

# 面向 CIMS 发展的单元技术

于功弟 潘 宏 (西南交通大学)

**摘要:**本文从宏观角度分析和综述了对发展 CIMS 起关键作用的几个重要单元技术 CAD/CAM、工业机器人、柔性制造系统(FMS)、制造资源计划(MRP II)、计算机辅助工艺过程设计(CAPP)的发展和运用。最后从应用、特点和战略几个角度介绍了 CIMS 的发展。

计算机集成制造系统(CIMS)名字的出现至今已有十多年了,但其真正的发展还是在 80 年代中期才开始。当今,计算机集成制造(CIM)几乎成了自动化的特点。这一方面是由于单元技术的发展,如数控加工中心,计算机辅助设计及制造、工业机器人、柔性制造系统,制造资源计划,计算机辅助工艺过程设计、资源信息管理及调度技术等等,提供了可供集成为一个整体系统的技术基础;另一方面是世界市场竞争的加强,为了从竞争中求生存,求发展,必须加速产品的更新换代,提高质量,降低成本。凡此种种,客观上对 CIMS 产生了巨大的需求,促进了 CIMS 的发展。CIMS 技术的核心是如何将发展过程中形成并成熟的、分散的各种系统集成成一个相互协调、总体优化的集成系统。就这一点而言,CIMS 已成为一种组织现代化工业生产的“哲理”。把 CIMS 作为现代工业的新一代生产方式,并非偶然,它是科学技术发展和市场需求变化共同推动的结果,也是随着各单元技术发展,使人们认识到这些自动化单元技术的集成能够带来更高的技术上和经济上的效益的结果。

今天虽然 CIMS 还没有完成实现,而且难度很大,但它却受到世界科技界和工业界高度的重视,并已取得了重大进展。

## 一、CAD/CAM

CAD/CAM 是在设计和生产中用数字计算机完成某些功能的一种技术,这种技术使生产厂在习惯上是各自独立的设计和制造的两种工作成为有进一步相结合的可能,最终 CAD/CAM 又将为今后计算机集成化工厂提供技术基础。

计算机辅助设计(CAD)可定义为利用计算机去开发、产生、分析、修改和优化工程设计所进行的各种设计

活动。现代 CAD 系统是以交互式计算机图形学(ICG)作为基础的。CAD 的硬件常包括计算机、一个或多个图形显示终端、键盘、绘图仪及其他外部设备。软件由实现计算机图形的程序所组成。另外还有一些有助于用户作工作技术工程的应用程序:包括构件的应力-应变分析、机械动态响应、热传导计算和数控零件编程等。由于各个用户的生产线、生产过程及销售市场不同,它们的一些应用程序也不同,这些因素也使 CAD 系统有不同的要求。

进入八十年代后,随着小型和微计算机性能的提高和成本大幅度的下降,面向 CIMS 应用的 CAD 进入了更多的制造应用领域,不仅出现了可绘制 2、和 3 维图形的交互绘图系统,而且还产生了用于 3 维设计和工程分析的 CAD 系统,可以完成产品设计、材料分析、制造要求分析、优化产品性能以及加工、模具和专用零部件设计等工作,采用 CAD 可以大大节省设计时间,CAD 不但提高了产品设计的效率,而且也提高了设计水平和质量,从而使成功采用 CAD 技术的工厂能够迅速推出高性能、高质量的新产品。

计算机辅助制造(CAM)可定义为通过对工厂生产资源的直接或间接的计算机接口联系,来达到同计算机系统对制造厂的作业进行设计、管理和控制。其用途可分成两大类。

### 1. 计算机监视和控制

这是直接应用的一种类型,它是将计算机与制造过程直接连接,以便对过程进行监视和控制。过程监视包括计算机和制造过程的直接连接,用来观察加工过程及有关联设备和收集加工过程中的数据。过程控制比过程监视更进一步,它不仅能观察过程,而且能在观察的基础上进行控制,按控制软件算法直接向加工过程发出命

令信号。

## 2. 支持制造应用

这是间接应用的一种类型,这里计算机用于支持工厂中的生产过程,但是计算机与制造过程之间没有直接连接,而是以“脱机”(off\_line)方式来提供设计、计划表、预测、指示信息,使企业的生产资源的管理更为有效。

随着 CAD 和 CAM 技术的迅速发展,人们已考虑到两者的集成,即 CAD/CAM 一体化,以实现由计算机将所设计的零件信息直接转化为加工信息传递给机床,使一项产品从设计到制造在一个系统中完成,不再使用图纸等书面技术文件。图形编程的产生实际上是这两者集成的开始,但明确地把 CAD、CAM 集成为一个系统的工作是在 70 年代中期开始的,在八十年代中期系统进入实用阶段。目前,CAD/CAM 技术以高级的交互式图形系统,计算机控制的机床,智能机器人,完善的检验技术等满足工业生产的需要,使生产更趋完善。

现在,又出现了 CAS。它是英文中计算机辅助选择软件的首字缩写词。该术语是一九九二年三月国际流体传动博览会期间技术论文中出现的最新术语,代表了软件的最新进展。CAS 软件不是 CAD、CAM、CAD/CAM 软件的替代产品,而是作为它们的补充。除了代表绘制元件计算机图形的有用工具外,对那些总是用市场出售的软件确定产品的人而言,其价值无量。

今后,面向 CIMS 的 CAD/CAM 将会向内部高智能和技术集成化发展,新型计算机系统、分布式系统智能显示终端、分布式图形数据库管理系统、语言输入系统等将组成新系列的 CAD/CAM 系统,使其成为实现 CIMS 最重要的基础单元技术。

## 二、工业机器人

工业机器人是一个多用途的,拥有一些人类特点的可编程机器。最典型的类似人特点的机器人特性是它的手臂,这手臂再加上机器的具有被编程的能力,使它能完善地适宜于机器上料、点焊、喷漆和装配等各种生产工作中。机器人可被编程去执行一系列机械动作,并且它能反复地重复这些运动顺序,直到重新编程去完成其他一些工作为止。

工业机器人具有许多与数控机床相同的特性,控制机床的数控(NC)技术的相同方式被用来操纵机器人的机械手。机器人是一个比数控机床更轻便、更便于移动的设备。美国机器人研究所对机器人给出了一些缩小拟

人影响的定义:机器人是一个可编程的多功能的机械手,这种机械手通过编制可变的程序来完成各种工作运动,用来搬运物料、零件、工具或专门装置。目前的工业机器人一般有四种构造型式:极坐标的结构型式;圆柱坐标的结构型式;手臂关节的结构型式,机器人的用途是为了执行一种有效的任务。工业机器人是制造和装配柔性自动化的一个主要组成部分,因而 CIMS 中必须要考虑机器人的集成。这项研究目标是为把机器人系统功能集成到 CIMS 提供方法和工具,确定和研制一个将机器人集成到 CIMS 中的原型控制系统。目前在将机器人集成到 CIMS 的计算机辅助总体布局设计系统的设计和“高线编程系统”的研制方面都已取得了很大的进展。这些研究项目以确定设计系统、显示和隐式编程之间的接口和公用功能换块为开始,制定总体系统结构、方法学和设计用的适宜工具。制定了机器人集成到 CIMS 中的设计准则,研制成计算机集成系统的机器人原型机。计算机预设计系统也正在开发中,该系统可以自动生成技术和图形文件。机器人装配工作站的仿真模型原型和柔性装配子系统及用于装配工艺过程设计的初步的原型专家系统已经建立。设计系统和高线编程系统之间的接口已根据 CIM 参数模型设计完成,并确定了显式解释语言。现已完成隐式编程语言解释程序的理论部分的结构研究,为设计程序确定了一种多级结构并完成了关于确定机器人运动设计程序模块的研究,分析了各种用于机器人和单元组成部分的几何表达技术。高线编程技术是机器人集成到 CIMS 中的必要工具。高线编程系统可以在设计和生产计划方面建立必要的连接。仿真系统是高线编程系统的一个整体部分,它必须在图形屏幕上显示机器人在它的环境中运动的图形。

## 三、柔性制造系统

目前对 FMS 没有明确的定义。1967 年由英国首先研制后由美国成功建成的由数控机床组成的名符其实的、多品种加工的自动生产线,被命名为柔性制造系统(FMS)。FMS 的产生把机械加工的劳动生产率又提高到一个新的高度。据 1982 年美国的一份调查报告报道,组成 FMS 的一套机床的产量通常为同样机床在单机使用情况下所完成产量的三倍。柔性制造系统包含了中等批量和中量品种生产的很大一部分范围。一具典型的 FMS 可以加工几个零件族。零件在 FMS 的中央部位装卸,小车在机床之间运输零件,一旦一个零件被装在运

储系统中,它就自动地按指定路径被送往加工零件的特定工作站,对于不同的零件种类,路径可以不同。每个工作站的操作和加工也会不同。零件在计算机命令下完成调节与控制运储和加工的工作。一个 FMS 可使用一台或多台计算机。计算机系统的功能是控制机床和物料运储系统、监控系统的执行过程和进行生产计划。FMS 的产生及其完善的重要意义,还在于它解决了在离散型工业生产中一直试图解决而未能解决的,经常更换品种的中小批量生产自动化问题。中小批量离散型生产是工业生产中实现自动化的领域,现在有了实现的途径,从而展现了工业生产有可能全面实现自动化的前景。电子设备生产 FMS、钣金加工 FMS 和机械加工 FMS 等都已投入运行。FMS 和上层生产管理系统相连接,使零件准备、自动安装和手工安装都与装配线同步进行,柔性制造系统的应用,相应减少了在制品数量和库存量,实现了缩短生产周期的目标。目前的研究目标是建立完善型的 FMS 单元,使该单元具有人工智能组成配有机器人的新一代 FMS。

#### 四、MRP II 制造资源计划

为了描述 MRP II,首先让我们看一下从材料需求计划(MRP)到制造资源计划(MRP II)的发展过程。MRP (Material Requirements Planning)的进展可分为四个阶段[3]:

1. 改善了的订货方法
2. 优先计划
3. 闭环 MRP
4. MRP II

第一阶段是在计算机开始用于需求计划计算时引入的。在有计算机之前,这项工作由人工完成,要消耗大量的时间和劳力。由于计算机处理的 MRP 执行需求计划的高速性和准确性,因此它在原材料和零件订货中是一个巨大进展。

MRP 进展的第二阶段的产生是为了使 MRP 第一阶段与不符合实际情况的总进度计划相结合。MRP 系统开始将优先计划引进其计算中,术语“优先计划”指的是一个不仅能确定订货种类,而且还能确定订货时间的 MRP 系统。MRP 能分为各种时间周期。优先计划不仅提供了一个提高优先级来处理重要工件的手段,它还使某些工件的优先级降低,以延缓处理这些工作。

MRP 第三阶段代表了 MRP 用户的成就。闭环

MRP 是对 MRP 第二阶段的改进,因为它不但考虑优先计划,而且还提供与执行优先计划有关的反馈信息。闭环 MRP 意味着将生产计划与管理的各种功能(能力计划、库存管理、现场控制等)集成一个单独系统。它还意味着在贯彻生产计划出现问题时,能得到来自销售点、生产车间等方面的反馈。闭环 MRP 将生产计划与管理系统的各种独立功能结合在一起,是一个重大发展。

MRP 进展的第四阶段在闭环 MRP 系统和企业财务系统之间有一个通讯连接的线路,制造资源计划 MRP II 就是这个结合的名称。MRP II 具有超过闭环 MRP 的两个基本特点:

1. 它是一个工作计算财务系统
2. 它是一个模拟器

这个工作计算和财务的系统的特点使 MRP II 成为全企业系统,它涉及到企业的各个方面。包括销售、生产、设计、库存与现金流动等,在所有情况下,各独立部门的工作都可以被归纳为相同的通用名称:财务数据。此通用数据库对管理人员给出了成功管理企业的必要的信息。例如,现有原材料可以被等价地转换为资金费用,这样就可以求得全部库存物质的费用总和。MRP II 还是一个模拟器,它能模拟所考虑的生产计划与管理决策的各种可能结果。MRP II 不仅包括工作计算系统(MRP、库存管理、生产能力计划等)。还包括与企业的会计和财务系统有关的费用计划和控制模块。现在 MRP II 已成为 MIS 中最引人注目的一种系统。

今后,面向 CIMS 发展的单元技术 MRP II 将向系统化、集成化发展。管理生产需要制定年、月或周的生产计划、物料需求计划(MRP I)、生产能力(资源)平衡以及进行财务、仓库、各种管理、市场预测及制定企业长期发展战略计划等将集成起来组成新型的 MRP II。

#### 五、计算机辅助工艺过程设计 CAPP

60 年代末期开始研究计算机辅助工艺过程设计(CAPP)。其基本功能是:工艺路线设计,每道工序的详细设计,切削用量的选择,时间定额的制度等。CAPP 系统能给制造工程师提供有减少日常抄量工作的可能,同时它给出一个产生合理的、协调的、甚至也许是优化的加工路线的机会。目前已经研制成两种可供选择的 CAPP 方法,它们是:

1. 检索型的 CAPP 系统(亦称变型系统)
2. 生成型的 CAPP 系统

检索型 CAPP 系统用零件分类、编码和成组技术作为基础。在此方法中,把工厂中生产的一些零件按照它们的加工特点给予区分,并划分几个零件族。对每个零件族拟定一个标准的工艺过程方案。该标准工艺过程方案被储在计算机文件中,然后可供该族中的新零件作检索之用。为了建立计算机文件,以及使新零件能有效地检索出合适的工艺过程方案,需要有零件分类的一些形式和其编码系统。对于一些新的零件,也许需要删改现有的工艺过程方案。当新零件的制造要求和标准工艺过程方案略微有些不同,就要做这些工作。加工路线或许对新零件是相同的,但每台机器上具体需要那些工序或许是不同的。整个工艺过程方案,必须为零件各个加工工序和零件流经各台机床的次序提供技术资料。由于在检索工艺过程设计中能够构成各种反复变化的方案,所以这些 CAPP 系统称为“变型系统”。

生成型的工艺过程设计是指利用计算机从高速存储器中自动和不需人辅助地生成一个单独用的工艺过程方案。计算机将使用一系列算法,经过各种技术的和逻辑的计算,逐步形成加工用的最终工艺方案。系统的输入要包含全面描述工件的内容,这可能牵涉到使用某些形式的零件代码来概括出工件数据,但不包括对现有的标准工艺方案的检索。而生成式 CAPP 系统在分析零件形状、材料和影响加工决策的其他因此的基础上,综合各情况设计出优化的加工次序。

在理想的生成工艺过程设计中的程序包中,系统应能给任意零件设计出优化的工艺方案,实际上目前生成型系统离开广阔应用还有很远的距离,它们还有不能满足真正生成能力的倾向,因此只能用于少量范围的制造过程中。

现在,也把 CAPP 和使用计算机对生产及其设备进行管理、控制、操作以及对产品的测试,检验等作为 CAM 的内容。

## 六、CIMS 的发展

进入九十年代以来,随着“信息高速公路”的提出,CIMS 的发展模式与最初的构型有了一定的改变,从目前国外企业发展 CIMS 的趋势看有以下几种发展模式:

### 1. 先发展单元自动化智能技术

它的基本做法是以能集成的单元技术的深入应用推进 CIMS 的发展。各企业根据自己的生产特点、技术装

备情况先发展上述某些单元技术,然后在应用过程中逐步集成发展 CIMS。特别是随着计算机技术、数据库技术、网络技术、通讯技术、多媒体技术的发展促使 CIMS 的各单元技术获得更快的发展。

### 2. 实现局部集成自动化

由于企业实现全盘集成自动化既需要巨额资金,又要冒很大风险,因而可采用先实现工厂制造局部自动化,逐步扩大成全部集成自动化的发展模式。使企业生产自动化由单机向局部集成系统,继而向全盘集成方向发展,欧洲一些厂家就是这样,采用“切块分片”实现自动化的方针。

### 3. 立足现有自动化技术的集成改造

由于一些企业本身已具有一定的计算机应用基础,可采用在此基础上集成改造逐步扩大应用范围的发展模式。例如,美国约翰迪尔拖拉机公司由于在应用成组技术方面卓有成效,因而采取以 GT 为开发应用 CIMS 核心的模式;产品复杂、生产零件品种多的波音飞机公司和联邦德国 MBB 飞机公司,因为较早采用了计算机辅助设计 CAD 和制造自动化技术,所以他们则以 CAD/CAM 作为 CIMS 的发展基础。

### 4. 整体发展 CIMS

随着“信息高速公路”的提出,全球性计算机网络技术的成熟,一些实力雄厚的大型企业一开始就根据本企业特点结合较成熟的集成自动化技术发展整体 CIMS。这种方法可避免自动化孤岛,减少企业的实施风险。但投资大,发展周期较长。

由上述可见,无论采用何种模式,今后发展 CIMS 必将与当今世界新潮流“信息高速公路”的发展结合起来,特别是随着全球性经济一体化的发展、全球性信息网络的建立,各种新技术的提出,CIMS 的发展模式将会产生新的“哲理”,使其更加完善和更符合二十一世纪大工业化生产的特点。

### 参考文献:

- [1] Mikell P. Grover . CAD/CAM: COMPUTER - AIDED DESIGN AND MANUFACTURING. Prentice - Hall Inc. 1984
- [2] SCHAFFER G. H. Implementing CIM. American Machinist, 1981
- [3] 于功弟, 中小企业 CIMS 的研究探讨. 计算机世界, 1992(50)