

计算机辅助设计系列丛书

AutoCAD 2012

绘制机械图

(含上机指导)

HUIZHI JIXIE TU



编著 杨月英 张效伟

主审 张琳

拓展训练，开拓视野

添加三维实体造型及实用类图形绘制，注重与市场需求对接

强化实训，注重操作

本书强化了上机指导及操作练习，题量丰富，方便培训课时的调整

内容丰富，适用面广

本书收录的图形绘制适合机械类专业及相关类专业和培训机构使用

拓展训练，开拓视野

收录全国CAD技能等级考试试题，适合能力拓展训练

中国建材工业出版社

AutoCAD 2012 绘制机械图

(含上机指导)

编 著 杨月英 张效伟
王振玉 宋代敏 马晓丽 滕绍光
主 审 张 琳

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

AutoCAD 2012 绘制机械图: 含上机指导/杨月英, 张效伟, 王振玉编著. —北京: 中国建材工业出版社, 2012. 2

(计算机辅助设计系列丛书)

ISBN 978-7-5160-0097-7

I. ①A… II. ①杨… ②张… ③王… III. ①机械制图—AutoCAD 软件 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 008222 号

内 容 简 介

本书依据 AutoCAD 2012 版本编写, 为方便读者理解与应用, 本书遵循由易到难、循序渐进的原则, 在介绍操作面板基本命令的同时, 辅助以实例及操作技巧, 使读者能够轻松愉快地学习专业图形的绘制。为方便教学及学生专业技能的拓展, 本书增添了上机指导和专业拓展知识及计算机绘图师的考题。本书适合普通高等院校本科、高职及成人教育的机械类专业及相关专业以及培训机构教学使用。

AutoCAD 2012 绘制机械图 (含上机指导)

杨月英 张效伟等编著

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京雁林吉兆印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 15.25

字 数: 376 千字

版 次: 2012 年 2 月第 1 版

印 次: 2012 年 2 月第 1 次

定 价: 33.00 元

本社网址: www.jccbs.com.cn

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386906

前 言

AutoCAD 2012 是由美国 Autodesk 公司推出的最新版本的计算机辅助设计与绘图软件,它功能强大、命令简捷、操作方便、适用面广。因此,在世界上得到广泛的应用,是每个从事土木建筑、机械电子、航空航天、石油化工等相关行业的工程技术人员必须掌握的基本能力。

本书主要包括 AutoCAD 2012 的基本知识、基本操作、常用绘图及编辑命令、注写文字、尺寸标注、图块参照、图形输出及三维实体造型等内容。

本着简明实用、实例指导的原则,本书在介绍 AutoCAD 基本概念和基本操作的同时,特别强调操作能力的训练,每章节后面都配有与教学内容相结合的、精心设计的上机指导及操作练习。练习图由平面图形、三视图、剖视图、零件图、装配图到零件三维图,由易到难,循序渐进,可以帮助读者快速掌握 AutoCAD 绘图的知识,领悟到图形绘制的特点及应用技巧。

为提高大学生的综合素质,增强大学生与社会工作接轨,提高学生就业能力,人力资源和社会保障部和中国工程图学会共同开展全国 CAD 技能等级考试及培训工作。本书附录中附有 1~6 期全国 CAD 技能一级(计算机绘图师)考试试题,可作为报考全国 CAD 技能等级考试的参考资料或上机练习。

本书可作为高等院校本科、高职以及成人教育的机械工程类、及相关各专业计算机绘图的教材,也可用做计算机培训班教材,还可作为各类相关技术人员和自学者学习参考用书。

本书由青岛理工大学杨月英和张效伟、滨州市沾化县公路管理局王振玉、青岛威立雅水务营运有限公司宋代敏、青岛理工大学马晓丽、滕绍光编著,本书由张琳教授主审。参加本书编写的还有林静、於辉、莫正波、宋琦、高丽燕等。

在本书的编写过程中吸纳了许多同行的宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。

书中如有不妥之处,恳请读者不吝指教。

编者

2011 年 12 月

目 录

第1章 AutoCAD 2012 基础知识	1	4.4 缩放、拉伸和拉长	85
1.1 AutoCAD 2012 的增强和新增功能	1	4.5 延伸和修剪	88
1.2 AutoCAD 2012 的安装和启动 ...	2	4.6 打断、合并和分解	90
1.3 AutoCAD 2012 工作界面	4	4.7 倒角及倒圆角	93
1.4 AutoCAD 2012 辅助绘图工具 ...	9	4.8 光顺曲线	96
1.5 AutoCAD 2012 图形文件管理	18	4.9 编辑对象特性	97
1.6 上机指导 (图形文件管理)	24	4.10 夹点编辑	98
1.7 操作练习	26	4.11 上机指导 (绘制剖视图)	99
第2章 AutoCAD 2012 基本操作	27	4.12 操作练习	101
2.1 AutoCAD 2012 基本操作	27	第5章 文字与表格	105
2.2 AutoCAD 坐标系	30	5.1 创建文字样式	105
2.3 基本绘图环境设置	32	5.2 修改文字样式	107
2.4 图层的创建与设置	37	5.3 注写文字	108
2.5 上机指导 (绘制图标和标题栏)	42	5.4 编辑文字	112
2.6 操作练习	45	5.5 绘制表格	113
第3章 常用绘图命令	47	5.6 上机指导 (绘制三视图)	115
3.1 绘制二维图形的方法	47	5.7 操作练习	117
3.2 点、直线、射线、构造线、多段线和多线	48	第6章 尺寸标注与编辑	120
3.3 矩形和正多边形	56	6.1 创建尺寸标注样式	121
3.4 绘制圆、圆弧、椭圆和椭圆弧	59	6.2 常用的标注样式	128
3.5 样条曲线、图案填充和面域 ...	63	6.3 尺寸标注	137
3.6 上机指导 (绘制平面图形)	69	6.4 编辑尺寸标注	142
3.7 操作练习	72	6.5 标注公差	144
第4章 常用编辑命令	75	6.6 多重引线标注	146
4.1 删除与恢复	76	6.7 上机指导 (绘制零件图)	152
4.2 复制、移动和旋转	77	6.8 操作练习	154
4.3 镜像、阵列和偏移	79	第7章 图块与参照	158
		7.1 图块的用途和性质	158
		7.2 创建图块和调用图块	159
		7.3 插入图块	161
		7.4 修改图块	163

7.5	定义带有属性的图块·····	164	9.1	三维建模界面与用户坐标·····	196
7.6	参照·····	170	9.2	建模·····	198
7.7	上机指导 (绘制装配图) ·····	172	9.3	实体编辑·····	205
7.8	操作练习·····	182	9.4	三位实体的修改·····	208
第8章	布局与打印·····	186	9.5	三维观察·····	210
8.1	模型空间和图纸空间·····	186	9.6	上机指导 (绘制三维立体图) ·····	211
8.2	模型空间打印·····	186	9.7	操作练习·····	217
8.3	布局空间打印·····	188	附录	全国 CAD 技能等级考试试题 ·····	218
8.4	上机指导 (打印出图) ·····	190	参考文献	·····	236
8.5	操作练习·····	191			
第9章	三维建模·····	196			

第1章 AutoCAD 2012 基础知识

教学目标

通过对本章的学习，读者应了解中文版 AutoCAD 2012 的基本功能与新增功能，熟悉软件的界面和各组成部分的功能以及对图形文件进行管理的基本方法，掌握辅助绘图工具。

教学重点与难点

- AutoCAD 2012 的基本功能
- AutoCAD 2012 的新增功能
- AutoCAD 2012 的安装与启动
- AutoCAD 2012 的工作界面
- AutoCAD 2012 的辅助绘图工具
- AutoCAD 2012 图形文件管理

CAD 是 Computer Aided Design 的缩写，指计算机辅助设计，美国 Autodesk 公司的 AutoCAD 是目前应用非常广泛的 CAD 软件。Autodesk 于 20 世纪 80 年代初为微机上应用 CAD 技术而开发了绘图程序软件包 AutoCAD，经过不断地完善，现已经成为国际上广为流行的绘图工具。AutoCAD 具有完善的图形绘制功能、强大的图形编辑功能，可采用多种方式进行二次开发或用户定制，可进行多种图形格式的转换，具有较强的数据交换能力，同时支持多种硬件设备和操作平台。AutoCAD 可以绘制任意二维和三维图形，同其他的绘图软件相比，用 AutoCAD 绘图速度更快、精度更高，而且便于个性化处理，它已经在土木建筑、航空航天、造船、机械、电子、设备、材料、化工、轻纺等很多领域得到了广泛应用，并取得了丰硕的成果和巨大的经济效益。

1.1 AutoCAD 2012 的增强和新增功能

AutoCAD 2012 出现了一个类似于 Office 的宏录制器的功能，可以把您的操作过程和步骤录制下来。Autodesk AutoCAD 2012 版本将更有成效地帮助用户实现更具竞争力的设计创意，其在用户界面上也有了重大改进。AutoCAD 2012 软件整合了制图和可视化，加快了任务的执行，能够满足个人用户的需求和偏好，能够更快地执行常见的 CAD 任务，更容易找到那些不常见的命令。新版本也能通过让用户在不需要软件编程的情况下自动操作制图，从而进一步简化了制图任务，极大地提高了工作效率。

部分新增或增强功能如下：

(1) 模型文档：从不同的三维模型创建图形。可以从 AutoCAD 和 Autodesk Inventor 三维模型在布局中创建关联图形；也可以从其他三维 CAD 模型创建图形，输入 IGES、CATIA、Pro/Engineer、Step、Solidworks、JT、NX、Parasolid 和 Rhinoceros (Rhino) 文件并从中生成图形。

(2) 关联阵列: 创建以阵列模式排列的对象的副本。关联性可允许您通过维护项目之间的关系快速在整个阵列中传递更改。

(3) 多功能夹点: 可以使用不同类型的夹点和夹点模式以其他方式重新塑造、移动或操纵对象。

(4) AutoCAD WS: AutoCAD WS 是与 AutoCAD 直接交互的应用程序。对本地 AutoCAD 图形的更改会与已存储在 AutoCAD WS 服务器上的联机副本同步。AutoCAD WS 编辑器允许您使用 Web 浏览器从任何计算机访问和编辑联机副本。多个用户可实时地联机处理相同的图形文件。

(5) 绘图视窗: AutoCAD 2012 绘图视窗界面更新, 显示为深灰色背景模型空间。传统的网格点已被替换为横向和纵向网格线, 更密切代表工程图文件。

(6) 三维导航工具: 在模型中快速、直观地漫游或飞行。

(7) 隔离物件功能: 物件隔离, 即隐藏所有物件 (所选的物件除外)。

(8) 物件隐藏: 关闭所选的物件。

(9) 绘制功能: 建立相同物件, 即将所选物件的性质套用并建立相同的物件。

(10) 选择功能: 选择相似物件, 即将所选物件的性质或物件类型, 根据该条件来建立类似的选集。

(11) 视觉样式: 提供了五个新的预定义的视觉样式, 包括: 阴影、阴影的边缘、灯罩灰色、草图和 X 射线。

(12) 参数化绘图: 推断几何约束, 可通过在绘制或编辑几何图形期间进行参数化管理。

(13) 透明度: AutoCAD 2012 包括一个新的透明度属性, 可以申请对象的透明度和层以同样的方式应用的颜色、线型和线宽。图层特性管理器也可以设定透明度。预设透明度值为 0, 可以设置它高达 90。

(14) 剖面线: 建立剖面线时可以即时预览样式、比例等, 并且可以动态观看变更后的状态。也可以适用于透明度的运用。另外还增加了 MIRR Hatch 系统变数, 可以让您镜像时剖面线不会被翻转。

(15) 三维增强功能: AutoCAD 2012 引入了增强的曲面建模功能, 并新增了创建 NURBS 曲面的功能。在网格建模中增强了修改面和删除面及修复间隙功能。在实体建模中增加了新命令为三维实体的边生成倒角和圆角。

(16) 命令行: 命令行新增了自动附加功能, 可以将相似命令显示出来, 减少命令输入出错率。

1.2 AutoCAD 2012 的安装和启动

1.2.1 AutoCAD 2012 的安装

AutoCAD 2012 是 AutoCAD 系列软件的最新版本, 为了发挥其强大的功能, 同样也需要计算机硬件的支持。

1. 软件环境

- (1) 操作系统: WindowsXP/Windows 7/Windows Vista 等版本。
- (2) 浏览器: IE7.0 及更高版本或其他同等浏览器。

2. 硬件环境

- (1) 处理器: 建议 Pentium 4 或 AMD Athlon™ 双核以上处理器, 1.6GHz 或更高。
- (2) 内存: 建议 2GB 以上内存。
- (3) 显示器: 1024 × 768 真彩色。建议安装独立显卡。
- (4) 硬盘: 典型安装需要 2GB 可用磁盘空间。



特别提示:

AutoCAD 2012 软件有 32 位和 64 位两种, 根据电脑操作系统选择安装版本。

3. 安装步骤

(1) 安装: 根据电脑系统选择 32 位或 64 位 AutoCAD 安装程序, 放入光盘, 点击安装程序, 电脑运行初始化设置, 自动打开安装向导, 单击图 1-1 所示“安装”。按照提示输入序列号和产品密钥, 指定安装路径点击安装, 系统自动完成安装。

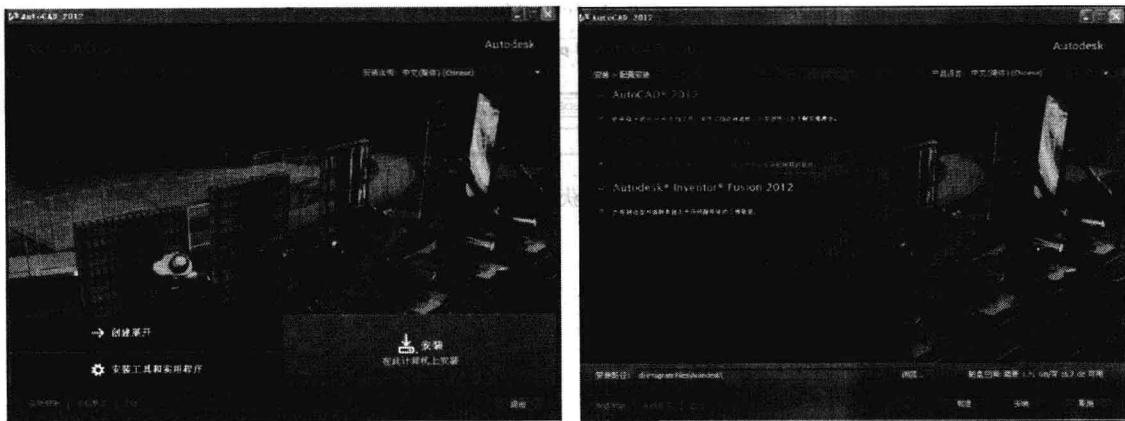


图 1-1 CAD 2012 安装向导

(2) 激活: 安装成功后, 双击桌面 AutoCAD 2012 快捷方式  图标或点击“开始”/“所有程序”/“Autodesk”/“AutoCAD 2012-Simplified Chinese”/“AutoCAD 2012”, 运行 AutoCAD 2012, 在“Autodesk 许可”界面点击“激活”按钮, 见图 1-2。然后选择“立即连接并激活”或“我具有 Autodesk 提供的激活码”。如果选择“我具有 Autodesk 提供的激活码”则运行注册机  x64-adsk2012x32.exe (注册机 32 位或 64 位与安装的 CAD 对应), 从激活界面复制申请号粘贴到注册机的“Request”栏中, 点击注册机上的“Mem Patch”按钮 (非常重要) 再点击“Generate”按钮生成激活码, 见图 1-3。复制激活码粘贴到软件激活界面的输入格中, 点下一步完成注册。安装完成。

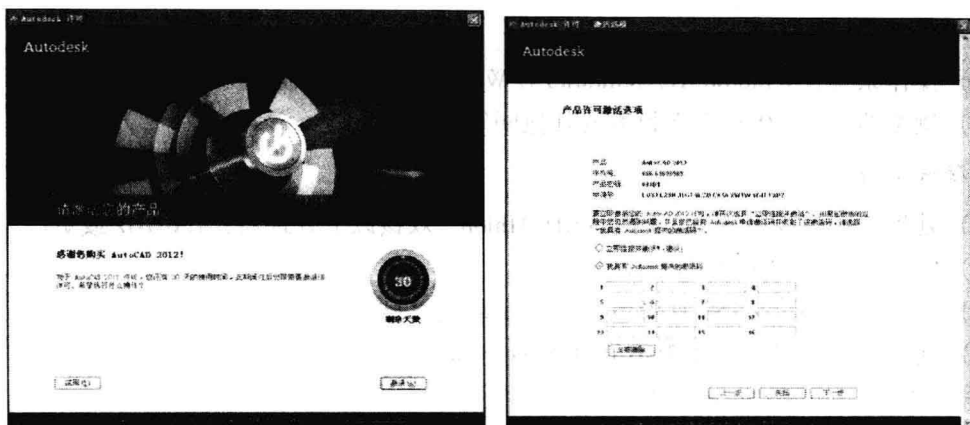


图 1-2 激活产品

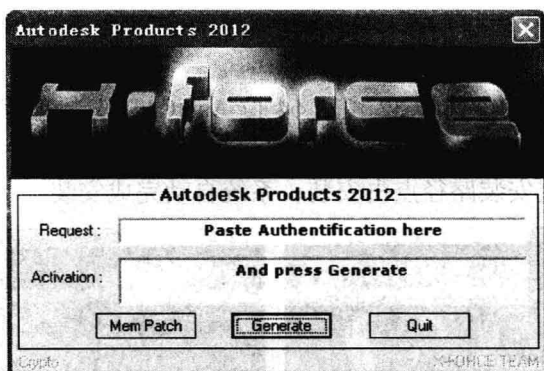


图 1-3 获取激活码

1.2.2 AutoCAD 2012 的启动

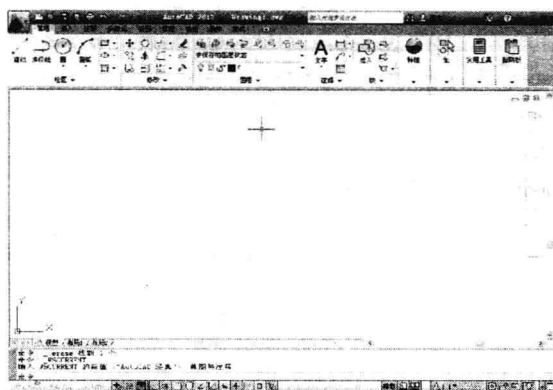
启动 AutoCAD 2012 的几种常用方法:

- (1) 双击桌面快捷方式  图标。
- (2) 点击“开始”/“所有程序”/“Autodesk”/“AutoCAD 2012- Simplified Chinese”/“AutoCAD 2012”。
- (3) 双击计算机中已存在的任意一个 CAD 图形文件。

1.3 AutoCAD 2012 工作界面

启动 AutoCAD 2012 后, 如图 1-4 所示, 有四种工作空间界面, 分别是“草图与注释”、“三维基础”、“三维建模”和“AutoCAD 经典”。这四种工作界面可以方便地进行切换, 单击下拉菜单“工具”/“工作空间”, 更简便的切换方式是点击界面左上角或右下角的  按钮选择, 见图 1-5。工作界面的选择根据个人喜好习惯及绘图对象决定, 传统

的 AutoCAD 界面是“AutoCAD 经典”。也可以将老版本 CAD 的设置移植到 AutoCAD 2012 中。



(a) 草图与注释工作界面



(b) 三维基础



(c) 三维建模



(d) AutoCAD经典

图 1-4 工作空间

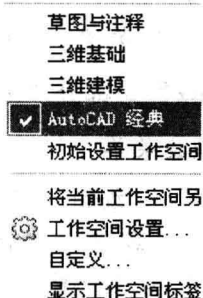
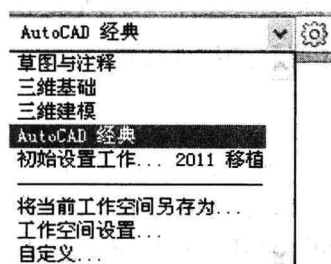


图 1-5 工作空间切换

AutoCAD 2012 的经典工作界面主要由标题栏、菜单栏、工具栏、绘图区、文本窗口与命令行、状态栏等部分组成,如图 1-6 所示。



图 1-6 “AutoCAD 经典”工作界面

AutoCAD 2012 的 AutoCAD 经典工作界面各部分说明如下:

1. 标题栏与菜单浏览器和快速访问栏

标题栏位于整个界面的最顶部,它主要用来显示程序名称、文件名称和路径。点击菜单浏览器 , 出现一个下拉菜单,可以代替部分“文件”下列菜单的作用。快速访问栏  是部分“标准”工具栏的控制按钮。

2. 下拉菜单栏与快捷菜单

菜单栏包括“文件”、“编辑”、“视图”、“插入”、“格式”、“工具”、“绘图”、“标注”、“修改”、“参数”、“窗口”、“帮助”共 12 个选项。单击其中任意一个选项,都会出现一个下拉菜单。图 1-7 为“绘图”下拉菜单。使用菜单栏应注意以下几个方面:

- (1) 命令后有“▶”符号,表示还有下一级菜单。
- (2) 命令后有“...”符号,表示选择该命令可打开一个对话框。
- (3) 命令后有组合键,表示直接按组合键即可执行该菜单命令,如“Ctrl + C”为复制命令。
- (4) 命令后有快捷键,表示点击该下拉菜单后按快捷键即可执行该命令。如直线的快

快捷键“L”，点击“绘图”菜单，按“L”即执行“直线”命令。

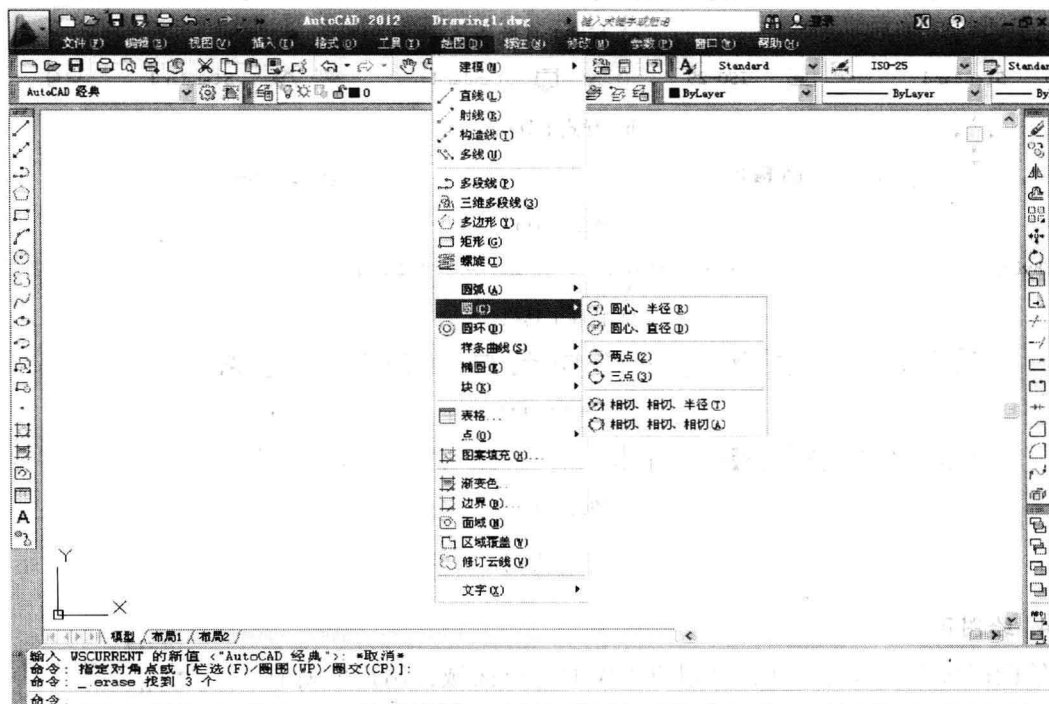


图 1-7 AutoCAD 2012 的“绘图”菜单

(5) 命令呈现灰色，表示该命令在当前状态下不可使用。



特别提示：

(1) 下拉菜单几乎包含了所有 AutoCAD 命令及功能，但因操作繁琐，所以常用工具条来代替，如工作界面左侧的绘图工具条就可以代替“绘图”下拉菜单的部分功能。需要注意的是工具条只是列出了最常用的命令，所以其内容没有下拉菜单全。

(2) 快捷菜单又称为上下文相关菜单。在绘图区域、工具栏、状态栏、模型与布局选项卡以及一些对话框上单击鼠标右键将弹出快捷菜单。该菜单中的命令与 AutoCAD 的当前状态相关。使用它们可以在不必启动菜单栏的情况下快速、高效地完成某些操作。

3. 常用的工具栏

工具栏是应用程序调用命令的另一种方式，它包含许多由图标表示的命令按钮。在 AutoCAD 中，系统共提供了三十多个已命名的工具栏。默认情况下，“标准”、“特性”、“图层”、“样式”、“绘图”和“修改”等工具栏处于打开状态，各工具条如图 1-8 所示。

(1) 在 AutoCAD 窗口中，工具栏可以浮动方式放置，用户可以用鼠标按住工具栏前边位置，在窗口中任意拖动放置工具栏。

(2) 如果要显示当前隐藏的工具栏，可在任意工具栏上单击鼠标右键，此时将弹出一个快捷菜单，如图 1-9 所示，选择或去除对应命令即可显示或隐藏对应的工具栏。

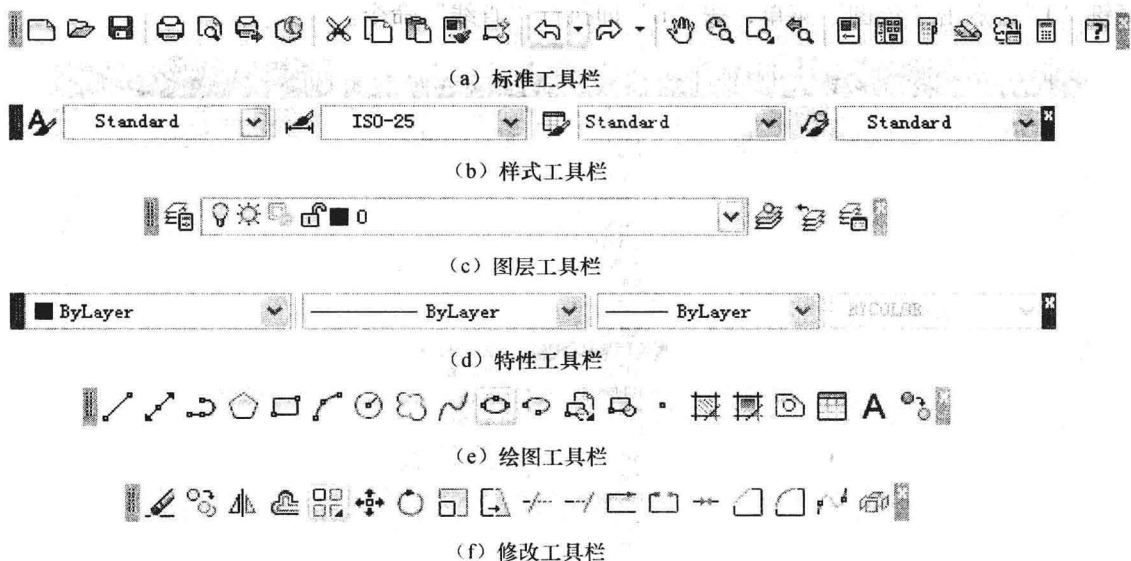


图 1-8 常用工具栏

4. 绘图区

绘图区域在屏幕的中间, 是用户工作的主要区域, 用户的所有工作效果都反映在这个区域, 相当于手工绘图的图纸。绘图区域的右侧和下侧有垂直方向和水平方向的滚动条, 拖动滚动条可以垂直或水平移动视图。选项卡控制栏位于绘图区的下边缘, 单击 **模型** / **布局1** / **布局2** 选项, 可以在模型空间和图纸空间之间进行切换。

5. 命令行

执行一个 AutoCAD 命令有多种方法, 除了下拉菜单、单击绘图工具栏的按钮外, 执行 AutoCAD 命令最常用的第三种方式就是在命令行直接输入命令。命令行主要用来输入 AutoCAD 绘图命令、显示命令提示及其他相关信息, 如图 1-10 所示。在使用 AutoCAD 进行绘图时, 不管用什么方式, 每执行一个命令, 用户都可以在命令行获得命令执行的相关提示及信息, 它是进行人机对话的重要区域。特别对于初学者来说, 一定要养成随时观察命令行提示的好习惯, 它是指导用户正确执行 AutoCAD 命令的有利工具。

通常命令行只有三行左右, 我们可以将光标移动到命令行提示窗口的上边缘, 当光标变成  时, 按住鼠标左键上下拖动来改变命令窗口的大小。

想看到更多的命令, 可以查看 AutoCAD 文本窗口。AutoCAD 文本窗口是记录 AutoCAD 命令的窗口, 是放大的命令行窗口, 它记录了已执行的命令, 也可以用来输入新命令。在 AutoCAD 2012 中, 可

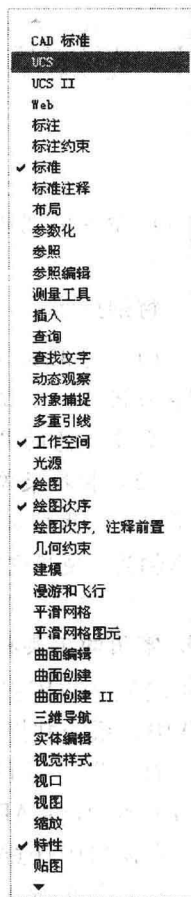


图 1-9 工具栏菜单

以通过“视图”/“显示”/“文本窗口”、执行 TEXTSCR 命令或按 F2 键来打开文本窗口,查看所有操作。

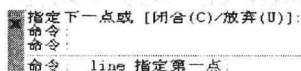


图 1-10 命令行

特别提示:

(1) 在命令行输入命令后,有的需按空格键或“Enter”键来执行或结束命令。输入的命令可以是命令的全称,也可以为相关的快捷命令,如“直线”命令,可以输入“LINE”,也可输入“直线”命令的快捷命令“L”,输入的字母不分大小写。在逐渐熟悉 AutoCAD 的绘图命令后,使用快捷命令比单击工具栏绘图按钮速度快得多,可以大大提供工作效率。

(2) 命令栏还有下一步操作提示,所以需要随时留意命令栏的提示,并按照其要求操作。

6. 状态栏

图 1-11 所示状态栏位于工作界面的最底部。当光标在绘图区域移动时,状态栏的左边区域可以实时显示当前光标的 X、Y、Z 三维坐标值。状态栏中间是“推断约束”、“捕捉模式”、“栅格显示”、“正交模式”、“极轴追踪”、“对象捕捉”、“三维对象捕捉”、“对象捕捉追踪”、“动态 UCS”、“动态输入”、“线宽”、“透明度”、“快捷特性”、“选择循环”14 个开关按钮。用鼠标单击它们可以打开或关闭相应的辅助绘图功能,也可使用相应的快捷键打开。状态栏的右边添加了缩放注释等工具。



图 1-11 状态栏工具栏

1.4 AutoCAD 2012 辅助绘图工具

为了提高绘图的精确性和绘图效率,AutoCAD 为用户提供了一系列准确定位的辅助绘图工具,使用系统提供的对象捕捉、对象追踪、极轴捕捉等功能,快速准确定位;使用正交、栅格等功能,有助于对齐图形中的对象。

1.4.1 “草图设置”对话框

图 1-12 所示“草图设置”对话框内有七个标签,它们分别是“捕捉和栅格”、“极轴追踪”、“对象捕捉”、“三维对象捕捉”、“动态输入”、“快捷特性”和“选择循环”。

运行“草图设置”对话框的方法有两种:

(1) 执行“工具”/“绘图设置”命令,弹出一个“草图设置”对话框,如图 1-12 所示。

(2) 状态栏提供了辅助绘图按钮包括推断约束、捕捉模式、栅格显示、正交模式、极轴追踪、对象捕捉、对象捕捉追踪、显示线宽等,将光标移动到相应按钮上,右击鼠标,在

弹出的快捷菜单中选择“设置”命令也可弹出图 1-12 “草图设置”对话框。

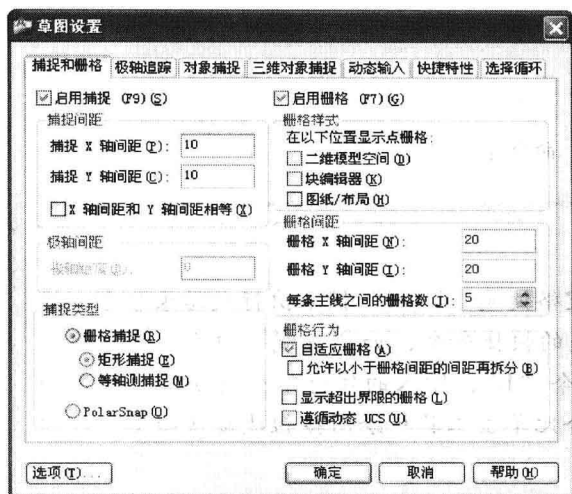


图 1-12 “草图设置”对话框

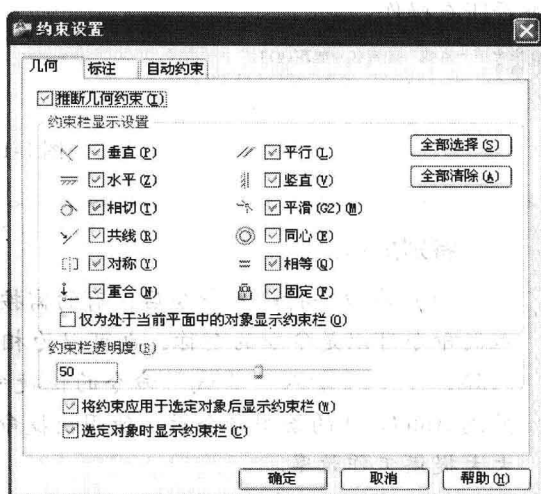


图 1-13 约束设置

1.4.2 推断约束

一般绘制的图形对象间没有约束关系,比如绘制两条平行线,改变其中一条的角度,另一条的角度是不改变的。推断约束命令可以使两个或多个对象间产生约束关系。

1. 推断约束设置

启动“推断约束”的按钮是状态工具栏的。在此按钮上右击选“设置”,出现对话框如图 1-13 所示,从中可以选择需要的约束类型。

2. 应用示例

用推断约束绘制图 1-14 中的 (a) 图形,并将图改变成图 1-14 (c) 图形。

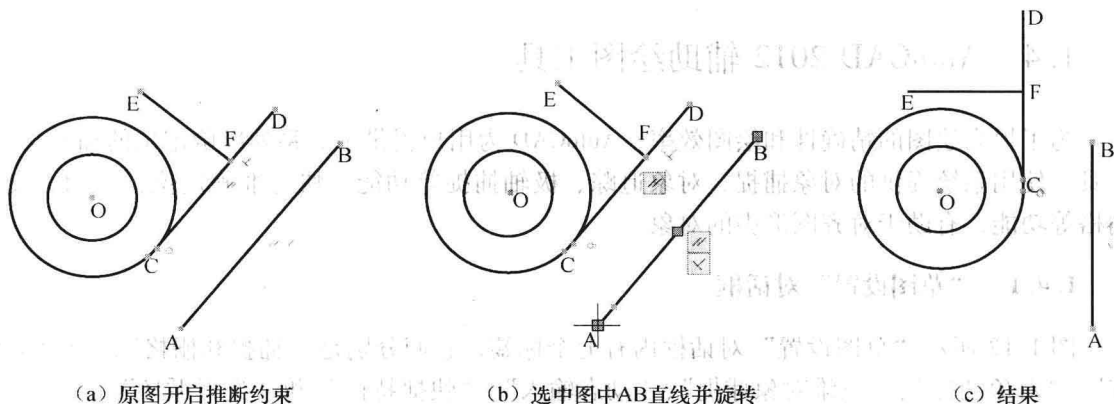


图 1-14 用推断约束绘图

【操作步骤】

(1) 开启推断约束和对象捕捉绘制图 (a) 图形,其中的约束关系是直线 AB 和 CD 平行,

直线 CD 与大圆相切，两个圆是同心圆，直线 EF 与 CD 垂直。产生约束关系后会出现约束图标，如平行约束为 ，改变其中一条平行线的方向，有平行约束的另一条平行线也相应改变。删除约束的方法是在约束图标  上右键单击选删除，或将鼠标放置在约束图标上按“Delete”删除键。

(2) 利用夹点操作法将图形转换成图 1-14 (c) 图形。夹点分为冷夹点和热夹点，如在图 1-14 (b) 中点击选择直线 AB，直线上有三个蓝色的夹点，称为冷夹点。将鼠标放在某个夹点上，夹点变绿，点击后夹点变红，红色的夹点称为热夹点，鼠标移动热夹点也跟着移动。直线上两端两个夹点可以用来旋转或伸缩直线，中间的夹点可以用来平移直线。也可在热夹点上右击出现快捷菜单，可以选择旋转、移动等命令。

(3) 从图 1-14 (c) 图形可以看出，直线 AB 角度发生变化，与之有平行约束关系的 CD 做了相应变化仍保持平行，与 CD 有垂直约束的直线 EF 也跟着变化，与 CD 有相切约束的大圆也跟着变化，与大圆有同心约束的小圆也跟着变化。

1.4.3 栅格显示

栅格是按照设置的间距显示在图形区域中的线，它能提供直观的距离和位置的参照，类似于坐标纸中的方格的作用。如果取消选择图 1-12 所示对话框中“显示超出界限的栅格”，则栅格只在用“LIMITS”命令设定的图纸界限内显示，如图 1-15 所示。

1. 打开/关闭栅格

打开/关闭栅格显示的方法有以下四种：

(1) 在“草图设置”对话框的“捕捉和栅格”标签内选择“启用栅格”选项，如图 1-12 所示。

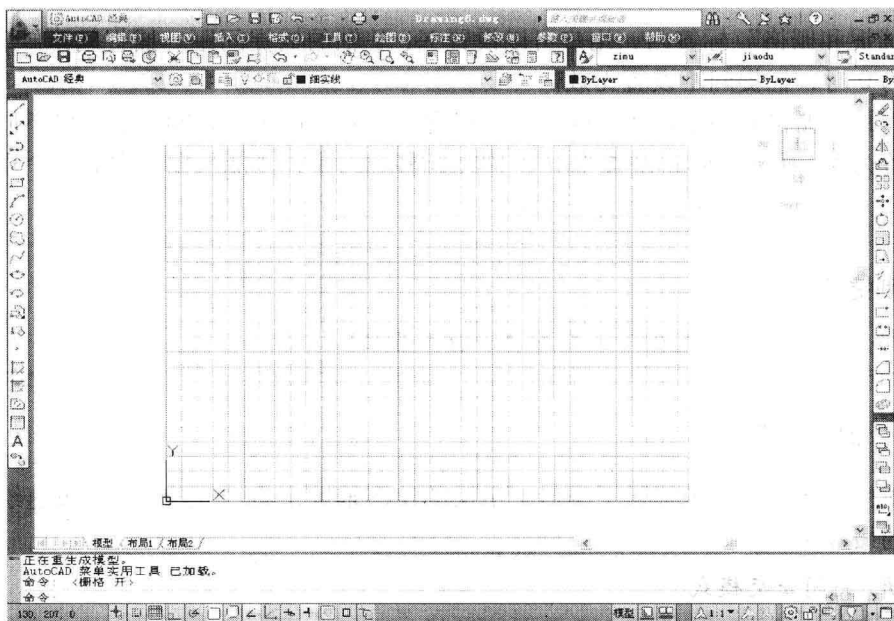


图 1-15 栅格