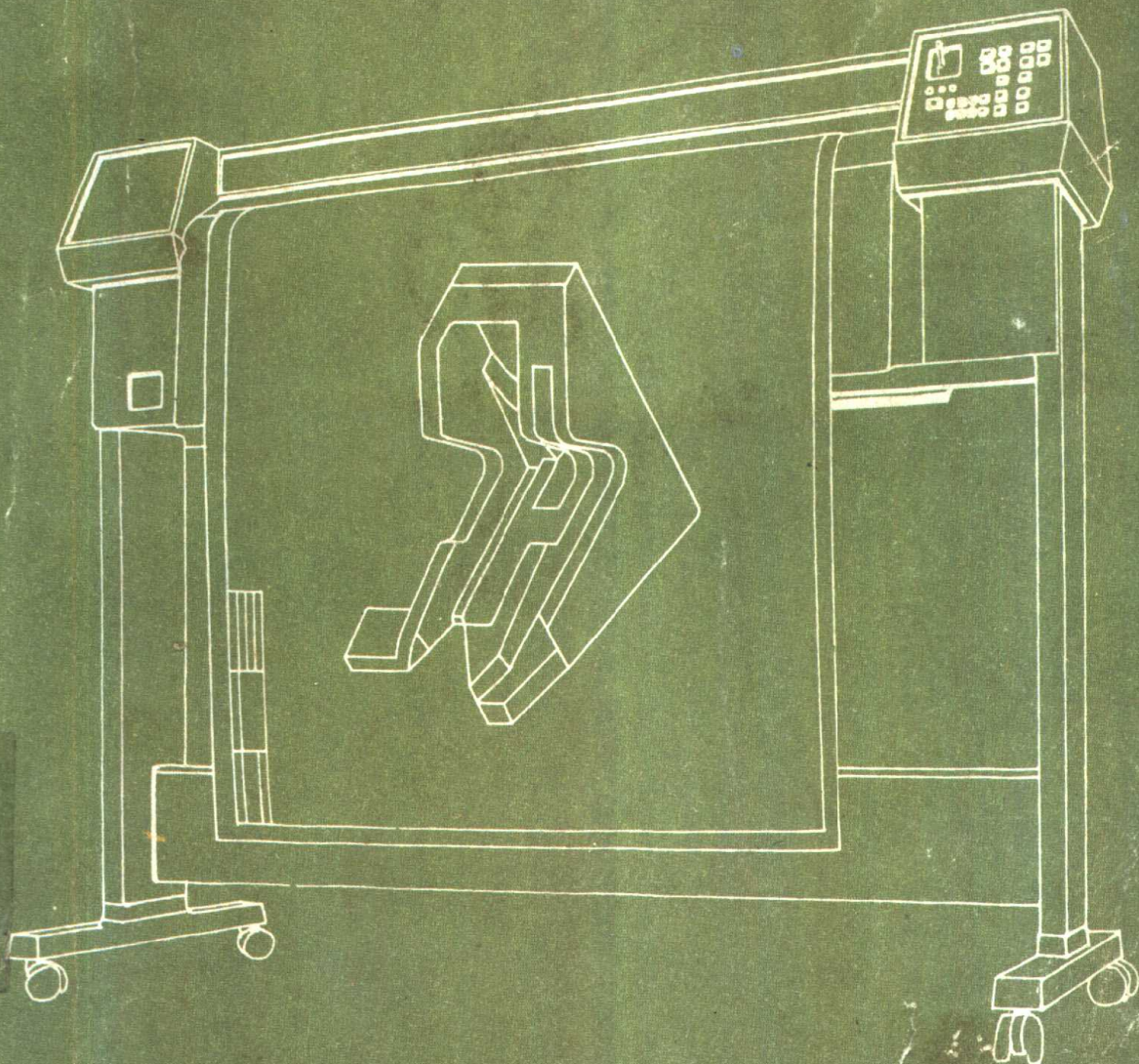


# AUTOCAD

## 计算机绘图软件 (2.6~9.0版)

---

周克绳 陈德新 主编  
赵家惠 黄彭龄 李学志 编著



# AUTOCAD计算机绘图软件

## (2.6~9.0版)

周克绳 陈德新 主编  
赵家惠 黄彭龄 李学志 编著

国防工业出版社

## 内 容 简 介

AutoCAD 是美国Autodesk 公司推出的在微型机上运行的CAD软件。它具有功能强、适用面广、易学易用、便于二次开发的特点，因此在国内外已被广泛采用。

本书内容包括有AutoCAD软件包的基本原理与使用方法；AutoLISP语言及编程；AutoCAD软硬件配置；AutoCAD与其它高级语言通讯等。全书按AutoCAD2.6版编排，但对9.0版增强的内容也做了详细的介绍，并在附录中对AutoCAD第10版作了简介。全书对难点作了详细的解释，配有应用实例，各章附有习题。

本书可作为工程技术人员继续教育的教材，大专院校CAD课程的教材和从事CAD工作的科技人员的参考书。

## AUTOCAD计算机绘图软件

(2.6~9.0版)

周克绳 陈德新 主编  
赵家惠 黄彭龄 李学志 编著

国防工业出版社 出版 发行

(北京市丰公庄西路老虎庙七号)

各地新华书店经售

北京昌平长城印刷厂印装

787×1092 1/16 印张40 929千字

1989年5月第一版 1989年5月第一次印刷 印数：00,001—10,000册

ISBN 7-118-00511-2/TP·66 定价：16.20元

## 前 言

近年来, 计算机辅助设计与制图 (Computer Aided Design and Drafting简称CADD或CAD) 技术迅速发展, 并且在机械、电子、建筑、汽车、造船、航天、轻工、石油等工业部门得到了广泛的应用。特别是微型机CAD技术更是异军突起, 迅速普及, 在众多的微型机CAD软件中AutoCAD 是一个倍受青睐者之一。AutoCAD软件是美国Autodesk公司推出的商品化的CAD软件, 作为一个通用的CAD软件, 它能在绝大多数的16位和32位微型机工作站上运行, 它是目前最流行的CAD软件之一, 其注册用户已超过10万户, 非注册用户之多就难于统计了。

AutoCAD具有开放型的结构, 不但方便了用户使用, 而且也保证了系统本身不断的扩充与完善, 自从AutoCAD 1982年问世以来到1987年4月推出AutoCAD 2.6版的4年半的时间中, 先后更新了8个版本。特别是1987年9月又推出了最新版本AutoCAD Release 9.0, 将该软件又推到更高的水平。

AutoCAD软件包中的AutoLISP高级语言为用户的二次开发提供了强有力的工具, 在国内外以AutoCAD为支持软件成功地开发出应用软件, 并产生明显效益的例子比比皆是。

总之, AutoCAD是一个功能很强, 易学易用, 便于二次开发的CAD软件, 在我国进一步推广应用将会对四化建设产生积极地促进作用。

本书是北京工程图学学会华图微型机CADD培训中心根据多年来举办AutoCAD培训班和对各种专题进行二次开发的经验, 参照AutoCAD最新资料编著而成。内容有AutoCAD (2.6版)软件包的基本原理与使用方法; AutoCAD软硬件配置; AutoLISP语言及编程方法; AutoCAD与其它高级语言通讯等。另外, 本书也对AutoCAD最新版本Release 9.0~9.03更新的内容也作了较详细的介绍。并在附录中对AutoCAD第10版作了简介。

本书第1、2、13、20、21章由赵家惠副教授(北京理工大学)编写; 第3、5、6、12、22章和附录由周克绳副教授(北京理工大学)编写; 第4、7、14章由陈德新高级工程师(北京航空航天大学)编写; 第8、9、11、16、17章由李学志讲师(清华大学)编写; 第10、15、18、19章由黄彭龄副教授(北京航空航天大学)编写, 全书由周克绳副教授和陈德新高级工程师主编。

本书在编写过程中得到北京航空航天大学陈剑南教授、王光副研究员、陈其明副教授和中央广播电视大学洪钧讲师的关心与支持, 并提出宝贵意见, 在此表示诚挚的谢意。

由于本书的编写时间仓促和限于编者水平, 书中错误与不妥之处在所难免, 恳请读者批评指正。

编 者

## 目 录

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 第一章 概述 .....                            | 1  |
| 1-1 计算机辅助绘图(CAG)与计算机辅助设计 (CAD) 概述 ..... | 1  |
| 1-2 AutoCAD简介 .....                     | 4  |
| 第二章 启动 .....                            | 10 |
| 2-1 AutoCAD软件的装入 .....                  | 10 |
| 2-2 主菜单 .....                           | 12 |
| 2-3 图形编辑程序的使用 .....                     | 16 |
| 2-4 AutoCAD命令摘要 .....                   | 16 |
| 2-5 命令的输入 .....                         | 20 |
| 2-6 数据的输入 .....                         | 21 |
| 2-7 打印机的回送 .....                        | 24 |
| 第三章 实用命令 .....                          | 25 |
| 3-1 概述 .....                            | 25 |
| 3-2 HELP (求助) 命令 .....                  | 26 |
| 3-3 QUIT(退出)命令 .....                    | 27 |
| 3-4 END(结束)命令 .....                     | 28 |
| 3-5 SAVE(保存)命令 .....                    | 28 |
| 3-6 LIMITS(绘图界限)命令 .....                | 29 |
| 3-7 UNITS(单位)命令 .....                   | 30 |
| 3-8 STATUS(状态)命令 .....                  | 34 |
| 3-9 FILES(文件管理)命令 .....                 | 35 |
| 3-10 RENAME(重新命名)命令 .....               | 38 |
| 3-11 PURGE(删除命名目标)命令 .....              | 38 |
| 3-12 MENU(菜单)命令 .....                   | 39 |
| 3-13 SHELL/SH(外部)命令 .....               | 40 |
| 3-14 外部命令 (External Commands) .....     | 41 |
| 3-15 SETUP(准备)程序 .....                  | 42 |
| 练习 .....                                | 44 |
| 第四章 绘图命令 .....                          | 45 |
| 4-1 概述 .....                            | 45 |
| 4-2 POINT(点)命令 .....                    | 46 |
| 4-3 LINE(直线)命令 .....                    | 48 |
| 4-4 CIRCLE(圆)命令 .....                   | 50 |
| 4-5 ARC(圆弧)命令 .....                     | 53 |
| 4-6 TRACE(加宽线)命令 .....                  | 58 |
| 4-7 SOLID(区域填充)命令 .....                 | 59 |
| 4-8 DOUGHNUT/DONUT(圆环)命令 .....          | 60 |
| 4-9 POLYGON(多边形)命令 .....                | 61 |
| 4-10 ELLIPSE(椭圆)命令 .....                | 63 |

|                         |                                      |            |
|-------------------------|--------------------------------------|------------|
| 4-11                    | PLINE(折线)命令 .....                    | 65         |
| 4-12                    | TEXT(文本)和DTEXT(动态文本)命令 .....         | 71         |
| 4-13                    | STYLE(字样)命令 .....                    | 76         |
| 4-14                    | QTEXT(快速文本)命令 .....                  | 78         |
|                         | 练习 .....                             | 80         |
| <b>第五章 图形编辑命令 .....</b> |                                      | <b>85</b>  |
| 5-1                     | 概述 .....                             | 83         |
| 5-2                     | 选择集 (Selection Set) .....            | 84         |
| 5-3                     | ERASE(擦除)命令 .....                    | 87         |
| 5-4                     | OOPS(恢复)命令 .....                     | 90         |
| 5-5                     | SELECT(选择集)命令 .....                  | 90         |
| 5-6                     | MOVE(平移)命令 .....                     | 90         |
| 5-7                     | COPY(拷贝)命令 .....                     | 92         |
| 5-8                     | MIRROR(镜像)命令 .....                   | 94         |
| 5-9                     | ROTATE(旋转)命令 .....                   | 97         |
| 5-10                    | SCALE(变比)命令 .....                    | 99         |
| 5-11                    | ARRAY(阵列)命令 .....                    | 101        |
| 5-12                    | BREAK(断开)命令 .....                    | 105        |
| 5-13                    | TRIM(修剪)命令 .....                     | 107        |
| 5-14                    | EXTEND(延长)命令 .....                   | 110        |
| 5-15                    | STRETCH(拉伸)命令 .....                  | 112        |
| 5-16                    | FILLET(倒圆角)命令 .....                  | 115        |
| 5-17                    | CHAMFER(倒角)命令 .....                  | 118        |
| 5-18                    | OFFSET(等距线)命令 .....                  | 120        |
| 5-19                    | CHANGE(修改)命令 .....                   | 123        |
| 5-20                    | EXPLODE(拆开)命令 .....                  | 127        |
| 5-21                    | DIVIDE(等分)命令 .....                   | 129        |
| 5-22                    | MEASURE(测量)命令 .....                  | 132        |
| 5-23                    | PEDIT(折线编辑)命令 .....                  | 133        |
| 5-24                    | UNDO、U(取消)和REDO(重作)命令 .....          | 142        |
|                         | 练习 .....                             | 148        |
| <b>第六章 询问命令 .....</b>   |                                      | <b>151</b> |
| 6-1                     | 概述 .....                             | 151        |
| 6-2                     | AREA(面积)命令 .....                     | 152        |
| 6-3                     | LIST(列表)命令 .....                     | 154        |
| 6-4                     | DBLIST(图形数据库列表)命令 .....              | 157        |
| 6-5                     | DIST(距离)命令 .....                     | 157        |
| 6-6                     | ID(点坐标)命令 .....                      | 157        |
| 6-7                     | TIME(时间)命令 .....                     | 158        |
| 6-8                     | GRAPHSCR(图形状态)和TEXTSCR(文本状态)命令 ..... | 159        |
|                         | 练习 .....                             | 159        |
| <b>第七章 显示控制 .....</b>   |                                      | <b>161</b> |

|                 |                                    |     |
|-----------------|------------------------------------|-----|
| 7-1             | 概述 .....                           | 161 |
| 7-2             | ZOOM(缩放)命令 .....                   | 162 |
| 7-3             | PAN(扫视)命令 .....                    | 167 |
| 7-4             | VIEW(视图管理)命令 .....                 | 167 |
| 7-5             | VIEWRES(视图分辨率)命令 .....             | 169 |
| 7-6             | REDRAW(重画)命令 .....                 | 170 |
| 7-7             | 关于命令的嵌套使用 .....                    | 171 |
| 7-8             | REGEN(重新生成)命令 .....                | 172 |
| 7-9             | REGENAUTO(自动重新生成)命令 .....          | 172 |
| 7-10            | FILL(填充)命令 .....                   | 173 |
| 7-11            | DRAGMODE(拖动模式)命令 .....             | 173 |
|                 | 练习 .....                           | 174 |
| 第八章 图层与线型 ..... |                                    | 175 |
| 8-1             | 概述 .....                           | 175 |
| 8-2             | 图层的基本概念 .....                      | 175 |
| 8-3             | LAYER(图层)命令 .....                  | 179 |
| 8-4             | 线型文件 .....                         | 182 |
| 8-5             | LINETYPE(线型)命令 .....               | 183 |
| 8-6             | LTSCALE(线型比例)命令 .....              | 186 |
| 8-7             | LINETYPE命令中的Sot选择项 .....           | 186 |
| 8-8             | COLOR(颜色)命令 .....                  | 188 |
|                 | 练习 .....                           | 189 |
| 第九章 绘图工具 .....  |                                    | 191 |
| 9-1             | 概述 .....                           | 191 |
| 9-2             | SNAP(捕捉)命令 .....                   | 191 |
| 9-3             | GRID(栅格)命令 .....                   | 195 |
| 9-4             | AXIS(轴线)命令 .....                   | 197 |
| 9-5             | ISOPLANE(等轴测平面)命令 .....            | 199 |
| 9-6             | ORTHO(正交)命令 .....                  | 201 |
| 9-7             | OSNAP(目标捕捉)命令与OSNAP方式 .....        | 202 |
| 9-8             | APERTURE(靶区)命令 .....               | 206 |
| 9-9             | BLIPMODE(光标)命令 .....               | 207 |
| 9-10            | SETVAR (系统变量)命令 .....              | 207 |
| 9-11            | 状态行、控制键和功能键 .....                  | 211 |
|                 | 练习 .....                           | 213 |
| 第十章 块 .....     |                                    | 214 |
| 10-1            | 概述 .....                           | 214 |
| 10-2            | 块的功用 .....                         | 214 |
| 10-3            | BLOCK(块)命令 .....                   | 215 |
| 10-4            | INSERT(插入)命令和MINsert(多重插入)命令 ..... | 216 |
| 10-5            | 块与图形文件的关系 .....                    | 218 |
| 10-6            | BASE(基点)命令 .....                   | 219 |

|                    |                      |     |
|--------------------|----------------------|-----|
| 10-7               | WBLOCK(块存盘)命令        | 220 |
| 10-8               | 块与层                  | 220 |
| 10-9               | 嵌套块                  | 221 |
|                    | 练习                   | 221 |
| 第十一章 尺寸标注、剖面线、图案文件 |                      | 222 |
| 11-1               | 尺寸标注的基本概念            | 222 |
| 11-2               | DIM(尺寸)与DIM1(一次尺寸)命令 | 224 |
| 11-3               | 长度型尺寸标注命令            | 226 |
| 11-4               | 角度型尺寸标注命令(ANGULAR)   | 229 |
| 11-5               | 直径型尺寸标注命令(DIAMETER)  | 230 |
| 11-6               | 半径型尺寸标注命令(RADIUS)    | 231 |
| 11-7               | 尺寸标注的实用命令            | 231 |
| 11-8               | 尺寸变量                 | 237 |
| 11-9               | HATCH(剖面线)命令         | 243 |
| 11-10              | 图案文件                 | 247 |
|                    | 练习                   | 250 |
| 第十二章 属性            |                      | 252 |
| 12-1               | 概述                   | 252 |
| 12-2               | ATTDEF(属性定义)命令       | 254 |
| 12-3               | 举例                   | 256 |
| 12-4               | ATTDISP(属性显示)命令      | 257 |
| 12-5               | ATTEDIT(属性编辑)命令      | 259 |
| 12-6               | ATTEXT(属性提取)命令       | 262 |
|                    | 练习                   | 269 |
| 第十三章 三维功能          |                      | 270 |
| 13-1               | 概述                   | 270 |
| 13-2               | ELEV(基面)命令           | 272 |
| 13-3               | VPOINT(视点)命令         | 275 |
| 13-4               | HIDE(消隐)命令           | 277 |
| 13-5               | 三维点的命令               | 284 |
| 13-6               | 3DLINE(三维直线)命令       | 286 |
| 13-7               | 3DFACE(三维面)命令        | 289 |
| 13-8               | 用AutoLISP程序来构造三维结构   | 291 |
| 13-9               | 三维线和三维面的编辑           | 293 |
| 13-10              | 使用HIDE命令的注意事项        | 294 |
| 13-11              | 与三维有关的其他命令           | 296 |
|                    | 练习                   | 297 |
| 第十四章 命令组、幻灯文件      |                      | 299 |
| 14-1               | 命令组文件                | 299 |
| 14-2               | 幻灯文件                 | 302 |
|                    | 练习                   | 304 |
| 第十五章 形文件           |                      | 306 |

|                                 |                           |     |
|---------------------------------|---------------------------|-----|
| 15-1                            | 概述 .....                  | 306 |
| 15-2                            | 形的定义 .....                | 306 |
| 15-3                            | 生成形文件 .....               | 312 |
| 15-4                            | 形文件的编译 .....              | 312 |
| 15-5                            | LOAD(装入形文件)命令 .....       | 312 |
| 15-6                            | SHAPE(形)命令 .....          | 313 |
| 15-7                            | 形的应用 .....                | 314 |
|                                 | 练习 .....                  | 318 |
| 第十六章 菜单文件 .....                 |                           | 319 |
| 16-1                            | 概述 .....                  | 319 |
| 16-2                            | 菜单文件的结构 .....             | 320 |
| 16-3                            | 分菜单的调用 .....              | 326 |
| 16-4                            | 屏幕菜单区的特点 .....            | 327 |
| 16-5                            | 如何编写菜单项 .....             | 327 |
| 16-6                            | 按钮菜单区 .....               | 330 |
| 16-7                            | 数字化仪菜单区 .....             | 331 |
|                                 | 练习 .....                  | 333 |
| 第十七章 图形交换文件 .....               |                           | 334 |
| 17-1                            | 概述 .....                  | 334 |
| 17-2                            | 有关图形交换文件的命令 .....         | 335 |
| 17-3                            | DXF文件的结构 .....            | 337 |
| 17-4                            | 编写从DXF文件中提取实体数据的程序 .....  | 370 |
| 17-5                            | 编写高级语言与AutoCAD的接口程序 ..... | 372 |
| 17-6                            | DXB类型的图形交换文件 .....        | 376 |
| 17-7                            | IGS类型的图形交换文件 .....        | 378 |
|                                 | 练习 .....                  | 387 |
| 第十八章 AutoLISP语言 .....           |                           | 388 |
| 18-1                            | 概述 .....                  | 388 |
| 18-2                            | 调整AutoLISP的内存需要 .....     | 390 |
| 18-3                            | AutoLISP函数 .....          | 391 |
|                                 | 练习 .....                  | 422 |
| 第十九章 对实体与设备的访问 .....            |                           | 423 |
| 19-1                            | 对AutoCAD实体的访问 .....       | 423 |
| 19-2                            | 对图形屏幕和输入设备的访问 .....       | 430 |
| 19-3                            | AutoLISP的应用 .....         | 432 |
| 第二十章 AutoCAD运行设备的选用、安装与配置 ..... |                           | 451 |
| 20-1                            | AutoCAD配置菜单的功能与内容 .....   | 451 |
| 20-2                            | AutoCAD软件与硬件的配置方法 .....   | 452 |
| 20-3                            | 视频显示器的配置 .....            | 457 |
| 20-4                            | ADI显示器的配置 .....           | 460 |
| 20-5                            | AutoCAD视频显示器的选择 .....     | 461 |
| 20-6                            | 数字化仪/图形输入板与鼠标器的配置 .....   | 466 |

|                            |                        |     |
|----------------------------|------------------------|-----|
| 20-7                       | ADI数字化仪/图形输入板的配置 ..... | 467 |
| 20-8                       | 图形输入板菜单与按钮菜单 .....     | 468 |
| 20-9                       | 用图形输入板方式复制纸上的图形 .....  | 471 |
| 20-10                      | TABLET(图形输入板)命令 .....  | 471 |
| 20-11                      | SKETCH(徒手画)命令 .....    | 474 |
| 20-12                      | 数字化仪与鼠标器的选择 .....      | 478 |
| 第二十一章 绘图机、打印机的配置与绘图 .....  |                        | 490 |
| 21-1                       | 绘图机的配置 .....           | 490 |
| 21-2                       | ADI绘图机接口配置 .....       | 493 |
| 21-3                       | 通过主菜单或屏幕菜单绘图 .....     | 497 |
| 21-4                       | 绘图方式的选择 .....          | 498 |
| 21-5                       | 换笔和线型参数的选择 .....       | 499 |
| 21-6                       | 改变基本绘图规格参数 .....       | 501 |
| 21-7                       | 绘图机的准备 .....           | 501 |
| 21-8                       | 如何用单笔绘图机画彩色图 .....     | 502 |
| 21-9                       | 绘图机的选择与接线方法 .....      | 502 |
| 21-10                      | 打印机的配置与打印图形 .....      | 509 |
| 21-11                      | ADI打印机绘图 .....         | 510 |
| 21-12                      | 打印机绘图机的选择与接线方法 .....   | 513 |
| 第二十二章 AutoCAD 9.0版介绍 ..... |                        | 515 |
| 22-1                       | 概述 .....               | 515 |
| 22-2                       | 文件的可移植性 .....          | 518 |
| 22-3                       | UNIX/DOS文件名称兼容性 .....  | 518 |
| 22-4                       | 目标选择方式的扩充 .....        | 519 |
| 22-5                       | B-样条曲线 .....           | 520 |
| 22-6                       | VPOINT命令的改动 .....      | 522 |
| 22-7                       | MULTIPLE(多重)命令 .....   | 522 |
| 22-8                       | 命令的重新定义 .....          | 523 |
| 22-9                       | 幻灯片库 .....             | 524 |
| 22-10                      | 菜单项重复 .....            | 525 |
| 22-11                      | 菜单条和下拉式菜单 .....        | 526 |
| 22-12                      | 图标菜单 .....             | 532 |
| 22-13                      | 对话框 .....              | 535 |
| 22-14                      | 面向对话的AutoCAD命令 .....   | 538 |
| 22-15                      | INSERT命令的改进 .....      | 543 |
| 22-16                      | 预置属性 .....             | 544 |
| 22-17                      | 新的文本字体 .....           | 545 |
| 22-18                      | 系统变量的改动 .....          | 545 |
| 22-19                      | DXF和DXB文件的改动 .....     | 546 |
| 22-20                      | AutoLISP功能增强 .....     | 547 |
| 附录 .....                   |                        | 552 |
| 附录A AutoCAD命令参考表 .....     |                        | 552 |

|     |                                  |     |
|-----|----------------------------------|-----|
| 附录B | ACAD标准样板图 .....                  | 560 |
| 附录C | AutoCAD的线型、图案和字体库 .....          | 561 |
| 附录D | AutoCAD的标准菜单文件 .....             | 569 |
| 附录E | ACAD.HLP和ACAD.PGP文件 .....        | 598 |
| 附录F | AutoCAD的系统变量 .....               | 601 |
| 附录G | AutoLISP函数索引 .....               | 605 |
| 附录H | 提高或改善AutoCAD运行性能 .....           | 609 |
| 附录I | 错误信息 .....                       | 614 |
| 附录J | AutoCAD的修订史 .....                | 617 |
| 附录K | AutoCAD功能键与等价的IBM-PC功能键对照表 ..... | 624 |
| 附录L | IBM-PC DOS简介 .....               | 625 |
| 附录M | ASCII码表 .....                    | 627 |
| 附录N | AutoCAD第10版简介 .....              | 628 |

# 第一章 概 述

## 1-1 计算机辅助绘图 (CAG) 与 计算机辅助设计 (CAD) 概述

自从50年代世界上第一台自动绘图机诞生以来, 计算机图形学与 CAD 已成为一门新兴的边缘学科。特别是近十几年, 由于硬件、软件方面都得到了飞速的发展, 交互性图形软件包已由过去的大中型计算机转向微机工作站, AutoCAD 交互图形软件包就是其中有代表性的一个, CAD与计算机绘图已经开始进入普及化与实用化阶段。

本节将向读者介绍当前国内外CAD与CAG 的兴起, 当前状况与发展趋势, 使读者对CAD与CAG 有一个概括的了解。

### 一、国内外计算机绘图的发展概况

CAD与CAG 是密不可分的, 计算机绘图是50年代首先由美国开始, 它是由数控机床演变而来, 1952年美国麻省理工学院研制成了第一台用 APT语言加工的数控铣床, 当时在美国学习的奥地利人H. Joseph Gerber在美国创办了 Gerber科学仪器公司, 他根据数控加工原理、为美国波音公司生产了世界上第一台平台式绘图机。1959年, 美国 Calcomp公司 (California Computer Products Incorporation 的简称) 根据打印机的原理研制了世界上第一台滚筒式绘图机, 这样, 过去的人工绘图就开始进入了计算机辅助绘图。

日本计算机绘图是从60年代中期开始的, 1963年日本引进美国 Gerber 公司专利, 生产了日本第一台平台式绘图机, 1964年引进Calcomp公司专利, 1964生产了日本第一台滚筒式绘图机, 近年来由于微机工作站的普及, 日本大量厂家开始转向 2号与 3号图幅小型平台式智能绘图机的生产, 如SR-6602, Roland, DG, MP/1000等。

西德也是生产精密绘图机较早的国家, 它是以汉堡市 ARISTO 工厂为生产基地, 生产了从4000系列至8000系列共30余种型号平台式绘图机, 幅面从 $0.5 \times 0.7\text{m}$ 到 $3 \times 10\text{m}$ 各种规格。由于价格昂贵, 我国进口较少。

法国绘图机进入我国市场较早, 即Benson绘图机与 Benson 绘图软件, 对我国早期计算机图形学的发展有较大的影响。

早期计算机绘图主要是被动式的或者说是静态的, 人们根据提供的绘图软件用高级语言编程, 然后将程序输入计算机进行编译、连接, 将输出的目的程序由绘图机输出图形, 在绘图过程中人们无法进行干预, 因此, 输出设备主要以绘图机为标志。

1962年, 美国麻省理工学院, Ivan E. Sutherland发表了博士论文“Sketchpad: 一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, 由于人机对话式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与发展, 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, 其中以美国Tektronix 计算机显示终端使用得最为广泛, 如在我国使用较多的4014, 4114系列均属存储管式。虽然存储管式显示

终端具有分辨率高, 显示图形不闪烁的优点, 但它的交互性能差, 对图形不能进行选择与删除, 因此, 从70年代中期开始, 存储管式显示终端逐步被基于电视技术的光栅扫描图形显示器所取代。

随着输出设备不断更新、发展的同时, 图形输入设备也在不断更新, 早期的光笔, 操纵杆与跟踪球逐渐被光电式的鼠标器所取代。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, 用户必须不断地切换菜单进行操作, 很不方便。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的命令快速地送入计算机。

我国计算机绘图是从60年代后期开始的, 1967年开始研制, 1969年上海自动化仪表二厂开始生产了LZ-5平台式小型绘图机。1973~1974年上海开展了我国大型数控绘图机的研制工作, 有上海自动化仪表二厂, 沪东造船厂, 上海船舶工艺研究所等40多单位参加, 生产了我国大型平台式绘图机, 幅面为 $1800 \times 2400\text{mm}$ 至 $1800 \times 5400\text{mm}$ 各种规格, 主要用于航空, 造船工业。目前我国绘图机定点生产厂为上海太华仪表厂, 哈尔滨龙江仪表厂, 内蒙呼和浩特电子设备厂, 并有各种定型产品。1974年中国科学院电工所开始研制气浮式平面电机, 并研制了我国首批平面电机驱动的绘图机样机, 1981年通过国家鉴定, 1979年该项成果已移交哈尔滨龙江仪表厂生产, 有PDH-I至PDH-IV四种型号。

## 二、计算机绘图的发展趋势

计算机绘图的发展已有20余年的历史。由于它与CAD、CAM相结合, 已成为一个迅速发展着的领域, 60年代由于硬件和软件的进展缓慢, 应用受到一定限制, 进入70年代后, 伴随着硬件质量的提高和成本的降低, 再加上软件的开发研究飞速发展, 特别是芯片集成度的大幅度地增大, 计算机绘图已达到实用的阶段, 它正沿着以下几个方向发展。

### 1. 由静态绘图向动态绘图方向发展

过去的绘图软件包都是非交互式的, 主要是Calcomp绘图软件包。其他的绘图软件包如法国的Benson绘图软件包, 日本的Dap软件包, 平面电机驱动的绘图机上使用的Xynetics软件包等都是以Calcomp软件为蓝本而开发的, 这些软件只能在编程中加以调用。由于硬件的迅速发展, 软件也开始向人机对话式即交互式方向发展。在过去10年中, 各个大公司已为大型机先后研制了多种交互式软件包, 影响较大的是美国Textronix公司研制的PLOT-10。它是用Fortran语言编写, 早期的为PLOT10 TCS (终端控制系统), 后期的则为PLOT-10 IGL (交互图形程序库); 其次是英国剑桥CAD中心研制的GINO-F交互图形软件包。这些交互图形软件包都在中型机上运行。目前大部分实用的绘图系统均已由过去的静态绘图转为交互式的动态绘图。

### 2. 由二维图形软件向三维实体造型软件方向发展

目前微机上使用的软件包绝大部分均属二维图形软件包, 虽然也能画一些三维图形, 那仅仅是三维线框图。

二维图形只能表示空间设计对象的某个局部投影。从设计的观点而言, 在进行设计时, 首先在人的思维中建立起来的是一种三维物体模型, 因为它更直观、更能全面地反

映设计对象。一旦三维物体模型建立之后,再从三维模型生成二维视图、剖视图、剖面图以及其他工程分析,如强度计算、有限元分析、工艺过程等。因此,工程人员就希望直接在屏幕上通过软件来构造三维实体模型,并能对它们进行修改及编辑,因此,三维实体造型就是一个迫切需要解决的问题。

1973年英国剑桥大学 I.C. Braid 首先发展了一个三维造型系统,即闻名的 Build 系统。它通过 6 个基本体素来构造三维形体。同年日本北海道大学以冲野为中心也开发了一个三维造型系统,即 TIPS 系统。最近十几年内,美国、英国、法国、西德、日本、瑞士等国家也已开发了不下 20 余种实验性与商业性的三维实体造型系统。

由于硬件的发展,如今已能通过实体造型的方法在屏幕上构造具有明暗度鲜明的彩色逼真的实体图像。最近几年,已开始对激光全息三维造型系统进行了研究,它在屏幕上构造的三维图形和全息照像一样,可以从各个不同的角度观察物体,它具有更加鲜明的立体感。

从 80 年代开始,我国各大学与科研单位也在这方面进行了大量的研究,1987 年浙江大学 CAD/CAM 中心已成功地开发了三维造型系统-PLAN-I 系统,它已接近某些国外的系统。

### 3. 向 CAD、CAM、CAG 三者一体化方向发展

早期计算机辅助设计、计算机辅助绘图与计算机辅助制造都是分离的、独立的系统。近期软件的发展已将这三者有机地结合在一起,形成所谓一体化软件包。它们包含二维和三维图形软件包模块,三维几何造型模块,有限元前后置处理模块,数控编程模块以及三维数控刀具轨迹模块等。这样的 CAD/CAM 软件包可以完成产品的几何造型、设计、画图、分析直至最后生成数控加工带,目前已有不少这样的软件包投向市场。因此,CAD、CAM、CAG 三者一体化配合使用已成为未来工业设计、管理自动化必然的发展趋势。

### 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,微机的核心 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,一个独立的工作站就可以进行工作了。近来微机 CPU 已由原来 16 位的 Inter 8088 向 32 位的 80386 转化,不用多久 32 位的微机系统将取代当前的 16 位微机系统,因此,未来的 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。

## 三、微机交互图形软件包简介

下面介绍几个用于 IBM-PC/XT、AT 微机系统上的交互图形软件包。

1. AutoCAD 软件包:它是美国 Autodesk 公司为 IBM-PC 机开发的一个交互图形软件包,它主要是一个二维图形软件包,具有很强的二维作图编辑功能,也具有三维作图功能,它是目前我国微机上应用最广泛的软件包。AutoCAD 是 1982 年在美国首先推出,下面是 AutoCAD 版本升级过程:

1983 年 8 月推出 AutoCAD 1.30 版本;

1983年10月推出AutoCAD 1.40版本;

1984年10月推出AutoCAD 2.0版本。

以上三个版本主要是二维图形软件包。

1985年6月推出AutoCAD 2.17版本,在这个版本中增加了2.5维的画立体图的功能,能自动消隐,并增加了少量的Lisp变量表达式作为AutoCAD系统的内部语言。

1985年11月推出了AutoCAD 2.18版本,它主要是丰富了Lisp语言,用户可以用Lisp语言对AutoCAD进行二次开发,并用它编写AutoCAD的新命令。

以上各个版本,共有5张5 $\frac{1}{4}$ 英寸磁盘,可以在512KB内存的IBM-PC/XT上运行。

1986年6月推出了2.5版本,共有8张5 $\frac{1}{4}$ 英寸磁盘,在512KB内存上运行已不能满足要求,建议在具有640KB以上内存的IBM-PC/XT、AT上运行,AutoCAD 2.5版本中有50多种命令得到了改进,它产生图形的速度,编辑图形的速度都比2.18版本加快了,绘图与编辑功能也都大大地增强了。

1987年4月推出了2.6版本,仍为8张磁盘,它突出的改进是由过去只能画2.5维立体图变为可以画任何形状的三维图形了。

## 2. Personal Designer交互图形软件包

这是美国Computervision公司在其大型软件包CADDSS系统概念下为微机开发的软件包。CADDSS是一个在大中型计算机上开发的软件包,已有15年的历史,它已在2000个系统上运行,由于竞争的原因,在AutoCAD开发之后也开发了Personal Designer软件包。它的核心部分是Micro CADDSS,具有真三维作图功能,可以对三维形体进行剖切,具有回转体相贯与自由曲面相交的功能。Personal Designer软件包可在IBM-PC/XT机上运行,但必须配置CV公司的中分辨率(640 $\times$ 480)彩色图形显示器与12 $\times$ 12英寸图形输入板配套使用。

## 3. KADKEY交互图形软件包

为美国MICRO Control System公司开发,具有真三维功能的绘图设计交互图形软件包,在IBM-PC/XT机上运行,共6张5 $\frac{1}{4}$ 英寸磁盘,软件容量为1.2MB。除具有二维作用功能外,可以作任意三维图形,对三维图形可以作任意方向的旋转,并能生产网格图,进行有限元分析等。

# 1-2 AutoCAD简介

## 一、AutoCAD 2.6版对软硬件环境要求

软件环境:必须要求在2.0以上版本的DOS操作系统支持下工作。

对硬件的要求:

### 1. 主机

必须在IBM-PC/XT、AT及其兼容机上运行,主机内存必须在640KB以上。外存必须具备1至2个软盘驱动器和一个容量在10MB以上的温彻斯特硬盘。另外,由于图形系统数据量较大,必须要求一定的运算速度,因此还需要在系统板上加一个大规模集成电路芯片-协处理器8087,它可以使运算处理速度提高几十倍。

## 2. 彩色图形显示器

AutoCAD 2.6版为38种图形显示器提供了驱动程序,也就是说只有在 AutoCAD软件提供型号的显示器上才能运行AutoCAD软件包。

彩色图形显示器有两种工作模式,即数字工作模式与图形工作模式,在图形显示模式下,显示器屏幕上每个像素均可由程序控制其亮度和颜色,图形显示经常使用两种不同的分辨率。

(1) 高分辨模式: 每帧200线, 每线640点, 每点只能取黑白两种颜色。

(2) 中分辨模式: 每帧200线, 每线320点, 可以有4种不同颜色。目前IBM彩色图形显示器的分辨率为  $320 \times 200$ , 为了能更好的运行 AutoCAD, 最好能配置分辨率在  $640 \times 400$  以上的彩色显示器, 在显示器右侧为屏幕菜单区, 下方有3行命令提示区。

(3) 键盘: 整个键盘共83个键, 可以通过它输入AutoCAD全部命令

(4) 图形输入装置: 虽然通过键盘可以进行命令的输入标定菜单项, 但速度要慢得多, 因此, 建议配置:

①鼠标器 (Mouse): 它是以在专用的台面上移动的方式工作的, 移动鼠标器时光标则在屏幕上跟踪它移动, 这样就可以直接在屏幕上进行光标定位, 也可通过鼠标器按钮标定菜单选择项, 工作起来要比键盘方便得多。

②图形输入板 (Tablet): 它的工作方式与鼠标器相似, 在图形输入板上移动铁笔或游标, 就可以完成鼠标器的工作。但图形输入板还提供了其他定标设备所不具备的两种附加功能: 一是可以将现有图纸通过图形输入板得到AutoCAD精确的硬拷贝; 二是可以通过图形输入板上的菜单区将用户的专用图形库中的图形 (如建筑中的门、窗、墙、卫生设备等, 电子行业中的各种元件等) 直接输入 AutoCAD, 这就大大地提高了输入的效率。

(5) 图形输出装置:

①打印机: 将屏幕上的图形直接打印输出。

②绘图机: 可以通过标准的串行接口或并行接口与IBM-PC主机联接, 可以使用1号图幅的滚筒式绘图机, 如DMP系列中的DMP-42、DMP-52等, 也可使用3号图幅的平台式多笔绘图机, 这样就可将由AutoCAD在屏幕上所作的图形生成生产用的图纸。但需要注意的是, 任何一个输入与输出设备必须是AutoCAD软件支持的设备, 也就是说AutoCAD为这些设备提供了驱动程序, 否则, 外设就不能运行。

## 3. 显示监视器

在某些情况下, 为了扩大彩色图形显示器的作图面积, 可以取消右侧的菜单区和下方的命令提示区, 这样就可以配置两个显示器, 一个用于命令提示和文本输出, 另一个用于图形显示。这样, 就可以在屏幕上构造比较复杂的图形了, 关于两个监视器的配置将在第二十章中详述。

## 二、AutoCAD的基本功能

AutoCAD主要是一个交互式二维通用图形软件包, 在2.5版本以前可以画2.5维的立体图, 由于版本的不断更新, 从2.6版本开始, AutoCAD提供了画真三维图形的功能。由于它是一个通用的图形软件包, 因此适应的面很广, 可以用于机械、电子、建筑、地理等各个行业。在微型机上AutoCAD是一个功能比较强的软件包, 国内CAD工作

站已普遍地采用这个软件包，并在AutoCAD软件包基础上作了有关专业的二次开发。如建筑上的House软件包，常用机械零件的Mach软件包，以及夹具、模具软件包等。

下面简单介绍该软件的基本功能。

### 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) 通过键盘进行对话：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，以及光标定位。

(2) 通过屏幕菜单进行对话：AutoCAD在屏幕右边为用户提供了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AutoCAD 2.5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（见图20-1），用户可以方便、迅速地通过这个菜单与它对话。

(4) 通过鼠标器进行对话：如果用户没有数字化仪，也可购置比数字化仪便宜得多的（约为数字化仪价格的1/6）鼠标器与AutoCAD进行对话，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的方式，一是通过打印机输出图形，二是通过各种型号（AutoCAD 2.6版为用户提供18种型号绘图机的驱动程序供用户选择）的绘图机进行图形的输出。

### 2. 基本绘图功能

(1) 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，AutoCAD 2.6版本为用户提供了下列基本实体。

点(Point)，直线(Line)，圆(Circle)，弧(Arc)，椭圆(Ellipse)，区域填充(Solid)，折线(Polyline)，文本(Text)，形(Shape)，块(Block)，正多边形(Polygon)，圆环(Doughnut)等。

下面对比较生疏的实体略作说明：

**区域填充：**可以构造任意给定宽度的粗线条，也可以填充任意形状的带色的实心体。

**折线：**折线是由相连的直线或弧组成的序列，可由AutoCAD作为单一的图案来处理，折线是2.17版开始提供的。

**正多边形：**可以提供从3~1024边的正多边形，从2.5版开始提供

**圆环：**可以用来构造圆环及实心圆并赋予色彩的圆饼，从2.5版开始提供。

**文本：**可以用各种字体，任何尺寸，以及所要求的任意旋转角，来绘制文字条目，此外