

现代工业企业自动化丛书

# 计算机集成制造系统 ——CIMS概论

白英彩 唐冶文 余巍 编著  
李寿成 审



清华大学出版社

现代工业企业自动化丛书

# 计算机集成制造系统 ——CIMS 概论

白英彩 唐治文 余 巍 编著

李寿成 审

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

### 内 容 简 介

本书系统全面地介绍了计算机集成制造系统(CIMS)的基本组成和最新发展动态,包括计算机辅助设计和制造工程系统(CAD/CAM)、计算机辅助工艺设计(CAPP)、成组技术(GT)、柔性制造系统(FMS),管理信息系统(MIS)、制造资源计划(MRP-I)和 CIMS 网络,并且针对我国的实际情况如何有效地实施 CIMS 工程进行了讨论。

本书可供从事 CIMS 方面的工程和研究人员阅读,也可供有关专业的高等院校的大学生和研究生参考。

JSM2/24

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机集成制造系统: CIMS 概论/白英彩等编著. —北京:清华大学出版社,1997  
(现代工业企业自动化丛书)

ISBN 7-302-02688-2

I. 计… II. 白… III. 计算机集成制造-概论 IV. TH166

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 21263 号

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

因特网地址: [www.tup.tsinghua.edu.cn](http://www.tup.tsinghua.edu.cn)

印刷者: 北京清华园胶印厂

发行者: 新华书店总店北京科技发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.25 字数: 402 千字

版 次: 1997 年 12 月第 1 版 1997 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-02688-2/TP·1392

印 数: 0001~4000

定 价: 21.60 元

## 《现代工业企业自动化丛书》编委会

名誉主任：张钟俊

顾问：吴钦炜

主任：白英彩

副主任：邵世煌 王行愚 吴启迪 孙廷才

编委：(按姓氏笔划)

于海川 王行愚 白英彩 孙振飞 孙廷才

江志道 刘元元 邵世煌 吴启迪 张兆琪

杨德礼 周德泽 柴天佑 虞孟起 魏庆福

# 序

当今世界先进工业国家正处于由“工业经济”模式向“信息经济”模式转变的时期,其中技术进步因素起着极为重要的作用,它在经济增长中占 70%~80%。“以高新技术为核心,以信息电子化为手段,提高工业产品附加值”已经成为现代工业企业自动化重要的发展目标。从我国经济发展史来看,其工业经济增长主要是依靠投入大量资金和劳动力来实现的,尚未充分发挥技术进步在工业经济增长中的“二次效益倍增器”的作用。“如何加快发展电子信息技术、调整产业结构,适应世界经济发展需求”,是当前我国工业企业自动化界研究的重要课题之一。

工业自动化是一门应用学科,它主要包括单机系统自动化、工业生产过程自动化和工业系统管理自动化等三个方面。企业自动化包括企业生产管理信息电子化、信息处理的自动化以及网络化。现代工业企业自动化涉及到自动化技术、计算机技术、通信技术、先进制造技术和管理学等诸多学科,它需要各学科的专家和工程技术人员通力合作,从而形成“多专业知识与技术集成”的现代工业自动化发展思路。目前工业企业自动化系统主要呈现开放性、集散性、智能性和信息电子化与网络化的特点。在现代工业企业自动化中,计算机控制技术充当了极为重要的角色,它是计算机技术和控制理论的有机结合。自动控制理论的发展是伴随着被控制对象的复杂性、不确定性等因素的研究成果而发展的,它由经典控制理论(频域方法)和现代控制理论(时域方法)发展到第三代控制理论——智能控制理论。计算机控制系统分为数据采集与处理系统、计算机在线操作指导控制系统、直接数字控制系统、监督控制系统、分级控制系统和集散控制系统以及分布式智能控制系统。从当前计算机技术和自动控制技术发展状况来看,高性能工业控制机系统、智能控制系统和基于网络系统的虚拟企业自动化系统将是未来工业企业自动化的重要发展方向。

从系统工程的角度来看,工业自动化技术研究与应用过程分为三个阶段:自动化技术研究阶段、科研成果向实用转化阶段和产品应用阶段。经过我国科技工作者半个世纪卓有成效的研究,在自动化技术研究与应用方面取得可喜的成绩,并给我国的工业自动化事业带来了深刻影响和变革,产生了巨大的社会和经济效益,其中有的技术已经接近或达到世界先进水平,但从应用以及成果向产品的转化的总体发展角度来看,仍存在着一些问题,仍需花大力气进一步探索和研究。例如,我国在工控机及其配套设备的生产方面尚需进一步构成规模经济;建立并发展企业网络及其协议和数据库集成技术,为全面实现我国“金企工程”提供技术和手段;开发系列的工控机软件包、实时操作系统,以提高工控机系统的总体水平;充分运用以工控机为核心的电子信息技术来改造我国各类传统工业的工艺设备及产品;在我国的部分现代企业中大力倡导推行 MIS,MRP-Ⅰ和 CIMS/CIPS 以及信息网络系统,以提高企业管理水平和竞争能力等。在 20 世纪 40 年代,计算机刚问世不久,它的应用除在军事、政要部门之外,主要是在各传统工业领域的应用。在 60 年代~70 年代,各国的工业计算机应用极为普遍,促进了其工业企业自动化高速发展,而我国的工业企业自动化非但没有大踏步前进,反而停滞不前。到了 90 年代这个问题就显得十分严重了,因此我们必须“补上这一课”。

• III •

我们编写了《现代工业企业自动化丛书》(目前暂定 42 册,并根据实际需要不断增加新的书目),该《丛书》内容既包括工业生产过程自动化,又包括现代企业管理自动化技术,如基于总线工控机系统、工程数据库、CIMS/CIPS 以及企业网络技术等。其编写原则为:理论与实践密切结合,为实现工业企业自动化提供典型示范系统。编委会特邀请了国内在该领域有扎实理论基础和富有实践经验的专家分别承担各分册的编审任务,以期在向读者展示国内外相关技术的最新成果和发展动态的同时,提供解决现代企业自动化的思路、方法、技术和设备等。

该《丛书》以工程技术人员为主要读者对象。我们相信该《丛书》的出版必将在推动我国工业企业自动化应用的普及和发展进程中起到积极的作用,为进一步提高我国工业企业自动化水平做出贡献。

清华大学出版社颇具魄力和眼光、高瞻远瞩,及时提出组稿这套《丛书》的任务,他们为编好《丛书》做了认真、细致的准备工作,并为该丛书的出版提供了许多有利的条件,在此深表谢意。同时对于参加各分册编审任务的专家、学者所付出的艰辛劳动表示衷心感谢。编审《丛书》的任务十分繁杂而艰巨,加之时间仓促,书中出现疏漏、欠妥之处也是难免的,希望广大读者不吝赐教,以使我们逐步完善这个《丛书》系列。

中国科学院院士、上海交通大学教授

张钟俊  
1995年5月

# 前 言

自 J. 哈林顿(J. Harrington)博士于 1973 年在其论著中首次提出 CIM(Computer Integrated Manufacturing)概念至今的二十多年中,从 CIM 概念到其具体实现 CIMS(Computer Integrated Manufacturing System,直译为“计算机集成制造系统”)都有了很大的发展。它已成为企业生产管理自动化的必由之路和自动化领域的前沿学科。在以计算机为基础的信息经济时代,信息技术发展程度又是决定将来社会形象的重要因素。CIM 和 CIMS 的核心是信息的集成和信息技术的运用。我国早在 80 年代中期就提出了旨在跟踪国际高新技术发展为目的的“863 计划”,已将 CIMS 主题纳入其中。经过十多年的努力,我国在 CIMS 方面取得很大成就,令世人瞩目。

我们研究 CIMS 的目的不能把已取得的成就局限于实验环境,而是要逐步地步入工业现场,不仅在离散型生产企业中得到了推广应用,而且在连续型生产流程的企业也已起步(如宝钢)或正在起步(如金山石化)。从大型企业到中小型企业都在进行 CIMS 试点。因此,在许多行业中都有一大批科技人员在关注着 CIMS 的发展和应用。

CIMS 是一类十分复杂的大系统,对它的研究是跨学科和多专业的,从各种系统理论、应用技术到管理科学。在实施时,除了技术因素之外,还要考虑组织、人事等各种管理措施,甚至还考虑企业的文化建设等等。因此,要全面而又深入地介绍 CIMS 研究和实施的各方面内容是十分困难的。我们在编写本书时,注重从自己的研究和体会出发,希望本书成为各个领域的读者了解、熟悉以至深入研究的起点。因此本书的特点是技术性和介绍性的,内容包括 CAD/CAM、CAPP、成组技术、柔性制造系统(FMS)、管理信息系统、MRP- I 和 CIMS 网络等,目的是使读者在掌握大量感性材料的基础上,对 CIMS 有一个由浅入深、由片面到全面的认识。而本书的第 1 章从“CIMS 是现代制造企业组织和管理企业的生产经营的一种哲理”这一角度出发,对 CIMS 的构成和实施进行了系统的分析和介绍,俾使读者在阅读后面的章节时有一个全局的背景知识,不至于陷于大量的具体材料而一叶障目。

上海大学李寿成教授悉心审读了本书稿,并提出了许多宝贵建议和意见,在此深表谢意。

本书由白英彩、唐治文、余巍等同志编写。由于时间仓促、水平有限,书中难免有欠妥之处,恳请广大读者不吝指正。

编者

1997 年 2 月

# 目 录

<b>第 1 章 CIMS 概论</b> .....	1
1.1 CIMS 的产生及其历史背景 .....	1
1.2 CIMS 的概念及组成 .....	3
1.2.1 CIMS 的基本概念 .....	3
1.2.2 CIMS 的构成 .....	4
1.3 CIMS 的发展现状 .....	6
1.3.1 国外 CIMS 发展简况 .....	6
1.3.2 我国 CIMS 发展情况 .....	7
1.4 CIMS 研究中的新思想 .....	9
1.5 我国 CIMS 实施中的若干问题 .....	13
<b>第 2 章 计算机辅助设计与制造工程系统</b> .....	18
2.1 概述 .....	18
2.1.1 CAD/CAM/CAE 系统 .....	18
2.1.2 CAD/CAM/CAE 的硬件系统 .....	19
2.2 新一代的实体造型系统 .....	20
2.2.1 传统的造型方法——几何造型和实体造型 .....	20
2.2.2 新一代的实体造型技术——特征造型 .....	21
2.2.3 参数化设计 .....	23
2.2.4 CAD/CAM/CAE 数据交换标准 .....	25
2.3 工程分析与仿真 .....	28
2.3.1 CAE 技术概述 .....	28
2.3.2 工程优化设计方法 .....	30
2.3.3 模态分析 .....	32
2.4 数控技术 .....	33
2.4.1 数控技术概况 .....	33
2.4.2 数控系统硬件组成原理 .....	35
2.5 工业机器人 .....	38
2.5.1 工业机器人的发展情况 .....	38
2.5.2 机器人的基本概念 .....	39
2.5.3 机器人的执行机构、控制与传感 .....	41
2.5.4 机器人软件 .....	45
2.6 智能 CAD/CAM/CAE 系统 .....	47
2.6.1 人工智能和专家系统的基本概念 .....	48



2.6.2	专家系统的开发	50
2.7	CAD/CAM/CAE 的集成系统	51
2.7.1	CAD/CAM/CAE 集成的必要性	51
2.7.2	ICC 集成系统的功能及组成	52
2.7.3	ICC 系统集成技术	53
2.7.4	ICC 系统的公用数据库	58
2.7.5	集成系统的开发方法——“原型系统法”	60
<b>第 3 章</b>	<b>计算机辅助工艺过程设计</b>	<b>62</b>
3.1	概述	62
3.1.1	什么是工艺规划	62
3.1.2	CAPP 及其优点	62
3.2	CAPP 的分类	63
3.2.1	变异式 CAPP 系统	63
3.2.2	半创成式 CAPP 系统	65
3.2.3	创成式 CAPP 系统	65
3.3	CAPP 的实现方法	67
3.3.1	变异式 CAPP 系统的实现过程	67
3.3.2	创成式 CAPP 系统的实现过程	68
3.4	CAPP 的发展	74
3.4.1	CAPP 正朝集成化方向发展	74
3.4.2	CAPP 的智能化趋势	74
3.4.3	采用分布式技术和面向对象技术的设想	75
<b>第 4 章</b>	<b>成组技术</b>	<b>77</b>
4.1	概述	77
4.1.1	什么是成组技术	77
4.1.2	成组技术的发展	77
4.2	零件族	78
4.2.1	零件的相似性与零件族	78
4.2.2	零件的种类分析	80
4.3	零件分类、编码和分类系统	80
4.3.1	编码的目的和作用	80
4.3.2	零件的代码	81
4.3.3	零件分类	82
4.3.4	零件分类成组方法	83
4.4	GT 在设计中的应用	86
<b>第 5 章</b>	<b>柔性制造系统</b>	<b>88</b>

5.1	概述	88
5.1.1	FMS的发展历史和技术背景	88
5.1.2	FMS的发展动向	89
5.1.3	FMS的概念及特点	90
5.1.4	FMS的类型	92
5.2	柔性制造系统的组成	93
5.2.1	FMS的一般组成	93
5.2.2	FMS的工作原理	96
5.3	物料搬运系统	97
5.3.1	物资管理	97
5.3.2	自主搬运	97
5.3.3	零件和刀具搬运系统	99
5.4	自动化仓库	100
5.5	FMS控制系统及计算机网络	102
5.5.1	FMS控制系统框图	102
5.5.2	FMS中的监控与诊断系统	103
5.5.3	FMS中的计算机网络技术	106
5.6	FMS的一个范例——SSI型板材FMS的实现	108
5.6.1	概述	108
5.6.2	系统组成	109
5.6.3	系统分析	111
5.6.4	控制逻辑结构	112
5.6.5	通信系统	114
5.6.6	工程实施	115
<b>第6章</b>	<b>管理信息系统与数据库</b>	<b>117</b>
6.1	管理信息系统	117
6.1.1	MIS的发展	117
6.1.2	分布式MIS	120
6.1.3	智能管理系统	123
6.2	管理信息系统的基本概念	129
6.2.1	信息和数据	131
6.3	MIS模型	133
6.3.1	MIS逻辑模型	133
6.3.2	企业MIS模型	135
6.3.3	MIS用户分类三维模型	145
6.3.4	MIS开发模型	148
6.4	管理信息系统的结构	155
6.4.1	市场销售子系统	156

6.4.2	生产制造管理子系统 .....	158
6.4.3	年计划编制子系统 .....	162
6.4.4	预测子系统 .....	163
6.4.5	物资供应管理子系统 .....	164
6.4.6	库存管理子系统 .....	165
6.4.7	财务管理子系统 .....	165
6.4.8	成本管理子系统 .....	166
6.4.9	设备管理子系统 .....	167
6.4.10	工具管理子系统 .....	168
6.4.11	生产统计子系统 .....	168
6.4.12	质量管理子系统 .....	169
6.4.13	人事管理子系统 .....	170
6.4.14	生产与技术数据管理子系统 .....	170
6.5	MIS 的开发 .....	171
6.5.1	开发 MIS 的方法 .....	171
6.5.2	MIS 开发的策略 .....	184
6.5.3	MIS 的一般开发过程 .....	186
6.5.4	MIS 的评价 .....	194
6.6	数据库 .....	198
6.6.1	基本概念 .....	198
6.6.2	数据模型 .....	201
6.6.3	数据库体系结构 .....	205
6.6.4	数据库语言 .....	206
6.6.5	实现的途径 .....	213
<b>第 7 章</b>	<b>制造资源计划 MRP-Ⅱ .....</b>	<b>215</b>
7.1	从 MRP 到 MRP-Ⅱ 的演变及在 CIMS 中的地位 .....	215
7.1.1	何谓 MRP .....	215
7.1.2	MRP-Ⅰ 的出现及其效益 .....	215
7.1.3	MRP-Ⅰ 的逻辑结构 .....	216
7.1.4	MRP-Ⅰ 的效益 .....	217
7.1.5	CIM 的经营战略 .....	218
7.2	MRP-Ⅱ 的组成 .....	219
7.2.1	物料清单 BOM .....	219
7.2.2	物料需求计划 .....	219
7.2.3	生产计划大纲和主生产计划 .....	220
7.2.4	能力需求计划和粗能力管理 .....	220
7.2.5	车间作业管理 .....	221
7.2.6	库存管理 .....	221

7.2.7 财务管理 .....	222
7.3 几种典型 MRP- I 软件产品及实施 .....	222
7.3.1 MFG/PRO 软件包 .....	222
7.3.2 BPCS 软件 .....	225
7.3.3 MRP- I 实施要点 .....	227
7.4 我国 MRP- I 的概况及其选择 .....	230
7.4.1 我国对 MRP- I 产品开发的大力倡导 .....	230
7.4.2 选择使用 MRP- I 的传统方法 .....	231
7.4.3 在 CIM 环境中选择和使用 MRP- I 的新基准 .....	231
<b>第 8 章 CIMS 网络概论 .....</b>	<b>233</b>
8.1 CIMS 网络的概念 .....	233
8.1.1 什么是 CIMS 网络 .....	233
8.1.2 CIMS 网络的特点 .....	233
8.2 CIMS 网络的子网单元技术 .....	235
8.3 CIMS 网络的工厂主干网 .....	237
8.4 CIMS 网络系统分析与设计方法 .....	238
8.4.1 计划阶段 .....	239
8.4.2 建网方案制定(初步设计)阶段 .....	239
8.4.3 详细设计阶段 .....	242
8.4.4 网络的安装和试验阶段 .....	244
8.4.5 网络管理阶段 .....	244
8.5 CIMS 网络协议软件 .....	245
8.5.1 CIMnet 中的 MAP/TOP 协议现状及前景 .....	245
8.5.2 具有自主知识产权的 Mini-MAP/EPA 网络协议软件 .....	250
<b>参考文献 .....</b>	<b>258</b>

# 第 1 章 CIMS 概 论

计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System,简称 CIMS)是当代生产自动化领域的前沿学科,又是集多种高技术为一体的现代化制造技术。

## 1.1 CIMS 的产生及其历史背景

1960 年以来,许多新技术被应用到制造业中,以解决它所面临的一系列难题,这些新技术主要有:数控(NC)、分布式数控(DNC)、计算机数控(CNC)、原材料需求计划(MRP)、制造资源计划(MRP-Ⅱ)、计算机辅助设计和计算机辅助制造(CAD/CAM)、计算机辅助工程(CAE)、计算机辅助工艺过程设计(CAPP)和机械制造中的成组技术(GT)以及机器人等。但是以上这些新技术的实施并没有带来人们曾经预测的巨大效益,原因是它们是离散地分布在制造业的各个子系统中,只能使局部达到自动控制和最优化,不能使整个生产过程长期在最优化状态下运行。为了解决这个问题,人们逐步发展了计算机集成制造(CIM)这一技术思想。

80 年代中期以来,以 CIMS 为标志的综合生产自动化日渐成为制造工业的热点。其主要原因有:① CIMS 具有提高生产率、缩短生产周期、减少废品、适应于市场竞争的需要等一系列的优点;② 一些大公司由于采用 CIMS 已取得了显著的经济效益;③ CIMS 是一种管理企业及生产的新的哲理,也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模式。CIMS 将成为 21 世纪占主导地位的新型生产方式。因而世界上很多国家和企业都把发展 CIMS 定为本国制造工业或企业的发展战略,制定了很多由政府或工业界支持的计划,用以推动 CIMS 技术和系统的开发利用。

计算机集成制造系统的物质基础是计算机。电子计算机自 1945 年问世以来,很快就在社会的各个领域得到了广泛的应用,并使每一个应用对象在技术上发生革命性的变化。计算机在工业生产过程控制方面的应用,使产品制造由刚性自动化向柔性自动化方向发展,而且计算机开始从替代体力劳动领域向部分替代脑力劳动领域方面伸展,使工业企业技术和管理工作相继实现了自动化过程,出现了一种分散于工厂各个部门和各个环节的“自动化孤岛”,使工业生产和管理在各个范围内到达最优。

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:

① 计算机性能不断提高。这不仅表现在运算速度和信息处理的广度和深度的提高,更重要的是表现在朝智能化方向的发展已迈进了一大步!我国正在研制的智能计算机作为“863”课题,其目标是使计算机由信息处理机发展为具有推理、学习和联想等功能的人工智能的知识处理机。

由于微电子技术的发展、VLSI 芯片体积不断减少,成本不断减低,这就使得计算机得以在各个领域中更加广泛应用,特别是在自动化领域中的发展更为迅猛。

② 计算机首先在制造业的生产自动化方面的应用为 CIMS 的产生作了技术的准备。

下面为几个方面的应用情况:

(1) 计算机在产品制造业中的应用 1952年,美国首先研制成功数控机床(NC),为计算机在产品制造业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。1966年,美国制造出第一套控制多台机床的直接数控系统(DNC)。但直到1974年才开始大量应用微处理机,从而解决了NC和DNC的价格昂贵、可靠性差等问题,NC才得以迅速发展。

数控机床成功地解决了外形复杂工件的小批量自动化生产问题,提高了劳动生产率和加工精度,缩短了准备周期,成为机床自动化的一个新发展方向——柔性制造。1967年由英国首先研制而由美国首先成功地建成了由多台数控机床组成的名符其实的、多品种加工的自动生产线,当时被命名为柔性制造系统(FMS)。FMS的产生及其完善有着重要意义,它不仅使机械加工的劳动生产率又提高到一个新的高度,而且还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、小批量生产自动化的问题。中、小型批量离散型生产是工业生产中最难实现自动化的领域,FMS为解决上述难题提供了有效途径,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,有时也把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和检验等作为计算机辅助制造(CAM)的重要内容。

(2) 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)。

50年代中期开始研究CAD技术。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。1963年美国麻省理工学院发表了实验研究性成果——SKETCH方案。CAD不断提高了产品设计的效率,而且也提高了产品的设计水平和质量。从而使采用CAD技术的工厂能够迅速推出高性能、高质量的新产品。

(3) 计算机在经营管理中的应用 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(GE)公司第一次在电子计算机上计算职工工资,这是计算机首次进入管理业务。以后,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处理系统和管理信息系统(MIS)阶段。数据处理的功能就是在企业的生产各环节中全面使用电子计算机对生产数据进行处理;管理信息系统主要是对企业的经营管理方面进行计算机化管理。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),其中包含8个子系统。70年代又改进为面向通信的生产信息与管理系统(COPICS)。

计算机对企业管理从信息流的管理上升到物流的管理是一个飞跃。1961年美国又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CIMS中最引人注目的一种核心系统。目前,美国正在对MRP-Ⅱ作更大的改进,并结合日本的准时制(JIT,Just-in-time)研制开发新的管理技术——最优化生产技术(OPT)。这里值得提出的是,中国也有了自己的MRP-Ⅱ(称为CMPM-Ⅱ),它是由60多人历时两年研制的结果。

计算机在各单元技术上的应用,如 CAM,CAD,CAE,GT,CAPP,Robots(机器人),FMS,MRP,MRP-Ⅱ 等方面的应用,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、资金和信息等)的利用率,制造高度精密、复杂的产品或零件,缩短生产周期,提高生产效率,减低成本,增强市场应变能力和竞争能力等方面,已给采用这些技术的企业带来更高的技术上和经济上的效益。因为集成度的提高,可以使各种生产要素之间的“配合”得到更好的优化,各种要素的潜力可以得到更大的发挥,即可以达到整体的静态和动态的最优化,使得实际存在于工业、企业生产中的各种资源的明显的或潜在的浪费可以减至最小,以至消除,从而可以获得更好的整体的最佳效益。对整体最优化目标的追求产生和推动了 CIM 技术的发展。其中,各单元自动化技术(有时称为“自动化孤岛”)的发展则为 CIMS 的建立提供了技术上和物质上的准备。

## 1.2 CIMS 的概念及组成

### 1.2.1 CIMS 的基本概念

CIMS 一词最早在 1974 年由美国 Joseph Harrington 博士提出,直到 80 年代初,这一术语才被广泛接受。美国制造工程师学会的计算机和自动化系统首先使用了计算机集成制造系统(CIMS)这个术语。但目前对于 CIM 和 CIMS 尚没有一个确切的且被普遍接受的定义。

大多数人认为,CIM 不是纯粹的技术,而应理解成一种技术思想,一种新型的生产模式。CIM 的目标在于寻找一条使企业达到预定战略目标的有效途径。这就是,从系统工程的整体优化观点出发,通盘考虑市场需求、企业经营目标、技术支撑条件和人的因素,利用现代信息技术、生产技术及两者的有效结合,对生产过程涉及的各个局部系统进行有效的综合集成,以达到全局性的优化目的。CIM 强调:把企业经营目标与方法放在第一位,而把技术手段放在第二位,也就是说技术手段是为经营目标服务的;此外,把考虑问题和解决问题的着眼点放在企业的全局,而不是发生问题的局部点。可见,CIM 是一种总技术,是企业进行组织和管理生产的一种哲理、思想和方法,而 CIMS 则是此思想的具体体现,即贯彻 CIM 思想,具有明确的企业经营目标的具体的生产系统。

国外流行 CIM 术语,而国内则经常使用 CIMS 这一术语。大多数人认为,CIMS 概念中还应包含下列要素:

① CIMS 适用于各种中、小批量的离散生产过程的制造工厂;

② CIMS 应将制造工厂的生产经营活动都纳入到多模式、多层次、人机交互的自动化系统之中;

③ CIMS 是由多个自动化子系统的有机综合而成;

④ CIMS 的目的是提高经济效益、提高柔性、追求动态总体优化。

鉴于这些认识,可以认为 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有关的各种分散的自动化系统有机地集成起来,并适合于多品种、中小批量生产的总体高效率、高柔性的制造系统。

一般来说,CIMS 必须包含下述两个特征:

① 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、质量管理到售后服务的全部活动,如图 1-1 所示。CIMS 比传统的工厂自动化范

围大得多,是一个复杂的大系统。

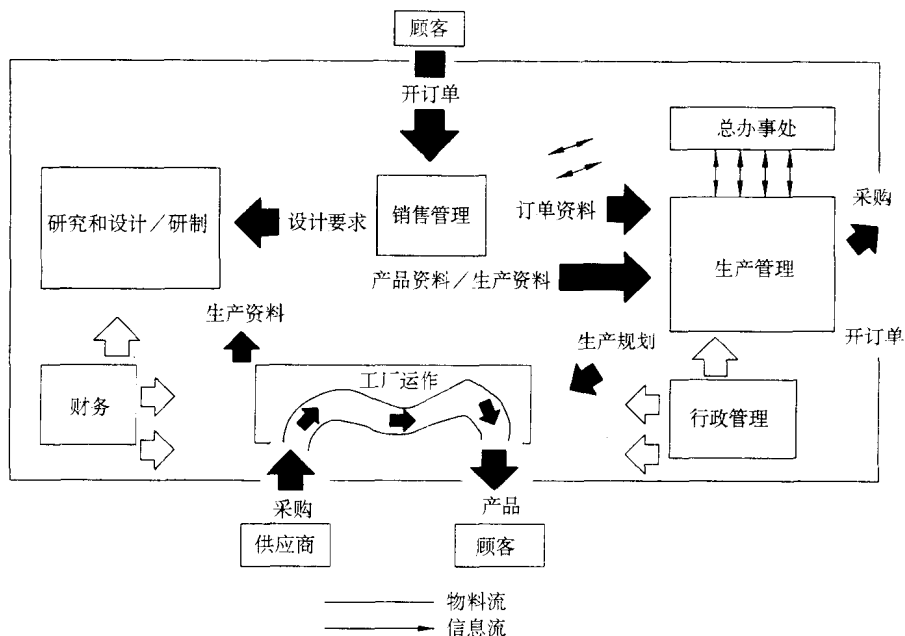


图 1-1 制造业公司的 CIM 概念模型

② CIMS 涉及的自动化不是工厂各个环节的自动化或计算机及其网络(即“自动化孤岛”)的简单相加,而是有机的集成。这里的集成,不仅是物料、设备的集成,更主要的是体现以信息集成为本质的技术集成,当然也包括人的集成。CIM 是企业进行组织、管理生产过程的一种哲理、思想和方法,而 CIMS 则是这种思想的具体体现。CIM 不同于传统的机器制造过程。理解 CIM 的关键是基于信息的集成。机器制造过程可以物理地划分,而信息则像液体一样可流动、可溢出。因此,在理解 CIM 模块及其相互作用中对信息流的分析是一个重要线索。

### 1.2.2 CIMS 的构成

CIMS 的构成可以从功能、结构及科学等不同角度来了解。

从功能角度看,CIMS 包含了一个制造工厂的设计、制造及经营管理三方面的功能,要使这三者集成起来,还需要有一个支撑环境,即分布式数据库和计算机网络,以及指导集成运行的系统技术。图 1-2 示出了 CIMS 工厂各个功能块及其外部信息输入、输出关系。

#### 1. CIMS 的功能模块

(1) CAD 在 CIMS 中,进行工程设计时需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,而是内部与外部密切相关并带有反馈的 CAD。CAD 进一步发展还可能包括产品设计的专家系统及设计中的仿真技术。



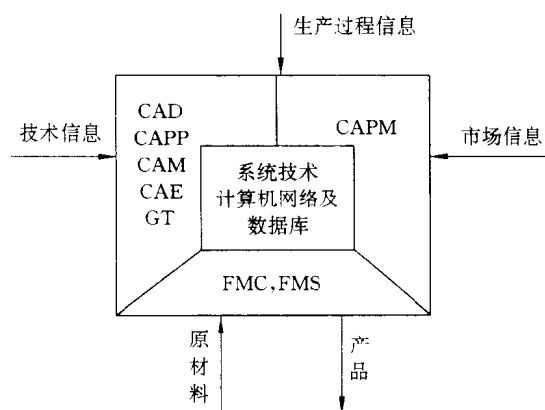


图 1-2 CIMS 功能示意图

(2) CAE 包括对零件的机械应力、热应力进行有限元分析以及考虑到产品本身成本等因素的优化设计等功能。

(3) CAPP 对机械产品及加工零件需要合理地选择工艺参数,将产品设计信息转换成加工指令,以便制造零件或产品。这意味着工艺过程设计直接与工件图纸和材料清单相联系。利用集成制造系统中的计算机和公用数据库,这种联系是可能的。根据工艺过程设计提供的信息使工件通过各个制造阶段,包括从选择原材料开始,到制成成品为止。

(4) CAM 按照零件的形状及 CAPP 生成的 NC 代码,并考虑刀具补偿等因素进行后处理。金属切削作业主要由机床完成,还应控制工件与工具间准确的相对运动。这样就需能够产生并跟踪各种轨迹和完成逻辑控制功能的控制器。控制器的任务是利用几何图形和制造工艺数据,产生并运行有效的控制程序。其它基本功能是轴(坐标)控制、加工过程自适应控制和优化等。

(5) FMS 柔性制造系统(Flexible Manufacturing System)是 CIMS 的加工制造子系统。在这里将毛坯加工成合格的零件并装配成部件以至产品。这牵涉到加工制造中的许多环节。在这里物流与信息流交汇,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。

在一个 FMS 中,加工工作站,物料输送及储存工作站,检测工作站,刀具管理工作站,装配工作站以及其它清洗、排屑等完成不同功能的子系统,需要通过上一级单元计算机(不只一台)来实现它们之间的协调与控制。例如执行作业排序、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等功能。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 FMS 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。

(6) 计算机辅助生产管理(CAPM) 管理方面的年、月或周生产计划制定,物料需求计划(MRP)制定、生产能力(资源)的平衡以及财务、仓库等各种管理功能结合起来构成 CAPM。此外,还包括经营方面的市场预测,制定长期发展战略计划等功能。