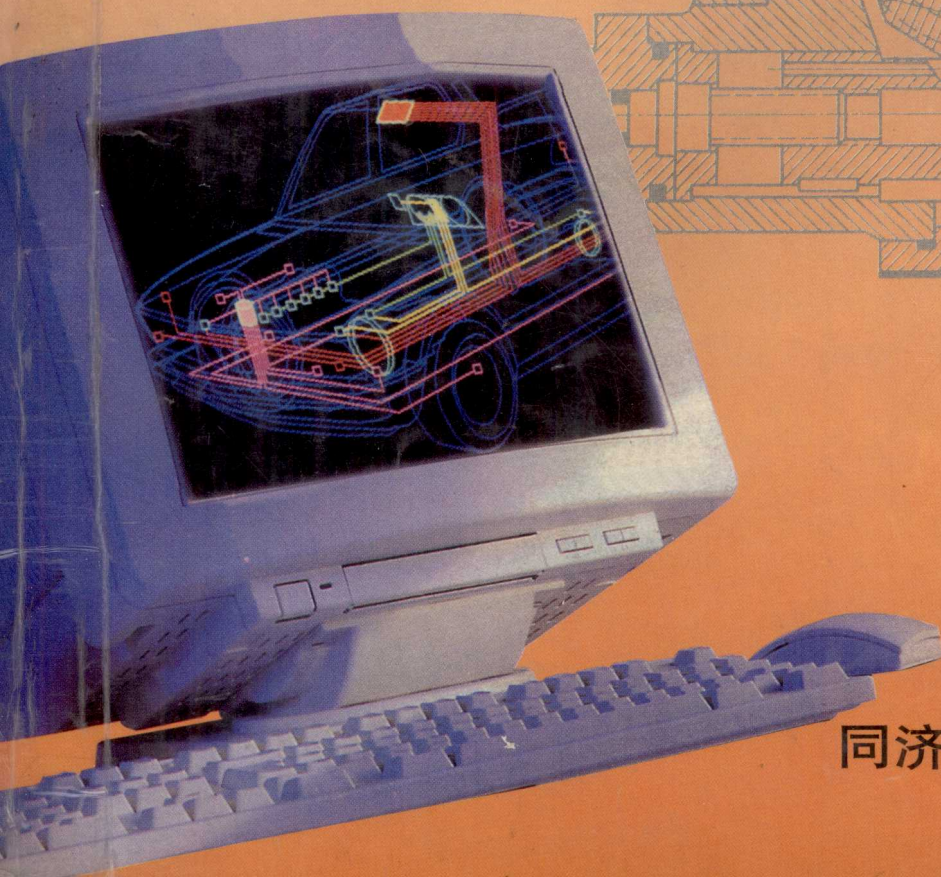


全国CAD应用培训网络工程中心
培训统编教材

计算机绘图

(第二版)

沈建华 李光耀 王 嶙 李启炎 编著



同济大学出版社

TP319/54=2

全国 CAD 应用培训网络工程设计中心培训统编教材

主要内容

计算机绘图

(第二版)

沈建华 李光耀 王 嶺 李启炎 编著

38

中教王
云志李



基

图书分类

(第二版)



10369469

38

同济大学出版社

全国CAD应用培训网络工程设计中心培训统编教材

内 容 提 要

本书以最新的 Auto CAD R13 for Windows 软件为基础,讲述了 Auto CAD R13 for Windows 软件的安装、二维图形绘制、图形编辑、图层、图块、阴影填充、文字及尺寸标注以及绘图输出等内容,通过本书内容的学习,可以使工程技术人员掌握计算机二维图形的绘制及图形输入输出等基本技能。另外,通过本书的学习,对掌握其他的 Windows 下应用软件也将带来莫大帮助。

著者 李光耀 王 嶺 李启炎 编著

责任编辑 王建中

封面设计 李志云

计算机绘图

(第二版)

(全国 CAD 应用培训网络工程设计中心培训统编教材)

沈建华 李光耀 王 嶺 李启炎 编著

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号 邮编 200092)

新华书店上海发行所发行

同济大学印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:18.75 字数:480 千字

1998 年 3 月第 2 版 1998 年 3 月第 1 次印刷

印数:1—8000 定价:22.00 元

ISBN 7-5608-1906-0/TP·209

再版前言

“CAD(计算机辅助设计)应用工程”是1992年经国务院批准、由国家科委牵头组织十几个部委协同开展的一项旨在提高全民CAD技术知识水平、推广应用CAD技术的重大工程。“CAD应用工程”的总体目标是:到2000年,我国CAD科技开发及应用水平达到国外中等发达国家90年代中后期水平。

为了让广大工程技术人员掌握CAD技术,并使之转化为生产力,促进CAD应用工程向纵深发展,全国CAD应用工程协调指导小组把CAD技术人才培养工作放在CAD应用工程“先行一步”的战略地位来抓;并把建立全国CAD应用培训网络,开展CAD技术培训工作纳入了国家“八五”科技攻关项目,有组织、有计划、有步骤地开展CAD技术培训工作,满足CAD应用工程的需要。为此,以大城市为地域中心,以重点高校为技术依托,在全国成立了九个培训中心。全国CAD应用培训网络工程设计中心作为全国九大培训中心之一,依托于同济大学。目前已建立了50多家二级培训基地,已形成了一定规模的培训网络。到目前为止,已累计培训了CAD技术人员2万余名。

为了全面、深入地开展CAD培训工作,提高培训质量,有必要编写适合工程技术人员CAD应用培训的统一教材。为此,我们着手编写了这本《计算机绘图》(第二版),旨在帮助工程技术人员掌握计算机绘图的基本技法,以及满足计算机绘图的教学需求。

本书有以下几个特点:

1. 本书采用易于接受的、循序渐进的方式讲述计算机绘图知识,使初学者能由浅入深、由简入繁地掌握计算机绘图技术。
2. 本书在章节编排方面充分考虑到培训教学的特点,一改诸多计算机书籍手册型的编写方式。在内容上,以掌握计算机绘图的基本技能为着眼点,避免力求面面俱到的写作方法。
3. 本书以最新的Auto CAD R13 for Windows软件为基础,讲述了Auto CAD R13 for Windows软件的安装、二维图形绘制、图形编辑、图层、图块、阴影填充、文字及尺寸标注以及绘图输出等内容。通过本书内容的学习,可以使工程技术人员掌握计算机二维图形的绘制及图形输入输出等基本技能。另外,通过本书的学习,对掌握其他的Windows下应用软件也将带来莫大的帮助。
4. 本书第一章主要讲述了CAD技术的基本知识,有助于读者了解CAD技术的发展历史和应用领域,以及计算机绘图在CAD应用中的地位。

本书由全国CAD应用培训网络工程设计中心、同济大学CAD研究中心的沈建华、李光耀、王嶺等老师联合编写。培训中心主任李启炎教授专门为本书编写了第一章。同济大学陆皓教授作为本书的主审,在百忙之中抽出宝贵时间,对全书进行了详细的审阅,提出了很多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

本书编写过程中,曾得到聂敏、孙培榆以及同济大学CAD研究中心许多同志的帮助,编者在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,编写时间较为紧张,本书不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

1997年12月

目 录

第一章 CAD 技术与计算机绘图	(1)
§ 1.1 CAD 技术的发展	(1)
§ 1.2 CAD 系统的构成	(3)
1.2.1 CAD 系统对支撑环境的要求	(3)
1.2.2 CAD 系统组成	(3)
1.2.3 CAD 系统中的计算机平台	(4)
1.2.4 图形设备	(5)
1.2.5 大容量存储设备	(8)
1.2.6 通信与网络设备	(9)
1.2.7 CAD 系统中的软件环境	(9)
1.2.8 计算机绘图	(10)
习题	(11)
第二章 Auto CAD 简介	(12)
§ 2.1 Auto CAD for Windows 的安装和启动	(12)
2.1.1 Auto CAD for Windows 主要功能介绍	(12)
2.1.2 Auto CAD for Windows 系统软、硬件配置要求	(13)
2.1.3 Auto CAD for Windows 系统的安装和配置	(13)
2.1.4 启动 Auto CAD	(17)
§ 2.2 Auto CAD for Windows 的用户界面	(17)
2.2.1 用户界面的组成	(17)
2.2.2 Auto CAD 中命令的使用及输入方式	(19)
2.2.3 Auto CAD 中数据的输入方式	(20)
§ 2.3 Auto CAD 的文件操作	(23)
2.3.1 建立一个新图	(23)
2.3.2 打开一个图形	(24)
2.3.3 保存图形文件	(25)
2.3.4 更改文件名	(25)
2.3.5 定时存盘	(26)
2.3.6 退出 Auto CAD	(27)
习题	(28)
第三章 绘图环境的设置	(29)
§ 3.1 绘图的组织	(29)
§ 3.2 设置图形范围	(30)

§ 3.3 设置绘图单位和角度的格式和精度	(31)
3.3.1 UNITS 命令(透明命令)	(31)
3.3.2 DDUNITS 命令	(32)
§ 3.4 使用 Auto CAD 的辅助绘图工具	(33)
3.4.1 十字光标的光标值显示控制	(33)
3.4.2 栅格控制(GRID)和光标移动控制(SNAP)	(34)
3.4.3 使用正交方式	(35)
3.4.4 使用 Drawing Aids 对话框	(36)
习题	(37)
第四章 简单图元的绘制	(38)
§ 4.1 绘点命令(PPOINT)及相关命令	(38)
4.1.1 绘点命令(PPOINT)	(38)
4.1.2 置等分标记命令(DIVIDE)	(39)
4.1.3 测量实体命令(MEASURE)	(40)
§ 4.2 绘制直线命令(LINE)及相关命令	(41)
4.2.1 LINE 命令	(41)
4.2.2 COLOR 命令(透明命令)	(42)
4.2.3 DDCOLOR 命令(透明命令)	(43)
4.2.4 LINETYPE 命令	(44)
4.2.5 LTSCALE 命令(透明命令)	(46)
§ 4.3 绘制圆命令(CIRCLE)	(46)
§ 4.4 绘制圆弧命令(ARC)	(48)
§ 4.5 目标点及目标捕捉	(51)
4.5.1 目标点	(51)
4.5.2 临时目标捕捉	(53)
4.5.3 连续目标捕捉	(54)
§ 4.6 显示控制	(57)
4.6.1 利用 ZOOM 命令缩放图形(透明命令)	(58)
4.6.2 用视图平移命令(PAN)平移视图(透明命令)	(58)
4.6.3 实时缩放(RTZOOM)和实时平移命令(RTPAN)	(59)
4.6.4 使用 Aerial View 窗口	(59)
4.6.5 重画(REDRAW)和刷新(REGEN)	(61)
4.6.6 利用 VIEWRES 控制平滑曲线重新生成	(62)
4.6.7 用名字保存和恢复视图命令(VIEW)	(63)
习题	(65)
第五章 图形编辑命令	(66)
§ 5.1 对象(图元)选择及其选择方式	(66)
§ 5.2 删除命令和删除取消命令	(68)

5.2.1 删除命令(ERASE)	(68)
5.2.2 删除取消命令(OOPS)	(68)
§ 5.3 移动命令和拉伸命令	(69)
5.3.1 移动命令(MOVE)	(69)
5.3.2 拉伸命令(STRETCH)	(70)
§ 5.4 复制命令和偏移复制命令	(72)
5.4.1 复制命令(COPY)	(72)
5.4.2 偏移复制命令(OFFSET)	(74)
§ 5.5 镜像复制命令和制作对象阵列命令	(75)
5.5.1 镜像复制命令(MIRROR)	(75)
5.5.2 制作对象阵列命令(ARRAY)	(76)
§ 5.6 部分擦除命令(BREAK)	(79)
§ 5.7 修剪对象命令和延伸对象命令	(80)
5.7.1 修剪对象命令(TRIM)	(80)
5.7.2 延伸对象命令(EXTEND)	(82)
§ 5.8 修圆命令和倒角命令	(84)
5.8.1 修圆命令(FILLET)	(84)
5.8.2 倒角命令(CHAMFER)	(88)
§ 5.9 撤消及重做命令(UNDO、REDO)	(90)
习题	(90)
第六章 图层和图块	(92)
§ 6.1 图层	(92)
6.1.1 图层的概念	(92)
6.1.2 图层的属性	(92)
6.1.3 图层的初始状态	(94)
6.1.4 使用 Layer Control 对话框	(94)
6.1.5 设置对象属性	(101)
§ 6.2 图块	(102)
6.2.1 图块的概念	(102)
6.2.2 内部块定义命令(BLOCK)	(102)
6.2.3 外部块定义命令(WBLOCK)	(103)
6.2.4 在图形中插入块	(104)
6.2.5 图形文件的插入和 BASE 命令	(105)
6.2.6 带属性的块的生成和使用	(106)
6.2.7 块的存储和结构	(114)
6.2.8 块编辑	(116)
6.2.9 块管理和组织	(118)
6.2.10 外部引用命令 XREF	(119)
习题	(122)

第七章 进一步的绘图及编辑命令	(124)
§ 7.1 绘制矩形命令 (RECTANG)	(124)
§ 7.2 绘制正多边形命令 (POLYGON)	(125)
§ 7.3 绘制椭圆命令 (ELLIPSE)	(127)
§ 7.4 绘制实多边形命令 (SOLID)	(130)
§ 7.5 填充直线绘制命令 (迹线) (TRACE)	(131)
§ 7.6 绘制圆环和实心圆 (DONUT)	(131)
§ 7.7 旋转对象命令 (ROTATE)	(132)
§ 7.8 缩放命令 (SCALE)	(134)
§ 7.9 改变长度命令 (LENGFHEN)	(135)
§ 7.10 删除不需要的对象命令 (PURGE)	(140)
§ 7.11 修改对象的属性 (CHANGE)	(142)
§ 7.12 改变对象特性的命令 (DDMODIFY)	(146)
习题	(150)
第八章 文本注释	(151)
§ 8.1 在图形中放置文本	(151)
8.1.1 利用 TEXT 命令在图中放置单行文本	(151)
8.1.2 利用 DTEXT 命令在图中多处放置单行文本	(152)
8.1.3 利用 MTEXT 命令放置一段文本	(154)
§ 8.2 设置文本类型和字体	(157)
8.2.1 文本类型	(157)
8.2.2 STYLE 命令详解	(157)
8.2.3 关于字体的进一步解释	(159)
8.2.4 字体映射和替换	(159)
§ 8.3 文本格式化	(160)
8.3.1 文本对齐 (Justify)	(160)
8.3.2 文本段格式化	(160)
8.3.3 利用 MTEXT 命令放置具有多种字体的文本	(160)
§ 8.4 输入特殊字符	(162)
8.4.1 在 TEXT 和 DTEXT 中输入特殊字符	(162)
8.4.2 使用 MTEXT 特殊字符或格式	(162)
§ 8.5 编辑文本内容和属性	(164)
8.5.1 用 DDEDIT 命令修改文本	(164)
8.5.2 利用 MTPROP 修改 MTEXT 属性	(164)
§ 8.6 从外部文件中输入文本	(164)
§ 8.7 控制文本显示质量和速度	(164)
§ 8.8 拼写检查	(165)
习题	(165)

第九章 高级绘图和编辑命令	(166)
§ 9.1 多义线生成命令(PLINE)	(166)
§ 9.2 徒手画生成多义线命令(SKETCH)	(170)
§ 9.3 多义线边界生成命令(BOUNDARY)	(171)
§ 9.4 多义线编辑命令(PEDIT)	(173)
§ 9.5 样条绘制命令(SPLINE)	(177)
§ 9.6 样条编辑命令(SPLINEEDIT)	(178)
§ 9.7 多重线绘制命令(MLINE)	(181)
§ 9.8 设置多重线偏移量、线型命令(MLSTYLE)	(182)
§ 9.9 多重线编辑命令(MLEDIT)	(186)
§ 9.9.1 十字型	(187)
§ 9.9.2 T字型	(187)
§ 9.9.3 直角工具	(188)
§ 9.9.4 增加顶点工具和删除顶点工具	(188)
§ 9.9.5 切断工具	(188)
§ 9.9.6 修复工具	(189)
§ 9.10 利用 REGION, BOONDARY 命令创建区域	(189)
§ 9.10.1 理解线框模型和实体模型	(189)
§ 9.10.2 利用 REGION 命令创建区域	(189)
§ 9.10.3 用 BOUNDARY 命令生成区域	(189)
§ 9.11 布尔操作命令	(190)
§ 9.11.1 合并命令(UNION)	(190)
§ 9.11.2 相减命令(SUBTRACT)	(190)
§ 9.11.3 重叠命令(INTERSECT)	(190)
§ 9.12 从区域模型中抽取数据命令(MASSPROP)	(191)
习题	(191)
第十章 尺寸标注	(193)
§ 10.1 尺寸标注的概述	(193)
§ 10.2 线性尺寸标注(DIMLINEAR)	(194)
§ 10.3 实际距离尺寸标注(DIMALIGNED)	(196)
§ 10.4 标注圆和圆弧(DIMRADIUS, DIMDAIMETER)	(197)
§ 10.5 标注角度(DIMANGULAR)	(198)
§ 10.6 坐标型尺寸标注(DIMORDINATE)	(199)
§ 10.7 基准型尺寸标注(DIMBASELINE)	(199)
§ 10.8 连续型尺寸标注(DIMCONTINUE)	(200)
§ 10.9 给圆和圆弧加上圆心标记(DIMCENTER)	(201)
§ 10.10 尺寸引导线(LEADER)	(201)
§ 10.11 标注公差(TOLERANCE)	(202)

§ 10.12 文本编辑(DIMEDIT)	(204)
§ 10.13 尺寸标注格式设置命令(DDIM)	(205)
10.13.1 利用 Geometry 修改尺寸线、尺寸界线、箭头和中心标志	(206)
10.13.2 利用 Format 对话框控制尺寸文本放置方式	(207)
10.13.3 使用 Annotation 对话框控制尺寸文本的外观	(208)
§ 10.14 应用举例	(209)
习题	(215)
第十一章 阴影填充	(217)
§ 11.1 图案的概念	(217)
§ 11.2 HATCH 命令	(218)
§ 11.3 BHATCH 命令	(221)
习题	(223)
第十二章 绘图输出	(224)
§ 12.1 使用 CONFIG 命令配置绘图仪	(224)
§ 12.2 使用 PLOT 命令配置绘图环境和绘图输出	(227)
12.2.1 使用 PLOT 命令	(227)
12.2.2 选择绘图仪或打印机	(228)
12.2.3 设置绘图笔参数	(228)
12.2.4 笔动作优化	(230)
12.2.5 设置图纸大小	(231)
12.2.6 定义绘图区	(231)
12.2.7 设置绘图比例	(232)
12.2.8 预视绘图	(232)
12.2.9 绘图输出	(234)
§ 12.3 在模型空间和图纸空间中组织绘图	(234)
12.3.1 模型空间中的图纸组织	(235)
12.3.2 在图纸空间中的图纸组织	(236)
习题	(240)
第十三章 图形数据交换	(241)
§ 13.1 数据交换概述	(241)
§ 13.2 运用 Window 的剪贴板	(241)
13.2.1 利用剪贴板复制 Auto CAD 对象	(242)
13.2.2 拷贝绘图数据至其他应用程序	(242)
13.2.3 拷贝数据到 Auto CAD 中	(242)
§ 13.3 以多种格式输入/输出数据	(243)
13.3.1 利用 EXPORT 命令以多种文件格式输出图形数据	(243)
13.3.2 利用 IMPORT 命令以多种格式输入图形数据	(244)
13.3.3 输入 Windows Metafile 文件	(245)

13.3.4	PostScript 格式简介	(245)
§ 13.4	利用 OLE 技术自动进行数据交换	(246)
13.4.1	在 Auto CAD 中使用 OLE 对象	(246)
13.4.2	在一幅图中嵌入 OLE 对象	(247)
13.4.3	将对象链接到图中	(247)
13.4.4	修改链接对象	(247)
13.4.5	链接管理	(247)
	习题	(247)
附录 A	Auto CAD R13 工具条	(248)
附录 B	系统变量和尺寸标注变量	(259)
附录 C	Auto CAD R13 标准阴影图案	(280)
附录 D	国家标准《机械制图》	(286)

第一章 CAD 技术与计算机绘图

§ 1.1 CAD 技术的发展

CAD 是 Computer Aided Design 的缩写,即计算机辅助设计,也就是使用计算机和信息技术来辅助工程师和设计师进行产品或工程的设计。CAD 技术是一项综合性的、正在迅速发展和应用的高新技术。它日趋成熟,应用广泛,几乎覆盖了机械、汽车、航空航天、电子、建筑工程、轻工、纺织、服装、家电乃至体育、文艺影视……各个领域。它是促进科技成果转化、提高产品和工程设计水平、缩短新产品开发周期、降低成本、大幅度提高劳动生产率的重要手段,是提高企业自主开发能力,技术创新能力和市场应变能力,参与国际竞争的重要条件。

纵观 CAD 技术的发展历史,它起源于计算机图形学技术的发展。早在 60 年代初,美国麻省理工学院 MIT 的博士生 Ivan . SutherLand 研制出世界上第一台利用光笔的交互式图形系统 SKETCHPAD,并且在一篇题为“计算机辅助设计纲要”的论文中提出了:“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……”这里第一次提出了计算机辅助设计和制造的概念。但在 60 年代,由于计算机及图形设备价格昂贵,技术复杂,只有一些实力雄厚的大公司,如波音飞机、通用汽车等能使用这一技术。作为 CAD 技术的基础,计算机图形学在这一时期得到了很快的发展,如 Coons 曲面片技术。洛克希德公司还研制了用于数控的图形系统。

70 年代是 CAD 技术充实提高的时期。由于电子电路设计采用了 CAD 技术,使集成电路技术得到很大发展。集成电路用于计算机,使计算机平台的性能大为提高。70 年代推出了以小型计算机为平台的 CAD 系统。同时,图形软件和 CAD 应用支撑软件也得到了很大发展。图形设备,如光栅扫描显示器,图形输入板,绘图仪等都相继推出和完善。于是,70 年代出现了面向中小企业的 CAD 商品化系统。如 1970 年美国 Applicon 公司首先推出基于小型计算机的 CAD 系统。接着,Computer Vision(CV),Intergraph,Calma 等公司相继推出各自的 CAD 系统。因为这种系统包含了计算机、CAD 软件、图形输入、输出设备,用户只要学会操作即可进行计算机辅助设计工作。人们称这种系统为 Turnkey,即交钥匙系统。

80 年代是 CAD 技术取得大发展的时期。由于集成电路技术的进一步发展,出现了大规模和超大规模集成电路(VLSI)。计算机硬件平台又向前推进了一大步,微型计算机进入市场。1980 年美国阿波罗公司生产出第一台以超级微型计算机为平台的工作站(Workstation)。接着 Sun 微系统公司提出了开放性系统的概念,推出了以 UNIX 系统支撑的 SUN 工作站。这种系统推出的初衷即是为满足工程师、设计师们的需求,提供给他们一个性能好、价格便宜、便于开发的图形处理系统。一经推出就受到广大科技界和工业界的青睐。其后,DEC, HP,SGI,IBM…等供应商都相继进入工作站这一广阔的市场,展开了激烈的竞争。市场需求的驱动,促进了 CAD 技术的不断发展和完善。特别值得一提的是,80 年代中后期 RISC(精

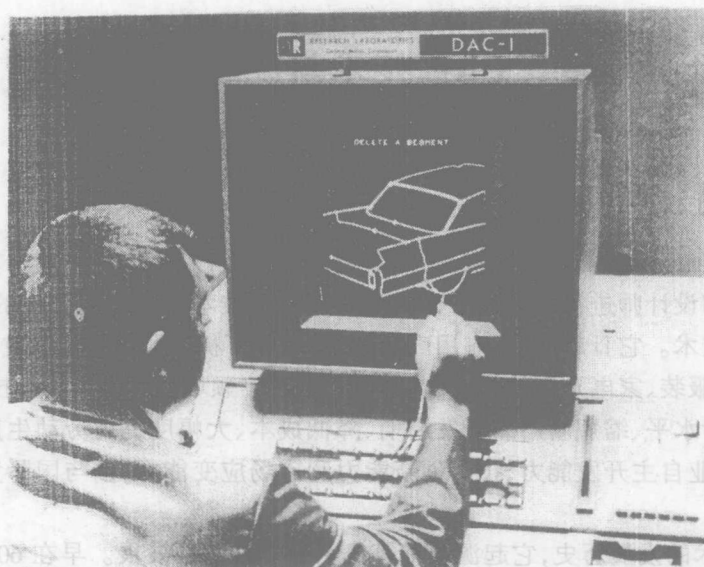


图 1-1 通用汽车公司早期使用的 DAC-1 系统

简指令集计算机)技术在 CAD 工作站系统上的应用使 CAD 系统的性能大大提高了一步。与此同时,图形软件更趋成熟。二维、三维图形处理技术、真实感图形技术以及有限元分析,优化、模拟仿真、动态景观,科学计算可视化等各方面都已进入实用阶段。包括 CAD/CAE/CAM 一体化的综合软件包使 CAD 技术又更上一个层次。

90 年代是 CAD 技术广泛普及、继续完善和向更高水平发展的时期。主要体现在几个方面:

- 随着 CAD 技术应用越来越广泛, CAD 标准化体系进一步完善。在 80 年代,已经出现了计算机图形系统方面的标准:如计算机图形接口 CGI(Computer Graphics Interface)、图形核心系统 GKS(Graphics Kernal System)和 GKS-3D、层次结构图形系统 PHIGS(Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System)等;产品数据交换方面的标准有:基本图形交换规范 IGES(Initial Graphics Exchange Specification)和产品模型数据交换标准 STEP(Standard for Exchange of Product Model Data)。STEP 标准目前正在不断完善之中。它是覆盖了整个产品生命周期的数据交换标准。对协同设计、并行工程、集成制造等具有重要的意义。
- 系统智能化是 CAD 技术发展的又一热点。一方面设计领域的专家知识和工程技术人员经验积累非常丰富,如何将这些宝贵的财富融合于 CAD 系统中,使之成为可以继承的知识宝库;另一方面 CAD 系统本身的智能化,如用户界面、数据采集、各种模型的自动生成、方案的优选、仿真模拟技术和多媒体技术的应用等。
- 集成化是当今 CAD 技术发展的一大趋势。CAD 技术不是孤立的。首先,它集成了计算机软、硬件、数据库、外围设备、图形学、网络及各个应用领域的技术。同时,它又不断和 CAM(计算机辅助制造)、CAPP(计算机辅助工艺流程规划)以及 MIS(管理信息系

统)、PDM(产品数据管理)、MRP(制造资源管理)等系统相集成。特别是当前全球经济一体化、并行工程、异地制造等概念的发展和集成化技术将起到举足轻重的作用。由于因特网(Internet)的发展,使得这些设想得以实现。因此,人们必须对在 Internet 构架上建立起的 Intranet 进行深入的探讨,如何构造在 Intranet 体系上的 CAD/CAM 集成化系统将会是人们追踪的热点。

科学计算可视化、虚拟设计、虚拟制造技术是 90 年代 CAD 技术发展的新趋向。波音 777 飞机是世界上第一架实现无图纸设计与制造的飞机,它避免了传统的制造实样样机的过程。节约了投资,缩短了开发周期。这大大增强了企业的竞争能力。这种技术已经在制造业领域内推广,并将越来越为企业所接受,成为企业技术进步的動力。

§ 1.2 CAD 系统的构成

1.2.1 CAD 系统对支撑环境的要求

1. 高速数据处理能力和数值计算能力,以适应大量工程计算、有限元分析、机械设计、机械运动分析及模拟仿真的需求。这就要求系统有高速中央处理机 CPU,有大容量的主存储器,有优良的数值分析算法乃至并行处理的机制。

2. 很强的图形处理能力,以适应设计与制造过程中二维及三维图形处理以及透视渲染、真实感图形处理、可视化、虚拟现实等种种高级图形处理技术的需求。这要求系统不仅有高速 CPU,还必须配备强有力的图形处理硬件,以实现图形裁剪、消隐、变换等处理过程。同时,系统应配备性能优良的图形显示器及图形输入输出设备。当然,与之相适应的是高效的图形处理算法及实现手段。

3. 有效的数据管理功能,以适应大量非结构化的工程数据、图形图表、标准规范以及图像、语音等各种类型数据的管理工作。这要求系统必须有高效的数据存储及传输能力、大容量的存储设备、各种媒体数据的录入及管理与输出手段、性能良好的工程数据库管理系统等。

4. 系统应符合标准化,适应当前通用的各种国际标准和工业标准,这包括系统的开放标准,用户界面标准,数据存储与数据交换标准,图形处理标准以及各国家制定的工业标准。如设计规范、标准件库、制图格式标准、编码标准……,等等。以便于各种系统间的交换及协同设计、并行工程。

5. 良好的文字处理能力,以便于进行文档的设计,报表、清单的制作。这就要求该系统有可能集成当今流行的字处理软件,如 Word、Excel 等。

6. 友好的用户界面,以便于学习和使用。这就要求系统具有符合国际标准的图形用户界面、醒目方便的菜单以及适宜于多媒体操作以及中文化的界面。

7. 系统应具有较强的适合各领域应用的功能。如几何造型、参数化、渲染效果、尺寸驱动、自动导航、特征抽取、有限元分析、机构运动分析、可视化、数控加工等。同时,还应具有较强的二次开发能力和接口,以适应用户自我开发及本地化的需求。

1.2.2 CAD 系统组成

1. 从以上分析可知,CAD 系统是一个综合的、集成了各种技术在内的信息系统,它将信息技术与应用领域技术紧密集成在一起。它所涉及到的信息技术有:

计算机技术:包括计算机硬件,即主机(CPU 和存储器)、外围设备、接口技术等;计算机软件,包括操作系统 OS 和编程语言、软件工具、开发方法(面向对象技术)等。

图形学:包括图形学算法及其实现、图形软件及其标准化、图形设备(显示器、绘图仪、数字化仪、扫描仪)。

数据管理:工程数据库管理系统、能处理文本、图形、图像、CAD 文件、标准、规范等各种工程数据。

数值分析:包括有限元分析、模拟、仿真等技术。

智能技术:包括知识工程、专家系统、人工智能及智能化接口等。

人机界面:如图形用户界面 GUI、多媒体界面等。

数据交换:包括各系统间数据交换的标准接口、如 DXF, IGES, STEP 等。

网络通信:包括局域网、广域网、分布式处理、客户服务器即 Client/Server 系统、Internet 和企业内联网 Intranet。

2. CAD 系统的组成如图 1-2 所示。

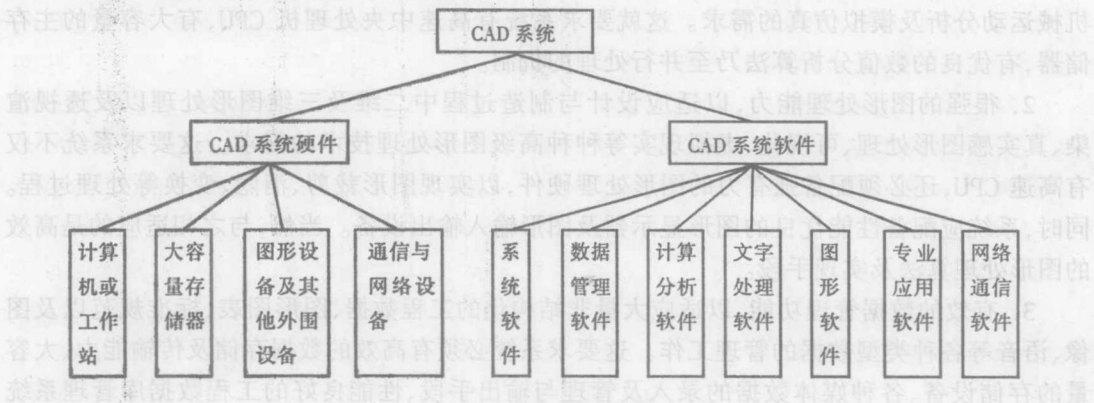


图 1-2 CAD 系统的组成

1.2.3 CAD 系统中的计算机平台

目前,CAD 系统主要有建立在超级微型机平台上的工作站和以个人计算机 PC 为平台的系统。CAD 系统要求计算机有高速运算、处理数据的能力。反映工作站 CPU 的性能指标过去常用 MIPS,即每秒钟能执行的指令数,其中 M 为兆,即百万之意。使用 RISC 技术的工作站,其 CPU 的运行速度达几十~几百个 MIPS,即每秒执行几千万次指令。现在,是用一种能反映 CPU 综合性能的指标 SPEC int 和 SPEC flop。其中前者表示整数运算的能力,后者表示浮点(即带小数点的)运算能力。

当今,最著名的工作站供应商及其型号有:

SUN Microsystem 公司的 Ultra 系列;

HP 公司的 HP9000/700 系列;

DEC 公司的 ALPHA 系列;

SGI 公司的 Indigo 系列;

IBM 公司的 RISC/6000 系列。

反映工作站性能的另一个重要指标是图形处理能力。高性能的工作站都配有很强的图

形加速器。其性能指标以处理二维、三维向量的速率表示,如一秒钟处理多少 K(千)向量,1200K/s 表示每秒处理 1200×1000 即 120 万条向量。

以高档 PC 为平台的 CAD 系统,由于其低廉的价格和越来越高的性能,正在被人们广泛使用。特别是 90 年代,推出了奔腾(Pentium)系列,其处理速度也已达到几十个 MIPS,再加上大容量的内存和外存储器,可以配置成一套价廉物美的 CAD 系统。

PC 系统的 CPU 速度是以其时钟频率表示的。如 Pentium 133,166,200 等表示该 CPU 的时钟频率为 133MHz,166MHz,200MHz。

1.2.4 图形设备

1. 图形输入设备

图形输入设备的作用是将平面上的坐标或图像送入计算机。常见的输入装置有光笔、鼠标器、操纵杆、跟踪球、数字化仪、图形输入板、扫描仪等。

图形输入设备的主要指标有:分辨率、直线性、重复性及工作范围。分辨率指在单位距离内设备所能鉴别的点数;直线性是测量设备随操作者手的移动所给出的输出坐标增减值的大小;重复性是指从某点出发并返回该点时产生的最小误差;工作范围指幅面大小。

根据工作原理,图形输入设备可分为矢量式和点阵式。前者的特点是图形输入工作量大,速度慢,但设备成本低,矢量存储信息量小,但图形加工方便,例如定向键、操纵杆、跟踪球、鼠标器、光笔、图形输入板、数字化仪等。后者的特点是工作量小、速度快、成像准确。由于输入信息最大,则图形的加工复杂、矢量化困难、成本较高。但从发展观点看,点阵式输入设备将成为今后各类图形输入的主要手段。因而下面不仅讨论一般的矢量设备,同时也对点阵式的扫描仪作一些介绍。

(1) 键盘(Keyboard) CAD 系统中,键盘主要用来输入文字、数据,对输入诸如图形显示中的标记之类的图形信息相当有效。键盘也可提供一些方便的屏幕坐标输入、功能选择或具有一些特殊的功能键。

一般键盘上有功能键、光标键和数字键。光标键能移动屏幕上的光标以选取坐标位置。特殊用途键可包括一些为特殊绘图功能而定制的功能按钮、旋钮或开关。按钮和开关用来输入一预先定义的函数,旋钮通常输入纯量值。

(2) 光笔(Light pen) 光笔是一种使用最早的交互式图形输入装置,可直接用于输入坐标点,并可用其改变显示点的坐标及拾取屏幕显示的图形和菜单项。

(3) 操纵杆(Joystick) 由早期飞机上使用的控制杆而得名。操纵杆是由一个垂直的杆和一个用于控制游杆的基底做成。分移动式 and 感压式两种。移动式操纵杆的工作原理是指杆自中心位置移动的距离相当于屏幕光标在该方向上移动的位置,而感压式操纵杆是不能移动的,杆上的压力会以应变计测量后再转换成光标在指定方向上的移动。

(4) 跟踪球(Trackball) 跟踪球的操作原理与操纵杆相似,只是光标的移动靠球而非靠杆。球的任一移动由电位计测量且转换成一数字量来控制光标的移动。球的移动方向决定光标的移动方向,球的移动速率决定了光标的移动速率。跟踪球由一底座和半嵌入其中的球体组成。

(5) 鼠标器(Mouse) 鼠标器是一种控制光标移动的小型手控装置。它分成滚子式和光电管式两种。显然,它是一种复杂而精巧的输入装置。

光电式鼠标器底座上装有光电管。当它在具有网格线条的平面上移动时,光电管接收

的亮度随网格线条的相对移动量和移动方向而定。由于鼠标器在某一位置拿起放下并不改变光标位置,它专用于屏幕光标的相对移动。

光学鼠标器具有体积小、成本低且移动平滑、准确性高、可以迅速使光标移动而很小抖动等特点,与绘图板配合使用,是一种常用的 CAD 图形输入装置。

(6) 图形输入板(Graphic tablet) 图形输入板又称数字转换绘图板,专门拾取屏幕上的坐标位置。小型图形板的尺寸一般为 $280\text{mm} \times 280\text{mm}$ 。图形输入板有许多方格线组成的方格,每一条线的电位不同,因此,图板的每一方向均有不同的电位差。利用指示笔或游标在图形板上移动,可记录各处的电位差,并随之转化为 x, y 的坐标,映射到屏幕上,这就是图形的定位功能,它也可以完成画线功能及选择功能。

(7) 数字化仪(Digitizer) 图形输入板实际上是一种小型的数字化仪,而数字化仪则是一种大面积的图形输入板,其分辨率可达 0.025mm ,图的面积可达 $914\text{mm} \times 1219\text{mm}$,能满足 0 号图样的输入要求。

数字化仪一般分成数字化台面、数字化处理机和传感器三大元件,其作用是把图形转化为数字(即 x, y 坐标),存放在计算机存储器或外存(如磁盘、磁带、光盘)上。数字化仪给计算机二维数据,这对于大多数二维图形是很有用的。因为它与图形板一样,可以倾斜、提高或降低,从而使操作人员有一个舒适的工作环境。在操作时,把要数字化的图样固定在台面上,然后用指示笔或游标压在上面,对图形进行扫描,这就是对图形的数字化过程。

(8) 扫描仪(Scanner) 现在应用较广的是光电滚筒扫描仪,又称鼓形扫描器。它由滚筒、光源、反射镜、光电倍增管及机械传动系统组成。

被扫描的图片覆盖在滚筒上,光源发出的光通过反射镜照到图片上,图片的反射光通过透镜及光孔,照射于光电倍增管上。由光电倍增管将光信号转换成电信号。在转换的同时,滚筒不停地转动,同时还作轴向运动。合成运动的结果,光点以螺旋形式对图片作顺序扫描。由于图片上灰度不同,反射光的强弱发生变化,经光电倍增管后产生了与图形内容相对应的大小变化的电信号。

光电扫描仪可以扫描不透明的图片、照片及文档资料。这时由滚筒外的光电倍增管接收从图片表面反射的光线,输出图像信号。它也可以扫描透明的照相底片、显微镜照片、X 光片、电影胶片等。这时光电倍增管装在滚筒上,它接收透射光,给出图像信号。

光电滚筒扫描仪属于机械式传感器,它的优点是结构简单、实现容易、噪声低、准确度高、扫描幅度大;缺点是速度不快、分辨率不高。若采用激光作光源可大大提高精度。

激光扫描仪用光束来代替电子束,光束由激光发生器产生。这种光束方向性强、单色性好、高亮度,因而最后生成的图像清晰,色彩逼真。

2. 图形显示设备

图形显示设备是 CAD 系统中必不可少的。大多数图形设备的监视器采用的是标准阴极射线管 CRT 结构,当然也有采用其他技术的显示器,如液晶平板显示器等。

CRT 的主要技术指标是分辨率和显示速度。分辨率是指 CRT 在水平和垂直方向上能识别出的光点(像素)间的最大距离。高分辨率的图形显示器其分辨率可达 4096×4096 ,显示速度一般用每秒钟显示矢量线段的条数来表示。

常用的图形终端在荧光屏上产生图像有两种基本方法:随机扫描和光栅扫描。随机扫描是指显示器中电子束的定位和偏转具有随机性,可以画出很细的直线图形,分辨率可以做