

浅论 MES 系统监控技术

◆ 陈海军 张浩

摘要：文章介绍了生产运行系统（MES）的运维难点，并结合SNMP、SMI-S、WMI等技术提出了对MES系统进行实时监控的方案，对其应用发展前景提出了自己的看法。

关键词：MES系统；SNMP；SMI-S；WMI；PHD；WPKS

引言

生产运行系统（简称 MES 系统）作为中国石油炼油与化工企业核心生产信息系统之一，有效支撑了地区炼化企业日常生产运行及管理。由于 MES 系统所具有的数据实时性强、稳定性高、数据量大等特点，而 MES 系统的分布式架构给集中式的运维工作带来诸多不便之处，例如：地区炼化企业发现问题后，主要采用电话、邮件方式提交到 MES 技术支持中心，中心统一进行问题的处理，所需要的技术支持周期较长、时效性较差，发现问题不直接，难以满足总部对信息系统技术支持工作提出的实时监控、及时预警、主动运维的要求^[1]。MES 技术支持工作客观上需要对地区炼化企业 MES 软硬件系统进行实时监控，全面掌握系统运行状况，发现隐患，及时预防，确保系统长期稳定运行。

一、系统分析

用户需求是监控 MES 系统硬件运行状态、重要软件及服务运行状况和 MES 实时数据库运行状态，具体含义如下：

系统硬件：服务器、网络、磁盘阵列等运行状况。

重要软件及服务：操作系统、中间件以及相关服务进程的运行状况。

MES 实时数据库：实时数据库 PHD Server、实时数据接口 RDI 运行状况。

如果要实现对 MES 系统的实时监控，必须要深入了解 MES 系统的部署架构和主要技术特征。

1.1 MES 系统部署架构。中国石油 MES 系统架构属于分布式部署，在全国 26 家地区炼化企业分别建立了独立完整的 MES 系统^[2]。如下图所示：

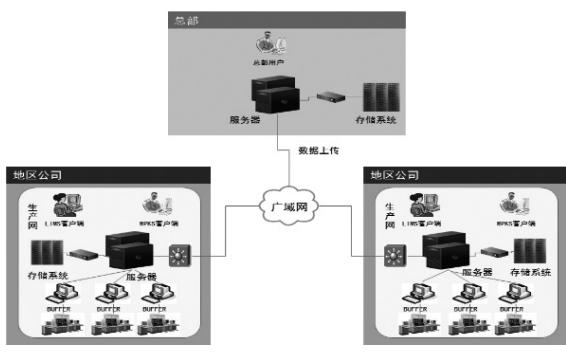


图 1 MES 系统部署架构

总部和其它公司的用户，可以通过中国石油主干网直接访问存放在各个地区炼化企业的 MES 信息，也可以通过访问总部的 MES 服务器获得 MES 信息。

MES 系统原则上每台服务器专属一个应用，服务器涵盖 Web 表现层、逻辑层和数据层三个层面。其中数据库服务器的存储采用业界先进的 SAN 方式。使用两台 FC 交换机，支持链路负载均衡和故障自动切换。另外，二级备份采用光纤磁带库方式，真正做到了 LAN-Free 的目的^[3]。

1.2 MES 系统主要技术特征。中国石油 MES 系统是以 Honeywell 公司的实时数据库 PHD 和甲骨文公司的 Oracle 数据库为底层数据层，通过应用实时数据库和关系数据库的交互技术来实现的。对外表现层则是部署在 Windows IIS 上面的 wpks WEB 页面。

1.2.1 PHD (Process History Database)。实时数据库是数据库系统发展的一个分支，它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。实时数据库是数据和事务都有定时特性或定时限制的数据库，可以使生产企业操作管理人员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。

PHD 是由霍尼韦尔公司推出的实时数据库系统（又称为 PHD 过程历史数据库），作为一个一体化数据库应用平台不仅可以管理实时数据，还能实现对事件信息，事务性数据和应用数据的管理。在系统内部实现了实时数据库和关系数据库（Oracle）的无缝连接。PHD 系统拥有连接多种系统的实时数据库的产品化接口 RDI(Real Time Database Interface)，通过 RDI，PHD 几乎可以和市面上所有主要的 DCS 进行数据采集^[4]。在采集实时数据的同时，还能采集非连续的数据，如化验室的分析数据，物料的移动数据等。

1.2.2 WPKS (WorkCentre Process Knowledge System)。WPKS 是 Honeywell 生产运行信息的统一浏览发布平台，利用 WPKS 平台，可将 PHD 数据库中所存储的生产数据，以多种形式进行展示，形成多种基于网页的应用。PHD 一体化应用平台提供的桌面应用包括基于 Web 服务器的数据库信息浏览、基于 MS Excel 的数据分析和报表、基于 PowerPoint 的监视和演示分析、基于 VB 的应用开发和功能强大的趋势分析功能，方便用户使用和维护。PHD 通过与 Workcenter PKS 的无缝集成，实现生产信息的 Web 浏览功能。用于实现信息可视化、监视与分析以及决策支持。WPKS 系统管理系统为三层结构（如图 2 所示），即数据层、逻辑层和展示层，具体结构和功能如下：

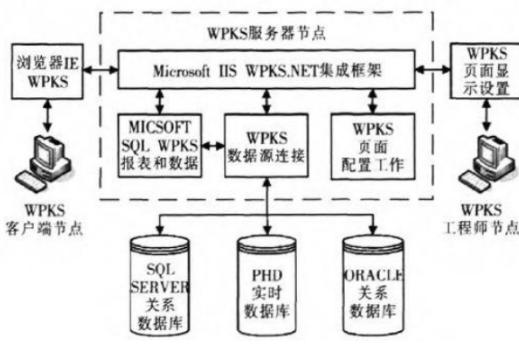
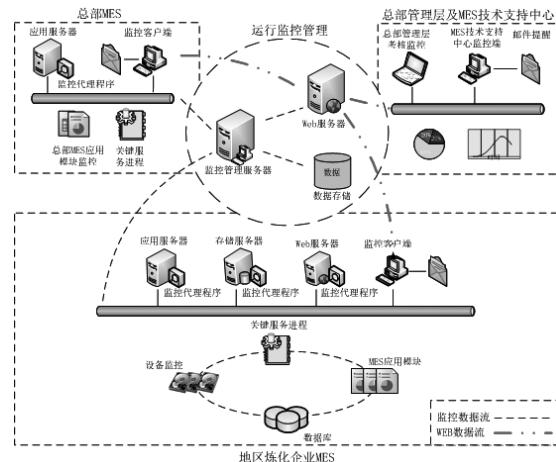


图 2 wpks 系统结构图

二、监控技术实现

MES 实时监控系统采用代理程序 (Agent) 监控 MES 系统软硬件状况, 由监控管理服务器实现对代理程序扫描监控及事件处理, 通过 WEB 服务器实现远程监控、运维支持及 MES 应用状况考核的集中展示等功能。

MES 实时监控平台部署架构图如下:



2.1 系统硬件监控技术。 对服务器及网络设备等硬件的监控主要采用 SNMP 技术, 对磁盘阵列等存储设备的监控主要采用 SMI-S 技术。

2.1.1 SNMP (Simple Network Management Protocol)。 SNMP (简单网络管理协议) 主要用于监测连接到网络上的设备运行状况, 是 Internet 协议簇的一部分。SNMP 定义了管理实体与被管对象间的通信方法, 自 1990 年 IETF 出台第一个版本 SNMP V1 以来, 目前已经发展到了第三个版本。SNMP 从推出以来, 就受到了众多厂商的支持, SNMP 可管理绝大部分符合 Internet 标准的设备, 已经成为网络设备监控事实上的标准。SNMP 是由应用层协议、数据库模型和一组数据对象构成。SNMP 的特点是简单、易实现且成本低^[5]。此外, 还具有: “扩展性”——通过定义新的被管对象, 可以方便地扩展管理能力; “健壮性”——即使在被管对象发生严重错误时, 也不会影响管理实体的正常工作。

一个 SNMP 管理的网络主要由下列三个关键部分组成:

(1) 管理实体 (Managing Entity)。通常是一个独立的设备, 其上必须装有管理应用程序, 管理员以该应用程序监控被管

对象。

(2) 被管对象 (Managed Object)。连接到网络上的可被 SNMP 监管的设备, 如服务器、路由器等, 这些设备必须能够接收管理实体发来的信息, 它们的状态也必须可以由管理实体监视。被管对象通过管理信息库 (MIB) 收集并存储管理信息, 并且让管理实体能够通过管理代理获取 MIB 信息。

(3) 管理代理 (Agent)。管理代理响应管理实体的请求并进行相应的操作。管理代理控制本地被管对象的 MIB 信息, 并随时响应管理实体的查询请求。

SNMP 提供的主要是被管对象管理信息库 (MIB) 中的信息, MIB 是对象的集合, 每个对象是一个数据变量, 代表网络中可以管理的资源和设备。

本系统中主要使用了 SNMP 提供的三种操作 MIB 对象的基本指令: Get、Set 和 Trap。

Get: 读取指令, 该指令是从被管对象中获得管理信息的基本方式。

Set: 配置指令, 该指令是一个特权命令, 可以通过该指令配置被管对象的运行状态信息。例如: 关掉一个端口或清除一个地址解析表中的项等。

Trap: 信息上报指令, 管理代理主动向管理实体通报重要事件。该指令告知管理代理如果指定的变量出现变化, 需要向管理实体的 162 端口发送消息, 告知管理实体。Trap 指令主要用于通告设备出现异常或告警。

2.1.2 SMI-S (Storage Management Initiative Specification)。 SMI-S (存储管理计划规范) 是 SNIA (存储网络工业协会) 发起并主导, 众多存储厂商共同参与开发的一种标准管理接口。其目标是在存储网络行业定义一个全新且开放的通用管理接口, 为存储设备和管理软件之间提供标准化的通信方式, 从而使存储管理实现厂商无关性, 提高管理效率、降低管理成本, 促进存储网络的发展^[6]。SMI-S 定义了端口、HBA、LUN 及光纤通道结构配置规范以及硬盘驱动器、磁带库和软件的管理规范, 并确定了备份与磁带库管理的扩展规范。

SMI-S 需要在 WBEM (基于 WEB 的企业管理) 和 CIM (公共信息模型) 的支持环境中工作, SMI-S 代理程序查询设备状态, 从设备提取相关状态数据, 然后将数据发送给请求程序, 其本质上是一个介于管理实体和被管对象之间的中间件。

一个 SMI-S 管理的存储网络主要由以下部分组成:

(1) 客户端代理 (User Agent)。客户端代理实现对存储资源的监测、配置和控制等操作, 例如: 获得数据路径、映射以及 LUN 屏蔽、生成卷和为交换式光纤信道分区等功能。

(2) 服务代理 (Service Agent)。服务代理是实现 SMI-S 功能需求描述 (SMI-S profile) 的管理实体。

(3) 供应商 (Provider)。Provider 负责被管对象 (如存储设备或子系统) 与管理实体之间的信息传递, 它提供了服务器接口和特定资源接口之间的映射关系。

(4) 目录代理 (Directory Agent)。目录代理登记其管理环境中所有的代理和对象管理器, 为客户端提供服务定位功能。目录代理也可用于存储通用配置、用户凭证和管理策略。

(5) 锁管理器 (Lock Manager)。提供资源锁定功能，防止不同厂商的管理工具或访问客户互相干扰。

本系统通过 CIMOM (公共信息模型对象管理器) 访问存储网络，实现对存储 CIM 库内容的查询，从而做到定时扫描磁盘阵列状态。

2.2 系统软件和服务监控。对软件和服务的监控主要采用 WMI 技术定时扫描相关软件或服务的进程^[7]。

WMI (Windows Management Instrumentation, Windows 管理工具) 是 Windows 操作系统中管理数据和操作的基础模块，该模块提供了访问操作系统的一致的模型和框架。可以通过 WMI 可以访问、配置、管理和监视 Windows 系统资源，方便用户对计算机进行管理。

WMI 主要由三个部分组成：

(1) WMI 提供程序 (WMI Providers)。WMI 提供程序代表应用程序和脚本向 WMI 托管资源发送请求信息。

(2) 公共信息模型对象管理器 (Common Information Model Object Manager)。公共信息模型对象管理器是一个描述操作系统构成的对象数据库，为 MMC 和脚本程序提供了操作系统构成单元、注册信息、请求传送、远程访问、安全性等公共访问接口。

(3) CIM 储存库 (CIM Repository)。CIM (公共信息模型) 是一个与具体实现无关的、用于描述管理信息的概念性模型。CIM 储存库以 CIM 为模型存储了 WMI 结构的静态部件：包括类、实例和它们的属性。

本系统中主要通过 .NET 引入 System.Management 命名空间，实现了对 Windows 操作系统下软件和重要服务的扫描。

2.3 实时数据库监控。对 MES 实时数据库的监控主要是定时扫描 Honeywell PHD 数据库^[8]。

PHD (Process History Database) 实时数据库主要由两个部分组成：

(1) 实时数据接口 (Real-time Data Interface)。实时数据接口是 PHD 具有统一的数据采集基础结构的产品化实时接口，可以不停机长期稳定运行。RDI 提供所有主要的 DCS 连接接口（如 Foxboro I/A、FR Provox、YOKOGAWA MicroXL、OPC 服务器等）。RDI 除了能采集实时数据外，还能采集非连续的数据（如实验室的分析数据，物料的移动数据及操作改变等）。

(2) PHD 服务器 (PHD Server)。PHD Server 负责接收来自 RDI 采集的实时数据，实现对数据的处理，并将数据处理后送到数据队列。PHD Server 不仅可以管理实时数据，还能实现对事件信息、事务性数据和应用数据的管理，在系统内部实现了实时数据库和关系数据库 (Oracle) 的无缝连接。

Honeywell 公司提供了相应的动态链接库以访问 RDI 和 PHD Server，其相应的 API 分别封装到了 phdapi.dll、phdrapi.dll 和 rdiapi.dll 中，如果需要访问本地 PHD Server 服务，则应该使用 phdapi.dll，如果访问远程 PHD Server 服务，则应该使用 phdrapi.dll，而访问 RDI，需要使用 rdiapi.dll。本系统中主要使用 phdrapi.dll 和 rdiapi.dll，通过这些动态链接库轻松实现对

PHD Server 和 RDI 的访问，实现对 PHD Server 状态参数信息与 RDI 信息的查询。

三、结 论

通过对 MES 系统的运行状态的实时监控，可以让 MES 技术支持中心实时了解 MES 系统运行状况，提高了系统运维服务质量，使得 MES 系统运行更加平稳，从而进一步深化炼化企业的 MES 系统运行管理水平。^[9]

参 考 文 献

- [1] Tom Clark. 存储区域网络设计 – 实现光纤通道和 IP SAN 的实用指南 [M]. 北京：电子工业出版社，2005.
- [2] 张慧成，谢向辉. 存储管理规范 SMI-S 及其应用研究 [J]. 计算机工程，2007, 7.
- [3] Storage Management Technical Specification (Version 1.6.0, Revision 4).
- [4] 李立荣, 张敏, 张建涛. 中国石油 MES 系统中的 PHD 及其应用 [J]. 数字石油和化工, 2007, 11.
- [5] 文涛元, 李立荣, 雷荣孝. Honeywell PHD Server 客户化开发 [J]. 石油化工自动化, 2006, 5.
- [6] Charles Petzold. Windows 程序设计 [M]. 北京：清华大学出版社, 2010.
- [7] Jeffrey Richter. Windows 核心编程 [M]. 北京：机械工业出版社, 2008.
- [8] Mark Russinovich, 等. 深入解析 Windows 操作系统 [M]. 北京：人民邮电出版社, 2012.

(作者单位：兰州石化公司自动化研究院)