

中文版

AutoCAD 2002

三维造型实例与技巧

主编 舒飞 伍权 赵卫兵

SANWEIZAOXING SHIYUJIAO

 卓越文化
UNIQUE ZHUOYUE WENHUA

航空工业出版社

中文版 AutoCAD 2002 三维造型实例与技巧

主 编 舒 飞 伍 权 赵卫兵
副主编 崔金玲 魏泽国 马洪儒
编 委 刘 春 井润贞 徐祥生

航空工业出版社

内 容 提 要

本书以各种真实的工业产品造型为例, 全面介绍中文版 AutoCAD 2002 在三维造型设计方面的强大功能。

本书中的操作命令一般均使用 AutoCAD 提供的形象化命令按钮。读者只需按照书中实例的制作步骤在计算机上进行操作即可。通过系统、全面地学习本书中三维造型知识, 并练习其中实例的创建方法和技巧, 即使是初学读者也可以轻松地掌握使用中文版 AutoCAD 2002 进行工业产品三维建模设计的方法。

图书在版编目 (CIP) 数据

中文版 AutoCAD 2002 三维造型实例与技巧 / 舒飞等主编.

—北京: 航空工业出版社, 2002.8

ISBN 7-80183-022-9

I. 中… II. 舒… III. 三维-计算机辅助设计-应用
软件, AutoCAD 2002 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 055403 号

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里 14 号 100029)

北京云浩印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2002 年 9 月第 1 版

2002 年 9 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 19.5

字数: 398 千字

印数: 1-8000

定价: 25.00 元

本社图书如有缺页、倒页、脱页、残页等情况, 请与本社发行部联系调换。联系电话: 010-65934239 或 64941995

前 言

中文版 AutoCAD 2002 是进行工业产品造型设计极好的工具软件之一。与 AUTODESK 公司早期的 CAD 版本相比, AutoCAD 2002 拥有强大的网络功能, 非常适合地域范围广大的用户使用。AutoCAD 2002 具有与图片、DWG 文件、LISP 文件等交互的功能, 是沟通制造商、市场营销人员、客户的良好软件平台。对在市场竞争中奋勇拼搏的企业来说, AutoCAD 2002 是增强企业对市场变化的反应能力的有力工具。

AutoCAD 2002 与以前版本的 CAD 文件兼容, 可以继承在旧 CAD 版本中完成的工作, 所以对企业 and 产品设计人员来说, 不失为一款性能价格比非常合适的计算机辅助设计软件。使用计算机辅助设计软件可以创建直观的三维造型, 如果有必要还可以由三维造型创建出相应的平面图形和非设计人员看得懂的虚拟真实效果图。在 AutoCAD 2002 中, 还可以通过网络交流设计工作, 使设计小组之间可以方便、快捷地进行交流互动、接受上级的监督管理、了解用户的反馈信息。

本书着重介绍 AutoCAD 2002 在产品三维造型设计方面的功能。从内容上看, 本书分为两部分: 前四章主要介绍 AutoCAD 2002 中进行三维造型设计所需掌握的基本知识; 后五章介绍了各种真实工业产品造型设计的详细操作过程, 并创建了相应造型的计算机虚拟的真实效果图。

本书第 1 章介绍 AutoCAD 2002 的基本操作, 第 2 章阐述三维造型的软件环境, 第 3 章介绍常用的 AutoCAD 2002 三维造型命令, 第 4 章介绍常用的 AutoCAD 2002 三维编辑命令, 第 5 章介绍了电子电器行业中使用的四种产品造型, 第 6 章介绍了六个机械零件造型, 第 7 章介绍了五个照明器具造型的设计方法, 第 8 章介绍了三个生活器具造型的设计方法, 第 9 章介绍了四个杂类小件造型的设计方法。

本书基本上不使用英文的命令形式进行操作, 读者可以通过书中详细介绍的命令按钮和操作步骤进行练习, 即使对 AutoCAD 一无所知的读者也可以按照本书讲述的造型设计过程, 迅速掌握使用 AutoCAD 2002 进行三维建模设计的方法。

本书由舒飞、伍权和赵卫兵主编, 由于时间仓促、作者水平有限, 书中错误、纰漏之处难免, 欢迎广大读者、同行批评指正。

编 者

2002 年 8 月

目 录

第 1 章 AutoCAD 2002 的基本操作	1
1.1 AutoCAD 2002 简介	1
1.1.1 AutoCAD 2002 的主操作界面	1
1.1.2 AutoCAD 2002 的命令样式	1
1.1.3 文件的基本操作	2
1.1.4 鼠标的基本操作	2
1.2 “今日”窗口简介	3
1.2.1 利用模板绘制新图	3
1.2.2 利用向导设置绘图参数	4
1.2.3 符号库	4
1.3 图层	5
1.3.1 图层概述	5
1.3.2 图层设置	6
1.3.3 取消对图层的设置	10
1.4 线型与颜色	10
1.4.1 设置线型	10
1.4.2 设置线宽	12
1.4.3 设置线型比例	13
1.4.4 设置颜色	13
1.5 “对象特性”工具栏使用实例	13
第 2 章 三维造型的软件环境	17
2.1 系统配置	17
2.2 用户坐标系 (UCS)	26
2.3 视图与视点	27
2.4 视口	29
2.5 材质	31
2.6 渲染处理	32
第 3 章 常用 AutoCAD 2002 三维造型命令	36
3.1 三维实体绘制命令	36
3.2 三维曲面	41

第4章 常用 AutoCAD 2002 三维编辑命令	47
4.1 “修改”工具栏	47
4.2 三维实体位置操作命令	48
4.2.1 三维阵列	48
4.2.2 三维镜像	49
4.2.3 三维旋转	50
4.2.4 对齐	51
4.3 三维实体编辑命令	52
4.4 封闭曲线的方法	58
第5章 电子电器造型	59
5.1 电容座	59
5.2 磁棒支架	61
5.3 灯头盖	69
5.4 三孔插座	84
第6章 机械零件造型	110
6.1 阀座	110
6.2 阀芯	115
6.3 凸轮	120
6.4 间歇轮	125
6.5 管头压紧螺母	132
6.6 刀片托架	138
第7章 照明器具造型	157
7.1 几何灯具	157
7.2 自由灯具	165
7.3 台灯灯罩	169
7.4 粘钩	179
7.5 汽车头灯	185
第8章 生活器具造型	207
8.1 刮胡刀罩	207
8.2 洗菜盆	221
8.3 塑料凳	233

第9章 杂类小件造型.....	252
9.1 挂锁鼻.....	252
9.2 圆珠笔笔帽.....	258
9.3 盛蛋器.....	270
9.4 拉链扣.....	280

第1章 AutoCAD 2002 的基本操作

本章主要介绍 AutoCAD 2002 的基本操作方法,包括: AutoCAD 2002 的主操作界面、命令样式、文件操作、鼠标操作,“今日”窗口简介,图层、线型和颜色设置等。

1.1 AutoCAD 2002 简介

下面主要介绍 AutoCAD 2002 的主操作界面、命令样式,以及文件和鼠标的基本操作等。

1.1.1 AutoCAD 2002 的主操作界面

AutoCAD 程序包括两个窗口:主操作界面窗口和“今日”窗口(“今日”窗口是辅助绘图窗口)。主操作界面窗口是一个按照 Windows 标准设计的应用程序窗口。为了实现用户和 AutoCAD 之间的人机交互,AutoCAD 的主操作界面窗口中还包含一个命令行窗口,这是 AutoCAD 的主操作界面窗口与其他 Windows 应用程序窗口略有不同的地方。

AutoCAD 2002 的主操作界面由标题栏、菜单栏、光标、绘图区域、工具栏、状态栏、命令行窗口、坐标系图标、功能按钮和滚动条等单元组成,如图 1-1 所示。

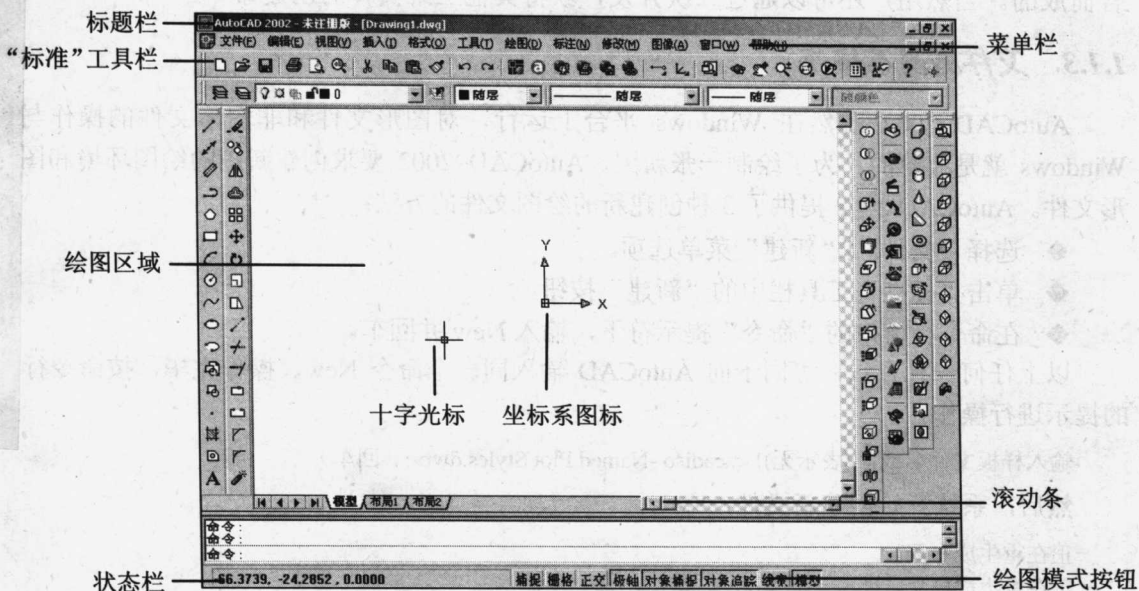


图 1-1 AutoCAD 2002 的主操作界面

1.1.2 AutoCAD 2002 的命令样式

为了使 AutoCAD 2002 易学易用,与以前的 CAD 版本类似,AutoCAD 2002 把主要命令以图标形式表示,用户可以在工具栏中单击图标按钮来调用 AutoCAD 命令。在绘图窗

口中,用户可以按自己的习惯调整工具栏的摆放位置。

AutoCAD 2002 共提供了 26 个官方工具栏,包括:CAD 标准、UCS、UCS II、Web、标注、标准、布局、参照、参照编辑、插入、查询、对象捕捉、对象特性、绘图、曲面、三维动态观察器、实体、实体编辑、视口、视图、缩放、文字、修改、修改 II、着色和渲染,如图 1-2、图 1-3、图 1-4 所示为三个常用的工具栏。

“标准”工具栏是 AutoCAD 2002 启动时自动布置在屏幕上的工具栏,用户不要轻易取消它。它包括一些主要的操作命令,例如,文件的建立、保存、打开、打印,图形的剪切、粘贴、显示,互联网操作,帮助命令等。

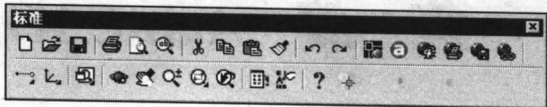


图 1-2 “标准”工具栏

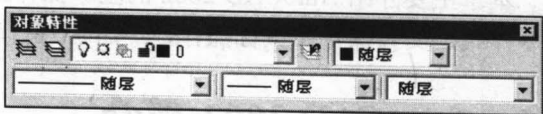


图 1-3 “对象特性”工具栏

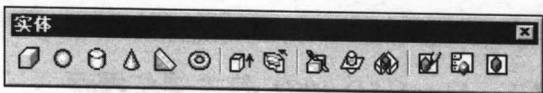


图 1-4 “实体”工具栏

“对象特性”工具栏也是 AutoCAD 2002 启动时自动布置在屏幕上的工具栏,包括绘图和造型工作的主要工作环境设置命令,如设置图层、线型和颜色。绘图环境一经设定,就不要轻易改动,因为本工具栏用于不同图层、线型和颜色之间的切换。

“实体”工具栏主要用于创建各种三维实体造型单元。用户要创建模具三维造型,必须使用它所包含的命令。本书所有复杂的三维实体造型都是由这些三维实体造型单元组合而成的。当然用户还可以通过二次开发,获得其他三维实体的创建命令。

1.1.3 文件的基本操作

AutoCAD 2002 既然在 Windows 平台上运行,对图形文件和非图形文件的操作与 Windows 就是兼容的。为了绘制一张新图,AutoCAD 2002 要求创建新图的绘图环境和图形文件。AutoCAD 2002 提供了 3 种创建新的绘图文件的方法:

- ◆ 选择“文件”|“新建”菜单选项。
- ◆ 单击“标准”工具栏中的“新建”按钮。
- ◆ 在命令行窗口的“命令”提示符下,输入 New 并回车。

以上任何一种方法,等同于向 AutoCAD 输入同一个命令 New。操作完毕,按命令行的提示进行操作:

输入样板文件名或 [(表示无)] <acadiso -Named Plot Styles.dwt>: (回车)

然后,系统开始创建新文件:

正在重生成布局。

正在重生成模型。

AutoCAD 菜单实用程序已加载。

1.1.4 鼠标的基本操作

鼠标是用户和 AutoCAD 2002 应用程序进行信息交流的最重要的工具。AutoCAD 2002 指定鼠标为画图、编辑的最重要的数字化仪器。正确、熟练地使用鼠标,可以极大地加快

绘图速度、提高绘图质量。状态栏上的三维坐标数值也随鼠标在垫板上的移动而改变,即时反映当前十字光标的位置。在大多数图形编辑状态下,AutoCAD 2002 显示在屏幕上的光标为短十字光标,但在一些特殊情况下,光标形状也会相应地改变。

鼠标的左、右两个键在 AutoCAD 2002 中有特定的功能。通常左键代表选择,右键代表确定,但是用户也可以自己规定它们的功能分布。鼠标的基本操作有以下五种:

- ◆ 导向:把鼠标指针移动至某一工具图标上时,系统会自动显示该图标名称,而且在状态栏上也会显示该工具的相关帮助信息。这对于初学者有利。

- ◆ 单击鼠标左键:把鼠标指针指向某一对象,按一下鼠标左键。单击鼠标左键一般有如下几种含义:选择目标;确定十字光标在绘图区中的位置;移动绘图区的水平、垂直滚动条;单击工具按钮,执行相应的命令;单击对话框中的命令按钮,执行命令。

- ◆ 单击鼠标右键:按一下鼠标右键。

- ◆ 双击:把鼠标指针指向某一对象或选项,快速按两下鼠标左键。两次按键之间不能移动鼠标,否则双击无效。

- ◆ 拖动:在某对象上按住左键的同时移动鼠标,在适当位置再释放鼠标左键。拖动鼠标有以下作用:拖动滚动条以便在水平、垂直方向快速移动视图;动态平移、缩放当前视图;拖动工具栏至合适位置。

1.2 “今日”窗口简介

AutoCAD 2002 把许多重要的辅助绘图功能集成在“今日”窗口中,从而减少了主操作窗口的负担。通过“今日”窗口可以利用向导、模板来新建图形文件;打开现有的图形、符号库以及最近使用过的图形文件;直接访问 Autodesk Point A 站点、公司内部网站的公告板或其他任何网站。

1.2.1 利用模板绘制新图

如图 1-5 所示,“今日”窗口中列出了新建文件所需的模板文件以供选择,AutoCAD 的模板文件的扩展名为 .DWG。这些模板文件以文件名的字母顺序排列,括号内的数字表示以该字母打头的模板文件数目。

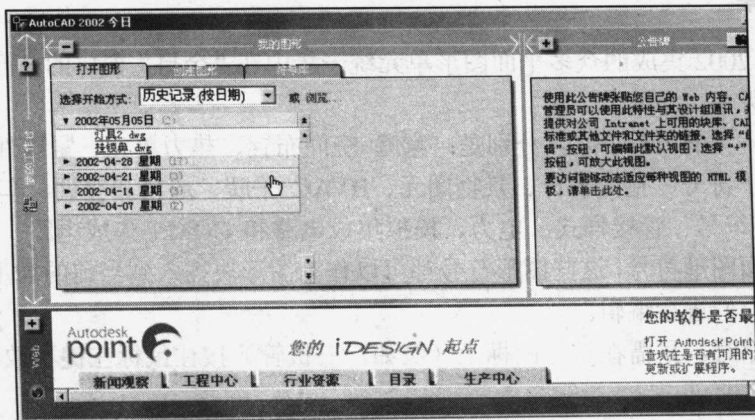


图 1-5 绘图模板

例如,“C(22)”表示文件名以“C”打头的模板文件有 22 个。在这一行上单击鼠标左键,“今日”窗口会向下展开具体的模板文件名。

模板文件右边有预览框,用户可以预览所选中的模板文件。用户还可以单击“浏览”按钮激活“选择文件”对话框,从其他文件夹中选择模板文件。使用图形模板十分方便,它为用户预设了画图边界、标题栏框,建立了层和式样,设置了与图形相适应的系统变量。

1.2.2 利用向导设置绘图参数

在“创建图形”选项卡中,从“选择如何开始”下拉列表框中选择“向导”选项,如图 1-6 所示。选择“快速设置”选项,系统只要求确定绘图参数的单位和使用这种单位的绘图区域。

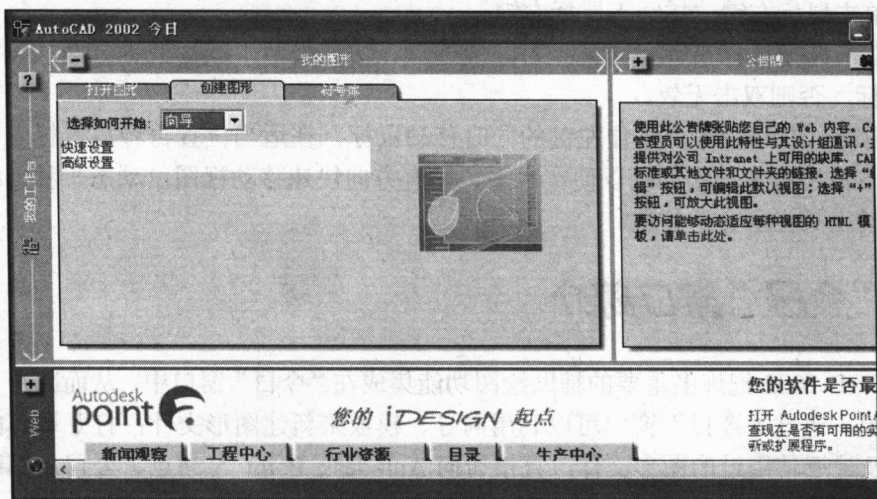


图 1-6 绘图向导

选择“高级设置”选项,系统不仅要求确定绘图参数的单位和使用这种单位的绘图区域,还要求确定角度的测量单位和精度、测量角度的起始方向、顺时针还是逆时针测量角度。

1.2.3 符号库

AutoCAD 2002 集成的众多平面图形单元统一集中在“今日”窗口的“符号库”选项卡中,如图 1-7 所示。

符号库中一共有 15 个库,分别是:家庭-空间布置、热力单元、紧固件-英制、液压-气动、基本电子符号、室内设计、景物图元、HVAC-采暖、通风和空调、车间工艺、紧固件-公制、焊接符号、管接样式、电力、模拟集成电路和 COMS 集成电路。每一个符号库都包括多项平面图形符号,这些图形符号都可以作为图形块插入到当前的图形编辑窗口中,分解之后可对它们进行编辑。

使用符号库时,只需在符号图标上(例如,三极管)按住鼠标左键不放,将其直接拖入图形编辑窗口即可。

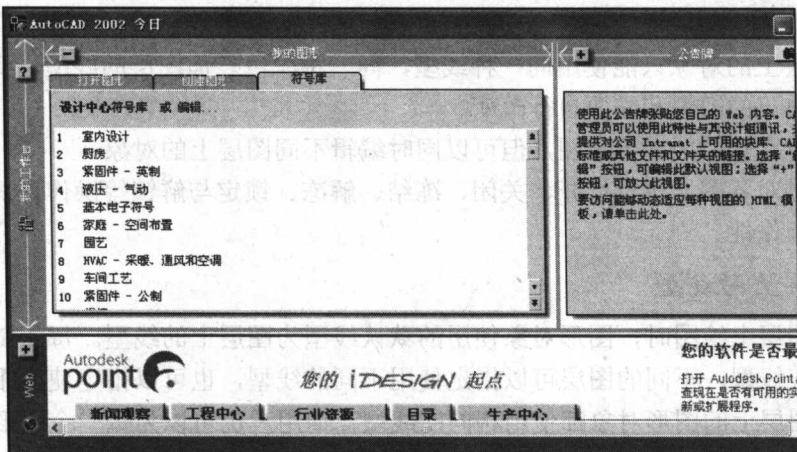


图 1-7 符号库

1.3 图层

图层是 AutoCAD 绘图最基本的组织方式, 掌握 AutoCAD 绘图首先需要正确理解和熟练操作图层。

1.3.1 图层概述

在计算机中绘制图形, 首先要确定图形的尺寸参数, 其次还要确定它的图层、线型、颜色。这样规定的目的, 既是为了符合绘图标准, 也是便于在绘图过程中区分图形。例如, 绘制正方形, 一方面要指定该正方形的起始角点和边长, 另外还应确定所绘正方形的线型和颜色。图层可以视为没有厚度的透明片, 各片之间完全对齐, 同一图层使用同样的线型和颜色。

如图 1-8 所示为分层绘制图形的原理。

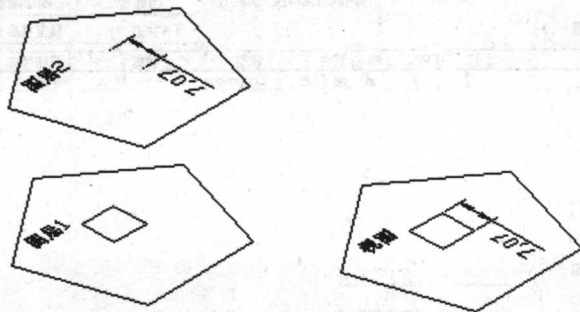


图 1-8 分层绘制图形原理

1. 图层的特点

图层的调用数量不受限制, 并且在同一图层上允许绘制数量不限的图形。

每个图层都必须命名。AutoCAD 2002 系统为其启动时自动建立的第一个图层赋予层名

“0”，其余图层名由用户定义。

一个图层上的对象只能使用同一种线型，同一种颜色。但图层的线型、颜色和状态可以由用户按自己的习惯和需要自行改变。

用户只能在当前图层上绘图，但可以同时编辑不同图层上的对象。

用户通过对各图层进行打开、关闭、冻结、解冻、锁定与解锁等操作来决定各图层的可见性与可操作性。

2. 图层上的线型

在一个图层上绘图时，图形对象使用的默认线型为图层上的线型。每一图层必须指定使用一种相应线型。不同的图层可以指定使用不同的线型，也可以指定使用相同的线型。虽然同一个图层上的图形对象都使用相同的线型，但用户也可以为每一个图形对象单独规定线型。

3. 图层的颜色

在一个图层上绘图时，图形对象默认的颜色即为图层的颜色。不同的图层可以指定使用相同的颜色，也可以指定使用不同的颜色。虽然同一图层上的图形对象都使用相同的颜色，但用户也可以为每一个对象单独指定颜色。

1.3.2 图层设置

要设置图层和控制图层，可以单击“对象特性”工具栏中的“图层”命令按钮，如图 1-9 所示。系统随即弹出如图 1-10 所示的“图层特性管理器”对话框。在该对话框中，可以设置新图层和控制已有图层的状态。

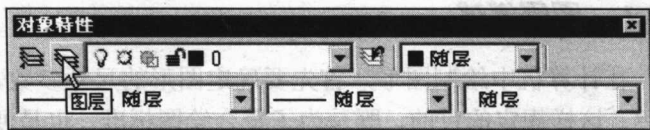


图 1-9 单击“图层”命令按钮

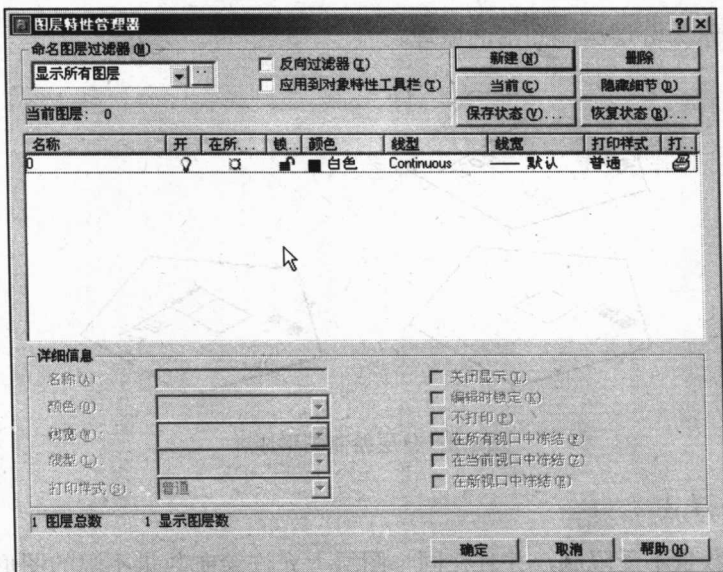


图 1-10 “图层特性管理器”对话框

下面通过设置一个名为“空调”的新图层为例来介绍“图层特性管理器”对话框及其附属命令按钮的功能和使用方法。操作步骤如下：

(1) 如图 1-10 所示，在“图层特性管理器”对话框的“当前图层”标签框中显示当前图层“0”。它是启动 AutoCAD 2002 后，系统自动建立的图层。

(2) 单击右上方的“新建”按钮建立新图层，系统会自动建立名为“图层 n”的图层（其中，n 为起始于 1 的数字），用户可以修改此名称。输入新图层名“空调”，如图 1-11 所示。

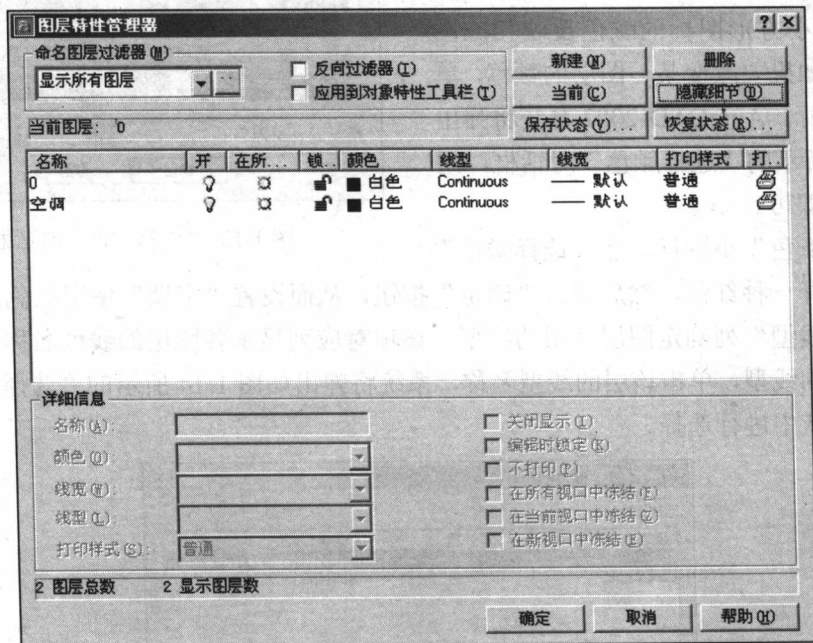


图 1-11 新建图层“空调”

(3) “开”列对应的项目表示图层开启还是关闭。如果图层被开启，该图层上的图形可以在显示器上显示或在绘图仪上绘出。被关闭的图层仍然是图的一部分，但不显示，也不能通过绘图仪绘制。要在打开或关闭图层之间切换可以通过单击“开”列下的小灯泡图标来实现。对应图层打开时，灯泡颜色是黄色；对应图层关闭时，灯泡颜色为灰色。本例中，单击“开”列下的小灯泡图标，使其颜色呈灰色，关闭“空调”图层。

如果关闭当前层，系统会显示如图 1-12 所示的对话框，警告正在关闭当前层，用户单击“确定”按钮关闭当前层。

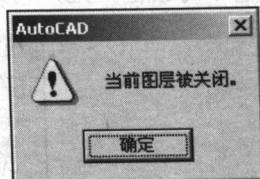


图 1-12 警告信息

(4) “在所有视口冻结”列确定图层冻结还是解冻。如果图层被冻结，该层上的图形对象不能被显示或绘制出来，而且也不参加图形之间的运算。该列以“太阳”或“雪花”图标显示。对应图层没有冻结，以“太阳”表示；对应图层被冻结，则以“雪花”表示。单击该图标可切换图层冻结与解冻。但当前层不能被冻结。

本例中单击“空调”图层对应列下的“太阳”图标，冻结“空调”图层。

(5) “锁定”列确定图层锁定还是解锁。锁定并不影响图层上图形对象的显示，即锁定层上的图形仍然可以显示出来，但用户不能改变锁定层上的对象，不能对其进行改变颜

色和线型操作, 以及对它们使用除查询命令和对象捕捉功能之外的编辑操作。如果锁定层是当前层, 用户仍可在该层上绘图。

本例中单击“空调”图层对应“锁定”列下面的“小锁”图标, 锁定“空调”图层。

(6) “颜色”列确定图层的颜色。该项对应列的各小方形图标的颜色反映相应图层的颜色。如果要改变某一图层的颜色, 单击对应的图标, AutoCAD 2002 系统将弹出如图 1-13 所示的“选择颜色”对话框, 用户从中选择即可。

单击“颜色”小图标, 在“选择颜色”对话框中选择一种红色, 然后单击“确定”按钮, 从而设置“空调”使用红色。

(7) “线型”列确定图层使用的线型。该项对应列显示各图层的线型名称。如果要改变某一图层的线型, 单击该层的线型名称, 系统将弹出如图 1-14 所示的“选择线型”对话框, 用户可从中进行选择。

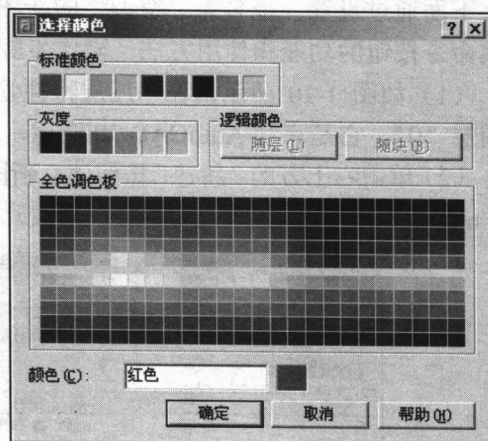


图 1-13 “选择颜色”对话框

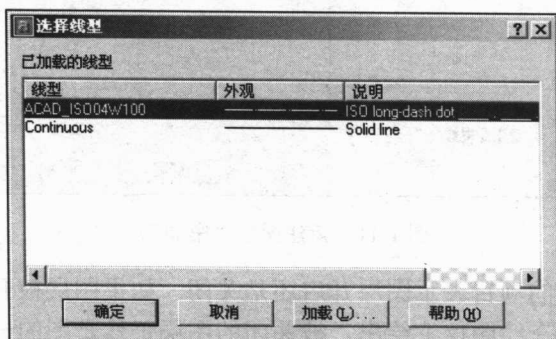


图 1-14 “选择线型”对话框

单击“选择线型”对话框中的“加载”按钮, 系统将弹出如图 1-15 所示的“加载或重载线型”对话框, 用户可通过该对话框重新加载线型。

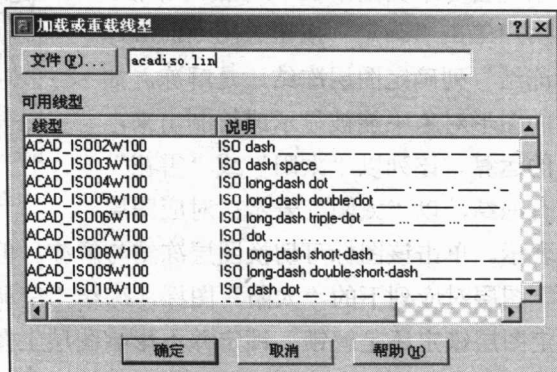


图 1-15 “加载或重载线型”对话框

系统默认的初始线型是连续直线。单击该项目, 改变“空调”图层使用的线型。在“选择线型”对话框中单击“加载”按钮, 然后在“加载或重载线型”对话框中选择点划线, 单击“确定”按钮, 然后在“选择线型”对话框中单击“确定”按钮, 从而设置“空调”图层使用点划线。

(8) “线宽”列可以确定图层使用的线型的线宽。该项对应列显示各图层线型的线宽。如果要改变某一图层线型的线宽, 单击该层的“线宽”图标, 系统会弹出如图 1-16 所示的“线宽”对话框, 用户可从中进行选择。

在“线宽”对话框中选择 1mm 线宽, 然后单击“确定”按钮, 确认“空调”图层使用线型的线宽为 1mm。

这样就设置了一个名为“空调”, 使用红色, 宽度为 1mm 的点划线, 关闭的、冻结的、锁定的图层。

在“图层特性管理器”中还有其他常用按钮, 包括“删除”、“当前”、“保存状态”和“恢复状态”按钮等。

◆ 删除: 用于删除图层。操作方法是: 在图层列表框中选择图层, 然后单击“删除”按钮。要删除的图层必须是空图层, 即该图层上没有图形对象, 否则, 系统会拒绝删除。

◆ 当前: 用于设置某图层为当前层。操作方法是: 在图层列表框中选择图层, 然后单击“当前”按钮, 或者双击图层列表框中的图层名称, 都可将该层设置为当前层。

◆ 保存状态: 用于保存图形中各图层的状态和特性设置, 这是 AutoCAD 2002 系统新增的功能。单击“保存状态”按钮, 弹出“保存图层状态”对话框, 如图 1-17 所示。在“保存图层状态”对话框中, 通过“图层状态”和“图层特性”选项组确定要保存的图层状态和特性, 然后在“新图层状态名”编辑框中输入名称单击“确定”按钮, 即可实现命名保存。

◆ 恢复状态: 用于恢复已保存的图层的状态与特性的设置。单击“恢复状态”按钮, 系统弹出如图 1-18 所示的“图层状态管理器”对话框。通过此对话框可以管理已命名的图层的状态, 包括恢复、编辑、重命名、删除、输入、输出等操作。

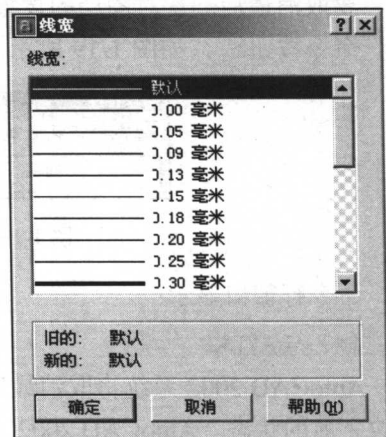


图 1-16 “线宽”对话框

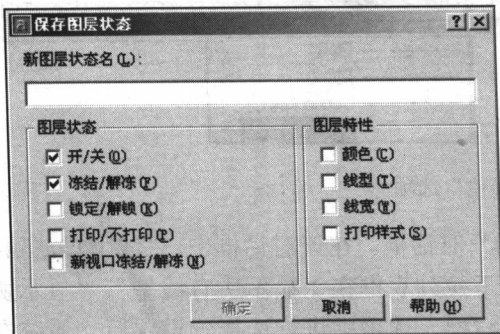


图 1-17 “保存图层状态”对话框

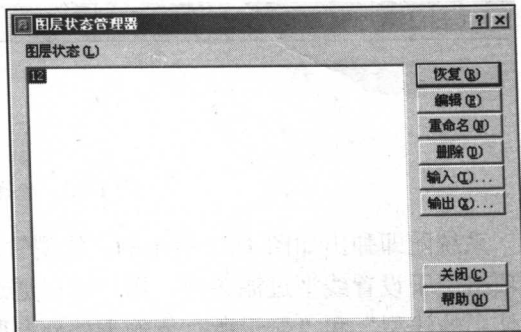


图 1-18 “图层状态管理器”对话框

1.3.3 取消对图层的设置

要取消最后一次对图层的设置或修改,可以单击“对象特性”工具栏中的“上一个图层”命令按钮,如图 1-19 所示。

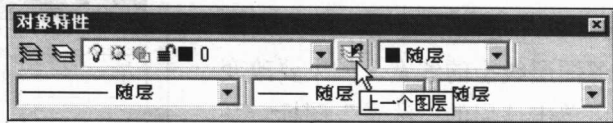


图 1-19 单击“上一个图层”命令按钮

命令行窗口显示:

命令: LAYERP

AutoCAD 2002 系统将取消最后一次对图层进行的设置,诸如颜色、线型等,即恢复到修改之前的状态。AutoCAD 2002 系统同时会给出提示信息:

已恢复上一个图层状态。

LAYERP 命令不能恢复已删除的图层。对图层更名并改变其特性后, LAYERP 命令不能恢复图层原来的名称但可以恢复原来的特性。

1.4 线型与颜色

任何国家的图纸标准都规定要使用不同的线型绘制图形,线型是指实线、虚线、点划线、中心线等。AutoCAD 2002 启动后,系统默认的绘图线型是 CONTINUOUS (实线),但用户也可根据需要从线型库 ACAD.LIN 文件中选择其他线型。如果有特殊的绘图需要,用户也可以定义线型。线段、构造线、射线、多线、圆、圆弧、样条曲线以及多段线等图形对象均受线型影响。

1.4.1 设置线型

设置或修改线型,可以在“对象特性”工具栏中选择“线型”下拉列表框中的“其他”选项,如图 1-20 所示。

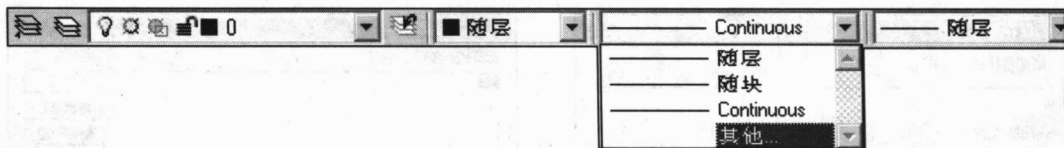


图 1-20 选择“其他”选项

系统随即弹出如图 1-21 所示的“线型管理器”对话框。在该对话框中,“线型过滤器”选项组用于设置线型过滤条件,用户可以通过其下拉列表框在“显示所有线型”、“显示所有使用的线型”和“显示所有依赖于外部参照的线型”选项中进行选择。设置后,系统在“线型”列表框中显示满足条件的线型。“线型过滤器”选项组中的“反向过滤器”复选框用于确定是否在“线型”列表框中显示与过滤条件相反的线型。