



跨世纪计算机实用技术丛书

微机 CAD 方法与技术

陈金水 编著

东南大学出版社

微机 CAD 方法与技术

陈金水 编著

东南大学出版社



内 容 提 要

本书较系统地阐述了计算机辅助绘图及设计软件 Auto CAD 自含的 Auto LISP 语言的功能与特点,以及基于 Auto LISP 语言的微机 CAD 系统的开发方法和技术。由于国家建设部已确认 Auto CAD 为我国微机 CAD 应用系统标准开发平台,而 Auto LISP 正是开发这类系统的主要工具。因此,本书的针对性和实用性是显而易见的。

本书共分 8 章,在介绍了 CAD 的思想、概念与影响之后,着重对 Auto LISP 语言中常用(85%)的函数作了深入浅出的介绍,进而讨论了基于 Auto LISP 语言的 CAD 应用系统开发、设计的思想、方法和技术。本书作者具有丰富的教学和科学研究经验,所以,书中不只是从常规的介绍语言的角度来构造写作框架,而是从一个 CAD 系统设计者的角度来审视、发掘语言的内涵和外延,然后为己所用。书中给出的近 200 个例子,其中大多数都是作者从自己研究的 CAD 系统中浓缩、提炼而成的,对于 CAD 应用系统开发者具有较高的参考价值,这是本书的一个重要特点。

本书适合从事 CAD 研究及应用系统开发的科技人员阅读,也可作为高等院校相关专业师生的选修教材或教学参考书。

责任编辑 陈天授

责任校对 赵家璧

责任印制 王小宁

2004/02

微机 CAD 方法与技术

陈金水 编著

*

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼 2 号 邮编 210018)

江苏省新华书店经销 江苏省大丰印刷二厂印刷

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 12.75 字数 326 千

1998 年 6 月第 1 版 1998 年 6 月第 1 次印刷

印数:1—5000 册

ISBN 7—81050—324—3/TP·49

定价:18 元

(凡因印装质量问题,可直接向承印厂调换)

《跨世纪计算机实用技术》丛书总序

我们正处在一个世纪之交的伟大历史时期。当今社会的计算机应用出现了很多新的特征:办公自动化系统和管理信息系统的实现使社会、生产的管理完全改变了传统的方式;集计算机辅助设计、制造和决策管理为一体的计算机集成制造系统使生产制造过程得到新的飞跃;计算机网络 INTERNET 将世界连成一体,并以一种神奇的方式推动着社会的变革;计算机进入出版业,出现了排版印刷技术的革命;多媒体技术融入社会,更以一种非同寻常的力量推动着信息社会的发展,人们就在这瞬息万变的发展中即将跨入一个新的世纪。

随着 21 世纪的临近,人们面临着各种严峻的挑战,我们必须把人才的培养作为迎接挑战最紧迫的对策。为了适应世纪之交计算机人才培养的需要,我们向读者奉献一套《跨世纪计算机实用技术丛书》。作者编写这套丛书的宗旨为:

1. 介绍 20 世纪最后 10 年计算机技术在其重要应用领域的现状、发展方向以及前景展望。希望读者从这套丛书中,得到感知,获得鼓舞和力量。

2. 力求面向实际,作为实用技术的工具和指南。希望读者得益于它,在世纪之交的计算机应用工作中,能够得到具体的帮助,取得实效。

3. 从本世纪之末到下世纪之始,计算机科学与技术领域新事物肯定层出不穷,本丛书将不断把新颖实用的内容奉献给读者,作者们将与读者一起跨越世纪,在各领域计算机应用中不断前进。

这一套丛书的内容涉及数据库系统、网络通信、多媒体、图像处理、电子出版、系统仿真、计算机辅助设计、计算机硬件及软件新平台、操作系统以及语言等方面。我们尽了很大的努力期望本丛书能很好地为读者服务,但由于水平所限,难免有错误和疏漏之处,希望读者和专家们不吝赐教。

《跨世纪计算机实用技术丛书》编委会

1997 年 5 月

《跨世纪计算机实用技术》丛书

编委会名单

主 编：徐福培

副主编：夏德深 孙志挥

编 委：(以姓氏笔划为序)

孙志挥	吴乐南	陈天授
陈廷标	陈金水	周先华
夏德深	范建新	徐福培
黄凤英	傅德胜	

前 言

设计是属于人类的一种基本、伟大,而且广泛的活动。从阿基米德发明水车到现代的太空飞船,都体现出设计者的思想、创造,以及从构思到实现的全过程。其区别仅是思维的成熟性、设计的复杂性不同而已,尽管这种差别有时是非常巨大的。

在计算机时代,设计者的创造性得到了最大的发挥。借助高速和大容量的计算机,及其高性能的外部设备,表现未来的设计真正做到了“弹指一挥间”。设计师已不必再手握铅笔、直尺和圆规,面对稿纸和图板;而是操纵计算机,以可视的方式展现自己的设计构想,直至最终方案。

自从 1962 年提出 CAD 概念以来,短短的三十几年中,CAD 的内涵在演变的过程中不断得到充实;CAD 技术本身,以及应用领域的外延也同时在迅速扩展。特别是 1980 年以后,工作站(Workstation)技术的突破性进展,使基于工作站的 CAD 技术和应用产生了一次又一次质的飞跃。进入 90 年代之后,微机性能的大幅度提高,促使微机 CAD 摆脱了较长时间的徘徊,如同脱缰野马,一泻千里,驰骋于几乎所有的设计领域。这才使基于微机的,已有近 20 年历史的 Auto CAD 软件真正发挥出它的神奇效力,也才真正为设计界所接受。

如果将设计看成人类的广义社会活动的话,那么,由于计算机性能神话般的升级,CAD 已不再局限于电子、机械、AEC(建筑、工程和施工)等行业,而是覆盖了范围极广的应用领域,诸如广告设计、动画、电视片头制作,甚至人工合成电影以及动态仿真、过程可视化等。

本书在内容上分成三大部分。第一部分(第 1 章)主要讨论 CAD 的概念及其影响、应用和发展。第二部分(第 2 章至第 7 章)在介绍了内嵌于 Auto CAD 软件内的 Auto LISP 语言函数的功能、特点之后,进一步介绍了它的控制结构,包括条件控制、循环控制、自定义函数及调用、文件操作等,以及利用控制结构进行 CAD 程序设计的方法与技术;最后讨论了 Auto LISP 最富魅力的图形数据库的定义、管理及应用。第三部分(第 8 章)分别按照功能和字母顺序列出了 Auto CAD R12.0 版的全部 Auto LISP 函数及其语法格式和语义简介,并给出了所在页码的索引。这一章的主要目的是供读者根据功能寻找合适的函数或已知函数名查询该函数的应用方法和技术。所以,这实际上是提供了一个字典式工具。

本书之所以要以 Auto CAD 的 Auto LISP 程序设计方法作为微机 CAD 应用系统设计的基本技术来讨论,其主要原因有三点:一是 Auto CAD 自从 1982 年问世以来,版本不断升级,性能持续提高,并且始终保持向上兼容,是一个深受用户欢迎的、充满生命力的微机 CAD 支撑软件;二是 Auto CAD 已被国家建设部及其他部委确认为我国微机 CAD 应用系统的标准或倾向性开发平台;三是 Auto LISP 是 Auto CAD 的自含语言,利用它开发的 CAD 应用系统不依赖任何第三方软件,无论是软件开发还是运行都只与 Auto CAD 有关,因此,方便、快捷、有效。当然,Auto Desk 公司在推出 Auto CAD R11.0 版的同时,向应用开

发者提供了一个新的开发工具,即 ADS(Auto CAD Development System),并且公布了利用 C 语言调用 ADS 函数编写图形及 CAD 程序的方法和技术。无疑地,这是一个非常好的方法,特别是对于那些熟悉 C 语言的程序员来说,这个方法可以设计并产生极具商品化价值的通用软件。然而,CAD 软件开发工作量巨大,技术要求高,又由于 C 是编译型程序设计语言,因此,开发阶段程序调试的工作量大,对初学者尤为突出,甚至会阻滞程序设计、编制、维护的过程。作者的经验是基于 Auto CAD 的图形及 CAD 系统开发可以先用 Auto LISP 进行编程,调试成功并经一段时间的运行考核之后,如果确认系统具有推广价值甚至可商品化,那么,再用 C 语言和 ADS 函数进行改写(如果精通或熟悉 C 语言的话),读者不妨试一试,应该说具有较高的效率。

本书是作者多年来从事计算机图形学,现代设计方法学以及 CAD 教学与科研的初步总结,曾作为校内自编教材在本科生、研究生中使用过,其间虽然也更新过多次,但仍自感不足,这次作为《跨世纪计算机实用技术丛书》之一,出版前又反复推敲审校,并承蒙东南大学计算机系董逸生教授细心审阅。然而,谬误与不妥仍在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

1998 年元月 8 日于南京

目 录

1 微机与微机 CAD	1
1.1 从传统设计到计算机辅助设计	1
1.1.1 传统设计方法	1
1.1.2 传统设计方法存在的问题	2
1.1.3 CAD 方法	3
1.2 现代设计环境	4
1.2.1 基于工作站的 CAD 系统	4
1.2.2 基于工作站的 CAD 系统的体系结构	5
1.2.3 CAD 系统开发技术	5
1.2.4 基于通用微机的 CAD 系统	7
1.3 Auto CAD 与 Microstation	8
1.3.1 Auto CAD	8
1.3.2 Microstation	10
1.4 微机 CAD 的影响、应用与发展	11
2 Auto CAD 及其程序设计语言	14
2.1 LISP 语言	14
2.1.1 LISP 语言的历史	14
2.1.2 LISP 语言的应用	14
2.2 Auto LISP 语言	15
2.3 Auto LISP 与 Auto CAD 软件的关系	15
3 Auto LISP 程序设计方法	18
3.1 Auto LISP 语言的特性	18
3.2 Auto LISP 语言的数据类型	18
3.3 Auto LISP 程序结构	20
3.4 Auto LISP 程序运行方式及所需的环境	20
4 Auto LISP 语言的基本函数	22
4.1 赋值函数	23
4.1.1 SETQ 赋值函数	23
4.1.2 SET 赋值函数	23
4.1.3 禁止求值函数	24

4.2	数值运算函数	24
4.2.1	算术运算函数	24
4.2.2	三角运算函数	27
4.3	数的类型转换函数	28
4.3.1	将一个数转换成实型数	28
4.3.2	将一个数转换成整型数	28
4.4	表操作函数	28
4.4.1	表的构造	28
4.4.2	表的操作	30
4.4.3	表及表处理在 CAD 程序设计中的应用	36
4.5	自定义函数	39
4.5.1	有名函数	39
4.5.2	无名函数	43
4.6	输入/输出函数	44
4.6.1	坐标系统和角度测量	44
4.6.2	交互式输入函数	46
4.6.3	输出函数	55
4.7	字符串处理函数	57
4.7.1	字符串长度测量函数	57
4.7.2	字符串链接函数	57
4.7.3	字符串截取函数	57
4.7.4	字符串大小写转换函数	58
4.7.5	求字符串的 ASCII 码函数	59
4.7.6	将 ASCII 码还原成字符串函数	60
4.7.7	整数转换成字符串函数	63
4.7.8	数字型字符串转换成整型数函数	63
4.7.9	数字型字符串转换成实型数函数	63
4.7.10	将数值转换成实型字符串函数	63
4.7.11	角度转换成字符串函数	64
4.8	图形功能函数	65
4.8.1	Auto CAD 的绘图命令调用函数	65
4.8.2	图形处理函数	72
4.8.3	屏幕操作函数	81
5	微机 CAD 程序的控制结构	91
5.1	条件控制	91
5.1.1	条件测试	91
5.1.2	顺序控制	100
5.1.3	COND 条件控制	101
5.1.4	IF—THEN—ELSE 条件控制	106

5.2	循环控制	108
5.2.1	WHILE 循环控制	108
5.2.2	REPEAT 循环控制	109
5.2.3	FOREACH 循环控制	111
5.2.4	MAPCAR 循环控制	112
5.3	函数的调用	114
5.4	函数的递归调用	115
6	CAD 数据文件结构及其操作	118
6.1	打开文件	118
6.2	关闭文件	120
6.3	输入/输出操作	121
6.3.1	文件输入	122
6.3.2	文件输出	122
6.4	文件查找	124
7	CAD 图形数据库及其管理	132
7.1	基本概念:实体及实体选择集	132
7.1.1	实体	132
7.1.2	实体名	132
7.1.3	实体句柄	133
7.1.4	选择集	134
7.2	选择集的构造及操作	134
7.2.1	实体选择	134
7.2.2	选择集构造	135
7.2.3	选择集的操作	137
7.3	实体的管理	141
7.4	实体数据的管理	143
7.4.1	实体名搜索	143
7.4.2	最后一个主实体名的获得	144
7.4.3	任一实体的选择	146
7.4.4	实体句柄处理	147
7.5	实体数据的管理	148
7.5.1	实体定义数据的获取	148
7.5.2	修改实体在图形数据库中的定义	159
7.5.3	更新复杂实体的屏幕图形	161
7.5.4	删除或恢复实体定义	161
7.6	访问符号表	162
7.6.1	符号表的顺序访问	162
7.6.2	符号表搜索	166

8 Auto LISP 函数索引及简介	170
8.1 按功能顺序排序的 Auto LISP 函数的分类简介及索引	170
8.1.1 与 ADS 共用的 Auto LISP 函数	170
8.1.2 一般函数	174
8.2 按字母顺序排序的 Auto LISP 函数的分类简介及索引	181
8.2.1 非英文字符类函数	181
8.2.2 英文字符类函数	181
参考文献	192

1962 年美国麻省理工学院(MIT)的 I. E Sutherland 研制成功称为 Sketchpad 的人机交互式计算机辅助图形设计系统,并作为他的博士论文正式发表。Sketchpad 允许设计人员坐在图形终端前,用键盘或光笔在 CRT(Cathode Ray Tube)上绘制图形。同年,他首次提出 CAD(Computer Aided Design)术语和概念,成为 CAD 的创始人,MIT 也因此成了 CAD 的发源地。

1963 年,S. A Coons 进一步提出了从总体设计到生产制造的 CAD/CAM(Computer Aided Manufacture)一体化思想。从此以后,CAD 技术与应用的研究蓬勃展开,研究内容涉及 CAD 的硬件和支撑软件,并且迅速推广、应用于设计领域。CAD 概念从初期的二维图形绘制开始,发展到现代的一体化设计(Integrated Design)。CAD 应用从电子工业的集成电路(Integrated Circuit—IC)设计和印刷电路板(Print Circuit Board)布线开始,推广应用到机械工业的飞机、汽车设计,直至今天的建筑、工程和施工(Archetecture, Engineering and Construction—AE&C)行业,遍布整个工业设计领域。现代设计思想又使它成为现代设计的核心工具,广延到艺术设计、美学设计等创造性设计领域。可以说,很多设计几乎到了不采用 CAD 已无法工作的地步。

1.1 从传统设计到计算机辅助设计

如果仅考虑技术因素,那么“设计、施工和材料”是工程或产品质量的三大支柱。显然,设计对一个工程或工业产品的成败是至关重要的。

1.1.1 传统设计方法

在传统设计中,经常采用的设计方法主要有三种,这三种方法是:迭代设计法(又称为累试设计法),直接设计法和选择设计法。在某一具体设计过程中,每一种方法都可能得到不同程度的应用。

1) 迭代设计法

迭代设计法为传统设计所广泛使用。特别是设计的早期阶段,设计者根据规范和经验引出一套规则,拟定一个初始设计方案,然后分析这个初始方案,看它是否满足设计要求。如果不满足,则利用分析后所获得的信息修改设计方案,然后再进行分析,直至满足要求或设计者确信在给定的约束条件下已无法进行设计为止。

2) 直接设计法

迭代设计法把设计分析后的结果当作再设计的决策基础,而直接设计法则把分析当作设计的方法来加以利用。换言之,设计直接产生于分析。这一过程意味着设计可以定义为参数的表达,且参数间的相互作用是已知的。

3) 选择设计法

有很多这样的情况,即一个设计过程可能产生好几个对给定的约束条件都满足的解,当约束条件本身包含一个或多个变量时就会出现这种情形。这时,对最终设计的选择主要是靠人对各种设计结果的性能、特征进行综合分析之后作出判断。

以迭代设计法为例,可以画出一个如图 1.1 所示的设计流程。显然,迭代设计法包括三个设计活动,它们是:①初始设计;②分析;③再设计。

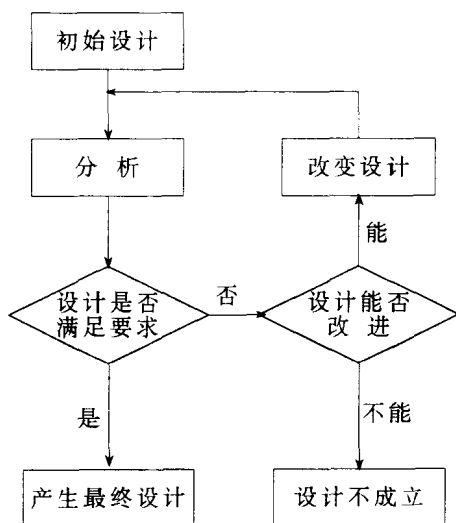


图1.1 迭代设计法流程

1.1.2 传统设计方法存在的问题

使用上述传统设计方法,在设计过程中始终以人为主体,设计环境由手工计算工具、绘图仪器和以纸为载体的资料构成。不论是复杂的计算还是精细的制图,都要由设计者自己完成,设计者的水平决定了设计的水平。

传统设计方法以及传统设计环境已经延续了几千年,由于现代科学技术的发展,传统方法与环境所固有的缺陷和弱点愈来愈明显,也越来越不适应工业生产的需要。其中设计周期长、设计效率低和设计质量差已是众所周知,但从现代观点来看,下面两个问题则显得更为严重和突出。

1) 人才浪费

以建筑设计为例,各个设计阶段的工作量比例为:

前期研究(可行性分析)	15%
工程轮廓构思(草图)	13%
初步设计和详图设计	34%

我们暂时不考虑 CAD 的高级阶段——智能式 CAD,则上述的初步设计,详图设计以及设计文件编制已完全可以由计算机辅助设计系统来完成。但在传统设计中,二者却占去了设计者 72%的工作量,使设计者无法安排更多的时间去从事创造性的劳动。

2) 设计方案缺乏竞争性

随着社会的进步和科学技术的发展,设计所要考虑的问题越来越多。以筑坝为例,以前只考虑发电、灌溉、防洪、通航等纯水利问题;而现在要考虑生态、气候、旅游、经济等系统问题。这就导致了设计分析的复杂性,设计方案评判的多目标性,传统设计已难以适应这种要求。特别是现代以“招标投标”方式而进行的设计竞争中,只有 CAD 才能很快拿出高质量的设计方案,才有可能赢得“竞争”的胜利。又例如,由于高层建筑的兴起,高楼影子的遮挡和采光、采暖的矛盾越来越突出,因此在国际性建筑招标中,如果没有日影分析资料,中标的可能性就很小。而日影分析必须精确、详细地确定太阳、建筑物、大地平面三者间的成影关系,这种关系与地理经、纬度,成影时间,建筑物形体和朝向等因素有关,是个极其复杂的问题。传统设计方法无论是速度、精度还是直观性方面都无法与 CAD 相比。

1.1.3 CAD 方法

计算机的应用已深入到社会生产、生活和科学研究的各个领域,同样也要影响设计领域。CAD 改变了设计方法和环境,当然,这种改变受到计算机技术本身的发展及其应用范围的扩大这两个条件的制约,只能是逐步的,但是,我们不能不注意到其发展速度是很快的。

真正实用的 CAD 软件大概始于 60 年代,即在 IBM 360 计算机上运行的一些二维图形软件。它们是 IBM 公司零件分部的“辅助混合式集成电路块设计系统”;贝尔电话实验室用于印刷电路布线的 Graphic1 系统;以及麦克唐纳——道格拉斯公司用于飞机设计的二维图形软件。80 年代中期,CAD 软件主要运行于 16 位小型计算机上,如 DEC 公司的 PDP-11 系列和 DG 公司的 NOVA 机。成立于 1968 年的著名的 CAD 系统集成公司 CV(Computer Vision)公司最早的 CAD 产品就是在 Nova 机上研制的。这个阶段的 CAD 除了绘图外,主要用于集成电路和印制板的掩模设计和刻图。70 年代末,自从 DEC 公司 1977 年 10 月公布 VAX-11/780 之后,开始采用超级小型机作为主计算机建立 CAD 环境。例如成立于 1969 年的 Intergraph 公司,其产品完全追随 DEC 公司,以 VAX 系列为主计算机开发 CAD 支撑软件和应用软件。另一个著名的 CAD 系统集成公司 GE/Calma 公司的 VAX-based 系统也是利用 VAX 机为主计算机。这个阶段的 CAD 应用迅速扩大到机械工业的产品设计和模具设计,同时在 AE & C 领域得到重视,并开始应用于三维地形造型、工程场地准备、结构空间有限元分析的前后处理之中。

进入 80 年代后,由于 32 位微处理机芯片的研制成功,超级微型机迅速成为 CAD 的主计算机。以超级微机为主计算机的工作站(Workstation)逐渐成为 CAD 的主流环境。这些工作站有 HP 公司的 HP/Apollo DN 系列及 HP-9000/400 系列,SUN 公司的 SUN-3,SUN-4 和 SUN-SparcStation 家族,DEC 公司的 VAX Station,SGI 公司的 IRIS 系列以及 IBM 公司的 IBM-PC/RT 等。由于超级微机性能高、体积小、价格低,特别是建立其上的分布式系统使以工作站为环境的 CAD 应用迅速推广到各种广义设计领域,例如广告、动画设计,建筑形体设计和动态模拟与仿真。

这个时期,工程 CAD 趋向一体化,从计算分析、工程数据管理到图形生成,整个设计过程均由计算机完成。也就是说,CAD 已进入了集成设计的年代,人(设计者)所要做的仅仅是拟定参数,对设计结果进行评判,以确定设计是否合理,成功还是失败。

90 年代被称为网络和多媒体发展的年代,对于 CAD 来说,由于工作站性能的进一步迅猛提高以及更高性能的微处理机芯片的出现(如 Intel 的 Pentium 586),使得基于工作站和通用微机的 CAD 系统已成为 CAD 开发、应用的主流环境。特别是微机 CAD 的应用经过 80 年代的徘徊之后,在 90 年代进入了飞速发展的阶段,它使 CAD 在各行各业的应用迅速普及以致遍地开花。正是这种原因,才使 Auto CAD 软件得以持续发展,家喻户晓。也因而带动了 Intergraph 公司将其庞大的基于工作站的 CAD 系统 IGDS 微型化成微机 CAD 系统,并命名为 Microstation,与 Auto Desk 的 Auto CAD 形成犄角之势。

设计师的设计活动主要有两类:一是繁琐的计算、分析和绘图;二是创造性地思考、推理和决策。常规 CAD 系统已有效地解决了第一类问题,CAD 的专家系统亦即智能式 CAD 已被公认为是解决第二类问题的最有效方法。只有在这两类设计问题都被计算机所代替之后,我们才能说 CAD 已不再是计算机辅助设计(Computer Aided Design),而成为计算机自动设计(Computer Automated Design)。

1.2 现代设计环境

由于 CAD 的高技术性、多学科性和复杂性,因此对计算机设备、软件研制等都有很高的要求。也就是说,要有一个良好的 CAD 环境,才能使 CAD 真正在工程设计领域中发挥应有的作用。所以,现代设计环境应该是一个完整的由人(设计工程师)所驱动的设计系统。它包括 CAD 所必须的计算机及外部设备(如绘图机,数字化仪等)、系统软件、CAD 支撑软件及开发工具,甚至应用系统。80 年代,特别是进入 90 年代之后,CAD 主要采用工作站和通用高档微机作为主计算机,在其上建立现代设计环境。

1.2.1 基于工作站的 CAD 系统

80 年代后,由于 32 位微处理器的研制成功,使 32 位超级微机迅速进入市场,特别是 CAD 利用超级微机作主计算机,摆脱了非大型机或超级小型机不能处理三维图形以及一体化设计的局面。随着 CAD 硬件投资的急剧下降,以前必须在 IBM 4000 系列机上配置 Tektronix 公司的图形终端才能处理的三维问题,轻而易举地在 32 位超级微机工作站上得到了解决。

首创基于工作站的 CAD 环境的当推 Apollo 公司。1980 年 Apollo 公司率先推出以 Motorola 公司的 68010 芯片为微处理机的工作站而独霸市场。随后,以 68020,68030,68040 芯片为微处理机的 Apollo DN 系列工作站层出不穷。1982 年,SUN 公司进入工作站市场,竞争开始。SUN 公司先后推出了 SUN-2,SUN-3,SUN-4,SUN SparcStation 等系列,并且一开始就以工业标准著称,因此,市场占有率逐年上升。特别是 1986 年之后,工作站市场犹如万花筒,竞争日趋激烈。除了 Apollo,SUN 外,DEC 公司推出了 VAX Station 系列;HP 公司推出了 HP9000/300,400 系列;IBM 公司推出 IBM-PC/RT;SGI 公司推出 IRIS 4D 系列;甚至连长期生产图形终端的 Tektronix 公司也加入了工作站的生产行列。进入 90 年代

后,工作站的 CPU 普遍采用了 RISC 技术,因此使工作站的体积进一步缩小,性能提高,价格下降,无形地促进了工作站的推广和 CAD 的普及。由此可见,美国著名的计算机咨询公司 Dataquest 公司关于“CAD/CAM 使用个人计算机的时代将很快告终,取而代之的将是具有较强功能,并且廉价的新一代工作站”的断言不是没有道理的。

1.2.2 基于工作站的 CAD 系统的体系结构

真正实用的 CAD 系统应该既具有性能优越的硬件环境,又具有丰富的软件资源,也就是说人赖以从事现代设计的环境应该是一个完整的、集成式的 CAD 系统。70 年代以后,由于通用微机性能的迅速提高,可以在微机上运行的图形软件的大量涌现,使微机 CAD 得到了发展,但是,CAD 是个庞大的系统,无论是计算分析、图形处理、还是工程数据的管理都需要高性能的硬件和软件的支持。因此,80 年代的 CAD 系统主要还是以 32 位超级小型机或 32 位超级微机工作站为主计算机,并构成分布式网络,在其上研制 CAD 核心软件、支撑软件和应用软件。这种系统主要有两种形式,即集中式系统和分布式系统。前者主要以超级小型机为主计算机,后者则由超级微机工作站所构成。

1) 集中式系统的体系结构

集中式系统是早期 CAD 系统广为采用的体系结构。其结构特点是系统中有一台速度较快,容量较大的计算机作为主计算机,它可以支持若干台工作站,这些工作站不是独立的计算机,它们仅仅是主机的用户界面。比如 GE/Calma 公司的 VAX-based 系统就是这种形式。但是,有些集中式系统的工作站带有微处理器,可以对图形作局部处理,以加快系统的响应速度,同时减轻主机的负荷。图 1.2 所示的 Intergraph 公司的 CAD 系统就是采用这种形式。

Intergraph 系统中除了 VAX 中央处理机外,为了增强图形处理能力,Intergraph 公司又开发了一系列专用处理机用于图形处理和图形及非图形信息的一致性管理,以减轻 CPU 的负担,进而提高系统的运行效率。

2) 分布式系统的体系结构

分布式系统的结构特点是一个或若干个工作站通过服务器,如 CV 公司的 Caddstation 系统,或系统基本组(System based Group),如 Calma 公司的 D3200 系统,构成节点(node)。每个节点都有自己的处理机,因此,每个节点都能独立工作。借助于网络,节点之间还可以互相通讯,共享资源。

分布式系统的结构特点是用户对节点及工作站的配置具有极大的灵活性。分布式系统均为开放性结构。网络基本上对节点数没有限制,两个节点可以互联,几十个、几百个节点也可以并网。无论是工作站或者节点性能的升级还是数量的扩充都不会影响网络的正常工作。

80 年代后期,基于工作站的 CAD 系统已逐步采用分布式的体系结构,集中式结构已日趋消亡。

图 1.3 是 GE/Calma 公司的 D3200 系统的体系结构。

1.2.3 CAD 系统开发技术

凡是从事或了解 CAD 工作的人都知道,CAD 是一个多学科、高技术、高复杂性的领域。无论是支撑软件还是应用软件的开发,工作量都非常庞大。因此,在发达国家都是集中了众

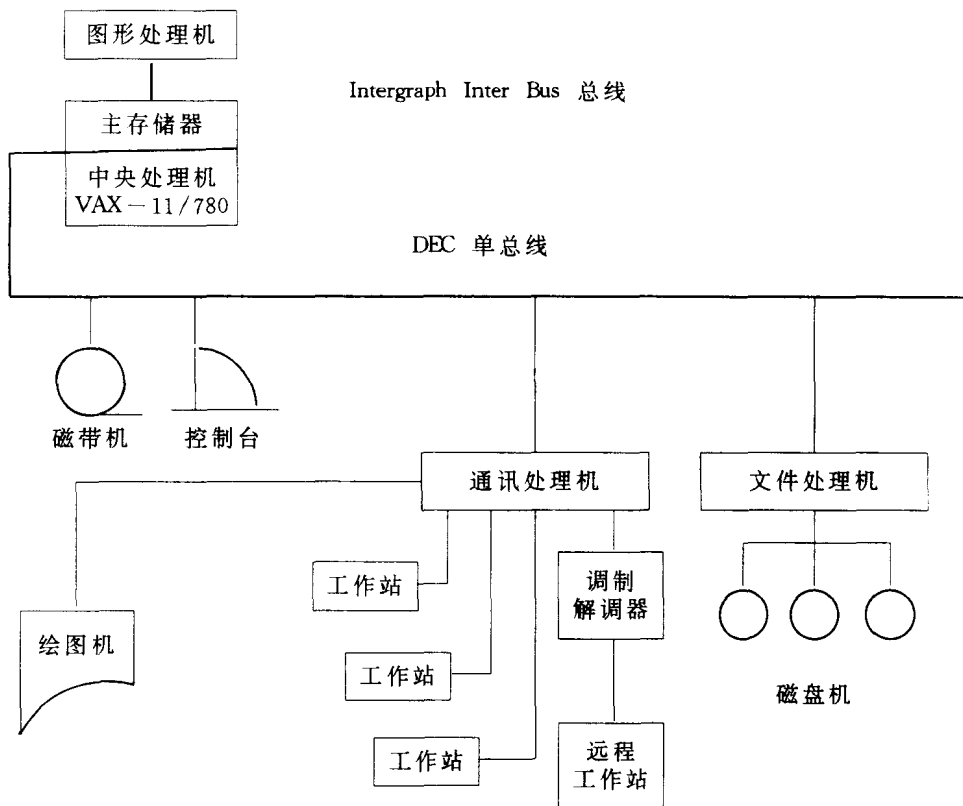


图 1.2 Intergraph系统的体系结构

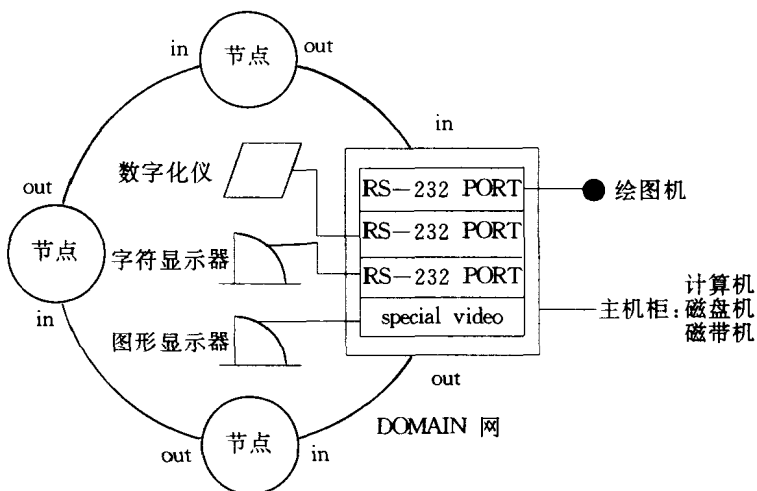


图 1.3 GE/Calma公司的D3200系统的体系结构

多的计算机、电子、工程等方面的专家、学者和工程师共同研制、生产 CAD 软件,并迅速形成产品,通过市场这个渠道推广使用。例如 CV 公司在高峰时拥有 2000 多个工程技术人员; Calma 公司正常情况下也有 600 多人。这种产业化组织方式使 CAD 系统的功能日益强大,版本更新速度加快,因此更能适应各专业的要求。