



卷烟企业制造执行系统（MES）框架与实践

虞文进¹, 王金亮², 鲁京序³

(1. 宁波卷烟厂, 浙江 宁波 315040)

(2. 国家烟草专卖局, 北京 100053)

(3. 成都卷烟厂, 四川 成都 610051)

摘要: 阐述制造执行系统（MES）的原理，并着重就卷烟企业制造执行系统在信息化中的定位进行了探讨，结合宁波卷烟厂制造执行系统（MES）的实践，提出了卷烟企业制造执行系统（MES）的设计原则、功能、实施要求和关键技术。

关键词: 卷烟企业；制造执行系统（MES）；系统设计

坚持不懈的信息化建设工作，使卷烟企业已经初步建立起了以企业资源计划（MRP II/ERP）系统为核心的企业管理信息系统，提高了企业的管理水平，同时也对信息化工作提出了更高的要求。由于上层生产计划管理受市场影响越来越大，明显感到计划跟不上变化。面对客户对交货期的苛刻要求，面对更多产品的改型，订单的不断调整，企业决策者认识到，计划的制订要依赖于市场和实际的作业执行状态，而不能完全以物料和库存回报来控制生产。而企业资源计划（MRP II/ERP）系统主要是针对资源计划，这些系统通常能处理昨天以前发生的事情（作历史分析），亦可预计并处理明天将要发生的事件，但对今天正在发生的事件却往往留下了不规范的缺口。找出任何影响产品质量和成本的问题，提高计划的实时性和灵活性，同时又能改善生产线的运行效率已成为每个企业所关心的问题。

制造执行系统（MES）恰好能填补这一空白。MES是处于计划层和车间层操作控制系统SFC之间的执行层，主要负责生产管理和调度执行。它通过控制包括物料、设备、人员、流程指令和设施在内的所有工厂资源来提高制造竞争力，提供了一种系统地在统一平台上集成诸如质量控制、文档管理、生产调度等功能的方式。从而实现企业实时化的ERP/MES/SFC系统。改善生产组织、缩短生产周期、减少在制品数量、减少生产提前期，提高产品的质量和降低人力资源消耗。

1 制造执行系统（MES）概述

MES按其发展可分为二个阶段：传统的MES（Traditional MES，T-MES）和可集成MES（Integratable MES，I-MES）。由于T-MES系统是基于预先设定的程式进行系统开发的，因此，存在以下一些不足之处：

(1) 开发此类系统成本高、效率低，并隐含着较大的风险，如过程有微小变化，就可能导致系统不能正常运转，系统的稳定性差。

(2) 通用性差。目前市场上的制造执行系统由于没有一定的技术规范指导，因而使得系统的开发周期长、投资大，限制了系统中的对象交互。

(3) 可集成性弱。目前，某些具有集成功能的MES，虽能实现与上层事务处理和下层控制系统的集成，但也仅仅局限于某个特定的系统或功能，使得MES系统能力大打折扣。

(4) 缺乏互操作性。互操作性是系统敏捷性的一个重要标志。企业采用的数据库、操作系统是异构的，在分布式生产环境下，需要从不同的MES系统中裁剪不同的功能，以满足某个特定任务的需要，实现互操作。目前市场上的传统制造执行系统基本上没有此类功能。

为了解决传统制造执行系统存在的问题，出现了可集成MES，可集成MES结构分为以下三个层次：领域层(domain-specific layer)、对象层(object layer)和基础架构层(low-level infrastructure layer)。三层之间相对独立，从而为可集成的MES的实现提供了技术保证。它将模块化应用组件技术应用到MES的系统开发中，是两类T-MES系统的结合。从表现形式上看，具有专用的MES系统的特点，即I-MES中的部分功能作为可重用组件单独销售；同时，又具有集成的MES的特点，即能实现上下两层之间的集成。此外，I-MES还能实现客户化、可重构、可扩展和互操作等特性，能方便地实现不同厂商之间的集成和遗产系统的保护，以及即插即用等功能。

尽管MES软件的研究和开发取得了明显的进展，但在技术规范性和成熟程度方面还有较大的差距。如何解决MES软件的行业适应性问题，一直没能得到很好地解决，从而阻碍了MES软件产品市场的形成。软构件技术的发展，为MES软件产品化带来了新的契机，可集成MES软件成为发展方向。

2 烟草企业制造执行系统（MES）在信息化中的定位和功能结构

2.1 制造执行系统（MES）在信息化中的定位

我们宁波卷烟厂在不断技术创新的同时，潜心研究探索烟草企业管理发展的方向，努力把国际先进的管理思想与中国烟草企业的实际有效地结合起来，认为MES作为面向制造的系统必然要与企业其它系统有密切关系，MES在其中起到了信息集线器（Information Hub）的作用，它相当于一个通讯工具，为其它应用系统提供控制层的实时数据。在烟草企业中，MES与其他系统的接口如图1所示。

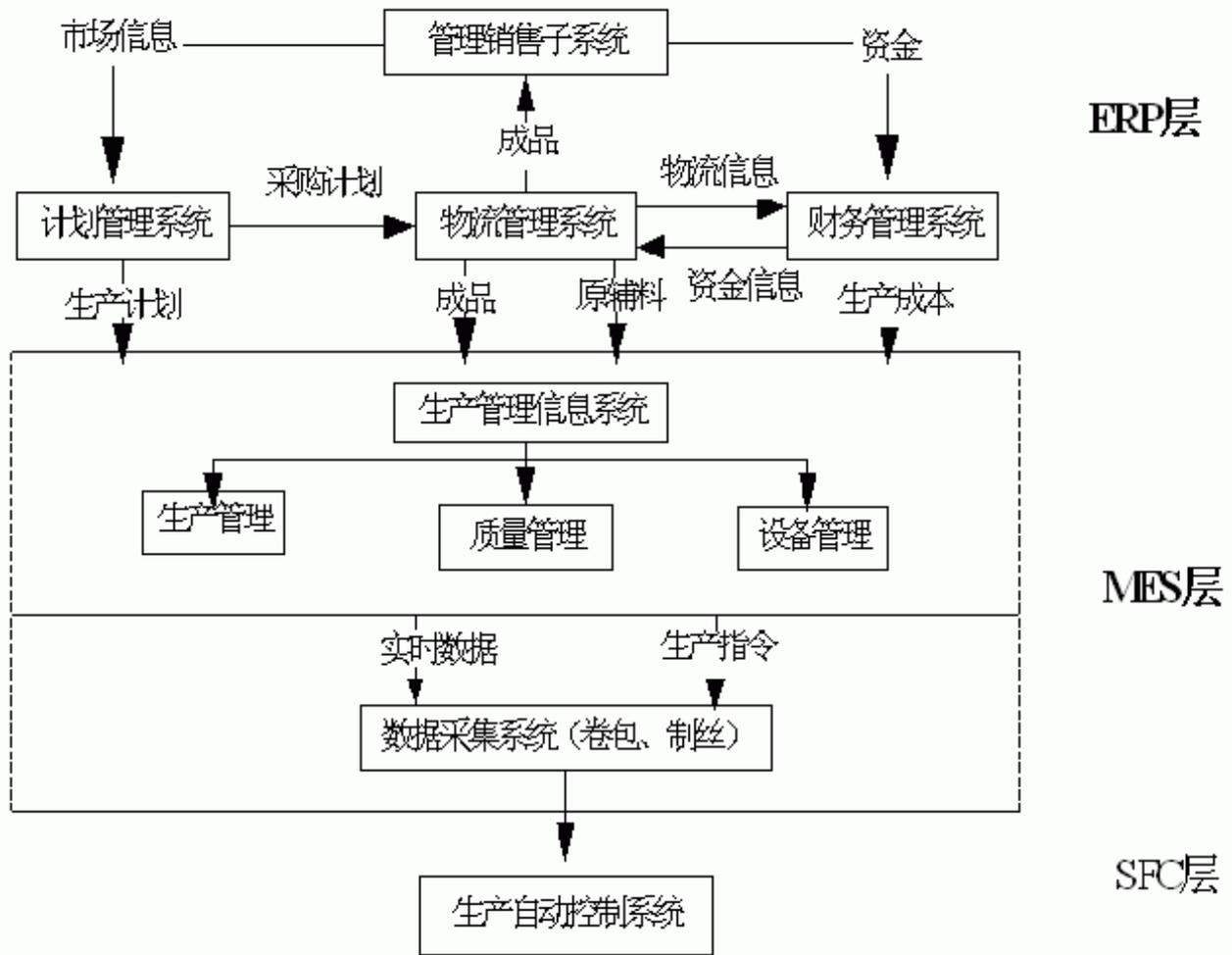
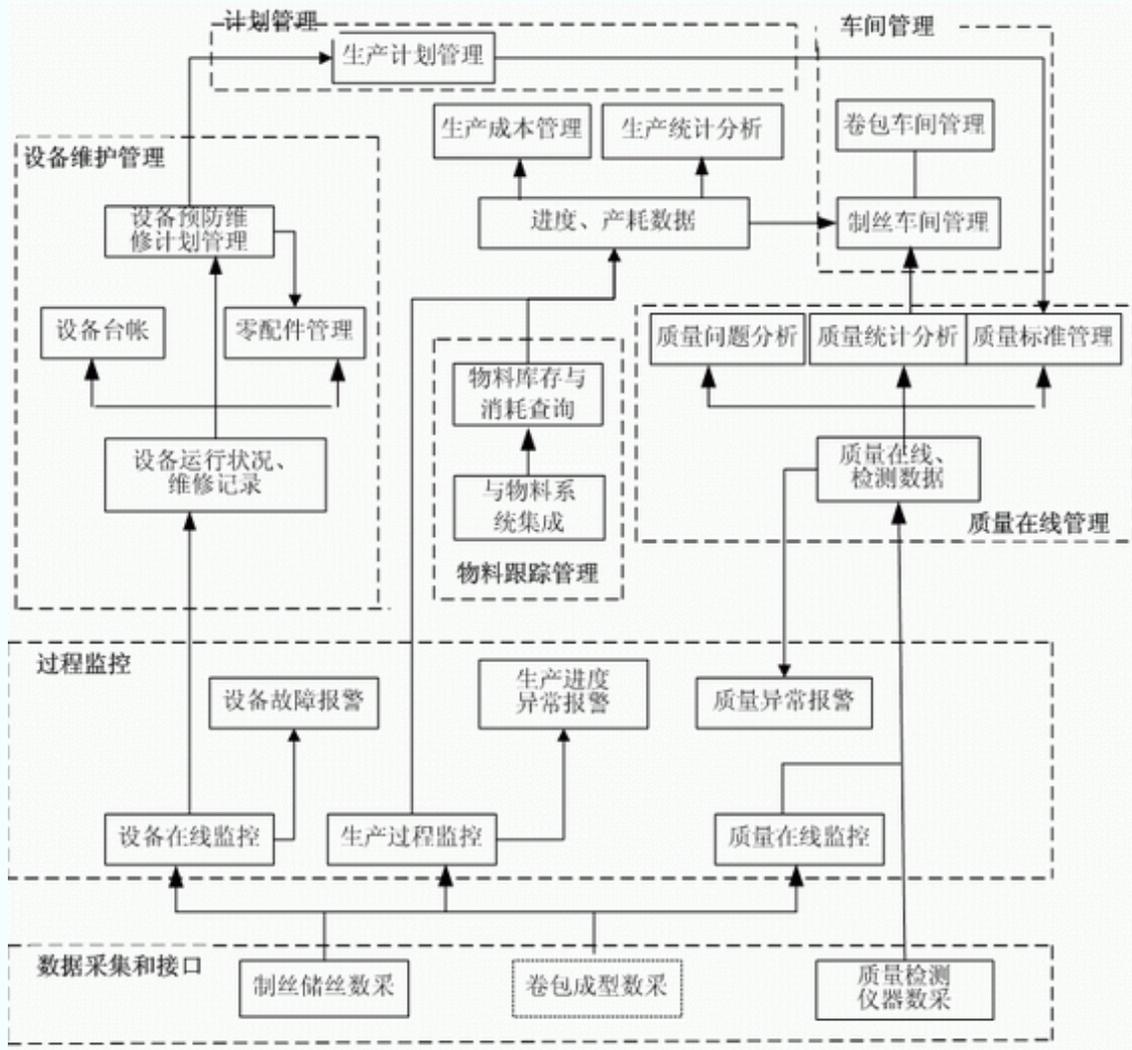


图1 MES与其他系统的接口

2.2 卷烟企业制造执行系统（MES）的功能结构

卷烟厂生产管理信息系统是建立在完善的制丝（储丝）数据采集系统、卷接包数据采集系统、质量检测器具等各类数据采集系统上的，对于数据采集系统，在烟草行业的应用一直有一个误区，过去大家把数据采集系统的应用定位于重点采集生产的消耗数据，为机台考核及成本核算服务，这种定位实际上是错误的，因为再精确的采集也无法做到将生产过程中的边角余料（例如每个卷烟盘纸的剩余部分）以及人为的浪费采集出来，机台考核及成本核算只能以仓库发出的领料数为准，错误的认识极大地阻碍了数据采集系统在烟草企业的应用，因此，尽管很多企业纷纷建立了数据采集系统，但真正发挥实际效益的极少。我们认为应该把数据采集用于生产的实时指挥、质量的在线控制、设备的预防维修上，由此为烟草企业提供一种全新的生产管理模式，使烟草企业的生产管理上升到全新的高度。

MES功能结构图如图2所示。



附：
 统计分析包括：质量统计，生产统计，设备统计；
 基础数据和文档管理包括：质量标准和设备的基础数据和文档的管理。

图2 MES功能结构图

MES主要有九大功能模块，与各系统之间的关系如图3所示。

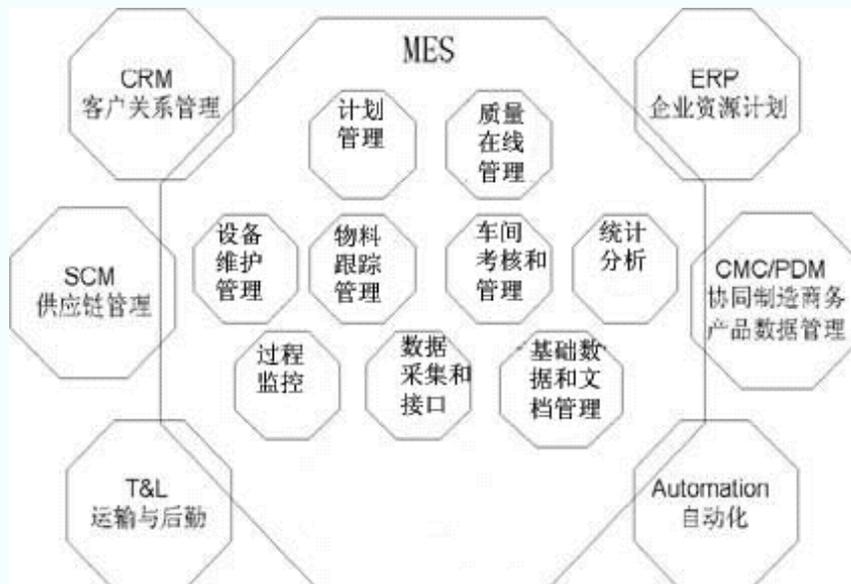


图3 MES功能模型

1) 计划管理模块包括：设置工作计划（工作日历）；根据产销衔接计划，自动生成卷包作业计划（月/日/班）；制丝作业计划（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，实现质量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、点检和润滑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) 车间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）和车间人员管理。

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7种图示方式。

8) 过程监控模块：包括集成制丝线、储丝楼、卷接包、成型、装箱实时数据，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：包括制丝、辅料、卷接包、成型、装箱实时数据采集和质量检验检测数据采集。

2.3 卷烟企业制造执行系统（MES）的设计原则

根据上述卷烟企业MES系统定位和功能，结合烟草行业信息化系统建设原则，我们认为卷烟企业MES系统建设应遵循以下设计原则：

a. 系统应遵循“实用、可靠、先进、经济、完整”的原则，突出实用性、符合MES功能规范，确保系统的安全性和可扩充性。

b. 系统要充分体现MES的实时性、执行性、集成性和可视性等特点。

c. 方案设计应在：生产计划调度、设备管理、质量管理、基础数据和文档管理、车间管理、数据采集、统计分析、物料跟踪和车间考核功能等方面展开。

d. 系统设计应注重业务流程集成为主，总体规划，分步实施。

建成的系统应达到以下目标：建成一个统一的生产指挥调度平台；通过关键点的数据采集提供整个生产过程的数据分析；实现以数据采集为基础的车间考核功能；提供质量的在线跟踪控制和预警提示；实现与已有系统的有机集成。

3 宁波卷烟厂制造执行系统（MES）实践

3.1 宁波卷烟厂制造执行系统（MES）实施要求

与通用的MES系统不同的是，该系统是根据我们多年的烟草行业经验设计，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，以适应宁波卷烟厂生产的实际情况，满足宁波卷烟厂现场生产管理的需要。我厂的MES是建立在完善的制丝储丝数据采集系统、卷接包数据采集系统、质量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、质量的在线控制、设备的预防维修上，由此为烟草企业提供一种全新的生产管理模式，使烟草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、产品质量的在线监控，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在制品质量的在线监控，建立对质量参数变化的预防报警机制，预防质量问题的发生，并尽可能的通过对质量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，把质量问题

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。

3.2 关键技术

由于卷烟企业制造集成系统是面向卷烟生产全过程, 为实时生产管理服务的。因此, 设计和实施宁波卷烟厂制造执行系统 (MES) 必须根据我厂的实际, 结合制造执行系统 (MES) 发展趋势, 采用以下关键技术:

3.2.1 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, 我们将我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 (Remote Method Interface) 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: 我厂采用SYBASE的PowerDesigner8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。

3.2.2 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。

3.2.3 品质管理技术

为保证系统实施的质量，专门制定并发布了品质管理制度，并在品质管理制度下开展品质管理工作。具体包括以下3点：

(1) 统一规范。

我们根据系统的开发特点，统一了系统开发标准，制定了各种开发文档和编程规范。

(2) 配置管理。

采用Microsoft公司的VSS进行配置管理，并对程序提交进行规定，在公司每天提交一次；在现场每周提交一次。

(3) 检查与测试。

设置专职的品质管理组，按规定对文档进行检查，对提交的程序进行测试。测试结果采用公司自己开发的品质管理软件管理。公司管理人员、开发人员、品管人员通过品质管理通过软件，能及时查询检查和测试的结果。

3.2.4 项目管理技术

为保证项目进展顺利，我们在实施过程中采用项目管理，具体措施如下：

(1) 明确项目目标与范围。

项目目标、范围和方法是项目的甲方和乙方开展工作的基础，是合同内容的具体体现。通过对项目目标和范围的管理，明确项目目标、范围和方法产生变更时，双方能够进行及时的调整，并承担各自的责任。

(2) 建立项目组织。

项目成立了专门的项目组织，包括数采、过程监控、计划、质量、设备和品质管理等项目组，形成了完整的项目管理体系。

同时，我厂还成立了专门的项目管理组织，为系统实施提供了便利。

(3) 制定项目计划。

通过对计划的制定、发布、变更（或取消）的全过程控制，确保：加强计划的指导作用；明确各阶段工作任务和工作量；平衡工作量，合理配置资源；为检查、评价、改进提供依据。

(4) 进行项目检查与考核。

建立项目过程检查和评价制度，确保过程活动的质量和进度，同时对项目实施人员和部门的工作进行正确和有效评价。

宁波卷烟厂制造执行系统（MES）的实践是在国家局863项目专家总体组指导下进行和完成的。

4 结论

制造执行系统（MES）软件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，对于如何在烟草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] MESA International, "MES Explained: A High Level Vision," White Paper6 (Pittsburgh: Manufacturing Execution Systems Assoc., 1997).

[2] MESA International, "MES Functionalities & MRP to MES Data Flow Possibilities," White

Paper2 (Pittsburgh: Manufacturing Execution Systems Assoc., 1997).

[3] 孙宇, 陈杰, 蒋晓春, 李东波. 略论制造执行系统研究. 高技术通讯. 1999. 10: 60-62.

[4] MESA International, "Execution-Driven Manufacturing Management for Competitive Advantage," White Paper5(Pittsburgh: Manufacturing Execution Systems Assoc., 1997).

[5] Amber Computer System Inc. Integratable MES the challenge and the opportunity, advanced manufacturing research consulting [EB/OL]. <http://www.amrc.com>, 1999.

[6] "Chapter1—NIIIP Reference Architecture: Concepts and Guidelines", NIIIP Project Introduction, NIST, <http://www.niiip.org>, 1999

[7] Ed Barkmeyer, Peter Denno. "NIST Response to MES Request for Information", <http://www.nist.org>, 1998.

[8] Heaton J. Next generation plant systems: the key competitive plant operation [EB/OL]. <http://www.amrc.com>, 1998.

[9] Microsoft Corp. Microsoft windows DNA for manufacturing, white paper [EB/OL]. <http://www.microsoft.com>, 1999.

[10] J. Barry, M. Aparicio, T. Durniak, P. Herman. NIIIP-SMART: An Investigation of Distributed Object Approaches to Support MES Development and Deployment in a Virtual Enterprise. (EDOC98), 2-5 NOV. 1998.

[11] 曹江辉 王宁生, 制造执行系统现状与发展趋势, <http://www.amteam.org/>, 18-07-2002

基金项目：国家863项目2001AA411160资助

www.tobacco.org.cn All Rights Reserved.

版权所有 中国烟草学会

本网站由中国烟草物资电子商务网提供技术支持