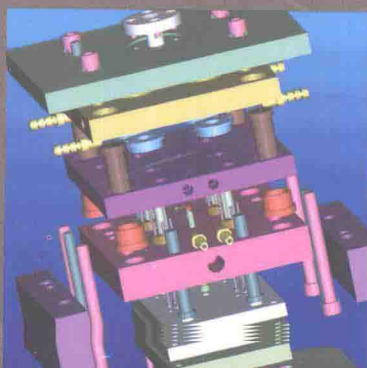


机械CAD 基础教程

主编 席振鹏

主审 郭新华



哈尔滨工业大学出版社

机械 CAD 基础教程

主 编 席振鹏

副主编 赵生虎 张晓明

主 审 郭新华

哈尔滨工业大学出版社

内容简介

本书精选教学实例,通过实例引出相关命令,以不同的实例灵活地反映命令的应用。结合机械制图和机械设计课程,阐述如何应用 AutoCAD 这一软件完成机械设计任务。本书前半部分主要讲述如何提高绘图效率,后半部分主要讲述如何用 AutoCAD 反映设计思想和设计思路。

本书可作为大中专院校 AutoCAD 教学的教材,并可作为 CAD 爱好者学习 AutoCAD 软件的参考书籍。

图书在版编目(CIP)数据

机械 CAD 基础教程/席振鹏等主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2015. 2

ISBN 978-7-5603-5250-3

I. ①机… II. ①席… III. 机械设计:计算机辅助设计—AutoCAD 软件—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 032503 号

责任编辑 杨 桦

封面设计 卞秉利

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂

开 本 787 mm×1092 mm 1/16 印张 12.25 字数 276 千字

版 次 2015 年 2 月第 1 版 2015 年 2 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-5250-3

定 价 28.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

作为应用最广泛的二维 CAD 软件,市场上关于 AutoCAD 的书籍很多,但多数适合作为自学读本,或作为短期教程,而不适合作为高等学校教材使用。适合作为教材的又没有和机械专业紧密结合的,本书的编写主要针对以上问题,力求适合高等应用型教育教学的需要。

本书不过分强调命令及参数的系统性,以应用软件完成机械设计任务为基本思路进行编写。教材精选教学实例,通过实例引出相关命令,结合机械制图和机械设计课程,阐述如何应用 AutoCAD 这一软件完成机械设计任务。本书前半部分主要讲述如何提高绘图效率,后半部分主要讲述如何用 AutoCAD 反映设计思想和设计思路。教材覆盖二维和三维 CAD 应用,体现现代设计思想,以 AutoCAD 2006 为蓝本进行编写,具有先进性。

本书共分 8 章,其中哈尔滨工业大学华德应用技术学院席振鹏编写第 1 章绪论、第 2 章 AutoCAD 的基础知识,孙立峰编写第 3 章 AutoCAD 基本命令的使用,王峰、张晓明编写第 4 章规范完成 AutoCAD 机械绘图,宁士军编写第 6 章使用 AutoCAD 进行减速器设计,呼伦贝尔学院赵生虎、哈尔滨工业大学华德应用技术学院李长威编写第 7 章 AutoCAD 三维设计入门,张晓明编写第 8 章打印与出图以及附录,呼伦贝尔学院赵生虎编写第 5 章典型机械零件 AutoCAD 设计。本书由席振鹏任主编,赵生虎、张晓明任副主编,由郭新华任主审。

本书编写过程中,得到了各界人士的帮助,并参考了相关 AutoCAD 书籍和国内外的相关资料,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免出现不足和疏漏之处,恳切希望使用本书的单位或个人提出宝贵意见。

编者

2007 年 1 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 CAD 的技术发展	1
1.1.1 什么是 CAD/CAM/CAE	1
1.1.2 AutoCAD 软件介绍	2
1.1.3 AutoCAD 发展过程	4
1.1.4 CAD 软件发展趋势	4
1.2 安装 AutoCAD 2006 的软硬件配置要求	5
第 2 章 AutoCAD 的基础知识	6
2.1 用户界面	6
2.2 AutoCAD 的基本操作和设置	7
2.2.1 AutoCAD 的基本操作	7
2.2.2 绘图环境的设置	13
2.2.3 图层的概念	15
2.3 AutoCAD 中位置的确定	15
2.3.1 坐标系	15
2.3.2 对象捕捉和对象追踪	16
2.3.3 缩放和平移	19
第 3 章 AutoCAD 基本命令的使用	22
3.1 绘制直线	22
练习图	23
3.2 绘制圆	24
练习图	26
3.3 绘制多边形和矩形	27
练习图	30
3.4 绘制多段线	31
练习图	33
3.5 绘制圆弧	33
练习图	35
3.6 绘制椭圆和椭圆弧	36
练习图	40
3.7 绘制点	41
3.8 其他编辑命令	43

第 4 章 规范完成 AutoCAD 机械绘图	45
4.1 文字类命令	45
4.1.1 单行文本	45
4.1.2 多行文本	47
练习图	50
4.2 尺寸的标注	50
4.2.1 线型标注	50
练习图	55
4.2.2 非线型标注	55
练习图	59
4.2.3 其他标注	59
4.2.4 公差标注	62
练习图	66
4.3 样板文件的使用	66
4.3.1 样板文件的设置	66
4.3.2 图形样板文件的调用	71
练习	71
4.4 图块的使用	72
练习图	77
4.5 三视图的绘制	78
4.5.1 实例一	78
练习图	84
4.5.2 实例二	85
练习图	89
4.5.3 实例三	90
练习图	101
第 5 章 典型机械零件 AutoCAD 设计	102
5.1 标准件设计	102
5.1.1 螺纹	102
5.1.2 轴承	105
5.2 轴类零件设计	108
5.3 盘类零件设计	112
5.4 壳体类零件设计	116
练习图	129
第 6 章 使用 AutoCAD 进行减速器设计	132
6.1 图块的设置	132
练习图	133
6.2 装配图绘制	134

第 7 章 AutoCAD 三维设计入门	140
7.1 基础知识	140
7.1.1 三维绘图环境	140
7.1.2 三维坐标系	142
7.2 典型形状绘制	144
7.2.1 长方体	144
7.2.2 球体	145
7.2.3 圆柱体	146
7.2.4 圆锥体	147
7.2.5 楔体	148
7.2.6 圆环体	148
7.3 拉伸与旋转	149
7.3.1 面域	149
7.3.2 布尔运算命令	149
7.3.3 拉伸	150
7.3.4 旋转	151
7.4 消隐、着色与渲染	152
7.4.1 消隐	152
7.4.2 着色	153
7.4.3 渲染	154
7.5 其他典型三维命令	156
7.5.1 三维阵列	156
7.5.2 三维镜像	158
7.5.3 三维旋转	159
7.5.4 三维实体圆角和倒角	160
7.5.5 剖切和切割三维实体	161
7.6 绘制减速器基本部件	163
7.6.1 平键与花键立体图	163
7.6.2 传动轴的立体图	165
7.6.3 轴承座的立体图	168
7.6.4 齿轮的立体图	170
7.6.5 箱体的立体图	172
第 8 章 打印与出图	176
8.1 设置打印参数	176
8.2 页面设置	178
附录	180
附录 1 AutoCAD 2006 常用命令	180
附录 2 AutoCAD 2005、2006 及 2007 新版的改进详情	182
参考文献	186

本章主要讲授与 CAD 相关的基础知识和 AutoCAD 软件的特点。

1.1 CAD 的技术发展

1.1.1 什么是 CAD/CAM/CAE

CAD(Computer Aided Design)即计算机辅助设计,是制造业中产品设计时非常重要的工具,它运用大量非常复杂的数学模型进行计算,大大减轻了手工绘图设计模式中的工作量,极大地提高了设计效率。

CAM(Computer Aided Manufacturing)是计算机辅助制造。

CAE(Computer Aided Engineering)是用计算机辅助求解复杂工程和产品结构强度、刚度、屈曲稳定性、动力响应、热传导、三维多体接触和弹塑性等力学性能的分析计算以及结构性能的优化设计等问题的一种近似数值分析方法。其基本思想是将一个形状复杂的连续体的求解区域分解为形状简单的有限的子区域,即将一个连续体简化为由有限个单元组合的等效组合体;通过将连续体离散化,把求解连续体的场变量(应力、位移、压力和温度等)问题简化为求解有限的单元节点上的场变量值。此时,求解的基本方程将是一个代数方程组,而不是原来描述真实连续体场变量的微分方程组,得到的是近似的数值解,求解的近似程度取决于所采用的单元类型、数量以及对单元的插值函数。

CAPP(Computer Aided Process Planning),中文翻译为计算机辅助工艺过程设计。CAPP 是一种将企业产品设计数据转换为产品制造数据的技术,通过使用这种计算机技术辅助工艺、设计人员完成从毛坯到成品的设计。CAPP 系统的应用为企业数据信息的集成打下坚实的基础。

CAD 是一个包含范围很广的概念,概括来说,CAD 的设计对象有两大类,一类是机械、电气、电子、轻工和纺织产品;另一类是工程设计产品,即工程建筑,国外简称 AEC (Architecture Engineering & Construction)。而如今,CAD 技术的应用范围已经延伸到艺术、电影、动画、广告和娱乐等领域,产生了巨大的经济及社会效益,有着广泛的应用前景。

CAD 在机械制造行业的应用最早,也最为广泛。采用 CAD 技术进行产品设计不但可以使设计人员“甩掉图板”,更新传统的设计思想,实现设计自动化,降低产品的成本,提高企业及其产品在市场上的竞争能力,还可以使企业由原来的串行式作业转变为并行式作业,建立一种全新的设计和生产技术管理体制,缩短产品的开发周期,提高劳动生产率。

如今,世界各大航空、航天及汽车等制造业巨头不但广泛采用 CAD/CAM 技术进行产品设计,而且投入大量的人力物力及资金进行 CAD/CAM 软件的开发,以保持自己技术上的领先和国际市场上的优势。

1.1.2 AutoCAD 软件介绍

AutoCAD 软件是美国 Autodesk 公司开发的产品,它将制图带入了个人计算机时代。AutoCAD 软件现已成为全球领先的、使用最为广泛的计算机绘图软件,用于二维绘图、详细绘制、设计文档和基本三维设计。自从 1982 年 Autodesk 公司首次推出 AutoCAD 软件,就在不断地进行完善,陆续推出了多个版本,AutoCAD 2006 是 AutoCAD 软件的第 20 个版本,其性能得到了全面提升,使你的日常工作变得更加高效。

由于 AutoCAD 制图功能强大,应用面广,现已在机械、建筑、汽车、电子、航天、造船、地质、服装等多个领域得到了广泛应用,成为工程技术人员的必备工具之一。

建筑领域运用 AutoCAD 绘制的平面图,如图 1.1 所示。

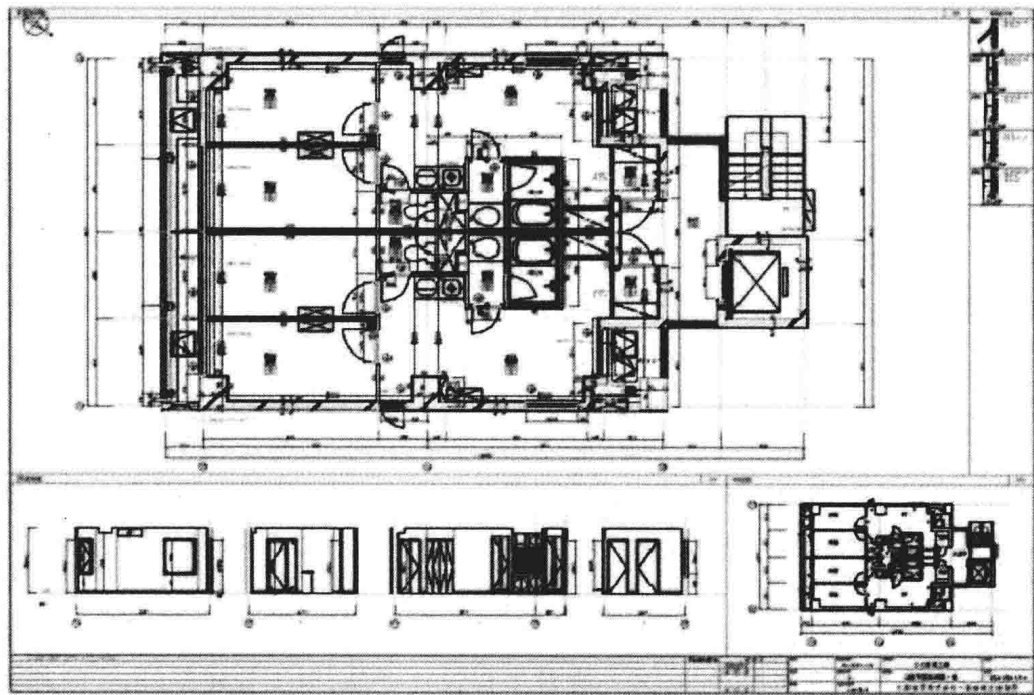


图 1.1 AutoCAD 绘制的建筑平面图

AutoCAD 不仅可以绘制工程图纸,它具有的三维技术还可以为客户提供逼真的三维效果图,图 1.2 为室外建筑三维效果图。

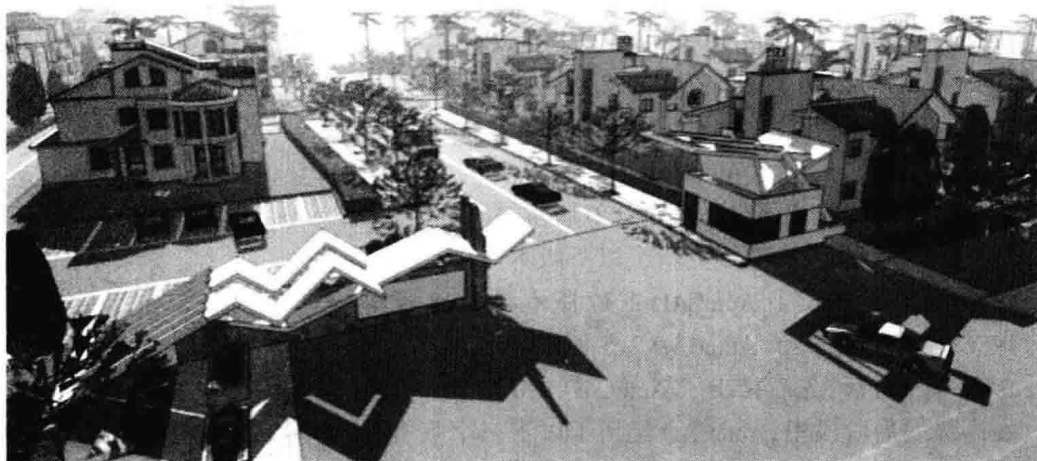


图 1.2 AutoCAD 绘制的三维效果图

AutoCAD 绘制的机械产品三维图,如图 1.3 所示。

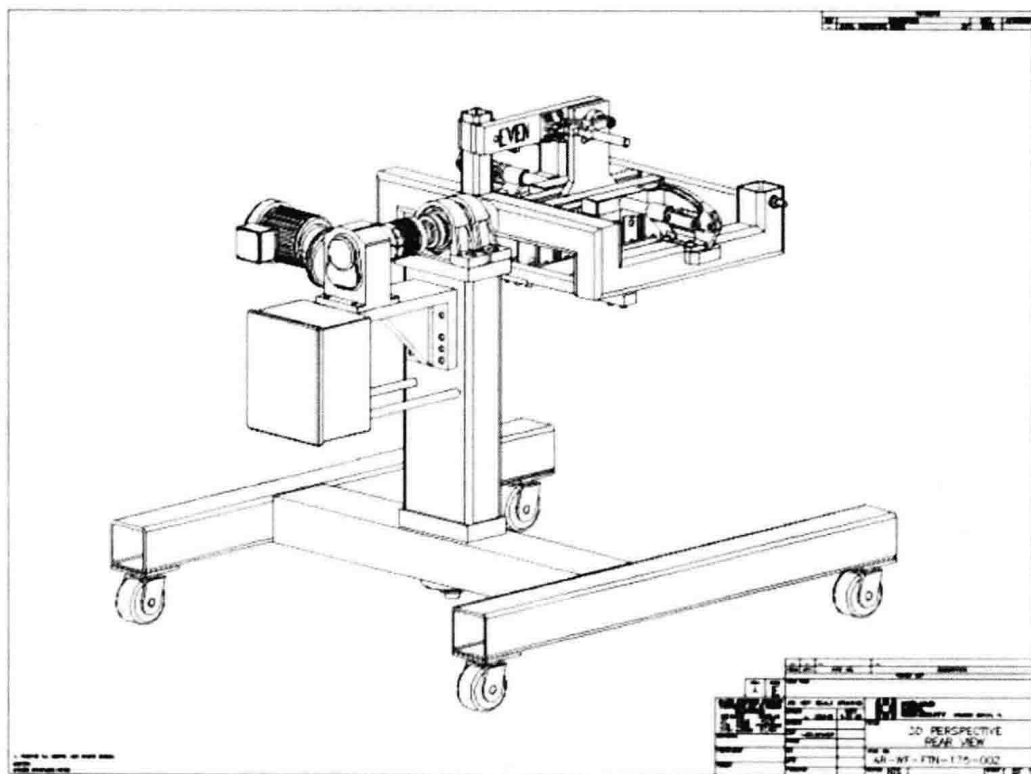


图 1.3 AutoCAD 绘制的机械产品三维图

1.1.3 AutoCAD 发展过程

AutoCAD 的发展过程可分为初级阶段、发展阶段、高级发展阶段、完善阶段和进一步完善阶段五个阶段。

在初级阶段里,AutoCAD 更新了以下五个版本。

1982 年 11 月,首次推出了 AutoCAD 1.0 版本。

1983 年 4 月,推出了 AutoCAD 1.2 版本。

1983 年 8 月,推出了 AutoCAD 1.3 版本。

1983 年 10 月,推出了 AutoCAD 1.4 版本。

1984 年 10 月,推出了 AutoCAD 2.0 版本。

在发展阶段里,AutoCAD 更新了以下版本。

1985 年 5 月,推出了 AutoCAD 2.17 版本和 2.18 版本。

1986 年 6 月,推出了 AutoCAD 2.5 版本。

1987 年 9 月后,先后推出了 AutoCAD 9.0 版本和 9.03 版本。

在高级发展阶段里,AutoCAD 经历了以下三个版本,使 AutoCAD 的高级协助设计功能逐步完善。

1988 年 8 月,推出了 AutoCAD 10.0 版本。

1990 年,推出了 AutoCAD 11.0 版本。

1992 年,推出了 AutoCAD 12.0 版本。

在完善阶段中,AutoCAD 经历了以下三个版本,逐步由 DOS 平台转向 Windows 平台。

1996 年 6 月,AutoCAD R13 版本问世。AutoCAD R13 有 for DOS 和 for Windows 两个版本,以后为 for Windows 版本。

1998 年 1 月,推出了划时代的 AutoCAD R14 版本。

1999 年 1 月,推出了 AutoCAD 2000 版本。

在进一步完善阶段中,AutoCAD 经历了以下两个版本,功能逐渐加强。

2001 年 9 月,Autodesk 公司向用户发布了 AutoCAD 2002 版本。

2003 年 5 月,Autodesk 公司推出了 AutoCAD 2004 版本。

2004 年和 2005 年,Autodesk 公司分别推出了 AutoCAD 2005 版本和 AutoCAD 2006 版本。

目前的最新版本是 AutoCAD 2007。

1.1.4 CAD 软件发展趋势

(1) 标准化 CAD/CAM 系统可建立标准零件数据库、非标准零件数据库和模具参数数据库。标准零件数据库中的零件在 CAD 设计中可以随时调用,并采用 GT(成组技术)生产。非标准零件数据库中存放的零件,虽然与设计所需结构不尽相同,但利用系统自身的建模技术可以方便地进行修改,从而加快设计过程;结构库是在参数化设计的基础上实现的,按用户要求对相似模具结构进行修改,即可生成所需的结构。

(2) 集成化技术。现代模具设计制造系统不仅应强调信息的集成,更应强调技术、人和管理的集成。在开发模具制造系统时强调“多集成”的概念,即信息集成、智能集成、串并行工作机制集成及人员集成,这更适合未来制造系统的需求。

(3) 智能化技术。应用人工智能技术既要实现产品生命周期(包括产品设计、制造、使用等)各个环节的智能化,生产过程(包括组织、管理、计划、调度、控制等)各个环节的智能化,以及模具设备的智能化,也要实现人与系统的融合及人在其中智能的充分发挥。

(4) 网络技术的应用。网络技术包括硬件与软件的集成实现,各种通信协议及制造自动化协议,信息通信接口,系统操作控制策略等,是实现各种制造系统自动化的基础。目前早已出现了通过 Internet 实现跨国界模具设计的成功例子。

(5) 多学科多功能综合产品设计技术。产品的开发设计不仅用到机械科学的理论与知识,而且还用到电磁学、光学、控制理论等知识。产品的开发要进行多目标全性能的优化设计,以追求模具产品动静态特性、效率、精度、使用寿命、可靠性、制造成本与制造周期的最佳组合。

(6) 逆向工程技术的应用。在许多情况下,一些产品并非来自设计概念,而是来源于另外一些产品或实物。要在只有产品原型或实物模型,而没有产品图样的条件下进行模具的设计和制造就需要通过对实物的测量,然后利用测量数据对实物的 CAD 几何模型进行重新构造,这种过程就是逆向工程 RE(Reverse Engineering)。逆向工程能够缩短从设计到制造的周期,是帮助设计者实现并行工程等现代设计概念的一种强有力的工具,目前在工程上正得到越来越广泛的应用。

(7) 快速成形技术。快速成形制造技术 RPM(Rapid Prototyping & Manufacturing)是基于层制造原理,迅速制造出产品原型,而与零件的几何复杂程度无关,尤其在具有复杂曲面形状的产品制造中更能显示其优越性。它不仅能够迅速制造出原型供设计评估、装配校验、功能试验,而且还可以通过形状复制快速经济地制造出产品模具(如制造电极时用于 EDM 加工),从而避免了传统模具制造的费时、高成本的 NC 加工,因而 RPM 技术在模具制造中发挥着越来越重要的作用。

1.2 安装 AutoCAD 2006 的软硬件配置要求

1. AutoCAD 2006 操作系统要求

Windows XP HOME / Windows XP PRO ffsional/ Windows TABLET PC / Windows 2000 SP4

2. AutoCAD 2006 硬件要求

CPU: 奔腾 3 800 MHz 或更高

内存: 512M 或更高

浏览器: IE 6 SP1

显示: 1024 × 768(真彩色)

硬盘: 需要安装 500M

第 2 章

AutoCAD 的基础知识

本章主要讲授应用 AutoCAD 2006 绘图的一些基础知识,包括坐标系、对象捕捉、对象追踪、缩放和平移等,作为学习 AutoCAD 2006 的背景知识。

2.1 用户界面

在学习使用 AutoCAD 2006 绘制图形之前,首先应当熟悉操作界面,了解各区域的用途。启动 AutoCAD 2006 之后,打开工作界面,界面如图 2.1 所示。

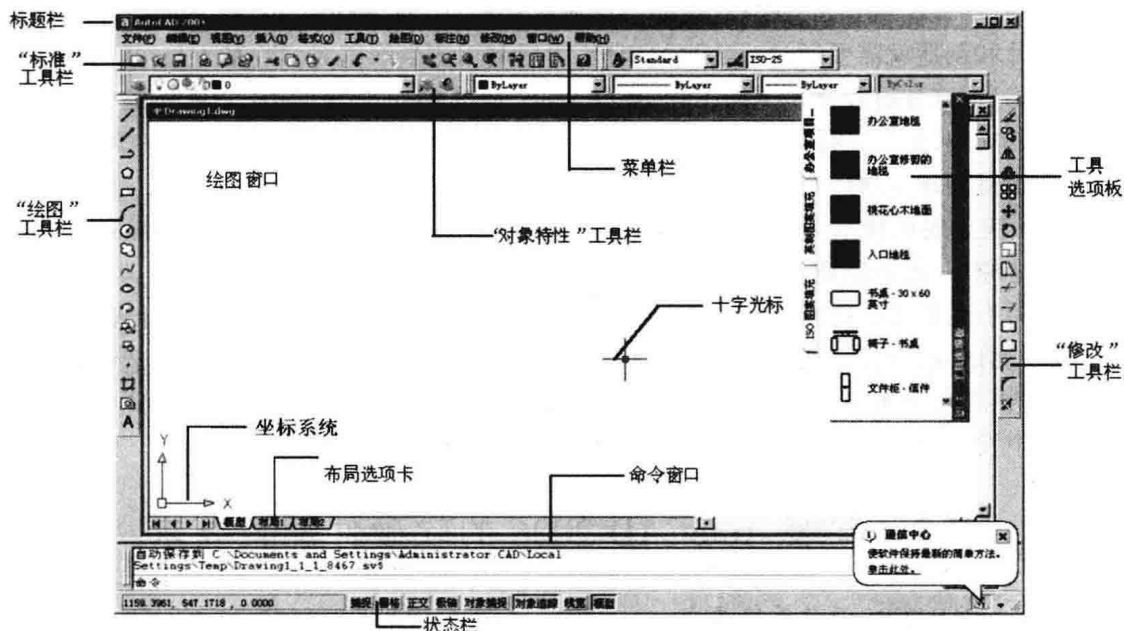


图 2.1 AutoCAD 2006 界面

1. 标题栏

标题栏在界面的顶部,它显示了软件的名称 AutoCAD 2006 和图标。如果绘图窗口最大化显示,标题栏中还会显示当前打开的图形文件名称和路径。如果是当前新建的图形文件尚未保存,则显示“Drawing1.dwg”。

2. 菜单栏

在标题栏的下面是菜单栏,点击任何一个菜单名称,都会弹出相应的下拉菜单,这是 AutoCAD 2006 的主要功能选项,包含了几乎全部的功能命令。

3. 工具栏

除了执行菜单命令进行各种操作,AutoCAD 提供的另一种执行命令的方式就是工具栏。每个工具栏中都包含多个图标命令按钮,点击这些按钮就可以调用相应的 AutoCAD 命令。

4. 绘图窗口

AutoCAD 界面中最大的空白区域就是绘图窗口区域。如果用户关闭一些工具栏,则可以扩大绘图窗口,绘图窗口有竖向和横向的滚动滑块,移动滑块可以观察窗口中的不同区域。在绘图窗口的下方有模型和布局选项卡,用户可通过点击选项卡来切换绘图窗口中的模型空间和图纸空间。

5. 命令窗口

在绘图窗口的下方是命令窗口,它是用户与 AutoCAD 进行对话的窗口,通过命令窗口发出绘图命令,与菜单和工具栏按钮功能相同。在绘图时,无论是选择菜单命令,还是使用工具按钮,或者是在命令窗口输入命令,命令窗口中都会有提示信息,如出错信息、命令选项和提示信息等。

6. 状态栏

状态栏在 AutoCAD 界面的最底部,左侧数值显示的是当前十字光标所处的三维坐标值,中间是绘图辅助工具的开关按钮,包括捕捉、栅格、正交、极轴、对象捕捉、对象追踪、DYN(动态数据输入)、线宽和模型。点击任意一个绘图辅助工具开关按钮,可将它们切换成打开或关闭状态。按钮凹陷时,是打开状态,表示启动了该项操作;按钮凸起时,是关闭状态。在按钮上点击鼠标右键时,会弹出一个菜单,可以选择设置命令,打开该辅助工具的设置对话框修改选项。

7. 图纸集管理器和工具选项板

默认方式启动 AutoCAD 2006 时,会弹出图纸集管理器和工具选项板,其中的工具可以方便操作,但在不用时可以暂时关闭。需要时选择菜单命令“工具/图纸集管理器”或“工具/工具选项板”即可打开。

2.2 AutoCAD 的基本操作和设置

2.2.1 AutoCAD 的基本操作

1. 新建文件和保存文件

新建文件可以通过文件菜单的新建或点选标准工具栏的新建图标进行,执行命令后显示如图 2.2 所示对话框,提示选择模版类型,AutoCAD 提供 ISO 等标准模版,这里建议按第 4 章所讲建立自用模版,如无其他要求可以打开 acadiso.dwt 公制模版作为初始设置(acad.dwt 公制为英制模版),或通过点击打开旁边的三角选择“无样板打开公制”,如图 2.3 所示。

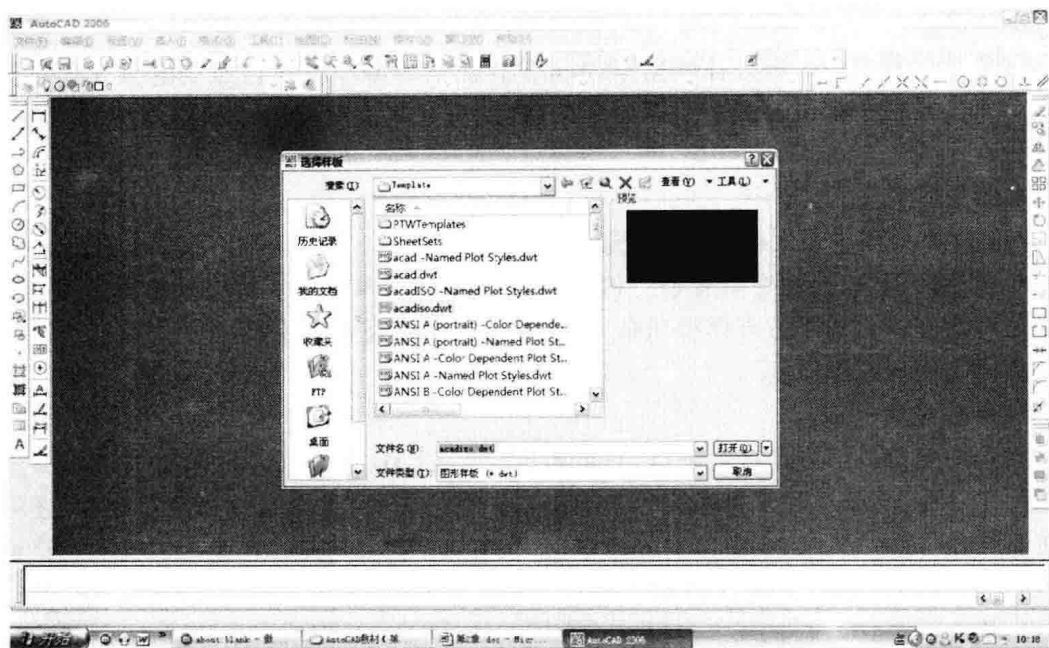


图 2.2 新建文件

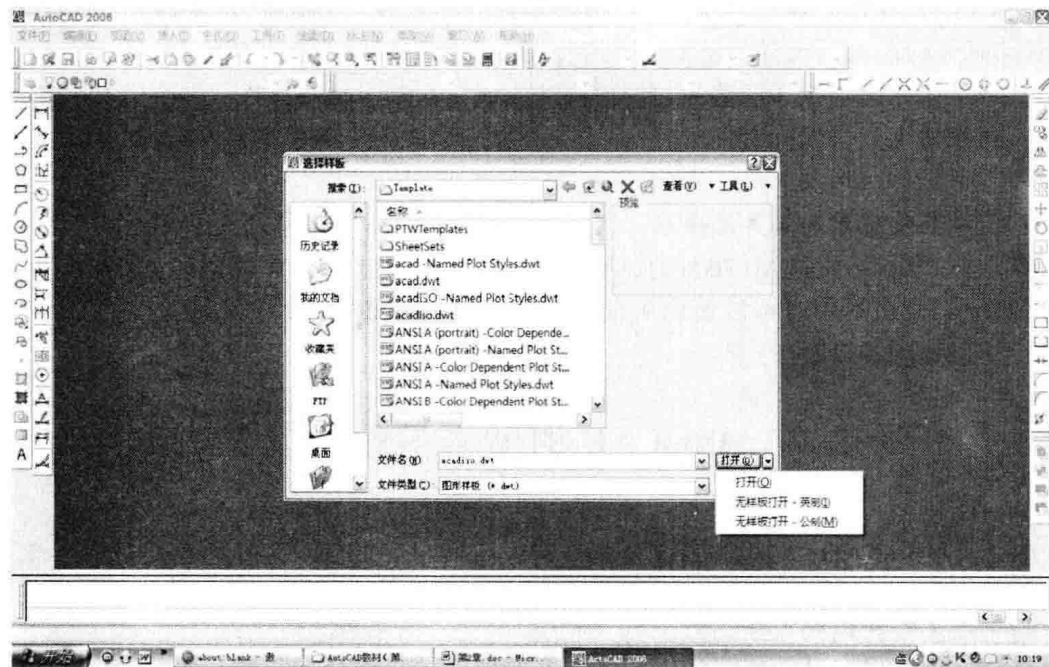


图 2.3 按公制无样板打开

保存文件可以通过点击保存图标或从文件菜单中选择保存进行,在文件名位置输入所需文件名选择保存即可,如图 2.4,图 2.5 所示。

提示:第二次保存同一个文件不显示对话框,不需要输入文件名。

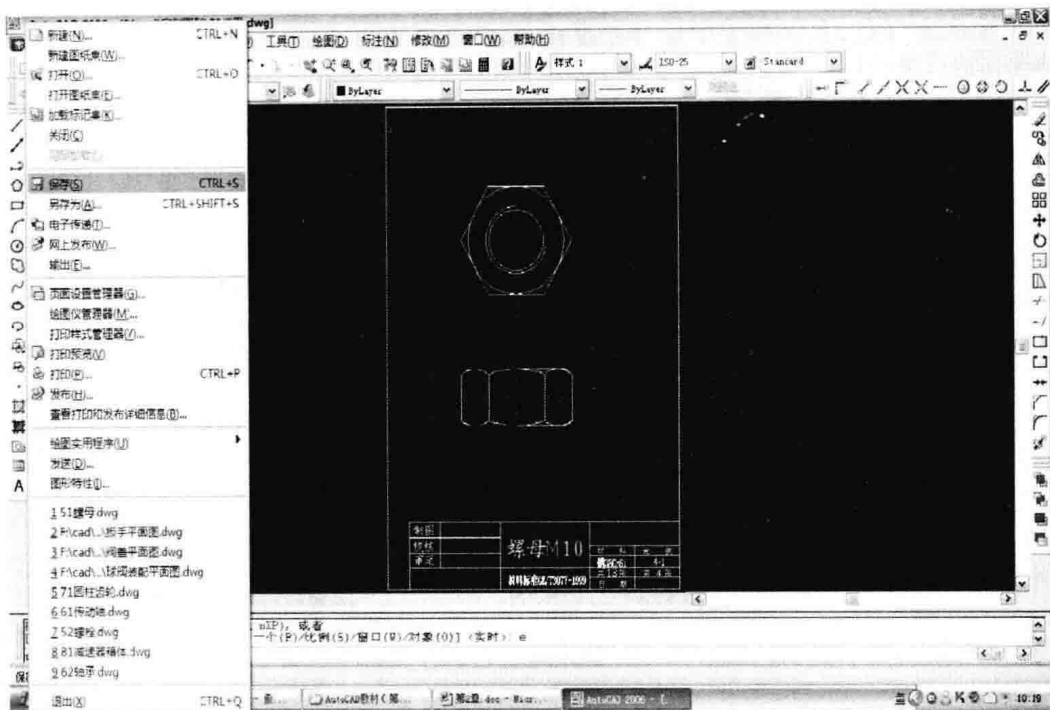


图 2.4 保存文件



图 2.5 保存文件时输入文件名

2. 保存文件副本

保存副本(改名保存)操作是在文件菜单中选择保存副本,并在弹出对话框中的文件

名位置输入文件名,在保存于中选择存盘路径,如图 2.6 所示。



图 2.6 保存文件副本

说明:可以在文件类型中选择要保存的文件类型,AutoCAD 提供如下文件类型。

Dwg: 标准 AutoCAD 文件,根据 AutoCAD 版本的不同,又有所区别。

Dwt: AutoCAD 样板文件(第 4 章介绍)。

Dxf: AutoCAD 提供的交换文件格式,便于与其他软件交换文件使用。

3. AutoCAD 中命令的输入方式

AutoCAD 命令的输入方式有如下四种。

菜单输入:通过下拉菜单选择命令。

工具栏输入:通过点选工具栏相关按钮输入。

命令行输入:通过在命令行输入命令(如在命令行输入 LINE),AutoCAD 中提供命令的快捷输入,如 LINE 命令可以快捷输入 L,详细的快捷输入可以参考附录 1。

鼠标右键输入:用于重复上一条命令。

4. AutoCAD 中鼠标右键的作用

AutoCAD 使用过程中鼠标右键的应用频率较高,主要可以完成以下任务。

(1)在执行一条命令的过程中,点击鼠标右键可以选择命令的子命令或选择结束此条命令,如图 2.7 所示。

(2)在没有任何命令输入的前提下,在屏幕上点击鼠标右键,可以选择当前的输入,或重复上一条命令,如图 2.8 所示。