



TEACHING MATERIALS  
FOR COLLEGE STUDENTS

高等学校教材

# CAD

CAD JISHU JICHU SHIXUN JIAOCHENG

# 技术基础实训教程

袁宝民 主 编

闫成新 余焱群 副主编



中国石油大学出版社  
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

# CAD 技术基础实训教程

主 编 袁宝民

副主编 闫成新 余焱群



中国石油大学出版社  
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM PRESS

图书在版编目(CIP)数据

CAD 技术基础实训教程/袁宝民主编. —东营:

中国石油大学出版社, 2014. 2

ISBN 978-7-5636-3783-6

I. ①C… II. ①袁… III. ①计算机辅助设计—教材

IV. ①TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第020587号

中国石油大学(华东)规划教材

书 名: CAD 技术基础实训教程

主 编: 袁宝民

副 主 编: 闫成新 余焱群

---

责任编辑: 袁超红(电话 0532—86981532)

封面设计: 青岛友一广告传媒有限公司

---

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: [shiyoujiaoyu@126.com](mailto:shiyoujiaoyu@126.com)

印 刷 者: 莱芜市凤城印务有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0532—83981532, 86983437)

开 本: 185 mm×260 mm 印张: 13.75 字数: 332 千字

版 次: 2014 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 22.00 元



# 前言 Preface



机械 CAD 基础是工科院校一门重要的技术基础课程,主要涉及 CAD 技术原理、二维图形绘制、三维建模操作等内容,为学生后续进行 CAD 设计、课程设计、毕业设计等相关课程的学习打下基础。该课程的实践性比较强,迫切需要编写一本与课程教学实践相配套的实训教程,对常见的操作技巧、操作方法进行归纳总结,注重案例教学,以便于学生更快、更深入地掌握所学内容,提高课程的教学效果。

本书是中国石油大学(华东)“十二五”规划教材。根据机械 CAD 基础课程要求,结合刘衍聪教授主编的《CAD 技术基础》教材的图形学理论,以课程教学体系为依据,总结课程组全体教师的教学和教改经验编写而成。

本书以课时来安排章节,分两篇,共十三章,便于读者有针对性地预习和自学。

第一篇为二维绘图及原理,分七章。该篇将计算机图形学原理融入实训教学环节中,使理论与实践有机结合。介绍了二维绘图软件 AutoCAD 的操作方法、技巧及在计算机图形学原理上的方法实现。

第二篇为零件建模、装配及工程图设计,分六章。该篇主要面向实际工程应用,采用案例驱动式教学思想进行编写。详细介绍了基于 SolidWorks 软件的零件建模、装配及工程图设计。尤其在工程图设计中,依照国家制图标准详细地讲解了应用 SolidWorks 的工程图工具进行机件表达、尺寸标注及添加技术要求的方法,有助于实现完整的三维设计。

为了使读者更好地掌握各章节的内容,本书在每一章的后面都精心设计了相应的实训演练题和习题,以此自检对各章内容的掌握程度。另外,本书最后还附上了 CAD 试卷样题,供读者参考。

本书的内容设计不仅适用于机械 CAD 基础课堂教学,也适用于课外 AutoCAD、SolidWorks 软件的技能培训,同时还可作为大学生参加各级各类设计大赛的重要参考教程。

本书由袁宝民任主编,闫成新、余焱群任副主编,姜晖、赵海晖、陈福忠、邹俊艳参加了部分内容的整理和编写,牛文杰教授、许光明教授审阅了本书并给予了精心指导。另外,在教材编写过程中还得到了孙培先教授、许光明教授及图学教学组其他老师的关心和支持,在此表示真诚的感谢。

由于时间紧迫,编写水平有限,书中难免存在错误和不足,恳请读者给予批评指正。

编者

2013 年 9 月

# 目 录 Contents

## 第一篇 二维绘图及原理

|                    |    |
|--------------------|----|
| 第一章 AutoCAD 的设计环境  | 2  |
| 1.1 AutoCAD 环境功能简介 | 2  |
| 1.2 AutoCAD 文件操作   | 4  |
| 1.3 视图显示控制         | 5  |
| 1.3.1 显示控制操作       | 5  |
| 1.3.2 显示控制原理       | 6  |
| 1.4 绘图环境的设置        | 7  |
| 1.5 绘图区坐标及数据输入     | 8  |
| 1.6 图形的绘制和编辑       | 10 |
| 1.7 实训演练           | 11 |
| 1.8 习题             | 16 |
| 第二章 图形的绘制与编辑       | 18 |
| 2.1 图形的生成原理        | 18 |
| 2.1.1 直线的近似表示      | 18 |
| 2.1.2 绘图机工作原理      | 18 |
| 2.1.3 直线差补原理       | 19 |
| 2.2 图形的绘制和编辑       | 19 |
| 2.2.1 图形的绘制        | 19 |
| 2.2.2 图形的编辑        | 22 |
| 2.3 实训演练           | 25 |
| 2.4 习题             | 26 |
| 第三章 图形的变换与编辑       | 28 |
| 3.1 齐次坐标表示法        | 28 |
| 3.2 图形变换           | 28 |
| 3.2.1 图形的基本变换      | 28 |
| 3.2.2 图形的组合变换      | 30 |
| 3.3 图形的编辑操作        | 31 |

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| 3.4 实训演练 .....                     | 37        |
| 3.5 习题 .....                       | 37        |
| <b>第四章 图层的管理与复杂图形的绘制及编辑 .....</b>  | <b>40</b> |
| 4.1 图层的管理 .....                    | 40        |
| 4.1.1 创建新层及设置颜色、线型和线宽 .....        | 40        |
| 4.1.2 图层状态控制 .....                 | 41        |
| 4.1.3 特性使用 .....                   | 42        |
| 4.1.4 特性匹配 .....                   | 42        |
| 4.2 线型比例设置 .....                   | 42        |
| 4.2.1 全局修改线型比例 .....               | 42        |
| 4.2.2 单独修改图线线型比例 .....             | 43        |
| 4.3 复杂图形的绘制和编辑 .....               | 43        |
| 4.3.1 复杂图形的绘制 .....                | 43        |
| 4.3.2 复杂图形的编辑 .....                | 48        |
| 4.4 实训演练 .....                     | 51        |
| 4.5 习题 .....                       | 52        |
| <b>第五章 尺寸设置及标注 .....</b>           | <b>54</b> |
| 5.1 尺寸的组成及类型 .....                 | 54        |
| 5.2 尺寸标注样式及设置 .....                | 55        |
| 5.3 基本尺寸标注 .....                   | 57        |
| 5.3.1 线性标注 .....                   | 58        |
| 5.3.2 对齐标注 .....                   | 58        |
| 5.3.3 角度标注 .....                   | 58        |
| 5.3.4 圆及圆弧标注 .....                 | 59        |
| 5.3.5 其他基本尺寸标注 .....               | 60        |
| 5.4 扩展尺寸标注 .....                   | 60        |
| 5.4.1 基线标注 .....                   | 61        |
| 5.4.2 连续标注 .....                   | 61        |
| 5.4.3 快速标注 .....                   | 61        |
| 5.5 尺寸标注的编辑 .....                  | 62        |
| 5.6 尺寸公差及几何公差的标注 .....             | 63        |
| 5.6.1 尺寸公差 .....                   | 63        |
| 5.6.2 几何公差 .....                   | 64        |
| 5.7 实训演练 .....                     | 65        |
| 5.8 习题 .....                       | 66        |
| <b>第六章 精确绘图、图案填充及参数化约束绘图 .....</b> | <b>68</b> |
| 6.1 精确绘图方法 .....                   | 68        |
| 6.1.1 辅助定位 .....                   | 68        |
| 6.1.2 对象捕捉 .....                   | 69        |

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| 6.1.3 对象捕捉追踪 .....           | 70        |
| 6.1.4 辅助作图 .....             | 70        |
| 6.1.5 查询 .....               | 72        |
| 6.2 图案填充 .....               | 75        |
| 6.3 参数化约束绘图 .....            | 79        |
| 6.3.1 约束概述 .....             | 79        |
| 6.3.2 几何约束 .....             | 79        |
| 6.3.3 尺寸约束 .....             | 81        |
| 6.4 实训演练 .....               | 82        |
| 6.5 习题 .....                 | 82        |
| <b>第七章 块、外部参照及设计中心 .....</b> | <b>86</b> |
| 7.1 图块的定义、存储和调用 .....        | 86        |
| 7.1.1 图块的创建 .....            | 86        |
| 7.1.2 图块的存储 .....            | 88        |
| 7.1.3 图块的调用 .....            | 88        |
| 7.1.4 图块的属性 .....            | 89        |
| 7.1.5 图块及其属性的编辑 .....        | 93        |
| 7.2 外部参照 .....               | 95        |
| 7.2.1 插入外部参照 .....           | 96        |
| 7.2.2 编辑外部参照 .....           | 97        |
| 7.3 设计中心 .....               | 98        |
| 7.3.1 设计中心的面板 .....          | 98        |
| 7.3.2 设计中心的功能 .....          | 99        |
| 7.3.3 设计中心的使用 .....          | 99        |
| 7.4 实训演练 .....               | 100       |
| 7.5 习题 .....                 | 101       |

## 第二篇 零件建模、装配及工程图设计

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| <b>第八章 SolidWorks 设计环境及参数化草图绘制 .....</b> | <b>105</b> |
| 8.1 SolidWorks 的设计环境 .....               | 105        |
| 8.1.1 菜单栏和工具栏 .....                      | 105        |
| 8.1.2 特征管理器 .....                        | 107        |
| 8.1.3 属性管理器 .....                        | 107        |
| 8.1.4 配置管理器 .....                        | 107        |
| 8.2 SolidWorks 的操作方式 .....               | 107        |
| 8.2.1 鼠标功能 .....                         | 107        |
| 8.2.2 快捷键和快捷菜单 .....                     | 108        |

|             |                      |            |
|-------------|----------------------|------------|
| 8.2.3       | 模型的显示控制 .....        | 108        |
| 8.2.4       | 视图定向 .....           | 109        |
| 8.3         | 参数化草图绘制 .....        | 110        |
| 8.3.1       | 进入草图绘制 .....         | 110        |
| 8.3.2       | 退出草图绘制 .....         | 110        |
| 8.3.3       | 编辑绘制草图 .....         | 110        |
| 8.3.4       | 草图实体绘制 .....         | 111        |
| 8.3.5       | 草图绘制工具 .....         | 112        |
| 8.3.6       | 草图尺寸标注 .....         | 113        |
| 8.3.7       | 草图的几何关系 .....        | 114        |
| 8.4         | 实训演练 .....           | 115        |
| 8.5         | 习题 .....             | 118        |
| <b>第九章</b>  | <b>轴承盖零件建模 .....</b> | <b>120</b> |
| 9.1         | 参考几何体 .....          | 120        |
| 9.2         | 拉伸特征 .....           | 124        |
| 9.3         | 圆角特征 .....           | 125        |
| 9.4         | 倒角特征 .....           | 128        |
| 9.5         | 筋特征 .....            | 129        |
| 9.6         | 实训演练 .....           | 130        |
| 9.7         | 习题 .....             | 131        |
| <b>第十章</b>  | <b>管接头零件建模 .....</b> | <b>134</b> |
| 10.1        | 旋转特征 .....           | 134        |
| 10.2        | 抽壳特征 .....           | 136        |
| 10.3        | 孔特征 .....            | 136        |
| 10.4        | 阵列特征 .....           | 139        |
| 10.5        | 镜向 .....             | 141        |
| 10.6        | 实训演练 .....           | 142        |
| 10.7        | 习题 .....             | 144        |
| <b>第十一章</b> | <b>水龙头零件建模 .....</b> | <b>146</b> |
| 11.1        | 扫描特征 .....           | 146        |
| 11.1.1      | 简单扫描 .....           | 147        |
| 11.1.2      | 使用引导线扫描 .....        | 150        |
| 11.2        | 放样特征 .....           | 153        |
| 11.2.1      | 简单放样 .....           | 153        |
| 11.2.2      | 使用中心线放样 .....        | 156        |
| 11.2.3      | 使用引导线放样 .....        | 157        |
| 11.3        | 实训演练 .....           | 158        |
| 11.4        | 习题 .....             | 159        |





|                              |     |
|------------------------------|-----|
| <b>第十二章 装配体设计</b> .....      | 162 |
| 12.1 装配体设计概述 .....           | 162 |
| 12.2 装配体操作 .....             | 162 |
| 12.3 配合 .....                | 165 |
| 12.4 装配中的零部件操作 .....         | 166 |
| 12.5 装配体的检查 .....            | 169 |
| 12.6 实训演练 .....              | 170 |
| 12.7 习题 .....                | 172 |
| <b>第十三章 视图生成及工程图设计</b> ..... | 173 |
| 13.1 视图生成 .....              | 173 |
| 13.2 零件工程图设计 .....           | 177 |
| 13.2.1 工程图概述 .....           | 177 |
| 13.2.2 视图 .....              | 182 |
| 13.2.3 剖视图 .....             | 185 |
| 13.2.4 断面图及其他规定画法 .....      | 189 |
| 13.2.5 工程图尺寸和技术要求 .....      | 191 |
| 13.3 装配工程图设计 .....           | 197 |
| 13.4 实训演练 .....              | 202 |
| 13.5 习题 .....                | 203 |
| <b>CAD 试卷样题</b> .....        | 205 |
| <b>参考文献</b> .....            | 210 |

# 第一篇

## 二维绘图及原理

# 第一章 AutoCAD 的设计环境

## 本章要求

了解 AutoCAD 2010 绘图基础知识。包括设置绘图环境、配置绘图系统、坐标系及坐标输入、使用命令、文件操作及显示控制方法等；掌握基本绘图命令 Line(直线)及编辑命令 Erase(擦除)操作；能够用绝对坐标和相对坐标准确绘制三视图及轴测图。

### 1.1 AutoCAD 环境功能简介

中文版 AutoCAD 2010 提供了“二维草图与注释”、“三维建模”和“AutoCAD 经典”三种工作空间模式。每种模式都包含“菜单浏览器”按钮、快速访问工具栏、标题栏、绘图窗口、文本窗口、状态栏和选项板等元素。

要切换工作空间，只需单击状态栏中“切换工作空间”按钮  初始设置工作空间，在弹出的菜单中选择相应的命令即可，如图 1-1 所示。

对于习惯 AutoCAD 传统设计环境的用户来说，若要将工作空间切换到“AutoCAD 经典”模式，则可单击操作界面右下角“切换工作空间”按钮  初始设置工作空间，在弹出的菜单中选择“AutoCAD 经典”选项，系统即可转换为图 1-2 所示的工作环境。它主要由菜单浏览器、快速访问工具栏、标题栏、菜单栏、绘图窗口、工具栏、命令提示窗口、状态栏等组成。

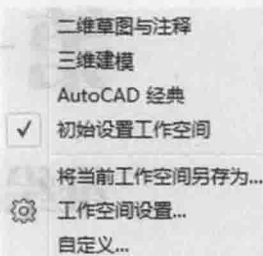


图 1-1 工作空间模式

#### 1. 标题栏

标题栏位于窗口的顶部，用于显示当前正在运行的 AutoCAD 程序图标、当前所绘制的图形文件名及路径名。在第一次启动 AutoCAD 2010 时，将显示启动创建的图形文件名称“Drawing1. dwg”，如图 1-2 所示。

#### 2. 菜单浏览器、菜单栏及快捷菜单

AutoCAD 2010 界面包含一个菜单浏览器，位于左上角，如图 1-2 所示。由菜单浏览器可以方便地访问不同的项目。

标题栏下方为菜单栏，每一项都对应一个下拉菜单，包含 AutoCAD 所有操作命令。AutoCAD 菜单项有以下三种形式：

- (1) 菜单项后面带有三角标记 ▶，表示选择该菜单项后会弹出新的子菜单，以供进一步选择；
- (2) 菜单项后面带有省略号“...”，表示选择该菜单项后会弹出一个对话框，以便进一步

操作;

### (3) 单独的菜单项。

另一种形式的菜单是快捷菜单,当单击鼠标右键时在光标位置处会弹出(也称弹出式菜单)。快捷菜单提供的命令选项与光标的位置及 AutoCAD 的当前状态有关。使用它们可以在不启动菜单栏的情况下快速、高效地完成某些操作。

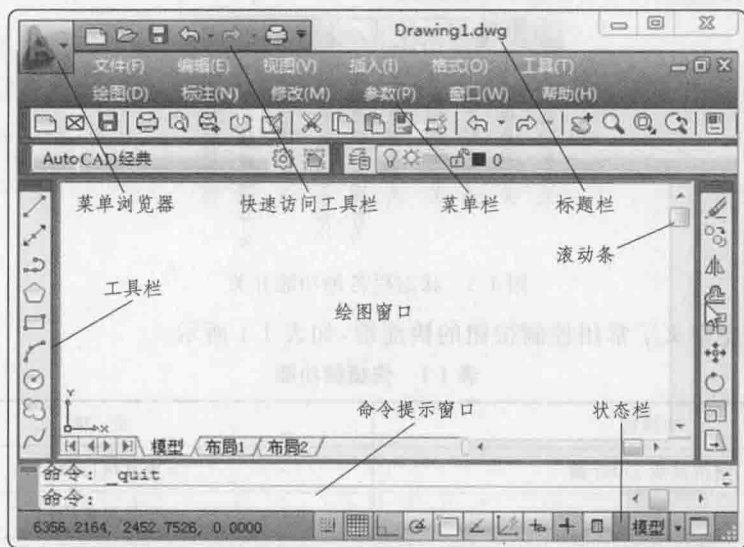


图 1-2 AutoCAD 经典工作环境

### 3. 快速访问工具栏

快速访问工具栏包括“新建”、“打开”、“保存”、“放弃”、“重做”和“打印”6个常用的工具按钮。用户也可以单击此工具后面的小三角选择设置需要的常用工具。

### 4. 绘图窗口

绘图窗口是用户的绘图区域,类似于手工绘图的图纸。用户的所有工作结果都反映在此窗口中。用户可根据需要设置屏幕上的绘图区大小及背景颜色。背景颜色可以在下拉菜单【工具】/【选项】中的【显示】选项卡中设置。

绘图窗口包含模型空间和图纸空间两种绘图环境,对应于窗口底部的三个选项卡【模型】、【布局 1】、【布局 2】,缺省情况下是模型空间。在模型空间下,用户可按实际尺寸绘制二维或三维图形。切换至图纸空间时(即【布局 1】或【布局 2】),用户可以将图纸空间想象成一张图纸,将模型空间的图样按不同的缩放比例布置在这张图纸上。

### 5. 工具栏

工具栏提供了访问 AutoCAD 命令的快捷方式,它包含了许多命令按钮。AutoCAD 2010 提供了 44 个工具栏,缺省情况下仅显示【标准】、【工作空间】、【特性】、【绘图】、【绘图次序】、【图层】、【修改】和【样式】8 个工具栏。用户可根据需要打开或关闭这些工具栏,也可根据用户的设置随意移动这些工具栏。

### 6. 命令提示窗口

命令提示窗口是用户与 AutoCAD 进行交互的窗口之一。用户用键盘输入的命令、执行过程中的提示以及相关信息都显示在此窗口中。

利用命令提示窗口上的滚动条,可以阅读 AutoCAD 与用户交互的过程,利用 F2 键可

打开或关闭记录这些交流信息的命令提示窗口。

### 7. 状态栏

状态栏在操作界面的底部,用来显示 AutoCAD 当前的状态。左端显示当前光标的坐标;中间依次显示各种功能开关按钮,如图 1-3 所示,单击可切换其开关状态;右端为状态托盘,包括一些常见的显示工具和注释工具按钮。

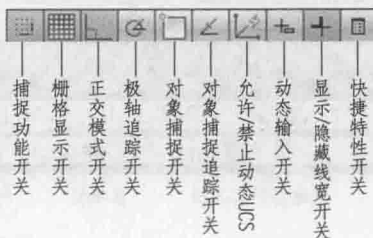


图 1-3 状态栏各种功能开关

AutoCAD 还定义了常用控制按钮的快捷键,如表 1-1 所示。

表 1-1 快捷键功能

| 快捷键          | 功 能       |
|--------------|-----------|
| 空格键或 Enter 键 | 重复执行命令    |
| F3           | 开关对象捕捉    |
| F6           | 开关坐标显示    |
| F8           | 开关正交      |
| F10          | 开关极轴追踪    |
| Esc 键        | 退出正在执行的命令 |
| F5           | 切换轴测图平面   |
| F7           | 开关栅格      |
| F9           | 开关捕捉      |
| F11          | 开关对象捕捉追踪  |

## 1.2 AutoCAD 文件操作

### 1. 系统启动

启动 AutoCAD 系统,系统以缺省方式创建“Drawing1. dwg”,默认的绘图样板文件是 Acadiso. dwt(公制,以 mm 为单位,绘图界限简称“图限”,大小为 420×297)。

### 2. 新建文件

启动 AutoCAD 系统后,执行下拉菜单中【文件】/【新建】,或单击标准工具栏上的按钮 ,将出现“选择样板”对话框,常用的是 Acad. dwt(英制,以 in 为单位,图限大小为 12×9)和 Acadiso. dwt。依照国家标准,应选择 Acadiso. dwt 样板。

### 3. 保存文件

在已有图形的情况下,要更换路径或名字可单击【文件】/【另存为】,不更换则单击【文件】/【保存】或单击工具栏上的按钮 。



#### 4. 打开文件

打开已有文件可单击【文件】/【打开】，或单击工具栏上的按钮.

### 1.3 视图显示控制

通常在绘图区域以 1:1 的比例(即实际尺寸)绘制图形,而计算机显示屏幕的大小是有限的,受计算机硬件的限制。为了便于绘图操作,AutoCAD 提供了控制图形显示的功能,这些功能只能改变图形在绘图区的显示方式,以按用户期望的位置、比例和范围进行显示,便于观察,但不改变图形的实际尺寸,也不影响图形对象间的相对位置关系。

#### 1.3.1 显示控制操作

图形的显示控制可采用两种方式:一是滚动鼠标滚轮可缩放视图(向上放大,向下缩小),按住滚轮拖动则可平移视图;二是利用命令 Zoom 和 Pan 可缩放和平移视图。

##### 1. 缩放命令 Zoom

Zoom 命令也称透明命令,它有多个功能选项,常用的是在标准工具栏上的三个按钮.

(1) 实时缩放。单击,光标变成,按住鼠标左键同时上下移动,可实现图形的放大和缩小显示。退出该状态可单击鼠标右键,在快捷菜单上点击【退出】即可。

(2) 窗口缩放。单击,光标变成十字准线,在被放大区拾取左上角点,拖动光标,再拾取右下角点,使窗口区域充满整个绘图区,达到局部放大的目的。

(3) 缩放上一个。单击,恢复上一次缩放状态。

##### 2. 平移命令 Pan

Pan 命令是指在不改变缩放系数的情况下,观察当前窗口中图形的不同部位,相当于移动图纸。单击标准工具栏上的按钮,光标变成,按住鼠标左键上下左右拖动,图形将跟着上下左右移动。退出该状态可单击鼠标右键,在快捷菜单上点击【退出】即可。

缩放命令、图标、菜单及功能见表 1-2。

表 1-2 缩放命令、图标、菜单及功能

| 图 标                                                                                 | 命 令      | 菜 单       | 功 能                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|--------------------------------------------------------------|
|  | Pan      | 视图/平移/实时  | 使用当前比例漫游图形,拖动鼠标实现操作                                          |
|  | Zoom     | 视图/缩放/实时  | 实时缩放当前图形,拖动鼠标实现操作                                            |
|  | Previous | 视图/缩放/上一个 | 恢复到上一次显示状态                                                   |
|  | Windows  | 视图/缩放/窗口  | 将画在窗口内的图形放大至整个绘图窗口                                           |
|  | Dynamic  | 视图/缩放/动态  | 可调节窗口的位置或大小并连续缩放不同图形区域                                       |
|  | Scale    | 视图/缩放/比例  | 输入新的放大倍数,与图限相乘得到新的显示范围。倍数后加 X,则作用于当前显示区;倍数后加 XP,则作用于布局中的浮动视窗 |
|  | Center   | 视图/缩放/中心  | 以用户确定的点为中心,以确定的比例因子或高度显示图形                                   |
|  | In       | 视图/缩放/放大  | 将显示放大 1 倍                                                    |
|  | Out      | 视图/缩放/缩小  | 将显示缩小 1 倍                                                    |
|  | All      | 视图/缩放/全部  | 取图形界限和当前图形较大者作为显示边界显示图形                                      |
|  | Extends  | 视图/缩放/范围  | 在绘图窗口中尽可能大地显示所有图形                                            |

### 3. 重画与重生成

在绘图和编辑过程中,屏幕上常常留下对象的拾取标记,这些临时标记并不是图形中的对象,有时会使当前图形画面显得混乱,这时可使用重画与重生成功能清除这些临时标记。

重画(Redraw)命令用于刷新屏幕,以消除残留在屏幕上的一些标记点痕迹。在【视图】下拉菜单中选择【重画】命令即可完成该操作。

重生成(Regen)命令需要系统重新运算,用于刷新当前视窗中的对象。在【视图】下拉菜单中选择【重生成】命令即可完成该操作。

### 4. 显示控制课堂演练

单击工具栏上的按钮,打开“C:\Program Files\AutoCAD2010\Sample\Design-Center\Landscaping.dwg”,如图 1-4 所示。运用常用的三个缩放命令及平移命令,对该图进行显示控制练习,最后单击【视图】/【缩放】/【全部】或在命令行键入“Z”并回车,再键入“A”并回车,以显示全图。

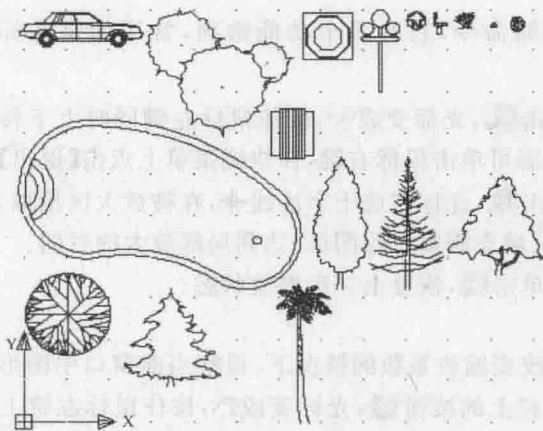


图 1-4 显示控制视图

### 1.3.2 显示控制原理

显示控制命令可以实现图形的局部放大,这样可以使一部分图形移出图形区外而不显示。比如,窗口缩放就是使图形的一部分在窗口内,而另一部分在窗口外。这种窗口内图形显示、窗口外图形不显示的控制原理就是裁剪原理,是通过裁剪运算实现的。在计算机图形学原理中有多种裁剪方法,如矢量裁剪算法、基于编码的求交算法、基于编码的中点分割算法等。裁剪方法可以作用于多种不同的元素,如线段、多边形、圆、任意曲线和字符等。

下面以基于编码的求交算法为例,介绍图形的裁剪原理。裁剪元素以直线为例,如图 1-5 所示,在绘图区输入 A、B、C、D、E、F 直线。图中细实线区为选择窗口,则裁剪算法流程如图 1-6 所示。基于编码的求交算法的基本原理是裁剪窗口的边框将整个屏幕分成 9 个区域,每个区域用 4 位二进制码表示,任一线段两个端点的编码与它们所在区号相对应。编码由左向右,四位编码中每一位对应线段端点的定义是:

第一位:如果端点在上边框线  $Y_t$  的上面则为 1,否则为 0;

第二位:如果端点在下边框线  $Y_b$  的下面则为 1,否则为 0;

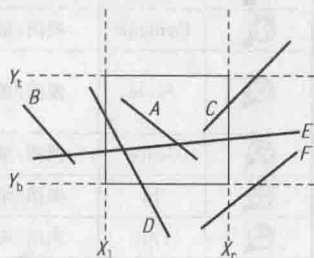


图 1-5 绘图区窗口



第三位:如果端点在右边框线  $X_r$  的右边则为 1,否则为 0;

第四位:如果端点在左边框线  $X_l$  的左边则为 1,否则为 0。

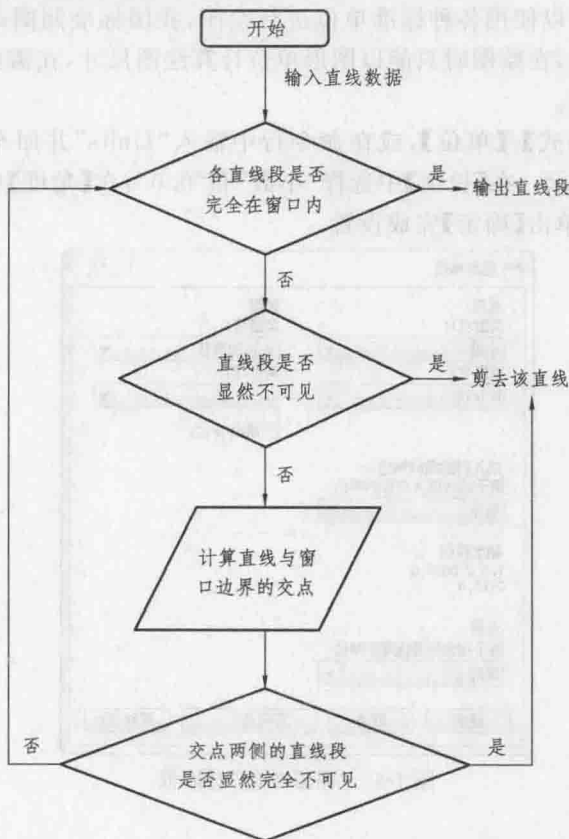


图 1-6 裁剪算法流程

编码后的绘图区域如图 1-7 所示。显然,若线段两端点的四位编码均为 0,则此线段必全部在窗口内;若线段两端点编码的逻辑乘非零,则此线段完全不在窗口内。

如果一条线段不能由上面方法决定其是否在窗口内,则需要对该线段进行再分割。简单的分割方法是求该线段与窗口一个边框的交点,重复上述编码判断,把不在窗口内的线段丢弃。

如图 1-7 所示,线段  $A'B'$  的  $A'$  点的编码为 0001,  $B'$  点的编码为 0100,  $A'B'$  两端点编码的逻辑乘为零,则先将线段与  $X_l$  求交点,丢弃  $A'C'$  段,得到新的线段  $C'B'$ 。  $C'$  点的编码为 0000,  $C'B'$  两端点编码的逻辑乘为零,则线段  $C'B'$  与  $Y_b$  求交点  $D'$ ,丢弃  $D'B'$  段,得到新线段  $C'D'$ 。由于  $C'$  点和  $D'$  点的编码均为 0000,因此线段  $C'D'$  就是裁剪后得到的线段。

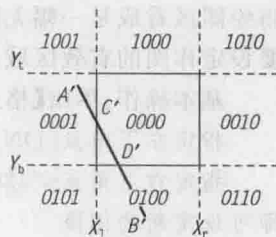


图 1-7 编码裁剪算法

## 1.4 绘图环境的设置

在 AutoCAD 绘图前经常要对绘图环境的某些参数进行设置,以方便使用,如绘图单位、绘图界限和工具栏等。



### 1. 设置绘图单位和精度

在 AutoCAD 2010 中,可以按 1:1 的比例绘制图样,因此所有的图形对象都可以以真实大小来绘制。用户可以使用各种标准单位进行绘图,我国标准制图通常使用 mm 为绘图单位。无论采用何单位,在绘图时只能以图形单位计算绘图尺寸,在需要打印出图时再将图形按图纸大小进行缩放。

基本操作:单击【格式】/【单位】,或在命令行中输入“Units”并回车,即可启动“图形单位”对话框,如图 1-8 所示。在【长度】中选择“小数”和“0.0”,在【角度】中选择“十进制度数”和“0”,其他选择缺省,单击【确定】完成设置。

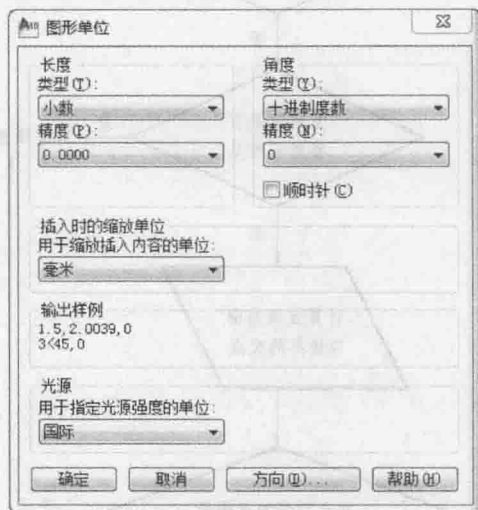


图 1-8 “图形单位”对话框

### 2. 设置绘图区域

一般来说,如果不进行任何设置,AutoCAD 2010 系统对作图范围没有限制。虽然可以将绘图区看成是一幅无限大的图纸,但所绘图形的大小是有限的,因此为了更好地绘图,需要设定作图的有效区域,即图限。

基本操作:单击【格式】/【图形界限】,或在命令行中输入“Limits”并回车。

指定左下角点[ON/OFF] <0.0000,0.0000>: 回车

指定右上角点<420.0000,297.0000>: 在此处输入坐标值,比如“210, 297”,然后回车即可设定新的图限

### 3. 绘图区域的显示

基本操作:鼠标右击状态栏中【栅格】按钮,弹出快捷菜单,单击选项【设置】,出现草图设置对话框,在对话框右侧选中“启用栅格”复选框,取消“栅格行为”区域中“显示超出界限的栅格”复选框,单击【确定】按钮关闭对话框。这时单击【视图】/【缩放】/【全部】,或在命令行中输入字母“Z”并回车,再输入“A”并回车,绘图界限将充满绘图区,这时就可以在图限内绘图了。

## 1.5 绘图区坐标及数据输入

### 1. 绘图区坐标

在 AutoCAD 中,坐标系分为世界坐标系(WCS)和用户坐标系(UCS)。两种坐标系下