

# Agilor 实时数据库系统在大型炼化企业中的应用

于彦飞 伊 佳 (天津大学)

田华阁 (中国石油华北石化公司)

**摘要:** MES 系统是 DCS 与管理信息系统 MIS 或者 ERP 系统之间的桥梁, 对于炼化企业的安全、经济运行具有十分重要的意义, 而实时数据库是 MES 的核心。本文讨论了实时数据库的设计方法和设计原则及其在华北石化实时数据库系统的应用。

**关键词:** MES 实时数据库 OPC ODBC

## 1 引言

MES ( Manufacturing Execution System ) 是以实时数据库 ( RTDB: Real - Time Database ) 为核心, 以经济运行和提高炼化企业整体效益为目的, 采用先进的计算机控制技术和适用的专业计算方法, 实现整个企业范围内的信息集成与共享。

本文首先讨论了 MES 与实时数据库之间的关系, 然后给出了实时数据库系统的设计方法和原则, 并进一步介绍中国石油天然气股份有限公司华北石化分公司的实时数据库系统。

## 2 MES 与实时数据库

MES 是连接炼化企业管理信息系统 MIS ( Management Information System ) 或者 ERP ( Enterprise Resource Planning ) 系统和各种分散控制系统 DCS ( Distribution Control System ) 的桥梁, 对于整个企业的安全稳定运行具有十分重要的意义。MES 主要功能:

(1) 生产过程数据采集。采集生产装配数据, 工序检验和测试数据和其他工序数据。

(2) 详细作业计划。根据生产任务的属性、特征等对任务进行分批、混批和优先级的确定, 以制定详细作业计划, 同时打印计划相关的条形码标签。

(3) 生产调度。管理在线的生产任务、订单、批次、工作令等, 可以根据具体情况对调度单进行修改。

(4) 为操作人员/管理人员提供计划执行和跟踪 ( 以及所有资源 ) 当前状况。

(5) 质量管理。提供生产过程中的质量数据, 提

供对生产过程的质量统计过程控制 SPC。

(6) 生产过程管理。监控生产过程以及生产过程的内部操作, 为操作者提供决策支持。

(7) 建立产品生产档案。

(8) 接收 MRP - II 生产指令并回报工序报告和完工报告。

实时数据库技术是数据库技术的一个较新分支, 同时也是 MES 中的关键支撑技术。实时数据库用于支持那些对数据采集和处理要求时限性很强的应用, 例如流程企业生产监控、军事命令和控制、空中交通管制等。这些系统中的数据称为环境数据, 数据的有效期比较短, 因此处理环境数据的事务也必须在一定时间 ( 数据有效期 ) 内提交。

从应用的角度看, 由于技术发展的原因, 炼化企业各过程控制网络上分布着不同厂商的不同种类的监控系统, 这些系统都是面向装置或设备的, 每个系统只能采集或管理相应装置或设备在运行过程中产生的部分实时数据, 这些系统形成了“信息孤岛”。就企业整体而言, 缺乏一个统一的、完整的、企业级实时数据管理平台, 以支持多装置/设备协调优化控制和生产管理实时决策优化。由于生产过程产生的数据有效期短, 而且数据量大, 传统的关系数据库系统不能胜任实时数据的处理与管理需求, 因此, 能够为企业信息系统提供统一而完整的企业级实时数据库服务平台的实时数据库系统就成为必要的选择。实时数据库向下将负责集成各个不同 DCS 系统的实时数据, 并且提供长期保存这些数据历史的功能, 向上提供开放的实时数据与历史数据服务。其作用如图 1。

### 3 实时数据库系统的设计

炼化企业是一个典型的流程企业,其生产是由多个环节组成,每个环节承担不同的生产分工,具有不同的生产过程,每个过程都有一些相关的过程控制系统。实时数据库的作用就是实时采集这些过程控制系统中的环境数据,进行统一的存储与管理,并提供开放的二次开发接口支持其他系统利用这些数据帮助企业改进生产管理,提高生产效率;同时,部分数据的分析与统计结果能够存储在实时数据库或者发布到关系数据库,提供给 MIS 或者 ERP 系统所用,帮助企业管理层进行准确及时的决策。

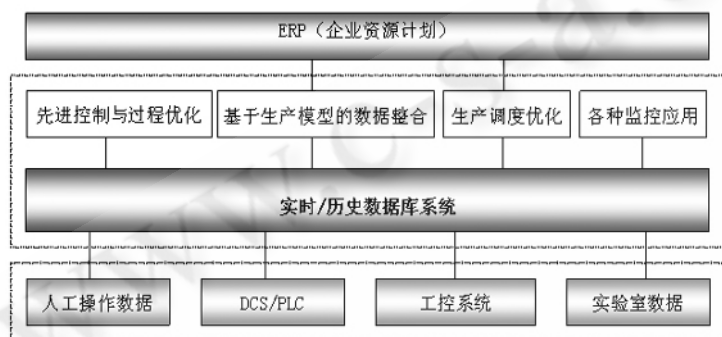


图 1

一般说来,炼化企业的 MES 对于实时数据库系统具有以下功能与性能需求:

(1) 长时间安全稳定运行。由于 MES 对于炼化企业安全运行的极端重要性, MES 的实时数据库必须能够保证长时间安全稳定的运行,提供 24 × 7 的稳定服务。

(2) 实时数据处理速度与精度。MES 的实时数据库系统首先要提供高速的数据采集和数据处理,在整个系统所集成的数据采集点数通常有几万到几十万,数据采集间隔要求达到秒级甚至毫秒级,数据量很大。在当前主流的 PC 服务器与商业操作系统上,系统应能保证每秒钟一万点以上的数据采集、存储和查询速度。

(3) 历史数据存储和压缩。实时数据的变化频率高,在系统运行中会产生大量的历史数据,实时数据库存储这些历史数据,能够弥补控制系统与管理系统之间的数据真空,为控制优化、工艺改进和经营决策提供数据基础。实时数据库系统借助数据压缩技术应当能

够存储三到十年的在线数据,因此系统不仅要求有较高的数据压缩率,同时也要有很高的解压速度和快速的数据检索能力。

(4) 简便、直观的图形化组态工具。实时数据库系统应该提供直观、可视化的组态开发环境,支持利用专业图库创建各种复杂画面和逼真的动画效果。在运行时,用户可以通过客户应用程序或浏览器方便而直观的查看组态好的控制过程、被控设备状态并监视系统的异常和报警信息。同时,组态工具本身要有一定的开放性,可以在组态画面中方便地使用和集成第三方开发的控件。

(5) 开放的二次开发接口。实时数据库向下必须支持多种通讯接口和协议,例如 RS232/485、现场总线、以太网,以及 OPC、DDE 系列协议。并且,实时数据库必须是开放和可扩展的,即提供数据采集开发接口,支持完备的操作函数集与远程数据采集能力。

实时数据库必须向上层应用提供实时数据与历时数据服务,应当支持 OPC 服务和 ODBC 等标准接口,支持 Real - Time SQL 等实时数据库操作语言。

(6) 内嵌 ECA 规则与脚本语言。为了使控制逻辑和业务逻辑的实现更加方便和简捷,实时数据库系统及其组态工具中必须提供 ECA 规则与脚本语言。脚本语言必须简单易用,并且包含完整的数学和逻辑运算,支持多种数据类型,提供丰富的操作函数集,方便系统开发和扩充。

(7) 辅助应用软件。除了上述基本的的应用功能外,实时数据库还要在开放的接口之上尽量提供大批辅助应用软件,如趋势分析、数据整合与统计等等。

### 4 Agilor 实时数据库系统

Agilor 实时数据库系统是中国科学院软件研究所拥有自主知识产权的新一代分布式实时数据库系统,主要用于采集、存储并管理来自各种控制系统和现场总线的设备状态与生产过程数据,提供企业级的统一的实时数据平台,使企业经营管理决策层能够对生产过程进行实时动态监控与分析,随时掌握运行状况,及时发现问题并进行处理,从而降低生产成本,提高产品质量。

实时数据库系统采用三层体系结构,即数据采集接口层、实时数据服务层和应用编程接口层。

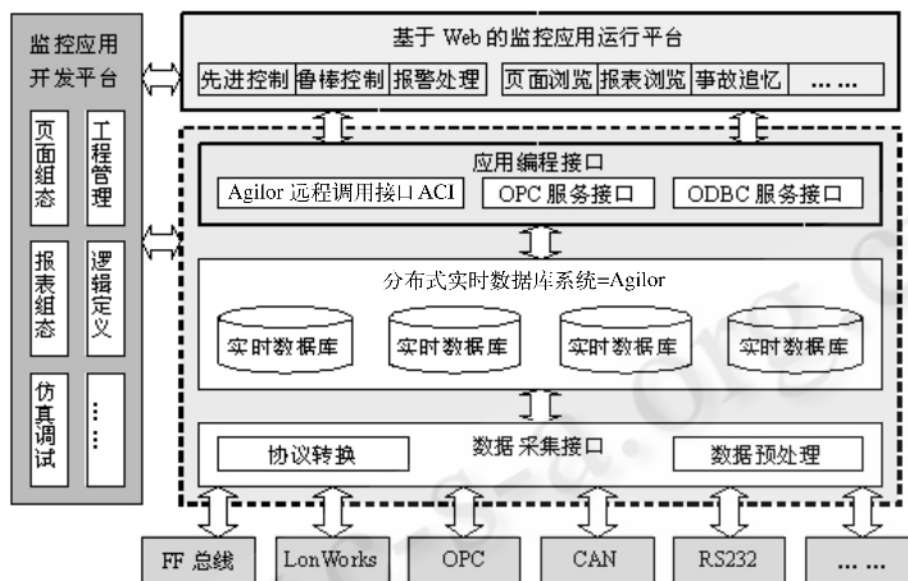


图 2

#### 4.1 数据采集接口层

系统支持缺省支持 OPC 和 NetDDE 的数据交换协议,同时提供对 CAN、LonWorks 等现场总线设备、RS232/485 串行通信设备以及西门子、GE、ABB、Fisher、和利时、中控、昆仑等多种国内外主要厂商的设备和系统的支持。并且系统还支持手工输入数据,具有灵活方便的可扩展性。

系统以分布式方式通过数据采集接口站连接各种现场设备,进行单向或双向实时数据传输。数据采集接口站对数据进行预处理,通过协议转换屏蔽物理设备细节,并能进行可配置的数据缓存。数据采集接口站与实时数据服务器以及物理设备之间都有自动重连并发送缓存数据功能。

#### 4.2 实时数据服务层

实时数据服务层采用分布式结构,多个实时数据库相对独立,并支持动态冗余来提高系统的可靠性。系统采用基于组件的开发方法,各组件通过规范的接口组成统一的整体,协同完成实时数据服务器的各项功能。

系统支持实时数据更新、查询、订阅与发布、报警管理、ECA 规则与脚本管理、基于角色的用户权限管

理、数据库组态和配置、数据点在线组态(包括创建、更新、删除、查询数据点及相关属性)、系统运行参数设置、运行状态监视、日志记录与追踪、以及远程维护等。

系统还支持对历史数据的存储与管理,包括参数可方便配置的高效的压缩存储算法,异步存储方式,归档文件的创建、复制、删除、备份与恢复,历史数据的快速查询,以及简单统计函数等二次计算能力。

#### 4.3 应用编程接口层

该层屏蔽了各数据库的具体位置,为客户端应用提供了统一的数据视图。除了提供传统的调用接口外,该层还提供了三类应用编程接口:基于 COM 的编程接口、ODBC 服务接口以及 OPC 服

务接口,并支持 Real-Time SQL 语言,可以方便的与关系数据库以及企业信息系统集成。

目前系统的主要技术指标如下:

(1) 规模。支持多达 16 个实时数据服务器,单个服务器至少支持 10 万点的实时数据采集与实时数据管理,能够满足大中型流程企业的实时数据管理需求。

(2) 性能。单个实时数据服务器每秒至少处理 20,000 个数据更新事件,历史数据的压缩率可达 40:1。能够 24 小时 \* 7 天连续运行,允许故障时间长达三天的系统恢复,而且监控应用开发与运行平台支持分布式在线组态与配置。

(3) 安全性。系统提供基于角色的安全访问许可控制机制,为数据访问提供了安全保障。

(4) 开放性。支持 ODBC、OPC 标准;支持常见的现场总线与 DCS;支持 Real-Time SQL;可方便地与关系数据库、企业管理信息系统或 ERP 软件集成。与 Agilor 实时数据库系统相配套,Agilor 监控应用开发平台以及监控应用运行平台。开发平台提供完全面向对象、所见即所得的组态环境与开发方式,具有控制逻辑定义、页面组态、报表组态、报警组态、实时/历史数据

趋势、动画连接定义、数据发布定义等功能,使用户可以建立满足不同需求的实时监控系统。运行平台支持 C/S、B/S 两种运行方式,对由开发平台建立并发布的应用解释执行,从而实现对现场设备的实时监控。此外,Agilor 实时数据库系统还提供了趋势分析、数据整合与统计等等辅助应用软件。

## 5 Agilor 在华北石化的应用

根据中国石油天然气股份有限公司华北石化分公司的“十五”发展规划,为了进一步加快企业发展,在信息化进程上取得更大优势,增强公司在石化企业的竞争力,建立一个生产管理信息综合平台,对公司的生产实时工艺数据、质量数据、库存数据等进行统一管理,提供统一和有效的数据支持,平滑地集成控制信息网络与管理信息网络,使管理部门能方便地对生产数据进行查询、统计、汇总,从而为公司领导层对生产进行科学管理和决策分析提供有力支持。系统的总统架构如图 3 所示。

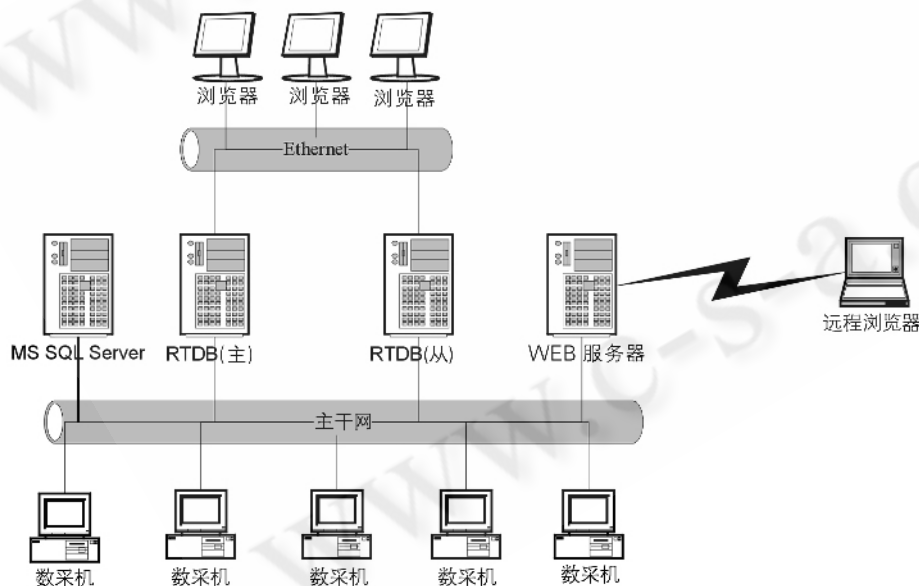


图 3

系统设计采集的 DCS 系统包括一联合的常压、催化、动力、双脱,二联合的聚丙烯、挤压造粒,三联合,机组,空分装置等。主要包括以下几类数据:

### 5.1 工艺实时数据

将工艺实时数据的自动采集,上传到实时数据库。

在信息网络环境下对工艺实时数据采集管理,提高数据传输的实时性,在 Intranet 环境下使各级管理人员可以随时监看各工艺装置的操作温度、压力等参数,从而掌握各工艺装置的运行状况。

### 5.2 油品罐存数据

通过油品罐存数据采集系统,将油罐动态实时数据和油罐定时数据传入实时数据库中,形成油罐数据库,实现随机视察油罐动态参数、阀门和机泵的运行状态,监视全厂的油品进出和存储动态,便于组织生产。

### 5.3 公用工程实时数据

将水、汽、风等公用工程的控制系统与数据采集系统连接通信,将实时数据传入实时数据库,可以对全厂与各生产装置的各种能耗和物耗量可以随时监测。

实时数据库系统自投运以来,所产生的效果是明显的。实时数据库系统符合操作人员原有的基本操作习惯,实现远程监控的功能。首先,生产管理部门使用本系统消除企业中各不相同的专有过程控制系统所产生的不良后果,生产管理人员通过此系统实时跟踪过程

信息和设备信息对企业的生产条件有一个全面的了解,从而更好的对生产进行管理,极大地提高生产管理人员的效率。其次,计划调度人员运用本系统对全厂的生产情况进行调度,从而避免以前在不全面了解生产基础上进行调度所产生的不良后果。另外,计算机管理人员使用本系统所收集的生产数据以及其提供的开放性数据接口(ODBC、OPC 等)进行其他报表处理、物料跟踪等用途,真正达到了对生产数据的综合应用。通过本系统达到在生产经营管理

和现场控制之间的沟通,使整个企业真正成为一个整体。经过长期的运行,可以满足如下的功能:

- (1) 能够很好地采集各分厂的各种现场设备数据。

(下转第 13 页)

(上接第9页)

- (2) 较好的扩展性与接口,利于二次开发。
- (3) 良好的用户界面,动态地显示工艺流程。
- (4) 实现多点实时监控,并通过网络进行传输。
- (5) 故障判断并实时报警。
- (6) 实时曲线,历史曲线。
- (7) 提供完善的安全机制,包括数据访问安全性检查,完善的备份与恢复功能。
- (8) 能够提供实时数据库网上发布\访问功能。
- (9) 较强的实时数据整理功能,能够提供给管理系统有效的数据。

## 6 结束语

本文结合实例,主要讨论了炼化企业实时数据库系统的设计方法和原则,并介绍了在中国石油天然气股份公司华北石化分公司实施的 Agilor 实时数据库系

统。从实际应用来看,Agilor 实时数据库系统完全可以满足 MES 的要求,为 MES 系统提供集成的实时数据平台。

## 参考文献

- 1 K. Ramamritham. Real - Time Databases. Invited Paper on International Journal of Distributed and Parallel Databases, 1993 (1), pp. 199 - 226.
- 2 杨庆, 流程工业 CIMS 中的实时数据库系统研究, 硕士学位论文, 中国科学院软件研究所, 2001。
- 3 章峰, 面向对象的时态数据库系统研究和开发, 硕士学位论文, 中国科学院软件研究所, 2001。
- 4 王强、王宏安、金宏、付勇、戴国忠, 面向实时数据库中混合事务调度的并发控制协议与性能分析, 计算机研究与发展, 2004。