

流程工业 MES 中的数据集成研究及应用

邓全亮, 邹云涛, 邹益仁

(中科院北京自动化研究所综合自动化中心, 北京 100080)

摘要: MES 是流程工业综合自动化系统的关键环节。数据集成是 MES 中的基础。如何实现在异构网络、异构操作系统、异构数据库等异构环境中的数据集成是系统集成中的难点。该文提出了一种基于实时数据平台的集成模型, 并应用于实际系统集成中, 取得了比较满意的效果。

关键词: 制造执行系统; 实时数据平台; 数据集成

Research on Data Integration in MES of Process Industry and Its Application

DENG Quanliang, ZOU Yuntao, ZOU Yiren

(Integrated Automation Center, Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)

【Abstract】 MES is a key aspect in integrated automation of process industry. And data integration is the core function of MES. How to implement data integration in heterogeneous environment is a hard problem in system integration. An integration model based on real time data platform technology is put forward. The model is applied to real system integration and brings a lot of benefit to the enterprise.

【Key words】 Manufacturing execution system (MES); Real time data platform; Data integration

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结构。ERP负责企业的经营决定和生产规划; 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。大部分的流程工业都拥有底层的控制系统, 不少企业也实施了ERP系统。但是管理层和控制层之间仍缺乏有效联系。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, 是企业生产与管理活动的信息集成桥梁, 非常有必要从企业全局的角度统一规划面向整个生产执行过程的数据。数据集成是MES的功能子系统的基础。根据数据集成模块的特点及重要性, 本文提出了一种基于数据平台的数据集成方法。

1 MES 中数据集成重要性及难点

1.1 MES 数据集成的重要性

MES采集生产运行数据、集成原料和产品的存储数据、集成设备状态信息, 并将这些信息进行合并、汇总、规范、比较、分析等综合处理, 一方面为生产计划与排产提供依据, 另一方面也为ERP提供及时、可靠、准确的生产经营决策参考信息。

数据集成是实施MES的基础, 将PCS层的生产运行、产品质量、原料和产品输送、动力能耗等数据进行汇总和处理, 使下层生产过程的实时信息和上层企业资源管理等的各类信息都在MES层中融合, 并通过信息集成形成优化控制、优化调度和优化决策等调度或指令。同时, 数据集成模块也负责将上层系统中的一些数据(如优化值、设定值等)传送到PCS。

1.2 MES 数据集成的难点

流程企业生产流程复杂, 数据来源广, 数据采集、存储方式多样, 且底层各控制系统彼此封闭, 所采用的网络、系

统、数据库也存在很大的差异, 如何实现异构网络、异构系统和异构数据库的数据综合集成是MES数据集成中最大的难点。

2 数据平台特点及功能

2.1 数据平台的提出

传统的计算机应用系统的开发与运行是直接建立在操作系统、网络和数据库系统之上的。由于上面的应用系统对底层的支撑环境依赖性较强, 使得应用系统与集成环境缺乏良好的开放性和可移植性, 同时也很难解决异构信息和异构环境的集成问题, 影响应用系统的整体效益。因此提出了基于数据平台的集成。

2.2 数据平台的结构

实时数据平台 RTDP (即实时数据库) 实现了现场实时数据的采集、管理、历史归档、维护、下写和报警生成、事件记录、时间同步等功能。同时, 它作为运行平台, 为运行在它之上的各种应用软件提供实时/历史数据服务。它的总体结构如图1所示。

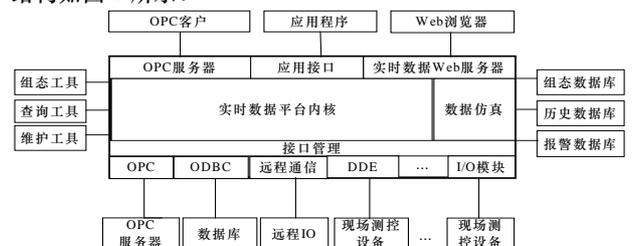


图1 实时数据平台的结构

基金项目: 国家“863”计划基金资助项目(2003 AA 412010)

作者简介: 邓全亮(1973-), 男, 博士生, 主研方向: 企业综合自动化, 系统集成; 邹云涛, 硕士; 邹益仁, 研究员、博导

收稿日期: 2005-12-28 **E-mail:** d_q_l@hotmail.com

2.3 数据平台的主要功能

2.3.1 数据的通信功能

主要是通过 OPC、DDE、ODBC 接口与监控软件、应用程序和各种数据库进行通信，把下层的数据读到实时数据平台中；把上层的命令信息通过这些接口回送到相应的系统去。

2.3.2 数据的输入和输出处理

对进入到实时数据平台的数据进行处理。如数据格式的转换、量程转换、报警的设置、数据的统计、历史数据的归档等。

2.3.3 网络监控及重连

为保证数据的正常传输，实时数据平台应具备网络易监控及自动重连的功能。当网络出现故障时，能够及时提示或报警。当网络恢复时，能够检测到并自动重连。

2.3.4 在线维护、组态及查询

为保证数据的连续性，实时数据平台应提供在线维护功能；根据用户的不同要求可以进行组态；提供查询的功能。

2.3.5 数据的安全保证

因为数据平台涉及到与下层控制系统相连，关系到企业的生产信息，同时由于还可能要与 Internet 相连，因此必须设立安全机制，绝对防止未经授权的操作，保证整个信息系统的安全。

3 基于实时数据平台数据集成的结构模型

考虑到实际数据集成的特点，提出了如图 2 所示的数据集成模型。右边为集成模型的 3 个层次划分，左边为与企业信息集成 3 层模型的对应关系。

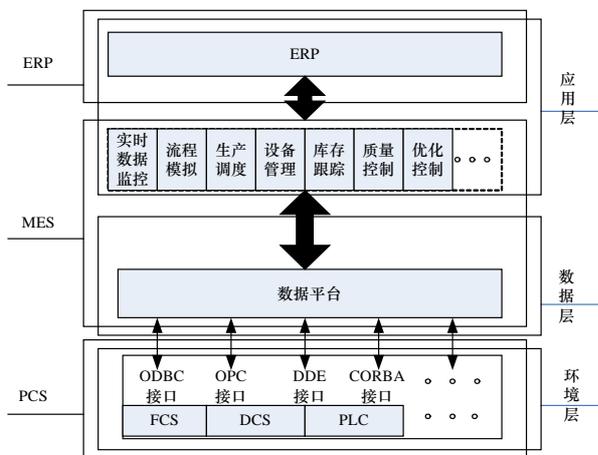


图 2 基于数据平台的集成模型

整个结构主要分为 3 个层次：

(1)底层是环境层，是指基于各种现场总线、DCS 的各种专用控制网络及工业以太网网络环境、各种不同操作系统、以及多种的数据库系统。它可为上层提供实时和非实时的数据服务，提供各种数据接口（如 OPC，ODBC，DDE，CORBA 等），是数据平台和最底层设备进行信息交互的中介。

(2)中间层是数据平台层，它一方面根据下层提供的接口用相应的方法与其进行通信，完成数据集成和管理、数据服务和网络通信等服务功能。当有来自上层的调度、优化等指令时，又将其转化为对应数据，发送给相应的系统；另一方面为上层的应用提供一些公用的集成支持服务，把下层来的数据，形成统一的格式，为 MES 层的其它模块（如实时数据监控、流程模拟、生产调度、数据分析、设备管理、库存跟踪、质量控制、优化控制等）及上层的 ERP 提供实时的和非

实时的信息。

(3)上层是应用层，它包括 MES 中除数据采集功能外的其它功能，以及与 ERP 相关的一些功能。

基于数据平台的数据集成的特点如下：

(1)通过数据平台可以实现不同应用系统之间的数据共享和应用集成。数据平台为 MES 中其它模块及上层的 ERP 提供了统一的集成环境，便于应用开发与集成。

(2)开放性。DDE，ODBC，Web，OPC 等标准接口实现了 MES 与其它应用程序、Internet/Intranet 的连接，为应用开发提供了统一的系统资源和共享资源。

(3)透明性。基于平台数据集成简化开发工作，开发人员可以直接面向平台进行开发，而不必考虑下层数据的结构或通信模式，这些工作全部由数据平台负责完成。

(4)数据平台提供了共享的数据管理、数据服务和网络通信等功能，并同时支持多种应用服务，可缩短信息系统的开发周期，提高开发效率，更有效地实现企业三层结构的集成。

4 集成实例分析

以下从某焦化制气厂的现状出发，分析如何利用实时数据平台到达集成目的。

4.1 现有系统的状况

全厂有全自动备煤系统、炼焦生产监控系统、煤气压送站生产监控系统、锅炉和汽轮发电机生产监控系统、气源调峰站生产监控系统、生化站生产监控系统、煤气鼓风机生产监控系统、供配电综合自动化系统等 8 个车间级的生产监控系统（以下简称子系统）；有汽车衡、轨道衡及煤塔秤等 3 个称重系统；有推焦车炉号识别、焦炉炉温测量 2 个非连续的系统。为了充分利用现有资源，实现资源共享，要实现对 13 个子系统的信息集成，建立覆盖全厂各个监控系统的生产管理网络，完成生产管理调度系统（以下简称调度系统）的建设开发，实现调度中心对全厂生产数据的集中监视、集中管理。

由于整个工厂的发展经历了几十年，从旧到新各个系统存在着较大的差异，主要体现在以下几个方面。

(1)硬件平台。有工作站、个人计算机、工控机和服务器几种计算机类型；从通信网络来看有串口、现场总线、工业控制网、局域网等。

(2)操作系统。有 Windows98、WindowsNT、Windows2000、WindowsXP 共 4 种。

(3)数据库。有文本数据库（.txt）、Access、SQLServer7.0、SQLServer2000、paradox5.0、excel 表格等。

(4)开发工具：汇编语言、Turbo C、VC、VB、Delphi 等。

因此，本系统集成中的难点就是如何将基于各种异构环境（异构网络、异构操作系统、异构数据库等）的信息统一起来，达到集成的要求。

4.2 系统集成的方法

根据要集成的系统的特点，我们采用了基于上面集成模型的集成方法。网络结构采用了以交换机为中心的局域网。具体各部分的信息交换如下：

(1)全自动备煤系统、炼焦生产监控系统、煤气压送站生产监控系统、锅炉和汽轮发电机生产监控系统、气源调峰站生产监控系统、生化站生产监控系统、煤气鼓风机生产监控系统、供配电综合自动化系统等这 8 个监控系统由于都提供了 OPC 服务器，有标准的 OPC 接口，采用 OPC 接口与实时数据平台进行通信。

(2)汽车衡、轨道衡及煤塔秤等 3 个称重系统以及推焦炉

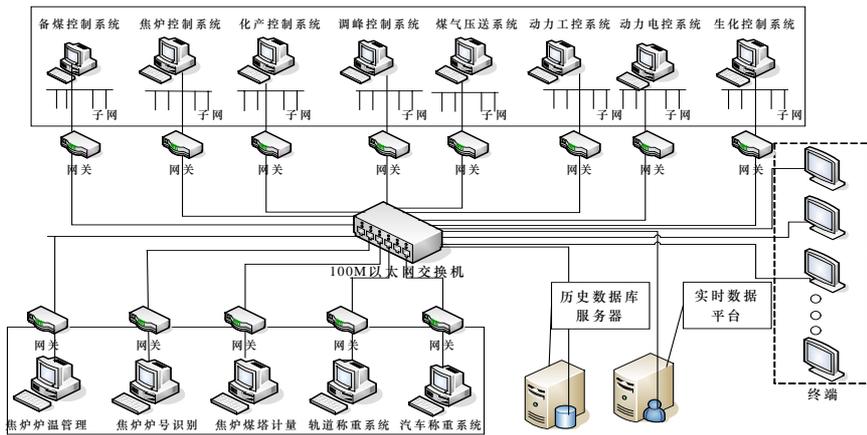


图3 实际的系统集成结构

号识别、焦炉炉温测量 2 个系统，没有连续的数据，而且都提供了数据库，可以通过 ODBC 接口将相应的数据送到数据平台上。

(3)有一部分数据，由于还没进入系统，只能由手工进行录入。这些数据可通过应用程序界面直接进入数据平台中。

(4)在本集成中，我们采用了中科院自动化所综合自动化中心研发的基于多现场总线和 Internet 的综合自动化系统 Mfias，其核心就是实时数据平台 RTDB。此系统可提供多种通信接口，可对数据进行预处理、报警、发布、归档、查询、仿真、分析等操作。在此基础上，实现了数据的集成。

(5)基于上面的解决方案，我们采用如图 3 的集成结构。

·网络采用以 100Mbps 以太网交换机为中心的结构。各个子系统通过交换机与实时数据平台相连。

·实时数据平台一方面收集下层的数据，经过处理后由上层的应用(包括查询、分析、模拟等)来调用。另一把来自上层的信息经过适当转化后发送到下层相应的系统中去。

·考虑到负荷，历史数据专门由一台历史数据服务器来管理，实时数据平台只负责保存数据到服务器中。

5 结论

实时数据平台技术为异构环境下的企业系统集成提供了极大的方便。本文提出的集成模型就是基于数据平台技术的。它利用实时数据平台本身提供的各种接口，与下层的异构数据源实现信息交互，同时为上层的各种应用提供统一的数据模式，非常方便地实现了整个企业的信息集成。从系统投运到今来看，取得了很好的效果，为企业带来了很好的效益。

参考文献

- 徐伟民, 金晓明, 荣 冈. 流程工业生产系统(MES)中的数据综合集成[C]. 第五届全球智能控制与自动化大会, 2004: 395-399.
- 邓 苏, 张维明, 黄宏斌等. 信息系统集成技术(第 2 版)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004: 277-298.
- 唐洪华. 流程工业 MES 模型及其应用[J]. 现代制造, 2003, 23(11): 50-521.
- 邓全亮, 邹益仁. 基于 OPC 技术的系统集成[J]. 计算机应用研究, 2005, 20(1): 160-161.
- 肖万贤, 刘江宁. 企业数据集成模型的研究[J]. 计算机工程与科学, 2004, 26(5): 49-52.
- 邹云海, 吴重光. OPC 技术初探及国内应用现状[J]. 石油化工及自动化, 2003, 33(6): 50-54.
- Qiu R G, Zhou Mengchu. Mighty MESs[J]. IEEE Robotics & Automation Magazine, 2004, 26(4): 19-25.

(上接第 257 页)

3.2.2 PLC 程序设计流程图

(1)主程序流程图(如图 3 所示)

PLC 主程序主要完成与上位机的通信,在通信的过程中,根据冲击试验的监控系统的要求,为了让上位机能够实时地读取当前试验系统的状态,在 PLC 程序中,当上位机不是写数据给下位机时,实时地把当前的状态读给上位机。

(2)执行命令子程序的设计

执行程序是完成真正命令所要完的动作核心,是整个控制的关键,为了保证控制的安全可靠,本 PLC 程序采用状态转移和中断的方式来实现控制,以保证该控制系统可靠安全。

3.2.3 PLC 程序设计的简摘

(1)初始化和通信程序的部分

```
LD      SM0.1
CALL   Initial      // 调用初始化子程序
LDB=   VB134,VB199 // 站号(VB134),读(VB102=5)命令
AB=    VB102,5
A M7.0 //确认接收的数据正确(M7.0)的条件下,调用读子程序
CALL   READ
LDB=   VB134,VB199 // 站号(VB134),写(VB102=6)命令
AB=    VB102,6
A M7.0 //确认接收的数据正确(M7.0)的条件下,调用写子程序
CALL   WRITE
LD     M7.1 // 接收完成(M7.1)后调用确认子程序
CALL   Verify
```

```
LD      SM4.5 // 端口空闲时接受数据
RCV    VB100,0
```

(2)非 A 类命令的读取例子。读取上升到台面命令

```
LDW=   VW620,+4 // 上次命令结束后读取上升到台面命令
LDW=   VW560,+0
OW=    VW500,+128
ALD
EU //每次执行只读一次命令
MOVW   +0,VW620 //读完后清零
S      S0.0,1//使能执行子程序的入口,为后面调用做好准备
```

4 总结

本监控系统发挥了 PC 和 PLC 的优点,所开发的专用通信程序采用了扫描和中断的方式,为确保该系统达到安全、稳定、可靠的运行的目标奠定了基础。整个监控系统有良好的操作界面、具有多种设定运行模式并能全部自动完成。在 GTSHOCK-120V 跌落式冲击试验台上发挥了重要作用,经样机实验表明该跌落试验台达到了国际先进水平,填补了国内高性能冲击试验系统的空白。

参考文献

- Simenens Co. Simatic. S7-200Programmable Controller System Manual[Z]. 2002-04.
- 求是科技编著. Visual Basic 6.0 程序设计与开发技术大全[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004-09.

