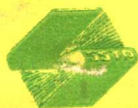


# CIMS

## 网络设计技术

陈家训 著

上海科学技术出版社



87  
37

# CIMS 网络设计技术

陈 家 训 著

上海科学技术出版社

**CIMS 网络设计技术**

陈家训 著

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所经销 祝桥新华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 3 字数 65,000

1993 年 12 月第 1 版 1993 年 12 月第 1 版

印数 1—1,600

ISBN 7-5323-3280-2/TP·37

定价: 2.90 元

**(沪)新登字 108 号**

# 序 言

CIMS (Computer Integrated Manufacturing Systems) ——计算机集成制造系统是制造业计算机辅助设计(CAD/CAPP/CAM)、柔性制造系统(FMS)、计算机管理信息系统(MIS/MRP-Ⅰ)和计算机辅助质量控制(CAQ)的有机集成。CIMS建成的关键是系统的信息集成,而CIMS网络——CIMS环境下的计算机网络正是CIMS集成的主要支撑系统。

CIMS是八十年代在先进的工业化国家兴起的新技术。它代表了现代制造业工业自动化发展的方向。CIMS作为一项高新科学技术,它的开发和研究对于加速我国制造业工业的现代化和计算机应用技术的发展都有重大的意义和深远的影响。我国已在八十年代末将CIMS的研究正式列入了面向2000年的国家高科技“863”计划,组织了大量的人力和物力投入开发和研究。经过最近几年的努力,清华大学的国家CIMS实验工程已初步建成,CIMS应用工厂的选点、初步设计和详细设计已经在几家工厂完成,并开始进入实施。当前CIMS技术的开发研究在我国进入了一个关键的阶段。

CIMS网络作为CIMS的重要系统支持技术从CIMS兴起的开始就显示了它在集成中的关键作用和地位。1982年美国GM公司(通用汽车公司)推出了MAP1.0—制造自动化协议第一版。1985年美国波音公司推出了TOP1.0—技术与办公自动化协议第一版。MAP/TOP作为专为CIMS网

络建议的协议标准,它的出现和发展推动了 CIMS 网络技术的研究和开发,引起了计算机和通信生产厂商、计算机和通信学术界和制造业工业部门的巨大兴趣和关注。在我国对 CIMS 网络技术的专门研究和开发在最近几年才真正开始。公开出版的有关 CIMS 网络技术的专门论著还很少见。作者根据本人参加 CIMS 重点应用工厂初步设计、详细设计和正在实施的工程,撰写了这本《CIMS 网络设计技术》小册子,贡献给我国制造业工业界和一切对 CIMS 技术,特别是 CIMS 网络技术关注和感兴趣的技术和管理人员。本书共分四章:第一章对 CIMS 网络的有关概念作了概括;第二章扼要介绍国外 CIMS 网络技术的发展简况;第三章是本书的重点,以较多的篇幅总结和讨论有关 CIMS 网络的建网技术;第四章简要地阐述了 CIMS 网络的建网方法和过程。

鉴于 CIMS 网络是一门正在发展的新技术,作者在这方面的实践经验还不多,本书的编写过程也较仓促,因此希望通过本书能抛砖引玉,获得学术界和工业界人士以及读者们的批评和指教。

作者在撰写本书过程中曾得到上海二纺机有限公司的支持,特别是我的学生沈金龙同志的许多具体帮助。本人在此表示深切的谢意。

作者 陈家训

1992年5月

# 目 录

|                                             |           |
|---------------------------------------------|-----------|
| <b>第一章 CIMS 网络的基本概念 .....</b>               | <b>1</b>  |
| § 1 什么是 CIMS 网络?.....                       | 1         |
| § 2 CIMS 的概念.....                           | 1         |
| § 3 CIMS 环境下的计算机网络.....                     | 4         |
| <b>第二章 CIMS 网络在国外的发 展概 况 .....</b>          | <b>8</b>  |
| <b>第三章 CIMS 网络建网技术 .....</b>                | <b>12</b> |
| § 1 CIMS 建网需求分析技术.....                      | 12        |
| § 2 CIMS 网络互联结构的选择和设计.....                  | 15        |
| § 3 CIMS 网络的子网络单元技术及其选择设计.....              | 19        |
| § 4 CIMS 子网络互联设计.....                       | 49        |
| § 5 CIMS 网络服务、通信协议标准及网络应用<br>支持.....        | 63        |
| § 6 电话线路和数字程控交换机(PABX)在 CIMS<br>网络中的应用..... | 69        |
| § 7 CIMS 网络管理.....                          | 78        |
| <b>第四章 CIMS 网络建网方法和实施步骤 .....</b>           | <b>82</b> |
| § 1 计划阶段.....                               | 82        |
| § 2 建网方案制定(初步设计)阶段.....                     | 82        |
| § 3 详细设计阶段.....                             | 84        |
| § 4 网络的安装和试验阶段.....                         | 89        |
| § 5 网络管理阶段.....                             | 90        |

# CIMS 网络的基本概念

### § 1 什么是 CIMS 网络?

CIMS 网络不是一种商品化的计算机网络产品,而是一种用户网络系统,是面向制造业企业的工厂计算机网络系统。

任何一个用户网络系统都是根据用户建网的目标、特定的环境和条件、可采用的建网技术和设备等其它约束条件,经过自行设计和组建实施的专用网络系统。于是,在 CIMS 环境下的计算机网络,即 CIMS 网络可定义为:面向制造业企业,支持 CIMS 目标的企业专用的工业计算机局部网络系统。

为了进一步阐明 CIMS 网络和分析它的特点,需要对 CIMS 网络的服务目标(CIMS)从建网的角度作一简单的介绍。

### §2 CIMS 的概念

CIMS (ComPuter Integrated Manufacturing System),计算机集成制造系统是在柔性制造技术、计算机技术、信息处理技术、自动控制技术和现代管理科学基础上,将工厂的全部生产和经营活动所需的各种分散的自动化系统,通过新的生产管理模式、工艺理论和计算机网络有机地集成

起来,以获得适用于多品种、中小批量生产的高效益、高柔性  
和高质量的智能制造系统。

一般认为, CIMS 是由计算机辅助设计和制造 (CAD/  
CAPP/CAM)、由计算机辅助管理和决策(MIS/DSS)、并由  
柔性制造系统(FMS)和计算机辅助质量管理系统 (CAQ) 在  
计算机网络、数据库和系统分析、设计技术支撑下组建集成  
的,见图 1.1。

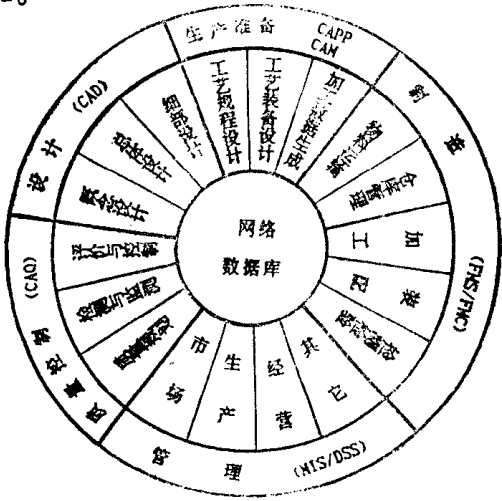


图 1.1 CIMS 组成模型

上述 CIMS 的各个组成子系统在系统集成的概念下组织  
在一种层次型的体系结构中,它一般由五个层次/级构成,即  
工厂层、车间层、单元层、工作站层和设备层,这五个层次以  
自下而上的递阶控制关系相互联结。现将美国国家标准局的  
AMRF 模型示于图 1.2 中。

CIMS 的目标是实现生产过程的动态最优化 和 生产规  
划、组织、决策、管理的静态最优化,最终达到整体最优化。  
CIMS 的采用将使工厂的产品质量、劳动生产率、设备利用率

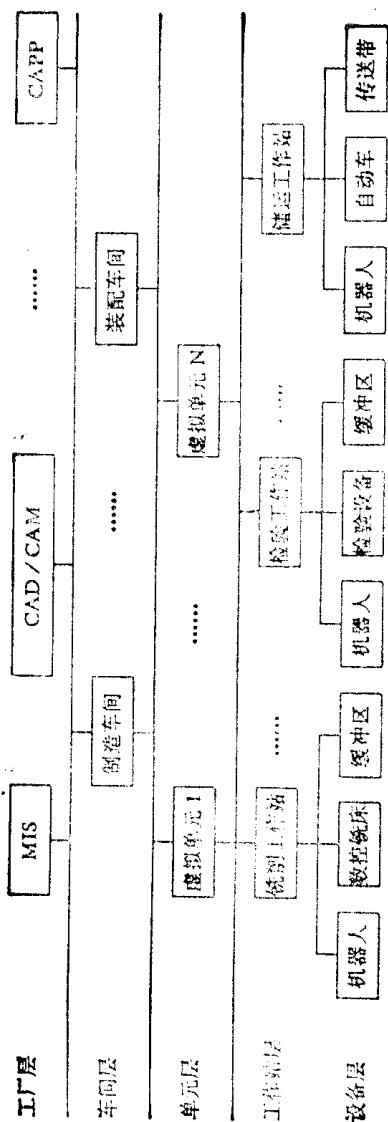


图 1.2 CIMS 体系结构——AMRF 模型

大幅度提高,并可使生产周期缩短、在制品数量减少、工程设计费用和人力费用降低、技术人员能力成倍上升。这是因为系统集成度的提高使各种生产经营要素之间的配合得到更好的优化,使各种生产要素的潜力得到更好的发挥,使实际存在于工业企业生产中各种生产资源明显的和潜在的浪费减少到最少以至消除,从而获得更好的整体效益。

CIMS 的组成子系统根据其职能的不同可分为三类:工程设计类、管理决策类和生产制造类。这就给 CIMS 网络的建立提出了与一般计算机网络系统不同的特点和更为复杂的需求。

### § 3 CIMS 环境下的计算机网络

#### 1. 为什么 CIMS 网络是 CIMS 建立的基础?

由 CIMS 的概念中可以看到两个基本观点:

第一,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,全部的生产和经营活动是一个不可分割的整体,必须紧密联接,统一考虑。

第二,企业的全部生产和经营过程实质上是一个数据采集、传送和加工处理的过程,最终形成的产品可看作是数据的物质表现。

显然可见,CIMS 的形成集中体现在保证生产经营全过程一体化的企业信息流的高度集成上。

但是,在企业建立 CIMS 时,一般面临的情况是:自动化技术和计算机应用已经在企业的生产、管理、设计等各个部门普遍推广,出现了大量的单机自动化和生产自动线以及各类管理和设计信息系统(单功能的或局部集成的)。从企业生产经营一体化的性质来看,这些自动化子系统都呈局部的封

闭状态，它们的设计和 implement 一般只是从企业内一些部门局部自动化的需求和效益出发，而没有在实现企业 CIMS 的目标和高度下统筹安排。换言之，它们之间并没有建立起信息的联系和协调控制的关连，常被称为“自动化孤岛”。于是，同层各自动化子系统的协调配合和上下层间自动化子系统的递阶控制都无法实现。例如，一个制造过程与作业计划、资源计划、调度计划没有数据驱动关系，则以计划控制生产过程的递阶控制将难以执行。由此可见，CIMS 的集成是关键，而集成的基础依赖于分散在企业各个部门、CIMS 各个层次上的各类可编程设备的互联和在它们之上运行的信息交换。因此，在 CIMS 环境下将各类计算机设备互连在一起，支持系统信息集成的计算机网络，即 CIMS 网络，是构成 CIMS 的重要支撑系统。

## 2. CIMS 网络的特点是什么？

首先，CIMS 网络是在一个企业单位内运行的计算机网络，它的运行处在本企业的完全控制之下，一般不经过公用交换网络和通信线路。从这个观点来看，CIMS 网络应归属于计算机局部网络的范畴。

其次，由于 CIMS 集成的子系统包括了工程设计、生产制造和管理决策三类职能性质不同的领域，它们对通信的要求，如吞吐量、时延、实时性、可靠性等都是不相同的，因此，相应的通信协议、拓扑结构、局网存取控制方法和网络介质等往往也各不相同。由此可见，CIMS 网络不能建立在一种应用服务类型的计算机局部网络上，如办公自动化局部网络或工业控制局部网络。它应是综合性的，能同时满足各类计算机设备互联通信的要求。鉴于目前尚没有一种通用的工业局部网络产品能满足 CIMS 网络的要求，CIMS 网络将是一个

由若干不同应用服务类型的局部子网络互联的集成。

第三，由于 CIMS 是一个多层(五层)体系结构，子网络和通信技术的选择不仅要考虑上述的应用服务类型，而且还要使其适应系统结构层次上更具体的需求。因为每个层次上信息交换的类型和要求是各异的，相应每个层次上的通信联网模式和选用的通信和局网技术也各不相同。

第四，即使在同一应用服务类型、同一系统结构层次上，CIMS 用户也面临着市场上各种各样局网和通信产品的选择。近年来，随着通信联网技术的迅速发展，各计算机和通信网络技术装备生产厂家不断推出越来越多的计算机通信和局网技术产品(据不完全统计，市场上已推出的局网产品至少在 100 种以上)。由于局网产品同计算机一样受各生产厂家传统技术、产品发展战略和其商业策略的约束，它们之间的互连性一般是很差的。尽管开放性和标准化的呼声日益高涨，并得到越来越多的重视和支持，但激烈的市场竞争使得真正解决互连性问题的难度依然很大，前景不容乐观。特别是这种互不连通的通信联网产品往往在 CIMS 用户难以自主控制的情况下进入企业。例如在系统的低层上，计算机设备和附有的通信联网接口一般都由工艺设备生产厂家配套供应，若设备主管部门从工艺设备的主体性能出发，从多家工艺装备生产厂家优选和买进了一套又一套工艺设备后，也就自然带进了多种多样的计算机设备和通信联网接口。这种互不连通的通信和联网接口产品进入企业的状况，同样也可能在 CIMS 的其它层次上出现。

由此可见，通信联网技术产品的竞争、互不连通状况的继续长期存在、CIMS 用户难以自主控制企业计算机和通信联网接口类型等因素的共存，使得 CIMS 网络的组建不得不面

临解决通信和联网产品的互联问题。

无论是不同的应用服务类型子网络互联也好，不同的 CIMS 结构层次子网络互联也好，不同的通信和联网产品互联也好，其叠加在一起的结果是：CIMS 网络将是一个由若干“异构”、“异质”的子网络和通信接口互联的集成。

CIMS 网络的异构异质子网络的互联是 CIMS 网络的重要特征和建网中的技术关键之一。

第五，除了上述子网络的互联特点，在各子网络本身的组网上也可能面临多生产供应厂商提供的异种机联网问题。因此，在 CIMS 网络建网中应尽量减少子网络和通信接口的异构异质成份和程度，在同一结构层次上应尽量采用同一机型和同一操作系统的计算机设备。这不仅关系到 CIMS 建立的难易和成本，而且对 CIMS 建成后运行的性能和管理也有很大的影响。

第六，鉴于 CIMS 网络是全企业范围的企业网络系统，因此，组建时应统筹兼顾企业的其它通信设施和综合业务数字网(ISDN)的发展。在可能条件下还应与主要负担话音通信的程控交换设备兼顾。这样，一方面充分利用了程控设备的数据通信能力和其特长之处，另一方面又为话音通信和数据通信的结合创造了条件。

# CIMS 网络在国外的发 展概况

70 年代初期,计算机局部网络(LAN)的出现使计算机设备的互 联 网 开 始 进 入 一 般 的 企 事 业 单 位。经 过 20 多 年 的 发 展,计 算 机 局 网 技 术 日 趋 成 熟 完 善,在 各 行 各 业 中 已 取 得 广 泛 应 用。最 先 发 展 并 取 得 推 广 应 用 的 是 以 Ethernet 为 代 表、应 用 于 办 公 和 管 理 自 动 化 的 计 算 机 局 部 网 络,随 后,工 业 控 制 型 局 部 网 络 也 相 应 发 展 起 来,从 车 间 设 备 的 现 场 总 线 技 术 到 工 厂 级 的 工 业 控 制 局 网 技 术 逐 步 进 入 生 产 部 门。在 局 网 技 术 迅 速 发 展 形 势 下,国 际 上 成 立 了 IEEE802 委 员 会 专 门 研 究 和 制 定 各 类 计 算 机 局 部 网 络 的 协 议 标 准,以 指 导 和 推 动 计 算 机 局 网 技 术 按 照 ISO/OSI 制 定 的 标 准 框 架 发 展。IEEE802 制 定 的 局 网 协 议 标 准 是 一 般 性 的,它 包 含 了 各 类 局 网 技 术 的 发 展,反 映 了 各 类 应 用 领 域 的 基 本 需 求,但 对 于 工 业 生 产、数 据 通 信 和 联 网 并 没 有 制 定 具 体 的 规 定。由 于 生 产 现 场 的 恶 劣 环 境,使 得 工 业 数 据 通 信 和 控 制 类 局 网 技 术 比 办 公 自 动 化 类 局 网 技 术 复 杂 得 多。早 在 70 年 代,IEC (国 际 电 子 技 术 委 员 会)已 开 始 着 手 研 究 和 制 定 工 业 数 据 通 信 标 准,成 立 了 PROWAY 委 员 会,并 于 1986 年 后 陆 续 公 布 了 面 向 过 程 控 制 工 业 的 局 部 网 络 协 议 标 准 PROWAY 版 本(A,B,C)。至 于 自 动 化 发 展 进 程 比 较 缓 慢 的 制 造 业,由 于 其 离 散 型 的 生 产 特 点,而 使 数 据 通 信 和 联 网 的 标 准 制 定 更 加 落 后。1980 年,随 着 CIMS 概 念 的 逐 步 深 入 和 CAD、数 控 设 备、机 器 人 应 用

以及制造业自动化生产管理 MRP-II 的迅速发展,走在实现 CIMS 概念最前面的美国通用汽车公司 (GM 公司) 认识到, 各类可编程设备在通信联网上的不兼容性是实现 CIMS 的重大障碍。

为了提供从设计到制造过程兼容的通信连接, GM 公司曾归纳出三条可能的途径:

第一, 从多个厂家购买非标准化的设备, 在需要时, 自己开发通信联网接口。由于所需开发费用的增长, 随着自动化设备的大量使用和通信要求的扩展, 这种方法已越来越不宜采用。

第二, 从一个厂家购买所有设备, 但这几乎是不可能的。

第三, 为制造业工厂通信联网开发一个工业标准协议。

GM 公司选择了第三种方法, 研究了应用 LAN 解决制造业各类可编程设备之间的通信联网需求。GM 从 ISO/OSI 和 IEEE802 等有关计算机网络的协议标准中选用和增加了适用于制造业工厂生产自动化通信联网的局网协议标准, 制定了适用于制造业工厂自动化的 MAP (制造自动化协议), 并于 1982 年推出了第一个 MAP1.0 版本。MAP 网络协议期望在不同厂家生产的计算机、可编程控制器和数控机床、机器人等设备之间有效地实现传输数据文件、NC 程序、控制指令和状态信号等信息的功能。差不多与此同时, 美国波音公司针对在它的工厂之间、办公室之间以及办公室和工厂之间所进行的有关飞机部件设计、制造的数据交换情况, 研究了适用于制造业工程技术和办公自动化的局网协议标准, 并于 1985 年推出了第一个 TOP1.0 (技术和办公自动化协议) 协议标准。TOP 希望为不同厂家的计算机和可编程设备提供文字处理、文件传输、电子邮件、图形传输、数据库访问和事务

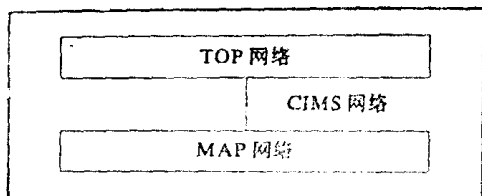


图 2.1 标准化的 CIMS 网络

处理等服务。

一个制造业企业的计算机通信可分为两大类：技术及管理信息交换和生产控制信息交换。MAP 适用于工厂生产车间和单元控制级通信，TOP 适用于工厂工程设计和企业管理上的通信。将 MAP 和 TOP 连接起来便构成了一个标准的 CIMS 网络。

MAP/TOP 网络是一种通过制定协议标准的方法解决 CIMS 网络中不同厂家计算机和可编程设备通信互联的合理途径。MAP/TOP 网络要求各计算机和可编程设备生产厂商在它们向制造业提供的产品上要按 MAP/TOP 协议标准配备通信联网接口和相应的协议软件。

MAP/TOP 的出现反映了制造业广大用户的强烈要求，给 CIMS 网络的建网扫除了最大障碍，展示了 CIMS 网络迅速发展的前景和广阔的市场，因此受到了用户、生产厂商、国际网络标准组织的普遍支持。MAP/TOP 版本的不断更新和 MAP/TOP 通信联网产品的日益增多，支持了 CIMS 网络的发展。但必须指出的是，MAP/TOP 固然给 CIMS 网络制定了一个公共的协议标准，可是按 MAP/TOP 协议来建立 CIMS 网络目前还没有普遍推广，这是因为 MAP/TOP 本身还在不断完善、改进，而 MAP/TOP 通信联网产品的开

发更是需要相当的时间。各大计算机设备生产公司一方面支持和开发 MAP/TOP 产品，另一方面仍然推进以公司生产的计算机和公司计算机网络协议标准为主的公司型 CIMS 网络技术。如 IBM 继续推出以它的 IBM 令牌环、SNA 网络协议、SAA 应用体系结构构成的非 MAP/TOP 型 CIMS 网络技术，DEC 公司仍然推广它的以 Ethernet、DECNET 网络协议和 NAS 应用体系构成的 CIMS 网络技术。更多的计算机公司则推出了以当前流行的 UNIX 操作系统、TCP/IP 为基础的网络协议构成的 CIMS 网络技术，如西门子的 SINIX 等。目前，真正采用 MAP/TOP 标准联网的用户实际上还很少，MAP/TOP 推进的进程还很缓慢。可以预期，MAP/TOP 网络和非 MAP/TOP 类 CIMS 网络还将在今后共存相当长的时间。