

MES 系统在齐鲁分公司的应用

张臻杰

(中国石化齐鲁分公司信息技术部, 山东淄博, 255408)

摘要 通过 MES 系统在中国石化齐鲁分公司的应用, 实现了多层递归的物料平衡, 规范了标准业务流程, 实现了上下层的数据集成, 提升了企业生产管理的科学化、精细化水平。

关键词 MES 系统 ERP 物料平衡 业务流程 集成

中图分类号: TP393.0 **文献标识码**: B **文章编号**: 1009-9859(2011)01-0054-05

1 概述

1.1 MES 定义

MES (Manufacturing Execution System, 制造执行系统) 是美国 AMR 公司在 20 世纪 90 年代初提出的, 旨在加强 MRP (Material Requirement Planning, 物料需求计划) 计划的执行功能, 把 MRP 计划同车间作业现场控制, 通过执行系统联系起来。1997 年 MESA (MES Association, 国际制造执行系统协会) 发布了 6 个关于 MES 的白皮书, 对 MES 所下的定义为“MES 能通过信息传递对从订单下达到产品完成的整个生产过程进行优化管理。当工厂发生实时事件时, MES 能对此及时做出反应、报告, 并用当前的准确数据对他们进行指导和处理。这种对状态变化的迅速响应使 MES 能够减少企业内部没有附加值的活动, 有效地指导工厂的生产运作过程, 从而使其既能提高工厂及时交货能力, 改善物料的流通性能, 又能提高生产回报率。MES 还通过双向的直接通讯在企业内部和整个产品供应链中提供有关产品行为的关键任务信息。”

1.2 背景

2004 年石化企业 (炼油) MES 系统开发及试点项目启动, 项目结合“863”/MES 课题开发了一套适应石化企业、具有自主知识产权、技术先进的 MES 系统, 满足 ERP (Enterprise Resource Planning, 企业资源计划) 系统“日平衡、旬确认、月结算”的数据要求。按照“中国石化信息系统‘十一五’发展规划”、“中国石化 2007—2009 年信息系统建设与应用三年滚动计划”以及 2007 年信息化

工作会议的要求, 炼化企业要加大 MES 系统建设应用的力度, 在 MES 试点及前期项目建设应用基础上, 2007 年 9 月至 2008 年 7 月完成 MES3.0 软件的开发与测试, 2008 年 8 月在中国石化齐鲁分公司进行推广应用。

1.3 目标

紧密结合企业核心业务和主营业务的结构调整, 围绕中国石化关于炼化企业大型化、集约化、自动化发展战略, 着眼于企业加强科学化、精细化管理的需求, 进行企业生产层面的信息化建设, 为企业面临的改革不断深化、管理层次减少、管理幅度加大、人力资源精简等挑战提供有力的信息化支撑。中国石化加大生产执行系统等生产层面信息系统建设, 提高炼化装置操作和生产运行水平。

2 整体技术方案

2.1 技术原则

MES 系统选择技术应遵循以下原则:

(1) 集成性和整体性: 企业 MES 在 ERP - MES - PCS (Process Control System, 过程控制系统) 三层体系架构中属于中间层的信息系统, 向上支撑企业 ERP 系统、技术经济指标统计系统, 向下集成实时数据库系统 (RTDB)、实验室信息管理系统 (LIMS), 能够实现生产管理业务功能, 以物料平衡为手段, 支持企业生产管理精细化要

收稿日期: 2010-11-02; 修回日期: 2010-12-23。

作者简介: 张臻杰 (1977 -), 男, 工程师。2000 年毕业于青岛大学计算机及应用专业, 现在中国石化齐鲁分公司信息技术部工作, 电话: 0533-7588714。

求和“日平衡、旬确认、月结算”数据要求。企业 MES 建设满足了中国石化信息系统建设集成性和整体性要求。

(2)稳定性、可靠性和实用性:采用国内外成熟先进的技术,Microsoft .net 2005 开发技术、Oracle 10 g 数据库等,满足个性化需求,支持二次开发工作。

(3)数据的采集与分析:在目前计量手段不齐全的状况下,基于生产实时数据进行总体设计和应用开发,但在相关模块中设计离线维护功能,提供从实时数据库中自动集成数据、应用系统中提取数据和人工录入数据等手段,通过信息技术分析企业计量数据,促使企业计量管理工作的改进。

2.2 运行环境

(1)硬件环境:①WEB 服务器:惠普 580 系列服务器 1 台,360 系列服务器 2 台;②数据库服务器:IBM P5 系列小型机 2 台,采用双机热备技术;③备份服务器:使用集中备份系统服务器。

(2)软件环境:①WEB 应用服务器系统:Windows2003 企业版的 Internet 信息服务;②数据库服务器系统:IBM AIX5.0 操作系统;③数据库管理系统:Oracle 10 g 数据库。

(3)开发环境:Microsoft .net 2005 开发技术。

2.3 需求分析

中国石化齐鲁分公司共有 144 套装置,1 291 条侧线,32 个仓库,41 个库位,96 个装卸台,312 个进出厂点,115 个互供点,5 699 个测量点,219 套能源管网,1 997 个能源节点,82 个罐区,1 632 个罐。存在信息孤岛现象,数据源不统一,数据应用集成滞后,无法提供及时准确的生产数据。并且生产数据没有和 ERP 系统关联,无法满足 ERP “日平衡、旬确认、月结算”的数据要求。

MES 系统在 ERP - MES - PCS 三层体系架构中属于中间层的信息系统,以物料平衡为手段,实现生产管理业务功能,支持生产管理精细化要求和满足 ERP 数据要求。

2.4 总体设计

2.4.1 系统体系架构

MES 系统体系架构采取“集成平台(核心数据库) + 业务模块构件”模式,以 MES 集成平台为核心,上能与 ERP 层、下能与 PCS 层集成,并提供统一的数据访问机制。主要由 1 个集成平台和 5 个核心业务模块(物料移动、生产调度、生产统计、能源管理、报表及综合展示)构成。MES 的总体架构见图 1。

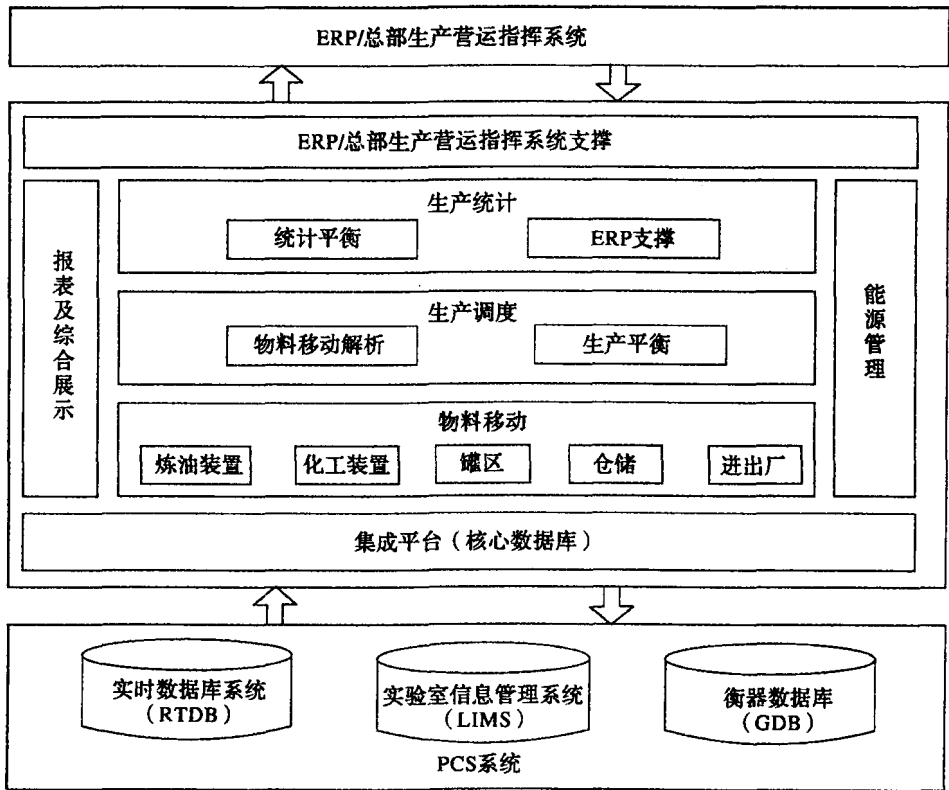


图 1 MES 的总体架构

2.4.2 系统数据

MES 系统数据覆盖中国石化齐鲁分公司的炼油装置、化工装置、罐区、仓储、进出厂,数据通过以下方式采集:

(1)集成实时数据库系统,主要采集装置侧线物料计量仪表量及温度;储罐液位计量数据及温度;公用工程仪表量,含水电汽氮风及燃料油、燃料气等公用工程计量数据。

(2)集成 LIMS,主要采集装置侧线和储罐油品的密度、水分等质量信息。

(3)对于个别无法自动采集的数据,采取人工录入的方式。

MES 系统从应用出发,灵活定制报表,满足用户的数据需求。同时向上提供数据:为 ERP 系统提供“日平衡、旬确认、月结算”的物料平衡数据,主要包括装置收发货等数据;为技术经济指标系统提供旬月物料平衡数据。

2.4.3 数据库设计

在设计 MES 核心数据库时充分考虑现有业务的功能需求及未来业务的拓展,因此数据库各应用模块的数据架构既独立又统一。以炼化核心数据模型为指导,采用集中统一的数据架构,保证 MES 工厂模型的稳定性,同时满足业务模块的个性化扩展需求。并根据中国石化齐鲁分公司具体业务情况,数据库建立 26 个业务流程,13 个 MES 工厂模型,144 套装置,1 291 条侧线,32 个仓库,41 个库位,96 个装卸台,312 个进出厂点,115 个互供点,5 699 个测量点,219 套能源管网,1 997 个能源节点,132 个罐区(虚拟罐区 40 个),1 632 个罐,并完成 48 万多条数据的收集录入工作。

2.4.4 关键技术

2.4.4.1 可组态的通用 MES 体系结构

基于面向服务体系结构(SOA)的理念,从工厂模型、业务逻辑和信息展示三个层次来构架 MES 软件系统,提出基于工厂模型的 MES 体系结构,建立了符合生产执行系统国际标准 ISA S95 的石化企业工厂模型描述,研发成功了基于“工厂模型+数据集成服务”的 MES 数据平台,提供了基于事件驱动的业务功能定义、部署和生成工具,支持业务功能模块的组态开发,实现了业务逻辑与技术支持分离,避免了由于业务流程或功能发生变化而导致的应用模块重新开发的情况发生。

2.4.4.2 可扩展的核心数据库

MES 核心数据库的设计是在炼化企业核心业务流程分析的基础上,借鉴 IBM CIPROS、Honeywell Uniformance、Aspen One 的数据架构的特点,遵循 S95 的集成标准,结合公司的实际,进行具体的定义和扩展。MES 核心数据库设计具有高度的开放性和可扩展性:开放性表现在局部模块的可替换、可插拔;可扩展性体现在随着 MES 业务模块的拓展,核心模型也能够在不破坏原有架构的基础上进行增加。

2.4.4.3 多层递阶的物料平衡技术

根据中国石化齐鲁分公司现有基础仪表的水平,物料平衡采用把复杂的物料平衡分解成节点平衡、生产平衡和统计平衡等多层递阶的计算方法。通过逐层求解和传递实现从局部平衡到整体物料平衡,实现物流数据的逐步求精,面向统计的整体平衡,达到“日平衡,旬确认,月结算”目标,并为经营管理系统提供数据支撑。

(1)滚动收率跟踪的数据校正新方法

装置数据校正以装置物理侧线收率模型为核心。因生产状况经常发生变化,在生产方案不变的情况下,其侧线收率会与标定的收率模型存在差异,影响校正效果。因此,采用滚动收率跟踪的方法。在装置数据校正处理启动后首先判断是否采用滚动收率,在生产方案不变的条件下,系统默认采用滚动收率策略,采用前一班确认收率作为校正计算的参考收率;否则由标定收率库查找各物理侧线的标定收率,作为计算参考。数据确认后,系统自动更新确认收率,为下一班采用滚动收率策略作准备。有效提高校正计算的质量。

为实现炼油化工装置的复杂的数据校正,采用了一种基于贝叶斯网络的数据校正新方法。依据专家经验,选择贝叶斯网络关键变量,利用大量的历史数据建立贝叶斯网络,继而利用贝叶斯网络的诊断功能实现对调度事件的实时跟踪,最后建立精简模型。增强了数据校正的可行性(即基于产率模型的物料数据协调方法)。按照生产管理周期从实时数据库中获取装置侧线原始流量数据;基于装置生产方案产率模型以及侧线计量精度模型,对侧线物流数据进行校正处理,提高了企业生产装置统计数据的准确性和一致性,成为 MES 装置校正模块的核心技术。

(2)生产平衡技术

生产平衡算法是从石化流程行业的特点出发,结合数据建模理论和数值计算方法而形成的。其中最核心的部分就是从石化行业实际流程到数据模型的抽象过程。根据已知的储罐罐量数据、侧线数据、进出厂数据、互供数据等节点数据的连接关系和移动关系,建立多元一次方程组,采用按事件分组、按时间串行、先总量平衡后分量平衡等求解策略,通过循环迭代、多次扫描的方式对方程组进行求解,通过校正系统中的最小二乘法对方程组的解进行误差校正,最终达到装置物料的输入与输出的纵向平衡,以及所有储罐、装置、进出厂、互供之间物料的横向平衡。

(3) 统计平衡模型技术

统计平衡模型是统计平衡计算的核心,在满足生产统计要求前提下,建立平衡模型,降低模型的复杂性。具体模型包括:根据装置投入产出的物料及其来源去向,建立装置投入产出模型;根据罐区内存储的油品建立虚拟逻辑罐。以装置投入产出模型、虚拟逻辑罐、进出厂点等为基本对象,根据实际物流的走向通过虚拟的逻辑组织基本对象之间的互连,形成物料统计平衡模型。

2.4.4.4 标准化

(1) 业务流程标准化

根据中国石化齐鲁分公司业务流程实际情况,制定了标准业务流程 26 个,其中总体流程 1 个,主业务流程 13 个(包括物料移动中的炼油装置校正业务流程、化工装置校正业务流程、储罐操作业务流程、进出厂操作业务流程、仓储操作业务流程;生产调度中的生产平衡业务流程;生产统计中的车间级统计业务流程、统计日平衡业务流程、统计旬平衡业务流程、统计月实物平衡业务流程、统计月帐面平衡业务流程、ERP 装置收发货接口业务流程、ERP 日交库接口业务流程),辅助业务流程 12 个(包括物料移动中的液体产品退货进厂业务流程、装置开停工业务流程、加工方案切换业务流程、液体产品交退库业务流程、罐改名操作业务流程、固体产品移库业务流程、固体产品升降级业务流程、固体产品寄存业务流程、固体产品退库业务流程;生产调度中的调度日报业务流程;生产统计中的公用工程互供仲裁流程、公用工程平衡业务流程)。

(2) 工厂模型数据编码标准化

根据目前的数据编码情况,对数据编码采用

3 种方式。①在中石化标准编码体系中的编码采用其标准;②不在中石化标准编码体系中但可进行标准化的编码,可向标准化编码组提出申请;③非标准的编码采用 MES 自行编码标准,在 MES 系统中,同时采用数字型层次码和数字型顺序码编码方法。对于稳定性好、属性单一的代码,采用数字型层次码的编码方法;对于多层次、多属性、各系统需共用的代码或在 MES 核心业务系统中使用的代码,采用数字型顺序码的编码方式。

(3) MES 接口标准化

为屏蔽各供应商数据接口的差异,中国石化 MES 平台采用统一的 WebService 和组件方式实现数据集成,通过定制的不同应用适配器,实现与实时数据库和 LIMS 集成,实现为 ERP 和技术经济指标统计等系统提供支撑。①实时数据库数据接口标准,要求企业实时数据库系统运行稳定,响应能力强,且要满足以下接口标准:提供生产装置物理侧线仪表计量数据;提供生产装置公用工程仪表计量数据;提供罐区各油罐液位数据、温度数据、压力数据;提供罐区公用工程仪表计量数据;提供进出厂关键计量点仪表计量数据;提供互供关键计量点信息仪表计量数据;提供开放的 OPC 数据接口。实时数据采集频率还应满足物料移动和操作管理的实时数据采集频率要求。②LIMS 数据接口标准,要求企业 LIMS 系统运行稳定,响应能力强,且满足以下接口标准:提供生产装置馏出口化验分析结果数据;提供半成品化验分析结果数据;提供成品及产品化验分析结果数据;提供原油化验分析结果数据;提供化验分析方法及其相关化验分析指标;提供开放的数据接口。

2.4.4.5 信息安全技术

(1) 系统安全

系统安全设计,基于中国石化的信息安全体系,采用以下方式:①外部网络信息建立安全防范策略;②内部网络信息建立访问授权控制策略;③系统建立负载均衡与备份策略,消除防单点故障;④服务器和客户端系统安全采用中国石化一体化病毒防御系统。

(2) 数据库安全

采用 4 种策略保证数据库的安全:①2 台数据库服务器采用双机热备和负载均衡技术,共享使用共享的存储;②通过建立不同的用户组和用户口令验证,可以有效地防止非法的 Oracle 用户

进入数据库系统;③每日做数据备份;④不同的应用模块规划在不同的表空间,对于各应用模块估算出数据的增长量,规划表空间的物理空间划分。

(3) 用户访问安全

用户通过统一方式实现用户身份验证,并在不同的子系统中完成各自授权。数据库管理和数据访问采用用户—角色—权限方式进行授权,读写权限分离。

3 MES 系统在齐鲁分公司应用效果

3.1 业务及时

中国石化齐鲁分公司在 MES 调度日报系统投用之前,每天早上调度会使用是 26 h 前的生产数据。MES 系统上线后,将该时间间隔缩短 24 h,从岗位用户操作到 7:20 提交公司调度会,仅用 80 min,数据生成周期缩短,数据的实时性得到了提高。

原有的生产统计采用月度人工统计方式,效率低,信息滞后。MES 系统上线后,通过其统计平衡策略,实现了“日平衡、旬确认、月结算”。统计人员利用 MES 作为统计平衡的工具,可在工作过程中更加及时地对生产、储运、销售各方面数据源进行跟踪,针对异常的数据,可及时、准确地找出问题的数据点(侧线、储罐、装卸点、班次),缩短查找问题的时间,有效地提高统计工作效率。

3.2 应用集成

MES 系统投用之前,一些应用系统(实时数据库系统、LIMS 等系统)存在信息孤岛问题,表现为功能上不关联互助、信息不共享以及与业务流程和应用的相互脱节。MES 系统上线后,实现向下与实时数据库系统、LIMS 集成,向上与 ERP、技术经济指标系统集成,建立企业核心数据库,统一业务操作平台、数据源和数据编码,保证业务数据的一致性,实现数据共享,达到数据和应用的有机

集成,并实现对业务系统透明的数据支持。例如:中国石化齐鲁分公司腈纶厂原有的仓储产销存系统,主要实现仓储管理和向 ERP 系统提供生产入库数据支撑,与 MES 系统存在功能重叠,且没有实现与 LIMS 的集成,化验分析数据还需要重复手工录入的问题。经过分析、研讨提出 MES 系统替换腈纶厂仓储产销存系统的方案。紧密结合腈纶厂现有业务特点实施完成了包括:生产入库、销售出库、生产出库等业务过程在内的 MES 系统功能扩展,实现了 LIMS、MES、ERP 三套系统的完整业务集成,避免现场岗位用户重复录入数据。

3.3 规范流程

MES 系统投用之前,中国石化齐鲁分公司原有业务流程不规范,造成不同部门间的业务流程协同工作效率低下。MES 系统上线后,规范了 26 个标准业务流程,保障处理结果的一致性,加强业务部门之间的协同工作能力,简化了工作程序,提升了企业精细化管理水平、提高了工作效率。

4 存在的问题及建议

大部分数据采集点已经实现自动采集,但少部分数据采集点缺少数据采集设施和数据采集设施无法采集的问题,这些采集点数据就需手工录入,造成数据滞后。针对缺少数据采集设施问题,需要购置并安装相应的数据采集设施;针对无法采集到数据的问题,通过分析确定问题涉及的关键技术,并组织人员进行技术攻关。

5 结束语

通过实施 MES 系统,实现了中国石化齐鲁分公司的物料平衡,规范了标准业务流程,实现上与 ERP、经济技术指标系统,下与实时数据库系统、LIMS 的数据应用集成,提升了企业生产管理的科学化、精细化水平。

APPLICATION OF MES SYSTEM IN QILU BRANCH COMPANY

Zhang Zhenjie

(Information Technology Department of Qilu Branch Co., SINOPEC, Zibo, Shandong, 255408)

Abstract Through the application of MES system, multi-layered recursive material balance is realized, business process is standardized, and data from different layers are integrated. So the production management gets more scientific and preciser.

Key words MES system, ERP, material balance, business process, integration