



AutoCAD 培训教程

AutoCAD 2000

三维造型 高级 培训教程

■ 【老虎工作室】

姜 勇 刘培晨 编著



人民邮电出版社



附 双 软 盘

* B111 *
TP391.72
87

AutoCAD 培训教程

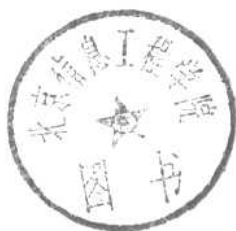
AutoCAD 2000 三维造型高级培训教程

老虎工作室 姜勇 编著
刘培晨

Autodesk



AutoCAD[®] 2000



人民邮电出版社



Z088606

内 容 提 要

JS/06 16

本书从系统教学的角度出发,全面介绍了 AutoCAD 2000 的三维图形处理功能,由浅入深地讲解了三维造型的各种方法和实用技巧。

全书共分 14 章,主要包括:三维模型基本概念,3D 坐标系统,建立三维表面及实心体的基本命令,三维模型尺寸标注,实体模型的体、面、边编辑技术,实心体建模和混合建模技术,产品爆炸图的绘制,根据三维模型生成二维图形等。本书内容丰富,层次清晰,书中的实例非常典型,且各章都配有相当数量的习题供读者检验学习效果。书中用到的实例图形都收录在所附的软盘中。

本书可作为学习 AutoCAD 三维造型的培训教材,也可作为 CAD 工程师、图形图像处理人员及高校相关专业师生的参考书。

AutoCAD 培训教程

AutoCAD 2000 三维造型高级培训教程

- ◆ 编 著 老虎工作室 姜 勇 刘培晨
责任编辑 姚彦兵
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本:787×1092 1/16
印张:26.5
字数:658 千字 2000 年 2 月第 1 版
印数:1-6 000 册 2000 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-08428-9/TP·1557

定价:48.00 元



老虎工作室

主 编：沈精虎

副主编：胡少宏 高志清

编 委：许曰滨 黄业清 姜 勇 王 钰 刘培晨
陈 杉 郭剑峰 蔡汉明 辛振祥 王 宁
张 轩 管殿柱 冯 辉 宋一兵 宋雪岩

丛书前言

AutoCAD 2000 是 Autodesk 公司最新推出的旗舰级产品,它在继承了以前版本优点的基础上,新增或增强了 410 项功能,虽然有些功能的改进,用户不能直观地感觉到,但它在多图档处理、设计中心、图层管理、三维造型、网络支持等方面还是给了我们很大的惊喜。AutoCAD 已经不再是简单的二维绘图软件,它的设计功能正在逐步增强。为了帮助更多的读者掌握 AutoCAD 的使用方法,我们编写了这套《AutoCAD 培训教程》。这套丛书由 3 本书组成,全面系统地介绍了 AutoCAD 2000 所有的交互操作功能。

《AutoCAD 2000 基础培训教程》通过大量实例循序渐进地介绍了 AutoCAD 的基本功能,并介绍了利用 AutoCAD 解决一般问题的方法和技巧。

《AutoCAD 2000 二维绘图高级培训教程》通过一组精心选择的机械、建筑等方面的应用实例,介绍了综合应用 AutoCAD 的各项命令和功能解决实际问题的方法和技巧,读者可以直接仿照其中的例子解决学习和工作中的实际问题。

《AutoCAD 2000 三维造型高级培训教程》从 AutoCAD 表面和实体造型的基本功能入手,通过一组典型实例系统介绍了三维造型的方法和技巧,同时对如何运用材质和灯光生成真实感图像的方法也进行了详细讲解。

本丛书的作者都是长期从事 CAD 教学和开发的专业人士,在设计理论、专业知识和解决实际问题方面都有比较丰富的经验。所以本丛书特别强调实用性和可操作性,对所有实例都列出了详细的操作过程,读者只要按照书中的步骤一步一步操作,就可以掌握所学的内容。而高级培训教程对典型实例的分析,可以引导读者朋友更深入地体会软件的功能,掌握一般书中不涉及、难以掌握的诀窍,使读者能更快、更好地解决实际工作中的问题。

本丛书的每本书后都附了一张软盘,其中保存了大多数例题的原始图样,读者可以随时调用。为了方便读者阅读,我们在书中设计了 4 个小图标,它们分别是:



行家指点: 用于介绍使用经验和心得或罗列重要的概念。



给你提个醒: 用于提醒读者应该注意的问题。



多学一招: 用于介绍实现同一功能的不同方法。



操作实例: 用于引出一个操作题目和相应的一组操作步骤。

感谢您选择了这套丛书,也请您把对本丛书的意见和建议告诉我们。

老虎工作室主页: www.laohu.net, 电子邮件地址: xyzy@263.net。

老虎工作室

2000 年 1 月

本书前言

AutoCAD 不仅是优秀的二维绘图软件，同时也具有强大的三维造型功能，利用它可以创建高精度的表面及实体模型，并能给模型添加材质、灯光及景物，从而渲染成逼真的三维环境。这种虚拟环境能使设计者处在自己想象的设计空间中，如现场似地对产品或工程进行修改及布置，因而可以更加充分地发挥设计人员的聪明才智，使设计变得尽善尽美。

AutoCAD 2000 是 Autodesk 公司最新推出的 CAD 平台，与以前版本相比，其三维处理能力已得到很大加强。新增的三维功能主要包括实体模型的体、面、边编辑技术和三维动态可视化等。

目前，介绍 AutoCAD 的书籍很多，但多数书籍的侧重点都在二维作图方面。本书以 AutoCAD 2000 为背景，详细介绍了 AutoCAD 的三维图形处理功能，系统地讲解了基本的三维命令，并列举了多个典型实例。通过对本书的学习，读者能够掌握构建三维模型的各种方法及一些实用技巧，并学会如何获得效果逼真的三维渲染图。

为方便读者学习，本书附盘收录了书中用到的所有实例图形文件，读者按“附盘使用方法”中的内容操作即可获得这些文件。

全书分为 14 章，主要内容包括：

- 第1章：介绍三维模型的基本概念。
- 第2章：介绍怎样创建、管理UCS坐标系。
- 第3章：介绍如何创建基本三维表面和复杂三维表面。
- 第4章：介绍如何建立基本实体和复杂实体，以及实体间的布尔运算。
- 第5章：介绍如何给三维模型标注尺寸。
- 第6章：介绍常用的三维编辑命令及实体模型的体、面、边编辑技术。
- 第7章：介绍设置观察方向及AutoCAD的照相机工作原理。
- 第8章：介绍三维建模的一般过程。
- 第9~11章：通过实例讲述构造表面及实体模型的方法和技巧。
- 第12章：介绍如何生成产品的爆炸图。
- 第13章：介绍如何给三维模型赋材质、设置灯光并添加景物以形成一张逼真的效果图。
- 第14章：介绍如何根据产品的三维模型生成二维图形。

本书作者长期从事 CAD 产品设计、研究开发及教学工作，有丰富的 AutoCAD 使用经验。书中内容经过精心安排，一方面力求较完整、深入地介绍 AutoCAD 的三维造型功能，同时也把作者的使用经验和心得融合在了每一章节中，从而使本书的实用性得到了进一步的提高。

本书第 1~5 章和第 12 章由刘培晨同志编写，其余部分由姜勇同志编写。

书中若有错误和不妥之处，敬请各位专家和读者朋友指正。

作 者

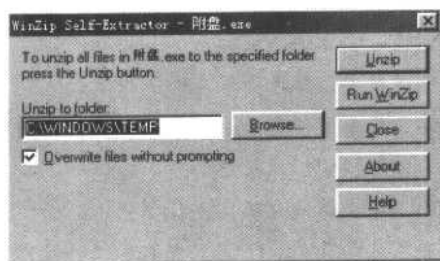
2000 年 1 月

为了方便读者学习，我们将书中实例和习题用到的图形文件备份在书后所附的两张软盘中。附盘中有 3 个文件：

- 使用方法.doc：介绍附盘的使用方法。
- 附盘 1.exe：自解压的附盘 1 内容。
- 附盘 2.exe：自解压的附盘 2 内容。

附盘解压方法

1. 将附盘插入软驱。
2. 打开【我的电脑】或【资源管理器】，打开“A:”盘。
3. 双击“附盘 1.exe”（或“附盘 2.exe”）文件，即可运行自解压程序，打开【WinZip Self-Extractor】对话框，如下图所示。



【WinZip Self-Extractor】对话框

4. 在【Unzip to folder】（解压到文件夹）文本框中键入要解压到的文件夹，如“C:\acad2000\lianxi”，或用 **Browse...**（浏览）按钮选中一个文件夹。
5. 单击 **Unzip** 按钮，开始解压。完成后，出现提示“解压成功”对话框，单击 **确定** 按钮。
6. 单击 **Close** 按钮，完成操作。

文件解压后，会在目标文件夹下生成一组文件夹，每个文件夹的名称即为对应的章名，其中保存的是对应章中用到的实例图形文件。例如，“\06”文件夹下存放的是第 6 章的实例用到的图形文件。

第 1 章 三维造型基础	1
1.1 三维几何造型	2
1.2 三维几何模型分类	2
1.2.1 线框模型 (Wireframe Model)	2
1.2.2 表面模型 (Surface Model)	3
1.2.3 实体模型 (Solid Model)	4
1.3 观察三维图形	5
1.4 建立用户坐标系	9
1.4.1 世界坐标系	9
1.4.2 建立用户坐标系	10
1.5 小结	15
1.6 思考与练习题	16
第 2 章 绘制基本实体	19
2.1 绘制基本体 (Primitives)	20
2.1.1 绘制长方体 (Box)	20
2.1.2 画球体 (Sphere)	23
2.1.3 画圆柱体 (Cylinder)	25
2.1.4 画圆锥 (Cone)	26
2.1.5 画楔形体 (Wedge)	27
2.1.6 画圆环体 (Torus)	29
2.2 绘制拉伸 (Extrude) 实体	29
2.3 画回转 (Revolve) 体	38
2.4 小结	43
2.5 思考与练习题	43
第 3 章 绘制组合体	47
3.1 用布尔运算构造组合体	49
3.2 用剖切法画组合体	62
3.3 画剖视图	66
3.4 画剖面图	75
3.5 小结	79

3.6 思考与练习题	79
第4章 建立表面模型	81
4.1 绘制基本体表面	82
4.1.1 画长方体面	83
4.1.2 画楔形面	83
4.1.3 画棱锥面	84
4.1.4 画圆锥面	86
4.1.5 画球面	87
4.1.6 画圆顶面	88
4.1.7 画圆盘	89
4.1.8 画圆环	89
4.2 画直纹面	90
4.3 画拉伸曲面	97
4.4 画回转曲面	101
4.5 画边界曲面	104
4.6 画三维网格面	108
4.7 画三维面	109
4.8 小结	109
4.9 思考与练习题	109
第5章 三维图形尺寸标注	111
5.1 标注三维图形尺寸的一般原则	112
5.2 建立尺寸式样	115
5.3 标注立体图的尺寸	119
5.4 编辑尺寸	127
5.5 小结	128
5.6 思考与练习题	128
第6章 在三维空间中编辑对象	129
6.1 二维编辑命令在三维空间中的应用	130
6.2 3D 阵列	131
6.3 3D 镜像	133
6.4 3D 旋转	134
6.5 3D 对齐	136
6.6 在三维空间中修剪或延伸	138
6.7 3D 倒圆角	139
6.8 3D 倒斜角	140
6.9 编辑实心体的面、边、体	141

6.9.1 拉伸面	142
6.9.2 移动面	145
6.9.3 旋转面	146
6.9.4 偏移面	148
6.9.5 锥化面	149
6.9.6 复制面	150
6.9.7 删除面及改变面的颜色	151
6.9.8 编辑实心体的棱边	151
6.9.9 抽壳	152
6.9.10 压印	152
6.9.11 拆分及清理实体	153
6.10 编辑网格表面	153
6.10.1 用 PEDIT 命令或 DDMODIFY 命令编辑网格表面	153
6.10.2 通过关键点编辑模式修改 3D 表面	157
6.11 小结	158
6.12 思考与练习题	159
第 7 章 如何观察三维模型	161
7.1 设置观察视点	162
7.1.1 DDVPOINT 命令	162
7.1.2 VPOINT 命令	164
7.2 快速建立平面视图	167
7.3 照相机工作原理	168
7.3.1 调整相机的位置	169
7.3.2 设置目标点位置	171
7.3.3 生成透视图	172
7.3.4 同时定位相机点及目标点	174
7.3.5 观察模型的内部结构	175
7.3.6 缩放 3D 视图	177
7.3.7 平移及旋转视图	177
7.4 三维动态旋转	177
7.5 在多视口中观察三维模型	180
7.6 小结	182
7.7 思考与练习题	183
第 8 章 熟悉三维建模过程	185
8.1 规划建模过程	186
8.2 从一个简单立体开始构图	187
8.3 利用多视口辅助绘图	189

8.4 利用 UCS 在三维空间的不同位置工作	190
8.5 从不同方向检查模型的正确性	193
8.6 通过 MOVE、ALIGN 等命令拼装三维模型	194
8.7 小结	198
8.8 思考与练习题	198
第 9 章 曲面建模技术	201
9.1 曲面建模的一般方法	202
9.2 分析模型的构成	203
9.3 用 REVSURF 命令形成转椅支柱	204
9.4 绘制椅子腿	207
9.5 创建脚轮	212
9.6 用 EDGESURF 命令构造复杂网格表面	222
9.7 建立椅背支架	229
9.8 画椅背	236
9.9 小结	242
9.10 思考与练习题	242
第 10 章 实体建模技术	245
10.1 实心体建模的一般方法	246
10.2 绘制底板	247
10.3 形成模型的主要外部轮廓	250
10.4 拉伸面域	255
10.5 建立倾斜的结构特征	258
10.6 利用实体棱边辅助建模	261
10.7 形成实心体的空腔结构	266
10.8 绘制模型的细部结构	270
10.9 三维块的应用	275
10.10 如何绘制弹簧	282
10.11 小结	288
10.12 思考与练习题	289
第 11 章 混合建模	291
11.1 形成建筑物的主要轮廓	292
11.2 添加细节特征	294
11.2.1 绘制窗户	294
11.2.2 画门	301
11.2.3 画立柱、雨篷	303
11.3 建立楼梯的表面模型	305

11.4 绘制屋顶及护栏	316
11.5 创建建筑物侧面的走廊	320
11.6 小结	323
11.7 思考与练习题	323
第 12 章 爆炸图	325
12.1 爆炸图的基本要求及画法	326
12.2 拼装爆炸图	327
12.2.1 插入 2 号零件	327
12.2.2 插入 3 号零件	330
12.2.3 插入 4 号零件	333
12.2.4 插入 5 号零件	336
12.2.5 插入 6 号零件	338
12.2.6 插入 7 号零件	341
12.2.7 插入 8 号零件	343
12.3 标注零件序号	346
12.3.1 设置引出标注的文本样式	347
12.3.2 标注零件序号	347
12.4 用三点对齐零件	349
12.5 干涉检查	352
12.6 小结	355
12.7 思考与练习题	355
第 13 章 创建渲染图像	357
13.1 模拟太阳光	358
13.1.1 设置太阳光角度	358
13.1.2 设定北向位置	360
13.1.3 形成阴影	361
13.1.4 调整环境光	364
13.2 使用材质	366
13.2.1 附着材质	366
13.2.2 修改材质	368
13.2.3 给材质附着贴图	370
13.3 加入背景	375
13.4 添加周围风景	377
13.5 模拟夜景	378
13.5.1 雾化背景	379
13.5.2 使用点光源	381
13.5.3 使用聚光灯	382

13.6 创建场景	384
13.7 利用光线跟踪渲染器获得高质量的图像	385
13.7.1 定义玻璃的镜面属性	385
13.7.2 使用光线跟踪阴影	387
13.8 小结	388
13.9 思考与练习题	388
第 14 章 根据三维模型生成二维图	391
14.1 建立多种视图	392
14.1.1 形成主视图	392
14.1.2 形成俯视图及左视图	395
14.1.3 创建斜视图	395
14.1.4 建立剖视图	397
14.2 生成三维模型的二维轮廓线	398
14.2.1 用 SOLDRAW 生成二维轮廓线	398
14.2.2 用 SOLPROF 命令生成轮廓线	399
14.3 设置视口的缩放比例	400
14.4 编辑并组合视口中的视图	401
14.5 用 MVSETUP 命令对齐视图	405
14.6 标注尺寸	406
14.6.1 在浮动模型空间标注尺寸	406
14.6.2 在图纸空间中标注尺寸	408
14.7 小结	409
14.8 思考与练习题	409



第1章 三维造型基础

主要内容

- ☐ 几何造型的概念及用途
- ☐ 线框、表面和实体模型的特点及用途
- ☐ 设置三维图形的观察方向
- ☐ 建立用户坐标系



在 工程设计与生产中, 往往需要物体的多种信息, 例如形状、颜色、纹理、体积、面积、重心、惯性矩等。能否有效地表达这些信息, 直接关系到能否提高劳动生产率。目前, 在工程中一般用投影图表达机件的形状, 但投影图是一种平面图形。在设计中, 设计人员要根据投影原理, 画出三维机件的投影图。在图纸的交流和生产实践中, 人们又要根据投影图, 想象出机件的立体形状, 这其中多了一个人为的中间转换过程, 是一种间接的表达方法。

随着计算机硬件和软件技术的飞速发展, 出现了许多优秀的绘图软件。我们完全可以利用这些绘图软件, 直接画出机件的三维图形, 省去不必要的中间转换过程。在众多的 CAD 软件中, AutoCAD 2000 一枝独秀, 占据了 75% 的 CAD 国际市场, 它既可以绘制复杂的平面图形, 也能胜任一般的三维造型工作。

1.1 三维几何造型

用计算机直接绘制三维图形的技术称为三维几何造型。三维几何造型就是将物体的形状及其属性(颜色、纹理等)储存在计算机内, 形成该物体的三维几何模型。这种模型是对原物体形状确切的数学描述, 或者是对原物体某种状态的真实模拟。

三维几何造型在机械、建筑、服装、三维动画、广告设计等方面有着广泛的用途。在 CAD/CAM 中主要有如下用途:

- 直观表达机件的立体形状, 或直接由三维图形生成投影图或透视图, 如零件图、装配图等。
- 随时显示零件的形状, 并能利用剖切来检查机件的壁厚、孔深等。检查装配干涉, 对传动机构进行传动模拟, 自动计算三维图形所表达物体的体积、面积、重心、惯性矩等。
- 进行数控自动编程、刀具轨迹仿真、加工工艺设计等。
- 进行装配规划、机器人视觉识别、机器人运动学及动力学的分析等。

1.2 三维几何模型分类

根据构造方法及其在计算机内的储存形式的不同, 三维几何模型分为三种模型: 线框模型、表面模型、实体模型。本节将分别介绍这三种模型的特点及用途。

1.2.1 线框模型 (Wireframe Model)

线框模型就是用线(包括棱线和转向轮廓线)来表达三维物体。图 1-1 (a) 所示是用 12 条棱线表示的一个长方体, 图 1-1 (b) 所示是由两个圆和两条转向轮廓线表示的一个圆柱体。

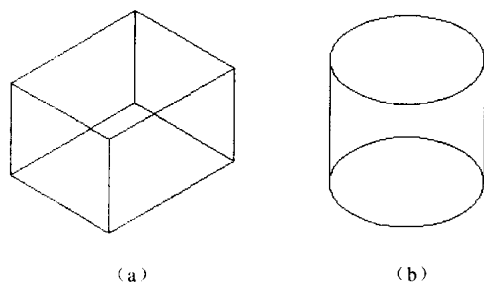


图 1-1 线框模型

线框模型有如下优点：

- 结构简单，易于绘制。例如用画直线命令，输入两个端点的坐标值就可以绘制一条直棱线。
- 有了三维线框模型，可以任意改变投影方向或视向，得到不同的投影图或透视图。

线框模型有如下缺点：

- 由于线框模型显示了全部棱线，要通过分析和判断才能想像出物体的形状。当图形复杂，棱线过多时，容易引起模糊理解，产生二义性。著名的视觉形状不唯一线框如图 1-2 所示。

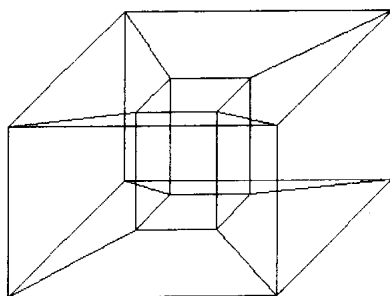


图 1-2 视觉形状不唯一线框

- 由于这种线框只有边的信息，没有面和体的信息，从原理上讲，不能自动消除不可见的隐藏线，不能作剖切，不能计算面积、体积、重心和惯性矩，不能进行两个面的求交，无法生成数控加工刀具轨迹，不能进行装配干涉检查等。

因而，在 AutoCAD 中，仅将线框模型作为构造其它模型的基础。

1.2.2 表面模型（Surface Model）

表面模型，就是用物体的表面表示三维物体，图 1-3 是一个圆柱面的表面模型。

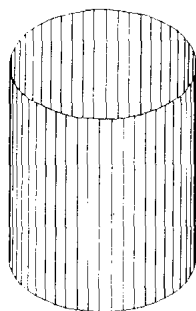


图 1-3 圆柱面

表面模型比线框模型进了一步，其中不仅包括线的信息，而且包括面的信息，因而可以解决与图形有关的大多数问题，例如消隐、着色、计算表面积、求两表面的交线、生成数控刀具的运动轨迹等。表面模型特别适合于构造复杂的曲面立体模型，如模具、汽车、飞机等复杂零件的表面，以及自然景物的模拟、地形、地貌、矿产资源、人体器官、各种科学计算结果的直观显示等。

但由于表面模型中没有体的信息，所以与体有关的计算实现起来比较困难。还由于表面模型不能作布尔运算（布尔运算的概念见第 3 章），所以，在解决与“体”相关的问题时，表面模型应用不多，只有难以建立实体模型时，才考虑建立表面模型。

1.2.3 实体模型（Solid Model）

实体模型是三种模型中最高级的一种，其中包括了线、面、体的全部信息，图 1-4 所示是一个圆柱体的实体模型。

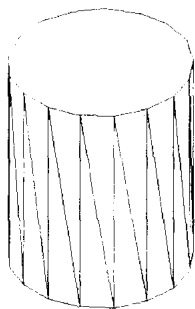


图 1-4 圆柱体的实体模型

实体模型与表面模型的不同之处在于确定了表面的哪一侧存在实体这一问题。利用实体模型可以解决与图形有关的所有问题，例如计算实体的质量、体积、表面积、重心、惯性矩等物理特性，进行消隐、剖切、有限元网格划分、数控刀具轨迹仿真、装配干涉检查等也都能顺利实现。由于着色、光照、纹理处理技术的运用，使物体表现出很