

第1章 三维AutoCAD

学习目的

本章将介绍三维的基本概念和 AutoCAD 的三维特性。读完本章后，你将会：

- 理解二维绘图和三维造型之间的差别。
- 理解线框、表面和实体造型之间的差别以及了解三维实体的渲染方法。
- 了解三维造型优于二维绘图的某些优点和三维造型的某些实际用途。
- 熟悉三维造型的若干功能和 AutoCAD 的局限。

1.1 三维和二维之间的差异

对于 AutoCAD 系统本身来说，三维和二维之间是没有差别的，AutoCAD 总是具有完整的三维功能。然而，对于多数用户而言，三维和二维两者之间的操作具有很大的不同。其中根本的差别是，对象除了具有高度和宽度外还可在另外一个方向进行操作，即能够生成具有厚度的对象。这就使得对象具有另一维尺寸，其结果将会使输入方法发生变化。在三维操作中，虽然 AutoCAD 系统提供了使用定点设备的各类辅助工具，但是，在特定的点和距离输入时，也许会经常使用对象捕捉和坐标输入。

对象具有另一维尺寸也将影响到观察的方式。对于二维操作，总是对着绘图平面观察。对于三维操作，因为一个对象常在另一个对象之上，因而，总是以一定的角度观察对象。此外，在构造模型时会以不同的方向观察，也许在屏幕上会有几个视口 (viewport)，即同时从不同的视点观察模型。

另一个差别是在三维中的实体比在二维中的实体更集中。虽然一个三维线框模型可能没有同样一个对象的二维图形的线、圆等实体多，但是，三维对象的所有实体将交织在一个位置，而不是沿几个不同的视区平铺。具有网格线的表面模型可能会特别稠密。

为了控制这些拥挤的实体，在三维中使用的层会比二维中使用的层多，更会频繁地冻结和解冻层。在三维操作中，将会使用在二维中使用的全部层，再加上一些层用来获得不显眼的实体以及选择模型容易观察和操作的部分，以便控制模型组成部分的可见性。

三维和二维之间的一个明显差别是，存在 180 多个有关三维的 AutoCAD 命令。其中一些命令如 UCS、VPORTS（与图纸空间有关）虽然在二维操作中也有用，但大部分专门用于三维对象。表 1-1 中列出了这些三维命令，并对命令的功能给出了简要的说明。

表1-1 AutoCAD 3D 命令

坐标系统和视图	
命 令	功 能
3DCLIP	动态剪裁模型遮挡的一部分
3DCORBIT	3D 视点连续转动
3DDISTANCE	执行动态缩放（包括透视图）
3CORBIT	动态设置视图和观察环境
3DPAN	执行动态平移（包括透视图）

(续)

命 令	功 能
3DSWIVEL	执行视点的动态旋转
3DZOOM	执行动态缩放（包括着色模型观察）
CAMERA	设定三维视图指定相机和目标位置
ELEV	控制绘图平面的标高
DDVPOINT	VPOINT命令的对话框形式
DVIEW	动态设置观察方向、生成透视图并剪裁模型遮挡的一部分
HIDE	使位于表面后的对象被隐藏
PLAN	设置正对绘图平面的视点
SHADEMODE	控制三维表面和实体对象的外观
UCS	设置用户坐标系的位置和方向
UCSICON	控制用户坐标系图标显示的位置和方向
VPOINT	设置在空间观察模型的方向
VPORTS	将AutoCAD图形窗口划分为两个或两个以上的视口。每个视口可包含不同的视图

编辑和线框构造

3DARRAY	生成三维矩形阵列，或绕用户定义轴旋转的环形阵列
3DPOLY	创建三维多段线(多义线)
ALIGN	在三维空间移动和定位对象
MIRROR3D	以用户定义的平面为对称面作对象的镜像复制
PEDIT	编辑三维多段线和表面网格
ROTATE3D	绕用户定义的轴转动对象
SPLINE	建立AutoCAD样条对象类的平滑三维曲线
SPLINEDIT	编辑一个样条对象

表 面

3D	建立方形、锥形和球形等三维网格面
3DFACE	建立三维面，其边可见或不可见
3DMESH	按指定网格的位置建立一个多边形网格面
EDGE	修改三维网格边的可见性
EDGESURF	建立在四个边界曲线间的多边形网格面
PFACE	按指定顶点建立表面
REVSURF	沿一条边界曲线绕轴旋转建立一个多边形网格面
RULESURF	在两条边界之间建立一个多边形网格面
TABSURF	沿给定方向、曲线的一段或实体的方向，平移边界曲线生成多边形网格面

3D实体

ACISIN	按ACIS.SAT文件格式输出三维实体
ACISOUT	按ACIS.SAT文件格式保存三维实体
AMECONVERT	转换AME实体为AutoCAD实体
BOX	建立基本立方体
CONE	建立基本锥体
CYLINDER	建立基本圆柱体
EXTRUDE	通过一个边界对象按给定方向和路径挤出实体
INTERFERE	创建两个或多个实体的相交部分
INTERSECT	删去除两个或多个实体或面域的相交部分外的全部实体
MASSPROP	显示实体和面域的质量特性
REGION	建立具有类似于实体的某些特性的面域对象

(续)

命 令	功 能
REVOLVE	通过一条边界对象绕轴旋转建立一个实体
SECTION	根据一个实体的横截面建立一个面域
SLICE	根据一个平面将一个实体分成两部分
SOLIDEDIT	编辑三维实体面和边
SPHERE	建立一个基本球体
SUBTRACT	将一个实体从另一个实体中减去
TORUS	建立基本环形体
WEDGE	建立基本楔形体
UNION	合并两个或多个实体或面域

纸 空 间

LAYOUT	建立、设置和转换为图纸空间布局
MODEL	从图纸空间转换为模型空间
MSPACE	从浮动视口转换为模型空间
MVIEW	建立显示模型空间对象的图纸空间浮动视口
MVSETUP	设置浮动视口
PSPACE	从浮动视口返回图纸空间
SOLDRAW	在用SOLVIEW命令创建的视口中生成三维实体的轮廓图
SOLPROF	根据一个三维实体的可见和隐藏的边生成一个块
SOLVIEW	设置显示三维实体视图的浮动视口
TILEMODE	系统变量。控制进入或退出图纸空间。图纸空间用于从三维模型建立产品图
VPLAYER	控制在单个浮动视口中图层的可见性

渲 染

BACKGROUND	设置渲染的背景参数
FOG	淡化所选的渲染部分（基于一定距离），产生雾化和朦胧效果
LIGHT	为图形渲染创建和处理光源
LSEDT	编辑渲染场景对象的大小、位置和几何形状
LSLIB	管理用于渲染场景图像的位图文件库
LSNEW	在渲染图上添加树、灌木丛以及其他场景
MATLIB	管理渲染图的材质库
RENDER	创建具有真实感的三维模型着色图
RMAT	创建和管理渲染图的表面材质
RPREF	设置渲染图显示和输出的参数
SAVEIMG	保存在当前图形窗口显示的图像
SCENE	创建和管理渲染图的视图系统和光源
SETUV	控制贴图到 AutoCAD 表面和三维实体对象上的位图图像的形状和尺寸
SHOWMAT	显示附着在所选对象上的材质
STATS	显示最近渲染的统计信息

另外，使用这些三维操作命令并不是用来代替二维命令的。在三维操作中，会经常使用在二维操作中使用的命令，再加上三维的命令。此外，某些常见的命令，如 FILLET（倒角）和CHAMFER（倒圆角）等，当用于三维实体时有不同的操作方法。

最后，在建立三维模型时，操作步骤和思维与二维绘图有细微的差别。在三维中，是真正地构造一个对象，而不只是做从不同视点看到的视图。在某些方面，三维作图比二维绘图更精确，必须非常精确地确定对象的方位和位置。这种方式的好处是使得设计既正确又精确。

1.2 常用的三维术语

虽然，在浏览 AutoCAD 的三维特性时只会用到少量术语，但是，涉及到一些专门术语还是不可避免的。事实上，我们已经使用了这些术语的一部分。因而，在进一步阐述之前，需要定义少数基本的术语，其他术语将在涉及其内容时才定义。

1.2.1 模型

与用粘土、石膏或纸板代替某些实物或平面对象时使用的术语相同，在 AutoCAD 中建立的三维对象一般称为模型（model）。与这些物理模型一样，AutoCAD 的模型是真正的三维对象，且容易建立和修改；但又不同于物理模型，不可以直接接触。

建立一个模型的过程称为造型（modeling）。虽然术语“模型”和“造型”也可用于 AutoCAD 的二维对象，但是，它们通常用于三维模型，二维操作中涉及到的称为作图或绘图。

1.2.2 线框模型

线框模型（wireframe model）仅仅用边来表示一个对象，在各边之间什么东西都没有。因而，位于对象后的线条无法隐去。图 1-1 表示了一个简单的线框模型。该模型由 15 条边构成，用两个圆表示一个圆孔的边界。实际上，在线框模型中的一个孔是无意义的，因为在生成的孔中什么东西都没有。

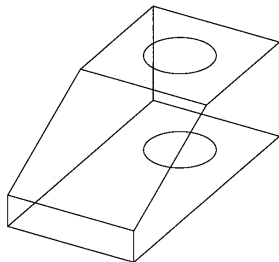


图 1-1

1.2.3 表面模型

表面模型（surface model）在各边之间具有一个由计算机确定的无厚度表面。虽然，表面模型看起来是一个实体，但是实际上是一个空的外壳。图 1-2a 为以表面模型表示的原始对象，从外观看具有一个通孔。正如图 1-2b 所示，当表面被移去时，通孔实际上是一个管子的模拟表面。

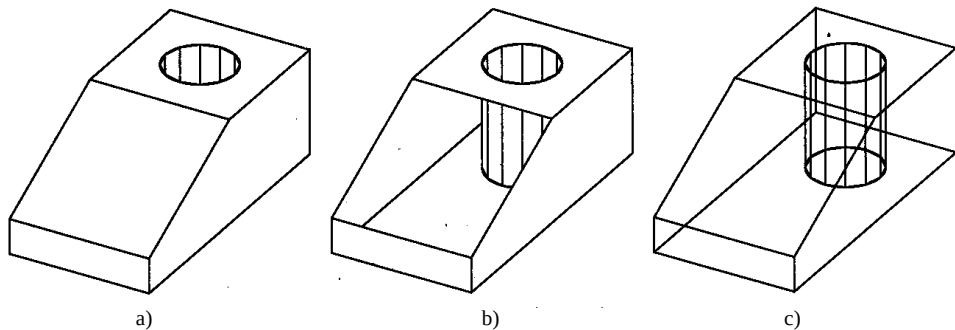


图 1-2

表面模型使用线框模型表示其表面的框架，模型中一部分以线框表示而另一部分以表面模型表示的情况并不多见。由于模型的表面是透明的（除非用命令消隐），因此表面模型看起来像线框模型（如图 1-2c 所示）。另外，表面模型有时甚至被认为是线框模型。虽然这种认识是错误的，但这种看法并不少见，甚至在 AutoCAD 手册和文件里也能看到。

1.2.4 实体模型

实体模型（solid model）具有边和面，还有在其表面内由计算机确定的质量。图 1-3a 是前

面用线框和表面模型表示的对象的实体模型。虽然看起来与表面模型极为类似，但是，正如图1-3b所示，将其对半剖分以表示它是真实的实体（用计算机生成的视觉效果）。AutoCAD还能够告之其质量的属性信息，如体积、重心和惯性矩（moments of inertia）。与表面模型一样，实体模型看起来像线框模型（如图 1-3c所示），除非消隐命令起作用。

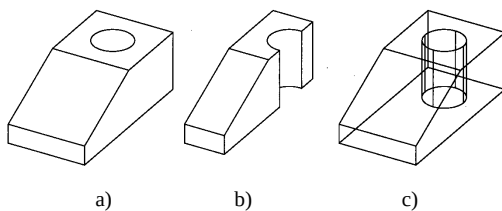


图 1-3

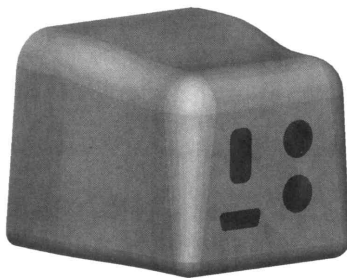


图 1-4

1.2.5 渲染

使一个表面模型或实体模型具有明暗、真实感的图像称为渲染（rendering）。AutoCAD系统提供了一组图形渲染的命令，包括设置和控制光源、处理模型表面特征等命令。表面模型渲染实例如图1-4所示。虽然这是一个黑白图形渲染，但AutoCAD具有真彩渲染功能。

1.3 使用三维的理由

构造三维模型显而易见的理由是三维模型比二维图形更接近真实的对象。即使三维计算机模型与实物还有很大的差距，但总比二维图形更接近实物。

另外，可以将三维模型转变为多个视图并标有尺寸的二维产品图，从而获得二者的最佳

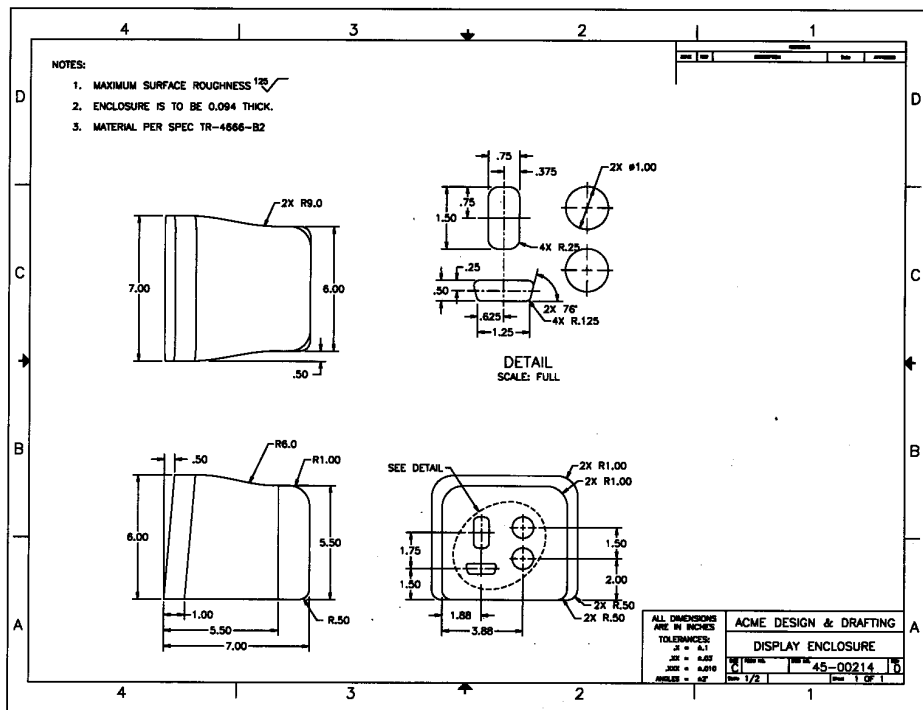


图 1-5

形式。图 1-5 为根据图 1-4 所示表面模型的渲染图生成的产品图。虽然图 1-5 看起来像一幅传统的二维图，但实际上是从三个正投影视点观察同一个三维模型。这种从三维模型转变为二维图形较之传统绘图的优点是：对于模型的任何修改将自动反映到相应的视图上。在二维绘图中会出现对某些视图进行修改而没有对其他视图作相应修改的错误，这在基于三维模型的图形中是不可能发生的。

AutoCAD 模型也可以直接作为不需要用图纸的对象成型。实体模型一般优于表面模型和线框模型；通常，需要第三方的程序将 AutoCAD 模型转换为数控加工的格式。因而，AutoCAD 的 STLOUT 命令能够把实体模型按与立体成像设备兼容的文件格式输出。立体成像设备通常称为快速成型系统，这是使用计算机数据由液体树脂制造物理模型的装置。

构造三维模型的第三个理由是由三维模型可生成真实的渲染图。产品图是非常有价值的，但渲染图常常更清楚地展现一个设计。渲染图有利于找出设计缺陷和验证设计以及用作产品介绍和文件中。

1.4 AutoCAD 的三维能力

AutoCAD 开始于二维绘图程序。在后来每一版本中均增加了少数三维特性，主要增加的三维功能是在 R10 版，而重要的三维功能是在 R10 以后的各个版本中增加的。目前，在 AutoCAD 2000 中，整个程序系统才是一个具有完整三维特性的造型系统：

- 对于每个特定点和空间任何一个位置的图形对象，AutoCAD 具有一个完全的三维坐标系。
- 为了有助于点的输入和在局部区域的操作，AutoCAD 具有一个可移动的用户坐标系。
- 可以在空间的任何位置设置视点，以任意方向观察对象。
- 可以将屏幕分成多个视口，以便同时从不同视点和方向观察三维空间。
- AutoCAD 对实体的表面进行了很好地分类，便于构造多种形状的表面模型。
- 用 AutoCAD 能够构造大多数机械厂典型的机械加工实体模型。
- 能够将三维模型转换为标准的多个视图、标有尺寸的产品图。
- AutoCAD 的内置渲染器配有各种光源和表面材质，具有根据三维模型制作真实感着色图的能力。

1.5 AutoCAD 的局限

由于实际应用程序很少，因此，人们感觉 AutoCAD 的三维性能难学难用。这种说法的主要原因也许是由于 AutoCAD 早期版本三维能力的局限。最初，AutoCAD 系统的输入笨拙、单调乏味，只能生成少数真正的三维实体。甚至构造最简单的三维模型也需要很大的努力。此外，甚至在模型制作完成后输出功能既有局限又简单，以致于用 AutoCAD 只能做极少数事。

虽然这种说法不再值得一提，但是三维操作时还是有一些问题和局限的。首先，实际上与三维模型的所有交互界面均是通过二维设备。例如，无论使用鼠标还是使用数字化仪作为点输入设备，总是限制在一个二维表面的平面上移动。尽管有某些打算用于实际存在的物理对象的三维数字化仪，但并没有三维空间的点输入设备。

更严重的限制是我们必须使用二维屏幕。图 1-6 是当按图 1-4 和图 1-5 所示模型进行操作时

看到的计算机屏幕上的图形。我们几乎不能感觉到深度，看清楚哪个对象在前面和哪个对象在后面是非常困难的。该对象是三维的，但屏幕上的图像当然不是三维对象。

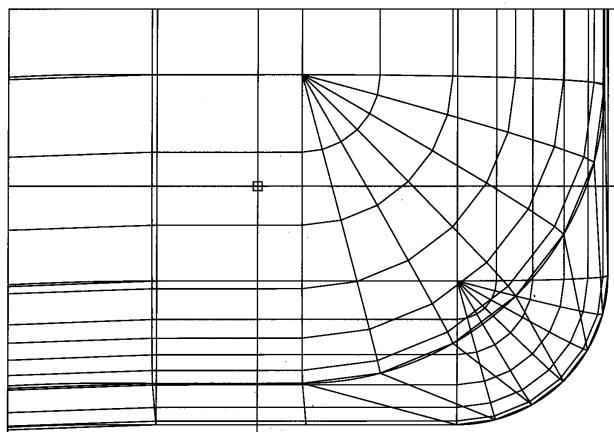
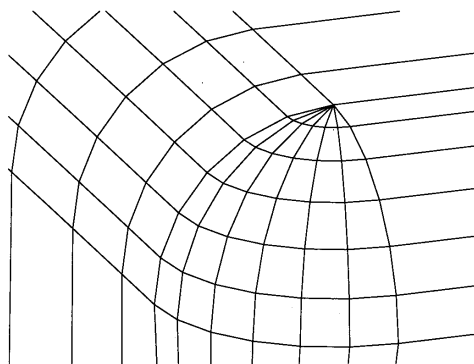


图 1-6

与二维有关的问题也涉及到输出。根据一个 AutoCAD 的三维模型直接生成一个三维物理对象是可能的，但是，绝大部分是在纸上输出。从三维模型到产品的数据传递，使用最多的媒体还是多个标有尺寸的视图。虽然 AutoCAD 提供了从三维模型生成标准工程和建筑图的辅助工具，但是，这个过程并不是完全无缝的。更多的问题是表面模型由于其表面网格线间的关联而不是实体模型的关联，因此，有时要将表面模型转换为可接受的格式需要付出巨大的努力。

图1-6也说明了构成三维模型的实体是非常拥挤的。这些实体不仅互相靠得很近，甚至一些实体位于其他实体的上面。这又是一个问题，即有时使得选择对象变得困难。使用层来控制是很有用的，这样可以使仅仅当前操作的对象可见。但是，使用层需要另外的操作步骤，且必须进行系统的、适当的管理。

除了这些问题外，AutoCAD 表面对象本身也并非完全如意。其核心为 3~4 个平面。甚至在圆形表面也会由多个面片组成（图 1-4 所示模型上的转角处），如图 1-7 所示。能够通过控制面片的大小使圆形表面看起来相当光顺，但是，这种表面仍是一个近似的圆形表面。这些面片不仅影响 AutoCAD 表面模型的外观，而且也妨碍将表面模型用于数控加工和其他直接输出。



在Auto CAD 表面模型上的圆形和曲面由3~4个小平面组成

图 1-7

AutoCAD 系统提供的对表面对象进行编辑和修改的工具极少，不能够对表面对象进行修剪、延伸、打断、倒直角和倒圆角。例如，无法作一个孔通过一个已存在的表面，无论是圆孔还是矩形孔。必须删除该表面，然后作出孔的边，再沿边作一个新的表面。

虽然 AutoCAD 系统的实体造型功能是很好的，但是与其他几个程序相比要略逊一筹。例

如，AutoCAD不能基于真实的螺旋状或螺旋曲线生成实体模型；不能根据一组剖面（如船壳和螺旋桨的剖面）生成实体模型；也不能生成半径可变的倒圆角。此外，AutoCAD的实体编辑能力是有限的，也不直观。例如，可以删除一个圆角。然而，只能通过偏移其表面来改变半径，而不允许向外移动表面使半径增大。

AutoCAD不具有Mechanical Desktop那样的参数化实体造型功能。参数化和非参数化实体模型的区别是：在参数化模型中，通过尺寸控制其大小和几何关系，而在非参数化模型中，尺寸仅仅是表示其大小和几何关系。因此，如果需要增加圆孔的大小，则要增加圆孔的直径值。然后，孔的大小将自动改变与新的尺寸值匹配。虽然参数化模型的修改既灵活又容易，但必须按一组复杂的规则构造模型。

最后，尽管AutoCAD的渲染器有能力生成三维模型的真实图像，但不具备任何动画功能。如果用渲染图产生动作——也许为了说明某一机械装置的工作原理或展示说明一个建筑设计，必须用AutoCAD内置的另一个渲染程序或者将AutoCAD生成的模型输出给另一个程序。

三维的局限、有关二维界面与三维模型的关系以及上述的一些问题可能会是最主要的障碍；然而，通过实践你不久将变得精通。AutoCAD具有构造十分有用和实用三维模型的所有工具，包括几乎任何几何形状的三维模型。在学会了使用这些工具以后，将来你使用AutoCAD来绘制二维图形就好像回到现在用图板和铅笔来制图一样。

复习题

圈出下列每题中正确答案的字母

1. 在构造三维模型时，并不需要使用二维绘图中使用的任何 AutoCAD 命令。
 - a. 正确
 - b. 错误
2. 三维模型不需要像二维绘图那样精确。
 - a. 正确
 - b. 错误
3. 构造一个部分为线框和部分为表面模型的三维模型是不可能的。
 - a. 正确
 - b. 错误
4. AutoCAD具有将三维模型转换为二维图形的工具。
 - a. 正确
 - b. 错误
5. 虽然AutoCAD系统内置完整的三维功能，但与三维模型的交互界面一般是通过二维设备。
 - a. 正确
 - b. 错误
6. 在AutoCAD的表面模型上的圆形表面用 3~4个面片近似表示。
 - a. 正确
 - b. 错误
7. AutoCAD表面模型的一个重要性能之一是易于修改和编辑。

- a. 正确
 - b. 错误
8. 下列对象中的哪一个不适合作为三维模型？
- a. 一幢住宅的设计方案
 - b. 汽车的挡泥板
 - c. 制造厂的生产流程图
 - d. 印刷电路板
 - e. 冲压的金属薄壁零件
 - f. 用车床加工的钢轴
9. 在创建三维模型之前，必须在 AutoCAD 内部设定一个特定的方式。
- a. 正确
 - b. 错误
10. 用 AutoCAD 可以创建参数化实体模型。
- a. 正确
 - b. 错误

根据下列中的每项说明填空

11. 判断下列各项合适的三维模型的类型：线框、表面或实体。

- _____ a. 通过该类模型，必须构造一个管子来模拟圆孔
- _____ b. 在该类模型中，能够构造实际上任何一种形状的孔
- _____ c. 这种类型的模型不能被渲染
- _____ d. 这种类型的模型不能仅用边来表示
- _____ e. AutoCAD 系统能够给出该类模型的体积

第2章 在三维空间操作

学习目的

本章将阐述在三维空间操作时如何使用 AutoCAD 的工具。读完本章后，你将会：

- 熟悉 AutoCAD 世界坐标系（WCS）的特性，熟悉如何设置坐标系的位置和三维模型在坐标系中的方向。
- 熟悉如何管理和理解 AutoCAD 用户坐标系（UCS）的图标。
- 能够在三维空间移动和设置在任意方向观察的视点。
- 能够用二维绘图技术通过 AutoCAD 的用户坐标系构造三维模型。
- 熟悉多视口设置和操作。

2.1 三维坐标系

通常，点是每个 AutoCAD 对象的核心。一条直线起于一点终于另一点，一个圆的圆心为一个点。甚至在空间旋绕的复杂曲线也是由基于点的方程定义的。AutoCAD 系统用直角坐标系来确定点在空间的位置。在法国数学家笛卡儿（1596 ~ 1650）以后，直角坐标系通常称为笛卡儿坐标系。

在三维坐标系中：

- 有三个标为 X、Y 和 Z 的轴，它们互相垂直。
- 三个轴所交的公共点称为原点。
- 每轴有两个端点，从原点起分正负方向。
- Z 轴的正方向由简称为右手定则的方法确定。
- 空间一个点的位置作为三个数值保存，各数值之间用逗号分开：x, y, z。这里：

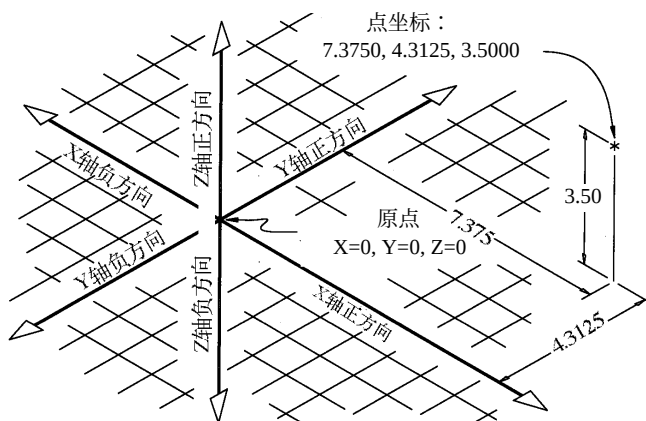


图 2-1

x 为在X方向从原点到该点的距离。

y 为在Y方向从原点到该点的距离。

z 为在Z方向从原点到该点的距离。

- 通常, 0, 0, 0为原点。

如图2-1所示, 一个点的坐标为7.375, 4.3125, 3.500, 则:

- 在X方向从原点到该点的距离为7.38单位。
- 在Y方向从原点到该点的距离为4.31单位。
- 在Z方向从原点到该点的距离为3.5单位。

AutoCAD 二维绘图使用的仅仅是一个平面, 在三维坐标系中称为 XY平面。然而XY平面是很重要的, 许多 AutoCAD 三维命令的提示信息仍参照 XY平面。此外, AutoCAD的栅格点和捕捉方式只能在 XY平面起作用。某些 AutoCAD对象, 如圆和二维多段线, 只能画在与 XY平面或与XY平面平行的平面上。

2.2 右手定则

当正对着XY平面观察时, 由于Z轴垂直于XY平面, 其一端指向观察者。但是, 如何知道指向观察者的一端是正还是负呢? 实际上, 其指向可为正和负。因而, 必须用某些普遍接受的准则来确定Z轴相对于XY平面的正端方向。AutoCAD使用的准则称为右手定则。

当然有右手定则的数学定义, 但是用自己的右手更形象。图 2-2所示为说明右手定则的一种流行方法, 右手的食指指向X轴的正方向, 其余弯曲的手指指向Y轴的正方向, 并伸出姆指。姆指指向Z轴的正方向。

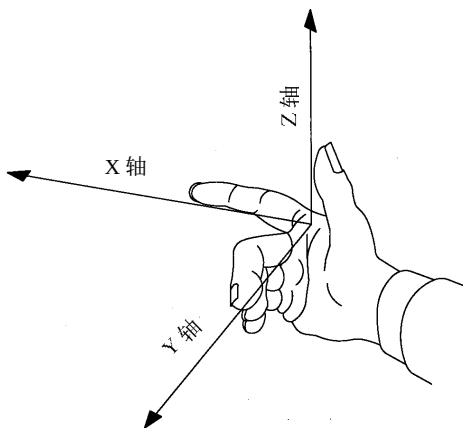


图 2-2

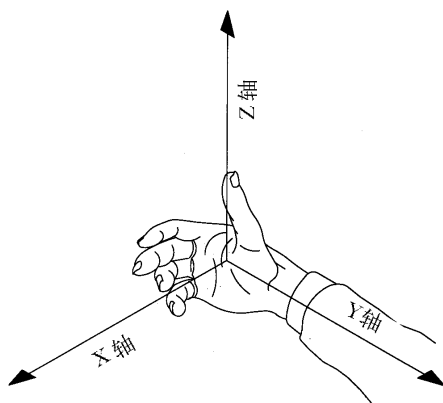


图 2-3

另一种表示右手定则的方法如图 2-3所示。手腕稍稍弯曲, 假想沿 Y轴对着原点伸出右臂, 手指弯向X轴, 则姆指所指为Z轴正方向。

虽然区分右手和左手坐标系并不是特别重要, 但是易于辨别 Z轴的方向却是十分重要的。换言之, 你需要分辨出 Z轴的哪一端是向上的。如后所述, AutoCAD可通过坐标系图标帮助你确定Z轴方向。

2.3 模型空间和图纸空间的比较

AutoCAD把我们前面描述的三维空间称为模型空间（model space）。AutoCAD还有另一种形式的空间称为图纸空间（paper space），该空间只有一个二维XY平面，而不具备完整的三维X、Y和Z坐标系。使用图纸空间的主要目的是从三维模型生成二维图形。第6章将全面地讨论图纸空间，在这里提到图纸空间是因为在AutoCAD的提示信息和文件中可能会看到有关图纸空间的提法。

2.4 在三维空间确定点

因为所有的AutoCAD对象（线、文字、圆、样条曲线和表面等）都是利用确定其关键点来作出图形，所以，AutoCAD提供了几种不同的方法来输入点的位置。

2.4.1 点输入设备

输入点最方便的方法是用鼠标和数字化球指定其位置。然而，点输入设备只能定位在XY平面上的点。通过目标捕捉方式，点输入设备能够拾取XY平面上一个已有对象上的点，如一个实体的端点等。在三维造型中，实际上可用键盘来输入点的位置。

2.4.2 输入X、Y和Z坐标

当用键盘输入点的位置时，大多数是用X、Y和Z坐标。尽管可以只输入两个坐标值，但是三个坐标值之间必须用逗号分开。当略去点坐标的第三个数值时，AutoCAD假定点在XY平面上并设置Z坐标为0；或者，如果预先设置的厚度大于0；AutoCAD就假定点在与XY平面平行的平面上。既可以使用绝对坐标（基于坐标系原点），也可以使用相对坐标（基于最近一次输入的点）。在相对坐标值的前面加一个符号“@”。

2.4.3 使用点过滤

在大多数情况下，同时输入一个点的三个坐标既可用命令行输入、用目标捕捉方式输入，也可用点输入设备拾取点。然而，还可以用点的过滤方式分别指定三个坐标中的一个或两个。在任何时候都可使用点过滤方式，AutoCAD要求的点过滤输入方式为在点号后面紧接需要过滤的点坐标。这样，输入.x就过滤X坐标。AutoCAD将提示输入一个提供被过滤坐标的点。通常，可用目标捕捉来输入过滤的点。然后，AutoCAD提示输入尚缺的坐标，也可使用坐标过滤获得。除了用.x、.y和.z过滤一个坐标外，还可以用.xy、.xz和.yz同时过滤两个点。

例如，假设构造一个棱锥体的线框模型。棱锥体的顶点位于底面中心，且为3单位高。所作的棱锥体底面如图2-4a所示。现在用下述命令行输入，作从顶点到底面一个角的连线：

```
Command: LINE (回车)
Specify first point: .x (回车)
of (在水平线上用中点捕捉方式)
of (need YZ): .y (回车)
of (在垂直线上用中点捕捉方式)
of (need Z): 3.0 (回车)
Specify next point or [Undo]: (在任一条线用端点捕捉方式)
Specify next point or [Undo]: (回车)
```

注意，AutoCAD用词“of”提示输入过滤坐标，在指定一个过滤坐标后，AutoCAD提示

输入余下的坐标。现在已完成了从棱锥顶点到底面一个角的连线，可以用端点捕捉方式作出棱锥体的其余三边。

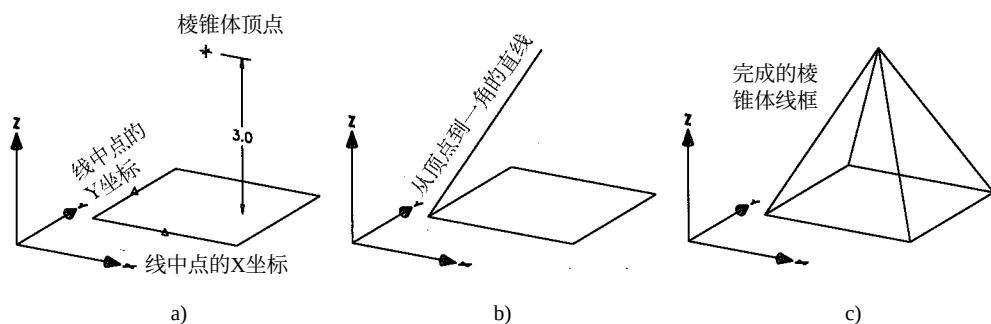


图 2-4

2.4.4 输入柱面坐标

对于三维对象（如基于螺旋状和螺旋的对象）的点用柱面坐标输入更为容易。柱面坐标并不表示一个不同的坐标系，只是确定三维点的另一种方式。

绝对柱面坐标的格式为：

$D<A,Z$

式中，D为该点在XY平面上的投影到原点的距离；

A为该点在XY平面上与X轴的角度；

Z为该点到XY平面的距离。

无疑地会注意到柱面坐标实际上是二维极坐标再加上另一维 Z。绝对柱面坐标为 $3<45,2$ 的点的位置，如图2-5所示。当然，可以在柱面坐标前带符号“@”指定相对于最近输入点的一个点。

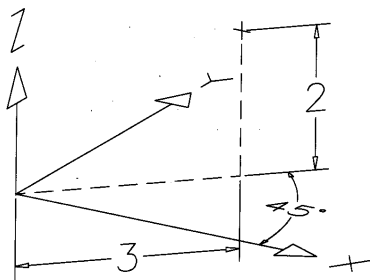


图 2-5

2.4.5 输入球面坐标

球面坐标用一个距离和两个角度来指定点的位置。其格式为：

$D<HA<VA$

式中，D为该点到原点的距离；

HA为该点在XY平面的投影同坐标系原点连线与X轴正方向的夹角；

VA为该点与XY平面的垂直角度。

球面坐标为 $4<45<35$ 的点如图2-6所示。注意，其距离值按该点到原点的距离来计量，并不是在柱面坐标中该点投影到XY平面上的水平距离。当需要根据与一个已知点的角度和距离来确定点时，球面坐标是很有用的。

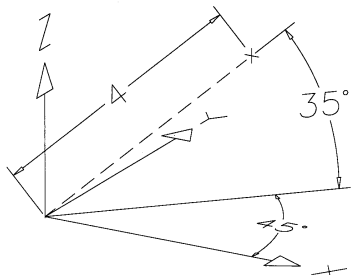


图 2-6

2.5 使用坐标系的作用

虽然，在构造三维模型时必须有一个全局坐标系（在该坐标系中，空间的每个点依赖于

一个原点),但是,具有一个依赖空间一个特定对象的局部坐标系常常更为方便。例如,考虑这样一个长方体:位于三维空间,相对于全局坐标系转动一定的角度,如图2-7所示。该长方体的每个角具有相对于全局坐标系原点的坐标。然而,如果需要测量在长方体上或长方体内的对象,可能会忽略全局坐标系而以长方体的一个角为基准进行测量。这就是一个局部坐标系。

AutoCAD有一个局部坐标系。它具有与全局坐标系相同的特性,但是,它可以被移动和旋转以满足要求。AutoCAD称这种可移动的局部坐标系为用户坐标系(UCS),而对于固定的全局坐标系称为世界坐标系(WCS)。在本章稍后,我们将全面解释 UCS 和操作命令,同时会看到在某些 AutoCAD 命令提示和选项中提到 WCS 和 UCS。

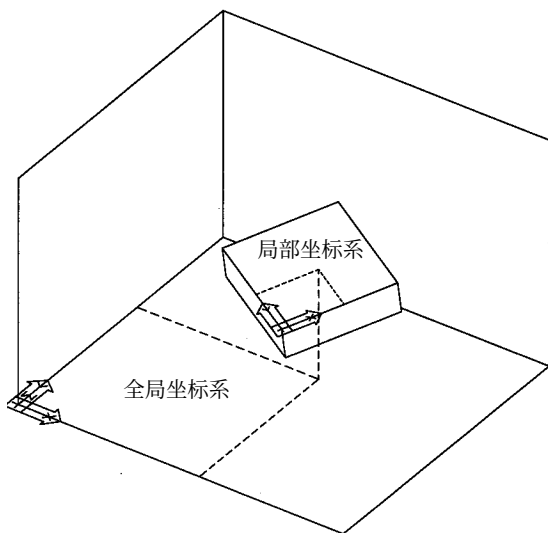


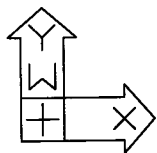
图 2-7

2.6 用户坐标系图标

AutoCAD提供了一个帮助在三维空间确定方位的图标。该图标常常位于视口的左下角,实际上对于所有 AutoCAD 操作来说是无形的。它不能被绘图机和打印机输出,也不能包括在实体选择集中。

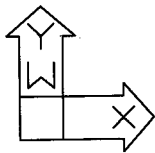
在图标中包含了令人惊奇的大量信息,如图 2-8和图2-9所示。

- X和Y轴的方向用标有X和Y的宽箭头表示。
- 当UCS与WCS完全重合时,在箭头中显示W,并指向Y方向。如果不显示W,则UCS已相对于WCS移动或旋转。
- 如果图标位于坐标系原点,在X和Y箭头的交点中心处将显示十字。
- 如果视图方向正对XY平面且Z轴指向你,就在X和Y箭头的交点中心显示一个正方形。没



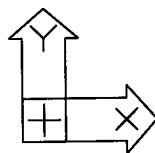
WCS

图标位于原点, Z轴正向背离屏幕



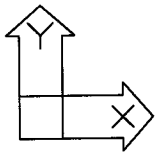
WCS

图标不在原点, Z轴正向背离屏幕



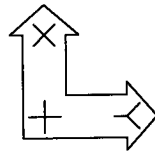
UCS

图标位于原点, Z轴正向背离屏幕



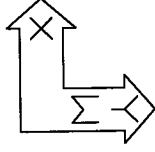
UCS

图标不在原点, Z轴正向背离屏幕



UCS

图标位于原点, Z轴指向屏幕



WCS

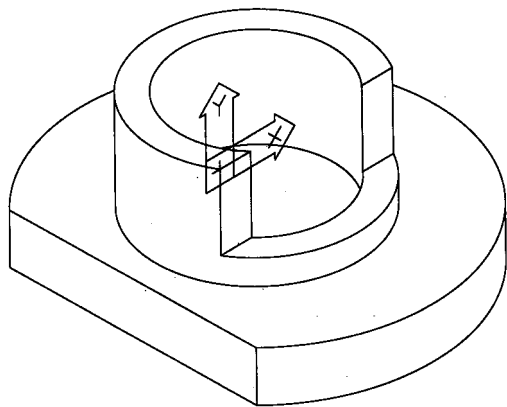
图标不在原点, Z轴指向屏幕

图 2-8

有正方形表示Z轴的指向背离你。

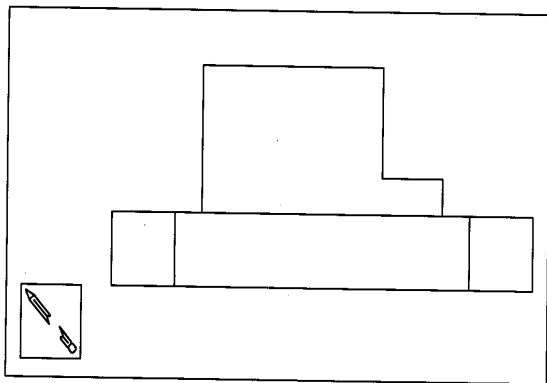
如果你的视线与XY平面平行或几乎平行，带有XY箭头的图标将被一个断铅笔表示，如图2-10所示。这个断铅笔图案并不是表示有错，而是提示使用点输入设备拾取空间点是不可靠的（即使目标捕捉方式已打开）。

除了XY箭头和断铅笔的形式外，当AutoCAD在图纸空间工作时，UCS图标呈现出三角形的形式，当AutoCAD处在透视方式时，图标看起来像一个三维的立方体。在某些视图方式下，图标也会变成三个彩色箭头。以后，当涉及到有关条目时，我们还将讨论这些图标。



用户坐标系有效
UCS图标位于原点
面对X-Y平面观察

图 2-9



观察方向与X-Y
平面平行

图 2-10

2.7 UCSICON命令

控制UCS图标的命令为UCSICON。该命令打开和关闭图标、控制图标是否位于坐标系原点。该命令不能设置UCS的位置。当图形屏幕被分成几个视口时（我们将在本章稍后提及），设置的UCS图标可随视口而变。该命令的命令行提示为：

Command: **UCSICON**

Enter an option [ON/OFF/All/Noorigin/ORigin] <ON>: (输入一个选项或回车)

2.7.1 ON选项

使UCS图标显示。选择该选项按回车键或输入ON。

2.7.2 OFF选项

关闭图标，使其不显示。至少必须输入OFF的前两个字母，以便AutoCAD与ON区分。

2.7.3 ALL选项

该选项使图标的修改作用于全部视口。当选择ALL时，AutoCAD出现下面的提示：

Enter an option [ON/OFF/All/Noorigin/ORigin] <ON>: (输入一个选项或回车)

这些选项的作用与主命令UCSICON的菜单相同。

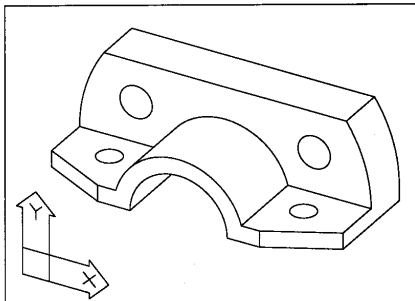
2.7.4 NOORIGIN选项

不管UCS原点的实际位置，强制图标在视口的左下角显示。

2.7.5 ORIGIN选项

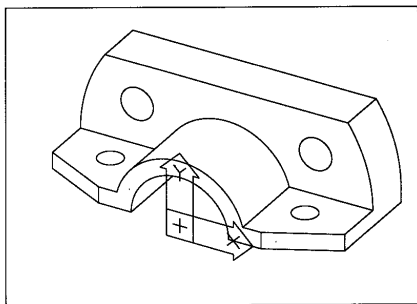
无论何时，总使图标位于 UCS 原点。如果原点不在视口里或者原点太靠边无法放置图标，则图标将在视口的左下角显示。

比较图 2-11 (Noorigin) 与图 2-12 (Origin) 两种选项的结果。



UCS 图标不在 UCS 原点

图 2-11



UCS 图标位于 UCS 原点

图 2-12

提示 在多数情况下，会将 UCS 图标放在 UCS 原点显示。然而，如果在原点附近操作且图标影响你的操作，此时可暂时关闭图标或选择 Noorigin 选项将图标从原点移开。

2.7.6 相关命令

1. UCS 命令

UCS 命令控制用户坐标系的位置和方向——不控制 UCS 图标。

2. UCSMAN 命令

该命令使你能够用对话框来设置 UCS 图标的参数。UCSMAN 命令将在本章稍后讨论。

2.7.7 相关系统变量

1. UCSICON

本系统变量保存当前视口的 UCS 图标设置。

2. TILEMODE

本系统变量控制 AutoCAD 是按模型空间方式还是按图纸空间方式操作。当 AutoCAD 位于图纸空间方式时，UCS 图标的形状像 $30^\circ \sim 60^\circ$ 的三角形。

图 2-13 为 UCSICON 命令的下拉菜单。

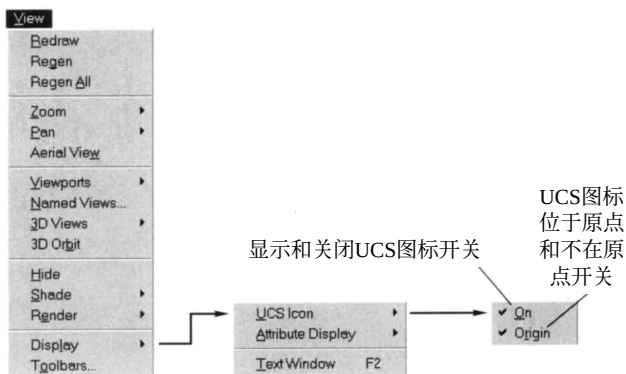


图 2-13

2.8 在三维空间确定方向的方式

在现实世界里，可以将对象定位在所需的几乎任何方向。例如，可以使一幢房子的前面直接面对东方、南方或它们之间的任一方位角。然而，引力和地球控制房子屋顶和地基的方

向。在AutoCAD的三维世界中，也可以将对象定位在所需的任何一个方向，而不必与引力或地球抗争。

然而，确定对象位置应与三维模型的方向一致，并遵循某些大家所接受的约定。其重要的原因是AutoCAD的三维命令、菜单和文件通常用主视、俯视和标高这样的术语。大多数设置视图方向的AutoCAD命令总是相对于WCS，其理由是显而易见的。如果你的模型没有注意按WCS设置，则很能容易变得无法确定方向。图 2-14表示了一个三维模型合适和不合适的方向设置例子。

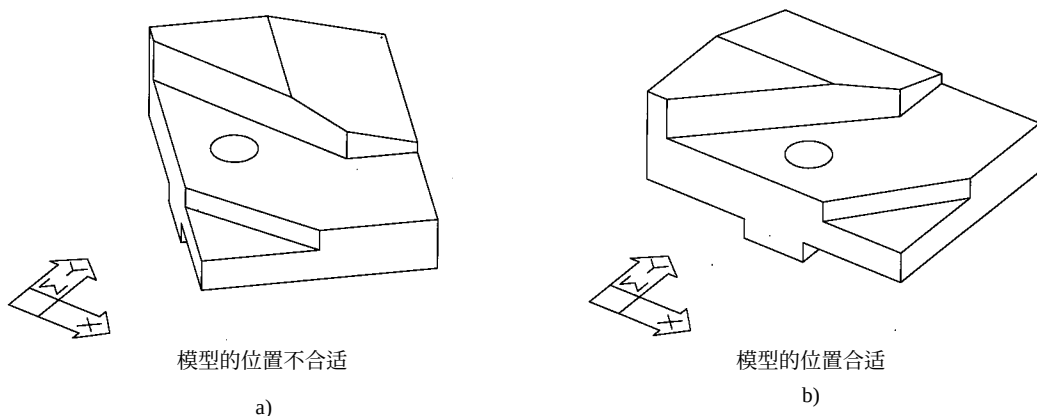


图 2-14

关于方位的约定是：

- 模型的定位应尽可能使其多个平面与 X、Y和Z轴平行。如果模型为圆柱体，决定其位置时应使其轴线与WCS的一根轴平行。
- 模型的顶部是从Z轴的正方向正对XY平面所看到的部分。换言之，向上是Z轴正向，向下是Z轴的负向。当以Z方向为参照时，AutoCAD常常用“elevation（标高）”这个词。
- 模型的前面是Y轴的正方向所看到的部分。
- 模型的右侧是从X轴的负方向所看到的侧面。

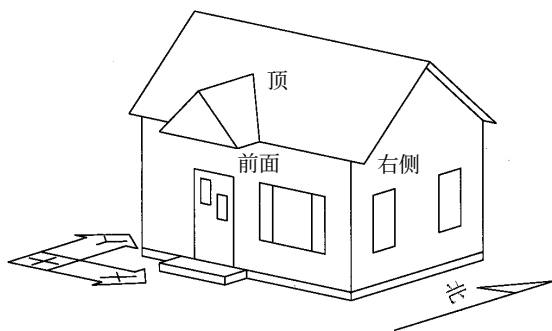


图 2-15

AutoCAD的菜单有时使用罗盘上的方向术语：北等于Y轴的正方向，南等于Y轴的负方向，东等于X轴的正方向，西等于X轴的负方向（参见图2-15）。

2.9 设置三维空间视点

用AutoCAD绘二维图形，事实上所做的任何事情总是正对着XY平面。然而，在三维造型中，需要视点的各种变化。有时需要观察模型的左边，另一些时候需要观察模型的前面，而在多数时间将在这样一个视点操作，该视点允许同时看到三个面。为了满足这一要求，

AutoCAD提供了一类从三维空间的任何方向设置视点的命令。

- VPOINT用来设置三维空间的常规视点。通常，习惯用命令行输入设置视点。
- PLAN用来设置与XY平面垂直的视点。
- VIEW用来恢复先前设置并命名和保存的视点。
- DVIEW用来设置三维空间的常规视点、透视视图和隐去三维模型一部分的裁剪平面视图。
- 三维ORBIT用来动态设置空间的常规视点。

本章将讨论VPOINT、PLAN和VIEW命令。由于DVIEW命令在表面造型中比在线框造型中更有用，因此，我们将在第4章中讨论。

正如本章稍后所见，AutoCAD具有将屏幕分成几个不同视口的能力，每一个视口用来观察从不同视点看到的模型。当存在多视口时，设置观察方向的所有命令只适用于正在操作的当前视口。

2.10 VPOINT命令

本命令设置当前视口的三维观察角度。即使当前正在使用用户坐标系（UCS），该视点也总是相对于世界坐标系（WCS）。如果正在使用用户坐标系，在用VPOINT命令时AutoCAD将转到世界坐标系。只是在系统变量Worldview设置为0时除外，此时将根据用户坐标系设置视点。VPOINTW命令的格式为：

Command: **VPOINT**

Current view direction: VIEWDIR=当前观察方向坐标

Specify a viewpoint or [Rotate] /<display compass and tripod>: (输入三个数、R或回车)

2.10.1 COORDINATES选项

视图的方向坐标，其坐标用由逗号分开的三个数值表示，分别代表从模型到视点方向的X、Y和Z坐标。当前视图的坐标在命令行显示，即使用“ROTATE（旋转）”或者“COMPASS（罗盘）”和“TRIPOD（三角架）”选项设置了最后视图方向时也是如此。由于该坐标代表一个方向而不是在空间中的一个点，因而三个坐标值彼此之间的关系都是很重要的，而与它们的量级无关。例如，如图2-16所示，坐标5.2654，-6.2751，5.7358在同一视图的结果与0.5265，-0.6275，0.5735是完全相同的。这些数值与图形缩放程度毫无关系。

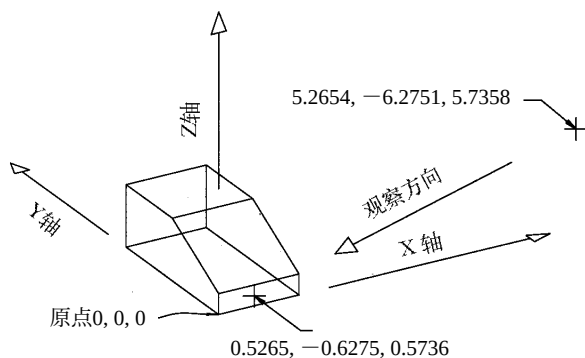


图 2-16

2.10.2 ROTATE选项

按R键选择Rotate 选项，出现如下提示：

Enter angle in XY plane from X axis <当前值>: (输入一个角度)

Enter angle from XY plane <当前值>: (输入一个角度)

虽然对于两次提示均可以用点方式输入，但是你可能更喜欢输入一个角度。第一个角度是在XY平面上相对于X轴水平计量的角度，而第二个的角度为相对于XY平面垂直计量的角度。由于按圆旋绕计量角度，因此输入 -45° 、 315° 和 675° 是完全相同的。已设置视点的角度作为缺省值，即使先前用“Coordinate”或者“COMPASS”和“TRIPOD”选项设置了视点也是如此。

图2-17所示视点的观察方向为：在XY平面为 -50° （顺时针）与XY平面夹角为 35° 。这两个特定旋转角度的观察方向与前例中输入坐标的观察方向完全等价。模型的观察结果如图2-18所示。

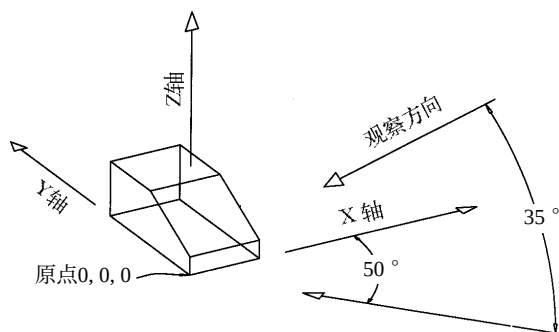


图 2-17

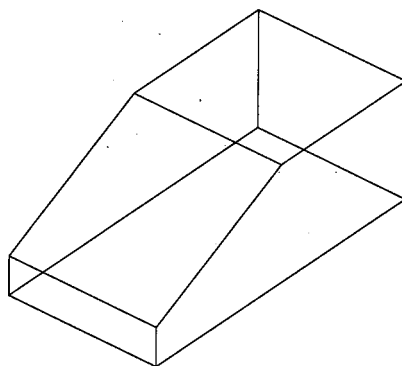


图 2-18

2.10.3 COMPASS 和 TRIPOD 选项

当用回车键响应VPOINT命令最初的提示时，屏幕切换为图2-19所示的屏幕显示。屏幕中的一个图标表示坐标系统的X、Y和Z轴，在屏幕右上角的另一个图标由一个圆和一个较小的内圆组成，两个圆被分成四个象限。还有一个小十字光标，可以用点输入设备在附近移动。图中也显示UCS图标，但是在设置视点时该图标是静态的而且不起作用。AutoCAD称该屏幕为“罗盘”和视点“三角架”显示。通过移动罗盘（同心圆）内的十字光标设置视点，如图2-20所示。

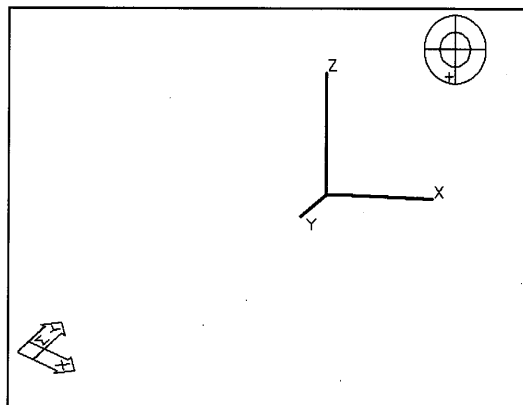


图 2-19

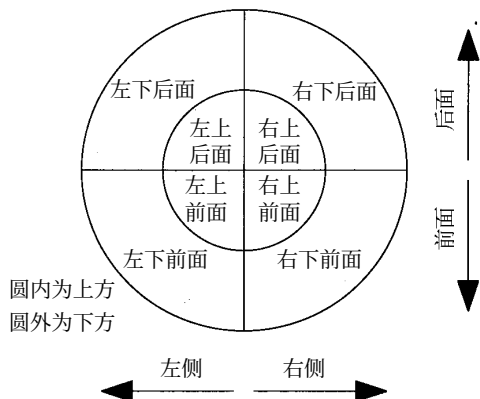


图 2-20

当十字光标来回移动时，表示轴的三角架在空间转动以指示相应的视点。当位于期望的视点时，按点输入设备的拾取键结束命令并返回 AutoCAD 的编辑屏幕。

提示 用COMPASS和TRIPOD设置精确的视点是可能的。从而，发现VPOINT命令的该选项与其他两个选项几乎同样有用是不能的。

VPOINT命令的Coordinate选项对于设置显示一个模型俯视、主视和左视等主要方向的精确视点是特别方便的。也可以使用旋转角度选项，但用其来设置视点需要的输入数据要稍多一些。表 2-1列出了设置六个标准正投影视图的视点坐标和相应的视点旋转角度。

表2-1 正投影图视点的坐标和角度

视 图	旋转角度		
	X, Y, Z坐标	相对于X轴	相对于XY平面
平面（俯视）	0,0,1	270°	90°
主视	0,-1,0	270°	0°
后视	0,1,0	90°	0°
右视	1,0,0	0°	0°
左视	-1,0,0	180°	0°
仰视	0,0,-1	270°	-90°

设置等轴测视点（其水平方向的角度倾斜30°）既可以用坐标也可以用旋转角度，如表 2-2所示。虽然这些视点给出的视图似乎与 AutoCAD示意性的三维等轴测捕捉方式相同，但是，在三维空间操作时并不需要使用等轴测椭圆来作圆和圆弧，或使用 ISOPLANE命令。

表2-2 标准等轴测视图的视点坐标和角度

视 图	旋转角度		
	X, Y, Z坐标	相对于X轴	相对于XY平面
右上前面	1,-1,1	315°	35.2644°
左上前面	-1,-1,1	225°	35.2644°
右上后面	1,1,1	45°	35.2644°
左上后面	-1,1,1	135°	35.2644°
右下前面	1,-1,-1	315°	-35.2644°
左下前面	-1,-1,-1	225°	-35.2644°
右下后面	1,1,-1	45°	-35.2644°
左下后面	-1,1,-1	135°	-35.2644°

在AutoCAD2000中，“View/3D View”下拉菜单项和“View”工具条使用VIEW命令，而不是使用VPOINT命令来设置正投影视图和等轴测的视点。结果，UCS有时将自动调节使之与视点相匹配。VIEW命令与视点的关系将在本章稍后讨论。

虽然AutoCAD有很多设置正投影视图的工具，但是，在构建三维模型时，这些视图并非是一个好的选择。正投影视图使人感觉不到深度，图中的对象会堆叠在另一个对象的上面，影响了对象的可视性和目标的选择。精确的等轴测图有时也很难操作，特别是当模型具有正方形截面时，如图2-21所示。

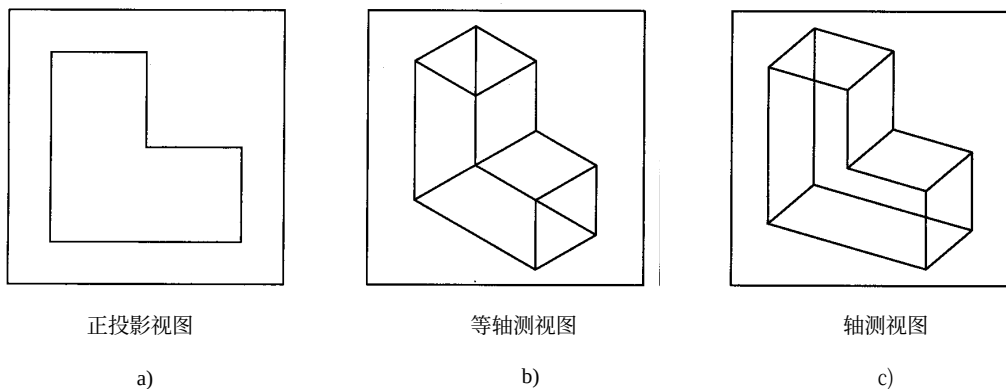


图 2-21

2.10.4 相关命令

1. 3DORBIT命令

三维ORBIT动态设置三维空间的一般视点。此外，某些命令与三维 ORBIT命令联合允许按设置的视点使用三维表面和实体模型的着色图像。

2. PLAN命令

PLAN命令设置正对XY平面观察的视点。该命令与VPOINT命令的坐标为0, 0, 1类似。

3. DVIEW命令

DVIEW是VPOINT形式的增强但更复杂的命令。DVIEW命令能够设置的视图使远处的对象看起来比前景对象小（透视图），能够设置具有一面不可见的墙（裁剪平面）以隐藏三维模型的一部分这样的视图，以及设置类似于VPOINT命令设置的视点。

4. VIEW

VIEW用于保存和恢复视图。三维视点也可能保存。在 AutoCAD2000中，VIEW已预设了正投影的 6个视图和俯视XY平面的四个等轴测视图。

2.10.5 相关系统变量

1. VIEWDIR系统变量

本系统变量保存视点的X、Y、Z坐标。

2. TARGET系统变量

本系统变量保存 AutoCAD用来设置视图方向的基点坐标。观察方向是从 VIEWDIR保存的点到目标点（TARGET保存的点）。由于VPOINT命令设置一个观察方向而不是在空间的一个点，因而目标点的实际位置是无关紧要的。

3. WORLDVIEW系统变量

当系统变量WORLDVIEW设置为缺省值1时，执行VPOINT命令输入的角度和视图方向坐标采用WCS。如果UCS起作用，在执行VPOINT命令时 AutoCAD暂时转换到WCS。当系统变量WORLDVIEW的值设置为0时，AutoCAD并不转换为WCS设置视点。

2.10.6 练习：输入三维点和使用VPOINT

在本练习中将使用WCS知识和VPOINT命令来构造一个如图2-22所示的模型。构建该模型将示范如何输入三维点以及如何设置三维视点。

用AutoCAD标准模板或样图开始作一幅新图。除了坐标系的图标位于屏幕的左下角外，开始作图时绘图区是空白的。正如用右手定则判断的那样，Z轴从屏幕往外正对着你。因而，视点具有 0,0,1 的方向坐标。

打开栅格开关，使用 1:1 的间距；打开捕捉方式，使用 1 单位的设置；并关闭所有的目标捕捉。可能需要稍向上和向右移动以便易于在 X 和 Y 轴上作图。现在，根据图 2-22 的尺寸作线框的底部（由直线构成的矩形）：

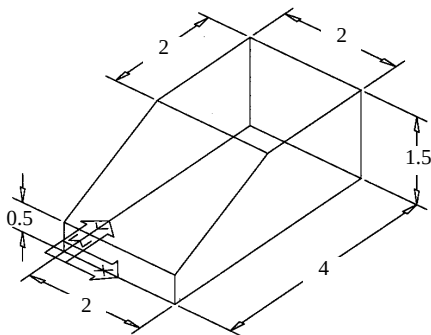


图 2-22

Command: **LINE** (回车)

Specify first point: (用定点设备拾取或用键盘输入 0,0)

Specify next point or [Undo]: (拾取或键入 2,0)

Specify next point or [Undo]: (拾取或键入 2,4)

Specify next point or [Close/Undo]: (拾取或键入 0,4)

Specify next point or [Close/Undo]: **C** (回车)

虽然作该矩形并不涉及三维空间，但是说明了重要的两点：

- 只要点在绘图平面，就可以用定点设备定点。
- 无论何时，只要输入两个坐标值，AutoCAD 设置 Z 坐标为 0。

下面，作线框顶部的矩形部分。由于不在 XY 平面上，矩形的四个顶点都必须输入三个坐标：

Command: **LINE** (回车)

Specify first point: **0,2,1.5** (回车)

Specify next point or [Undo]: **2,2,1.5** (回车)

Specify next point or [Undo]: **2,4,1.5** (回车)

Specify next point or [Close/Undo]: **0,4,1.5** (回车)

Specify next point or [Close/Undo]: **C** (回车)

在第一个点确定为 0,2,1.5 后，可以用另一种方法输入其余的三个坐标。这种须使用二维相对坐标，如第二点 @2,0。一旦已设置标高，AutoCAD 对于二维的相对坐标输入总是保持在这一高度。

所作的图形并不像是刚画的四条线，这是因为其中三条线正好在底部线条的上面。因而，使用 VPOINT 命令的旋转选项转换视点，这能更好地看到已作的图形：

Command: **VPOINT** (回车)

Current view direction: VIEWDIR=0.0000,0.0000,1.0000

Specify a view point or [Rotate] <display compass and tripod>: **R** (回车)

Enter angle in XY plane from X axis <270>: **-50** (或 310) (回车)

Enter angle from XY plane <90>: **35** (回车)

虽然可能需要用 ZOOM 命令调整视图，但其结果总与图 2-23 类似。每次用 VPOINT 命令改变视图方向时，AutoCAD 将改变图形的缩放程度。通常，AutoCAD 按模型完全充满整个屏幕进行缩放，等价于 ZOOM 命令的 E 选项。这样，在使用 VPOINT 命令后，一般会立即执行 ZOOM 或 SCALE。

从该视点观察，最后作的四条线与先作的四条线出现重叠。实际上它们是在不同的平面，但是并不明显。这是由于二维的计算机屏幕缺少深度感觉的原因，这也是在三维空间操作总会遇到的问题之一。将这个模型想象为两个在不同平面的矩形还是很容易的，但是对于复杂的模型却不会这样容易。

在线框中表示前部垂直面顶端的单线能够用几种方法作出。方法之一是将已作的线进行复制，其Z方向的位移为0.5单位。

Command: **COPY** (回车)

Select objects: (选择在X轴上，长度为2单位的线)

Specify base point or displacement, or [Multiple]: **0,0,.5** (回车)

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>: (回车)

现在作的线框模型如图2-24所示。

由于线框的所有点均已确定，作出其余6条线的最容易方法是用端点捕捉。因而，设置端点捕捉方式，作出图2-25虚线所示的连线，这就完成了线框模型的构建。将完成的模型与文件3d_p2_01.dwg中的图形进行比较。

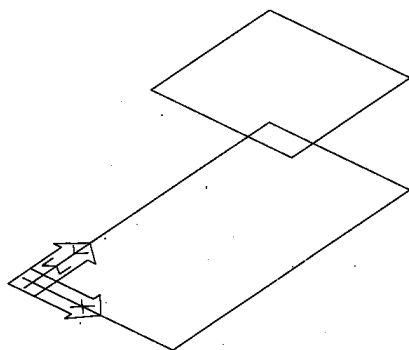


图 2-23

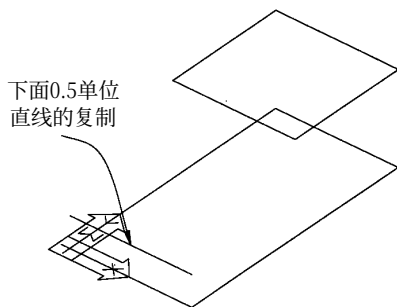


图 2-24

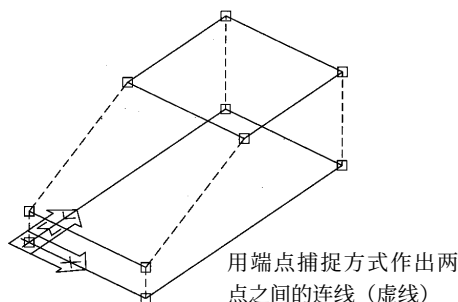


图 2-25

现在，用VPOINT命令从四个不同的视图方向观察刚作完的线框模型：

- 1) 0, -1, 0 观察前面。
- 2) 1, 0, 0 观察右侧。
- 3) 1, 1, 1 俯视顶面、后面和右侧。
- 4) 相对于X轴旋转120°，相对于XY平面旋转60°；观察模型的顶面、后面和左侧。

结果，视图如图2-26所示。

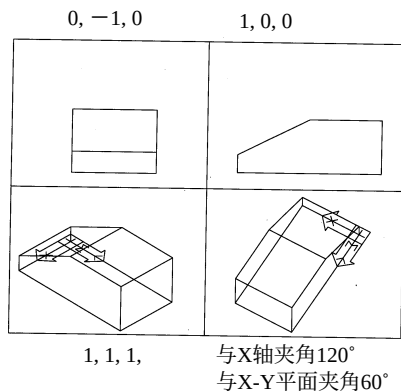


图 2-26

2.11 PLAN命令

PLAN命令设置当前视口的视点为从 Z轴正方向

正对XY平面。命令格式为：

Command: **PLAN**

Enter an option [Current ucs/Ucs/World] <Current>: (输入一个选项或回车)

所有三个选项与ZOOM命令的“E”选项相同。

2.11.1 CURRENT UCS选项

缺省选项，输入C或回车选择。设置相对于CURRENT UCS（当前用户坐标系）的平面视图。如果没有使用UCS，该选项与VPOINT命令坐标为0, 0, 1的观察方向相同。

2.11.2 UCS选项

设置相对于一个已命名的用户坐标系的观察平面（在本章稍后将全面说明命名用户坐标系）。AutoCAD将出现下面的提示：

Enter name of UCS or [?]: (输入UCS名或?)

• name of UCS

输入UCS系统的名字

• ?

输入?列出已命名的坐标系清单。

2.11.3 WORLD选项

设置相对于WCS的观察平面。该选项的结果与VPOINT命令坐标为0, 0, 1的观察方向相同。

图2-27说明了PLAN命令的CURRENT UCS和WORLD选项之间的差异。

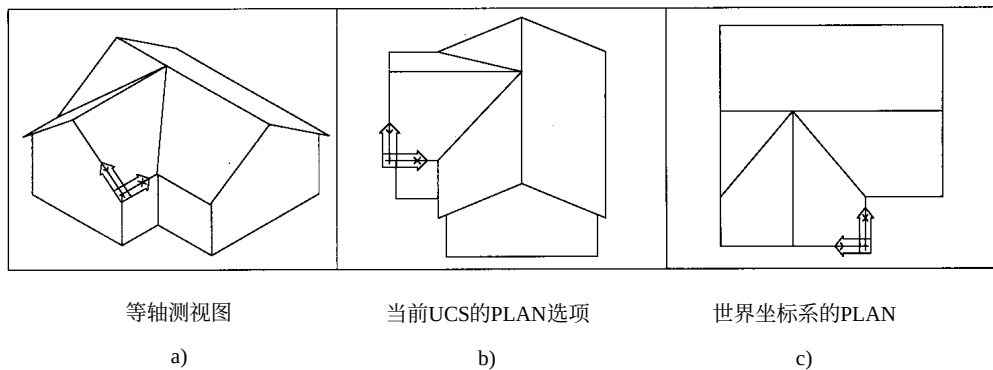


图 2-27

提示 从等轴测视点观察三维模型通常更形象，但是，有时需要正对绘图平面观察。设置这样的平面用PLAN命令比用VPOINT命令更方便。

2.11.4 相关命令

1. VPOINT命令

VPOINT命令设置三维空间的常规视点。

2. DDVPOINT命令

DDVPOINT用对话框设置三维空间的常规视点，包括平面视图。

2.11.5 相关系统变量

无。

2.11.6 应用实例

PLAN命令的应用实例采用了与前面练习类似的线框模型。如图 2-28a所示, UCS变换为: 其XY平面位于WCS的YZ平面上, 视点相对于WCS的X轴 45° , 相对于WCS的XY平面 30° 。

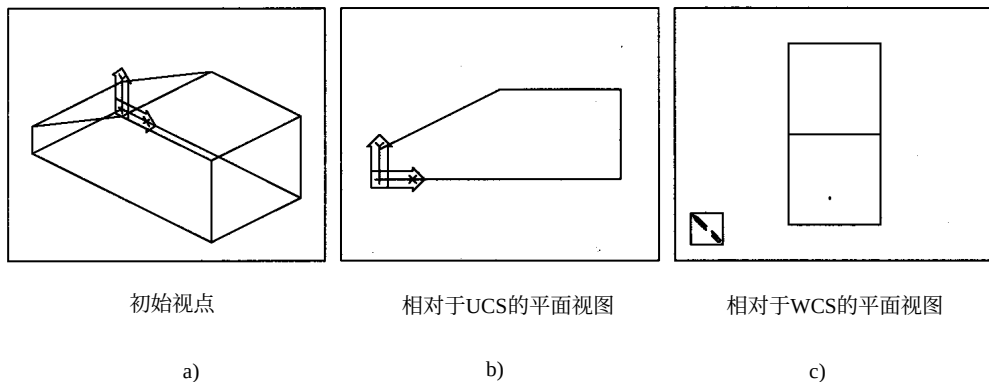


图 2-28

下面的命令行输入设置相对于UCS的平面视图, 如图2-28b所示:

Command: **PLAN** (回车)

Enter an option [Current ucs/Ucs/World] <Current>: (回车)

设置相对于WCS的平视图, 用下面的命令行输入, 如图 2-28c所示:

Command: **PLAN** (回车)

Enter an option [Current ucs/Ucs/World] <Current>: **W** (回车)

2.12 DDVPOINT命令

DDVPOINT命令是VPOINT命令的ROTATE (旋转) 选项的对话框形式, 并组合了PLAN命令。其对话框如图 2-29所示。该命令也可用下拉菜单调用: 选菜单View的3D Views项, 再选Viewpoint Presets项。在命令行中键入DDVPOINT也可显示对话框。

设置观察角度(Set Viewing Angles):

- 相对于WCS(Absolute to WCS) 设置相对于世界坐标系的观察方向。
- 相对于UCS(Relative to UCS) 设置相对于当前用户坐标系的观察方向。

与(From):

- X轴(X Axis) 在XY平面上与X轴的角

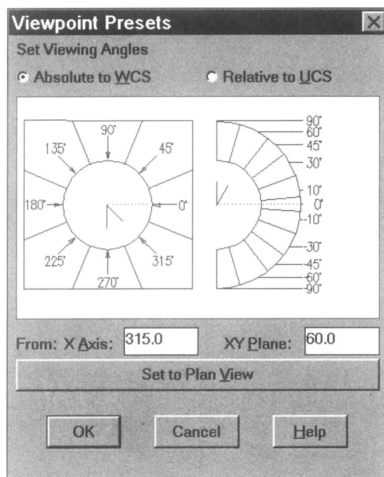


图 2-29

度。可以输入角度或使用左边的图像。

- XY平面(XY Plane) 与XY平面的垂直角度。可以输入角度或使用右边的图像。

在每个图像中红色指针（点线）指示当前角度，黑色指针（实线）指示新的角度。如果在图像标志外拾取，将捕捉刻度线上的角度值。虽然用点取的方法设置一个精确的观察角度是困难的，但是可在图像标志内拾取设置刻度线间所示的观察角度。在图像下面的角度编辑框显示选择的角度的。

设为平面视图 (Set to Plan View):

该按钮将设置相对于坐标系（设置观察角度时所选择的坐标系）的平面视图。

2.13 3DORBIT命令

3DORBIT命令允许用点输入设备动态地实时设置视点。执行 3DORBIT命令时，UCS的图标将从平面的 X和Y轴形式改变为三个圆柱形箭头的坐标轴，屏幕光标将变为后面简述的四种形式之一，在当前视口中心将出现一个大圆（如图 2-30）所示。AutoCAD称该大圆为轨迹圆（arcball）。如果 AutoCAD的栅格打开，在 XY平面上的栅格点阵将改变为栅格线。

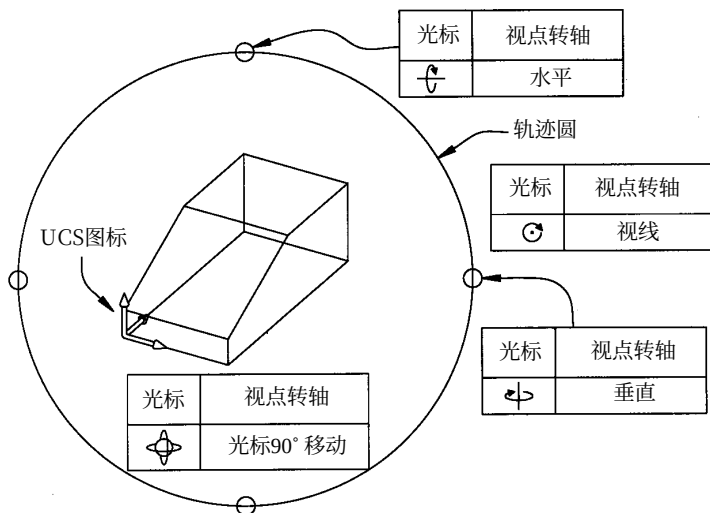


图 2-30

3DORBIT命令通过转动一轴附近的视线来设置视点，靠压住点输入设备的拾取按钮并移动屏幕光标，可以转动这条视线。当视点达到要求时，松开拾取按钮设置该视点。视点绕轴转动的角度以及屏幕光标的外观取决于压住拾取键时光标的位置。

- 当光标在轨迹圆内，如果压住拾取键，屏幕光标的外观将变成绕水平圆转动的球，视点的旋转轴将垂直于光标的运动。例如，如果以正好 45 的角向上或向下拖动光标，视点将绕相对于视口的水平面 135 ° 的轴旋转。
- 当光标在轨迹圆外压住拾取键，屏幕光标将变成一个点周围为一个圆弧形的箭头，视点的旋转轴为视线。
- 当光标在轨迹圆内顶部或下面的小圆内压住拾取键，屏幕光标将变成一条作为圆弧形

箭头轴线的水平线。视点的旋转轴平行于视口的水平面。

- 当光标在轨迹圆四分点的左侧和右侧的小圆内压住拾取键，屏幕光标将变成一条垂直线，周围为一个圆弧形箭头环绕。视点的旋转轴平行于视口的铅垂面。

3DORBIT有一个执行命令及有关视图和观察选项的快捷菜单（单击右键）。用于线框模型的菜单项有：

Exit 退出三维ORBIT命令。也可按回车或ESC键退出。

Pan 执行平移操作。压住点输入设备的拾取按钮，拖动屏幕光标重新确定三维模型在视口内的位置，松开按钮设置位置。

Zoom 执行实时缩放操作。压住点输入设备的拾取按钮，向上拖动光标放大图形或向下拖动光标缩小图形的尺寸。

Orbit 在执行完菜单操作（如PAN或ZOOM）后返回3DORBIT命令状态。

Reset View 恢复3DORBIT命令开始时的视点、缩放程度和图形位置。

Preset View 设置六种正投影视图之一，或者在往下看XY平面的四种等轴测图之一。

该菜单的其他菜单项多用于实体和表面模型而不是线框模型，第4章将讨论这些菜单项。

提示 当首次使用3DORBIT命令时，为了避免视点歪斜在容易混淆的角度，会发现只是转动由轨迹圆四分点上小圆中定义的轴是最佳的使用方法。例如，能够从轨迹圆右边和左边上的小圆之一开始相对于X轴转动视点，然后，从轨迹圆上边和下边上的小圆之一开始相对于XY平面转动视点。

2.13.1 相关命令

1. 3DCORBIT命令

三维CORBIT执行视点的连续转动。屏幕光标将变为一个小圆，环绕两个圆弧形引线。压住点输入设置的拾取按钮开始转动，按任意方向拖动光标，然后松开拾取按钮。拖动光标的速度就是设置视点旋转的速度。单击拾取按钮结束转动，回车或按ESC键退出命令。

2. 3DSWIVEL命令

在设置动态视点中，可以想象为正在通过相机的取景器观察三维模型。当使用3DORBIT命令时，相机总是直接对着使其在三维空间运动的模型，以寻找一个合适的视点。另一方面，当使用3DSWIVEL命令时，相机保持在一点，绕该点转动。因而，当向左移动相机时在取景器中模型将向右移。当向下移动相机时，在取景器中模型将向上移。

2.13.2 相关系统变量

COMPASS系统变量

本系统变量的取值为0或1。其值为1时，将在3DORBIT的轨迹圆内显示三组短划线，每一组排列为一个圆，其平面与其他两组垂直。圆的平面分别代表XY、ZX和YZ平面。这个罗盘如图2-31所示。

AutoCAD设置视点的菜单如图2-32所示。在图中，没有给出设置正投影和等轴测视图视点的菜单选项，因为在AutoCAD 2000中用VIEW命令而不是用VPOINT命令来设置这些视点。

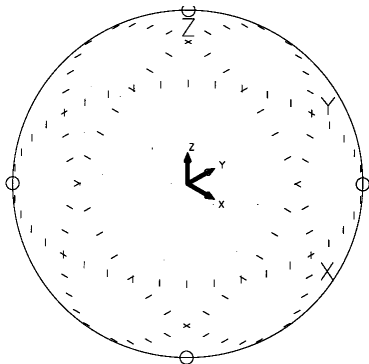


图 2-31

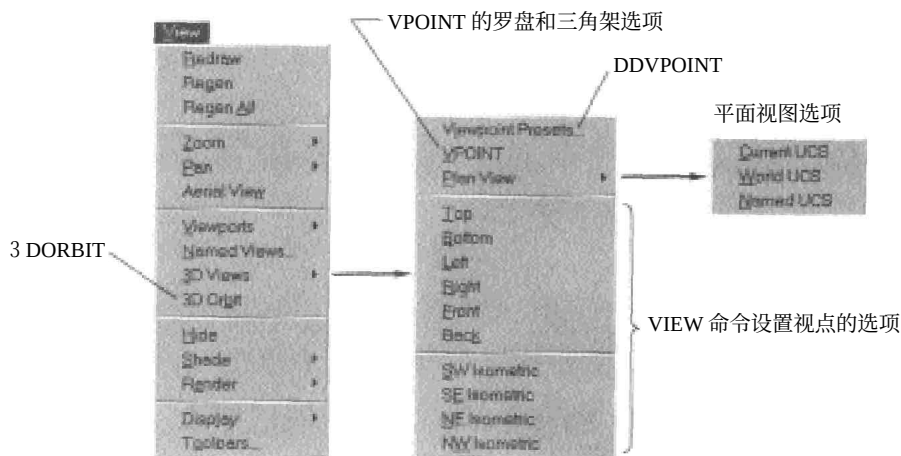


图 2-32

2.14 用户坐标系

在三维空间中，除了目标捕捉方式外指定点是很不方便的，这是由于定点设备被限制在一个平面上。为了提高作图效率，必须采用某些方法来方便和准确地确定点的位置。早期的 AutoCAD 版本只能相对于 WCS 的 XY 平面使 XY 平面向上或向下平移（用 ELEV 命令）。在 R10 中，AutoCAD 通过引入了局部坐标系（称为用户坐标系，UCS），使坐标系能相对于 WCS 移动和转动。尽管点输入设备仍然限制在 XY 平面，但是 XY 平面本身的方位不受限制。

在使用 UCS 坐标时 WCS 从视线中消失，这样所有的点和方向都是相对于当前的 UCS。只是当在设置视点时 WCS 才出现。通常，只要执行 VPOINT 命令，AutoCAD 将根据 WCS（暂时恢复 WCS）设置观察方向。当然，可以通过用设置系统变量 WORLDVIEW 的值来改变该特性。

2.15 ELEV 命令

ELEV 命令早期的企图是使 AutoCAD 突破 XY 平面的局限。这是一个现在已过时但仍存在的命令。该命令提供两个互相独立的功能：一是使绘图平面沿 Z 方向上或向下平移，以致于能够使用点输入设备在与 XY 平面平行的平面上作图。第二个功能是给予对象厚度或高度。由于线框对象的厚度反映在 Z 方向为挤出或拉伸，因而具有这样特性的厚度称为挤出厚度。因为厚度的作用更像一个表面，所以我们将第 4 章所论述的表面造型中更为全面的解释。ELEV 命令的格式为：

Command: **ELEV**

Specify a new default elevation <0.0000>: (输入距离)

Specify a new default thickness <0.0000>: (输入距离)

2.15.1 新的当前标高

输入绘图平面新的标高值。正数表示往 Z 轴正方向平移绘图平面（向上），而负数为沿 Z 轴负向平移绘图平面（向下）。AutoCAD 的栅格（如果打开的话）随着标高的改变而变化，在状

态栏的Z坐标表示新的标高。然而，UCS图示则不会移动。

2.15.2 厚度

输入新的厚度值。该选项与标高无关。接受厚度的所有实体将使用该值。在第4章中我们将讨论厚度。

提示 管理绘图平面的工作UCS命令做得更好，应该用UCS命令而不是ELEV命令。此外，AutoCAD几乎没有内置指示器用来显示已移出XY平面的绘图平面，使得容易出现作图平面偏移你想作图的平面这类错误。

2.15.3 相关命令

1. UCS 命令

本命令提供对绘图平面方位的全面控制。

2. CHANGE命令

CHANGE允许更改已有实体的标高和厚度。

3. CHPROP命令

CHPROP允许更改已有实体的厚度，但不能修改标高。

4. PROPERTY命令

ROPERTY可更改已有对象的厚度，但不能修改其标高。

2.15.4 相关系统变量

1. ELEVATION系统变量

本变量保存当前绘图平面与XY平面的偏移量。

2. THICKNESS系统变量

本变量保存对象当前的挤出厚度。

2.15.5 应用实例

线框模型上部 2×2 的矩形能够用ELEV命令绘出。在完成底部大矩形后（在XY平面上），用下列命令行输入将绘图平面沿Z轴方向提高1.5单位。

Command: **ELEV** (回车)

Specify new default elevation <0.0000>: **1.5** (回车)

Specify new default thickness <0.0000>: (回车接受缺省值)

下面，设置AutoCAD的栅格捕捉为1；然后用点输入设备确定点，作出图2-33所示线框的上部。

Command: **LINE** (回车)

Specify first point: (用点输入设备选取点0,2)

Specify next point or [Undo]: (用点输入设备选取点2,2)

Specify next point or [Close/Undo]: (用点输入设备选取点2,4)

Specify next point or [Close/Undo]: (用点输入设备选取点0,4)

Specify next point or [Close/Undo]: **C** (回车)

作出该矩形后，通过改变系统变量Elevation之值而不是使用ELEV命令，使绘图平面回到XY平面。命令行输入为：

Command: **ELEVATION** (回车)

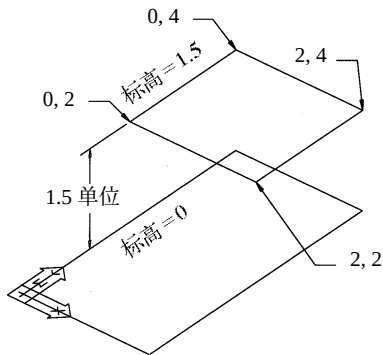


图 2-33

Specify new value for **ELEVATION** <1.5000>: 0 (回车)

2.16 UCS命令

UCS为管理用户坐标系(UCS)的命令。由于这种可移动的坐标系允许采用二维绘图技术创建三维模型,因此UCS命令是最常用的命令之一。UCS的命令行格式为:

Command: UCS

Current ucs name: *NO NAME*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: (输入选项或回车)

在AutoCAD 2000 中,每个视口(将在本章稍后讨论视口)可以具有一个不同的坐标系,而UCS命令作用于当前视口。请注意,AutoCAD在提示输入新的UCS之前,在命令行中显示当前UCS的名称。对于所有的命令行选项,可以键入选项的全名或只键入选项名的大写字母。

2.16.1 NEW选项

选择New选项,出现下列命令行提示:

Specify origin of new UCS or [ZAxis/3point/ObJect/FaCe/View/X/Y/Z] <0,0,0>: (输入选项或回车)

1. Origin选项

为缺省选项。该选项移动UCS的原点,但不改变当前X、Y和Z轴的方向,如图2-34所示。直接回车UCS不变。选择一个新原点可以使用AutoCAD的任何一种标准方法,包括点输入、目标捕捉和输入坐标。所有的输入都是相对于当前的UCS。

2. Zaxis选项

坐标系移动到原点,确定UCS相对于Z轴的方向。选择该选项后,提示为:

Specify new origin point <0,0,0>: (输入一点或回车)

Specify point on positive portion of Z-axis <当前值>: (输入一点)

两次输入的点都可以使用AutoCAD任何一种标准定点方法输入。UCS的XY平面定位在所选的第一个点上,并垂直于从第一点到第二点的连线,如图2-35所示。其X轴将垂直于WCS的XY平面。

3. 3point选项

坐标系移动到原点,确定UCS相对于X和Y轴的方向。选择该选项后,提示为:

Specify new origin point <0,0,0>: (输入一点或回车)

Specify point on positive portion of the X-axis <当前值>: (输入一点)

Specify point on positive-Y portion of the UCS XY plane <当前值>: (输入一点)

定义平面的三个点都可以使用AutoCAD任何一种标准定点方法输入。第一点设置平面的原点,而第二点确定X轴相对于该原点的方向;第三点确定XY平面在空间的位置;最后一点不能位于Y轴上,可位于不在前两点间的任何一处;参见图2-36实例。

4. ObJect选项

坐标系移动到一个对象上,根据对象确定坐标系位置。选择该选项后,提示为:

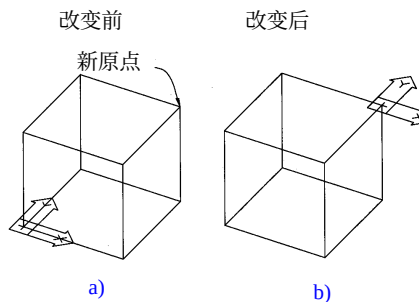


图 2-34

Select object to align UCS: (选择对象)

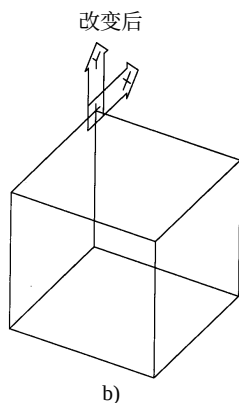
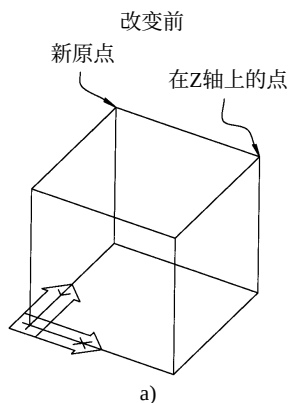


图 2-35

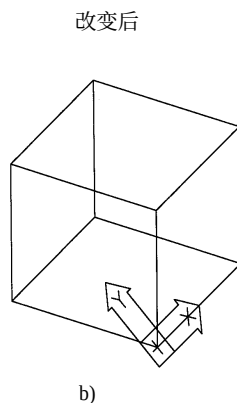
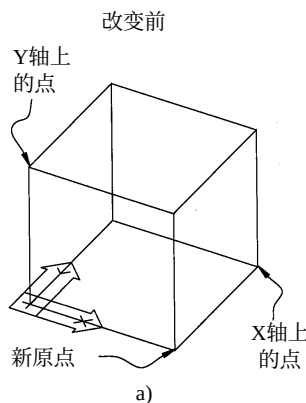


图 2-36

必须通过在对象上拾取一个点来选择。可以选择除了三维实体表面 (3D solid)、三维多段线(3D polyline)、三维多边形网格 (3D mesh)、样条曲线(spline)、视口(viewport)、多线(mline)、面域(region)、椭圆(ellipse)、射线(ray)、构造线(xline)、引线(leader)和多行(mtext)文字外的任何类型的对象。

Z轴的方向将与所选对象的挤出方向相同，而坐标原点的位置取决于所选对象的类型。X轴和Y轴的方向也取决于对象选择点的位置。表 2-3列出了选择某些普通对象时，UCS的原点和方向。

表2-3 UCS原点和方向

对象类型	原点位置	UCS方向
圆弧(Arc)	弧的圆心	X轴通过离拾取点最近的端点
圆(Circle)	圆心	X轴指向拾取点
线(Line)	线上离拾取点最近的端点	线位于新的UCS的XY平面，线上另一个端点在新的UCS中的Y坐标为0
二维多段线(Polyline)	多段线起点	X轴指向下一个顶点
三维面(3D Face)	三维面的起点	XY平面位于三维面所在的平面，X轴指向第二个点，Y轴指向第三或第四点
文字(Text)和块(Blocks)	插入点	X轴沿对象的0°方向

在R13 以前的版本中，该选项命名为 Entity，在AutoCAD 2000中仍接受这个名字，或者只输入字母E。

5. Face选项

将UCS定位于三维实体表面 (3D solid) 的平面上。选择该选项后，提示为：

Select face of solid object: (选择三维实体表面)

可以通过拾取边上的点或者表面上的点来选择一个面。选中面的边将高亮显示，UCS将定位在该面上。其原点位于面上离所选点最近的角上，X轴位于离所选点最近的边上，如图 2-37所示。如果没有直边，UCS原点将在三维实体表面的周界上。

选择三维实体表面后，AutoCAD的提示为：

Enter an option [Next/Xflip/Yflip] <accept>: (输入一个选项或回车)

当选择Next选项时，UCS将移到下一个合适的表面。选择 Xflip和Yflip选项，可以使UCS的平面绕X或Y轴旋转180°。

6. View

UCS的定位为：XY平面垂直于当前视图方向，X轴平行于视口的底部，Y轴为铅垂方向。Z轴指向屏幕外的观察者。UCS的原点不变。选择该选项后没有后续提示。

7. X/Y/Z

选择这三个选项的每一个均使UCS沿指定的轴旋转。提示为：

Specify rotation angle about N axis <90>: (输入角度)

提示中的N表示最初选择的轴，为X，Y或Z中的任一个。角度可直接输入或用点选确定，轴的转动方向根据右手定则。选择该选项后没有后续提示。用一种非常容易的方法形象地表示转动方向：假想用你的右手握住想要UCS转动的轴，其拇指从原点向外（如图2-38所示），则轴的转动方向为其余手指弯曲的方向。

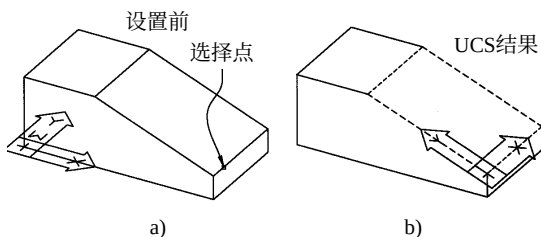


图 2-37

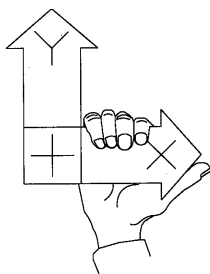


图 2-38

2.16.2 MOVE选项

本选项（UCS主选项）用来移动由orthoGraphic选项生成的UCS坐标原点。选择该选项后，提示为：

Specify new origin point or [Zdepth]<0,0,0>: (输入一点或Z，或回车)

如果输入一点，UCS的原点就将移到该点。选Zdepth(Z方向深度)选项使UCS原点沿Z轴相对于当前XY平面向上或向下移动。选择该选项后，提示输入距离值。正值使原点沿Z轴正方向移动，而负值使原点沿Z轴负方向移动。

2.16.3 ORTHOGRAPHIC选项

本选项转动UCS的XY平面，使新的坐标系与基本坐标系的XY、ZX或YZ平面平行。选择该选项后的提示为：

Enter an option [Top/Bottom/Front/Back/Left/Right]<Top>: (输入选项或回车)

Top和Bottom选择使UCS的XY平面位于基本坐标系的XY平面上，Front和Back选项使UCS的XY平面位于基本坐标系的ZX平面上，Left和Right选项使UCS的XY平面位于基本坐标系的YZ平面上。Top、Front和Right选项按基本坐标系的Z轴正方向确定UCS的Z轴，而Bottom、Back和Left选项按基本坐标系的Z轴负方向确定UCS的Z轴。参见图2-39六个正投影用户坐标系实例。

基本坐标系是保存在系统变量Ucsbase中的一个坐标系。在缺省状态，WCS是基本坐标系，但是，也能够将先前已保存的任一UCS的名字存入Ucsbase中。

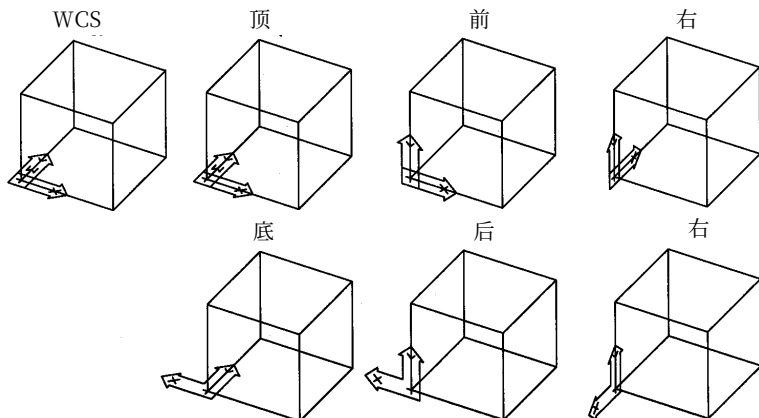


图 2-39

2.16.4 PREV选项

使UCS恢复为前一个坐标系的位置和方向。本选项能够重复逐次恢复最近 10个UCS设置。

2.16.5 RESTORE选项

改变UCS为先前已保存的UCS设置的位置和方向。选择该选项后的提示为：

Enter name of UCS to restore or [?]: (输入 ? 号或 UCS 的名称)

问号选项用来列出已命名的用户坐标系清单。选择该选项后的提示为：

Enter UCS name(s) to list <*>: (输入 UCS 名称清单或回车)

可以用通配符 (如 ? 和 *) 显示 UCS 名称的过滤清单或者回车。

2.16.6 SAVE选项

按指定名称保存当前 UCS 的配置。选择该选项后的提示为：

Enter name to save current UCS or [?]: (输入一个 ? 或名称)

UCS 的命令规则与层、视图和其他 AutoCAD 对象完全相同。

选择问号选项后的提示为：

Enter UCS name(s) to list <*>: (输入 UCS 名称清单或回车)

回车列出先前保存的 UCS 名称清单，或用通配符显示 UCS 名称的过滤清单。

2.16.7 DEL选项

删除一个保存的坐标系。选择该选项后的提示为：

Enter UCS name(s) to delete <none>: (输入 UCS 名称清单)

可以输入需要的多个名称和用通配符删除几个已命名的用户坐标系，甚至当前坐标系。

2.16.8 APPLY选项

本选项将用户坐标系从一个视口复制到另一个视口。选择该选项后的提示为：

Pick viewport to apply current UCS or [All]<current>: (选择一个视口，输入 A 或回车)

被复制的 UCS 是开始执行 UCS 命令时当前视口的用户坐标系。如果选择 ALL 选项，当前视口的 UCS 将应用于所有视口。如果选择一个视口，初始视口的 UCS 将应用于你按回车键时的视口。

2.16.9 ?选项

问号选项用来列出已保存的用户坐标系清单，显示其原点和相对于当前 UCS 的和各坐标轴方向。选择该选项后的提示为：

Enter UCS name(s) to list <*>: (输入UCS名称清单或回车)

回车列出所有保存的UCS名称清单，或用通配符显示UCS名称的过滤清单。

2.16.10 WORLD选项

在UCS命令主选项提示后输入W或直接回车选择本选项，恢复世界坐标系。

提示 当着手一个三维模型或正准备对模型的一个截面进行操作时，无论有否实体存在，UCS命令的Origin、ZAxis、X、Y和Z选项都是特别有用的。

随着建模的进行，在需要设置相对于现有实体的 UCS 时，经常会用到UCS命令的Origin、Zaxis和3point选项.目标捕捉方式能使UCS精确定位。

在UCS绕X、Y或Z旋转时，虽然并不一定非要使用负的角度值，但用负值常常更直观。例如，使UCS绕Z轴旋转，想用 -45° 表示转角而不是 315° 。也许会更容易，尽管它们是等价的。

View选项用来准确设置XY平面相对于WCS的复合角度是很有用的。例如，假设需要设置这样一个绘图平面：其X轴相对于WCS的X为 120° ，Y轴相对于WCS的XY为 45° 。可以这样操作，用VPOINT命令的Rotate选项设置相对于X轴的观察方向为 30° ，相对于XY平面的观察方向为 45° （图2-40），然后用UCS命令的View选项设置XY平面垂直于该观察方向。

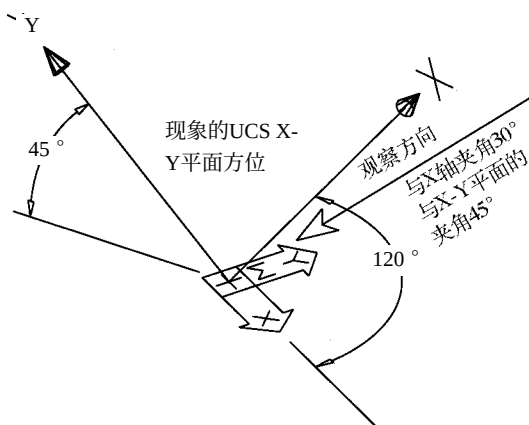


图 2-40

2.16.11 相关命令

1. ELEV命令

本命令使绘图平面离开XY平面，但平行于XY平面。

2. UCSICON命令

本命令控制当前UCS图标显示的位置和方向。

3. UCSMAIN命令

本命令用对话框控制已保存的用户坐标系正投影视图。

4. VIEW命令

本命令设置正投影视图，同时使UCS按XY平面垂直于视线的方向定位。

2.16.12 相关系统变量

1. UCSAXISANG系统变量

本系统变量用来保存缺省转角，该角度值为用户坐标系统 X、Y或Z旋转的UCS命令选项提示中的缺省转角。

2. UCSBASE系统变量

本系统变量保存定义UCS正投影选项的原点和轴的方向的基本用户坐标系的名称。

3. UCSFOLLOW系统变量

当Ucsfollow设为1时，无论UCS是否改变，AutoCAD转换为平面视图。

4. UCSNAME系统变量

本系统变量保存当前UCS的名称。这是一个只读变量，不能用来选择一个已命名的UCS。

5. UCSORG系统变量

只读变量，保存当前UCS的坐标。

6. UCSXDIR系统变量

只读变量，保存当前UCS的X轴相对于WCS的方向。

7. UCSYDIR系统变量

只读变量，保存当前UCS的Y轴相对于WCS的方向。

2.16.13 练习：使用UCS命令

本练习将使你具有移动和确定UCS的经验。UCS的原始位置将在图中的左边显示，根据一个特定选项确定的UCS位置在图的右边显示。

在操作UCS之前，在UCS的XY平面上作三条1单位长的直线和半径为0.5的圆弧，如图2-41所示。这些实体在XY平面上的实际位置并不重要。然后，用V POINT命令设置视点，其方向坐标为1，-1，1，并缩放为自己需要的操作空间。最后，复制圆弧到Z轴正方向1单位。

创建完这些线框对象后，试按下面列出的UCS命令选项进行操作。注意，可以从UCS命令的主提示中输入这些选项，不管在提示中是否列出。

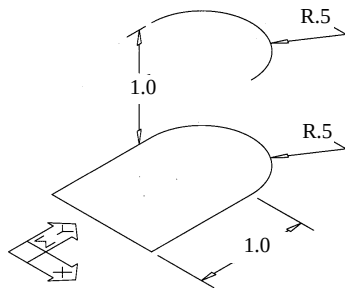


图 2-41

1. Origin 选项

Command: **UCS(回车)**

Current ucs name: ***WORLD***

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: **O (回车)**

Specify new origin point <0,0,0>: (拾取如图2-42所示的圆弧端点)

2. View 选项

Command: **UCS(回车)**

Current ucs name: ***NO NAME***

Enter an option

[New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]<World>: **V (回车)**

如图2-43所示。

3. 3point 选项

Command: **UCS(回车)**

Current ucs name: ***NO NAME***

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World] <World>: **3 (回车)**

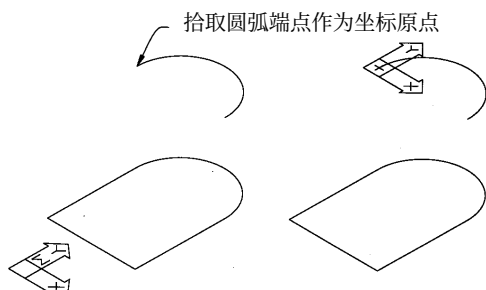


图 2-42

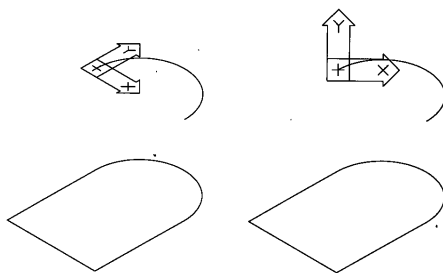


图 2-43

Specify new origin point <0,0,0>: (拾取如图2-44所示直线的端点)

Specify point on positive portion of X-axis <2.0234, 0.4082, -0.5774>: (拾取如图2-44所示直线的端点)

Specify point on positive-Y portion of the UCS XY plane

<1.7304, 1.2743, -0.5744>: (拾取圆弧的任一个端点)

4. Object 选项

Command: **UCS** (回车)

Current ucs name: *NO NAME*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/

World] <World>: **OB** (回车)

Select object to align UCS: (拾取如图2-45所示靠近端点的圆弧)

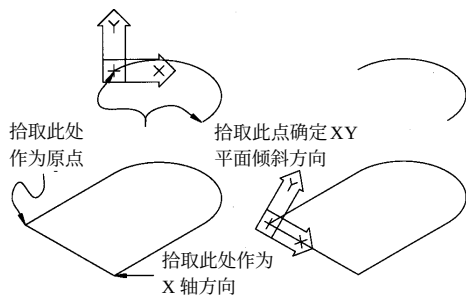


图 2-44

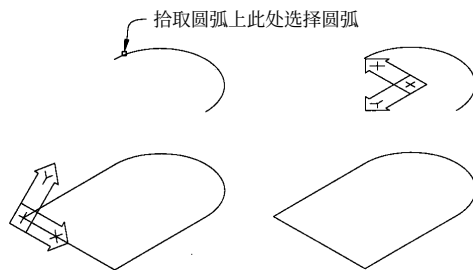


图 2-45

5. ZAxis 选项

Command: **UCS** (回车)

Current ucs name: *NO NAME*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/

World] <World>: **ZA** (回车)

Specify new origin point <0,0,0>: (拾取如图2-46所示直线的端点)

Specify point on positive portion of Z-axis <0.5000,1.0000,0.0000>: (拾取如图2-46所示直线的端点)

6. 绕X轴旋转的选项

Command: **UCS** (回车)

Current ucs name: *NO NAME*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/

World] <World>: **X** (回车)

Specify rotation angle about X axis <90>: **-90** (回车)

如图2-47所示。

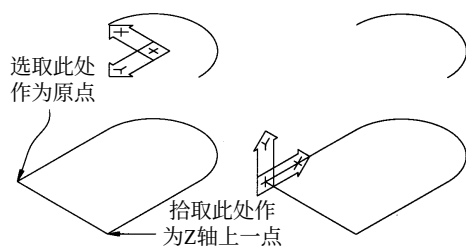


图 2-46

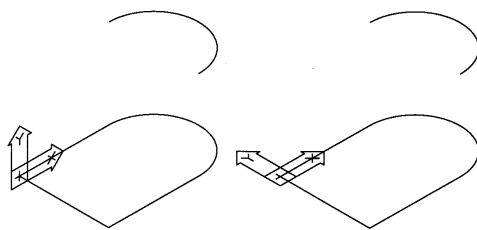


图 2-47

7. 绕Z轴旋转的选项

Command: **UCS (回车)**

Current ucs name: *NO NAME*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/

World] <World>: **Z (回车)**

Specify rotation angle about X axis <90>: **(回车接受缺省值)**

如图2-48所示。

8. 绕Y轴旋转的选项

Command: **UCS (回车)**

Current ucs name: *NO NAME*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/

World] <World>: **Y (回车)**

Specify rotation angle about Y axis <90>: **-45 (回车)**

如图2-49所示。

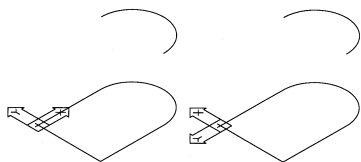


图 2-48

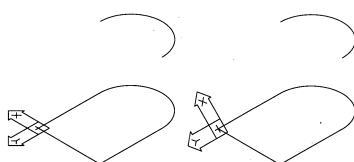


图 2-49

2.16.14 练习：构造一个三维线框模型

在练习中，你将所学的 UCS 知识应用于构造如图 2-50 所示的线框模型操作中。虽然构造该模型不用 UCS 也是可能的，但是这样会使操作困难，速度缓慢。因而，利用 UCS 的平移和旋转，用习惯使用的二维命令能够容易和快速地创建该模型。

在构造本模型中使用的技术能够用来选择绘图平面和确定 UCS 位置，允许用点输入设备在该平面上绘图。当该平面上的所有图形完成后，还可以选择另一个平面，并移动和确定 UCS 的位置以便在新的平面上作图。

虽然构造本模型使用的技术是有效的，但是其中大多数用另一种技术也能做到，同样有效。当设置一个新的 UCS 时，通常有多种方法达到同样的效果。

1. 作图步骤

1) 开始一幅名为 BRACKET.DWG 的新图，使用 ACAD.DWT 样图或英制单位的 DRAWING.DWG 图形文件。

- 2) 用UCSICON的Origin选项使图标尽可能位于UCS的原点。
- 3) 打开栅格，设置间距为1单位。虽然栅格的设置不是绝对需要，但是可能发现栅格有助于在XY平面上形象地定位。
- 4) 激活捕捉方式，设置捕捉间距为0.25。模型的尺寸是0.25的倍数，这样用捕捉方式作图是有效的。

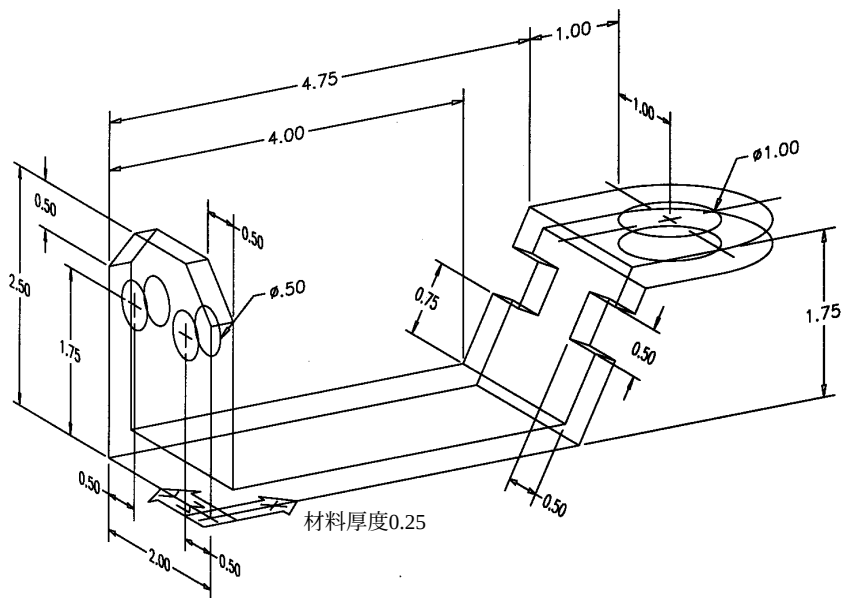


图 2-50

- 5) 设置十进制小数点右边的位数为2，这样在坐标系中减少零的显示个数。
- 6) 建立和使用名为WF01的新层。层的线型为你喜欢颜色的连续线。

2. 构造线框模型

构造三维模型用到的3D命令是UCS和VPOINT。似乎用线、圆和圆弧表示的三维模型是用二维绘图作出的。

在下面的步骤中，我们只详细阐述3D命令。

- 1) 设置三维视图，准备绘制模型的正面和后面：

Command: **VPOINT** (回车)

Current view direction: VIEWDIR=0.00,0.00,1.00

Specify a view point or [Rotate] <Display compass and tripod>: **R** (回车)

Enter angle in X-Y plane from X-axis <270>: **240**或者**-120** (回车)

Enter angle from X-Y plane <90>: **20** (回车)

在需要时，用PAN和ZOOM命令显示坐标系的原点加上在X方向大约6或7单位。虽然可以根据一个平面视图绘出模型的正面和后面，但是用等轴测视图会使作图更佳。

- 2) 通过使UCS绕X轴转90°，设置绘制模型正面的XY平面。

Command: **UCS** (回车)

Current ucs name: *NO NAME*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: X (回车)

Specify rotation angle about X axis <90>: (回车接受缺省值 90°)

UCS图标跳到其新位置，图标中的W将消失，栅格将充满整个屏幕。

3) 用LINE命令和点输入设备作出模型正面的6条线，X、Y坐标如图2-51所示。

注意，也可以用AutoCAD的ORTHO（正交）和SNAP（捕捉）方式作出这些线。由于在模型的边上有一个槽口，稍后将添加斜线。下面两条线一端的实际坐标将在后面确定，现在用上面直线的X坐标。

4) 虽然可以通过将UCS沿Z轴的负向平移两单位，并按绘制模型正面同样的方法作出后面的6条线，但是对已作6条线按Z的负方向2单位进行复制会更快一些。由于在UCS图标原点四周显示一个矩形，因而模型的后面应是Z轴的负方向。这就意味着Z轴的正方向是从屏幕指向外。

Command: COPY (回车)

Select objects: (选择6条线)

Specify base point or displacement, or [Multiple]: 0,0,-2 (回车)

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>: (回车)

作出的模型如图2-52所示。

5) 现在准备继续绘制模型的左侧。首先，选择UCS命令的Zaxis选项设置新的UCS。

Command: UCS (回车)

Current ucs name: *NO NAME*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: ZA (回车)

Specify new origin point (0.00, 0.00 0.00): 0,0,-2 (回车)

Specify point on positive portion of Z-axis <0.00,0.00, -1.00>: -1, 0,-2 (回车)

注意，新的原点和Z轴方向的坐标是相对于当前原点的。虽然用UCS命令的3point选项会更直接地当地做到这一点，但是此处是为了说明Zaxis选项。

6) 为了更好地观察模型的左侧，用VPOINT命令的Rotate选项改变视点。

Command: VPOINT (回车)

*** Switching to the WCS ***

Current view direction: VIEWDIR= -0.47, 0.81, 0.34

Specify a view point or [Rotate] <display compass and tripod>: R (回车)

Specify angle in XY plane from X axis <240>: 210 (回车)

Specify angle from XY plane <20>: 15 (回车)

*** Returning to the UCS ***

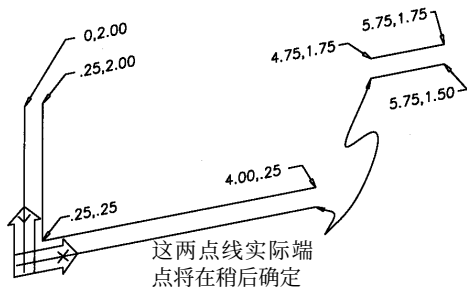


图 2-51

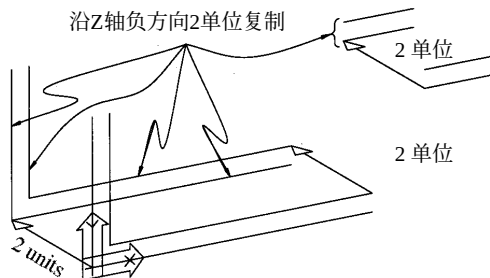


图 2-52

注意，在命令行中的信息表示在执行 VPOINT命令时 AutoCAD 转换到 WCS。此时模型已完全充满空间，为了使工作空间大一些，可以用 ZOOM 命令将图形缩小一点。

7) 按步骤3)绘制模型左侧的垂直边。按图 2-53中的坐标绘制底部的线加上面的 3 条线，以及两个圆（表示圆孔）。

8) 按 Z 方向 -0.25 单位复制上部的三条线和两个圆。

9) 用端点捕捉方式绘制里面的线，如图 2-54 所示。虽然可通过将 UCS 沿 Z 轴的负方向平移 0.25 单位，并在 XY 平面作图的方法绘制这些对象；但是，先复制对象，然后用目标端点捕捉方式绘制水平线会更容易些。

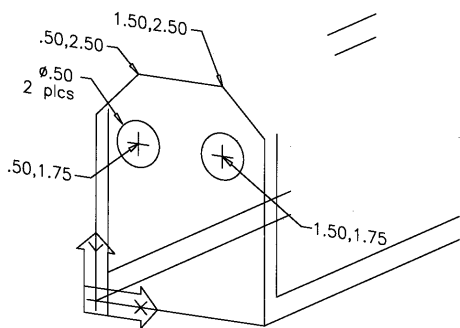


图 2-53

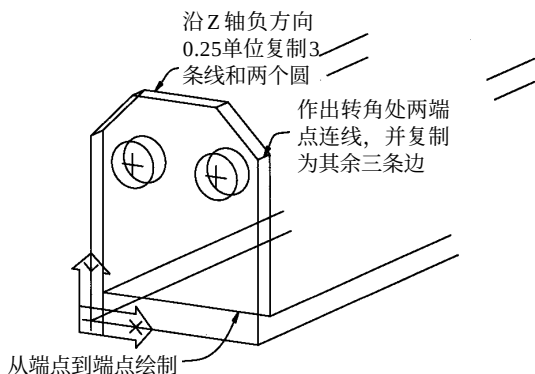


图 2-54

10) 也可以用端点捕捉方式先作出倒角转角处的任一条连线，然后用该连线的三个复制对象生成其余三条转角处的连线。这里也可以将 UCS 移动并定位于最初绘图的 XY 平面；但是，用端点捕捉方式只作出其中一条线，然后进行复制更容易。现在模型看起来如图 2-54 所示。

11) 现在我们将继续绘制模型的斜面。首先，用 UCS 命令的 3point 选项结合图 2-55 所示的点对齐 UCS。视点已相对于 XY 平面的 X 轴向后转动了 240° ，相对于 XY 平面转动了 20° 。可以通过一步一步回到原先缩放窗口的方式来设置本视口，或者使用 VPOINT 命令。设置该 UCS 的命令行提示序列和输入为：

Command: UCS (回车)

Current ucs name: *NO NAME*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: 3 (回车)

Specify new origin point (0.00,0.00)0.00 : (用端点捕捉方式拾取 A 点)

Specify point on positive portion of X-axis <1.00,0.25,-4.25>: (用端点捕捉方式拾取 B 点)

Specify point on positive-Y portion of the UCS XY plane <0.00,1.25,-4.25>: (用端点捕捉方式拾取 C 或 D 点)

12) 现在绘制组成底边、一个斜面及凹槽面的 6 条线。作该面时使用的坐标如图 2-55 所示。由于斜面顶部的坐标点并不在设置的捕捉点上，在这里必须用目标的端点捕捉方式。然后对 5 条边线进行镜像，作出斜面的另一半。虽然 UCS 相对倾斜于 WCS，但是 MIRROR 命令的操作与二维空间完全相同。

13) 沿 Z 轴的负方向 0.25 单位将斜面上的线进行复制。紧接着用端点捕捉方式作出凹槽一边到另一边的连线。然后生成连线的 7 个复制对象以连接凹槽面的边，如图 2-56 所示。

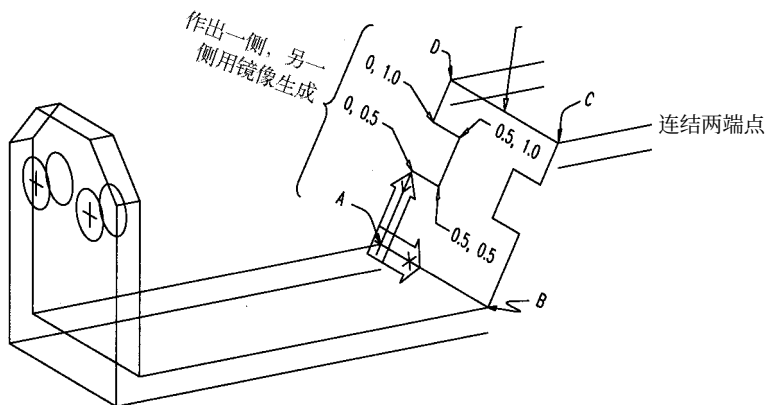


图 2-55

14) 设置倒圆半径为0, 用FILLET命令连接斜面底部的边。在图 2-56中拾取靠近标有D1和D2、E1和E2的点。在AutoCAD R12后的版本中, 能够根据UCS所处的方位进行倒圆。而对于早期版本, UCS必须位于使其XY平面平行于对象所在的平面才能倒圆。现在, 模型看起来如图2-56所示。

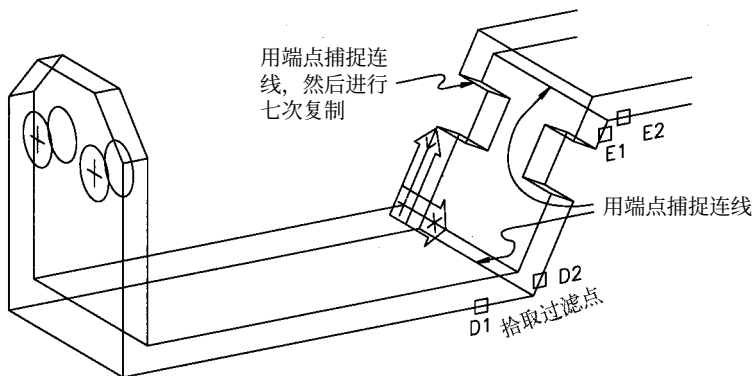


图 2-56

准备绘制的线框模型右侧部分只是圆和圆弧构成的区域。在开始绘制本区域之前, 改变视点为从另一个方向以一个较倾斜的角度俯视。

Command: **VPOINT** (回车)

*** Switching to the WCS ***

Current view direction: VIEWDIR=-0.47,-0.81,0.34

Specify a view point or [Rotate1] | <display compass and tripod>: **R** (回车)

Specify angle in XY plane from X axis <20>: **295** (回车)

Specify angle from XY plane <20>: **45** (回车)

*** Returning to the UCS ***

15) 用UCS命令的3point选项将UCS移到线框模型的上部, 各坐标点如图 2-57所示。

Command: **UCS** (回车)

Current ucs name: *NO NAME*

Enter an option [New/Move/orthoGraphic/Prev/Restore/Save/Del/Apply/?/World]

<World>: **3** (回车)

Specify new origin point (0.00,0.00,0.00): (用端点捕捉方式拾取A点)

Specify point on positive portion of X-axis <1.00, 0.25,4.25>: (用端点捕捉方式拾取B点)

Specify point on positive-Y portion of the UCS XY plane <0.00,1.25, -4.25>: (用端点捕捉方式拾取C或D点)

16) 用ARC命令的起点、中心和端点方式作圆弧，其坐标如图 2-57所示。然后作直径为 1 单位的圆（该圆表示一个圆孔），其圆心坐标如图 2-57所示。

17) 构造线框模型的最后步骤是按 Z 负方向 0.25 单位复制圆弧和圆，如图 2-58 所示。最后，所作的线框模型除了没有尺寸标注外，应与本练习开始时的图 2-50 中的线框模型类似。

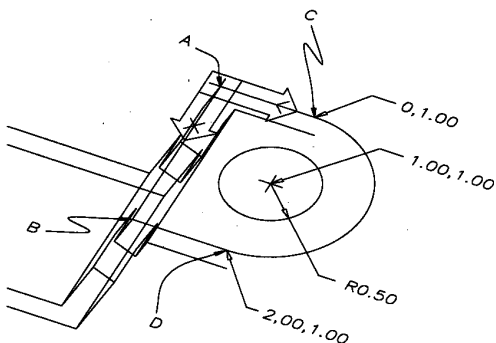


图 2-57

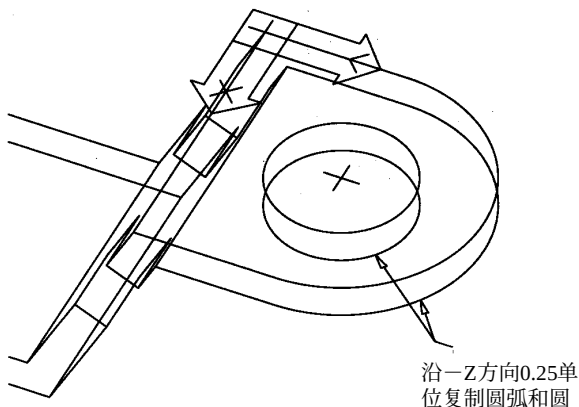


图 2-58

可以将所作的线框模型与本书所附的CD-ROM上文件 3d_p2_02.dwg 中的图形进行比较。在第 5 章中，将用三维实体的构造方法作同样的模型。

2.17 UCSMAN命令

UCSMAN命令显示一个标题为 UCS 的对话框，该对话框有三个选项卡，用来管理已命名的 UCS、设置正投影 UCS 和控制与 UCS 有关的某些系统变量参数。

2.17.1 Named UCSs选项卡

列表框中列出所有 UCS 的名称。该列表框总是将 World 作为其中的一个条目。如果当前的 UCS 没有命名，则以 Unnamed 名列出；如果使用了一个以上的 UCS，则列出名为 Previous 的 UCS。单击列表框中的任一项使其高亮显示，然后单击 Set Current 按钮将高亮显示的

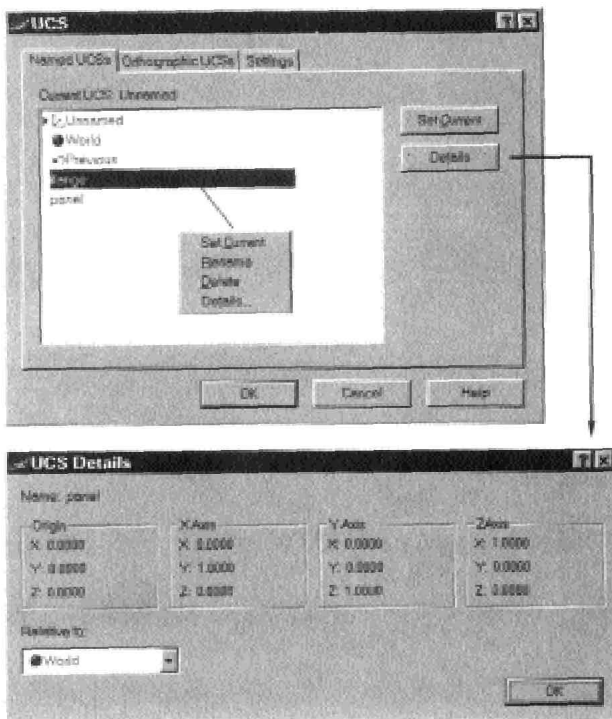


图 2-59

UCS设置为当前的 UCS。也可以在 UCS 名称处单击右键弹出一个快捷菜单，通过其菜单上的选项设置为当前 UCS、删除或更名（见图 2-59）。

如果单击 Details 按钮或从快捷菜单中选择 Details 选项，在该位置显示第二个对话框，高亮显示的 UCS 轴相对于基本 UCS 的方位将在对话框中显示。在缺省状态，基本用户坐标系为世界坐标系，但是，可以通过本对话框中标签名为 Relative to 下拉列表框选择另一个 UCS。

2.17.2 Orthographic UCSs 选项卡

本对话框的功能与 UCS 命令的 Move 和 Orthographic 选项类似（参见图 2-60）。在列表框中将显示全部 6 种正投影 UCS。当在一个 UCS 项上单击时该项高亮显示，可单击 Set Current 按钮使其成为当前的 UCS。选择 Details 按钮将在该位置显示同样的第二个对话框，并显示 UCS 轴的数据。

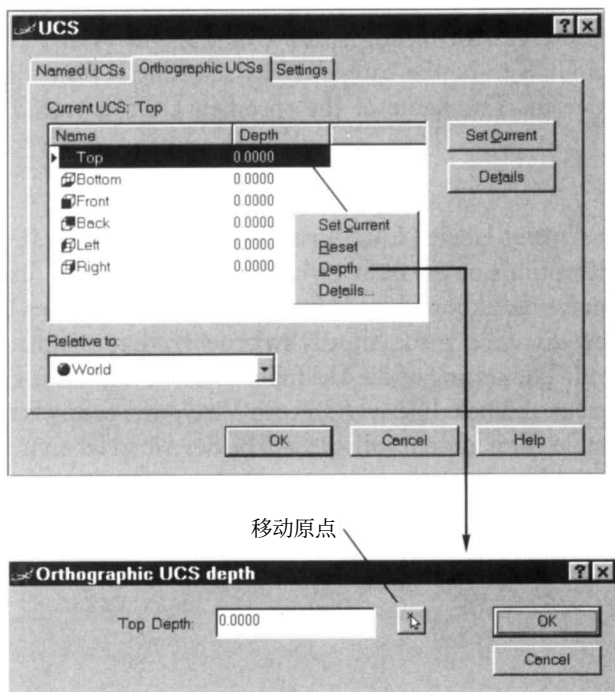


图 2-60

可用每一个正投影 UCS 的快捷菜单来设置当前的 UCS，显示该 UCS 的详细信息。选择快捷菜单的 Depth 选项将显示标题为 Orthographic UCS Depth 的第二个对话框。正如 UCS 命令中的 Depth 选项一样，在该对话框中能够设置 UCS 原点沿 Z 轴方向相对于基本 UCS 原点移动的深度。Top Depth 编辑框右边的按钮用来确定新的坐标系偏移基本用户坐标系 Z 轴方向的原点坐标（图 2-61）。选择该按钮后对话框暂时消失，在命令行上提示输入一个点作为正投影 UCS 的原点。

在缺省状态，对于正投影 UCS 的基本 UCS 是世界坐标系。当然，可以在标签名为 Relative to 下拉列表框中指定任何一个

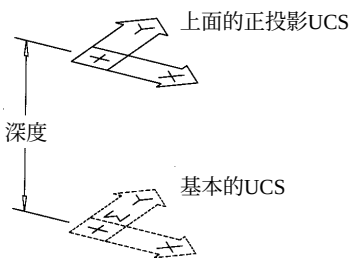


图 2-61

命名UCS作为基本UCS。指定UCS的名称保存在系统变量 Ucsbase中。

2.17.3 Settings选项卡

标签名为 UCS Icon settings(见图2-62)的一组复选框与 UCSICON命令选项的作用相同, 在本章的前面已讨论过。当 Update view to Plan when UCS is changed复选框选中时, 无论UCS是否改变, 视图的方向将自动转变为平面视图方向。该复选框控制系统变量Ucsfollow的设置。标签名为 Save UCS with viewports复选框控制系统变量Ucsvp的设置。在本章稍后讨论多视口时, 将阐述这些系统变量。

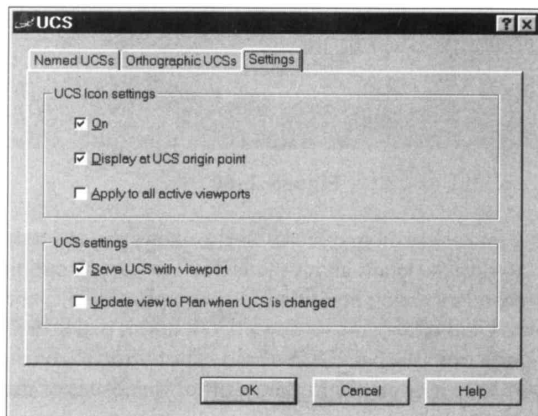


图 2-62

2.18 VIEW命令

在AutoCAD2000中, VIEW命令有12个预设视图。其中6个用来设置正投影视图, 其余四个中的每一个用来设置俯视 UCS的XY平面的等轴测视图。单击名称使其高亮显示。并按 Set Current按钮, 设置12个预设视图之一。也可以右击高亮显示的名称, 从快捷菜单中选择 Set Current项。

该视图相对于在标签名为 Relative to的弹出式列表中选择 UCS (参见图2-63)。正如 UCSMAN命令的Orthographic UCSs选项卡中的弹出式列表选择一样, 选中的 UCS名称将保存在系统变量Ucsbase中。

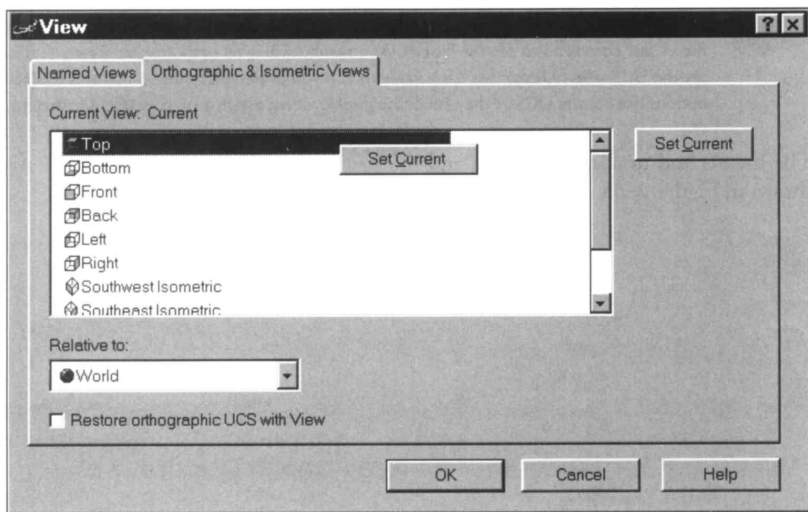


图 2-63

当Restore orthographic UCS with View复选框选中时, UCS将自动地转换为与相应正投影的UCS匹配, 如图2-64所示。该复选框控制系统变量 Ucsortho的值。当复选框为选中状态时, Ucsortho的值为1; 清除其选中状态, Ucsortho的设置为0。该系统变量仅仅影响正投影视图。

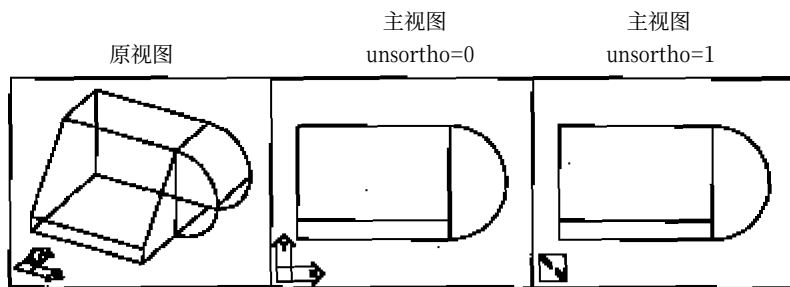
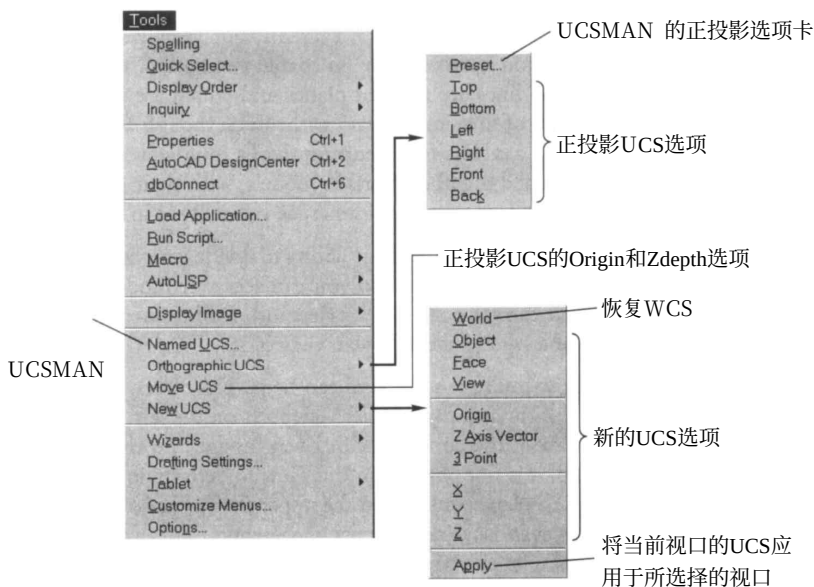


图 2-64

用户坐标系的下拉菜单



UCS和Views工具条

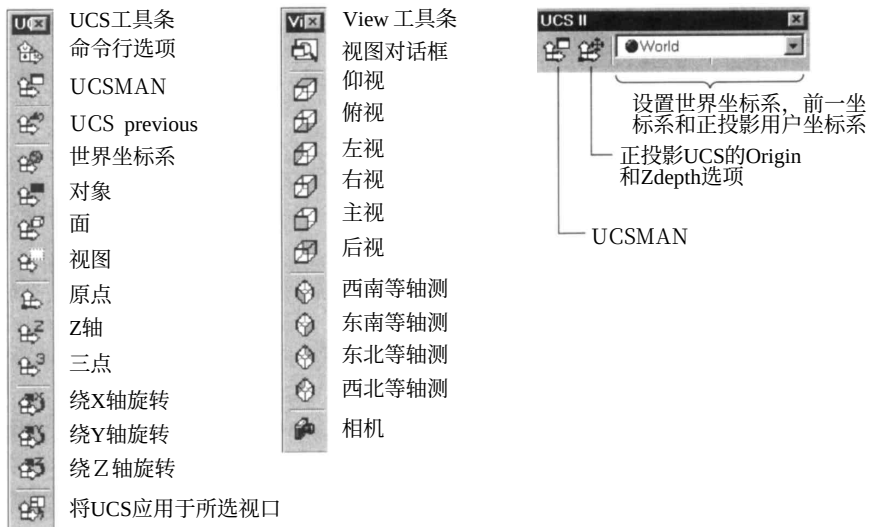


图 2-65

提示 在AutoCAD 2000中,视图工具条按钮中的正投影和等轴测选项以及View下拉菜单中的3D Views菜单项用VIEWS命令而不是用VPOINT命令设置视点。当系统变量Ucsortho的值为1时,设置一个正投影视图结果也设置了UCS。如果在设置正投影视图时,宁愿用菜单和工具条而不设置UCS,可设置Ucsortho的值为0。

有关UCS的菜单和工具条以及VIEW命令的预设视图如图2-65所示。

2.19 多平铺视口

在构造三维模型时,从二维计算机屏幕上观察三维空间引起的主要问题是能否看清图形。事实上没有空间的感受,这样确定线条在平面的前面或在平面的后面是很困难的。而且很多线条互相挤在一起。即使一个三维线框模型所包含的实体也许比该对象多视图的实体少,三维线框模型的实体也总是挤在一起。用网格和栅格表示的表面模型甚至比线框模型更混乱,如第4章所见。

出于更清楚观察图形的考虑,AutoCAD提供了将屏幕分成几个矩形区的功能(这种矩形区称为视口),这样能够同时从不同的观察方向看模型。例如,一个视口观察模型的后面,而第二个视口观察模型的平面。

图2-66表明了多视口是如何有用的。屏幕被分成右边的一个较大的视口和左边两个较小的视口。左上的视口为当前UCS的平面视图。虽然UCS图标在UCS原点显示,但是在该视图中确定坐标系的Z位置是不可能的。XY平面可能在模型顶部的平面,或在模型底部的平面,或浮动在空间某处,甚至不在模型的附近。但是,观察右边较大的视口,就能够发现UCS原点位于底部的平面。

2.19.1 平铺视口特性

多视口很像多个计算机屏幕。每个视口可具有不同缩放程度以及不同观察方向。利用视口还能设置栅格、捕捉、视图分辨率和坐标系图标。在AutoCAD开始时,每个视口可具有自己的UCS。另外,我们将在本书后面论及的某些特性,如消隐、着色、渲染和透视观察方式等都能够每个视口分别设置。但是,对于一个3D模型的任何修改都将反映在所有视口(假若其修改所处的位置在所有视口中可见)。

视口的数目取决于计算机的视频系统。然而,无论有什么样的系统,AutoCAD允许设置的视口比可能需要的视口多。有时必须在所需的视口数和视口的相对大小之间选择一种折衷方案,因为在小尺寸的视口中难于看清细节和选择对象。十分清楚,计算机屏幕的尺寸大小是一个重要的因素:在大屏幕上能够设置的视口比在小屏幕上可设置的视口多。

由于视口相当于房间地面上的瓷砖,因而Autodesk称其为平铺视口(tiled viewports)。这样:

- 视口必须完全充满计算机屏幕的图形区。
- 视口不能重叠。
- 在两个视口间没有空隙。
- 视口不能移动。
- 视口的尺寸和形状不能改变。

平铺视口只能在模型空间工作。在第6章中,我们将讨论AutoCAD图纸空间,这是另外一种类型的视口,称为浮动视口(floating viewports)。浮动视口可以重叠、在两个视口之间允许有空隙、可以移动、可具有自己的尺寸和不同的形状。系统变量Tilemode确定AutoCAD是

在模型空间还是在图纸空间操作。当 Tilemode 的值为 1 时（缺省设置），模型空间有效，视口是平铺的。当 Tilemode 的值为 0 时，AutoCAD 处于图纸空间，使用浮动视口。图纸空间和浮动视口主要用于输出。

2.19.2 使用平铺视口

虽然在屏幕上可以有几个视口，但是仅仅一个视口处于命令执行状态，这个视口为当前视口（current viewport）。当前视口是唯一出现十字形光标的视口，具有比其他视口更粗的边界。在图 2-66 中，右边的较大的视口是当前视口。当你将光标移动到另一个视口时，十字光标变成一个小箭头形状，表示该视口不是当前视口。将光标移到任一视口并单击点输入设备的拾取键，可使其成为当前视口。在视口中首次单击拾取键是向 AutoCAD 发出改变当前视口的信号。甚至大多数命令可以在一个视口开始执行，而在另一个视口结束。例如，在图 2-66 中，可以在大的视口中开始作一条直线，然后将光标移动到任一个小的视口并单击左键使其成为当前视口，最后拾取直线的端点。同时按住 Ctrl 和 R 键也能够改变当前视口。

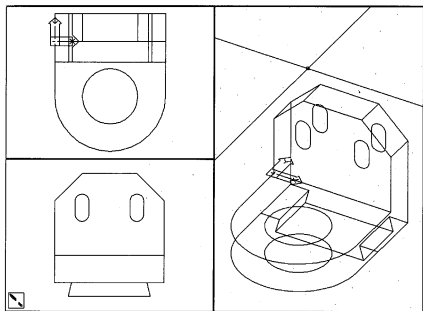


图 2-66

在 AutoCAD R14 和以前的版本中，诸如 ZOOM、PAN、SNAP、GRID 和 VPOINT 等影响视口的命令并不允许在命令执行中途改变视口。当执行其中任何一条命令时，光标被锁定在当前视口中，不能够移到另一个视口。在 AutoCAD 2000 中，只有 PAN 命令才将光标锁定在当前视口。

视口设置可命名，并可保存在图形文件中。因为 Autodesk 访问图形文件的视口配置（viewport configuration）。除了视口的数目和布局以外，AutoCAD 还保存每个视口的以下数据：

- 视口的 UCS。
- GRID 和 SNAP 设置。
- VIEWRES 设置。
- ZOOM 程度。
- UCSICON 设置。
- 观察方向和目标位置。
- 透视和剪裁平面设置（将在第 4 章讨论 DVIEW 命令时说明）。

因此，当一个视口的配置被恢复时，每个视口的外观与保存时的设置完全相同。当然，对模型所做的任何修改都将在最近恢复的视口中反映。

视口配置名称必须遵循 AutoCAD 对象的命名规则。在 AutoCAD 2000 中，名称可达到 255 个字符，在名称间允许有空格。出于控制和过滤的目的，字符须按规定使用，如问号、冒号、逗号和星号是不允许使用的。

REDRAW 和 REGEN 命令只影响当前视口。如果需要重画所有视口的显示，可输入 REDRAWALL 命令。如果需要强制重生成所有视口，可输入 REGENALL 命令。

2.19.3 视口和用户坐标系

在 AutoCAD 2000 中，每个视口都可以有自己的用户坐标系（UCS）。此外，UCS 命令仅仅

影响当前视口。可以通过 UCS 命令的 Apply 选项将一个视口的 UCS 复制到另一个视口。为了做到这点，须使具有所需复制 UCS 的视口成为当前视口。然后，执行 UCS 并选择 Apply 选项，通过点取方式拾取复制 UCS 的目标视口。用 Apply 选项也可将当前视口的 UCS 应用于所有的视口。

另外，使一个视口的 UCS 与另一个视口的 UCS 匹配更迂回的方式是用 Ucsvp 系统变量。该系统变量的值可为 0 或 1，也就是说一个视口的 Ucsvp 值能够不同于另一个视口。当 Ucsvp 为 0 时，视口的 UCS 将自动变为与当前视口的 UCS 匹配。当 Ucsvp 为 1 时（缺省值），视口的 UCS 将锁定在本视口，与当前视口的 UCS 无关。

系统变量 Ucsvp 是如何起作用的实例如图 2-67 所示，显示了同视口的三次配置。在右边的大视口中，Ucsvp 设置为 0。大视口 UCS 的初始位置和方向如图 2-67a 所示。注意，在图 2-67b 中，当左边上面的视口成为当前视口时，大视口的 UCS 变为与左上视口的 UCS 匹配。再请注意，在图 2-67c 中，当左下视口成为当前视口时，大视口的 UCS 又变为与左下视口的 UCS 匹配。

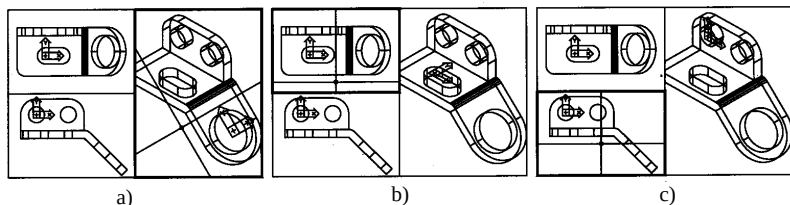


图 2-67

2.20 VIEWPORTS(VPORTS)命令

VIEWPORTS（总是缩写为 VPORTS）是创建和管理平铺视口的命令。该命令显示的对话框有两个选项卡——New Viewports 和 Named Viewports。

2.21 New Viewports（新视口）选项卡

用 New Viewports 选项卡建立平铺视口，如图 2-68 所示。

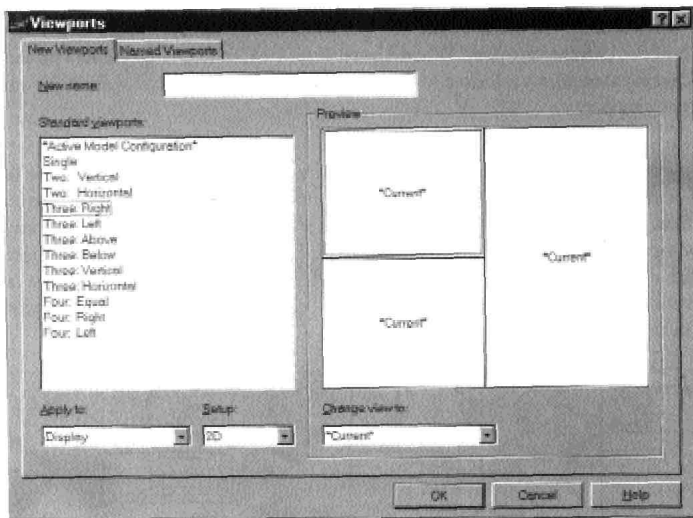


图 2-68

2.21.1 Standard viewports (标准视口)

在本列表框中显示了 AutoCAD 的12种标准视口名称及当前视口列表。在名称处单击使其高亮显示, 选择该视口。

2.21.2 Preview (预览)

在本长方形区域显示所选择视口的布局情况。在每个视口中的字, 如 “ Current ” 和 “ SE Isometric ” 等, 表示每个视口所具有的视点。

2.21.3 New name (新名)

要保存选择的视口布局, 在本编辑框中输入名称。

2.21.4 Apply to (应用)

本下拉列表框包括两个选项 —— Display(显示)和Current Viewport (当前视口)。当选择 Display选项时, 整个AutoCAD图形区将按所选视口的布局划分。当选择 Current Viewport选项时, 所选视口的布局仅仅对在执行 VPORTS命令时的当前视口起作用。

当选择 “ Single (单一)” 作为视口布局时, 整个图形区将回复为单一视口, 忽略 Apply To 设置 (参见图2-69)。

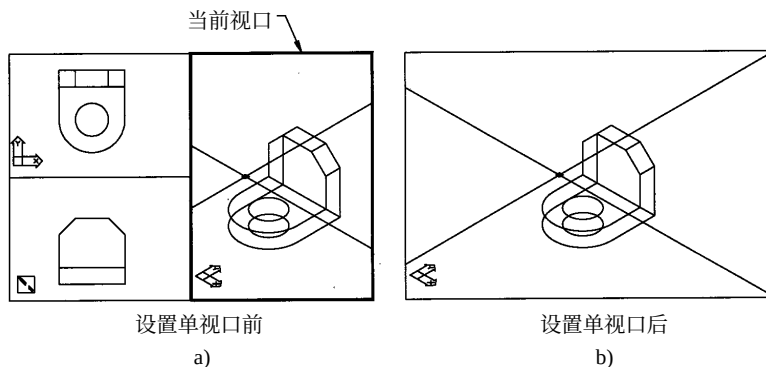


图 2-69

2.21.5 Setup (设置)

在本下拉列表框中有两个选项。当选择 “ 2D ” 时, 所有新视口的视点将与当前视口的视点相同。当选择 “ 3D ” 时, 每个视口可设为6种正投影视图之一, 或者是俯视 XY平面的4种等轴测视图之一 (参见图 2-70)。如果系统变量 Ucsortho的值为1, 对于正投影视图和视口, 其 UCS将自动与视口的视线匹配。

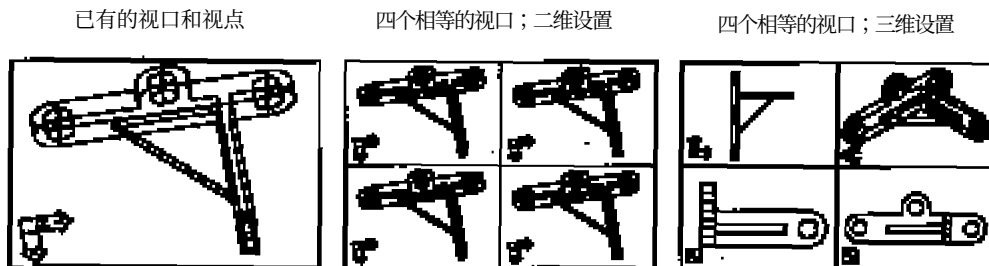


图 2-70

2.21.6 Change view to (改变视口为)

在设置下拉列表框中选择“3D”时，本下拉列表框将包含6种正投影视图和俯视XY平面的4种等轴测视图名，以及当前视图的视点。可以指定下拉列表框中列出任一种视图作为在预览区显示的任一个视口。例如，假若选择的标准视口名是 Three：Right布局和“3D”设置，则在左上视口的缺省视点是 Top，在左下视口的缺省视点是 Front，在右视口的缺省视点是 SE Isometric，如图 2-71a所示。如果需要左下视口为左视图而不是主视图，右视口为 SW Isometric视图而不是SE Isometric视图，可以更改视点，如图 2-71b图所示。

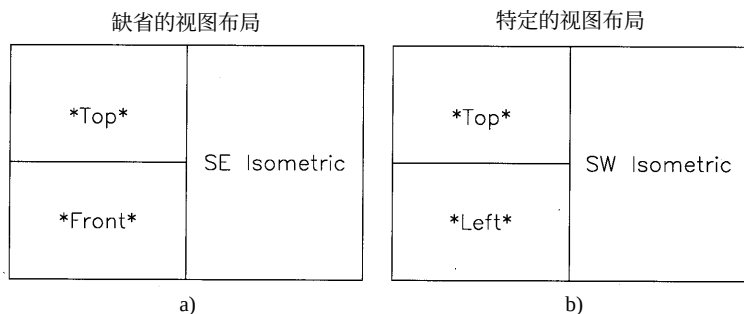


图 2-71

2.22 Named Viewports (已命名视口) 选项卡

视口对话框的Named Viewports选项卡用来管理已保存视口的配置，如图 2-72所示。已保存视口配置的名称在对话框左边的列表框中显示。通过单击视口名称可选择其中一个视口配置，在视口布局预览区将显示该视口的布局。通过单击视口名称可激活一个快捷菜单。该快捷菜单有两个选项：一个是视口配置的更名，另一个是删除已命名的视口配置。

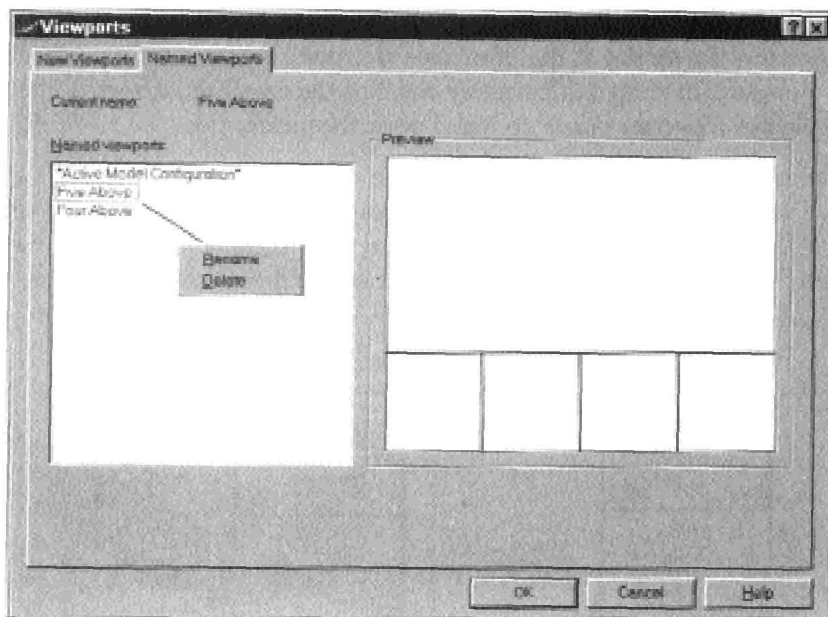


图 2-72

2.23 命令行选项

如果从命令行开始执行 VPORTS 命令并在命令名前面带一个连字符，将显示创建和管理平铺视口的命令行提示。

Command: **-VPORTS (或 -VIEWPORTS)**

Enter an option [Save/Restore/Delete/Join/Single/?/2/3/4] <3>: **(输入一个选项或回车)**

前三个选项 (Save、Restore 和 Delete) 是用于已命名视口的配置。后三个选项 (Join、Single 和 ?) 是生成新视口。创建视口的命令行选项 (2、3 和 4) 总是划分当前视口，而不是整个图形区。除了 Join 和 ? 选项外的所有选项都可以在 VPORTS 命令的对话框形式中用到，因此，这里只讨论 Join 和 ? 选项。

2.23.1 JOIN(合并)选项

把两个相邻的视口组成一个更大的视口。后续提示为：

Select dominant viewport <current >: **(回车或选择视口)**

Select viewport to join: **(选择一个视口)**

合并后的视口将具有主导视口 (dominant viewport) 的观察方向、缩放程度和其他外观特征。按回车选择当前视口 (当前含十字形光标的一个视口)。要选择另外一个视口，将光标移到该视口并单击拾取按钮。

在出现第二个提示时，将光标移到一个相邻的视口并单击拾取按钮。合并后的视口必定是一矩形口，不可能生成 L-形和 T-形视口。这样，在图 2-73 中，只能合并两个较小的视口，而不能将较大的视口与其中一个小视口合并。

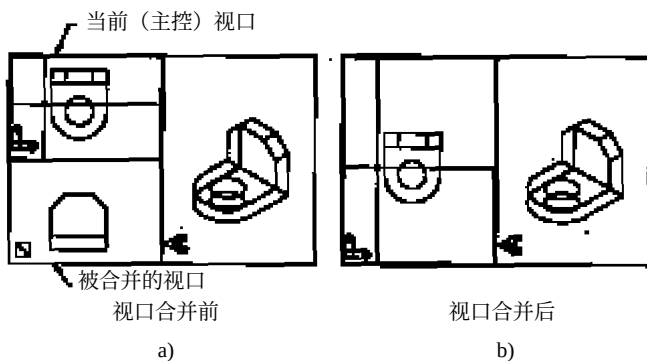


图 2-73

2.23.2 ?选项

选择问号选项生成一个视口清单，给出每个视口的 ID 号 (标识号) 和对角坐标，包括任一已保存视口配置的名称和坐标。例如，图 2-74 的屏幕配置清单为：

Current configuration:

id# 3

Corners: 0.0000,0.5000 0.5000,1.0000

id# 2

Corners: 0.5000,0.0000 1.0000,1.0000

id# 4

Corners: 0.0000,0.0000 0.5000,0.5000

Configuration QUAD:

0.5000,0.5000 1.0000,1.0000

每个视口都有一个 ID 号及对角坐标, 其对角坐标值是屏幕总长度和总高度值的一部分。如图 2-74 所示, 屏幕的左下角坐标为 0,0, 右上角坐标为 1,1。首先列出当前视口。在该例中, ID 号为 3, 其对角坐标是 0.0,0.5 和 0.5,1.0。AutoCAD 保留 ID 号 1 用于主图纸空间, 因而模型空间视口的 ID 号绝不会小于 2。

最后一项显示已保存的视口配置名称和坐标清单。在该例中, 有一个已保存的配置, 其视口名称为 QUAD。

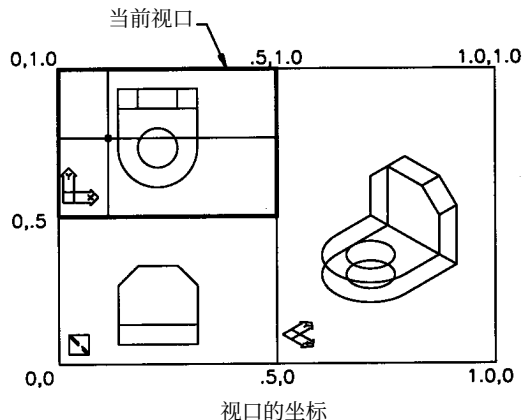


图 2-74

提示 已命名视口配置可保存在原型或样图中, 用于快速设置常用视点的视口。例如, 具有显示模型的顶部、前面、左侧和等轴测视点四个视口的已命名视口配置。

虽然 AutoCAD 2000 允许的对象名称长度可达到 255 个字符, 但是可以使视口配置名的长度为 31 或更小, 且只使用数字、字母、下划线、连字符和美元号, 以保证与 AutoCAD 早期版本兼容。

由于创建视口的 VPORTS 命令选项能够划分当前视口, 而不是整个屏幕, 因此创建的视口布局不受标准选项的限制, 特别是与 Joint 选项的结合。例如, 假设需要用一个 大视口下带三个小视口来观察模型。首先, 按图 2-75 中的 A 图生成三个水平方向的视口; 然后, 合并上面两个视口, 如图 2-75 中的 B; 最后, 在底部的视口中创建三个垂直方向的视口, 如图 2-75 中的 C。

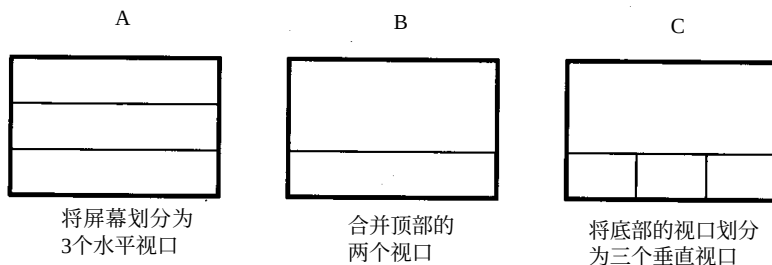


图 2-75

虽然视口的 ID 号对 AutoCAD 命令行并不特别有用, 但是在 AutoLISP 和 ADS 应用程序中控制视口是有用的。AutoCAD 将当前视口的 ID 号保存在系统变量 Cvport 中。应用程序能够使用该变量获得和设置当前视口。

2.23.3 相关命令

1. MVIEW 命令

本命令创建和管理图纸空间的浮动视口。

2. REDRAWALL命令

本命令强制所有视口重画。

3. REGENALL命令

本命令强制所有视口重生成。

2.23.4 相关系统变量

1. CVPORT系统变量

本系统变量保存当前视口的ID号。

2. TILEMODE系统变量

本系统变量控制AutoCAD在模型空间工作还是在图纸空间工作。

3. UCSORTHO系统变量

当系统变量UCSORTHO为1时，视口对话框“New Viewports”选项卡中的3D设置将引起视口中的UCS具有与视点相匹配的正投影视图。

4. UCSVP系统变量

本系统变量控制视口中的UCS保持不变还是改变为与当前视口的UCS匹配。

图2-76说明了平铺视口的下拉菜单和工具条。

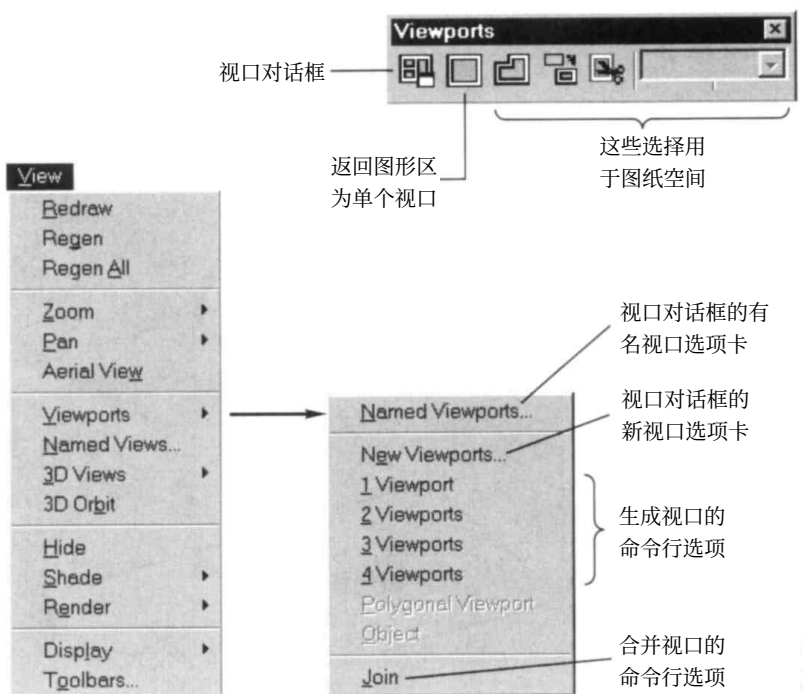


图 2-76

2.23.5 练习：构造一个简单的三维线框模型

用本章所学的工具构造下面图中所示的三维线框模型（见图 2-77~图2-81）。请注意，每幅图中一点标有A，另一点标有B，A、B两点间的距离在图的下部列出。通过测量模型上这两点间的距离来检验所用的每个模型的正确性（用 AutoCAD的DISTANCE命令和端点

及四分点目标捕捉方式)。

下面五个线框模型的完整图形在 CD-ROM 的文件 3d_p2_03.dwg 中。

练习1：

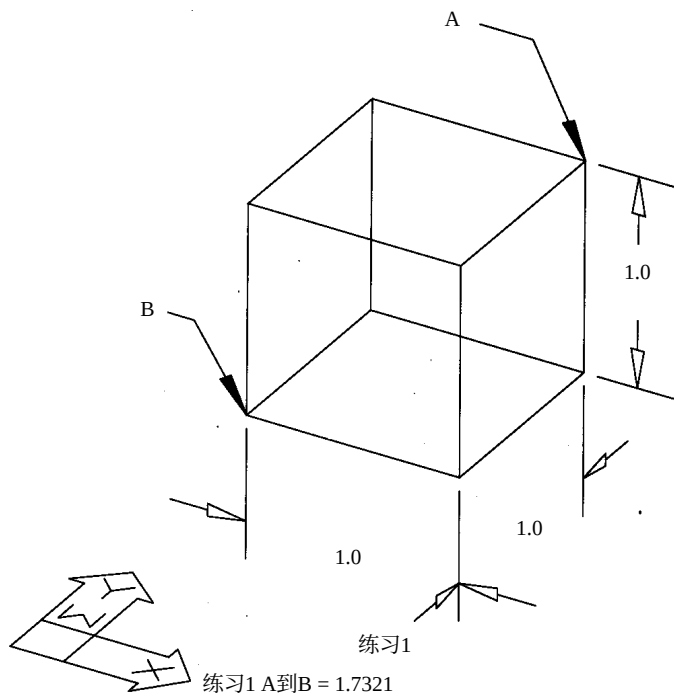


图 2-77

练习2：

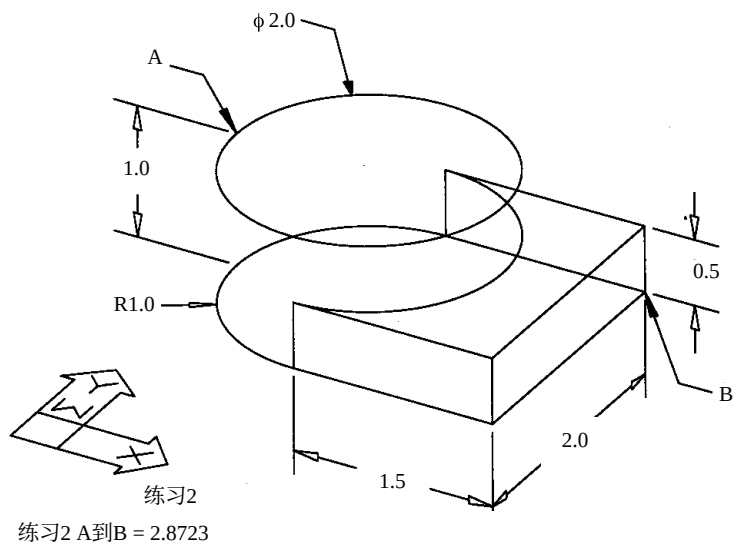


图 2-78

练习3：

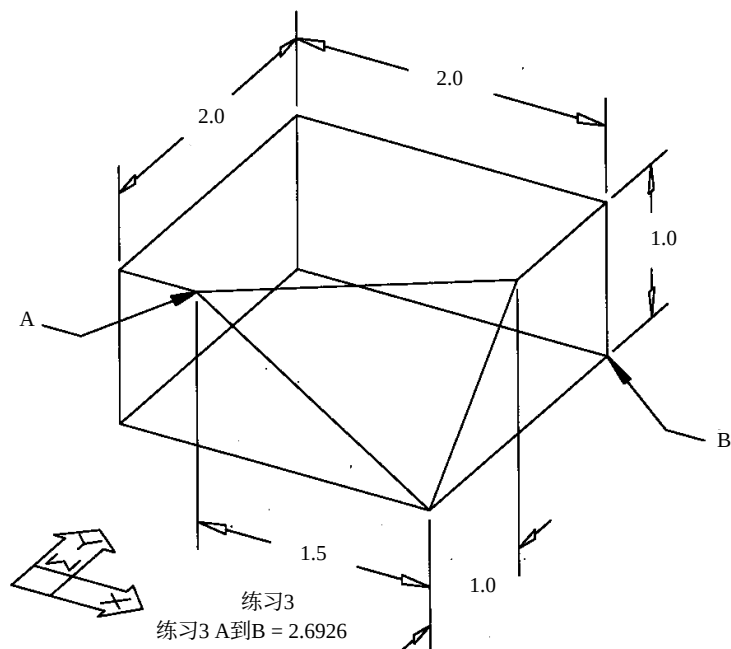


图 2-79

练习4：

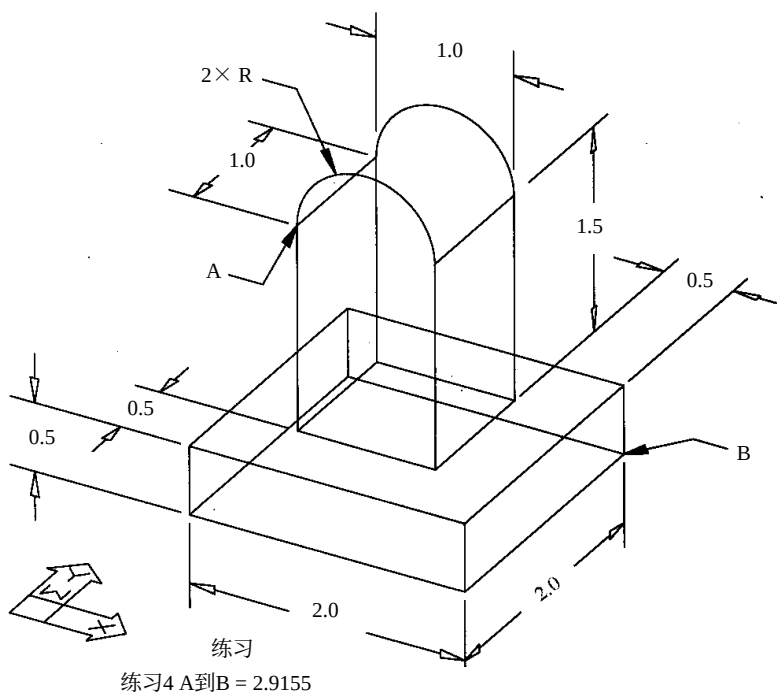
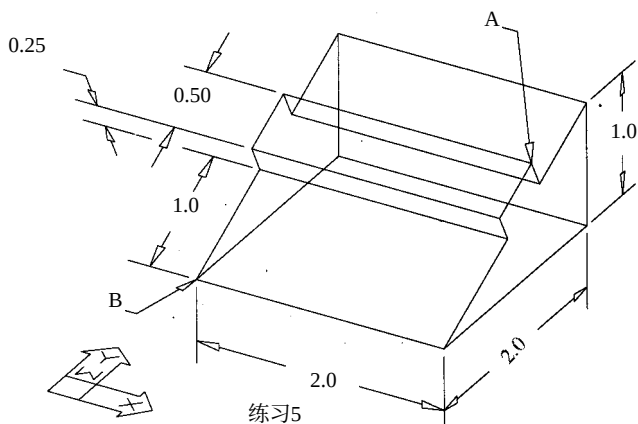


图 2-80

练习5：



练习5 A到B = 2.5125

图 2-81

复习题

回答下列问题：

根据下面的图形，圈出下列每题中正确答案的字母

1. 图2-82所示的哪一个坐标系为右手坐标系？

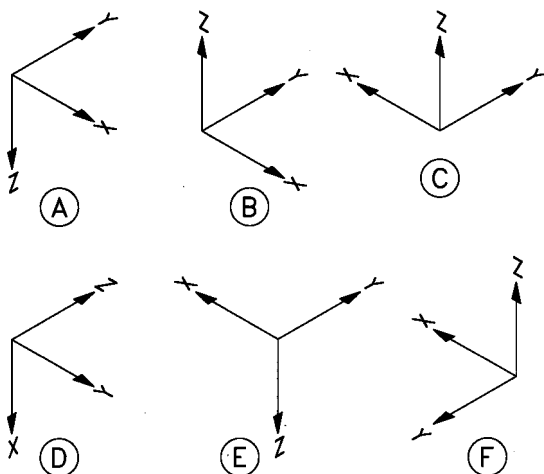


图 2-82

2. 图2-83所示的哪一个平铺视口布局是可能的？

按照说明确定下列相匹配条目

3. 确定右边所列出的功能说明与左边相匹配的系统变量。

___a. Cvport

1) 控制UCS图标的外观。

___b. Elevation

2) 控制视点的设置是相对于UCS还是WCS。

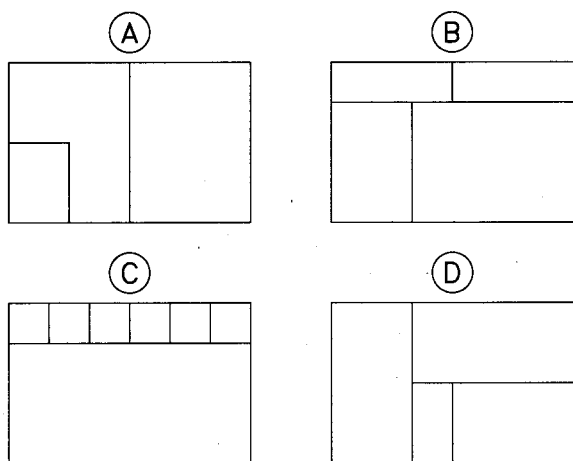


图 2-83

- | | |
|------------------|-----------------------------|
| ___c. Ucsfollow | 3) 相对于XY平面移动绘图平面。 |
| ___d. Ucsicon | 4) 保存当前视口的ID号。 |
| ___e. Ucsname | 5) 保存当前UCS的名称。 |
| ___f. Worldview | 6) 无论UCS是否改变，视点转变为平面视图。 |
| ___g. Ucsbase | 7) 保存作为正投影坐标系参照系的UCS名。 |
| ___h. Ucsaxisang | 8) 保存相对于UCS命令X、Y和Z选择的缺省旋转角。 |

4. 确定右边所列出的视图与左边相匹配的 VPOINT方向坐标。

- | | |
|----------------|-------------------------|
| ___a. 0, -1, 0 | 1) 后视。 |
| ___b. 0, 0, -1 | 2) 等轴测图的右后俯视图（东北等轴测视图）。 |
| ___c. 0, 0, 1 | 3) 仰视。 |
| ___d. 0, 1, 1 | 4) 主视。 |
| ___e. -1, 0, 0 | 5) 等轴测图的右前俯视图。 |
| ___f. 1, -1, 1 | 6) 左视。 |
| ___g. 1, 1, 1 | 7) 俯视（top）。 |

5. 确定右边所列出的功能说明与左边相匹配的 UCS选项。

- | | |
|----------------|-----------------------|
| ___a. Object | 1) 根据已有对象移动和确定UCS方向。 |
| ___b. Origin | 2) 相对于Z轴方向移动和确定UCS方向。 |
| ___c. Previous | 3) 移动UCS到一个新位置，但方向不变。 |
| ___d. Restore | 4) 恢复已命名的UCS。 |
| ___e. View | 5) 恢复最近UCS的位置和方向。 |
| ___f. Z | 6) UCS绕Z轴旋转。 |
| ___g. Zaxis | 7) 相对于视图方向旋转XY平面。 |
| ___h. Face | 8) 使XY平面位于一个三维实体的平面上。 |
| ___i. Apply | 9) 将当前视口中的UCS复制到所选视口中 |

回答下列问题

6. 一条直线的起点为原点，终点的球面坐标为 $3.5 \angle 56.4 \angle -25$ 。该线的长度是多少？将该直

线定义为Z轴，直线的端点在XY平面的正侧还是负侧？

7. 如果一条直线的起点为原点，终点的柱面坐标为 $5<90,2$ ，其端点的绝对坐标 X,Y,Z 是多少？

8. 根据图2-84回答下列问题：

_____ a. 哪一个坐标系起作用，WCS还是UCS？

_____ b. UCS图标位于原点吗？

_____ c. 视点方向是否从Z轴到XY平面？

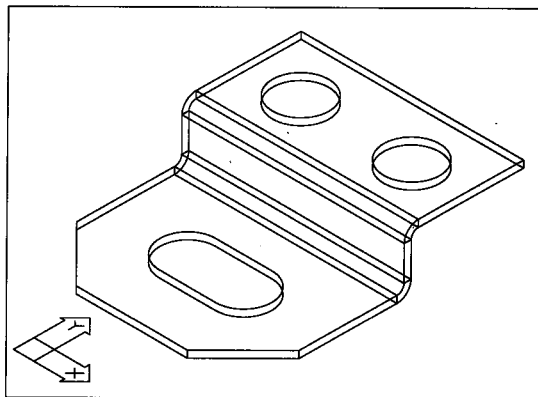


图 2-84

9. 如果将图2-84的视点改为1,1,0，UCS图标会发生什么变化？

10. 写出使UCS绕原点旋转但不改变其原点位置的UCS命令四个选项的名称。

11. 在视口对话框（Viewports）的“New Viewports”选项卡中，2D和3D的设置选项有何不同？

圈出下列每题中正确答案的字母

12. 坐标为0.5,9.5,2.3的视点其结果与坐标为5.0,95.0,23.0的视点完全相同。

- a. 正确
- b. 错误

13. 视点坐标为0.5,9.5,2.3的视图比视点坐标为5.0,95.0,23.0的视图更近。

- a. 正确
- b. 错误

14. PLAN命令的World选项与VPOINT命令方向坐标0,0,1其视点完全相同。

- a. 正确
- b. 错误

15. 如果保存当前UCS，当前视点也将保存，当恢复该UCS时，视点也被恢复。

- a. 正确
- b. 错误

16. 当存在多视口时，下列哪些说法是正确的？

- a. 每个视口的捕捉间距和方式是不同的。
- b. 在每个视口的UCS可以不相同。
- c. 在每个视口的视点可以不相同。

d. 可以在一个视口开始画线，在另一个视口结束画线。

17. 当选用VPORIS命令的Save选项时，每个视口的栅格、捕捉、Viewres和视点以及视口布局均被保存。

a. 正确

b. 错误

18. VIEW命令与UCS无关。

a. 正确

b. 错误

第3章 构造线框模型

学习目的

本章将介绍如何在三维空间绘制和编辑线框对象。当读完本章后，你将会：

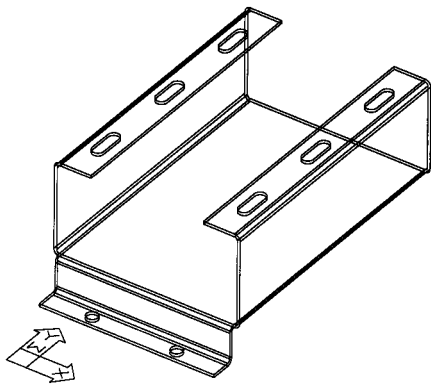
- 理解如何将将在绘制二维图形中使用过的 AutoCAD 对象类型应用于三维空间，从而去构造线框模型。
- 熟悉 AutoCAD 专有的三维线框编辑命令。
- 能够绘制在三维空间中扭曲和旋转的复杂曲线。

3.1 创建线框模型

现在你已具有 AutoCAD 的三维坐标系统很好的学习背景，同时具备了一些在空间设置视点和使用多视点的经验。在此基础上，我们进一步讨论在三维空间中构造和编辑对象。首先观察在二维图形中常用的对象在三维模型中是如何处理的。之所以算为二维对象是因为每个单独对象都被限制在一个平面内，甚至该平面不一定要平行于 XY 平面。然后，我们继续讨论 AutoCAD 的三维曲线。这些对象不必限制在单独一个平面内——它们能在三维空间中扭曲和旋转。二维和三维实体都可以用于构造线框模型。

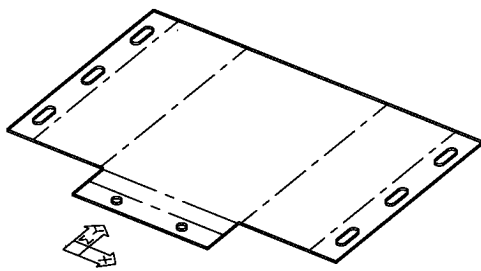
仅用边界表示对象的线框模型是最简单的一种三维模型。这些模型看起来是由线架组成的，没有一个真实的外观，因为线框模型的边界之间没有面的信息，线框模型不能被渲染也不能隐藏其后面的对象。尽管具有这些局限性，但线框仍不失为一种重要的三维模型：

- 首先，线框事实上是所有表面模型的基础和骨架。正如将在第 4 章所见大多数 AutoCAD 表面需要一个或多个线框边界对象来定义面的形状和范围。
- 根据 AutoCAD 三维线框模型，通过几步操作能够将薄金属构件生成展开图(见图 3-1，图 3-2)。其中一些生成展开图的操作在 AutoCAD 系统内执行，而其他独有操作步骤可以按



薄金属构件三维模型

图 3-1



薄金属构件展开图

图 3-2

DXF文件的格式输入AutoCAD模型。展开图操作是必须的，因为设计者设计的是一个完整的（折叠式的）薄金属构件模型，而制造者需要一个平的展开件，必须从一张金属板裁剪加工成形产品。

- 线框模型在初步设计和布局中，对试图确定对象的大小、位置和距离也同样是有用的。例如，着手设计一个布满了设备和管道的泵房，将首先用管道的中心线，以及关键设备和结构的轮廓线来确定位置。在设计阶段，你会对设备如何安装在一起最合适比它们看上去如何好看更感兴趣。
- 在建筑和结构设计的第一阶段也要利用线框。首先，感兴趣的是对象的位置和定位，三维线框模型不仅很容易操作而且能够在三维中提供精确尺寸，常常可免去求距离的计算。

3.2 在三维空间中的二维对象

大多数用在三维线框模型中的对象和用在二维图形中的二维对象是一样的。因此，在继续讨论三维曲线前，我们将探讨这些对象在三维空间的特性。甚至会涉及到一些 AutoCAD特殊对象，例如能够用于线框结构中的填充多边形和填充线（但是很少用）。

3.2.1 POINT命令

虽然，确切地说一个点是一个只有位置而没有长度、宽度和高度的一维对象，它能放到空间任何地方。诸如“×”、“□” AutoCAD特殊类型的点（用系统变量 Pdmode 设置）总是平行于XY平面作出。

3.2.2 LINE命令

直线可以认为是一个点在一个平面内沿某个方向移动的轨迹。但三维直线在空间没有任何位置的限制。实际上直线的端点具有确定的X、Y、Z坐标，必须用捕捉功能或坐标来确定位于当前XY平面之外的直线端点。在构造线框模型时，将频繁使用直线。

3.2.3 RAY命令

射线是R13中引入的一种特殊类型的直线，从起点沿某个方向无限延伸。射线通常用于辅助绘画，而在线框模型中不常用。像直线一样，射线能够从空间任何一个点指向任意方向。

3.2.4 XLINE命令

构造线也是在R13中引入的，用作辅助绘图线。构造线是没有终点、向两个方向无限延伸的直线。除了XLINE命令的Hor和Ver选项只能在当前XY平面内使用外，其余的可以不受方向限制。

3.2.5 MLINE命令

多线只能在平行于当前XY平面的平面内绘制，假如起点不在XY平面内，AutoCAD将保持其余的多线为同一标高。假如拾取不同标高的顶点（用捕捉功能），那么所画的多线将被投影到原来的平面上。同样，AutoCAD不接受输入的Z坐标。

3.2.6 CIRCLE命令

AutoCAD经常要在平行于当前XY平面的平面内作圆。通常总是在当前XY平面内选择圆心，画出的圆也在该平面内。假如用坐标或捕捉功能指定在当前XY平面之外的点作为圆心，则绘制出的圆将平行于XY平面，标高为其圆心的Z坐标之值。确定圆半径的任意点仅输入长

度而没有方向，因而没有一种方法可以绘制出一个相对于当前 XY平面倾斜的圆。

3.2.7 ARC命令

与圆一样，弧也是二维实体，通常位于平行于 XY平面的平面内。这是可以想象的，因为圆弧是圆的一部分。如果画弧时选择的点具有不同的 Z坐标，则AutoCAD把这些点投影到同一个平行于当前XY平面的平面内，该弧平面的标高等于第一点的 Z坐标。因此在三维空间画弧的最可靠办法是首先使用用户坐标系统（UCS）定位，这样XY平面被置于你想画弧的与之相匹配的平面内。

3.2.8 POLYLINE命令

用PLINE（POLYLINE）命令生成的多段线也必须是在一个平行于当前 XY平面的平面内绘制。AutoCAD将接受一个不在当前XY平面内的点作为画多段线的第一点。但是随后所有点都具有和最初点相同的 Z坐标。AutoCAD将忽略以后输入的顶点的 Z坐标，并把这些用捕捉功能捕捉到的点投影到标高等于原始点的 Z坐标的平面上。AutoCAD手册通常称这些多段线为二维多段线以区别于我们后面要提到的三维多段线。类似于圆弧和圆，绘制二维多段线的最好办法是把XY平面置于你想画多段线的那个平面。这种办法也适用其他二维多段线家族的实体——正多边形、圆环和椭圆。

3.2.9 SOLID命令

与多段线和多线一样，在二维区域内填充的多边形是作在平行于当前 XY平面的平面内。因而，当视线不垂直于对象时，仅仅显示填充对象的轮廓，如填充多边形、填充线、带有线宽的多段线。在三维模型中填充多边形也是不常用的。

3.2.10 TRACE命令

填充线是绘制宽度线，在 AutoCAD中填充线也是比较旧的对象，现在已不常用。它类似于具有线宽的多段线，但是它的宽度必须是保持不变的，并且各段都是一个独立的实体，与多段线、多线、填充多边形类似，填充线只能在一个平行于当前XY平面的平面内绘制。

3.2.11 HATCH命令

AutoCAD经常在当前XY平面内绘制填充图案。因此假如是用BHATCH命令的Pick Point 选项，则被填充的面必定是在XY平面上。假如用HATCH或BHATCH命令的Pick Objects选项，则被选择的对象可以不在XY平面内，但是填充对象必将投影到XY平面上而不在被选择的对象的平面内(见图3-3)。

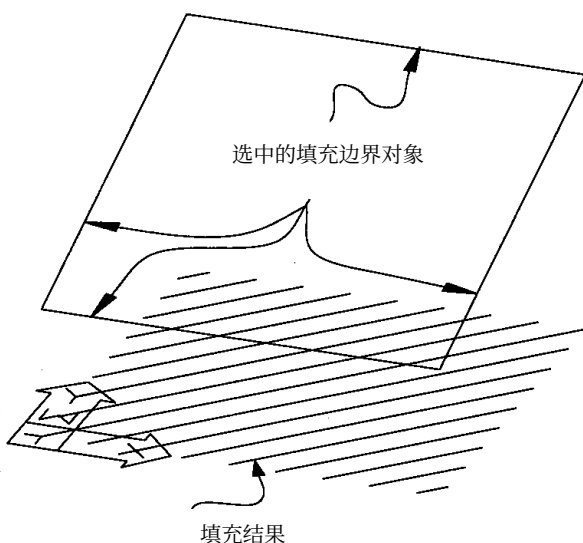


图 3-3

3.3 在三维空间编辑二维对象

当创建对象时，花费很多的时间来编辑和修改它们是很正常的事，这并不是由于错误和需修改设计才这样，而是一些对象不能生成所要求的形状，所以必须绘制和编辑。有时对已

有对象进行复制，并必须对其进行编辑生成新的对象。因而 AutoCAD 有一系列丰富的编辑对象的工具。

本节将论述我们在二维中相当熟悉的 AutoCAD 编辑命令——MOVE、MIRROR、BREAK、FILLET、CHAMFER、TRIM 和 EXTEND 在三维中是如何使用的，毫无疑问肯定在二维绘图中会经常用到这些命令，因而我们将不详细论述这些命令的基本用法，只讲述它们在三维中与在二维中使用所不同的地方。

正如所料，对象相对于 UCS 的定位通常是非常重要的，在 AutoCAD R13 以前的版本中对 UCS 是非常敏感的，通常要使对象在一个平行于 XY 平面的平面内。这些版本有时甚至要求在操作对象前，应先把对象置于 XY 平面内。因此，以下对编辑操作的描述将指出 AutoCAD 2000 与以前版本使用的不同之处。

3.3.1 MOVE 和 COPY 命令

这两个命令在三维和二维中的使用方法是一样的，在构造三维模型中将经常用到。这两个命令首先都请求要一个基点，接着要求一个位移点，可以用在第 2 章已讨论的任何一种方法来指定这些点。

3.3.2 MIRROR 命令

镜像复制可以在一个平面之后通过镜像反射复制产生一个对象，但因为只拾取了二个点，所以该镜像平面并不明显。镜像平面通常垂直于 XY 平面。因此，在三维中镜像的对象必须在 XY 平面上，或者在一个平行于 XY 平面的平面上，在以后的章节，我们将讨论另外一个 AutoCAD 镜像命令 MIRROR3D，它可以更灵活地指定反射平面(见图 3-4)。

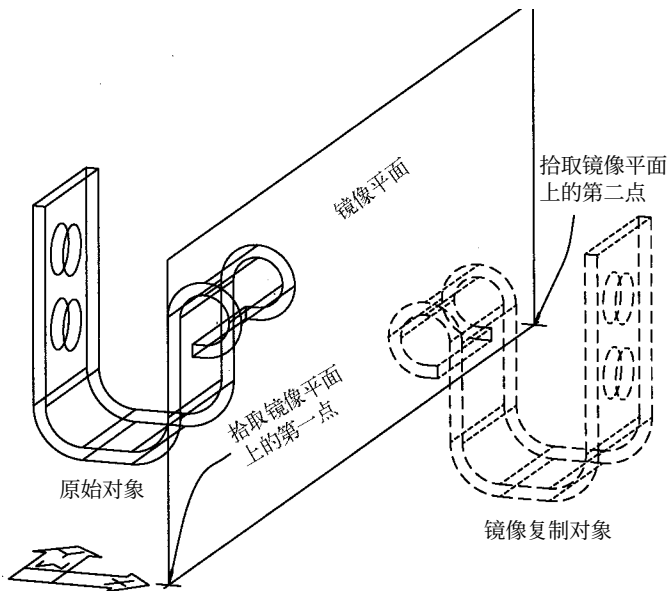


图 3-4

3.3.3 ROTATE 命令

本命令可以使对象绕一与 XY 平面垂直的轴（或者说总是指向 Z 方向的旋转轴）旋转。被选择的转动点确定了旋转轴在 XY 平面内的位置。被选择的旋转对象无论其相对于旋转轴或 XY 平面的位置如何都将绕旋转轴转动。在后续章节中我们将讨论三维专有命令 ROTATE3D，

该命令提供了更多的定位旋转轴的选择(见图 3-5)。

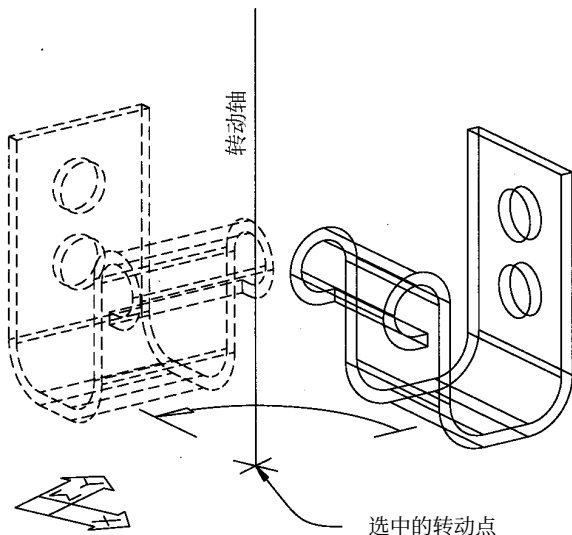


图 3-5

3.3.4 ARRAY命令

阵列命令可以生成多个对象的拷贝，拷贝的对象可以用 Rectangular选项按矩形的行和列排列或者用Polar选项按一定环形方式排列，尽管这两个选项总是相对于 XY平面，但在三维空间也很好用。矩形阵列的行通常是在 Y方向上，列通常是在 X方向上；环形阵列通常是绕一根垂直于XY平面的轴旋转。对象的阵列不一定在 XY平面上，也不一定平行于XY平面。

AutoCAD还具有另一个阵列命令 3DARRAY，该命令允许按 Z方向以及 X和Y方向生成矩形阵列，并可指定环形阵列轴的方向。这将在后续章节中加以讨论。

3.3.5 BREAK命令

AutoCAD的BREAK（打断）命令常用于断开一个对象。例如通过拾取二点打断一条线段或一段弧，则该对象变成二个独立的对象。假如该两点是分开的，则会使这二个对象之间产生间隙。BREAK也能够通过在对象上拾取第一点和在对象之外拾取第二点来缩短一个对象的一端。

从R13开始，BREAK命令可随心所欲地操作了。不管 UCS是如何定位的，对象都能在所选点处打断。在以前的老版本中，AutoCAD不接受在UCS平面之外所选的点，结果使对象实际上在别的位置被打断。

3.3.6 FILLET和CHAMFER命令

这两个相关的命令操作对象都必须是两个不闭合的对象。例如直线和圆弧（二者都有一个选项可以对多段线进行编辑）。FILLET是用一段圆弧把两个对象的终端连接起来的。同样，CHAMFER是用一段斜线或具有角度的直线连接两个对象的终端。这两个对象不一定相连，假如指定倒圆半径或倒角的距离为 0，AutoCAD将简单地连接此两对象。从 R13开始，甚至可以对两条平行线进行倒圆。

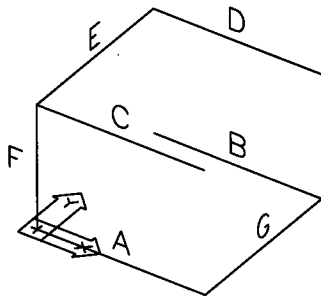


图 3-6

AutoCAD将用半径等于该两条平行线距离一半的弧连接这两条平行线。

在R13以前, AutoCAD只能在一个平行于 XY平面的平面内倒圆和倒角,但是现在AutoCAD不管对象相对于UCS是如何定位的,都能完成倒圆和倒角操作,唯一的要求是这两个对象必须在同一个平面内。在图 3-6中, AutoCAD可以对直线 A和G, 以及 A和F倒角。AutoCAD同样可以对这些直线进行倒圆, 另外还有直线 A和B, A和C, 以及A和D。但是不能对直线A和E进行倒圆, 因为它们不共面。

3.3.7 EXTEND和TRIM命令

这两个命令形式相似, 但作用完全相反。EXTEND延长一个对象至一条边界对象。TRIM则相反; TRIM修剪一个对象与边界对象相交的交点外部分。在 R13以前, 所有的对象都必须要在同一平面内, 并且该平面应平行于当前 XY轴。而且, 对象只有与边界相交才能被修剪, 可能与边界相交才能被延伸。

从R13开始, 系统变量Projmode控制EXTEND和TRIM两个命令。该变量有0、1、2三个值供选择。

当Projmode设置为0时, 被延伸的对象必须对准边界才能被延伸至边界, 而被修剪的对象则必须与边界相交。除了不能用于当前 UCS平面外, EXTEND和TRIM与其在AutoCAD以前版本中的功能相同。对象不能在不同的平面内(即使是相交的平面)。如图3-7所示, 一条直线和两个圆都与当前UCS XY平面垂直。然而, 直线可以修剪其中的任何一个圆, 而任何一个圆也可以修剪该直线。但是其中的一个圆不能修剪另外一个圆。

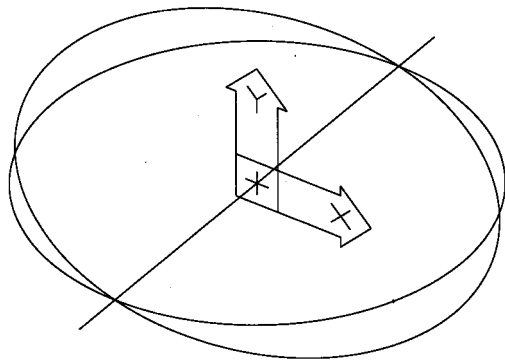


图 3-7

当Projmode的值设置为缺省值 1时, 边界上不必有任何一个点与被修剪或延伸的对象共面。边界在相对于当前 XY平面垂直的方向被投影到被修剪或延伸对象所在的平面上。如图 3-8a所示, B直线比圆的标高。然而, 当 B被选为修剪边界时, 它就被投影到圆的平面来修剪圆, 如图 3-8b所示。

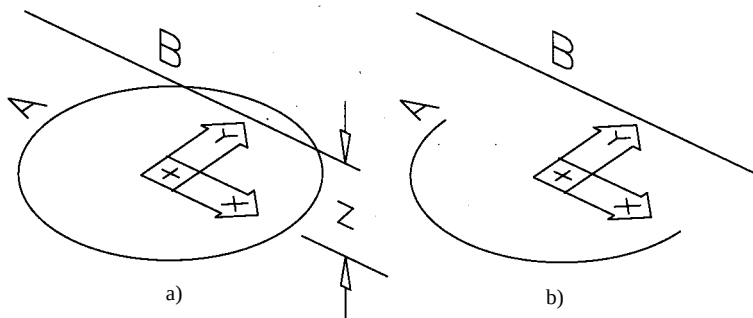


图 3-8

最后, 当Projmode的值设为2时, 对象按照当前视线方向投影到视口平面上与边界产生的

交点来修剪或延伸，如图 3-9所示，图 3-9中使用了与前张图相同的直线和圆。但是这种由 Projmode变量设置产生的效果不要和 Edgemode系统变量产生的效果相混淆。在作用上讲，Edgemode可以延长边界以使对象按照其和延长后的边界相交产生的交点来进行修剪或延伸。另一方面Projmode把边界沿当前视线方向投影到被修剪或被延伸对象所处的平面上。

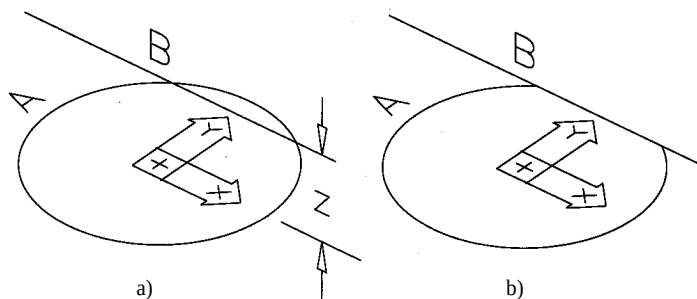


图 3-9

变量Projmode因设置不同而产生的不同效果，现概括如表 3-1所示。也可以用 EXTEND和 TRIM命令来直接控制投影的不同模式。在选择一边界后，AutoCAD提供一个Project选项。如果选择了该选项，AutoCAD将提供三种投影类型选项——None/Ucs/View——变量Projmode的当前设置作为缺省选项。None选项和变量Projmode设置为0是一样的；Ucs选项等同于变量Projmode设置为1；View选项则和变量Projmode设置为2是等效的。EXTEND和TRIM命令的选项不能改变变量Projmode的设置，然而它们能覆盖变量Projmode。

表3-1 Projmode的设置与结果

Projmode设置	结 果
0	不投影。边界必须和被修剪或延伸的对象在同一平面内
1	Ucs平面投影。边界相对于XY平面垂直投影到被修剪或延伸的对象所在的平面上
2	视口平面投影。对象按照当前明显的视口从属的边界位置被修剪或延伸

假设要绘制一间屋子的三维线框模型，其前部带有一门厅，且该门厅的房顶与主屋的房顶相交。可以很容易地先画一根线代表门厅房顶的屋尖，如图 3-10，但此直线的终点未知。

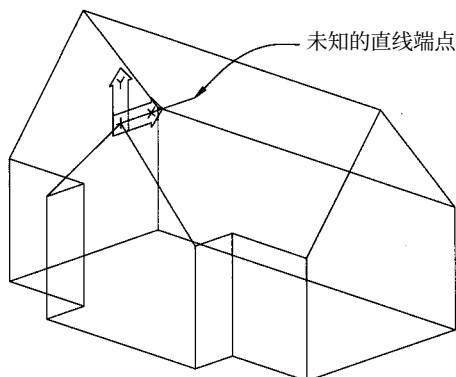


图 3-10

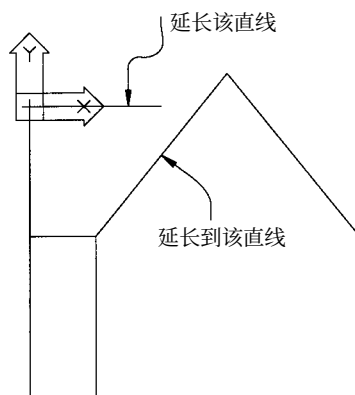


图 3-11

通过换一个视点以显示屋子的侧视图来找到直线的终点。然后用EXTEND命令中的View选项延伸此直线到主房顶的轮廓线,如图3-11所示(假如该直线太长,则应用TRIM命令,而不是用EXTEND命令)。

要完成房顶,回到等轴测视点,用端点目标捕捉功能画出两个房顶的谷,如图3-12所示。

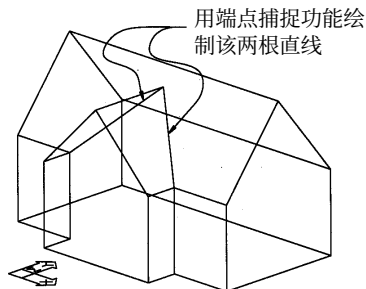


图 3-12

3.4 专用的三维编辑命令

AutoCAD在三维空间有四个专用的编辑命令。虽然这些命令都是用AutoLISP和ADS(Autodesk Development System)编写的程序生成的,但是这些程序能够自动装载,而且实际上和AutoCAD内部命令已难以分辨。这些命令中有三个——ROTATE3D、MIRROR3D和3DARRAY——是与二维命令相一致的基础上在三维的扩充。第四个ALIGN命令则没有与之相对应的二维命令。但ALIGN具有既可用于二维又可用于三维的选项。这四个命令除可用于线框模型外还可用于表面模型和实体模型。这些命令可以从命令行输入,也可以点取Modify下拉式菜单中3D Operation子菜单。如图3-13所示。

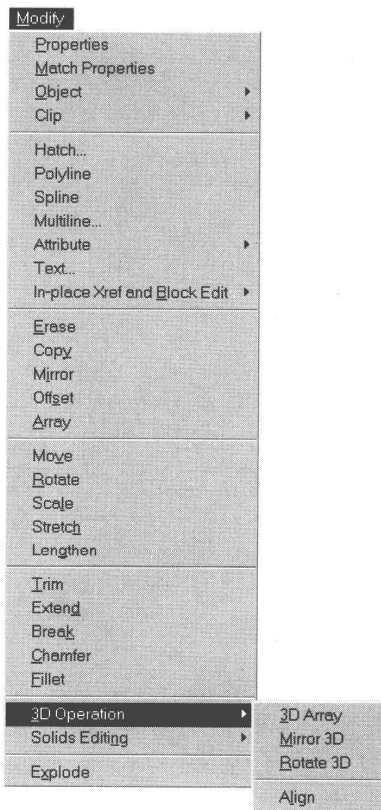


图 3-13

3.5 ALIGN命令

ALIGN是一个三维移动和旋转相结合的命令。从R14开始,对象在移动和旋转时也可以缩放。AutoCAD提示指定三对源点和目的点。第一对点确定对象移动的位移量,第二对点确定对象的旋转,第三对点确定对象的倾斜。在第一对点输入后,当提示输入源点时,任何时候都可以按回车来中止命令。我们将用相同的对象举四个例子来说明该命令。第一个例子,是在第一对点输入后中止命令,这样仅移动3-14a中的长方体到楔块的顶上。

Command: **ALIGN**

Select objects: (选择长方体)

Specify first source point: (拾取长方体上指定的点)

Specify first destination point: (拾取楔块上指定的点)

Specify second source point: (按回车)

当选择源点和目标点时,AutoCAD用一根直线连接它们,在对象移动后此直线就消失。产生的结果与使用Move命令是一样的,如3-14b所示。

下一个例子将用两对点移动3-15a中的长方体到楔块的顶上,然后旋转。

Command: **ALIGN**

Select objects: (选择长方体)

Specify first source point: (拾取长方体上指定的点)
 Specify first destination point: (拾取楔块上指定的点)
 Specify second source point: (拾取长方体上指定的点)
 Specify second destination point: (拾取楔块上指定的点)
 Specify third source point or <continue>: (按回车)
 Scale objects to alignment points ? [Yes/No]<No>: (按回车)

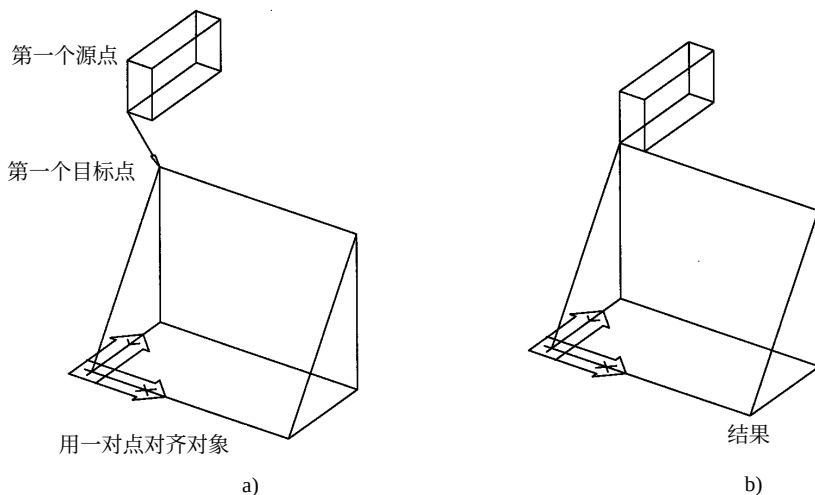


图 3-14

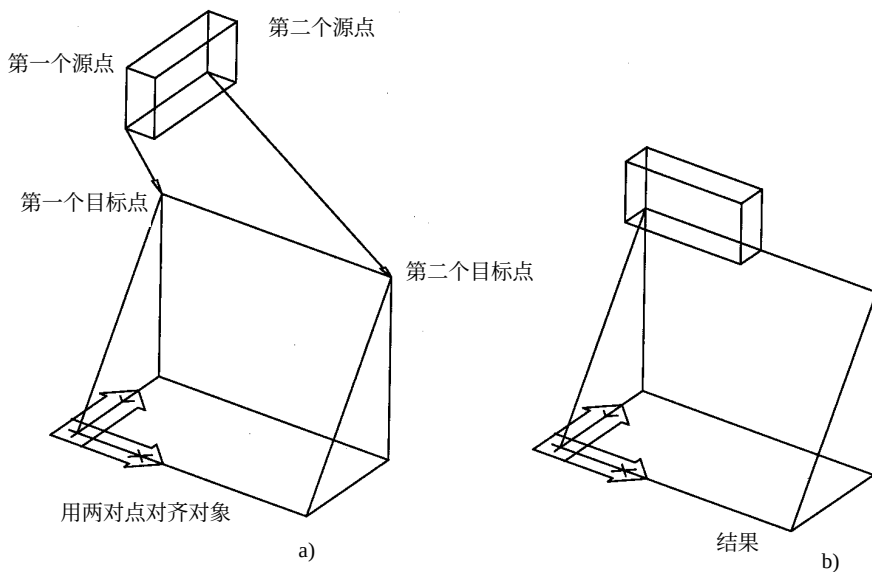


图 3-15

其结果如图3-15b所示。假如对缩放对象的提示回答 Yes, 则该对象的大小将在移动和旋转时被改变。比例因子等于两个目标点间的距离和两个源点间的距离之比。在该例子中如果 Scale objects to alignment points选项回答 Yes, 则结果如图3-16所示。

在最后一个例子中, 重复使用全部三对源点和目标点(见图 3-17)。

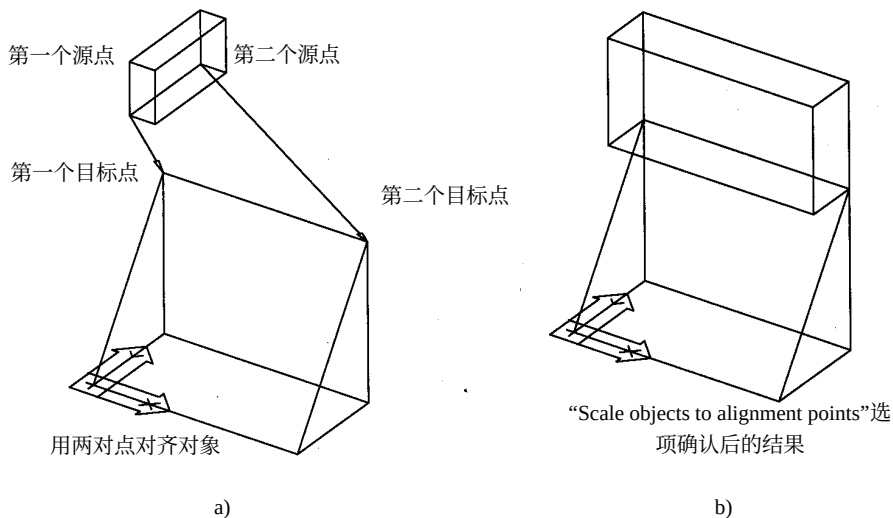


图 3-16

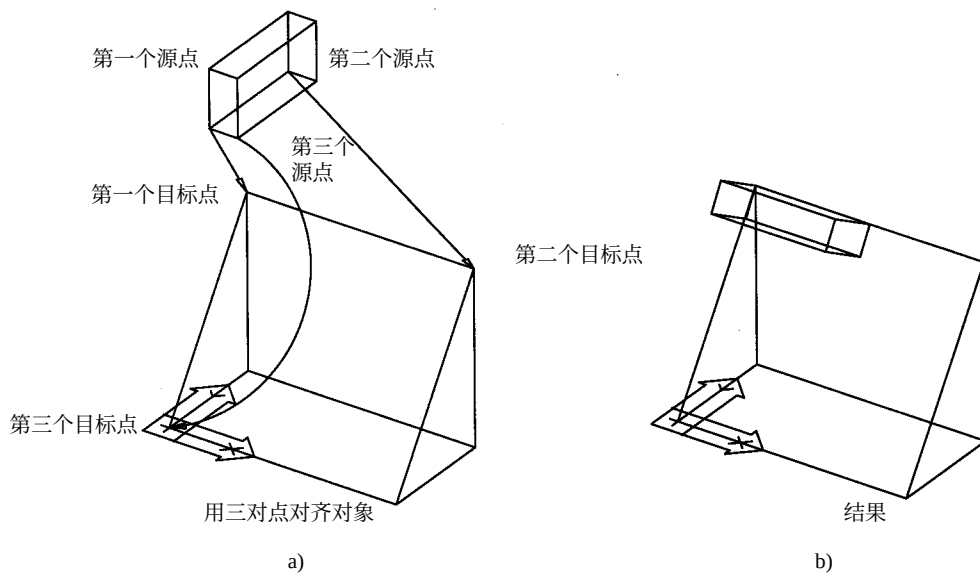


图 3-17

Command: **ALIGN**

Select objects: (选择长方体)

Specify first source point: (拾取长方体上指定的点)

Specify first destination point: (拾取楔块上指定的点)

Specify second source point: (拾取长方体上指定的点)

Specify second destination point: (拾取楔块上指定的点)

Specify third source point or <continue>: (拾取长方体上指定的点)

Specify third destination point: (拾取楔块上指定的点)

第三对点使被移动的对象倾斜，以使三个源点确定的平面与三个目标点确定的平面相匹配。

提示 用捕捉功能拾取源点和目标点, 该命令允许在UCS中独立地操作, 并且集中到重新定位的对象上。

3.5.1 相关命令

MOVE命令

该命令等同于用ALIGN命令中的第一对源点和目标点。

3.5.2 相关系统变量

无。

3.6 ROTATE3D命令

AutoCAD标准ROTATE命令通常是绕着平行于Z轴的轴旋转对象。另一方面, ROTATE3D允许使用指向任何方向的旋转轴。该命令提示输入一根轴, 接着提示输入旋转方向。

轴分为正负端, 是用来控制旋转方向的, 该方向由右手定则判定。这种形象化确定方向的简单方法就是假想用右手握住轴, 手指绕轴弯曲, 拇指指向轴的正端, 其余四指弯曲的方向即为正向转动方向。

命令的格式是:

Command: **ROTATE3D**

Current positive angle: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0

Select objects: (用任何对象选择方式)

Specify first point on axis or define axis by [Object/Last/View/Xaxis/Yaxis/

Zaxis/2points]: (指定一个选项, 一个点或按回车)

3.6.1 2POINTS选项

该选项是缺省选项, 它用两个点来确定旋转轴。

按回车或输入2, 出现以下提示:

Specify first point on axis: (指定一个点)

Specify second point on axis: (指定一个点)

假如从主提示输入一个点, AutoCAD将跳过第一个提示。轴的正向则从第一点指向第二点, 如图3-18所示。

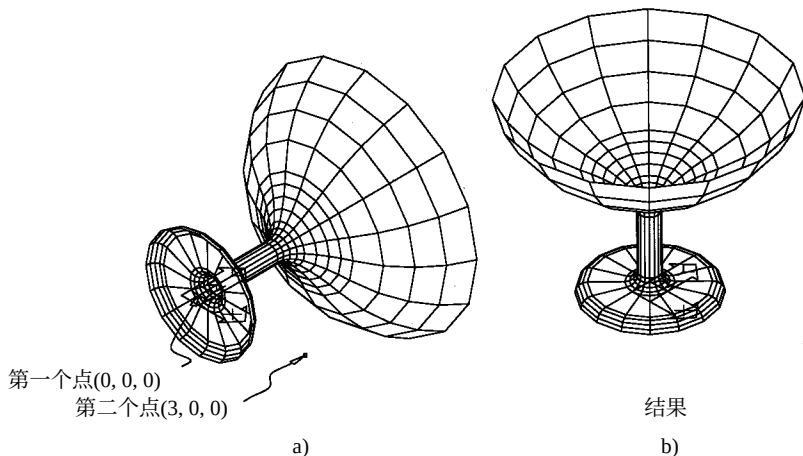


图 3-18

3.6.2 OBJECT选项

该选项用一个已存在的对象来确定轴。一条直线、一个圆、一段圆弧或二维多段线都可以作为确定一根具有位置和方向的轴对象，如表 3-2所示。

表3-2 轴对象

对象类型	轴位置	轴定位
直线	直线本身	假如直线平行于XY平面，正Z方向、正X方向或正Y方向
圆	圆心	圆的挤出方向
弧	圆弧的圆心	圆弧的挤出方向
多段线圆弧段	圆弧的圆心	多段线的挤出方向
多段线线段	多段线	与直线对象相同

3.6.3 LAST选项

该选项用最后使用过的旋转轴。如果不存在先前的旋转轴，AutoCAD将显示信息并重复主提示。

3.6.4 VIEW选项

该选项将建立与当主视图方向平行的旋转轴，接着提示输入一个点来确定轴的位置。

Specify a point on the view direction axis<0,0,0>: (指定一个点或按回车)

3.6.5 XAXIS/YAXIS/ZAXIS选项

这些选项中的任何一项都是定位旋转轴的，使其平行于当前UCS中的基本轴之一，随后提示请求输入在N轴上的一点（N轴即X轴、Y轴或Z轴）。

Specify a point on the N axis<0,0,0>: (指定一个点或按回车)

旋转轴通过被选择的点，并与被选择的坐标系轴的方向相同。选择 Zaxis选项等同于使用标准的ROTATE命令。

在确定一根轴后，AutoCAD会出现以下提示，需指定轴的旋转角度：

Specify rotation angle or [Reference]: (指定一个角度，或按R)

- Rotation angle

对象按指定角度旋转，要么输入一个点要么键入一个数字。

- Reference

该选项用两对点来显示AutoCAD的旋转角——一个基点和一个与其相关的点来确立初始角，另一个基点和与其相关的点来确定新的角度。

3.6.6 相关命令

1. ROTATE命令

该命令使对象绕着垂直于XY平面的轴旋转。

2. ALIGN命令

该命令使对象按源点和目标点而不按角度移动和旋转。

3. MIRROR3D命令

该命令通过用户指定的平面镜像对象。

3.6.7 相关系统变量

1. ANGBASE系统变量

储存与当前UCS中X轴相关的基本0角度，缺省设置为0°。

2. ADGDIR系统变量

确定正旋转是顺时针方向还是逆时针方向，缺省设置为逆时针方向。

3.6.8 应用实例

第一个例子是用 ROTATE3D 缺省的两个点的选项来旋转一个长方体线框模型。对象旋转前如图 3-19a 所示，旋转后的情况见图 3-19b。

Command: **ROTATE3D**

Current positive angle: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0

Select Objects: (选择长方体)

Specify first point on axis or define axis by [Object/Last/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis/2points]: (拾取P1点)

Specify second point on axis: (拾取P2点)

Specify rotation angle or [Reference]: **90**

第二个例子是选择 Yaxis 选项确定旋转轴。用 reference 选项指定一个旋转角。如图 3-20a 的弧形对象将被旋转到如图 3-20b 所示位置。

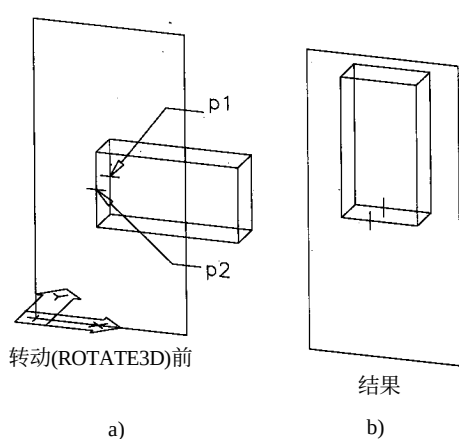


图 3-19

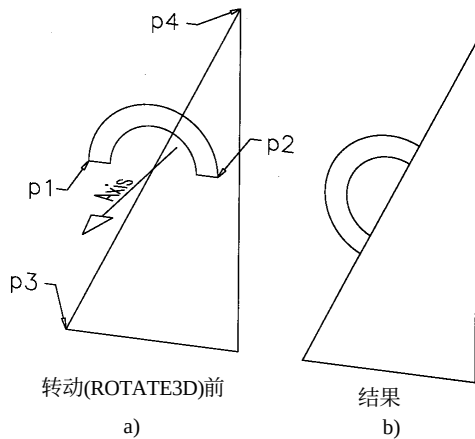


图 3-20

Command: **ROTATE3D**

Current positive angle: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0

Select Objects: (选择弧形对象)

Specify first point on axis or define axis by [Object/Last/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis/2points]: **Y**

Specify point on the Y axis <0,0,0>: (选择P3、P4直线的中点)

Specify the rotation angle or [Reference]: **R**

Specify the reference angle <0>: (指定P1点)

Specify second point: (指定P2点)

Specify the new Angle: (指定P3点)

Specify the second point: (指定P4点)

最后一个例子是旋转轴基于一圆弧。该轴被定位在圆弧的圆心(如图 3-21a所示)，并且指向圆弧的挤出方向。被旋转后的锁眼状的对象如图 3-21b所示。该图中，圆弧的挤出方向即为当前的Y轴指向。

Command: **ROTATE3D**

Current positive angle: ANGDIR=counterclockwise ANGBASE=0

Select Objects: (选择二段弧和十根线)

Specify first point on axis or define axis by [Object/Last/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis/2points]: O

Select a line,circle,arc or 2d-polyline segment: (拾取其中的一条弧)

Specify the rotation angle or [Reference]:90

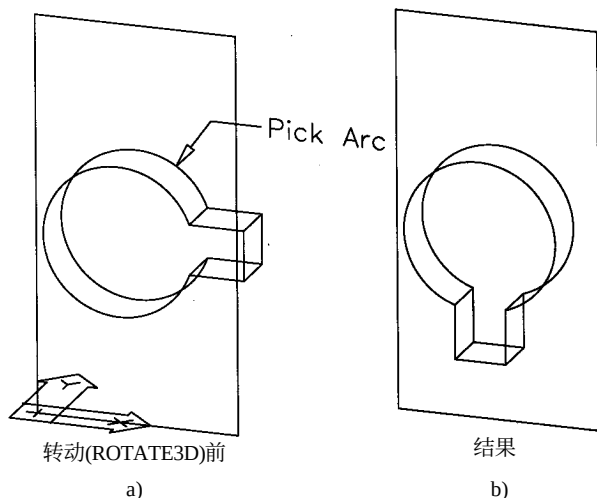


图 3-21

3.7 MIRROR3D命令

该命令用于相对空间任何位置的平面的一侧镜像复制对象。虽然标准的 MIRROR命令能很好地用于三维对象编辑，但镜像平面总是垂直于 XY平面。如同MIRROR命令，MIRROR3D也让用户选择是保持还是删除原对象。

使用MIRROR3D命令时，AutoCAD提示选择要镜像的对象，接着提示指定镜像平面。一个或更多个定义镜像平面的选择提示会出现在主提示之后。

Command: **MIRROR3D**

Select objects: (用任何一种对象选择方法)

Specify first point of mirror plane (3 points) or

[Object/Last/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3 points] <3 points>: (指定一种选择、一个点或按回车)

3.7.1 3POINT选项

用三个点来定义一个镜像平面是缺省选项。按回车或输入 3，出现以下的提示：

Specify first point on mirror plane: (指定一个点)

Specify second point on mirror plane: (指定一个点)

Specify third point on mirror plane: (指定一个点)

假如在主提示后输入了一个点，AutoCAD则不再提示输入第一个点。

3.7.2 PLANE BY OBJECT (由对象确定平面) 选项

该选项是用一个已经存在的圆、圆弧或者二维多段线来定义一镜像平面。镜像平面和选择到的对象在同一平面内。但是它在空间自由延伸，以致于对象的实际位置已无关紧要。注意虽然一根直线不能定义一个镜像平面，但是一根二维多段线 (即使是一根仅由单一线段组成

的二维多段线)是可以的。可以回忆一下,二维多段线通常是在 XY平面上(或在平行于XY平面上)生成的。因此构造二维多段线的平面即使不平行于当前 XY平面也可以被用作镜像平面。选取此选项后,接着提示选择用作镜像平面的对象。

Select a circle,arc or 2D-polyline segment: (选择一个对象)

3.7.3 LAST选项

该选项是使用最后用过的镜像平面。假如不存在先前的平面, AutoCAD将重复提示选择镜像平面。

3.7.4 ZAXIS选项

任何平面都可以用一个单一直线(直线的一个端点在该平面上,其指向为该平面的垂直方向)来定义。在几何上,这样的直线称为平面的法线。此选项紧随有两个提示来确定点的位置。第一个点确定平面的位置,第二个点则确定平面的法线:

Specify point on mirror plane: (指定一个点)

Specify point on Z-Axis (normal) of mirror plane: (指定一个点)

3.7.5 VIEW选项

该选项是用当主视图方向作为镜像平面的法向,提示输入一个点来确定平面的位置。

Specify point on view plane <0,0,0>: (指定一个点)

3.7.6 XY/YZ/ZX选项

这三个选项中的任何一个都是用平行于三个基本坐标系平面的平面作为镜像平面。XY选项是用平行于XY平面的平面作为镜像平面;YZ选项是用平行YZ平面的平面作为镜像平面;ZX则是用平行于ZX平面的平面作为镜像平面。随后提示以下这些选项:

Specify point on MN axis <0,0,0>: (指定一个点或按回车)

AutoCAD根据对选项的不同选择用XY、YZ或ZX代替MN。镜像平面将通过由这一项提示指定的那个点(缺省位置为坐标系原点),YZ和ZX选项等同于镜像点对(pair)平行于X或Y轴时使用的标准MIRROR命令。

图3-22说明了分别用XY、YZ和ZX选项,以坐标系原点作镜像平面的位置点,在相同位置,相同对象镜像复制后的情况。

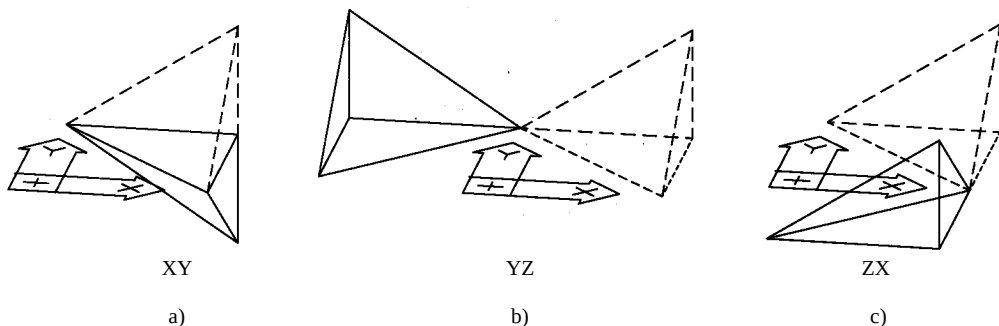


图 3-22

定义一个镜像平面后, AutoCAD提示是保留还是删除原对象。

Delete source objects?[Yes/No]<N>: (输入Y或N或按回车)

3.7.7 相关命令

1. MIRROR命令

该命令通过一个垂直于当前 XY 平面的镜像平面产生一个对象的镜像复制。

2. ROTATE3D命令

该命令绕自定义的轴旋转对象。

3. ALIGN命令

该命令移动、旋转和倾斜一个对象。

3.7.8 相关系统变量

无。

3.7.9 应用实例

以下是用 3point 选项的例子。图 3-23a 所示的是对象在通过三点决定的镜像平面镜像复制前的情况。镜像复制后的情况见图 3-23b。虚线表示的为原对象的位置。

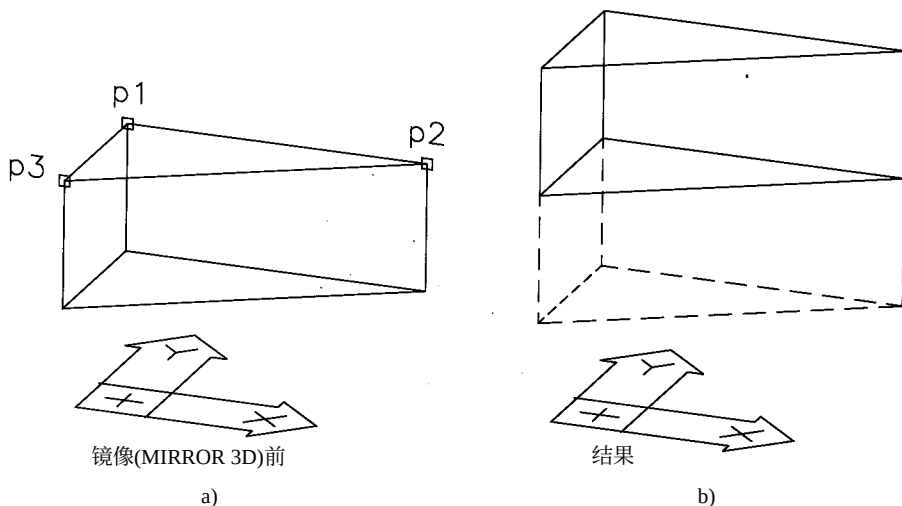


图 3-23

Command: **MIRROR3D**

Select objects: (选择楔形块)

Specify first point of mirror plane (3 points) or

[Object/Last/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3 points>: (拾取点P1)

Specify second point on mirror plane: (拾取点P2)

Specify third point on mirror plane: (拾取点P3)

Delete source objects? [Yes/No] <N>: Y

该命令中拾取三个点的次序并不重要。

下一个例子，一个圆被定义为一个镜像平面。它被定位在一个要被镜像复制的楔形块的后面，且在一垂直于当前 XY 平面的平面内。镜像复制结果如 3-24b 所示，原对象用虚线表示。

Command: **MIRROR3D**

Select objects: (选择楔形块)

Specify first point of mirror plane (3 points) or
 [Object/Last/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>: **O**
 Select a circle, arc, or 2D-polyline segment: **(选择圆)**
 Delete source objects? [Yes/No] <N>: **Y**

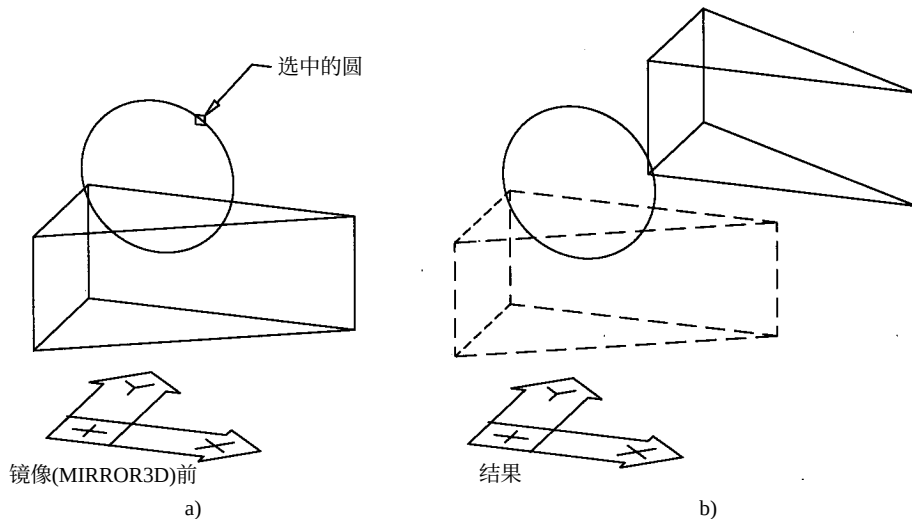


图 3-24

最后一个例子以图示说明 Zaxis选项。在图3-25中，原对象如图3-25a所示，镜像复制后的对象以及用虚线表示的原对象如图3-25b所示。

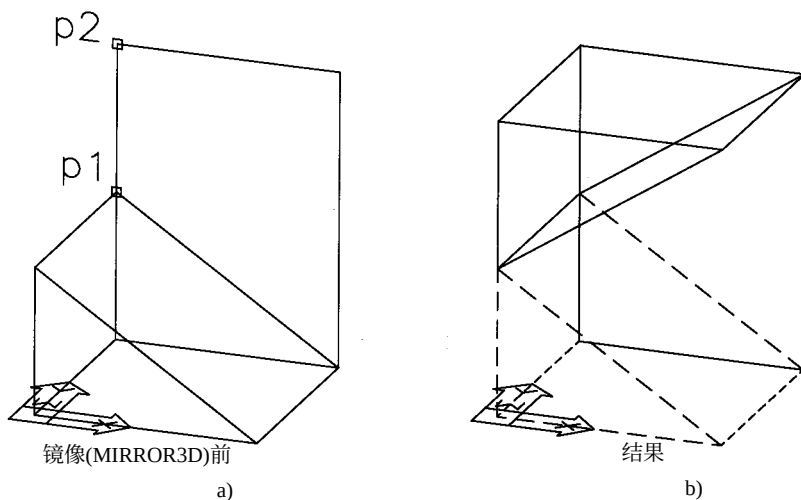


图 3-25

Command: **MIRROR3D**
 Select objects: **(选择楔形块)**
 Specify first point of mirror plane (3 points) or
 [Object/Last/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>: **Z**
 Specify point on mirror plane: **(拾取点P1)**
 Specify point on Z-axis (normal) of the mirror plane: **(拾取点P2)**

Delete source objects? [Yes/No] <N>: Y

3.8 3DARRAY命令

3DARRAY命令是一个比既能产生矩形阵列又能产生圆形阵列的标准 ARRAY命令功能更强的新命令。虽然标准的 ARRAY命令能很好地对三维对象进行操作，但它仅能在 X和Y方向产生矩形阵列和对一根垂直于 XY平面的轴产生圆形阵列。另一方面，3DARRAY能在X、Y、Z方向产生矩形阵列，还能对在三维空间指向任何方向的轴产生圆形阵列（参考图 3-26）。虽然3DARRAY是一个AutoLISP程序而不是AutoCAD的核心组成部分，但它能自动装载，并能通过Modify下拉菜单（也可在命令行输入）引用。

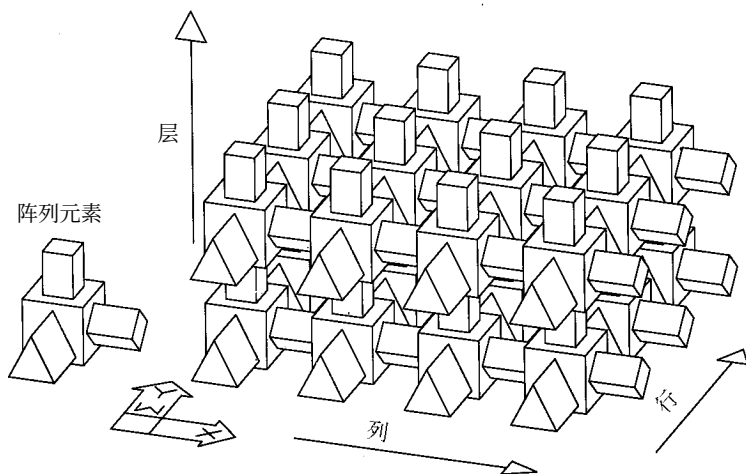


图 3-26

3.8.1 矩形阵列

Command: 3DARRAY

Select objects: (用任何一种标准选择方法)

Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>: R

Enter the number of rows (-) <1>: (输入一个正整数)

Enter the number of columns (|||) <1>: (输入一个正整数)

Enter the number of levels (...) <1>: (输入一个正整数)

Specify the distance between rows (-): (输入一个距离值)

Specify the distance between columns (|||): (输入一个距离值)

Specify the distance between levels (...): (输入一个距离值)

行是在Y方向，列是在X方向，层是在Z方向。如图3-26中阵列有3行、4列、2层。输入1行、1列或者1层则在其相应的方向上将不会产生复制。即使每一个方向上的提示缺省为1，但一行、一列、一层的阵列就等同于单一的一个元素，这种情况是不允许的。如果层数为1，则其阵列的结果就等同于标准的 ARRAY命令的结果。

仅当该方向有一个以上的元素被指定时，才会发出指定两个元素之间的距离的提示。正数则在轴的正向产生阵列，至于负数则在轴的负向产生阵列。

3.8.2 圆形阵列

Command: **3DARRAY**

Select objects: (用任何一种标准的选择方法)

Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>: **P**

Enter the number of items in the array: (输入一个正整数)

Specify the angle to fill (+ = ccw, - = cw) <360>: (输入一个角度或按回车)

Rotate arrayed objects? [Yes/No] <Y>: (输入Y、N或者按回车)

Specify center point of array: (指定一个点)

Specify second point on axis of rotation: (指定一个点)

虽然这些提示非常类似于标准的 **ARRAY** 命令对圆形阵列的那些提示，但不同的是阵列的中心需要有两个点而不是一个点。第一个点确定阵列旋转轴的一个端点，第二个点确定阵列旋转轴的另一个端点。这根轴的正向是从第一点指向第二点，旋转方向服从右手定则。负数可以用于正常旋转方向相反的方向。

如图3-27a所示，五片风扇叶片将被 360° 阵列，并以 P1、P2 作为旋转轴的两个端点，阵列的结果如图3-27b所示。

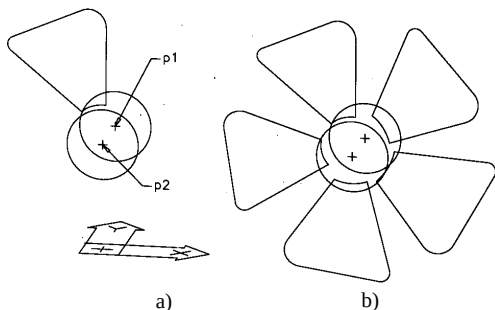


图 3-27

Command: **3DARRAY**

Select objects: (选择风扇叶片)

Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>: **P**

Enter the number of items in the array: **5**

Specify the angle to fill (+ = ccw, - = cw) <360>: (按回车)

Rotate arrayed objects? [Yes/No] <Y>: (按回车)

Specify center point of array: (指定P1点)

Specify second point on axis of rotation: (指定P2点)

假如UCS首先绕X轴旋转 90° ，则该阵列也可用标准的 **ARRAY** 命令生成。

3.8.3 相关命令

1. **ARRAY** 命令

该命令在X和Y方向上按矩形栅格产生对象的拷贝，此外还可绕垂直于XY平面的轴产生对象的拷贝。但它不能在Z方向产生拷贝，也不能改变圆形阵列的旋转轴的定位。

2. **ROTATE3D** 命令

该命令使对象绕自定义轴旋转。它不能够产生对象的拷贝。

3.8.4 相关系统变量

无。

3.9 在三维空间中的三维曲线

虽然仅用二维实体和平面曲线对构造三维线框模型大有帮助，但一些常见对象（包括螺旋线，螺旋形的楼梯和用户产品的表面边界），都需要用到完全的三维曲线。AutoCAD有两个对象类型，它们能够用于生成三维曲线、三维多段线和样条曲线。与这些对象相关命令的屏幕下拉式菜单和工具条，如图3-28所示。

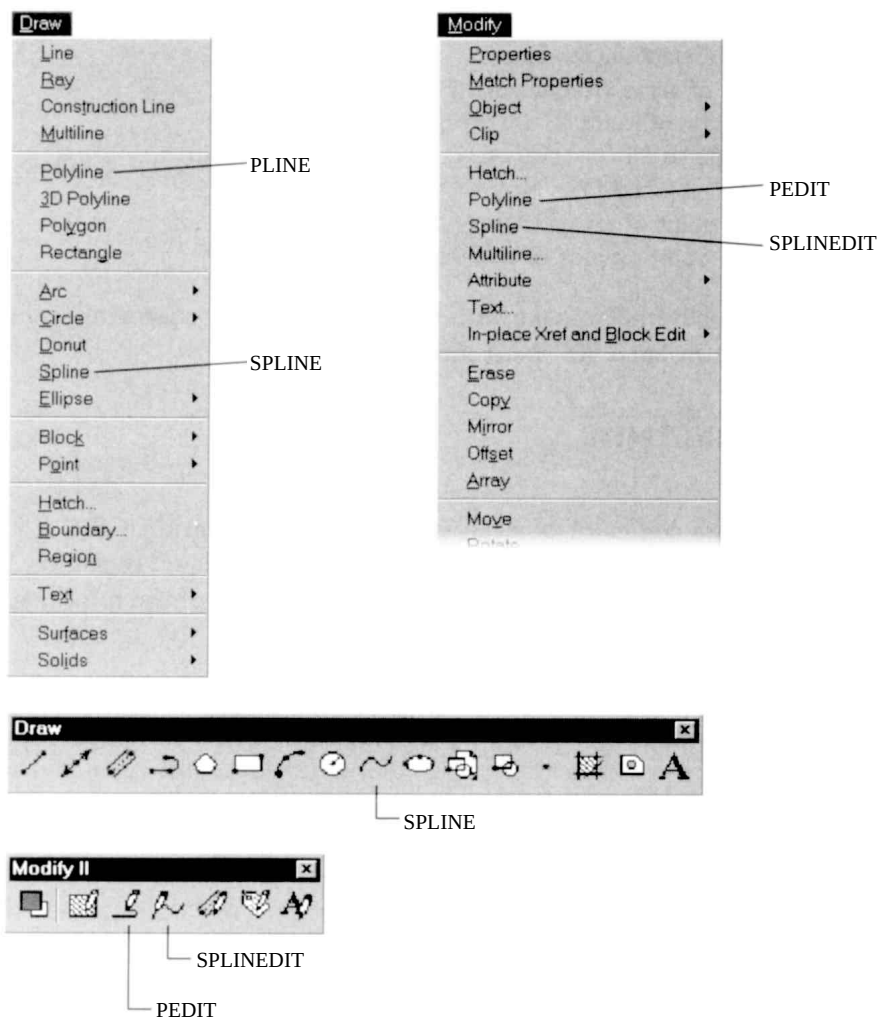


图 3-28

3.10 3DPOLY命令

3DPOLY命令产生三维多段线，该多段线与用 PLINE 命令生成的二维多段线相比不带任何宽度，并且不含圆弧的选项。3DPOLY 仅能生成零线宽线段的多段线。而事实上，3DPOLY 的选项和提示几乎完全类似于 PLINE 命令的那些选项和提示。

Command: 3DPOLY

Specify start point of polyline: (指定一个点)

Specify endpoint of line or [Undo]: (指定一个点或输入 U)

Specify endpoint of line or [Undo]: (指定一个点或输入 U)

Specify endpoint of line or [Close/Undo]: (指定一个选项，一个点或按回车)

最后的提示一直重复，直到选择 Close 选项或按回车退出该命令。

3.10.1 ENDPPOINT OF LINE 选项

用任何一种标准方法输入一个点，AutoCAD 从前一个点到该输入点绘制一线段。

3.10.2 UNDO选项

删除最后一段，且光标返回前一个顶点。可用 Undo 一直返回到多段线的最初点。

3.10.3 CLOSE选项

绘制一条直线到被选择的第一点并且结束命令。在用 Close选项之前，至少应已画两段线。正如二维多段线那样，用 Close选项和在起点与终点间用直线连接再回车而得到的两种封闭三维多段线，也有微妙的区别。这在涉及到 PEDIT命令时将会作进一步讨论。

虽然3DPOLY操作类似于LINE命令，而且其结果简单地看似连接的直线，但该线段都能用作表面边界的单独实体部分，且它能够被拷贝、移动和旋转。AutoCAD在R13以前版本中三维多段线只有有限的编辑能力，不能打断、延伸和修剪三维多段线。但是从 R13开始，AutoCAD已经能够对三维多段线完成以上所有这些操作。

3.10.4 相关命令

1. PLINE命令

该命令生成二维多段线。

2. SPLINE命令

该命令生成非均匀有理B-样条曲线。

3. PEDIT命令

该命令对二维和三维多段线都能编辑。

3.10.5 相关系统变量

无。

3.10.6 练习：绘制一个三维螺旋线线框

在该练习中，试用3DPOLY命令来绘制一条螺旋线。螺旋线是由一直线缠绕一圆柱体而形成的。螺纹线、线圈、弹簧、螺旋形楼梯和头发卷都是基于螺旋线的实例。每条螺旋线至少有二个尺寸参数——直径和螺距。如图 3-29所示，直径是圆柱体的宽度，螺距是螺旋线绕圆柱体从开始点到完成旋转一周结束点两点之间沿圆柱体轴向的距离。虽然直径和螺距都不必保持恒定不变，但在练习中假设它们不变。

假定螺旋线的直径为 2 个单位，螺距为 1 个单位。指向为 Z 方向或者沿 Z 方向上升。螺旋线由短而直的三维多段线组成。其每一线段的尾部到其开始处都以一定的角度从螺旋中心等距离偏移，在高度方向一个个加上去。假定每一个等距离偏移的角度为 45° ，即绕螺旋线的中心线分八次完成绕转一周（ 360° 除以 45° ），因为螺距是 1 个单位，则每一段终端将比其开始端高 $1/8$ 个单位（每周一个单位除以每周 8 段），这些尺寸如图 3-30 所示。

我们用柱面坐标来绘制螺旋线。第 2 章曾介绍过柱面坐标是简单的极坐标加一个高度。它们的形式是：

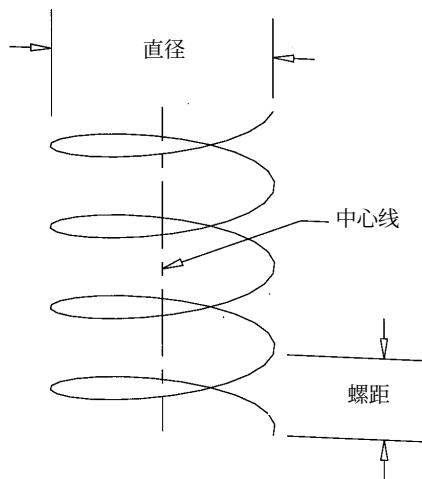


图 3-29

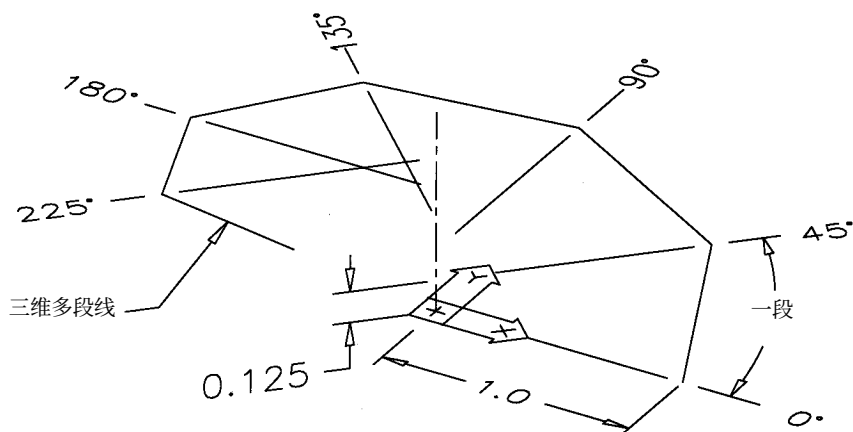


图 3-30

半径<角度, 标高

在输入柱面坐标来绘制该螺旋线时, 半径保持为 1 不变, 角度以 45° 递增, 后一个标高比前一个标高增加 0.125 单位。螺旋线的中心保持在原始位置而与相对坐标无关。绘制螺旋线命令的系列提示和输入是:

Command: **3DPOLY**

Specify start point of polyline: **1<0,0**

Specify endpoint of line or [Undo]: **1<45,.125**

Specify endpoint of line or [Undo]: **1<90,.25**

Specify endpoint of line or [Close/Undo]: **1<135,.375**

Specify endpoint of line or [Close/Undo]: **1<180,.5**

Specify endpoint of line or [Close/Undo]: **1<225,.625**

Specify endpoint of line or [Close/Undo]: **1<270,.75**

Specify endpoint of line or [Close/Undo]: **1<315,.875**

Specify endpoint of line or [Close/Undo]: **1<0,1**

虽然只画完一圈, 但是可以照此继续画下去。所得螺旋线如图 3-31 所示。尽管它非常粗糙而不会给你留下很深的印象, 但能够非常容易地通过使用 **PEDIT** 命令将其转化成样条曲线, 使其变得光滑。如图 3-32 所示螺旋线与上例相比除了圈数增加为二圈并已用 **PEDIT** 命令使其

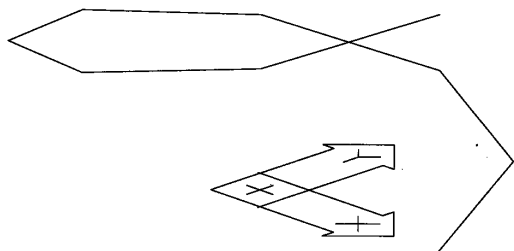


图 3-31

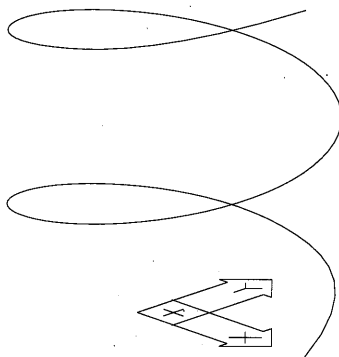


图 3-32

变成了样条曲线之外，其余的参数是相同的。

提示 粗糙和光滑的两种螺旋线都在本书所附的光盘3d_p3_01.dwg文件中。我们将在以后的章节中解释样条曲线和PEDIT命令。

有了一根粗糙的螺旋线，假如想使其光滑变成样条曲线，甚至至少到每圈只有四段线，也是可以的；虽然两个终端的形状可能不是令人满意的。假如用螺旋线作为一个 AutoCAD面的边界，因为AutoCAD面（我们将在第4章中描述）是用短而直的终端线段近似曲线的边界，所以光滑螺旋线只需很少的点。同样在第5章中涉及到实体模型时，由线段组成的三维多段线可能被用作生成挤出实体的轨迹，而那些已转化成样条曲线的线则是不可能的。

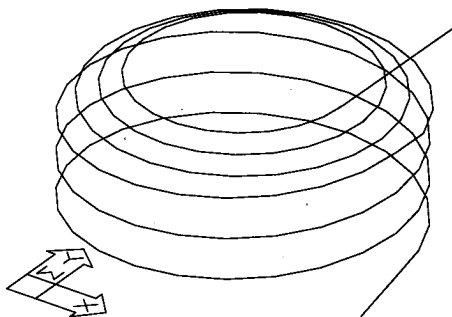


图 3-33

当用先前练习的技巧去绘制螺旋线时，会有两个容易出错的地方。第一，当等距离偏移部分时，会产生计算错误。第二，当输入柱面坐标时，可能会产生输入错误。命令组（script）文件是一种可以减少后者错误的好方法。它可提供一个纠正输入错误的机会。假如不能得到预期螺旋线，可以编辑命令组文件和用最少的精力重画。命令组文件也是生成特殊形状的螺旋线（如那些尾端是平的或者向外张开的螺旋线，其螺距和直径是可变的）最容易的方法（见图3-33）。

但是命令组文件并不能够代替计算螺旋线等距离偏移和输入柱面坐标。另一方面，AutoLISP能够弥补这种重复劳动的不足。虽然公共的绘制螺旋线和螺旋形线的 AutoLISP程序有很多；但是假如没有其他可利用的程序，那么下面有一个简单的程序供你参考。该程序同样在本书附带的光盘上也有。程序用一条三维多段线生成一个螺旋线线框，它能够生成一个直径随着每一圈增加的螺旋线。程序提示请求输入螺旋线开始的半径（半径每周都是变化的）、圈数和每圈分成的线段数。每周的线段数应用一个相对大一些的数字，这样就可以生成一条甚至没有转变成样条曲线就已非常光滑的螺旋线。

程序同样提示输入一个点（在该点上设置螺旋线的中心线，它可以在 XY平面上的任何地方）和从中心线到螺旋线起点的方向（我们已经方便地开始从中心线手工绘制螺旋线 0° ），生成的螺旋线伸向Z方向。

该程序练习绘制螺旋线的基本方法是输入柱面坐标。但是因为 AutoLISP没有柱面坐标的功能，所以程序必须使每一根多段线线段在 Z方向上逐步增加，然后再用极坐标。

三维螺旋线 AutoLISP程序

```
; HELIX.LSP
; Draws a 3D wireframe helix using a 3D polyline
(defun C:HELIX (/ cm bm cen radius r_inc r_del pitch angle revs div
  angInc z_inc steps x y z n)
  (setq cm (getvar "CMDECHO") ; save current settings
        bm (getvar "BLIPMODE"))
  (setvar "CMDECHO" 0)
  ; get user input
  (setq cen (getpoint "\nCenter point for the helix: ")
```

```

radius (getdist cen "Initial radius of helix: ")
r_inc(getdist cen "Radius increment per revolution: ")
pitch (getdist cen "Pitch of helix: ")
angle (getangle cen "Direction from center to helix start point: ")
revs (getreal "Number of revolutions? ")
div (getint "Number of divisions per revolution? ")
angInc (/ 6.283185307 div); 6.283185307 is 2PI
z_inc (/ pitch div)
steps (* div revs) ; the total number of segments in the helix
x (car cen) ; get the X coordinate from the center point
y (cadr cen) ; get the Y coordinate from the center point
z (caddr cen) ; get the Z coordinate from the center point
n 0
r_del (/ r_inc div)
)
(setvar "BLIPMODE" 0)
(command "3DPOLY" (polar cen angle radius)) ; begin drawing the helix
(while (< n steps)
  (setq angle (+ angle angInc)
    z (+ z z_inc)
    cen (list x y z)
    n (1+ n) ; increment n by one
    radius (+ radius r_del)
  )
  (command (polar cen angle radius))
); end while
(command "") ; finish drawing the helix
(setvar "BLIPMODE" bm) ; restore settings
(setvar "CMDECHO" cm)
); end function helix

```

3.11 应用于三维多段线的PEDIT命令

PEDIT是一个多用途的命令。它不仅能够区分多边形网格面、二维多段线和三维多段线，而且对其中的每一个实体类型都能提供适当的选项。该命令的格式是：

Command: **PEDIT**

Select polyline: (选择一条三维多段线)

Enter an option [Close/Edit vertex/Spline curve/Decurve/Undo]: (输入一个选项或者按回车)

当选择了一个选项后，该菜单会重复出现。按回车结束该命令。注意对不同的二维多段线PEDIT有不同的提示，但没有连接三维多段线的选项。

3.11.1 CLOSE/OPEN选项

PEDIT菜单，根据多段线不同的状态，其第一个选择要么是 Close要么是 Open。假如被选择的多段线是打开的，AutoCAD将显示 Close选项。相反的，假如它是闭合的多段线，AutoCAD将显示 Open选项。一根多段线只有当用 3DPOLY 命令的 Close 选项或者 PEDIT 命令的 Close 选项使其闭合时，这根多段线才是闭合状态。甚至即使通过终点和起点绘制闭合多段线，

AutoCAD仍认为该多段线是打开的（如图 3-34所示）。

选择Close选项后，AutoCAD会从最后一个顶点到第一个顶点自动绘制一线段。并且PEDIT菜单将切换显示Open选项。假如终点和起点是同一点，这样就没有必要封闭线段，AutoCAD仅仅在PEDIT菜单中把Close改成Open。另一方面，选择Open选项后，AutoCAD则从多段线中移去最后一段并把Open选项改成Close选项。

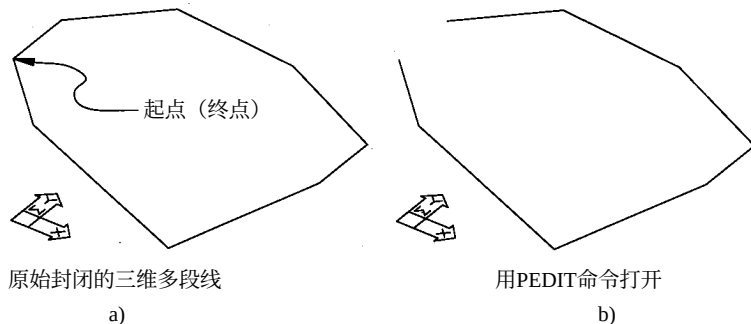


图 3-34

3.11.2 EDIT VERTEX选项

该选项用于多段线的详细编辑。它允许重新定位、删除和增加顶点。随后的提示如下：

Enter a vertex editing option[Next/Previous/Break/Insert/Move/Regen/
Straighten/eXit] <N>: (输入一个选项或者按回车)

AutoCAD将在多段线的第一个顶点上放置一个“X”标记（假如部分多段线已在屏幕之外，则该标记被放置在第一个可见的顶点上），可以用Next和Previous选项移动该标记到你感兴趣的顶点上，然后再选择另外的一个选项。

• NEXT

向多段线末端方向移动“X”标记到下一个顶点。注意编辑顶点菜单的缺省选项是 Next，也可以按回车通过顶点。“X”标记将停在最后一个可见的顶点上，它将不再停留在起始顶点上（即使多段线是封闭的）。

• Previous

移动“X”标记到前一个顶点并且改变缺省菜单选项为 Previous。当该标记向多段线开始处移动到达第一个可见顶点时就停止移动了。

• Break

从多段线的内部或者一端移去一段或多段多段线。AutoCAD贮存当前“X”标记的位置作为第一个打断的点，并显示下面的提示以选择其他打断点进行打断操作：

Enter an option [Next/Previous/Go/eXit] <N>: (输入一个选项或者按回车)

Next和Previous选项是为了移动新的“X”标记到第二个打断点的顶点。接着选择Go选项，AutoCAD完成打断并且返回 Edit vertex 菜单。eXit选项是退出，它可以在不打断多段线而返回 Edit vertex 菜单。

• Insert

在“X”标记后的多段线上加入一个新的顶点。AutoCAD将提示：

Specify location for new vertex : (指定一个点)

在移动定点设备时, AutoCAD从“X”标记处用一根橡皮筋线帮助确定新顶点的位置(如图3-35所示)。

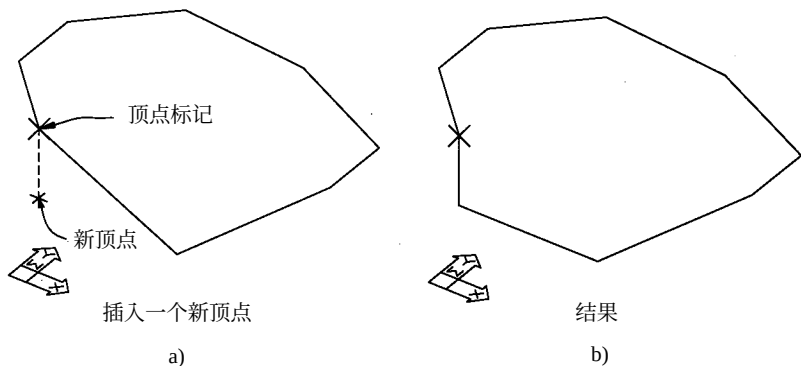


图 3-35

• Move

移动有标记的顶点到一个新的位置。AutoCAD将提示：

Specify new location : for marked vertex : (指定一个点)

在移动定点设备时, AutoCAD从“X”标记处用一根橡皮筋线帮助确定新的位置

• Regen

更新多段线。

• Straighten

该选项移掉两个顶点间的部分, 并用单独的一根线段代替它们。AutoCAD贮存“X”标记的当前位置。并且显示下面的提示选择其他顶点来完成操作：

Enter an option [Next/Previous/Go/eXit] <N>: (输入一个选项或按回车)

Next和Previous选项移动新的“X”标记到其他拉直的顶点。接着为AutoCAD选择Go选项完成操作, 并且返回Edit vertex菜单。eXit选项是退出, 允许没有移掉拉直多段线两顶点间部分就返回Edit vertex菜单(见图3-36)。

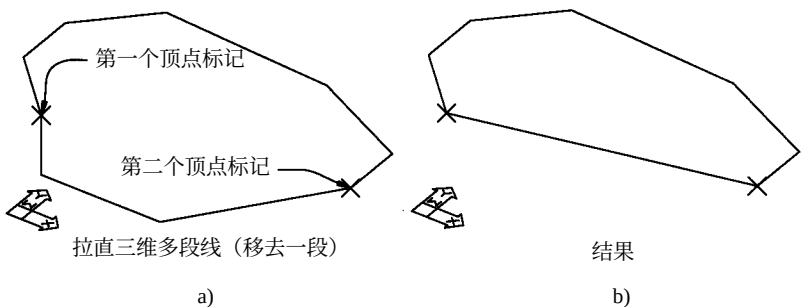


图 3-36

• eXit

返回PEDIT主菜单。

3.11.3 SPLINE CURVE选项

使多段线光滑成为 B-样条曲线。我们将在以后的章节中讨论样条曲线的特性和特点。样条曲线的阶数要么是二次要么是三次，这主要取决于 Splinetype 系统变量的设置（如图 3-37 所示）。

Splinetype 值缺省的设置是 6，至于三次 B-样条曲线趋向比二次 B-样条曲线更光滑更拉直，并不能说这一种比另一种好，而应取决于所希望的总的形状。原始线段的终点（顶点）被当作控制点，这样光滑的三维多段线不必通过它们。事实上，终点很可能是与那些原始的多段线相匹配的唯一顶点。通常，二次样条曲线比三次样条曲线更接近原始的顶点。

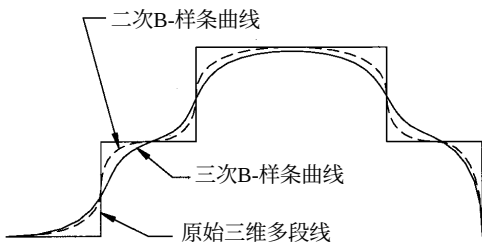


图 3-37

样条拟合多段线仍然是由线段组成的。这些线段的相对长度是由 Splinesegs 系统变量决定的。虽然当系统变量 Splinesegs 给定为一个负值时，样条拟合二维多段线完全弯曲，但 AutoCAD 对三维多段线忽略 Splinesegs 变量设为负值。然而，即使系统变量 Splinesegs 设置为缺省值 8，结果仍然非常光滑。

3.11.4 DECURVE选项

让一样条拟合多段线返回初始状态。假如一样条拟合三维多段线已用 BREAK 或 TRIM 命令编辑过，则其不能取消拟合。

3.11.5 UNDO选项

取消最近的操作，可以一直取消直到 PEDIT 开始状态。

3.11.6 EXIT选项

结束 PEDIT 状态。

提示 也可以用夹点和 STRETCH 命令移动顶点。在 R13 和 R14 中（但不是更以前的版本），三维多段线可以用 BREAK 和 TRIM 命令来编辑。

因为从那些原始的多段线得到样条曲线多段线，其上的顶点和线段的数目会有相应的增加，所以在使用 Spline curve 选项前，应慎重考虑。AutoCAD 中有些情况下用样条曲线不能达到目的，例如挤出对象的轨迹（第 5 章）。此外，当多段线被用作多边形网格面的边界时（第 4 章）光滑曲线也是没有必要的，因为 AutoCAD 表面通常用短而直的直线近似曲线边界。

3.11.7 相关命令

SPLINEDIT 命令

该命令编辑由 SPLINE 命令生成的曲线。

3.11.8 相关系统变量

1. SPLFRAME 系统变量

该变量可以设置为 0 或者 1。当 Splframe 设置为 1 时，AutoCAD 用直线框架连接样条曲线的控制点（在设置系统变量 Splframe 后，必须更新才能得到效果）。对三维多段线来说，该控制点框架与原始的非曲线化的多段线形状相同。它有时在实际没有取消拟合时，被用作观察原始多段线是非常有用的。

2. SPLINETYPE 系统变量

该变量设置样条曲线的阶数。当 Splinetype 变量设置为 5 时，样条曲线多段线是二次的；当 Splinetype 变量设置为 6 时（是其缺省值），则样条曲线多段线是三次的。

3. SPLINESEGS 系统变量

该变量控制样条曲线多段线顶点的相对数目（用于近似曲线的直线段的数目）。缺省值为 8。

3.12 样条曲线基础理论

在先前的章节中我们已生成了一些样条曲线的参考实例，但没有精确地解释样条曲线到底是什么。以下的命令将涉及到用 Spline 生成的三维 AutoCAD 实体。因此，现在专门花些时间来讨论样条曲线。这些信息将会帮助你了解样条曲线的外形是如何得到的，并掌握许多 AutoCAD 与样条曲线有关的提示的含义。

通常在设计和绘制诸如构成机动车车体部分、漂亮的电话机和船壳的断面图时，会碰到复杂曲线的问题。简单曲线（像直线和圆弧）能够在制图板上用尺和圆规相当精确地绘制，无论谁画其结果基本相同。复杂曲线是由曲线板和设计的样条曲线生成，因此是非常主观的，而且很可能不同的人绘制的结果是不同的。

复杂曲线和流线其精确性和重复性的问题在计算机模型中同样会碰到。由圆弧和直线组成的简单曲线，很容易用相对简单、标准的函数来表示。但在空间扭曲和旋转得到的复杂曲线和流线需要进行专门的处理。

在计算机曲线图中最成功的复杂曲线代表就是 B-样条曲线。虽然有几种不同类型的 B-样条曲线，但它们都有以下三部分：

1) 曲线被称为节点的点分成段。它允许用相对简单的函数表示曲线的段，而不是用复杂的函数表示整个曲线。通常，这些节点把曲线均匀地分隔。但是也有一些类型的 B-样条曲线被非均匀地分隔。它们被称为非均匀 B-样条曲线。AutoCAD 不显示节点。

2) 通常曲线外的点被用作拖拉曲线成形，这些点称为控制点（control point）。它们的作用是在平面内绘制样条曲线类似于用重量拉压易弯曲的钢板或塑料（这是名为计算机样条曲线的基础）。通常控制点具有相等的权。但是在一些例子中一些控制点有比其他点有更大的权，对曲线成形的影响更大。具有不等权的控制点的样条曲线被称为有理的 B-样条曲线。

样条曲线被不同值的节点非均匀地分隔，使得一些控制点比另外一些点有更强的拖拉能力，这种样条曲线称为非均匀有理 B-样条曲线。该名字可以缩写成易记的 NURBS，由二维和三维多段线光滑成的样条曲线不是 NURBS。AutoCAD 从 R13 开始把 NURBS 作为一种新的实体类型，称为样条曲线。虽然这种实体类型具有不相等的权控制点（但大多数时候它们都不是的）。通常有理的 B-样条曲线仅用于精确表示圆锥的某种截面二次曲线。

3) 数学的作用是用于建立段的曲线形状。这些作用具有称为阶的特性，其控制曲线段能够改变曲率的最高次数。一条 2 阶函数的曲线没有曲率（就是直线），至于一条 3 阶函数的曲线将有一恒定的曲率（就是圆弧），4 阶函数则能够有一次曲率的改变，5 阶函数则在一段曲线上有 2 次之多的曲率变化等等（如图 3-38 所示）。

有时也可用度（degree）这个词而不用阶（order）。一个函数的度是它的阶减去 1。因此，第 2 度函数通常也指二次，第 3 度则为三次。我们已见过 AutoCAD 在样条拟合三维多段线中的选取项中用到这两个术语。

AutoCAD 允许控制样条曲线的阶数。二维和三维多段线都有一个阶数要么 3（二次）要么

4 (三次)。样条曲线对象 (由 SPLINE 命令生成, 我们将在后面章节讨论) 有一缺省的阶为 4, 但是阶可以增加到 26。通常 4 阶函数就能产生光滑曲线, 这也是最佳选择。因为高阶函数需要更多的控制点, 有时会导致曲线摆动和不合理的变形。

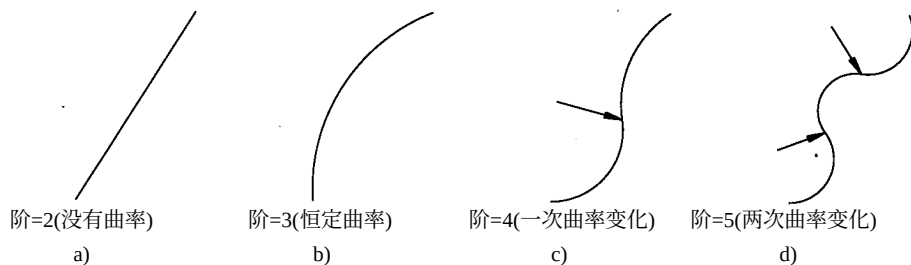


图 3-38

既然, 已涉及到了样条曲线的组成, 那么我们简单地来复习一下单个样条曲线的特性 (见图 3-39)。

1) 每段曲线有一个位置 —— 由它的控制点和曲线函数式确定其在空间的定位。

2) 每一个在曲线上的点有一个方向。该方向是曲线在这一点上的切线矢量, 垂直于曲线切线矢量的是法向矢量。每一段曲线有一个半径, 与曲线半径等效的变量被称为曲率。这样高曲率的曲线则有小的半径, 至于低曲率的曲线则有大的半径。曲线的曲率为 0 则是直线, 有一无穷大的半径 (见图 3-40)。

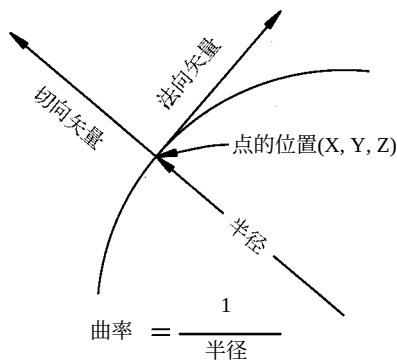


图 3-39

因为样条曲线实际上是由一组单个的曲线组成的, 所以每一段曲线与其相邻的那些曲线之间的特性关系是很重要的。这些关系被称为曲线的连续性 (continuity) (如图 3-41 所示)。

当试图连接单个曲线时, 这种连续性关系也是非常重要的。假如两条曲线不接触, 那么就根本没有连续性; 假如两条曲线的末端是接触的, 那么就有位置的连续性; 假如它们是相切的, 在它们接触的地方同样地既有位置的连续性, 又有切线的连续性; 假如两条曲线在它们的连接处有相同的曲率, 那么它们就有位置、切线和曲率的连续性。这些曲线揉合在一起是非常光滑, 以致于很难分辨出哪里是一根曲线的终端哪里是另外一根曲线的始端。

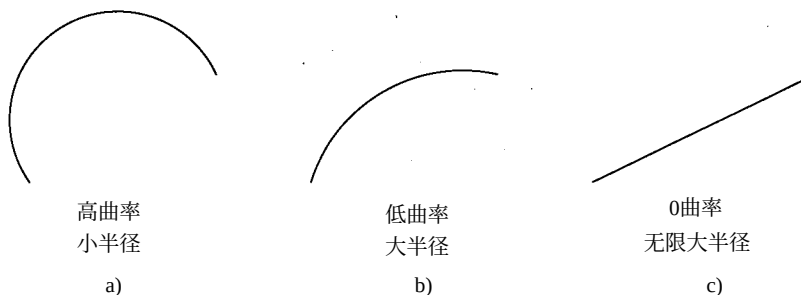


图 3-40

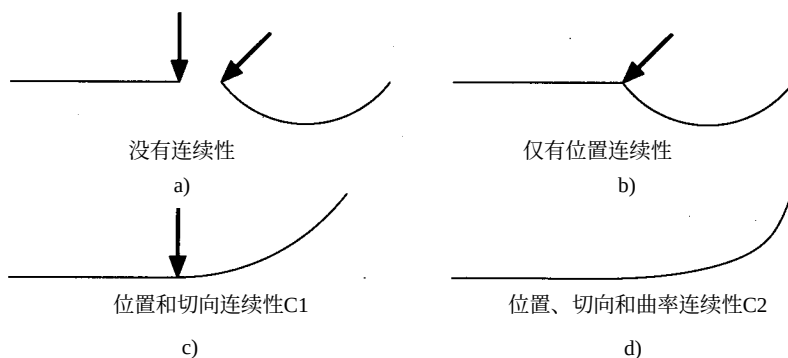


图 3-41

这三种等级的连续性有特定的名称。两种邻接的曲线其位置连续，仅有 C0 等级的连续性；具有相切的邻接曲线有 C1 等级的连续性；至于那些有相同曲率的则有 C2 等级的连续性。虽然 AutoCAD 没有用这些名称，但一些三维模型程序（如 MDT）就用到了这些名称，并且它们也可应用于面。AutoCAD B-样条曲线通常有内部的 C2 等级的连续性。

3.13 SPLINE 命令

从 R13 开始，spline 是一个命令和一种对象类型的名称。SPLINE 命令能生成非均匀有理的 B-样条曲线（NURBS），从 LIST 命令的输出结果上看到它被显示为一个样条对象。样条曲线类似于一宽度为 0 的三维多段线，它能够在整个三维空间扭曲和旋转，并能打开或封闭。与三维多段线不同，样条曲线通常是光滑的曲线，它是比三维多段线更高级的实体。尤其是在末端部分的形状样条曲线比三维多段线控制得更好。并且能够控制一些微妙的曲线特性，例如容差（tolerance）、方向、控制点的权和阶数（虽然这其中的一些性质是由 SPLINEDIT 而不是 SPLINE 命令来控制的）。

此外，对 AutoCAD 来说样条曲线比样条拟合曲线更容易管理，它占用的内存和磁盘空间更少。因而 AutoCAD 把样条曲线用于椭圆和曲线的指引线。

SPLINE 命令的格式是：

Command : **SPLINE**

Specify first point or [Object]: (输入 0 或指定一个点)

3.13.1 ENTER FIRST POINT

虽然这是缺省的选项，但是必须从选择样条曲线的起点着手，假如此时按回车 AutoCAD 则退出该命令。在指定起点后，AutoCAD 从这一点出现一橡皮筋线并提示输入第二点：

Specify next point : (指定一个点)

AutoCAD 把这些用户选择的点作为“拟合点”，当指定完第二个点后，AutoCAD 就转换提示，对剩下的点提供附加的选项。

Specify next point or [Close/Fit Tolerance]<start tangent> : (指定一个点或输入一选项)

即使 undo 没有在提示中列出，也可以输入 undo 或者字母 u 取消一段样条曲线。

3.13.2 ENTER POINT

该选项是把另一段加到样条曲线上。选择点时，AutoCAD从当前点绘制一橡皮筋线并且同时显示样条曲线的整体形状。按回车以示结束样条曲线。AutoCAD接着提示输入样条曲线的起点和终点的切线方向。

Specify start tangent : (指定一个点或按回车)

该点确定样条曲线起点的切线方向。

Specify end tangent : (指定一个点或按回车)

该点确定样条曲线终点的切线方向。样条曲线完成后按回车退出。

3.13.3 CLOSE选项

从最后输入点到样条曲线的起点绘制一曲线段。这一封闭部分与样条曲线在起点和最后点处都相切，但是能设置切线方向。

Specify tangent : (指定一个点或按回车)

当选择一个点时，AutoCAD从起点绘制一橡皮筋线并且显示样条曲线的形状。AutoCAD绘制完后按回车退出样条曲线。指定的一切线方向允许使样条曲线与一个已存在的对象相切。

AutoCAD把用Close选项绘制的样条曲线称为周期性的(periodic)。按回车结束绘制的样条曲线则称为非周期性的(nonperiodic) (即使最后的点与第一点重合)。

3.13.4 FIT TOLERANCE选项

容差(tolerance) 的缺省值为0，它控制样条曲线通过被选择的每一个点。给定容差一个值将会使样条曲线绕过一些点，导致样条曲线变得直而且少弯曲(如图3-42)。容差值的影响是相对的。例如容差值为0.5，并不意味着样条曲线将通过从输入点二分之一单位处。容差不只影响被选点，而是影响整条样条曲线。另外，容差值一直保持不变直到改变它们(甚至一直保持到开始画另外的样条曲线和当退出并且重新打开一个图形文件时)。

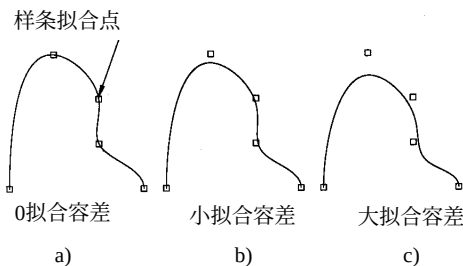


图 3-42

3.13.5 OBJECT选项

这一选项使已存在的二维或三维拟合样条多段线转变为样条曲线对象。已存在的多段线的形状将保持不变。原始的多段线是保持还是删除取决于系统变量 Delobj值的设置。当Delobj设置为1时，即它的缺省设置，原始的样条拟合多段线被删除；当 Delobj设置为0时，原始的多段线将保留。

提示 当绘制一条样条曲线时，应该仅用几个关键点，让曲线自己成形。太多的点将导致曲线发生出人意料的变化。

起点和终点的切线方向对曲线的形状有重大的影响。对象的步距对把样条曲线与一个已存在的对象揉合成一体是非常有用的。

3.13.6 相关命令

1. PLINE命令

该命令生成二维多段线。

2. 3DPOLY 命令

该命令生成三维多段线。

3. PEDIT 命令

该命令可以把二维和三维多段线转化成样条拟合多段线，但是不能转化成 SPLINE 对象。

4. SPLINEDIT 命令

由 SPLINE 命令生成的样条曲线能够用该命令来修改。通过它能够增加和删除拟合点，改变样条曲线的拟合容差等等。

3.13.7 相关系统变量

1. DELOBJ 系统变量

该系统变量控制用 SPLINE 命令 Object 选项转变一样条曲线对象时，是保留还是删除最初的二维或三维多段线。当 Delobj 设置为 0 时，原始对象保留；当它设置为 1（是缺省值）时，原始的对象被删除。

2. SPLFRAME 系统变量

当设置为 1 时，该变量用相互连接的直线显示控制点的位置。AutoCAD 称它为控制多边形（control polygon）。如图 3-43 所示。

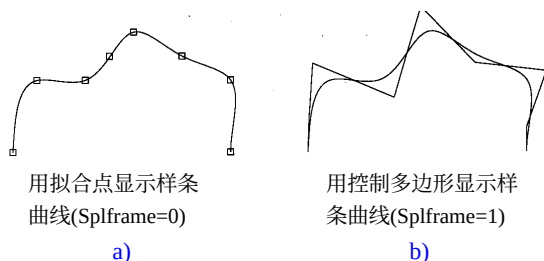


图 3-43

3.13.8 练习：绘制非封闭的二维样条曲线

在该练习中绘制一简单二维多段线以获得 SPLINE 命令操作的感性认识（见图 3-44）。

Command: **SPLINE**

Specify first point or [Object]: **0,0**

Specify next point: **1,0**

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: **2,1**

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: **1,2**

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: **1,3**

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: **3,3**

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: **3,2**

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: **(按回车)**

Specify start tangent: **@-1,0**

Specify end tangent: **@0,1**

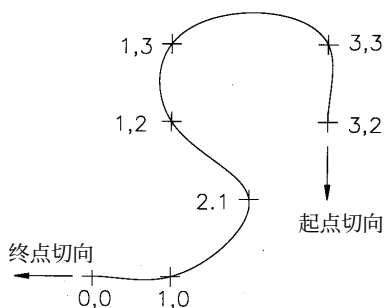


图 3-44

注意样条曲线通过每一个输入点（样条曲线假如不是这样，检查是否拟合容差设为 0），并且样条曲线非常光滑地通过它们连成一体。我们用相对坐标设置起点和终点切线方向来说明它们也是可以被命令所接受的。这些特殊的方向迫使样条曲线的始端为水平方向，并且末端为垂直方向，可以用缩放放大始末点来证实这一点。

如果试图明白样条曲线的形状，可以把它想象成由硬的橡胶或弹簧钢材料做成的杆。杆在它的内部拟合点处在空间被附上点。但是假设它为自然形状时，可以自由绕这些点旋转。假如末端切向不是指定的，则杆也能绕着终点旋转。另一方面，当末端切向被指定，杆就好像其末端被钳住了并且被强迫指向切线方向。

用 LIST 命令选择该对象时，AutoCAD 将列出样条曲线的报告是：

1) Fourth-order — SPLINE 命令通常用 4 阶（三次）函数生成样条曲线。当不能改变缺省的函数阶数时，可以通过 SPLINEDIT 命令改变指定的样条曲线的阶数。

- 2) Planar — 样条曲线限制在同一平面内。
- 3) Nonrational — 所有控制点有相等的权。
- 4) Nonperiodic — 样条曲线是打开的。

LIST命令也将显示控制点和拟合点的坐标。拟合点是绘制样条曲线时指定的点。同时控制点为AutoCAD数学地拖拉样条曲线到位。一个控制点将位于样条曲线的第一点上, 另一个则位于样条曲线的最后点。实际上所有的内部控制点将定位在样条曲线之外。最后 LIST命令将显示样条曲线的起点和终点切线方向。

1. 绘制3D封闭样条曲线

下面将用SPLINE命令产生三维封闭样条曲线(见图3-45)。

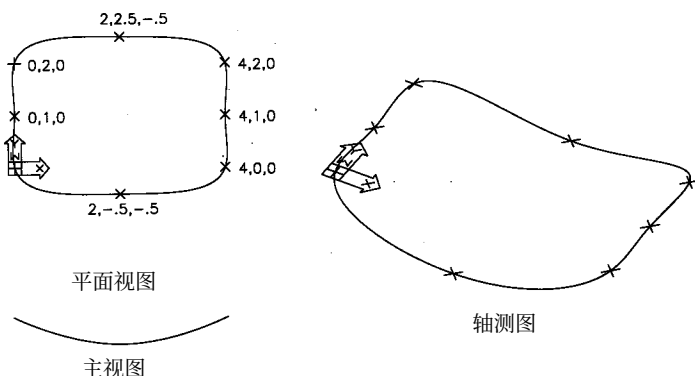


图 3-45

Command: **SPLINE**

Specify first point or [Object]: **0,1,0**

Specify next point: **0,0,0**

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: **2,-.5,-.5**

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: **4,0,0**

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: **4,1,0**

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: **4,2,0**

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: **2,2.5,-.5**

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: **0,2,0**

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: **C**

Specify end tangent: **@0,1**

除两个负Z坐标的点之外, 所有的这些点能够用定点设备输入(把栅格和步距设为 0.5)。注意结束点的切线方向指向Y方向。结束点的切线方向指向任何方向都将完全改变样条曲线的形状。这一封闭样条曲线在本书附带光盘的 3d_p3_02.dwg文件中。

曲线的最后结果可粗略地描述为长方形, 该长方形带有圆角并且沿着Y方向在它的中断处弯曲成弓形。在左、右末端有一轻微的缩进。甚至在每一个这些末端的三个点是在同一条线上。这是因为AutoCAD通常使具有C2连续性的样条曲线(在它上面的每一条曲线与其相邻的曲线曲率和切向都有连续性)。这样迫使曲线成这样的凹坑形状。如果我们在末端用二个内部点(而不只是一个), 那么末端将会有一直线部分。

LIST命令将报告这条样条曲线是 fourth-order和nonrational。类似于前一条样条曲线(但又不同于前一条), 这条样条曲线是不共面的和周期性的。

2. 显示器外壳的线框模型

该练习将生成一壳形或箱形的线框模型，它能用作一个电器设备的外壳，例如小的阴极发射管的外壳。在本书的第4章，将用该线框作为表面模型的基础。在第1章的图1-4中已展示它表面模型的渲染图，至于图1-5则展示一个由渲染图生成的产品图。

在开始绘制线框模型时，先绘制四个相对于WCS具有如图3-46所示的尺寸和定位的矩形。因为它们将被用做单独面的边界，所以用直线而不是二维多段线来画。

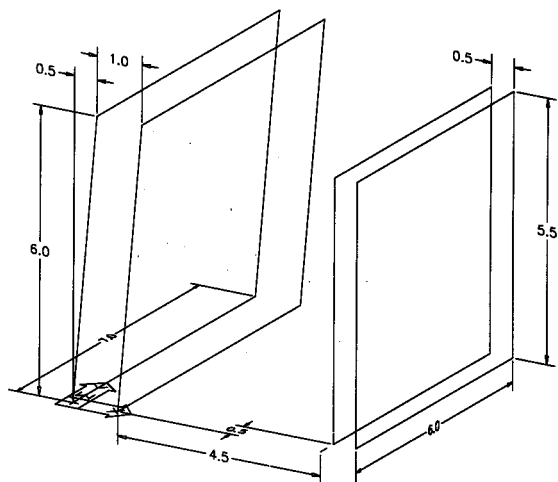


图 3-46

接着以半径为1个单位对矩形的上面8个角倒圆，并且以半径为0.5个单位对矩形的下面8个角倒圆。现在的模型看起来如图3-47所示。

该盒子封闭端的角上有球形倒角。每一个球形倒角将有三段弧作为它的边界（一段就是刚才所画的）。移动UCS到一段上面已存在圆角的弧的中心，如图3-48所示。并且绘制半径为一个单位的弧作为球形倒角的下边界。角上第三个边界的弧要么画出（UCS绕X轴转 90° ），要么从已存在的垂直的弧拷贝（用一圆形阵列）。

下一步画下面的一个球形倒角。首先把后面底的边界和二一个0.5个单位半径的弧在X方向

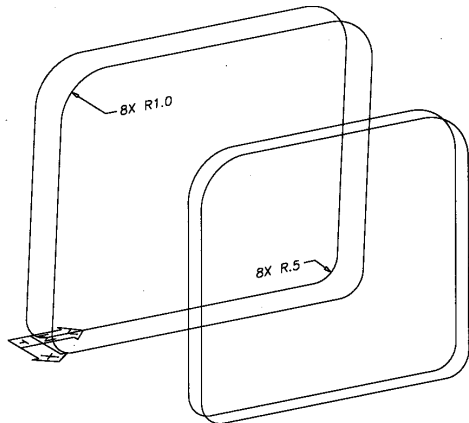


图 3-47

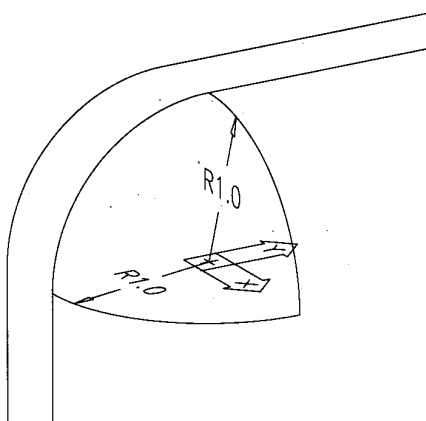


图 3-48

上移动0.5个单位，如图3-49所示。这将调整二个不同的倒角半径，并且使箱子垂直的后端封闭起来，再接着绘制二个0.5个单位半径的弧作为球形角的边界。用相同的操作方法生成上面的角。现在垂直线悬挂在空间已不再需要，所以应该擦除。

使用缩放命令能看到整个模型。从 WCS 镜像复制刚才所画的图形，生成与其相对的角的边界。接着相互用直线连接倒角的末端，如图 3-50所示。顺便提一下，如图 3-50所示设置的视点是与X轴的夹角为 300° ，与XY平面的夹角为 20° 。

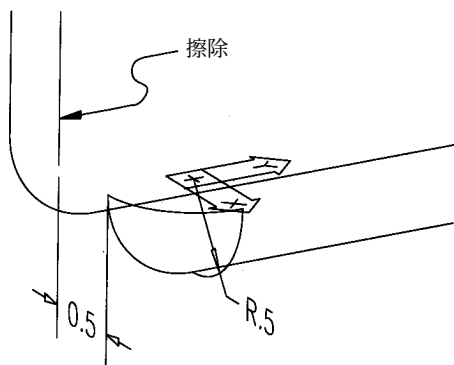


图 3-49

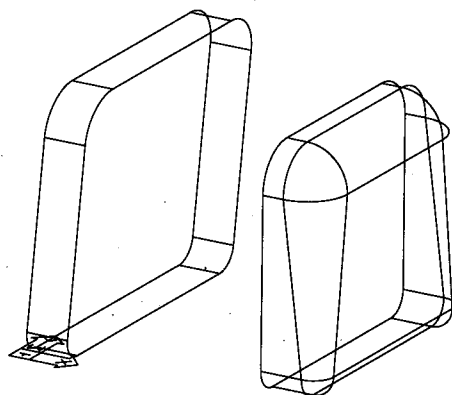


图 3-50

注意线框模型现在是两半，用样条曲线连接它们。在表面模型中，这些样条曲线是光滑过渡的边界，它们将与加入的面揉合成一体。

如图3-51所示，用三根辅助线来绘制每段样条曲线。这些辅助线中的二根从代表圆形角的边界的线处延伸 0.25个单位。记住这些边界在不同的平面内，所以必须移动 UCS来绘制。接着捕捉那两条0.25个单位长线的端点，用第三根辅助线连接它们。

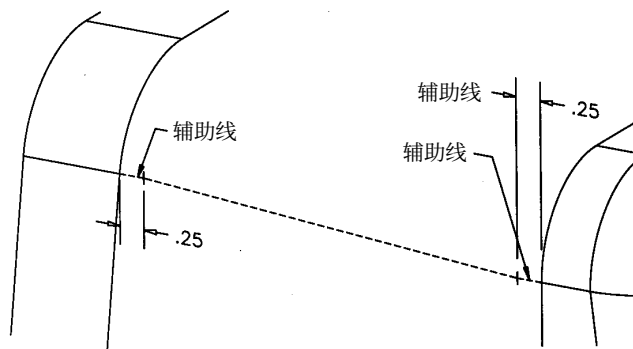


图 3-51

用带有标记的点绘制样条曲线如图 3-52所示。所有这些点除了D点是中点外，其余的点都是端点。

Command: **SPLINE**

Specify first point or [Object]: (选择点B)

Specify next point: (选择点C)

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: (选择点D)

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: (选择点E)

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: (选择点F)

Specify next point or [Close/Fit Tolerance] <start tangent>: (按回车)

Specify start tangent: (选择点A)

Specify end tangent: (选择点G)

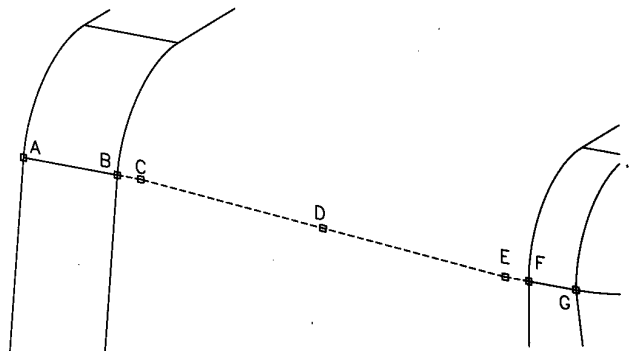


图 3-52

擦除辅助线后，样条曲线应如图 3-53所示。所有这些直线和曲线的末端精确连接是非常重要的。因为它们将作为面的边界。

用同样的方法为上面环形边的其余边界绘制样条曲线，同样的方法为下面环形边的上边界绘制样条曲线。低下边的底边界是平面的，所以可用二维多段线绘制。接着镜像复制四段曲线到另外一半线框模型上。完成后的线框模型应该和图 3-54所示的相似。

可以把绘制的线框模型和本书所附光盘中的3d_p3_03.dwg文件的图形相比较。在第4章中将把面加到该线框上去。

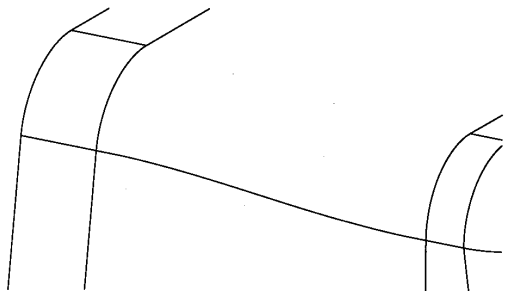


图 3-53

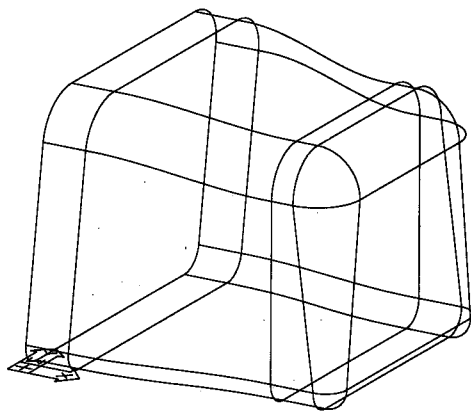


图 3-54

3.14 SPLINEDIT命令

编辑样条曲线对象有几种不同的技术。正如你所期望的，对象控制命令像 MOVE、COPY、

ROTATE和OFFSET都能用于样条曲线。编辑命令TRIM、BREAK、SCALE和STRETCH同样也可以。但EXTEND、EXPLODE或LENGTHEN不能用于样条曲线。

还可以用夹点来拉伸和拖拉样条曲线使其变形。通常 AutoCAD 仅在样条曲线的拟合点显示夹点，但是假如系统变量 Splframe 已设置为 1，则夹点也可定位在控制点上（如图 3-55 所示）。虽然可以用控制点的夹点来修改样条曲线的形状，但这会引起样条曲线失去它的拟合点。当样条曲线没有拟合点（fit point）时，夹点将定位在控制点上而与 Splframe 的值无关。

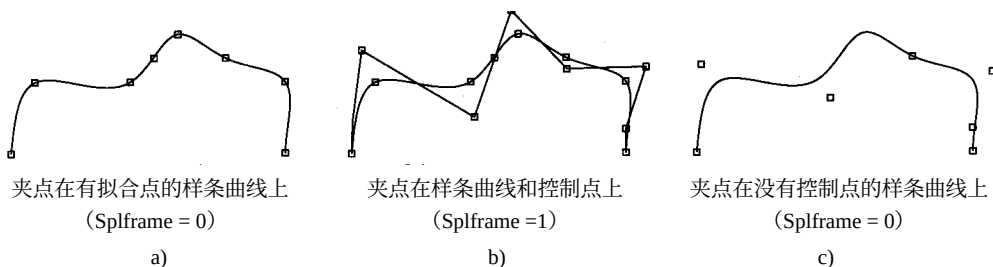


图 3-55

AutoCAD 还有一个仅编辑样条曲线的特殊命令：SPLINEDIT（注意在命令的名字中只有一个 E）。该命令的格式如下：

Command: **SPLINEDIT**

Select spline: (指定一根样条曲线)

Enter an option [Fit data/Close/Move vertex/Refine/rEverse/Undo]: (选择一个选项或按回车)

由于一次仅能编辑一条样条曲线，所以不能用像 windows 或 crossings 那样的选择集方法。选择样条曲线后，它的控制点就以夹点（grip）方式显示。假如样条曲线不再有数据点和拟合数据，那么随后提示中的第一个选项不可用或不显示。还有，假如被选择的样条曲线是封闭的，则 Close 选项将被 Open 选项所代替。选择一个选项并完成该选项的动作后，提示将重新显示，按回车结束 SPLINEDIT 命令。

3.14.1 FIT DATA 选项

该选项的选取可键入 F 或 D，允许加入移动和删除拟合点。还可以封闭或打开样条曲线改变容差设置、改变切线方向甚至可以用该选项高亮显示样条曲线上的所有数据拟合点。样条曲线的控制点不再显示，取而代之的是拟合数据点被显示为夹点。该选项随后的提示是：

Enter a fit data option

[Add/Close/Delete/Move/Purge/Tangents/toLerance/eXit] <eXit>: (选择一个选项或按回车)

假如样条曲线已封闭，Close 选项将被 Open 选项所代替。

1. Add

该选项在两个已存在的点之间加一个或多个拟合点，随后的提示是为新的点和新点的位置选择一段样条曲线，显示如下：

Specify control point: (指定一个拟合点)

Specify new point <exit>: (指定一个点、输入 u 或按回车)

尽管提示是这样，但选择的是拟合点而不是控制点。选择一个点后，AutoCAD 将高亮显示夹点及下一个点的夹点。方向从样条曲线的开始处指向末点。接着 AutoCAD 提示在这些已

存在的点之间请求新的点，直到按回车退出。增加点时，AutoCAD会随时调整样条曲线的形状来拟合每一个新点。按u键取消上一个被加入点（如图3-56所示）。

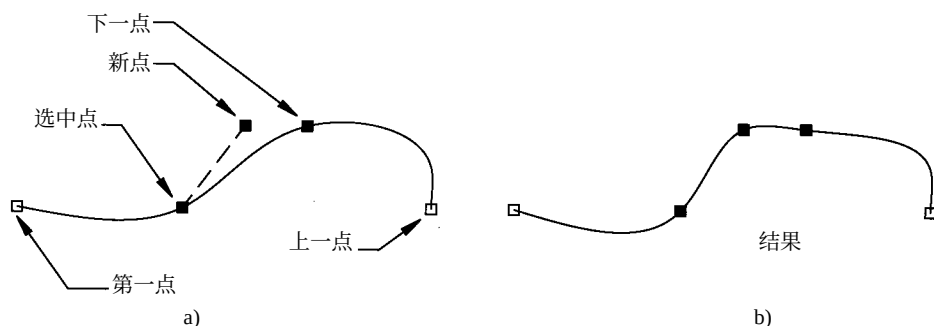


图 3-56

假如选的是样条曲线的第一点，AutoCAD提示允许在第一点之前或之后为新的点定位。

Specify new point or [After/Before] <exit>: (选择一个点、一个选项或按回车)

Specify new point <exit>: (选择一个点或按回车)

对第一个提示的缺省响应是在第一点之前选择一个点。选择 After选项，样条曲线的第二个点将高亮显示以便在两个点之间加入点。这两者中无论哪种情况，“Specify new point”提示一直重复到按回车为止。

假如选择样条曲线的最后一点，那么就没有其他高亮显示的点，并且仅能在最后点之后加入点。

2. Close

从最后点拟合点到第一点拟合点画一段线来封闭一条打开的样条曲线。最后一段的成形与样条曲线开始处相切。假如样条曲线的最后点和第一点重合，AutoCAD就把最后一段再成形以使样条曲线在该点有切向连续性（图3-57所示）。

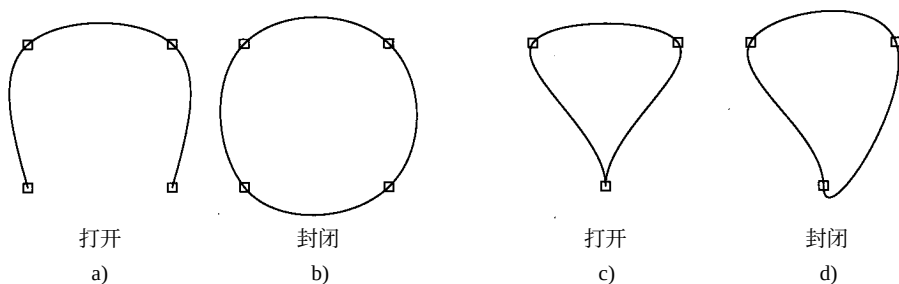


图 3-57

3. Open

通过移去最后一段，打开一封闭样条曲线。假如样条曲线原来就打开的，那么封闭，再重新打开。所得形状不必和原来的一样，如图3-58所示。

4. Delete

从样条曲线上删除一拟合点。随后的提示是请求选择要删除的点。曲线将自身重新调整来拟合被减少后的点。

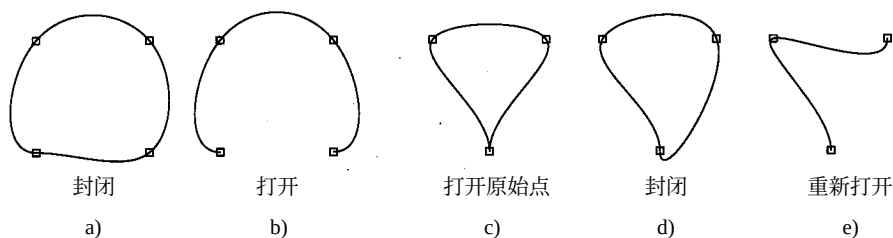


图 3-58

5. Move

移动一拟合点到新的位置。AutoCAD高亮显示在第一个点上的夹点，并且显示随后的提示：
Specify new location or [Next/Previous/Select point/eXit] <N>: (选择一选项或按回车)

提示一直重复到选择eXit选项返回到Fit Data菜单。可以用Next和Previous选项移动高亮显示夹点到想要移到的点，或者用 Select Point选项直接移到拾取到的那个点。拟合点再一次高亮显示，它就可以被移到新的位置。AutoCAD将不断地重画样条曲线显示所得结果的形状(如图3-59所示)。

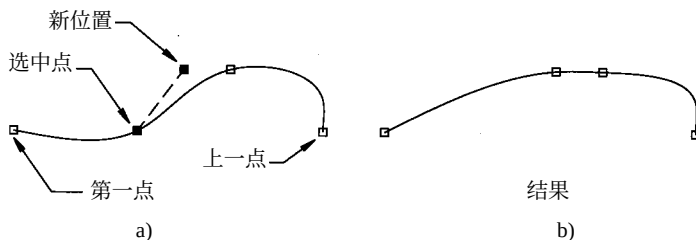


图 3-59

6. Purge

这一选项是删除样条曲线拟合数据，它包括拟合点、容差和切向。它不能恢复（Undo除外）。

7. Tangents

允许改变样条曲线起点和终点的切向。对于打开的样条曲线首先显示起点切向的提示：

Specify start tangent or [System default]: (指定一点或按回车)

当移动定点设备到新的点时，AutoCAD将从起点绘制一橡皮筋线，并且显示新的样条曲线形状(如图3-60所示)。该点确定样条曲线开始的方向。假如接受系统缺省，AutoCAD将设置一合适的切向。在起点切向已确定后，AutoCAD随后显示一相类似的提示，请求终点的切向。

Specify end tangent or [System default]: (指定一个点或按回车)

假如样条曲线是封闭的，只有以下随后的提示可以使用：

Specify tangent or [System default]: (指定一个点或按回车)

8. toLerance

该选项改变样条曲线拟合容差值。它的提示是：

Enter fit tolerance <current>: (输入一个值或按回车)

按回车将离开拟合容差值的设置, 保持当前值。当容差值为 0 时, 样条曲线将通过每一个拟合点。当容差值增加时, 样条曲线将错过拟合点, 与拟合点之间留下一较宽的空白区(见图 3-61)。

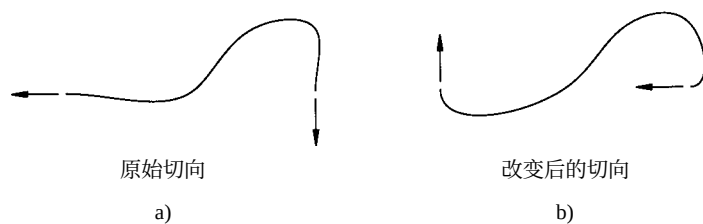


图 3-60

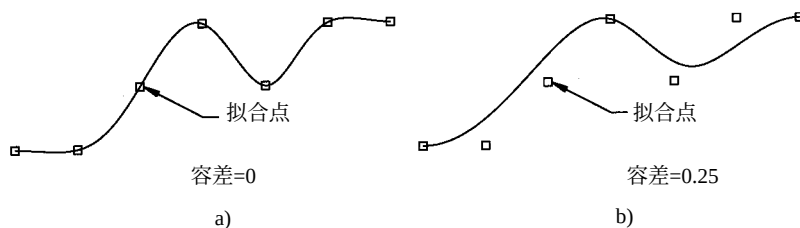


图 3-61

9. eXit

退出拟合数据菜单并返回控制 SPLINEDIT 主菜单。

3.14.2 CLOSE选项

该选项用控制点而不是拟合点封闭一打开的样条曲线。注意图 3-62 封闭样条曲线不再穿过原始的第一点和最后点。假如想让封闭样条曲线通过它们, 将用 Fit Data 随后的提示中的 Close 选项而不是主提示中的 Close 选项。该选项将引起样条曲线失去它的拟合点。

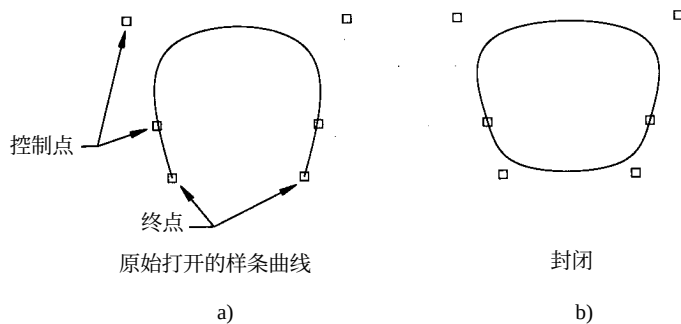


图 3-62

3.14.3 OPEN选项

在这一点控制点和最后一点控制点之间打开一封闭样条曲线而不是第一点拟合点和最后一点拟合点, 这和 Close 选项在 Fit Data 的子菜单中的操作是一样的。该选项将引起样条曲线失去它的拟合点。如图 3-63 所示样条曲线与图 3-58 左面所示的样条曲线相同, 这样可以看出通

过拟合点打开的样条曲线与通过控制点打开的样条曲线有什么不同。

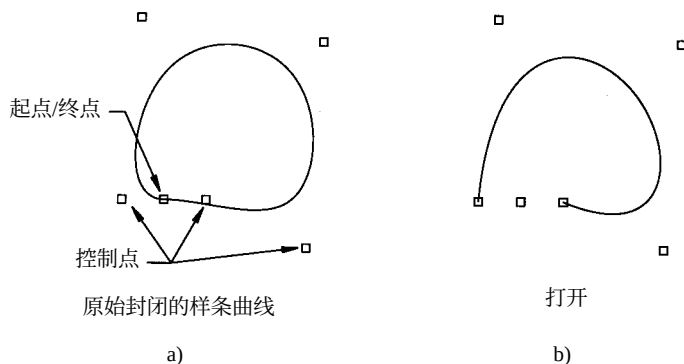


图 3-63

3.14.4 MOVE VERTEX选项

移动一控制点到一个新位置。AutoCAD高亮显示样条曲线第一点上的夹点，并显示随后的提示：

Specify new location or [Next/Previous/Select Point/eXit] <N>: (选择一个选项或按回车)

可以用Next或者Previous选项移动高亮显示的夹点到想移动的那个控制点，或者用 Select Point选项直接移到拾取到的那个点。一旦控制点高亮显示，则它可被移动到一个新位置。当移动点时，AutoCAD将不断地重画样条曲线并显示最终的形状。该提示不断重复，允许移动其他控制点，直到选择eXit选项(见图3-64)。

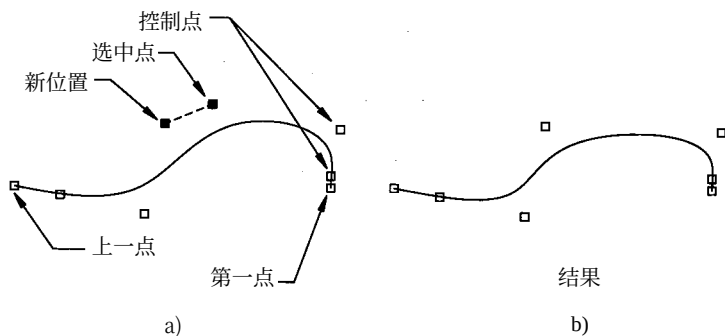


图 3-64

3.14.5 REFINE选项

该选项是为了在特定位置增加一个新的控制点、改变选择的控制点的权和增加样条曲线函数的阶数。它随后的提示是：

Enter a refine option [Add control point/Elevate order/Weight/eXit] <eXit>: (选择一个选项或按回车)

这些操作中的每一个都将使样条曲线失去拟合点：

- Add Control point 给样条曲线的某一部分加上一个控制点。紧接着的提示是：

Specify a point on the spline <exit>: (选择一个点或按回车)

该提示一直重复出现直到按回车为止，它允许增加一个以上的控制点。注意在样条曲线

上拾取一个点（不是一个控制点）。假如选择的点不是精确在样条曲线上，AutoCAD将自动在靠近拾取点处的样条曲线上取一个点，在拾取点附近增加一个新的控制点，原来的控制点则被移到另外的位置。样条曲线的形状没有改变，只是为其添加了一个控制点（如图 3-65所示）。

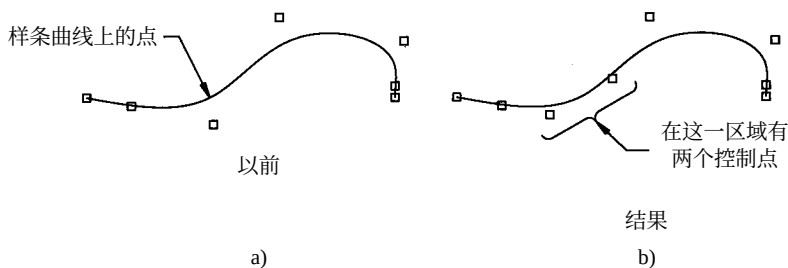


图 3-65

- **Elevate Order** AutoCAD通常用四阶（3次）函数绘制样条曲线。但是可以用该选项增加一个存在的样条曲线的阶数，直到 26 阶：

Enter new order <current>: (输入一个整数或按回车)

AutoCAD显示当前阶数的缺省值，可以按回车接受缺省值。虽然提高了阶数，但样条曲线的形状并没有改变，然而控制点的数目增加了。如图 3-66所示，增加一样条曲线的阶数从 4 阶到 5 阶则控制点的数目从 7 增加到 13。一旦样条曲线的阶数提高了，就不能被减少（除Undo）。此外，如果提高样条曲线的阶数则失去其所有拟合数据。

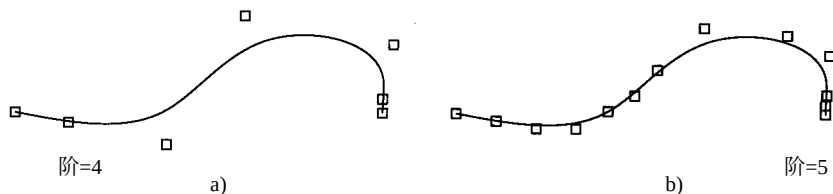


图 3-66

- **Weight** 通常所有控制点的权是相等的，并且对曲线的形状的影响是相同的。该选项允许改变被选的控制点的权。这样可以改变它们对样条曲线的拖拉影响。一个给定的控制点比其他点有更大的权，将拖拉样条曲线更接近该控制点。至于一个更小权的点将使样条曲线远离该控制点。该选项的提示是：

Spline is not rational. Will make it so.

Enter new weight (current) or [Next/Previous/Select Point/eXit] <N>: (输入数字、选择一个选项或按回车)

假如一根样条曲线已经有不等权的控制点，提示前的信息将不会显示。样条曲线第一点上的夹点将高亮显示，以示它是当前点，用 Next选项向终点方向移动下一个点。Previous选项向第一点方向移动到下一个点。或者用 Select Point选项直接移到想改变权的控制点。一旦移到那个点上后，键入新权的数值（所有点初始的权是 1）。选择eXit选项返回Refine提示。

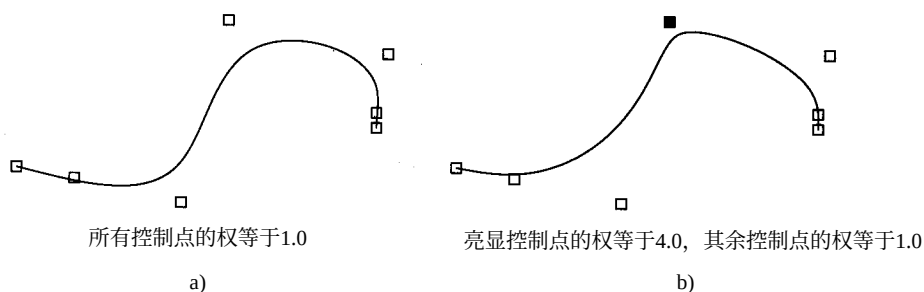


图 3-67

在如图3-67所示的例子中，当其他控制点的权保持 1 时，高亮显示的控制点给定一个权数值为4。这个附加的权拖拉样条曲线非常接近那个控制点。LIST命令将报告这条样条曲线是合理的，并且给每个控制点权。则样条曲线不再有任何拟合数据。

3.14.6 REVERSE选项

使样条曲线方向相反，虽然样条曲线外形没有改变，但 LIST命令将显示控制点和拟合点的阶数已经相反。

3.14.7 UNDO选项

取消上一个SPLINEDIT操作。

提示 为编辑样条曲线，SPLINEDIT命令有比你可能所需的多得多的功能和选项。在大多数情况下应该限制对拟合点的编辑和修改。

SPLINEDIT命令的许多的选项如图 3-68所示。

3.14.8 相关命令

1. PEDIT命令

该命令编辑二维和三维多段线。

2. STRETCH命令

该命令移动样条曲线数据点并调整曲线拟合新的位置。

3. SPLINE命令

该命令产生可以被SPLINEDIT编辑的样条曲线。

3.14.9 相关系统变量

SPLFRAME系统变量

当该系统变量设置为 1 时，该变量在样条曲线的每个控制点之间显示一直线。必须待屏幕更新后才能显示这些控制点框架。

3.14.10 练习：编辑一样条曲线

用SPLINEDIT命令编辑在本章前面生成的一封闭样条曲线。现在打开封闭样条曲线的文件，或者打开文件3d_p3_02.dwg，你将回忆起这条样条曲线两边各有一个凹坑，为了拉直这些边，可以在每边加上与已存在的数据点在一条直线上的两个新点来强迫曲线拉直。在 WCS下以平面视图的方式作这些操作可能是最方便的（因为所有

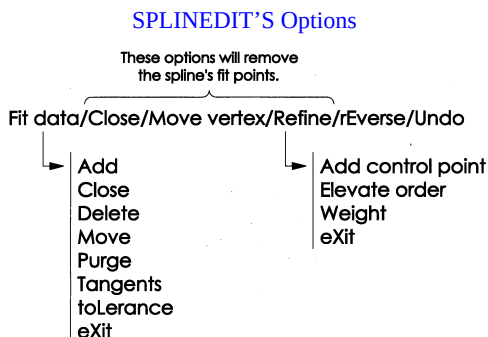


图 3-68

的操作都是在XY平面上进行的)。

首先启动SPLINEDIT命令并且选择样条曲线, 接着从命令提示中选择 Fit Data选项。

Command: **SPLINEDIT**

Select spline: (选择样条曲线)

Enter an option [Fit Data/Close/Move Vertex/Refine/rEverse/Undo]: **F**

AutoCAD将显示拟合点作为夹点并显示 Fit Data菜单。

Enter a fit data option

[Add/Open/Delete/Move/Purge/Tangents/toLerance/eXit]: **A**

Specify control point <exit>: **0,1**

当指定点的位置时, 可以省略 Z坐标值。因为是在XY平面上。AutoCAD将被选到的点和它下一个点一起亮显 (高亮显示), 并且请求确定在两亮显拟合点之间的新点位置。

Specify new point <exit>: **0,.25**

Specify new point <exit>: (按回车)

Specify control point <exit>: **4,0**

Specify new point <exit>: **4,.25**

Specify new point <exit>: (按回车)

Specify control point <exit>: **4,1**

Specify new point <exit>: **4,1.75**

Specify new point <exit>: (按回车)

Specify control point <exit>: **0,2**

Specify new point <exit>: **0,1.75**

Specify new point <exit>: (按回车)

Specify control point <exit>: (按回车)

Enter a fit data option

[Add/Open/Delete/Move/Purge/Tangents/toLerance/eXit]: (按回车)

Enter an option [Fit Data/Close/Move Vertex/Refine/rEverse/Undo]: (按回车)

现在凹坑没有了, 留下的边相对比较直。每次选择一个新点, AutoCAD高亮显示它和它下一个点, 并且当加入新的拟合点时, AutoCAD调整样条曲线的形状 (如图 3-69所示)。

关于编辑样条曲线的描述在本书所附光盘文件 3d_p3_04.dwg中。

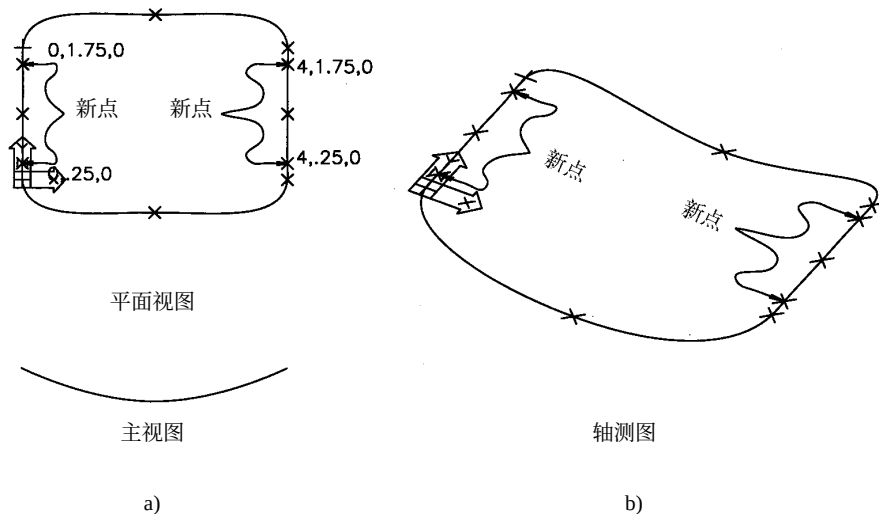


图 3-69

3.15 练习

利用在本章已学到的技能练习构造二个三维线框模型。第一个练习，将构造一薄金属片构件的线框模型。第二个练习是一船壳的线框模型。在第4章中将为船壳模型上添加面。

1. 金属薄片构件

在该练习中构造的线框模型是相对比较简单，但是假如它不是按系统地构造则可能会弄错，每一次构造模型的一个平面。绘制仅代表金属部件一侧的边界，接着拷贝这些边界代表另外的侧面。最初使所有这些折叠角成直角。在平面上已完成所有这些对象的绘制后，就可以用AutoCAD的FILLET命令来模拟棱圆角过渡。在WCS的XY平面上从绘制左边凸缘开始绘制该构件。所用的尺寸，如图3-70所示。凸缘由三根线和二个圆组成，尺寸单位是厘米。

下一步旋转UCS的XY平面以使它平行于WCS的ZX平面，并且在凸缘前0.5cm，如图3-71所示。先前绘制的对象在图3-71中用虚线表示，图3-71中绘制了4条直线和一个圆。实际上有两垂直线是没有必要画的，后面将擦掉它们。但是现在它们将有助于保持定位。

旋转UCS的XY平面以使它平行于WCS的YZ平面，并且在凸缘内部边界上。绘制5根线代表部件的垂直面之一，所用尺寸在图3-72已给出。已画出的对象在图中用虚线表示。图的视点在XY平面内与X轴夹角为 220° ，与XY平面的夹角为 30° 。

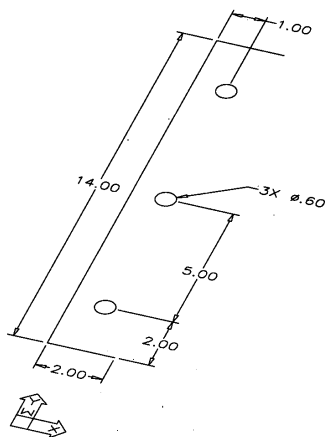


图 3-70

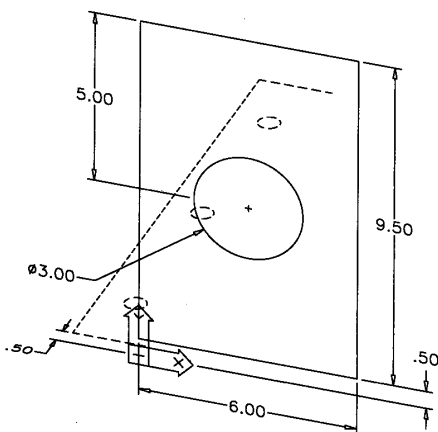


图 3-71

恢复WCS并且擦掉在构件前面的二根垂直线。金属构件的厚度为0.2cm。我们已经绘制了金属构件一个侧面的所有边界，并从构件的水平凸缘开始，用AutoCAD的COPY命令生成其余侧面的边界。凸缘的顶部一侧的拷贝可以非常方便地使用以下命令行输入来操作：

Command: COPY

Select objects: (选择在WCS的XY平面上的三条直线和三个圆)

Specify base point or displacement, or [Multiple]: 0,0,2

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>: (按回车)

拷贝将定位在原对象Z方向0.2cm处，用相同的方法以位移-0.2,0,0（在负X方向上）在一个平行于WCS的YZ平面的平面上生成对象的拷贝，对一金属构件前面相反的一侧的边界（边界在一个平行于WCS的ZX平面内）可以通过拷贝生成（位移为0,-0.2,0且在负Y方向上）。该构件应该看起来类似于图3-73所示。

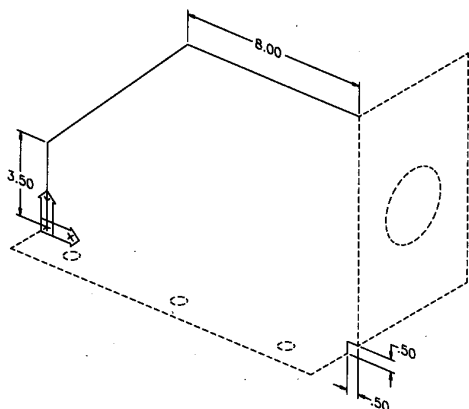


图 3-72

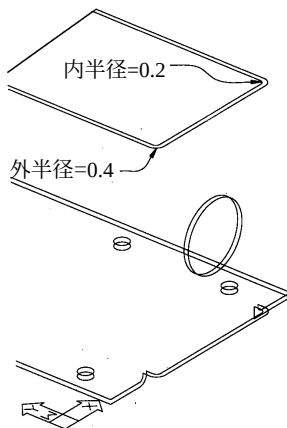


图 3-73

用AutoCAD MIRROR命令生成构件其他的垂直一侧和凸缘。接着用 FILLET命令使部件四个角弯曲过渡。内部弯曲半径 0.2，外部弯曲半径为 0.4（如图3-74所示）。可以通过放大弯曲边界（它靠近在模型上被裁剪处）来看清楚被倒圆的对象。

在两弯曲点之间绘制切线，以及在构件上尖的边界绘制直线，最后完成模型。你的模型应该看起来类似于图3-75所示的那样。

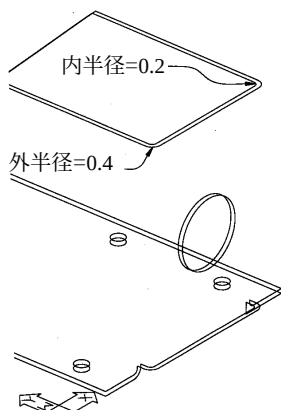


图 3-74

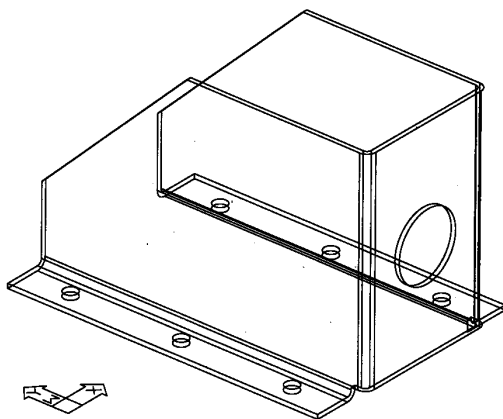


图 3-75

该模型完全的描述在光盘中 3d_p3_05.dwg 文件上。

2. 船壳

在该练习中将为船壳表面模型构造一个线框。将在第 4 章中加入面最终完成这个模型。可以用加入面的命令（EDGESURF需要四个打开的线框对象作为面的边界），虽然在包含边界的对象类型和形状上有很大的灵活性，但是必须要有四个边界，而且每一个相邻边界必须精确地相互接触（那怕是最小的间隙或者重叠都是不允许的）。

因为船壳是对称的，所以先仅构造它的半边。在第 4 章加入船体的面后，可以用 AutoCAD 的 MIRROR 命令去生成另一半。现在要构造的一半有三个独立的面，线框将对这些面用 7 根样条曲线和 2 根直线作为边界对象（3 根样条曲线将作为两个面的边界）。模型的尺寸没有注单位——它们可以是米、英尺、码或者其他你喜欢的测量单位。

如图3-76所示, 用SPLINE命令在WCS的 XY平面上绘制曲线, 作为绘制线框的开始。假如在AutoCAD的snap模式下 (snap=0.25) 操作, 可以用定点设备绘制这条样条曲线。该样条曲线仅有一个开始点 (在 WCS的原点)、一个内部拟合点 (在 0.75,0.75) 和一个终点 (在 2.75,15), 毫无疑问还必须指定起点和终点的切线方向如图所示。虽然一根二维多段线能够用作曲线, 但样条曲线在操作修改时提供了更多的控制终点切向及更多的灵活性。

使UCS的 XY平面的位置位于WCS 的YZ平面, 并且使它的原点在 WCS 的原点。按图3-77所示用图中给定的点和切向绘制三根样条曲线。这些曲线只有起点和终点。它们的形状是由起点和终点切向控制的。虽然能够作为单一对象绘制这个形状, 但是需要三个单独曲线来构造面。

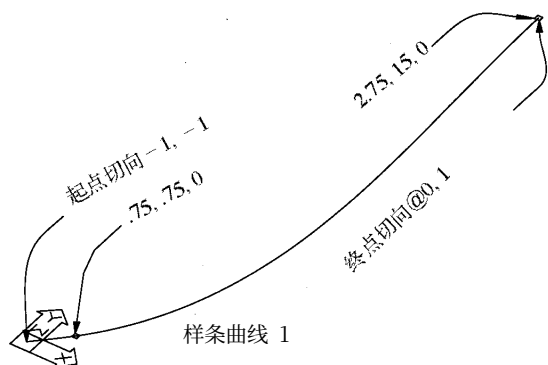


图 3-76

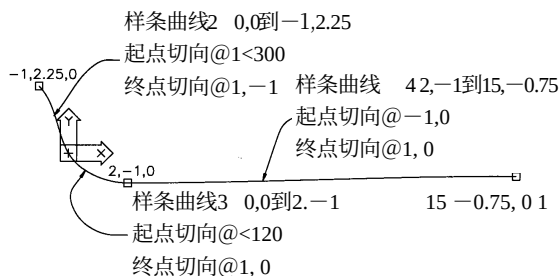


图 3-77

移动UCS原点到WCS中0,15,0点, 并且旋转它以便使它的XY平面平行于WCS的 ZX平面。接下来绘制标号为5和7的样条曲线, 如图3-78所示。注意标号为5的样条曲线的一个内部拟合

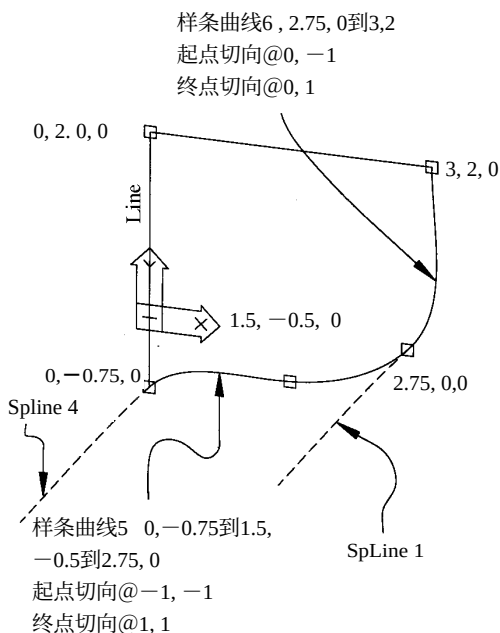


图3-78

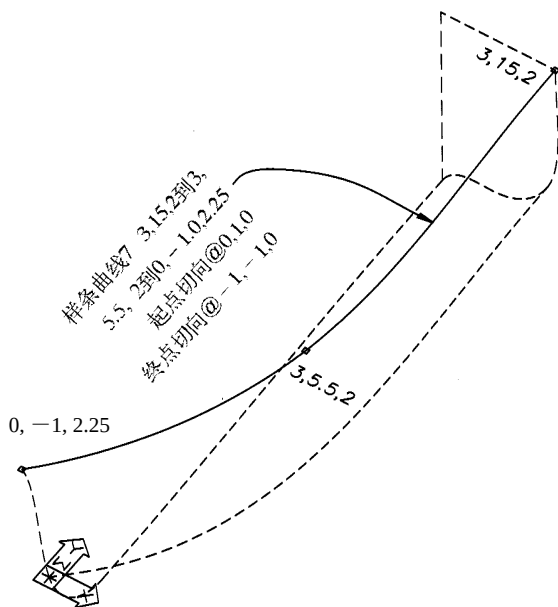


图 3-79

点, 标号为6的样条曲线仅有一起点和一终点。绘制二条直线(如图 3-78所示), 完成船壳的这一部分。以前绘制的标号为1和4的样条曲线以虚线表示如图 3-78中所示。

恢复WCS并且用如图3-79所示的数据绘制线框的最后对象(标号为7)。已完成的对象如图中用虚线来表示。用对象端点捕捉功能捕捉样条曲线的起点和终点。但是很可能为内部拟合点输入一个坐标。完成的线框应该看起来类似于图 3-79所示的。为了在第4章实验中用EDGESURF命令来为船壳加入面时用, 应该保存所绘线框。

模型完整的描述可参见光盘上的3d_p3_06.dwg文件。

复习题

圈出下列每题中的正确答案

1. 圆弧和圆能够在相对于当前UCS的任何位置绘制。
 - a. 正确
 - b. 错误
2. 两条直线假如它们是共面的, 则不论它们相对于UCS的位置如何, 都可以被倒圆。
 - a. 正确
 - b. 错误
3. 三维对象, 假如线框模型包含有Z坐标的对象, 不能用AutoCAD的ROTATE 命令旋转, 必须用ROTATE3D命令来旋转它们。因为ROTATE只能旋转在XY 平面上的对象。
 - a. 正确
 - b. 错误
4. 当在计算机上观察普通直线和三维多段线时, 不能区别它们。
 - a. 正确
 - b. 错误
5. PEDIT命令不允许用三维多段线连接对象, 因为它只能用于二维多段线。
 - a. 正确
 - b. 错误
6. 当用SPLINEDIT命令增加一样条曲线阶数时, 它会变成非常弯曲的曲线。
 - a. 正确
 - b. 错误

根据下列解释确定匹配的项目

7. TRIM和EXTEND命令的Project选项的子选项在左边栏中, 找出在右边栏中找出与之相匹配的正确结果。

- | | |
|----------|--|
| — a.None | 1) 边界对象相对于XY平面垂直地投影到对象的平面上被修剪和延伸。 |
| — b.UCS | 2) 当对象被延伸和修剪时, 边界对象必须在同一个平面内。 |
| — c.View | 3) 假如对象看似与边界对象相交则对象被修剪; 假如看似与边界将要相交, 则对象被延伸。 |
8. 找出列在左边的系统变量和在右边与之相匹配的作用。
- | | |
|------------|---------------------|
| — a.Delobj | 1) 控制光滑的三维多段线曲线的阶数。 |
|------------|---------------------|

- b.Splframe 2) 控制样条拟合三维多段线顶点的数目。
- c.Splinesegs 3) 显示样条曲线控制点和在它们之间绘制连接线。
- d.Splintype 4) 当三维样条拟合多段线转换成真正的样条曲线对象时，擦掉它们。

回答下面的问题

9. 什么是3DARRAY能完成而ARRAY不能完成的？
10. 同面曲线和不同面曲线之间有什么不同？
11. 缩写字NURBS代表什么含义？
12. 在哪些方面 AutoCAD样条曲线对象类似于三维多段线？在哪些方面它们又是不同的？
13. 样条拟合点和样条控制点有什么区别？样条曲线通常有拟合点吗？样条曲线通常有控制点吗？
14. 样条曲线通常经过它们的拟合点吗？
15. 控制点的权如何影响样条曲线？如何改变控制？

第4章 表面造型

学习目的

表面造型除了定义3D对象的边界，还定义这些边界间的曲面。用曲面可以构造一些模型，它能隐藏表面后的对象，且能作逼真渲染的模型。通过学习第4章，可以掌握以下几个内容：

- 了解AutoCAD曲面对象的属性和特征。
- 掌握如何构造拉伸曲面以及它的应用。
- 构造平面区域曲面的最好方法以及这些命令的使用。
- 能构造任何形状的非平面曲面。
- 掌握如何用AutoCAD的编辑曲面的命令来改善曲面的形状。
- 能够用剪裁平面消去曲面模型上的障碍和创建逼真的透视图。

4.1 表面造型

虽然线框是3D造型必不可少的一个组成部分，但由于它的粗略总给人一种未完成似的感觉，而且由于没有逼真的外观，因此很难令人满意。而表面造型对于构造逼真的模型就进了一层。用曲面构造的房子、齿轮、茶壶等，看上去就跟真的一样了（见图4-1）。后面要讲的实体造型更能逼真地描述一些对象，因为除了有曲面还有材质。表面造型是许多对象，尤其是建筑物的最佳选择。另外，不能用实体造型的一些对象也可以用表面造型。

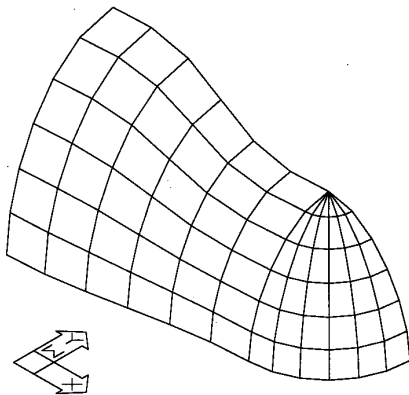


图 4-1

4.2 AutoCAD曲面的特征

如表4-1所示，AutoCAD有七条不同的构造曲面的命令、三个不同的曲面数据库对象，另外还有两个模拟曲面对象。尽管这些曲面各有各的属性，但均具备以下几个共同的特征：

- 没有厚度。表面模型仅为一空壳。看上去有点像铁丝网。其实它是一个极薄的面，有顶，有底，还有四周。曲面里是空的。若要在其面上表示一个孔。就得在其顶部、底部各挖一个圆，再用一圆管来表示孔壁才行。
- 调用了HIDE和SHADEMODE命令后，曲面模型能隐藏其后的对象及曲面。而在透明的线框模式下，曲面总是可见的。
- 在线框模式下，面的边界是可见的（在某些场合可消隐）；若为曲面或圆弧面，可用一些图案来表示。这些图形可能是矩形、夹点、三角形网格或者为一组平行线、射线。用何种图案取决于曲面的形状。

- 渲染后能被着色和赋予材质，能感受光。这些是仿造物理光学定律，着色的材质产生逼真的3D模型图像（渲染在第7章中介绍）。
- AutoCAD曲面总是平的，若是曲面或圆柱面就用小的矩形面元或三角形面元来逼近。

表4-1 AutoCAD表面

命 令	对象类型	说 明
设置实体的厚度 (ELEV)	各种	给线框对象设置一个拉伸厚度
绘制三维面 (3DFACE)	三维平面	由三边或四边组成的曲面
绘制多重面 (PFACE)	多重面网格	逐点创建曲面
绘制面域 (REGION)	面域	三维实体的二维模式
构建直纹面 (RULSURF)	多边形网格	在两边界曲线间创建曲面
构建柱面 (TABSURF)	多边形网格	拉伸某一轮廓线作出的曲面
绘制旋转曲面 (REVSURF)	多边形网格	旋转某一轮廓线作出的曲面
绘制棱边组合面 (EDGESURF)	多边形网格	以四条首尾相连的边来构造曲面
绘制三维多边形网格 (3DMESH)	多边形网格	创建自由格式的多边形网格
绘制圆 (CIRCLE)	圆	一般的AutoCAD圆

拉伸表面

拉伸表面为线框对象——诸如直线、圆弧、圆或2D多段线（见图4-2）——既有长度又有厚度，就好像对象沿Z轴方向拉伸了。比如，一条拉伸线就像一面墙，一个圆就像圆柱。即使是已经不再使用的老版本AutoCAD中提供的绘制面的拉伸方法也能方便地使用。

1. 拉伸面特点

拉伸厚度作为对象的属性存储在AutoCAD的数据库（如颜色和线型）中。拉伸面可以隐藏其后的对象，渲染后也能反射光。用HIDE消隐时，图4-2中的对象是可见的。拉伸方向总沿Z轴方向。因此此方向通常称为拉伸方向（extrusion direction），也被存放在AutoCAD的数据库中。拉伸厚度作为对象的属性，在同一对象中是相同的。比如说，一段直线不能一端厚度是3而另一端厚度是5。AutoCAD在拉伸对象上加一些目标捕捉点，以便拉伸。如图4-3所示，一条拉伸线，实际上为一矩形，在每个角上有一个端点捕捉位置，其间还有中点捕捉位置，使用STRETCH命令时，只要选中了其中一角就等于选中了整个对象。AutoCAD在拉伸线的所有端点及水平方向的中点上显示夹点，但在垂直方向的中点上不显示。

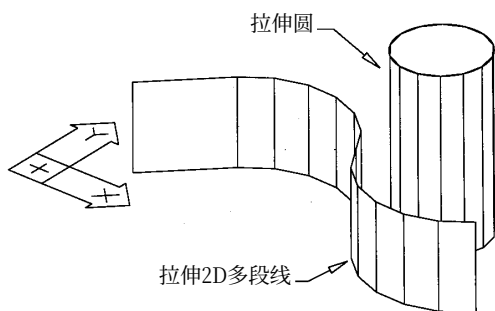


图 4-2

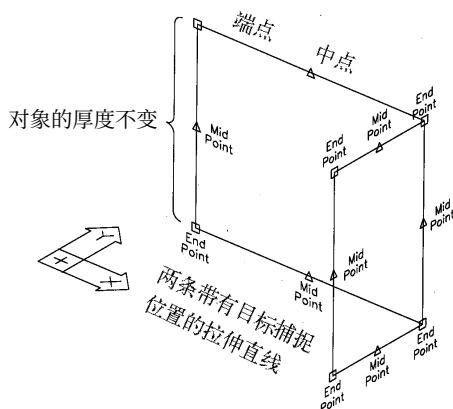


图 4-3

由曲线对象（如圆或圆弧）形成的拉伸面上有一系列平行线，这些线称为纹理线（tessellation line，或称素线），由VIEWRES命令控制，执行VIEWRES的结果如图4-4所示。图4-4中虽然给出了两种不同的设置，但在同一幅图中有且只有一种设置。

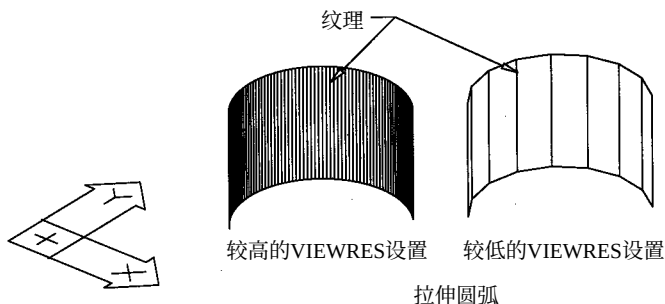


图 4-4

2. 构造拉伸面

拉伸厚度是由系统变量 Thickness 值决定的，其缺省值为 0。对象画出来时被赋予与厚度相等的高度值。若值为正，延伸沿 +Z 方向。若为负，则沿 -Z 方向。不是所有的 AutoCAD 平面对象均可拉伸。不能拉伸的有：多线、构造线、射线、样条曲线和三维多段线。文字没有初始厚度，但可用修改对象属性的命令来赋予它厚度。但多行文字（MTEXT）无论是初始状态，还是改变其属性均是没有厚度的。在 AutoCAD R13 及更早的版本中剖面线都是没有厚度的，这使得其在渲染模型中为可见的，这有利于绘制屋顶瓦片和混凝土块。而在 R13 中，只有不关联的剖面线（即由 HATCH 命令而非 BHATCH 生成的）才可能有厚度。从 R14 开始，剖面线不管关联与否均可以有厚度。

AutoCAD 提供三种设置厚度的方法：

1) SETVAR 命令 在 AutoCAD 命令行直接键入 THICKNESS，如下所示：

Command: **THICKNESS**

Enter new value for THICKNESS <current>: (输入一个值或回车接受当前值)

2) PROPERTIES 命令 本命令显示一个对话框，左边是对象属性，右边是其参数值。在属性栏里找出厚度，键入其值。

3) ELEV 命令 AutoCAD 首先提示一个标高值，通常设为 0。然后提示输入一个新的厚度值，如下所示：

Command: **ELEV**

Specify new default elevation <0.0000>: (回车，设标高为 0)

Specify new default thickness <current>: (输入一个值或回车接受当前值)

厚度设置值存储在每一幅图的数据库中。当图纸重新打开时它仍有效，这有时会导致好多奇怪的现象，这是因为 AutoCAD 没有任何内置方式如屏幕上的标志或状态条表明当前厚度不为 0。

AutoCAD 还提供了一些改变已绘制对象厚度的方法：

1) CHANGE 命令。

Command: **CHANGE**

Select Objects : (任意一种目标选择方式)

Specify change point or [Properties] : P

Enter property to change [Color/Elev/Layer/LType/LtScale/Thickness] : T

Specify new thickness <current> : (输入一个值或回车接受当前值)

2) CHPROP命令。与CHANGE类似，但比它更直接。

Command : CHPROP

Select Objects : (任意一种目标选择方式)

Enter property to change [Color/Layer/LType/LtScale/Thickness] : T

Specify new thickness <current> : (输入一个值或回车接受当前值)

3) PROPERTIES命令。选择对象，在对话框的左列找到厚度，在右边输入其值。

提示 虽然文本在输入时看不见厚度，但可以用上面的任一种方法设置已有文本的厚度，有时候这很管用。因为厚度为0的文本不能被HIDE命令消隐，而且只有有厚度的文本才能被渲染。

应用实例

第一步用三条直线来绘制拉伸面。首先，设置线厚度为 0.50。设置视点坐标为 (0, -1, 0)，从该观察方向可看到XY平面的边缘，因此在作线时必须输入坐标：

Command : LINE

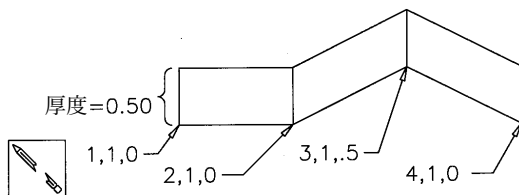
Specify first point : 1, 1, 0

Specify next point or [Undo] : 2, 1, 0

Specify next point or [Undo] : 3, 1, 5

Specify next point or [Undo/Close] : 4, 1, 0

Specify next point or [Undo/Close] : (回车)



拉伸线如图 4-5 所示，可以看到若直线有一端不在 XY 平面上，拉伸线就像平行四边形。

图 4-5

这是因为拉伸厚度为 Z 轴方向的一段距离。

第二步定二维多段线的宽度和厚度。设厚度为 0.50，选择 VPOINT 里的 Rotate 选项，设置视点方向与 X 轴夹角为 300°，与 XY 平面的夹角为 30°。这样就可以绘制出二维多段线了。

Command : PLINE

Specify start point : 1, 1

Current line-width is 0.0000

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width] : W

Specify starting width <0.0000> : 1

Specify ending width <1.0000> : 1

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width] : 2, 1

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width] : A

Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/CLose/Direction/Halfwidth/Line/Radius/Second pt/Undo/Width/] : 3, 2

Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/CLose/Direction/Halfwidth/Line/Radius/Second pt/Undo/Width/] : L

Specify next point or [Arc/CLose/Halfwidth/Length/Undo/Width] : 3, 3

Specify next point or [Arc/CLose/Halfwidth/Length/Undo/Width] : (回车)

最后结果如图 4-6 所示，就像一速成的 3D 矩形通风管道的模型。有宽度的 AutoCAD 实体均能被赋予厚度而变成 3D 图形。例如：用 SOLID 命令能使方形的、楔形的对象变为 3D 图形。图

4-6中列举了一些例子。

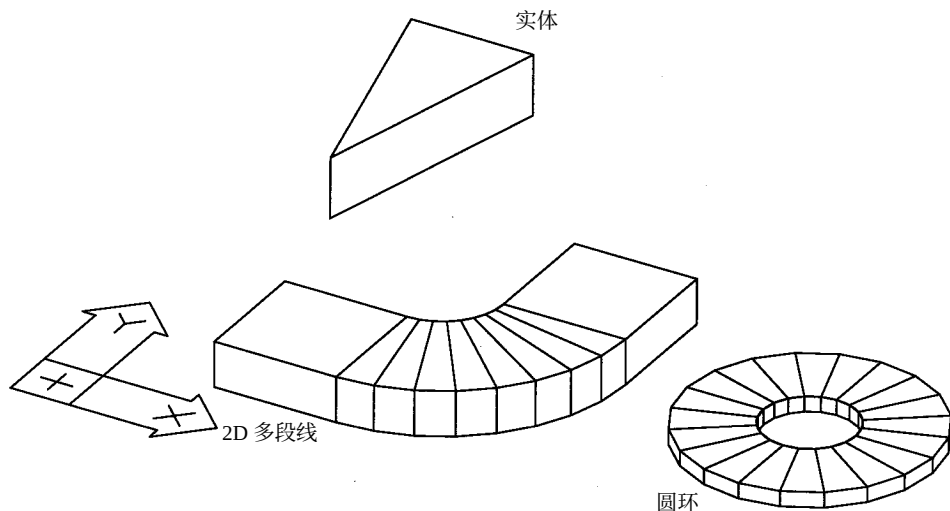


图 4-6

4.3 平面

AutoCAD除了有很多绘制平面（平的平面）的命令外，还有两个绘制三维面和多重面的命令为3DFACE和PFACE。另外，还有区域命令(REGION)，同样能使没有厚度的平的平面在渲染后能够隐藏实体和反射光线。Regions是三维对象的2D形式，将在第5章中进行论述。

练习：桌子的表面模型

在这个练习中，将用 AutoCAD构造曲面的命令来绘制桌子的表面模型。本章后面将用来建造和布置一个房间，因而需保存。

第一个模型是用拉伸对象构造的桌子（见图 4-9），绘图步骤如下，绘图单位为英寸。

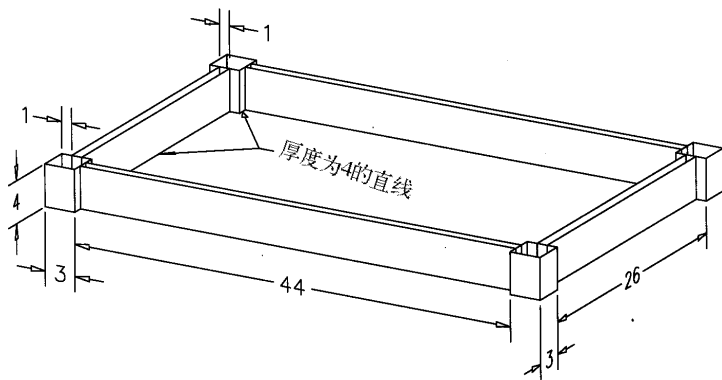


图 4-7

第一步：绘制桌子的支撑。这全部用拉伸线来画。使用 UCS 命令，将坐标原点沿 Z 轴上移 25 个单位，然后设厚度值为 4，用 LINE 命令画出。尺寸见图 4-7。此为一轴测图。若用平面视图可能会更方便些。

桌角支柱仅为 3×3 见方。两支柱间长的支撑为44个单位，短的为26个单位，均由两条直线组成，间距为1个单位。此时，桌面和底是通的，这是为了能看到桌下的东西。这部分很像在作二维(2D)绘图（特别是画图4-8所示的平面视图），只是直线除了长度外还具有高度。

第二步：绘制桌面。用宽度为36的2D多段线拉伸。首先，沿Z轴将UCS上移4个单位，此时XY平面距世界坐标系中的XY平面29个单位。可用系统变量Ucsorg来检查是否正确，其值应为：

UCSORG=0.0000, 0.0000, 29.0000 (只读)

将系统变量Thickness之值从4改为1，调用PLINE命令。从图4-8所示的位置开始画宽度为36的多段线，沿X轴画54个单位。这样桌面就画好了。在平面视图中，多段线会被填充实体颜色。若因此而遮住了其他对象，AutoCAD会自动关闭“填充”。也可用FILL命令关掉“填充”。

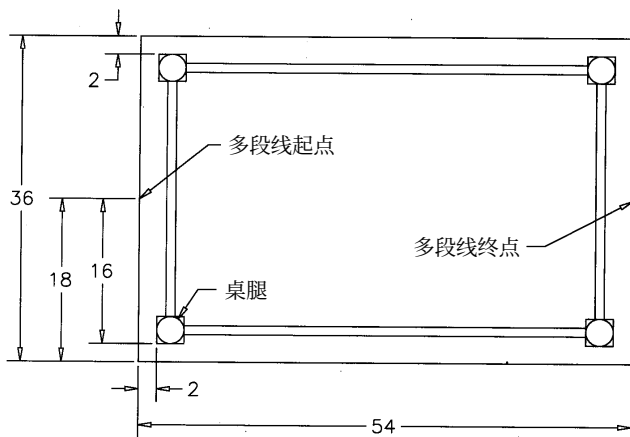


图 4-8

第三步：作桌面的平面视图。坐标系改为世界坐标系，在XY平面内绘平面，设厚度为29，作桌角支柱的内切圆，其直径为3（见图4-8）。

提示 可与配套光盘中3d_p4_01.dwg作比较。

切换到轴测图作更直观的观察。在图4-9中，视点与XY平面的夹角为 20° ，其在XY平面的投影与X轴的夹角为 300° 。启用HIDE命令会隐藏桌面下的对象。HIDE命令没有任何选项，可直接调用。屏幕重新生成会恢复消隐线。对HIDE的描述将在本章的后面详细介绍。

有锥度的桌腿比没有锥度的桌腿更好看，只可惜由圆形成的拉伸面没有锥度。但在以后的章节中，可用有锥度的曲面对象来构造桌腿。

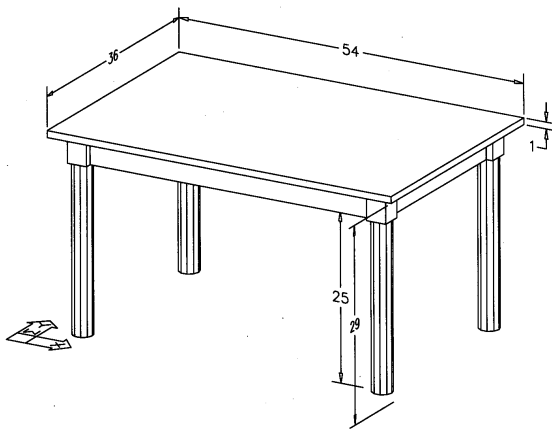


图 4-9

4.4 3DFACE命令

由此命令绘制的三维面为基本的 AutoCAD 对象，就像线和圆一样。3D面是AutoCAD第一个3D曲面对象的一种（1987年2.6版本里介绍过），常用来构造由三边或四边构成的曲面。其

光洁的、无网格的表面以及隐藏边界的功能使之优越于 AutoCAD 新的带网格的曲面类型。那些网格线会给三维模型造成视觉混乱。

3D 曲面总有三条或四条连续的边，用得最多的为三维平面。尽管定位了四条边的 3D 曲面的角尖后，可使之翘起或成弓型，但很少应用。3D 平面只显示边界，其间无网格或填充。否则，它就能隐藏实体。但其在渲染和着色中可着色。用一些命令可改变已有 3D 平面的属性使其边界不可见。

在图 4-10 中列出了 Draw 下拉菜单和 Surface 工具条。构造曲面的工具条，菜单或工具条里的 SOLID 命令只能构造 2D 实体，不能构造曲面。2D 实体用 2D 对象填充，就像有宽度的二维多段线一样。用 3DFACE 命令能轻易地绘出由 SOLID 命令生成的各种形状的平面，只是无法控制二维实体边界的可见性。3DFACE 命令行格式为：

Command: 3DFACE

Specify first point or [Invisible]: (指定一个点)

Specify second point: or [Invisible]: (指定一个点)

Specify third point or [Invisible]<exit>: (输入 I, 指定一个点或回车)

Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face>: (输入 I, 指定一个点或回车)

Specify third point or [Invisible]<exit>: (输入 I, 指定一个点或回车)

若在提示输入第四个点时按回车，AutoCAD 将从第三点画一条轮廓线连接第一个点，并结束此命令。这时得到的是三角形的平面。若指定第四个点，AutoCAD 将从此点画一条轮廓线至第一个点，生成一个四边形的平面，并提示输入另一个第三点。如果此时按回车，AutoCAD 就会结束命令，生成一个四边形的平面。

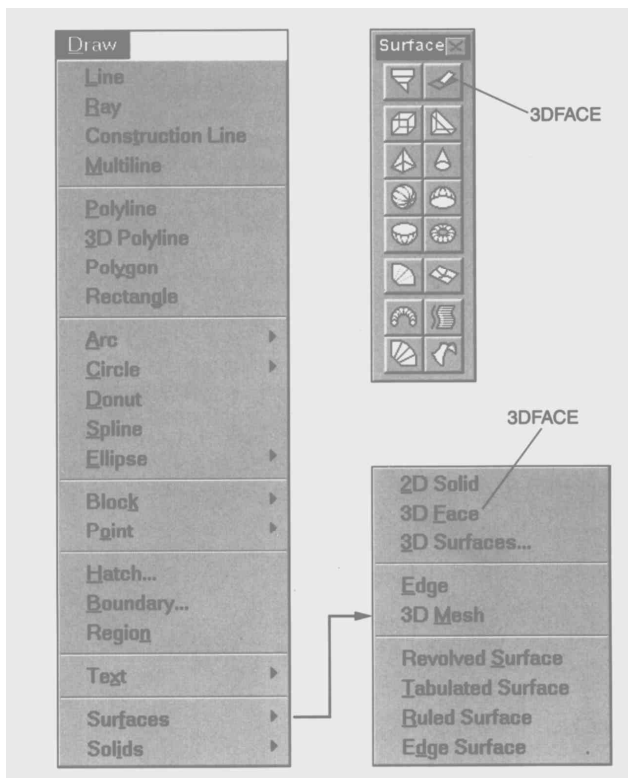


图 4-10

如在第四个点后再输入一些点时,提示会在第三个点和第四个点间互换,而且 AutoCAD 通过在每一对新的第四点和其前的第三点间画轮廓线来生成又一个 3D 平面,按回车结束命令。不支持恢复点选择或返回上一个点。

边界颜色为当前颜色。在输入第一个点之前,键入字母 i 或单词 invisible,轮廓即为不可见。实际上,三维面的任何轮廓均设为不可见。这样的面仍能隐藏实体,但只有渲染或着色后才能可见。

提示 虽然用 3DFACE 命令一下子就可以绘出非常复杂的面,但最好输入少于四个或五个点,然后重复命令得到所要绘制的面。Undo 选项的缺少使绘图不能出错。

移动或复制 3D 平面时,常取其轮廓为对象。因为不可见轮廓总是看不到的,因此必须拾取可见轮廓或通过设系统变量 Splframe=1 来暂时显示一下不可见轮廓。

绘制三维平面是很简单的过程,但必须有规律并留意所画的地方。因为它们的存在位置有时并不十分明显,尤其是有不可见轮廓时。下面有几种工具可提供帮助:

- 设置系统变量 Splframe=1,这样就能查看不可见轮廓的位置。
- 当曲面后面有对象时,可用 HIDE 命令消隐有助于查看曲面是否已完成、是否正确。
- 当曲面后面无隐藏对象时,可引用 SHADEMODE 命令通过对面着色来查看进度。
- 屏幕上有若干视口时,可以同时从不同的视点观察模型,这同样有助于查看进度。

4.4.1 相关命令

1. PFACE 命令

构造二维的三边和四边曲面。只是平面为单一对象,而且面里的轮廓为不可见。

2. PROPERTY 命令

通过对话框来改变 3D 平面的属性,例如点的坐标及轮廓为不可见性。

3. EDGE 命令

本命令是自动装载的 AutoLISP 程序,用于修改 3D 平面轮廓的可见性。

4. HIDE 命令

相对于当前观察方向消去隐藏线。凡在曲面后的东西均从视图上消失。 HIDE 命令没有任何选项,屏幕重新生成后,仍恢复消隐前的视图状态。

5. SHADEMODE 命令

对曲面着色,并隐藏曲面后的对象。

4.4.2 相关系统变量

SPLFRAME 命令

此变量控制不可见 3D 面轮廓的可见性。值为 1 时,则 3D 面的不可见轮廓变为可见。缺省值为 0 时,3D 面的轮廓均为不可见,屏幕重新生成才有效。

4.4.3 应用实例

下面用四个例子说明 3DFACE 命令的用法。先画图 4-11 所示的最简单的三边的三维平面。

Command: **3DFACE**

Specify first point or [Invisible]: **(点1)**

Specify second point or [Invisible]: **(点2)**

Specify third point or [Invisible]<exit>: **(点3)**

Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face>: **(回车)**

Specify third point or [Invisible]<exit> : (回车)

其次, 画图4-12中的四边形的三维平面。

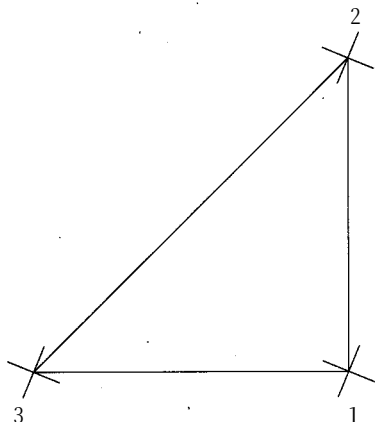


图 4-11

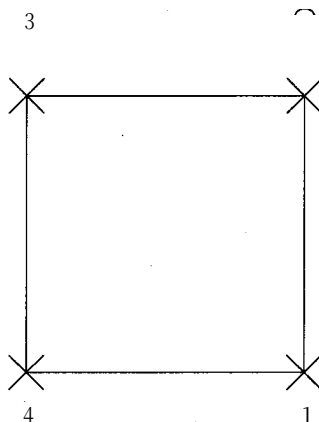


图 4-12

Command : 3DFACE

Specify first point or [Invisible] : (点1)

Specify second point or [Invisible] : (点2)

Specify third point or [Invisible]<exit> : (点3)

Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> : (点4)

Specify third point or [Invisible]<exit> : (回车)

第三个例子是, 画图4-13所示的两个四边的三维平面。由图可见, 第二个面取点方向改变了, 第一个面为逆时针方向, 第二个面变为顺时针方向。两面的公共边界是可见的。

Command: 3DFACE

Specify first point or [invisible]: (点1)

Specify second point or [Invisible] : (点2)

Specify third point or [Invisible]<exit> : (点3)

Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> : (点4)

Specify third point or [Invisible]<exit> : (点3a)

Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> : (点4a)

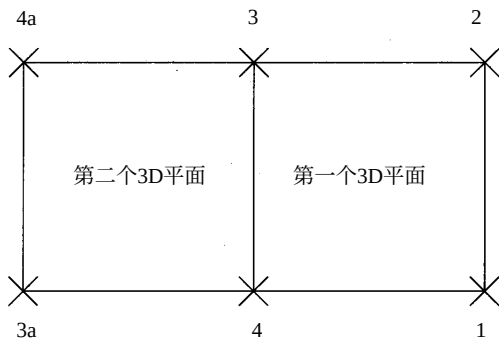


图 4-13

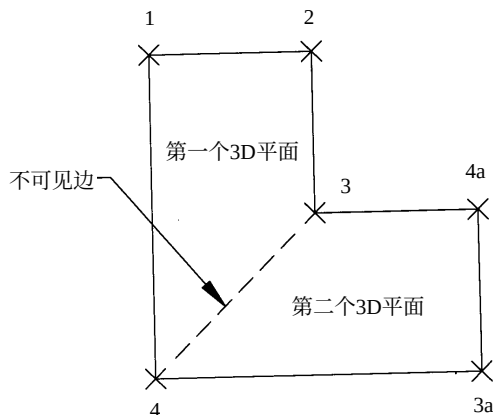


图 4-14

Specify third point or [Invisible]<exit> : (回车)

最后一个例子是用两个梯形形状的三维平面组成一个 L 形的曲面。两平面的公共边界不可见, 如图 4-14 所示。在本章后面将用此方法构造房间的墙壁。

Command : 3DFACE

Specify first point or [Invisible] : (点1)

Specify second point or [Invisible] : (点2)

Specify third point or [Invisible]<exit> : I (使点3与4间的边不可见)

Specify third point or [Invisible]<exit> : (点3)

Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> : (点4)

Specify third point or [Invisible]<exit> : (点3a)

Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> : (点4a)

Specify third point or [Invisible]<exit> : (回车)

4.4.4 练习

1. 用3D曲面给线框模型加表面

下面给在第2章练习里所做的线框模型加表面。首先找到并打开存储线框模型的文件。配套光盘上的文件 3d_p2_01.dwg。先对模型的右边操作。由于这边有五个角, 因而需两个三维平面即一个三边和一个四边的曲面。且两平面公共边界不可见。在加上三维面之前, 须得为其建一个新层。

Command : 3DFACE

Specify first point or [Invisible] : (点1)

Specify second point or [Invisible] : (点2)

Specify third point or [Invisible]<exit> : i (使点3和4间的边界不可见)

Specify third point or [Invisible]<exit> : (点3)

Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> : (点4)

Specify third point or [Invisible]<exit> : (点3a)

Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> : (点4a) (与点3重合)

Specify third point or [Invisible]<exit> : (回车)

图4-15中, 已用 HIDE 命令隐藏了三维平面后的部分线框。且两面公共边界用虚线表示。用复制命令将这两个三维平面复制到模型的左边。接着给线框模型的顶部及前面加表面 (见图4-16)。即使所加表面不在同一个平面上, 也只需调用一次 3DFACE 命令即可。给不在同一平面上的对象加表面时, 目标捕捉很有用。

Command : 3DFACE

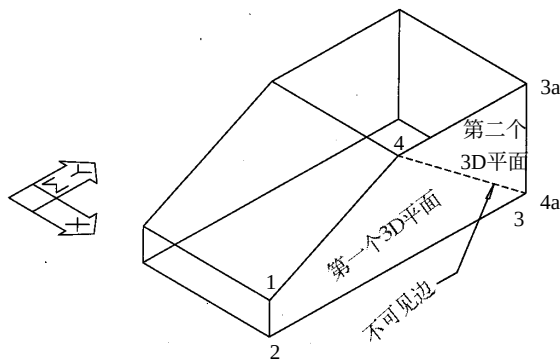


图 4-15

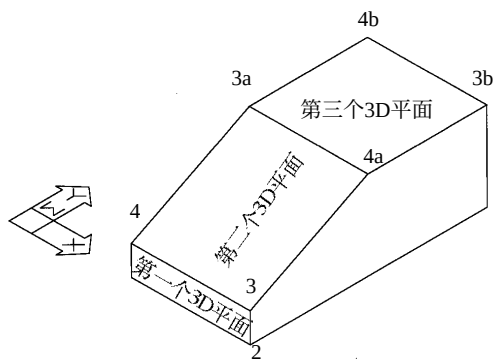


图 4-16

Specify first point or [Invisible] : (点1)
Specify second point or [Invisible] : (点2)
Specify third point or [Invisible]<exit> : (点3)
Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> : (点4)
Specify third point or [Invisible]<exit> : (点3a)
Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> : (点4a)
Specify third point or [Invisible]<exit> : (点3b)
Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> : (点4b)
Specify third point or [Invisible]<exit> : (回车)

最后调用 HIDE 命令, 模型就成了真的一样。继续给线框模型的底边加上表面。

3d_p4_02.dwg文件中的模型各边均已加上了表面。

2. 给显示器外壳加3D平面

利用3DFACE命令给一个电子设备的线框模型(显示器), 或是第3章里用SPLINE命令绘制的壳体加表面。打开储存有模型的文件, 或打开光盘上 3d_p3_03.dwg文件, 构造线框模型是最复杂的。加表面包括拾取线框对象及端点。用 3D平面给图4-17中线框对象的四边形区域加上表面。用端点捕捉可以很容易地作出 3D平面, 这里不再详述。另给 3D平面设置一个新层(比如为SURF-01层)以区别于线框对象。图4-17所示的是调用了SHADEMODE命令后的情形。在这个例子中, HIDE命令作用不大, 因为可隐藏的东西几乎没有。从 X轴正端看, 有一平面上有很多洞, 故没有给它加上表面。

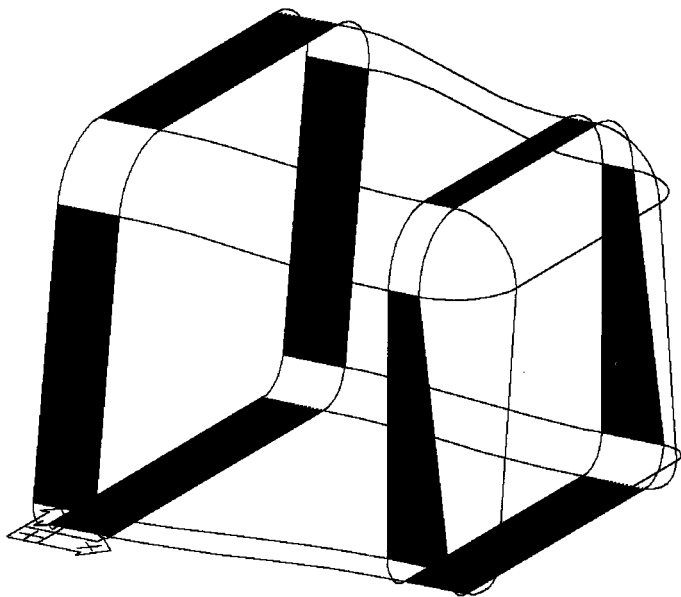


图 4-17

本书提供的光盘文件3d_p4_03.dwg已加上了八个3D平面。

3. 构造房间的墙壁

用3DFACE命令造一个房间来放前面用拉伸面所做的桌子。在以后的练习中, 还会用 AutoCAD的表面造型命令添置更多的家具。

建房的第一步是构造线框模型，虽然大部分线框在加上表面后看不见了，但这有助于定位3D平面的角。线框在一个新层上绘制，以区别于放置三维平面的层，绘图单位与前面一致，采用英尺和英寸。

房间线框尺寸见图 4-18。如果用 AutoCAD 的捕捉模式，捕捉距离取为 6 较合适。使用 UCS 使每条边均在 XY 平面内，这样就能很容易地作出这个线框。利用等轴测图非常有用。图 4-18 中的视点与 XY 平面的夹角为 30° ，与 X 轴的夹角为 300° 。

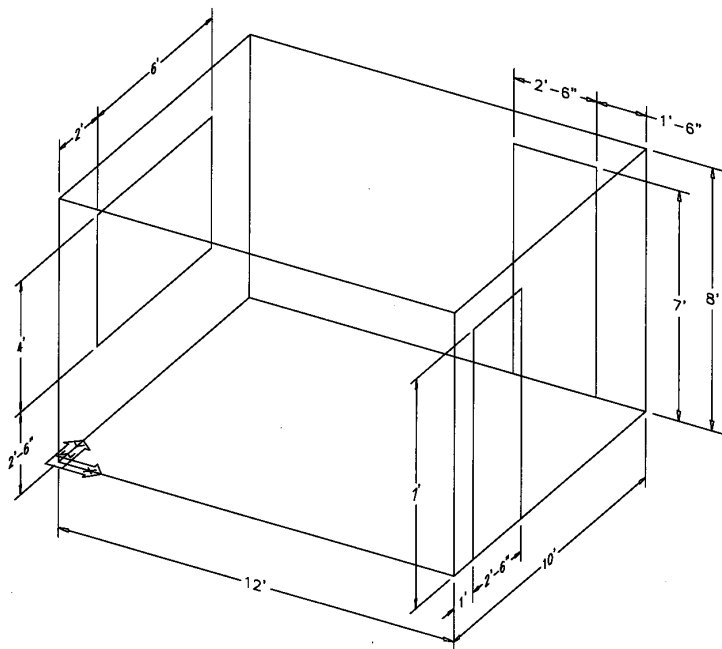


图 4-18

线框画好后，恢复世界坐标系并切换到 3D 平面层，先画世界坐标系中的 XZ 面上的完整的墙，绕 X 轴旋转 UCS 90°。这样就可以在 XY 面上画四边的 3D 平面，顶点如图 4-19 所示。

Command : **3DFACE**

Specify first point or[Invisible] : (点1)

Specify second point or [Invisible] : (点2)

Specify third point or [Invisible]<exit> : (点3)

Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> : (点4)

Specify third point or [Invisible]<exit> : (回车)

也可以用端点捕捉来建立 3D 平面的角，将 UCS 绕 Y 轴旋转 90°，或用目标捕捉拾取三维平面的角来绘制带窗户的墙，这面墙至少要有四个三维平面，因为 AutoCAD 无法在一个表面上挖洞（孔）。若一个平面区域内有孔，那只能在其周围作曲面。

用两个L形状的3D平面来构造此墙。第一个面取点 4、5、11、12、8、1。点5和点11、点1和点11、点8和点12之间的边界为不可见。

Command : **3DFACE**

Specify first point or [Invisible] : (点4)

Specify second point or [Invisible] : I

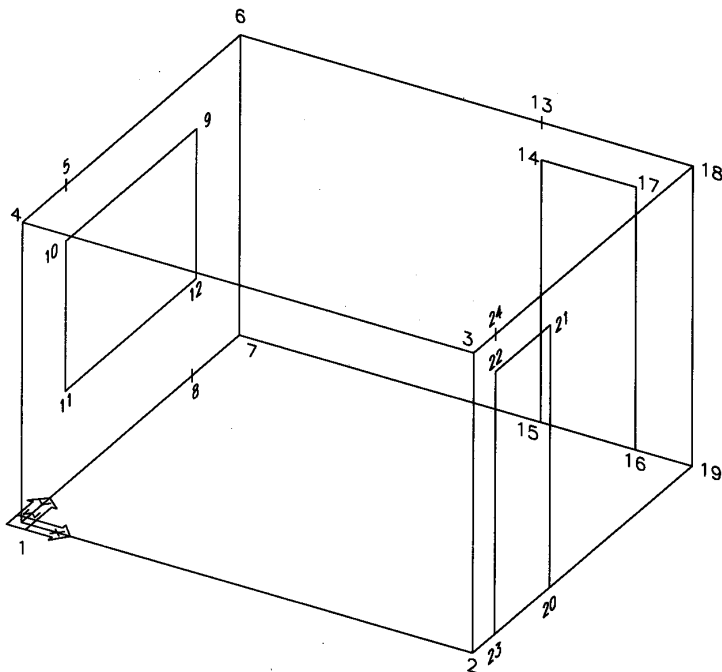


图 4-19

Specify second point or [Invisible] : (点5)
 Specify third point or [Invisible]<exit> : I
 Specify third point or [Invisible]<exit> : (点11)
 Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> : (点1)
 Specify third point or [Invisible]<exit> : I
 Specify third point or [Invisible]<exit> : (点8)
 Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> : (点12)
 Specify third point or [Invisible]<exit> : (回车)

若忘记了输入字母 I 使某一边不可见, 可继续使用 3DFACE 命令, 而后用 EDGE.LSP 程序来改变边界的可见性。另一个 L 形状的面, 取点 7、8、9、10、5 和 6。点 8 和点 9、点 9 和点 6、点 5 和点 10 之间的边界不可见。

Command : 3DFACE
 Specify first point or [Invisible] : (点7)
 Specify second point or [Invisible] : I
 Specify second point or [Invisible] : (点8)
 Specify third point or [Invisible]<exit> : I
 Specify third point or [Invisible]<exit> : (点9)
 Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> : (点6)
 Specify third point or [Invisible]<exit> : I
 Specify third point or [Invisible]<exit> : (点5)
 Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> : (点10)
 Specify third point or [Invisible]<exit> : (回车)

最复杂的一面墙就算完成了。调用四次 3DFACE 命令画四个矩形的平面, 并使一些边界为不可见。

对于第三面墙, 将 UCS 原点移到点 7, 并绕 Y 轴旋转 -90° (或不移动 UCS, 用目标捕捉来定 3DFACE 的一点)。首先过点 6、7、15 和 13 作一个四边形的三维平面, 且点 13 和 15 之间的边

界不可见。

Command : **3DFACE**

Specify first point or [Invisible] : (点6)

Specify second point or [Invisible] : (点7)

Specify third point or [Invisible]<exit> : I

Specify third point or [Invisible]<exit> : (点15)

Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> : (点13)

Specify third point or [Invisible]<exit> : (回车)

这面墙剩下的部分为L形，可以取点19、16、17、18、13和14构造0点17和点18、点13和点14之间的边界不可见。

Command : **3DFACE**

Specify first point or [Invisible] : (点19)

Specify second point or [Invisible] : (点16)

Specify third point or [Invisible]<exit> : I

Specify third point or [Invisible]<exit> : (点17)

Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> :
(点18)

Specify third point or [Invisible]<exit> : I

Specify third point or [Invisible]<exit> : (点13)

Specify fourth point or [Invisible]<create three-sided face> :
(点14)

Specify third point or [Invisible]<exit> : (回车)

这样，这面墙就成了。同样可以移动 UCS去完成剩下的墙，过点2、3、24和23作一个矩形平面，点20、19、18、21、22和24间用两个L形的平面。命令行提示与前面一样。

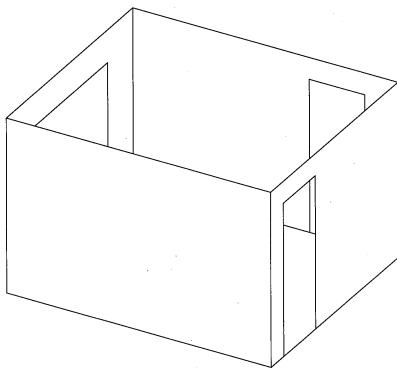


图 4-20

图4-20给出的是调用HIDE命令后的已完成的墙

本书提供的光盘文件3d_p4_04.dwg文件中有此墙模型。

4.5 PFACE命令

PFACE命令建造三边或四边的二维曲面。与 3DFACE命令一样，调用一次可作出若干平面。不同的是，用 PFACE命令构造的平面总与单一对象联系在一起。而且面与面的公共边自动为不可见。由两命令形成的对象也不相同。 3DFACE命令构造的对象为三维平面，它为 AutoCAD的基本曲面类型。而 PFACE命令构造的对象称为多重面网格的多段线。这种不同，有时会影响编辑和修改的操作。而且 PFACE命令的输入方式与 3DFACE也不同。它分为两步，首先提示输入曲面的顶点、角。在空间拾取点作顶点。 AutoCAD对选定的点进行标号。然后 AutoCAD根据所输入的顶点数构造曲面。曲面由边或四边的面元组成，这些面元可构成不同的平面。因此 AutoCAD提示输入面元数及其顶点数。 AutoCAD的菜单及工具条均没有 PFACE命令，因此只能从命令行输入。

Command : **PFACE**

Specify location for vertex 1 : (指定一个点)

Specify location for vertex 2 or<define faces> : (指定一个点或回车)

Specify location for vertex n or<define faces> : (指定一个点或回车)

输入点的位置及个数是随意的，当按了回车后，AutoCAD进行第二步操作（运行结果如图4-21所示）。

Face 1, vertex 1:

Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face>: (输入C、L或一个顶点数)

Face 1, vertex 2:

Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face>: (输入C、L或一个顶点数；或回车)

Face 1, vertex n:

Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face>: (输入C、L或一个顶点数；或回车)

Face m, vertex n:

Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face>: (输入C、L或一个顶点数；或回车)

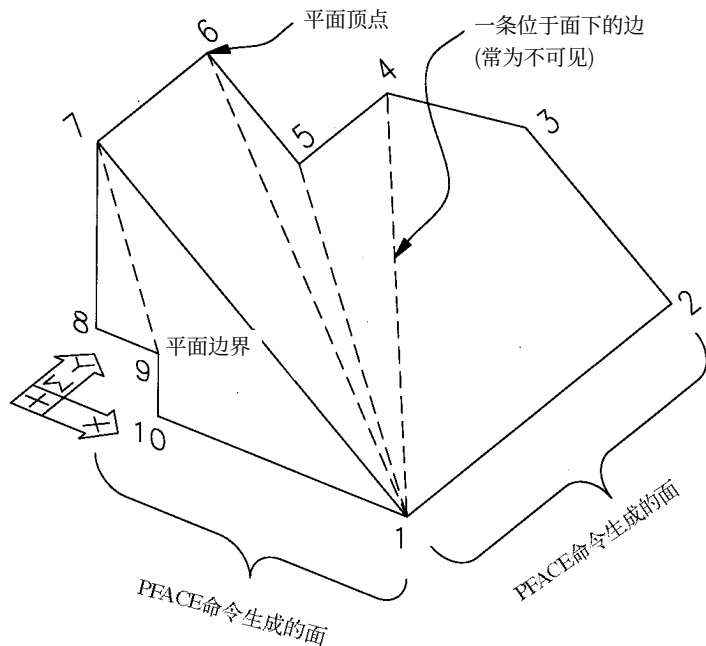


图 4-21

按回车后，AutoCAD移到下一个面。提示输入这个面的第一个顶点的编号。连续按两次回车结束此命令。命令结束后AutoCAD才绘出这个平面。没有“UNDO”来改正输入或取消命令。

在命令的第二步，当提示输入顶点数时，可以输入“color”和“layer”，或字母“c”和“l”，AutoCAD将提示为当前及随后的面元，选定颜色或建立一个新层。各面间的交线是可见的，除非在其间的顶点标号前加负号。

提示 PFACE命令由于要其输入太多而不常用。但给一个多边形图形加上表面，如六边形，用PFACE命令就比3DFACE命令简单，因为此时无须考虑边界的可见性。

多重面网格在渲染材质图案时很有用，因为每个对象都有各自的材质。例如，用三个3D平面构造墙体时，就得为每个三维平面选图案（就像墙纸），并且调整每个3D平面上的图案比例。另外，如果是用一个多重面网格去构造墙面，就只能选用一个图案且只调整一次图案比例。

4.5.1 相关命令

1. DFACE命令

构造三边或四边的曲面。

2. HIDE命令

清去隐藏线。相对当前观察方向，面后的物体均从屏幕上消失。

3. SHADEMODE命令

用对象颜色填充表面，它同样隐藏表面后的对象。

4.5.2 相关系统变量

SPLFRAME

控制内表面轮廓的可见性。若值设为 1，则当隐藏重新生成后，原来不可见的内表面的轮廓变成了可见。

4.5.3 应用实例

以图4-22中的六边形的平面为例来说明 PFACE命令的用法。对于这样的形状，用 PFACE比用3DFACE命令简单得多。点的位置如图4-22a所示。命令行提示及输入如下：

Command : **PFACE**

Specify location for vertex 1 : (p1)

Specify location for vertex 2 or<define faces> : (p2)

Specify location for vertex 3 or<define faces> : (p3)

Specify location for vertex 4 or<define faces> : (p4)

Specify location for vertex 5 or<define faces> : (p5)

Specify location for vertex 6 or<define faces> : (p6)

Specify location for vertex 7 or<define faces> : (回车)

Face 1, vertex 1 :

Enter a vertex number or [Color/Layer] : 1

Face 1, vertex 2 :

Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 2

Face 1, vertex 3 :

Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 3

Face 1, vertex 4 :

Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 4

Face 1, vertex 5 :

Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 5

Face 1, vertex 6 :

Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 6

Face 1, vertex 7 :

Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : (回车)

Face 2, vertex 1 :

Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : (回车)

图4-22b为多重面网格。图4-22c所示的图形是 splframe变量值为1的情形。由此可见，这个多重面网格由一个四边和两个三边的面元构成。只是这三个面元连在一起形成一个单一实体。

但是PFACE命令不能很好地处理内部的孔及带切口或凹口的边界。如图4-23所示，结果不总是与第一个图相同。若以图中给的点及图中所示的输入顺序用 PFACE命令构造U型表面，则表面的轮廓如图4-23a所示。但表面自动沿可见的多重面边界延伸。如图4-23b所示。如果在

点4、5、6间的外表面后有物体，则用 SHADEMODE或HIDE命令会更明了些。

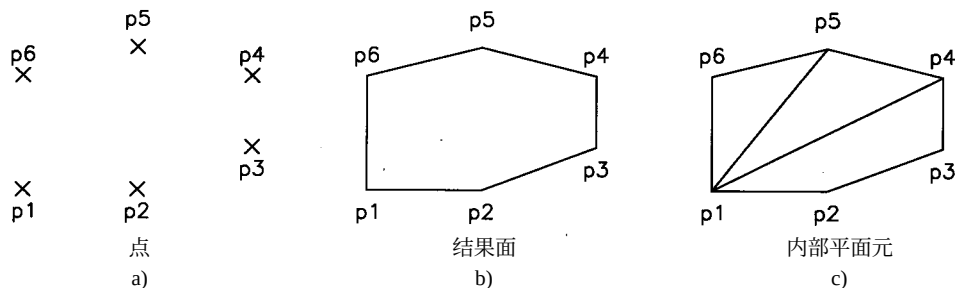


图 4-22

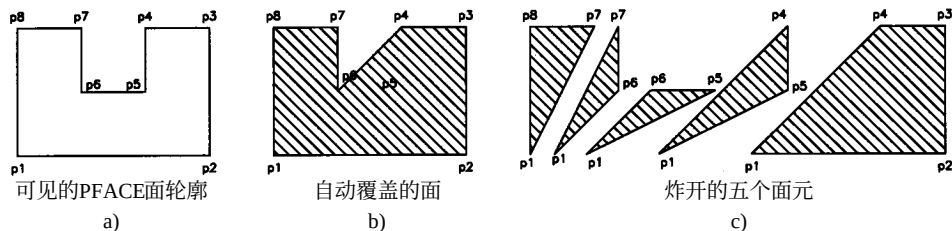


图 4-23

另外，看似简单的表面实际上是由五个重叠的内部面元组成的。图 4-23c为将其分解并排在一起的情形。这个表面之所以会出错是由于输入错误。用 PFACE命令构造这个表面的正确方法是将其分成两个或更多的面元。如用点 1、2、5、6、7、8定义一个面元，再用点2、3、5定义一个面元。

4.5.4 练习：用三维多边形网格给线框模型加表面

在这个练习中，将用 PFACE命令给在第3章练习中所构造的线框模型覆盖三维表面。这个练习将在几个不同的平面上构造多面网格。打开光盘上文件 3d_p2_01.dwg，给三维多面网格设置一个新层，并使之成为当前层，冻结放置三维面的层。取图 4-24所示的点。命令行提示及输入如下：

Command: **PFACE**

Specify location for vertex 1: (p1)

Specify location for vertex 2 or<define faces>: (p2)

Specify location for vertex 3 or<define faces>: (p3)

Specify location for vertex 4 or<define faces>: (p4)

Specify location for vertex 5 or<define faces>: (p5)

Specify location for vertex 6 or<define faces>: (p6)

Specify location for vertex 4 or<define faces>: (p7)

Specify location for vertex 5 or<define faces>: (p8)

Specify location for vertex 6 or<define faces>: (p9)

Specify location for vertex 10 or<define faces>: (回车)

Face 1, vertex 1:

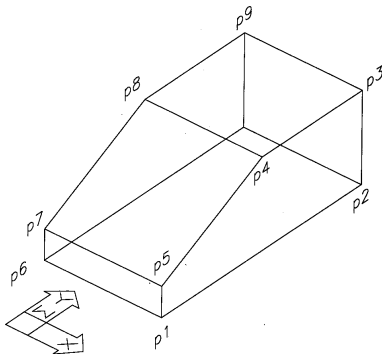


图 4-24

Enter a vertex number or [Color/Layer] : 1
Face 1, vertex 2 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 5
Face 1, vertex 3 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 7
Face 1, vertex 4 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 6
Face 1, vertex 5 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : (回车)
Face 2, vertex 1 :
Enter a vertex number or [Color/Layer] : 1
Face 2, vertex 2 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 2
Face 2, vertex 3 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 3
Face 2, vertex 4 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 4
Face 2, vertex 5 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 5
Face 2, vertex 6 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : (回车)
Face 3, vertex 1 :
Enter a vertex number or [Color/Layer] : 5
Face 3, vertex 2 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 4
Face 3, vertex 3 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 8
Face 3, vertex 4 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 7
Face 3, vertex 5 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : (回车)
Face 4, vertex 1 :
Enter a vertex number or [Color/Layer] : 4
Face 4, vertex 2 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 3
Face 4, vertex 3 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 9
Face 4, vertex 4 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : 8
Face 4, vertex 5 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : (回车)
Face 5, vertex 1 :
Enter a vertex number or [Color/Layer]<next face> : (回车)

在PFACE命令的第一步中布点的顺序对此命令第二步顶点数输入没有影响, 图 4-25为调用了HIDE命令后已完成的多面网格。由此得到的曲面, 即使三维面元在不同的平面上, 也只是一个单一实体, 与其他单一实体一样可以移动、复制。

将你所作的多面网格与文件3d_p4_05.dwg提供的作一比较。

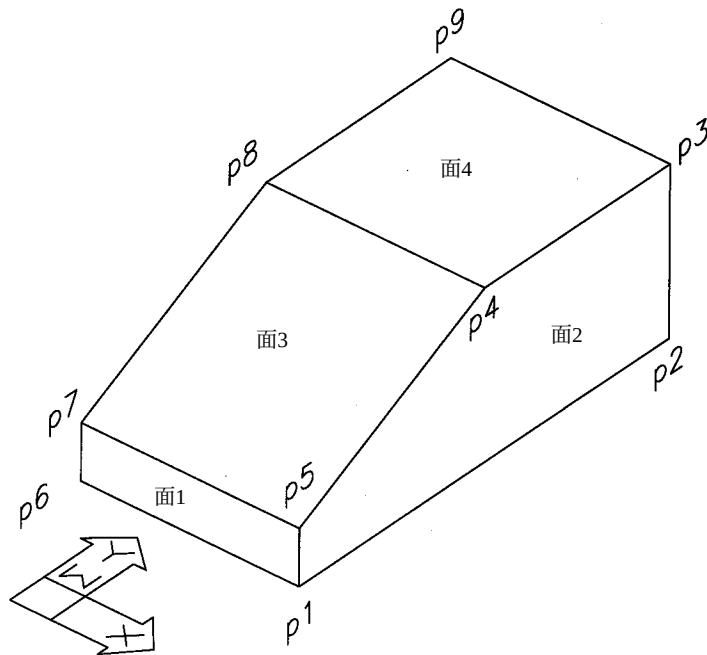


图 4-25

4.6 修改三维平面

由3DFACE和PFACE命令构造的对象同其他 AutoCAD对象一样可以移动、复制、旋转、删除和拉伸。所有的基本编辑和修改命令均适用于三维面元及多面网格。无论把边界设置为何种线型，它们只会是实线，而且不能拉伸。AutoCAD也能识别这些对象上可见边缘的中点和端点，交点和垂足的目标捕捉方式。不可见的边缘则不能识别。若要在不可见的边缘上操作，则须将系统变量splframe的值设为1，使其变为可见才行。当splframe的值变为缺省值0时，屏幕重新生成后，这些边又不可见了。

三维面是一个基本的AutoCAD对象。由PFACE命令生成的多边形网格为2D多段线，分解后变成了三维曲面。多边形网格不能用PEDIT命令编辑。

多边形网格和三维面元都可用PROPERTIES命令进行修改。这个命令可以改变三维面元的顶点位置及其边界的可见性。但此命令只能改变多面网格顶点的位置，其他属性如可见性和单个边界的颜色则不能改变。

4.7 EDGE命令

本命令由名为EDGE.LSP的AUTOLISP程序所产生，这是自动装载的Autolisp程序，其功能同其他固有AutoCAD命令一样。此命令改变三维面边缘的可见性。对由PFACE命令生成的多边形网格无效。与临时设置系统变量splframe值不一样的是，这种变化是永久的。

Command: **EDGE**

Specify edge of 3dface to toggle visibility or [Display]: (输入D、选边或回车)

4.7.1 SELECT EDGE选项

EDGE命令适用于当前屏幕上的三维面。选边界时不必选取面，拾取三维面的一个轮廓即

选中。一旦选中，则原来的可见变为不可见，原来的不可见变为可见。不可用窗口或交叉窗口选择。直到按回车结束此命令，命令行提示一直重复。

若有两个或更多的三维轮廓在拾取点上，那么即使在不同的三维面上，它们也将全被选中并发生变化。对于不可见边缘，除非用 EDIT 命令的 Display 选项或 splframe 已设为 1，使其成为可见。不可见轮廓不能被选上。

4.7.2 DISPLAY 选项

本选项高亮显示不可见边以便使用 selectEdge 选项拾取。提示如下：

- All 选中所有的隐藏边并显示它们，然后可用 “specify edge” 提示一直继续到按回车为止。
- Select 选择部分可见的三维面的隐藏边并显示它们，然后可用边选项显示。该提示重复。

启动 EDGE 命令的菜单和工具条如图 4-26 所示。

提示 EDGE 是一个非常有用的命令。构造三维曲面时，可先不考虑边缘的可见性。而后再用 EDGE 命令有选择地使一些边缘可见。

先于 EDGE 命令前用 splframe 变量设置并不显示边缘，使得难于区分可见边缘和不可见边缘，可用 EDGE 命令的 display 选项代替。

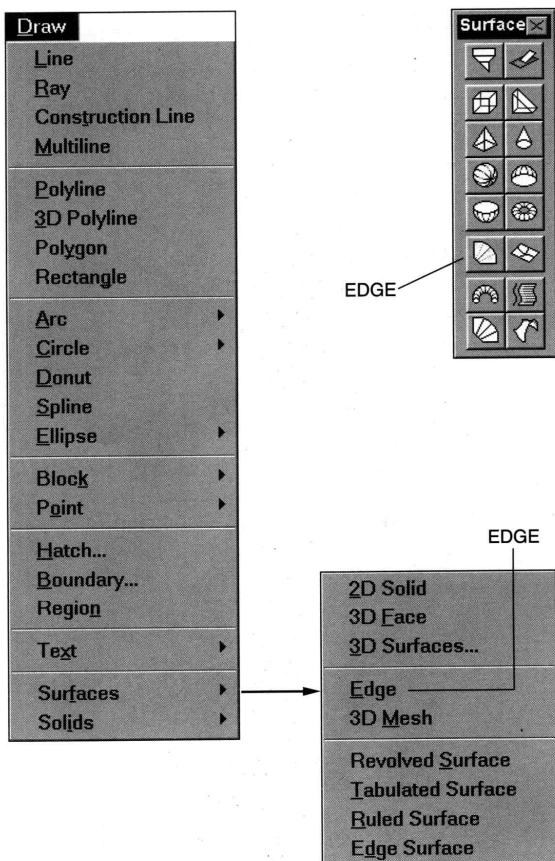


图 4-26

4.7.3 相关命令

1. 3DFACE命令

创建三边或四边的曲面。

2. DDLMODIFY命令

用对话框修改所选三维曲面的属性，边的可见性。

4.7.4 相关系统变量

SPLFRAME

控制面中不可见边的显示。值为 1，显示所有不可见边缘。值为 0，则不显示不可见边缘。这两种模式均须在屏幕重生后才有用。

4.7.5 应用实例

图4-27a是用3DFACE命令生成三个三维曲面。它们的边界均是可见的。调用 EDGE命令并选取图示边界，则可使三维面内部的边不可见。结果如图 4-27b所示。

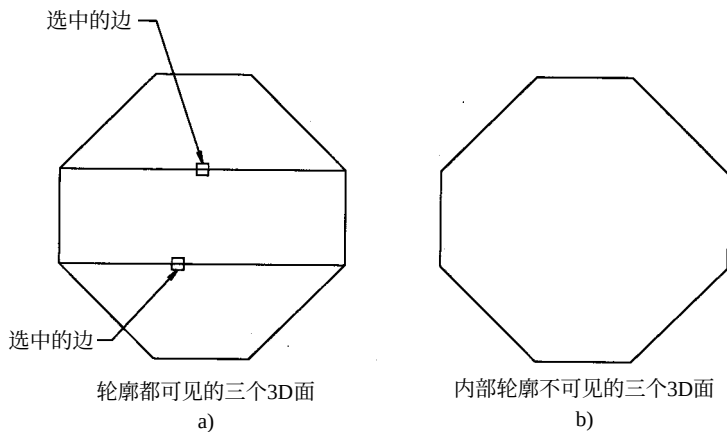


图 4-27

4.8 三维多边形网格

AutoCAD中生动有趣的独特的三维曲面形状常常是用三维多边形网格构造的。这些三维面具有柔性，可以弯曲，可以拉伸。而且可以形成你所要的各种形状。三维多边形网格在屏幕上就像一张变了形的铁丝网。不同的是，三维多边形网格的夹点构成了一个曲面（见图 4-28）。AutoCAD有五个构造三维多边形网格的命令——RULSURF、TABSURF、REVSURF、EDGESURF和3DMESH命令。选用哪种命令取决于要构造的三维曲面的形状和曲面形状上适合的定义对象和边。所有五个命令构造的是同一类型的AutoCAD对象。具有以下特征：

- 曲面为三维平面集。这些通常称为三维多边形

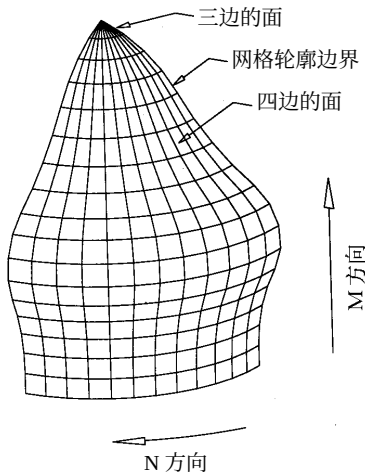


图 4-28

网格，有四条边。角落处的网格只有三条边。每个网格与三维平面是一样的。事实上，当三维多边形网格分解后，它就成了一组三维面。

- 这些三维面按阵列排列。虽然这些排或列有时弯曲成网格，有些多边形网格曲面仅为一行多列网格，而有些则正相反。这些三维曲面用一串三维面而不是网格来表示。
- 每个三维多边形网格都具有表面的方向。与方向与表面阵列的行和列一致，以确定各面的位置，AutoCAD将其中一个方向标为M，另一为N，哪个方向为M，哪个方向为N，取决于构造曲面的命令，很少取决于构造曲面的步骤。
- 除3DMESH命令外，所有的构造三维多边形网格 AutoCAD命令均是用系统变量 surfstab1 和 surfstab2 来确定M和N方向的曲面密度的。而3DMESH命令，其执行时已指定了两个方向的密度。
- 绕在两对边之间的网格称为闭合网格。除非环形圆纹曲面，否则网格只在 M和N中的一个方向闭合。
- 在AutoCAD数据库中，三维多边形网格归为二维多段线对象。因此可用 PEDIT命令进行编辑。

包含构造多边形网格的命令的菜单及工具条如图 4-29所示。

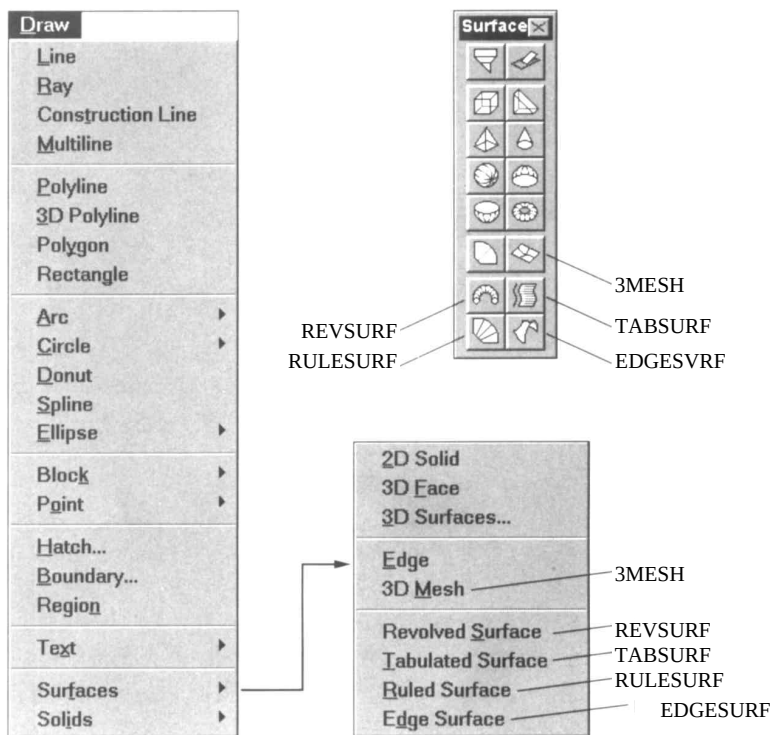


图 4-29

4.9 RULESURF命令

在两条曲线间创建直纹曲面。这可能是最常用的创建多边形网格的命令。命令格式相当简单。

Comman : RULESURF

Current wire frame density : SURFTAB1=6

Select first defining curve : (选边)

Select second defining curve : (选边)

每条定义曲线只要在其上拾取一个点,即被选中。窗口或交叉窗口选择无效。最终曲面由定义曲线间一排排三维面组成(见图4-30)。虽然AutoCAD的参考手册和在线帮助把这些曲面称作规则曲面,但它们是多边形网格。

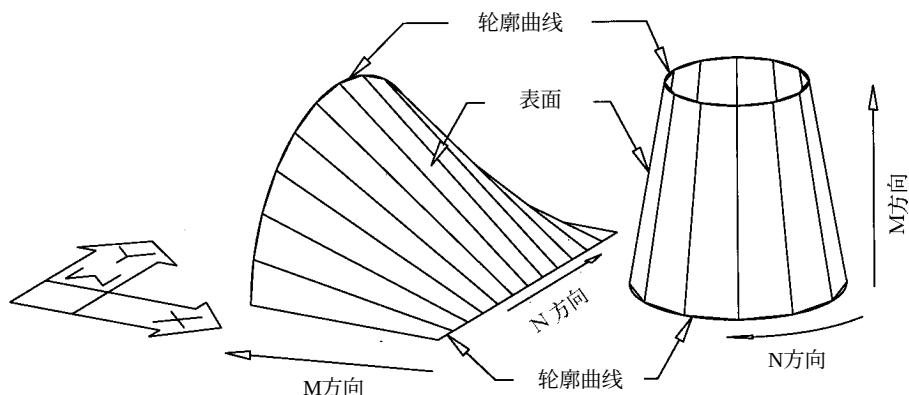


图 4-30

命令提示设这些边界为曲线,但不一定就是弯曲的。边可以是直线、多段线、样条曲线、圆弧,甚至是一个点。边可为不同的曲线。但只能有一个边界为点。封闭的曲线、闭合的多段线,闭合的样条曲线、多边形、圆环及椭圆都可以作为边界。但两边界必须都为闭合或都开放。若点对象则可以与开放或闭合对象成对使用。表面上M方向是从一边弯向另一边。在这个方向的起点和终点都只有一个边界。N方向沿着边界曲线。并且 $N = \text{surftab1}$ (见图4-31)。其缺省值为6。

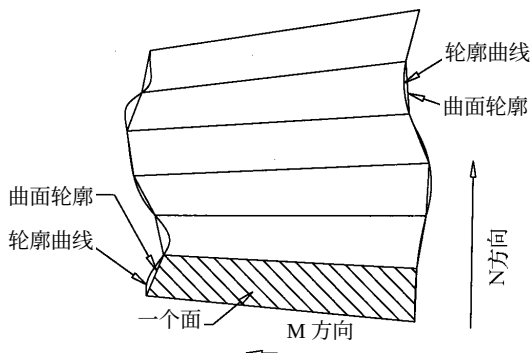


图 4-31

由于表面上每一个三维面的边界都是直的,使得曲面的两端由短的直线而不是所定义的曲线组成。AutoCAD从两个定义曲线的起点作第一个面的边界。另外,一条非闭合定义曲线的起始端为离拾取点最近的那端。因此,选两条定义线上的相应的端点是很重要的。要不然,就成了自交的曲面(见图4-32)。对于闭合的边界对象,AutoCAD从一些预定位置开始构造曲面,而非对象的选择点。若边界为圆,则直纹面从 0° 象限点处开始绘制并沿顺时针方向继续。若边界为闭合的多段线,曲面起于最后一个顶点而终于第一个顶点。如果边界为样条曲线,则从第一个记录点开始直到最后一个点结束。

提示 系统变量Surftab1的取值由曲面的边界长度及其曲率决定。边界曲线越长或越弯曲, surftab1的值就取得越大。很难用闭合多段线来取代圆边界。这是因为它们构造表面的起始点和方向不同。但可用两个 180° 的圆弧或分成部分多段线来取代圆绘制三维

面。使曲面的层不同于边界对象的层是个好的习惯。

4.9.1 相关命令

1. TABSURF命令

沿方向矢量和路径曲线创建三维多边形网格。

2. REVSURF命令

绕轴旋转一个定义曲线创建旋转曲面。

3. EDGESURF命令

生成四条定义曲线间的多边表网格面。

4. DMESH命令

构建由四条邻接边定义的多边形网格。

4.9.2 相关系统变量

SURFTAB1

这个变量值设置沿边界方向的表面密度。取值范围为 2~32766。

4.9.3 练习:给显示器外壳加直纹面

调用RULESURF命令给线框模型加多个三维曲面。显示器线框模型在第3章已完成。而且也已用3DFACE命令给它加上了八个三维平面。现在加非平面的三维曲面。全部32个三维面里有16个用RULESURF命令来构造。所有用RULESURF构造的三维面都有一个相同点,即它们的两条定义边界是曲线,其余的两边界是直线。打开模型文件或光盘上的文件3d_p4_03.dwg。

配套光盘文件3d_p4_03.dwg中的线框模型已加好了八个三维面。

添加直纹面只须选择两条边界定义曲线。图4-33中已标出,如A1和A2,B1和B2等等。(字母l,o,q不用)。建立一个新层。如SURF-02给直纹面。这样这就可以关闭三维平面层。Surftabl取其缺省值为6。用RULESURF命令添加直纹面后,模型如图4-34a所示为所有16个直纹曲面的网格线都显示的情形。图4-34b为调用HIDE命令后的情形。

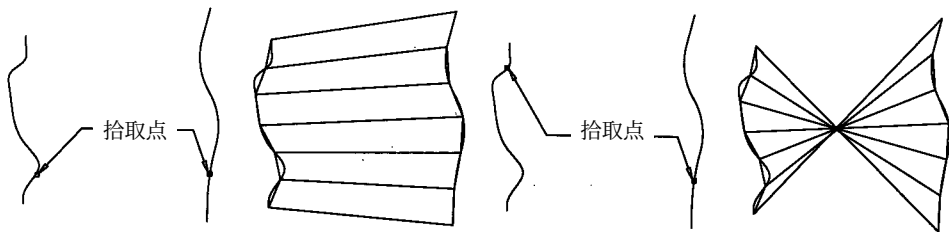


图 4-32

文件3d_p4_06.dwg中直纹曲面已加上。

还有九处须加三维曲面——4个倒球状圆角、样条曲线间的圆拱边界、带切口的后壳。调用REVSURF命令构造转角,用EDGESURF命令构造样条曲线间的曲面。

直纹面桌腿

打开用拉伸面构造的桌子图形。或打开3d_p4_01.dwg文件。用拉伸圆做的桌腿不太美观。因此,在这个练习中用RULESURF命令构造的有锥度多边形网格腿来取代它。

删去拉伸面桌腿，然后画两个圆：一个直径为 1.5，另一个在其上 25 个单位。直径为 3。设 Surftabl 值为 8，调用 RULESURF 命令拾取两圆为定义曲线（见图 4-35）。复制桌腿，结果如同图 4-36 所示。

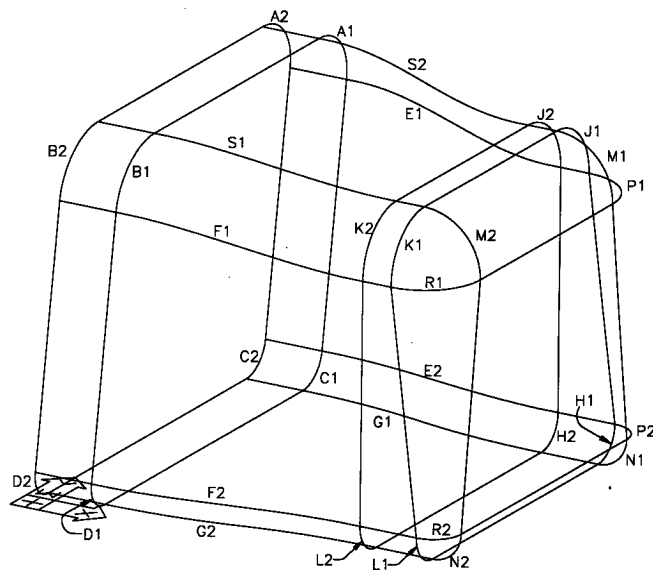


图 4-33

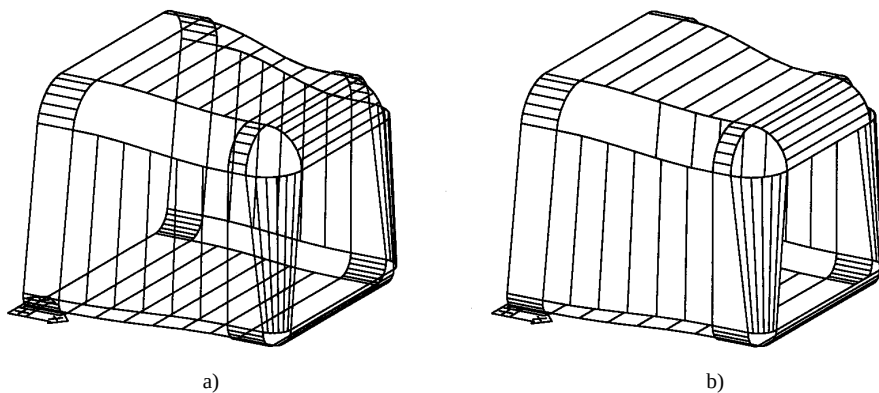


图 4-34

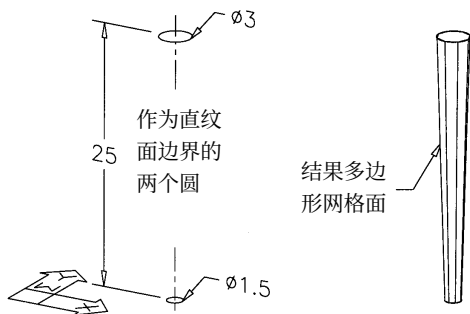


图 4-35

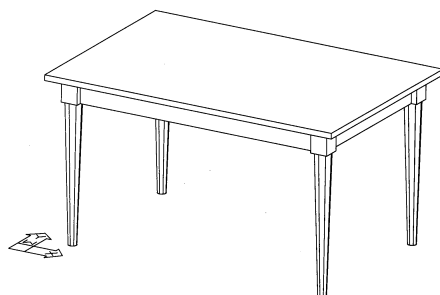


图 4-36

3d_p4_07.dwg文件中有此3D桌子。其腿一端逐渐变细。

4.10 TABSURF 命令

沿方向矢量和路径曲线创建平移曲面。命令格式为：

Command: **TABSURF**

Select object for path curve: (选曲线)

Select object for direction vector: (选方向矢量)。

选中的第一个对象为路径曲线，定义多边形网格曲面。只允许有一条路径曲线，通过在其上拾取点选中它。窗口或交叉窗口选择不允许。路径曲线可以是直线、圆、圆弧、二维多段线、三维多段线、椭圆或样条曲线。选中的第二个对象为方向矢量，可以是直线、非闭合的二维或三维多段线、样条拟合多段线。方向矢量可位于空间的任何位置，不必放在路径曲线上或其附近。最终曲面的长度与方向矢量的长度相等。若方向矢量是由多段线非直线或圆弧组成，则长度由起点和终点决定而并不是拉直多段线后的长度（见图 4-37）。

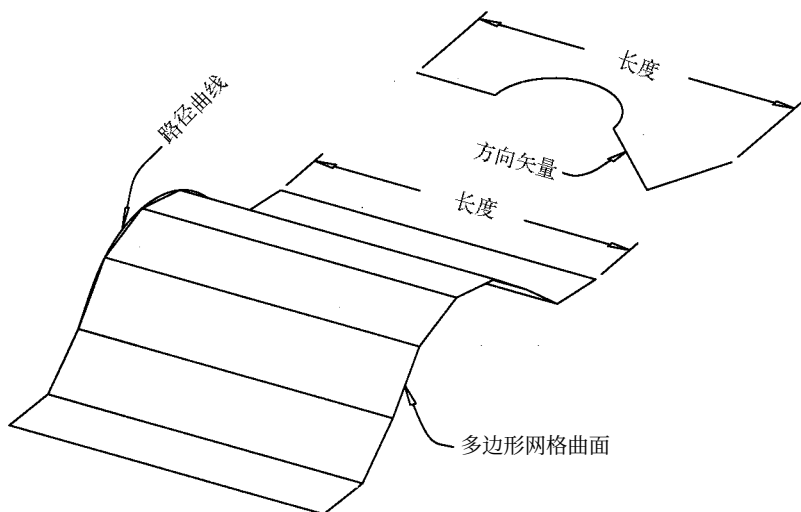


图 4-37

在多段线或直线上选定的端点决定拉伸方向，路径曲线被拉伸或压向矢量相反方向的端点。若方向矢量是一条弯曲的多段线，拉伸方向是从离拾取最近的端点到多段线相反方向的端点（见图4-38）。

网格的M方向为拉伸方向。与 RULESURF命令一样，在表面的 M方向只有一个三维面。曲面的N方向为路径曲线的方向，且网格个数由 Surftabl的值决定。但 TABSURF命令使用 Surftabl不同于RULESRF命令。RULESURF命令只是简单地取N方向的网格数等于 Surftabl的值。而TABSURF命令只有当路径曲线为直线、圆、圆弧、椭圆、样条曲线或样条拟合多段线时才如此。而当路径曲线为 2D或3D未拟合的多段线时，TABSURF命令将在线段的端点绘制柱面直纹。只是把圆弧以 Surftabl值等分(见图4-39)。

提示 乍一看，TABSURF命令与RULESURF命令一样。但这个命令N方向独特的等分面数的方法有时十分有用。

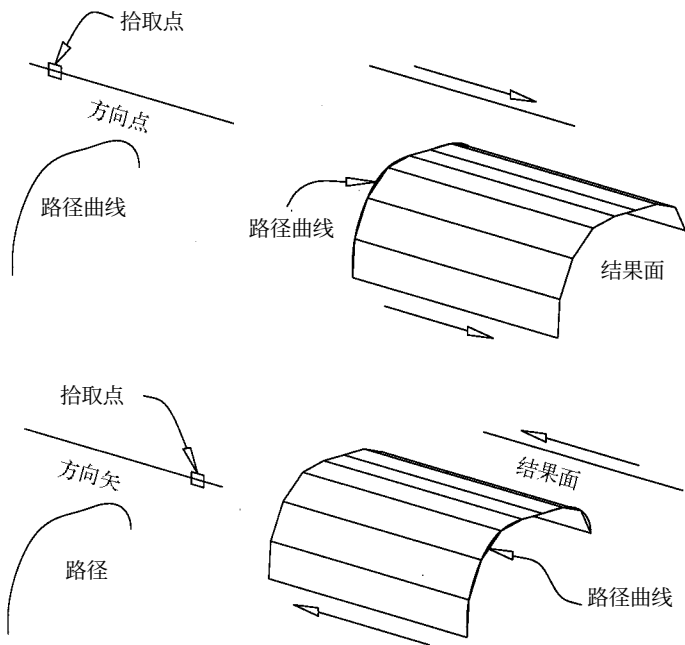


图 4-38

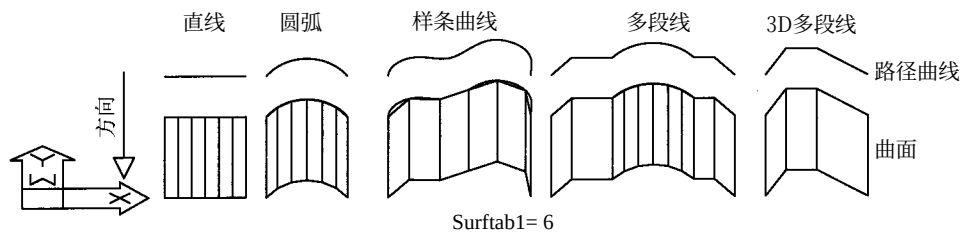


图 4-39

4.10.1 相关命令

1. RULSURF命令

在两条曲线间创建直纹面。

2. REVSURF命令

绕轴旋转一曲线创建旋转曲面。

3. EDGESURF命令

在四条定义曲线间创建三维多边形网格。

4. 3DMESH命令

依据输入的点构造多边形网格。

4.10.2 相关系统变量

SURFTAB1

控制沿边界方向的表面密度。

4.10.3 练习:使用TABSURF命令

画出三组如图4-40左边所示的二维路径曲线，尺寸与实际尺寸没关系。再构造四个方向

矢量(见图4-40)。然后用TABSURF命令创建多边形网格。必须从两个或更多个不同的视点观察对象以(用几个视口)看出方向矢量及最终曲面的关系。

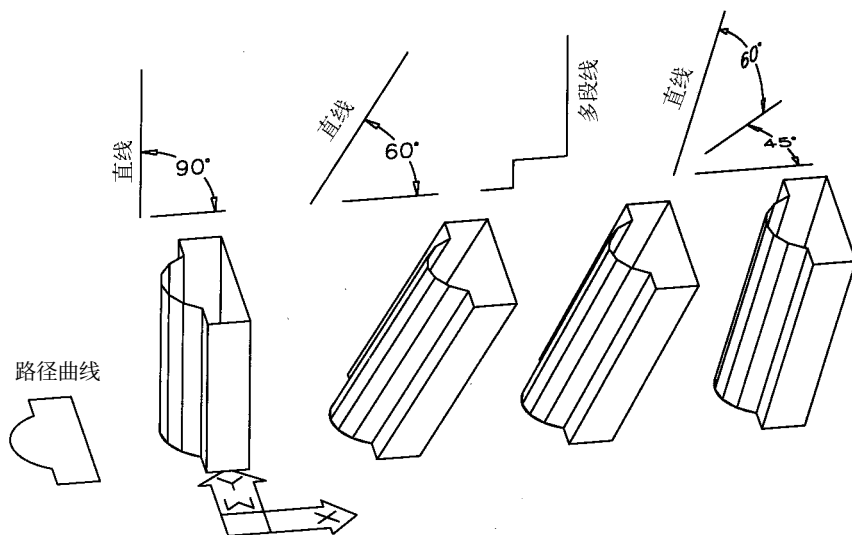


图 4-40

在配套光盘文件3d_p4_08.dwg中有这些例子。

窗子外框

使用TABSURF命令给窗户加外框。绘制外框，它将作为一个块插入到三维房间的主文件中。设置绘图单位为英尺和英寸。由于窗户在平行于YZ面的平面内，因此，UCS须定在同一方向，以便插入窗户时对准。作外框的线框轮廓，72×48(见图4-41)，设厚度为1，画宽度为3的二维多段线。在角落处伸出3个单位，作为窗框的角如图4-41所示。因为直纹面不可以连接。

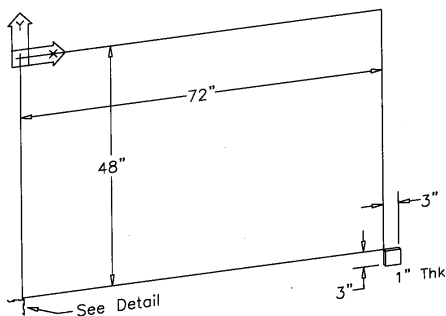


图 4-41

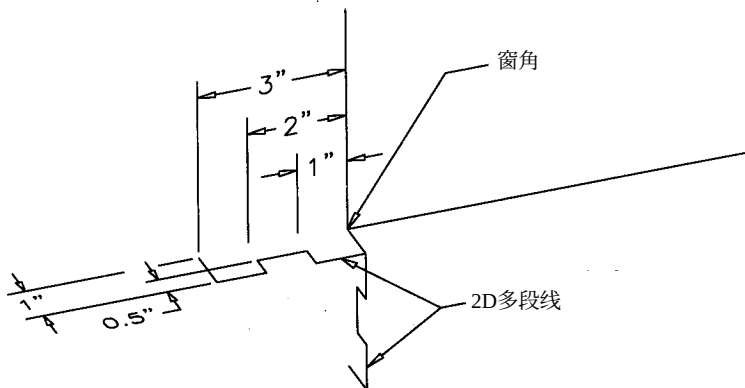


图 4-42

接着在另一窗角作窗外框的路径曲线，尺寸如图 4-42所示。旋转 90° ，复制路径曲线。路径曲线为2D多段线，首先设线框厚度及线宽为0。由于在整个房间的视图中这部分并不显示，因此没必要作出更为复杂的路径曲线。

调用TABSURF命令，使用这些路径曲线，以窗子线框轮廓为方向矢量。构造两个垂直和水平的框条。复制到对边窗框上。并且将伸出的部分复制到其他三角。这样，窗子就成了图 4-43所示的样子。

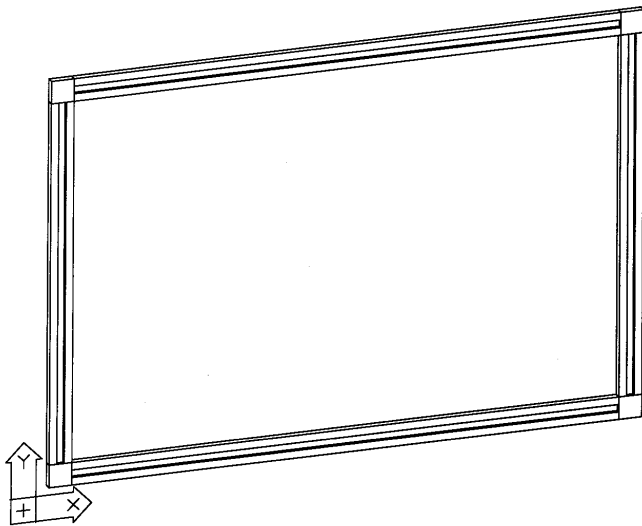


图 4-43

也可以给窗户安上导轨装上玻璃及其他想要的任何装饰品。这些都可以用 RULESURF和TABSURF命令生成的拉伸面、三维曲面、多边形网格来做。

配套光盘上的3d_p4_09.dwg文件里有此窗框图。

4.11 REVSURF命令

绕轴旋转一轮廓对象，创建旋转曲面。

命令行按提示及输入如下：

Command: **REVSURF**

Current wireframe density: SURFTAB1=6 SURFTAB2=6

Select object to revolve: (选一个对象)

Select object that defines the axis of revolution: (选一个对象)

Specify start angle <0>: (输入一个值或回车)

Specify included angle (+ccw, -cw) <full circle>: (输入一个值或回车)

旋转对象为最终曲面的横截面形状。可以通过拾取其上一点而选中它。不可用窗口及交叉窗口选择。旋转对象可以是直线、圆、弧、二维或三维多段线，椭圆或样条曲线。若是封闭的曲线，则曲面将是圆环状。作为轴的对象可以是直线，开放的二维、三维多段线。通常轴线与旋转对象不相交。旋转轴线是有方向的，它决定旋转的方向。轴的正端为离拾取点较远的一端，此命令的最后两行提示为“Start angle”。决定平面从生成旋转曲面位置的某个偏

移处开始旋转。缺省值为0。最后一个提示为幅值角，指定平面绕旋转轴旋转的角度。缺省值为 360° 。旋转遵循右手定则。

若绕轴旋转一周，则旋转角的方向没有什么影响。但若旋转不是一整周，那旋转角的方向就有关系了。判断旋转方向的一个简单方法是伸出右手，大拇指指向轴的正端，则四指方向为旋转方向。而且从轴的正端看正旋转方向为逆时针方向（见图 4-44）。

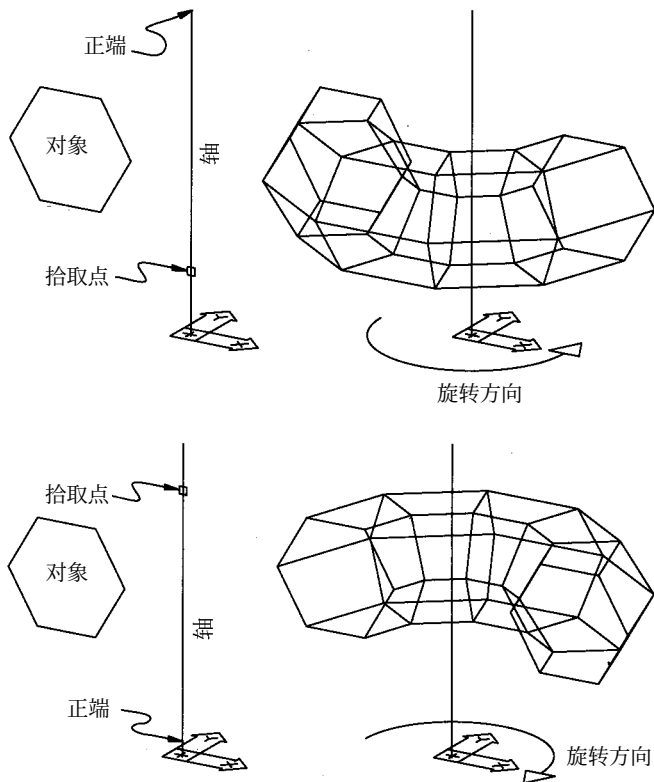


图 4-44

旋转曲面上M方向为绕轴方向，而N方向则沿着轮廓线。RULESURF和TABSURF命令用系统变量 Surftab1 的值来定 N 方向的表面密度。而 REVSURF 与之不同，它是用系统变量 Surftab2 的值来定，而 Surftab1 的值决定 M 方向的表面密度。这样很容易混淆，因此可不指明 M 和 N 方向，仅说明沿路径曲线方向的网格数由系统变量 Surftab1 定。绕轴方向的则由 Surftab2 的值定（图 4-45）。

若路径曲线为直线、圆弧、圆、椭圆、样条曲线或样条拟合多段线，网格线将以 Surftab1 等分。路径曲线为未经拟合的 2D 或 3D 多段线，网格线将绘制在直线段的端点处，并且每个圆弧都被等分为 Surftab1 指定的分段。

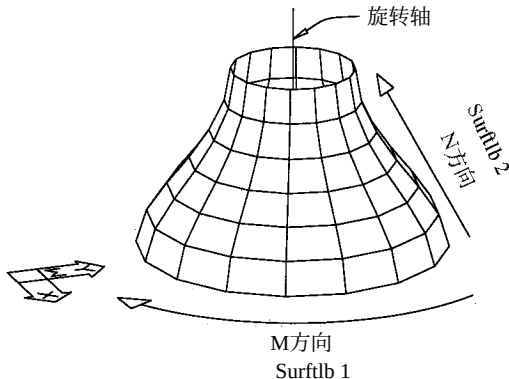


图 4-45

提示 在所有三维多边形网格曲面中, 旋转曲面是最简单的一种。但必须注意拾取点一定要在轮廓或轴上。否则, AutoCAD就会退出命令, 没有重新选择的机会。

4.11.1 相关命令

1. RULESURF命令

在两条定义曲线间构造直纹面。

2. TABSURF命令

沿方向矢量和路径曲线创建平移曲面。

3. EDGESURF命令

在四条定义曲线间创建三维多边形网格。

4. 3DMESH命令

根据输入的点构造多边形网格。

4.11.2 相关系统变量

1. SURFTAB1

设定REVSURF命令中M方向的网格密度。

2. SURFTAB2

决定N方向网格密度。

4.11.3 应用实例

以一条如图4-46所示的闭合的二维多段线作为路径曲线, 并以图中的轴 A和轴B作为旋转轴。轴A与多段线的直边共线。若绕此轴旋转路径曲线, 则旋转曲面的形状就像哑铃 (见图 4-47)。轴B与轴A成 90° 角, 且不过路径曲线, 若轮廓绕此轴旋转 180° , 则旋转面像一扇拱门 (见图4-48)。

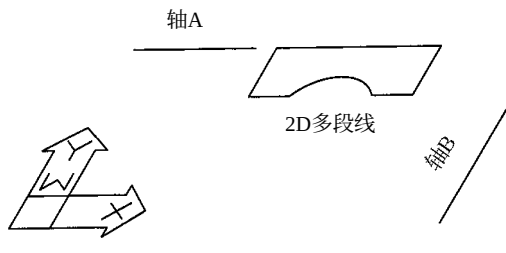


图 4-46

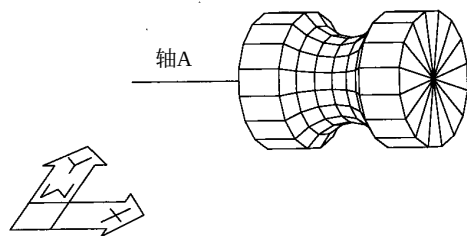


图 4-47

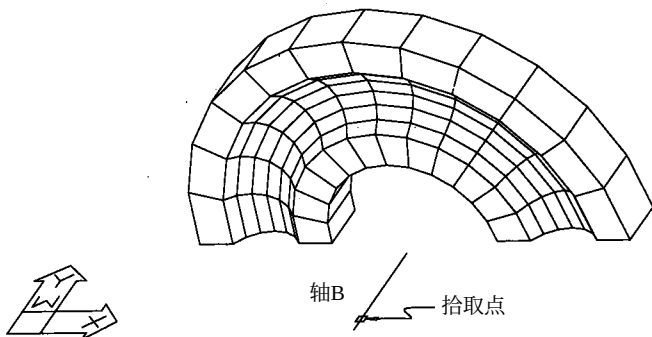


图 4-48

4.11.4 练习

1. 给显示器外壳加旋转曲面

用REVSURF命令给显示器构造四个圆球角。打开最后一次的模型文件或配套光盘上3d_p4_06.dwg文件。建一个新层(层名取为SURF-03),并冻结三维曲面和直纹面层。绘出如图4-49中所示的用作圆球角旋转轴的临时构造线。取Surftab1和Surftab2为其缺省值6,然后,选图示圆弧为路径曲线,轴正端朝上,幅值角为 90° 。调用REVSURF命令两次。

可以用同样的方法构造其他两个圆球角,或作上面两个圆球角的镜像。若所有的曲面层都解冻且打开HIDE,则模型如图4-50所示。

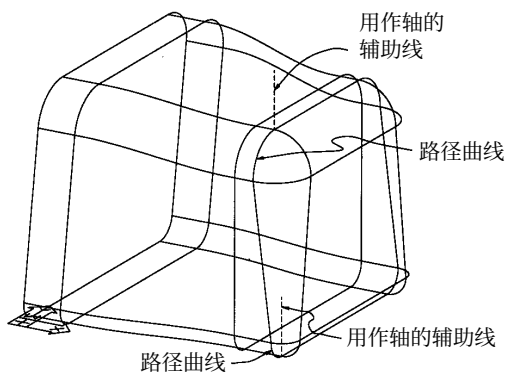


图 4-49

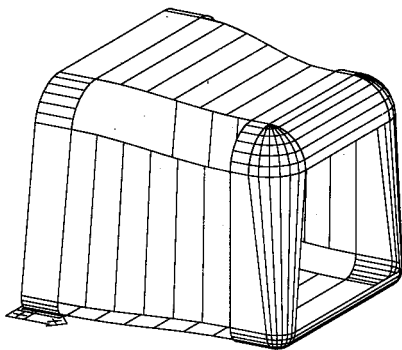


图 4-50

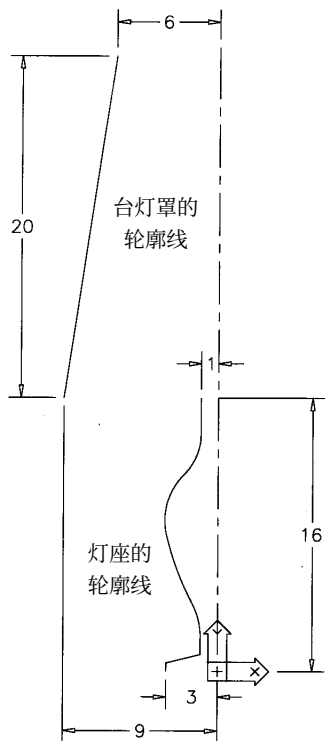


图 4-51

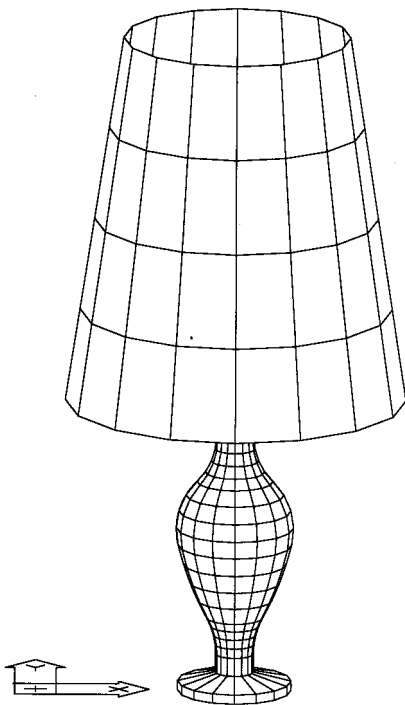


图 4-52

配套光盘上3d_p4_10.dwg文件中有此模型。

2. 台灯和茶壶

在此练习中，给房间再添两个装饰品。就像窗子外框一样。它们也将作为一个块插入到房间主文件中。单位依然为英寸。首先，构造一个台灯，用图 4-51 中所示的尺寸，用 2D 多段线画台灯主体，这个轮廓线画出来很随意，“好看”就行。因此图中未给定多段线上圆弧部分的尺寸。但轮廓的中心线为世界坐标系的 +Z 轴。

灯罩的路径曲线为图 4-51 所示的一条直线。在构造旋转曲面前，设 Surftabl 值为 16，这样效果较好。Surftab2 为 4，旋转曲面如图 4-52 所示。

在配套光盘文件 3d_p4_11.dwg 中有台灯模型。

下面再造一个茶壶。路径曲线如图 4-53 所示。尺寸要求不很严格。但壶身必须足够长且平滑以便装壶嘴及把手。图 4-53 中还给出了盖子的轮廓线。

设 Surftabl 值为 6，这样就会得到一个特殊的六角形茶壶。因为轮廓上有几条半径很小的曲线。故 Surftab2 值也不大，设为 4。调用 REVSURF 命令后，把盖子盖到茶壶上。茶壶曲面如图 4-54 所示。

把所作的茶壶造型与文件 3d_p4_12.dwg 作一个比较。

加壶嘴和把手调用 EDGESURF 命令，这是另一类的多边形网格命令。

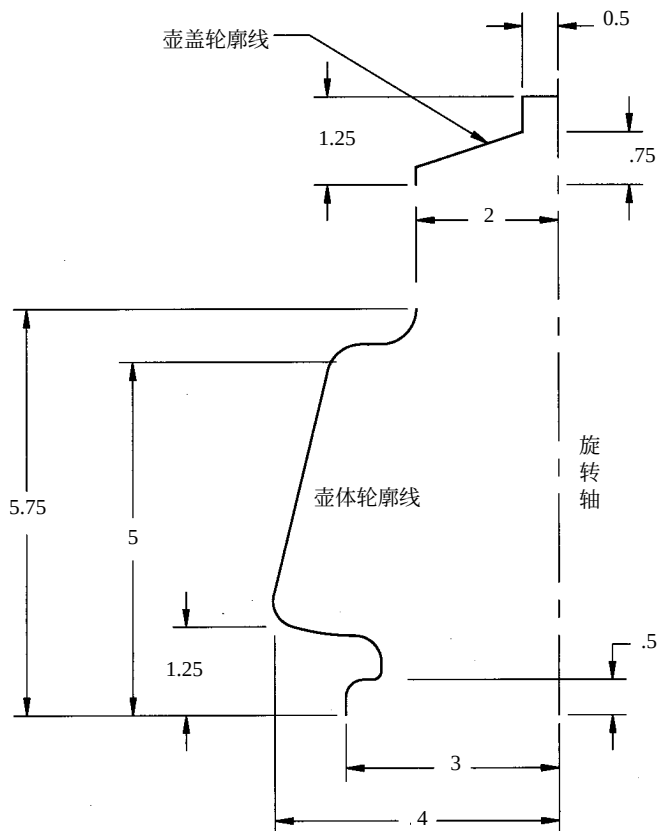


图 4-53

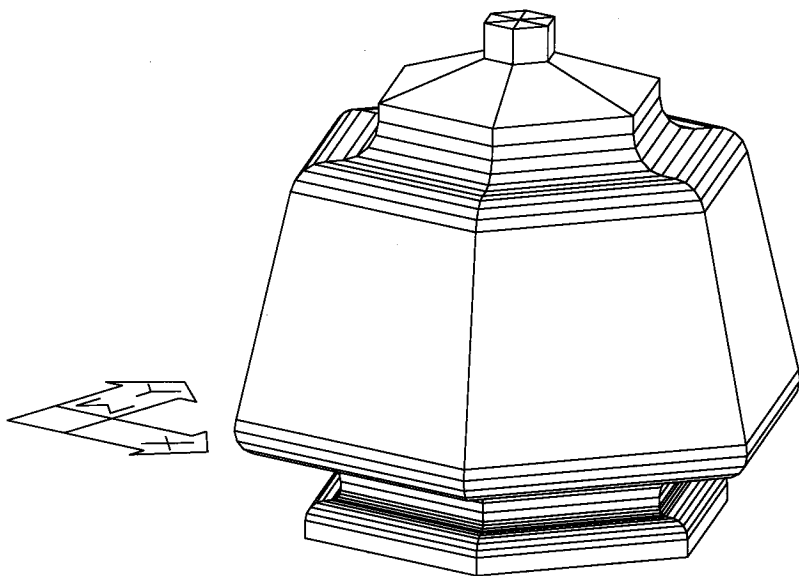


图 4-54

4.12 EDGESURF命令

用四条边界曲线构造三维多边形网格，此多边形网格近似于一个由四条邻接边定义的孔斯曲面片。用EDGESURF命令所构造的多边形网格与前面 REVSUR、TABSURF一样。命令行如下：

Command : **EDGESURF**

Current wireframe density : SURFTAB1=6 SURFTAB2=6

Select object1 for surface edge : (选对象)

Select object2 for surface edge : (选对象)

Select object3 for surface edge : (选对象)

Select object4 for surface edge : (选对象)

作为曲面边界的对象可为直线、圆弧、开放的 2D或3D多段线，样条曲线。这些边必须在端点处相交以形成一个拓扑的矩形的封闭路径。和其他命令一样，通过拾取其上的一点选择边界。不允许用窗口或交叉窗口选择。若忘选了一条边，AutoCAD将重复提示。可以用任何顺序选择这四条边，第一条边决定 M方向（见图4-55）。且网格密度为 Surftabl。与第一条边相接的两条边形成了网格的N方向。

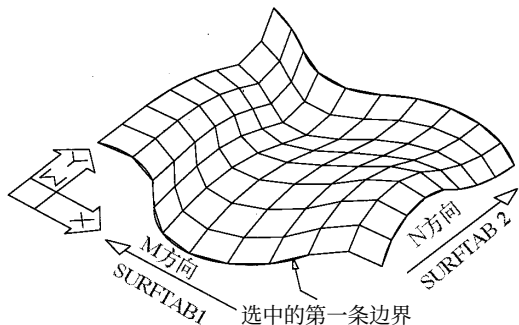


图 4-55

提示 对已作为一个曲面边界的线框对象，如直线或多段线很难被选为另一个曲面的边界。这时，可以按下 Ctrl键，然后再选，选中的对象以高亮显示，按回车。

4.12.1 相关命令

1. RULESURF命令

在两条定义曲线间构造直纹面。

2. TABSURF命令

沿方向矢量和路径曲线创建平移曲面。

3. REVSURF命令

绕轴旋转一曲线创建旋转曲面。

4. 3DMESH命令

根据输入的点构造多边形网格。

4.12.2 相关系统变量

1. SURTAB1

设置EDGESURF命令中M方向的网格密度。

2. SURTAB2

设置EDGESURF命令中N方向的网格密度。

4.12.3 练习

1. 在显示器外壳用EDGESURF构造边界曲面

用EDGESURF命令在显示器外壳构造圆边界曲面。打开最新的图形或文件 3d_p4_10.dwg。为多边形网格建一个新层（可以名为 SURF-04），并冻结其他的曲面层以便拾取线框对象。取 Surftab1和Surftab2为缺省值6。

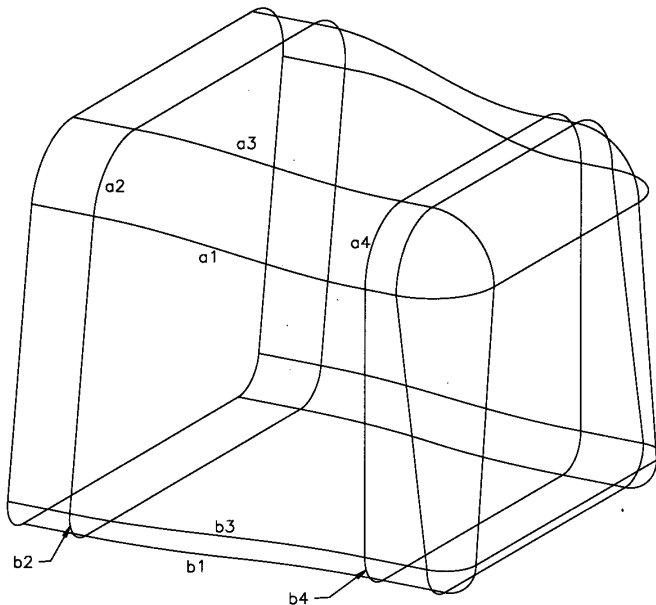


图 4-56

调用EDGESURF命令，拾取图4-56中标号为a1、a2、a3、a4的边作为构造上圆边曲面边界曲线。因为 Surftab1=Surftab2，所以选取方向没关系。再调用一次 EDGESURF命令，切选 b1、b2、b3、b4为边界曲线构造下圆边曲面。通过拾取适当的边界曲线，调用 EDGESURF命令，可以很容易地构造出这两个相对的曲面。打开 HIDE，模型如图4-57所示。

当所有的曲面层都解冻及打开 HIDE，模型就如图 4-57 所示。

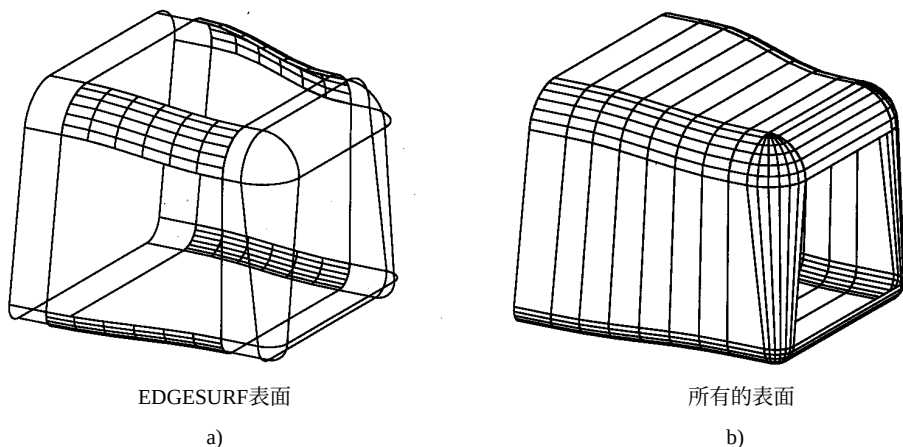


图 4-57

配套光盘文件 3d_p4_13.dwg 中的模型已加上了这四个边界曲面。剩下一封闭端的三维平面将用第 2 章的 REGION 命令构造。

2. 船体

给第 3 章练习中的船体线框构造三维曲面。使用 EDGESURF 命令构造三个曲面，然后用 AutoCAD 的 MIRROR 命令作另一半的镜像。

打开包含线框船体的图形文件或配套光盘上的文件 3d_p3_06.dwg。为曲面建立三个新层并让其中之一成为当前层，若用文件 3d_p3_06.dwg 中的图形，则把 SURF-01 层作为当前层。

构造的第一个曲面是图 4-58 所示的船体后部的表面。这幅图的视点在 XY 平面的投影与 X 轴的夹角为 275° ，与 XY 面的夹角为 20° 。系统变量 surfstab1 和 surfstab2 的值分别为 8 和 6。接下来调用 EDGESURF 命令，拾取直线 1、4，曲线 2 和 3 作为曲面边界。首先选 1、3，然后是 2、4。曲面形状如图 4-58 所示。

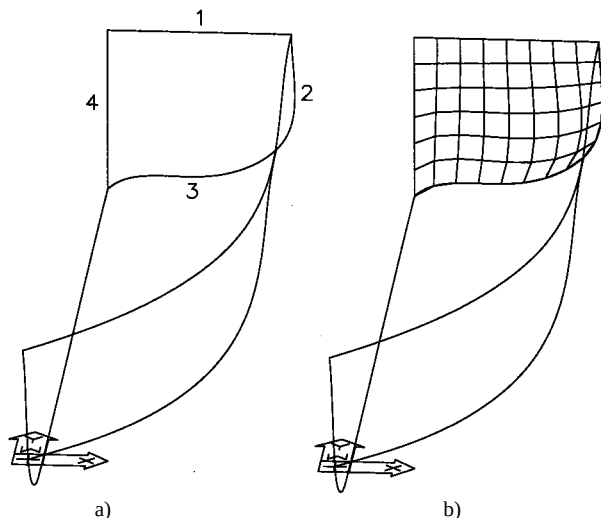


图 4-58

接着构造船底。关闭当前层，切换到另一个刚建的曲面层，比如 SURF-02层。surftab1设为6，surftab 2为18。调用EDGESURF命令，并选图4-59a所示的曲线1、2、3、4为曲面边界。首先选1、3以定M、N方向，曲面就如图4-59b所示一样。

第三个要构造的表面是船帮。关闭第二个层，切换到 SURF-03层。系统变量 surftab1和 surftab 2的值不变，调用EDGESURF命令，并拾取图4-60a中曲线1、2、3、4作为边界。首选1、3。曲面形状如图4-60b所示。

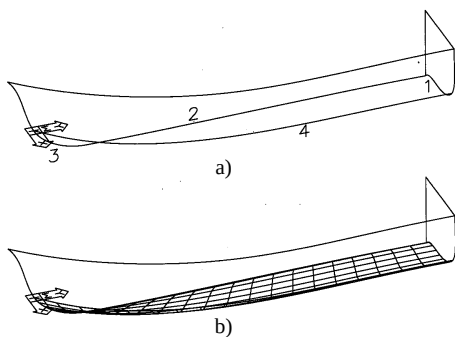


图 4-59

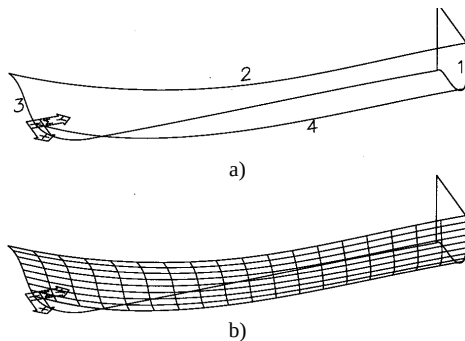


图 4-60

打开SURF-01、SURF-02层，关闭线框层，调用 AutoCAD的MIRROR命令作三个曲面的镜像。沿 WCS的Y轴取两个点作为镜像面，如图 4-61a所示，画好的船体如图 4-61b所示。图4-61的视点，其在XY平面的投影与X轴的夹角 270° ，与XY平面所成的角为 30° 。

改变一下视点位置，使其在XY面内的投影与X轴的夹角为 310° ，与XY平面所成的角为 -20° ，并调用HIDE命令，结果船底就如图4-62一样。

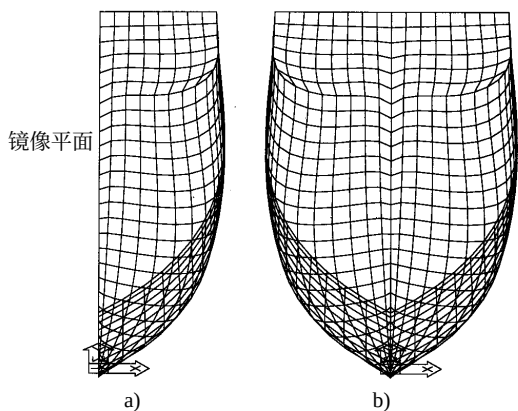


图 4-61

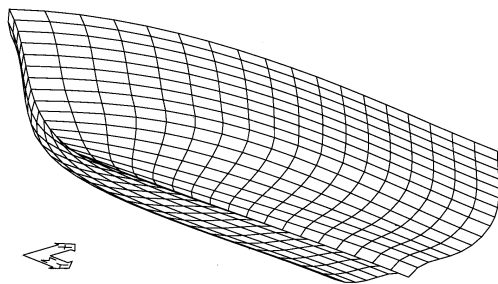


图 4-62

配套光盘文件3d-p3-07.dwg中有此曲面模型。

3. 壶嘴和把手

在这个练习中，将用 EDGESURF命令构造壶嘴和把手曲面，由于壶嘴和把手是安在壶身上的，而AutoCAD又无法修剪相交曲面，因此在构造壶身曲面时 surftab1的取值很小。这样壶身曲面就比较平，安装壶嘴和把手就容易了。只要画一半壶嘴，然后做镜像。使用 UCS命令

中的3Point选项把XY平面放置在壶身的六个大平面之一上,如图4-63所示,然后在此平面中部画半个椭圆。尺寸如图4-63所示。接着用图示尺寸从椭圆的端点画一条圆弧和一条2D多段线、圆弧半径大小随意,形状大致如图4-64所示。最后作壶嘴端口的半个椭圆如图4-63所示。在画这些对象时,用户坐标系须得移动和重新定位几次。

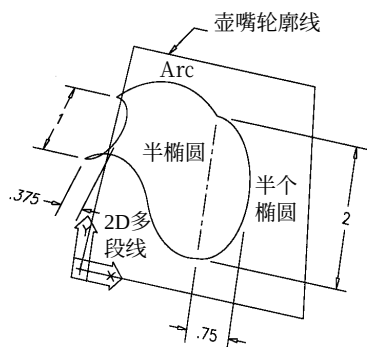


图 4-63

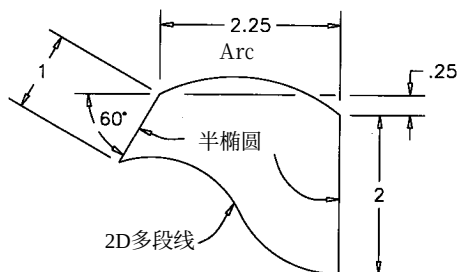


图 4-64

作好了边界,构造曲面就简单了。surftab1和surftab2的值分别为12和10,调用EDGESURF命令,首先拾取圆弧或2D多段线作为边界,半边壶嘴的曲面如图4-65所示,作镜像构造另一半。

构造把手的步骤和上面差不多。把手安在壶嘴的对面。由图4-66可见,四条边界是由两个半椭圆和两条2D多段线组成。把手的线框就如图4-66a所示,曲面如图4-66b所示。完成好的茶壶曲面模型如图4-67所示。

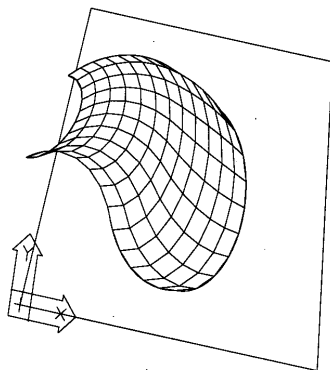


图 4-65

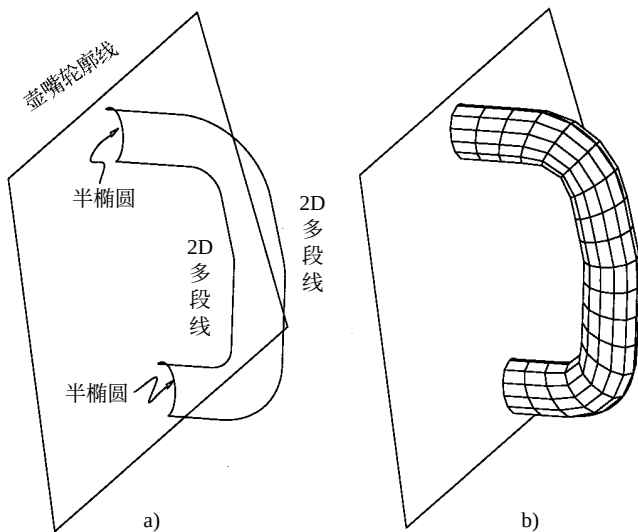


图 4-66

配套光盘文件3d_p3_12.dwg中有此图形。

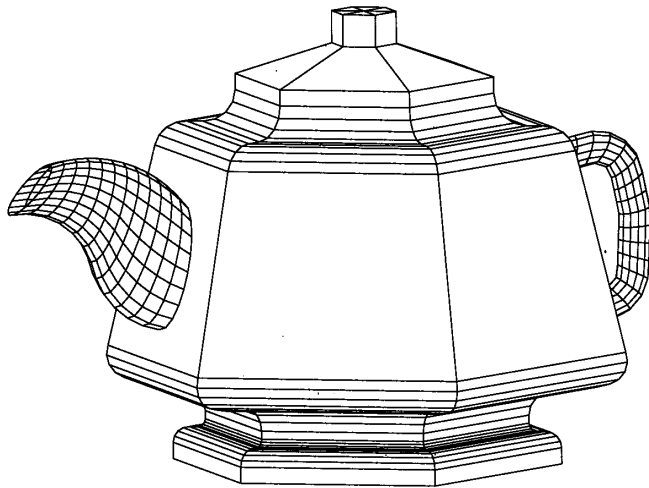


图 4-67

4.13 3 DMESH命令

创建自由格式的多边形网格，3DMESH的输入为某个顶点的位置。这种输入很烦琐。因此只有在特殊的情况或顶点不多的时候使用3DMESH命令，命令行提示和输入如下：

Command: 3DMESH

Enter size of mesh in M direction: (输入2 ~ 256的一个数)

Enter size of mesh in N direction: (输入2 ~ 256的一个数)

Specify location for vertex (0, 0): (指定一个点)

Specify location for vertex (0, 1): (指定一个点)

Specify location for vertex (m, n): (指定一个点)

该命令首先要求输入M方向的节点或顶点的个数，其次为N方向的，然后就是曲面上第一个顶点——VERTEX (0, 0)——的位置等等。AutoCAD用这些顶点作为四边形面元的角构造三维多边形网格。网格中每个顶点的位置由M、N（即顶点的行列坐标）定义。

4.13.1 相关命令

1. RULESURF命令

在两条定义曲线间构造直纹面。

2. TABSURF命令。

沿方向矢量和路径曲线创建平移曲面。

3. EDGESURF命令

在四条定义曲线间构造三维多边形网格。

4. REVSURF命令

绕轴旋转一轮廓对象构造旋转曲面。

4.13.2 相关系统变量

无。

4.13.3 练习：使用3DMESH命令

在这个练习中，将用3DMESH命令给图4-68中的线框模型加上表面，这个线框可以很快

地由其平面视图(见图4-69)画出来,因为除了四个点,其余点全在XY平面内。标号为(2, 2)、(2, 3)、(3, 2)和(3, 3)的四个点是在XY平面以下并与之平行的一个平面内。只要相对大小不变,实际节点的位置和线框的大小可以不太精确。在画XY平面内的线框对象时,为了便于输入,使用捕捉模式。这个线框的作用是在执行3DMESH命令时帮助定位。

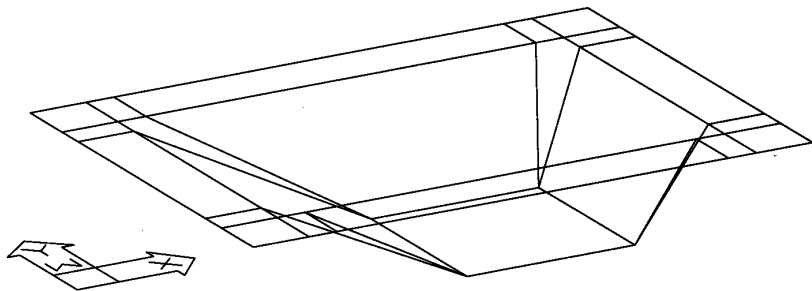


图 4-68

画好线框之后为曲面对象建一个新层并使之成为当前层,然后开始3DMESH命令,输入6作为M、N方向的顶点数,M、N的方向见图4-69。图4-69中还给出了顶点的标号,AutoCAD将按顶点的顺序在提示行中显示。选M方向向右,N方向向上。其实这些方向是任意的。完全可以将M取为向上,N方向向左。只要在输入点时保持方向不变就行。

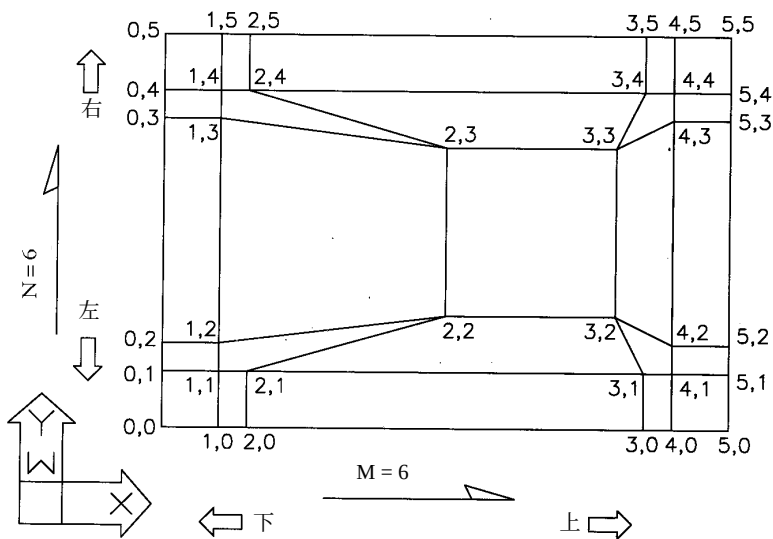


图 4-69

当AutoCAD提示输入点(0, 0)时,拾取图4-69中标号为(0, 0)的点;提示输入点(0, 1)时,拾取图中标号为(0, 1)的点等等,输入点(0, 5)后,AutoCAD开始新的一列,提示顶点(1, 0)的位置等等,直到36个点全部输完为止。画好的曲面模型如图4-70所示,若不用HIDE或SHADE命令,则看上去完全与线框一样。保存这个图形,等后面讲到曲面编辑时,可以平滑其粗糙的边缘,并用其来设计货物箱或油池。

配套光盘文件3d_p4_14.dwg中有此图形。

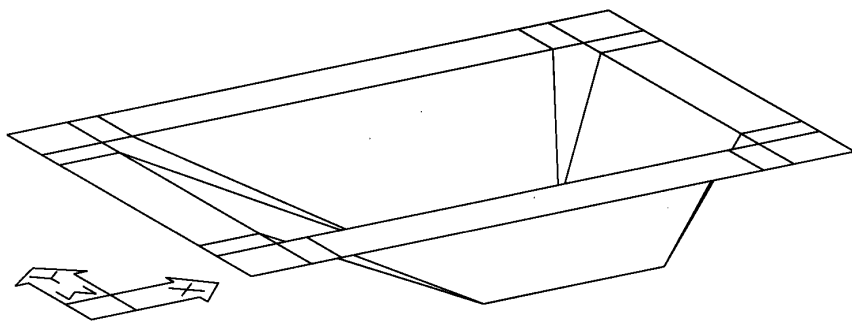


图 4-70

4.14 3D命令

此命令是用九种现成的几何形体来创建三维多边形网格对象。这个命令来源于一个自动装载的AUTOLISP程序3D.LSP，随时都可以调用。用3D命令创建基本形状的多边形网格会比其他命令更为方便，虽然由3D命令能构造的曲面用其他构造曲面的命令也行（实际上，3D.LSP程序中已经用到那些命令）。能使用这些几何形体的菜单及工具条如图4-71所示。Draw/Surfaces/3D Surfaces菜单引出一个名为“3D Objects”的对话框，上面显示了九种常见的几何形状，如图4-72所示。该命令的命令行输入和提示如下：

Command: 3D

Box/Cone/Dish/Dome/Mesh/Pyramid/Sphere/Torus/Wedge: (输入一个选项)

可以看到该命令没有缺省选项。因此按回车就结束命令。

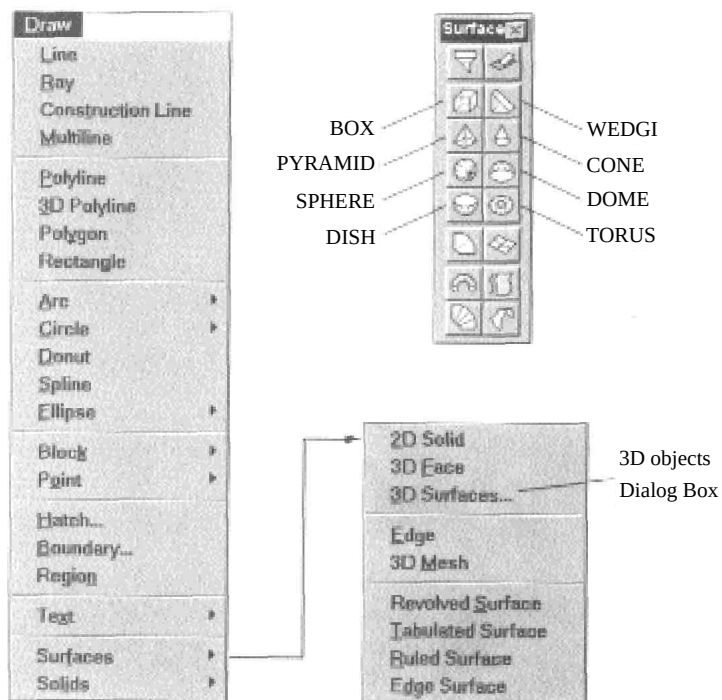


图 4-71

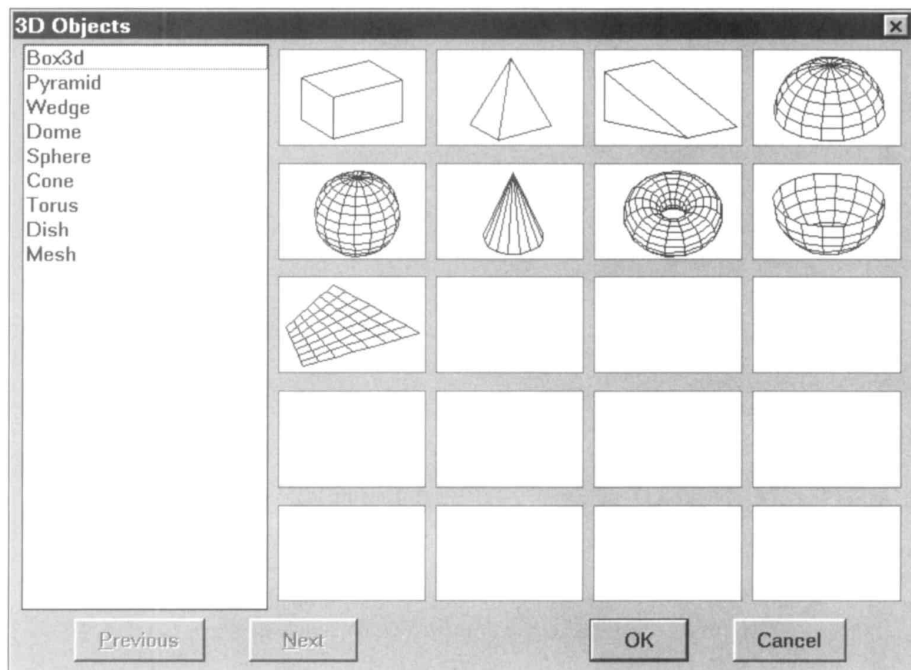


图 4-72

1. 长方体

画一个三维长方体（见图 4-73）提示行和选项为：

Specify corner point of box : (指定长方体角点)

Specify length of box : (指定X方向的距离)

Specify width of box or [cube] : (指定Y方向的距离或选择Cube选项)

Specify height of box : (指定Z方向的距离)

Specify rotation angle about Z axis or [Reference] : (指定一个绕起点旋转的旋转角, 或输入 R.)

选Cube选项时, AutoCAD用长方体的长作为其宽和高; 若选 Reference选项设置长方体的旋转角, 则提示输入旋转基点及建立基准方向的第二点, 然后是确定旋转角的第三点。

2. CONE(锥体)

构造圆锥或圆台, 其轴为Z轴方向(见图4-74)。提示和选项为:

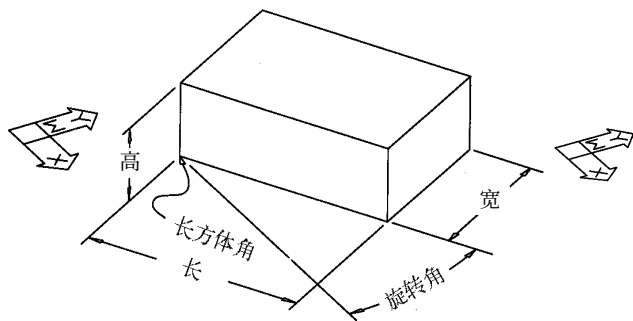


图 4-73

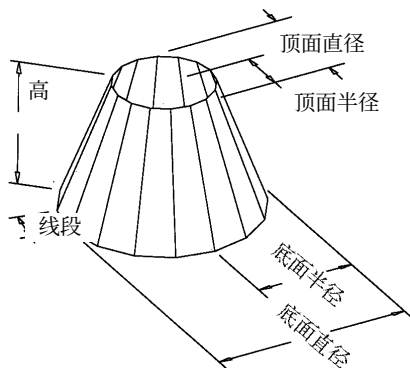


图 4-74

Specify center point for base of cone : (指定一个点)

Specify radius for base of cone or [Diameter] : (指定锥底半径或直径的距离)

Specify radius for top of cone or [Diameter]<0> : (指定半径或直径, 或回车)

Specify height of cone : (指定锥底Z轴方向的高度)

Specify number of segments for surface of cone<16>: (输入1个大于1的数或回车)

锥底的直径必须大于0, 但它可以小于或等于锥顶圆的直径。最后一个提示“Number of segments”指圆锥表面的线段数。

3. DISH(下半球)

构造一个半球形的曲面, 其开口端在XY面内, 极点在-Z轴方向(见图4-75)。提示及选项为:

Specify center point of dish : (指定一个点)

Specify radius of dish or [Diameter] : (指定一个距离作为半球半径或直径)

Specify number of longitudinal segments for surface of dish <16> : (输入一个大于1的数或回车)

Specify number of latitudinal segments for surface of dish <8> : (输入一个大于1的数或回车)

经线数目控制绕半球边界的网格个数, 纬线数目控制边界与极点间的网格个数。输入一个较小的数字比如2或3, 这样生成的形状很有用, 但有点不像圆球。

4. DOME(上半球)

构造上半球形状的曲面, 其开口端在XY平面内, 极点在Z轴方向(见图4-76)。提示及选项有:

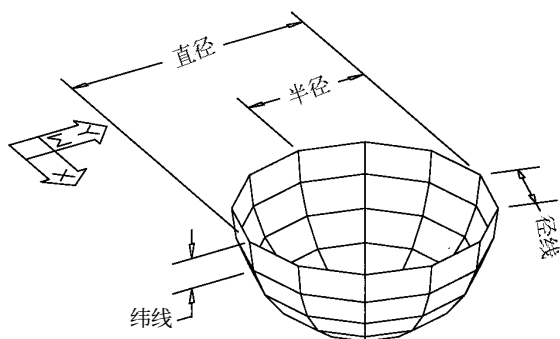


图 4-75

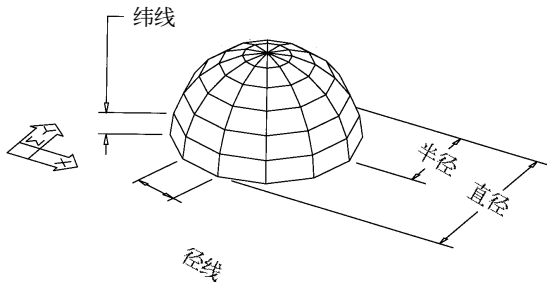


图 4-76

Specify center point of dome : (指定一个点)

Specify radius of dome or [Diameter] : (指定一个距离作为半径或直径)

Specify number of longitudinal segments for surface of dome <16> : (输入一个大于1的数或回车)

Specify number of latitudinal segments for surface of dome <8> : (输入一个大于1的数或回车)

经线数目控制绕半球边界的网格个数, 纬线数目控制半球边界与极点间的网格个数。

5. MESH

构造四边形的曲面, 其边界是直线(见图4-77)。提示为:

Specify first corner point of mesh : (指定一个点)

Specify second corner point of mesh : (指定一个点)

Specify third corner point of mesh : (指定一个点)

Specify fourth corner point of mesh : (指定一个点)

Enter mesh size in the M direction : (输入一个1~257间的一个数)

Enter mesh size in the N direction : (输入一个1~257间的一个数)

一旦选中一个点, AutoCAD会用临时线来连接这些角。若不按一定的顺序(顺或逆时针)输入, 则曲面将会自交。

因为没有缺省值, 因此必须输入一个数来定曲面两个方向的网格数目。由于网格个数与顶点数有关, 因此给定方向的网格个数比相应的顶点个数少 1。每次提示输入顶点数时, AutoCAD将通过高亮显示曲面的一个边界来显示其方向。

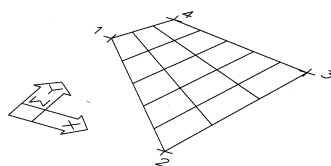


图 4-77

6. PYRAMID

创建一个棱锥、四面体、棱台或一个V形的楔, 如图4-78所示。棱锥曲面有一个矩形的底, 而四面体的底面为三角形。

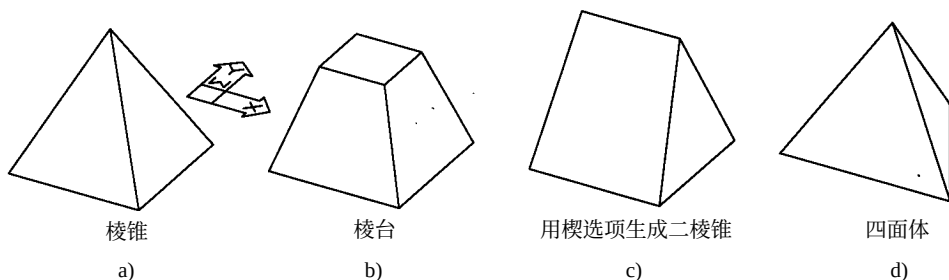


图 4-78

下面的提示和选项是：

Specify first corner point for base of pyramid : (指定一个点)

Specify second corner point for base of pyramid : (指定一个点)

Specify third corner point for base of pyramid : (指定一个点)

Specify a fourth corner point for base of pyramid or [Tetrahedron] : (指定一个点或键入T)

Specify apex point for pyramid or [Ridge/Top] : (指定一个点或一个选项)

选一个点作棱锥顶点, 则结束此命令。Top选项将棱锥顶面构造一个四边形, 用四个连续的提示来建棱锥顶面的四个角。当选定一个点后, AutoCAD将画一条橡皮线其与对应的底边上的点连接起来以示其表面上的边界(见图4-79)。

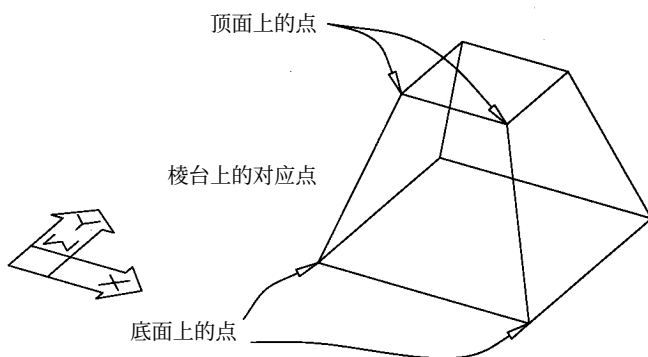


图 4-79

Ridge(棱)选项构造一个楔形的曲面。用两个提示来建立楔形的棱。第一个提示 AutoCAD

将会高亮显示一条底边的边界以显示最终三角形曲面的底；第二个提示中 AutoCAD 高亮显示对面的底面边界从棱的第一端点画一条橡皮线。

当提示输入棱锥底面的第四个角点时，输入字母 T。AutoCAD 将提示输入顶点或选择 Top 选项。Top 选项构造一个顶面为三角形的四面体，并要求输入指定顶面的三个角点。

由于构造棱锥时要求指定的是点而非距离，因此必须输入点的坐标或在对象上用目标捕捉点。提示里“Top”是指点不在底面上，并不一定就是指点在 +Z 方向，点也可在 -Z 方向。

7. SPHERE(球面)

构造一个球心在 XY 平面的球状曲面 (见图 4-80), 命令行提示如下:

Specify center point of sphere : (指定一个点)

Specify radius of sphere or [Diameter] : (指定一个距离作为半径或直径)

Enter number of longitudinal segments for surface of sphere<16> : (输入一个大于 1 的值或回车)

Enter number of latitudinal segments for surface of sphere<16> : (输入一个大于 1 的值或回车)

经线数决定极点间的网格线数，而纬线数决定平行与 XY 平面的网格线数。

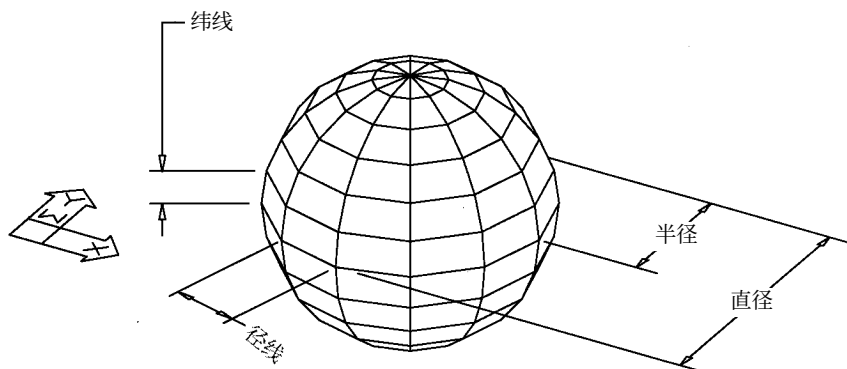


图 4-80

8. TORUS(圆环面)

构造一个圆环状的三维曲面 (见图 4-81), 圆环的旋转路径平行于当前的 XY 平面。

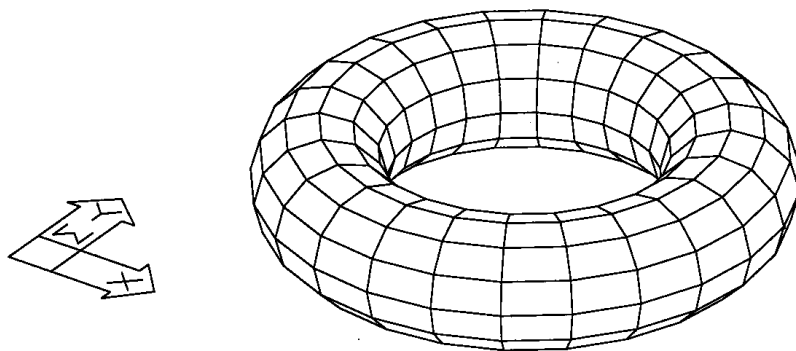


图 4-81

Specify center point of torus : (指定一个点)

Specify radius of torus or [Diameter] : (指定一个距离)

Specify radius of tube or [Diameter] : (指定一个距离)

Enter number of segments around tube circumference<16> : (输入一个大于 1 的值或回车)

Enter number of segments around torus circumference<16> : (输入一个大于1的值或回车)

由图4-82可知, 圆环的直径和半径是从环心到最外边的距离, 而非到圆管的中心的距离。

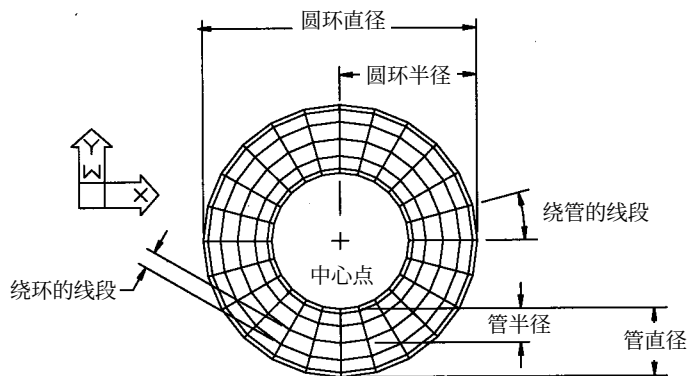


图 4-82

环绕圆管圆周的线段数目决定垂直旋转路径方向的三维网格线数。环绕圆环面圆周的线段数决定平行于旋转路径方向的网格线数。

9. WEDGE (直角楔状曲面)

画一个直角楔状曲面。楔有三个矩形和两个三角形形状的平面 (图4-83), 提示为:

Specify corner point of wedge : (指定一个点作为楔的起始角)

Specify length of wedge : (指定一个距离作为X方向的尺寸)

Specify width of wedge : (指定一个距离作为Y方向的尺寸)

Specify height of wedge : (指定一个距离作为Z方向的尺寸)

Specify rotation angle of wedge about the Z axis : (指定角度作为绕起始点的旋转角)

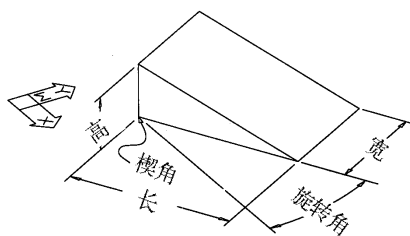


图 4-83

提示 虽然这些几何体很容易构造, 但用途有限。因为 AutoCAD 不能将它们与其他曲面连在一起构成更复杂的几何形体。

4.15 修改多边形网格曲面

无论是构造 AutoCAD 的 2D 或 3D 的对象, 似乎都分两步走。第一步构造, 第二步则是修改。

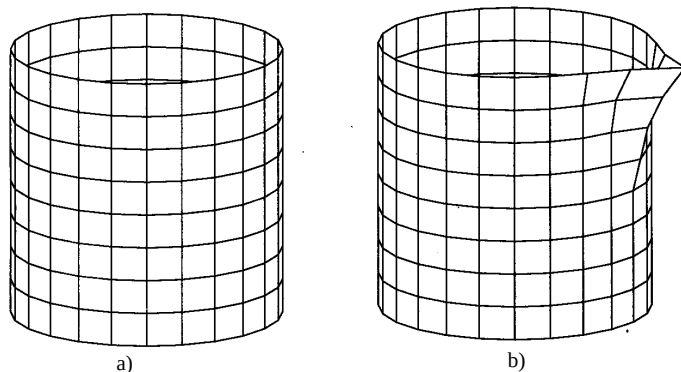


图 4-84

有时修改当然仅是为了改正错误。而当所构造的形状很难方便地或不可能一下子完成时，那修改更是必不可少。对多边形网格曲面来说就是使表面平滑，把网格伸展开或移动单个网格顶点等等。通过修改可以在一个直的管形的曲面上做一个大烧杯的喷嘴，如图 4-84所示。

修改多边形网格曲面仅局限于移动网格的顶点。不能添加或删减曲面的顶点，也不能把曲面连接起来。FILLET、CHAMFER、BREAK、EXTEND、TRIM或LENGTHEN命令都不能用，但可以使用 STRETCH命令。夹点可用来复制、旋转、缩放、镜像和移动整个曲面对象，也可以用来移动单个顶点。只能选一个夹点（每个顶点上有一个）。然后用 STRETCH命令把它移动到一个新的地方。

4.16 PEDIT命令

当用PEDIT命令编辑由RULESURF、TABSURF、REVSURF、EDGESURF和3DMESH构造的对象时，AutoCAD出现一个特殊的命令行菜单，以便将顶点移动到一个新地方或修平表面上的凸起和尖角。闭合开放的曲面或打开闭合的曲面，PEDIT命令后提示如下：

Command : **PEDIT**

Select polyline : **(选择多边形网格对象)**

Select an option [Edit vertex/Smooth surface/Desmooth/Mclose/Nclose/Undo] : **(选择一个选项或回车)**

若网格在M方向为闭合的，则Mclose选项将被Mopen取代，若N方向为闭合的，则Nclose选项将被Nopen取代。除非按回车，否则此菜单一直处于激活状态。

4.16.1 EDIT VERTEX选项

选此项编辑多边形网格的顶点，提示如下：

Vertex (m, n) :

Enter an option [Next/Previous/Left/Right/Up/Down/Move/REgen/eXit]<N> : **(选择一个选项或回车)**

由上面可以看到，没有插入或删除顶点的选项，这与编辑多段线不同。编辑只是移动顶点，先找到需要移动的点，然后从菜单中选 MOVE，并指定一个新的顶点位置。Next、Previous、Left、Right、Up和Down选项都是用来移动顶点的。

要编辑的顶点用一个十字叉作标记，且顶点的位置标号显示在菜单的左边，用逗号隔开的两个数用来标明顶点的位置。第一个表示M方向的标号，第二个为N方向的标号。两个方向都用0作为第一个标号。

M、N方向取决于曲面的构造而与它的空间定位无关。AutoCAD用上、下、左和右来描述方向，但这些方向可能与显示器的方向不一样。图 4-85列出顶点的位置标号及曲面的方向。

1. NEXT

移动标记×到下一个顶点，而当顶点移动到最后一个位置时，它将沿M方向移动到下一个位置，然后再沿N方向移动。例如，标记现在是顶点（1，3）紧接着是点（1，4），若再选“NEXT”，标记就会到了N方向的端点，然后标记将移动到点（2，0）。

2. Previous

移动标记×到上一个顶点。

3. Left

移动标记×到N方向的上一个顶点，比如标记在点（3，4），“Left”顶点就是（3，3）。

4. Right

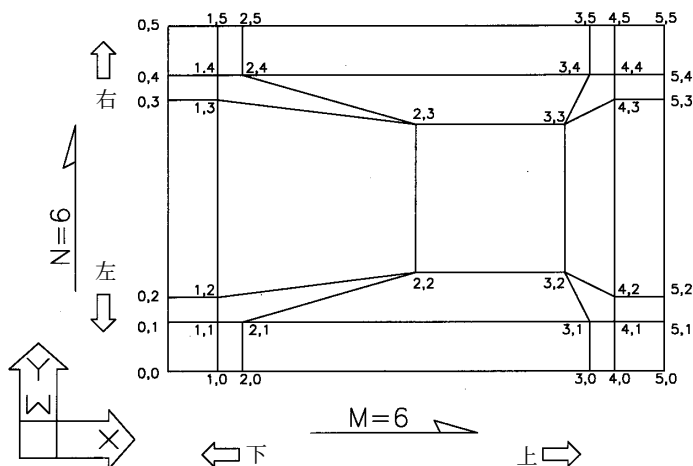


图 4-85

移动标记×到N方向的下一个顶点。

5. Up

移动标记×到M方向的下一个顶点。

6. Down

移动标记×到M方向的上一个顶点。

7. MOVE

移动顶点及编辑标记，提示为：

Specify new location for marked vertex : (指定一个点)

8. REGEN

重新生成多边形网格。

9. EXIT

退出“PEDIT”模式。

4.16.2 SMOOTH SURFACE选项

据系统变量surftype的值控制此选项拟合平滑曲面的类型，曲面类型有三维 B样条曲面和 Bezier曲面。

4.16.3 DESMOOTH SURFACE选项

恢复原控制点形式的多边形网格。

4.16.4 MCLOSE/MOPEN选项

显示哪个选项与网格在 M方向是闭合还是开放有关，若网格在 M方向为开放的，则显示 MCLOSE选项，给网格加上一部分，使之在 M方向上闭合。反之则显示 MOPEN选项，从网格中移走一部分，使之开放。

4.16.5 NCLOSE/NOPEN选项

若网格在 N方向为开放的，则显示 NCLOSE，给网格加上一部分，使之闭合；若网格在 N方向为闭合的，则显示 NOPEN，从网格中移走一部分，使之开放。

4.16.6 UNDO选项

放弃操作。

AutoCAD光滑曲面时，它将用一个新的曲面来替代原始曲面，而新的曲面依然是由很小的平面元形成的网格，因此曲面并非十分光滑。新曲面上的矩形网格密度是由系统变量 `surf u` 和 `surf v` 决定的，`surf u` 决定M方向的网格密度，而 `surf v` 是决定N方向的网格密度。

图4-86下图就是 `surf u` 和 `surf v` 作用效果图，上图给出的原始曲面 $M=10$ ， $N=4$ 。下面的三个图是用同样的曲面类型（三次B样条曲线），不同的 `surf u` 和 `surf v` 值来光滑曲面的结果。由于曲面在N方向没有弯曲，所以 `surf v` 没有什么效果，但较大的 `surf u` 值使得M方向的曲面变得更光滑了。`surf u` 和 `surf v` 的最大值可取200，最小为2，缺省值为6。

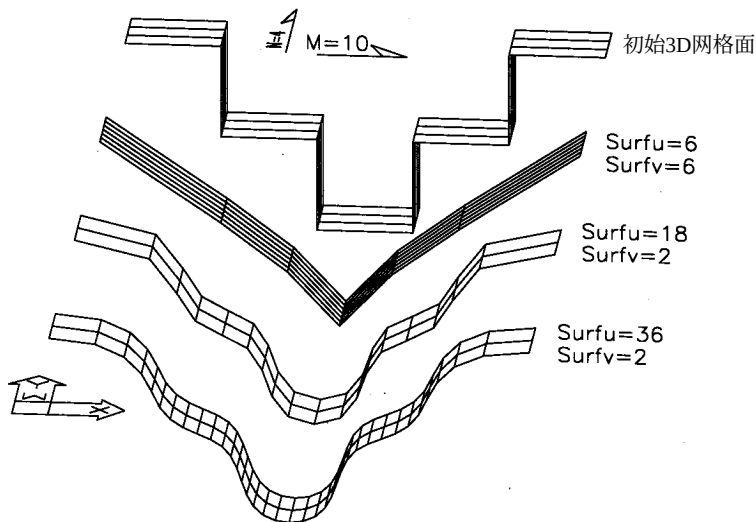


图 4-86

AutoCAD保留有光滑曲面的原始曲面的信息，因此可通过 `PEDIT` 命令提示里的 `Desmooth` 选项来恢复原曲面。另外可以通过设 `splframe=1` 来看原始曲面，当 `splframe` 值为0，为其缺省值时显示光滑曲面，而当 `splframe` 为1时则显示原始曲面。而对于用曲线和样条拟合多段线，当 `SPLFRAME` 为1时，光滑的和原始的多段线均被显示。而对于多边形网络只显示原始网络，因为全部显示就太乱了。

用 `PEDIT` 命令编辑光滑曲面时选 `EDIT VERTEX` 选项会与光滑曲线发生混淆。因为 AutoCAD 用的依然是原始表面上的顶点，因此，为了防止混淆编辑时选取定义表面上的顶点而非光滑曲面，即使显示的是光滑曲面，顶点位置标记也总是在定义网络的顶点上。`PEDIT` 命令提示中的 `SMOOTH SURFACE` 选项所用曲面类型由系统变量 `SURFTYPE` 的值决定，如下所示：

<code>SURFTYPE</code> 的值	曲面类型	各方向的最小顶点数	各方向的最大顶点数
5	二次B样条曲面	3	无
6	三次B样条曲面	4	无
8	Bézier曲面	2	11

图4-87绘出了 `PEDIT` 使用三种类型曲面的不同效果。这个图是图 4-86 阶梯形状三维曲面的前视图，图 4-86 的三维曲面已光滑成二次和三次的样条曲面和 `BEZIER` 曲面，`SURFU` 值为36。这些曲面的共同特征为：

- 光滑表面上的顶点只有端点是与原始曲面对应的。

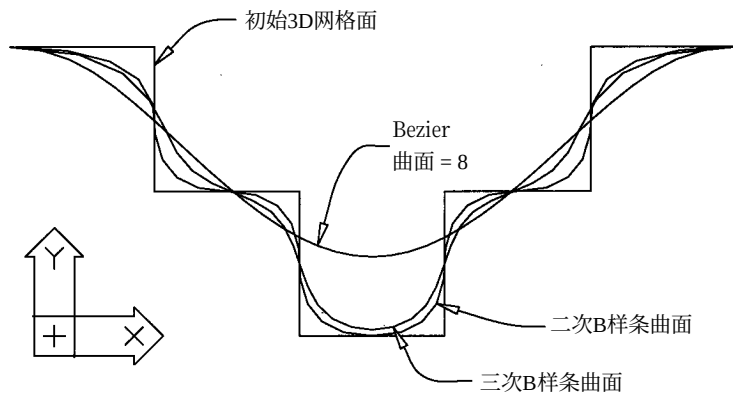


图 4-87

- 虽然光滑曲面内的顶点与原始曲面内的顶点无对应关系，但前者受制于后者。光滑曲面能拉成什么形状与原始曲面的顶点位置有关。原始顶点对曲线的影响取决于构造曲面的方程。
- 光滑曲面的曲线的曲率在BEZER曲面上最大。在二次B样条曲线曲面上最小。这样就使得BEZER曲面最光滑，但其与原始曲面的偏差也最大。二次B样条曲面最逼近原始曲面。

提示 用夹点移动曲面顶点比用PEDIT命令的MOVE VERTEX选项更简单。但对于比较大而复杂的曲面用PEDIT命令的顶点标记可以很快地找到一些特殊点。AutoCAD将顶点标记放在第一个出现的顶点上，因此可以在特殊的区域进行缩放而无须从 (0, 0) 开始。

4.16.7 相关命令

1. SPLINEDIT

编辑3D线框样条曲线对象。

2. PROPERTY

此命令允许在网格中执行一些编辑操作，例如开放或闭合曲面，光滑或恢复曲面。

4.16.8 相关系统变量

1. SURFTYPE

控制平滑曲面所用的曲面类型。

2. SURFU

设置光滑M方向所用列的表面的密度。其最大值为 200，最小值为2。

3. SURFV

设置光滑N方向所用列的表面的密度。其最大值为 200，最小值为2。

4. SPLFRAME

控制样条曲线和样条拟合多段线的显示。其值为 0，显示光滑曲面；其值为 1，显示定义网格。屏幕生成后图形才会改变。

4.16.9 练习：光滑三维曲面

在本练习中，要光滑的曲面是用3DMESH命令构成的一个曲面。打开含此图形的文件 3d_p4_14.dwg，进行光滑之前，设二次曲面的 SURFU 值为 24，

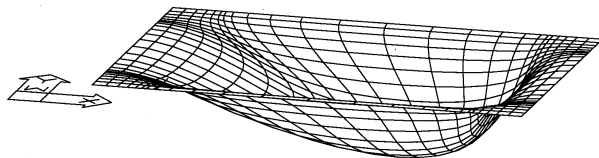


图 4-88

SURFV值为5。然后用PEDIT命令来光滑曲面，结果如图4-88所示，此图视角在XY平面内的投影与X轴的夹角为 28.5° ，与XY平面夹角为 15° 。这个曲面形状有点像塑料盖或一个油缸。

配套光盘3d_p4_15.dwg文件中有此图。

4.17 查看三维曲面

在计算机屏幕上，三维曲面大多数看上去不像真的曲面，这很烦人。一眼就能看穿它，而且网格线和边界线混在一起，很难分清。除非有真正的3D视图，否则只能在2D屏幕上看3D视图。这得靠想象才行。

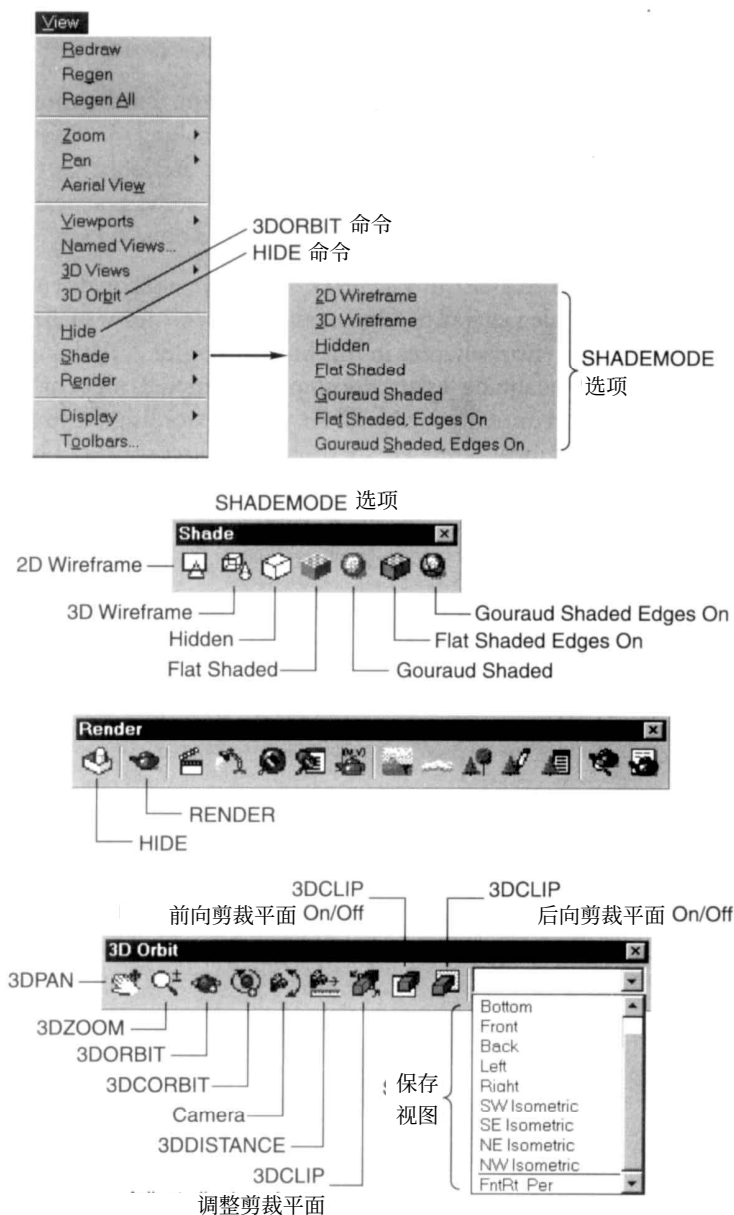


图 4-89

AutoCAD运用一些工具来帮助想象,前面已经用过一些,比如3D视点和多重视点等。帮助想象最好的方法是渲染,将在第7章作详细的论述。虽然有时渲染对想象模型的某一部分很有用,但一般只有在造型完成后才进行渲染。常用的帮助想象的工具有: HIDE、SHADEMODE、DVIEW和3DORBIT及其相关的各种命令。包含这些命令的菜单及工具条如图4-89所示。

4.18 HIDE命令

HIDE命令是一个非常简单的命令。它没有选项和选择。使用时只要调用一下就行。相对于当前的观察方向,当前视图中处在曲面后的对象全部被隐藏而不再显示(见图4-90)。

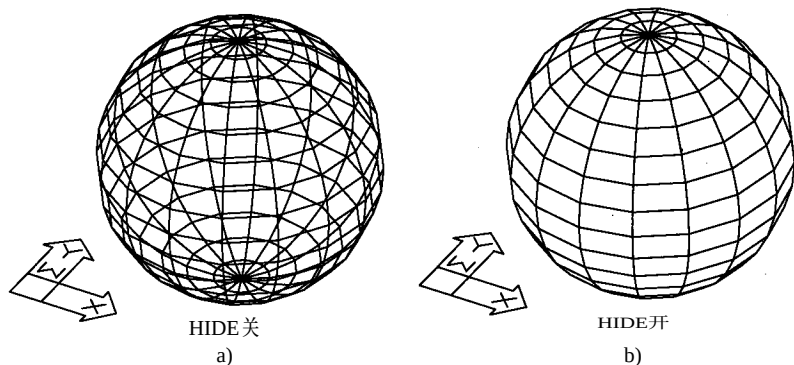


图 4-90

HIDE认为一些对象如3D平面、多边形网格、圆、宽线、2D填充、宽2D多段线(包括圆环)、有厚度的线框对象是不透明的表面。它们可以隐藏对象。

HIDE在屏幕重新生成后起作用,但 REDRAW和REDRAWALL不影响隐藏线的显示。ZOOM和PAN命令使视图返回线框模式。但实时缩放和平移是不允许的。HIDE不考虑被冻结的图层和已关闭的图层。

不论是何种形式的文本、多行文本、属性都不会被隐藏。AutoCAD常忽略文本,因此它们不会被隐藏。但若给文本和属性设一个厚度,且无论这个厚度有多小,那么文本或属性就

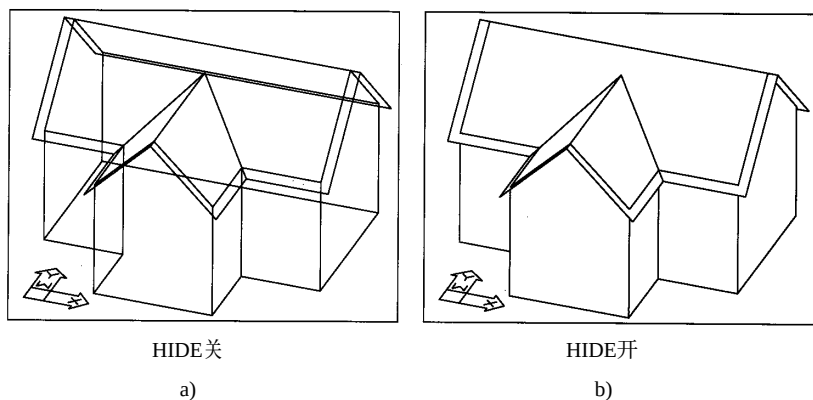


图 4-91

会被不透明的对象隐藏掉。当文本和属性建立时，它们不接受厚度。但对于已有的文本和属性，可以通过改变其属性来设定厚度。多行文本不可以设厚度和剖面线，因此不能被隐藏。同一平面上的两个对象不能相互隐藏，因此图 4-91 中的墙顶和屋顶在 HIDE 打开后依然是可见的。

即使对象所在平面离不透明对象所在面很近，也不能隐藏掉。图 4-92 中以三个三维面和三个剖面线的圆为例，在图 4-92b 里，三维平面在剖面线面上 0.0001 个单位，同样不能隐藏，在图 4-92c 里，三维面在圆上 0.01 个单位，这时就可以隐藏了。

三个图中 HIDE 均为平状态

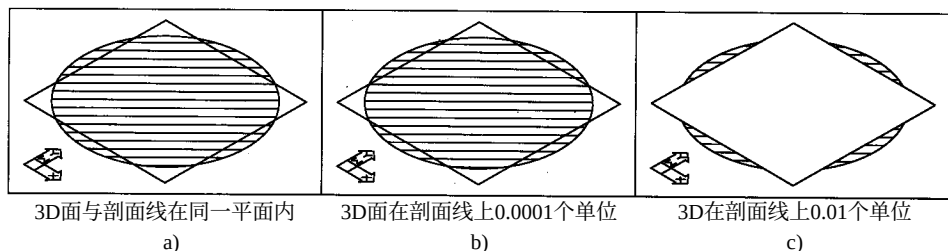


图 4-92

能不能隐藏与视点位置有关，比如看图 4-92b 的那个视图，若从平面视图看，三维面有可能隐蔽剖面线；还与 AutoCAD 用以决定隐藏计算方法有关。缺省为用单精度计算，但从 R14 开始可以用双精度计算，在图 4-92 中，若 AutoCAD 采用双精度计算，在图 4-92b 的那个视图里，三维面就能隐藏剖面线了，而实际上很少有靠得那么近的两对象，因此无须用双精度计算。而且双精度计算要占用更多的内存并可能影响性能。采用何种计算方法由系统变量 Hideprecision 的值决定。当其缺省值 0 时，采用单精度计算，值为 1 时，采用双精度计算。

4.18.1 相关命令

SHADEMODE

SHADEMODE 提供四个着色选项和消隐视图及线框视图模式。

4.18.2 相关系统变量

HIDEPRECISION

控制消隐和着色的精度，当其缺省值为 0 时，采用单精度计算；值为 1 时，采用双精度计算。

4.19 SHADEMODE 命令

SHADEMODE 是 AutoCAD 2000 中的新命令，它取代了以前版本中的 SHADE 命令，是用来构造实体或三维曲面模型的着色图像。着色视图不同于消隐视图，在此视图里，曲面对象带有自己的本色，在图中就像有一束光从观察者的肩头射向模型。曲面若垂直于入射光，则最清楚；若平行于入射光，则最模糊。与渲染图不一样，着色状态下，线框对象在着色视图中依然显示出来。

本命令也具有构造特殊的线框或消隐图模式的选项，这些视图模式和着色视图一样采用的是 UCS 图标的三维模式。这个图标显示 UCS 的三个轴。在原点处用着色的锥形圆箭头表示。

着色视图模式与HIDE命令不同，不必重新生成图形就可以编辑已经着色的对象。在图中可随意地画或选择对象。另外在此视图模式中，对于实时缩放和平移，3DORBIT及其选项都很有效。

SHADEMODE命令行格式如下：

Command : **SHADEMODE**

Current mode : 2D wireframe

Enter option[2D wireframe/3D wireframe/Hidden/Flat/Gouraud/

fLat+edges/gOuraud+edges]<2D wireframe> : (输入一个选项或回车)

4.19.1 2DWIREFRAME

显示对象时用直线和曲线来表示边界（见图 4-93）。

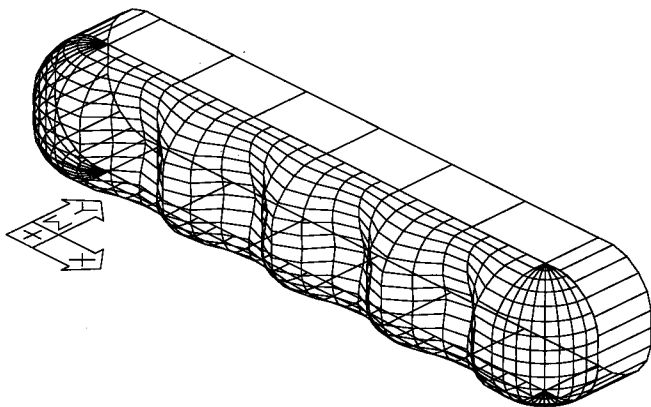


图 4-93

4.19.2 3DWIREFRAME

显示对象时用直线和曲线来表示边界，显示一个已着色的 UCS图标。光栅、线型和线宽、填充不可见，可将COMPASS系统设为1来查看坐标球（见图 4-94）。

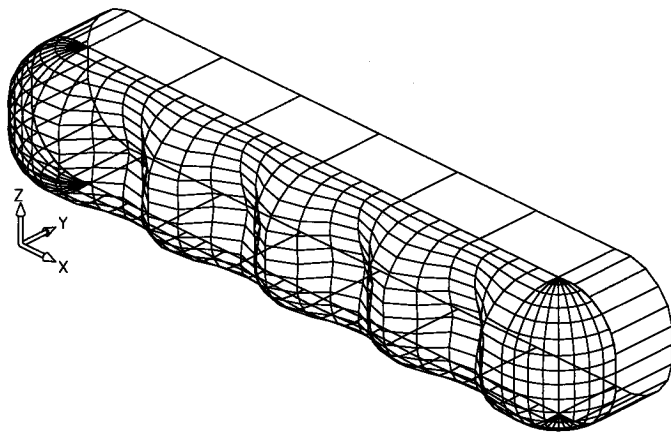


图 4-94

4.19.3 HIDDEN

若选了此选项，曲面变成不透明的（图 4-95）。即使没有厚度的文本也被隐藏掉了。

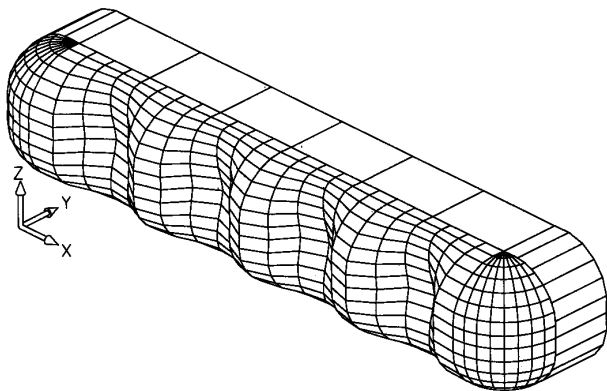


图 4-95

4.19.4 FLAT

着色多边形平面间的对象，将显示应用到对象的材质，实体模型的表面用面层来表示（见图4-96）。

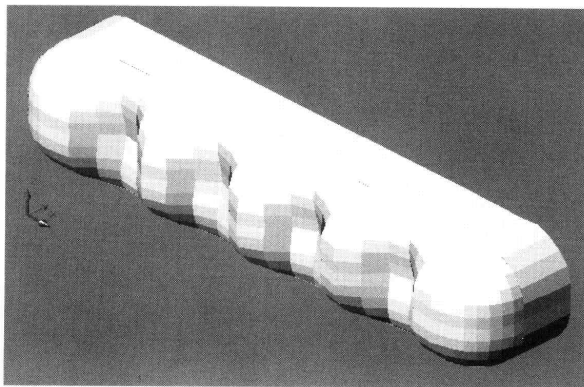


图 4-96

4.19.5 GOURAUD

着色多边形平面间的对象，并平滑对象的边，使着色对象外观比较平滑和真实，这样圆柱面和曲面就显得很光滑（见图4-97）。

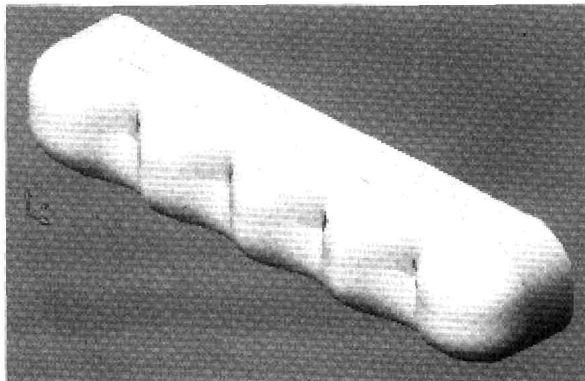


图 4-97

4.19.6 FLAT+EDGES

将平面着色和“线框”选项结合使用，被平面着色的对象将始终带边框显示（见图 4-98）。

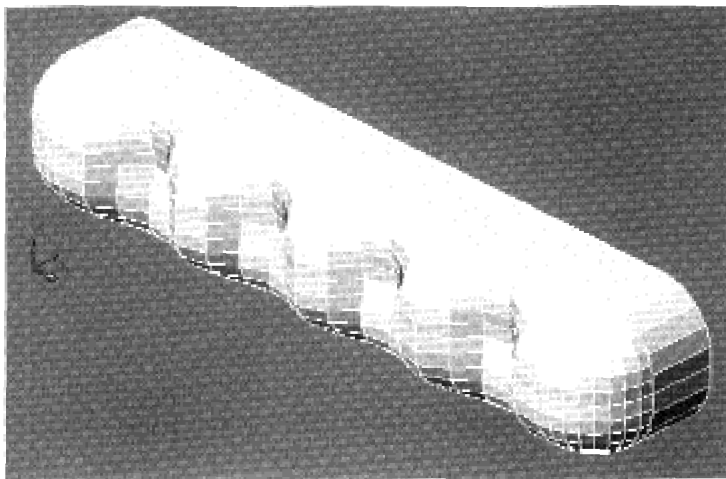


图 4-98

4.19.7 GOURAUD+EDGES

将“体着色”和“线框”选项结合使用，体着色的对象将始终带边框显示（见图 4-99）。

提示 着色图比消隐图能更好地显示曲面，在消隐视图中，除非曲面后有东西，否则它是透明的，而在着色视图里不是这样。

若选择UCS图标SHADEMODE形式，那么就为3D线框模式而非2D，这种模式的缺点是不能显示非连续线型。

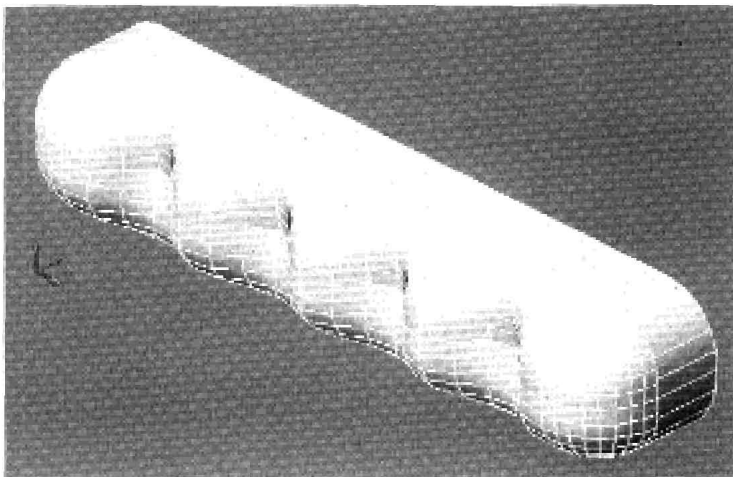


图 4-99

若当前的视图是2D线框模式，3DORBIT就将自动地变成着色模式的三维线框模式，在3DORBIT结束后又返回到2D线框模式，着色模式的着色和消隐视图在3DORBIT中不改变。

若要多次平移、缩放和变换视点，可以选择着色模式的消隐线来取消由HIDE命令生成的消隐线，由于使用HIDE命令很简单，因此若仅仅是为了检查一下模型，那用HIDE命令就行了。

GOURAUD着色方法是用第一个发现此种光滑着色和混合面方法的人名来命名的。这种方法能生成逼真的图像，但在构型时没必要看其逼真的图像。反倒是在2D线框视图上花的时间较多。只有在观察一个视图是否出现麻烦时才使用着色模式。

使用SHADEMODE命令四个选项的简捷方法是使用SHADE命令，只要调用此命令，相应的视图就出现。

4.19.8 相关命令

1. HIDE

在当前视图，遮掩曲面后的对象。

2. RENDER

此命令构造的图像与SHADEMODE的选项Gouraud相似。渲染虽然能聚光、创建阴影及其他的特殊效果。但在渲染图中不能编辑，仅作为显示。

3. SHADE

此命令已被SHADEMODE命令取代，但仍可在命令行中使用。此命令没有提示或选项。结果视图与SHADEMODE命令中的四个选项之一相同，到底与哪一个相同，由系统变量Shadedge的值决定。

4.19.9 相关系统变量

1. SHADEDIF

设置漫反射光与环境光的比率。

2. SHADEGE

控制渲染时边的着色：

0=Gouraud shading

1=Gouraud shading plus edges

2=Hidden

3=Flar shading plus edges

4.20 DVIEW命令

若对前面画的房间使用HIDE或SHADEMODE命令，那么墙就成了障碍，让人难以看清房间里面，除非视图方向近乎垂直XY平面，否则缩放在这里不起作用，因为VPOINT和3DORBIT设置的为查看方向而非特定的试点位置或距离。

AutoCAD有一个比VPOINT和3DORBIT更有用的命令就是DVIEW，若用DVIEW命令看前面画的三维房间则可以：

- 在空间任意位置设置视点，甚至在房间内部。
- 在墙上切开一些剪裁平面，使得视点在外面时，同样能看到里面。
- 构造透视视图，使得远处的对象看起来比近处小（见图4-100）。

虽然AutoCAD2000有许多专门的命令如3DCLIP、3DDISTANCE、CAMERA和3DROBIT命令的一些选项的功能与DVIEW命令的一些选项功能相同，但最好选用DVIEW命令。因为这

个命令能执行好几项工作。DVIEW命令设置透视视图和剪裁平面的方法与其他一些新的命令有所不同，但一般仍用DVIEW命令。

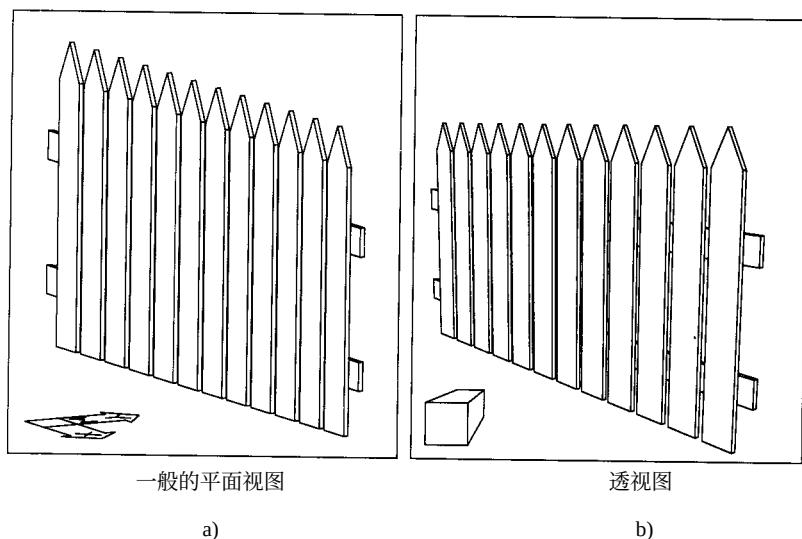


图 4-100

DVIEW用相机和目标模拟从空间任意点观察模型。目标到相机的直线为视线方向或观察线方向，可以用VPOINT和3DORBIT命令设置视线方向。也可用DVIEW命令设置这三个参数。

VPOINT通过输入一些数据来设置视线方向，但不能预览；而对于DVIEW动态视图命令，当在空间任意旋转视线方向时，它可以预览模型。由于动态的实时预览（对于DVIEW的其他操作，如缩放平移同样有效），此命令一开始就提示选择预览对象。可以选整个模型或模型一部分。若选中其中一部分，则未选部分临时消失。当取得满意的效果后，退出DVIEW命令，消失的那部分将重现且带有调用DVIEW命令后的一些特征。若提示“选择对象”时按了回车，那AutoCAD将用一个名为DVIEWBLOCK的特殊块来作为一个预览图像。图4-101显示了缺省的DVIEWBLOCK块，只有一个房间的三维屋子。

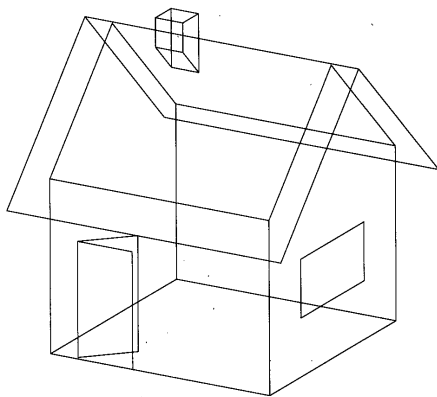


图 4-101

可以在一个 $1 \times 1 \times 1$ 的单位区域内创建自己的DVIEWBLOCK，其原点在左下角。
DVIEW命令行格式：

Command: **DVIEW**

Select objects or<use DVIEWBLOCK>: (选择对象或回车)

Enter option

[Camera /TAget /Distance /POints /PA n /Zoom /Twist /CLip /Hide /Off /Undo /]: (拾取点输入选项或回车)

选了一个选项后, 重复提示, 按回车结束此命令。AutoCAD把被选对象作为此命令的动态预览图像。各种选择方法皆适用。

4.20.1 POINT SELECTION

若在DVIEW命令的提示下拾取一个点(此点不可以由坐标定或用目标捕捉), AutoCAD将以此点作为旋转视图方向的基准点, 屏幕坐标显示变成一个带两角度的标志为 Dir和Mag形式, 移动光标, AutoCAD显示下列提示:

Enter direction and magnitude angles: (指定两个角)

这两个角度可通过在屏幕上拾取点或键入在 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 间的两个角度来定。两角度用逗号隔开。第一个角为方向角, 指的是在 XY平面内的观察方向。 0° 向右, 90° 向上等等。第二个角为幅值角, 决定对 XY平面的观察角度。

4.20.2 CAMERA

这个设置查看方向的选项与 VPOINT命令中的 rotate选项有点相似, 但设置方法不同。VPOINT命令中的 rotate选项通过先输入其投影与 X轴的夹角, 再输入与 XY平面的夹角来定观察方向的; 而在 DVIEW命令中, 可以同时设置两个角度并且还能预览结果。若将定点设备(如鼠标) z移向一边, 则视线方向在 XY平面内旋转。若是移向或远离操作者, 视线方向就会旋离开 XY平面。若斜移, 视线方向的两个角度均发生变化。模型看上去就像在空中转。而实际上模型是静止的, 旋转的乃是相机(见图 4-102)。

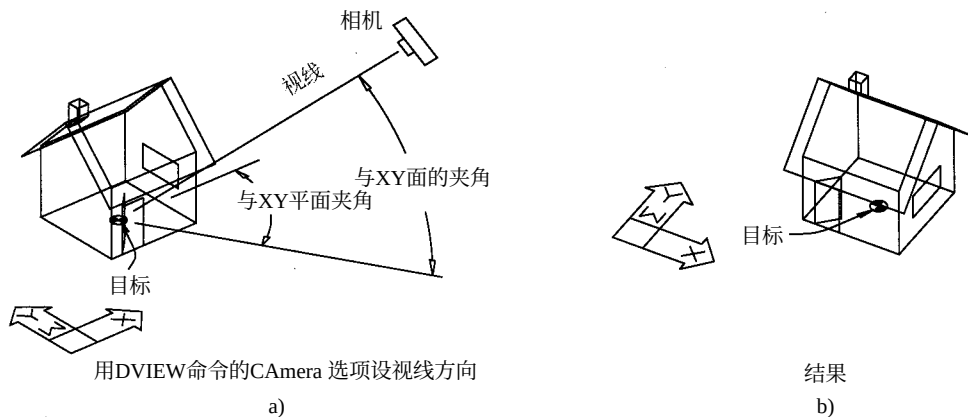


图 4-102

4.20.3 TARGET

通过围绕相机的旋转来指定新目标位置而不是 CAMERA选项中的相机绕着目标转。这两个选项工作原理差不多。有同样的提示, 相同的状态行角度读出, 不过角度的定义不同。例如若在 CAMERA选项中设角度与 XY平面成角 10° , 与 X轴成 -40° , 对应到 TARGET选项中就是与 XY面 X轴成 -10° , 与 X轴成 140° 。但视线依然是由相机看向目标的。

4.20.4 DISTANCE

这个选项有两个作用: 第一, 在离目标一特定的距离上放相机; 第二, 打开透视图模式。普通的 AutoCAD视图(平视)和透视视图(散视)的区别如图 4-103所示。

当选择了 Distance选项后, 提示如下(见图 4-104):

Specify new camera-target distance<current>:(指定一个距离)

缺省距离为当前距离,可用图形屏幕上方的滚动条来设置距离。滚动条表示 $0\times$, $1\times$, $4\times$, $9\times$, $16\times$, 这些数表示当前比例。滚动条右移表示增大距离,图像变小;左移表示减小距离,图像变大。同时在状态行显示距离值。

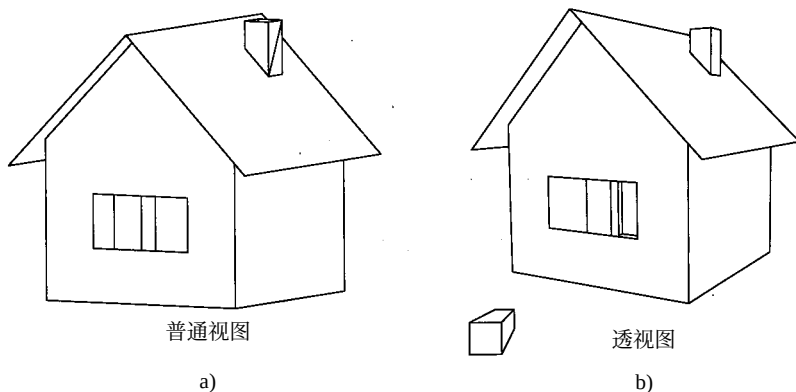


图 4-103

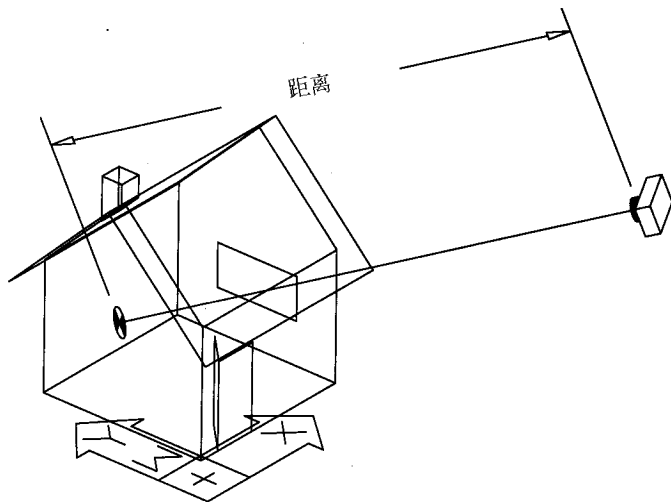


图 4-104

也可以输入一个数来设置距离。一旦指定了距离, UCS图标将由 X, Y 箭头变为透视视图的长方块。Distance选项是打开透视视图模式的唯一方法,但可以用 ZOOM和POints选项来润饰透视图。DVIEW命令的主菜单里的OFF选项可用来关闭透视图模式。

4.20.5 POINTS

本选项用来精确定位相机和目标点。选择了这个选项, AutoCAD提示如下:

Specify target point<current>:(指定一个点)

当前目标点坐标 (x, y, z) 作为缺省值 (大概在预览对象的中心), 可用任何一种方法来指定一个点。例如目标捕捉和点过滤点, 若透视图是打开的, AutoCAD会暂时关闭它以便取点, 然后重新显示透视预览图像。

目标点确定后，AutoCAD提示输入一个新的相机点：

Specify camera point<current>: (指定一个点)

当前的相机位置为缺省值。有一个拖引线连接目标点到十字光标以辅助定位新的相机位置。在图 4-105a 中，目标放在开着的门框的中央，相机放在窗户上边缘的中间。结果如图 4-105b 所示。

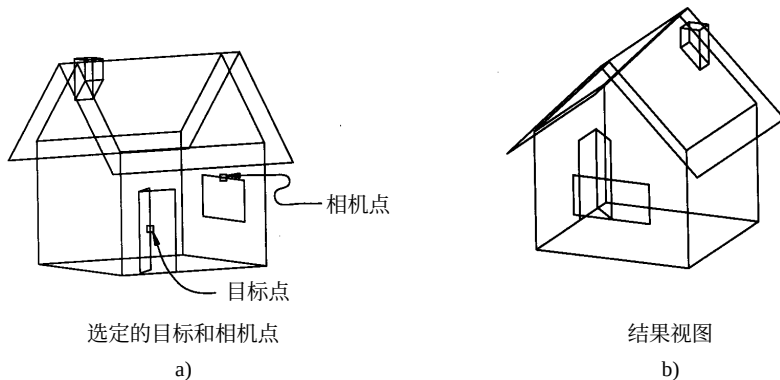


图 4-105

由图 4-105 可知两位置虽然与视线方向一致。但观察点离房子比相机离房子要远些。这是由于一般视域是基于视线方向的平行视线而非特定的相机位置。若在设置了相同的目标和相机位置后，选择 DVVIEW 命令中的 Distance 选项，缺省值为目标与相机间的距离。透视图则是以相机位置为基准点的，对于这个特殊的模型，视图上仅有几条线而已。

4.20.6 PAN

不改变放大比例地移动图像，命令行提示如下：

Specify displacement base point: (指定一个点)

Specify second point: (指定一个点)

当选定了第二点时，十字光标就锁定在基准点上，而预览对象在屏幕上滑动。

4.20.7 ZOOM

关于缩放，DVIEW 有两个不同的形式，取决于透视图模式的开关。在平行投影视图中，AutoCAD 以视图的中心为缩放基点，显示命令行提示：

Specify zoom scale factor<1>: (指定一个值或回车)

放大率与所输入的数相乘。因为缺省值为 1，故按回车后，视图大小不变。可以通过输入一个数或用视图上方的滚动条（图 4-106）来定放大倍数。滚动条越往右表示放大率越大。

在透视图模式下，AutoCAD 用相机的镜头长度来表示缩放比例，命令行提示为：

Specify lens length<current mm>: (指定一个值或回车)

增加镜头长度就相当于换一个远距离摄像镜头，而减小镜头长度就会增大视野，就像使用了一个广角镜头（图 4-107）。长度为 50mm 的镜头给出的图像与人眼所见相似。

按回车，就表示镜头长度定了，可以通过输入一个新的镜头长度或用图上方的滚动条来定镜头长度。

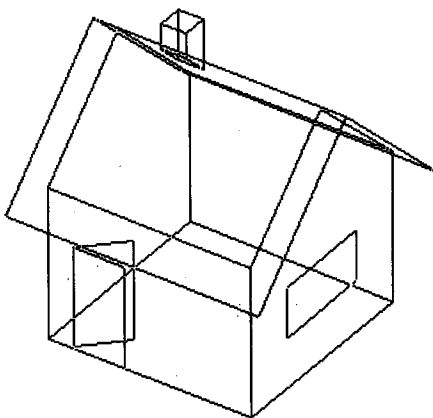
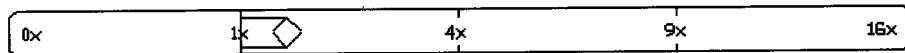


图 4-106

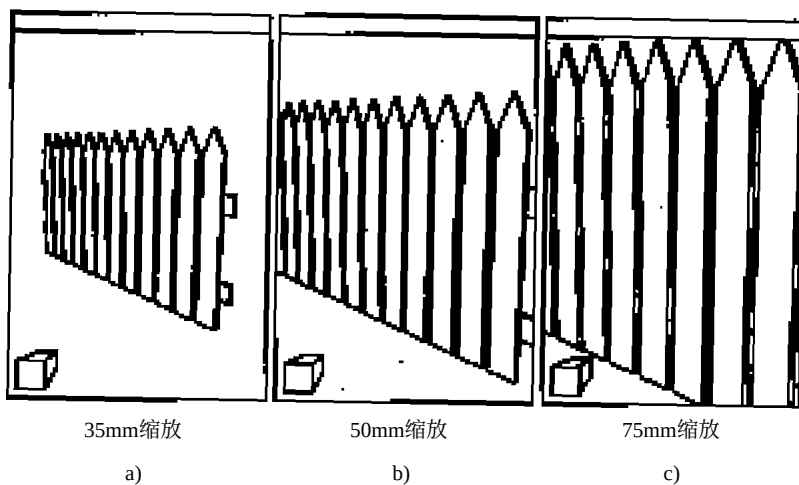


图 4-107

4.20.8 TWIST

沿视线扭曲或倾斜视图，提示为：

Specify view twist angle<current>: (指定一个角或回车)

当前扭转角为缺省选项。AutoCAD用一个橡皮线定在视窗中心，可以用来输入一个角度以确定新的扭转角。角度方向为逆时针。 0° 方向在3点钟的位置（见图 4-108），当扭转角为 0° 时，所有与Z轴一致的直线均成直立状态。为 180° 时，则颠倒过来。

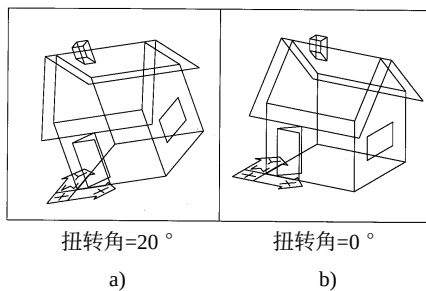


图 4-108

4.20.9 CLIP

剪裁平面是垂直于视线的不可见的平面。常用来遮掩三维模型的一部分，有两种不同的剪裁平面，后向剪裁平面，遮住其后的图形，前向剪裁面遮住其前的图形。

图4-109给出了后向剪裁面及目标的位置以及结果图。

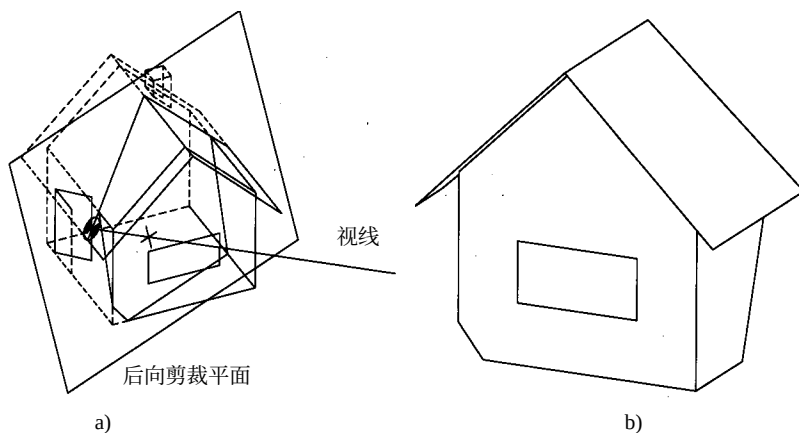


图 4-109

图4-110给出了前向剪裁面，从图中可看出其与后向剪裁面的差别。

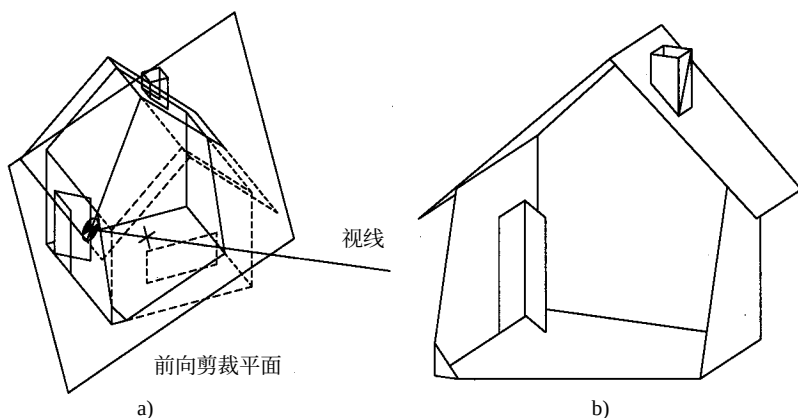


图 4-110

可以同时使用这两个剪裁平面。剪裁平面一旦建立起来就总是有效的，即使是变换了视线或退出DVIEW命令。平面视图和透视图均可使用剪裁平面。在透视图模式打开时。前剪裁面自动地放置在相机的位置，只要在透视图模式，它总是有效的。一般不注意这个，但它影响到前剪裁面的提示。

当DVIEW命令提示CLIP选项，AutoCAD有如下提示：

Enter clipping plane option [Back/Front/off] <Off>: (输入一个选项或回车)

1. OFF

关掉所有剪裁平面。

2. BACK

启用后向剪裁平面，有如下提示：

Specify distance from target or [ON/OFF] <current>: (输入选项，指定距离或回车)

到目标的距离设定剪裁平面相对于目标的位置。当前位置为其缺省。距离值可正可负。

“正”表示在目标和相机之间，“负”表示位于目标之外。可以用图上方的滚动条来拖动。

拖动滚动条时，AutoCAD将动态地显示结果。并在状态行显示距离。

ON —— 表示激活后向剪裁平面。

OFF —— 表示关闭后向剪裁平面。

3. FRONT

管理前向剪裁平面，提示如下：

Specify distance from target or [set to Eye/ (camera)/ON/OFF]<current>: (输入选项，指定距离或回车)

距目标的距离设定前向剪裁平面相对目标的位置。当前位置为其缺省，距离同样可正可负。“正”表示在目标和相机之间。“负”表示在于目标之外。也可以用滚动条来拖动剪裁平面滑动。滚动时，AutoCAD动态地显示结果，并在状态行显示距离。

ON —— 激活前向剪裁面。

OFF —— 关闭前向剪裁面。

眼睛把前向剪裁平面放在相机位置。这时，由于前向剪裁平面与透视图有关，当透视图模式处于激活状态时，前剪裁平面就放在相机位置。它不能被关闭，但可以从相机移走。而实际上，在透视图模式下，前向剪裁平面提示的唯一选项是：

Specify distance from target or [set to Eye/ (camera)]<current>: (输入E,指定距离或回车)

4.20.10 HIDE

消除对象上的隐藏线以增强可视性。但不能打印输出。

4.20.11 OFF

关闭透视图。

4.20.12 UNDO

取消上一次DVIEW操作的结果。可以退回多个DVIEW操作。

DVIEW选项小结

选择选项时，可以输入选项的全称或选项名中的大写字母：

选 项	结 果
Pick	用选定的点为基点设定视线方向
CAMera	通过绕目标点旋转相机来指定新的相机位置
TARget	通过围绕相机旋转指定新的目标位置，角度与 Camera相反
Distance	打开透视图并设置相机与目标间的距离
POint	设定目标及相机位置的特殊的点
PAn	在视窗中移动预览对象
Zoom	放大或缩小预览图像
TWist	沿视线方向扭曲或倾斜视图
CLip	应用前向或后向剪裁面
Hide	在DVIEW命令中消除隐藏线
Off	关掉透视图
Undo	取消上一步DVIEW操作

提示 预览图像的多少取决于图形的复杂程度及大小和计算机的运行速度。在动态的预览过程中，随着视图的变化，图像被不断地修改和重画。对于一个较大的预览对象，且计算机的运行速度又较慢，那么，重画的时间就较长。本来想在改变视图时，图像能很自然地在空间旋转和移动，而实际上，视图改变时，图像总在不停地闪烁。但预览对象增多了，闪烁的频率也就变慢了；而且由于总显示线框模式，因此很难看清一个复杂的对象。因此只有较小的选择对象才能有较好的预览效果。

若用CAmera或TARget选项，为了防止图像旋转幅度太大，可以锁定一个方向角。这样，仅在一个面内旋转就比较容易定位。

Select Point选项是一个较好的建立视线方向的方法，虽然不太习惯用它，选作基点的点应该在预览对象的中心。

TWist选项对于主视图很有用。在图中，通过用 3DORBIT命令或Selection Point，CAmera或TARget选项建立视线方向。

4.20.13 相关命令

1. 3DCLIP

与DVIEW命令的CLIP选项类似。建立和应用前向或后向剪裁平面。

2. 3DDISTANCE

设置相机和目标间的距离。不打开透视图。与 DVIEW命令的Distance选项不同。

3. 3DORBIT

移动相机，动态地设置视点。

4. 3DSWIVEL

模拟旋转相机的效果。

5. 3DPAN

水平或垂直地拖动视图。不改变视图大小。

6. 3DZOOM

实时缩放视图。

7. CAMERA

与DVIEW命令的POINTS选项相似。建立特定的相机和目标点。

8. PAN

移动当前视口中显示的图形。不改变视线方向和图形大小。

9. VPOINT

设置查看方向角。

10. ZOOM

放大或缩小当前视口对象的外观尺寸。

4.20.14 相关系统变量

1. BACKZ

保存后剪裁面相对目标平面的偏移量的只读系统变量。

2. FRONTZ

保存前剪裁面相对目标平面的偏移量的只读系统变量。

3. LENSLENGTH

保存当前视窗透视图镜头焦距长度的只读系统变量。

4. TARGET

保存目标边点坐标的只读系统变量。

5. VIEWDIR

保存当前视窗的查看方向的只读系统变量。

6. VIEWMODE

使用位码控制当前视窗的查看模式的只读系统变量。

- 激活透视图。
- 打开前向剪裁面。
- 打开后向剪裁面。
- 打开UCS跟随模式。
- 前剪裁面不在视点。

7. VIEWTWIST

保存当前视口扭转角的只读变量。

8. WORLDVIEW

决定在DVIEW和VPOINT中用何种坐标系的变量。其值为1时，用WCS，此为缺省设置。其值为0时，用UCS。

4.21 3D ORBIT的相关命令

AutoCAD 2000介绍了一系列以3D ORBIT命令为基础的建立视图的命令。这节统统把它们作为3D ORBIT命令的选项。而不是单个命令来讨论。一旦引用了其中的一个，那么就可以通过图4-111的快捷菜单切换到另一个。

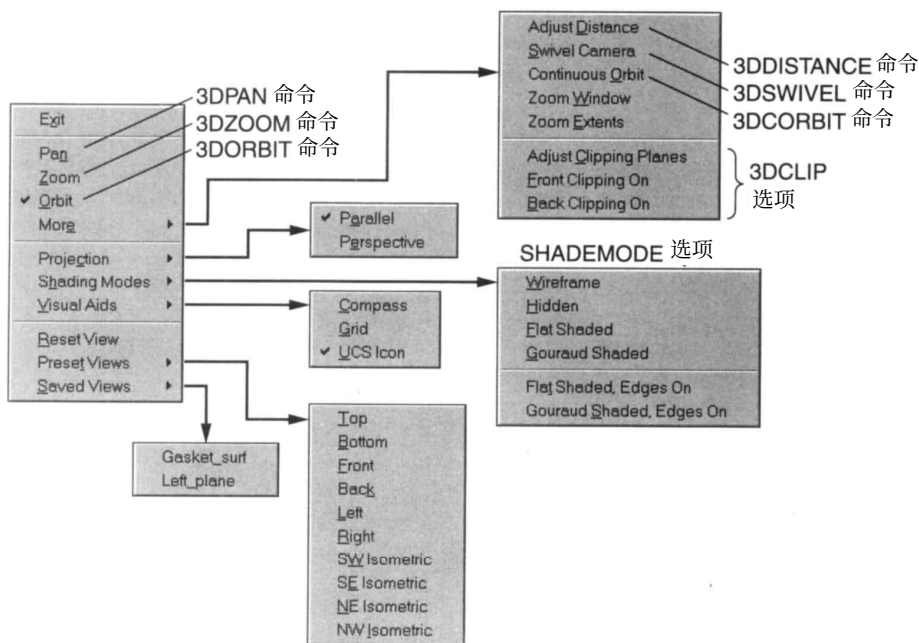


图 4-111

除了CAMERA，其余命令操作都是相互的——也就是说，当移动鼠标设置参数时，视图会随着鼠标移动而改变。若当前视图模式为2D线框，AutoCAD就自动地切换到SHADEMODEF的三维线框模式。若SHADEMODEF的消隐线模式，或其中之一有效，那么在应用3DORBIT和其相关的命令时仍有效。图像有时会简单——比如由着色图像变为线框，或由线框变为边界，这取决于计算机自身的视觉系统和模型复杂程度。

1. 3DORBIT

通过动态地移动相机设置视点。参考第1章关于3DORBIT的叙述。

2. 3DCORBIT

用此命令可使模型连续转动。移动鼠标并按拾取键，则图像将绕垂直于移动方向的轴转动，旋转与移动成正比。再按一次拾取键或按回车或ESC，则停止转动。模型转动时，可以显示快捷菜单来改变着色模式和投影形式，并可打开或关闭剪裁面。

3. 3DSWIVEL

用此命令设置观察方向，相机就像在绕一固定位置旋转。就像在相机取景器里观看一样。把相机向右转，对像就向左移动；相机向上，观察对象就向下移动。

4. 3DPAN

类似于PAN命令。3DPAN在当前视口里拖动图像。与PAN不同的是，3DPAN应用在透视图图中。

5. 3DZOOM

实时缩放当前视窗里的图像。3DZOOM应用在透视图图中。

6. CAMERA

类似于DVIEW命令中的POints选项。设置相机和目标点。应用命令行提示。首先指定相机位置，再指定目标位置。

7. 3DDISTANCE

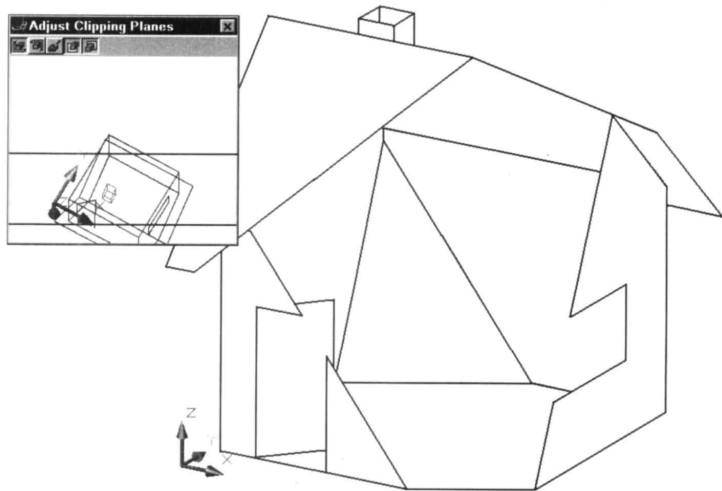


图 4-112

用此命令把相机推进或离开目标。鼠标上移以减小两者间的距离。下移则加大。不可以用定点的方法来设置距离。用此命令能有效地调整透视图。

8. 3DCLIP

与DVIEW命令里的CLIP选项功能一样。启用前向, 后向剪裁面, 这些剪裁面垂直于视线方向且不可见。

3DCLIP打开AutoCAD窗口上的一个名为 Adjust Clipping Planes(调整剪裁平面)的小窗口, 如图4-112所示。观察方向垂直于当前视窗的观察方向, 两个剪裁面就像两条水平线。

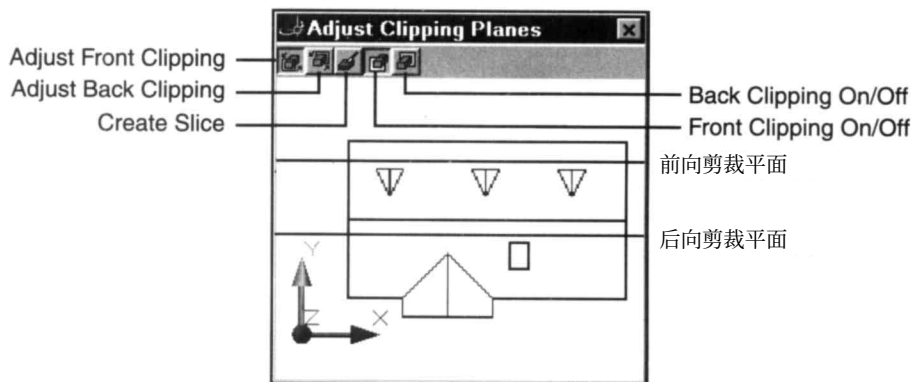


图 4-113

选择 Adjust Clipping Planes 窗口按钮来选择选项(见图 4-113)：

- Adjust Front Clipping 这个选项拖动前向剪裁平面移向或离开目标。在当前视窗中可以看到剪裁效果。
- Adjust Back Clipping 调整后向剪裁平面。把后向剪裁平面移向或离开目标。
- Create Slice 创建剖切面。前、后向剪裁面以各自设定的距离一起移动。可以同时移动, 但其相对位置不变。
- Front Clipping On/Off 开关前向剪裁平面。当剪裁面关闭时, 此选项不起作用。
- Back Clipping On/Off 开关后向剪裁平面。

9. 其他3DORBIT菜单选项

可以从图4-111所示的快捷菜单进入与3DORBIT相关的命令。还没涉及的菜单选项有：

- Projection 设置视图的平行投影或视图模式。
- Shading Modes 设置除2D线框以外的所有着色视图模式。
- Visual Aids 控制栅格、坐标球和UCS图标的开关。在3DORBIT命令中, 栅格表现为线条陈列, 而非点。关于坐标球, 参考第2章。
- Reset View 重置视图命令建立的视图。
- Preset Views 预置六个标准正交视图中的一个或四种轴测图中的一个, 若选择了一个正交视图, 其UCS坐标系不改变。
- Save Views 只有在用VIEW命令预先存储了一个或多个视图时, 选这个选项才存在。选择这个选项后, 被存储的视图名将显示出来。选择它可以使其恢复。

提示 若在进入3DORBIT及其相关的命令之前选择了对象, 则所有的对象均在预览图中。

4.22 构造透视视图和剪裁平面

建立透视视图是很简单的。但首先, 查看方向是透视图的一个重要方面。其次就是, 相

机和目标间的距离太近时，视图就会失真；太远时，视图又不清楚（如图 4-114）。若使用剪裁平面，则目标的实际位置就无关紧要了。

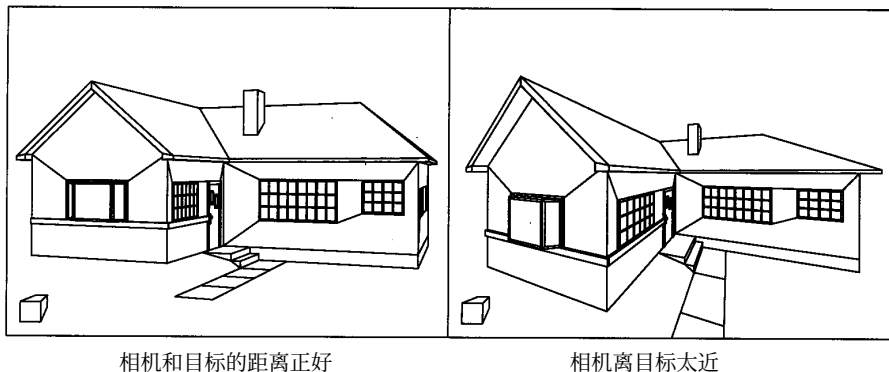


图 4-114

不使用剪裁面时，可用 DVIEW 命令的选项由以下几步构造透视图：

- 1) 用 DVIEW 或 VPOINT 或 3DORBIT 命令设置查看方向。
- 2) 用 DVIEW 命令的 Distance 选项设置相机与目标的距离，并打开透视模式。最佳距离大约为模型宽度或高度的两倍。
- 3) 用 DVIEW 命令的 Zoom 选项调整视图效果。若图像太大或失真，返回 Distance 选项，增加距离；若太小，则减小距离。
- 4) 用 Zoom、Pan 和 Hide 选项调整和检查视图。重复 Distance 选项直到得到较为满意的视图。可用 DVIEW 命令的 Select Point、Camera 或 Target 选项或 3DORBIT 命令改变视点，不可用 VPOINT 命令，因为它会关掉透视图模式。

同样，可以用与 3DORBIT 相关的命令来建不带剪裁平面的透视视图。步骤如下：

- 1) 用 VPOINT 或 3DORBIT 设置查看方向。
- 2) 从 3DORBIT 命令的快捷菜单中选择 Perspective。
- 3) 从 3DZOOM 和 3DPAN 设图的比例和位置。3DZOOM 不会使图像失真。
- 4) 若图像失真或不清楚，用 3DDISTANCE 命令调节与目标间的距离。

建立带剪裁平面的透视图的步骤如下：

- 1) 用 CAMERA 命令或 DVIEW 命令的 POints 选项设置目标和相机的位置。同时设置查看方向和目标与相机之间的距离。目标的位置很重要，因为剪裁平面的位置是以此为基准的。
- 2) 用 DVIEW 命令的 Distnce 选项打开透视图模式。或从 3DORBIT 的 Projection 快捷菜单里选择 Perspective。
- 3) 用 3DCLIP 命令或 DVIEW 命令的 Clip 选项建立前向和后向剪裁平面。
- 4) 用 DVIEW 命令的 Distance 选项或 3DDISTANCE 命令调节相机与目标的间距。并用 DVIEW 命令或 3DORBIT 命令的选项微调视图效果。

透视图模式是供查看用的，不能在其上作图。不能用定点设备拾取点。若想在此模式下画线，须从命令行输入点坐标。否则拾取点会出现“不许”的提示。且 ZOOM 和 PAN 在此模式下亦无效。只能用 DVIEW 命令的 Zoom 和 Pan 选项或 3DZOOM 和 3DPAN 命令。因此必须建立若干视窗以供查看透视图时对模式作一些修改。可用 DVIEW 命令的 Off 选项关闭透视图模式。

也可选择3DORBIT命令的Projection快捷菜单中的Parallel或用VPOINT、PLAN命令关闭。建后向剪裁面的时须小心，因为若目标太远或者前后剪裁面在同一位置，则会挡掉一切，视窗里一片空白。

4.23 练习

1. 房间视图

如图4-115所示的房间，若从与XY面成 10° 的角，与X轴成 330° 角的视点观察，则可看到图中所示的情形。

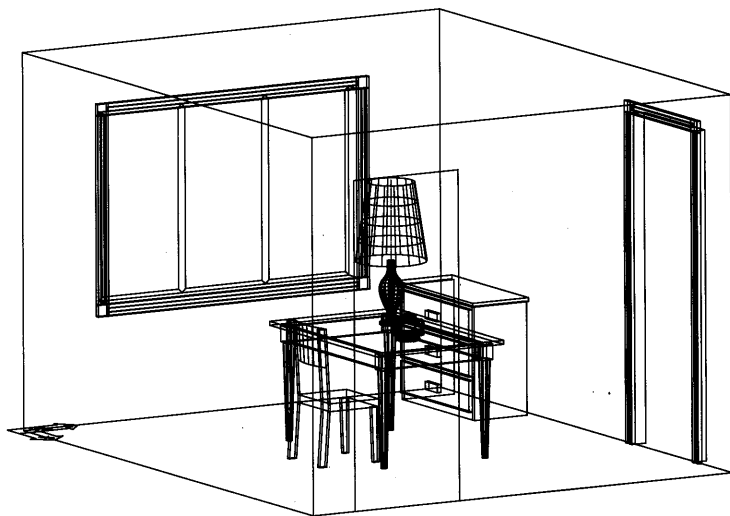


图 4-115

在图4-116所示的消隐图中，房间里的东西大部分被墙隐藏了。因此须用前向剪裁平面移去一部分墙体。

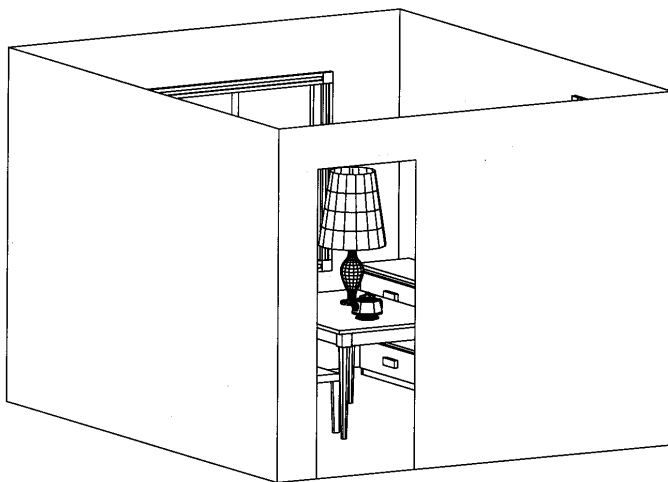


图 4-116

为了便于定点，把空白墙与开窗户的墙之间的角放在原点（WCS），房间长12英尺，沿X

方向, 宽10英尺, 沿Y方向, 高8英尺, 首先, 用CAMERA命令或DVIEW命令的Poions选项, 将相机放在点(8', -20', 5')处, 目标放在点(6', 10', 4')处, 这两点也可以通过从命令行输入点坐标来定。接着, 用3DCLIP命令完成DVIEW的CLIP选项来设置前向剪裁面, 当向目标移动剪裁面时, 房间的一部分会从视图中消失, 在图 4-117中, 剪裁平面大约放在目标前 9 英尺。最后, 建立房间的透视图, 用 3DORBIT命令More快捷菜单或DVIEW命令的CLIP选项关闭剪裁平面, 然后用DVIEW命令的Points选项或CAMERA命令设置目标点为(-5', 10', 3'), 相机点为(12', 2', 6')。为了减小变形, 将目标放在房间外面, 接着用 DVIEW命令的Distance选项或从3DORBIT命令的Projection快捷菜单中选 Perspective来打开透视视图模式, 如果用Distance选项, 则选距离为缺省值。可以用 Zoom和Pan命令来调整视图, 如图 4-118所示, 就像由门进入房间一样。

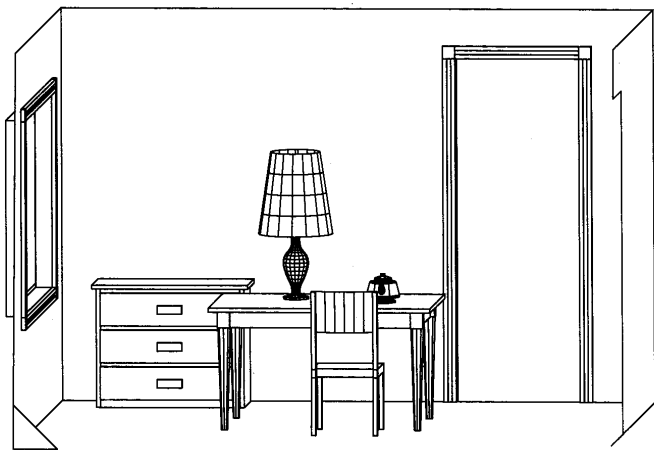


图 4-117

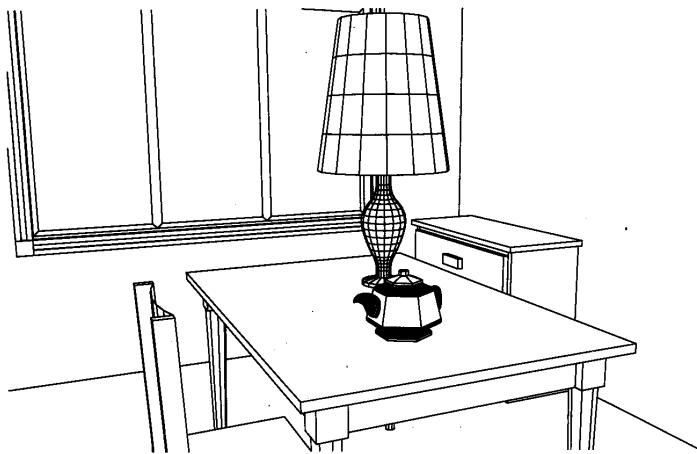


图 4-118

配套光盘文件3d_p4_16.dwg中有这两个图。

2. 房子外部视图

用DVIEW命令建立房子的外部轮廓的透视图, 打开 3d_p4_18.dwg文件。房子外形如图 4-119所示, 从房子的平面视图可知, 房子占地 $34' \times 34'$ 。

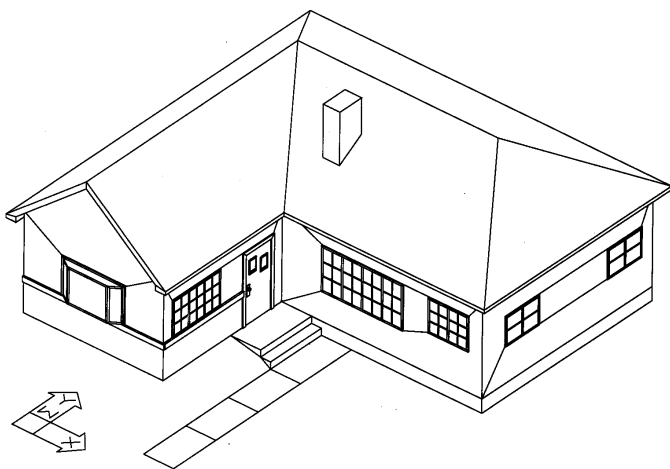


图 4-119

启用DVIEW命令并把整个房子作为预览对象, 用Camera选项定在XY面内, 与X轴成 -50° 的角, 从这个视图方向观察所得的结果如图 4-120所示。

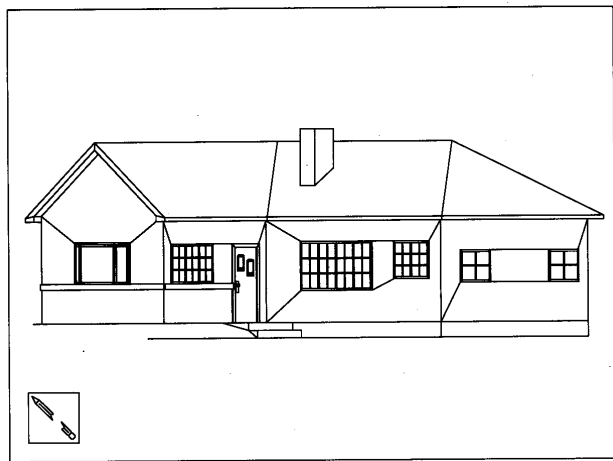


图 4-120

然后用Points的选项和Distance选项把相机与目标间的距离定为 70英尺。透视视图效果如图4-121所示。

若缩小相机与目标间的距离, 则可得到较理想的视图。图4-122的视点位置与图4-121相同, 但相机与目标间的距离变为 50英尺。还可用DVIEW命令的三个选项任意设定观察方向, 以便从不同的视点查看房子的形状。

用3DORBIT建立透视视图, 返回到最初的轴测图模式, 启用 3DORBIT命令, 旋转查看方向如图4-120所示位置, 然后从Projection快捷菜单中选择Perspective, 用3DDISTANCE命令增大或减小透视效果, 用3DZOOM和3DPAN命令调节图像的大小和位置。

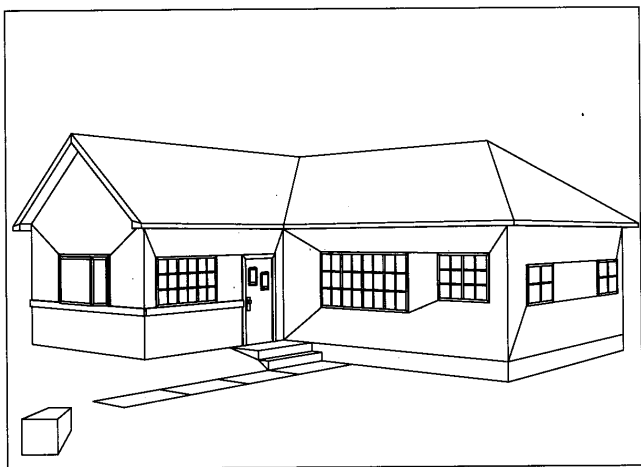


图 4-121



图 4-122

这两个透视视图存储在文件 3d_p4_18.dwg 中，可用 VIEW 命令或从 3DORBIT 命令的 Saved Views 快捷菜单中恢复。在本书的第 7 章将对此 3D 模型进行渲染操作。屋顶、烟囱、窗户等都是三维面。而外墙则是用 PFACE 命令构造的，这是因为这些面与单一对象连在一起时可以很容易地被赋予材质。每一面外墙都是单一的多边形网格对象，从窗角伸出去的线是网格的内边界。它们本应不可见，使其可见是为了便于拾取。在渲染时不显示。

3. 构造空气阀曲面模型

用椭圆和圆的交集来构造此模型。利用对称性来简化模型构造。第一步设绘图单位为英寸，画线框模型（包括中心线），如图 4-123 所示，由一段 180° 的圆弧和两段 180° 的椭圆弧组成的平面垂直于 WCS 的 XY 平面。小椭圆的高度为 2.0，大椭圆的高度为 2.5。在 XY 面上的两条样条曲线，透过确定其起点和终点画出，且小端往里凹，大端往外凸。

第一步，用 AutoCAD 的 REVSURF 和 EDGESURF 命令构造三个曲面。

图 4-124 给出了曲面的边界。下面的表则给定了相应的系统变量 surfstab1 和 surfstab2 的值：

命 令	边界对象	Surftab1	Surftab2	注 释
REVSUF	A	24	6	绕中心线旋转 360°
EDGESURF	B,C,D,E	12	12	边界的选择次序无关紧要
EDGESURF	E,F,G,H	12	6	拾取E或F作为第一个边界对象

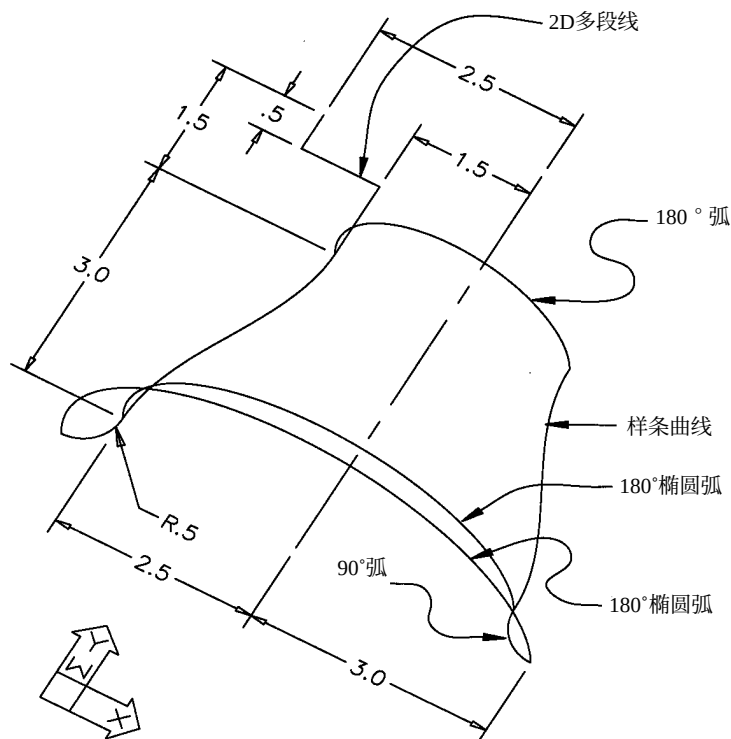


图 4-123

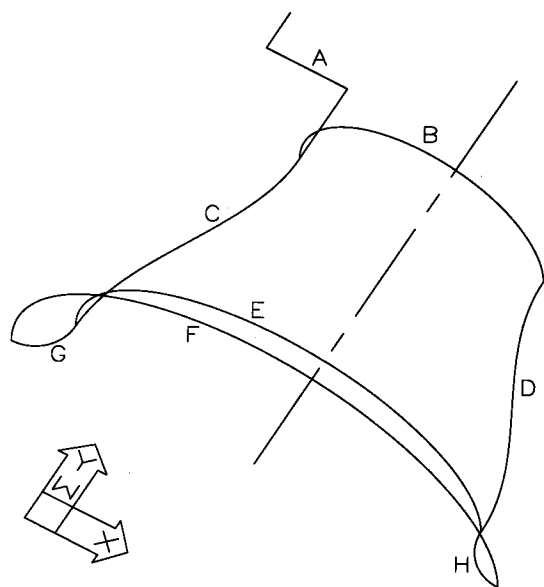


图 4-124

曲面模型如图4-125所示。

用MIRROR3D命令完成整个模型，选XY平面为镜像平面作两个用EDGESURF命令构造的曲面的镜像，如图4-126所示。

配套光盘文件3d_p4_dwg中有此图。

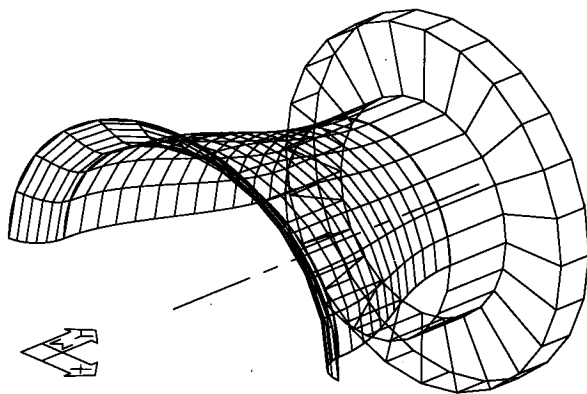


图 4-125

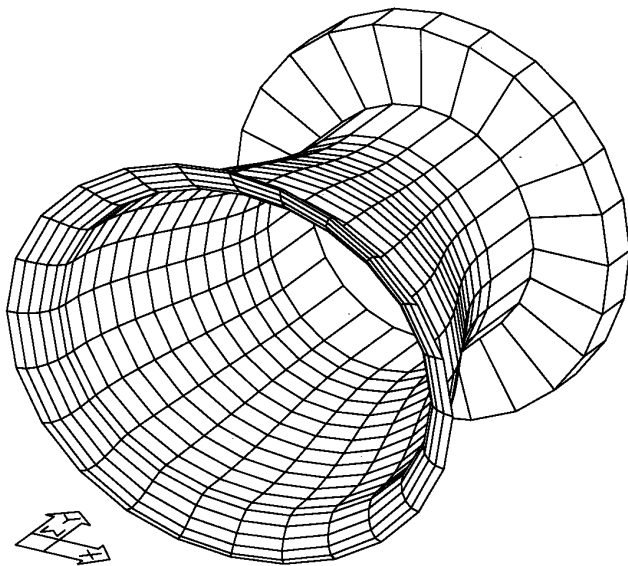


图 4-126

复习题

简答

1. 简述AutoCAD曲面的共同特征。
2. 简述拉伸曲面的特征。
3. 如何给拉伸对象设置厚度？
4. 什么是构成曲面的面片，如何控制其数量？

5. 用哪两种方法可使曲面的边界不可见？
6. 用什么方法会使曲面的边界临时不可见？
7. 和3DFACE相比，用PFACE命令构造的曲面有哪些优缺点？
8. 多边形网格能不能沿着其由顶点定义的边延伸？
9. 调用EXPLODE命令，多边形网格有什么变化？
10. 拉伸面域、厚度、圆三者中，何为 AutoCAD 的曲面类型？
11. 决定表面网格密度的两个系统变量是什么？
12. TABSURF与RULESURF命令有何区别？
13. 对EDGESURF命令中的边界对象有何要求？
14. 如何判断EDGESURF命令中的边界，何者受 surfstab1影响，何者受 surfstab2影响？
15. 如何决定由3DMESH命令构造的网格密度？
16. 陈述用SHADEMODE命令的着色模式的两点理由。
17. DEVIEW命令中设置观察方向的三个选项是什么？
18. 说出设置相机和目标点的命令名和 DVIEW命令的选项名。
19. 说出透视图和平面图的区别，可用哪两种方法打开透视图。
20. 如何关闭透视图？
21. 什么是剪裁平面？有哪两种剪裁平面。说出启用剪裁平面的命令和 DVIEW命令的选项名称。
22. 由左边的命令在右边找出其特征或由其构造的曲面。

_____ a. 3DFACE	1) 3D实体的二维形状
_____ b. 3DMESH	2) 给线框对象设置拉伸厚度
_____ c. EDGESURF	3) 三边或四边的曲面
_____ d. ELEV	4) 有无数顶点的曲面
_____ e. PFACE	5) 用点定义的曲面
_____ f. REGION	6) 在四个线框对象间的曲面
_____ g. REVSURF	7) 在两个线框对象间的曲面
_____ h. RULESURF	8) 拉伸轮廓线型成的曲面
_____ i. DVIEW	9) 旋转轮廓线型成的曲面
23. 下面哪些对象不能赋予厚度？

a. 2DPolyline	b. 3DPolyline	c. arc	
d. line	e. spline	f. text	g. xline
24. 3DFACE命令所构造的曲面面元总有三边或四边。
 - a. 正确
 - b. 错误
25. EDGE命令可使曲面上不可见的边变为可见，但不能使不可见边可见。
 - a. 正确
 - b. 错误
26. AutoCAD不能构造真正的圆柱曲面。
 - a. 正确

- b. 错误
- 27. 构造多边形网格的命令消去作为边界的线框对象。
 - a. 正确
 - b. 错误
- 28. 下列哪两个对象可作为RULESURF命令边界？
 - a. 圆和椭圆
 - b. 直线和圆
 - c. 直线和点
 - d. 两条直线
 - e. 两个点
- 29. 用REVSURF构造曲面总是由边界开始。
 - a. 正确
 - b. 错误
- 30. 下列关于修改曲面的描述中正确的是：
 - a. 夹点可用于移动单个的网格顶点。
 - b. 网格可平滑成B样条曲面。
 - c. 用PEDIT命令可修改多边形网格曲面。
 - d. 两个曲面可以并为一个。
 - e. 可以去掉多余的网格顶点。
- 31. HIDE命令能隐藏不透明对象后的文本？
 - a. 正确
 - b. 错误
- 32. 如何校正失真的透视图和V形角？
- 33. 在什么情况下用3DZOOM命令而不是用实时ZOOM命令来放大或缩小当前视图。
- 34. 说出3D线框模式和2D线框模式的区别。
- 35. SHADEMODE的面着色和体着色有何区别？

第5章 实体模型

学习目的

本章将介绍 AutoCAD 的实体建模特征，学完这一章你将会：

- 熟悉 AutoCAD 的三维实体对象的特征。
- 知道怎样创建具有基本几何形状的三维实体。
- 通过拉伸、旋转轮廓对象来创建三维实体。
- 能够使用布尔操作，通过组合或修改基本三维实体几何形状构造复杂的实体模型。
- 知道怎样在三维实体的锐边上倒圆和倒角，怎样将三维实体剖切成两块。
- 知道怎样编辑三维实体的边和面，怎样对三维实体抽壳（hollow）。
- 能够控制三维实体的外观。
- 理解三维实体的几何特征和质量特性，知道怎样对相交三维实体进行干涉检查。

5.1 实体建模

我们在第3章开始构造三维线框模型，它用边来表示对象。例如，一个线框立方体用 8 条边来表示。因为线框的线条之间无任何东西，立方体上的圆形通孔只能用在立方体上相对应的两个圆来表示（见图 5-1a）。

在第4章，我们又开始构造表面模型，它的边之间为没有厚度的面相连。一个表面模型立方体有6个正方形平面，虽然它看起来像一个真正的立方体，实际上它是一个空壳，壳内无任何东西。立方体上的圆形通孔可以用在相对应的表面上开圆孔的方法，在两圆孔间用一管道来表示圆孔（见图 5-1b）。可以注意到线框模型和表面模型都是由相互独立的 AutoCAD 对象构成的。

现在我们来看实体模型，它除了面和边以外还有质量。构造一个实体立方体不需要线和面，你无须通过修改或增加面来在立方体上构造一个孔（见图 5-1c）。并且 AutoCAD 实体模型通常是单个对象。

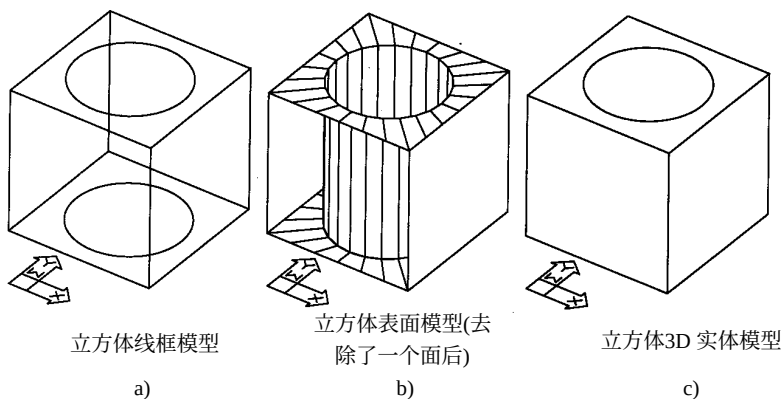


图 5-1

当然，这仍然是实体模型计算机模拟，在计算机上显示出来的线框模型、表面模型和实体模型常常看不出大的区别。它们之间的不同在于对象被构造的方法以及对象与数据的联系。一个实体模型立方体是单一的对象，即使它上面有个通孔也是这样。然而 AutoCAD保持了实体的质量特性（如立方体的体积、表面积、重心和惯性矩等）。

实体模型上的曲面也比 AutoCAD表面模型上的曲面要精确。AutoCAD表面模型的曲面是由许多很小的平面来近似的，而实体模型上的曲面不是这样，它们在数学上总是精确的（只有在AutoCAD作消隐操作时才临时用小平面来表示曲面）。由于实体对象具有大量的数据，因此它们需要更多的计算，占用较多的内存和较大的磁盘空间。

当构造如上面提到的立方体那样的实体对象时，你可能会发现将它们构造成实体模型比将它们构造成表面模型要容易。实体建模用的是基本构造块，它们可以被修改、组合以及相互间修改。

但是，许多对象组合在一起时，特别是像在第4章中的有许多平面的三维房间那样的对象，建立表面模型比实体模型好。并且你还可以构造某些表面模型，它们无法用实体模型构造。例如，我们用 EDGESURF建立曲线优美的茶壶嘴就没法建成 AutoCAD三维实体模型。

AutoCAD的实体模型基于名为ACIS几何建模的程序，它经常被称为ACIS内核。Autodesk公司是许多有ACIS内核技术许可证的CAD/CAM公司之一，用ACIS内核作为实体建模程序的引擎。

使用ACIS内核的一个结果是你查询手册过程中或者处理屏幕出错信息时需要去参考有关ACIS的内容，另一个结果是用 Autodesk公司的高级实体造型功能（AME）构造的实体模型不能被基于 AutoCAD的ACIS内核的实体建模程序直接应用，必须经过转换才行。AME是加到 AutoCAD R12和R13中的实体造型模块。

用AME创建的模型被作为块列出，它们可以用 AME转换命令（AMECONVERT）转换成 AutoCAD三维实体。该命令提示你选择对象，可以用各种选取方法选取 AME实体或面域。没有其他提示或输入。但是只有用 AME版本2和2.1构造的对象才能被转换。

面域

面域（region）是一种唯一的封闭的二维 AutoCAD对象类型。它们在渲染时有一个能反射光线的表面，能像3D表面和多边形网格那样遮挡它们后面的对象。但是与这些实体表面又不一样，一个面域可以包含在其上的孔以及孔的边，这些孔可以是任何形状，并不只限于分段的直线边。一些 AutoCAD编辑操作包括充填、剪切、延伸和断开（break），对面域无效。但是可以给面域打剖面线。

由于经常用于修改三维实体的布尔操作也同样可用于面域，因此面域经常被分类为三维实体的二维版本。AutoCAD的面域有如三维实体那样有一些质量特性，如面积、周长、质心和惯性矩等。

面域的质量信息特别有用，它们是应力和重量计算的基础。我们马上就会看到，面域作为轮廓对象也是很有用的，通过拉伸和旋转它们能构造三维实体。并且，由于面域有曲线边界和内孔，因此它们是很有用的表面。

可用已有的对象来创建面域，这些对象可以是单一的闭合对象，如圆、椭圆、3D表面、多边形、闭合二维多段线，或闭合的样条线，或由非闭合对象组成的闭合区域。AutoCAD把这些对象都当作环。当一组非闭合对象组成环时，它们必须在同一平面内且必须首尾相连，

不能有开口和交叉。直线、圆弧、非闭合的二维多段线和非闭合的样条线可以任意组合成环，但环内不可以有三维多段线，也不可以有三角形网格和面网格。

创建面域的命令是REGION（见图5-2）。它的命令格式是：

Command: **REGION**

Select object: (用任何选择方法)

M loop(s) extracted.

N Region(s) created.

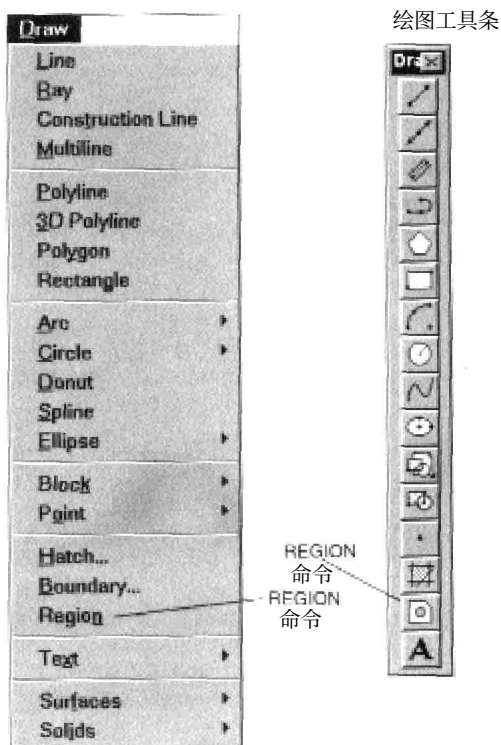


图 5-2

注意 AutoCAD会报告找到了M个环，用这些环创建了N个面域。如果有任何虽然闭合但是含有不能被接受的对象如3D多段线的情况，AutoCAD将显示出信息指出它们不能被接受。

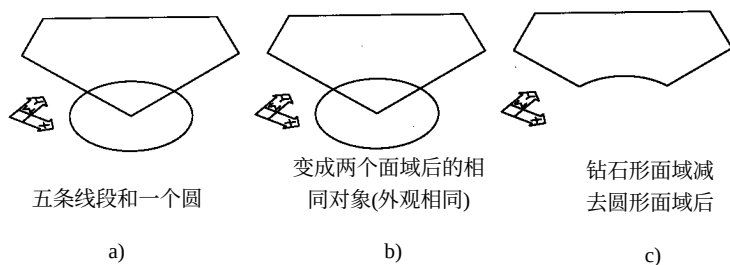


图 5-3

生成的面域继承了当前实体的性质和当前图层。环中的环被转化成独立的面域——它们不是外层面域中的孔。你必须用我们后面要讨论的 SUBTRACT命令将它们转化成孔（见图5-3）。

5.2 基本三维实体

AutoCAD有6个命令来构成基本几何形状三维实体：长方体、楔体、圆柱体、圆锥体、立体球和圆环体（救生圈状体），如图5-4所示。这些实体形状常被叫做基本三维体，因为它们是用来构造复杂的实体模型的基本构件。它们可以组合和修改成各种各样的几何形状。

图5-5显示了开始创建三维实体命令的下拉菜单和实体工具条按钮。

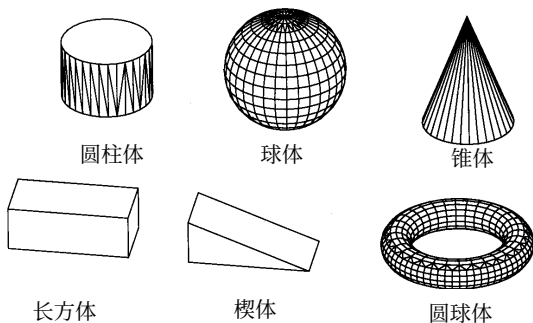


图 5-4

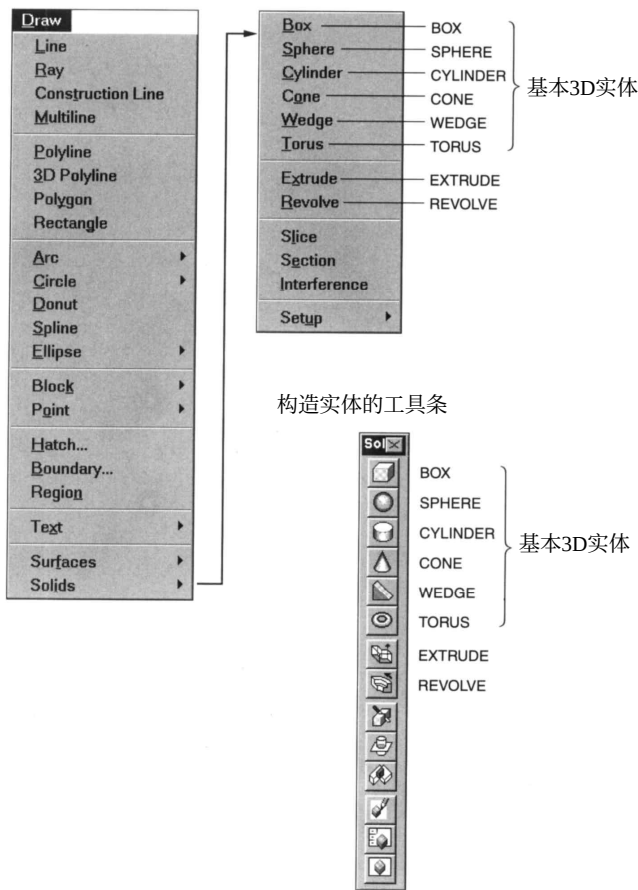


图 5-5

5.3 BOX命令

该命令生成砖形实体对象。这些对象有6个矩形面，它们相互垂直或平行。长方体可能是最常用的基本立方体，因为我们构造的许多对象都是由矩形和正方形组成的。AutoCAD总是这样来定位：将长方体的边与X、Y和Z轴的方向一致，X方向代表长方体的长度，Y方向代表长方体的宽度，Z方向代表长方体的高度。

开始执行命令时, 会有提示让你选择是以长方体的角或是中心为基点, 命令行提示和输入为:

Command: **BOX**

Specify corner or box or [Center]<0,0,0>:(指定一个点, 或者中心, 或直接回车)

5.3.1 CORNER OF BOX 选项

直接按回车键就是将长方体的一个角放到坐标原点, 如果指定一个点, 就是将长方体的一个角放到那个点。之后的提示如下:

Specify corner or [Cube/ Length]:(指定一个点或选一个选项)

1. Corner 选项

指定一个点将构造长方体的另一个角。该点的 X或Y坐标不能与第一个点的相同。如果该点与第一点不在同一平面, AutoCAD将用它来计算出长方体的长、宽和高, 并终止该命令。如果该点与第一个点在同一个平面, AutoCAD将提示输入一个高度:

Specify height: (指定一个长度)

如果输入一个负值, 将会在Z轴的反方向画出长方体。

2. Cube 选项

这一选择将创建一个长、宽、高相等的长方体。AutoCAD将会提示输入一个长度:

Specify length:(指定一个长度)

如果输入一个正值, 将会在第一个点沿X、Y和Z轴的正方向画出长方体。如果输入一个负值, 将会在第一个点沿X、Y和Z轴的反方向画出长方体(见图5-6)。

3. Length 选项

如果你在确定第一个点后选择长度选项, AutoCAD将会给出一组提示让你分别输入长方体的长、宽和高:

Specify length:(指定长度)

Specify width:(指定宽度)

Specify height:(指定高度)

你可以用鼠标或用键盘输入值。如果输入一个负值, 将会在第一个点沿对应轴的反方向画出长方体在该方向上的边。

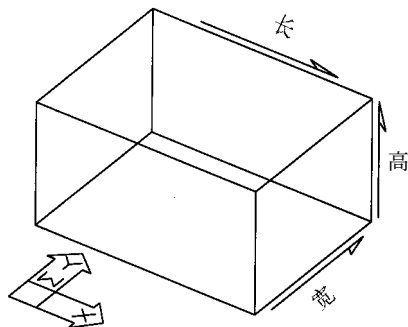


图 5-6

5.3.2 CENTER 选项

如果在BOX命令后的第一个提示行中选择中心 (Center), 长方体的几何中心将放到你指定的点上。AutoCAD将会提示输入一个点(见图5-7):

Specify center of box <0,0,0>:(指定一个点或直接回车)

Specify corner or [Cube/Length]:(指定一个角或选一个给出的选择)

1. Corner 选项

指定一个点将构造长方体的另一个角。该点的 X或Y坐标不能与中心点的相同。如果该点与中心点不在同一个平面, AutoCAD将用它来计算出块的长、宽和高, 并终止该命令。如果该点与中心点在同一个平面, 它被认定是长方体的一个边的中点, AutoCAD将提示输入一个

高度：

Specify length:(指定一个长度)

所输入的值将被除以2，作为长方体在Z轴的正反两个方向上的顶和底的长度。因此在这里输入一个负值是无效的。

2. Cube 选项

这一选择将创建一个长、宽、高相等的长方体。AutoCAD将会提示输入一个长度：

Specify length:(指定一个长度)

长方体将是一个中心在指定点的长方体。在这里输入一个负值是无效的。

3. Length 选项

如果你在确定第一个点后选择长度选项，AutoCAD将会给出一组提示让你分别输入长方体的长、宽和高：

Specify length:(指定长度)

Specify width:(指定宽度)

Specify height:(指定高度)

你可以用鼠标或用键盘输入值。AutoCAD将取绝对值作为长方体的边长。

提示 如果你想让长方体斜置，必须在生成后旋转它，或者在生成它前先确定用户坐标。Center选项在将长方体的中心放到已知的点（如已有对象的质量中心）上去是很有用的。

应用实例

作为例子，我们用三种不同的方法画图5-8所示的长方体。

方法一：

Command: **BOX**

Specify corner of box or [Center]<0,0,0>: **1,1,0**

Specify corner or [Cube/Length]: **3,2,0**

Specify height: **.5**

方法二：

Command: **BOX**

Specify corner of box or [Center]<0,0,0>: **1,1,0**

Specify corner or [Cube/Length]: **3,2, .5**

方法三：

Command: **BOX**

Specify corner of box or [Center]<0,0,0>: **1,1,0**

Specify corner or [Cube/Length]: **L**

Specify length: **2**

Specify width: **1**

Specify height: **.5**

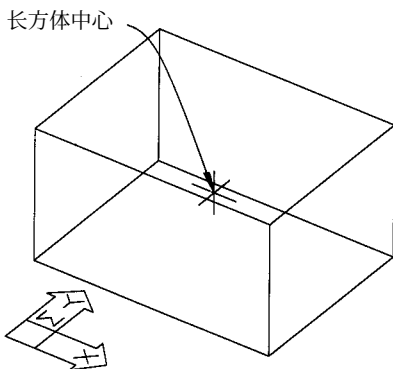


图 5-7

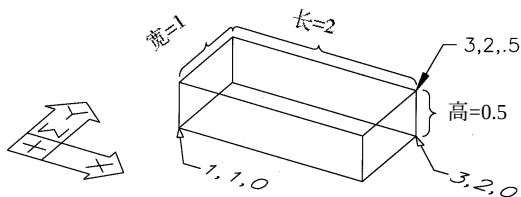


图 5-8

5.4 WEDGE命令

楔体像被从对角边斜切开的长方体。它们有五个面，其中三个是矩形。顶上的一个矩形在X轴向是倾斜的，斜面上的两对边相互平行。剩下的两个面是直角三角形。(图5-9)

WEDGE 命令的提示和选项与 BOX命令相似，楔体也可以以一个角或是其中心为基准。但是楔体的中心点在长、宽和高的二分之一处，而不是在质量中心。如图 5-10所示，一个以中心在 (0, 0, 0)，长为4，宽和高都为2的楔体，它的重心为 $X=-0.6667, Y=0, Z=0.3333$ 。

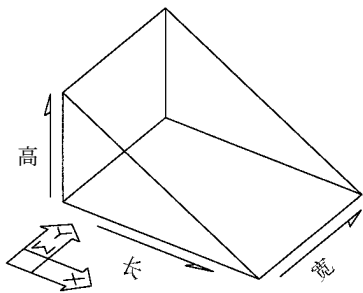


图 5-9

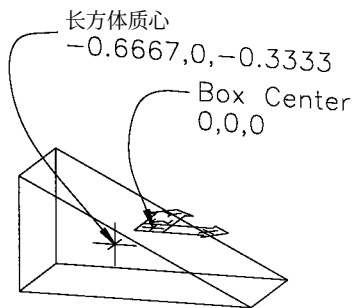


图 5-10

创建一个楔体基本命令行提示和输入为：

Command: **WEDGE**

Specify first corner of wedge or [Center] <0,0,0>:(指定一个点，或者中心，或直接回车)

5.4.1 CORNER OF WEDGE选项

直接按回车键就是将楔体高边的一个角放到坐标原点，如果指定一个点，就是将长方体的一个角放到那个点。之后的提示如下：

Specify corner or [Cube/Length]:(指定一个角或选一个给出的选择)

1. Corner 选项

指定一个点将构造楔体的另一个角。该点指定楔体锐边的方向。如果该点与第一个点不在同一个平面，AutoCAD将用它来设置其长、宽和高，同时终止该命令。如果该点与第一个点在同一个平面，AutoCAD将提示输入一个高度：

Specify length:(指定一个长度)

如果输入一个负值，将会Z轴的反方向画出楔体。

2. Cube 选项

这一选择将创建一个长、宽、高相等的楔体。AutoCAD将会提示输入一个长度：

Specify length:(指定一个长度)

如果输入一个正值，将会在第一个点沿 X、Y和Z轴的正方向画出楔体。如果输入一个负值，将会在第一个点沿 X、Y和Z轴的反方向画出楔体。

3. Length 选项

如果在确定第一个点后选择长度选项，AutoCAD将会给出一组提示让你分别输入楔体的长、宽和高：

Specify length:(指定长度)

Specify width: (指定宽度)

Specify height: (指定高度)

你可以用鼠标或用键盘输入值。如果输入一个负值，将会在第一个点沿对应轴的反方向画出楔体在该方向上的边。

5.4.2 CENTER 选项

如果在BOX命令后的第一个提示行中选择 Center (中心)，楔体的几何中心将放到你指定的点上。AutoCAD将会提示输入一个点：

Specify center of wedge <0,0,0>: (指定一个点或直接回车)

Specify opposite corner or [Cube/Length]<corner or wedge>: (指定一个角或选一个给出的选择)

1. Corner 选项

指定一个点将构造楔体的锐边的一个角。该点的X或Y坐标不能与中心点的相同。如果该点与中心点不在同一个平面，AutoCAD将用它来计算楔体的长、宽和高，并终止该命令。如果该点与中心点在同一个平面，它被认定是楔体的一个边的中点，AutoCAD将提示输入一个高度：

Specify length: (指定一个长度)

所输入的值将被除以2作为楔体的高边和底平面。输入的正值将使斜面朝上，输入一个负值将使斜面朝下。

2. Cube 选项

这一选择将创建一个长、宽、高相等的楔体。AutoCAD将会提示输入一个长度：

Specify length: (指定一个长度)

输入的正值将使斜面朝上，输入一个负值将使斜面朝下。

3. Length 选项

如果在确定第一个点后选择长度选项，AutoCAD将会给出一组提示让你分别输入楔体的长、宽和高：

Specify length: (指定长度)

Specify width: (指定宽度)

Specify height: (指定高度)

负值会影响楔体斜面的朝向。

应用

我们将用Center选项以三种不同的方法画出如图5-11所示的楔体。

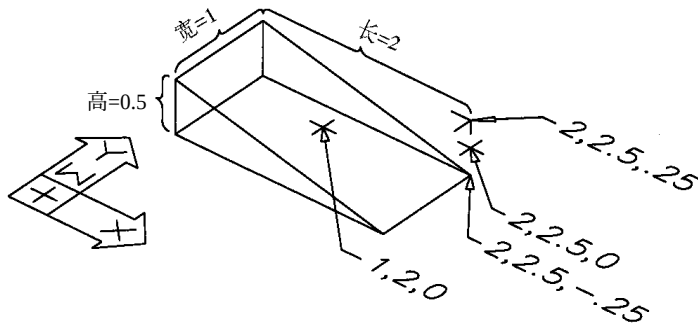


图 5-11

方法一：

Command: **WEDGE**

Specify first corner of wedge or [Center]<0,0,0>:C

Specify center of wedge <0,0,0>:1,2,0

Specify opposite corner or [Cube/Length]: 2,2.5,0

Specify height:.5

方法二：

Command: **WEDGE**

Specify first corner of wedge or [Center]<0,0,0>:C

Specify center of wedge <0,0,0>:1,2,0

Specify opposite corner or [Cube/Length]: 2, 2.5,.25

方法三：

Command: **WEDGE**

Specify first corner of wedge or [Center]<0,0,0>:C

Specify center of wedge <0,0,0>:1,2,0

Specify opposite corner or [Cube/Length]:L

Specify length:2

Specify width:1

Specify height:.5

5.5 CYLINDER命令

圆柱体可能是第二种最常用的基本原型。它们的横截面可以是圆或是椭圆。该命令的命令格式是：

Command: **CYLINDER**

Current wire frame density: ISOLINES=(current)

Specify center point for base of cylinder of [Elliptical]<0,0,0>: (指定一个点，或输入E以选择椭圆，或直接回车)

关于线框密度的信息指的是 AutoCAD描绘圆柱体的边表面的平行线的数量。缺省值是 4，它由系统变量 Isolines控制。

5.5.1 CENTER POINT 选项

指定一个点或直接回车接受缺省点 <0, 0, 0>就指定了圆柱体一端的圆截面的中心点。AutoCAD将提示你输入圆柱体的半径或直径，然后是另一端点。

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: (指定一个半径值或选择D以输入直径)

如果你直接输入一个值，AutoCAD就将它作为圆柱体的半径。如果你直接输入一个 D，AutoCAD就将提示输入圆柱体的直径（见图 5-12）。

输入圆柱体的半径或直径后，AutoCAD显示如下的提示：

Specify height of cylinder or [Center of other end]: (指定一个距离或选择C以输入另一个圆心)

1. Height 选项

如果通过两点或直接输入一个值来指定一个距离，AutoCAD就将在Z轴上以指定的高度画出圆柱体。输入的负值会使得在Z轴的负方向画出圆柱体。

2. Center of Other End 选项

该选项只用一个点就能定下圆柱体的长度和方位。

Specify center of other end of cylinder : (指定一个点)

圆柱体的中心线将从基点延伸到指定的该点（见图 5-13）。

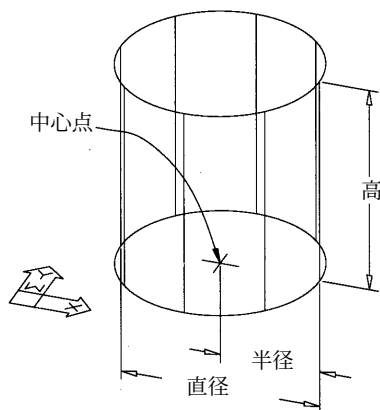


图 5-12

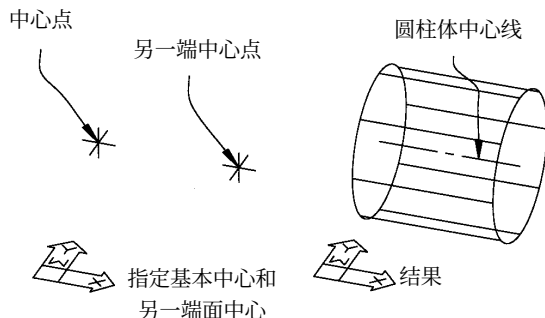


图 5-13

5.5.2 ELLIPTICAL 选项

该选项使得横截面是椭圆。你可以将基点置于椭圆的中心或者置于椭圆的长轴或短轴的一端。

Specify axis endpoint of ellipse for base of cylinder [Center]: (指定一个点或中心 C)

1. Axis Endpoint 选项

指定一个点将作为椭圆形圆柱体一端底面椭圆的一根轴的一个端点。 AutoCAD 将提示你输入椭圆轴的另一端以及用来确定另一根轴的点（见图 5-14）。

Specify second axis endpoint for base of cylinder : (指定一个点)

Specify length of other axis for base of cylinder: (指定一个距离)

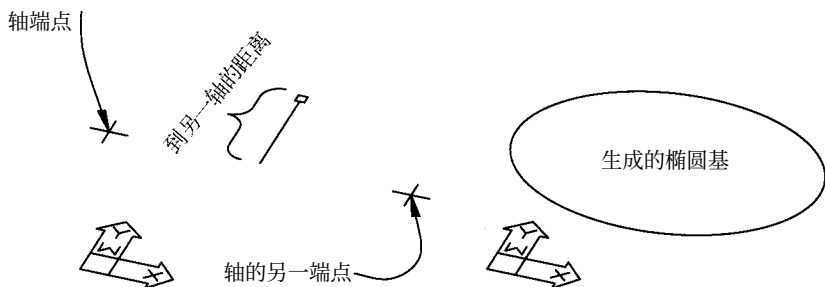


图 5-14

在你指定第二个端点时， AutoCAD 将画出一根橡皮筋线。然后在你指定第二根轴的长度时， AutoCAD 将从第一根轴的中点画出另一根橡皮筋线。你用点指定的距离或是直接输入的值是另一根椭圆轴的半轴长。

2. Center 选项

该选项将指定椭圆截面的中心点为基点。 AutoCAD 将提示你输入中心点、椭圆轴的另一端以及从中点到另一根椭圆轴端点的距离。

Specify center point of ellipse for base of cylinder <0,0,0>: (指定一个点或直接回车)

Specify axis endpoint of ellipse for base of cylinder: (指定一个点)

Specify length of other axis for base of cylinder: (指定一个距离)

AutoCAD将从中心拉出一根橡皮筋线来帮助确定另一端点和另一根椭圆轴的半轴长。

在Axis Endpoint 和Center选项之后进一步用于设置椭圆柱的另一个端点和方位的选项是相同的。而选项与设置圆形截面圆柱体的另一个端点和方位的选项也是相同的。

Specify height of cylinder or [Center of other end]: (指定一个距离或选择C以输入另一个圆心)

3. Height 选项

如果通过两点或直接输入一个值来指定一个距离, AutoCAD将在Z轴上以指定的高度画出圆柱体。输入的负值会使得在Z轴的负方向画出圆柱体。

4. Center of Other End 选项

该选项只用一个点就能定下圆柱体的长度和方位。

Specify center of other end of cylinder: (指定一个点)

圆柱体的中心线将从基点延伸到指定的该点。

提示 如果表示圆柱体的线框看起来由于线条太少而不够明了,那么,可以修改系统变量Isolines,将缺省值由4改到8或12(见图5-15)。该数越大,AutoCAD用来描绘曲面的线条就越多。在新设置的系统变量Isolines起作用前,需要指定面域。

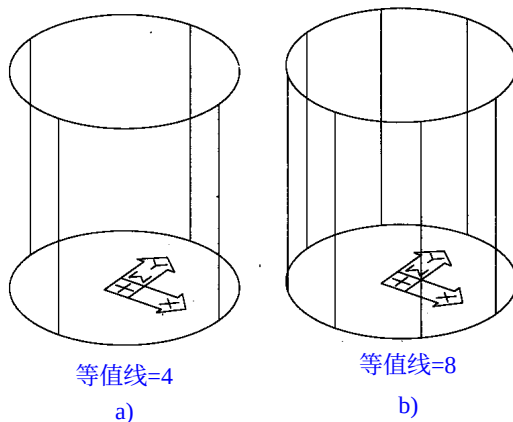


图 5-15

应用

首先我们要构建一个其轴与Y轴平行的截面为圆的圆柱体,如图5-16所示。

Command: **CYLINDER**

Current wire frame density: ISOLINES=12

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical]<0,0,0>: **1,1,0**

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]: **.5**

Specify height of cylinder or [Center of other end]/: **C**

Specify center of other end of cylinder: **1,3,0**

接下来我们要构建一个其轴与Z轴平行的截面为椭圆的圆柱体。如图5-17所示。

Command: **CYLINDER**

Current wire frame density: ISOLINE=12

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical]<0,0,0>: **E**

Specify axis endpoint of ellipse for base of cylinder or [Center]: **1,1,0**

Specify second axis endpoint of ellipse for base of cylinder: **2.5,1,0**

Specify length of other axis for base of cylinder: **.5**

Specify height of cylinder or [Center of other end]/: **1.5**

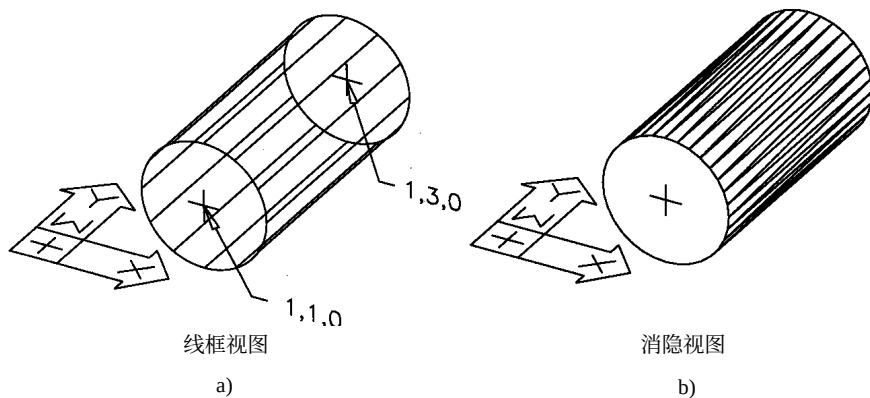


图 5-16

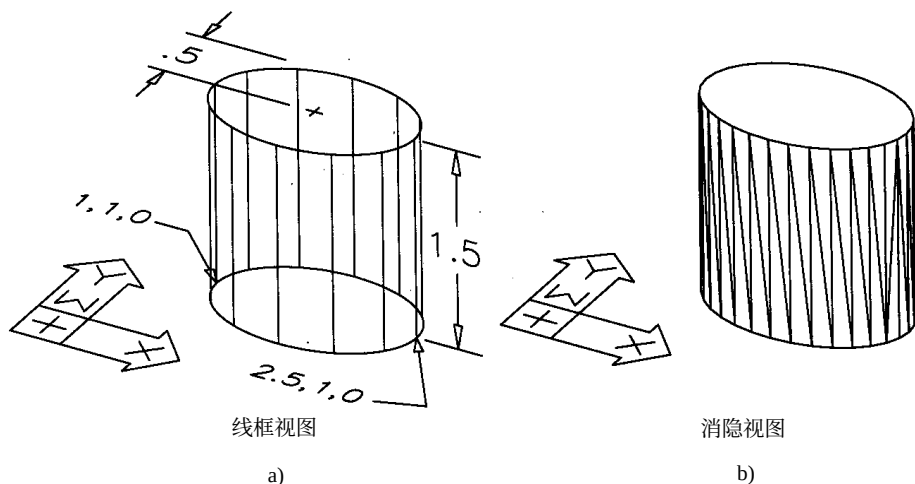


图 5-17

5.6 CONE命令

圆锥体与圆柱体很相近。它们都可以具有圆或椭圆形截面，但圆锥体在轴向有一斜度，而不是保持截面尺寸不变。因此生成圆锥体的步骤类似于生成圆柱体。所有的圆锥体都有尖顶，没有现成的切掉尖顶的圆锥体。生成圆锥体的命令行的提示和输入格式是：

Command: **CONE**

Current wire frame density: ISOLINES =(current)

Specify center point for base of cone or [Elliptical]<0,0,0>: (指定一个点，或输入E以选择椭圆，或直接回车)

5.6.1 CENTER POINT 选项

指定一个点或直接回车接受缺省点 <0, 0, 0>就指定了圆柱体一端的圆截面的中心点。AutoCAD将提示你输入圆锥体的半径或直径，然后是它的顶点。

Specify radius for base of cone or [Diameter]: (指定一个半径值或选择D以输入直径)

如果你直接输入一个值，AutoCAD就将它作为圆锥体的半径。如果你直接输入一个 D，AutoCAD就将提示输入圆锥体的直径（见图 5-12）。

两种选择都会有下面的提示：

Specify height of cone or [Apex]: (指定一个距离或键入 A)

1. Height 选项

如果通过两点或直接输入一个值来指定一个距离，AutoCAD就将在Z轴上指定的高度画出圆锥体。输入的负值会使得在Z轴的负方向画出圆锥体（见图 5-18）。

2. Apex 选项

这一选项将确定圆锥体的高度和顶点。AutoCAD将提示输入顶点：

Specify apex point: (指定一点)

圆锥体的中心线将从基点延伸到顶点，如图 5-19所示。

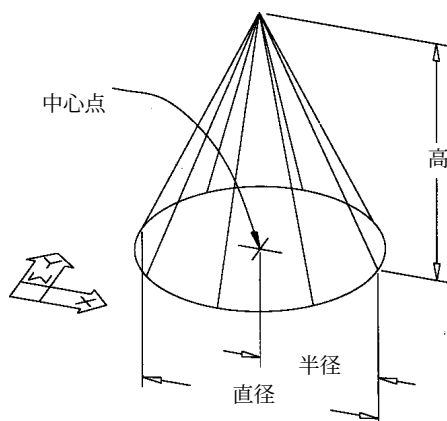


图 5-18

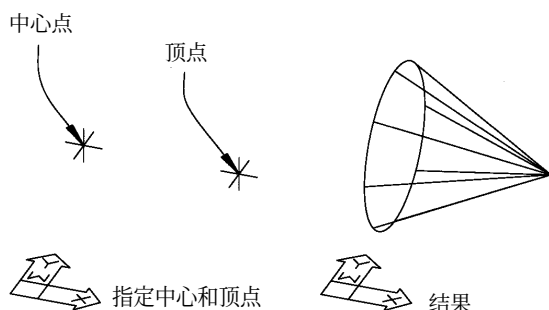


图 5-19

5.6.2 ELLIPTICAL 选项

该选项使圆锥体的横截面是椭圆。你可以将基点置于椭圆的中心或者置于椭圆的长轴或短轴的一端。

Specify axis endpoint of ellipse for base of cone [Center]: (指定一个点或中心 C)

1. Axis Endpoint 选项

指定一个点将作为椭圆圆锥体底面椭圆的一根轴的一个端点。AutoCAD将提示你输入椭圆轴的另一端以及用来确定另一根轴的点。

Specify second axis endpoint for base of cone (指定一个点)

Specify length of other axis for base of cone (指定一个距离)

在你指定第二个端点时，AutoCAD将画出一根橡皮筋线。然后在你指定第二根轴的长度时，AutoCAD将从第一根轴的中点画出另一根橡皮筋线。你用点指定的距离或是直接输入的值是另一根椭圆轴的半轴长。

2. Center 选项

该选项将指定椭圆截面的中心点为基点。AutoCAD将提示你输入中心点、椭圆轴的一个端点以及从中点到另一根椭圆轴端点的距离。

Specify center point of ellipse for base of cone <0,0,0> (指定一个点或直接回车)

Specify axis endpoint of ellipse for base of c cone (指定一个点)

Specify length of other axis for base of cone (指定一个距离)

AutoCAD将从中心拉出一根橡皮筋线来帮助确定另一端点和另一根椭圆轴的半轴长。

在Axis Endpoint 和Center选项之后进一步用于设置椭圆截锥的另一个端点和方位的选项是相同的。而选项与设置圆形截面圆锥体的另一个端点和方位的选项也是相同的。

Specify height of cone or [Apex] (指定一个距离或选择A)

3. Height 选项

如果你通过两点或直接输入一个值来指定一个距离， AutoCAD将在Z轴上以你指定的高度画出圆锥体。输入的负值会使得在Z轴的负方向画出圆锥体。

4. Apex 选项

这一选项将确定圆锥体的高度和顶点。 AutoCAD将提示输入顶点：

Specify apex point (指定一点)

圆锥体的中心线将从基点延伸到顶点。

应用

首先我们要生成一个底面直径为 1.5，高为2，其轴与Z轴平行的截面为圆的圆锥体，如图5-20所示。

Command: **CONE**

Current wire frame density : ISOLINE=10

Specify center point for base of cone or [Elliptical]<0,0,0>:**1.5,1.5,0**

Specify radius for base of cone or [Diameter]:**D**

Specify diameter for base of cone :**1.5**

Specify height of cone or [Apex]:**2**

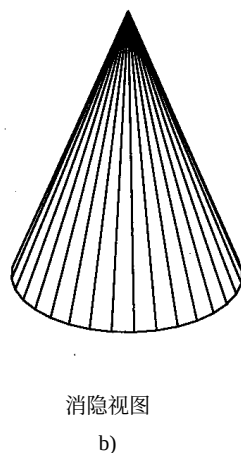
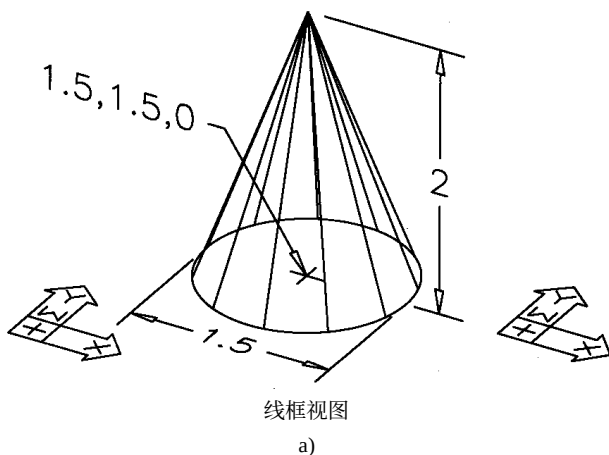


图 5-20

接下来我们要生成一个其轴在 XY平面上与X轴夹角 135° ，截面为椭圆的圆锥体。注意，你可以将椭圆的基点画在平面上， AutoCAD会将其倾斜到与圆锥的顶点一致。下面的命令行输入的结果如图5-21所示。

Command: **CONE**

Current wire frame density : ISOLINE=10

Specify center point for base of cone or [Elliptical]<0,0,0>:**E**

Specify axis endpoint of ellipse for base of cone or[Center]:**C**

Specify center point of ellipse for base of cone <0,0,0>:1.5,1.5,0

Specify axis endpoint of ellipse for base of cone: @1<0

Specify length of other axis for base of cone :.75

Specify height of cone or [Apex]: A

Specify apex point:@2.5<135

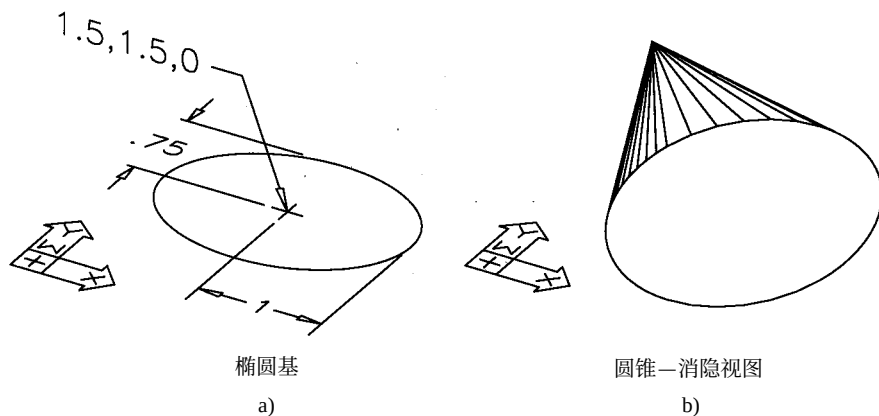


图 5-21

5.7 SPHERE命令

在所有基本实体中，生成球体是最简单的。你先指定球心，然后输入半径或直径就成了。命令行格式如下：

Command: **SPHERE**

Current wire frame density: ISOLINES=(current)

Specify center of sphere <0,0,0> (指定一个点)

Specify radius of sphere or [Diameter]: (指定一个距离或输入 D)

5.7.1 RADIUS 选项

用点指定的距离或是直接输入的值将确定球体的半径。 AutoCAD 将从球心拉出一根橡皮筋线以帮助确定半径。

5.7.2 DIAMETER 选项

该选项将直径作为基本参数。 AutoCAD 将提示：

Specify diameter: (指定一个距离)

你用点指定的距离或是直接输入的值将确定球体的直径。 AutoCAD 将从球心拉出一根橡皮筋线以帮助确定直径。

应用实例

我们生成一个半径为 1 的球体,把它放在 XY 平面上, 如图 5-22 所示。

Command: **SPHERE**

Current wire frame density : ISOLINES=12

Specify center of sphere <0,0,0>:1,1,1

Specify radius of sphere or [Diameter]:1

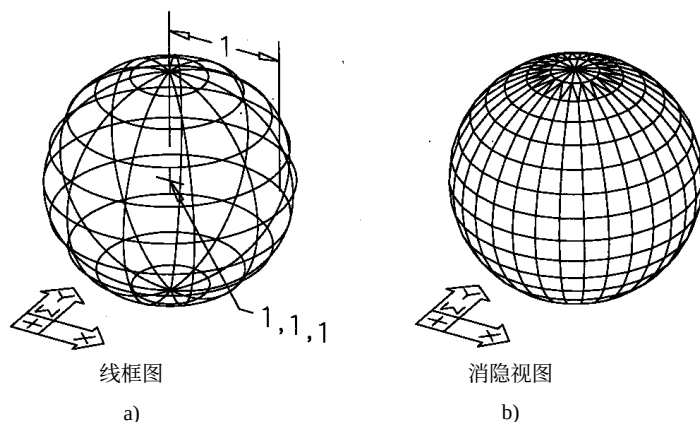


图 5-22

注意球体的中心比 XY 平面高出 1。如果你画的球用线框表示起来不像球，可以增加系统变量 Isolines(等值线)的值。在新的系统变量 Isolines 设置后需要重生成图形。

5.8 TORUS 命令

圆环体虽然不是很常用，但却是 6 个基本实体中最有趣和最善于变化的。它的基本形状像救生圈，但你可以去掉它中间的孔，使它变得像橄榄球而不像救生圈。

TORUS 命令的提示和输入就像使一个动圆绕一根轴旋转。首先要为圆环体拾取一个中心，该中心确定了旋转轴的位置。旋转轴总是指向 Z 轴方向，因此动圆总是沿着平行于 XY 平面的路径走。旋转轴的位置确定后，就要确定圆环体的半径或直径，也就是确定了动圆的圆心到旋转轴的距离。最后确定动圆的半径或直径，也就是圆环管的直径。虽然圆环像是一个环状圆环管对象，但它的确是个实心的而不是中空的（见图 5-23）。

TORUS 命令的提示行和输入的格式是：

Command: **TORUS**

Current wire frame density: ISOLINES=
(current)

Specify center of torus <0,0,0>: (指定一个点)

Specify radius of torus or [Diameter]: (指定一个距离或输入 D)

如果你直接输入一个值，AutoCAD 将它作为圆环体的半径。如果输入一个 D，AutoCAD 将提示你输入圆环体的直径。允许输入负值，负值将导致生成橄榄球状实体，这一点稍后介绍。输入半径或直径后接下来的提示为：

Specify radius of tube or [Diameter]: (指定一个距离或输入 D)

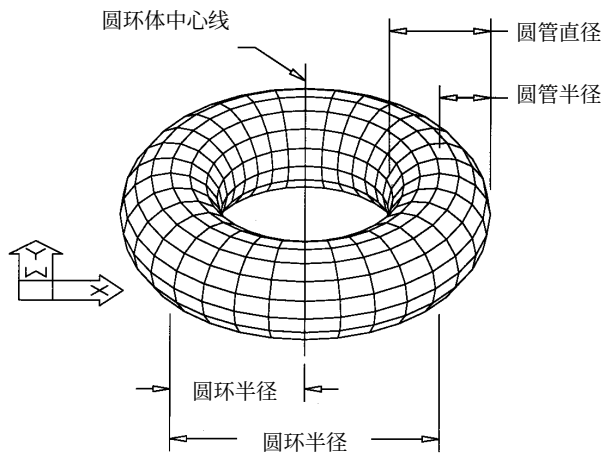


图 5-23

如果你直接输入一个值，AutoCAD 就将它作为圆环管的半径。如果输入一个 D，AutoCAD

就将提示你输入圆环管的直径。圆环管的半径可以大于圆环体的半径，其结果是圆环体的中间没有孔。如果输入的半径或直径是负值，则圆环管的半径或直径必须大于圆环体的半径或直径的绝对值。例如，如果你将圆环体的半径定为 -2.5 ，则圆环管的半径必须大于 2.5 。

当圆环体的半径或直径为负值时将生成橄榄球状实体，就像是一段圆弧而不是圆在绕中心线旋转。圆弧的弓高，也就是橄榄球的半径，它等于圆环体的半径与圆环管的半径的算术和。在前述的例子中如果你将圆环管的半径定为 3.0 ，则橄榄球实体的半径就是 0.5 ($-2.5+3.0$)。生成橄榄球实体的圆弧的半径就是圆环管的半径，刚才确定为 3.0 （见图5-24）。

应用实例

首先我们要生成一个环半径为 2 、管半径为 0.75 ，中心在坐标原点的救生圈状的圆环体。其消隐视图结果如图5-25所示。

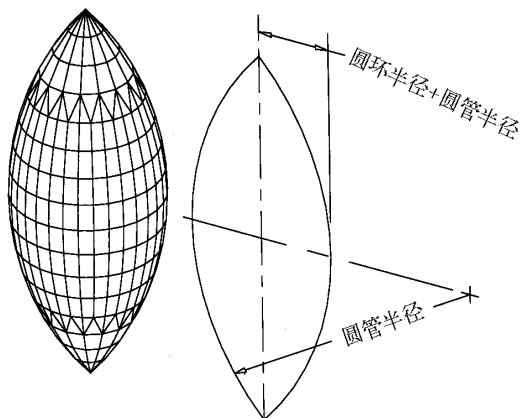


图 5-24

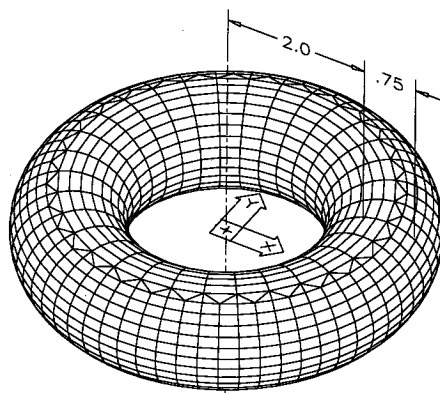


图 5-25

Command: **TORUS**

Current wire frame density : ISOLINES=8

Specify center of torus <0,0,0>:(回车)

Specify radius of torus or [Diameter]:2

Specify radius of tube or [Diameter]:0.75

接下来我们要生成一个中间没有孔的圆环体。环半径取 4 、管半径取 5 ，将其中心定在坐标原点。其消隐视图结果如图5-26所示。

Command: **TORUS**

Current wire frame density : ISOLINES=8

Specify center of torus <0,0,0>:(ENTER)

Specify radius of torus or [Diameter]:D

Specify diameter:4

Specify radius of tube or [Diameter]:D

Specify diameter:5

最后我们要生成一个橄榄球状实体。橄榄球的半径为 1.5 ($-2.5+4$)、弧的半径取 4 。隐藏后的视图如图5-27所示。

Command: **TORUS**

Current wire frame density : ISOLINES=8

Specify center of torus <0,0,0>: 3,2.5,0

Specify radius of torus or [Diameter]: -2.5

Specify radius of tube or [Diameter]: 4

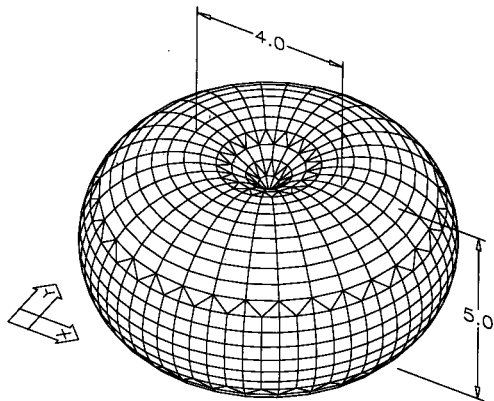


图 5-26

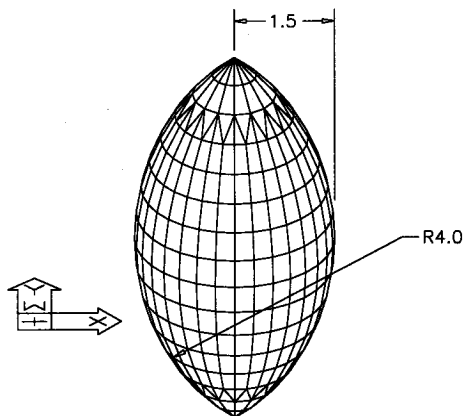


图 5-27

5.9 基于母线生成的实体

除了生成基本实体的命令之外，AutoCAD有两个从轮廓线生成三维实体的命令。轮廓线对象是闭合的平面对象。REVOLVE 命令使轮廓线绕某一轴旋转而生成三维实体。EXTRUDE 命令沿指定的方向或路径将轮廓线拉成三维实体（见图 5-28）。

这两个命令可以生成所有用基本实体命令生成的形状，还能生成用基本实体命令不能生成的形状。当然它们要求的输入也多，因为它们不单是需要轮廓线对象，还需要作为旋转轴或是路径的对象。

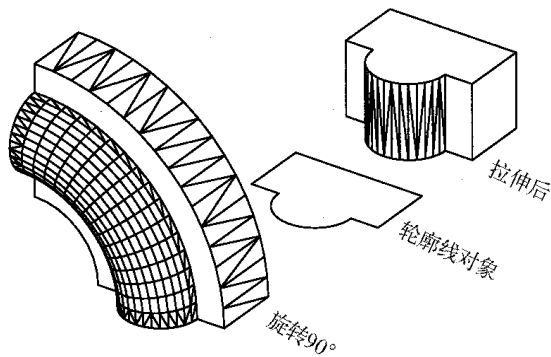


图 5-28

轮廓线对象

轮廓线对象必须是单一的闭合实体。你可以一次拾取几个实体，但它们每一个都必须是闭合的。例如一个图形虽然闭合，但它是由一组首尾相连的直线组成的，该图形就不能被作为轮廓线对象拾取。轮廓线对象还必须是平面的。虽然有时 3D 闭合对象唾手可得，如波状盘或螺旋线，但它们不行（见图 5-29）。

常作轮廓线对象的对象类型也许是二维多段线。你可以用二维多段线生成各种各样的形状，它们很容易制作。正如你所希望的，所有二维多段线的派生体，如圆环、椭圆和多边形，都可以作为轮廓线。多段线作为轮廓线，它们的宽度将会被忽略，只取其中心。因此圆环的作用等于圆，它中间不会再有一个孔。

多段线的顶点没有限制，只是多段线的段数非常大时会使得它们显示起来相当慢。同理，样条拟合多段线通常也不是好的轮廓线对象。虽然轮廓线对象必须闭合，但 2D 多段线却不一定以 Close 选项来结束。而多段线中有交叉、相碰和多段是不允许的。

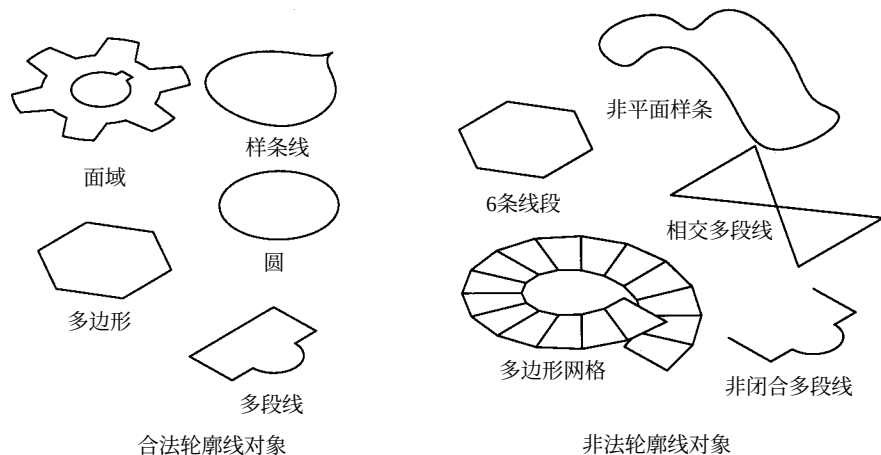


图 5-29

第二段常作为轮廓线对象用的对象类型是面域。由于面域上可以有孔，因此它们是特别有用的轮廓线对象。其他可用的轮廓线对象类型是样条曲线（只要它们是平面的）、样条椭圆和圆。作为2D实体，轨迹线也可以用（假如它们不相交），面类对象的外廓线也可以用，甚至3D平面也是可以作为轮廓线对象用的。

文字、多边形和多面体不能作为轮廓线对象用。出乎意料的是 3D多段线也不能作为轮廓线对象用，即使它是闭合的且又位于一个平面内。

生成的实体对象在当前层内而不是在轮廓线对象的层内。轮廓线对象是否保留，由系统变量Delobj 决定。当Delobj为0时轮廓线对象被保留，当Delobj为1时轮廓线对象在实体对象生成后就被自动删除掉。

5.10 REVOLVE命令

当一个平面轮廓线绕一根轴旋转时，本命令将其轨迹转换成一个实体。它与 REVSURF命令有点像，但它生成的是实体对象而不是表面，它使用闭合的面轮廓线而不是边界曲线。

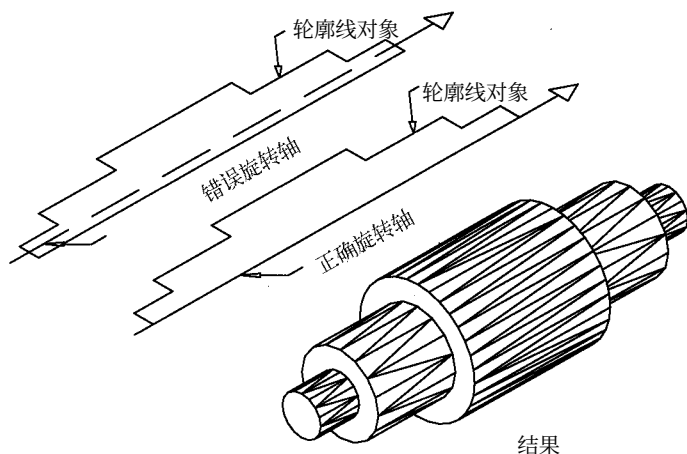


图 5-30

REVOLVE需要三个不同的步骤。首先你要拾取一个轮廓线，其次选择一根轴，最后要指定一个轮廓线旋转的角度。

轮廓线对象可以与轴接触，但是不可以与它相交。轴也可以是反方向的，在生成不完整的实体时旋转轴的方向决定旋转的方向（见图 5-30）。

REVOLVE命令的格式为：

Command: **REVOLVE**

Current wire frame density: ISOLINES=(current)

Select objects: (用各种方法选择对象)

Specify start point for axis of revolution or

define axis by [Object/X (axis)/Y (axis)]: (指定一个点或选项)

你可以选几个对象，但是 AutoCAD 只会旋转你选的第一个对象。一旦选好轮廓线对象，AutoCAD 就给出四个选择来定义旋转轴。

5.10.1 START POINT OF AXIS 选项

这一定义转轴的选项定义了轴的第一个点，AutoCAD 会接着提示你输入第二个点。从第一个点到第二个点的方向为正向（见图 5-31）。

Specify endpoint of axis: (指定一个点)

Specify angle of revolution <360>: (指定一个角度或回车)

对于定义转轴的各个选项，旋转角度（Angle of revolution）的提示都是相同的，所以我们将它放到介绍完旋转轴后讨论。

5.10.2 OBJECT 选项

你可以把现成的直线、或单段 2D 或 3D 多段线作为旋转轴。多段线必须只有一段并且是直线段。直线的正方向是从线上离拾取点近的端点到另一个端点（见图 5-32）。

Specify an object: (指定一直线对象)

Specify angle of revolution <360>: (指定一个角度或回车)

5.10.3 X 选项

这一选项将 X 轴作为转轴。转轴的正方向与 X 轴正方向相同。

Specify angle of revolution <360>: (指定一个角度或回车)

5.10.4 Y 选项

这一选项将 Y 轴作为转轴。转轴的正方向与 Y 轴正方向相同。

Specify angle of revolution <360>: (指定一个角度或回车)

当你指定了一个要旋转的对象和转轴后，AutoCAD 会询问旋转角度。旋转实体总是从轮廓线所在位置绕转轴旋转，角度可以是 $0^\circ \sim 360^\circ$ 之间的任何值。旋转的方向符合右手法则，也就是说如果你从转轴尾部顺着它的正向看去，旋转的正向是顺时针方向。你也可以输入负的

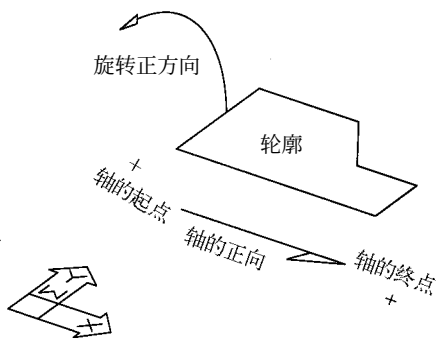


图 5-31

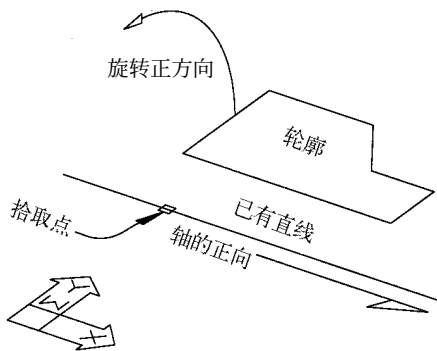


图 5-32

角度使旋转方向反过来。对“Angle of revolution”的提示直接回车就是取它的缺省值 360° ，在这种情况下角度就没有意义了(见图 5-33)。

5.10.5 应用实例

为了说明 REVOLVE 命令，我们将旋转一个轮廓线对象，如图 5-34 所示，将它分别绕 X 轴和 Y 轴旋转使之生成两个完全不同的实体。该轮廓线对象是个闭合 2D 多段线。我们使它一端与 Y 轴接触，另一端离 X 轴的距离为 1 (见图 5-34)。旋转后生成的用等值线表示的 3D 实体图形如图 5-35 和 5-36 所示。

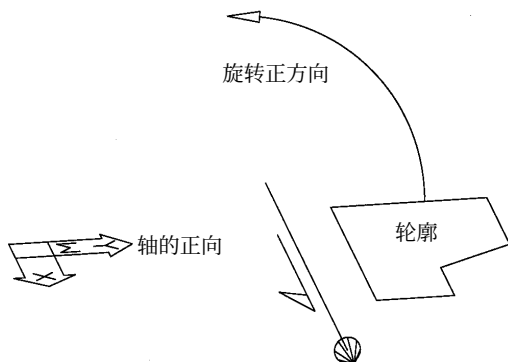


图 5-33

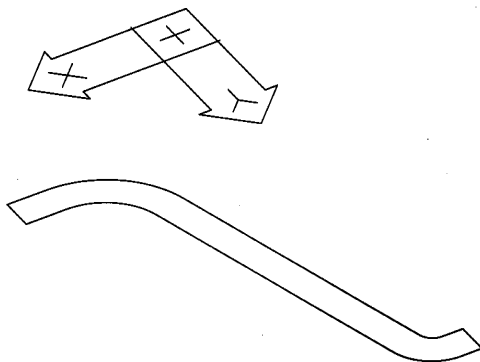


图 5-34

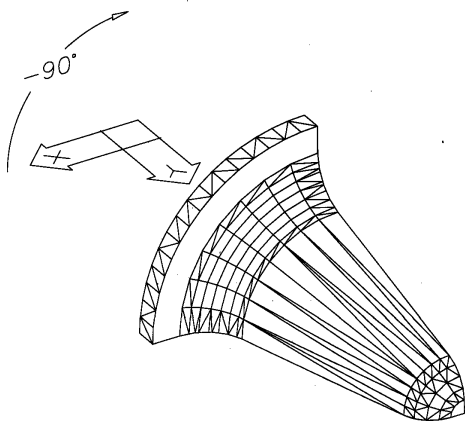


图 5-35

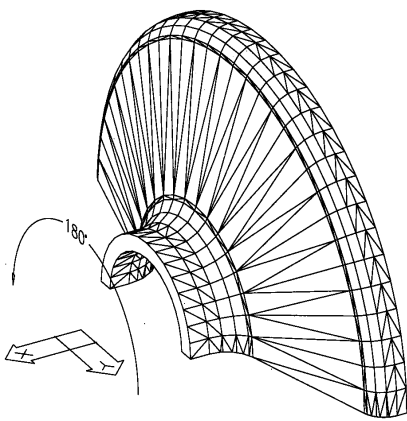


图 5-36

首先我们使它绕 Y 轴转 -90° ：

Command: **REVOLVE**

Current wire frame density: ISOLINES=4

Select objects: (选2D闭合多段线)

Specify start point for axis or revolution or

define axis by[Object/X (axis)/Y (axis)]:Y

Specify angle of revolution <360>:-90

接下来我们使它绕 X 轴转 180° ：

Command: **REVOLVE**

Current wire frame density: ISOLINES=4

Select objects: (选2D闭合多段线)

Specify start point for axis or revolution or
define axis by [Object/X (axis)/Y (axis)]: X

Specify angle of revolution <360>: 180

5.11 EXTRUDE命令

EXTRUDE命令将轮廓线对象空间移动的轨迹转变成实体对象。它的命名源于制造业中的冲压。在制造业的冲压工艺中，像铝等材料被拉伸通过一个模具使之形成截面形状与模具相同的管子。而AutoCAD中的拉伸比制造业中的拉伸更神通广大，因为它们既可以使轮廓线的法向沿指定的对象的路径走，又可以带有锥度。EXTRUDE的命令格式为：

Command : **EXTRUDE**

Current wire frame density: ISOLINES=(current)

Select object: (用各种方法拾取对象)

Specify height of extrusion or [Path]: (指定一个距离或输入P)

你所选的所有对象都会被沿着指定路径拉伸同样的高度，当然不符合规范的轮廓线对象将会被忽略。

5.11.1 HEIGHT OF EXTRUSION 选项

指定一个距离可以用拾取两个点的方法，也可以直接输入一个值。拉伸轮廓线对象所沿的方向不一定是Z轴方向。一个实体的Z向经常被称为拉伸方向，AutoCAD会像记住颜色、线型一样记住它们。当一个平面闭合对象创建时，它的Z向通常就是Z轴方向，它总是与平面闭合对象相垂直。如果输入的高度是个负值，对象将会被向相反方向拉伸。当你输入一个高度后，AutoCAD会询问锥角。

Specify angle of taper for extrusion<0>: (指定一个角度或回车)

锥角的缺省值是 0° ，它使截面尺寸沿整个拉伸路径上保持恒定；锥角如为正，拉伸时向内斜，截面变小；锥角如为负，拉伸时向外斜，截面尺寸沿整个拉伸路径变大。根据相对截面尺寸这很容易想通：轮廓线对象内的孔，在锥角为正时变大，在锥角为负时变小（见图5-37）。

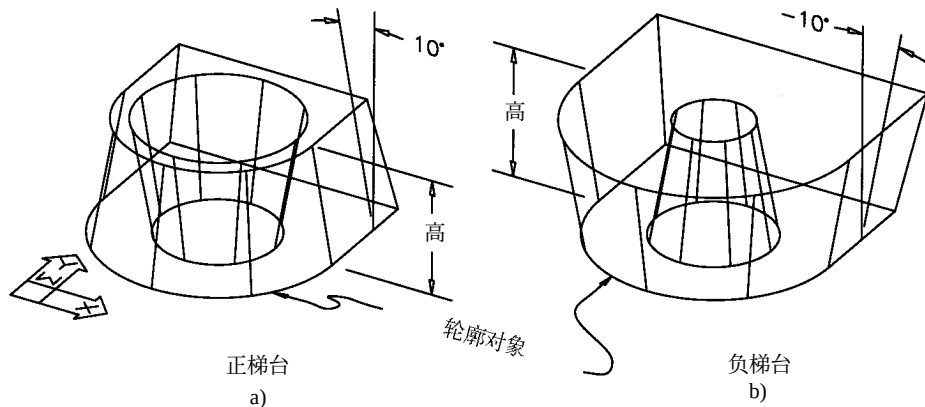


图 5-37

锥角代表拉伸方向与生成的实体的倾斜面的夹角。除了一 90° 和 90° ，任何角度都是可以的，但实际上内锥角取决于拉伸的高度。锥角不能大到拉伸的边相交。太大的锥角会有出错信息提示，告诉你拉伸件自身相交，不能生成。

5.11.2 PATH 选项

这一选项用一个独立存在的对象作为拉伸路径。该路径对象决定了拉伸的长度、方向和形状。当你选了 PATH 选项，拉伸就不能再有锥角了，它的截面尺寸保持不变。可用的路径实体有直线、圆弧、椭圆（样条的和多段线的）、2D 多段线、2D 多边形、3D 多段线和样条线。

路径可以不闭合，也可以是非平面的曲线，但也是有限制的。一个限制是路径的圆弧部分的半径必须大于等于轮廓对象的宽度。也就是说，如果轮廓对象的宽度是 1，则路径上所有的圆弧部分的半径必须大于等于 1。另一方面，路径上允许有角（即具有不同方向的两段直线相交处），甚至可以将直线间的这个角看作是半径为 0 的圆弧。AutoCAD 只是简单地将拉伸的角斜接（见图 5-38）。

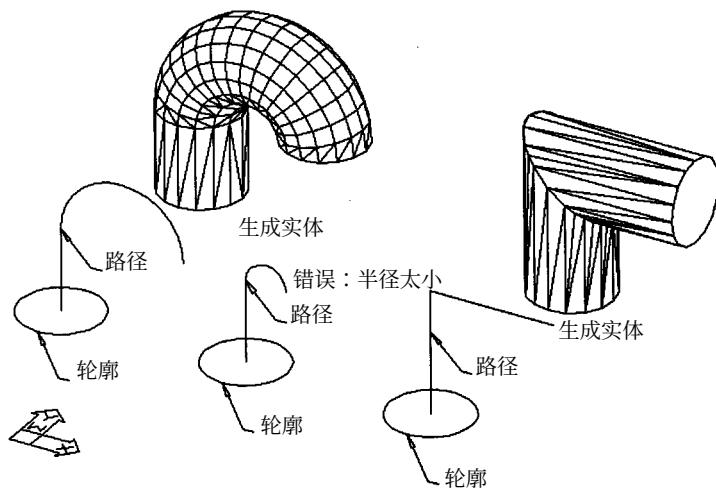


图 5-38

三维曲线包括螺旋线，只要它是由 3D 多段线和直线段组成的，就可以作为路径。样条拟合 3D 多段线和非平面样条实体不能用作路径。

有一个特别之处：即使路径的起点与轮廓不垂直，拉伸也总是从轮廓开始，而在结束点上路径与轮廓垂直，如图 5-39 所示。结果是当路径的起点与轮廓不垂直时实体像是被切掉了一块。虽然起点与轮廓不垂直是可以被接受的，但是拉伸实体的截面是不同于轮廓面的。

不同的是当路径为样条曲线（实体类型，而不是样条拟合多段线）时，在路径的起点，拉伸生成的实体的端面总是垂直于路径。如果轮廓在起点不垂直于路径，AutoCAD 自动地旋转轮廓使之同路径垂直，如图 5-40 所示。在拉伸生成实体的一端与样条曲线路径垂直，和其他类型的路径一样。

路径总是向轮廓的中心线投影，这增加了复杂性。路径的投影不同于路径的简单移动。可以和 AutoCAD 的偏移命令（OFFSET）比较一下，偏移命令中，偏移的距离等于轮廓的中心与路径间的距离。就像偏移后的圆弧半径总是大于或小于原始圆弧半径，投影路径也总是

长于或短于原始路径，这决定于路径与轮廓的相对位置。该投影路径是个虚拟的路径，虽然就像有一个路径对象那样完成了拉伸，但该投影路径对象是不存在的。

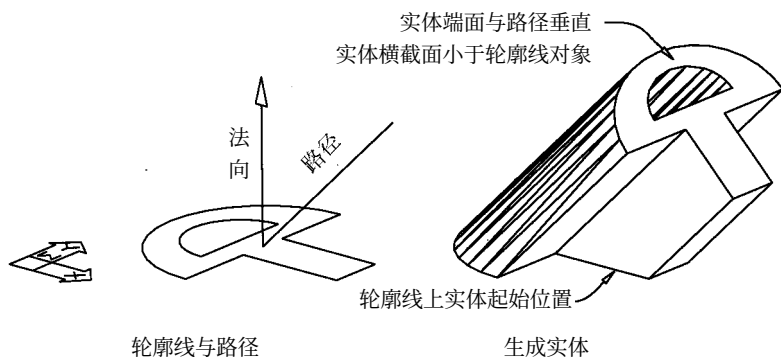


图 5-39

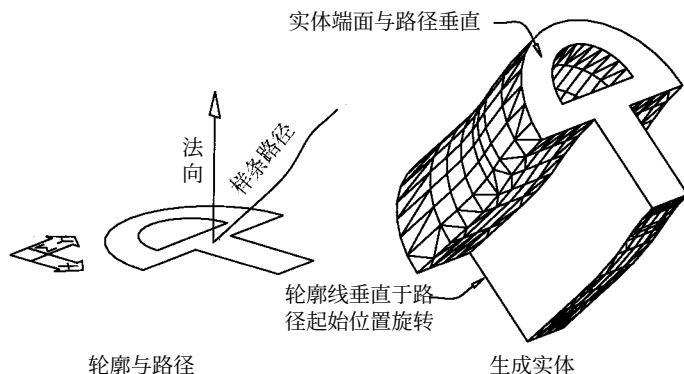


图 5-40

看一个例子，图5-41显示了一个轮廓对象和三个可能的路径，没有一个路径位于轮廓上。路径2的方向线位于轮廓两个端点的中间，所以它的拉伸长度等于路径的全长。路径1就像图中箭头所示那样向轮廓的中心投影，会变短。路径3在向轮廓的中心投影时会变长。同一轮廓对象经由三个不同的路径拉伸的实体如图5-42所示。

这种由于投影而带来的路径尺寸的变化也会发生在闭合路径中。并且当闭合路径有锐角时，比如多边形路径，路径就会移到一个位置，在该位置上轮廓处于两个拉伸体斜接的中点。在稍后我们构建拉伸实体时会再讨论这个问题。

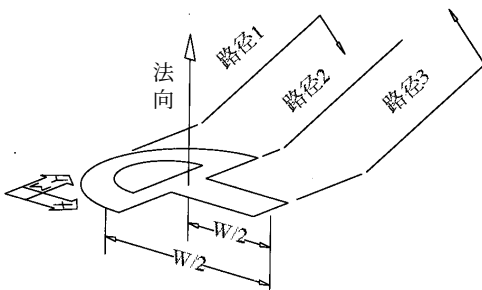


图 5-41

提示 尽量保持路径简单。编辑修改拉伸实体比一开始就建一个很精确的路径要容易。

在与轮廓对象垂直的方向上开始你的路径。

将路径定在每个轮廓对象的中心，也就是路径的方向线位于轮廓两个端点的中间。

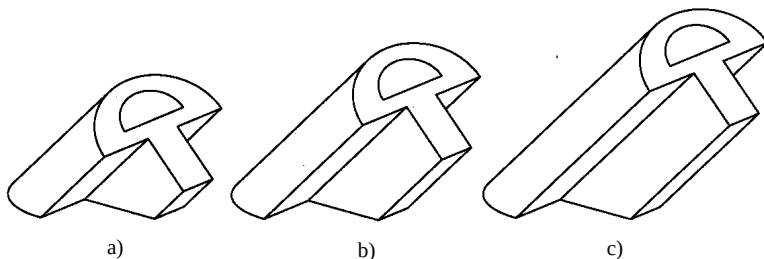


图 5-42

5.11.3 应用实例

在下面的拉伸实体演示中，我们将集中在 PATH 选项。该选项让你创造出独特的实体形状，但它有时似乎较难掌握。

首先我们用圆绕螺旋线运动来生成一个圆柱螺旋弹簧。你可以用圆柱坐标来生成路径，或者用本书第3章中给出的 AutoLISP 程序 HELIX.LSP。该作为路径的螺旋线半径恒为 1，节距也为 1。我们将它旋转两圈，每圈 24 段。螺旋线必须用 3D 多段线生成，因为 AutoCAD 不会接受非平面的样条线作为路径。弹簧的线径 0.5，代表一个 0.5 直径的圆位于路径的起点，垂直于路径的第一段。

Command: **EXTRUDE**

Current wire frame density: ISOLINE=4

Select objects: (选圆)

Specify height of extrusion or [Path]: **P**

Select extrusion path: (选 3D 多段线)

结果显示如图 5-43 所示。由于路径是由短的直线段组成的，所以弹簧只是一个近似光滑的圆柱螺旋弹簧。你可以通过改变路径螺旋每圈段数来增减它的近似程度，这样做时必须要考虑计算机的速度和能力。

接下来我们绕一个六边形路径挤压一个六边形轮廓对象。如图 5-44 所示，两个六边形都是通过 AutoCAD 的 POLYGON 命令（多边形）给出的，用的是 Circumscribed about circle（外切圆）选项。轮廓对象位于路径的一段的中点，并垂直于该线段。提示的命令行和输入顺序为：

Command: **EXTRUDE**

Current wire frame density: ISOLINES=4

Select objects: (选轮廓对象)

Specify height of extrusion or [Path]: **P**

Select extrusion path: (选六边形路径)

Path was moved to the center of the profile.

Profile was oriented to lie on the bisector plane.

结果如图 5-44 所示，可能会使你大吃一惊。就像 AutoCAD 在命令中说的那样，路径被移动到使轮廓对象的中心位于路径多边形的一个顶点上，在路径多边形顶点，轮廓对象被转过一角度以使与实体段的斜接相一致。这种做法的后果是实体通过直线段的截面积被稍微压缩了一些。AutoCAD 总是要移动闭合的路径，为的是使轮廓对象位于路径多边形的一个顶点上，使带有锐角的路径去适应轮廓对象，最终使与实体段的斜接相一致。

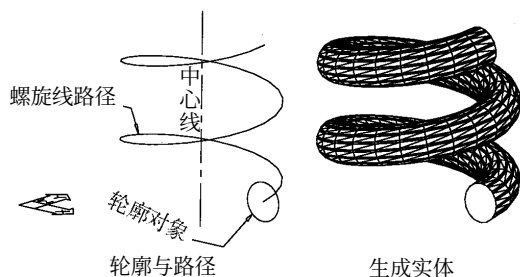


图 5-43

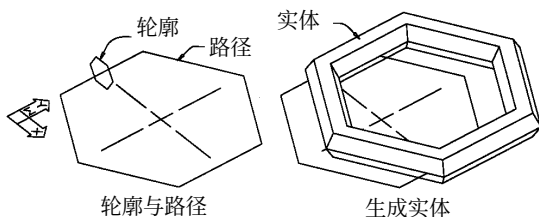


图 5-44

5.12 编辑实体

创建一个三维基本实体，或对2D实体进行挤压或旋转，只不过是构造实体模型的第一步。接下来，基本的实体被组合和变形以生成设计所需的形状。

AutoCAD的关于实体的操作分三类。第一是布尔运算，它用两个或多个已有的实体来生成新的实体。第二是修改，它每次只在一个实体上动作。第三是编辑，它可修改三维实体中被选中的边和面。布尔操作的菜单选择项和工具条如图5-45所示。

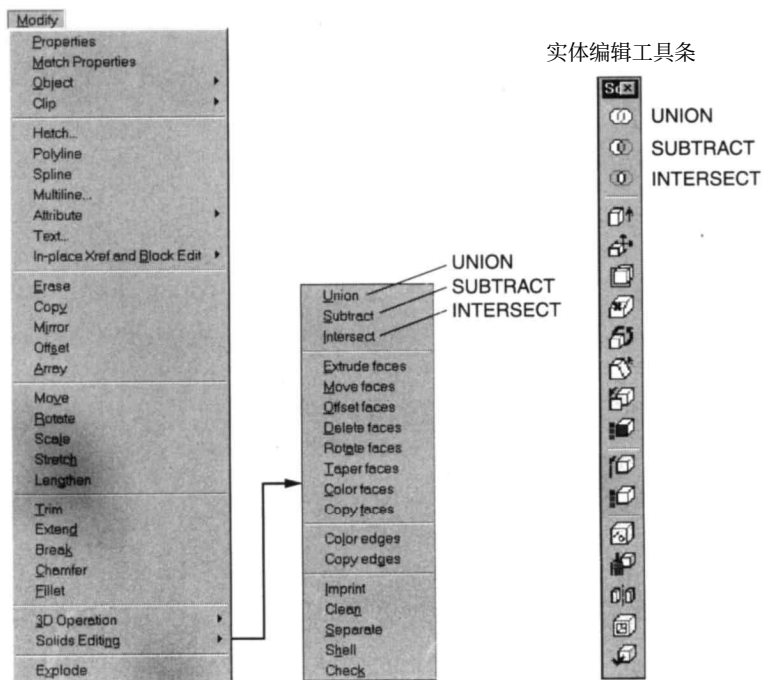


图 5-45

5.13 布尔操作

布尔操作得名于19世纪英国数学家乔治·布尔，他发展了逻辑理论，这些理论现在还广泛应用于计算机中。实际上所有计算机编程语言都有“或（OR）”、“与（AND）”和“异或（XOR）”三种布尔操作，同样，AutoCAD有三条命令实现对实体和面域的布尔操作：UNION、

SUBTRACT和INTERSECT。

三条命令都比较简单和容易理解，如图 5-46所示。UNION将两个或多个实体组合成一体；SUBTRACT从一个实体中减去另一个实体；INTERSECT从两个或多个实体的相交部分取得实体。虽然图解只用了一对实体来演示布尔操作，但在多个实体时是同样有效的。虽然我们的讨论只限于实体布尔操作，对面域也是同样有效的。但是你不可以在布尔操作中混淆实体和面域。

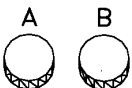
水平			
	没有共同部分 的两个圆盘	有共同部分 的两个圆盘	完全重合的 两个圆盘
原形 →			
UNION			
SUBTRACT			
INTERSECT			

图 5-46

通常由布尔操作得到的实体属于复合实体，因为它至少含有两个元素。有些实体建模程序保存了原始实体的变化踪迹，甚至能将复合实体复原成多个原始实体。可是 AutoCAD做不到这一点。一旦当一组实体的布尔操作完成以后，生成的实体就不能再回到它的原始状态（除了用另外的修改操作，或用 UNDO 命令）。

5.14 UNION命令

UNION它将一组实体组合成一个实体，可能是使用率最高的布尔操作。当调用这条命令时，AutoCAD将提示你选择要组合的实体，不会有选项和其他提示。可以用任何选择实体的方法选取实体。你所选的对象中的非实体对象将会被忽略，但如果你所选的对象中的实体少于2个，AutoCAD将提示“ At least 2 solids or coplanar regions must be selected.” (必须至少选择2个实体或共面域)。

Command: **UNION**

Select objects: (用任何选择实体的方法选取至少 2个实体)

所有被选实体将被组合成一个实体，不管它们位于三维空间的什么地方。对于面域，只有在同一平面中（共面）的面域才会被组合成一体（见图 5-47）。

如果实体重选，其共同部分将生成一个新的实体，AutoCAD会生成新实体的边界。如果有实体互相不接触，它们仍将组成一体，尽管它们之间有间隙。有时侯互不接触的实体间的联合体在布尔操作时是很有用的。例如，你可以将一组圆柱体按某种形式排列后联合成一体，

用于在其他实体上生成孔。

与AutoCAD的其他操作一样，新的复合实体继承当前实体对象的层。如果原始实体不在同一层内，新的复合实体继承第一个被选实体的层，或当用选取窗选取时，继承最新实体的层。

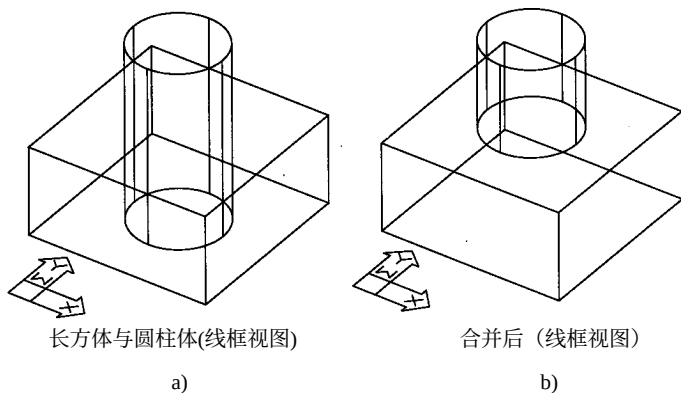


图 5-47

练习：使用UNION命令

我们首先来对一些相对简单的实体用 UNION 命令。构造两个长方体：一个长 0.5、宽 2、高 1；另一个长 1.5、宽 2、高 0.5。再构造一个半径为 1、高 0.5 的圆柱体。将它们放到一起，如图 5-48 所示。注意高为 0.5 的盒子与其他盒子和圆柱体共享空间。然后用 UNION 命令将三个实体组合起来。

Command: **UNION**

Select objects: (选三个实体)

生成的新实体如图 5-48b 所示，组合前和组合后的图形都是以线框模型显示的。

光盘上 3d_p5_01.dwg 文件中有这三个实体和它们的复合实体。在讨论 SUBTRACT 操作时我们还要在它上面打孔。

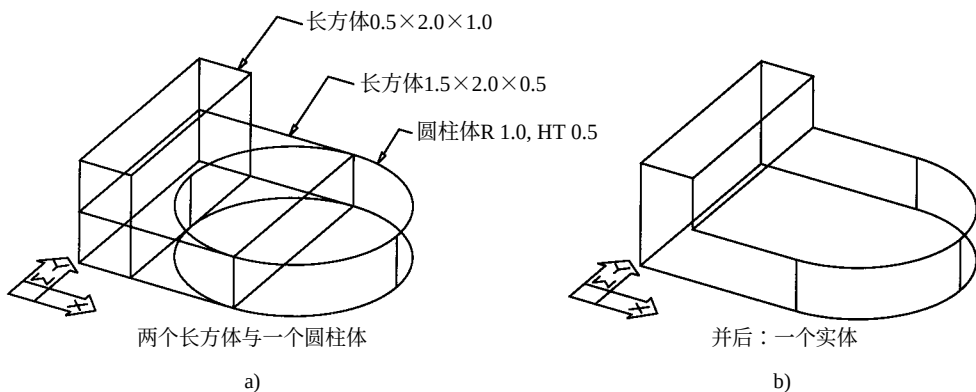


图 5-48

接下来我们开始构造一个实体模型，它是第 2 章中我们用 UCS 坐标练习作线框模型时的图。生成如图 5-49 所示的两个实体。一个是拉伸实体，另一个是基本圆柱体。生成拉伸实体最简

单的方法是将 UCS 坐标绕 X 轴转过 90° ，画出图示尺寸的直线实体，然后将它们转化成 2D 多段线或面域，将它作为 EXTRUDE 命令的轮廓对象，拉伸高度为 2。最后将把 UCS 移到模型上长为 1 的平面上（UCS 命令中的 Face 选项是移动 UCS 的好方法），再调用 CYLINDER 命令，使圆柱的半径为 1，高度为 -0.25。圆柱将与拉伸件搭接，但这并不紧要。

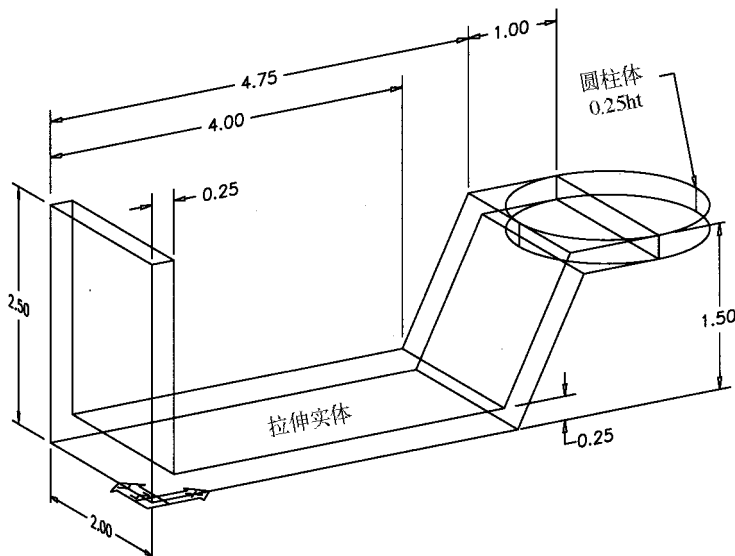


图 5-49

当两个实体生成好并放到位后，用 UNION 命令将它们组合成一体。

Command: **UNION**

Select objects: (选取2个实体)

用 HIDE 命令后，其结果如图 5-50 所示。在后面 3D 实体命令的应用中我们将给该模型加孔和倒角，就像我们在线框模型中做的那样。

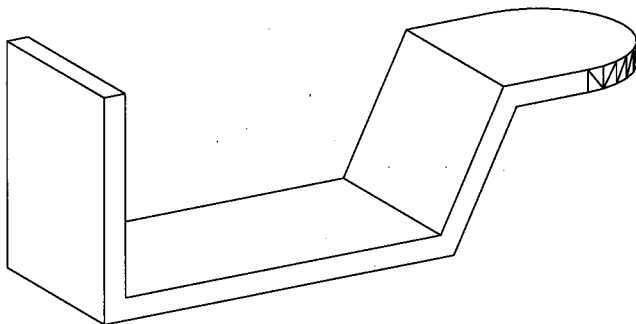


图 5-50

把你的模型与光盘中的 3d_p5_02.dwg 文件中的模型进行比较。

5.15 SUBTRACT 命令

布尔差操作从一组相交实体的一个实体集中去除相交部分。可以用该命令修剪实体或打

孔。它由SUBTRACT命令进行。首先会提示你选择将要被切的实体。

如果选取的对象不只一个，AutoCAD会自动执行并操作以生成一个单一的源对象。接下来会提示从源实体集中被减去的对象集，如果在选择第二个选择集中又恰好包含了源对象，无论第二个选择集是否选中，AutoCAD都会执行本操作(见图5-51)。

SUBTRACT命令的命令行格式为：

Command: **SUBTRACT**

Select solids and regions to subtract from...

Select objects: (用任何选择实体的方法选取实体)

Select solids and regions to subtract...

Select objects: (用任何选择实体的方法选取实体)

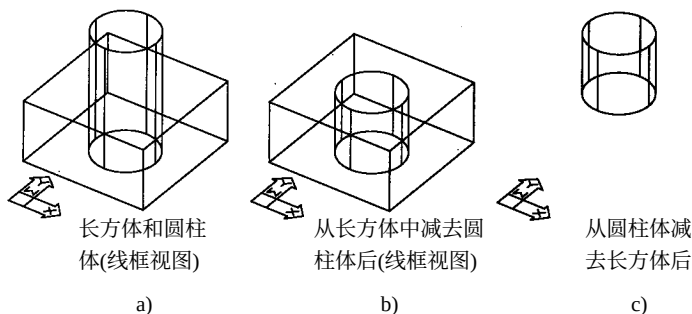


图 5-51

两个选择集的共同部分被去掉，第二次选择集对象包括源对象外的任何部分也会在图上消失。如果所选的两个选择集没有共同部分，则第二选择集对象全部消失，不会去除任何部分。如果源对象被完全包含在第二次选择集内，它们都将消失，AutoCAD会显示一个信息：“Null solid created — deleted”(没有创建实体，删除)。

结果生成实体的层就是源对象的层。如果选取的源对象不只一个，而它们又不是处于同一层，生成实体的层就是第一个被选实体的层，当用选取窗同时选取多个实体时，它们中最后一个被创建的对象层作为新生成实体的层。

练习：使用SUBTRACT

用UNION命令在复合实体上开个孔。首先用CYLINDER命令创建一个半径为0.5，高为1的圆柱体，如图5-52所示。然后从复合体上切去该圆柱体。

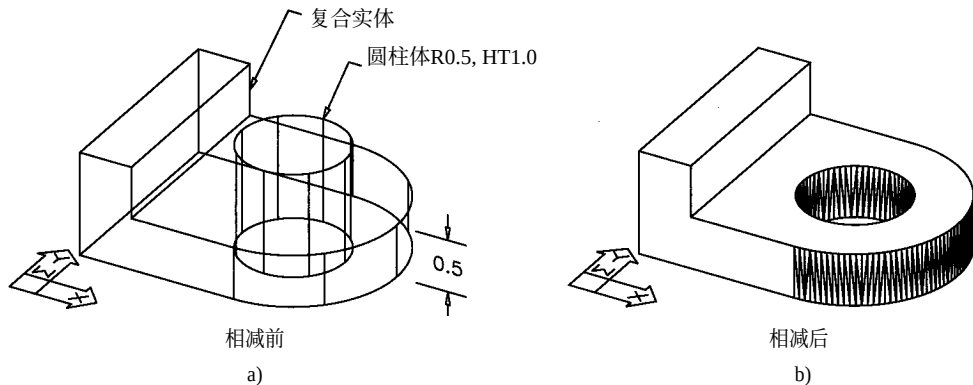


图 5-52

Command: **SUBTRACT**

Select solids and regions to subtract from...

Select objects: (选择复合实体)

Select solids and regions to subtract...

Select objects: (选取圆柱)

经HIDE操作后的结果显示在图 5-52 的右面。圆柱体已经消失，包括延伸到被切实体之外部分。

光盘上3d_p5_03.dwg文件中有被切前后的图。

接下来我们用SUBTRACT命令给用UNION命令生成的支架打孔和开切口。孔以圆柱为基础，其尺寸如图5-53所示。为了方便，我们将大圆柱放到XY平面，其高度足以穿过在那儿的复合实体。因为作为减去的实体不会保留，所以它超出被切实体是没关系的。

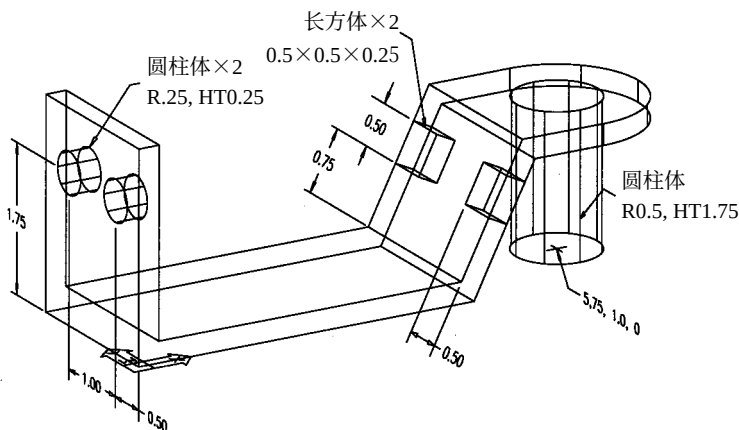


图 5-53

方形槽以长宽都为0.5高为0.25的长方体为基础。最简单的方法是用UCS命令中的3point(3点)或face(面)选项将UCS放到复合实体的倾斜部分。当5个实体都生成后，应用SUBTRACT命令就是很容易的事了。

Command: **SUBTRACT**

Select solids and regions to subtract from...

Select objects: (选择复合实体)

Select solids and regions to subtract...

Select objects: (选取三个圆柱体和两个长方体)

经HIDE操作后的结果如图 5-54 所示。稍后我们还要给它加上线框模型中的斜面，给支架的锐边倒角。

光盘上3d_p5_04.dwg文件中有5个实体和求差后的模型，5个实体被放置在支架相应的位置上。

最后一个SUBTRACT命令的练习是完成我们正在研制的一个显示器外壳的表面模型。我们在第3章中开始做该模型的线框模型，又在第4章处理了它的大部分表面。然而模型的背面仍然是非闭合的(如图 5-55 所示)。为了与其他电子元件连接，该区域要开四个口子。如果用三维表面或polymesh surface来做它的表面是很棘手的，所以我们将表面做成面域。虽然这不

是面域对象的初衷，但是能像平面那样用它，使用方便。

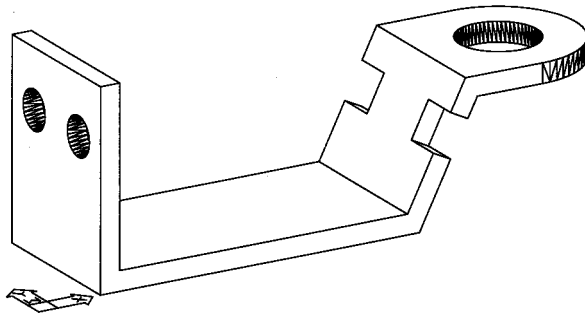


图 5-54

冻结表面所在的层，只留下线框能显示，然后将 UCS 置成如图 5-56 所示的位置。

为线框对象建一个新的层，把它作为当前层并取名 WF-02，用四根直线或一根 2D 多段线画出非闭合区域的轮廓。再冻结除了当前层外的所有层以使画面简单清楚。然后按图 5-57 所示的尺寸画出四个开口。

建一个新的层，取名 SURF-05，把它作为当前层。如果你想保留所画的对象，可以将系统变量 Delobj 置为 0。然后调用 REGION 命令将你所画的对象做成面域。AutoCAD 会报告已创建了 5 个面域。每个闭合的对象都转成了面域，不管它是单根线还是圆。最后在外层面域中切除作为四个切口的面域。命令行顺序为：

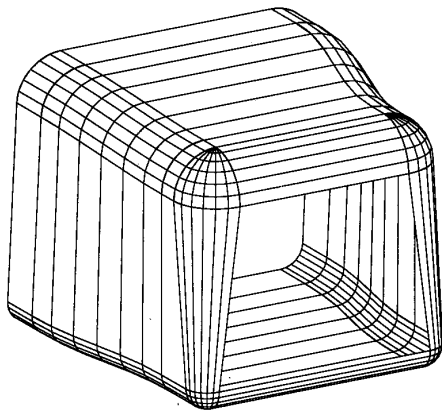


图 5-55

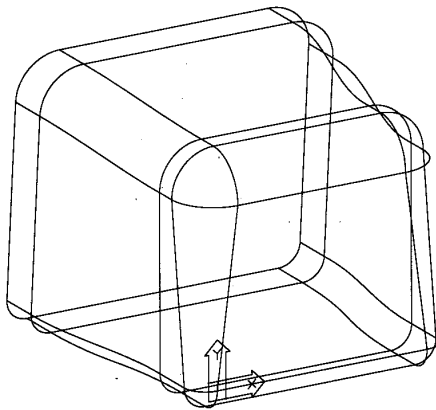


图 5-56

Command: **SUBTRACT**

Select solids and regions to subtract from...

Select objects: (选择外层面域)

Select solids and regions to subtract...

Select objects: (选取四个内层面域)

当其他面所在的层解冻并调用了 HIDE 命令后，你的三维模型如图 5-58 所示。如果开出的圆口看起来不太圆，可以增大系统变量 Facetres 的值。这样模型就完成了。

光盘上 3d_p5_05.dwg 文件中有标有尺寸的对象和完成后的模型。我们将在第 6 章描述怎样从表面模型中得到它的产品图。

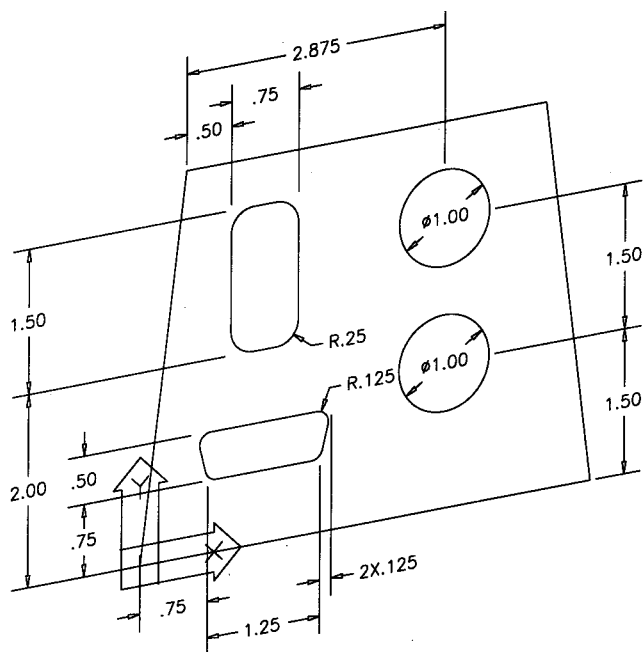


图 5-57

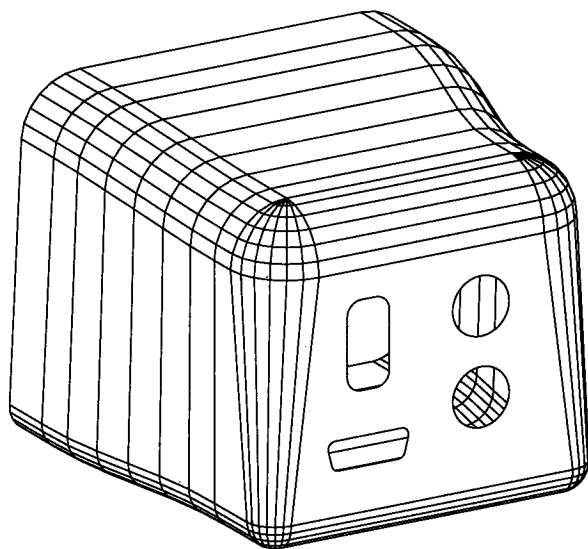


图 5-58

提示 只要有可能,对以下操作推迟使用UNION和SUBTRACT命令是有益的,因为修改实体模型组件要更容易。例如,将一个实体从另一个实体中抽壳生成圆柱体的操作,移动或复制该圆柱体要比移动或复制孔来得容易。

5.16 INTERSECT命令

布尔交操作由INTERSECT命令实现,它从一组相交实体的共同部分得到新的实体。从某

种意义上可以说，它正好与 UNION 命令相反。当实体组合时，所有的物体都保留，只有它们的公共部分被吸收进新的复合实体中。而在相交操作时，除了共同部分，其他都被删去了(见图5-59)。

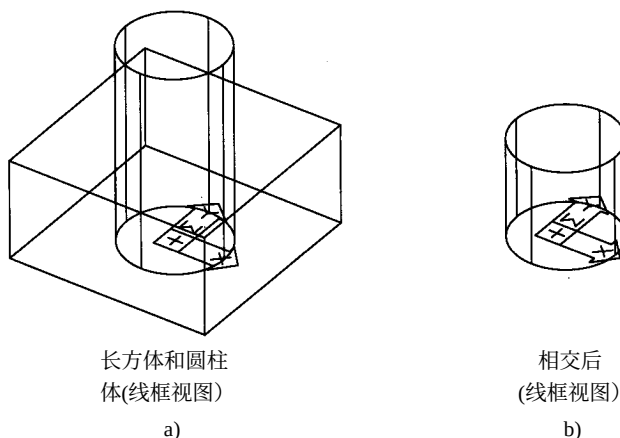


图 5-59

像UNION命令一样，INTERSECT只提示选择要相交的实体，你可以用任何选择实体的方法选取实体。命令行的格式为：

Command: **INTERSECT**

Select objects: (用任何选择实体的方法选取至少 2 个实体)

生成的复合实体继承第一个被选实体的层，或当用选取窗选取的实体中最新实体的层。只有被选实体的搭接部分保留下来，被选实体的其他所有部分都将消失。如果所有被选中的对象间没有共同部分，则所有被选中的对象全部消失，AutoCAD会显示一个信息：“Null solid created — deleted” (没有生成实体，删除)。

5.16.1 相关命令INTERFERE

该命令也从两个或多个实体中得到新的实体，但它不消去原始实体。并且它只对一对实体进行操作，即使有多个实体被选中也是这样。

5.16.2 练习：使用INTERSECT

作为INTERSECT命令的练习和例子，我们来把如图 5-60所示的2D图形转变成三维实体模型。我们将从三个视图中拉伸三个实体，将它们放到同一位置，再使用 INTERSECT命令。

第一步是画出俯、主、侧三个视图对象的外框。你只要画出外轮廓线，在俯视图上画个圆，代表通过对象的孔。然后将所画的视图外框转变成面域或 2D多段线，将顶上的圆挤到 1.5 高，主视图的框挤到高度为 4，侧视图的高度挤到 3。实际上你也可以将它们拉伸的尺寸定得大些，因为相交的体积总是那么大。将俯视图中拉伸的圆切除并调用 HIDE命令后，三个实体类似于图5-61。

接下来用ROTATE3D命令旋转分别代表主视图和侧视图的实体如图 5-62所示。

最后移动3个实体使它们完全相互包容，如图 5-63a所示，然后调用INTERSECT命令。

Command: **INTERSECT**

Select object: (选择3个实体)

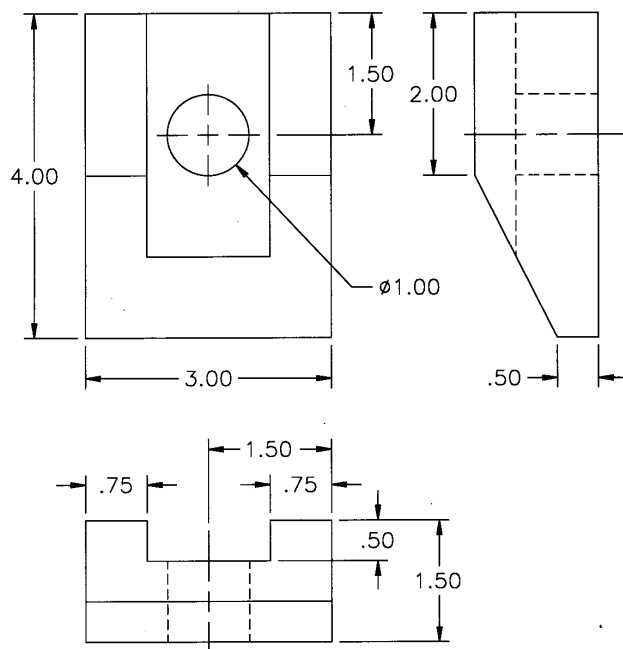


图 5-60

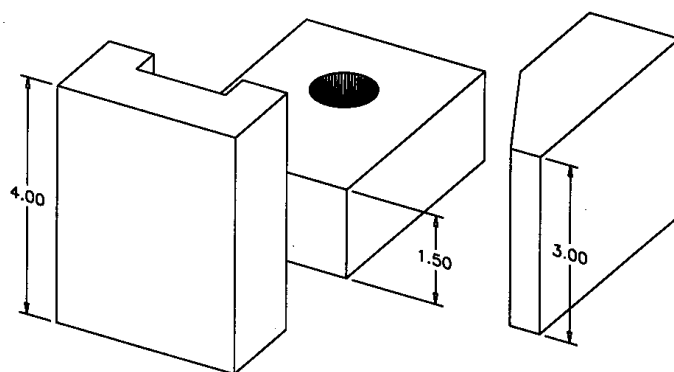


图 5-61

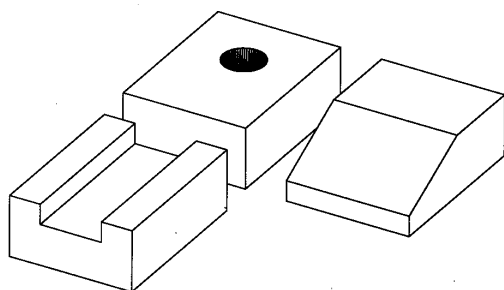
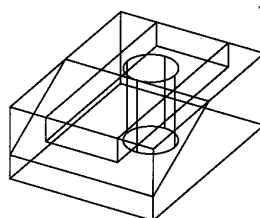
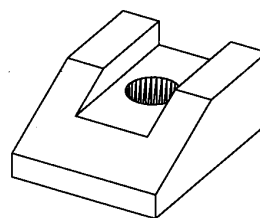


图 5-62



相交前

a)



结果

b)

图 5-63

结果生成完成的实体模型经消隐处理后如图 5-63b 所示。

光盘上 3d_p5_06.dwg 文件中有完成后的实体模型和它生成的步骤。

再做一个用 INTERSECT 命令的练习, 用轮廓线的方法。画出如图 5-64 所示零件的俯视图和主视图的轮廓线。你必须按照图中给出的尺寸画, 这尺寸不包括隐藏线和中心线。然后用 REGION 命令将对象转成面域。一共有 5 个面域。用 AutoCAD 的 SUBTRACT 命令将俯视图轮廓线内的 3 个圆变成 3 个孔。可以用 SHADEMODE 命令的 flat shading 检验结果的正确性。

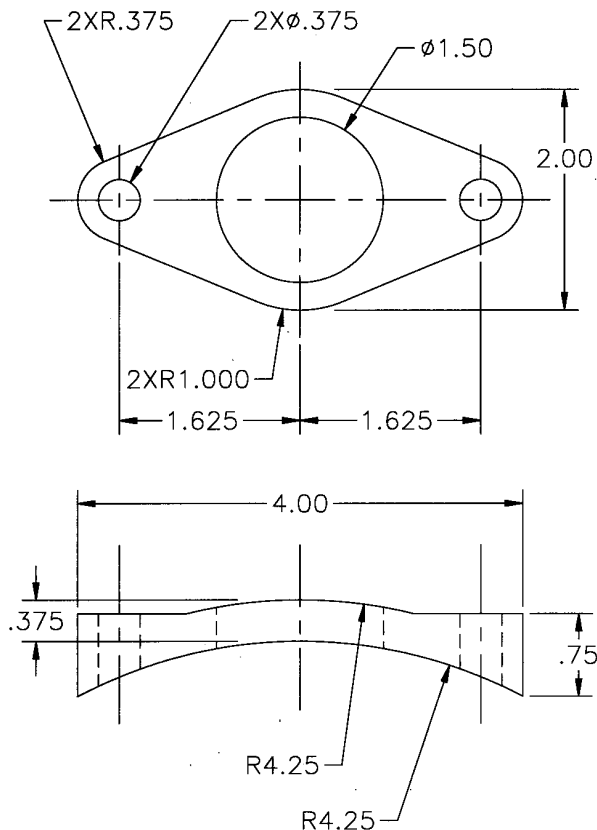


图 5-64

现在你已经得到一个代表零件俯视图的面域和主视图的面域。用 ROTATE3D 命令旋转前视图面域到 XY 平面。你还必须将两个面域移动到如图 5-65 那样靠在一起。

将代表零件俯视图的面域在 Z 轴方向至少拉伸 0.875。长一些不会有任何问题。将代表零件主视图的面域至少拉伸 2。拉伸长度取决于两个面域的靠近程度, 拉伸方向决定于你的 UCS 坐标的指向。如果 UCS 坐标如图 5-66 所示, 拉伸方向就是 Z 轴的负方向。

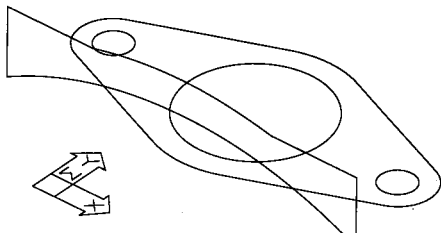


图 5-65

调用 INTERSECT 命令并拾取两个拉伸三维实体, 零件就完成了。你完成的模型类似于图 5-67 中用 2D 线框模型表达的模型。

光盘上3d_p5_07.dwg文件中有该练习完成后的实体模型和2D图形以及基于2D图形的面域。

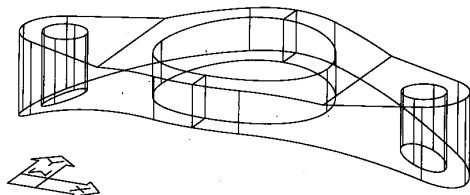


图 5-66

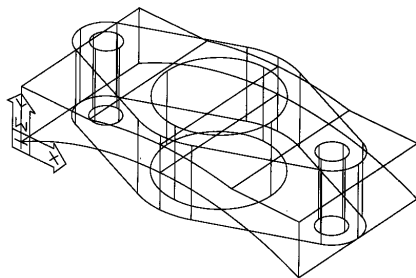


图 5-67

5.17 单个对象的修改操作

布尔操作总是需要至少2个实体，AutoCAD还有对单个对象进行修改的工具。与你预想的一样，许多常用的编辑命令不能用于三维对象。你不能对三维实体用 BREAK、TRIM、EXTEND、LENGTHEN和STRETCH命令，但可以对三维实体进行拷贝、移动、旋转和擦除。如果你炸开（explode）一个实体，实体上的平面将转化为面域，曲面和圆表面变成体（AutoCAD体对象，有点像非平面面域，只能由炸开三维实体得到）。

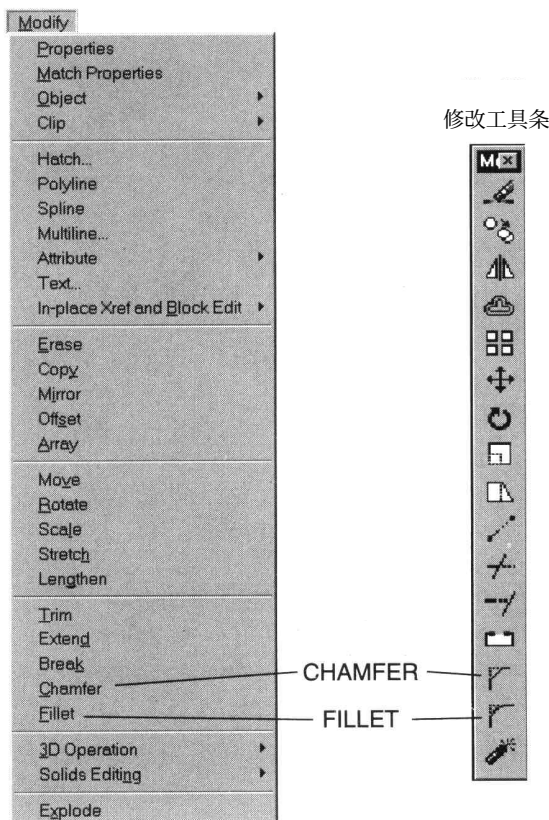


图 5-68

FILLET和CHAMFER命令都能识别实体对象，用一组特别的提示和选项来给实体倒圆和倒角。不同于这些命令的线框版本，它们只对单一对象有效，不能给实体的连接处倒圆和倒角（见图5-68）。

5.18 FILLET命令

倒圆是实体的两个面之间的圆形边。倒圆边的横截面就是倒圆的圆弧，圆弧的两端与毗连的面相切。使用 FILLET命令时选择的第一个对象如果有三条边相交，AutoCAD就显示一个特别的追踪提示，将接下来要求的对象改成实体。提示允许你以一条命令同时给任意多条边倒圆，甚至允许半径有变化，所以有些倒圆会与其他倒圆有不同的半径。同样如果你对三个面的交点倒圆，AutoCAD将会把它变成球形（见图5-69）。

FILLET命令对于实体的命令行格式为：

Command: **FILLET**

Current settings: Mode=trim.Radius=current

Select first object or [Polyline /Radius /Trim]: (选取一个三维实体)

Enter fillet radius <current>: (输入一个大于零的距离)

Select edge or [Chain /Radius]: (选取一个边、或输入C或R，或直接回车)

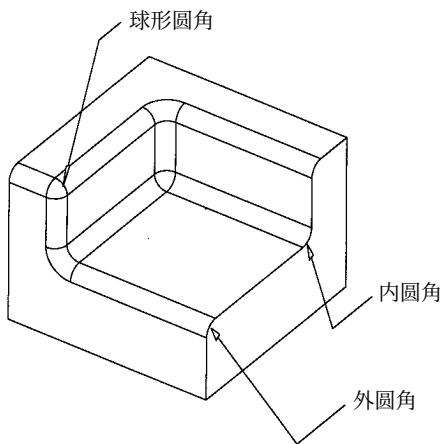


图 5-69

命令开始时出现的关于 Trim的信息模式与三维实体无关紧要。你选取的边将被高亮显示，在回车后完成倒圆。注意，选取边后，AutoCAD重现当前的半径，允许你修改。与线框模型不同的是，对于实体，半径必须大于0。

5.18.1 SELECT EDGE 选项

通过拾取在边上的一个点来选取一个边，边将被高亮显示，并且会重复出现提示项。按下回车键后，AutoCAD会报告有多少边被选取了并完成倒圆。一旦选取了某条边，没有办法取消选定。

5.18.2 CHAIN 选项

这一选项允许以一次拾取选定几个边，条件是边之间相切。追踪提示将显示：

Select edge chain or [Edge/Radius]: (选取一个边或输入E或R)

1. Select Edge Chain 选项

选取一个边进行倒圆。所有与被选边相切的边和再与它们相切的边都会被高亮显示，追踪提示也将出现。如果没有边与被选的边相切，则只有被选的边被高亮显示(见图5-70)。

2. Edge 选项

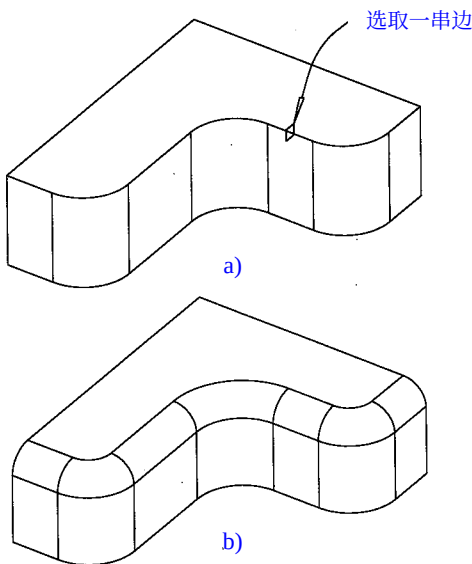


图 5-70

这一选项回到单边模式提示。

3. Radius 选项

这一选项允许你改变倒圆半径。所有在此后选取的边将会以新的半径倒圆。它的追踪提示为：

Enter fillet radius <current>: (指定一个距离或回车)

5.18.3 RADIUS 选项

这一选单边后提示的选项允许你改变倒圆半径。所有在此后选取的边将会以新的半径倒圆。它的追踪提示为：

Enter fillet radius <current>: (指定一个距离或回车)

应用实例

我们给楔体边倒圆，以阐述 AutoCAD 是如何处理倒圆角的。我们将给顶部用半径 0.25 倒圆，给垂直边倒半径为 0.5 的圆。

Command: **FILLET**

Current settings: Mode=TRIM. .Radius=0.1250

Select first object or [Polyline /Radius /Trim]: (选取点 1)

Enter fillet radius <0.1250>: .25

Select an edge or [Chain /Radius]: (选取点 2)

Select an edge or [Chain /Radius]: R

Enter fillet radius <0.2500>: .5

Select an edge or [Chain /Radius]: (选取点 3)

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

3 edge(s) selected for fillet.

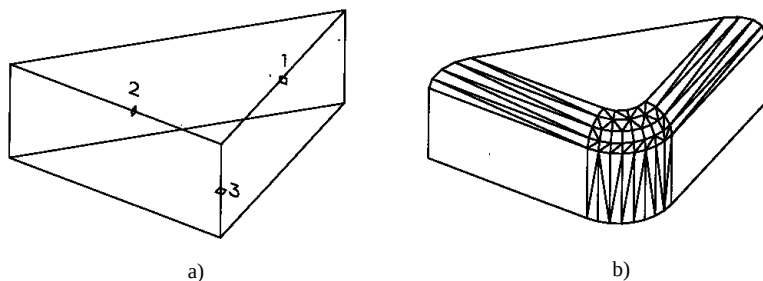


图 5-71

消隐后，倒圆完成后的实体如图 5-71 所示。

下面一个应用阐述 Chain 选项如何工作。实体前面的边显示在图 5-72 图左，有三个 180° 的圆弧。相邻圆弧相切，在端点，两圆弧又于直线边相切。该实体对象是由 2D 多段线拉伸来的。虽然实体上等曲面看起来很光滑，AutoCAD 还是将边上的圆弧看作是独立的边。所以该实体的顶上有六条独立的边。我们将给前面的边和两旁的边倒圆，后面的边不用管。

Command: **FILLET**

Current settings: Mode=TRIM. .Radius=0.5000

Select first object or [Polyline /Radius /Trim]: (选取点 1)

Enter fillet radius <0.1250>: .1875

Select an edge or [Chin/ /Radius]: C

Select an edge or [Chin/ /Radius]: (选取点2)

Select an edge or [Chin/ /Radius]: (回车)

5 edge(s) selected for fillet.

消隐后，倒圆完成后的实体如图 5-72 所示。

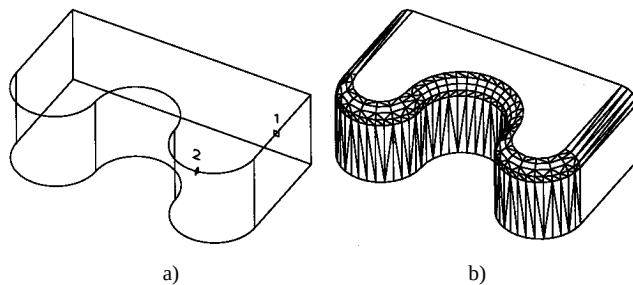


图 5-72

我们最后一个应用将演示 FILLET 命令用于三维实体的能力。图 5-73 中的对象由一个长方体与一个楔体组成，已经连成一个单一实体对象。我们将给标上号的边倒圆，在四条边之间创造一个复杂的混合面。

Command: **FILLET**

Current settings: Mode=TRIM. Radius=0.0000

Select first object or [Polyline /Radius /Trim]: (选取点1)

Enter fillet radius : .25

Select an edge or [Chin/ /Radius]: (选取点2)

Select an edge or [Chin/ /Radius]: (选取点3)

Select an edge or [Chin/ /Radius]: (选取点4)

Select an edge or [Chin/ /Radius]: (回车)

4 edge(s) selected for fillet.

倒圆完成后的实体如图 5-73b 所示。混合面是一个非常复杂的区域，用 2D 绘图技术来做是很困难的。但通过轨迹控制用数控机床来加工该实体模型却是容易的，取其截面的 2D 轮廓去作进一步分析也是容易的。

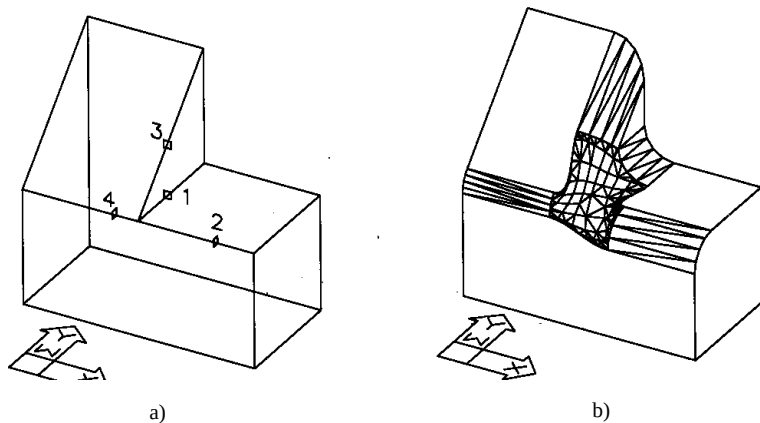


图 5-73

5.18.4 练习：使用FILLET

我们来给前面做的支架上的倾斜部分的尖角倒圆。内圆角半径 0.125,外圆角半径 0.375。
按图5-74a上标示的点, 命令行提示和应答为:

```
Command: FILLET
Current settings: Mode=TRIM, .Radius=0.0000
Select first object or [Polyline /Radius /Trim]: (选取点1)
Enter fillet radius: .125
Select an edge or [Chin/ /Radius]: (选取点2)
Select an edge or [Chin/ /Radius]: R
```

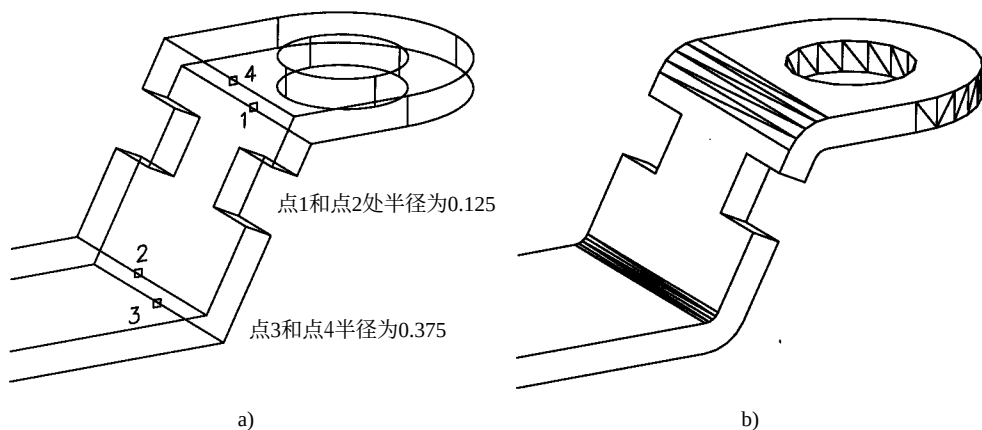


图 5-74

```
Enter fillet radius <0.1250>: .375
Select an edge or [Chin/ /Radius]: (选取点3)
Select an edge or [Chin/ /Radius]: (选取点4)
Select an edge or [Chin/ /Radius]: (回车)
4 edge(s) selected for fillet.
```

注意 当前倒圆半径为0时, AutoCAD在你选取一个实体后的输入半径的提示中不会显示当前半径。消隐后, 倒圆完成后的实体如图5-74b所示。

将此模型与光盘上3d_p5_08.dwg文件中的模型比较。

5.19 CHAMFER命令

CHAMFER命令在三维实体上倒出斜边。当FILLET命令用于三维实体时, 它是基于单条边, 而CHAMFER命令既基于边又基于面。这是因为斜边可以在两个面上偏移不同的距离(见图 5-75)。

因此, 命令执行时要定义基本的面。倒角会在基本面和与基本面相交的面间产生。CHAMFER命令行格式为:

```
Command: CHAMFER
(TRIM mode) Current chamfer Dist1=current,
Dist2=current
```

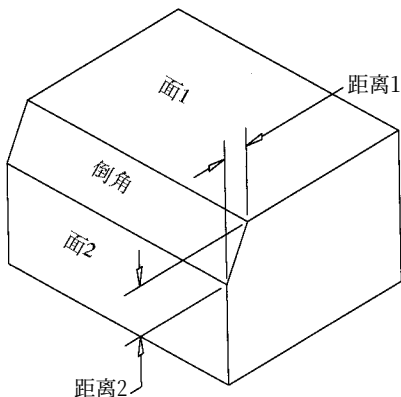


图 5-75

Select first Line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method]: (选取一个三维实体)

Base surface selection:

Enter surface selection option [Next/Ok (current)] <OK>: (输入N或O, 或者回车)

命令执行时出现的关于 TRIM 的提示对三维实体无关紧要。当你像倒圆那样拾取两面间的边时, 必须指定哪一个是基本面。AutoCAD 将高亮显示两个面中的一个面的边线, 如图 5-76 所示。如果高亮显示的面是你想要的基本面, 选择 OK 选项。如果你想要另一个面成为基本面, 选择 NEXT 选项, AutoCAD 将高亮显示另一个面的边线。你可以用 NEXT 选项在两个相交的面中来回选择, 直到选择 OK 或按回车。

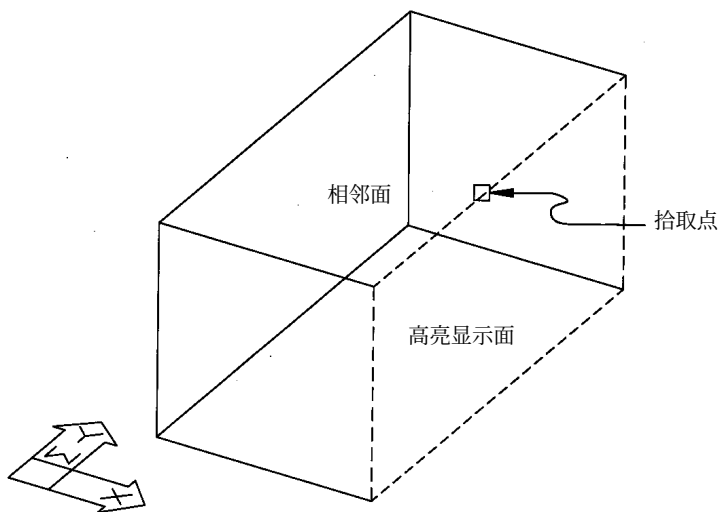


图 5-76

如果你的基本面上有网格线或等值线, 就可以用拾取网格线或等值线来开始 CHAMFER 命令。AutoCAD 会将它所在的面作为基本面, 跳过 “Next/OK” 提示。

一旦基本面确定, AutoCAD 就提示你输入倒角在基本面和其连接面上的距离。

Enter base surface chamfer distance <current>: (指定一个距离或回车)

Enter other surface chamfer distance <current>: (指定一个距离或回车)

按回车表示接受当前倒角距离。两个面上的倒角距离都必须大于 0。AutoCAD 接下来会提示选择要倒角的边。

Select edge or [Loop]: (输入L, 选取一个边, 或直接回车)

该提示会反复出现, 直到你输入回车以表示结束命令。

5.19.1 SELECT EDGE 选项

该选项选取单条边。被选的边必须在基本面上。AutoCAD 将高亮显示被选的边, 在按下回车键后进行倒角。

5.19.2 LOOP 选项

这一选项允许你一次选取就给基本面的所有边倒角。此后的提示为:

Select an edge loop or [Edge]: (输入E, 选取一个边, 或直接回车)

1. Select Edge Loop 选项

在基本面上选取一个边。基本面的所有边都会被高亮显示, 如图 5-77a 所示, 接下来的追

踪提示是前一个提示的再现。按下回车键结束命令，对高亮显示的边进行倒角，结果如图 5-77b所示。

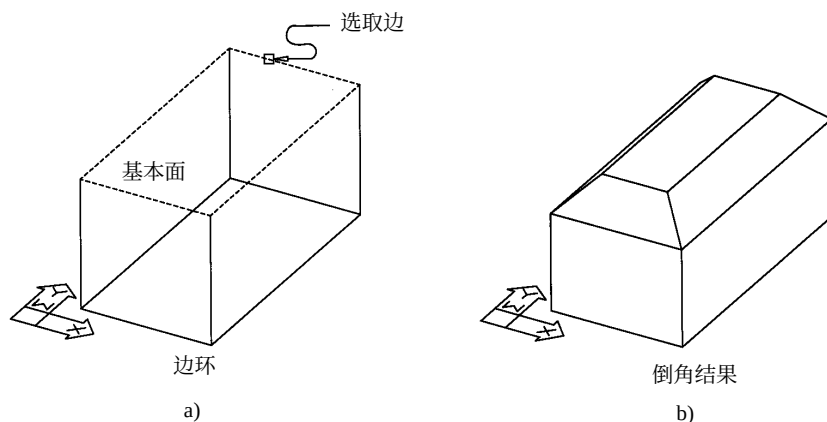


图 5-77

2. Edge 选项

这一选项回到前一个提示。

5.19.3 练习：使用CHAMFER

我们来完成前面给倒过圆的支架。要倒角的边标有点 1和2，如图5-78所示。

Command: **CHAMFER**

(TRIM mode) Current chamfer Dist1=0.0000, Dist2=0.0000

Select first Line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method]: (选取点1)

Base surface selection:

Enter surface selection option [Next/Ok (current)] <OK>: (前面将被高亮显示，所以输入 N)

Enter surface selection option [Next/Ok (current)] <OK>: (现在顶面将被高亮显示，所以回车)

Specify base surface chamfer distance: .5

Specify other surface chamfer distance<0.5000>: (回车)

Select an edge or [Loop]: (再选取点1)

Select an edge or [Loop]: (选取点2)

Select an edge or [Loop]: (回车)

隐藏线去除后所完成的三维模型如图 5-79所示。

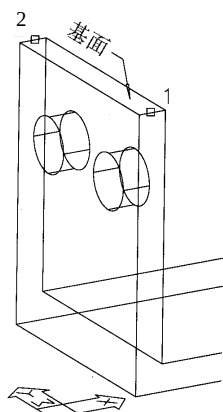


图 5-78

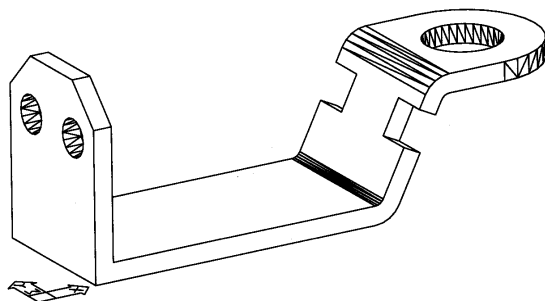


图 5-79

完整的支架模型在光盘上3d_p5_09.dwg文件中。在第6章我们将从三维模型中得到它的标有尺寸的多视图的产品图。

5.20 SLICE命令

该命令将一个或多个实体对象剖成两块。你可以同时保留剖面两边的块或只保留其中一边的块，当你选择哪一面不要时，是告诉系统哪一面需要存起来。SLICE用一个无限大的剖切平面，所以你不可以只剖对象的某一部分或用阶梯面来剖(见图 5-80)。

AutoCAD剖开的实体在剖面两边都只生成一个对象，即使被剖实体被切成多块。例如在图5-81中的U形实体在剖开后有分开的两块在同一面，虽然它们不连接但它们还是组成一个对象。

SLICE命令首先要求你选取要剖的对象，然后提供 7个不同的选项来定义剖面。每个选项的最后，AutoCAD允许你保留剖面两边的对象或指出你想保留剖面的那一面。命令的命令行格式为：

Command: SLICE

Select objects:(用任何选取方法)

Specify first point on slicing plane by

[Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points]<3points>: (指定一个选项、一个点或回车)

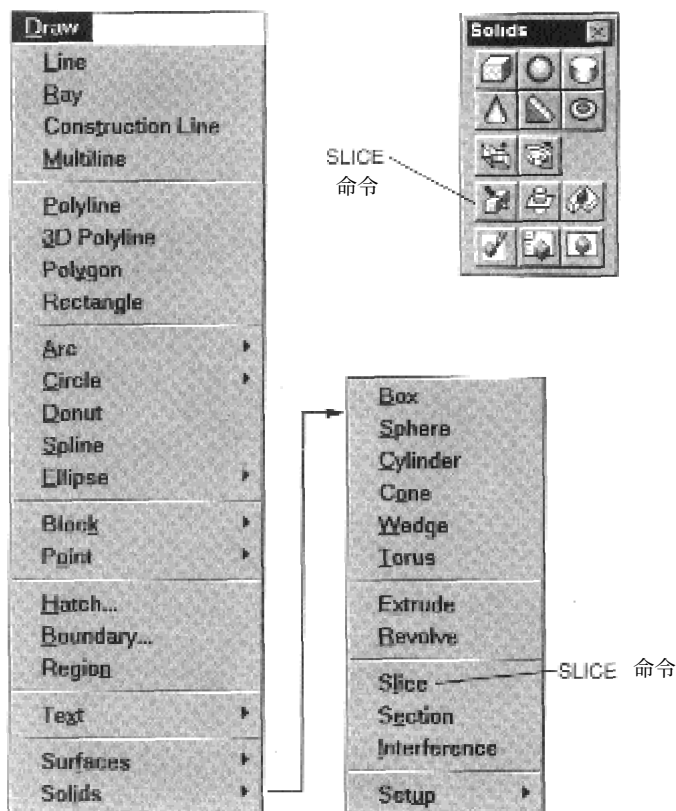


图 5-80

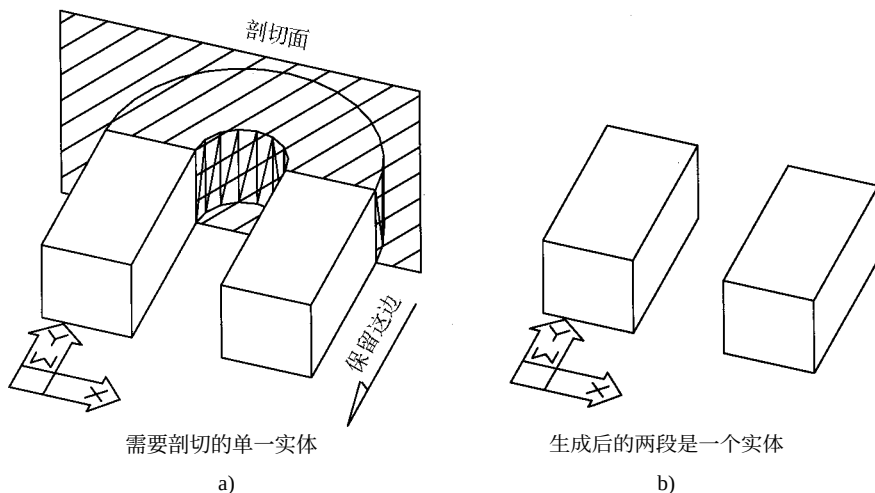


图 5-81

5.20.1 3POINTS 选项

用该选项可以由空间的三个点来指定剖面。在 SLICE 主命令中选取一个点意味着选该选项，AutoCAD 将提示你输入第二、第三个点。如果你按回车键，AutoCAD 将提示你输入三个点：

Specify first point on plane:(指定一个点)

Specify second point on plane:(指定一个点)

Specify third point on plane:(指定一个点)

指定第一个点后，AutoCAD 将拉出一根橡皮筋线来帮助你定位剖面上第二、第三个点。

5.20.2 OBJECT 选项

该选项用已有的对象来定义剖面。所用的对象必须是 2D 多段线、圆弧或平面样条线。直线、三维多段线和非平面样条线不可用。重复提示为：

Select a circle, ellipse, arc, 2D-spline, or 2D-polyline: (用任何选取方法选取一个对象)

5.20.3 ZAXIS 选项

用 Z 轴选项来定义剖面有点类似于 UCS 命令的 Z 轴选项来确定 XY 平面的朝向，这二者都依靠两个点。第一个点给平面定位，第二个点确定平面的斜度。平面的方向被定义为与从第一个点到第二个点的直线垂直。Z 轴选项的重复提示为：

Specify a point on the section plane:(指定一个点)

Specify a point on the Z-axis(normal) of the plane:(指定一个点)

5.20.4 VIEW 选项

该选项首先要求你给定一个点让剖面定位，它确定的剖面通过该点并与观察线垂直。

Specify a point on the current view plane<0,0,0>:(指定一个点)

5.20.5 XY 选项

XY 选项将剖面定位于与当前 XY 平面平行。重复提示将要求输入剖面的高度。

Specify a point on the XY-plane<0,0,0>:(指定一个点)

重复提示有一点容易被误解。它要求输入在 XY 剖面上的一个点，而不是在当前 XY 坐标面上的点（在当前坐标系中指定一点，让剖面通过该点，它确定剖面到当前 XY 平面的距离。

其实只有该点的Z坐标起作用)。

5.20.6 YZ 选项

YZ选项将剖面定位于与当前 YZ平面平行, 且与当前 XY坐标平面垂直。AutoCAD将提示你输入一个点来确定剖面到 YZ平面的距离。

Specify a point on YZ-plane<0,0,0>:(指定一个点)

5.20.7 ZX 选项

ZX选项将剖面定位于与当前 ZX平面平行, 且与当前 XY坐标平面垂直。AutoCAD将提示你输入一个点来确定剖面到 ZX平面的距离。

Specify a point on ZX-plane<0,0,0>:(指定一个点)

确定了剖面后, AutoCAD将显示一个重复提示让你保留或丢弃剖开实体的部分。

Specify a point on desired side of the plane or [keep Both sides]:(输入B或指定一个点)

1. Point on desired side of the plane 选项

该点不能位于剖面上, 它告诉 AutoCAD你想保留哪一部分。位于你所选的一个面的另一个方向的东西将被丢掉。

2. Both sides 选项

该选项将位于剖面两边剖开的实体作为两个对象保留。

5.20.8 相关命令SECTION

该命令用与 SLICE同样的选项剖开对象, 对象类型是一个面域。

5.20.9 练习: 剖切一个实体

在该练习中, 你将分别使用 7个选项来定义平面, 对 3d_p5_10.dwg文件中的三维实体进行剖切。你打开文件后, 将三维实体拷贝 7份, 用来试验 SLICE 命令的 7个选项。首先用缺省的 3points选项。

Command: SLICE

Select objects: (选取实体)

Specify first point on slicing plane by

[Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points]<3points>:(指定点1)

Specify second point on plane: (指定点2)

Specify third point on plane: (指定点3)

Specify a point on desired side of the plane or [keep Both sides]:(拾取离剖面远的一点)

结果如图5-82所示。

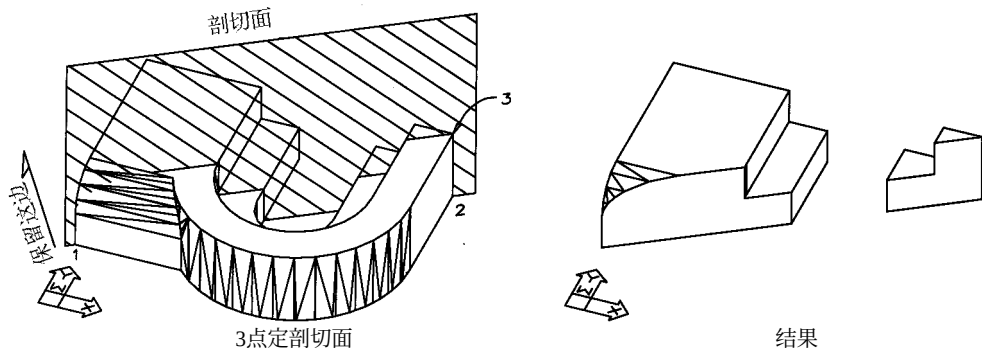


图 5-82

拾取3个点时用了端点捕捉, 3个点的顺序不重要。结果生成了两块实体, 但仍然是单个对象。接下来用 Object 选项选剖面, 它基于一个实体外的圆, 与 WCS 正交。

Command: **SLICE**

Select objects: (选取实体)

Specify first point on slicing plane by

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

Select a circle, ellips, arc, 2D-spline, or 2D-polyline: (拾取圆)

Specify a point on desired side of the plane or [keep Both sides]: (拾取离剖面远的一点)

结果如图 5-83 所示。

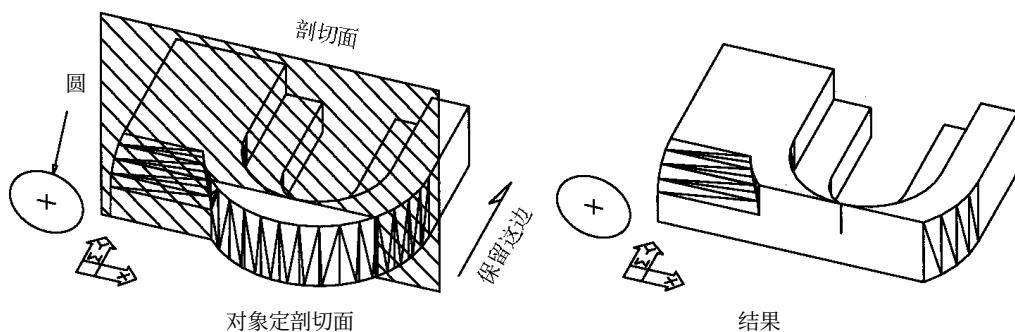


图 5-83

注意留下的实体在 U 型体的底部的厚度为无限小。在 AutoCAD 中这是办得到的, 但实际无法制造出来。

现在用 Zaxis 选项选剖面:

Command: **SLICE**

Select objects: (选取实体)

Specify first point on slicing plane by

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

Specify a point on the section plane: (指定点1)

Specify a point on the Z-axis (normal) of the plane: (指定点2)

Specify a point on desired side of the plane or [keep Both sides]: (拾取离剖面远的一点)

结果如图 5-84 所示。

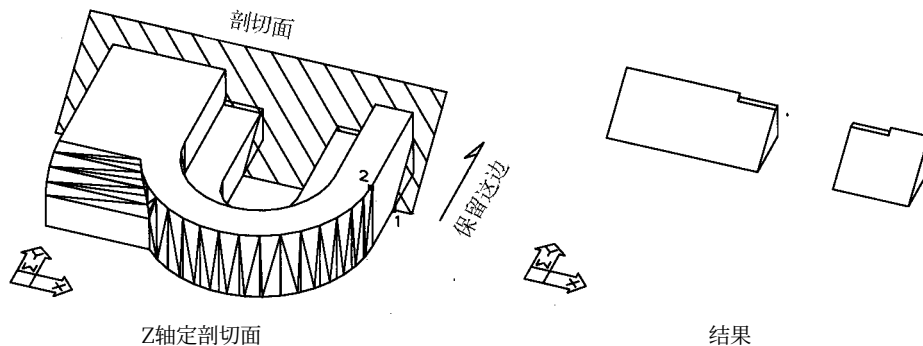


图 5-84

第一个点是用中点捕捉拾取的, 第二点是用端点捕捉拾取的。接下来用 View选项选剖面。从图形底部看, 观察的方向在 XY平面与X轴成 290° , 剖面与XY平面成 40° (见图5-85)。

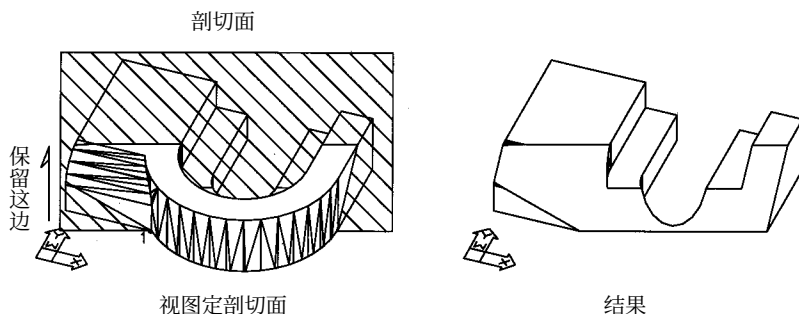


图 5-85

Command: **SLICE**

Select objects: (选取实体)

Specify first point on slicing plane by

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

Specify a point on the current view plane<0,0,0>: (指定点1)

Specify a point on desired side of the plane or [keep Both sides]:(拾取离剖面远的一点)

用XY选项选离XY平面0.375高的水平面为剖面来剖切实体(见图5-86)。

Command: **SLICE**

Select objects:(选取实体)

Specify first point on slicing plane by

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

Specify a point on the XY-plane<0,0,0>: **0,0,.375**

Specify a point on desired side of the plane or [keep Both sides]: **0,0,0**

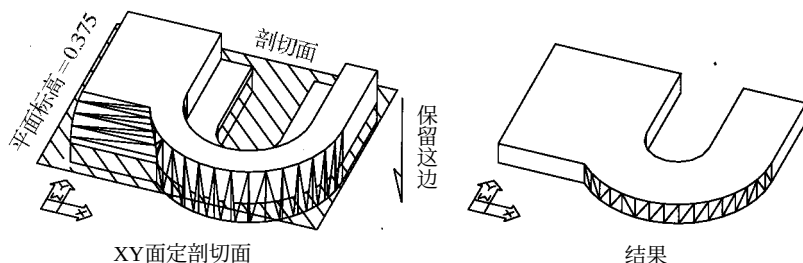


图 5-86

当剖面在XY平面之上时, 即使我们可以点出方向也要用输入坐标点来确定哪一边的实体需要保留。然而如果你用 XY平面做剖面, 就既可以用输入坐标点也可以用对象捕捉的方法(见图5-87)。

接下来用YZ选项选与Y轴平行的垂直平面为剖面来剖切实体(见图5-87)。

Command: **SLICE**

Select objects: (选取实体)

Specify first point on slicing plane by

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

Specify a point on the YZ-plane<0,0,0>: (拾取点1)

Specify a point on desired side of the plane or [keep Both sides]: (拾取剖面上在X轴负方向上的点)

最后用ZX选项选与X轴平行与XY平面垂直的平面为剖面来剖切实体(见图 5-88)。

Command: **SLICE**

Select objects: (选取实体)

Specify first point on slicing plane by

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

Specify a point on the ZX-plane<0,0,0>: (拾取点1)

Specify a point on desired side of the plane or [keep Both sides]: (拾取剖面上在Y轴方向上的点)

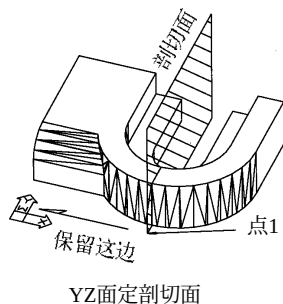


图 5-87

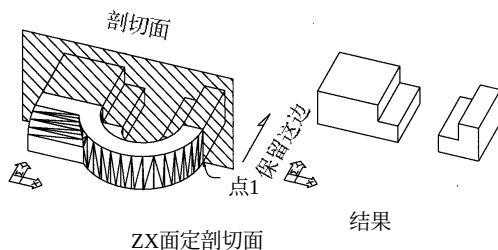
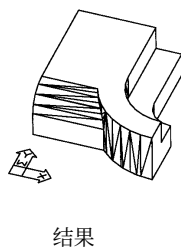
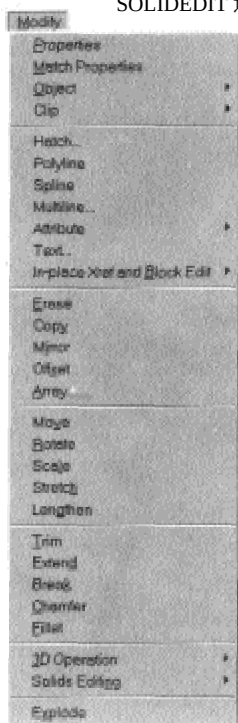


图 5-88

5.21 编辑三维实体

AutoCAD 2000所带的工具允许你修改三维实体特殊的面和边，三维实体抽壳。虽然所有

SOLIDEDIT 选项的菜单项和工具按钮



实体编辑工具条

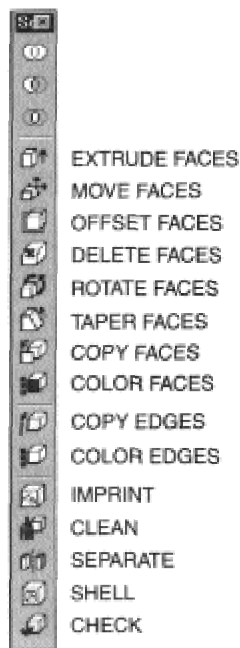


图 5-89

这些工具是一条命令 SOLIDEDIT 的选项，但你可以直接从图 5-89 所示的菜单和工具条中调用选项，就像它们是独立的命令而不是命令行提示的选项一样。

5.22 SOLIDEDIT 命令

SOLIDEDIT 命令的选项分成 3 类：面、边和体。用我们在第 3 章中讨论样条曲线基础时定义的术语来表示，面是在三维实体上的表面区域，它与毗连的面有不是 C0 就是 C1 的连续。也就是说不是与毗连的面相切就是相交。对边进行编辑的选项对三维实体上被选中的边操作，对体进行编辑的选项对三维实体上被选中的实体进行操作。这三类编辑的名称可能会让人产生误解，因为它与 AutoCAD 的体对象类型没有一点关系（体对象是当炸开三维实体时，由三维实体上非平面表面转化的非平面表面对象）。

当 SOLIDEDIT 在命令行被调用时，将显示如下信息和提示：

Command: **SOLIDEDIT**

Solids editing automatic checking: SOLIDCHECK=1

Enter a solids editing option [Face/Edge/Body/Undo/eXit]<eXit>: (选一个选项或回车)

提示出的自动检查告诉你系统变量 Solidcheck 当前的设定值。当 Solidcheck 设定为 1 时，被编辑的三维实体在被每次编辑后自动地检查内部错误。选择一个编辑选项的提示在每次选择后都会再现，直到你选择 eXit 或按回车结束命令。Undo 选项将最近一个编辑操作取消。

5.22.1 FACE EDITING OPTIONS 选项

当你从 SOLIDEDIT 命令的提示中选 Face 选项时，列出编辑面的选项提示：

Enter a face editing option [Extrude /Move /Rotate /Offset /Taper/ Delete /Copy /coLor /Undo /eXit]<eXit>:
(选一个选项或回车)

选择 eXit 或按回车回到 SOLIDEDIT 命令主提示。Undo 选项将最近一个编辑操作取消。

1. Face Selection 选项

所有的对面进行编辑的操作提示从要求你选取被编辑的面开始，同样的命令行提示用于选取面。第一个提示为：

Select faces or [Undo/Remove]: (选一个面)

两个选项在面没有被选中时是不起作用的，所以对于第一个提示总是选取一个面。选中的第一个面决定了哪个三维实体将被编辑，此后 AutoCAD 将忽略你对其他三维实体上的面的选取。选取一个面之后，AutoCAD 将显示的提示为：

Select faces or [Undo/Remove/ALL]: (选一个面,选一个选项或回车)

该提示在选取面后反复出现，直到你按回车结束对面的选取。面用拾取其上的边、等值线或表面上一点的方法选取。不能用窗、框选取一个面。即使面看不见，当它用线框模型表示时用拾取点的方法也有效。当一个面被选中后，它将会被高亮显示。

当面一个盖住一个时，第一个拾取点将选取最上部的面，接下来拾取同一点将顺序选取由它盖住的面（如图 5-90 所示）。

ALL 选项选取三维实体所有的面，Undo 选项取消最后选取的面。Remove 选项用来取消已被选取的面。它显示的提示为：

Remove faces or [Undo/Add/ALL]: (选一个面,选一个选项或回车)

指定要被取消的面如同选取要被编辑的面。Undo 选项取消最后选择，ALL 选项取消三维

实体所有的面，Add返回到选择面的提示，回车结束选择。

2. Extrude 选项

该选项用被选面的边作为轮廓来进行挤压。所选的面必须是平面。挤压一个面的提示、选项和规则与EXTRUDE命令相同。正向拉伸距离将面挤离三维实体，负向拉伸距离将面挤入三维实体。

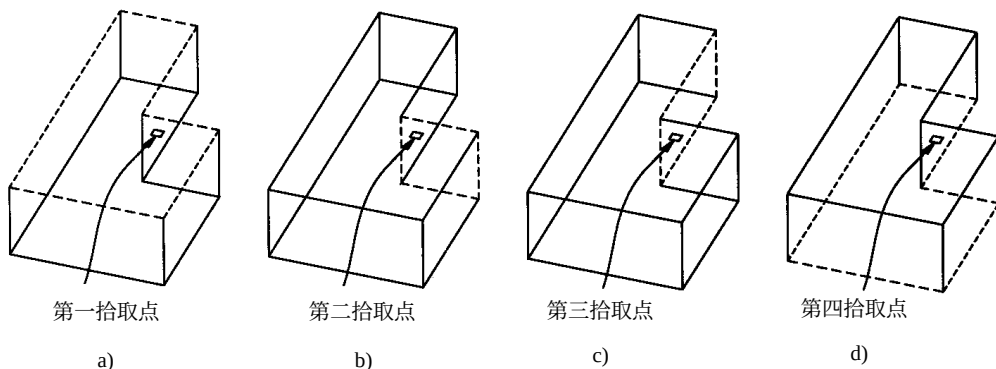


图 5-90

面拉伸选项

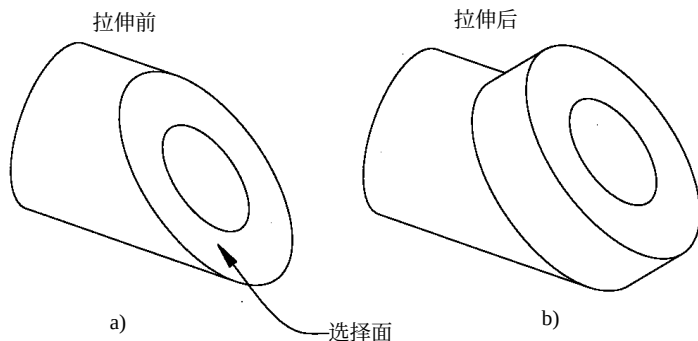


图 5-91

3. Move 选项

该选项移动一个或几个面。它的提示与 MOVE命令相似，要你指定基点和目标点。如果必要，与其相连的面将会被拉伸或压缩，如图 5-92所示。面不可以被移动到与另外的面相连。例如虽然你可以移动图 5-92中的圆孔或键槽到它们所在面上的任意位置，但却不可以将它们移动到三维实体上的其他水平面上。

图5-93示范了一个实体的厚度可以由移动面来改变，甚至它包含了几个不同的面。

4. Rotate 选项

该选项旋转一个或几个面。会有一个命令行提示选项让你来定义旋转轴。

Specify an axis point or [Axis by object/View/Xaxis/Yaxis/Zaxis]<2points>: (选一个选项，指定一个点，或回车)

5. 2points 选项

当你指定一个点，该点将确定旋转轴的一个端点。将会有个提示要你输入旋转轴的另一端点。如果你用回车来回答第二个提示，命令行提示将又从第一个点开始。

6. Axis by object 选项

该选项用线框对象来定义旋转轴。将会提示你选取一个曲线作为旋转轴。不要管提示中的“曲线”，你可以选直线或是有直段的多段线。旋转轴是所选对象的两个端点间的直线。如果你选取圆、圆弧或是椭圆，旋转轴将是通过所选对象的中心点且与其平面垂直的直线。

面移动选项

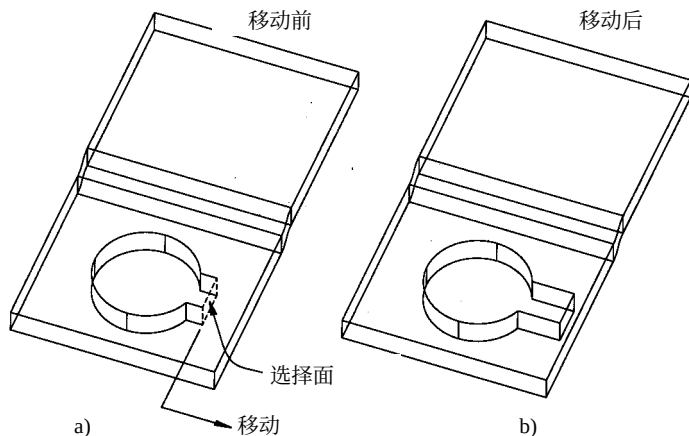


图 5-92

面移动选项

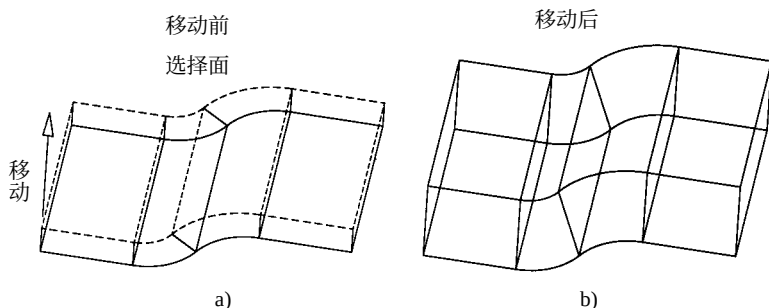


图 5-93

7. View 选项

该选项定义与当前视点的投影线平行的直线为旋转轴。将会提示你选取一个旋转轴通过的点。

8. Xaxis、Yaxis、Zaxis 选项

这几个选项定义与 UCS 的 X、Y 和 Z 轴平行的轴为旋转轴。将会提示你选取一个旋转轴通过的点。

确定了旋转轴以后，你将被提示指定旋转角。类似与 ROTATE 命令的角度选项，你可以输入一个绝对角度值或由三个点来指定一个相对角度值。

图5-94中被选中的面告诉你怎样用 Zaxis 选项来选取旋转轴。

9. Offset 选项

Offset 垂直地将一个指定的面偏移当前的位置。对于平面，其结果与 Move 和 Extrude 选项相似，取决于偏移的方向。选取一个或几个要偏移的面后，一条命令行提示会要你指定偏移

距离。正向偏移距离将所选面移离三维实体，负向偏移距离将所选面移入三维实体。

图5-95显示一个带有键槽的孔，在圆孔的面和键槽的底面被选中偏移后圆孔的直径变小了，而键槽的边没有变化。

10. Taper 选项

该选项使被选中的面倾斜。在要变斜的面被选中后，会有一个命令行提示要你指定两个点。

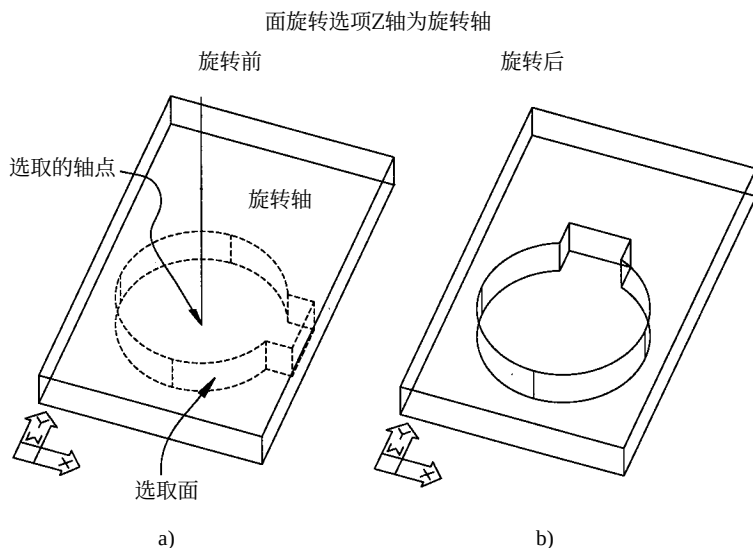


图 5-94

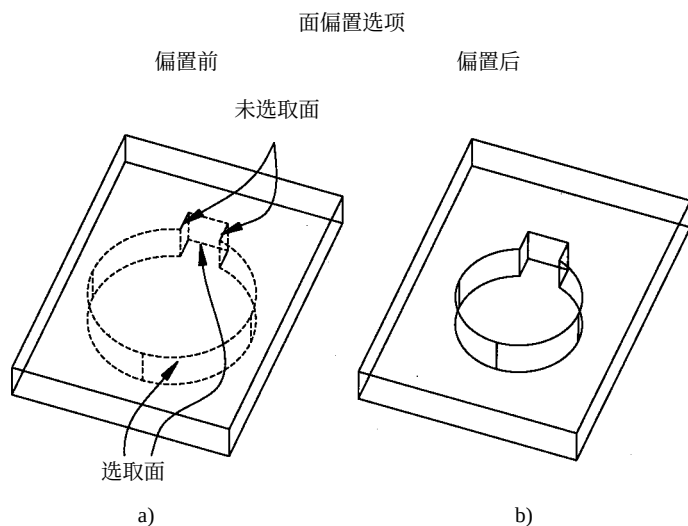


图 5-95

Specify the base point: (指定一个点)

Specify another point along the axis of tapering: (指定一个点)

第一个点将是倾斜面的旋转点，锥角由第一、第二两个点的连线来确定。不要管第二个提示的内容，第二个点不定义旋转轴。图 5-96显示了该选项的一个例子。

11. Delete 选项

用该选项将你所不想要的三维模型上的面去掉。当面被选中后，就会被删除掉。在图 5-97中，一个被选中的圆孔和倒圆角被从三维实体上删除了。

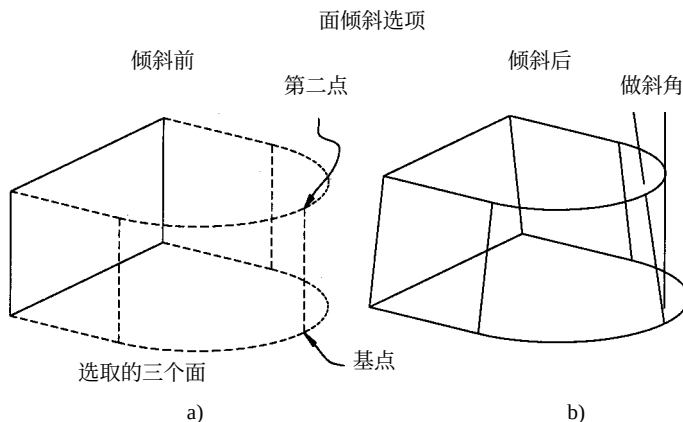


图 5-96

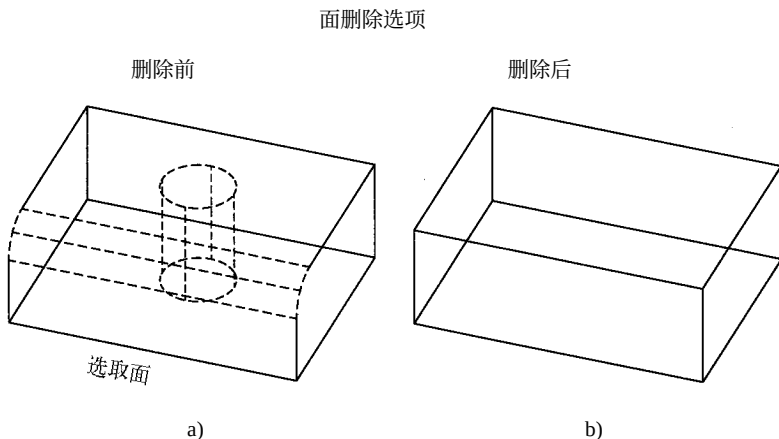


图 5-97

12. Copy 选项

用该选项复制所选中的面。它的提示项类似于 COPY 命令的提示，复制件放置的位置根据基点和目标点或是位移向量来定。被复制的只是面，而不是三维实体对象。因此你不能复制一个圆孔或一个槽。你只能复制它们的侧面。平面的复制品的对象类型将是面域，非平面的复制品的对象类型将是体。

13. color 选项

用该选项可单独设置三维模型上的面的颜色。AutoCAD 会显示颜色设置对话框以便选颜色。

5.22.2 EDGE EDITING OPTIONS 选项

当你从 SOLIDEDIT 命令的主提示选择 Edge 选项后, AutoCAD 会有如下提示:

Enter an edge edition option [Copy /coLor /Undo /eXit]: (选一选项或回车)

该提示会在每次编辑操作后再现,直到你按下回车或选择 eXit 回到 SOLIDEDIT 命令的主提示行。选择 Undo 选项用于取消最近的一个对边的编辑。

1. Copy 选项

该选项完成被选中边的线框模型复制。有提示要你选取要编辑的边,类似于 MOVE 命令的提示,指定基点和目标点或是位移向量来确定复制件放置的位置。根据三维实体的边的形状,可复制的边是直线、圆、圆弧、椭圆或样条线。

2. coLor 选项

用该选项改变选定的边的颜色。选取边之后, AutoCAD 会将颜色设置对话框显示出来让你指定颜色。

5.22.3 BODY EDITING OPTIONS 选项

当你从 SOLIDEDIT 命令的主提示选择 Body 选项后, AutoCAD 会显示一行提示,其中包含能影响三维实体的选项:

Enter an body edition option [Imprint /seParate solids /Shell /cLean /Check /Undo /eXit]: (选一选项或回车)

在每次完成体编辑操作后该提示会再现,直到你按下回车或选择 eXit 回到 SOLIDEDIT 命令的主提示行。选择 Undo 选项用于取消最近的一个对体的编辑。

1. Imprint 选项

Imprint (压印) 选项在三维实体上创建一个边。典型的用法是你可以用它创建一个面,然后用拉伸或倾斜等方法来修改它。Imprint 选项有四行提示:

Select a 3D solid: (选取一个要压印的三维实体)

Select an object to imprint: (选取一个三维实体上要压印的对象)

Delete the source object:<N>:(输入 N 或 Y, 或回车)

Select a 3D solid: (选取一个要压印的三维实体, 或回车)

可以压印的对象是圆弧、圆、直线、2D 和三维多段线、椭圆、样条线、面域、体和三维实体。压印发生在压印的对象和三维实体的交线上。虽然你可以每次只选一个对象压印,“Select an object to imprint” 的提示会再现,直到你按下回车结束命令。“Delete the source object” 提示指的是去掉要压印的对象,而不是三维实体。

图 5-98 所示为一个怎样使用压印的例子。要被压印的三维实体和压印的对象表示在图 5-98a。结果表示在图 5-98b。压印的对象已被删除。在图 5-98c, 新创建的弧形面已经由 Face Taper 选项变斜,表示出已经创建了独立的面。

2. SeParate Solids 选项

该选项只应用于相互之间隔有空间的三维实体。它们是由相互之间不接触的三维实体经联合操作生成的。本选择将提示你选择要分离的三维实体。虽然分离的三维实体看起来没有什么变化,但实际上它们已是各自独立的三维实体了。该选项不能将一个三维实体分解恢复到它的原始状态。

3. Shell 选项

你可以用该选项给一个三维实体抽壳。它通过偏移被选中的三维实体的面,将原始面与

偏移面之外的东西删除。也可以在抽壳的三维实体内通过挤压创建一个开口。该选项对一个特殊的三维实体只能执行一次。它的提示项格式为：

Select 3D solid: (选取一个三维实体)

Remove faces or [Undo /Add /ALL]: (选取不被挖空的面)

Enter the shell offset distance: (输入一个距离)

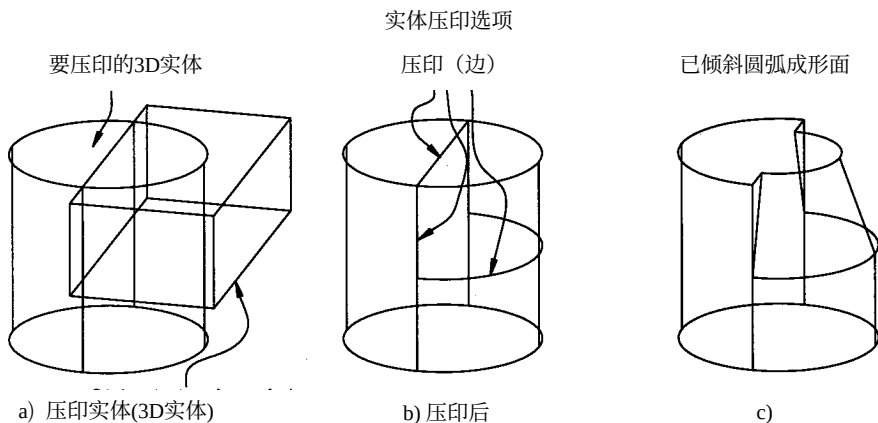


图 5-98

正的偏移距离使三维实体向内偏移，负的偏移距离使三维实体向外偏移。最初所有被选三维实体上的面都要被抽壳，所以必须去掉你想保持非闭合的面。面的选取方法与面编辑操作中的选取法相同。图5-99中显示了一个抽壳的三维实体的例子。

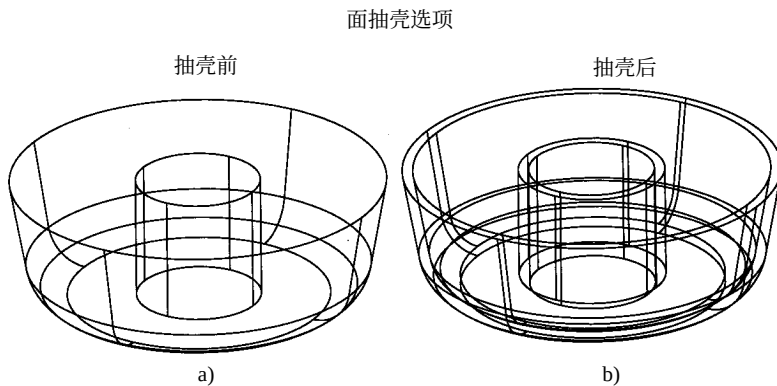


图 5-99

4. Clean 选项

该选项去掉多余的和重复的边和顶点以及所选三维实体表面上不用的压印。会有提示要你选取需要清洁的三维实体。

5. Check 选项

该选项检查被选三维实体内部的错误，如果没有错误就报告实体是正确的 ACIS实体。会有提示要你选取需要检查的三维实体。当系统变量 Solidcheck为1时，每次SOLIDEDIT 操作完成后检查会自动进行。

5.22.4 相关系统变量 SOLIDCHECK

当系统变量Solidcheck设置为1时，每次SOLIDEDIT 操作完成后三维实体的正误检查会自动进行。当Solidcheck设置为0时，不进行三维实体的正误检查。

提示 用SOLIDEDIT 命令的面编辑时选取面会有许多困难。如果用多视图，并将投影方向定得使每一个你想编辑的面至少在一个视图上不被遮挡住，选取面就会较容易。

5.23 控制三维实体的外观

你一定已经注意到：只要一调用 HIDE命令，实体对象就呈现不同的形式。

像大多数实体造型程序一样，AutoCAD有两种不同的显示三维实体的方式：线框形式和网格面（polymesh）形式。大多数情况是在线框形式下，它只显示模型的边，同时在边之间有一些线条来表现圆面和曲面区域。

另一方面，在它的网格面形式中，实体对象有可以挡住对象和反射光的表面。有些实体造型程序，包括已被AutoCAD内置建模模块取代的高级实体造型功能（AME），需要特殊的命令将实体从一种形式转到另一种形式。但是AutoCAD是自动地进行转换的。只要HIDE命令和RENDER命令一开始，AutoCAD就自动地将实体转变成网格面形式。第一个屏幕刷新又会使它们回到线框模型。

通过四个系统变量:Isolines、Dispsilh、Facetres 和Facetratio，你可以对线框形式和网格面形式的外观进行控制。这些系统变量不会影响SHADEMODE命令的隐藏线观察模型。SHADEMODE命令的隐藏线观察模型总是以光滑的非网格面形式显示三维实体。但它不能很好地显示曲面和圆的轮廓，所以对于三维实体你可能宁愿用HIDE命令而不用SHADEMODE命令的隐藏线观察模型。当三维实体被绘制时，这些系统变量也可以控制它们的外观。

5.24 系统变量ISOLINES

在实体的线框形式，AutoCAD总是以直线或曲线来表示边和曲率的变化。在表现实体的边之间的曲面和圆的部分时，还用到附加的直线和曲线。这些直线和曲线的数量由 Isolines的值来控制。

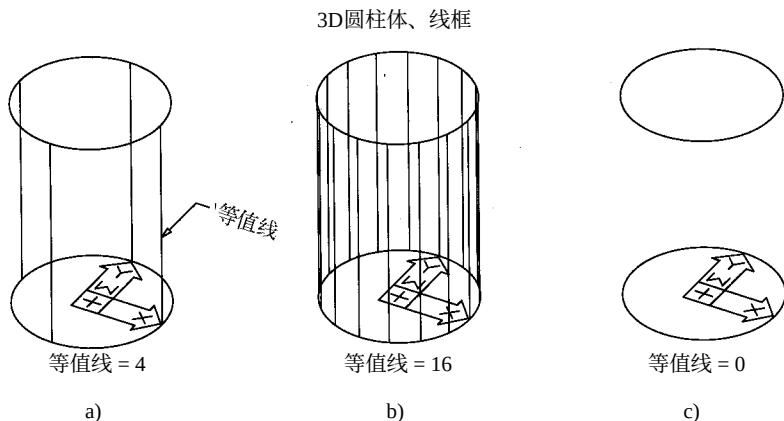


图 5-100

Isolines的取值范围为0~2047的整数, 决定实体表面沿长度方向上 360° 圆周上画的线。例如, 当Isolines为缺省值4时, 所显示出的圆柱体柱面上有4根平行线, 每根相隔 90° , 如图5-100a所示。如果Isolines设置为16, 圆柱体柱面上有16根平行线, 如图5-100b所示。如果Isolines设置为0, 圆柱体柱面上就没有平行线而只有两个圆端面, 如图5-100c所示。

只有曲面受Isolines的影响。Isolines不会在平面上画线。该系统变量只属于线框模型, 它对调用HIDE命令时实体表面的网络线的数量没有影响。

当实体对象的曲面观察困难时, 增大 Isolines来增加实体线框的线条数会有帮助。设置了新的Isolines值后, 需要屏幕重生成才能看到它的作用, 它作用于所有的实体。不可能使实体有不同的Isolines值。

5.25 系统变量DISPSILH

Dispsilh代表显示的轮廓, 它影响以线框形式表现的实体表面的曲面和圆表面的显示效果。它是开关型系统变量, 只有0和1两个值。当Dispsilh置为1时, AutoCAD除了等值线以外还显示实体的轮廓线。当Dispsilh置为0时, 也是它的缺省值, 实体的轮廓线不显示。图5-101和图5-102显示了同一个实体对象在Dispsilh置为0和1时的不同外观。

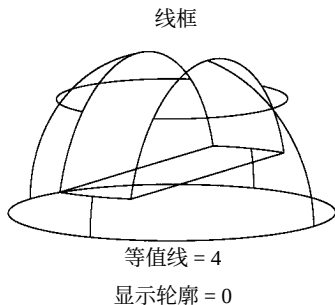


图 5-101

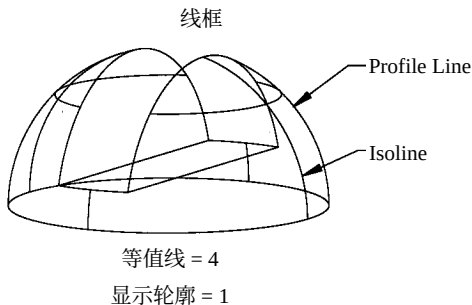


图 5-102

当HIDE命令调用时也影响实体的显示。当它设置为0时, AutoCAD在执行HIDE命令时以三角形和正交面表现实体上的曲面。而当Dispsilh置为1时曲面不是作为面来显示, 虽然它仍能隐藏被它遮挡的对象。只有沿着边的曲面轮廓线被显示出来, 产生的图像很干净。图5-103和图5-104显示了同一个实体对象在Dispsilh置为0和1时, 调用消隐命令后的不同外观。

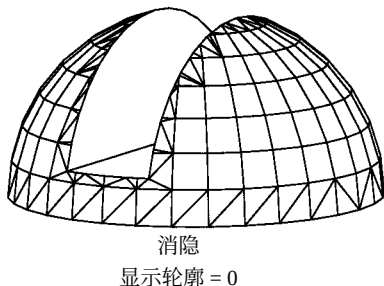


图 5-103

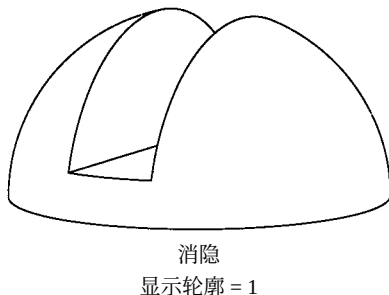


图 5-104

5.26 系统变量FACETRES

第三个影响三维实体外观的系统变量是 Facetres, 它控制实体在网格面形式时面的尺寸。

Facetres取值范围在0.01~10, 缺省值为0.50。取大值时面小, 曲面看起来光滑, 但是计算量也大, 显示时间会明显增加。另一方面当它太小时, 显示效果明显变差, 甚至会使圆柱体看起来像多边形柱。图 5-105显示了Facetres对圆柱体的影响。在以图中的数值给出时, 该系统变量的实际影响取决于实体曲面的相对尺寸和曲率。

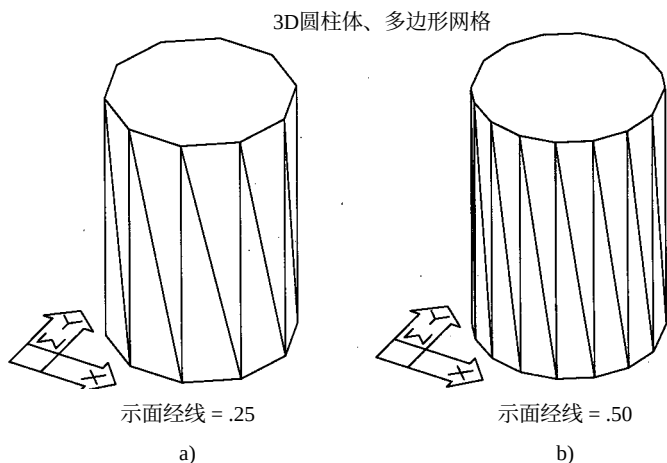


图 5-105

当Dispsilh置为1的情况下调用HIDE命令时, 即使显示的图形中没有面, 小的 Facetres值也会使圆边看起来像分段的直线而不像光滑的曲线。当然这些面和分段线只是显示的情况, 它们不会改变三维模型的实际形状。

5.27 系统变量FACETRATIO

在进行着色操作时和在 Dispsilh置为0时进行消隐操作时, 该系统变量控制圆柱体和圆锥体的外观。在进行着色操作和进行消隐操作时, 如果 Facetratio设置为0, 圆柱体和圆锥体沿圆周划分面, 但不是沿着长度方向划分。如果 Facetratio(示面纬线)设置为1, 圆柱体和圆锥体沿纵向划分面(见图 5-106)。沿纵向面的数目取决于圆柱体或圆锥体的长度与直径之比, 但至少有两排。你可能不需要去改变 Facetratio的缺省值0。

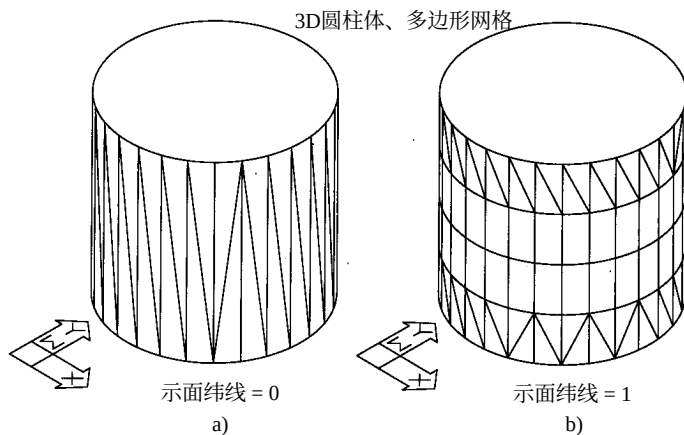


图 5-106

5.28 实体分析

实体模型与表面模型和线框模型相比的一个优点就是，你可以取得模型的内部数据。AutoCAD可以提供关于实体的质量特性如体积、重心和惯性矩等。AREA命令能辨认实体对象并得出它的表面积。AutoCAD还能取得模型的截面供单独分析，能检查相互配合的实体以确保它们不干涉。调用三维实体分析命令的菜单和工具条如图 5-107所示。

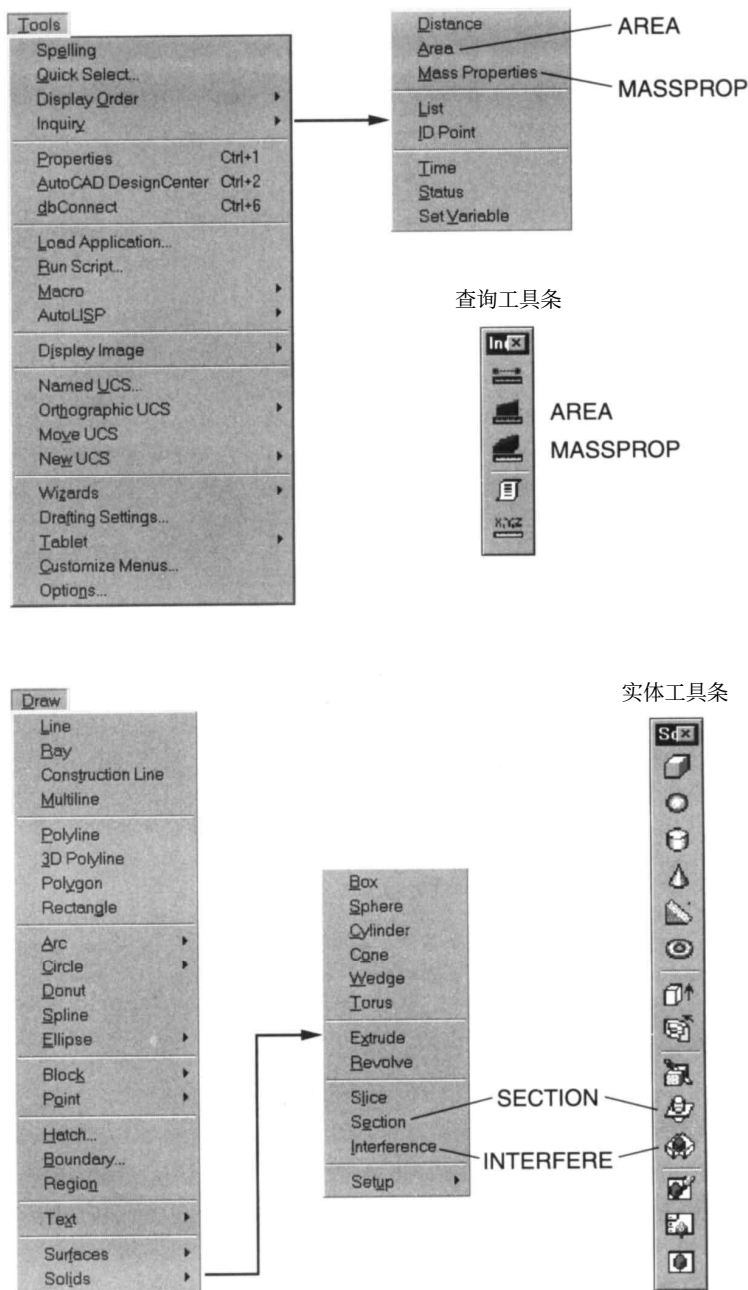


图 5-107

5.29 MASSPROP命令

该命令查询面域和实体的质量特性。正如你所希望，由于面域是 2D 对象的而实体是三维对象，所以从面域得到的特征与从实体得到的特征有差别。从面域得到的数据是面积，而从实体得到的数据是体积和质量。AutoCAD 在报出质量特性时没有用专门的测量系统。就计量单位来说，它是简单的，由用户自己决定是用英寸和磅还是用厘米和克。AutoCAD 依据当前的 UCS 坐标进行质量计算。MASSPROP 命令的命令行提示为：

Command: **MASSPROP**

Select objects: (用各种方法选取实体)

你可以选任意多个实体。AutoCAD 会忽略面域和实体以外的对象。如果选的对象不止一个，AutoCAD 将把它们当作单个复合对象来报出数据。当选的面域不止一个且又共面时，AutoCAD 也会将它们当作单个面域对象来对待。如果它们不共面，AutoCAD 将报出与第一个被选取的面共面的所有的面的数据。如果选取的对象中既有实体又有面域，AutoCAD 将分别报出实体和面域两类对象的数据。

列出质量特性数据后，AutoCAD 将询问你是否将数据写入文件。输出文件的格式是 ASCII 码文本文件，缺省名与当前的图形文件名相同，后缀为 .MPR。

5.29.1 SOLIDS 选项

AutoCAD 报出三维实体的质量特性。

1. Mass 选项

质量是物理学的三个基本元素之一（另外两个是长度和时间）。虽然质量和重量之间有差别，你还是可以把它们等同看待，称出对象的重量是确定它的质量的简便方法。因为 AutoCAD 不能称出对象的重量，必须用密度乘体积的方法来确定质量。然而，AutoCAD 所用的密度总是 1，因此它报出的质量总是等同于体积。

2. Volume 选项

这是实体表面下的空间体积。

3. Bounding Box 选项

这是能容纳实体的最小长方体的 X、Y 和 Z 坐标值。该边界框的边总是与 X、Y 和 Z 坐标轴平行 (见图 5-108)。

4. Centroid 选项

这是对象的质心，可以把对象内部的质量看作都集中在这一点。

5. Moments of Inertia 选项

这是个度量，要使对象绕某根轴旋转所需要的力的量。通常对于不同的轴惯性是不同的。惯性矩的单位是质量乘以长度的平方。

6. Products of Inertia 选项

惯性积类似于惯性矩，不同的是它是相对于平面而不是相对于轴讲的。它表达为质量乘以到

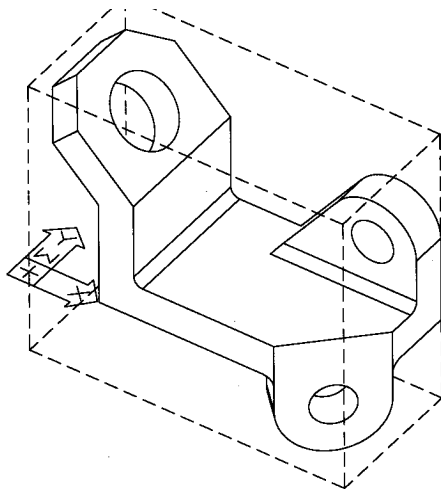


图 5-108

两个垂直平面的距离。

7. Radius of Gyration 选项

这是个表达惯性矩的另一种方法，在转动零件设计时常用到。它的单位就是长度。

8. Principal Moment and X、Y、Z Directions about Centroid（主力矩与 X-Y-Z 方向质心）

如果坐标原点移到实体的重心，实体对于某根坐标轴有最大的惯性矩，对于另一根坐标轴有最小的惯性矩，对第三根轴的惯性矩在最大与最小之间。这三个惯性矩就叫做基本惯性矩。在 AutoCAD 的质量特性报告中它们分别由 i 、 j 和 k 表示，作为各个轴的基本向量。

5.29.2 REGIONS 选项

当面域位于当前 XY 平面内时，AutoCAD 报出下列所有的质量特性。如果所选的面域不在当前 XY 平面内，则只报出面积、周长、边界框和重心。

1. Area 选项

这是面域的表面面积。

2. Perimeter 选项

这是围绕面域的周长。它是面域内的孔的周长与外围周长的和。

3. Bounding Box 选项

这是能容纳面域的最小方框的 X、Y 和 Z 坐标值。该边界框的边总是与 X、Y 和 Z 坐标轴平行。如果面域位于 XY 平面内，方框将变成 2 维矩形。

4. Centroid 选项

质心是面域的几何中心。有些面域的质心在面域之外，如象字母 L 的形状的面域（见图 5-109）。

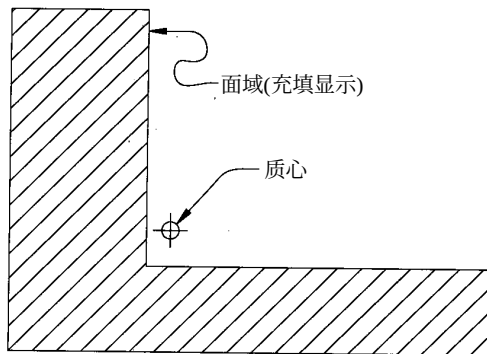


图 5-109

5. Moments of inertia 选项

这是个计算应力和变形经常要用的特性。

每个面域有两个惯性矩，一个关于 X 轴，一个关于 Y 轴。它的单位是长度的四次方。既然对象是面就没有质量，所以它常被称为二次面矩而不是真正的惯性矩。

6. Products of inertia 选项

惯性积类似于惯性矩，但它是相关于 X 轴和 Y 轴讲的。因此一个面域只有一个惯性积。

7. Radius of Gyration 选项

面域的回转半径是到参照轴的距离，在参照轴上，全部面积可以被认为能够压缩而不会改变其惯性矩。每个面域有一个关于 X 轴的回转半径和一个关于 Y 轴的回转半径，它们的单位是长度。该特征在转动对象的设计中有时会用到。

8. Principal Moment and X、Y Directions about Centroid 选项

如果坐标原点移到面域的质心，X 和 Y 轴可以绕 Z 轴转过一个角度，使得平面对于某根坐标轴有最大的惯性矩，对于另一根坐标轴有最小的惯性矩。这两个惯性矩就叫做基本惯性矩，它们所相对应的轴叫做基本惯性轴。平面相对于基本惯性轴的惯量总是 0。

AutoCAD 的质量特性报告中分别用 i 和 j 表示基本惯性矩，用两组基于当前 UCS 坐标的 XY 坐标组指出基本惯性轴的方向。

提示 除了体积、质心和边界框之外，绝大部分人不会用到其他的质量特性。质量惯性矩数据大多数只是在涉及到对象的运动和引起运动的力的复杂计算时才需要。

另一方面，面域的惯性矩在计算静止对象的应力和变形时常用到。这些计算超出了本书的范围，但它们不是特别难，而且可以在许多机械工程手册中找到。

虽然AutoCAD总是用单位密度来计算实体的质量（重量），但可以乘上你准备用的材料的密度来估算它们的重量。一些普通金属的密度为：

材 料	Kg/m3	磅/立方英寸
铝	2710	0.10
黄铜	8470	0.30
紫铜	8940	0.32
碳钢	7820	0.28
不锈钢	8030	0.29
灰铸铁	7210	0.26

应用实例

我们将查询图5-110所示楔形体的质量特性。

Command: **MASSPROP**

Select objects: (选取楔形体)

SOLIDS (实体)

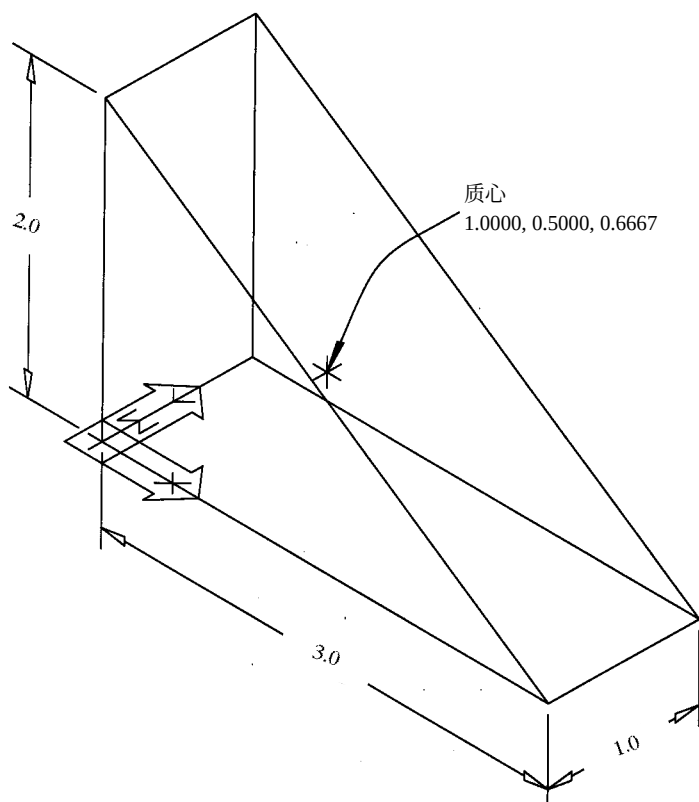


图 5-110

```

Mass: (质量)                3.0000
Volume: (体积)              3.0000
Bounding box: (边界框)      X:0.0000 — 3.0000
                             Y:0.0000 — 1.0000
                             Z:0.0000 — 2.0000

Centroid: (质心)            X:1.0000
                             Y:0.5000
                             Z:0.6667

Moments of inertia: (惯性矩) X:3.0000
                             Y:6.5000
                             Z:5.5000

Products of inertia: (惯性积) XY:1.5000
                             YZ:1.0000
                             ZX:1.5000

Radii of gyration: (旋转半径) X:1.0000
                             Y:1.4720
                             Z:1.3540

Principal moments and X-Y-Z directions about centroid: (主力矩与X-Y-Z方向质心)
                             i:0.6825 along [0.9056 0.0000-0.4242]
                             j:2.1667 along [0.0000 1.0000 0.0000]
                             k:1.9842 along [0.4242 0.0000 0.9056]

```

Write to a file <N>:N

5.30 AREA命令

AutoCAD的AREA命令能识别实体并计算出它们的表面积。对 3D实体使用AREA命令的命令行提示为：

```

Command: AREA
Specify first corner point or [Object/Add/Subtract]:O
Select objects: (选取一个三维实体)

```

你必须通过拾取点选取实体。只能拾取一个对象。AutoCAD将报出实体的表面积；同时也会返回实体的周长，这对于三维实体是无意义的，总是 0。AREA命令还能辨认面域并计算出它们的表面积和周长。

应用实例

我们可计算出刚才找出质量特性的楔体的表面积：

```

Command: AREA
Specify first corner point or [Object/Add/Subtract]:O
Select objects: (选取楔体)
Area=14.6056,Length=0.000

```

5.31 INTERFERE命令

INTERFERE命令有时被称为类布尔（semi-Boolean）操作，因为它能从两个或多个已有的对象的交接处创建一个新的对象。但是，这条命令是设计用来作为检查工具而不是作为修改工具的。因此它是可选的，AutoCAD会问你是否要从对象的交接空间创建新的实体对象。另一个不同于布尔操作的是，INTERFER要求选取两组对象；而是否选取第二组对象又是可

选的。命令行的提示顺序为：

Command: **INTERFER**

Select first set of solids : (用各种方法选取实体)

Select second set of solids: (选取一个实体或回车)

INTERFER命令只对三维实体起作用，它不接受面域。如果你只选了一组实体，AutoCAD将检查这一组的所有实体的相互干涉情况。如果你选了两组实体，一组实体内的每一个与另一组的每一个实体的相互干涉情况都将检查，而同一组内的实体之间的相互干涉情况将不检查。当你只要检查两个实体之间的干涉情况时，它们在同一组或分成两组都没关系，只不过AutoCAD返回的形式稍有不同。

AutoCAD将报出所检查实体的数量，引起干涉的实体数量和有几处发生干涉。同时，所有发生干涉的实体都将被高亮显示。然后，AutoCAD会问你是否要将干涉空间创建成新的实体对象：

Create interference solids ?[Yes /No]<N>: (输入Y或N，或回车)

如果你输入 Y，将会在当前层创建一个新的实体，命令结束。如果输入 N或回车，AutoCAD高亮显示引起干涉的实体。当多于两个干涉实体时，AutoCAD会询问是否成对高亮显示：

Highlight pairs of interfering solids ?[Yes /No]<N>: (输入Y或N，或回车)

如果输入 N或回车，命令结束。如果你输入 Y，AutoCAD高亮显示一对引起干涉的实体，它们的边都会被高亮显示，而不仅仅是发生干涉处。如果干涉多于两处，AutoCAD将提示：

Enter an option [Next pair /eXit] <Next pair>: (输入X或N，或回车)

如果输入N或回车，AutoCAD将依次循环高亮显示成对干涉实体，直到你按下X结束命令。

提示 不要使干涉发生在三个到四个实体之间。选取单个关键实体与其他实体进行干涉检查要比一次选多个实体同时进行干涉检查容易。

让AutoCAD从实体的共有空间创建一个实体有时很有用。它不但使你看清何处发生干涉，还可以量出干涉的程度。该新实体最好放到其他层去，以便单独观察或不用时删除。

5.31.1 相关命令INTERSECT

该命令从两个或多个三维实体或面域的交接空间创建一个新的对象，同时删除老的对象。

5.31.2 练习：检查配合和位置

我们有一个用楔体挖空的支架，上面有两个圆孔。有一个零件在中间与它配对。配对的零件上也有两个圆孔，有两个比圆孔稍小的圆销钉穿过圆孔，使两个零件固连在一起。这些零件用爆炸图表示在图 5-111中。在设计进一步进行之前，我们用 **INTERFER**命令检查配合和位置。

将它们移到位后，我们只要检查基本件和配对件，如图 5-112所示。

Command: **INTERFER**

Select first set of solids : (选取基本零件和配合零件)

Select second set of solids: (回车)

Comparing 1 solid with 1 solid.

Solids do not interfere

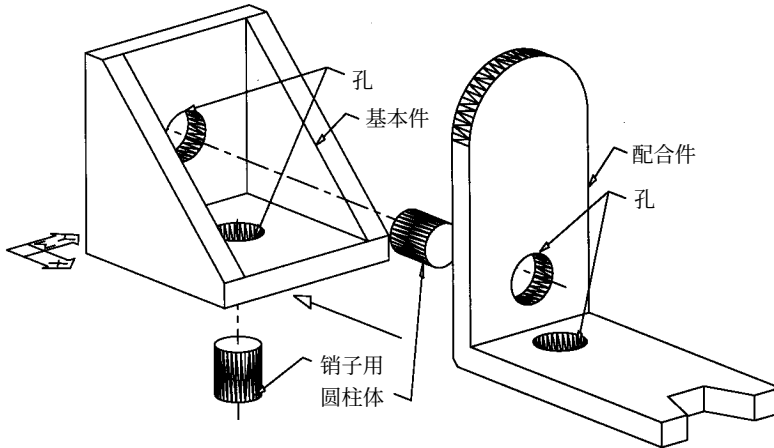


图 5-111

检查过两个零件后我们来看孔，先检查水平孔与销：

Command: INTERFER

Select first set of solids : (选取水平销)

Select second set of solids: (选取基本零件和配合零件)

Comparing 1 solid with 2 solid.

Solids do not interfere

到这儿还是没问题，只剩下垂直孔与销：

Command: INTERFER

Select first set of solids : (选取垂直销)

Select second set of solids: (选取基本零件和配合零件)

Comparing 1 solid with 2 solid.

Interfering solids (first set):1

(second set): 1

Interfering pairs:1

Create interference solids ?[Yes /No]<N>: Y

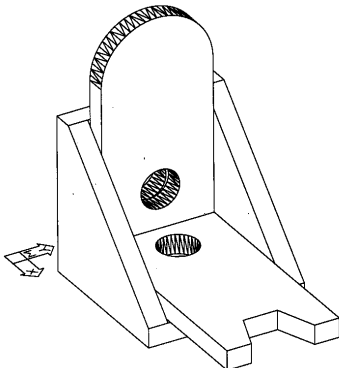


图 5-112

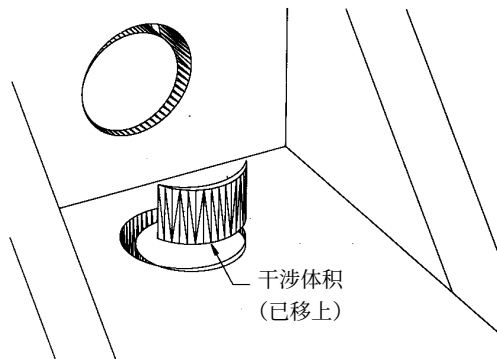


图 5-113

图5-113所示为一个塞满的孔和一个干涉体，为了便于观察干涉体已经移到了上面。为了解除该干涉，你可以试着移动销，但可能最好的办法是移动配合零件上的孔。可以用 SOLIDEDIT 命令的 Face Move 选项来移动孔。

该模型，包含干涉体，在本书所附光盘上的 3d_p5_11.dwg 文件中。

5.32 SECTION 命令

SECTION 命令创建一个通过一个或多个实体的剖面的平面。生成的剖面是面域对象。面域的层是当前的层，与实体分离。如果选取的实体多于一个，将为每一个实体分离出一个面域，即使分离出的面域不接触。SECTION 命令的命令行提示为：

Command: **SECTION**

Select objects: (用各种方法选取实体)

Specify first point on section plane by [Object /Zaxis /View /XY /YZ /ZX/3points] <3points>:(指定一个选项，一个点，或回车)

给剖面定位的选项与 SLICE 命令的相同，请参阅 SLICE 命令描述的例子。

提示 将剖面放到单独的层，以便易于从基本实体中分离和移走。

5.32.1 相关命令 SLICE

该命令将一个或多个实体切成两块。切开实体的两端将与由 SECTION 命令所生成的面域相同。

5.32.2 练习：使用 SECTION 命令

取一个通过支架、它的配合件和销钉的剖面，这是我们用 INTERFER 命令探查过的。我们将使剖面平行于 X 轴、垂直于 XY 平面、通过零件 Y 方向的中心。

Command: **SECTION**

Select objects: (选取所有四个实体)

Specify first point on section plane by [Object /Zaxis /View /XY /YZ /ZX/3points] <3points>:**ZX**

Specify a point on the ZX plane<0,0,0>: **0,1**

实体和离开实体的剖面如图 5-114 所示。剖面已被打上剖面线。基本零件的剖面和配合件的剖面都是单个面域，尽管它们都分成三块。

将你的剖面与所附光盘上的 3d_p5_11.dwg 文件中的剖面比较。

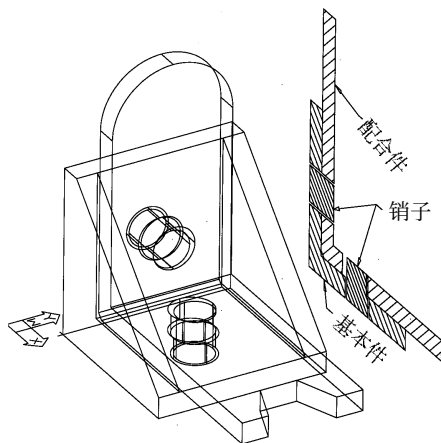


图 5-114

5.33 练习：实体建模

根据下面各个例子用在本章所学到的工具构造实体模型。最大限度地靠你自己来构造这些模型。我们会把图显示给你，把尺寸告诉你，并提供一些如何构造模型的建议，但不会讲解详细的步骤。事实上有许多方法可以构造这些模型，用哪一种方法依你的工作风格而定。你可以自由地修改这些模型或给它们增加特征。

首先构造一个如图 5-115 所示的三维模型。模型中的柱状体可以用旋转轮廓生成，可以用几个柱状体组合，也可以用轮廓线对象拉伸。六角形头部可以用 AutoCAD 的多边形拉伸。注意它的背面有一点弧度，如图 5-115 图所示。

模型在所附光盘上的 3d_p5_12.dwg 文件中。

图 5-116 所示下一个练习的模型，以轴测图给出。它主要有两个圆柱体组成，每个圆柱体都有一点斜度，有一个内孔，由一个弯杆和两个翼状加强筋连接。

构造该模型的尺寸显示在图 5-116 的 2D 视图中（视图是用第 6 章中的技术从实体模型中得到的）。模型中的柱形对象可以用组合的方法或用旋转轮廓的方法。一旦做好一个，可以用复制和将复制件旋转 180° 的方法生成另一个。做连接杆的最容易方法是沿着如图 5-117 所示的路线拉伸。加强筋可以容易地用盒状体得到。

将你做好的模型与所附光盘上的 3d_p5_13.dwg 文件中的模型比较。

在下一个建模练习中，将构建一个如图 5-118 所示的由钢板折成的零件。尽管你必须多次移动 UCS 坐标的位置和方向，但该模型还是非常容易做的。画出零件剖面的轮廓，然后拉伸，这种方法挺好。孔的定位尺寸没有给出（为了使视图更清楚）。将它们定在所在凸边的中间。注意有一个孔往下通过零件底面。完整的模型在所附光盘上的 3d_p5_14.dwg 文件中。

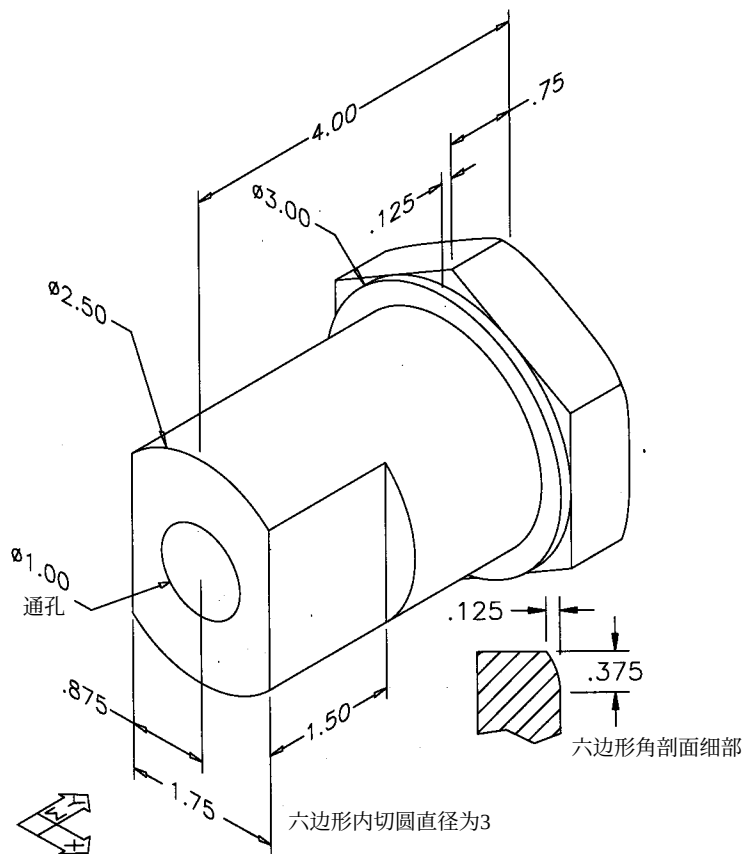


图 5-115

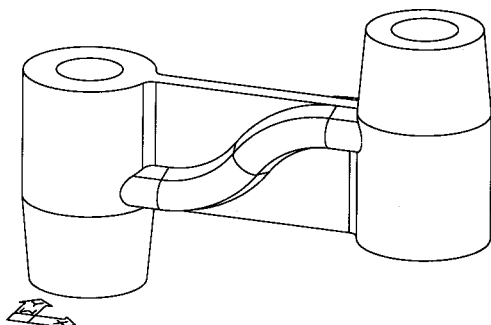
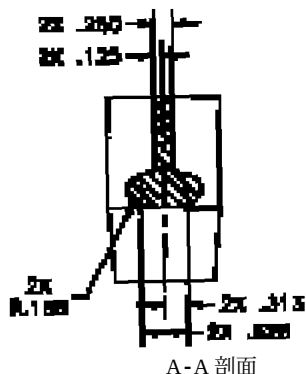
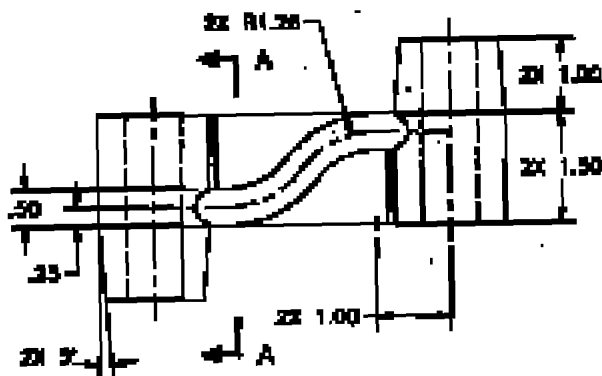
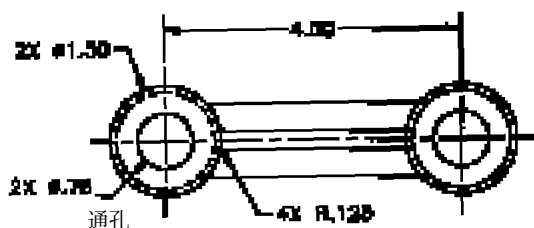


图 5-116



A-A 剖面

图 5-117

图5-119所示为下一个练习模型的轴测图。构造模型可以先绕其中心旋转它的基本轮廓，然后加上中间有一个孔的突出物。突出物可以用旋转它的横截面的方法，也可以用带有锥角为 -5° 的拉伸。在最后一步旋转它的内截面轮廓并从模型主体去除它，这种做法可以确保活儿做得干净。

你需要的尺寸在图 5-120 给出，这是个零件的截面图。注意旋转面的厚度全是 0.25 单位。完整的模型在所附光盘上的 3d_p5_15.dwg 文件中。做成零件后，可以给锐边和角进行倒圆角。你甚至可以给锥形突出物与主体件的交界处倒圆角。

最后一个练习模型以轴测度显示在图 5-121 中。虽然零件由许多形状组合，但没有一个是难做的，都可以由圆柱体或通过拉伸生成。你最好将孔放到最后做，以保证没有其他部分侵入到它们的空间。

图5-122的两个视图中给出了你需要的尺寸。

[illegible]

复习题

1. 列出AutoCAD实体模型与表面模型之间的基本差别。

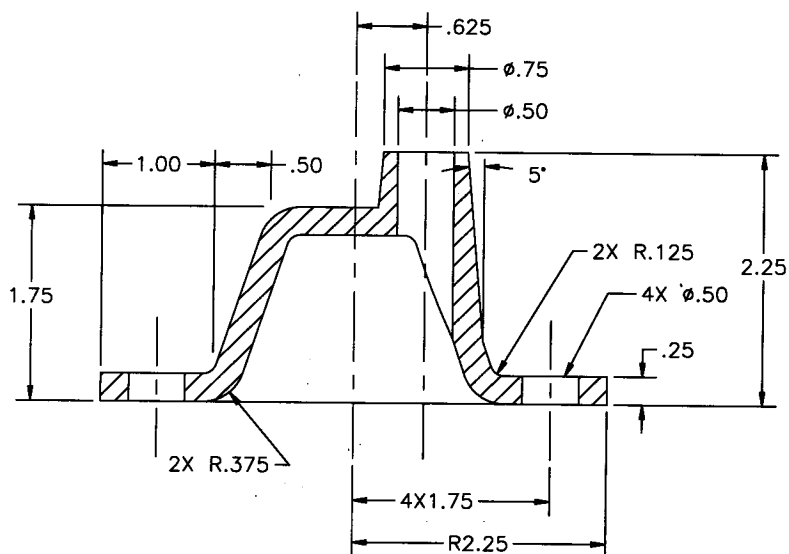


图 5-120

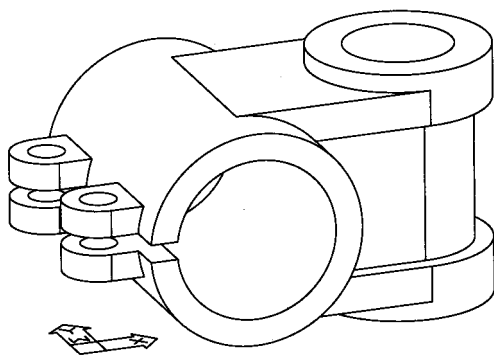


图 5-121

2. 由三维平面或网格面得到的 AutoCAD 平面与面域有什么不同？
3. 一个不闭合的对象如直线和圆弧是否可以作为面域的基础？为什么？
4. 列出六个构造基本三维实体的命令。
5. 为什么用这些命令创建的三维实体被称为基本三维实体？
6. 做一个与 WCS 坐标平面有相对斜度的基本长方体？
7. TORUS 命令能产生哪两个基本几何形状？
8. 拉伸和旋转对轮廓对象的要求是什么？
9. REVOLVE 命令用于定位旋转轴的选项是哪四个？轮廓线对象是否可以延伸到转轴的两边？
10. 你是否能按任意角度开始和结束绕轴旋转的实体？
11. 列出三个布尔操作，给出两个受布尔操作影响的 AutoCAD 对象的名字。
12. 如果一个对象被从另一个不接触的对象中减去，会发生什么情况？

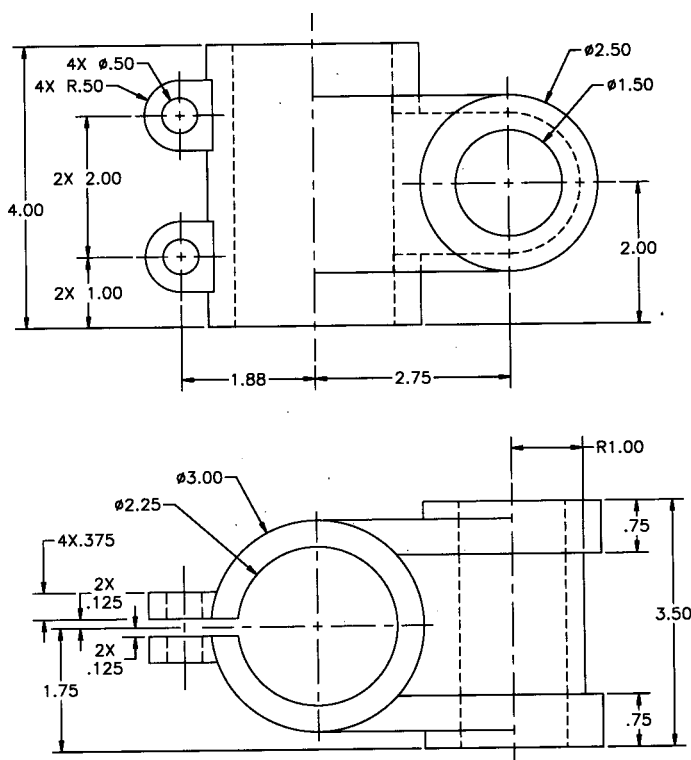


图 5-122

13. 如果一个对象被从另一个它所全包容的对象中减去, 会发生什么情况?
14. INTERSECT命令与INTERFER命令有什么不同?
15. 作用于三维实体的FILLET命令的Chain选项的作用是什么?
16. SLICE命令与SECTION命令之间的不同是什么?
17. 要得到三维实体表面积你用什么命令?
18. 什么是质心?
19. INTERFER命令怎么用?
20. 在何种情况下, 当轮廓线对象被 EXTRUDE或REVOLVE命令用过后仍然保留?

圈出下列问题的正确答案

21. 下列哪些实体建成三维实体比较好?
 - a. 一个建筑物外形
 - b. 一张餐桌
 - c. 一个马达转子
 - d. 一个正齿轮
 - e. 一个钢支架
 - f. 一张漂亮的沙发
22. 下列哪些实体不能作为面域的基础?
 - a. 2D多段线
 - b. 三维平面

- c. 三维多段线
- d. 圆
- e. 网格面
- f. 样条线

23. 是否可能创建一个平行与 XY 平面的基本圆柱体？

- a. 是
- b. 否

24. 是否可能创建一个截面为椭圆的基本圆柱体？

- a. 是
- b. 否

25. 是否可能创建一个带锥度的基本圆柱体？

- a. 是
- b. 否

26. 用 EXTRUDE 和 REVOLVE 命令构造的以轮廓线为基础的三维实体可以做成任何用构造基本三维实体的命令构造的几何形状。

- a. 对
- b. 错

27. 拉伸实体总是直线形（在一条直线上）。

- a. 对
- b. 错

28. 拉伸实体不可以有锥度。

- a. 对
- b. 错

29. 如果在 EXTRUDE 命令中用 height 选项, 则拉伸方向总是当前 Z 轴的方向。

- a. 对
- b. 错

30. 下列两个三维实体间的相对位置中, 哪些是 UNION 命令所允许的。

- a. 两个实体不接触。
- b. 两个实体正好接触。
- c. 两个实体连接, 有共同部分。

31. 当你选取三维实体的边作为倒圆和倒角的对象时, AutoCAD 能辨别对象的类型, 给出合适的倒圆或倒角命令行菜单。

- a. 对
- b. 错

32. 你可以确定三维实体对象的质量或重量。

- a. 对
- b. 错

33. SOLIDEDIT 命令的 Body Separate 选项重建组成三维实体的基本实体。

- a. 对

b. 错

34. SOLIDEDIT命令的Face Copy选项可以复制三维实体内的孔和槽。

a. 对

b. 错

匹配下列左栏与右栏

35. 给左栏的系统变量从右栏中找到它的功能或结果。

_____a. Dispsilh

1) 控制线框模型中表现圆面和曲面表面的线条数量。

_____b.Facetratio

2) 控制消隐操作时表现实体圆面和曲面的小平面的数量。

_____c.Faceters

3) 控制消隐操作时表现实体圆柱面和圆锥面在长度方向小平面的数量。

_____d.Isoline

4) 控制消隐操作时表现实体圆面和曲面的小平面是否出现 (on 和 off)

第6章 图纸空间与二维输出

学习目的

本章将重点讨论由3D模型制作2D图形的技术。当读完本章后，你将会：

- 理解AutoCAD图纸空间的作用，熟悉图纸空间的特性。
- 理解平铺视口与浮动视口的区别，知道怎样创建和管理图纸空间布局图和浮动视口。
- 懂得怎样在图纸空间建立线框模型和表面模型的多视图图纸。
- 能够在浮动视口中控制实体和层的显示。
- 懂得怎样为3D模型的图形增添尺寸和注释。
- 能够从3D实体创建2D和3D的线框模型，能够创建任意视点3D模型的2D图形。
- 能够使用AutoCAD的专用命令根据3D实体模型创建2D多视图。

6.1 图纸空间与模型空间

到目前为止，本书所讨论的内容都与模型空间有关。正如我们所看到的，模型空间是一个完全的3D环境，可以构造具有长、宽和高的3D模型。进一步，可以设置空间中的任一点为视点来观察这一模型，并可以把屏幕划分成多个视口，从多个不同的视点来同时观察这个模型，如图6-1所示。

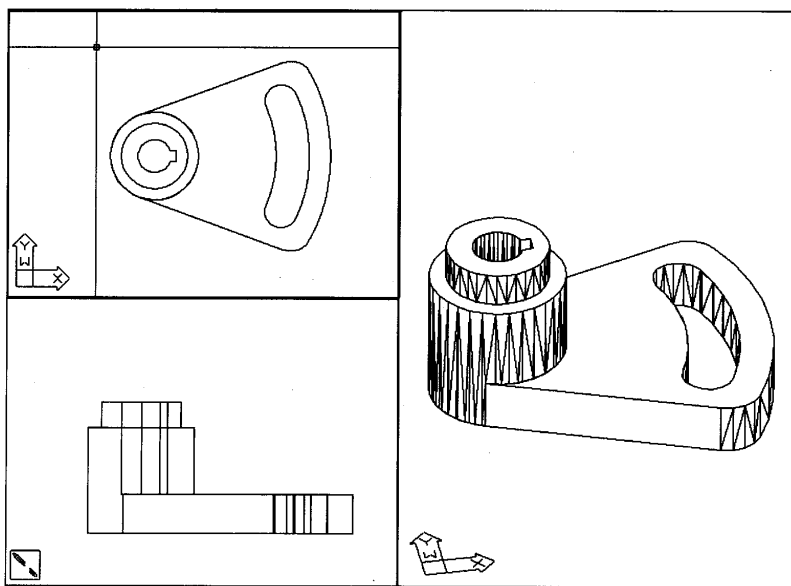


图 6-1

然而，模型空间不适宜把3D模型制成2D图形。原因主要有三：首先，在模型空间中，不管计算机屏幕上有多少个视口，仅能输出当前视口。因而要打印3D模型的多个正投影视图，

如主视图，俯视图和侧视图，事实上是不可能的。其次，添加注释、标注尺寸和控制实体是否可见都很不方便。最后，根据任意视点而不是 WCS 平面视图输出具有精确比例的视图是难于做到的。

上述问题在图纸空间中都得到了解决。图纸空间是一个与模型空间完全不同的环境。图纸空间就像一张纸，是定位于模型空间正前面的一个 2D 环境。在图纸空间中，可以进行注释、绘制图框、添加标题栏。而且借助于图纸空间视口，可以观察模型空间。

图纸空间的作用就是在模型空间中创建的实体进行标注并输出 2D 图形。模型空间用来造型，图纸空间则用来输出。在图纸空间中，可以制作与 3D 模型相关连的标准多视图，对 3D 模型的任何修改都将自动地反映在 2D 视图上。

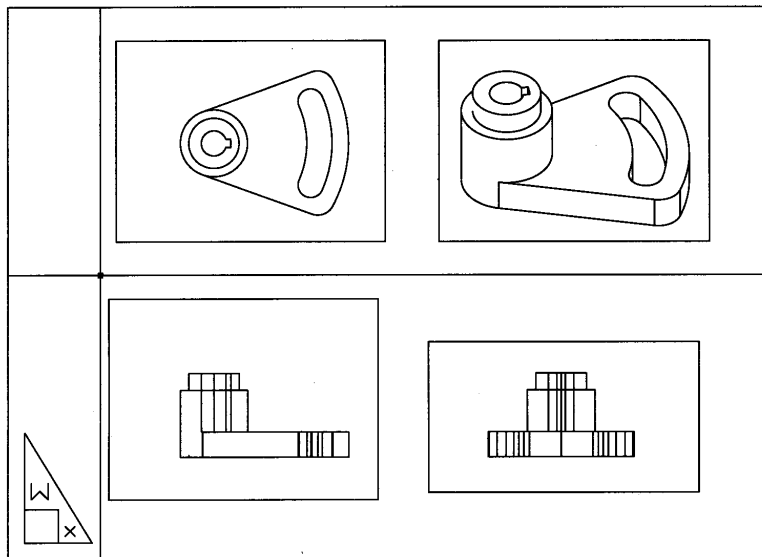


图 6-2

图纸空间为实现其功能，使用了与模型空间中的平铺视口有区别的特殊视口：浮动视口，如图6-2所示。浮动视口：

- 能够拷贝、移动、拉伸、缩放和删除。
- 各视口间可以留有间隔，也可以相互重叠。
- 存在于层中，如果冻结或关闭视口的层，视口的边界就会消失，而视口中的内容仍然可见。
- 能够控制输出时视口是否消隐。
- 能够精确地为每一视口中的 3D 模型设置比例。
- 能够控制每一视口中各层是否可见。

系统变量 Tilemode 控制当前的活动空间是图纸空间还是模型空间。当 Tilemode 的值为 1 时，AutoCAD 工作在模型空间。当 Tilemode 的值为 0 时，AutoCAD 工作在图纸空间。Tilemode 的名称来源于模型空间的平铺视口（tiled viewports）。

在 AutoCAD 2000 中，一般不直接设置 Tilemode 的值，而是只需简单地点击位于 AutoCAD 图形窗口底边处的标签之一即可。Model 标签设置 Tilemode 的值为 1，而其他各标签则把 Tilemode 的值设为 0。在缺省情况下，图纸空间有两个标签，其名分别为 Layout1 和 Layout2。

这些标签打开指定的图纸空间设置，在后面我们将简要描述怎样来创建和删除这些设置以及怎样来为标签改名。

在图纸空间中，UCS图标呈不同的形式。如图6-2所示，其形状像一个 $30 \sim 60^\circ$ 的直度三角形，而非两个宽箭头。三角形短边上的小x指出了X轴的方向。除了形式不同外，图纸空间图标所起的作用与模型空间图标所起的作用是一样的。

虽然图纸空间明显不同于模型空间，但图层和文本样式在这两个空间中是一样的。虽然在图纸空间中也可以画3D实体，但不能通过3D视点来观察它们，DVIEW、VPOINT和3DORBIT命令在图纸空间是不允许使用的。然而在图纸空间中，通过浮动视口进入模型空间并使用这些命令是可以的。有时你也有理由要这样做，在本章稍后我们将描述如何做。

尽管浮动视口能显示模型空间中的实体，但在图纸空间环境，AutoCAD并不完全辨认这些实体，无法选择模型空间中的实体来进行移动、删除、拉伸等操作。然而，在图纸空间中AutoCAD确实能辨认大部分的模型空间实体上的目标捕捉点，这一点在对齐视图和模型上的参考点时是很有用的。

6.2 图纸空间布局

由3D模型创建图纸空间中具有多个视图的2D图形时操作步骤如下：

1) 选择输出时采用的图纸尺寸。图纸尺寸取决于输出设备能处理的图纸规格、图纸中的视图数目、采用的视图比例和制图标准。即使图纸中有多个浮动视口，如果必要以后还能改变图纸尺寸。

2) 添加图框和标题栏。图纸空间已为这两项设定按1:1的比例画图，就像手工在一张图纸上作图一样。例如：假如要在 34×22 英寸的图纸上输出图，则必须画出与图纸尺寸相适应的图框，如果要求标注文本的打印高度为 $1/8$ 英寸，则必须设置文本高度为 $1/8$ 英寸。事实上所有的打印机或绘图仪均需在图纸的边缘留出空间以便夹紧，所以在图纸上有一个可打印的区域，所做的工作必须位于这个区域之内（如果你喜欢，这一步可以推迟至步骤6之后）。

3) 为模型的每一个视图创建一个浮动视口。浮动视口的数目取决于模型的形状和制图标准。

4) 为每个视口设置合适的比例和视点。大部分的视口应取相同的比例，但为表达清楚某些细节在若干视口中完全可以使用放大或缩小的比例。

5) 如果是正投影视图，如主视图、俯视图和侧视图，各视口中的模型应相互对齐。

6) 为模型和视图标注尺寸，添加其他必需的注释。

7) 输出完成的模型图纸。

当处理实体模型时，AutoCAD提供了两条命令：SOLVIEW和SOLDRAW，可以用来几乎自动地完成上述步骤2、4和5的操作。但当处理线框模型和表面模型时，就不得不手工完成这些步骤的操作。

在一个图形文件中，AutoCAD 2000允许具有多个按上述步骤操作的图纸空间设置。每一个设置就是一张布局图。例如：可以设置一张 34×22 英寸的图纸，用来放置标好尺寸的多个正投影视图，另设置一张 17×11 英寸的图纸用来放置轴测投影图，再设置一张 11×8.5 英寸的

图纸，用来放置未标注尺寸的多个正投影视图等等。每一张布局图的标签均位于图形窗口的底边处，用鼠标单击其标签，即可进入相应的布局图，如图 6-3所示。

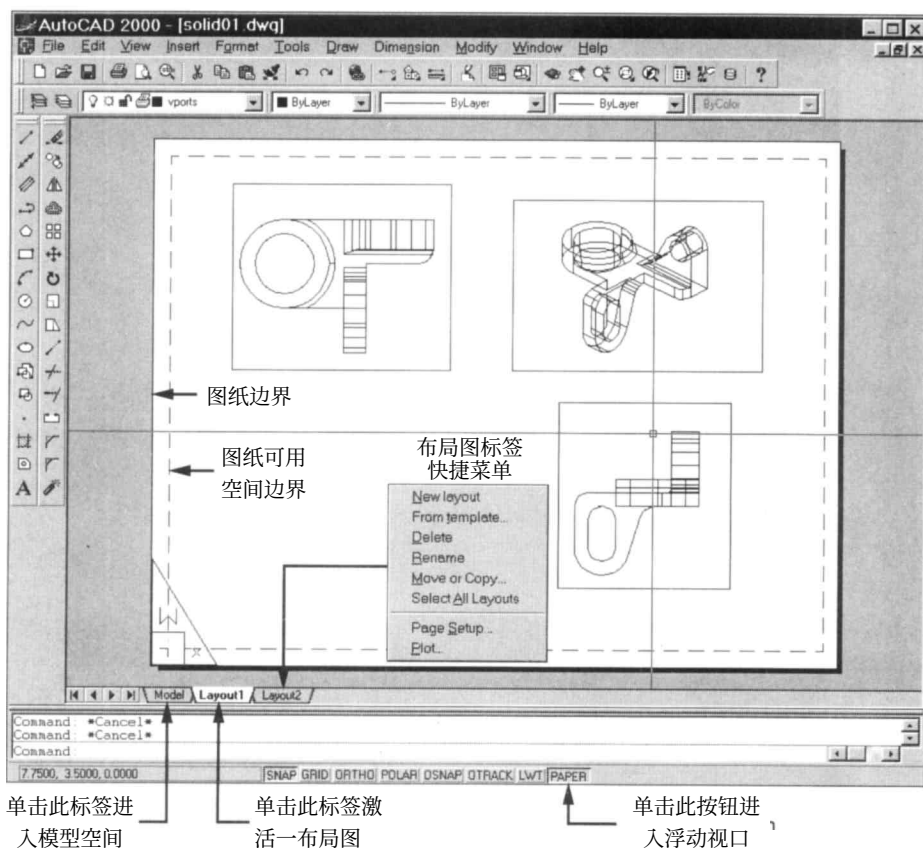


图 6-3

作为缺省值，AutoCAD提供了两个具有相同设置的平面布局图，其标签名分别为Layout1和Layout2。布局图的设置可以修改，布局图本身可以创建、删除和改名。创建和管理布局图用LAYOUT命令。布局图一旦生成，就可以用PAGESETUP命令设置布局图的图纸尺寸。AutoCAD 2000还有一个布局图向导，不仅可以创建新的布局图，还可以为布局图选择打印绘图设备、设置图纸尺寸和创建浮动视口。通过执行LAYOUTWIZARD命令可以激活布局图向导。

6.3 LAYOUT命令

LAYOUT命令的格式如下：

Command: **LAYOUT**

Enter layout option [Copy/Delete/New/Template/Rename/Saveas/Set/?]

<set>: (输入选项或按回车)

6.3.1 COPY选项

这一选项生成一个与已有布局图参数一致的新布局图。在命令行将提示输入被拷贝的布局图名（缺省为当前布局图名）和拷贝后得到的新布局图名。

6.3.2 DELETE选项

这一选项删除一个布局图。在命令行将提示输入要删除的布局图名。Model标签是不可删除的。

6.3.3 NEW选项

这一选项生成一个新的布局图。在命令行将提示输入新的布局图名。

6.3.4 TEMPLATE选项

这一选项生成一个基于模板文件的新布局图。将会弹出一对话框以输入模板文件名。对话框中的列表文件可以是模板文件（DWT），也可以是图形文件（DWG）。符合ANSI和ISO标准的模板文件在布局图中将插入图框和标题栏，并生成一个与标题栏相适应的浮动视口。文件选取好后，会提示输入新的布局图名。

6.3.5 RENAME选项

这一选项用来为布局图改名。在命令行会提示输入需改名的布局图名（以当前布局图名作为缺省值）和布局图的新名。

6.3.6 SAVEAS选项

这一选项把布局图的设置值存入模板文件或图形文件中。在命令行会提示输入要保存的布局图名，在保存图形文件对话框中为要保存的布局图指定文件名和文件类型。

6.3.7 SET选项

这一选项是本命令的缺省选项，进入一布局图。在命令行会提示输入要成为当前布局图的图名。

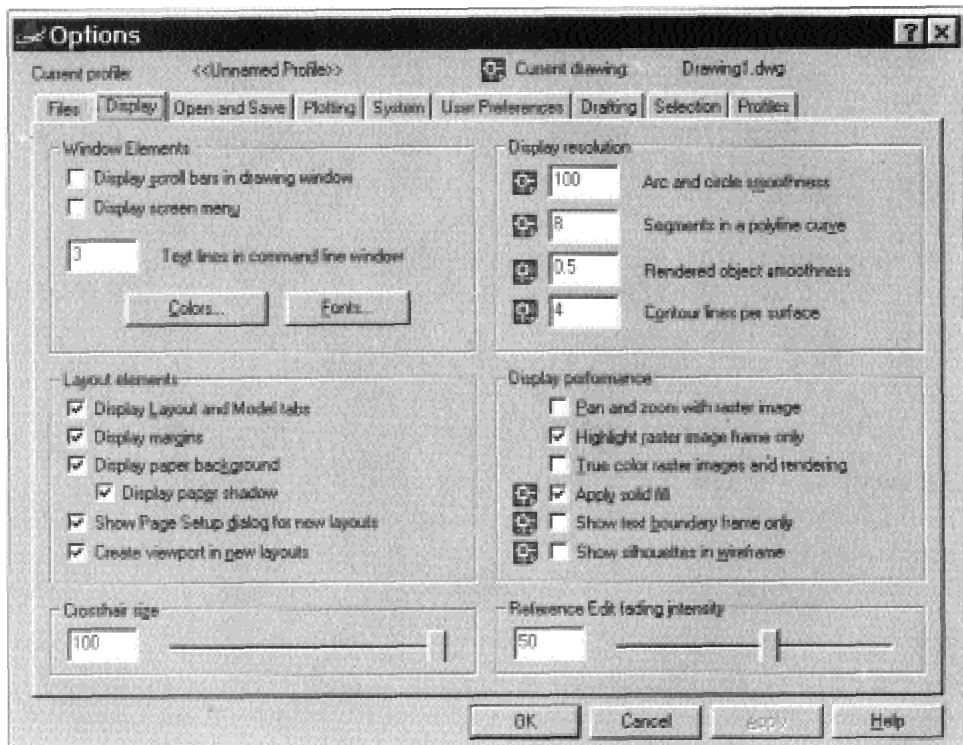


图 6-4

提示 不使用LAYOUT命令, 可以使用鼠标右击当前布局图标签弹出的快捷菜单, 如图6-3所示。在这一快捷菜单中, 还有一个选项可以改变布局图标签的排列次序。另外, 用鼠标单击任一布局图标签可使其成为当前布局图。

如图6-4所示, 在“选项 (Options)”对话框的“显示 (Display)”标签上, 有一组名为Layout elements的复选框, 可用来控制布局图的初始参数。这组复选框可用来打开和关闭Model标签和各布局图标签的显示、布局图图纸及其模拟阴影的显示和图纸可打印区域界线的显示。对于三维模型, 因为AutoCAD在当前层上生成的浮动视口常常不是所要的, 因而可能要关闭生成新布局图时自动创建浮动视口的功能。在这组复选框中, 还有一个选项用来设置生成新布局图时是否自动执行PAGESETUP命令。

6.4 PAGESETUP命令

一旦创建一幅新的布局图, 就要使用PAGESETUP命令来设置布局图的图纸尺寸和打印参数。在缺省情况下, 生成一幅新的布局图将自动执行这条命令。利用布局图标签的右键快捷菜单也可以执行这条命令。

PAGESETUP命令的全部选项均可在Page Setup (页面设置) 对话框中选取。这个对话框实际上与Plot命令使用的对话框是一样的。因此, 我们仅讨论与布局图有关的选项。

页面设置对话框有两个选项卡: 一个名为Plot Device (打印设备), 另一个名为Layout Settings (布局设置), 如图6-5所示。对话框中显示了当前的图纸尺寸, 通过Paper size (图纸尺寸) 列表框, 可以选择另一尺寸的图纸。如果列表框中没有合适的图纸尺寸, 可以在打印

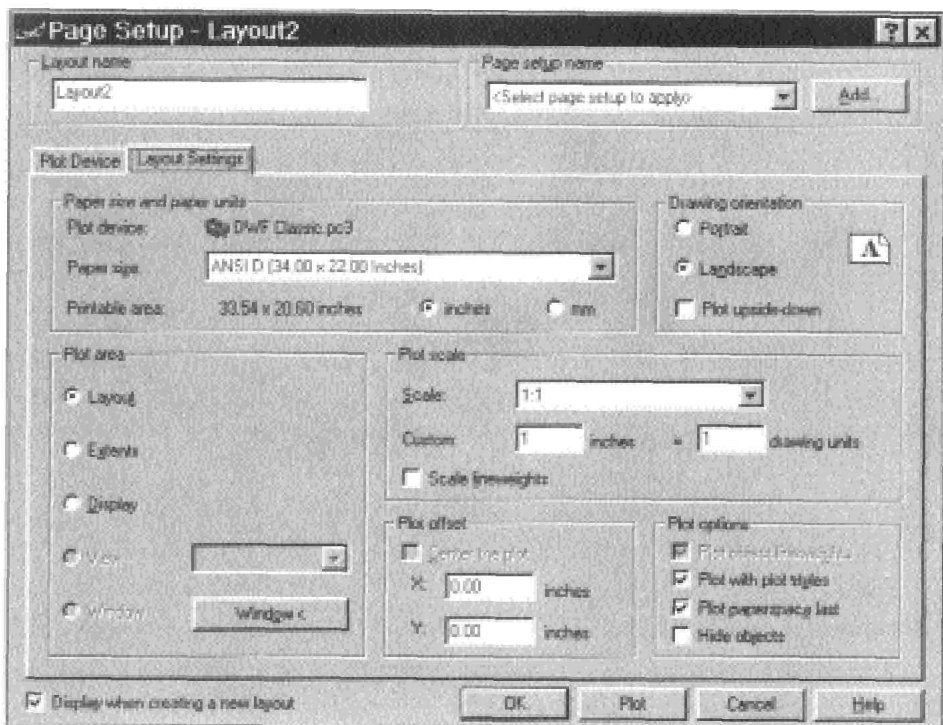


图 6-5

设备选项卡中另选一种打印机。在 Plot area（打印范围）组框中，总是选取 Layout（布局）单选按钮，而不是选取 Extents（范围）或 Display（显示）单选按钮。

名为 Plot scale（打印比例）的一组编辑列表框用来设置图形的全局比例，而不是指浮动视口中的比例。当在一张与规定图纸尺寸不同的纸上输出图形时，就要改变 1:1 的输出比例。例如：如果要在一张 A 幅面（11 英寸×8.5 英寸）的图纸上输出一幅 C 幅面（22 英寸×17 英寸）图纸的布局图，就应把比例设置为 1:2。

布局图的页面设置可以保存，以后需要可以恢复，也可以被另一个布局图调用。要保存当前的布局图，只需单击 Add 按钮。屏幕接着会显示 User Defined Page Setup（用户自定义页面设置）对话框，可输入该页面设置的名称。当单击此对话框的 OK 按钮后，这些设置就保存了下来，其名称会出现在 Page Setup Name（页面设置名）列表框中。为了恢复一个页面设置，只需单击此列表框中的该页面设置名。当需要输出一幅图，而使用的参数不同于布局图本身的参数时，保存的页面设置就有用了，如上节提到的在 A 幅面图纸上输出 C 幅面图纸的例子。

当单击页面设置对话框的 OK 按钮后，布局图即采用已设置的参数，包括图纸尺寸。UCS 的坐标原点位于图纸可打印区域的左下角，对于打印输出和大多数的图纸空间操作，应该从这一位置开始。

6.5 LAYOUTWIZARD 命令

这条命令使用一系列的对话框一步一步引导你来创建和设置布局图参数。既可以从 AutoCAD 的下拉菜单中选择 Insert/Layout/Layout Wizard 或 Tools/Wizard/Create Layout 菜单项，也可以在命令行输入 LAYOUTWIZARD 命令开始 Layout Wizard（布局图向导）命令的运行。在提示输入布局图名后，布局图向导将按下列顺序显示对话框。

- **Printer(打印机)** 从当前配置的打印机列表中为布局图选择一台打印机。如果列表中没有所需要的打印机，就必须离开此向导，利用控制面板把所需打印机添加到 Windows 配置的打印机列表中。
- **Paper Size(图纸尺寸)** 从列表框中为布局图选择一种图纸尺寸。仅当图纸尺寸适合于选取的打印机时才是可选的。
- **Orientation(图形方向)** 为图形选择 landscape（纵向）或 portrait（横向）打印方式。
- **Title Block(标题块)** 为布局图选择图框和标题栏。列表框中列出了一些可供选择的标题块，其中包括符合美国（ANSI）、国际标准化组织（ISO）、日本（JIS）和德国（DIN）制图标准的标题块。它们插入时既可以作为一个块，也可以作为一个外部参照（XREF）。要注意选择的标题块应与所选图纸的尺寸相适应。如果不需要标题块，可以跳过这一步。
- **Define Viewports(定义视口)** 这一对话框可以创建一个或多个浮动视口。还可以设置视口中模型的比例。若要跳过这一步，选择名为 None 的单选按钮。若选择标准 Standard 3D Engineering Views（3D 工程视图）按钮，则创建四个视口分别用来表示 3D 模型的主视图、俯视图、侧视图和等轴测投影图。
- **Pick Location（点选区域）** 这一步的对话框只有一个 Select Location（选择区域）按钮。若点击此按钮，本对话框就会暂时隐去，并提示要点选两点形成一个矩形区域，并在这一区域内生成上一步操作指定的浮动视口。否则，AutoCAD 将生成与图纸的可打印区域

尺寸一致的浮动视口。

- Finish (完成) 选择Finish (完成) 按钮生成一新的布局图, 选择 Cancel (取消) 按钮不生成新的布局图, 结束本向导的操作。

提示 布局图向导是一个好工具, 特别是缺少操作经验时, 因为这一条命令完成了本来需要几条命令才能完成的工作。

6.6 浮动视口的操作

创建浮动视口

正如上述, 虽然 AutoCAD 能够为我们生成浮动视口, 但也许你更喜欢自己来创建它们, 以便能更好地控制其参数。在 AutoCAD 2000 以前的版本中, 只有 MVIEW 命令能够生成浮动视口。而在 AutoCAD 2000 中, 既可以用 MVIEW 命令也可以用 VPORTS 命令来生成浮动视口, 而且 VPORTS 命令有两种不同的格式。如果选择 AutoCAD 的 View/Viewports 下拉菜单, 或选择工具条按钮, 或在命令行输入 VPORTS 来执行 VPORTS 命令, 就会出现一个用来生成浮动视口的对话框。另一方面, 如果在命令行输入前面带一短横线 (-) 的 VPORTS 来执行该命令, 在命令行就会出现与 MVIEW 命令一样的选项提示。也可以从 View/Viewports 下拉菜单和 Viewports (视口) 工具条中选择规定的选项, 如图 6-6 所示。而且, 从视口工具条中还可以执行改变视口形状的 VPCLIP 命令。

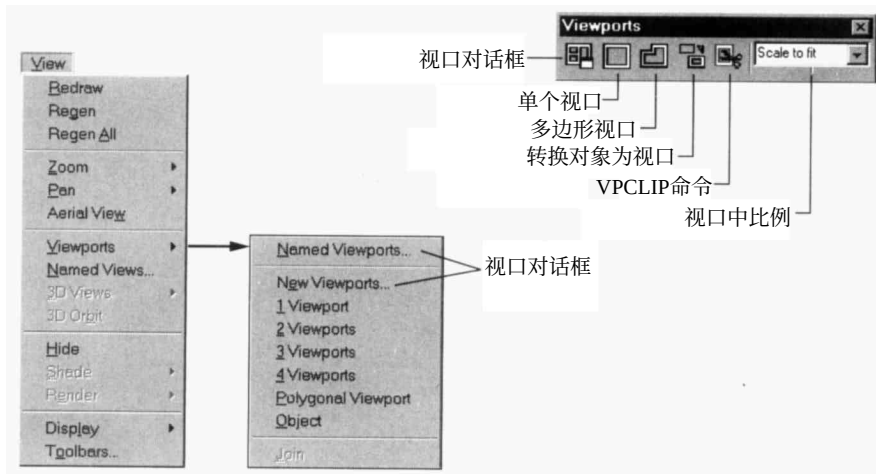


图 6-6

虽然对能生成的浮动视口的数目没有限制, 但对能拥有的活动视口的数目是有限制的 (活动视口容易和当前视口相混淆, 活动视口是可见的视口, 用来显示模型空间对象。当前视口是含有屏幕十字光标的视口)。如果生成的活动视口数目超过了允许的最大值, 多余的视口就不会显示。不过, 因为 VPORTS 和 MVIEW 命令允许在关闭某些视口的同时, 打开另一些视口, 并把它们切换为活动视口, 所以可以对超过允许值的浮动视口进行操作。而且, 所有视口, 包括非活动视口中的内容均可打印。允许的活动视口数目的最大值取决于计算机系统。

6.7 VPORTS命令（对话框形式）

在图纸空间，AutoCAD显示的Viewports（视口）对话框如图6-7所示。通过选取Standard viewports（标准视口）列表框中的某一选项，一次最多能生成四个浮动视口。所选选项的视口布置显示在Preview（预览）窗口。

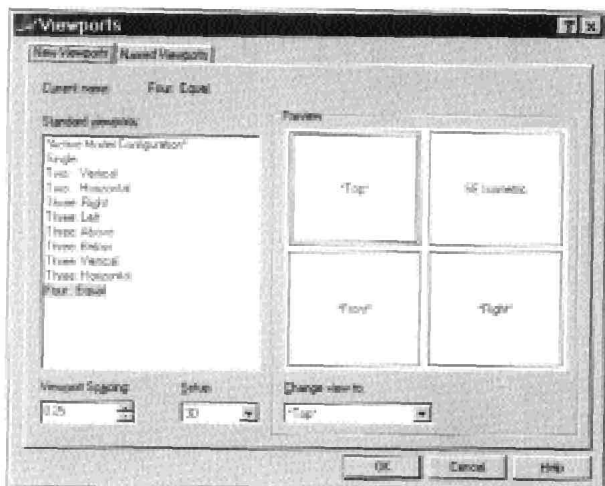


图 6-7

Setup（设置）下拉列表框有两个选项：2D和3D。如果选择2D，则每一个新生成视口中的视点与当前模型空间平铺视口中的视点是相同的。如果选择3D，则AutoCAD在新视口中设置为正交或等轴测视点。在预览窗口给出了缺省的视点，从Change view to（改变视图到）下拉列表框中，可以选择另一视点来改变视点的缺省值。

当系统变量Ucsortho的值为缺省值1时，VPORTS命令的3D选项会旋转每个视口中表明正投影视图的UCS，结果是UCS的XY平面正好面对视图的观察方向。如果不需要改变浮动视口中的UCS，可设置Ucsortho的值为0。

Viewport Spacing（视口间距）编辑框在各视口之间形成一间隔，其间距等于编辑框中显示的数值。

可以利用视口对话框中Named Viewports（已命名视口）选项卡生成一组基于已命名的平铺视口配置的浮动视口。但不能命名和保存一组浮动视口。

当点击OK按钮后，AutoCAD会隐去对话框，在命令行提示画一个与新建视口尺寸对应的矩形，或者指定新建视口与图纸的可打印区域一致。

6.8 VPORTS命令（命令行方式）

当在命令行输入前面带一短横线（-）的VPORTS命令时，所显示的选项和提示与MVIEW命令是一样的。当点选View/Viewports下拉菜单中的某选项时，也会显示VPORTS命令的命令行选项。

6.9 MVIEW命令

MVIEW命令（和VPORTS命令）的命令行格式如下：

Command: **MVIEW (或-VPORTS)**

Specify corner of viewport or [ON/OFF/Fit/Hideplot/Lock/Object/

Polygonal/Restore/2/3/4] <Fit>: **(输入一选项、指定一点或按回车)**

6.9.1 SPECIFY CORNER POINT选项

输入浮动视口的一角点坐标，AutoCAD会产生一橡皮筋矩形框，拖动矩形框可选择浮动视口矩形窗口的对角点坐标。

6.9.2 ON选项

这一选项打开非活动的浮动视口。紧接着提示：

Select Objects: **(用任一目标选择方法选择视口)**

被选中的非活动视口会成为活动视口，并显示视口内的图像。如果浮动视口的数目超出了活动视口的最大允许值，AutoCAD在打开被选中的浮动视口的同时，会自动地关闭另一些浮动视口。

6.9.3 OFF选项

这一选项关闭活动的浮动视口。紧接着提示：

Select Objects: **(用任一目标选择方法选择视口)**

被选中的视口会成为非活动视口，视口中显示的图像也会随之消失。

6.9.4 FIT选项

这一选项创建一个充满整个当前图纸空间布局可打印区域的浮动视口（参见图 6-7），不显示任何提示。

6.9.5 HIDEPLOT选项

在绘图输出时，决定是否打印被消隐的线段。接下来提示：

Hidden line removal for plotting [ON/OFF]: **(输入ON或OFF)**

Select Objects: **(用任一目标选择方法选择视口)**

- ON 这一选项打开输出时移去被消隐线段的功能。被消隐的线段将不打印输出。
- OFF 这一选项关闭输出时移去被消隐线段的功能。所有的线段，包括消隐的和可见的都将被打出来。

6.9.6 LOCK选项

这一选项锁定和解锁被选定视口中的视图，包括视图的大小和方向。接着显示下面的命令行提示：

Viewport View Locking [ON/OFF]: **(输入ON或OFF)**

Select Objects: **(用任一目标选择方法选择视口)**

在锁定的浮动视口中，不再能用 ZOOM、PAN和DVIEW命令，但3DORBIT命令除外。

6.9.7 OBJECT选项

利用这一选项，可以把2D或3D多段线、椭圆、样条曲线、面域或圆等对象转换成浮动视口。2D和3D多段线必须用Close选项封闭。不过对于样条曲线，即使把起点选取为终点来加以封闭，也是可以接受的。面域中的内孔在视口中生成一不透明的区域。在命令行接下来显示下面的提示：

Select object to clip viewport: **(选择要转换的对象)**

只能选择一个对象，而且必须选择对象上的一个点。由对象生成视口的例子如图 6-8所示。

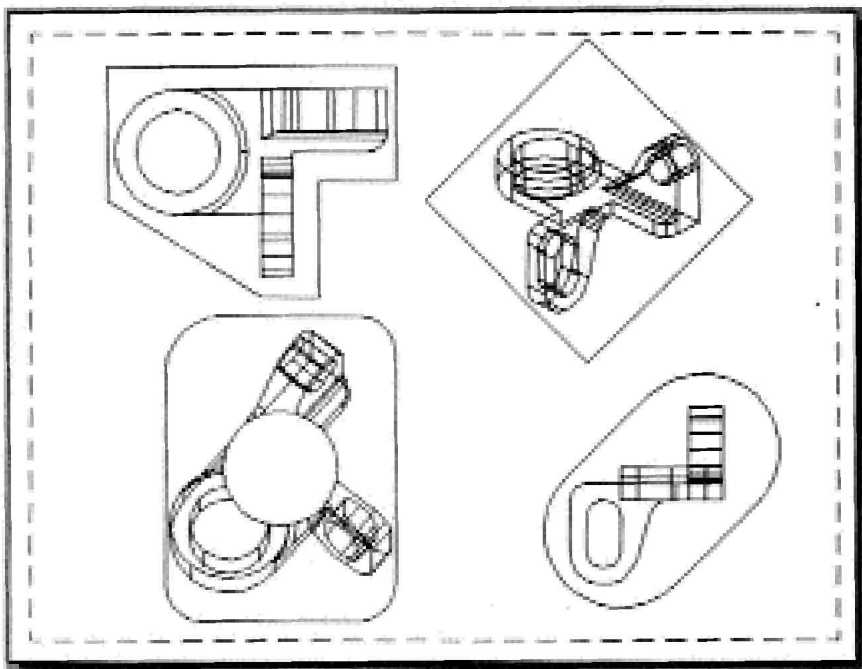


图 6-8

6.9.8 POLYGONAL选项

利用这一选项，可以由直线段和弧线段多段线组成的边界生成一个浮动视口。在命令行将会出现与PLINE命令相类似的提示供绘制边界用。

6.9.9 RESTORE选项

这一选项把模型空间的平铺视口配置转换成图纸空间的浮动视口。浮动视口的数目、布置和其中的视图将会与平铺视口配置的内容相一致。接下来命令行提示：

Enter viewport configuration name or [?] <*Active>: (输入?、视口配置名或按回车)

- *Active

这是缺省选项，使用当前模型空间中起作用的平铺视口配置。

- ?

输入一问号显示通过VPOR命令保存的全部平铺视口配置的列表。

- Enter Viewport Configuration Name

当输入通过VPOR命令保存的视口配置名时，AutoCAD将会把这些平铺视口转换成浮动视口。

紧接着的命令行提示为：

Specify first corner or [Fit] <Fit>: (输入F、指定一点或按回车)

- First Corner

输入一点作为矩形窗口的一角点。AutoCAD会从这一点出发产生一橡皮筋矩形框，拖动矩形框可定位矩形窗口的另一角点。新生成的各视口将充满整个矩形窗口。浮动视口相对于平铺视口的长度和高度之比将调整到与矩形窗口相适应。

- Fit

新生成的各浮动视口将会充满图纸的可打印区域。

6.9.10 2选项

生成两个浮动视口。这两个浮动视口可以左右排列，也可以上下排列，见图 6-9。命令行提示如下：

Enter viewport arrangement [Horizontal/Vertical] <Vertical>: (输入H或V，或按回车)

Specify first corner or [Fit] <Fit>: (输入F、指定一点或按回车)

- First Corner

输入一点作为矩形窗口的一角点，AutoCAD会从这一点出发，产生一橡皮筋矩形框，拖动矩形框可定位矩形窗口的另一角点，新生成的两个视口将充满整个矩形窗口。

- Fit

新生成的两个浮动视口将会充满布局图纸的可打印区域。

6.9.11 3选项

生成三个浮动视口，其排列方式见图 6-9。命令行提示如下：

Enter viewport arrangement[Horizontal/Vertical/Above/Below/Left/Right] <Right>: (输入一选项或按回车)

Specify first corner or [Fit] <Fit>: (输入F、指定一点或按回车)

- First Corner

输入一点作为矩形窗口的一角点，AutoCAD会从这一点出发，产生一橡皮筋矩形框，拖动矩形框可定位矩形窗口的另一角点，新生成的三个视口将充满整个矩形窗口。

- Fit

新生成的三个浮动视口将会充满布局图纸的可打印区域。

6.9.12 4选项

把指定的屏幕区域纵横划分为四个尺寸相等的浮动视口，见图 6-9。命令行提示如下：

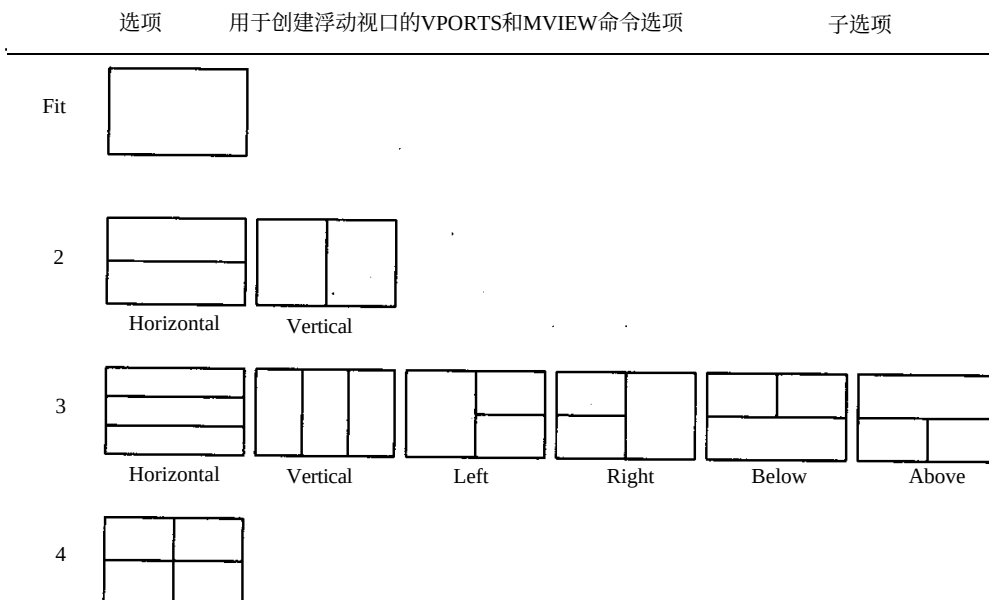


图 6-9

Specify first corner or [Fit] <Fit>: (输入F、指定一点或按回车)

- First Corner

输入一点作为矩形窗口的一角点, AutoCAD会从这一点出发,产生一橡皮筋矩形框,拖动矩形框可定位矩形窗口的另一角点,新生成的四个视口将充满整个矩形窗口。

- Fit

新生成的四个浮动视口将会充满布局图纸的可打印区域。

6.10 VPCLIP命令

这一命令能把已有的浮动视口边界转换成可用 polyline、spline、circle、ellipse和region命令画成的任何形状。VPCLIP命令的格式如下:

Command: **VPCLIP**

Select viewport to clip: (在视口边界上拾取一点)

选中中尚未被VPCLIP命令编辑过的视口后,继续提示:

Select clipping object or [Polygonal] <Polygonal>: (选择一封闭对象、输入P或按回车)

6.10.1 POLYGONAL选项

这一选项可画出一个新的由直线段和弧线段组成的视口边界。画新边界时的命令行提示类似于PLINE命令。

6.10.2 CLIPPING OBJECT选项

选择一个已存在的圆、椭圆、面域、封闭的2D或3D多段线、或封闭的样条曲线。多段线必须由命令的Close选项封闭。

当在响应VPCLIP命令的Select viewport to clip提示时,选中了被VPCLIP命令编辑过的视口,则接下来提示:

Select clipping object or [Polygonal/Delete] <Polygonal>: (选择一封闭对象、输入一选项或按回车)

6.10.3 DELETE选项

这一选项恢复浮动视口原来的边界。

提示 使用专门的浮动视口层。为隐去浮动视口的边界,可以关闭浮动视口所在的层。但如果要对浮动视口进行移动、拉伸等操作,就需要用到浮动视口的边界来拾取点。

MVIEW和VPORTS命令的命令行选项方式可创建多个相互紧靠的浮动视口,如果更喜欢在这些浮动视口之间留有间隔,可以在生成以后再对它们进行移动。

视口生成以后,可以对其进行复制以生成新的视口,原视口和复制得到的新视口具有相同的特性。

在打印输出时,只有在打开了消隐功能的视口中才会真的被消隐。Plot命令的Hide objects选项在浮动视口中是不起作用的。

一旦在浮动视口中设置了所需的比例和视点,就可以通过对视口加锁以保证这些设置不会被无意修改。

如果忘记了哪些视口打印输出时会消隐处理,哪些视口已被锁定在当前视图和当前的缩放比例上,则可以用LIST命令来检查视口是否会消隐,视口是否被锁住。

创建非矩形视口这一选项在建筑和结构的2D制图方面是非常有用的。对于3D模型,在绘制与X轴和Y轴倾斜的辅助视图时,这一选项也常有应用。

由VPOR和MVVIEW命令的object或Polygonal选项，或由VPCLIP命令创建的视口，可以用ROTATE命令旋转，而在视口中的视图是不会跟着一起旋转的。

6.10.4 相关系统变量

1. MAXACTVP系统变量

这一系统变量确定允许的最大活动视口的数目。Maxactvp的缺省值为64，但可以把其值设置为2~64之间的任意整数。因为AutoCAD把主图纸空间屏幕也认为是一个视口，所以活动的浮动视口总数比Maxactvp小1。任何时候，都不可能得到超出这一系统变量设定的活动视口数目。

2. CVPORT系统变量

这一系统变量包含当前视口（当前含有屏幕十字光标的视口）的视口编码，主图纸空间的视口编码总是1。

3. TILEMODE系统变量

这一系统变量控制是使用浮动视口还是平铺视口。当其值设置为1时，使用平铺视口；当其值设置为0时，使用浮动视口。

4. UCSORTHO系统变量

当把Ucsortho的值设置为1时，当前视口的UCS会旋转，结果使其XY平面垂直于由VIEW命令设置的正投影视图的视图方向。当把Ucsortho的值设置为0时，在用VIEW设置正投影视图时视口的UCS将保持不变。这一系统变量还影响到由VPOR命令的3D选项创建的视口中的UCS。

6.11 图纸空间与模型空间的切换

当绘制模型的图形时，常需在图纸空间和模型空间之间进行切换。有两种切换的方式。方式之一是打开和关闭平铺模式（Tilemode），直接把系统变量Tilemode的值设置为1或0进行切换。在AutoCAD 2000中有一种更简便的方法，即是单击 AutoCAD图形窗口底部处的Model标签打开平铺模式，单击任一布局图标签关闭平铺模式。

只要没有在模型空间作修改，每次重新进入一个空间，其屏幕显示将保持上一次切换时的显示状态。当在模型空间操作时，可以随意改变缩放比例、视点甚至 UCS而不会影响到已创建的浮动视口。但假如对模型进行移动或旋转操作，浮动视口中的视图就会受到影响。因为一般说来只有在完成构造3D模型后，才会创建图纸空间布局图和视口，所以只有在确实需要修改模型时，才会用到上述改变Tilemode值的模型空间与图纸空间的切换方式。

第二种方式是通过浮动视口进行切换，这是一种极常用的方式。一旦进入浮动视口，图纸空间的UCS图标就会消失，浮动视口中的UCS图标就会重新显示，如图6-10所示。屏幕十字光标也将限制到一个视口，而当前视口的边框比其他视口稍宽。如果屏幕上有多多个可见的浮动视口，可以把光标移到另一个视口，并在其中拾取一点，便可使其变换为当前视口。同时按下CTRL和R键，也能切换当前视口。

MSPACE命令是进入浮动视口的三种方法之一。这条命令没有选项或提示，只是简单地把控制权传到最近用过的浮动视口。与之相对，可以执行PSPACE命令返回图纸空间。

在AutoCAD 2000中，切换浮动模型空间和图纸空间的第二种方法是在浮动视口界内双击进入该浮动模型空间，在浮动视口界外双击返回图纸空间。

在浮动模型空间和图纸空间之间进行切换的第三种方法是利用位于 AutoCAD窗口底部处的状态栏上最右面的一个按钮。当处于图纸空间时，这一按钮上的标签名为PAPER，单击此

按钮进入最近使用过的浮动视口，标签名变为 MODEL，再次单击此按钮返回图纸空间。

提示 模型空间缩放（ZOOM）只影响当前视口。因此，如果视口偏小，增大缩放比例是得不到想要的放大倍数的。所以，在切换到模型空间之前，先在图纸空间缩放视口常会更好。

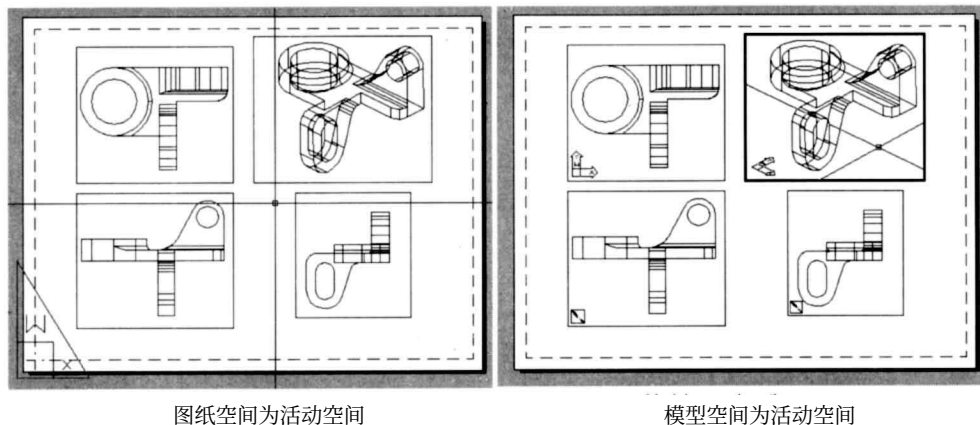


图 6-10

6.12 在浮动视口中建立3D模型的视图

在为3D模型的2D多视图创建浮动视口后，还须完成如下操作：

- 1) 在每一视口中设置合适的视图方向。
- 2) 为每一视口设置合适的比例。
- 3) 各视图相互对齐。

虽然在创建视口时，AutoCAD可以完成上述前两步的操作，但在这一节中，还是要说明如何手工来完成这些操作，以保证有多种可选的方法来设置视口和修改这些设置。这些操作用到的命令你都熟悉。不过 AutoCAD 确有一条基于 AutoLISP 的专用命令，为设置浮动视口提供了某些额外的帮助。在介绍完这些基本步骤后，我们将描述这条命令。

为了设置视图方向，首先使用 MSPACE 命令或其等效操作进入浮动模型空间，然后为每一个浮动视口设置所需要的视点。可根据个人爱好，使用 VPORTS、DVIEW、3DORBIT 或 VIEW 命令中的任一条命令来设置视点。一些常用的典型视图是从模型的上面、前面和侧面观察得到的正投影视图，不过也许还需要一个轴测投影视图，因为有了 3D 模型，轴测投影视图是很容易生成的。如果模型上有个倾斜表面需要一个辅助视图，就需要使用 DVIEW 命令的 Twist 选项把视图旋转到合适的角度。虽然用 ROTATE 命令可以旋转用 VPORTS 和 MVIEW 命令的 Object 和 Polygonal 选项生成的视口，但其中的图像是不会转动的。

在设置好视图方向后，就需要用到 ZOOM 命令的 Center、Left 或 Scale 选项的 XP 比例系数来为每一个视口设置比例（虽然在 ZOOM 命令的提示行中不再显示 Left 选项，AutoCAD 还是能辨认这一选项）。例如，若要使视图缩小一半，就要使用 0.5XP 的缩放比例系数；若要使视图为实际尺寸的两倍大，就要使用 2XP 的缩放比例系数。如果忘记了视口的比例大小，用 LIST 命令就可以了解视口相对于图纸空间的比例。

建立正投影视图的最后一步是对齐各视图。即使得主视图和俯视图上下对齐，主视图和侧视图左右对齐等等。对齐视图有多种方法，移动视口是其中较好的一种。在选中了要移动的视口后，可捕捉模型上的一个关键点用作基点，捕捉栅格、点过滤（.X或.Y）或输入坐标用作移动的目标点。辅助视图的倾斜角度比较随意，排列对齐视图时常要灵活处理，有时还必须使用临时构造线。

练习：建立图纸空间视口

本练习将建立如图6-11所示表面模型的2D正投影视图。在第3章中建立了该模型的线框结构，第4章为该模型增添了大部分的表面，而第5章完成了该模型的表面光滑处理。该模型用作某种电子设备外壳，如阴极射线管。因为是用作模型，所以仅需要一个表面。该模型的前面是敞开的，后背有一些孔槽用于接口。模型的外形尺寸是7×7×6（英寸）。

建立图纸空间视图的步骤如下：

1) 打开含有该3D模型的图形文件，或者打开本书所附光盘上的3d_p6_01.dwg文件。

2) 我们打算在22英寸×17英寸的图纸上打印视图，所以应当确认你所配置的打印机能否处理这种图幅。（如果你的打印机不能处理这种图幅，打开Options（选项）对话框的Plotting标签，选中Add or Configure Plotter按钮，增添一台合适的打印机）。如果你要使用11英寸×8.5英寸的图纸，就必须把我们在下面为此图给出的所有距离和比例除以2。

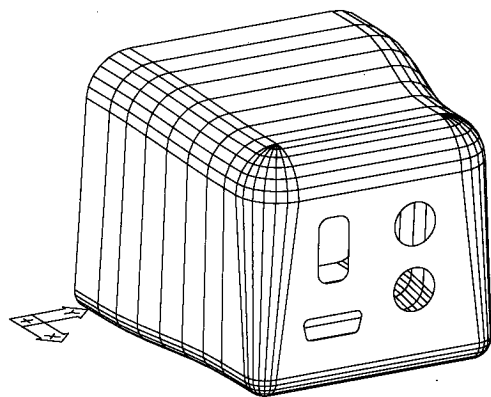


图 6-11

3) 单击AutoCAD图形窗口底部处的Layout1标签。如果页面设置对话框没有自动打开，请在命令行输入PAGESETUP命令。选中Plot Device标签，从中选择要使用的打印机。单击对话框的Layout Setting标签，设置图纸尺寸为22英寸×17英寸。如果选中的打印机无法处理这种尺寸，选择与之最接近相配的尺寸。确认已为布局图设置了打印区域，设置打印比例为1:1，然后单击OK按钮。

4) 布局图中的图纸尺寸将会立刻调整到你设定的尺寸。可打印区域用虚线显示，UCS原点位于可打印区域的左下角。如果存在浮动视口，就删除它。

5) 视图布置用三个基本视图——俯视图、侧视图和后视图^①。别让这里使用的视图名把你搞混了。虽然主视图通常放在俯视图的下面，但对这个特定模型来说，所谓的主视图是没有意义的。因此，我们把侧视图放到俯视图的下面，把后视图放到侧视图的右面。虽然在设定的图纸上可以按实际尺寸画这三个视图，但已经没有多少空白可用来标注尺寸和注释。因此，我们将视图缩小一倍，并绘制孔槽的放大详图。

6) 如有必要，可新建以VPORT为名的层，并设置为当前层。用MVIEW或VPORTS命令生成四个浮动视口。在生成这些视口时，不要使用设置视点和比例的选项。每个视口的长和宽均为5英寸。在这一阶段，视口的尺寸和位置不必精确。在每一视口中，会以相同的模型空间视点显示3D模型。

① 此为美国、日本等国的绘图标准。本书所述的俯视图其实为第三角投影法的顶视图，主视图为前视图（译者注）。

7) 使用 MSPACE 命令或其等效操作, 进入浮动模型空间, 为每一视口设置视图方向。VPOINT 命令可方便地用来设置视图方向, 如图 6-12 所示。俯视图的视图方向坐标为 $(0,0,1)$, 在其下面的侧视图的视图方向坐标是 $(0,-1,0)$, 后视图和孔槽详图的视图方向坐标是 $(1,0,0)$ 。

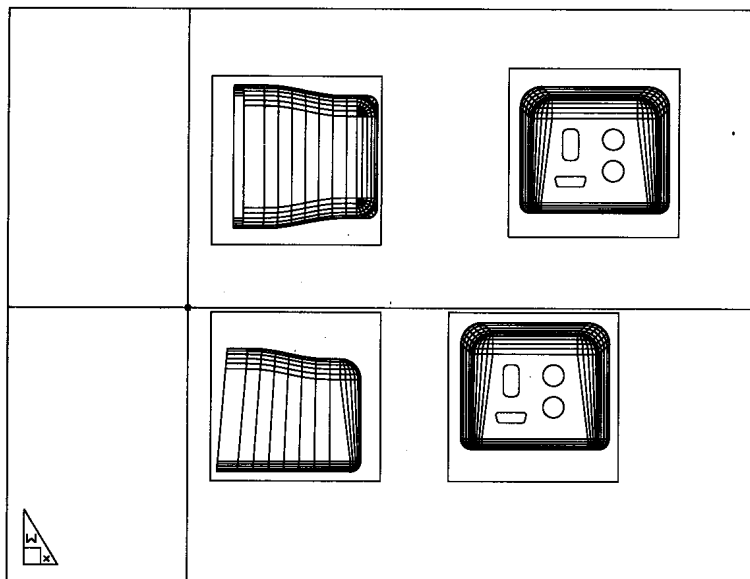


图 6-12

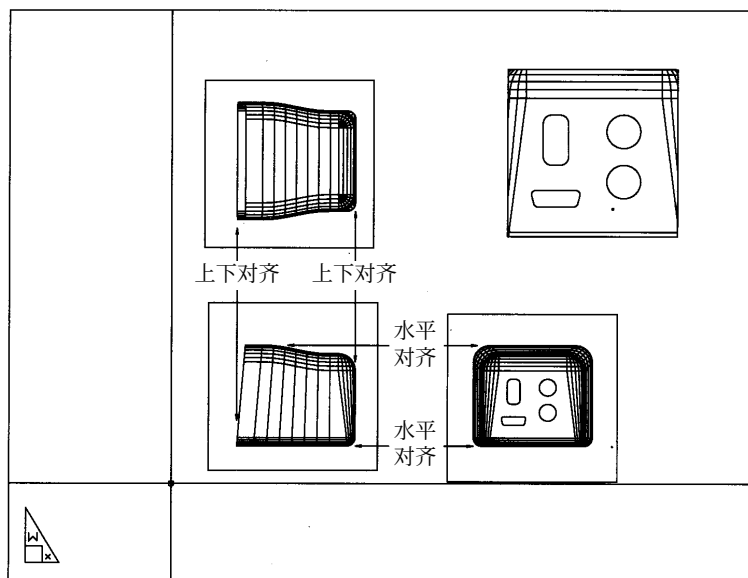


图 6-13

8) 下一步, 为每一视口设置比例。因为已经决定对主要视图采用缩小一半的比例, 所以进入这三个视口, 用 ZOOM 命令设置比例为 0.5XP。然后, 为详图视口设置比例为 1XP。视口

中显示的模型相对于视口显得偏大，但这并不重要。

9) 既然已经设置好视图方向和比例，接下来就可以对齐三个主要视图。使用 PSPACE 命令或其等效操作，返回图纸空间。激活捕捉（Snap）模式，设置捕捉间距为 0.25，一个一个移动直至这三个视图上下左右对齐，如图 6-13 所示。借助模型的关键点，用目标捕捉建立移动的基点，很容易做到这一点。视口边框没有对齐，但这不是必然结果。

下一个练习将为此图纸空间视图增添图框和标题栏。在开始下一练习之前，我们将讨论一条 AutoCAD 命令，这条命令含有在设置图纸空间视图时可以使用的几个不同的工具，包括插入预先绘制的图框和标题栏。因此，你应当把图形按当前状态保存起来。

注意 如果不能确定你所做的图纸空间视图的准确性，可以把此图与 3d_p6_02.dwg 文件作比较。

6.13 MVSETUP 命令

MVSETUP 命令是一段 AutoLISP 程序，用来完整地建立 3D 模型的图纸空间视图。它自动加载，以命令方式运行。如果系统变量 Tilemode 的值不为 0，该程序能将此值设置为 0，并继续进行图纸空间的设置。MVSETUP 命令能够创建浮动视口、设置视口比例、对齐视图以及创建或插入图框和标题栏。不过有一例外，该程序不能设置视口中的视点。

在 AutoCAD 2000 中，必须在 AutoCAD 的命令行输入其命令名才能启动 MVSETUP 命令。从模型空间启动 MVSETUP 命令的格式如下：

Enable paper space? [No/Yes] <Y>: (输入 Y 或按回车)

Enter an option [Align/Create/Scale viewports/Options/Title block/Undo]: (输入一选项或按回车)

在输入一选项并完成其任务后，将重新显示此提示菜单。按回车结束本命令的操作。

6.13.1 ALIGN 选项

这一选项用来在两视口之间对齐视图。AutoCAD 将请求输入第一个视口中的一点用作基点，输入第二个视口中的一点用作移动的基点。然后在第二个视口中移动图像直至两点成一直线。一般地，可以利用目标捕捉来找模型上用作基点的点。这一选项还可在视口中旋转视图。紧接着的命令行提示为：

Enter an option [Angled/Horizontal/Vertical alignment/Rotate view/Undo]: (输入一选项或按回车)

按回车返回主提示菜单。

- Angled 在第二个视口中用指定的方向和角度摇动（PAN）视图。
- Horizontal 在 Y 方向摇动第二个视口，直至两基点成一线。
- Vertical alignment 在 X 方向摇动第二个视口，直至两基点成一线。
- Rotate view 在一个视口中按指定的角度绕指定的基点旋转视图。
- Undo 撤消最近一次的 Align 操作。

6.13.2 CREATE 选项

这一选项用来创建浮动视口。创建的视口位于当前层。这一选项还能删除对象。紧接着的命令行提示为：

Enter option [Delete objects/Create viewports/Undo] <Create>: (输入一选项或按回车)

按两次回车返回主提示菜单。

- **Create viewports** 这是缺省选项，利用其子菜单可以创建一个、四个和一组视口，多视口按行和列布置。每种情况 AutoCAD 都会提示输入视口将在其内充满的边界。创建四个视口的操作，在提示菜单中取名为 Std. Engineering，还将为每一个视口设置指定的视点。左上角的视口显示模型的俯视图，左下角的视口显示模型的主视图，右下角的视口显示模型的右视图，而右上角的视口显示模型的等轴测投影视图。创建视口的其他选项不设置视点。
- **Delete objects** 与 ERASE 命令等效。
- **Undo** 撤消最近一次的 Create 操作。

6.13.3 SCALE VIEWPORTS 选项

SCALE VIEWPORTS 选项首先要求选择要设置比例的视口，然后把各视口的比例系数设置成相同的值，也允许把各视口设置成不同的比例系数。每种情况 AutoCAD 都要求输入有关比例系数的两个数据：

Enter the number of paper space units <1.0>: (输入一数值或按回车)

Enter the number of model space units <1.0>: (输入一数值或按回车)

按回车响应上述两个提示，得到实际大小（1:1）的比例。设置的视口比例等于模型空间的单位（units）数值除图纸空间的单位数值。因此，如果要求视口按 1:4 的比例显示模型，响应上述提示时图纸空间单位数值应输入 1，而模型空间单位数值应输入 4。

6.13.4 OPTIONS 选项

设置标题栏和单位的参数。紧接着的命令行提示为：

Enter an option [Layer/Limits/Units/Xref] <exit>: (输入一选项或按回车)

按回车返回主提示菜单。

- **Layer** 允许指定标题栏的层。如果指定的层不存在，AutoCAD 会使用当前的颜色和线型创建此层。这一选项对视口层不起作用，它们放在当前层上。
- **Limits** 自动设置与图形边界尺寸相符的图形界限。如果不存在图形边界，此选项就没有实际作用。
- **Units** 指定图纸空间的单位是英尺、英寸、米还是毫米。
- **Xref** 插入标题栏，并作为一个外部参照对象。

6.13.5 TITLE BLOCK 选项

这一选项将插入一个现成的标题栏和图框，还可以移动 UCS 原点和删除对象。紧接着的命令行提示为：

Enter title block option [Delete objects/Origin/Undo/Insert] <Insert>: (输入一选项或按回车)

按两次回车返回主提示菜单。

- **Insert** 为图纸空间的图形增添一个现成的图框和标题栏。提供了 12 种既有公制又有英制的标准图纸尺寸和样式，若你有自己的标准图纸尺寸和样式，可以把它们添加到列表中。当选中一标题块后，MVSETUP 命令查找与之相匹配的图形文件，找到后将其作为块插入。如果找不到与之相匹配的图形文件，MVSETUP 命令就使用 MVSETUP.DFS 文件中的数据画出图框和标题栏。例如：假若你选中了 ANSI-D 尺寸的标题块，MVSETUP 命令就查找一个名为 ANSI_D.dwg 的图形文件，如果找到就插入它。如果没有找到 ANSI_D.dwg

图形文件，程序就使用 MVSETUP.DFS 文件中的数据画出图框和标题栏。这个标题块由单个实体组成，而不是一个整块。

- Delete objects 与 ERASE 命令等效。
- Origin 移动图纸空间 UCS 到一新位置。
- Undo 撤消最近一次的 Title block 操作。

提示 虽然除创建四个视口这一选项外，MVSETUP 命令无法设置视点，从而限制了其应用，但其对齐视图的功能是相当不错的。有时，在用 MVSETUP 命令对齐的视口中，有部分模型会移出视口，但通过拉伸视口可以使其重新显示。

除 R14 外，AutoCAD 的所有版本包括 AutoCAD 2000 均不提供标准图框和标题栏的图形文件。因此，除 R14 外 MVSETUP 命令将根据 MVSETUP.DFS 文件中的数据画出图框和标题栏。MVSETUP.DFS 文件中的数据使用 ANSI 14.1 制图标准规定的绘制图框和标题栏的尺寸（ANSI 是美国国家标准协会 American National Standards Institute 首字母的缩写）。

MVSETUP 命令的设置图形界限和移动 UCS 选项与 AutoCAD 2000 图纸空间布局没有关系，不应当使用。

练习：使用 MVSETUP 命令添加图框和标题栏

我们将使用 MVSETUP 命令来为显示 3D 模型外壳的图纸添加图框和标题栏，图框和标题栏放在名为 BORDER 的层上。打开你为这模型建立的图形文件或 3d_p6_02.dwg 文件，然后开始 MVSETUP 命令的操作。

Command: **MVSETUP**

Enter an option [Align/Create/Scale viewports/Options/Title block/Undo]: **O**

Enter an option [Layer/Limits/Units/Xref] <exit>: **L**

Enter layer name for title block or [. (for current layer)]: **BORDER**

Enter an option [Layer/Limits/Units/Xref] <exit>: **(按回车)**

Enter an option [Align/Create/Scale viewports/Options/Title block/Undo]: **T**

Enter title block option [Delete objects/Origin/Undo/Insert] <Insert>: **(按回车)**

Available title blocks:

- 0: None
- 1: ISO A4 Size(mm)
- 2: ISO A3 Size(mm)
- 3: ISO A2 Size(mm)
- 4: ISO A1 Size(mm)
- 5: ISO A0 Size(mm)
- 6: ANSI-V Size(in)
- 7: ANSI-A Size(in)
- 8: ANSI-B Size(in)
- 9: ANSI-C Size(in)
- 10: ANSI-D Size(in)
- 11: ANSI-E Size(in)
- 12: Arch/Engineering (24 x 36in)
- 13: Generic D size Sheet (24 x 36in)

Enter number of title block to load or [Add/Delete/Redisplay]: **9**

Create a drawing named ansi_c.dwg/ <Y>: **N**

Enter an option [Align/Create/Scale viewports/Options/Title block/Undo]: (按回车)

输入9表示我们要 C号尺寸的图框 (22英寸×17英寸), AutoCAD会立刻把图形文件 ansi_c.dwg作为块插入, 如果找不到 ansi_c.dwg文件则在其对应位置画出来。在 AutoCAD 2000中不存在ansi_c.dwg文件, 因此, 图框和标题栏是画出来的, 由单个对象组成。如果图框超出了布局图纸的可打印区域, 可以使用 STRETCH命令使之与图纸的可打印区域一致。

带有标题栏和图框的例图如图 6-14所示。在例图中, 表面所在的层和视口所在的层一起均被关闭, 这样看起来更像一幅标准的多视图的工程图。

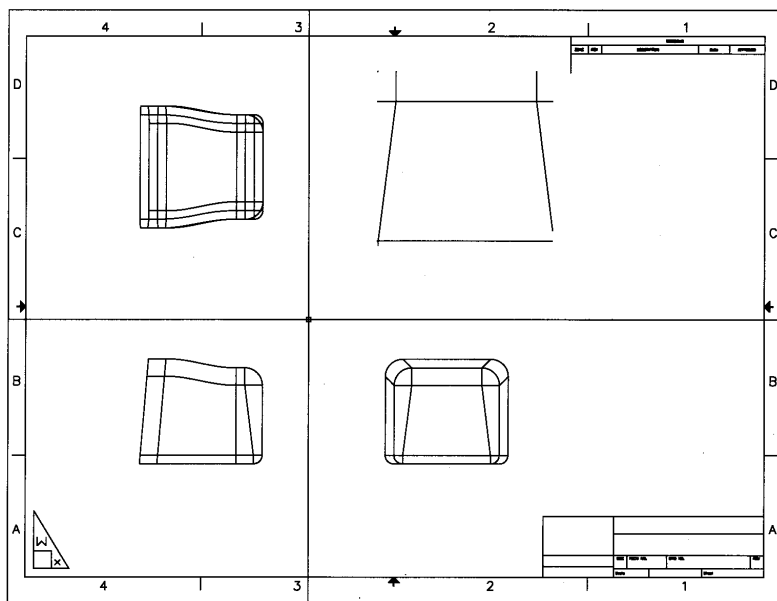


图 6-14

注意 这一阶段的例图文件是3d_p6_03.dwg。

用表面模型制成视图时通常会出现一个问题, 因为它们的网格线既难看又易使人混乱。我们可以关闭这个模型表面所在的层, 使用原先的线框结构。这一技术的效果如何取决于表面模型的几何结构, 有时你还不得不接受表面网格线。

实体模型不存在这些问题, 因为可以关闭它们的网格线。而且, AutoCAD有些专用技术和命令可用来把3D实体制成2D图形。在本章稍后我们将讨论这些技术和命令。

6.14 对象可见性控制

当你在图纸空间操作多个浮动视口时, 很容易忘记每一个视口显示的是同一个 3D模型。在一个视图上对模型所做的任何改变和增加将立刻显示在其他的视图上 (当然要假定所做的修改位于视口的可见区域)。在大多数时候, 这是我们所期望的——事实上, 这就是图纸空间的目的之一——但是也有这样的時候, 你并不需要模型空间对象在每一个浮动视口中都可以被看见。

AutoCAD通过对象的层来解决这一问题。VPLAYER命令控制在每一个视口中哪些层是可

见的。如果有某3D对象你不想在某一浮动视口中显示，就可以把该3D对象放在该视口中不可见的层上。你将会发现这是一个在图纸空间视口中管理模型空间对象的有用工具，稍后我们将会看到，这是一个标注尺寸时必需的工具。

图6-15表示在三个浮动视口中有两个不同的3D实体对象。右边的视口中两个对象都显示，而在剩下的两个视口中都只显示一个3D实体。另一个实体放在了该视口中被VPLAYER命令冻结的层上。虽然在上述三个视口的每一个中均有两个对象，但并非每一个都是可见的。

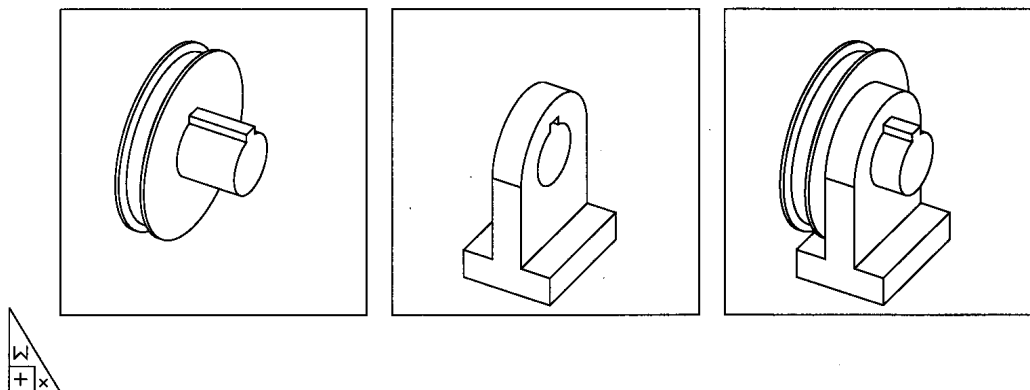


图 6-15

6.15 VPLAYER命令

VPLAYER（表示Viewport Layer）命令通过冻结和解冻基于视口的层控制层的可见性。在由LAYER命令冻结的层和由VPLAYER命令冻结的层之间存在一细致的差别，如果有一层已由LAYER命令冻结，则必须先由LAYER命令将此层解冻，VPLAYER命令才能对此层进行操作。而且，因为VPLAYER命令控制层与浮动视口的关系——而不是层与对象本身的关系——因此即使在当前视口，当前层也是可以关闭的。

在AutoCAD 2000中，必须在命令行输入命令名才能执行VPLAYER命令。如你所料，VPLAYER命令只能用于图纸空间布局，不过你可以在浮动视口中执行它。VPLAYER命令的命令行格式如下：

Command: **VPLAYER**

Enter an option [?/Freeze/Thaw/Reset/Newfrz/Vpvisdflt]: (输入一选项或按回车)

在完成某一选项的操作后重复显示上述提示，按回车结束本命令。

6.15.1 ?选项

问号选项显示指定视口中被冻结的层名。接着提示你选择一个视口，AutoCAD将会显示该视口的ID号，以及视口中被冻结的层名的列表。列表中將不包括由LAYER命令整体冻结的层名。

6.15.2 FREEZE选项

在一个或多个视口中冻结一个或多个层。紧接着的命令行提示和选项为：

Enter layer name(s) to freeze: (输入一个或多个层名)

Enter an option [All/Select/Current] <Current>: (输入一选项或按回车)

通过输入多个用逗号隔开的层名或用通配符（? 或 *）一次可以冻结多个层。

- **Current** 这一选项在当前视口中冻结选定的层。如果 VPLAYER 命令是从模型空间执行的，则当前视口是指当前含有十字光标的浮动视口。如果 VPLAYER 命令是从图纸空间执行的，则当前视口是指包含整个布局的主图纸空间视口。
- **All** 这一选项在所有视口中，包括主图纸空间视口中冻结选定的层。
- **Select** 这一选项允许你选择确定的浮动视口，在这些浮动视口中所选的层将被冻结。如果 VPLAYER 命令是从模型空间执行的，AutoCAD 将暂时切换到图纸空间以允许你选择视口。

6.15.3 THAW 选项

在一个或多个视口中解冻一个或多个层。它无法解冻由 LAYER 命令冻结的层。紧接着的命令行提示和选项为：

Enter layer name(s) to thaw: (输入一个或多个层名)

Enter an option [All/Select/Current] <Current>: (输入一选项或按回车)

通过输入多个用逗号隔开的层名或用通配符（? 或 *）一次可以解冻多个层。

- **Current** 这一选项在当前视口中解冻选定的层。如果 VPLAYER 命令是从模型空间执行的，则是指当前含有十字光标的浮动视口。如果 VPLAYER 命令是从图纸空间执行的，则当前视口是指包含整个布局的主图纸空间视口。
- **All** 这一选项在所有视口中，包括主图纸空间视口中解冻选定的层。
- **Select** 这一选项允许你选择浮动视口，在这些浮动视口中所选的层将被解冻。如果 VPLAYER 命令是从模型空间执行的，AutoCAD 将暂时切换到图纸空间以允许你选择视口。

6.15.4 RESET 选项

在一个或多个视口中恢复一个或多个层的由 Vpvisdflt 选项建立的冻结/解冻缺省值。紧接着的命令行提示和选项为：

Enter layer name(s) to reset: (输入一个或多个层名)

Enter an option [All/Select/Current] <Current>: (输入一选项或按回车)

通过输入多个用逗号隔开的层名或用通配符（? 或 *）一次可以恢复多个层。

- **Current** 这一选项在当前视口中恢复选定的层。如果 VPLAYER 命令是从模型空间执行的，则是指当前含有十字光标的浮动视口。
- **All** 这一选项在所有视口中，包括主图纸空间视口中恢复选定的层。
- **Select** 这一选项允许你选择浮动视口，在这些浮动视口中所选的层将被恢复。如果 VPLAYER 命令是从模型空间执行的，AutoCAD 将暂时切换到图纸空间以允许你选择视口。

6.15.5 NEWFRZ 选项

这一选项在所有视口——既包括已存在的视口（主图纸空间视口除外）也包括以后将要创建的视口中生成新的并自动冻结的层。紧接着的命令行提示为：

Enter name(s) of new layers frozen in all viewports: (输入一个或多个层名)

你可以输入用逗号隔开的多个层名，但不能使用通配符。这一选项生成新层，但不允许你指定新层的颜色和线型。

6.15.6 VPVISDFLT选项

这一选项表示视口可见性缺省值（Viewport Visibility default）。它允许你指定在随后创建的视口中层的冻结/解冻缺省值。紧接着的命令行提示为：

Enter layer name(s) to change viewport visibility: (输入一个或多个层名)

Enter a viewport visibility option [Frozen/Thawed] <Thawed>: (输入F或T，或按回车)

通过输入多个用逗号隔开的层名或用通配符（?或*）一次可以指定多个层：

- Thawed 选中的层在随后创建的视口中处于解冻状态。这一选项能覆盖掉 Newfrz选项的结果。
- Frozen 选中的层在随后创建的视口中处于冻结状态。

6.15.7 相关命令

LAYER命令

AutoCAD 2000的LAYER命令的图层特性管理对话框可用来设置 VPLAYER命令的部分选项。在这个对话框中，Active VP Freeze这一栏和Freeze in Active Viewport这一复选框等效于VPLAYER命令的Freeze选项，NEW VP Freeze这一栏和Freeze in New Viewports这一复选框等效于VPLAYER命令的Newfrz选项（见图6-16）。

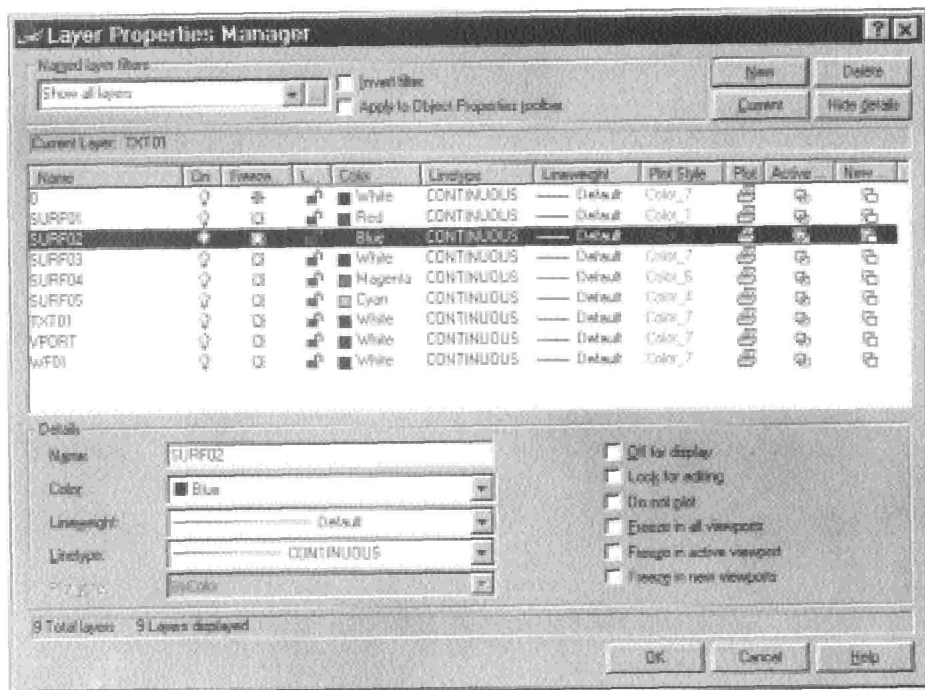


图 6-16

尽管如此，在很多时候我们还是喜欢使用 VPLAYER命令，因为VPLAYER命令不仅有更多的选项，而且允许你同时控制多个图层在多个不同视口中的可见性。

6.15.8 相关系统变量

没有。

6.16 为3D模型注释和标注尺寸

标题栏、图框、注释和其他标注工作应归于图纸空间。对于注释和符号的唯一例外是模型上的特殊特征或点——例如表面粗糙度符号——你可能更喜欢把它们与模型紧密结合在一起。

在你用AutoCAD完成了2D图形的绘制后，就可以来做这些工作了，只是不必调整图形比例。图形将以1:1的比例输出，图纸空间的文字和符号也是1:1的。正如我们所看到的，模型的比例是由视口缩放水平决定的。

在各视口中使用不同的比例对于分段线型，如中心线和虚线，会产生潜在的不希望的负影响，即根据每一视口的缩放比例系数，在一些视口中的线段长度会小于另一些视口中的线段长度。为避免这一现象的发生，可以把系统变量 Psltscale (Paper Space Linetype Scale) 的值设置为1，迫使所有的线型按同一个缩放比例系数进行缩放。于是在所有视口中的中心线和虚线看起来就会一样，即使各视口中模型的比例是不一样的。

在图6-17中，局部视图的中心线具有 2XP 的缩放比例，如果 Psltscale 的值设置为0，则其线段长度看起来就是其他视口中线段长度的两倍。当 Psltscale 的值设置为1时，则所有视口中的中心线看起来都是一样的。

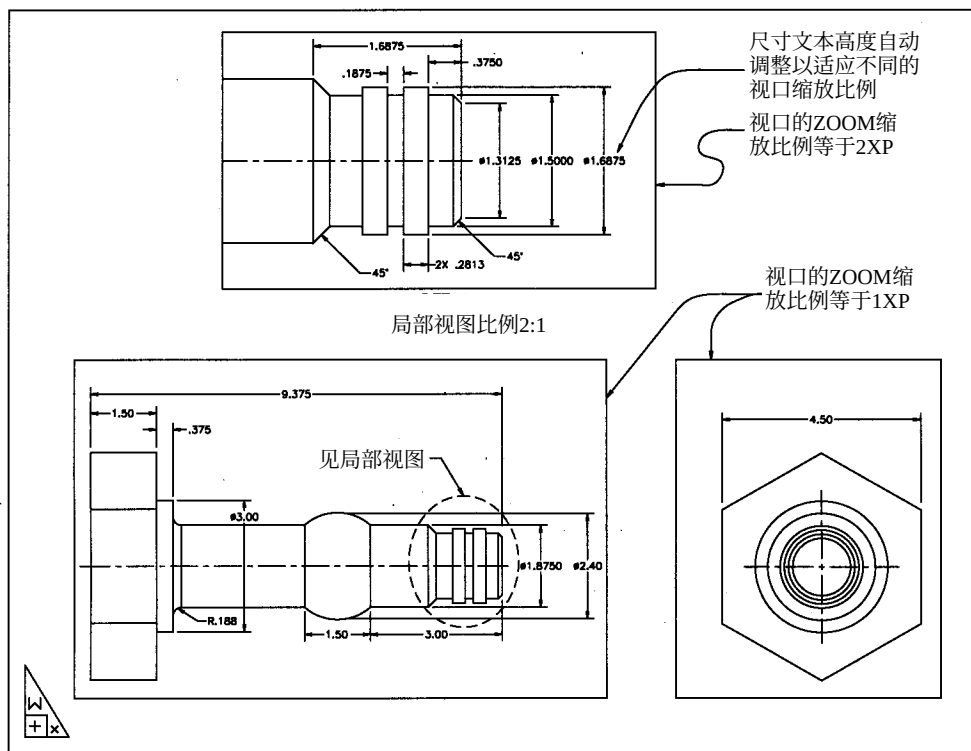


图 6-17

标注尺寸有两种完全不同的方法，其一是利用图纸空间标注尺寸，其二是利用模型空间标注尺寸。比较这两种方法均有优缺点，在操作时也都有一些问题。

虽然首选的方法是通过浮动视口在模型空间标注尺寸，这样当对模型进行修改时与图纸

空间中的尺寸相比更靠近模型，更可能被修改。事实上，图纸空间中的尺寸和模型空间中的尺寸对象相关连是没有意义的。而且，因为 AutoCAD 在图纸空间并不完全辨认模型空间的对象，还必须借助对象捕捉建立尺寸点——特别是端点捕捉。另外，模型空间中的圆弧和圆不能直接从图纸空间中标注尺寸。

另一方面，当在图纸空间标注尺寸时，常能更容易地观察到所做的工作。通常可以把所有的视图展现在面前，哪个视图应该接受一个尺寸，以及尺寸应该标注在哪里，所有这些常常比在模型空间中更一目了然。而且，你不必干预尺寸的可见性，所以可以使用一个更加简单的图层设置。

我们将探究在模型空间和图纸空间中为我们已做过练习的电子设备外壳的模型图标注尺寸的方法。假若你想自己来为该模型添加尺寸，可以使用 3d_p6_04.dwg 这一图形文件，以使你的图层名和可见性与我们的说明相一致。虽然我们不一步一步地描述尺寸标注的过程，但你还是能够跟上我们的进程。

我们已经全局冻结了表面所在的层，以使它们的网格线不再显示，我们还使用 VPLAYER 命令有选择性地冻结了线框对象，以使它们仅在合适的视图上显示。在添加了一些注释和标题栏、图框后，图纸的外观如图 6-18 所示，这样就可以标注尺寸了。

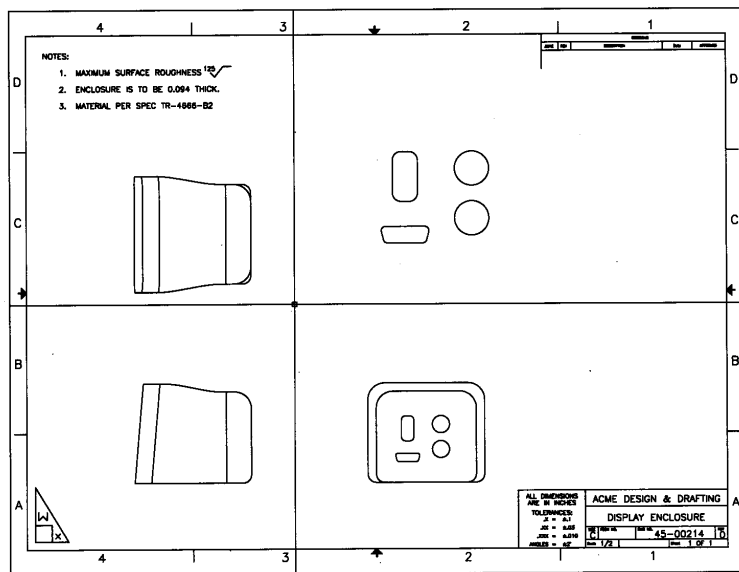


图 6-18

6.16.1 在模型空间标注尺寸

在模型空间添加尺寸的第一步是设置尺寸变量 Dimstyle 的值为 0。可以直接在命令行设置，但或许你会使用 DDIM 命令的对话框。从中选择 Fit 标签，然而再选择 Scale Dimensions to Layout (Paperspace) 单选框。

当 Dimstyle 的值设置为 0 时，AutoCAD 会根据每个浮动视口的缩放比例系数自动调整尺寸文本、箭头、尺寸线偏移和其他尺寸特征的大小。AutoCAD 按照图纸空间的整体比例与视口的图纸空间缩放比例系数的比值作出调整。因为图纸空间的整体比例实际上总是为 1，所以尺

寸调整的比例系数事实上就是视口相对于图纸空间缩放比例的倒数。

例如：在图6-17的图纸空间视图中，下面两个视口中的图像的缩放比例为 1XP（相对于图纸空间的全局比例），上面视口中的图像为表达模型上的某些细节放大到 2XP（相对于图纸空间的放大一倍）。因为 Dimscale 的值设置为 0，像文字和箭头等尺寸特征在所有视口中的大小是一样的。即使放大详图中的尺寸特征实际上是图像尺寸的一半（而非图像尺寸本身），用户也不用进行计算或调整，AutoCAD 会把一切都做好。

尺寸标注是对尺寸特征——尺寸文本、尺寸界线、尺寸线等等——的 2D 操作，尺寸特征总是放在 AutoCAD 的 XY 平面上。水平尺寸与 X 轴平行，而垂直尺寸总是与 Y 轴平行。此外，标注的对象必须平行于当前的 XY 平面。如果标注的对象与当前的 XY 平面不平行，AutoCAD 会把要标注的尺寸长度投影到 XY 平面，从而导致标注的尺寸长度变短。

因而，在增添尺寸之前必须恰当地定向 UCS。这样做的一种方法是使用 MSPACE 命令或其等效操作激活模型空间，进入要增添尺寸的视口，然后使用 UCS 命令的 View 选项。

当在模型空间增添尺寸时另一个要考虑的是在每一个浮动视口中每一个尺寸都可能显示。有的可能是倒写的，还有的可能成一条线，但它们确实存在（除非它们超出了视口的边界）。因此，必须为每个视口中的尺寸建立一个独立的层，然后使用 VPLAYER 命令冻结每个视口中除适用的层外其他所有的层。因为我们操作的模型图有四个视口，我们将使用四个不同的层来标注尺寸——DIM_TOP 层用于俯视图，DIM_SIDE 层用于侧视图，DIM_BACK 层用于后视图，而 DIM_DETAIL 层用于放大详图。例如，在侧视图中仅有 DIM_SIDE 尺寸标注层是解冻的，对于其余三个视图可类似处理。

图6-19表示在模型空间稍稍偏离中心（视图方向为与 X 轴夹 -95° ，与 XY 平面夹 5° ）的位置观察模型得到的侧视图，其上只注有侧视图尺寸。注意所有的尺寸，甚至圆弧的半径都已投影到了 UCS 的 XY 平面。AutoCAD 在作这些投影时并不考虑在哪里或是怎样选择尺寸点的。还要注意样条曲线没有标注尺寸，像这样的在 3D 曲线上的半径和直径尺寸是没有意义的。

通常，只需使用 UCS 命令的 View 选项就可以在视口中为标注尺寸定位合适的 UCS，但有时你必须把 UCS 移到视图的前面。否则，在模型背后的尺寸可能会全部或部分地被模型自己挡住。即使对于这个模型这不是一个问题（因为我们正在标注的模型没有表面），在添加后视图和局部视图的尺寸之前，我们还是把 UCS 移到模型的背后（即视口的前面）。图6-20表示在模型空

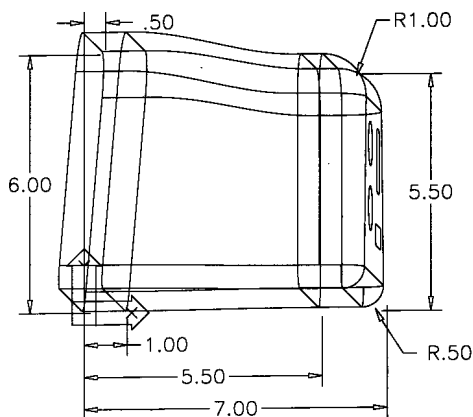


图 6-19

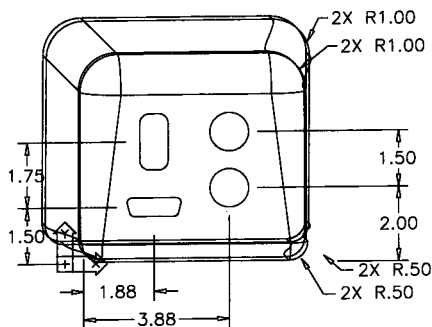


图 6-20

间中只标注了后视图尺寸的情况。视图方向是与X轴夹角为 -5° ，与XY平面夹角为 5° 。

标注2D对象使用的大部分技术能够用来为3D模型标注尺寸，特别是如果模型像此例一样由线框对象组成时。所注尺寸常常会超出视口的边界，但可以通过拉伸视口使之不被盖住。完成尺寸标注的视图如图6-21所示，其视口层已关闭。注意像箭头和文字这样的尺寸特征在局部视图中和在其他视图中是一样大的，即使其比例是其他视图的两倍。

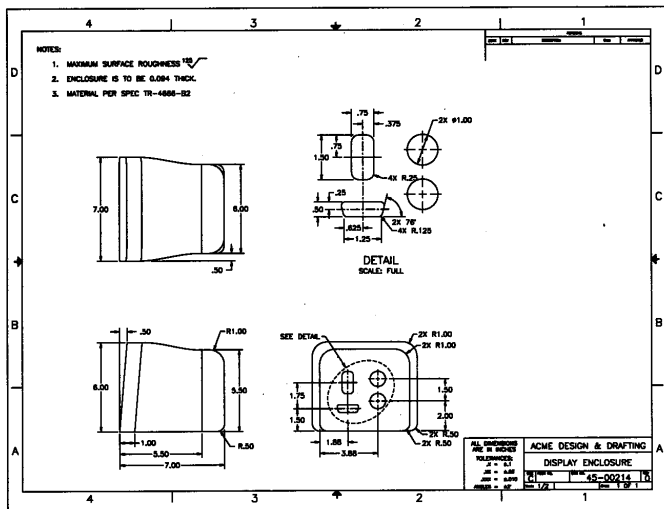


图 6-21

注意 完成尺寸标注后的图形文件是3d_p6_05.dwg。

6.16.2 在图纸空间标注尺寸

除了尺寸与其代表的对象分属不同的空间这一点外，在图纸空间标注尺寸的一个主要问题是AutoCAD不能从图纸空间辨认模型空间对象。AutoCAD能够找到对象捕捉点——包括中心点、中点和象限点——但是找不到直线或圆弧。结果，你必须指向端点来设置尺寸界线的起点，而不是只需点选实体。直径、半径和角度标注可是特别地令人烦恼，因为AutoCAD不能从图纸空间辨认圆、圆弧或直线。

尺寸变量Dimscale，当在模型空间标注时我们将其设置为0，而在图纸空间添加尺寸时可以把其值设置为0或1。当把其值设置为0并且在图纸空间添加尺寸时，AutoCAD会自动使用数值为1的比例系数。这是我们所期待的，因为图纸空间需要在图形尺寸和绘图输出尺寸之间具有1:1的关系，所以没有必要调整诸如箭头大小、尺寸文字、尺寸界线偏移等具有大小的尺寸标注特征。

在具有浮动视口的图纸空间中，当各图形的比例相对于图纸空间不是1:1时，如例图的俯视图、侧视图和后视图，必须对比例的不同进行调整。可以通过Dimlfac（Dimension Length Factor）尺寸变量来实现。AutoCAD把测量到的尺寸距离与Dimlfac的值相乘作为尺寸的标注值。在例图中，俯视图、侧视图和后视图的比例是1/2，当把Dimlfac的值设置为2时，所标注的尺寸数值就是正确的。因为局部视图是1:1的，所以不必进行调整。

AutoCAD能够帮助你设置Dimlfac的值，尽管不像设置Dimscale尺寸变量那样自动进行。当在尺寸标注环境设置Dimlfac的值时，AutoCAD会给出输入新值和选择视口的选项。如果使用选择视口这一选项，AutoCAD会使用所选视口相对于图纸空间的缩放比例系数来设置

Dimlfac的值。当用命令的形式直接访问或作为系统变量设置 Dimlfac时, 就得不到这一选项。这种并非必要但仍然可以进入尺寸标注环境的设置方法甚至在 AutoCAD 2000中也是可行的。

如果使用这种方法来为例图的俯视图、侧视图或后视图设置 Dimlfac, 命令行的提示顺序和输入内容将是:

Command: **DIM1 (或DIM)**

Dim: **DIMLFAC**

Enter new value dimension variable, or Viewport <1.0000>: **V**

Select viewport to set scale: **(选择要标注尺寸的视口)**

DIMLFAC set to -2.0000

结果在被选中的视口中所有尺寸长度都会乘以 2。Dimlfac数值中的负号是 AutoCAD 图纸空间的标志。

一旦设置了 Dimlfac 的值, 你就可以开始标注选定的尺寸了。很容易从一个视图跳到另一个视图——随意地添加、移动和改变尺寸——只要各视口具有相同的缩放比例。虽然标注相关尺寸是可能的, 但几乎没有理由要这样做, 因为尺寸和模型是在不同的空间。

我们一直作为例子使用的模型图当在图纸空间标注尺寸时与在模型空间标注尺寸时看到的情况是一样的。

6.16.3 输出图纸空间的图纸

输出图纸是一件简单的事, 因为各浮动视口已经管理好了比例。已完成的图纸空间图纸

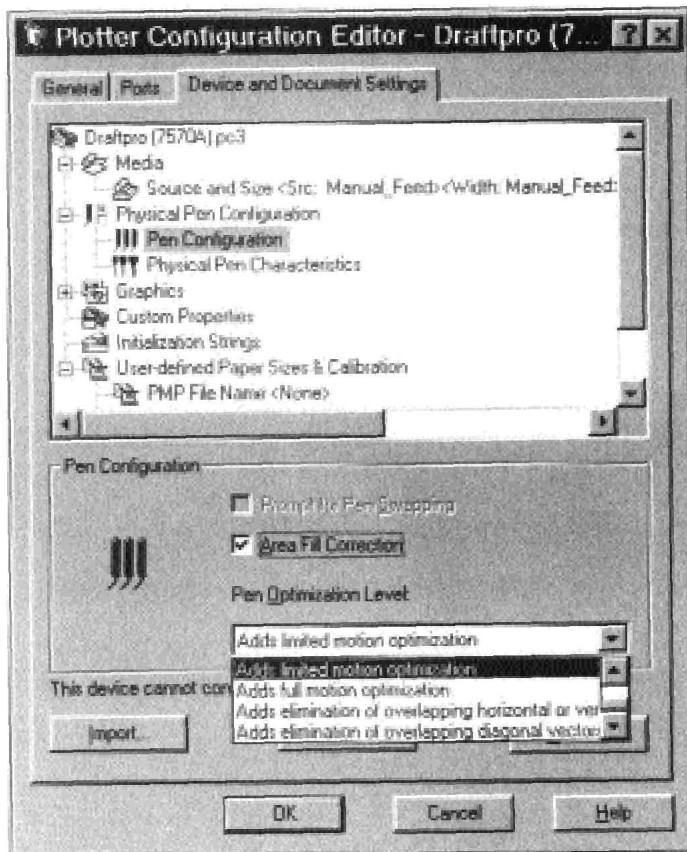


图 6-22

的全部输出均是对于布局图可打印区域的 1:1 的输出。而且，因为消隐线也由视口管理，所以输出时不必消隐。事实上，这一输出选项对图纸空间图纸是不起作用的。

你可以关闭或冻结视口所在的层以隐去视口四周的边框。仅仅是隐去视口的边框，而视口中的视图仍然可见。要做到这一点必须使用 LAYER 命令，而不是 VPLAYER 命令。

3D 模型的正投影视图几乎肯定地具有多线重合的线段，这会引起绘图笔多次重画一条线段，常出现不希望的结果。为避免这一现象的出现，可以设置 AutoCAD 的绘图笔优化选项以消去重迭矢量的输出。为做到这一点，选中页面设置对话框中的 Plot Device 选项卡，再选中 Properties 按钮打开 Plotter Configuration Editor 对话框（见图 6-22）。从绘图仪特性的列表中选择 Pen Configuration，设置绘图笔优化级别（Pen Optimization Level）为 Adds elimination of Overlapping Diagonal Vectors。

输出重迭矢量对激光打印机和喷墨打印机不是问题。另外，消去重迭矢量的输出优化级别选项对输出其他类型的图纸是无效的。

6.17 图纸空间中的实体模型

AutoCAD 有三条专用命令——SOLPROF、SOLVIEW 和 SOLDDRAW 用于在图纸空间中处理 3D 实体。这些命令根据 3D 实体创建一个中间对象以供生成视图和标注尺寸，而不是使用模型本身，这可以用 3D 表面和线框模型来实现。这些中间对象由线框实体组成——例如直线、圆

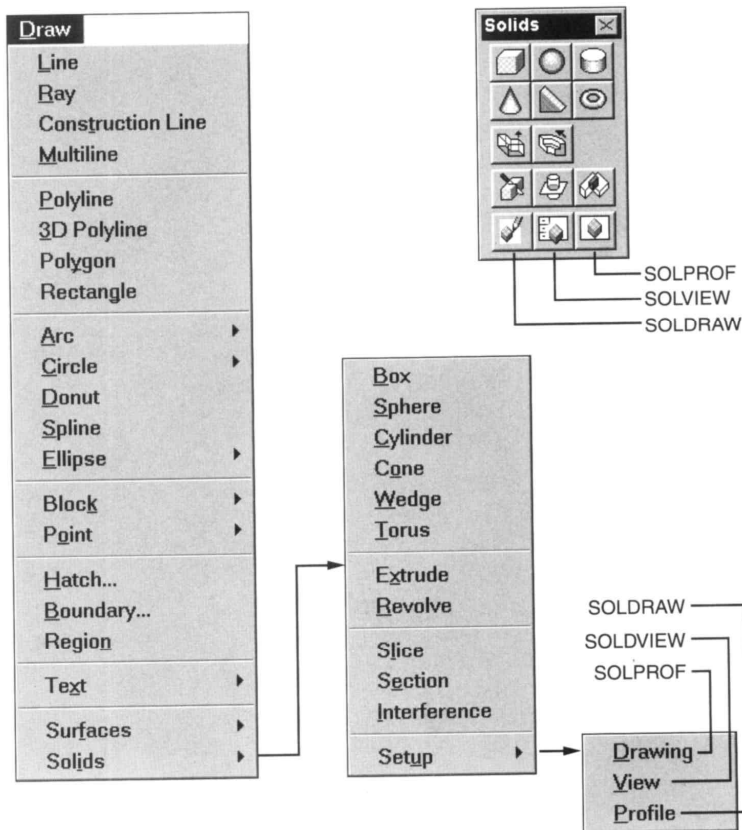


图 6-23

弧、圆和椭圆——比3D实体容易标注尺寸，并允许把隐藏的边显示为虚线。一般地，这些中间对象被投影到与视线垂直的平面上，尽管 SOLPROF命令能够制作3D线框。

这三条命令在一个名为 SOLIDS.ARX的外部程序中，在首次执行其中的任一条命令时该程序被自动加载。激活这些命令的菜单和工具条按钮如图 6-23所示。

6.18 SOLPROF命令

SOLPROF命令用来生成由一至多个3D实体轮廓和边的线框对象组成的图块。虽然此图块位于模型空间，但这个命令必须在图纸空间浮动视口中执行。所有的边，不管是可见的或是隐藏的（除迎面看到的外），都包含在此图块中。然而，用户拥有把可见的边和隐藏的边放在不同的图块中的选择。

AutoCAD使用PV-handle图层来放置实体的可见边，使用 PH-handle图层来放置实体的隐藏边（假定用户已指定分开放置可见边和隐藏边）。这些层名中 handle是浮动视口的描述字。例如：如果浮动视口的描述字是 7A，则图层名为 PV-7A和PH-7A（浮动视口的描述字是 AutoCAD分配的十六进制数。通过 LIST命令可以看到视口的描述字）。

如果这些层名不存在，AutoCAD会自动创建，如果 HIDDEN线型已加载，则指定 PH-handle图层的线型为HIDDEN。否则，其线型是CONTINUOUS。

如果不使用PH-handle图层，生成的隐藏边图块将会放在 PV-handle图层——与可见边图块放在同一层。而且，还可以选择生成的图块是平面的还是三维的，是否显示曲面边缘的切线。

SOLPROF命令的格式如下：

Command: **SOLPROF**

Select objects: (选择一个或多个3D实体)

Display hidden profile lines on separate layer? [Yes/No] <Y>: (输入Y或N，或按回车)

Project profile lines onto a plane? [Yes/No] <Y>: (输入Y或N，或按回车)

Delete tangential edges? [Yes/No] <Y>: (输入Y或N，或按回车)

各选项说明如下：

6.18.1 DISPLAY HIDDEN PROFILE LINES ON SEPARATE LAYER 选项

如果输入Y或按回车响应，AutoCAD将把由可见边组成的块放在 PV-handle层，把由隐藏边组成的另一个块放在 PH-handle层。如果选中了多个实体，在其他实体后面的实体上的边将放在PH-handle图层。只生成两个块，而不考虑选中了多少实体。

如果输入N响应，AutoCAD将把各实体上的可见边和隐藏边组成一个块放在 PV-handle层。为各实体生成一个块，此块含有所有实体的所有边，包括在其他实体后面的边以及单个实体的隐藏边。

6.18.2 PROJECT PROFILE LINES ONTO A PLANE 选项

输入Y或按回车响应，生成位于通过 UCS坐标原点并垂直于观察方向的平面内的 2D图块。

输入N响应，生成位于被选实体上的 3D图块。然后，这些块并非是实体边的完整拷贝。例如，假设有一长方体实体，其视图方向沿长方体的一边，所以长方体看起来像一个矩形，生成的块将不包括迎面的四条边。

6.18.3 DELETE TANGENTIAL EDGES选项

实体上的曲面与相邻表面相切产生过渡边缘，如实体上相邻两面用圆角过渡。如果输入 Y

或按回车响应这一提示，AutoCAD将显示过渡边缘。如果输入 N响应这一提示，AutoCAD将不显示过渡边缘。

提示 SOLPROF命令的结果并不立刻显示，因为所生成的包含边的图块完全覆盖了实体的相关边。要观看由SOLPROF命令生成的图块，必须移动或删除实体，或者（一种更好的方法）关闭或冻结实体所在的层。

由SOLPROF命令生成的图块是无名图块。如果要把其中的一个图块输出到另一张图纸，可以使用BLOCK或WBLOCK命令从中生成一个命名的图块。如果SOLPROF图块是二维的，则必须首先把UCS的XY平面设置在该图块所在的平面内。

虽然使用SOLPROF命令可以制作3D实体的正投影视图，但使用SOLVIEW和SOLDRAW命令则更方便。SOLPROF命令最好用于制作3D实体的单一视图，多半用于另一张图纸甚至另一个程序。

通常，过渡边缘是不需要显示的。然而，对于某些几何形体过渡边缘就需要显示了，如图6-24所示。例如，假设有一块平板，在其某一个表面上有一个凹坑。如果凹坑所有的边都已倒圆，当消去过渡边缘后凹坑就不再显示了。

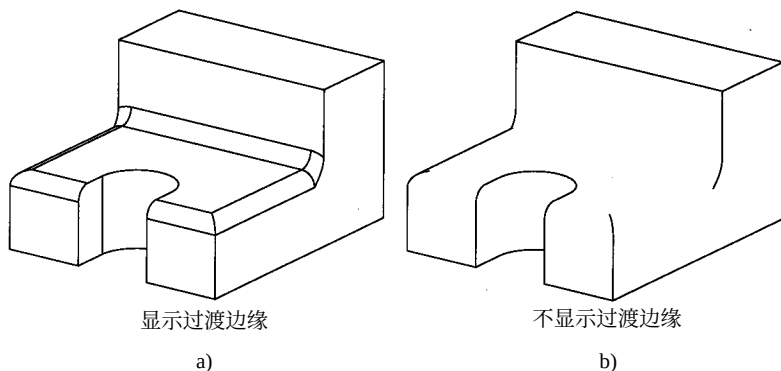


图6-24

6.18.4 相关命令

1. SOLVIEW命令

本命令为SOLDRAW命令创建浮动视口。

2. SOLDRAW命令

本命令在由SOLVIEW命令创建的浮动视口中绘制对象。

6.18.5 相关系统变量

DISPSILH系统变量

这一系统变量控制3D实体边的显示。当设置其值为1时，AutoCAD在执行HIDE命令时只显示实体的边。与SOLPROF命令不同，不创建新的对象，不显示隐藏的边，而显示过渡边缘。

6.18.6 练习：使用SOLPROF命令

图6-25表示一个用线框模式显示的3D实体，图6-26表示用HIDE命令消隐后的同一个实体。系统变量Dispsilh的值已设置为1，当使用HIDE命令时将隐去多边形网格线。

利用图6-26标注的尺寸构造这个3D模型，设置视图方向为(1,-1,1)。（即一个SE轴测投影视图。）加载AutoCAD的HIDDEN线型。然后打开AutoCAD的布局标签，如果不存在浮动视口，

就创建一个大约四个单位见方的浮动视口。使用 MSPACE命令或其等效操作进入模型空间，开始SOLPROF命令。

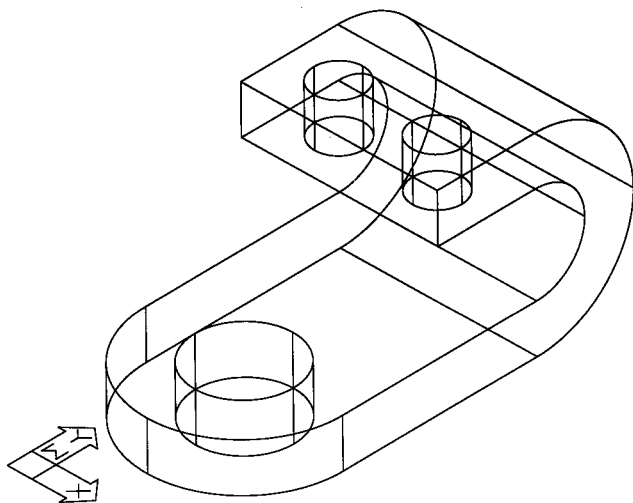


图 6-25

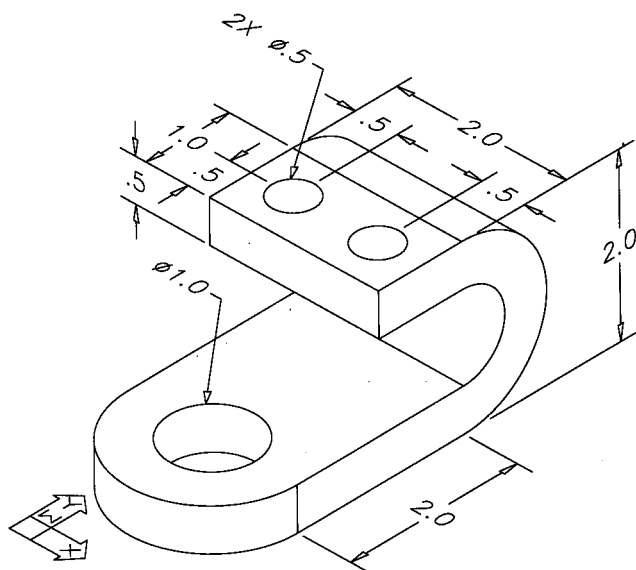


图 6-26

Command: **SOLPROF**

Select objects: (选择该3D实体)

Display hidden profile lines on separate layer? [Yes/No] <Y>: (输入Y或按回车)

Project profile lines onto a plane? [Yes/No] <Y>: (输入Y或按回车)

Delete tangential edges? [Yes/No] <Y>: (输入Y或按回车)

在关闭了实体所在的层后，所得视图如图 6-27所示。这一3D模型及其轮廓图块的图形文

件名为3d_06_06.dwg。虽然，它看起来非常像3D实体，但实际上它是由直线和椭圆组成的2D图块。这些轮廓图块不适宜用来标注尺寸，因为其线段长度为实际长度的81.65%。然而，它可以用于装配图；如果把它放大1.2247倍，就与等轴测投影捕捉模式生成的AutoCAD二维视图相一致。注意AutoCAD始终在实体上显示的过渡边缘在轮廓图块中消失了。

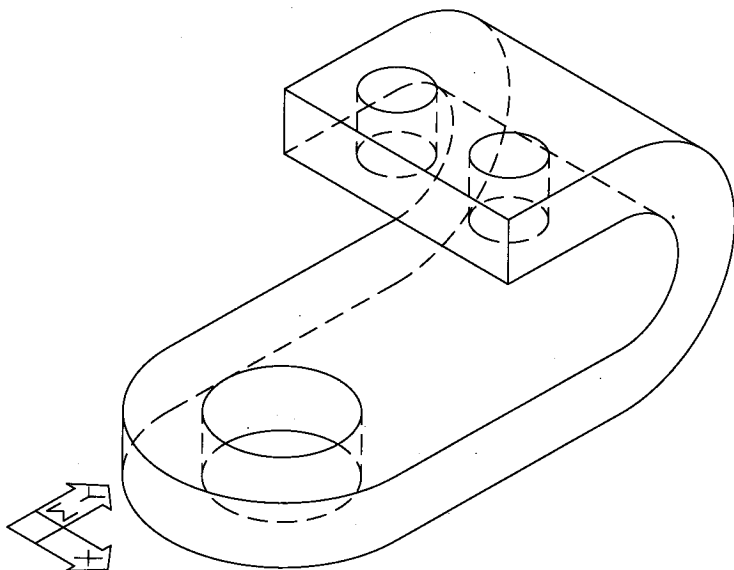


图 6-27

6.19 SOLVIEW命令

SOLVIEW命令为从3D实体模型生成多个视图的生产图纸建立浮动视口，并打算使用SOLDRAW命令。SOLVIEW命令建立视口，SOLDRAW命令则完善视口。明确地讲，SOLVIEW命令能：

- 为主要的正投影视图、辅助视图和剖面视图创建和排列浮动视口。
- 为这些视口中的模型设置合适的视图方向和比例。
- 为可见线、隐藏线、尺寸线和剖面线在每个视口中创建层。
- 把视口放置在名为VPORIS的图层中。如果这个图层不存在，AutoCAD会自动生成。

AutoCAD为可见线、隐藏线和剖面线创建的图层由SOLDRAW命令来使用，为尺寸线创建的图层是对用户的一种方便，仅在适用的视口中解冻，在其他所有视口中都是冻结的。这些图层如下：

层 名	层中放置的项目
View_name-VIS	可见对象的线和边
View_name-HID	隐藏对象的线和边
View_name-DIM	尺寸对象
View_name-HAT	剖面线

在这些层名中的View_name是使用SOLVIEW命令时在每个视口中指派的视图名。例如，假设你命名了视口的视图名为SEC，AutoCAD则会给这些图层取名为SEC-VIS、SEC-HID、

SEC-DIM和SEC-HAT。View_name-HAT图层仅当使用了 SOLVIEW 命令的 Section 选项时才创建。

SOLVIEW 命令是一条交互式的命令—提示你输入位置、尺寸、比例和视图名。如果系统变量 Tilemode 的值不为 0, AutoCAD 将会把它设置为 0, 然后继续该命令的操作。SOLVIEW 命令的命令行格式如下：

Command: **SOLVIEW**

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: (输入一选项或按回车)

在执行完一个选项后重复这一提示, 按 ENTER 键结束本命令。除 Ucs 外的所有选项需要一个现有的浮动视口。因此, 你选择的第一个选项必须是 Ucs。具有上述四个视图类型的实例如图 6-28 所示。

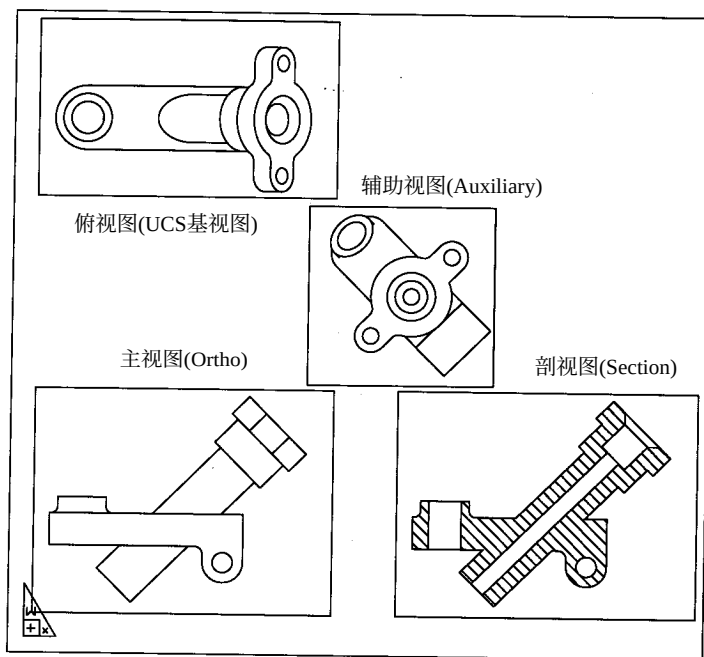


图 6-28

6.19.1 UCS选项

这一选项创建一个浮动视口, 其视图方向与 UCS 的平面图方向一致。接下来提示：

Enter an option [Named/World/?/Current] <Current>: (输入一选项或按回车)

- **Named** 这一选项设置视点 to 命名的用户坐标系平面图。AutoCAD 将提示输入 UCS 名。

Enter name of UCS to restore: (输入一个 UCS 名)

输入的 UCS 名必须是一个用 UCS 命令保存过的 UCS 名。

- **World** 设置新视口的视点到 WCS 平面图。

- **?** 显示现有的已命名的用户坐标系名。AutoCAD 显示如下提示使你能过滤用户坐标系名列表。

Enter UCS names to list <*>: (输入一用户坐标系名列表或按回车)

按回车观看包含全部UCS名的一个列表，使用通配符（*或？）观看经过滤的UCS名列表。在列出了UCS名后，AutoCAD将重新显示“Named/World/?/Current”提示。

- Current 这一选项设置新建视口的视点到当前的UCS平面图。

一旦指定了UCS来设置新建浮动视口的视图方向，AutoCAD会进一步提示输入视口的比例。

Enter view scale <1>: (输入一数值或按回车)

输入的数值将用来设置视口相对于图纸空间的比例。AutoCAD接下来提示输入视口的位置。

Specify view center: (输入一点)

一输入视口的中心点，AutoCAD就以该点为中心，按规定的比例显示模型，并显示如下提示：

Specify view center <specify viewport>: (指定一点或按回车)

如果对此位置感到满意就按回车。否则，继续指定其他的点直至找到想要的位置，并按回车确认。然而AutoCAD将提示输入视口尺寸。

Specify first corner of viewport: (指定一点)

Specify opposite corner of viewport: (指定一点)

这两点确定浮动视口边界的对角点。AutoCAD将继续显示模型，从第一角点拖动橡皮筋矩形框有助于确定视口的大小。

最后，AutoCAD提示输入视图名。

Enter view name: (输入一视图名)

这个视图名与VIEW命令指派和使用的视图名是相同的，不能是已经存在的视图名。AutoCAD在为每个视口创建的层名中使用这个视图名。

6.19.2 ORTHO选项

这一选项创建一个浮动视口，其中的视图与一已有视口中的视图成 90° 角。AutoCAD首先提示你拾取基准视口的一边。

Specify side of viewport to project: (选择视口的一边)

接着AutoCAD打开正交方式，在基准视口一边的中点固定橡皮筋线的起点，然后提示输入新建视口的中心。

Specify view center: (指定一点)

当选中一点后，AutoCAD将以该点为中心，用与基准视口相同的比例和绕基准视口的视图方向转过 90° 角以后的视图方向显示模型。然后提示你是移动或是接受该视口位置。

Specify view center <specify viewport>: (指定一点或按回车)

你可以尝试多次直至找到想要的视图中心位置，按ENTER键接受输入。然后AutoCAD会提示输入视口的两对角点和视图名。

Specify first corner of viewport: (指定一点)

Specify opposite corner of viewport: (指定一点)

Enter view name: (输入一视图名)

视口的第一个角点一选中，AutoCAD会固定橡皮筋矩形框的一角点到这一点以帮助你定

位另一对角点。在视口的层名中将用到该视图名。

6.19.3 AUXILIARY选项

与任何主要正投影视图平面不平行的视图可由这一选项生成。这一选项创建一个视口，其中的视图垂直于模型上的一个平面，并显示该平面的真实大小。通过选择平面边缘上的两点可确定投影的角度并开始该选项的操作。

Specify first point of inclined plane: (指定一点)

Specify second point of inclined plane: (指定一点)

Specify side to view from: (指定一点)

确定平面的两个点必须在同一视口中，该平面必须成一条线——也就是该平面必须平行于视口的视图方向。否则，在辅助视口中将不会显示平面的真实尺寸。指定从哪一边观察该平面的点也必须在同一视口中，并且必须偏离确定倾斜平面的两点连线组成的直线。AutoCAD接着旋转图纸空间的UCS使X轴垂直于该平面，从该点出发延伸橡皮筋直线，打开正交方式，提示输入视口中心。

Specify view center: (指定一点或按回车)

当选中一点后，AutoCAD将以该点为中心，用与基准视口相同的比例和直视基准视口所选平面的方向为视图方向显示模型。然后提示：

Specify view center <specify viewport>: (指定一点或按回车)

当你找到了合适的视口中心位置后按 ENTER键确认。接着 AutoCAD将提示输入视口的两对角点和视图名。

Specify first corner of viewport: (指定一点)

Specify opposite corner of viewport: (指定一点)

Enter view name: (输入一视图名)

AutoCAD会固定橡皮筋矩形框的一角点为选中的第一个视口对角点以帮助你定位另一对角点。即使视口中的视图是倾斜的，但视口的边界与图纸空间的 X轴和Y轴相平行。指定的视图名将用于视口的图层名。

6.19.4 SECTION选项

这一选项用于生成模型的剖视图。最终的视图由剖面图和剖切面后的可见轮廓线组成。不过，剖视图对象在使用 SOLDRAW命令后才真的生成。这一选项首先提示输入两点以定义剖切面，然后要求输入剖视图的观看方向以及新视口的比例。

Specify first point of cutting plane: (指定一点)

Specify second point of cutting plane: (指定一点)

Specify side to view from: (指定一点)

Enter view scale <当前值>: (输入一数值)

剖切面垂直于决定剖切面的两输入点，响应“side to view from”的点必须偏离剖切面，而且这三点必须位于同一视口中。视图比例设置视口相对于图纸空间的缩放比例，在输入视图比例的数值后，AutoCAD在剖切面上引出一橡皮筋线、打开正交模式并进一步提示输入视口中心。

Specify view center: (指定一点或按回车)

当选中一点后，AutoCAD将以该点为中心，用指定的比例，以直视基准视口所选剖切面的方向为视图方向显示模型。AutoCAD将提示你选择另一视口位置或是接受当前的位置。

Specify view center <specify viewport>: (指定一点或按回车)

你可以多次调整视口的中心位置直到按下 ENTER键。为使本选项能正确工作，视口中心点必须垂直于在基准视口中指定的剖切平面。在指定了视口的中心位置后，AutoCAD将提示输入视口的两对角点和视图名。

Specify first corner of viewport: (指定一点)

Specify opposite corner of viewport: (指定一点)

Enter view name: (输入视图名)

AutoCAD会从视口的第一角点出发拖动橡皮筋矩形框以帮助你定位另一对角点。视图名将用于视口的图层名。

提示 在执行SOLVIEW命令之前，应当确认使用的布局图已设置为需要的图纸尺寸，并且布局图上无浮动视口。

在缺省情况下，AutoCAD图纸空间的UCS原点位于图纸可打印区域的左下角，不应当从该点移开UCS原点。

SOLVIEW命令的Ucs选项必须是你选择的第一个选项。这一选项创建一个基准视口，使你能够使用Ortho、Auxiliary和Section选项创建所需要的其他视口。

不要在由SOLVIEW命令为每个视口生成的图层上放置任何对象。无论何时使用PLOT命令，其中某些层中的对象会被删除。

在使用SOLVIEW命令之后，你应当检查所创建的图层，并按自己的爱好设置其颜色和线型。

SOLVIEW命令执行许多单独的操作，这使得UNDO操作比较困难。因此，你应当保存图形，在恰好使用SOLVIEW命令之前设置一个UNDO标志。

虽然由Section选项生成的视口最初必须垂直于它们的剖切平面，但以后可以移动它们。

6.19.5 练习：用SOLVIEW命令制作剖视图

在这个练习中，你将创建一个3D实体，然后使用SOLVIEW命令生成该实体的具有两个视图的图纸。图纸的初始设置并不重要，在WCS的XZ平面画出中心线和轮廓线，如图6-29所示。中心线应当画在WCS的Z轴上，以便在SOLVIEW命令中使用坐标是正确的。

把轮廓线中的直线和圆弧转换成面域或2D多段线，使用REVOLVE命令以中心线作为轴线生成3D实体。旋转得到的实体，当处于消隐状态且系统变量Dispsilh的值为1时，看起来类似于图6-30所示的实体。

恢复WCS。然后打开一布局图标签，设置图纸尺寸为11英寸×8.5英寸，删除布局图页面上的任何浮动视口。现在，我们将使用SOLVIEW命令生成一俯视图和一通过实体中心的剖视图。每个视图使用1/2的比例。创建这两个视图的命令行提示顺序和输入内容如下：

Command: **SOLVIEW**

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: **Ucs**

Enter an option [Named/World/?/Current] <Current>: **World**

Enter view scale <1.0000>: **.5**

Specify view center: **5.0,5.5**

Specify view center <Specify viewport>: (按回车键)

Specify first corner of viewport: **3.0,3.5**

Specify opposite corner of viewport: **7.0,7.5**

View name: **top**

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: **Section**

(AutoCAD通过新建的视口进入模型空间)

Specify first point on cutting plane: **-4,0**

Specify second point on cutting plane: **4,0**

Specify side to view from: **0,-1**

Enter view scale <0.5000>: (按回车键)

(AutoCAD返回图纸空间)

Specify view center: **4.5<270**

Specify view center <Specify viewport>: (按回车键)

Specify first corner of viewport: **3.0,0.5**

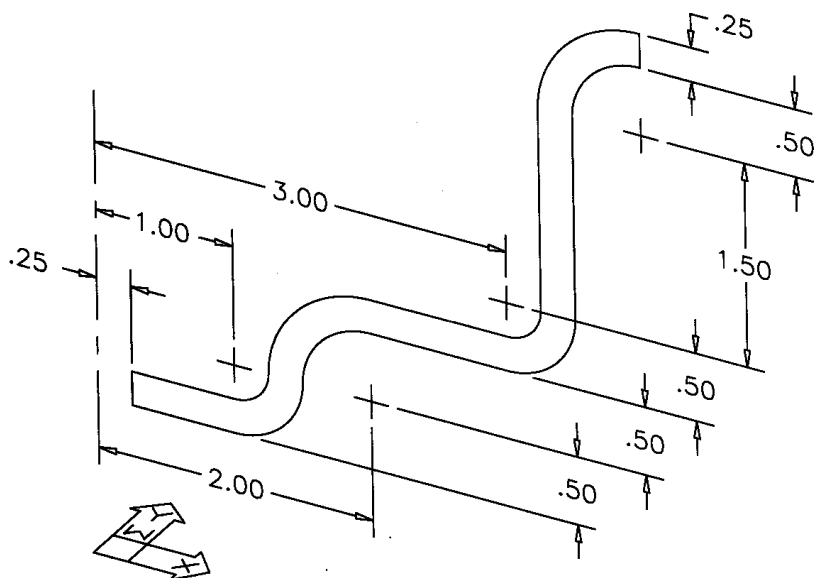


图 6-29

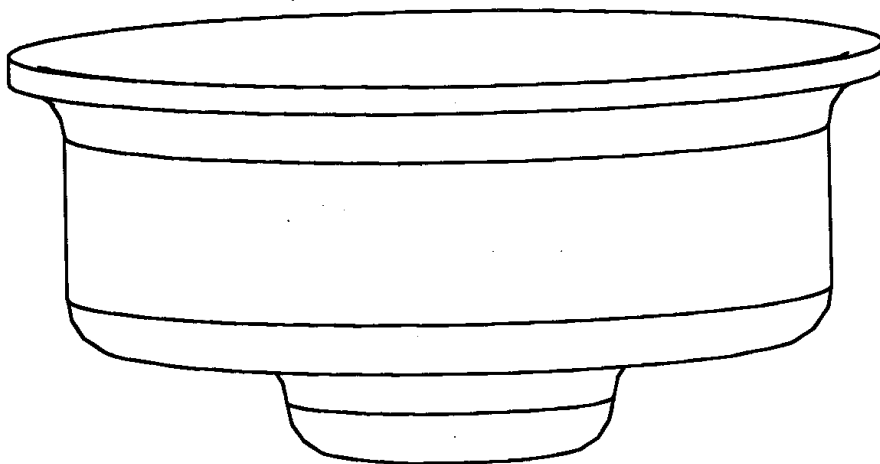


图 6-30

Specify opposite corner of viewport: **7.0,3.0**

View name: **sec**

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: (**按回车键**)

现在你的图纸空间图形看起来应该类似于图 6-31所示的情况。而且，你的图形文件中将包含下面的新图层：SEC-DIM、SEC-HAT、SEC-HID、SEC-VIS、TOP-DIM、TOP-HID、TOP-VIS和VPORTS。在绘制俯视图的视口中用 VPLAYER命令冻结了用于剖视图的图层，在绘制剖视图的视口中冻结了用于俯视图的图层。在剖视图视口中也冻结了 SEC-HID图层，因为在剖视图没有正常显示隐藏线。

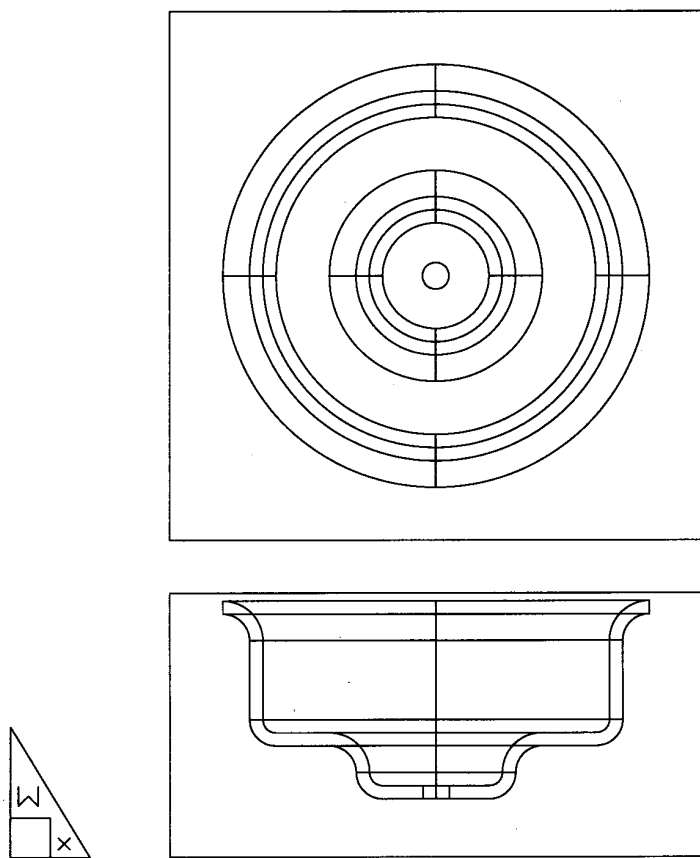


图 6-31

虽然SOLVIEW命令已经创建了新的视口和新的图层，但并没有画出新的对象。在视口中的唯一对象就是原来的3D实体。在下一个练习中将使用 SOLDRAW命令来完成这一图纸。

6.20 SOLDRAW命令

SOLDRAW命令是SOLVIEW命令的配套命令。SOLVIEW命令建立视口，而SOLDRAW命令则画出轮廓和各边（可见边和隐藏边），以及这些视口中的剖面 and 阴影线。此命令完成很多操作，但你该做的所有只是告诉它在哪个视口中操作。SOLDRAW命令的命令行格式如下：

Command: **SOLDRAW**

Select viewports to draw..

Select objects: (选择一个或多个由 SOLVIEW 命令建立的视口)

此命令的第一个响应不是一条提示 —— 而是一条消息，提醒你选择什么类型的对象。SOLDRAW 命令由单个的直线、圆和圆弧生成各边，而不是像 SOLPROF 命令一样是从块生成。正投影视图中的实体是在平行于 XY、XZ 和 YZ 平面上投影得到的，而辅助视图和剖视图中的实体是在由 SOLVIEW 命令选定的平面上投影得到的。剖视图中使用的剖面图案基于系统变量 Hpname、Hpscale 和 Hpang 的当前设置。

在每个视口中，用 VPLAYER 命令冻结了显示各边和剖面不需要的图层，包括原来的 3D 实体层。如果视口不是由 SOLVIEW 命令配置，或者 3D 实体是一个图块，SOLDRAW 命令就无法操作。

提示 SOLDRAW 命令完成的工作令人惊讶，使用的命令众多。因此，在使用 SOLDRAW 命令之前，你应当保存图形文件，并设置一个 UNDO 命令标志。

练习：制作标准生产图纸

首先，我们将使用 SOLDRAW 命令来完成上一例中旋转实体的图纸。如果在激活 SOLVIEW 命令之前没有加载 HIDDEN 线型，那么，在开始本操作之前要确认已加载 HIDDEN 线型，并为 SEC-HID 和 TOP-HID 图层设置了该线型。

Command: **SOLDRAW**

Select viewports to draw..

Select objects: (选择用 SOLVIEW 命令建立的两个视口)

在 SOLDRAW 命令执行期间，你将会看到很多诸如屏幕晃动等的命令活动迹象。在关闭了 VPORTS 图层后，得到的图纸将如图 6-32 所示。

注意 图形文件 3d_p6_07.dwg 中含有此 3D 实体（其图层是冻结的）和 SOLDRAW 对象。

现在我们要使用 SOLVIEW 和 SOLDRAW 命令来制作在第 5 章中构造的 3D 实体：支架的标准生产图纸。这一模型如图 6-33 所示，显示状态为已用 HIDE 命令消隐和 Dispsilh 的值已设置为 1。

虽然可以直接使用该模型来生成图纸，但无法显示隐藏边，而过渡边缘则总会显示。此外，直接对实体标注尺寸也非易事。AutoCAD 的尺寸标注功能是针对线、圆和圆弧等等线框对象的。实体的边看起来像线、圆和圆弧，但它们并非如此。结果，AutoCAD 常常不能正确地对实体标注尺寸，特别是实体上圆和圆弧形的边缘。因此，我们将使用由 SOLVIEW 和 SOLDRAW 命令生成的 2D 对象来标注尺寸。

在图纸中我们将使用四个视图 —— 主视图、俯视图、左视图和倾斜边的辅助视图。同样，我们将按实际大小表达模型，并使用 22 英寸 × 17 英寸的图纸。你还应当确认加载了 HIDDEN 线型。

打开一布局图标签，选择 22 英寸 × 17 英寸的图纸尺寸，或你的打印设备能够处理的与此尺寸尽量接近的图纸。如果存在浮动视口，就删除它。然后使用 SOLVIEW 命令生成三个正投影视图。

Command: **SOLVIEW**

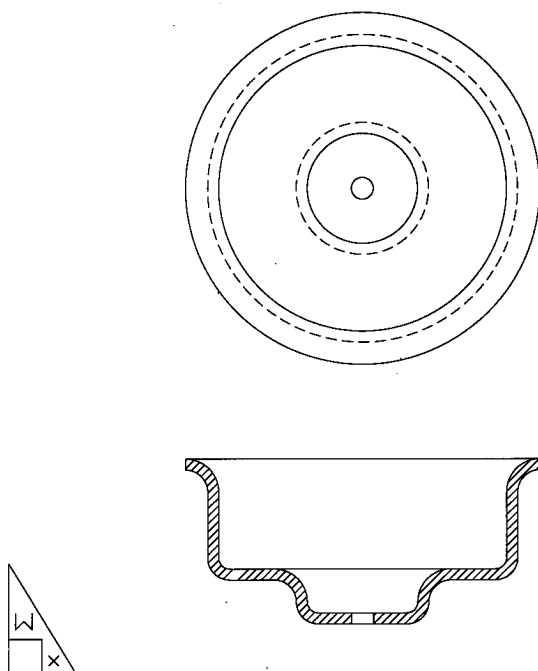


图 6-32

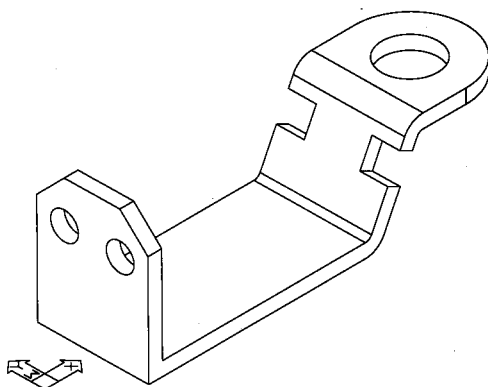


图 6-33

Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: **Ucs**
 Enter an option [Named/World/?/Current] <Current>: **World**
 Enter view scale <1.0000>: (按回车键)
 Specify view center: **11,13**
 Specify view center <specify viewport>: (按回车键)
 Specify first corner of viewport: **7,11**
 Specify opposite corner of viewport: **15,15**
 Enter view name: **top**
 Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: **Ortho**
 Select side of viewport to project: (选择视口的底边)
 Specify view center: **@3<270**
 Specify view center <specify viewport>: (按回车键)

Specify first corner of viewport: **7,6**
 Specify opposite corner of viewport: **15,10**
 Enter view name: **front**
 Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: **Ortho**
 Select side of viewport to project: (选择上一视口的左边)
 Specify view center: **@3<180**
 Specify view center <specify viewport>: (按回车键)
 Specify first corner of viewport: **2,6**
 Specify opposite corner of viewport: **6,10**
 Enter view name: **side**
 Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: (按回车键)

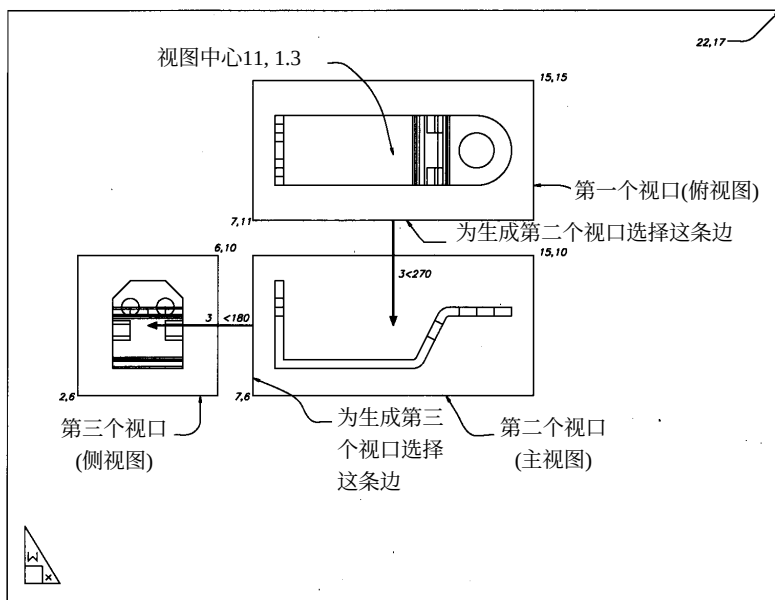


图 6-34

这些视图的布置如图 6-34 所示。实际上，给出的坐标并非临界值。重要的是视口间的相对位置和相互对齐。为帮助你对齐视口，在选择视图中心时 AutoCAD 打开了正交模式。现在，我们来为辅助视图增添一个视口。

Command: **SOLVIEW**
 Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: **Auxiliary**
 Specify first Point of inclined Plane: (使用端点目标捕捉)
 Specify second Point of inclined Plane: (使用端点目标捕捉)
 Specify side to view from: **11,8**
 (AutoCAD 切换到图纸空间，旋转 UCS 使 X 轴平行于这两点，并打开正交模式。)
 Specify view center: **@5<270**
 Specify view center <specify viewport>: (按回车)
 Specify first corner of viewport: **15,4**
 Specify opposite corner of viewport: **19,8**
 View name: **aux**
 Enter an option [Ucs/Ortho/Auxiliary/Section]: (按回车)

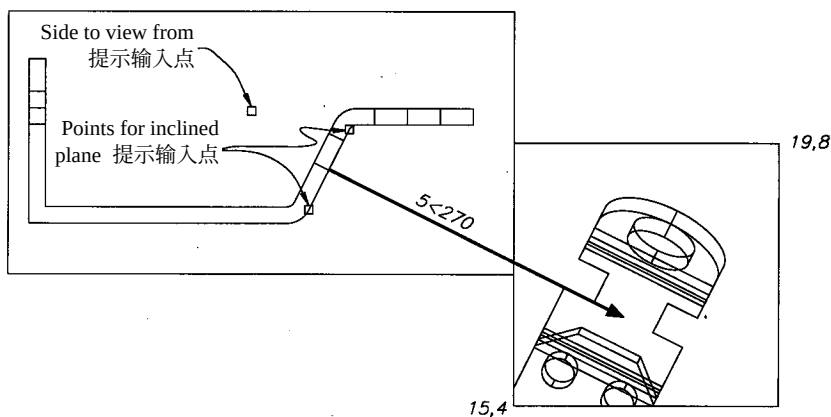


图 6-35

倾斜面上两点的位置和生成的辅助视图见图 6-35。注意用于辅助视图的视点是由视口中心相对于倾斜面的方向确定的，更确切地说是由从哪一边观看（Side to view from）这一输入点来确定。如果没有 SOLVIEW 命令，对齐这个辅助视图是较困难的，可能需要某些临时构造线。

如果观看图形中层名的列表，就会看到有 13 个新层。在这些新层中各有 3 个层名分别以 TOP、FRONT、SIDE 和 AUX 开头。SOLDRAW 命令使用以 VIS 和 HID 结尾的图层绘制中间 2D 对象，而以 DIM 结尾的图层可用于标注尺寸。第 13 个图层是 VPORTS，这是浮动视口所在的层。此时恰好可以按你的爱好设置这些图层的颜色，确认用于隐藏线的图层使用 HIDDEN 线型。

接下来，我们将使用 SOLDRAW 命令绘制代表模型棱边的 2D 中间对象。

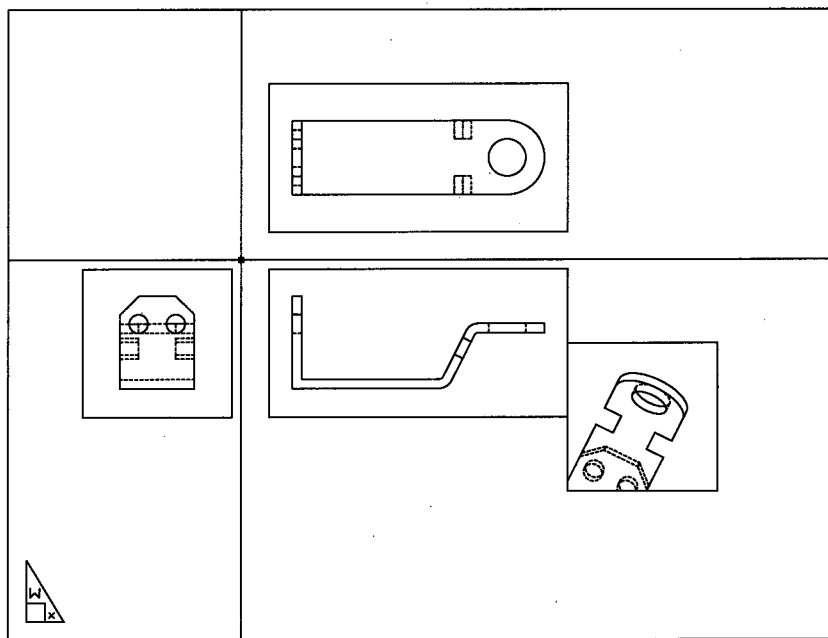


图 6-36

Command: **SOLDRAW**

Select viewports to draw..

Select objects: (选择四个浮动视口)

然后AutoCAD绘制代表支架棱边的圆弧、圆、椭圆和直线。当 **SOLDRAW** 命令操作完毕，得到的图形应当像图 6-36 所示的那样。

现在可以准备给图纸标注尺寸和注释了。因为所有的对象是二维的（**SOLDRAW** 命令冻结原来的 3D 实体层），所以标注尺寸如同在任一二维图纸上进行。然而，你将需要把尺寸放在模型空间，并需要在每个视口中使用合适的尺寸标注层。例如，在俯视图上的尺寸将放在 **DIM-TOP** 图层上。

一般地，有时你可以使用如下步骤来为视口增添尺寸：

- 1) 在图纸空间，将要标注尺寸的视口缩放到合适的大小。
- 2) 设置当前层为视口的尺寸标注层。
- 3) 使用 **MSPACE** 命令或其等效操作切换到模型空间。
- 4) 对于正投影视图，设置 UCS 为 **World**，然后为 **View**。这样可以保证所有的尺寸都放在三个主要平面内。对于辅助视图，在对象上设置 UCS 原点，然后设置 UCS 为 **View**。这将会使标注的尺寸放置在辅助视图平面上。
- 5) 如同标注任何二维对象一样，对视口中的对象进行尺寸标注。

在标注尺寸时比较容易犯的两个错误是：1) 忘记切换到模型空间，2) 忘记设置合适的图层。你可能需要拉伸某些视口以适应其中的尺寸，还可能需稍许移动一下视口。如确实

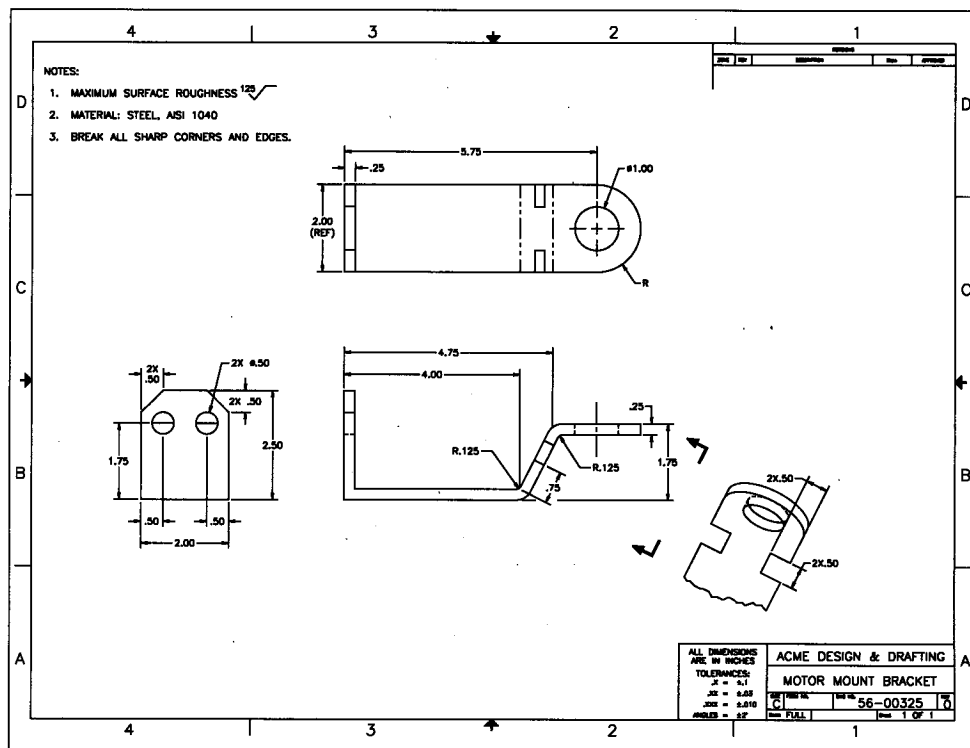


图 6-37

要移动视口，应确保各视口之间仍然对齐。还应当使用 MVIEW或VPORTS命令锁住视口的比例，以保证不会无意中缩放了浮动视口。

我们完成的图纸如图 6-37所示，你作的图纸应当与此类似。我们使用 MVSETUP命令插入了图框和标题栏，在图纸空间添加了一些通用注释。在模型空间，我们为俯视图添加了两条影像线（phantom line）以表示弯曲线。在所有视图中，我们删除了对表达标准设计图纸不合适的隐藏线。

注意 本例完成后的图形文件是3d_p6_08.dwg。

6.21 练习：SOLVIEW和SOLDRAW命令的补充练习

为得到更多的使用 SOLVIEW和SOLDRAW命令的经验，从图 6-38所示的3D实体模型制作 2D多视图。为这一模型制作的图纸将具有一个俯视图、一个主视图、一个辅助视图和一个剖视图，不过尺寸相对较少。你制作这样的图纸应该没有问题。

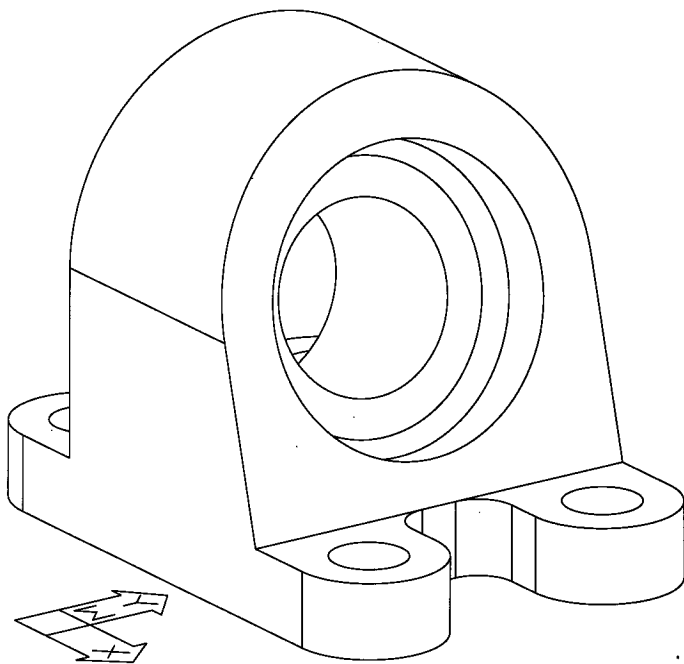


图 6-38

注意 这一练习的模型可以从图形文件3d_p6_09.dwg中得到。

虽然我们不列出创建这一图纸的明确步骤，但下面的建议是有帮助的：

- 如果你使用21英寸×16英寸的布局图纸尺寸（C幅面标准图纸），采用2:1的绘图比例四个视图的配置会较好。
- 开始执行 SOLVIEW命令之前，确认已加载了 HIDDEN线型。
- 完成 SOLVIEW命令的操作后，可以调整浮动视口的大小和位置，但必须保持它们的对齐方式、视点和比例不变。

- 在使用 SOLVIEW 命令建立视口之后, 使用 SOLDRAW 命令生成视口中的 2D 对象。
- 一个视口接一个视口地标注 2D 对象的尺寸。进入一个视口 (用 MSPACE 命令或其等效操作), 切换到由 SOLVIEW 命令为该视口创建的尺寸标注层, 如同在一张二维图纸上一样添加尺寸。

图6-39表示我们使用的由 SOLVIEW 命令生成的视图, 其中含有一些怎样建立这些视图的注释和我们使用的视图名。

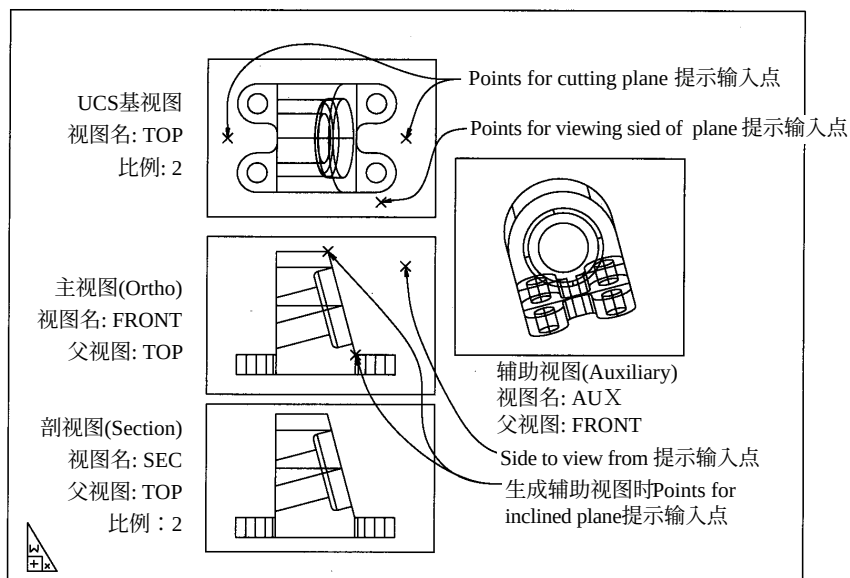


图 6-39

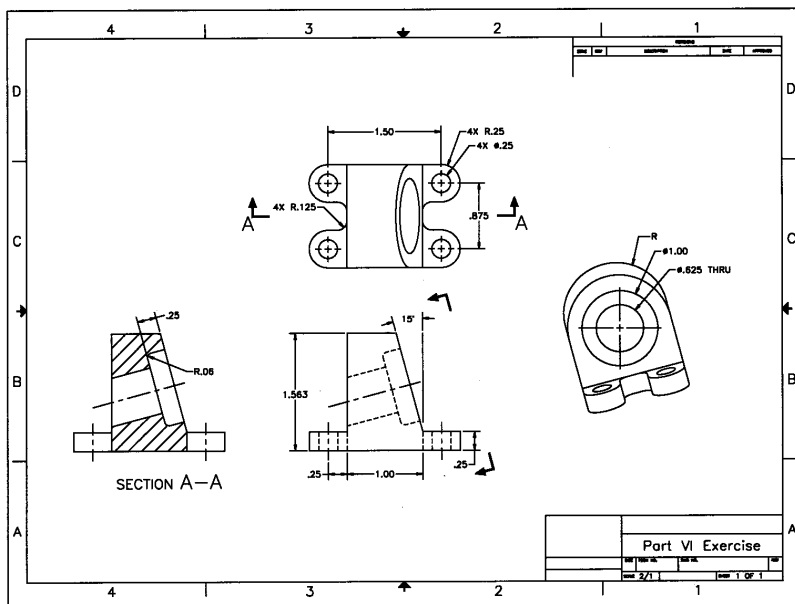


图 6-40

我们完成的二维多视图如图 6-40所示。当然,你对尺寸的安排甚至视图的选择可以和我们的不一样。图框和标题栏由 MVSETUP命令插入,主视图和剖视图中的中心线由手工添加。

注意 本例完成后的图形文件是3d_p6_08.dwg。

复习题

回答下列问题

1. 列举出从模型空间制作 3D模型的 2D多视图图纸存在的问题(即根本不用图纸空间)。
 2. 说出控制当前的活动空间是模型空间还是图纸空间的 AutoCAD系统变量。
 3. 怎样控制浮动视口中的隐藏线是否被输出?
 4. 怎样设置每个浮动视口的视图方向?怎样设置每个浮动视口的比例?
 5. 假设在一个浮动视口中的模型只是部分可见,怎样才能使它全部可见?
 6. 一旦通过图纸空间视口进入模型空间,怎样知道哪一个视口是当前视口?怎样从一个浮动视口移到另一个浮动视口?
 7. 控制浮动视口中对象是否可见的对象属性是什么?
 8. 当系统变量 Dimscale的值设置为 0,或当选中了尺寸标注样式对话框的 Fit标签中的 Scale Dimensions to Layout按钮时会发生什么?
 9. XY平面与尺寸标注的关系是什么?
 10. 列举出一些在图纸空间标注模型尺寸的缺点。
 11. SOLVIEW和SOLDRAW命令之间的关系是什么?
 12. MVIEW和VPORTS命令的Lock选项做什么?
 13. 说出MVIEW和VPORTS命令可用来创建非矩形浮动视口的两个选项,并说明它们的区别。列出可用来定义浮动视口边界的对象类型。
 14. 描述VPCLIP命令的功能。
 15. 说出在新的视口中设置模型比例的系统变量。
 16. 在缺省情况下,AutoCAD在每个新的布局图中创建一个浮动视口。你怎样能关闭这一缺省值?
 17. 系统变量Psltscale的功能是什么?
- 圈出下列每题中的正确答案(多选)**
18. 下列哪些关于图纸空间和浮动视口的叙述是正确的?
 - a. 浮动视口可以被复制。
 - b. 浮动视口可以重叠,甚至可以相互隐藏。
 - c. 一旦建立了图纸空间浮动视口,就不可能改变 3D模型了。
 - d. 浮动视口的边界总是可见的。
 - e. 在图纸空间可以绘制 3D对象。
 - f. 在图纸空间可以设置空间中的任一点为视点。
 19. 下列哪些关于SOLPROF命令的叙述是错误的?
 - a. SOLPROF命令不需要使用图纸空间。

- b. SOLPROF命令可用于创建3D实体的轴测投影图。
 - c. SOLPROF命令既可对表面模型又可对实体模型进行操作。
 - d. 过渡边缘总是显示的。
20. 下列哪些关于SOLVIEW和SOLDRAW命令的叙述是正确的？
- a. 隐藏线用HIDDEN线型画出，倘若这种线型已加载。
 - b. 剖视图可以具有与它的母视图不同的比例。
 - c. SOLDRAW命令自动给视图增添尺寸。
 - d. SOLDRAW命令创建代表3D实体的2D对象，并冻结3D实体所在的图层。
 - e. SOLVIEW命令能够创建辅助视图。
 - f. 创建的第一个视口必须适合平面图。
21. 配对左边列表中的命令与右边列表中的功能或结果。
- | | |
|------------------|------------------------|
| _____ a. MSPACE | 1) 一个视口接一个视口地控制图层的可见性。 |
| _____ b. MVIEW | 2) 创建浮动视口。 |
| _____ c. MVSETUP | 3) 帮助创建和对齐浮动视口。 |
| _____ d. PSPACE | 4) 从模型空间切换到图纸空间。 |
| _____ e. VPLAYER | 5) 从图纸空间切换到模型空间。 |

第7章 渲染

学习目的

学完本章后，你将会学到使用 AutoCAD 渲染（rendering）的下列方法：

- 学会如何通过设置不同的参数来进行渲染，如何控制渲染的输出，还能为渲染创建特定的背景。
- 熟悉渲染所用不同光源的特性并能对这些光源进行设置。
- 能够控制渲染的阴影。
- 掌握如何创建具有颜色、透明和反射特性的材质。
- 能够在创建真实感渲染时将位图图像附加到对象上。
- 掌握如何在渲染时通过设置对象的图像、尤其是如何用配景对象来增强真实性。
- 掌握如何通过对象的明暗处理来增加距离感。

7.1 什么是渲染

工程图样和建筑图样可以将大量的尺寸信息、符号以及一些简单的注解容纳到一张二维图样中。而看懂这张图样，必须要有经过一定训练的人，凭借经验甚至要有一定的想象来对它们进行必要的解释。许多人则希望看到的是一个对象的真实图片。实际上，一张三维模型的真实图片对于没有专门训练的人来讲不仅仅是视觉上的帮助，它能够帮助他们想象和欣赏一个设计，有时也能反应出设计的缺陷。

经过着色处理的 3D 模型的真实图片就是渲染。67 以前，渲染是用彩色笔、画刷或油漆喷雾处理完成的，现在通常用计算机来实现。AutoCAD 带有一个渲染功能的程序，AutoCAD 的典型安装可自动装载这一功能。

为了进行比较，我们用图 7-1 中的三张图来进一步说明渲染，它们分别是圆锥体曲面模型的线框图、用 HIDE（消隐）命令后的图像以及渲染处理后的图像。

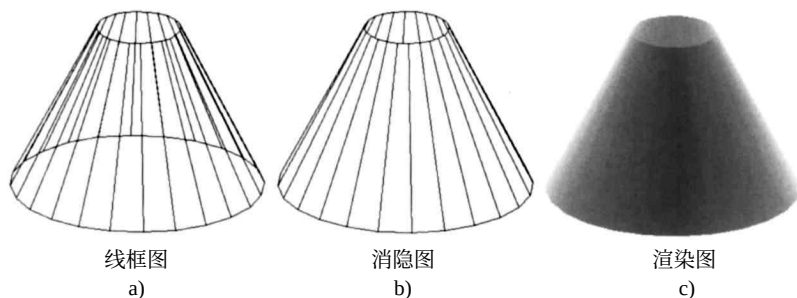


图 7-1

下面我们用一个简单的例子来看一下如何进行渲染操作。在 AutoCAD 命令行下输入 SPHERE 生成一个球体，或用 AI_SPHERE 做一个球体曲面模型，球体的直径大小不一定要精

确，只要保证清楚可见就可，视点位置并不重要。给球体设定一种颜色使得它与屏幕背景有一个良好的对比度，然后，在命令行上输入 RENDER命令，按Enter键后就可以在缺省的设置值下根据当前视点进行渲染，经过一定的计算后，AutoCAD就会在屏幕上显示一个具有明暗度、彩色的圆球取代原来的线框模型，如图 7-2bb所示。这就是渲染，输入 REDRAW命令可以恢复为线框图。

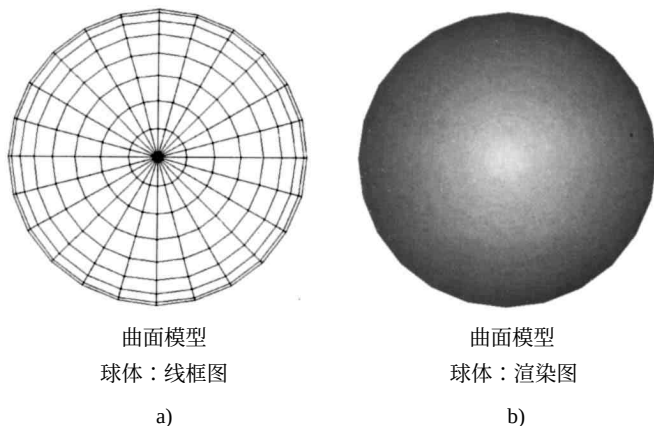


图 7-2

AutoCAD的渲染模块基于一个名为 acrender.arx的文件，该文件在使用渲染命令时自动加载。几年前，要在系统中加入具有这种功能的模块可能要花上千美元。AutoCAD的渲染模块具有如下功能：

- 支持三种类型的光源——聚光光源、点光源和平行光源——可以支持色彩并能产生阴影效果。
- 支持透明和反射材质。
- 可以在曲面上加上位图图像来帮助创建真实感的渲染。
- 可以加上人物、树木和其他类型的位图图像进行渲染。
- 可以完全控制渲染的背景。
- 可以对远距离对象进行明暗处理来增强距离感。

7.2 位图文件

AutoCAD是用位图来表示渲染的，所以你在渲染时实际上是在对位图进行操作，保存的文件也是位图文件。位图文件与计算机屏幕上的带颜色的小点即像素有关，它不同于矢量图。AutoCAD通常使用的矢量图取决于计算机屏幕上的坐标系统和所绘对象的函数关系，而位图只是用一个列表来反映屏幕上的每一个像素是如何着色的。它们好像是足球赛场上许多观众举着有色彩的标牌所做成的一个巨幅图画一样，有时位图叫做光栅图像（raster graphics）。

位图文件是使用二进制数字来定义颜色的，这个二进制数字称作位。可用颜色的最大数取决于可用的位数，也即取决于位图文件的格式和计算机的显示系统。实际上，所有可以运行AutoCAD系统的计算机，其显示系统至少支持8位的像素，有些可以支持24位像素，偶尔也有支持32位像素。但实际上你在渲染时通常只要8位的位图文件就行了。

在AutoCAD的位图文件对话框中，颜色用颜色深度（color depth）这一术语来表示，根据8位、16位和24位颜色输出而选择不同的数值。其中8位位图可以处理256（即 2^8 ）种颜色，16位位图可以有65536种颜色，而24位位图可以处理的颜色超过1600万种。

当一行上许多像素具有相同的一种颜色时，大多数位图文件的格式是用X个像素具有Y种颜色这一种内部代码来表示，而不是对每一个像素指定一种颜色数，这种特性称为压缩。我们可以利用这一特性来作为某些位图格式保存AutoCAD的图像文件。

画图程序是首先采用位图文件的一种计算机程序。由于画图程序各有千秋，都有各自的文件格式，无法统一，因而没有哪一种文件可以成为位图文件的标准。因此，就有了几十种不同格式的位图文件，分别用不同的后缀来区别。在AutoCAD渲染中经常要用到的文件类型如表7-1所示。

表7-1 位图文件格式

文件后缀	文件说明
BMP	Microsoft公司为Windows操作系统创建的一种格式，因为没有压缩，其文件通常很大
GIF	CompuServe Information Service公司为支持不同的计算机操作平台而开发的一种图像交换格式（Graphics Interchange Format），它通常可达到最大256种颜色
JPG	一种压缩的图像格式，由国际委员会组织——联合摄影专家组（The Joint Experts Group——JPEG）为数字化图像开发的一种格式。由于这种格式支持的颜色多、分辨率高，并且相对文件较小，被广泛用在Internet上传送文件
PCX	来自于早期的一种画笔软件格式（Z-Soft公司的PC画笔软件格式），这种格式已经有过许多版本，而且大多数的修订版本格式不完全兼容，但这种格式仍然被广泛应用于各种不同的操作系统中
TGA	由生产Targa图形适配器（Targa Graphic Adapters）的高级（high-end）图形设备及软件制造商Truevision公司开发的一种格式，AutoCAD中大多数的渲染图文件都用这种格式
TIF	TIFF格式（Tagged Image File Format）主要为不同的计算机平台上的高级（high-end）图形而设计，这种格式有几种版本，因而往往会有一些兼容性的问题出现

提示 如果在安装AutoCAD时选用典型安装方法，计算机在渲染时可能只有三种位图文件的格式，其位图文件格式在Acad2000\Textures文件夹下。如要为AutoCAD渲染安装所有可用的位图文件，请打开AutoCAD2000安装光盘上的Acad2000\Textures文件夹，将该文件夹下的所有文件拷贝至你的计算机对应的Acad2000\Textures文件夹下，大约要拷贝140个TGA文件。

7.3 渲染

渲染通常是在AutoCAD图形屏幕上的某一个视图上完成的，当然你也可以将渲染定向到一个文件或者一个打印输出设备上。尽管渲染不能在图样空间上进行，但当你图在图样空间上调用MSPACE命令或与此相同功能的命令后，就可以渲染一个浮动视口，然后通过PSPACE命令或其等价的命令返回图样空间，此时可以在视口上保留渲染的结果。如果没有设置光源，AutoCAD就用一个指向视点方向的单一平行光源来完成渲染。

渲染时大部分工作和时间将用在设置光源和材质上，尽管如此，我们首先讨论的应该是要完成渲染的命令，然后再讨论有关设置参数和定向输出AutoCAD渲染结果的命令，以及有关统计渲染信息的命令。图7-3为执行这些命令的工具条按钮和屏幕下拉式菜单。

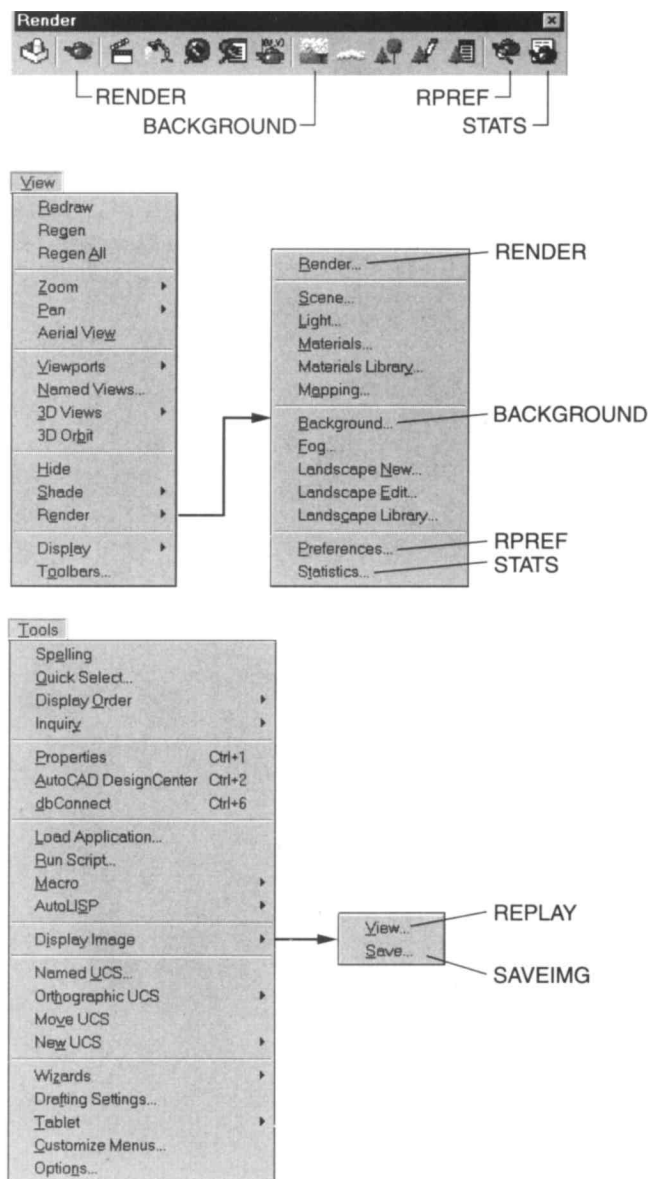


图 7-3

7.4 RENDER命令

RENDER命令主要用于对所渲染的对象的控制，它包括这个对象将如何进行渲染、渲染结果输出到哪里、如何确定渲染的背景以及对选定区域的明暗处理。通常该命令用到如图7-4的Render（渲染）对话框，这个对话框是可选的，它和 RPREF命令的 Rendering Preferences 对话框一起决定是否需要显示。当这两个对话框中的 Skip Render Dialog 复选框有一个被关闭，Render 对话框就不显示。因而 AutoCAD将根据 Rendering Preferences对话框的设置决定是否渲染一个视口，还是直接对对象进行渲染。

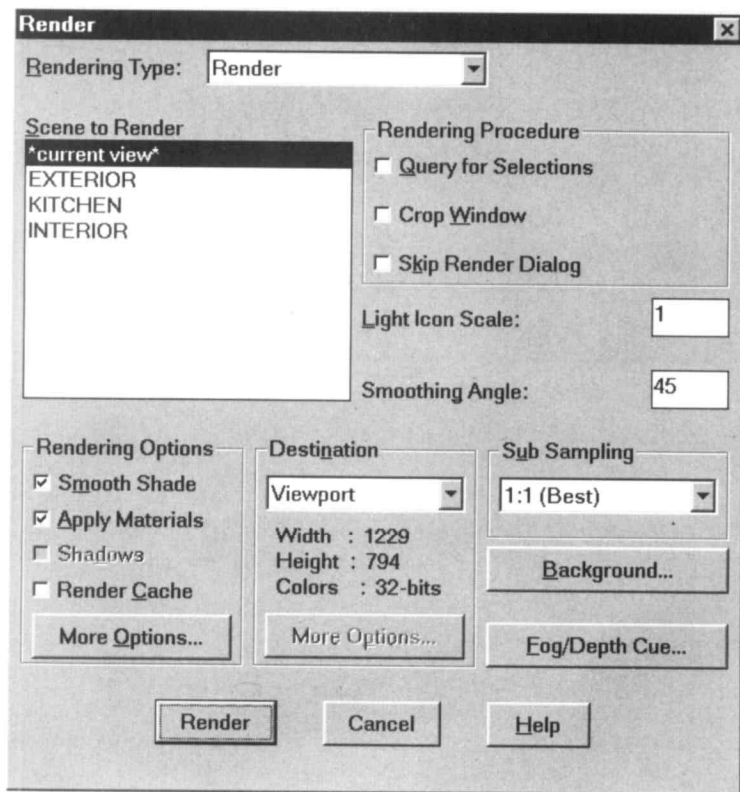


图 7-4

7.4.1 Rendering Type (渲染类型)

这是一个下拉式列表框，在 Render 对话框顶部，它有三个渲染类型可供选择。

- Render (渲染) 这一渲染选项不支持阴影、位图文件、透明材质和其他一些高级渲染特性。你只能用它来做快速初步的渲染。图 7-5 是一个渲染的例子。

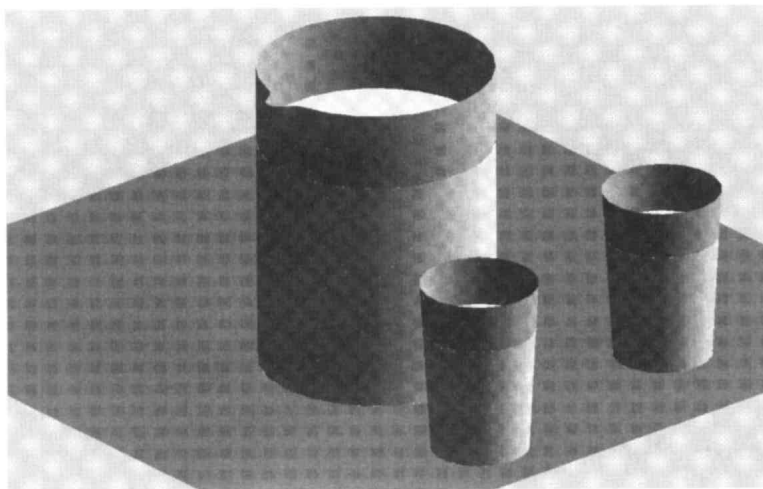


图 7-5

- Photo Real（照片级真实感渲染） 这种类型支持大多数的渲染特性，包括阴影、位图文件、透明材质以及配景对象，如图 7-6所示。

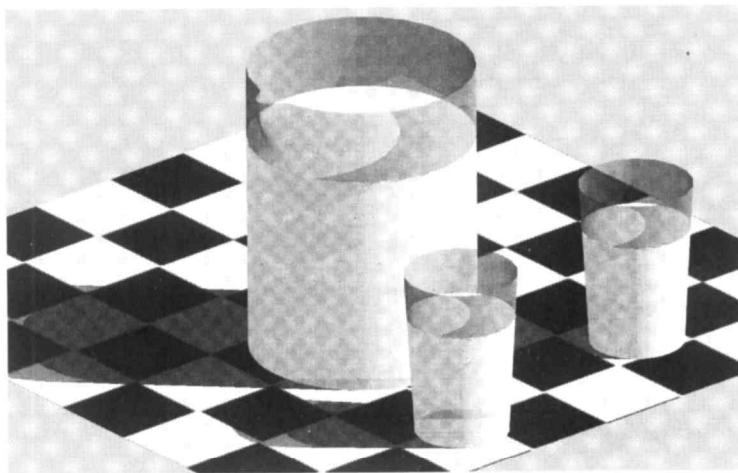


图 7-6

- Photo Raytrace（照片级光线跟踪渲染） 这种类型是基于来自于观察者光源的不同光束的路径。该类型可以完成照片级真实感渲染类型做到的所有功能，还可以生成反射图像并能处理光束的折射，这些额外功能的代价是渲染速度比照片级真实感渲染类型要慢得多，图7-7是一个照片级光线跟踪渲染的例子。

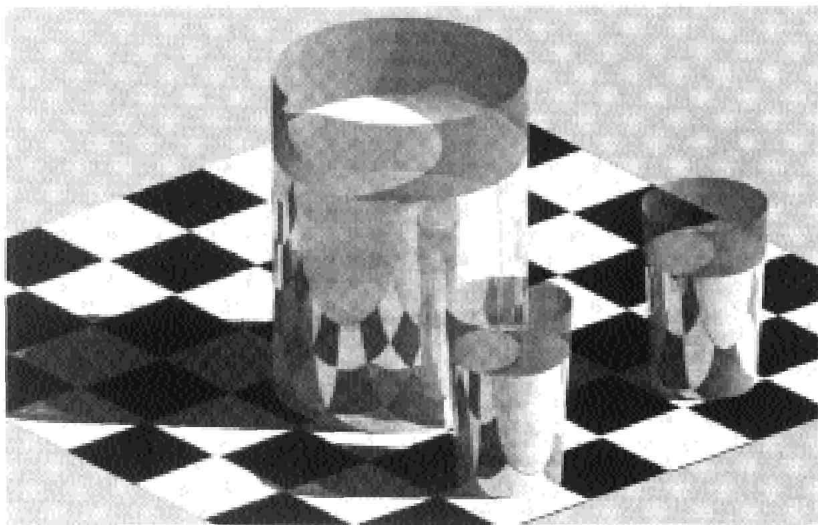


图 7-7

7.4.2 Scene to Render（渲染场景）

场景由一组已经命名的光源和视图组成，可用 SCENE命令来创建和管理场景，该命令将在讨论光源时进一步描述。在对话框的场景列表框中始终有一个标有 *current view*（当前场景）的场景。当有几个场景时，可以选择其中一个用来进行渲染。

7.4.3 Rendering Procedure (渲染过程)

在这里有三个复选框供你选择, 用于控制哪些对象将要渲染, 或者当你用 RENDER 命令时是否要显示 Render 对话框。下面分别介绍这三个复选框:

- Query for Selections (选择询问) 当这一复选框被选中后, AutoCAD 将提示用户选择需要进行渲染的对象。如果 Render 对话框已经出现, AutoCAD 将在你点击 Render 按钮时提示进行对象的选择。如果还没有 Render 对话框, AutoCAD 将在使用 RENDER 命令时就提示对象供你选择。没有选中的对象在渲染时将会彻底消失, 除非你使用了 Merge Background 方式。
- Crop Window (修剪窗口) 如果你只要渲染屏幕上的某一区域, 可以用这一选项。一旦这一复选框被选中, AutoCAD 将要你指定一个窗口。在窗口内的对象将被渲染, 而窗口以外的对象将消失。如果已经有了 Render 对话框, 指定窗口的提示将在点击 Render 按钮后出现, 否则 AutoCAD 将在你使用 RENDER 命令时就提示要指定窗口。
- Skip Render Dialog (跳过渲染对话框) 如果这一复选框被选中, 在使用 RENDER 命令进行渲染时将不出现 Render 对话框。你必须用 RPREF 命令来断开这一按钮以便使对话框显示。

7.4.4 Light Icon Scale (灯光图标比例)

这是一个文本编辑框, 用于控制 AutoCAD 中灯光图标相对于光源的大小。我们将在讨论光源时对灯光图标进行描述。这一比例值会影响所有的灯光图标以及将要插入的图标。

7.4.5 Smoothing Angle (平滑角度)

这一选项用于设置多面体相邻面的棱角角度, 对其他对象没有影响。当选用 smooth Shading 后, AutoCAD 用角度来判断面与面之间的关系以便决定是否要对某一个面和它的邻面进行混合处理。平滑角度的缺省值是 45° , 当面与面之间的角度小于 45° 时将被混合, 而大于 45° 时将不进行混合处理, 如图 7-8 所示。

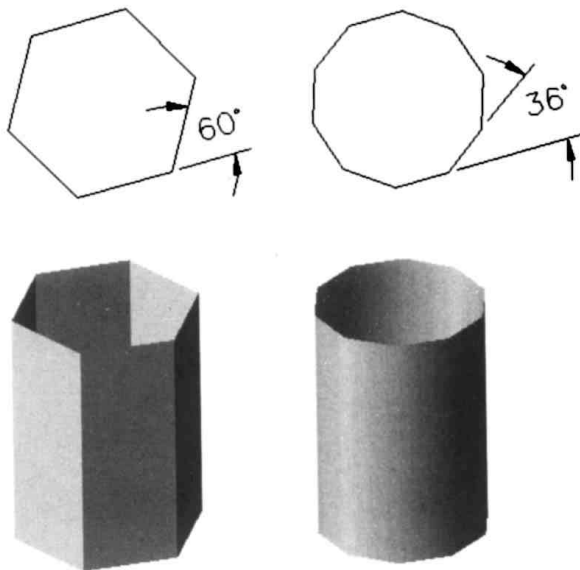


图 7-8

7.4.6 Rendering Options (渲染选项)

该区有四个复选框，用来控制渲染的一些附加设置，分别介绍如下：

- Smooth Shade (平滑着色) 如果不选该选项，则对每个曲面片进行着色处理，一个圆球体在渲染后看上去是由许多曲面片组成的。如果选择这一项（缺省值），则着色时在曲面片相邻处进行混合处理，渲染后的圆球体表面光滑，具有真实感。图 7-9是两种选项对圆球体渲染的结果。

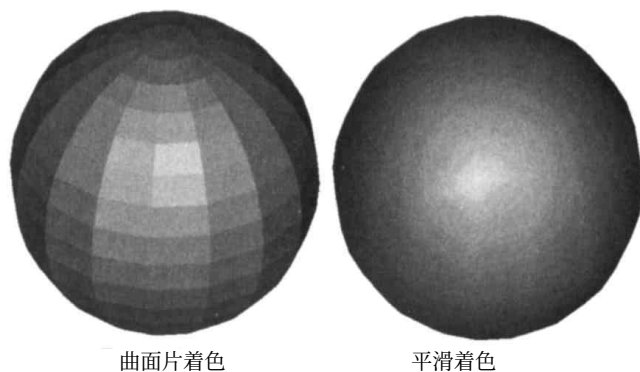


图 7-9

- Apply Materials (使用材质) 该选项用来把已创建好的材质通过 RMAT命令附加到对象上，AutoCAD忽略附加上的材质，用其颜色赋予三维渲染。
- Shadows (阴影) 该选项用来进行生成阴影，如图 7-10所示。当选择渲染类型为 Render时，该选项不可选。

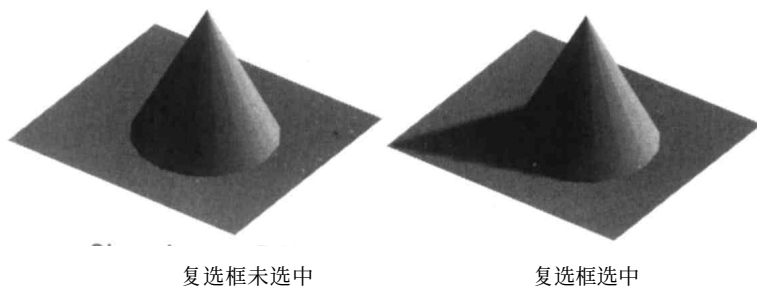


图 7-10

- Render Cache (渲染高速缓冲区) 选中该复选框时，AutoCAD将用于产生特殊渲染效果的有关数据存储到高速缓冲区，以提高对象的渲染速度，特别是对 3D实体模型进行渲染时。
- More Options (更多选项) 这个按钮将引出三个对话框中的一个，每个对话框对应于所选择的渲染类型。曲面网格针对于曲面生成的方法有正面和背面之分，每个对话框有两个与背面有关的选项（AutoCAD通常用法线一词来指定曲面的两个面。法线是一根假想的直线，定位于曲面的几何中心，直线的指向就是曲面的方向）。通常AutoCAD

可以渲染曲面的两个面，但你可以通过选项来决定 AutoCAD 仅渲染指定的面。另一个与背面有关的选项是你可以通过它来对曲面混合功能在正反面之间进行切换。图 7-11 是一个去除背面后的渲染和反法线方向的渲染示例。你很可能不需要去除背面或对背面方向的渲染。

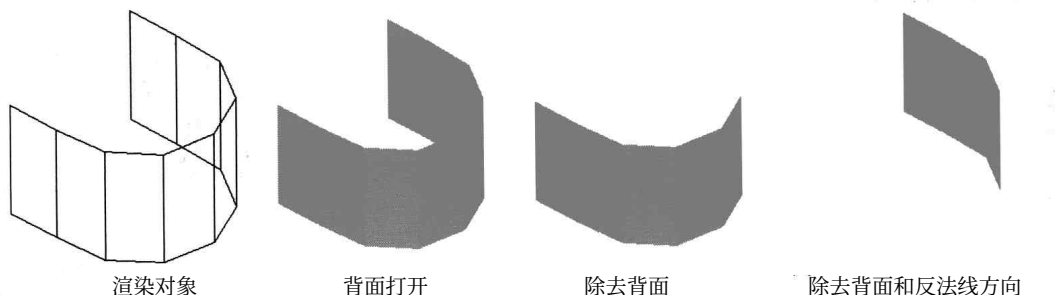


图 7-11

对于照片级真实感渲染和照片级光线跟踪渲染这两种渲染类型，在 More Options 选项中的对话框包含有阴影控制的选项，这将在以后描述 LIGHT 命令的章节中介绍。对这两种渲染类型的对话框还包含有反走样级别的选项，它控制渲染时对斜线的表示。如果设置成 Minimal 选项，屏幕将显示相对有锯齿状的斜线。如果要使斜线光滑显示，则要选择 HIGH 选项。对于对话框中纹理贴图的设置你无需进行改变。另外，对照片级光线跟踪渲染这种类型附加的渲染对话框还包含有一个跟踪光线的设置选项，通常不需要改变这一选项。

7.4.7 Destination (渲染输出)

这是一个下拉式列表框，提供几个用于定向渲染输出的选项。

- Viewport (视口) 这是一个缺省值，表示渲染到当前视口，有关当前视口大小的数据（用像素表示）和可用渲染颜色的数字显示在列表框下面。
- Render Window (渲染窗口) 这一选项将渲染结果送到一个 Microsoft 风格的窗口中，你可以点击在工具条（工具栏）上的 Render 按钮打开这个窗口。在这个窗口中你可以将渲染结果保存到一个位图文件中、送到 Windows 剪贴板或者用当前的 Windows 打印机打印渲染结果。在渲染窗口中的菜单和工具条按钮可以控制渲染的分辨率（用像素表示）和颜色数。
- File (文件) 当选择这一选项时，在下拉式列表框下标有 More Options 的按钮被激活，点击这一按钮，你可以将文件用 BMP、PCX、PostScript、TGA 或 TIF 格式进行保存，包括指定的渲染分辨率（像素点）和颜色数，也可以用超过你自己的计算机系统所容许的分辨率和颜色数对文件进行保存。

7.4.8 Sub Sampling (采样)

这一选项允许你渲染时只用屏幕像素的一部分以减少渲染的时间，但仍然保持渲染的各种效果，如阴影、透明和其他一些特性。下拉式列表框中的选项包括 1:1~8:1 的比例数据。缺省值为 1:1 的选项渲染质量最高，随着比例的增加，渲染质量降低，但渲染速度加快。图 7-12 是一个与图 7-6 相同场景的照片级真实感渲染例子，图 7-6 所用的采样比例为 1:1，图 7-12 所用比例为 8:1。

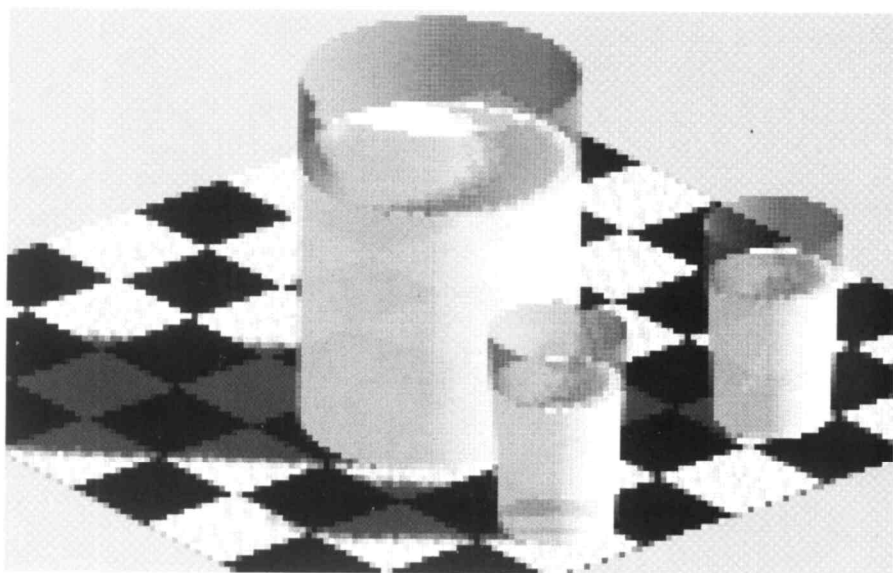


图 7-12

7.4.9 Background (背景)

这个按钮提供与 BACKGROUND 命令相同的对话框，将在讨论 BACKGROUND 命令时描述这一按钮的内容。

7.4.10 Fog/Depth Cue (雾度)

这个按钮提供一个对话框，允许你给渲染一个幻想的距离来淡化选择的图像和对象。该对话框也用于 FOG 命令，我们将在本章讨论 FOG 命令时描述这一功能的内容。

7.4.11 Render (渲染)

点击此按钮可用指定的参数对所选择的场景进行渲染，这是 Render 对话框的缺省值。渲染的时间取决于要渲染对象的复杂程度、渲染输出和渲染类型，AutoCAD 会在命令行上显示渲染计算的进度。

7.4.12 与渲染相关的命令

- RPREF (渲染选项命令) RPREF 命令使用与 RENDER 命令相同的对话框，只是它没有 Render 按钮。
- BACKGROUND (背景命令) Background 对话框也可以通过 BACKGROUND 命令获得。
- FOG (雾化命令) Render 对话框中 Fog/Depth Cue 按钮使用的对话框可以通过 FOG 命令直接获得。

提示 RENDER 命令的 Query for Selection 选项在设置光源和创建材质时是非常有用的，可以测试你的设置而无需渲染整个场景。

屏幕大小和分辨率在对视口渲染时是渲染速度的一个重要因素。因此，在设置渲染时，将 AutoCAD 图形区域分成多个视口将对你的渲染有很大帮助。这不仅可以加快渲染，同样还可让你对不同的设置进行渲染效果的比较。

在渲染到视口时 AutoCAD 将继续显示 UCS 图标，也许你要关闭这一个图标，那么可以

通过UCSICON命令来关闭它，也可以用同样的命令来恢复此图标。而在渲染到文件或Render窗口时不显示UCS图标。

7.5 RPREF命令

这一命令使用一个对话框，标题为 Rendering Preference。除了没有标有Render的按钮以外，与RENDER命令所用的对话框完全相同。参考RENDER命令中对话框描述的讨论。

当你设置渲染参数而不用渲染场景时，可以选择这一命令而不用RENDER命令。当你关闭了Render对话框又要打开它时可以用这一命令。

7.6 BACKGROUND命令

这个命令用来控制渲染背景的外观——在渲染视口上没有被图像或对象遮盖住的区域。背景可以设置成与AutoCAD图形屏幕相同的颜色、一种不同于屏幕颜色的特定颜色或者在背景上加一种渐变的颜色，还可以用一个位图图像作为背景。BACKGROUND命令的对话框也可以在RENDER命令和RPREF命令下用Background按钮激活，这一对话框如图7-13所示。

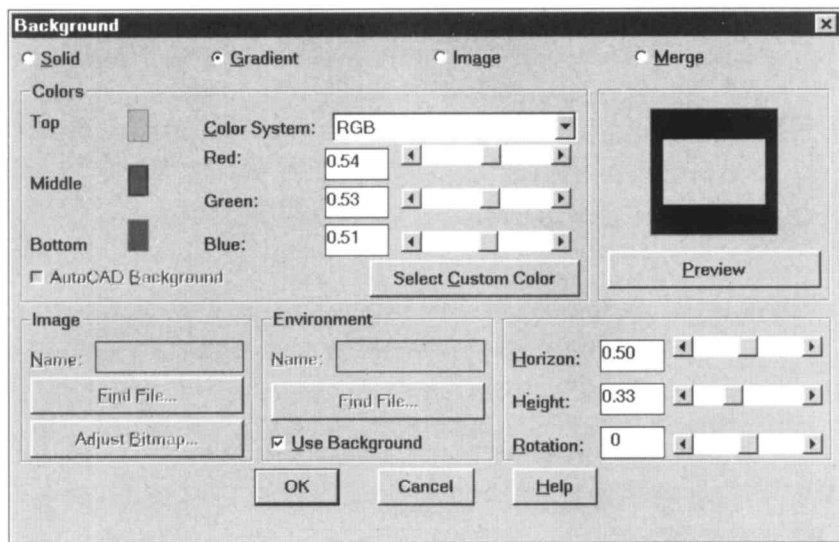


图 7-13

7.6.1 Solid/Gradient/Image/Merge (填充/渐变/图像/合并)

这四个单选按钮用于选择渲染的背景，当你选择其中一个后，对应于背景类型的其他按钮和编辑框就能用来设置相应的参数。

- Solid (填充选项) 这一选项用于为背景指定一种颜色。选择此项后，对话框的 Colors 区被激活，你可以通过它们来定义颜色。这一单选按钮同时也激活在 Colors 区内的 AutoCAD Background 复选框。
- Gradient (渐变选项) 当这一选项被选时，你可以用两到三种颜色混合后覆盖在背景上，如图7-14所示，对话框的Colors区被激活，可以通过它们来定义颜色。同时 Horizon、Height和Rotation编辑框被激活，可用它来设置颜色。

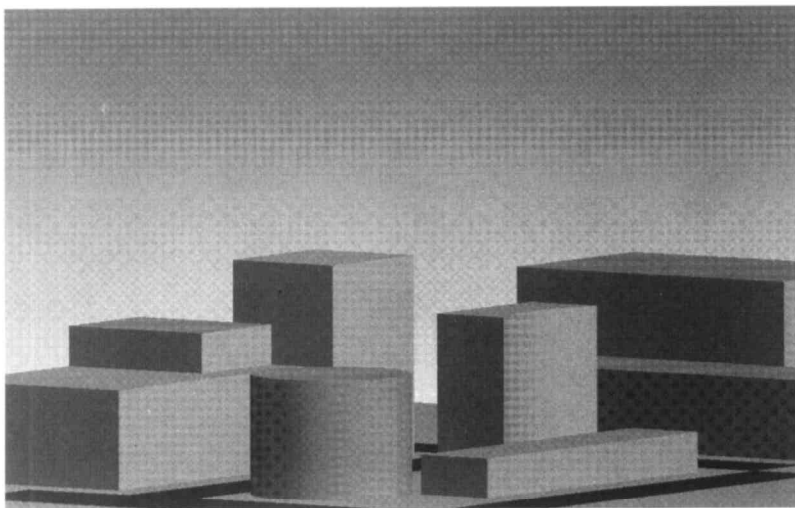


图 7-14

- image (图像选项)。利用这一选项，可以用一个位图图像来填充背景，当你选用这一功能后，在Image和Environment区的按钮和编辑框被激活，用来指定一个位图文件并设置其参数值。图7-15所示是一个用位图文件作为背景的渲染例子。

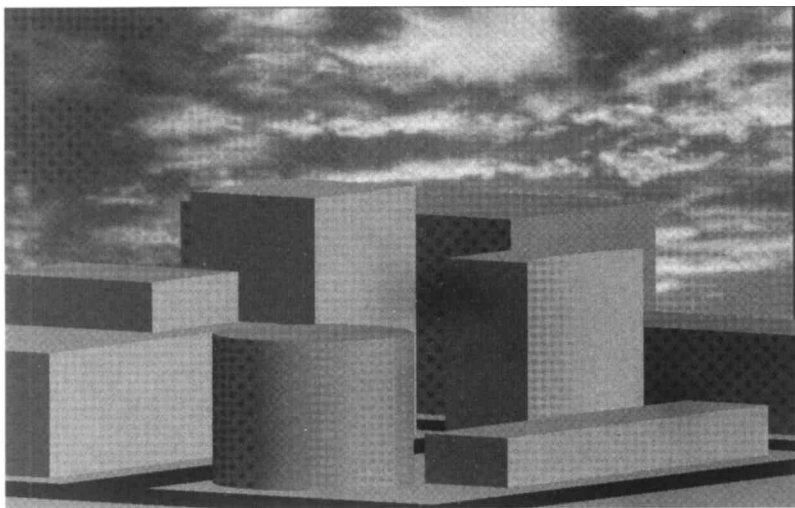


图 7-15

- Merge (合并) 渲染时AutoCAD通常要清除当前视口内容，但如果这一单选按钮被选中，AutoCAD将完整无缺地保留原来视口，仅改变那些渲染需要改变的内容。

7.6.2 Colors (颜色)

对话框中的这一区域用于设置 Solid和Gradient背景的颜色。

- AutoCAD Background (AutoCAD背景选项)

这一复选框是在选用 Solid背景时可用，背景对话框中其他选项均不激活这一复选框。

AutoCAD图形区域的当前颜色将被用来作渲染背景。

- Top、Middle、Bottom（上、中、下选项）

这三个按钮用来指定背景区域，在这个区域中将应用一种颜色。在 Solid背景下只有 Top颜色按钮可用，另外两个按钮用于设置 Gradient颜色背景。

- Color System（颜色系统选项）

这几个编辑框和滑块用于设置指定背景区域内的颜色，你可以用红-绿-蓝（RGB）或者色彩-亮度-饱和度（HLS）颜色系统来选择颜色。点击 Select Custom Color按钮可以弹出一个辅助对话框，这个对话框显示可用的颜色，你可以选择一个标准颜色或一个定制的颜色。

7.6.3 Preview（预览）

点击此按钮可以让你预览选定的背景，包括渐变颜色和位图图像。

7.6.4 Image（图像）

背景对话中的这一区域在选择 Image单选按钮时有效，在编辑框中输入图像文件的文件名或者点击 Find File按钮，通过浏览来选择图像文件。图像文件支持 7种格式：BMP、GIF、JPG、PNG、PCX、TGA和TIF。Adjust Bitmap按钮弹出一个对话框，用于调整位图图像的比例和位置。这一对话框和以后将要讨论的 Adjust Object Bitmap Placement对话框基本相同。

7.6.5 Environment（环境）

你可以通过 Background（背景）对话框的这一区域来控制背景图像和对象的交互作用。但是对象必须要赋予一个镜面材质。（镜面材质的内容将在后面作介绍）。如果对象没有赋予镜面材质，背景将对对象不起任何作用，如图 7-16所示那样。

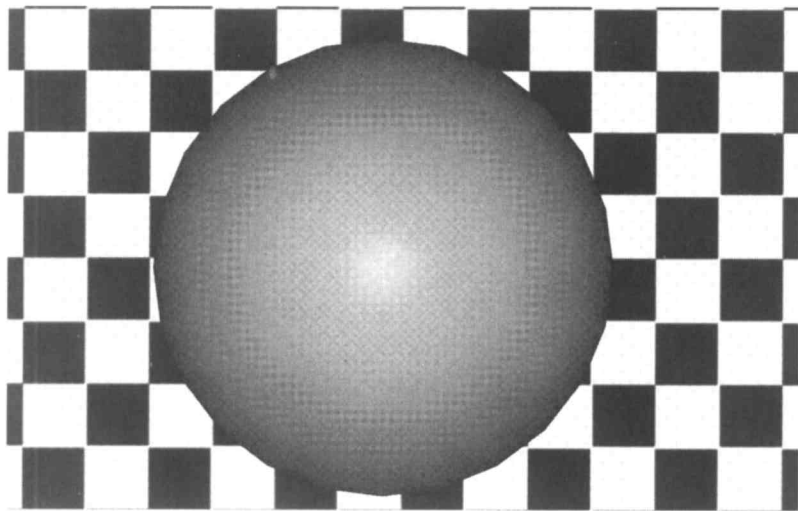


图 7-16

另一方面，如果对象被赋予了镜面材质，它们将映出背景，如图 7-17所示。这种情况发生在照片级真实感渲染和照片级光线跟踪渲染方式下。

你可以通过关闭 Use Background复选框来改变这种效果，它会激活一个 Name编辑框让你指定一个位图文件来取代背景图像的映像。图 7-18是一个与图 7-17相同球体、相同背景的渲染，但它用了一个单独的位图文件作为环境图像。

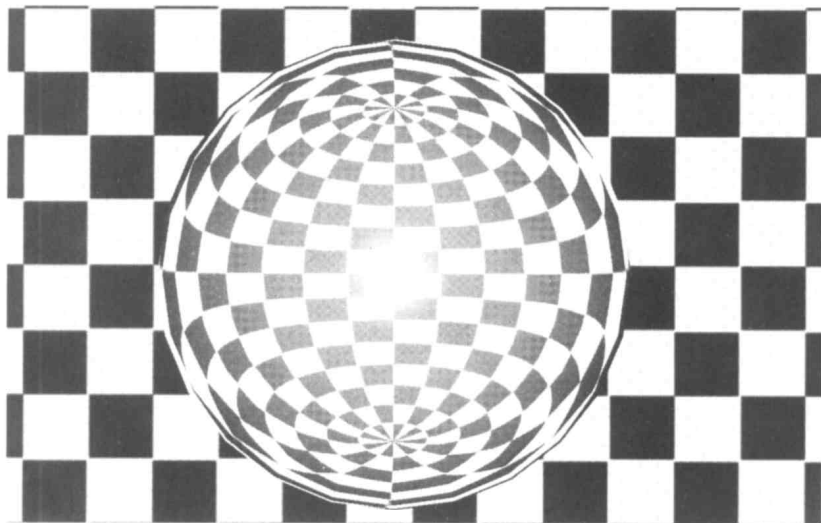


图 7-17

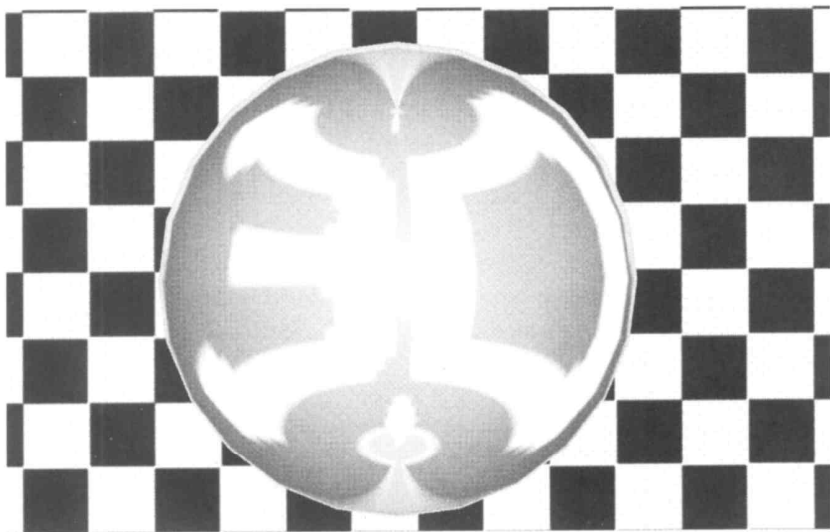


图 7-18

7.6.6 Horizon、Height、Rotation (水平、高度和旋转)

这三个编辑框以及相对应的滑块用来控制背景颜色的渐变。Horizon用于确定渐变的中心，它的值可在0.0到1.00之间变化，Height用来设置三色渐变中第二种颜色的起点，它的值也可在0.0到1.00之间变化，如果你只要用两种颜色产生渐变效果，可以将Height设置为0，这样AutoCAD将忽略中间一种颜色而只使用渐变中上下两种颜色。

缺省状态下颜色是按垂直方向混合的，但你也可以通过Rotation编辑框和滑块来指定不同的混合方向，还可以在90°和-90°度之间指定任何一个角度，90°的旋转角度将使颜色从左到右混合。

提示 当你建立了一个复杂渲染的参数后，Merge背景选项对在Render对话框中使用

Query for Selections选项是有帮助的。你可以在修正渲染时只选择已经改变的对象，未受影响的部分将保留原来的样子。如果Merge无效，视口将被清除，新的渲染将只显示那些被选中的对象。

7.7 SAVEIMG命令

SAVEIMG命令给你增加了一个保存渲染到位图文件的附加工具，有了这一命令，就可以用BMP、TGA或TIF位图文件格式来保存当前视口的图像。该命令将保存在当前视口中所有的内容，包括渲染对象、线框对象和着色后的对象（那些用 SHADEMODE命令着色的对象）。该命令用一个对话框来指定文件格式和文件名。由于这个对话框比较简单，可以直接使用，此处没有用图例来做进一步的说明。

REPLAY命令是一个与SAVEIMG命令相对应的命令，用来在 AutoCAD图形窗口中显示一个BMP、TGA和TIF位图文件。不同于用 IMAGE命令插入的位图文件，这些图像不能被链接到绘图文件上，因而你不可以用任何方式来存取它们，只能够观看它们。使用任何命令都会使屏幕重画而使图像消失。不过，REPLAY命令可以帮助你看看某些位图是什么样的（如 AutoCAD中具有背景和材质的位图）。

7.8 STATS命令

用STATS命令可以显示有关上一次渲染的统计数据，可以在 Statistics对话框中看到这些数据，如图7-19所示。也可以用文本文件的格式（一种可以用 Winodws记事本打开的文件格式）保存它们。这个统计数据表包含了用于渲染的有关信息、时间和曲面片数等。

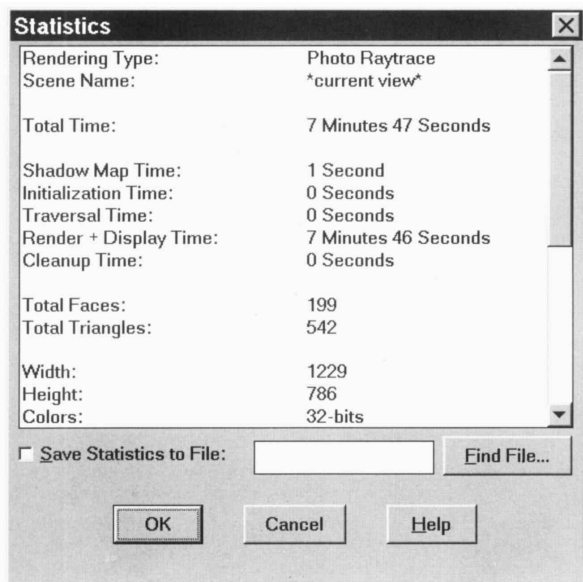


图 7-19

渲染练习

本练习用随书所附光盘中提供的 3d_p7_01.dwg文件，完成RENDER命令的某些参数设定

的渲染练习。该文件用于产生 RENDER命令中讨论的三种渲染图来显示 AutoCAD中三种不同渲染类型的区别。

渲染中的西洋跳棋盘来自一个位图文件 chechers.tga, 这个位图被附加到一个 3D表面 (如何做到这一点将在以后讨论材质时介绍)。如果AutoCAD无法找到这个文件, 在渲染中将不包括这块跳棋盘, 这对完成本练习的目标没有多大影响, 你不一定非要花时去找到这个文件来把它赋到渲染中去。没有这个位图文件的最坏结果是在做照片级光线跟踪渲染时不能显示跳棋板的影子。

如果你的计算机显示器屏幕不太小 (14、15英寸以上), 而且分辨率也较大 (800×600以上) 的话, 就应该将 AutoCAD的图形显示区域分成四个视口——每个视口占据四分之一的屏幕。这样做可以减少渲染时间并可让你对不同的设置进行效果差异的比较。

练习时对曲面模型和所赋的材质无需做任何修改, 这样你才能通过创建不同的渲染来观察改变不同参数后 RENDER命令是如何工作又是如何影响渲染效果的。本练习建议按以下步骤进行:

1) 用AutoCAD支持的三种渲染类型渲染、照片级真实感渲染和照片级光线跟踪渲染进行渲染, 在每一种渲染后, 用 STATS命令查看一下这种渲染所用的时间。

2) 在照片级真实感渲染类型下, 关闭 Shadows复选框选项, 渲染场景, 然后再打开 Shadows复选框选项。

3) 选取Crop Window复选框, 在提示你指定窗口大小时, 画一个大约占总面积四分之一的区域。

4) 用 REDRAW 命令重新显示当前视窗的图形或者移到显示线框模型的视口, 关闭 Crop Windows复选框, 选取Query for Selection复选框, 选取两个杯子中的一个作为渲染对象, 选取对象的一个好的方法是采用选择窗口进行。

5) 关闭Query for Selection复选框, 渲染整个场景 (或者移动到包括完全渲染的视口), 然后再打开Query for Selection复选框, 进到Background对话框, 选择Merge单选按钮, 返回到主渲染对话框, 关闭 Apply Materials 复选框, 点击Render按钮, 选择其中一个杯子作为渲染对象。

6) 现在我们可以来研究有关背景的选项:

- 将对象缩小 (Zoom out) 到大约原来大小的一半左右。
- 关闭Query for Selection复选框, 再次选择 Apply Materials复选框。
- 在Background对话框中打开Gradient单选按钮, 点击Top color按钮将其颜色设置成红色, 点击Middle color按钮将其颜色设置成绿色, 最后, 点击 Bottom color按钮并将其颜色设置成蓝色。
- 返回到Render对话框, 选择当前视图作为渲染场景 (而不是用 EXERCISE作为场景), 选择Render按钮, 注意观察, 由于两个杯子和大水罐被赋予了镜面材质, 渲染时它们反射了部分背景颜色。

7) 当相同的视口为当前视口时, 重新执行 RENDER命令, 在 Background对话框中选择 Image单选按钮:

- 点击Find File按钮, 找到 Cloud.tga文件, 这个文件一般应该是在 C:\Program File\Acad2000\Textures文件夹下, 如果你没有找到 Cloud.tga文件, 请参考本章在讨论位

图文件时的提示。

- 找到Cloud.tga文件后，点击Open按钮将其附加到背景中去。
- 返回到Render对话框对当前视图进行渲染，其结果将会是一个超现实的幻想图，如图7-20所示，好像是魔毯上的几个对象在云中漂浮一样。

如果你有时间的话，可以用这个文件自己做一些练习，可以试一下用旋转的渐变背景、不同的设置或者将渲染定向到一个文件或渲染窗口。

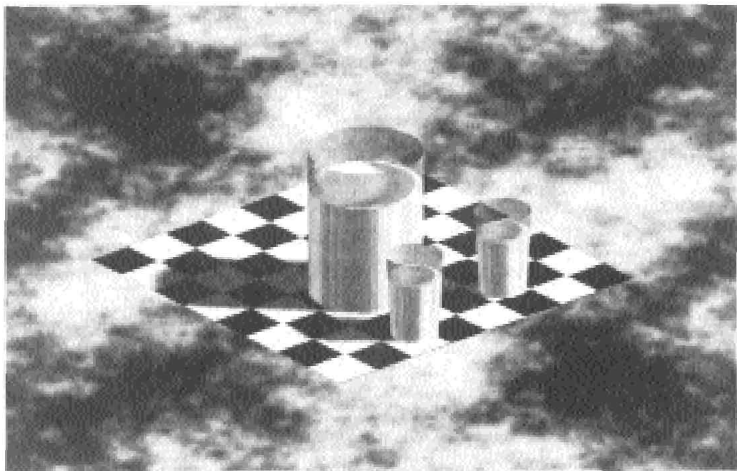


图 7-20

7.9 光源

AutoCAD通过光源LIGHTS与曲面的交互作用进行渲染，你可以通过设置光源、调节模型表面特性来对一个3D模型进行渲染。我们将首先讨论如何使用光源的问题。

我们还要研究 AutoCAD对象和光源之间的关系，学习有关真实光源的特性以及与AutoCAD光源之间的关系，还要介绍设置光源时各种命令选项的不同 AutoCAD光源类型。然后根据我们所掌握的知识在两个三维渲染中选择和设置光源。

7.9.1 曲面、光源和明暗度

光源只对有曲面的 AutoCAD对象产生效果，所有其他对象在渲染时都不可见。如果你要将一个通常没有曲面信息的对象（如文本）变成曲面对象，就可以通过增加厚度来实现。

尽管AutoCAD曲面对象受光源影响，但它们不阻挡光线。渲染光源照亮对象的一个面，同时光线完全穿透该曲面并照亮在其后面的所有其他曲面。如图7-21所示，一根管子的内壁被其外面的光源照亮。即使对象在一面墙的另一面很远的地方，光线照样像没有墙一样照亮。这一特性通常很有用，但也会带来一些麻烦，比如当你只要光源对某些对象产生效果时。

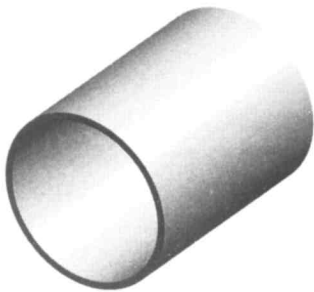


图 7-21

这种光源的特性不同于透明这一特性，透明是具有透过对象观看的能力。它是一个材质特性，而不是光源的特性。

渲染可以通过着色模型表面创建一个 3D 实体的逼真的 2D 图像，虽然模型整个表面的颜色可能会完全相同，但这种颜色的密度、阴影会给你产生一种形状和深度的错觉。如在图 7-21 中的管子，通过在面对光源的一面加上一些光亮度 and 明亮的色彩，并使光亮度和色彩沿着管子到阴暗面渐渐变暗变淡，这样管子看上就像是一个圆的一样。

不管是在现实世界还是在 AutoCAD 模型空间，着色都是由光源与曲面的相对位置产生的。AutoCAD 是根据曲面与入射光线之间的角度通过调整曲面的光亮度来着色一个 3D 模型的，如果曲面直接面对着入射光线，则此处亮度最大，随着曲面与入射光线的角度的增加，曲面的明暗度增加，即曲面变得暗了，这是一个很重要的概念，可以用图 7-22 来说明。

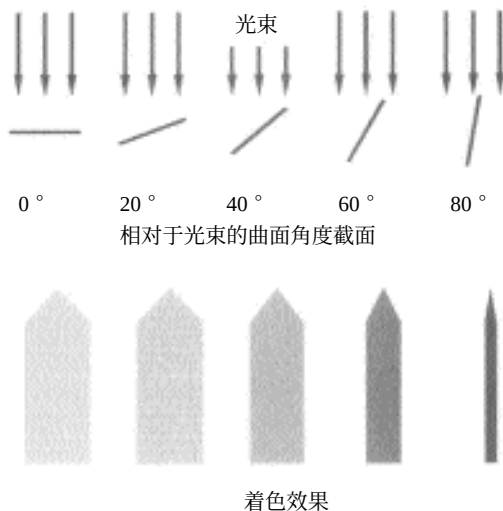


图 7-22

7.9.2 光源的特性

AutoCAD 有四种不同的光源类型，它们之间的区别在于处理光线特性的方法不同。因此，在讨论 AutoCAD 的光源之前首先来看一下光线的某些基本特征，我们强调这些特性是如何与 AutoCAD 相联系的。

- **Intensity (光强度)** 即使没有一种 AutoCAD 的渲染光源能真正发射出光线（如像一盏白炽灯一样发光），但它们对曲面的光照效果是一样的。一束光线可以使得面对它的曲面表面变亮，其光亮度取决于这束光的强度。在现实世界，光强度是用流明（一种光通亮强度，或用瓦特来间接表示），但 AutoCAD 中的光强度只是简单地用数字来表示，没有单位。数字越大，光的亮度就越大。

另外，AutoCAD 渲染光源中某些类型的光强度随着与光源的距离的增大而减弱，离光源近的对象比离光源远的对象要来得亮，而另外一些光源类型则与距离无关，光源始终保持一定的光强度。

- **Position (位置)** 每一束用于渲染的光源都是一个对象，因此都有一个位置的问题，这个位置就是光源所在空间的一个点。位置对于光源来说是非常重要的，因为光强度随着距离的增加而减小，但有些光源类型不受位置的影响。

位置通常意味着一个对象的方向和该对象在空间的定位。方向对某光源类型来说是非常重要的，这些光源通常都有它的光源点和目标点。其他光源类型则没有特定的方向，因此也只有一个光源点。

- **Light Beams (光束)** 光以光束形式传播，它们是来自于光源的一组直线（通常也叫光线），光束有两个特点，光源在无限远处时，光束可以认为是互相平行的；如果光束来自于一个点光源，那么光束是向四周发射的。
- **Light color (光的颜色)** AutoCAD的光源和现实世界的光源一样，其颜色范围可以从一单色光到包含所有基本颜色混合起来的光。如果把基本颜色平均混合起来，则这种光是白色光。太阳光是白色光，另外许多人造光也是白色光。虽然AutoCAD的光源可以有任何颜色，它们的颜色只有在照到曲面上时才有效果。不管AutoCAD光源是白色还是其他颜色，我们都不能看到它的光束。因而一个绿色光源看上起不像一个绿色的光球。更进一步说，光的颜色和曲面的颜色相混合后得到第三种颜色，其结果也与通常的颜色混合所不同。

7.9.3 AutoCAD光源类型

如图7-23所示的几个图标块是用于确定AutoCAD光源位置的。通过这几个图标块你可以知道光源是从哪儿来，它的类型是什么。每一个光源一旦经过设置，那么这个光源就被赋予了一个唯一的名称，如图标上所标志一样。这些图标块具有所用光源的信息和属性，AutoCAD将这些图块存放在名为ASHADE的图层中，这个图层是AutoCAD创建光源时自动生成的。

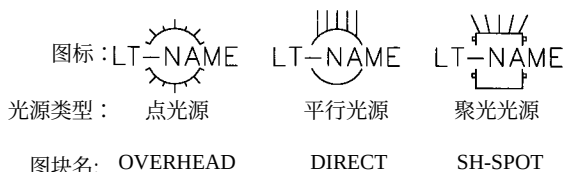


图 7-23

- **Ambient Lighting (环境光)** 环境光是AutoCAD渲染中最简单的一种光源。实际上环境光不是真正的光，因为它没有光源，也不发出光束。环境光是相对的表面光亮度，不在光线的路径上，没有对应的光源图标，只有光强度和颜色的特性。光强度范围在 0.0 到1.00之间，缺省值为0.30，光强度值为0时则关闭环境光。

大多数情况下，你需要在渲染时使用一定的环境光，否则，没有被其他光源照到的对象表面就看不到了。而对环境光来说，它本身不会产生实际的图像，因为它对所有表面产生的明暗度是一样的。仅被环境光照到的对象，从外表上看只是一个颜色均匀的平坦表面，如图7-24所示。

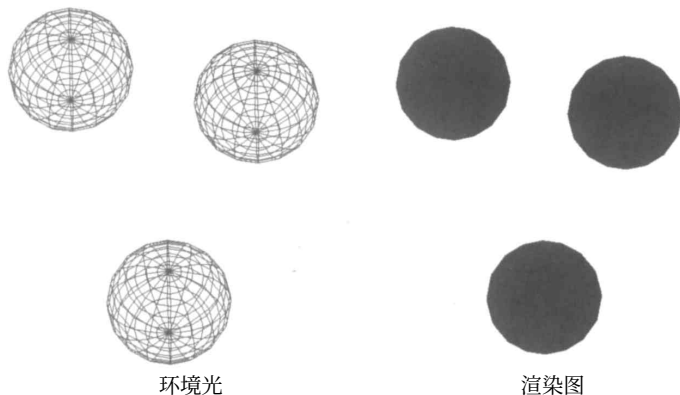


图 7-24

- Distant Lights (平行光) 平行光对应于太阳光，它的作用相当于太阳光照射到地球上的物体一样。光束相互平行，在一个特定的方向，光源强度与距离无关，始终保持一个常值。

平行光的光强可以从 0 到 1，如果你需要一个比允许光源强度值还要大的平行光，可以在其方向上另加一个指向相同方向的光源，如果不需要这个光源时，可以将光强度设置成 0。

如图 7-25 所示，平行光只有方向性，即使在光源后的对象也能被它照射到。就像前面图例所示，平行光在其光源定位点用一个标有“DIRECT”的光源图标表示。在光源图标上的平行线（代表平行光束）表示光源的方向。

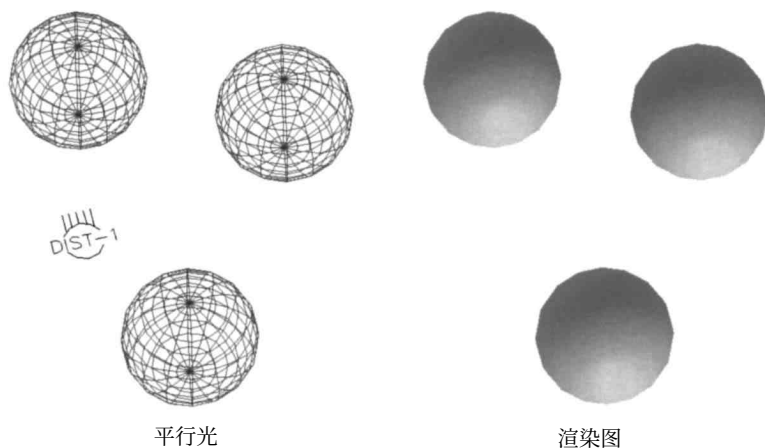


图 7-25

- Point Lights (点光源) 点光源从一个点向外辐射光束，类似于一个白炽灯泡的光源。AutoCAD 在其光源定位点用一个标有“OVERHEAD”的光源图标表示，如图 7-26 所示。这一图标用指向四周的直线表示发散的光束。

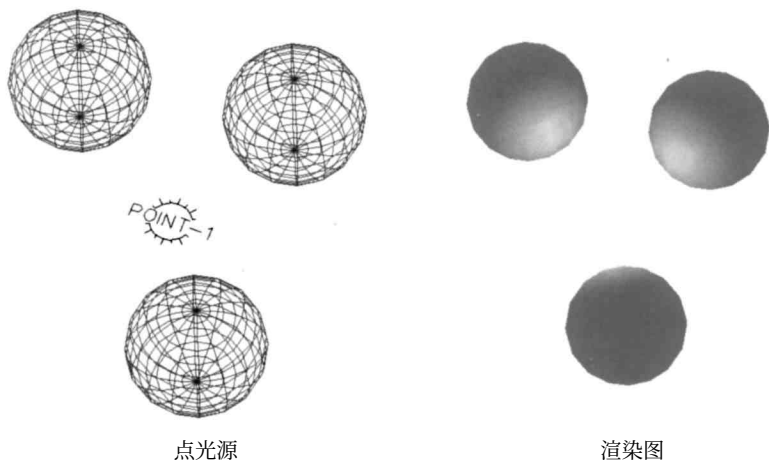


图 7-26

点光源的光强度可设置成对象与光源距离的增长而减小。如图 7-27 所示，距离光源近的

对象比远的对象的光亮度要高，AutoCAD把它称作为衰减。正因为有衰减的情况，要求对点光源有两个不同的光强度参数设置。一个是光源强度，另一个是光强度减弱的比例——衰减率。

光源强度是你所希望的点光源开始处的光强度，其最大值取决于衰减率和作图的区域，对于一个大的建筑物的光源强度最大可能需要大约 500 000，而一个小的零件则可能只要不到 2 的一个光强度。如果没有衰减，点光源的光强度是 1。

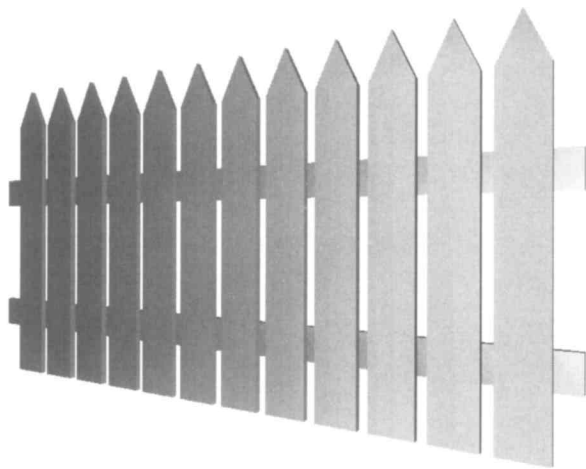


图 7-27

点光源的衰减可以有三个比率设置：无、线性衰减和平方衰减。如果没有衰减，即使离光源很远的对象，其亮度也像是近处的光源所照射一样。如果是线性衰减，则对象的光亮度随光源方向与光源的距离增加而减小，如表 7-2 所示，一个对象与光源的距离是另一个对象的两倍，则光亮度是该对象的二分之一，如果是四倍距离，则光亮度只有四分之一，线性衰减是点光源的缺省设置。

表 7-2 光亮度随光源的距离增加而减小

距离	1	2	3	4	5	6	8
线性衰减时相对的光强度	1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/8
平方衰减时相对的光强度	1	1/4	1/9	1/16	1/25	1/36	1/64

如果衰减设置成平方衰减的话，光亮度则衰减得更快。如果一个对象的距离是另一个对象距离的两倍，则光亮度减弱到四分之一，如果是四倍距离的话，光亮度要降到 $\frac{1}{16}$ 。由于光亮度减弱得很快，光对 4 到 5 个单位距离后的对象作用甚小。

• Spotlights（聚光源）聚光源的光束聚集在一个锥形体中，就像一个反光罩一样，这就让你可以向一个特定的方向发光，并且可以控制照明区域的大小。照明区域的大小不仅取决于光束的倾斜角度，还取决于聚光源与对象表面间的距离。倾斜角度越大，照明区域就越大。在相同倾斜角度下，对象距离光源越远，照明区域也就越大。因此，在设置聚光源时，必须同时指定光源的位置和光源的目标点。

实际上，聚光源有两个锥形体，里面一个称做“强光区锥形体”，它在一个称做“弱光区锥形体”的外锥体中心，如图 7-28 所示。

强光区锥形体的光强度从锥体中心到边缘都保持在一定值, 所以它产生一个圆盘状的光照区。而弱光区锥形体的光强度是自内向外逐渐衰弱的。两个锥体的倾斜角度可以在 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 之间单独任意设定, 但内锥体的角度不能大于外锥体的角度。聚光光源必须在照片级真实感渲染和照片级光线跟踪渲染这两种渲染模式下使用。

同点光源一样, 聚光光源光强度的衰减可以设置成无、线性衰减和平方衰减, 缺省设置为线性衰减。

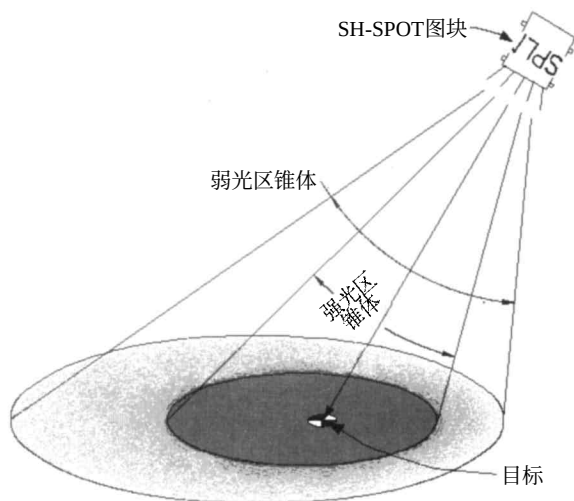


图 7-28

如果把衰减关闭, 聚光光源光强度最大, 其值为 1。否则光强度的最大值取决于作图的区域和衰减率。

AutoCAD在聚光光源的位置放一个称为 SH_SPOT的图标, 图标上有五条微微发散的直线, 代表指向目标的光源。

7.9.4 AutoCAD的阴影

阴影是由AutoCAD设置光源命令LIGHT和渲染命令RENDER、RPREF控制的。在设置光源时, 你可以指定这一光源是否要产生阴影以及阴影的类型, 也可以调节阴影的某些参数。然后, 必须用RENDER或RPREF命令(在前面章节已经介绍)来打开和关闭阴影的产生。RENDER和RPREF命令也可以影响产生阴影的类型, 同时还可以控制阴影的某些参数。

AutoCAD渲染可以用三种不同方式产生阴影, 以下介绍这三种不同的阴影产生方法以及它们的特性。

- Volumetric Shadows (体积阴影) 这种渲染产生阴影的名称来自于AutoCAD用于计算阴影轮廓的技术。如图 7-29所示, 这类阴影具有一个明显(硬)的边缘, 另外, 由半透明对象产生的阴影的颜色受对象本身颜色的

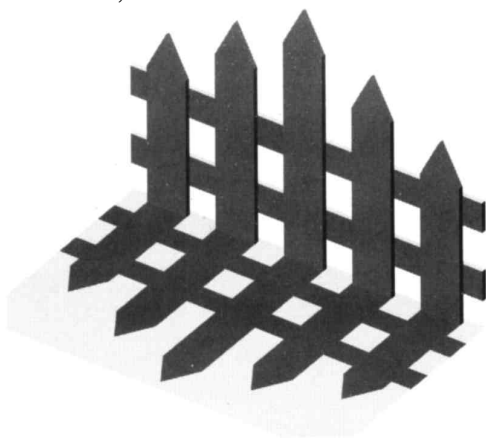


图 7-29

影响。LIGHT命令有一个选项可以决定是否选用这种阴影方法，而且这种阴影的产生必须在RENDER或RPNDER命令下将渲染模式设置成照片级真实感渲染模式。

- Ray-Traced Volumetric Shadows（光线跟踪体积阴影） 如果在LIGHT命令下设置成体积阴影，而在RENDER或RPREF命令中又将渲染模式设置成照片级光线跟踪渲染模式，此时，AutoCAD就采用光线跟踪体积阴影，类同照片级真实感渲染模式下的体积阴影，这类阴影也有一个明显的边缘，阴影的颜色也受对象本身颜色的影响。但对复杂的实体几何模型，这种阴影的外轮廓更加精确，计算时间要比照片级真实感渲染模式下的体积阴影要快。
- Shadow Maps（阴影贴图） 生成这类阴影时，AutoCAD先要有一个预渲染过程，产生一个位图文件。不同于体积阴影方法，这一类阴影的边缘比较模糊（软），如图7-30所示，并且阴影的颜色不受对象本身颜色的影响。

阴影贴图通过LIGHT命令的选项来打开，你也可以控制阴影边缘的柔和性和阴影位图的大小。渲染可以用RENDER和RPREF命令设置成照片级真实感渲染或照片级光线跟踪渲染类型。

在图7-30中你可以注意到，阴影有点与对象分离，这称为阴影图偏置（Shadow map bias）。这种偏置可以通过RENDER和RPREF命令中的More Options按钮控制在一定范围内。More Options按钮弹出一个标有Depth Map Shadow Control的对话框，如图7-31所示。该对话框有两个文本编辑框。

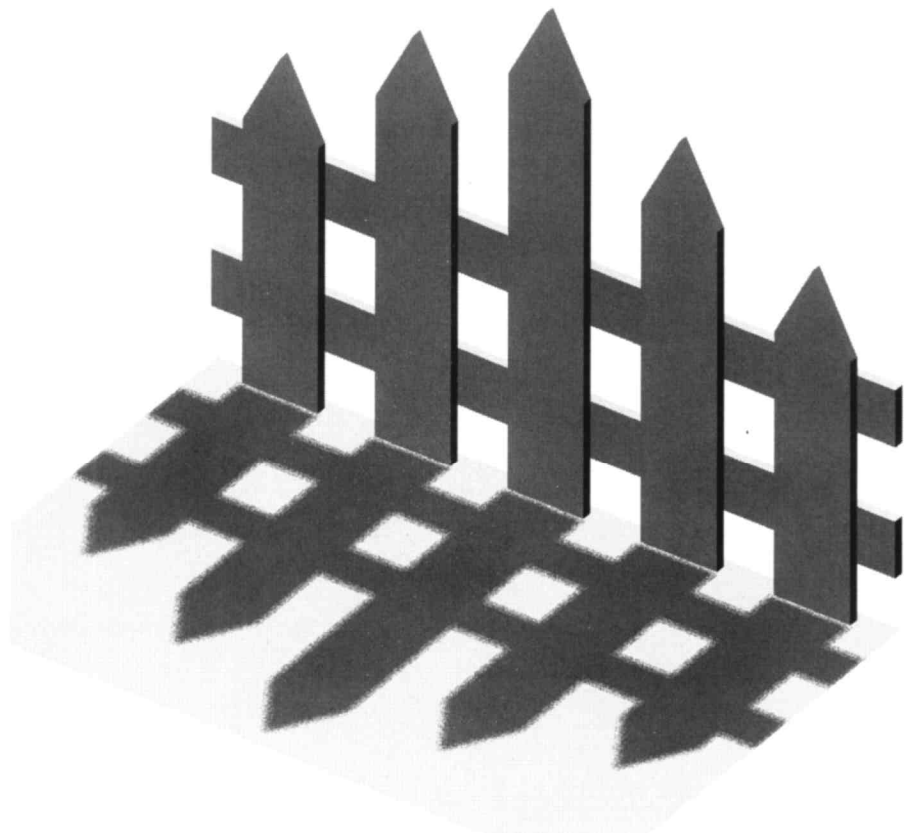


图 7-30

要有一个比较合适的阴影图偏置取决于渲染的场景，这通常需要一定的经验才能找到一个合适的偏置值。一般情况下，最小偏置值应该设置在大约为2~20，而最大值往往要比最小值大10倍以上。缺省的偏置值为2和4。将最小偏置值设置成一个很小的值甚至到0可以使阴影更接近它们的对象，但有时会使渲染的其他部分效果变差。

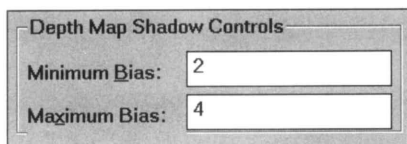


图 7-31

7.10 LIGHT命令

所有涉及到光源的操作都是通过LIGHT命令来完成的，与之相对应的另一个命令是SCENE，这个命令把RENDER命令所要用的特定的光源与视图（由AutoCAD的VIEW命令创建）联系起来。用于运行这些命令的菜单选项和工具条按钮如图7-32所示。

不论是用工具条按钮、下拉式菜单还是在命令行上输入命令的方式来运行LIGHT命令，屏幕上总是显示如图7-33所示的Lights（光源）对话框。

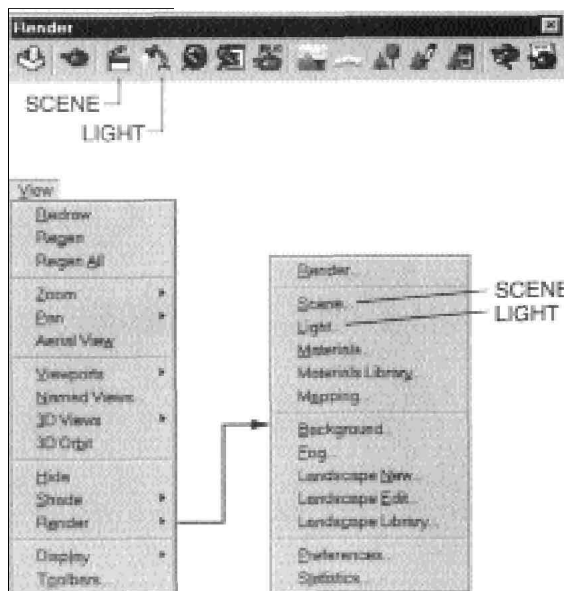


图 7-32

7.10.1 Lights（光源）

已有的光源名称显示在对话框右边的一个列表框中。如果要修改或删除一个已有的光源，只要选中这个光源的名称，按Modify按钮或删除按钮就可。如果你忘记了图中应该对应的是哪个光源，请按Select按钮，AutoCAD将暂时切换到图形屏幕上，这样就可以选择一个设置好的光源图标，在列表框中对应的光源名称就被选中。当你按了Modify按钮后，Lights对话框就被一个对应于选中的那个光源类型的对话框取代。

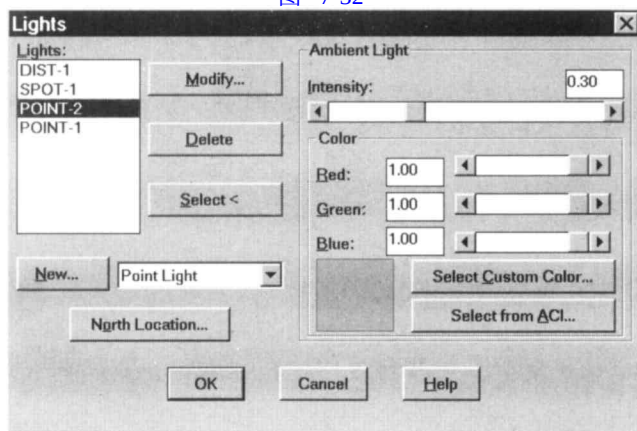


图 7-33

7.10.2 North Location（北向定位）

AutoCAD用WCS中Y坐标的正方向作为缺省的北向定位用来对准平行光。当然，也可以通过在Lights对话框中的North Location按钮来指定另外一个方向作为北向定位，此时，一个名为North Location的对话框显示出来，供你选择另一个坐标系统的方向来定义北向，这个对话框允许你根据UCS来定位北向，不一定要用WCX。

7.10.3 Ambient Light (环境光)

这部分选项用于设定环境光的强度和颜色，0.3这个值是环境光光强度的缺省值，如果增加这个值，它将使3D模型中没有照亮的区域照亮，反之，将原来照亮的区域变暗。

尽管你可以设置环境光的颜色，但不必修改这个值，因为有颜色的环境光对渲染没有明显的影响。渲染的结果取决于曲面的特性以及那些设置的光源。

环境光的颜色可以通过对红、绿和蓝三个基色赋一个0.00到1.00的值来设置。这些数据可以在编辑框中输入，也可以通过调节滑块来设置。当某一颜色的值设置成0时，这种颜色就被关闭，如果三个基色都设置成1.00，其结果得到白色（如果图形屏幕的背景是白色的话，则光源的颜色是黑色）。标有Select Custom Color的按钮可以弹出一个称作Color的对话框，它允许你选择一个基色或创建一个定制的颜色。标有Select from ACI的按钮将弹出一个与AutoCAD用于通过DDCOLOR命令设置层颜色相同的Select Color对话框。

接下来用于设置和修改平行光、点光源和聚光源的对话框都有一组用来设置颜色的选项，这些选项都和设置环境光的选项完全相同。

7.10.4 New (新光源)

要设置一个新的光源，从下拉式列表（如图7-34所示）中选择一种光源类型，然后点击此按钮，点击后会弹出一个类似于光源类型的对话框。

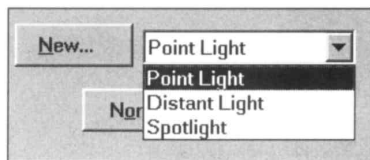


图 7-34

7.11 新建/修改平行光对话框

用于修改一个已有平行光的对话框和设置一个新的平行光的对话框除了标题不同外，其他完全相同。一个修改已有平行光对话框的例子如图7-35所示。当修改一个已经存在的光源时，当前的设置将显示在对话框中，而对于一个新建光源来说，则显示光源的缺省设置值。

7.11.1 Light Name (光源名称)

设置一个新的光源，唯一必须输入的是光源的名称。每一个光源必须要有一个唯一的名字，

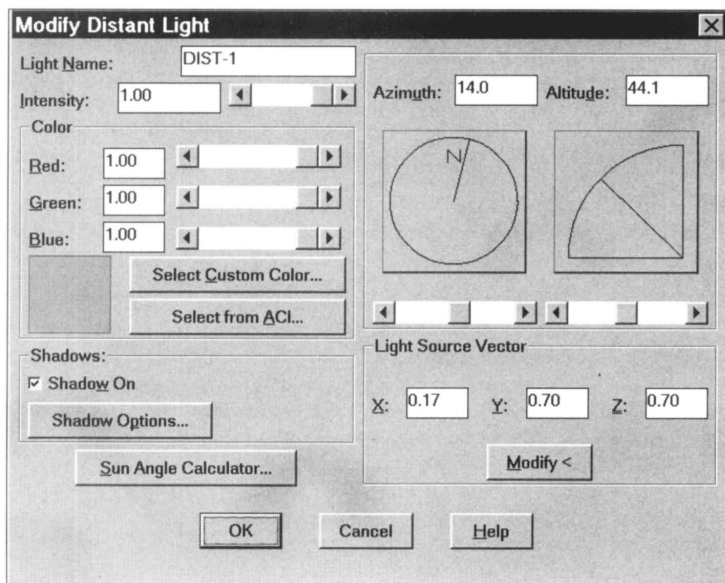


图 7-35

长度不超过8位。AutoCAD在Light Name窗口和插入到光源位置的图标上都是用大写字母来显示其名称的。当你修改光源时，可以在这个文本编辑框中输入一个新的名称来重新命名它。

7.11.2 Intensity (光强度)

平行光的光强度可以用一个滑块来设置，也可以输入一个值。光强度的值可以从 0.00到1.00，0.00可以用来关闭平行光。

7.11.3 Color (颜色)

平行光的颜色用一组标有 Color的选项来控制，设置颜色的方法与设置环境光的主光源对话框相一致。

7.11.4 Azimuth and Altitude (方位角和高度)

平行光的方向由方位角和高度来设置，方位角是光源方向在 XY平面内的夹角，高度是光源方向与XY平面的夹角，它与用于设置视图方向的 VPOINT旋转角度相似，方位角只是用 Y轴作为基准而不是用 X轴（除非你已经在主光源对话框中建立了一个新的方向）。方位角和高度都可以通过滑块来调节，也可以在文本编辑框中输入数值来完成。当用文本编辑框来设置高度时，一个负的数值可以强迫光源的指向朝上。

7.11.5 Light Source Vector (光源矢量)

光源的方向也可以通过在 X、Y、Z三个文本编辑框输入相应值来设定。例如，如果你要让光源指向水平方向上负 X方向，可以输入 X=1、Y=0和Z=0。

如果点击了Modify按钮后，AutoCAD将切换到图形屏幕上，并从命令行上提示输入两个点：

Enter light direction TO <current>: (输入一个点或按回车键)

Enter light direction FROM <current>: (输入一个点或按回车键)

提示中没有用坐标值来表示当前位置坐标，而是用 current一词来表示，按 ENTER将保留当前位置的点，光源将从第二个点指向第一个点。

AutoCAD用当前视图方向并在当前视口中心插入一个光源图标作为一个新的平行光的初始化方向。平行光可以用 MOVE命令移动图标来移动而不必改变其方向，也可以用 ROTATE命令通过旋转图标来改变其方向。

7.11.6 Sun Angle Calculator (日光角度计算器)

这个按钮提供了另一个设置平行光方向的方法。点击这个按钮将弹出一个标有 Sun Angle Calculator的对话框，在这个对话框中，你可以指定日期、时间以及由经纬度来确定的地理位置。然后AutoCAD就可以用一个正确的光源来与之参数相匹配。为帮助你设置一个地理位置，这个对话框中还有一个辅助对话框，在这个对话框中可通过拾取一个实际的城市名称或世界上的某一个地区来直接设定经纬度。

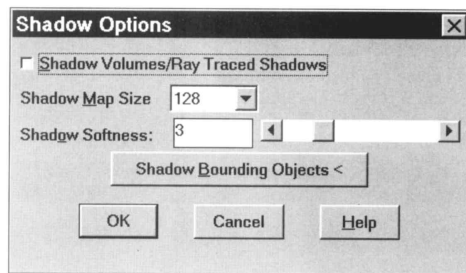


图 7-36

7.11.7 Shadows (阴影)

如果你要使光源产生阴影，可以选择Shadow On复选框，按Shadow Options按钮将显示如图7-36所示的Shadow Options对话框。

- Shadow volumes/Ray Traced Shadows (阴影体积/光线跟踪阴影) 选择这一复选框将强迫AutoCAD在进行照片级真实感渲染时产生体积阴影，在照片级光线跟踪渲染时产

生光线跟踪体积阴影。如果这个复选框没有选，AutoCAD就用阴影贴图来定义阴影的轮廓。

- **Shadow Map size (阴影贴图大小)** AutoCAD中用于阴影的位图大小通过下拉式列表框设置，其值的大小从64到4096，缺省值为128。这个值越大，阴影的精度就越大，但渲染的时间随之也加大。
- **Shadow Softness (阴影柔和度)** 这个值代表沿阴影边缘所需的像素数，可以在文本编辑中输入，也可以通过滑块设定。这些像素用于在阴影边缘与位图一起混和。其值的范围从1到10，缺省值是3。
- **Shadow Bounding Objects (阴影边框对象)** 这一按钮只有当阴影为阴影贴图类型时才能用。点击后，对话框暂时隐去，你可以选择需要产生阴影的对象，没有被选中的对象不会产生阴影。

7.12 新建/修改点光源对话框

用于设置一个新的点光源 (New Point Light) 或修改一个已有的点光源的对话框，两个对话框除了标题不同外，其他都一样，如图 7-37所示。

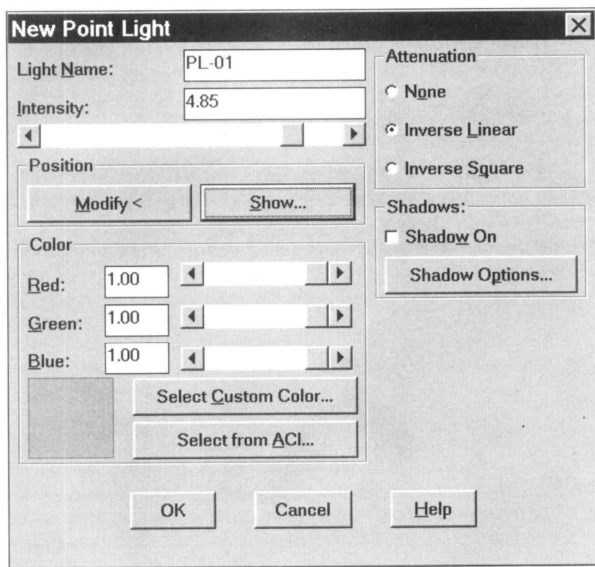


图 7-37

7.12.1 Light Name (光源名称)

每一个光源必须赋予一个不超过8个字符的名称，AutoCAD在插入到点光源位置上的图标上用这个名称，也会在主光源对话框中显示它。

7.12.2 Intensity (光强度)

你可以通过在文本编辑框中输入一个数值来设定点光源的光强度，如果输入的一个数值太大，AutoCAD会自动将它减小到最大值。你也可以用通过在文本编辑框下的滑块来设定光强度。光强度所允许的最大值取决于衰减的类型和图的大小。如果没有衰减，则最大值为1.00。

7.12.3 Attenuation (衰减)

光强度的衰减通过三个单选按钮来选择, 如果衰减被设成 None, 远离光源的对象与紧靠光源的对象具有一样的亮度。

7.12.4 Position (位置)

AutoCAD 将一个新的点光源缺省设置在当前视口的中心, 但通常很少用这个缺省值。选择 Shadow On 将弹出点光源的 X、Y、Z 三个点光源的位置坐标。当 Modify 按钮被选择后, AutoCAD 将切换到图形屏幕上并在命令行提示:

Enter light location<current>: (输入一个点或回车)

尽管这个提示没有给出当前光源的位置, 但可以按 ENTER 键使光源定在当前位置。你可以输入坐标、点或捕捉点来定义一个新的点。

AutoCAD 将一个点光源图块放置在光源的位置, 这个图块指出了光源的名称, 可以移动这个图块来移动光源。

7.12.5 Color (颜色)

点光源的颜色由这一组选项来控制, 设置颜色的方法同在主光源对话框图下设置环境光颜色一样。

7.12.6 Shadows (阴影)

点光源阴影选项的使用与 New/Modify Distant Light 对话框相同。

7.13 新建/修改聚光光源对话框

用于设置一个新的聚光光源的对话框与修改一个已有聚光光源的对话框除了标题不同外, 其他都一样, 如图 7-38 所示。

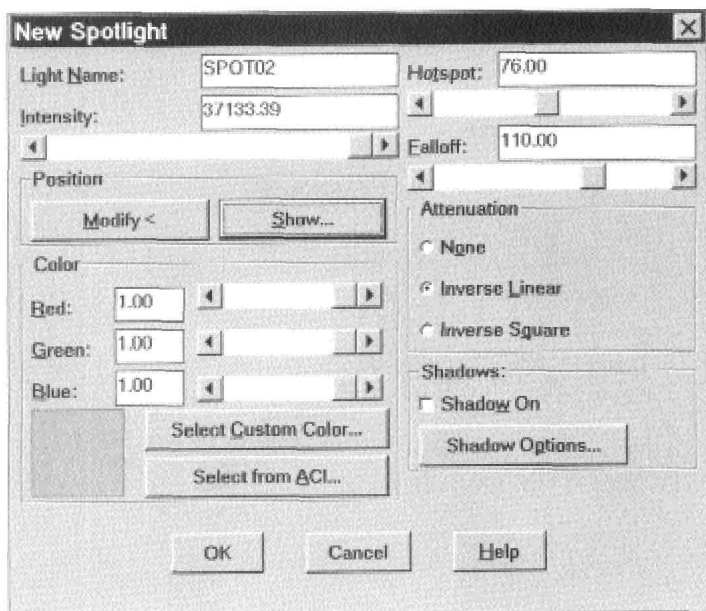


图 7-38

7.13.1 Light Name (光源名称)

每一个聚光光源必须有一个不超过 8 个字符的唯一名称, AutoCAD 自动将小写字母转换成大写字母, 这个名称显示在光源图标和主光源对话框中。

7.13.2 Intensity (光强度)

你可以通过在编辑中输入一个数值来设定聚光光源的光强度, 也可以通过在文本框下的滑块来设定光强度。如果输入的一个数值太大, AutoCAD 会自动将它减小到最大值。如果没有衰减, 则最大值为 1.00。如果衰减设置成线性衰减或平方衰减, 光强度所允许的最大值根据图的大小而定。

7.13.3 Attenuation (衰减)

光强度的衰减通过这三个单选按钮来选择, 如果衰减被设成 None, 远离光源的对象与紧靠聚光光源的对象具有一样的亮度。

7.13.4 Hotspot/Falloff (强光区和弱光区)

强光区锥形体与弱光区锥形体的边对边角度是通过在两个编辑框或滑块进行控制的, 它们相互独立进行调节。这两个锥体的角度可以设置在 $0^{\circ} \sim 160^{\circ}$ 之间, 但强光区锥形体的角度不可以大于弱光区锥形体的角度。

7.13.5 Position (位置)

AutoCAD 将一个新的聚光光源缺省设置在当前视口的中心来设置光源的位置, 因此, 它大约为 1 个单位远并由当前视图指向目标。缺省值通常很少用到。

- Show (显示)。点击 Show 按钮将显示光源和目标的两个当前坐标值, 如图 7-39 所示。
- Modify (修改)。按这个按钮可以改变目标和光源的位置, AutoCAD 将自动切换到图形界面并在命令行下提示输入两个点:

Enter light target<current>: (输入一个点或按回车键。)

Enter light location<current>: (输入一个点或按回车键。)

在这些提示中, AutoCAD 没有告诉当前坐标值, 你可以按 ENTER 键保留当前坐标。在设置新的目标和光源位置时可用指定点的任何一种方法。

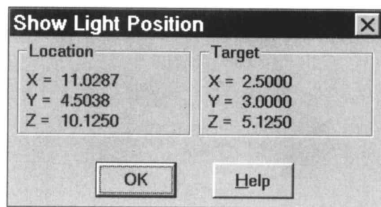


图 7-39

AutoCAD 在聚光光源位置上设置一个标有 SH_SPOT 的图块。这一图块显示了聚光光源的名称, 它有五条代表光源指向目标的直线。可以通过 MOVE 和 ROTATE 命令来重新定向聚光光源, 目标点会自动调整到新的位置和方向上。

7.13.6 Color (颜色)

聚光光源的颜色通过设置一组选项来控制, 具体设置的方法同设置环境光时主光源对话框中的设置方法相同。

7.13.7 Shadows (阴影)

用于聚光光源产生阴影的按钮除了不能选择阴影边框对象以外, 其按钮功能与在 New/Modify Distant Light 对话框中的按钮功能相同。

提示 当选择光源位置时, 对象的表面对入射光线越是倾斜, 其表面就越显得暗。因此, 调节入射光线光束与对象表面的角度可以获得对象表面之间最大的对比度。图 7-40a 是一个消隐后的立方体线框图, 图 7-40b 是同一立方体用单个光源、光线入射角与三个可

见表面所成角度相同时的渲染图，其结果是一个有颜色的斑块。图 7-40c 的渲染图则调整了入射光线的角度，使三个表面与光束的夹角各不相同，因而三个受光面得到不同的明暗效果，渲染的结果看上去是一个具有 3D 立体感的视图。

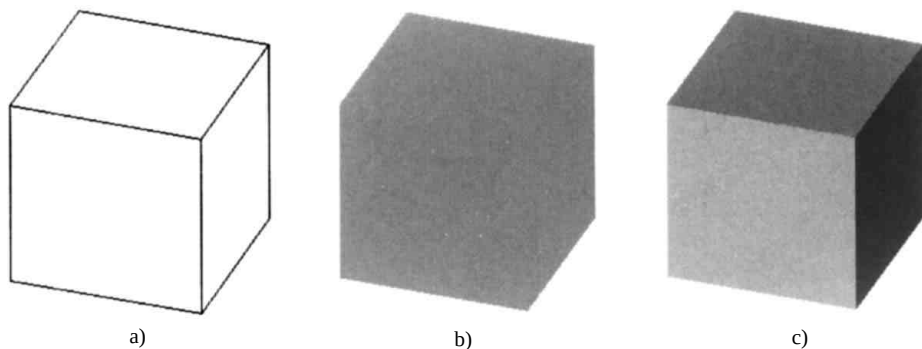


图 7-40

以上图例和说明告诉我们，在渲染时要合理安排好光源的位置，还要知道 3D 实体上关键点（key point）的坐标。渲染时你通常要有一个设置整体色彩明暗效果的光源，设置光源后，还要通过移动光源、改变光强度来使对象模型看上去有一定的亮度。如果需要的话，还要另加一个光源来辅助主光源，这个辅助光源的类型通常不同于第一个光源的类型。有时还会需要第三个光源，甚至第四、第五个光源。

每加一个辅助光源之前通常要先检查一下渲染的效果，而且一次应该只加一个光源。因为每增加一个光源，其渲染的结果就将前面一次渲染的结果给抹掉了。光源加得越多，就很难确定到底是哪一种光源产生的哪一个效果。

你通常不需要使用白色以外的颜色来作为光源，在材质上使用颜色远比使用彩色光源更易于控制。

球坐标是确定聚光光源位置的一个好方法，因为它能容易设定一个与另外一个点有一定距离和一定角度的点，任用一种方法来设定聚光源的目标位置，然后用相对球坐标来定位聚光光源。

7.13.8 相关命令

- RENDER（渲染命令）。该命令用来创建一个有明暗度的 3D 图像，并且可以控制是否需要产生阴影。
- RMAT（材质命令）。该命令用于调整对象表面材质的特性。

7.13.9 相关系统变量

无。

7.14 场景命令

场景（SCENE）是光源和视图的组合，在对 3D 模型渲染时是很有用的。SCENE 命令用如图 7-41 所示的 Scenes 对话框来创建和控制场景，

对话框左面是一个已有场景名的列表框，其中总有一个标有“*NONE*”的名字存在，它代表当前视口中的当前视图以及所有当前已经设置的光源。如果没有设置光源，AutoCAD

使用一个平行光指向当前视图方向。你可以在列表选择一个场景进行修改或删除操作。

在对话框的右面是用于新建场景和修改、删除选中的场景的按钮，新建场景和修改场景的按钮使用除标题以外其他相同的对话框，如图 7-42 所示。

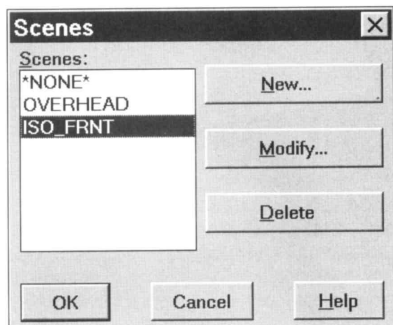


图 7-41

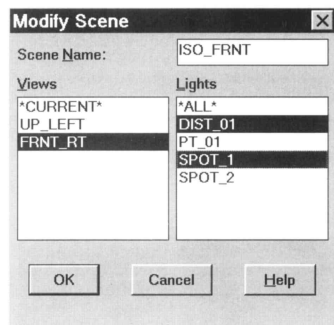


图 7-42

每一个场景必须赋予一个8个字符以下的唯一名字，如图 7-42 所示，在 New/Modify Scenes 对话框左面是一个用 VIEW 命令保存下来的所有视图名的列表，你可以从中选择一个视图。在对话框右面是一个当前作图中设置的光源名列表，你可以选择多个光源用于所选择的场景中，在选择多个光源时，可以通过按住 Ctrl 键。被选中的视图和光源将高亮显示，此时选择 OK 按钮返回 Scenes 对话框。

设置光源练习

练习一

打开 3d_p7_02.dwg 文件，该文件是我们用来渲染的某一机器零件的实体模型。设置渲染光源的步骤如下：

1) 在设置光源之前必须确定并设置渲染用的视图，本例所用的视图如图 7-43 所示，通过将模型对 XY 平面旋转 8°；并在 XY 平面上沿 X 轴旋转 -50 获得，可以用 VPOINT 或 DVIEW 命令设置这些角度。

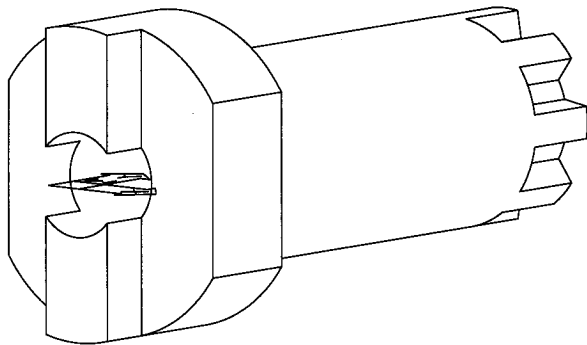


图 7-43

2) 为获得一个总的灯光效果，我们用一个平行光，使其垂直于模型的中心线并稍微倾斜一个角度指向下方以便在底部获得一个阴影。具体设置如下：

- 运行 LIGHT 命令，确认环境光的光强度在缺省值 0.30 以下，并且所有的颜色值为 1.00

(即白色光源)。然后从下拉式列表中选择平行光, 点击 New按钮。

- 在新出现的平行光对话框中, 给该光源赋一个名字。确认平行光的光强度为 1.00, 所有的颜色值设定在 1.00以下, 关闭Shadow On复选框 (因在模型下没有曲面, 所以没有明显的阴影效果)。
- 将平行光的方位定在90°, 高度定在60°。
- 点击OK按钮返回到主光源对话框中, 点击OK完成LIGHT命令的设置。

3) 执行RENDER命令, 在Render对话框中, 选择照片级真实感渲染作为渲染类型, 然后点击Render按钮。

4) 如图7-44所示, 平行光对圆柱形表面的渲染效果较好, 但模型的前面几乎在阴影中, 我们加一个聚光光源来照亮它。

- 执行LIGHT命令, 选择聚光光源类型, 点击 New按钮。在New Spotlight 对话框中, 指定一个光源的名字, 确认光源的颜色为白色并且清除 Shadow On (阴影) 复选框。
- 为了使三个分开又相互平行地表面明显地表示出来, 我们用平方衰减形式来使距离较远的表面变得相对较暗。另外要有一个较大的锥角以使得光源相对较暗。以下是光源参数的具体设置:

Attenuation :Inverse square

Intensity: 3.0

Hotspot: 160.00

Falloff: 160.00

- 点击Modify Position 按钮, AutoCAD会暂时隐去对话框, 在命令行上提示输入光源的位置, 其响应结果如下:

Enter light target <current>: 0,0,0

Enter light location <current>: 1,-2,0

点击OK按钮退出New Spotlight对话框, 再点击OK退出LIGHT命令。

5) 再次运行RENDER命令, 然后点击Render按钮对当前视图进渲染, 渲染结果如图7-45所示。

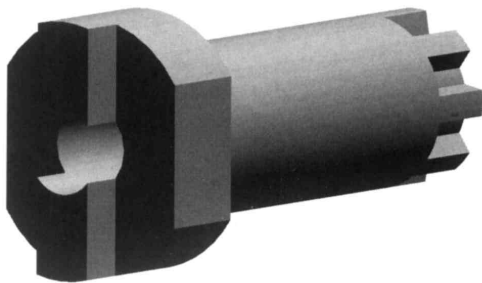


图 7-44

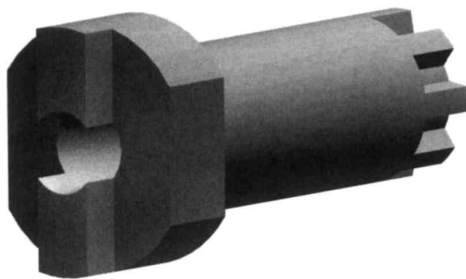


图 7-45

文件3d_p7_03.dwg包含了这个模型的各种光源的设置。

练习二

打开随书所附光盘上的3d_p7_04.dwg文件。

该文件在第3章所作房间的3D曲面模型基础上, 增加了天花板、门和壁镜, 另外对灯具、

抽屉和椅子稍微作了一下调整。桌子变矮了一些，也移走了一些实物。下面我们在房间中设置一个点光源、一个直射光线和两个聚光光源（见图 7-46）。

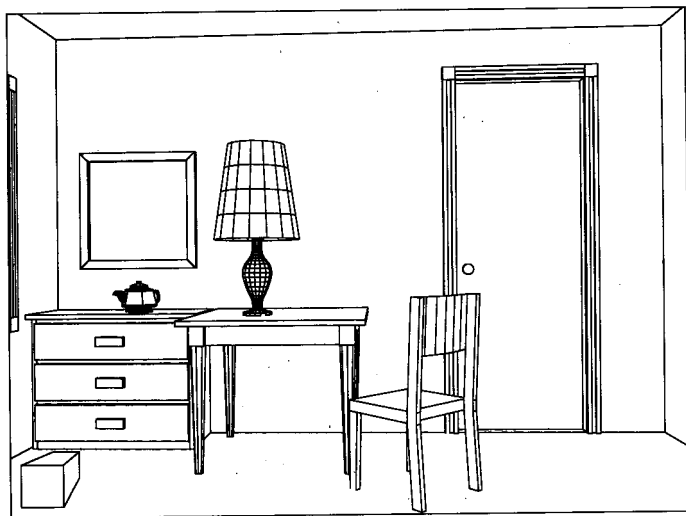


图 7-46

用AutoCAD的VIEW命令恢复名字为 PERSPECTIVE_01的视图，这是一个透视图，它有一个前向剪裁平面，我们可以观察到房间的内部。

下面将设置四个光源——一个直射光源、一个点射光源和两个聚光光源。这里没有列出设置光源的每一个步骤，而只是列出了将要用到的各个光源的参数。要注意在这里给出的点的位置是用英尺和英寸。将环境光的光强度设置为缺省值 0.30，颜色为白色。

将四个光源按以下参数进行设置，在每设置一个光源后进行一次渲染以便观察每一个光源对渲染的影响。用多视口可以帮助你比较每次渲染的结果。用照片级真实感渲染方式进行渲染并确认将阴影选项打开。

第一个光源：

类型：点光源

建议名称：PT_01

光强度：120.0

衰减方式：Inverse Linear

阴影：On

阴影类型：Volumetric

光源位置：X=4'(48") Y=5'(60") Z=12'(144")

注释：本光源用于模仿一个吊灯

第二个光源：

类型：平行光

建议名称：DIST_01

光强度：0.50

方位：150.0

高度：45.0

阴影：Off

注释：本光源用于房间的总照明

第三个光源：

类型：聚光光源

建议名称：SPOT_01

光强度：2.00

衰减方式：Inverse Linear

强光区：90.00

发散：160.00

阴影：Off

目标位置：X=4'4(52") Y=8'4(100") Z=8'(96")

光源位置：X=4'4(52") Y=8'4(100") Z=5'6(66")

注释：本光源比较暗淡，用于模仿一个灯罩顶部辐射出来的光线，光线直接向上射出。

第四个光源：

类型：聚光光源

建议名称：SPOT_02

光强度：100.00

衰减方式：Inverse Linear

强光区：0.00

发散：160.00

阴影：On

目标位置：X=4'4(52") Y=8'4(100") Z=0'(0")

光源位置：X=4'4(52") Y=8'4(100") Z=4"(48")

注释：本光源光线向下射出，用于模仿一个灯罩下部辐射出来的光线。

图7-47所示为四个光源同时作用时房间渲染的黑白灰度显示结果。



图 7-47

文件3d_p7_05.dwg为含有设置好四个光源的 AutoCAD 文件。

选择和设置光源的主观性很强，这个房间可以有多种不同的光源设置，每种设置都能获得相当好的渲染效果，你可以用这一个模型自己反复进行光源设置练习。本例中对象所用的颜色都是极其基本的颜色，也可以改变它们的颜色。

7.15 材质

到目前为止，我们对渲染的讨论只是集中在光源对曲面表面的效果。但实际上曲面表面本身的特性对渲染效果起着较大的作用。表面可以有反射、漫射、透明、光滑、粗糙等特性，也可以有一种或多种颜色，还可以是有以图案装饰的。

AutoCAD 将这些特性称作属性（attributes），可以通过 RMAT 命令来控制它们。在描述如何使用 RMAT 命令之前，我们先来简单地研究一下光源与材质之间的关系以及控制这些关系的 AutoCAD 材质的特性。

7.15.1 光源与材质之间的关系

如图 7-48 所示，当一束光线射向一个对象的表面时，一部分光线被反射出来，另一部分则穿透到对象中。射向表面的光线称作入射光（incident light），穿透到对象的光线称折射光（refracted light），由对象表面反弹回来的光线称为反射光（reflected light）。

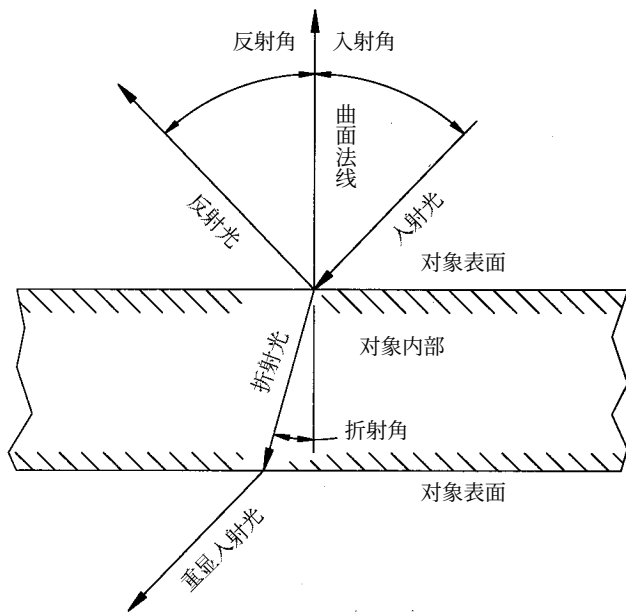


图 7-48

反射入射光的百分比取决于对象的材质，大多数的材质反射几乎所有的入射光线，仅有一小部分（常常是没有）光线被折射，这些材质是不透明物质。但也有一些材质如玻璃和水等折射大多数的光线，这些材质当然就称为透明材质。AutoCAD 允许你通过 RMAT 命令中的 Transparency 属性来控制材质的相对透明度。照片级真实感渲染和照片级光线跟踪渲染两种渲染方法必须要用这种属性来达到一定的渲染效果。

如图 7-48 所示，光线在穿透一个透明物体时改变了方向，当光线穿过物体后，又恢复了

原来入射时的角度。这就是为什么物体在水下或透过厚玻璃时会发生偏移（offset）。在物体内部的光线角度称为折射角。当使用照片级光线跟踪渲染类型时，AutoCAD可以通过材质的Refracton属性来处理折射光线。

图7-48同样也指出了光线在反射时的角度等于入射时的角度，正如在物理教科书上所说的反射角等于入射角一样。不管物体表面是否平整，反射角总是等于入射角。如果表面粗糙，则会由于表面许多倾斜的小平面而将入射光反射到许多方向，这可以用以下高倍放大的截面视图7-49来说明。

分散反射的光线称漫散反射（diffuse reflection），具有漫散反射特性的材质经常被称为具有无光泽或不光滑的表面。由于没有明显的反射方向，漫射表面似乎对所有的视点都能均匀照亮。漫射表面的光亮度仍然受入射角的影响，但正如在讨论光源时所解释的那样，它不受视角的影响。

另一方面，如果一个表面是平滑的，所有的反射光都具有相同的角度。这种情况称为镜面反射（specular reflection），具有镜面反射特性的材质被称为是有光泽的。如果你沿反射的角度观察一个光滑的表面，将会直接看到反射的光束，这些反射光束使表面看上去具有与入射光相的颜色。曲面会被加亮。由于大多数的光源如太阳光都是白的，加亮也是白的。

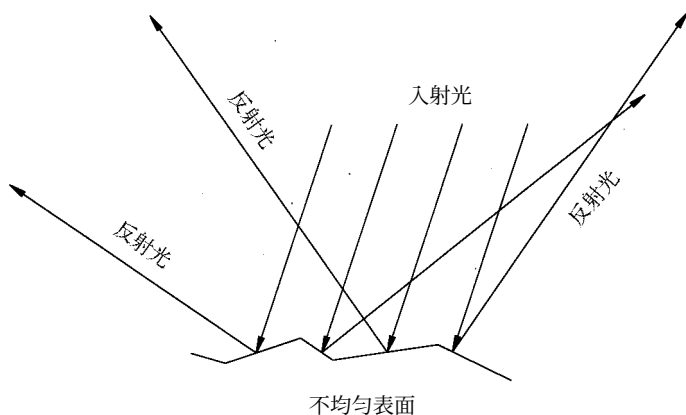


图 7-49

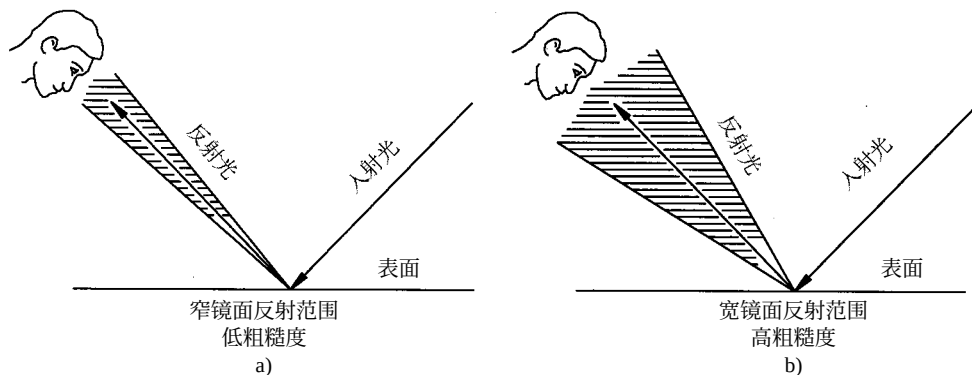


图 7-50

在AutoCAD渲染中,散漫反射的量是由称为Color的属性来控制的,而镜面反射的量则是用Reflectoin材质属性来控制。

对于一个完全反射镜来说,入射角与镜面反射角是相同的,如果要观察曲面的加亮区,就必须从这一角度来观察。然而具有镜面反射的表面不多,大多数表面有一个观察加亮区的角度范围。图7-50a的材质具有较窄的镜面反射角,而图7-50b的材质则有一个较宽的镜面反射角。图7-50a的观察者会看到一个小的但强烈的加亮区,而图7-50b的观察者则可看到的是一个大的但光亮较弱的加亮区。AutoCAD把这个镜面反射的范围称为粗糙度(roughness),你可以通过RMAT命令来控制它们。

7.15.2 材质贴图

除了材质的特性以外,我们还描述了颜色、反射、粗糙度、透明度和折射等,你还可以用位图文件来定义材质。这通常称为映射图(mapping),而位图文件则称做映像。

AutoCAD2000包含有约150个位图文件,这些文件可以用来定义材质。AutoCAD的缺省安装将这些文件保存在Acad2000\textures文件夹下,所有这些文件都是以TGA方式存在。但所有的其他格式的文件同样也可以用得很好,这些文件的类型包括GIF、BMP、TIF、JPG和PCX。如果在安装AutoCAD时用典型安装方式,那么就只能用到一部分文件,必须手工将光盘上Acad\Textures文件夹下的文件拷贝到相应的目录下。

通常,定义一个材质的过程包括设置它的各种属性,如果需要的话,还可以用贴图来补充属性。你可以用多达四种不同形式的贴图来补充材质的属性,如纹理贴图、凹凸贴图、反射贴图和透明贴图。

- Texture Maps (纹理贴图) 纹理贴图(AutoCAD也称它们为图案贴图)是一些位图文件,如地面瓷砖、木材、锈色的金属、花岗岩、砖块、墙纸以及其他各类物品,如图7-51就是一个例子。当然,你必须要用一个合适的位图文件,AutoCAD提供了约50个适合于补充材质属性的位图文件。纹理贴图是通过RMAT命令中的Color属性来设定的。

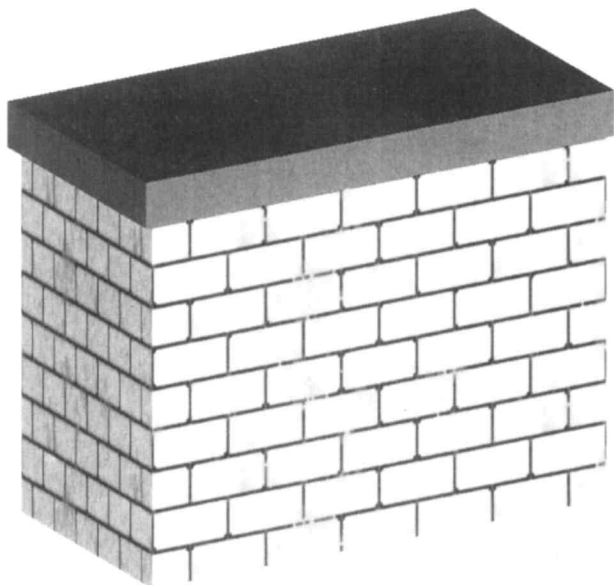


图 7-51

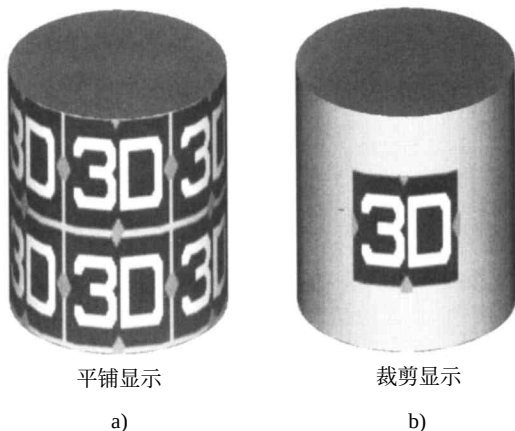


图 7-52

缺省情况下，纹理贴图在调用时会自动扩大、压缩或伸展以适合表面的大小和形状，但你也可以自己调整映像的大小和位置来满足自己的需要，这些调整是通过 RMAT和SETUV命令来完成的。此外，当你所要定义的表面不是一个平面或者是一个与 WCS的XY平面不平行的平面时，就必须进行一定的调整。如何调整将在讨论 SETUV命令时描述。

如果贴图不能完全填充表面，你可以重复使用该贴图，这叫做平铺显示（tiling），或者只显示一次，这叫做裁剪显示（cropping）。如图7-52所示。

具有图案的纹理贴图不是很适合 3D实体模型，AutoCAD将3D实体模型的整个表面当作单一对象来进行处理。当位图文件用于一个面向多方向的表面时会被严重扭曲。为此，AutoCAD提供了三种特殊的材质（称模板材质），这三种材质比较适合用于 3D实体。

- Bumps Maps（凹凸贴图） 凹凸贴图是一种覆盖在材质图上用于创建浮雕或崎岖不平效果的位图文件。凹凸贴图有与纹理贴图相类似的图案，但凹凸贴图有各种颜色（通常较明亮），并能稍微偏移以增强其突出效果，见图 7-53。凹凸贴图通过一个特殊的 RMAT属性——Bump Map属性来定义。为加强效果，还必须定义一个与之相对应的纹理贴图。

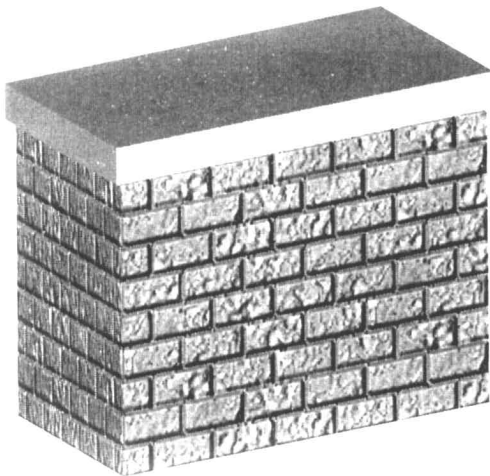


图 7-53

- Reflection Maps（反射贴图） 反射贴图有时也称作环境贴图（environment maps），它

用来模仿在一个有光泽表面上的反射。它们与照片级光线跟踪渲染中的镜面反射并不相同。反射映像是通过 Reflection 材质属性来定义的, 这种映像对圆形表面的效果最好, 对平面的效果较差。

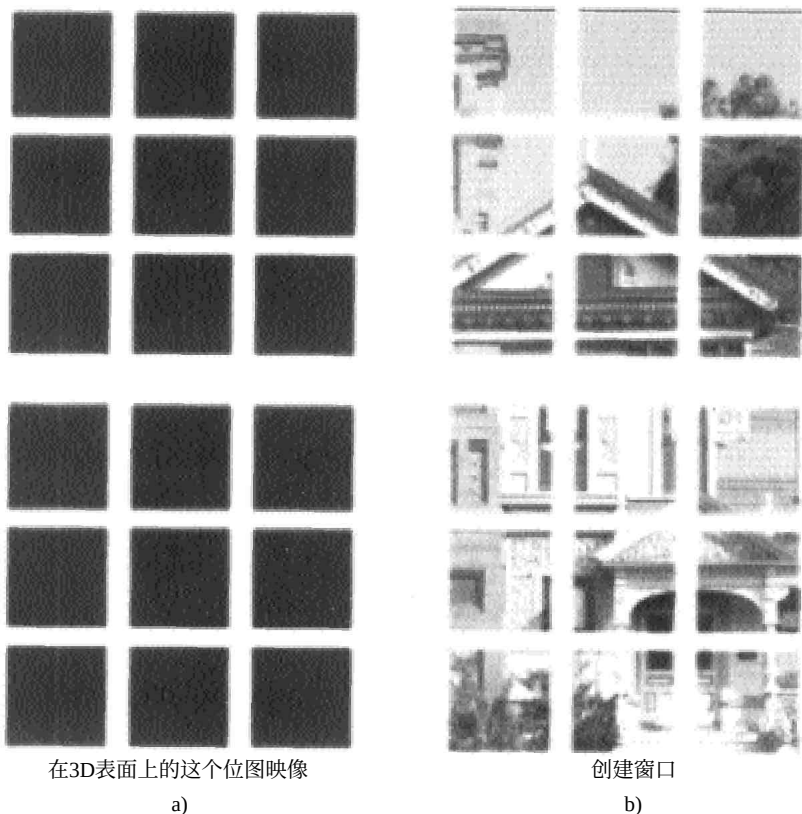


图 7-54

- Opacity Maps (不透明贴图)。不透明贴图是通过 Transparency 材质属性来定义的, 它控制表面的透明程度 (反过来说即不透明程度)。在不透明贴图中, 纯白色区域是完全不透明的, 而纯黑色则是完全透明的。来自灰度阴影的透明程度与灰度的相对明暗程度成正比, 而颜色的透明度则取决于颜色的暗淡值。如图 7-54 所示, 不透明贴图可以方便地通过表面生成孔和窗户等。

7.15.3 样板材质 (Template Materials)

以上描述的那些标准 AutoCAD 渲染用材质是通过属性来定义的, 而属性又可以用贴图来补充。除了这些标准的材质以外, AutoCAD 提供了三种特殊的材质用来模仿木材、花岗岩和大理石等, 因为它们是基于所要模仿材质的基本特性, 所以称做样板材质。样板材质只能用于照片级真实感渲染或照片级光线跟踪渲染方式下。

尽管这些样板材质 (AutoCAD 中有时也称对象材质) 与纹理贴图具有相同的特征, 但它们有两个明显的不同之处。首先, 它们的图案是 AutoCAD 在渲染时产生的 —— 并不基于位图文件。其次, 它们的图案是 3D 图案。

样板材质可以附加到一个平面物体, 如一个 3D 表面, 但它们的特性最适合于 3D 实体。如

图7-55所示，当用一个以木材样板制作的材质附加到一个简单的 3D实体盒子上时，木材的纹理与盒子的边缘匹配比较合适。但如果这个盒子是由 3D表面制作，你必须在每个面上加单独的位图文件。

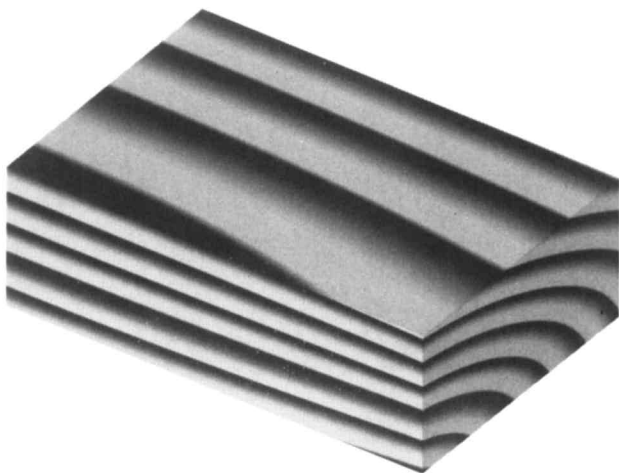


图 7-55

7.15.4 使用材质 (Working With Materials)

使用材质时，你将会把大量的时间用在使用 RMAT命令上。利用这个命令，你将要定义材质所具有的各种特性，并将材质附加到物体上。虽然 RMAT命令提供了一些控制位图比例和位置的功能，但还必须用 SETUV命令来调整它们的方位和单一物体的比例。

创建一个材质的特性是很费时的。AutoCAD可帮助你已将建立过的材质组织到一个库中，这样可以方便地使用已经建立过的材质，这是由 MATLIB命令完成的。

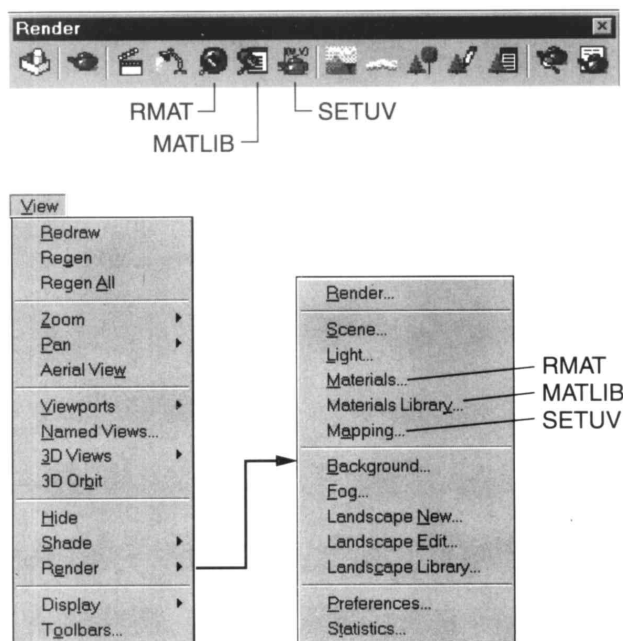


图 7-56

运行这些命令的菜单和工具条如图7-56所示。还有一个用于使用材质的命令是SHOWMAT。这个命令只是告诉你附加到所选对象上的是什么材质，它是渲染命令中唯一一个没有对话框的命令。我们必须在命令行上使用它。

7.16 RMAT命令

一个物体（Object，对象）要具有材质特性需要两个步骤，第一步是定义一组材质的特征，即AutoCAD所谓的属性。这一组属性称为材质，它有一个唯一的名字。你可以从材质库中使用一个预先定义好的材质，先可以自己定义一个材质。

第二步是将定义好的材质赋给一个物体。这个物体可以明确地选择接收这个材质或根据它的颜色和层来接收材质。这两个步骤都是由RMAT来完成的。

RMAT命令运行后进入一个Materials对话框，如图7-57所示。对话框的文本框中显示了一个已经存在的材质列表，表中始终有一个命名为“*GLOBAL*”的材质。任何物体除非附加了一个特定的材质，都要用*GLOBAL*的材质特性来对它进行渲染。对话框中的大多数操作包括在列表中选择一种材质，然后点击一个按钮来激活这一材质的动作。

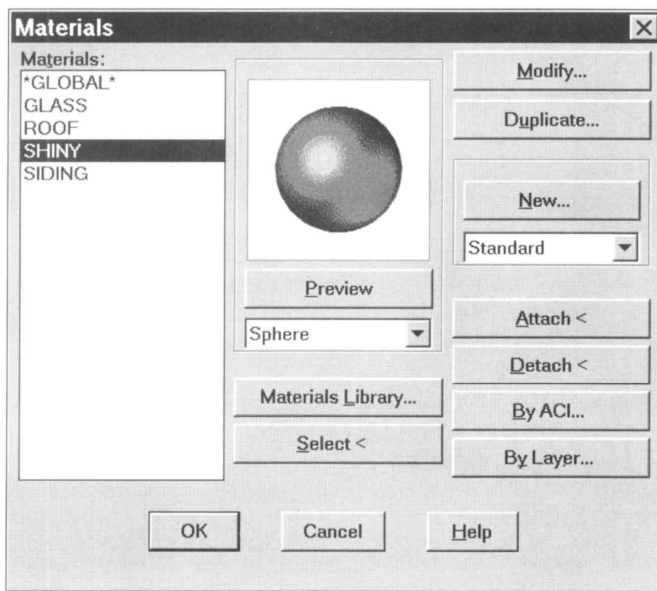


图 7-57

7.16.1 Preview（预览按钮）

利用这一按钮可以显示一个具有所选材质属性的球体或锥体，你可以通过下拉式列表指定用球体还是用锥体来进行预览。

7.16.2 Materials Library（材质库按钮）

利用这一按钮可以弹出一个 Materials Library对话框，用来将预先定义好的材质放到Materials对话框中，Materials Library对话框将在以后讨论MATLIB命令时讲述。

7.16.3 Select（选择按钮）

利用这一按钮可以用来选择将材质赋予哪个对象，点击此按钮后 Materials对话框会隐去，让你来选择一个AutoCAD对象。选择对象后对话框重新显示，并且在底部显示一个赋予对象

的材质名字。SHOWMAT命令可以完成与此按钮相同的功能。

7.16.4 Modify (修改按钮)

利用这一按钮可以弹出一个改变指定材质属性的对话框。

7.16.5 Duplicate (复制按钮)

利用这一按钮可以让你定义一个基于所选材质的新材质，点击此按钮后会显示所选材质的设置值。

7.16.6 New (新建按钮)

此按钮用来新建一个材质，按钮下的下拉式列表如图 7-58所示，它可以让你指定新材质是一个标准材质还是一个样板材质——花岗岩、大理石或木材。点击按钮后，将显示一个对应于所选材质类型的对话。

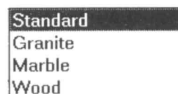


图 7-58

7.16.7 Attach (附加按钮)

利用这个按钮可以用来直接向一个或多个 AutoCAD对象附加所选材质。点击此按钮后对话框暂时隐去，让你选择对象。向对象直接附加材质的方法优先于用其他方法附加的材质。

7.16.8 Detach (分离按钮)

利用这一按钮可以让你从一个 AutoCAD对象上移去一个所选的材质。在选择对象时对话框被隐去。

7.16.9 By Aci (按颜色指定材质按钮)

利用这一按钮可以给具有特定的颜色对象附加材质，点击此按钮后，显示一个如图 7-59所示的Attach by AutoCAD Color Index对话框图。在这一对话框中可以定义一种材质或一种颜色，然后点击Attach按钮将指定的材质附加到所有具有那种颜色的对象上。也可以用 Detach按钮将材质从所选颜色的对象上移去。由 ACI附加的材质优先于由层附加的材质，但不优先于直接附加的材质。

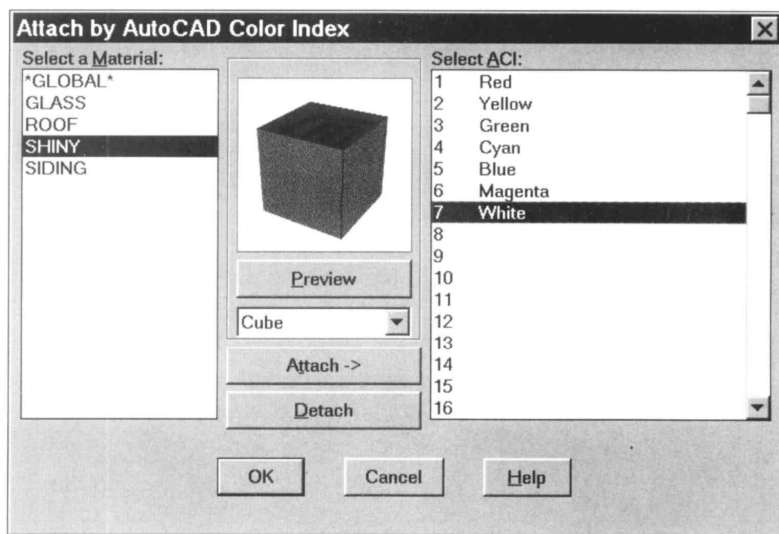


图 7-59

7.16.10 By Layer (按层指定材质按钮)

利用这一按钮可以给在某一特定层上的对象附加材质，点击此按钮后，显示一个 Attach

by Layer的对话框，你可以指定一种材质、一个特定的层，然后将材质附加到这个层的对象上，或者从这个层的对象上移去选定的材质。这个对话框与用按颜色指定材质按钮所用对话框类似，只是将颜色列表换成层的列表而已。

7.16.11 New/Modify Standard Material (新建/修改标准材质对话框)

这两个对话框除了标题外完全相同，用来定义标准材质的特性，见图 7-60。两个对话框的按钮是互相联系的，我们不再按一个个按钮的形式讨论。

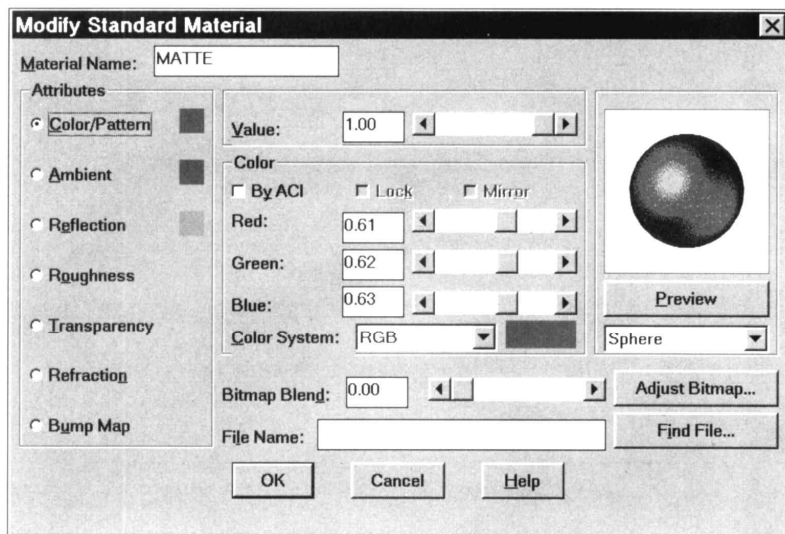


图 7-60

靠近对话框顶部有一个材质名称的文本框。如果你是修改一个已有的材质，在此将显示该材质的名字。如果是新建一个材质，在此必须赋予一个不超过 16 个字符的名字，名字之间可以有空格。当你为已存在的材质名输入一个新的名字，则将对材质改名。

在对话框的左边有 7 个单选按钮用来设置材质的属性，一次设置一个属性。选择一个属性，然后用编辑框或滑块赋予一个数值。有三个属性——Color、Reflection 和 Transparency——也可以给材质指定一个位图，另外有一个属性——Bump Map——只是用来指定一个位图。表 7-3 列出了所有属性，包括它们的最大值和最小值、缺省值以及它们所控制的特性和与属性相关的贴图类型。

Refraction（折射）属性只有当 Transparency（透明）属性为非零值并且是照片级光线跟踪渲染渲染类型时才有效。虽然它的值可以大到 100，但通常只需将这个值设置在 1~3 之间即可。设置的值取决于透明对象的形状、背景、视图以及所希望的效果。当折射值设置在它的缺省值 1.00 时就没有折射。在图 7-61 中，左边的楔形折射率为 1.00，右边的楔形折射率略大于 1.00。

Color/Pattern（颜色/模板）、Ambient（环境）和 Reflection（反射）属性可以有不同的颜色。颜色可以由一组标有 Color 的选项进行调节，这个选项在对话框的中央。缺省情况下，这一组的所有选项均不可选，只有当标有 By ACI 中的复选框被选中后才可调。Color/Pattern 缺省时是被选中的。当选中时，颜色的属性与对象的属性相同，如果 By ACI 没有被选中，你可以对三个基本颜色分别赋予 0~1.00 的值来设置颜色的属性。

表7-3 属性

属性名	属性值范围	缺省值	属性所控制的特性	相关的映像类型
Color/Pattern	0-1.0	0.70	漫散反射的颜色和相对值	纹理贴图
Ambient	0-1.0	0.10	阴影区域内的颜色和光亮度	无
Reflection	0-1.0	0.2	镜面反射的颜色和相对值	反射贴图
Roughness	0-1.0	0.1	高亮区的相对大小, 这个属性只有在反射属性值不为0时有效	无
Transparency	0-1.0	0.00	穿透材质的光线量, 也允许镜面反射	不透明贴图
Refraction	0-100	1.00	光线束穿透透明材质时弯曲的相对度数	无
Bump Map	N/A	N/A	指定凹凸贴图的文件名并设置其参数	凹凸贴图

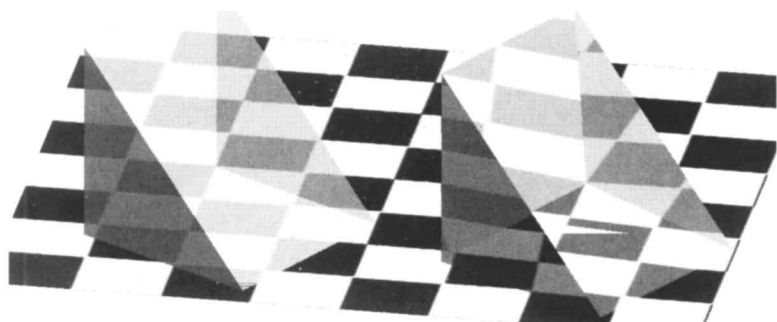


图 7-61

在滑块下方的下拉式列表框允许你选择 RGB或HLS颜色系统。RGB颜色系统使用红、绿和蓝三种基色, 而HLS则用来控制色调、亮度和饱和度。

在滑块上方标有 Lock的复选框只有在 By ACI框不选时有用, 并且只是在 Ambient和Reflection属性下起作用。当 By ACI复选框不选时(表示你可以赋予颜色属性), Lock复选框用于控制是否对 Ambient和Reflection属性单独设置颜色。当 Lock复选框被选中后(缺省值), Ambient和Reflection取相同的颜色属性。如果要使两个属性具有各自的属性, 则清除 Lock复选框。

最后一个位于颜色滑块上方标有 Mirror的复选框只能用于 Reflection属性的设置。当这个复选框选中后, 在照片级光线跟踪渲染时材质就会具有对其他对象的镜面反射效果。

点击Preview按钮将显示在当前设置值下的球体或锥体的预览效果。

当属性选择为 Color/Pattern、Reflection、Transparency或Bump Map时, 你可以给属性分配一个位图文件(参见纹理贴图中如何将位图文件与属性相关联的解释)。你可以输入一个包括路径位图文件的名字, 或者点击 Find File按钮通过浏览找到位图文件。

Bitmap Blend(位图混合)的效果取决于位图的属性, 可以通过在编辑框中输入 0~1.00的数值或调节滑块进行设置。对于 Color/Pattern属性, 它表示位图映像透过指定颜色显示的程度。当混合值为 0时, 只显示所赋的颜色, 位图不显示。当混合值为 1.0时, 只显示位图而不显示颜色。对于 Bump Map属性来说, 位图混合的值表示凹凸不平的程度, 通常混合值在 0.10左右对块映像比较合适。对 Reflection属性来说, 位图混合表示反射程度。对于 Transparency属性来说它表示透明程度。

Adjust Bitmap按钮引出一个标有 Adjust Material Bitmap Placement的对话框, 供你调节位图的相对大小、方位和是否平铺显示还是裁剪显示。这个按钮对反射属性的位图无效。该按钮的对话框与SETUV命令所用对话框一样, 这里不再重复描述这一对话框。

7.16.12 New/Modify Marble Material (新建/修改大理石材质)

新建和修改的对话框相似, 它们用于创建或修改三个样板材质中的一种样板。这些材质具有图案和颜色, 用来模仿大理石、木材和花岗岩, 如图 7-62所示。不同于纹理贴图, 它们的映像是在渲染时生成的, 并不基于位图文件。

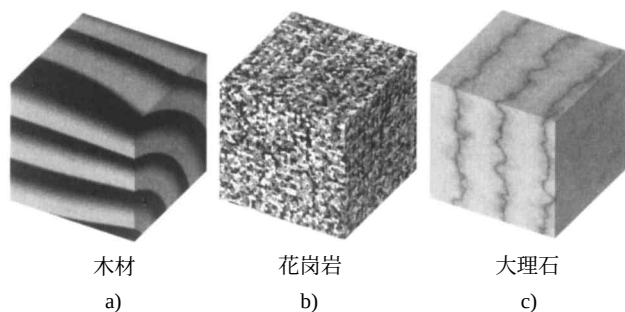


图 7-62

AutoCAD有时将这三种材质称为对象材质。由于样板材质并不基于位图文件, 因此它们不能用于如3D Studio这样的预渲染和动画程序中。

在图7-63中, New/Modify Marble Material对话框左边的单选按钮用于材质属性设置。其设置方法同在新/修改标准材质对话框中的方法相同, 你只需选择一个属性并设置它的值就可。

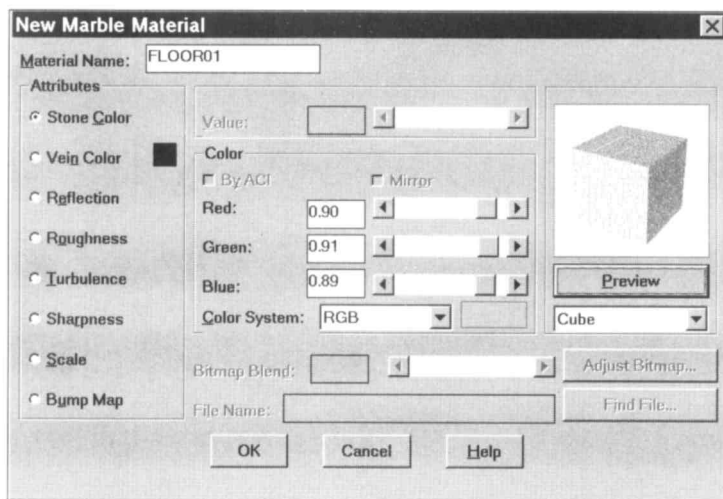


图 7-63

Stone Color是大理石材质的总的颜色设置而 Vein Color是它的纹理颜色设置。虽然你可以为每一个属性赋一个颜色, 但颜色值编辑框和 By ACI按钮是不可用的。Reflection和Roughness两属性与那些标准材质的属性相同。Reflection属性可以被赋予一个位图文件。

Turbulence控制纹理的振荡和盘绕程度，而 Sharpness属性则是决定纹理颜色和大理石颜色的混合程度。Scale用于设置纹理总的尺寸，Bump Map属性的作用与标准材质中的相同。

7.16.13 New/Modify Wood Material (新建/修改木材材质)

这个样板用于模拟木材的年轮，如图 7-64所示。用于设置材质属性的一组单选按钮在对话框的左边。

Dark Color属性用于设置年轮的颜色，而 Light Color属性则是用于设置年轮之间的颜色。对这些属性赋予颜色的方法与标准材质中的设置相同，只是颜色值编辑框和 By ACI按钮不可用。Reflection和Roughness属性的设置方法与标准材质中的设置一致。

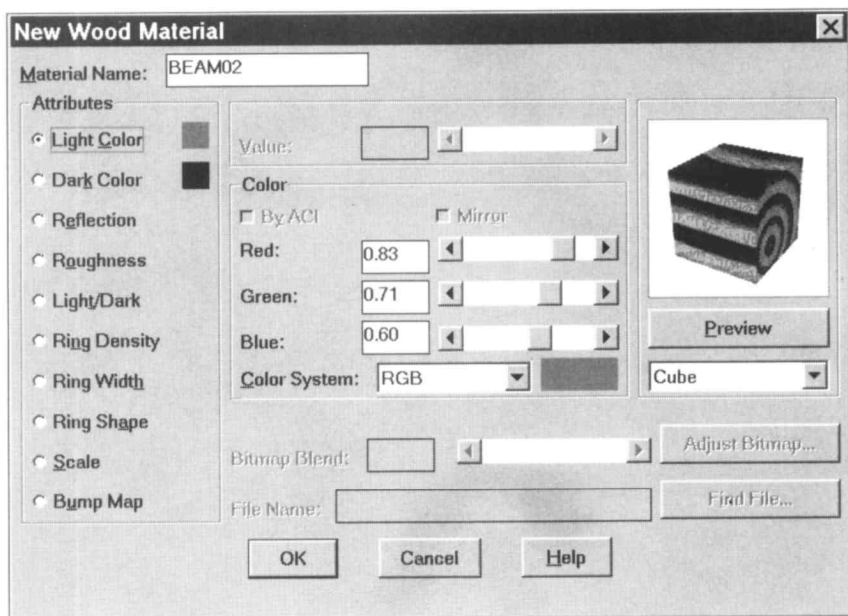


图 7-64

Light/Dark属性用于调节年轮的亮度，如果其值设置为 0，则木材几乎是完全黑的，当其值设置到1.0时，则木材几乎完全被照亮。Ring Density属性控制在一定的横截面上年轮的数量，此值越高则年轮越多。

Ring Width属性用于决定被照亮颜色浅的年轮相对于颜色深的年轮的宽度，其值越高，颜色浅的年轮就越宽。如果 Ring shape属性被设为0，年轮则是完全圆的，随着这个值的变大，年轮就变得越不规则。Scale属性用于设置木材图案的总的大小，Bump Map属性则与标准材质中的功能相同。

7.16.14 New/Modify Granite Material (新建/修改花岗岩材质)

这个样板材质用于模拟花岗岩，用于控制材质属性的单选按钮在对话框的左侧，如图 7-65所示。

材质包含有四种不同颜色的各种图案，设置这些颜色的方法，除了 By ACI按钮不用以外与设置标准材质中的设置方法相同。不同于其他样板材质，你可以为四种花岗岩颜色中的每一种颜色设置一个值。

Reflection和Roughness与材质中的设置相同。当 Sharpness设成1.0时，有颜色的图案具有

明显的边界轮廓，而当其值设置到其极限 0 时，颜色就完全被混合。Scale 控制颜色图案的整个尺寸。Bump Map 属性与标准材质中的一样。

提示 给属性赋予一种颜色是很有用的，因为它允许你用一种与绘图颜色没有关联的颜色来对对象进行渲染。另外，对于 Reflection 属性来说白色（它会产生白色高亮区）能使对象看上去比其他颜色更耀眼。

由于颜色值之间的差异几乎是觉察不到的，因此不必精确设定颜色的值。你可以首先将颜色、环境和反射属性设在 1.0，然后给粗糙度赋一个较小值以使材质具有光泽的表面，或者一个较高的值来获得一个不光滑的表面。为了使材质达到极度的光泽、现实中的抛光效果，可以将 Mirror 复选框打开并使用照片级光线跟踪渲染方式。

使用纹理贴图是一种加强渲染效果的极好方法，特别是建筑模型。它可以让你给模型加上装饰地板、墙纸、屋顶上的鹅卵石以及木材上的图案。

基于木材样板上的材质也是很有用的，特别是用于对象模型时。其他另外两个样板材质就没有这么大的用处。AutoCAD 还有一些更加现实化的大理石和花岗岩映像文件，它们的名字有 GRANITE.TGA、GRAYMARB.TGA、IMARBLE1.TGA、MARBPAL.TBS、MARBTELA.TGA 和 PINKMARB.TGA。

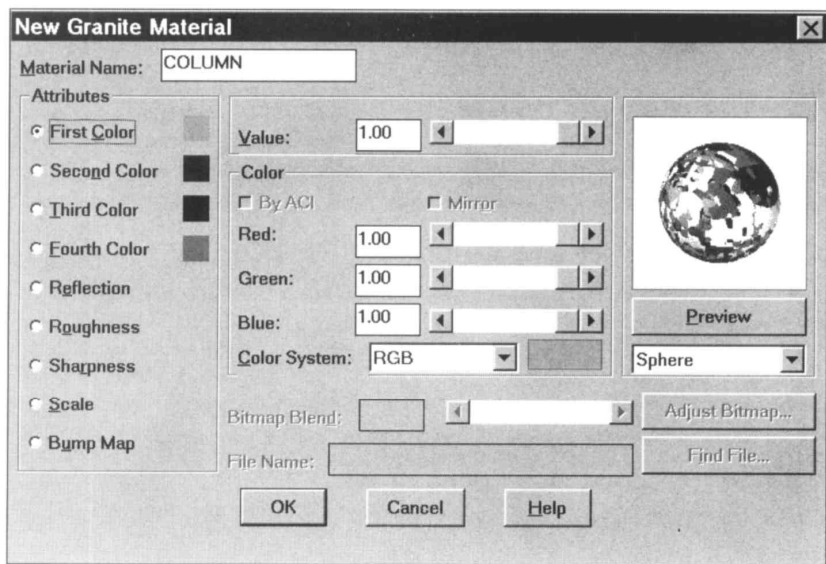


图 7-65

7.16.15 相关命令

- MATLIB（材质库命令） 该命令用于显示材质库对话框和一组已有的材质列表，这些材质可以输入到当前视图中。
- SHOWMAT（显示材质命令） 该命令列表显示附加到对象上的材质。
- SETUV（设置渲染对象几何特性命令） 该命令用于指定几何形状和对象的位图映像贴图。

7.16.16 相关系统变量

无。

7.17 显示对象材质类型命令 (SHOWMAT)

SHOWMAT命令完成的功能与在RMAT命令下Materials对话框中选择按钮所完成的功能相同，它将显示附加到对象上的材质的名字以及附加的方法。该命令可以从命令行输入执行，输入命令后 AutoCAD提示你选择一个对象：

Command: **SHOWMAT**

Select object: (Select a single AutoCAD object.)

在选择对象后，AutoCAD将在命令行上显示下列信息中的一条：

- 1) Material <材质名称> is explicitly attached to the object.
- 2) Material <材质名称> is by ACI to ACI <颜色数>
- 3) Material <材质名称> is by layer to layer <层名>
- 4) Material * GLOBAL * is attached by default or by block

其中1) 表示材质直接附加到对象上，2) 表示按ACI方法附加的材质，3) 表示按层方法附加的材质，4) 表示按缺省方法或按块附加的材质。

7.18 材质库管理命令 (MATLIB)

AutoCAD在RENDER.MLI文件中提供了大约 150种预先定义好的材质，你也可以自己建立一个材质库文件。MATLIB就是管理这些材质的命令，该命令使用如图 7-66所示名为Materials Library的对话框：

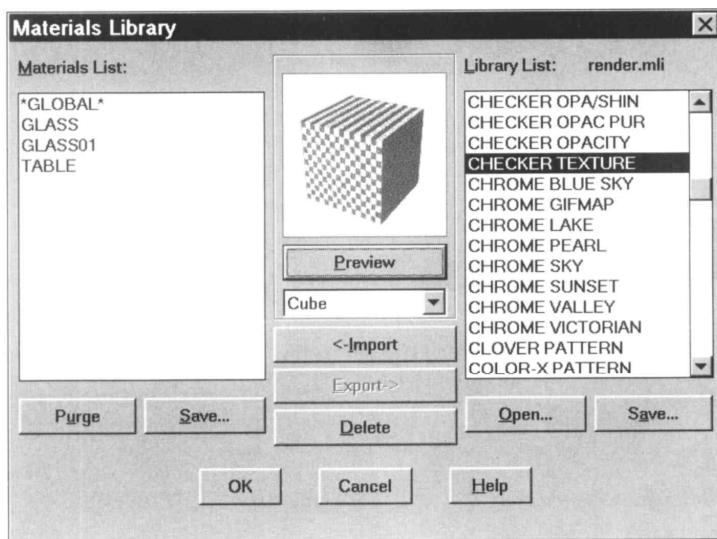


图 7-66

对话框中左边有一个Materials List（材质列表框），列出了当前绘图图中的材质。右边是一个Library List（库文件列表），列出了材质库中的材质清单。你可以在两个列表选取所需要的材质供后面使用。

以下两个按钮仅对材质列表框进行操作：

- Purge按钮 从材质列表中移去所有没有附加到对象上的材质。
- Save 按钮 将材质列表中的所有材质保存到材质库文件中，材质库文件的后缀为 .MLI。

按此按钮后，AutoCAD将显示一个对话框用来给材质库命名。

以下两个按钮仅用于库文件列表的操作：

- Open 打开一个新的材质库文件，AutoCAD将显示一个库文件对话框让你选择一个已有的库文件。
- Save 将当前库文件列表保存到一个材质库文件中，与Open按钮一样也有一个库文件名对话框图。

以下按钮可用于对两个材质列表的操作：

- Import按钮 将材质库列表中选择的一个材质加到材质列表中。
- Export按钮 将材质列表中选择的一个材质加到材质库列表中。
- Preview按钮 显示具有所选材质属性的球体或锥体。
- Delete按钮 删除所选择的材质。如果删除的是一个附加在对象上的材质，AutoCAD会显示一个警告信息。

提示 材质库对话框也可以通过在RMAT命令下Materials对话框中的Materials Library按钮来操作。实际上，你如果要使用材质库，较好的方法是通过Materials对话框下的Materials Library对话框来操作，而不是直接通过MATLIB命令来操作，然后从列表框中输入材质并附加到对象上。

7.18.1 相关命令

RMAT命令

该命令用于创建、修改和附加材质。

7.18.2 相关系统变量

无。

7.19 设置渲染对象几何特性命令 (SETUV)

由于自身的特性，用于纹理贴图的位图图像是2D图像，但这个图像却经常需要将它附加到3D的对象上。此外，即使与对象有相似的几何形状，位图的比例对被赋对象的比例也不相称。例如，一个方形的位图附到一个长条形的平面。某些情况下，这种几何形状和比例上的不匹配不会带来什么问题，但常常会引起图案映像的严重扭曲。

为了解决这些问题，AutoCAD提供了一个能够将映像适合于对象几何形状的命令，你可以用它来调节映像的大小、形状、原点和方位。这个命令就是SETUV。字母U和V代表映像的坐标，AutoCAD用它来确定位图映像的方向和原点。尽管有时这些方向和当前的X和Y方向相对应，但它们之间没有直接的联系。UV坐标系完全独立于UCS。当使用样板材质时，还要包含一个W方向。

当运行SETUV命令后，AutoCAD将提示你选择接收UV映像坐标的对象。你所选择的对象不一定要有材质附在其上。你可以先在对象上建立一个映像坐标，然后再将有位图的材质附加到该实体上。当你完成对象的选择后，SETUV将显示一个如图7-67所示Mapping对话框。

通常，你首先应该从标有Projection的一组单选按钮上点击一个投影类型，所选类型应与所选对象的形状最接近。如图7-68所示的柱状、球状和平面投影。标有Solid的单选按钮是将映像坐标赋予附加有样板材质（木材、大理石和花岗岩）的对象的。

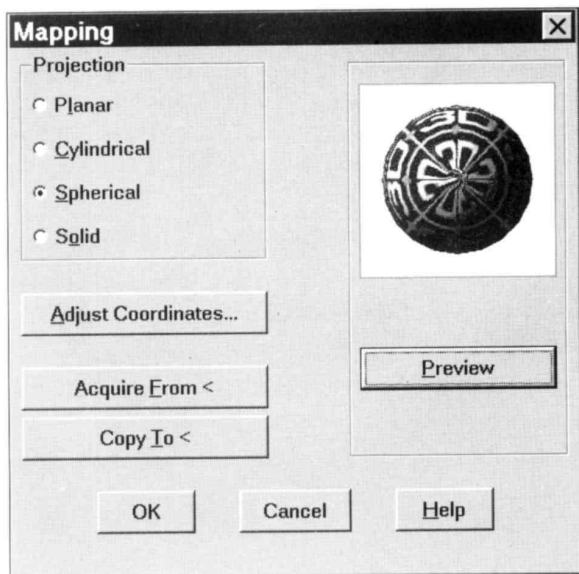


图 7-67

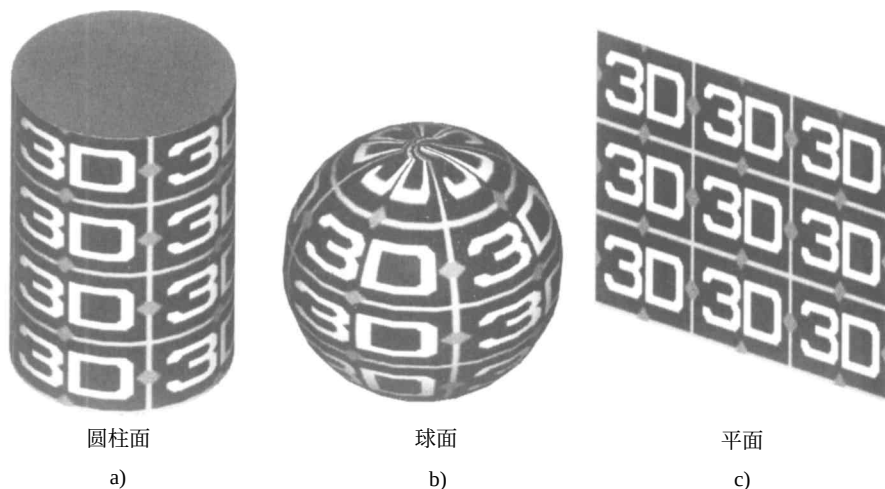


图 7-68

第二步，你可以点击 Adjust Coordinate 按钮，弹出对应于你所选择投影几何类型映像坐标的一个对话框。

Acquire From 按钮允许你把一个已经存在的对象上的映像坐标分配到当前选择中去。而 Copy 按钮则是将当前选择中的映像坐标拷贝到另外的对象上去。

7.20 调节平面型坐标

当 Mapping 对话框中的平面投影单选按钮被选择后，点击该对话框中的 Adjust Coordinates 按钮弹出一个如图 7-69 所示的 Adjust Planar Coordinates 对话框。

图中标有 Parallel Plane 的一组单选按钮用于确定投影平面的定位。你必须选择 WCS 基本

面中的一个，如果你的表面与基本平面不平行，则可点击 Picked Plane按钮进行选择。注意，基本平面是与 WCS 相关而不是与 UCS 相关。除非对象必须平行于这些平面，否则对象并不一定要位于这些平面内。

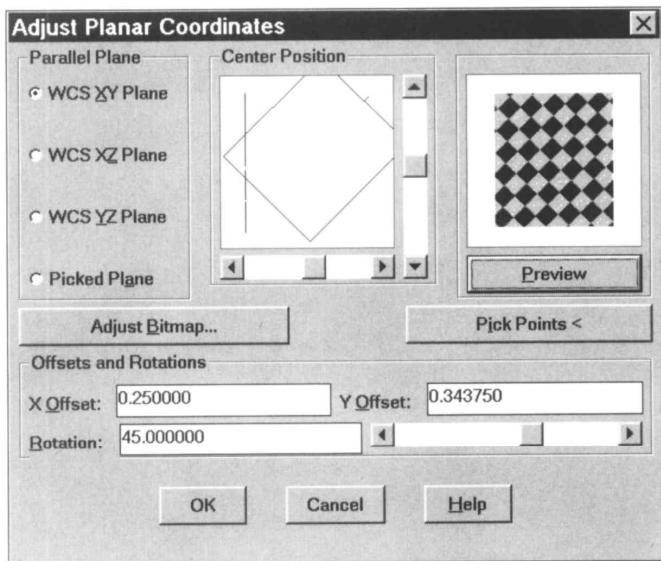


图 7-69

当 Picked Plane 单选按钮被选择后，AutoCAD 将暂时隐去对话框，并提示你在所选择用于定位的平面上拾取三个点。你可以通过点击 Pick Points 按钮来改变已经拾取的平面上的定位点。

在 Center Position 图像窗口中显示了当前位置定位方向上的位图。你可以使用图像窗口边上的滑块来调节显示位置。也可以通过对话框底部的 Offset（偏移）编辑框来改变图像的 X 和 Y 偏移值，或者通过 Rotation（旋转）编辑框或滑块来旋转图像。如果你选择的对象已经附加了一个位图，Preview 窗口将显示该位图的位置。

点击 Adjust Bitmap 按钮可导出 Adjust Object Bitmap Placement（调整对象位置）对话框，这个对话框的描述即将在后面进一步讨论。

7.21 调节柱面坐标

当 Mapping 对话框中的柱面投影单选按钮被选择后，点击该对话框中的 Adjust Coordinates 按钮弹出一个如图 7-70 所示的 Adjust Cylindrical Coordinates 对话框。

用对话框左上角的单选按钮来指定圆柱轴线相对于 WCS 的方向。如果你通过拾取点来确定轴线位置，AutoCAD 将提示输入三个点的坐标，其中两个点用于建立轴线方向，另外一个点用于指定缠绕方向（位图图像的起始位置）。

对话框中的 Central Axis Position 图像框用于显示所选对象投影到垂直于当前轴线平面的啮合线以及轴线（经过一个圆的轴线）和缠绕线的位置。缺省情况下，缠绕线的位置为：当轴线为 Z 方向时为负 Y 方向，当轴线为 X 或 Y 方向时为负 Z 方向。如果你选择的对象已经附加了一个位图，点击 Preview 按钮可以显示所设定的结果。

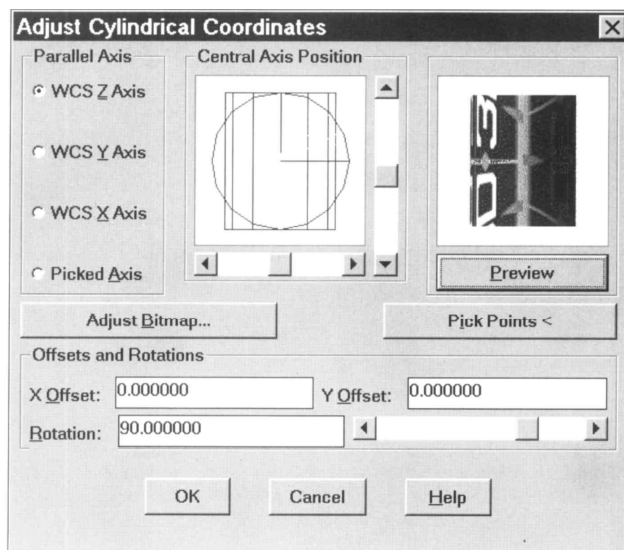


图 7-70

对话框中的 X Offset 和 Y Offset 编辑窗口可以用来输入新的数值以改变 X 和 Y 向的偏移值。而 Rotation 编辑窗口和滑块则可以用来将缠绕线沿圆柱轴线旋转一定的角度。

点击 Adjust Bitmap 按钮将引出 Adjust Object Bitmap Placement 对话框，这将在后面进一步描述。

7.22 调节球面坐标

当 Mapping 对话框中的球面投影单选按钮被选择后，点击该对话框中的 Adjust Coordinates 按钮弹出一个如图 7-71 所示的 Adjust Spherical Coordinates 对话框。

对话框中的各种操作与 Adjust Cylindrical Coordinates 中的操作基本相同，这里不再重复。

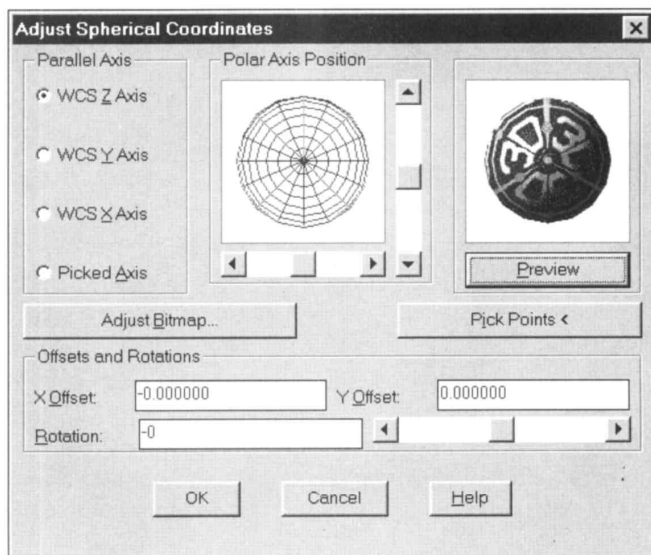


图 7-71

7.23 调节UVW坐标

当Mapping对话框中的对象投影单选按钮被选择后, 点击该对话框中的 Adjust Coordinates 按钮弹出一个如图 7-72所示的Adjust UVW Coordinates对话框, 这一对话框适合于三个样板材质: 木材、大理石和花岗岩。

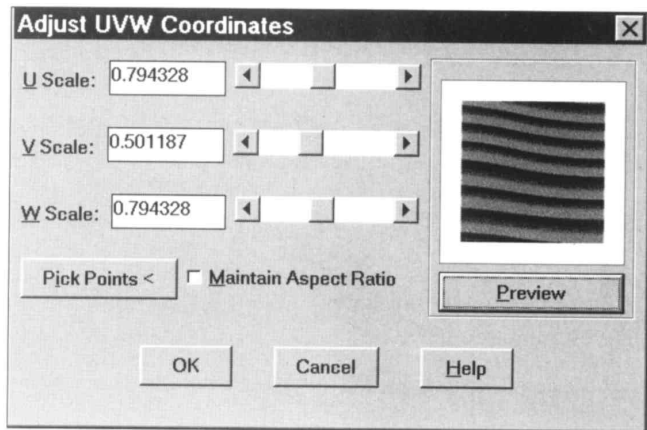


图 7-72

你可以通过三个编辑框或滑块改变各自方向上的图像的比例, 当 Maintain Aspect Ratio 复选框被选中后, 某一方向上的值改变后, 其余两个方向的值也随着相应改变。

也可以通过点击Pick Points按钮来改变U、V和W的值, 这时AutoCAD暂时隐去对话框并提示你输入四个点的坐标: 起点和U、V、W轴方向坐标。它让你重新定位位图并将其固定在对象上, 如果你对对象旋转, 则位图也跟着一起旋转。

图7-73显示了一个重新定位样板材质的例子。这是一个3D实体附加了同一木材材质位图后的两个结果。左边对象上附加的木材材质方位按缺省值设定, 其木材年轮的端面平行于WCS的YZ平面, 在右边的对象上, U、V和W方向已被改变, 木材的年轮被定位于3D实体最小的一个端面上。此外, 由于U、V和W方向的改变, 即使3D实体被旋转, 木材年轮的截面位置也始终在对象的这个位置上。

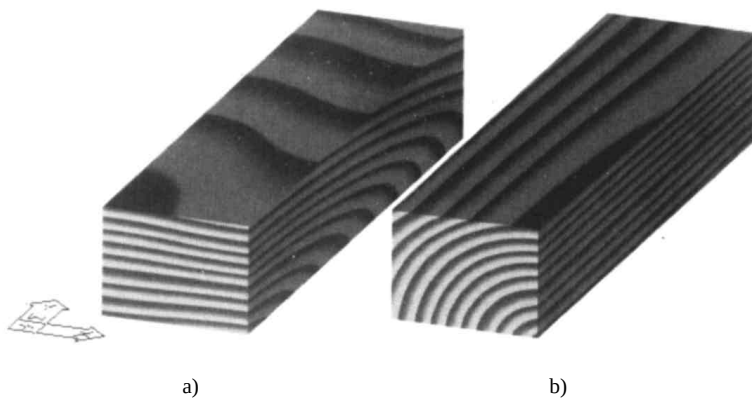


图 7-73

7.24 调整对象位图的布置

当你在 Adjust Planar Coordinates、Adjust Cylindrical Coordinates 和 Adjust Spherical Coordinates 这三个对话框中点击 Adjust Bitmap 按钮时，将引出一个如图 7-74 所示的标有 Adjust Object Bitmap Placement 的对话框，你会经常用到此对话框来改变位图的比例、调节它们在所附对象上的位置并定义位图是否平铺显示还是裁剪显示。用 RMAT 命令中的 Adjust Bitmap 按钮来获得一个与此几乎完全相同的对话框，也可以用 BACKGROUND 命令中的 Adjust Bitmap 按钮来获得与此类似的一个对话框。

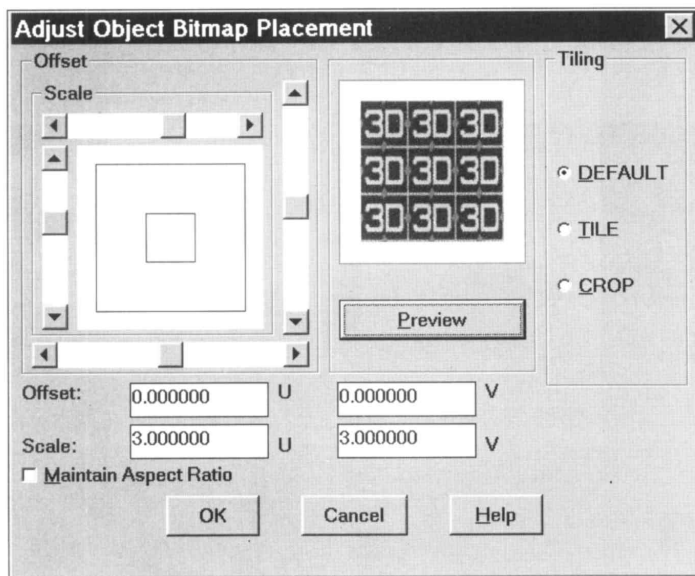


图 7-74

对话框中的 Scale 值表示这个位图将要重复的次数，你可以设定使得在 U 方向的比值与 V 方向的比值不同。其数值可以通过图像上部和左部的滑块来设置，也可以通过 Scale 编辑框输入数据来设置。

对话框中的 Offset 表示图像中心点的偏移值，它可以在 -1.0~1.0 之间调节，同 Scale 一样，它的值可以在两个方向上互不相同。你可以通过图像下部和右边的滑块来改变这个值，也可以在 Offset 编辑框中输入数据来改变其值。

比值和偏移这两个值的共同特征是它们的输入值只能在 7 位数以内，同时不可以在输入 7 个数字后再输入数字，必须先删除几个数字后才能改变原来的数值。当 Maintain Aspect Ratio 复选框被选中后，U 和 V 方向就被锁住，只要有一个方向的值变化，另一个也随之变化。

当 TILE 单选按钮被选中后，位图图像就会重复出现直至填满整个表面。相反，如果 CROP 单选按钮被选中，则位图图像就在所选表面上只显示一次。其余区域则被渲染成对象材质的颜色。要使这两个单选按钮中任一个起作用，Scale 这个值必须大于 1。

通过 RMAT 命令设置的位图位置作为总的设置作用于材质，而通过 SETUV 命令设置的位图位置仅作用于特定的对象。因此，附加到某一个对象上的材质可以具有与该对象上的位图不同的比值和偏移值。如果这样的话，偏移值就会累加而比例只会得到相乘的结果。

平铺也可以在对象和材质之间不同,因而在 SETUV 命令中的 Adjust Object Bitmap Placement对话框有一个标有DEFAULT的单选按钮。如果这一按钮被激活,位图是否平铺还是裁剪显示由对材质总的设置决定。点击 TILE或CROP单选按钮则可覆盖对材质的设置。

提示 你必须用单行AutoLISP功能来从对象上移去UV映像,在命令行上输入以下内容:

(c:setuv "d" (ssget))

系统会提示你选择那些需要移去UV映像的对象。

练习:创建并作用材质

以下我们将让你通过三个练习来创建和应用材质,这三个练习都是对如图 7-75所示的房屋3D表面模型的外表面附加材质。该图在第4章中设置远景视图时用过。

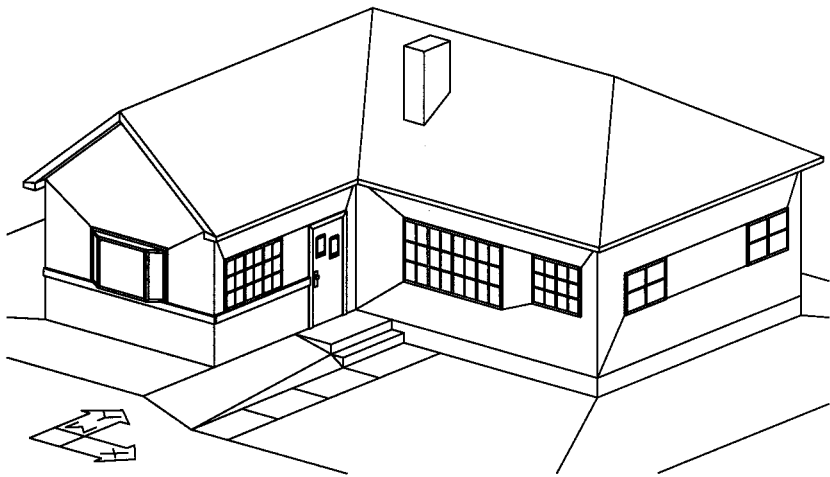


图 7-75

在随书所附光盘上找到3d_p7_06.dwg这个文件并打开该文件,以下的三个练习都要在这张图上进行操作。

练习一

在第一个练习中我们将创建一个用于房屋墙壁的材质,这个材质将不使用任何位图,而只是简单地材质设定一种颜色。

运行RMAT命令,确认材质的类型为Standard,点击New按钮。在New Standard Material对话框中,为新的材质起名为SIDING,并将Color/Pattern、Ambient和Reflection这三个属性的值设为1.00。激活Color/Pattern属性,清除By ACI复选框,将Red(红色)和Green(绿色)两种颜色值设置为0.80,并将Blue(蓝色)设置成0.50。最后,点击OK按钮返回Materials对话框。

在Materials对话框中,点击By Layer按钮弹出Attach by Layer对话框,在左边的列表框中选中SIDING,然后在右边的列表框中选择Wall_sf层。然后,点击Attach按钮。在这个对话框以及Materials对话框中点击OK按钮退出RMAT命令。

渲染这一场景,结束练习一。在这一练习中,渲染的类型对结果没有任何差异。渲染的结果应该使房屋的墙壁变得明亮而且颜色是棕黄色的。

练习二

在这个练习中，将用一个杉松木瓦的位图文件来创建一个用于房屋屋顶的材质。将这个材质附加到屋顶表面后，还要用 SETUV 命令调整这个位图。

首先将层 Roof_sf 设置成当前层，并冻结所有除 Ashade 以外的其他层（AutoCAD 渲染时要用到这一个层），这有利于你对用作屋顶的 5 个 3D 表面进行操作。

将视图在 XY 平面内沿 X 轴旋转 320° ，随 XY 平面旋转 40° ，所得视图应该如图 7-76 所示。

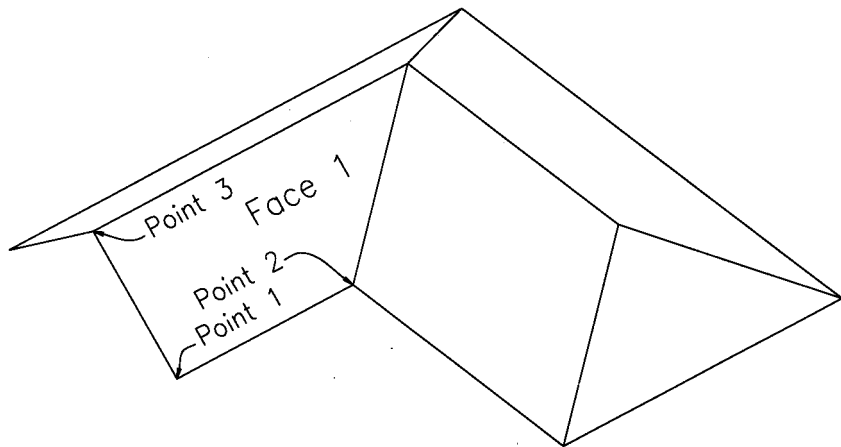


图 7-76

执行 RMAT 命令，确认材质类型为 Standard，点击 New 按钮，将新的材质命名为 ROOF。点击 Color/Pattern 属性这一单选按钮，然后点击 Find File 按钮，找到名为 ishing12.tga 的文件，双击该文件或点击 Open 按钮将其转换成你的材质。将 Bitmap blend 值设置到 1.00。这样创建材质的过程就完成了。如果你要想知道图像的结果是什么样的，可以通过用锥形方式对图像进行预览。

点击 OK 按钮返回到主材质对话框中，然后在材质列表框中选择 ROOF 材质，点击 Attach 按钮。AutoCAD 将隐去对话框，单独拾取每一个 3D 表面，按 ENTER 键返回到对话框，点击 OK 按钮结束 RMAT 命令。

现在你可以渲染一下场景以确保材质已被附加上去并显示出材质的映像。在这里的渲染以及以下所作的渲染，必须用照片级真实感渲染类型。位图映像的比值和方位可能会不正确，必须用 SETUV 命令来进行调整。

运行 SETUV 命令，当提示选择一个对象时，请选择图 7-76 中标有 Face 1 的 3D 表面，在 Mapping 对话框中，确认投影类型为 Planar，点击 Adjust Coordinates 按钮。

由于这个 3D 表面与三个 WCS 平面都不平行，选择 Picked Plane 单选按钮，AutoCAD 将隐去对话框并发出以下三个命令行提示，根据提示分别拾取图 7-76 上的三个点。

Place the lower left corner of the mapping plane: (拾取 point 1)

Place the lower right corner of the mapping plane: (拾取 point 2)

Place the upper left corner of the mapping plane: (拾取 point 3)

随后将重新显示 Adjust Planar Coordinates 对话框。位图的 U 向将由第一个点指向第二个点，V 向将由第一个点指向第三个点。按 Adjust Bitmap 按钮将弹出 Adjust Object Bitmap Placement 对话框。在这个对话框中，将偏移值设成：

U=0.000000

V=0.025000

将比值设成：

U=10.00000

V=8.000000

最后，点击OK按钮退出SETUV命令。

当你渲染这个场景时，这个3D表面的图案应该类似于如图7-77中所示的图案。你可以对材质用Render's Query for Selections选项以得到正确的渲染。

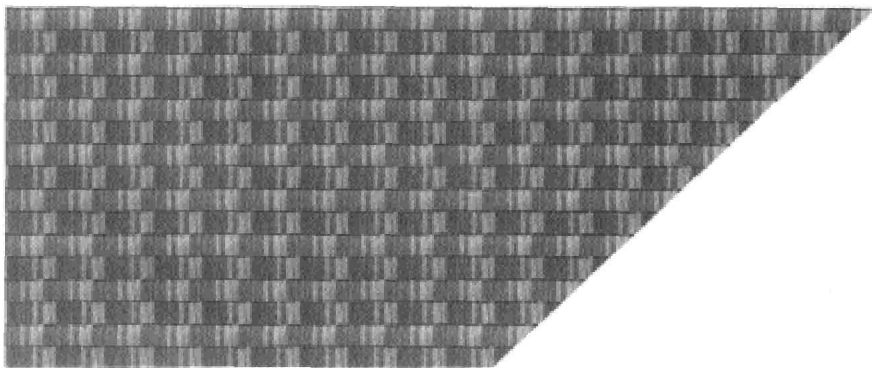


图 7-77

连续用SETUV命令四次，分别对其他四个3D表面进行坐标设置。图7-78显示了房屋的平面视图，用该图来创建每个投影面的转角。在每个投影平面的左下角为第一个点，右下角为第二个点，而左上角只是第三个点。

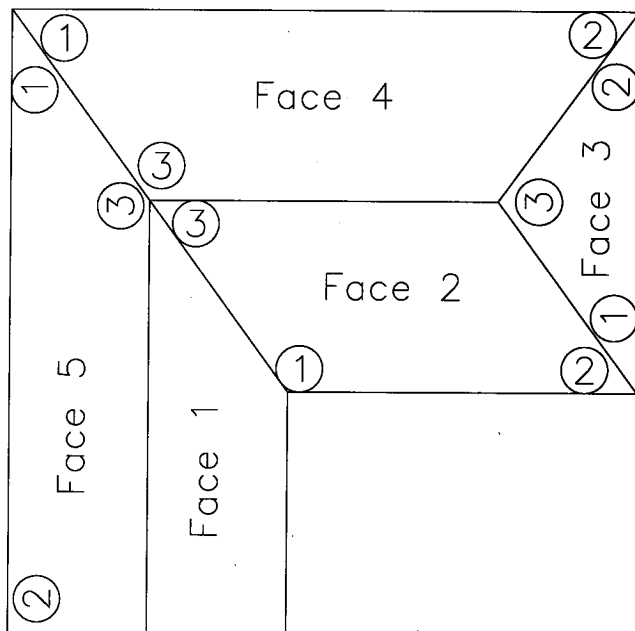


图 7-78

将每一个投影平面的 UV 比值设置成如表 7-4 所示内容。这些比值是基于 3D 表面的相对尺寸而定的，它们将以近似相等的大小盖在每一个 3D 表面上。你不必对这三个表面进行任何偏移调整。

表 7-4 UV 比值

方 向	第一表面	第二表面	第三表面	第四表面
U	14.280000	15.700000	20.570000	20.570000
V	11.440000	11.440000	11.440000	11.440000

当你设置好投影的方向和比值后，渲染这屋顶的五个表面。一排排屋顶板应该与屋顶的边相互平行，并且屋顶板的尺寸应该与每个 3D 表面大致相等。屋顶渲染的一部分特写镜头如图 7-79 所示。我们也许要使得屋顶板更加多样性和随意性，但 `ishing12.tga` 只是一个来自 AutoCAD 的位图文件。

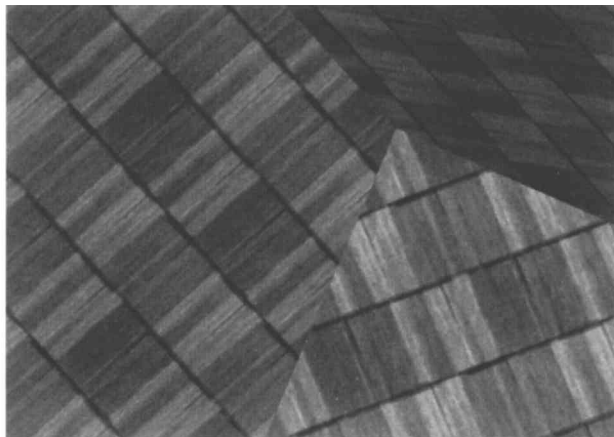


图 7-79

练习三

在最后一个练习中，将要创建一个具有材质图案和砖块状的凹凸贴图纹理图案的材质，并把这个材质附加到这个房屋上。还将用 SETUV 来调整投影平面的比值和方位，这和前面练习中的有所不同。

解冻并切换到 Brick02 层，冻结所有其他层。然后，将视图在 XY 平面内沿 X 轴旋转 33.0°，沿 XY 平面旋转 2.0°。此时在这个层只有两个 3D 表面对象。

运行 RMAP 命令并开始一个新的标准材质，将其命名为 BRICK。激活 Color/Pattern 属性，点击 Find File 按钮，找到名为 BMBRICK.TGA 的文件，并将它放到材质中。因为这个文件图像非常暗，因此将位图混合值设置到 0.50，然后关闭 By ACI 复选框并将 RGB 颜色值设成：Red=1.0、Green=0.70 和 Blue=0.50。将 Color/Pattern 设置成 1.00。这个颜色将透过砖块映像显示出来。

点击 Bump Map 属性这一单选按钮，然后再点击 Find File 按钮定位到名为 BMBRICK.TGA 这一文件，将其转到材质中。将它的混合值设置 0.10 并点击 OK 按钮返回到主材质对话框中。在材质框中选中 BRICK 后，点击 Attach 按钮并拾取两个 3D 表面。

此时的渲染还不是很满意，因为两个 3D 表面是垂直于 WCS 的 XY 平面的。根据缺省值，

AutoCAD的渲染假定那个平面平行于 WCS的XY平面。

运行SETUV命令并拾取图 7-80中的第一个3D表面, 在激活Planar投影方式复选框的情况下, 在贴图对话框中点击 Adjust Coordinates按钮。

在 Adjust Planar Projection对话框中, 点击 WCS XZ Plane 单选按钮, 然后点击 Adjust Bitmap按钮。在 Adjust Object Bitmap Placement对话框中, 设置 U方向的 Scale值为6.0, V方向的 Scale值为2.0。位图不要偏移。然后退出 SETUV命令对话框。

用相同的步骤对第二个 3D表面进行坐标的设置, 这一个平面的投影平面平行于 WCS YZ平面。位图在U方向的Scale值为4.0, V方向的Scale值为2.0。不需要设置偏移值。

现在渲染这两个3D表面, 渲染结果应该如图 7-81所示这一特写镜头。

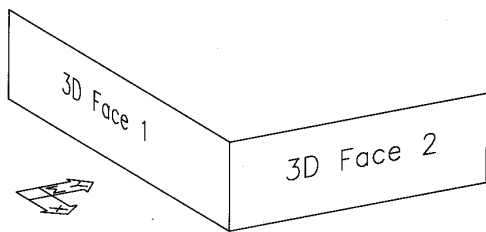


图 7-80

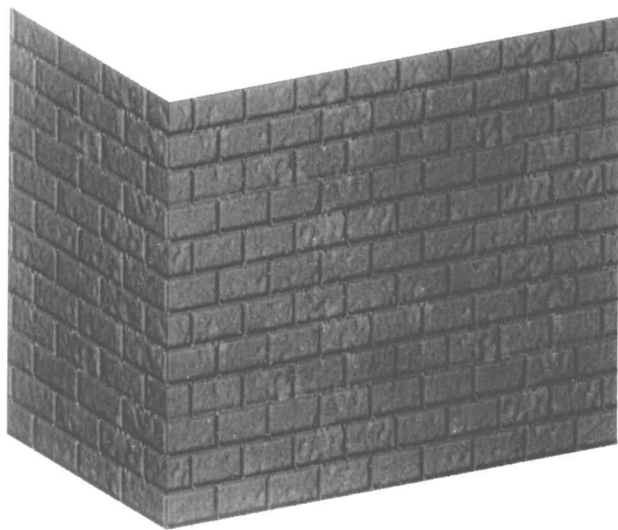


图 7-81

这样我们就完成了用渲染材质的练习, 这时你应该将所有的层解冻, 对整个模型进行渲染。

用以上练习所作的具有所有材质的3D房屋文件为3d_p7_07.dwg文件, 在随书光盘中可以找到。

在这个文件的模型中对烟囱附加了 BRICK材质, 绘图包含两个平行光, 外加一个来自 BLOUD.TGA的位图文件的背景图像。这个位图文件的路径是: C:\Program Files\Acad2000\Textures。如果你的 AutoCAD文件的安装路径重新定制了, 就必须相应地改变这一位图文件的路径以便使这个位图与材质相结合。

房屋的一部分渲染图如图 7-82所示, 那些没有附加材质的对象被渲染成材质本身的颜色。现在, 你已经具备了使用材质的所有方法, 如果有时间, 可以在这个模型上添加更多的材质来进行练习。



图 7-82

你可能会认为房屋上的墙壁是否有点太“完美”了，那么一个基于位图的纹理也许可以解决这一问题，AutoCAD没有包含任何一个相匹配的位图文件。同样，玻璃也太理想了，如果有的话，你可以在这个模型上附加一个合适的位图文件，AutoCAD同样也不曾提供任何相匹配的位图文件。

7.25 配景对象

你已经知道位图文件是如何用作渲染的背景，又是如何在材质上添加纹理和图案创建真实对象的。现在你将看到位图是如何被用作配景（landscape）对象添加到树状物（如图 7-83 所示）、灌木、人物等等的图像上进行渲染的。配景对象不同于那些被附加到自身对象的材质。你不一定要根据附加到表面对象上材质的属性来使用它们。

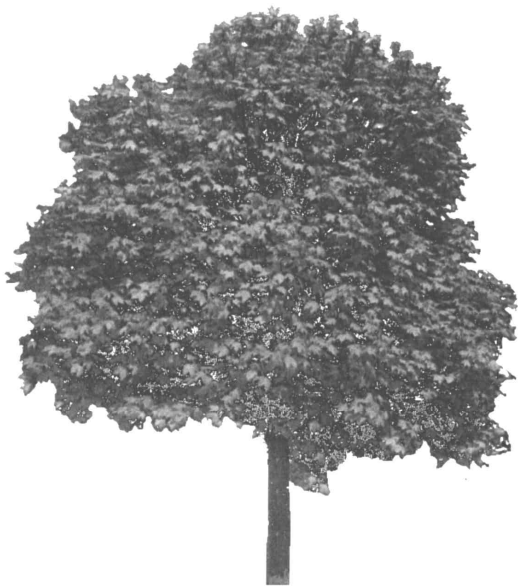


图 7-83

有三个命令可以用于配景对象。LSNEW用于在绘图中插入一个配景对象，LESEDIT用于编辑已经存在的配景对象，而 LSLIB可以帮助你库文件来管理配景对象。还有一个命令 FOG可以在渲染的真实感图形上通过淡化特定的区域来强调距离感。

FOG可以用来设置成对渲染中的所有对象有效，包括配景对象和背景。运行这些命令的菜单和工具条按钮如图 7-84所示。

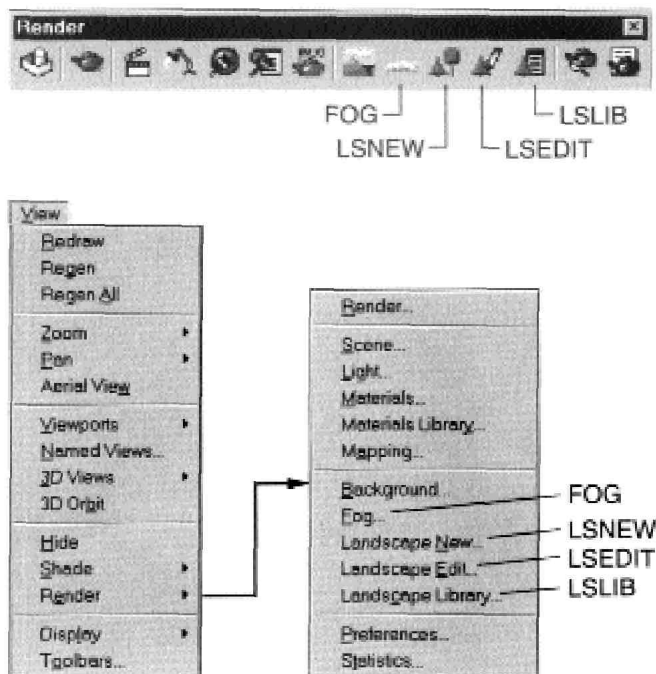


图 7-84

7.26 LSNEW命令

这一个命令用于在绘图中插入配景对象，该命令使用如图 7-85所示 Landscape New对话框。

在对话框的左上角是一个当前配景库中的配景对象列表，参见在 LSLIB命令中对配景库的描述。通过点击配景名称选择对象添加到绘图中。你只能选择一个对象，可以通过点击 Preview按钮来预览所选的对象。

插入的配景对象将以一个矩形或三角形的 3D表面形式显示出来，在其下面标出了对象的名称。然而在渲染时则会使用位图的图像。为了渲染得当，必须使用照片级真实感渲染或照片级光线跟踪渲染作为渲染类型。配景对象在照片级光线跟踪渲染并设置激活阴影的情况下，甚至还能在光照作用下产生阴影。

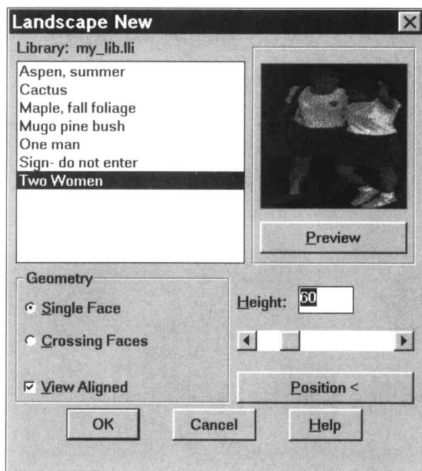


图 7-85

配景对象是特殊的 AutoCAD 对象，用 LIST 命令将显示其对象为 Plant 类型。不过，它们具有图形交互程序设计功能，对大多数 AutoCAD 的编辑命令都能响应，并可被移动、复制、放大和删除。

在配景对象列表框下面是一组控制所选对象几何形状的选项。标有 Single Face 和 Crossing Faces 的单选按钮用于决定配景对象是否投影到单一表面还是两个互相垂直的表面。图 7-86 显示的是一个单一平面的配景对象的例子，图 7-87 显示的是两个互相垂直表面的配景对象例子。

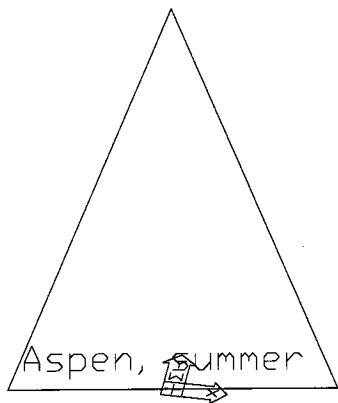


图 7-86

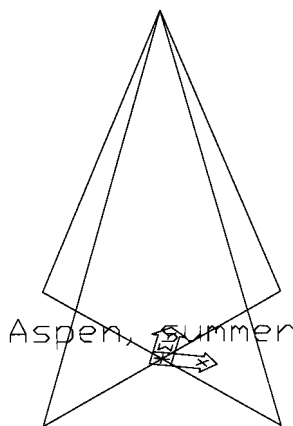


图 7-87

图7-88则是这两种类型的渲染例子。左边是两个互相垂直表面的对象，而右边是单一平面的对象。



相互垂直表面对象

a)



单表面对象

b)

图 7-88

当 View Aligned (视图对齐方式) 复选框被选中后，配景对象将始终面向当前视图方向。不管视点如何改变，这个对象总能自动地旋转并与一个新的视图方向相匹配。这时，配景对象将以一个三角形显示出来，并且 AutoCAD 的 ROTATE 命令将对它不起作用。

当不选中 View Aligned 复选框时, 配景对象将与当前 UCS 的 XZ 平面对齐, 它的方向将不随视图的方向改变而改变。这时, 配景对象将以一个矩形显示出来而不是用三角形, 它可以被旋转。图 7-89 显示了一个典型的对齐方式下配景对象的线框图和渲染图。

单表面对象(不平行于视图)

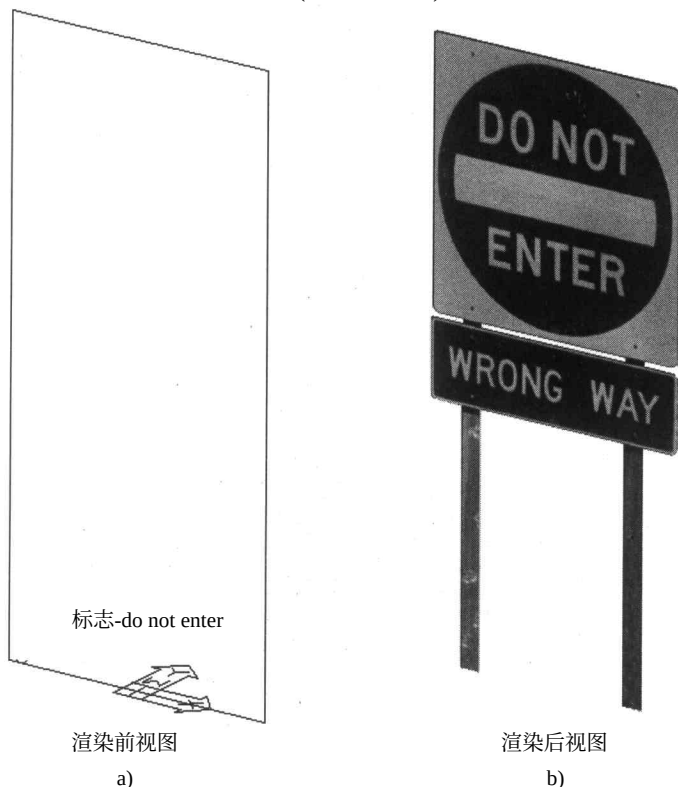


图 7-89

当前绘图单位下配景对象的高度可以通过在标有 Height 的编辑框中输入一个数值或者用编辑框下的滑块来设定。

你必须用一个大于 100 的数值在编辑框中设定高度, 配景对象的高度方向始终为 UCS 的正 Z 方向。

缺省情况下, 配景对象始终放置在 UCS 的原点, 但你可以通过点击 Position 按钮来重新指定一个位置。点击 Position 按钮后, AutoCAD 会暂时隐去对话框, 让你指定一个位置值。

提示 非平面对象的配景对象, 如树木和人物等, 最好以视图对齐方式插入以保证它们始终面向视图方向。另一方面, 标记等其他平面对象的配景对象通常是以非视图对齐方式插入较好。

你可以根据对象名字的外观知道非视图对齐方式的配景对象的朝向。如果这个名字是反过来显示的, 则对象的正面是远离相机的一面。

相关命令

- LSEdit (配景对象编辑命令) 用这个命令可以对已有的配景对象进行编辑。
- LSLib (配景对象库命令) 当前配景对象库, 显示在 LSNEW 中列表框内的配景对象是由 LSLib 这一命令来控制的。

7.27 LSEdit命令

当执行这个命令时，AutoCAD显示一个命令行提示，让你选择一个配景对象。然后将显示一个Landscape Edit对话框，这个对话框与Landscape New对话框具有相同的特征，除了被选中的配景对象外，列表中的其他配景对象名称均不可选。你只能编辑被选中的对象，参见描述LSNEW命令时对Landscape Edit对话框特性的解释。

7.28 LSLIB命令

这一命令将决定在LSNEW命令中的列表框要显示哪些配景对象。该命令使用图 7-90的Landscape Library对话框。

图7-90中列表框显示了当前配景库中的对象，配景库的名字显示在列表框的上方。如果要改变配景库，则可以点击Open按钮并从Open Landscape Library对话框中选择一个新的库文件名。配景库文件的扩展名为.LLI。

如果你希望在库中移去一个配景对象，选中这个对象的名字并点击Delete按钮。点击Save按钮将显示出来的配景对象保存到库文件中，这是一个标准的文件管理对话框，你可以将库文件保存到不同的文件夹下，也可以用不同的文件名进行保存。

如果你希望在库中添加另一个配景对象，请点击New按钮；如果你希望修改一个已经存在于库中的配景对象，请点击Modify按钮。这些按钮都使用一个相同的对话框，如图7-91所示，只是它们的名字不同而已。点击Modify按钮显示Landscape Library Edit的对话框，而点击New按钮则显示Landscape Library New的对话框。



图 7-90

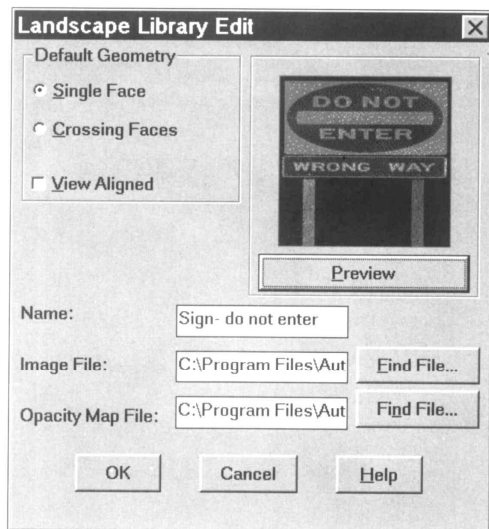


图 7-91

在编辑框中输入或改变对象的名字。当这个配景对象被插入到绘图中时，用这个名字显示这个对象。对象的名字可以长达19个字符，也可包含空格。

你必须为配景对象指定两个文件，一个是 Image File (映像文件)，这个文件将以黑色背景显示配景对象。另一个文件为 Opacity Map File (不透明贴图文件)，这个文件将在映像区域显示白色，背景也是黑色。图 7-92a 是一个映像文件的内容，而图 7-92b 是一个与之相对应的不透明贴图文件内容。

这两个黑白映像的结合可以保证图像在渲染时显示出来。你可以回顾一下前面对纹理贴图的讨论，白颜色是不透明物而黑颜色是透明的。你可以直接在编辑框中输入这些文件名，也可以通过 Find File 按钮通过浏览找到这些文件。

Preview 按钮可以对映像进行预览。

Default Geometry 这一组选项用于设置在 Landscape New 对话框中的几何条件，当然你可以通过这个编辑框修改这些缺省设置。

提示 尽管配景对象对一个真实感渲染是很有用的，但 AutoCAD 只提供了 11 个配景对象。如果你在安装 AutoCAD 时选择的是典型安装，则在缺省的配景库文件中只有一个配景对象。这种情况下，你可以将 AutoCAD 2000 安装光盘上 Acad\Support folder 下的 render.lli 文件拷贝到你计算机上的 Acad2000\Support 文件夹下；同时如果你还没有将光盘上 Acad\textures 文件夹下的文件拷贝到你计算机上的 Acad2000\Textures 文件夹下，也必须将它们拷贝过去。

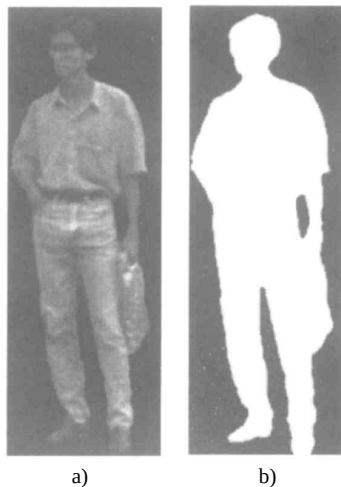


图 7-92

7.28.1 相关命令

LSNEW (显示配景对象命令)

使用这个命令可以在对话框中将当前配景文件库中的配景对象显示出来，从这里可以将它们插入到绘图中。

7.28.2 练习：美化 3D 房屋

在这一个练习中，我们来把材质练习中的 3D 房屋加上一些配景对象。在随书所附光盘上找到 3d_p7_08.dwg 这个文件，该文件中的模型附加上了屋顶、砖块和墙壁材质，另外还增加了一些额外的 3D 表面以防止在房屋下方看到背景图。在这个模型中我们将添加一些灌木和树。当你打开这个文件时，将以配景视图形式显示。如果不是这样，就用 VIEW 命令恢复名为 50_FOOT_PERSPECTIVE 的视图。

运行 LSLIB 命令，如果 Landscape Library 对话框中显示的当前配景库名是 render.lli，并且库中有 11 个配景对象，就不必作任何修改，退出 LSLIB 命令。如果 render.lli 不是当前的配景库文件，点击 Open 按钮找到这个文件（该文件应该在 Support 这个文件夹下）。找到该文件后，选中该文件并点击 Open 按钮将它引入到 Landscape Library 对话框中。

如果 render.lli 文件没有 11 个配景对象，点击对话框中的 New 按钮，为两个配景对象（灌木和树）添加文件。这些文件通常在 Acad2000\Textures 文件夹下。你在库中需要的配景对象名称为：

配景对象1：映像文件——8bush021.tga

不透明贴图文件——8bush02o.tga

配景对象2：映像文件——maple.tga

不透明贴图文件——maple_op.tga

注意不透明贴图文件的最后一个字符为字母 o，而不是数字零。确认保存修改后的 render.lti，退出LSLIB命令对话框。

现在，运行LSNEW命令，选中名为Bush#1的对象（或者其他你自己定义的名字），设置几何方式为Crossing Faces并打开View aligned复选框。将灌木的高度设到50（大约略高于4英尺），然后点击Position按钮，AutoCAD将提示输入位置，由于你现在在配景视图下，因此必须键入插入点的坐标。在命令行上输入：36',15',-1'4。如果你不习惯于英制单位输入，可以输入432,180,-16。确认在输入Z坐标时应该有一个负号。点击OK按钮结束LSNEW命令，这时，灌木就会用两个相互垂直的三角形显示在房屋的前面。

下一步，你将要做两个灌木的拷贝。用AutoCAD的COPY命令拷贝一个灌木放在距X方向5英尺（60个单位）的地方，另一个灌木放在X方向10英尺（120个单位）的地方。由于是配景视图模式，做这些拷贝的最好方法是在命令行上输入相对位移值。

做一个带有配景对象和阴影的渲染通常比较费时，所以在渲染前先把树也设置好。再次运行LSNEW命令，选中名为Norway Maple, Fall的文件（如果你的配景库不一样的话，选择对应的文件）。将几何方式设置成Crossing Faces，确认View Aligned复选框被打开。将树的高度设到360（30英尺），由于滑块的最大高度值在100以内，所以必须在编辑框中输入这个值。点击Position按钮，输入坐标值：53',12',-1'4（或636, 144, -16）。

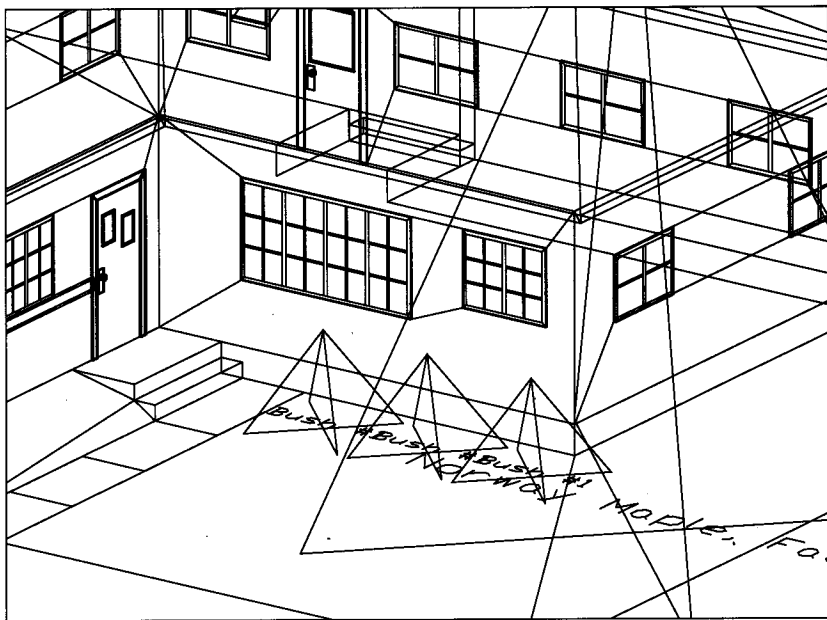


图 7-93

如果你用等轴测视图来观察这一配景视图的话，如图7-93所示，看到的将是一些简单的包含有对象名字，和用LSNEW命令指定的一定高度的三角形图案。然而，它们却包含有渲染

时所看到的三个灌木和一棵树的所有信息。

确认当前视图为50_FOOT_PERSPECTIVE方式，执行RENDER命令，点击Background按钮弹出Background对话框，点击Image单选按钮，找到并加载cloud.tga绘图文件作为背景图像。返回到Render对话框，使用照片级真实感渲染或照片级光线跟踪渲染方式，由于使用了测定体积的阴影方法，用照片级光线跟踪渲染方式在渲染时可能要快一些。另外，只有照片级光线跟踪渲染方法才能在对配景对象产生阴影。在对话框中点击Render按钮。

此时，你的渲染应该看上去如图7-94所示。注意，配景对象产生了阴影，就像它们是一个真的3D实体一样。



图 7-94

随书所附光盘上有一个插入了四个配景对象的文件3d_07_09.dwg。

7.29 FOG命令

该命令在渲染时给对象额外添加一个颜色，每一个对象着色的程度取决于该对象与相机之间的距离。这个额外的颜色的作用是为了产生一个远距离和深度的幻觉。如果颜色比较明亮，如白色，则有类似被薄雾笼罩的效果。如果颜色比较暗，则对象变得暗淡模糊，犹如与相机的距离增加了。我们称这一功能为雾化。

雾化的设置是通过如图7-95所示的Fog/Depth Cue对话框来控制的。该对话框是在FOG命令执行后显示的，也可以由RENDER和RPREF命令对话框中的Fog/Depth Cue按钮来获得。

雾化由对话框靠近顶部的Enable Fog复选框选择打开和关闭。AutoCAD保持在复选开关选择关闭之前的当前设置效果，所以你不必对设置的值进行复位。

当Fog Background复选框选中后，雾化效果的设置也将作用于渲染的背景上。这一特性有利于使用映像作为背景时的效果。

用于颜色的一组选项可以控制雾化的颜色，你可以为三种颜色值单独进行设置，可以用RGB或HLS颜色系统。点击Select Custom Color按钮可以弹出一个显示颜色范围的对话框，这可以供你在选择颜色时使用。按Select from ACI按钮将弹出一个与LAYER命令所用相同的

Select Color对话框。纯白色是雾化颜色的最好选择，而纯黑色则是使对象随距离变暗淡的一个最好选择。

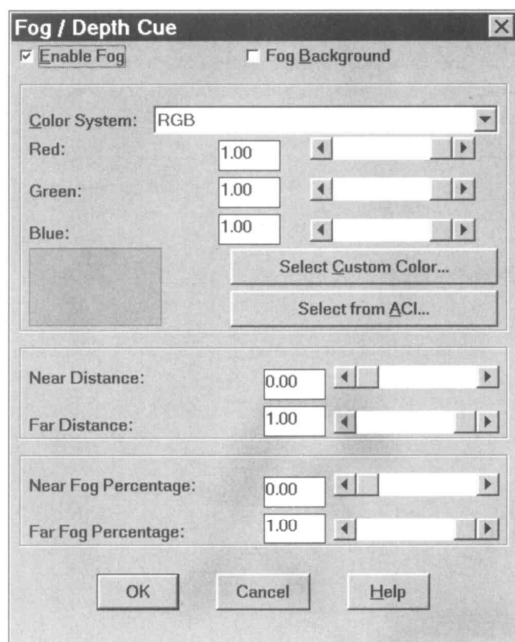


图 7-95

由Near Distance 和 Far Distance编辑框或它们的滑块设置的值可以决定开始和结束位置。它们代表相机与后向剪裁平面之间距离的百分比。你可以回顾一下我们在第 4章讨论的由DVIEW命令建立的这个平面。尽管可以用 AutoCAD2000中的CAMERA和3DCLIP命令来建立这一平面，但用DVIEW命令可以使你更精确地设置目标和剪裁平面的定位。

由Near Fog Percentage和Far Fog Percentage这两个值可以决定在远近距离上的雾化百分比。你可以通过滑块或在编辑框中输入 0~1之间的数值来设置它们。

7.29.1 相关命令

DVIEW（动态观察命令）

用于FOG命令的摄像头和后向剪裁平面的定位由这个命令来建立和控制。

7.29.2 练习：使用雾化

我们已经用过的3D房屋没有足够的相对距离来演示雾化效果，所以我们用另一个制作的例子来代替。找到并打开文件 3d_p7_10.dwg。在这个文件中的对象包含有 11个3D表面，这些平面都垂直于视线，如图 7-96所示。3D表面在Y方向均匀分布，每一个表面都用数字标出以让你认定它们的位置。

相机与第一个3D表面在一个平面内，而目标点与最后一个表面在同一平面内，后向剪裁平面建立在目标处。图 7-96显示了这一设置，但当你打开这个文件时只能简单地看到一排 11个经编号后的正方形。另外，AutoCAD图形区域将被分成四个水平的视口，如图 7-97所示。每个视口的视图方向坐标为 0,-1,0。你应该保留这一被分成四个视口的屏幕，也不要改变它们的视图方向。

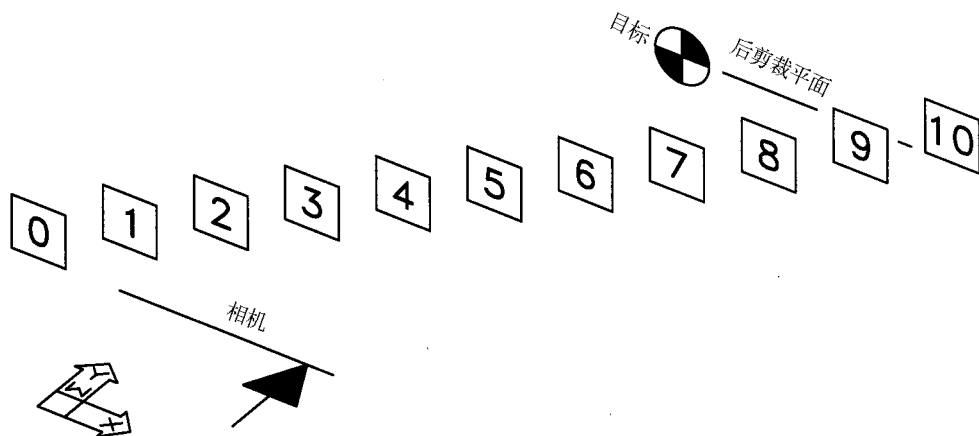


图 7-96

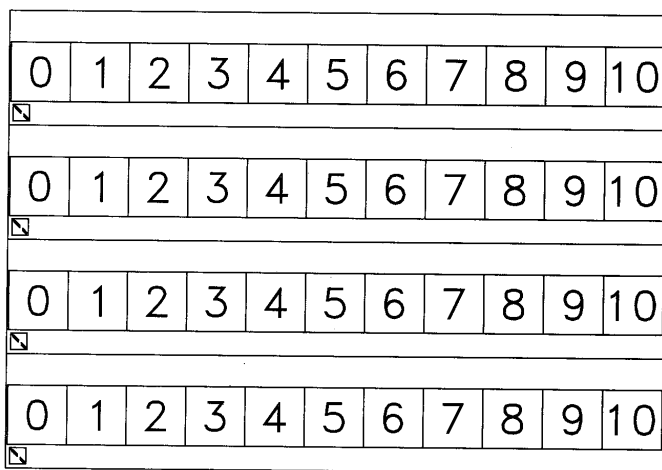


图 7-97

本练习只是简单地对每一个视口用不同的雾化设置进行渲染，用视觉判断对渲染结果进行比较。你应该用 Render 对话框中的 Fog/Depth Cue 按钮来设置雾化参数，而不是重复执行 FOG 命令来进行。你应该用不同的雾化颜色、距离和组合比例来自行练习。我们建议从一个黑色的雾化颜色开始，将每一个视口的参数设置如下：

第一个视口：

Near Distance: 0.00

Far Distance: 1.00

Near Fog Percentage: 0.00

Far Fog Percentage: 1.00

第二个视口：

Near Distance: 0.00 Far distance: 1.00

Near Fog Percentage: 0.50

Far Fog Percentage: 1.00

第三个视口：

Near Distance: 0.50

Far Distance: 1.00

Near Fog Percentage: 0.00

Far Fog Percentage: 1.00

第四个视口：

Near Distance: 0.00

Far Distance: 0.50

Near Fog Percentage: 0.00 Far Fog Percentage:1.00

以上设置的渲染结果如图 7-98所示。

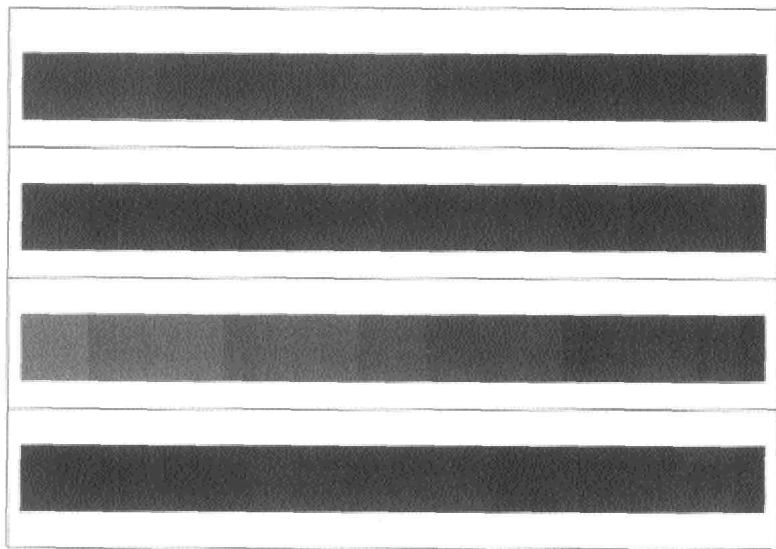


图 7-98

复习题

根据题目要求填空

1. 指出三种渲染类型（Render、Photo Real和Photo Raytrace）中哪些类型支持下列列表中的特性（列表中某有些特征可支持一种以上渲染类型）。

- | | |
|---------------|---------------|
| _____ a. 位图图像 | _____ b. 光线折射 |
| _____ c. 反射映像 | _____ d. 明暗效果 |
| _____ e. 阴影效果 | _____ f. 透明材质 |

回答下列问题

2. 矢量图像文件与位图文件的区别是什么？
3. 什么是场景？
4. 渲染对话框中的Query for Selections和Crop Window按钮起什么作用？
5. 列出AutoCAD中提供的用于捕捉渲染到文件中的方法。
6. 渲染背景的组成是什么？
7. 渲染中曲面方向与光束之间的关系是什么？
8. 什么是渲染中的环境光？
9. 衰减是光强度的减少，列出支持衰减的光源类型。线性衰减和平方衰减哪个衰减得快？
10. 如何使有明显边缘的渲染产生阴影？
11. 当瞄准平行光时，什么是北向的法线方向？
12. 聚光源中强光区锥体和弱光区锥体的区别是什么？
13. 什么是折射光线？AutoCAD中哪一种渲染类型可以处理折射光线？什么是折射角？哪

一种渲染类型可以处理折射角？

14. 哪种AutoCAD材质属性可以控制反射表面上的相对大小和高度？
15. 列出四种纹理贴图的类型以及它们的属性？
16. 在纹理贴图中U、V方向上的位图比值设置成2.0后的结果是什么？
17. 平铺显示和裁剪显示的区别是什么？要让平铺显示和裁剪显示有效应具备什么条件？
18. 说出三种样板材质的名称，它们是如何不同于纹理贴图的？
19. 列出在对象上附加材质的三种不同的方法。
20. 在New/Modify Standard Material对话框中的哪一种材质属性和哪一个复选框可以使表面反射背景对象？三种渲染中必须用哪一种类型使曲面具有反射特性？
21. 材质库的用途是什么？如何将一个材质从材质库中放到当前绘图文件中以便将它附加到对象上？
22. 当对混合有位图的材质进行操作时，为什么需要 SETUV命令？
23. 配景对象与材质有什么不同？
24. 用于创建配景对象的位图是哪两种？这两种位图又有何不同？
25. 雾化的远近距离是如何控制的？它们的值代表什么？

根据要求对下列题目进行配对：

26. 将以下列表中左边的背景与右边的特性相配对：
- | | |
|------------|------------------|
| _____ a.渐变 | 1) 在背景对面混合2~3种颜色 |
| _____ b.映像 | 2) 给背景涂一种颜色 |
| _____ c.合并 | 3) 在背景上显示一个位图 |
| _____ d.对象 | 4) 在渲染前不清除屏幕 |
27. 将以下列表中左边的光源类型与右边的光源特性相配对：
- | | |
|-------------|----------------------------|
| _____ a.平行光 | 1) 光线相互平行且向一个特定的方向发射，不使用目标 |
| _____ b.点光源 | 2) 光线从一个源点向四面辐射 |
| _____ c.聚光源 | 3) 光线在一个锥形体内射向一个目标 |

圈出对应于下列每一个正确答案的字母：

28. 渲染时，表面反射光线但不阻碍光线。
- a. 正确 b. 不正确
29. 如果一个光源被赋予一种颜色，则光源会被这种颜色渲染。如一个红色点光源，渲染后会显示一个红色斑点。
- a. 正确 b. 不正确
30. 平行光可以照亮在光源后的对象。
- a. 正确 b. 不正确
31. 配景对象插入后可以使它们的方向始终朝向当前视图方向。
- a. 正确 b. 不正确
32. 配景对象具有产生阴影的能力。
- a. 正确 b. 不正确

