

现代模具设计、制造、 调试与维修实用手册



金版电子出版公司

第一章 模具 CAD/CAM 概述

第一节 CAD 技术及其发展

一、CAD 技术定义

CAD 是世界性通用的专业名词,是 Computer Aided Design 的缩写,中文的意思是计算机辅助设计。CAD 是指技术人员以有高速计算能力和显示图形的计算机为工具,用各自的专业知识对产品进行绘图、分析计算和编写技术文件等设计活动的统称。用于 CAD 的计算机软件及外部设备,总称为 CAD 系统。

早期的计算机辅助设计,主要是运用计算机来完成设计工作中的一部分复杂、繁琐和重复性的数值计算。随着计算机外围设备的发展,尤其是图形处理装置及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所涉及的各个领域。目前,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、存储信息量大、逻辑推理能力强等优点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和经验。充分地综合了人与计算机各自的特长以后,计算机辅助设计就能确保高质量、高效率地完成设计工作。

在计算机辅助设计工作中,计算机的任务实质上是进行大量的信息加工、管理和交换。也就是在设计人员构思、判断、决策的基础上,由计算机对大量的设计资料进行检索。根据设计要求进行计算机优化设计,将初步设计结果的图样显示出来,以人机交互方式修改,设计人员确认后,将设计结果(图样及计算资料)在绘图机及打印机上输出(见图 13-1-1)。由此可见,CAD 工作的主要内容包括以下 3 个方面:

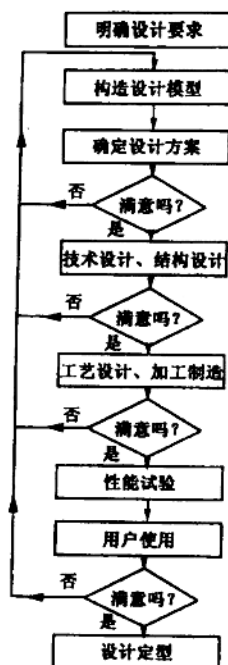


图 13-1-1 产品设计流程图

1. 建立产品设计数据库

产品设计数据库用于存储设计某类产品时所需的各种信息,如有关标准、线图、表格、计算公式等。数据库可供 CAD 作业时检索和调用,也便于数据的管理及数据资源的共享。

2. 建立多功能交互式图形程序库

该图形程序库可以进行二维及三维图形的信息处理,能在此基础上绘制工程设计图样、各种函数设计曲线,可进行图形变换、建立图形库等图形处理工作。

3. 建立应用程序库

编制及汇集解决某一类工程设计问题的通用及专用设计程序。如通用数学程序、常规机械设计程序、优化设计程序、有限元方法计算程序。

在建立了上述产品设计数据库、图形程序库、应用程序库的基础上,就能进行以下几项主要的 CAD 工作:

(1)向 CAD 系统输入设计要求,以及根据设计要求构造出来的产品几何模型。由计算机将图形转换为数据信息,存储在数据库中。

(2)利用应用程序中已编制的各种应用程序,进行设计及优化设计。确定设计方案及产品零部件的主要参数。将设计的初步结果以数据及图形方式输出到显示器上。

(3)运用交互式图形程序库,以人机交互作业方式对初步设计的图形进行实时修改。最后由设计人员确认设计结果。

(4)用硬拷贝输出设计结果,其中包括设计计算数据及图样,甚至可直接输出数控机床加工用的穿孔纸带。

上述 CAD 工作过程可用图 13-1-2 表示。综上所述,CAD 技术具有如下优点:

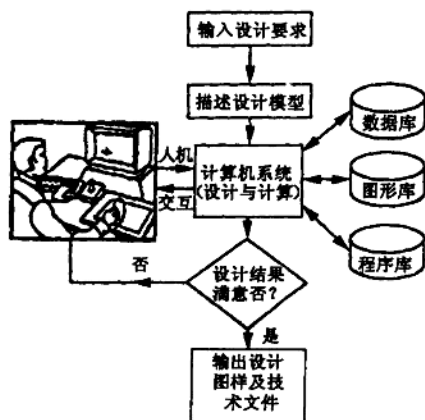


图 13-1-2 CAD 工程过程示意图

(1)提高设计工作效率,缩短设计周期,加快产品的更新换代。在机械产品及工艺设计中,一般可以节省 2/3 ~ 9/10 的时间。

(2)提高设计质量。在数据库、程序库、图形库支持下,应用人机交互方法可以在短时间内得到优化的设计结果,同时,在产品结构、能耗、材料等方面取得最佳效果。

(3)使设计人员从繁琐重复的设计劳动中解放出来,以便将聪明智慧及精力投入到新技术开发研究、现代设计理论与方法的研究之中,进行计算机所不能替代的创造性工作。

(4)有利于使产品标准化、系列化、通用化。应用 CAD 方法,只要改变输入参数,就能方便地实现产品系列设计,有力地促进产品的标准化、系列化。

(5)有利于计算机辅助制造(CAM)的发展。通过 CAD/CAM 集成化,实现产品设计和制造的一体化。

二、CAD 技术的发展及展望

CAD 技术的发展推动了几乎所有领域的设计革命,CAD 技术的发展和水平已成为衡量一个国家科技现代化和工艺现代化水平的重要标志之一。

1. CAD 技术的发展概况

CAD 这一新兴学科能充分运用计算机高速运算和快速绘图的强大功能,为工程设计及产品设计服务,因而发展迅速,目前已获得了广泛应用。CAD 技术之所以在短

短的 30 年内发展如此迅速,是因为它是人类在 20 世纪取得的重大科技成就之一,它几乎推动了所有领域的设计革命,彻底改变了传统的手工设计绘图方式,极大地提高了产品开发的速度和精度,使得科技人员的智慧和能力得到了充分施展。

20 世纪 60 年代初期,美国人 I. Sutherland 提出了用光笔在显示器上选取、定位图形要素的 Sket - chpad 系统,还提出了用分层法分别表示某一工程图的轮廓、剖面线和尺寸等部分。当这些子层重叠在一起时,就可以表示一幅完整的工程图。这个系统为交互式图形学和 CAD 技术奠定了基础。这一时期,美国通用汽车公司和洛克菲勒飞机公司等,在 IBM 大型机上开发了 CAD, CAM 等机械设计与制造方面的软件。20 世纪 70 年代,出现了将 CAD 硬件与软件配套交付用户使用的“交钥匙系统”(Turn - Key System),使 CAD 技术在机械与电子行业得到了广泛应用。20 世纪 80 年代初期,工程工作站及其网络系统给 CAD 技术的发展带来了很大的影响,它取代了“交钥匙系统”,成为当今 CAD 系统的主流。进入 20 世纪 80 年代中期,随着计算机特别是微型计算机和计算机绘图技术的发展,CAD 技术的应用越来越普遍。据 1989 年美国国家工程科学院对人类 25 年间(1965 - 1989 年),当代最杰出的工程技术成就进行评比的结果显示,CAD 技术的开发应用排在第 4 位。1990 年,全世界 CAD 的销售总额已超过 100 亿美元,年增长额高达 15% ~ 20%,明显高于其他产业的增长率。20 世纪 90 年代,随着现代先进设计与制造技术的大量涌现,CAD 作为基础与前提,正与各种先进设计以制造技术迅速集成,并飞速发展。CAD 技术,已直接关系到国家在国际上的地位,关系到国民经济的发展,在整个社会的进步中日益感受到其巨大的推动力。

2. CAD 技术的发展展望

CAD 技术的发展方向今后仍然是集成化、智能化、网络化和绿色化,提高系统的实用性和使用方便性,以及降低价格等。下面简述几个明显的发展趋势。

(1)集成化。设计制造或施工及相应的生产,与工程管理等存在紧密的联系。为了提高工作效率,人们首先将 CAD 与 CAM 两个规程有机地连接起来,实现了 CAD/CAM 一体化。这种系统,将 CAD 的设计结果直接用于数控仿真和生成数控加工程序,送数控机床进行自动加工。以特征三维造型为基础的 CAD/CAE/CAPP/CAM 的集成是未来产品设计开发的主要模式。尤其是进一步与快速原型制造(RPM)的集成,可以构成一个闭环快速产品开发系统,在并行工程(CE)环境下,能够对产品的设计进行快速评价和修改,以响应市场大规模客户化生产的需要,提高企业的竞争力。更高层次的集成,CAD 将与其他的先进分析、制造、规划、管理技术一起成为计算机集成制造系统(CIMS)的重要组成部分,并且将成为 CIMS 的核心与基础。

(2)智能化。设计过程需要大量的设计知识和专家经验。一般的 CAD 系统都是一种人机系统,即系统中包含了使用系统的人。使用 CAD 系统的设计者在系统行为中起着主导和决策的作用。人工智能(AI)、专家系统(ES)和基于知识的系统(Knowledge - Based System, KBS)技术的发展及其在设计领域的应用,为 CAD 技术的发展开辟

了新的途径,从而出现了新的面貌。所谓智能 CAD 系统,或基于知识的 CAD 系统,或 CAD 专家系统,是一个具有大量知识与经验的程序系统。它采用人工智能技术,运用知识库中的设计知识进行推理、判断和决策,解决以前必须由人类专家解决的复杂问题,使 CAD 技术的发展达到一个新的水平。由于知识库中的知识来源于很多人类专家长期积累的经验,因此,一个成功的 CAD 专家系统可以达到甚至超过领域设计专家的水平。以前的专家系统都是作为孤立系统开发的。现在的发展趋势是 ES 与已有系统环境集成。特别是工程设计型专家系统,十分注意 ES 与 Database、GUI(Graphical User Interface,图形用户界面)和工程应用程序的集成。知识库与数据库的接口对于工程型 ES 非常重要。因为工程 CAD 问题一般都要涉及大数据量数据库的存取操作。很多设计信息必须有效地应用于设计过程。在知识处理过程中,必须从数据库读取大量的数据,同时在设计过程中产生的设计数据必须存入数据库。在知识库和数据库之间实现良好的双向数据接口,可使系统更有效地执行设计过程。

(3)网络化或协同化。形成信息高速公路互联的协同 CAD,实现计算机支持协同工作,达到远程(异地)设计(Remote Design)的目的,从而最大程度地充分发挥不同单位、区域、国家的各自优势,多快好省地进行产品设计。现在,将多台微型机 CAD 工作站联网或将多台微型机 CAD 工作站和工程工作站联网,构成分布式 CAD 系统已成为一种趋势。这种网络系统结构灵活、功能强大、价格较低。每个工作站可以单独使用,也可以相互配合,实现资源和信息共享,也可实现并行设计和协同工作。这种 CAD 网络很适合企业单位的需要。因为企业中的产品设计与制造一般都不是个人行为,而是一个组或一个科室群体有组织、有计划地进行的工程项目。参加工作的各个成员必须相互配合、协同努力,在规定的权限下共享资源和已有的设计结果,有关负责人还要对各步的设计结果进行审核。CAD 网络的建立,以及设计管理和协同设计功能的实现,无疑将大大促进企业经济效益的提高。

(4)绿色化。绿色化已成为全球不可抗拒的潮流,是人类可持续发展的核心内容之一。绿色设计技术,在以集成、并行的方式设计产品及其相关过程的同时,优化设计方案,减少废品率,使整个生产过程对环境的污染程度降低到最小,资源的利用率达到最高。

三、CAD 系统的构成

CAD 系统包括硬件系统和软件系统两大部分。硬件系统是计算机辅助设计技术的物质基础。软件系统是计算机辅助设计技术的核心,它决定了系统所具有的功能。硬件和软件的组合形成了 CAD 系统。因此,了解和掌握 CAD 技术,研究和开发 CAD 系统,必须具备一定的硬件和软件知识。

(一)CAD 系统的硬件组成

1. 系统硬件的基本组成。CAD 系统的硬件一般由计算机主机、存储器、输入设

备、输出设备和网络组成。输入和输出设备的种类很多,可根据需要进行选配。现代 CAD 系统均为交互系统,由用户操作输入设备来实现。图 13-1-3 表示了一个 CAD 系统的硬件基本组成。

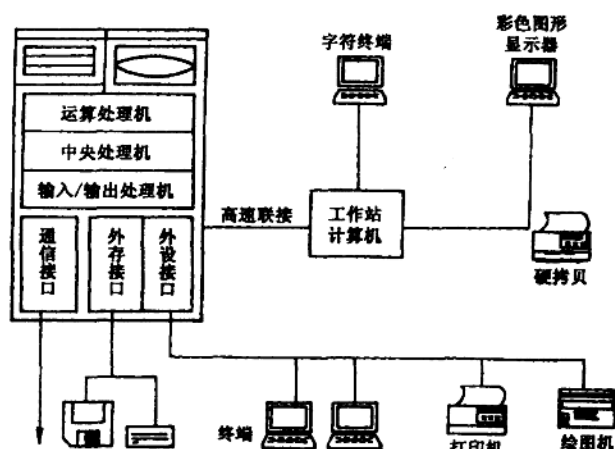


图 13-1-3 计算机辅助设计系统的硬件组成

(1)计算机主机。计算机主机又称中央处理器,由运算器、控制器和主存储器(内存)组成。运算器负责执行指令所规定的算术和逻辑运算;控制器负责解释指令、控制指令的执行顺序、访问存储器等;内存用来存放指令和数据。

(2)外存储器。外存储器与内存的区别在于,它是设计在计算机的主机之外。与内存相,其容量大,但存取速度较慢。CAD 系统需要存储的信息量大,仅有内存是远远不够的,故一般要设置外存储器来存放暂时不用的程序和数据,既可作为对内存不足的补充,又可起到永久性存储的作用。外存储器常见的有磁带、磁盘(软盘、硬盘)、光盘等。

(3)输入设备。在计算机辅助设计中,图形输入装置是人与计算机进行通信的重要设备。早期使用的图形和数据输入设备有键盘、光笔、操纵杆和跟踪球等,后来出现了鼠标器、数字化仪、扫描仪等。常用的输入设备有以下几种。

- 键盘。
- 鼠标器。
- 数字化仪。
- 扫描仪。

(4)输出设备。CAD 系统必须将设计好的图形输出到图纸上,生产工程图纸。这类输出设备统称为硬拷贝机,常用的图纸输出设备有打印机和绘图机两种。

(5)网络。包括局域网和因特网,可以将多个不同硬件,甚至不同区域的硬件系统联在一起,实现资源共享及异地网络化设计。

2. 计算机辅助设计系统的硬件要求。与一般计算机硬件系统相比,应用于 CAD 的硬件系统有如下要求:

- (1) 较高的图形输入、输出设备。
- (2) 较高的运行速度。
- (3) 足够的外部存储空间。
- (4) 较好的网络性能。

(二) CAD 系统的软件组成

所谓软件,是指使用和发挥计算机效率、功能的各种程序,整个计算机系统的工作过程都是由软件来控制 and 实现的。软件的水平是决定计算机系统性能优劣、功能强弱和方便适用的关键因素。计算机辅助设计的软件可分为操作软件、支撑软件和应用软件三个部分。系统软件有两个特点:一是公用性,无论是哪个应用领域都要应用它;二是基础性,各种应用软件都要在系统软件支持下运行。应用软件则是在系统软件支持下,为实现某个应用领域内的特定任务而编制的软件。而对广大用户及一般技术人员来说,更为关心的则是研制或选用应用软件。

四、CAD 系统的分类

近年来,世界各国都在积极开发具有各种功能的计算机辅助设计系统,其中不少系统已投入实际使用。这些系统尽管在设计对象和功能强弱方面各不相同,但可根据运行时设计人员的介入程度和解决实际问题的方式划分为信息检索型、人机交互型及智能型等几种常见类别。

1. 信息检索型

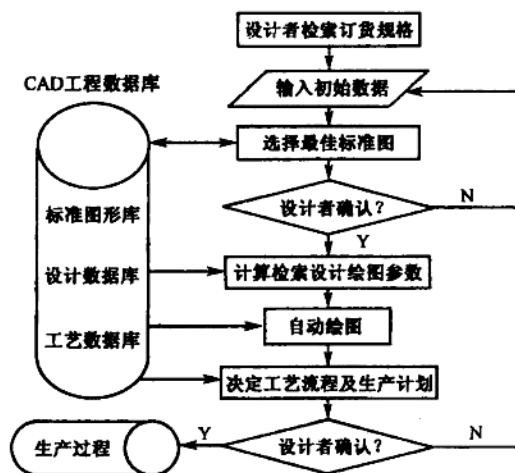


图 13-1-4 信息检索型 CAD 系统

信息检索型 CAD 系统主要用于设计已定型的、标准化和系列化程度很高的产品。例如电动机、汽轮机、变压器、泵、鼓风机和减速器等。

它的工作原理是将已定型的产品的标准化图形信息存入计算机,设计时根据订货要求输入必要信息,在计算机进行必要的计算之后,自动检索出最佳的标准图形。由于其工作是以信息检索为中心进行的,故因此而得名。

例如某电动机设计系统,其工作流程如图 13-1-4 所示。在该系统中已预先储存了 30 种电动机本体的标准图形和 50 种常用的零部件图。设计者根据订货要求,将参数标准化,并按系列的规定将有关参数的信息输入计算机,计算机就能自动地完成包括图形选择、尺寸及材料检索、图样及文件绘制在内的各种设计工作。其速度快、效率高。

但这种系统也有其不足之处,主要是使用范围比较窄,通用性差,而且设计者不能根据需要中途介入,故对图形进行修改较困难。

二、人机交互型

这种系统是在计算机软硬件技术发展的基础上建立起来的。系统运行时,设计者可以通过键盘、光笔、数字化仪、显示器等人机交互设备与系统进行对话。

人机交互型 CAD 系统的工作原理大体如下:由设计者描述出设计模型,再由计算机对有关产品的大量资料进行检索,并对有关数据和公式进行高速运算;通过草图和标准图的显示,设计者运用长期工作中积累的经验对其进行分析,用光笔或键盘等输入装置,人机对话式的直接对图形中不满意之处进行实时修改;计算机根据修改指令作出响应,重新组织显示,反复循环,使之完善。该系统的基本构成如图 13-1-5 所示。

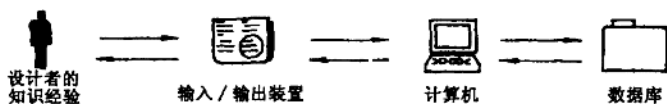


图 13-1-5 人机交互型 CAD 系统

人机交互型 CAD 系统在使用应用软件时主动权掌握在设计者手中,是一种以设计者为中心的系统。它依靠充分发挥设计人员的聪明才智和计算机存储信息,及快速运算的特点,来寻找满足设计要求的最佳方案,具有高度的灵活性和普遍的使用价值。

3. 智能型

近年来,出现了一种新型的 CAD 系统,即智能型 CAD。在现阶段,人工智能的应用主要是以专家系统的方式来体现的,即把机械设计专家系统和原有 CAD 系统有机地结合起来。专家系统是一种使计算机能在专家级水平上工作的计算机程序,这种

系统能运用人类专家的专门知识和推理能力,解决人类难以妥善解决的问题。在智能型 CAD 中,专家系统承担需要依靠知识和经验作出推理和判断的工作,主要有设计过程决策、设计技术决策和各种结果评价等。而一些可以用数字模型来描述的工作,则由通常的 CAD 系统来承担。

专家系统的基本构成如图 13-1-6 所示。



图 13-1-6 智能型 CAD 系统

具有专家系统的智能型 CAD,已在机械设计中发挥了巨大作用。如美国 DEC 公司的 R1 系统,运用产生式专家系统,出色地解决了 VAX 计算机的外形与结构设计任务,成功率达 99% 以上。

第二节 模具 CAD 系统的构成

“系统”是由若干个相互作用且相互依赖的部分集合成的,具有特定功能的有机整体,而一个“系统”往往又从属于某一个更大的系统。模具 CAD 系统是现代模具技术中最重要的组成部分,其本身又是若干个“分系统”相互作用和相互依赖的有机集合体。这些“分系统”包括实施模具 CAD 作业所需要的硬件系统、软件系统和人才系统。

一、硬件条件

硬件是组成模具 CAD 系统的物质设备,包括计算机系统和加工设备,是模具 CAD 系统的基本支持环境。

采用先进的、自动化程度高、精度高的加工设备是现代模具制造水平高的主要因素之一,这部分硬件的投资巨大。

计算机系统是模具 CAD 系统的核心,包括计算机及各种处理器系统、图形工作站、大容量的存储器、图形的输入/输出设备,以及各种接口等。

模具加工设备包括各种类型的、专用于模具加工的数控机床,及各类由电子计算机控制的加工设备及各级控制机,以及各种靠模机床、电加工和特种加工机床、测量机、光整加工设备等。

根据企业或工厂具体条件的不同,目前模具 CAD 技术中所用的计算机系统类型有以大型和中型计算机为主的主机系统、小型计算机组成的转匙(Turnkey)系统、工作站系统和微机为主的低价系统等。

(一)主机系统

这种大型机终端式系统又可分为集中型(直联式)与分散型两种。大型直联式系统的构成如图 13-1-7 所示。其特点是,所有终端都直接与主机连接,通常一个主机连接几十个终端。由于主机处理能力强大并利用大型数据库,除 CAD 作业外,还可兼作计算、管理等。大型直联式系统的优点是计算机本身通用性强,终端的设备较简单;其缺点是多用户分享主机,终端响应不稳定,性能价格比不高。为克服大型直联式系统的缺点,又出现了分散型终端系统,该系统的构成方式是在终端和通用主机间再设置一级小型机或微型机,也有设置专用处理器的。这种改进方式不仅保留了大型系统的较大通用性和很强运算能力的优点,而且充分发挥了终端小型机的基本处理能力,使上、下两级中央处理器(CPU)的负荷大致平衡,从而使系统有较高的处理速度和工作效率。这种分散型系统的构成原理如图 13-1-8 所示。

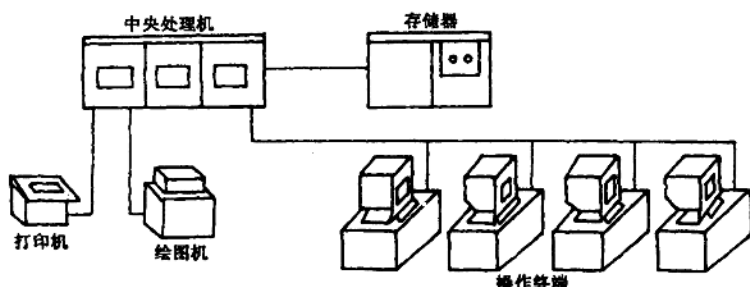


图 13-1-7 大型直联式系统的构成

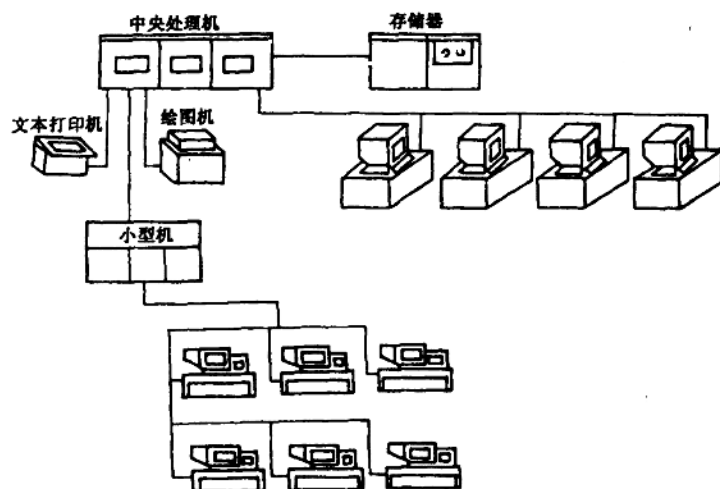


图 13-1-8 分散型系统的构成

随着计算机系统的发展,终端的形式也发生了很大的变化。早期的终端只是计算机的一种输入、输出设备,而现在的用户终端多为智能型,其本身具有 CPU 和一定规模的存储器,除键盘外,常辅助用操纵杆、轨迹球、鼠标器、功能键盘和其他类型输入设备。此外,数据的缓存和图形的扫描等大量繁琐性工作,都由用户终端处理,这就大大减轻了主机的负荷和增加了终端响应的稳定性。在上述两种方式中,绘图机、打印机、纸带输入/输出机和外存储器等外围设备可与主机相连,各终端用户需要时可通过操作系统按预先规定的优先级依次排队。

以大型或中型计算机为核心的主机系统,主要应用于大型或中型企业。这些企业资金雄厚,使用大型计算机有着历史渊源,而且一般均享受大型计算机升级换代给予的优惠。对于拥有这类计算机的企业开展模具 CAD 工作,只需配置合适的图形终端及相应的图形输入/输出设备。其优点是可运行大型 CAD/CAM 软件,享用统一的数据库,所开发的软件具有很好的延续性。

当前,大型机的主要生产厂家有 IBM, Unisys, Amdahl, NAS, CDC, Honeywell, DEC 等公司。

主机系统投资巨大,不适合中小型企业。

(二)小型机成套系统

模具 CAD 也可用于小型机多用户系统。它的硬件配置具有较强的专用性质,针对性强,且配有功能很强和应用成熟的软件。正因为它的任务针对性强,系统的软、硬件配套齐全,所以这种系统又称为转匙(Turnkey)系统,有“拿来即可用”的意思。

Turnkey 系统在 20 世纪 70 年代曾主宰着全世界的 CAD/CAM 市场,生产厂家中以 Computervision 公司为代表。其他的还有 Intergraph、Calma、Applicon、Unigraphics 和法国的 Euclid 等公司。

小型机系统与主机系统和工作站系统相比,有分析计算能力弱、系统扩展能力差、移植性不好等缺点。这种独立的 Turnkey 系统趋向是从封闭式系统转向开放式,并向工业界标准化的开发环境靠拢。

(三)工作站系统

工作站是集计算、图形/图像显示、多窗口、多进程管理为一体的计算机设备。当由多台工作站组成局域网时,还有一些没有图形处理部分的“工作站”承担数据存储、文件管理、外设服务和网络服务等工作。工作站始于 16 位计算机,现在已转为 32 位微型计算机为主体,其处理速度已超过一般大、中型计算机。

工作站系统由于每个用户单机独占资源,因此处理速度快,性能效率高,而且价格适中,不必一次性集中投资,具有良好的可扩充性,对大、中、小型企业均可应用。

目前已有的工作站系统具有三维曲线、曲面、实体造型、真实感图像、工程制图、机构动态分析、有限元分析、多坐标联动数控自动编程等模具 CAD 系统所需的多种功能。

(四) 低价系统

这是立足于低价微机基础上的模具 CAD 系统。自从 20 世纪 80 年代初 PC 型微型计算机问世以来,由于其具有价格低廉、对运行环境要求较低、维修服务方便、学习和使用容易、完全开放式的设计等特点,发展迅猛。模具企业大多以中小型企业为主,因而在一些初级模具 CAD 系统中应用得较多。

这类系统一般在单用户个人计算机的基础上配置软盘、硬盘驱动器、数字化仪表、鼠标器等图形输入装置和绘图机、大屏幕图形显示器和图形打印机等图形输出设备。

目前,微机上的软件开发平台有 DOS, UNIX, MS-DOS 和 OS/2 等多种操作系统。很多著名的 CAD/CAM 软件公司把原来在工作站、小型机、中型机,甚至大型机上运行的成熟软件,经过裁剪后移植到微机上。一些软件公司还专门开发出新的微机软件,也包括模具 CAD 方面的很多成果。微机 CAD/CAM 系统一般均有二维图形软件支持,具有很强的工程图绘制能力,也可进行三维线框或实体造型。它配有数据库、汉字系统及多种高级语言编程程序,可以进行模具 CAD 所需的多种业务。这些在微机上运行的软件开发很快,而且价格低廉。另外,由于微机结构的标准化,使其成为广泛使用的计算机系统。

二、软件条件

在实施模具 CAD 过程中,所需软件条件和硬件条件一样重要。硬件是软件的工作平台,软件则是驱动硬件工作的系统核心,它对系统的总体功能起着决定性的作用。

大体上,模具 CAD 所需软件可分为三类:系统软件、支撑软件和应用软件。

(一) 系统软件

系统软件是使用、管理、控制计算机运行的程序的集合,是用户与计算机硬件的连接纽带。系统软件具有两个优点:一个是通用性,不同领域的用户都可以使用它,即多机通用和多用户通用;另一个是基础性,即系统软件是支撑软件和应用软件的基础,应用软件要借助于系统软件编制与实现。系统软件包括 CPU 管理、存储管理、进程管理、文件管理、输入/输出管理和作业管理等操作。

系统软件与硬件造型、硬件生产厂家紧密相关。在实施模具 CAD 过程中需特别注意选择那些应用较广、具有发展前景和开放式的系统。UNIX 操作系统在实行 CAD/CAM 作业的高档工作站、超级小型机或超级微型机中占统治地位,它在操作能力、图形网络和数据库等多用户、多任务方面的优势。这些优势使 UNIX 操作系统成为 20 世纪 80 年代迅速发展的一种开放式操作系统,到 1991 年为止,全世界已安装该系统数百万套。

(二) 支撑软件

支撑软件不针对具体的设计对象,而是为用户提供工具或开发环境。不同的支

撑软件依赖一定的操作系统,它是分类应用软件的基础。通常支撑软件可以从软件市场上购买,用户也可以自行开发。

支撑软件是建立在系统软件的基础上,开展模具 CAD 所需的最基本的应用软件。支撑软件包括图形处理软件、几何造型软件、有限元分析软件、优化设计软件、动态模拟仿真软件、数控加工编程软件、检测与质量控制软件和数据库管理软件等。支撑软件的作用是,建立开发模具 CAD 所需的应用软件平台,缩短应用软件的开发周期,减少应用软件的工作量,使应用软件更加贴近国际工业标准和提高应用软件水平。

选择这类软件包时,除了要考虑性能价格比外,还要注意供应厂商、培训与支持、用户界面水平及其发展趋势等因素。

(三)应用软件

应用软件是用户为解决问题而自行开发或委托开发商开发的程序系统。它是在系统软件的基础上,或用高级语言编程、或基于某种支撑软件,针对特定的问题而设计研制的,既可为一个用户使用,也可为多个用户使用的一类软件。应用软件的模块化结构不仅可以方便地调试和管理,而且也可以提高使用的稳定性、可靠性和经济性。

这些软件通常均设计成交互式,以便发挥人机的各自特长。程序流程应符合设计人员的习惯,使人机间具有友好界面,用户只要熟悉一些操作命令和输入参数,无需了解设计程序的内部细节。几乎没有一个商品化模具软件能够不经任何二次开发,就贴近所有模具企业的实际生产情况。企业引进模具 CAD 技术时,应做好开发应用软件的思想准备。

对模具 CAD 系统来说,以下一些功能模块通常是不可缺少的。

(1)激光立体建模模块

该模块是在微机控制下用特定的激光束,按照计算机几何造型所编定的轨迹照射在光敏聚合物上,形成连续的固化点,从而得到一个真实的、高精度的三维实体零件。

(2)测量造型模块

该模块完成从实物模型到 CAD 模型的转换工作。即对三维坐标测量机测得的数据进行处理,转换成 CAD 模型。

(3)三维模型交互造型模块

该模块是用于三维交互实体造型的工具,包括线框造型、曲面造型和实体造型等。

(4)模具结构设计模块

利用该模块可对模具进行初始设计。

(5)模具工程绘图模块

在模具设计结构完成后,利用本模块可以绘制模具的二维零、部件图和二维总装图,输出二维工程图样。

(6)数控加工编程模块

在三维几何造型的基础上,利用该模块可以自动生成多轴刀具轨迹和数控加工源程序。

(7)动态仿真模块

该模块用于仿真模具零件的粗加工和精加工切削,使模具零件在真正切削前用仿真模块进行直观模拟,以减少切削错误。

(8)工程数据库管理模块

工程数据库管理模块是模具 CAD/CAM/CAE 集成化的标志之一,使系统的所有模块在一个统一的工程数据库下进行集成。利用本模块可将模具集成制造系统中所需要的材料特性参数、模架、刀具、机床、材料数据等组成一个有机整体存入工程数据库中,并可对数据库进行管理。

近年来,我国从国外引进了许多 CAD/CAM 系统软件,它们都具有很强的图形功能。其中,侧重于曲面设计与数控加工的如 DUCT, CAMAX, UNIMOD 等,通用性较强的如 UEXAPT 等。这些系统大多为 20 世纪 70 年代中期和后期发展起来的,已有 20 多年的历史。根据分析,就曲面造型和数控加工而言,上述系统都有一定的局限性。对某一公司或企业来说, CAD/CAM 技术的投资大、风险高。软件选择一定要针对本公司实际情况,不可盲目选择。我国大多数模具工厂和中小企业目前 CAD/CAM 技术的应用尚处于初级阶段,应以选择适合本单位实际情况的软、硬件开发平台,自我开发为主。一些大型企业或 CAD/CAM 技术已进入较成熟阶段的企业,可以引进成套软件。

第三节 模具 CAD 技术的应用

一、模具 CAD 技术的应用情况

模具 CAD 技术发展得很快,应用范围日益扩大。在冲模、锻模、挤压模、注塑模和压铸模等方面都已有比较成功的 CAD 系统。采用 CAD 技术是模具生产的一次革命,是模具技术发展的一个显著特点。传统的模具设计因循手工设计方法,工作繁琐,模具设计所占工时约为模具总工时的 20% 左右,因此模具设计工作量大、周期长、任务急。引用模具 CAD 系统后,模具设计员可借助计算机完成传统设计中各个环节的设计工作,大部分设计和制造信息由系统直接传送,图纸不再是设计与制造环节的

分界线,也不再是制造、生产过程中的惟一依据,图纸将被简化,甚至最终消失。

展望世界,CAD 技术发展之快,应用面之广,对整个工业界和人类生活影响之大,远远超过了其他高新技术。

美国在 1970 年时,CAD 作为一个产业几乎为零。1983 年经营 CAD 产业的厂商达 100 家,1991 年的年产值约为数百亿美元,其中机械行业占 51%,电子、电器行业占 23%。进入 20 世纪 80 年代以后,CAD 技术发展的另一重要特点,就是这一新兴的高技术应用已迅速从国防工业向民用工业发展,从大型企业向中、小型企业推广。国外的模具工厂均属中、小型企业,从我国 20 世纪 80 年代进口的模具看,几乎 100% 均在不同程度上应用了 CAD 技术。

模具 CAD 在国外 20 世纪 60 年代即开始研究应用,日本模具约占世界模具的 20%,其交货期短,成本、模具精度均处于领先地位,其关键在于引入 CAD 技术。如 1978 年日本机械工程实验室建立的 MEI 连续模设计系统,和 1979 年日本光学工业总公司研究成功的冲孔模和弯曲模 PETAX 系统,将模具设计时间缩短为原手工设计的 $1/5$ 或 $1/10$;日立公司 1982 年建立的冲模 CAD 系统设计一副连续模,时间由原先 20 天缩短为 5 天;日本丰田公司开发的压铸模 CAD 工程系统 CADDES,建立在将设计标准和技术信息数据库化的专家系统基础上,能根据零件图进行压铸模结构、型腔、铸造工艺、构件、装配图等设计,能够进行三维操作,具有通用、特殊和标准件 3 种设计和制图功能。

20 世纪 80 年代以来,我国模具行业陆续从国外引进了相当数量的 CAD 系统,用于模具的设计与制造。同时,国内一些大专院校也着手开发一些 CAD 系统,逐步在模具行业中得到应用。

国内开展模具 CAD 技术的情况,大体有下述几个方面:

(1)以美国 Autodesk 公司 AutoCAD 为代表的一批绘图软件正在模具行业中逐渐普及,计算机绘制模具图正在逐渐取代手工绘图,模具设计人员已经认识到计算机绘图的一系列优点。

(2)国内的一批大、中型企业,以汽车和家电行业为主,陆续从国外引进了相当数量的 CAD 系统,并配置了一些设计、分析与制造模具的专用软件,初步实现了 CAD/CAM 技术的集成,取得了明显的经济效益。如科龙模具有限公司,聘请香港生产力促进局进行规划、设计、制定建厂方案,充分利用当今国际上最新科技成果,建立了以数字库为中心的 CAD/CAM 一体化的模具制造工程系统。科龙模具有限公司 1995 年建成,当年的产值为 1200 万元,1996 年为 3210 万元,1997 年为 3 837 万元,1998 年为 5100 万元,每年以大于 20% 的速度递增。

(3)国内一些拥有自主知识产权的软件,如上海交通大学国家模具 CAD 工程研究中心开发的冷冲模 CAD 系统、武汉华中科技大学模具技术国家重点实验室开发的塑料注射模 CAD/CAE/CAM 系统 HSC 2.0、北京航空航天大学华正模具研究所开发的

CAD/CAM 系统 CAXA 等,正在一些模具企业中推广和使用,并在使用中逐步完善。

(4)我国在近 10 余年的模具 CAD 技术发展过程中,逐步形成了一些应用得比较好的工厂,拥有了一批专业队伍,造就了一批开发和应用模具 CAD 技术的人才。

近年来,国外 CAD 技术发展主要有如下特点:CAD 技术及其应用日趋成熟,发达国家机械制造业中 CAD 覆盖率超过 60%;注重 CAD 专业应用软件的开发;开放式、分布式工作站网络上的 CAD/CAM 集成化系统迅速发展,以工作站、微机为基础的 CAD 系统已成为应用主流,并组成网络,实现了资源共享和信息集成,降低成本,提高效率;CAD 系统朝着智能化专家系统的方向发展。

而国内在 CAD 技术应用尤其是模具方面的应用仍存在许多不足,主要表现在:企业对 CAD 应用缺乏必要的认识,市场经济条件下国家已不可能拨专款为企业引进 CAD 技术,CAD 的应用已完全取决于企业,但大多数企业却缺少应用 CAD 的迫切感;引进 CAD 存在盲目性,国内企业偏重引进高档的工作站和全套的 CAD/CAM/CAE 软件,但在具体应用上却只停留在 CAD,CAM,CAE 等单项技术上;引进 CAD 系统的二次开发跟不上;国内自主开发的 CAD 系统的商品化程度较低;国内工业基础的薄弱限制了 CAD 技术的应用;国内 CAD 技术的覆盖率仅为 5% 左右。

CAD 技术已趋成熟,模具 CAD 技术的优点显而易见,对国内模具生产厂,只有尽早开发应用模具 CAD 技术才能尽早受益,也只有普及了模具 CAD 技术应用才能使我国的模具工业尽快赶上国外发达国家。

二、采用模具 CAD 系统后的效益

(1)提高模具设计水平

提高模具 CAD 技术水平是提高模具质量的重要环节。采用模具 CAD 技术,可以通过计算机检索继承前人的经验积累;计算机和模具工作者的交互作用,有利于发挥人机各自的特点,使模具设计和制造工艺更为合理;系统所采用的优化设计方法也有助于成型工艺参数和模具结构的优化。模具 CAD 技术可以促进产品系列化发展,大大减少甚至消除设计中的错误。

(2)提高模具设计质量

模具 CAD 的各类数据库可为模具设计和工艺的制定提供科学依据,所需数据由设计结果产生并经系统内部直接传送,速度快且错误少。采用 CAD 技术所生产的模具,精度高、尺寸协调一致性好,这是制造现代化模具的根本保证。

对于模具型腔几何形状复杂,协调性要求高的一些大型模具来说,选用 CAD 技术几乎就是保证质量的惟一途径。例如,直升机复合材料旋翼叶片的成形模、汽车外形覆盖件成型模等,采用模具 CAD 技术均可保证模具制造的高质量,并取得很好的经济效益。

(3)节省时间、提高模具生产效率、缩短制造周期