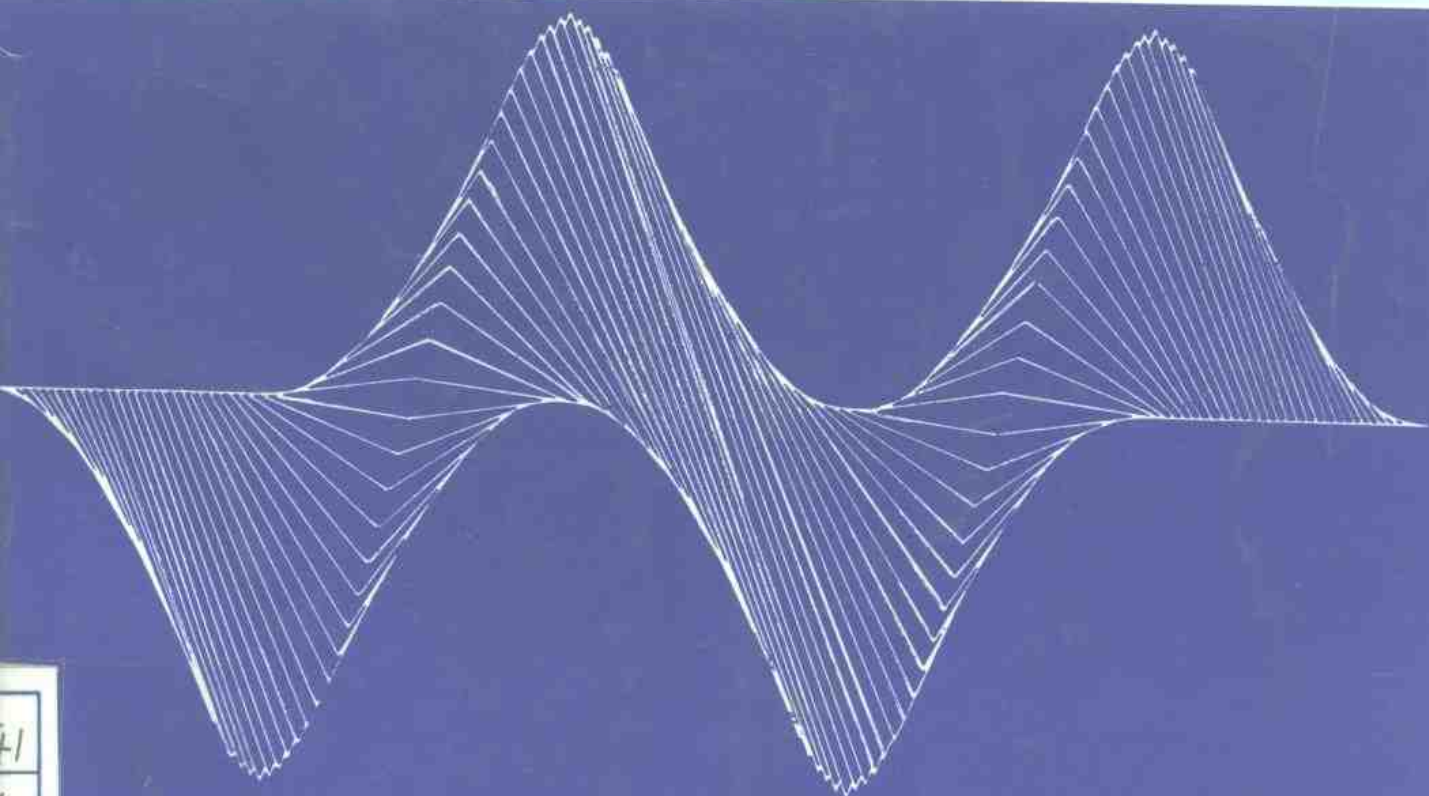


# 计算机图形学 原理与 AutoCAD 绘图软件

□唐红娥/谭海洋/杜兆和·编著

□艾运钧·主审



□湖南科学技术出版社

# 计算机图形学原理 与 AutoCAD 绘图软件

唐红娥 谭海洋 杜兆和 编著  
艾运钧 主审

湖南科学技术出版社

---

JS75 32

## 计算机图形学原理与 AutoCAD 绘图软件

编 著: 唐红斌 谭海洋 杜兆和

责任编辑: 徐 为 杨 林

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市展览馆路 3 号

印 刷: 湖南省新华印刷三厂

厂 址: 长沙市韶山路 158 号

邮 编: 410004

(印装质量问题请直接与本厂联系)

出版日期: 1996 年 3 月第 1 版第 1 次

开 本: 787×1092 毫米 1/16

印 张: 24.5

字 数: 605,000

印 数: 1-4,100

征订期号: 地科 196-16

ISBN 7-5357-1978-3/TP·81

定 价: 29.00 元

## 前 言

随着电子计算机技术的迅猛发展,计算机图形学原理和技术也日趋成熟,用计算机系统生成各类工程图纸已广泛普及。近年来,各种门类的 CAD 软件相继实现了商品化,使得人们可以通过计算机系统,对设计对象进行最佳设计、确定结构形状、自动绘图等。广大工程技术人员得以从繁重的手工绘图工作中解脱出来,集中精力去从事一些创造性的科研设计工作。所以说,计算机图形处理和 CAD 技术将在工程设计领域扮演越来越重要的角色,并将成为工程技术人员的必备技术之一。

对于工科院校的大学生来说,毕业设计中要应用 CAD 技术。毕业后也将会面临大量的计算机图形处理工作,因此,对计算机图形处理的理论和技术知之甚少是绝对不能适应的,所以,必须在大学一二年级就开始系统和较为深入地学习这方面的知识,较熟练地掌握这方面的技术。

我们通过多年的计算机绘图课程的教学实践和探索,针对微型机上流行的绘图软件 AutoCAD 的广泛应用情况,对全书的内容构成,各篇布局按如下顺序安排:本书的上篇阐述了计算机图形学的基本原理,结合各种应用实例,介绍了图形处理的数学计算和程序设计;下篇介绍了 AutoCAD 绘图软件,其中结合作者对软件的应用实践和体会,通俗地阐述 AutoCAD 中的命令,并配有综合应用的举例。为了揭示图形处理原理与 AutoCAD 绘图软件和对软件的二次开发的内在联系,本书有意识地针对某一图形用各种不同的方法来绘制,希望对读者有所启迪。

为了方便上机实践,本书将各章的习题汇集在全书的末尾,以供灵活选用。本书可用作大专院校本、专科学生及各专业研究生计算机绘图与 CAD 课程的教材,也可作为有关专业教师的教学参考书或从事 CAD 工作的工程技术人员的参考资料。

参加本书编写的有唐红娥(绪论和第七、十五章)、谭海洋(第一、四章和第五章)、刘希玲(第三章和第十七章)、杜兆和(第六、十一和第十二章)、戴伟(第八章)、张斌(第九、十六章)、陈宇峰(第十、十三、十四章)、王丽梅(第二章),第十八章由戴伟和唐红娥共同编写。全书由唐红娥、谭海洋、杜兆和主编,艾运钧教授主审。何信媛同志为本书的编辑出版给予了热情的支持并付出了辛勤的劳动。在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,如有错误与不妥之处,恳请读者批评指正。

编著者

1995 年 12 月于长沙

# 目 录

|                                       |         |
|---------------------------------------|---------|
| 绪论                                    | ( 1 )   |
| 上篇 计算机图形学原理                           | ( 13 )  |
| 第一章 计算机图形处理系统                         | ( 13 )  |
| § 1.1 概述                              | ( 13 )  |
| § 1.2 计算机图形处理硬件系统                     | ( 14 )  |
| § 1.3 计算机图形处理软件系统                     | ( 19 )  |
| § 1.4 绘图仪的插补原理及功能                     | ( 20 )  |
| § 1.5 图形处理基本指令                        | ( 24 )  |
| 第二章 BASIC 语言简介                        | ( 27 )  |
| § 2.1 基本概念                            | ( 27 )  |
| § 2.2 输入输出语句                          | ( 29 )  |
| § 2.3 控制语句                            | ( 33 )  |
| § 2.4 子程序·转子语句 (GOSUB) 和返回语句 (RETURN) | ( 38 )  |
| § 2.5 数组说明语句——DIM 语句                  | ( 41 )  |
| § 2.6 上机操作与程序调试                       | ( 41 )  |
| 第三章 平面图形与平面曲线的计算机生成                   | ( 44 )  |
| § 3.1 平面图形                            | ( 44 )  |
| § 3.2 规则平面曲线                          | ( 52 )  |
| § 3.3 几何计算及连接子程序设计                    | ( 59 )  |
| § 3.4 剖面线程序设计                         | ( 69 )  |
| § 3.5 尺寸标注程序设计方法                      | ( 79 )  |
| § 3.6 表面粗糙度符号的子程序设计                   | ( 83 )  |
| 第四章 图形变换                              | ( 87 )  |
| § 4.1 矩阵及其乘法运算                        | ( 87 )  |
| § 4.2 齐次坐标                            | ( 89 )  |
| § 4.3 二维图形变换                          | ( 89 )  |
| § 4.4 三维图形变换                          | ( 99 )  |
| § 4.5 物体的正投影变换、轴测变换和透视变换              | ( 112 ) |
| § 4.6 三维图形程序设计                        | ( 127 ) |
| § 4.7 图形裁剪与窗口                         | ( 133 ) |

|                                            |       |
|--------------------------------------------|-------|
| 下篇 AutoCAD 绘图软件 .....                      | (137) |
| 第五章 AutoCAD 的启动与菜单结构 .....                 | (137) |
| § 5.1 启动 .....                             | (137) |
| § 5.2 命令的输入 .....                          | (137) |
| § 5.3 数据的输入 .....                          | (138) |
| § 5.4 菜单结构 .....                           | (140) |
| § 5.5 开发自己的菜单 .....                        | (147) |
| 第六章 实用命令 .....                             | (149) |
| § 6.1 概述 .....                             | (149) |
| § 6.2 HELP (求助) 命令 .....                   | (149) |
| § 6.3 QUIT (退出) 命令 .....                   | (150) |
| § 6.4 END (结束) 命令 .....                    | (150) |
| § 6.5 SAVE (保存) 命令 .....                   | (151) |
| § 6.6 LIMITS (绘图界限) 命令 .....               | (151) |
| § 6.7 UNITS (单位) 命令 .....                  | (152) |
| § 6.8 STATUS (状态) 命令 .....                 | (155) |
| § 6.9 FILES (文件管理) 命令 .....                | (156) |
| § 6.10 RENAME (重新命名) 命令 .....              | (159) |
| § 6.11 PURGE (删除命名目标) 命令 .....             | (159) |
| § 6.12 SHELL/SH (外部) 命令 .....              | (160) |
| § 6.13 External Commands (外部) 命令 .....     | (161) |
| 第七章 实体绘图命令 .....                           | (162) |
| § 7.1 POINT (点) 命令 .....                   | (162) |
| § 7.2 LINE (直线) 命令 .....                   | (164) |
| § 7.3 CIRCLE (圆) 命令 .....                  | (166) |
| § 7.4 ARC (圆弧) 命令 .....                    | (169) |
| § 7.5 PLINE (多义线) 命令 .....                 | (173) |
| § 7.6 DOUGHNUT/DONUT (圆环) 命令 .....         | (177) |
| § 7.7 ELLIPSE (椭圆) 命令 .....                | (178) |
| § 7.8 POLYGON (多边形) 命令 .....               | (180) |
| § 7.9 SOLID (区域填充) 命令 .....                | (181) |
| § 7.10 TEXT (常规文本) 和 DTEXT (动态文本) 命令 ..... | (182) |
| § 7.11 STYLE (字型) 命令 .....                 | (185) |
| 第八章 图形编辑命令 .....                           | (187) |
| § 8.1 实体选择 .....                           | (187) |
| § 8.2 基本编辑命令 .....                         | (189) |
| § 8.3 高级编辑命令 .....                         | (208) |
| 第九章 询问命令 .....                             | (230) |
| § 9.1 概述 .....                             | (230) |
| § 9.2 AREA (面积) 命令 .....                   | (230) |

|                                        |       |
|----------------------------------------|-------|
| § 9.3 DIST (距离) 命令 .....               | (232) |
| § 9.4 ID (点坐标) 命令 .....                | (233) |
| § 9.5 LIST (列表) 命令 .....               | (233) |
| § 9.6 DBLIST (图形数据列表) 命令 .....         | (235) |
| <b>第十章 显示控制</b> .....                  | (236) |
| § 10.1 概述 .....                        | (236) |
| § 10.2 ZOOM (缩放) 命令 .....              | (236) |
| § 10.3 PAN (扫视) 命令 .....               | (241) |
| § 10.4 VIEW (视图管理) 命令 .....            | (242) |
| § 10.5 VIEWRES (视图分辨率) 命令 .....        | (243) |
| § 10.6 REDRAW (重画) 命令 .....            | (244) |
| § 10.7 关于命令的嵌套使用 .....                 | (245) |
| § 10.8 REGEN (重新生成) 命令 .....           | (246) |
| § 10.9 REGENAUTO (自动重新生成) 命令 .....     | (246) |
| § 10.10 FILL (填充) 命令 .....             | (246) |
| § 10.11 DRAGMODE (拖动模式) 命令 .....       | (247) |
| <b>第十一章 图层与线型</b> .....                | (248) |
| § 11.1 概述 .....                        | (248) |
| § 11.2 图层的基本概念 .....                   | (248) |
| § 11.3 LAYER (图层) 命令 .....             | (250) |
| § 11.4 线型文件 .....                      | (253) |
| § 11.5 LINETYPE (线型) 命令 .....          | (255) |
| § 11.6 LTSCALE (线型比例) 命令 .....         | (256) |
| § 11.7 LINETYPE 命令中的 Set 选择项 .....     | (257) |
| § 11.8 COLOR (颜色) 命令 .....             | (258) |
| <b>第十二章 绘图工具</b> .....                 | (260) |
| § 12.1 概述 .....                        | (260) |
| § 12.2 SNAP (捕捉) 命令 .....              | (260) |
| § 12.3 GRID (栅格) 命令 .....              | (262) |
| § 12.4 AXIS (轴线) 命令 .....              | (263) |
| § 12.5 ISOPLANE (等轴测平面) 命令 .....       | (264) |
| § 12.6 ORTHO (正交) 命令 .....             | (265) |
| § 12.7 OSNAP (目标捕捉) 命令与 OSNAP 方式 ..... | (266) |
| § 12.8 APERTURE (靶区) 命令 .....          | (269) |
| § 12.9 BLIPMODE (光标) 命令 .....          | (269) |
| § 12.10 SETVAR (系统变量) 命令 .....         | (269) |
| <b>第十三章 块</b> .....                    | (274) |
| § 13.1 概述 .....                        | (274) |
| § 13.2 块的功用 .....                      | (274) |
| § 13.3 BLOCK (块) 命令 .....              | (275) |

|                                              |       |
|----------------------------------------------|-------|
| § 13.4 INSERT (插入) 命令和 MININSERT (多重插入) 命令   | (276) |
| § 13.5 块与图形文件的关系                             | (278) |
| § 13.6 BASE (基点) 命令                          | (279) |
| § 13.7 WBLOCK (块存盘) 命令                       | (279) |
| § 13.8 块与层                                   | (280) |
| § 13.9 嵌套块                                   | (280) |
| <b>第十四章 尺寸标注、剖面线、图案文件</b>                    | (282) |
| § 14.1 尺寸标注的基本概念                             | (282) |
| § 14.2 DIM (尺寸) 与 DIM <sub>1</sub> (一次尺寸) 命令 | (284) |
| § 14.3 线性尺寸标注命令                              | (285) |
| § 14.4 角度尺寸标注 (ANGULAR) 命令                   | (287) |
| § 14.5 直径尺寸标注 (DIAMETER) 命令                  | (288) |
| § 14.6 半径尺寸标注 (RADIUS) 命令                    | (289) |
| § 14.7 尺寸标注的实用命令                             | (289) |
| § 14.8 尺寸变量                                  | (293) |
| § 14.9 HATCH (剖面线) 命令                        | (299) |
| § 14.10 图案文件                                 | (301) |
| <b>第十五章 特殊功能</b>                             | (304) |
| § 15.1 命令文件 (Command Scripts)                | (304) |
| § 15.2 与编制命令有关的几个命令                          | (306) |
| § 15.3 幻灯片显示法                                | (307) |
| <b>第十六章 AutoCAD 的安装与配置</b>                   | (310) |
| § 16.1 AutoCAD 硬件系统                          | (310) |
| § 16.2 设置 DOS 环境                             | (311) |
| § 16.3 安装 AutoCAD                            | (319) |
| § 16.4 AutoCAD 外部设备配置                        | (328) |
| <b>第十七章 三维功能</b>                             | (333) |
| § 17.1 概述                                    | (333) |
| § 17.2 ELEV (基面) 命令                          | (334) |
| § 17.3 VPOINT (视点) 命令                        | (336) |
| § 17.4 HIDE (消隐) 命令                          | (337) |
| § 17.5 三维点的命令                                | (342) |
| § 17.6 3DLINE (三维直线) 命令                      | (343) |
| § 17.7 3DPOLY (三维多义线) 命令                     | (344) |
| § 17.8 3DFACE (三维面) 命令                       | (345) |
| § 17.9 三维多边形网格                               | (345) |
| <b>第十八章 二次开发的工具——AutoLISP 简介</b>             | (353) |
| § 18.1 AutoLISP 的安装                          | (353) |
| § 18.2 AutoLISP 的基本成分                        | (355) |
| § 18.3 AutoLISP 程序的设计、装入和运行                  | (363) |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| · § 18.4 编程举例 .....      | (365) |
| 习题集 .....                | (367) |
| 附录 A AutoCAD 命令一览表 ..... | (373) |
| 附录 B AutoCAD 图案表 .....   | (377) |
| 附录 C BASIC 程序出错信息表 ..... | (380) |

## 绪 论

### 一、计算机图形学的产生与发展概况

“图”是科学技术领域里一种共同语言。在工程上用来构思、设计、指导生产，在科学研究中用来处理实验数据，图示和图解各种平面及空间几何元素之间的关系，选择最佳方案等。但是长期以来，人们却一直使用简单的工具（如丁字尺、三角板、圆规等），用手工操作绘制图样，这样不仅工序繁杂，精度低，而且绘制周期长。虽然在绘图工具上不断进行了一些改革，如绘图专用模板、多用三角板、手工绘图机等，对绘图起到了某些促进作用，但都没能从根本上解决存在的问题，没有脱离传统的手工操作。

自1946年美国第一台电子计算机诞生以来，随着计算机的发展和广泛应用，形成了一门新兴的学科——计算机图形学。这门学科是50年代末、60年代初兴起的。60年代是它蓬勃发展的时期，70年代开始大规模应用。我国的计算机绘图是从60年代后期开始的。

1959年，美国卡尔康普公司（Calcomp）根据打印机的原理研制了世界上第一台数控绘图机，这样，过去的人工绘图就开始进入了计算机辅助绘图。1958年，我国的第一台计算机试制成功。1968年，我国的第一台LE-5平台式绘图机由上海大华仪表厂和上海电工仪表研究所联合研制成功。1962年美国麻省理工学院Ivan E. Sutherland发表了博士论文“Sketchpad：个人机通讯的图形系统”，首先开创了交互式计算机图形学的领域。

从70年代开始，由于人机对话的交互图形系统逐步开始应用，又推动了图形输入与输出设备的更新和发展，各国开始研制各种图形显示设备。从60年代中期的随机扫描显示器发展到60年代后期的存储管式显示器，到70年代中期，已逐步采用基于电视技术的光栅扫描图形显示器。这种显示器不仅分辨率高，显示图形不闪烁，同时对图形可以进行选择与删除。

与此同时，图形输入设备也不断更新，早期的光笔、操纵杆与跟踪球已被鼠标器所取代。但是由于鼠标器只能指示屏幕菜单和光标的定位与拾取，而在交互式计算机绘图中，屏幕菜单由于受到屏幕尺寸的限制，在屏幕上只能显示全部菜单的一小部分，用户必须不断切换菜单进行操作，很不方便。从而图形输入板已成为图形工作站必不可少的输入设备，它可以将图形坐标与图形命令快速地送入计算机。

随着硬件质量的提高和成本的降低以及软件开发研究的飞速发展，计算机绘图已逐渐普及到各生产设计部门，它广泛地应用于计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助制造（CAM）、计算机辅助教学（CAI）和工程系统模拟以及应用于勘探、测量、科研、文艺、宣传、企业管理和商业等领域的各种绘图。计算机绘图正朝着以下几个方向发展。

1. 由静态绘图向动态的交互式绘图方向发展。
2. 由二维图形软件向三维实体造型软件方向发展。
3. 向CAD、CAM、CAG（计算机辅助绘图）三者一体化方向发展。
4. 向分布式高档微机工作站方向发展。

过去微机所以不能进行CAD、CAM和CAG工作，主要是内存容量太小，微机的CPU如今已由第一代4位进入到第四代32位。CPU芯片集成度也由过去的2000个晶体管

/片变为20万个晶体管/片，它的内存已达到数兆到数十兆，比过去的中小型机内存容量还大，因此，高档微机已基本能胜任CAD/CAM的工作。另外彩色图形终端也进入高分辨率阶段，再配上图形的输入输出设备及软件，就组成了一个可以独立进行工作的工作站。将来的CAD/CAM/CAG的工作大部分将在分布式微机工作站上完成，每个工程设计人员具备自己独立的工作站。

## 二、计算机图形学研究的基本内容

计算机图形学是研究怎样操作计算机去产生、表示和处理图示物体、生成图形及输出的一门学科。它主要研究以下几个方面的内容：

### （一）图形的计算机描写

计算机图形学与一般的科学计算不同。在一般的科学计算中涉及的算术运算，在计算机图形学中则是以基本的几何元素为运算对象。然后对这些几何元素进行描述，使它能被计算机接受，并转换成图形在屏幕或绘图仪上输出，我们把这个过程称为图形的计算机描写，这种能图示物体或几何元素的概括性描述也叫做模型。建立模型是计算机图形学中一项重要的研究内容。

### （二）图形的输入和输出

图形输入的常规方法是事先写好的源程序在屏幕上输入，即所谓的编程输入法，这种方法直观，但人、机之间的交互作用缓慢。对于工程上常用的一类规格化图形，可以编制一个通用程序，采用格式数据输入的办法输入图形。但是在处理三维或形状复杂的二维图形时还有较多的困难，输入数据太多就是一个障碍。因此，图形输入也是计算机图形学应用中的主要障碍。现在的图形输入装置鼠标器（Mouse）和图形输入板（Tablet）与各种交互式绘图软件包配合能较好地解决各类图形的输入。

图形输出虽然涉及计算机图形学中众多难度较大的问题，但它是计算机图形学中研究得最早、最深入、解决得最好的一部分工作，我们利用图形输出装置中的打印机，可以将屏幕上的图形快速直接输出；也可以利用绘图机将屏幕上的图形画成生产用的图纸。但是，如何把一帧一帧的显示图形象打印文本一样连续打印或绘制出还需要我们进一步研究。

### （三）图形变换

一个软件系统需具有图形变换的功能。这种变换包括二维变换、三维变换和三维向二维的变换（如轴测投影、正投影、透视投影）。图形变换在构造、产生、处理和输出图形的各个环节中起着重要作用。人们可以直接定义一个几何图形或几何体，也可通过对某些几何体的变换去构造新的几何体或其中的某个部分。

### （四）图形运算

在三维空间，图形的运算是一种几何体的运算，通常称之为几何造型。形体间的并、交、差运算是立体造型系统中构造复杂形体的基本手段之一。例如，在机械加工中，将两个零件焊接在一起可看作是形体的“求并”过程。在一个零件上钻一个孔或开一个凹槽，实际上是从这形体上移出了相应于孔或凹槽形状的那部分材料，即可看作是“求差”过程。形体间的求交运算可以用来检查机器部件上各零件的装配情况。

几何造型是计算机图形学在三维空间的一个具体而十分重要的应用领域，它是CAD/CAM一体化的核心技术；交互式几何造型系统也是真正实现CAD的基本手段。

## 三、计算机图形处理与CAD、CAM技术、图像处理及模式识别的关系

### （一）计算机图形处理的基本概念

计算机图形处理是利用计算机进行数据处理,产生图形信息,控制图形输出,由打印机或绘图机绘出图形,这一过程叫做计算机图形处理。

计算机图形处理分静态式和动态的交互式图形处理两种方式。

60年代主要是静态的计算机图形处理方式,各国所提供的绘图软件包都是非交互式的。也就是说,在计算机图形处理过程中,人不能随机干预,要修改图形就必须修改程序或数据。

70年代后,由于硬件的迅速发展,图形处理开始向人机对话式即交互式方向发展,这种方式可以使用户对计算机产生的图形进行人工干预,可随时对图形进行修改,直到满意为止。现在国际上流行的 AutoCAD 是一个功能较强的交互式图形软件包。目前大部分实用的绘图系统已由过去的静态方式转为动态的交互式图形处理系统。

## (二) 计算机图形处理与 CAD、CAM 技术的关系

我们常说的计算机辅助设计 (Computer Aided Design), 简称 CAD, 计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacture), 简称 CAM, 它们是在人的参与下, 利用计算机系统, 对设计对象进行最佳设计, 其中包括资料检索、计算、确定结构形状、自动绘图等。通俗地说, 是在设计中利用计算机进行设计、计算和绘图、数控加工等作业。

使用 CAD 技术可以提高设计质量。由于计算机具有高速和准确的运算功能, 因此, 以往在人工设计下难以完成的计算, 现在可以由计算机快速而精确地完成。在设计过程中, 设计者总是力求用反复改变参数和评价中间结果来使设计达到最优化。中间结果的计算、分析、比较是一件很复杂繁琐的工作, 显然, 这一工作由计算机来完成就轻而易举了。

使用 CAD 技术可节省宝贵的人力, 减少设计人员非创造性的工作。某些资料表明, 在设计工作中进行创造性工作的时间只占 32%, 绘图及改图时间占 37%, 编制明细表的时间占 15%, 其它日常事务工作时间占 16%, 采用 CAD 技术能使设计人员从繁琐的甚至是枯燥乏味的绘图、制表等劳动中解脱出来, 去从事创造性的工作。从而可以充分发挥设计人员的作用。

使用 CAD 技术还可以缩短设计周期, 使产品不断更新换代, 提高产品的竞争能力。计算机图形处理虽然只涉及到与图形相关的部分, 但凡是 CAD 技术应用到的方面, 都离不开计算机图形处理。所以, 人们通常认为计算机图形处理是 CAD 技术的基础, 利用计算机产生图形的技术是 CAD 技术中的核心技术。

通过以上的论述, 我们知道, CAD 和图形处理主要用于工程设计和制图阶段, 对于实际的生产与加工而言, 它们还只是一个初级阶段。现代化的生产除了现代化的设计、自动绘图以外, 人们更希望能够进行自动化生产, 所以计算机辅助制造技术正是达到这一目的的一个重要手段。CAM 技术通过计算机直接控制加工设备, 使它能自动地加工产品, 其产品的数量和质量都远远优于人工。例如, 数控机床、数控切割机, 其 CAM 的一般过程为: 先由 CAD 技术和计算机图形软件产生一个完整的并符合加工要求的数控语言, 通过这些语言去

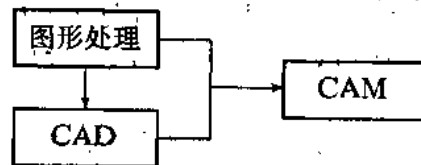


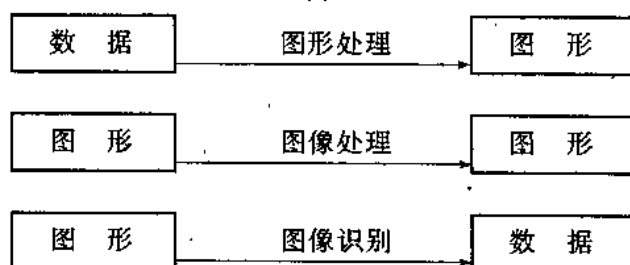
图 1

控制数控机床或数控切割机。从而使 CAD、自动绘图和 CAM 成为一体，这三者的关系如图 1 所示。

### (三) 图形处理与图像处理、模式识别的关系

图形处理、图像处理和模式识别这三者有共同之处，也有本质上的区别。如果我们考虑的模式识别是指图片识别，那么这三者的共同之处就是计算机所处理的都是一些有关图形的信息。可是从处理的方法上讲，这三者有本质上的不同，其不同点如下：

1. 计算机图形处理涉及的是从一些数据到产生一幅图形这样一个处理过程；而图像处理涉及的是从图形到图形这样一个过程；图像识别涉及的过程正好与图形处理的过程相反，即从图形到数据。这三者的上述关系可表示为：



2. 从处理方法上讲，图形处理是利用计算机构造一幅图形以及进行一些几何变换。而图像处理则是对所输入的图形进行某些改造或改进，其中图像增强是突出图像中某些需要的信息，削弱或除去某些不需要的信息。如改进一些过分曝光或模糊不清的照片，使其更为清楚。或抽出照片中一部分进行修整等；图像复原就是把退化了的图像加以重建和恢复；还有图像定位、图像分割等。模式识别则是对输入的图形进行分析后获得一些特征数据，从而达到识别的目的。例如为诊断人的健康，要分析各种数据，它们或表达成曲线，或表达成图像，这种分析就是一个模式识别的问题，还有商业自动化中的自动售货机、自动检票机、硬币兑换机都是模式识别技术的应用。

## 四、AutoCAD 绘图软件简介

### (一) 概况

AutoCAD 软件包是美国 Autodesk 公司为 IBM-PC 机开发的一个交互式图形软件包，它是目前我国微机上应用最广泛的软件包。AutoCAD 于 1982 年推出第一版，1983 年 8 月推出 AutoCAD 1.30 版本，中间经过 1.40 版、2.0 版、2.17 版、2.18 版、2.5 版、2.6 版、9.03 版、10.0 版、11.0 版，现在已升到 12.0 和 13.0 版。其中 2.6 版具有较强的二维绘图和编辑功能，可以在不带协处理器的微机上运行，现在应用仍然受欢迎。目前普遍应用 10.0 以后各版。

### (二) AutoCAD 的基本功能

1. 提供了多种用户接口 由于 AutoCAD 是一个人机对话式的软件包，用户如何与软件包对话呢？这就是用户接口，用户可以通过多种途径与 AutoCAD 对话。

(1) 键盘：用户可以通过 IBM-PC 的通用键盘与专用键盘输入 AutoCAD 各种命令与数据。

(2) 菜单：AutoCAD 在屏幕右边为用户提供的全部有关绘图命令与图形编辑命令的菜单区，用户可以通过多级屏幕菜单与 AutoCAD 进行对话，用户还可以通过 AutoCAD 提供的菜单文件建立自己的屏幕菜单。

(3) 通过数字化仪进行对话: AutoCAD 为用户提供了四个数字化仪菜单区, 用户可建立自己的数字化仪菜单, 与 AutoCAD 进行对话。数字化仪菜单区内可以是 AutoCAD 的标准命令菜单, 也可以是用户的专用菜单, 例如机械方面的标准件菜单、建筑方面的门、窗、墙、楼梯、卫生设备等常用构件菜单、电子元件菜单等。从 AutoCAD2.5 版开始, Autodesk 公司已为用户提供了一个标准的 AutoCAD 数字化仪菜单, 用户可以方便、迅速地通过这个菜单与它对话。

(4) 鼠标器: 如果用户没有数字化仪, 也可购置比数字化仪便宜得多的鼠标器与 AutoCAD 对话, 但鼠标器只能代替键盘的功能 (当然对话速度比键盘操作快好几倍)。

(5) 图形的输出: 上述 (1) ~ (4) 项均为图形的输入对话接口, 一旦图形绘制完毕, 就要进行硬拷贝。AutoCAD 为用户提供了两种图形输出方式, 一是通过打印机输出图形, 二是通过各种型号的绘图机进行图形的输出。

2. 基本绘图功能 为用户提供了基本绘图实体 (Entity), 所谓实体, 就是预先定义好的图形元素, 可以用有关的命令将它们插入到图形中。如点 (Point), 直线 (Line), 圆 (Circle), 弧 (Arc), 椭圆 (Ellipse), 折线 (Polyline), 形 (Shape), 块 (Block) 等。

形: 形是由用户生成并存储在特殊的形文件中的具有特定形状的图形元素, 如可用形来构造汉字等。

块: 块是组合复杂图形的一组图素, 一旦组合以后, 赋以块名, 那么这一复杂的图形就可以视为一个单独的图素插入到任意图形中。

3. 图形编辑功能 AutoCAD 具有很强的图形编辑功能, 如对图形的缩放 (Zoom), 移动 (Move), 镜像 (Mirror), 拷贝 (Copy), 旋转 (Rotate), 删除 (Erase) 等等。可以把已存入的磁盘文件输入到当前正在建立或修改的图形中, 以形成新的图形文件等。

4. 三维功能 从 AutoCAD2.17 版开始, 软件包提供了绘制三维图形的功能, 但它实际上是二维半的图形, 即三维图形的上、下必须是一样大的, 如棱柱形、圆柱形, 但不能绘制锥形物体。从 2.6 版开始, 软件包为用户提供了能绘制真三维图形的功能, 三维图形一旦生成后, 只要改变视点位置, 就能生成与观察方向一致的相应的三维图形, 并能自动消除隐藏线。现在的 AutoCAD11.0 版, 12.0 版, 13.0 版中 AME 具有较强的三维功能。

5. Lisp 语言编程 从 2.17 版开始, AutoCAD 在 ADE-3 中增加了 Lisp 语言。随着版本的不断升级, 2.6 版以后的各种版本已具有比较完整的 AutoLISP 编程语言, 它是一种嵌入在 AutoCAD 内部的 Lisp 编程语言。这样就为用户提供了强大的二次开发的工具, 用户可以利用 AutoLISP 编制 AutoCAD 新的命令, 也可为各类专业编制图形数据库。

6. 与高级语言的连接 为了能够实现 AutoCAD 与其它用高级语言编写的程序之间交换信息, AutoCAD 为用户提供了一个图形交换文件 (DXF 文件), 这个文件实际上就是一个与高级语言连接的接口, 通过该接口, 经高级语言 (如 BASIC, FORTRAN) 处理过的程序送给 AutoCAD 就能生成图形。

7. 对 IGES 的支持 AutoCAD2.6 版输入输出格式支持基本图形交换标准 (Initial Graphics Exchanges Standard), 由支持 IGES 的其他 CAD 系统而来的图形, 现在可以转换到 AutoCAD 上来, 也可从 AutoCAD 转换到其他系统中去。随着 IGES 转换器标准的更改, AutoCAD 支持也将随着做相应的更新, 你总可以有效地转换图形。详细情况可参考 IGES 接口说明文件。

8. 其他辅助功能

(1) Help 显示: AutoCAD 软件包包含百余种命令, 用户如不能全部记住这些命令。Help 显示可以帮助用户了解命令名称、输入点及其他数据的选择项以及某条命令的使用方法。

(2) 文件的存取: AutoCAD 程序文件和图形文件均可进行存取, 并支持 DOS 磁盘操作系统的树形结构目录格式, 用户各类文件可以保存在联机磁盘驱动器的当前目录中。

(3) 文件目录的管理: 可以在 AutoCAD 内列出磁盘目录, 删除文件或给文件重新命名。

### (三) 概念与术语

下面向读者介绍一些在 AutoCAD 中经常遇到的部分概念和术语。

1. AutoCAD 图形文件 (.DWG 文件) 用 AutoCAD 命令在屏幕上生成的所有图形将以图形文件形式进行存取, 它是一种描述图形映像的信息文件, 它的大小和度量单位可以是任意的。各实体在图形文件中的定位与在图纸上完全一样。

2. 坐标 采用笛卡尔坐标系来确定图中点的位置,  $x$  坐标表示在屏幕水平方向的位置,  $y$  坐标表示在屏幕垂直方向的位置。图中任意一点均用  $(x, y)$  形式定位。屏幕左下角点的坐标为  $(0, 0)$ 。

3. 图形单位 图中各个实体都用坐标点定位, 如通过两个端点绘制一条直线, 两点之间的距离是以图形单位来度量的, 如由  $(20, 5)$  到  $(20, 10)$  两点间的一条线段, 那么线段的高度就是 5 个图形单位, 它可以是 5 英寸, 5 英尺或 5mm。究竟是那一种度量单位, 要在绘图机输出时由用户选定某一比例因子, 以使屏幕上的图形与所要的图形一致。

4. 图形的缩放 (Zooming) 缩放就是将屏幕上显示的图形移远或移近以增加或减少图的可见部分。当图形移远时, 就能看见整幅图; 当图形移近时, 就能看见图形放大部分的细节。在画复杂的图形时, 可以将图的某部分移近进行作图。当图画完时, 再返回到原来的位置看最终完成的图。AutoCAD 的“放大比例”约为十万亿 ( $10^{13}$ ) 比 1。

需要注意的是绘图时, 屏幕只是做为窗口, 通过它可以看到图的全貌或图的局部, 坐标只与图形中的相对位置有关, 而与屏幕上的实际位置无关。也就是说虽然图形中各图案间的绝对尺寸是个不变的常数; 如直线上两点  $(20, 5)$ ,  $(20, 10)$  间的距离是 5 个图形单位, 但在屏幕上两点间的显示距离随着图形的放大与缩小的不同而在变化。图形缩小时, 在屏幕上两点距离变小; 图形放大时, 两点显示距离也变大, 然而它们之间的绝对距离永远是 5 个图形单位。

5. 图形的绘图界限 AutoCAD 在屏幕上作图时, 只限制在屏幕上的矩形绘图区内绘图, 因此要防止在该绘图界限以外定点或画图, 矩形界限区的范围大小可由用户用相应的 Limits 命令来选定。这要根据所绘对象而定, 如画一高 8 英寸的印刷电路版, 我们可将图形单位选为一英寸; 屏幕左下角为  $(0, 0)$ , 右上角选为  $(12, 12)$ , 这样就可以在这个矩形区内画图而不致越界。如画建筑或机械图时, 房屋或机器的长可能是几米到几十米, 如我们取每个图形单位为 1mm, 我们可将矩形的左下角仍取  $(0, 0)$ , 而将右上角取  $(40000, 30000)$ , 这样我们就可画大的图形了。

6. 显示范围 当我们需要将图形的某部分或整个图形放大到全屏幕的大小时, 我们就需要在图形中开一个窗口, 窗口就是当前的显示范围。如图 2 中的图 (a), 设图形的绘图界限为 A3 幅面, 即整个图形边界为左下角  $(0, 0)$ , 右上角为  $(420, 297)$ 。现欲将正六边形和圆放大, 为此开一个窗口, 置窗口的左下角为  $(210, 130)$ , 右上角为  $(350, 270)$ , 则窗

口 ABCD 区域内即为显示范围, 也就是说重新显示放大的图形仅是窗口内的正六边形和圆, 如图 2 中的图 (b)。

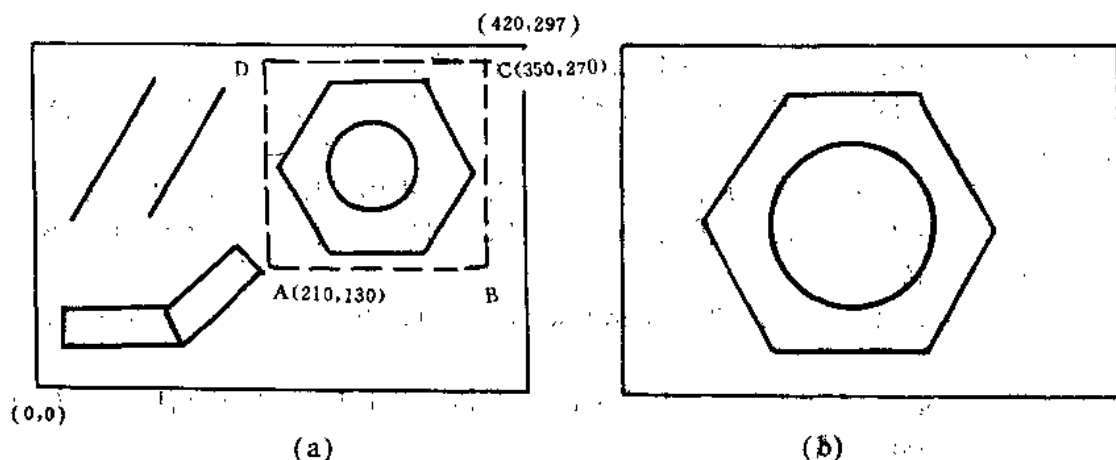


图 2

7. 分辨率 物理分辨率是由用户的外部设备所决定的, 下面是图形工作站三种主要外设的分辨率的含义。

(1) 显示器的分辨率: 是指显示屏幕可显示像素的点数, 它是用显示装置 x 方向的点数乘以 y 方向的点数所确定。IBM-PC/XT 彩色屏幕的分辨率是  $320 \times 200$ , 黑白屏幕分辨率是  $640 \times 200$ 。分辨率愈高, 所显示的图形愈光滑。一个工作站若要能绘制较复杂的图形, 则显示器的分辨率一般应为  $640 \times 400$ ,  $1024 \times 768$  或  $1024 \times 1024$ ,  $1280 \times 1024$ 。

(2) 绘图机的分辨率: 是指一个电脉冲画笔沿 x 或 y 方向移动的步距, 也称脉冲当量。它决定了绘图机的精度, 也就决定了最后画出图形的精度。绘图机精度一般在  $0.1 \sim 0.00625\text{mm}$  之间。

(3) 数字化仪 (图形输入板) 的分辨率: 大部分图形输入板划分成极小的一块块小方块, 每一小方块就是一个像素。图形输入板的分辨率是指每一个像素或小方块的距离。

显示器的分辨率仅仅影响该装置本身作图的功能, 而不影响 AutoCAD 内部的分辨率。例如由于移近图中的一个微小部分, 点可以比用显示屏幕高得多的精度来表示。最后画的图形精度仅仅受绘图机本身分辨率的限制, 而不受显示屏幕分辨率的影响, 图形输入板也一样。

(4) 捕捉 (Snap) 分辨率: 是指图形数据库中坐标的分辨率, 与输入输出设备的分辨率无关。用户在使用光标输入时, 将输入的坐标捕捉 (锁定) 在栅格的最近点上, 栅格上点的间距称作捕捉的分辨率, 它可由用户任意规定, 以满足绘图时精度的需要。

## 五、AutoCAD12.0 版新增功能与对话框简介

### (一) 对以前版本的改进和新增功能的内容

AutoCAD12.0 版增加了许多新的功能。最引人注目的新功能是由于用户界面的增强而带来的更丰富的设计环境, 它提供了综合内容更多的下拉式菜单和对话框、一体化的屏幕菜单以及输入和编辑方面的改进, 使 AutoCAD 使用起来更容易、更直观。大致体现在以下几个方面:

1. 更多的对话框, 12.0 版为众多的操作功能和全部配置提供了方便使用的对话框。

2. 更好的菜单, 主菜单没有了, 取而代之的是 File 下拉式菜单。下拉式菜单比以前的主菜单方式组织更好且更完备, 并把相关的命令和选择项按功能划分成子菜单。

3. 功能更强的目标选择, 能运用几种新的方法更快捷、更简单、更准确地选择目标进行编辑。

4. 名词/动词编辑, 你可以选实体, 然后指定编辑它的命令。

5. 控制编辑。你能选实体, 再在其上选几何点(如目标捕捉点), 用最通用的编辑操作来回移动并修改实体。

6. 锁定层, 当有碍目标选择或在层上进行编辑时, 可以锁定层使其可见或不可见。

7. 绘图, 绘图在 12.0 版中有很大改进, 对话框的控制对于绘图仪和绘图配置的选择以及可选的图是已知的。

8. 可以使用 Post Script 绘制和输出 Post Script 字形和填充, 得到达到出版发行质量的图形。

9. 图形文件格式, 12.0 版能输入 Post Script、TIF、GIF 和 pcx 图形文件, 并能输出这些及其它通用图形文件格式。

10. 确定范围, AutoCAD 12.0 版借助一组新的子菜单和对话框, 使范围的确定快速、简便。

11. 自动生成边界和再造。

12. 域, 用户能用多条线和圆生成可编辑的单实体目标, 然后提取属性, 如面积、周长、质心、边界框、转动惯量、惯量积、主力矩和旋转半径等。

13. 渲染和隐藏。

## (二) AutoCAD 12.0 版对话框的使用

由于 12.0 版取消了主菜单, 那么原来主菜单中的各项任务由 File 下拉式菜单和各种对话框负责组织完成, 为了方便读者使用 12.0 版, 我们将 File 下拉式菜单和对话框简单地介绍一下。

### 1. File 下拉式菜单常用命令选项简介

**New:** 开始绘制新图时, 用户给自己所画的图命名一个文件名。与原来主菜单中的 1 号任务不同处是: 开始绘图前不命名, 待绘制后用户选择 SAVE AS 存盘时, 在对话框的文件编辑框中再输入该新文件名。

**SAVE:** 用已命名的名字保存文件, 并显示 Command: `QSAVE`, `QSAVE` 表示自动以现有文件名保存图形文件。

**SAVE AS:** 保存文件时, 既可用已命名的当前文件的名称, 也可以重新命名。

**Open:** 相当于原主菜单中的 2 号任务, 当编辑已存入的图形文件时, 系统显示出 Open Drawing 对话框, 用户可用以下三种方式在对话框中的 File 编辑框内输入文件名: (1) 用上、下箭头或拖动滑块找到相应的图形文件名, 然后对该文件名双重选择; (2) 选择 Type It 开关, 在 AutoCAD 的命令行上输入文件名; (3) 直接在 File 编辑框内键入已知的文件名。

**PLOT:** 允许你进行画图操作。选择 plot 后, AutoCAD 显示 plot 对话框, 在对话框中你能选择绘图设备(绘图仪或打印机。注意 AutoCAD 前几版中所具有的 FS II PRPLOT 已不再适用于打印机了), 检验或改变与作图有关的参数和设置。

**Configure:** 配置 AutoCAD 的硬件设备, 如显示器、绘图机、打印机、数字化仪、鼠