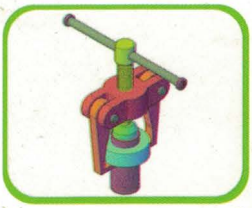
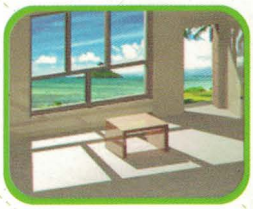
CAD/CAM/CAE工程应用丛书·AutoCAD系列

AutoCAD 2011

三维建模入门与实例解析









杨老记　梁海利　主编

- 合理的知识体系和学习流程
- 汇集教学培训和企业一线的成功案例
- 全面、系统地讲解AutoCAD设计的设计思路、操作方法和技巧
- 随书光盘附赠范例素材文件

附赠超值光盘

◆全书实例涉及的范例素材和最终效果

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

CAD/CAM/CAE 工程应用丛书 • AutoCAD 系列

AutoCAD 2011 三维建模入门与实例解析

主　编　杨老记　梁海利
副主编　高英敏　杨　颖
参　编　张莉萍　高运芳　马　英　郭凯生



机械工业出版社

本书以 AutoCAD 2011（中文版）为基础，全面、详细地介绍了AutoCAD 的三维建模功能。

对于 AutoCAD 传统功能，如实体及曲面建模等，除了细致的说明，疑难部分都通过实例予以阐明，同时注重建模技巧。对于 AutoCAD 最近几个版本的新功能，如子对象修改、小控件、网格功能、NURBS 曲面、实体和曲面以及网格的相互转换、创建截面、由三维模型创建二维图形等，都作了深入剖析。对于视图、视觉样式、视口、视图导航、光源、材质、渲染等，从概念到操作，都进行了详细阐述。

本书按问题的分类以循序渐进的原则编排章节。全书思路清晰、内容新颖、结构合理、实例丰富、语言通俗、准确实用。对于具有一定 AutoCAD 二维制图基础的读者，本书是学习掌握 AutoCAD 三维功能的理想教材。

本书适用于所有欲掌握 AutoCAD 三维功能的自学读者，还可作为机械类、土木建筑工程、计算机应用等各专业的高等院校教材，也可作为从事 AutoCAD 应用设计的工程技术人员的工具用书。

本书配备的光盘包含了书中所有实例，读者可打开与书中图号相对应的图形文件，对照学习。

图书在版编目（CIP）数据

AutoCAD 2011 三维建模入门与实例解析 / 杨老记，梁海利主编．—北京：机械工业出版社，2011.3（2012.1重印）

（CAD/CAM/CAE 工程应用丛书・AutoCAD 系列）

ISBN 978-7-111-33810-9

Ⅰ．①A…　Ⅱ．①杨…　②梁…　Ⅲ．①三维－模型－计算机辅助设计－应用软件，AutoCAD 2011　Ⅳ．①TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 046223 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号　邮政编码 100037）

策划编辑：丁　诚

责任编辑：丁　诚　杨　硕

责任印制：杨　曦

保定市中画美凯印刷有限公司印刷

2012 年 1 月第 1 版・第 2 次印刷

184mm×260mm・28.5 印张・705 千字

3501－5500 册

标准书号：ISBN 978-7-111-33810-9

ISBN 978-7-89451-922-1（光盘）

定价：63.00 元（含 1CD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

社 服 务 中 心：（010）88361066

销　售　一　部：（010）68326294

销　售　二　部：（010）88379649

读者购书热线：（010）88379203

网络服务

门户网：http://www.cmpbook.com

教材网：http://www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

出 版 说 明

随着信息技术在各领域的迅速渗透，CAD/CAM/CAE 技术已经得到了广泛的应用，从根本上改变了传统的设计、生产、组织模式，对推动现有企业的技术改造、带动整个产业结构的变革、发展新兴技术、促进经济增长都具有十分重要的意义。

CAD 在机械制造行业的应用最早，使用也最为广泛。目前其最主要的应用涉及机械、电子、建筑等工程领域。世界各大航空、航天及汽车等制造业巨头不但广泛采用 CAD/CAM/CAE 技术进行产品设计，而且投入大量的人力、物力及资金进行 CAD/CAM/CAE 软件的开发，以保持自己技术上的领先地位和在国际市场上的竞争优势。CAD 在工程中的应用，不但可以提高设计质量，缩短工程周期，还可以节约大量建设投资。

各行各业的工程技术人员也逐步认识到 CAD/CAM/CAE 技术在现代工程中的重要性，掌握其中一种或几种软件的使用方法和技巧，已成为他们在竞争日益激烈的市场经济形势下生存和发展的必备技能之一。然而仅仅知道简单的软件操作方法是远远不够的，只有将计算机技术和工程实际结合起来，才能真正达到通过现代的技术手段提高工程效益的目的。

基于这一考虑，机械工业出版社特别推出了这套主要面向相关行业工程技术人员的《CAD/CAM/CAE 工程应用丛书》。本丛书涉及 AutoCAD、Pro/ENGINEER、UG、SolidWorks、Mastercam、ANSYS 等软件在机械设计、性能分析、制造技术等方面的应用，以及 AutoCAD 和天正建筑 CAD 软件在建筑和室内配景图，建筑施工图，室内装潢图，水暖、空调布线图，电路布线图以及建筑总图等方面的应用。

本套丛书立足于基本概念和操作，配以大量具有代表性的实例，并融入了作者丰富的实践经验，使得本丛书内容具有专业性强、操作性强、指导性强的特点，是一套真正具有实用价值的书籍。

机械工业出版社

前　言

随着 AutoCAD 版本的更新，其三维建模功能越来越强大，可以和目前最强大的三维设计软件媲美。对于 AutoCAD 的众多二维用户，掌握 AutoCAD 的三维建模功能，相对是比较容易的。这是因为，无论二维绘图还是三维绘图，都是同一个软件，环境设置相通，界面可互相转换，操作方式类似，许多二维命令可以直接用于三维绘图。这种二维和三维之间的天然衔接，是 AutoCAD 的巨大优势之一。因此，在已基本掌握 AutoCAD 二维绘图的基础上，学习 AutoCAD 三维绘图，很容易上手，比重新学习另外一种三维软件，可以省去不少的学习时间。有理由相信，会有越来越多的读者要求掌握 AutoCAD 的三维功能。

本书基于 AutoCAD 2011（中文版），可以使读者全方位掌握 AutoCAD 的三维功能。具有以下特点：

内容全面。本书基本包括了与三维绘图相关的所有内容，全面反映了 AutoCAD 的三维功能。全书共 19 章，前 18 章是 AutoCAD 三维功能介绍，包括三维环境，三维工具，实体及曲面（包括网格和 NURBS 曲面）的建模方法和编辑修改，实体和曲面以及网格的相互转换，创建截面，由三维模型创建二维图形，子对象修改及小控件使用，视点视图，视觉样式，视口应用，导航命令，三维效果（光源、材质、渲染）等。由于实体建模应用最为广泛，因此专门在第 19 章列举了这方面的两个实例。

细致透彻。实际中，软件学习中的小问题往往是拦路虎。为了避免这种情况，对于概念的解释尽量通俗透彻，对于工具的使用、命令的操作、系统变量的设置等，都作了细致入微的阐述，便于读者理解掌握。

版本最新。所有内容严格按 AutoCAD 2011 版编写，真正地反映了 AutoCAD 2011 的最新三维功能。

长期有效。考虑到最近几年 Autodesk 公司每年均会推出一个 AutoCAD 新版本，为了适应这种变化，在本书的编写过程中，我们参考了 AutoCAD 的多个版本，分析和研究了其发展趋势，总结了其规律性的内容。可以预见，本书大多数阐述的概念、介绍的方法、应用的技巧等，都会在相当长的时间内适用、有效。

本书作者经验丰富。本书作者长期从事 AutoCAD 应用教学，指导的学生参加 AutoCAD 应用方面的全国大赛多次获奖，对 AutoCAD 的三维功能有较为深刻的理解，具有丰富的实践经验。

本书按问题的分类以循序渐进的原则编排章节。全书思路清晰，内容新颖、结构合理、实例丰富、注重技巧、语言通俗、准确实用。

要提醒读者的是，AutoCAD 的三维绘图入门并不难，但精通它则不易。有些内容要在长期的实践中细心琢磨，多次实践，方可领悟其本质。可能是 AutoCAD 的版本更新快的原因，其自身的个别帮助内容未能及时更新。因此，读者在学习过程中如果使用 AutoCAD 帮助，要对其内容认真研究，操作实践，搞清其真实的意义。

参与本书各章编写的人员有：高英敏、杨颖、张莉萍、高运芳、马英、郭凯生，全书由杨老记、梁海利主编、统稿。

由于作者水平有限，书中难免有不当或错误之处，真诚地希望读者批评指正。

编　者

本书的约定

为了更好地使用本书，读者还需了解以下约定：

（1）为了区分命令和系统变量，本书所有命令使用小写字母，所有系统变量使用大写字母。而 AutoCAD 在实际操作时并没有这样的区分。

（2）为了醒目，命令的输入方式用加粗宋体字。同一命令的各种输入方法分行列出。以拉伸对象创建实体和曲面的命令“extrude”的输入方式为例说明：

- 命令：extrude ↙。表示从命令提示区（也叫命令窗口或命令行）键入命令“extrude”后回车输入命令。
- 工具栏：建模→拉伸。曲面创建→拉伸。表示单击“建模”工具栏的拉伸按钮输入命令，或者单击“曲面创建”工具栏的拉伸按钮输入命令。
- 下拉菜单：绘图(D)→建模(M)→拉伸(X)。表示单击“绘图”下拉菜单，从“建模”子菜单中选择“拉伸”菜单项。
- 功能区：三维建模工作空间→“常用”选项卡→“建模”面板→“拉伸”下拉式按钮菜单的拉伸；三维建模工作空间→“实体”选项卡→“实体”面板→拉伸。表示在三维建模工作空间的功能区的“常用”选项卡的“建模”面板中单击“拉伸”下拉式按钮菜单，从中选择“拉伸”按钮。或者在三维建模工作空间的功能区的“实体”选项卡的“实体”面板中单击“拉伸”按钮。

（3）在介绍 AutoCAD 命令的使用方法时，楷体字加阴影是命令窗口中的提示。倾斜楷体字是用户对命令和提示的回答。以“↙”代表按回车键，多数情况也代表按空格键或鼠标右键。

目　录

出版说明
前言
本书的约定
第 1 章　AutoCAD 三维绘图入门 …… 1
1.1　三维视图的观察 …… 1
1.1.1　三维绘图环境 …… 1
1.1.2　特殊视点 …… 1
1.1.3　动态观察命令 …… 2
1.2　选择视觉样式 …… 5
1.3　三维实体图元 …… 6
1.3.1　长方体 …… 7
1.3.2　楔体 …… 8
1.3.3　圆锥体 …… 9
1.3.4　圆柱体 …… 11
1.3.5　棱锥体 …… 12
1.3.6　球体 …… 13
1.3.7　圆环体 …… 14
1.4　消隐命令 …… 16
1.5　“特性”和“快捷特性”选项板 …… 17
1.5.1　“特性”选项板 …… 17
1.5.2　“快捷特性”选项板 …… 18
1.6　三维对象捕捉 …… 19
第 2 章　三维坐标系和坐标 …… 21
2.1　用户坐标系 …… 21
2.1.1　用户坐标系概念 …… 21
2.1.2　用户坐标系命令 …… 21
2.2　管理已定义的 UCS …… 26
2.3　UCS 图标的显示 …… 28
2.3.1　UCS 图标的显示方式 …… 28
2.3.2　UCS 图标控制命令 …… 29
2.4　在实体模型中使用动态 UCS …… 30
2.5　三维坐标 …… 32
2.5.1　三维笛卡尔坐标 …… 32
2.5.2　三维柱坐标 …… 33
2.5.3　三维球坐标 …… 33
2.6　坐标过滤 …… 34
2.7　平面视图命令 …… 36
2.8　标高和厚度命令 …… 37
2.9　三维对象的空间定位 …… 38
第 3 章　三维实体和曲面 …… 41
3.1　面域 …… 41
3.1.1　面域命令“region” …… 41
3.1.2　边界命令 …… 42
3.2　创建多段体 …… 43
3.3　拉伸对象成三维实体或曲面 …… 45
3.3.1　拉伸命令 …… 45
3.3.2　可拉伸对象及可作为路径的对象 …… 49
3.3.3　系统变量“DELOBJ” …… 50
3.4　通过扫掠创建实体或曲面 …… 50
3.4.1　扫掠命令 …… 50
3.4.2　可扫掠及可用做扫掠路径的对象 …… 53
3.4.3　绘制螺旋 …… 54
3.5　通过放样创建实体或曲面 …… 55
3.5.1　放样命令 …… 55
3.5.2　可用做横截面、放样路径、导向曲线的对象 …… 62
3.6　通过旋转创建实体或曲面 …… 63
3.7　创建复合对象 …… 66
3.7.1　创建复合对象的概念 …… 66
3.7.2　并集 …… 67

3.7.3 差集……67
3.7.4 交集……68
3.8 显示复合实体的原始形状……69
3.8.1 保留历史记录及显示历史记录……69
3.8.2 删除选定复合对象的历史记录……71
3.8.3 修改复合实体……71
3.9 通过剖切创建三维实体或曲面……72
3.10 检查三维模型的干涉……74
第 4 章 曲面……78
4.1 曲面概述……78
4.2 创建程序曲面……79
4.2.1 创建平面曲面……79
4.2.2 创建网络曲面……80
4.2.3 对曲面进行过渡操作……81
4.2.4 修补曲面……82
4.2.5 对曲面进行偏移操作……84
4.3 创建 NURBS 曲面……86
4.3.1 创建 NURBS 曲面的方法……86
4.3.2 NURBS 曲面控制点的显示和隐藏……88
4.3.3 使用样条曲线工具创建 NURBS 曲线……88
4.4 创建关联曲面……91
第 5 章 三维网格……93
5.1 三维网格概念……93
5.1.1 什么是网格对象……93
5.1.2 关于网格对象的系统变量……93
5.1.3 创建网格的方法……96
5.2 “网格图元选项”对话框……96
5.3 创建网格图元……100
5.3.1 网格长方体……101
5.3.2 网格圆锥体……102
5.3.3 网格圆柱体……104
5.3.4 网格棱锥体……105
5.3.5 网格球体……106
5.3.6 网格楔体……107
5.3.7 网格圆环体……107
5.3.8 设置……109
5.4 由直线或曲线对象构造网格……109
5.4.1 创建直纹网格……110
5.4.2 创建平移网格……111
5.4.3 创建旋转网格……111
5.4.4 创建边界定义的网格……112
5.5 “网格镶嵌选项”对话框……113
5.6 通过转换创建网格……116
5.6.1 调整网格转换设置……116
5.6.2 将三维对象转换为网格……117
第 6 章 三维操作……118
6.1 三维移动命令……118
6.2 三维旋转命令……118
6.3 三维缩放命令……119
6.4 对齐命令……120
6.5 三维对齐命令……121
6.6 三维镜像命令……123
6.7 三维阵列命令……125
第 7 章 三维对象、子对象的修改……127
7.1 使用“特性”选项板修改三维对象……127
7.2 使用夹点编辑三维实体和曲面……128
7.2.1 夹点编辑的方法……128
7.2.2 单个实体或曲面的夹点编辑……129
7.3 子对象的选择及编辑……131
7.3.1 选择三维子对象……132
7.3.2 应用子对象选择过滤器……136
7.3.3 使用子对象夹点编辑三维对象……136
7.4 使用小控件修改对象……137
7.4.1 使用小控件概述……137
7.4.2 小控件的使用和切换……138
7.4.3 影响小控件的系统变量……140
7.4.4 使用小控件移动三维对象……141
7.4.5 使用小控件旋转三维对象……143
7.4.6 使用小控件缩放三维对象……144
7.5 移动、旋转和缩放三维子对象……146
7.5.1 移动、旋转和缩放三维子对象概述……146

7.5.2 移动、旋转及缩放三维实体上的面……147
7.5.3 移动、旋转及缩放三维实体上的边……149
7.5.4 移动、旋转、缩放或拖动三维实体的顶点……150
第 8 章 三维实体对象的编辑……151
8.1 三维实体的面、边、体编辑……151
8.1.1 编辑三维实体的面……152
8.1.2 编辑三维实体的边……164
8.1.3 编辑三维实体的体……166
8.2 实体或曲面的倒角、圆角……170
8.2.1 对三维实体或曲面进行倒角……170
8.2.2 对三维实体或曲面进行圆角……173
8.3 按住并拖动有边界区域……174
8.3.1 按住并拖动的方法……175
8.3.2 可以按住并拖动的对象类型……176
8.4 向实体和曲面添加边和面……177
第 9 章 曲面修改……179
9.1 曲面修剪与取消修剪……179
9.1.1 曲面修剪……179
9.1.2 取消曲面修剪……181
9.2 投影几何图形……182
9.2.1 投影几何图形命令……182
9.2.2 投影几何图形时自动修剪的设定……184
9.3 延伸曲面……184
9.4 曲面进行圆角处理……186
9.5 编辑 NURBS 曲面或曲线……187
9.5.1 直接拖动控制点编辑 NURBS 曲面或曲线……188
9.5.2 三维控制点编辑栏……188
9.5.3 曲面重新生成命令……191
9.5.4 在 NURBS 曲面和样条曲线上添加控制点……194
9.5.5 删除 NURBS 曲面和曲线上的控制点……196
9.6 分析曲面……197
9.6.1 斑纹分析……197
9.6.2 曲率分析……198
9.6.3 拔模分析……199
9.6.4 “分析选项”对话框……199
第 10 章 修改网格对象……203
10.1 修改网格对象概述……203
10.2 更改网格平滑度……204
10.2.1 平滑度对网格对象的影响……204
10.2.2 增加或降低网格对象的平滑度的方法……205
10.3 优化网格对象或子对象……206
10.3.1 优化对网格对象或子对象的影响……206
10.3.2 优化网格命令……207
10.4 向网格添加锐化……208
10.4.1 锐化对网格对象或子对象的影响……208
10.4.2 锐化网格对象的方法……209
10.4.3 删除锐化……210
10.5 分割网格面……210
10.6 拉伸网格面……211
10.7 重新配置相邻的网格面……214
10.7.1 合并相邻面……214
10.7.2 收拢网格面或边……215
10.7.3 旋转三角面的边……216
10.8 产生和闭合网格间隙……216
10.8.1 删除网格的面、边或顶点……217
10.8.2 闭合网格对象中的孔或间隙……217
10.9 处理网格对象的提示……218
第 11 章 从对象创建三维实体或曲面……223
11.1 将网格转换为三维实体的条件……223
11.2 将对象转换为三维实体的命令……226
11.3 从对象创建曲面……228
11.4 加厚曲面以将其转换为三维实体……230
11.5 将一组对象转换为三维实体……231

第 12 章　从三维模型创建截面和线框图形……233
12.1　截面对象……233
12.1.1　截面对象概述……233
12.1.2　创建截面命令……234
12.2　修改截面视图……236
12.2.1　将折弯添加至截面……236
12.2.2　使用活动截面调整横截面……237
12.2.3　使用夹点修改截面对象……239
12.2.4　设置截面对象特性……240
12.2.5　将截面对象与视图或相机关联……241
12.3　将截面对象保存为块或工具……242
12.3.1　截面块概念……242
12.3.2　创建截面块命令……243
12.3.3　“截面设置”对话框……245
12.3.4　在独立图层上保存截面块部件的步骤……250
12.3.5　将截面对象保存为工具……250
12.3.6　发布截面对象……251
12.4　创建表示三维对象的横截面的面域……251
12.5　创建三维模型的展平二维视图……254
12.5.1　平面摄影概念……254
12.5.2　“flatshot”命令……254
12.5.3　“flatshot”命令应用举例……256
12.6　创建线框模型……257
第 13 章　视点、视图、视觉样式……259
13.1　视点命令……259
13.2　视点预设命令……260
13.3　相机命令……261
13.3.1　相机概念……261
13.3.2　创建相机……262
13.3.3　相机特性的修改……263
13.4　三维动态视图命令……265
13.4.1　视图投影模式……265
13.4.2　三维动态视图命令……265
13.5　视图命令……271
13.5.1　“视图管理器”对话框……272
13.5.2　“新建视图/快照特性”对话框……275
13.5.3　“背景”对话框……278
13.6　通过 ShowMotion 定义和更改视图……281
13.6.1　创建快照及快照序列……281
13.6.2　使用 ShowMotion……282
13.6.3　修改快照及快照序列……284
13.7　视觉样式管理器……285
第 14 章　视口……295
14.1　多视口概念……295
14.2　在模型空间中创建多视口……296
14.2.1　多视口命令……296
14.2.2　从命令行创建视口……297
14.3　在图纸空间中创建浮动视口……300
14.3.1　创建浮动视口的“视口”对话框……301
14.3.2　浮动视口和浮动模型空间之间的切换……302
14.3.3　从命令行创建浮动视口……302
14.3.4　布局视口剪裁……305
14.4　在布局中创建三维实体的二维轮廓图……306
14.5　在布局中创建三维模型的投影视图……309
14.5.1　创建三维模型的投影视图的浮动视口……309
14.5.2　在“solview”的布局视口中生成轮廓或截面……314
第 15 章　导航命令……316
15.1　ViewCube 工具……316
15.1.1　ViewCube 概述……316
15.1.2　用 ViewCube 重新设置模型视图的方向……316
15.1.3　ViewCube 菜单……318
15.1.4　显示、隐藏 ViewCube 工具……319
15.1.5　“navvcube”命令……319
15.1.6　通过 ViewCube 更改 UCS……321
15.2　三维导航命令……322

15.2.1 三维平移命令……322
15.2.2 三维视图缩放命令……322
15.2.3 回旋……323
15.2.4 调整视距……323
15.2.5 漫游……323
15.2.6 飞行……326
15.2.7 漫游和飞行设置……326
15.2.8 漫游和飞行举例……327
15.3 动画……328
15.3.1 三维导航命令的动画……328
15.3.2 运动路径动画……330
15.3.3 举例……332
15.4 三维导航命令的右键菜单……332
15.5 SteeringWheels……334
15.5.1 SteeringWheels 概述……334
15.5.2 控制盘菜单……335
15.5.3 导航控制盘……335
15.5.4 导航工具……338
15.5.5 “SteeringWheels 设置”对话框……342
第 16 章 光源……344
16.1 光源概述……344
16.1.1 可用光源……344
16.1.2 光度控制光源……345
16.1.3 有关光度的术语……345
16.1.4 照明原则……345
16.2 光源类型、色调映射和光源调整……346
16.2.1 光源类型……346
16.2.2 色调映射……347
16.2.3 “光源单位”下拉菜单……347
16.3 使用点光源……349
16.3.1 点光源概述……349
16.3.2 点光源命令……349
16.3.3 目标点光源命令……354
16.4 使用聚光灯……354
16.4.1 聚光灯概述……354
16.4.2 聚光灯命令……355
16.4.3 自由聚光灯命令……358
16.5 使用光域灯光……359
16.5.1 光域灯光概述……359
16.5.2 创建光域灯光命令……360
16.6 使用平行光……361
16.6.1 标准光源流中的平行光……361
16.6.2 创建平行光命令……361
16.7 控制和操作光源……362
16.7.1 控制光源的显示……362
16.7.2 操作光源……363
16.8 控制光源特性……364
16.8.1 “模型中的光源”选项板……364
16.8.2 光源“特性”选项板……365
16.9 使用阳光与天光……369
16.9.1 阳光与天光概述……369
16.9.2 “阳光特性”选项板……371
16.9.3 “调整阳光与天光背景”对话框……373
16.9.4 地理位置……374
16.9.5 系统变量“TIMEZONE"……378
16.10 光源工具选项板……379
第 17 章 材质和纹理……381
17.1 材质概述……381
17.2 材质浏览器……381
17.3 创建新材质……386
17.3.1 “外观”选项卡……387
17.3.2 “信息”选项卡……391
17.4 将材质应用于对象、面和图层……392
17.4.1 将材质应用于对象、面……392
17.4.2 从对象上删除材质……393
17.4.3 将材质应用于层……394
17.4.4 材质和纹理的显示……395
17.5 贴图概述……396
17.5.1 使用贴图通道增加纹理真实感……396
17.5.2 贴图类型……397
17.6 修改贴图特性……399
17.7 调整对象和面上的贴图……402
17.7.1 材质贴图方式……402

17.7.2 贴图工具……403
第 18 章 渲染……407
18.1 渲染基础……407
18.1.1 了解面法线和隐藏曲面……407
18.1.2 最小化交叉的面和共面的面……408
18.1.3 平衡平滑几何图形的网格密度……409
18.2 三维模型的渲染……410
18.2.1 设定渲染目标……410
18.2.2 渲染命令……411
18.2.3 打开渲染窗口命令……414
18.3 高级渲染设置……414
18.3.1 渲染预设……415
18.3.2 特性设置面板……417
18.4 控制渲染环境……428
18.4.1 雾化/景深效果处理……428
18.4.2 背景……430
第 19 章 综合举例……432
19.1 三维对象的尺寸标注……432
19.2 三维建模举例……433
参考文献……442

第 1 章　AutoCAD 三维绘图入门

本章主要介绍 AutoCAD 三维绘图环境、三维图形的观察方法、简单的三维立体创建等，为后面的学习打下基础。

1.1　三维视图的观察

在 AutoCAD 中进行三维造型设计时，在二维绘图时使用的观察图形的方法（如缩放命令“zoom”、平移命令“pan”，利用滚轮进行缩放、平移等）一般情况下都可以使用，在此不再详述，请读者自行尝试。

1.1.1　三维绘图环境

AutoCAD 中的三维绘图或设计，不一定必须在三维绘图环境中进行，相反，有时在二维绘图环境中进行可能更方便。事实上，在三维绘图或设计时，时常需要在三维绘图环境和二维绘图环境之间转换，因此，读者在练习中也要随时注意使用这种转换。

如果要创建一个新图形，可以采用如下两种方法进入三维绘图环境（也叫三维建模工作空间）：

1）从“工作空间”中选择“三维建模”直接进入三维绘图环境。

2）执行“新建”命令“new”（或“qnew”），在打开的“选择样板”对话框中，选择文件“acadiso3D.dwt”（公制图形）或“acad3D.dwt”（英制图形）打开，将新建一个三维环境下的图形。

在作图过程中，可以通过改变视点（观察方向）的方法进入三维绘图环境。AutoCAD 的二维绘图环境可以看成是三维绘图环境的一个特例，即从垂直于 XY 平面的方向（正 Z 轴方向）观察的结果。如果改变视点，使视线不与 XY 平面、XZ 平面或 YZ 平面平行，就能观察到三维立体效果。AutoCAD 有多个改变观察方向的命令，这里只介绍最常用的命令和方法，详细的介绍请参看第 12 章。

1.1.2　特殊视点

为了看到视点改变的效果，可先绘制一个简单三维图形（如图 1-1 所示），可用长方体命令绘出（参见第 1.3.1 小节）。

表 1-1 列出了三维绘图中最常用的特殊视点，由于这些视点特殊且经常使用，这些视点所对应的视图称为预定义的标准正交视图和等轴测视图。应用表 1-1 中的视点所得到的视图就是标准正交视图或等轴测视图。按照下述 3 种方法，屏幕即可显示正交视图或等轴测视图：

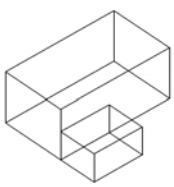


图 1-1　简单的三维图形

表 1-1 特殊视点

视 点	视 图	视 点	视 图
0，0，1	俯视图	−1，−1，1	西南等轴测（右前俯视图）
0，0，−1	仰视图	1，−1，1	东南等轴测（左前俯视图）
0，−1，0	主视图	1，1，1	东北等轴测（右后俯视图）
0，1，0	后视图	−1，1，1	西北等轴测（左后俯视图）
1，0，0	右视图		
−1，0，0	左视图		

- 打开“视图”工具栏（如图 1-2 所示），鼠标左键单击工具栏中任意一个按钮

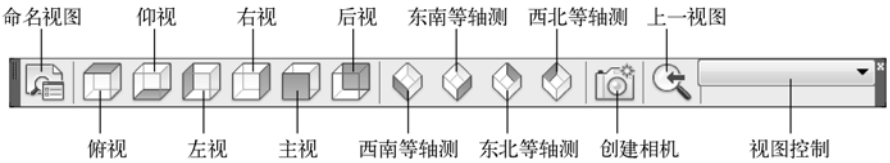


图 1-2 “视图”工具栏

- 在“视图”下拉菜单的“三维视图”的子菜单项（如图 1-3 所示）中进行选择
- 在三维建模工作空间中，从功能区“视图”选项卡的“视图”面板（如图 1-4 所示）中进行选择



图 1-3 “视图”下拉菜单的“三维视图”子菜单



图 1-4 “视图”选项卡的“视图”面板

1.1.3 动态观察命令

AutoCAD 提供了几个三维动态观察命令，这些命令所对应的工具栏是功能区的“视图”选项卡的“导航”面板上“动态观察”的子工具栏，如图 1-5 所示。这些命令也属于 AutoCAD 的三维导航命令，在“三维导航”工具栏上是“受约束的动态观察”按钮的子工具栏。使用这些命令，用户可通过鼠标动态地操控三维对象，使三维对象的显示更加灵活。

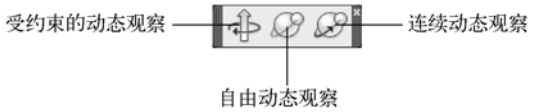


图 1-5 “动态观察”工具栏

注意 可以对整个视图应用三维动态观察命令；如果视图中有几个对象，也可以仅对一个或多个对象应用三维动态观察命令，方法是在启动三维动态观察命令之前，选中一个或多个对象。

1．受约束的动态观察

使用“3dorbit”命令可动态地操控三维对象。命令的输入方式有：

- 命令：3dorbit ↙
- 工具栏：动态观察或三维导航
- 下拉菜单：视图(V)→动态观察(B)→受约束的动态观察(C)
- 功能区：“视图”选项卡→“导航”面板→“动态观察”子工具栏→动态观察
- 启动任意三维导航命令，在绘图区域中单击鼠标右键，然后选择“其他导航模式”→“受约束的动态观察(C)”
- 不执行任何命令时，按住〈Shift〉键并按住鼠标滚轮可临时进入“受约束的动态观察”模式。

一旦执行“3dorbit”命令，光标变成三维动态观察图标，按住鼠标左键拖动，可从任意方向观察三维模型。实际上，执行“3dorbit”命令时，三维模型将保持静止，而相机的位置（或视点）将围绕三维模型移动，但看起来好像三维模型正在随着鼠标光标的拖动而旋转。如果水平拖动光标，相机将平行于世界坐标系（WCS）的 XY 平面移动。如果垂直拖动光标，相机将在垂直于 XY 平面的一个平面上移动。

当该命令处于活动状态时，可以通过在绘图区域中单击鼠标右键，或选择“三维导航”工具栏上的按钮，来访问其他“3dorbit”选项和模式。请参见“3dorbit”快捷菜单。

注意 “3dorbit”命令处于活动状态时，无法编辑对象。

2．自由动态观察

使用“3dforbit”命令可自由动态地操控三维对象。命令的输入方式有：

- 命令：3dforbit ↙
- 工具栏：动态观察或三维导航
- 下拉菜单：视图(V)→动态观察(B)→自由动态观察(F)
- 功能区：“视图”选项卡→“导航”面板→“动态观察”子工具栏→自由动态观察
- 启动任意三维导航命令，在绘图区域中单击鼠标右键，然后选择“其他导航模式”→自由动态观察(F)
- 按住快捷键〈Shift+Ctrl〉，然后按住鼠标滚轮可暂时进入“3 自由动态观察”模式

输入命令后，命令行提示：

```
按〈Esc〉或〈Enter〉键退出，或者单击鼠标右键显示快捷菜单
```

同时绘图区成为自由动态观察视图。如果用户坐标系 UCS 图标显示，那么表示当前 UCS 的图标成为着色的三维 UCS 图标，如图 1-6 所示。在自由动态观察视图状态下，用户可以通

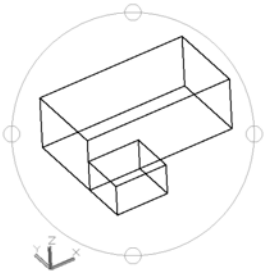


图 1-6 自由动态观察

过鼠标动态地操控三维对象，当得到满意的视图后，回车退出“3dforbit”命令，或按〈Esc〉键退出，或从右键菜单选择“退出”命令。

三维自由动态观察视图显示一个导航球（即被较小的圆平分为四部分的一个大圆）。当光标移动到导航球的不同部分时，将显示为不同的光标形状。以下面所述的方式移动光标，视图中的三维对象将随之动态地变化。

当光标在导航球里边时，光标的形状如图 1-7a 所示。如果这时按住鼠标左键并拖动光标，就像光标抓住环绕对象的球体并围绕目标点对其在水平、垂直或对角方向上拖动拖动一样，只不过目标点是导航球的中心。

当在导航球外部移动光标时，光标的形状如图 1-7b 所示。如果这时按住鼠标左键并拖动光标转动，将使视图围绕延长线通过导航球的中心并垂直于屏幕的轴进行旋转。这种操作称为“卷动”。

当光标在导航球左右两边的小圆上时，光标形状如图 1-7c 所示。如果这时按住鼠标左键并拖动光标左右移动，将使视图围绕通过导航球中心的垂直轴或 Y 轴旋转。

当光标在导航球上下两边的小圆上时，光标形状如图 1-7d 所示。如果这时按住鼠标左键并拖动光标上下移动，这将使视图围绕通过导航球中心的水平轴或 X 轴旋转。



图 1-7　三维动态观察器光标

a) 光标在导航球里边　b) 光标在导航球外边　c) 光标在左、右小圆上　d) 光标在上、下小圆上



处于受约束的动态观察模式中时，可通过按住〈Shift〉键来暂时进入“三维自由动态观察”模式。

3．连续动态观察

“3dcorbit”命令可以使三维对象连续地运动起来，从而动态地观察模型，命令的输入方式有：

- 命令：3dcorbit ↙
- 工具栏：动态观察/三维连续观察
- 下拉菜单：视图(V)→动态观察(B)→连续动态观察(O)
- 功能区：“视图”选项卡→“导航”面板→动态观察→连续动态观察
- 启动任意三维导航命令，在绘图区域中单击鼠标右键，然后选择“其他导航模式”→连续动态观察(O)

输入命令后，光标成为，命令行提示：

```
按〈Esc〉键或〈Enter〉键退出，或者单击鼠标右键显示快捷菜单。
```

在绘图区，如果坐标系 UCS 图标显示，那么表示当前 UCS 的图标成为着色的三维 UCS 图标，光标的形状变为外面环绕椭圆和矩形的小球，当得到满意的视图后，回车（即按〈Enter〉键）退出“3dorbit”命令。以下面所述的方式移动光标，视图中的三维对象将运动起来。

在绘图区按住鼠标左键并沿任意方向拖动一下，三维对象将沿拖动方向开始旋转。释放