

高等学校工程设计与计算系列教材

# 计算机辅助设计与绘图

—— AutoCAD 实用教程

白 云 编著  
钱培德 主审

高等教育出版社

## 内 容 提 要

本书是基于作者多年 CAD 教学和研究经验,并参考大量 CAD 资料,结合教材特点编写而成的。本书详细叙述了计算机辅助设计(CAD)的基础知识、基本概念和基本方法,以及 AutoCAD 的基本内容,并以最新的 AutoCAD 2002 软件为基础,详细介绍了 AutoCAD 2002 的基本操作、二维图形绘制与编辑、绘图环境设置、对象捕捉与自动追踪、图层与线型、图块与属性、外部参照与在位编辑、图案填充、文字注释与编辑、尺寸变量与尺寸标注、图纸空间布局与图形输出、三维图形绘制与编辑以及多重设计环境、AutoCAD 设计中心、定制 AutoCAD (命令别名、工具条、菜单)、图形信息查询、CAD 标准与图层转换器、Web 信息浏览与发布、今日窗口与公告牌等特殊功能。

本书叙述通俗易懂,由浅入深,循序渐进,内容组织突出概念,强化操作,注重实践。每章有大量练习,书后附有 15 个配套实验指导和 5 个附录,为读者系统学习、实战演练、信息查询提供全面、详尽、实用的内容。

本书是一本集理论学习、实例操作和实验训练为一体的颇具特色的教科书,可作为本专科学生的 CAD 教材,也可作为 CAD 技术培训教材和工程技术人员参考用书。

# 前 言

计算机辅助设计(CAD)技术是计算机科学技术的一个重要分支,它广泛应用于工业生产、工程设计、机器制造、科学研究等诸多领域。近几年,CAD技术发展之快、应用之广、影响之大,令人瞩目,CAD技术研究更加深入,CAD系统用户成倍增加,CAD应用领域不断扩大。目前,CAD技术已成为工厂、企业、科研部门提高技术创新能力、加快产品开发速度、增强市场竞争力的一项关键技术,CAD技术的应用水平已成为衡量一个国家科学现代化和工业现代化的重要标志之一。

AutoCAD 2002 是美国 Autodesk 公司最新推出的计算机辅助设计和绘图软件,反映了当今 CAD 技术的发展潮流,是 Autodesk 公司的旗舰产品。AutoCAD 2002 的推出,使 CAD 技术达到了更高的层次,在社会上引起了极大反响。它具有直观的图形操作界面、超强的辅助绘图工具、完备的二维绘图功能、强大的三维造型手段和快捷的网络互动环境。它能显著提高工作效率、改善数据存取、便利协作和满足各种需求,真正实现了与 Intranet/Internet 网络的无缝集成,体现了高速度、高质量、易用三大特点,成为基于微机平台的世界一流 CAD 软件,深受用户好评。

本书根据作者多年 CAD 教学和研究经验,参考大量 CAD 资料,结合教材特点编写而成。书中详细叙述了计算机辅助设计(CAD)的基础知识、基本概念和基本方法,以及 AutoCAD 的基本内容,并以最新的 AutoCAD 2002 软件为基础,详细介绍了 AutoCAD 2002 的基本操作、二维图形绘制与编辑、绘图环境设置、对象捕捉与自动追踪、图层与线型、图块与属性、外部参照与在位编辑、图案填充、文字注释与编辑、尺寸变量与尺寸标注、图纸空间布局与图形输出、三维图形绘制与编辑,以及多重设计环境、AutoCAD 设计中心、定制 AutoCAD(命令别名、工具条、菜单)图形信息查询、CAD 标准与图层转换器、Internet 远程 Web 信息浏览与发布、今日窗口与广告牌等特殊功能。

本书叙述通俗易懂,由浅入深,循序渐进。本书组织突出概念,强化操作,注重实用,为读者系统学习、实战演练、信息查询提供了全面、详尽、实用的内容。每章有大量练习,书后附 15 个实验指导,供读者练习和上机实验之用,书后提供 5 个附录,便于读者快速查阅有关内容。

本书是一本集理论学习、实例操作和实战训练为一体的颇具特色的教科书,可作为高等院校工科学生的 CAD 教材,也可作为社会 CAD 技术培训教材和工程技术人员参考用书。

承蒙苏州大学校长钱培德先生负责本书的主审工作。他在百忙之中详细审阅了全部书稿,并提出了许多宝贵的修改意见,同济大学博士生导师李启炎教授也详细审阅了全部书稿,提出了许多建设性意见,他们的工作提高了本书的质量,在此表示诚挚的谢意。本书在编写过程中,还得到了周蓓蓓、吴勇和刘怡等同志的许多帮助,绘制了书中部分插图,编写了部分附录,张若愚同志在文字录入上给予了大力帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免出现错误和不妥之处,恳请专家和读者批评指正。

编者

# 目 录

第一章 CAD 技术概述 .....	(1)	2.7 多重设计环境(MDE) .....	(27)
1.1 CAD 技术:概念、特点、应用和发展 ...	(1)	2.7.1 MDE 功能 .....	(28)
1.1.1 CAD 技术及其应用 .....	(1)	2.7.2 MDE 图形显示模式 .....	(28)
1.1.2 CAD 技术的发展历程 .....	(1)	2.7.3 MDE 多文档模式设置 .....	(29)
1.2 CAD 系统组成 .....	(3)	2.8 绘图操作示例 .....	(29)
1.2.1 CAD 系统组成 .....	(3)	练习二 .....	(30)
1.2.2 CAD 系统对运行环境的要求 .....	(5)	第三章 二维图形绘制 .....	(31)
1.2.3 CAD 系统的技术背景 .....	(6)	3.1 绘制点对象( POINT ) .....	(31)
练习一 .....	(6)	3.2 绘制直线对象(LINE) .....	(32)
第二章 AutoCAD 基本知识 .....	(7)	3.3 绘制圆对象( CIRCLE ) .....	(33)
2.1 AutoCAD 概述 .....	(7)	3.4 绘制圆弧对象( ARC ) .....	(36)
2.1.1 AutoCAD 简介 .....	(7)	3.5 绘制射线对象( RAY ) .....	(40)
2.1.2 AutoCAD 2002 主要功能 .....	(8)	3.6 绘制构造线对象( XLINE ) .....	(40)
2.1.3 AutoCAD 2002 软、硬件配置 .....	(9)	3.7 绘制多线对象( MLINE ) .....	(44)
2.1.4 AutoCAD 2002 系统安装 .....	(10)	3.7.1 绘制多线 .....	(44)
2.2 AutoCAD 2002 启动与启动		3.7.2 定义多线样式 .....	(45)
向导(引擎) .....	(11)	3.8 绘制定数等分点对象( DIVIDE ) .....	(47)
2.2.1 AutoCAD 2002 启动 .....	(11)	3.9 绘制定距等分点对象( MEASURE ) .....	(47)
2.2.2 AutoCAD 2002 启动向导(引擎) ...	(11)	3.10 绘制二维多义线对象( PLINE ) .....	(48)
2.3 AutoCAD 2002 图形用户界面 .....	(18)	3.11 绘制矩形对象( RECTANG ) .....	(50)
2.4 命令和参数输入 .....	(21)	3.12 绘制等边多边形对象( POLYGON ) ...	(51)
2.4.1 从键盘输入命令 .....	(21)	3.13 绘制椭圆和椭圆弧对象( ELLIPSE ) ...	(53)
2.4.2 从菜单输入命令 .....	(21)	3.14 绘制样条曲线对象( SPLINE ) .....	(55)
2.4.3 从工具条输入命令 .....	(22)	3.15 绘制圆环或填充圆对象( DONUT ) ...	(56)
2.4.4 重复输入命令 .....	(22)	3.16 绘制徒手画线对象( SKETCH ) .....	(57)
2.4.5 透明命令输入 .....	(22)	3.17 绘制轨迹线(等宽线)对象	
2.5 数据输入 .....	(22)	(TRACE) .....	(58)
2.5.1 AutoCAD 坐标系统 .....	(22)	3.18 绘制二维实体对象( SOLID ) .....	(59)
2.5.2 输入点数据 .....	(23)	练习三 .....	(59)
2.5.3 输入数值数据 .....	(24)	第四章 绘图环境设置 .....	(61)
2.5.4 输入角度数据 .....	(24)	4.1 图形范围设置( LIMITS ) .....	(61)
2.5.5 通过对话框输入数据 .....	(25)	4.1.1 中性度量单位 .....	(61)
2.6 AutoCAD 2002 文件操作 .....	(25)	4.1.2 图形范围设置( LIMITS ) .....	(61)
2.6.1 建立新的图形文件 .....	(25)	4.2 图形单位设置( UNITS ) .....	(62)
2.6.2 打开旧的图形文件 .....	(26)	4.3 栅格设置和控制( GRID) .....	(64)
2.6.3 文件快速存盘 .....	(26)	4.4 网格捕捉设置( SNAP) .....	(66)
2.6.4 文件换名存盘 .....	(27)	4.5 正交模式设置( ORTHO) .....	(68)
2.6.5 按原名或指定名字将文件存盘 ...	(27)	4.6 对象颜色设置( COLOR ) .....	(68)

4.7 对象线型设置(LINETYPE)..... (69)	6.12 修剪对象( TRIM )..... (117)
4.7.1 线型概述 ..... (69)	6.13 延伸对象( EXTEND ) ..... (118)
4.7.2 线型设置 ..... (70)	6.14 打断对象( BREAK ) ..... (120)
4.7.3 全局线型比例设置( LTSCALE ) ... (72)	6.15 倒角( CHAMFER )..... (120)
4.7.4 当前对象线型比例设置 ( CELTSCALE ) ..... (72)	6.16 圆角( FILLET ) ..... (122)
4.7.5 定义新线型 ..... (72)	6.17 分解对象( EXPLODE ) ..... (124)
4.8 对象线宽设置( LWEIGHT ) ..... (73)	6.18 编辑二维多段线( PEDIT ) ..... (124)
4.9 图层管理( LAYER ) ..... (75)	6.19 编辑样条曲线( SPLINEDIT )..... (126)
4.9.1 图层概念 ..... (75)	6.20 编辑多线( MLEDIT )..... (128)
4.9.2 图层特性 ..... (75)	6.21 对齐对象( ALIGN ) ..... (129)
4.9.3 图层管理 ..... (75)	6.22 修改对象( CHANGE ) ..... (130)
4.9.4 使用图层特性管理器设置 ..... (79)	6.23 用对话框查询和修改对象特性 ..... (132)
练习四 ..... (81)	6.23.1 对象特性工具条 ..... (132)
<b>第五章 目标对象捕捉与自动追踪</b> ..... (83)	6.23.2 对象特性管理器 ( PROPERTIES )..... (132)
5.1 目标对象捕捉 ..... (83)	6.23.3 特性匹配( MATCHPROP )..... (133)
5.1.1 概述 ..... (83)	6.24 利用夹点功能编辑对象( GRIPS ) ... (134)
5.1.2 对象捕捉模式 ..... (83)	6.24.1 夹点概念 ..... (134)
5.1.3 设置单点对象捕捉 ..... (84)	6.24.2 启用或关闭夹点 ..... (135)
5.1.4 设置永久对象捕捉 ..... (85)	6.24.3 夹点编辑过程 ..... (135)
5.2 自动追踪功能 ..... (88)	6.25 利用剪贴板移动或复制对象 ..... (137)
5.2.1 对象捕捉追踪 ..... (88)	6.25.1 剪切对象 ..... (137)
5.2.2 极轴追踪 ..... (91)	6.25.2 复制对象 ..... (137)
5.3 视图缩放( ZOOM ) ..... (93)	6.25.3 粘贴对象 ..... (138)
5.4 视图平移( PAN ) ..... (94)	6.26 综合练习 ..... (138)
5.5 重画视图( REDRAW、REDRAWALL ) ... (94)	练习六 ..... (139)
5.6 重新生成图形( REGEN、REGENALL ) ... (94)	<b>第七章 图案填充</b> ..... (141)
练习五 ..... (94)	7.1 图案填充概念 ..... (141)
<b>第六章 二维图形编辑</b> ..... (97)	7.2 使用键盘命令填充图案( HATCH ) ... (142)
6.1 对象选择方式 ..... (98)	7.3 利用对话框填充图案( BHATCH )..... (144)
6.1.1 对象选择与选择集 ..... (98)	7.4 编辑填充图案( HATCHEDIT ) ..... (146)
6.1.2 快速选择对象 ..... (101)	7.5 定制填充图案 ..... (146)
6.1.3 设置对象选择模式 ..... (102)	练习七 ..... (147)
6.2 删除对象( ERASE )..... (103)	<b>第八章 图块、属性与外部参照</b> ..... (148)
6.3 复制对象( COPY ) ..... (103)	8.1 图块 ..... (148)
6.4 镜像对象( MIRROR )..... (105)	8.1.1 图块概念 ..... (148)
6.5 绘制偏移线( OFFSET ) ..... (106)	8.1.2 使用对话框定义图块( BLOCK ) ... (149)
6.6 阵列对象( ARRAY ) ..... (107)	8.1.3 使用命令操作定义图块 ( - BLOCK )..... (150)
6.7 平移对象( MOVE )..... (111)	8.2 插入图块( - INSERT、INSERT、 DDINSERT )..... (151)
6.8 旋转对象( ROTATE ) ..... (112)	8.2.1 插入图块( - INSERT、INSERT、 DDINSERT )..... (151)
6.9 缩放对象( SCALE )..... (113)	
6.10 拉伸对象( STRETCH ) ..... (114)	
6.11 加长对象( LENGTHEN ) ..... (115)	

8.2.2 以阵列方式插入图块 (MINSERT)..... (154)	9.6 艺术字文字注释 ..... (188)
8.2.3 以等分方式插入图块(DIVIDE) ... (154)	9.7 文字注释新功能 ..... (188)
8.2.4 以等距方式插入图块 (MEASURE) ..... (155)	9.7.1 增强型拼写检查(SPELL) ..... (188)
8.2.5 确定图形文件插入基点 ..... (155)	9.7.2 文字缩放(SCALETEXT)..... (190)
8.2.6 将图形文件作为图块插入 ..... (155)	9.7.3 文字对正(JUSTIFYTEXT) ..... (190)
8.2.7 定义外部图块(-WBLOCK, WBLOCK) ..... (155)	9.7.4 匹配不同空间中的文字 高度(SPACETRANS) ..... (191)
8.3 属性 ..... (158)	练习九 ..... (192)
8.3.1 属性概念 ..... (158)	<b>第十章 尺寸标注与编辑</b> ..... (193)
8.3.2 属性定义(ATTDEF、 DDATTDEF)..... (158)	10.1 尺寸标注概述 ..... (193)
8.3.3 编辑单一属性(ATTEDIT) ..... (161)	10.2 线性尺寸标注(DIMLINEAR) ..... (194)
8.3.4 编辑全局属性(-ATTEDIT) ..... (162)	10.3 基线尺寸标注(DIMBASELINE) ..... (196)
8.3.5 块属性管理(BATTMAN) ..... (163)	10.4 连续尺寸标注(DIMCONTINUE) ..... (197)
8.3.6 重新定义图块及相关属性 (ATTREDEF) ..... (164)	10.5 对齐尺寸标注(DIMALIGNED)..... (198)
8.3.7 控制属性可见性(ATTDISP) ..... (165)	10.6 直径尺寸标注(DIMDIAMETER) ..... (200)
8.3.8 提取属性数据(ATTEXT) ..... (165)	10.7 半径尺寸标注(DIMRADIUS) ..... (200)
8.3.9 增强属性提取(EATTEXT)..... (167)	10.8 角度尺寸标注(DIMANGULAR) ..... (200)
8.4 外部参照(xrefs)..... (171)	10.9 引线标注(LEADER) ..... (201)
8.4.1 外部参照与图块 ..... (171)	10.10 快速引线标注(QLEADER) ..... (202)
8.4.2 外部参照类型 ..... (172)	10.11 坐标尺寸标注(DIMORDINATE) ... (204)
8.4.3 外部参照赋予(XATTACH) ..... (172)	10.12 圆心标记(DIMCENTER) ..... (205)
8.4.4 外部参照管理器(XREF) ..... (173)	10.13 形位公差标注(TOLERANCE) ..... (206)
8.4.5 外部参照绑定(XBIND)..... (174)	10.14 快速标注(QDIM) ..... (207)
8.4.6 外部参照裁剪(XCLIP) ..... (174)	10.15 设置尺寸标注样式 ..... (208)
8.5 外部参照在位编辑 ..... (175)	10.15.1 通过命令设置尺寸标注 样式..... (209)
8.5.1 外部参照编辑(REFEDIT)..... (175)	10.15.2 通过对话框设置尺寸标注 样式..... (211)
8.5.2 外部参照工作集(REFSET) ..... (176)	10.16 尺寸标注编辑 ..... (218)
8.5.3 关闭外部参照编辑 (REFCLOSE) ..... (176)	10.16.1 利用“对象特性管理器”编辑修 改尺寸标注有关特性..... (218)
练习八 ..... (178)	10.16.2 编辑修改尺寸标注 (DIMEDIT) ..... (218)
<b>第九章 文字注释与编辑</b> ..... (179)	10.16.3 编辑修改尺寸位置 (DIMTEDIT) ..... (219)
9.1 基本概念 ..... (179)	10.16.4 替代尺寸标注样式 (DIMOVERRIDE)..... (219)
9.2 单行文字注释(DTEXT、TEXT)..... (180)	10.16.5 编辑修改尺寸标注 样式(DIMSTYLE) ..... (219)
9.3 多行文字注释(MTEXT)..... (183)	10.16.6 更新尺寸标注 (DIMUPDATE)..... (220)
9.4 设置文字样式(STYLE)..... (185)	10.16.7 利用钳夹功能编辑尺寸 标注..... (220)
9.5 文字注释编辑 ..... (187)	
9.5.1 文字编辑(DDEDIT) ..... (187)	
9.5.2 利用“特性”管理器编辑修改 文字注释有关特性 ..... (187)	

10.17 尺寸标注关联特性 .....	(220)	12.1.3 在 ADC 中打开图形文件 .....	(245)
练习十 .....	(222)	12.1.4 在 ADC 中插入或复制 图形成份 .....	(246)
<b>第十一章 模型空间、图纸空间 与图形输出 .....</b>	<b>(225)</b>	12.1.5 在 ADC 中查找图形成份 .....	(246)
11.1 模型空间与平铺视口 .....	(225)	12.1.6 在 ADC 中加载资源 .....	(247)
11.1.1 模型空间概念 .....	(225)	12.1.7 在 ADC 中附着外部参照 或图像 .....	(247)
11.1.2 模型空间多视口显示 (VPORTS).....	(226)	12.2 定制 AutoCAD .....	(248)
11.1.3 视口管理(-VPORTS).....	(227)	12.2.1 建立命令别名 .....	(248)
11.2 图纸空间与浮动视口 .....	(229)	12.2.2 定制工具条 .....	(248)
11.2.1 图纸空间概念 .....	(229)	12.2.3 定制菜单 .....	(251)
11.2.2 图纸空间和模型空间切换 (TILEMODE).....	(229)	12.3 脚本和幻灯片 .....	(253)
11.2.3 图纸空间浮动多视口显示 (+VPORTS).....	(230)	12.3.1 脚本文件 .....	(253)
11.2.4 图纸空间非标准多视口显示 (-VPORTS).....	(230)	12.3.2 幻灯片文件 .....	(254)
11.2.5 浮动视口管理(MVSETUP) .....	(230)	12.4 图形信息查询 .....	(255)
11.2.6 模型空间与图纸空间的区别与 联系 .....	(231)	12.4.1 查询距离 .....	(255)
11.3 布局(LAYOUT).....	(232)	12.4.2 查询面积 .....	(255)
11.4 添加绘图设备 (PLOTTERMANAGER).....	(233)	12.4.3 查询面域/质量特性.....	(258)
11.5 配置绘图设备 .....	(233)	12.4.4 查询几何特征和 对象特性信息 .....	(258)
11.6 添加与编辑打印样式 .....	(235)	12.4.5 查询点坐标信息 .....	(259)
11.6.1 打印样式分类 .....	(235)	12.4.6 查询操作时间信息 .....	(259)
11.6.2 创建打印样式 (PSTYLEPOLICY).....	(236)	12.4.7 查询图形状态信息 .....	(260)
11.6.3 启动打印样式管理器 (STYLESMANAGER).....	(236)	12.4.8 查询设置系统变量 .....	(260)
11.6.4 添加打印样式表 .....	(237)	12.5 CAD 标准与图层转换器 .....	(260)
11.6.5 添加与编辑打印样式 .....	(237)	12.5.1 创建 CAD 标准文件 .....	(261)
11.7 建立页面设置 .....	(238)	12.5.2 配置 CAD 标准文件 .....	(261)
11.8 打印输出 .....	(240)	12.5.3 检查 CAD 标准配置 .....	(262)
11.8.1 按 Plot 方法打印输出 .....	(240)	12.5.4 图层转换器 .....	(264)
11.8.2 按 BatchPlot 方法打印输出 .....	(241)	12.6 AutoCAD 2002 的 Internet 功能 .....	(266)
11.8.3 按 ePlot 方法打印输出 .....	(241)	12.6.1 通过打开文件功能浏览和打 开远程 Web 站点图形 .....	(266)
练习十一 .....	(242)	12.6.2 通过 Web 浏览器浏览远程 Web 站点图形 .....	(267)
<b>第十二章 AutoCAD 2002 特殊功能 ...</b>	<b>(244)</b>	12.6.3 通过插入操作插入远程 站点图形 .....	(267)
12.1 AutoCAD 设计中心(ADC) .....	(244)	12.6.4 通过保存功能在 Internet 上发布图形信息 .....	(268)
12.1.1 启动 ADC .....	(244)	12.6.5 通过超级链接功能在 Internet 上发布图形信息 .....	(268)
12.1.2 在 ADC 中浏览资源 .....	(245)	12.6.6 通过电子传递功能在 Internet 上发布图形信息 .....	(269)
		12.6.7 在 Internet 上实现联机会议 .....	(271)

12.6.8 今日窗口与公告牌 .....	( 272 )	13.9.3 半球面绘制( AI_ DOME、 AI_ DISH ).....	( 307 )
12.6.9 在 Internet 上创建和 发布 Web 网页 .....	( 272 )	13.9.4 球面绘制( AI_ SPHERE ).....	( 308 )
练习十二 .....	( 277 )	13.9.5 圆环面绘制( AI_ TORUS ) .....	( 308 )
<b>第十三章 三维图形绘制</b> .....	( 279 )	13.9.6 棱锥面绘制( AI_ PYRAMID ) ...	( 309 )
13.1 概述 .....	( 279 )	13.9.7 楔体表面绘制( AI_ WEDGE ) ...	( 311 )
13.2 正等轴测图的绘制 .....	( 280 )	练习十三 .....	( 312 )
13.2.1 正等轴测图 .....	( 280 )	<b>第十四章 三维图形编辑</b> .....	( 313 )
13.2.2 正等轴测图绘制 .....	( 280 )	14.1 三维图形阵列( 3DARRAY ).....	( 313 )
13.3 简单立体图的绘制 .....	( 281 )	14.2 三维图形镜像( MIRROR3D ) .....	( 314 )
13.3.1 构造平面( ELEV ).....	( 281 )	14.3 三维图形旋转( ROTATE3D ) .....	( 315 )
13.3.2 厚度( THICKNESS ) .....	( 282 )	14.4 三维图形对齐( ALIGN ) .....	( 316 )
13.4 三维图形显示 .....	( 283 )	14.5 三维图形绘图举例 .....	( 317 )
13.4.1 平行投影显示( VPOINT ).....	( 283 )	练习十四 .....	( 322 )
13.4.2 透视投影显示( DVIEW ) .....	( 286 )	<b>上机实验指导</b> .....	( 324 )
13.4.3 三维动态观察器( 3DORBIT ) ...	( 288 )	实验一 简单图形绘制 .....	( 324 )
13.4.4 消隐( HIDE ).....	( 289 )	实验二 二维图形绘制( 一 ).....	( 326 )
13.5 建立用户坐标系( UCS ) .....	( 290 )	实验三 二维图形绘制( 二 ).....	( 328 )
13.5.1 概述 .....	( 290 )	实验四 绘图环境、图层管理 与对象捕捉 .....	( 330 )
13.5.2 建立 UCS .....	( 290 )	实验五 二维图形编辑( 一 ).....	( 334 )
13.5.3 利用对话框管理 UCS .....	( 293 )	实验六 二维图形编辑( 二 ).....	( 336 )
13.5.4 设置坐标系图标显示方式 ( UCSICON ) .....	( 293 )	实验七 图案填充、图块与属性 .....	( 340 )
13.6 三维点和线的绘制 .....	( 295 )	实验八 文字注释与编辑 .....	( 343 )
13.6.1 三维点绘制( POINT ).....	( 296 )	实验九 尺寸标注 .....	( 346 )
13.6.2 三维直线段绘制( LINE ) .....	( 296 )	实验十 二维平面绘图综合练习( 一 ).....	( 348 )
13.6.3 三维射线绘制( RAY ) .....	( 296 )	实验十一 二维平面绘图综合练习( 二 ) ...	( 352 )
13.6.4 三维双向构造线绘制( XLINE ) ...	( 296 )	实验十二 图纸空间、布局和图形 输出 .....	( 356 )
13.6.5 三维多段线绘制 .....	( 297 )	实验十三 三维图形绘制( 一 ).....	( 359 )
13.6.6 三维多义线编辑( PEDIT ).....	( 297 )	实验十四 三维图形绘制( 二 ).....	( 363 )
13.7 三维平面绘制( 3DFACE ).....	( 297 )	实验十五 三维图形绘制( 三 ).....	( 365 )
13.8 三维多边形网格面绘制 .....	( 299 )	<b>附录</b> .....	( 370 )
13.8.1 三维网格绘制( 3DMESH ).....	( 299 )	附录 A AutoCAD 2002 尺寸变量 .....	( 370 )
13.8.2 多面网格绘制( PFACE ) .....	( 300 )	附录 B AutoCAD 2002 命令缩写 .....	( 371 )
13.8.3 平移曲面绘制( TABSURF ) .....	( 302 )	附录 C AutoCAD 2002 功能键 .....	( 371 )
13.8.4 直纹曲面绘制( RULESURF ).....	( 302 )	附录 D AutoCAD 2002 版下拉菜单 速查 .....	( 372 )
13.8.5 旋转曲面绘制( REVSURF ) .....	( 303 )	附录 E AutoCAD 2002 工具条 .....	( 377 )
13.8.6 边界曲面绘制( EDGESURF ).....	( 304 )	<b>参考文献</b> .....	( 381 )
13.9 基本三维表面形体绘制 .....	( 304 )		
13.9.1 长方体绘制( AI_ BOX ) .....	( 305 )		
13.9.2 圆锥面绘制( AI_ CONE ).....	( 306 )		





影响,极大地促进了 CAD 技术的发展。CAD 技术在 20 世纪 90 年代呈现加速发展的态势, CAD 系统功能不断增强,版本更新不断加快,特别是与 Internet 网络技术的无缝集成和高度融合,使 CAD 技术更加成熟和完善。

这一时期 CAD 技术呈现标准化、智能化、集成化、网络化、可视化、虚拟化等特征。CAD 技术应用开始遍及社会各个领域,甚至在家庭、机关、学校等也有其身影, CAD 技术应用展现出广阔的应用前景。计算机一体化解决方案 CIMS、CAPP、PDM、ERP 等大型智能化 CAD 软件相继问世,把 CAD 技术推向了更高层次和技术颠峰。

甩掉图板,实现全自动无纸化设计、生产和制造,是 CAD 技术发展的最终目标。波音 777 飞机是世界上第一架实现无纸化设计和制造的飞机。

## 1.2 CAD 系统组成

### 1.2.1 CAD 系统组成

CAD 系统是由计算机硬件系统和软件系统组成的大型计算机应用系统,它集多种技术于一身,功能强大,性能优良,应用广泛,影响深远。

#### 1. 硬件系统

组成 CAD 系统的计算机硬件系统由计算机和外围设备组成,如图 1-1 所示。

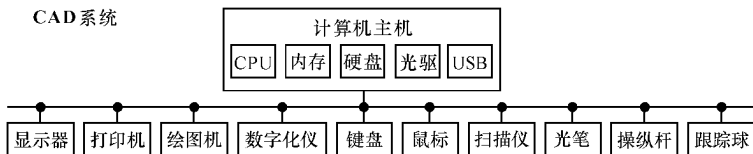


图 1-1 CAD 系统硬件系统组成

#### (1) 计算机

计算机是 CAD 系统中的核心设备,也是 CAD 系统的重要组成部分,对 CAD 系统的性能具有重要影响。CAD 系统对计算机性能指标要求很高,通常需要配置速度快、内存大、性能优的高档品牌计算机。计算机(如微型计算机)主要指主机,计算机主机主要由 CPU、内存、硬盘、光驱、软驱、串行口和并行口等部件组成。

计算机主机种类很多,有巨型机、大型机、小型机、微型机之分,社会上广泛使用的计算机属于微型计算机(简称微型机、个人计算机、PC 机)。微型机发展很快,从 20 世纪 70 年代初诞生第一台微型机以来,其性能逐年提高,型号从 IBM-AT、IBM-XT、286、386、486、586,发展到 Pentium 系列。

##### ■ CPU

CPU 是计算机主机最重要的核心部件,其主频决定了计算机数值计算和图形处理的速度,从而影响 CAD 系统的运行效率。CAD 系统对 CPU 性能指标要求很高,通常要求 CPU 主频在 350 MHz 以上。CPU 主流品牌是 Intel 公司生产的 Pentium 系列,它是目前 CAD 系统首选的 CPU 品牌。

## ■ 内存

内存指计算机内部存储器(主存储器),它是计算机主机的重要部件。内存与 CPU 直接相连,用于存储计算机正在运行的程序和数据。内存由超大规模集成电路制成,容量相对较小,存取速度较快。内存容量大小影响计算机整机性能,从而影响 CAD 系统性能。CAD 系统对内存要求比较高,通常要求内存容量在 64 MB 以上。

## ■ 硬盘

硬盘指大容量外存储器,它也是主机的重要部件,用于存储大量的程序和数据。目前,硬盘技术发展很快,体积变小,容量增大,速度加快。

## ■ 光驱

光驱也是一种大容量外存储器,目前已成为计算机主机的标配部件。光驱通过光盘来存取信息。光盘有两种:只读光盘和可读写光盘。只读光盘价格较低,可读写光盘价格较贵,通常使用较多的是只读光盘,称为 CD-ROM。光驱性能与读写速度有关,光驱有 2、4、8、12、24 和 48 倍速之分。光驱发展很快,现已出现大容量和高速度的 DVD 光驱。

## ■ USB 盘

USB 盘以其外形小巧、便于携带而深受用户的欢迎,是日渐流行的外部存储器,也称移动存储器,简称优盘。USB 盘的容量、速度、性能等指标介于软盘和硬盘之间,它使用计算机配备的 USB 接口进行数据传输。USB 盘容量有 16 MB、32 MB、64 MB、5 GB、10 GB、30 GB。

## (2) 外围设备

CAD 系统除配置高档计算机主机外,还需配置丰富的外围设备,才能使 CAD 系统发挥更大作用。CAD 系统对外围设备性能要求很高。外围设备分为输入设备和输出设备。

### ■ 输入设备

计算机输入设备是将外部信息(数据、文字、图形、图像、声音等)送入计算机的设备。常用的输入设备有:键盘、鼠标、光笔、操纵杆、跟踪球、数字化仪、扫描仪等。大家对键盘和鼠标都很熟悉,这里就不赘述了,但要指出的是,本书将鼠标的左键称为拾取键(Pick),用于选择和定标等,右边按键与系统有关,在 CAD 系统中,其功能一般为回车、弹出快捷菜单、执行命令。

光笔也是一种屏幕定标输入设备,形似写字用的笔,可灵活方便地直接在屏幕上输入坐标、拾取图形、选择菜单等。

操纵杆是一种通过操作游杆来移动光标的输入设备,它分移动式和感压式两种。

跟踪球是一种通过旋转固定位置的球来移动光标的输入设备。

数字化仪也称图形输入板,它是一种将已画好的图形输入到计算机中的图形输入设备,它也可作为鼠标器使用。数字化仪的型号、规格有多种,主要技术指标有:分辨率和尺寸大小。好的数字化仪其分辨率可达 0.025 mm,幅面可达 A0 号图纸。数字化仪由一个平板和一个游标组成,通过电缆与主机相连。

扫描仪是输入图像信息的输入设备,通过扫描图像将图像信息输入到计算机内,主要技术指标有分辨率。

### ■ 输出设备

计算机输出设备是将计算机内部信息(数据、文字、图形、图像、声音等)以可读的形式送到外界的设备。CAD 系统使用的输出设备通常称为图形输出设备。常用的输出设备有:普通显示器、图形显示器、绘图机、打印机、数字化仪等。这里只简单介绍一下显示器和绘图机。

CAD 系统通常配置高分辨率彩色显示器,也可同时配置两个显示器,即所谓的双屏配置,一个为单色显示器,用于显示提示和输入命令;一个为彩色显示器,用于显示和修改图形。

图形显示器是大型 CAD 系统配置的带有图形加速硬件的图形输出设备,也称图形终端,其特点是图形显示速度快,分辨率高,但价格昂贵,一般微机上用普通显示器替代。

绘图机是 CAD 系统中最主要的图形输出设备,用户用其输出大量的工程图纸。绘图机有平板式和滚筒式两种,绘图机又分为笔式和喷墨两种类型,笔式已趋淘汰。目前,比较流行的是喷墨绘图机,喷墨绘图机绘图质量高。绘图机有彩色和黑白之分。绘图机的主要技术指标是分辨率 dpi,即每英寸点数,目前有 300 dpi、600 dpi、1200 dpi 或更高。

## 2. 软件系统

计算机软件系统由系统软件、支撑软件和应用软件组成。

### (1) 系统软件

系统软件是 CAD 系统的重要组成部分,它为 CAD 系统提供运行平台,系统软件的功能强弱和性能优劣,对 CAD 系统的运行效率有直接影响。最重要的系统软件是操作系统,它指挥和控制计算机内所有软、硬件资源,CAD 系统必须在某一操作系统的支持下运行。操作系统种类很多,常用有 DOS、Windows、Unix、Xenix、Linux、VMS 等,目前微机上较流行的操作系统是 Windows 98/2000/NT/XP。

### (2) 支撑软件

支撑软件是各种程序设计语言、图形处理软件、数据库管理系统等通用软件,用于开发应用系统。程序设计语言有: Pascal、Basic、C、Fortran、Java 等,数据库管理系统有: dBase、FoxBASE、Visual FoxPro、Oracle、Sybase 等。CAD 系统中的图形处理软件属于支撑软件,常见的有: AutoCAD、CADKAY、PD、Smartwork、开目 CAD 等。

### (3) 应用软件

应用软件是在操作系统支持下利用支撑软件进行二次开发生成的软件系统。应用软件一般专业性强,用于特定的领域。

除以上三种软件外,通常还需配置一些工具软件,如:文字处理软件、电子表格软件、网络通信软件等。

## 1.2.2 CAD 系统对运行环境的要求

CAD 系统对计算机软、硬件支撑环境要求很高,只有具备了优良的软、硬件支撑环境,CAD 系统才能发挥最佳性能。CAD 系统对软、硬件支撑环境有以下要求:

(1) 要具有高速数据处理和数值计算能力。要求计算机系统有高速 CPU、大容量主存、高效算法和并行处理机制,以适应复杂的工程计算、工程设计、图形绘制、有限元分析、模拟仿真等需求。

(2) 要具有强大的图形处理能力。要求计算机系统有性能优良的图形处理硬件、图形显示器和图形输入/输出设备,以适应图形绘制、消隐、渲染、真实感图形以及可视化、虚拟现实等高级图形处理要求。

(3) 要具有高效的数据管理能力。要求计算机系统有高效的数据存储及传输能力、大容量存储设备和数据管理系统,以适应大量工程数据、图形、图表、标准、规范、图像、声音等数据的管理工作。

(4)要符合标准化要求。采用通用的国际标准和工业标准,如开放标准、用户界面标准、数据存储和交换标准、图形处理标准等有关标准,以适应各系统间的交换、协作和并行工作。

(5)要具有友好的用户界面。要求计算机系统有直观的图形用户界面、醒目的菜单和方便的操作界面,以适应系统的大众化特点,便于推广和普及。

(6)要具有较强的通用性。要求计算机系统有较强的通用性和二次开发能力,以适应多领域应用的要求。

(7)要具有高速 Internet、Intranet 网络通信能力。要求计算机系统能与 Internet、Intranet 连接,具有高速、畅通、方便的网络环境,有效实现信息交流、共享和利用。

### 1.2.3 CAD 系统的技术背景

CAD 系统是综合和集成了多种技术在内的大型计算机系统。CAD 技术涉及以下技术:

- 计算机技术:计算机硬件和软件技术。
- 图形学:图形学算法、图形软件和图形设备。
- 数据管理:数据库管理系统。
- 数值分析:有限元分析、模拟、仿真。
- 智能技术:知识工程、专家系统和人工智能。
- 人机界面:图形用户界面、多媒体界面。
- 数据交换:数据交换标准接口(DXF、IGES、STEP)
- 网络通信:局域网、广域网、Internet、Intranet。

## 练 习 一

1. CAD 的中文含义是什么?其英文如何拼写?
2. 何谓 CAD 技术?
3. 目前,CAD 技术主要应用于哪些领域?
4. CAD 技术的发展趋势是什么?
5. CAD 技术对运行环境有什么要求?
6. CAD 的主要作用是什么?
7. 简述 CAD 系统的组成。
8. 目前,常用的图形输入输出设备有哪些?主要技术指标是什么?
9. CAD 技术与哪些领域的技术有关?

# 第二章 AutoCAD 基本知识

## 2.1 AutoCAD 概述

### 2.1.1 AutoCAD 简介

美国 Autodesk 公司主要从事图形处理软件、影像制作系统、多媒体创作工具的研制、开发和应用,它是全球第四大 PC 软件供应商,在全球软件行业中扮演着重要角色。AutoCAD 是 Autodesk 公司研制的一套通用交互式计算机辅助设计和绘图软件包,是 Autodesk 公司的旗舰产品,是目前在微型机上应用最广泛、影响最深远的世界一流计算机辅助设计软件。从 1982 年起,AutoCAD 软件从 1.0 版发展到现在令世人刮目相看的功能强大的 AutoCAD 2002 经历了 17 次版本升级,在短短的 20 年间,一跃成为世界一流的 CAD 软件,变化可谓突飞猛进。AutoCAD 主要版本升级如表 2-1 所示。

表 2-1 AutoCAD 版本升级

版本	推出日期	主要特点
AutoCAD 1.0	1982.12	简单二维图形绘制与编辑,微机版 CAD 软件首创。
AutoCAD 1.2	1983.4	增加了尺寸标注功能。
AutoCAD 1.3	1983.8	加强了 CONFIG、橡皮筋、图形输出、文字对齐等数十个功能。
AutoCAD 2.0	1984.10	加强了 LAYER、SNAP、GRID、DIMD 等数十个功能,增加了 MIRROR、VIEW、SCRIPT、RSCRIPT、MSLIDE、VSLIDE 等数十个功能。
AutoCAD 2.5	1986.7	加强了 AutoLISP 语言,AutoLISP 语言绘图语句增加了数十个。AutoCAD 影响扩大,AutoCAD 软件发展的转折点。
AutoCAD 2.6	1987.4	加强了二维图形绘制与编辑、尺寸标注、二次开发工具 AutoLISP 增加了简单三维图形绘制与编辑。AutoCAD 更加成熟和完善,开始引起广泛关注。软件开始使用硬盘运行。
AutoCAD R9	1987.11	改变软件版本命名。增加了下拉菜单。
AutoCAD R10	1988.10	加强了二维、三维图形绘制与编辑功能,扩展了 AutoLISP。
AutoCAD R11	1990.10	增加了实心体造型、着色处理、ADS 开发技术。
AutoCAD R12	1992.6	加强了实心体造型和 ADS 开发技术,改善了用户界面,增加了 ASE 数据库查询功能。
AutoCAD R13	1994.12	增加了图形用户界面,实现了与 Windows 环境接轨,有 DOS 和 Windows 版两个版本,增加了 AME、快速缩放、OLE 等技术。
AutoCAD R14	1997.4	基于 32 位,放弃 DOS 版,引入 Windows 视窗界面,全面支持 Windows 95 操作简便,稳定性好,加强了三维图形绘制与编辑,支持 Internet 和 Intranet。AutoCAD 进入视窗时代。
AutoCAD 2000	1999.3	增加了轻松设计环境、布局、设计中心、快速标注、自动跟踪与捕捉、流线型输出、定制等数十个功能,全面支持 Internet,增加了 Visual Basic 语言和 Visual LISP 语言。
AutoCAD 2002	2001.11	加强了尺寸标注、属性管理、文字缩放、三维图形处理等数十个功能,增加了图层转换、Volo View Express、DesignXML、Point A、i-drop 等功能,提供了新颖的“AutoCAD 今日”导航窗口。

### 2.1.2 AutoCAD 2002 主要功能

AutoCAD 2002 是美国 Autodesk 公司在 AutoCAD 2000 基础上引入当今最新软件设计技术和设计理念而推出的最新 CAD 软件,它代表了 CAD 软件发展的最新潮流和方向,使 CAD 技术迈向了技术颠峰。AutoCAD 2002 功能强大,性能优良,操作便捷,深受好评。

AutoCAD 2002 具有直观的图形界面、方便的下拉菜单、易用的工具条、完备的二维绘图、强大的三维造型、灵活的图形管理和便捷的 Internet 应用。它能提高工作效率,改善数据存取,方便与人合作,满足各种应用需求。它实现了与 Intranet 和 Internet 网络的无缝集成,体现了高速、高质、高效三大特点。

AutoCAD 2002 保留了 AutoCAD 2000 的所有功能,它与 AutoCAD 2000 完全兼容,同时增加了许多新功能,使其更加符合 Windows 系统标准、Internet 技术规范和现代设计理念,给用户提供了一个更加友好、快捷、方便、轻松自如的交流、设计和绘图环境。

AutoCAD 2002 强大功能主要表现在以下几个方面:

#### 1. 多文档设计

保留了 AutoCAD 2000 的多文档设计功能,采用“轻松设计环境(Heads - Up Design Environment)”充分体现典型的 Windows 风格。

#### 2. AutoCAD 设计中心(ADC)

保留了 AutoCAD 2000 ADC 功能,可快速查找和导入 AutoCAD 对象,实现本地或远程图形数据的有效管理。

#### 3. 二维、三维图形绘制和编辑

增强和提高了二、三维图形处理功能,支持基于纹理的材质和灯光。新增了在块中直接修剪和延伸对象、通过对话框完成二维阵列、同时编辑多条多义线等功能。

#### 4. 文字注释与编辑

增强了文字注释功能,允许同时缩放多个文字串、属性对象和属性定义,可修改文字插入点位置。

#### 5. 自动捕捉(AutoSnap)和自动追踪(AutoTrack)

保留了 AutoCAD 2000 的自动捕捉(AutoSnap)和自动追踪(AutoTrack)功能,提高了图形绘制和编辑的智能化程度。

#### 6. 尺寸标注

新增了关联尺寸标注功能。可进行快速尺寸标注和关联尺寸标注,使标注尺寸与图形对象真正关联,与端点和边界无关。

#### 7. 图形输出和布局

增强了图形输出功能,改进了图形输出特性,可灵活构造模型布局,实现非矩形视区输出。新增了打印合并控制和真彩色打印样式,使打印图形时真正实现“所见即所得”。

#### 8. 属性管理和提取

增强了属性管理功能,允许利用图块管理器在图块中直接修改属性,无需重定义或分解图块。新增了属性提取功能,可提取属性数据并保存到电子表格、数据库文件中,或从电子表格、数据库文件中提取属性数据来更新图块属性。

## 9. CAD 标准

新增了 CAD 标准文件功能,定义了一组命名图层特性、文字样式、尺寸样式、线型样式的标准规则,可依据标准规则创建、使用和审核图形文件,保证图形文件的一致性。

## 10. 图层管理

新增了图层转换器,可将现有图形的图层特性转换成其他图形文件图层或标准文件图层特性,从而保持同一部门图层设置的一致性。

## 11. 三维动态可视化显示(3Dorbit)

增强了三维动态显示功能,使用三维动态观察器对三维图形进行全方位实时观察。

## 12. 二次开发工具

提供了 Visual Basic、Visual LISP、ObjectARX 和 ADS 等二次开发工具,可用二次开发工具开发和使用第三程序,获得解决特殊问题的特殊功能,对 AutoCAD 功能进行必要的扩充和增强,保证了 AutoCAD 软件的开放性,提高了 AutoCAD 软件的生存能力。

## 13. 网络通信

增强了网络通信功能,提供了强大的网络通信工具,全面支持 Intranet 和 Internet。新增了“Autodesk Point A”视图、“AutoCAD 今日”导航、“i-drop”特性等功能,真正打开了网络应用的大门,实现与 Internet 和 Intranet 的快速连接,高效完成图形信息的 Web 发布和电子传递,扩展了信息交流渠道,能及时得到 Autodesk 公司的技术支持。

## 14. 浏览 CAD 图形

新增了 Volo View Express 外挂软件,可方便打开、查看、标记、打印 AutoCAD 图形文件和 Inventor、MDT 4.0、ADT 2.0 软件创建的文件。

## 15. 模型设计

新增了 DesignXML 功能,允许在 XML 频道中表示图形数据,可通过 XML 语言描述面向图形的模型方案,定义图形描述的通用词汇和光栅图像的标准格式,实现模型信息在 Internet 上的高效传递。

## 16. 实时助手

新增了实时助手功能,使用户在设计和绘图工作中能及时得到相关的帮助信息。

### 2.1.3 AutoCAD 2002 软、硬件配置

AutoCAD 2002 对计算机软、硬件支撑环境提出了更高要求。缺乏强大的计算机软、硬件环境的支持,其功能就不能得到全面体现,其作用也必然受到极大的限制。

#### 1. 软件配置

- 安装 Windows 95/98/2000/NT4.0/XP 操作系统,提供 AutoCAD 2002 运行平台;
- 安装 WHIP! 插件,在安装 Internet 工具组件时装入或从相应 Web 网站上下载;
- 安装 Microsoft IE 5.01 以上或 Netscape Navigator 4.5 以上浏览器;
- 安装 NetMeeting,以便实现“现在开会”功能;
- 安装 TCP/IP 或 IPX 网络协议,以便实现网络通信和管理。

AutoCAD 2002 体现了典型的 Windows 风格,实现了与 Internet 的无缝集成。

#### 2. 硬件配置

- 基于奔腾(Pentium)133 以上处理器的 PC 机及其兼容机;