

高等学校规划教材

机械计算机辅助设计

张秀英 关俊良 主编

煤炭工业出版社



高等学校规划教材

机械计算机辅助设计

张秀英 关俊良 主编

煤炭工业出版社

(京)新登字042号

内 容 提 要

本书全面系统地介绍了机械计算机辅助设计的基本知识。全书共分机械计算机辅助设计的基本概念及CAD系统的组成和设计方法；常用数学方法及数据结构；优化设计和有限元分析方法；二、三维图形处理方法及图形软件的基本知识；CAD综合应用举例等五部分。

本书为高等工科院校机械类专业讲授“计算机辅助机械设计”课程的教材，也可作为从事CAD工作的有关科研人员学习计算机辅助设计和开发计算机辅助设计软件的参考书。

高 等 学 校 规 划 教 材 机 械 计 算 机 辅 助 设 计

张秀英 关俊良 主编

责任编辑：刘永清

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本787×1092mm¹/16 印张12³/4

字数 301 千字 印数1—2,515

1995年10月第1版 1995年10月第1次印刷

ISBN 7-5020-1156-0/TP302

书号 3924 A0308 定价9.95元

前 言

机械行业是国民经济的装备行业，它在国民经济的各个部门，以及在人民生活的各个方面都起着十分重要的作用。为使我国的机械行业迅速赶上世界先进水平，它不仅需要具有现代化的加工、管理手段，更需要具有现代化的设计手段，其中计算机辅助设计就是现代化设计手段的一个重要方面。它的应用不但能提高产品的设计质量，缩短设计周期，降低生产成本，获得更高的经济效益，而且对促进产品更新换代，参加国际市场竞争将起到重要的作用。

为适应这种形势，我们编写了“机械计算机辅助设计”，作为大学机械专业本科生的教材（40学时）。本书是编者在结合教学科研工作成果，并收入部分国内外最新资料的基础上编写成的。在编写过程中，力求做到既有基本内容，又有国内外最新知识；既有理论论述，又有实例分析。全书内容在组织安排上，力求由浅入深，并着重于概念的阐述和方法的运用，便于初学者学习。

参加本书编写的有张秀英（第三、四章）、关俊良（第一、七章）、聂如春（第二、五章及第八章的第三节）、宋德玉（第六章及第八章的第一、二节），张秀英、关俊良任主编。

由于编者水平有限，加之实践经验不足，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

1994年12月

目 录

第一章 计算机辅助设计概述	1
第一节 计算机辅助设计的发展概况	1
第二节 计算机辅助设计的概念	3
第三节 计算机辅助设计的发展趋势	6
第二章 计算机辅助设计系统的组成及选择原则	8
第一节 CAD系统组成及分类	8
第二节 CAD系统的选择原则及微机CAD系统示例	12
第三章 机械CAD系统的设计方法及流程	16
第一节 概述	16
第二节 确定设计系统的类型	17
第三节 机械CAD程序系统的总体设计	20
第四节 机械CAD程序系统的详细设计流程	23
第五节 CAD程序系统的技术、经济评价	31
第四章 机械CAD常用的计算方法及程序设计	33
第一节 方程求根	33
第二节 多项式插值	39
第三节 线性方程组求解	46
第四节 数值积分	50
第五节 常微分方程数值解法	54
第五章 CAD中的数据结构	58
第一节 概述	58
第二节 数据的逻辑结构	60
第三节 数据的存贮结构	61
第四节 数据库技术	69
第五节 数表及线图的程序化	75
第六节 CAD的数据库技术及关系型数据库dBASE概述	81
第六章 机械CAD中的设计方法与分析方法	88
第一节 机械优化设计概述	88
第二节 机械优化设计方法简介	93
第三节 优化方法的选择及应用举例	108
第四节 计算机辅助结构分析概述	111
第五节 平面问题的有限元分析	113
第六节 平面问题的有限元程序设计及有限元的应用	126
第七章 机械CAD中的图形处理	130
第一节 图形软件简介	130
第二节 图形显示及绘图程序设计	133

第三节	平面图形的构图方法	147
第四节	二、三维图形变换及应用	158
第五节	交互绘图的设备与技术	168
第六节	三维建模与几何造型	173
第八章	机械CAD综合举例	179
第一节	圆柱螺旋弹簧的计算机辅助设计	179
第二节	掩护式液压支架端点轨迹的计算机辅助设计	186
第三节	螺旋滚筒的动态模拟及程序设计基本方法	191
参考文献		196

第一章 计算机辅助设计概述

第一节 计算机辅助设计的发展概况

一、引言

计算机辅助设计 (Computer Aided Design), 简称CAD, 是以计算机为主要手段来产生各种数字与图形信息, 并运用这些信息进行产品设计的新兴技术。它能完成远非单纯人脑所能承担的各种复杂设计任务。随着新一代的计算机硬件、软件的发展更新, CAD所能完成的工作复杂性将不断提高。

计算机辅助设计与计算机辅助制造 (CAD/CAM) 技术是近20多年来迅速发展起来的新兴的综合性计算机应用技术。今天CAD/CAM已渗透到工程技术的几乎所有领域, 并日益向纵深发展。在计算机技术的应用领域中, CAD/CAM 覆盖率占60%。

CAD/CAM是高智力、知识密集型的高新技术, 更新速度快, 综合性强, 效益高、初始投资大。它是当前国际科技领域的的前沿课题, 也是CIMS (Computer Intergrated Manufacturing System) —计算机集成化制造系统的核心技术基础之一。

目前, CAD/CAM在发达国家已普遍采用, 商品化软件已经成熟、它使产品设计制造的传统模式发生了深刻革命, 不仅改变了工程界的设计思想及思维方式, 而且影响到企业的管理和商业对策。它能使产品研制周期大大缩短, 显著改善了产品质量、提高新产品的成功率及竞争力。任何一个企业或研究机构要想保持设计制造中的竞争能力, 就必须努力研究、开发或使用CAD/CAM技术。

二、CAD的发展概况

本世纪40年代出现了第一台计算机, 50年代美国麻省理工学院 (Massachusetts Institute of Technology) 研制出第一台数控铣床, 可以说是CAM的开始。在此基础上, MIT的伺服机构实验室的D.T.Ross于1955~1959年发展了APT (Automatically Programmed Tools) 程序系统, 这是一个通过描述走刀轨迹来实现计算机辅助NC (数控) 机床编程的系统, 与此同时产生了用直接描述工件本身来代替描述走刀轨迹的想法, 这是计算机辅助设计的最初概念。在此期间Ross提出了Computer Aided Design, 并且在麻省理工学院的电子、机械专家讨论APT系统时得以承认, 将CAD理解为是解决不同复杂程度的生产计划问题的诸过程, 从分析设计直到运算都是在人与计算机之间以交互方式, 即对话方式进行的。可以认为这一时期是CAD概念的产生时期。

1962年计算机分时实验获得成功, D.T.Ross与S.A.Coons合作, 开始研究设计过程中的人—机协同工作问题。1963年MIT林肯实验室的I.E.Sutherland在他的博士论文中论述了CRT显示和光笔技术在计算机图形学 (他首次使用Computer Graphics这个词) 中的应用。同一年, Coons发表了题为“计算机辅助设计要求大纲 (An Outline of the Requirement for Computer Aided Design)”的报告, 报告中对CAD作了如下设想: 设计师坐在CRT的控制台前, 用光笔操作, 从概念设计到生产设计, 以至于制造, 都可以实现人一

机对话。设计师可以随心所欲地进行设计或进行任何一种创造性活动,利用他们所设计的系统,人们可在10~15min内完成通常花几个星期才能做完的设计。这在当时可称得上是带有神奇色彩的想象,尽管是一个想象中的描述,然而却震动了工程界。1963年美国通用汽车公司研制出DAC-1 (Design Augmented by Computer-1) CAD系统;洛克希德公司与IBM公司联合开发了一个以大型机为基础的CAD/CAM系统—CADAM (Computer Graphics Augmented Design and Manufacturing),它具有绘图、数控编程和强度分析等功能。1966年出现了第一台实用的图形显示装置。同时期英国剑桥大学研制了图象输出用的GIN程序系统;1969年,柏林工业大学斯普尔(G.Spur)教授和他的研究小组开始研制三维CAD系统。可以认为60年代是CAD技术得以确定其地位和走向成熟的时期,但总体看还处于实验室研究阶段。

进入70年代,由于小型计算机的性能价格比有了大幅度改善,少数大公司在CAD技术应用中取得一定经济效益,使CAD从实验室走向应用阶段,这一阶段出现了工作站(Workstation)和几何造型技术,CAD/CAM相继进入电子、船舶、机械、建筑、化工及轻纺等行业。

80年代,世界科学技术迅猛发展,超大规模集成电路(VLSI)的出现使计算机成本大幅度下降,计算机硬件和软件产品的功能都达到了新的水平,加之价格大大降低,使CAD系统的硬件配置和软件开发适应于中、小型企业的承受能力,打破了CAD技术被大型企业垄断的局面。据有关资料统计,当时西方工业发达国家中安装CAD/CAM系统的用户,每年以30%的速度增长。据1982年一年的统计,全世界范围内就有一百多家新成立的CAD公司。特别是CAD技术在个人计算机实现以来,CAD技术市场得以开辟和发展。1983年美国Tand公司、BG图形公司和个人CAD公司分别推出Versa CAD、Drawing Processor和CAD Plan三个通用的微机CAD系统。Auto desk公司自1982年推出微机辅助设计与绘图软件包Auto CAD以来多次更新版本,改善功能,在世界范围内有较大影响。美国康州微控系统公司(Micro Control Systems Inc)开发了微机真三维图形软件包—CADKEY,以工程设计为主要目标,能实现三维物件的生成、自动生成工程设计图的投影视图,并能与有限元软件接口进行受力分析。

我国研究CAD技术始于航空工业,此外造船工业也是发展CAD/CAM技术卓有成效的部门,这些部门的科研人员对计算机图形学和计算几何的有关算法和理论进行了深入的研究,在很多方面有所突破和创新,开发了一系列数控加工自动编程系统和若干飞机、船体外形设计的曲线、曲面处理系统以及若干个有相当水平的自动绘图系统。为CAD技术在我国的发展起到了开创作用。进入80年代中期CAD/CAM技术在我国机械、电子、建筑、宇航、轻纺等行业得到了迅速发展。到目前为止已引进千余套大、中、小型机和超级微机CAD系统,包括硬件系统和大型几何造型系统及有限元分析软件系统。但大部分硬件利用率较低,软件应用及二次开发进展缓慢。与此同时,国内高等院校、科研院所也自行开发了一系列有一定水平的大型CAD/CAM软件系统,例如北京航空航天大学的PANDA系统;清华大学的GEMS系统;南京航空学院的B-SURF-3D系统;浙江大学的Message系统等。其中有些系统已接近世界水平。

第二节 计算机辅助设计的概念

一、机械设计的基本过程

工程设计是一种“面向目标问题的求解活动”。机械设计也不例外，它包含定义设计问题、资料检索、创造性构思综合、分析与优化、模拟与评价、绘图与编制文件等步骤，这是一个以交互方式进行的反复过程。

- 1) 定义设计问题 根据用户要求或产品开发的市场调查形成设计目标。
- 2) 资料检索 参考各种参数、数据、标准及有关资料。
- 3) 创造性构思综合 设计者类比同类产品的设计或根据自己的设计经验构思、拟订出产品设计初步方案或结构草图。
- 4) 分析与优化 经过多次反复的计算分析、综合比较，选定在经济性、工艺性、可靠性等方面较为合理完善的方案。最后绘成设计图并编制有关技术文件。

图1-1表示了机械设计的基本过程。

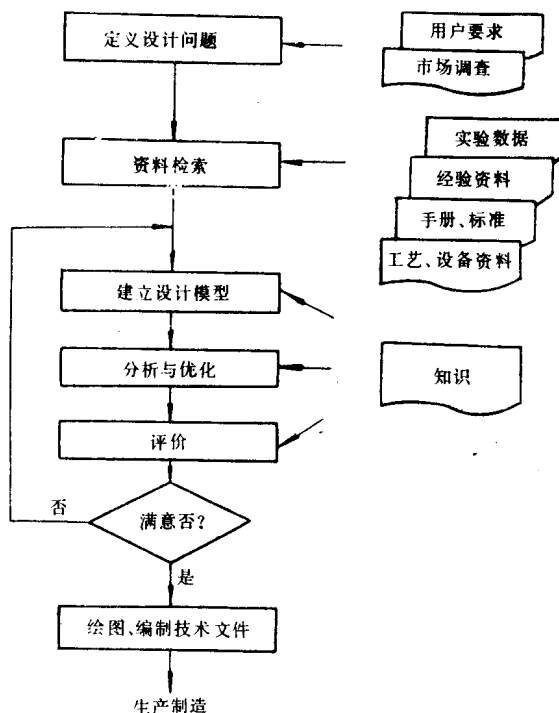


图 1-1 传统机械设计流程图

这种由人工完成的机械设计过程，很难达到最佳的设计水平。长期停留在凭经验设计、靠类比或估算代替精确设计计算的阶段。不得不取较大的安全系数，增大了材料消耗。有些重要性能指标在设计阶段不能有效把握，只有在样机试制后进行试验，才能评估产品设计质量。而设计人员不得不把主要的时间和精力用于繁琐、重复的手工计算、绘图和编制表格上。这一系列问题导致设计周期长、设计质量不高，设计的精确性和可靠性受到很大限制。传统的设计方法已越来越不能适应经济、技术发展的需要。从本世纪初到60年代，世界上许多国家的生产率增长了10倍，而设计效率仅提高了约20%，这是一个很突

出的矛盾。因此在计算机问世后, CAD便成为解决这一矛盾的有效途径。

二、CAD的概念及特点

对于计算机辅助设计(CAD)的定义和概念, 历来存在着不同的理解, 有人把应用计算机进行计算分析看成是CAD; 有的人则认为CAD仅仅是计算机绘图等等, 这些都是片面的理解。

1967年美国MIT的D.T.Ross提出, CAD的目的是“把设计者与计算机结合为一个问题求解组, 使较之各自单独工作时, 能更有效地达到设计问题的目的”。1972年10月国际信息处理联合会(IFIP)在荷兰召开了“关于CAD原理的工作会”, 在会前提出这样的指导原则: “CAD是一种技术, 其中人与机器结合为一个问题求解组, 紧密配合各自所长, 从而使其工作优于每一方, 并为应用多学科的方法的综合性协作提供了可能”。综上所述, 我们可以认为, CAD是一种使用计算机系统(硬件、软件)来辅助设计者完成某项设计工作的建立、修改、分析和优化、输出信息全过程的综合性高新技术。在CAD中, 人一机配合, 取长补短是一个重要的基本特征。人具有逻辑推理、创造思维、图形识别、学习联想、自我控制、及时调整等特点; 而计算机运算速度快, 信息存储量大, 精度高、不疲劳、不忘记、不出差错, 能即时显示数据、曲线和各类图形。二者的所长和所短是互补的, 如能在工程设计中自始至终把人和计算机的主要特长紧密结合, 可谓是设计方法的一种飞跃。

三、机械CAD系统的作业内容

CAD系统由硬件系统和软件系统所组成。硬件主要是计算机及外国设备, 软件系统由操作系统、支撑软件数据库和应用软件组成。机械CAD系统的支撑软件有以下六类: 二维图形处理、三维几何建模、有限元分析、机械运动仿真、最优化方法和数控编程软件包。在系统软件和支撑软件的基础上, 针对具体的机械产品和不同的机械行业开发出应用软件。

CAD系统辅助设计人员主要完成结构设计和特性分析两大部分工作, 具体包括以下五个作业内容。

1. 零件的结构设计

通过三维建模软件构造出设计者心目中的零件结构形状, 通过图形描述经计算机将图形转换为数据, 存入数据库。这种数学模型在设计过程中可随时调用修改。

2. 进行应力变形分析

通过有限元软件对构造出的物体完成应力及变形的分析。

3. 机械系统运动学/动力学仿真(模拟)

借助模拟软件可预测机械系统的工作状况, 验证预定的运动要求。在人工设计时, 对于复杂机构的运动学分析, 往往很难建立运动方程和求解。用计算机模拟可快速高效完成。

4. 对零部件或整个系统进行优化设计

利用优化设计软件建立设计对象的最优化问题的数学模型并选择适当的优化求解方法求解, 得出最佳设计。

5. 自动绘图及文件编制

由三维几何造型建立起来的零件实体, 通过几何变换、自动形成多面正投影图, 再利

用交互二维图形软件半自动地完成尺寸标注和技术要求、文字标注,最后形成并由绘图机输出供生产使用的零部件工作图。一般情况下,计算机绘图比手工绘图快5倍,若利用同类旧图修改,可快达25倍以上。

为了顺利完成上述各项任务,一个完善的CAD系统应由以下三大部分构成:(1)设计、分析、数值计算及数值处理程序包。(2)图形信息交换(输入、输出)和处理的交互式图形软件包。(3)存储和管理设计信息的工程数据库。

图1-2表示出CAD设计流程。

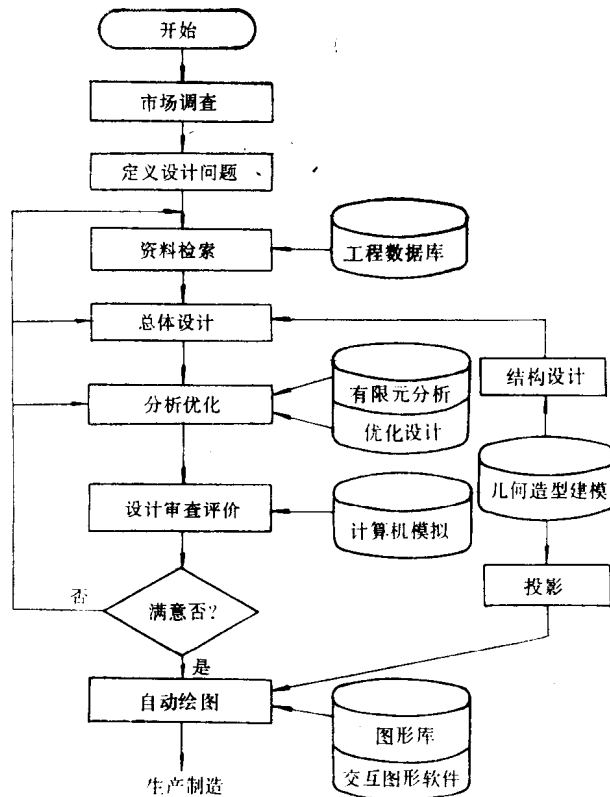


图 1-2 计算机辅助设计 (CAD) 流程示意图

四、CAD的优点

CAD与传统机械设计相比,具有明显的优越性,取得多方面的效益。经大量实践证明,CAD与人工设计相比主要具有以下优越性:

(1) 提高设计效率,缩短设计周期。由于有效地减少了设计计算、制图和资料检索的时间,可大大提高设计速度。据不完全统计,CAD比传统设计提高效率3~10倍。

(2) 提高了产品设计质量。由于数学模型精确、计算精度高,可有效降低安全系数,降低成本,延长产品寿命,提高产品可靠性。可以进行优化设计,为多个设计方案的比较、优选提供了可能。同时由于设计人员摆脱了繁重、简单的重复劳动,可集中精力发挥创造性思维、更能设计出高质量产品,减少错误,提高设计的成功率。

(3) 设计与分析的统一。CAD系统中通用的设计分析程序使设计更具有逻辑的统一工作模式,能在同一个CAD系统中完成全部设计与分析,这种设计分析是实时交互式

进行的,可达到最佳状态。

(4) 有利于产品标准化、系列化、通用化。在设计、绘图等环节,改变输入参数,可极方便于实现系列化设计。

(5) 为计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助检测(CAT)、计算机辅助工程(CAE)、计算机辅助工艺过程设计(CAPP)以及计算机管理直到计算机集成制造(CIM)技术的采用准备了完备的信息,创造了良好的基础。

第三节 计算机辅助设计的发展趋势

一、CAD硬件软件的发展

32位微机工程工作站(EWS)将代替超级小型机CAD系统,成为CAD系统运行的主要方式。所谓工程工作站是指具有超级小型机功能和三维图形处理功能的一种单用户交互式计算机系统。它具有响应时间快、交互功能强、联网后可共享资源,便于逐步扩展等优点。目前工程工作站的供货厂商有Sun、HP/AP0110、DEC、Silicon Graphic、SGI等。图形工作功能加强是工作站的又一大特点,通过软件固化实现图形动态显示是一个重要的发展趋势。例如已经出现了分辨率为 2048×2048 ,显示速度为50万矢量/s和能动态显示三维图形的图形加速器或几何加速器。能使彩色三维实体模型加上明暗效应(Shading)之后进行实时旋转,并可同时改变光源位置以变动实体的明暗部位。

为了满足中小企业对CAD的需要,目前已出现了高性能的PC CAD工作站,如以80486为基础的PC系统与EWS相比在价格上取得优势,而各项性能指标已非常接近工作站的水平。可以预测,PC CAD工作站将迅速发展,应用CAD技术的新浪潮将在近年内兴起。

与此同时,新型的CAD外部设备不断研制并投入市场。图纸输入装置、声音识别装置、激光打印机、电子写入机、图形扫描仪、声感数字化仪等输入输出设备不断问世。

从CAD软件的发展来看,支撑软件逐渐形成一个开放式的环境,该环境由若干根据国际标准或行业标准设计的软件组成,如UNIX操作系统、图形核心系统GKS、GKS-3D、PHIGS、网络文件系统NPS、图形元文件CGM、符合OSI标准的局部网或用于CIMS的TOP/MAP网等。其次,多窗口技术、用户接口管理系统(UIMS)和三维真实感图形显示技术等新技术也不断出现。

CAD应用软件将使用专家系统的概念和方法,从单纯的CAD向智能CAD专家系统发展,可使知识信息的处理与数值信息、图形信息的处理结合起来,利用专家知识求解专门问题。

CAD的图形软件或分析计算软件将更多地用硬件来实现,即固化在硅片上。

二、向计算机集成制造(CIM)方向发展

传统的机械设计与制造加工过程是截然分开的,这对设计与制造工程师来讲是即费时间又费精力。在集成化的CAD/CAM系统中,产品的设计与制造通过数据库的使用连系在一起,形成一个整体,进一步发挥了计算机的效力。

CAD/CAM集成化的进一步发展是将设计(CAD)、制造(CAM)、测试(CAT)、进一步结合形成计算机辅助工程(CAE)。再进一步用计算机对产品生产进行管理,例如市场预测、成本核算、进销调存等形成计算机辅助管理(Computer Aided Management) CAM。

近年来随着柔性制造系统FMS (Flexible Manufacturing System) 和机器人技术的发展, 为了进一步应用计算机实现生产管理的自动化, 出现了将管理、设计、制造全面计算机化的计算机综合(集成)制造系统CIMS。目前, 全世界的制造业都在向CIMS的方向迈进, 这是企业不断推广计算机应用的必然趋势。计算机在设计、制造、生产管理各个单独领域、单独环节上的应用, 只能产生局部效益, 甚至在某种程度, 孤立的应用还可能导致与主观愿望相反的结果。只有CIMS才能使企业获得全局的最佳效益。

当前我国许多企业面临用CAD/CAM技术改造自身的艰巨任务, 为增强企业的应变能力和生存能力, 加入国际合作, 参与国际竞争, 发展CAD/CAM以及CIMS技术不仅有特殊的紧迫感, 也有着极其广阔的前景。同时也应看到CIMS是集现代科技成果之大成的高技术, 而且还会随着新技术的涌现而不断发展。由于它涉及的面太广、太复杂, 初始投资大, 靠一个单位、一个部门的努力难以实现。因而, 集成系统的研制必须靠多个单位和部门的团结协作, 集智攻关, 全面规划, 加强引导才能实现。

思考练习题

1. 传统机械设计过程与计算机辅助设计过程有何共同之处和不同之处?
2. 详述在我国四个现代化进程中, 机械设计采用CAD技术的重要意义及CAD应用前景。

第二章 计算机辅助设计系统的组成及选择原则

第一节 CAD系统组成及分类

CAD系统的组成取决于系统要完成的任务，或者说取决于应用的领域和使用者的环境条件。其总的说来，就是CAD系统应有硬件（Hardware）和软件（Software）两大部分组成。

一、CAD硬件系统的组成

一个有人机交互功能的CAD系统，基本上需要有如图2-1所示的几部分组成。

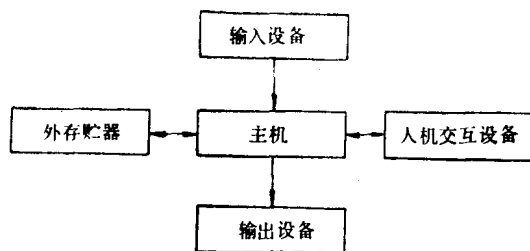


图 2-1 CAD系统硬件组成

（一）主机

CAD系统的主机主要由中央处理器和内存存储器（也称主存储器）两部分组成（见图2-2）。

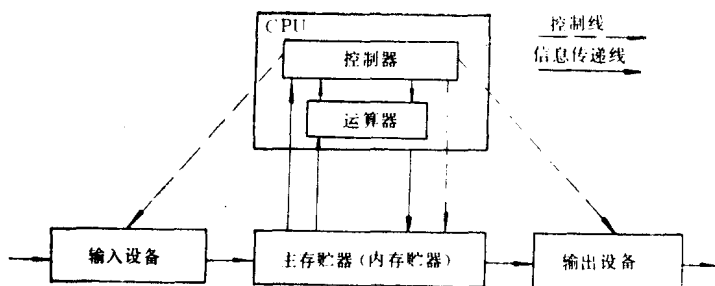


图 2-2 主机

1. 中央处理器（Central Processingunit）

它是系统的控制中心，其本身是由控制器（Control Circuitry）、运算器（Arithmetic Logicunit）和寄存器组成（Register）。

1) 控制器

它是用来协调各部分的活动,利用时钟 (Clock) 来保持所有处理动作的顺序执行,控制电路将指令解码 (Decode),并对CPU内部及外部各单元发出控制信号以执行正确的动作。

2) 运算器

它实现指令所要求的动作,可以对存贮器、寄存器或其它输入数据做二进制算术运算,也能进行布尔运算 (Boolean Logic) 和数据移位操作。

3) 寄存器

控制器和运算器均有寄存器,它是用来暂时存贮信息的地方。如用来寄存存贮器地址 (Memory address), 状态码 (Status code), 或存贮执行时有用的数据。

2. 主存贮器 (内存贮器)

主存贮器是由大规模集成电路存储芯片组成,用于存贮计算机运行中的各种数据。(如存放运行的程序、原始数据、运算结果),它有着容量大、存取速度快等特点,通常内存贮器分为 (ROM) 只读存贮器和 (RAM) 读写存贮器两大类。其中:

ROM (Read Only Memory) —— 用于固化一些系统程序 (始终不改变的程序)。

RAM (Random Access Memory) —— 开机前为空, RAM 中没有任何数据信息,开机后由操作系统对其进行分配管理。

(二) 外存贮器

CAD系统中主机内存 (主存贮器) 容量总是有限的。一般都要配置辅助存贮器——外存贮器。外存贮器的作用是用来存放备用的程序和数据。最常用的外存贮器是磁带、磁盘。它们都属于磁表面存贮器,是以永磁薄膜材料 (如氯化铁) 的小面积磁化原理为基础的。

1. 磁带存贮器

磁带存贮器是一种低廉的数据存贮器,是历史上最先出现的外存贮器。它是表面涂有磁性材料的塑料带子。磁带绕在送带盘上。计算机通过控制读写磁头线圈的电流在磁带的磁表面上记录信息或读取信息。工作时,磁带以匀速通过磁头。图2-3为磁带机原理图。由于磁带盘可以更换和脱离磁带机保存,且存贮容量大,加之使用灵活、可靠、价格便宜,所以它也是计算机系统很重要的存贮介质。特别是对于大、中、小型机是不可缺少的部分。磁带是一种顺序存取的设备。

2. 磁盘

磁盘是一种磁性元件,依据材质及工作情况,磁盘可以分为软磁盘和硬磁盘。

软磁盘是由圆形盘片和方形保护套两部分组成 (见图2-4)。其中圆形盘片是由26 μ m厚的聚脂薄膜作基底,再涂一层2~3 μ m不定向的金属氧化物 (γ -Fe₂O₃) 构成。它靠磁性

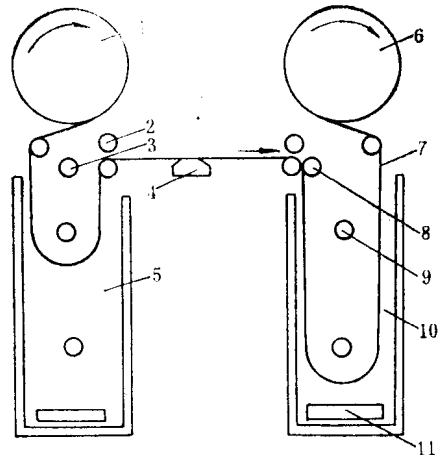


图 2-3 磁带机原理图

1—放带盘; 2—刹带柱; 3—左主动带轮; 4—读写磁头; 5—左真空带箱; 6—收带盘; 7—磁带; 8—右主动带轮; 9—真空开关检测孔; 10—右真空带箱; 11—抽真空机

材料被不同方向的磁化来存贮信息。软磁盘尺寸从8in到2.5in不等,国内主要是使用5.25in盘和3.5in盘。软盘按存贮密度可以分为单面单密、单面双密、双面单密和双面双密。容量由1百多K到几兆字节不等。软磁盘盘片以转轴为中心,其表面划分有多个不同半径的同心圆,称作磁道。软磁盘经格式化后(即对磁道划分为扇区),磁盘上信息的定位参数是三个:即面号、道号、扇区号。

硬盘其基质是用铝合金或黄铜材料做成。在存贮容量和速度上,它都要优于软磁盘。图2-5就是硬盘磁盘机结构示意图。硬盘磁盘机主要由磁盘组、定位机构和读写磁头组成。磁盘组由多个盘片组成,磁盘直径通常有14、8、5.25in等尺寸。和软盘片一样,硬盘片在存贮信息区域的分配上,也是把每一个盘面分为若干磁道,每一个磁道又分为若干个扇区,为了定位的方便。一般将不同盘面具有相同的道号又称作为柱面。硬盘上信息定位参数为驱动器号、面号(磁头号)、柱面(道)号、扇区号。

(三) 输入与输出设备

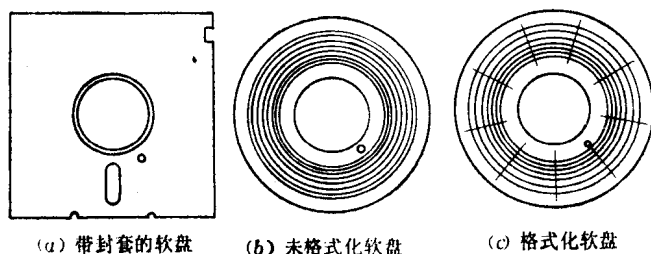


图 2-4 5.25in软磁盘结构图

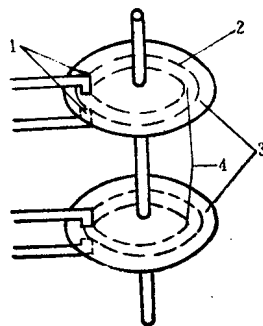


图 2-5 硬盘磁盘机结构示意图
1—读写磁头; 2—磁道; 3—磁盘; 4—柱面

CAD系统常用的输入与输出设备如图2-6所示。下面我们就具体介绍图形输入板、CRT图形显示器和绘图仪。

1. 图形输入板

图形输入板也称作数字化仪,它是一块电子化的板,在板的下面布满了纵横交叉的线路,构成 x 和 y 两个坐标方向上的信息。线路愈密,读入精度愈高。

图形输入板通过通讯接口、接口电缆与主机通讯。通过板上配置的指示器(头部有一个十字线)准线,并操纵按钮,使指示器的准线对准要输入的位置,按下输入坐标值的有关按钮,则坐标信息就进入主机内,并可在与主机相连的CRT图形显示器上显示出来。

2. CRT图形显示器

目前,图形显示器有三种类型:存储管显示器、更新显示器和光栅扫描显示器。三种显示器都具有阴极射线管(CRT),但工作原理不同。其中光栅式扫描显示器在60年代后期得到广泛的应用。该显示器类似于电视监视器,其图形由一连串的点组成,这些点用光栅扫描技术绘出。在光栅扫描过程中,屏幕上形成一行行相隔等距离的扫描线,每条扫描线由像素(亮点)组成。它不但能显示字符信息,而且能显示以点、线、字符构成的具有不同灰度等级、不同像型、不同颜色的复杂图形。并且能在键盘、图形输入板或光笔等装置配合下,对显示在屏幕上的图形进行交互作用。

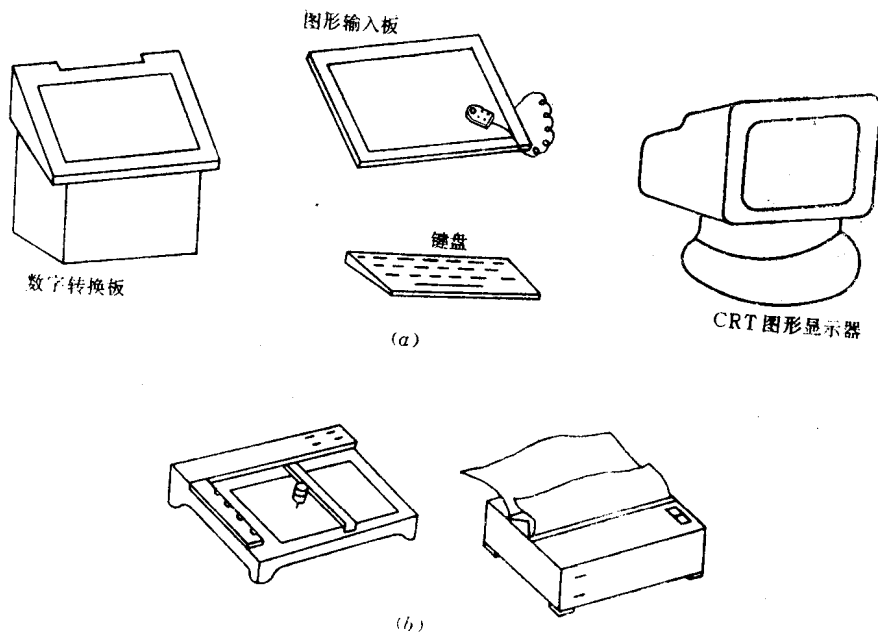


图 2-6 CAD系统常用的输入与输出设备
a—CAD系统常用输入设备；b—CAD系统常用输出设备

3. 绘图仪

自动绘图仪分成平板（台）式绘图仪和滚筒式绘图仪两种。

1) 平板式绘图仪

平板（台）式绘图仪，其绘图台面是一块平板，一般可为水平放置或倾斜放置。绘图仪的结构主要由平台、导轨、驱动电动机、传动机构、笔架等组成。驱动电动机为两台步进电动机，分别控制笔的 x 、 y 方向的直线运动，通过此二维运动而进行绘图。图2-7所示的就是现今广为使用的DXY-800系列绘图机。画笔的运动是依靠控制横梁相对于平板作 x 方向运动，和带有画笔的机械手相对于横梁作 y 方向的运动来完成二维画图的。

2) 滚筒式绘图机

图2-8是滚筒式绘图机结构简图。主要由：步进电动机、滚筒传动部分、笔架、控制器部分组成。其工作原理是：图纸卷在滚筒上，滚筒由一台步进电动机驱动做前后滚动以实现 x 方向运动；同时，另一台步进电动机驱动笔架以实现图示 y 方向直线运动。滚筒式绘图机对绘制大型或加长幅面的图纸很为方便。

二、CAD系统的软件

CAD系统在其硬件确定以后，仅仅是为CAD作业过程提供基本的工具，要实现CAD的作业过程，还必须配备相应的软件。CAD系统软件的内容按其内涵可分为：操作系统、支撑软件、数据库和应用软件四个部分。

（一）操作系统（Operating System）

操作系统是计算机系统软件中最基本的部分。它用来控制和管理系统资源，将裸机（Bare Machine）转换成虚拟机（Virtual Machine），从而方便了用户的使用。