

全国高等职业技术学院模具设计与制造专业教材

QUANGUO GAODENG ZHIYE JISHU YUANXIAO MUJU SHEJI YU ZHIZAO ZHUANYE JIAOCAI

模具 CAD/CAM

MUJU CAD/CAM

中国劳动社会保障出版社



全国高等职业技术院校模具设计与制造专业教材

模具 CAD/CAM

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

模具 CAD/CAM/邓万国主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2005

全国高等职业技术学院模具设计与制造专业教材

ISBN 7-5045-4863-4

I. 模… II. 邓… III. ①模具-计算机辅助设计 ②模具-计算机辅助制造
IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 013307 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出 版 人: 张梦欣

*

新华书店经销

北京京安印刷厂印刷 北京助学印刷厂装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本 6.25 印张 156 千字

2005 年 6 月第 1 版 2005 年 6 月第 1 次印刷

印数: 4000 册

定价: 11.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

前言

为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》，推进高等职业技术教育更好地适应经济结构调整、科技进步和劳动力市场的需要，推动高等职业技术学院实施职业资格证书制度，加快高技能人才的培养，劳动和社会保障部教材办公室在充分调研和论证的基础上，组织编写了高等职业技术学院系列教材。从 2004 年起，陆续推出数控类、电工类、模具设计与制造、电子商务、电子类、烹饪类专业教材，并将根据需要不断开发新的教材，逐步建立起覆盖高等职业技术学院主要专业的教材体系。

在高等职业技术学院系列教材的编写过程中，我们始终坚持了以下几个原则：一是坚持高技能人才的培养方向，从职业（岗位）分析入手，强调教材的实用性；二是紧密结合高职院校、技师学院、高级技校的教学实际情况，同时，坚持以国家职业资格标准为依据，力求使教材内容覆盖职业技能鉴定的各项要求；三是突出教材的时代感，力求较多地引进新知识、新技术、新工艺、新方法等方面的内容，较全面地反映行业的技术发展趋势；四是打破传统的教材编写模式，树立以学生为主体的教学理念，力求教材编写有所创新，使教材易教易学，为师生所乐用。

模具设计与制造专业教材主要包括《机械制造工艺学》《金属材料及热处理》《冲压工艺与模具结构》《模塑工艺与模具结构》《冲压模具设计》《成型模具设计》《高级模具钳工工艺与技能训练》《模具制造工艺》《模具安装调试及维修》《模具 CAD/CAM》等，可供高职院校、技师学院、高级技校模具设计与制造、模具制造与维修专业以及其他相关专业使用。教材的编写参照了《工具钳工》《装配钳工》以及其他相关的国家职业标准，有些教材还配套出版了习题册。

在上述教材编写过程中，我们得到有关省市劳动和社会保障部门、教育部门，以及高等职业院校、技师学院、高级技校的大力支持，在此表示衷心的感谢。同时，我们恳切希望广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

劳动和社会保障部教材办公室

简介

本书为全国高等职业院校模具设计与制造专业教材，供各类高职院校、技师学院、高级技校相关专业使用。主要内容有：AutoCAD 2004 工作界面和绘图环境的设置、注塑模具 CAD、冲压模具 CAD、模具 CAM 等。

本书也可用于高级技术人才培养。

本书由邓万国主编，罗方河、汪立胜参加编写；黄志主审，成百辆审稿。

目录

第一章 绪论	(1)
§ 1—1 CAD 技术简介	(1)
§ 1—2 CAD 系统组成	(2)
§ 1—3 AutoCAD 的发展及特点	(2)
§ 1—4 CAM 的应用	(3)
§ 1—5 系统配置要求	(3)
习题	(3)
第二章 AutoCAD 2004 工作界面和绘图环境的设置	(5)
§ 2—1 AutoCAD 2004 工作界面介绍	(5)
§ 2—2 AutoCAD 2004 绘图环境设置	(13)
习题	(17)
第三章 注塑模具 CAD	(18)
§ 3—1 模具的型腔和模芯	(18)
§ 3—2 标准模架、浇注系统及顶出机构	(26)
§ 3—3 冷却和排气系统	(29)
§ 3—4 绘制模具装配图	(35)
§ 3—5 根据装配图拆画需要加工的零件图	(43)
习题	(51)
第四章 冲压模具 CAD	(52)
§ 4—1 绘制冲压件的零件图	(52)
§ 4—2 设计冲压件的排样图	(53)
§ 4—3 冲压件的工艺性分析	(58)
§ 4—4 冲裁模的基本类型与选用	(60)
§ 4—5 冲裁模主要零件的设计及标准件的选用	(64)
习题	(67)

第五章 模具 CAM	(69)
§ 5—1 Master CAM 概述	(69)
§ 5—2 平面加工	(71)
§ 5—3 Master CAM 在塑料模上的应用	(76)
§ 5—4 Master CAM 的刀路模拟	(83)
§ 5—5 Master CAM 的后处理与 NC 程序的生成	(88)
习题	(92)

§ 1—1 CAD 技术简介

随着计算机技术的产生和发展,传统的工程设计领域发生了巨大的变化。计算机技术与工程设计的结合,产生了极具生命力的适应现代设计和制造要求的 CAD/CAM 技术。

计算机辅助设计(Computer Aided Design,简称 CAD)是电子计算机技术应用于工程领域产品设计的新兴交叉技术。CAD 是计算机系统在工程和产品设计的整个过程中,为设计人员提供各种有效的工具和手段,加速设计过程,优化设计结果,从而达到最佳设计效果的一种技术。

工业技术的飞速发展,对模具行业的设计和生产提出了越来越高的要求。计算机在模具工业设计和生产上的应用已成为一种解决设计和制造中各种难题的不可替代的手段,在模具的设计和制造的过程中发挥着极其重要的作用。

模具的设计和生产,尤其是塑料模具的设计和生产具有零件形状复杂、系列化和标准化比重高、生产批量小和生产周期短等特点。只有采用计算机辅助设计技术才能提高计算、分析、出图和制造过程的效率,优化设计过程,最大限度地缩短了设计和生产周期。由于计算机辅助设计在模具设计中的独特优势,使模具 CAD/CAM 技术获得广泛应用。

在 CAD 的应用方面,早期主要体现为二维计算机辅助绘图,人们借助此项技术来摆脱繁琐、费时的手工绘图。到 20 世纪 70 年代末,计算机辅助绘图作为 CAD 技术的一个分支而相对独立、平稳地发展。20 世纪 80 年代后,微机工作站和微型计算机的发展与普及,再加上功能强大的外围设备,如大型图形显示器、绘图仪、激光打印机等的问世,极大地推动了 CAD 技术的发展。与此同时,CAD 理论也经历了几次重大的创新,形成了曲面造型、实体造型、参数化设计及变量化设计等系统。随着生产精度要求的不断提高和生产周期要求的不断缩短,以及软件的应用和发展,3D 设计的发展越来越快。Pro/E、UG II、CIMATRON、SolidWorks 和 Master CAM 等软件的广泛应用,不仅可完成 2D 设计,同时还可获得 3D 模型,为数控编程和 CAD/CAM 的集成提供了保证。数控机床的普遍应用,保证了模具零件的加工精度和质量。经过数控机床加工的零件可直接进行装配,既提高了加工精度,又缩短了生产周期。然而,受 3D 软件成本较高且具体的操作应用较为复杂等因素的限制,使其应用范围受到了一定程度的影响。目前,模具 CAD 应用最为广泛的软件是 Autodesk 公司开发的通用计算机辅助设计软件 AutoCAD。

§ 1—2 CAD 系统组成

CAD 系统由硬件和软件组成,要充分发挥 CAD 的作用,就要有高性能的硬件和功能强大的软件来支持。

硬件是 CAD 系统的基础,由计算机及其外围设备组成。

计算机分为大型计算机、工作站及高档微型计算机。目前,应用较多的是 CAD 工作站及高档微型计算机。外围设备包括鼠标、键盘、扫描仪等输入设备和显示器、打印机、绘图仪等输出设备。

软件是 CAD 系统的核心,分为系统软件和应用软件。

系统软件包括操作系统、计算机语言、网络通信软件、数据库管理软件等。应用软件包括 CAD 支撑软件和 CAD 专用软件,如产品设计软件包、机械零件设计计算库等。

§ 1—3 AutoCAD 的发展及特点

AutoCAD 是 Autodesk 公司开发研制的一种通用计算机辅助设计软件包,它在设计、绘图和互相协作方面具有强大的技术实力。由于其具有易于学习、使用方便、体系结构开放等优点,深受广大工程技术人员的喜爱。

Autodesk 公司在 1982 年推出了 AutoCAD 的第一个版本 V1.0,随后经过 V2.6、R9、R10、R12、R13、R14、R2000 等典型版本,发展到目前常用的 AutoCAD 2002 和 AutoCAD 2004 版。在这 20 多年的时间里,AutoCAD 产品在不断适应计算机软硬件发展的同时,自身功能也日益增强且趋于完善。早期的版本只是绘制二维图的简单工具,现在它已经集平面作图、三维造型、数据库管理、着色渲染、互联网等功能于一体,并提供了丰富的工具集。如今,AutoCAD 在机械、建筑、电子、纺织、航空等领域得到了广泛的使用。AutoCAD 在全球 150 多个国家和地区广为流行,此外,有近千家 AutoCAD 授权中心,近三千家独立的开发商,以及四千多种基于 AutoCAD 的各类专业应用软件。可以说 AutoCAD 已成为微机 CAD 系统的标准,而 DWG 格式文件已是工程设计人员交流思想的公共语言。尤其在模具设计行业,AutoCAD 占有十分重要的位置。特别是 AutoCAD 的二维绘图功能和编辑功能,许多三维功能非常强大的软件仍不能完全取代它。

AutoCAD 具有以下特点:

- (1) 丰富的二维绘图、编辑指令和建模方式,新颖的三维造型功能。
- (2) 直观的用户界面、下拉菜单、图标、易于使用的对话框等。
- (3) 多样的绘图方式,可以进行交互式绘图,也可通过编程自动绘图。
- (4) 多行文字编辑器与标准的 Windows 系统下的文字处理软件工作方式相同,并支持 Windows 系统的 TrueType 字体。

- (5) 强大的文件兼容性, 可通过标准或专用的数据格式与其他 CAD/CAM 系统交换数据。
- (6) 提供了许多 Internet 工具, 使用户可通过 AutoCAD 在 Web 上打开、插入或保存图形。
- (7) 开放的体系结构, 为其他开发商提供了多元化的开发工具。

§ 1—4 CAM 的应用

计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacture, 简称 CAM) 是以电子计算机为主要辅助手段进行产品或零件的加工与制造, 并对制造过程进行管理和控制的技术。CAM 应用 CAD 所建立的模型对模具的零件进行加工制造, 与 CAD 技术紧密联系, 尤其在模具的加工制造中得到广泛的应用。目前, 在 CAM 的应用中比较常用的有 Master CAM、Pro/E、UG、CATIA、CAXA 等软件。CAM 具有以下几方面的特点:

(1) 减少了模具零件加工前的准备工作。利用 CAM 进行加工复杂的模具零件时, 可以不必设计制造普通机床所需要的仿形夹具, 简化了工件的装夹过程, 缩短了制造周期, 降低了生产成本。

(2) 减少了加工误差。在模具零件加工前利用 CAM 设计加工路径进行模拟仿真加工, 可以发现加工时产生的误差状况, 并可进行干涉检查, 以便及时对加工误差予以修正, 避免不必要的损失。

(3) 生产时间容易控制。数控加工机床可按照所设计的程序进行加工, 准确地估算加工所需要的时间, 以控制模具零件的加工时间。

(4) 提高加工的灵活性。配合各种多轴加工机床, 可在同一机床上对复杂的零件按照各种不同的程序进行加工。

(5) 加工的模具零件具有可复制性。设计的程序数据可以重复利用, 实现零件的再现。

§ 1—5 系统配置要求

CAD 系统配置包括硬件和软件两个方面的配置, 系统必须满足以下基本配置要求:

- (1) Intel Pentium 233 或更高版本, 也可以是功能相当的其他兼容产品。
- (2) 操作系统为 Windows98/2000 或以上。
- (3) 至少 64 MB 内存。
- (4) 至少 160 MB 剩余磁盘空间。
- (5) 800×600VGA 或更高分辨率的显示器, 建议采用分辨率可达 1 024×768VGA 显示器。
- (6) CD-ROM 驱动器。

习题

1. 什么是 CAD? 什么是 CAM?

2. CAD 系统的组成是什么? 典型 CAD 软件有哪些?
3. AutoCAD 具有哪些特点?
4. CAM 技术在模具的加工制造中, 具有哪些特点?
5. CAD 系统的基本配置有哪些要求?

第二章 AutoCAD 2004 工作界面和绘图环境的设置

§ 2—1 AutoCAD 2004 工作界面介绍

在用 AutoCAD 2004 软件设计塑料模具之前,首先必须熟悉 AutoCAD 2004 的工作界面,设置好所需要的绘图工作环境。

启动 AutoCAD 2004,系统将自动进入绘图的工作界面并创建一个新文件,如图 2—1 所示。



图 2—1 绘图工作界面

绘图工作界面主要由标题栏、菜单栏、绘图窗口、工具栏、命令提示窗口、滚动条、状态栏等部分组成。下面分别对相应的功能作简要的介绍。

1. 标题栏

标题栏在程序窗口的最上方,它显示了 AutoCAD 2004 程序图标及当前所操作的图形文件名称及路径。如果图形文件是新建的,其名称将以默认状态“Drawing1.dwg”出现。与一般 Windows 应用程序相似,用户可通过标题栏最右边的 3 个按钮使 AutoCAD 2004 最小化、最大化、还原或关闭。

2. 菜单栏

AutoCAD 2004 的下拉菜单完全继承了 Windows 系统的风格,图 2—1 中所示的菜单栏是 AutoCAD 2004 的主菜单,单击其中任一项都会弹出相应的下拉菜单。

主菜单栏包括:“文件”“编辑”“视图”“插入”“格式”“工具”“绘图”“标注”“修改”

“窗口”和“帮助”等下拉菜单。

(1) 单击“文件”，会出现文件下拉菜单，如图 2—2 所示。

在“文件”下拉菜单中可以新建一个文件，打开一个已有的文件或关闭文件，对文件进行保存，或将文件另存为一个新的文件。此菜单可进行文件打印及相应的设置、发布、输出、电子传递等工作，也可以从“退出”中退出 AutoCAD 2004 系统。

(2) 单击“编辑”，会出现编辑下拉菜单，如图 2—3 所示。

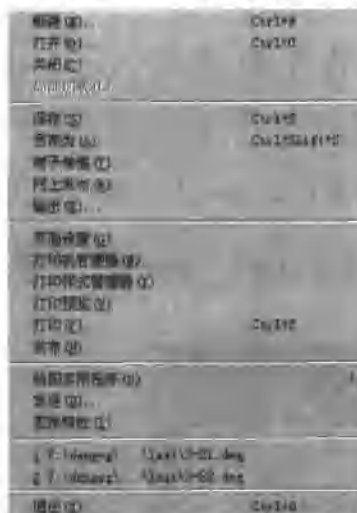


图 2—2 文件下拉菜单



图 2—3 编辑下拉菜单

在编辑下拉菜单中，可以对图形进行全部选择、窗口缩放、剪切、复制、粘贴、清除以及查找等编辑工作。

(3) 单击“视图”，会出现视图下拉菜单，如图 2—4 所示。

在视图下拉菜单中，可以对图形进行重画、重生成、窗口缩放、平移等工作。还可对视图及三维视图进行设置，对三维图形进行消隐、着色、渲染等工作，还可以对工具栏按照所需要的形式进行设置。

(4) 单击“插入”，会出现插入下拉菜单，如图 2—5 所示。

在插入下拉菜单中，可以插入块、外部参照、光栅图像等物件，还可以调入 3D Studio、ACIS 文件、Windows 图元文件、OLE 对象等，还可用图像管理器对图像进行统一管理，并可以与其他文件实行“超链接”。

(5) 单击“格式”，会出现格式下拉菜单，如图 2—6 所示。

在格式下拉菜单中，可以对图形的图层、颜色、线型、线宽、文字样式、标注样式、点样式、多线样式等进行设置，还可以设置单位、厚度和图形界限等内容。

(6) 单击“工具”，会出现工具下拉菜单，如图 2—7 所示。

在工具下拉菜单中，可以与 Autodesk 网站连接，还可进行拼写检查、查询等工作，可以连接设计中心，实行数据库连接，可加载其他的应用程序，用 AutoLISP 对软件实行二次开发等工作。此外，通过定义 UCS 坐标系统，可以用“选项”对环境作一系列的设置工作。

(7) 单击“绘图”，会出现绘图下拉菜单，如图 2—8 所示。

这是绘图所使用的主要工具菜单。可利用绘图下拉菜单中的各种工具，绘制出所需要的

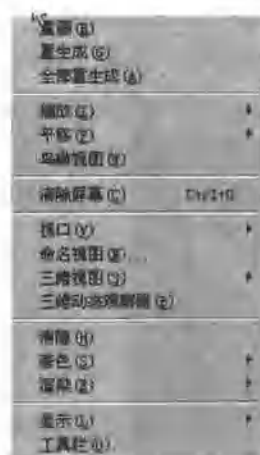


图 2—4 视图下拉菜单

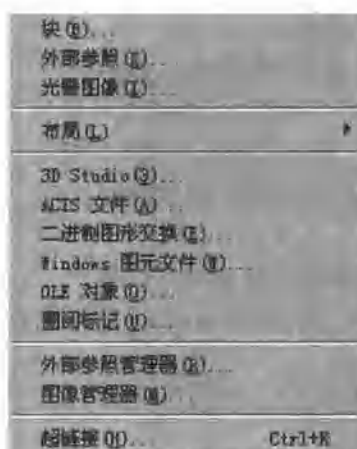


图 2—5 插入下拉菜单

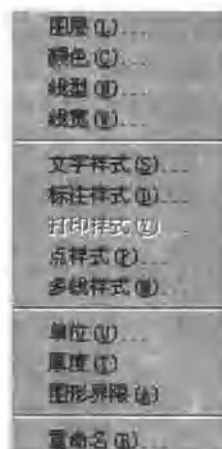


图 2—6 格式下拉菜单

各种图形。

(8) 单击“标注”，会出现标注下拉菜单，如图 2—9 所示。

在标注下拉菜单中，可以根据不同的图形特征，采用不同的标注方式，对所绘制的图形标注尺寸及相应的公差。

(9) 单击“修改”，会出现修改下拉菜单，如图 2—10 所示。

可以利用修改下拉菜单中的各种指令和工具，对所绘制的图形作必要的编辑和修改，这

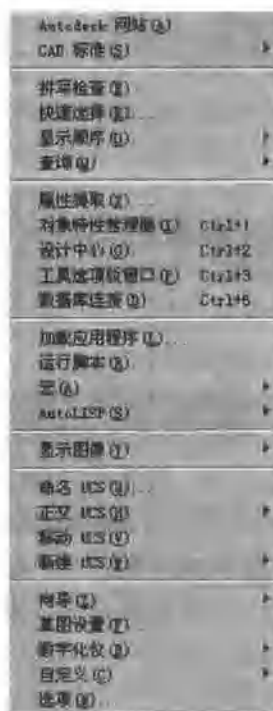


图 2—7 工具下拉菜单

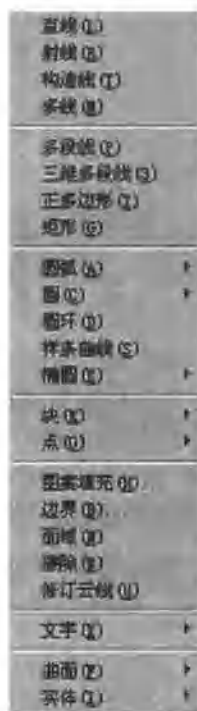


图 2—8 绘图下拉菜单

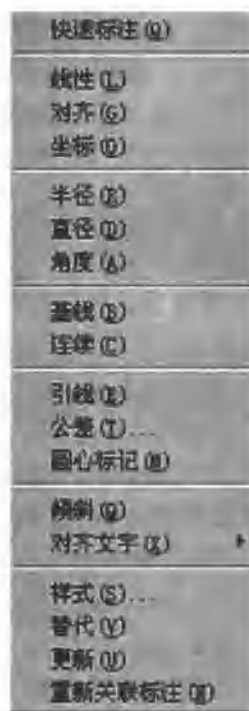


图 2—9 标注下拉菜单

也是设计绘图所使用的主要工具菜单之一。

(10) 单击“窗口”，会出现窗口下拉菜单，如图 2—11 所示。

在窗口下拉菜单中，可以用“关闭”指令来关闭所绘制图形的窗口，也可用“全部关闭”指令来关闭 AutoCAD 2004 打开的所有图形窗口。还可以调整绘图窗口放置的形式，并能显示出所打开的多个窗口的数目和名称，以及即时切换已打开的各个窗口，进行绘图和编辑工作。

(11) 单击“帮助”，会出现帮助下拉菜单，如图 2—12 所示。

可用“帮助”指令来学习和了解 AutoCAD 2004 软件的各个指令的使用。

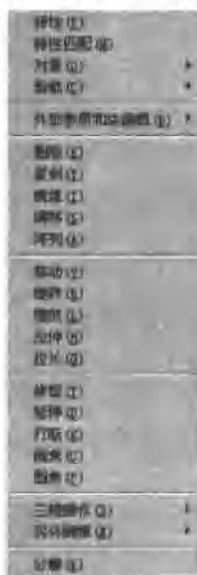


图 2—10 修改下拉菜单

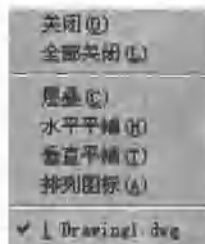


图 2—11 窗口下拉菜单

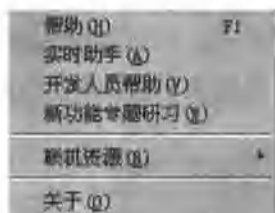


图 2—12 帮助下拉菜单

(12) AutoCAD 2004 的菜单选项的 3 种形式

1) 菜单项后面带有三角形标记“▶”。选择这种菜单项后将弹出级联菜单，用户可作进一步的选择。

2) 菜单项后面带有省略号标记“...”。选择这种菜单项后，AutoCAD 2004 打开一个对话框，通过此对话框用户可作进一步操作。

3) 单独的菜单项。

另一种形式的菜单是光标菜单，当单击鼠标右键时，在光标的位置上将出现光标菜单。光标菜单提供的命令选项与光标的位置及 AutoCAD 2004 的当前状态有关。将光标放在作图区域或工具栏上再单击右键，打开的光标菜单是不一样的。如图 2—13 所示为光标放在作图区域再单击右键所显示的菜单；如图 2—14 所示为光标放在工具栏上再单击右键所显示的菜单。此外，如果 AutoCAD 2004 正在执行某一命令或者用户事先选取了任意实体对象，也将显示不同的光标菜单。

(13) 可显示光标菜单的选项

在以下的 AutoCAD 2004 区域中单击鼠标右键可显示光标菜单。

1) 状态栏。

- 2) 绘图区域, 如图 2—13 所示。
- 3) 工具栏, 如图 2—14 所示。
- 4) 命令提示窗口, 如图 2—15 所示。

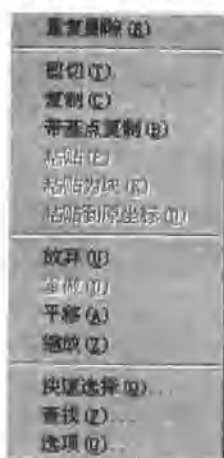


图 2—13 绘图区域的光标菜单

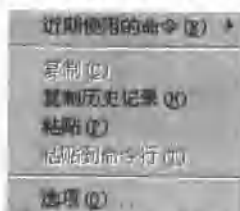


图 2—15 命令提示窗口的光标菜单

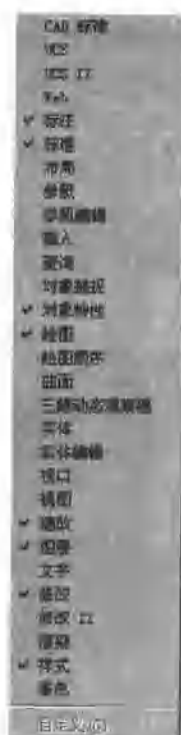


图 2—14 工具栏的光标菜单

3. 绘图窗口

绘图窗口是用户绘图的工作区域, 类似于手工作图时的图样, 用户的所有工作结果都反映在此窗口中。用户可根据需要设定显示在屏幕上的绘图区域的大小。在绘图窗口的左下方有一个表示坐标系的图标, 它表明了绘图区的方位, 图标中的“X、Y”字母分别指示 X 轴和 Y 轴的正方向。缺省情况下, AutoCAD 2004 使用世界坐标系, 如有需要, 用户也可通过 UCS 命令建立用户坐标系。

将鼠标移至绘图区域时, 就会出现十字形光标。光标中心有一个小的矩形框, 该框称为拾取框, 当使用编辑命令时, 可用拾取框选取对象。在绘图区移动鼠标时, 其中的十字形光标会跟随移动, 与此同时, 绘图区底部的状态栏将显现出光标点的坐标值。按 F6 键可改变坐标的显示方式。

绘图窗口包含了两种作图环境: 一种称为模型空间, 另一种称为图样空间。在此窗口底部有 3 个选项卡: **模型**、**布局1**、**布局2**, 缺省情况下, “模型”选项卡是按下的, 表示当前作图环境是模型空间, 用户在这里可按实际尺寸绘制二维或三维图形。当按下“布局1”或“布局2”选项卡时, 就被切换至图样空间。用户可以将图样空间当成一张图样, 在这张图样上可将模型空间的图样按不同的缩放比例布置在图样上。

4. 工具栏

工具栏提供了访问 AutoCAD 2004 命令的快捷方式,它包含了许多命令和按钮。只需单击某个按钮,AutoCAD 2004 就会执行相应的命令。

工具栏中的按钮有些是单一型的,有些是嵌套型的。嵌套型按钮的右下角带有小黑三角形,按下此类按钮将弹出一些新按钮。“绘图”工具栏中,  按钮就是嵌套型的。

AutoCAD 2004 提供了 26 个工具栏。缺省情况下,仅显示“标准”“绘图”“修改”和“对象特性”4 个工具栏。

“标准”工具栏如图 2—16 所示。



图 2—16 “标准”工具栏

“绘图”工具栏如图 2—17 所示。



图 2—17 “绘图”工具栏

“修改”工具栏如图 2—18 所示。

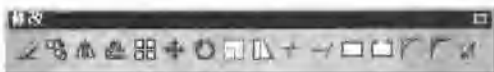


图 2—18 “修改”工具栏

“对象特性”工具栏如图 2—19 所示。



图 2—19 “对象特性”工具栏

此外,较常用的还有“标注”工具栏和“图层”工具栏等。

“标注”工具栏如图 2—20 所示。



图 2—20 “标注”工具栏

“图层”工具栏如图 2—21 所示。



图 2—21 “图层”工具栏

用户可根据需要打开或关闭某些工具栏,还可以移动工具栏,将它们放置在适当的位置。除了 AutoCAD 2004 本身提供的工具栏外,用户也可以订制自己喜欢的工具栏。

5. 命令提示窗口