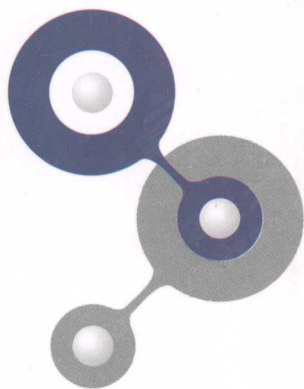




高等学校机械设计制造及其自动化专业“十一五”规划教材



机械CAD/CAM

葛友华 主编
朱敏波 主审



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

TH122/787

2008

高等学校机械设计制造及其自动化专业“十一五”规划教材

机械 CAD/CAM

葛友华 主编

朱敏波 主审

西安电子科技大学出版社

2008

内 容 简 介

本书是普通高等学校应用型本科机械类专业系列教材之一,也是机械设计制造及其自动化专业的教学用书。

全书共分十章,从技术的角度介绍了CAD/CAM的基本原理、基本方法、基本技能及其在机械行业中的应用,力求培养机械类专业学生分析和解决工程实际问题的能力。本书的主要内容包括CAD/CAM的基本概念与基本知识、CAD/CAM系统中的图形处理技术、数据处理技术、三维建模技术、计算机辅助工程、计算机辅助工艺规程设计、计算机辅助数控加工编程、逆向工程技术、模具CAD/CAM新技术、机械CAD/CAM系统集成等。

本书注重理论与实践的结合,将基本原理的阐述与Pro/E软件的应用结合在一起,以便于学生自学和教师讲授。本书除可作为普通本科院校的教材外,还可作为高职高专院校的教材,也可供相关工程技术人员参考使用。

编 主 葛友华

审 主 张培来

图书在版编目(CIP)数据

机械CAD/CAM/葛友华主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2008.2

高等学校机械设计制造及其自动化专业“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5606-1949-1

I. 机… II. 葛… III. ① 机械设计:计算机辅助设计—高等学校—教材 ② 机械制造:计算机辅助制造—高等学校—教材 IV. TH122 TH164

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第191408号

策 划 毛红兵

责任编辑 邵汉平 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西光大印务有限责任公司

版 次 2008年2月第1版 2008年2月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 13.875

字 数 324千字

印 数 1~4000册

定 价 20.00元

ISBN 978-7-5606-1949-1/TH·0083

XDUP 2241001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

8005

高等学校

自动化、电气工程及其自动化、机械设计制造及其自动化专业

“十一五”规划教材编审专家委员会名单

主任：张永康

副主任：姜周曙 刘喜梅 柴光远

自动化组

组长：刘喜梅（兼）

成员：（成员按姓氏笔画排列）

韦 力	王建中	巨永锋	孙 强	陈在平	李正明
吴 斌	杨马英	张九根	周玉国	党宏社	高 嵩
秦付军	席爱民	穆向阳			

电气工程组

组长：姜周曙（兼）

成员：（成员按姓氏笔画排列）

闫苏莉	李荣正	余健明
段晨东	郝润科	谭博学

机械设计制造组

组长：柴光远（兼）

成员：（成员按姓氏笔画排列）

刘战锋	刘晓婷	朱建公	朱若燕	何法江	李鹏飞
麦云飞	汪传生	张功学	张永康	胡小平	赵玉刚
柴国钟	原思聪	黄惟公	赫东锋	谭继文	

项目策划：马乐惠

策 划：毛红兵 马武装 马晓娟

前 言

随着 CAD/CAM 技术的出现和发展,产品设计和制造的整个过程都可以由计算机辅助完成。因此,CAD/CAM 技术以及相关软件的掌握已经成为机械行业工程技术人员必备的技能。在高等教育“大众化”背景下,特别是对于应用型本科院校的机械类专业学生来说,这门技术的掌握显得尤为重要。

本教材的主要特点有:

(1) 参加编写的教师均具有该课程的教学经历,对“大众化”教育的状况比较熟悉,编写思路比较适应机械类专业的要求和特点;

(2) 教材中将基本理论与软件的应用协调起来,用软件应用的实例来验证理论,以此来加深学生对理论知识的理解;

(3) 教材中偏重于应用型知识与技能的介绍,以企业目前流行的 Pro/E 软件作为贯穿于教材的主线,增强了教材的实用性和学生进入企业后的适应能力;

(4) 教材编写采用模块化方式,使各个知识点的介绍具有相对独立性,有利于在教学中根据不同的教学要求对内容进行取舍,也可以在某些知识点上进行扩充,以适应不同层次的教学要求。

全书除了第 1 章从总体上介绍 CAD/CAM 的基本概念、基本原理、基本结构及 CAD/CAM 系统的硬件、软件组成外,其他内容分为三大部分。第一部分包括第 2 章、第 3 章和第 4 章,主要围绕 CAD/CAM 技术中的 CAD 技术,介绍计算机图形学的基础知识(包括图形的几何变换、裁剪技术、消隐技术、光照处理技术等)、数据处理技术(系统数据类型、系统数据标准与应用、系统数据管理技术等)以及三维造型的常用方法(包括线框造型、曲面造型、实体造型、特征造型等)。第二部分包括第 5 章、第 6 章和第 7 章,主要围绕 CAM 技术展开,介绍计算机辅助工程方面的基本知识,CAPP 系统的原理和方法,数控加工的过程、数控自动编程方法和仿真技术等,并对目前流行的 CAE 软件的功能和应用进行了说明。第三部分包括第 8 章、第 9 章和第 10 章,主要叙述了机械 CAD/CAM 技术的应用与发展,包括逆向工程(RE)、虚拟制造(VM)、网络化制造(CSCW)、快速响应制造,以及 CAD/CAM 系统集成及基于 PDM 的集成系统。

本书由盐城工学院葛友华担任主编,盐城工学院周海、江苏大学王匀担任副主编,西安电子科技大学朱敏波担任主审。第 1 章、第 6 章由葛友华编写,第 2 章、第 4 章由刘道标编写,第 3 章由王匀编写,第 5 章由董小飞编写,第 7 章、第 9 章由袁铁军编写,第 8 章、第 10 章由周海编写,葛友华对全书进行了统稿。

由于编者水平有限,书中难免存在一些不妥之处,殷切希望使用本书的教师和学生提出中肯意见。

编 者

2007 年 12 月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 CAD/CAM 的基本概念	1
1.2 机械 CAD/CAM 系统组成	5
1.3 机械 CAD/CAM 硬件系统	8
1.4 机械 CAD/CAM 软件系统	15
1.5 CAD/CAM 技术的应用与发展	18
本章小结	21
习题与思考题	22
第 2 章 计算机图形学基础	23
2.1 计算机图形学概述	23
2.2 图形的几何变换	25
2.3 图形裁剪技术	34
2.4 图形消隐技术	38
2.5 图形的真实感	42
本章小结	46
习题与思考题	47
第 3 章 机械 CAD/CAM 数据处理技术	48
3.1 数据处理技术	48
3.2 数据程序化处理技术	49
3.3 数据文件化处理技术	59
3.4 数据库处理技术	64
本章小结	74
习题与思考题	74
第 4 章 三维建模技术	76
4.1 概述	76
4.2 线框建模	78
4.3 曲面建模	80
4.4 实体建模	87
4.5 特征建模	91
本章小结	97
习题与思考题	98
第 5 章 计算机辅助工程	99
5.1 计算机辅助工程概述	99
5.2 有限元法概述	102
5.3 CAE 的工程应用	107

本章小结	115
习题与思考题	116
第 6 章 计算机辅助工艺过程设计	117
6.1 概述	117
6.2 CAPP 系统中零件信息的描述与输入	120
6.3 派生式 CAPP 系统	126
6.4 创成式 CAPP 系统	131
本章小结	136
习题与思考题	137
第 7 章 计算机辅助数控加工编程	138
7.1 数控编程基础	138
7.2 数控机床的坐标系与数控编程的方法	143
7.3 典型 CAM 软件功能简介	151
7.4 Pro/E 软件加工实例	156
本章小结	162
习题与思考题	163
第 8 章 逆向工程技术	164
8.1 逆向工程概述	164
8.2 逆向工程系统组成及工作原理	166
8.3 逆向工程应用实例	180
8.4 快速原型与快速模具	185
本章小结	189
习题与思考题	189
第 9 章 模具 CAD/CAM 领域的新技术	190
9.1 虚拟制造技术	190
9.2 网络化制造	192
9.3 快速响应制造	195
本章小结	196
习题与思考题	197
第 10 章 机械 CAD/CAM 系统集成	198
10.1 机械 CAD/CAM 集成概述	198
10.2 产品数据模型	202
10.3 产品数据交换标准	203
10.4 基于 PDM 平台的机械 CAD/CAM 集成技术	210
本章小结	211
习题与思考题	211
参考文献	212

第1章 概述

计算机辅助设计与制造(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing, CAD/CAM)是一门由多学科和多项技术综合形成的实用技术,是当今世界发展最快的技术之一。该项技术改变了机械行业传统的设计制造方式,推动了机械制造业的迅猛发展,使传统的机械行业有了新的发展空间。本章主要介绍机械制造业中 CAD/CAM 技术的概念、CAD/CAM 系统的组成、CAD/CAM 技术的应用与发展等。

1.1 CAD/CAM 的基本概念

1. CAD/CAM 技术原理

CAD/CAM 技术是以计算机、外围设备及系统软件为基础,综合计算机科学与工程、计算机几何学、机械设计与制造、人机工程学、控制理论、电子技术、信息技术等学科知识,并以工程应用为对象,在机械制造业实现包括二维绘图设计、三维几何造型设计、工程计算分析与优化设计、数控加工编程、仿真模拟、信息存储与管理等相关功能的实用技术。

CAD/CAM 技术经过近半个世纪的发展,在理论、技术和应用等方面都有了很大的进展,已经趋于成熟。一般认为,广义的 CAD/CAM 技术是指利用计算机辅助技术进行产品设计与制造的整个过程以及与之直接和间接相关的活动,包括产品设计(几何造型、分析计算、优化设计、工程绘图等),工艺准备(计算机辅助工艺设计、计算机辅助工装设计与制造、NC 自动编程、工时定额和材料定额编制等),物料作业计划 and 生产作业计划的运行与控制(加工、装配、检测、输送、存储等),生产质量控制,工程数据管理等。狭义的 CAD/CAM 技术是指利用 CAD/CAM 系统进行产品造型、计算分析和数控程序的编制(包括刀具路径的规划、刀位文件的生成、刀具轨迹的仿真及 NC 代码的生成等)。本书着重介绍狭义的 CAD/CAM 技术。

2. CAD/CAM 与制造模式

CAD/CAM 技术在制造业中的应用改变了传统的设计与制造方式,在流程、信息、控制等模式上发生了质的变化,成为先进制造技术的核心。传统的设计与制造方式是以技术人员为中心展开的,产品及其零件在加工过程中所处的状态,设计、工艺、制造、设备等环节的延续与保持等,都是由人工进行检测并反馈,所有的信息均交汇到技术和管理人员处,由技术人员进行对象的相关处理。由于人自身的局限性,一方面造成这种过程信息的传递呈发散状,设计、制造、装配等环节围绕着设计人员进行,任何环节上出现问题,都需要依靠技术人员积累的知识进行主观判断并加以解决;另一方面,传统的设计制造过程是

一个严格的顺序过程,技术人员按照不同的分工,接受前道工作的结果,完成本道工作的内容并延续下去,导致整个加工与制造过程只能按照时间的顺序去处理,很难实现空间与时间上的转换。

传统设计制造方法的一般流程如图 1-1 所示。企业的产品在市场需求的驱动下,经过技术人员的概念设计,构思成一定的形状和结构,并具备一定的功能。这种产品需要经过分析计算才能投入到实际的加工与装配之中,生成面向市场、满足客户要求的产品。

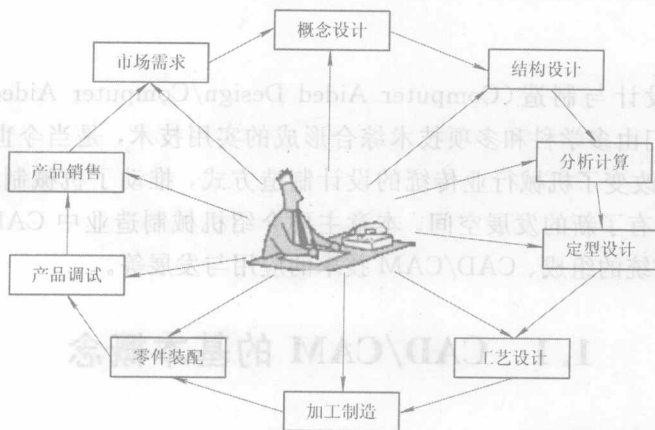


图 1-1 传统设计制造的一般流程

与传统的设计制造方式不同,以 CAD/CAM 技术为核心的先进制造技术,将以人员为中心的运作模式改变为以计算机为中心的运作模式,利用计算机存储量大、运行速度快、可无限期利用已有信息等优势,将各个设计制造阶段及过程的信息汇集在一起,使整个设计制造过程在时间上缩短、在空间上拓展,与各个环节的联系和控制均由计算机直接处理,技术人员通过计算机这一媒介实现整个过程的有序化和并行化。

以 CAD/CAM 为核心的设计制造过程如图 1-2 所示。技术人员作为系统的操作与控制者,通过计算机网络平台,几乎可同时介入到产品设计制造的各个环节,即后续的技术人员可以参与产品的设计,产品的整个设计制造过程链已经大大缩短。

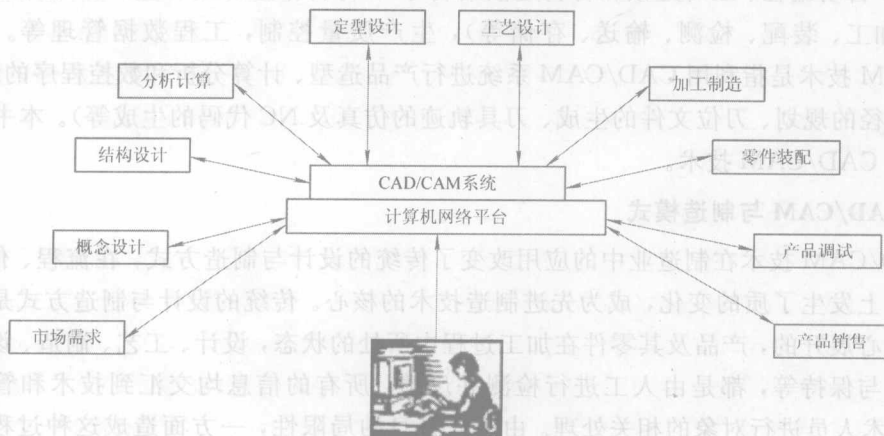


图 1-2 以 CAD/CAM 为核心的设计制造过程

3. CAD/CAM 的生存环境

CAD/CAM 技术在企业中的应用主要是靠引进 CAD/CAM 系统实现的。CAD/CAM 系统的运行需要一定的工作环境和支撑平台,主要包括:

(1) 操作系统。Windows 操作系统是微机平台上常用的操作系统,是管理计算机软硬件资源的程序集合。它具有五大管理功能,即处理机管理、存储管理、设备管理、文件管理和作业管理。操作系统依赖于计算机系统的硬件,用户通过操作系统来使用计算机,任何程序需要操作系统分配必要的资源后才能执行。CAD/CAM 软件的运行同样需要操作系统的支撑。

(2) 计算机网络。Internet&Intranet(国际互联网或企业内部互联网)是将无数台计算机连接起来的一种网络系统,通常由服务器、工作站、电缆、网卡、集线器和其它网络配件等组成。它既具有良好的交互性和快速响应的能力,又能使多用户共享硬件资源和数据资源。基于网络的 CAD/CAM 技术可以更好地实现设计人员之间的交流、异地设计与制造、并行工程等,拓宽了 CAD/CAM 技术的视野和空间。

(3) 数据管理平台。PDM(Product Data Management, 产品数据管理)是一门管理所有与产品相关的数据和相关过程的技术。它能有效地将产品数据从概念设计、计算分析、详细设计、工艺流程设计、加工制造、销售维护至产品消亡的整个生命周期内及各阶段的相关数据,按照一定的数学模式加以定义、组织和管理,使产品数据在其整个生命周期内保持一致、最新、共享及安全。PDM 以其对产品生命周期中信息的全面管理能力,不仅自身成为 CAD/CAM 集成系统的重要组成部分,同时也为以 PDM 系统作为平台的 CAD/CAM 集成提供了可能。

(4) 集成制造环境。CIMS(Computer Integrated Manufacturing System, 计算机集成制造系统)在制造企业中将市场分析、经营决策、产品设计、制造过程各环节,以及销售和售后服务,原材料和库存管理、财务资源管理等全部活动,在一个全局集成规划下逐步实现计算机化,实现更短的设计生产周期,改善企业经营管理以适应市场的迅速变化,最终获得更大的经济效益。它是以公共数据库和网络通信为核心,逐步实现企业全过程计算机化的多视图(功能、信息、资源和组织)、多层次的综合系统。CAD/CAM 在 CIMS 的工程设计分系统和制造自动化分系统中起着核心的作用,同时为制造企业提供基础数据。

4. CAD/CAM 系统的工作过程

CAD/CAM 系统是设计、制造过程中的信息处理系统,它主要研究对象描述、系统分析、方案优化、计算分析、工艺设计、仿真模拟、NC 编程以及图形处理等理论和工程方法,输入的是产品设计要求,输出的是零件的制造加工信息。图 1-3 所示为 CAD/CAM 系统的工作流程。

CAD/CAM 系统的工作流程如下:

(1) 设计人员根据市场需求调查以及用户对产品性能的要求,向 CAD 系统输入设计要求,利用几何建模功能,构造出产品的几何模型,计算机将此模型转换为内部的数据信息,存储在系统的数据库中。

(2) 调用系统程序库中的各种应用程序对产品模型进行详细设计计算及结构方案优化分析,以确定产品总体设计方案及零部件的结构、主要参数,同时,调用系统中的图形库,

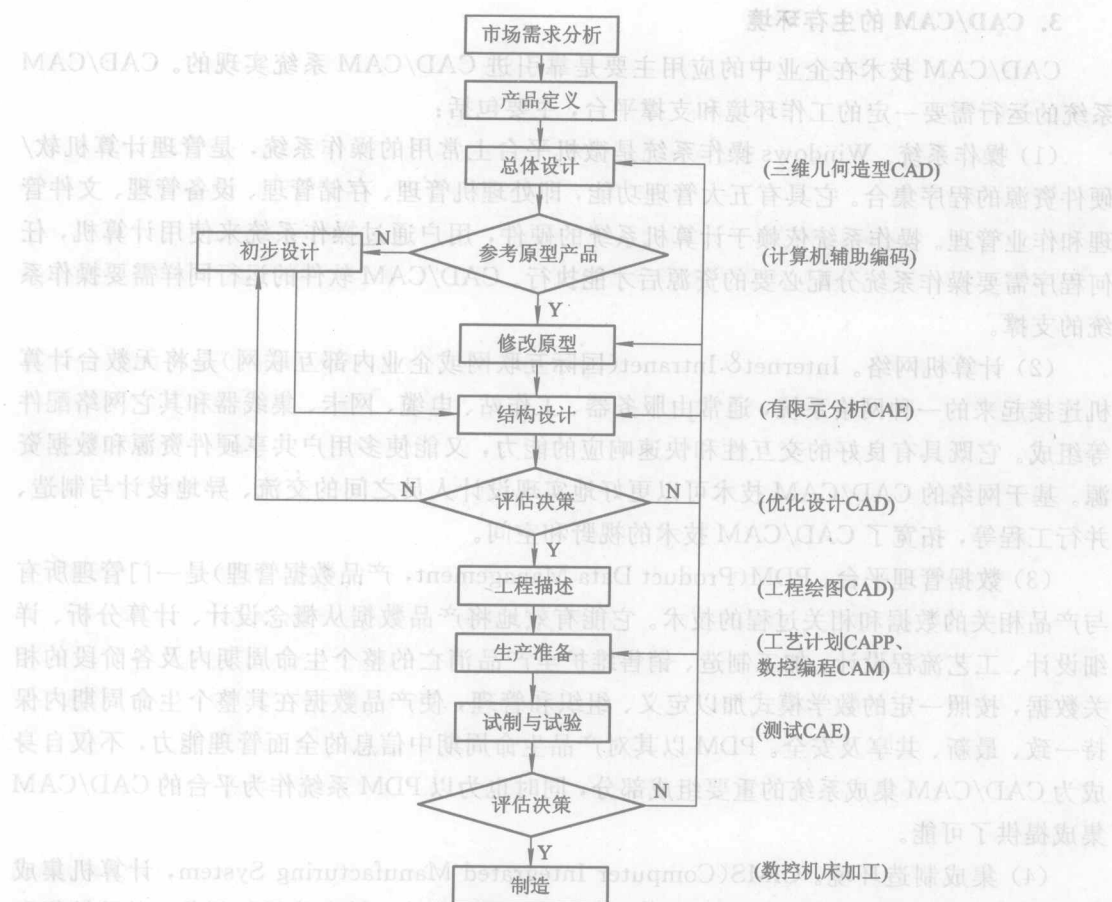


图 1-3 CAD/CAM 系统的工作流程

将设计的初步结果以图形的方式输出到显示器上。

(3) 根据屏幕显示的内容,对设计的初步结果作出判断,如果不满意,可以通过人机交互的方式进行修改,直至满意为止,修改后的数据仍存储在系统的数据库中。

(4) 系统从数据库中提取产品的设计制造信息,在分析其几何形状特点及有关技术要求的基础上,对产品进行工艺过程设计,设计的结果存入系统的数据库,同时在屏幕上显示。

(5) 用户可以对工艺过程设计的结果进行分析、判断,并允许以人机交互的方式进行修改。最终的结果可以是生产中需要的工艺卡片,或是以数据接口文件的形式存入数据库,供后续模块读取。

(6) 利用外部设备输出工艺卡片,成为车间生产加工的指导性文件,或计算机辅助制造系统从数据库中读取工艺规程文件,生成 NC 加工指令,在相应的数控设备上加工制造。

(7) 有些 CAD/CAM 系统在生成了产品加工的工艺规程之后,对其进行仿真、模拟,验证其是否合理、可行。同时,还可以进行刀具、夹具、工件之间的干涉、碰撞检验。

(8) 在数控机床或加工中心上制造出产品的零件。

1.2 机械 CAD/CAM 系统组成

CAD/CAM 技术已广泛应用于机械、电子、航空航天等众多的领域,能完成各种各样的设计与制造任务。机械 CAD/CAM 系统要完成其功能,必须具备两方面的条件,一个是硬件系统,一个是软件系统。硬件系统提供了 CAD/CAM 所具有的潜在能力,而软件系统则是使其潜能得以发挥的基本途径和工具。CAD/CAM 系统以计算机软/硬件为基础,且有其自身的特点和要求,为了保证系统高效运行,设计时既要考虑系统的功能性要求,还要考虑其具有良好的经济性和可扩展性。

1. 机械 CAD/CAM 系统的组成

根据应用领域和所完成任务的不同,CAD/CAM 系统的软/硬件组成也不尽相同,特别是在软件和加工机械方面有较大的差别,本书介绍机械制造业中一般应用的 CAD/CAM 系统。如图 1-4 所示,典型的 CAD/CAM 系统主要由有关的硬件系统和相应的软件系统构成。硬件系统主要由计算机及其外围设备组成,包括主机、存储器、输入/输出设备、网络通信设备以及生产加工设备(数控车床、数控铣床、数控雕刻机、加工中心等),它们是可以触摸的物理设备。软件系统包括系统软件、支撑软件和应用软件,通常是指在计算机内运行的程序及其相关的文档等。

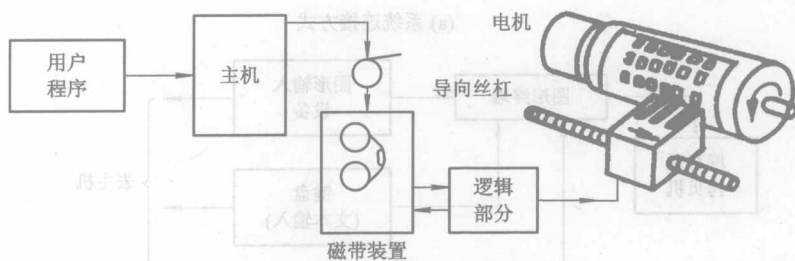


图 1-4 CAD/CAM 系统的组成

2. 机械 CAD/CAM 系统的分类

机械 CAD/CAM 系统根据所使用的支撑软件规模大小的不同,可分为三种类型:

(1) CAD 系统。这类系统具有较强的几何造型、工程绘图、仿真与模拟、工程分析与计算、文档管理等功能。该类系统在硬件方面,往往不具备生产系统设备及相关接口;在软件方面,不具备数控编程、加工仿真、生产系统控制与管理等功能。该类系统是为完成设计任务而建立的,规模相对较小,建设成本也很低,我国初始阶段的“甩图板工程”均采用此类系统。

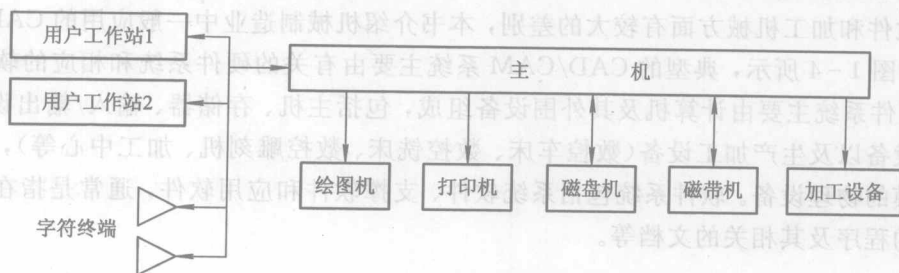
(2) CAM 系统。这类系统具有数控加工编程、加工过程仿真、生产系统及设备的控制与管理、生产信息管理等功能。该类系统在硬件方面,图形输入/输出设备相对较少,而大多数是与生产相关的设备;在软件方面,几何造型、自动绘图、工程分析与计算、运动学和力学分析与仿真等功能很弱或没有。该类系统是专门面向生产过程的,可以直接与数控机床配套,规模相对较小。

(3) CAD/CAM 集成系统。这类系统规模较大、功能齐全、集成度较高,同时具备

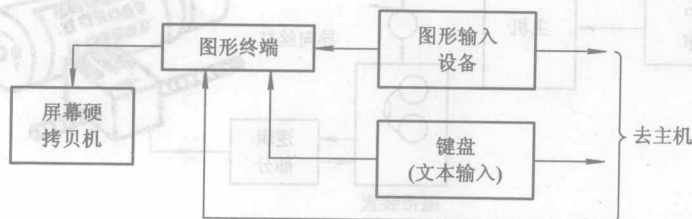
CAD、CAM 系统的功能, 以及系统间共享信息和资源的能力, 硬件配置较全, 软件规模和功能强大。该类系统是面向 CAD/CAM 一体化而建立的, 是目前 CAD/CAM 发展的主流。

机械 CAD/CAM 系统根据使用的计算机硬件及信息处理方式的不同, 可分为三种类型:

(1) 主机系统。这类系统以一个主机为中心(如图 1-5 所示), 集中配备某些公用的外部设备(如绘图机、打印机、磁带机等)与主机相连, 同时可以支持多个用户工作站及字符终端。一般至少有一个图形终端, 并配有图形输入设备(如键盘、鼠标或图形输入板), 用来输入字符或命令等。这类系统采用多用户分时工作方式, 其优点是主机功能强, 能进行大信息量的作业, 如大型分析计算、复杂模拟和管理等; 缺点是开放性较差, 即系统比较封闭、具有专用性, 当终端用户过多时, 会使系统过载, 响应速度变慢, 而且一旦主机发生故障, 整个系统就不能工作, 所以目前一般不再采用。



(a) 系统连接方式



(b) 输入/输出方式

图 1-5 主机系统的基本结构

(2) 工程工作站系统。由于工作站本身具有强大的分布式计算功能, 因此该系统能够支持复杂的 CAD/CAM 作业和多任务进程。该类系统的信息处理不再采用多用户分时系统的结构与方式, 而是采用计算机网络技术将多台计算机(工程工作站或微型计算机)连接起来, 一般每台计算机只配一个图形终端, 每位技术人员使用一台计算机, 以保证对操作命令的快速响应, 如图 1-6 所示。由于该系统所具备的单用户性, 因此保证了优良的时间响应, 提高了用户的工作效率。

(3) 微机系统, 也称个人机(PC 机)系统。近年来, 微机在速度、精度、内外存容量等方面已能满足 CAD/CAM 应用的要求, 一些大型工程分析、复杂三维造型、数控编程、加工仿真等作业在微机上得以顺畅运行, 微机的价格也越来越便宜; 以往一些对计算机硬件资源要求高、规模较大、在工程工作站上运行的 CAD/CAM 软件已逐步移植到微机上, 从图形软件、工程分析软件到各种应用软件, 基本上满足了用户的需求; 现代网络技术能将许多微机及公共外设连成一个完整的系统, 做到了系统内部资源的共享。

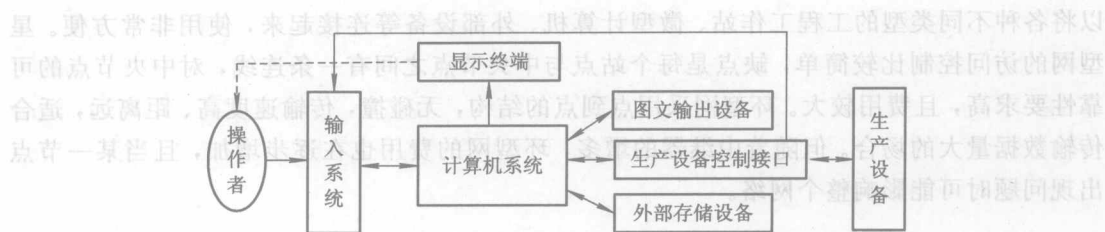


图 1-6 工作站系统的基本结构

机械 CAD/CAM 系统根据是否使用计算机网络,又可分为单机系统和网络化系统。

(1) 单机系统。单机系统中,每台计算机上都具备完成 CAD/CAM 指定任务所需要的全部软/硬件资源,但计算机之间没有实施网络连接,无法进行通信和信息的相互传递,不能实现资源共享。

(2) 网络化系统。这类系统是将本地或异地的多台计算机以网络形式连接起来,完成 CAD/CAM 指定任务所需要的全部软/硬件资源分布在各个节点上,计算机之间可以进行通信和信息交互,实现设计及制造资源的共享,如图 1-7 所示。网络上各个节点的计算机可以是微机,也可以是工作站。每个节点都有自己的 CPU 甚至外部设备,使用速度不受网络上其它节点的影响。通过网络软件提供的通信功能,每个节点的用户还可以享用其它节点的资源,例如绘图仪、打印机、数控机床等硬件设备,也能共享某些公共的应用软件及数据文件。

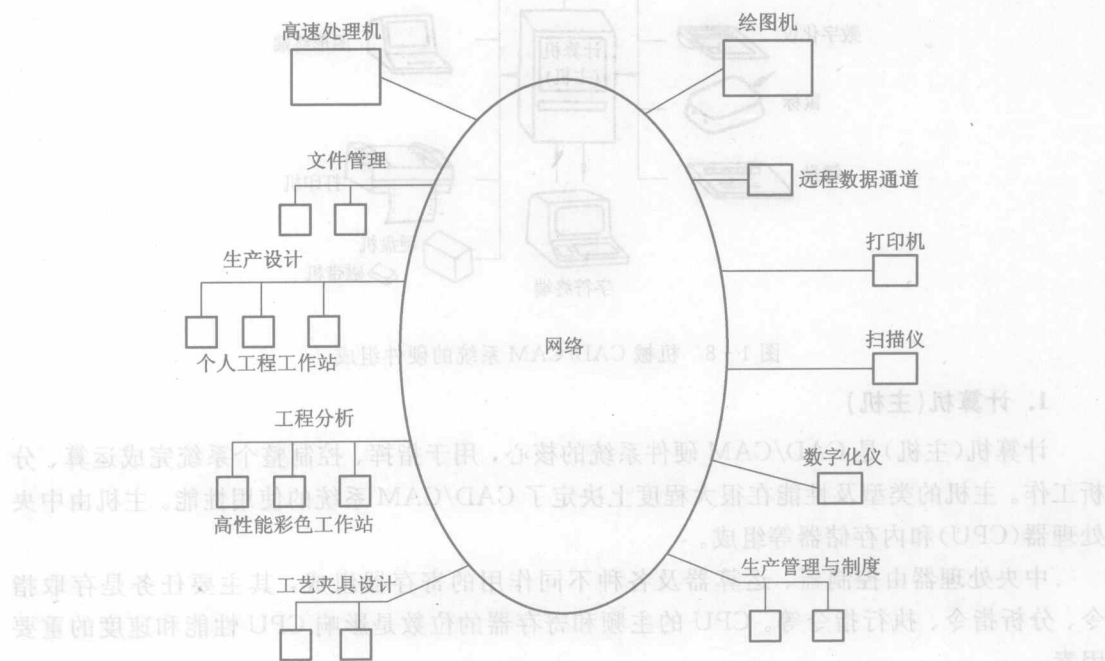


图 1-7 网络化 CAD/CAM 系统

网络化系统采用的网络形式有总线网、星型网、环型网等。总线网适用于将各种性能差别较大的设备连入网内,具有良好的开放性和可扩展性,是目前应用的主流。以太网(Ethernet)是一种典型的总线网,在 CAD/CAM 系统中得到了广泛应用。在以太网上,可

以将各种不同类型的工程工作站、微型计算机、外部设备等连接起来,使用非常方便。星型网的访问控制比较简单,缺点是每个站点与中央节点之间有一条连线,对中央节点的可靠性要求高,且费用较大。环型网采用点到点的结构,无碰撞,传输速度快、距离远,适合传输数据量大的场合。但随着中继器的增多,环型网的费用也在逐步增加,且当某一节点出现问题时可能影响整个网络。

1.3 机械 CAD/CAM 硬件系统

根据机械设计与制造的要求,针对系统的应用范围和相应的软件规模,可以选用不同规模、不同结构、不同功能的计算机、外部设备及生产加工设备。常用的机械 CAD/CAM 系统的硬件组成如图 1-8 所示。

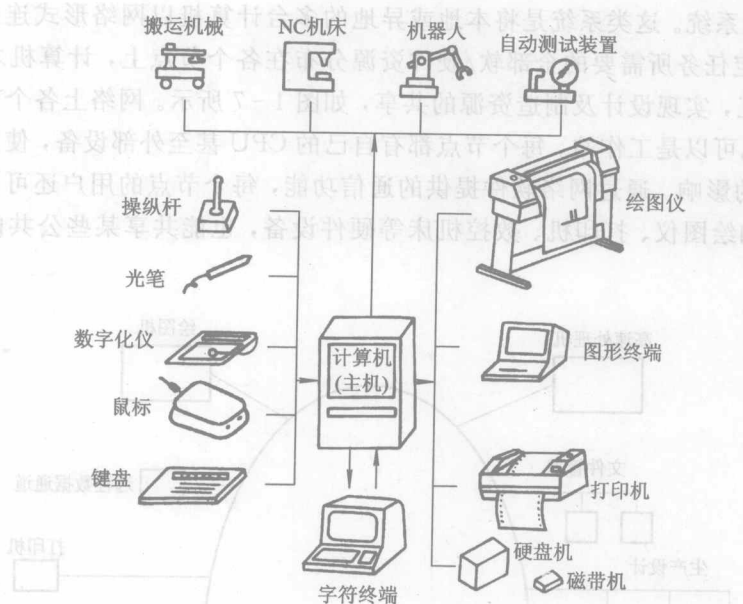


图 1-8 机械 CAD/CAM 系统的硬件组成

1. 计算机(主机)

计算机(主机)是 CAD/CAM 硬件系统的核心,用于指挥、控制整个系统完成运算、分析工作。主机的类型及性能在很大程度上决定了 CAD/CAM 系统的使用性能。主机由中央处理器(CPU)和内存储器等组成。

中央处理器由控制器、运算器及各种不同作用的寄存器组成,其主要任务是存取指令、分析指令、执行指令等。CPU 的主频和寄存器的位数是影响 CPU 性能和速度的重要因素。

内存即主存储器,是主机内部直接与 CPU 相连的存储装置,是计算机的记忆及存储部件。用户的程序、所需的数据及计算机系统各类软件通常都放在外存储器中。当使用某一软件或运行某一用户程序时,首先将其从外存调入内存,而系统运行中的信息、输入的原始数据、经过初步加工的中间数据以及最后处理完成的结果,都在内存中,需要通

过相应的命令将其从内存送入外存,以便长期保存。内存容量的大小直接影响到程序运行的速度。内存通常以 MB 为单位来定义其容量的大小,目前主机的内存已经达到 GB 量级。

2. 外部存储器

计算机系统都配置了外部存储器,以长期保留程序及数据。常用的外部存储器有磁盘、磁带、光盘等。

磁盘是最常用的外部存储设备,包括软盘存储器和硬盘存储器。软盘存储器由软盘和软盘驱动器组成,由于软盘的容量小,携带不方便等原因,已经很少使用。硬盘通常是做成固定式的硬盘机与硬盘驱动器,或者装成可移式的硬盘组或硬盘插卡。硬盘是由多个盘片组成的,容量可达几十到几百 GB,使用时可以被格式化几个逻辑盘,用操作系统的分区命令就可实现。利用硬盘分区可以有效地管理计算机系统的资源,也允许在不同的逻辑盘上安装不同的操作系统,以满足用户使用各类应用软件的需要。

磁带是典型的顺序存储设备,在磁带上以物理记录为单位写入或写出。通常,在信息必须按顺序存入及顺序读出的情况下使用磁带。磁带的存储容量比较大,常用来为系统做备份。

光盘是目前计算机系统广泛使用的存储介质之一,它由光盘和光盘驱动器组成。光盘分为一次写入型光盘和可擦写型光盘两类。记录信息时,使用激光照射到介质表面上,用输入数据调制光点的强弱,在盘面上会形成一系列凹凸不平的条纹,信息就以这种方式记录下来。读出信息时,由于光盘表面凹凸不平,当激光光源照射到盘面上时,光的强弱变化经过解调就可输出数据。光盘的存储容量可达 600 MB 以上,常用于保存数据、资料、应用软件或常用工具软件。

3. 输入设备

不同的场合需使用不同的输入方式来输入不同类型的数据,为此,人们开发了各种各样的输入设备。计算机通过输入设备将各种外部数据转换成计算机能识别的电子脉冲信号。

1) 键盘

键盘是计算机最基本的配置之一,可以用来输入文字和基本命令及选取菜单等。键盘上的键主要分为数字键、字母键、符号键、功能键和控制键。从结构上分,键盘有机械式、电容式、薄膜式三类,其中机械式信号稳定、不易受灰尘干扰;薄膜式触感稍差,但可以防潮;而电容式操作灵活,触感好。目前大多数微机使用电容式键盘。

2) 鼠标

鼠标有机械式、光电式、感应式和空间球四种。

机械式鼠标的底部配置了一个橡胶球,当鼠标在平面上滑动时,橡胶球在平面上滚动,并带动两个相互垂直的电位器或者旋转编码器旋转,其中一个用于 X 轴、另一个用于 Y 轴,电位器阻值或旋转编码器转角的变化使光标在屏幕上同步移动。

光电式鼠标底部装有发光管和光电检测器,当鼠标在专用的鼠标板上移动时,发光管发出的光经过鼠标板反射至光电检测器,从而能够检测到鼠标板上网格发出的 0、1 红外信号,传到机器内部实现光标的同步移动。

上面介绍的两类鼠标都只能输入二维坐标信息,随着虚拟实现技术在 CAD/CAM 系

统中的应用,出现了空间球(三维)鼠标,用来输入三维坐标。

除了鼠标外,定位指轮、操纵杆、跟踪球等装置也是常用的屏幕指示装置,它们和鼠标的功能非常相似。

3) 光笔

光笔属于指点输入设备,其结构和工作原理如图 1-9 所示。显示器内电子束产生的光点在整个屏幕上往返移动,当光笔置于显示屏幕某点上接收到光信号后,通过光电转换向计算机输送一个响应脉冲,计算机可通过 X、Y 轴的偏转寄存器获得这一点的 X-Y 坐标值,并获得显示该点的指令。通过检测光笔信号与程序计数器内容之间的对应关系来确定点的位置,有选择地指向图形元素,可以改变图形内容和更改刷新存储器的程序段。

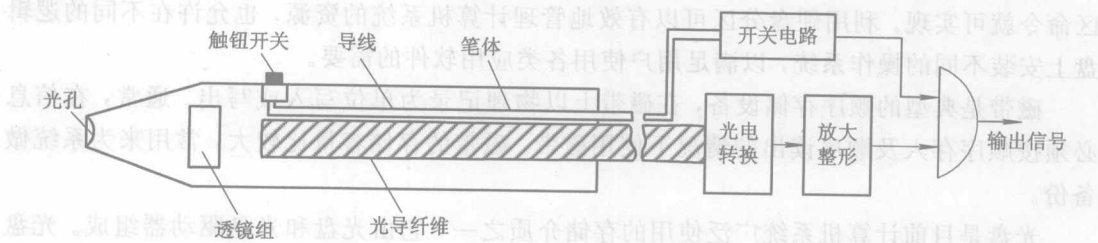


图 1-9 光笔的结构与工作原理

4) 数字化仪

数字化仪可以看成是一个标注有 X-Y 坐标的平板,可用于输入精度较高的各类图形信息。如图 1-10 所示,将图纸置于平板上,平板中 X-Y 两轴上的位置传感器将各点的坐标输入计算机,使计算机上的光标置于相应的位置上,令计算机记录下该点的坐标值。例如,台架式数字化仪上配有可沿 X 轴和 Y 轴两个方向移动的滑道,坐标点的位置是由旋转编码器或线性游标尺确定并给出相应的数字量。

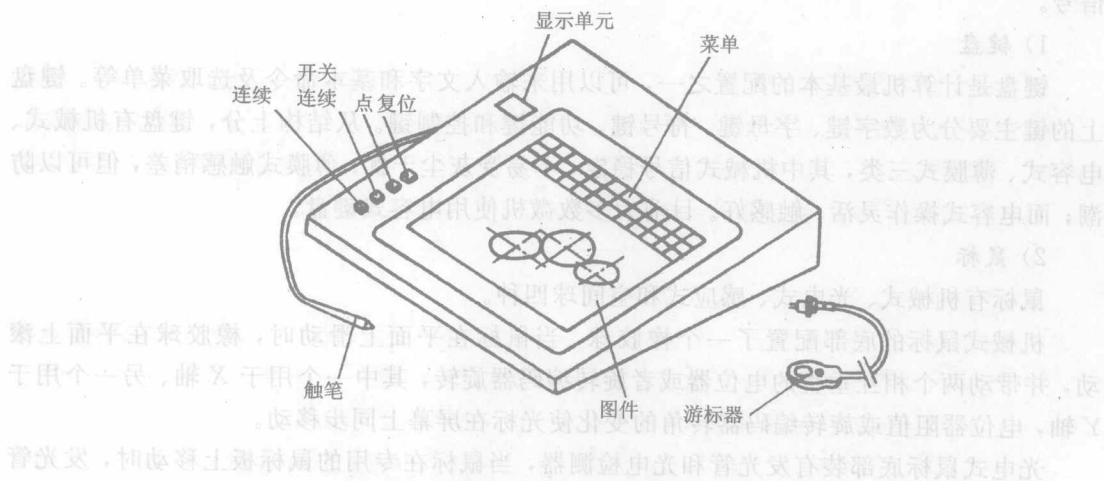


图 1-10 数字化仪

数字化仪的尺寸一般为 900 mm×1200 mm 及 1200 mm×1800 mm,分辨率和精度分别可达 0.025 mm 和 0.076 mm;所用指示定位工具有触笔和游标器两种。