

# CIMS—信息时代的工厂自动化模式

杨景宜 (北京第一机床厂)

CIMS作为国家高技术研究与发展计划自动化领域中的一个主题,已逐渐被企业界人士理解和接受。该技术在国家科委选定的工厂中应用已初见成效,受到国家领导人的高度重视,并指示逐步在我国企业中推广。本文对CIMS的基本概念与发展动向、北京第一机床厂CIMS工程实施策略和效益作一简介,供准备规划与实施CIMS的企业参考。

## 一、CIMS的概念和由来

CIM(Computer Intergrated Manufacturing)直译为计算机集成制造,它是1973年美国约瑟夫·哈林顿(Joseph Harrinton)博士针对企业所面临激烈市场竞争形势而提出来的组织企业生产的一种哲理,实现这种哲理的技术措施和工程系统称为CIMS。

对CIM至今尚无权威性定义,本文引用如下定义:

“CIM是一种组织、管理与运行企业生产的新哲理,它借助计算机硬软件,综合运用现代管理技术、制造技术、信息技术、自动化技术、系统工程技术,将企业生产全部过程中有关人、技术、经营管理三要素及其信息流与物流有机地集成并优化运行,以实现产品高质、低耗、上市快,从而使企业赢得市场竞争。”

各工业发达国家对CIM的发展先后给予很大关注。美国政府将CIM列为影响国家经济命运和地位的22项关键技术之一,并把CIM列为制造技术类中四项关键技术之首。欧共体在1984—1993年实施的欧洲信息技术研究发展战略计划中制定了专门的FCIM计划。日本80年代末制定了智能制造系统(IMS)计划。日本汽车振兴会、能率协会制定了CIM研究和发展计划。

## 二、CIMS与单项自动化的区别与联系

为了说明CIMS与单项自动化的区别和联系,首先介绍CIMS的组成。

CIMS通常由管理信息系统、工程设计集成系统、制

造自动化系统、质量保证系统四个功能分系统和计算机网络、数据库两个技术支持系统组成。其框图见图1。

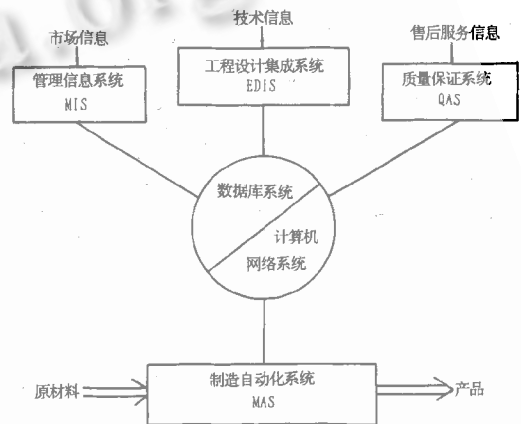


图1 CIMS的基本组成

各分系统的功能概述如下:

### 1. 管理信息分系统

以制造资源计划MRP为核心的管理信息系统,主要功能包括两大体系。一是经营体系,功能有经营决策、销售管理和财务管理;二是生产体系,功能覆盖库存管理、生产计划、能力管理、采购管理和车间作业管理。通过信息集成把企业的产、供、销管理有机地联系在一起,达到快速按市场需求调整计划、合理安排生产、降低流动资金占用和迅速配套出产的目的。

### 2. 工程设计集成分系统

产品开发活动包括产品的结构设计(概念设计、结构分析和绘图)、工艺设计和数控编程。引入计算机技术辅助这些活动而形成的技术分别为CAD、CAPP和CAM。目前商品化的CAD系统是基于几何图素的造型系统,在进行CAPP工作前需人工读图输入信息,即使按照图形转换标准通讯也难以完整地传递信息。基于加工特征的CAD/CAPP/CAM集成系统成功地解决了信息集成问题,在从数据库中提取特征图形信息的同时就得到了零

件的加工信息,这种基于工程数据库的设计系统也为进一步采用并行工程模式进行设计提供了技术手段。

### 3. 制造自动化分系统

该系统是 CIMS 中信息流与物流的结合点。它可以由自动化程度不同的数控机床组成,如普通数控机床、带刀库的加工中心、带刀库和托板交换的柔性制造单元、由自动小车服务的多台加工中心组成的柔性制造线等。柔性线的单元控制器通过上一级的车间控制器与工程设计系统、管理信息系统联网,直接得到加工指令和 NC 程序。底层自动化设备有时还包括自动化立体仓库。

### 4. 质量保证分系统

该系统主要包括质量信息子系统和质量检测子系统。质量信息子系统跟踪从产品设计、制造、检测到售后服务全过程,对出现的质量问题进行分析、评价和质量成本计算。质量检测子系统自动制定检测规程,可以对自动测量机,也可以针对人工检测,采集到数据后进行计算和统计分析。

### 5. 数据库分系统

数据库系统是实现 CIMS 信息集成的技术支持系统。实现方式可以是集中式或多层次的数据库系统,也可以利用分布式数据库技术实现数据共享。在设计数据库时首先要从数据用途分析,整理出分系统专用信息和全系统共享信息。对共享信息要做到数出一家,全局共享。

### 6. 网络分系统

网络技术是信息集成的关键技术之一。计算机网络提供分系统互联和通信的能力。一般厂区范围不大的企业可采用局域网。网络拓扑结构可以采用总线型网或令牌环型网。一般局域网通信协议采用国际标准化/开放性的 TCP/IP 协议,在网络设计时首先要进行通讯流量分析。

由上面所述可以看出,构成 CIMS 的各应用分系统实际上就是计算机在企业工程设计、制造和管理各个领域中的应用。它们分别是单项自动化系统。可以说,CIMS 正是这些单项自动化系统的有机结合,但它又不是单项自动化系统的简单组合。而是建立在信息集成基础上的整体化优化组合。

企业发展自动化技术,往往是从单机自动化、单项管理开始,这些单项应用可以取得一些效果,但发展起来后就会发现许多弊病和局限性。以计算机辅助管理为例,各个部门围绕自己的业务搞应用,往往内容重复,数据冗

余还不一致。例如产品零件目录表系工程技术、现场生产、管理系统的基础数据,如果各个部门分别录入计算机,很容易出错;汇总零件需求计划时,如果没有与库存管理、车间作业管理结合起来,就得不到最终指导生产的净需求计划……。正由于单项管理的局限性,因此产生了建立管理信息系统的需求。实施 MRP II 最大的难点是建立产品数据库,整理和录入产品数据需要较长时间,新产品数据往往不能及时录入计算机,造成不能及时把新产品纳入计算机管理的轨道。如果 CAD 系统在新产品设计完成后,自动生成目录表直接传送给 MRP II,则可以大大增强实施 MRP II 的作用。

回顾我厂自动化技术发展的过程,走过了以下三个阶段。

	工程设计	制造	管理
第一阶段 90 年以前	参数优化设计 CAD 绘图	NC (单机自动化)	单项计算机管理 (单组信息处理)
第二阶段 90~93 年	CAD/CAPP/CAM (工程集成设计)	FMS (机组自动化)	MIS (管理信息流自动化)
第三阶段 94 年起	CIMS 实现信息流与物流的初步集成		

由上表看出,我厂实施 CIMS 是先按功能划分,建立设计、管理、制造各自的自动化系统,然后开发分系统间的通讯接口或建共享数据库。其中设计自动化系统、管理信息系统面向全厂,制造自动化系统则根据财力和需求紧迫程度逐步发展。第一期工程只发展一个 FMS 车间,设计、管理、制造自动化的信息首先在这个车间的一条 FMS 线上集成。也就是第一步先实现开发三个应用分系统和打通一条 FMS 线的 CIMS 有限目标。

世界上,CIM 并没有一定的模式。CIM 是一种哲理,代表了工业自动化的方向,如何朝这个方向走去,不同的企业有不同的做法。有的企业是先围绕某种产品或某类零件的生产建立设计、管理、制造等应用计算机的独立自动化岛,再把它们联成一体。

CIMS 的实现也不拘于一步建成完整的 CIMS 体系,企业可结合自己经营生产的特点,重点发展某些分系统,实现局部集成。也可以发展基于微机系统 CIMS,不一定都采用高档计算机。企业可通过全面规划,突出重点,分步实施,利用计算机技术,通过信息集成来解决企业在市场竞争中面临的各种技术问题,便是在实施 CIMS。

## 三、实施 CIMS 的策略和我厂实施概况

实施 CIMS 是一个逐步提高自动化水平、逐步在企

业中扩大应用覆盖面的过程。制定技术方案与实施计划时应遵循下面一些基本原则:

### 1. 效益驱动、总体规划、重点突破、分步实施

这十六字方针是国家科委指导 CIMS 技术开发与应用提出来的基本原则,对企业如何搞好 CIMS 工程有非常重要的指导意义。“效益驱动”是基本出发点。一个企业 CIMS 工程重点搞什么?取决于企业生产的特点,要针对企业参与市场竞争中的薄弱环节。例如,日本的一些机床厂批量生产数控机床产品,特别注重提高加工效率,因此在底层制造设备中大量采用 FMS 等自动化加工手段。而美国的一些机床厂,主要是按用户要求设计、生产一些航空航天工业用的高精度复杂专用设备,采用 CAD、CAE 的设计与结构性能分析水平很高,但底层设备仅用单机数控设备,不配备 FMS。企业的 CIMS 不能搞成一个演示系统,应该是能尽快在企业中实际运转和取得效益的系统;不能盲目追求高技术,而应尽可能采用成熟的技术。

CIMS 的实施是一个复杂的系统工程,常常需要一个个分系统逐步建立,甚至逐步去实现和完善分系统中一个个功能。但是,为了达到系统的整体效益,避免整体集成中的困难,必须首先要有一个总体规划,并在总体规划下分步实施。做总体规划时要根据总目标与分系统目标建立各分系统的功能模型、信息模型及与其他分系统间的信息联系,从而归纳出 CIMS 系统中的共享信息,制定分系统间数据交换的统一规范,制定分系统间协调发展的实施进度计划。

### 2. 信息存储的分布策略

CIMS 功能覆盖工程设计、管理、制造、质量保证各个分系统,数据库的合理配置是实现信息集成的关键之一。为了提高系统的运行效率,CIMS 的数据结构基本上是根据功能分系统划分的,在同一分系统中,也可根据模块相关程度将所处理的数据分布存储,即建立合理的分布数据管理系统。

对于全局共享的信息,首先要编制适合各分系统需求的编码系统,建立全局数据字典。存储方式有两种,一种是建立供全局数据查询与服务的主数据管理系统,另一种是全局数据项目建立在产生数据的分系统中,由该系统负责数据的生成与维护,其他分系统可利用分布式数据管理系统提供的功能进行查询与使用。

### 3. 分系统的实施与集成关键技术攻关同时并举

实施 CIMS 的效益首先是实施各分系统带来的效

益,要搞好分系统的实施又必须扎扎实实从基础单元做起。例如发展 FMS,如果其中的加工中心单机都用不好,那么联线还有何必要?可以说,不搞好 CIMS 中的分系统,集成是空谈;另一方面如果没有总体规划,不发展集成技术,那么分系统的应用效果是有局限性的。把各分系统置于 CIMS 的环境下,才能充分发挥分系统的效益。因此我们的方针是:在总体规划指导下搞分系统实施,在分系统发展的基础上搞集成,开发分系统与开发集成关键技术并举。

我厂正是基于以上基本原则开发与实施 CIMS 工程的。我厂产品的结构复杂,随着市场经济的发展,按用户个别要求设计和生产的单件/小批产品日益增多。为提高市场竞争能力,最迫切的问题是要缩短供货周期,因此需要利用 CAD/CAPP/CAM 技术提高设计水平和效率;需要借助 MRP II 提高安排生产的应变能力。此外,为了提高数控机床产品的产量,生产瓶颈是箱体加工。因此我厂制定 CIMS 工程第一期工程的目标是,管理信息系统、工程设计系统面向全厂, MAS 系统先建立加工箱体零件为主的 FMS 车间,并首先在一条 FMS 线上实现各分系统的信息集成。

几年来我们狠抓各分系统的实施,按照实施计划逐步推进。例如,实施 MRP II 先从库存管理入手,再进行宏观的计划管理,有了这些基础后再实施对车间的工序作业管理,目前 MRP II 系统已在主导产品生产线全面深入地应用。实施工程设计系统,为了早日见效,先利用商品 CAD 软件做产品的变型设计,绘制产品。同时研制基于加工特征的轴套类零件、箱体类零件的集成 CAD/CAPP/CAM 系统,解决从信息上打通一条 FMS 的关键技术问题。为了实现全系统信息集成,应尽量避免出现异构数据库,按照我厂总体规划,整个 CIMS 系统以 ORACLE 数据库为平台,实现各分系统间的数据共享。

经过四年的努力,CIMS 工程已初见成效,变型产品设计周期缩短二分之一,用 FMS 加工零件效率提高 4 到 8 倍,且一致性好,大大缩短了装配周期。为适应多变的市场,近年来频繁调整生产计划抢占市场。CIMS 工程的实施增强了我厂的综合技术实力,使我厂的销售收入、利税指标保持了行业第一的先进水平。

## 四、CIMS 的发展新动向

随着 CIMS 的发展与实施,CIMS 本身的内涵与技术也在不断深化与发展。CIMS 的实施,缩短了产品设计

周期和制造周期,但是市场竞争的形势越来越严峻,顾客需求越来越个性化,要按照顾客的需求去设计生产,供货周期要比过去成倍减少才能抢占市场,单件生产的效益要达到批量生产的效益,价格才有竞争力。因此,尽管 CIMS 提供了部门间的信息共享,加快了企业设计、生产各个阶段的节奏,但仍然满足不了市场竞争的需要。

近年来,国际上围绕增强企业竞争力提出了许多新的概念,进行了新的实践。如并行工程(Concurrent Engineering)、精良生产(Lean Production)和灵活制造(Agile Manufacturing)等等。这给我们 CIMS 的研究和应用注入了新的活力。

企业面对激烈的国际竞争市场,不仅要技术上解决应变能力,还必须涉及经营、体制及人等重要因素。图 2 表达了 CIMS 组成的三要素—人/机构、经营与技术。在三要素的相交部门需解决四类集成问题。



图 2 CIMS 组成三要素

1. 使用技术以支持经营
2. 使用技术以支持人员工作
3. 设置机构/人员协调工作以支持经营活动
4. 统一管理实现经营、人员、技术集成优化运行。

如果说, CIMS 的第一个阶段是以信息集成为特点, 解决 T(供货周期)、Q(产品质量)、C(降低成本)、S(售后服务)的问题, 即以数据库和工厂局域网为核心支持各应用系统的集成, 也就是说, 以信息集成为特点的第一阶段的 CIMS 是从技术角度解决企业竞争需求的, 那么, CE、Agile 等内容充实 CIMS 之后的第二阶段便是以顾客需求为核心, 通过企业组织和 Team Work 这些重要纽带, 去使用企业公共信息资源支持下的各个可以集成的应用系统。

以加速产品开发过程为目的的并行工程, 受到了制造业的广泛注意, 实行并行工程已成为企业求得生存与发展的主要手段。它一改过去研究开发、设计、制造串行的工作模式, 而是强调人们的协同工作、一体化并行地进行工作。组织方式是以一种新产品生产为目标, 从产品

全生命周期有关的设计、制造、物资、计划、质量、销售等部门中抽调人员, 组成项目小组(Team Work), 并由一名有职有权的组长负责从产品开发到产生的全过程, 指挥小组成员并行协调地工作。

并行工程的重要价值在于为 CIMS 总体优化提供了新的思路与技术。如果说过去的集成是串行的, 那么并行工程是集成的更高级阶段。另一方面, CIMS 中强调的计算机信息集成又为并行工程思想的实现提供了强有力的技术支持与保障。

(1) 计算机网络支持了并行工程所需的通信, 包括企业的内部通信及与用户的通信。

(2) CIMS 中的信息集成及产品数据交换技术为人员协同工作创造了有利条件。

一句话, 并行工程是 CIM 的一种优化运行哲理, 尤其适用于订单型产品为主的 CIM 企业。

美国 21 世纪制造战略—Agile(灵活)制造企业则是 CIMS 的横向扩展。今天的 CIMS 是针对一个企业内部的集成, 增加柔性, 提高竞争能力。而未来的灵活制造形式是虚拟公司, 竞争的主要优势表现在能以最快速度把一复杂产品推向市场, 从各个不同公司中选出在开发革新产品中的各自优势部分, 然后综合成单一经营实体—虚拟公司。它的生命周期, 取决于某一特定产品的市场机遇, 机遇消失了即行解体。创造虚拟公司的条件是建立全美工厂通信网, 使得分布式企业之间集成及分布式并行作业成为可能。

## 五、结束语

综上所述, CIMS 的开发与实施并不是高不可攀的事情, 它是企业多年来在各个方面应用计算机的优化组合和提高, 它强调在本设计指导下实现信息共享, 以取得综合效益。实施好 CIMS 不单纯是技术问题, 而是人/经营/技术相结合的系统工程。尽管在我国 CIMS 刚刚起步, 但也要吸收西方新近提出的并行工程等新思想、新方法, 按第二代 CIMS 概念去规划、设计与实施。

CIMS 的实施将会为企业参与市场竞争注入新的活力, 国有企业将依靠 CIMS 高技术重展雄风, 在改造我国传统产业的征途中实现制造业现代化的伟大历史使命。

### 参考资料:

[1] 李伯虎主编, 计算机集成制造系统(CIMS)约定、标准与实施指南, 兵器工业出版社 1994