

MES 是企业生产管理集成的核心软件

沈斌

2016 年 12 月 16-17 日，制造执行系统分会理事长沈斌教授访问了在北京的有关 MES 供应商，与中国机电一体化技术应用协会王继宏副秘书长、北京元工国际科技股份有限公司丁德宇董事长（分会副理事长）、通力有限公司王和根总经理（分会副理事长）、北京亚控科技发展有限公司郑炳权营销总监（分会副理事长）、北京兰光创新科技有限公司朱铎先总经理（分会副理事长）就制造执行系统分会 2017 年的工作进行了讨论，并对 MES 的定义得到了初步的共识。

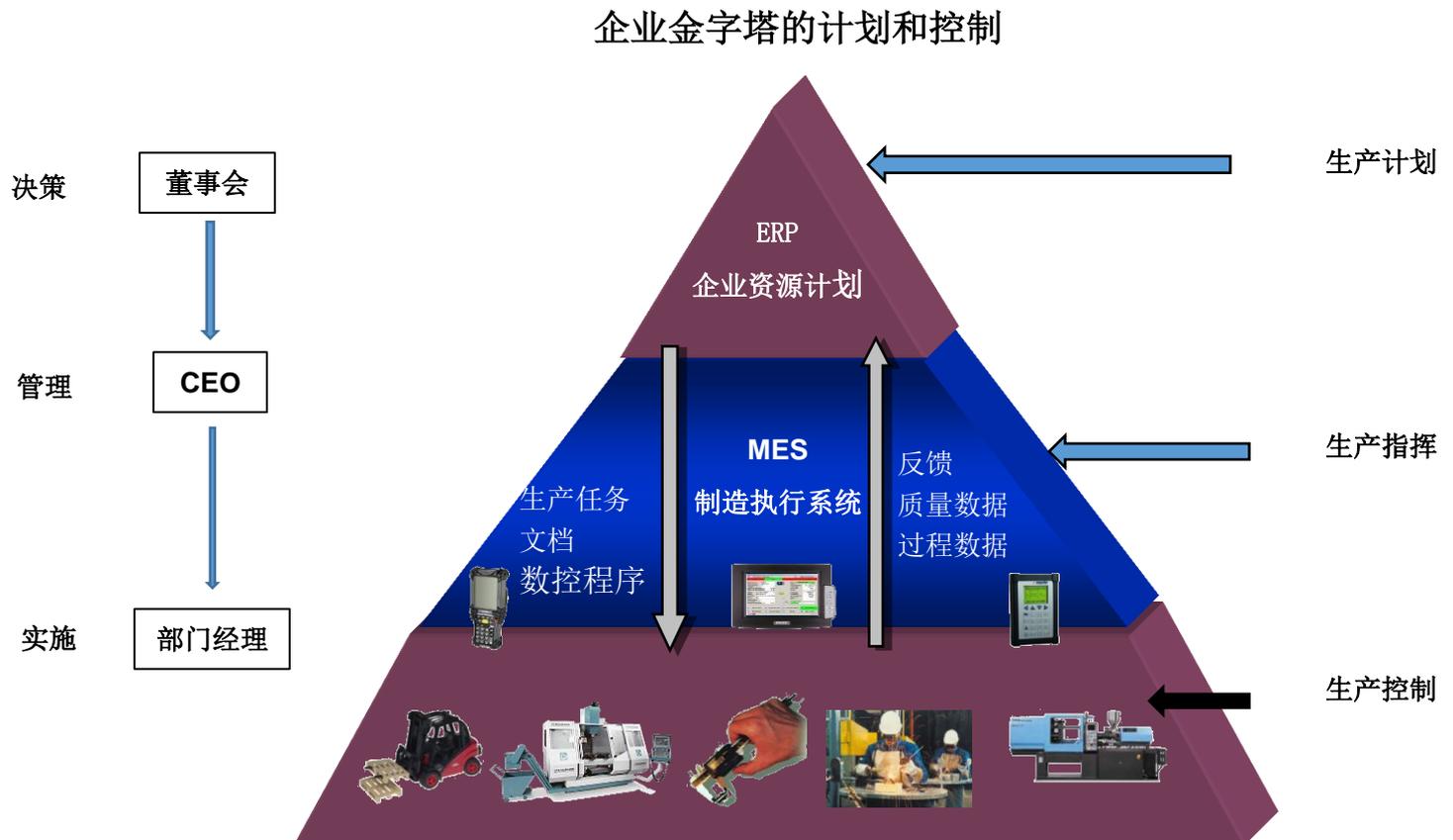
根据在 2016 年 12 月 3 日分会成立大会上丁德宇的副理事长对 MES 的解释，沈斌理事长进一步提出 MES 是企业生产管理集成的核心软件。

按照传统的企业生产管理的金字塔的计划和控制模式，将 MES 仅近理解成执行系统是不全面的，它应企业生产管理集成的核心软件系统（见图），是一个生产指挥系统。

如在离散型制造中，它接受上层 ERP 系统的产品生产计划，分解成零部件 BOM 表、零件加工工序订单，根据实际生产资源，详细优化作出加工计划，根据实际生产过程情况的反馈，及时调整加工计划（计划滚动优化），使得计划与生产同步，真正实现计划优化目标下的生产，以取得企业最佳的效益。

MES 是 1990 年美国先进制造研究协会(Advanced Manufacturing

Research, AMR) 首次提出制造执行系统的概念 (manufacturing execution system, 简称 MES)。1992 年成立了国际 MESA 组织。现在, MESA 定义为 Manufacturing Enterprise Solutions Association, 即制造企业方案协会。



图：MES 是企业生产管理集成的核心软件

大家认为, MES 是工业 3.0 的产物, 在工业 4.0 和智能制造背景下, 还需进一步研究发展。

随后各位副理事长介绍各自企业 MES 的发展情况。

[北京元工国际科技股份有限公司]:

元工国际是从 2004 年开始从事 MES 的开发工作。那时我们承接

了东风商用车重型车厂的 MES 开发，结合日产制造专家在精益生产方面的指导和对 MES 理念、模式的学习，以“科学指挥”做为 MES 的基本定位，从计划和执行着手，实现了计划的滚动排程和动态排程。

滚动排程是对 3 日滚动计划的排程。

动态排程，根据生产的实际进展、异常停线(通过链动、AVI 和上下线等采集方式获得)和人工调度(调序、暂挂、停装、离线、返线等)，动态“预计”进度并自动调整关联的细节计划(分装、上挂、物料配送、设备控制、人工防呆防错指示等)，关联计划与“主线”计划实现时间同步(精益 JIT)和顺序同步(与主线要求的顺序一致)。

俗话说“计划赶不上变化”，实际生产难免发生异常，如物料送达异常、零件质量异常、设备异常等。当这些异常发生时，MES 通过调度(人工的调度命令)和同步(自动的动态排程)两个层次，完成详细计划的更新，使详细计划重新回到“协调”状态。

元工 MES 的制程管控，融合了设备采集、人工实绩采集、流程控制和质量控制，便于各级管理者掌控生产进展，同时为动态排程提供必要的输入。

元工 MES 还实现了制造的协同监控、MBOM、现场工艺、质量控制、采购预告、精益拉料、现场投料、转序、线旁库/在线库、扣料和设备维护等功能模块。

在东风汽车实现了整车、发动机和零部件等多家工厂的 MES，是以流水线为主、纯离散制造为辅的模式，先后在东风商用车(沃尔沃)、东风日产、郑州日产、东风雷诺、东风乘用车和东风特商实施。

2009 年开始为徐工集团开发实施 MES，花了近两年时间深入开发了纯离散制造(下料、焊接、机加等)的功能需求，并扩展了供应商协同采购、产品档案、成品库存等功能模块，先后实施了徐工集团的十多个事业部。

2015 年起，元工 MES 扩展到电子制造企业，经过一年多的开发和上海剑桥的实施，用户给予了很高的评价，2017 年将扩展半导体、快销品应用方向。

元工 MES 是在元工国际配置开发平台 SAW 的基础上实现的，SAW 平台实现了一次配置多平台多方式运行(.net C/S, JS/Java B/S, Android 和 iOS 的 Native App)，不但提高了十倍的开发效率，而且有很强的客户适配能力，客户的 IT 人员和业务人员都可学会配置和开发。

[通力有限公司]:

通力公司自成立 20 多年来，一直致力于企业信息化服务工作，从起始的 CAx 单点应用工具，到 PDM、CAPP、MES 等应用系统实施开发，到目前的各种信息化应用系统集成和企业间协同等。其中，从 2006 年开始的 MES 技术与应用服务，已经在十多个大型离散制造业的工厂、数十个车间得到实际应用。主要用户包括航空航天等国防军工行业、发动机制造行业等，业务范围涵盖机械加工、装配、热表处理、钣金、焊接、检测、铸造、电装等多个业务领用。

通力 MES 系统以西门子 Camstar 为基础，通过业务建模、功能配置、自主研发等多种技术手段，形成了覆盖大多数离散制造业和军工

行业制造业务的整体解决方案，包括工序级高级排产、生产计划管理、生产准备、工段管理、现场生产管理、质量管理、协作管理、工艺管理、装配管理、工装工具管理、按灯管理等业务功能。同时，通过自主研发的集成网关实现了和 ERP 系统、DNC 系统、底层仪器仪表层的业务数据的纵向贯通；结合公司自身在 PDM、CAPP 方面的技术与产品，实现了从研发到制造的端到端的集成。以 MBD 为标志，通力公司 MES 产品与公司其他研发、管理等产品共同形成支撑“智能制造”的产品与技术体系。

通过 MES 系统实施应用，通力公司协助车间管理水平由单纯的人工管理方式，逐步提升到管理流程电子化、现场管控透明化、生产准备敏捷化、过程追溯无纸化、设计生产一体化的管理效果。

在管理流程电子化过程中，每个管理角色都能够从相关节点实时获取对应信息并快速响应，关键数据由人工干预检查变更为系统自动处理，准确率能够达到 100%。通过现场管控透明化，操作工对生产任务完成情况进行及时反馈，按灯系统可以对现场问题进行快速呼叫，通过车间协作平台对外协任务在其他车间的生产情况实现透明、全程跟踪，通过电子看板、报表等手段实时展示零件的生产进度、在制品积压状况、质量状况等信息。有效解决离散制造过程中，各型号产品的生产计划制定缺乏统筹管理和透明化，不同型号产品任务之间可能存在生产资源的冲突等一系列突出问题。

在 MES 系统中，生产任务能够实时下达到各个生产准备岗位，通过和 PDM、CAPP、工装工具、DNC、库存等系统的集成，实时获取相

关数据，实现提前生产准备，各个准备岗位快速反馈准备情况，从而达到缩短生产准备周期，提高设备利用率的目的。

以过程追溯无纸化为标志，对现场流转的全部单据进行结构化处理，将生产数据在系统持久存储；建立可配置的数据收集模型，快速适应单据信息变化，消除系统的影响；通过生产程记录归档打印等功能，实现生产单据无纸化管理和信息流转；通过在制品台账、质量追溯台账等功能，实现交付产品正向和逆向追溯，彻底消除人工管理模式造成的误差和低效。

以 MES 系统为核心，实现了 PDM、CAPP、MES、ERP、DNC 等系统的实时数据交互；统一产品数据源管理模式，实现了设计、工艺、生产数据的同步管理和设计到生产的快速转换；版本化的工艺管理方法，使得工艺数据的快速复制和变更成为现实，从而能及时响应生产变化，保障产品按时交付。

[北京亚控科技发展有限公司]

亚控科技是亚洲规模最大的自动化软件厂商，始终以力促中国从工业大国向工业强国转型为己任，多年来从事组态软件产品的设计研发和应用实践，早在 2008 年已总结出来一套监控模型完全可以描述企业的生产监控系统，已广泛应用于很多项目现场。

从 2010 年开始，历时六年整，投入巨资，招募各学科精英，潜心研究，大胆创新，先后经历两次失败（KingFusion1.0 和 KingFusion2.0），终于开发出全组态的管控一体平台 KingFusion3.0。KingFusion3.0 可以帮助企业实现产线监控和生产管理的完美结合，

打通企业内部纵向和横向各系统层级间的数据流，构建了一个基于企业过程数据和业务数据的管控一体化平台。通过 KingFusion 平台可快速完成特定行业的 MES 解决方案的开发与应用，通过工艺流程和业务流程的可组态，简单、方便地实现生产过程透明化、生产管控实时性及产品与设备全生命周期管理，进而提升生产设备的绩效评估和产品的质量管理，最大限度提高生产运营效率，降低企业运营成本，提高企业盈利能力。

目前的工控软件领域，在生产设备层面，有可组态的 PLC 和 DCS；在监控层，有可组态的 HMI 和 SCADA；在业务管理层，有可配置的 ERP，但在生产管理层，一直是个空白。KingFusion3.0 的成功可以说填补了这一项空白，不仅为国内首创，也为世界首创（没有之一）。

KingFusion3.0 的诞生必将成为中国乃至世界制造业发展历史上的重要里程碑。

[北京兰光创新科技有限公司]

北京兰光创新科技有限公司（以下简称：兰光创新），秉承企业“诚信、敬业、创新、合作”的核心价值观，以“专注制造信息化，共圆制造强国梦”为企业的历史使命，公司一直致力于为离散制造企业提供智能工厂的整体解决方案，帮助企业打造具有国际水准的智能工厂。目前，在全国有包括航天、航空、兵器、电子、船舶等 500 余家高端客户，已经成为了国内领先的智能工厂方案供应商。那么，在智能制造热潮之下如何独树一帜成为业内领军企业？兰光创新有哪些“道”与“法”？带着这些问题，e-works 记者采访了兰光创新总

经理朱铎先，并找到了答案。

一、源于实践的发展基因

随着数控设备增多，各机床的控制系统不同，传输软件不同，每次传程序都是用笔记本热插拔，工作效率低，且容易造成笔记本或者机床的通讯口烧掉；加工程序保存在个人的电脑中，查找不方便，易调错程序，造成产品报废等情况；生产过程不透明，没有量化，相关管理者对生产具体情况不了解，无法做出及时、科学的决策；大部分企业在信息化上游相对比较完善，大多实施了如CAD/CAM/ CAPP /PLM/ERP 等信息化系统，也取得了较好的使用效果，但在车间层面，信息化基本上还是真空……对很多身处制造行业的人而言，出现这些问题很多都停留在抱怨和寻求帮助的阶段，而对于北京兰光创新科技有限公司的创始人朱铎先看来，如果能解决这些问题，就是很好的商机。

在实践基因的强力推动之下，2002年北京兰光创新科技有限公司成立，并成为国内第一批致力于DNC机床联网系统应用推广的专业公司，兰光提供的DNC系统可以很好地解决以上问题，包括加工程序的网络传输、数据库管理、编辑仿真等，在效率、质量、安全性等方面，对企业都是很好的提升。由于产品具有功能强大、稳定性好等特点，在航天、航空、兵器等军工及机车、机械制造等高端客户中得到迅速的普及，在高端市场上，占有率高达70%以上，成为行业的领导者。

二、忠于需求的成长轨迹

为了更好地满足用户在制造信息化方面的需求，自 2005 年开始，兰光创新研发了程序管理、刀具管理、MDC（机床监控）等自主产品，并开始 MES 的学习与研究。为解决 MES 中自动排产的技术瓶颈，在 2007 年引进了德国 JobDISPO APS，并从 2008 年开始，公司在 MES 方面进行了全力的研发。由于具有强大的高级排产、数据自动采集、过程协同制造等非常实用的功能，兰光 MES 非常适合军工等多品种小批量复杂生产管理的要求，很快就在航空、船舶、兵器、机械制造等行业得到了很好的应用，并获得“离散行业最佳 MES 产品奖”、“中国制造信息化 MES/DNC 优秀供应商”、“2014 年度中国工业软件优秀产品奖”等荣誉。

兰光 MES 制造执行系统是基于 J2EE 平台开发的。从技术上，系统具有以下几个特点：

1) **架构先进**。基于 SOA 架构，提供各类服务接口，支持多种数据交换格式，系统具有良好的集成性与灵活性。

2) **领先的平台化 MES**。兰光 MES 在深入分析制造业务的基础上，将先进的架构与开发技术相结合，以信息流引领和协调业务流、资源流，实现多流合一，构建出面向服务、模块化的先进智能制造平台，具有实施快捷、扩展性强等特点。

3) **以精益生产为主线，可促进精益生产在企业的进一步落地**。兰光 MES 以精益生产为主线，用信息化的手段，处处体现精益生产的特点，从计划源头、生产过程、库存管理、质量控制、看板化管理等

各个方面，帮助客户“识别浪费，持续改进”，确保一个“流”的生产，从而做到信息化与精益生产有机结合，使 MES 成为精益生产落地的载体，可有力地促进企业精益生产的深入应用。

4) 智能化 MES。兰光 MES 采用先进的 CPS、APS 等技术，以“六维智能”为特点，分别从计划排产、过程协同、设备底层、资源优化、质量控制、决策支持等 6 个方面打造国内领先的智能 MES 系统，可实现全面的精细化、信息化、智能化管理与控制。比如：通过 DNC/MDC、基于大数据分析、决策支持、可视化展现等技术手段实现设备的智能化互联互通；实现生产准备过程中透明化、智能化的协同管理；通过 APS，完成计划的智能排产等多种智能化技术手段，全方位地实现智能化的生产过程管理与控制。

5) 企业级的 MES 整体解决方案。兰光 MES 是企业级的 MES 系统，从实施范围上讲，一套系统可涵盖机械加工、装配、电子调试组装、铸造等不同专业车间。从具体模块上讲，兰光 MES 包括计划、排产、作业、协同、现场、物料、设备、刀具、质量、决策支持、DNC/MDC 等 20 多个模块，可完全满足车间各工种的工作需要。

6) 通用性强。兰光 MES 应用范围广，对硬件没有特殊要求，服务器主频 2GHz、内存 8G 以上即可满足使用要求；客户端能运行 Windows XP 以上版本的计算机均可。兰光 MES 系统支持 ORACLE9i 及以上版本，数据采集系统支持实时数据库。

三、专于离散的市场策略

兰光创新自成立以来，秉承“诚信、敬业、创新、合作”的核心价值观，以“专注、专业、专长”的聚焦战略，和以“做好每一个客户，让客户成为口碑的传颂者”的市场策略，一直致力于为离散制造企业提供智能工厂解决方案，帮助企业打造具有国际水准智能工厂为己任。

兰光创新产品包括 MES 系统、LPS 精益生产系统、CPS 协同制造管理系统、机床联网、机床监控、刀具管理、高级排产、3D 可视化等，在航空航天、军工电子、机车汽车、机械制造等拥有 500 余家客户、是国内智能制造的引领者。

兰光创新的客户主要集中在离散制造业的三种类型：

第一种是多品种小批量的军工等高离散行业。如中船重工陕西柴油机有限公司、河南平原光电有限公司、宁夏共享集团等等。兰光创新在 2012 年为共享集团实施了国内领先的 DNC/MDC/APS/MES 智能化 MES 系统。现在，共享集团已经成为工信部 2015 年 46 个智能制造试点示范项目之一，2016 年 2 月 2 日，李克强总理视察该企业时，将其比喻为“傻大黑粗”转型升级成为了“窈窕淑女”，称赞是“展示了‘中国制造 2025+互联网’的融合，是新旧动能转换的生动体现。”2 月 18 日-19 日，工信部专门组成调研组实地调研，计划在全国总结推广共享集团转型升级和智能制造的经验与做法；第二类是大批量生产的企业，如汽车零部件。中信戴卡股份有限公司是全球最大的铝车轮和铝制底盘零部件供应商，也是兰光创新在汽车零部件行业典型的

客户。去年 8 月份，国家发改委副主任林念修在视察后给予了高度评价：“中信戴卡自动化的生产方式堪称智能制造的典范，走出了“中国制造 2025”的路，是中国竞争力、软实力的所在和象征，值得业内学习和推广”；第三类是生产管理更为复杂的单件生产企业，如模具行业。现在，海尔互联工厂作为国内智能制造的典型代表，在 2015 年 11 月初上海工博会上，曾被“马凯副总理 3 分钟 11 次点赞”并传为一时佳话，其中，海尔模具就是兰光创新这类行业的一个典型客户，也是 CPS 在离散制造企业的一个典型应用，该项目获得工业 4.0 权威，美国辛辛那提大学李杰教授的高度认可，被认为“是工业 4.0 很好的实践”。

四、顺于潮流的智造未来

制造业是国民经济的主体，是立国之本、兴国之器、强国之基。而这次工业革命，无论是德国的工业 4.0，美国的工业互联网还是中国的制造 2025，其实质都是基于 CPS 为核心的智能制造。国家在《中国制造 2025》中明确提出“以加快新一代信息技术与制造业深度融合为主线，以推进智能制造为主攻方向”，工信部多次指出“以智能制造为主攻方向，实现两个 IT（Industry Technology & Information Technology）融合和倍增发展”。可以说智能制造是中国制造业由大变强的关键和重要抓手。

作为工业 4.0 与智能制造的核心，MES 的发展必然要与这些核心理念相一致。兰光创新认为，MES 将来的发展趋势主要表现在以下三

个方面：

1) **平台化**。随着一些 MES 的趋于成熟，国内一些有实力的软件公司打造平台化的 MES 是个必然趋势，将完全改变以前二次开发量大、软件版本不统一等现象，为企业提供一个可以方便进行二次开发的软件平台。

2) **智能化**。客户将不会仅仅满足于一套常规的生产信息化管理系统，必然会在工业 4.0、智能制造的发展过程中提出新的要求，比如智能化。实现设备智能化互联互通，计划源头的智能排产、生产过程的智能管控，包括智能化的生产协同准备、质量管控、生产资源管理，以及基于大数据的智能化决策支持等等。只有这样，才能明显提升企业生产效率、质量管控能力与科学决策水平。

3) **专业化**。MES 具有很深的行业背景，沉淀了大量的行业知识，由于各行各业千差万别，这就注定了 MES 具有浓重的行业烙印，一家公司的 MES 不可能适合所有的行业，国内的 MES 这样，国外的 MES 也是如此。这就为国产 MES 提供了深耕细作的发展机会，通过几年的竞争与发展，将来的 MES 产品会更加专业化、市场更加细分化，而不仅仅是分流程 MES、离散 MES 两个行业那么简单。MES 带给客户的是深厚的行业知识，而非简单一套软件系统。

兰光创新在将来还是会坚持“专注、专业、专长”的产品战略，在自己擅长的领域做产品做细做好，为客户提供更加完美的解决方案，为引领离散制造 MES 的发展而继续努力。