



GH

高等学校工科电子类教材

电子机械 计算机辅助 设计

- 孙文焕 叶尚辉 高光焘
- 西安电子科技大学出版社

高等学校工科电子类教材

电子机械计算机辅助设计

孙文焕 叶尚辉 高光燕

西安电子科技大学出版社

1994

(陕)新登字 010 号

高等学校工科电子类教材
电子机械计算机辅助设计
孙文焕 叶尚辉 高光焘
责任编辑 殷咸安

西安电子科技大学出版社出版
西安电子科技大学印刷厂印刷
陕西省新华书店发行 各地新华书店经售
开本 787×1092 1/16 印张 16 12/16 字数 391 千字
1994 年 12 月第 1 版 1994 年 12 月第 1 次印刷 印数 1-2 000

ISBN 7-5606-0324-6/TP·0117 (课) 定价: 9.50 元

内 容 简 介

本书较系统地论述了CAD技术中的基本概念、原理和应用方法。主要内容有：CAD系统的硬件和软件、软件工程，CAD系统中的交互技术，数据结构和数据库，图形变换，二维工程图设计和绘图，曲线、曲面设计，实体造型，真实感图形生成等。

本书主要是作为高等院校工科电子、电子机械设备、精密机械、轻纺等专业CAD课程的教材。另外，还可以作为工程技术人员学习和应用CAD技术的教材和参考用书，其中部分内容也可作为研究CAD技术的研究生的参考资料。

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作的规定,我部承担了全国高等学校和中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力,有关出版社的紧密配合,从1978~1990,已编审、出版了三个轮次教材,及时供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要,贯彻国家教委《高等教育“八五”期间教材建设规划纲要》的精神,“以全面提高教材质量水平为中心,保证重点教材,保持教材相对稳定,适当扩大教材品种,逐步完善教材配套”,作为“八五”期间工科电子类专业教材建设工作的指导思想,组织我部所属的九个高等学校教材编审委员会和四个中等专业学校专业教学指导委员会,在总结前三轮教材工作的基础上,根据教育形势的发展和教学改革的需要,制订了1991~1995年的“八五”(第四轮)教材编审出版规划。列入规划的,以主要专业主干课程教材及其辅助教材为主的教材约300多种。这批教材的评选推荐和编审工作,由各编委会或教学指导委员会组织进行。

这批教材的书稿,其一是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中经院校推荐,由编审委员会(小组)评选择优产生出来的,其二是在认真遴选主编人的条件下进行约编的,其三是经过质量调查在前几轮组织编定出版的教材中修编的。广大编审者、各编审委员会(小组)、教学指导委员会和有关出版社,为保证教材的出版和提高教材的质量,作出了不懈的努力。

限于水平和经验,这批教材的编审、出版工作还可能有缺点和不足之外,希望使用教材的单位,广大教师和同学积极提出批评和建议,共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

机械电子工业部电子类专业教材办公室

前 言

CAD 技术自本世纪 60 年代初兴起以来,发展十分迅速。到 80 年代初,在工业发达国家已形成了很大的技术和产业规模。CAD 技术不断的发展及广泛应用,不仅在于它有着提高设计质量,缩短设计周期等极具吸引力的优点;而且还在于它对社会劳动生产方式有着根本性的影响,对于传统产业的改造、新兴技术和产业的兴起和发展、增强国际竞争能力等都会产生巨大的推动作用。所以,CAD 技术的发展与应用水平已成为衡量一个国家科学技术和工业现代化水平的重要标志之一。在发达国家中,CAD 技术的应用已迅速从军事工业向民用工业延伸,由大型企业向中小型企业扩展,从根本上改变了产业的结构,促进了高新技术的发展。同时,CAD 技术也是 CAM (计算机辅助制造)的先导和基础;而 CAD/CAM 又构成了未来的 CIMS (计算机集成制造系统)的技术基础。因而,研究开发和推广应用 CAD 技术不仅具有迫切的时代感,也具有长远的战略意义。

进入 90 年代,国际市场竞争更加激烈,对 CAD 技术的需求将更为迫切;这将促进 CAD 技术的进一步发展。为此,世界上很多国家和企业都把发展 CAD 技术,进而实现 CIMS 作为他们的战略目标;制订了很多由政府或工业界支持的发展计划,用以推动 CAD 技术的进一步发展。

我国对发展和推广应用 CAD 技术十分重视。江泽民同志在 1991 年 4 月对应用 CAD 技术的意义作了十分精辟的论述:“计算机辅助设计,推动了几乎一切领域的设计革命……。”同年秋,国家科委领导又指出:要求各行各业不失时机地开展 CAD 应用工程,大力推广普及 CAD 技术,推动设计革命,促进科技进步,提高经济效益,加速实现“八五”计划和十年规划。所以,在我国开发 CAD 技术具有极为广阔的应用前景。

CAD 技术是属于高科技的范畴,技术复杂,涉及许多学科领域的知识,如计算机科学与工程,计算数学,工程设计方法学,人-机工程,计算机图形学,微电子技术以及具体应用工程领域的专业知识等。另外,CAD 技术随着计算机的发展而不断地发展,有许多新理论和技术需要不断地去探索、研究。我国的 CAD 技术起步并不算太晚,但发展较慢;原因很多,主要是两方面:其一是缺乏 CAD 技术的意识;其二是从事 CAD 技术的人员太少且素质不高。所以,CAD 技术要被迅速地推广应用,并取得较大的社会经济效益,必须尽快地解决这些问题。国外解决这些问题的途经基本上是:首先对从业的有关人员进行 CAD 培训,更新他们的知识,增强 CAD 意识;其次,在高等学校普遍开设有关 CAD 技术的课程,使在读的大学生获得较系统的 CAD 基本理论和技能,特别是对非计算机专业的学生增设计算机方面的课程。另外,根据应用 CAD 技术的实践知道,各专业技术人员只要掌握了 CAD 技术的基本知识和方法后,就能应用 CAD 技术处理本专业的设计工作。为此,我们编写了本书,其目的是使读者掌握 CAD 技术的基本概念、基础知识和方法,了解 CAD 技术的应用水平,开阔技术思路,拓宽知识面和改善知识结构,从而为进行 CAD 技术的研究和应用工作打下基础。

按照“电子机械教材编审委员会”编写大纲的要求,本书主要是作为电子设备结构设

计专业大学本科生的教材，课内教学为 50~60 小时。其中部分内容可作为研究生学习 CAD 技术的参考材料。同时，本书也可作为广大工程技术人员学习和应用 CAD 技术的参考书。全书分为九章，主要内容为：CAD 系统总体设计，研究开发 CAD 应用软件的基础知识，CAD 系统中的交互技术，图形变换，数据结构和数据库，二维工程图设计，几何造型（包括曲线，曲面和实体造型），真实感图形的计算机生成等。其中，第九章由叶尚辉编写，第五、七章由高光焘编写，第一、二、三、六、八章由孙文焕编写，第四章由高光焘和孙文焕合写。在编写过程中，叶尚辉教授作了许多指导。

本书由西北工业大学 CAD/CAM 中心黄尧民教授主审，在编写过程中，多次审阅原稿并提出了很多建设性的意见。另外，本书是在“电子机械教材编审委员会”领导下编写的，在编写过程中得到了该组织的支持和关心。在此表示衷心感谢。

由于时间仓促，作者水平所限，书中谬误之处在所难免，承蒙指正，将不胜感谢之至。

编著者
1992 年 12 月

目 录

第一章 CAD 系统	1
§ 1-1 概述	1
§ 1-2 CAD 过程	2
§ 1-3 CAD 技术发展简史	3
§ 1-4 CAD 系统的组成及基本类型	4
§ 1-5 CAD 系统硬件配置与选型原则	8
§ 1-6 CAD 系统的软件	24
第二章 CAD 软件设计基础	40
§ 2-1 概述	40
§ 2-2 CAD 软件设计和程序设计语言	40
§ 2-3 程序设计风格	48
§ 2-4 软件工程基础	52
第三章 CAD 系统中的交互技术	67
§ 3-1 概述	67
§ 3-2 交互输入设备	67
§ 3-3 交互技术和交互任务	72
§ 3-4 用户界面类型	76
§ 3-5 交互对话设计原则	80
§ 3-6 窗口系统	86
第四章 数据结构和数据库	93
§ 4-1 概述	93
§ 4-2 线性表结构	96
§ 4-3 数组	101
§ 4-4 栈和队列	103
§ 4-5 树结构	106
§ 4-6 查找与排序	112
§ 4-7 数据库基本概念	117
§ 4-8 CAD 数据库的特点	122
§ 4-9 CAD 数据库管理系统简介	124
第五章 图形变换	127
§ 5-1 概述	127
§ 5-2 坐标系和齐次坐标	127
§ 5-3 二维图形变换	128
§ 5-4 三维图形变换	136

§ 5-5 投影和透视变换·····	143
第六章 二维机械工程图形设计 ·····	151
§ 6-1 概述·····	151
§ 6-2 二维基本几何元素的描述及其相互关系·····	151
§ 6-3 二维图形的生成·····	161
§ 6-4 二维装配图的生成·····	169
第七章 曲线和曲面设计 ·····	171
§ 7-1 概述·····	171
§ 7-2 曲线及其几何特性·····	171
§ 7-3 曲线设计和拟合·····	176
§ 7-4 参数曲面的基本概念·····	193
§ 7-5 曲面设计和拟合·····	195
第八章 实体模型 ·····	206
§ 8-1 概述·····	206
§ 8-2 实体表示的基本要求·····	206
§ 8-3 实体表示方法·····	207
§ 8-4 正则集合运算·····	226
第九章 真实感图形的计算机生成 ·····	234
§ 9-1 概述·····	234
§ 9-2 简单光照模型·····	236
§ 9-3 明暗的匀化处理·····	241
§ 9-4 透明与阴影·····	245
§ 9-5 整体光照模型——光线跟踪算法·····	247
§ 9-6 纹理及自然景物的模拟·····	253

第一章 CAD 系统

§ 1-1 概 述

计算机辅助设计 (CAD—Computer Aided Design), 一般地认为是设计人员 (用户) 利用计算机帮助他们完成产品或工程设计任务, 并达到提高设计质量和缩短设计周期的目的。对于不同的产品和工程领域, CAD 的具体内容是有很大差别的。例如, 机械结构 CAD 主要是要生成机械结构图形和静动力学方面的分析与计算, 而电子电路 CAD 主要是用结点网络表示其拓扑结构等。但根据今天的技术和设计要求, 作为一个完整的 CAD 系统, 还要能把设计人员 (用户) 与计算机密切地结合在一起共同处理设计对象, 完成复杂的设计任务。这个系统应包括交互式图形技术、友好的用户界面、存贮和管理设计信息的数据库和处理分析计算用的方法库及相应的输出方法等。工程和产品设计的最佳结果的获得要经过一系列人-机对话, 反复修改设计对象的过程, 该过程的关键是设计数据的修改、存贮和管理以及有关算法的选择。

CAD 技术是一项综合性的、技术复杂的系统工程, 涉及许多学科领域, 如计算机科学、计算数学、几何造型、计算机图形显示、数据结构和数据库、仿真和人工智能等技术; 另外, 还必需具备产品设计和制造等方面的有关专业知识。CAD 技术具有自己的发展规律和特点, 而且, 随着科学技术的发展和需要, 将不断地对它提出新的要求, 如专家 CAD 系统。所以, 需要不断地去探索和研究。

目前, CAD 技术的优点已被越来越多的人所公认; 应用范围和领域也不断扩大。例如, 在工业发达的国家中, 不仅大企业应用 CAD 技术, 中小企业也应用 CAD 技术; 不仅航空宇航、汽车、造船、机械和电子工业应用 CAD 技术, 而且纺织、服装、装饰、家具和制鞋等工业领域也越来越多地应用 CAD 技术。另外, CAD 技术是 CAD/CAM 集成技术的基础, 而 CAD 和 CAM 集成又是集成化制造系统 (CIMS—Computer Integrated Manufacturing System) 的基础, 所以, 当今世界上有些国家或有关工业部门十分重视 CAD 技术的推广应用和投资。

总之, CAD 技术的普及应用不仅对传统产业的改造, 新兴产业的发展, 劳动生产率的提高, 产品消耗的降低, 国际竞争能力的增强均有巨大的推动作用, 而且 CAD 技术及其应用水平正成为衡量一个国家科学技术现代化和工业现代化水平的重要标志之一。

对于我国, 大力推广应用 CAD, 是科研单位提高自主研发能力, 企业提高应变能力和劳动生产率的重要条件; 是促使传统技术发生革命性变化的重要手段; 是缩短与发达国家的差距, 把国民经济搞上去, 实现社会主义现代化建设目标的重要措施; 是一项刻不容缓的战略任务。为此, 进入 90 年代后, 我国的科学技术和工业部门都先后制订了发展和推广应用 CAD 技术的计划, 并对所属部门提出了具体要求。电子工业部 (原电子总公司) 不仅制订了具体的推广应用 CAD 技术的计划, 而且还建立了相应的组织机构。所以, 推广应用 CAD 技术的范围将不断扩大。对于一个具体的单位, 要推广应用 CAD 技术, 除了要

有必要的技术人员外,还要根据本单位的特点和条件建立起实用的 CAD 系统,而且随着技术的发展,该系统还应具有升档的能力。所以本章着重介绍 CAD 系统的组成原理和基本要求以及如何根据具体条件组建一个实用的 CAD 系统。

§ 1-2 CAD 过程

CAD 技术是计算机在工程和产品设计中的具体应用。设计过程中的需求分析、可行性分析、方案论证、总体构思、分析计算和评价以及设计定型后产品信息传递都可以由计算机来完成。在设计过程中,利用交互设计技术,在完成某一设计阶段后,可以把中间结果以图形方式显示在图形终端的屏幕上,以供设计者直观地分析和判断。设计者判断后认为还需要进行某些方面的修改,可以立即把要修改的参数输入计算机,计算机对这一批新数据立即进行处理再输出结果,再判断,再修改,这样的过程可反复多次,直至取得理想的结果为止。最后用绘图机输出工程图纸或数控加工纸带和有关加工信息供制造过程应用。整个设计过程如图 1-1 所示。

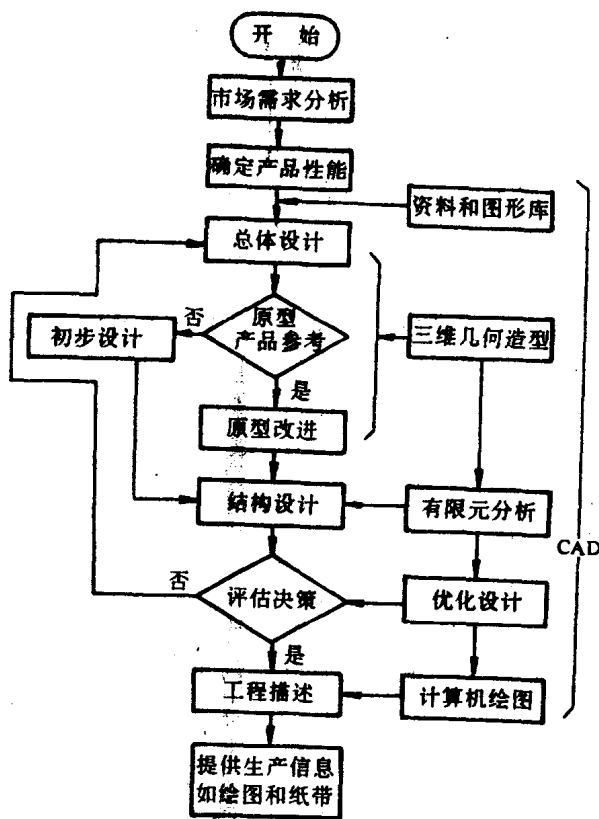


图 1-1 产品设计和制造流程图

§ 1-3 CAD 技术发展简史

不管是产品还是工程设计,最后都要生成符合要求的工程图纸,或数控加工等信息,而在设计过程中的各个阶段要以图形显示出各阶段的设计结果。所以,计算机图形学和图形显示技术是 CAD 技术的重要基础之一。即就是说 CAD 技术的发展是与它们的发展密切相关的。

40 年代计算机问世,直至 50 年代中期计算机的使用尚不普遍,而且主要是用于科学计算。当时尽管在计算机系统中已经开始配制了图形显示器,但由于计算机图形学的理论还没有形成,所以,尚未具备人-机交互功能。如美国麻省理工学院的旋风号计算机 (whirl wind) 就是这样。但到了 50 年代末期,美国麻省理工学院林肯实验室研制的空中防御系统 (SAGE) 就能将雷达的信号转换为显示器上的图形,操作者可以用光笔 (Light pen) 指向显示屏上的目标图形来拾取所需要的信息。这种功能的出现预示着交互图形生成技术的诞生。

1963 年,美国麻省理工学院的 I·E 萨瑟兰德 (I·E Sutherland) 在他发表的博士论文中提出了 SKETCHPAD 系统,在该系统中用的计算机是 TX2,可以用光笔在图形显示器上实现选择、定位等交互功能。而且计算机可根据光笔指定的点画出直线,或者当用光笔指定圆心或半径后画出圆等。另外,该系统对符号和图案的存贮采用分层的数据结构。即一幅完整的较复杂的图形可以通过分层调用各有关图来产生。尽管该系统还是较原始的,但这些基本理论和技术至今仍是 CAD 技术的基础,十分有用。所以, I·E 萨瑟兰德的 SKETCHPAD 系统被公认为对交互式图形的生成和显示技术的发展奠定了基础。

由于交互式图形生成技术的出现,促使 CAD 技术迅速发展。60 年代中期后,美国的一些大公司都十分重视这一技术,并投入相当资金对 CAD 技术进行研究和开发,研制出了一些 CAD 系统。如 IBM 公司的 SMS、SLT/MST 设计自动化系统和主要用于二维绘图的 CADAM; 美国通用汽车公司为设计汽车车身和外形而开发的,在大型计算机上运行的 CAD-1 系统,已成为该公司设计小轿车和卡车的必不可少的工具;在此期间,美国的 CDC 公司也开发了作为商品销售的 Digigraphic CAD。由于这一时期 CAD 系统的特点是:规模庞大,价格昂贵,所以,只有经济实力雄厚和技术力量较强的大型企业和研究单位才能研究和应用 CAD 技术。

60 年代末期至 70 年代中这一时期可称为 CAD 技术的成熟阶段。具体表现在这一时期计算机硬件的性能价格比不断提高,主要特点是图形输入板,大容量磁盘存贮器和廉价的存贮管显示器等相继出现以及数据库管理系统等软件得以开发;以小型和超级小型计算机为主机的 CAD 系统进入市场并形成主流,而且出现了一批专门经营 CAD 系统硬件和软件的公司,如: Computer Vision, Intergraph, Calma, Applicon 等。这些 CAD 系统的特点是硬件和软件配套齐全,因此人们称它为“交钥匙”系统 (turnkey System) 或“一揽子”系统。与大型计算机 CAD 系统相比,其价格相对便宜,使用和维护也相对简单一些,这也是 CAD 技术得到进一步发展和扩大应用范围的原因之一。在这一时期内, CAD 系统的应用领域主要集中于航空、电子和机械工业等部门。同时对三维几何造型技术也开始进行研究。

70 年代末以后,工作站和微型计算机的出现给 CAD 技术的发展起了极大的推动作用。

工作站是属于单用户的计算机系统,具有较高的响应速度,因而特别适用于CAD系统。而且,工作站之间可以联网,以达到共享系统内的资源和发挥各台计算机的特点,因此可以根据工作需要和经济条件以及CAD技术的发展等逐步投资,逐步发展和扩大CAD系统的功能和规模。80年代中期后,这种以工作站为基础的CAD系统发展很快,其功能达到甚至超过小型机CAD系统,可以预见这种系统将成为CAD系统的主流。这种系统的制造厂商只提供硬件和系统软件,而基础软件则由其它专门开发软件的公司研制和销售。近年来在我国市场上销售工作站的公司为:IBM公司、HP公司、SUN公司、DEC公司、SGI公司等,产品的种类很多且各有特点。

由于微型计算机的性能和价格比的提高,目前以PC386、486为主机的CAD系统不断增加。该系统的特点是容量小、处理速度慢,但价格十分便宜,应用软件丰富,便于学习和维护。另外,还可以进入网络系统共享资源,并可帮助工作站完成一部分CAD作业,很适合中小型企业和刚开始应用CAD技术的单位。

我国在CAD技术方面的研究始于70年代中期,当时主要是研究开发二维绘图软件,并利用绘图机输出二维图形。主要研究单位是高等院校,而航空和造船工业是应用CAD技术较早的部门。80年代初,有些大型企业和设计院成套地引进CAD系统(主要是Turnkey System),并在此基础上进行开发和应用,取得一定的成果。随着改革开放和发展商品经济的需要,在80年代中后期,我国的CAD技术有了较大的发展,而且CAD技术的优点被越来越多的人所注意。进入90年代后,各工业部门普遍制订了开发应用CAD技术的计划,主要表现在以下几个主要方面:部分单位已较好地应用CAD技术,提高了设计质量、取得了经济效益,CAD技术已成为其进行设计制造工作中不可缺少的条件;一批高等院校和研究所对CAD技术的理论和软件开发进行了大量的研究,并取得了成果(如清华大学、浙江大学、西北工业大学、北京航空航天大学、中科院计算所等)。进入90年代后,国家科委、各工业部门都十分重视CAD技术的发展,并有计划、有步骤地在全国各地建立CAD培训基地,对有关人员进行CAD技术方面的培训,以提高有关人员的CAD素质。与此同时,有些工业部门还对所属单位提出应用CAD技术的具体要求。预计在90年代,我国的CAD技术将有一个较大的发展和提高,有可能形成一个新兴的产业——研究和生产CAD硬件和软件的高科技工业系统。

§ 1-4 CAD系统的组成及基本类型

一个CAD系统是由计算机和一些必要的外部设备(通常将计算机和外部设备称为硬件)及相应的软件所组成,如图1-2所示。根据使用的要求和目的,对于不同的CAD系统,其硬件和软件的配置是不相同的,但必须保证系统的基本功能,一般如图1-3和图1-4。

目前,CAD技术还在不断发展,主要发展方向是集成化、图形化、标准化、智能化和并行化。

集成化。一般包含两个方面的含义:其一是集成度,即要求在产品 and 工程设计的整个过程的各个阶段都应用CAD技术;其二是数据流的集成,即要求在产品生产的全过程中,包括市场需求、产品设计、制造和销售等阶段,能形成一个完整的数据流通过程。

智能化。目前大多数的CAD系统都是非智能化的,在使用中还存在一些缺陷。例如,

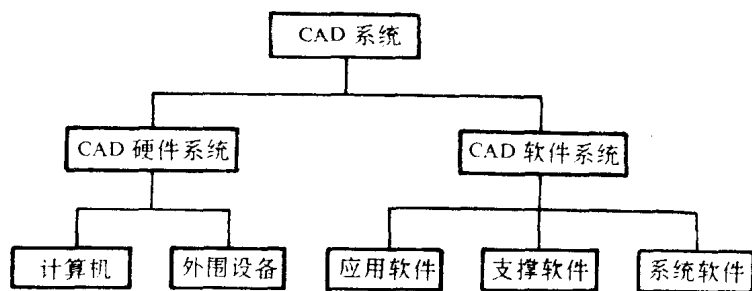


图 1-2 系统的基本结构

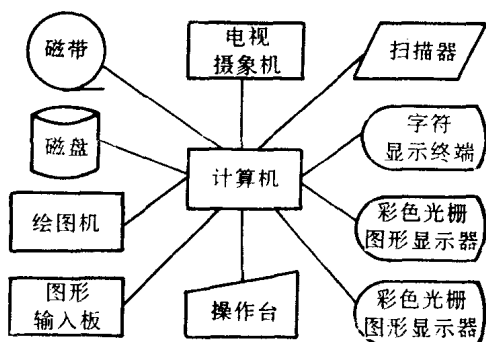


图 1-3 CAD 系统硬件

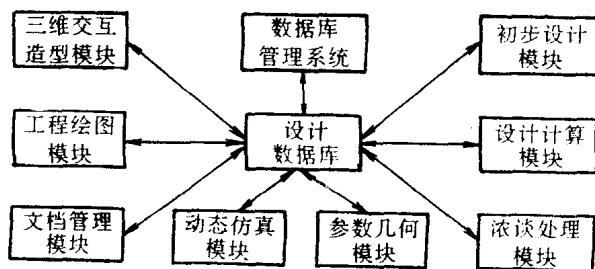


图 1-4 CAD 系统软件配置

设计结果与操作 CAD 系统的技术人员的经验和水平密切相关，因为这样的系统绝对忠实地执行用户交给它的任务和命令，而不能给用户建设性的方案。如果引入知识工程后，CAD 系统将提高智能的推理和人-机通讯能力，能理解设计者（用户）的意图，使设计结果真正达到最优。

图形化。由于图形直观，容易为人们接受和理解。因此，人们对 CAD 系统的图形的要求越来越高，要求它不仅能输出制造用的工程图纸，而且能用图形表示分析计算的过程和结果及有关性能，并且能真实地动态显示。

标准化。为了使集成系统有一个完整的数据流通过程，并使不同的 CAD 系统之间能方便地交换数据，对 CAD 系统中的数据格式必须有一个公认的数据交换标准，如 IGES、STEP 等。

并行化。为了提高 CAD 系统的效率，在系统中引用并行处理技术，这是一个有效的方法。近年来，在该方面作了很多研究，取得一定效果，但要达到广泛的应用，还要进行进一步的研究。关键问题是对各种具体的应用对象提供相应的并行算法。

CAD 系统的类型可按系统的功能分类，也可按系统中使用的计算机类型分类。按系统的功能一般可分为：通用型 CAD 系统和专用的 CAD 系统。通用型 CAD 系统适应范围很广，其硬件和软件配置也比较丰富。而专用 CAD 系统是为了实现某种特殊功能的系统，其软硬件配置相对简单。

按 CAD 系统中所用计算机类型的不同，CAD 系统一般可分为以下四类：

一、大型机 CAD 系统

顾名思义,该系统一般是采用具有大容量的存贮器和极强计算功能的大型通用计算机为主机,一台计算机可以连接几十至几百台图形终端、字符终端及其它图形输入/输出设备。其主要优点:①系统具有一个大型的数据库,可以对整个系统的数据实行综合管理和维护;②计算速度极快。主要缺点:①如果 CPU 失效,则整个系统的用户都不能工作;②由于计算机数据库处于中央位置,计算机数据容易被破坏;③终端距离不能太远;④随着计算机总负荷的增加,系统的响应速度将降低,这种现象在三维造型和复杂有限元分析时尤为突出。

大型机 CAD 系统一般都用在大型的飞机制造公司和船舶制造公司等。有代表性的主机如 DEC 公司、CDC 公司和 IBM 公司生产的大型计算机等,系统的基础软件主要有美国洛克希德公司的 CADAM 和法国达索公司的 CATIA 及麦道公司的 UG I 等。系统的组成如图 1-3 所示。

二、小型机 CAD 系统

70 年代中至 80 年代初,小型机 CAD 系统处于蓬勃发展时期,我国在此期间从国外进口的 CAD 系统大都属这种类型。生产、制造这类系统的厂商很多,如美国的 CV、Intergraph、Calma、Applicon、Autotrol、Unigraphics 和法国的 Euclid 等。

通过使用,人们逐渐发现这类小型机系统有一定的局限性。如系统的计算能力和扩充能力较差等,而且系统之间的数据很难进行交换,即不同系统的数据存贮格式是不相同的。另外,由于微机和分布式工作站的性能的提高和异种机之间联网技术的发展,从目前来看,这种类型的 CAD 系统将越来越少。

三、工作站 CAD 系统

80 年代初,工作站问世,以工作站组成的 CAD 系统迅速发展。它与小型机 CAD 系统不同,一台工作站只能一人使用,并且具有较强的联网功能,其处理速度很快,一般都赶上甚至超过了过去的小型计算机的速度,如 Sun 系列工作站的处理速度均大于 10MIPS,大约是 IBM 4381 的 3 倍,比 VAX780 大约快 10 倍;而高档的工作站的处理速度已达到小巨机的水平。这类工作站一般都采用 RISC 技术和开放系统的设计原则,且以 UNIX 作为它们的操作系统。

目前,生产这类产品的厂商有:

- 1) IBM 公司,其产品是 RS6000 系列。
- 2) CDC 公司,其产品是 Cyber910 系列。
- 3) DEC 公司,其产品有 DEC Station 和 DEC System 系列。
- 4) HP 公司,其产品有 HP9000/400 和 HP9000/700 系列。
- 5) Sun 公司,其产品有 Sparec Station1 和 Sun4/300 系列。
- 6) SGI 公司,其产品有 IRIS、Power 和 IRIS INDIGO 系列,产品性能指标不断上升。

上述各公司生产的工作站各具特色。当前 Sun 公司产品的销售量最大,而 SGI 公司的产品其图形处理功能最强。这些产品都配置大容量的内存和外存以及具备交互操作功能的

图形处理设备,系统能支持的编程语言也比较丰富,应用软件由专门的软件开发公司提供。它们的性能价格比都在不断提高,现在低档的工作站可能只要几千美元。这种类型的工作站将是 90 年代 CAD 系统的主要机型。以工作站组成的 CAD 系统,如图 1-5 所示。

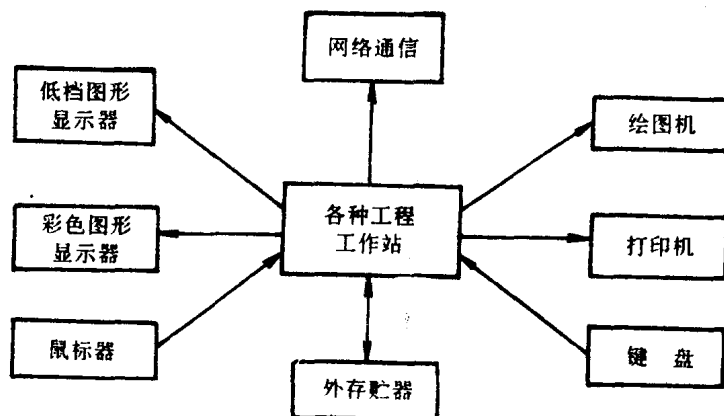


图 1-5 工作站 CAD 系统

四、微机 CAD 系统

随着微机性能的不断价格和价格的不断下降,以 PC 机组成的 CAD 系统近年来不断增多。由于 Intel 公司以 80286、80386 芯片取代了原来的 8086 芯片后,使得微机的运行速度大大提高,而且内存容量也不断扩大,图形显示器分辨率已达到 1024×768 ,彩色位面可达到 8 个,以 386 或 486 微机为基础再配上浮点运算器和相应的软件与图形输入输出设备,就可组成一套微机 CAD 系统,如图 1-6 所示。由于微机的价格不断下降,现在有 6~8 万元人民币就可建成一套以 386 为主机的微机 CAD 系统。

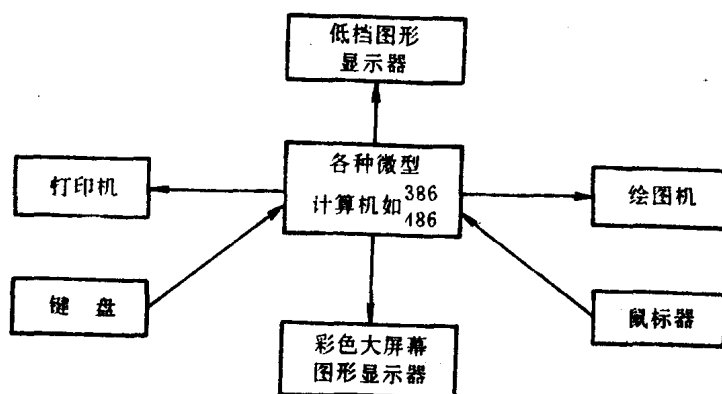


图 1-6 微机 CAD 系统

目前,以 PC 微机为主机的 CAD 系统一般用于进行二维拼图和绘图,在微机上运行的软件主要是 Auto CAD 和 Micro-station 等。当然,随着微机性能进一步提高,将来有可能用它进行三维造型和复杂的计算。

值得一提的是,由于网络技术的发展,现在微机已能与大型机和小型机及工作站联网,成为整个网络的一个结点,共享工作站的资源。这样,大型机系统、工作站系统、PC 机系统就不再相互割裂,而成为一个有机的整体,在网络中发挥各自的优点,使得原来在小型机和工作站上运行的 CAD 软件直接在微机上运行。由于微机的性能不断提高,而价格又便宜,所以由高档微机组成的 CAD 系统发展很快,而且有可能代替低档工作站。

§ 1-5 CAD 系统硬件配置与选型原则

一个 CAD 系统的硬件,主要包括计算机和有关的外部设备(如外存贮器、图形和数据的输入与输出设备等)。其中计算机是系统的核心硬件。在这一节中主要讨论两个问题:①一个 CAD 系统需要哪些硬件;②如何选择合适的硬件。

一、CAD 系统硬件选择原则

在选择 CAD 系统硬件时,首先要考虑它所服务对象的要求,即要充分考虑产品的设计和制造的作业性质和技术水平及工作量;其次是要考虑计算机及外部设备当前的技术水平;同时,还要考虑可能的投资强度和今后的发展目标等,这样可避免在系统硬件选择中的盲目性和重复性。下面从选配硬件过程中可能会遇到的问题出发,提出一些分析和决策的方法,以供参考。

1. 系统的服务对象

所谓服务对象,可以认为是不同工业部门,或者指工厂的大小,或者指要设计和制造的产品。根据服务对象基本上可确定系统规模和作业的难易程度。因为规模不同,系统中硬件的配置相差很大,所以,要正确的选择系统硬件,就得恰如其分地去分析和确定系统的规模。那么系统规模又如何确定呢?一般从以下几个方面来分析:①要求用计算机进行分析计算的规模和难度(或者大小和复杂程度);②实体造型的工作量和复杂程度;③图形编辑和显示功能;④产品的设计和生产过程中要求存贮的图形和数据量的容量。一些大型企业,例如飞机制造厂,汽车制造厂,汽轮机厂和大型电子设备厂等,由于产品复杂,而且品种也较多(各种档次的产品),往往一个产品的零件就有成千上万个,而且,零部件的结构和形状也复杂,即几何造型过程难度大。一般说,这个系统要求具有三维几何造型和图形显示与编辑功能,并应具有较完整的图形输入/输出设备。另外,这些大型企业往往都要研究和开发新产品,在产品开发阶段,对主要受力构件都要用三维有限元对它进行强度和刚度的分析计算,有时还可能要做一些动态仿真或模拟,所以在该系统中应配置具有高速计算和内存空间较大的计算机及高分辨率的图形显示终端等。还有,这些大型企业都存有大量的产品设计和制造方面的老图纸和各种各样的设计技术数据、标准、规范和工具资料等,为了设计和制造方便,必须把它们存入计算机内,这就要求较大的存贮空间。最后,这些大企业在产品制造方面一般都配有几台甚至几十台数控机床(或加工中心),因此,要求系统具有支持 CAM 的能力,即要求能够把 CAD 技术处理的设计结果数据,直接转换成数控加工的数据(或信息),用它控制数控机床进行零件的加工。对于这样的企业(工厂或研究所),在选择 CAD 系统硬件的配置时,一定要选用高速的、大容量的计算机和与计算机配套的外部设备。配置什么样的计算机,在本章后面有关部分再介绍。