

MPDV四阶段模型

# 智能工厂：准备开始



# 目的

许多公司已经布局将生产朝智能工厂转型，有些取得了成功，有些却惨痛失败。这就不禁令人深省：这些公司为什么失败，它们能做得更好吗？接下来我们将深入了解下MPDV的四阶段模型，该模型介绍转型智能工厂的前景战略。



MPDV开发的模型聚焦公司实际需求并提供实战方法。第一步是创建透明性获得更多的响应。透明性和响应度能够实现自我管理，如果再结合互操作性的话进而实现智能工厂。该白皮书我们将解释模型中每个独特鲜明的阶段并介绍实现智能工厂要采取的步骤。针对每个阶段，我们列出MPDV能为制造企业朝着智能工厂迈进提供哪些帮助。



## 为什么是阶段模型？

---

开发阶段模型介绍智能工厂之路的决策是显而易见的，因为大家能够想象各个阶段的意义。而且，四也是个能够管控的数目。步骤和目标始终清晰可见。必要时也可以跳过阶段，但为此需要投入额外精力。

这种模型提供结构化方法，有助于公司系统地规划评估进度。每个阶段代表清晰定义的开发状态，包括具体需求和目标。这不仅推动计划实施，还能带动公司以及外部合作伙伴之间的沟通。阶段模型提供清晰路线图，帮助公司高效部署资源并推动转型智能工厂的进程。这个模型创建透明性并给与管理者和员工方向指引，从而每个人准确知道目前的立场以及接下来要采取的步骤，进而实现完整互联智能生产的愿景。

阶段模型是个好主意的八条理由：

1. **分步实施：**循序渐进的方式降低复杂程度和成本。
2. **进度可衡量：**能够清晰评估保存进展与成功。
3. **风险缩小：**分步实施将错误以及错误投资降到最低，必要时及时调整决策。
4. **学习曲线：**支持持续学习，帮助员工调整到最新需求。
5. **灵活性和适应性：**提供机会应对市场变化以及技术发展。
6. **战略计划：**推动定义长期目标并给出投资优先级。
7. **资源效率：**可以定向高效利用资源。
8. **最佳实践与标杆管理：**支持最佳实践分享，同时与其他公司比较。

公司通往智能工厂的路上需要IT系统的支持。根据VDI5600指南，集成的制造执行系统（MES）已经证实了其是最合适的工具，因为它主要采集、处理并提供所有相关数据。MES是生产以及其他业务区域的主要数据中心，并作为人与工厂的接口。



## 阶段1 - 创建透明性



首先，需要可靠的数据基础，这是**透明性**作为智能工厂所有其他功能基础的原因。透明度的好处无需解释，因为它是一个众所周知的话题。然而，事实上仍有许多公司对生产流程了解的不多 - 即使所需的技术和方法已经使用多年。因此即使改善持续数据采集的最小扩展也能为优化带来重要的机会。

许多公司不愿意在车间收集数据的一个原因是，他们的机器种类繁多。一家典型公司的生产车间通常会混合使用现代、陈旧或几乎过时的机器。设备和生产装置越新，电子化实时采集数据越容易。从

中老化设备上采集数据通常需要记录简单的操作信号或节拍的方式开展。连接较旧的设备需要面临很大挑战。但这种情况也有解决方案，比如使用外部数据采集设备和数字化实时接口。

### 接口种类

不仅是老旧设备，具有标准化接口的现代化生产设备也可能面临挑战。OPC UA通常是一个救星。可使用OPC UA将各种设备以标准的方式连接到MES系统，但它仅传送数据，即OPC UA为通信数据提供容器。数据本身的结构由配套的标准构成-而且有很多标准！直到已经开发了工业4.0的设备通讯标准，公司才能用最少的精力应对将设备数据传送到MES的挑战。这也适用于MQTT，它一直是工业物联网的标准协议。

直观的车间连接对许多公司来说将设备、生产装置、传感器以及测试设备连接到MES变得更加容易。利用这个方法，重点指定采集数据的原因（MES应用的选择），以及如何传送数据源（接口的选择以及数据内容的分配）。在过去，需要复杂配置甚至编程来定义细节，而现在利用现代的制造IT仅需几次点击便可直观地完成。系统访问已完成接口的大量数据库，可通过添加新驱动组件轻松扩展。因此这个功能范围随着每次新的连接而不断增加。久经测试的功能，比如结合直观拖拉操作的向导功能，可大大缩短连接设备所需的时间。过去需要一整天现在仅仅几分钟即可完成。效率是关键，因为设备数、生产装置、传感器以及要连接的测量设备都在与日俱增。



### 利用已采集的数据

最终，数据不是为了自身而采集，而是用于更高目的的透明性而采集。所有采集的数据与已知的关系一起初始化地创建了一幅差不多的精准现实图片。然而，我们必须记住谁或什么在使用这个图片：IT系统还是人。这两个目标群需要不同细节层面的信息。IT系统受益于大量详细数据，而人更倾向于有意义的指标和评估。在数据采集和处理期间必须考虑两种需求。

### 所支持的MES功能

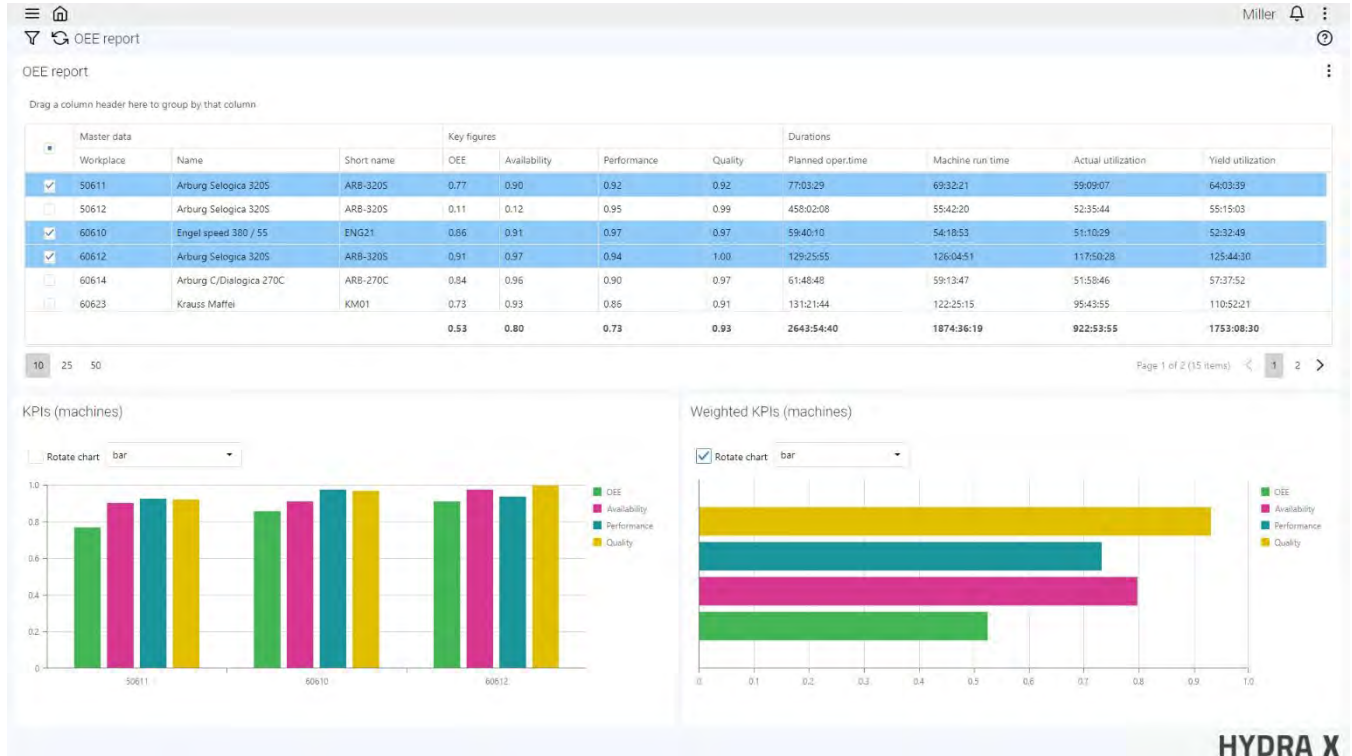
生产上提高透明度的最重要的功能是两个MES应用，生产和设备数据采集。现在我们称其为工单管理和资源管理。应用首先必须确保高效利用设备，其次自动调整已传送设备数据和手动已记录的订单过账。与此同时，该过程禁止忽视工具和物料数据。如果集成所有，则可判定内部关系并启动优化过程。因为系统可使用可靠数据，这个方法也支持生产工单的重新计算。

因大量已记录数据，MES也承担了压缩处理数据的任务，因为上层ERP系统不能处理车间的原始数据。MES作为主要信息和数据中心的角色，与车间连接业务和ERP系统指定的管理层连接，从而确保通讯以及最终透明度。



## 评估&KPI

一个现代的MES，比如MPDV的HYDRA系统提供大量评估和KPI，提高生产环境的透明性。智能工厂最重要关键指标之一是[综合设备效率\(OEE\)](#)。它是一个综合的KPI，集成三个方面：可用性、绩效和质量。查看生产上的各种损失或浪费。



比如，如果生产经理发现OEE下降，三个主要原因对此负责：

- 因频繁的设备停工导致很少的可用性，因此比预计更低的主要利用率。
- 因废品率提升导致的低劣质量。
- 因较长的周期时间导致的较低绩效。

MES以图表形式显示这些复杂的关系，合计数目并显示各种系数的细节。生产负责人获取实际导致当前状况原因的即时概览，进而可以直接采取对策。

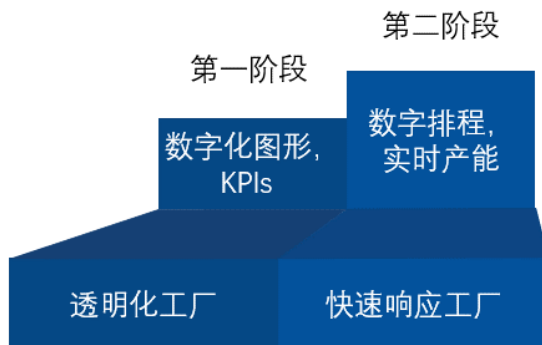
[请在白皮书“利用KPI控制生产”中找到更多KPI的介绍及其优势。](#)

制造执行系统不仅提供KPI，而且利用评估报表评分。用户决定相关评估报表使用的数据基础。一个典型的例子是工单概况，评估工单工序并查看非必要的闲置等待时间。另一个使用案例是设备时间概览：通过查看调试时间以及中断时间包括中断原因显示设备生产力如何。





## 阶段2 - 快速响应

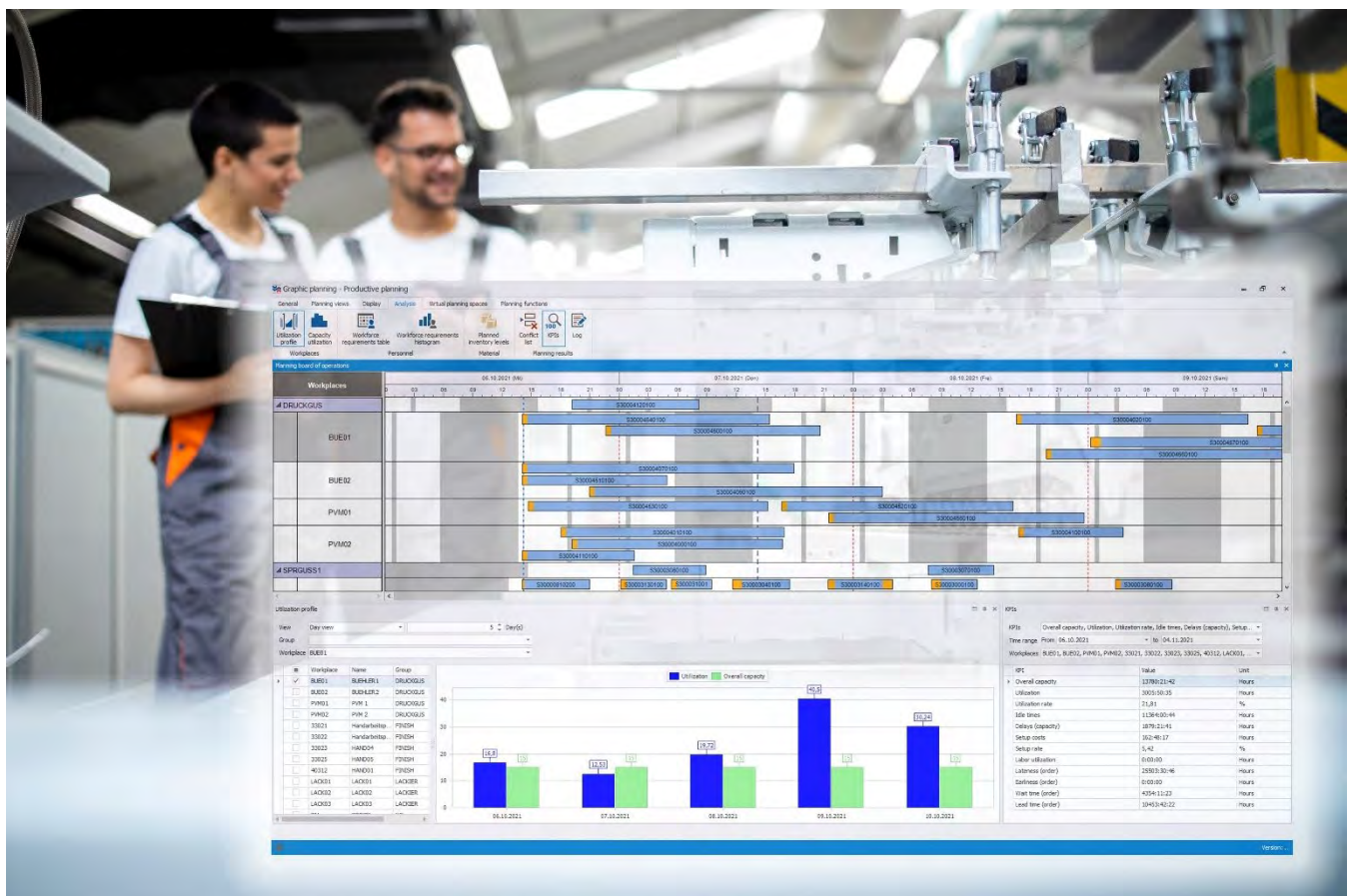


第二个阶段“快速响应工厂”，主要有两个挑战：对生产上非预期事件的响应并调适满足需要快速响应的客户要求。典型的干扰是工具问题，因员工生病缺少人员，或错误交付的物料。客户因最后一分钟变动增加了生产压力。如果公司能够快速响应，可将损失浪费降至最低。制造业IT能够提供整个生产概览，比其他IT工具或ERP系统有更多的优势。系统能够在早期发现故障，因此可以显示备用选项。没有基础MES的话，故障或客户请求改动常常导致一系列的电话、邮件以及临时通知的会议。为了保持竞争力，生产企业需要一个灵活的制造信息系统，该系统需要提供包

括排程以及MES所有基本功能。后续可再将高级计划排产系统（APS）与MES整合。

### 计划和控制

如果您能够及时获得生产实时状态通知，则可优化排产从ERP系统传送到MES或APS的工单。与ERP系统无限产能的粗略计划相比，生产控制员将在计划工具中精准指定用于加工工单的设备并准时排定工单。精准计划知道哪些工单已经排产或哪些工单正在运行以及最近的生产进度，这是非常重要的，这也称作产能计划。



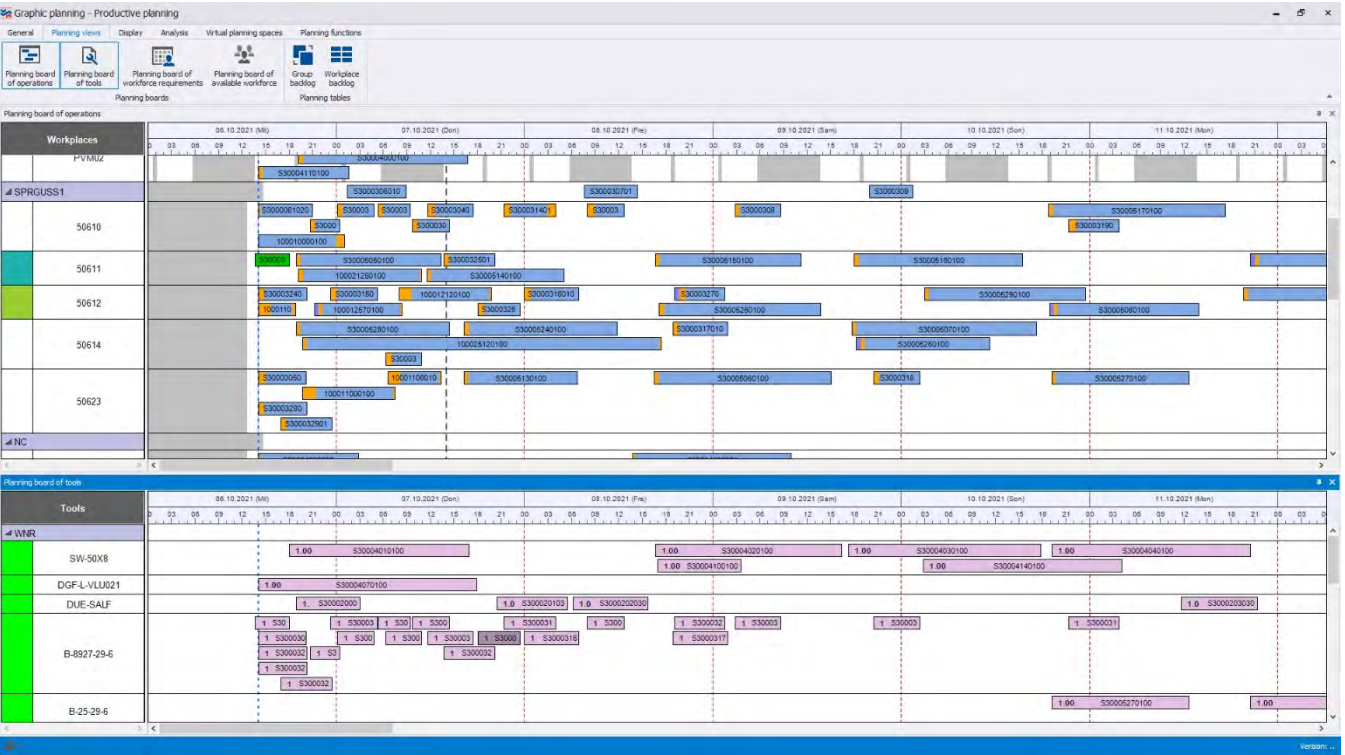
针对具体时间计划工序，这也暗示了完美序列计划，在优化设置时间时这非常重要。现代的计划系统帮助优化排产工单。比如，MPDV的APS FEDRA系统，如果过去测量的平均值导致不同的时间需求，系统将建议修改从ERP传送的设置时间。

默认时间与后面需要的真实时间越接近，计划时需要集成的时间缓冲越少。计划时减少时间差从而提高效率和生产率。如果计划时额外集成生产的实时数据，那么计划将变成一个能够快速响应当前事件的控制系统。能够直接发现

工具损坏或其他设备故障。详细计划可通过切换后面的工单做出及时响应。计划员得到通知，然后采取定向行动措施。可重新计划或拆分关键时间或重要的工单，通过加班创建额外产能。

设备、工具和其他资源

在过去，通常给工单预留设备产能就够了，然而计划时包含所有资源将变得日益重要。传统的计划面板以及自己开发的Excel表单通常无法处理机器、工具、设备以及其他周边设备之间的复杂关系。MES或APS中集成的图形化排产支持各个企业，可在一个系统中管理所有所需资源并用多维甘特图显示资源可用性。

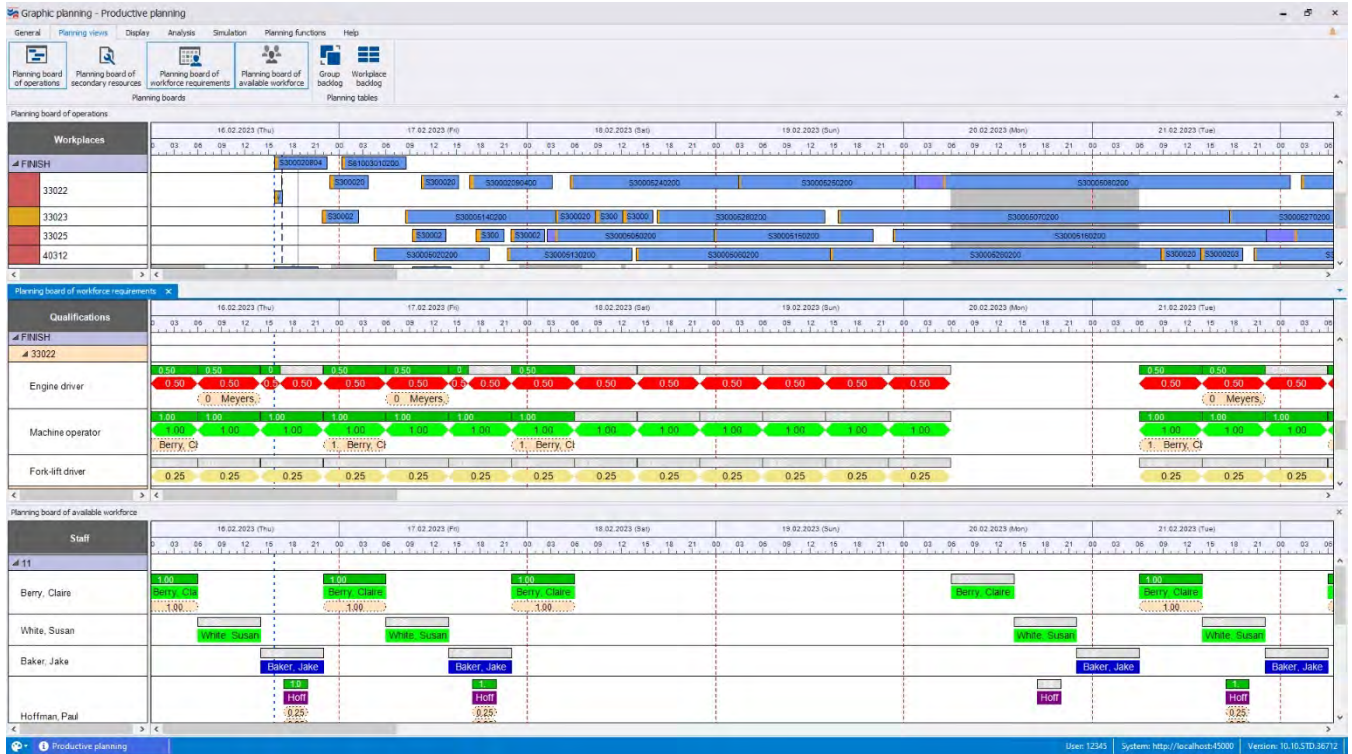


理想情况计划不仅包括生产设备，还包含各种消耗的资源。可能是物料（原材料、半成品或成品），许多行业也可能是能源。轻松理解计划中需要包含物料的原因，因为智能处理可用物料。理论上负库存是可以的，但这会导致生产工作流的非必要中断。如果能源集成为资源，那么避免高峰负荷的一切都会产生更高成本。即使计划时可包含临时能源份额的使用。为此，如果保存像物料可用性和能源预算这类所需信息并在计划工具中管理，这是有用的。



## 基于资质的人员调度

必须按照人员资质在车间高效部署操作员和生产人员。现在，白板或Excel表格这种简单的班次计划仍然普遍存在。但MES或APS可有效支持企业，通过数字化 workflows，消除媒介干扰，简化流程实现现代的HR管理。请假是无纸化的，生产数字化让主管计划班次时获得可靠数据。主管受益于实现智能工厂实施阶段1的透明化优势。清晰的图表和集成的班次所需人员数计算让班次计划轻松开展。

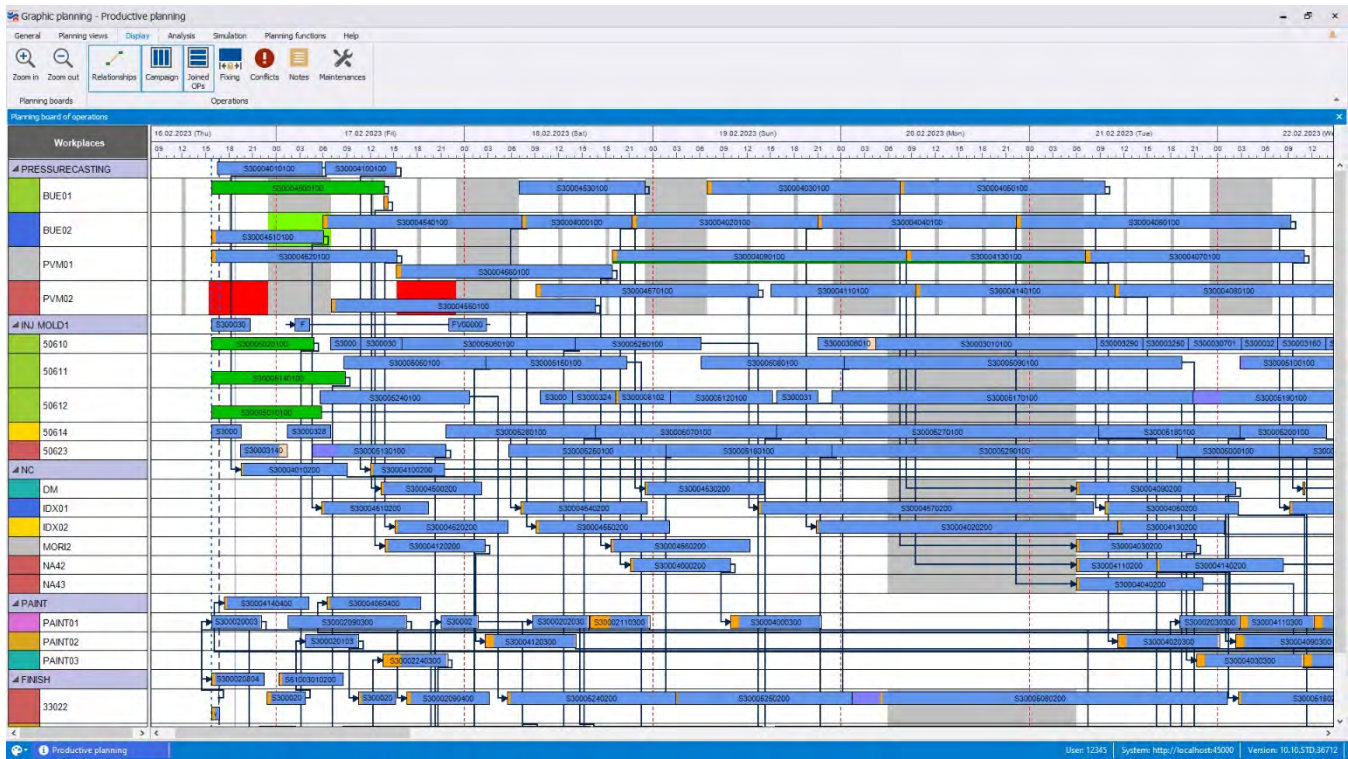


生产中员工任务越复杂，根据资质安排人员显得越重要。通常员工具有多个资质。现代的计划工具可在资质矩阵中保存各种资质和临时许可，比如叉车司机证或焊工许可，且可编辑并给它们排优先级。这个矩阵是人员排产的基础。

用最简单的形式，劳动力需求直接给工位保存，这个由制造IT管理。然后用甘特图完成具体设备和工位的人员分配。自动分配支持计划主管。甚至可在劳动力计划中包括工单储备，尤其在波动需求或季节产品的市场推荐使用。然后可早期发现产能过剩并做相应工时调整。此时更高效地部署可用人员，同时保证较高的人员满意度。

## 手动排产还是自动排产？

生产控制人员仍在讨论哪种方式更好：自动分配还是手动分配工单给到具体设备。因为自动计划算法正在持续改进，可能经常潜意识地担心自己的工作。但是最后始终需要有能力的专家。需要专家编辑大量主数据并根据它们的经验为规划做好收尾工作或如果自动化没有提供有用结果则进行干预。排产始终由人员负责。最后，公司使用智能自动化高效计划控制生产并在必要且有利利润时雇佣有能力的计划员手动干预。因此人员不仅是创造价值的重要参与者，还是执行计划的人员。



使用人工智能(AI)，生产计划达到一个全新水平。AI帮助进一步优化自动计划结果并能够更加高效利用资源。中型企业可以利用它缩短生产周期时间，改善及时交付能力，重点能够缩减计划成本。

观看视频了解自动AI详细排产的用户满意度：[视频：VACOM最佳实践](#)

# Künstliche Intelligenz in der Fertigungsplanung

Best Practice bei VACOM



Artificial intelligence  
in production planning

Best Practice at VACOM



10<sup>th</sup>  
mbar  
VACOM®



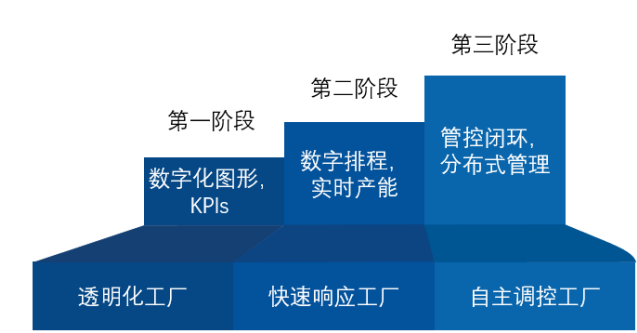
Wir liefern Zukunft.





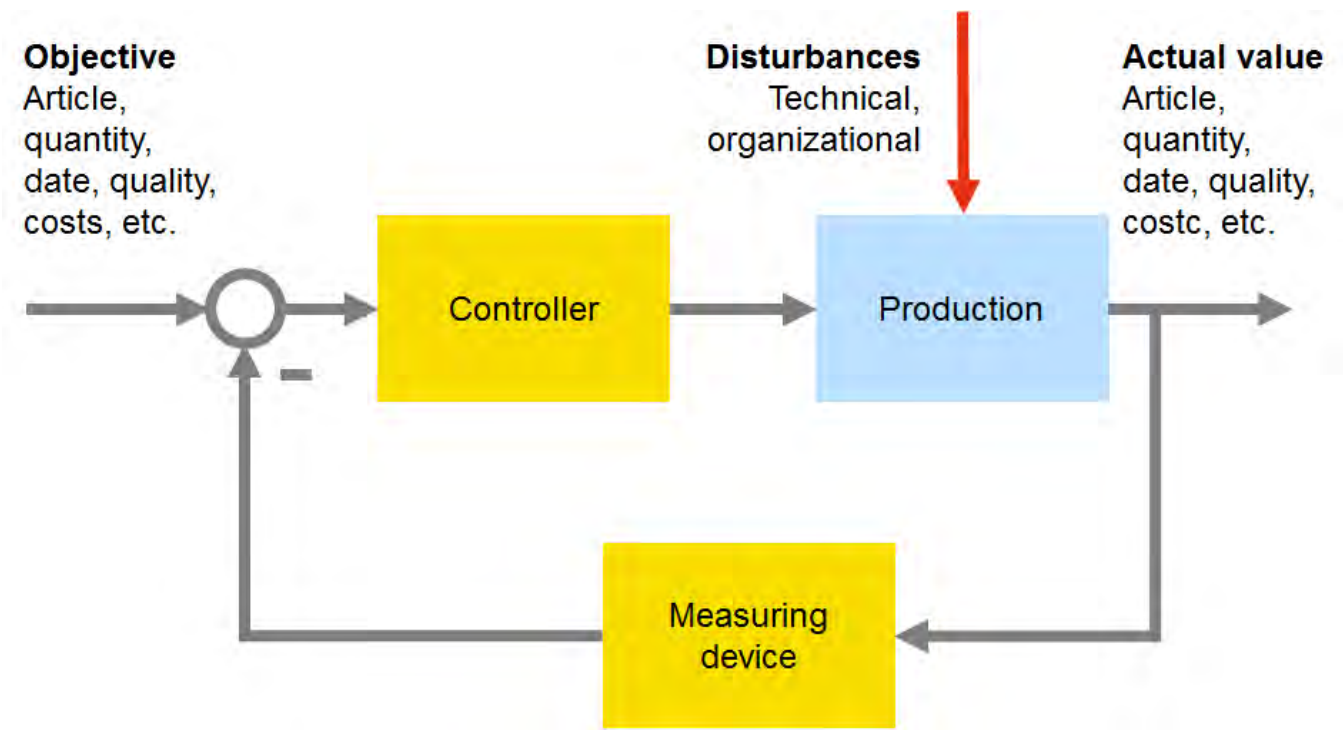



阶段3 - 定义控制闭环



工业4.0的崇拜者仍在梦想着无人干预的自主调控生产。为了掌握提前编程的复杂性，工作人员必须将整套经验和人类智慧融入到IT系统中。这个场景的实现需要很长的路要走，而且荒废的工厂也不是工业4.0的目的，所以按照相对直截了当的原则，这篇文章主要介绍自主调控。定义自主调控时，应该注意这是一个因控制技术衍生的现代方案。新特征是增加了透明度，从而可以尽早对目标偏差做出响应，或者理想化地预期偏差并提前采取相应措施。简单地讲，自主调控指某个工作流或工艺坚持以某种给定的参数方式进行自我管控。

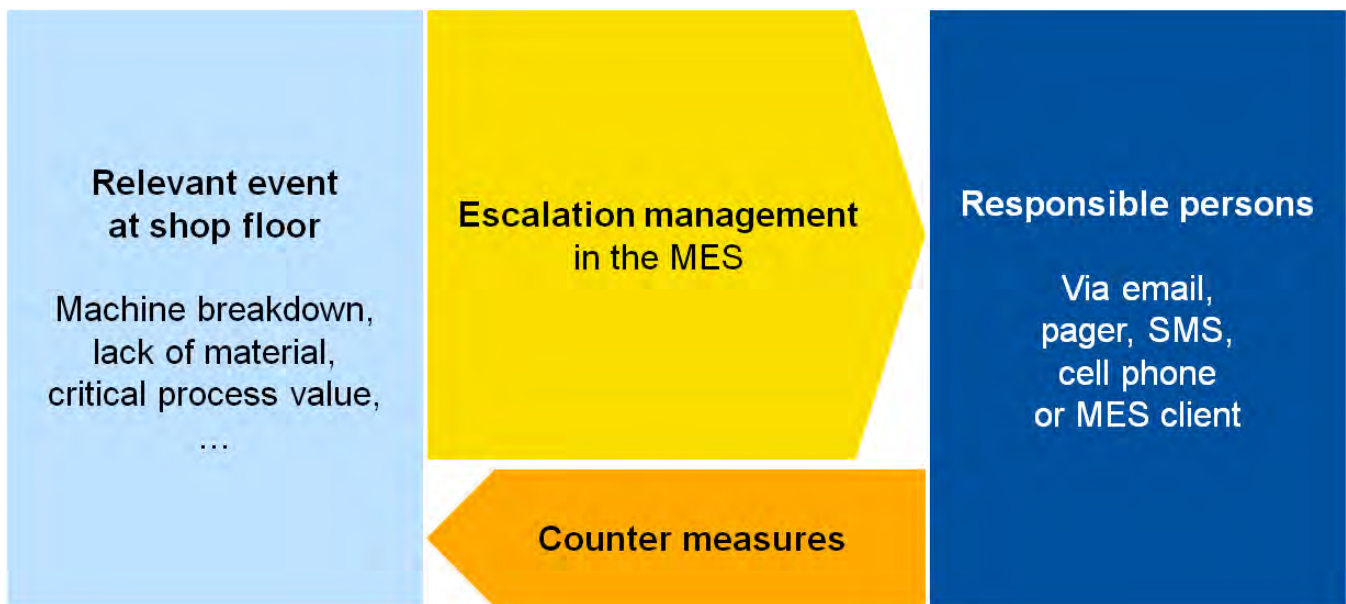
生产上这些参数指设备优化利用，保证质量，符合标准或提高生产率。可能的变量数以及指定的目标参数是无限的。而且，某些参数只能手动干预更改。尽管如此，自我管控的方法将获得成功 — 如果定义指定的控制闭环并配备必要的职责和权限。自我管控需要一定程度的基于分布式目标的非集权化，但应重点同步。自我管控是扩展利用已采集数据并实地验证的控制机制。



自我管控的例子

- 自我管控的最简单形式是监控一个或多个参数并在超过设定阈值时发送通知或发送信号。然后人员将发现问题。MES系统中这些功能称作“预警管理”或“消息&预警”。
- 扩展的功能可由MES“ workflow管理”模块获得。这些功能不仅显示与目标的偏差，还能提出建议或采取相应措施。比如，如果设备温度超过60° C时，应用将触发检验。此过程确保外部系数不影响加工的质量。
- 如果再进一步，我们使用看板或数字化支撑的电子看板这些自我管控系统。看板是物料持续供应的系统。然而一个内置控制将避免堆积仓库库存。
- 自我管理的最高级别是过程互联。过程互联确保仅专门针对相关工作步骤提供或下达物料，而且仅无瑕疵的部件才能被进一步加工。如果加工多个变量，过程互联是非常重要的，因为这种生产必须按照客户要求实现零缺陷。





所有这些自我管理任务可通过一个集成的MES映射，因为所需信息已经可用于系统，而且相关人员也可以与MES互动。

### 人与技术互动

关联设备或MES以及生产或管理人员之间的通讯如何管理目前仍然不清晰。技术支持人员而不是人员支持技术，这点至关重要。在MES的帮助下，操作工成了“扩增型人员”。这个理念的背后想法是操作人员直接访问特殊场景的更多关键信息，因此他们能够做出明智决策。多亏了合适的人员-技术接口，操作人员按照人体工学方式实现自我管理。为了提升集成过程的效率，应给员工配有必要职责，必要时能够自主决定。

分布式的方法

转型自我管理，也就是实现分布式，这不仅仅需要MES或其他IT支持。更是根深蒂固生产工作文化模式的转换。因此我们建议开始时对实际情况做一个全面的现状分析：工艺和工作流、职责、保存和非保存规则以及各个区域对决策至关重要的现有经验。此时，至少应对实际情况进行质疑，且最好简化重要流程。此时精益生产方法证明是有效的。接下来公司必须在控制闭环中集成已记录和优化的整体情况。简单的条件（IF-THEN）关系以及复杂可行的算数依赖关系正好适合。第三步可将这些控制闭环集成到有资质的IT系统。大多数生产控制闭环可利用现代的MES系统实现。

示例

许多不同规模制造行业的公司已经成功实施多个智能应用程序，已经证明了控制闭环和自我管控不是工业4.0的发明：

智能的内部物流

中型金属加工商使用生产设备状态变更通知仓库人员物料短缺。反过来仓库人员可以在MES中使用设备和工单号立即判定设备需要哪些物料。这个过程仅需要非常少的功能范围。利用一些附加功能，物料严重短缺前可通知仓库人员，比如针对某些物料集成基于MES的范围估算。控制闭环如下：如果设备上的输入物料水平低于所规定的库存水平，而且现有物料无法完成当前工单，那么系统会从仓库请求一定量的物料。使用电子看板系统的话，物料供应工作将会更加顺利。此时，系统本身确保设备上有充足的物料可用。

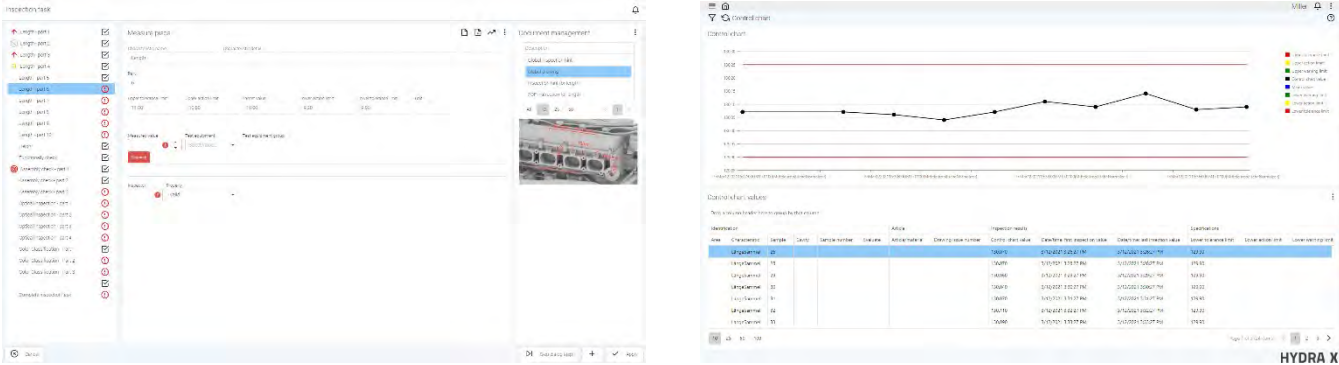
智能保养

塑料加工商使用已记录的设备能耗并将其与登录的工单关联判定生产装置下次维保时间。MES将目标消耗与实际消耗进行比较，根据以下控制闭环规定：如果记录的消耗超过默认值30%，必须执行非预期的维保。相关的维保工单自动由工单储备排定。完成非计划的维保时，重置定期维保间隔，从而更加高效地利用设备。



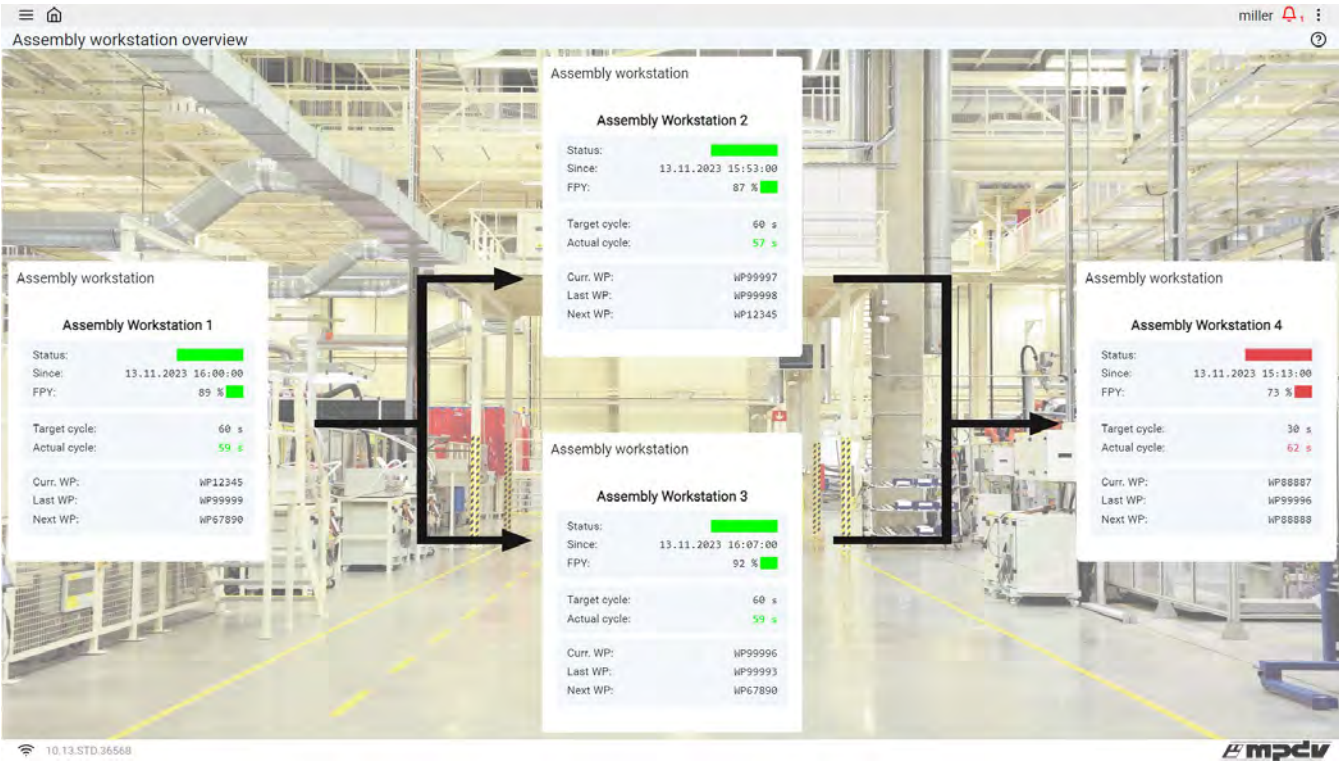
智能的质量检查

原则上，样品质量检验间隔是时间控制的或基于加工的数量。如果使用MES，设备状态变更也会触发检验。比如设备故障或物料变动时，可对这些事件做出响应，确保不用耗费额外精力保证所需质量。结合抽样，可添加质量实验室的检验点。物料样品一送达质量实验室，相关检验点可远离生产处理。如果质量实验室有点距离，可给样品自动生成一个运输工单。



智能的装配线

如果是汽车零部件加工业务，必须保存完整的生产流程确保仅加工交付无暇部件 — 通常按预定义的顺序。如果用这种方法实施过程互联，系统将在每个工作步骤检查每个部件核实制品并检查之前的加工是否无误地完成。基于所有参数的连续保存，上述检查可通过MES轻松完成，并在系统中比较真实值和默认值。





阶段4 - 变得更加智能



智能互联变得越来越重要。组合应用程序、功能和之前没考虑也没一起使用的的数据。因此，智能互联也将实现一个全新级别，既有技术上也有组织框架上的复杂性。因此，生产人员和管理层了解并践行智能工厂的特征至关重要，即透明度和响应速度。这是确保智能互联创建优化新潜能或新业务机会的唯一方式，而且数字化不会混乱地告终。

横向一体化 - 关联 - 互操作性

横向一体化指关联数据，产生新的且有价值的见解。但横向一体化受系统中的应用限制。超出系统限制时，我们便谈到了互操作性。此时必须留意安全机制和加密这类问题，但重要的是，对数据及其含义的共同理解是关键 — 可以说通用语言。此时我们常碰到的术语语义。共同语义确保理解已传送数据且不用通过接收系统来分别解释这些数据。所有相关系统也应该理解工单和工序间的区别以及他们之间如何连接。

有目的互联

为了保证智能互联实现预期的优化，首先应规范需求，定义必须结构，然后实施所选接口。根据制造业的规模和领域不同，下面智能互联例子的重要程度也会有区别。

生产物流互联

许多MES系统提供数字化集成内部物流的解决方案。通过与仓库管理系统(WMS)互联，可扩展现有功能使其更加强大。比如，MPDV的MES HYDRA监控物料和中间产品规定的库存 - 或WIP物料 - 这属于物料管理应用。HYDRA可使用生产实时库存，而且拥有比ERP系统更详细的信息，ERP系统通常只知道订单结束时预订的库存。HYDRA能够映射所选物料预期的覆盖范围。如果HYDRA与WMS互联，持续改善会很明显。不仅可以监控具体物料缓冲区的物料，还会将生产储存位置信息与WMS管理的其他仓库位置数据组合。即可花费最少精力尽早发现物料短缺和延迟甚至彻底避免这种情况的发生。通过智能互联的方式，MES知道准确的物料位置并可在车间客户端上显示。

另一个例子：HYDRA为车间提供集成化的运输管理系统。如果设备上需要物料或需要移除结束的物料，可使用这个系统自动生成运输工单。运输管理也可以通过运输工单自动请求工具类等所需资源，支持设备调试。如果HYDRA与WMS组合使用，系统将实现自动控制运输方式，比如包括自动路线计划的无人驾驶运输系统。通过从HYDRA传送运输工单，可完全自动地映射重要的供应流程。

目前，MPDV的MES专家与自动化物流搬运系统的主导供应商Viasore Software的专家共同探索其他应用场景的可能性。

生产计划和设备管理互联

针对具体的生产流程，现有环境条件是相关的或是至关重要的。此时，生产计划和控制与设备管理系统互联是一个显著的解决方案。温度敏感的工艺流程只有在环境温度可靠时才可排产。或者，这类流程步骤开始前，工厂大厅的空调温度必须在有效的控制范围。也可根据设备管理的信息控制计划时的动态限制：如温度敏感工艺执行时炎热天气午餐时限制同时运行的锅炉数或在寒冷天气时锁住一些门。

特别对于耗能的生产流程，将能源供应与生产互联特别有优势。比如，在能源采购成本较低或获得较低成本能源配额时可进行特别高能耗的工序。避免高峰负载缩减非必要成本是另一个更重要的问题。

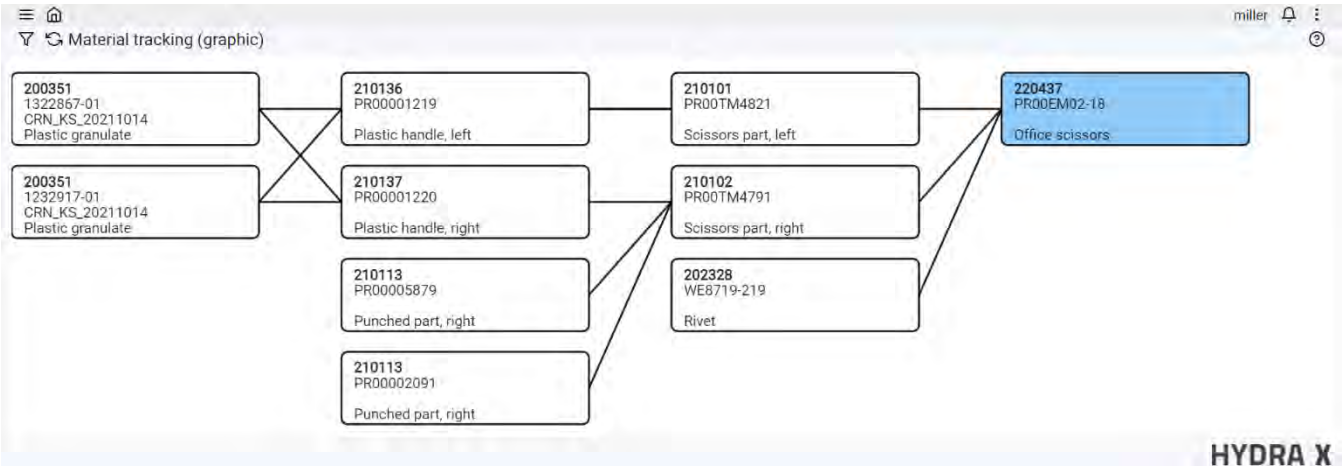
MPDV参与了生产计划与能源管理领域互联的各种研究项目，研究成果将陆续集成到MES HYDRA。

**整个供应链互联并可追踪**

在一些工业领域，必须完全留存每个产品的生产过程。鉴于个性化产品的日益增加，许多公司都有这个需求，致力于提供定向服务支持后面的生产。之前保存所用原物料是足够了，但将来制造企业会需要更多参数。不可能由MES直接获取所有所需信息。因此与提供该数据的其他IT系统互联是关键。比如，可在MES中整合空调房的值（设施管理）、所用的运输路线或运输方式（物流）、上游供应商的数据（供应链管理）或其他工业物联网的数据（IIoT）。



供应链互联IT系统的生动例子是将BALLUF MoId-ID连接到HYDRA资源管理应用。如果由分包商使用，可监控注塑工具。系统监控指定的维保间隔是否符合并保存工具使用。通过工具RFID芯片上的MoId-ID完成相关数据的本地采集。工具返回时，数据传送到MES并集中可用。这将弥补两家公司间的信息差。通过将工具数据关联到分供应商产品批次相关信息，本地采集的数据也可以用于跟踪追溯。



设计、生产和质量保证互联

一个专门展示智能互联的例子是使用设计部门的模型数据（如CAD模型）定义生产质量检验时检查记录的特征。这种方法明显促进手动检验计划，因为可以读取待检验的特征比如目标值和容差值并直接自动从CAD模型中传送。减少计划精力并消除拼错概率。记录的检验结果不仅用于生产质量保证，还能反馈给设计工程师。反过来设计师可以使用这个信息改进产品设计，在方案阶段提高产品质量并通过减少返工减轻生产压力。

制造执行系统HYDRA可用于传送CAD模型或其他系统（如FMEA）的检验特征。另一个已经开发有段时间的应用是从产品生命周期系统(PLM) 传送NC程序。使用HYDRA，这个数据可直接用在悬置工单的设备上。HYDRA应用DNC &设置数据已经广泛用于多家生产企业。

从智能互联到数字孪生

所有上面提到的智能互联例子都是关于集成各个系统的数据。特别是将设计区与MES的连接扩大了某个特定产品完整生命周期的整体视角。因此给出生产或具体产品数字化孪生一个时间轴。制造商和未来产品用户都能受益。特别在更短生命周期以及不断增加变量的时代，这类反馈非常重要进而实现快速持久地从已有经验中学习。多亏了智能互联，相关人员可因共享的知识而受益并从失败中获取经验教训。



## 从哪里开始？



“从哪里开始？”——一个很难问题的简单答案：从开始时！生产企业应通过分析当前状态启动。公司或许已经达到了阶段1或阶段2的程度。那么必须检查核实达到的阶段是否足以升级到下个阶段。现状分析必须考虑具体阶段各种需求适应每个公司。非常适合一家公司阶段2的，也许对另一家公司阶段1还达不到。

不仅考虑技术，还要考虑组织框架，这些同样重要。最终，只有实施合适的IT解决方案和精益方法，智能工厂才能开展顺利走向成功。关注价值创造是这项工作的关键，换句话讲，客户愿意为什么买单。因为只有为客户创造了附加值，才是真正的“精益”！

MPDV集团的专家帮助铺垫实现智能工厂并顺利实施。MPDV四阶段模型被认定是所有愿意实施智能工厂生产企业的指南。不幸的是，这条路没有捷径。

### 最后根据许多数字化项目经验总结几点建议

#### 大处着眼，小处着手

有远见，但要从够得到的果实开始，即用最少的精力获得最大的收益。确保对你和员工来说，数字化很有趣。您甚至可以设法用一个项目的节余为下一个项目提供大部分资金。借用法国作家安托万-德-圣-埃克苏佩里（Antoine de Saint-Exupéry）的话：“如果你想造船，请不要号召人们去采购木材、准备工具、分配作业以及组织工作；而是教导人们向往广阔无垠的大海。”只有人们理解了船需要在海上航行，自然会分配清晰的任务，而不用提前分配。

#### 考虑人员作用

尽管拥有了数字化以及创新技术，但人员仍起到关键作用。这是因为随着技术的更迭变化，始终需要人员采取措施。即使变革管理一词在许多公司敲响了警钟，你也应该及时掌握让员工为数字化转型做好准备的理念。最终智能工厂的目标是让人们从乏味的日常工作中解放出来，控制价值创造。现代的生产IT是人们管控日益增长复杂性的有价值工具。

#### 球在你的场上-接住它！

现在开始！否则你将永远不能达成目标。鼓起勇气，不要忘记让员工参与进来。永远不要低估操作人员、物流专家、计划员以及质量团队的专业知识。

#### 再次强调：现在开始！

## MPDV白皮书

### 知识就是力量！

我们的白皮书为您提供生产IT和工业4.0的有趣事实。除了有趣的技术文章、趋势报告以及产品信息，白皮书还包含令人振奋的专家采访以及有用的日常必备清单。下面是白皮书选择：

### 智能工厂开发套件

### 智能工厂要素

### 有效互联的工厂

### 自主调控的工厂

### 快速响应的工厂

### 智能工厂四阶段

### 利用KPI控制生产

### 平台&生态系统

### 从4-阶段模型到控制闭环



现在请求其他白皮书！

[whitepaper-en.mpdv.com](http://whitepaper-en.mpdv.com)

## 关于我们

---



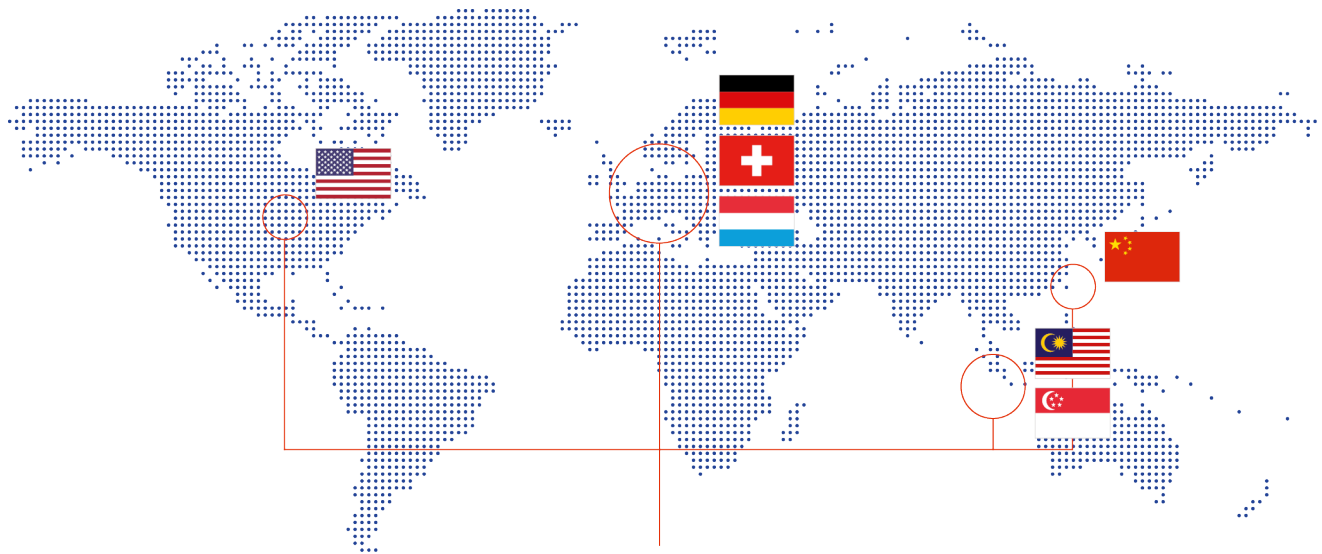
### MPDV Mikrolab GmbH

总部位于德国莫斯巴赫的MPDV是生产行业IT解决方案的市场领导者。拥有近50年的生产环境项目经验，MPDV积累了广泛的专业知识，能够支持所有规模公司实现智能工厂。

MPDV的产品制造执行系统(MES) HYDRA、高级计划排产(APS) FEDRA或制造集成平台(MIP)帮助生产企业达到标准化生产流程，保持其同行业领先地位。这些系统可用于实时采集评估整个价值链产品相关数据。若生产流程延迟，员工可以立即发现并采取定向措施。

每天全球超过1750家生产企业110多万用户在使用MPDV的创新型软件解决方案，包括各界知名企业。MPDV集团拥有520位员工，分别工作在德国、中国、卢森堡、马来西亚、新加坡、瑞士及美国等13个分支机构，





Chicago · Hamburg · Hamm · Heidelberg · Kuala Lumpur · Luxemburg  
Mosbach · München · Shanghai · Singapur · Stuttgart · Winterthur



---

MPDV Mikrolab GmbH · Römerring 1 · 74821 Mosbach  
+49 6261 9209-0 · [info@mpdv.com](mailto:info@mpdv.com) · [www.mpdv.com](http://www.mpdv.com)

© 2024 MPDV Mikrolab GmbH | Doku-Ident: WPSF1-4 EN 07/2024.  
除非另有说明，所用图片来自MPDV或Adobe Stock并已获得相关版权持有者的出版许可。