



“十三五”职业教育规划教材

电子与电气 工程制图项目教程

孙宏伟 赵 威 主 编
张雪燕 黎华芳 陈 远 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五” 职业教育规划教材

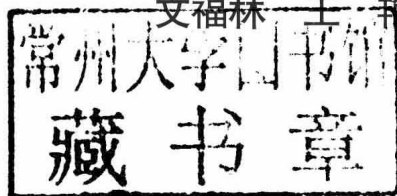
电子与电气 工程制图项目教程

主 编 孙宏伟 赵 威

副主编 张雪燕 黎华芳 陈 远

编 写 杨 林 吴 丹 乔鸿海

文福林 王 艳 阳 妮



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 简 介

本书为“十三五”职业教育规划教材。本书从实用出发,介绍了 AutoCAD 2014 简单图形的绘制、样板文件的创建、三视图及仪器面板图的绘制、电气图的绘制、Altium Designer 2014 原理图与印制电路板的设计以及元器件及其封装的制作。本教材编写以工作任务为导向,通过大量实例,快速、有效地引导学习者掌握 AutoCAD 2014 和 Altium Designer 2014 的应用。

本书适合高等职业院校电子类和自动化类专业理实一体教学,可作为应用电子技术、电子信息工程技术、物联网应用技术和电气自动化技术等专业的教材,也可供电子绘图爱好者参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子与电气工程制图项目教程/孙宏伟,赵威主编. —北京:
中国电力出版社,2016.9

“十三五”职业教育规划教材

ISBN 978-7-5123-9591-6

I. ①电… II. ①孙…②赵… III. ①电子技术-工程制图-职业
教育-教材②电气制图-职业教育-教材 IV. ①TN02②TM02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 174851 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 9 月第一版 2016 年 9 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 21.25 印张 519 千字

定价 48.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

工程图样是一门技术语言，是表达和交流技术思想的重要工具。电子与电气工程制图项目教程是培养电子行业工程技术人员的纽带，也是电子和自动化专业学生向电子工程制图领域发展的桥梁。

本书共分 6 个项目：项目一 AutoCAD 2014 简单图形的绘制；项目二 AutoCAD 2014 样板文件的创建；项目三 AutoCAD 2014 三视图及仪器面板图的绘制；项目四 AutoCAD 2014 电气图的绘制；项目五 Altium Designer 2014 原理图与印制电路板的设计；项目六 Altium Designer 2014 元器件及其封装的制作，各项目任务的编排遵循由浅入深的原则，适合理实一体教学的开展。

本书体现了高职教育的特色，针对高等技术应用型人才的培养目标和高职高专的特点编写。以工作任务为导向，引导学习者获得应用 AutoCAD 2014 和 Altium Designer 2014 进行绘图及设计的能力，并注重其创新能力的培养。另外，各项目精心安排了拓展训练与课后练习，学习者通过巩固训练，能达到举一反三的效果，提高学生对电子与电气设备电路原理图、印制电路板图及整机装配图的绘图和识图能力。

本书由孙宏伟、赵威任主编，张雪燕、黎华芳、陈远任副主编，参加部分编写工作的还有杨林、吴丹、乔鸿海、文福林、王艳、阳妮。同时，本书参考了大量文献，对参考文献著作者，表示诚挚的谢意！

书中不足和疏漏之处，敬请读者批评指正。

编 者

2016 年 2 月



目 录

前言	
项目一 AutoCAD 2014 简单图形的绘制	1
任务一 认识 AutoCAD 中的绘图工具	1
任务二 认识 AutoCAD 中的修改工具	26
拓展训练 不规则图形的绘制	55
项目小结	57
课后训练	57
项目二 AutoCAD 2014 样板文件的创建	59
任务 A4 样板文件的创建	59
拓展训练 A3 样板文件的创建	109
项目小结	109
课后训练	110
项目三 AutoCAD 2014 三视图及仪器面板图的绘制	111
任务一 三视图的绘制	111
任务二 信号发生器面板结构图的绘制	131
拓展训练一 信号发生器薄膜面板图的绘制	135
拓展训练二 串联开关型稳压电源电路方框图的绘制	136
项目小结	138
课后训练	138
项目四 AutoCAD 2014 电气图的绘制	139
任务一 电气原理图的绘制	139
任务二 电气接线图的绘制	180
拓展训练 建筑平面图的绘制	199
项目小结	210
课后训练	210
项目五 Altium Designer 2014 原理图与印制电路板的设计	218
任务一 分压偏置放大电路原理图的绘制	218
任务二 分压偏置放大电路 PCB 图的设计	243
任务三 模数转换电路原理图的绘制	261
任务四 模数转换电路 PCB 图的设计	278

拓展训练 层次原理图的绘制	297
项目小结	303
课后训练	303
项目六 Altium Designer 2014 元器件及其封装的制作	305
任务一 数码管的制作	305
任务二 数码管封法的制作	315
拓展训练 数码管集成元件库的创建	323
项目小结	328
课后训练	328
参考文献	333

项目一 AutoCAD 2014 简单图形的绘制

随着计算机图形学理论和技术的不断发展,过去烦琐的绘图任务现在都可以由计算机来完成,人们可以边设计边修改,直到设计出满意的结果,再利用绘图设备输出图形即可。而传统的绘图手段是利用各种绘图工具和仪器进行手工绘制。这种方式不但劳动强度大、绘图效率低,而且同样的图形在不同的位置也无法进行复制。同传统的手工绘图相比,计算机绘图不但速度快、准确度高,而且便于共享数据、协同工作,并且可以通过网络快速交流。本项目通过实例讲解,使学习者具备利用 AutoCAD 2014 绘制简单图形的能力,图形文件的扩展名为 .dwg。



目标要求

- (1) 掌握 AutoCAD 2014 软件启动方式,具有使用不同方法启动 AutoCAD 软件的能力。
- (2) 熟悉 AutoCAD 2014 软件的用户界面,能熟练说明用户界面的特点。
- (3) 熟悉 AutoCAD 2014 命令的调用方法,能根据个性需求配置合适的用户界面。
- (4) 具有文件的基本操作能力,能快速准确地进行新建、保存和打开文件的操作。
- (5) 初步掌握直线、多边形工具的使用方法,能绘制简单图形。
- (6) 初步掌握图形的简单编辑方法,能编辑简单图形。

任务一 认识 AutoCAD 中的绘图工具



任务描述

本任务是绘制如图 1.1 所示的简单图形,具体要求:绘制外接圆半径为 100mm 的正五边形,使用捕捉端点的方法在其内部绘制五角星,再绘制五角星中间连线,将完成的图形以 cad1-1.dwg 为文件名存入练习目录中。



任务分析

如图 1.2 所示,外围正五边形可以应用 AutoCAD 的正多边形命令绘制;中间的五角星轮廓是五边形各顶点间的内接连线 AD、AC、BE、BD、CE,应用直线命令绘制;再应用修剪命令将线段 F-J、F-G、G-H、H-I、I-J 剪切掉;最后连接 AI、BJ、CF、DG、EH 五条线,具体步骤可参考图 1.3。

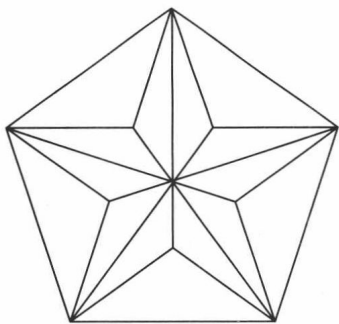


图 1.1 项目实例一

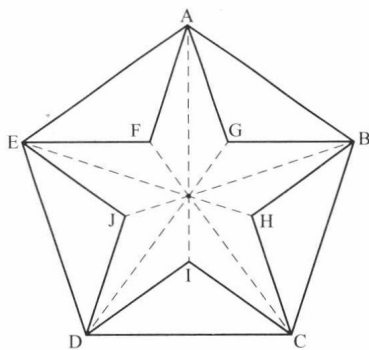


图 1.2 图形分析

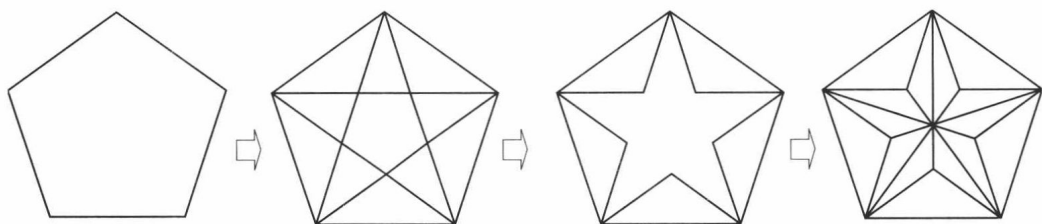


图 1.3 绘制顺序



操作步骤

① 步骤一：启动 AutoCAD 2014

启动 AutoCAD 2014 的方法有以下 3 种：

- (1) 双击桌面快捷方式图标直接启动。
- (2) 使用“开始”菜单方式。

单击 Windows 操作系统桌面左下角的开始按钮，打开“开始”菜单，并进入“程序”级联菜单中的 Autodesk→AutoCAD 2014-Simplified Chinese→AutoCAD 2014，即可启动 AutoCAD 2014。

- (3) 双击打开的 AutoCAD 格式的文件（如 *.dwg、*.dwt）。

这里，选择第二种方式打开 AutoCAD 2014。启动后即出现图 1.4 所示的界面。

② 步骤二：绘制外层正五边形

首先绘制图 1.2 所示的外层正五边形，其外接圆半径为 100mm，如图 1.5 所示，具体操作步骤如下：

- ① 单击“绘图”面板上的“正多边形”按钮
- ② 在弹出的“输入边的数目”文本框中输入“5”；
- ③ 按“空格”键或“回车”键；
- ④ 在绘图区任意一点单击鼠标，确定圆心位置；
- ⑤ 在弹出的“输入选项”中点击选择“内接于圆 (I)”；
- ⑥ 在弹出的“指定圆的半径”文本框中输入“100”；

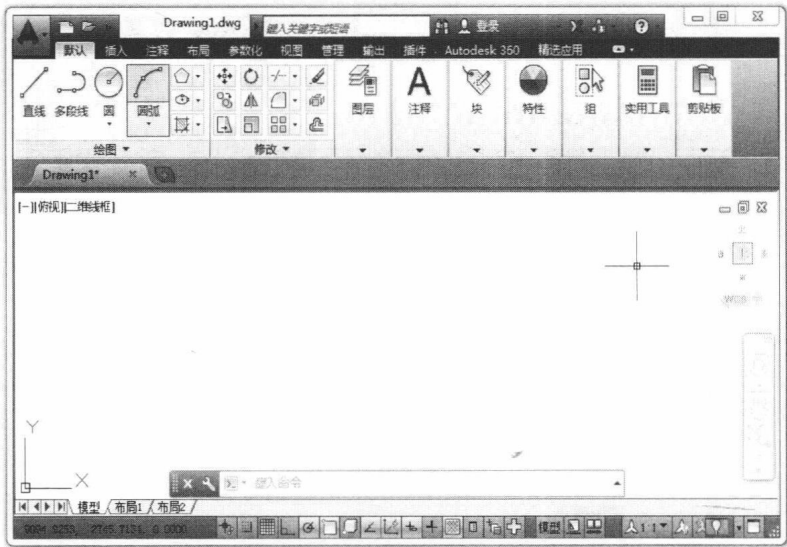


图 1.4 AutoCAD 2014 中文版工作界面

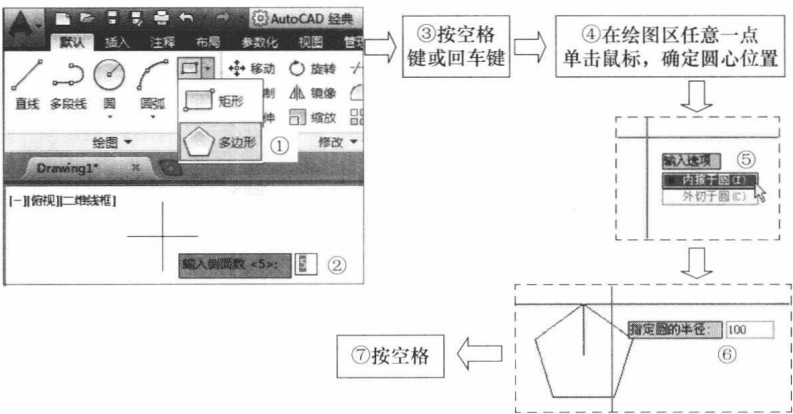


图 1.5 绘制外层正五边形操作

⑦ 按“空格”键，得到图 1.6 所示的正五边形。

⑨ 步骤三：绘制五角星，即绘制 AD、AC、BE、BD、CE 连线

绘制五角星的操作如图 1.7 所示，具体操作如下：

- ① 单击图 1.7 中“绘图”面板上的“直线”按钮；
- ② 将光标移至图 1.7 中②点，出现捕捉提示后单击鼠标左键；
- ③ 将光标移至图 1.7 中③点，自动出现“端点”提示后，单击鼠标左键；
- ④ 将光标移至图 1.7 中④点，自动出现“端点”提示后，单击鼠标左键；
- ⑤ 将光标移至图 1.7 中⑤点，自动出现“端点”提示后，单击鼠标左键；
- ⑥ 将光标移至图 1.7 中⑥点，自动出现“端点”提示后，单击鼠标左键；
- ⑦ 将光标移至图 1.7 中②点，自动出现“端点”提示后，单击鼠标左键；
- ⑧ 按“回车”键，即完成五角星的绘制。

⑩ 步骤四：修剪 FJ、FG、GH、HI、IJ 之间的线段

修剪 FJ、FG、GH、HI、IJ 之间线段的操作如图 1.8 所示，具体操作如下：

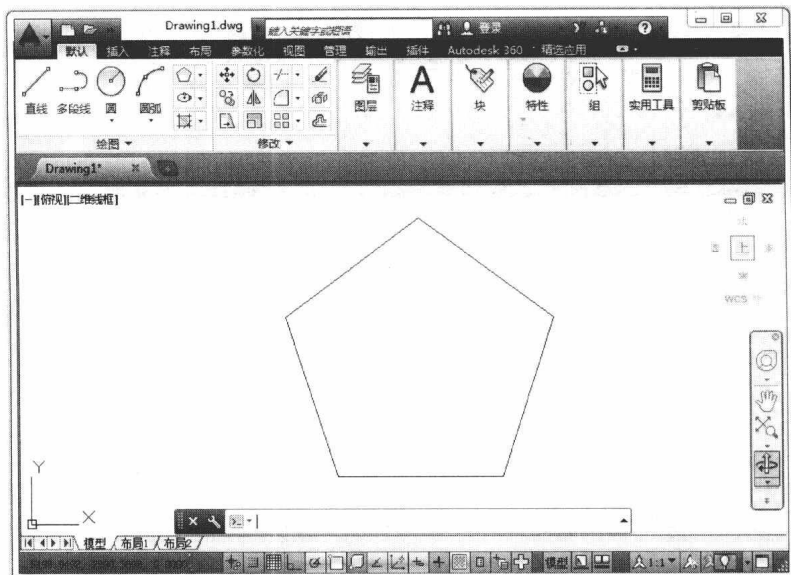


图 1.6 绘制外层正五边形效果

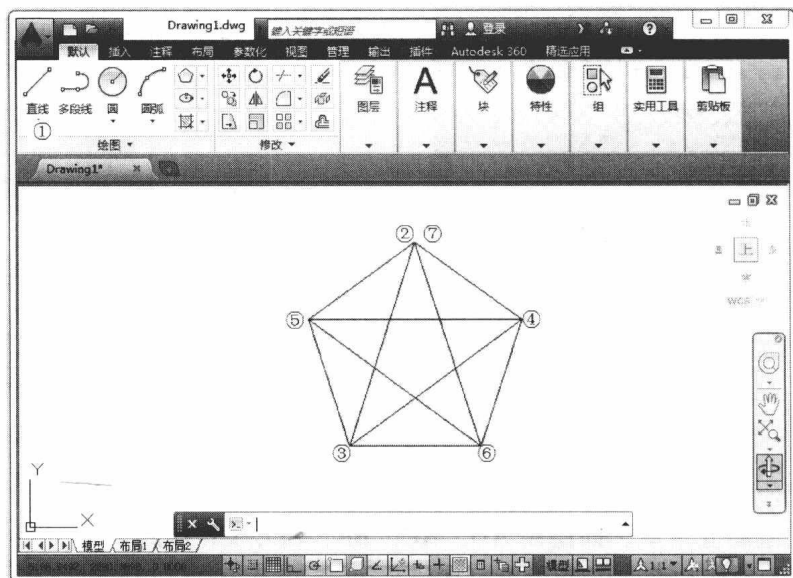


图 1.7 五角星的绘制

- ① 单击“修改”面板上的“修剪”按钮；
- ② 按住鼠标左键自左上方向右下方拖，直至选中图形；
- ③ 按“回车”键，结束选择，如图 1.9 所示；
- ④ 单击鼠标选择要修剪的 FJ、FG、GH、HI、IJ 之间线段；
- ⑤ 最后按“空格”键，完成修剪后得到图 1.10 所示效果。

② 步骤五：连接 AI、BJ、CF、DG、EH 五条线

连接 AI、BJ、CF、DG、EH 五条线，具体操作如下：

- ① 单击“绘图”面板上的“直线”按钮；

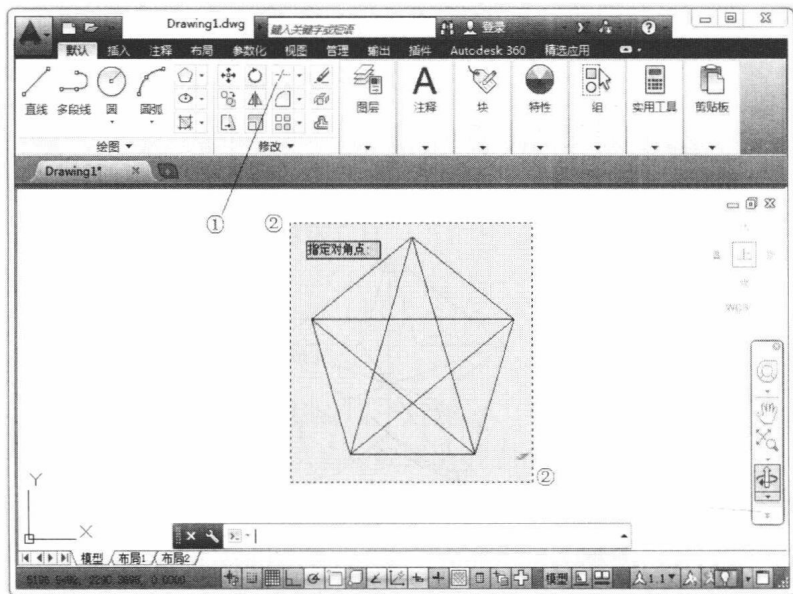


图 1.8 修剪操作 1

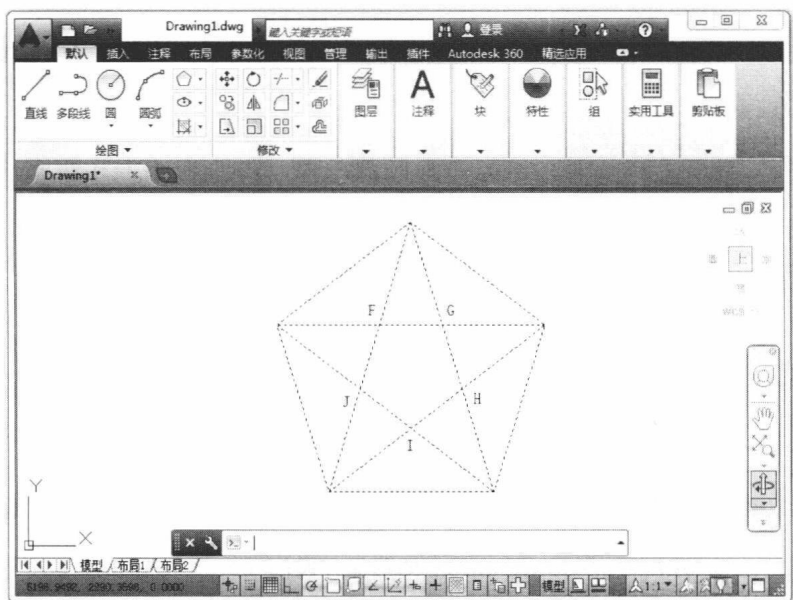


图 1.9 修剪操作 2

- ② 将光标移至 A 点，出现捕捉提示后单击鼠标左键；
- ③ 将光标移至 I 点，出现捕捉提示后单击鼠标左键；
- ④ 敲击“回车”键，即完成线段 AI 线段的绘制。

同样操作，完成 BJ、CF、DG、EH 线段的绘制，得到图 1.11 所示效果。

⑤ 步骤六：另存图形

如图 1.12 所示，另存图形操作如下：

- ① 单击工具栏上的“保存”按钮；

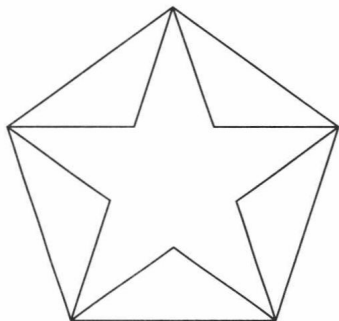


图 1.10 修剪后的效果

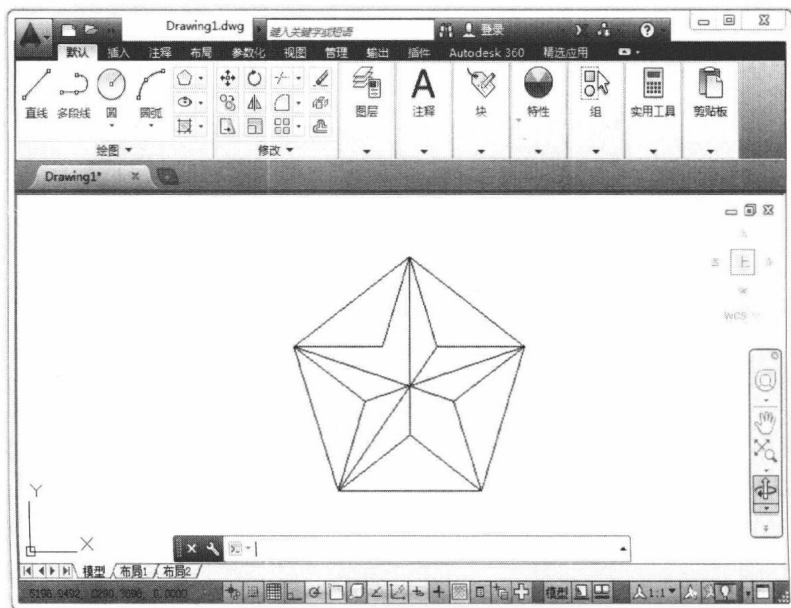


图 1.11 绘制效果



图 1.12 图形保存操作

- ② 在弹出的“图形另存为”对话框中选择文件保存路径；
- ③ 在“文件名 (N)”文本框中输入“cad1-1”；
- ④ 单击“保存”按钮 完成图形绘制。



相关知识

一、认识 AutoCAD

1. AutoCAD 概述

AutoCAD (Auto Computer Aided Design) 是美国 Autodesk 公司首次于 1982 年开发的自动计算机辅助设计软件, 用于二维绘图、详细绘制、设计文档和基本三维设计。现已经成

为国际上广为流行的绘图工具。AutoCAD 具有良好的用户界面,通过交互菜单或命令行方式便可以进行各种操作。在不断实践的过程中更好地掌握它的各种应用和开发技巧,从而不断提高工作效率。

2. 应用领域

AutoCAD 广泛应用于土木建筑、装饰装潢、城市规划、园林设计、电子电路设计、机械设计、航空航天、轻工化工等诸多领域。

3. 主要特点

- ① 具有完善的图形绘制功能。
- ② 有强大的图形编辑功能。
- ③ 可以采用多种方式进行二次开发或用户定制。
- ④ 可以进行多种图形格式的转换,具有较强的数据交换能力。
- ⑤ 支持多种硬件设备。
- ⑥ 支持多种操作平台。
- ⑦ 具有通用性、易用性,适用于各类用户。

此外,从 AutoCAD2000 开始,系统又增添了许多强大的功能,如 AutoCAD 设计中心(ADC)、多文档设计环境(MDE)、Internet 驱动、新的对象捕捉功能、增强的标注功能以及局部打开和局部加载的功能。

4. 基本功能

(1) 平面绘图

AutoCAD 以多种方式创建直线、圆、椭圆、多边形、样条曲线等基本图形对象,提供了正交、对象捕捉、极轴追踪、捕捉追踪等绘图辅助工具。正交功能使用户可以很方便地绘制水平、竖直直线,对象捕捉可帮助拾取几何对象上的特殊点,而追踪功能使画斜线及沿不同方向定位点变得更加容易。

(2) 编辑图形

AutoCAD 具有强大的编辑功能,可以移动、复制、旋转、阵列、拉伸、延长、修剪、缩放对象等。

- ① 标注尺寸。可以创建多种类型尺寸,标注外观可以自行设定。
- ② 书写文字。能轻易在图形的任何位置、沿任何方向书写文字,可设定文字字体、倾斜角度及宽度缩放比例等属性。
- ③ 图层管理功能。图形对象都位于某一图层上,可设定图层颜色、线型、线宽等特性。

(3) 三维绘图

AutoCAD 可创建 3D 实体及表面模型,能对实体本身进行编辑。

- ① 网络功能。可将图形在网络上发布,或是通过网络访问 AutoCAD 资源。
- ② 数据交换。AutoCAD 提供了多种图形图像数据交换格式及相应命令。
- ③ 二次开发。AutoCAD 允许用户定制菜单和工具栏,并能利用内嵌语言 Autolisp、Visual Lisp、VBA、ADS、ARX 等进行二次开发。

二、AutoCAD 2014 基本操作

1. AutoCAD 2014 用户界面

启动 AutoCAD 2014 后,出现 AutoCAD 2014 初始操作界面,如图 1.13 所示。



图 1.13 AutoCAD 2014 的初始界面



说明

AutoCAD 2014 版本有 4 个工作空间，分别为草图与注释、三维基础、三维建模和 AutoCAD 经典。本书以默认状态下“草图与注释”工作空间为基本界面，来讲解 AutoCAD 2014 的基本操作。

(1) 标题栏

标题栏位于应用程序窗口的最上面，用于显示当前正在运行的程序名及文件名等信息，如果是 AutoCAD 默认的图形文件，其名称为 DrawingN. dwg (N 是数字)。

(2) 快速访问工具栏

AutoCAD 2014 的快速访问工具栏中包含最常用操作的快捷按钮，方便用户使用。在默认状态下，快速访问工具栏中包含 6 个快捷按钮，分别为：“新建”按钮、“打开”按钮、“保存”按钮、“打印”按钮、“放弃”按钮和“重做”按钮。



说明

单击鼠标右键快速访问工具栏，在弹出的快捷菜单中，可以通过选择“自定义快速访问工具栏”、“显示菜单栏”、“工具栏”命令选择合适的界面工具，如图 1.14 所示。

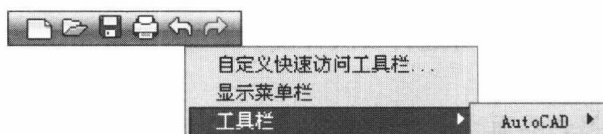


图 1.14 快速访问工具栏

(3) 菜单浏览器

AutoCAD 2014 用户界面包含一个位于左上角的“菜单浏览器”按钮，单击此按钮，可以弹出菜单浏览器，如图 1.15 所示。使用菜单浏览器可以方便地访问菜单命令和文档等。

(4) 下拉菜单

下拉菜单是调用命令的一种方式。菜单栏共包含 11 个主菜单，菜单命令几乎包括了 AutoCAD 中全部的功能和命令。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。

在默认状态下，AutoCAD 的工作空间中不显示菜单栏，如需要显示菜单栏，应单击鼠标右键快速访问工具栏，在弹出的快捷菜单中选择“显示菜单栏”命令即可。

菜单命令和快捷键的使用与 Windows 的操作方式相同，可以根据自己的习惯，记住一些快捷键，以便于快速绘图。

(5) 快捷菜单

AutoCAD 2014 还提供了快捷菜单操作，可以利用快捷菜单，快速执行各种命令，快捷菜单的选项随环境和位置的不同而变化。

(6) 功能区

功能区位于绘图窗口的上方，是用于显示基于任务的工具和控件的选项板。在默认状态下，每个选项卡包含若干个面板，每个面板又包含许多由图标表示的命令按钮，如图 1.16 所示。



图 1.16 【功能区】面板

(7) 工具栏

AutoCAD 中常用的操作可以利用工具栏中的命令按钮来完成。常用的工具栏样式如图 1.17 所示。



图 1.15 菜单浏览器

提示

当工作空间选择 AutoCAD 经典时，只要将鼠标指针放置在任意一个工具按钮上，停留一段时间即可显示该工具按钮的名称、命令和简单说明；若继续将鼠标指针放置在工具按钮上，则显示更加详细的说明。

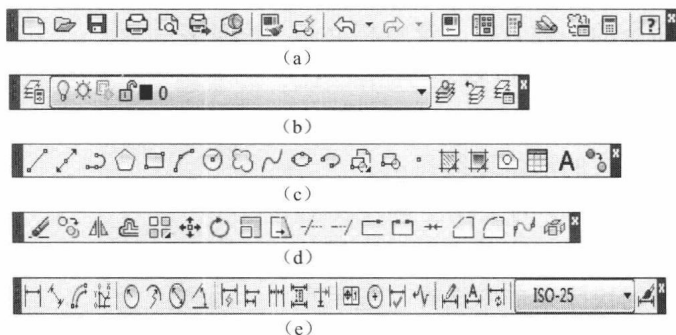


图 1.17 常用工具栏

(a) 标准工具栏；(b) 图片工具栏；(c) 绘图工具栏；(d) 修改工具栏；(e) 标注工具栏

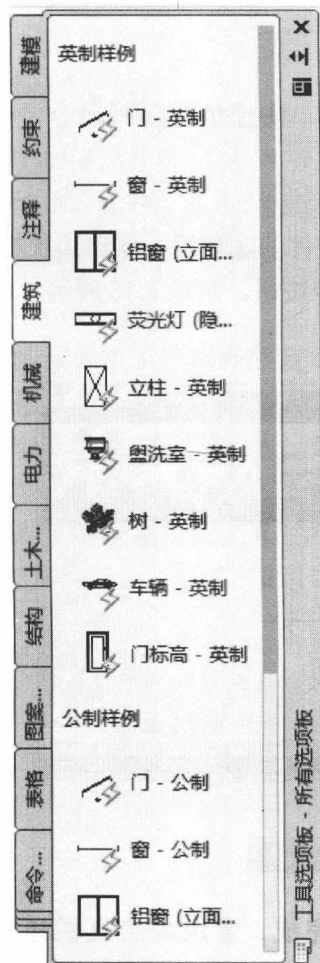


图 1.18 工具选项板

(8) 工具选项板

在菜单栏中选择“视图”→“选项板”→“工具选项板”命令打开“工具选项板”。在光标处单击鼠标左键，可显示各个选项板组成，如图 1.18 所示。

(9) 绘图窗口

在 AutoCAD 中，绘图窗口是绘图工作区域，所有的绘图结果都反映在这个窗口中。用户可以根据需要缩放“功能区”选项面板，以增大绘图空间。如果图纸比较大，需要查看未显示部分时，可以单击状态栏上的“全屏显示”按钮，以增大空间。用户还可以按住鼠标滚轮，此时十字光标会变成手形，然后拖拽鼠标指针即可移动图纸。

(10) 命令行

“命令行”窗口位于绘图窗口的底部，用于输入命令，并显示 AutoCAD 提示的信息。默认设置下，AutoCAD 在“命令行”窗口中显示所执行的命令或提示信息。在执行任何一个命令的过程中，“命令行”窗口将提示下一步操作。用户在执行各种命令时，应随时关注命令行窗口的提示，确定下一步操作的内容，如图 1.19 所示。

另外，还可以通过拖动窗口边框的方式改变“命令行”窗口的大小，使其显示不同行数的信息。

(11) 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。状态栏左边显示

光标位置的坐标值，右边是控制按钮，如图 1.20 所示。

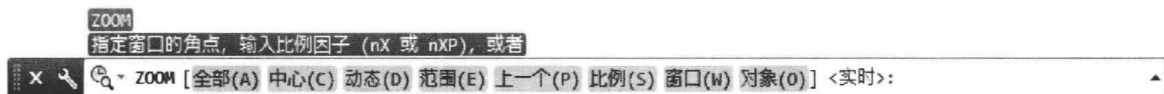


图 1.19 命令行窗口



图 1.20 状态栏

AutoCAD 2014 提供了坐标显示功能，它可以随时跟踪当前光标位置的坐标值，并显示于状态栏左边。如果单击状态栏坐标值位置，可以取消其高亮显示，则光标移动时将不再显示坐标值。紧挨坐标的按钮从左到右分别表示当前是否启动了推断约束、捕捉、栅格、正交、极轴追踪、对象捕捉、三维对象捕捉、对象捕捉追踪、允许/禁止动态 UCS 和动态输入、显示/隐藏线宽、显示/隐藏透明度、快捷特性、选择循环和注释监视器等功能。单击控制按钮，使其高亮显示就可以使用该按钮的功能；否则关闭其功能。

其余按钮也均可将鼠标指针悬停在按钮上面，通过出现的提示了解到各个按钮的功能，如图 1.21 所示。

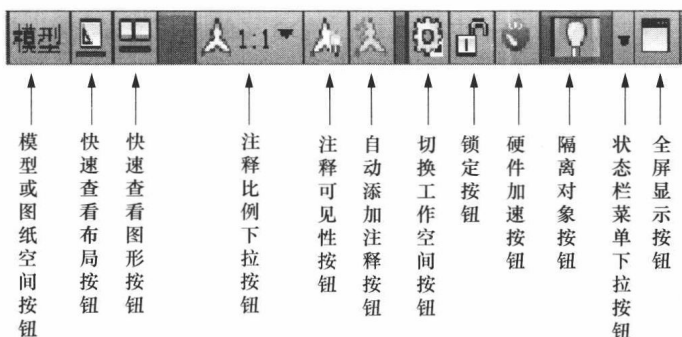


图 1.21 状态栏说明

- ① “模型或图纸空间”按钮：在模型空间与图纸空间之间进行转换。
- ② “快速查看布局”按钮：快速查看当前图形在布局空间的布局。
- ③ “快速查看图形”按钮：快速查看当前图形在模型空间的位置。
- ④ “注释比例”下拉按钮：在弹出的注释比例下拉列表框中可以根据需要选择适当的注释比例。
- ⑤ “注释可见性”按钮：当该按钮亮显时表示显示所有比例的注释性对象；当其变暗时表示仅显示当前比例的注释性对象。
- ⑥ “自动添加注释”按钮：注释比例更改时，自动将比例添加到注释对象。
- ⑦ “切换工作空间”按钮：工作空间是由分组组织的菜单、工具栏、选项板和功能区分区组成的集合，使用户可以在专门的、面向任务的绘图环境中工作。除“AutoCAD 经典”工作空间外，每个工作空间都显示功能区和应用程序菜单，单击此按钮可以在“草图与注释”、“三维基础”和“三维建模”等各个工作空间之间进行转换。
- ⑧ “锁定”按钮：控制是否锁定工具栏或图形窗口在图形界面上的位置。
- ⑨ “硬件加速”按钮：设定图形卡的驱动程序以及硬件加速的相应选项。