

CAM 技术与应用

杨岳 等编著

CAM
CAM
CAM

机械工业出版社

CAM 技术与应用

杨岳 柳卓之 罗意平 唐雄 吴植桓 编著
梁锡昌 审稿

机械工业出版社

本书全面而系统地介绍了计算机辅助制造(CAM)的基本概念、原理、开发和应用方法。全书共11章。主要内容包括:绪论;CAM中的硬件和软件系统、软件工程方法、CAM数据库;成组技术基础;计算机辅助工艺设计的原理、实施技术及软件开发方法;计算机辅助生产管理的原理、物料需求计划(MRP)及其应用;计算机数控系统的原理与结构、数控加工编程和DNC系统;计算机辅助质量控制系统的体系结构与实施方法;智能制造系统的基本原理与方法、专家系统的应用、工业机器人的原理与构造;柔性制造系统的原理、结构和实施技术;计算机集成制造系统的基本结构和实施技术。本书各主要章节均有较完善的应用实例介绍。

本书可作为高等院校机械制造、机电一体化和工业自动化等专业本科和研究生的教科书及有关工程技术人员继续教育用教材,也可作为进行CAM系统设计、开发和使用的科技人员的实用参考书。

图书在版编目(CIP)数据

CAM技术与应用/杨岳等编著. —北京:机械工业出版社,1996
ISBN 7-111-05022-3

I. C … II. 杨… III. 计算机辅助制造 IV. TP391.73

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第21558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:何月秋 版式设计:霍永明 责任校对:陈立耘

封面设计:姚毅 责任印制:卢子祥

国防大学第一印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1996年9月第1版第1次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·18印张·441千字

0001—3500册

定价:27.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

现代计算机技术的高度发展,将传统的制造技术带入了一个崭新的境界——这就是计算机辅助下的新型生产方式,由此大大地缩短了生产周期、降低了产品成本,提高了产品竞争力。并由此产生了一门新型、交叉学科——计算机辅助制造,简称CAM。可以说,这是机械制造史上继机械代替人力驱动、分离驱动代替集中驱动后的第三次重大变革,机械加工已由单纯作为人手延伸的概念转换为还能代替部分人类思维的智能制造方式。

CAM的魅力之大,几乎延伸到制造的每个环节。在工艺设计、生产管理、制造设备、质量控制、产品装配乃至产品储存、销售等方面,计算机都已大显身手,并产生了计算机辅助工艺设计(CAPP)、计算机辅助生产管理(CAPM)、计算机数字控制(CNC)、计算机辅助质量控制(CAQ)、智能制造(CAI)、柔性制造系统(FMS)等一系列单项技术,而建立在这些单项技术基础之上的计算机集成制造系统(CIMS)则是未来工厂的发展模式。要将CAM技术真正有效地引入我国制造业,就需要较全面地了解和掌握CAM的基本原理和实现方法,了解当前CAM技术的应用水平,从而真正掌握CAM技术,而这正是本书的编写目的。本书还旨在使读者开阔技术思想,改善知识结构,提高对不同学科概念的相互渗透、交叉和结合的认识,把读者引入CAM既令人赞叹又令人奋进的广阔领域,为从事CAM技术打下良好的基础。

本书前3章为基础部分,介绍CAM的基本概念和CAM中计算机硬、软件的基本原理和构成,后8章分别介绍目前CAM应用较广泛的各个方面,力争做到层次分明、深入浅出、实用性强的。

全书共11章,第一、二、三、四、五、六、十、十一章由杨岳编著,第九章由柳卓之编著,第八章由罗意平编著,第七章由唐雄、吴植桓编著,全书由杨岳负责统稿并担任主编,由梁锡昌审稿。

本书在编写过程中参考了国内外众多专家的著作,在此深表谢忱。

由于编者水平所限,书中肯定存在不少谬误之处,恳请读者与同仁予以指正。

目 录

前 言	第六章 计算机辅助生产管理系统	103
第一章 绪 论	第一节 概 述	103
第一节 机械制造系统的基本概念	第二节 企业应用计算机管理的意义和条件	105
第二节 自动化制造系统的变化与发展	第三节 计算机辅助生产管理系统构成、信息类型及数学模型	108
第三节 计算机辅助制造的范畴与应用	第四节 MRP 系统简介	115
第二章 CAM 硬件构成	第五节 计算机辅助生产计划管理系统的开发	123
第一节 CAM 硬件系统的结构	第七章 计算机数控(CNC)加工系统	128
第二节 硬件系统的选型原则	第一节 计算机数控加工系统的组成及工作原理	128
第三节 CAM 中的分级计算机系统	第二节 计算机数控系统的类型及结构	130
第四节 多级分布式计算机系统的局部网络(LAN)与自动化协议(MAP)	第三节 计算机数控系统软件	134
第三章 计算机辅助制造系统中的软件	第四节 CNC 加工系统实例——FANUC 7M 系统	145
第一节 程序语言与程序设计	第五节 数控加工程序的人工编制	152
第二节 系统软件和应用软件	第六节 数控加工程序的计算机编制	161
第三节 CAM 应用软件的工程化和规范化	第七节 DNC 控制系统	169
第四节 计算机辅助制造系统中的信息种类	第八章 计算机辅助质量控制	172
第五节 CAM 数据库及其建立	第一节 概述	172
第四章 成组技术与制造系统	第二节 质量控制的基本术语	172
第一节 成组技术所面临的制造环境	第三节 计算机集成质量控制系统	174
第二节 零件族	第四节 计算机辅助质量控制系统实施问题	183
第三节 零件的分类与编码	第九章 智能制造系统	188
第四节 利用零件分类编码进行成组	第一节 概述	188
第五节 成组生产系统	第二节 知识及其获取和表示	189
第六节 成组工艺的设计方法	第三节 人工智能和专家系统	191
第五章 计算机辅助工艺设计系统	第四节 专家系统在 CAPP 中的应用	201
第一节 工艺设计自动化的重要意义	第五节 工业机器人	207
第二节 CAPP 的基本概念、结构及功能	第十章 柔性制造系统	217
第三节 CAPP 的发展概况及系统的工作原理	第一节 概述	217
第四节 零件信息的描述与输入简介	第二节 数控加工单机	219
第五节 零件信息的描述与输入方法	第三节 柔性制造单元	223
第六节 派生式 CAPP 系统的开发研制	第四节 柔性制造系统	225
第七节 创成式 CAPP 系统的开发研制		
第八节 CAPP 系统实例		

第五节 柔性制造系统实例	241	方法	262
第六节 FMS 总体方案的规划与设计	253	第五节 实现 CIMS 的关键技术	266
第十一章 计算机集成制造系统		第六节 美国国家标准局的 CIMS 实验	
(CIMS)	257	工程	270
第一节 CIM 的提出和发展	257	第七节 CIMS 应用开发实例	274
第二节 CIMS 的构成	258	第八节 中国的 CIMS 发展战略	278
第三节 CIMS 的分级控制结构	259	参考文献	281
第四节 CIMS 的信息流、信息系统及集成			

第一章 绪 论

第一节 机械制造系统的基本概念

一、系统及其属性

系统由于其构成单元和功能的不同,可以有多种定义。较普遍的定义是:系统是由两个或两个以上相互依赖、相互作用、共同配合实现预定功能的各单元组成的有机集合体。例如,简单的加工系统是由机床、工夹具和操作人员组成的。

系统具有下列属性:

(1) 集合性 系统由若干个单元组成。广泛地说,单元可以是实体,也可以是概念;可以是天然的,也可以是人工的(如元件、部件要素、子系统等),如上述的机床、工夹具等。

(2) 关联性 若干单元集合在一起只是一个“群体”或“集体”。要使这种群体或集体够条件成为系统,则单元间必然存在相互关联或相互影响。可以是物理关系、逻辑关系或法定关系。可以表现为某个子系统从另一子系统接受输入,而其输出又往往是别的子系统的输入。

(3) 目的性 一个实际系统作为一个整体对单一或多个对象达到某种功能或某种目的并力求这些对象达到最高的水平(即最佳化),这就是目的性。例如,制造系统把价值赋予原料而得到尽可能高的使用性能的对象时,它就实现了把生产因素转换成产品的功能,而尽可能提高产品使用性能就是系统寻求的目的,即最佳化。

(4) 环境适应性 任何系统都有一定的边界和环境,与外部环境有一定的联系和相互作用。它在运行时(物料、能量及信息的接受与发送)应能适应环境的变化,外部环境能影响系统或反过来系统影响环境。一个能自行控制使其在外部环境变化时始终处于最佳状态的系统称为适应性系统。外部环境及其影响是经常变化的,系统必须进行动态调节以适应环境的变化,即系统具有动态适应性。例如下述的生产系统,能够在严峻的环境条件下(如竞争者、市场、社会、经济、政治和国际形势等)作出决策,以适应市场的潜在需求。

二、生产系统

工厂是社会生产的基层单位。工厂应该根据市场供销情况以及自身的生产条件,决定自己生产的产品类型和产量,制订生产计划,进行产品设计、制造、装配等,最后输出产品。所有这些生产活动的总和,用系统的观点看,就是一个具有输入和输出的生产系统。

图 1-1 所示为生产系统最简单的框图。首先要有生产的动机,有了正确的动机,再同必要的设想、技术知识和经验结合起来,

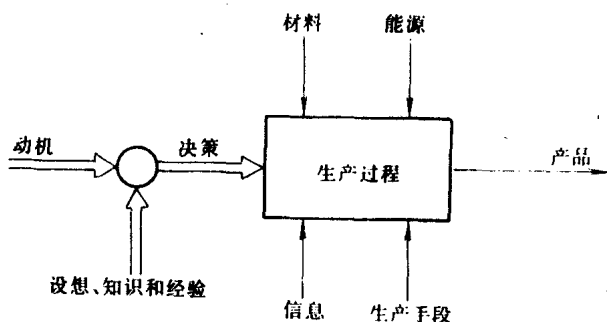


图 1-1 生产系统的简单框图

进行生产决策。然后根据这一决策,进行产品设计,安排生产计划,制订生产流程等。在生产过程中,则必须输入材料、能源、信息(如图样、加工参数、市场情况等)以及生产手段(如机器、厂房、工具等)。把这些综合组织在一起进行生产,最后便得到产品输出。

图 1-2 所示是一个生产系统的基本框图。虚线框内所表示的是一个生产系统。虚线框外表示生产系统的外界环境。整个生产系统的生产过程分为 3 个阶段:第一个阶段是决策和控制阶段,在这个阶段中,工厂最高决策机构根据生产动机、必要的设想、技术知识、经验以及市场情况,对生产的产品类型、产量等作出决定,同时对生产过程进行指挥和控制;第二个阶段是产品设计发展阶段;第三个阶段是产品制造阶段。每个阶段的工作过程中,都需要和数据库交换必要的信息。此外,在第三个阶段中,还必须从外部输入能源和材料。经过上述 3 个阶段的生产活动,系统最后输出所生产的产品。产品输出后,应及时地将产品在市场上的竞争能力、质量评价、改进要求等信息反馈到决策机构,以便于决策机构及时地对生产作出新的决定。

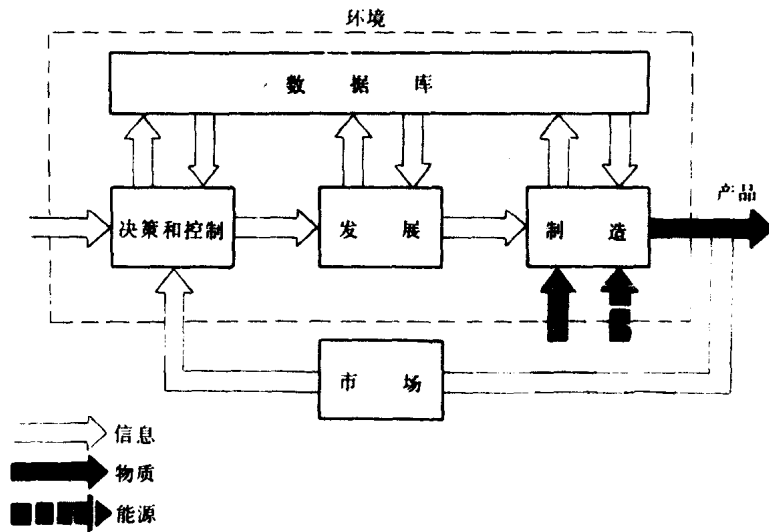


图 1-2 生产系统的基本框图

图 1-3 所示为一个典型制造工厂生产过程的流程图,虚线框外表示生产环境。整个系统分为 3 级:决策级、计划管理级和生产技术级。

决策级为系统的最高层次。工厂领导根据国家的经济政策、资源和能源情况、环境保护、市场动态和数据库中的有关信息资料,制定工厂总的生产纲领,即确定产品生产类型和规模,同时制定总的经济政策。

在计划管理级中,有关部门根据上级指示,结合市场信息和技术部门及数据库提供的信息,确定各种产品的产量并制订全厂的生产计划。

生产技术级包括 3 个子系统:开发和设计子系统负责发展和改进产品,并进行产品设计和提供产品图样;工艺和调度子系统负责制订生产用工艺文件和作业计划;制造子系统接收工艺和调度子系统输出的信息,同时还接受向该子系统输入的材料、能源等,并对其进行一系列的变换,对输入的原材料进行加工、装配、涂装、包装,最后形成产品输出。产品输出后,经过性能检测,及时把产品产量、质量的资料存入数据库。另一方面把产品在市场上的评价、销售情况反馈到决策级和经营管理级,以供决策机构及时地进行新的决策,经营管理部门及时地对生产做出新的决定、计划并进行指挥。

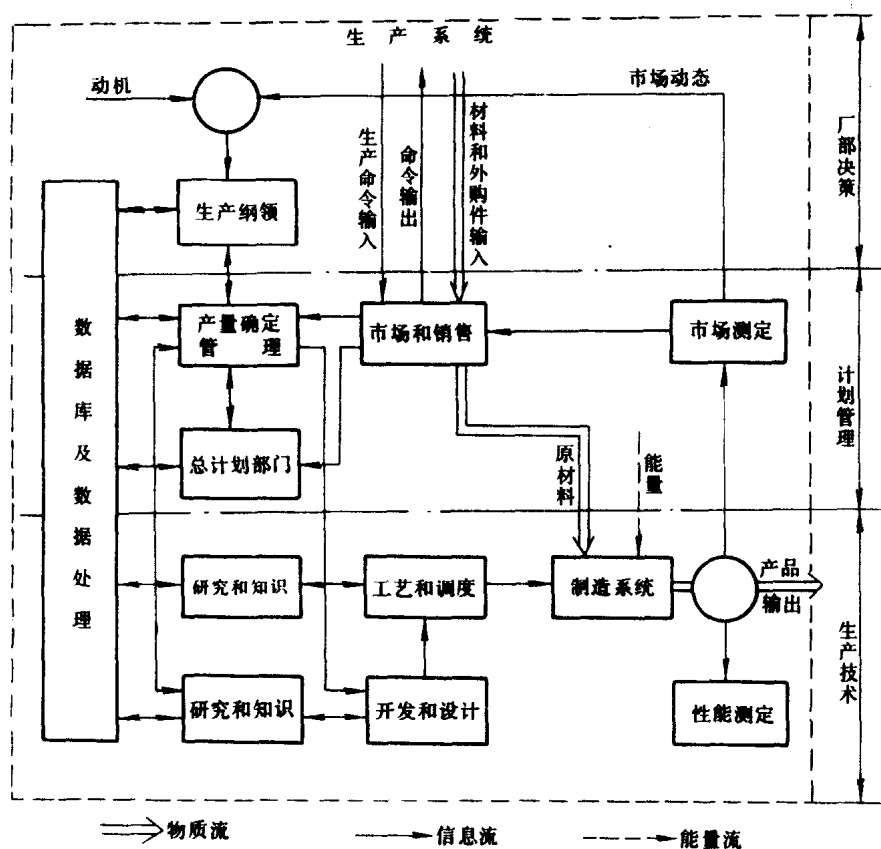


图 1-3 生产系统的典型结构

生产系统中,各级之间互相联系,互相支持,同时又都和数据库发生联系,可直接与数据库进行信息交换,进行数据存取。数据库中存在大量的设计、工艺、管理方面的信息,以及数学工具信息(如线性规划、动态规划等)。充分利用数据库的各种信息,可以使系统的工作建立在更加科学的基础上。

以上是用系统的观点来看待生产过程的各个环节,以及它们之间的关系。用系统工程学的原理和方法来组织生产、指挥生产,可使工厂的生产和管理科学化;可使企业按照市场的情况,及时地改进、调节生产,不断进行产品更新,以满足社会的需求;可使生产的产品质量更好,周期更短,成本更低。因此,系统工程学越来越普遍地得到企业的重视和采用。

三、机械制造系统及其组成

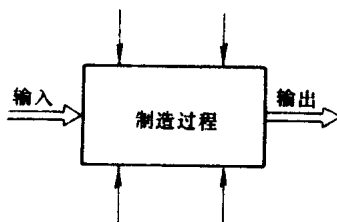
长期以来,人们对于机械制造领域所涉及的各种问题,往往都是孤立地看待,对于机械制造中所用的机床、工具和制造过程,仅限于分别地、单个地加以研究。因此,在很长的时期内,尽管在机械制造领域中许多研究和开发工作取得了卓越的成就,然而在大幅度地提高小批量生产的生产率方面,并未发生重要的突破。直到 60 年代的后期,人们才逐渐认识到只有把机械制造的各个组成部分看成一个有机的整体,以控制论和系统工程学为工具,用系统的观点进行分析和研究,才能对机械制造过程实行最有效地控制,并大幅度地提高加工质量和加工效率。基于这种认识,人们进行了许多研究和实践,于是出现了机械制造系统的概念。

机械制造系统既然被看成是一个系统,就必然有输入和输出,如图 1-4 所示。所谓机械制

造系统的输入,就是一定的材料或毛坯,而输出则为加工后的零件、部件或产品等。从某种意义上讲,制造系统又是生产系统的组成部分或子系统(图 1-3)。

机械制造系统的任务是:

- ① 将材料或毛坯转变成一定形状和尺寸的零件或产品。
- ② 提高工件的质量,使之达到所要求的形状精度、尺寸精度和表面质量。
- ③ 尽可能使制造过程在最佳条件下进行,以达到高的加工效率和低的生产成本。



如将图 1-4 细化,则可得图 1-5,它表示了机械制造系统的各组成部分及其相互间的关系。由图 1-5 可知,机械制造系统可划分为物质子系统、信息子系统和能量子系统 3 个组成部分。在这 3 大组成部分中,分别存在物质流、信息流和能量流 3 种流动载体。

在物质子系统中,把毛坯、刀具、夹具、量具及其他辅助物料作为原材料输入,经过存储、运输、加工、检验等环节最后以成品输出。这个流程是物质的流动,故称之为物质流。而负责物料存储、运输、加工、检验的各元件可总称为物质系统。

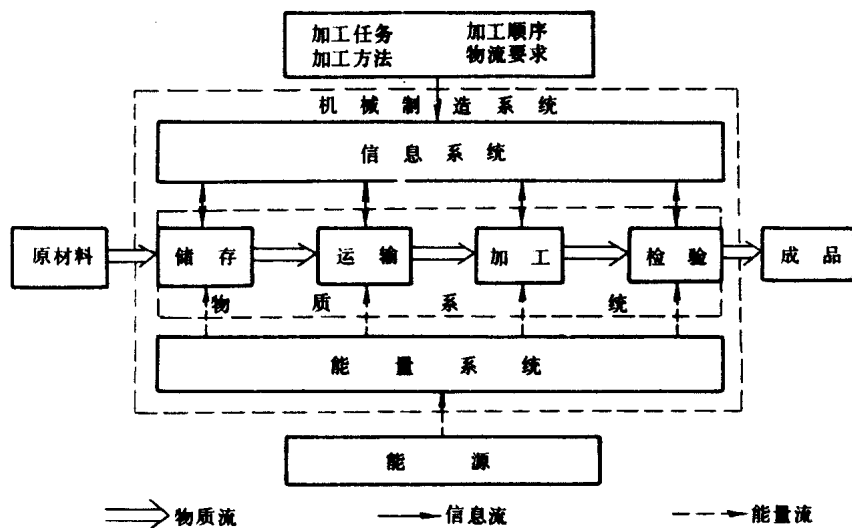


图 1-5 机械制造系统图

在信息子系统中,加工任务、加工顺序、加工方法及物质流所要确定的作业计划、调度和管理指令属于信息范畴,称之为信息流。而负责这些信息存储、处理和交换的有关软硬件资源可称为信息系统。

在能量子系统中,制造过程中的能量转换、消耗及其流程称之为能量流。而负责能量传递、转换的有关元件称为能量系统。

在常规制造系统中,物质子系统和能量子系统是较普遍地存在的,而信息子系统则往往缺乏。如由一台普通车床构成的制造系统就只存在物质系统和能量系统,加工信息的输入与传递是由人工完成的。但在现代制造系统中,则较普遍地增加了信息系统,如数控机床中的 CNC (计算机数字控制系统)就是典型的信息系统,它通过其内部的计算机进行零件加工信息的

存放,并发送加工指令,控制加工过程。

四、机械制造系统的分类

根据机械制造系统内拥有的机床数,可将系统分为单级和多级机械制造系统。单级制造系统只拥有一台常规机床或 NC、CNC 机床。这种系统可以是车削制造系统、磨削制造系统或铣削制造系统等。由于零件加工过程往往要经过多道工序、多台机床才能完成,因此,如果把零件的整个制造过程看成是一个系统的话,则这种制造系统称为多级制造系统。

1. 单级制造系统

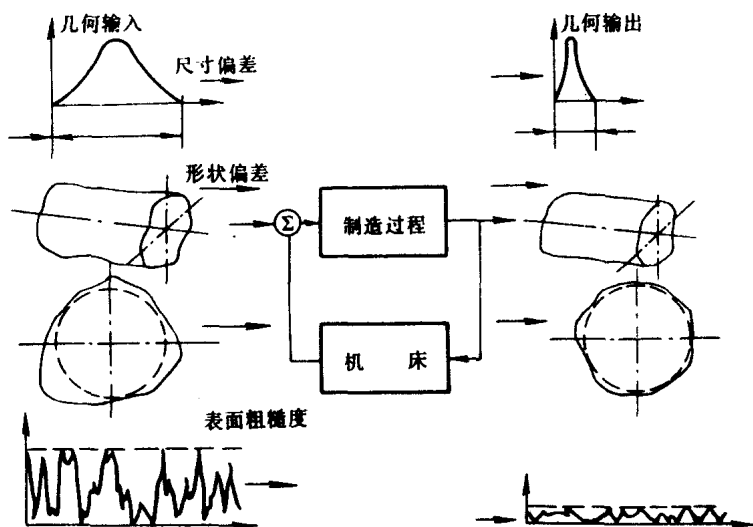


图 1-6 单级机械制造系统

图 1-6 所示为加工过程(如车削)的一个单级机械制造系统的组成部分。输入的是一个有一定几何外形(尺寸、形状)精度和表面粗糙度以及材料性质的毛坯。刀具和工作之间的相对位置、切削速度、进给量和完成切削所需的能量则由机床提供或保证。最后加工出几何形状、精度和表面粗糙度均符合要求的工件。

2. 多级制造系统

由于零件加工过程往往要经过多道工序、多台机床才能完成。因此,如果把零件的整个制造过程看成是一个系统的话,则这种制造系统称为多级机械制造系统。图 1-7 所示是由 m 台机床串联组成的 m 级机械制造系统。

传统机械制造系统所用的机床为常规机床,这种系统的自动化水平较低。对于手工操作而言,操作者依靠自身的技术和经验,按照零件图样和工艺文件对加工过程进行控制。常规机床上也可以利用凸轮、靠模等自动控制,从而实行自动化。系统的一部分控制信息(工艺和几何控制信息)存储在凸轮或靠模上。由于这种系统的控制信息是以固态形式存储的,故系统的柔性受到很大的限制,很难适应于多品种、小批量生产的需要。这种系统的一些辅助操作,如工件的装卸、传送、换刀等也能用类似的方法实现自动化。

新型的制造系统是一个先进的自动化系统,它们都是由计算机控制的,因此计算机已成为现代自动化制造系统中不可缺少的组成部分。由计算机控制的单级制造系统是数控(NC)机床,例如 NC 车床、NC 铣床、加工中心等。由计算机控制的多级制造系统则可形成 DNC 系统(直接数控系统)、FMS(柔性制造系统)和 CIMS(计算机集成制造系统),这些系统的具体内容

见有关章节,有关概念参见以下介绍。

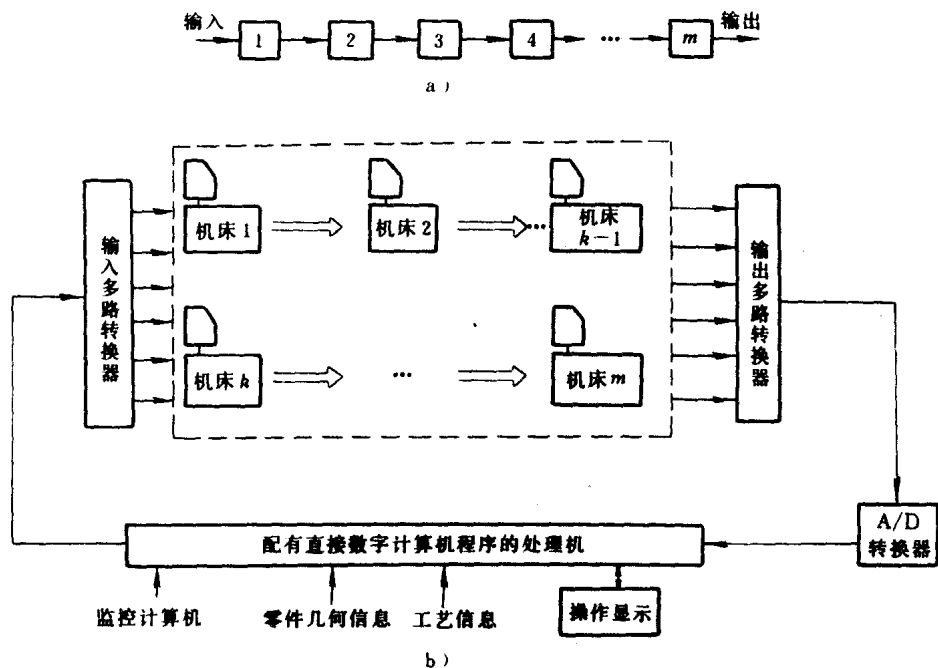


图 1-7 多级机械制造系统

五、计算机控制制造系统的层次结构

图 1-8 所示为计算机控制下制造系统的层次结构。在这个层次结构中,最低一级为单台设备,其中包括各类计算机数控机床、焊机、电化学和电火花加工设备、高效激光加工机床、工业机器人等。

当一组计算机数控机床在一台与各机床控制器相联的计算机控制下,按规定的顺序向机床分配数控程序和指挥机床工作时,就构成计算机直接数控系统,或称为“群控”系统。

如果若干台计算机数控机床和一台工业机器人协同工作,这样构成的加工系统能加工一组或几组结构形状和工艺特征相似的零件,该系统就能取代直接数控系统而构成柔性制造单元(FMC)。

若用一台协调计算机,借助一个物料运储系统,将若干柔性制造单元或工作站(如加工中心)连接起来进行自动化生产,这个计算机控制的制造系统就称为柔性制造系统(FMS)。

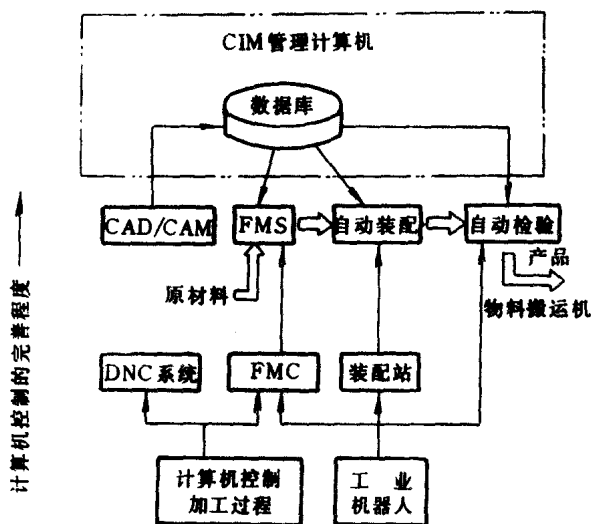


图 1-8 计算机控制制造系统的层次结构

柔性制造系统加工后的零件,沿规定的路线用一个传输系统送至各装配站。在自动化的装

配站中,机器人将零件装配成部件或最终产品,而自动检测系统将对产品进行性能测试和检验。

在计算机控制的制造系统中,常常将计算机辅助设计与辅助制造(狭义)的连接称为计算机辅助设计与辅助制造(CAD/CAM)系统。这种系统曾称为集成制造或一体化制造系统(IMS)。如柔性制造系统中使用一体化制造系统去集成零件的设计和制造信息,则构成柔性制造系统的高级形式。

计算机控制的制造系统的最高层次将是计算机集成制造系统(CIMS)。这种系统能使机械制造业中的各种计算机系统协调工作,其中包括产品设计、工艺设计、生产计划制订、各种零件的自动化加工系统、自动化装配和测试系统以及计算机控制的物料运储系统等,都集成于一个计算机网络中,用一台大型计算机作中央级计算机统一管理。该中央计算机监视系统的相关任务,并根据总的管理策略对每项生产任务进行控制。

第二节 自动化制造系统的变化与发展

由制造系统的发展可知,随着数控技术、计算机技术、成组技术(GT)等的发展及其在机械制造业中的广泛应用,机械制造业中传统的生产方式现在发生了巨大的变革。过去必须由人才能完成的工作,现在完全可以由计算机来代替人去做了;过去认为费时和不经济的生产准备和技术准备工作,现在有的可以省略,有的已不那么费工和费时了。因此,机械制造领域中的生产组织原则和基本概念,也随之发生变化。

本世纪的前50年间,即在数控技术和计算机技术的开发和广泛应用前,机械制造业基本上是在“批量法则”的传统概念下组织生产的。所谓批量法则,即生产的组织形式、加工方法和加工设备、工艺装备等,均按产品批量的大小来决定它们的先进性和高效性,对于生产批量足够大的产品,就组织专业化生产,采用高效率 and 自动化的加工设备和工艺装备,建立流水生产线或自动生产线。对于小批量的产品,就只能采用生产效率低的常规工艺方法和通用设备(图1-9)。显然,这就使多品种、小批量生产企业长期处于低效率、低技术和高成本的落后状态下。

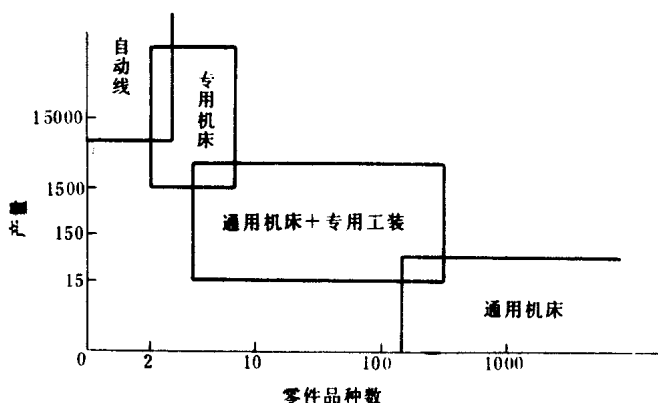


图 1-9 传统概念下的生产组织方式

显然,这就使多品种、小批量生产企业长期处于低效率、低技术和高成本的落后状态下。

进入本世纪80年代以来,由于工业技术的高度发展,国民生活发生了巨大变化,人民普遍追求富裕生活,对工业产品的需要也是多样化的,并且要求产品具有高性能、高质量和价格便宜。因此,多品种、小批量的生产企业在机械制造业中的比重将愈来愈大,将来,75%的零件制造批量都将少于50件。为了适应市场的激烈竞争,那种按批量法则来组织生产的概念完全不适用了,显然,小批量生产也必须采用高效率 and 自动化的生产方式和生产手段,这也是制造系统所以按前述过程发展的缘由所在。图1-10所示为在新概念下的生产组织方式,其中除自动

线外,所有方式下的加工设备都能用于多品种的自动化加工。在这种制造概念的指导下,当前的机械制造业必然要大力发展数控技术和柔性制造技术,而它们都是计算机辅助制造这一技术领域所要研究和解决的问题。

实际上,自本世纪 50 年代初期成组技术和数控技术问世以来,就预示了柔性制造技术的开始。但真正的发展还是在成组技术、数控技术和计算机技术结合起来之后,其发展过程可以用图 1-11 表示。

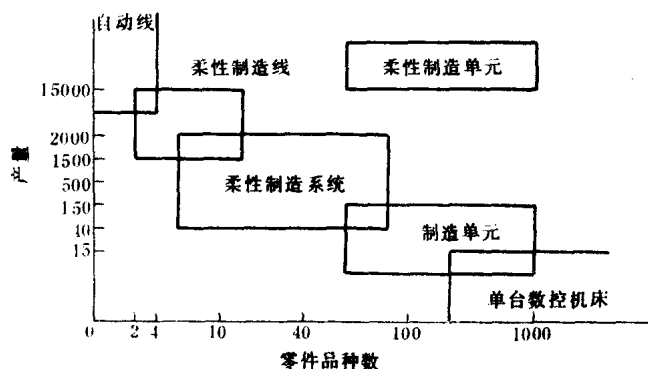


图 1-10 新概念下的生产组织方式

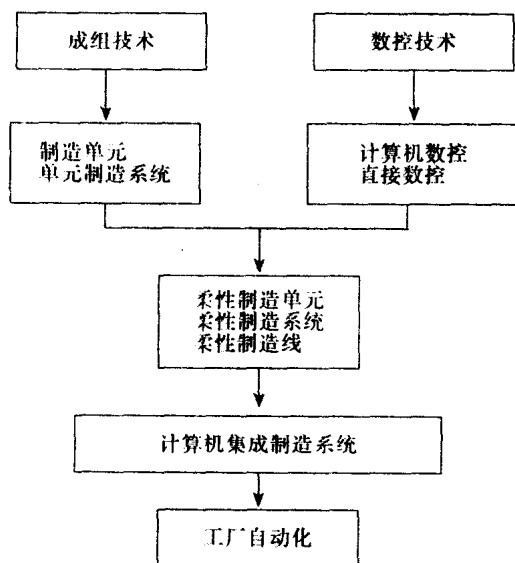


图1-11 柔性制造技术的发展过程

成组技术(Group Technology, 简称 GT)在生产中应用的典型形式是成组制造单元,后来随着发展又称为制造单元(Manufacturing Cell, 简称 MC)。在制造单元中,用一组机床加工一个或几个结构和工艺相似的零件族(Part Family)。

而数控技术则经历了 CNC、DNC, 然后与 GT 和计算机技术结合起来发展和完善了 FMC、FMS 和柔性制造线(FML 或 FTL)。此时,CNC 机床和加工中心的功能不断扩大和完善,一改过去为了建立自动线而平衡生产节拍的需要将工序分散的传统做法,采用了工序尽可能集中的加工原则,从而减少了定位、装夹和搬运工件的辅助工时,提高了工件的加工精度。

在 CNC 技术发展的同时,计算机在生产中的应用也日益广泛,计算机辅助工程(CAE)已深入到各个技术领域,然而,单项的计算机辅助系统虽然都取得了相当好的技术经济效益,但就工业企业的整体而言,并不一定都能取得最好的效益,从而促进了计算机集成制造系统(CIMS)的研究和发展,这也是进一步发展未来工厂自动化(FA)的高级模式。

第三节 计算机辅助制造的范畴与应用

从广义上讲,计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing, 简称CAM)就是利用计算机来代替人去完成制造系统中的、以及与制造系统有关的工作。通常认为,CAM 可定义为能通过直接或间接地与工厂资源接口的计算机来完成制造系统的计划、操作工序控制和管理工作的计算机系统。因此,CAM 的应用可以概括为 CAM 的直接应用和 CAM 的间接应用两大类。

一、CAM 的直接应用

CAM 的直接应用即计算机直接与制造过程连接以对它进行监视和控制,这类应用可分为两种系统:

1. 计算机过程监视系统

在这个系统中,计算机通过一个与制造系统的直接接口来监视系统的制造过程及其辅助装备工作情况,并采集过程中的数据。但计算机并不直接对制造系统中的各工序实行控制,这些控制工作,将由系统的操作者根据计算机给出的信息去手工完成,如加工尺寸的计算机数字显示系统就属于这一类。

2. 计算机过程控制系统

该系统不仅对制造系统进行监视,而且还对制造系统的制造过程及其辅助装备实行控制。如数控机床上的计算机数字控制(CNC)就属于这一类。

计算机过程监视系统和过程控制系统的区别如图 1-12 所示。前者在计算机与制造过程之间的数据只能从过程单向流至计算机(图 1-12a),而后的计算机接口允许数据在计算机与制造过程间双向流动(图 1-12b)。

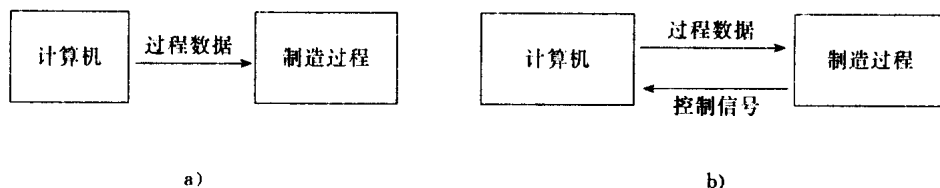


图1-12 计算机监视和计算机控制的差别
a) 计算机过程监视系统 b) 计算机过程控制系统

二、CAM 的间接应用

在 CAM 的间接应用中,计算机并不直接与制造过程连接,只是用计算机对制造过程进行支持。此时,计算机是“离线”的,它只是用来提供生产计划、作业调度计划、发出指令及有关信息,以便使生产资源的管理更有效。CAM 的间接应用可用图 1-13 作简单表示,图中的虚线表示计算机与制造过程间的通信是离线连接,它们之间的联系要由人来完成。下面是 CAM 间接应用的一些例子:

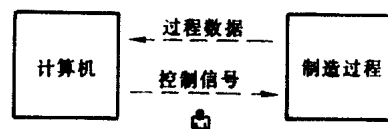


图 1-13 CAM 的间接应用

计算机辅助 NC 编程 —— 为 NC 机床准备加工零件用

的控制程序。

计算机辅助工艺过程设计——由计算机制订产品或零件的工艺过程和有关工艺文件。

计算机辅助编制物料需求计划——计算机用于确定原材料和外购件的采购和订货时间,以及确定完成生产计划所需要订购的数量。

计算机辅助车间控制——计算机用于收集和整理工厂数据,并确定各不同车间的进度计划。

在上述例子中,人只是用于给计算机输入数据和程序,或是按计算机的输出去完成必要的动作。

第二章 CAM 硬件构成

第一节 CAM 硬件系统的结构

一、CAD/CAM 硬件系统的类型

CAM 硬件系统包括应用的计算机及其所属的外部设备。根据系统总体配置、组织方式及所用计算机的不同,有不同的分类方法。

1. 按系统总体配置分类

(1) 主机系统(Main Frame System) 这是一个中央处理机(CPU)配有多个图形终端的系统。系统终端用户可以共享数据库中的数据,但若 CPU 失效将影响全部用户。主机系统的初始投资很大。

(2) 成套系统(Turn-Key System) 成套系统或称交钥匙系统,是 CAM 系统供应商根据用户要求,提供的一套包括硬软件配套在一起、交付即可使用、用户无需进行再开发的 CAM 系统。随着新一代计算能力、图形功能更强的开放式工作站的出现,专用的成套系统将逐步被取代。

(3) 超级微型机工作站系统(Stand Alone Work Station System) 工作站是具有较强计算、图形交互处理功能的计算机系统。它采用高分辨率的图形显示器,并有一个窗口驱动的用户环境,还可随时利用网络资源,应用联网技术。近年来,工作站的性能价格比不断提高,已成为当前 CAD(即计算机辅助设计)和 CAM 系统的主要硬件环境之一。

(4) 个人计算机系统(PC System) 由于 PC(Personal Computer)计算能力的不断增强,已经打破了 PC 机不能胜任 CAM 的状况,PC 机正从开始承担二维图形和简单计算任务,逐步向高层次发展。随着 PC 机的发展,它与工作站的差别将逐渐消失。

2. 按系统组织方式分类

常用的计算机系统有单机和联机两种组织方式。单机系统是由一台计算机加上输入、输出设备供单一用户使用的系统。联机系统由一组连成网络的多台计算机组成,网络内的计算机各司其职,一部分用于面向用户的数据处理,一部分用于控制整个网络的通信。网络联机系统可以分为集中式和分布式两种组织方式。

(1) 集中式(中心式) 早期的网络组织方式多采用集中式,一个控制主机与多个工作终端相联,完成所有的数据处理任务(如:设计、工程分析、制造、计划调度、业务管理等),相邻终端之间的通信都通过控制主机进行,如图 2-1 所示。这种方式结构简单,控制处理比较简便,增加终端时成本低。但若控制主机出现故障,系统将完全瘫痪,因而要求控制主机具有极高的可靠性。

(2) 分布式(非中心式) 网络中采用不同种类的计算机进行各自的数据处理,各计算机之间的通信既可通过总线进行、也可按已知路径传输、或依靠预先分散设计于各自系统中的通信功能实现,而不需要控制主机加以集中管理。系统中某计算机出现故障,不会影响其他计算