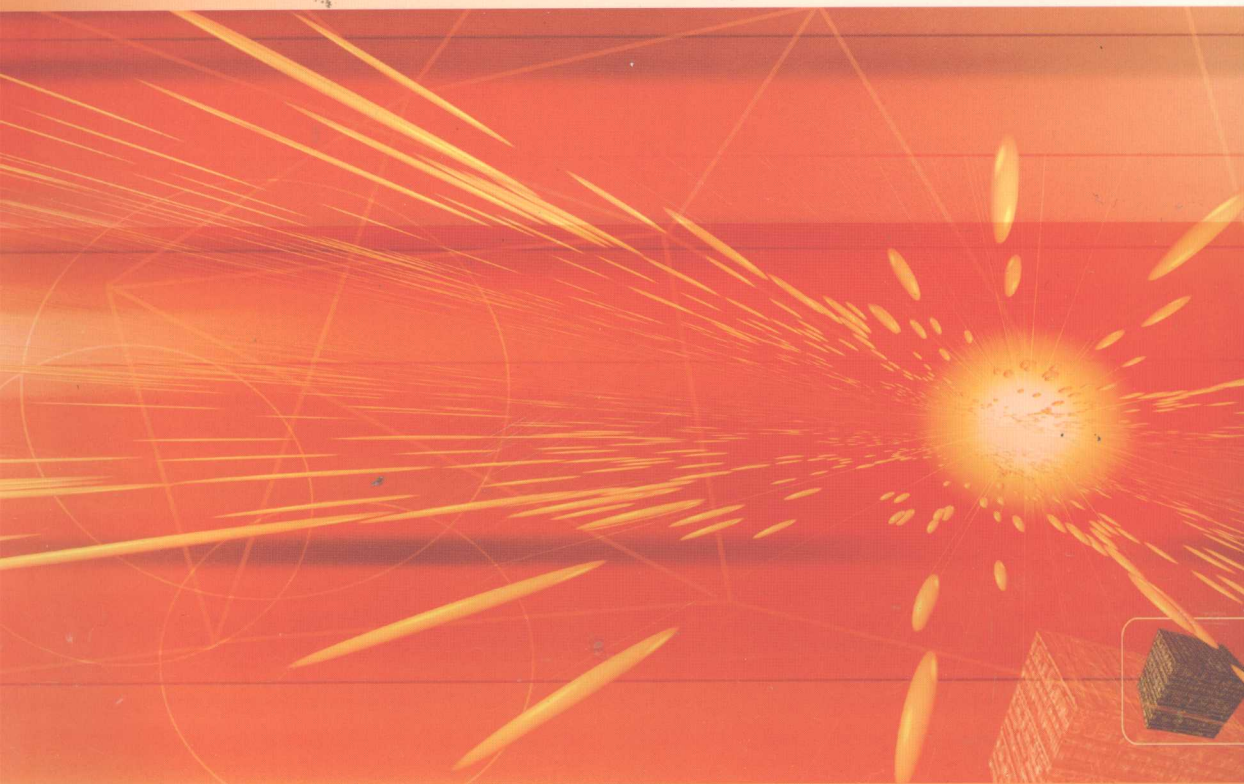




21世纪计算机科学与技术专业系列教材

计算机绘图 实用教程

李振辉 董起顺 李玉菊 等主编



电子科技大学出版社

21世纪计算机科学与技术专业系列教材

计算机绘图 实用教程

李海明 袁纪增 李亚飞 陈永瑞



中国石化出版社

计算机绘图实用教程

李振辉
董起顺 主编
李玉菊

计算机绘图实用教程

主编 李振辉 副主编 董起顺 李玉菊

出版：电子科技大学出版社（成都市建设北路2段4号） 邮编：610054

责任编辑：张嘉祥

发行：新华书店

印刷：成都青羊区文印厂

开本：787×960 1/16 印张：112 字数：216千字

版次：2004年3月第一版

印次：2004年3月第一次印刷

书号：ISBN 7-81094-144-5/TP·82

电子科技大学出版社

定价：19.80元

图书在版编目(CIP)数据

计算机绘图实用教程/李振辉,董起顺,李玉菊主编. —成都:
电子科技大学出版社,2004.9
ISBN 7-81094-144-5

I. 计… II. ①李…②董…③李… III. 计算机绘图—高等学校
—教材 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 057057 号

计算机绘图实用教程

李振辉 董起顺 李玉菊 主编

出 版: 电子科技大学出版社(成都市建设北路2段4号 邮编 610054)
责任编辑: 张致强
发 行: 新华书店
印 刷: 安徽省蚌埠方达印刷厂
开 本: 787×960 1/16 印张:12 字数:215 千字
版 次: 2004 年 9 月第一版
印 次: 2004 年 9 月第一次印刷
书 号: ISBN 7-81094-144-5/TP·85
印 数: 1—5000 册
定 价: 19.80 元

内 容 提 要

本书以初学计算机绘图的高职高专、成人高校学生为对象,着重介绍 AutoCAD R14 的主要内容,同时补充了最新版本的计算机绘图软件的有关内容。并针对理工科学生绘制机械工程图样这一主题,展开详细阐述。主要内容包括:AutoCAD R14 入门知识,如何初始化绘图环境(图纸、比例和线型等),基本图形绘制,构造复杂图形,标注尺寸,定义图块,输出图形以及三维图形构造方法等。通过具体讲解,再加上各章所附练习题,读者可以上机练习,轻松学会计算机绘图。

全书内容循序渐进,由浅入深,便于学生学习和掌握。经审定,本书可作为大中专院校教材和工程技术人员、劳动技能培训人员业务学习用书。

前 言

随着计算机硬件和软件技术的迅猛发展,计算机已经应用到各行各业。CAD 技术能够提高劳动效率,减小工程设计人员的劳动强度,使他们从事创造性的劳动。设计人员利用计算机绘图,可以进行实时修改,通过网络技术可以实现同一产品多人设计,最后汇总,输出标准化的图纸,这样不仅仅缩短了产品的设计周期,增加了产品的市场竞争力,同时也便于国际交流,特别是我国加入 WTO 以后,国际合作也逐渐增多。在工程设计中,计算机绘图正在逐渐取代手工绘图。

AutoCAD 有着极其丰富的内容,涉及各方面的知识,本书从基础知识开始,配有部分练习题,包括二维图形及相关的內容(三维图形只作简要介绍,这是因为现有可以参考的三维造型软件很多),在多年实践教学的基础上,由浅入深,避免学生学习的盲目性,有针对性地讲解。初学者学完本书之后,将能独立地绘制各种工程图纸。作为计算机集成制造系统(CIMS)的基础,理工科大学生更应该牢牢掌握这部分内容。

参加本书编写工作的有李振辉、董起顺、李玉菊、张冬梅、张洪哲和王伟冰,王伟冰和张冬梅对全书进行了校对,由董起顺统稿。全书由李振辉、董起顺和李玉菊主编。

本书在编写过程中得到长春理工大学成人教育学院杨淑云老师和长春理工大学机电工程学院领导的大力支持,在此一并表示衷心地感谢。

由于编著人员水平不足,书中难免存在错误和不妥之处,敬请广大读者和同行给予批评指正,以便不断修订完善。

编 者

2004 年 9 月

目 录

第 1 章 认识 CAD	(1)
1.1 CAD 概述	(1)
1.2 AutoCAD 的良好界面	(5)
习题 1	(17)
第 2 章 AutoCAD 入门	(18)
2.1 如何执行命令	(18)
2.2 如何设置绘图环境	(19)
2.3 绘图数据如何输入	(19)
2.4 如何修正错误	(21)
2.5 设置自动存图的间隔时间	(21)
2.6 绘制第一幅完整图形	(21)
习题 2	(22)
第 3 章 基本的图形绘制	(23)
3.1 基本绘图命令	(23)
3.2 显示控制与查询命令	(40)
习题 3	(47)
第 4 章 图层及其属性设置	(49)
4.1 图 层	(49)
4.2 图形属性设置	(56)
4.3 修改图形属性	(59)
习题 4	(62)
第 5 章 编辑图形	(63)
5.1 实体选择	(63)
5.2 修改图形	(66)
5.3 复制图形	(78)
5.4 移动图形	(86)
习题 5	(88)

第 6 章 精确绘图辅助方法	(90)
6.1 定位方式	(90)
6.2 目标捕捉	(91)
6.3 辅助作图命令	(95)
习题 6	(97)
第 7 章 填充剖面线	(99)
7.1 块的定义和使用	(99)
7.2 剖面线绘制	(104)
习题 7	(109)
第 8 章 尺寸标注	(111)
8.1 基本概念	(111)
8.2 标注样式	(113)
8.3 基本尺寸标注	(121)
8.4 编辑文字	(144)
习题 8	(145)
第 9 章 输出图形	(148)
9.1 配置输出设备	(148)
9.2 绘图输出命令及参数选择	(150)
9.3 打印样式	(154)
习题 9	(156)
第 10 章 三维图形基础	(157)
10.1 简单立体图的绘制	(158)
10.2 三维实体造型	(162)
10.3 组合体造型	(168)
10.4 利用 UCS(用户坐标系)进行三维造型	(171)
10.5 三维图形编辑	(174)
习题 10	(182)
主要参考文献	(184)

第 1 章 认识 CAD

1.1 CAD 概述

计算机辅助设计(Computer Aided Design)是指利用计算机的计算功能和高效的图形处理能力,对产品进行辅助设计分析、修改和优化。它综合了计算机知识和工程设计知识的成果,并且随着计算机硬件性能和软件功能的不断提高而逐渐完善。

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司推出的一个通用二、三维 CAD 图形软件系统,主要在微机上运行。它是当今世界上最畅销的图形软件之一,目前我国也拥有最广泛的用户。自从 1982 年 12 月 Autodesk 公司推出 AutoCAD1.0 版(当时名为 MicroCAD)起,经过不断改进和完善,AutoCAD 已经历了十多次版本升级。今天,AutoCAD 在世界上被翻译成多种语言,拥有数百万正式用户,现今又发布了 AutoCAD 2002、AutoCAD 2004。作为基础教程,本书的各章节将主要是对 AutoCAD R14 版以及后来的各版本的基本部分加以叙述。学完该书后,就应该掌握工程图的绘图过程及一些技巧问题,初学者能够正确有序地绘图,而不至于手忙脚乱。

计算机硬件性能的不提高和发展是 CAD 技术发展至今的基石。80 年代以来,微型计算机走向普及,作为计算机核心的 CPU 芯片也在不断地更新换代,价格也逐步下降,于是 CAD 技术也以其前所未有的速度迅速地普及各行各业。同时,计算机软件技术逐步完善,CAD 支撑软件交互式 CAD 软件包的相继出现,极大地推动了 CAD 技术的发展,使更多的用户能方便地运用 CAD 技术于自己的工作之中,进行创造性的设计工作。特别是我国加入 WTO 以后,对外交往不断加深,社会的生产规模以及各种先进装备的复杂程度都大大提高了,这对工程图纸提出了更高的要求(数量和质量),手工绘图已经愈来愈难以满足这种需求,计算机绘图将成为工程设计工作不可缺少的工具。

1.1.1 CAD 的基本原理及功能

CAD 的基本原理是,通过输入设备的操纵(如键盘、数字化仪)或程序执行方式(SCR 文件及 LSP 文件)或由其他软件直接生成图形文件(DXF 文件、DWF 文件及 DWG 文件)后再利用 CAD 处理,完成后存于计算机的外存设备

(磁盘,光盘)后通过绘图机或打印机输出图形。在多年的教学实践中发现,尽管 CAD 的功能如此强大,但手工绘图也是一个不可缺少的基本功,手工绘图的过程,CAD 也应该完全遵循,这一点在学生学习的过程中表现得最为突出。作为计算机集成制造系统 CIMS(CAD/CAPP/CAM/CAE)的组成部分,CAD 是最基础的内容。

CAD 的基本功能如下:

1. 方便的用户界面

(1)下拉菜单 在屏幕顶部显示有一行菜单条,一旦选中菜单条中的任意一项,就会出现一个下拉菜单,其中包含了若干项命令。

(2)屏幕菜单 AutoCAD 还为命令输入提供屏幕菜单方式。屏幕菜单安排在屏幕右侧。由于 AutoCAD 包含的命令很多,因此按父菜单—子菜单分层方式组织全部菜单。

(3)鼠标右键快捷菜单 AutoCAD 提供整体上下文相关的鼠标右键快捷菜单,菜单中所列的选项随当前的进程而定。

(4)图形输入板菜单 AutoCAD 的命令输入还可以通过放置在图形输入板上的菜单拾取来实现。

(5)按钮菜单 AutoCAD 为图形输入板的多按钮游标或鼠标提供定义功能,用户可利用该定义功能将这些多余的按钮(其中有一个按钮要作为拾取钮)设置成常用命令。只要用户记住这些按钮所代表的命令,使用时就十分方便。

(6)图标菜单 图标菜单是一种用图形形象地表示要执行的命令的菜单。AutoCAD 所提供的标准图标菜单有视窗配置、三维对象、剖面线图案和文本字体等。

(7)对话框 AutoCAD 中有些命令是面向对话框的。这些命令在执行的时候,将会在屏幕上弹出一个具有不同格式的对话框,供用户填写执行该命令所需的各种参数。

2. 绘制并输出平面图形、工程图形和三维图

AutoCAD 是图形软件,作图功能既强大又完善,修改图形既方便又迅速,还具有完善的尺寸标注功能。三维图形既可显示消隐的网格图,又可对实体进行表面着色和渲染,显示出具有明暗色彩和真实感的立体图。如果需要,它可输出符合要求的各种图纸,既精确又美观。

3. 高效实用的绘图辅助工具

AutoCAD 的绘图辅助工具为用户的绘图工作带来了高效率。例如,AutoSnap(自动捕捉)功能使用户在实际捕获一点之前就可以看到可能存在的各种对象俘获点,从而加快了绘图的速度。图层和线型管理引入了基于 Win-

dows 界面的具有标签式结构的新型对话框,用户通过它不仅完成所有的管理操作,而且还可以通过几次鼠标器拾取操作,完成按照名称、颜色和状态的排序。

4. 全面支持 Internet 的功能

AutoCAD 配备了相应的工具以使用户通过 Internet 与同事共享图形。例如,配备了启动 Web 浏览器的按钮,通过文件操作可以生成供网上浏览的 DWF 文件。用户在 AutoCAD 对象中可以挂接网络地址,在网络上拖放图形并可通过指定网络地址打开网上图形。

5. 强大的二次开发工具

AutoCAD 的许多内容都可以由用户去改变,即随用户的意愿和兴趣设计自己要求的绘图环境和各种文件。例如,修改系统变量,设计用户自己的菜单、线型和阴影线图案,增加符号库,建立用户自己的样板图等。AutoCAD 还提供了内嵌语言 AutoLISP 和 VisualLISP,从而使用户可以以 AutoCAD 为平台,开发出自己的应用软件。为了与其他高级语言程序进行图形数据交流,AutoCAD 还提供了多种用途的接口技术。

1.1.2 CAD 系统的硬件配置

硬件主要包括计算机主机设备及外部设备(简称外设)。它是 CAD 系统的物质基础,现具体介绍如下:

1. 计算机主机

计算机主机包括内存和中央处理器 CPU。其中 CPU 包括运算器和控制器,是计算机硬件系统的核心,它们控制和指挥整个系统正常运行,并进行各种运算和逻辑分析。内存是由 CPU 直接访问的存储器,用来存放将要运行的程序和数据。

2. 外部设备

外部设备由输入/输出设备和外存储器组成。

(1)输入设备。CAD 系统的输入设备除了计算机常用的键盘以外,还有鼠标器、数字化仪和扫描仪等。它们的用途都是向计算机输入数据、图形、程序以及各种字符信息。

①鼠标器。鼠标器(Mouse)是一种形状如鼠的外部设备,一般有 2~3 个按键,但最常见的只有左右两个按键。在 CAD 系统中,鼠标器作为一种光标输入设备;移动鼠标器还可以驱动光标在屏幕上选择命令,在软件控制下,鼠标器与屏幕的动态菜单及多窗口技术配合,可以实现良好的人机交互。

②数字化仪。数字化仪(Digitizer)是一种把图形转化为计算机数据的图

形输入设备,其外观为一矩形平板,所以也称为图形输入板。其尺寸有 A1、A2、A3、A4 等。

③扫描仪。扫描仪是高精度的光电输入设备。它可以将多种多样的图像信号、文字信号扫描到计算机中。扫描仪一般可分为手持式和台式。一般来说,手动式扫描仪体积小,使用方便,而台式扫描仪扫描幅面大,而且扫描精度也较高。

(2)输出设备。输出设备通常包括显示器、打印机和绘图仪。

①显示器。显示器是标准的输出设备,是实现人机对话的重要工具,它可以显示输入的设计命令和数据,并将设计结果以图形方式显示出来。这种在屏幕上显示图形的方法我们称之为软拷贝输出。在 CAD 系统中,打印机,绘图仪的功能是把设计图形绘成工程图纸,这类设备我们称之为硬拷贝设备。

②打印机。打印机是将计算处理结果打印在纸张上的设备。根据击打方式,打印机可以分为击打式和非击打式两类。击打式打印机靠机械击打动作,驱使针或字模将色带与打印纸接触,在纸上留下印迹。非击打式打印机则是靠热敏、喷墨、激光等方式打印。非击打式打印机速度快、无噪声、打印结果美观清晰。但是,打印机受到幅面,精度的限制,一般很少用于工程图纸的绘制。

③绘图仪。绘图仪根据工作原理分为:笔式绘图仪、静电绘图仪、喷墨绘图仪。一般 CAD 系统中最常用的是笔式绘图仪,笔式绘图仪的幅面从 A3~A0 不等,以适合不同场合的要求。笔式绘图仪一般又可分为平板式绘图仪和滚筒式绘图仪两种。滚筒式绘图仪操作方便,价格便宜;平板式绘图仪是将图铺在绘图平台上,采用 2 个步进电机驱动横梁和笔架做 XY 方向的运动,这种绘图仪价格较昂贵。绘图仪的特性指标主要有:笔速、步距(每一个电脉冲便是画笔移动的距离)、绘图精度等。另外,像画笔颜色多少,是否具有曲线拟合和插补功能等都是衡量绘图仪的主要依据。

(3)外存储器。外存储器又称辅助存储器,如磁盘存储器、磁带存储器、光盘存储器和优盘等,用来存储后备的程序、数据以及各种软件资源。CPU 不能像访问内存那样直接访问外存,必须通过内存和外存进行信息交换,即将外存信息调入内存进行处理。

1.1.3 AutoCAD 的安装

为了正确安装 AutoCAD,首先应确认所用的系统满足 AutoCAD 的基本要求,并在主机电源关闭状态下将硬件锁接到主机并行端口(打印机接口)上。启动计算机后,将 AutoCAD 光盘放入光盘驱动器,并运行 SETUP 程序,安装过程开始。

(1)当屏幕显示 Welcome(欢迎)时,用户选择 Next(下一步)。

(2)如果是初次安装,将弹出 Software License Agreement(软件许可协

议)对话框,显示软件许可协议。用户应选择 Accept 按钮,表示接受。若是再次安装,将显示 Setup Choices(安装选择)对话框,用户应在 Install(安装)、Add(增加)、Reinstall(重安装)和 Reset Registry(系统重注册)中选择一种方式。一般应选择 Install 方式。

(3)当 Serial Number(系列号)对话框出现时,用户应输入正确的系列号(Serial Number)及光盘密码(CD Key),然后选择 Next(下一步)。

(4)在 Personal Information(个人信息)对话框中,用户应输入自己的姓名、所属公司名称、本软件销售代理商名称及其电话号码。如果输入有误,可按 Back(退回)按钮返回以便修改,否则单击 Next。

(5)接着显示 Destination Location(安装位置)对话框,指定要将 AutoCAD R14 安装到哪个文件夹或目录。用户可以接受缺省设置,或输入盘符和文件夹名,或用 Browse(浏览)选项指定自己的目录。若指定目录不存在,安装程序将在创建它之前提示用户,用户选择 Yes,便可创建一个新目录。

(6)在 Setup Type(安装类型)对话框中要求用户选择安装类型。这些类型是 Typical(标准安装)、Full(全部安装)、Compact(最小安装)和 Custom(用户化安装)。通常应先选择 Typical,然后选择 Next。

(7)在 Folder Name(文件夹名)对话框中,为 AutoCAD R14 指定程序组名,也是快捷图标名,并单击 Next。

(8)在 Setup Confirmation(安装认可)对话框中显示安装信息。如果各项内容都正确,则选择 Next(下一步),开始安装 AutoCAD 并复制文件到磁盘中。否则,选择 Back(退回)进行调整修改。

(9)复制文件结束时,显示 AutoCAD Release 14 Setup 对话框,用户应选择是否立即重新启动计算机。通常选择 Yes, I want to restart my computer now(立即重新启动计算机),再单击 OK。至此 AutoCAD R14 安装全部完成。

安装完 AutoCAD R14 后,系统自动在 Windows 桌面上建立 AutoCAD R14 快捷图标,并在程序文件夹中形成 AutoCAD R14 程序组。

其他版本的安装与此类似,只要按照系统提示进行安装就可以了。

1.2 AutoCAD 的良好界面

1.2.1 启动 AutoCAD

使用 AutoCAD 绘图的第一步是启动 AutoCAD。用户只需双击 Windows 桌面上的 AutoCAD 快捷方式,或选择开始→程序→AutoCAD R14→AutoCAD R14 选项就可以完成这一步骤。

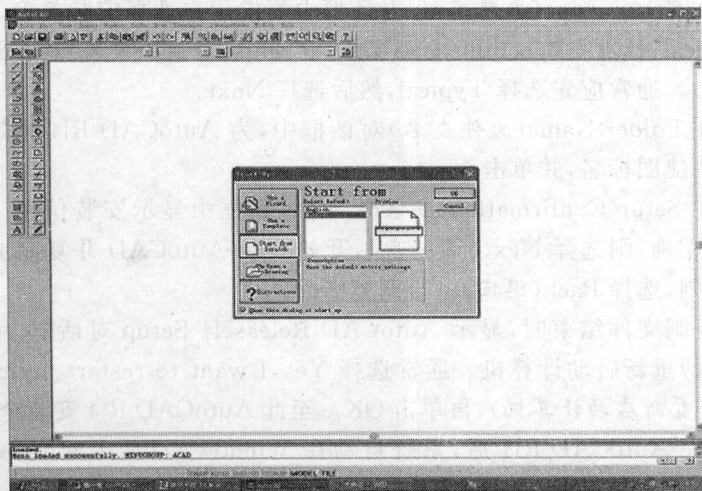
启动 AutoCAD 时,用户首先看到 AutoCAD R14 启动屏幕。它包括 AutoCAD R14 的版本号以及合法用户姓名、单位名称等注册信息,随后看到的是图 1-1(a)所示的屏幕,中间是 Start Up(开始)对话框。

如果是首次安装 AutoCAD R14,则第一次启动后将显示 Authorization Code(授权码)对话框。用户在输入授权码后才能使用 AutoCAD,否则只能使用 30 天。

1.2.2 Start Up(开始)对话框

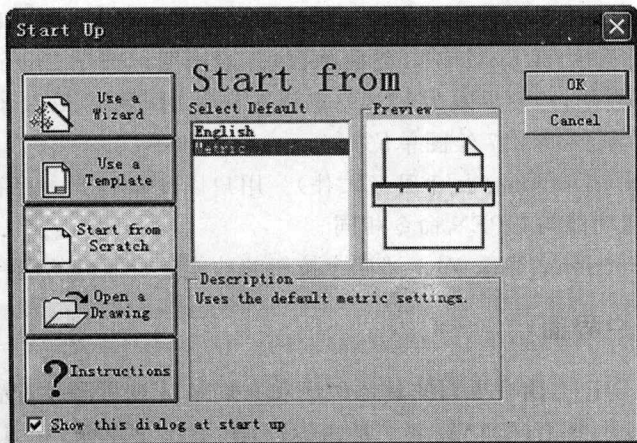
Start Up 对话框各按钮功能如下:

(1) Use a Wizard(使用向导) 用户以样板图 ACADISO.DWT 为基础,并在系统引导下对绘图环境进行设置。单击此按钮后,在 Select a Wizard(选择向导)列表中选择 Quick Setup(快速设置)或 Advanced Setup(高级设置)选项即可进行相应设置。



(a) Use a Template 选项

图 1-1



(b) Start from Scratch 选项

图 1-1 Start Up(开始)对话框

(2) Use a Template(使用样板图)(图 1-1(a)) 用户选择一个适当的样板图开始绘图。样板图中存放的设置(如绘图单位、绘图界限、图层、线型与颜色等)和其他信息以及画好的图形都会自动传递到新的图形中。样板图可被多次使用,其扩展名为. DWT。AutoCAD 本身提供了许多样板图,它们都存放在 AutoCAD 安装文件夹的 Template 子文件夹中。由于这些样板图不符合我国的国标要求,所以不使用它们。用户应该为自己设置一个合适的绘图环境,创建自己的样板图并保存在用户的文件夹下。当使用 Use a Template 选项装入用户样板图时,需双击 Select a Template 列表框(图 1-1(a))中第一项 More Files...,弹出如图 1-2 所示的 Select template(选择样板图)对话框。在对话框中查找用户文件夹,选取用户样板图名,再单击“打开”按钮。

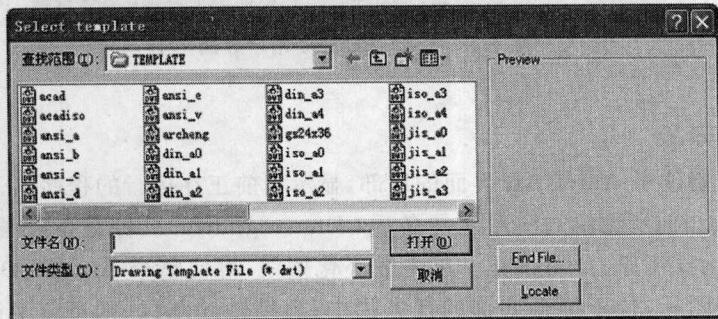


图 1-2 Select template(选择样板图)对话框

(3) Start from Scratch(从缺省设置开始)(图 1-1(b)) 用户确定是选择 English(英制单位)或是 Metric(公制单位)开始绘图。选择 English 时,使用 Acad. dwt 样板图,绘图界限为 12×9 ;选择 Metric 时,使用 Acadiso. dwt 样板图,绘图界限为 420×297 绘图单位。

(4) Open a Drawing(打开图形文件) 用户以此来打开一已存在的图形文件。该按钮功能与 OPEN 命令相同。

(5) Instructions(解释)对上述四个按钮的功能进行简略的解释。

1.2.3 用户界面

AutoCAD R14 用户界面的具体构成和布局随计算机硬件配置及不同用户的喜好而发生变化,但它基本上是由标题条、下拉菜单条、工具条、绘图窗口、命令提示窗口、状态条、文本窗口和屏幕菜单所组成,如图 1-3 所示。

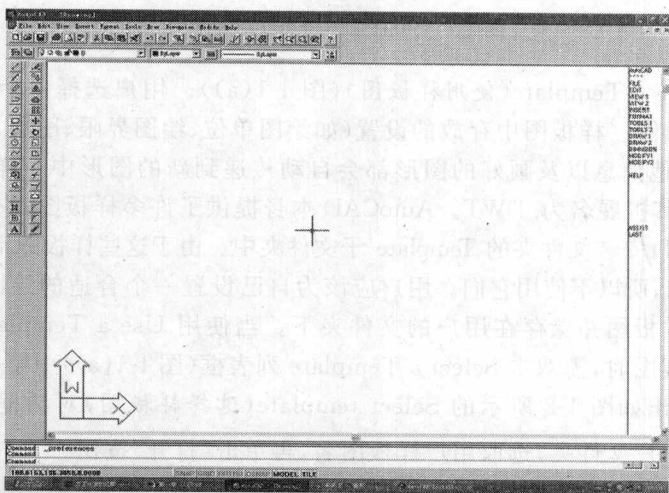


图 1-3 AutoCAD R14 用户界面

1. 标题条

标题条位于 AutoCAD 界面的顶部,显示当前正在运行的程序名——AutoCAD 及当前所编辑的图形文件名(如 Drawing. dwg)。标题条右端是最小化、最大化或还原、关闭按钮。单击最小化按钮,可使整个 AutoCAD 界面缩小为一个图标,位于屏幕底部的任务栏中;再单击此图标,则可使 AutoCAD 界面恢复原来大小。若想使 AutoCAD 用户界面最大,可单击最大化按钮或双击标题框。

2. 下拉菜单条

标题条下边一行为下拉菜单条。下拉菜单条提供控制 AutoCAD 运行的功能和命令。下拉菜单条中的大多数菜单项都代表相应的 AutoCAD 命令。单击菜单条中的某一标题,便可打开一个下拉菜单。图 1-4 是 Tools 下拉菜单。在下拉菜单上移动光标,单击某一个菜单项,便执行该菜单项所提供的命令。

在下拉菜单条中,某些菜单项的右侧有一黑色箭头(如 Draw→Circle),它表明这些菜单项还拥有自己的下属菜单即级联菜单。级联菜单提供某些 AutoCAD 命令更详尽的选项。若某菜单项的右侧带有省略号“...”,则表示此选项的执行将弹出一个对话框,以提供更进一步的选择和设置。当某菜单项的颜色为灰色时,表示此选项所对应的 AutoCAD 命令此时不可执行。如果用户想不执行任何命令就关闭下拉菜单,可以按“Esc”键或单击菜单条的任何部分。菜单条的右端是绘图窗口的控制按钮,有最小化、最大化或还原、关闭三个按钮。

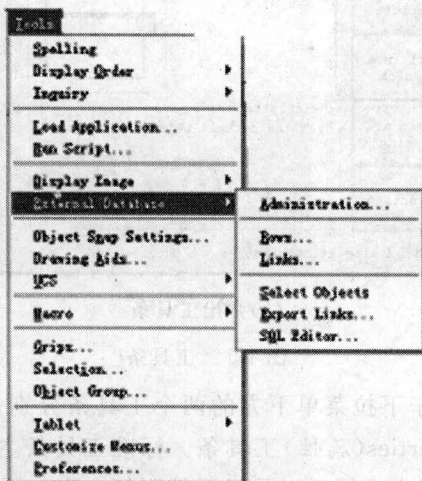


图 1-4 Tools 下拉菜单

3. 工具条

在下拉菜单条下面的图标按钮,或位于 AutoCAD 图形屏幕其他位置(如左侧或右侧)的图标按钮构成了工具条。工具条中包含有常用的 AutoCAD 命令。