

文章编号: 1001-0920(2005)08-0926-05

水泥企业 C M S 关键技术分析

王孝红^{1,2}, 于宏亮¹, 徐心和¹

(1. 东北大学 信息科学与工程学院, 沈阳 110004; 2 济南大学 自动化研究所, 济南 250022)

摘 要: 用信息化实现水泥企业的 C M S 工程, 是实现我国水泥工业“由大变强, 靠新出强”的必由之路。实施水泥企业 C M S 需要更为适合的概念模式、体系结构、实现技术和方法。为此从宏观体系结构、制造自动化分系统和管理自动化分系统 3 个方面, 阐述了水泥企业实施 C M S 工程的各项关键技术。

关键词: 水泥企业; C M S; 关键技术

中图分类号: TP202 **文献标识码:** A

The Analysis of Key Technologies of C M S for Cement Enterprise

WANG Xiao-hong^{1,2}, YU Hong-liang¹, XU Xin-he¹

(1. School of Information Science and Engineering, Northeastern University, Shenyang 110004, China; 2 Institute of Automation, Ji'nan University, Ji'nan 250022, China. Correspondent: WANG Xiao-hong, E-mail: wxh-auto@sina.com)

Abstract: Realizing C M S projects of cement enterprises by informationization is the only way to strengthen cement industries. The realization of C M S of cement industries needs proper system structure, key technologies and effective methods. The key technologies to realize the C M S projects of cement enterprises are formulated from three aspects - system structure, the manufacture automation sub-system, and the management automation sub-system.

Key words: Cement enterprise; C M S; Key technologies

1 引 言

水泥行业是我国经济的支柱产业之一, 但是整个行业大而不强, 技术装备落后、管理水平低等问题在各水泥企业普遍存在。作为提高企业整体竞争力的技术基础, 现代集成制造系统(C M S)引起了人们的广泛关注。目前, C M S 的研究与实践正由离散行业向流程工业推广。在国际上, C M S 背景下的过程控制技术、集散控制系统等, 在水泥企业的应用取得了较大进展^[1-3], 而国内的研究还处于初始阶段^[4,5]。审视国内外现状, 水泥企业 C M S 研究仍存在以下不足: 1) 单元技术研究多, 全线总体技术研究少; 2) 集散控制研究多, 控制与管理的集成系统研究少; 3) 水泥企业 C M S 尚无广泛认可的理论研究与实践成果。为此, 作者通过与多家水泥企业协作, 在

C M S 的相关理论体系和实用系统开发的关键技术方面进行研究与实践

传统 C M S 通用结构一般由管理信息、设计自动化、制造自动化、质量保证 4 个功能分系统, 以及计算机网络和数据库两个支撑分系统构成。此结构可由美国制造工程师学会计算机与自动化系统协会(SME/CA SA)提出的轮形图形象地表示, 如图 1 所示。

需要指出的是, C M 只是一种哲理。对于不同的行业, 由于工艺流程和管理模式的不同, 具体实现的 C M S 实际架构也有较大的差别。不同类型企业实施 C M S 工程时, 必须针对实际情况, 应用适合自身特点的体系架构和关键技术。从所需核心技术的角度出发, 作者认为 C M S 大致可分为 3 种基本类

收稿日期: 2004-07-14; 修回日期: 2004-09-08

作者简介: 王孝红(1963—), 男, 山东德州人, 教授, 博士生, 从事水泥企业综合自动化系统等研究; 徐心和(1940—), 男, 河北山海关人, 教授, 博士生导师, 从事模式识别与智能系统、机器人与机器视觉等研究

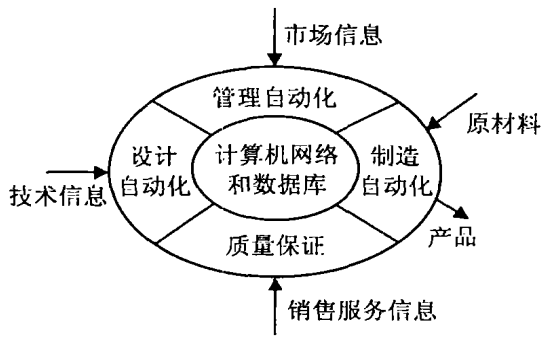


图 1 CMS 轮形结构

型: CAD/CAM 类 C M S , 过程模型类 C M S , 计划调度类 C M S

CAD/CAM 类 C M S : 主要应用于生产对象离散的机械加工类企业 传统意义上的 C M S 即由此发展而成,可完全采用通用的 C M S 架构 机械加工企业是以产品的功能、外观和成本为主要竞争内容,是否具有适合本企业生产、研究和改型的 CAD/CAM 软硬件技术,便成为企业能否在竞争中脱颖而出的关键

过程模型类 C M S : 主要应用于生产对象连续的流程型生产企业 此类企业中产品品种稳定,但生产量很大 显然,CAD 环节在此并不甚重要,一般可省略通用 C M S 架构中的产品设计自动化分系统 为使企业生产处于最佳状态,必须借助于完好的过程模型才能实现 因此,建立企业的最优产品工艺模型应是 C M S 集成的核心内容 常将此类 C M S 称为计算机集成处理系统(C I P S)

计划调度类 C M S : 主要应用于生产活动既有流程特征又有离散特征的钢铁企业 每道工序本身可看作连续生产过程,但各个工序间的衔接则是分离的 这类企业实现 C M S 时不仅要解决好每道工序的自动化问题,而且要解决好各工序间的平衡问题

在架构上,一般无须采用 CAD 系统 钢铁企业在 C M S 实施中遇到的核心问题是如何按照多品种小批量的大量订货合同组织生产,工序的过程调度和控制是系统功能集成的基础和前提^[6]

2 水泥企业生产过程特性

水泥企业作为典型代表之一,具有上述类型中流程工业共同的特点,同时也有其独特的个性

2.1 水泥生产流程

水泥的生产过程可概括为“两磨一烧” 1) 生料制备: 石灰石原料、粘土质原料和少量铁质校正原料破碎后,按一定比例配合磨细,调配成成分合适、质量均匀的生料; 2) 熟料煅烧: 生料在水泥窑内煅烧至部分熔融,得到以硅酸钙为主要成分的水泥熟料; 3) 水泥粉磨: 熟料添加适量的石膏,有时要加一部分混合材料或外加剂共同磨细制成水泥 详细生产流程如图 2 所示

2.2 水泥企业运营特点

依据水泥工艺流程,总结多年的现场实施经验,现对水泥企业主要的生产和管理特点综述如下:

1) 水泥产品结构简单,不需要结构设计,但需要成分设计 标号不同的水泥有不同的配方设计,相对于离散行业而言,水泥企业产品具有品种少、批量大、面向库存生产的特点;同时,水泥生产中各种原料矿物成分的波动是不可避免的,因此必须对此类波动加以分析和控制,以减轻对质量的影响

基于以上原因,作者认为在水泥企业 C M S 中,可省略设计自动化这一分系统,将成分设计的功能并入质量保证分系统 在中小规模的企业中,一般可将质量保证分系统进一步并入管理信息分系统,在不影响企业生产和运营的前提下,可以降低整个 C M S 的成本,降低实施难度,并且缩短实施工期

2) 水泥企业的生产环境恶劣 这就对生产现场的自动化控制系统耐受此类恶劣环境的能力提出更

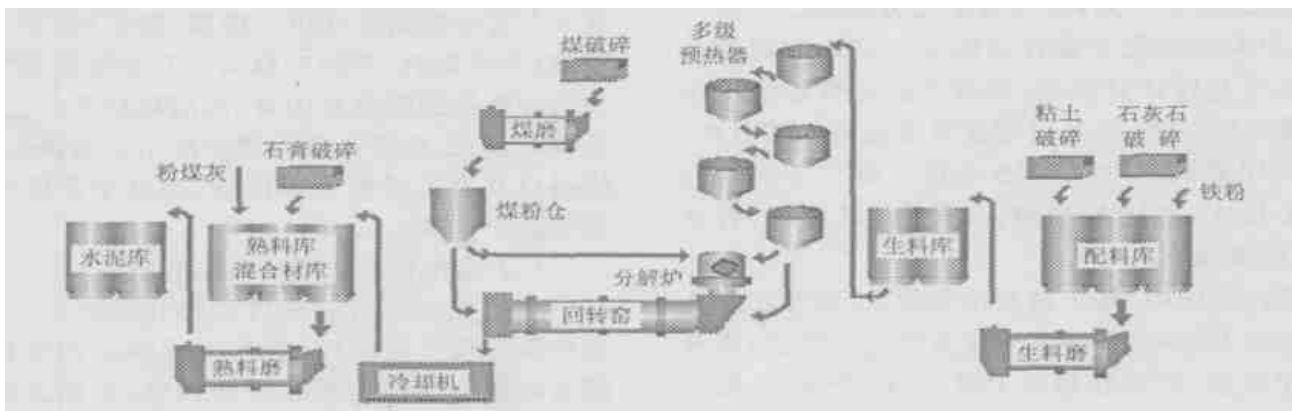


图 2 水泥生产工艺流程

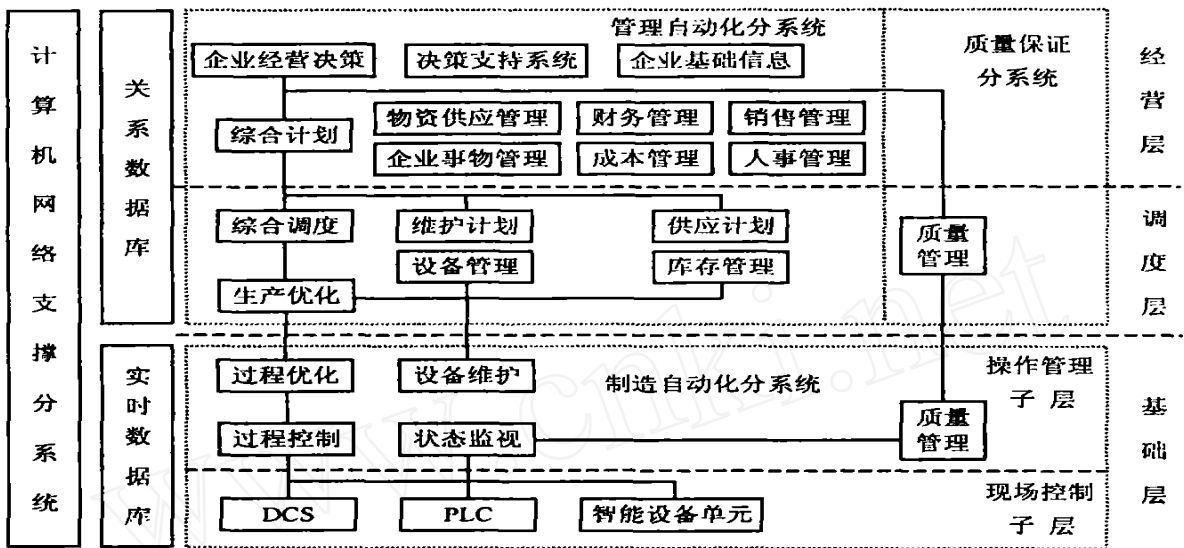


图3 水泥企业CMS体系结构

高的要求;同时要求水泥企业应注重环境保护,实现绿色生产。

3) 水泥的整个生产流程是个多输入多输出,存在复杂的串并联关系,具有海量数据的大型系统,研究水泥生产过程模型是实施CMS的核心内容。然而,现阶段据此实现水泥生产的完全自动化难度较大,因此提供友好的人机界面,实行在线的人工辅助决策,是制造自动化分系统必不可少的功能。

3 水泥企业CMS关键技术分析

针对上述水泥企业的生产流程和运营特点,作者对实施水泥企业CMS过程所涉及的关键技术进行研究。以下从宏观体系结构、制造自动化分系统和管理自动化分系统3个方面逐一论述。

3.1 水泥企业CMS宏观体系结构

科学的体系结构是顺利实施CMS工程的基础和前提。在基础支撑面上,传统CMS架构中的计算机网络支撑分系统和数据库支撑分系统应予保留,这是保证其他分系统高效运行的物理基础。在功能面上,由前述分析可知,设计自动化分系统已变得不再重要,将其部分配方设计功能分别并入管理信息分系统和质量保证分系统。根据企业运营过程中不同的任务处理方式,以及对信息采集处理的实时性、容量等不同要求,一般CMS系统在纵向上递阶分解为5个层次:基础控制级,优化级,调度级,管理级,经营决策级^[7]。

在现代管理中,基于最新信息技术,根据水泥企业供需链较为简单、产品生产较为稳定的特点,作者认为水泥企业CMS在纵向上可分为3个层次:融合企业决策与行政管理功能的经营层,融合生产优化管理与资源调度功能的调度层,融合过程优化与

过程控制功能的基础层。管理自动化分系统功能主要分布在经营层和调度层;质量保证分系统功能主要分布在调度层和部分基础层;制造自动化分系统功能主要分布在基础层,其内部又分为操作管理和现场控制上下两个子层。其整体框架如图3所示。

3.2 水泥企业制造自动化分系统关键技术

3.2.1 数据开放性技术

CM哲理的两个基本观点之一是信息的观点,对信息的集成成为重中之重。因此,对生产数据的开放无疑是CMS实施的关键之一,是实现水泥企业生产自动化和管理自动化的基础。

(1) 现场控制子层的数据开放

现场总线技术无疑是最好的选择。在DCS基础上,应用各种现场总线技术而发展起来的现场总线控制系统(FCS)正在兴起。在现阶段,融合现场总线技术的DCS是工厂实现基础自动化的一种良好的选择。当今水泥企业应用较多的有PROFIBUS, HART, Foundation Fieldbus等现场总线协议^[8]。

在现场总线的实际应用中,一般可因地制宜配置3个过程控制站(原料、烧成、制成)和两个配料远程站(原料配料、熟料配料),以及在窑尾预热器和窑头篦冷机周围测点集中处,选用现场总线仪表。由于结构的改变,使得投资和维护成本大为降低,现场总线系统具有良好的互操作性,为整个系统的择优集成奠定了基础。

(2) 操作管理子层的数据开放

在水泥企业的制造自动化分系统中,为防止自动化孤岛现象的出现,生产现场DCS内部相对封闭的实时数据在操作管理层的共享,也是急需解决的关键技术之一。作者认为,在当前技术条件下,采用OPC技术可以较好地解决此类问题。

现阶段, 一般利用 DCS 或 FCS 系统内嵌的 OPC 接口, 采用外挂客户端程序的方式, 将 DCS 内部的部分实时数据导入操作管理层的历史数据库, 以备其他分系统调用

3.2.2 故障诊断技术

现代化企业的生产系统日趋大型化和复杂化, 故障造成的巨大损失迫使企业不得不依赖于新兴的故障诊断技术。在水泥企业 C M S 中, 一般将故障诊断、DCS 报警和现场总线诊断等多项新技术融合使用。整个生产系统的故障诊断可分为 3 部分: 控制系统故障诊断、生产设备故障诊断和工艺参数异常诊断。这 3 部分诊断既相互区别又有机联系, 共同保证企业整个制造自动化分系统稳定、安全和高效的运行。

1) 控制系统故障诊断: 通过现场总线的诊断技术实现。一般包括操作员工作站运行故障、系统网络横向通讯故障、过程控制站控制器故障、控制网络通讯故障、过程控制站远程 I/O 站故障等。

2) 生产设备故障诊断: 对各种设备的实时监测和故障诊断是制造自动化必不可少的功能。此类故障的诊断一般分为两种: 一是直接从设备自身引入各类故障信息, 如软起柜故障信号、热继保护故障信号、皮带跑偏度信号等; 二是在自动控制系统内部通过信息融合诊断故障信息, 如设备组联锁故障等。

3) 工艺参数异常诊断: 生产系统中各部分现场工况是否良好, 在很大程度上决定了水泥生产的质量和产量, 因此制造自动化分系统必须对生产运行中出现的异常状况有所反应并作出诊断。此类故障一般通过信息融合进行诊断, 包括流量异常、温度异常、压力异常等。

此外, 系统还应为离线的故障诊断提供必要的信息资料, 如将各类故障信息存入系统信息表内, 重要工艺参数备份有历史趋势文件等。

3.2.3 过程模型和智能控制技术

为使整个水泥生产系统处于最优运行状态, 必须建立尽可能完善的最优产品工艺模型。水泥生产系统客观上存在高维性、时变性、非线性等因素加大了此项工作的难度。近年来, 控制工程技术得到迅速的发展和提高, 但具体到水泥行业, 在这方面的研究和推广都还有很大的不足。应在经典 PD 反馈控制的基础上, 大力推进诸如基于模型的多变量预估控制、自适应控制等智能控制技术在行业中的应用。现阶段, 部分技术如专家系统、模糊控制已有了成功的应用, 但大部分仍处于摸索阶段。应对此项专题进行深入的研究和探索, 为全面提高水泥行业的自动化水平打下基础。

3.3 水泥企业管理自动化分系统关键技术

企业的管理系统是多结构的复杂系统, 信息的有效处理是企业各子系统和成员之间高效运转的工作基础。为了实现企业的目标, 必须通过信息的不断传递, 一方面进行纵向的上下信息传递, 把不同层次的经济行为协调起来; 另一方面进行横向的信息传递, 把各部门、各岗位的经济行为协调起来, 通过信息技术处理人、财、物和产、供、销之间的复杂关系, 作为 C M S 系统的体现, 企业管理自动化分系统所面临的任務不但包括本系统内部的信息集成, 而且包括与制造自动化分系统的信息集成。

3.3.1 计算机网络技术

在水泥企业管理自动化应用工程中, 网络技术是个十分关键的技术问题, 是保证系统实时、安全和可靠通讯的必备技术。

出于长远规划的需要, 一般主干线应采用光纤介质, 以保证系统的传输速度和安全性; 从系统的可靠性、可扩展性和资源利用的角度考虑, 一般采用客户机/服务器网络结构; 从技术成熟性和使用普遍性考虑, 以采用 TCP/IP 和 NetBEUI 网络协议为好。

3.3.2 异构分布式数据库技术

水泥企业管理自动化系统一般都选用关系数据库, 如 ORACLE、MS SQL Server 等作为服务器的数据库系统。客户机上的数据库系统则可根据实际需要, 选用 VFP、Delphi 或 Power Builder 等。面向企业一级的数据管理, 传统的技术一般以集中式为基础。但是企业内各部门分散在各地, 所存取的数据也不是全部为全企业共享, 有很大一部分为部门内局部数据, 集中管理将造成主机负担加重, 存取速度降低。因此在 C M S 工程中, 一般采用集中与分布相结合的数据管理模式, 企业级的数据、部门间的共享数据存放在服务器上, 部门内局部数据则存放在本地机上。

3.3.3 与制造自动化分系统的集成接口技术

作为 C M S 系统的体现, 管理自动化分系统必须能与制造自动化分系统进行有效的信息集成。一般可利用 ODBC 和 OPC 等技术, 通过自主开发外挂程序实现制造自动化系统与 M I S 或 ERP 系统的数据互连和共享。此类研究多集中于水泥企业中应用较多的 Freelance、FIX 等组态软件。

3.3.4 管理信息系统构成

在水泥 C M S 中, 常将管理自动化分系统与质量保证分系统合并。信息管理系统一般由销售管理、供应和仓库管理、财务管理、生产管理、车间管理、决策支持管理、设备管理、人力资源管理等于系统构成。

根据水泥企业的实际情况,一般系统设计采用基于 Internet/Intranet 技术上的 B/S 与 C/S 相结合的结构,数据库服务器采用 SQL Server 2000,网络操作系统采用 Windows 2000 Server,客户机软件采用 PowerBuilder 或 Delphi 实现

4 实施水泥企业 CMS 的基本策略

对关键技术有所突破后,还必须按照“效益驱动,总体规划,分步实施,重点突破”的基本方针,指导 CMS 工程的具体实施。应以水泥企业实际需求作为牵引技术发展的关键环节,通过信息集成实现集约化管理,优化利用企业的各种资源,最终提高水泥企业的管理水平、生产能力和竞争能力。

1) 加强市场导向,加速结构调整。为提高水泥企业的竞争能力和创新能力,应将系统的总体性能即企业竞争力作为首要目标,而不单纯追求单元的先进性。CMS 强调系统目标,强调为达到系统目标在企业的财力、人力等约束条件下的合理构成;强调系统开放,便于进一步扩充发展;强调信息集成以充分利用企业内部和外部的各种资源,优化企业的结构和运行;强调以系统发展的需求促进单元技术的发展。

2) 作好水泥企业的 CMS 示范工程。水泥属价格低廉、量大面广、技术含量不高的建筑用材,在供应上具有明显的地域特征。这便使得水泥生产不可能由少数大型企业所垄断,因此作好推广示范工作就显得十分重要。在实施 CMS 示范工程中,应注意实施的阶段性。很多水泥厂由于受资金、人员、技术等条件所限,不可能同时上马完整的 CMS 项目,对于这些企业应在作好总体设计规划的前提下,先上制造自动化分系统,实现生产过程自动化;有条件时再实现 CMS 工程的其他子系统功能。

3) 加强 CMS 相关技术的攻关。立足于我国水泥行业的基本现状,借鉴国外制造业信息化发展的成功经验,加强对适合我国国情的水泥制造业信息化发展战略和推进模式的攻关。争取在具有关键性和实用性的水泥制造业信息化应用技术方面取得突破,并实现应用软件产品化。建立水泥制造业信息化技术攻关体系,为我国水泥制造企业的产品创新、技术创新和管理创新提供成熟的技术和软件工具。

5 结 语

本文针对水泥行业 CMS 发展的需求,对急需的关键应用技术和实施策略作了探讨与分析,为水泥企业实施 CMIS 工程提供了技术支撑。作者与同仁在多家水泥企业进行了 CMS 的工程实践,取得了良好的经济效益和社会效益,证明所论述的关键技术有力地推动了 CMS 工程的顺利实施。希望此文能在推动以应用和服务为重点的水泥综合信息化产业的发展、推动水泥制造业的技术进步方面,对有关工作和研究人员有所裨益。

参考文献 (References)

- [1] Jager G, Walen K H, Humboldt W. Cement Plant Automation[J]. *World Cement*, 1996, 27(4): 47-53
- [2] Tim Walker, Jeanne Baojarski. "Open" DCS Designed to Enhance Performance[J]. *World Cement*, 1996, 27(3): 68-69
- [3] Harding J A, Yu B. Information-centered Enterprise Design Supported by a Factory Data Model and Data Warehousing[J]. *Computers in Industry*, 1999, 40(1): 23-26
- [4] 万向,袁长春. 实时生产管理信息系统在水泥行业的应用[J]. *水泥工程*, 2001, (2): 42-43
(Wan X, Yuan C C. The Application of Real-time MIS in Cement Industry[J]. *Cement Engineering*, 2001, (2): 42-43)
- [5] 夏之云. 水泥工厂自动化及其设计[J]. *水泥技术*, 2000, (3): 15-18
(Xia Z Y. Automation of Cement Plant and the Design[J]. *Cement Technology*, 2000, (3): 15-18)
- [6] 徐心和. 企业生产特点与 CMS 分类研究[A]. *冶金行业 CMS 科技研讨会论文集*[C]. 沈阳, 1996: 97-100
(Xu X H. The Production Character of Enterprise and the Research on CMS Classification[A]. *The Treatise of Proseninar on Metallurgy Industry CMS* [C]. Shenyang, 1996: 97-100)
- [7] 赵欣宇,柴天佑,侯斌. CIPS 体系结构的研究[J]. *东北大学学报*, 1999, 20(2): 137-139
(Zhao X Y, Chai T Y, Hou B. The Research on CIPS Structure[J]. *J of Northeastern University*, 1999, 20(2): 137-139)
- [8] 阳宪惠. *现场总线技术及其应用*[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999
(Yang X H. *The Technology of Fieldbus and the Application* [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1999)