

21

世纪高等教育环境工程系列规划教材

环境工程CAD

李颖○主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



中国环境工程教育第二届全国学术研讨会论文集

环境工程CAD

王 斌 主编

中国环境工程出版社



21 世纪高等教育环境工程系列规划教材

环境工程 CAD

主 编 李 颖
副主编 胡守忠 李 英
参 编 赵国华 许少华 杨建荣
 卢俊平 郭非凡 吴 菁
主 审 王利军



机械工业出版社

本书结合环境工程专业绘图实例,由浅入深、循序渐进地介绍了 AutoCAD 2006 中文版的各种基本操作命令和使用技巧。本书共 12 章,主要内容包括环境工程 CAD 概述、绘制基本二维图形、编辑二维图形对象、精确绘图工具的使用、图形设置与管理、创建复杂图形对象、尺寸标注、环境工程二维图形绘制实例、布局与打印、三维绘图基础、编辑三维实体、三维对象的着色与渲染等内容。

本书内容丰富、结构清晰、语言简练,具有很强的实用性,适于环境工程、市政工程、土木工程、建筑环境工程与设备等专业的高等院校及职业培训机构作为教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

环境工程 CAD/李颖主编. —北京:机械工业出版社, 2009.5

(21 世纪高等教育环境工程系列规划教材)

ISBN 978-7-111-27132-1

I. 环… II. 李… III. 环境工程—高等学校—教材 IV. X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 075602 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:马军平 版式设计:张世琴 责任校对:陈延翔

封面设计:王伟光 责任印制:李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2009 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·20.75 印张·515 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-27132-1

定价:37.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379720

封面无防伪标均为盗版

前 言

环境工程是涉及多学科的一门交叉工程学科，它根据化学、物理学、生物学、地学、医学等基础理论，运用卫生工程、给排水工程、化学工程、机械工程等技术原理，解决废水、固体废物、废气、噪声污染等问题。

进入 21 世纪以来，我国教育领域在环境保护专业方面不断地扩充新的分支，一部分理工类的学校在自己原有发展特色专业的基础上，又增设了环境工程、环境科学、环境生态学等专业，这些新增专业在实际应用中与原有的工程类专业结合紧密，环境工程 CAD 在教学和工程设计实践中越发显示出其重要性。另外，随着我国环境保护产业的发展，全国各级环境管理部门的职能得到极大充实与发展，环保产业进入了快速发展阶段，从而使环保人才的需求大大增加，该书对环境治理方面的工程技术人员同样具有良好的指导作用。

本书共 12 章，主要内容包括环境工程 CAD 概述、绘制基本二维图形、编辑二维图形对象、精确绘图工具的使用、图形设置与管理、创建复杂图形对象、尺寸标注、环境工程二维图形绘制实例、布局与打印、三维绘图基础、编辑三维实体、三维对象的着色与渲染等内容，并配有环境工程专业和市政工程专业相应的专业绘图实例进行操作讲解。

本书由李颖任主编，胡守忠、李英任副主编，具体编写分工如下：第 1、2、8 章由李颖、李英、赵国华和许少华编写，第 3~7 章由李颖、赵国华和杨建荣编写，第 9、10 章由卢俊平编写，第 11 章由郭非凡编写，第 12 章由郭非凡和胡守忠编写，附录由吴菁编写。王利军教授审阅了书稿，并提出了很多宝贵的建议，在此深表感谢。

由于作者的水平有限，加之时间仓促，书中错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
第 1 章 环境工程 CAD 概述	1
1.1 环境工程 CAD 的运行	1
1.2 CAD 工程制图有关国家标准介绍	8
1.3 AutoCAD 的命令输入	20
1.4 配置绘图环境	27
第 2 章 绘制基本二维图形	33
2.1 绘制直线类对象	33
2.2 绘制圆类对象	38
2.3 绘制多边形	42
2.4 常用工程图形绘制	43
第 3 章 编辑二维图形对象	66
3.1 对象选择方法	66
3.2 利用夹点编辑图形	70
3.3 图形修改命令	76
3.4 编辑对象属性	99
3.5 文字注释	101
第 4 章 精确绘图工具的使用	109
4.1 AutoCAD 中的坐标系	109
4.2 使用栅格捕捉和正交	116
4.3 使用对象捕捉	118
4.4 使用自动追踪	123
第 5 章 图形设置与管理	128
5.1 基本图形设置	128
5.2 创建图层	130
5.3 管理图层	134
5.4 设置线型比例	136
5.5 使用 AutoCAD 设计中心	138
5.6 使用外部参照	139
5.7 视图操作	144
第 6 章 创建复杂图形对象	153
6.1 绘制复杂二维图形	153
6.2 使用面域与图案填充	165
6.3 块	172
第 7 章 尺寸标注	180
7.1 尺寸标注样式	180
7.2 尺寸标注类型详解	191
第 8 章 环境工程二维图形绘制实例	205
8.1 废水处理二维图形绘制实例	205
8.2 固体废物处理——二维图形绘制实例	240
8.3 废气处理二维图形绘制实例	245
第 9 章 布局与打印	258
9.1 布局的创建与管理	258
9.2 浮动视口	263
9.3 图形打印	266
第 10 章 三维绘图基础	269
10.1 三维坐标系	269
10.2 创建简单的三维对象	276
10.3 设置三维视图	285
第 11 章 编辑三维实体	288
11.1 三维实体操作	288
11.2 倒角与圆角	296
11.3 获取三维实体截面	298
11.4 剖切实体	299
11.5 布尔运算	300
11.6 其他三维编辑操作	302
第 12 章 三维对象的着色与渲染	303
12.1 着色对象	303
12.2 渲染对象	306
附录 AutoCAD 快捷键一览表	323
参考文献	327

第 1 章

环境工程 CAD 概述

1.1 环境工程 CAD 的运行

1.1.1 安装和启动 AutoCAD

1. AutoCAD 版本简介

计算机辅助设计(Computer Aided Design)简称 CAD, 随着计算机技术的出现与发展而诞生, 最早出现于 20 世纪 50 年代。目前, CAD 技术在各行各业中有广泛的应用, 如建筑、机械、化工、电子、服装等行业, 在环境工程中, 也发挥着越来越大的作用。

CAD 有很多种软件, Autodesk 公司的 AutoCAD 是最流行的应用软件之一。AutoCAD 是优秀的计算机辅助设计绘图软件, 最新的版本有 2000、2002、2004、2005、2006、2007、2008、2009 等, 在 Windows 环境下运行, 功能强大, 界面直观, 操作简便, 本书以 AutoCAD 2006 为例来讲解。

2. AutoCAD 2006 安装需求

安装硬件要求: Pentium III 以上的 CPU, 或兼容处理器; 分辨率在 1024×768 以上的真彩色显示器; CD-ROM 驱动器; Windows 支持的显示卡; 128MB 以上的内存, 建议用 256MB 以上内存; 300MB 剩余硬盘空间; 鼠标、轨迹球或其他定点设备。

安装软件环境: Windows 2000/NT/XP 等系统; Microsoft Internet Explorer 6.0 或更高版本的浏览器; TCP/IP 或 IPX 协议。

可选安装硬件: 打印机/绘图仪、数字化仪、网卡、调制解调器或其他访问 Internet 的连接设备。

3. AutoCAD 2006 安装过程

安装 AutoCAD 2006 之前, 最好关闭所有正在运行的应用程序及防病毒软件。

1) 将 AutoCAD 2006 安装盘放入 CD-ROM 驱动器, 计算机读盘后会出现 AutoCAD 2006 的安装界面, 如图 1-1 所示。

2) 在安装界面上, 选择“安装”栏的“单机安装”, 显示图 1-2 所示对话框。对话框显示单机安装有三步骤, 可直接点击步骤 2 的“安装”, 启动安装向导。

3) 安装向导开始安装前要检查系统, 当发现系统缺失某些必须组件时, 会提示安装, 如图 1-3 所示, 点击“确定”按钮。

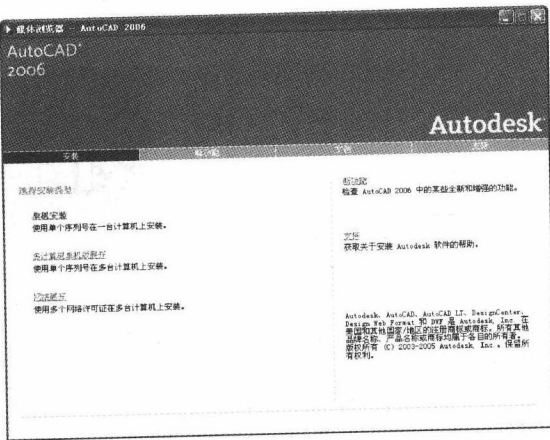


图 1-1 安装界面

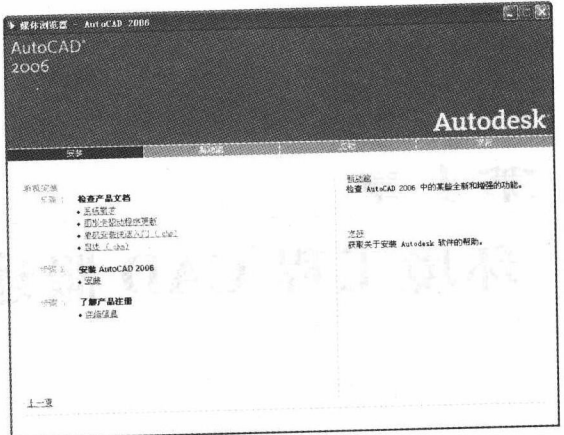


图 1-2 选择单机安装

4) 当系统所需部件完备时, 出现 AutoCAD 2006 安装向导的欢迎界面(见图 1-4), 单击“下一步”按钮继续。



图 1-3 提示安装必需组件

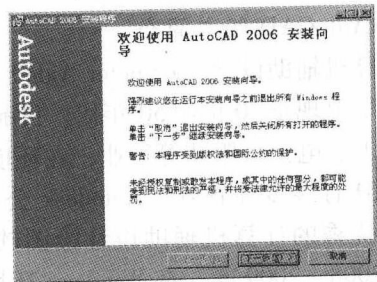


图 1-4 安装向导界面

5) 出现软件许可协议界面(见图 1-5)。在最上方的“国家/地区”列表框中选择国家, 中国的名字是“China”。对话框中的协议可以先不看, 但只有选择接受, 才能继续安装。点击“我接受”单选钮, 然后按“下一步”按钮继续。

6) 要求输入序列号(见图 1-6)。在“序列号”文本框中输入你所知道的 AutoCAD 2006 的序列号, 这个在 AutoCAD 安装 CD 盒上可以看到。输入正确的号码后, 单击“下一步”按钮继续。

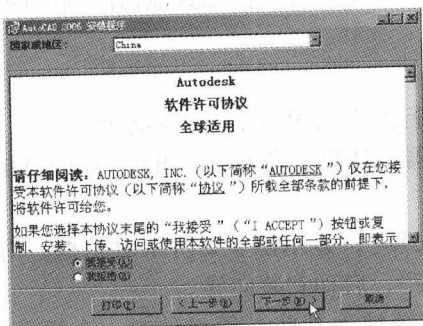


图 1-5 安装协议

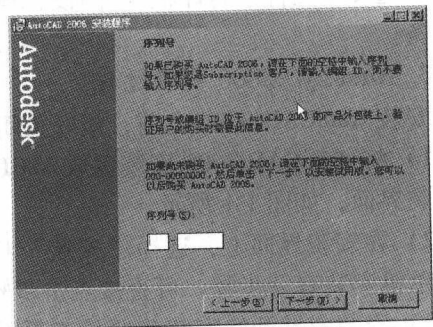


图 1-6 要求输入序列号

7) 出现用户信息界面(见图 1-7)。输入姓、名、单位、经销商和经销商电话,每项最少要输入一个字符,然后单击“下一步”按钮继续。

8) 选择安装类型(见图 1-8)。一般就选择默认的“典型”安装,高级用户或有特别要求的可选择“自定义”安装。选择“典型”单选钮,然后点击“下一步”按钮继续。

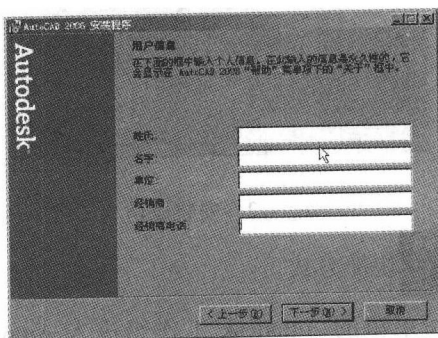


图 1-7 安装时输入用户信息

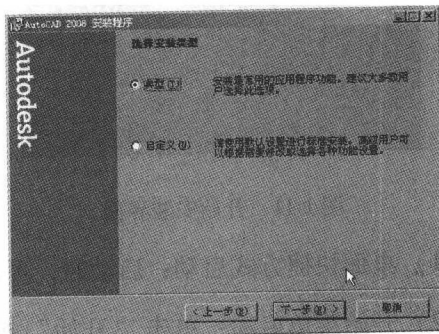


图 1-8 选择安装类型

9) 选择 AutoCAD 2006 装入的子目录(见图 1-9)。安装向导提供了默认的安装目录,可以单击“浏览”按钮更换目录,也可以在文本框中直接输入目录路径。如果接受默认的安装目录,则直接单击“下一步”按钮继续。

10) 选择文本编辑器与创建快捷方式(见图 1-10)。AutoCAD 默认文本编辑器是 Windows 自带的记事本,一般不用更改。如欲创建快捷方式,可勾选对话框下部的“在桌面上显示 AutoCAD 2006 快捷方式”,单击“下一步”按钮继续。

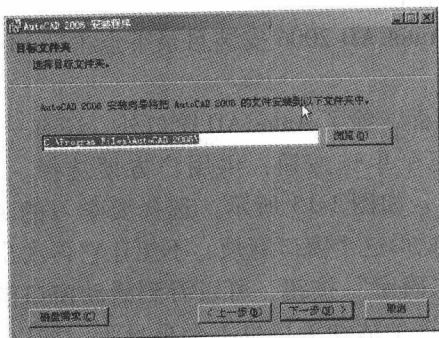


图 1-9 指定安装路径

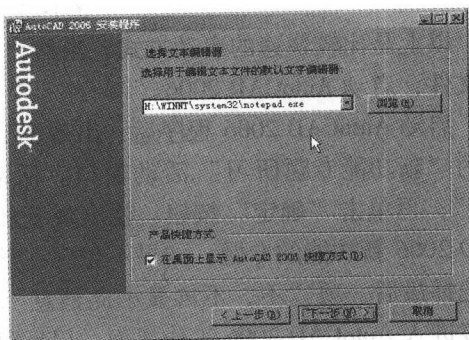


图 1-10 选择文本编辑器和创建快捷方式

11) 出现开始安装界面(见图 1-11)。如果用户对之前的设置不满意,可通过点击“上一步”按钮返回重新设置;如果确认无误,可点击“下一步”按钮开始安装。安装过程是自动进行的,会显示安装进度条。

12) 安装成功后,显示安装完成界面,如图 1-12 所示,单击“完成”按钮完成对 AutoCAD 2006 的安装。

4. AutoCAD 的启动

AutoCAD 2006 安装后,会在桌面产生一个快捷图标,并在程序菜单生成一个 Autodesk 程序组。

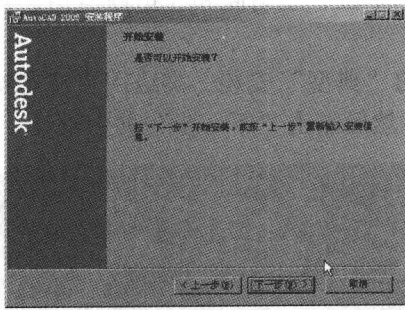


图 1-11 开始安装界面

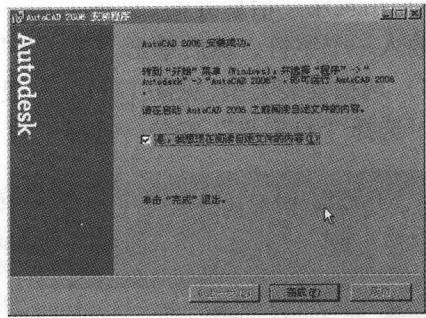



图 1-12 安装成功

1) 桌面快捷方式启动: 启动时, 可点击桌面  快捷方式。

2) 开始菜单启动: 单击“开始”按钮, 从开始菜单的 Autodesk 工作组进入 AutoCAD 2006 程序, 如图 1-13 所示。

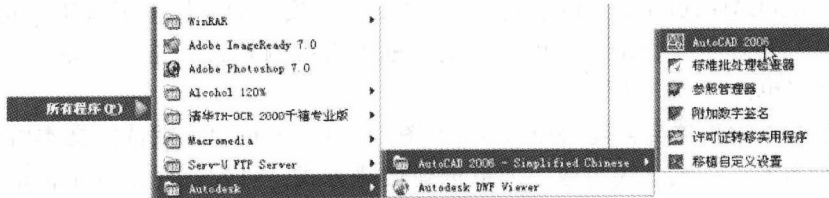



图 1-13 从开始菜单栏启动

以上是比较快速的启动方式, 当然, 也可以从 AutoCAD 2006 安装目录下点击 acad 可执行文件, 启动 AutoCAD 2006。

启动 AutoCAD 2006 程序后, 出现图 1-14 所示界面, 除了 AutoCAD 窗口外, 还有一个绿色的“新功能专题研习”活动窗口。活动窗口有三个单选按钮, 供用户方便选择。选择“是”, 再单击“确定”按钮, 就出现新的活动窗口, 如图 1-15 所示, 选择要学习的 AutoCAD 2006 新功能的专题。如果不想现在学习, 而且觉得这个窗口麻烦, 不想让它再次出现, 就选择最后一项“不, 不再显示此消息”, 然后按“确定”按钮, 可以看到活动窗口消失, 直接进入 AutoCAD 2006 工作界面, 以后每次启动时这个活动窗口也不会再显示。如以后想通过“新功能专题研习”来学习, 可以在 AutoCAD 2006 菜单工具栏“帮助”的下拉菜单中找到。

1.1.2 AutoCAD 的界面

AutoCAD 2006 的窗口界面如图 1-16 所示。这是最常见的绘图工作界面, 居中的黑色背景的大块区域就是绘图窗口, 绘图窗口周围有标题栏、菜单栏、工具栏、选项卡、状态栏、文本窗口等组成部分。

(1) 标题栏 同其他标准的 Windows 应用程序界面一样, 标题栏显示应用程序名和当前图形的文件名, 并包括控制图标以及窗口的最小化、最大化和关闭按钮 .

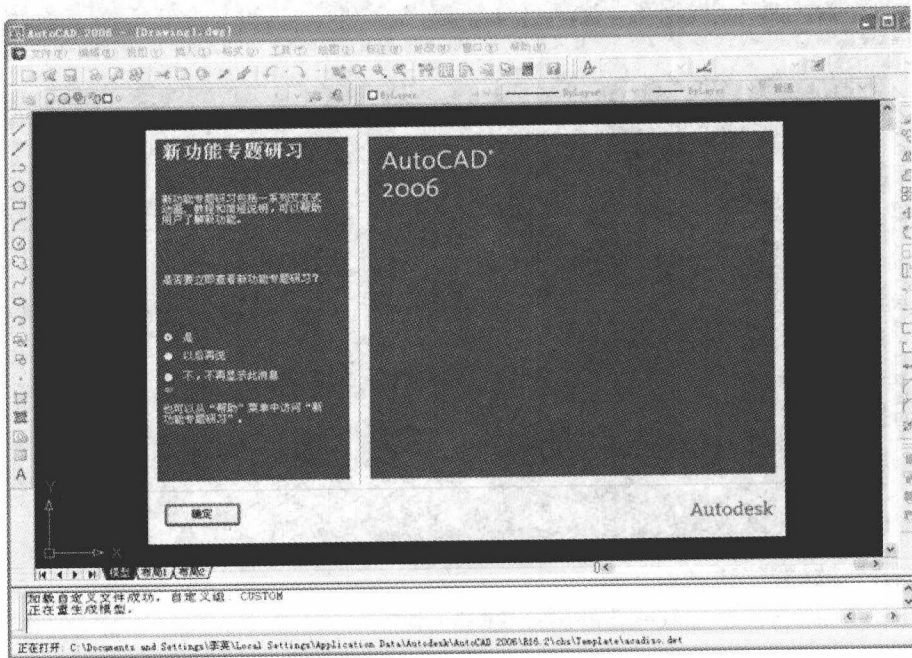


图 1-14 AutoCAD 2006 启动界面

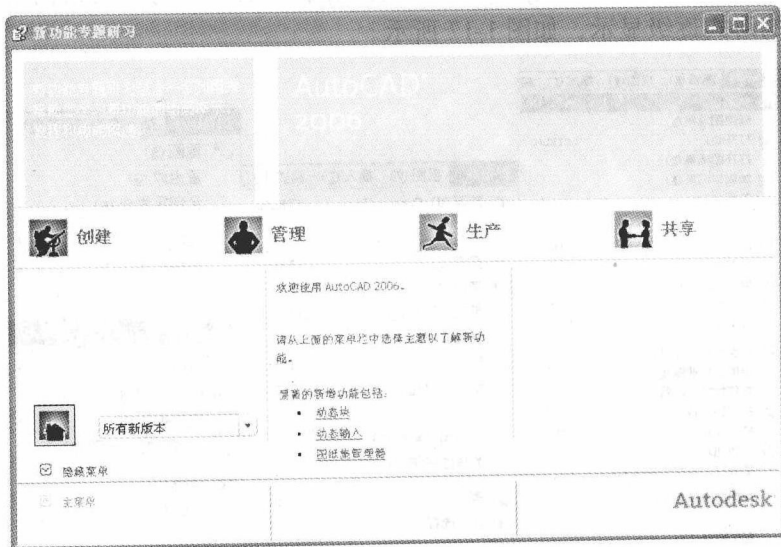


图 1-15 AutoCAD 2006 新功能学习

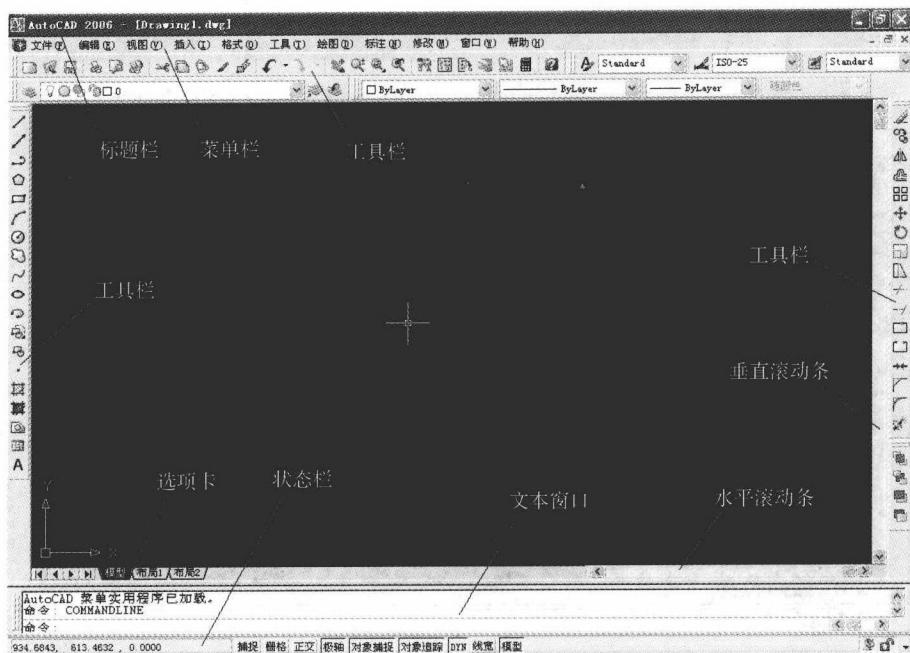


图 1-16 AutoCAD 2006 窗口界面

(2) 菜单栏 菜单是调用命令的一种方式。菜单栏以级联的层次结构来组织各个菜单项，并以下拉的形式逐级显示，如图 1-17 所示。



图 1-17 AutoCAD 2006 的“文件”、“编辑”与“视图”菜单

(3) 工具栏 工具栏是 AutoCAD 最重要的操作工具，包括了 AutoCAD 中所有的命令。通过工具栏可以直观、快捷地访问一些常用的命令。AutoCAD 2006 系统提供了 30 个工具栏，最初只显示“标准”工具栏、“样式”工具栏、“图层”工具栏、“特性”工具栏、“绘图”工具栏和“修改”工具栏，“标准”工具栏如图 1-18 所示。

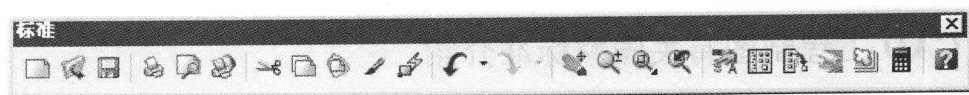


图 1-18 AutoCAD 2006 的“标准”工具栏

如果要显示或隐藏某个工具栏，可将鼠标移动到任一工具栏上单击鼠标右键，会出现一个快捷菜单，菜单列出了所有的工具栏名称，名称前面有“√”号者，表明该工具栏已经在屏幕显示。用鼠标单击这些选项，可以控制它是否显示在屏幕上。

(4) 状态栏 状态栏位于绘图屏幕的底部，用于显示坐标、提示信息等，同时还提供了一系列的控制按钮，包括“捕捉”、“栅格”、“正交”、“极轴”、“对象捕捉”、“对象追踪”、“线宽”和“模型/图纸”等，如图 1-19 所示。

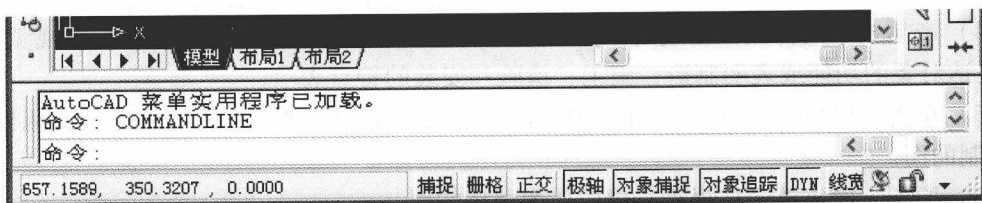


图 1-19 AutoCAD 2006 的状态栏

(5) 绘图窗口 绘图窗口是 AutoCAD 中显示、绘制图形的主要场所。在 AutoCAD 中创建新图形文件或打开已有的图形文件时，都会产生相应的绘图窗口来显示和编辑其内容。由于从 AutoCAD 2000 版开始支持多文档，因此在 AutoCAD 中可以有多个图形窗口。

由于在绘图窗口中往往只能看到图形的局部内容，因此绘图窗口中都包括有垂直滚动条和水平滚动条，用来改变观察位置。

此外，绘图窗口的下部还包括有一个模型选项卡和多个布局选项卡，分别用于显示图形的模型空间和图纸空间。

(6) 命令行 命令行提供了调用命令的第三种方式，即用键盘直接输入命令。用户可在命令行提示下输入各种命令。命令行还显示 AutoCAD 命令的提示及有关信息，并可查阅和复制命令的历史记录。通过按 F2 键，可以调出文本窗口。

1.1.3 退出 AutoCAD


AutoCAD 2006 的退出与关闭，与其他 Windows 程序相似。

(1) 使用 AutoCAD 2006 的退出命令

- 1) 在“命令:”命令行中键入“Quit”或“Exit”命令，然后回车。
- 2) 单击“文件”下拉菜单，选取“退出”命令。

(2) 使用 Windows 窗口控制退出

1) 单击 AutoCAD 2006 窗口左上角的程序图标，从图标菜单选择关闭。或直接双击该图标。

- 2) 单击 AutoCAD 2006 窗口右上角窗口控制按钮  中的“×”。

1.2 CAD 工程制图有关国家标准介绍

CAD 工程制图是整个 CAD 技术中不可缺少的组成部分, CAD 工程制图正在不断向前发展, 趋向于完整化、规格化, 并逐步实现标准化。

1.2.1 CAD 工程制图术语及图样的种类

(1) 工程图样 根据投影原理、标准或有关规定, 表示工程对象的大小、形状和结构, 并有技术说明的图。

(2) CAD 工程图样 在工程上用计算机辅助设计后所绘制的图样。

(3) 图形符号 由图形或图形与数字、文字组成的表示事物或概念的符号。

(4) 产品技术文件用图形符号 由几何线条图形或它们和字符组成的一种视觉符号, 用来表达对象的功能或表明制造、施工、检验和安装的特点表示。

(5) 草图 以目测估计图形与实物的比例、按一定画法要求徒手(或部分使用绘图仪器)绘制的图。

(6) 原图 经审核、认可后, 可以作为原稿的图。

(7) 底图 根据原图制成的可供复制的图。

(8) 复制图 由底图或原图复制成的图。

(9) 方案图 简要表示工程项目或产品的设计意图的图样。

(10) 设计图 在工程项目或产品进行构形和计算过程中所绘制的图样。

(11) 工作图 在产品生产过程中使用的图样。

(12) 施工图 表示施工对象的全部尺寸、用料、结构、构造及施工要求, 用于指导施工的图样。

(13) 总布置图 表示特定区域的地形和所有建(构)筑物等布局以及邻近情况的平面图样。

(14) 总图 表示产品总体结构和基本性能的图样。

(15) 外形图 表示产品外形轮廓的图样。

(16) 安装图 表示设备、构件等安装要求的图样。

(17) 零件图 表示零件结构、大小及技术要求的图样。

(18) 表格图 用图形和表格表示结构相同而参数、尺寸、技术要求不尽相同的产品的图样。

(19) 施工总平面图 在初步设计总平面图的基础上, 根据各工种的管线布置、道路设计、各管线的平面布置和竖向设计而绘出的图样。主要表达建筑物外部形状以及装修、构造、施工要求等的图样。

(20) 结构施工图 主要表示结构的布置情况、构件类型、大小以及构造等的图样。

(21) 框图 表示系统中各组成部分的基本作用及相互关系的简图, 即用线框、连线和字符表示。

(22) 逻辑图 主要用二进制逻辑单元图形符号所绘制的简图。

(23) 电路图 又称电原理图, 它是用图形符号并按工作顺序排列, 详细地表示电路、

设备或成套装置的全部基本组成和连接关系而不考虑其位置的一种简图。

(24) 流程图 表示生产工程事物各个环节进行顺序的简图。

(25) 表图 表示事物状态或过程的图，即用点、线、图形和必要的变量数值表示。

1.2.2 CAD 工程制图的基本要求

CAD 工程制图的基本要求主要是图纸、比例、字体、图线的选用等内容，它们都是需要在绘制工程图之前需要确定的。

1. 图纸幅面

用计算机绘制 CAD 图形时，应该配置相应的图纸幅面、标题栏、代号栏、附加栏等内容。装配图或安装图上一一般还应配合明细表内容。图纸幅面与格式在 GB/T 14689—1993《技术制图 图纸幅面和格式》中有较为详细的规定，具体如下：

1) 图纸幅面形式如图 1-20 所示，基本尺寸见表 1-1。当需要加长图纸时，只可对长边加长，并且要符合表 1-2 的规定。

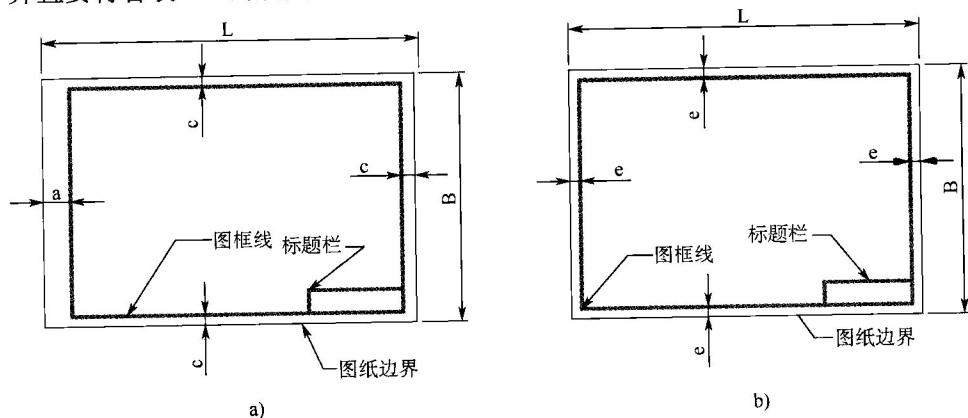


图 1-20 图纸幅面

a) 带装订边的 b) 不带装订边的

表 1-1 图纸基本尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B × L	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

表 1-2 图纸加长尺寸

幅面代号	长边尺寸	长边加长后尺寸
A0	1189	1338, 1487, 1635, 1784, 1932, 2081, 2230, 2387
A1	841	1052, 1261, 1472, 1682, 1802, 2102
A2	594	743, 892, 1041, 1189, 1338, 1487, 1635, 1734, 1932, 2081
A3	420	631, 841, 1051, 1261, 1482, 1682, 1892

2) CAD 工程图可以根据实际情况和需要, 设置以下内容:
 ①方向符号, 用来确定 CAD 工程图视读方向; ②剪切符号, 用于对 CAD 工程图的裁剪定位; ③米制参考分度, 用于对图纸比例尺寸提供参考, 如图 1-21 所示; ④对中符号, 用于对 CAD 图纸的方位起到对中作用, 如图 1-22 所示。

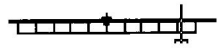


图 1-21 米制参考分度

3) 标准中要求对复杂图形的 CAD 装配图一般应设置图符分区, 其分区形式如图 1-22 所示, 图符分区主要用于对图纸上存放的图形、尺寸、结构、说明等内容起到查找准确、定位方便的作用。

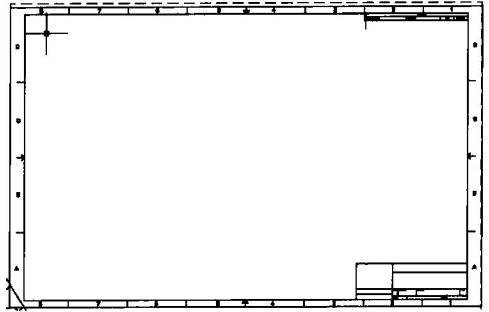


图 1-22 对中符号和图幅分区

2. 比例

CAD 图中所采用的比例应符合 GB/T 14690—1993 的有关规定, 具体见表 1-3, 必要的时候也可以选择表 1-4 中的比例。

表 1-3 图纸比例之一

种 类	比 例		
原比例	1:1		
放大比例	5:1	2:1	
	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2	1:5	1:10
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$

表 1-4 图纸比例之二

种 类	比 例				
放大比例	4:1	2.5:1			
	$4 \times 10^n:1$	$2.5 \times 10^n:1$			
缩小比例	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$

3. 字体

CAD 图中的字体应按 GB/T 13362.4—1992 的有关规定, 做到字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀, 并要求采用长仿宋体矢量字体。代号、符号要符合有关标准规定。

- 1) 数字, 一般要以斜体输出。
- 2) 小数点, 输出时应占一个字位, 并位于中间靠下处。
- 3) 字母, 一般也以斜体输出。
- 4) 汉字, 输出时一般采用正体, 并采用国家正式公布的简化汉字方案。
- 5) 标点符号, 应按其含义正确使用, 除省略号、破折号为两个字位外, 其余均为一个字位。
- 6) 字体与图纸幅面间的关系, 请参照表 1-5 选取, CAD 中字宽一般可设为 0.7。

表 1-5 字体与图纸幅面的关系

图幅 字高 h	A0	A1	A2	A3	A4
汉字	7	7	5	5	5
字母与数字	5	5	3.5	3.5	3.5

7) 字体的最小字(词)距、行距、间隔线、基准线与书写字体间的最小距离参照表 1-6 规定。

表 1-6 字体的有关字距方面的规定

字 体	最小距离/mm	
	汉字	字距
	行距	2
	间隔线或基准线与汉字的间距	1
阿拉伯数字、希腊字母、 罗马数字、拉丁字母	字符	0.5
	词距	1.5
	行距	1
	间隔线或基准线与字母、数字的间距	1

8) CAD 工程图中所用的字体,一般是长仿宋体。但技术文件中的标题、封面等内容也可以采用其他规定字体。

4. 图线

图线包括图线的基本线型和基本线型的变形。在 GB/T 17450—1998《技术制图 图线》的新标准中有详细规定,它在原有的旧标准基础上增加了一些新的线型。

1) 图线的基本线型包括实线、虚线、间隔画线、单点长画线、双点长画线、三点长画线、点线、长画短画线、长画双点画线、点画线、单点双画线、双点画线、双点双画线、三点画线、三点双画线。

2) 基本图线的颜色。CAD 程图在计算机上的图线一般应该按照表 1-7 中提供的颜色显示,相同类型的图线应采用同样的颜色。

表 1-7 图线颜色

图线类型	屏幕上颜色
粗实线	绿色
细实线	白色
波浪线	白色
双折线	白色
虚线	黄色
细点画线	红色
粗点画线	棕色
双点画线	粉色