

讲座交流

A light gray world map with a grid overlay, serving as a background for the title text.

数字化转型背景下
精益MES发展思考

王爱民

数字化制造研究所

北京理工大学

提纲

- ✦ **数字化转型内涵思考**
- ✦ 精益与MES融合分析
- ✦ 数字化转型下MES发展趋势
- ✦ 精益MES的规划与推进要点

数字化转型背后的思维轨迹

❖ 单纯的利用数字化手段提高效率虽然必要但也是落了下乘，更加值得追求的是提高经营效益指标，回归初心，重新思考“锦上添花，还是雪中送炭？”

❖ 信息化：

- 企业现有运行模式的计算机化、流程更加的规范、业务周转的效率提高
- 其实”转”的味道并不浓厚，多是照搬、固化乃至精细化现有的生产管理业务
- 现有管控的问题，仍然存在，只是更快的暴露

❖ 数字化：

- 重新审视企业的经营运行组织形态
- 重新思考业务及指标驱动的本意

❖ 如何合理利用”数字化”的优势

❖ 直面用户需求的服务型制造：打通客户深度介入到产品的研发生产和运维的链条；

❖ 面向产业链或生态的业务广度扩展：以龙头企业和垂直行业为重点建立的工业互联网平台，以生态的形式将数字化业务管控系统从范围和深度进一步集成和融合；

❖ 面向管理与控制一体化的深度扩展：打通业务层与执行层的关系，体现软件定义制造的思想，动态灵活配置支持自动化与柔性的融合。

❖ 数字化业务管控系统的新形态：

- 基于数据/流程/业务中台等概念和技术的引入，将原先厚重紧耦合的系统形态转变为基于服务化或操作机制的松耦合形态，
- 支持模块化迭代开发，
- 以及降低前台开发复杂性，提高前台业务应用柔性组合性。

数字化转型的几点思考

❖ 1) 数字化转型是推动新型业务模式和运行方式的契机

- ❖ 传统的将企业现有的业务流程进行计算机化，是远远不够的，也丧失了信息化的优势。
- ❖ 只进行管理的数字化，也是远远不够的，应向工艺层次的融合扩展。
 - 比如机床数据采集-设备运行状态监控。应进一步的与工艺融合，保证产出品质量
- ❖ 数字化转型应该和业务乃至经营运行指标深度的融合起来，是对业务模式和业务运行方式的一种改变。

❖ 2) 在推动数字化转型过程当中，我们应正确认识可视化

- ❖ 数字化转型不是在现有业务运行模式下的定量化或者可视化。
- ❖ 其实对于可视化来说，代表了整个数字化业务运行的自下而上和自上而下的数据链条的深度打通和融合。
 - 比如我们有一个最终指标，这个指标应该逐层的进行分解，有数字化业务管控系统当中的各个功能模块来产生和提供支持。
 - 与其说这是可视化，还不如说是以可视化的最终要求来倒推我们数字化业务管控系统各个功能模块的具体要求。

数字化转型的几点思考

- 3) 数字化转型不仅是管理业务的提升，同时应该考虑与技术工艺业务的深度融合
 - 管理与工艺的数字化转型并重
 - 工艺是直接面向高质量产品产生的直接业务，这才是企业真正的竞争优势所在。
 - 将企业的工艺诀窍知识和经验进行数字化沉淀，是企业的长效发展具有根本的推动力。
- 4) 数字化转型的优势之一是能够伴随企业在管理和技术工艺上成长，应善加利用
 - 企业的管理水平和技术改进是无止境的。
 - 进行数字化转型考虑的时候，我们应该思考：当前建设的系统如何具有柔性的可扩展性？
 - 善用比如微服务的架构，比如数据中台，流程中台甚至智能中台等新技术。
- 5) 不要把数字化转型搞成自动化建设，一定要对其中柔性给予足够的重视
 - 传统的刚性的流水生产线是支持大批量生产的，在当前的竞争环境下，订单碎片化越来越严重，没有柔性的自动化线，可能很快就会将企业拖入难以应变市场的泥潭当中。
 - 德国工业4.0其实非常强调自动化加柔性的理念
 - 我们已经有一些企业过于关注自动化而忽视柔性的血淋淋的教训
 - 在这一轮数字化转型的浪潮当中，一定要对柔性给予足够的重视。

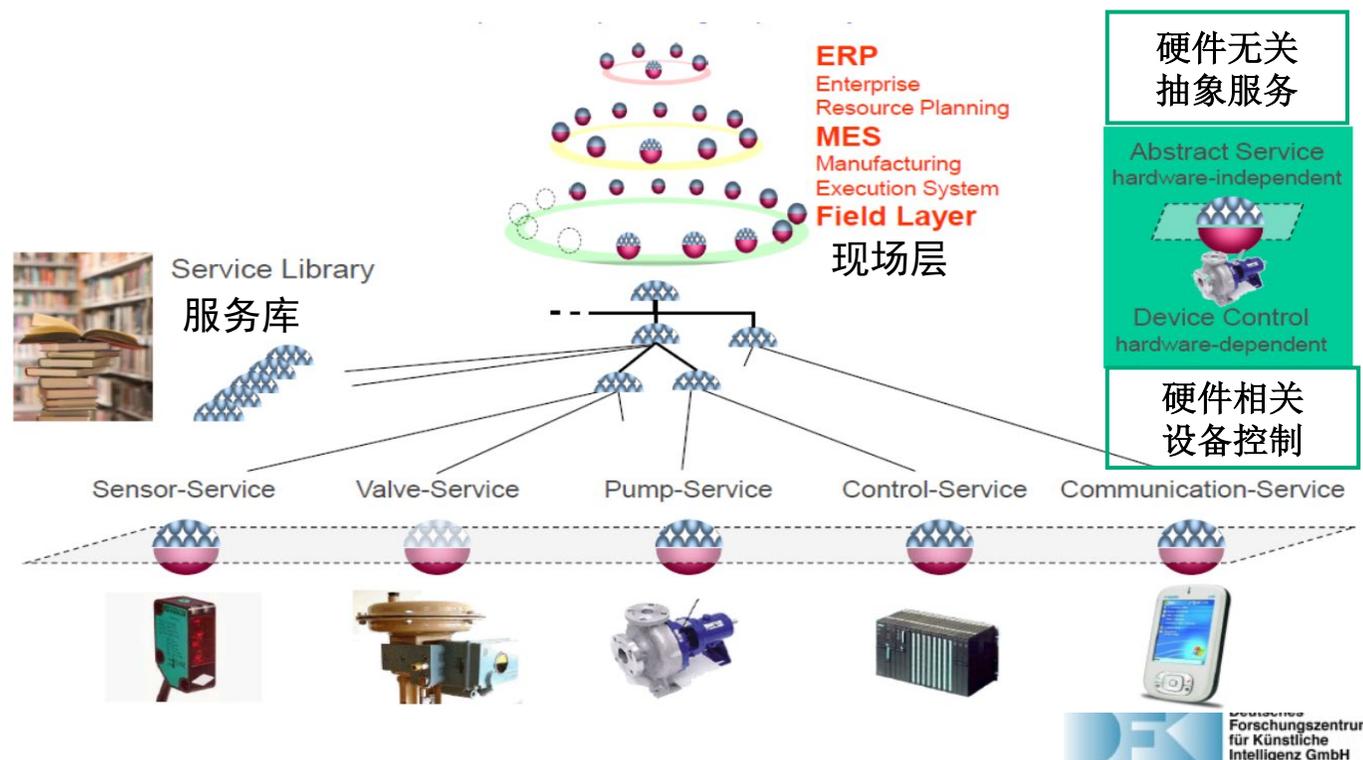
数字化转型的几点思考

❖ **软件定义制造**：智能制造具有强烈而鲜明的系统工程属性，自组织、自循环的各技术环节与单元按照功能需求组成不同规模、不同层级的系统，系统内所有因素均是互相关联的。 **智能管控（优化配置、自适应、自组织）**

服务：传感器服务、控制服务、通讯服务、校验服务、信息服务；

整个CPS网络系统就是一个服务连接网络，即“**务联网**”的概念。

所谓**智能管控**，体现为硬件资源的离散化，通过服务化封装，实现业务资源链条的重构与控制->软件定义制造。



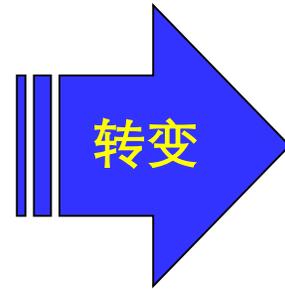
需求与技术推动下的数字化转型

❁ 订单碎片化（需求）

- ❁ 红领甚至每一件西服都是定制的
- ❁ 趋势：大规模个性化定制

❁ 资控泛在化（资源）

- ❁ 工业物联网/互联网技术日益发展
- ❁ 状态感知、指令执行使得资源离散化、控制扁平化
- ❁ CPS得以实现



❁ 管理自动化+柔性

- ❁ 数据驱动的业务流转
- ❁ 传递内容规范、传递链条顺畅
- ❁ 业务是核心，不应受制于信息传递流程及交互的制约

❁ 决策智能化+人机融合

- ❁ 自适应加工、机器视觉、大数据等，推动决策向智能化演变
- ❁ 推理执行的自动化或人机物有机融合

提纲

- ❖ 数字化转型内涵思考
- ❖ **精益与MES融合分析**
- ❖ 数字化转型下MES发展趋势
- ❖ 精益MES的规划与推进要点

精益思想

- 精益思想的核心是：Just In Time (JIT)，翻译为中文是“旨在需要的时候，按需要的量，生产所需的产品”。
- 别名或落实：准时制生产方式、适时生产方式或看板生产方式。
- 消除浪费（0库存）、看板、快换工装



自働化 JIT

精益生产的管理理念与手段，其视野可以进一步放大



一个有趣的对比：机器与MES

❖ 数字化方面

- ❖ 数字化之于设备，体现为设备自动化运行控制的精准、精细化步进执行，设备生产效率的提升，以及设备具备CPS的基础从而实现智能化的提升等；
- ❖ 数字化之于MES或管理，体现为数据流程的数字化周转、数据格式的规范表达等基础上的管理盲点的识别、管理目标的达成、管理原则的落实等，并且提供定量化的评估。

❖ 自动化方面

- ❖ 自动化之于设备，体现为设备按照既定的时序动作逻辑以低概率犯错的方式进行自动的运行，这是看的见的自动化；
- ❖ 自动化之于MES或管理，体现为流程的自动衔接、数据的自动流动，这是看不见的自动化；

❖ 网络化方面

- ❖ 网络化之于设备，体现为设备具备数据状态上传和控制指令接收的功能，以及硬件实现链条的柔性配置；
- ❖ 网络化之于MES或管理，体现为将传统具有次第关系的业务管理，因为物联网等技术的发展，借助于底层的CPS可以以离散化的方式进行重构，从而实现软件定义制造的运行局面。比如，在机床设备中因为广泛应用电主轴而提出无齿轮传动的概念，物联网的发展也将MES的运行推向扁平化、软硬一体融合的优化组合运行局面。

❖ 智能化方面

- ❖ 智能化之于设备，比如体现为机床的智能温度补偿、智能振动抑制、智能化误差补偿等；
- ❖ 智能化至于MES，也涉及到大量的决策，包括管理业务的决策、工艺优化的决策等，所谓智能制造是在为企业赋能，就要求作为企业运转平台的MES具有决策的功能，这也是MES后续发展的新重点，将具有灵活执行四肢的管理自动化的MES推向具有“决策大脑”、“协调心脏”的智能化MES系统。

精益生产： 数字化工厂与智能工厂

⊕ 数字化工厂（JIT）

- ❏ 要素定义、环节操作、过程衔接的数字化
- ❏ 连续、规范、无中断的集成在一起
- ❏ 其本质是实现流程信息的集成
- ❏ 可称之为管理自动化



⊕ 智能工厂（自动化）

- ❏ 其本质是人机一体化与人机融合协同
- ❏ 人在决策回路中

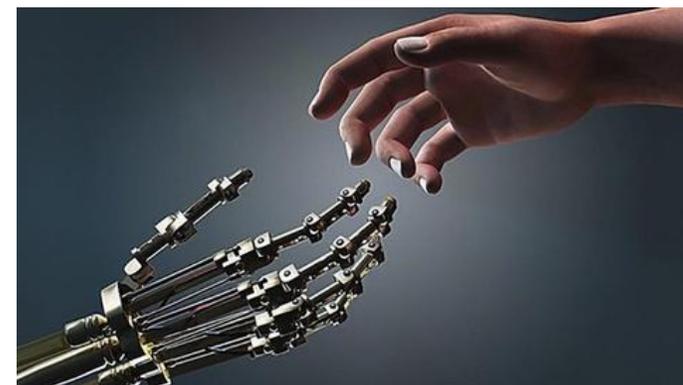


自动化：人在决策回路

业务回路建设

数字化是基础：数字化环节要素、数字化业务过程、数字化执行操作

- 业务执行过程的规范化
 - 流程链条、流程网络、正常过程、异常过程
- 业务执行过程的数字化
 - 规范内容、规范格式、规范操作



智能决策提升

人机物融合环境：业务驱动下的人、机器、系统

- 精益信息流转
 - 正确信息（输入与输出）、正确环节、正确操作与分析
- 人机物一体化过程融合
 - 业务环节细分、智能化提升点



JIT: MES

✦ MES语境下，需求拉动的内涵

- ❏ 逆向思维：按照需求拉动来规划生产的运行，比如以用户需求为起点向前拉动，推动了MTS（库存）、MTA（装配）、MTO（订单或生产）、MTE（设计）等生产组织方式的转变，比如在具体生产中，按照后序向前序拉动生产的方式，消除浪费和提高准时性。
- ❏ 对于MES而言，应该分析业务链条或网络中关联关系，理解彼此的需求-供给关系，从按时、按需的角度，保证业务的顺畅衔接。
 - 生产计划作为MES运行的指挥中枢，是生产进度执行、物料物流配送、质检环节介入等有序、协调运行的控制中心。



JIT: MES

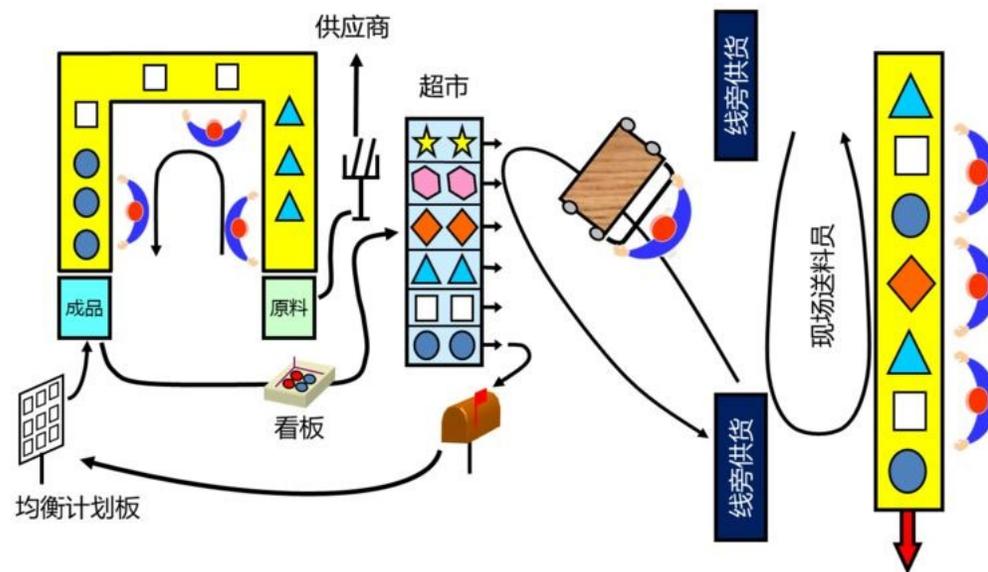
多品种变批量混流生产方式下，精益看板生产运行保障措施

偏表面的理解，即保证看板运行机制，属于“形似”的范畴

- 从计划的角度也约定了各个作业之间的前后关系，尤其是时间和数量的限制，也可以认为具有供应-需求的关联关系
- 看板其实只是一种执行手段而已

抓住精益的本质，即保证精益生产的效果，属于“神似”的范畴

- 精益生产中提到的快换工装->APS中的组批控制；
- 精益生产中提到的单件流->APS中的单元化资源配置



🌟 精益看板与APS的关系

❏ 第1个问题，精益看板是管理策略？还是执行手段？

- 看板是现场执行的一个具体工具，只是内嵌了一种看不见拉式的思想
- 对于精益看板来说，最重要的是以管理的手段来约束了执行，避免某个工位在进行生产的时候随心所欲。

❏ 第2个问题，精益看板其实带有计划指令的味道，那能说，精益看板能够替代APS吗？

- **单一品种自动化产线**就像一个黑盒子一样，这个时候的计划其实很简单。
- **有限品种批量化生产**，用精益看板，以需求来拉动，其实计划方式也是很简单的，其目的也是某种程度上将这么一个离散的生产线，看成一个黑盒子式的生产子线。精益看板是将复杂问题简单化的一种手段。
- 复杂问题简单化是有限度的，当生产线上面的**产品种类或订单极其庞杂**的时候，再依靠精益看板来作为生产计划的替代源头其实是不合适的，应该通过优化的排产生成资源配置方案，或者说面向某个订单的资源链条，这个时候的看板就是一种执行工具，否则的话单纯依靠看板，这种看起来自组织的生产，其实就会走向一种混乱，或者**无组织但有纪律**的形态，对于实际生产来说并不可取。
- 通过APS来规划出直面订单的拉动式生产子线，是APS对订单在产线停留周期的考核指标而已。

✦ 精益看板与APS的关系

❏ 第3个问题，精益看板只能是执行工具吗？

- 不是的
- 将精益看板的思想指导和融入APS中，尤其是实现大规模的多品种变批量生产订单的资源优化配置。
- 在多批订单并行生产的情况下，精益看板未必能够保证流式生产，但通过APS进行资源优化配置得到的资源链条，是一种按需拉动而配置形成的资源链条，所谓的单元化生产，在思想上面是更加先进的。
- 从这个角度来说，精益看板与现场执行与APS是相辅相成的，应该是一种完美的结合局面，但这个背后的技术复杂度是很高的。

精益价值流之于APS的初步思考

❖ (1) 资源链条的价值内涵分析

- ❖ 相似性生产，重复配置资源链条
- ❖ 瓶颈资源的处理策略，可从最小的价值来完成产品进行配置优化，增加生产资源配置的“丰裕度”或者可以用“熵”的观念来进一步阐释。
- ❖ 工艺环节多可选设备时，综合考虑成本和效率，尤其是考虑前瞻，从系统的角度思考APS中资源与任务之间的合理的”匹配度”。

❖ (2) APS处理方法的初步分析

- ❖ 引入大数据分析方法，对历史上的订单资源配置结果进行统计分析，作为当前订单进行资源配置的一种参考。
- ❖ 可行做法，设置资源利用偏好
- ❖ 进行单元化式的排产约束控制，使得工序之间的衔接能够流动起来，这也是价值流其中“流”字所体现的一种味道。
- ❖ 建立资源选择的成本模型，可以单纯的以追求整个资源链条的成本价值最小来作为选择依据，这可以归类为启发式规则算法当中的一种规则，但未必是一种最好的方式。
- ❖ 建立合理的瓶颈资源分析模型，实现对瓶颈资源的动态评估，并将其融合到APS当中的资源配置处理方法中。

APS与精益“0”库存的关系思考

✦ (1) 生产计划与物料库存的关系

- ❏ 生产计划的制定不应该是独立的，而是应该与库存有关系的。这也是为什么大家都将P与M进行统一C的原因。
- ❏ 关联是动态的，是进行计划排产乃至交货期评估的一种重要考虑内涵。

✦ (2) 生产计划与在制物料的关系

- ❏ 如果实现基本的生产计划与库存物料的协同，这还只是精益的第一步。因为从某种程度上说，所有的库存物料都要进到制造现场的，如果在制造现场一直停留，相当于将库存都搬到了制造现场了，这个离精益的味道可就是很远了。
- ❏ 在进行作业计划排产时，
 - 考虑物料到位情况，
 - 考虑所制定的交货期计划的完工时间相比于纯粹的生产周期，应该尽可能缩短
- ❏ 单元化作业排产、一个流的周转模式控制，都是APS的追求。

提纲

- ✦ 数字化转型内涵思考
- ✦ 精益与MES融合分析
- ✦ 数字化转型下MES发展趋势**
- ✦ 精益MES的规划与推进要点

数字化转型背景下MES发展趋势

业务范围的扩大，带来MES更大广度的集成与协同

- ❖ 横向：从单独的产线/车间向多车间/多工厂的协同管控发展、从企业内部想多企业系统集成与协同发展
- ❖ 纵向：从靠人来托底向自动化/智能化设备的一体化融合集成转变

业务深度的扩展，带来MES与工艺业务的深度融合

- ❖ 从管理业务为主向管理与工艺决策相综合的方向发展、从统计事后发现问题向实时解决问题方向转变
- ❖ 工艺环节的智能工艺决策、工艺链条的智能工艺决策……

业务协同的深入，带来MES精益与精细的管控和决策

- ❖ 批量为1的未来极端生产组织，要求实现精细的管控
- ❖ 精益管理决策：外协、加班、多车间/工厂协同计划决策等。

业务管理的动态性，决定了MES必须向柔性可扩充架构方向发展

- ❖ 适应企业的发展变化
- ❖ 新的技术运用：服务化架构、中台化运行-模型驱动

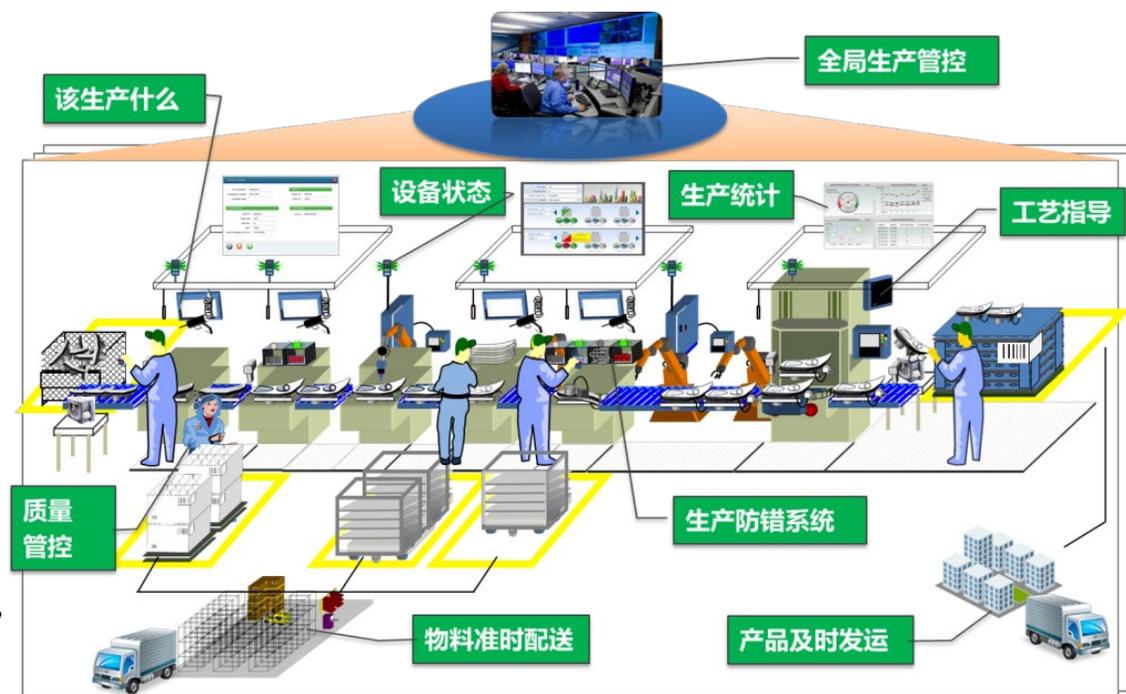
数字化转型背景下MES新特征

业务流程管理自动化

- ❖ 业务衔接顺畅、无歧义；规范的预定义数据格式和内容；规范的业务操作要求和信息内容与格式；
- ❖ 不仅支持正向顺次递进的流程，也包括应付各种突发情况的流程预案。
- ❖ 规范：包括流程规范、信息规范、操作规范。
- ❖ 避免：“存在的就是合理的”，以及“现有流程计算机化”

软硬一体化执行融合

- ❖ 实现从“人”来托底向自动获取转变
- ❖ 比如MES直接从机床或设备等自动获取执行反馈状态；
- ❖ 比如MES直接向机床或机器人等下发执行程序或执行指令；
- ❖ 比如MES直接向AGV等物流设备下发执行指令等。
- ❖ 比如MES根据实物的数字标识自动反馈获取实物状态；
- ❖ 比如MES直接从硬件读取设备状态、工艺参数、工件精度等数据。



数字化转型背景下MES新特征

决策功能日益突出

- ◆ 大数据等决策分析技术的发展，以及工业互联网状态反馈和精准执行控制技术
- ◆ 比如APS基于当前任务承担情况，给出客户新订单的**精准交货期评估**
- ◆ 比如APS面对众多的生产扰动，给出**快速响应**评估分析与调整执行
- ◆ 比如根据订单工件加工过程中前序环节的精度数据，给出后序环节的**工艺基准调整分析**结果并实现控制执行
- ◆ 比如根据订单工序加工精度反馈分析，经过推理决策分析实现**自适应**的调整控制执行
- ◆ 比如质量问题发生后的**及时决策分析**并制定**改进措施**，甚至直接对硬件装置进行干预
- ◆ 比如电子产品“测”后问题的**智能分析判断**，辅助“调”人员快速解决
- ◆

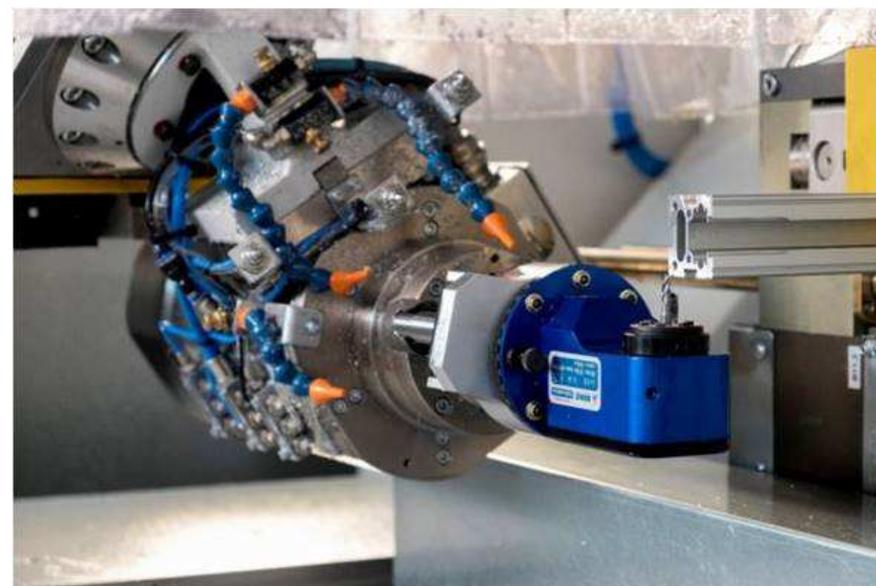
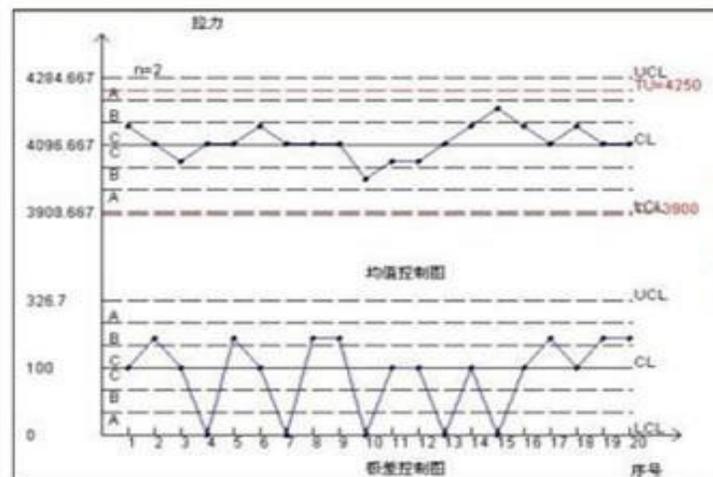
手工采集向自动化传感感知采集转变
人工经验向知识规则沉淀的转变
人工分析向基于知识的自动推理转变
人工调整执行向自动化指令下发执行转变



决策：MES必须与工艺融合

质量数据与工艺的融合

- ❖ 依靠SPC可以发现问题，如何解决？仍然依靠人？
- ❖ 比如，分析每一条指令代码下的设备状态、工艺参数等的变化（程序示波器），借助模型进行智能分析与判断；
- ❖ 比如，刀具磨损与断裂监测，借助模型进行智能换刀决策和智能加工补偿等；
- ❖ 比如，对于复杂产品，建立面向工艺流程的工序精度状态链条，建立智能的误差分析模型，实现基于上一步状态的当前这一步加工工艺参数的自适应调整，保证加工质量。



决策：MES必须与工艺融合

❖ 设备/单元级状态参数数据与工艺的融合

- ❖ 产线级数字双胞胎的三维展示模块，通过“虚实同步映射”实现了三维产线运行状态的完整展示，但目前更多的是“实->虚”映射，其实“虚->实”的反馈控制味道是比较淡的，**相当于所谓的CPS没有实现闭环。**
- ❖ 设备/单元级的CPS是能够实现从状态数据采集、分析推理决策、闭环控制执行的完整链条的，其中的分析推理决策环节是关键，需要**基于状态参数建立加工工艺的物理仿真推理模型。**



决策：MES必须与工艺融合

❖ 基本结论

❖ 夯实基础

- MES采集的大量数据，不能仅仅是存档入库，必须结合工艺才能有效的挖掘出其内在的价值，数据如何为工艺提供决策支撑，是企业智能化提升可以参考的结合点、切入点和发力点。

❖ 提升水平

- 现在MES厂商团队的人员大多偏重于计算机、管理等方面的人才，但随着智能制造的深入进行，工艺人才与知识的缺乏将成为其能否走的更快、走的更远的决定性制约因素。

❖ 企业在进行MES实施时，一定要在工艺上发力，才是长效发展的根本。

提纲

- ❖ 数字化转型内涵思考
- ❖ 精益与MES融合分析
- ❖ 数字化转型下MES发展趋势
- ❖ **精益MES的规划与推进要点**

精益MES规划的核心思路

- ⊕ 问题牵引、指标保证、运行改善
- ⊕ 逐级落实功能模块、支撑指标数据导向
 - ❏ 没有任何功能模块是多余的
- ⊕ 基本原则
 - ❏ 自我完善：MES具有自修复运行的特点（工时）
 - ❏ 兼容性强：MES具有对业务鲁棒支持的柔性弹性特点（可重构）
 - ❏ 适应变化：MES能够适应企业管理的持续改进与完善
 - 抽象的统一信息模型->物化实体性质的数据分发中心
 - 固化的业务流程逻辑->柔性化可配置的业务流程引擎
 - 紧密耦合的功能模块->基于服务封装的细粒度功能模块

MES选型建设的“问题-指标-功能”三步曲思路

❖ (1) 问题导向、以终为始

- ❖ 企业进行MES的建设必然是要解决问题的。
- ❖ 在进行MES建设的时候，一定要进行问题的梳理，找准痛点。

1) 库存高位运行（或在制品数量）：

- 在制品和库存如果保持在高位运行，管理现象：水落石出
- 库存水平和在制品数量与成本直接挂钩
- 降低库存水平或者在制品数量是企业规划实施制造执行系统的一个主要需求。

2) 订单按期交货难以保证：

- 订单按期交货难以保证、订单交货期难以答复
- 本质是订单生产周期（车架内的停滞时间）的问题，不仅影响交货，也增加在制品数量。

MES选型建设的“问题-指标-功能”三步曲思路

❏ 3) 资源利用不够充分问题:

- 如果企业的订单不够饱满，资源可能比较充裕不成问题
- 订单量饱满，资源利用上顾此失彼的现象其实也是经常性的现象
- 理论上自己的资源能力应该足够，实际却是资源闲置或开工不足

❏ 4) 生产效率低下问题:

- 工人的劳动技能参差不齐，经过长期的努力仍然不能实现有效解决

❏ 5) 质量问题频发与质量追溯困难:

- 质量控制手段落后，质量问题频发，车间生产及质量人员疲于奔命，在目前严厉的售后质量要求下，质量追溯手段落后。

MES选型建设的“问题-指标-功能”三步曲思路

❖ (2) 指标落实、直奔主题

- ❖ MES的建设是非常具有功利性的，必须结合上述的问题来定量而不是定性的进行衡量。
- ❖ 如果一个MES的运行不能产生支撑这些指标分析的数据，则盲目性建设的问题。
- ❖ 指标牵引-数据驱动-功能落实。
 - 1) 库存数量水平
 - 2) 订单按期交货率
 - 3) 资源利用率
 - 4) 生产周期缩短效果
 - 5) 生产效率提升
 - 6) 质量控制指标

MES选型建设的“问题-指标-功能”三步曲思路

❁ (3) 功能规划、思想赋魂

- ❁ 对于MES来说，没有任何功能模块是多余的。
 - 所有的模块都至少需要为提供指标分析产生和提供支撑分析数据。如果某个功能模块不能够为指标做任何贡献，那这个功能模块可能就是多余的。
- ❁ 当然指标是有层次的，一个综合的指标还有很多层次或细小的指标来提供支持。功能模块及其输出也是与此相对应的。
 - 如果单一的功能模块不能够独立的为指标分析提供足够的支撑数据，那可能需要一个功能业务链条才能够有效的产出这些数据，这也是进行业务流程梳理的一个本质原则。
- ❁ 秉持这个思路，我们进行功能规划，基本所建立的系统应该是企业所需要的系统。
- ❁ 应该将精益制造等先进制造思想融合到这个系统中。
- ❁ 一个基本的考虑原则是：如果所建设的系统，只是现有模式的计算机化，那制造车间的运行水平基本不会有任何实质性的变化的。
 - 因此这个指标就间接衡量了制造执行系统当中是不是内涵了先进的管理思想，比如精益生产。如果制造执行系统当中贯彻精益思想，在很多方面都会带来一些深度的调整 and 改变，这是这个软件的灵魂。

势能驱动的实施方法论

“水到渠成”是我们做事希望的局面，希望一切都是那么自然而然顺理成章的发生。其中的“顺理”其实就是如何形成和保持“势能”的道理

。

✦ (1) 瓶颈痛点驱动化

- ✦ MES建设一般牵连业务部门和人员较多，各有不同的利益诉求，应该秉持抓住痛点、难点和瓶颈的思路，让部门和人员明白MES建设是为了改善他们的业务操作执行而开展的，不能给出这种“胡萝卜”诱惑，只靠“大棒”恐怕会事倍功半的。
- ✦ 从另一个角度而言，其实就是要避免“无病呻吟”，不能解决问题的系统，建设又有何益呢？
- ✦ 这是“势能”驱动的源头。所谓的“木桶短板”效应，说的也是这回事，但企业需要精确的理解自己的短板在何处才行。

势能驱动的实施方法论

❖ (2) 复杂问题简单化

- ❖ 实施推进总是很复杂的，业务关联与协调总是很复杂的，应该秉持复杂问题简单化的思路，大处着眼小处入手，进行问题分解和流程梳理，庖丁解牛一样，不能搅和成一锅粥，让实施推进无从下手。
- ❖ 从总体入手分解，也有利于实现与总体的协调，明确需要解决的一个个子问题及其在总体中的地位与作用，不仅可以让大家有全局观，也有利于执行过程中不会出现偏差，以及条理化的逐步执行。
- ❖ 这是为了将总体“势能”细分为条理化的“势能”

势能驱动的实施方法论

❖ (3) 简单问题规范化

- ❖ MES建设不能在混乱的流程或管理下进行，应该秉持规范化处理的思路，细化、固化业务流程和业务操作，做到有章可循、有章必循、执章必严、违章必究，消除MES实施推进中模糊不清的因素，才能有效的推进MES建设。
- ❖ 这是为了消除“势能”驱动中的各种干扰因素。

❖ (4) 业务功能场景化

- ❖ 企业部门或人员对业务的理解与MES建设推进中实施方法的技术理解，属于有机关联的不同维度的理解，应该秉持业务与技术有机融合的思路，通过场景化描述，实现两者的统一，避免业务部门人员对技术能否实现的质疑或者焦虑，也能消除业务部门人员对系统上线后自身业务开展不习惯、不顺畅的顾虑。
- ❖ 这是形象化和清晰化“势能”驱动的作用和内涵。



王爱民

北京理工大学 数字化制造研究所

所长、博士、副教授、博导

135 2266 2896

谢谢!