



黄瑞清 张秋英 编著

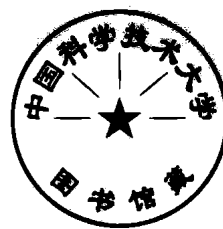
Auto CAD 12/13 应用教程

上海交通大学出版社

CAD 应用培训系列教材之一

Auto CAD 12/13 应用教程

黄瑞清 张秋英 编著



上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书是为适应 CAD 应用人才培养的需要,配合全国 CAD 应用工程培训工作的开展而编写的参考教材之一。

Auto CAD 是国内外应用最广泛的微机绘图软件,具有很强的绘图和编辑功能,培训简易,使用方便,而且开放性好,为用户提供了在其基础上进行应用开发的广阔前景。

本书内容新颖,重点突出,实用性强,在简述计算机绘图基本原理和 Auto CAD 最新版本概况之后,重点介绍了 Auto CAD 基本概念、基本绘图命令、编辑命令、显示命令、复杂实体绘图等实用技术,以及各种二次开发手段。书中还附有许多编辑和操作实例。

本书深入浅出,通俗易懂,可作为 CAD 应用工程培训教材、大专院校 CAD 课程教材、工程技术人员在职培训教材以及从事 CAD 工作的各种专业技术人员的自学参考书。

与本书内容相关的 CAD 技术服务,请与上海交通大学国家模具 CAD 中心联系,电话 62812532,邮编 200030。

Auto CAD 12/13 应用教程

上海交通大学出版社·出版

(上海市番禺路 875 号 邮政编码 200030)

新华书店上海发行所·发行

昆山市亭林印刷总厂印刷

开本 787×1092(毫米) 1/16 印张 19.5 字数 477,000

版次: 1996 年 11 月 第 1 版 印次: 1996 年 11 月 第 1 次

印数: 1—4 000

ISBN 7-313-01756-1/TP·321 定价: 25.00 元

前 言

Auto CAD 是目前世界上应用最广泛的微机绘图软件,据不完全统计,它在全世界的发行量已达几百万套。Auto CAD 具有很强的绘图和编辑功能,培训简易,使用方便,而且结构开放性好,可与用其他高级语言编写的 CAD 软件连接,为用户提供了在其基础上进行应用开发的广阔前景,因而在机械、航空、造船、教育等各行各业中发挥了巨大作用,已成为我国高等院校普及 CAD 教育和对工程技术人员进行 CAD 技术培训的重要内容。

由于 Auto CAD 版本更新和应用的发展很快,现国内已发行的有关 Auto CAD 资料大都是使用手册性质的,内容上限于一般性的功能介绍和操作命令的叙述,不适合作为 CAD 培训教材。本书的编写旨在为广大渴望学习计算机绘图技术和 Auto CAD 软件的大专院校师生和工程技术人员提供一本全面实用的学习教材和应用指南。

多年来,我们对 Auto CAD 的应用进行了一些研究,并取得了一定成绩。我们在 Auto CAD 基础上开发的“机械零件 CAD 系统”和“通用机械 CAD 系统”分别获得了上海市微机 CAD 优秀项目奖、国家教委科技进步二等奖和上海市科技进步二等奖。这些软件的研制为本书的编写提供了较扎实的理论和实践基础。

本书以 Auto CAD 的最新版本(12 版和 13 版)为主,重点介绍了计算机绘图发展概况、Auto CAD 基本概念、基本绘图命令、编辑命令、显示命令、复杂实体绘图等实用技术,以及各种二次开发手段。书中还附有许多编程和操作实例。

本书内容深入浅出,通俗易懂。可作为 CAD 应用工程培训教材、大专院校 CAD 课程教材、工程技术人员在职培训教材以及从事 CAD 工作的各种专业技术人员的自学参考书。

本书由黄瑞清、张秋英主编,参加本书编写和整理工作的人员还有盛传捷、陈晶珏、顾瑾、吴良武和宋晓斌等。此外程萍、任伟、刘璐等也为本书的编写提供了各种帮助,在此深表谢意。

由于我们水平有限,书中难免存在问题,恳请读者批评指正。

1992/10

目 录

1 计算机绘图概述	1
1.1 计算机绘图的发展概况	1
1.2 计算机绘图的发展趋势	1
1.3 计算机辅助绘图系统的构成	2
1.3.1 计算机辅助绘图系统的硬件	2
1.3.2 计算机辅助绘图系统的软件	7
1.4 自动绘图机与插补原理	10
1.4.1 自动绘图机的结构	10
1.4.2 自动绘图的工作原理和插补概念	11
1.4.3 图形变换	12
1.5 计算机绘图的工作方式	14
2 Auto CAD 概述	17
2.1 Auto CAD 的常用版本及功能差异	18
2.2 Auto CAD13 版	20
2.2.1 13 版菜单	20
2.2.2 13 版体系结构	20
2.2.3 13 版增强的功能	23
2.3 Auto CAD 硬件配置要求	25
2.4 Auto CAD 的安装	26
2.5 Auto CAD 的配置	28
2.6 Auto CAD 配置文件和批处理文件	34
2.7 Auto CAD 的基本术语	36
2.7.1 坐标系统	36
2.7.2 绘图单位及比例	37
2.7.3 样板图形	37
2.7.4 图形实体	38
2.7.5 模型空间和图纸空间	39
3 Auto CAD 操作方法	41
3.1 Auto CAD 人机交互界面	41
3.1.1 图形屏幕	41
3.1.2 文本屏幕	42

3.2 菜单.....	42
3.2.1 屏幕菜单.....	42
3.2.2 下拉式菜单.....	45
3.2.3 图形输入板菜单.....	46
3.2.4 光标菜单.....	46
3.2.5 图标菜单.....	47
3.3 对话框.....	47
3.3.1 对话框的构成.....	48
3.3.2 对话框的操作.....	51
3.4 键盘.....	51
3.5 命令的输入.....	53
3.6 数据的输入.....	54
3.6.1 点的输入.....	54
3.6.2 距离等参数的输入.....	56
3.6.3 角度输入.....	57
3.6.4 位移量输入.....	57
3.6.5 选择项的确定.....	57
3.6.6 文件名的输入.....	58
3.7 Auto CAD 的绘图流程和文件操作	58
3.7.1 创建新的绘图作业.....	60
3.7.2 打开已有的图形文件.....	62
3.7.3 保存所绘图形文件.....	64
3.7.4 退出 Auto CAD	64
4 实体绘图命令.....	66
4.1 画点命令 POINT	66
4.2 画直线命令 LINE	67
4.3 画圆命令 CIRCLE	71
4.4 画圆弧命令 ARC	72
4.5 画多义线命令 POLYLINE	74
4.6 画圆环命令 DONUT	75
4.7 画椭圆命令 ELLIPSE	76
4.8 画正多边形命令 POLYGON	77
4.9 画矩形命令 RECTANG	78
4.10 三维面命令 3D SURFACE	79
4.11 13 版新增绘图命令	79
4.11.1 绘制无限长直线命令 XLINE	79
4.11.2 绘制射线命令 RAY	80
4.11.3 绘制样条曲线命令 SPLINE	81

5 图形编辑	82
5.1 实体选取	82
5.1.1 实体选择模式	82
5.1.2 实体选择参数的控制命令 DDSELECT	85
5.2 使用 GRIPS(拾取小方格)选择实体	87
5.3 用自动编辑模式进行编辑	89
5.4 编辑单个实体命令 DDMODIFY	93
5.5 删除图形命令 ERASE	95
5.6 恢复被删除图形命令 OOPS	95
5.7 部分删除或拆开图形命令 BREAK	95
5.8 复制图形命令 COPY	96
5.9 移动图形命令 MOVE	97
5.10 旋转图形命令 ROTATE	98
5.11 缩放图形命令 SCALE	99
5.12 镜像变换图形命令 MIRROR	100
5.13 圆角连接命令 FILLET	101
5.14 切角连接命令 CHAMFER	103
5.15 拉伸图形命令 STRETCH	104
5.16 延伸图形命令 EXTEND	106
5.17 修剪图形命令 TRIM	106
5.18 阵列复制图形命令 ARRAY	107
5.19 等分图形命令 DIVIDE	108
5.20 测量图形命令 MEASURE	109
5.21 偏移图形命令 OFFSET	109
5.22 图形修改命令 CHANGE	110
5.23 编辑多义线命令 PEDIT	111
5.24 13 版新增加编辑功能	112
5.24.1 修改线的长度命令 LENGTHEN	112
5.24.2 修剪和延伸功能的增强(TRIM 和 EXTEND)	112
6 显示控制命令	114
6.1 视区概念及其开关设置命令 TILE MODE	115
6.2 重画命令 REDRAW 和 REDRAW ALL	116
6.3 重新生成命令 REGEN 和 REGEN ALL	117
6.4 缩放命令 ZOOM	117
6.5 漫游取景命令 PAN	119
6.6 视图存储和管理命令 VIEW	120
6.7 实体多视区命令 MVIEW	122

6.8	三维动态视图命令 DVIEW	123
6.9	UCS 坐标平面视图命令 PLAN	126
6.10	定义三维视点命令 VPOINT	127
6.11	13 版图文件预览命令 OPEN	128
6.12	13 版新增文本处理功能	129
6.12.1	新增文本屏	129
6.12.2	新增文字编辑器调用命令 EDIT	129
6.13	13 版新增鹰眼功能	130
7	层、块、形及其操作命令	132
7.1	图层及其性质	132
7.2	设置图层、线型、颜色的命令	133
7.2.1	设置图层命令 LAYER	133
7.2.2	设置多视区图层命令 VPLAYER	135
7.3	设置实体颜色线型的命令	137
7.3.1	控制实体模式对话框命令 DDEMODES	137
7.3.2	设置实体颜色命令 COLOR	138
7.3.3	设置实体线型命令 LINETYPE	138
7.3.4	设置线型比例命令 LTSCALE	140
7.3.5	设置当前实体高度和厚度命令 ELEV	140
7.3.6	命名实体命令 HANDLES	141
7.4	块及其特性	141
7.5	块的命令	142
7.5.1	块定义命令 BLOCK	142
7.5.2	块插入命令 INSERT	143
7.5.3	块插入对话框命令 DDINSERT	145
7.5.4	阵列插入命令 MININSERT	147
7.5.5	选择插入基点命令 BASE	147
7.5.6	存储图块文件命令 WBLOCK	147
7.6	块的属性	148
7.6.1	块的属性的概念和特点	148
7.6.2	块属性定义命令 ATTDEF/DDATTDEF	148
7.6.3	具有属性的块的插入	150
7.6.4	属性显示命令 ATTDISP	151
7.6.5	属性编辑命令 ATTEDIT/DDATTE	151
7.6.6	属性提取命令 ATTEXT/DDATTEXT	154
7.7	形	157
7.7.1	形的概念	157
7.7.2	形的定义	157

7.7.3	形文件及其操作命令	160
7.8	外部图形的引用	161
7.8.1	外部引用的概念	161
7.8.2	外部引用命令 XREF	162
7.8.3	将外部引用图形永久性植入主图形命令 XBIND	163
8	尺寸文本标注及阴影线绘制	165
8.1	尺寸标注	165
8.1.1	尺寸标注概述	165
8.1.2	标注命令执行路径	168
8.1.3	尺寸标注命令用法	169
8.1.4	尺寸标注方式及标注变量	174
8.1.5	尺寸标注的编辑	183
8.1.6	有关尺寸标注的几点说明	187
8.2	文本标注	188
8.2.1	动态书写文字命令 DTEXT	189
8.2.2	书写文本命令 TEXT	192
8.2.3	从文件读入文字命令 ASCTEXT	192
8.2.4	定义文本字型和字体命令 STYLE	194
8.3	阴影线绘制与图案填充	196
8.3.1	阴影线绘制	196
8.3.2	图案填充对话框命令 BHATCH	197
8.3.3	用命令行绘制阴影线命令 HATCH	200
8.3.4	阴影线命令使用说明	200
8.4	13 版阴影图案功能的增强	201
8.4.1	13 版阴影图案绘制功能	201
8.4.2	13 版新增阴影图案编辑命令 HATCHEDIT	202
8.5	13 版 DDIM 命令新增加的尺寸标注功能	203
8.6	13 版新增文本功能	207
8.6.1	编辑环境下输入文本命令 MTEXT	207
8.6.2	新增文本及属性编辑命令 DDEDIT	208
9	实用命令	209
9.1	基本辅助绘图命令	209
9.1.1	捕捉命令 SNAP	209
9.1.2	设置网点命令 GRID	210
9.1.3	设置正交绘图命令 ORTHO	212
9.1.4	选择等轴测平面命令 ISOPLANE	213
9.2	目标捕捉命令	213

9.2.1	目标捕捉	213
9.2.2	目标捕捉命令 OSNAP	215
9.2.3	调整靶区命令 APERTURE	216
9.2.4	设置目标捕捉方式的对话框命令 DDOSNAP	216
9.3	查询命令	217
9.3.1	计算面积命令 AREA	217
9.3.2	图形数据库数据列表命令 LIST/DBLIST	218
9.3.3	测量距离命令 DIST	219
9.3.4	查询当前编辑状态命令 STATUS	220
9.3.5	求助命令 HELP	221
9.3.6	询问时间命令 TIME	222
9.3.7	标识命令 ID	223
9.4	绘图仪输出图形	223
9.4.1	图形输出方式	223
9.4.2	图形输出步骤	224
10	实用文件	231
10.1	Auto CAD 涉及的文件概况	231
10.2	命令组文件 SCR	233
10.3	幻灯片文件 SLD	235
10.3.1	幻灯片文件制作命令 MSLIDE	235
10.3.2	幻灯片库文件制作命令 SLIDELIB	236
10.3.3	观看幻灯片命令 VSLIDE	236
10.3.4	幻灯的连续播放及延时命令 DELAY	236
10.4	菜单文件 MNU	237
10.4.1	菜单文件概述	238
10.4.2	菜单文件示例	240
10.4.3	菜单文件调用命令 MENU	242
10.5	数据交换文件 DXF	243
10.5.1	DXF 文件概述	243
10.5.2	生成 DXF 文件命令 DXFOUT	246
10.5.3	输入 DXF 文件生成图形的命令 DXFIN	247
10.5.4	DXF 文件示例	247
10.6	初始图形交换文件 IGES	251
10.6.1	IGES 文件概述	252
10.6.2	生成 IGES 文件命令 IGESOUT	253
10.6.3	输入 IGES 文件命令 IGESIN	253
10.6.4	IGES 文件示例	254
10.7	程序参数文件 PGP	255

11 二次开发和编程接口	258
11.1 Auto CAD 二次开发功能	258
11.2 Auto CAD 编程接口	260
11.3 Auto LISP 语言及其编程	262
11.3.1 Auto LISP 的基本概念和特点	262
11.3.2 Auto LISP 预定义函数	267
11.3.3 Auto LISP 使用入门	275
11.4 Auto CAD 开发系统(ADS)	280
11.5 Auto CAD SQL	287
11.5.1 Auto CAD SQL 扩充(ASE)介绍	287
11.5.2 SQL 简介	287
11.5.3 ASE	288
11.5.4 ASI	289
11.5.5 ADS 使用 Auto CAD ASE 接口	289
11.6 与 Auto CAD 相关的系列软件	290
11.6.1 一体化应用环境	291
11.6.2 实现并行工程的框架结构	291
11.6.3 以 Auto CAD 为核心的系列软件	291
参考文献	297

1 计算机绘图概述

“图样”被称为工程师的语言,是交流技术思想、表达设计意图的有效工具。无论是工程设计,还是科研教学,处处都离不开“图”。绘图在人类的历史上已有几千年历史,古往今来,人们一直在努力改进绘图的工具、技巧和方法,但无论是使用三角板、丁字尺、圆规、模板,还是其他各种机械绘图仪,都仍然是以手工为主进行操作的。手工绘图是一项细致而繁重的劳动,不仅效率低,劳动强度大,而且绘图精度不易保证。特别是随着现代科学技术的发展,产品的更新换代频率加快,对绘图的速度和精度要求越来越高,图样也越来越复杂,如超大规模集成电路掩膜图、航天飞行器的复杂的曲面外壳等,是手工绘图所无法胜任的。因此改进绘图工具,发展新型的绘图技术,把工程设计人员从繁重的绘图工作中解放出来,一直是人们梦寐以求的愿望,计算机及其应用技术的出现,使人们的这个愿望终于得以实现。

工程图绘制占工程设计工作量的 30~50%,采用计算机绘图技术,使设计人员摆脱了繁琐的、重复性的绘图工作的束缚,能将更多精力投入创造性的设计开发工作,这对于提高设计效率,改进设计方法是非常重要的。

1.1 计算机绘图的发展概况

计算机绘图的历史可追溯到 50 年代,它是举世瞩目的数控机床研究的副产品。1952 年,美国麻省理工学院首先研制成功了世界上第一台三坐标数控铣床。该机床使用 APT 语言进行数控加工,当时在美国学习的奥地利人 H. Joseph Gerber 从数控机床的成功中得到启示,研制成功了世界上第一台平台式自动绘图机。1959 年,美国 Calcomp 公司根据打印机的原理研制了第一台滚筒式绘图机。

早期的计算机绘图主要是静态的,设计人员使用绘图机所能处理的高级语言来编程,然后将程序输入计算机,通过编译和连接获得目标程序,再由绘图机执行并输出图形。在绘图过程中,人们无法对其进行干预。

进入 70 年代,人机交互式图形系统逐步地开始使用,从而推动了图形输入与输出设备的发展,显示设备从随机扫描显示器发展到存储管式显示器。到 70 年代中期,又被更先进的光栅扫描图形显示器所取代。与此同时,早期的光笔、操纵杆、跟踪球也逐渐被光电式鼠标器所取代,并配置图形输入板与数字化仪,为交互式计算机绘图系统提供了使用十分方便的图形输入手段。

1.2 计算机绘图的发展趋势

计算机绘图发展至今已有 40 年的历史,随着计算机技术和图形学的飞速发展,计算机绘图已进入大规模推广应用阶段,其发展速度越来越快,并具有如下特点:

(1) 由静态绘图向动态绘图发展

今后的绘图系统,用户不仅可以在屏幕上对图形进行编辑、修改和删除等操作,而且还可动态地进行分析,如在机械设计过程中,可动态地模拟产品的运转过程、塑料注射过程中的流动情况及温度变化;可给所设计的房屋加上实测的模拟地震波,分析房屋所能承受的地震级数等。

(2) 二维绘图向三维实体造型发展

目前二维绘图的使用已非常普遍,但二维图形有其很大的局限性,它只能表示现实设计对象的某个局部投影。从设计的观点来看,人们头脑中所构思的设计对象是三维物体,要求在计算机内部建立与此相应的三维实体模型,以便能更直观、更全面地反映设计意图。而且建立三维实体模型之后,就可由该模型生成所需的二维视图、剖视及剖面图,进行诸如强度计算,有限元分析、动态仿真等工程分析。因此,尽管人们目前对三维实体造型还不太习惯,但这是一种不可阻挡的历史潮流。

(3) 向与 CAD、CAPP、CAM 集成化的方向发展

计算机绘图是 CAD、CAPP、CAM 的重要组成部分,产品设计、工艺和制造经常是以图形作为主要手段通过人机交互来完成的。目前所使用的 CAD、CAPP 和 CAM 系统大都是作为自主系统相对独立地发展起来的。在这些系统中,物体的表示方法是不同的,例如 CAD 沿用的是几何模型,这种模型较完善地描述了零件的几何信息,但工艺参数只是作为图纸上的标注加以处理,因而信息的描述方法不统一,在进入 CAPP 时,需要人工介入,以提取 CAPP 所需的几何信息,补充面向加工的信息。同样,在 CAD 系统与 CAM 系统之间也需要由数控编程人员进行大量的数据提取、组织和重新输入工作。以上人工转换工作,不仅造成了信息中断和重复输入,严重影响了工作效率的进一步提高,而且还可能发生信息丢失和重输出错等问题,降低了系统的可靠性。因此,必须使计算机绘图所建立模型能为 CAD/CAPP/CAM 系统的集成化服务,以求提高总体最优的效果。

(4) 向分布式微机和 workstation 方向发展

近年来,微机和 workstation 硬、软件技术发展很快,无论是 CPU 速度、内存容量还是显示设备质量都有了很大提高,已能满足计算机绘图的性能要求。而且体积小,价格低,对环境要求不高,因而在分布式网络环境下微机和 workstation 绘图是今后发展的焦点。这也非常符合中国实际情况,有必要进一步加强这方面的实用技术的研究,以不断提高计算机绘图的实际效果,使之真正成为设计人员使用得心应手的高级辅助工具。

1.3 计算机辅助绘图系统的构成

计算机辅助绘图系统尽管形式繁多,但究其基本构成,可分为硬件和软件两大部分。

1.3.1 计算机辅助绘图系统的硬件

计算机辅助绘图系统的硬件配置是比较灵活的,根据用途和经济实力,可以自由地选配。主要由图 1-1 所示的计算机主机、外存储器、输入设备和输出设备等几部分组成,现摘要介绍如下:

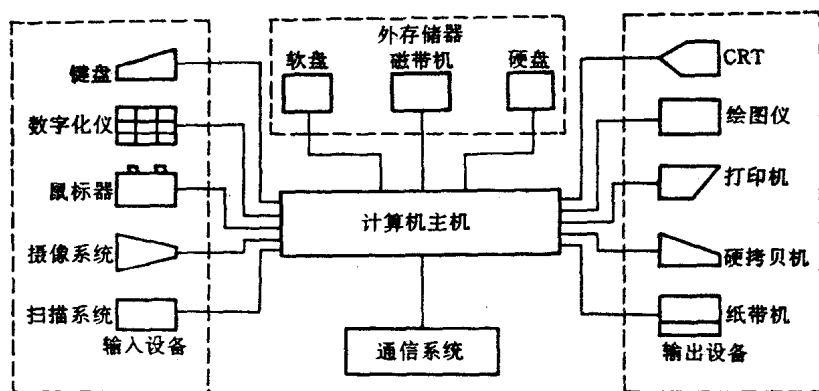


图 1-1

1. 计算机主机

计算机主机是整个计算机系统的核心,故又称中央处理机,它主要由三部分组成:运算器、控制器和主存储器(内存)。运算器负责执行指令所规定的算术和逻辑运算。控制器负责解释指令、控制指令的执行顺序、访问存储器等。内存用来存放指令和数据,它根据工作方式的不同,分为 ROM 和 RAM 两部分:

(1) ROM(Read Only Memory)只读存储器

这是一种一旦写进信息后,只能读出而不能随意变动的存储器。因此一般用于存放不需经常变动的信息,如汉字字库、系统解释程序及系统监视程序等。

(2) RAM(Random Access Memory)随机存储器

其特点是所存储的信息可随时存取,因而非常适合于用来存放 CAD 数据和各种应用程序。需要注意的是 RAM 是一种易失性存储器,一旦断电,其中的信息就立即消失。

建立计算机绘图系统时,首先要确定主机型号。目前绘图系统中使用的计算机,有大型机(如 IBM 系列)中小型机(如 DEC 公司的 PDP-11 系列、VAX 系列等)、工作站(如 SGI、SUN、HP 等)及微机(如 386、486 及 586 等)。具体选择时要视被设计对象的规模、信息量、输入输出设备的配置、经济实力等情况而定。

目前以 16 位或 32 位微机为基础的微机绘图系统在国内外的应用越来越广泛,价值低廉,操作方便,在经济基础还比较薄弱的我国,有十分广阔的应用前景。

2. 外存储器

外存储器与内存的区别在于它是放置在计算机主机之外。与内存相比,其容量大,存取速度慢。CAD 系统需要存储的信息量很大,仅有内存是远远不够的,故一般要设置外存储器来存放暂时不用的程序和数据,既可作为对内存容量不足的一种弥补,又可起到永久性存储的作用。

外存储器中最常用的有磁带和磁盘,它们都属于磁表面存储器,是以氧化铁等永磁薄膜材料的小面积磁化原理为基础的。

磁带机容量大,使用灵活、可靠,价格便宜,当前在大、中、小型计算机系统中应用十分广泛。图 1-2 是一种常用的中、高速数字磁带机——真空带箱式磁带机的简图,目前其带速已达 200in/s,记录密度为 6250 位/in,每台容量达 50MB(1MB 即 1 兆字节)。需要指出的是,磁带记录信息的原理与录音磁带类似,信息按顺序存放,因此为存放一个信息往往要卷带或倒带,速度慢,故一般不适用于随机存取。

磁盘是与唱片相似的圆盘,有硬盘和软盘两种。硬盘常由铝合金制作,软盘则是塑料的。磁盘表面有许多同心磁道,每英寸可有 50~200 条。图 1-3 为磁盘驱动器的工作原理图。

硬盘驱动器主要由磁盘组、定位机构和读写磁头等组成,磁盘组有多片磁盘,磁盘直径通常为 14"、8"、5.25"、3.5"(英寸),每片厚 1~2mm,两片间有 10~20mm 间隔,由一同轴电机拖动磁盘组一起旋转。硬盘的容量大,一般微机上配置的有几十 MB,其他机型则有几百 MB 以上。硬盘可作随机存取,虽然速度不及内存,但比磁带快得多。

软盘使用方便,价格低廉,是目前计算机最常用的外存之一。每张软盘包括盘片和盘套两部分,盘片成圆形,盘套是方形,尺寸有 8"、6"、5.25"、3.5"、3"、2.5"等,盘套采用聚酯薄膜,可保护盘片避免灰尘沾污或碰伤盘片的磁层表面,防止盘片旋转时产生静电而引起数据出错等。

一张新软盘使用之前,必须先“格式化”,格式化的目的是对磁道进行扇区划分,并对磁道和扇区进行编号(扇区是磁盘面上的扇形区域,磁道则是磁盘面上的一个同心圆,由磁道和扇区编号来确定磁盘上位置),然后才能写入信息,这如同一座新建的旅馆,只有先标好房间号码,才能分配客户住房。

3. 输入设备

输入设备的作用是把外界信息输送到计算机中,供计算机运算和处理。常用的有下列几种:

(1) 键盘

各种输入设备中,最常用的是键盘。它是人和计算机联系的最基本设备,外形上与英文打字机相似。各种计算机的键盘设置是不同的,有的与主机联成一体,有的与主机分离。此外,功能也有差别,例如 IBM-PC 机共有 83 个键,分成三组:中间是标准的打字机键盘;左边是 10 个功能键;右边为一个 16 键的小键盘,除了提供输入 ASC I 字符的功能之外,还具有直接向系统输入某字符的编码、功能键、光标的控制和编辑键等功能,使用非常方便。

(2) 图形输入设备

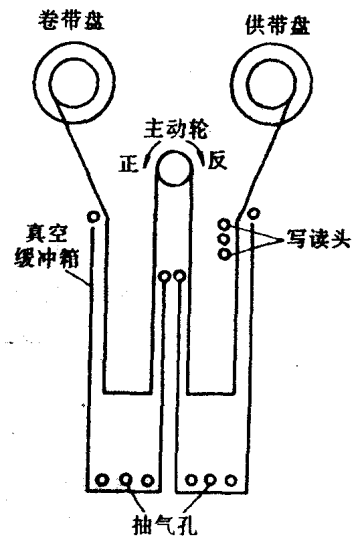


图 1-2

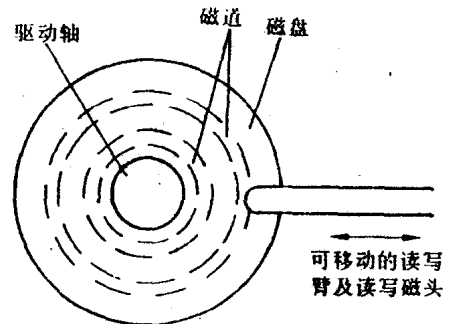


图 1-3

在进行计算机辅助设计时,除了采用通用计算机的键盘输入信息外,最好能配置定点输入装置。定点输入装置有鼠标器(mouse)、图形输入板(tablet)、光笔(light pen)、数字化仪(digitizer)等。这些装置可以用来完成绘图过程的定位、拾取、定值、字符输入、功能选择等,要比键盘输入图形信息更简便。

①鼠标器

这是一种手握式的形如鼠状的滚动装置,其大小可用手抓得住。当鼠标器在桌面上移动时,屏幕上就会出现同步移动的十字标线(十字标线代表光标在屏幕上的位置)。按下鼠标器上的按钮,就能选择十字标线位置处的点或者菜单项目。如果鼠标器上有多个按钮,还可赋予每个按钮以功能,例如,把经常使用的命令定义给指定的按钮,这样使用这些命令时只要按相应的按钮就可以了。

鼠标器按结构可分为机械式和光学式两大类。其中机械式的原理是:它的底部有两个互相垂直的轮子,当它在平板上移动时,轮子作纯滚动运动,两个轮子的旋转角度,分别反映光标在 x 和 y 方向的移动量。可用传感器测量移动的方向和移动量,从而求出光标在 x, y 方向的位置。鼠标器价值低廉,操作方便,能达到较高定位精度($\pm 0.1 \sim \pm 0.2\text{mm}$)左右,因而使用非常广泛。

②图形输入板

图形输入板是一种像绘图板那样的平板,选择点及菜单项目时与上述鼠标器操作基本相同,但是图形输入板的触笔作用范围仅限于图形输入板板面。当按钮指示器或触笔在该板上移动时,可检测出它的位置并以 x, y 坐标表示,同时还能显示在屏幕上。此外,图形输入板还提供了两种独特功能,一是在其上定义既存纸面图形的坐标系统,以便使用绘图软件输入图形;二是在图形输入板上可按需要建立几个区域定义图形输入菜单。

图形输入板检测位置的方法有电磁感应法、静电结合法等,分辨率为 $0.025 \sim 0.1\text{mm}$,精度在 $\pm 0.015 \sim 0.05\text{mm}$ 范围。

③光笔

这是一种笔状的光检测器。利用它可直接在图形显示器上选择菜单项目(点或者命令)进行输入。当触笔移动时,屏幕上会出现与其同步移动的十字标线,按下触笔按钮就可选择到十字标线处的点或者菜单项目。

光笔的工作原理基于光电效应,能感光 and 发出信息。

④数字化仪

数字化仪是坐标输入装置之一,相似于上述的图形输入板,它一般由制图板,数字化仪游标、液晶显示和操作盘等构成。首先将图纸按放在制图板上,再利用数字化仪上的游标定义点,把坐标传送给计算机。数字化仪定点比图形输入板更准确。

⑤图纸自动输入设备

当要输入大量工程图纸时,用数字化仪显得速度太慢,且易出错,需要采用自动扫描输入系统。如美国电话电报公司的SK-1000系列,它以2万条光纤排列成1米宽的光源及光接收阵列,可对宽到1m,长到4m多的大幅面图纸进行高精度扫描。SK-1000系列带有标准的磁带机,可把数据转换到各种型号的计算机。

4. 输出设备

计算机辅助设计系统的常用输出设备有CRT显示器、打印机和绘图仪等。

(1) 显示器(CRT)

显示器是计算机系统的最基本的显示设备,它像一个窗口,使人们及时了解人机间的信息交互情况。最常用的显示器件是阴极射线管(CRT)。CRT 显示器按用途分为字符显示器、图形显示器和图像显示器;就其工作原理又可分为向量式、存储管式和随机扫描式。在 CAD 系统中图形显示器是不可缺少的。所谓图形显示器不但能显示字符信息,而且能显示由点、线和字符构成的,具有不同灰度等级、不同像型、不同颜色的复杂图形。有的 CAD 系统,同时配置字符显示器和图形显示器,字符显示器用于人机对话,图形显示器用于显示图形,设计者使用时更为方便。

显示器的颜色有单色和彩色两种,为了能生动地表达设计对象,一般 CAD 都配置彩色显示器,而且希望尽可能地提高其分辨率。目前微机的图形显示分辨率一般为 640×480 ,而比较完善的 32 位超级微机 CAD 工作站的显示分辨率已达 1024×1024 ,可以显示色彩丰富逼真,线条细腻光滑的图形。

(2) 打印机

打印机是一种不带键盘的打字机。它的工作完全由计算机控制。打印机的类型很多,其中以针式打印机使用最普遍。这是由于它结构简单,字符构成方式灵活,噪音小,速度快(通常为每秒 100—200 字符)。目前国际市场上又出现了热敏式、电敏式和激光等新型打印机,速度更快,工作频率更高。

打印机在机械设计中除用以输出计算结果和零件明细表外,有的还经常用作 CRT 显示器的硬拷贝,输出屏幕上显示的图形。

(3) 绘图仪

随着设计、制图工作的自动化,绘图仪正在被各个设计、科研部门广泛用来作为 CAD 系统的图形输入装置。绘图仪近 10 年来发展迅速,形式繁多。大体上可分为笔状绘图仪、静电式绘图仪、喷墨式绘图仪等。

笔状绘图仪中笔的最小移动距离为 0.1mm(有些机种为 0.05),它的移动方向在 $x-y$ 平面上有 8 个,即 $\pm x$ 、 $\pm y$ 和由它们合成的 4 个斜边方向(例如 $+x+y$ 等),再加上笔的上下移动,总共有 10 种基本动作。

过去绘图仪是由外部信号来进行动作控制的,这种方式称为增量式,由后信息主计算机承担了所有动作的处理,故负担相当重。现在出现了智能化绘图仪,即直线的插补,圆和圆弧的插补,字符串等的产生都已实现了微机程序的语言化,全部由绘图仪自带的 MPU(微处理机部件)来处理,从而使后信息主计算机处理图形的负担大大减轻,因而这种方式称为智能式。对装在绘图仪中的 MPU 的命令是由微机通过绘图指令来指示的。

绘图仪的基本动作,如上所述有 10 种,除了笔的抬落,移动之外,都是一些 x 向的或 y 向的极简单的动作。由于这些动作是由笔与图纸的相对位置来决定的。所以不论怎么组合都可以。但为了实用化些,一般是不采用将笔固定而移动图纸的方式,大都是采用将图纸固定,由笔沿 $x-y$ 向移动的平台式,或图纸和笔都移动的卷筒式和轧辊式等,在机械设计的微机系统中主要采用平台式和轧辊式。

① 平台式

这种绘图仪的平台可平放或斜放,图纸是固定在台面上的。台面上安装了一个可沿 x 向移动的臂架,以及能在臂架上前后移动的笔架。通过笔架和臂架的运动实现了 $x-y$ 平面的绘图动