China-pub.com
下载

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	动态剪截模型遮挡的一部分
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）

需要全本请访问 www.ertongbook.com

China-pub.com 下载

(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、生成透视图并剪截模型遮挡的一部分
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

China-pub.com
下载

(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
LSEDIT	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。

China-pub.com 下载

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。

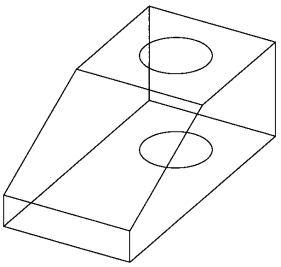
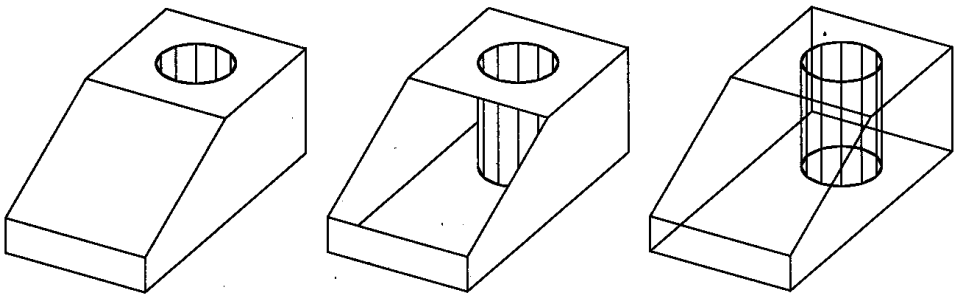


图 1-1

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。



a) b) c)

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

China-pub.com
下载

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。

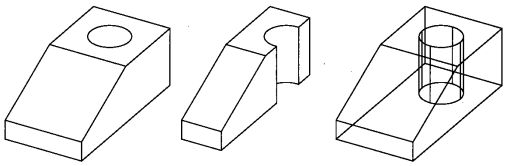


图 1-3

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。

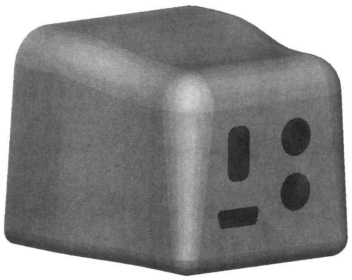


图 1-4

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

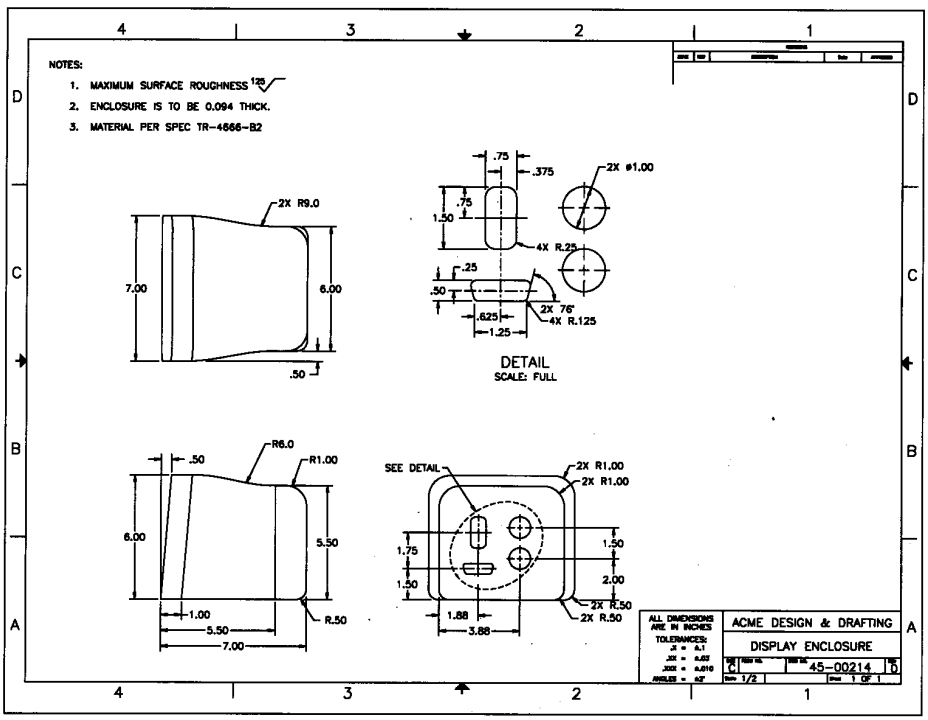


图 1-5

需要全本请访问 www.ertongbook.com

China-pub.com 下载

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统。
- 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统。
- 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

China-pub.com
下载

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。

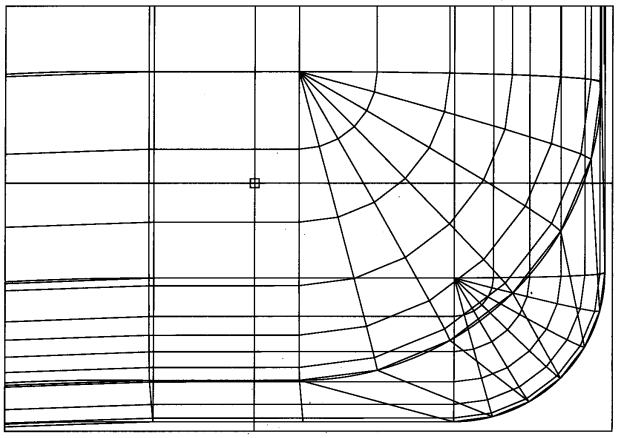
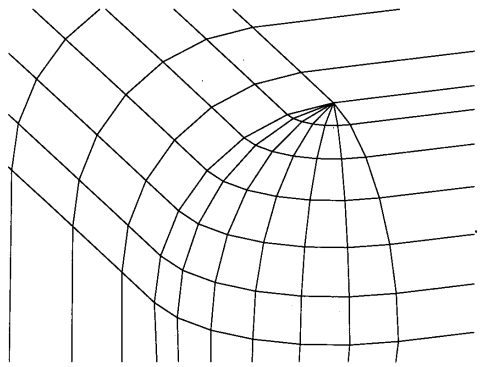


图 1-6

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

China-pub.com 下载

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。

China-pub.com
下载

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

需要全本请访问 www.ertongbook.com