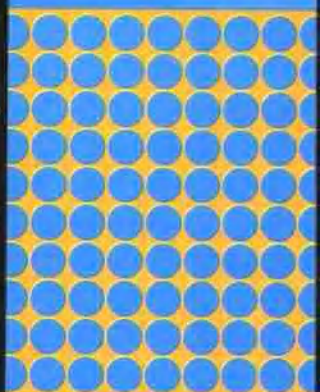


秦斌 王欣 编著

流程工业计算机集成过程系统CIPS



国防科技大学出版社

流程工业计算机集成过程系统 CIPS

秦斌 王欣 编著



B1284650

国防科技大学出版社
湖南·长沙

内 容 简 介

流程工业计算机集成过程系统(CIPS)是一个与周围环境有物质、能源、信息交换的开放型、大规模、多层次、多模式、多视图的复杂系统,任何单个领域或单元技术的理论和方法都无法概括 CIPS 所涉及的问题。本书旨在探讨 CIPS 理论和实现技术,以工程为背景,采用 CIPS 主线贯通、逐步扩展的方法来达到设计、构造和实施适合我国国情的 CIPS 集成系统的目的。

本书共分七章。第一章为绪论,主要介绍 CIPS 的概念和关键理论与技术问题。第二章讨论了 CIPS 的体系结构及建模方法和总体技术。第三章研究了 CIPS 网络集成技术,从底层的控制网—现场总线直到公司主干网及广域网,是 CIPS 实施的网络平台。第四章研究了优化生产过程的智能控制技术,将智能控制技术应用于生产过程的优化控制中,分别描述了其数学模型、实现机制,给出了相应的算法和仿真与应用结果。第五章以生产调度管理为主线,讨论和研究了生产调度方法及应用实例。第六章建立了面向供应链管理信息模型,以企业资源规划(ERP)为核心,讨论了管理信息系统和决策支持系统结构和实现技术。最后,第七章以钢铁集团企业为主线,综合上述理论方法和实现技术,自底向上建立 CIPS 系统模型,讨论了 CIPS 实施过程中所遇到的各种问题。

本书涉及多个学科前沿,内容新颖,理论联系实际,可作为企业信息主管、CIPS 科研人员、开发人员和企业技术人员的参考资料,也可作为高等院校相关专业研究生和高年级学生的教材及参考书。

图书在版编目(CIP)数据

流程工业计算机集成过程系统 CIPS/秦斌,王欣编著. —长沙:国防科技大学出版社, 2002.6

ISBN 7-81024-878-2

I. 流… II. ①秦…②王… III. 计算机控制—自动控制系统, CIPS—应用—企业管理:生产管理 IV. ①F273②TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 046081 号

国防科技大学出版社出版发行

电话:(0731)4572640 邮政编码:410073

E-mail: gfkdcbs@public.cs.hn.cn

责任编辑:蔡博 曹红 责任校对:黄煌

新华书店总店北京发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

*

开本:787×1092 1/16 印张:14.25 字数:347 千

2002 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数:1-1500 册

*

定价:20.00 元

序

CIMS 是 Computer Integrated Manufacturing Systems 的缩写,直译为计算机集成制造系统。1974 年美国 J. Harrington 博士根据计算机技术的发展,预测其对机械制造业生产方式的影响,在《Computer Integrated Manufacturing》一书中首先提出计算机集成制造的概念,认为企业经营、管理、产品设计和制造的全部活动是一个不可分割的整体,应紧密连接、统一考虑。通过计算机技术实现企业全部活动的信息集成、强化利用使企业获取最大的效益。

流程工业的 CIMS 也可称为 CIPS (Computer Integrated Process Systems)。CIPS 是流程工业综合自动化发展的必然趋势,它是在计算机技术、通讯技术、自动化技术和各种生产技术的基础上,集控制、调度、管理、经营、优化、决策于一体,形成一个能适应市场需求和总体最优的高质量、高效益的智能综合自动化系统,从而达到提高企业经济效益和综合竞争能力的目的。

流程工业主要包括连续性生产过程,如炼油、化工、电力等工业,另外,还有一类半连续型工业 (Semicontinuous Industry),不同于连续型工业之处在于它经常从生产一种产品转移到生产另一种产品,这类工业典型地表现在特殊的化工过程、造纸机械等中,还有一类混合工业过程,如钢铁工业等,以上三类工业可笼统地称为流程工业,它大致包括石油、电力、冶金、化工、造纸、医药、食品、橡胶等行业。这些都是国家的重要支柱产业,其发展对我国国民经济有着十分重要的意义。但是,我国的流程工业在生产规模、经济效益、成本、品种、质量以及环境保护等方面与发达国家相比还有很大差距,在国际市场上缺乏竞争能力,因此,必须从各个方面提高企业的综合竞争能力,其中的重要措施之一就是加强对流程工业综合自动化技术和应用的研究和实施。

本书较系统地论述了流程工业 CIPS 的体系结构、网络与信息集成技术、智能控制技术,优化与调度、管理与决策等,研究和讨论了流程工业 CIPS 的

各种技术，并以钢铁工业 CIPS 为主线，将流程工业 CIPS 技术综合应用到实践中。相信该书对于流程工业 CIPS 的研究者、开发者和建设者，都有很大的实用和参考价值。

本书的作者不仅具有深厚的理论基础，还具有丰富的系统工程实践经验。作者对流程工业 CIPS 有着深入的了解，有着多年研究和工程应用的经验，充分体验到控制理论、通讯技术、计算机和管理技术的许多巨大变化和发展。作者是在技术和业务两个方面付出了长期的努力之后，才完成本书的。该书深入浅出，具有很好的可读性。特为之序。

桂卫华 教授

2002 年 5 月

前 言

不管是在书架上、在图书馆中，还是在 Internet 的 Web 上，或是在别的什么地方，希望读者能为找到这本书而高兴。本书是我们多年来研究与应用的心得与体会，我们经过十多年的亲身实践，对流程工业计算机集成自动化（CIPS）有了深入的了解，有着多年工程应用的经验，充分体验到控制理论、通讯技术、计算机和管理技术的许多巨大变化和发展，深知流程工业计算机集成自动化的发展方向。本书的总结出版，希望能为从事流程工业计算机集成自动化系统研究和应用工作的各个层次的读者带来帮助。

本书旨在探讨 CIPS 理论和实现技术，以工程为背景，采用 CIPS 主线贯通，逐步扩展的方法来达到设计、构造和实施适合我国国情的 CIPS 集成系统的目的。

本书共分七章，第一章为绪论，主要介绍 CIPS 的概念和关键理论与技术问题。第二章讨论了 CIPS 的体系结构及建模方法和总体技术，第三章研究了 CIPS 网络集成技术，从底层的控制网 - 现场总线直到公司主干网及广域网，是 CIPS 实施的网络平台。第四章研究了优化生产过程的智能控制技术，将智能控制技术应用与生产过程的优化控制中，分别描述了其数学模型、实现机制，给出了相应的算法和仿真与应用结果。第五章以生产调度管理为主线，讨论和研究了生产调度方法及应用实例。第六章建立了面向供应链管理信息模型，以企业资源规划（ERP）理论为核心，讨论了管理信息系统和决策支持系统结构和实现技术。最后，第七章以钢铁集团企业为主线，综合上述理论方法和实现技术，自底向上建立 CIPS 系统模型，讨论了 CIPS 实施过程中所遇到的各种问题。

非常感谢桂卫华教授和吴敏教授，他们回答的问题填补了许多空白。感谢和我们一起从事工程应用项目的同事们，书中很多部分是所有工程经验的

总结。

感谢张陵波博士和杜玉晓博士，他们为本书提出了有价值的技术意见。

本书的出版得到了株洲工学院各级领导的关心和支持，在此表示感谢。

由于本书涉及的内容太多，时间仓促，加上作者水平有限，错误之处在所难免，敬请读者和同行批评指正。

作者

2002 年 4 月

目 录

第一章 计算机集成过程系统的发展

1.1 流程工业计算机集成过程系统 CIPS 概念	(1)
1.2 流程工业集成自动化的发展	(2)
1.3 流程工业 CIMS 的功能结构	(3)
1.4 CIPS 国内外研究情况	(4)
1.5 CIPS 关键理论与技术	(6)
1.6 小结	(11)

第二章 计算机集成过程系统的体系结构与研究方法

2.1 计算机集成过程系统 CIPS 体系结构	(12)
2.2 流程工业 CIPS 的体系结构	(18)
2.3 计算机集成过程系统 CIPS 建模方法	(23)
2.4 人机关系的研究	(38)
2.5 小结	(42)

第三章 集成自动化系统网络集成与信息集成技术

3.1 网络集成与信息集成的概念	(43)
3.2 流程工业 CIPS 基于 Intranet 网络实施方案	(51)
3.3 现场总线	(53)
3.4 控制网络互联与实时信息集成	(61)
3.5 集成平台研究	(74)
3.6 新一代基于组件的自动化信息系统	(78)
3.7 小结	(84)

第四章 优化生产过程智能控制技术

4.1 生产过程的智能控制技术	(85)
4.2 集成智能控制	(93)
4.3 CIPS 中软测量技术及应用	(101)
4.4 流程工业 CIPS 中故障诊断技术	(109)
4.5 流程工业集成建模	(113)
4.6 流程工业生产系统优化问题	(115)
4.7 集成控制平台及应用	(120)
4.8 小结	(122)

第五章 生产调度与管理

5.1 流程工业生产管理与调度系统	(123)
5.2 流程工业调度方法	(126)
5.3 应用实例 1——电厂机组最优组合调度研究	(132)
5.4 应用实例 2——棒线材生产调度方法的研究	(135)
5.5 应用实例 3——智能集成优化计划调度系统	(138)
5.6 基于多 Agent 的流程企业调度原型	(142)
5.7 基于多 Agent 的虚拟企业调度系统模型及实现	(144)
5.8 小结	(148)

第六章 流程工业管理与决策支持系统

6.1 流程工业经营管理功能结构	(150)
6.2 ERP 及供应链管理	(153)
6.3 管理信息系统开发方法	(155)
6.4 基于供应链管理的营销管理系统开发	(157)
6.5 钢铁企业财务管理系统的设计与实现	(162)
6.6 CIPS 环境下质量管理体系开发	(166)
6.7 决策支持系统	(170)
6.8 基于知识的数据挖掘	(174)
6.9 一个专用决策支持系统的设计与实现	(175)
6.10 小结	(179)

第七章 CIPS 在钢铁工业中的应用

7.1 钢铁企业 CIPS 体系结构	(180)
7.2 钢铁企业网络规划与建设	(185)
7.3 钢铁企业 ERP 建设	(190)
7.4 生产管理中心	(199)
7.5 分布式炼钢—连铸在线生产调度系统	(202)
7.6 炼铁厂集成自动化系统	(208)
7.7 CIPS 集成策略与实施	(212)
7.8 CIMS/CIPS 中的企业过程重构	(212)
7.9 小结	(218)

参考文献	(219)
------------	-------

第一章 计算机集成过程系统的发展

1.1 流程工业计算机集成过程系统 CIPS 概念

1974 年, 美国 Joseph Harrington 博士针对企业所面临的激烈市场竞争形势, 根据计算机技术的发展, 提出了一种组织企业生产的理论——Computer Integrated Manufacturing, 也就是 CIM, 直译为计算机集成制造。他认为企业经营、管理、产品设计和制造的全部活动是一个不可分割的整体, 要紧密连接, 统筹考虑。通过计算机技术实现企业全部活动的信息集成, 并且通过强化利用使企业获取最大的效益。但是, 这种理论当时并未引起人们的注意, 直到 1981 年才被广泛接受, 并被丰富、扩展作为制造业新一代生产方式来认识。目前, CIM 理论可以比较科学地用以下 5 点阐述:

(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质量提高、交货周期缩短、成本低、服务好, 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、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及物流流两大部分, 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间的集成;

(5) CIM 技术是基于现代管理技术、制造技术、信息技术、自动化技术、系统工程技术的一门综合性技术。具体来说, 它综合并发展了企业生产各环节中有关的计算机辅助技术, 包括计算机辅助经营管理与决策技术、计算机辅助分析与设计技术、计算机辅助制造技术、计算机辅助信息集成技术、计算机辅助建模、仿真、实现技术和计算机辅助质量管理与控制技术等。

CIM 作为组织现代化生产的一种理论, 其核心便是集成。集成的作用是将原来独立运行的多个单元系统组成一个协同工作的、功能更强的新系统。集成不是简单地叠加, 而是有机组合。集成的目的是协调发挥各个分系统的优势, 取得整体效益。

CIM 概念的出现得到了世界各国政府、研究所和企业界的广泛重视, 其发展十分迅速, 并已经在企业应用中取得了显著的成果。Manufacturing 的含义是广义的加工、制造, 也包括连续或半连续生产的流程工业。其应用范围也已经从制造业扩展到电子、化工、钢铁、制药、航空航天等行业。CIMS (Computer Integrated Manufacturing System) 是 CIM 思想的实现, 根据企业具体情况的不同, CIM 的理论有各种实现方法, 这些方法的实现

便构成了 CIMS。CIMS 是利用计算机技术、通讯技术、自动化技术以及有关的生产技术, 建立全企业或全厂包括经营决策、管理信息、生产调度、监督控制和直接控制在内的全部生产活动的综合自动化系统, 从而达到提高企业经济效益和竞争能力的目的。

1.2 流程工业集成自动化的发展

从 20 世纪 50 年代计算机开始应用于流程工业控制以来, 流程工业集成自动化大致经历了以下 5 个发展阶段。

(1) 早期的过程控制阶段, 这一阶段以现场手动操作为中心, 由操作员一边看温度、压力表, 一边随时操作调节阀的开度, 以达到控制目的。到 40 ~ 50 年代, 开始出现控制室集中操作, 把操作员从严酷的现场操作中解放出来, 从而带来了仪表盘操作的巨大变化。随后, 仪表向小型化、密集化和电子化方向发展, 到 60 年代, 由于电子技术的飞速发展, 模拟式电子仪表逐渐领先于气动仪表而被普及。从 DDZ II 型发展到 DDZ III 型, 这时的调节器基本上是一台控制一个回路的单回路调节器。

过程计算机控制系统的发展是与计算机技术的发展密切相关的, 50 年代末人们就开始尝试将计算机应用于过程控制中, 1959 年, 美国 TRW 公司和 TEXACO 公司联合研制的 TRW300 计算机控制系统在美国德州阿塞港的炼油厂聚合装置上投运成功, 随后在路易斯安娜州洛林的孟山都氨厂被使用。该套装置主要用于数据记录, 兼带部分控制, 其所用系统具有过程优化功能。特别典型的是它采用监督管理控制思想, 用计算机产生模拟控制器的设定, 即 SPC (Set Point Control) 控制。

(2) 60 年代中期, 一部分工厂开始采用计算机直接数字控制 (DDC)。在 DDC 控制中, 由于一个 CPU 担当全部功能, 故对 CPU 的可靠性研究成了最大的课题, 当时已开发出冗余 CPU, 这为今后出现集散控制系统 (DCS) 打下了基础。此时计算机在控制中的主要应用是实现集中控制, 控制算法有各种 PID、串级、比值和前馈等。但当时的计算机价格昂贵, 功能太集中, 危险也就相应地集中, 因此, 影响了计算机控制的推广使用。

(3) 1975 年, 美国 Honeywell 公司推出了 TDC2000 集散型控制系统 DCS (Distributed Control System), 以取代电动模拟仪表及计算机直接数字控制装置 (DDC)。DCS 系统采用了各种新技术, 如 16 位微机, 局域控制网、图形人机接口界面等等, 是 4C (Computer Communication Control CRT) 结合的产物。在此期间, 世界各国也相继推出了自己的第一代集散型控制系统。比较著名的有美国 Foxboro 公司的 Spectrum 系统, 贝利公司的网络 90, 英国肯特公司的 P4000, 德国西门子的 Teleperm M, 日本东芝公司的 TOSDIC, 以及横河公司的 CENTUM 等。由于 DCS 在硬件上将控制回路分散化, 将数据显示、监督等功能集中化 (所谓分散是指功能、危险和地域的分散, 集中是指操作和管理的集中), 硬件的可靠性大大提高, 因此被大型工业过程的用户普遍使用, 效果很好。但由于其工艺操作条件仍由人工给出, 在算法上无显著改进, 这一时期的产品, 在技术上尚有明显的局限性。

(4) 80 年代出现了 DCS 加优化的阶段, 即在 DCS 基础上实现优化控制和高级过程控制, 这是我国“八五”国家重点科技攻关在控制方面的主要内容。它在硬件上采用上位机和 DCS 结合; 在算法上将控制理论研究的新成果, 如多变量解耦、多变量约束控制、各

种预测控制、模糊推理控制、人工神经网络控制和估计、基于模型的内模控制以及专家系统控制等应用于工业生产现场，并且取得了成功；在此期间装置的优化也开始实现，从而使计算机控制更上一层楼，取得了明显的经济效益。特别是美国开始出现如 Setpoint, DMC, Speedup, Simcon 等专门从事控制与优化的软件公司，使得几百家大型石化、化工、炼油、钢铁等企业提高了生产水平，同时获得了巨额利润。

(5) 随着上述技术的发展，特别是开放式结构和集成技术将深刻地影响着 DCS 的发展。90 年代控制系统进入了一个新的阶段，生产过程控制系统与信息管理系统紧密结合，形成管控一体化的新一代控制系统。

与过程控制发展相对应的设计和管理计算机应用也经历了相应的发展历程，60 年代开始有计算机辅助设计 (CAD)，计算机辅助制造 (CAM) 等等。60 ~ 70 年代开始，计算机技术快速发展，工作站、小型计算机等开始大量进入到工程设计中，开始了 CAD/CAM，计算机仿真等工程应用系统；当计算机涉及文字信息处理领域时，便进入到了上层管理领域，开始出现了管理信息系统 (MIS)、物料需求计划 (MRP)、制造资源计划 (MRP-II) 等概念和管理系统，计算机的处理能力不断提高，处理的信息量也大大增加，各种应用系统变得越来越复杂，规模也越来越大。

但是，此时各个自动化分系统由于逻辑上的不一致性，系统软、硬件的异构性，信息的多样化、复杂性和控制管理的非实时性等一系列问题，使各个自动化分系统各自为阵，难以互通信息，无法统一调度，限制了系统的进一步发展和效率、效益的进一步提高。

用户的需求是集成自动化发展的直接动力，一个企业为了迅速适应国内外市场竞争的变化，必须及时获得正确的信息，做出符合市场需要的决策，实现整个生产过程的优化、控制和管理。因此，要求企业的各种管理、控制设备（如计算机、DCS、PLC、智能仪表等）之间通信能力加强，以便构成一个集生产管理、市场信息、过程控制等功能为一体的计算机集成制造系统 (CIMS)。CIMS 借助计算机技术，综合运用现代管理技术、生产技术、信息技术、自动化技术、系统工程技术，将生产过程中有关人、技术、经营管理等诸要素及其信息流与物质流有机地集成起来，形成一个能适应生产和市场变化的总体最优的高质量、高效益、高适应性的智能生产管理系统。CIMS 是制造加工业自动化的必由之路，是企业生存发展与竞争取胜的重要手段，是建立现代化企业并与国际市场接轨的重要措施，是 21 世纪将要全面兴起的一种生产自动化的主要模式。

集成化分散控制系统向信息管理系统及计算机网络控制方向扩展，将过程控制和信息管理系统紧密结合起来，便构成了计算机集成过程系统 (CIPS)。CIPS 除了要完成传统 DCS 过程控制的功能外，还要实现运行支持和决策支持的功能，包括质量控制、过程管理、在线优化、经营管理、决策分析等。网络是当今工厂自动化的核心，是计算机集成过程系统的基础，没有网络就没有现代工厂自动化，而工厂自动化的每一层都有适用于自己的网络。

1.3 流程工业 CIMS 的功能结构

图 1.1 表示流程工业 CIMS 的功能结构模型，图中间部分是功能层次，它是一种递阶结构，共分为五层，顶层为经营决策层，层 4 为管理信息系统，层 3 为生产调度系统，层

2 为过程监控系统, 层 1 为 DCS 系统。实现上述功能的两个支撑系统是数据库管理系统和计算机网络系统。图的左侧表示所需信息, 右侧是支持信息集成的数据库管理系统。

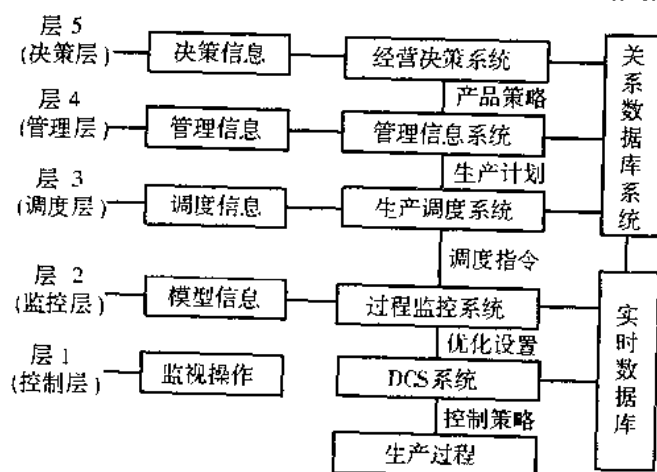


图 1.1 流程工业 CIMS 功能层次

经营决策系统是顶层功能, 它依据企业内部和外部信息对企业产品策略、中长远目标、发展规划和企业经营等提出决策支持。管理信息系统功能, 又可细分为经营管理、生产管理和人文管理, 对厂级、车间、各科室的生产和业务信息实现集成管理, 并依据经营决策指令制定和落实年、季、月综合计划。生产计划是综合计划的核心, 管理信息系统将月计划指令下达给生产调度系统。

生产调度系统完成生产计划分解, 同时根据生产的实际情况形成调度指令, 及时地指挥生产, 组织日常均衡生产和处理异常事件。过程监控系统根据调度指令实现生产过程操作优化、先进控制、故障诊断、过程仿真等功能。当调度指令变化时, 使生产装置的过程操作在保证质量的前提下始终处于最佳工作点附近。

DCS、PLC 等实时系统实现对生产过程运行状态的检测、监视、常规控制和传统的先进控制。从上述可知, 功能结构模型体现了多级递阶控制思想和多层跨平台概念, 各功能层次由于所涉及的内容、范围不同, 因而执行的频率不同, 赖于实现的系统平台亦不相同。

1.4 CIPS 国内外研究情况

由于 CIMS 概念在 20 世纪 80 年代初才被广泛接受, 并随着发展引入了制造技术中的一些新概念, 如并行工程、精简生产和敏捷制造等, 因而, CIMS 本身正趋于不断的改进和完善中, 对 CIMS 体系结构的研究也不断地被赋予了新的内涵。

1984 年, 欧共体提出了欧洲信息技术研究发展战略计划, 其中一项为计算机集成化生产, 到 1986 年, 欧共体又及时地把 CIMS 概念拓宽到 CIPS, 倡导在石油、化工、能源等连续型生产过程中实施 CIPS 计划。

80 年代中期, 德国政府的研究、技术、科学和教育部门 (BMBF) 在西德地区的高校中建立了 10 个面向小型企业、以 CIM 技术培训及转让为目标的中心 (CIM-TT)。东德、

西德统一后，又在原东德地区的高校中建立了 6 个 CIM-TT 中心。

德国的绝大多数企业都是中小型企业，因此，德国 CIMS 的研究与推广应用侧重于底层技术，包括制造技术、车间层的管理与控制技术、物流管理与控制技术、数控技术及机器人等。同时在 CIM 体系结构、集成平台技术、虚拟制造、并行工程、企业经营过程重组、CIMS 实施和验证方面也开展了大量的工作。目前主要的研究方向是：

(1) 多数研究单位认为目前企业的现状不能适应市场竞争的需求，因此，企业需要改造与重组，然而却缺乏有效的企业建模方法及相应的工具。所以，当前的研究热点之一是研究企业建模方法及开发相应的建模工具。

(2) 利用虚拟现实技术，对企业的结构、历史、信息进行模拟与仿真，以便更好地改造与重组现在企业或建立新企业。

(3) 利用社会学、心理学、人体结构与行为科学等，研究如何更好地发挥人在企业中的作用，利用计算机仿真与人机界面技术及企业环境，研究人的最佳工作状态。

(4) 研究 PDM 技术及开发相应的产品。

(5) 利用 Internet/Intranet 技术，研究分散型企业的生产组织，资源共享及售后服务等。

(6) 研究微加工与装配技术，即微细工程。

(7) 从环境保护的角度出发，研究多生命周期产品的设计与制造技术和 DFDA（面向拆、卸的设计）技术。

国际自控界对综合自动化的研究也开展了 10 多年，20 世纪 90 年代以来，每年都召开“流程工业计算机集成制造”（CIM in the Process Industries）的研讨会，第十一、十二届 IFAC 世界大会都设立了相应的专题报告会。

对于综合自动化的研究，国外公司和企业投入了极大的热情和精力，推动了综合自动化在生产实际中的应用，并取得了显著的经济效益。美、日各国大型石化企业都不同程度地向 CIMS 迈进。如跨国的壳牌石油公司，美国德州的 Citgo 大型炼油厂和日本兴亚石油公司（KOA Oil）等自 80 年代后期就开始实现 CIMS 的计划。据报道，到 1990 年，日本的 24 家大中型炼油厂中有 19 家、13 家乙烯厂中有 8 家正在开发和应用 CIMS。计划和正在实现 CIMS 的北美（美国和加拿大）大中型炼油厂有 15 家，欧洲有 13 家，远东和澳洲有 14 家。据 SystemHouse 公司和《烃加工》杂志就烃加工工业对 CIM/CIP 系统的需求做出的调查表明：已有公司级计划的占 53%，有装置级过程优化和先进控制计划的占 34%，尚无计划的占 13%。同时进行的 CIM/CIP 系统计划完成情况的调查结果表明：52% 的企业完成了计划的 25%，39% 的企业完成了计划的 26%~50%，9% 的企业完成了计划的 51%~75%。当然各企业应用的深度和范围有所不同，国外石化公司主要炼油装置已普及了先进控制技术，正向过程控制和管理一体化集成方向发展、向全厂综合经营管理要效益的方向发展。到目前为止，虽然尚未看到报道完全按 CIM 的思想建成的综合自动化系统的示例，但是发展流程工业 CIMS 已成为趋势。

我国 863/CIMS 主题于 1986 年提出，经过多年的具体实践，结合中国国情，赋予了 CIM/CIMS 新的概念，即将信息技术、现代管理技术和制造技术相结合，并应用于企业产品全生命周期（从市场需求分析到最终报废处理）的各个阶段。通过信息集成、过程优化及资源优化，实现物流、信息流、价值流的集成和优化运行，达到人（组织、管理）、经

营和技术三要素的集成。它丰富和发展了 CIMS 技术的内涵,并得到了国际同行的认同。继 1994 年清华大学获得 SME 的 CIMS “大学领先奖”后,1999 年华中理工大学也获得了此奖,1995 年北京第一机床厂获 SME 的 CIMS “工业领先奖”,这使我国成为除美国以外惟一获得过 2 个“大学领先奖”和 1 个“工业领先奖”的国家。

从 1989 年至今,我国先后有成都飞机工业公司、沈阳鼓风机厂等多家企业被选为 863/CIMS 主题的典型应用企业,这些企业覆盖了机械制造、飞机、汽车、石化等多种行业,在应用过程中取得了许多进展,明显增强了这些企业的竞争能力。

我国石化总公司,在 1991 年明确提出“八五”期间积极开展计算机综合自动化系统(即 CIMS)的试点,并抓紧齐鲁胜利炼油厂的试点工作。1993 年 7 月中国石化总公司 8 年科技发展规划中再次提出“适时选点开发 CIMS”。1994 年 3 月总公司进一步呼吁“炼油、石化流程型工业向 CIMS 迈进”,把 CIMS 看作未来石油化工企业内涵发展的技术支柱。福建炼化公司 CIMS 一期工程 1997 年已通过国家 CIMS 专家组评审验收和原中国石化总公司组织的技术鉴定,被国家科技部表彰为“1997 年度 CIMS 应用领先企业”。原中国石化总公司在集散控制系统 DCS 基础上实施的第一批先进控制 APC 试点(常减压蒸馏、催化裂化和聚丙烯装置)项目,已通过验收和鉴定。经鉴定平均年经济效益达 600 万元以上,项目投资回收期小于 1 年。上海石化公司化工事业部 CIMS 工程于 1999 年 6 月开始实施,项目包括 ERP(SAP 的 R/3 软件)和生产执行系统 MES 两部分,规范了业务流程,实现财会、销售和分销、物料管理、生产计划与生产实时信息的集成。镇海炼化公司 CIMS 一期工程也已启动。1999 年 5 月,863/CIMS 专家组批准了中国石化集团公司所属巴陵石化公司长岭炼化总厂、金陵石化公司炼油厂、北京设计院的 CIMS 一期工程,以及中国石油天然气集团公司所属大连石化公司、大庆石化总厂化工一厂作为 CIMS 示范工程。这些工程将按 863/CIMS 计划要求于 2000 年底前完成。这将进一步推动 CIMS 在我国石化行业的发展。

1.5 CIPS 关键理论与技术

连续生产过程与离散制造过程相比有以下几个显著特点:从生产方式上来看,连续化工生产过程及其产品相对稳定,生产周期长,生产设备种类单调,更换周期长,有着极强的结构化特征;从优化生产方面来看,连续生产过程往往以现有过程为着眼点,通过优化调度和操作等手段使过程在安全和平稳的条件下能够根据市场需求进行优化生产,以获得最大的经济效益;从生产过程的信息化方面来看,生产过程的生产涉及各种化学物质的化学与物理变化过程,而可测的往往是大量带有各种不确定因素的温度、压力和流量等数据,因此怎样从大量冗余的不可靠测量数据中提取有用信息,是生产管理、操作运行和质量控制等工作顺利进行的基础;从运行和控制机制方面来看,连续生产过程不仅过程机理复杂,信息不完备,外扰众多,且往往具有较大的时变性,因此它们往往要用各种模型化方法进行优化生产操作和控制,在故障等突发事件的处理方面,连续生产过程由于生产过程的强相关和单系列的特点,加上过程机理复杂和信息不完备,故障的预测和处理是整个连续生产过程自动化中的一个极其重要的组成部分。

根据上述连续生产过程的具体特点,CIPS 应具有以下 4 个特点:

- ① 整体性：从整个生产过程的全局进行考虑，实现整体的全面优化。
- ② 有效性：生产全过程处于最优状态，获得最大的经济效益。
- ③ 柔性：能快速适应市场的原材料供给和产品需求的变化。
- ④ 可靠性：有一套故障诊断、安全保护系统，保证安全生产。

流程工业计算机集成自动化系统（CIPS）是一个与周围环境有物质、能源、信息交换的开放型、大规模、多层次、多模式、多视图的复杂系统，任何单个领域或单元技术的理论和方法都无法概括 CIPS 所涉及的问题。事实证明实施 CIMS/CIPS 给企业带来了巨大的经济效益，CIMS/CIPS 理论、方法、实现技术及支持开发工具的研究一直是自动化和计算机领域最为活跃的课题。鉴于我国对 CIPS 理论和实现技术方面研究起步较晚，而国外一些研究成果和企业成功的 CIPS 模式尚不适合我国大多数企业的实际情况，加之流程工业与离散制造业代表着两种不同的生产方式，这就决定了 CIPS 必定会有着一些与 CIMS 截然不同的特点，因此研究与建设 CIPS 就不能单纯地照抄照搬现有 CIMS 和国外 CIPS 的经验和成果，而是要有针对性地根据它们的异同点分别进行吸收、改进和发展。

根据流程工业与离散制造业的异同，CIPS 关键理论与技术叙述如下。

1.5.1 CIPS 总体技术的研究

CIMS 总体技术的研究内容包括：①企业运行模式；②CIMS 体系结构、建模分析和设计优化方法、实施方法论；③集成技术和集成工具；④标准化与规范等。它提供了一种有效手段，能从整体上分析复杂的 CIMS，并提供了一套指导企业正确实施 CIMS 的方法和工具。

企业运行模式研究从战略的高度考虑企业的发展模式。企业根据自身的条件和运行环境的特点选择是推行精良生产、敏捷制造、并行工程，还是大规模定制生产等企业运行模式。不同运行模式的选择，在具体设计时会影响 CIMS 单元技术的选择和实施。而 CIMS 的实施，也必然对企业组织结构和运行机制提出调整的要求，最终推动企业运行模式向提高其竞争能力的方向发展。

CIMS 方法论是指导企业正确设计、实施和运行 CIMS 的一组方法和工具的集合，它包括参考模型、建模和优化方法，以及实施指南。

CIMS 体系结构是一组代表系统各个方面的多视图、多层次的模型的集合。各国研究人员从不同的角度出发，提出了各种不同的 CIMS 体系结构，其目的是提供一组建模分析手段，从企业与实施 CIMS 相关的各个方面对企业进行建模分析，找到企业技术、经营和人集成的方法。

建模和优化方法是针对所研究的目的，抽取对象的本质特征，形成对对象的表述方法，并根据企业需求分析的结果，找出企业的生产经营瓶颈，为企业优化和调整提供依据和指导。由于 CIMS 的复杂性以及所研究问题的多样性，一种建模方法，只能针对某一个研究方面提出对研究对象的表述方法，以便在研究过程中有一种共同语言进行准确的分析和交流。

实施方法包括 CIMS 各阶段工作的结构化进程、项目管理方法以及质量保证应做的工作等。为保证 CIMS 的开发过程能有条不紊地进行，工作内容方面不出现纰漏，各阶段成

果应当尽可能地优化,对整个进程的内容、组织、步骤、应有的文档和阶段成果等都能实现结构化和标准化。

总体集成技术和集成方法是从全局考虑各分系统之间的关系,研究各分系统之间的接口问题。同时,子系统中许多重要的问题都需要从总体的高度进行考虑,如 STEP 标准的采用、网络类型的选择等等,由此保证全系统的集成。

网络技术和数据库技术是实现 CIMS 信息集成的基础,它们本身就是一门非常完整的学科,也应包括在总体集成技术的范围内。

CIMS 标准化工作贯穿在 CIMS 技术的发展、产品开发、研制、商品化、批量生产、质量保证、采购和贸易的全过程,在各个环节上都有不同的标准化内容,构成了 CIMS 标准化自身的体系结构。

通过研究 CIPS 各部分及其相互关系,要提出标准的、功能优良的、实用的 CIPS 体系结构及其方法体系、建模工具和集成基础结构,以便系统地指导和帮助解决 CIPS 设计、实施和运行中的各个问题。

1.5.2 通信网络与信息集成研究

通信网络与信息集成是 CIMS 的关键支撑技术,是 CIMS 成功的基石。通信网络与信息集成的主要内容如下:

(1) 计算机网络系统是整个系统集成的物质基础,采用什么样的计算机体系结构是主从结构还是 Client/Server 结构,采用什么样的网络系统、网络拓扑、通讯协议、通信传输速率、传输介质等,均是建立计算机集成环境必须解决的问题。必须从技术的先进性和成熟程度、系统的开放性、可扩展性、网络传输响应的快速性、可靠性、实用性以及经济性等多方面考虑来确定。

(2) 数据库管理系统。信息集成是 CIMS 的核心,而数据库管理系统则是信息集成的基础,由于流程工业本身的特点,有大量反映生产过程状态的实时测量数据需要进行处理、管理,以便有效地利用,因此实时数据库管理系统是采用实时数据对生产过程进行监督控制、生产状态分析、评价的基础。因而流程工业信息集成环境中需要同时设置关系数据库和实时数据库管理系统,作为全系统信息的集散地。这两个数据库既可独立操作,又可协同动作,及时并行或交叉地处理来自全厂的各种信息,真正做到信息集成与共享。其关系如图 1.2 所示。

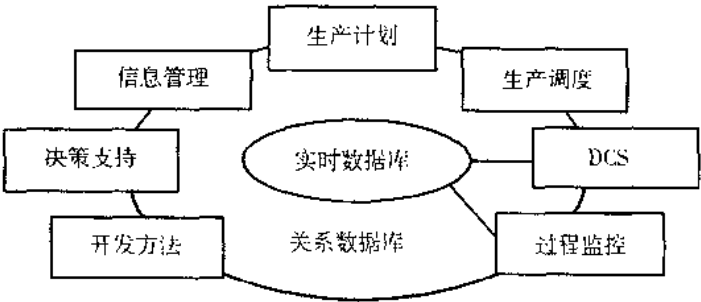


图 1.2 实时数据库与关系数据库关系