



中国计算机应用软件人员
水平与职称考试指导丛书

计算机辅助系统

许耀昌 主编

中国科学技术出版社

71 27-1
156

中国计算机应用软件人员水平与职称
考试指导丛书

计算机辅助系统

许耀昌 主编

中国科学技术出版社

内 容 提 要

本书系《中国计算机应用软件人员水平与职称考试 辅导丛书》之一。内容包括：计算机辅助设计、计算机辅助制造、计算机辅助教学方面的基本概念、方法及应用基础等，覆盖了1990年及1991年国家颁布的考试大纲中有关“计算机辅助系统”的全部内容。本书概念清楚、深度适中、针对性强，可读性好，可供参加程序员级、高级程序员级考试的应用人员学习，也可作为参加电视教学、函授、各种辅导班或在职人员自学的重要参考书（配有录像带）。

(京)新登字175号

中国计算机应用软件人员
水平与职称考试指导丛书

计算机辅助系统

许耀昌 主编

责任编辑：陈 凯

胡永洁

封面设计：王序德

技术设计：范小芳

中国科学技术出版社出版(北京海淀区白石桥路32号)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市燕山联营印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：7.5 字数：173千字

1992年7月第1版 1992年7月第1次印刷

印数：1-3 900册 定价：3.50元

ISBN7-5046-0543-3/TP·18

编 者 的 话

本书系《中国计算机应用软件人员水平与职称考试辅导丛书》之一。内容是根据《中国计算机应用软件人员水平考试委员会》1990年公布的考试大纲中有关《计算机辅助系统》部分编写而成。全书共分十章，前五章是有关计算机辅助设计(CAD)的软件，硬件，系统，交互技术，图形变换，造型技术方面的基本知识、方法及应用基础；第六章至第九章是有关计算机辅助制造(CAM)、数控编程、计算机综合制造系统方面的基本知识；第十章是计算机辅助教学(CAI)方面的基本知识及CAI的设计原则。书末列举了1990年及1991年水平考试中关于“计算机辅助系统”方面的试题及题解。

本书的读者对象是准备参加水平考试的程序员级和高级程序员级的广大在职人员。本书可作为计算机应用人员参加电视教学、函授、自学的重要参考书，也可作为各部门举办辅导班的教材，特别是可作为《中国计算机报》摄制的《计算机应用软件人员水平与职称考试辅导系列片》的必读教材。

本书在编写过程中得到《中国计算机学会》、《中国计算机报》、《计算机世界》的指导和帮助，在此谨致以衷心的感谢。

考虑到读者时间的宝贵和全套丛书的篇幅要求，我们尽量浓缩了内容，但要想把有关内容毫无遗漏地都包括进去是相当困难的，加上作者水平有限，不妥之处请读者指正。

编 者

主 编: 洪民光 教授 (中国计算机学会副理事长
兼技术咨询委员会主任)

(以下按姓氏笔划为序)

副主编: 李三立 教授 (中国计算机学会微机专委会副主任)

许耀昌 副教授 (中国人工智能学会、计算机视觉学会副理事长)

孙延军 高工 (中国计算机学会学术委员会副主任)

孙强南 高工 (中国电子学会计算机工程与应用学会秘书长)

陈火旺 教授 (中国计算机学会软件专委会副主任)

杜海萍 高工 (《计算机世界》副总编)

张鹏飞 高工 (《中国计算机报》副总编)

龚炳铮 高工 (中国计算机学会计算机应用专委会副主任)

编 委: 王人骅 教 授 麦中凡 教 授

王 京 讲 师 陈 凯 编 辑

王顺晃 副教授 赵 磊 讲 师

李修枝 副教授 高锡武 副教授

冯宗律 教 授 葛本修 副教授

张海藩 教 授 颜庆津 教 授

吴宝亮 副 研

前 言

我国的计算机事业发展，至今已有35年的历史。在这段时间里，由于广大科技人员、工人和干部的辛勤劳动，我国的计算机科研、生产、教育、管理等都有了较大的发展。

我国的四个现代化离不开以微电子产业、计算机产业和数据通信为核心的新兴产业。在“八五”期间及90年代的十年规划期间，计算机事业将进一步地蓬勃发展。

为了发展计算机事业，就要大力推广计算机在各行各业中的应用。今天，凡是先进的科研、生产、教育都离不开应用计算机。当前关键的任务是培养大量能掌握、管理和使用计算机的技术人才。

为了推动计算机应用软件人才的培养，同时实行“以考代评”的评审制度，深化职称改革，国家劳动人事部、国家科委、机电部、国务院电子办等单位已组成中国计算机应用软件人员水平考试委员会，并从1990年开始实施统一的水平考试。据悉，从今年开始将实行水平考试和职称考试制度。

为了提高我国的计算机应用软件人员的素质，并帮助程序员、高级程序员级的广大学员参加每年一度的全国联考，中国科学技术出版社组织了一批经验丰富、水平高、在计算机应用领域中有成就的专家、教授，编写了《中国计算机应用软件人员水平和职称考试辅导丛书》。这套丛书内容适度、概念清楚、理论联系实际、可读性好、针对性强。可以深信，丛书的出版将会满足广大读者的实际需要。

预祝学员们圆满地完成学习任务。

中国计算机学会副理事长

洪民光

1991. 1. 28

目 录

第一章 CAD技术的发展和應用

- 1.1 概述..... (1)
- 1.2 应用..... (3)
- 1.3 使用CAD技术的优缺点..... (4)

第二章 CAD硬件

- 2.1 主机系统..... (8)
- 2.2 小型机成套系统..... (9)
- 2.3 工程工作站系统..... (10)
- 2.4 PC机系统..... (12)
- 2.5 CAD系统的输入/输出设备..... (14)

第三章 CAD软件开发

- 3.1 CAD的支撑环境..... (24)
- 3.2 CAD软件特点..... (25)
- 3.3 图形软件的标准化的..... (27)
- 3.4 CAD应用软件..... (39)
- 3.5 数据管理软件..... (40)

第四章 交互技术与图形变换

- 4.1 应用接口..... (45)
- 4.2 交互技术..... (47)
- 4.3 坐标系..... (52)
- 4.4 二维图形变换..... (56)

4.5	三维图形变换.....	(66)
4.6	构筑线架图.....	(88)
第五章 几何造型基础		
5.1	几何造型的常用模型.....	(97)
5.2	曲面造型	(106)
5.3	实体造型	(118)
第六章 计算机辅助制造概论		
6.1	CAM的定义.....	(147)
6.2	生产过程与 CAD/CAM.....	(149)
6.3	自动化 与CAD/CAM.....	(150)
第七章 CAM的开端		
7.1	数控系统的基本组成.....	(153)
7.2	数控机床的坐标系统.....	(154)
7.3	数控运动控制系统.....	(157)
第八章 数控编程		
8.1	引言.....	(160)
8.2	人工编程.....	(163)
8.3	计算机辅助零件编程.....	(163)
8.4	计算机数控(CNC)	(174)
8.5	直接数控 (DNC)	(175)
8.6	自适应控制机加工系统.....	(176)
8.7	计算机辅助工艺规程编制系统(CAPP).....	(178)
8.8	自动编程系统.....	(181)
第九章 计算机综合制造系统		
9.1	引言.....	(185)
9.2	CIMS 的特点	(185)

9.3 CIMS的组成	(189)
第十章 计算机辅助教学	
10.1 引言	(192)
10.2 CAI的主要特点	(194)
10.3 CAI的教学方式	(195)
10.4 CAI设计原则	(197)
10.5 CAI的发展动态	(201)
10.6 CAI系统的基本组成	(204)
复习题	(211)
1990年水平考试“计算机辅助系统”试题	
题解	(214)
1991年水平考试“计算机辅助系统”试题	
题解	(222)
参考文献	(229)

第一章 CAD技术的发展和應用

1.1 概 述

CAD和CAM的全称是Computer Aided Design and Computer Aided Manufacture, 中文意思是计算机辅助设计和计算机辅助制造。

设计和制造的含义很广,使人直觉理解到的设计,就是构思和利用绘图仪器绘制工程图纸。对于机械产品,在正规绘图之前,还必须作结构分析、强度校核等力学上的计算。如果借助于计算机、图形终端、绘图机以取代计算尺和绘图仪器来完成设计工作,称为CAD。由于设计工作的范围很广,有人把设计工作中的计算分析工作,如有限元分析等,凡是用计算机辅助完成的工作,均称为CAE,中文意思是计算机辅助工程。

制造(机械产品),一般理解是零、部件的制造,装配和调试。

数控加工(NC)是一种可编程的自动过程。它是计算机辅助制造工作的先驱。

正在发展中的CAM则包括数控加工、机器人,物料传输系统,且和CAD、CAE联成一体,可以用计划系统来控制制造过程,以期协调在复杂条件下的生产流程。

要了解CAD的发展历史,需追溯到50年代,第一台计算机绘图系统诞生在美国的麻省理工学院(MIT)。在50年代,采用的是电子管计算机,用机器语言编程,配置的图形设备

仅具有输出功能（如绘图机）。其CAD技术是一种被动式的计算机辅助设计技术。

1962年美国MIT林肯实验室的伊文·桑什伦特(Ivan Sutherland)研制成功第一台光笔交互式图形显示器，并在他的博士论文中首次提出了计算机图形学，人机通信、分层数据结构的思想，为CAD技术的发展和应⽤奠定了理论基础。1963年孔斯(Coons)提出了非常适合于CAD的画⾯片技术。1964年美国IBM公司推出了商品化的计算机绘图设备。60年代，CAD已在汽车、飞机等部门得到应⽤。

1970年美国的Applicon公司第一个推出完整的CAD系统。70年代后期出现了能产生逼真图形的光栅扫描显示器，推出了手动游标、图形输入板等多种形式的图形输入设备，大大促进了CAD/CAM工业的发展，机械、电子、建筑等部门也已使用CAD技术。

自80年代开始，随着强有力的超大规模集成电路制成的微处理器及存储器件的出现，工程工作站问世，并得到迅猛发展。CAD/CAM技术在中、小型企业普及。80年代中期以后，CAD/CAM技术向标准化、集成化、智能化方向发展。由于硬件的迅速发展，图形软件标准化的问题也提到日程上来了，一些标准的图形接口软件、标准的图形功能相应研制出来。这些标准的制订和采用为CAD技术的推广、软件的移植和数据共享起了很重要的促进作用。

CAD技术的集成化主要体现在四个方面：①系统构造由过去的单一功能变成综合功能，出现了CAD、CAM联成一体的CIMS（计算机集成制造系统）；②CAD技术中的有关软件和算法不断固化，即用集成电路及专用的功能块来实现有关软件和算法的功能；③多处理机、并行处理技术用于CAD

中，使工作速度成百倍地增加；④网络技术在CAD中被普遍采用，使近程和远程的资源都能及时为多用户共享。

人工智能和专家系统技术在CAD中的应用，使设计趋于自动化、最优化，以更符合多方面的要求。虽然CAD技术的应用范围很广，但在具体应用时总是面向某个专业的。因此，建立专家系统形式的智能CAD系统是一个方向，这种系统可以因行业而异。

1.2 应 用

CAD技术可广泛用于国民经济各个部门。美国1985年统计的应用领域见表1-1。我国在轻工行业也已采用CAD技术，如服装、地毯行业。

CAD应用统计表

表 1-1

	应 用 领 域	所 占 百 分 数
1	电子/电气	28.8
2	一般的科学研究	13.5
3	机械设计与制造	12.8
4	软件开发	12.2
5	测量	9.4
6	人工智能	6.2
7	出版业	6.0
8	工厂自动化	3.6
9	土建	2.4
10	地质	2.0
11	计算机艺术	0.8
12	图象处理	0.3
13	其它	2.0

将上表各应用领域归纳起来，有以下几个方面。

1. 工程和产品设计

采用CAD技术后，工程和产品设计的施工图纸可以不用人工绘制，而通过计算机用绘图机绘制。这样绘制出来的图纸不但质量高，而且规范性好。既可节省时间又可节省劳力。图纸存放在磁盘中还可节省空间。

2. 仿真模拟和动画片制作

应用工程工作站可以动态模拟产品的加工过程。在电影界可以用计算机图形技术生产动画片，尤其是广告和特技镜头。

3. 事务管理

在管理信息系统（MIS）中，如果采用CAD技术来绘制各种统计图表，如直方图、扇形统计图、各种管理图表曲线等，将会使情况一目了然，更加直观、清晰。

4. 绘制测量图

用CAD技术绘制气象图、地形图、人口分布图以及等值线、等高面等，对于现代化建设具有重要作用。

5. 机器人

用CAD技术可以模拟各种形式的机器人、机械手及其工作环境，这对保障人身安全和提高产品质量都是十分有用的。

1.3 使用CAD技术的优缺点

采用现代CAD系统，可以完成四个方面（指设计过程中）的工作：建立几何模型；工程分析；设计审查与评价；自动绘图。

1. 建立几何模型

它从需求分析开始, 包括产品的构思、设计方案 的确定, 建立产品的几何模型, 在图形显示器上显示产品的 形象, 以帮助设计人员进一步构思、确定产品的几何模型。

在CAD中, 建立产品的几何模型就是在计算机上完成产品的几何描述。设计人员可以通过交互式计算机图形系统在显示器上观察产品的几何模型。建立几何模型一般分为曲面造型和实体造型两大类, 线框模型在一定场合也有使用。

2. 工程分析

在工程设计中需要进行某些分析, 包括: 应力-应变分析, 动态特性分析等。这些分析可以是工程设计人员为解决某一特定问题而编制的专用软件。常用的分析软件有两类。

①质量特性分析软件; ②有限元分析软件。

质量分析在CAD软件中使用较广, 它可以提供实体的一系列质量特征, 如表面积、体积、重量、重心、惯性矩等。针对平面或形体的某一截面, 计算其周长或截面积等。

有限元分析方法是 将物体分成大量的基本单元 (如长方形、三角形), 这些单元在边界的有限节点上互相连接, 通过计算每一节点处的位移来完成物体的应力-应变分析。一个物体的应力-应变分析的输出是将受力后变形的物体形状叠加在非受力状态下物体形状上显示的。如果有限元分析给出的结果不理想, 设计人员可根据其结果修改物体的形状。

计算机在解微分方程中是很有用的工具。在工程分析中常采用有限差分法来解微分方程, 也就是把微分方程变成差分方程。有些差分方程是联立的线性方程组, 一般不用矩阵方法求解, 而是采用迭代法求解。迭代时, 一般从给定解的

初始条件来推算过程的发展，或者是给出边界条件来定解。数字计算机最适合于作数值解。有些问题要用知识表达和知识推理的方法来求解。智能计算机和各种专家系统在计算机辅助设计/制造中的应用是当今CAD的一个发展方向。

3. 设计审查与评价

在图形显示器上来检查设计的正确性是很方便的。例如用来进行尺寸和公差确定的子程序可以减小尺寸确定过程中出错的可能性。设计人员还可以在图形显示器上放大零件的某一局部或整个形体，以供检查和修改。

某些CAD系统对设计的审查与评价采用动态系统。动态系统软件包可以提供模拟简单机构的运动功能。这一功能可以使设计人员直接观察机构的动作过程及与其他部件有无碰撞。机器人或机械手的设计就要用到动态系统软件包。

4. 自动绘图

自动绘图是指直接从CAD数据库生成工程图纸的硬拷贝。CAD系统在绘图方面可以比人工提高5倍以上的效率，而且绘制出来的图纸质量好，也有利于图样的规范化。某些CAD系统还具有自动标注尺寸，绘制剖面线、加注文字说明及彩色喷墨等功能。工程图纸的输入及存档系统对于工矿企业设计人员来说是十分有用的，有了该系统可对存档图纸重新编辑，然后再绘制出来。

采用CAD技术的优越性有：①减少绘图劳动量；②减少各工序间的周转时间；③提高设计精度；④易于修改设计；⑤易于建立标准图及标准设计库；⑥便于管理。

总的来说，应用CAD技术，可以缩短设计周期，节省人力物力，降低成本和提高质量。

采用CAD技术需要付出的代价：①初始投资（硬件、软

件、机房)比较大,至少需要几十万元;②由于人员对CAD系统及有关技术不熟悉,需要进行培训,因此在开始应用CAD系统的几个月中可能使生产力受到影响。

以上代价的不利影响是暂时的,经过一段时间后,即会收到效益并使生产力大大提高。

由于计算机没有自我学习能力、没有创造性,判断能力也差,因此,只有把人的直观处理、经验、创造性、判断能力等与计算机的高速度、大容量、正确的处理能力结合起来,才会获得好的效益。

可以认为,CAD是一种把人和计算机结合在一起,各自发挥自己的优势去解决工程设计中问题的一门技术。在此人机通信系统中,人永远是设计工作的主人,计算机及其外设是强有力的辅助工具。人们可以利用计算机及其外设的帮助来进行设计、分析,提高设计质量、缩短设计周期,使产品易于更新换代和具有竞争能力,这就是CAD。