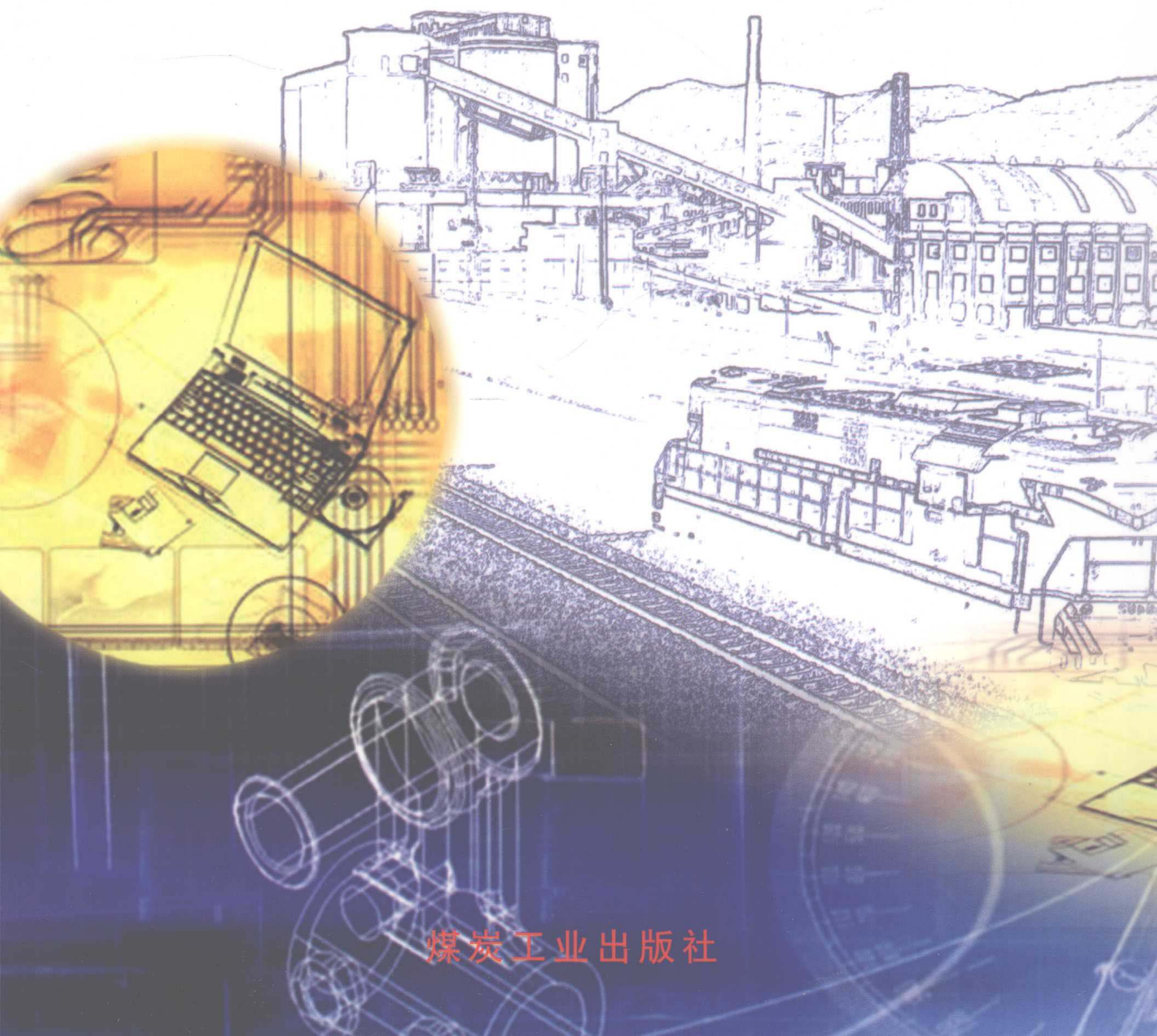


煤矿 **CAD** 软件开发

王子君 王凯富 编著



煤炭工业出版社

煤矿 CAD 软件开发

王子君 王凯富 编著

煤炭工业出版社

• 北 京 •

图书在版编目 (CIP) 数据

煤矿 CAD 软件开发/王子君, 王凯富编著. —北京: 煤炭工业出版社, 2009

ISBN 978-7-5020-3464-1

I. 煤… II. ①王…②王… III. 煤矿开采—计算机辅助设计—应用软件, AutoCAD—软件开发 IV. TD82-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 024569 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm×1092mm¹/₁₆ 印张 16¹/₂ 插页 3
字数 388 千字 印数 1—1,500
2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷
社内编号 6269 定价 42.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

本书对在 AutoCAD 基础上开发的矿山 CAD 设计软件进行了较为系统的介绍。从 AutoCAD 基础知识开始,依次对 AutoCAD 系统二次开发工具及煤矿常用的 AutoCAD 开发辅助设计系统进行了介绍。全书共分 7 章,即 AutoCAD 简介、AutoCAD 系统二次开发、煤矿地质测量空间信息系统、煤矿开采 CAD 辅助设计系统、煤矿采掘衔接 CAD 管理信息系统、通风网络数据自动生成及解算系统、采区车场绘图系统(MCAD)等。

本书可供科研院所从事煤矿矿井设计的工作人员使用,同时,也可满足煤矿企业技术人员使用 AutoCAD 计算机辅助设计软件的需要,亦可作为大专院校煤矿设计参考书。

前 言

各种土木工程都离不开图纸，因为它既是表达工程设计思想的主要手段，又是工程施工的重要依据。然而，在工程设计过程中，因为绘制各种图纸使工程技术人员耗费了大量宝贵的时间，延长了设计周期。

随着计算机技术的迅猛发展，计算机的应用范围已由原来的单纯数值计算扩展到数据处理、辅助设计和人工智能等多个领域。特别是计算机辅助设计技术的发展与应用，使越来越多的工程技术人员加入到研制、开发和使用计算机辅助设计的行列。

在建筑、机械、电子、测绘等行业，计算机辅助设计已经步入成熟阶段，各种在 AutoCAD 基础上进行的二次开发软件已经得到广泛应用。

煤矿企业具有设计项目多（地质、测量、开拓设计、采区设计、通风系统设计以及各种施工图设计），设计工作量大，计算分析复杂，图纸修改工作量大以及设计原始条件的不确定性等因素，大多数都是使用 AutoCAD 基础系统软件，逐图进行设计，目前还没有一套完整的煤矿计算机辅助设计系统。但是，从施工图设计开始，相继出现了许多人机交互式的煤矿计算机辅助设计软件。

山西格润特电子有限公司多年来致力于煤矿 CAD 系统的研制开发，煤矿地质测量空间信息系统、煤矿开采 CAD 辅助设计系统、煤矿采掘衔接 CAD 系统、通风网络数据自动生成及解算系统、采区车场绘图系统（MCAD）等，已经在国内许多矿山得到推广和应用，取得了良好的效果。

本书介绍的主要内容有：第一章 AutoCAD 简介，介绍了 AutoCAD 系统的基本功能和使用方法。第二章 AutoCAD 系统二次开发，介绍了目前常用的 AutoCAD 二次开发工具。第三章煤矿地质测量空间信息系统，介绍了地质数据采集、测量数据采集和绘图系统的基本功能、系统结构和使用方法。第四章煤矿开采 CAD 辅助设计系统，介绍了系统的构成、技术特点、主要功能和使用方法。第五章煤矿采掘衔接 CAD 管理信息系统，介绍了采掘衔接系统的模块结构和使用方法。第六章通风网络数据自动生成及解算系统，介绍了通风网络结算方法、数据采集方法及系统使用方法。第七章采区车场绘图系统（MCAD），介绍了巷道断面、交岔点、采区上、中、下部车场施工图的绘制方法。

本书由辽宁石油化工大学的王子君、山西格润特电子有限公司的王凯富在多

名高级研发人员多年开发基础上编著而成。目的在于推广和应用煤矿 CAD 系统，并对其他煤矿 CAD 系统的开发提供宝贵经验。第一章、第三章、第四章、第五章、第六章、第七章由王子君编写，第二章由王凯富编写。

本书得到了邢存恩（太原理工大学，副教授）、蔡峰（安徽理工大学，副教授）、姜在炳（煤炭科学研究总院西安分院，教授级高工）、姜来发（西山煤电集团东曲矿，高工）的鼎力支持，在此一并表示致谢！

由于作者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

编著者

2009 年 1 月

目 次

1 AutoCAD 简介	1
1.1 AutoCAD 基础.....	1
1.2 二维图形绘制.....	7
1.3 二维图形的编辑.....	12
1.4 绘图工具的使用.....	19
1.5 规划和管理图层.....	24
1.6 创建文字和表格.....	27
1.7 尺寸标注.....	36
2 AutoCAD 系统二次开发	44
2.1 AutoCAD 常用二次开发工具.....	44
2.2 使用 VBA 进行 AutoCAD 二次开发.....	46
2.3 使用 C#进行 AutoCAD 二次开发.....	49
2.4 煤矿 CAD 系统结构.....	54
3 煤矿地质测量空间信息系统	66
3.1 测量数据采集系统.....	66
3.2 地质数据采集系统.....	70
3.3 矿图编制系统.....	79
3.4 应用实例.....	120
4 煤矿开采 CAD 辅助设计系统	121
4.1 系统简介.....	121
4.2 井田开拓平面图设计生成系统.....	123
4.3 采区巷道布置平面图设计生成系统.....	150
4.4 矿井通风系统示意图设计生成系统.....	155
4.5 剖切面图设计生成系统.....	159
4.6 回采工作面布置图设计生成系统.....	171
4.7 井巷断面设计及自动成图系统.....	175
4.8 采矿施工图设计绘图系统.....	177
4.9 采矿图素系统.....	181
4.10 应用实例.....	183

5 煤矿采掘衔接 CAD 管理信息系统	184
5.1 煤矿采掘衔接 CAD 管理信息系统简介	184
5.2 采掘衔接生产计划管理	186
5.3 采掘衔接生产规划图管理	194
5.4 采掘衔接生产状况查询	197
5.5 计算机辅助 CAD 绘图	204
5.6 系统管理维护	205
6 通风网络数据自动生成及解算系统	209
6.1 角联分析法与“通路法”的对比	209
6.2 基于 AutoCAD 的矿井通风网络数据自动生成模块	213
6.3 矿井通风网络解算及通风网络图自动生成系统	221
7 采区车场绘图系统 (MCAD)	240
7.1 概述	240
7.2 绘制巷道断面图	242
7.3 巷道交岔点	247
7.4 采区上部车场	248
7.5 采区中部车场	251
7.6 采区下部车场	252
7.7 应用实例	254
参考文献	255

1 AutoCAD 简介

AutoCAD 是由美国 Autodesk 公司开发的通用计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD) 软件, 具有易于掌握、使用方便、体系结构开放等优点, 能够绘制二维图形与三维图形、标注尺寸、渲染图形以及打印输出图纸, 目前已广泛应用于机械、建筑、电子、航天、造船、石油化工、土木工程、冶金、地质、气象、纺织、轻工、商业等领域。该软件有许多版本, AutoCAD 2009 是 AutoCAD 系列软件的最新版本。

1.1 AutoCAD 基础

1.1.1 AutoCAD 的基本功能

AutoCAD 自 1982 年问世以来, 已经经历了十余次升级, 其每一次升级, 在功能上都得到了逐步增强, 且日趋完善。也正因为 AutoCAD 具有强大的辅助绘图功能, 因此, 它已成为工程设计领域中应用最为广泛的计算机辅助绘图与设计软件之一。

1. 绘制与编辑图形

AutoCAD 的“绘图”菜单中包含有丰富的绘图命令, 使用它们可以绘制直线、构造线、多段线、圆、矩形、多边形、椭圆等基本图形, 也可以将绘制的图形转换为面域, 对其进行填充。如果再借助于“修改”菜单中的修改命令, 便可以绘制出各种各样的二维图形。

对于一些二维图形, 通过拉伸、设置标高和厚度等操作可以轻松地转换为三维图形。使用“绘图”→“建模”命令中的子命令, 用户可以很方便地绘制圆柱体、球体、长方体等基本实体以及三维网格、旋转网格等曲面模型。同样再结合“修改”菜单中的相关命令, 还可以绘制出各种各样的复杂三维图形。

2. 图形尺寸标注

尺寸标注是向图形中添加测量注释的过程, 是整个绘图过程中不可缺少的一步。AutoCAD 的“标注”菜单中包含了一套完整的尺寸标注和编辑命令, 使用它们可以在图形的各个方向上创建各种类型的标注, 也可以方便、快速地以一定格式创建符合行业或项目标准的标注。

标注显示了对对象的测量值, 对象之间的距离、角度, 或者特征点与指定原点的距离。在 AutoCAD 中提供了线性、半径和角度 3 种基本的标注类型, 可以进行水平、垂直、对齐、旋转、坐标、基线或连续等标注。此外, 还可以进行引线标注、公差标注, 以及自定义粗糙度标注。标注的对象可以是二维图形或三维图形。

3. 渲染三维图形

在 AutoCAD 中, 可以运用雾化、光源和材质, 将模型渲染为具有真实感的图像。如果是为了演示, 可以渲染全部对象; 如果时间有限, 或显示设备和图形设备不能提供足够的灰度等级和颜色, 就不必精细渲染; 如果只需快速查看设计的整体效果, 则可以简单消隐或设置视觉样式。

4. 输出与打印图形

AutoCAD 不仅允许将所绘图形以不同样式通过绘图仪或打印机输出,还能够将不同格式的图形导入 AutoCAD 或将 AutoCAD 图形以其他格式输出。因此,当图形绘制完成之后可以使用多种方法将其输出。例如,可以将图形打印在图纸上,或创建成文件以供其他应用程序使用。

1.1.2 AutoCAD 的界面组成

AutoCAD 界面主要由标题栏、菜单栏与快捷菜单、工具栏、绘图窗口、命令行与文本窗口、状态行等元素组成,如图 1-1 所示。



图 1-1 AutoCAD 界面

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)。单击标题栏右端的按钮,可以最小化、最大化或关闭应用程序窗口。标题栏最左边是应用程序的小图标,单击它将会弹出一个 AutoCAD 窗口控制下拉菜单,可以执行最小化或最大化窗口、恢复窗口、移动窗口、关闭 AutoCAD 等操作。

2. 菜单栏与快捷菜单

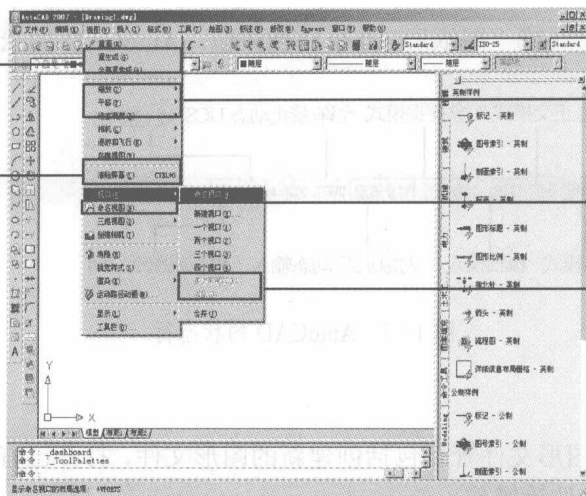
中文版 AutoCAD 菜单栏由“文件”、“编辑”、“视图”等菜单组成,几乎包括了 AutoCAD 中全部的功能和命令。

快捷菜单又称为上下文相关菜单。在绘图区域、工具栏、状态行、模型与布局选项卡以及一些对话框上右击时,将弹出一个快捷菜单,该菜单中的命令与 AutoCAD 当前状态相关。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。菜单栏与快捷菜

单如图 1-2 所示。

命令后跟有组合键，表示直接按组合键即可执行相应命令

命令后跟有快捷键，表示打开该菜单时，按下快捷键即可执行相应命令



命令后跟有“...”，表示该命令下还有子命令

命令后跟有“...”，表示执行该命令可打开一个对话框

命令呈现灰色，表示该命令在当前状态下不可使用

图 1-2 菜单栏与快捷菜单

3. 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，系统共提供了二十多个已命名的工具栏。默认情况下，“标准”、“属性”、“绘图”和“修改”等工具栏处于打开状态。如果要显示当前隐藏的工具栏，可在任意工具栏上右击，此时将弹出一个快捷菜单，通过选择命令可以显示或关闭相应的工具栏。

4. 绘图窗口

在 AutoCAD 中，绘图窗口是用户绘图的工作区域，所有的绘图结果都反映在这个窗口中。可以根据需要关闭其周围和里面的各个工具栏，以增大绘图空间。如果图纸比较大，需要查看未显示部分时，可以单击窗口右边与下边滚动条上的箭头，或拖动滚动条上的滑块来移动图纸。

在绘图窗口中除了显示当前的绘图结果外，还显示了当前使用的坐标系类型以及坐标原点、X轴、Y轴、Z轴的方向等。默认情况下，坐标系为世界坐标系（WCS）。绘图窗口的下方有“模型”和“布局”选项卡，单击其标签可以在模型空间或图纸空间之间来回切换。

5. 命令行与文本窗口

“命令行”窗口位于绘图窗口的底部，用于接收用户输入的命令，并显示 AutoCAD 提示信息。在 AutoCAD 2007 中，“命令行”窗口可以拖放为浮动窗口。

“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 2007 中，可以选择“视图”→“显示”→“文本窗口”命令、执行 TEXTSCR 命令或按 F2 键来打开 AutoCAD 文本窗口，它记录了对文档进行的所有操作。

6. 状态行

状态行用来显示 AutoCAD 当前的状态，如当前光标的坐标、命令和按钮的说明等。在绘图窗口中移动光标时，状态行的“坐标”区将动态地显示当前坐标值。坐标显示取决于

所选择的模式和程序中运行的命令，共有“相对”、“绝对”和“无”3种模式。

状态行中还包括“捕捉”、“栅格”、“正交”、“极轴”、“对象捕捉”、“对象追踪”、DUCS、DYN、“线宽”、“模型”（或“图纸”）10个功能按钮。AutoCAD 的状态行如图 1-3 所示。

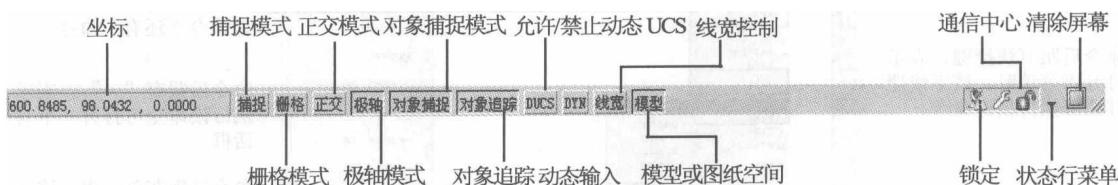


图 1-3 AutoCAD 的状态行

1.1.3 图形文件管理

在 AutoCAD 中，图形文件管理包括创建新的图形文件、打开已有的图形文件、关闭图形文件以及保存图形文件等操作。

1. 创建新图形

选择“文件”→“新建”命令（NEW），或在“标准”工具栏中单击“新建”按钮，可以创建新图形文件，此时将打开“选择样板”对话框。

在“选择样板”对话框中，可以在“名称”列表框中选中某一样板文件，这时在其右面的“预览”框中将显示出该样板的预览图像。单击“打开”按钮，可以以选中的样板文件为样板创建新图形，此时会显示图形文件的布局（选择样板文件 acad.dwt 或 acadiso.dwt 除外）。例如，以选择样板文件 ISO A3-Color Dependent Plot Styles 创建新图形文件，如图 1-4 所示。

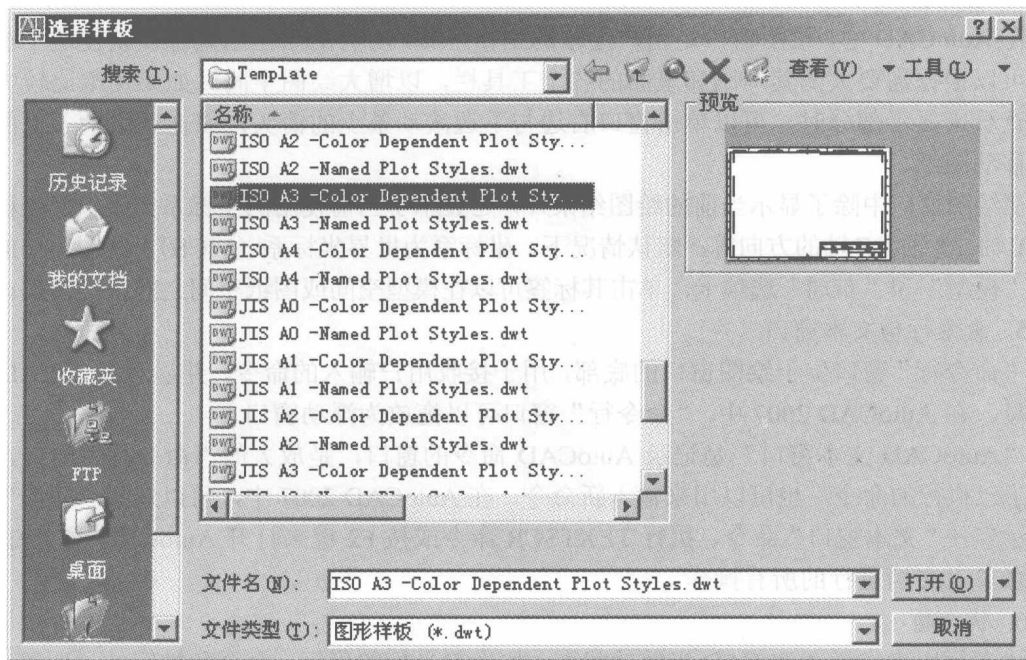


图 1-4 选择 ISO A3-Color Dependent Plot Styles 的样板图

图形布局如图 1-5 所示。

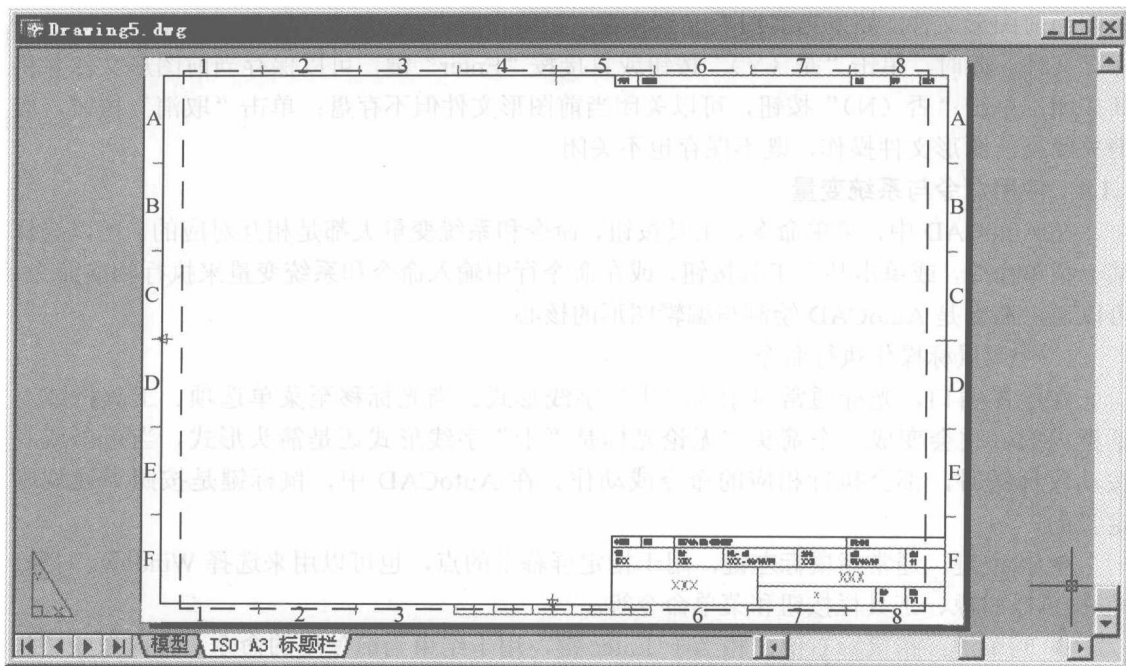


图 1-5 选择 ISO A3-Color Dependent Plot Styles 的图形布局

2. 打开图形文件

选择“文件”→“打开”命令（OPEN），或在“标准”工具栏中单击“打开”按钮，可以打开已有的图形文件，此时将打开“选择文件”对话框。选择需要打开的图形文件，在右面的“预览”框中将显示出该图形的预览图像。默认情况下，打开的图形文件的格式为*.dwg。

在 AutoCAD 中，可以以“打开”、“以只读方式打开”、“局部打开”和“以只读方式局部打开”4 种方式打开图形文件。当以“打开”、“局部打开”方式打开图形时，可以对打开的图形进行编辑，如果以“以只读方式打开”、“以只读方式局部打开”方式打开图形时，则无法对打开的图形进行编辑。

3. 保存图形文件

在 AutoCAD 中，可以使用多种方式将所绘图形以文件形式存入磁盘。例如，可以选择“文件”→“保存”命令（QSAVE），或在“标准”工具栏中单击“保存”按钮，以当前使用的文件名保存图形；也可以选择“文件”→“另存为”命令（SAVEAS），将当前图形以新的名称保存。

在第一次保存创建的图形时，系统将打开“图形另存为”对话框。默认情况下，文件以“AutoCAD 2007 图形 (*.dwg)”格式保存，也可以在“文件类型”下拉列表框中选择其他格式，如 AutoCAD 2007/LT2007 图形 (*.dwg)、AutoCAD 图形标准 (*.dws) 等格式。

4. 关闭图形文件

选择“文件”→“关闭”命令(CLOSE),或在绘图窗口中单击“关闭”按钮,可以关闭当前图形文件。如果当前图形没有存盘,系统将弹出 AutoCAD 警告对话框,询问是否保存文件。此时,单击“是(Y)”按钮或直接按“Enter”键,可以保存当前图形文件并将其关闭;单击“否(N)”按钮,可以关闭当前图形文件但不存盘;单击“取消”按钮,取消关闭当前图形文件操作,既不保存也不关闭。

1.1.4 使用命令与系统变量

在 AutoCAD 中,菜单命令、工具按钮、命令和系统变量大都是相互对应的。可以选择某一菜单命令,或单击某个工具按钮,或在命令行中输入命令和系统变量来执行相应命令。可以说,命令是 AutoCAD 绘制与编辑图形的核心。

1. 使用鼠标操作执行命令

在绘图窗口,光标通常显示为“十”字线形式。当光标移至菜单选项、工具栏或对话框内时,它会变成一个箭头。无论光标是“十”字线形式还是箭头形式,当单击或者按动鼠标键时,都会执行相应的命令或动作。在 AutoCAD 中,鼠标键是按照下述规则定义的。

◆ 拾取键:通常指鼠标左键,用于指定屏幕上的点,也可以用来选择 Windows 对象、AutoCAD 对象、工具栏按钮和菜单命令等。

◆ 回车键:指鼠标右键,相当于 Enter 键,用于结束当前使用的命令,此时系统将根据当前绘图状态而弹出不同的快捷菜单。

◆ 弹出菜单:当使用 Shift 键和鼠标右键的组合时,系统将弹出一个快捷菜单,用于设置捕捉点的方法。对于 3 键鼠标,弹出按钮通常是鼠标的中间按钮。

2. 使用命令行

在 AutoCAD 2007 中,默认情况下“命令行”是一个可固定的窗口,可以在当前命令行提示下输入命令、对象参数等内容。对大多数命令,“命令行”中可以显示执行完的两条命令提示(也叫历史命令),而对于一些输出命令,例如 TIME、LIST 命令,需要在放大的“命令行”或“AutoCAD 文本窗口”中才能完全显示。

在“命令行”窗口中右击,AutoCAD 将显示一个快捷菜单。通过它可以选择最近使用过的 6 条命令、复制选定的文字或全部命令历史记录、粘贴文字,以及打开“选项”对话框。

3. 使用系统变量

在 AutoCAD 中,系统变量用于控制某些功能和设计环境、命令的工作方式,它可以打开或关闭捕捉、栅格或正交等绘图模式,设置默认的填充图案,或存储当前图形和 AutoCAD 配置的有关信息。

系统变量通常是 6~10 个字符长的缩写名称。许多系统变量有简单的开关设置。例如 GRIDMODE 系统变量用来显示或关闭栅格,在命令行显示“输入 GRIDMODE 的新值<1>:”提示信息下输入 0 时,可以关闭栅格显示;输入 1 时,可以打开栅格显示。有些系统变量则用来存储数值或文字,例如 DATE 系统变量用来存储当前日期。

可以在对话框中修改系统变量,也可以直接在命令行中修改系统变量。例如要使用 ISOLINES 系统变量修改曲面的线框密度,可在命令行提示下输入该系统变量名称并按

Enter 键，然后输入新的系统变量值并按 Enter 键即可。

1.1.5 设置图形单位

在 AutoCAD 中，用户可以采用 1:1 的比例因子绘图，因此，所有的直线、圆和其他对象都可以以真实大小来绘制。例如，如果一个零件长 200cm，那么它也可以按 200cm 的真实大小来绘制，在需要打印出图时，再将图形按图纸大小进行缩放。

在中文版 AutoCAD 2007 中，用户可以选择“格式”→“单位”命令，在打开的“图形单位”对话框中设置绘图时使用的长度单位、角度单位，以及单位的显示格式和精度等参数。图形单位设置如图 1-6 所示。

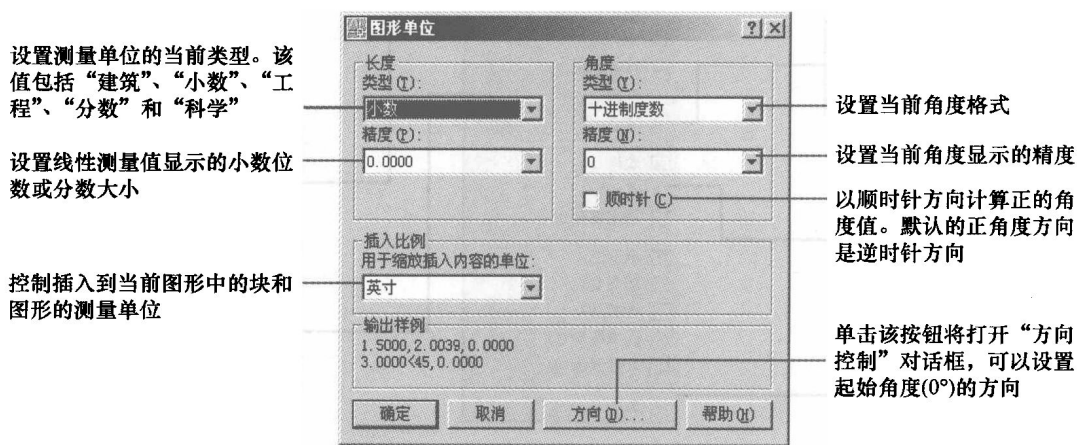


图 1-6 图形单位设置

1.1.6 设置绘图界限

在中文版 AutoCAD 2007 中，用户不仅可以通过设置参数选项和图形单位来设置绘图环境，还可以设置绘图界限。使用 LIMITS 命令可以在模型空间中设置一个想象的矩形绘图区域，也称为图限。它确定的区域是可见栅格指示的区域，也是选择“视图”→“缩放”→“全部”命令时决定显示多大图形的一个参数。

1.2 二维图形绘制

在 AutoCAD 2007 中，使用“绘图”菜单中的命令，可以绘制点、直线、圆、圆弧和多边形等简单二维图形。还可以绘制多线、多段线和样条曲线等复杂二维图形对象。此外，用户还可以使用 Sketch（徒手画）命令绘制徒手线对象。

1.2.1 绘图方法

为了满足不同用户的需要，使操作更加灵活方便，AutoCAD 提供了多种方法来实现相同的功能。例如，可以使用绘图菜单、绘图工具栏、屏幕菜单和绘图命令 4 种方法来绘制基本图形对象。

1. 绘图菜单

绘图菜单是绘制图形最基本、最常用的方法，其中包含了 AutoCAD 的大部分绘图命令。选择该菜单中的命令或子命令，可绘制出相应的二维图形，如图 1-7 所示。

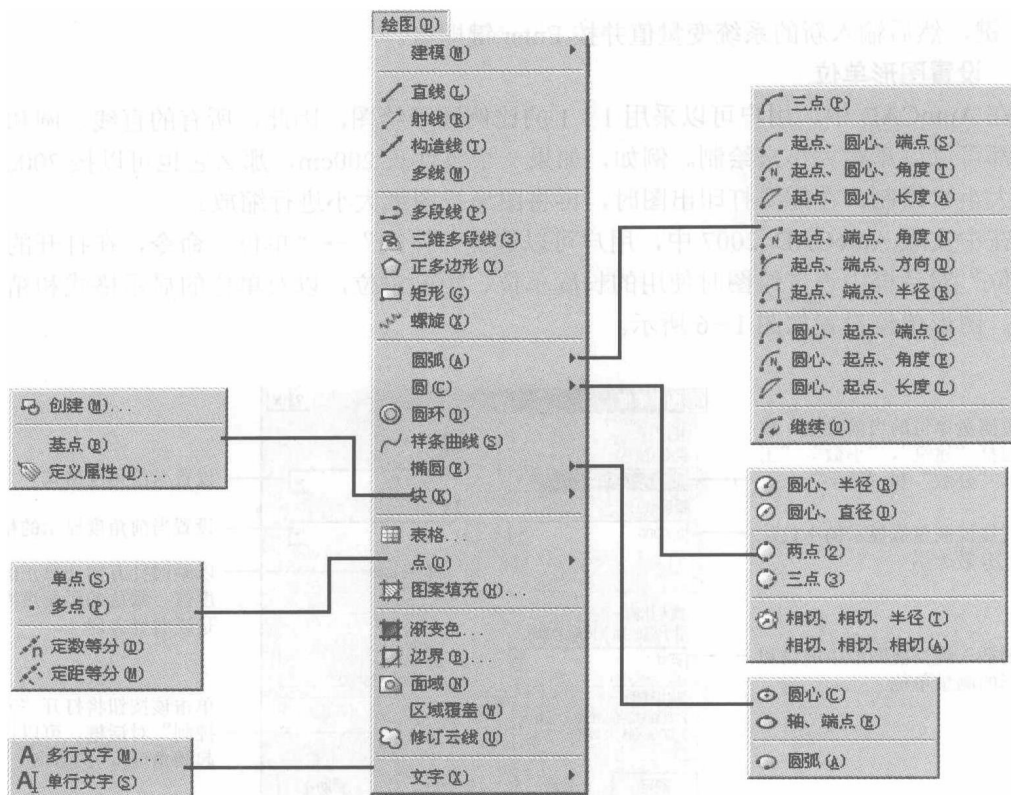


图 1-7 绘图菜单

2. 绘图工具栏

绘图工具栏中的每个工具按钮都与“绘图”菜单中的绘图命令相对应，是图形化的绘图命令，如图 1-8 所示。

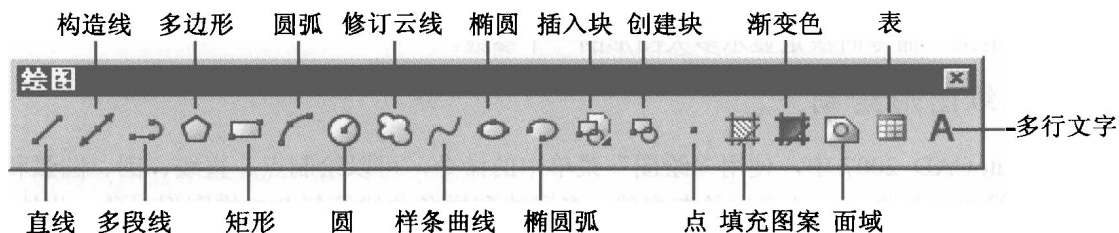


图 1-8 绘图工具栏

3. 屏幕菜单

屏幕菜单是 AutoCAD 的另一种菜单形式。选择其中的“工具 1”和“工具 2”子菜单，可以使用绘图相关工具。“工具 1”和“工具 2”子菜单中的每个命令分别与 AutoCAD 的绘图命令相对应。默认情况下，系统不显示“屏幕菜单”，但可以通过选择“工具”→“选项”命令，打开“选项”对话框，在“显示”选项卡的“窗口元素”选项组中选中“显示屏幕

菜单”复选框将其显示,如图 1-9 所示。



图 1-9 屏幕菜单

4. 绘图命令

使用绘图命令也可以绘制图形,在命令提示行中输入绘图命令,按 Enter 键,并根据命令行的提示信息进行绘图操作。这种方法快捷,准确性高,但要求掌握绘图命令及其选择项的具体用法。

AutoCAD 在实际绘图时,采用命令行工作机制,以命令的方式实现用户与系统的信息交互,而前面介绍的 3 种绘图方法是为了方便操作而设置的,是 3 种不同的调用绘图命令的方式。

1.2.2 点的绘制

在 AutoCAD 中,点对象有单点、多点、定数等分和定距等分 4 种。

- ◆ 选择“绘图”→“点”→“单点”命令,可以在绘图窗口中一次指定一个点。
- ◆ 选择“绘图”→“点”→“多点”命令,可以在绘图窗口中一次指定多个点,最后可按 Esc 键结束。
- ◆ 选择“绘图”→“点”→“定数等分”命令,可以在指定的对象上绘制等分点或者在等分点处插入块。
- ◆ 选择“绘图”→“点”→“定距等分”命令,可以在指定的对象上按指定的长度绘制点或者插入块。

1.2.3 直线的绘制

直线是各种绘图中最常用、最简单的一类图形对象,只要指定了起点和终点即可绘制一条直线。在 AutoCAD 中,可以用二维坐标或三维坐标来指定端点,也可以混合使用二维坐标和三维坐标。如果输入二维坐标,AutoCAD 将会用当前的高度作为 Z 轴坐标值,默认