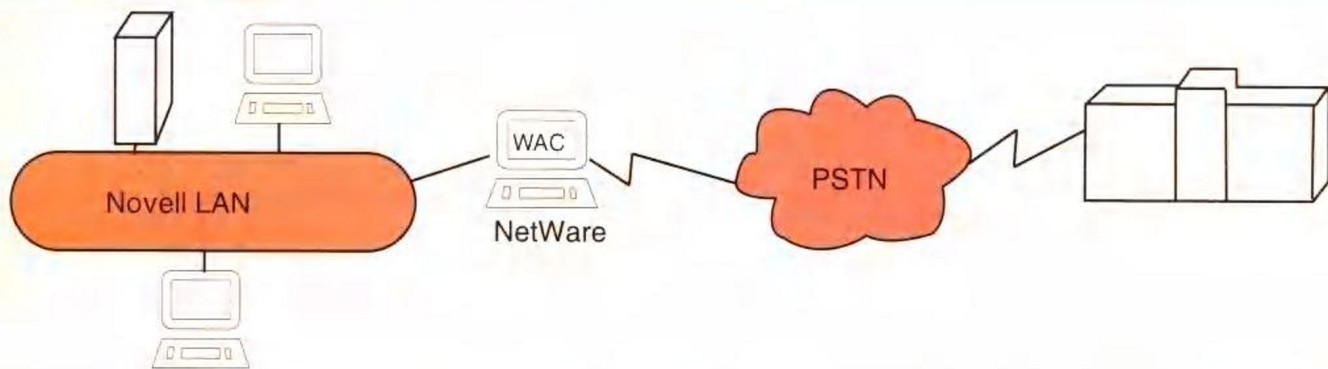
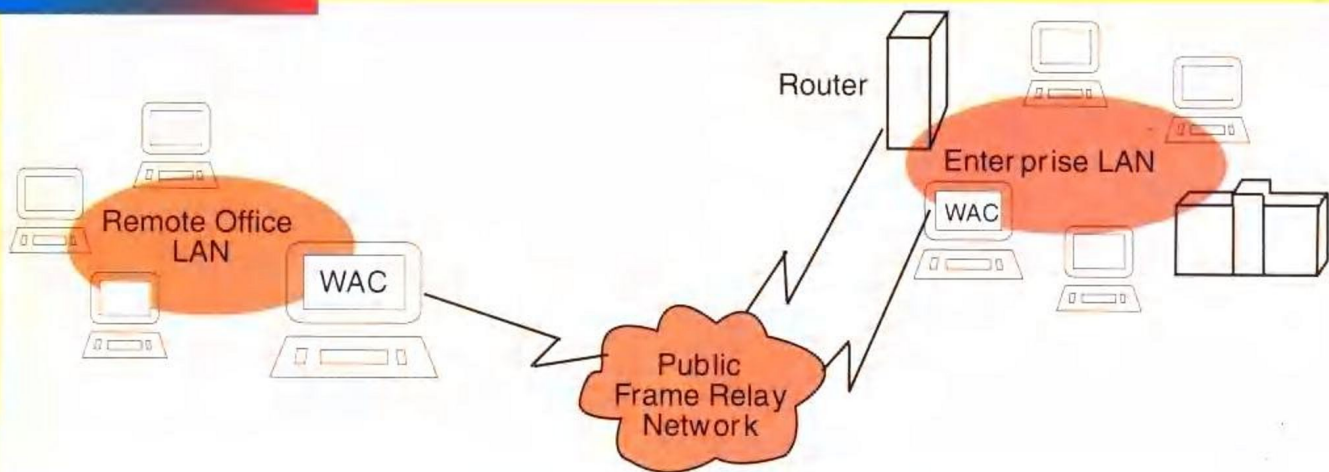


# CIMS 中的

●白庆华 何玉林 编著  
●程代杰 审校

# 系统集成和信息集成



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
URL: <http://www.phei.co.cn>

# CIMS 中的系统集成和信息集成

白庆华 何玉林 编著

程代杰 审校

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

## 内 容 简 介

本书重点阐述了计算机集成制造系统 CIMS 的核心技术——系统集成和信息集成。全书以集成为主线,分十章进行论述,分别论述了系统集成和信息集成的基本概念、集成框架、CIMS 总体设计、开放系统及其标准、人和组织机构的集成、C/S 模式、计算机网络、数据库、MRP-Ⅰ的集成以及 CAD/CAPP/CAM 的集成。全书在注意介绍当今最新概念和理论的同时,也注意介绍各种实用的集成技术,内容涵盖了 CIMS 集成的各主要领域,编排新颖、文字简明易懂。

本书可作为高等院校制造系统工程、工业工程、管理工程、计算机、无线电及通讯等专业的教材,也可供从事信息系统和系统集成技术、CIMS 的专业技术人员参考。

书 名: CIMS 中的系统集成和信息集成

编 著: 白庆华 何玉林

审 校 者: 程代杰

责任编辑: 吕 迈

印 刷 者: 人民卫生出版社印刷厂

出版发行: 电子工业出版社出版、发行 URL: <http://www.phei.co.cn>  
北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 发行部电话 68214070

经 销: 各地新华书店经销

开 本: 787×1092 1/16 印张: 13.75 字数: 352 千字

版 次: 1997 年 10 月第 1 版 1997 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-4050-6  
G·325

定 价: 17.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换  
版权所有·翻印必究

## 前 言

计算机集成制造系统 CIMS (Computer Integrated Manufacturing Systems) 是信息时代制造业的生产、经营和管理模式。它将企业中的人、技术和组织集成起来, 将企业在制造其产品的各个环节 (包括市场预测、产品设计、制造、储运、管理, 直到销售和售后服务) 中的计算机等高新技术集成起来, 发挥总体优化作用, 达到降低成本、提高质量、缩短交货周期, 从而提高企业对市场的应变能力, 赢得竞争的目标。CIMS 已在我国取得很大进展, 它代表着制造业的发展方向。

CIMS 不同于其它计算机系统或自动化系统的主要标志在于“集成”二字, 它将企业中各个领域的计算机系统有机地集成起来, 避免了“自动化孤岛”的出现, 有效地共享信息。CIMS 的核心在于集成, 而集成无非是系统集成和信息集成, 系统的观点和信息的观点是 CIMS 中两个最为重要的观点。

但是, 如何保证 CIMS 中的集成? 应该从哪些方面着手才能保证 CIMS 集成哲理的实现却是一个值得认真探讨的问题。目前市面上有不少关于计算机的专著, 它们都是从某一个系统或某一个应用方面进行阐述, 极少看到专门谈集成的专著, 但是上 CIMS 工程需要懂集成, 总设计师和总体规划组的技术人员需要深入理解集成, 企业和政府的有关领导需要了解集成, 高等学校有关专业 (制造系统工程、工业工程、机械制造、管理、计算机、自动化、无线电等) 的学生们需要掌握这 90 年代的新概念, 这些都使笔者得以动力撰写此书。

笔者认为可从以下九个方面来体现集成: 系统集成框架; 总体设计; 开放系统及标准; 人及组织机构集成; 集成的计算模式——C/S; 计算机网络; 多数据库系统; MRP I 中的集成; CAD/CAPP/CAM 中的集成。这九个方面在本书中各成一章, 以充分体现 CIMS 中集成的观点。集成不等于集合, 也不等于网络互联, 集成的背后蕴含着深刻的哲理, 它要求系统的各个成分之间在总体规划指导下协调地工作, 组成一个有机的优化的统一体, 本书的编写也特别注意引用了这一观点。

涉及到有关计算机的领域恐怕是更新换代最快的领域, 因此本书特别注意了内容的新颖性, 凡是已经趋向于过时的内容尽量略去, 对正在上升期的技术着重介绍, 以保持和国际先进技术的同步。本书在注意引进新概念和新理论的同时介绍当今实用的方法和技术, 以方便有关专业的技术人员进行实际操作。

重庆大学何玉林教授撰写了本书的第 4 和第 9 章。笔者在编写其余章节中参阅了国内外有关书籍和资料, 并引用了原作者的部分实例。重庆大学白颖老师绘制了全书的插图。在此一并向他们致谢。欢迎广大读者对此书提出宝贵意见。

白庆华

1997 年 2 月于上海同济大学

# 第 1 章 系统集成和信息集成的总体介绍

## § 1 什么是集成

### 1.1 集成一词的出现

集成(Integration)一词实际上早在计算机集成制造系统 CIMS(Computer Integrated Manufacturing Systems) 出现之前就已广泛地出现于各个领域,如人们熟知的集成电路 IC(Integrated Circuit)便是一个常见的例子。集成电路将过去那些单独而分离的元件集中制造和装配于一硅片电路上,对外呈现了一种综合功能。如今集成电路已为人们广泛接受,如 Intel 公司为微机 CPU 开发的芯片集成有 310 万个晶体管,而 DEC 公司的 Alpha CPU 上则集成有 930 万个晶体管。这样一片体积很小的芯片已完全担负了微机的中央处理和控制任务。又如现今世界上著名的大型飞机制造公司和汽车制造公司在组织批量生产中都采用了集成的思想;采用标准化生产线及加工工艺;零部件厂商专业化;总装厂与协作厂的合作等。即使是在人们的日常生活中也不乏集成的例子,人们吃饭讲究多种蔬菜和肉类的搭配;人们穿衣讲究上装和下装彼此的协调等。集成的意思已被大家浅显地理解为:一个整体的各部分之间能彼此有机地和协调地工作,以发挥整体效益,达到整体优化之目的。

其实集成的概念与系统的概念颇为类似。对系统一词的理解通常为“由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成的具有特定功能的有机整体”,因此并不是随便什么东西可被称为系统的,并不是若干分离的部分简单地捏合到一起就被称为系统。需要注意“有机整体”这四个字,它实际上和集成已颇为相近。那么为什么系统一词已经被广泛使用,而集成一词似乎只是近几年才用得多了起来呢?原因在于人们已经十分习惯地称呼那些范围较小的有机整体为系统,如计算机辅助设计系统 CAD(Computer Aided-Design)、管理信息系统 MIS(Management Information Systems)、计算机辅助质量管理系统 CAQ(Computer Aided-Qualitg)等,而较少地站在整个企业的高度观察问题,将这些已被称为系统的有机整体再次彼此协调而形成一个更大的有机整体,实际上即是形成一个更大的系统。为了突出在系统之间也需要形成有机整体,人们使用了集成二字。

集成一词的出现也有其必然性。近些年来由于计算机的迅速发展,价格日益低廉,许多部门乃至一个个工作小组都在用计算机为本部门本小组服务,形成了一个计算机应用系统,最常见的往往是工厂的财务科用 1~2 台微机管理工资或成本;技术科用 1~2 台微机搞 CAD;库房也用微机搞库存管理;而人事科则用一台微机搞人事档案管理。如果这些小系统都运行正常的话,乍看上去为每个部门都提高了工作效率,但仔细一分析就会发现这些小系统之间互不沟通,大量冗余的数据和信息重复存储于各个子系统内,而领导者作决策用的综合信息却无法从这些小系统中提取,若用网络相连这些小系统,则又发生了异构机异构软件互连十分困难的情况,这就是人们常说的形成了一个“自动化孤岛”,见图 1-1。凡是计算机应用较早的单位普遍存在着这种情况,而西方发达国家已经惊呼这些自动化孤岛花费了大

量的资金和人力，然而并没有为企业的整体效益带来太大的改善。

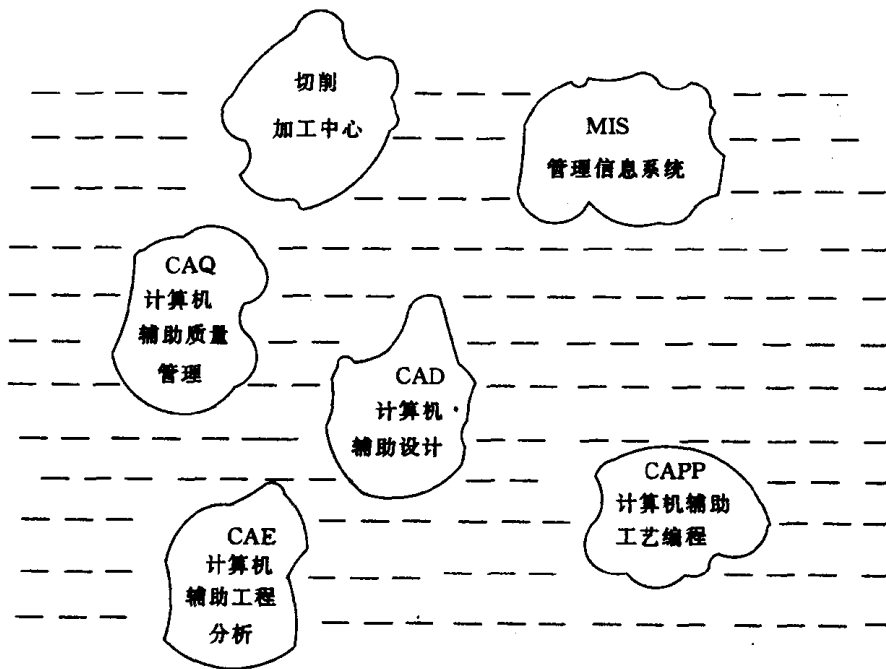


图 1-1 彼此分离的自动化孤岛

正是这种自动化孤岛的存在使得企业渴求把它们互连起来，形成一个集成的系统以便使它们彼此协调和有机地工作，最大限度地减少数据的冗余，保持数据的一致性和完整性，为领导的决策提供真正有用的综合信息。可见“集成”并非是科学家们的臆想，而是来源于企业的实际需求。

1973 年美国 Joseph Harrington 博士在《Computer Integrated Manufacturing》一书中首先提出 CIM 的概念，在此领域内正式使用了集成一词。此后，集成一词便被广泛地传播开来，虽然它对系统的概念赋予了许多新意，但就其本质而言，它只是系统概念的延伸，是组成更大规模系统的手段。

## 1.2 集成与集合

集合不等于集成，集成要比集合更高一个层次，它除了蕴含要把各个分离部分物理地集合在一起外，还包含要将这些分离部分在逻辑上互连起来，彼此协调，形成一个有机的整体。

在谈及集成时，一个容易误解的地方便是把它等同于集合，常听到有些人说：“把这些设备用电缆互连起来不就集成了吗？”应该说这种说法极不完整和全面，原先分离的各部分往往是封闭而自成一个体系的，它们处理的信息、产生的代码格式、遵从的通信协议常常是各不相同的，如果把它们简单地用电缆连接，实际上互相之间交流数据都很困难，更谈不上对整个系统的优化和发挥整体效益。集成绝不是将各种计算机和设备简单地连接拼凑，而是要通过信息集成将原先没有联系或联系不紧密的单元有机地组合成为功能协调的、互相紧密联系的新系统。集成之后的效果往往是  $1+1>2$ ，而绝不能彼此冲突、互相抵消，形成  $1+1<2$  的效果。

欲想达到集成，这种整体优化和整体效益，必须是在整个系统总体设计时就按照 CIM 的哲理，建立统一而优化的功能模型和信息模型，选用合理的数据分布结构及开放的软件平台。

在这种统筹安排下才能进行各分系统的开发，否则只能形成一个个自动化孤岛。

### 1.3 集成的好处

从上面两点简单的叙述中已经可以体会到集成带来的好处是避免自动化孤岛的出现，从而使整个计算机系统发挥整体效益，具体来说，集成的好处在于：

#### 1. 减少数据冗余，实现信息共享

在一个没有实现系统集成的单位，只要稍加留神便可以发现各个分离的子系统内部存在着大量的冗余数据。数据的冗余也带来数据的不一致性，因为不同地点存放的同一数据可能有不同的数值。现举工厂中许多科室常用到的物料清单 BOM (Bill Of Material) 为例，见图 1-2。

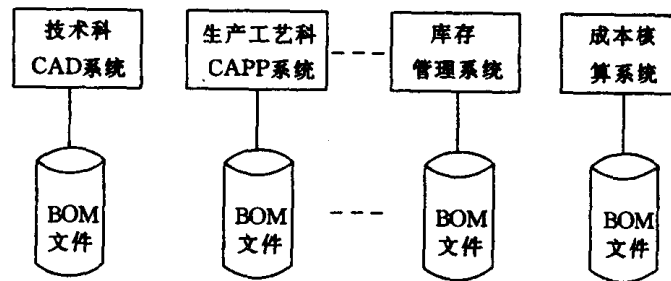


图 1-2 工厂中许多科室都要用 BOM 文件

从上图可知，产品的物料数据，在技术科的人员运用 CAD 设计产品时就产生了，然而当生产工艺科的人员运用 CAPP 系统 (Computer Aided-Process Programming) 进行工艺编程时也要用到这些数据，工艺科的同志不得不重新输入一遍。同样道理，库房在管理这些物料时也要了解这些数据；进行成本核算的人员运用计算机逐一计算成本时也要用到这些数据，他们都不得不向设计科的同志索要这些数据并重新输入。要知道一个产品的物料数据常常是非常庞杂的，如一台汽车牵涉成千上万个零件，每个零件又有诸多的规格尺寸，因此要输入的数据量相当大，而且在输入的过程中难免会出现错误，这便是数据不一致的根源。另外种种原因还可能进一步造成数据的不一致，如采购部门如果无法按设计图纸买到相应零件而买了代用品，库房将根据实际到货修改了数据，因而在一个工厂内，在不同部门存放的同一类数据往往各不相同，时间一久便是一笔糊涂帐。如果从集成的观点来看，上述各个分系统都应该共同调用同一个 BOM 文件，见图 1-3。

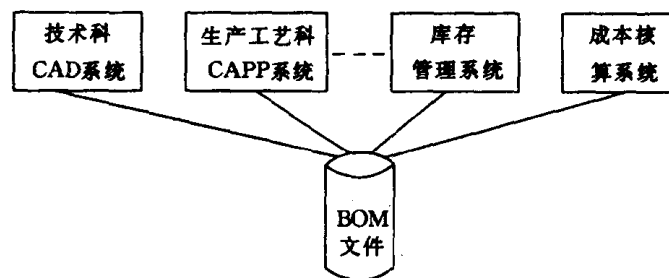


图 1-3 各子系统共享 BOM 文件

说到这里有的人会问：“这不就是数据库的概念吗？”确实不错，这涉及到数据库概念，然而这是数据库在不同应用水平、不同层次上的应用。只在分系统应用时考虑的数据库，只能算一种“应用数据库”，它在一定程度上避免了单用数据文件系统时的冗余，但当这种“应用数据库”数目急剧增加时就又不可避免地出现了新的数据冗余，正如上例所示的情形。然而经集成以后考虑的数据库（如图 1-3 所示）已经属于一种“主题数据库”，这是一种集约化的数据库环境，其效果要比“应用数据库”好。关于这两类数据库环境将会在本书第 3 章 4.2 “信息工程方法”中介绍。

## 2. 便于对数据的合理规划 and 分布

信息管理说到底还是管好整个单位的数据问题。数据到底应该分布在哪里？是一门十分讲究的学问。在设有计算机的人工处理阶段，数据被散失于各个部门各个员工手中，存在着大量冗余的数据，领导难于找到决策用的综合数据。到了集中式数据库阶段，数据又被集中堆放在计算机室的主机上，各部门通过网络电缆频繁调用主机上的数据，网络不堪负荷、运行效率降低、传输速度缓慢、用户并不满意。如果把数据继续分散于各个子系统，形成一个个上文谈到的“应用数据库”，那只能是一种分散式系统 (dispersed Systems)，缺陷不言而喻。人们通过数据管理的演变过程悟出了“分布”的道理，数据的分散与集中应进行合理平衡，应当集中的就要集中（如主题数据库）；应当分散的就要分散（如仅为某个子系统专用的专业数据库），这就是分布式 (distributed) 数据库。很显然，这种数据库只能在集成的环境下才能统一规划统一安排。

## 3. 便于进行规模优化 (Rightsizing)

一个单位的计算机和信息资源与该单位处理的业务相匹配时便称之为规模优化，过大或过小的规模显然都不适宜，这样才能保证充分利用现有资源，获得高的系统性能价格比，并且随着日后单位需求的增长，在原有投资的基础上进行系统的扩充和升级。

有两种规模优化策略：向上优化 (Upsizing)：实现系统的规模扩大，如将微机及局域网互连到高一档次的工作站和大型的网络操作系统和数据库环境中，使原先的微机有能力访问远程的数据，访问的速度更快。向下优化 (Downsizing)：这种优化主要指以客户机/服务器结构 (C/S, Client/Server) 取代以大型机为中心的集中式系统，将大中型机上运行的应用程序下移到工作站或高档微机上。这样可控制初期投资，又具有扩充性和灵活性，前面讲到的数据的合理分布特别有利于这种优化。关于 C/S 结构，在第 6 章将介绍。

当然上述两种优化策略都必须站在集成的高度对系统作总体规划时才能考虑。

## 4. 有利于开展并行工程，提高工作效率与效益

并行工程 CE (Concurrent Engineering) 采用并行方法，在产品设计阶段，就把产品研制周期中各有关的工程技术人员集中起来，同步地设计或考虑整个产品生命周期中的所有因素，包括设计、分析、制造、装配、检验和售后服务等，这种方式如图 1-4 所示。

具体实现上述模式的并行工程设计网络系统如图 1-5 所示。

在上图的并行工程网络中，四位设计人在各自工作站上进行独立设计，又可通过网络看到其他人设计的情况，随时调用公共数据库中大量的标准、材料等有用数据，这样多项设计工作可协调和并行地进行，这也只有在集成的环境下才能办得到。由于并行处理多项工作，大



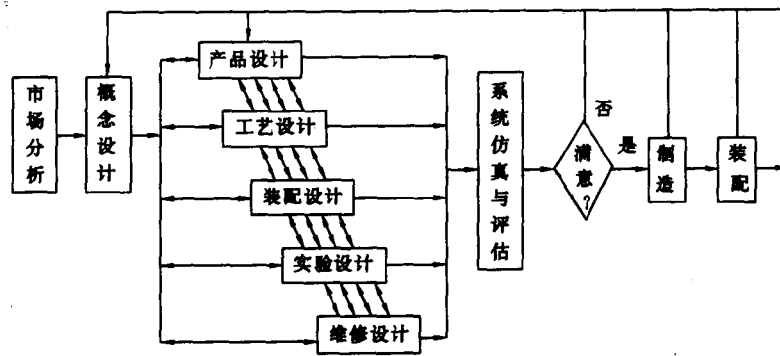


图 1-4 并行工程的运行模式

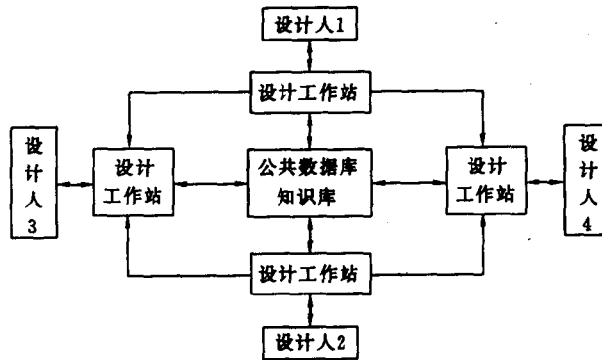


图 1-5 并行工程设计网络

大提高了工作效率和效益，如沈阳鼓风机厂 CIMS 中的报价系统可将新产品的供货周期从过去的 18 个月缩短为 10~12 个月，产品报价周期缩短了 66.7%，而成都飞机制造公司 CIMS 中的生产管理系统在 MD 机头转包生产中将装配周期从 12 个月缩短为 6 个月。

### 5. 有利于人们之间彼此协调地工作

系统集成成为人们之间及时沟通信息和商议问题带来便利条件，其实管理在某种意义上就是一种沟通和协调。只要是许可查询的信息，就可以在自己的微机上随时而方便地得到，大家还可通过网络及时交换意见。企业的组织机构模式有条件从递阶式的层次结构转向扁平型结构和工作小组的模式，充分调动每个职工的积极性。集成将对企业的组织机构和人们的思想观念带来冲击，有利于企业在激烈的市场竞争中随时调整机构和员工之间的人际关系。集成在这一方面带来的益处往往是无形和稳性的，这种无形利益是不可小视的。

## § 2 系统集成和 CIMS

在集成的概念有所理解后，现在可以进一步理解系统集成的概念，并由此理解 CIMS 这样一个具体的制造业计算机集成系统。

## 2.1 什么是系统集成

如果集成的各个分离部分原本就是一个一个分系统，则这种集成就是系统集成，因此系统集成意味着绝不只是一个分系统或只是一套软、硬件的集成。从工厂企业角度来说，常可粗分为技术、生产、管理和质量控制等主要分系统，如果这些分系统集成起来才是真正意义上的集成，如果仅将分系统内部的子系统（如 MIS 中的财务、计划、人事、销售等子系统）集成起来，这只是一种小范围、小规模集成。CIMS 中的“I”主要指站在企业最高层领导的角度上，将企业各个方面的分系统集成起来，这是一种大范围、大规模的集成。在一定意义上来说，系统集成就是要达到整个企业集成，本书的内容主要涉及这种集成。当然每个分系统内部的集成也是总体集成的基础，二者是有联系的。

系统集成绝不仅仅意味着只是用计算机网络把各个子系统互连或只是让它们遵守一定的开放标准，同时要看到系统集成所蕴含的思想、观念和哲理，甚至这是更重要的一个方面。如何通过思想观念的转变、组织机构的重组、流程（过程）的重构以及计算机系统的开放互连使整个企业彼此协调地工作从而发挥整体上的最大效益才是系统集成本质的含义。从此意义上讲，系统集成不仅仅是一个技术问题，也是一个人文、心理和艺术的问题。真正的系统集成大师应该有总体的综合能力、了解主要分系统的技术和业务、擅长人际交往、能团结合作与它人一起工作。这种人才不是一朝一夕可以培养出来的。

具体来说，系统集成应当包含如下内容：

### (1) 硬件集成

在计算机网络系统的支撑下实现计算机及工厂底层执行设备的集成。纵横交错的光纤、电缆和双绞线可以组成一张大网把各种硬件互连在一起。在我国由于资金原因，并不十分强调一定要将工厂底层的全部执行设备（如数控机床、自动化装料小车等）都联结入网，但是这应当列入今后的规划之中，而且至少应当让各分系统的计算机之间互连，和已有的加工中心及数控机床之间互连。

### (2) 软件集成

软件泛指系统软件（如操作系统等）、工具软件及应用软件。软件集成就要解决异构软件相互接口的问题。如果没有这种软件集成，硬件的集成毫无意义，在一定程度上来说软件集成比硬件集成更为重要。欲想使软件集成起来，选用的各类软件要尽可能符合国际统一标准和开放的要求。

### (3) 数据和信息集成

欲想达到真正意义上的系统集成，除（1）和（2）外，还应做到数据和信息的集成，如果没有数据和信息的集成，系统集成便只是一种硬软件的互连，还不可能形成一个完整的集成的系统。因此本书将信息集成视作系统集成的一个子集，但为了突出信息集成部分，将它和系统集成一并加以阐述，有的资料仅将（1）和（2）视作系统集成的全部。欲想做到数据和信息集成就必须对全企业的数据库合理地规划和分布，避免不必要的有害的冗余数据，做到信息共享，建立一个良好的信息模型。信息模型是一种独立于具体数据库管理系统 DBMS 的概念数据模型，便于用户和数据处理人员共同讨论数据和信息的集成。建立此类模型的方法有 IDEF1X 方法和信息工程（IE）方法等，这些将在第 3 章中予以介绍。

### (4) 管理、技术和生产等功能集成

信息集成为工厂管理、技术、生产等功能集成提供了必要的手段。工厂为完成战略目标，

各职能部门必须协调一致地工作，作为管理、技术和生产的三个主要功能更应当充分配合。任何一种产品欲想为工厂带来足够的利润，必须抓好市场调研、设计、生产制造和推销等各个环节，过去由于缺乏有效的系统集成手段，这些环节事实上是彼此分离和相互脱节的。

#### (5) 人和组织机构的集成

谈及系统集成不能眼睛光盯在计算机软硬件和信息的集成上，还必须充分注意人和组织机构的集成，因为道理很简单，再先进的技术装备还是要靠人操纵和使用的。国内外许多信息系统失败的原因有 70% 涉及到人的因素，因而现在谈软件、硬件之外还谈人件 (humanware)。

当先进的计算机技术被引入后会带来组织机构、人的权力和地位、人的心理、人际关系等方面一系列的变化，美国为此搞了重构工程 (Re-engineering)，对组织机构进行改组，人员之间强调从上到下的纵向和同一层次上的横向两个方向上的集成；强调企业和供应商、顾客之间的良好合作；强调友好的人机界面和专家系统的引入。总之，人是系统中最为重要和活跃的因素，必须成为系统集成重点考虑的因素之一。

关于系统集成涉及的方面，各种论著有多种不同的说法，有的着重在技术方面，有的又着重在设备方面，而在人和组织机构方面和功能方面的论述较少，但近些年来实施 CIMS 失败的教训已充分证实系统集成是一个综合的系统工程，它涉及到多学科，不但要重视具体的技术集成而且要重视管理和人的集成。

## 2.2 CIMS 简介

计算机集成制造系统 CIMS (Computer Integrated Manufacturing Systems) 是系统集成的典型案例。自从 1973 年美国 Joseph Harrington 博士首次提出 CIM 的概念以来，CIMS 已经成了制造业的热点，各工业发达国家都对 CIMS 给予了高度关注，美国将 CIMS 列为影响国家经济命运和地位的 22 项关键技术之一，一批 CIMS 应用工厂投入运行。我国在 1988 年至 1992 年，由国家投资，在清华大学建成了我国第一个 CIMS 研究实验基地，从 1990 年起，CIMS 在我国成都飞机工业公司、沈阳鼓风机厂、上海第二纺织机械厂、北京第一机床厂、济南第一机床厂等单位全面铺开。1994 年设于清华大学的国家 CIMS 工程研究中心获得国际 CIMS 大学领先奖，1995 年北京第一机床厂获得国际 CIMS 工业领先奖。我国已将 CIMS 列为制造业今后发展的方向。

谈及 CIMS，人们往往询问有没有一个标准的通用的具体系统结构模式可以为各家企业所套用，答案是否定的，没有这种通用的标准模式。因为 CIMS 本身的哲理就要求系统一定要和企业的具体经营组织机构模式相结合。许多普遍的原理是通用的，但具体的系统结构模式却是各个不一。我们这里列出的国内外几个案例也只是提供读者参考。

### 1. 美国 Mercury Marine 公司的 CIMS

图 1-6 为美国 Mercury Marine 公司的 CIMS，其主要组成为(不一一列举)：

- 计算机辅助设计系统 CAD。
- 计算机辅助工程 CAE：主要是对零件进行机械应力、热应力及动态载荷的分析、稳定性分析、物性分析、干涉检查等。
- 计算机辅助工艺编程 CAPP：零件加工工艺数据的编程，包括加工中用的刀具、夹具、切削参数、工时定额等数据。

- 计算机辅助制造 CAM: 接收零件加工的数控编程信息, 用柔性制造系统 FMS 完成对零件的加工、设备的维修和工装的设计与制造等。
- 成组技术 GT (Group Technology): 将几何形状或加工方法相类似的零件归并成组, 然后对同组相似零件的共性问题采取统一的原则和方法解决, 以便重复利用已有的资料, 实现标准化, 达到生产流程最优。
- 制造资源规划系统 MRP- I : 实际上即为制造业的管理信息系统 MIS。
- 自动化物料搬运系统 AMH (Automatic Material Handling): 包括立体仓库和自动化小车。

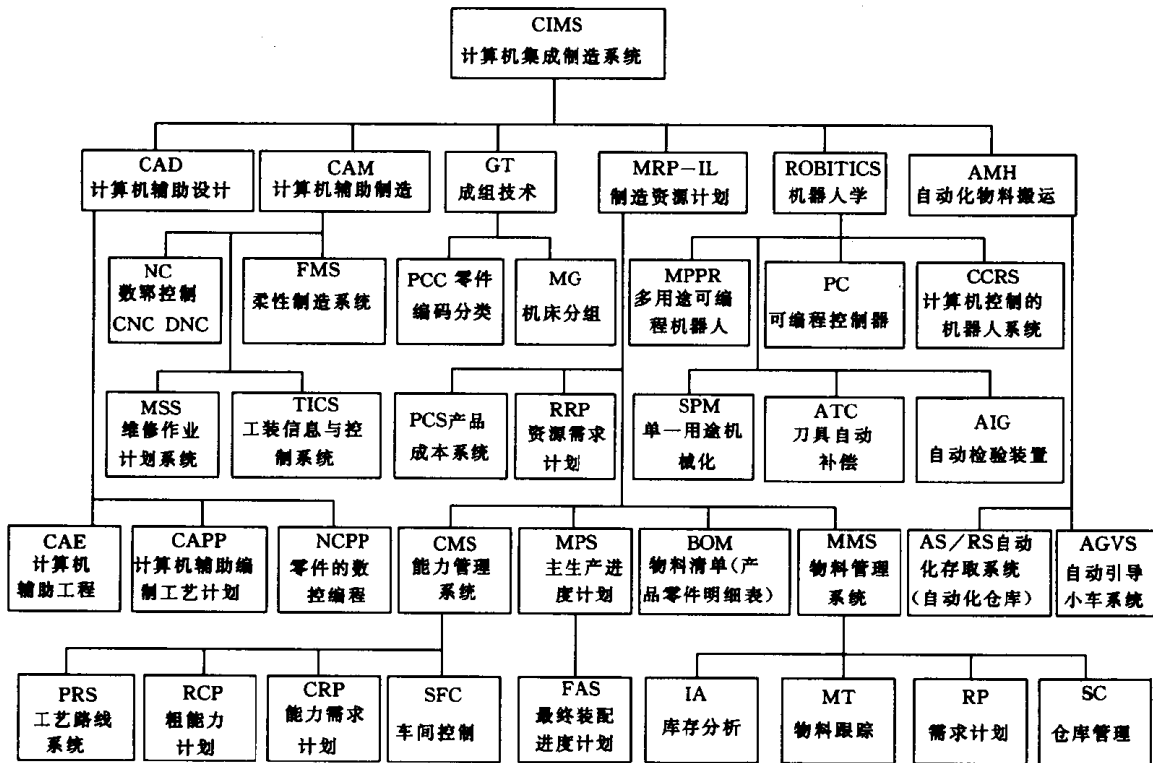


图 1-6 美国 Mercury Marine 公司 CIMS 功能模块

## 2. 国内某工厂的 CIMS

图 1-7 示出了国内某工厂 CIMS 的功能模块。

从图中可以看出该 CIMS 分为两大分系统：应用系统和支撑系统，主要功能模块为：

- 管理信息系统 MIS。
- 技术信息系统 TIS (Technology Information Systems)。
- 制造自动化系统 MAS (Manufacturing Automatic Systems)。
- 网络支撑环境系统 NES (Network Environment Systems)。
- 数据库系统 DBS (DataBase Systems)。

从以上两个案例可以看出：“CIMS 是一种计算机集成制造系统，是信息时代制造业的生产、经营和管理模式，它将企业中的人、技术和组织集成起来，将企业在制造其产品的各个环节（包括市场预测、产品设计、制造、储运、管理、直到销售和售后服务）中的计算机应用等高新技术集成起来，发挥总体优化作用，达到降低成本、提高质量、缩短交货周期，从而提高企业对市场的应变能力，赢得竞争的目标。” 以上关于 CIMS 的定义就是我国 863/

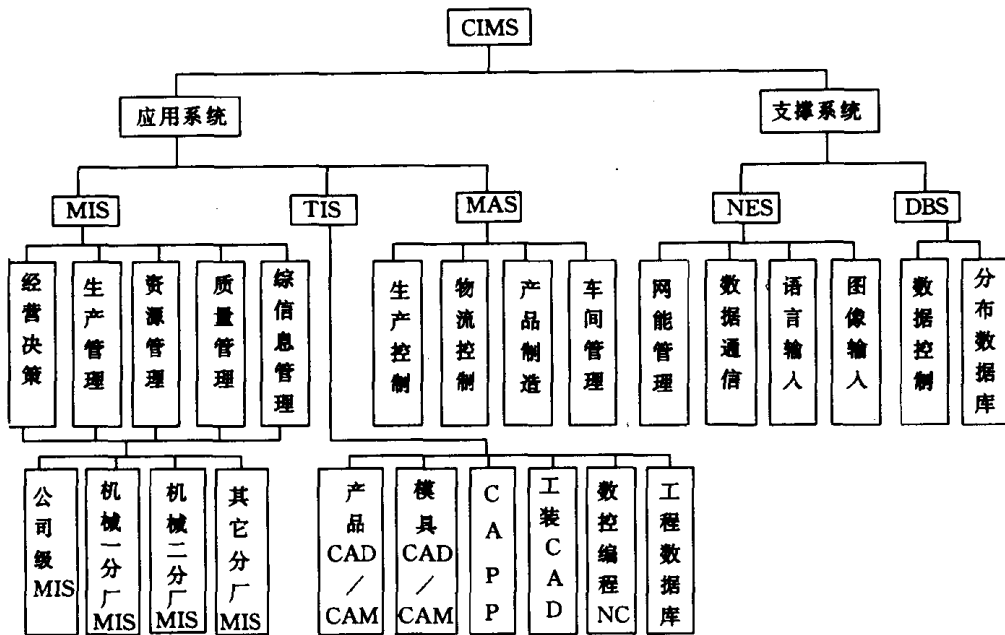


图 1-7 国内某工厂 CIMS 功能模块

CIMS 主题专家组在“CIMS 推广应用计划”中下的定义，当然迄今为止对于 CIMS 尚无一个通用的为国际认可的定义，各国往往自行定义，但其涉及到的内容却是大同小异。本书下章还要介绍 CIMS 的体系结构，此处只是对 CIMS 给出浅显的介绍。

### § 3 信息集成和信息建模

正如前文已经提及到的信息集成是系统集成的核心，集成一词虽然在信息系统领域内频频出现，但其关键内容是信息集成。开发人员在 CIMS 开发过程中所做的大量工作都是为信息集成服务的，抓住了信息集成就抓住了系统集成的本质。

#### 3.1 信息集成和信息模型

信息集成是指对系统中各种类型的数据进行统一的处理，避免不必要的冗余，为用户提供统一和透明的界面，从而信息共享。这里所说的透明是指用户在调用远地的数据时不必考虑物理地址，就象在本地调用一样。

系统集成涉及到若干不同功能，不同软件平台的分系统，如 MIS 系统和 CAD 系统，目标不同，功能不同；采用的数据库管理系统常常不同，它们之间的集成就涉及到信息的集成。加之由于企业各部门长期地自底向上地开发，形成了许多不同体系的分系统，因此也需要借助信息集成尽可能保留原有的数据资源。

信息集成并非一件易事，因为若干个分系统在应用的模式结构上有差异，如同一实体可能在不同分系统中采用了不同的名称；有的实体名相同但属性不同；有的属性相同但却不同名，数据表示的单位不一致等。各分系统应用的软件不同，有的运用了文件系统，有的又用了数据库管理系统。在数据库管理系统中有可能又选用了不同的数据库软件等等，每一个具体问题都可能让信息集成人员煞费苦心。因而在构造一个新的 CIMS 系统时，人们在总体设计

时就充分注意了信息集成问题，运用信息模型来使信息集成真正落到实处。

所谓信息模型就是反映一个企业信息系统基本状况的模型，这种模型主要从概念上和逻辑上对一个企业的数据库及数据流进行合理的规划，它是使用信息系统的用户与从事数据处理的专业人员沟通的桥梁，它应和企业的管理模式相匹配。

许多时候人们并不将信息模型和数据模型加以严格的区别，这正好好像人们并不严格区分数据和信息一样。但事实上信息模型与数据模型有一定区别。数据是复杂而微妙的，不同的人对同类数据有不同的理解。从不同的视角观察可以得出不同的视图，人们熟知的有“用户视图”和“数据管理员视图”。所谓的“用户视图”就是从使用数据的用户角度出发来观察数据，用户是最了解数据的目的、用途和之间关系的；而“数据管理员视图”则是从数据处理的专业人员角度出发来观察数据，数据专业人员更注重如何用数据库管理系统 DBMS 将有关的数据组织到计算机中，他们更关心的是字段、数据结构和数据文件等（即数据模型），他们经常按照自己的知识和经验来组织数据，却不一定为用户所理解。有的书上将这两种视图又分别称为数据的外模式（用户视图）和内模式（数据管理员视图）。理想的数据规划和管理需要第三种视图——信息模型（或称为数据的概念模式），见图 1-8，它介于用户和数据处理专业人员之间。

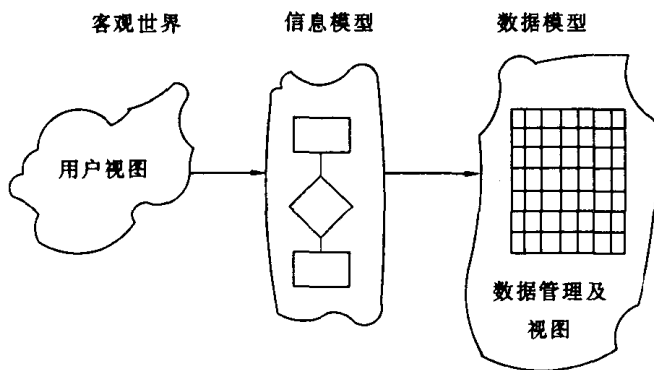


图 1-8 数据的用户视图、信息模型和数据管理员视图

有的书上又称信息模型为企业的数据模式，它为用户和数据处理的专业人员所共同理解，其好处为：信息模型并不考虑在数据库中如何具体地物理地实现，这使得用户和数据处理的专业人员能集中精力去考虑如何客观而真实地反映数据的合理分布及用户的实际需求。信息模型是一种相对统一而稳定的数据模式，它成为经常变动的外界客观世界与数据库具体物理组织之间的一种缓冲剂。由于市场的激烈竞争，外界环境的动荡不定，企业的目标

和组织机构常需变更，如果没有信息模型，这种变更常会引发数据物理结构及处理程序的变更，数据处理的专业人员常为这种频繁的变动而苦恼。信息模型的出现可大大减缓这种变更，许多时候仅需在信息模型上作适当调整而无需到物理的数据模型上变动就可满足用户的要求。

### 3.2 建立信息模型的方法

有很多种方法可以建立信息模型，如信息工程方法、IDEF1X，E/R 图或 DFD 等。这些方法各有利弊，需要用户根据本企业 CIMS 具体特点加以选用，在这里先简单介绍一下，前两种方法在后续章节中将给出较详细的介绍。

#### 1. 信息工程方法

信息工程的目标是建立企事业的信息系统，它的基本论题是建立总体数据规划，该方法

创立于 80 年代初。信息工程作为一门学科要比软件工程更为广泛，但它是在软件工程和数据库技术的基础上形成和发展起来的，它吸收了软件工程中的结构化方法（SA）和思路，强调数据位于现代数据处理系统的中心，企业所使用的数据类型相对稳定，但数据处理过程却是常常变化的。信息工程特别强调企业的全局数据规划，这特别符合集成的要求。图 1-9 表示信息工程的基本组成。

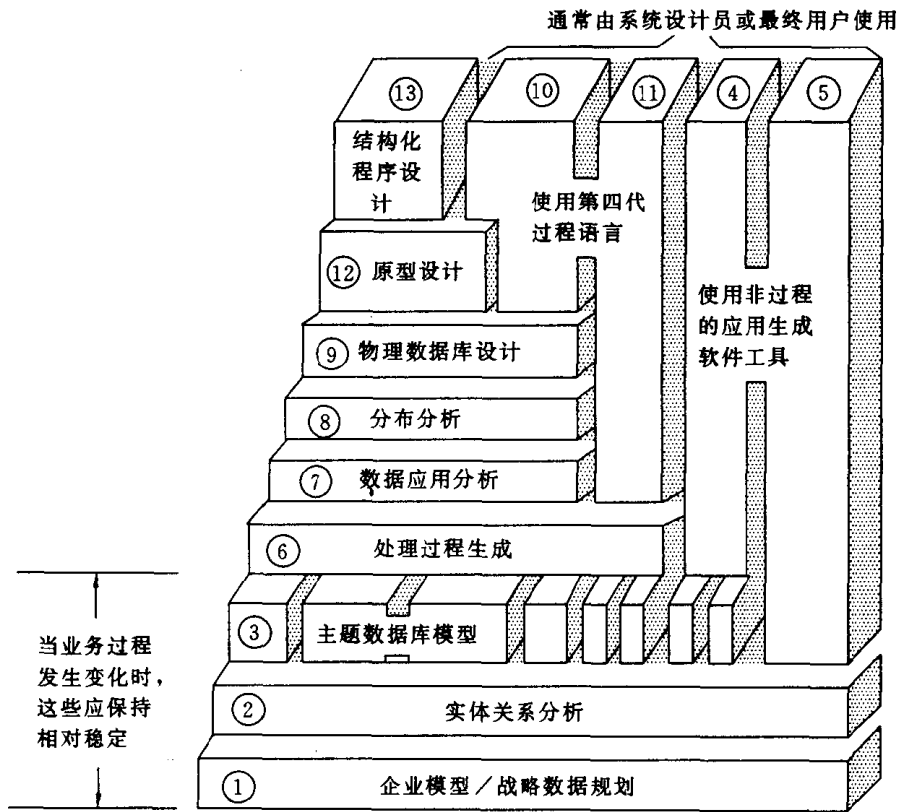


图 1-9 信息工程的组成

图 1-9 中每一个构件表示的含义如下：

①企业模型 (Enterprise Model)：企业模型是对企业结构和业务活动的一种本质的、概括的认识，它是按企业的职能区域、业务过程、业务活动这样三个层次来描述企业的，具体的描述过程见第 3 章“数据总体规划”一节。

②实体关系分析 (Entity Relationship Analysis)：自顶向下地对企业实体及其之间的联系进行分析，这里实体、关系的概念同于 IDEF1X 中实体和联系的概念（下面将要介绍 IDEF1X 方法）。

③主题数据库模型 (Subject Database Model)：把初步的实体模型划分为一些密切相关的实体大组，被称之为主题数据库，这种主题数据库为各分系统共享信息奠定基础。

④和⑤非过程语言和非过程应用软件工具：由于构件①、②和③已经提供了企业大部分的基础信息，借助构件④和⑤可以方便地从中提取信息，快速生成报表等。

⑥计算机化处理过程设计：该构件帮助系统开发人员运用“数据库作用图”的方式来表达数据的生成、检索、更新或删除。

⑦数据应用分析：在数据处理量大的系统中，应用此构件帮助用户使用数据。

⑧分布分析：该构件帮助系统开发人员对数据的分布作出定性和定量的分析，从而合理地分布数据。

⑨物理数据库设计：该构件帮助系统开发人员针对具体使用的数据库管理系统 DBMS 设计物理数据库。

⑩和⑪第四代语言和程序生成软件：在数据共享而非私有的情况下，用户可以凭借⑩和⑪生成各种数据处理过程而无须再从数据的原始结构和组织去考虑。

⑫原型设计：该构件帮助用户设计系统原型，并在多次反复迭代过程中发展为实用的系统。

⑬结构化程序设计：该构件主要是考虑用户原先用了第三代程序语言（如 Cobol、Pascal 等）开发了程序，为保护这些资源，需要继续提供用户这种工具以和原先的程序相衔接。

上述构件可以根据系统开发人员的需要加以组合。可以有若干不同的组合方式，特别是在当今数据库和软件技术迅速发展情况下，一些构件的功能已被融合到商品化软件之中，因此需要系统开发人员根据企业特点，根据软硬件的情况加以组合。

以上为信息工程这门学科涉及到的主要内容，其中的构件②③⑦⑧涉及到信息集成，具体来说运用信息工程建立信息模型的步骤为：

- 建立企业模型
- 完成业务过程和活动分析
- 完成实体——关系分析
- 建立主题数据库模型
- 进行主题数据库具体物理分布分析

现在市场上已有帮助人们运用信息工程方法构造信息模型的软件工具。关于此种方法还将在第 3 章 § 4 中作较详细介绍。

## 2. IDEF1X 方法

IDEF 方法是由美国空军于 1981 年提出并在国际上得到推广应用的一种方法。IDEF 是集成化的计算机辅助制造系统定义方法的英文缩写 (Integrated Computed Aided Manufacturing Definition Method)，它结合了软件工程 E—R 模型和结构化系统分析 SA 方法的优点，有一套严谨的语义描述、语法规则和图形化语言，我国 863/CIMS 主题办公室推荐使用该方法。

IDEF1X 的建模过程可以分为 0~4 五个阶段：

0 阶段——设计的开始

写明开发项目的研究范围、开发的顺序，组织好建模的队伍、收集各种原材料。

1 阶段——定义实体

一个实体表示一个现实和抽象事物的集合，这些事物具有相同的属性或特征。在此阶段，标识和定义在信息建模范围内的全部实体。

2 阶段——定义联系

标识和定义上阶段中定义的实体之间的联系，形成联系矩阵和图形化描述联系的实体级图。

3 阶段——定义键

键为唯一地可以标识一个实体实例的那些属性，此阶段首先保证在 2 阶段中出现的某些



不确定联系得到改善,然后定义键属性,进行主键迁移以确认外来键。

#### 4 阶段——定义属性

标识非键属性,建立属性所有权,定义属性和改善模型。

IDEF1X 最后呈现的模型为属性级图、实体报告、联系定义、属性定义、联系/实体对应及属性/实体对应。该法的详述见第 3 章。

### 3. 数据流程图和数据字典

在管理信息系统 MIS 开发时人们常用到结构化分析与设计方法 SADT (Structured Analysis Development Technology),而数据流程图 DFD (Data Flow Diagram) 和数据字典 DD (Data Dictionary) 则是 SADT 方法中主要的两个工具,把它们用来表达 CIMS 的信息模型也是可以的,缺点在于数据之间的复杂关系表达不够清楚。它重点表达了数据的流动过程。

由于该方法在许多 MIS 有关的教材中已得到详尽阐述,本书不再详述,这里只是给出进行该法的简要步骤:

- 分析企业的业务流程,画出业务流程图;
- 绘制 DFD 图;
- 编制数据字典;
- 子系统划分和总体逻辑方案的提出。

### 4. E—R 图

E—R 图是计算机软件工程中表达信息模型的传统做法,它图形简单,不涉及数据在数据库管理系统中如何实现的问题,易为用户理解,因而在软件工程中得到广泛应用。它的思想也为后来出现的信息工程、IDEF 及面向对象方法 OOM (Object—Oriented Method) 所借鉴。

E—R 图所进行的步骤如下:

- 首先定义实体;
- 接着分析联系;
- 定义实体或联系的属性;
- 画 E—R 图。

E—R 方法出现于 IDEF 和信息工程方法之前,当时的软件工程还不涉及规模庞大而复杂的集成系统,因而用 E—R 方法描述大型系统时尚不够精细确切,缺乏总体性,但并不排斥在中小规模的集成系统中继续使用该法,本书对此不再详述。

### 5. 面向对象方法 OOM

面向对象 OO (Object-Oriented) 的概念虽然早在 60 年代初就已出现,但直至 80 年代才开始在信息系统设计和编程语言中得到应用,而运用于系统分析领域却是近些年的事。对象事实上也是一种实体,不过它有别于前面几种方法提及的实体,它是一种包含了数据和操作方法,能对外界提供一定服务 (Service) 的实体。数据被封装于对象之中,OO 的本质是面向数据的,这正好和信息集成的思维相吻合。在传统的程序设计中,数据和操作方法维持着一种松散的结合,实际是面向功能的,因而如果功能一旦有变,系统则要跟随做较大调整。在 OOM 中把数据当作相对稳定的因素,以数据为中心构造信息模型,这同信息工程、IDEF 方法的思维如出一辙。