳偏移距离:(输入数值)

已开始实体校验。

已完成实体校验。

输入体编辑选项

[压印(I)/分割实体(P)/抽壳(S)/清除(L)/检查(C)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:

当选择某个实体对象进行抽壳操作时，默认情况下将对其所有的面进行抽壳操作。
AutoCAD 可以指定实体中不进行抽壳的面，这些面将在抽壳操作中被删除。

完成面的指定后，需要进一步指定抽壳的平移距离，AutoCAD 通过将现有的面向原位置的内部或外部偏移来创建新的面，正的平移距离将向实体内部平移，而负的平移距离将向实体外部平移。

例如，对图 4-33 中左侧所示的实体进行抽壳时，如果只保留左右两个侧面而删除其他面，将得到图中右侧所示实体。

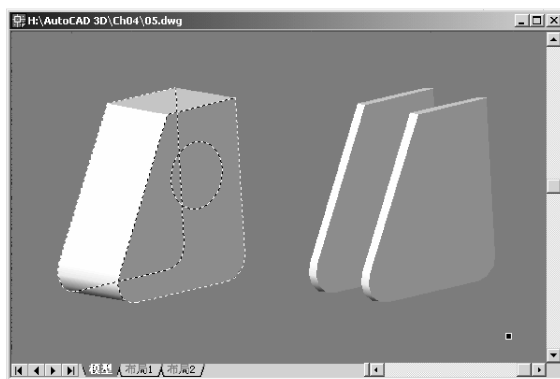


图 4-33 实体的抽壳

(3) 选择“分割实体 (P)”命令选项，可以将实体中各个不相连的部分分割为独立的实体对象。

输入体编辑选项

[压印(I)/分割实体(P)/抽壳(S)/清除(L)/检查(C)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:p

选择三维实体:

输入体编辑选项

[压印(I)/分割实体(P)/抽壳(S)/清除(L)/检查(C)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:

能够进行分割操作的实体对象必须具有不相连的体积，否则将无法进行分割。例如，对于图 4-33 中右侧的实体，就可以使用分割实体操作将其分为两个独立的实体。

(4) 选择“清除 (L)”命令选项，可以将指定实体上所有多余的边和顶点、压印的和未使用的几何图形删除。

输入体编辑选项

[压印(I)/分割实体(P)/抽壳(S)/清除(L)/检查(C)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:l

选择三维实体:

输入体编辑选项

[压印(I)/分割实体(P)/抽壳(S)/清除(L)/检查(C)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:

如果边的两侧或顶点共享相同的曲面或顶点定义，那么可以删除这些边或顶点。

AutoCAD 将检查实体对象的体、面或边，并且合并共享相同曲面的相邻面。三维实体对象上所有多余的、压印的以及未使用的边都将被删除。例如，使用清除命令可以将图 4-32 中右侧实体中压印的圆形从实体中清除。

(5) 选择“检查(C)”命令选项，可以检查指定的实体对象是否为有效的 ACIS 实体。

输入体编辑选项

[压印(I)/分割实体(P)/抽壳(S)/清除(L)/检查(C)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:c

选择三维实体:

输入体编辑选项

[压印(I)/分割实体(P)/抽壳(S)/清除(L)/检查(C)/放弃(U)/退出(X)] <退出>:

使用实体检查操作可以检查实体对象是否是有效的三维实体对象。对于有效的三维实体，对其进行修改不会导致出现 ACIS 失败错误信息。如果三维实体无效，则不能编辑对象。

思考题

1. 对象的二维操作与三维操作的异同。
2. 面拉伸、移动和偏移操作的异同。
3. 如何使实体产生局部变形。

第 5 章 创建复杂的三维对象

本章主要讲述在 AutoCAD 中创建复杂三维对象的方法和过程。除了使用基本的预定义三维曲面对象和三维实体对象之外，AutoCAD 还提供了多种创建复杂曲面对象和复杂实体对象的命令，可以使用这些命令创建各种形状的三维模型。

5.1 创建复杂曲面


由于在 AutoCAD 中使用多边形网格模拟曲面对象，因此，可以通过设置多边形网格的边界和密度来创建多种形式的网格曲面，也可以直接指定网格的各个顶点和镶嵌面来模拟曲面。

5.1.1 创建旋转曲面

1. 命令简介

在 AutoCAD 中，可以将某些类型的线框对象绕指定的旋转轴进行旋转，根据被旋转对象的轮廓和旋转的路径形成一个指定密度的网格，即 AutoCAD 的旋转曲面对象。

创建旋转曲面的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “曲面” → “旋转曲面”。
- 工具栏：“曲面” → 。
- 命令行：REVSURF。

```
命令:REVSURF
当前线框密度: SURFTAB1=6 SURFTAB2=6
选择要旋转的对象:
选择定义旋转轴的对象:
指定起点角度 <0>:
指定包含角 (+=逆时针, -=顺时针) <360>:
```

2. 命令详解

从 REVSURF 命令的执行过程可知，在创建旋转曲面之前需要先创建要进行旋转的对象和作为旋转轴的对象。其中能够用于创建旋转曲面的对象包括直线、圆、圆弧、椭圆、椭圆弧、二维和三维多段线和样条曲线等；而能够用于定义旋转轴的对象包括直线或开放的二维、三维多段线等。如果选择多段线作为旋转轴，则系统将根据多段线的第一个顶点到最后一个顶点的矢量确定旋转轴，中间的顶点都将被忽略。

图 5-1 中给出了一个简单的示例，其中左侧阶梯状的多段线作为要进行旋转的对象，右侧的直线作为旋转轴。

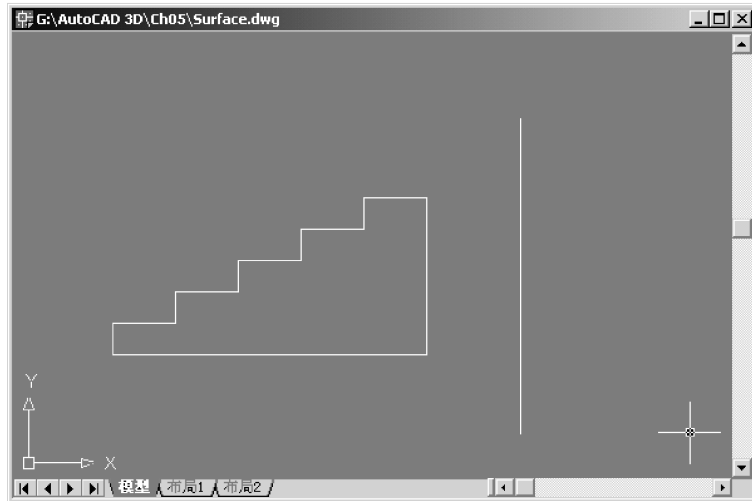


图 5-1 用于创建旋转曲面的对象

确定了用于旋转的对象后，可以进一步设置旋转曲面网格的密度。旋转曲面网格的密度由系统变量 SURFTAB1 和 SURFTAB2 决定。其中，SURFTAB1 用于确定网格在旋转方向上的密度，而 SURFTAB2 用于确定旋转对象轮廓上网格的密度。对于同样的旋转对象和旋转轴，如果设置了不同的网格密度，那么得到的旋转曲面形状也可能有较大的不同。系统变量 SURFTAB1 和 SURFTAB2 的默认值均为 6。

例如，根据默认的网格密度，使用图 5-1 中所示的多段线对象绕直线进行 360° 的旋转之后所得到的旋转曲面如图 5-2 所示。

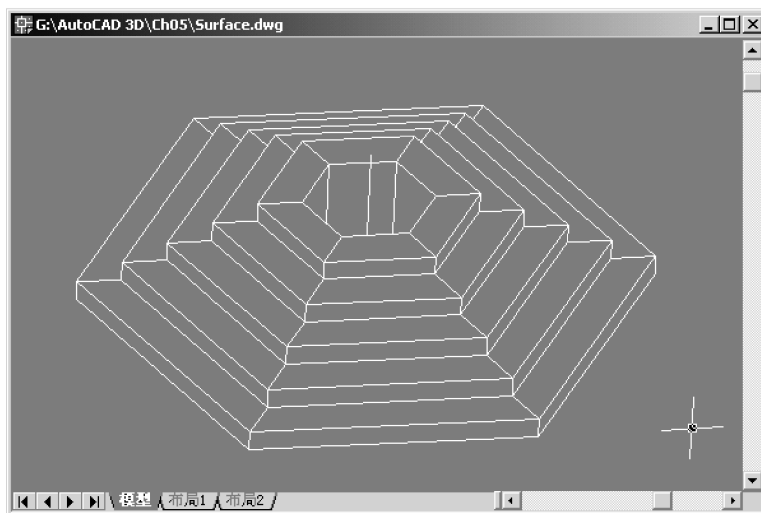


图 5-2 根据默认密度生成的网格

现在将系统变量 SURFTAB1 设置为 64，然后重新创建旋转曲面，结果如图 5-3 所示。

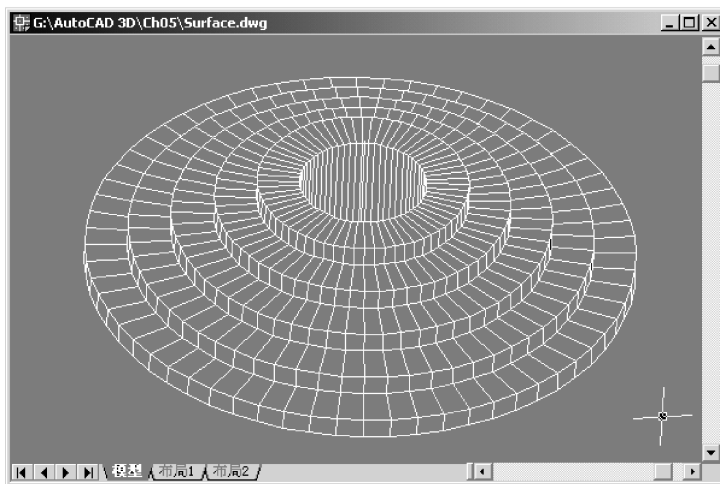


图 5-3 修改网格密度后生成的网格

从图中可以看出，网格的密度取值越大，则生成的网格越接近实际的曲面。但过高的网格密度将生成大量的数据，影响系统性能，因此在创建旋转曲面时需要根据具体要求确定一个合适的网格密度。

对于系统变量 SURFTAB2 来说，其具体作用与 SURFTAB1 略有不同。当旋转对象是直线、圆弧、圆或样条曲线拟合多段线等类型的对象时，SURFTAB2 将确定这些对象轮廓上的网格密度。如果旋转对象是没有进行样条曲线拟合的多段线，则旋转对象轮廓上的网格线将绘制在直线段的端点处，而不受系统变量 SURFTAB2 的限制。从图 5-2 和图 5-3 的示例中可以清楚地看到这一点。

当旋转对象是没有进行样条曲线拟合的多段线，并且带有圆弧段时，则每个圆弧都会被等分为 SURFTAB2 所指定的段数。例如，先使用 FILLET 命令将要进行旋转的多段线对象加上圆角，然后再创建旋转曲面对象，结果如图 5-4 所示。

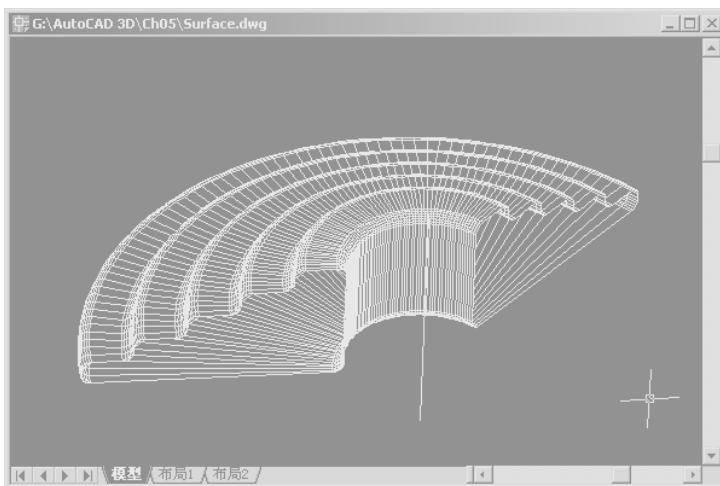


图 5-4 带有圆角的多段线生成的曲面

在这一例子中使用了一个小于 360° 的包含角。REVSURF 命令可以指定旋转的起点角度和绕旋转轴旋转的角度(包含角)。在指定这两种角度时,零度角表示要旋转对象所在的位置,正的角度值表示绕旋转轴按逆时针旋转,负的角度值表示绕旋转轴按顺时针旋转。

在确定旋转轴时,选择点的位置会影响到旋转角的方向。也可将旋转轴上距选择点较近的一端作为起点,较远的一端作为端点,用右手定则来确定旋转角的方向,图 5-5 给出了选择点位置与旋转角度方向的关系。

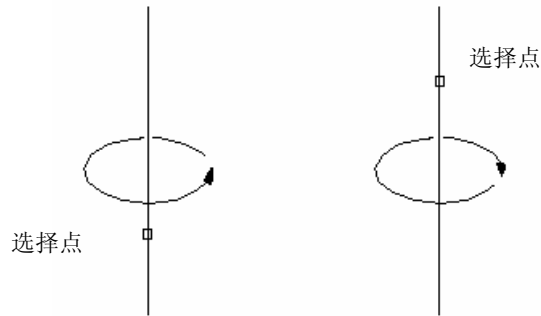



图 5-5 旋转角度的方向

5.1.2 创建平移曲面

1. 命令简介

在 AutoCAD 中,可以将某些类型的线框对象沿指定的方向矢量进行平移,根据被平移对象的轮廓和平移的路径形成一个指定密度的网格,即 AutoCAD 的平移曲面对象。

创建平移曲面的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单:“绘图”→“曲面”→“平移曲面”。
- 工具栏:“曲面”→。
- 命令行: TABSURF。

命令: TABSURF

选择用作轮廓曲线的对象:

选择用作方向矢量的对象:

2. 命令详解

在使用 TABSURF 命令创建平移曲面之前,需要先创建要进行平移的对象和作为方向矢量的对象。其中能够用于创建平移曲面的对象包括直线、圆、圆弧、椭圆、椭圆弧、二维和三维多段线和样条曲线等;而能够用于定义方向矢量的对象包括直线或开放的二维、三维多段线等。如果选择多段线作为方向矢量,则系统将把多段线的第一个顶点到最后一个顶点的矢量作为方向矢量,而中间的任意顶点都将被忽略。

图 5-6 中给出了一个简单的示例,其中左侧阶梯状的多段线作为要进行平移的对象,右侧与其垂直的直线作为方向矢量。

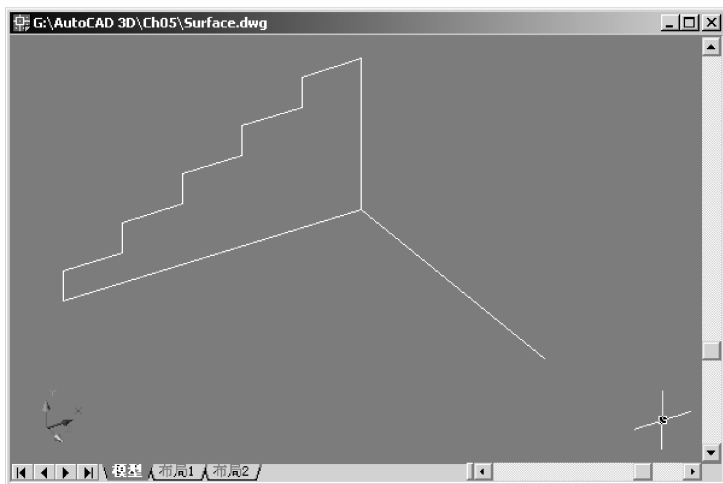


图 5-6 用于创建平移曲面的对象

创建的结果如图 5-7 所示。

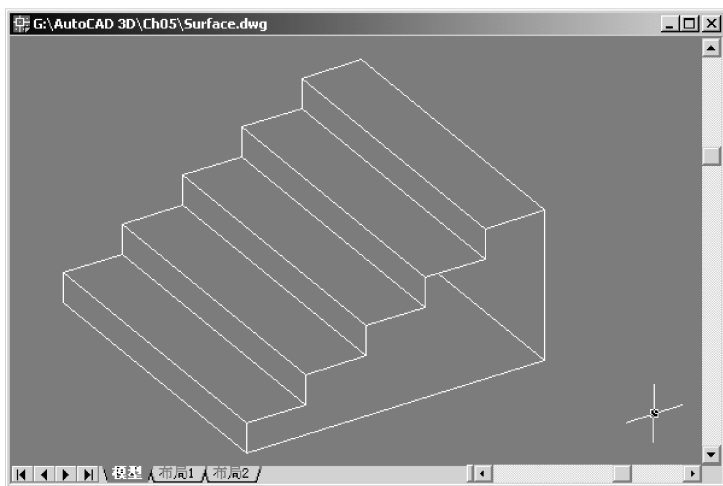


图 5-7 创建平移曲面


用户同样可以设置平移曲面网格的密度。与旋转曲面不同的是，平移曲面网格在平移方向上无需指定网格的密度，仅由系统变量 SURFTAB1 确定平移对象轮廓上网格的密度。当平移对象是直线、圆弧、圆或样条曲线拟合多段线等类型的对象时，SURFTAB1 将确定这些对象轮廓上的网格密度。而如果平移对象是没有进行样条曲线拟合的多段线时，则平移对象轮廓上的网格线将绘制在直线段的端点处，而不受系统变量 SURFTAB1 的限制。同样，如果平移对象是带有圆弧段的未拟合的多段线，则每个圆弧都会被等分为 SURFTAB1 所指定的段数。

注意：在确定方向矢量时，选择点的位置会影响到平移的方向。系统会以距离选择点较近的一端作为起点，较远的一端作为端点作为平移的方向。因此，在选择方向矢量时，可能会由于选择点位置的不同，而导致平移对象朝相反的方向进行平移。

5.1.3 创建直纹曲面

在 AutoCAD 中, 可以将两个指定的曲线之间进行直线连接, 根据两个曲线的轮廓形成一个指定密度的网格, 即 AutoCAD 的直纹曲面对象。

创建直纹曲面的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单: “绘图” → “曲面” → “直纹曲面”。
- 工具栏: “曲面” → 。
- 命令行: RULESURF。

命令: RULESURF

当前线框密度: SURFTAB1=6

选择第一条定义曲线:

选择第二条定义曲线:

在使用 RULESURF 命令创建直纹曲面之前, 需要先创建作为曲面边界的两个曲线对象。能够用于创建直纹曲面的曲线对象包括点、直线、圆、圆弧、椭圆、椭圆弧、二维和三维多段线和样条曲线等。图 5-8 中给出了一个创建直纹曲面的示例, 上部的点和下部的圆将分别作为直纹曲面的两个边界。

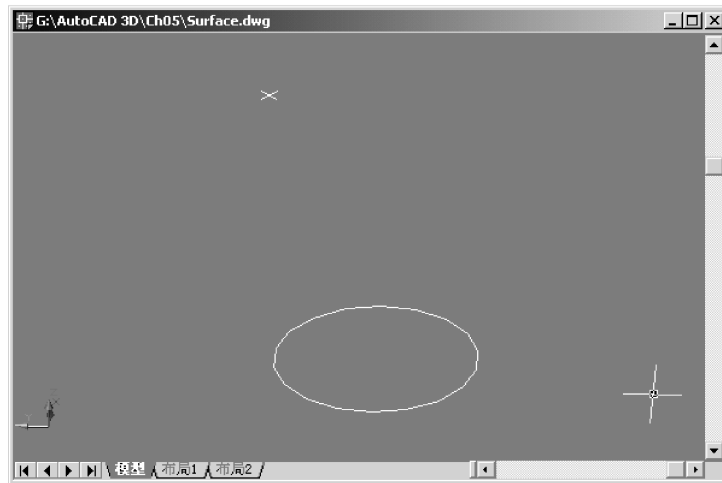


图 5-8 用于创建直纹曲面的对象

注意: 在确定直纹曲面的边界时, 如果其中有一个边界曲线是闭合的, 那么另一个边界曲线也必须闭合 (也可以是点)。

与平移曲面网格类似, 直纹曲面网格的密度由系统变量 SURFTAB1 决定。作为边界的两条曲线将按 SURFTAB1 的值被等分, 然后将等分点一一对应地进行直线连接, 从而形成曲面网格。图 5-9 中分别显示了当 SURFTAB1 的取值为 6 和 32 时, 由图 5-8 中的两个对象所得到的直纹曲面对象。

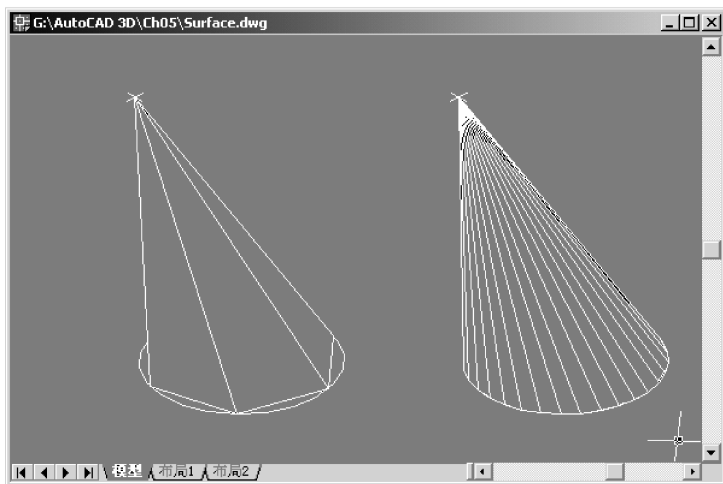


图 5-9 不同密度的直纹曲面网格

对于由两条闭合曲线边界所形成的直纹曲面网格，其网格线的绘制位置是由边界曲线对象所决定的。例如，如果边界曲线是圆，则直纹曲面从 0 度象限点开始绘制；如果边界曲线是闭合多段线，直纹曲面从最后一个顶点开始并反向沿着多段线的线段绘制。

对于由两条开放曲线边界所形成的直纹曲面网格，其网格线的绘制位置将根据选择点来决定，系统将从距离选择点最近的端点开始绘制。这样，由于选择边界曲线时选择点位置的不同，可能会产生不同的创建结果。例如，图 5-10 中左侧的圆弧和直线分别作为直纹曲面的两个边界。当在选择这两个对象时，如果选择点位于同一侧，则将产生图中中间位置所示的曲面网格；如果两个对象的选择点不在同一侧，则将产生图中右侧位置所示的曲面网格。

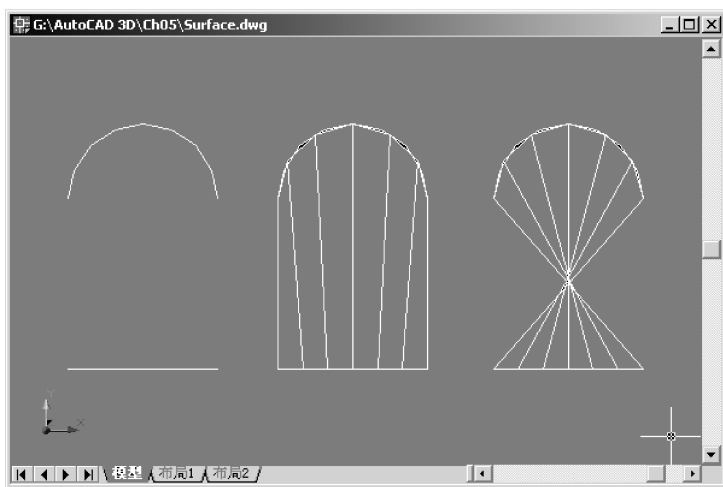



图 5-10 不同选择位置所生成的直纹曲面

5.1.4 创建边界曲面

在 AutoCAD 中，可以在指定的四个首尾相连的曲线边界之间形成一个指定密度的三维

网格，即 AutoCAD 的边界曲面对象。

创建边界曲面的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “曲面” → “边界曲面”。
- 工具栏：“曲面” → 。
- 命令行：EDGESURF。

命令:EDGESURF

当前线框密度: SURFTAB1=6 SURFTAB2=6

选择用作曲面边界的对象 1:

选择用作曲面边界的对象 2:

选择用作曲面边界的对象 3:

选择用作曲面边界的对象 4:

在使用 EDGESURF 命令创建边界曲面之前，需要先创建作为曲面边界的四个曲线对象。能够用于创建边界曲面的曲线对象包括圆弧、椭圆弧、直线、多段线和样条曲线等。这四个边界对象必须在端点处依次相连，形成一个封闭的路径，才能用于创建边界曲面。图 5-11 给出用于创建边界曲面的对象示例。

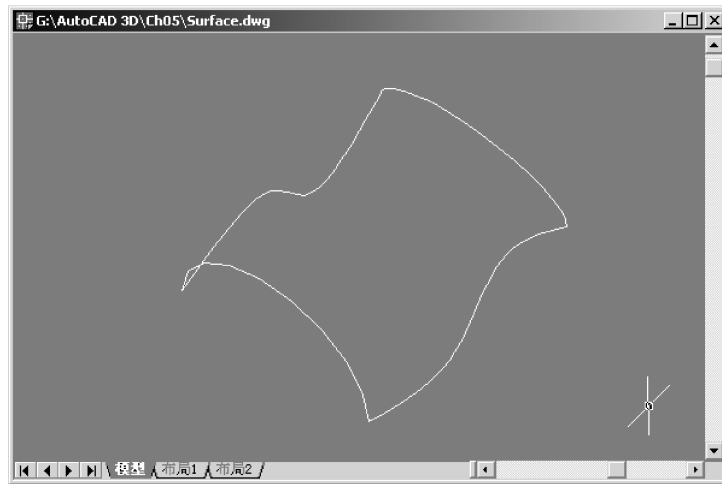


图 5-11 用于创建边界曲面的对象

边界曲面网格的密度是由系统变量 SURFTAB1 和 SURFTAB2 共同控制的。其中，SURFTAB1 用于确定用户选择的第一条曲线边界方向上网格的密度，这条边界以及与其不相邻的另一条边界曲线将按 SURFTAB1 的取值来划分网格。而另外两条边界曲线则按照 SURFTAB2 的取值绘制网格。因此，当系统变量 SURFTAB1 和 SURFTAB2 的取值不同时，在选择边界时的第一个选择对象将影响边界曲面网格不同方向上的密度。一旦确定了第一个边界曲线对象，则边界曲面网格的方向也随之确定，因此，在选择其他边界时的选择顺序将不再影响边界曲面的创建。图 5-12 中给出了系统变量 SURFTAB1 和 SURFTAB2 取值均为 32 时所创建的边界曲面网格：

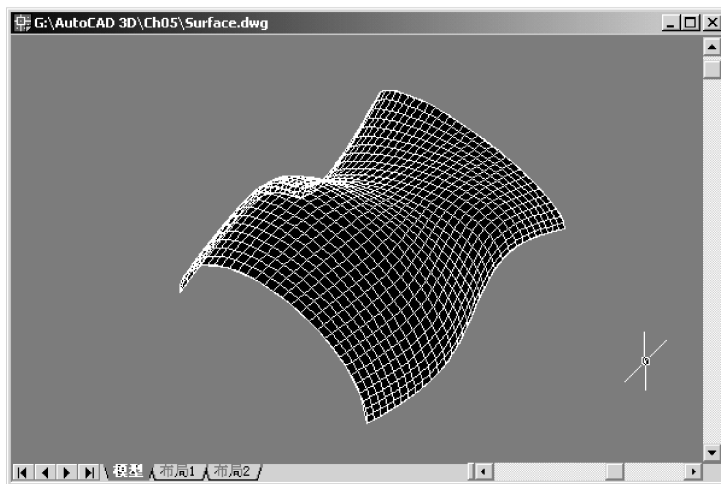


图 5-12 创建边界曲面

5.1.5 创建三维网格

在 AutoCAD 中，为了能够创建复杂的、不规则的网格，可以使用依次指定网格全部顶点坐标的方法创建自由格式的三维网格。在创建三维网格时，首先指定网格在两个不同方向上的密度 m 和 n ，表明该网格由 $m \times n$ 个顶点构成，然后即可依次指定这 $m \times n$ 个顶点的坐标，从而形成三维网格对象。

创建三维网格的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “曲面” → “三维网格”。
- 工具栏：“曲面” → .
- 命令行：3DMESH。

命令:3DMESH

输入 M 方向上的网格数量:

输入 N 方向上的网格数量:

指定顶点 (0,0) 的位置:

.....

指定顶点 (m-1, n-1) 的位置:

用 3DMESH 命令可以创建指定密度的三维网格，网格密度由 M 方向和 N 方向上的网格数量所确定，即等效于在矩形的长边方向和短边方向上按指定数目等分后所形成的网格。在 AutoCAD 中，在每个方向上允许的网格数量在 2~256 之间。

如果三维网格在 M 方向和 N 方向上的网格数量分别为 m 和 n ，则相应网格顶点的数量为 $m \times n$ 。这些顶点构成了一个 m 行 n 列的矩阵，每个顶点可以用该点在矩阵中的位置来表示。用户需要从第一个顶点 (0, 0) 到最后一个顶点 (m , n)，逐行逐列地依次指定每个顶点的坐标，从而实现对整个三维网格的定义。

图 5-13 中显示了一个网格密度为 8×6 的三维网格，该网格共有 48 个顶点，分别用 (0, 0) ~ (7, 5) 表示。

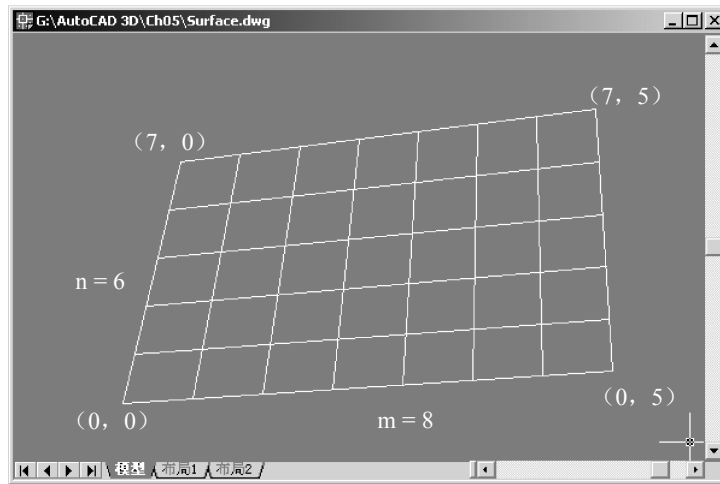


图 5-13 三维网格

由于在指定每个顶点的坐标时，可以将其置于三维空间中的任何一点上，即可以直接构造出三维的、复杂的、极不规则的曲面。由于在命令行直接定义三维网格的工作量较大，因此，可以参考相关书籍，利用 AutoCAD 的二次开发工具如 Visual LIST、VBA 等编程实现三维网格的创建。

5.1.6 创建多面网格

在三维网格中，确定了网格密度后，则网格中面的数目以及构成面的顶点也相应确定。而 AutoCAD 所提供的多面网格命令，可以在确定全部网格顶点位置后，自由地定义网格中的面，并能够控制边的可见性和图层、颜色特性。

创建多面网格的命令调用方式和执行过程为：

- 命令行：PFACE。

```
命令: PFACE
指定顶点 1 的位置:
指定顶点 2 的位置或 <定义面>:
指定顶点 3 的位置或 <定义面>:
...
指定顶点 n 的位置或 <定义面>:
面 1, 顶点 1:
输入顶点编号或 [颜色(C)/图层(L)]:
面 1, 顶点 2:
输入顶点编号或 [颜色(C)/图层(L)] <下一个面>:
...
```

同 3DMESH 命令类似，在创建多面网格时，首先需要依次指定构成网格的全部顶点的坐标，AutoCAD 将这些顶点依次编号为“顶点 1”、“顶点 2”、……、“顶点 n”。完成顶点的定义后，即可按回车键开始定义网格中的各个面。

定义面的方法是依次指定该面上所有顶点的编号，每个面可有多多个顶点。例如，在图 5-14

中，用户确定了“点1”~“点8”这八个顶点坐标后，可以进一步按以下顺序定义面：

- ①面1：“点1”、“点5”、“点6”、“点2”。
- ②面2：“点2”、“点6”、“点7”、“点3”。
- ③面3：“点3”、“点7”、“点8”、“点4”。
- ④面4：“点4”、“点8”、“点5”、“点1”。

绘制结果如图 5-14 所示。

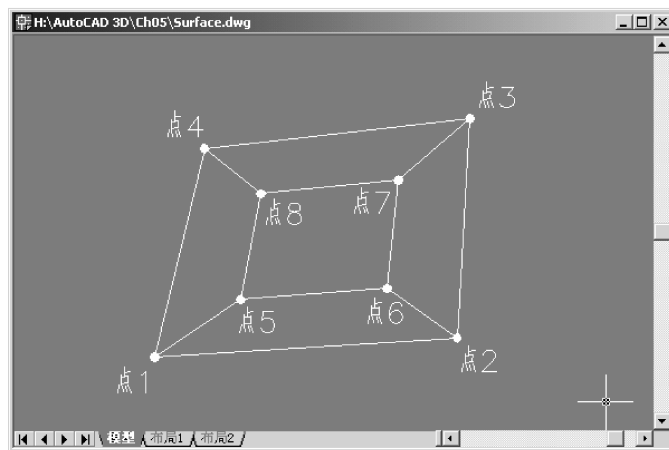


图 5-14 创建多面网格

在定义网格的面时，可以控制该面上各边的可见性。具体方法是在指定顶点编号时使用负值，则以该顶点为起始顶点的边将隐藏。例如在上一示例中，如果在定义四个面时输入顶点编号分别为：

- ①面1：-1、5、-6、2。
- ②面2：-2、6、-7、3。
- ③面3：-3、7、-8、4。
- ④面4：-4、8、-5、1。

由此创建的多面网格如图 5-15 所示。

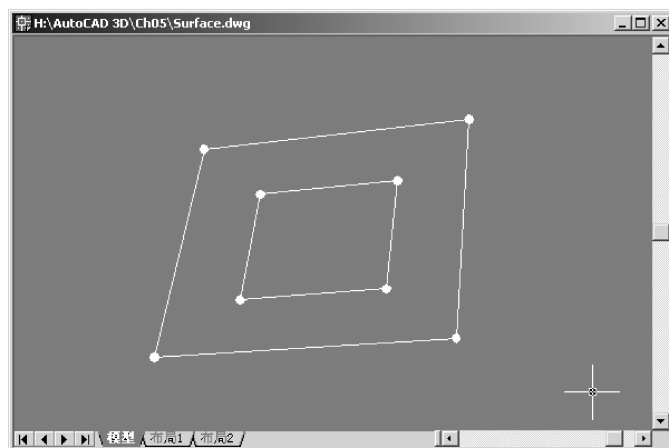


图 5-15 控制多面网格的边的可见性

虽然创建后的多面网格是一个整体的对象，但网格中的各个面可以有不同的图层和颜色特性。在定义面时，选择“颜色 (C)”命令选项可以改变该面的颜色特性：

```
输入顶点编号或 [颜色(C)/图层(L)]:c
输入颜色编号或标准颜色名 <随层>:
```

选择“图层 (L)”命令选项可以改变该面的图层特性：

```
输入顶点编号或 [颜色(C)/图层(L)]:l
输入图层名 <0>:
```

同三维网格一样，由于在命令行直接定义多面网格的工作量较大，通常用户可以利用 AutoCAD 的二次开发工具如 Visual LIST、VBA 等编程实现多面网格的创建。

5.1.7 三维面

三维面是由三个或四个三维顶点构成的曲面。在 AutoCAD 中，可以连续地创建多个三维面对象，并可以控制三维面对象上每一条边的可见性，从而组合成复杂的三维曲面。

创建三维面的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “曲面” → “三维面”。
- 工具栏：“曲面” → 。
- 命令行：3DFACE。

```
命令:3DFACE
指定第一点或 [不可见(I)]:
指定第二点或 [不可见(I)]:
指定第三点或 [不可见(I)] <退出>:
指定第四点或 [不可见(I)] <创建三侧面>:
指定第三点或 [不可见(I)] <退出>:
指定第四点或 [不可见(I)] <创建三侧面>:
...
```

在使用 3DFACE 命令创建三维面时，首先要指定第一个三维面对象的全部顶点。其中在指定第四点坐标时，如果直接按回车键选择“<创建三侧面>”命令选项，则 AutoCAD 将根据前三点创建三边的三维面；如果指定第四点的坐标则创建四边的三维面。

完成了第一个三维面对象的创建后，AutoCAD 继续提示指定下一个三维面对象的顶点。如果第一个三维面对象是四边形，那么其第三点和第四点将作为下一个三维面的第一点和第二点，并和用户再次指定的第三点和第四点一同构成下一个三维面对象；如果第一个三维面对象是三角形，那么其第三顶点将作为下一个三维面的一个顶点，并和用户指定的第三点和第四点一同构成下一个三边的三维面对象。

AutoCAD 将连续提示指定下一个三维面的第三点和第四点，从而连续创建多个三维面对象。例如，可以使用三维面命令创建图 5-14 示例的曲面。执行 3DFACE 命令后，用户可依次按点 1、点 5、点 6、点 2、点 3、点 7、点 8、点 4、点 1、点 5 的顺序指定各个顶点，AutoCAD 将根据这些点创建四个三维面对象，形成如图 5-14 所示的三维曲面。

类似于多面网格，用户同样可以控制三维面各边的可见性。在创建三维面对象时，如果

选择“不可见 (I)”命令选项，则下面两点之间的边将具有不可见性。例如，用户依次按“i”、1、5、“i”、6、2、“i”、3、7、“i”、8、4、“i”、1、5 的顺序指定各个顶点，可以创建如图 5-15 中所示的图形。

5.1.8 修改边的可见性

对于 AutoCAD 三维面对象，除了在创建时可以控制边的可见性之外，还可以在创建完成后修改边的可见性。

修改边的可见性的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “曲面” → “边”。
- 工具栏：“曲面” → 。
- 命令行：EDGE。

```
命令:EDGE
正在初始化...
指定要切换可见性的三维表面的边或 [显示(D)]:
指定要切换可见性的三维表面的边或 [显示(D)]:
...
```

执行 EDGE 命令，并将光标移动到三维面对象的可见边上时，在该边中点上将显示捕捉标记，单击左键后该边被选中。用户可连续选择多个边，然后按回车键结束命令，AutoCAD 将选中的边改为隐藏。

用同样的方法也可将不可见的边修改为可见的边。但需要首先选择“显示 (D)”命令选项将不可见的边显示在屏幕上，以便选择。选择该项后，还需要进一步指定用于隐藏边显示的选择方法：

```
指定要切换可见性的三维表面的边或 [显示(D)]:d
输入用于隐藏边显示的选择方法 [选择(S)/全部选择(A)] <全部选择>:
** 重生成三维面对象...完成。
指定要切换可见性的三维表面的边或 [显示(D)]:
```

选择“全部选择 (A)”方法，则图形中所有三维面的隐藏边全部显示出来；选择“选择 (S)”方法，则由用户选择三维面，并将被选中的三维面的隐藏边显示出来。

在修改边的可见性时，如果一个或多个三维面的边共线，AutoCAD 将更改每个共线边的可见性。

对于多面网格和三维面对象中的不可见边，AutoCAD 用系统变量 SPLFRAME 控制其显示。该变量为整数类型，初始值为 0，此时不显示三维面或多面网格的不可见边。如果将 SPLFRAME 的值设置为 1，则不可见边将变为可见边，并可以进行编辑。


5.2 创建复杂实体

与创建复杂曲面对象类似，也可以通过二维对象创建各种复杂实体，包括拉伸实体和旋转实体等。

5.2.1 创建拉伸实体

对于 AutoCAD 中的平面三维面和一些闭合的对象，可以将其沿指定的高度或路径进行拉伸，根据被拉伸对象所包含的面和拉伸的高度或路径形成一个三维实体，即 AutoCAD 的拉伸实体对象。

创建拉伸实体的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “实体” → “拉伸”。
- 工具栏：“实体” → 。
- 命令行：EXTRUDE。

```
命令:EXTRUDE
当前线框密度: ISOLINES=4
选择对象:
选择对象:
指定拉伸高度或 [路径(P)]:
指定拉伸的倾斜角度 <0>:
```

在使用 EXTRUDE 命令创建拉伸实体之前，需要先创建进行拉伸的平面三维面或闭合对象。能够用于创建拉伸实体的闭合对象包括面域、圆、椭圆、闭合的二维和三维多段线和样条曲线等。对于要进行拉伸的闭合多段线，其顶点数目必须在 3~500 之间。如果多段线具有宽度，AutoCAD 将忽略其宽度并且从多段线路径的中心线处拉伸。

在选择被拉伸的对象时，AutoCAD 连续提示，选择一个或多个对象进行拉伸，并按回车键结束选择。图 5-16 中显示了一个用于创建拉伸实体的多段线对象。

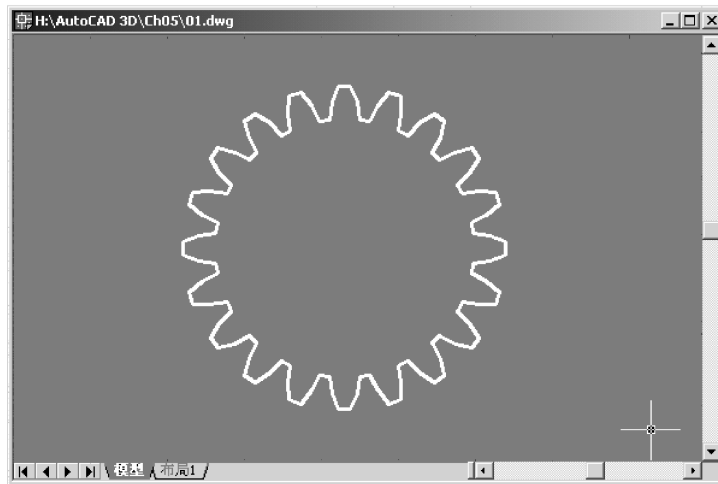


图 5-16 用于创建拉伸实体的对象

在进行拉伸时，如果指定拉伸高度，则 AutoCAD 将向与被拉伸对象所在平面相垂直的方向上进行拉伸。正的拉伸高度将沿 Z 轴正方向进行拉伸，负的拉伸高度将沿 Z 轴负方向进行拉伸，例如，在图 5-17 中，将图 5-16 中的多段线对象置于构造平面上，然后指定正的拉伸高度进行拉伸，将创建图中左侧的拉伸实体；如果指定负的拉伸高度，将创建图中右侧的

拉伸实体。

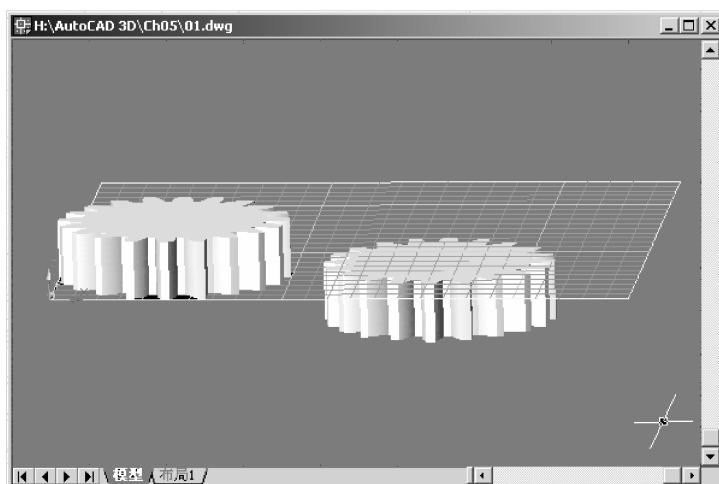


图 5-17 指定拉伸高度

指定拉伸高度后，还可以进一步指定拉伸实体的倾斜角度。拉伸实体的倾斜角度是指拉伸的侧面与拉伸方向之间的夹角，默认角度 0 表示在拉伸过程中始终保持原拉伸对象的形状。正的倾斜角度将在拉伸时从轮廓平面开始向内倾斜，形成一个由粗到细的拉伸实体对象；反之将形成一个由细到粗的拉伸实体对象。例如，对图 5-16 中的多段线对象进行拉伸时，如果指定正的倾斜角度，可以得到图 5-18 中左侧的拉伸实体；如果指定负的倾斜角度，可以得到图 5-18 中右侧的拉伸实体。

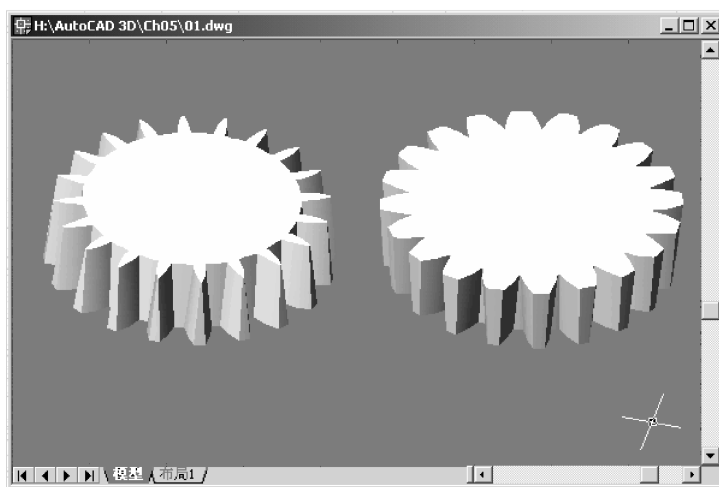


图 5-18 指定拉伸时的倾斜角度

除了指定拉伸高度之外，也可以选择“路径 (P)”命令选项指定拉伸路径。拉伸路径可以是直线、圆、圆弧、椭圆、椭圆弧、多段线或样条曲线等，且不能与被拉伸的对象共面。例如，在图 5-19 中，如果将图中左侧的圆作为拉伸对象，样条曲线作为拉伸路径，则可以创建图中右侧所示的拉伸实体。

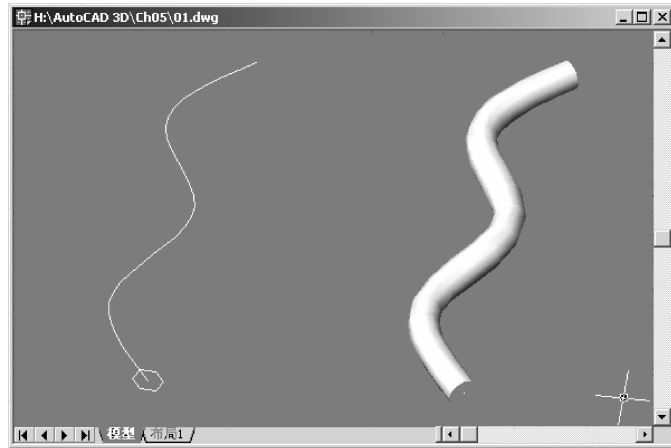


图 5-19 指定拉伸路径

根据指定路径创建拉伸实体时，需要注意以下两点：

(1) 当拉伸路径的一个端点位于用于拉伸的轮廓平面上时，AutoCAD 将直接根据该路径从轮廓平面开始进行拉伸；如果拉伸路径的端点不在轮廓平面上，AutoCAD 将路径端点移动到轮廓的中心点后再进行拉伸。

(2) 如果拉伸路径是一条样条曲线，而其端点不与轮廓所在的平面垂直时，AutoCAD 将旋转轮廓使其与样条曲线路径垂直，然后再进行拉伸。

在拉伸实体的线框模型中，其拉伸侧面的线框密度是根据系统变量 ISOLINES 确定的，其默认值为 4。如果需要改变拉伸实体侧面的线框密度，则需要在创建拉伸实体之前修改 ISOLINES 的取值。

5.2.2 创建旋转实体

与旋转曲面类似，在 AutoCAD 中可以将某些闭合的对象绕指定的旋转轴进行旋转，根据被旋转对象包含的面和旋转的路径形成一个三维实体，即 AutoCAD 的旋转实体对象。

创建旋转实体的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “实体” → “旋转”。
- 工具栏：“实体” → 。
- 命令行：REVOLVE。

命令:REVOLVE

当前线框密度: ISOLINES=4

选择对象:

选择对象:

指定旋转轴的起点或

定义轴依照 [对象(O)/X 轴(X)/Y 轴(Y)]:

指定轴端点:

指定旋转角度 <360>:

在使用 REVOLVE 命令创建旋转实体之前，需要先创建进行选择的平面三维面或闭合对

象。能够用于创建旋转实体的闭合对象包括面域、圆、椭圆、闭合的二维和三维多段线和样条曲线等。在选择被旋转的对象时，AutoCAD 连续提示用户选择一个或多个对象进行旋转，并按回车键结束选择。例如，图 5-20 中显示了一个作为旋转对象的多段线和作为旋转轴的直线。

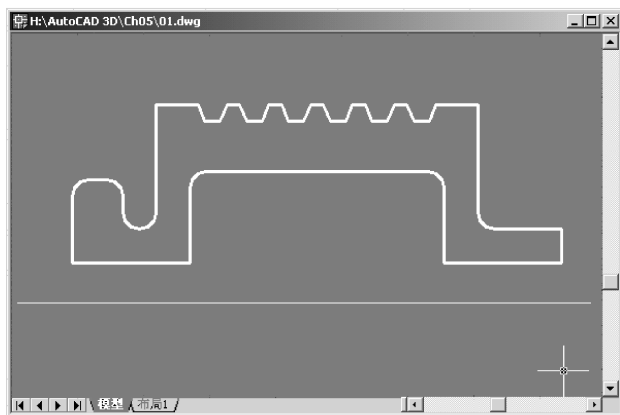


图 5-20 用创建旋转实体的对象

选定平面闭合对象后，可以进一步使用如下三种方法定义旋转轴：

(1) 直接指定旋转轴的起点和端点，AutoCAD 将沿着从起点到端点的方向按右手定则确定正方向。

(2) 选择“对象(O)”命令选项，可以选择直线或多段线中的直线段作为旋转轴。旋转的方向与选择点位置有关，AutoCAD 以距离选择点较近的端点作为起点确定旋转方向。

(3) 选择“X 轴(X)”或“Y 轴(Y)”命令选项，将以当前 UCS 的 X 轴或 Y 轴作为旋转轴进行旋转。

在创建旋转实体时，被旋转的二维对象所在平面作为旋转角度的 0 位置，并从该位置开始按用户指定的旋转角度进行旋转。正的旋转角度将按旋转轴逆时针方向旋转，负的旋转角度将按旋转轴顺时针方向旋转。例如，将图 5-20 中的多段线对象绕旋转轴进行 360° 的旋转后，将创建如图 5-21 所示的旋转实体对象。

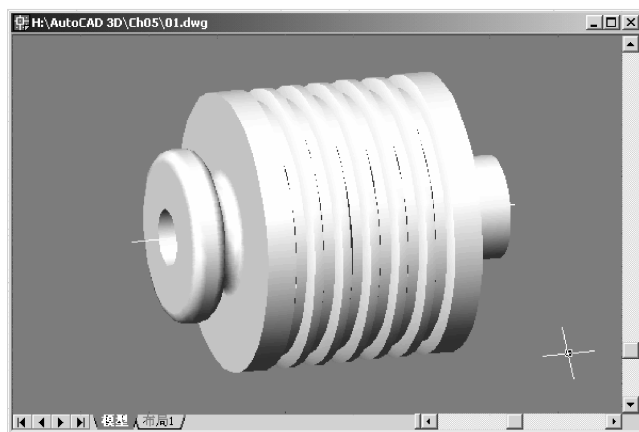


图 5-21 创建旋转实体对象


5.3 创建组合实体

在二维绘图时,可以对多个面域对象进行并集、差集和交集等操作。同样,对于 AutoCAD 的实体对象,也可以使用这些命令,根据多个实体对象创建各种组合的实体模型。

5.3.1 创建实体的并集

在 AutoCAD 中,对于已有的两个或多个实体对象,可以使用并集命令将其合并为一个组合的实体对象,新生成的实体包含了所有源实体对象所占据的空间。这种操作称为实体的并集。

创建实体并集的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单:“修改”→“实体编辑”→“并集”。
- 工具栏:“实体编辑”→。
- 命令行:UNION。

命令:UNION

选择对象:

选择对象:

...

创建实体的并集时,AutoCAD 连续提示用户选择多个对象进行合并,并按回车键结束选择,用户至少要选择两个以上的实体对象才能进行并集操作。

无论所选择的实体对象是否具有重叠的部分,都可以使用并集操作将其合并为一个实体对象。其中如果源实体对象有重叠部分,则合并后的实体将删除重叠处多余的体积和边界。利用实体并集可以轻松地将多个不同实体组合起来,构成各种复杂的实体对象。

例如,图 5-22 中的三维模型由多个实体对象构成,可以使用并集命令将其组合为一个实体对象。

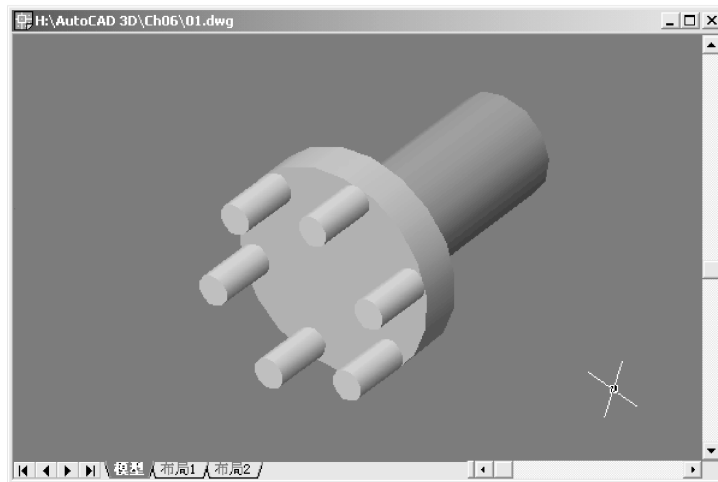


图 5-22 实体的并集

5.3.2 创建实体的差集

在 AutoCAD 中, 可以将一组实体的体积从另一组实体中减去, 剩余的体积形成新的组合实体对象。这种操作称为实体的差集。

创建实体差集的命令调用方式和执行过程为:

- 菜单: “修改” → “实体编辑” → “差集”。
- 工具栏: “实体编辑” → 。
- 命令行: SUBTRACT。

```
命令:SUBTRACT
选择要从中减去的实体或面域...
选择对象:
选择对象:
选择要减去的实体或面域 ..
选择对象:
选择对象:
```

创建实体的差集时, 首先需要构造被减去的实体选择集 A, 并按回车键结束选择后再构造要减去的实体选择集 B, 然后按回车键结束选择, 此时 AutoCAD 将删除实体选择集 A 中与选择集 B 重叠的部分体积以及选择集 B, 并由选择集 A 中剩余的体积生成新的组合实体。

利用实体差集可以很容易地进行削切、钻孔等操作, 便于形成各种复杂的实体表面。例如, 图 5-23 中左侧的长方体与七个圆柱体相交, 如果使用差集操作从长方体中减去各个圆柱体, 可以得到图中右侧的组合实体模型。

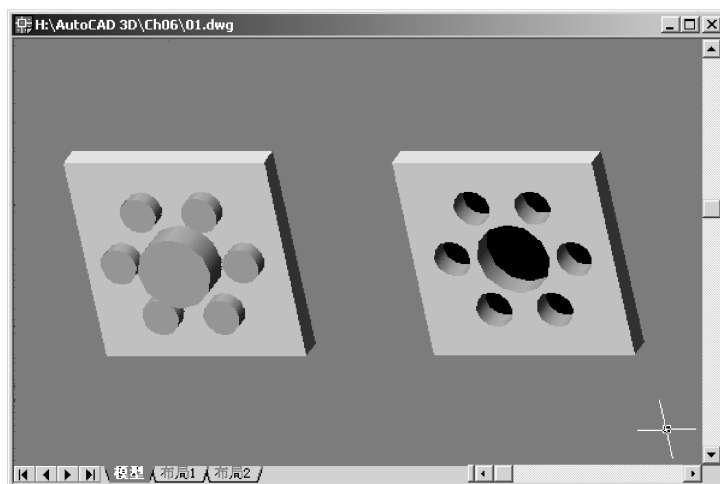


图 5-23 实体的差集

5.3.3 创建实体的交集

在 AutoCAD 中, 可以提取一组实体的公共部分, 并将其创建为新的组合实体对象。这种操作称为实体的交集。

创建实体交集的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“修改” → “实体编辑” → “交集”。
- 工具栏：“实体编辑” → 。
- 命令行：INTERSECT。

命令:INTERSECT

选择对象:

选择对象:

...

创建实体的交集时，至少要选择两个以上的实体对象才能进行交集操作。如果选择的实体具有公共部分，则 AutoCAD 根据公共部分的体积创建新的实体对象，并删除所有源实体对象。如果选择的实体不具有公共部分，则 AutoCAD 将其全部删除。

例如，图 5-24 中左侧分别显示了两个不同的实体对象。将这两个实体对象叠放在一起，使其中心点重合，如图 5-24 中间的图形所示，然后使用交集命令来创建二者的交集，创建结果将如图 5-24 右侧部分所示。

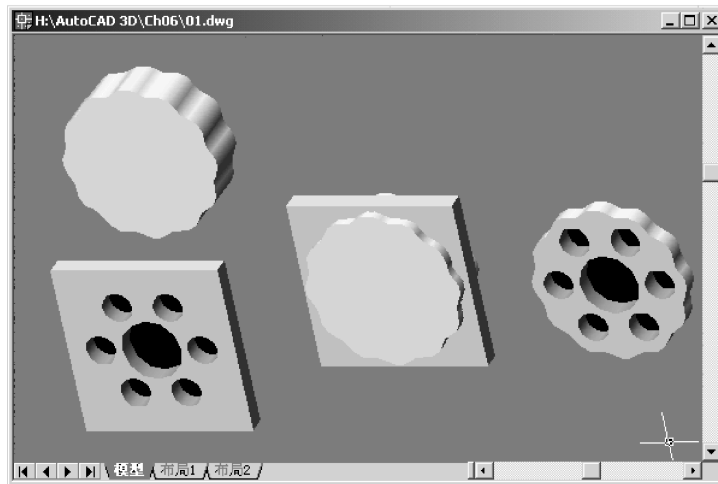


图 5-24 实体的交集

5.4 实体的剖切和截面

对于 AutoCAD 的实体对象，可以根据指定的剖切平面将其分割为两个独立的实体对象，并可以继续剖分，将其任意切割为多个独立的实体对象。此外，还可以指定一个与实体相交的平面，并在该平面上创建实体的截面。

5.4.1 实体的剖切

从实体的差集和交集等操作中可知，AutoCAD 的实体对象具有可分割性。在 AutoCAD 中，分割实体的常用方法是利用一个与实体相交的平面将其一分为二，这个平面称为切面，这个操作称为实体的剖切。实体被剖切后将得到两个独立的实体对象，并可以根据用户的要

求删除其中的一个或全部保留。

剖切实体命令的调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “实体” → “剖切”。
- 工具栏：“实体” → 。
- 命令行：SLICE。

命令:SLICE

选择对象:

选择对象:

指定切面上的第一个点, 依照 [对象(O)/Z 轴(Z)/视图(V)/XY 平面(XY)/YZ 平面(YZ)/ZX 平面(ZX)/三点(3)] <三点>:

指定平面上的第二个点:

指定平面上的第三个点:

在要保留的一侧指定点或 [保留两侧(B)]:

在进行实体剖切时, 需要先构造被剖切的实体选择集, 按回车键结束选择后, 可进一步定义实体的切面, 具体的方法包括以下几种:

(1) 分别指定切面上不在同一条直线上的三个点, AutoCAD 将根据用户指定的三个点计算出切面的位置。

(2) 选择“对象(O)”命令选项, 然后指定某个二维对象, AutoCAD 将该对象所在的平面定义为实体的切面。

指定切面上的第一个点, 依照 [对象(O)/Z 轴(Z)/视图(V)/XY 平面(XY)/YZ 平面(YZ)/ZX 平面(ZX)/三点(3)] <三点>: o

选择圆、椭圆、圆弧、二维样条曲线或二维多段线:

能够用于定义切面的对象可以是圆、圆弧、椭圆、椭圆弧、二维样条曲线或二维多段线等。

(3) 选择“Z 轴(Z)”命令选项, 然后指定两点作为切面的法线, 从而定义切面。

指定切面上的第一个点, 依照 [对象(O)/Z 轴(Z)/视图(V)/XY 平面(XY)/YZ 平面(YZ)/ZX 平面(ZX)/三点(3)] <三点>: z

指定剖面上的点:

指定平面 Z 轴 (法向) 上的点:

(4) 选择“视图(V)”命令选项, 并指定切面上任意一点, AutoCAD 将通过该点并与当前视口的视图平面相平行的面定义为切面。

指定切面上的第一个点, 依照 [对象(O)/Z 轴(Z)/视图(V)/XY 平面(XY)/YZ 平面(YZ)/ZX 平面(ZX)/三点(3)] <三点>: v

指定当前视图平面上的点 <0,0,0>:

(5) 选择“XY 平面(XY)”、“YZ 平面(YZ)”或“ZX 平面(ZX)”命令选项, 并指定切面上任意一点, AutoCAD 将通过该点并与当前 UCS 的 XY 平面、YZ 平面或 ZX 平面平行的平面定义为切面。

指定切面上的第一个点，依照 [对象(O)/Z 轴(Z)/视图(V)/XY 平面(XY)/YZ 平面(YZ)/ZX 平面(ZX)/三点(3)] <三点>: xy
指定 XY 平面上的点 <0,0,0>:

定义了切面后，AutoCAD 将根据切面将被选中的实体分割为两个部分，并要求用户指定需要保留的实体部分。如果在切面的某一侧任意指定一点，则这一侧的实体部分将被保留，而删除另一侧的实体部分。如果希望将剖切后的各个实体全部保留下来，则选择“保留两侧(B)”命令选项即可。剖切后的实体将保留原实体的图层和颜色特性。

例如，对于图 5-25 中左侧的实体对象，如果使用剖切命令将其沿中部一分为二，并保留左侧部分，则可以得到图 5-25 右侧所示的实体对象。

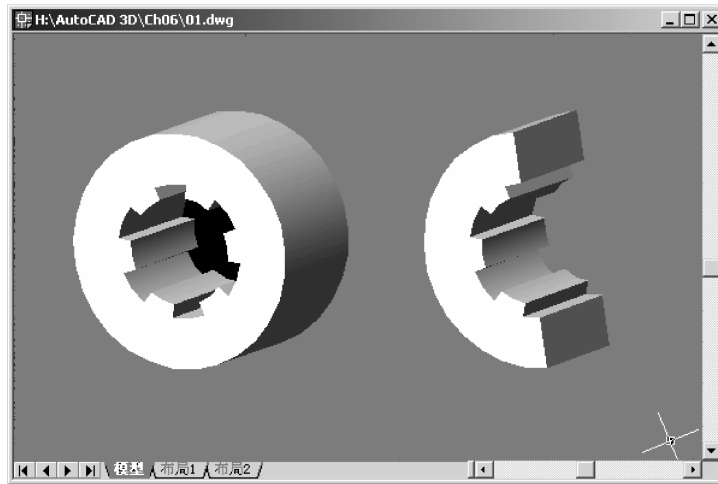



图 5-25 实体的剖切

5.4.2 创建实体的截面

与实体剖切的操作过程类似，可以定义一个与实体相交的平面，AutoCAD 将在该平面上创建实体的截面，该截面用面域对象表示。

创建实体截面的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “实体” → “截面”。
- 工具栏：“实体” → .
- 命令行：SECTION。

命令:SECTION

选择对象:

选择对象:

指定截面上的第一个点，依照 [对象(O)/Z 轴(Z)/视图(V)/XY 平面(XY)/YZ 平面(YZ)/ZX 平面(ZX)/三点(3)] <三点>:

指定平面上的第二个点:

指定平面上的第三个点:

创建实体截面的操作过程与实体剖切基本相同，但实体截面命令中实体不会被切割，而

是创建面域对象以表示实体的截面。如果选择了多个实体来创建截面，则 AutoCAD 将分别使用相对独立的面域对象来表示每一个实体的截面。如果实体对象与用户指定的平面不相交，则不会根据该实体对象创建截面。

例如，对于图 5-26 中左侧的实体对象，如果在垂直于该对象轴线的平面上创建截面，可以得到如图 5-26 右侧所示的面域对象。

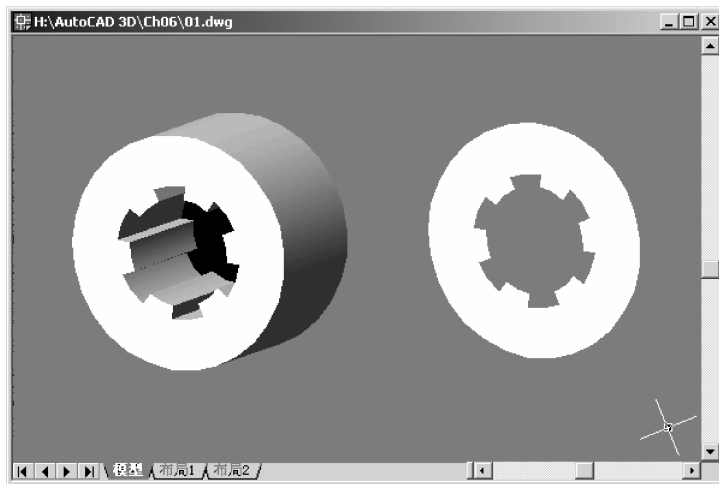


图 5-26 创建实体的截面

5.5 实体的检查和查询

当图形中具有多个实体对象时，如果实体对象之间的距离较近，则在观察模型时可能无法判断实体之间的相对位置。此时，可以使用干涉检查命令对实体进行干涉测试，以了解指定实体之间是否具有重合的部分。此外，由于实体对象具有体积、质心等质量特性，所以可以使用查询命令查询指定实体的详细信息。

5.5.1 实体的干涉检查

实体的干涉检查可以对指定的实体进行干涉测试，以检查实体之间是否具有公共部分。如果该命令检查到实体重叠，则可以在屏幕上高亮显示相互重叠的两个实体，并可以将其公共部分创建为新的实体。

实体干涉检查命令的调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “实体” → “干涉”。
- 工具栏：“实体” → 。
- 命令行：INTERFERE。

命令:INTERFERE

选择实体的第一集合:

选择对象:

选择对象:

```

选择实体的第二集合:
选择对象:
选择对象:
比较 2 个实体与 2 个实体。
干涉实体数 (第一组): 2
                (第二组): 2
干涉对数:                2
是否创建干涉实体?[是(Y)/否(N)] <否>:
是否将一对干涉的实体亮显?[是(Y)/否(N)] <否>:
输入选项 [下一对(N)/退出(X)] <下一对>:
输入选项 [下一对(N)/退出(X)] <下一对>:
...

```

使用 INTERFERE 命令进行实体干涉检查时,可以采用两种方式进行。第一种方式是只使用单一的选择集进行检查。比如选择一组实体构成第一集合,但在第二集合中不选择任何实体。此时 INTERFERE 命令将对这一选择集中全部的实体相互进行干涉检查。第二种方式是分别指定第一集合和第二集合两个实体选择集,此时 INTERFERE 命令将在第一集合的组实体与第二集合的实体之间进行干涉检查。

完成干涉检查后,INTERFERE 命令将在文本窗口显示检查的结果,并在屏幕上亮显所有干涉的实体。然后提示用户是否创建干涉实体,如果选择“是(Y)”命令选项,则 AutoCAD 将会根据每一对产生干涉的实体的公共部分创建实体对象,但不删除原来的实体对象。

图 5-27 中的两个实体对象具有重合部分,因此在进行干涉检查时这两个对象在屏幕上高亮显示。

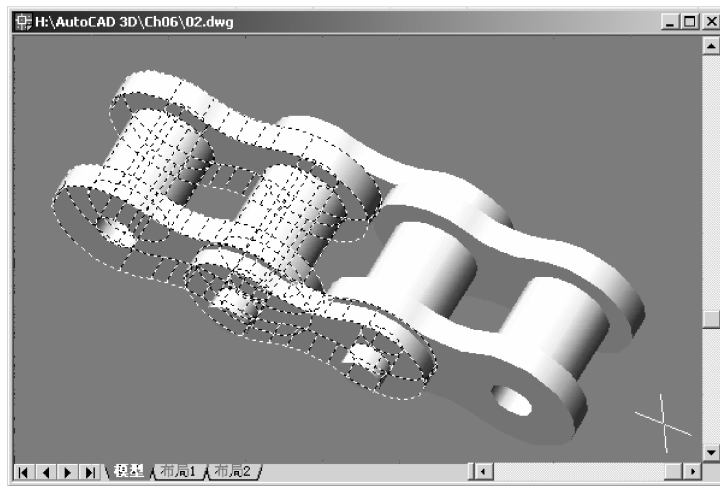


图 5-27 实体的干涉检查

当发生干涉的实体较多时,这些实体都在屏幕上亮显,往往不能很好地显示出干涉的部分。因此,INTERFERE 命令可以逐对地亮显每一对干涉的实体。当用户连续选择“下一对(N)”命令选项时,AutoCAD 将循环亮显所有发生干涉的实体对象,直到选择“退出(X)”命令选项结束 INTERFERE 命令为止。

5.5.2 查询实体的质量特性

实体质量特性查询的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“工具” → “查询” → “面域/质量特性”。
- 工具栏：“查询” → 。
- 命令行：MASSPROP。

命令:MASSPROP

选择对象:

选择对象:

...

MASSPROP 命令可以根据当前 UCS 计算指定实体的各种质量特性，并将分析结果显示在文本窗口中，也可以将分析结果保存在文本文件中。下面给出了 MASSPROP 命令所得到的分析结果的一个示例。

命令:MASSPROP

选择对象:

选择对象:

```

-----  实体  -----
质量:                89707.7988
体积:                89707.7988
边界框:              X: -15.9552  --  35.9552
                   Y: -15.0044  --  55.6589
                   Z: -15.9552  --  35.9552
质心:                X: 10.0000
                   Y: 23.9743
                   Z: 10.0000
惯性矩:              X: 95099591.4460
                   Y: 40139239.9044
                   Z: 95099591.7421
惯性积:              XY: 21506791.9276
                   YZ: 21506791.9276
                   ZX: 8970779.8753
旋转半径:            X: 32.5592
                   Y: 21.1529
                   Z: 32.5592
主力矩与质心的 X-Y-Z 方向:
                   I: 34567843.0208 沿 [1.0000 0.0000 0.0000]
                   J: 22197680.1539 沿 [0.0000 1.0000 0.0000]
                   K: 34567843.3170 沿 [0.0000 0.0000 1.0000]
是否将分析结果写入文件? [是(Y)/否(N)] <否>:

```

MASSPROP 命令的计算结果包括以下几个部分：

(1) 质量：根据实体的体积和密度计算得出。由于 AutoCAD 使用的密度为 1，因此该值与实体的体积值相同。

(2) 体积：实体包容的三维空间总量。

(3) 边界框：实体的边界框是指能够包含实体的最小的立方体框，AutoCAD 在分析结果中以对角点的形式给出边界框的位置和尺寸。

(4) 质心：实体的质量中心。

(5) 惯性矩：质量惯性矩是指实体绕指定的轴旋转时所需的力。实体相对于 X 轴的计算公式为：X 轴惯性矩=实体质量×实体到 X 轴的距离的平方。实体相对于其他轴的计算公式与此类似。

(6) 惯性积：实体的惯性积用来确定导致对象运动的力。实体相对于 YZ 平面和 XZ 平面惯性积的计算公式是：YZ、XZ 平面惯性积=实体质量×质心到 YZ 平面的距离×质心到 XZ 平面的距离。实体相对于其他平面惯性积的计算公式与此类似。

(7) 旋转半径：旋转半径是另一种用于表示实体惯性矩的方法。实体相当于 X 轴的旋转半径计算公式是：X 轴旋转半径=(X 轴惯性矩/实体质量)^{1/2}。实体相当于其他轴的旋转半径计算公式与此类似。

(8) 主力矩与质心的 X-Y-Z 方向：由惯性积计算得出，其中穿过位于对象形心的某个轴的惯性矩值最高；穿过第二轴（是第一个轴的法线，也穿过形心）的惯性矩值最低；由此可得到第三轴（与第一、第二轴垂直）的惯性矩值，应该介于最大值与最小值之间。

最后，MASSPROP 命令将提示用户是否将分析结果写入文件，如果选择“是(Y)”命令选项，则 AutoCAD 提示用户指定需要保存的质量与面积特性文件的名称，该文件是以“MPR”为扩展名的文本格式的文件，可使用任意文本编辑器进行查看。

注意：由于 MASSPROP 命令是基于当前 UCS 进行计算的，因此对同一个实体来说，如果 UCS 发生改变，则查询结果也会随之发生变化。

当选择多个实体对象进行查询时，MASSPROP 命令将所有实体视为一个整体进行分析计算。


5.6 创建实体的轮廓和剖视

对于模型空间中的实体对象，可以在布局中创建布局视口来显示实体对象的各种视图，如正交视图、辅助视图等，并且可以根据这些视图进一步创建实体的轮廓图和剖视图等。关于布局和布局视口详见第 7 章。

5.6.1 设置视图

对于 AutoCAD 的实体对象，可以在布局中用正投影法创建实体对象的基本视图、辅助视图和剖视图等各种视图，并创建布局视口来显示这些视图。

设置视图命令的调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图”→“实体”→“设置”→“视图”。
- 工具栏：“实体”→。
- 命令行：SOLVIEW。

命令:SOLVIEW

输入选项 [UCS(U)/正交(O)/辅助(A)/截面(S)]:

...

SOLVIEW 命令必须在布局中使用，该命令可以使用以下四种方法创建视图和用于显示该视图的布局视口。

(1) 选择“UCS (U)”命令选项，可以根据指定的 UCS 创建投影视图。AutoCAD 将实体对象向指定 UCS 的 XY 平面上投影创建其轮廓视图，并且在该视图中 X 轴指向右，Y 轴垂直向上。

输入选项 [UCS(U)/正交(O)/辅助(A)/截面(S)]:u

输入选项 [命名(N)/世界(W)/?/当前(C)] <当前>:

输入视图比例 <1>:

指定视图中心:

指定视图中心 <指定视口>:

指定视口的第一个角点:

指定视口的对角点:

输入视图名:

UCSVIEW = 1 UCS 将与视图一起保存

也可以选择命名的 UCS、WCS 或当前的 UCS 来创建投影视图，并需要进一步指定视图的缩放比例和中心点位置，AutoCAD 将根据用户的设置创建实体的轮廓视图，同时创建布局视口对象显示该视图，用户可以通过指定布局视口的两个对角点确定其在布局中的位置。例如，图 5-28 中上部的布局视口显示了当前的实体模型，下面则显示了一个根据当前 UCS 创建的视图及其相应的布局视口。

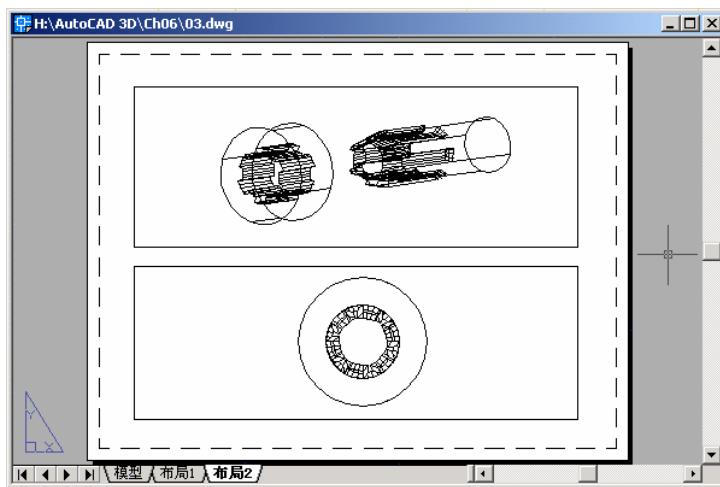


图 5-28 根据 UCS 创建视图

(2) 选择“正交 (O)”命令选项，可以根据布局中已有的布局视口创建与其正交的视图。

输入选项 [UCS(U)/正交(O)/辅助(A)/截面(S)]:o

指定视口要投影的那一侧:

指定视图中心:
 指定视图中心<指定视口>:
 指定视口的第一个角点:
 指定视口的对角点:
 输入视图名:
 UCSVIEW = 1 UCS 将与视图一起保存

也可以选择已有视口的某一条边, AutoCAD 将实体对象向垂直该视口、并与选中的边平行的平面上进行投影, 创建实体的投影视图, 并根据用户指定的位置创建布局视口以显示该视图。例如, 图 5-29 中上部为已有的布局视口, 在创建正交视图时选择该视口右侧的边, 则可以创建与该边平行的正交视图及其相应的布局视口, 如图 5-29 下部所示。

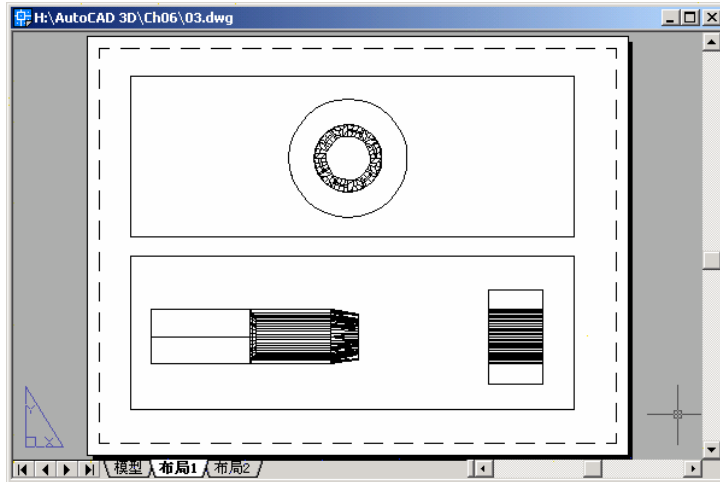


图 5-29 创建正交视图

(3) 选择“辅助(A)”命令选项, 可以根据布局中已有的布局视口来创建实体模型的辅助视图。

输入选项 [UCS(U)/正交(O)/辅助(A)/截面(S):
 指定斜面的第一个点:
 指定斜面的第二个点:
 指定要从哪侧查看:
 指定视图中心:
 指定视图中心 <指定视口>:
 指定视口的第一个角点:
 指定视口的对角点:
 输入视图名:
 UCSVIEW = 1 UCS 将与视图一起保存

用户需要在已有视口中指定两点, AutoCAD 将实体对象向垂直该视口、并通过这两点连线的面上进行投影, 创建实体的投影视图, 并根据用户指定的位置创建布局视口以显示该视图。在图 5-30 的上部显示了一个已有的布局视口, 在创建辅助视图时, 可以在该布局视口中指定投影方向, 如图中直线所示, 则可以得到图中下部的辅助视图及其相应的布局视口。

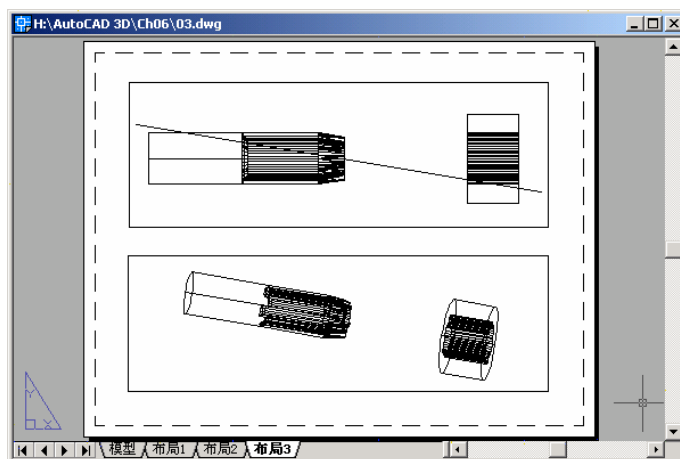


图 5-30 创建辅助视图

(4) 选择“截面(S)”命令选项，可以根据布局中已有的布局视口来创建实体模型的剖视图。

输入选项 [UCS(U)/正交(O)/辅助(A)/截面(S)]:

指定剪切平面的第一个点:

指定剪切平面的第二个点:

指定要从哪侧查看:

输入视图比例 <1>:

指定视图中心:

指定视图中心 <指定视口>:

指定视口的第一个角点:

指定视口的对角点:

输入视图名:

UCSVIEW = 1 UCS 将与视图一起保存

这一方法的操作过程与创建辅助视图基本相同，主要区别在于 AutoCAD 将垂直指定视口、并通过用户指定两点连线的平面作为剪切平面，创建实体的剖视图。该视图可以和 SOLDDRAW 命令结合使用，通过图案填充创建实体的剖视图，具体过程详见下一小节。

通过以上四种方法创建视图和布局视口时，AutoCAD 将自动创建各种图层，用以放置 SOLVIEW 命令所产生的各种对象。具体的图层设置如表 5-1 所示。

表 5.1 SOLVIEW 命令创建的图层


图层名	对象类型
视图名-VIS	可见线
视图名-HID	隐藏线
视图名-DIM	标注
视图名-HAT	填充图案（用于截面）
VPORTS	布局视口

注意：不要在“视图名-VIS”、“视图名-HID”和“视图名-HAT”图层中放置永久图形信息，因为运行 SOLDRAW 命令时将删除和更新存储在这些图层上的信息。

5.6.2 创建实体轮廓图和剖视图

在使用 SOLVIEW 命令创建的布局视口中，可以进一步根据该视口所显示的视图创建实体的轮廓图和剖视图。

创建实体轮廓图和剖视图的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “实体” → “设置” → “图形”。
- 工具栏：“实体” → 。
- 命令行：SOLDRAW。

```
命令:SOLDRAW
选择要绘图的视口...
选择对象:
选择对象:
...
```

SOLDRAW 命令只能在使用 SOLVIEW 命令生成的布局视口中使用，该命令根据布局视口的视图创建实体轮廓图和剖视图，并在剖视图中剪切平面和实体相交的部分用图案填充进行表示。例如，如图 5-31 中显示了使用布局视口创建实体模型轮廓图的示例。

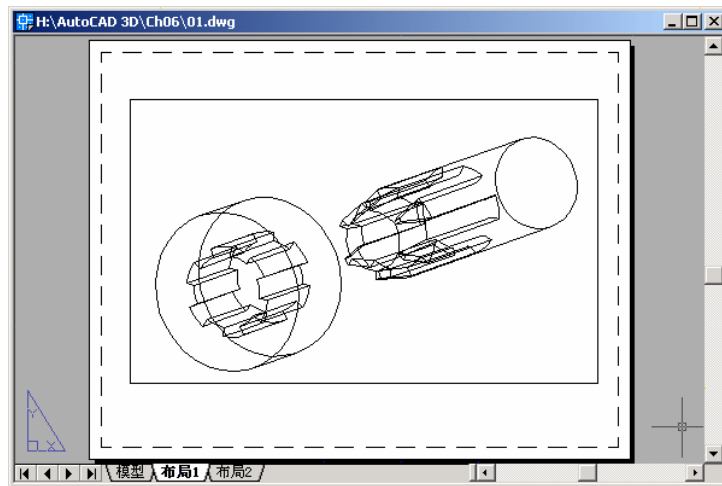



图 5-31 创建实体轮廓图

当 SOLDRAW 命令在剖视图中创建图案填充时，将分别根据系统变量 HPNAME、HPSCALE 和 HPANG 确定图案填充的图案名称、比例和角度。

5.6.3 创建实体轮廓图

除了使用 SOLDRAW 命令创建实体的轮廓图之外，AutoCAD 还提供了另一个创建实体轮廓图的命令 SOLPROF。该命令可以在布局视口中根据当前视图创建指定实体对象的轮廓图。

创建实体轮廓图命令的调用方式和执行过程为：

- 菜单：“绘图” → “实体” → “设置” → “轮廓”。
- 工具栏：“查询” → 。
- 命令行：SOLPROF。

命令:SOLFROF

选择对象:

选择对象:

是否在单独的图层中显示隐藏的轮廓线?[是(Y)/否(N)] <是>:

是否将轮廓线投影到平面?[是(Y)/否(N)] <是>:

是否删除相切的边? [是(Y)/否(N)] <是>:

已选定一个实体。

SOLPROF 命令同样只能在布局中使用，而且需要通过布局中的布局视口访问模型空间，才能使用该命令创建指定实体对象的轮廓。

SOLPROF 命令根据指定实体对象在当前视图中的轮廓，创建块参照对象进行表示，并将生成的块参照对象放置在指定的图层中。其中，如果在单独的图层中指定显示隐藏的轮廓线时，AutoCAD 将生成两个块参照对象，一个用于表示所有选中实体对象的可见轮廓，这个块参照对象用“随层”线型绘制，并放置在“PV-视口句柄”图层中；另一个用于表示实体的隐藏线，如果加载了“HIDDEN”线型，则这个块参照对象用该线型绘制，否则用“随层”线型绘制，这个块参照对象被放置在“PH-视口句柄”图层中。

如果不要要求在单独的图层中显示隐藏的轮廓线，则 SOLPROF 命令将实体对象的所有轮廓均作为可见线，并为每一个选中的实体对象分别创建块参照对象以表示其轮廓，并将这些块参照对象放置在“PV-视口句柄”图层中。

例如，图 5-32 中显示了在布局视口创建实体模型轮廓图的示例。其中，为了说明创建的结果，图中分别在上部和下部显示了可见轮廓图形和掩藏线图形，这两种图形分别用两个块表示。

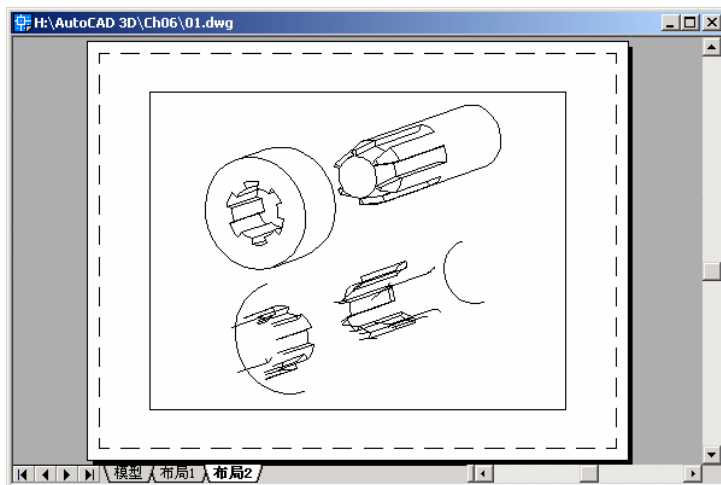


图 5-32 创建实体轮廓图

SOLPROF 命令还可以指定是否将轮廓线投影到平面, 选择“是 (Y)”命令选项时, AutoCAD 将实体的三维轮廓投影到一个与视图方向垂直并且通过用户坐标系原点的平面上, 并用二维对象创建该平面上的投影; 选择“否 (N)”命令选项, AutoCAD 将使用三维对象创建实体对象的三维轮廓线。

最后, 用户需要决定是否删除相切的边。相切的边是指两个相切面之间的分界线, 选择“是 (Y)”命令选项, 在生成的实体轮廓图中将不包含相切的边; 选择“否 (N)”命令将在轮廓图中将实体相切面之间的分界线也显示出来。

例如, 图 5-33 中的实体对象创建轮廓图时, 如果选择不删除相切的边, 则创建结果如图 5-34 (a) 所示; 反之, 创建结果如图 5-34 (b) 所示。

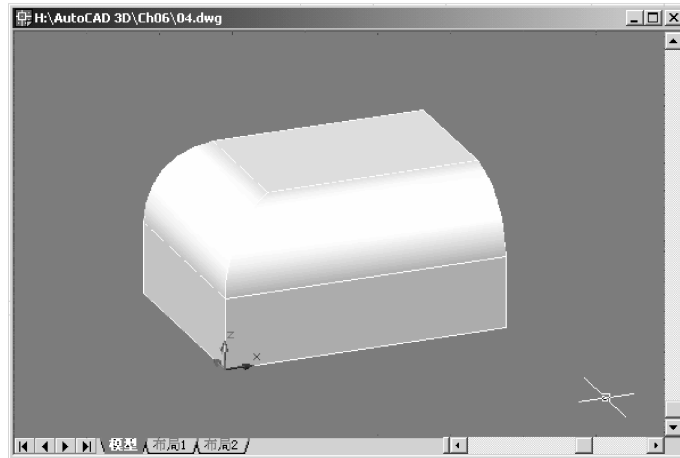


图 5-33 具有相切面的实体模型

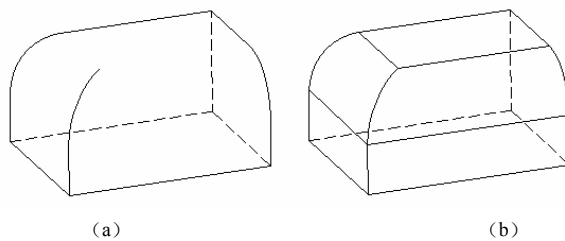


图 5-34 具有相切面的实体轮廓图

5.7 实体对象的应用

在三维建模中, 实体对象有着非常广泛的应用, 可以构造各种复杂结构。下面以构造一个滑轮装配体造型的实例来介绍实体对象的具体应用, 最终造型如图 5-35 所示。

5.7.1 绘制底座

1. 绘制底板

(1) 进入 AutoCAD 2002 系统, 创建新的图形文件。

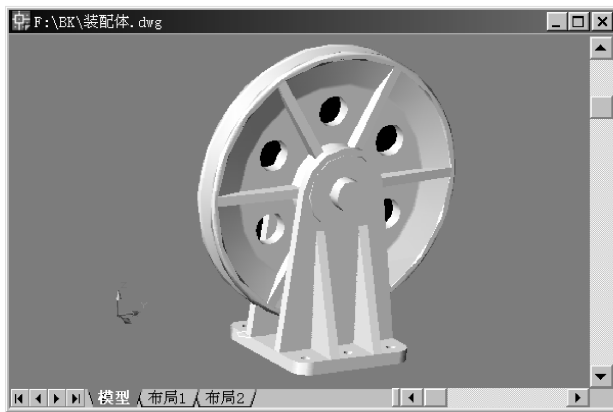


图 5-35 滑轮装配体造型

(2) 单击“实体”工具栏 → , 按如下过程创建长方体实体。

命令: `_box`
 指定长方体的角点或 [中心点(CE)] <0,0,0>: 300,200
 指定角点或 [立方体(C)/长度(L)]: 1
 指定长度: 450
 指定宽度: 400
 指定高度: 40

(3) 单击“实体”工具栏 → , 按如下过程创建圆柱体实体。

命令: `_cylinder`
 当前线框密度: ISOLINES=4
 指定圆柱体底面的中心点或 [椭圆(E)] <0,0,0>: 350,250
 指定圆柱体底面的半径或 [直径(D)]: 15
 指定圆柱体高度或 [另一个圆心(C)]: 50

(4) 单击“修改”工具栏 → , 按图 5-36 所示创建圆柱体的矩形阵列。

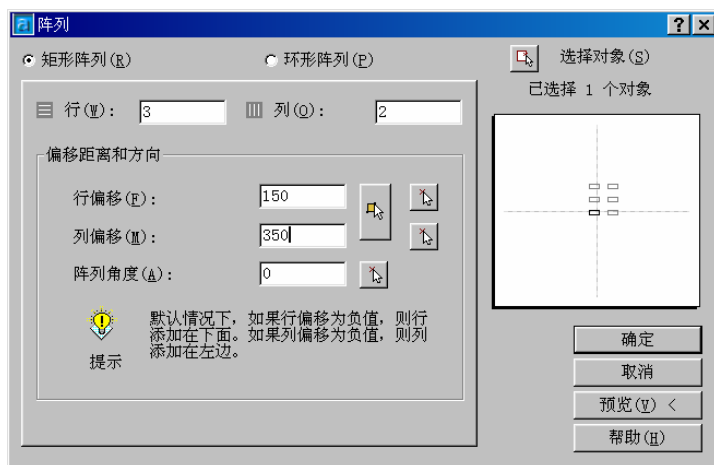





图 5-36 创建圆柱体阵列

(5) 单击“标准”工具栏→, 将视图变换到如图 5-37 所示的位置。然后单击“修改”工具栏→, 按如下过程将立方体的四条侧面棱边进行圆角。

```
命令: _fillet
当前模式: 模式 = 修剪, 半径 = 10.0000
选择第一个对象或 [多段线(P)/半径(R)/修剪(T)]:
输入圆角半径 <10.0000>:50
选择边或 [链(C)/半径(R)]: (选择第一条侧棱边)
选择边或 [链(C)/半径(R)]: (选择第二条侧棱边)
选择边或 [链(C)/半径(R)]: (选择第三条侧棱边)
选择边或 [链(C)/半径(R)]: (选择第四条侧棱边)
```

(6) 单击“实体编辑”工具栏→, 按如下过程创建组合实体。

```
命令: _subtract 选择要从中减去的实体或面域...
选择对象: (选择圆角后的长方体)
选择对象: 选择要减去的实体或面域 ..
选择对象: (依次选择六个圆柱体)
```

完成以上绘制工作后, 将着色模式设置为“体着色”, 结果如图 5-37 所示。

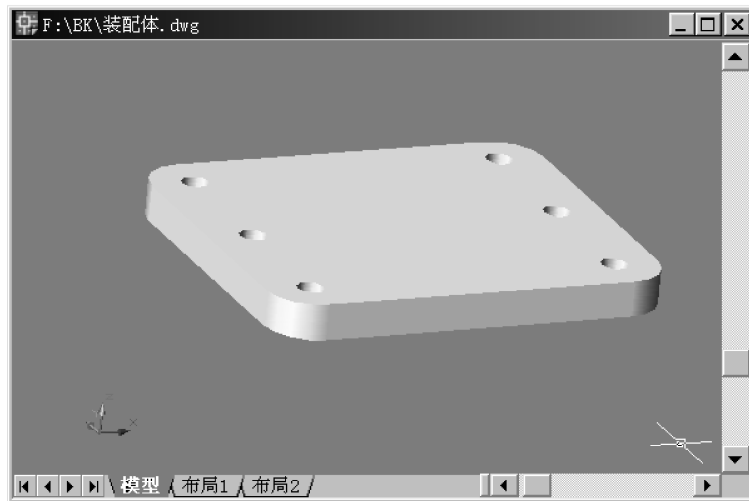




图 5-37 完成后的底板造型



2. 绘制挡板

(1) 选择菜单“视图”→“三维视图”→“俯视图”, 然后按如下过程创建挡板的轮廓。单击“绘图”工具栏→。

```
命令: _line 指定第一点: 1000,200
指定下一点或 [放弃(U)]: 1400,200
指定下一点或 [放弃(U)]:
```

单击“绘图”工具栏→。

命令: `_circle` 指定圆的圆心或 [三点(3P)/两点(2P)/相切、相切、半径(T)]: 1200,690
指定圆的半径或 [直径(D)] <50.0000>: 140

单击“绘图”工具栏 → , 分别从直线的两个端点出发绘制圆的切线, 然后单击“修改”工具栏 → , 将两条切线之间的圆弧段删去, 从而得到挡板的轮廓, 如图 5-38 所示。

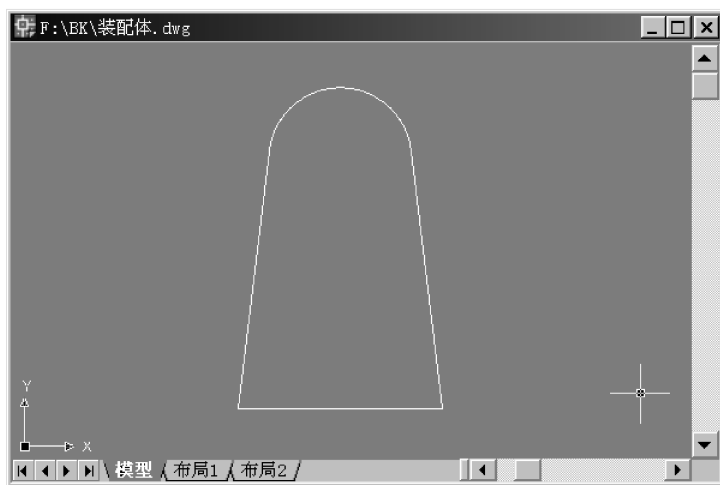






图 5-38 挡板的轮廓




(2) 单击“修改 II”工具栏 → , 将挡板的整个轮廓连接为一条闭合的多段线对象。然后单击“实体”工具栏 → , 按如下过程创建一个拉伸实体。

命令: `_extrude`
当前线框密度: ISOLINES=4
选择对象: (选择多段线对象)
选择对象:
指定拉伸高度或 [路径(P)]: 30
指定拉伸的倾斜角度 <0>:

(3) 单击“实体”工具栏 → , 按如下过程创建一个圆柱体实体:

命令: `_cylinder`
当前线框密度: ISOLINES=4
指定圆柱体底面的中心点或 [椭圆(E)] <0,0,0>: 1200,690,-5
指定圆柱体底面的半径或 [直径(D)]: 120
指定圆柱体高度或 [另一个圆心(C)]: 40

单击“实体”工具栏 → , 以点 (1200,690,-10) 为底面中心, 再创建一个半径为 50, 高度为 50 的圆柱体。

(4) 单击“标准”工具栏 → , 将着色模式设置为“线框图”, 并将视图变换到如图 5-39 所示的位置。单击“实体编辑”工具栏 → , 将挡板和大圆柱体合并为一个整体, 然后单击“实体编辑”工具栏 → , 创建挡板与小圆柱体的差集, 结果如图 5-39 所示。

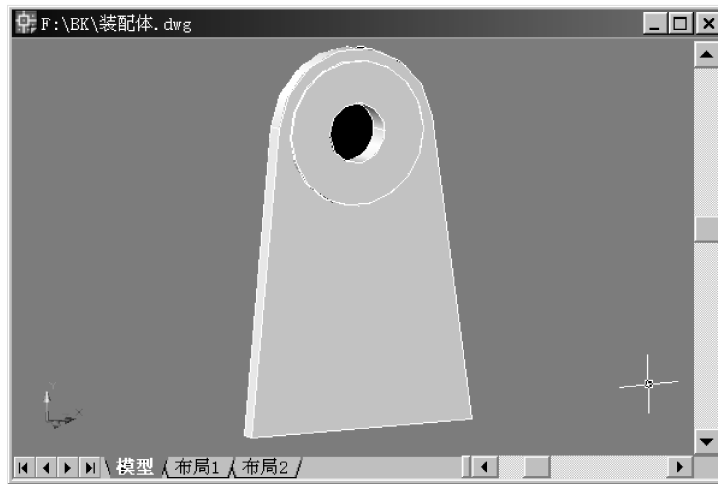


图 5-39 完成后的挡板造型

(5) 选择菜单“修改”→“三维操作”→“对齐”，将挡板的底面与底板的顶面对齐，如图 5-40 所示。

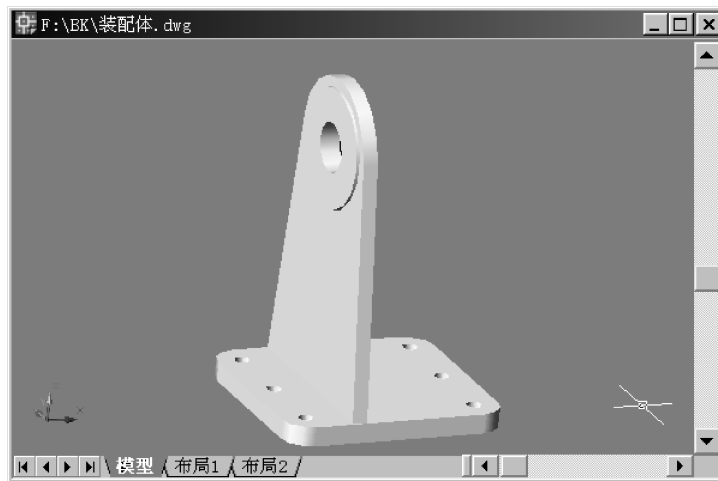


图 5-40 将挡板与底板对齐

3. 绘制肋板并完成底座造型

(1) 单击“实体”工具栏→ ，按如下过程创建一个楔体实体。

```
命令: _wedge
指定楔体的第一个角点或 [中心点(CE)] <0,0,0>: 424,460,40
指定角点或 [立方体(C)/长度(L)]: 1
指定长度: -124
指定宽度: 30
指定高度: 375
```

(2) 选择菜单“修改”→“三维操作”→“三维镜像”，按如下过程创建另一个肋板。

命令: `_mirror3d`

选择对象: (选择楔体)

选择对象:

指定镜像平面 (三点) 的第一个点或

[对象(O)/最近的(L)/Z 轴(Z)/视图(V)/XY 平面(XY)/YZ 平面(YZ)/ZX

平面(ZX)/三点(3)] <三点>: (选择底板左侧棱边的中点)

在镜像平面上指定第二点: (选择底板左侧另一棱边的中点)

在镜像平面上指定第三点: (选择底板右侧棱边的中点)

是否删除源对象? [是(Y)/否(N)] <否>:

由此得到一侧的挡板和肋板, 如图 5-41 所示。

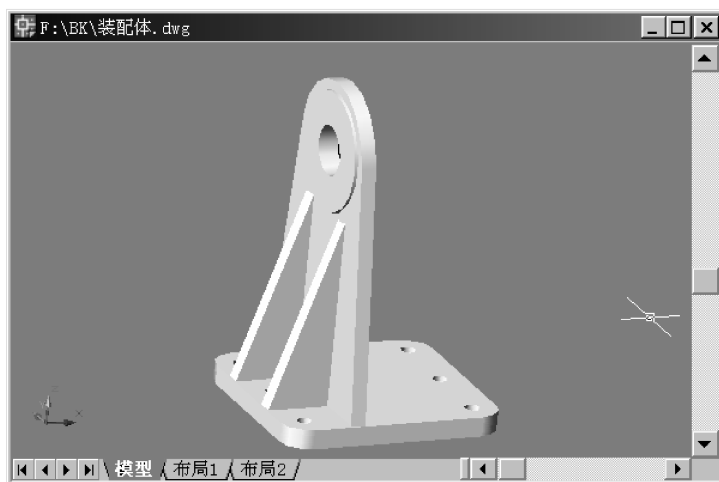


图 5-41 一侧的挡板和肋板

(3) 选择菜单“修改”→“三维操作”→“三维镜像”, 以底板的中心面为镜像面, 创建另一侧的挡板和肋板, 从而完成整个底座造型的创建, 如图 5-42 所示。

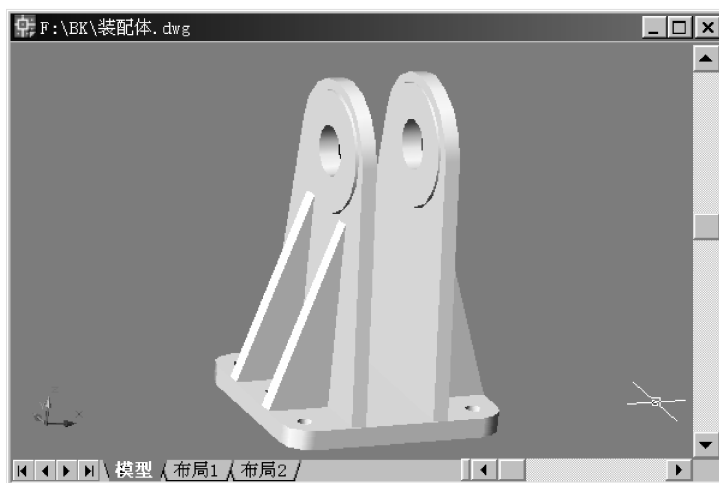


图 5-42 完成后的底座造型

5.7.2 绘制滑轮

1. 绘制轮廓

(1) 创建一个关闭的图层，并将已经完成的底座造型放置于该图层，以避免干扰以下的绘制过程。

(2) 选择菜单“视图”→“三维视图”→“俯视图”，然后绘制滑轮的平面轮廓，并将其连接为一个闭合的多段线对象，如图 5-43 所示。

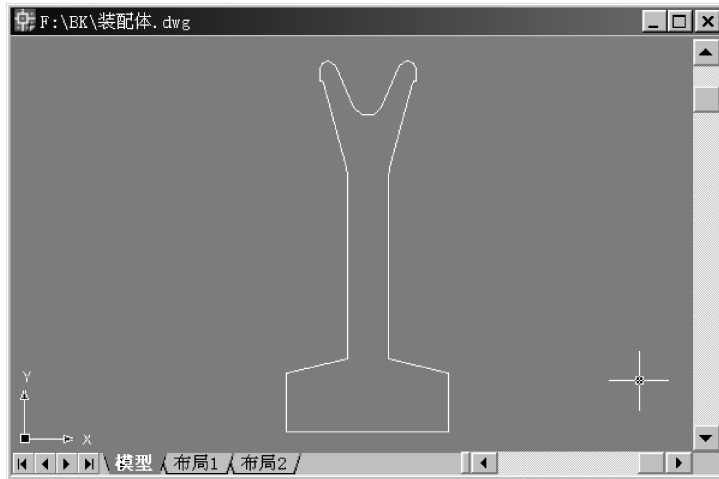


图 5-43 滑轮平面轮廓

(3) 再创建一个闭合的多段线对象，作为滑轮肋板的平面轮廓，并将该多段线向 Z 轴负方向移动 15 个单位，如图 5-44 中绿色部分所示。

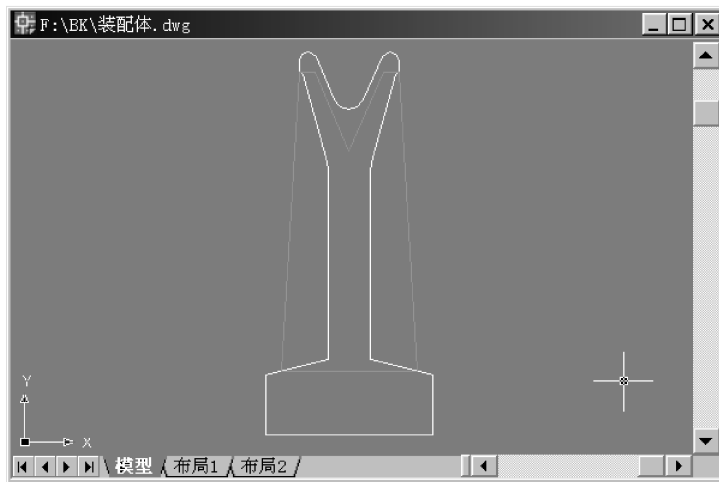



图 5-44 滑轮肋板的平面轮廓


2. 创建三维实体

(1) 单击“实体”工具栏 → ，按如下过程创建一个拉伸实体。

命令: `_extrude`
 当前线框密度: ISOLINES=4
 选择对象: (选择滑轮肋板轮廓)
 选择对象:
 指定拉伸高度或 [路径(P)]: 30
 指定拉伸的倾斜角度 <0>:

(2) 单击“实体”工具栏 → , 按如下过程创建一个旋转实体。

命令: `_revolve`
 当前线框密度: ISOLINES=4
 选择对象: (选择滑轮轮廓)
 选择对象:
 指定旋转轴的起点或
 定义轴依照 [对象(O)/X 轴(X)/Y 轴(Y)]: (选择滑轮轮廓底边下方距其 62.5 处的一点)
 指定轴端点: (选择滑轮轮廓底边下方距其 62.5 处的另一点)
 指定旋转角度 <360>:

(3) 选择菜单“视图” → “三维视图” → “左视图”。然后单击“实体”工具栏 → , 按如下过程创建一个圆柱体。

命令: `_cylinder`
 当前线框密度: ISOLINES=4
 指定圆柱体底面的中心点或 [椭圆(E)] <0,0,0>: -137.5,235,-1760
 指定圆柱体底面的半径或 [直径(D)]: 50
 指定圆柱体高度或 [另一个圆心(C)]: 160

绘制结果如图 5-45 所示。

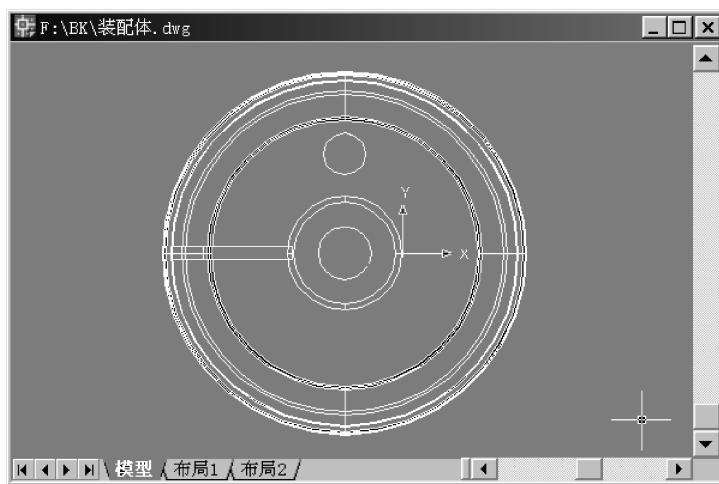



图 5-45 绘制圆柱体

(4) 单击“标准”工具栏 → , 将视图转换到如图 5-46 所示的位置。选择菜单“修改” → “三维操作” → “三维阵列”, 按如下过程创建滑轮肋板和圆柱体的三维阵列。

命令: `_3darray`
正在初始化... 已加载 3DARRAY。
选择对象: (选择滑轮肋板和圆柱体)
选择对象:
输入阵列类型 [矩形(R)/环形(P)] <矩形>: `p`
输入阵列中的项目数目: `6`
指定要填充的角度 (+=逆时针, -=顺时针) <360>:
旋转阵列对象? [是(Y)/否(N)] <是>:
指定阵列的中心点: (选择滑轮中心线上一点)
指定旋转轴上的第二点: (选择滑轮中心线上另一点)

绘制结果如图 5-46 所示。

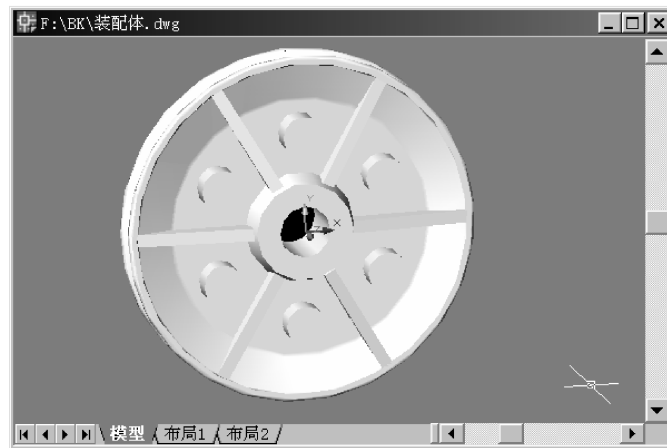




图 5-46 创建三维阵列

(5) 单击“实体编辑”工具栏 → , 将滑轮和六个滑轮肋板合并为一个整体。然后单击“实体编辑”工具栏 → , 创建滑轮和六个圆柱体的差集, 最后完成滑轮造型的创建, 如图 5-47 所示。

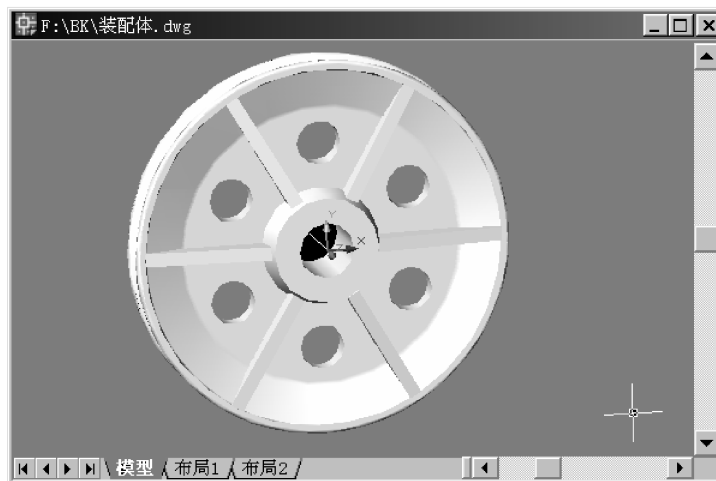



图 5-47 完成后的滑轮造型

(6) 打开底座所在图层，并将滑轮移动到底座上。单击“实体”工具栏→ ，按如下过程创建一个圆柱体作为轮轴。

```
命令: _cylinder  
当前线框密度: ISOLINES=4  
指定圆柱体底面的中心点或 [椭圆(E)] <0,0,0>: 676,400,530  
指定圆柱体底面的半径或 [直径(D)]: 50  
指定圆柱体高度或 [另一个圆心(C)]: c  
指定圆柱的另一个圆心: 426,400,530
```

至此完成滑轮装配体造型的全部绘制工作，绘制结果参见图 5-35。

思考题

1. 多面网格中对面的定义。
2. 如何构造不可见的虚拟面。
3. 平移曲面和拉伸实体、旋转曲面和旋转实体在操作上异同。
4. INTERSECT 和 INTERFERE 命令之间的异同。
5. 实体剖切和截面命令的异同。
6. SOLDRAW 和 SOLPROF 命令的异同。

第 6 章 图形渲染

本章主要讲述了在 AutoCAD 中进行图形渲染的基本概念和原理。使用渲染程序可以创建最具真实效果的渲染图像，但需要在渲染操作之前进行大量的渲染设置和准备工作。其中，最为主要的是光源和材质的设置，这是产生真实感图像的关键所在。

6.1 渲染概述

渲染的目的是根据三维模型和渲染设置生成具有真实感的图像，以表现三维模型的应用效果。

6.1.1 渲染简介

创建渲染图像是一个复杂的过程，除了进行三维模型的创建工作之外，通常还需要进行以下各种操作：

(1) 为三维模型载入或定义各种材质，并将材质附着到相应的模型对象上。材质可以表现模型的颜色、纹理、材料、质地等特性，并可以模拟粗糙度、透明度、凹凸度等特殊显示效果。

(2) 在三维场景中添加光源。光源为三维模型提供了照明条件，并可以根据光源生成阴影，增加渲染图像的真实感。此外，光源与材质组合使用，还可以创建多种特殊效果。

(3) 在材质和光源的基础上，还可以根据需要在图形中构建场景、添加配景，并可以设置背景、雾效等特殊渲染效果。

(4) 最后进行渲染设置，然后调用渲染程序创建渲染图像。

6.1.2 渲染的类型

完全的渲染操作往往需要花费大量的时间，为此 AutoCAD 提供了三种渲染程序，使用这三种渲染程序可以分别进行不同程度的渲染操作，因此具有不同的渲染速度，也具有不同的效果。

(1) 使用“一般渲染”程序，可以使用基本的 AutoCAD 渲染选项，不需要应用任何材质、添加任何光源，也不需要设置场景就可以对模型进行渲染，AutoCAD 自动使用一个虚拟的平行光源来照亮模型。使用“一般渲染”能够以最快的速度创建渲染图像，但由于不使用材质和光源，因此渲染的效果最差。

(2) 使用“照片级真实感渲染”程序，可以显示位图材质和透明材质，并产生体积阴影和贴图阴影，从而可以创建更为真实的渲染图像。照片级真实感渲染比一般渲染的效果要好得多，但渲染速度也慢得多。

在照片级真实感渲染中，可以使用反走样来降低直线边或曲线边上的锯齿，增加渲染图像的精细程度。照片级真实感渲染程序提供了四级反走样控制。每提高一个级别，计算量将

随之增加，而渲染速度也会随之减慢。

(3) 使用“照片级光线跟踪渲染”程序，可以在照片级真实感渲染的基础上，使用光线跟踪产生反射、折射和更加精确的阴影。照片级光线跟踪渲染可以创建最为精细、真实的渲染图像，但渲染的计算量也大为增加，渲染速度最慢。

照片级光线跟踪渲染提供了进一步完善速度和质量的折衷方案，称为自适应采样。使用自适应采样可以在图像质量与渲染速度之间进行平衡。

6.1.3 渲染结果

使用渲染程序将生成二维图像，并可以将渲染图像输出到当前视口、渲染窗口或图像文件中。对于输出到当前视口和渲染窗口中的图像，可以将其复制到剪贴板中，或保存到外部文件中。此外，也可以直接将渲染图像保存为指定格式的图像文件，并可以设置各种图像文件相应的特性。

6.2 创建光源

AutoCAD 提供了多种类型的光源，包括环境光、点光源、平行光和聚光灯等等。在 AutoCAD 中可以创建任意数量的点光源、平行光和聚光灯，并可以对这些光源以及环境光进行设置和管理。

6.2.1 光源概述

1. 光源的作用与类型

光源的基本作用是照亮模型，使模型能够在渲染视图中显示出来。此外，使用光源还可以表现模型的立体感。当光线到达模型表面时，光线与面的夹角影响着光的强度。与光线垂直的面看起来最亮，与光线的夹角越小，面的亮度也越小，看起来就越暗。例如，图 6-1 中的模型在同一光源的照射下，不同角度的面显示不同的亮度。

AutoCAD 中提供了四种类型的光源：环境光、平行光、点光源和聚光灯。下面就分别对这四种光源的特性和效果进行介绍。

(1) 环境光：环境光没有固定的位置，也没有具体的方向。使用环境光可以为模型的每个表面都提供相同的照明，每个表面都显示出同样的亮度，因此仅使用环境光显示模型时不会产生立体感。所以通常使用环境光作为其他光源的补充，以改善光照的整体效果，更好地表现模型的细部。

图 6-2 中显示了仅使用环境光时三维模型的渲染效果。

(2) 平行光：平行光源是沿着同一方向发射的平行光线，因此平行光也没有固定的位置，而是沿着指定的方向无限延伸。平行光源在 AutoCAD 的整个三维空间中都具有同样的强度，也就是说，对于每一个被平行光照射的表面，其光线强度都与光源处相同。平行光

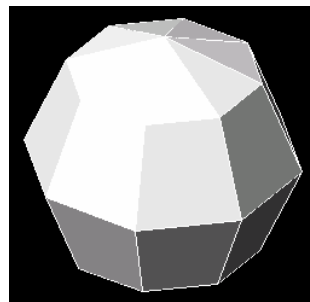


图 6-1 角度对光源的影响

的另一个重要特点是可以照亮所有的对象，即使是在光线方向上彼此遮挡的对象也都被照亮。

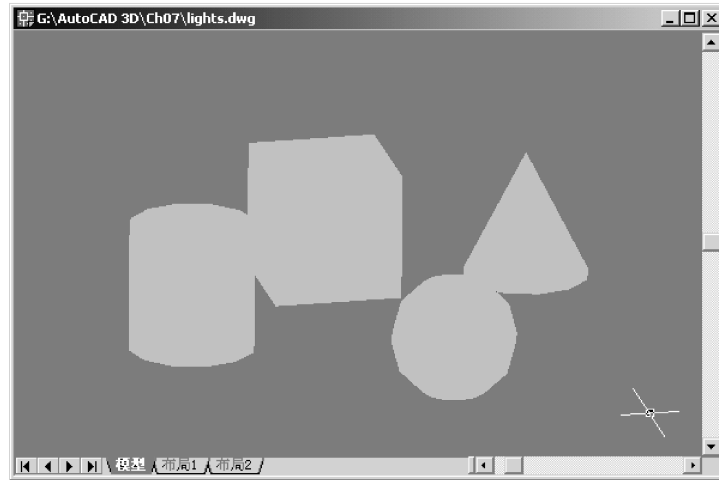


图 6-2 环境光的照明效果

在实际应用中，可以使用平行光统一照亮对象或背景。通常使用单个的平行光模拟太阳光，为此 AutoCAD 专门提供了一个太阳角度计算器，可以根据指定的时间和位置计算出太阳光的方向。

图 6-3 中显示了使用平行光时三维模型的渲染效果。

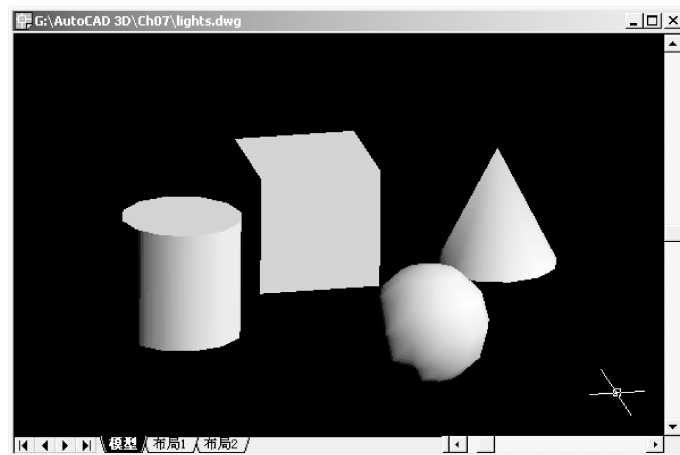


图 6-3 平行光的照明效果

(3) 点光源：点光源从一点出发向所有方向发射光线，类似于灯泡所发出的光线。点光源的位置决定了光线与模型各个表面的夹角，因此可以在不同位置指定多个点光源，提供不同的光照效果。此外，点光源的强度可以随着距离的增加而进行衰减，并且可以使用不同的衰减方式，从而可以更加逼真地模拟实际的光照效果。

图 6-4 中显示了使用点光源时三维模型的渲染效果。

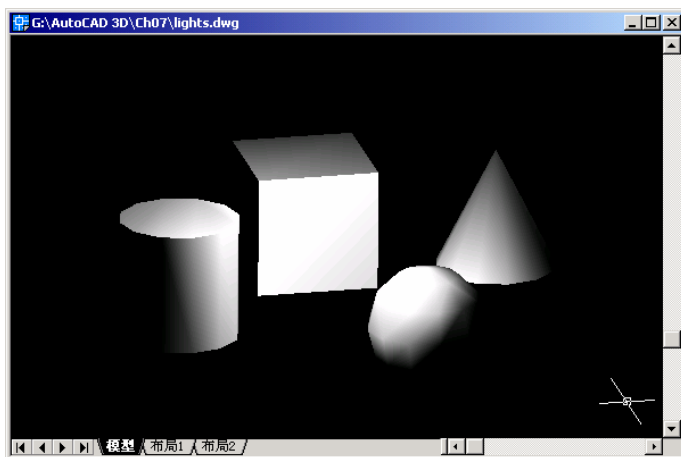


图 6-4 点光源的照明效果

(4) 聚光灯：聚光灯从一点出发，沿指定的方向和范围发射具有方向性的圆锥形光束。聚光灯所产生的圆锥形光锥分为两部分：内部光锥是光束中最亮的部分，其顶角称为聚光角；整个光锥的顶角称为照射角，在照射角和聚光角之间的光锥部分，光的强度将会产生衰减，这一区域称为快速衰减区。

同点光源一样，聚光灯的强度也可以从光源开始，随着光线传播距离的增加而逐渐衰减，并且可以使用不同的衰减方式。在实际应用中，聚光灯适用于显示模型中特定的几何特征和区域。聚光灯的图示如图 6-5 所示。

图 6-6 中显示了使用聚光灯时三维模型的渲染效果。

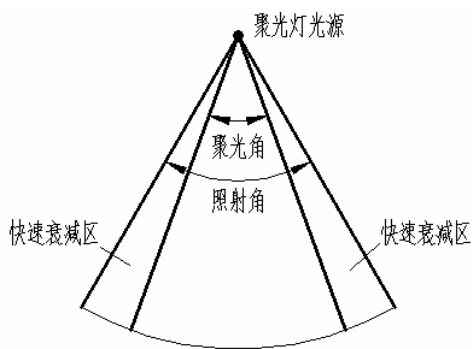


图 6-5 聚光灯示意图

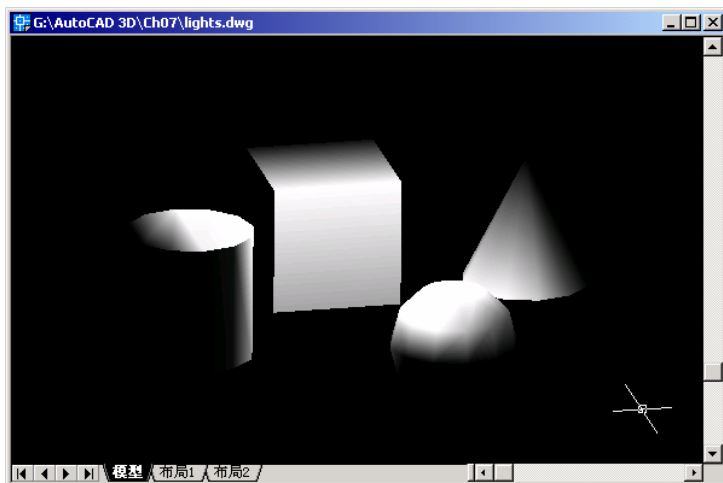


图 6-6 聚光灯的照明效果

2. 光源的特性

(1) 光源的颜色：对各种光源来说，其共有的基本特性之一就是光源的颜色。在渲染图中，模型所显示出的最终颜色是模型的实际颜色与光源颜色的叠加效果。因此，不同的光源颜色将影响着模型的渲染效果。

在 AutoCAD 中，通常提供两种等效的颜色系统供用户使用：一种是由红色、绿色和蓝色三种基本颜色组成的 RGB 颜色系统，另一种是由色调、亮度和饱和度三种基本要素组成的 HLS 颜色系统。

RGB 颜色系统由红色、绿色和蓝色三种基本颜色组成，这三种颜色两两之间等量混合将产生三种二级颜色：红色和绿色等量混合将产生黄色、绿色和蓝色等量混合将产生青色、红色和蓝色等量混合将产生紫色。这样，通过控制红色、绿色和蓝色这三种基本颜色的相对强度，可以产生各种不同颜色。如果将三种颜色等量混合将产生白色，而不指定任何一种颜色时将产生黑色。

一般来说，AutoCAD 将每种基本颜色的强度分别为 0~255 共 256 级，0 表示该颜色的强度为零，255 表示该颜色的强度最大。这样，将三种基本颜色按不同强度混合，可以产生 $256^3=1.6777 \times 10^6$ 种颜色，这些颜色几乎包含了人眼所能分辨的所有颜色，因此也称为真彩色。

HLS 颜色系统与 RGB 颜色系统等效，其主要区别在于描述颜色的方法不同，HLS 颜色系统是基于人类对颜色的感觉，通过颜色的以下三个基本特征来进行描述的：

①色度 (Hue)：色度是从物体反射或透过物体传播的颜色。通常，色度是由颜色名称标识的，比如红色、黄色或绿色。

②饱和度 (Saturation)：饱和度是指颜色的强度或纯度，即表示色度中灰成分所占的比例，用从 0% (灰色) 到 100% (完全饱和) 的百分比度量。

③亮度 (Lightness)：亮度是指颜色的相对明暗程度，通常用从 0% (黑) 到 100% (白) 的百分比度量。

(2) 光源的强度：AutoCAD 中各种光源的另一个共有的基本特性是光源的强度。所谓光源的强度就是通过单位面积的光线数量，强度越大，看起来就越亮。

对于 AutoCAD 中的环境光和平行光，其光线在各点处的强度始终保持一致，而不受光线传播距离的影响。而对于点光源和聚光灯，AutoCAD 提供了不同的衰减方式来控制光线的强度。所谓光线的衰减就是指光线的强度随着其传播的距离而逐渐降低，此时，模型上距离光源较近的部分比较亮，而距离光源较远的部分比较暗。

AutoCAD 为点光源和聚光灯提供了三种衰减方式：

①无衰减：即光线的强度不受其传播距离的影响，各点处的光线强度均与光源处相同。例如，图 6-7 中显示了一个受无衰减光源照射的长方体模型。

②线性衰减：线性衰减是指光线的强度与传播距离成线性反比。即随着光线传播距离的增加，光线的强度将随之逐渐降低。例如，图 6-8 中显示了一个受线性衰减光源照射的长方体模型。

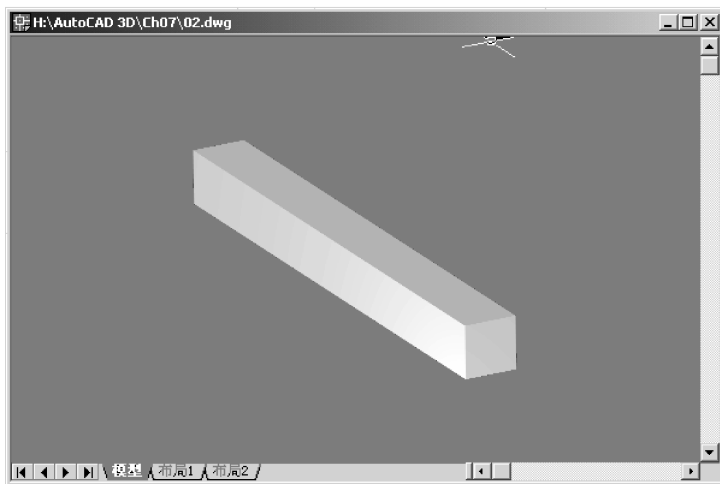


图 6-7 光源强度无衰减

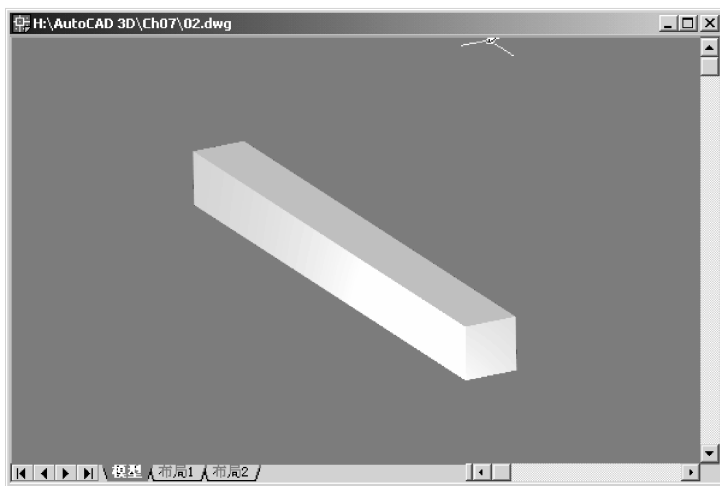


图 6-8 光源强度线性衰减

③平方衰减：平方衰减是指光线的强度与传播距离的平方成反比。即随着光线传播距离的增加，光线的强度将随之以平方的速度逐渐降低。例如，图 6-9 中显示了一个受平方衰减光源照射的长方体模型。

(3) 光线的反射：光线照射到模型表面上时，光线会发生反射而改变路径。反射之前的光线称为入射光，反射后的光线称为反射光。反射光的方向受入射光方向和反射面的粗糙程度的影响，可以分为两种情况，一种称为漫反射，另一种称为镜面反射。

①漫反射：对于比较粗糙的表面，光线被其反射后将会均匀地向各方向散射。此时，无论在什么位置观察模型，都可以看到反射后的光线，这种情况称为光线的漫反射。漫反射的示意图如图 6-10 所示。

②镜面反射：对于非常光滑的表面，光线被其反射后将只沿着一个方向传播。反射后光线的方向由入射光与反射面的夹角决定，即反射光与反射面的夹角和入射光与反射面的夹角

保持一致。这种反射称为镜面反射，其示意图如图 6-11 所示。

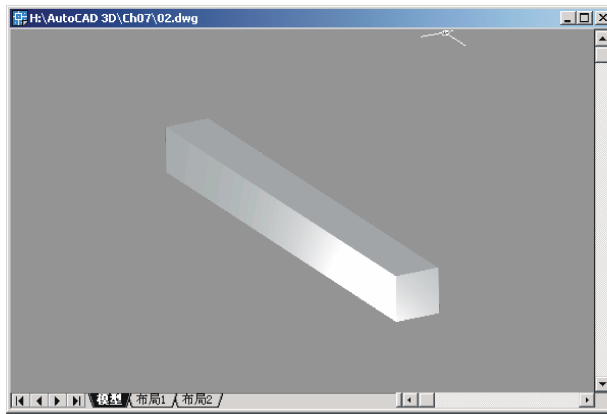


图 6-9 光源强度平方衰减

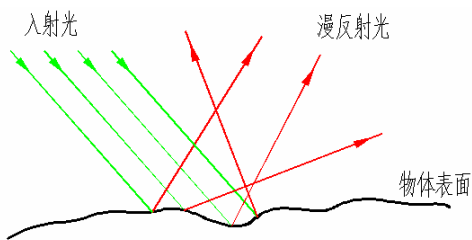


图 6-10 漫反射示意图

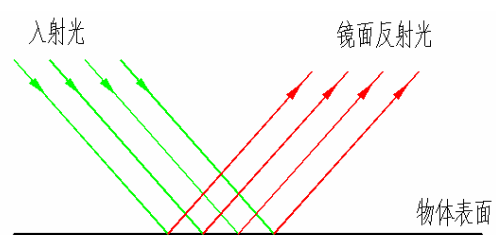


图 6-11 镜面反射示意图

当光线发生镜面反射时，只有在反射光的传播路径上才能够看到镜面反射，而在其他位置将看不到镜面反射后的光线。

在 AutoCAD 的光照模型中，可以使用漫反射和镜面反射来表现光照的不同效果。例如，图 6-12 中的球体被光线照亮后，其不同的部分将产生不同的光照效果。

球体中最亮的部分称为高光区，是由于光线在该区域发生镜面发射而产生的。也就是说，这部分区域的镜面反射光刚好通过视点。当视点发生变化时，通过视点的镜面反射光也发生变化，因此高光区的位置也将随之改变。

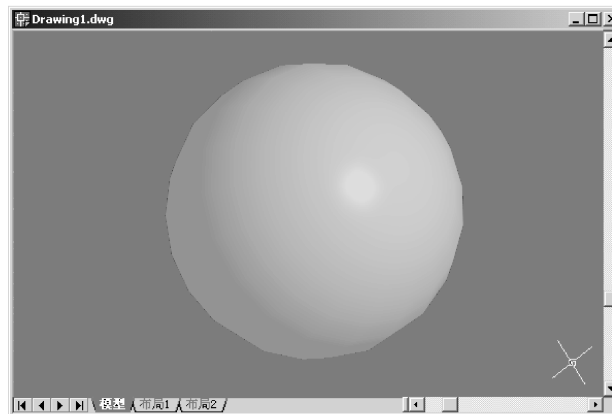


图 6-12 三维模型对光线的反射

球体中高光区周围较暗的部分称为漫反射区，这是由于光线在该区域发生漫反射而产生的。由于通过视点的漫反射光只是反射光的一部分，因此漫反射区的亮度要比高光区的亮度小得多。

球体中最暗的部分称为环境反射区，这部分区域没有被光源照射到，而是由环境光照亮的。

3. 阴影的作用与种类

在 AutoCAD 中还可以根据光源生成阴影，使得模型的显示更具真实感。模型受到光线的照射时，由于模型对光线的阻挡，模型的后面将产生阴影。但是，在进行渲染时根据光线和模型的相对光线计算阴影时，将大大增加渲染的计算量，花费更多的渲染时间。因此，AutoCAD 可以在渲染时不生成阴影，以加快渲染速度。只有在进行照片质量的渲染时，为了更好地表现渲染对象的真实性，可以在渲染时应用各种类型的阴影。图 6-13 中给出了一个圆柱体阴影的示例。

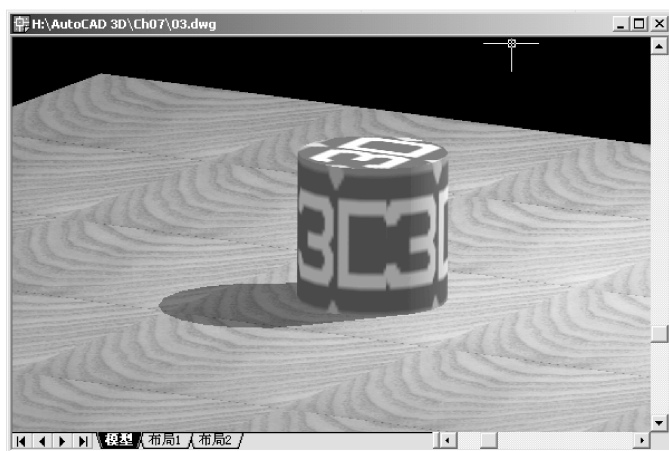


图 6-13 物体的阴影

(1) 体积阴影：创建体积阴影时，渲染程序将计算对象阴影所形成的投影空间的体积，并基于该体积产生阴影。用户可以在 AutoCAD 中使用“照片级真实感渲染”和“照片级光线跟踪渲染”程序产生体积阴影。

对于简单的几何图形，体积阴影的渲染速度较快。体积阴影将产生明显的边缘，但是它们的轮廓只能近似地得到。

(2) 光线跟踪阴影：光线跟踪阴影是通过追踪从光源采样得到的光束或光线的路径而产生的阴影。也可以在 AutoCAD 中使用“照片级光线跟踪渲染”程序产生光线跟踪阴影。

对于具有复杂表面的模型，光线跟踪阴影的速度可能比体积阴影要快一些。光线跟踪阴影具有实边缘和精确的轮廓。

(3) 阴影贴图：使用“照片级真实感渲染”和“照片级光线跟踪渲染”程序还可以产生阴影贴图。对于每种光源，都可以设置其产生的阴影贴图的尺寸。阴影贴图越大，其精度越高。使用阴影贴图，可以产生边缘柔和的阴影，用户可以调整阴影边缘的柔和度。

阴影贴图花费的渲染时间较多，为了节省渲染时间，也可以手工选择要投射阴影的对象。

6.2.2 设置环境光

AutoCAD 中的环境光可以为模型的所有表面提供恒定照明的背景光。默认情况下，AutoCAD 使用强度为 0.3、颜色为白色的环境光为模型提供照明。用户也可以根据需要进行重新设置环境光。

设置环境光的命令调用方式为：

- 菜单：“视图” → “渲染” → “光源”。
- 工具栏：“渲染” → 。
- 命令行：LIGHT。

该命令将显示如图 6-14 所示的对话框。



图 6-14 设置环境光

在“光源”对话框右侧的“环境光”组框中，可以设置环境光的强度和颜色：

(1) 环境光的强度取值范围为 0~1。其中设置为 0 时将关闭环境光，而设置为 1 时可以达到最大亮度。用户可以在文本框中直接输入强度值，也可以使用滑动条来设置强度。

注意：除了特殊情况之外，环境光的强度设置应保持在一个较低的水平上，否则可能出现图像过于饱和的现象。

(2) 在“颜色”组框中，可以使用多种方式设置环境光的颜色，左下角的颜色样本显示当前最新的颜色设置。

用于设置光源颜色的方式包括以下三种：

① 使用文本框或滑动条分别指定光源颜色中红、绿、蓝三个颜色分量的取值，取值范围均为 0~1。AutoCAD 将这三个颜色分量叠加后得到环境光的颜色。

② 单击“选择自定义颜色”按钮，可以调用 Windows 系统的“颜色”对话框，从而设置环境光的颜色。

③ 单击“从 ACI 选择”按钮，可以调用 AutoCAD 的“选择颜色”对话框，从 AutoCAD 的颜色索引表中选择环境光的颜色。

完成如上设置后，单击“光源”对话框中的“确定”按钮将保存环境光的设置，并应用到渲染操作中。

6.2.3 创建点光源

点光源是从一点出发、向所有方向发射辐射状光束的光源。在 AutoCAD 的“光源”对话框中（参见图 6-1），在“新建”按钮右侧的下拉列表中选择“点光源”项，然后单击“新建”按钮创建点光源，此时将显示如图 6-15 所示的对话框。

在“新建点光源”对话框中，可以设置新建点光源的各种特性：

（1）在“光源名”文本框中指定光源的名称，名称的长度不应大于 8 个字符（4 个汉字）。

（2）在“强度”文本框中指定光源的强度，或通过滑动条进行设置。光源强度的最小值为 0，即关闭该光源。

最大值与衰减设置有关：

① 衰减设置为“无”时，光源的最大强度为 1；

② 衰减设置为“线性衰减”时，光源的最大强度是图形范围的距离值的两倍。所谓图形范围的距离是指从图形窗口左下角最小坐标到右上角最大坐标的距离；

③ 衰减设置为“平方衰减”时，光源的最大强度是图形范围的距离值平方的两倍。

光源强度的默认值总是最大值的 50%。

（3）在“位置”组框中，单击“修改”按钮将隐藏对话框显示图形窗口，此时可以在图形窗口中重新指定点光源的位置坐标，完成后将返回“新建点光源”对话框。单击“显示”按钮可以查看点光源以及目标的当前位置的三维坐标。

（4）在“颜色”组框中，可以设置点光源的颜色，具体方法参见环境光颜色的设置。

（5）在“衰减”组框中，可以设置光线的衰减方式。

（6）在“阴影”组框中，可以设置阴影和阴影贴图。

① 选择“阴影打开”复选框，将允许点光源投射阴影。

② 单击“阴影选项”按钮，在弹出的对话框中可以对阴影类型进行具体设置，如图 6-16 所示。



图 6-15 创建点光源

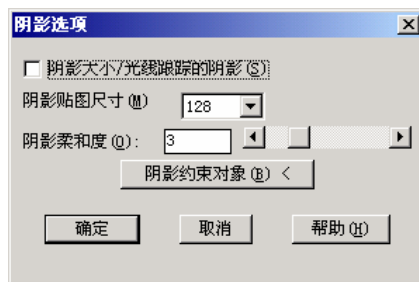


图 6-16 设置阴影

在对话框中选“阴影大小/光线跟踪的阴影”复选框后，在进行“照片级真实感渲染”时，此光源将生成体积阴影；在进行“照片级光线跟踪渲染”时，此光源将生成光线跟踪阴

影。如果取消该复选框，则使用阴影贴图。

如果使用阴影贴图，则可以对其进行进一步设置。

①在“阴影贴图尺寸”下拉列表中可以选阴影贴图一侧的尺寸，该值以像素为单位，取值范围为 64~4096。贴图尺寸越大，阴影精度越高，但需要更长的渲染时间。

②在“阴影柔和度”文本框中，可以控制阴影贴图的阴影柔和度或模糊度，这是指被合成到下衬图像中的阴影边的像素数目。取值范围为 1~10。

③单击“阴影约束对象”按钮可以显示图形窗口，并提示用户选择阴影约束对象。AutoCAD 将使用阴影约束对象的边界剪裁阴影贴图。

完成上述设置后，在“创建点光源”对话框中单击“确定”按钮创建点光源。

6.2.4 创建平行光

平行光是沿同一方向上发射的平行光束，平行光没有衰减，各点的光强保持不变。在 AutoCAD 的“光源”对话框中（参见图 6-1），在“新建”按钮右侧的下拉列表中选择“平行光”项，然后单击“新建”按钮创建平行光，此时将显示如图 6-17 所示的对话框。

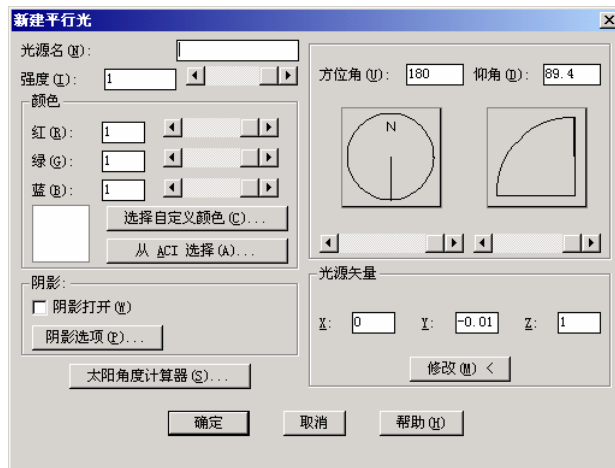


图 6-17 创建平行光

在“新建平行光”对话框中，可以设置新建平行光的各种特性。

- (1) 在“光源名”文本框中指定光源的名称，名称的长度不应大于 8 个字符（4 个汉字）。
- (2) 在“强度”文本框中指定光源的强度，或通过滑动条进行设置。光源强度的最小值为 0，即关闭该光源，最大值为 1。
- (3) 在“颜色”组框中，可以设置点光源的颜色，具体方法同点光源。
- (4) 在“阴影”组框中，可以设置阴影和阴影贴图，具体方法同点光源。
- (5) 在“方位角”和“仰角”文本框中，可以指定基于大地坐标的光源方向。方位角的取值范围为-180~180，仰角的取值范围为 0~90。
- (6) 在“光源矢量”组框中，显示了与“方位角”和“仰角”相对应的光源矢量。用户也可以直接设置光源矢量以确定平行光的方向。此外，单击“修改”按钮可以显示图形窗口，通过指定两点的方法定义光源矢量。

(7) 单击“太阳角度计算器”按钮，在弹出的对话框中可以根据指定的时间和地理位置计算太阳的位置，如图 6-18 所示。



图 6-18 计算太阳角度

该对话框中的右侧显示了当前太阳的方向和时间，可以重新指定当前的时间和地理位置，AutoCAD 将根据新的时间和位置重新计算太阳的角度。

①在“日期”文本框中，可以按“月/日”的格式指定日期，范围从“1/1”到“12/31”。

②在“时钟时间”文本框中，可以按 24 小时格式指定时间。

③在“时钟时间”文本框下面的下拉列表中，可以指定时区。如果选中“夏令时”复选框，则按指定的时间和时区的夏令时进行计算。

④在“纬度”和“经度”文本框中，可以分别设置计算位置处的纬度和经度。纬度的取值范围为 0~90，经度的取值范围为 0~180，其中 0 纬度表示赤道，0 经度表示格林威治子午线，其中取值所表示的位置需要进一步根据当前半球决定。

⑤在“经度”文本框下面的两个下拉列表中，分别用于指定在“纬度”和“经度”文本框中的指定的位置位于哪个半球。在第一个下拉列表中选择北半球或南半球，在第二个下拉列表中选择东半球或西半球。

⑥单击“地理位置”按钮，在弹出的对话框中可以根据指定的城市或地图上的点来确定当前的地理位置，如图 6-19 所示。

a. 对话框的右侧显示了世界地图的指定部分，图中的蓝色“+”标记表示当前的地理位置。可以直接在地图上单击左键以指定新的地理位置。

b. 在地图上部的下拉列表中，可以指定显示世界地图的其他部分。

c. 如果选择地图上部的“最近的大城市”复选框，则在地图上单击左键时，AutoCAD 将自动寻找距离该点最近的大城市，并将其地理位置作为当前地理位置。

d. 在“城市”列表框中，可以直接选择和使用当前地图中某个大城市的地理位置。

e. 在“纬度”和“经度”文本框中，显示了用户指定的地理位置的纬度和经度。也可以

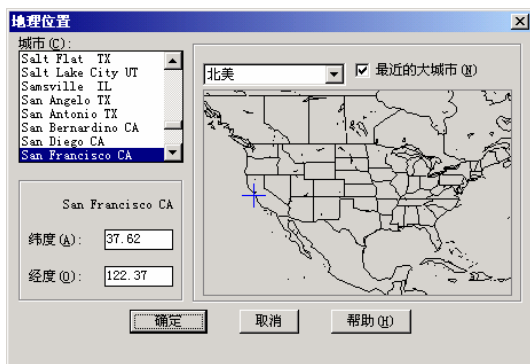


图 6-19 指定地理位置

直接在文本框中进行设置。

利用太阳角度计算器，可以方便地计算出一年之中地球上任意时间、任意地点处的太阳角度，从而为使用平行光模拟太阳光时提供了设置光源矢量的依据。

完成上述设置后，在“创建平行光”对话框中单击“确定”按钮将创建平行光。

6.2.5 创建聚光灯

聚光灯是向指定方向上发射的圆锥形光束。在 AutoCAD 的“光源”对话框中（参见图 6-1），在“新建”按钮右侧的下拉列表中选择“聚光灯”项，然后单击“新建”按钮可以创建聚光灯，此时将显示如图 6-20 所示的对话框。



图 6-20 创建聚光灯

在“新建聚光灯”对话框中，可以设置新建聚光灯的各种特性：

- (1) 在“光源名”文本框中指定光源的名称，名称的长度不应大于 8 个字符（4 个汉字）。
- (2) 在“强度”文本框中指定光源的强度，具体方法同点光源。
- (3) 在“位置”组框中，单击“修改”按钮将显示图形窗口，此时可以重新指定光源目标位置和光源自身位置的坐标。单击“显示”按钮可以查看光源以及目标当前位置的三维坐标。
- (4) 在“颜色”组框中，可以设置点光源的颜色，具体方法同点光源。
- (5) 在“聚光角”和“照射角”文本框中，可以分别指定最亮光锥的角度和整个光锥的角度。聚光角的取值范围为 0~160 度，默认值为 44 度。照射角的取值范围为 0~160 度，默认值为 45 度。

注意：在设置时必须使照射角大于聚光角。

- (6) 在“衰减”组框中，可以设置光源衰减方式，具体方法同点光源。
 - (7) 在“阴影”组框中，可以设置阴影和阴影贴图，具体方法同点光源。
- 完成上述设置后，单击“确定”按钮创建聚光灯。

6.2.6 光源的管理和设置

1. 光源的管理

在用户创建了任意一种光源后，AutoCAD 将关闭系统光源而仅使用由用户定义的光源。

用户可以在 AutoCAD 的“光源”对话框中对已有的光源进行设置和管理。例如，如果分别以“点光源”、“平行光”和“聚光灯”为名，分别创建三种类型的光源后，在“光源”对话框的“光源”列表框中将显示全部光源的名称，如图 6-21 所示。



图 6-21 光源的管理

用户可以对列表框中指定的光源进行管理。

(1) 单击“修改”按钮，可以修改光源的特性。AutoCAD 将根据当前指定光源的类型，相应地弹出“修改点光源”对话框、“修改平行光”对话框或“修改聚光灯”对话框进行修改，这些对话框的形式和用法分别与“新建点光源”对话框、“新建平行光”对话框和“新建聚光灯”对话框相同。

(2) 单击“删除”按钮，可以将指定的光源从图形中删除。

(3) 单击“选择”按钮将显示图形窗口，也可以在图形中选择某一光源，AutoCAD 将重新显示对话框，并将选中的光源作为“光源”列表框的当前项。

在图形窗口中，AutoCAD 在光源的位置用块的形式显示光源的类型和名称，每种光源的块的图形各不相同，可以根据光源块的图形来分辨其光源类型。例如，图 6-22 中分别显示了点光源、平行光和聚光灯的光源块图形（为了清楚起见，该图中 AutoCAD 的背景颜色改为白色）。

注意：如果光源的名称为中文，则必须修改“ASHADE”字体样式，使其支持中文字体，才能正确地在图形中显示光源名称，否则将出现乱码。

2. 设置北方位置

在“光源”对话框中单击“北方位置”按钮，在弹出的对话框中可以设置北方方向，如图 6-23 所示。

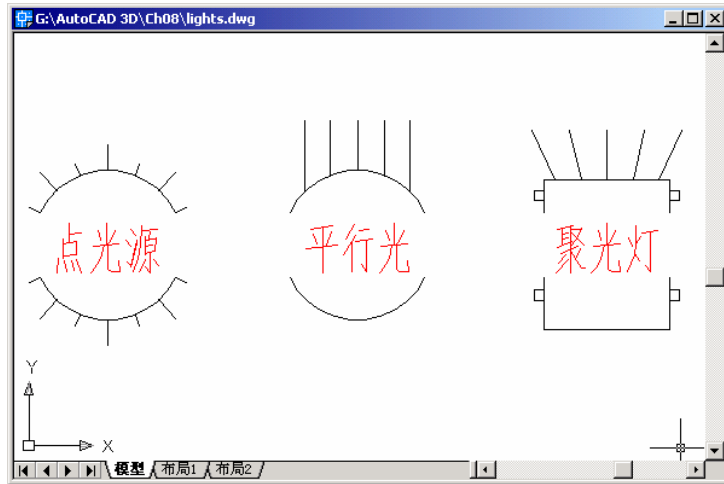


图 6-22 不同类型光源的图形表示

默认情况下，北方是世界坐标系中 Y 轴的正方向。也可以在“角度”文本框中重新指定北方的方向，也可以通过滚动条或直接在图像控件上单击左键来设置。

此外，如果图形中定义有 UCS，则可以在“使用 UCS”列表框中使用该坐标系来设置北方方向。

6.3 应用材质

材质是表现对象表面的颜色、纹理、图案、质地、材料等特性的一组设置，通过将材质附着给三维模型对象，可以在渲染时显示模型的真实外观。

在 AutoCAD 中可以为三维模型指定 ACI 颜色，但这种颜色并不能很好地反映模型的实际颜色，更不能反映出模型的纹理、图案、质地等性质。为此，用户可以使用材质来体现模型的真实外观，并可以在材质中使用贴图，使三维模型可以显示出照片级的真实效果。

6.3.1 颜色、材质与贴图

1. 颜色

颜色是 AutoCAD 图形对象的基本特性之一。在为图形对象设置颜色时，需要使用 AutoCAD 的颜色系统，即 AutoCAD 颜色索引（ACI, AutoCAD Color Index）系统。这一系统共包含 255 种颜色，分别用 1~255 进行编号。也可以在设置颜色时直接使用编号确定相应的颜色。

在 AutoCAD 附带的示例文件“Colorwh.dwg”中，绘制了一个“AutoCAD 颜色轮盘（The AutoCAD Color Wheel）”，以表示 ACI 颜色系统的构成，如图 6-24 所示。

在 ACI 的 255 种颜色中，编号为 1~9 的九种颜色是 AutoCAD 的标准颜色，即图 6-24 中左侧一列颜色；编号为 250~255 的六种颜色为灰度颜色，即图 6-24 中右侧一列颜色；其余



图 6-23 设置北方位置

编号颜色为彩色。

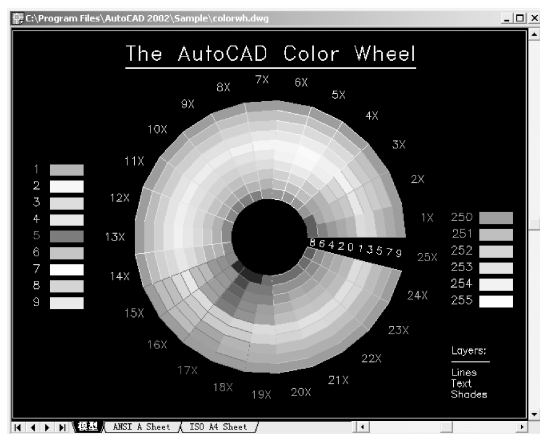


图 6-24 AutoCAD 的 ACI 颜色轮

2. 材质

材质是为了在渲染时表现物体表面的颜色、材料、纹理、透明度和粗糙度等显示效果的一组设置。用户可以将材质附着在 AutoCAD 的图形对象上，这样在模型渲染时可以将对象表面显示材质以代替对象本身的特性。

下面介绍材质的一些主要属性：

(1) 材质的颜色：通过对光源的反射特性的介绍，可以知道模型对象在光照时可以根据光照的不同部位分为高光区、漫反射区和环境反射区三个部分。当在模型对象上使用材质时，可以根据这三个部分分别设置材质的颜色。

一般来说，材质的颜色是指漫反射区所显示出来的颜色，也称为主颜色。这部分颜色主要表现了物体本身的颜色特性。

除了材质的主颜色之外，材质还包括环境颜色和反射颜色两种颜色属性。

材质的环境颜色是指模型上环境反射区所显示出来的颜色。默认情况下，该颜色与漫反射区颜色保持一致。用户也可以单独指定一种环境颜色。

材质的反射颜色是指模型上高光区所显示出来的颜色。默认情况下，该颜色与漫反射区颜色保持一致。用户也可以单独指定一种反射颜色。

例如，图 6-25 中的球体显示了同一材质中使用不同颜色的示例，该材质分别将高光区设置为绿色、漫反射区设置为青色、环境反射区设置为红色。

(2) 材质的粗糙度：材质的粗糙度可以控制光线在物体表面上的不同反射效果，即模拟不同粗糙程度的对象表面在光照时的显示效果。在渲染时，材质的粗糙度将影响着镜面反射区（高光区）的大小。在同样的光照条件下，材质的粗糙度越小，说明对象表面越光滑，此时物体表面将产生高度镜面反射，高光区范围较小而强度较高；材质的粗糙度越大，说明对象表面越粗糙，此时物体表面的高光区范围较大而强度较低。

例如，图 6-26 中左侧的球体使用了粗糙度较小的材质，而右侧的球体使用了粗糙度较大的材质，两个球体在同样的光照下，左侧球体的高光区比右侧球体的高光区范围小，而亮度大，使得左侧球体看起来比右侧球体要光滑得多。

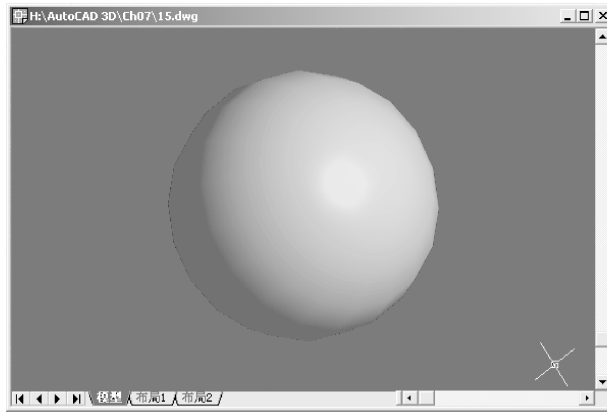


图 6-25 材质的颜色

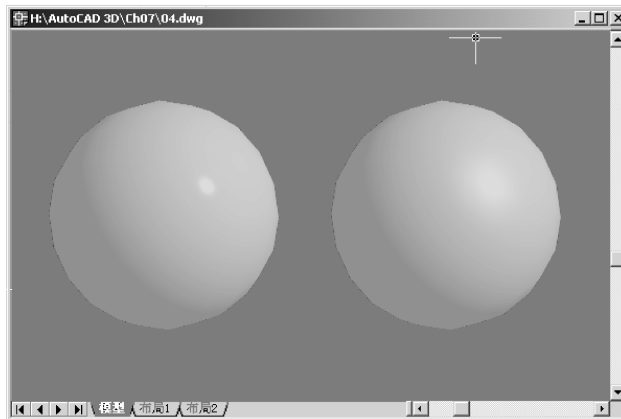


图 6-26 材质的粗糙度

(3) 材质的透明度：材质的透明度是可以控制光线穿过物体表面的程度。对于使用了透明材质的物体，在渲染时可以使光线穿过该物体，此时可以显示出该物体后面的对象。通过调整材质的透明度，可以控制物体的透明程度。例如，图 6-27 中左侧球体使用了不透明的材质，而右侧的球体使用透明材质。

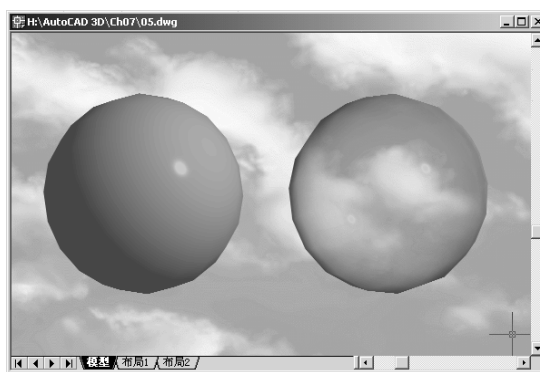


图 6-27 材质的透明度

(4) 材质的折射：当材质的透明度不为 0 时，光线将穿过物体而产生折射。此时，可以通过对材质的折射属性的设置来控制光线穿过物体时的折射程度。光线穿过折射材质时会改变路径，因此通过它看到的对象将会发生改变。不同的折射程度将使透过物体而显示出来的图像产生不同程度的变形。

例如，图 6-28 中分别显示了两个具有不同折射系数的透明球体的示例。

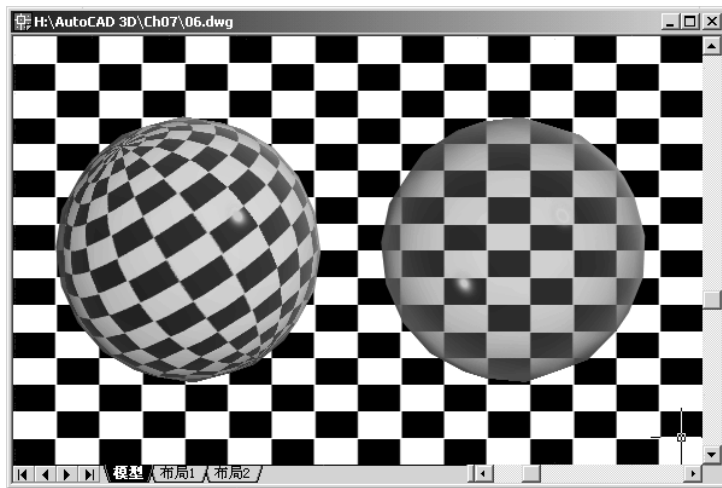


图 6-28 材质的折射

3. 贴图

顾名思义，贴图就是将二维图像“贴”到三位对象的表面上，从而在渲染时产生照片级的真实效果。此外，还可以使用贴图与光源组合起来，产生各种特殊的渲染效果。

在 AutoCAD 中，可以通过材质设置各种贴图，并将其附着到模型对象上，并可以通过指定贴图坐标来控制二维图像与三维模型表面的映射方式。在材质设置中，可以用于贴图的二维图像包括 BMP、PNG、TGA、TIFF、GIF、PCX 和 JPEG 等格式的文件。

在 AutoCAD 中可以使用多种类型的贴图，这些贴图在光源的作用下可以产生不同的特殊效果。

(1) 纹理贴图：纹理贴图可以表现物体表面的颜色纹理，就好像是将位图图像绘制在对象上一样。由于纹理贴图与对象表面特征、光源和阴影相互作用，所以这种技术可以产生具有高度真实感的图像。例如，将各种木纹图像应用在家具模型的表面，可以在渲染时显示各种木质的外观。

例如，图 6-29 中显示了一个具有大理石纹理的球体。

(2) 反射贴图：反射贴图可以表现对象表面上反射的场景图像，也称为环境贴图。利用反射贴图，可以模拟显示模型表面所反射出了周围环境的景象。例如，建筑物表面的玻璃材料上可以反射出天空、云彩等环境。使用反射贴图虽然不能精确地显示反射场景，但可以避免大量的光线反射和折射计算，节省渲染时间。

例如，图 6-30 中的球体在其反射贴图中使用的与背景相同的图像，从而在渲染时显示出球体上反射背景图像的效果。

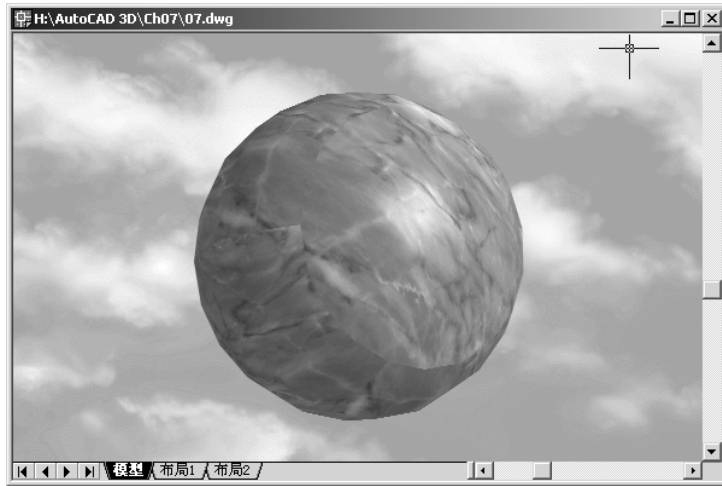


图 6-29 使用纹理贴图



图 6-30 使用反射贴图

(3) 不透明贴图：不透明贴图可以根据二维图像的颜色来控制对象表面的透明区域。在对象上应用不透明贴图后，图像中白色部分对应的区域是不透明的，而黑色部分对应的区域是完全透明的，其他颜色将根据灰度的程度决定相应区域的透明程度。如果不透明贴图是彩色的，AutoCAD 将使用等价的颜色灰度值进行不透明转换。

例如，图 6-31 中的球体使用黑白方格图像作为不透明贴图，则在渲染时白色方格对应区域是不透明的，而黑色方格对应的区域是透明的。

(4) 凹凸贴图：凹凸贴图可以根据二维图像的颜色来控制对象表面的凹凸程度，从而产生浮雕效果。在对象上应用凹凸贴图后，图像中白色部分对应的区域将相对凸起，而黑色部分对应的区域则相对凹陷，其他颜色将根据灰度的程度决定相应区域的凹凸程度。如果凹凸贴图的图像是彩色的，AutoCAD 将使用等价的颜色灰度值进行凹凸转换。

例如，图 6-32 中的球体使用了带有黑点的图像作为凹凸贴图，则在渲染时黑点所对应的区域显示为向下凹陷。

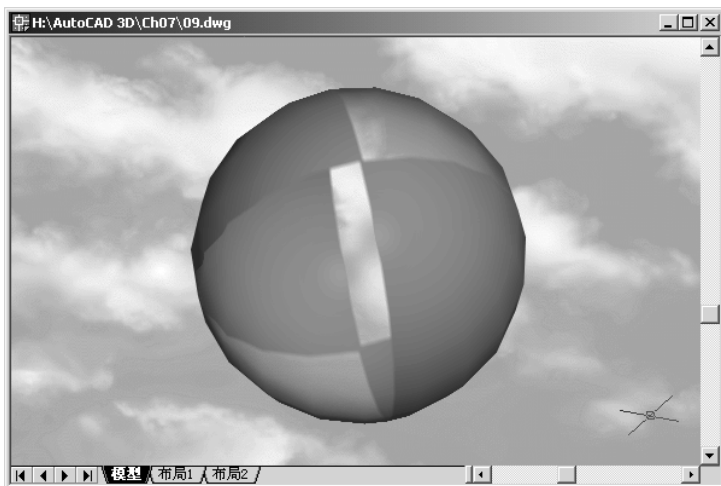


图 6-31 使用不透明贴图

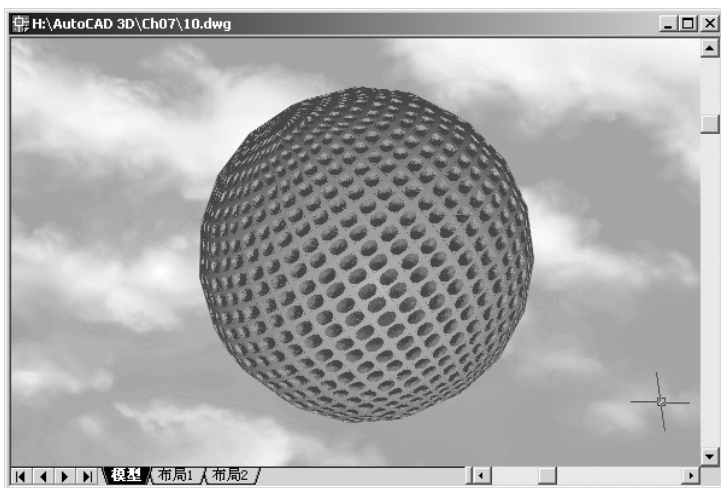


图 6-32 使用凹凸贴图

当在三维模型表面进行贴图时，由于贴图所用的图像是二维的，而三维模型表面常常是三维的，因此在将二维图像“贴”到三维表面上时，使用不同的投影方式，将会产生完全不同的贴图效果。

在 AutoCAD 中，可以为贴图指定以下几种贴图投影类型：

(1) 平面投影：平面投影是将二维图像投影到一个二维平面上，因此使用平面投影可以以一一对应的关系将图像贴到对象上，而不会产生扭曲。

例如，图 6-33 中长方体的各个面上使用平面投影方式进行贴图。

(2) 柱面投影：柱面投影是将二维图像投影到圆柱面上。此时，二维图像将沿圆柱面弯曲，产生一种类似于酒瓶上的商标图案的效果，如图 6-34 所示。

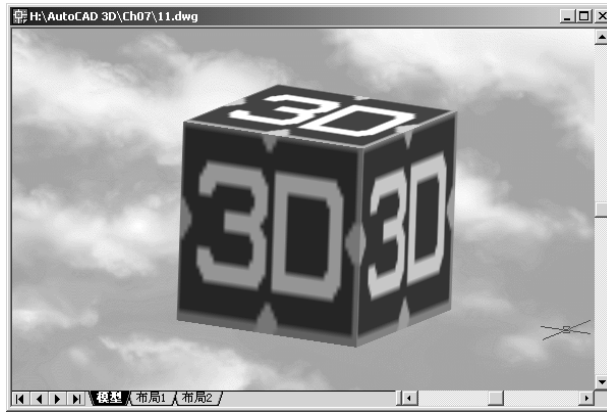


图 6-33 平面贴图

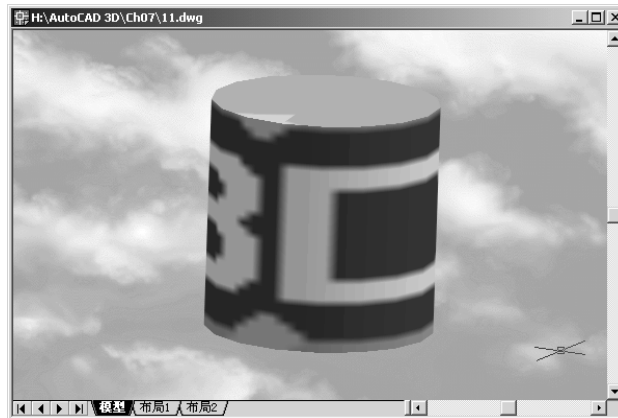


图 6-34 柱面贴图

(3) 球面投影: 球面投影是将二维图像投影到球面上。此时, 二维图像将沿球面的水平和垂直两个方向弯曲, 并且将贴图的顶边和底边在球体的两个极点处压缩为一个点, 如图 6-35 所示。

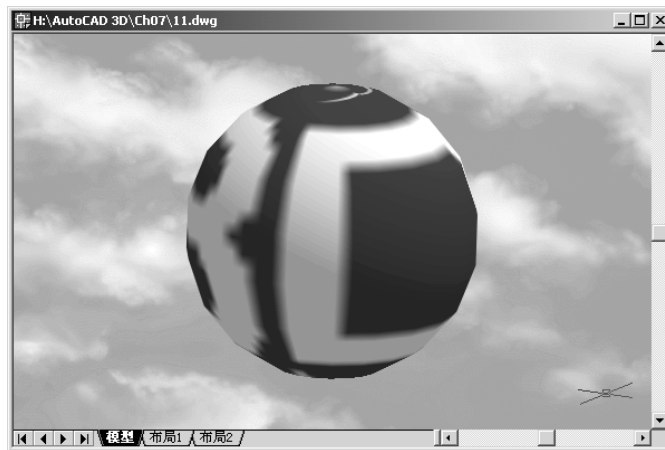


图 6-35 球面贴图

(4) 实体投影：实体投影可以根据贴图坐标将材质投影到对象表面上。因为大理石、花岗岩和木材等三维材质都有三个贴图坐标，在应用这些材质时，可以使用实体投影来改变材质在某个或某几个贴图坐标方向上的应用。

例如，图 6-36 中左侧的立方体使用具有木材纹理的三维材质，并选择实体贴图方式。此时，用户可以修改三维纹理在不同贴图坐标方向上的样式，如图 6-36 右侧立方体所示。

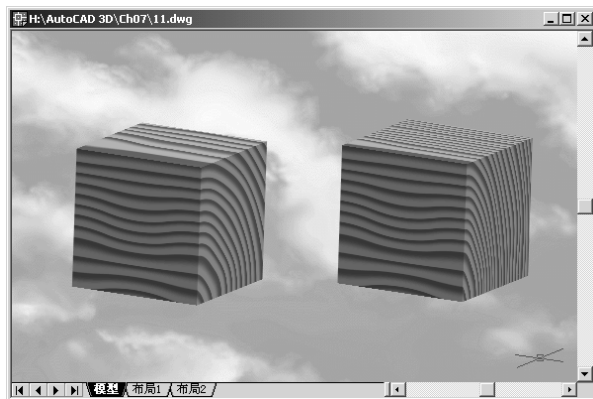



图 6-36 实体贴图

6.3.2 载入和使用材质

AutoCAD 在其材质库中定义的多种材质，可以将其载入当前图形中使用，并将载入的材质附着到各个模型对象上。

材质命令的调用方式为：

- 菜单：“视图” → “渲染” → “材质”。
- 工具栏：“渲染” → 。
- 命令行：RMAT。

该命令将显示如图 6-37 所示的对话框。

在“材质”对话框中，左侧的“材质”列表框中，显示了当前图形中所有可用的材质。该列表框中始终包含一个名为“*全局*”的材质项，该材质是 AutoCAD 自动创建，并默认使用的一种材质。任何没有被用户指定材质的对象都将在渲染时使用“*全局*”材质。“*全局*”材质不能被删除，但可以修改。

在 AutoCAD 中，材质也可以保存在材质库中。如果需要当前图形中使用“*全局*”之外的材质，最直接的方式就是从材质库中载入材质。

在“材质”对话框中单击“材质库”按钮，在弹出的对话框中可以从指定的材质库中载入各种材质，如图 6-38 所示。



图 6-37 使用材质

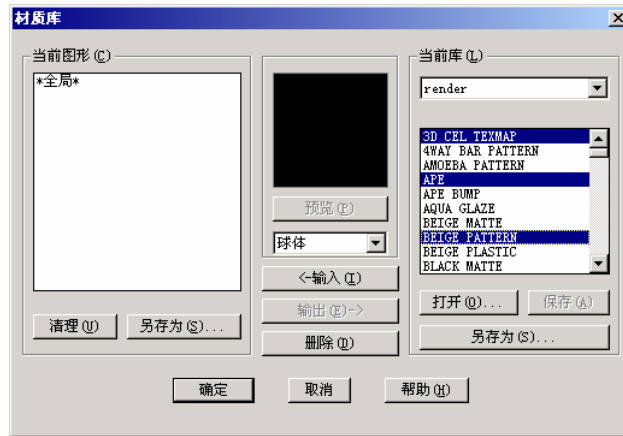


图 6-38 载入材质

该对话框左侧的列表框中，显示当前图形中可用的材质；而右侧的列表框中，显示当前材质库中的所有材质。用户可以在材质库中选择一种或多种材质（可利用 CTRL 和 SHIFT 键进行选择），然后单击“输入”按钮，将其载入到当前图形中使用。单击“确定”按钮将返回“材质”对话框，如图 6-39 所示。



图 6-39 使用材质

在“材质”列表中选中某种材质，可以：

(1) 单击“预览”按钮，可以在图像控件中预览材质的效果。在“预览”按钮下方的下拉列表中，可以选择“球体”或“立方体”作为预览的样本。

(2) 单击“附着”按钮，将显示图形窗口以便选择使用该材质的对象。已经附着了该材质的对象将在屏幕上高亮显示，选中的对象也将高亮显示。也可以选择多个对象，AutoCAD 将指定材质与选中的对象关联起来，即“附着”在这些对象表面上，然后返回“材质”对话框。

(3) 单击“拆离”按钮，将显示图形窗口以便用户选择需要拆离材质的对象。拆离操作和附着操作相反，可以取消指定的对象与其相应的材质之间的关联关系。同样也可以选择多个对象进行材质的拆离操作。

(4) 单击“随 ACI”按钮，在弹出的对话框中可以根据 ACI 附着材质，如图 6-40 所示。

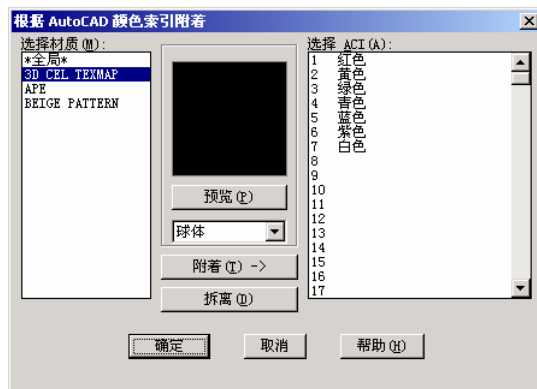


图 6-40 根据 ACI 附着材质

在该对话框右侧的“选择 ACI”列表框中，给出了所有在 AutoCAD 颜色索引表中定义的颜色编号 1~255，可以在列表中选择一种或多种（利用 CTRL 和 SHIFT 键）ACI 颜色编号，然后单击“附着”按钮，可以将左侧列表框中指定的材质与指定的 ACI 颜色关联起来。相应的，图形中所有使用 ACI 颜色的对象也都与该材质相关联。同样也可以单击“拆离”按钮，取消材质与指定的 ACI 颜色之间的关联关系。

这样，也可以通过 ACI 将指定的材质附着到三维对象上，还可以利用这种方法将材质附着到对象的某些面上，从而在一个三维对象上可以附着多种材质。例如，图 6-15 中的长方体的各个面使用的不同的颜色，通过将材质附着到 ACI 颜色上，可以在该长方体上附着多个材质，如图 6-41 右侧长方体所示。

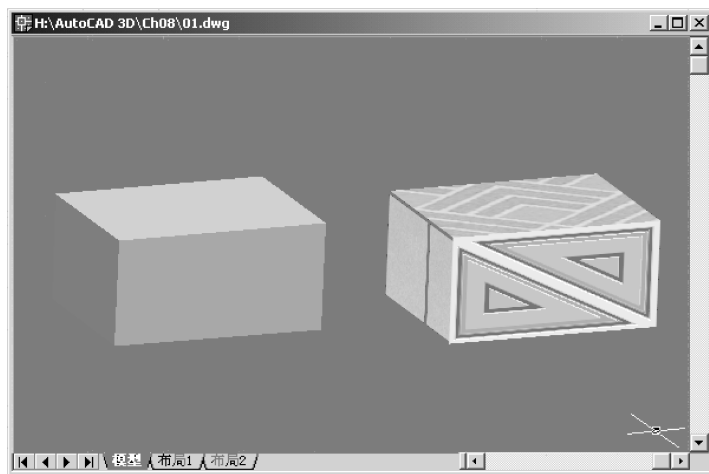


图 6-41 将材质附着到 ACI 上

(5) 在“材质”对话框中，单击“随图层”按钮，在弹出的对话框中可以根据图层附着材质，如图 6-42 所示。

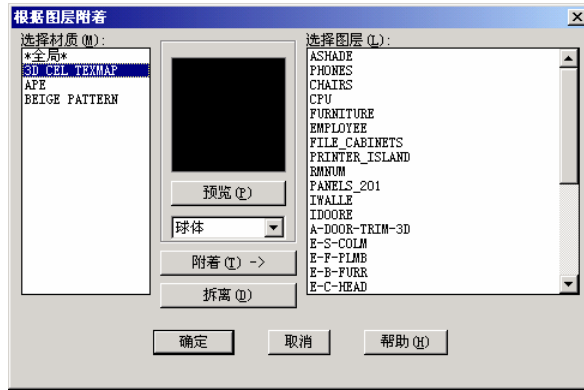


图 6-42 根据图层附着材质

在该对话框右侧的“选择图层”列表框中，给出了当前图形中的所有图层，也可以在列表中选择一种或多种（利用 CTRL 和 SHIFT 键）图层，然后单击“附着”按钮，可以将左侧列表框中指定的材质与指定的图层关联起来。相应地，该图层上的对象也都与该材质相关联。同样也可以单击“剥离”按钮，取消材质与指定的图层之间的关联关系，由此取消该图层上的对象与该材质之间的附着关系。

(6) 在“材质”对话框中，单击“选择”按钮可以显示图形窗口，并在选择某个对象后返回对话框，然后在对话框的“材料”列表框中高亮显示该对象所使用的材质，并在对话框的底部显示附着的方式。

注意：如果使用多种方式将材质附着到对象上，AutoCAD 将根据材质附着到对象上的层次关系来决定渲染时使用的材质。其中，明确指定的附着材质具有最高的优先级，然后是随 ACI 附着的材质，最后是随图层附着的材质。如果没有附着材质，则使用“*全局*”材质做附着材质。

6.3.3 新建和编辑材质

除了使用材质库中已定义的材质之外，还可以根据需要创建新的材质。AutoCAD 可以创建标准、花岗石、大理石和木材四种类型的材质。在“材质”对话框中（参见图 6-11），在“新建”按钮下方的下拉列表中可以指定新建材质的类型，然后单击“新建”按钮创建新材质。

1. 新建标准材质

在“新建”按钮下面的下拉列表中选择“标准”项，然后单击“新建”按钮，在弹出的对话框中可以定义新的标准材质，如图 6-43 所示。

(1) 在“材质名”文本框中，设置标准材质的名称。

(2) 在“属性”组框中，选择“颜色/图案”单选按钮，可以设置材质的主颜色，具体设置过程为：



图 6-43 新建标准材质

①在“值”文本框中，可以设置指定属性的应用程度，取值范围为 0~1。

②在“颜色”组框中，可以设置指定材质所使用的主颜色。选中“随 ACI”复选框，可以使材质的颜色与其附着对象的 ACI 颜色保持一致。取消该复选框，用户可以使用 RGB 或 HLS 颜色系统设置颜色。

③在“文件名”文本框中，可以指定用于贴图的位图文件。单击“查找文件”按钮可以查找并指定图像文件，可用于贴图的图像文件包括 BMP、PNG、JPG、TGA、TIF、GIF 和 PCX 等类型。

④选择了位图文件进行贴图后，还可以进一步单击“调整位图”按钮，在弹出的对话框中调整图像在对象上的放置方式，如图 6-44 所示。

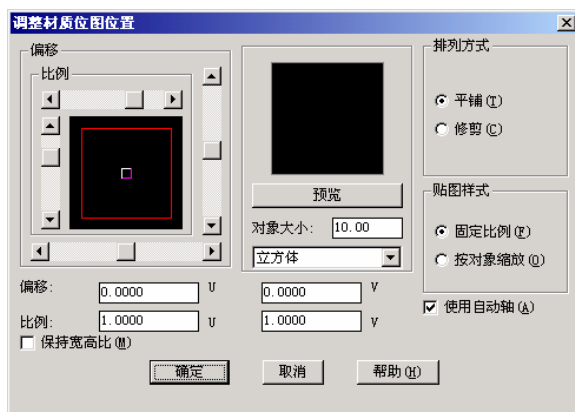


图 6-44 调整材质位图

- a. 在“偏移”文本框中，可以设置相对于投影坐标 UV 的偏移值，取值范围为-1~1。
- b. 在“比例”文本框中，可以设置图像在贴图时相对于原尺寸的比例。也可以分别设置图像在两个投影坐标 UV 方向上的比例。
- c. 选中“保持宽高比”复选框，可以在修改比例时保持 U、V 方向上的两个尺寸的比例不变。

d. 在“排列方式”组框中，选择“平铺”单选按钮，可以在贴图时，使图像铺满整个对象表面；选择“修剪”单选按钮，则在进行贴图时不进行平铺，而是在图像以外的区域使用材质的颜色。

e. 在“贴图样式”组框中，可以设置贴图时采用的比例。选择“固定比例”单选按钮，可以按“比例”文本框中指定的比例缩放渲染时材质平铺到图形对象的大小。选择“按对象缩放”单选按钮，可以按对象缩放位图，位图的位置偏移和缩放比例必须手动调整。

f. 选中“使用自动轴”复选框，可以将材质贴到 XY、YZ 和 XZ 向的表面。取消该复选框，则只有 XY 向的表面才按固定比例进行贴图。计算材质方向时，自动轴不使用多边形的法线，而是将面向 XYZ 正方向的多边形看成前向面，将面向 XYZ 负方向的多边形看成后向面。

g. 单击“预览”按钮，可以在图像控件中预览调整后的贴图效果。用户可以在“对象大小”文本框中调整预览对象的大小，在其下面的下拉列表中指定预览对象的形状为球体或立方体。

⑤在“位图合成”文本框中，可以设置颜色与位图的合成程度。当没有指定贴图时，默认取值为 0，表示完全使用“颜色”组框中设置的红色。如果指定了贴图后，默认取值为 1，表示完全使用位图。此时，如果将该文本框的值改为 0~1 之间的其他值，则该材质将显示为颜色与位图按指定比例混合后的结果。

例如，图 6-45 中两个球体所用的材质，其材质颜色均设置为红色，并使用了大理石图案的纹理贴图。其中，左侧球体所用的材质中“位图合成”设置为 1，而右侧球体所用的材质中“位图合成”为 0.7。

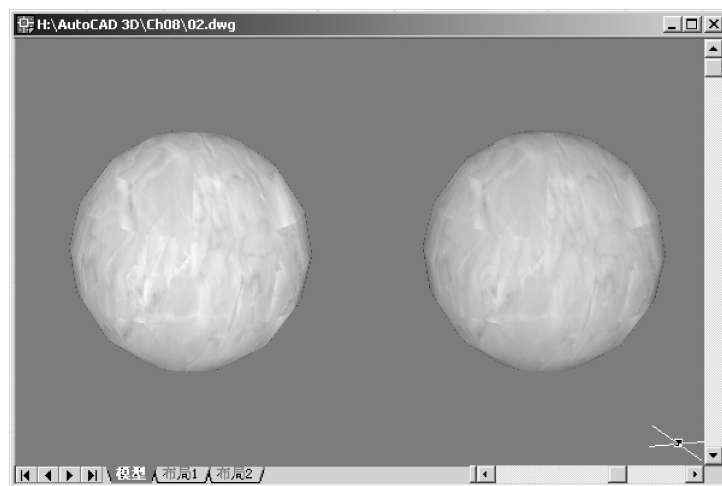


图 6-45 设置位图合成

完成设置后，单击“确定”按钮返回“新建标准材质”对话框。

(3) 在“属性”组框中，选择“环境”单选按钮，可以设置材质的环境色，即阴影色。具体设置过程为。

①在“值”文本框中，可以设置环境颜色的应用程度。

②在“颜色”组框中，可以设置环境颜色。如果选中“锁定”复选框，则使环境颜色与主颜色保持一致；取消该复选框，则可以设置为随对象的 ACI 颜色或指定一种颜色，具体方

法同前。

(4) 在“属性”组框中，选择“反射”单选按钮，可以设置材质的反射颜色，即强光或镜面反射颜色。具体设置过程为。

①在“值”文本框中，可以设置反射颜色的应用程度。

②在“颜色”组框中，可以设置反射颜色。如果选中“锁定”复选框，则使反射颜色与主颜色保持一致；取消该复选框，则可以设置为随对象的 ACI 颜色或指定一种颜色，具体方法同前。用户也可以选择“镜像”复选框，在使用“照片级真实感”渲染时，将得到镜像反射效果；在使用“照片级光线跟踪”渲染时，将得到光线跟踪的反射效果。

③在“文件名”文本框中，可以指定反射贴图所用的图像文件，具体设置方法同前。

(5) 在“属性”组框中，选择“粗糙度”单选按钮，可以在“值”文本框中设置材质的粗糙度，粗糙度的设置将改变材质反射强光的大小。

(6) 在“属性”组框中，选择“透明度”单选按钮，可以设置材质的透明度：

①在“值”文本框中，可以设置材质的透明程度。

②在“文件名”文本框中，可以指定透明贴图所用的图像文件，具体设置方法同前。

(7) 在“属性”组框中，选择“折射”单选按钮，可以在“值”文本框中设置材质的折射程度。

(8) 在“属性”组框中，选择“凹凸贴图”单选按钮，可以在“文件名”文本框中指定用于凹凸贴图的图像文件，具体设置方法同前。

完成以上设置后，单击“新建标准材质”对话框中的“确定”按钮完成材质的创建，并返回到“材质”对话框。

2. 新建花岗石材质

在“新建”按钮下面的下拉列表中选择“花岗石”项，然后单击该按钮，在弹出的对话框中可以定义新的花岗石材质，如图 6-46 所示。



图 6-46 新建花岗石材质

(1) 在“材质名”文本框中，可以设置花岗石材质的名称。

(2) 在“属性”组框中，选择“第一个颜色”、“第二个颜色”、“第三个颜色”或“第四个颜色”单选按钮，可以分别设置构成花岗石图案的四种颜色，具体设置过程为。

①在“值”文本框中，可以指定每种颜色在花岗石图案中的相对数量。

②在“颜色”组框中，可以按 RGB 或 HLS 颜色系统设置相应的颜色。

(3) 在“属性”组框中，选择“反射”、“粗糙度”或“凹凸贴图”单选按钮，可以分别对花岗石材质的反射程度、粗糙度和凹凸贴图进行设置，具体过程同标准材质。

(4) 在“属性”组框中，选择“尖锐度”单选按钮，可以在“值”文本框中指定花岗石的尖锐程度。取值为 0 时将使图形完全模糊化，即四个颜色平均取值；取值为 1 时，四个颜色是离散的。

例如，图 6-47 中两个球体均使用同样的花岗石材质，其中左侧球体所用材质的尖锐度为 1，而右侧球体所用材质的尖锐度为 0.25。

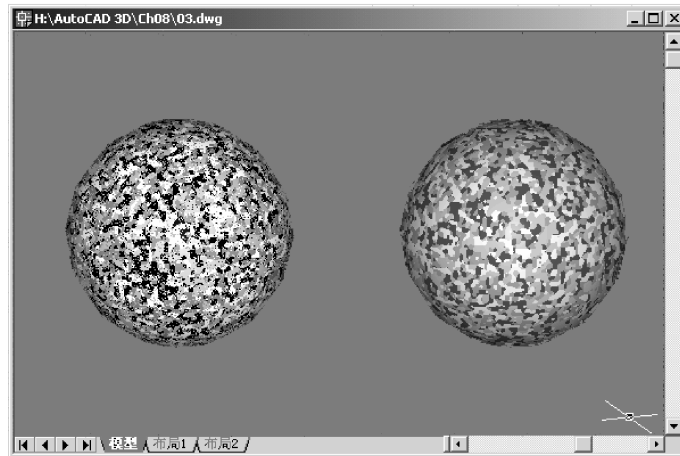


图 6-47 花岗石材质的尖锐度

(5) 在“属性”组框中，选择“比例”单选按钮，可以在“值”文本框中指定花岗石材质相对于附着对象的比例。通过“比例”属性的设置，可以控制花岗石的粒度。

例如，图 6-48 中两个球体均使用同样的花岗石材质，其中左侧球体所用材质的比例为 6.25，而右侧球体所用材质的比例为 2。



图 6-48 花岗石材质的比例

完成以上设置后，单击“新建花岗石材质”对话框中的“确定”按钮完成材质的创建，并返回到“材质”对话框。

3. 新建大理石材质

在“新建”按钮下面的下拉列表中选择“大理石”项，然后单击“新建”按钮，在弹出的对话框中可以定义新的大理石材质，如图 6-49 所示。



图 6-49 新建大理石材质

(1) 在“材质名”文本框中，可以设置大理石材质的名称。

(2) 在“属性”组框中，选择“石质颜色”或“纹理颜色”单选按钮，可以分别在“颜色”组框中设置构成大理石图案的石质颜色和其上的纹理颜色，具体设置方法同前。

(3) 在“属性”组框中，选择“扰动”单选按钮，可以在“值”文本框中指定大理石图案上纹理的扰动程度，取值范围为 0~100。较高的扰动值将以较多的旋转产生较多的纹理颜色，但在渲染时将花费较长的渲染时间，建议在 1~10 之间取值。

(4) 在“属性”组框中，选择其他几种属性进行设置时，具体含义和方法与标准材质和花岗石材质的设置相同。

完成以上设置后，单击“新建大理石材质”对话框中的“确定”按钮完成材质的创建，并返回到“材质”对话框。

4. 新建木材材质

在“新建”按钮下面的下拉列表中选择“木材”项，然后单击“新建”按钮，在弹出的对话框中可以定义新的木材材质，如图 6-50 所示。

(1) 在“材质名”文本框中，可以设置木材材质的名称。

(2) 在“属性”组框中，选择“浅色”或“深色”单选按钮，可以分别在“颜色”组框中设置构成木材图案的两种颜色，具体设置方法同前。

(3) 在“属性”组框中，选择“浅/深”单选按钮，可以在“值”文本框中指定木材纹理图案中从浅至深的比例，取值范围为 0~1。取值为 0 时，将使木材图案中绝大部分纹理为深色；取值为 1 将使木材图案中绝大部分纹理为浅色。



图 6-50 新建木材材质

(4) 在“属性”组框中，选择“年轮密度”单选按钮，可以在“值”文本框中指定木材图案中纹理的环数，取值范围为 0.01~100。

例如，图 6-51 中两个圆柱体均使用同样的木材材质，其中左侧圆柱体所用材质的年轮密度为 6，而右侧圆柱体所用材质的年轮密度为 2.5。

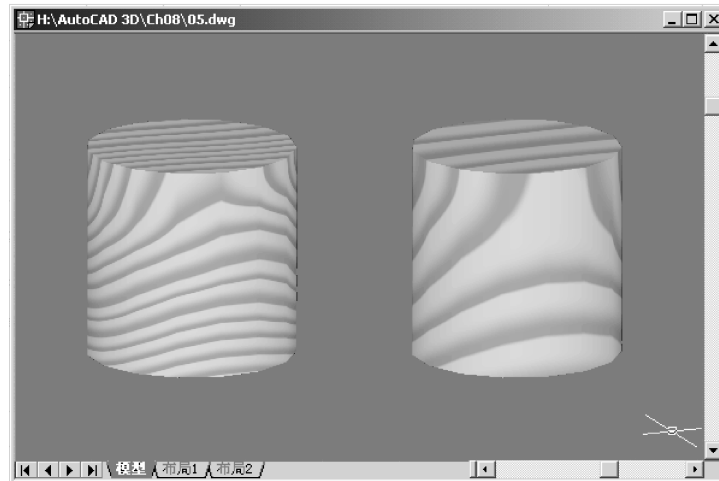


图 6-51 木材材质的纹理密度

(5) 在“属性”组框中，选择“年轮宽度”单选按钮，可以在“值”文本框中指定木材图案中纹理宽度的变化范围，取值范围为 0~1。取值为 0 时，将产生宽度均匀的纹理；取值为 1 时，纹理图案将出现最大的宽度变化幅度。

例如，图 6-52 中两个圆柱体均使用同样的木材材质，其中左侧圆柱体所用材质的年轮宽度为 0.2，而右侧圆柱体所用材质的年轮宽度为 0.8。

(6) 在“属性”组框中，选择“年轮形状”单选按钮，可以在“值”文本框中指定纹理形状的不规则程度，取值范围为 0~1。取值为 0 时，将产生完全的圆形环；取值为 1，将产生形状最不规律的纹理。

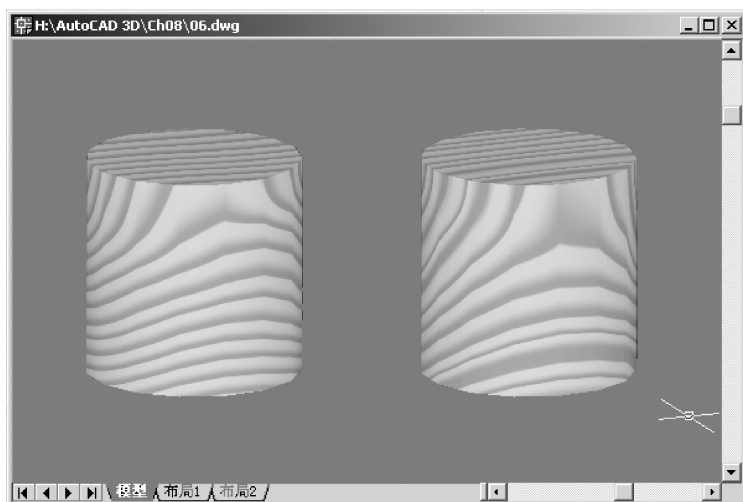


图 6-52 木材材质的纹理宽度

例如，图 6-53 中两个圆柱体均使用同样的木材材质，其中左侧圆柱体所用材质的年轮形状为 0.2，而右侧圆柱体所用材质的年轮形状为 0.8。

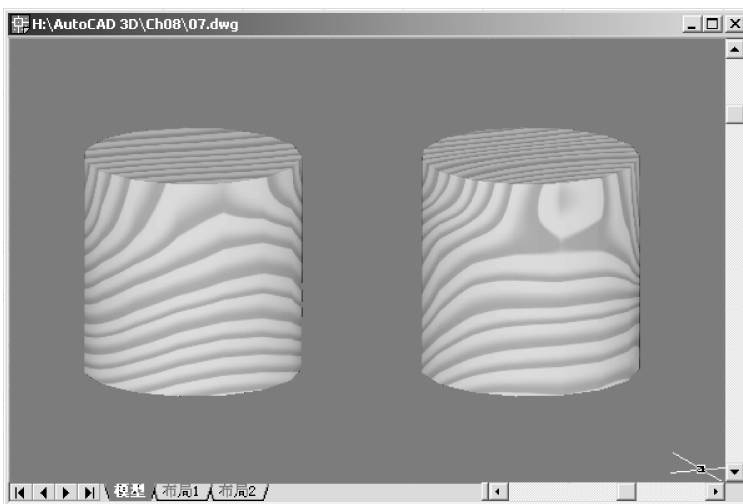


图 6-53 木材材质的年轮形状

(7) 在“属性”组框中，选择其他几种属性进行设置时，具体含义和方法同前。

完成以上设置后，单击“新建木材材质”对话框中的“确定”按钮完成材质的创建，并返回到“材质”对话框。

5. 修改和复制材质

在“材质”对话框中，对于从材质库中载入和用户新建的各种材质，还可以对其进行进一步的编辑。

(1) 在“材质”列表框中选择需要编辑的材质，然后单击“修改”按钮，将根据选中

的材质类型弹出相应的“修改标准材质”、“修改花岗石材质”、“修改大理石材质”或“修改木材材质”对话框，其形式和作用分别与相应的新建材质对话框相同。

(2) 在“材质”列表框中选择需要编辑的材质，然后单击“复制”按钮，将根据选中的材质类型弹出相应的新建材质对话框，并且在该对话框继承了指定材质的属性。用户可以进一步进行设置后，重新命名以创建新的材质。

6.3.4 管理材质库

AutoCAD 中，可以将各种材质保存到材质库中，并可以生成材质库文件保存起来。对于已有的各种材质库，可以将其在图形中打开并管理其中的各种材质。

管理材质库命令的调用方式为：

- 菜单：“视图” → “渲染” → “材质库”。
- 工具栏：“渲染” → 。
- 命令行：MATLIB。

该命令将显示如图 6-54 所示的对话框。



图 6-54 管理材质库

在“材质库”对话框中，可以分别对当前图形中的材质和指定的材质库进行管理。

(1) 在“当前图形”列表框中，显示了当前图形中所有可用的材质，包含从材质库载入的材质和用户创建的材质。对于这些材质可以进行如下操作：

①单击“清理”按钮，可以将当前图形所有未使用（即没有附着给任何对象）的材质删除。

②单击“另存为”按钮，可以将当前图形中的所有材质保存为材质库文件。

③单击“预览”按钮，可以在图像控件中预览指定材质的效果。

④单击“输出”按钮，可以将列表中选中的一种或多种材质添加到“当前库”列表中。

如果输出的材质在当前库中已经存在，则弹出如图 6-55 所示对话框。

选中“覆盖现有的材质”复选框，则可以用新材质覆盖原来的材质，并且可以在“列表中的新材质”文本框中为新材质重新指定名称。取消该复选框，则可以分别在“材质库中的

原材质”和“列表中的新材质”文本框中改变原来的材质和新材质的名称，以避免冲突。

⑤单击“删除”，可以删除在“当前图形”列表中选中的一种或多种材质。

(2) 在“当前库”组框中，用户可以对打开的材质库进行如下操作：

①单击“打开”按钮，可以查找并打开新的材质库文件。

②“当前库”组框中的下拉列表显示了所有已经打开的材质库，可以从中选择一个作为当前库，在下拉列表下方的列表框中将显示当前库所包含的全部材质。用户可以选择其中一种，并单击“预览”按钮，在图像控件中预览该材质的效果。

③选择当前库中的一种或几种材质，然后单击“输入”按钮将其加载到当前图形中。如果输入的材质在当前图形中已经存在，则弹出如图 6-56 所示对话框。

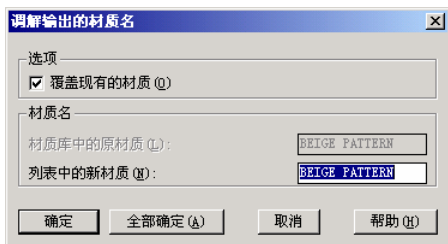


图 6-55 输出时调整材质名称

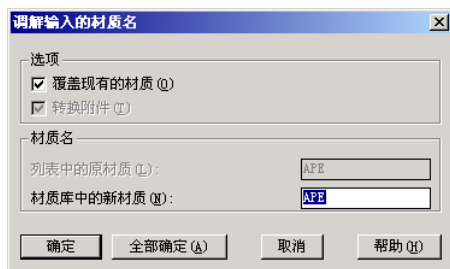



图 6-56 输入时调整材质名称

该对话框中的作用与图 6-55 基本相同。其中如果选中“转换附件”复选框，则可以将原材质所附着对象改为附着新材质；取消该复选框则保持原来的材质仍附着在对象上。

6.3.5 设置贴图方式

在不同形状的三维对象上使用贴图，需要选择和调整贴图的投影方式，以产生最佳的贴图效果。在同一对象上使用不同的贴图方式将产生不同的渲染效果。

设置贴图方式的命令调用方式为：

- 菜单：“视图” → “渲染” → “贴图”。
- 工具栏：“渲染” → 。
- 命令行：SETUV。

该命令将首先提示用户构建一个选择集，然后在弹出的对话框中设置选中对象的贴图方式，如图 6-57 所示。

在“贴图”对话框中，首先需要选择一种贴图的投影方式，然后可以进一步对指定投影方式的贴图坐标进行调整。

(1) 在“贴图”对话框的“投影”组框中，选择“平面”单选按钮，可以将指定对象的贴图投影方式设置为平面投影。然后单击“调整坐标”按钮，在弹出的对话框中调整贴图的平面坐标，如图 6-58 所示。

①在“平行面”组框中，可以指定一个与贴图平面平行的面。除了选择 WCS 中的 XY、XZ 和 YZ 平面作为平行面之外，也可以选择“拾取的平面”单选按钮，根据用户指定的平面作为平行面。



图 6-57 设置贴图方式



图 6-58 调整贴图的平面坐标

②单击“拾取点”按钮，将显示绘图窗口，由用户指定平行面。首先需要依次指定平行面的左下角点、右下角点和左上角点，然后返回对话框，此时“平行面”组框中的“拾取的平面”单选按钮将被选中。

③在“中心点位置”组框中，图像控件中的红色图形表示对象网格在当前平行面上的平行投影，而蓝色图形表示当前投影矩形（其左边显示为绿色）。可以通过图像控件旁边的滑动条改变贴图在对象投影面上的相对位置。

④在“X 偏移”和“Y 偏移”文本框中，可以改变贴图在对象投影面上的相对位置，即与“中心点位置”组框中的滑动条作用相同。

⑤在“旋转”文本框中，可以改变贴图在对象投影面上的相对角度。用户也可以使用其右侧的滑动条进行设置。

⑥单击“调整位图”按钮，可以在弹出的对话框中进一步调整位图的位置，如图 6-59 所示。具体操作过程参见 6.2.2 节。

⑦单击“预览”按钮，可以在其上方的图像控件中显示选定材质的位图图像及其贴图坐标。

(2) 在“贴图”对话框的“投影”组框中，选择“柱坐标”单选按钮，可以将指定对象的贴图投影方式设置为柱面投影。然后单击“调整坐标”按钮，在弹出的对话框中调整贴图的柱坐标，如图 6-60 所示。

①在“平行轴”组框中，可以指定一个与贴图柱面轴线平行的轴线。除了选择 WCS 中的 X、Y 和 Z 轴作为平行轴之外，也可以选择“拾取的轴”单选按钮，使用用户指定的轴线。

②单击“拾取点”按钮，将显示绘图窗口，由用户指定投影的柱面。首先需要依次指定圆柱体贴图的底部中心、圆柱体的顶部中心以及指向接缝（轮廓线）的方向，然后返回对话框，此时“平行轴”组框中的“拾取的轴”单选按钮将被选中。

③其他各控件的作用同前。

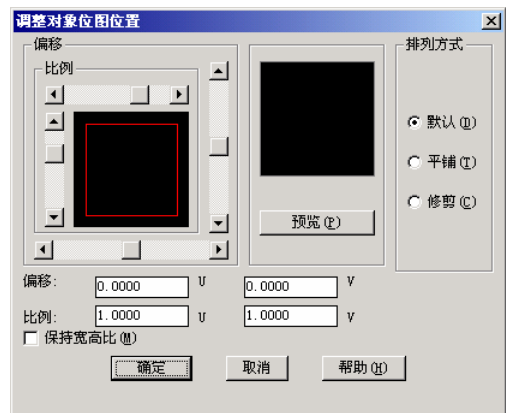


图 6-59 调整对象贴图位置

(3) 在“贴图”对话框的“投影”组框中,选择“球坐标”单选按钮,可以将指定对象的贴图投影方式设置为球面投影。然后单击“调整坐标”按钮,在弹出的对话框中调整贴图的球坐标,如图 6-61 所示。



图 6-60 调整贴图的柱坐标



图 6-61 调整贴图的球坐标

①在“平行轴”组框中,可以指定一个与贴图球面极轴平行的轴线。除了选择 WCS 中的 X、Y 和 Z 轴作为平行轴之外,也可以选择“拾取的轴”单选按钮,使用用户指定的轴线。

②单击“拾取点”按钮,将显示绘图窗口,由用户指定投影的球面。首先需要依次指定贴图球体的中心点、贴图球体的半径(朝北)和指向接缝(轮廓线)的方向,然后返回对话框,此时“平行轴”组框中的“拾取的轴”单选按钮将被选中。

③其他各控件的作用同前。

(4) 在“贴图”对话框的“投影”组框中,选择“实体”单选按钮,可以将指定对象的贴图投影方式设置为实体投影。然后单击“调整坐标”按钮,在弹出的对话框中调整贴图三维坐标,如图 6-62 所示。

①在“U 比例”、“V 比例”和“W 比例”三个文本框中,可以分别设置三个贴图方向上的坐标,以转换大理石、花岗石或木材等三维材质。

②单击“拾取点”按钮,将显示图形窗口,首先需要依次指定三维贴图坐标系的原点及三个轴(U、V 和 W 轴),然后返回对话框。

③选中“保持宽高比”,可以同时锁定贴图坐标系中三个轴的值,以保持实体材质的宽高比。此时,修改一个轴时,另外两个轴也会相应改变。

④单击“预览”按钮,可以在其上方的图像控件中显示选定材质的位图图像及其贴图坐标。

(5) 在“贴图”对话框中单击“取自”按钮,将显示图形窗口。用户可以在图形窗口中选择一个具有贴图坐标的对象,返回对话框后该对象的贴图设置将成为当前的贴图设置。

(6) 在“贴图”对话框中单击“复制到”按钮,将显示图形窗口。用户可以在图形窗

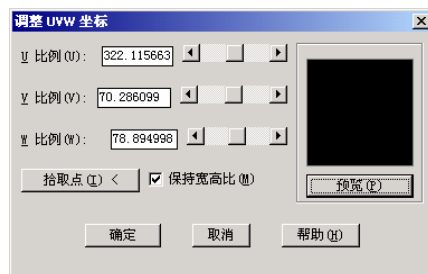


图 6-62 调整贴图三维坐标

口中选择任意数目的对象，单击“确定”按钮后将在这被选中的对象上应用当前的贴图坐标。

(7) 在“贴图”对话框中单击“预览”按钮，可以在其上方的图像控件中显示选定材质的位图图像及其贴图坐标。


6.4 设置场景和特效

由于在渲染时常常需要不断调整光源和视图，以得到不同的渲染结果，因此可以将不同的光源和视图组合为场景来使用。此外，在渲染时，用户还可以设置不同的背景和雾化效果。

6.4.1 构建场景

为了更好地显示 AutoCAD 的三维模型，往往需要在图形中使用多个各种类型的光源，并定义多个视图，以便能够从各个角度展现三维模型。但是在渲染过程中，只能保持同一视点，并且不一定使用全部的光源。为了避免在渲染时反复调整视图和设置光源，AutoCAD 可以将某个指定的命名视图和一个或多个光源结合起来，定义为一个场景，并且可以在图形文件中保存多个场景以便于随时调用，这样就可以在渲染时通过场景来便捷地使用已命名的各种视图和光源。

构建场景的命令调用方式为：

- 菜单：“视图”→“渲染”→“场景”。
- 工具栏：“渲染”→ 。
- 命令行：SCENE。

该命令将显示如图 6-63 所示的对话框。

在“场景”对话框左侧的“场景”列表框中，显示了当前图形中定义的所有场景。如果用户没有定义场景，则 AutoCAD 将使用一个名为“*无*”的默认场景，该场景使用当前视图以及图形中的所有光源。如果当前图形中没有定义光源，则该场景使用强度为 1、并且与视线平行的平行光源，而不使用环境光源。

(1) 单击“新建”按钮，在弹出的对话框中可以创建新的场景，如图 6-64 所示。

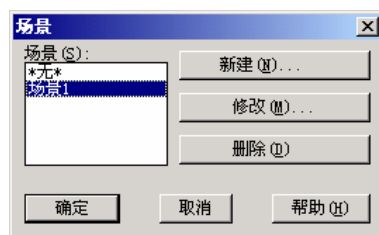


图 6-63 构建场景

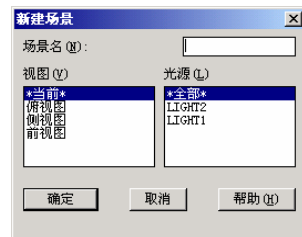


图 6-64 新建场景

①在“场景名”文本框中，可以指定新建场景的名称，名称的长度不应大于 8 个字符（4 个汉字）。

②在“视图”列表框中，可以指定该场景所用的视图。该列表框中始终包含“*当前*”项，表示使用当前视图。此外，如果在图形中定义了命名视图，则这些命名视图也将在“视

图”列表框中显示出来。

③在“光源”列表框中，可以指定该场景所用的光源。该列表框中始终包含“*全部*”项，表示使用当前全部光源。用户可以从列表中选择个或多个光源来构建场景。如果需要选择多个光源，可以利用“CTRL”和“SHIFT”键进行选择。

(2)在“场景”对话框中，单击“修改”按钮将弹出“修改场景”对话框，对指定的场景进行修改。也可以重新指定场景的名称，以及用于构建场景所用的视图和光源，具体过程与新建场景相同。

(3)在“场景”对话框中，单击“删除”按钮，将从图形中删除指定的场景。

6.4.2 设置背景

在默认情况下，AutoCAD总是使用图形窗口中的背景颜色作为渲染图像的背景颜色。同时，AutoCAD还可以对背景重新进行设置，也可以指定其他颜色作为渲染图像的背景，还可以设置多种颜色或指定某一图像作为背景。

设置背景的命令调用方式为：

- 菜单：“视图”→“渲染”→“背景”。
- 工具栏：“渲染”→。
- 命令行：BACKGROUND。

该命令将显示如图 6-65 所示的对话框。



图 6-65 设置背景

在“背景”对话框中，可以选择背景的类型，对各种类型的背景进行设置，并且可以单击“预览”按钮在其上部的图像控件中显示背景的预览图像。

(1)选择“纯色”单选按钮，可以将背景设置为单一的颜色，并且可以在“颜色”组框中进行颜色设置。图 6-66 所示渲染图像中使用了浅蓝色作为渲染背景。

(2)选择“百分度”单选按钮，可以由上、中、下三种颜色共同构成背景。

①在“颜色”组框中，可以分别设置“上”、“中”、“下”三个区域的颜色。

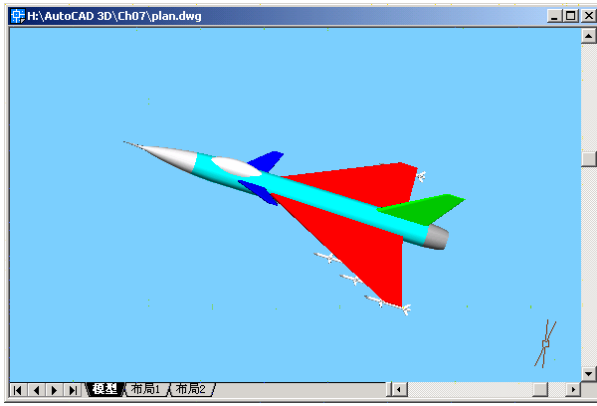


图 6-66 使用纯色背景

②在“水平”文本框中，可以设置第二种颜色在水平位置时的位置，取值范围为 0~1。其中，当取值为 0 时，完全使用“上”颜色构成背景；当取值为 1 时，完全使用“下”颜色构成背景；默认值为 0.5，此时可以由“上”、“中”、“下”三种颜色构成背景。或者使用滚动条进行设置。

③在“高度”文本框中，可以指定第二种颜色从“水平”文本框所指定的位置开始，其颜色范围在整个背景中的百分比，取值范围为 0~1，默认值为 0.33。其中设置为 0 时，将由“上”、“下”两种颜色构成背景。或者使用滚动条进行设置。

④在“旋转”文本框中，可以指定背景中各个颜色区域与水平方向之间的角度，取值范围为 -90~90 度，默认值为 0 度。

例如，图 6-67 所示的渲染图像中使用了深蓝、浅蓝和绿色构成渲染背景。

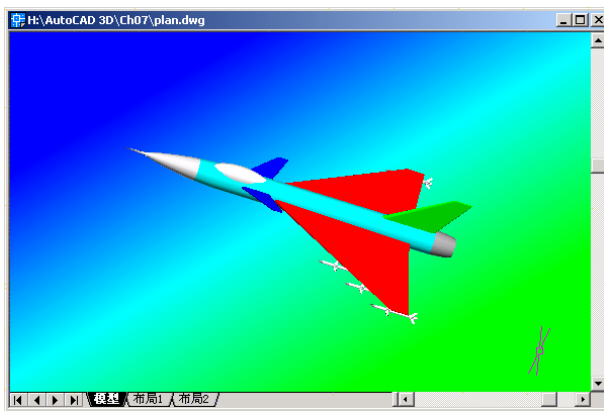


图 6-67 使用百分度颜色背景

(3) 选择“图像”单选按钮，可以指定位图图像作为背景。可以用作背景的图像包括 BMP、PNG、GIF、JPG、PCX、TGA 和 TIFF 等类型。

①在“图像”组框的“名称”文本框中，可以指定用作背景的图像文件的路径和文件名。

②单击“查找文件”按钮，可以查找和指定用作背景的图像文件。

③指定了图像文件之后，单击“调整位图”按钮，在弹出的对话框中可以调整背景图像

在屏幕上的位置、比例等，如图 6-68 所示。

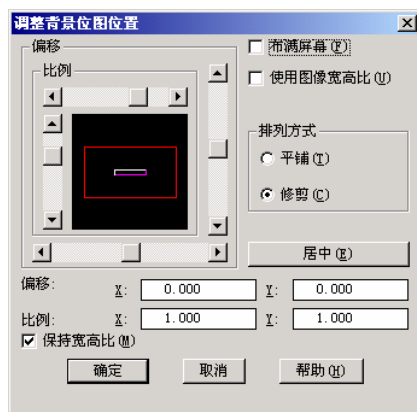


图 6-68 调整背景图像位置

a. 选中“布满屏幕”复选框，可以自动缩放背景图像，使其能够充满整个屏幕；取消该复选框则按指定的位置、比例和排列方式来放置图像。

b. 选中“使用图像宽高比”复选框，可以在图像布满屏幕时保持图像宽度和高度之间的比值不变。即只在一个方向上缩放图像至屏幕的边界，而另一个方向上则按图像的宽高比随之进行缩放。

c. 在“偏移”文本框中，可以分别指定背景图像沿 X 轴和沿 Y 轴方向上的偏移值。当偏移值均为 0 时，背景图像将在屏幕上居中显示。用户也可以通过“偏移”组框中图像控件右侧和下侧的滑动条进行设置。

d. 在“比例”文本框中，可以分别指定背景图像在 X 轴和 Y 轴方向上的比例，取值范围为 0.1~10 或 -0.1~-10，负的比例值表示在这一方向上图像将反向显示。用户也可以通过“比例”组框中图像控件左侧和上侧的滑动条进行设置。

e. 选中“保持宽高比”复选框，可以在改变图像比例时始终保持图像宽度和高度之间的比值不变。

f. 在“排列方式”组框中，选择“平铺”单选按钮，可以使背景图像从指定的位置开始，沿水平和垂直两个方向重复显示，直到铺满整个屏幕；选择“修剪”单选按钮，则仅在指定位置显示背景图像。

g. 单击“居中”按钮，可以使背景图像在屏幕上居中显示，即 X、Y 方向上的偏移值均为 0。

例如，图 6-69 所示的渲染图像中使用了图像作为渲染背景。

(4) 选择“合并”单选按钮，可以使用当前 AutoCAD 图像作为背景。此时，对象的线框边将在背景图像上显示出来。这种类型的背景只有在“渲染”对话框中选定“视口”作为渲染目标时才可用。

(5) 在以上四种背景类型的设置中，都可以在“环境”组框中定义环境，从而在具有反射和光线跟踪材质的对象上产生折射和反射效果。

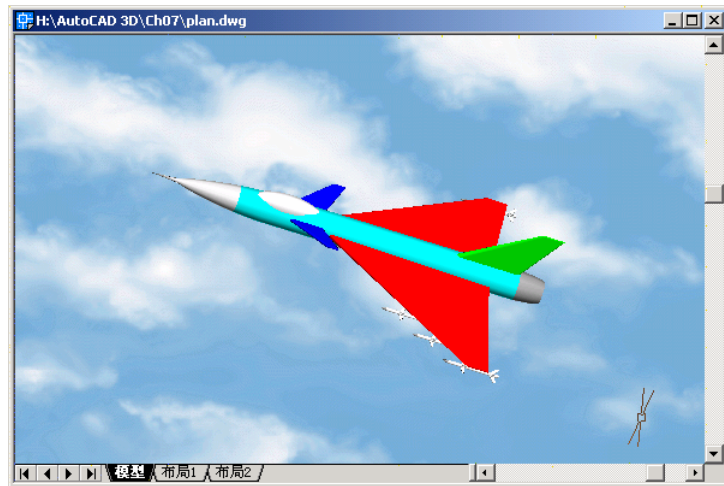


图 6-69 使用图像背景

①在“名称”文本框中，可以指定用于定义环境的图像文件的路径和文件名。


②单击“查找文件”按钮，可以查找和指定用作环境的图像文件，可以用于定义环境的图像包括 BMP、PNG、GIF、JPG、PCX、TGA 和 TIFF 等类型。

③选中“使用背景”复选框，可以使用背景作为环境；取消该复选框后，将使用用户指定的图像文件来定义环境。

6.4.3 设置雾化

所谓雾化就是模拟一种特殊的视觉效果。一般来说，距离观察位置较近的物体比较清晰，而距离观察位置较远的物体比较模糊，因此在视觉上产生一个深度或距离的效果。而在 AutoCAD 中，通常情况下模型的渲染将产生同样清晰的结果。为了产生较好的视觉效果，增强渲染图像的真实性，AutoCAD 可以通过雾化设置进行模拟。

设置雾化的命令调用方式为：

- 菜单：“视图” → “渲染” → “雾化”。
- 工具栏：“渲染” → 。
- 命令行：FOG。

该命令将显示如图 6-70 所示的对话框。

在“雾化”对话框中，可以对雾化的颜色、范围和浓度等进行设置。

- (1) 选中“启用雾化”复选框，将在渲染时使用雾化。
- (2) 选中“雾化背景”复选框，可以在渲染背景时也使用雾化；取消该复选框将针对渲染对象进行雾化。
- (3) 在“颜色系统”下拉列表以及下面的控件中，可以设置雾化的颜色。
- (4) 在“近距离”和“远距离”文本框中，可以分别指定雾化起始和终止位置。它们的值是相机到后剪裁平面之间距离的百分比，取值范围为 0~1。
- (5) 在“近处雾化百分率”和“远处雾化百分率”文本框中，可以分别设置雾化在开始位置和结束位置处的浓度，取值范围为 0~1。

例如,图 6-71 中显示了使用雾化后的渲染效果。



图 6-70 设置雾化

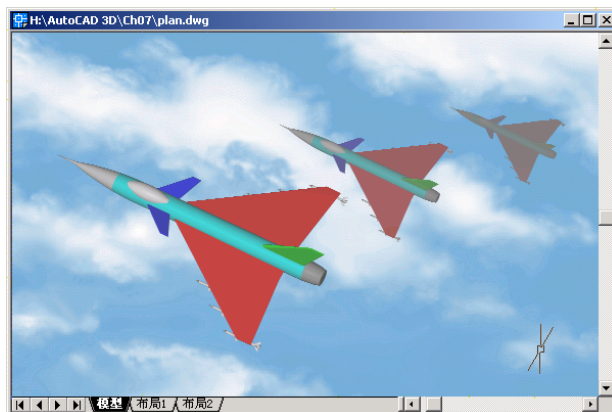


图 6-71 使用雾化效果的示例

6.5 使用配景

配景可以在渲染时生成具有真实感的图像,在渲染中使用配景可以模拟树木、动物、人物等。

6.5.1 插入配景

配景对象是贴有位图图像的扩展图元对象。配景对象中的位图图像可以在渲染图像中显示出来,因此主要用于在图形中表现一些具有真实感的物体,如树木、人物等。

插入配景的命令调用方式为:

- 菜单:“视图”→“渲染”→“新建配景”。
- 工具栏:“渲染”→.
- 命令行:LSNEW。

该命令将显示如图 6-72 所示的对话框。

在 AutoCAD 中所用的配景对象均在配件库中定义和保存。AutoCAD 提供了一个名为“render.lli”的配景库,并默认使用该配景库中定义的配景对象。在“新建配景”对话框的顶部,显示了当前所用的配景库文件名称,可以将该配景库中的配景对象按指定的要求插入到当前图形中。



图 6-72 插入配景

(1) 在“新建配景”对话框的列表框中,显示了当前配景库中定义的全部配景对象。在“render.lli”配景库中包含 11 中配景对象,包括树木、灌木、仙人掌、人物和路标等。

(2) 单击“预览”按钮,可以在该按钮上方的图像控件中预览指定配景对象的图像。

(3) 在“几何图形”组框中,可以指定配景对象在图形中的形式。

①选择“单面”单选按钮，可以将配景对象设置为单面对象，在图形中显示为一个三角形。单面的配景对象立体感不是很好，但渲染速度较快。

②选择“跨越表面”单选按钮，可以将配景对象设置为双面对象，在图形中显示为两个直角交叉的三角形。双面的配景对象立体感、真实感较强，但渲染速度较慢。

③选中“对齐浏览”复选框，可以使图形中的配景对象始终面对相机；取消该复选框将使图形中的配景对象保持一个固定的方向。

对于单面、对齐浏览的配景对象，在图形中显示为三角形，并且不能改变其方向；而对于单面、固定方向的配景对象，在图形中显示为矩形，并且可以使用旋转命令改变其方向。

同样，对于跨越表面、对齐浏览的配景对象，在图形中总是以 45 度的方向面向相机，并且不能改变其方向；而对于跨越表面、固定方向的配景对象，则可以使用旋转命令改变其方向。

例如，图 6-73 中所示的各种配景对象中，路标配景没有使用对齐浏览方式，因此可以改变其相对于视点的角度；而树木和人物配景使用了对齐浏览方式，因此无论视点如何变化，都显示为同样的图像。



图 6-73 配景的对齐方式


(4) 在“高度”文本框中，可以指定配景对象在图形中的高度，取值范围为 1~100，并始终沿当前 UCS 的 Z 轴正方向。

(5) 单击“位置”按钮，显示绘图窗口，可以在绘图窗口中指定配景对象插入的位置，然后返回对话框。

完成以上设置后，单击“确定”按钮将指定的配景对象插入到图形中。

6.5.2 编辑配景

对于已经插入到图形的各个配景对象，可以重新指定其几何图形、对齐方式、高度和位置等。编辑配景的命令调用方式为：

- 菜单：“视图” → “渲染” → “编辑配景”。
- 工具栏：“渲染” → .

- 命令行: LSEEDIT。

该命令将显示如图 6-74 所示的对话框。

在“编辑配景”对话框中，可以对指定的配景对象重新进行设置，具体方法与新建配景完全相同。

实际上，作为一种 AutoCAD 对象，可以直接使用一些修改命令对配景对象进行编辑。例如可以利用缩放命令修改配景对象的高度，利用移动命令修改配景对象的位置等。

需要说明的是，在 LSNEW 和 LSEIDT 命令中，对于配景对象的高度设置只限于 1~100 之间，而直接利用缩放等修改命令可以任意改变配景对象的高度。



图 6-74 编辑配景

6.5.3 管理配景库

由于 AutoCAD 的配景对象都是在配景库中定义和保存的，因此，如果需要创建新的配景对象，或是重新定义配景对象时，就必须在配景库中进行操作。AutoCAD 可以对指定的配景库进行管理。

管理配景库的命令调用方式为：

- 菜单：“视图”→“渲染”→“配景库”。
- 工具栏：“渲染”→
- 命令行: LSLIB。

该命令将显示如图 6-75 所示的对话框。

利用该对话框可以管理配景库：

- (1) 单击“新建”按钮，在弹出的对话框中定义新的配景，如图 6-76 所示。



图 6-75 管理配景库



图 6-76 新建配景

- ①在“名称”文本框中，指定新建配景对象的名称。

②在“图像文件”文本框中，指定包含新建配景对象所用图像的图形文件，可用图像文件包括 BMP、PNG、GIF、JPG、PCX、TGA 和 TIFF 等类型。或者单击“查找文件”按钮指定图像文件。

- ③在“不透明贴图文件”文本框中，指定新建配景使用的不透明贴图文件。不透明贴图

文件也是一个位图图像文件，但其作用是控制图像文件中的位图图像在配景对象中的显示。可以将不透明贴图文件想象为一个位于图像文件上的遮光板，其中白色的部分可以使光线全部穿过，黑色的部分则完全不允许光线通过，介于两者之间的颜色则可以使部分光线通过。这样，图像文件的显示结果将根据不透明贴图文件的颜色而产生深浅明暗的变化。

④在“默认几何图形”组框中，可以指定新建配景对象的默认设置。

例如，图 6-77 (a) 和 (b) 所示图像可以分别作为新建配景所用的图像文件和不透明贴图文件：



图 6-77 新建配景所用的图像

在渲染时使用由图 6-77 中图像所创建的配景，显示结果如图 6-78 所示。完成定义后，单击“确定”按钮将新建配景添加到当前配景库。

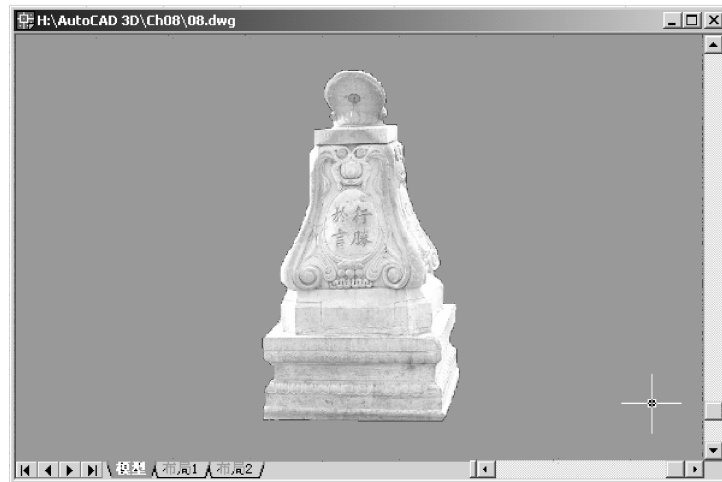


图 6-78 新建配景的渲染效果

(2) 单击“修改”按钮，在弹出的“编辑配景库”对话框中可以修改指定配景对象的名称、关联的图像文件和默认几何图形等，具体操作同“新建配景”。

(3) 单击“删除”按钮，可以将指定配景对象的定义从配景库中删除。

(4) 单击“打开”按钮，可以选择并打开其他配景库文件，将其置为当前配景库来使

用和管理。


(5) 单击“保存”按钮，可以保存对当前配景库的修改结果，或将其另存为新的配景库文件。

6.6 渲染配置

在正式进行渲染操作之前，还需要根据渲染要求，选择渲染程序、设置渲染选项以及配置其他一些影响渲染效果的系统设置。

6.6.1 设置渲染类型

渲染配置的命令调用方式为：

- 菜单：“视图”→“渲染”→“渲染配置”。
- 工具栏：“渲染”→。
- 命令行：RPREF。

该命令将显示如图 6-79 所示的对话框。

在“渲染类型”下拉列表中，用户可以选择渲染的类型。AutoCAD 提供了三种渲染类型，并且可以对每一种渲染类型进行进一步的设置。

1. 一般渲染

在“渲染类型”下拉列表中选择“一般渲染”项后，AutoCAD 将使用基本的渲染选项，在渲染中既不显示材质和阴影，也不使用用户创建的光源，渲染程序自动使用一个虚拟的平行光源。该渲染类型创建的图像最粗糙，渲染速度最快，一般用于显示简单的三维效果。

选择“一般渲染”类型后，单击“渲染选项”组框中的“其他选项”按钮，在弹出的对话框中可以对一般渲染进行进一步的设置，如图 6-80 所示。

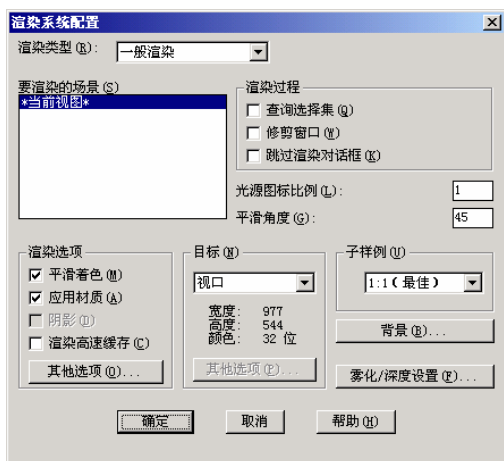


图 6-79 渲染配置

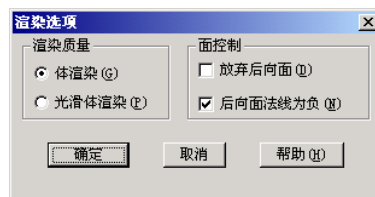


图 6-80 一般渲染的渲染选项

(1) 在“渲染质量”组框中，可以选择在“平滑着色”时所使用的着色类型。

①选择“体渲染”单选按钮，可以在渲染时计算每个顶点处的光照强度并用插值法计算

中间点的强度。

②选择“光滑体渲染”单选按钮，可以在渲染时使用比“体渲染”更为优化的插值法，产生具有真实感亮光的着色。光滑体着色计算在每个像素处的光强。

(2) 在“面控制”组框中，可以指定在渲染时对模型中三维实体对象的面的处理方法。

①选中“放弃后向面”复选框，可以在渲染时不对三维实体中的后向面进行渲染，从而加快渲染速度。

②选中“后向面法线为负”复选框，AutoCAD 将会根据面的法线确定前向面或后向面。如果一个面按右手定则以逆时针方向定义顶点，则该面具有正的法线矢量，为前向面；反之，该面具有负的法线矢量，为后向面。

2. 照片级真实感渲染

在“渲染类型”下拉列表中选择“照片级真实感渲染”项后，将在渲染中显示位图材质和透明材质，并能够产生体积阴影和贴图阴影。选择渲染类型后，单击“渲染选项”组框中的“其他选项”按钮，在弹出的对话框中可以对其进行进一步的设置，如图 6-81 所示。

(1) 在“反走样”组框中，可以设置在渲染时反走样的级别。

①选择“最小”单选按钮，在渲染中将使用水平解析反走样，但不对像素进行多重着色采样。

②选择“低”单选按钮，在渲染中将使用水平解析反走样，并且每个像素有 4 次多重着色采样。

③选择“中”单选按钮，在渲染中将使用水平解析反走样，并且每个像素有 9 次多重着色采样。

④选择“高”单选按钮，在渲染中将使用水平解析反走样，并且每个像素有 16 次多重着色采样。

在渲染中进行反走样时，每个像素的采样次数越多，反走样的效果就越好，但同时渲染图像花费的时间也越长。

(2) 在“面控制”组框中，可以指定在渲染时对模型中三维实体对象的面的处理方法，具体含义同“渲染选项”对话框。

(3) 在“深度贴图阴影控制”组框中，可以调整阴影贴图偏移。相对投射阴影的对象移动阴影贴图，可以避免出现该对象的自身阴影或与阴影分离。

①在“最小偏移”文本框中，可以设置范围内的最低值。默认值为 2.0。

②在“最大偏移”文本框中，可以设置范围内的最大值，最多只能比最小偏移值大 10.0。默认值为 4.0。

(4) 在“贴图采样”组框中，可以设置在纹理贴图被投影到比自身小的对象上时，纹理贴图所用的采样方式。

①选择“点采样”单选按钮，可以在采样时选择位图中最接近采样点的像素。

②选择“线性采样”单选按钮，可以在采样时取位图中最接近采样点的四个像素的平均

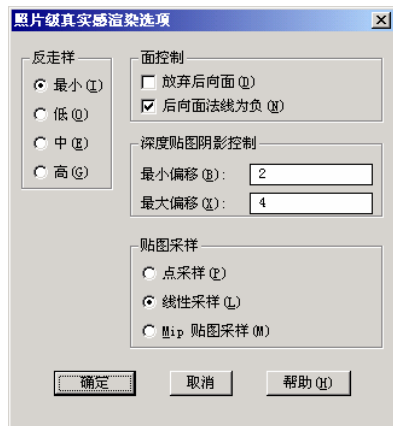


图 6-81 真实感渲染的渲染选项

值。

③选择“Mip 贴图采样”单选按钮：可以在采样时使用 Mip 方式（基于正方形采样区域的金字塔平均方式）取位图像素的平均值。

3. 照片级光线跟踪渲染

在“渲染类型”下拉列表中选择“照片级光线跟踪渲染”项后，将在渲染中根据光线跟踪产生反射、折射和更加精确的阴影。该渲染类型创建的图像最精细，但花费的时间最长，一般用于创建最终的渲染效果图。选择该渲染类型后，单击“渲染选项”组框中的“其他选项”按钮，在弹出的对话框中可以进行进一步的设置，如图 6-82 所示。

(1) 在“反走样”组框中，可以设置在渲染时反走样的级别，具体含义同前。

(2) 在“自适应采样”组框中，可以指定是否进行自适应采样，以及对自适应采样进行设置。只有在“反走样”组框中，选择“低”、“中”或“高”级别的反走样后，才能使用自适应走样。自适应走样能够在样例矩阵范围内加速反走样处理过程。如果提供一个对比度阈值，AutoCAD 将判别能否用比矩阵规定的更少的采样次数，并仍得到满意的结果。

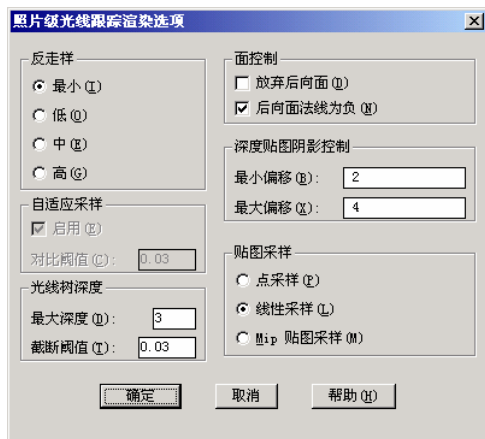


图 6-82 光线跟踪渲染的渲染选项

①选中“启用”复选框，可以打开自适应采样。

②在“对比阈值”文本框中，可以设置自适应采样的灵敏度。阈值较小时，初始样例值之间的很小差别就可以强制进行更多的采样。阈值较大时，样例值之间的差别必须足够大才能强制进行更多的采样。这样可以在降低图像质量的前提下增加渲染的速度。对比阈值的取值范围为 0.0~1.0。

(3) 在“光线树深度”组框中，可以对光线树进行设置。

①在“最大深度”文本框中，可以定义光线树的深度，默认值为 3。“照片级光线跟踪渲染”用它来跟踪反射和折射（传递）的光线，光线树的深度越大，其精确度越高，但渲染时间也相应增加。

②在“截断阈值”文本框中，可以定义一个阈值，该值用于在光线跟踪计算时作为截断光线树的依据，取值范围为 0.0~1.0。AutoCAD 按分配到最终像素处的光强值来判别是否继续进行进一步的光线跟踪计算，如果该值小于截断阈值，光线树就从此处截断。设置较小的截断阈值可以得到较好的渲染图像，但却增加了光线跟踪的计算量，降低了渲染速度。

- (4) 在“面控制”组框中，可以指定面的处理方法，具体含义同前。
- (5) 在“深度贴图阴影控制”组框中，可以调整阴影贴图偏移，具体含义同前。
- (6) 在“贴图采样”组框中，可以设置纹理贴图所用的采样方式，具体含义同前。

6.6.2 设置渲染过程和渲染选项

1. 设置渲染过程

在“渲染系统配置”对话框中（参见图 6-79），可以在“渲染过程”组框中指定渲染过程中的其他操作：

(1) 选中“查询选择集”复选框，在渲染时将要求用户指定需要渲染的对象；取消该复选框，则在渲染时自动对当前视图或场景中的所有对象进行渲染。

(2) 选中“修剪窗口”复选框，在渲染时将要求用户指定需要渲染的区域；取消该复选框，则在渲染时自动渲染整个视图或场景。该复选框只有在渲染目标为“视口”时才有效。

(3) 选中“跳过渲染对话框”复选框，在执行渲染命令时直接开始渲染操作；取消该复选框，则在执行渲染命令时显示“渲染”对话框，以使用户在渲染操作之前进行渲染设置。

2. 设置选项

在“渲染系统配置”对话框中（参见图 6-79），可以在“渲染选项”组框中设置渲染的显示：

(1) 选中“平滑着色”复选框，可以在渲染时对多面体表面外观上的粗糙边作平滑处理。例如，图 5-83 中左右两个球体分别显示了选中“平滑着色”复选框和取消该复选框时的渲染结果。

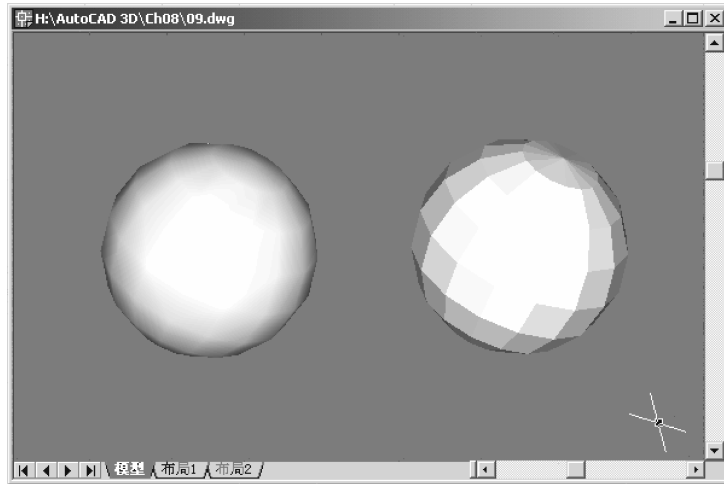


图 6-83 在渲染时平滑着色

(2) 选中“应用材质”复选框，可以在渲染时应用模型上已附着的材质；取消该复选框，则在渲染时所有对象都使用“全局”材质。

(3) 选中“阴影”复选框，可以在渲染时计算并生成阴影。该复选框在进行“一般渲染”时无效。

(4) 选中“渲染高速缓存”复选框，可以将渲染信息写入缓存文件。如果再次进行渲染时图形和视图都没有发生变化，AutoCAD 将使用缓存文件中的渲染信息，而不必重新计算，从而提高渲染速度。

6.6.3 设置渲染目标

在“渲染系统配置”对话框中（参见图 6-79），可以在“目标”组框中，指定渲染图像输出的位置。

1. 渲染到视口

在下拉列表中选择“视口”项，将在绘图窗口的当前视口中生成渲染图像；该图像的尺寸与当前视口相同，并使用当前 Windows 系统颜色深度。

2. 渲染到渲染窗口

在下拉列表中选择“渲染窗口”项，将在 AutoCAD 的渲染窗口中生成渲染图像。渲染图像的尺寸和颜色深度根据渲染窗口中的设置而定，参见 6.6.4 节。

3. 渲染到文件

在下拉列表中选择“文件”项，可以直接在指定格式的图像文件中生成渲染图像。此时，单击“其他选项”按钮，在弹出的对话框中可以对图像文件的格式进行设置，如图 6-84 所示。

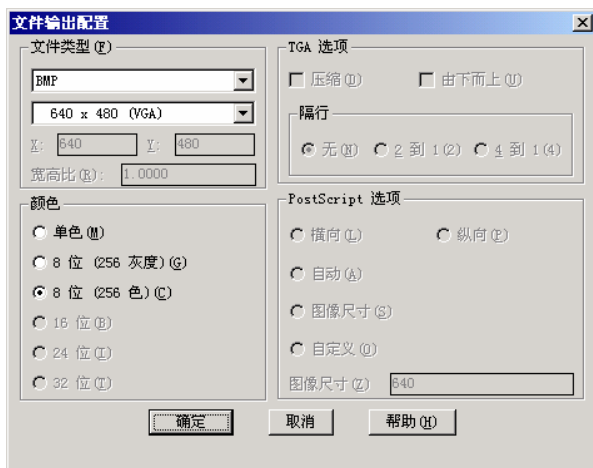


图 6-84 设置图像文件格式

- (1) 在“文件类型”组框中，可以设置图像文件的格式和尺寸。
- (2) 在“颜色”组框中，可以设置图像文件所用的颜色深度。
- (3) 在“TGA 选项”组框中，可以对 TGA 格式的图像进行进一步设置。
- (4) 在“隔行”组框中，可以指定是否进行隔行扫描，以及隔行扫描的方式。
- (5) 在“PostScript 选项”组框中，可以对 PostScript 文件进行进一步设置。

6.6.4 其他渲染设置

- (1) 在“要渲染的场景”列表框中，显示了已定义的所有场景，可以从中选择用于渲

染的场景。该列表框中的默认项是“*当前视图*”，选择该项后将当前视图进行渲染。

(2) 在“光源图标比例”文本框中，可以指定图形光源块的大小比例。

(3) 在“平滑角度”文本框中，可以指定渲染所用的平滑角度，该角度用于在渲染时判断模型表面棱边。如果两个面相交的角度大于平滑角度时，则其交线将视为棱边；否则将对这两个面进行平滑处理。

(4) 在“子样例”下拉列表中，可以指定用于渲染的像素的比例。AutoCAD 可以通过仅渲染一部分像素缩短渲染时间，但这将影响渲染的质量。选择“1:1”项时将全部像素进行渲染，因此产生的渲染图像效果最好，但渲染速度最慢；而选择“8:1”项时渲染速度最快，但渲染效果也最差。

(5) 单击“背景”按钮可以对渲染背景进行设置，具体操作如前所述。

(6) 单击“雾化/深度设置”按钮可以对雾化进行设置，具体操作如前所述。

6.6.5 设置分辨率和显示精度

AutoCAD 通过系统变量控制曲线对象的显示精度，以及渲染图像的精度和分辨率。

1. 控制圆、圆弧和椭圆的显示

用 VIEWRES 命令可以控制圆、圆弧和椭圆的显示精度。AutoCAD 在屏幕上用许多短的直线段绘制出这些对象。VIEWRES 命令设置的值越高，所绘制的圆弧或圆看起来就越平滑，但重生成时也会花去更多的时间。如果图形中的圆看起来象多边形，那么渲染后看起来也象多边形。在绘图时，为了改善性能，VIEWRES 命令设置的值可以低一些。然而，为了获得高质量的渲染图形，在渲染包含圆弧或圆的图形之前应提高 VIEWRES 的值。

例如，图 6-85 中左侧的圆是在 VIEWRES=10 时的显示效果，右侧的圆是在 VIEWRES=10000 时的显示效果。

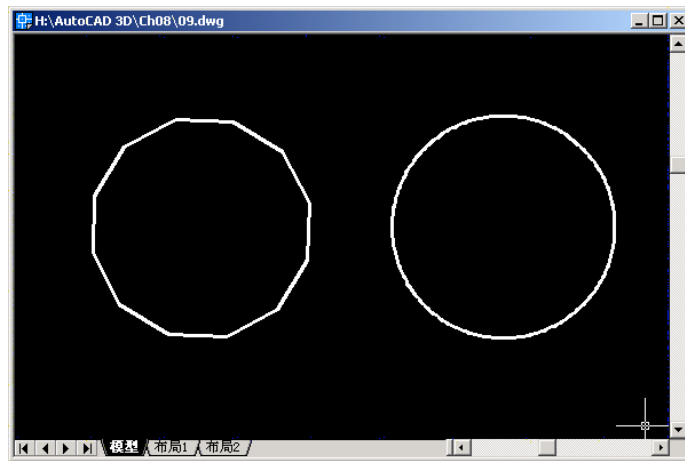


图 6-85 控制曲线的显示精度

2. 控制曲线实体的显示

FACETRES 系统变量控制着色和渲染的曲线实体的平滑度。它与 VIEWRES 命令设置的值相关联：当 FACETRES 设置为 1 时，圆、圆弧和椭圆的视图分辨率与实体对象的素线之间

一一对应。例如，当 FACETRES 设置为 2 时，素线将是 VIEWRES 命令设置的素线的两倍。FACETRES 系统变量的默认值是 0.5。它的有效范围在 0.01 到 10 之间。

例如，图 6-86 中左侧的圆柱体是在 VIEWRES=10、FACETRES=0.5 时的渲染效果，而右侧的圆柱体是在 VIEWRES=10、FACETRES=10 时的渲染效果。

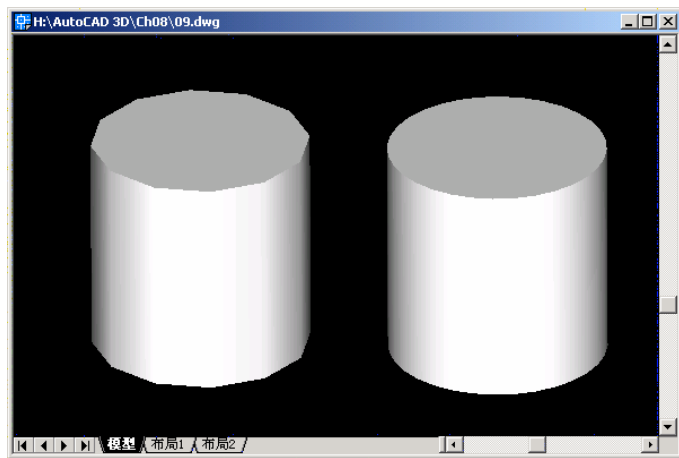


图 5-86 控制曲线实体的显示精度

注意：增加和减少 VIEWRES 的值，将影响 VIEWRES 和 FACETRES 控制的对象。而增加和减少 FACETRES 的值，仅影响实体对象。

6.7 创建渲染图像


完成了各种渲染设置和准备工作后，就可以使用渲染命令进行渲染操作。渲染操作的最终结果是生成渲染图像，可以将渲染图像输出到指定的位置，并可以将其保存为图像文件。

6.7.1 创建和保存渲染图像

1. 创建渲染图像

在完成了创建模型、添加光源、附着材质、构建场景、设置特效、插入配景以及设置渲染配置等一系列工作之后，就可以使用渲染命令创建渲染图像。

渲染命令的调用方式为：

- 菜单：“视图” → “渲染” → “渲染”。
- 工具栏：“渲染” → .
- 命令行：RENDER。

默认情况下，该命令将显示如图 6-87 所示的对话框。

在“渲染”对话框中，可以修改渲染配置，具体操作与渲染配置命令相同。完成渲染设置后，单击“渲染”按钮开始进行渲染操作。

在执行渲染命令时，也可以设置为不显示“渲染”对话框，或按指定的对象和范围进行

渲染，具体过程由渲染配置中的“渲染过程”设置而定。

2. 保存渲染图像

根据渲染配置中对渲染目标的设置，AutoCAD 将在指定的地方生成渲染图像，并且可以将渲染图像保存为图像文件。

(1) 如果将渲染图像输出到当前视口中，可以用 SAVEIMG 命令将渲染图像保存到指定的图像文件中，该命令的调用方式为：

- 菜单：“工具” → “显示图像” → “保存”。
- 命令行：SAVEIMG。

该命令显示如图 6-88 所示对话框。

在该对话框中，可以设置渲染图像的保存格式以及相应格式的设置选项。

完成图像格式设置后，单击“确定”按钮，AutoCAD 将提示用户指定图像文件的路径和文件名称。无论使用哪一种格式的图像进行保存，都将在图像文件中使用 Windows 系统的颜色深度设置。

(2) 如果将渲染图像输出到渲染窗口中，可以在渲染窗口中执行“文件” → “保存”命令将其保存为 BMP 文件，并保持渲染图像的分辨率和颜色深度不变。

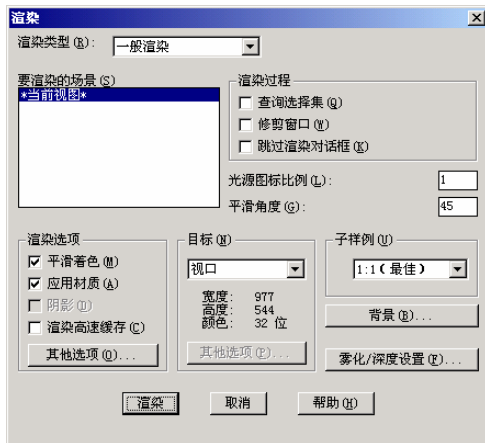


图 6-87 渲染对话框

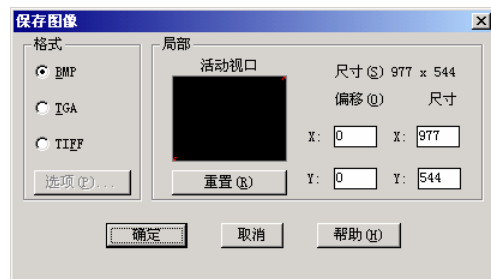


图 6-88 保存图像对话框

(3) 如果直接将渲染图像输出到图像文件中，将提示用户指定图像文件的保存路径和名称，AutoCAD 根据渲染配置中指定的图像类型和格式直接生成渲染图像文件。

6.7.2 使用渲染窗口

1. 渲染窗口简介

当用户在渲染配置中，指定渲染目标为“渲染窗口”时，AutoCAD 将在渲染窗口中显示渲染图像，图 6-89 给出了一个在渲染窗口中显示渲染图像的示例。

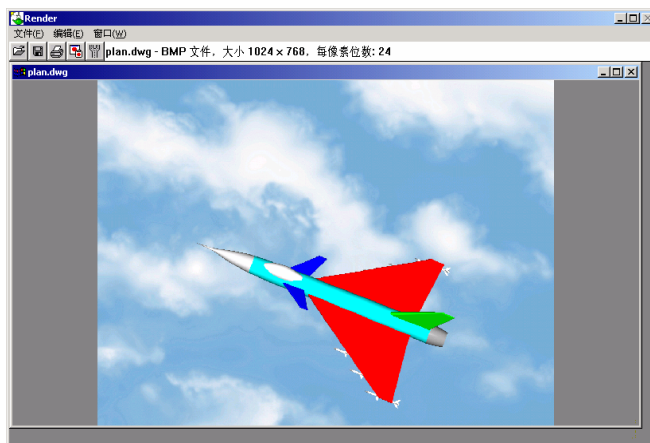


图 6-89 渲染窗口

渲染窗口与 AutoCAD 程序窗口相对独立。该窗口在第一次以渲染窗口为目标进行渲染时，由 AutoCAD 自动加载并显示，并在退出 AutoCAD 系统时随之关闭。

如果用户希望在没有退出 AutoCAD 系统时关闭渲染窗口，则可以执行“工具”→“加载应用程序”命令，在弹出的对话框中将渲染窗口程序卸载，如图 6-90 所示。

在该对话框的“已加载的应用程序”选项卡中，在“文件”列查找并选中“acrender.arx”应用程序，然后单击“卸载”按钮，则 AutoCAD 将结束该应用程序，渲染窗口也随之关闭。

2. 渲染窗口的作用

渲染窗口主要用于对渲染图像进行显示、设置和处理，包括：

(1) 打开图像：执行“文件”→“打开”命令，可以在渲染窗口中重新显示以 BMP 格式保存的渲染图像。

(2) 保存图像：执行“文件”→“保存”命令，可以将渲染窗口中的渲染图像保存为 BMP 格式的图像文件。对于重新显示的 BMP 图像，该命令可以将其另存为新的图像文件。

(3) 打印图像：执行“文件”→“打印”命令，可以将渲染图像按指定设置在打印机上输出。该命令显示如图 6-91 所示的对话框。



图 6-90 卸载渲染窗口程序

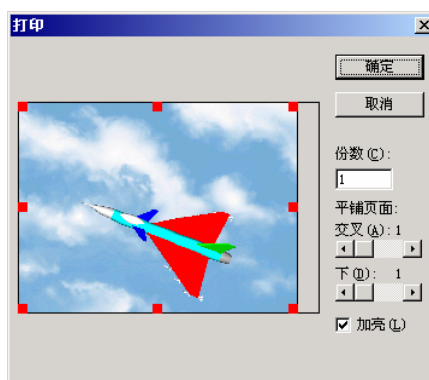


图 6-91 在渲染窗口中打印图像

①对话框左侧的黑线框表示打印的页面，该页面的大小与方向根据系统打印机的设置而定。

②页面线框内的图像表示打印图像的位置和尺寸。用户可以直接在页面范围内拖动图像以改变其打印位置，也可以使用图像周围的八个红色手柄改变图像的打印尺寸。

③在“份数”文本框中，可以指定该图像的打印份数。

④在“平铺页面”的“交叉”和“下”滑动条中，可以分别指定将图片进行平铺打印时的数目。例如，图 6-92 中显示了将页面按 3 行 3 列平铺为一个大的打印页面。

使用平铺打印可以生成大幅面的图像。图 6-92 的示例中使用了四个页面打印一幅图像，从而得到比单幅打印大四倍的图像。

⑤选中“加亮”复选框，可以在打印时增加图像亮度。

(4) 图像设置：执行“文件”→“选项”命令，在弹出的对话框中可以设置渲染图像的大小和颜色深度等，如图 6-93 所示。

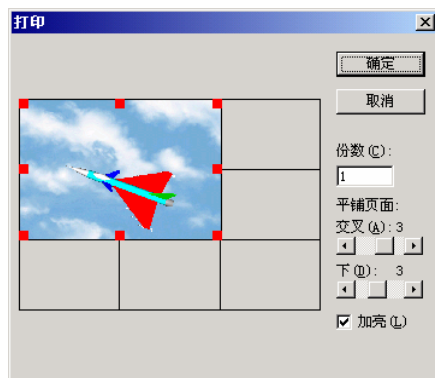


图 6-92 平铺页面

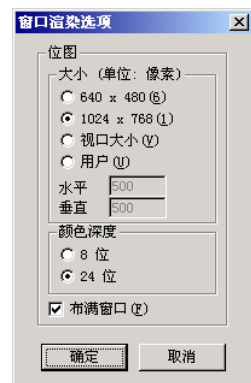


图 6-93 设置图像格式

注意：对于渲染图像的大小和颜色深度的设置，只有在进行下一次渲染操作时才有效。

(5) 复制图像：执行“编辑”→“复制”命令，可以将渲染窗口中显示的图像复制到剪贴板中。

(6) 显示多个图像：渲染窗口支持多文档显示，可以打开多个图像文件，并在“窗口”菜单中设置图像文档窗口的排列方式，以及指定当前显示的图像窗口。

思考题

1. 比较各种类型光源的异同。
2. 光源与材质的相互作用。
3. 贴图与材质的关系。
4. 不同贴图方式对材质的影响。
5. 渲染时对模型边界的处理。

第 7 章 布局 and 打印

本章主要讲述 AutoCAD 2002 的打印功能。通常，AutoCAD 是通过布局进行图形打印，并可以为每个布局指定打印设备、打印样式和打印设置。使用打印命令，不仅可以将图形打印到图纸上，还可以打印为其他各种格式的文件，如 DXB 文件、DWF 文件和各种光栅文件等。

7.1 布 局

布局是 AutoCAD 图纸空间中一个特定的打印页面。使用布局不仅可以模拟显示打印形式和实际效果，还可以将布局与特定的页面设置相关联，从而利用布局实现不同的打印结果。

7.1.1 布局的基本概念

1. 模型空间和图纸空间

在 AutoCAD 的图形窗口中，通常包括一个“模型”选项卡和多个“布局”选项卡。模型选项卡和布局选项卡分别为用户提供了两个平行的工作环境，分别称为模型空间和图纸空间。

在模型空间中，可以完成创建和编辑图形的绝大部分工作。如果不需要使用多个视口打印图形，也可以直接在模型空间中打印图形。

在图纸空间中，可以进行打印准备。也可以在图纸空间中使用多个视口显示图形，添加相应的标题、注释和标注等内容，并使用不同的打印设置进行打印，如图 7-1 所示。

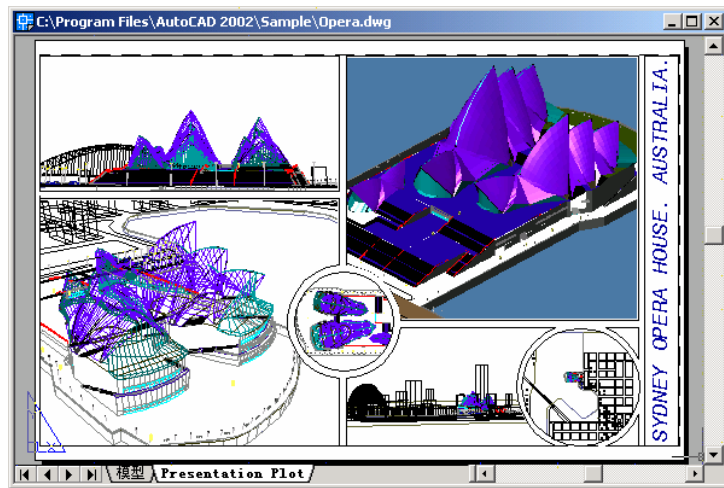


图 7-1 布局的示例

2. 布局和布局视口

布局是图纸空间中一个特定的打印页面，在布局中可以使用多个视图、使用多种比例显示模型空间中的图形对象，并可以在布局中添加几何图形、文字、标注和标题栏等等。此外，每个布局都可以单独进行页面设置，并将页面设置与布局一起保存。

默认情况下，新图形起始有两个布局选项卡：布局 1 和布局 2，每个布局中包括一个矩形布局视口。也可以使用“创建布局”向导或默认设置创建新的布局，或从样板图形输入布局。

7.1.2 布局的创建

在 AutoCAD 的一个图形窗口，只能包含一个模型选项卡，但可以包括多个布局选项卡，并且可以自行创建布局。

使用向导创建布局的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“插入” → “布局” → “布局向导”或“工具” → “向导” → “创建布局”。
- 命令行：LAYOUTWIZARD。

调用该命令后，将调用“创建布局”对话框，引导用户按步骤创建布局：

(1) 首先在对话框的“输入新布局的名称”文本框中，指定新建布局的名称，如图 7-2 所示。



图 7-2 创建布局向导

(2) 单击“下一步”按钮，对话框中显示如图 7-3 所示内容。

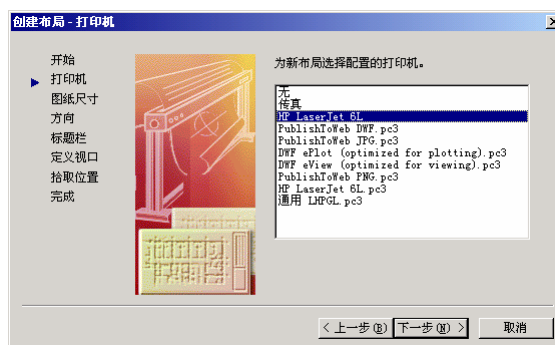


图 7-3 配置打印机

在本步骤中，可以在打印机配置列表中，为新建布局指定一种打印机配置。

(3) 单击“下一步”按钮，对话框中显示如图 7-4 所示内容。



图 7-4 设置图纸尺寸和图形单位

在本步骤中，可以设置布局使用的图纸尺寸和图纸单位。

(4) 单击“下一步”按钮，对话框中显示如图 7-5 所示内容。



图 7-5 设置图纸打印方向

在本步骤中，可以选择图形在图纸上的方向。

(5) 单击“下一步”按钮，对话框中显示如图 7-6 所示内容。

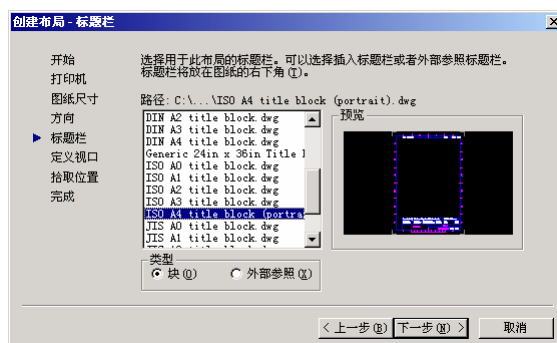


图 7-6 选择标题栏

在本步骤中，可以在列表中选择布局使用的标题栏。列表中显示了 AutoCAD 提供了各

种标题栏图形文件，可以从中选择一种，将其插入到新建的布局中。

(6) 单击“下一步”按钮，对话框中显示如图 7-7 所示内容。



图 7-7 设置布局中的视口

在本步骤中，可以在布局中添加视口，并对其进行进一步的设置。

(7) 单击“下一步”按钮，对话框中显示如图 7-8 所示内容。



图 7-8 指定布局中视口的角点

在本步骤中，可以单击“选择位置”按钮，在新建布局中指定两点，AutoCAD 将在这两点之间的矩形区域中创建视口对象。

(8) 单击“下一步”按钮，对话框中显示如图 7-9 所示内容，可以单击“完成”按钮，完成新布局的创建。



图 7-9 完成布局的创建

7.2 布局视口

在 AutoCAD 的图形空间中，为了访问和显示模型空间中的图形对象，需要在布局中创建布局视口。在布局中，不仅可以通过布局视口进入模型空间对图形对象进行各种操作，还可以按指定的比例、指定的图层显示图形对象。在模型空间中的所有修改都将反映到所有的布局视口中。

布局视口不同于模型视口，因为布局视口是 AutoCAD 的基本对象，因此布局视口也具有颜色、图层、线型、线型比例、线宽和打印样式等基本特性，并可以使用各种修改命令对其进行编辑。

7.2.1 创建布局视口

在布局中，可以创建各种形状的布局视口对象，大体可分为矩形视口对象和非矩形视口对象两种。对于矩形视口对象，可以使用创建模型视口的方法来创建，具体过程参见模型视口的创建。下面主要介绍创建非矩形视口的几种方法。

1. 创建多边形视口

与模型视口不同，布局视口的边界可以是各种不同的形状。AutoCAD 可以直接创建一个任意边数的多边形视口。该命令的调用方式和执行过程为：

- 菜单：“视图” → “视口” → “多边形视口”。
- 工具栏：“视口” → 。
- 命令行：-VPORIS。

```
命令:-VPORIS
指定视口的角点或
[开(ON)/关(OFF)/布满(F)/消隐出图(H)/锁定(L)/对象(O)/多边形(P)/恢复(R)/2/3/4] <布满
>;p
指定起点:
指定下一个点或 [圆弧(A)/长度(L)/放弃(U)]:
指定下一个点或 [圆弧(A)/闭合(C)/长度(L)/放弃(U)]:
...
```

可以指定一系列的点创建一个多边形边界，AutoCAD 将该多边形边界自动闭合，并由此创建非矩形视口对象。创建多边形边界的过程类似于创建多段线，实际上，在创建多边形边界的同时，AutoCAD 也创建了一个与视口边界完全相同的多段线对象。多段线对象与视口对象的边界完全重合在一起，并且在改变其中一个对象的形状时，另一对象也随之变化。图 7-10 中给出了使用两个多边形视口显示模型的示例。

2. 由对象创建视口

除了多边形视口之外，AutoCAD 还可以根据布局中的图形对象创建布局视口，该命令的调用方式和执行过程为：

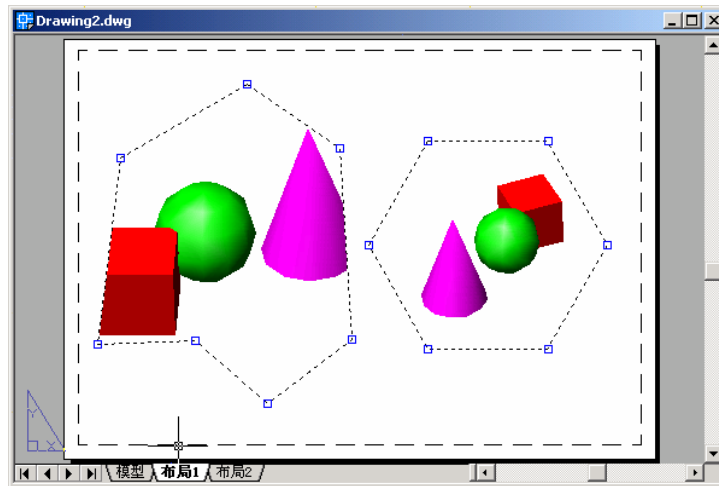


图 7-10 多边形视口示例

- 菜单：“视图” → “视口” → “对象”。
- 工具栏：“视口” → .
- 命令行：-VPORIS。

命令:-VPORIS

指定视口的角点或

[开(ON)/关(OFF)/布满(F)/消隐出图(H)/锁定(L)/对象(O)/多边形(P)/恢复(R)/2/3/4] <布满>:0

选择要剪切视口的对象:

正在重生成模型。

AutoCAD 将根据选择的图形对象创建布局视口，该视口的边界与图形对象重合。能够用于创建视口的对象包含闭合的多段线、椭圆、闭合的样条曲线、面域或圆对象等。图 7-11 给出了两个分别由样条曲线和椭圆对象创建的布局视口示例。

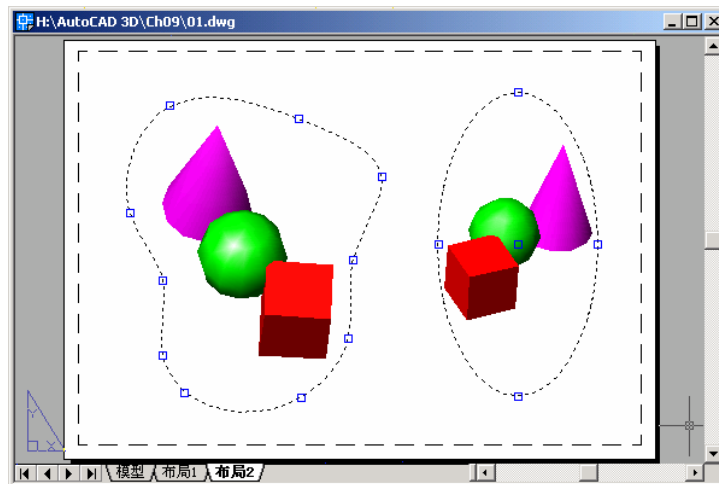


图 7-11 由对象创建视口的示例

3. 重新定义视口边界

对于已有的矩形和非矩形对象，可以重新指定其边界。通过这种方法不仅可以改变非矩形视口的边界，还可以将非矩形视口转换为矩形视口。

重新定义视口边界命令的调用方式和执行过程为：

- 菜单：“修改” → “剪裁” → “视口”。
- 工具栏：“视口” → 。
- 命令行：VPCLIP。

命令:VPCLIP

选择要剪裁的视口:

选择剪裁对象或 [多边形(P)/删除(D)] <多边形>:

指定起点:

指定下一个点或 [圆弧(A)/长度(L)/放弃(U):

指定下一个点或 [圆弧(A)/闭合(C)/长度(L)/放弃(U):

...


选择布局视口对象进行剪裁时，选择“多边形（P）”命令选项，可以重新指定一个多边形边界。对于非矩形视口对象，还可以选择“删除（D）”命令选项，删除其边界对象而恢复为矩形视口。

注意：如果冻结非矩形视口的边界图层，将不显示边界，也不剪裁视口。如果关闭边界图层而不是冻结它，视口仍会被剪裁。

7.2.2 设置布局视口的特性

由于布局视口也是 AutoCAD 对象，因此具有颜色、图层、线型、线型比例、线宽和打印样式等基本对象特性。此外，布局视口还具有显示比例、显示状态等特有的特性，用于控制在布局视口中图形的显示。用户可以使用 AutoCAD 的“特性”窗口来查看和修改布局视口的各种特性。

设置布局视口特性的命令执行方式和执行过程为：

- 菜单：“工具” → “特性”。
- 工具栏：“标准” → 。
- 命令行：PROPERTIES。

调用该命令并选择视口对象后，将显示如图 7-12 所示的对话框。

在“特性”对话框中，可以对布局视口对象的特性进行设置。

(1) 在“基本”列表中，可以分别设置布局视口对象的颜色、图层、线型、线型比例、打印样式、线宽和超级链接等基本特性。由于布局视口本身可以放置在指定的图层上，因此可以通过该图层控制布局视口的可见性和可打印性。



图 7-12 布局视口的特性

注意：如果布局视口所在的图层与其显示对象的图层不相同，则通过图层设置不显示布局视口对象时，并不影响布局视口中显示的对象的可性。

(2) 在“几何图形”列表中，可以设置视口对象的几何性质。

(3) 在“其他”列表中，可以对视口对象的特有特性进行设置。

①在“开”列表项中，可以设置视口对象的启闭状态。视口被关闭后，视口中的图形对象将不在屏幕上显示出来，也不会被打印。

②在“剪裁”列表项中，可以显示当前视口是否使用剪裁边界。

③在“显示锁定”列表项中，可以设置是否启用视口比例锁定，启用视口比例锁定后，可以在修改该视口中的几何图形时不影响视口比例。

注意：锁定视口比例后，在该视口中大多数查看命令无效，如 VPOINT、DVIEW、3DORBIT、PLAN 和 VIEW 等命令。

④在“标准比例”列表项中，可以指定视口的标准比例。标准比例是指模型在视口中显示的尺寸与实际尺寸的比值。

⑤在“自定义比例”列表项中，可以指定视口的自定义比例。

⑥在“每个视口一个 UCS”列表项中，可以指定是否将 UCS 随视口一起保存。

⑦在“消隐出图”列表项中，可以指定在打印该视口中的图形时，是否打印图形对象的隐藏线。

注意：对视图“消隐视图”特性的设置只影响打印输出，而不影响屏幕显示。

7.2.3 布局视口的使用

1. 在布局视口中访问模型空间

布局视口提供了从图纸空间访问模型空间的一个通道。也就是说，可以在布局中，从布局视口进入模型空间工作。在布局中通过布局视口访问模型空间的方法包括：

- 在布局视口中双击鼠标左键。
- 在状态栏上单击“图纸”按钮，使其变为“模型”按钮。
- 在命令行上输入：MSPACE。

当通过某个布局视口进入模型空间后，该视口的边界将加粗显示。此时，用户可以同在模型选项卡中一样进行图形绘制和修改等操作。在布局视口中对模型的修改将自动反映在所有图纸空间视口中。

当通过布局视口进入模型空间后，如果当前布局中具有多个布局视口，则可以直接在其他视口上单击左键，将切换到该布局视口进入模型空间。

如果需要从布局视口中的模型空间返回布局时，可以使用以下几种方式：

- 在布局视口之外的任意位置双击鼠标左键。
- 在状态栏上单击“模型”按钮，使其变为“图纸”按钮。
- 在命令行上输入：PSPACE。

2. 在布局视口中缩放视图

在不同的布局视口中，可以设置不同的视图来显示模型。为了能够在显示和打印时精确地、一致地缩放每一个显示视图，可以使用布局视口的比例进行控制。

布局视口中视图的缩放比例是代表显示在视口中的模型的实际尺寸与布局尺寸的比率。使用不同的比例可以在布局视口中按不同的大小显示同一模型，如图 7-13 中的两个布局视口分别按 2:1 和 3:1 的比例显示模型对象。

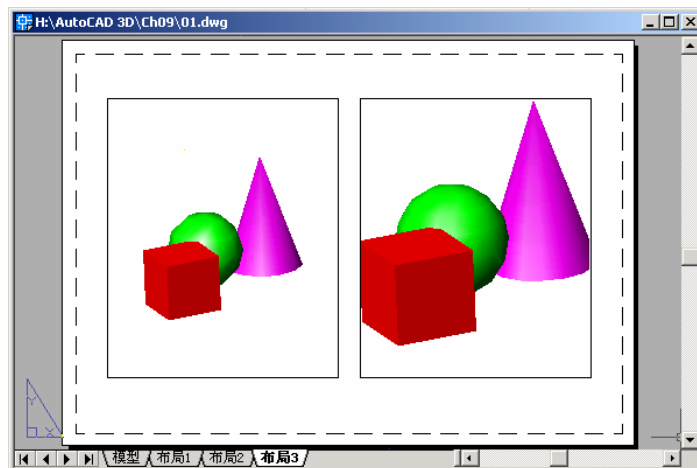


图 7-13 按指定比例缩放视图

注意： 缩放或拉伸布局视口的边界不会改变视口中视图的比例。

在非矩形视口中缩放和平移视图时，AutoCAD 将实时剪裁模型空间中的对象，剪裁边界之外的几何图形不会显示出来。如果在非矩形视口中使用范围缩放命令，AutoCAD 将根据矩形边界的范围进行缩放，但使用非矩形边界进行剪裁，因此并非视口中所有的几何图形都能显示出来。例如，在图 7-14 所示的多边形视口中使用范围缩放命令时，在多边形剪裁边界之外的部分将不显示。

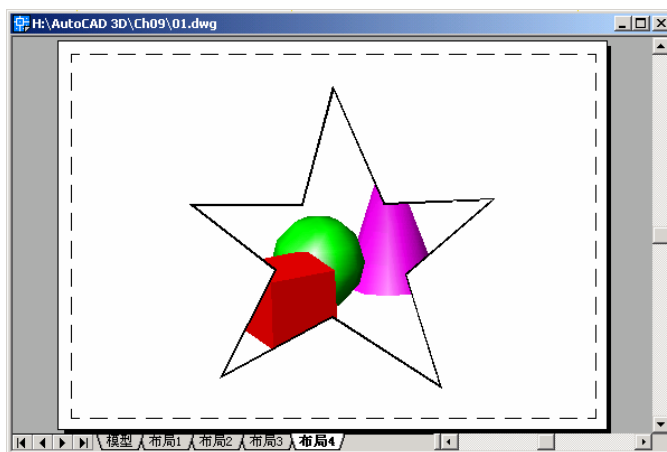


图 7-14 剪裁边界对视图的影响

3. 在布局视口中缩放线型

在布局视口中显示图形时，可以通过系统变量 PSLTSCALE 控制图形线型的显示。也可以使布局视口中的线型显示与模型空间保持一致，或根据布局视口的比例进行缩放。

(1) 系统变量 PSLTSCALE 的值默认为 0，此时，无论布局视口的比例如何，在该视口中绘图时，线型的外观将保持与模型空间的线型一致。图 7-15 中左侧布局视口显示了 PSLTSCALE 取值为 0 时的线型，该线型的比例与模型空间中保持一致。

(2) 如果将系统变量 PSLTSCALE 的值设置为 1，则布局视口中的图形线型将受该布局视口比例的影响，即随着布局视口的比例而进行缩放。图 7-15 中右侧布局视口显示了 PSLTSCALE 取值为 1 时的线型，该线型的比例受视口显示比例的影响而发生改变。

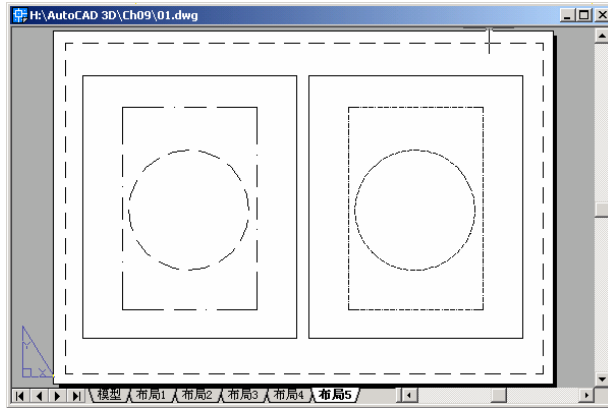


图 7-15 在布局视口中缩放线型

注意：当改变系统变量 PSLTSCALE 的取值后，需要使用重生成命令更新线型的显示。

4. 布局中的图层可见性

对于布局中的每一个布局视口，可以分别控制其视口中的图层可见性。

在布局中，执行“格式”→“图层”命令，可以打开“图层特性管理器”对话框，如图 7-16 所示。



图 7-16 设置布局视口中的图层

对于列表中指定的图层，可以控制该图层在布局视口中的可见性。

①选中“在所有视口中冻结”复选框，可以使该图层在所有的布局视口中冻结。

②选中“在当前视口中冻结”复选框，可以使该图层仅在当前布局视口中冻结，而不影响该图层在其他视口中的可见性。

③选中“在新视口中冻结”复选框，可以使该图层在新建的布局视口中自动冻结。

当图层在视口中被冻结后，该图层上的图形隐藏，并且不能被重新生成或打印。

7.3 打印配置

在 AutoCAD 中，可以使用多种打印设备进行打印。为此，需要创建各种打印配置文件，用于保存打印设备、打印介质等相关信息。

在进行最后的打印之前，还可以进行最后的打印设置。此时，既可以直接使用已有的页面设置进行打印，也可以重新指定各种打印设置。

7.3.1 创建打印机配置文件

为了使用不同的打印设备和打印特性，需要创建打印配置文件以供 AutoCAD 使用。通常，打印机配置文件中包含设备驱动程序和型号、设备所连接的输出端口和设备特有的各种设置等信息。

AutoCAD 为用户提供了创建打印机配置文件的向导，可以帮助用户创建新的打印配置文件。创建打印机向导的调用方式为：

- 菜单：“工具”→“向导”→“添加打印机”。

此外，在 AutoCAD 提供的“打印机管理器”中，也可以调用“添加打印机向导”来创建新的打印机配置文件。

调用打印机管理器的命令调用方式和执行过程为：

- 菜单：“文件”→“打印机管理器”。
- 命令行：PLOTTERMANAGER。

执行该命令后，将显示如图 7-17 所示的窗口。



图 7-17 打印机管理器

在打印机管理器窗口中，显示了 AutoCAD 2002 提供的各种打印机配置文件。如果需要创建新的打印机配置文件，可以在打印机管理器窗口中双击“添加打印机向导”快捷方式，启动该向导创建新的打印机配置文件。

7.3.2 编辑打印机配置文件

对于打印机管理器中列出的各种打印机配置文件，可以使用打印机配置编辑器对其进行编辑，重新设置打印机配置文件中的打印设置。具体方法是在打印机管理器窗口中双击需要编辑的打印机配置文件，启动打印机配置编辑器对其进行编辑，如图 7-18 所示。

(1) 在“基本”选项卡中，显示了有关打印机配置 PC3 文件的基本信息。

(2) 在“端口”选项卡中，可以修改当前配置的打印机与用户计算机或网络系统之间的通信设置，如图 7-19 所示。

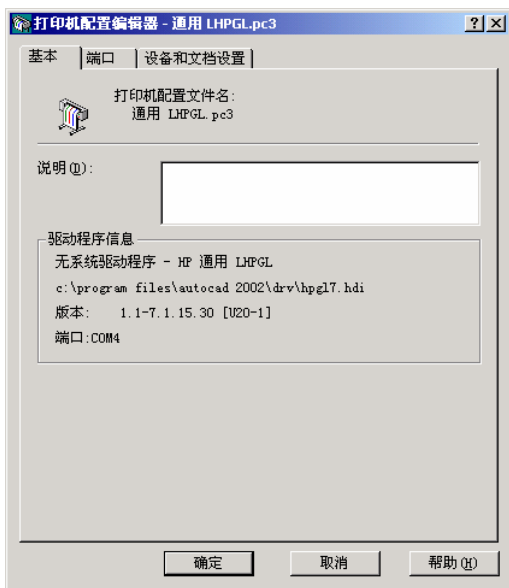


图 7-18 编辑打印机配置文件

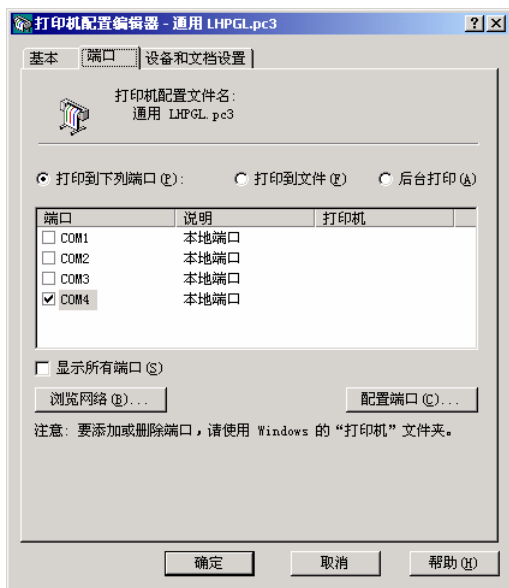



图 7-19 修改打印机端口

(3) 在“设备和文档设置”选项卡，可以编辑打印机配置的多种打印选项，如图 7-20 所示。

7.3.3 打印设置

在调用打印命令进行打印时，AutoCAD 要进行打印设置。用户可以直接使用已有的页面设置，也可以对各种打印设置进行修改。

打印设置命令的调用方式和执行过程为：

- 菜单：“文件” → “打印”。
- 工具栏：“标准” → 。
- 命令行：PLOT。

执行该命令后，将显示如图 7-21 所示的窗口。

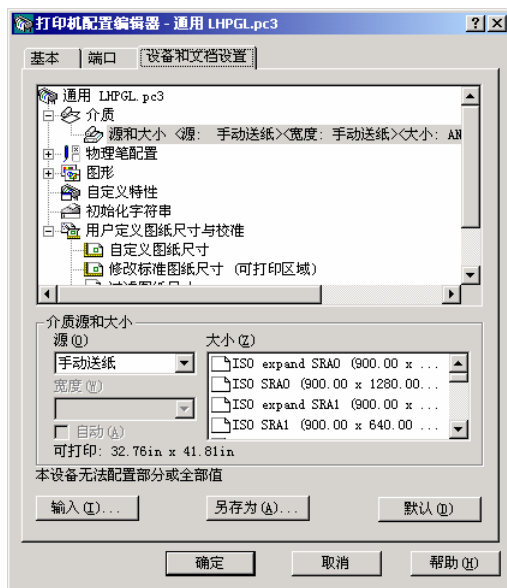


图 7-20 设备和文档设置

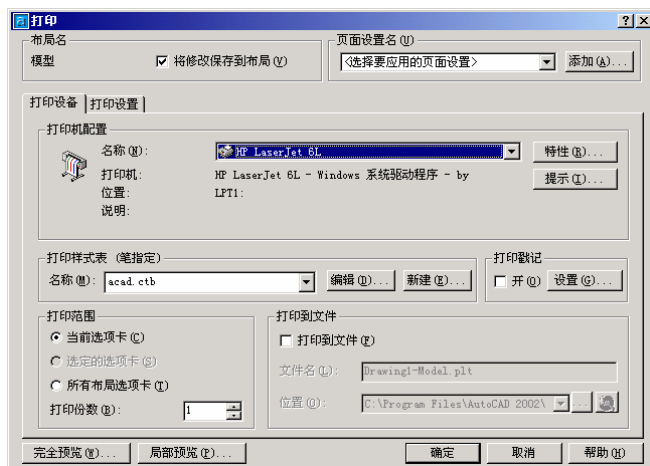


图 7-21 打印机管理器

在“打印”对话框中，可以在图形打印之前对打印操作进行设置：

- (1) 在“打印设备”选项卡中，可以打印设置等进行设置。
 - ①在“打印机配置”组框中，可以对打印设备进行设置。
 - ②在“打印样式表”组框中，可以对打印样式表进行设置。
 - ③在“打印戳记”组框中，可以设置打印戳记。
 - a. 选中“开”复选框，可以在打印时打印指定的戳记。
 - b. 单击“设置”按钮，在弹出的对话框中可以设置打印戳记，如图 7-22 所示。
 - ④在“打印范围”组框中，可以指定打印的内容。
 - ⑤在“打印到文件”组框中，可以指定将打印内容输出到文件时的各种设置。

(2) 在“打印设置”选项卡中，用户可以直接在“页面设置名”下拉列表中选择已有的页面设置用于打印设置，并进行进一步的修改。

(3) 在“打印”对话框中，还可以进行以下设置。

①在“布局名”组框中，显示当前布局的名称，如果当前在“模型”选项卡中，则显示为“模型”。此外，选中“将修改保存到布局”复选框，可以将当前的打印设置保存的布局的页面设置中。

②在“页面设置名”组框中，可以选择命名的页面设置或将当前的打印设置命名保存，具体过程参见“页面设置”对话框。

③单击“完全预览”按钮，可以按钮实际打印效果预览整个打印图形。

④单击“局部预览”按钮，可以快速并精确地显示相对于图纸尺寸和可打印区域的有效打印区域，如图 7-23 所示。

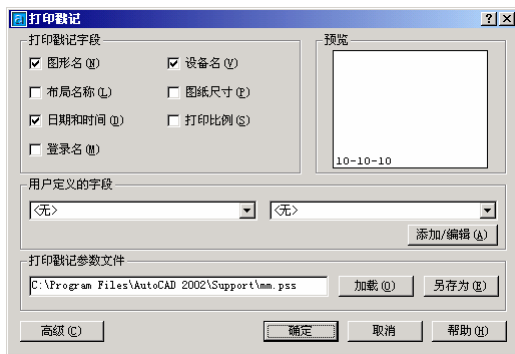


图 7-22 设置打印戳记

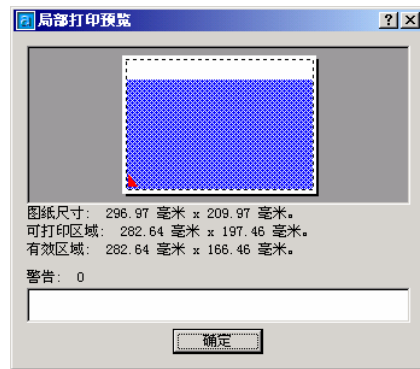


图 7-23 局部打印预览

(4) 完成以上所有设置工作后，单击“打印”对话框中的“确定”按钮开始正式打印过程。

思考题

1. 布局视口与模型视口的异同。
2. 打印机配置文件的基本内容和作用。

附录 A 三维绘图相关命令

3D	创建三维多边形网格对象
3DARRAY	三维阵列操作
3DCLIP	启动三维动态观察器并打开“调整剪裁平面”窗口
3DCORBIT	启动三维动态观察器并连续动态观察
3DDISTANCE	启动三维动态观察器并调整相机与目标之间的距离
3DFACE	创建三维面
3DMESH	创建自由格式的多边形网格
3DORBIT	启动三维动态观察器
3DPAN	启动三维动态观察器并进行三维视图平移
3DPOLY	绘制三维多段线
3DSWIVEL	启动三维动态观察器并旋转相机
3DZOOM	启动三维动态观察器并进行三维视图缩放
BACKGROUND	设置渲染的背景效果
BOX	创建长方体实体
CAMERA	设置相机和目标的不同位置
CHAMFER	给实体对象的边加倒角
CHANGE	修改现有对象的特性
CHPROP	修改对象的特性
CONE	创建圆锥体实体
CYLINDER	创建圆柱体实体
DBLIST	列出图形中每个对象的数据库信息
DDVPOINT	设置三维观察方向
DIST	测量两点之间的距离和角度
DVIEW	定义平行投影或透视视图
EDGE	修改三维面的边缘可见性
EDGESURF	创建三维多边形网格
ELEV	设置新对象的拉伸厚度和标高特性
EXPLODE	将组合对象分解为对象组件

续表

EXTRUDE	通过拉伸现有二维对象来创建实体原型
FILLET	给实体对象的边加圆角
FOG	控制渲染雾化, 提供对象外观距离的视觉提示
GRID	在当前视口中显示点栅格
HIDE	生成消隐视图, 不显示隐藏线
ID	显示三维点的坐标
INTERFERE	在多个实体之间检查干涉
INTERSECT	创建两个或多个实体的交集
LAYOUT	创建和修改布局
LAYOUTWIZARD	启动布局向导创建新的布局选项卡并指定页面和打印设置
LIGHT	添加和设置光源
LIST	显示选定对象的数据库信息
LSEDIT	编辑配景对象
LSLIB	管理配景对象库
LSNEW	在图形上添加具有真实感的配景对象
MASSPROP	计算并显示实体的质量特性
MATCHPROP	将选定对象的特性应用到其他对象
MATLIB	从材质库输入输出材质
MIRROR3D	三维镜像操作
MODEL	从布局选项卡切换到模型选项卡
MSPACE	从图纸空间切换到模型空间视口
MVIEW	创建并控制布局视口
MVSETUP	设置图形规格
OPTIONS	自定义 AutoCAD 系统设置
ORTHO	约束光标的移动
OSNAP	设置对象捕捉模式
PAGESETUP	为布局指定打印设备、图纸尺寸和设置
PEDIT	编辑多段线和三维多边形网格
PFACE	逐点创建三维多面网格
PLAN	显示指定用户坐标系的平面视图
POINT	创建三维点对象

续表

PREVIEW	显示打印图形的效果
PROPERTIES	控制现有对象的特性
PROPERTIESCLOSE	关闭“特性”窗口
PSETUPIN	将用户定义的页面设置输入到新图形布局
PSPACE	从模型空间视口切换到图纸空间
REDRAW	刷新显示当前视口中的显示
REDRAWALL	刷新显示所有视口中的显示
REGEN	从当前视口重生成整个图形
REGENALL	重新生成图形并刷新所有视口
RENDER	创建三维模型的渲染图像
RENDSCR	重新显示由 RENDER 命令执行的最后一次渲染
REVOLVE	绕指定轴旋转二维对象以创建实体对象
REVSURF	绕指定轴旋转二维对象以创建旋转曲面
RMAT	管理渲染材质
ROTATE3D	三维旋转操作
RPREF	设置渲染系统配置
RULESURF	在两条曲线间创建直纹曲面
SAVEIMG	将渲染图像保存为图像文件
SCENE	管理场景
SECTION	根据剖切平面创建实体的截面
SETUV	将材质贴图到对象表面
SETVAR	列出系统变量或修改变量值
SHADEMODE	控制当前视口中对象着色的模式
SHOWMAT	列出选定对象的材质类型和附着方法
SLICE	用剖切平面对实体进行剖切
SOLDRAW	在用 SOLVIEW 命令创建的视口中生成轮廓图和剖视图
SOLID	创建实体填充的三角形和四边形
SOLIDEDIT	编辑三维实体对象的边、面和体元素
SOLPROF	创建三维实体图像的剖视图
SOLVIEW	在布局中使用正投影法创建布局视口来生成三维实体及体对象的多面视图与剖视图
SPHERE	创建球体实体

续表

STATS	显示渲染统计信息
SUBTRACT	创建实体的差集
TABSURF	沿方向矢量和路径曲线创建平移曲面
TORUS	创建圆环体实体
UCS	管理用户坐标系
UCSICON	控制 UCS 图标的特性
UCSMAN	管理已定义的用户坐标系
UNION	创建实体的并集
VIEW	保存和设置已命名的视图
VIEWRES	设置在当前视口中生成的对象的分辨率
VPCLIP	剪裁视口对象
VPOINT	设置图形的三维直观图的查看方向
VPORTS	创建多个视口
WEDGE	创建楔体实体

附录 B 思考题解答

第 1 章

1. 如何设置构造平面在三维空间中的位置

答：因为构造平面始终与当前 UCS 的 XY 平面平行，因此用户可以使用以下两种操作来确定构造平面在三维空间中的位置：

(1) 通过定义 UCS 来确定构造平面在三维空间中的角度。

(2) 通过定义标高来确定构造平面与当前 UCS 的 XY 平面之间的距离，从而确定构造平面在三维空间中的位置。

2. 视图与 UCS 的关系

答：在创建和设置视图时，需要根据 UCS 指定视点位置、目标位置等，在不同的 UCS 中，视点位置和目标位置的坐标也不同。因此，同一个视图在不同的 UCS 中，其视图的设置不同。

在视图中可以设置多个 UCS，并且可以将某个命名的 UCS 与视图一起保存。当视图被恢复时，与其关联的 UCS 也自动恢复。

3. 视图与视口的区别

答：视图是按着指定的方向、位置、角度、范围和投影方式查看三维空间所得到的图像，而视口是绘图窗口中用于显示视图的一个区域。

在一个视口中只能显示一个视图，但可以在多个视图之间进行变换。为了同时在屏幕上显示多个视图，就需要在绘图窗口中设置多个视口，并可以在每个视口中分别对视图进行各种变换，而不会对其他视口产生影响。

第 2 章

1. 线框对象、曲面对象和实体对象的适用条件

答：线框对象、曲面对象和实体对象的性质和特点各不相同，因此其适用条件也有所不同。

线框对象主要用于表现三维模型的结构和边界，易于生成各种正交视图、辅助视图、分解视图和透视图，便于分析三维模型的空间关系。线框对象无法表现模型的表面和体积。

曲面对象主要用于表现三维模型的面。由于曲面对象是由多边形网格近似得到，因此可以通过对多边形网络的调整来表现各种复杂的曲面。曲面对象无法表现模型的体积。

实体对象主要用于表现三维模型的边、面、体等完整的信息，因此实体对象最接近于真实的情况。可以使用实体对象构造各种具有体积的模型。

2. 曲面对象模型和实体对象模型的区别

答：曲面对象模型和实体对象模型都支持消隐、着色、渲染等操作。在同样的设置下，曲面对象模型和实体对象模型在以上操作中都显示同样的外观。

与实体对象模型相比，使用曲面对象可以方便地构造复杂的、不规则的曲面，或根据曲面方程模拟各种复杂曲面。由于 AutoCAD 使用多边形网格来模拟曲面，因此用户通过对网格中各个顶点数量和位置的调整，可以模拟任何形状的曲面。由于曲面模型仅包含边和面的信息，因此不能对曲面模型进行各种体的操作，也不能直接生成轮廓和剖面。

与曲面对象模型相比，实体对象还包括了体的信息，可以对实体对象进行并、差、交等操作，也可以进行圆角、倒角、分割等操作。因此，使用实体对象易于构建具有复杂结构的三维模型，并且可以将实体模型数据输出到其他程序中使用，如进行计算机辅助制造或有限元分析等。此外，实体对象模型还可以直接创建轮廓图和剖面图。

第 3 章

1. 在三维观察器中视图变换命令改变了视图的哪些属性

答：不同的视图变换命令分别影响着视图的不同属性：

- (1) 平移命令可以改变相机位置和目标位置。
- (2) 缩放命令可以改变视图的高度和宽度，在透视投影方式下还改变镜头长度。
- (3) 窗口缩放和范围缩放命令可以改变相机位置、目标位置以及视图的高度和宽度，在透视投影方式下还改变镜头长度。
- (4) 动态观察和连续观察命令可以改变相机位置和摆动角度。
- (5) 恢复预置视图时除了保持目标点位置不变以外，相机位置、摆动角度、镜头长度以及视图的高度和宽度都可能发生变化。

2. 在三维观察器中视图调整命令改变了视图的哪些属性

答：不同的视图调整命令分别影响着视图的不同属性：

- (1) 调整距离命令可以改变相机位置和视图的高度与宽度。
- (2) 旋转相机命令可以改变目标位置和摆动角度。
- (3) 投影方式可以改变镜头长度

第 4 章

1. 对象的二维操作与三维操作的异同

答：对象的各种三维操作与其相应的二维操作具有相同的地方，也有较大的区别：

对象的三维阵列命令和二维阵列命令都可以创建矩形阵列和环形阵列。其中，三维矩形阵列就是在二维矩形阵列基础上，沿 Z 轴方向再次进行阵列；而三维环形阵列可以绕空间中任意的轴线进行阵列，而二维环形阵列仅限于绕与构造平面垂直的轴线进行阵列。

对象的三维镜像命令和二维镜像命令都可以创建对象的镜像副本。但三维镜像命令可以以空间中任意的平面作为镜像平面，而二维镜像命令仅限于使用与构造平面垂直的平面作为镜像平面。

对象的三维旋转命令和二维旋转命令都可以绕旋转轴旋转对象，以改变对象的位置。但三维旋转命令可以绕空间中任意的轴线进行旋转，而二维旋转命令仅限于绕与构造平面垂直的轴线进行旋转。

2. 面拉伸、移动和偏移操作的异同

答：当实体中某个面与相邻的其他各个面均垂直时，对该面进行按高度拉伸、移动和偏移时可以产生同样的结果。

在对实体的面进行拉伸时，如果指定了拉伸高度，则将沿着该面的法线方向进行拉伸，并且可以进一步指定倾斜角度，使拉伸部分的侧面产生倾斜。此外，还可以指定一个拉伸路径，将实体的面沿该路径进行拉伸。

在对实体的面进行移动时，可以分解为沿该面方向上的移动和垂直该面方向上的移动。其中，沿该面方向上的移动不会对实体的形状产生任何影响；而垂直该面方向上的移动可以增加或减小实体的体积，其效果相对于实体的偏移。

在对实体的面进行偏移时，偏移的结果和该面与其相邻的面的夹角有关。如果该面与其相邻的面均垂直，则该面保持原来的形状进行偏移，相当于倾斜角度为 0 时的拉伸操作。如果该面与其相邻的面不垂直，则在偏移时保持其邻面的角度，即相当于以邻面的角度作为倾斜角度时的拉伸操作。

3. 如何使实体产生局部变形？

答：当需要对实体对象进行各种变形，以生成复杂实体时，通常可以采用以下两种方法：

(1) 对原实体对象的面进行拉伸、移动、偏移、旋转、倾斜等操作，从而改变整个实体的形状。对于实体中的平面，可以先利用压印操作将其分割为多个面，再分别对各个面进行编辑以产生变形。

(2) 创建新的实体对象后，通过与原实体对象进行并集、差集和交集等操作，从而生成各种复杂实体。

第 5 章

1. 多面网格中对面的定义

答：在创建多面网格对象时，用户在指定了多面网格的全部顶点之后，可以任意使用不同数量的顶点定义面，具体来说包括以下几种情况：

(1) 在指定全部顶点后，可以不定义任何一个面，此时将创建仅包括顶点的多面网格对象。

(2) 在定义面时，可以只用一个顶点进行定义，这样该面将在多面网格中显示一个点。

(3) 在定义面时，可以用两个顶点进行定义，这样该面将在多面网格中显示为直线。利用这种方法可以在多面网格中显示线框对象。

(4) 在定义面时，如果使用三个以上的顶点，可以构造多边形面。

2. 如何构造不可见的虚拟面？

答：在构建多面网格对象和三维面对象时，如果将某个面的所有边均设置为不可见，则该面为虚拟面。

3. 平移曲面和拉伸实体、旋转曲面和旋转实体在操作上异同

答：平移曲面和拉伸实体都可以将一个二维对象沿某个方向延伸而形成三维对象。但是，平移曲面一次只能对一个二维对象进行平移，并且只能沿同一个方向平移。拉伸实体可以同时多个二维对象进行拉伸，但要求二维对象必须闭合。此外，拉伸实体在沿对象高度进行拉伸时，可以指定倾斜角度；在按路径拉伸时，可以随路径方向的变化而变化。

旋转曲面和旋转实体都可以将一个二维对象沿某个旋转轴旋转而形成三维实体，并且可以设置旋转角度。但是，旋转曲面一次只能对一个二维对象进行旋转，在旋转时可以指定旋转的起始角度。旋转实体可以同时多个二维对象进行旋转，但要求二维对象必须闭合。

4. INTERSECT 和 INTERFERE 命令之间的异同

答：INTERSECT 命令和 INTERFERE 命令都可以根据多个实体对象的公共部分创建新的实体对象，即生成多个实体的交集。

INTERSECT 命令要求所有指定的实体都具有公共的部分，并根据所有实体的公共部分创建新的实体。在生成实体的交集后，该命令将删除原来的实体。

INTERFERE 命令将根据指定的实体中两两相交的部分创建新的实体对象，在生成实体的交集后，并不删除原来的实体。比如，如果三个实体都具有公共部分，则使用 INTERSECT 命令将根据三个实体的公共部分创建一个实体；而使用 INTERFERE 命令将分别根据每对实体之间的公共部分创建三个实体。

使用 INTERFERE 命令，还可以统计和报告具有干涉的实体数和干涉对数，并可以在屏幕上亮显产生干涉的实体对。

5. 实体剖切和截面命令的异同

答：实体的剖切和截面命令的操作过程基本相同，即都需要指定一个与实体对象相交的平面作为切面，但二者的操作结果不同。

剖切命令可以沿切面将实体对象分割为两个相对独立的实体对象，并可以根据需要保留其中一个或全部保留。

截面命令可以沿切面生成实体的截面，该命令在切面上新建一个面域对象来表示实体的截面，而原来的实体对象没有任何改变。

6. SOLDRAW 和 SOLPROF 命令的异同

答：SOLDRAW 命令和 SOLPROF 命令都可以在布局视口中创建实体模型的轮廓图。

SOLDRAW 命令只能在用 SOLVIEW 命令创建的布局视口中使用。SOLDRAW 命令不仅可以创建实体的轮廓图，还可以创建实体的剖视图，并在剖面中使用 HPNAME、HPSCALE 和 HPANG 系统变量的当前值创建图案填充。

SOLPROF 命令可以在任意布局视口中使用。在 SOLPROF 命令创建的轮廓图中，可以分别将所有可见的和所有的隐藏线各用一个块表示，也可以分别为每个实体对象的轮廓生成独立的块。此外，该命令既可以生成实体模型的二维轮廓，也可以生成三维轮廓。

第 6 章

1. 比较各种类型光源的异同

答：AutoCAD 中的四种光源都可以照亮三维模型，所具有的共同特性是光源的颜色和强度。此外，各种光源还具有各种相同和特有的属性。

(1) 环境光没有方向，平行光和聚光灯具有特定的方向，而点光源则从光源出发向所有方向发射光线。

(2) 点光源和聚光灯都具有特定的光源位置；而环境光和平行光不存在固定光源位置。

(3) 点光源和聚光灯都可以设置衰减；而环境光和平行光没有衰减。

(4) 点光源、平行光和聚光灯可以生成阴影；而环境光不能产生阴影。

2. 光源与材质的相互作用

答：光源照亮了材质，而材质可以反射和折射光线。光源和材质的相互作用为三维模型提供了具有真实效果的外观。

光线在模型上的照射位置与角度决定了各种不同的反射区相对位置，从而也影响着材质颜色的分布。在材质中，可以根据不同的光线反射区设置不同的颜色。

材质的粗糙度决定了光线反射区的大小和亮度，使模型表面显示出光滑或粗糙的效果。

材质的透明度决定了光线是否能够穿过模型的表面。而对于全部或部分透明的对象，材质的折射系数还决定着光线穿过模型表面时的折射程度。

3. 贴图与材质的关系

答：材质是一组相关的设置，而贴图是材质应用中所使用的一种技术。贴图是通过材质实现的。

在一个材质中可以设置多种不同作用的贴图，如纹理贴图、反射贴图、透明贴图、凹凸贴图等。不同类型的贴图在材质中具有不同的作用，可以在渲染时产生不同的效果。

4. 不同贴图方式对材质的影响

答：由于在材质中用于贴图的图像都是二维的，而材质所附着的模型表面却是三维的，因此在贴图时使用不同的投影方式和方向将会产生不同的效果。此外，贴图图像在三维表面上的位置、比例和排列方式也将影响着材质的最终显示效果。

(1) 投影方式影响着贴图图像和三维表面之间的对应关系。对于平面投影，二者之间是一一对应的，不会使图像产生变形。而柱面投影和球体投影将使贴图图像沿柱面或球面弯曲，生成图像变形。实体投影也会使三维材质在不同的贴图坐标方向上产生变形。

(2) 投影面决定了贴图的投影方向，AutoCAD 将在三维模型中与投影面平行的面上进行贴图。

(3) 贴图图像在三维表面上的位置、比例和排列方式决定着图像与每个模型表面的相对关系。由此可以使图像按指定大小显示在模型表面的指定位置上，并可以将图像进行拉伸或平铺而布满整个表面。

5. 渲染时对模型边界的处理

答：在对三维模型进行渲染时，对于模型上两个相邻面之间的边界，可以进行平滑处理

和不平滑处理。所谓平滑处理，就是在渲染时计算表面的法线并合成两个或多个相邻平面的颜色，使得这些面之间平滑过渡，而不产生棱边。由于在 AutoCAD 中，曲面对象是使用多边形网格近似得到的，而不是真正的曲面，因此渲染必须使用平滑处理，才能得到真实的曲面。

渲染程序并不是对所有的边界都进行平滑处理，而是根据平滑角度来确定需要进行平滑的边界。如果模型中两个相邻面的交角小于平滑角度时，渲染程序将对这两个面进行平滑处理；如果两个相邻面的交角大于平滑角度，渲染程序将这两个面之间的边界作为棱边，不进行平滑处理。因此，用户可以通过对平滑角度的设置来控制模型在渲染时的光滑程度。

第 7 章

1. 布局视口与模型视口的异同

答：布局视口和模型视口都是图形窗口中用于显示视图的特定区域，都可以使用 VPORTS 命令进行定义、命名和管理。

模型视口只能在模型选项卡中使用，所有的模型视口均为相邻的矩形区域，并且充满整个绘图区域并且相互之间不能重叠。用户可以对模型视口进行拆分和合并，拆分和合并的模型视口仍为相邻的矩形区域。

布局视口只能在布局选项卡中使用，布局视口可以具有各种不同的形状，并可以放置在布局中的任意位置，而且可以相互重叠。布局视口是 AutoCAD 的图形对象，因此可以被选择和编辑，如执行移动、复制、旋转、拉伸等各种操作。此外，使用布局视口还可以控制视图中图形对象的可见性、显示比例和打印样式等。

2. 打印机配置文件的基本内容和作用

答：打印机配置文件中一般包括以下信息：

- (1) 打印设备的驱动程序。
- (2) 打印设备所使用的端口。
- (3) 打印介质的类型和尺寸。
- (4) 笔式打印机中绘图笔的设置。
- (5) 矢量图形、光栅图形和 TrueType 文字的打印特性。
- (6) 打印设备的自定义特性。
- (7) 用户定义的图纸尺寸。

打印机配置文件包含打印设备、打印介质等信息，使用不同的打印机配置将产生不同的打印效果。除了可以在打印机、绘图仪等打印设备上打印图形之外，用户还可以在打印机配置文件中，使用 DXB 驱动程序、DWF 驱动程序、PostScript 驱动程序或各种光栅驱动程序，从而利用该打印机配置将图形的打印结果输出到各种格式的文件中，供其他各种相应的应用程序使用。用户可以为图形中的模型选项卡和每个布局选项卡指定不同的打印机配置，从而将同一图形打印到不同的设备上，获得不同的打印效果。