

# 流程工业的信息集成系统

苏 秦 吉国力 白俊海 王 园

(厦门大学自动化系, 厦门 361005)

**摘要:** 流程工业由于其生产过程的特殊性,其 CIMS 与离散工业有较大的区别,有其特殊的方面. 本文主要讨论了流程工业 CIMS 的特点及其整体框架,以及流程工业信息集成系统设计时所须注意的要点,最后讨论了流程 CIMS 的关键技术.

**关键词:** 流程工业; CIMS; 信息集成

**中图分类号:** TH166 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001 - 0505(2003)增刊-0112-04

## Information integration system of continuous industry

Su Qin Ji Guoli Bai Junhai Wang Yuan

(Department of Automation, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** Because of particularity of manufacturing process, the CIMS of continuous industry differs from discrete industry. In this paper, the character and frame of continuous industry CIMS is illustrated. Then the key of information integration designing is presented. Finally the key techniques of continuous CIMS is discussed.

**Key words:** continuous industry; CIMS; information integration

流程工业是指生产连续不间断或半连续批量生产的工业过程,如炼油、化工、电力等行业,在我国国民经济中起到了举足轻重的作用,是国民经济的支柱产业. 流程工业 CIMS 是 CIMS 哲学在流程工业中的应用和体现,是工业自动化发展的必然趋势,它是一种在自动化技术、信息技术、计算机技术和各种生产技术的基础上,通过计算机网络和数据库将工厂全部生产经营活动所需的信息集成起来,集控制、调度、管理、经营、决策于一体,形成一个适应生产环境不确定性和市场需求多变性的总体最优的高质量、高效益、高柔性的智能生产系统<sup>[1]</sup>. 本文将讨论流程 CIMS 的整体框架和信息系统设计要点.

## 1 流程工业 CIMS 的特点及其总体模型

### 1.1 流程工业 CIMS 的特点

企业实行 CIMS 其目的都是生产出优质产品、获取最大经济效益,都以自动化技术、计算机技术和制造技术等为技术手段,因此,流程型 CIMS 和离散型 CIMS 具有一定的相似之处,如在体系结构上一般都是采用分层递阶的开放式体系结构,在企业经营管理信息系统中,如财务、供应、仓储、资产管理和人力资源管理等方面,两者十分相似. 但是由于在生产方式上具有较大的区别,流程工业和离散型工业 CIMS 还是具有较大的差别,两者的差别体现在以下几个方面:

#### 1) 支撑环境技术

制造业 CIMS 的支撑技术主要是指数据库系统和计算机网络. 在支撑环境技术方面,流程工业 CIMS 与离散工业 CIMS 有许多共同点. 流程工业与离散工业都有关系数据库,但是由于流程工业有对生产过程实时监控的需要,因此,实时数据库成为流程工业所特有的过程数据采集与存储平台,它与关系数据库一起构成了流程工业 CIMS 的数据集成环境<sup>[2]</sup>.

#### 2) 工程设计方面

流程 CIMS 中新产品开发过程不必与正常的生产管理和制造过程集成,流程 CIMS 中可以不包括工程设计分系统,而离散 CIMS 由于产品工艺结构复杂、更新周期短,新产品开发和正常的生产制造过程中都有大

量的变形设计任务<sup>[3]</sup>,需要进行复杂的结构设计、工程分析、精密绘图、数控编程等,工程设计分系统是其不可缺少的重要分系统之一。

### 3) 经营管理与决策技术

流程 CIMS 主要通过稳产、高产、提高产品数量和质量、降低能耗和原料、减少污染来提高生产率,增加经济效益,离散 CIMS 则注重于通过单元自动化、企业柔性化等途径,达到降低产品成本、提高产品质量、增加产品品种,满足多变的市场需求,提高生产效率<sup>[3]</sup>。由于流程工业生产过程的资本投入较离散制造业大得多,因而流程 CIMS 需更注重生产过程中资金流的管理。

### 4) 生产过程控制技术

生产过程控制技术是流程工业 CIMS 中的关键技术之一,主要包括先进控制、过程的建模与优化、流程模拟、故障诊断等,通过生产过程控制,以改善过程的调节质量,保证生产安全,实现操作优化<sup>[2]</sup>。

## 1.2 流程工业 CIMS 体系结构

由于企业运行的复杂性,计算机集成制造系统体系结构(computer integrated manufacturing system architecture)并未有一种能够适用于所有情况的体系结构。在 CIMS 整体框架理论方面,目前有很多较为成熟的理论,如: CIM-OSA, ARIS, PERA, GRAI/ GIM, IDEF, DEM, IEM 和 GEM 等。这些理论主要是以离散型企业为研究对象,在建立流程 CIMS 的整体框架时,现在较为常用的是普渡企业参考模型(PERA)。在 PERA 理论中,企业 CIMS 由过程控制、过程优化、生产调度、企业管理和经营决策 5 个层次组成,这种层次划分将生产过程控制和管理明显分开,忽视了生产过程中的物流、成本、产品质量及设备的在线控制与管理<sup>[4]</sup>。实现计算机集成制造系统结构复杂、层次多,不便形成平台技术,难于推广,也难以适用于扁平化管理模式。

针对当代企业的管理已经开始由金字塔模式向扁平化模式的转换,流程 CIMS 体系也要做出相应的变化。在流程 CIMS 中可以采用 BPS/MES/PCS 的三层结构。

采用 BPS/MES/PCS 三层结构的 CIMS 将流程工业综合自动化系统分为以设备综合控制为核心的过程控制系统(PCS)、以财物分析/决策为核心的经营计划系统(BPS)和以优化管理、优化运行为核心的制造执行系统(MES),如图 1 所示。

图中的 PCS 一般包括基础自动化系统和过程自动化系统。利用基础自动化装置与系统,如:PLC、DCS 或现场总线控制系统,对生产设备实现自动控制,对生产过程进行实时监控,采用先进的控制技术,如:鲁棒约束多变量预测控制技术、多变量 APC 技术、智能解耦控制技术以及优化过程控制技术等,对过程控制系统进行优化设定,实现生产过程的优化控制<sup>[4]</sup>。

BPS 系统包括:企业资源计划、供应链管理、销售服务管理、产品与工艺设计等功能。其中企业资源计划包括财务管理、人力资源管理、生产计划管理等;供应链管理包括原材料采购、供应管理、库存管理;销售服务管理包括合同管理、销售管理、客户关系管理,电子商务已成为实现网上采购、网上销售的主要手段。

MES 是 CIMS 的中心环节,在 CIMS 中起着承上启下的作用。MES 将生产过程控制中产生的信息、生产过程管理中产生的信息以及经营管理活动中产生的信息进行转化、加工、传递,是生产控制过程与管理信息集成的重要桥梁和纽带<sup>[5]</sup>。MES 要完成生产计划的调度与统计、生产过程成本控制、产品质量控制与管理、物流控制与管理、设备安全控制与管理、生产数据采集与处理等功能<sup>[6]</sup>。

基于 BPS/MES/PCS 三层结构的流程工业现代集成制造系统,是实现企业组织扁平化管理的必然趋势,促使企业管理从以职能为中心向以过程为中心转变,使企业柔性提高,适应市场变化,实现敏捷制造,提高流程工业的综合自动化水平。

## 2 流程工业的信息集成系统的要求

### 2.1 资源一体化

因为企业是由众多的通用资源组成的,例如文档资源、人力资源、客户资源和库存资源等等。由此根据企业的功能和应用领域的资源划分,并获得企业底层的各个数据资源的抽象,例如:人力资源与客户资源可抽象为用户资源,库存资源归并为信息资源。这样的划分,最大的意义就是使企业的应用系统可以在最深层次的数据一体化,即资源一体化。由此将彻底解决信息孤岛,信息异化的问题,让企业的信息化基石更加牢固。

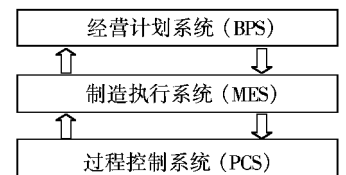


图 1 CIMS 三层体系结构

通过资源的一体化,各应用模块可以在此基础之上予以实现,就是说为应用系统的构建提供了基础设施。

## 2.2 决策经营系统和生产过程信息系统的一体化

流程企业的管理信息系统可以看作由 2 条主线构成:一是决策经营信息系统,该系统主要处理企业经营过程的信息;二是生产过程信息系统,该系统主要处理在生产过程中需要人为处理的活动所处理的信息,虽然在流程型企业中自动化水平较高,生产过程人工干预较少,但是在生产管理过程中同样需要大量的生产过程数据。

可以说这 2 条主线构成了整个流程企业的管理系统。企业的管理系统要做到动态一体化,就必须将 2 条主线联系起来,做到企业的决策经营系统能够及时准确地获得来自生产过程的数据,根据生产数据做出适当的决策;而企业的决策、计划也能够准确及时地在生产过程中实现。

首先,对于企业的生产经营来说,某一项业务活动经常会涉及到多个模块的共同参与完成。如企业收到用户订单,产生用户订单信息,然后进入生产管理过程,涉及到库存管理,生产过程中产品数据的管理,最后回到销售部。整个过程有计划管理系统的信息,同时又涉及到生产过程管理的信息。企业的管理信息系统必须做到 2 个系统之间数据的传递工作,避免出现计划管理数据无法准时准确传递给生产过程管理,而生产过程数据也无法及时反馈给计划管理系统。

其次,一般来说,企业生产经营过程中进行决策计划的时候,需要了解到生产过程中的各项生产数据。但是由于流程工业要求实时在线采集大量的生产过程数据、工艺质量数据、设备状态数据等,要及时处理大量的动态数据,保存许多历史数据,并以图表、图形的形式予以显示,而离散工业则相对较少;流程工业的工程数据库主要体现生产过程状态的一些实时数据,如过程变量、设备状态、工艺参数等,离散工业的工程数据库则主要以产品设计、制造、销售、维护整个生命周期中的数据为主,实时性要求不强。

由于上述差异,流程工业生产管理信息系统在设计的时候就必须考虑到生产过程数据信息与经营管理数据信息之间的接口。

对于自动化程度较低的生产过程,自动化设备无法直接和管理信息系统相连接的情况下,管理信息系统应留下人工输入生产过程数据的接口,即有生产人员根据实际生产过程中测得的数据,经过适当处理,以人工的方式输入计算机系统中。对于自动化程度较高的生产过程,自动控制装置可以直接通过实时数据库与企业经营管理的关系数据库进行连接,实现由实时数据库中的实时数据向经营管理过程所需的数据转化。

## 2.3 决策经营系统内部框架的一体化

企业是一个复杂的大系统,其内部各部分是相互关联的,即存在各种信息的交互,各个部门的活动都可能引起另一个部门信息的产生,这时企业管理信息系统就必须提供这样一个关联的体系,能够让部门之间的信息相互沟通。例如,销售部的活动一般会牵涉到财务活动,此时企业的业务和财务是相挂钩的,企业的信息系统应能达到这样的效果:当有一项销售业务发生时,相应的财务信息能够自动地反映到财务上。如此一来就可以避免由于人为的疏忽或错误,使得关于销售业务的财务信息无法准确及时地反映到财务上。

决策经营系统内部的各个模块之间也要满足一体化的要求,只有自己内部首先做到集成,才有可能在与外部的联系中作为一个整体,与其他模块进行信息的交互。

# 3 流程工业的信息集成系统的关键技术

## 3.1 支撑体系:计算机网络和数据库系统

### 1) 计算机网络

计算机网络的基本功能是突破地理限制,实现资源(信息、硬件和服务)共享。通过对重要资源的共享,依靠网络中可替代的资源,提高系统可靠性,节省投资,并提供更大范围的分布式处理能力。网络支持系统是实现经营计划系统 BPS、生产执行系统 MES、过程控制系统 PCS 集成的基础设施。网络支持系统除保证 CIMS 各分系统的通信畅通外,还可与 Internet 相联,实现全球性的信息交流。通过计算机网络可以保证在正确的时候、将正确的信息、以正确的形式、送到正确的地方,以便进行正确的操作。

### 2) 数据库解决方案

数据库管理系统是 CIMS 信息集成的基础,也是 CIMS 成败的关键。它主要是对 CIMS 信息集成中的各类数据信息进行统一、规范管理,提出数据的共享、集成方案及数据的存储方案,构造全局数据模型、建立全局

数据库,保证 CIMS 各分系统之间及内部信息畅通. 流程工业生产的特点决定了它有大量的生产过程的实时数据需要进行及时处理,为生产过程的监控管理和生产计划调度的优化提供信息基础,因此实时数据库在流程工业信息集成中显得极为重要. 而实时数据库与关系数据库之间、异构关系数据库之间以及应用程序与数据库之间的接口问题也就成为数据库管理系统的关键技术.

数据库的作用不仅仅是在于简单的查询和检索,还要能帮助用户从大量的数据中提取带有统计性质的信息用于企业决策,通过数据挖掘和信息发现技术,对数据库和数据仓库中蕴涵的未知的、有潜在应用价值的数据进行提取,找出数据间潜在的规律,对生产和决策管理提供支持. 可以说数据仓库是数据库系统在 CIMS 中的发展方向,通过数据挖掘技术,为企业的经营决策提供有用的信息,充分发挥 CIMS 的作用.

### 3.2 生产计划调度优化

生产计划调度是流程工业的生产指挥中心,是流程工业 CIMS 的核心. 流程工业要实现稳产、高产,生产计划调度就要根据企业的生产能力,制定合理的生产作业计划,以及能源需求、原材料和备品备件的辅助作业计划. 流程工业生产过程连续、机理复杂,因此生产计划调度建模时要考虑全局优化,要综合生产、销售、库存、环保等因素以取得最大的经济效益和社会效益.

## 4 结 语

流程工业 CIMS 的设计和 implement 是提高流程企业竞争力的有效手段,由于流程工业生产过程的特殊性,采用适用于离散工业的 CIMS 理论并不能很好地发挥 CIMS 的作用. 为了适应现代企业扁平化的趋势,在流程 CIMS 中采用了 BPS/MES/PCS 三层体系结构,能够很好发挥信息集成体系的作用. 同时在信息系统的设计中应体现集成一体化的思想,因为 CIMS 的关键就在于集成. 随着流程工业 CIMS 理论和实践的不断发 展,CIMS 在流程工业中的应用将越来越广泛,并将发挥出重要作用.

### 参考文献 (References)

- [1] 王 凌,王 雄. 流程工业 CIMS 设计的若干要点[J]. 计算机工程与应用,2002,39(10):50~52.  
Wang Ling, Wang Xiong. Some key factors to design CIMS for process industry [J]. *Computer Engineering and Applications*, 2002, 39(10):50~52. (in Chinese)
- [2] 黄河清,俞金寿. 流程工业 CIMS 与离散工业 CIMS 的多方位对比[J]. 华东理工大学学报,2001,27(5):480~484.  
Huang Heqing, Yu Jinshou. Comparing CIMS of continuous industry with CIMS of discrete industry from multiple aspects [J]. *Journal of East China University of Science and Technology*, 2001, 27(5):480~484. (in Chinese)
- [3] 孙鹤旭,花季伟,董 视,等. 流程工业中的信息集成系统[J]. 电工技术杂志,2002(10):53~55.  
Sun Hexu, Hua Jiwei, Dong Yan, et al. Information integrity system in continuous industry [J]. *Electrotechnical Journal*, 2002(10):53~55. (in Chinese)
- [4] 柴天佑,金以慧,任德祥,等. 基于三层结构的流程工业现代集成制造系统[J]. 控制工程,2002,9(3):1~6.  
Chai Tianyou, Jin Yihui, Ren Dexiang, et al. Contemporary integrated manufacturing system based on three-layer structure in process industry [J]. *Control Engineering of China*, 2001, 9(3):1~6. (in Chinese)
- [5] 中村实. MES 功能的发展趋势[J]. 化学装置,2000(1):93~101.  
Zhong Cunshi. Development trend of MES's function [J]. *Chemical Device*, 2000(1):93~101. (in Chinese)
- [6] 王 凌,王 雄,金以慧. MES ——流程工业 CIMS 发展的关键[J]. 化工自动化及仪表,2001,28(4):1~5.  
Wang Ling, Wang Xiong, Jin Yihui. MES —key of development in continuous industry [J]. *Control and Instruments in Chemical Industry*, 2001, 28(4):1~5. (in Chinese)