

高等学校教材

计算机集成制造系统

严新民 主编



西北工业大学出版社

TH166

Y10

450201

高等学校教材

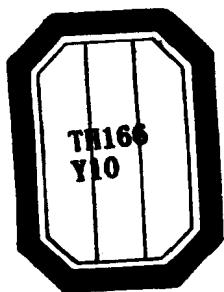
计算机集成制造系统

严新民 主编

孙树栋 张振明 副主编



00450201



西北工业大学出版社

1999年3月 西安

(陕)新登字 009 号

【内容简介】 本书介绍了计算机集成制造系统(CIMS)的社会需求、技术背景、体系结构、系统分析方法和发展策略,重点阐述了CAD/CAM集成技术、制造自动化信息集成技术、生产经营管理系统、质量控制等内容,并展示了我国自行设计开发的一个计算机集成制造系统的实例。本书内容丰富、资料翔实,既可作为高等院校的教材,也可供制造业及主管部门的科技决策人员、管理人员、技术人员参考使用。

JS1B6 / 16

高等学校教材
计算机集成制造系统

严新民 主编

责任编辑 张近乐

责任校对 樊力 齐随印

*

©1999 西北工业大学出版社出版

(邮编:710072 西安市友谊西路127号 电话:8493844)

全国各地新华书店发行

空军电讯工程学院印刷厂印装

ISBN 7-5612-1101-5/TP·160(课)

*

开本:787毫米×1092毫米1/16 印张:15.375 字数:373千字

1999年3月第1版

1999年3月第1次印刷

印数:1—2000册

定价:18.00元

购买本社出版的图书,如有缺页、错页的,本社发行部负责调换。

前 言

目前国内外愈来愈多的科技工作者和企业家认识到,CIM 哲理是指导未来工厂经营管理的主要思想,CIMS 是 21 世纪制造企业的主导运行方式。这是由于近二三十年来高科技的迅猛发展,网络和数据库技术的强有力支持,已经形成世界范围的动态多变的市场环境,要求企业必须做到产品质量高、价格低、上市快以及售后服务好,并应具有柔性、灵活、快捷生产的能力,因此,CIMS 应运而生。

我国 863 计划 CIMS 主题执行以来,取得了比设想要快得多、好得多的成果和效益。CIMS 产业化和应用工程正在向纵深方向迅速发展,这就要求人才培养、队伍建设、干部培训工作必须抓紧、抓好。基于这种形势,我们编写了这本书,期望它能作为培训用的教材。本书脱稿之时,正值我国 863 计划执行 12 周年之际,作为对 CIMS 主题的小小献礼,编者心情特别愉快。

本书的编写和出版,自始至终得到了西北工业大学研究生院和出版社的热情支持。参加编写的同志分工如下:第一章和第二章由严新民编写,第三章由邓修瑾、许建新编写,第四章由田锡天、张振明编写,第五章和第七章由张晓坤、李言编写,第六章由孙树栋编写,第八章由王锦田、张瑞峰编写,第九章由秦现生编写。全书由严新民任主编,孙树栋、张振明任副主编。

本书由西安交通大学何钺教授审稿,何教授对书稿进行了认真的审阅,并提出了许多宝贵意见,在此谨致以诚挚的谢意。

虽然参加本书编写的同志均或多或少参加过我国 CIMS 工程设计和实施工作,但由于各人只可能参加一个方面的实际工作,经验和体会不尽相同,加之编写时间仓促,因此书中难免会有不全面、不妥当甚至错误之处,恳请读者不吝赐教,以便以后充实改进。

编 者

1998 年 3 月

目 录

第一章 概论	1
1.1 CIM 和 CIMS 概念	1
1.2 CIMS 的组成	3
1.3 CIMS 的效益	4
1.4 国外发展 CIMS 策略简介	5
1.5 我国 CIMS 技术的发展战略	13
第二章 CIMS 体系结构及系统分析方法	16
2.1 面向系统局部的 CIMS 体系结构	17
2.2 面向系统全局的 CIMS 体系结构	21
2.3 系统分析方法	31
第三章 CIMS 信息集成支撑环境——网络和数据库管理系统	39
3.1 CIMS 网络通讯技术	39
3.2 分布式数据库技术	50
3.3 CIMS 中工程数据管理技术	55
第四章 CAD/CAM 集成技术	61
4.1 概述	61
4.2 CAD/CAM 系统单元技术	66
4.3 特征技术及 CAD/CAPP/CAM 集成	76
4.4 产品数据交换标准及产品数据管理	81
4.5 CAD/CAM 集成系统举例	88
第五章 CIMS 环境下的生产经营管理系统	95
5.1 概述	95
5.2 生产经营计划理论与方法	103
5.3 制造资源规划的成组技术	115
5.4 产品开发过程管理	122
5.5 制造资源计划 MRP II 及 MRP III	131
第六章 CIMS 环境下制造自动化信息集成技术	140
6.1 引言	140

6.2	车间控制系统结构	143
6.3	车间生产计划与作业调度方法	148
6.4	生产计划仿真评价	154
6.5	车间物流管理	162
6.6	柔性制造系统(FMS)信息集成	167
第七章	质量控制	173
7.1	概述	173
7.2	CIMS 质量控制体系结构	176
7.3	质量数据及处理方法	182
7.4	质量成本	188
7.5	质量控制新方法、新概念	197
第八章	CIMS 工程的应用实施	206
8.1	概述	206
8.2	CAC - CIMS 的组成	208
8.3	CAC - CIMS 的技术成果和创新	222
8.4	CAC - CIMS 在科研生产中的应用	224
第九章	先进的制造系统和技术	226
9.1	并行工程	226
9.2	其它先进的制造技术概念	235
参考文献		237

第一章 概 论

1.1 CIM 和 CIMS 概念

CIM 是 Computer Integrated Manufacturing 的缩写,译为“计算机集成制造”。CIMS 是 CIM System 的缩写,译为“计算机集成制造系统”。

1973 年,美国约瑟夫·哈林顿(Joseph Harrington)博士在《Computer Integrated Manufacturing》一书中首先提出 CIM 概念。哈林顿提出的 CIM 概念包含两个基本观点:

(1) 企业生产的各个环节,即从市场分析、产品设计、加工制造、经营管理到售后服务的全部生产活动是一个不可分割的整体,要紧密连接,统一考虑。

(2) 整个生产过程实质上是一个数据的采集、传递和加工处理的过程。最终形成的产品可以看作是数据的物理表现。

1981 年以后,CIM 概念被各国广泛接受,CIM 内涵得到很大丰富和发展。但是目前仍没有一个权威性的定义。哈林顿的两个基本观点至今仍是 CIM 的核心内容。目前取得的基本共识是:CIM 哲理将成为工业企业新一代生产组织方式,对于制造工业,CIM 哲理将成为 21 世纪的主导生产方式。

1986 年,我国制订国家高技术研究发展计划(即 863 计划)时已将“计算机集成制造系统”确定为自动化领域研究主题之一,这对世界高技术的跟踪及我国制造业工厂自动化技术的发展具有深刻的长远意义和重要的现实意义。经过十年的实践,863 计划 CIMS 主题专家组在总结经验的基础上,对 CIM 提出了如下定义:

“CIM 是一种组织、管理与运行企业生产的新哲理,它借助计算机软硬件,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。”

对上述定义可进一步阐述如下:

(1) CIM 是一种组织、管理与运行企业生产的哲理,其宗旨是使企业的产品高质量、低成本、上市快,从而使企业赢得竞争。

(2) 企业生产的各个环节,即市场分析、经营决策、管理、产品设计、工艺规划、加工制造、销售及售后服务等全部活动过程是一个不可分割的有机整体,要从系统的观点进行协调,进而实现全局优化。

(3) 企业生产的要素包括人、技术及经营管理。其中,尤其要继续重视发挥人在现代化企业生产中的主导作用。

(4) 企业生产活动中包括信息流(采集、传递和加工处理)及物流两大部分。现代企业中尤其要重视信息流的管理运行及信息流与物流之间的集成。

计算机集成制造系统 CIMS 是基于 CIM 哲理而组成的系统,是 CIM 思想的物理体现。我国 863 计划 CIMS 专家组将它定义为:“CIMS 是通过计算机硬件和软件,并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的人、技术、经营管理三要素及其信息流与物料流有机集成并优化运行的复杂的大系统。”

需要着重指出的是,由于 CIMS 是一个复杂的大系统,根据企业的实际情况,在设计与开发实施 CIMS 工程时,各企业中实现的 CIMS 的规模、组成、实现途径及运行模式等方面将各有差异。换言之,CIMS 没有一个固定的运行模式和一成不变的组成。对于各个企业,都可以引进和采用 CIM 的思想,却不可能购买到现成的适合本企业的 CIMS。由于市场竞争、产品更新以及科学技术的进步,CIMS 总是处于不断的发展之中。

国外有人认为,CIM 只是一个目标,永远没有终点。

CIM 哲理的出现和 CIMS 的实现,不是以哪一个人的意志为转移的,也不是从定义出发的,完全是由社会经济发展和科学技术进步带来的必然结果。从 70 年代初开始,世界市场发生了重大变化,社会需求的多样化、个性化,使过去传统的相对稳定型市场变成动态的、多变的、世界统一的市场。具体表现在:

(1) 产品的生命周期,即产品的更新换代时间越来越短。以大批量生产方式组织生产的汽车行业为例:1970 年产品生命周期为 12 年,1980 年为 4 年,1990 年为 18 个月。

(2) 产品的型号和规格日益增多,即使大规模生产的汽车行业也成了一种要求进行多品种小批量生产的典型行业。以 1983 年日本丰田公司做的一个统计为例,见表 1-1 所示。从这个统计中可以看出,一种车型的产量最多是 17 台,最少是 6 台,平均是 11 台。

表 1-1 三个月中生产的各种车型号数与生产台数

基本车型	型号数	生产台数	生产台数/型号数
A 车	3 700	63 000	17
B 车	16 400	204 000	12
C 车	4 500	53 000	12
D 车	7 500	44 000	6
合 计	32 100	364 000	11(平均)

(3) 科研成果转化为技术应用的周期大大缩短。设备改进和自动化程度提高,引起产品成本结构发生变化。直接劳动成本在总成本中的比重不断降低,而间接劳动成本(如管理、决策、研究等人员的劳动)比重不断增加。加剧了市场的竞争。

(4) 市场三要素(质量 Q,价格 C,交货期 T)逐渐转变为四要素(Q,C,T,S),其中,S 为服务,即指为满足用户不断增长的需求所提供的增值服务,促使市场竞争越来越激烈。

上述几个因素产生了对企业新的经营模式的强烈的需求,这就是 CIMS 技术产生和得到迅猛发展的社会基础。

同时,近二三十年来科学技术的高速发展使上述社会需求变成现实成为可能。大规模、超大规模集成电路和微处理机的发展促使自动化技术获得前所未有的快速发展。人类的科研活动扩展到高真空、微重力、高压、高寒、高温等领域,日益涉足于宇宙、原子、深海、沙漠、极地等禁区。工业生产日益向高速度、高精度、高质量、高自动化方向发展。工业产品日趋复杂、精密、

可靠、安全,产品已实现微米级乃至纳米级的加工精度。计算机科学、通讯技术、材料科学和航空航天事业的发展,在时间和空间上使世界变“小”了,距离“缩短”了。依靠通讯卫星,世界上任何两个地方之间的信息交换可以在极短时间(秒级)内完成,从而加速了统一的、动态的世界市场的形成。这些因素促进了生产自动化和产品功能自动化。自动化已经不是节省人力、提高效率的老概念,它已经成为现代技术的自然属性。上述这些因素就是CIMS技术出现和得以实现的技术基础。

1.2 CIMS 的组成

笼统地分析,CIMS的组成包含三个要素,即人/机构、经营与技术,如图1-1所示。在三要素的相交部分需解决四类集成问题:

- (1) 使用技术以支持经营。
- (2) 使用技术以支持人员工作和组织机构的运行。
- (3) 人员设岗/机构设置协调工作以支持经营活动。
- (4) 统一管理并实现经营、人员、技术的集成优化运行。

从总体功能的角度分析,CIMS的组成主要包括四大部分,如图1-2所示,它们是:

- (1) 经营管理子系统。
- (2) 工程分析/设计子系统。
- (3) 制造子系统。
- (4) 支撑环境子系统(即数据管理/信息与通信子系统)。

上述四个子系统的每一个均由人件、硬件和软件组成。各子系统之间相互存在着大量的信息交换,需要统一规划与组织,以形成有机的动态的信息集成和物理集成。

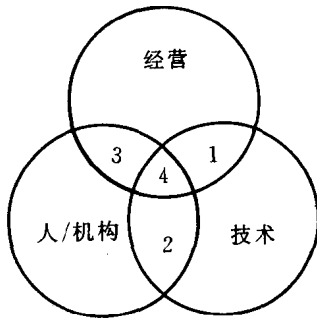


图 1-1 CIMS 三要素

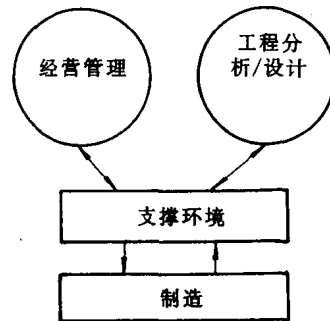


图 1-2 CIMS 功能组成

从技术分解的角度分析,CIMS是一个跨多个学科的复杂大系统。CIMS技术是基于现代管理技术、制造技术、信息技术、计算机技术、自动化技术、系统工程技术的—门综合性技术。具体地讲,CIMS综合并发展了企业生产各环节有关的计算机辅助技术,即:

- (1) 计算机辅助经营管理与决策技术(如 MIS,OA,MRP I - III)。
- (2) 计算机辅助分析与设计技术(如 CAD,CAE,CAPP,CAM)。
- (3) 计算机辅助制造技术(如 DNC,CNC,ROBOT,FMC,FMS)。

(4) 计算机辅助信息集成技术(如 NET,DB,CASE,AI)。

(5) 计算机辅助建模、仿真、实验技术。

(6) 计算机辅助质量管理与控制,等等。

对于各子系统,从技术分解的角度进一步详细分析,包含有以下几方面的技术内容:

(1) 经营管理子系统,具体包括:① 经营分析决策支持(如企业规划、年度生产经营计划等);② 销售管理(如市场分析、订单处理、合同执行、销售分析、售后服务等);③ 物料管理(如采购、库存、物料供应等);④ 生产管理(如生产计划、能力平衡,计划执行与评估等);⑤ 财务管理(如成本、资金、帐目、收支、财务计划等);⑥ 人事管理(如工时定额、劳资、劳动力、培训计划等);⑦ 资源管理(如物资、设备等);⑧ 质量管理(如质保体系、质量信息、质量法规控制执行等)。

(2) 工程分析与设计子系统,具体包括:① 产品设计(CAD);② 工程分析(如结构强度有限元分析、热应力分析等);③ 工艺规划(CAPP);④ 夹具/模具设计;⑤ 数控编程(包括刀具轨迹仿真等)。

(3) 制造子系统,具体包括:① 车间控制器作业计划调度与监控;② 单元控制器作业调度与监控;③ 工作站作业调度与监控;④ 刀具/夹具/模具管理与控制;⑤ 加工设备管理与控制;⑥ 仓库管理与控制;⑦ 物流系统的调度与监控;⑧ 测量设备管理与控制、量具管理;⑨ 清洗设备管理与控制,等等。

(4) 支撑环境子系统(即数据管理/信息与通讯子系统),具体包括:① 计算机硬件配置;② 系统软件的配置;③ 数据库管理系统及开发环境;④ 分布式数据库应用软件的开发;⑤ 网络通信调度协议及其硬软件接口;⑥ 网络通信用户软件的开发。

上述分析只是从总体上、功能上、技术上对 CIMS 组成进行了一般性分解,反映了 CIMS 的一般内容和自身规律,供研究 CIMS 时参考。但是不同的企业有自己的特点,只有具体分析企业的性质,深入调查企业的实际情况,全面细致进行本企业 CIMS 工程的需求分析,才能制订出符合实际的总体方案。在系统设计时,要从企业的实际需求出发,合理地选择系统组成和功能,以能满足实际和一定时间的发展需要为准则,不要盲目追求所谓的大、洋、全和高性能。

1.3 CIMS 的效益

CIMS 的应用对象主要是制造业,包括连续型制造业(如化工、石油、电力)、离散型制造业(如电子设备、机床、汽车、飞机、鼓风机)和混合型制造业(如食品、纺织、冶金、半导体)。

根据国内外实施 CIMS 工程的成绩和经验,只要在设计 and 实施中各主要环节处理得科学合理,CIMS 可获得显著的经济效益和社会效益。调查分析的实例如下:

(1) 美国国家科研委员会对 CIMS 实施方面处于领先地位的五家美国公司(麦道飞机公司、通用汽车公司、迪尔拖拉机公司、英格索尔铣床公司和西屋电子公司)长期跟踪调查,1985 年分析表明:① 工程设计成本降低 15%~60%;② 生产周期缩短 30%~60%;③ 生产率提高 40%~70%;④ 在制品减少 30%~60%;⑤ 产品质量提高 2~5 倍;⑥ 工程技术人员工作能力提高 3~35 倍;⑦ 设备利用率提高 2~3 倍;⑧ 人力费用减少 5%~20%。

(2) 日本富士通公司的试点工厂运转一年半后,分析效益如下:① 生产率提高 2 倍;② 作业日基准数降低 50%;③ 生产人员减少 50%;④ 库存减少 35%;⑤ 废品率降低为原来

的 1/3。

正如很多出版物所报道的,取得了巨大成绩的 CIMS 实例大多不是在预计的时间内取得的,往往远在通常的偿还时间之后,要在产品出来并经过了较长一段运行之后才能看到效果。而且人们普遍感到 CIMS 的实施需要付出极大的努力,实际得到的效果又往往离期望值甚远。实现 CIMS 计划所需的时间和费用估计很少有在预计之内的。

另一点要着重指出的是,由于投资大,时间长,市场变化和产品更新迅速,独立的自动化系统异构同化非常复杂,各部门之间的数据交换又没有适用的标准,使企业原有系统的集成难度很大,致使许多企业在实际实施 CIMS 过程中困难重重,不能实现 CIMS 目标的不在少数。

这就告诫我们,要高度重视人的因素和作用。在开发和运行 CIMS 时,必须要有一支既有革命精神,又有科学头脑的领导干部和技术干部队伍。对待 CIMS,在规划时应有正确合理的经营策略,在设计时应有清晰的概念,在实施时应有具体的措施。要始终重视人员的培训工作,这样才能达到预期的经济效益和社会效益。

1.4 国外发展 CIMS 策略简介

随着市场竞争的日益加剧以及全球化市场的形成,制造技术已成为一个国家在市场竞争中或战场对抗中获胜的支柱。制造技术的发达程度也已经成为衡量一个国家综合实力和科技发展水平的重要标志之一。工业发达国家普遍认为,从某种意义上讲,制造技术已成为国家命运的主宰。80 年代初,CIM 哲理被人们普遍接受,CIMS 成为制造工业的发展热点。很多先进工业国诸如美国、日本、德国、英国、瑞典、瑞士以及前苏联等都纷纷制订、实施 CIMS 策略,迫切需要采用能提高生产率、提高质量、降低成本、加快产品更新换代、满足多品种小批量生产要求并迅速适应市场变化的现代化制造技术——柔性计算机集成制造技术。对于发展中国家,尽管其工业基础比较差又没有足够的经济力量来发展先进制造技术,但是随着市场全球化的发展,却摆脱不了所面临的国际、国内市场激烈竞争的严峻形势,因而也不得不寻求、发展能促进其国民经济发展的先进制造技术。所以中国、新加坡、韩国、巴西、以色列、南非以及台湾、香港等发展中国家和地区都积极跟踪研究并迅速发展 CIMS 技术。下面简要介绍有关国家、组织发展 CIMS 技术的情况。

1. 美国发展情况

先进制造技术在美国首先是从国防部和军工企业中发展起来的。早在 1975 年美国空军就制订了空军计算机辅助制造(AFCAM)计划。1976 年在美国工程师学会计算机辅助制造委员会(COCAM)领导下制订了集成计算机辅助制造计划,即极其有名的 ICAM 计划。1985 年发展为 CIMS 计划,投资一亿美元,于 1990 年在道格拉斯飞机公司建成一套 CIMS。

1985 年 9 月,美国国防部制订了计算机辅助后勤支援计划(CALS),旨在建立国防订货、生产作战后勤支援一体化信息管理系统,以便快速适时获得武器装备零备件的补充,以适应大规模减少订货数量的国防项目,推动军事后勤、军工企业在通信、产品电子交换数据、面向对象(O-O)的分布式数据库集成系统技术和一系列标准等方面发展,CALS 制订的武器装备订货和武器装备生产的军标,已于 1993 年为北大西洋公约组织正式接受。

80 年代美国实施 CIMS 的企业约有 96 000 个,其实这是一个很不严格的统计数字。其中,约 80%的企业处于刚刚起步阶段,采用计算机进行一些辅助管理、设计、生产等工作,多数为

单机自动化,完全没有集成为系统;约 20%的企业处于较高发展阶段,建立了若干自动化孤岛,集成方面只限于局部或子系统。真正意义上实施 CIMS 的企业只不过 100 余家,约占 0.1%。CIMS 从概念变成现实进展并不快,其主要原因之一是缺乏一个实验工厂提供系统设计和系统间联系的依据,为此美国国家标准局投资 1 400 万美元,于 1986 年建成了“自动化制造研究实验基地(AMRF)”,以解决集成制造技术中的标准、接口、信息处理以及测量等技术问题。作为美国向其工业部门转让各种 CIMS 新技术的研究实验中心,这是美国国务院和商务部 CIM 战略的具体体现。

AMRF 包括七个主要部分和五套主要功能系统。七个主要部分(见图 1-3)是:

- (1) 卧式加工工作站,包括一台卧式加工中心、一台机器人和一台计算机以及其它有关装置。
- (2) 立式加工工作站,包括一台立式加工中心、一台机器人和一台计算机以及其它有关装置。
- (3) 车削加工工作站,包括一台车削加工中心、一台机器人和一台计算机以及其它有关装置。
- (4) 清洗和去毛刺工作站,包括真空和其它净化设备等。
- (5) 自动检测工作站,包括一台坐标测量机和一台机器人。
- (6) 物料储运系统,包括两辆有线制导小车等。
- (7) 立体中间仓库(图上缓冲区),包括储存/检索系统等。

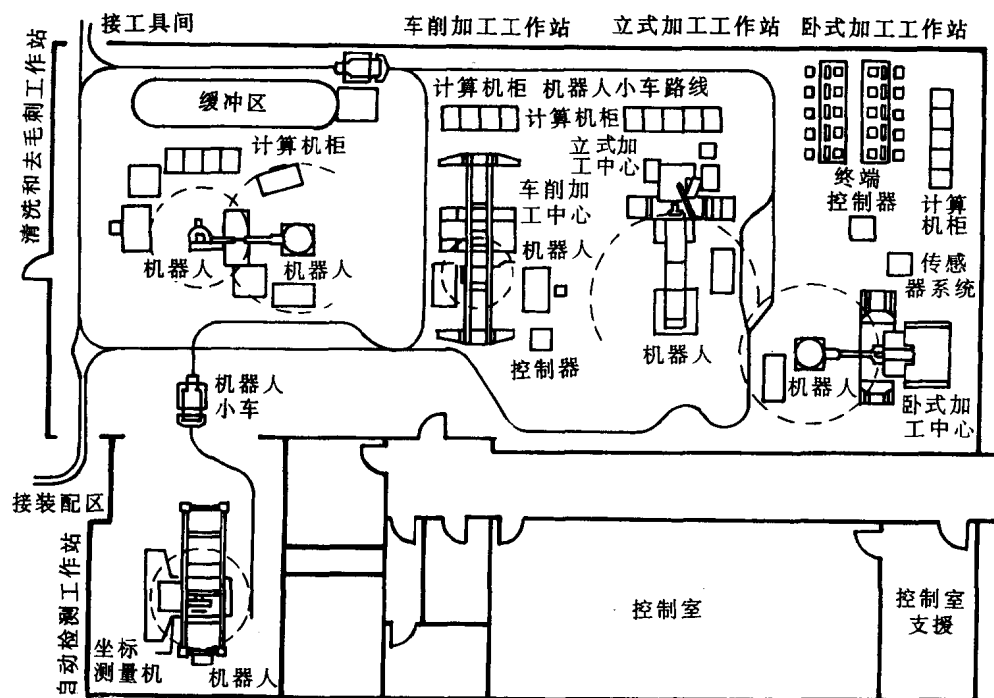


图 1-3 AMRF 布置示意图

五套主要功能系统是：

(1) 用户接口，即用户数据接口装置，包括所有输入/输出设备。

(2) 制造管理分级控制结构，其软/硬件负责通过用户数据接口把输入系统的工作指令分解成控制指令，指挥车间设备进行生产。

(3) 网络通信，其主要功能是传送不同软件和计算机硬件之间的信息，包括传递媒介、各个计算机的网络接口装置及信息传递软件等。

(4) 公用数据库，包括制造数据库、数据字典、商用数据库管理系统(DBMS)、物理数据存储器、逻辑视图处理机、数据操作语言(DML)编译程序以及管理软件等。数据库内存储的信息有：零件设计与几何模型，工艺过程设计，控制程序，工作指令表与调度表，库存、工具与材料的状况，操作性能以及可加工性参考表与模型等主要制造数据。

(5) 车间系统，其硬件系统是基本制造活动(如加工、运输、检验、储存等)的执行装置，它包括生产中使用的各种设备。在生产区附近还布置有若干图形装置、终端、计算机和一台绘图机，用以完成零件设计与模拟、成组技术分类与编码、工艺设计及脱机控制编程等功能。

80年代中期，回顾过去的15年，美国发现其工业优势在全球竞争中日渐消失，工业市场的销售额大幅度下降，例如：汽车从44%下降到25%；半导体从90%下降到60%；曾被看成美国独占领域的宽体飞机也从95%下降到65%。美国为了和日本、德国争夺失去的市场，提出了再工业化的课题。

1987年，美国国防部的一份报告指出，要重振美国经济雄风，要在下个世纪全球经济中继续保持美国的经济霸主地位，必须大力重振制造业。

1989年，美国的布朗博士指出：“美国经济和政治的领导地位不仅取决于强大的国防态势，而且取决于强大的制造能力。为了保持美国的领导地位，应实施各种策略，重振美国的制造竞争力。”

1991年，美国国家关键技术委员会在向总统提交的报告中陈述：“不能保持世界水平的制造能力必将危及国家在国内外市场的竞争力，并将威胁到保持连续经济增长和获得强大国防所需的全部元件及设备能力”。据1993年12月“SIGNAL”杂志报道：“按照国会的紧急命令，美国当前正在增加制造科学与技术投资。”1994年美国国防部对制造技术的总投入接近10亿美元。除加强投资外，有关国防制造技术的政策也有了重大改善，使制造技术不再孤立于国防研究与开发范畴之外，而成为科研工作的有机组成部分。由此可见美国高层管理人员对制造技术极为重视。

在制造技术中，美国特别强调发展先进制造技术。1991年3月22日向总统提交的首份双年度报告中，把柔性计算机集成制造技术列为对美国国家经济繁荣和国防安全至为关键的国家关键技术。

1992年，里海大学亚柯卡(Iacocca)研究所受美国国防部委托，根据国会的要求提出了名为“21世纪制造企业战略”的研究报告。亚柯卡研究所邀请了国防部、工业界和学术界代表，建立了以13家大公司为核心的有100多家公司参加的联合研究组。在各公司以及国防部制造技术干事办公室和海军助理办公室的共同资助下，耗资50万美元，花费了7500人时，分析研究了美国工业界近期的400多篇优秀报告，提出了既能体现国防部与工业界各自特殊利益，又能获取其共同利益的一种新的制造模式——敏捷制造模式，即以最短交货期、最经济方式按用户要求的产品性能、规格实现单件(即一批一件)生产。报告明确指出要在2006年以前通过采用

敏捷制造夺回美国制造业在世界上的领先地位。

美国发展先进制造技术,除了上述的市场竞争是推动 CIMS 发展的根本动力和政府高度重视两个因素外,还存在下述两个特点:

(1) 开发实施 CIMS 没有固定的模式,应因地制宜,不搞一刀切。由于各企业的自动化基础不同,每个企业都有着自己独特的经营方式和技术优势,只有结合自身的特点,从实际情况和原有基础出发,开发应用 CIMS 才有成功的把握。例如:英格索尔铣床公司,因为先建立了经营信息系统,而后又安装了柔性制造系统,因此采用了(MIS+FMS)的发展模式;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,因为较早采用了计算机辅助设计和制造自动化技术,所以他们则以 CAD/CAM 作为 CIMS 的发展基础。总之,大多数企业都是在原来搞生产自动化积累的成功经验基础上,寻求最适合自己的 CIMS 发展模式。

(2) 始终注意人才的培训。美国普杜(Purdue)大学等九所大学都由于在 CIM 研究中取得过显著成绩,而获得过制造工程师协会/计算机和自动化系统学会(CASA/SME)颁发的大学先进奖。这些高等学校的战略目标集中在开发现代化设备和系统,以便为未来的 CIM 专业人员提供充分的学习机会。由于工业界尤其是那些投过资和与之合作的公司能从各大学的 CIM 研究中获得利益,因而在从事 CIM 研究的大学、企业以及直接从 CIM 研究中获得利益的政府机构之间存在着密切的合作。展望这些大学的 CIMS 技术的前景及其应用,其产生的效益将是极为乐观的。下一章将较详细地介绍普杜大学 CIMS 全局模型,其它各大学的研究情况此处不做赘述。

2. 欧洲共同体发展情况

为了在高科技领域与美、日抗衡,以足够的力量参加世界竞争,经济上避免沦为二等国家的危险,欧洲共同体成员国越来越感到加强欧洲技术合作的必要性。只有把欧洲的科研和工业能力作为一个整体,才能为高技术研究创造足够规模,实现技术上的突破,在激烈的世界性竞争中立住脚,并能在 10 年内赶上甚至超过美国和日本。

1984 年,欧共体制订了著名的“欧洲信息技术研究发展战略计划(即 ESPRIT 计划)”以及有欧洲 19 个国家参加的西欧高技术合作发展计划(即尤里卡 EURECA 计划),计划里把办公室自动化和计算机集成化生产均列为主要内容之一。

整个计划为期 10 年。ESPRIT CIM 计划前五年投资二亿欧洲货币单位,有 150 个欧洲企业、大学和研究机构的 1 500 人参加了 CIMS 项目研究。后五年投资增加到五亿多欧洲货币单位,将研究成果扩大和应用于工业领域。最初的研究只限于在欧洲最具有 CIMS 市场的机械加工制造业。

ESPRIT CIM 计划的战略目标是:

(1) 在 CIMS 设计准则、结构、通信和接口方面建立一个统一的、符合国际标准化组织的开放系统内部互联(ISO-OSI)参考模型的结构,为开放系统互联提供一个在 ISO 模型基础上的统一框架,从而降低设计、安装和维护加工系统的成本。这方面的研究包括四个关键项目,即开放系统结构(CIM-OSA)、通讯、CAD 接口和机器人在 CIMS 中的集成。

(2) 在极具市场吸引力的 CIMS 子系统方面开发出实时加工控制方法和工具、各种仿真工具及车间级控制系统。

(3) 建立 CIMS 运行实验中心。欧洲共同体为了在设计和制造复杂的 CIMS 方面给有关

部门提供有效的支持,决定建立一个 CIMS 运行实验中心。在该实验中心,ESPRIT CIM 计划中 36 个项目所研制出的工具、子系统和原型系统可以在近似于生产环境的条件下进行集成、试验和改进。

为了研究 CIMS 总体结构,特别是使之在设计与实施中具有较好的可操作性,ESPRIT CIM 计划中确立了既相互独立又相互联系三个研究目标:

- (1) 使整个模块化的 CIMS 分解为许多独立的子系统。
- (2) 确定每个子系统的最少功能的技术规范。
- (3) 确定每个 CIMS 子系统与其它所有子系统之间的关系。

经过 10 年的努力,ESPRIT CIM 计划中所有项目的研究工作都取得了丰硕的结果。有关项目名称简列如下:

(1) CIMS 设计准则和系统结构(688,2422,5288 项目)。完成并公布了适用于计算机集成制造的开放系统结构(CIM - OSA)模型。该成果为国际标准化组织工业自动化技术专业委员会(ISO TC184)所采纳,并推荐为 CIMS 国际标准的预标准。关于 CIM - OSA 在第二章中做比较详细的介绍。

(2) 通信与接口。955 项目解决了“制造应用的通信网络(CNMA)”问题;322 项目开发了一套可以协调和可兼容的 CAD 标准接口,以发展各种 CAD 系统之间的数据交换技术。

(3) 机器人系统在 CIMS 中的集成。623 项目设置了“将机器人集成到 CIMS 中的控制系统”课题,提供了方法和工具,研制了一套原型控制系统。

(4) 先进的生产控制系统。809 项目采用分级控制结构和模块化系统,该控制系统对生产过程除能做出快速响应的闭环控制外,还可提供决策支援、生产监控和机床诊断能力。

(5) 实时加工控制方法和工具。418 项目完成集成和监控在线批量生产计划和控制生产活动(包括车间级控制、运储及质量控制)。该项目组还出版了一套数据字典和术语汇编。

(6) 车间层系统。975 项目是开发了一个用于识别流经自动化装配厂的零件和装配件的传输系统。项目组还开发了“工厂效率和质量优化”及“弧焊实时图像”两个研究课题。上述成果均在工业环境中得到应用。

(7) 欧洲 CIM 实验工程。812 项目用来开发 CIMS 实验中心,即在实验室内提供再现 CIMS 环境的某些典型条件,包括建立分布式公共数据库和通讯网络,实现零件从概念设计到制成产品的 CAD/CAPP/CAM 集成实验制造系统等。实验中心能够提供必需的硬件、软件和生产设备,由 ESPRIT CIM 项目所开发的所有工具、子系统和原型系统都可以在此实验中心内集成和得到验证。1199 项目是“以人为中心的 CIM 系统”,主要强调优化人的作用,充分开发和利用人在 CIMS 环境内的技能,它比传统的自动化方法更有效。

在 ESPRIT CIM 项目的实施过程中,所有研究项目及开发的各个阶段,均有供货厂商和用户参加,因而促使人们十分注意研究工作的近期应用性以及高度重视在实际工业企业中的应用效果,使研究工作密切结合欧洲实际,避免了闭门造车。大量的研究成果广泛地应用于德国、英国、法国、意大利、比利时、爱尔兰、挪威、荷兰等等国家的工厂,获得满意的效果。由于篇幅所限,不能一一介绍,下面仅就德国 MTU 公司的应用实例做一简要介绍。

MTU 发动机和涡轮机联合公司是一家已实施 CIMS 技术的大型企业,公司有 6 200 名职工,主要产品有大功率柴油机,可用于火车、轮船、重型和特种车辆以及发电设备,它以单件或小批量、多品种方式生产,也可根据用户要求生产特殊规格的产品。产品特点:功率大、重量

轻和结构紧凑。

该公司具体分为 38 个加工成本核算处,共有 474 个机床组和 756 台机床,其中 45% 采用数控。整个产品范围包括大约 156 000 种(已存入)基本产品,其中约有 90 000 种为企业内加工零件。在生产中,每月有大约 4 500 项生产业务,平均批量为 105 件。每一项作业计划的工序为 3~70 道,平均为 12 道。按平均工序数计算,8 000 项作业就要有约 96 000 道工序。这样,若平均周期为 36 个工作日,则每天必须分摊约 2 600 道工序。为了满足柴油机市场对柔性、发货时间和低成本、短周期方面的要求,该公司采取了一系列措施重新规划生产。

MTU 公司的 CIMS 总体方案的基本点是以生产计划和生产管理系统(PPS)为核心,在其周围集成 CAD,CAE,CAPP,CAQ 和 CAM 等功能模块,这些模块以 PPS 数据库作为中心数据库,如图 1-4 所示。

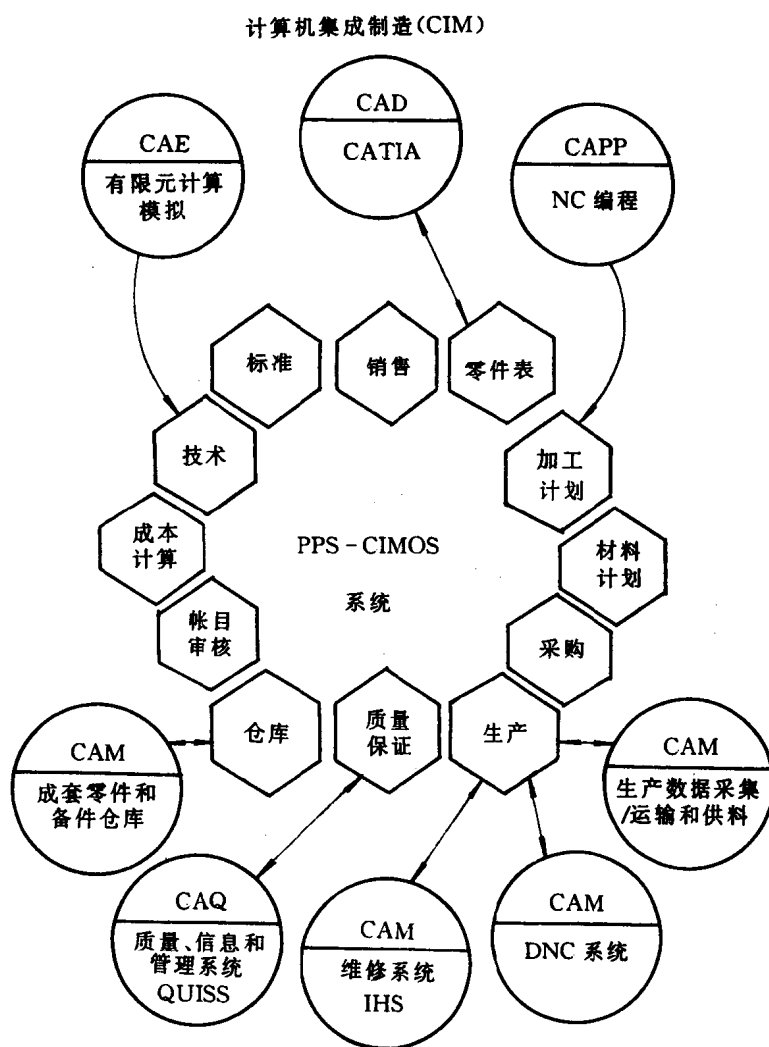


图 1-4 MTU 公司的 CIMS 方案核心——PPS

公司自行开发了集成化数据处理系统 CIMOS 软件。CIMOS 软件的主要任务是将企业内所有的作业处理功能连成一体,并对存入中心数据库系统的所有重要数据进行存储、管理,以备使用。也就是说,承担了 CIMS 各子系统的计划和管理任务,即集成任务,内容包括了从销售数据、零件表(即零件供应)信息的存取开始,直到由计算机控制的成套零件从仓库中的取出,将各零件装配完成后把产品发送出去的工厂的整个作业处理过程。

为了实现快速转换和正确进行数据处理,在硬件配置和软件方案中都采用了三级结构:计划级(指工厂级)、管理级(指部门/运转级)和执行级(指工作站/设备级),如图 1-5 所示。

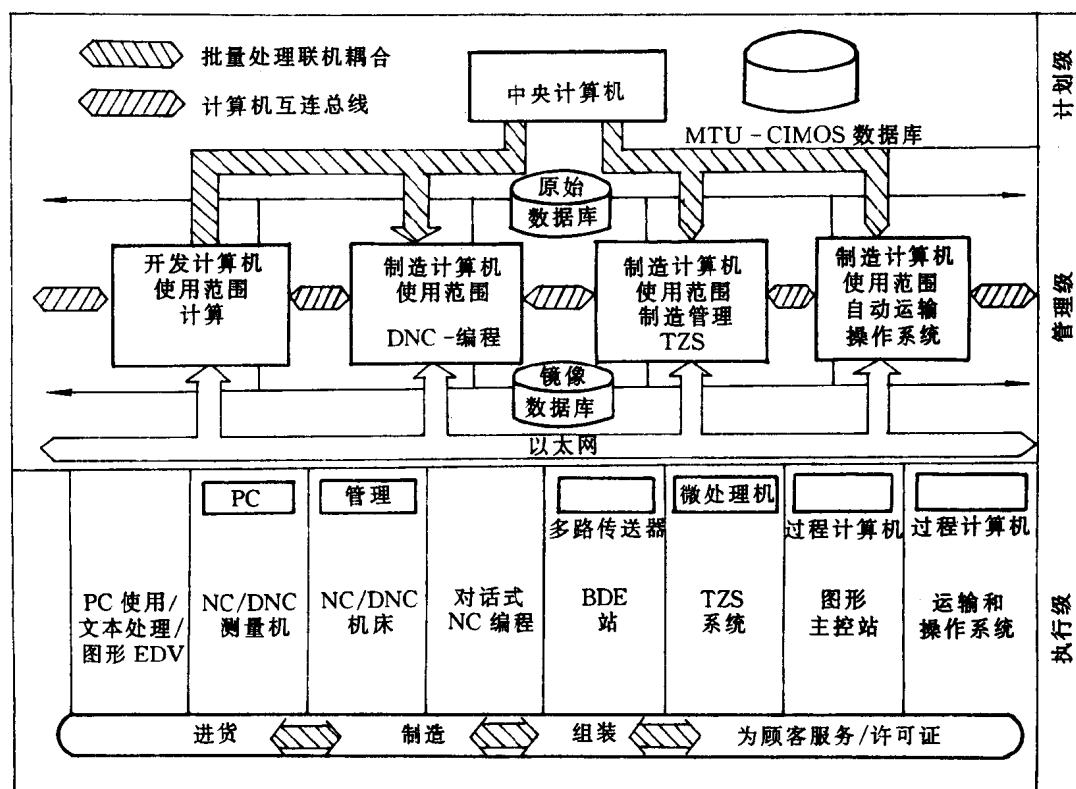


图 1-5 MTU 公司 CIMS 的三级结构方案

(1) 计划级(最高级)由 IBM 公司生产的大型计算机组成,CIMOS 软件系统即在这一级的中央计算机上运行。

(2) 管理级安装了许多过程计算机(DEC - VAX),它们各有不同的用途,作为分级计算机使用,借助计算机网络的连接总线相互连接在一起。CAD,CAE、集成生产管理系统(FEST)、运输和供料系统(TZS)等大部分软件在该级运行。计划级与管理级间的数据交换采用双向交换方式。

(3) 执行级主要安装生产数据采集系统(BDE)终端及微机和过程计算机,主要执行各种 CAM 功能。执行级经以太网总线与管理级的各个功能相连,保证了主要信息和数据在三级计算机上实现了及时的交换。由于实现了各级计算机联网,因而执行级中的 BDE 终端可以直接到 MTU - CIMOS 数据库取得数据。