

步步高学电脑软件丛书

步步高学

AutoCAD R14

束纪青 王小平 编著



1.72
2/1



中国电力出版社

PDG

丛 书 编 委 会

主 编 李洪涛 宋子强

编 委 (按姓氏笔划为序)

王小平 邓世健 邓建军 申闫春 吕俊怀

许春生 束纪青 沈 琦 张奉武 周维武

赵修臣 姜秀柱 秦敬辉 殷克功 程一玮

前 言

AutoCAD 的用户是如此之多,以致遍布于世界 146 个国家中,共有 150 万专业设计人员,同时,每年有 100 万学生接受 AutoCAD 软件的培训,在中国,它已经成为改造传统工程设计产业的主要技术之一。AutoCAD 从 1983 年开始发行,已经经过了 14 次版本升级,性能不断提高,于 1997 年推出的 R14 版本被认为是 PC 产业界在 CAD 软件工业产品技术中的高度结晶。

《步步高学 AutoCAD R14》是一本面向从初学者到高级用户的指导用书,它从 CAD 基本理论出发,引导读者一步一步地掌握 AutoCAD 的使用操作和二次开发技术,知识视野逐步地开阔,阅读该书会有上山揽胜步步登高的感觉,最后会对 AutoCAD 有一个比较全面的认识。

据了解,目前国内 AutoCAD 用户使用的版本多为 R12、R13、R14,而 AutoCAD 又有极好的兼容性、继承性和发展性,因此本书对 AutoCAD 14 的介绍以基本的、通用的操作技术和二次开发技术为主,同时也涵盖了 AutoCAD 14 的最新发展技术。由于本书具有一定的连贯性,建议你从头读起,并对书中的实例进行剖析,如果你对 CAD 知识已经有了初步了解,那么可以跳过第一章和第二章。

本书涉及到了以下接口和语言:AutoLISP 语言、Visual LISP 语言、AutoCAD 开发系统(ADS)、Visual Basic 语言、AutoCAD SQL 扩展、动态数据交换(DDE)和对象的链接与嵌入(OLE)。

希望读者能够重点掌握 AutoCAD 的基本命令操作和利用 AutoLISP 以及 Visual Basic 对 AutoCAD 进行二次开发的方法。

本书共分五章,第一章、第二章和第 3.1 节、第 4.3 节、第 5.1 节由王小平编写,其余章节由束纪青编写,全书由束纪青汇总和整理。在编写过程中得到了中国矿业大学李洪涛教授、王乃月高级工程师和欧特克远东有限公司的帮助,在此向他们以及关心支持我们的人表示诚挚的感谢。限于编者水平,加之时间仓促,缺点错误在所难免,敬请广大读者斧正。

编 者

1998 年 8 月

目 录

前言

第一章 计算机辅助设计概论

§ 1.1 计算机辅助设计的概念	1
§ 1.2 计算机辅助设计的基本方法	2
§ 1.3 计算机辅助设计系统的主要功能	7
§ 1.4 计算机辅助设计的发展趋势	8

第二章 计算机辅助设计原理

§ 2.1 计算机辅助设计系统的硬件	11
§ 2.2 计算机辅助设计系统的软件	18
§ 2.3 CAD 工作站	21
§ 2.4 计算机图形学与绘图程序设计	23

第三章 AutoCAD 软件使用技术

§ 3.1 AutoCAD 软件主要功能简介	26
§ 3.2 绘图环境设置	31
§ 3.3 基本绘图命令	36
§ 3.4 绘图空间和视图窗口	52
§ 3.5 图形编辑	58
§ 3.6 尺寸标注与公差	71
§ 3.7 图层、块及属性	85
§ 3.8 三维绘图基本方法	96
§ 3.9 三维效果渲染	108
§ 3.10 外部引用及其他	118
§ 3.11 R14 版本命令变化与新增功能	124

第四章 AutoCAD 二次开发实用技术

§ 4.1 AutoLISP 语言与应用	133
§ 4.2 AutoCAD 开发系统 ADS	142
§ 4.3 AutoCADforWindows 编程入门	146
§ 4.4 用 Visual Basic 开发 ADS 应用程序	150
§ 4.5 AutoCAD SQL 与数据库	157
§ 4.6 AutoCAD 14 与对象技术	161

第五章 工程 CAD 的研究展望

§ 5.1 人工智能与 CAD 系统	170
§ 5.2 工程设计网络的规划与集成	174
§ 5.3 虚拟现实与可视化技术	182
附录 A AutoCAD 14 命令一览表	186
附录 B AutoLISP 函数一览表	194
附录 C AutoCAD R14 单用户及网络版的安装	224

计算机辅助设计概论

本章主要内容

- CAD 基本知识
- CAD 系统的功能
- 发展趋势

§ 1.1 计算机辅助设计的概念

计算机辅助设计(Computer Aided Design,简称 CAD),是利用计算机强有力的计算功能和高效率的图形处理能力,辅助进行产品的设计和分析的理论和方法,是综合了计算机科学和工程设计方法的最新发展技术而形成的一门新兴学科。CAD 的概念的提出和实际应用,到现在只有 30 多年的时间,但这种先进技术已普遍应用于机械制造、汽车、航空、计算机、造船、土建、铁道、轻纺等许多行业中。在缩短设计周期,提高设计质量,降低成本,以及发挥设计人员创造性等方面,CAD 技术起了很大的作用,据美国 Datapro 公司对 CAD 用户进行的调查表明,采用 CAD 技术后得到的效益主要表现在五个方面,即:提高设计和计算精度(90%)、减少设计错误(78%)、缩短设计周期(76%)、提高设计效率和产品质量(75%)、降低设计和制造成本(70%),其中括号内数字是同意此项的用户的百分比。CAD 技术以及计算机辅助制造(CAM)是崭新的技术,它已经并将进一步给人类带来巨大的影响。国外已经将 CAD 技术的水平作为衡量一个国家科技发展水平和工业现代化水平的重要标志,据美国有关部门统计,从 80 年代以来,CAD 作为一种新兴的技术产业,年增长率在 20% 以上,并且逐年递增,90 年代是促进 CAD 技术更加普及和发展的时期。

CAD 技术的产生与发展是与计算机软件、硬件技术的发展和完善,与工程设计方法的革新紧密相关,采用计算机辅助设计也是现代工程设计的迫切需要。

首先,计算机系统硬件的飞速发展,奠定了 CAD 技术的物质基础。自从 1946 年世界上第一台电子计算机诞生以来,至今已经历了五代的变化。计算机存储容量和运算速度不断增长,而体积和价格不断下降,其发展速度是十分惊人的。特别是 80 年代出现的微机,以其优良的性能价格比,迅速占领了计算机市场,使计算机的普及和应用出现了前所未有的局面,计算机已成为工程师可以方便使用的设计工具。具有人机交互功能的图形输入和输出设备是 CAD 技术的关键。图纸是工程界最重要的信息表示和流通工具,图形浓缩了大量的信息,是比数字和文字更有效的信息交换形式。早期的计算机输入输出设备如电传打字机、纸带穿孔机等,难以有效地传递图形信息。自从 60 年代初期,美国麻省理工学院林肯实验室的 Ivan E. Sutherland 提出了第一个人机交互 CAD 系统以后,计算机图形学的蓬勃发展,推动了图形设备的不断更新和发展。进入 70 年代以后,由于大规模集成电路的采用,光栅扫描显示器亦随之得到广泛应用,这种显示器可将被显示的线段、字符、图形及属性都存储于刷新缓冲存储器中,使得显示的图形更加形象和逼真。与此同时,各类其他图形输入输出设备,也如雨后天晴般的大量出现,除早期的光笔外,还发展了操纵杆、跟踪球、鼠标器、拇指轮等定位、拾取装置。全电子式坐标数字化仪、各种型号的绘图仪获得广泛的应用,这些设备使计算机具有了方便、灵活的图形处理能力,同时也使计算机的作用发生了根本的变化,从单纯的难题求解器变成了设计人员日常使用的辅助设计工具,功能由数值计算为主转向了更多的包含数据、文字、图形和声音的信息处理,应用的广度和深度进入了更高的层次。

计算机软件技术的发展也是 CAD 技术的必要条件。50 年代末期出现了高级语言,大大方便了程序设计。60 年代以后出现的以多道运行和分时系统为特征的计算机操作系统 (Operating System),使人们能够更有效地使用计算机。计算机图形学的发展,用于图形生成、图形处理的算法和人机交互图形处理系统软件也有很大发展。其中涉及到各种坐标变换和几何变换,二、三维图形的生成,等值线的绘制,图形的剪裁,曲线和曲面的拟合、逼近,体素拼合,几何造型,色彩、阴影、灰度图形的处理以及各种数据结构的组织,几何信息和拓扑信息的运算等许多内容,其中某些变换和算法已日趋成熟和完善,许多已用硬件实现以提高速度。目前图形软件向着通用、高级、标准化的方向发展,此外,数据库技术的发展也成为 CAD 必不可少的条件。

随着社会生产和科学技术的飞速发展,对产品和工程设计的质量和速度越来越高。传统的经验型设计需代之以理论设计,静态分析需代之以动态分析,近似设计需代之以精确设计,手工设计需代之以自动方式,因而许多先进的现代设计方法被采用,如有限元分析、优化设计、可靠性分析、动态分析,设计的工作量也随之大为增加。另一方面,商品生产的发展和竞争多变的市场需求都迫使工厂从大批量生产向多品种、中小批量生产类型转换,产品的更新换代周期日益缩短。传统的手工设计方法越来越不适应这种发展的需要,采用计算机辅助设计是必然的结果。

§ 1.2 计算机辅助设计的基本方法

工程设计的含义十分广泛,对于不同的设计对象有着不同的具体内容。但作为广义的工程设计过程,可用图 1-1 所示的流程图表示。

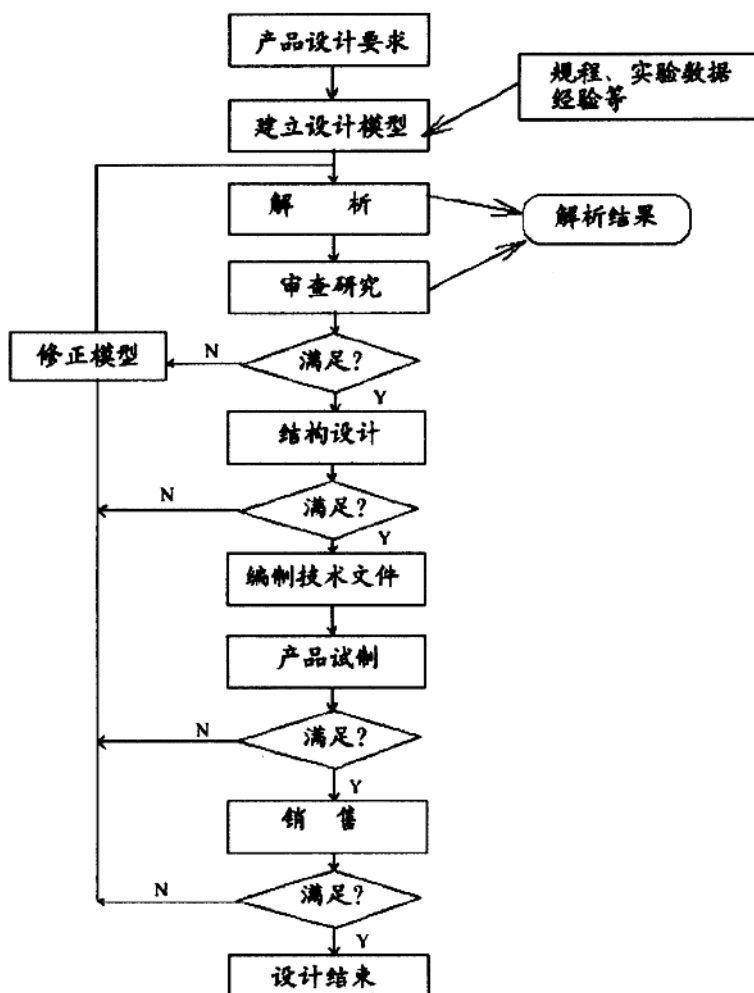


图 1-1 设计工作的流程图

当产品的设计任务书确定之后,则需要构思设计方案,建立设计模型。这时除了依据设计规范、标准,凭借经验和惯例,参照以往的设计方案外,还需要经常地绘制设计草图、构造几何模型,以及进行可行性论证、经济成本分析等总体方案设计工作,然后进行必要的分析计算,并将结果进行审查分析,判断设计是否满足要求。如果不满足,则进行方案的修改设计,并重新加以计算分析,逐步优化,直至满足设计要求为止。经过多次修改,分析优化,到最终设计方案确定后,即可以进行产品的结构设计工作,绘制产品的结构总图和零部件图,编制相应的技术文件(材料明细表、设备表、工艺规程等),这是设计中工作量最大的一部分,然后进行产品的试制和试验、测试产品性能,如果仍不满足要求,则需对产品设计模型作进一步的改进,修改图纸和技术文件。否则,可投入生产,结束产品的设计工作。

上述设计过程表明,设计工作的特点是整个设计过程以迭代往复的形式进行着,在各个设计阶段之间有信息的反馈和交互作用。在此过程中需要进行大量的分析计算和绘图等烦

琐的、重复的劳动。传统的设计要设计者完成所有环节的工作,因而可以说这样的设计是一个低效的工作过程。随着产品设计要求的提高和市场竞争的加剧,传统的设计方法越来越难以适应发展的需要。计算机具有高速的计算功能,巨大的存储能力和丰富、灵活的图形、文字处理功能。充分利用计算机的这种优越性能,同时,将人的知识、经验、逻辑思维能力结合起来,形成一种人与计算机各尽所长、紧密配合的系统,以提高设计的质量和效率。这种人机交互设计过程,构成了计算机辅助设计的工作过程,这种作用应当而且也能够贯穿于设计的全过程。

这种计算机辅助设计系统如图 1-2 所示。由图中可以看出,现代的 CAD 已经不再局限于在个别设计阶段或环节中,部分地使用计算机给予帮助,而是将计算机科学的技术和方法与各种工程领域的专业技术在以计算机为基础的系统结合起来,在设计每个环节中都可尽可能地利用计算机系统完成那些重复性高、劳动量大、计算复杂以及单纯依靠人工难以完成的设计工作。辅助设计任务的完成,特别是作为 CAD 特征的交互式图形显示和工程数据库管理系统,为工程师提供了非常方便灵活而且高效的设计环境,使得他们有更多的时间和精力,使用现代化的设计工具进行创造性的工作。整个设计工作在计算机系统的协调和控制下,逐步朝集成化和自动化方向发展。

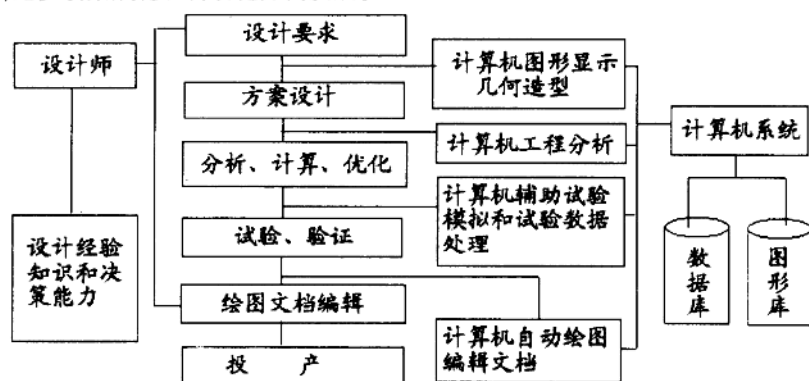


图 1-2 计算机辅助设计系统示意图

下面我们先来看看几个 CAD 应用系统的情况:

1. 计算机辅助几何设计(Computer Aided Geometry Design, CAGD)

这是 CAD 在飞机、汽车等外形设计中的重要应用,汽车、飞机、机车的外形是一些复杂的空间曲面,其设计工作是十分复杂的。采用 CAD 技术,设计者可以用计算机输入设备,输入初始外形的若干插值点的坐标和控制信息,然后调用三维图形生成系统以及专用图形软件中的程序,生成表示飞机或汽车外形的空间曲面并在屏幕上显示出来,它们可以用网格线表示的曲面图像。也可以是具有彩色、阴影、不同灰度和浓淡效应的形状逼真的实体模型,设计者可以用光笔或数字化仪直接修改、删补几何模型,也可以对图形进行平移、旋转、剪裁、缩放等几何变换,这些操作是以人机交互方式进行的,并且具有足够高的响应速度。几何图形可以用绘图仪自动绘图,也可以将图形的几何参数相互关系、属性等数据,在外存储器上长期保存,以便随时调用,或供数控加工使用。

在这种交互式的几何模型构造和图形编辑的方式下,设计者能够迅速地完成飞机、汽车

的外形设计和各种复杂的、难以想象和表示的空间形体设计,并通过工程数据库的数据管理和传递,为后继的加工制造提供必要的几何数据。美国波音飞机制造公司在 60 年代初已有 CAD 程序,主要用于计算分析和绘图输出等。到 80 年代初已发展成为 CAD/CAM 的集成化系统,还能进行飞机外形设计计算,利用专用 APT 自动编程工具语言自动生成可供生产使用的机械图纸,并有详细的设计说明文档。在汽车制造业中,60 年代的 DAC-1 系统首先应用于汽车行业,70 年代又出现了 CADANCE、FBX 等系统,这些都是汽车制造工业内部开发的。到 80 年代,在发达国家中,汽车的发动机、底盘、车轮、燃料系统、排气系统、转向器以及驾驶盘等 70% 以上的汽车部件的设计制造均采用了 CAD 技术。

2. 计算机辅助建筑结构设计

这也是 CAD 技术应用较早的领域。在建筑设计的方案设计阶段,工程师可以利用计算机图形显示功能和通过调用图形数据库中的标准图形元素,在图形显示屏幕上构画建筑物的三维模型,进行建筑外形、周围环境、场地规划、日照效应等的设计。然后,对每一楼层进行平面布置设计,安排门窗、开间、房屋内部设施布置。门、窗、桌、椅、柜、橱等基本设施的图形可以从图库中调出,在图上摆放、移动、插入、删除。可以绘制各种剖面图和立体图,进行成本核算。在结构设计中,CAD 系统中的结构分析程序可供工程师进行结构内力分析和动力响应计算,在不同的载荷工况下进行内力组合,根据计算得出的内力分布按规范选配钢筋,由配筋结果从数据库中提取材料表、快速施工图纸,在图上标注尺寸,写明钢筋规格、数量、尺寸、形状等。有各种专用软件供电气、水暖、结构工程师生成用于设计和施工用的图纸,一览表和材料表,各种设计数据由统一的数据库管理。对设计方案做局部修改时,能够迅速修改相关数据,能够通过干扰碰撞检查,最大限度地保证各个专业设计之间的相容性,防止传统设计方法中难以解决的由于设计发生矛盾而造成的返工和浪费。

目前许多 CAD 软件公司已有成套的建筑工程软件商品,如 Intergraph 公司在工作站上有由数据库(DMRS)和图形处理(IGDS 为核心)并配有测绘应用的一套建筑工程设计软件系统。CV 公司的 CADDS 4 系统是由多道操作系统和二维/三维图形数据库组成的多任务软件。

3. 机械设计 CAD

在机械设计中,工程师可以在图形终端上直接绘制图纸,画线、画圆和画弧;标注尺寸和公差等可以通过输入少量的控制点、参数和简单的命令而方便、迅速地完成;用一些简单的立方图、圆柱、锥体、球体等作为基本的图形元素,经过图素的交、并、差、否等逻辑运算构成各种零部件的几何形体;计算零部件的表面积、体积、重心等几何参数,根据零部件之间的关系和动态模拟来研究设计的正确性,如部件安装是否正确、机构运动是否正确、公差分配是否正确等。由程序系统自动编制数控加工程序,并检查数控机床的刀具和零部件运动轨迹,装配工艺的控制程序设计和产品检验等。

机械行业中的主要生产环节目前在发达国家已实现应用 CAD 技术,如图 1-3 所示。18 世纪工业革命使机械制造也从手工工场变为机器工厂,这是机械制造业的第一次飞跃。当今 CAD/CAM 的综合制造系统的诞生,是机械制造业技术发展的第二次飞跃,使机械可在无人操纵下自动运转。欧洲信息技术战略研究计划(ESPRIT)制定的计算机综合制造系统由五个子系统构成:

- (1) 计算机辅助设计(Computer Aided Design);
- (2) 计算机辅助生产过程(Computer Aided Production Engineering);

- (3)计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing);
- (4)计算机辅助存储和运输(Computer Aided Storage and Transportation);
- (5)计算机辅助生产计划(Computer Aided Production Planning)。

其中计算机辅助生产过程又包括:

- (1)计算机辅助工艺过程设计(Computer Aided Process Planning);
- (2)计算机辅助工厂布置;
- (3)计算机辅助零件编程;
- (4)计算机辅助生产工具和夹具设计;
- (5)材料运输。

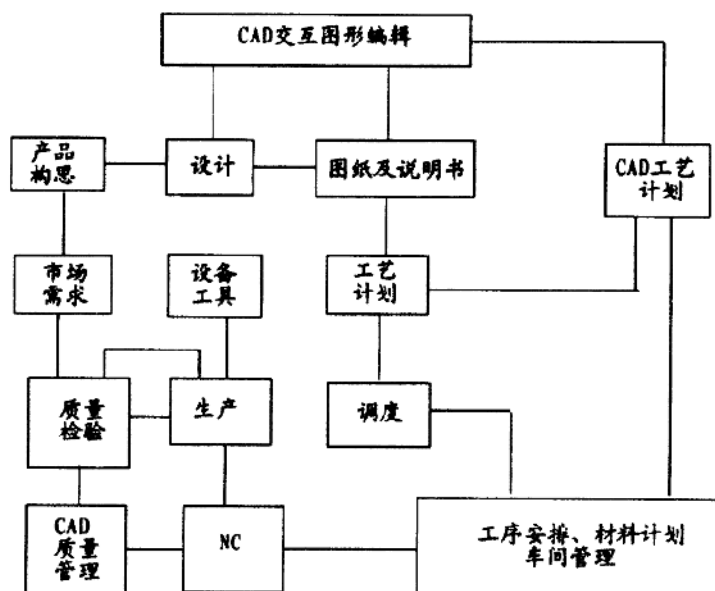


图 1-3 机械生产典型流程图

从上述几个例子我们可以看到计算机辅助设计的概貌和一些特点,它与我们比较熟悉的有限元、边界元等数值计算不同,也不仅仅限于计算机自动绘图的功能,CAD系统不仅仅具有数值计算和数据处理功能,而且能够实时地处理大量的图形信息。图形是工程中最常用、最有效的交流媒介,正是在解决了图形信息处理问题后,计算机才真正进入了广泛的工程设计领域。特别是交互式图形显示和图形输入输出成为有效的设计工具,使传统的设计方式发生了根本的变革,完整的CAD系统将不同专业在整个设计过程中联结起来,形成集成化的辅助设计系统。在工程数据库的基础上实现各部门协同作业、数据和资源共享,以及有效的保存和修改方案。CAD是辅助而非代替人的设计,它将计算机强大的计算、存储能力和工程师的智力、经验、创造才能结合起来,极大地增强和扩展了人的记忆存储能力、计算推理能力,并提供了几何造型、动态模拟等特殊功能,把人们从日常的重复性工作中解脱出来,有更充分的机会发挥聪明才智,更加主动地进行创造性的设计工作。由于有计算机的参

与,使得设计工作的面貌大为改观,使传统的设计方法转变为人机结合的高效的设计方法,因而 CAD 成为现代设计工作的一个重要的发展方向。

§ 1.3 计算机辅助设计系统的主要功能

不同的工程领域和专业部门对 CAD 的要求很不相同,但是从整体上来说,CAD 系统的功能主要可以概括为:

- 交互式的图形显示与几何模型构造。
- 工程计算分析和对设计的模拟、验证、优化。
- 计算机自动绘图和辅助文档编辑。
- 工程数据库的管理和共享。
- 知识库基础上的专家系统和人工智能型的辅助设计、决策。
- 具有良好的人机界面。

交互式图形输入、生成、显示、修改、输出是 CAD 最突出的特点和最重要的功能,CAD 的开端是以实时图形处理为标志,计算机从单纯的数值计算发展到图形信息处理,才真正大规模地进入工程设计领域。交互式的计算机图形处理极大地改变了设计工作的环境和方式,工程师不仅可以用他们最熟悉的图形方式表达设计思想,而且具备了先进的图形处理手段和工具,这就是交互式图形实用软件和各种图形输入/输出设备,工程师可以在终端前,用光笔、图形板等图形输入设备在屏幕上画图,纸上已画好的图可以通过数字化仪输入给计算机,图形库中存储着常用的基本图形元素和标准图型,可供设计者调用,构造所需的复杂图形,图形编辑的功能允许设计者随意地插入、删除、移动、拼装图形,进行旋转、剪裁、缩小、放大、消除隐线等图形变换,彩色、阴影、着色、浓淡、动画等特殊的图形显示技巧,使得计算机图象比图纸更逼真、形象、易于理解,交互图形的功能,使设计者能够设计飞机、汽车、车辆的外形,而这些靠手工是非常困难的。

工程分析、计算是 CAD 系统不可缺少的功能。经济分析、成本核算在初步设计阶段是非常重要的,经济分析也是 CAD 系统与科学计算软件的一个明显区别。CAD 系统还应按照具体设计要求配有各种计算的应用程序,用于应力、位移、动力响应等结构性态的计算,这种计算主要是采用有限元法。与传统的有限元程序不同的是,CAD 系统的有限元分析要面向工程数据库,与其他应用软件或分析前后的设计要通过数据传递联结起来,作为完整的设计系统,CAD 使几何设计、工程分析、方案择优、绘制图纸等设计阶段通过良好的接口相联系。特别是解决有限元等数值方法中数据前、后处理的自动化、图形化问题,这里主要包括计算模型构造,从几何信息到有限元网格等计算数据的转换,计算结果的提取、编辑、整理以及图形输出等问题,现在真正具有这样能力的 CAD 系统还是不多的,但这是 CAD 软件发展的必然趋势。

CAD 中对设计方案的优化有两层含义,一是利用计算机的高速计算能力和系统的高效

率,在合理的时间内进行多个方案的构思、分析、评价,从中选择最优方案;另一种是采用最优化技术(Optimization),通过数学规划法,最优准则法等比较成熟的算法,用计算机进行自动的优化设计,在优化过程中,用图形显示等方式及时输出设计变化和算法收敛等状态,由设计者根据经验进行分析、判断,适当的时候输入必要的控制信息,人机交互地寻求较好的设计方案。

计算机绘图是 CAD 的重要内容,因为在许多工程或产品设计中绘图的工作量都是相当大的,例如,在建筑工程设计中约占 50%,在铁道车辆设计中约占 60%~70%。计算机自动绘图使得工程师、绘图员从这些烦琐的手工作业中解放出来,提高了制图的劳动生产率,同时计算机绘图质量高,无错漏,便于实现设计图纸的规范化。

工程设计中的信息量是非常大的,而且信息的形式、属性、关系也是多样的、复杂的, CAD 系统就是建立在对这些工程信息的有效存储、管理、传递和共享的基础上,这就依靠工程数据库和图形数据库及其管理系统。CAD 利用外存储器的容量和数据库技术,统一管理工程数据和图形,为各个专业设计提供共享数据的用户模式和它们之间的接口,支持多个用户协调作业,各自独立而又无矛盾地完成对设计信息的提取、加工、转换,实现预定的设计目标,在数据库和图形库的支持下,用户的应用软件开发也可以与存储设备无关,与数据结构无关,使 CAD 系统具有良好的可扩充性。

人工智能是一门具有潜在吸引力的学科,它有着几乎和计算机一样长的历史。有关的研究正在深入进行,专家系统是人工智能的一个重要分支,它建立在知识库和推理机制基础上,能够综合运用某门学科的知识和经验,进行推理、判断、决策,解决人们一般能力难以解决的问题。CAD 也不例外,它将越来越多地吸收人工智能的研究成果。近年来,人们利用专家系统来扩大 CAD 的功能,形成智能 CAD 系统(也称专家 CAD 系统),智能 CAD 系统,综合了设计师的知识和经验,并通过系统本身提供的高智能推理和人机通信能力和大量存储、快速变换的能力,在设计过程中,可以适时地提供设计方案和建议,帮助设计师进行更加有效和更有创造性的设计工作,这样的 CAD 系统无疑是十分具有吸引力的,开发智能 CAD 系统是目前 CAD 研究的一个方向。

除了上述功能外,CAD 系统应具有良好的人机界面,力求提高人机友好程度。一般来说,多重菜单驱动,多窗口功能,用户自定义菜单和窗口,有效的用户引导信息等方便用户使用和提高了使用效率的功能。

总之,CAD 技术以其强有力的功能,使工程设计工作提高到一个新的水平。它的应用是工程设计史上的一个新突破。

§ 1.4 计算机辅助设计的发展趋势

当前 CAD 系统的发展有如下一些特点:

- 应用的范围不断扩大,日益普及。

- CAD 系统的性能价格比不断提高,硬件成本下降,软件成本提高。
- 采用强大的图形处理功能的超级微机 CAD 工作站和分布式网络 CAD 系统。
- CAD 软件系统集成化程度提高,出现各种软件商品。
- 图形和数据接口等软件标准化。
- 重视工程数据库和智能 CAD 系统的研究。
- 计算机辅助设计、制造和管理密切结合。

这里特别要指出的是,1991 年 4 月 9 日世界 21 个领先的计算机厂家在一个联合的新闻发布会上宣布了建立一个“先进计算环境 ACE(Advanced Computing Environment)”的承诺,这项倡议的宣布为建立一个全新的先进计算机系统奠定了基础,这对计算机辅助设计系统的发展也将产生深远的影响。

ACE 实质上形成了计算机软硬件综合的新国际标准,它的总目标是建立起一个开放的计算机环境,在这个环境中不管有那个计算机厂家或公司研制的计算平台,都要能实现应用软件二进制兼容,其具体内容如下:

(1) Microsoft 公司的高级操作系统(OS/2 3.0)是一个高性能的、基于 Microsoft-NT 之上的 32 位操作系统,NT 技术利用先进的操作系统原理实现了如 32 位预空(preemptive)式多任务、可移植性、对称性多重处理、高度安全性、集成化的联网等特性。OS/2 3.0 将支持 MS-DOS、Windows、OS/2 及符合 POSIX 规范的应用,并提供适用于先进平台系统和服务器系统的各种功能。

(2) SCO 统一的 UNIX 系统是一个强有力的、先进的 32 位操作系统,它全面地支持将 UNIX、图形用户接口、数据管理、公布联网性能以及其它服务融为一体。它提供了多用户、多任务、安全性对称多重处理、以及集成网络化的窗口能力,对符合所有主要开放软件标准(包括 OSF AES,POSIX 1003.1, X/open XPG3 和 SVID Issue2)的应用提供支持。此操作系统将与几千个应用程序兼容,包括 DEC 的 ULTRIX 应用程序,SCO 的开放式台面系统以及其他厂商支持的基于 UNIX 系统的应用保持兼容,而且所提供的等级可以从便携机到多重处理服务器。

(3) 先进的 RISC(Reduction Instruction Set Computer,精简指令集计算机)计算(ARC)规范是一个针对基于 MIPS RISC 微处理器的计算机平台规范,根据此规范提供产品的覆盖范围从便携机一直到数据处理中心,而且对于应用软件提供完全的二进制兼容。ARC 规范还将弥补工业标准 PC 机的不足,为用户提供广泛的基于标准计算手段的可供选择的方案。

(4) 对工业标准的 PC 机和 PC 系统的支持意味着当今基于 486 和 586 的台式设备和服务器平台将继续成为重要应用程序的计算平台,ACE 倡议对 PC 资源提供了广泛的应用软件以及外部设备方面的兼容性。

总之,ACE 倡议在硬件和软件提出了必须遵循的国际标准:

软件遵循

- SCO 公司的统一的 UNIX 开放台式操作系统。
- MICROSOFT 公司的先进操作系统(OS/2 3.0)。

硬件遵循

- 全面支持基于 486、586 的 PC 和 PC 系统。
- 基于 MIPS 公司 RISC 微处理器为基础的计算平台。

ACE 对 CAD 系统软硬件的发展有极大的好处,它可以保持已有的软硬资源,能标准化未来系统的软硬资源,使异种机网络环境技术延伸。具体而言,未来的 CAD 系统的硬件也将随 ACE 趋向于立足支持 486、586 微机建立小型 CAD 系统,而由各种工作站联网建立大型 CAD 系统。在软件方面,将会立足于 OSF/M 之上的各种 CAD 系统。光盘存储器的问世,给 CAD 带来强大的刺激,CAD 系统对存储容量的需求将得到满意的回答。三维图形显示速度会得到明显的改善,智能 CAD 系统将越来越受到 CAD 设计者的青睐。

小 结

本章介绍了计算机辅助设计技术发展的历史和未来趋势,使用户对 CAD 系统的工作机制和应用领域有了初步了解,这些内容对于读者建立 CAD 概念会十分有帮助。学会 Auto-CAD 并不困难,重要的是应当建立起清晰的概念。

第二章

计算机辅助设计原理

本章主要内容

- CAD 系统的硬件和软件
- 计算机图形学原理

§ 2.1 计算机辅助设计系统的硬件

所谓硬件(hardware),就是指组成计算机的物质设备,它一般是由金属构架、电子器件和磁性器件所组成。一个完整的 CAD 系统应包括计算机、大容量存储设备以及图形设备等硬件,如图 2-1 所示。国内外 CAD 系统大致可以分为三种形式:主机分时 CAD 系统、高档工程工作站 CAD 系统、微机 CAD 工作站系统。主机分时 CAD 系统是由小型机以上的机器作为主机、以工程工作站为图形终端进行工作的一种集中分时的 CAD 系统,这种系统软硬件投资大,环境要求严格,一般的设计部门均不敢问津。进入 80 年代末期,工程工作站和微型计算机的迅速崛起,使这种系统受到严重的冲击,许多制造厂商纷纷下马、转产或被吞并,市场逐渐缩小,与此相反,工程工作站和微机在 CAD 应用领域的发展却是日新月异。进入 90 年代,具有高性能、低价格的工程工作站和微机工作站成为 CAD 系统的主流机型。

§ 2.1.1 主 机

主机主要是指计算机的中央处理器 CPU(Central Processing Unit)和内存(简称内存)两部分,它是控制和指挥整个系统运行并执行实际运算、逻辑分析的装置,是系统的核心。

计算机主机的主要性能指标有寄存器位数(bit)、时钟频率(MHZ)、执行速度(MIPS)、内外存容量(KB 或 MB)。目前,微机 CAD 工作站系统主机应选用 586 以上机型,内存不低于 8MB,硬盘不低于 340MB,可有 1 个软驱。高档 CAD 工作站主机应选用具有 RISC 结构的机型,内存大于 16MB,硬盘大于 1G,运算速度不低于 10MIPS 和 1MFLOPS(MFLOPS,百万次浮点运算

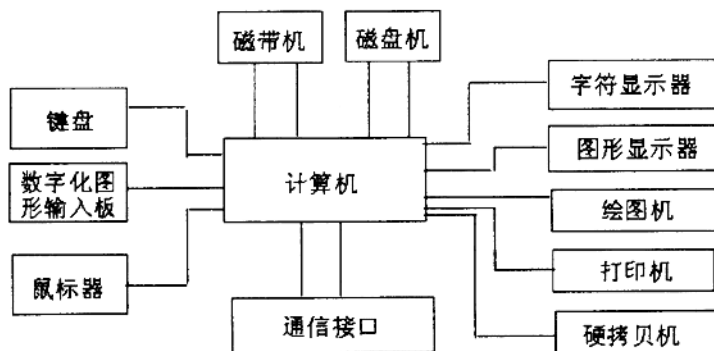


图 2-1 CAD 系统的硬件组成

速度),向量刷新速度二维不低于 360000 次/秒,三维不低于 100000 次/秒。

§ 2.1.2 图形输入设备

它是向计算机输入数据、图形、程序及各种字符信息的装置。常用的数据输入设备有光电式(或电容式)纸带输入机、卡片输入机、键盘和字符终端等。随着 CAD 技术的发展,出现了大量性能良好的图形输入设备,如操纵杆、跟踪球、鼠标器、光笔、触摸屏和图形输入板(数字化仪)等。这些设备的发展又推动了 CAD 技术的应用。

图形输入设备的主要作用是将平面或空间上点的坐标输入计算机,其基本功能是定位(Locator)和拾取(Pick)。定位是确定和控制光标在图形上位置,拾取是指示图形上的特定内容。理想的图形输入设备应兼具上述两种功能,这类设备主要技术指标是:分辨率、直线性、重复精度和工作范围。分辨率是在单位距离内设备所能辨别的点数,可用每英寸线数表示(单位 dpi)。重复精度是测度设备从某点出发并返回该点时所产生的最小误差。一般以绝对距离表示。直线性是测量随着操作者手移动所给出的输入坐标增减值的忠实程度。图形输入设备的工作方式主要有向量方式和光栅方式两种,向量方式是将输入图形看着由基本的点和线段组成,而光栅方式是将图形看作由点阵(像素)构成。前者输入图形数据以数组格式存储,后者的输入图形数据以整个屏幕一帧画面的像素数据存储。这两种不同的工作方式,造成软件编制有很大的差异。

下面我们对几种常用的图形输入设备作一简介。

1. 键盘

键盘是各种计算机系统通用的输入设备,对 CAD 系统而言,除有普通的字母、数字键外,还有专用的功能键,如控制光标位置的上下左右移动键,通常键按一次就产生一个 ASCII