



● 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



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

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。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助设计与绘图: AutoCAD 实用教程/白云编
著. —北京: 高等教育出版社, 2004 重印
ISBN 7-04-012324-X

I. 计… II. 白… III. 计算机辅助设计-应用软件, AutoCAD-教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 037811 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京乾沣印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 24.75
字 数 600 000

版 次 2003 年 7 月第 1 版
印 次 2004 年 4 月第 3 次印刷
定 价 30.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

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、今日窗口与公告牌等特殊功能。

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

2003 年 4 月

符号约定

为了方便读者阅读,保持本书书写风格的一致和规范,特做如下约定:

1. 本书以 AutoCAD 2002 中文版为蓝本。
2. 菜单名、菜单项名、按钮名用双引号“”括住。
3. 用符号“↵”表示回车键。
4. 用符号“→”表示鼠标操作方向。
如:“绘制”→“直线”,表示用鼠标选取“绘制”菜单项或按钮,然后再选取“直线”菜单项或按钮。
5. 用符号“/”表示单项选择。
如:“单点”/“多点”表示选取“单点”或者“多点”菜单项。
6. 符号“■”、“◆”、“•”表示叙述的层次性(由外到内,由高到低三个层次)。
7. 组合键用“+”号连接表示。
如:Shift + C 表示同时键入 Shift 键和字母“C”。
8. 提示内容用小写字母表示,命令名或参数用大写字母加下划线表示。
如:
命令: LINE↵
指定第一点: 2,1↵
指定下一点或[Undo]: @2,0↵
指定下一点或[Close/Undo]: @ - 2,0↵
指定下一点或[Close/Undo]: C↵
9. 提示内容中符号对“[”、“]”表示其内为可选择操作部分。
如:“指定下一点或[Close/Undo]:”表示可选择“Close”或“Undo”操作。
10. 符号对“[”、“]”中的大写字母表示执行操作快捷字母。
如:“[Close/Undo]”表示可键入“C”或“U”。
11. 带下划线部分为键盘输入或用鼠标选取的内容。
如:“指定第一点: 2,1↵”中的“2,1↵”为键盘键入部分。
12. “单击”指按鼠标左键一次,一般用于选择菜单、激活按钮、拾取点。
13. “双击”指快速按鼠标两次,一般用于执行某功能。
14. “右击”指按鼠标右键一次,一般用于弹出快捷菜单。
15. “拖动”指按住鼠标左键的同时移动鼠标,一般用于移动对象。

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 绘制定数等分对象(DIVIDE)	(47)
2.2.1 AutoCAD 2002 启动	(11)	3.9 绘制定距等分对象(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)
第五章 目标对象捕捉与自动追踪	(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)	第七章 图案填充	(141)
练习五	(94)	7.1 图案填充概念	(141)
第六章 二维图形编辑	(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)	第八章 图块、属性与外部参照	(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 (MININSERT)	(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(SCALETXT)	(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)	第十章 尺寸标注与编辑	(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)
第九章 文字注释与编辑	(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)
第十一章 模型空间、图纸空间		12.1.5 在 ADC 中查找图形成份	(246)
与图形输出	(225)	12.1.6 在 ADC 中加载资源	(247)
11.1 模型空间与平铺视口	(225)	12.1.7 在 ADC 中附着外部参照 或图像	(247)
11.1.1 模型空间概念	(225)	12.2 定制 AutoCAD	(248)
11.1.2 模型空间多视口显示 (VPORTS)	(226)	12.2.1 建立命令别名	(248)
11.1.3 视口管理(- VPORTS)	(227)	12.2.2 定制工具条	(248)
11.2 图纸空间与浮动视口	(229)	12.2.3 定制菜单	(251)
11.2.1 图纸空间概念	(229)	12.3 脚本和幻灯片	(253)
11.2.2 图纸空间和模型空间切换 (TILEMODE)	(229)	12.3.1 脚本文件	(253)
11.2.3 图纸空间浮动多视口显示 (+ VPORTS)	(230)	12.3.2 幻灯片文件	(254)
11.2.4 图纸空间非标准多视口显示 (- VPORTS)	(230)	12.4 图形信息查询	(255)
11.2.5 浮动视口管理(MVSETUP)	(230)	12.4.1 查询距离	(255)
11.2.6 模型空间与图纸空间的区别与 联系	(231)	12.4.2 查询面积	(255)
11.3 布局(LAYOUT)	(232)	12.4.3 查询面域/质量特性	(258)
11.4 添加绘图设备 (PLOTTERMANAGER)	(233)	12.4.4 查询几何特征和 对象特性信息	(258)
11.5 配置绘图设备	(233)	12.4.5 查询点坐标信息	(259)
11.6 添加与编辑打印样式	(235)	12.4.6 查询操作时间信息	(259)
11.6.1 打印样式分类	(235)	12.4.7 查询图形状态信息	(260)
11.6.2 创建打印样式 (PSTYLEPOLICY)	(236)	12.4.8 查询设置系统变量	(260)
11.6.3 启动打印样式管理器 (STYLESMANAGER)	(236)	12.5 CAD 标准与图层转换器	(260)
11.6.4 添加打印样式表	(237)	12.5.1 创建 CAD 标准文件	(261)
11.6.5 添加与编辑打印样式	(237)	12.5.2 配置 CAD 标准文件	(261)
11.7 建立页面设置	(238)	12.5.3 检查 CAD 标准配置	(262)
11.8 打印输出	(240)	12.5.4 图层转换器	(264)
11.8.1 按 Plot 方法打印输出	(240)	12.6 AutoCAD 2002 的 Internet 功能	(266)
11.8.2 按 BatchPlot 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)
11.8.3 按 ePlot 方法打印输出	(241)	12.6.2 通过 Web 浏览器浏览远程 Web 站点图形	(267)
练习十一	(242)	12.6.3 通过插入操作插入远程 站点图形	(267)
第十二章 AutoCAD 2002 特殊功能 ..	(244)	12.6.4 通过保存功能在 Internet 上发布图形信息	(268)
12.1 AutoCAD 设计中心(ADC)	(244)	12.6.5 通过超级链接功能在 Internet 上发布图形信息	(268)
12.1.1 启动 ADC	(244)	12.6.6 通过电子传递功能在 Internet 上发布图形信息	(269)
12.1.2 在 ADC 中浏览资源	(245)	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)
第十三章 三维图形绘制	(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)	第十四章 三维图形编辑	(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)	上机实验指导	(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)	附录	(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)	参考书目	(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)		

第一章 CAD 技术概述

随着计算机科学技术的飞速发展,计算机已成为人们生活、学习和工作必不可少的重要工具,它能辅助人们制定完善的工作活动计划(CAP)、指导具体的教学实践环节(CAI)、控制精密的产品制造过程(CAM)、设计高质量的工程技术图纸(CAD)等。特别是 CAD 技术,已成为计算机科学技术发展和应用中的一门重要技术,对工业生产、工程设计、机器制造、科学研究等诸多领域的技术进步和快速发展产生了巨大影响。

本章将简要介绍 CAD 技术的基本概念、主要特点、应用状况和发展历程,以及 CAD 系统的组成和技术背景,使读者对 CAD 技术和 CAD 系统有一个全面的了解。

1.1 CAD 技术:概念、特点、应用和发展

1.1.1 CAD 技术及其应用

CAD 是英文“Computer-Aided Design”的缩写,即计算机辅助设计,它是计算机科学技术的一个重要分支,也是一门重要的计算机应用技术。所谓 CAD 技术,就是利用计算机快速的数值计算和强大的图文处理功能来辅助工程师、设计师、建筑师等工程技术人员进行产品设计、工程绘图和数据管理的一门计算机应用技术,它已成为工厂、企业和科研部门提高技术创新能力,加快产品开发速度,促进自身快速发展的一项必不可少的关键技术。使用 CAD 技术可高速、高效、高质地完成项目规划、工程设计、图样绘制和数据统计等工作,使繁杂的工作变得简单易行,显著提高其工作效率和设计质量。

实践证明,熟练掌握 CAD 技术是一个企业、一个部门乃至一个人促进自身快速发展的重要技能。CAD 应用水平已经成为衡量一个国家工业现代化的重要标志之一。

CAD 技术有六大显著特点:提高工程设计质量;缩短产品开发周期;降低生产成本费用;促进科技成果转化;提高劳动生产效率;提高技术创新能力。

CAD 技术发展之快,应用之广,影响之大,令人瞩目。CAD 技术从早期的几个特殊行业,到现在几乎遍及所有领域,如:建筑、机械、电子、汽车、航天、轻工、纺织、服装、家电、文艺、影视、体育……

世界发达国家已把掌握 CAD 技术作为其抢占制高点、增强竞争力和促进发展的重要手段,纷纷投入巨额资金研究、开发、应用和推广 CAD 技术。我国早在“八五”期间就开始启动和实施“国家 CAD 应用工程”计划;在“九五”期间,CAD 技术研究、应用和推广工作得到深入开展,现在许多企业均把实施“CAD 应用工程”作为面向 21 世纪信息化工程建设的重要组成部分,投入大量人力、物力和财力,努力创造条件提高 CAD 应用水平,增强企业的竞争力,促进企业的快速发展。

1.1.2 CAD 技术的发展历程

CAD 技术的发展速度十分惊人,从 20 世纪 60 年代起,在短短 40 年中,它经历了由小到

大、由易到难、由简单到复杂的发展过程。进入 20 世纪 90 年代, CAD 技术出现了加速发展的态势, 在 21 世纪发展前景将更加广阔。CAD 技术的发展经历了以下四个阶段。

1. 第一阶段(20 世纪 60 年代初~70 年代初)

CAD 技术起源于 20 世纪 60 年代初。当时, 计算机图形学研究有了突破性进展, 光笔、阴极射线管、滚筒式绘图仪等图形设备相继问世。基于此, 1962 年美国麻省理工学院 MIT 的 Ivan. Sutherland 博士研制出世界上第一套利用光笔的交互式图形系统 SketchPAD, 该系统首次允许设计师坐在计算机显示屏前利用手中光笔输入资料和绘制图形。他在其论文《计算机辅助设计纲要》中第一次提出了计算机辅助设计和制造的概念。文中指出: “设计师坐在 CRT (显示屏) 的控制台前用光笔操作, 从概念设计到生产设计以至制造, 都可以实现人机对话。设计人员可以随心所欲地对计算机显示的图形进行增、删、改……”。

Ivan. Sutherland 博士的创造性工作开创了 CAD 技术研究的新纪元。受其影响, 许多计算机工程技术人员和企业纷纷开展 CAD 技术的研究工作, 从而开辟了计算机技术应用的新领域, CAD 技术从此走上了健康发展的道路。

这一时期是 CAD 技术研究的起步时期。基于 CAD 技术的 CAD 系统, 其功能比较简单, 但价格昂贵、技术复杂、使用繁琐, 只有飞机、汽车、国防等领域的几家大型企业才有条件使用 CAD 技术进行工程设计。

2. 第二阶段(20 世纪 70 年代初~80 年代初)

到 20 世纪 70 年代初, 价格低、功能强、性能优的计算机及图形设备开始出现, 小型计算机成为市场上的主流机型。Applican、Computer Vision(CV)、Intergraph、Calma、Digital 等公司相继推出了基于小型计算机平台的 CAD 系统, 当时比较著名的 CAD 系统是 Digital 公司的 Turnkey 系统, 即交钥匙系统。CAD 系统趋向商品化, 对社会开始产生广泛影响。

这一时期 CAD 技术得到了快速发展。CAD 系统中的图形软件、支撑软件、图形设备(显示器、输入板、绘图仪)日趋完善, 且成本、价格下降, 应用范围扩大, 操作更加方便。CAD 系统开始进入中小企业, 并开始在美国工业界广泛使用。我国部分科研院所开始陆续引进一些图形工作站和 CAD 系统。

3. 第三阶段(20 世纪 80 年代初~90 年代初)

到 20 世纪 80 年代初, 超级微型计算机替代小型计算机开始成为市场的主流机型, 二三维图形处理技术、真实感图形处理技术、有限元分析、优化设计、模拟仿真、动态景观、计算可视化等研究工作进入了实用化阶段。以美国 Apollo 公司 1980 年生产出第一台图形工作站(超级微型计算机)为起点, Apollo、Sun、DEC、HP、SGI、IBM、Autodesk 等公司在这一时期相继推出了以图形工作站为平台的 CAD 系统。这些系统性能更优、价格更低、功能更强、操作更方便、图形处理软件更加成熟。

这一时期 CAD 技术取得了巨大发展, CAD、CAE、CAM 一体化综合软件开始出现, CAD 技术上了一个新台阶, CAD 技术应用得到广泛普及, CAD 技术影响迅速扩大, CAD 系统用户成倍增加。在美国, CAD 系统的使用从 20 世纪 60 年代不足 5 000 套增加到 1988 年的 63 000 套。在我国, CAD 技术被列入国家发展计划, CAD 技术开始从科研院所向企业渗透和普及。

4. 第四阶段(20 世纪 90 年代初~21 世纪初)

进入 20 世纪 90 年代, 计算机软硬件技术取得了突飞猛进的发展, 特别是微处理器(CPU)性能的提高, 窗口系统的出现, 以及 Internet 网络的广泛应用, 对人类社会各个方面产生了巨大

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巅峰。

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。

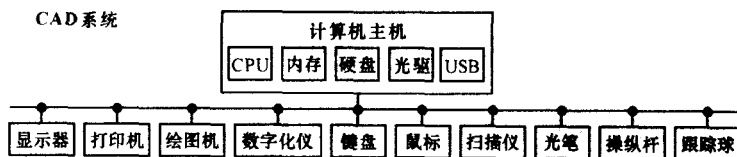


图 1-1 CAD 系统硬件系统组成

(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 and 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:

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