

高等学校计算机辅助设计系列教材 —— 建筑专业

计算机辅助

建筑模型

创建原理

▶ 汤众 编著
▶ 向阳 审

人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS



高等学校计算机辅助设计系列教材
——建筑专业

计算机辅助 建筑模型 创建原理

▶ 汤众 编著
▶ 向阳 审

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助建筑模型创建原理 / 汤众编著. —北京: 人民邮电出版社, 2003.2
(高等学校计算机辅助设计系列教材)

ISBN 7-115-10981-8

I. 计... II. 汤... III. 模型(建筑)—计算机辅助设计—图形软件, Auto CAD、
3D Studio MAZ/VIZ—高等学校—教材 IV. TU205

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 097093 号

高等学校计算机辅助设计系列教材——建筑专业
计算机辅助建筑模型创建原理

◆ 编 著 汤 众
审 向 阳
责任编辑 赵鹏飞

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67129260
北京汉魂图文设计有限公司制作
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: 8.75
字数: 207 千字 2003 年 2 月第 1 版
印数: 1-5 000 册 2003 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-10981-8/TP·3281

定价: 14.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

内 容 提 要

建筑模型的创建是建筑效果图制作中的一个重要环节。本书以 AutoCAD 和 3D Studio MAX/VIZ 为基础，用一种全新的方式，由浅入深，循序渐进地对用计算机创建建筑模型的基本方法和原理进行系统的分析和讲解。

本书编写模式新颖，重点并不是对软件的具体使用方法和制作步骤的详细讲解，而是结合作者实际工作和教学的技巧与经验讲解建筑建模的基本原理和基础概念，是一本实用性很强的专业学习教材。

本书是高等院校建筑专业的教材，也可以作为广大建筑设计、室内设计、美术设计人员的自学参考书。

65591/07

编者的话

在完成《计算机辅助建筑渲染表现原理》一书的编写以后，笔者又应邀以相同的体例编写这本关于建立计算机建筑模型的教材。与编写上一本教材一样，编写关于建立计算机建筑模型的教材也同样受到日新月异的计算机软件和硬件发展的影响。笔者在多年的教学实践中几乎每年都要换用更新版本的软件或新发布的软件，这样一直很难将教学固定在某一个具体软件的使用上。因此，在近期的教学中开始探索尽量从相关的基本概念和操作出发，介绍学习过程中需要注意的一些共性问题。本教材就是以这种理念来编写的，希望教学的内容能够在较长的一段时期内保持适用性，更符合教材的特点。

使用计算机软件在计算机中建立建筑的三维模型是计算机辅助建筑设计的基础，早期主要是为了能够被用作建筑渲染表现，现在越来越多的计算机辅助建筑设计开始以建筑的计算机三维模型为基础，从三维空间设计出发，最后根据建立的三维建筑模型“自动”产生建筑物的二维平、立、剖面图纸和材料报表，甚至还可以对建筑物的结构设计提供参考。这就使得计算机三维建筑模型建立不再仅仅是为了建筑表现的需要，而成为了建筑设计的主要手段。因此，掌握使用计算机建立三维建筑模型的技能也将成为从事建筑设计技术人员的必要条件。

提起使用计算机建立三维建筑模型就会有很多人在关心是使用 AutoCAD 还是 3D Studio MAX/VIZ 这样的问题。其实可以被用来建立建筑三维模型的通用软件远不止这两个，而且就是这两个软件也在不断地推出新的版本。尽管不同软件的界面和具体操作方法不尽相同，然而使用通用 CAD 软件通过人机交互方式建立三维建筑模型的基本方法都差不多。因此本教材在编写时就以 AutoCAD 和 3D Studio MAX/VIZ 为基础，全面介绍了在建立三维建筑模型方面通常使用的一些基本方法。

有关计算机操作的参考书一般都比较厚，为了让读者能够较快地了解用计算机建立三维建筑模型的总体特点，本教材尽量压缩篇幅，简化了具体软件操作步骤的介绍，而让这些内容留给具体授课的教师根据当前最新版本的软件操作方法在课堂教学中作现场演示。对于准备自学的读者则建议同时参考所选定软件的用户指南和操作手册。

建立三维建筑模型仅掌握基本原理是不行的，这是一种技能，需要通过大量的训练才能够完全掌握。只做完本教材每一章后所给出的练习仍是不够的，如果想在实际工作中灵活高效地运用，还必须不断地有意识地加以强化练习。

现代信息技术不断加速发展，希望大家能够通过本教材的入门学习，举一反三，跟踪学习最新的三维软件，提高建筑设计与表现水平。

编者

2002年9月

于同济大学

目 录

第 1 章 从二维绘图到三维建模	1
1.1 计算机中的三维空间表达	2
1.2 建立模型的基本方法	7
1.3 用户坐标系统	17
1.4 倾斜构件的创建	20
1.5 旋转体的创建	22
1.6 直线曲面与边界曲面	26
1.7 建立放样对象	29
小结	39
练习	39
第 2 章 直接建立三维实体	40
2.1 标准几何体的建立	41
2.2 扩展几何体的建立	48
小结	52
练习	53
第 3 章 模型的组合与调整	54
3.1 模型间的拼接	54
3.2 模型间的减挖	60
3.3 模型的变形	64
小结	87
练习	88
第 4 章 其他建模方法	89
4.1 非实际模型的建立	89
4.2 其他获得模型的途径	106
小结	111
练习	112
第 5 章 复杂场景建模	113
5.1 建立工作计划	113
5.2 完善建筑设计资料	121
5.3 复杂场景建模实例	123
小结	132
练习	132

第 1 章 从二维绘图到三维建模

本章介绍如何理解计算机中三维空间的表示方法，如何将二维的元素转换为三维形体和如何建立二维元素为基础的三维表面。

在过去的二维绘图中有 3 种基本几何元素：点、线和面。在立体几何学中，这些二维元素也可以有其三维空间坐标位置，即在三维空间中也有空间的二维元素，这些元素相对其二维元素只是增加了第三维的坐标，如图 1-1 所示。在本章中将要大量运用到立体几何的相关概念，由于书页还是个二维平面，很多三维图形的显示还需要大家借助计算机软件来显示和观察。

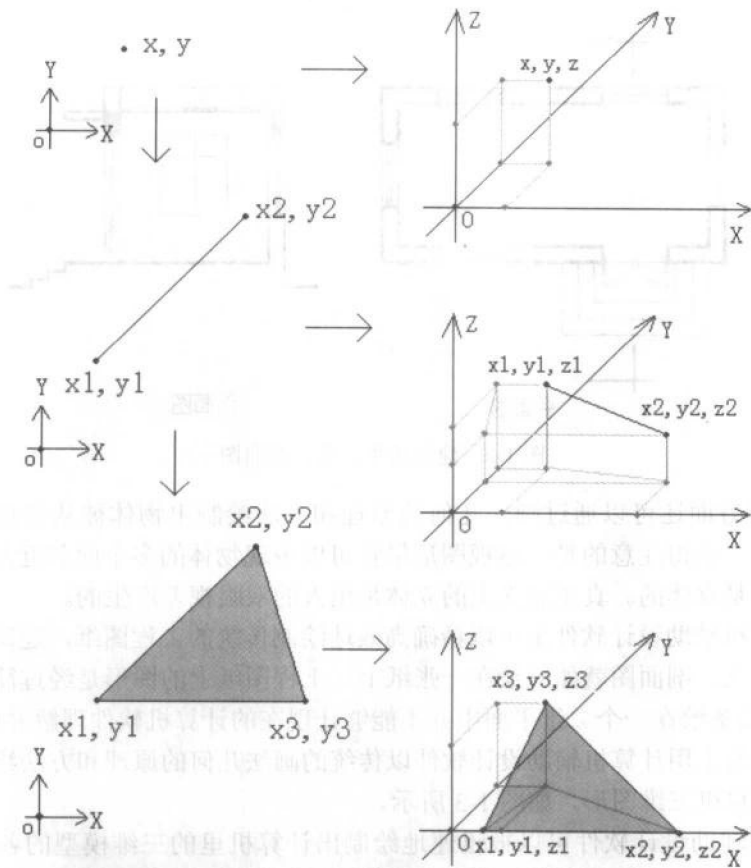


图 1-1 三维空间中的二维图形元素

1.1 计算机中的三维空间表达

在建筑绘图中，将建筑的各层水平剖面图称为平面图，而剖面图一般指建筑的竖向剖面图，建筑的各侧面图则被称为立面图。由于建筑形体一般由矩形体块构成且固定有确定的大致朝向，因此各正向立面还可以被分为东、西、南、北 4 个立面图来绘制表达。在平面图的绘制上一般按照上北下南的规律来表达，如图 1-2 所示。

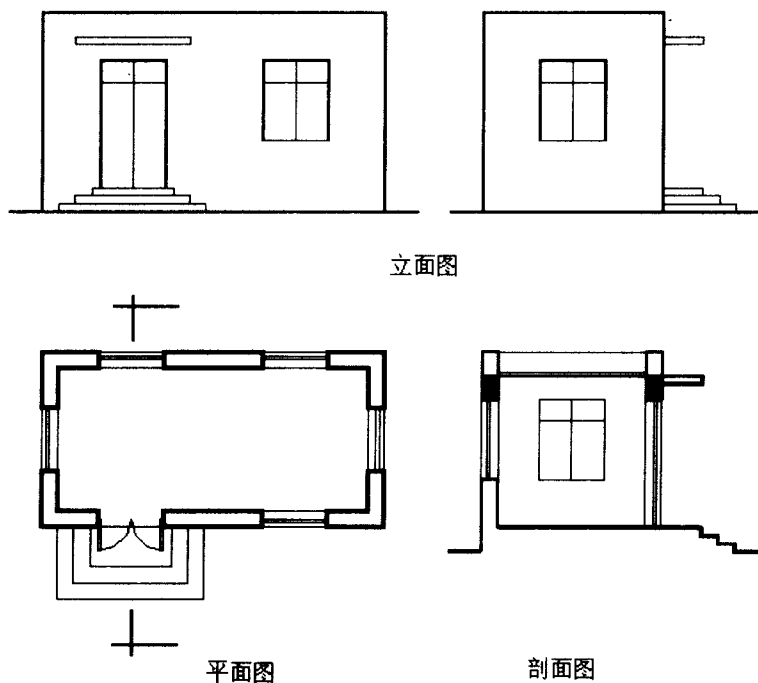


图 1-2 建筑的平、立、剖面图

在传统绘图方面还可以通过画法几何的原理和方法绘制出物体被从任意一个点观察时产生的透视图形。值得注意的是，透视图形尽管可以表现物体的多个面和近大远小的透视变形效果，但却不是立体的。真正意义上的立体是由人的双眼视差产生的。

在二维计算机辅助设计软件里可以精确高效地绘制传统的工程图纸，建筑在一个二维平面里绘制的平、立、剖面图就如同绘在一张纸上。工程图纸上的图形是经过简化和抽象的符号，将这些几何线条绘在一个二维平面中并不能够让现在的计算机软件理解并成为三维模型。同样，在二维平面上用计算机辅助设计软件以传统的画法几何的原理和方法绘制的透视图形也不是真正的计算机三维图形，如图 1-3 所示。

现在计算机辅助设计软件可以很迅速地绘制出计算机里的三维模型的各个侧面和透视图形，并且可以同时用多个视图窗口显示在计算机的显示屏幕上，如图 1-4 所示。在显示前先要在软件中建立三维模型数据，计算机软件将根据这个三维模型数据显示特定角度的图形画面。

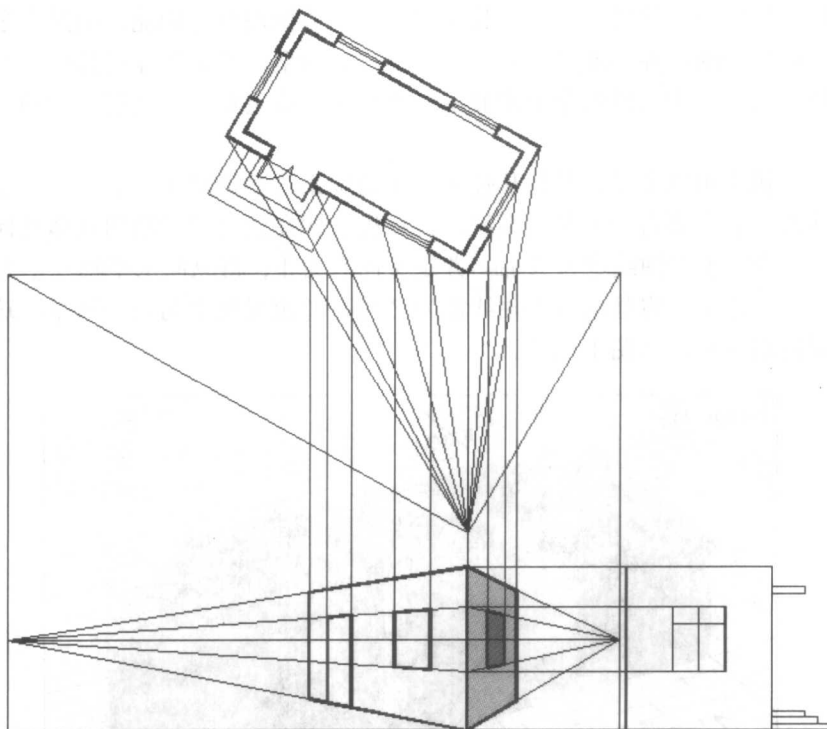


图 1-3 以画法几何方法求建筑透视



图 1-4 多视图窗口显示建筑各个侧面和透视图

如今计算机辅助设计软件大多数都具备建立三维数据模型的功能，但是大多数计算机显示设备都是平面显示的，并不能直接显示出立体三维模型，于是就如同传统的工程图纸表现一样，使用特定的视图在二维媒介上来显示三维模型在特定观察角度所显示的二维透视或轴测形象。

由于在计算机上可以非常容易地从任何一个角度来观察计算机里的物体，要区别显示图像是在何种状态下就需要有一个参照系统。计算机软件在这里继续沿用立体几何中三维空间的表达方式，将横向水平轴线定为 X 轴，并定义向右为正；将纵向水平轴线定为 Y 轴，并定义向前为正；在三维上，将竖向垂直轴线定为 Z 轴，并定义向上为正。通常，这个坐标符号会显示在画面的右下角，如图 1-5 所示。

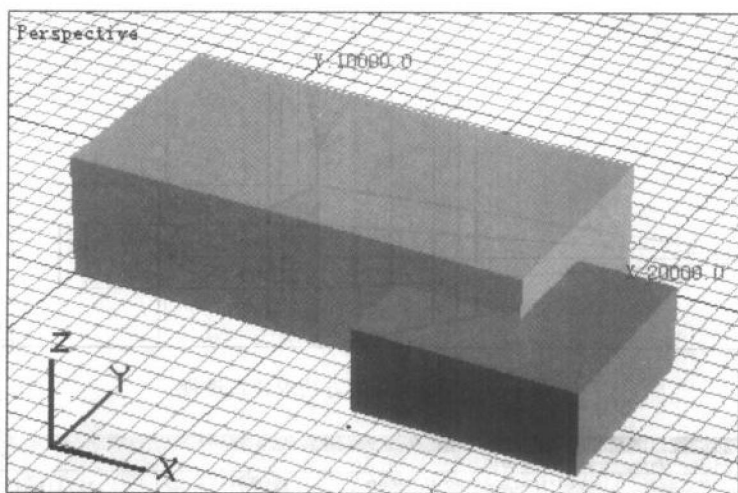


图 1-5 计算机三维坐标系

在计算机软件中，为了方便观察往往会用“线框”的方式来表达三维形体，即只用线来显示几何体的棱边，使之看上去像透明的一样。此时，用来表达三维坐标的符号就显得更为重要，因为同样的线框图形可以表达完全不同的空间形态或同一个物体的不同观察方向，如图 1-6 所示。

在图 1-6 中可以看出，同一个线框图形在不同的坐标符号的情况下状态就完全不同：一个是俯视状态下，而另一个则是在仰视状态下。

以上仅仅是一个非常简单的六面体，当场景中物体越多越复杂时，如何观察和理解在二维显示器上显示的三维图形就越重要。通常会使用多个视图 (View) 来表示场景的多个观察角度，比较重要的几个角度如下。

(1) 顶视图 (Top)：从场景的正上方无限远处向下观察场景中的物体。与平面图对应。

(2) 前视图 (Front)：从场景的正前方无限远处向后观察场景中的物体。与正 (南) 立面图对应。

(3) 左视图 (Left)：从场景的正左方无限远处向右观察场景中的物体。与左 (西) 立面图对应。

(4) 右视图 (Right)：从场景的正右方无限远处向左观察场景中的物体。与右 (东) 立面图对应。

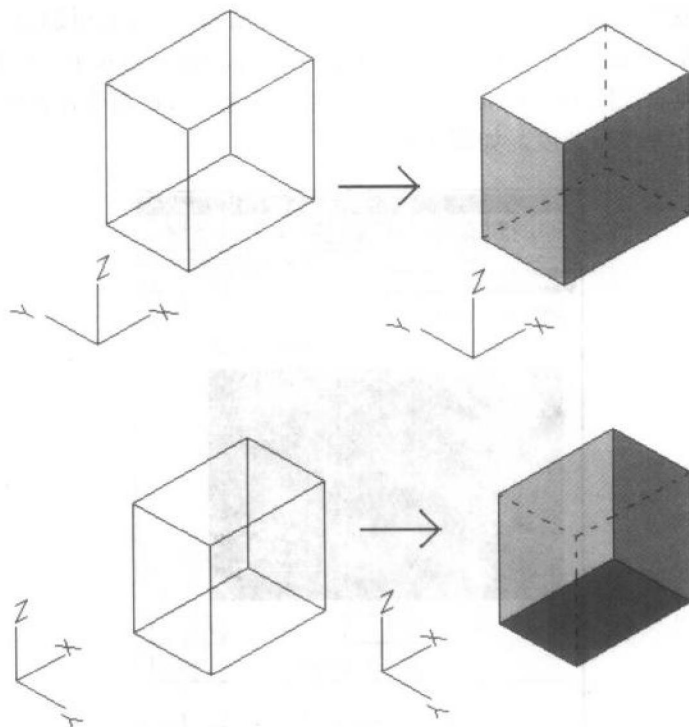


图 1-6 同一个线框图形表达实体的不同状态

(5) 透视图 (Perspective)：一般默认设置是从前左上观察场景中的物体，可以调整。

(6) 相机视图 (Camera)：根据场景中设置的相机参数产生的透视视图。

这些视图综合起来就容易理解复杂的物体，现在的计算机三维建模软件大都可以同时显示多个视窗 (Window)，这样就可以准确地理解场景中的物体，如图 1-7 所示。

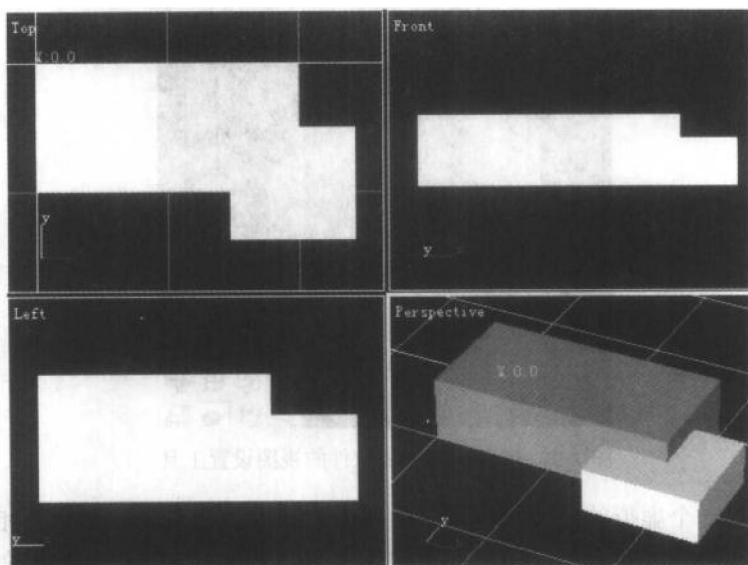


图 1-7 4个不同的视图显示的同一个场景

不同的计算机软件设置视图的方法不尽相同。AutoCAD 软件可以通过 Viewpoint 工具条 (Toolbar) 上的按钮 (Button) 快速设置上、下、左、右、前、后 6 个正视图和左前、右前、左后、右后 4 个正等轴测 (Isometric) 视图。或者通过键入 VP 命令在视图预设 (Viewpoint Presets) 对话框上设置观察角度, 如图 1-8 所示。

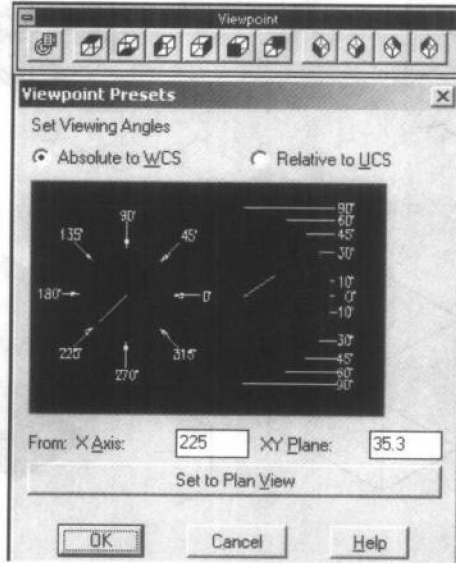


图 1-8 AutoCAD 软件的视图设置工具

在 3D Studio MAX 或 VIZ 软件中, 利用软件界面右下角的视图控制调整按钮中的旋转视图的工具 (Arc Rotate), 可以旋转激活视窗的视图。这是一个动态的过程, 可以一边观察一边旋转, 直到转到一个满意的角度, 如图 1-9 所示。

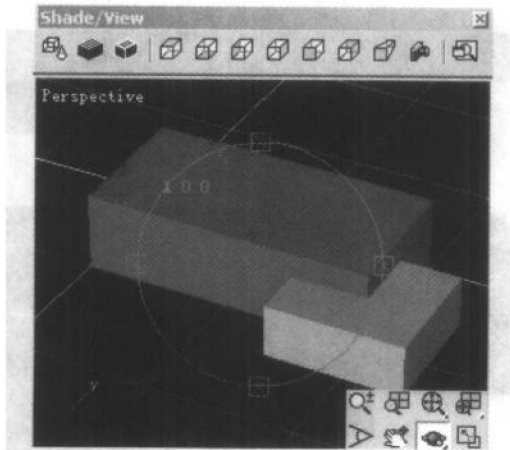


图 1-9 3D Studio VIZ 软件的视图设置工具

在软件中设置一个虚拟的照相机可以产生符合所设置的相机参数要求的相机视图。相机视图更接近人们观察场景的方式。相机视图的设置比较复杂, 它不仅受相机在场景中的位置和方向的影响, 还受到设置的相机镜头参数的影响。关于相机视图的设置将在渲染的过程中

着重介绍（参见《计算机辅助建筑渲染表现原理》第2章）。

在了解了计算机三维软件的三维空间表达和控制以后，就可以开始从二维平面绘图转到三维模型的建立了。

1.2 建立模型的基本方法

1. 建筑中的等截面垂直构件

建筑模型相对其他工业产品模型具有大量等截面垂直构件，这些构件包括柱子、墙体、门和窗等，特别是现代风格的建筑，几乎80%以上都是直上直下垂直地面的构件（如图1-2所示的建筑全都是由等截面垂直构件组成的）。

所谓等截面垂直构件，就是由一个特定的二维元素通过垂直于该二维平面的方向进行拉伸所产生的三维物体，其各个断面都是一样的且上下对齐，如图1-10所示。

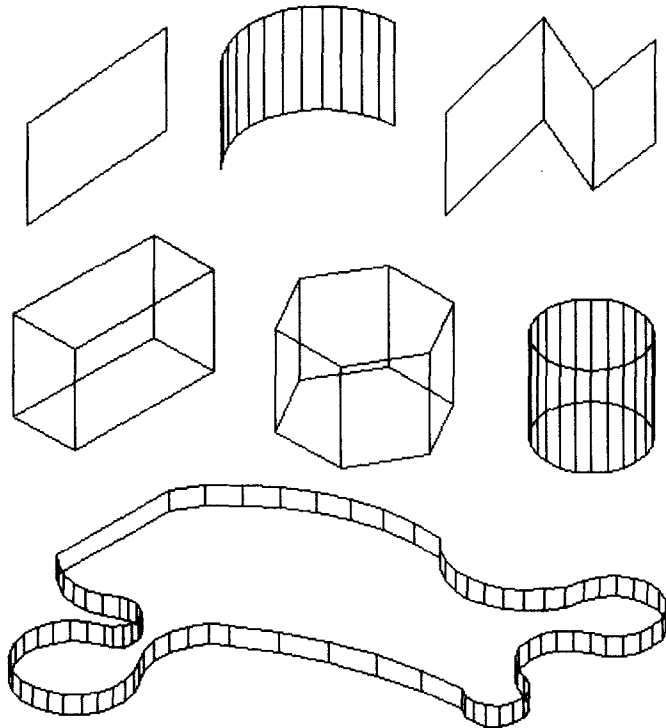


图 1-10 各种等截面垂直构件

在计算机三维建模软件中三维物体是通过对二维对象(Object)进行给定厚度(Thickness)或挤出(Extrude)的方式形成的。

在 AutoCAD 软件中，对二维对象使用给定厚度(Thickness)的方式形成的三维形体是由表面(Surfaces)围合而成的；而使用挤出(Extrude)的方式形成的是三维实体。三维实体会占用较多的系统资源，一般建议尽量使用表面模型以减轻以后计算机在渲染运算时的负担。

2. 利用“给定厚度”法建立墙体

由于等截面垂直构件在现代建筑模型建立中使用的量最大，同时对二维对象（Object）进行给定厚度（Thickness）的方法也是三维建模中最常用的最基本的工作。

下面就具体介绍如何用这个方法把图 1-2 所示的建筑的模型建立起来。

首先在 AutoCAD 软件中打开图 1-2 所示的建筑图形。为了能够保留原来的二维图纸文件，先要用 Save as 命令将文件以其他文件名保存下来（如 xxx3d01.dwg）。

然后复制一个平面图。以复制的平面图为基础建立三维模型。选择平面图上墙线后使用 Modify→Properties 命令给这些墙线设定厚度（Thickness），如图 1-11 所示，给定厚度后竖起来的墙体如图 1-12 所示。

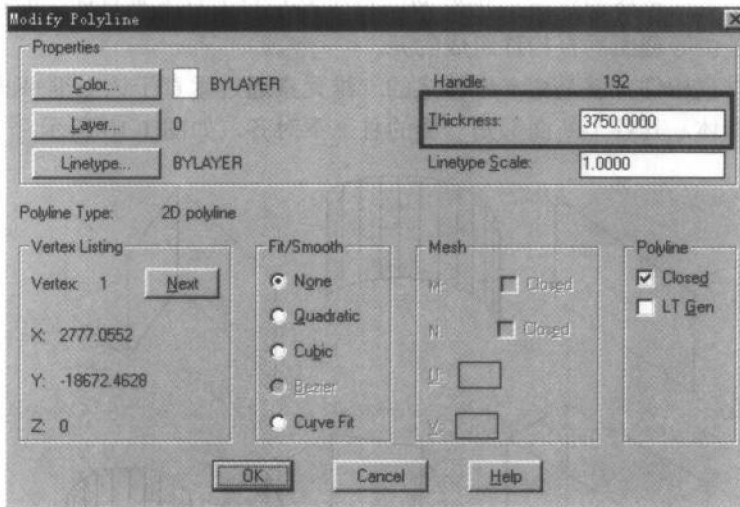


图 1-11 在 AutoCAD 软件中的 Properties 选项中设定厚度（Thickness）

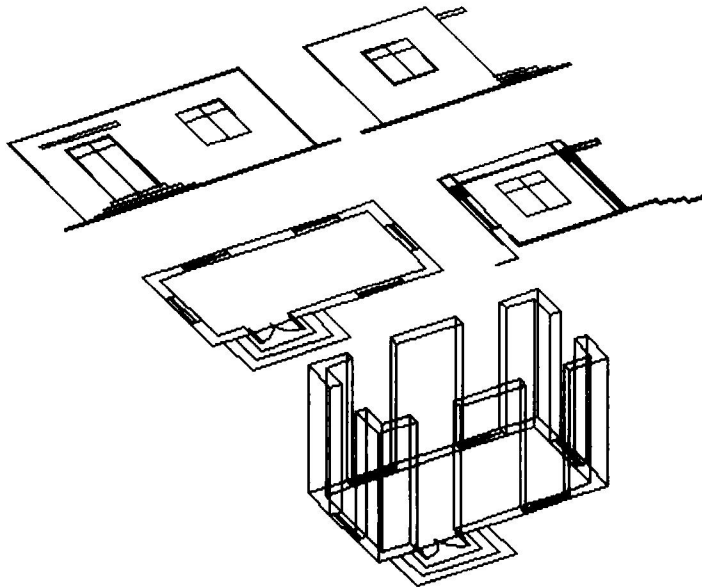


图 1-12 给定厚度后竖起来的墙体

现在所有窗间墙都达到了立面设计的高度。接下来要在窗下填充窗肚墙，如图 1-13 所示也是先画一个窗下的墙平面然后给定立面设计的高度。

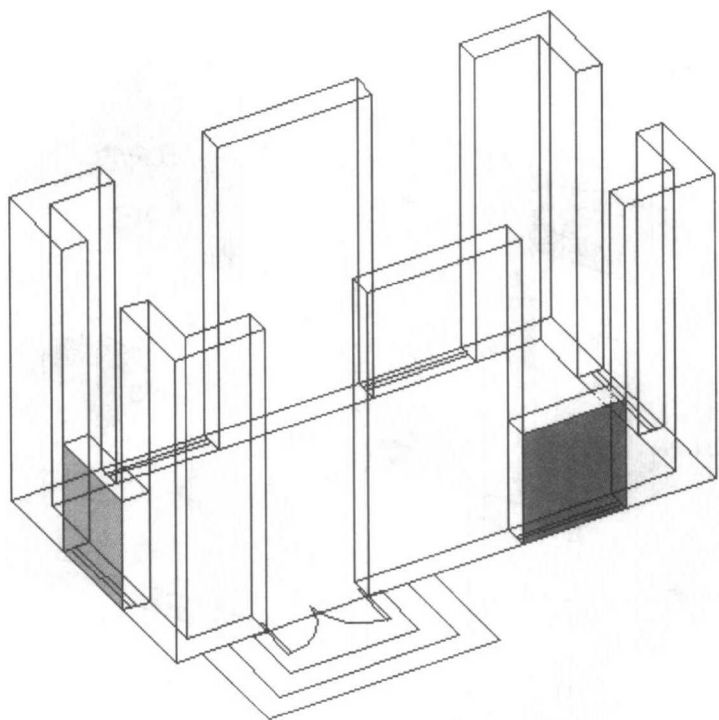


图 1-13 填充单个独立的窗肚墙

对于立面上大量的等高的窗肚墙，为了减少模型的“面”（Surfaces）的数量，可以用一块通长的墙体代替，如图 1-14 所示。

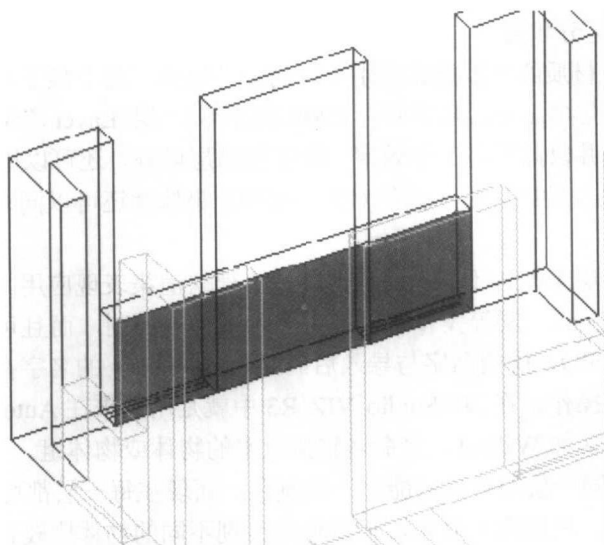


图 1-14 一块通长的墙体代替的两个等高的窗肚墙

使用同样的方法填充门、窗的过梁和女儿墙模型，这样就把建筑上所有墙面部分完成了，如图 1-15 所示。

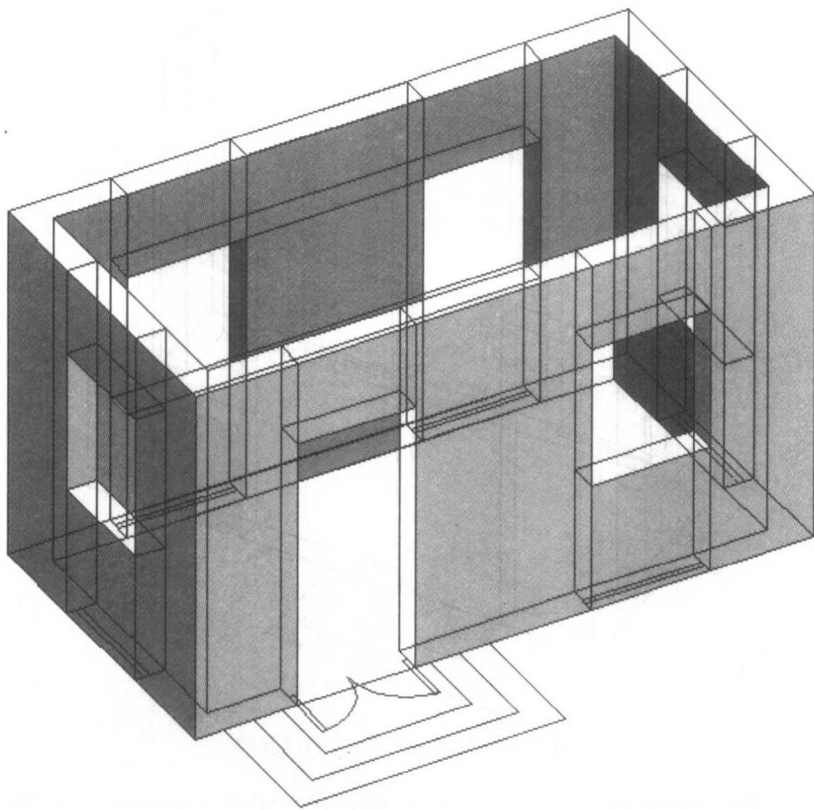


图 1-15 所有墙体完成后的模型线框

3. 不同材质对象的区分和管理

为了以后在渲染赋予材质的时候能够区别不同材质的物体，对于接下来要建立的不同材质的物体都要建立一个新层(Layer)。几乎所有 CAD 软件都以“层(Layer)”或类似概念(Level)来管理复杂的图形信息，并以此提高工作效率。除了根据层以外，还可以用颜色(Color)或实体(Entity)在导入渲染软件时区分不同的对象。有些渲染软件还可以同时运用上述两种以上方式区分不同的对象。

在上述三种方式中以层来区分不同的对象比较适合建筑渲染表现应用。通过关闭(Off)、冻结(Freeze)和锁住(Lock)层等操作可以提供多种多样的控制，而且可以给“层”起一个容易识别的名字(如 Wall)，层的名字与导入后的对象(Object)的名字在许多渲染软件中还能相互对应，方便以后操作。在 3D Studio VIZ R3 中就是用原来在 AutoCAD 中层的名字后面加上一个序列数后缀(如 Wall.01)来命名转换过来的物体或物体组。

早期版本 AutoCAD 同一层的对象只能有一种颜色，而现在每一层都可以用 255 种颜色来赋予该层上不同的物体。从表面上看来，以颜色来区别不同的物体比较直观，符合人们的一般习惯，但在 AutoCAD 中的 255 种颜色中只有十几种颜色有明显的色相上的区别，其他都仅是同一色相的不同明度变化，很难区分，而且在 3D Studio VIZ R3 中对象的名称与颜色

编号对应是抽象的数字（如 Color003.01），所以在建筑渲染表现中运用较少。

单从字面上来看，在 AutoCAD 中，以实体（Entity）的方式输入文件似乎不错，但在 3D Studio VIZ R3 中输入文件时是以绘制时的几何实体名称来区分转换过来的物体或物体组（如 Line.01, PolygonMesh.01, LWPolyline.01）的。不仅名称与对象在 AutoCAD 中的物体没有便于区别的关联，而且它们还可能造成难以控制数目的单独对象，因为它会为每一个几何元素给定一个物体。因而不能在建筑渲染表现中运用。

在关闭已经完成的墙体所在的层以后，我们就可以避免完成后墙体杂乱的模型线框的干扰来建立其他构件。楼板和台阶也是典型的等截面垂直构件，台阶可以直接由地面给定每个台阶到地面的厚度，不必使用相同厚度的台阶在不同高度进行叠加（如图 1-16 所示）。对于比较复杂平面的楼板可以分开建立，为了简化模型，楼板的边缘不必要一定随着平面的形状，可以相互重叠或部分埋入墙体之内。

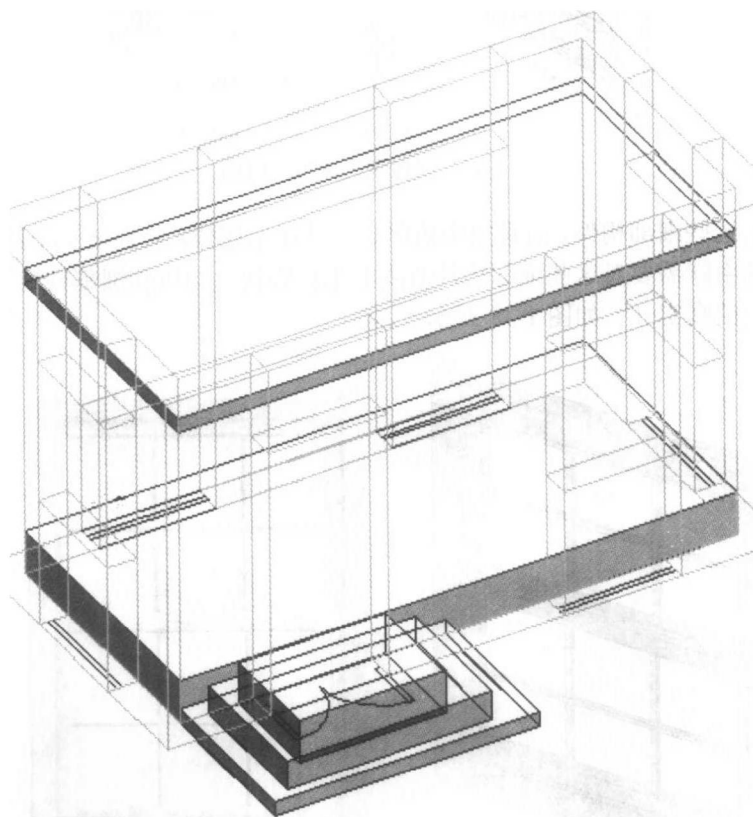


图 1-16 楼板和台阶也是典型的等截面垂直构件

4. 建筑细部构件的简化建模

建筑上有很多细部构件，这些构件的形状虽然尺寸比较小但很复杂，如窗框。构成窗框的构件除了窗框与玻璃以外，还有固定玻璃的构件（油灰或橡皮嵌条）、开关与固定窗扇的构件等，如图 1-17 所示。