



AutoCAD 2000

三维建模技巧与范例

谭荣伟 编著



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

AutoCAD 2000

三维建模技巧与范例

清华大学

11.72
w/1



7.15/1

AutoCAD 2000

三维建模技巧与范例

谭荣伟 编著



清发建读 0057414

清华大学出版社

0057414

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

AutoCAD 是目前最好的二维绘图软件及优秀的三维建模软件。本书以 AutoCAD 的最新版本 AutoCAD 2000 为基本建模软件平台,全面地介绍了 AutoCAD 的三维空间图形建模的功能、使用方法以及操作技巧。内容包括 AutoCAD 三维建模的基本操作命令、高级功能命令和操作实践技巧以及生动形象的操作实例。此外,还专门介绍了 AutoCAD 与 Word、WPS、Photoshop、CorelDraw、3DS MAX 和 3DS VIZ 等软件的配合使用,以及 AutoCAD 在建筑工程、机械工程等领域的具体应用。

本书注重理论与实践相结合,示例丰富、实用性强、叙述清晰、通俗易懂,是 AutoCAD 初、中级用户不可多得的参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书 名: AutoCAD 2000 三维建模技巧与范例
作 者: 谭荣伟
出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研楼, 邮编 100084)
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>
责任编辑: 胡伟卷
印 刷 者: 昌平环球印刷厂
发 行 者: 新华书店总店北京发行所
开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.75 字数: 529 千字
版 次: 2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 7-302-01039-0/TP·2215
印 数: 0001~5000
定 价: 30.00 元

序 言

三维图形是表达设计意图和设计效果的最佳方式之一。三维计算机建模的最大优势在于它可以将一种概要的框架式结构粗略地表达为设计视图,使设计师的设计思想与业主的规划意图得到有机融合,并直观地体现出来。同时可以较为完整地展示工程的空间布局、环境设置、形体造型和建设规模等内容,给人以现实的模拟效果,为进一步完善设计提供了有力的依据。

目前在PC上普遍使用的三维建模平台软件有:AutoCAD、3DS、3DS MAX、3DSVIZ与Microstation等,其中应用比较广泛的当属美国Autodesk公司的AutoCAD软件。AutoCAD不仅具有强大的二维绘图功能,而且具有优秀的、灵活可靠的三维建模功能,是进行三维空间模型创意设计最有力的工具之一。在建筑、机械和电子等诸多工程领域以及动画制作、广告策划和艺术等专业设计领域,AutoCAD都得到广泛的应用。对一个工程师来说,熟练掌握和应用AutoCAD创建三维工程模型是非常必要的。这样不仅可以向客户清楚地表达自己的设计意图,促进与主顾的交流,而且可以增强自身的竞争能力,提高设计效率,争取到更多的客户。

本书是以AutoCAD的最新版本AutoCAD 2000为基本建模软件平台,由浅入深、全面翔实地介绍了AutoCAD的三维图形建模的功能与使用方法。本书论述的内容包括三维建模的基本操作命令、高级功能命令和操作实践技巧。此外,还特别介绍了AutoCAD与Word、WPS、Photoshop、CorelDraw、3DS MAX和3DS VIZ等应用软件的配合使用,以及AutoCAD在建筑、机械等工程领域的具体工程应用。全书共分10章,分别从AutoCAD三维建模基础、AutoCAD三维建模初探、坐标系统、三维视图的观察、三维基本图形的绘制、由二维图形生成三维图形的方法、三维图形的编辑与修改、三维实体图形的查询与外观美化、三维图形的输出以及三维建模在工程设计中的应用等角度,对AutoCAD的三维建模功能特点、使用原理和方法以及操作技巧进行了较为全面的综合阐述,并配有近20个形象具体的操作实例。

本书注重理论与实践相结合,示例丰富、实用性强、叙述清晰、通俗易懂,使读者通过学习,既能理解有关三维建模的基本概念,掌握三维模型创建的方法与技巧,又能融会贯通,举一反三,在实际工程设计中快速应用。因此,本书对于初学者,是一本AutoCAD三维建模操作入门与提高式的理想教程;对于中、高级用户,则是一本总结经验、提高技巧的有益参考书。

用户若需要本书中实例的图形,可以直接与作者联系(Email: tannway@263.net)。

在本书出版过程中,得到了很多相关人士的大力支持与协助,在此一并表示感谢。在本书编著过程中,由于作者水平有限,错误和纰漏之处在所难免,敬请各界读者批评指正。

目 录

第 1 章 AutoCAD 三维建模基础	1
1.1 关于 AutoCAD	1
1.1.1 AutoCAD 简介	1
1.1.2 AutoCAD 特点	3
1.1.3 AutoCAD 三维建模功能概述	4
1.2 AutoCAD 三维建模基本要求	6
1.2.1 基本知识要求	6
1.2.2 硬件、软件的基本要求	6
第 2 章 AutoCAD 三维建模初探	8
2.1 二维图形与三维图形的特点	8
2.1.1 二维图形与三维图形的区别	8
2.1.2 三维半形体的生成	9
2.1.3 三维模型图形的类型	11
2.2 AutoCAD 三维建模基本工具栏	13
2.3 等角轴测图的创建	19
2.3.1 轴测图的含义	19
2.3.2 轴测图的绘制	21
2.4 实例演示	23
2.4.1 小房子轴测图的绘制	24
2.4.2 玻璃茶几的三维造型设计	26
第 3 章 坐标系统	30
3.1 三维图形坐标系	30
3.1.1 世界坐标系	30
3.1.2 用户坐标系	31
3.1.3 在三维空间中精确地设定距离的方法	32
3.2 UCS 的使用	36
3.2.1 控制 UCS 图标显示方式	36
3.2.2 UCS 的建立与设置	37
3.2.3 UCS 的使用与管理	39
3.3 实例演示	41

3.3.1	公园长椅的三维造型设计	41
3.3.2	广告钟表的三维造型设计	46
第 4 章	三维视图的观察	55
4.1	三维图形的视点使用设置	55
4.1.1	利用 VPOINT 选择三维视点	55
4.1.2	利用罗盘确定三维视点	56
4.1.3	利用对话框设置三维视点	56
4.2	视图操作的管理	57
4.2.1	模型空间与图纸空间的使用管理	58
4.2.2	多视口操作管理	59
4.3	观察视图	61
4.3.1	三维图形显示的缩放、平移与鸟瞰	61
4.3.2	利用轨迹球观察三维模型	61
4.3.3	视图的动态显示	64
4.3.4	设置 UCS 坐标系下的平面视图	66
4.3.5	视图的命名与存储	67
4.4	实例演示	69
4.4.1	视图观察操作实例	69
4.4.2	六角荷花亭的三维造型设计	73
4.4.3	别墅的三维造型设计	84
第 5 章	三维基本图形的绘制	97
5.1	空间点的绘制	97
5.2	空间直线与曲线的生成	98
5.2.1	绘制空间直线	98
5.2.2	绘制空间曲线	101
5.3	与三维实体关系密切的系统变量	102
5.4	长方体、圆锥体、楔形体与圆柱体的生成	104
5.4.1	创建长方体	104
5.4.2	创建圆锥体	105
5.4.3	创建楔形体	106
5.4.4	创建圆柱体	107
5.5	球体和圆环体的生成	108
5.5.1	球体的创建	108
5.5.2	圆环体的创建	109
5.6	三维多边形网格面的生成	110
5.6.1	绘制空间直纹曲面	110
5.6.2	绘制空间平移曲面	111

5.6.3	绘制空间旋转曲面	112
5.6.4	绘制空间定边界曲面	114
5.6.5	绘制三维多边形网格	115
5.6.6	绘制任意位置的三维面	116
5.6.7	绘制任意三维拓扑多边形	117
5.7	空间基本形体面的生成	118
5.7.1	长方体表面的绘制	119
5.7.2	方锥体表面的绘制	120
5.7.3	楔形体表面的绘制	121
5.7.4	穹形体表面的绘制	122
5.7.5	碗形体表面的绘制	123
5.7.6	球体表面的绘制	124
5.7.7	圆环体表面的绘制	125
5.7.8	圆锥体表面的绘制	126
5.7.9	通过四点创建网格表面	126
5.8	实例演示	127
5.8.1	工艺品的三维造型设计	128
5.8.2	小圆桌的三维造型设计	139
5.8.3	热气球的三维造型设计	144
第 6 章	由二维图形生成三维图形的方法	151
6.1	放样拉伸生成三维实体	151
6.2	旋转生成三维实体	154
6.3	复合三维图形的创建	156
6.4	实例演示	161
6.4.1	机械连接零件的三维造型设计	161
6.4.2	电视塔的三维造型设计	171
第 7 章	三维图形的编辑与修改	186
7.1	基本编辑命令的使用	186
7.2	棱边的可见性控制	188
7.3	三维旋转、镜像、阵列与对齐	189
7.3.1	三维旋转	189
7.3.2	三维镜像	190
7.3.3	三维阵列	192
7.3.4	位置对齐	194
7.4	布尔运算	196
7.4.1	三维实体求并运算	196
7.4.2	三维实体求差运算	197

7.4.3	三维实体求交运算	198
7.5	三维实体图形的倒角、切面、切割与分解	199
7.5.1	倒直角	199
7.5.2	倒圆角	200
7.5.3	剖切生成切面	201
7.5.4	实体的切割	202
7.5.5	分离三维实体	203
7.5.6	分解三维实体	204
7.5.7	对三维实体进行抽壳	205
7.6	三维实体边和面的编辑	206
7.6.1	三维实体边的编辑	206
7.6.2	三维实体面的编辑	208
7.6.3	将对象刻印在三维实体的面上	216
7.6.4	清除与实体有效性检查	217
7.7	三维图形的文字与尺寸的标注	217
7.8	实例演示	220
7.8.1	公园雕塑支点的三维造型设计	220
7.8.2	斜拉人桥的三维造型设计	228
第8章	三维实体图形的查询与外观美化	244
8.1	查询实体图形	244
8.1.1	实体特性的查询	244
8.1.2	实体图形数据信息的列表	246
8.1.3	不同实体的相交判别	247
8.2	三维图形的初步美化	248
8.2.1	三维实体图形的消隐	248
8.2.2	三维实体模型阴影图的建立	248
8.2.3	三维实体模型渲染图的建立	250
8.3	实例演示	257
8.3.1	飞机模型渲染操作实例	258
8.3.2	轴承座的三维造型设计	260
第9章	三维图形的输出	274
9.1	三维图形的输出格式类型	274
9.2	与 3DS MAX/3DS VIZ 软件的连接	275
9.3	与 Photoshop/CorelDraw 软件的连接	278
9.4	与 Word/WPS 办公系统软件的连接	280
9.5	三维图形的打印输出	282
第10章	三维建模在工程设计中的应用实例	284

10.1 空气净化器的三维造型设计	284
10.1.1 净化器的底座部分造型设计	285
10.1.2 净化器的中间部分造型设计	289
10.1.3 净化器中间主体侧面接口造型设计	292
10.1.4 净化器上部接口的造型设计	298
10.1.5 空气净化器的后期渲染美化	304
10.2 安得广厦的三维造型设计	306
10.2.1 地面的造型设计	307
10.2.2 台阶的造型设计	308
10.2.3 一层裙房的造型设计	310
10.2.4 二、三层裙房的造型设计	315
10.2.5 主体结构造型设计	318
10.2.6 旋转餐厅的造型设计	324
10.2.7 安得广厦的后期渲染处理	329
附录 1 与三维绘图关系密切的 AutoCAD 系统变量	330
附录 2 AutoCAD 三维绘图命令汇总表	335

第 1 章 AutoCAD 三维建模基础

万丈高楼平地起，无论是二维平面绘图，还是三维建模，都应具备基本知识与技能。本章将对 AutoCAD 的发展历史及其功能特点、安装使用 AutoCAD 进行建模所需的软件与硬件环境等方面的内容，进行简明扼要的介绍。

1.1 关于 AutoCAD

作为 AutoCAD 的使用者，除了能够熟练使用它进行工程设计外，对其发展历程与功能特点至少应有概略性的了解。AutoCAD 版本不断更新换代，功能越来越强大、完善，使用也越来越简便。

1.1.1 AutoCAD 简介

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司的通用计算机辅助设计(CAD, computer aided design)系统软件。AutoCAD 不仅是最为出色的二维绘图软件，同时也是优秀的、灵活而可靠的三维建模软件。在建筑、机械、电子、航天、船舶、轻工业、化工、石油和地质等诸多领域，AutoCAD 已得到广泛的应用。AutoCAD 在工程设计界已是家喻户晓，深受广大工程设计师的欢迎，成为他们进行设计、开发和研究的强有力工具。随着 AutoCAD 在中国的广泛应用，必将推动中国 CAD 产业的不断发展。

AutoCAD 的第一个版本——AutoCAD R1.0 是 1982 年 12 月发布的，至今已进行了十多次的更新换代，在功能、操作性和稳定性等诸多方面都有了质的变化。总的来看，其功能日趋全面并越来越强大，其使用越来越方便灵活，更适合工程设计发展的需求。1999 年 3 月上旬，Autodesk 公司在其美国加利福尼亚的圣拉斐总部推出了 AutoCAD 的跨世纪版本——AutoCAD 2000，如图 1.1 所示。AutoCAD 2000 将为全球专业设计工程师创立更加高效和富有灵活性以及交互性的新一代设计标准，标志着工程师们共享设计信息资源的传统方式有了重大突破，极大地提高了设计效率与设计水平。有关 Autodesk 公司及其软件产品的具体信息，可以访问其在中国的网站(<http://www.autodesk.com.cn>)或其总部的网站(<http://www.autodesk.com>)，其主页如图 1.2 和图 1.3 所示。

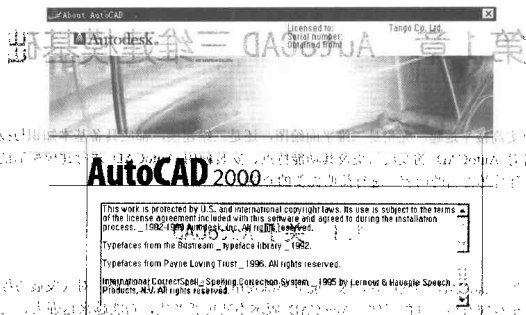


图1.1 AutoCAD 2000设计软件



图1.2 Autodesk公司的中国分部主页



图 1.3-1 Autodesk 公司的总部主页

1.1.2 AutoCAD 特点

1. AutoCAD 的共同特点

AutoCAD 的共同特点如下:

- 完善的各种图形绘制功能。
- 强大的多种图形编辑与修改功能。
- 开放的结构体系: 允许用户定制 AutoCAD 系统参数, 易于二次开发。
- 提供多种接口文件, 具有较强的数据交换能力。
- 支持多种操作平台与交互设备, 具有良好的操作界面和高级辅助功能。
- 易于学习掌握, 能适应多层次用户的不同需求。

2. AutoCAD 2000 的新特性

AutoCAD 2000 的新特性如下:

- 多文档设计环境: AutoCAD 2000 通过多文档设计环境将 MDI(Multi-Document Interface, 多文档界面)提升到新的水平。用户现在可以使用所有熟悉的 AutoCAD 命令和一些新的设计工具, 在单一的 AutoCAD 环境下打开、编辑和设计多个图形文件。例如, 用户可以在不同的设计图形文件或不同的窗口之间自由地来回拖放图形对象。

- **AutoCAD 设计中心：**AutoCAD 2000 设计中心相当于智能中枢。通过它，用户既可以浏览已有的设计成果，又能够在已有的设计资源中采掘出新的设计思想和设计内容。AutoCAD 设计中心使用户能有效地管理和重复使用设计对象、几何要素及专业设计绘图标准。用户可以通过简便的拖放操作，将符号、图层、字体、布局和样式等设计信息从某一设计环境向另一设计环境复制，以节省大量重复作业时间。
- **特性管理窗口：**特性管理窗口是一种对话框式的窗口，用户可以通过特性管理窗口直接访问对象和图形的特性，可以编辑某一对象或某一对象选择集的各类特性。该工具将编辑功能与其他四十多种对话框和工具栏的功能合并到一个简洁易用的窗口中，使用户的日常设计效率更高。
- **图面布局设计功能：**用户经常需要为某一设计的不同侧面生成多种图面布局。布局设计新特性能够实现同一设计的多种显示和打印输出。用户可以用一种更简单，更灵活的方式在图面上布置自己的设计方案。
- **自动捕捉、追踪功能：**新的自动捕捉、追踪功能使用户的设计与编辑不使用构造线，也同样准确地捕捉对象目标与绘制图形。

1.1.3 AutoCAD 三维建模功能概述

目前在 PC 上普遍使用的建模软件有：AutoCAD、3DS、3DS MAX、3DS VIZ 和 Microstation 等，其中用得比较多的当属 AutoCAD。

AutoCAD 三维计算机建模功能，可以使人们领略到由其带来的真实性、实用性和趣味性的效果。它不仅对广大的工程设计师，而且对动画制作、广告和美术等专业技术设计师及其他爱好者，都具有较强的吸引力。三维建模功能的最大优势在于可以将一种概要的框架式结构粗略地表达为设计示意图。工程设计是推动三维技术广泛应用的根本原因。三维建模可以将设计师的设计思想变为现实，更好地完善设计效果，增进设计师与客户或同行间的交流，融合不同的设计思想与风格，优化设计环境。

诚然，任何一个工具都无法满足用户的所有要求，AutoCAD 也不例外。要展示完整的设计示意图，设计师需要利用其他一些方法进行修饰和完善，如 3DS、3DS MAX、3DS VIZ、Adobe Photoshop 和 Lightscape 等，将 AutoCAD 制作的初级模型迅速地转换为一种演示性的图像，给人以现实的模拟效果，更能直观地展示模型的环境布局、体形大小等各方面要素，同时也可以发现存在的不足，及时进行润饰修正。如图 1.4 所示是用 AutoCAD 创建的大楼三维模型。通过创建大楼的三维模型，不仅可以清楚直观地观察到大楼建成后的形状，而且可以从不同角度对其进行观察，了解其各个侧面的外观形态。此外还可以利用 3DS MAX、3DS VIZ 与 Photoshop 等软件对其进行后期处理，得到更为逼真的渲染图，如图 1.5 所示。有关该大楼的三维建模过程，将在后面工程实例操作练习中加以阐述。

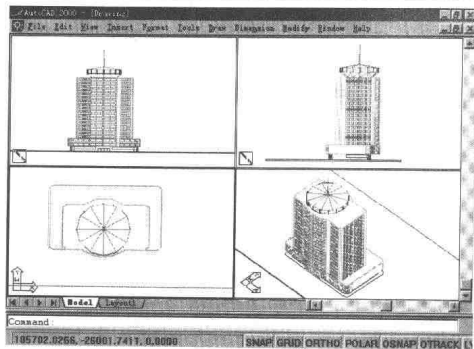


图1.4 用 AutoCAD 创建的大楼模型

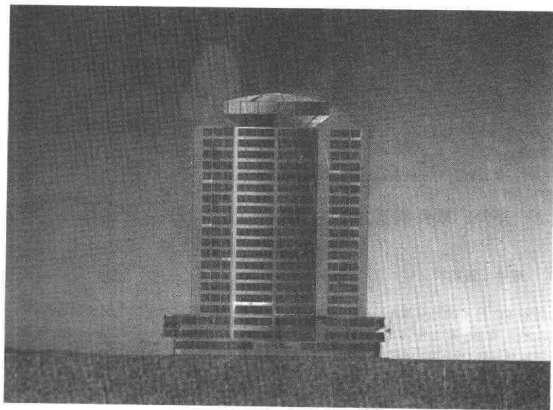


图1.5 AutoCAD 建模经简单渲染后的大楼

1.2 AutoCAD 三维建模基本要求

本节将对学习 AutoCAD 三维建模所需的一些基本知识、软件与硬件等支持环境进行简要介绍,以便用户做好一些必要的准备工作,更为有效地学习。

1.2.1 基本知识要求

AutoCAD 从 R13.0 版本开始,都是基于 Windows 的应用软件。三维绘图功能只是其高级应用的一部分内容,可以绘制三维点和线、三维平面和三维曲面,而且不需要 AME(Advanced Model Extensions,高级模型扩展)模块就可以实现三维实体的造型设计,并允许用户对其进行相应的编辑与修改(包括进行布尔运算)。如果用户已熟练掌握了 AutoCAD 的基本操作命令,并将其作为二维绘图使用,那么在学习三维建模时,便已经掌握了基本技巧。因此,在学习 AutoCAD 三维建模之前,用户最好能具备如下一些基本知识:

- Windows 操作系统的使用;
- AutoCAD 二维绘图命令的基本操作;
- 具备一定的三维图形知识,如视图的识别及其透视关系的判别;
- PC 及相关设备的使用和操作等。

诚然,这些知识要求是相对而言的。若用户具备了这些基本知识,便可以很快进入三维建模的操作学习,较为容易地理解和掌握学习内容,并能融会贯通、举一反三、在实际工程设计中快速应用。若用户还缺乏其中某些方面的知识,则要加强这方面学习。因为 AutoCAD 三维建模也是由一些基本操作命令来完成的,有些知识可以在学习过程中逐步了解并掌握,只是要多花些时间。因此,建议这些用户先去阅读一下相关的基础教程,以了解一些基本概念,为三维图形建模学习做好知识准备。

1.2.2 硬件、软件的基本要求

1. 硬件配置要求

随着 PC 技术的迅猛发展,尽管 AutoCAD 对硬件的要求随其版本的更新而提高,但按目前的主流 PC 硬件配置,运行 AutoCAD 进行相关的操作是绰绰有余。由于 PC 的不断更新换代,不同的用户拥有不同档次的 PC 是很正常的。要运行 AutoCAD,只要满足如下最低配置即可:

- 中央处理器(CPU): 486DX2—66 以上;
- 硬盘空间(Hard Disk Space): 200MB 以上(供安装使用);
- 内存(RAM): 16MB 以上;
- 显示器: 640×480 以上分辨率;

- 其他设备(可选): 打印机、扫描仪、数码相机、数字化仪和刻录机等。

上述配置可以安装 Windows 操作系统与 AutoCAD 应用软件, 但运行起来速度相当缓慢。特别是对一些复杂的三维图形, 由于需要处理大量的数据信息, 对硬件要求相应较高, 上述最低配置无法满足其运行需求。因此建议用户尽量采用较高的硬件配置, 如采用 3D、AGP 或 TNT 显卡等, 配置越高, 使用起来越轻松自如。

2. 软件要求

从 AutoCAD R12.0 版本到 AutoCAD 2000 都具有不同程度的三维建模功能, 版本越高, 其三维绘图功能越强大, 使用起来越得心应手。若使用 AutoCAD R12.0 版本, DOS 系统即可支持其运行。若使用 AutoCAD R13.0 以上版本, 则需要 Windows(Windows 9X/2000/NT)操作系统来支持其运行。采用高版本操作系统, 不仅能使其操作更简捷明了, 三维建模功能更强大, 能够满足多方面的建模需求, 而且使其运行 AutoCAD 的速度会加快, 操作起来更为流畅。因此建议用户采用较高版本的 AutoCAD 与操作系统。

第2章 AutoCAD 三维建模初探

对学习 AutoCAD 三维建模来说,了解和掌握三维图形的类型和特点是基本。在进行 AutoCAD 绘图操作时,输入命令的最快捷方法无疑是直接从工具栏上选择所需的命令。为此,本章对三维图形的类型和特点进行相关的分析与论述,并简要地介绍三维建模中经常使用的工具栏,以便在实际操作过程中能够快捷地执行所需的命令,更有效地提高工作效率。因为等角轴测图与三维图形关系比较密切,所以对等角轴测图的含义和创建方法,本章也进行较为详细的阐述,以拓宽用户的知识视野,加深用户对 AutoCAD 三维建模的了解。此外,详尽而又形象的小房子与茶几的实例操作说明,不仅使人对 AutoCAD 三维模型有初步的感性认识,而且使用户开始步入三维建模的殿堂,着手描绘自己的工程蓝图。

2.1 二维图形与三维图形的特点

三维图形区别于二维图形的显著特点是其具有较强的立体视觉效果,与人们在现实生活中观察到的对象比较接近,极易为人们所理解。这也是三维建模的优势所在。

2.1.1 二维图形与三维图形的区别

三维图形与二维图形最显著的区别在于二维图形仅是一个平面的图形,缺乏空间立体感,需要经过训练才能看得懂其所表示的确切意义,如图 2.1 所示。而三维图形不仅具有较强的立体视觉效果,而且可以从任一角度对物体对象进行观察,获得各种不同的外观形态效果,参见图 2.2。即在三维空间中观察实体,能得到一个较为接近真实形状与构造的感觉,能看到比二维平面图形更多和更丰富的内容。三维空间图形也有助于设计者与不熟悉平面图、剖面图和侧视图的客户交流设计思想。此外,用户还能较为容易地从三维模型中得到想要的二维图形,这将节省许多绘图时间。