



SIEMENS

Siemens PLM Software

MES/MOM 在“工业4.0”中的 重要作用

未来工厂制造系统的创新者指南

www.siemens.com/mom/camstar

虽然每个“工业 4.0”实施有所不同， 但那些产品、流程和规章复杂的公司 将比以往任何时候都更加需要 MES/MOM

概要

如今，我们的世界变得前所未有的移动、互联，并且更加自动化。那么，这对制造商意味着什么？

尽管每个公司的答案不尽相同，但是，德国的“工业 4.0”概述了制造商要在竞争中获胜可以采取的措施。“工业 4.0”是一项公私合作计划，目前正备受全球关注并获得一些政府的支持。

“工业 4.0”绘制了这样一个愿景：使用智能机器和材料制造智能产品。利用工业物联网 (Industrial Internet of Things, IIoT)，物理和数字价值链的某些部分可以融合成一个互联的世界。

就其本质而言，“工业 4.0”的实施将是渐进式的，而不是“大爆炸”式的。除了面向未来几十年的新的 IIoT 数据，制造业仍然需要人员和集中化的信息应用程序。



我们听到这样一个问题：

是否还需要制造执行系统 (MES)/制造运营管理 (MOM)？

是的，我们相信现在乃至将来 MES/MOM 都是至关重要的。

对于产品和生产流程复杂且快速变化的创新行业而言尤其如此。例如，半导体、电子、医疗设备、电器和运输设备等行业。它们必须满足客户和监管机构的严格要求。

从短期来看，即使是积极寻求“工业 4.0”的企业，也会同时使用智能设备以及需要 MES/MOM 指导流程的传统产品和机器。对于未完全迁移到智能产品和材料的行业，MES/MOM 将作为导管或代理向智能设备和机器提供产品数据。

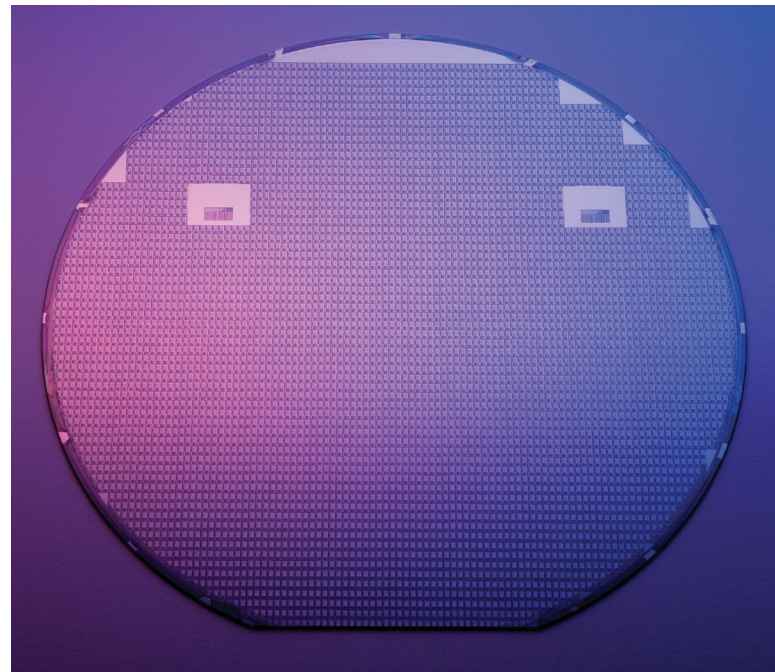
“工业 4.0”中大部分新增功能涉及流程、控制和自动化层。随着来自智能材料、机器、设备和产品的 IIoT 数据开始流动，从逻辑上来说，企业可能更愿意将新的大数据流转化为工厂内部可用的信息。这就是 MES/MOM 的重要性所在：将用于在工厂内利用此数据，以及准备数据并将数据从工厂和 IIoT 发送到其他系统。

这并不仅仅是大数据存储和分析的问题，重要的是利用数据以使其发挥意义并推动价值的实现。这些海量数据必须用于帮助在新产品和服务、客户订单以及工厂作业方面做出决策，这是现有企业应用程序的领域。

企业通常会忽略稳定快速的信息流，从而企业内部未能就主要各方面达成共识和协作。因此，企业在研究新技术的同时，还必须巩固其基础设施来支持这些新的数据流。

将跨生产、质量和流程实施的 MES/MOM 深度功能与系谱和制造智能相结合，非常适合于创建有用的环境以便此新数据流进入企业。

那么 MES/MOM 在未来工厂中是否仍能够发挥作用？是的。我们的分析显示，创新行业的公司将比以往任何时候都需要。



需要 MES/MOM 以实现以下目的：

- 存储、聚集、关联和传输生产及 IIoT 数据
- 共享信息以缩短订单和新产品周期
- 确保、加强和分析质量流程
- 跟踪、追溯和系谱自动化，确保合规
- 通过制造智能监控性能
- 让工厂可以灵活应对变更
- 充当智能产品的代理，并确保数据流可传送给非智能设备和机器

工业 4.0：未来愿景

没有人能准确知晓未来的制造厂、制造公司及制造业会如何演变。然而，毫无疑问的是您公司内一定有人正在思考这个问题。答案对于每家公司甚至每个工厂而言或许都各不相同。通常，各个公司和行业之间有许多共同的要素。

您可以考虑的一个主题是在生产中引入自动化。这并不是新观点，只是新技术的一些新角度。多年来，我们一直在谈论移动、云、社交和大数据。引入物联网 (IoT)，将智能和通信几乎内置到一切物体，无论这些物体身处何方。这些类型的自动化为制造方式、制造内容和制造方向带来了一些新机会。

它们在生产中的应用也催生出新愿景 - 在世界各地开展各种活动。制造极大地关系到经济的发展。据世界贸易组织估算，接近 80% 的全球贸易涉及商品与商业服务。各政府都希望抓住机遇在其境内发展经济和制造业。世界各地的政府和行业都在积极参与公私合作 (Public-Private Partnership, PPP)，以便通过先进技术实现制造的现代化和转型。

未来制造的公私合作

“工业 4.0”是一个专注于信息和通信技术的项目（信息学），是德国联邦政府高科技战略的一部分。其愿景是建立分散、自主的实时生产。从一开始，它就吸引了学术界和业内的知名人士。几乎每个总部设在德国的公司都拥有“工业 4.0”项目，并且许多公司获得了政府资金支持。德国联邦外贸与投资署首席执行官 (CEO) Benno Bunse 博士表示，“它将完全颠覆我们所了解的工业生产。”

www.bmbf.de/en/19955.php

一个被广泛讨论的 PPP 是“德国工业 4.0”（请参见下面的方框）。“工业 4.0”提供 2030 年前后企业将如何蓬勃发展的愿景。在这个愿景下，IIoT 等信息和通信技术将实现自动化、大批量、多品种且快速响应的制造。材料、设备和产品将与人类以及互相彼此之间进行实时通信和协作（图 1）。使用智能机器人和材料制造智能产品，智能工厂可以通过价值链进行协作。

除了公私合作 (PPP)，还有制造商、学者和技术公司的联盟。包括美国智能制造领导联盟 (Smart Manufacturing Leadership Coalition, SMLC) 和德国 Fraunhofer 研究所。

在所有项目类型中，合作组织的研究投资将超过单个公司所进行的投资。他们开发出各种框架和方法来激励各个公司的投资和战略。此外，他们还帮助确保愿景和开发的功能不会狭隘地集中于某个行业或公司的需求。

在“工业 4.0”的投资机构之间有一个话题：MES/MOM 是否仍有作用，或者每个智能产品和机器是否包含所有智能？

请注意，下一页的图 1 显示的是物体通信，但没有系统帮助将其产生的数据标准化、环境化，并对这些数据进行分析使其具有意义。这是 MES 和其他企业应用程序，例如，产品生命周期管理 PLM (Product Lifecycle Management) 和企业数据搜索，可以发挥的作用，也是应该发挥的作用。在迁移到智能设备后，迫切需要控制通信。这意味着在跨一个或多个生产设施协调信息时，MES/MOM 将发挥更重要的作用。



图 1：工业 4.0 的未来愿景：智能材料、机器和在整个内部和外部的供应链之间都被用来实现物联网。

创新行业中的公司尤其需要使其制造信息准确传送到所有站点，从而快速制定决策。对于刚着手“工业 4.0”的创新行业，MES/MOM 必须是现代化的。这意味着它不仅只在工厂范围内，而是一个企业级范围的多功能系统。（请参见下一页中标题为“MES/MOM 涵盖哪些内容？”的方框）

我们已经见证了许多用现代化MES/MOM代替了几十个孤岛式或单一功能系统的例子。从相互隔离的工厂系统过渡到更加统一的 MES/MOM，公司可以简化制造应用程序，确保对新的工业物联网数据流进行统一管理。这样，在环境中以一致、可靠的方式提供的数据将变得有用，且可以快速访问，这是真正引导灵活生产的唯一方式。

工业 4.0 将是一场革命

“对于制造管理来说，它将是完全不同的基础设施，概念与今天大为不同。”

Jonathan Chang 博士，Infineon 后端工厂集成部高级总监

MES/MOM 涵盖哪些内容？

名为制造执行系统和制造运营管理的工厂应用程序包括各种相互支持的功能。MES 是 MOM 的核心，通常包括制造执行和智能，以及至少一部分质量执行和合规。质量规划、调度和维护通常不属于 MES，而是属于制造运营。请注意，下面列出的每个主要类别包含更多我们未能在此列出的功能。

质量规划：先期产品质量规划 (Advanced Product Quality Planning, APQP) 是正式的文字保证，可以确保承包商将质量构建到程序、产品和流程的设计中。正式的定义、验证和确认的步骤将在软件中被获取并报告。

制造调度：要为每个生产工厂创建切实可行的时间表，公司通常需要软件来考虑每个生产线、机器和资源（包括人员、工具和材料）的有限能力，从而制定详细的时间表。

制造执行：这些功能通常被描述为核心 MES，可以在生产运营时为其提供可视性、跟踪和追溯，以及完整系谱。这些系统还会分派材料和作业、分配资源、收集数据、执行流程步骤和操作员认证、提供工作说明、打印标签，以及实现工厂车间无纸化。

质量执行：在制造过程中，这些功能通过统计流程控制 (Statistical Process Control, SPC)、不合格项和事件管理、纠正和预防措施 (Corrective And Preventative Action, CAPA)、追查控制、进料质量管理、抽样和测试来确保可接受的质量水平 (Acceptable Quality Level, AQL)。它们还包括各种分析功能以支持根本原因分析，以及精益生产与六西格玛工作。

合规管理：多级电子签字、可追溯性和流程执行可确保按照标准操作流程处理材料，从而满足监管和客户的合规要求。带有签名的详细自动记录可以简化监管报告和审查。

设备维护：MES 通常具有跟踪设备使用情况的功能，在某些系统中，还包括一些其他功能，可采取一些预防和纠正措施使设备保持正常运行。在广泛的 MOM 定义中，还可能包括所有维护活动，例如，材料和备件管理。

制造智能：性能仪表板根据整个工厂的关键性能指标 (Key Performance Indicator, KPI) 以及按生产线、操作员或产品的状态和性能提供工厂的企业视图。可以提供制造审查追溯、根本原因分析、异常监控和警报，以及跨多个工厂汇总信息等多种企业视图。

不断变化的需求

制造业并不是单一的行业。即使是一个细分市场（例如电子产品），也涉及数百种不同类型的公司、数千种制造流程和业务优先级。除了制造，还存在必须可在全球端到端跟踪数据的复杂的供应商、合作伙伴和分销商价值链。这一多样性意味着，对于每个公司，现在和未来的价值链对特定软件功能都有着独特且不断变化的需求。

对于那些产品复杂、生产流程经常变更且需要全面可跟踪性的创新行业，它们在未来受到的影响将会最大。这些创新行业包括半导体、计算机、电子产品、医疗设备、电力机械及运输设备。

在这些行业中，传统制造员工与其他员工的比率相对较低。其中部分原因是他们有大量的研究、开发、供应链和监管要求，这需要更多办公室工作的知识型员工。这些公司通常需要快速、有效地进行应对严苛的客户要求。他们还通常具有复杂的自动化生产流程。

各种类型的行业在未来都将有特定的工作方式。这将涉及不同的需求。下一页的图 2 显示了创新行业的业务需求，以及支持这些业务需求的 MES/MOM 功能。

对于每家公司来说，要想制定独特的愿景，实现理想的定位，关键在于：

- 战略：哪些因素能帮助我们的业务在将来取得成功？“工业 4.0”可以提高速度、可见度、灵活性、质量和一致性
- 运营：目前我们可以采取哪些措施来为高效实现将来的愿景做好准备？

很遗憾，很多对话似乎都只停留在策略层面。策略重点关注如何在推动移动技术、IIoT、智能机、大数据分析和云计算在信息物理系统 (CPS) 中运用的同时，确保安全性并节约能源。随着一些新技术投入使用，这些问题可能会变得更加突出。

不过，还有一个更大的问题，那就是：如何规范化、同步和利用所有信息？创新行业中的产品设计、材料和流程非常复杂。因此，很多企业不仅采

六大关键需求以及满足这些需求的 MES/MOM 数据

快速应对变更

- 系统必须支持操作员管理
- 跨系统协作的通用数据
- 显示灵活性指标



快速、可靠的研发和新品引入

- 跨领域协作
- 工厂功能的数字模型
- 提供完工和 MES 数据的 PLM



基于不同市场的产品调整

- 制定规则的逻辑
- 工作说明和规范
- 一个与MES分享数据的PLM, 用于管理平台、配置



高质量材料、产品

- 完善的质量系统
- 流程模型
- 看板
- 工厂采购



合规性

- 自动跟踪和追溯
- 完整记录系谱和流程
- 完整记录质量系统



一致、可靠的流程

- 流程建模
- 防错
- SPC 监控
- 看板

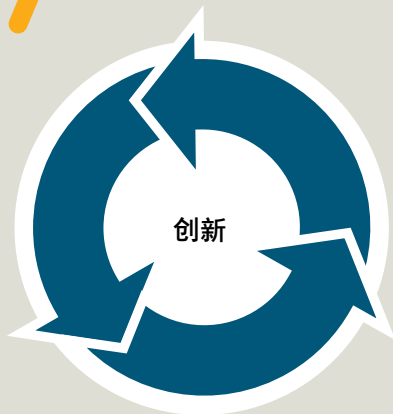
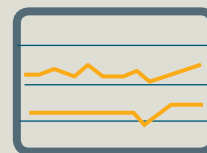


图 2：创新行业公司需要为生产车间内外的知识型员工提供全面、高质量的聚合工厂数据。MES/MOM 系统可提供上述功能。

用企业资源规划(ERP)系统，还采用 PLM、MES/MOM 以及一系列智能解决方案。

在创新行业中，大多数工厂都会转为使用“工业 4.0”形式的自动化。例外情况包括投资回报很低、已接近关闭的工厂，即使劳动力成本提高仍能保持竞争力的工厂，或者产品结构比较单一的工厂。此类工厂实属少数。大多数企业可以通过侧重于灵活性、减少错误和提高实时感知的可靠业务案例为“工业 4.0”投资提供合理理据。这种快速响应可能会成为竞争中的生存之道。

必须了解的业务规则

“自动化不是解决所有问题的万能良药，您仍然需要确定需要解决的业务问题，还必须确保对那些好的流程实现自动化。”

Mark Remson, IT 副总裁, NXP Semiconductors 信息技术与应用副总裁

面向创新行业的“工业 4.0”元素

大多数公司尚未完全了解“工业 4.0”的重要意义，因此无法预测将对其业务产生哪些影响。在智能机、材料和产品可用的情况下，可能会有大量新数据涌入系统。如果信息基础设施准备就绪，这些数据可以为过程理解、根本原因分析和决策带来目前无法想象的价值和粒度。

这可能会提高对实现快速响应这一主要目标的六大功能的需求。

1. **速度**：诸如图 2 中所示的业务需求对速度有较强的依赖。不管是引入新产品、工程和零部件更改、客户需求还是质量或成本方面的流程改进，都必须快速、完美地完成。考虑到产品、流程和供应链的复杂性（更不用说合规性方面的要求），速度是一个实实在在的挑战。

2. **自动化控制**：创新公司可以通过自动化来解决速度和复杂性方面的挑战。其中包括投资于支持 IIoT 的智能机以及使设备能够实时提供流程和生产条件信息的控制。可能还包括针对设备、材料和产品实现 IIoT。
3. **连接**：即使是智能设备，也需要可靠的信息结构来接收数据，才能帮助提高公司业绩。否则可能会出现自动化孤岛，这种情况下最多只能提供局部优势。彼此隔绝的自动化孤岛只关注本地工厂的优化，往往会对整体业绩产生负面影响。例如，将运转较慢的一台设备的吞吐量和速度最大化只会导致更多在制品 (WIP) 库存，而不会提高最终生产率。
4. **见解**：理想情况下，每台机器的数据都可以帮助总体了解工厂运行状况。这种见解可以带来更出色的业务结果。每个工厂区域的决策者和公司不仅获得数据，还能够加深理解。这些顿悟的时刻是有效创新的基础。

ISA 95 层级 – 明确的活动设定

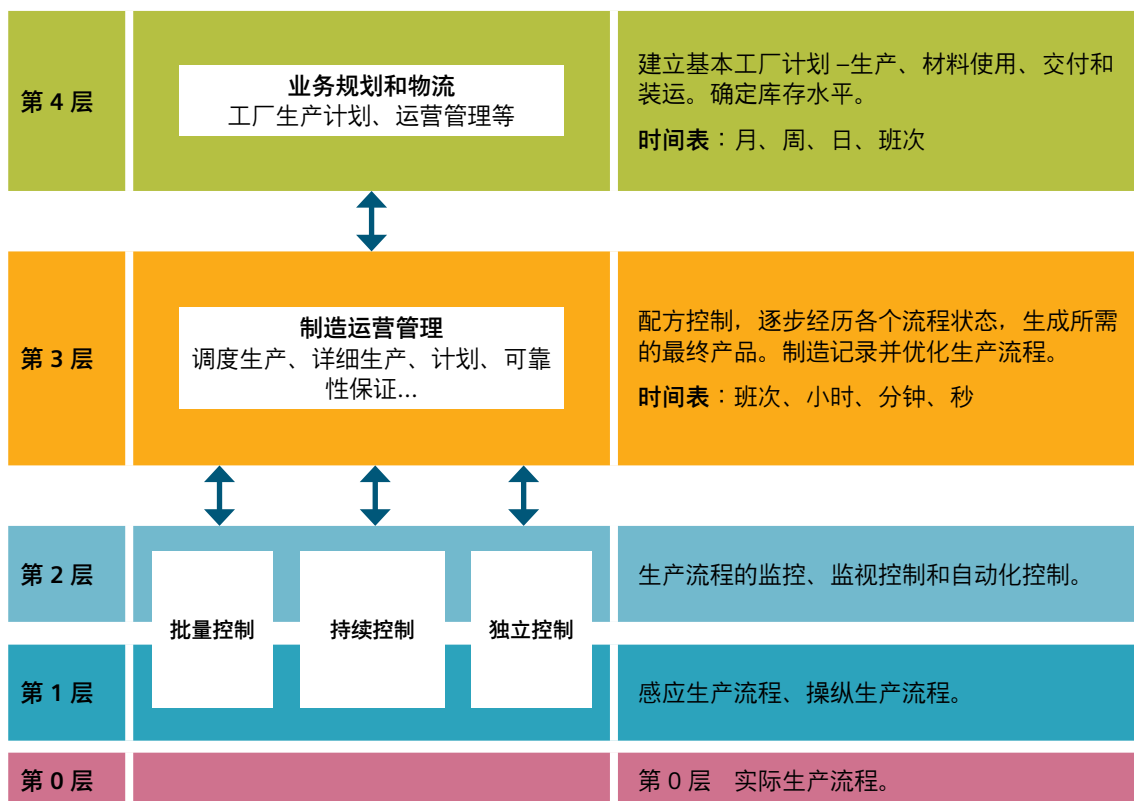


图 3 : ISA-95 IEC 62264:2013 四层架构。工业4.0的成功不仅依赖于在底层大量使用新技术，还需要在第3层和第4层实现完美集成，这样才有助于制造企业获得成功。

5. **有效措施：**确定应对方式后，公司必须信心满满地快速采取协调一致的措施。“工业 4.0”的愿景是在尽量减少人工干预的情况下对材料、机器和产品使用 IIoT，从而实现活动的自动化。然而，计划外的意外事件需要创新型响应，从而赢得竞争优势。这不仅需要分析，还涉及工厂范围和企业级别的决策者。
6. **不受位置限制的灵活性：**现在，很多公司都力求使产品设计、构建和交付不受位置限制，通过高效的标准化流程提高本地响应速度。一些公司正在转为本地生产。而诸如医疗设备生产商 Stryker Corporation 等其他公司则准备关闭规模较小的工厂，打造高度灵活的大型工厂，利用规模经济效应生产更广泛的产品。在这种复杂的全球化企业模式中，公司不仅要控制产品流，还要控制信息流。

这就需要强大的系统，不仅用于设计和构建，而且还可以处理供应链以及整体产品数据可访问性和分析。因此，创新行业的公司还必须通过应用软件实现信息任务自动化。在大多数创新型公司中，国际自动化学会 (ISA-95) 和国际电子技术委员会 (IEC 62264) 模型（图 3）的每一层已经填满应用程序。根据我们的经验，大多数拥有现代化软件的公司会增加这些数据丰富的应用程序，而不是替换。



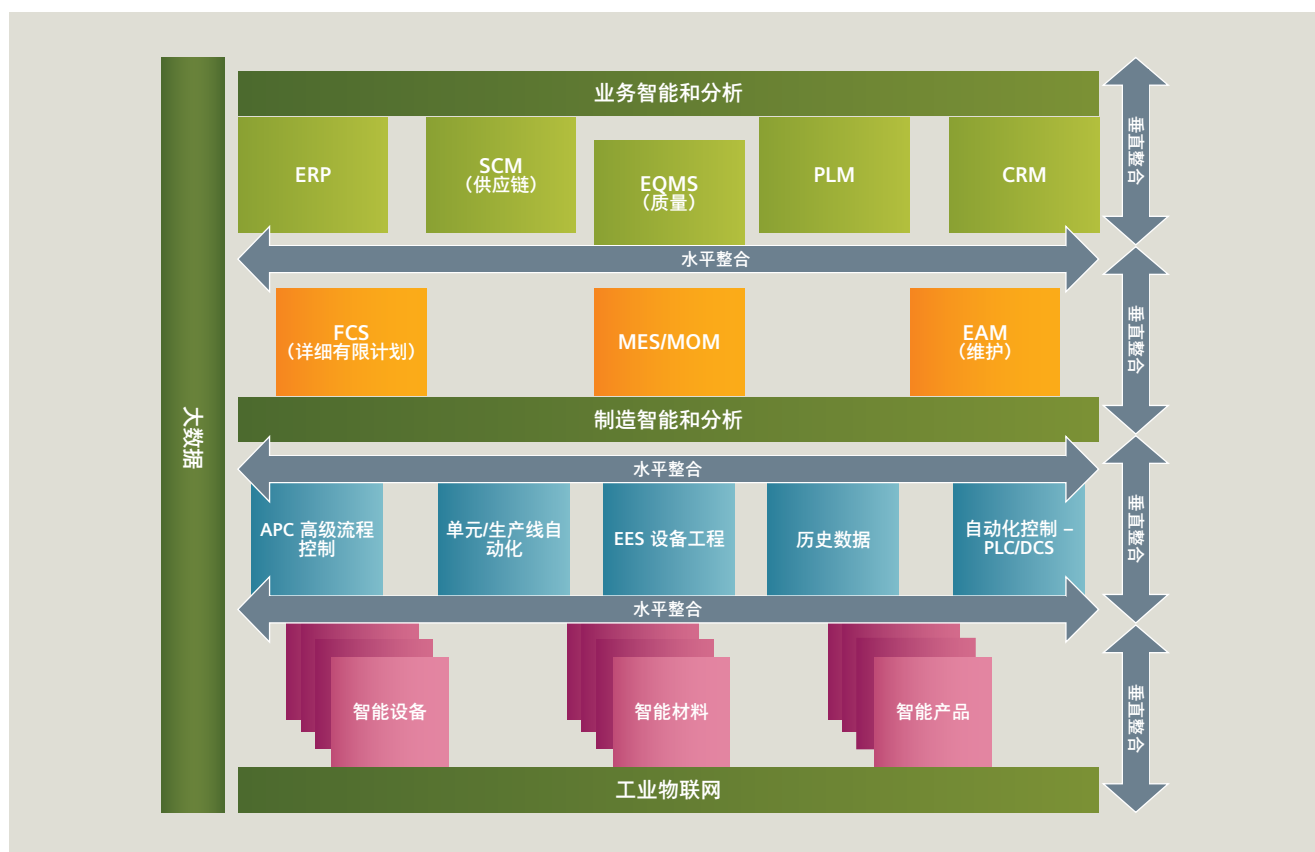


图 4：大多数未来的“工业4.0”工厂的特点是大量应用软件和技术之间水平和垂直的集成。这些应用程序相互依赖。

信息架构

“工业 4.0”没有一站式的解决方案，也不是一朝一夕能够解决的事情。构建“工业 4.0”路线图并不意味着一定要摒弃您的现有系统。许多公司已经将旧的应用程序更换为现代化的系统。合理的方法是构建并形成核心系统，同时实现缺失的功能。

与之前的创新一样，现有技术保留不动，因此新技术需要整合进来。在此过程中，各个系统之间会变得相互依存。对于包含逻辑的每个应用程序，数据来源可能会有所不同。这就需要数据存储、渠道以及规范化方法，并将相互独立的数据实际应用于运营的环境中。

以智能的方式使用这些数据需要统一的数据清理和搜索平台。幸运的是，此类软件产品已经问世，可以用于处理大数据。产品生命周期管理已经能够为扩展企业提供产品数据访问、管理和协作，但并不是所有企业都已广泛实施。

挑战在于，即使是在技术上非常专业的创新行业，大多数公司的现有应用程序基础设施仍存在严重的不足。从而导致公司无法利用所有可用的数据创造出全新的见解。

公司必须解决信息不足的问题，这样才能实现未来愿景。否则，从信息物理系统添加大量的分散数据只会制约信息系统的功能。

这就好比在地基有裂缝的建筑大楼内建造更多的楼层。在这种情况下，系统的性能和企业的业绩可能会下降！这种风险是公司无力承担的，对于创新行业来说更是如此，因为有很多根据行业需求量身定制的系统，竞争对手一定也有这些系统。

图 4 显示了已有的和更新的所有拼图如何拼接在一起共筑“工业 4.0”的成功。请注意，各层之间存在垂直整合，每一层中各应用程序之间存在水平整合。

公司需要一组平台来满足各种信息需求。

- 必须使用数据管理平台在企业及其生态系统中快速清理、规范化和搜索数据。
- 通过既现代又稳健的PLM创新主干系统就能根据生态系统的非实时数据实现产品和生产流程协作
- 为了在此环境中获得生产运营和 IIoT 数据相关见解，具备制造智能的 MES 毫无疑问是必不可少的一个企业平台
- 对于程序质量和质量文档，可以使用企业质量管理 (EQMS) 平台
- 大数据清理、搜索和分析将伴随所有内容。这一全新的系统对于使用所有应用程序、层和业务流程中的所有数据至关重要。没有它，特定数据集的全面影响在短期内可能并不明确，需要由创新行业来决定并采取相应措施
- 现代化 MES/MOM 将作为生产和智能设备、材料以及流程数据聚集和环境的平台。MOM 可能除传统 WIP 和系谱功能外还包含一系列广泛的其他功能，

例如计划、维护、质量规划等。图 5 说明 MES/MOM 处于制造商的所有重要流程的中心

尽管所有公司可能都需要以上的每一个平台，但这并不意味着所有公司都希望或需要图 4 和 5 中所示的所有应用程序和连接。公司会在垂直和水平方向确定优先实施和连接哪些平台。

如您所见，我们认为现有应用程序套件及其逻辑不会消失。公司仍会需要 PLM、MES、EQMS、ERP 以及客户关系管理 (CRM) 系统。我们看到，这些系统已经用于整合预测分析、云计算以及社交或协作工具。这些成为需要增加诸如 IIoT（在机器和产品中）以及大数据清理、规范化和分析等新技术的公司的基础。

各种技术的逻辑将从其他系统提取数据，而在这些技术之间建立数据传输渠道也是至关重要的。为了让“工业 4.0”的愿景成为现实，应用程序和技术之间快速且可靠的信息流将提供必备的基础。因此，当前系统之间的整合和信息流非常重要。

很遗憾，图中并不总是显示信息流。“工业 4.0”路线图中有一个例外，它使用某一版本的 ARC 咨询小组模块，并且 MES 位于四个主要流程的汇合位置。技术、工厂、产品和订单进展，它们都包含一个共同的元素：生产信息或 MES/MOM。

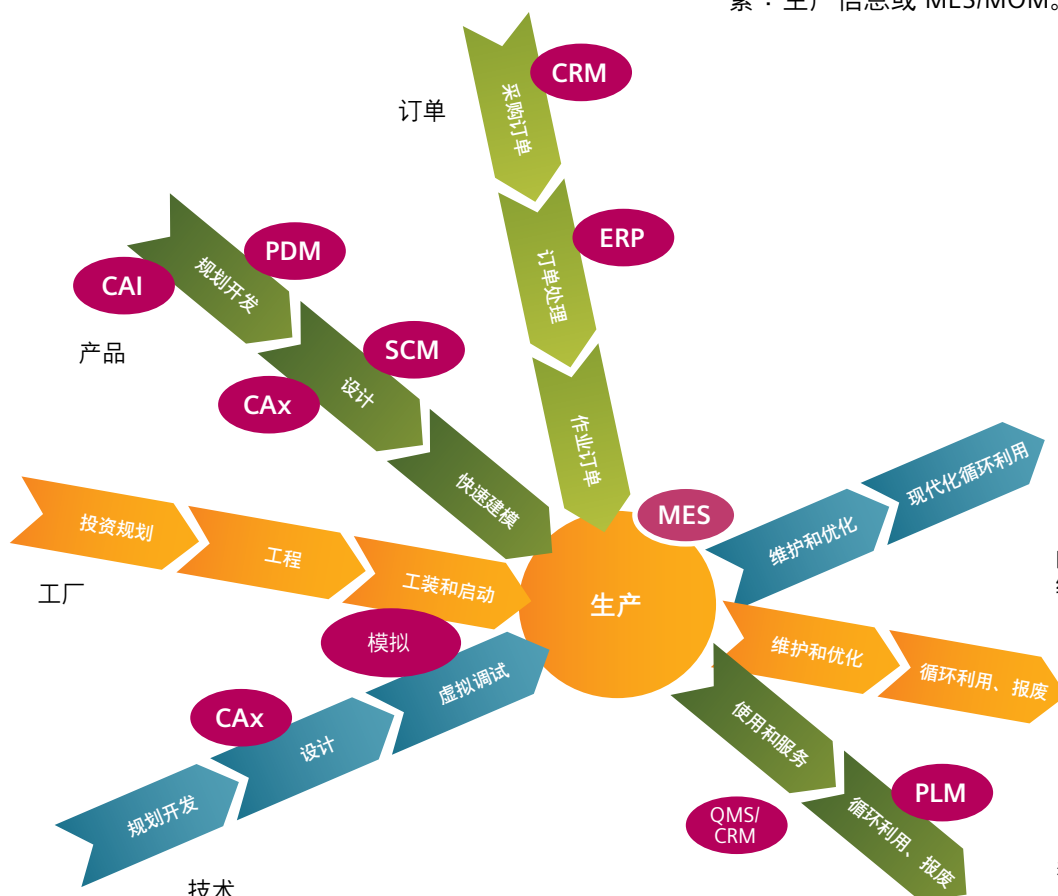


图 5：MES 是“工业 4.0”路线图的核心。

来源：工业 4.0 路线图 2014

业务案例：为什么 MES/MOM 至关重要？

MES/MOM 系统有助于了解图 1 中这些互联物体所生成的数据。现在我们将深入探讨 MES/MOM 在高度自动化的“工业 4.0”世界中的重要意义（有关其具体需求，请参见图 2）。

快速、可靠的研发 (R&D) 和新产品引入 (NPI)：在低风险的前提下从概念快速生产出产品，这在很大程度上取决于充分了解设计和材料在早期生产过程中的性能。这应是一种端到端视图，而不仅仅是标记导致问题的单个材料或生产步骤。因此，MES/MOM 对于设计改进起着重要作用。

优质的材料和产品：例如，无人驾驶汽车仅在没有缺陷时才是安全的，并且在使用制造智能和 MES/MOM 时性能最佳。某些公司具有独立的 EQMS 应用程序，但通常应在全厂范围内考虑产品和流程质量的数据，才能获得 MES/MOM 的见解。MES 中的质量流程可以主动确保质量，而不是在出现问题后才做出响应。MES/MOM 类型的质量流程还可以确保合规性。

一致、可靠的流程：MES/MOM 系统还可以标记甚至预防操作员错误，并检测将会影响业务成果（而不仅仅是单个流程步骤）的整体流程偏差。MES/MOM 通常还可以进行汇总的流程监控和性能显示。

用于大数据的 MES

“未来的制造将通过 IoT 和机器人进行推动，而不是像现在一样由人力推动。利用机器人和 IoT，下一代 MES 将成为大数据的战场。”

Jonathan Chang 博士，Infineon 后端工厂集成部高级总监

合规性：即使是基本的 MES/MOM 也能自动跟踪和追踪整个工厂的材料和产品，从而生成包含丰富、详细信息的系谱记录。现代化 MES/MOM 的信息实施和集成通常还支持质量系统并为法规审计与合规性提供了自动记录。这对于品牌保护至关重要。

根据市场调整产品：随着产品的特定选项、功能和版本数量激增，整个工厂的产品类型也大大增加。单靠人员无法做到高效工作，而仅通过自动化工作时，这种混合的作用并不明显。因此，将生产系统分布在整个工厂是正确的平衡之道。

快速应对变更：“工业 4.0”最大的吸引力在于可以快速且更加无缝地应对变更。当发生变更时，不论是由于市场变化、智能机器和产品，还是由于订单管理或市场营销所引起的，您都可以通过现代化 MES/MOM 及工厂间的整体视图做好准备并通知企业的其余部门，以便可以高效地做出响应。

很多公司将在工厂的智能机器和设备上投入重金，这样应该能够高效地指导他们执行每个活动。但是，即使是长远角度看，很多公司也不会使用完全智能的材料，或者仅仅生产那些了解生产过程中具体工作说明、生产位置及生产最佳途径的智能产品。在这些示例中，MES/MOM 系统都提供了这一智能功能。在未来几年，我们希望 MES/MOM 充当未启用智能或 IIoT 的产品和设备的代理。MES/MOM 将被应用在智能机器里协调制造过程，以及检查虚拟工厂模型的材料和流程。

重要的特定 MES/MOM 功能可能因行业、公司和工厂而异，这一点在今天仍然适用。第 6 页的“MES/MOM 涵盖哪些内容？”是对现代化 MES/MOM 功能的高度概括；每个类别可能具有数十种功能。

随着 MES/MOM 嵌入到数据搜索和 PLM，企业中的其他部门可以充分利用生产信息。图 6 显示了 MES/MOM 的中心角色，其来源是 2014 年“工业 4.0”路线图。

简而言之，与“工业 4.0”用户群中的很多人一样，我们认为 MES 的角色多少会发生变化。随着生产的自动化程度越来越高，信息物理系统中的新数据和不同数据将不断流入。未来几十年，需要的操作员数量将会减少，MES/MOM 的应用范围也有所转变，例如如何在避免不了的异常作业期间确保产品数据的完整性，以及提供环境和智能以支持决策。在今天以及未来几十年，MES/MOM 在创新业务中都将扮演着重要角色。

时间线和优先级

“工业 4.0”是我们的美好愿景。很多人都认为公司将在 2030 年之前实现这一愿景。需要注意的问题是：我们可以同时进行哪些准备工作？

每个公司都将制定自己的战略，图 6 显示了在逐步进行的改进过程中的可能步骤。根据您已经执行的操作、您特定的竞争方式、您的产品线和产品组合以及您的愿景，优先级可能有所不同。但是，您应确保对未来的成熟元素进行精确定位。

可以增强核心企业应用程序，以便进行更充分的利用。例如，MES 是一个用于管理生产的完整系统，但很多公司仅使用部分功能，以符合相应法规或解决工厂的具体问题。在成熟的实施中，MES/MOM 具有各种功能，这些功能可结合使用以优化生产。

MES/MOM 还可以在多个点与订单行的 ERP 和供应链管理 (SCM) 整合到一起（如图 6 所示）。这可以确保订单和材料信息流入工厂，且生产数据在企业级别进行报告。在某些情况下，客户服务订单承诺也会直接从 MES 拉动。

图 6 中的产品线显示了在生产中开发的产品生命周期和 PLM 应用程序。现在，更多的公司执行可制造性设计 (DfM) 并将数字制造模型与工厂共享。设计人员的下一逻辑步骤是使用 MES/MOM 数据实现更有力的设计和模拟结果。

随着领先软件提供商解决了这一问题，完成这一过程的技术可行性也越来越高。但是，几乎没有公司在流程、文化和思维模式方面做出必需的改变。在其他情况下，一些关键的技术要素尚不成熟。例如，在使用



图 6：从最上面开始，这是向“工业 4.0”转变的可能流程。但实际上，所有这一切都是同时发生的，吸收步骤是一个持续的过程。

IIoT 的信息物理系统之间进行整合尚无标准。因此，在这一阶段，您可以与喜欢的解决方案提供商对接。事实上，仍有一些创建智能机器和产品的研究项目在进行中，它们将通过目前尚不标准的机制进行通信。

建议您从已有成功案例的领域入手，包括核心功能以及垂直和/或水平数据流。

对于实现数据流的每一个技术上可行的方法而言，主要障碍通常与内部变更管理问题有关。这意味着，必须构建一个包含所有将受影响的利益相关方的业务案例。

通过在需要变更 workflows 或业务流程的部分领域所做出的多系统、多学科努力，通常可以加深跨职能了解。这也可以开辟共创美好未来的新途径。



结论

制造是供应链和产品生命周期的核心，因此您需要一个功能齐全的现代化 MES，让您能够在向“工业 4.0”迁移的过程中尽早共享信息。尽管其角色一直在变化，但这一关键信息基础设施可以为现在和未来提供重要价值。

现在以及至少未来几十年内，MES 对于确保智能设备的数据与工厂的旧设备的顺利集成都至关重要。从更长远的角度看，大多数公司都不会更换所有应用程序，也不会每个材料和产品中运用生产智能。因此，MES 仍是任务关键型应用程序。

全功能 MES/MOM 具有可扩展的现代化体系结构，可满足获得成功所需的所有创新行业要求：

- 快速、可靠的研发和新产品引入
- 优质的材料和产品
- 一致、可靠的流程
- 合规性
- 根据市场调整产品
- 快速应对变更

通常，所面临的挑战可能是构建业务案例以证明对 MES 及其众多整合点投资的合理性，因为从历史上看，生产和工程团队在证明投资合理性上还不够专业。

幸运的是，有很多其他利益相关方也可能意识到了 MES/MOM 的优势，因此强烈建议让他们参与到讨论中来。尽管除了制造业以外的人可能倾向于将资金投入自己部门的项目，但如果您的案例同样能使非生产部门在 MES/MOM 上也获得价值的话，您就很可能可以申请到所需的资金。显然，不仅包括系统需求，还包括将 MES/MOM 垂直和水平整合到其他系统的技术、流程甚至组织变更，都将能够向其他部门展示他们如何获得更多收益。

当然，MES/MOM 在“工业 4.0”中如此举足轻重的原因在于，它足够先进和灵活且功能强大，可以扩展以满足未来需求。为了证明实施、升级或替换 MES/MOM 的合理性，所选系统必须能够改进当前运营。

这通常意味着要跨所有工厂实施企业级 MES/MOM 系统。现在，MES 对于支持真正的全球化运营至关重要。除了核心追踪和追溯外，它还具有很多功能组件，不仅可用于生产，还可用于质量、维护、计划和分析。它还能够迅速、有效地在整个企业范围内实施变更。

未来的大多数愿景都要求公司能够实现简化、标准化和自动化。对于创新者来说，现代化 MES/MOM 是当今以及准备“工业 4.0”的核心元素。

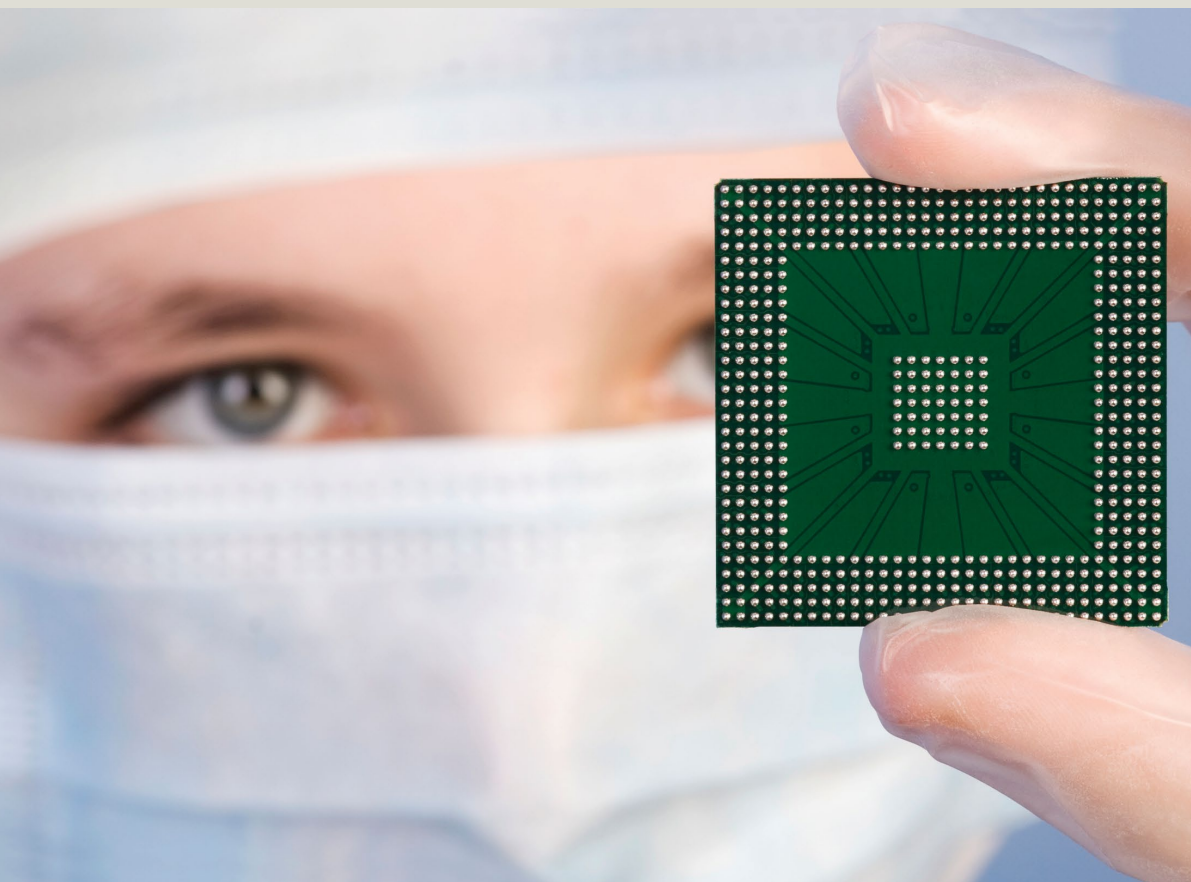
完成向综合 MES/MOM 的迁移是帮助您获得竞争优势的战略决策。那些完成迁移的企业将会简化运营，并且还能够积极准备其“工业 4.0”计划。MES/MOM 是未来获得“工业 4.0”成功的基石。

接下来应该怎么做？

“纵观制造业的供应链策略，我们将开始进行全球扩张。我们将专注于两件事情：销售更多正确的产品和/或减少当前产品的成本。因此，我们计划在全球实施 MES。”

Mark Lincoln

Terumo Cardiovascular 全球运营副总裁



关于 Siemens PLM Software

Siemens PLM Software 是 Siemens Digital Factory Division 的一个业务部门，它是全球领先的产品生命周期管理 (PLM) 和制造运营管理 (MOM) 软件提供商，其系统和服务拥有超过 900 万个许可座席，全球客户数量超过 77,000。Siemens PLM Software 总部位于德克萨斯州的普莱诺，与客户密切合作以提供行业软件解决方案，帮助世界各地的公司实现真正的创新，从而保持可持续的竞争优势。有关 Siemens PLM Software 产品和服务的更多信息，敬请访问 www.siemens.com/plm。

总部

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 972 987 3000

欧洲

Stephenson House
Sir William Siemens Square
Frimley, Camberley
Surrey, GU16 8QD
+44 (0) 1276 413200

美洲

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 314 264 8499

中国

9F, Building A
500 Dalian RD
Siemens Center Shanghai
200122, Shanghai
+86 21 2208 6971

© 2016 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Siemens 和 Siemens 徽标是 Siemens AG 的注册商标。D-Cubed、Femap、Fibersim、Geolus、GO PLM、I-deas、JT、NX、Parasolid、Solid Edge、Syncrofit、Teamcenter 和 Tecnomatix 是 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. 或其子公司在美国及其他国家/地区的商标或注册商标。所有其他徽标、商标、注册商标或服务商标属于各自的持有人。

52617-X12 3/16 B

