

MES 系统在自来水行业管理中的应用

Application of MES System in Water Supply Management

张江洋 程韬波 (广东省科学院自动化工程研制中心现代控制重点实验室 510070)

摘要:给出了 MES 的相关概念、基本原理和策略执行的基本过程,并简单分析了 MES 系统。以水行业为例,阐述了基于 MES 技术的系统应用设计,并提出了有关问题的解决方案。

关键词:制造执行系统 自来水行业

1 引言

我国对 MES 的研究开发起步较晚,目前主要停留在 MES 思想、内涵及体系结构方面的研究上,应用系统开发一般局限于 MES 单一功能。一些大学和科研院所等单位在国家 863 计划资助下在 MES 理论与应用系统开发方面做了一定的工作。但目前存在着很多问题,例如:(1)可集成性差;(2)缺乏智能性和敏捷性;(3)缺乏非常规信息条件下的科学决策方法。

MES 是近 10 年来在国际上迅速发展、面向车间层的生产管理技术与实时信息系统,它是实施企业敏捷制造战略、实现车间生产敏捷化的基本技术手段。在我国实施的 CIMS 战略中,车间自动化一直是一个薄弱环节,而实施 MES 则是提升车间自动化水平的有效途径,因此 MES 技术的推广应用可有力促进 CIMS 的发展。另一方面,随着 CAD/CAM 及 ERP 在制造企业的逐步应用,其进一步的信息需求将迫使企业更多地考虑在车间层次构建更高效的智能自动化信息系统,发展敏捷化 MES 无疑是其必由之路,因此 MES 在我国具有广阔的发展空间和应用前景。

2 基本概念

MES, Manufacturing Execution System, 制造执行管理系统/生产执行系统。生产执行系统(MES)是企业信息化集成的纽带,是实施企业敏捷制造战略和实现车间生产敏捷化的基本技术手段,生产执行系统(MES)是近 10 年来在国际上迅速发展、面向车间层的生产管理技术与实时信息系统。

由 MES 的定义可见, MES 为一系列管理功能,而并

非一套软件系统,它完全可以是各种生产管理的功能软件集合。MESA(MES 国际联合会)通过其各成员的实践归纳了十一个主要的 MES 功能模块,包括:工序详细调度,资源分配和状态管理,生产单元分配,过程管理,人力资源管理,维护管理,质量管理,文档控制,产品跟踪和产品清单管理,性能分析和数据采集。

MES 可以为用户提供一个快速反应、有弹性、精细化的制造业环境,帮助企业降低成本、按期交货、提高产品的质量和提高服务质量。适用于不同行业(家电、汽车、半导体、通讯、IT、医药),能够对单一的大批量生产和既有多品种小批量生产又有大批量生产的混合型制造企业提供良好的企业信息管理。目前国外知名企业应用 MES 系统已经成为普遍现象,国内许多企业也逐渐开始采用这项技术来增强自身的核心竞争力。

3 系统整体框架及结构

以行业为依托构建 MES 实验室,首先开始行业模块化。不同行业之间的 MES 应用存在巨大差异,针对不同行业应用提供相应解决方案,但其整体框架是一致的:

3.1 集中的基于 WEB 的上层

它不存在与设备或系统的接口问题,其功能主要包括有限的生产能力的调度,以及 workflow/工作命令管理构件。

3.2 工厂生产管理优化层

其功能包括工厂效率(设备利用率、停产时间及废品跟踪)控制,统计过程控制,法规符合控制,批次/批量生产安排等。这样有助于 MES 在纵向和横向将数

据集结时具有明晰的界线。

由于 MES 软件正在向 Microsoft .NET 的基于 WEB 的结构和 Java J2EE 标准靠拢, MES 的集中层 IT 技术将变得很普通。但在工厂侧的维护仍需 IT 专家的支持。

3.3 建立一种共同语言

MES 的整合不是轻而易举的。问题出在工厂和企业的应用软件的数据结构不尽相同。企业和 MES 的应用程序要求共同的规格, 以便于在引入新产品和新流程时, 能有效地处理业务管理的改变, 从而确定标准的工厂侧流程。这是软件维护的矛盾。改变管理是 MES 在生命周期、低成本和迅速的投资回报等方面获得成功的关键。工厂侧的系统用基于生产、产品的语言予以处理, 然后由 MES 加以分析变换为 ERP 的术语 - 工厂最大产量和能力, 也为供应链规划和制定生产的时间进度提供相关数据。鉴于一个公司为优化产品制造和形成流水线作业, 通过它的综合 IT 系统和管理流程, 对其下属工厂的生产安排的变化有着相当直接的影响, 因此为了简化接口, 公司必须在许多技术细节方面与其下属的所有工厂和原有的综合系统取得一致。这包括: 共同的网络通信协议; 共同的数据结构; 共同的事件和通报模型; 共同的设备接口和应用软件接口; 共同的应用程序整合方法; 共同的业务间 (B2B) 信息格式。如果每一个工厂都用相同的操作系统和中间件, 上述问题就变得容易了。但是, 许多工厂却用了好几种操作系统和好多种组件结构, 这样就有待于发展共同是一系列的 MIS (计算集成制造系统) 的工业标准, 从参考模型到目标模型, 再到 XML 纲要和数据模型。这将极大地简化应用软件和接口的设计、维护和管理方法的改变。

3.4 建立一种共同的通信协议

随着新一代以 XML 为基础的应用软件 - 可重用基本设计架构 (A2F, Application - to - Framework) 的企业应用软件接口 (EAI) 问世, IT 的亚结构为建立企业和工厂接口可减少 50% 的成本。随着技术的成熟, 实现 MES 的成本及 MES 的维护成本将持续走低。许多当前的整合实践使用了应用软件间 (A2A, Application - to - Application) 的接口, 在整个企业的 IT 系统中用了许多不同的通信协议和语言。这样, 当产品和流程变化, 用户需要对 MES 进行维护。虽然许多公司已安装了 A2A EAI 软件, 建立了接口库存系统和点对点接口进

行变换 (mapping)。但使用 A2A EAI, 如果工厂和企业内外的多个应用软件在运行时, 会使任意应用软件之间的相关数据变得复杂化。在 A2F EAI 软件中, 信息独立地在许多不同的系统和应用软件之间传送, 而可重用基本设计架构充当解释、翻译和指导。由此可见, 采用 A2F 的技术路线, 使公司在实现新的功能性方面得以增进。在此基础上形成的整合架构, 为将现有系统升级为性能价格比远高于目前的 IT 系统创造了前提条件。A2F 带来的另一重要优点还表现在, 它把工厂和企业的流程从基于应用的限制加以抽象, 并首先构成数据模型。于是公司可为获取高年利润率和扩大市场进行最佳决策, 而不必顾及个别软件模块的限制。

3.5 建立有效的管理改变机制

为了有效地处理 MES 的许多改变, 需要把一种专门的改变管理机制 (CMS, change management system) 和指导委员会纳入企业的组织之中。MES 指导委员会应进行全面的决策和在规范的基础上使改变活动得到优先处理。

3.6 正确地评估症结所在

在一个企业开始其漫长的管控一体化进程时, 最艰巨的任务是在实现 MES 的第一阶段识别出效率最差的流程。一般来说, 工厂人员仅以一种定性而又带有一定的主观臆断的方式了解生产的瓶颈和浪费所在, 缺少充分的数据予以验证。为了证明 MES 项目的可行性和确定投资回报周期, 必须对制造过程作定性分析和评估, 找出瓶颈和优先解决的范围。如果环境允许, 先从小范围起步。在第一和第二阶段, 只在二至三个自动化区进行试点, 且只与企业管理系统作很少的整合, 甚至不作整合。之所以作出这样的折衷, 是基于以下的考虑: 项目不大, 但也能完整的整合系统提供一个内容广泛的数据模型。因此, 可在选择软件要包括哪些必要的功能性方面, 为第三阶段及以后的发展作出明智的抉择。如果经济上没有问题, 基本上应使整个系统可视化, 这样便于对制造过程和是否满足设计要求进行评估。

3.7 对事务负荷和数据模型的要求作出定量分析和配置

一旦完成制造过程评估, 在选择软件之前首先要把各种要求加以确定并冻结。在分析数据库事务和数据负载中选择软件, 结果导致数据模型的确立。此分

析勾画了在最坏的情况时的数据长度、发生最坏情况的次数,以及在一个生产进行过程中同时出现的事务类型,在此时 MES 不致造成生产周期时间变慢。一般地说,带宽和响应问题主要来自一大批参数数据、测试算法、工作命令,以及在一个单一客户过载问题。一旦确定了数据模型和事务规范,便可以选择软件的体系结构,以使这些规范达到最佳。许多用户跳过数据建模过程,仅基于外在的特性要求就去采购软件。这或许会导致数据库处于很不正常和存取。

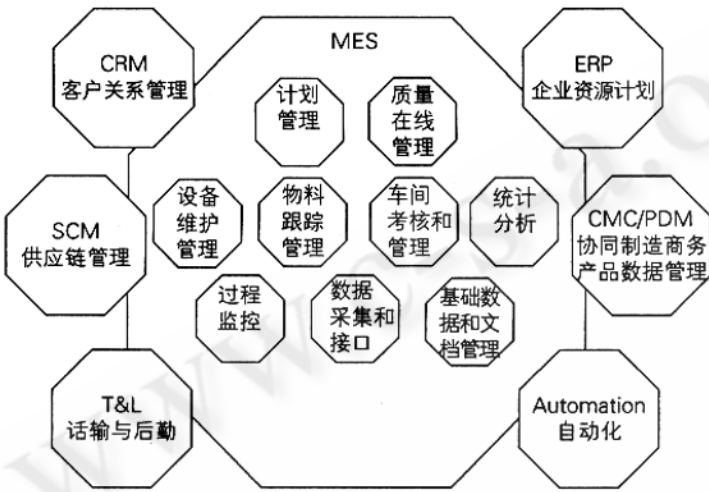


图 1

4 应用案例

与通用的 MES 系统不同的是,该系统是根据我们多年的自来水行业经验设计,根据实际情况,我们重点突出了生产、质量、设备管理的三条主线,围绕它们进行设计、开发,以适应自来水厂生产的实际情况,满足自来水厂现场生产管理的需要。水厂的 MES 是建立在完善的生产数据采集和监测系统、水质检测器具等各类数据采集系统上的,把数据采集用于生产的实时指挥、水质的在线控制、设备的预防维修上,由此为自来水企业提供一种全新的生产管理新模式,使自来水企业的生产管理上升到全新的高度,具体实施要求如下:

(1) 利用数据采集系统所获取的实时数据实现生产过程、水质的在线监控,提高快速反应能力,促进生产管理由被动指挥型向以预防为主、在线控制的主动实时指挥型管理体系发展。

(2) 利用数据采集所获取的实时质量数据实现对水质的在线监控,建立对水质参数变化的预防报警机

制,预防水质问题的发生,并尽可能的通过对水质检测器具的质量检测数据自动采集,加快检测结果的反馈速度,把水质问题的影响降低到最小。

(3) 利用数据采集所获取的设备状态及相关数据,使对设备的应急维修逐步过渡到有针对性的预防维修,建立设备故障报警机制,提高技术人员对设备故障的反应速度,建立维修专家支持系统,促使维修工作标准化,提高维修工作效率,提高设备的运行效率和对质量的保证能力。

水厂 MES 主要有九大功能模块,其与各系统之间的关系如图 1 所示。

(1) 计划管理模块包括:设置工作计划(工作日历);根据是生产计划,自动生成作业计划(月/日/班);水生产作业计划(日/批次)的编制和调整;能力平衡测算(主要辅料)和计划进度跟踪。

(2) 基础数据和文档管理模块包括:质量标准维护和查询;工艺控制参数维护和查询;设备基本信息维护和查询和维保项目信息维护和查询。

(3) 质量在线管理模块:指根据质量标准,对数采数据进行自动判断,超标情况进行报警,实现水质在线控制和统计分析。

(4) 设备维护管理模块包括:设备运行和维修记录管理;以周期性项目为基础的维护、保养、点检计划管理和生成维修备件领料单和清单。

(5) 物料跟踪模块:指系统提供原辅料消耗及批次跟踪。

(6) 员工考核和管理模块包括:在数采数据基础上对机台进行考核(质量、消耗、产量、设备)和水厂人员管理。

(7) 统计分析模块:指以数采为基础的生产、消耗、质量、设备等信息统计分析和提供可视化的几种图示方式。

(8) 过程监控模块:包括实际净水能力、设备完好情况,自动制定配泵方案、日水量分配和小时水量分配实时数据,告警显示;提供图形显示平台和提供各种调度指令。

(9) 数据采集模块:包括管网动态水量和压力平衡实时数据采集和水质检验检测数据采集。

由于自来水企业制造集成系统是面向自来水生产全过程,为实时生产管理服务的。因此,设计和实施自

来水厂制造执行系统 (MES) 必须根据水厂的实际情况, 结合制造执行系统 (MES) 发展趋势, 采用以下关键技术:

4.1 高通用性的综合集成技术

该技术具体体现在以下三个方面:

(1) 建立高通用性的构架, 我们将水厂实施的制造执行系统的结构分为三个层次: 领域层、对象层和基础架构层。三层之间相互独立, 从而为 MES 的高度集成性实现提供了技术保证。基础架构层是基于 CORBA、RMI (RemoteMethodInterface) 和 DCOM 等公共标准规范而建立的, 是一种理想的软总线, 尤其 CORBA 的分布对象技术, 可以通过装配或扩展对象实现一个特定的应用软件系统, 对象可以在不影响系统中的其它对象交互关系的前提下被修改, 真正实现软件构件的即插即用。有关遗产系统可以通过封装成一个对象, 而有效地实现与其它系统的交互, 从而为高度的通用性打下坚实基础。

(2) 提高可集成性: 从技术发展角度和用户需求来看, 软件结构本身应能与其它应用系统集成, 做到信息共享和资源共享。因此我们在进行软件结构的设计时, 充分考虑到这一点, 不仅提高了企业 MES 中遗产系统的生命周期, 降低对信息系统的投入, 同时, 也为目前及将来选择较为合适的各种软件提供了更大的空间。

(3) 提高互操作性: 水厂采用 SYBASE 的 Power-Desinger8 数据库, 统一的数据库平台以及该平台的开放性保证今后可从不同的 MES 系统以及各 MES 系统中不同模块中裁剪不同的功能, 以满足某个特定任务的需要, 实现互操作。

综上, 该系统集成了多个厂家的数据采集系统、管理系统的数据库, 并进行实时数据传递, 将数据集成到厂服务器, 构成统一的数据平台, 并在此基础上开发出多种实时应用。

4.2 基于微软的 .NET 平台开发技术

由于微软的 .NET 平台具有以下特点:

(1) .NET 框架旨在实现下列目标

① 提供一个一致的面向对象的编程环境, 而无论对象代码是在本地存储和执行, 还是在本地执行但在 Internet 上分布, 或者是在远程执行的。

② 提供一个将软件部署和版本控制冲突最小化的代码执行环境。

③ 提供一个保证代码 (包括由未知的或不完全受

信任的第三方创建的代码) 安全执行的代码执行环境。

④ 提供一个可消除脚本环境或解释环境的性能问题的代码执行环境。

⑤ 使开发人员的经验在面对类型大不相同的应用程序 (如基于 Windows 的应用程序和基于 Web 的应用程序) 时保持一致。

⑥ 按照工业标准生成所有通讯, 以确保基于 .NET 框架的代码可与任何其他代码集成。

(2) .NET 代表今后的技术发展趋势

.NET 企业服务器系列软件组成了微软下一代网络系统。使用 .NET 技术, 可以充分利用微软开发的相关技术和产品, 适应今后的技术发展。

从而决定系统开发采用是在微软的 .NET 平台上进行开发, .NET 是一个软件平台, 可以连接着信息、用户、不同的系统和设备, 它简化了在高度分布式 Internet 环境中的应用程序开发。

通过 MES 系统在水厂的应用实施, 系统根据水公司调度指令、实际净水能力、设备完好情况, 自动制定配泵方案、日水量分配和小时水量分配, 选定出合理的生产运行方式; 根据公司调度指令计算机在线修正生产运行方式, 实现在保证管网动态水量/压力平衡基础上的计算机辅助人工调度, 达到合理生产; 根据水质变化情况, 自动调整工艺流程, 达到保证出厂水质的目的。并且可对水厂各种信息 (数据) 进行分析及汇总, 为领导决策提供有力依据。

5 总结

制造执行系统 (MES) 弥合了企业计划层和生产车间过程控制系统之间的间隙, 是制造过程信息集成的纽带。MES 通过强调制造过程的整体优化来帮助企业实施完整的闭环生产, 同时也为敏捷制造企业的实施提供了良好的基础。深刻理解 MES 这一先进的管理思想, 把握它的发展趋势, 对于如何在自来水行业正确的研究和推广 MES 应用具有重要的理论和应用价值。

参考文献

- 1 王志新、金寿松编著,《制造执行系统 MES 及应用》[M], 北京: 中国电力出版社, 2004. 4.