

计算机辅助设计 (CAD) 应用工程统一培训教材

机械 CAD

黄尧民 主编



机械工业出版社

计算机辅助设计(CAD)应用工程统一培训教材

机 械 CAD

黄尧民 主编

胡树根 刘永贤 副主编



机械工业出版社

内 容 简 介

本书系统地论述了在机械工程中进行 CAD 的技术。本书共分 8 章, 对于机械 CAD 的基本概念、原理和应用技术着重进行了介绍。主要内容包括: CAD 系统的组成、机械 CAD 系统配置及选型原则, 机械产品的各种建模方法, 计算机绘图原理及图形编程方法, 进行 CAD 的交互技术, 机械设计资料及数据的处理技术, 计算机分析, 机械优化设计技术和机械设计专家系统等。内容充实, 取材新颖。

本书主要作为机械行业中进行工程设计和科研开发的在职人员进行 CAD 技术培训用教材, 也可作为高等工科院校机械类本科生和研究生的教学用书; 同时, 也是从事 CAD 技术开发人员的重要参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械 CAD / 黄尧民主编. —北京: 机械工业出版社, 1995.3
计算机辅助设计(CAD)应用工程统一培训教材
ISBN 7-111-04607-2

I. 机… II. 黄… III. 机械设计: 计算机辅助设计 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 15331 号

出版人: 马九荣(北京市百万庄南街 1 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 李尔斌 版式设计: 李松山 责任校对: 黄永友
封面设计: 林 波 责任印制: 金嘉楠
机械工业出版社印刷厂印刷 • 新华书店北京发行所发行
1995 年 3 月第 1 版 • 1995 年 3 月第 1 次印刷
787mm × 1092mm¹/₁₆ • 12.25 印张 • 305 千字 • 196 页
0 001—5000 册
定价 16.00 元

编 审 委 员 会

主 任 委 员: 石定环

副主任委员: 路继广 石教英 唐泽圣 陈贤杰 周全胜
韩中光

委 员: 王豪才 冯辛安 刘永贤 孙林夫 陆 皓
周 济 周嘉玉 赵汝嘉 胡树根 贾昌传
黄陆光 葛巧琴 蔡 青

序 言

计算机辅助设计 (CAD) 是随着计算机、外围设备及其软件的发展而形成的一门新技术。经过最近 20 多年的发展, CAD 技术在国外工业发达国家已被广泛应用于机械、电子、航空、航天、汽车、船舶、轻工、纺织、建筑及工程建设等各个领域, 成为提高产品与工程设计水平、降低消耗、缩短产品开发与工程建设周期、大幅度提高劳动生产率和产品质量的重要手段; CAD 技术及其应用水平已成为衡量一个国家的科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。

自 80 年代开始, CAD 技术应用工作在我国逐步得到了开展, 经过“七五”的努力, 取得了明显的效益。采用 CAD 技术以后, 工程设计行业提高工效 3~10 倍, 航空、航天部门的科研试制周期缩短了 1~3 年; 机械行业的科研和产品设计周期缩短了 $1/3 \sim 1/2$, 提高工效 5 倍以上。特别是近两年以来, 我国在 CAD 技术的开发和应用方面, 取得了较大的进展。但是, 从总体水平上来看, 我国的 CAD 技术开发和应用水平与国外工业发达国家相比, 存在着较大的差距; 各地、各行业的 CAD 技术应用, 发展很不平衡, 特别是在 CAD 技术应用的广度和深度上, 以及在 CAD 技术对促进生产力发展的重要作用的认识上, 都存在着亟待解决的问题。

1991 年, 国家科委、原国务院电子办、国家技术监督局、原机电部、建设部、原航空航天部、国家教委、中国科学院等八个部委联合向国务院提交了《关于大力协同开展我国“计算机辅助设计 (CAD) 应用工程”的报告》。经国务院有关领导批示, 国务院于 1992 年以国办通〔1992〕13 号文批复了该报告, 同意由国家科委牵头, 原国务院电子办、国家技术监督局协助, 会同国家计委、国家教委、国防科工委、原国务院生产办、建设部、原机电部、原航空航天部、中国科学院等部门联合组成 CAD 应用工程协调指导小组, 协

调指导开展这项工作。CAD 应用工程的总体目标是，到 2000 年，我国 CAD 科研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。

众所周知，人才培养是开展 CAD 应用工程的重要环节之一。只有广大工程技术人员掌握了 CAD 技术，才有可能使之转化为生产力，促进 CAD 应用工程向纵深发展。80 年代初期，美国从事 CAD/CAM 的技术人员已达 30 万人，日本有 20 万人。据有关部门的调查分析，到 2000 年，我国必须分别培养出 10 万 CAD 技术研究开发人才、50 万操作应用人才和 250 万普及型人才，才能满足 CAD 技术开发与应用的需求。因此，CAD 应用工程协调指导小组把 CAD 技术人才培训工作放在 CAD 应用工程“先行一步”的战略位置来抓；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。到目前为止，已分别建立了北京、上海（工程设计）、杭州、南京、东北（沈阳、大连）、武汉、西安、成都、华南（广州、深圳）九个培训中心，并以此辐射建立了 80 多个二级培训基地和三级培训点，全国 CAD 应用工程培训网络初具规模；在组建培训网络的同时，已组织举办了 400 期 CAD 技术培训班，培训了在职职工约 1 万多名。

通过几年来的 CAD 培训实践，大家感到，有一套适合工程技术人员 CAD 应用培训的统一教材，是全面、深入开展 CAD 培训工作，提高培训质量的关键。因此，经 1993 年的全国 CAD 应用工程第一次培训工作会议讨论，决定委托机械部科技信息研究院机电产品设计信息中心统一组织有关专家、教授编写一套 CAD 培训教材，即《计算机辅助设计（CAD）应用工程统一培训教材》，并由机械工业出版社公开出版、发行。

从广义上说，CAD 涉及的技术内容非常广泛。但是，CAD 技术应用培训应以普及、学以致用为原则。因此，本套教材以广大工程技术人员为对象，以深入浅出、理论联系生产实际为编写原则。参加本

套教材编写工作的近 50 多名作者，大都是在 CAD 技术推广、应用中具有丰富的教学经验和实践经验的专家、学者。

全套教材共分八个分册。通过《CAD 基础及应用》、《计算机绘图》、《工程数据库技术》、《计算机辅助工艺设计 (CAPP)》、《CAD / CAM 技术概论》等五个分册，力图让广大读者比较全面、系统地学习、掌握 CAD 的基本知识和应用方法；通过《机械 CAD》、《电子设计自动化技术》、《工程 CAD》三个分册，力图让机械、电子、工程设计与建设行业的读者进一步掌握 CAD 的应用技术。希望广大读者在实践中了解和学习本套教材；更希望 CAD 技术能在我国各行业的实际应用中发挥应有的作用！

国家科委工业科技司 国家教委科技司
《计算机辅助设计 (CAD) 应用工程统一培训教材》编委会

1994 年 8 月

前 言

CAD 技术自从诞生以来，发展非常迅速。它推动了制造业的发展变化，掀起了一场新的技术革命。特别是近年来，制造业为不断适应市场竞争的需求，要将连续生产同一产品的模式，改变为生产批量不同、种类繁多的大量产品的模式。这样传统的设计与制造手段，已经不能适应这场技术革命的要求。CAD 技术正是适应了这种需求而得到迅猛发展，并很快推广及渗透到各个领域。

CAD 技术是利用计算机系统，把计算机运算的快速性、准确性和设计人员的思维、综合分析能力结合起来，从而缩短了设计与制造周期，提高了设计与制造质量，加速了产品的竞争能力。进到 80 年代，CAD 技术已进入实际应用阶段，在机械、航空、汽车、造船、电子、轻纺等各个领域已得到了普遍应用。在工业发达国家，已由 CAD 技术发展到 CIMS（计算机集成制造系统）技术了。目前 CAD 技术已是衡量一个国家工业水平的重要标志之一，也是衡量一个企业技术水平的重要标志之一。

世界上很多国家和企业为满足国际市场激烈的竞争，都把发展 CAD 技术及实现 CIMS 作为战略目标，制订了很多由政府或工业界支持的发展规划，以推动 CAD 技术的进一步发展。我国对发展和应用 CAD 技术也十分重视，1991 年 4 月江泽民主席就指出“计算机辅助设计，推动了几乎一切领域的设计革命……”，同时国家科委又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，加速完成“八·五”规划和 10 年规划。

我国为适应改革开放的需要，加强参与国际的竞争能力，对 CAD 技术的开展很为重视，但 CAD 技术是高科技技术，技术复杂，涉及多种知识领域。如要应用到计算机科学、计算数学、计算机

图形学、程序设计方法学、微电子技术以及具体应用工程领域的专业知识等。我国在 CAD 技术上的发展还是较慢的, 主要原因是: 一缺乏对 CAD 技术的认识; 二是从事 CAD 技术的人员数量不够; 三是 CAD 技术的发展很快, 从事 CAD 技术的人员素质还需进一步提高; 四是缺少足够的投资及资金。所以为了尽快解决这些问题, 首先要对在职的有关人员进行培训, 特别是对机械行业来说, 数控机床在机械行业中普遍而广泛地应用, 这对 CAD 技术的需求更为迫切。为此目的, 我们在全中国 CAD 应用工程培训网络委员会的统一组织下编写了这本机械 CAD 的书。

本书旨在为机械行业中进行工程设计和产品开发、科研的在职人员介绍 CAD 技术的基本概念、基本原理和应用技术, 使其掌握 CAD 技术的基本技能, 了解 CAD 技术的应用水平, 为进行 CAD 技术的开发及应用打下牢固的基础。本书也可作为高等工科院校机械类本科生和研究生的教学用书; 也可作为从事 CAD 技术人员自修用书或重要参考书。

全书共分 8 章, 主要内容为 CAD 系统的组成, 机械 CAD 系统的硬软件配置及选型原则, 机械产品的各种建模方法, 计算机绘图的原理及图形编程方法, 进行 CAD 的交互技术, 机械设计资料及数据的处理技术, 计算机分析, 机械优化设计技术, 机械设计专家系统等。其中, 第 1 章、第 4 章由黄尧民、叶宁、黄鸿编写, 第 2 章、第 8 章由刘永贤编写, 第 3 章由张树有编写, 第 5 章由胡树根、胡晓萍编写, 第 6 章由刘永贤、颜云辉编写, 第 7 章由胡树根、严家麟编写。全书由黄尧民教授统稿, 并由黄尧民教授任主编, 胡树根副教授和刘永贤副教授任副主编。西安交通大学机械 CAD 中心主任、博士生导师赵汝嘉教授担任了主审, 审阅全书后提出了具体意见和有益的建议, 作者表示非常感谢。

本书在撰写过程中, 得到了西北工业大学 CAD/CAM 研究中心、浙江大学机械系工程及计算机图学教研室、东北大学机械设计系、杭州应用工程技术学院和杭州照相机研究所的大力支持。在出版

过程中，得到机械工业部科技信息研究院的大力协助，在此一并表示感谢。

限于作者水平，加之时间仓促，出现疏漏及错误在所难免，恳请读者批评指正。

编者

1994 年 2 月

计算机辅助设计 (CAD)

应用工程统一培训教材

*** 计算机绘图**

*** CAD基础及应用**

*** CAD / CAM技术概论**

*** 机械CAD**

*** 计算机辅助工艺设计
(CAPP)**

*** 工程数据库技术**

*** 工程CAD**

*** 电子设计自动化技术**

目 录

序言		4.5 窗口系统	92
前言		4.6 人机对话及设计原则	95
第 1 章 绪论	1	习题	99
1.1 CAD 技术过程	1	第 5 章 设计资料的程序处理及数据管理	
1.2 CAD 系统的组成及功能	2	技术	100
1.3 机械 CAD 硬件配置	5	5.1 数表的处理	100
1.4 典型 CAD 软件	7	5.2 线图的处理	103
1.5 机械 CAD 系统的选型原则	15	5.3 函数插值	104
1.6 CAD 技术的效益	22	5.4 有关数据的处理	109
1.7 CAD 技术的发展	24	5.5 数据管理技术	113
习题	26	5.6 工程数据库	114
第 2 章 机械产品建模方法	27	习题	120
2.1 几何建模概述	27	第 6 章 计算机分析	122
2.2 形体定义及基本算法	29	6.1 有限元法概述	122
2.3 几何实体描述信息及数据结构	32	6.2 SAP5 有限元分析系统	128
2.4 几何建模模式及表达形式	37	6.3 有限元法应用的前后置处理技术	140
2.5 几何造型方法	44	6.4 机械动态设计技术	144
2.6 特征造型	50	习题	148
习题	52	第 7 章 机械优化设计技术	149
第 3 章 系列化产品 CAD 与图形参数化		7.1 概述	149
编程	54	7.2 常用最优化方法	152
3.1 机械 CAD 对绘图软件的要求	54	7.3 建立数学模型的技巧	157
3.2 图库建立与图形档案	54	7.4 照相机闪光联动机构的优化设计	159
3.3 图形的参数化编程	58	7.5 微型向心球轴承的优化设计	164
3.4 系列化产品 CAD	65	习题	170
3.5 零件图与装配图生成方法	66	第 8 章 机械设计专家系统	171
3.6 汉字(符号)标注处理	69	8.1 机械 CAD 与专家系统	171
习题	76	8.2 专家系统的组成及原理	171
第 4 章 CAD 交互技术	77	8.3 机械设计专家系统的总体结构	178
4.1 概述	77	8.4 机械设计专家系统实例	180
4.2 交互技术和交互任务	80	习题	183
4.3 交互输入设备及输入方法	84	参考文献	183
4.4 菜单技术	90		

第1章 绪 论

计算机辅助设计 (Computer Aided Design, 简称 CAD) 是从 50 年代开始, 并随着计算机及其外围设备的发展而形成的一门新技术。我国机械电子工业部在 1990 年制订的“加强机电产品设计工作的规定”中, 就有“各级机电工业部门要制订推广计算机设计计算计划, 对大中型企业的主要产品要求在三至五年内, 采用计算机设计和计算”的要求。

计算机辅助设计 (CAD) 是由运用计算机来完成设计工作而得名的。机械 CAD 主要是指利用计算机技术来完成机械产品的设计工作。本书是机械 CAD, 所以在本书中将围绕机械行业的 CAD 工作进行叙述。在本章中将介绍机械 CAD 工作的全貌, 机械 CAD 系统硬、软件的组成与配置, 以及介绍机械 CAD 系统的选型原则, 进而讨论 CAD 技术在机械行业中的效益和它的发展。

1.1 CAD 技术过程

在机械行业中, 计算机辅助设计开展的早期, 主要是用计算机来完成设计工作中的一些复杂、繁琐、重复性的数值计算工作。后来随着计算机外围设备的发展, 尤其是图形处理设备 & 计算机图形学的发展, 计算机辅助设计才逐步深入到设计的各个阶段和设计工作的各个领域。现在计算机辅助设计已不仅能利用计算机运算速度快、计算精度高、信息存储量大及逻辑推理能力强等的优点来代替人工进行计算与绘图, 而且还能通过人机交互, 最大限度地发挥设计人员的创造力。在充分地综合了人与计算机的各自特长后, 计算机辅助设计就能确保高质量、高效率地完成设计工作。所以计算机辅助设计是缩短设计周期、提高设计数据处理能力、加快新产品设计和开发的一项有效措施。CAD 技术已是衡量一个国家工业水平的重要标志之一, 也是衡量一个企业技术水平的重要标志之一。

那么计算机辅助设计的过程是怎样的呢? 具体来说主要是:

(1) 首先向 CAD 系统输入设计要求。接着根据机械设计的要求构造出设计产品的几何模型, 一般可由计算机将图形转换为数据信息后, 先存储于数据库中。

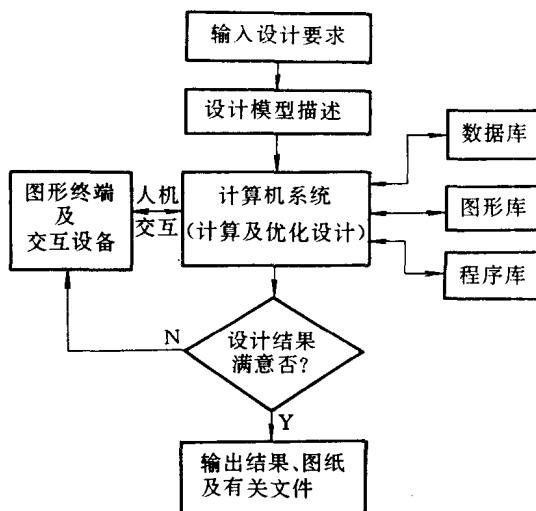


图 1-1 CAD 技术过程

(2) 运用各种应用程序进行设计的计算及优化设计。同时确定设计方案及产品零部件的主要参数, 并将设计的初步结果以数据或图形的方式输出到显示器上。

(3) 对上述的设计结果不满意时,可以人机交互的方式,对此设计结果的图形进行实时修改,直到满意为止。这时确认其设计的结果。

(4) 利用计算机的外围设备输出设计结果,包括设计计算的数据及图样。也可直接利用 CAD 的信息进行加工,可直接输出数控加工机床所需要用的纸带。

按照上述的 CAD 过程,由图 1-1 所示。

设计的目的是要获得满足要求的产品,而这个产品是通过制造、加工得到的,所以在机械行业的 CAD 中,目前单纯的设计计算及绘图的 CAD 系统已经很少应用了。而是将 CAD 信息直接传给 CAM 部分,组成 CAD/CAM 系统进行使用。更有甚者,甚至把管理信息也加进去组成一个 CAD/CAM 的一体化系统进行使用。

1.2 CAD 系统的组成及功能

1.2.1 CAD 系统的组成

CAD 系统是由硬件及软件组成的。一般说,硬件是 CAD 系统的基础,软件是 CAD 系统的核心。在硬件上进行的设计与计算工作是通过软件来实现的。CAD 系统中的硬件可以由计算机、存储设备、输入设备、输出设备、图形显示器及通讯设备等组成。CAD 软件系统中包括有:

(1) 计算机厂商提供的系统软件,包括操作系统软件、编译处理软件、数据库管理软件、网络通讯软件等。

(2) 用户开发的管理软件,支撑软件和应用软件等。CAD 系统的组成,如图 1-2 所示。

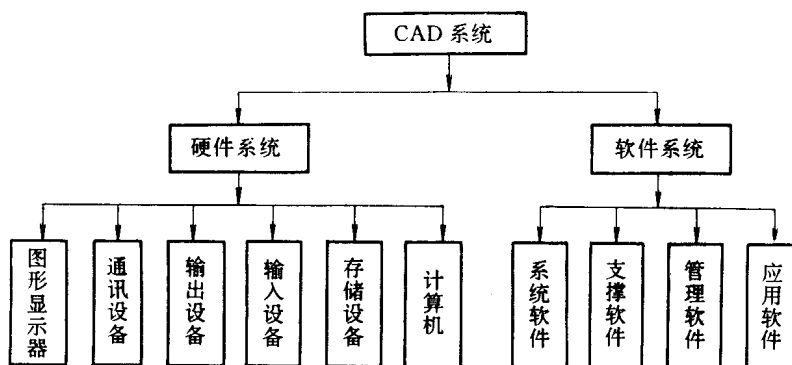


图 1-2 CAD 系统的组成示意图

对于 CAD 系统的组成,可按系统中计算机的不同,而分成不同的类型。如有大型机 CAD 系统、小型机 CAD 系统、微机 CAD 系统及工作站 CAD 系统等。

1.2.2 CAD 系统的功能

对于一个 CAD 系统来说,其功能的强弱主要取决于组成系统的硬件性能和软件的能力。即一个 CAD 系统的功能,是由硬件和软件的合理组织及功能的匹配来体现的。但是要注意,至于如何发挥系统所有的功能,则要取决于用户的素质。

那么组成一个 CAD 系统的硬件和软件,应具备那些基本功能呢?下面分别进行介绍。

1.2.2.1 CAD 系统中硬件应具有的功能 虽然 CAD 系统所处理的对象不同,其硬件的功能要求可以有所不同,但作为 CAD 系统一般应具有的基本功能是:

(1) 计算功能 一个 CAD 系统在工作过程中,除了要进行各种数值的计算外,还要有较强的图形处理能力。而在图形处理过程中不仅计算量大,而且还要求有较高的计算精度。这些数值计算及图形处理的计算功能是由计算机来体现的。所以 CAD 系统中的计算机应具有较强的计算能力,来实现要求的高速数值计算和图形处理的能力。

在 CAD 中(特别是机械 CAD),一般要在屏幕上显示出三维的动态图形,其所用计算机的计算能力要比单纯进行处理数据运算的能力,要大 100 万倍。现在的工作站(Workstation),由于其带有一个图形显示的系统,所以对图形的处理能力都较强。这也是工作站 CAD 系统中获得广泛应用的一个原因。

(2) 存储功能 在 CAD 的技术过程中已知,首先要把设计对象的几何信息和拓扑信息存入计算机内,并要求对这些信息进行实时处理。在计算机辅助机械设计中,进行复杂的三维形体的有限元分析时,由于其形体的形状复杂,而要求的计算精度又很高,需要对有限元网格进行细化,这对存储空间的要求将很快地增加。所以 CAD 系统必须具有较大的存储量。以当前的情况看,最好应有 16MB 以上的内存和 1GB 以上的硬盘,以满足图形信息存储和有限元分析信息存储的存储空间要求。

(3) 输入输出功能 CAD 系统应具有较好的输入输出功能。因在 CAD 工作过程中,首先就要求把有关的设计信息(如几何信息,拓扑信息等)和各种命令输入到计算机中。经过计算机等的各种处理,当获得满意的设计结果时,就要根据设计要求,输出设计结果,如绘出图样等。另外,在处理过程中,设计者可能要了解中间结果,这时也需输出计算数据等。总之 CAD 系统为满足用户的方便使用,应有较好的输入输出功能。

(4) 交互功能 CAD 系统必须具有交互功能。在 CAD 工作过程中,一般总要通过人一机对话(即交互)作用进行各种操作,以实现修改、定值及拾取等活动,来达到理想的设计要求。可以说交互功能是 CAD 系统的一个特点。

1.2.2.2 CAD 系统中软件应具有的功能 作为 CAD 系统中的软件,由前述可知要由系统软件、管理软件、支撑软件及应用软件等组成。对于软件工程应具有的功能即共性的要求,在软件系统中应予满足,这里不予叙述。这里仅就机械 CAD 方面的软件功能进行讨论之。虽然不同的机械 CAD 系统可有不同的功能要求,但就通用的机械产品 CAD 系统来讲,一般应具有以下几方面的基本能力。

(1) 几何造型功能 几何造型系统是 CAD 系统的核心,机械 CAD 系统更是如此。因为 CAD 任务的后续处理,均是在几何造型的基础上进行的。所以几何造型功能的强弱,在较大程度上反映了 CAD 系统功能的强弱。通常几何造型技术分为线框造型、曲面造型和实体造型。为了 CAD/CAM 集成系统的需要,还要求造型系统具有特征造型的功能。

在几何造型的同时,为了满足各种分析计算的需要,还要具有物体几何特性计算功能,使 CAD 系统能提供这些数据,以适合产品设计和制造过程中进行分析计算的要求。

(2) 有限元分析功能 在产品的设计过程以及工程的设计过程中,通常都需要作大量的分析计算。如机械产品中零部件的强度和振动计算;热传导和热变形的分析计算;流体动力学分析计算等。现在一般都采用有限元法对上述各种要求进行分析计算。特别是对一些复杂构件用此法分析不仅简单而且精度较高。这些分析计算在设计过程中是十分重要的,所以这种有

限元分析功能, CAD 系统的软件是需要具有的。

(3) 优化设计功能 一个产品或工程的设计, 实际上是寻优的过程, 也就是在某些条件的限制下, 使产品或工程的设计指标达到最佳。所以在 CAD 系统中优化求解的功能是必须具有的。另外优化设计是现代设计方法学中一个重要的组成部分, 而且优化设计是应用数值计算方法来提高产品性能、节约原材料及降低成本的方法, 因之作为利用计算机来进行机械设计工作的 CAD 系统是一定要具有优化设计功能的。

(4) 工程绘图功能 需要图形时, 则必须将图形信息转换成数据信息并输入计算机, 计算机对此数据进行处理后, 再作图形信息的输出。机械行业在生产过程中是离不开图形的, 所以 CAD 系统的软件中必定要有工程绘图的功能。

当前, 作为实用性的计算机生成机械产品图样, 常采用两种方法: 一种是交互式的图形处理, 它是将计算机及其外围设备像图板那样地为人服务。它的特点是生成一幅图形后还可继续进行修改, 也可对整个图形进行线性交换, 而且图形信息可以存储于硬盘上, 供以后读出再用。另一种是参数化的图形处理, 它是根据产品的参数编写程序, 通过程序的运算, 可以生成图形, 供生产使用。另外, 为适合我国的国情, 由于图形标志以及其它环节的需要, 要有汉化的功能, 即能用汉字进行标志及说明等。

(5) 数据管理功能 一个 CAD 系统在设计过程中要处理的数据不仅数量大, 而且类型也较多, 即其中有数值型数据和非数值型数据, 也有随着设计过程不断变化的数据 (即动态数据), 所以要有数据管理的功能。为了要统一管理这些数据, 在 CAD 系统中必须具有一个工程数据库管理系统以及在它管理下的工程数据库。

(6) 处理数控加工信息的功能 在本世纪 50 年代, 设计了一种专门用于机械零件数控加工程序编制的语言, 称为 APT (Automatically Programmed Tools) 语言。在 60 年代和 70 年代, APT 语言大大促进了数控技术的应用。APT 在工业界广泛协作下, 几经修改和充实, 又经各国的发展派生了多种 APT 语言, 以适应不同行业的需要。

随着计算机的发展, 适应于机械设计与制造业的 CAD 软件纷纷研制成功, 但由于未与 CAM 技术很好联系, 所以生产的自动化程度还不高。要使 CAD、CAM 技术完全达到生产实用化, 就必须组成 CAD/CAM 系统使 CAD 与 CAM 一体化。随着数控机床的普遍应用, 出现了数控自动编程技术。

当前, 单纯的设计计算在机械行业已经很少单独使用了, 作为系统, 为了适应于生产, 都要求具有 CAM 的功能。为此需要将设计信息通过计算机转化成加工信息, 供数控机床加工时使用。因之在 CAD 系统中就要具有能处理数控加工信息的功能, 目前已经发展到交互图象编程技术简称图象编程。

图象编程技术, 就是采用人机交互功能的图形显示器 (又称为图象仪), 在相应软件的支持下, 编程员先调取被加工零件的图形并显示在屏上, 然后发出编程命令 (或指点菜单), 给出需要的工艺参数, 就能编制出零件的数控加工程序。采用这种图象编程, 用户不需编写任何程序, 就提高了编程速度。由于刀具轨迹可立即显示出来, 可靠性就大大提高, 试切次数就能减少。由于图形是设计部门存入图库的, 图形信息直接由设计传递给工艺, 所以提高了准确度。据资料介绍, 图象编程这一新技术与 APT 编程比较, 编程时间大约缩短为 APT 编程时间的 25%~30%, 得到合格加工控制带的平均试切次数降低到 1.8 次, 其技术效益十分明显。

1.3 机械 CAD 硬件配置

CAD 系统的硬件配置与通用计算机系统是有差别的。其主要的不同之处, 在于机械 CAD 系统的硬件配置中, 应有较强的人机交互设备及图形系统, 要为机械产品设计的 CAD 提供一个良好的硬件环境。典型的 CAD 系统硬件配置如图 1-3 所示。

1.3.1 计算机

计算机有时简称主机, 一般由中央处理机 (CPU) 和主存储器 (内存) 组成。它是控制、指挥整个系统执行实际运算、逻辑分析的装置。所以计算机 (主机) 是 CAD 系统的核心部分。

中央处理机由控制器和运算器组成。控制器负责解释指令并控制指令的执行顺序, 访问 (或查找) 存储器等。控制器是借助输入/输出 (I/O) 设备来控制外界与计算机之间的信息交流的, 同时它使计算机其它组成部分相互协调地工作、指挥这些部分去执行各自的功能, 并同步传送各部分之间的信息。运算器负责执行指令规定的算术运算和逻辑运算, 即执行数据的加、减、乘、除算术运算和进行数字比较的逻辑运算。

主存储器 (内存) 是计算机本身的一部分, 它是存放指令和数据的部件, 直接与中央处理机 (CPU) 相连接, 并通过控制器来操作主存储器的存取指令和数据的操作。

在 CAD 系统中选用哪种计算机? 这要视所设计产品的生产规模、复杂程度、设计工作量大小等情况而定。这些将在后面的选型原则一节中进行介绍。

1.3.2 外存储器

计算机的存储器还有一种辅助存储器为外存储器或称外存。外存储器可以是磁带、磁盘、激光存储器等。它的容量一般要比内存大, 它用来存放程序及数据文件。它是通过内存来参与计算机的工作的, 也就是在需要外存时, 由控制器进行操作, 将内存中暂时不用的程序指令及数据调动到外存中去, 在需用这些程序及数据时, 再调入内存来, 以实现以小的内存来完成信息量较大的任务。由于程序与数据在内外存之间进行交换, 会影响到 CAD 系统的工作速度和效率, 因此要注意使用较好的调度算法。目前计算机系统均是以外存储器作为内存的后援的。

磁带存储器通常是大、中型机配备的外围设备, 它容量大, 可达到 20~60MB。高速磁带的带速已达到 5m/s, 数据传输速度达 1.25MB/s。磁盘有硬盘和软盘之分。硬盘的存储容量较大, 在微机上配备的硬盘容量一般在 10~20MB 左右。目前所采用的硬盘均采用磁盘和磁头一体化的密封结构, 称为温氏 (Winchester) 磁盘, 其可靠性很高。软盘则使用方便、价格低廉, 它的规格有 8、5.25、3.5、2.5in 等多种。在 IBM/PC 及其兼容机软盘驱动器上使用的均为双面双密度 5.25in 磁盘, 容量为 360kB。在 IBM PC/AT 及长城 GW286、GW386 等机型上, 均配备了高密度 5.25in 软盘驱动器, 其容量可达 1.2MB。

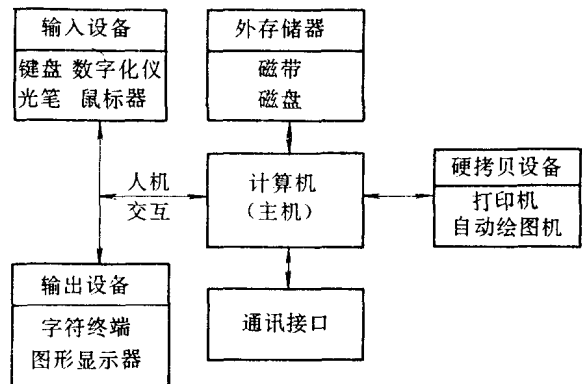


图 1-3 CAD 系统的硬件