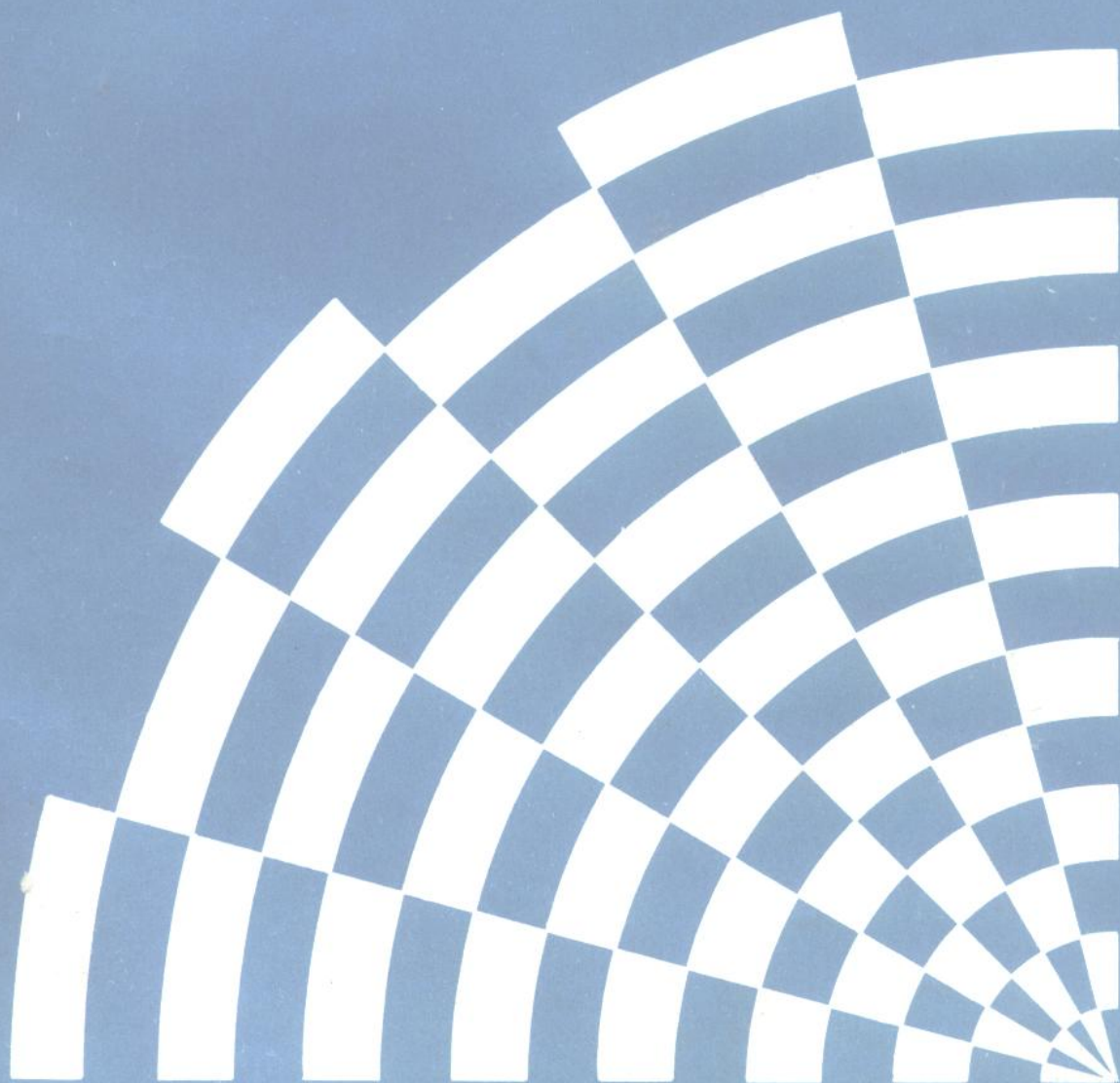




计算机集成制造系统

国家高技术计划自动化领域CIMS情报研究课题组



兵器工业出版社

计算机集成制造系统

兵器

FH166

社

计算机集成制造系统

国家高技术计划自动化领域
CIMS 情报研究课题组

兵器工业出版社

内 容 简 介

本书简要地介绍了即将成为第三次工业革命核心技术之一的高技术——计算机集成制造系统技术的发展历史、概念及其构成和应用范围；着重介绍了一些工业发达国家在机床、汽车、拖拉机和飞机等制造行业的一些先进企业开发应用 CIMS 的背景、做法、特点及主要经验。此外还介绍了我国和美国国家标准局、美国陆军器材部、欧洲共同体等政府组织部门的计算机集成制造发展战略以及美国和联邦德国一些研究机构和大学的科研情况。最后综合阐述了国外计算机集成制造系统发展的概况、特点、主要方法和对我国实施计算机集成制造系统的看法。

本书内容丰富、资料翔实，是国内编写的第一本计算机集成制造系统开发应用的参考书。

本书可供自动化领域管理、科研、教育、生产和使用单位的科技决策人员、计划人员，各级管理人员，以及大专院校师生参阅使用。

计算机集成制造系统 国家高技术计划自动化领域 CIMS 情报研究课题组

*

兵器工业出版社 出版发行
(北京市海淀区车道沟 10 号)
各地新华书店经销
兵器工业出版社印刷厂印装

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 8.625 字数: 204 千字
1990 年 6 月第 1 版 1990 年 6 月第 1 次印刷
印数: 1~4000 定价: 4.30 元
ISBN 7-80038-231-1/TP·14

计算机集成制造系统

编委：田雨华 林其广 王勤谟 萧从昌

主编：田雨华

编写人员：按姓氏笔划排列

丁一凤 王勤谟 田雨华 李永戎

李振杰 陈娟 何铭群 吴澄

罗加 林其广 张克 崔德光

杨文学

序

80年代拉开了高技术在世界范围内激烈竞争的序幕。美国率先提出“战略防御”计划(SDI),预计耗资上万亿美元,这是美国为了国家利益,在美国历史上的第三次大动员,其实质是为了奠定美国在21世纪的西方霸主地位的总动员。第一次曼哈顿计划仅花了24亿美元,带来了人类进入核能的新时代;第二次登月计划花了240亿美元,开创了人类利用太空的新纪元。这一次拟意中的投资远大于前两次,计划规模之大,内容之广也远胜过前两次,因此对推动高技术的发展以及对人类社会产生的影响将是难以估量的。继美国之后,西欧各国也不甘示弱,法国提出了尤里卡计划,迅速得到西欧各国的响应,不到半年就组织起来,并进入了实施阶段,其速度之快可以说是史无前例的。至此,就开始了在世界范围内的高技术竞争,而且正在日益替代政治和军事的竞争,成为大国之间,或大国集团之间力量较量的主要方式。我国在四位老科学家建议下,也迅速颁布了863高技术计划,并立即进入了组织实施阶段。

计算机集成制造系统(CIMS),从这一名字开始出现至今已有十多年历史了,但其真正的发展还是在进入80年代,特别是1985年以后才开始的。当今,计算机集成制造(CIM)几乎成了生产自动化的热点。这一方面是由于单项技术的发展,如数控加工中心、柔性生产单元、工业机器人、计算机辅助设计/辅助加工、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剧,为了从竞争中求生存、求发展,必须加速产品更新换代、提高质量、降低成本。凡此种种,客观上对CIM产生了巨大的需求,因此使CIM获得了巨大的发展。从近几年参加美国一年一度的工厂自动化会议及展览会的人数达到了万人以上的事实,就足见一斑了。

CIM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,CIM已成为一种组织现代工业生产的“哲理”。今天,我们可以有把握地说,CIM是明天组织工业生产的一种模式。从这一点来说,我希望本书能引起各方面的重视。同时还希望在工厂第一线从事自动化工作的工程技术人员能从本书中得到一些有益的启迪,使当前已在开发或即将开发的自动化系统具有总体可集成性,从而更大地发挥投资效益。

蒋新松

前 言

计算机集成制造系统 (CIMS) 不是现有生产模式的计算机化和自动化,而是在新的生产组织原理和概念指导下形成的一种新型生产实体,也是将在 21 世纪占主导地位的新型生产方式。因此,世界上很多国家和企业都把 CIMS 定为国家或企业的发展战略。我国也很重视 CIMS 的发展,把 CIMS 定为我国高技术发展计划 (863 计划) 中的主题之一。

为配合国家 863 计划中的 CIMS 项目工作,兵器工业情报研究所 863 / CIMS 情报研究课题组在 863 / 自动化领域专家委员会和 CIMS 专家组的指导下,收集、整理、分析了美国、日本和联邦德国等发达国家多种计算机集成制造战略计划及实施情况,汇集了一部分有代表性的政府部门、高等院校、研究机构和企业的 CIM 战略实例,编写了这本书。本书也介绍了我国 CIMS 的发展战略和对在我国实施 CIMS 的看法。本书可供我国正在或计划从事或组织计算机集成制造技术单位的各级领导、专家、管理人员和科技人员了解、决策、开发和应用 CIMS 参阅。也可供社会各方人士了解 CIMS 这一正在发展中的新型生产方式使用。

本书在编写和定稿过程中得到很多领导部门和专家的指导和帮助。863 / 自动化领域专家委员会委员吴澄教授, CIMS 主题办公室主任崔德光副教授,机电部科技司王勤谟研究员级高级工程师参与了本书的编写工作。国家科委新技术局张钰珍高级工程师,机电部计算机应用技术研究所以萧从昌高级工程师, 863 / CIMS 专家组组长任守渠教授对本书的编写、定稿给予了很大帮助。中国北方工业 (集团) 总公司发展规划部胡国强高级工程师,科研开发部冯诚研究员级高工、张滨如高工和北京航空航天大学李哲浩教授也对本书作了审阅、修改。本书在出版过程中还得到了中国北方工业 (集团) 总公司发展规划部的大力帮助。

863 / 自动化领域首席专家蒋新松研究员在百忙之中亲自为本书做序,大力支持本书的出版。

我们在此谨向上述单位和人员表示衷心的感谢。

本书由田雨华提出编写提纲和写作要点,由编委会讨论修改。各章编写人员是:第一章:王勤谟、吴澄;第二章:何铭群、田雨华、李振杰、陈娟、崔德光;第三章:田雨华、丁一凤;第四章:林其广、李永戎、罗加、张克、何铭群、杨文学、丁一凤、田雨华;第五章:田雨华、吴澄。

由于参加本书编写的人员较多,水平有限,时间又短,错误难免,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 计算机集成制造系统概论	(1)
§ 1 计算机集成制造系统发展简史	(1)
§ 1.1 制造技术发展历史回顾	(1)
§ 1.2 产生 CIMS 的技术准备	(2)
§ 1.3 CIMS 的提出和发展	(4)
§ 2 计算机集成制造系统的概念和构成	(6)
§ 3 计算机集成制造系统的效益及应用对象	(9)
§ 4 实现计算机集成制造系统的困难	(10)
第二章 计算机集成制造发展战略	(12)
§ 1 美国国家标准局 CIM 发展战略	(12)
§ 1.1 建立 AMRF 的背景	(12)
§ 1.2 AMRF 的主要任务	(12)
§ 1.3 AMRF 的体系结构与信息管理	(12)
§ 1.4 实施经验	(18)
§ 2 美国国防部 CIM 发展战略	(19)
§ 2.1 发展 CIM 战略的背景	(19)
§ 2.2 战略部署及要求	(19)
§ 3 美国陆军器材部 CIM 发展战略	(20)
§ 3.1 发展 CIM 战略的背景	(20)
§ 3.2 现行 CIM 战略及其主要问题	(21)
§ 3.3 CIM 战略优化的方法	(23)
§ 3.4 实施 CIM 战略的行动计划	(28)
§ 4 欧洲共同体 CIM 发展战略	(29)
§ 4.1 ESPRIT 计划背景及简况	(30)
§ 4.2 ESPRIT CIM 的战略目标	(30)
§ 4.3 ESPRIT CIM 的进展情况和主要成果	(31)
§ 5 中国的 CIM 发展战略	(38)
§ 5.1 863 / CIMS 的背景及简况	(38)
§ 5.2 863 / CIMS 战略目标和组织状况	(39)
第三章 计算机集成制造技术研究情况	(43)
§ 1 美国的部分大学	(43)
§ 2 联邦德国的大学和研究机构	(45)
§ 2.1 卡塞尔综合大学	(45)
§ 2.2 柏林 (西) 生产技术中心	(46)
§ 2.3 弗劳恩霍非研究所	(47)

§ 2.4 咨询服务公司	(49)
第四章 计算机集成制造开发应用实例	(51)
§ 1 美国通用汽车公司	(51)
§ 1.1 公司简况	(51)
§ 1.2 开发应用 CIMS 的背景	(51)
§ 1.3 开发应用 CIMS 的主要工作	(51)
§ 2 美国通用电器公司	(58)
§ 2.1 公司简况	(58)
§ 2.2 开发应用 CIMS 的背景	(58)
§ 2.3 开发应用 CIMS 的主要成果	(58)
§ 2.4 经验	(63)
§ 3 美国英格索尔铣床公司	(63)
§ 3.1 公司简况	(63)
§ 3.2 开发应用 CIMS 的背景	(63)
§ 3.3 开发应用 CIMS 的主要步骤和内容	(64)
§ 3.4 开发应用 CIMS 的经验	(66)
§ 4 美国约翰迪尔拖拉机公司	(66)
§ 4.1 公司简介	(66)
§ 4.2 开发应用 CIMS 的背景	(66)
§ 4.3 开发应用 CIMS 的主要部署及内容	(67)
§ 4.4 开发应用 CIMS 的主要经验	(70)
§ 5 美国波音商用飞机公司	(71)
§ 5.1 公司简况	(71)
§ 5.2 开发应用 CIMS 的背景	(71)
§ 5.3 开发应用 CIMS 的主要部署和内容	(71)
§ 6 美国橡树岭 Y-12 厂	(73)
§ 6.1 Y-12 厂简介	(73)
§ 6.2 实施 CIM 规划的目的	(74)
§ 6.3 CIM 规划的组成	(74)
§ 6.4 经济效益	(80)
§ 6.5 经验教训	(80)
§ 7 日本富士通公司	(81)
§ 7.1 开发应用 CIMS 的背景	(81)
§ 7.2 开发 CIMS 的主要步骤和内容	(81)
§ 7.3 CIMS 的主要组成部分	(84)
§ 7.4 所取得效益及今后发展趋势	(87)
§ 8 日本富士电机公司	(87)
§ 8.1 开发应用 CIMS 的简况及背景	(87)
§ 8.2 开发应用 CIMS 的主要步骤和内容	(87)
§ 9 联邦德国 MBB 公司	(91)

§ 9.1 公司简况及开发应用 CIMS 的背景	(91)
§ 9.2 开发应用 CIMS 的主要部署及工作	(91)
§ 9.3 开发应用 CIMS 的经验	(93)
§ 10 联邦德国 MTU 公司	(93)
§ 10.1 MTU 弗利德里希哈芬公司	(93)
§ 10.2 MTU 慕尼黑公司	(99)
§ 11 联邦德国马霍公司	(101)
§ 11.1 公司简况及开发应用 CIM 的背景	(101)
§ 11.2 开发应用 CIM 的主要部署及内容	(101)
§ 11.3 经验	(104)
§ 12 联邦德国维尔纳·科尔伯机床公司	(106)
§ 12.1 公司简况	(106)
§ 12.2 开发应用 CIMS 的主要内容	(106)
§ 13 联邦德国的中小企业	(108)
§ 13.1 联邦德国中小企业应用 CIM 的现状	(108)
§ 13.2 中小企业实现 CIM 的措施	(109)
§ 13.3 一种适合于中小企业的 PPS 系统——PRODCON	(115)
§ 14 瑞典 AB 博福斯公司	(116)
§ 14.1 公司简介和实施 CIMS 背景	(116)
§ 14.2 实施 CIMS 的主要方法	(117)
第五章 计算机集成制造系统发展战略分析	(119)
§ 1 计算机集成制造系统发展概况	(119)
§ 2 计算机集成制造系统发展特点	(121)
§ 3 开发应用计算机集成制造系统的主要方法	(123)
§ 4 对我国实施 CIMS 的看法	(126)

第一章 计算机集成制造系统概论

§ 1 计算机集成制造系统发展简史

电子计算机的产生、发展及其在工业生产中的广泛应用,使以机械工业为代表的离散型生产的生产方式孕育了一个新的技术革命——从局部自动化走向全面自动化,即由原来局限于产品制造过程的自动化扩展到脑力劳动领域的产品设计和经营管理自动化。使机械工业,进而带动整个工业企业生产运营的全过程实现自动化。这就是计算机集成制造系统 (Computer Integrated Manufacturing Systems 以下简称 CIMS)。虽然这种生产方式目前还没有完全实现,而且难度很大,但它却正在持续稳步发展之中,并已取得重大进展。这是科学技术发展的必然结果,也是市场剧烈竞争的需要。在技术和经济的双重推动下,可以预见,在 21 世纪, CIMS 必将成为工业企业中占主导地位的生产方式。

§ 1.1 制造技术发展历史回顾

生产方式的变革总是由渐变引起突变,因此,我们在叙述 CIMS 产生过程之前,先对计算机应用前工业企业的生产技术和生产管理的发展过程作一简略的回顾。

从生产技术方面来看,工业生产已经历了手工劳动、机械化和刚性自动化三个发展阶段。

用机器体系取代手工劳动生产是在 1785 年随着蒸汽机在纺织工厂使用而开始的。虽然它开始于纺织、磨粉等轻工业部门,但是在作为制造工作母机的机械工业中有着特殊重要的地位。因为机械化生产的基础是用机器生产机器,包括蒸汽机在内,没有机器制造技术的发展是不可能实现的。

就机械制造技术本身来说,刀架的发明有着重大的意义。1774 年发明了安装在车床上的刀架,1797 年发明了滑动刀架车床。随着使用蒸汽机作为驱动车床的动力,18 世纪末形成了现代机床的基本结构。

1873 年出现第一台凸轮控制的自动车床,开始了机械加工自动化的历史。1910—1920 年美国福特汽车公司根据泰罗按节拍生产的理论,通过设计制造大量专用机床,首先建立了流水线生产方式。1920 年 2 月 7 日福特工厂创造了平均每分钟生产一辆“T”型车的纪录。使该车成本由 1908 年刚推出时的 890 美元一辆,降到 1926 年的 290 美元一辆。流水线生产方式开创了机械工业大规模生产时代。进入 40 年代后,人们利用当时发明的各种机械的、电气的、液压的自动化装置,设计制造出各种高效的自动化机床,再用自动输送带将各单机联结成自动生产线,从而使以单一品种、大批量生产为特征的刚性自动化生产达到成熟阶段。

在生产管理方面,19 世纪末、20 世纪初美国泰罗、法国法约尔等创建了工业企业管理理论。工业企业开始改变以工厂主为中心的个人经验管理,实行科学管理。泰罗主要提供了企业管理中提高工人劳动生产率和企业管理效率的科学方法。法约尔主要对企业的高层行政管理进行了深入分析,着重研究了如何使管理组织机构合理化。

第二次世界大战后,现代管理科学突破了“操作方法”、“作业水平”等研究范围。从运筹

学、系统分析和决策科学化等三个重要方面,向生产和经营等方面扩展,探求最有效的工作方法或最优方案,以达到最高的工作效率和最大的经济效益。准时制(Just-in-time)就是这一时期产生的一种重要的管理方法,它是由日本丰田汽车公司于1953年开始研究和应用并于1962年在全公司范围内推广的。准时制的核心是将需要的工件或零部件,在需要的时刻,按需要的数量供给每一道工序,最大限度地减少在制品和库存量。这是在人们对汽车产生多样化需要的情况下,汽车工业为适应多品种、小批量生产而采用的一种降低成本的新的规模化生产方式,也是继福特汽车公司在单一品种基础上建立起来的大批量、大规模生产方式后的一个重大发展。这种生产方式对生产技术提出了新的要求,其中之一就是快速更换工装。

§ 1.2 产生 CIMS 的技术准备

1946年,一种新的生产工具产生了。这就是由于军事上对计算的需要而研制的第一台电子计算机。很快,它就在社会的各个领域广泛应用,并使每一个应用对象在技术上发生革命性的变化。计算机在工业生产上的应用,使产品制造由刚性自动化向柔性自动化方向发展,而且开始从体力劳动领域向脑力劳动领域扩展,使工业企业技术和管理方面的各项工作相继自动化。

电子计算机作为新的生产工具之所以能产生这样的作用,主要是由于有以下两个特点:一是它的性能不断提高。这不仅表现在运算速度和信息处理的广度和深度的提高,更重要的是表现在向智能化方向发展,正在研制的智能计算机又将使计算机由信息处理机发展为具有推理、学习、联想等人工智能的知识处理机。二是由于微电子技术的发展使它们体积不断缩小,成本不断降低。这就使计算机得以在各个领域中广泛应用。

计算机在工业生产上的应用为 CIMS 的产生作了技术上的准备。现在就产品制造、产品设计和经营管理三方面的情况分别叙述如下:

一、计算机在产品制造中的应用

1952年,美国首先研制成功数控(NC)机床,为计算机在产品制造中的应用开创了一条崭新的道路,成为计算机辅助制造(CAM)的开端。1958年随着刀库的发明,出现了能在一台机床上通过自动换刀实现铣、钻、镗、铰、铰及攻丝等多种加工的数控加工中心,能够在一次装夹中完成多道工序,使 NC 自动化加工由工序分散方式向集中方向发展。由于当时计算机极其昂贵,体积庞大,人们为充分利用计算机的功能,又研究用一台计算机同时控制数台机床的直接数控(DNC)系统。1966年美国制造出第一套 DNC 系统。后来,数控机床虽然于1968年改为用小型计算机控制,但由于仍然解决不了价格昂贵、可靠性差等问题而没有得到大范围推广。直到1974年应用微处理机后,数控机床才得以迅速发展。现在生产的 NC 机床都是这种计算机数控(CNC)机床。

数控机床成功地解决了外形复杂工件的中小批量自动化生产问题,提高了劳动生产率和加工精度,缩短了生产准备周期,成为机床自动化的一个新的发展方向——柔性化。例如,劈锥加工。劈锥是航空光学瞄准具计算机构的执行元件,是由12720点组成的三维函数变量体。原来用坐标镗床加工,每天三班,每班三人操作,一个星期加工1件,还容易出废品。1964年我国开始研制劈锥加工和检验用数控铣床。1969年投入使用后,每3小时加工1件,30分钟测量1件,成品率由20~30%提高到98%。

为了提高数控机床的工作效率,摆脱手工编写数控程序的落后状况,1952年开始了自动编程系统的研制工作。1954年美国麻省理工学院完成了第一个用于零件数控编程的工

具，起名为自动编程工具（APT）（也有人把它称为计算机辅助制造的开始）。1956 年以 APT 为基础开始研究数控程序语言。1958 年完成了具有翻译功能的 APT II。APT 语言编程的使用大大促进了数控技术的应用。由于语言编程存在需要多次试切等缺点，所以 1965 年美国开始研制图形验证数控加工程序（简称图形编程）。1967 年初步完成并投入使用。图形编程基本上解决了 APT 语言编程存在的基本问题。

1962 年美国首先研制出第一台工业机器人。工业机器人是由计算机控制的操纵机器，是在机床数控技术和工业机械手的基础上发展起来的。工业机器人的产生，为完善地解决加工过程中物料搬运自动化，为解决单调、笨重、危险、有害和超过人能胜任的极限环境下作业自动化，特别是为解决机器生产中最难解决的装配自动化提供了现实的可能性。

1963 年美国制造了世界上第一条加工多种柴油机零件的数控自动线。1967 年由英国首先研制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，并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。当然，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最难实现自动化的领域，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。

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，时间定额的制定等。现在虽然已有一些系统投入应用，但由于零件形状和加工技术的复杂性和多样性，开发 CAPP 的技术难度还是相当大。

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。

二、计算机在产品中的应用

计算机在产品中的应用，即计算机辅助设计（CAD），是在 50 年代中期开始研究的。主要包括：计算机制图、设计计算和建立数据库，早期的 CAD 主要用于产品设计计算及计算机绘图。1959 年美国麻省理工学院将计算机辅助绘图列入科研项目，进行研究。1963 年发表了试验研究性成果——SKETCH PAD 方案。在建立 SKETCH PAD 系统中，一个重要的成就是发明了计算机图形显示器（简称图形仪）。它是人机交互的渠道，使工程技术人员可以进行交互设计。此后，随着小型和微型计算机的出现，特别是微型计算机性能的提高和成本大幅度的下降，CAD 进入了更多的制造应用领域，不仅出现了可绘制 2、 $2\frac{1}{2}$ 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，一般约是人工设计速度的 1 至 5 倍。CAD 不但提高了产品设计的效率，而且也提高了设计的水平和质量。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。

随着 CAD 和 CAM 技术的迅速发展，人们开始考虑两者的集成，即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。经过十年努力，这种系统已进入实用阶段。

三、计算机在经营管理中的应用

电子计算机问世后，开始时主要用于科学技术方面的计算。1954 年美国通用电气公司第一次在电子计算机上计算职工工资。这是电子计算机首次进入管理业务。以后，电子计算机在管理上的应用范围越来越广，而且随着电子计算机技术，包括网络技术的迅速发展，电子计算机在管理上的应用也由初期的单项数据处理阶段发展到数据综合处理阶段，进而发展到现在的数据库系统处理阶段。数据库系统处理也就是在企业管理中全面地使用电子计算机，或建立管理信息系统（MIS）。在这方面有较大影响的是美国 IBM 公司。它在 1958 年发表了标准生产管理方式。1968 年在此基础上建成了生产信息与管理系统（PICS），包含 8 个子系统。70 年代后，改进为面向通信的生产信息与管理系统（COPICS）。

这个系统包含 12 个子系统，适用于各种工厂。由 1 台中型电子计算机和若干台小型机组成网络，终端多达 300 个，分布于全厂各车间、科室，实时地收集和提供信息。1961 年美国提出了物料需求计划（MRP I）管理系统。1979 年在此基础上开发了制造资源计划（MRP II）。现在，MRP II 已成为 MIS 中最引人注目的一种系统。目前，美国正在对 MRP II 作更大的改进，并结合日本的准时制研制开发新的管理技术——最优生产技术（OPT）。

现在人们已有可能在企业管理中树立下列的理想奋斗目标：以销定产，批量为 1 件，无等待加工时间，无等待加工工件，无废品，无库存。

§ 1.3 CIMS 的提出和发展

随着电子计算机在企业的产品制造、产品设计、经营管理领域中深入、广泛的应用及其相互联系，在工业生产方式中产生了新的概念。1974 年美国约瑟夫·哈林顿（Joseph Harrington）博士在《Computer Integrated Manufacturing》一书中首先提出了计算机集成制造的概念。哈林顿提出的 CIM 概念中有两个基本观点：

- 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质表现。

这两个基本观点至今仍是 CIMS 的核心内容。

虽然，哈林顿是根据计算机技术在工业生产中的应用而预见其必然的发展趋势提出 CIM 的概念的，但是当时并未引起人们广泛的注意。直到 1981 年，这一概念才被广泛接受，并把 CIMS 作为制造工业的新一代生产方式。这一结果并非偶然，它是科学技术发展和市场需求变化共同推动的结果。

最近一个时期以来，随着科学技术的加速发展，从技术角度来看，至少出现了以下三个突出的特点：

- 1、人类的活动领域大大扩展，日益涉及宇宙、深海、沙漠、极地等过去人类很少或从未活动过的领域，这些领域的特点是高真空、微重力、高压、高寒、高温等。在这些超过人类正常体力所能承受的极限条件下活动，要求实行高度自动化作业。

- 2、工业产品日益趋向复杂、精密、高可靠性、高安全性和高自动控制。

- 3、工业生产日益向高速度、高精度、高质量加工方向发展，生产条件也越来越严格和严峻，要求在高真空、高清洁度、高温、深冷、高压、高危险性等条件下进行作业。这种发

展趋势也要求实行高度自动化作业，而且有越来越多的产品若不实行自动化作业已不可能进行生产。如加工精度为微米级甚至亚微米级的产品，不用线测量、闭环控制的自动化加工是生产不出来的；又如核电站不实行高度自动化操作也是不可能实际使用的。

这三者是互相联系，互相促进的。它们有一个共同的发展趋势，就是要求产品功能自动化和生产自动化。自动化已经远远超出节省人力、提高效率这些老观念，已经成为现代技术的自然属性或必需。从这个意义上说，自动化已成为现代化的同义语。

再从市场方面看。从 70 年代开始，世界市场发生了重大变化。科学技术飞速发展和社会需求多样化的相互作用、相互促进，使过去传统的相对稳定型市场变成动态的、多变的市场。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。

2、加剧了缩短从科学发展到技术应用的周期的竞争。

3、产品的型号和规格日益增多，即使大规模生产的汽车工业也成了一种要求进行多品种小批量生产的典型行业。在 1983 年出版的《丰田生产方式的新发展》一书中曾作了一个统计用以说明这种情况（见表 1）。从这个统计中可以看到，一种车型的产量最多是 17 台，最少是 6 台，平均是 11 台。

表 1 3 个月中生产的各车种型号数与生产台数

基本车型	型号数	生产台数	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

4. 市场三要素：质量、价格、交货期的竞争越来越激烈。

面对上述技术和经济的新形势，工业，特别是离散型工业（约占全部工业的 50%），必须寻求一种技术与管理高度结合的新的生产方式，才能在今后继续发展。CIMS 正是这样一种新的生产方式。

计算机在各单元技术上的应用，如 CAD，CAM，工业机器人，FMS，MRP II 等，如前所述，在缩短新产品研制周期，提高各种资源（设备、材料、能源、厂房、人力、资金、信息等）的利用率，制造高度精密、复杂的产品，缩短生产周期，提高生产、工作效率，降低成本，增强市场应变能力等方面，已给采用这些技术的企业带来显著的效益。但是人们进一步发现，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。

1985 年，美国科学院根据对美国在 CIMS 方面处于领先地位的五个公司（麦克唐纳道格拉斯飞机公司、迪尔拖拉机公司、通用汽车公司、英格索尔铣床公司和西屋公司）所进行的长期调查和分析，认为采用 CIMS 可以获得以下效益：

1. 产品质量提高 200—500%

2.生产率提高	40—70%
3.设备利用率提高	200—300%
4.生产周期缩短	30—60%
5.在制品减少	30—60%
6.工程设计费用减少	15—30%
7.人力费用减少	5—20%
8.提高工程师的工作能力	300—3500%

这是因为集成度的提高,可以使各种生产要素之间的配置得到更好的优化,各种生产要素的潜力可以得到更大的发挥,实际存在于工业企业生产中的各种资源的明显的或潜在的浪费可以减到最少以至消除,从而可以获得更好的整体效益。

技术上的可能和市场竞争的需要,终于使哈林顿在 1974 年提出的 CIM 概念由不被重视而迅速地成为一些技术上处于先导地位的企业和一些国家政府的实践活动。如本书下面提到的世界上一些著名的大公司,从 70 年代末、80 年代初开始制定本公司实现 CIMS 的规划,建立 CIMS 的生产工厂(车间),攻克实现 CIMS 的技术难关并且不断取得重大进展。一些工业发达国家政府,如美国、日本、欧洲共同体和经互会成员国,都把 CIMS 作为科学技术发展的一个战略目标,通过制定各种计划、规划,建立国家级研究实验基地等手段积极推进这一新的生产方式的发展。我国在 1987 年开始实施的“高技术研究发展计划纲要”中,也列入了 CIMS 的课题,一些部门、企业、研究所和高等院校也制定了自已实施 CIMS 的规划、计划,并从各个方面对 CIMS 有关技术进行研究、开发。我们深信,中国的科技界和工业界完全有能力掌握和发展 CIMS 这种新的生产方式。

§ 2 计算机集成制造系统的概念和构成

一、概念:

计算机集成制造系统,简单地说是工厂自动化的发展方向,是未来工厂的模式。目前对 CIMS 的理解和提法比较混乱。为了有一个正确的认识,首先从 1974 年哈林顿博士提出的 CIM 概念的含义出发,他认为:

- 企业的各个环节是不可分割的,需要统一考虑。
- 整个制造生产过程实质上是对信息的采集、传递和加工处理的过程。

稍加解释便可以得出大家公认的两个结论:

• 在功能上, CIMS 包含了一个工厂的全部生产经营活动,即从市场预测、产品设计、加工制造、管理到售后服务的全部活动。CIMS 比传统的工厂自动化的范围大得多,是一个复杂的大系统。

• CIMS 涉及的自动化不是工厂各个环节的自动化或计算机化(有人称自动化孤岛)的简单相加。而是有机地集成。这里的集成,不仅是物、设备的集成,更主要的是体现以信息集成为特征的技术集成,以至人的集成。CIMS 的困难, CIMS 的效益也正在于此。

这样,我们可以得出下述看法:

CIMS 是在自动化技术、信息技术及制造技术的基础上,通过计算机及其软件,将制造工厂全部生产活动所需的各种分散的自动化系统有机地集成起来,是适合于多品种、中小批量生产的总体高效益、高柔性的智能制造系统。

这里要附带说明一点：CIM 是组织、管理生产的一种哲理、思想和方法。而 CIMS 是这种思想的具体体现。在实现 CIMS 过程中，必然碰到而且一定要解决的各种技术问题和 管理问题。“实现”不会采用千篇一律的模式。因此我们谈及 CIMS 不能只停留在 CIM 上。

二、CIMS 的构成

CIMS 的构成可以从功能、结构及学科等不同角度来了解。

从功能角度看，CIMS 包含了一个制造工厂的设计、制造及经营管理三种主要功能，要使这三者集成起来，还需要有一个支撑环境，即分布式数据库、网络及指导集成运行的系统技术。图 1-1 为 CIMS 工厂的各功能块及其外部信息，输入输出的关系。

1. 设计功能

- CAD 在 CIMS 中，设计要调用各种不同的数据库中的数据，譬如工厂管理中的某些数据；加工后，坐标测量机对零件检测的数据；而且各种 CAD 工作站中的图形或数据应该构成一个联合设计环境。因此，这里的 CAD 不是孤立的，而是在内部以及与外部密切关联并带有反馈的 CAD。CAD 还包括产品设计的专家系统及设计中的仿真。

- CAE 包括对零部件的机械应力、热应力进行有限元分析以及考虑到产品成本等因素的优化设计等功能。

- CAPP 此功能对机械产品是合理的选择工艺参数。可以采用样件法或创成法（专家系统）来实现 CAPP。

- CAM 按照零件的形状及 CAPP 生成 NC 代码，并要进行考虑刀具补偿等因素的后处理。

在 CIMS 中，CAD/CAPP/CAM 是局部地集成起来的，这将碰到图形转换标准、工程数据库等方面的许多问题。

2. 加工制造

按照 NC 代码将一个毛坯加工成合格的零件并装配成部件以至产品，牵涉到加工制造中的许多环节。在这里物料流与信息流交汇，完成设计及管理中的指定任务，并将制造现场的不同信息，如实时的或经过初步处理（如统计分析）的信息反馈到相应部门。

- 加工工作站 对于机械加工主要是各类数控机床如镗铣、车削加工中心。它们需要与工业机器人配合起来完成指定的任务。在信息集成中，主要是控制系统的联网问题。

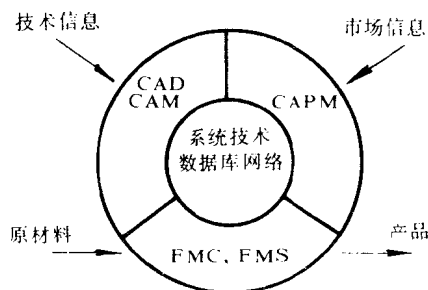
- 物料输送及贮存工作站 包括自动运载小车或各种传送带及机器人，以及立体仓库、堆垛机、装卸工作站及其控制系统。

- 检测工作站 机械加工用数控三坐标测量机，电路产品用各种专用自动化测试设备。

- 刀具管理工作站 刀具流的调度及管理对于机械加工是极为重要的。它包括了中央刀库、换刀机器人、刀具预调设备及刀具数据库等。

- 装配工作站 多数是由带有传感器的工业机器人及传送装置来实现的。其主要技术内容包括合理的机构设计、人工智能技术及协调控制。

此外，还有其它许多设备，如清洗、排屑等等。



上述这些完成不同功能的子系统,需要通过上一级的单元计算机(不只一台)来实现它们之间的协调与控制。(如作业排序、自动小车最优路径规划、监控以及加工过程中的部分故障诊断和恢复,单元控制计算机要有自己的数据库支持。)

对不同类型的企业来说,加工制造产品的设备虽然大不相同,但对 CIMS 而言,具有联网接口(符合标准的)的单机自动化系统以及对它们的监控、协调及诊断问题是共同的。

3. 计算机辅助生产管理 (CAPM)

管理方面需要制定年、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、仓库等各种管理(结合起来成为 MRP II)。经营方面包括市场预测及制定长期发展战略计划。

4. 集成方法论及技术

要使上述三个主要功能块集成起来运行,需要有一套系统分析设计及指导系统最优运行的方法,如系统理论、成组技术(GT——Group Technology)等以及实现集成所必须的手段——集成技术,即分布式数据库管理系统以及工厂局域网的支撑环境才能达到信息集成的要求。

从结构上看 CIMS,任何企业都是层次结构的,但各层的职能及信息特点大不相同。一个企业可以由工厂、车间、单元、工作站及设备五层组成(但也可以加上公司一级成为六层),其职能分别为计划、管理、协调、控制及执行。在最高层,如工厂和公司,有大量抽象信息,不确定性强(正像决策中常碰到的),信息处理的周期也长,有时以年、月计。越下层,信息越具体,有的实时信息以毫秒、微秒来计算,CIMS 就是要在这样一个十分广阔的信息范围内将其集成起来,数据的采集、通信(不同的局域网)、处理(针对具体的数学模型或不同类的非结构化模式)都是不相同的。

从学科看,CIMS 是系统科学、计算机科学和技术与制造技术互相交互渗透产生的集成方法及技术、将此技术用到制造环境中去。反过来应用又促进了这些学科的发展,见图 1-2。

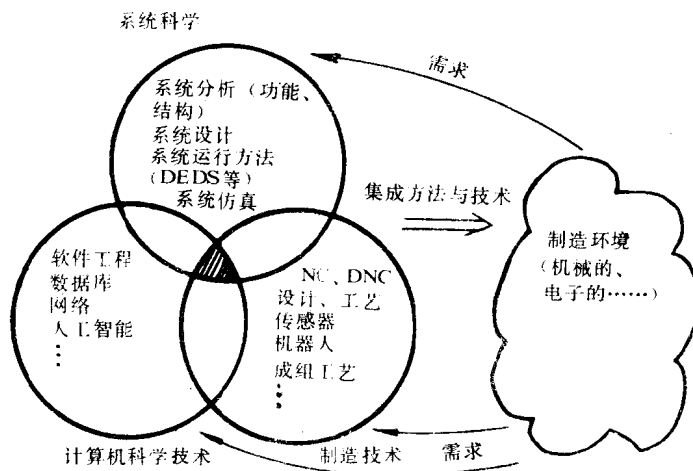


图 1-2 CIMS 与系统科学、计算机科学和技术与制造技术的关系