

文章编号: 1671- 251X( 2009) 06- 0122- 04

# 基于实时数据库技术的流程工业 制造执行系统的设计\*

潘 操<sup>1</sup>, 王洪元<sup>1</sup>, 石 静<sup>2</sup>, 施联敏<sup>1</sup>

( 1. 江苏工业学院信息科学与工程学院, 江苏 常州 213016;

2. 常州工程职业技术学院, 江苏 常州 213164) )

**摘要:** 文章介绍了一种基于实时数据库技术的流程工业 MES 的设计方案, 给出了流程工业 MES 体系结构及其功能模块, 详细介绍了流程工业 MES 基于 pSpace 实时数据库的设计。实际应用表明, 该 MES 实现了生产计划调度管理、质量管理、成本管理、绩效考核、设备管理和数据采集存储管理等功能, 达到了企业生产过程和管理的一体化要求。

**关键词:** 流程工业; 制造执行系统; 实时数据库; MES; pSpace

**中图分类号:** TP311. 138 **文献标识码:** B

## 0 引言

流程工业的生产过程与离散制造业的生产过程不同, 一般为批量连续生产, 主要通过对原料的混合、反应、分离、加热等物理或化学处理过程, 使原料增值。对于石油化工企业, 其生产工艺是确定的, 主要生产过程包括原料储运、加工处理、中间产品及产成品储运等, 属于典型的、连续型长流程制造企业。目前, 流程工业综合自动化系统是由企业资源计划系统(ERP)、制造执行系统(MES)和过程控制系统(PCS)3个支撑系统构成的体系, 它建立在数据库集成平台和应用集成平台上: ERP 负责企业的经营决策和生产规划; MES 负责企业生产调度和系统过程优化; PCS 负责生产过程控制<sup>[1~3]</sup>。

收稿日期: 2009- 03- 19

\* 基金项目: 常州市 2008 年科研项目

作者简介: 潘 操(1977- ), 男, 硕士, 2008 年毕业于南京理工大学, 主要研究方向为计算机应用。Tel: 0519- 86330285; E-mail: pan\_cao@em.jpu.edu.cn. 联系人: 王洪元, Tel: 0519- 86330339; E-mail: hywang@jpu.edu.cn

MES 是流程工业综合自动化系统的关键环节, 在整个流程工业综合自动化系统中起承上启下的作用, 是企业生产活动与管理活动的信息集成桥梁。对于现代流程工业企业, 如何使决策者随时查看生产过程数据, 以便快速地作出灵活的商业决策, 是企业信息化建设的关键。在企业 MES 所关注的各项资源中, 生产过程信息是重要的资源, 如果不能解决生产过程信息实时有效上传的问题, 将仍然无法充分利用和保障 MES 及 ERP 管理系统的投资。

因此, 笔者设计了一种基于实时数据库的 MES。实时数据库可用于工厂生产过程的自动采集、存储和监视, 可在线存储每个工艺过程点的多年数据, 可以提供清晰、精确的操作情况画面, 用户既可浏览工厂当前的生产情况, 也可回顾过去的生产情况, 是实现企业信息集成的基础平台。

## 1 流程工业 MES 体系结构和功能模块

### 1.1 MES 体系结构

MES 体系结构采用基于 COM/DCOM 的面向制造业的 Windows DNA 体系结构, 分为表示层

于煤矿生产实际, 不但满足了《煤矿安全规程》的要求, 而且解决了含水量较高的粉末煤质滞留定量斗的实际难题, 提高了生产效率。

## 参考文献:

[1] 马培康. 定量装载系统选型和智能设计[J]. 煤矿机

械, 2003(2).

[2] 李 威, 孟凡喜. 分布式计算机核子秤监测系统[J]. 测控技术, 1995(1).

[3] 罗雪莲. 可编程控制器原理与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.

[4] 宋建成. 可编程控制器原理与应用[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

(Presentation Tier)、应用逻辑层(Business Logic Tier)、数据存取层(Data Access Tier) 3 个独立的单元,称为三层式架构<sup>[4-5]</sup>,如图 1 所示。其中表示层是用户与系统之间信息交互的界面,主要功能是提供用户数据输入的界面和显示系统输出的数据;应用逻辑层是系统功能应用的主要部分,位于 Web 服务器端,包括系统的全部业务处理程序,当客户端提出任务请求时,它首先向数据存取层的数据库提出数据提取请求,并对提取的数据进行处理,将处理结果通过 Web 服务器传回客户端;数据存取层是系统底层的数据库管理系统,负责管理对数据库数据的读写操作,其任务是接受应用逻辑层传来的对数据库数据进行操作的要求,实现对数据库数据的查询、修改和更新等功能。

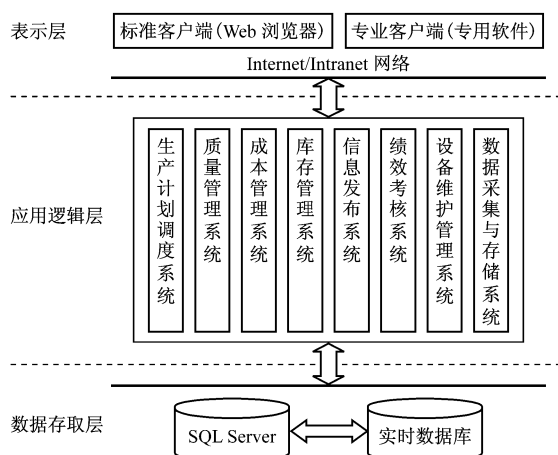


图 1 流程工业 MES 体系结构图

## 1.2 MES 功能模块

根据流程工业的生产特点和应用需求, MES 主要包括以下功能模块。

**生产计划调度系统:** 生产计划调度系统可将生产计划分解为多个作业任务至每个工作中心,并为每个生产计划产生详细作业计划;可以监视全流程运行状态,分析生产瓶颈,解决生产过程中的瓶颈环节。该系统包括生产计划制定、生产任务调度、生产状况跟踪、统计报表打印 4 个部分。

**质量管理体系:** 质量管理体系覆盖了从原料、半成品到最终成品质量的整个过程,为企业不同管理层的人员提供解决质量问题、改善与提升产品品质等决策的依据和信息。质量管理体系将从进料检查、半成品检查到最终成品检验各环节的所有质量信息有机集成起来,成为一个完整的质量信息反馈体系。该系统包括规格标准管理、制造标准管理、质量设计、质量跟踪、质量判定 5 个部分。

**成本管理系统:** 成本管理系统实现企业对生产

过程中生产成本的统计、考核与监督功能,并能协助管理人员分析生产成本,明确不同种类产品的生产成本中的主要影响因素,帮助用户分析生产成本的构成情况,更好地控制成本,增加企业经济效益。该系统包括班组经济核算、工序成品成本统计、产成品成本统计、成本费用控制 4 个部分。

**库存管理系统:** 库存管理系统用于管理库存物品的位置和数量信息,全方位记录库存情况,并可根据对库存的各种要求及时提出操作建议,为仓库管理员提供有效便捷的管理工具。该系统包括库存物品和位置信息、管理物品出入库、提供信息查询、报表统计和盘点等部分。

**信息发布系统:** 信息发布系统用于建立 Web 服务器程序,使用户通过客户端程序或浏览器,按照权限要求访问工厂的生产信息。该系统包括生产信息查询、成本核算信息查询、质量信息查询、物品库存信息查询等部分。

**绩效考核系统:** 绩效考核系统通过及时准确地提供生产过程的综合运行结果,包括产量、质量、成本等信息,为管理者科学的绩效考核和工作评价提供定量依据;同时,通过对标挖潜确定持续改进方案,促使绩效不断提高。该系统包括绩效标准数据、绩效划分标准、绩效实绩数据汇总、绩效计算与评定等部分。

**设备维护管理系统:** 设备维护管理系统通过跟踪和指导设备以及工具维护的活动保证生产和调度的顺利进程,并通过维护设备历史信息支持故障问题的诊断,包括对关键设备的停机监控、停机原因分析统计等。该系统包括设备运行状态动态监视、设备维修管理、设备故障管理、设备履历管理等部分。

**数据采集与存储系统:** 数据采集与存储系统全方位地获取和存储工厂数据,即从现有的 DCS 系统、PLC 系统、SCADA 系统、智能仪表中获取并存储相关的生产数据。

## 2 开发平台 pSpace 实时数据库

### 2.1 实时数据库技术简介

**实时数据库(Realtime Data Base, RTDB)** 是数据库系统发展的一个分支,适用于处理不断更新的、快速变化的数据及具有时间限制的事务处理。实时数据库是实时技术和数据库技术相结合的产物。人们希望利用数据库技术解决实时系统中的数据管理问题,同时利用实时技术为实时数据库提供时间驱动调度和资源分配算法。

实时数据库是数据和事务都有定时特性或显示的定时限制的数据库,在时间约束的条件下能保证共享数据的一致性<sup>[6]</sup>,其本质特征就是定时限制。定时限制可以归纳为2类:一类是与事务相联的定时限制,典型的就截止时间;另一类是与数据相联的时间一致性。时间一致性是作为过去限制的一个时间窗口,它是由于要求数据库中数据的状态与外部环境中对对应实体的实际状态要随时一致,以及由事务存取的各数据状态在时间上要一致而引起的。

## 2.2 pSpace 实时数据库

企业MES核心是实时数据库,北京三维力控公司的pSpace实时数据库通过极高速度的数据采集、大量历史数据存储和大量实时过程数据的发布,实现了企业信息集成的基础平台,为企业实现底层监控、信息集成提供了全方面的软件解决方案。

### 2.2.1 pSpace 实时数据库的体系结构

pSpace实时数据库是完全的分布式结构,可任意组建应用模式,支持C/S和B/S应用;可提供丰富的企业级信息系统客户端应用和工具;大容量支持企业级应用,内部实现高数据压缩率,可实现历史数据的大量存储,灵活的扩展结构可满足各种需求,具备广泛的安全性和可跟踪性。pSpace实时数据库能完成来自DCS、FCS和其它控制系统的实时数据的采集、存储、压缩及实时数据和历史数据的检索、统计、分析、建模,并进行曲线、图表显示,实现了流程工业中典型的应用功能,如工艺流程图展现、历史曲线分析、历史报警分析、Excel报表插件等,能为其它管理软件提供高效的数据接口,将连续存储的历史数据与管理软件进行双向通信,是一个具有标准接口、可二次开发的平台。pSpace实时数据库的体系结构如图2所示。

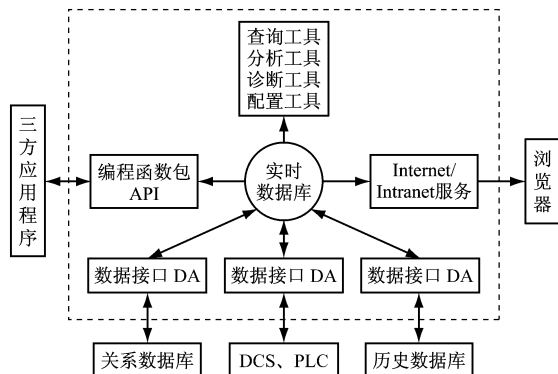


图2 pSpace 实时数据库的体系结构图

### 2.2.2 pSpace 实时数据库的组成

pSpace实时数据库由数据服务器、数据采集器DA Server、Web服务器、客户端组成,同时和关系

数据库进行有效的数据交换,DCS的数据由数据采集器采集并发送到数据服务器,数据服务器再将该数据发送给其它客户端。pSpace实时数据库的组成如图3所示。

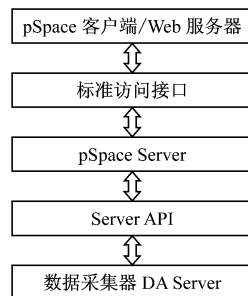


图3 pSpace 实时数据库的组成图

(1) 数据服务器(pSpace Server):主要负责整个应用系统的实时数据处理、历史数据存储、统计数据处理、数据服务请求、事件触发器管理、调度管理、资源管理、系统配置等。

(2) 数据采集器DA Server:是数据采集站的设备通信管理服务程序,用于MES和DCS、PLC等数据源之间的数据交换,具有自动网络通信负荷平衡功能和断线数据缓冲功能。

(3) Web服务器:提供使用IIS、Visual ActiveX或Web Server的方法,创建Web服务器和Web网页。

(4) 客户端:包含监控组态软件、Microsoft Excel、“瘦”客户端和Visual ActiveX等功能单元。

### 2.3 MES中pSpace实时数据库的编程接口设计

流程工业MES中,笔者采用VC++开发了pSpace Server的编程接口,并编译成动态链接库形式,通过Server API可以访问本地或远程pSpace Server、读写pSpace Server的实时数据、并查询历史数据。当pSpace Server的数据发生变化时,通过回调函数通知Server API应用程序。

该接口程序包括DataChangeDlg.cpp、dbinterfaceex.cpp、GetHisDataDlg.cpp、SetHisDataDlg.cpp、ShowData.cpp等数据接口程序。各数据接口程序这里不作介绍。

## 3 结语

MES向上连接企业资源规划,向下连接过程控制系统,是流程工业综合集成系统的核心技术之一。本文针对流程工业的生产特点和应用需求,基于实时数据库pSpace,采用面向制造业的Windows DNA体系结构,设计了流程工业MES,实现了生产

文章编号: 1671- 251X( 2009) 06- 0125- 04

# 基于 GPRS 和低压电力线载波通信的 智能远程抄表系统的设计

付 扬, 姜美玲

( 北京工商大学计算机与信息工程学院, 北京 100037)

**摘要:** 文章提出了一种基于 GPRS 和低压电力线载波通信的智能远程抄表系统的设计方案, 给出了系统总体结构, 阐述了 GPRS 通信和 PLC 通信的实现, 详细介绍了远程终端集中器和采集器的设计, 并给出了主站的抄表步骤。该智能远程抄表系统采用低压电力线作为集中器和采集器的传输信道, 采用 GPRS 无线数据通信技术将集中器存储的电能数据上传到主站, 实现了电量的远程自动抄收功能。实际应用表明, 该智能远程抄表系统大大降低了抄表员的工作强度, 提高了电力管理的自动化程度。

**关键词:** 电能表; 远程抄表; 智能; GPRS; 电力线载波; PLC

**中图分类号:** TM933. 4; TN913. 6/925. 92 **文献标识码:** B

## Design of Intelligent and Remote Meter Reading System Based on GPRS and Low-voltage Power Line Carrier Communication

FU Yang, JIANG Meiling

(School of Computer and Information Engineering of Beijing Technology and Business University,  
Beijing 100037, China)

**Abstract:** The paper proposed a design scheme of intelligent and remote meter reading system based on GPRS and low-voltage power line carrier communication, gave general structure of the system and expounded implementation of the GPRS communication and PLC communication. It introduced design of the concentrator and the collector of the remote terminal in details and gave meter reading steps of the master. The intelligent and remote meter reading system uses lower-voltage power line as transmission channel of the concentrator and the collector, and uploads the energy data stored by the concentrator to the

收稿日期: 2009- 02- 20

作者简介: 付 扬( 1962- ), 女, 辽宁抚顺人, 硕士, 副教授, 毕业于辽宁工程技术大学电力电子与电气传动专业, 现主要从事电子技术应用方面的教学与科研工作。E-mail: fsfy988@126.com

计划调度管理、质量管理、成本管理、绩效考核、设备管理和数据采集存储管理等功能, 达到了企业生产过程和管理的一体化, 提高了企业的生产管理能力, 为企业带来了良好的社会 and 经济效益。

参考文献:

- [1] NAKAMURA M. Effect and Develop of MES [J]. Chemistry Equipment, 2000, 42(1):93~ 101.
- [2] NAKAMURA M. MES Introduction [M]. Tokyo: Kogyo Chosakai Publishing Co., 2000.

- [3] 张志檀. 国外石油化工信息技术应用展望[J]. 石油化工, 2000, 29 ( 1) : 55~ 62.
- [4] 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.
- [5] 柴天佑, 任德祥. 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~ 5.
- [6] SON S H. Realtime Database Systems: Present and Future, Realtime Computing Systems and Applications [C]//Second International Workshop, 1995, Tokyo: 50~ 52.