

# 破解工业4.0 快速响应的工厂



第4阶段：有效互联的工厂

第3阶段：自主调控的工厂

第2阶段：快速响应的工厂

第1阶段：透明工厂



## MPDV白皮书 知识就是力量！

MPDV白皮书简明扼要地为您提供MES和工业4.0信息。白皮书内容丰富，包括有趣的专业文章、行业趋势报告、产品信息、令人振奋的专家采访及工作生活的重要必备清单。

目前，MPDV的白皮书有：

- 制造集成平台
- 自主调控的工厂
- 快速响应的工厂
- 智能工厂四步骤
- 工业4.0必需横向一体化



MPDV Mikrolab GmbH • [www.mpdv.com](http://www.mpdv.com) • [info.cn@mpdv.com](mailto:info.cn@mpdv.com)

## 前言-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kletti

# 实现智能工厂

不管是专业报道、专家访谈，还是贸易展览会及大型会议，工业4.0仍是高度热门话题。但是，工业4.0相关定义和实际应用方面，意见略有不同。为此，我们重点将理论转成实际，详细阐述工业4.0这个复杂的话题。

2016年汉诺威工业展时，我们介绍了“智能工厂”四阶段模型，当时，重点强调了第1阶段透明工厂所应采取的措施。本白皮书中，我们讨论第2阶段-快速响应的工厂。

我们的智能工厂四阶段模型已经得到行业专家的认可，他们对我们的观点给予了十分的肯定。最近，我和Fraunhofer IOSB的Dr.-Ing. Olaf Sauer进行了一次令人兴奋的讨论。经过这次讨论，我们更加清晰地认识到为了能够实现工业4.0，许多企业仍有很多工作要做。



我们MPDV的MES专家走在时代前沿，引领最新行业动态。在您实现工业4.0的道路上，我们愿成为您称职、可靠的合作伙伴！

祝您阅读愉快！



Prof. Dr.-Ing. Jürgen Kletti  
MPDV Mikrolab GmbH CEO

## 实现智能工厂第2阶段 快速响应的工厂

工业4.0的战略是制造企业的柔性组织，这个观点已愈加清晰。同时，工业4.0也研究使生产柔性化的工具。为了给客户提供必要的柔性，工厂内部反映必须特别快。但是快速反映这个短语的意思是什么？实现快速反映需满足哪些前提条件呢？

首先要注意的是，不管是工业4.0还是智能工厂的实现不可能一蹴而就。为此，需要一个详尽的路线图。为了系统化地实现智能工厂，MPDV的MES专家推送简单的智能工厂四阶段模型（图1），该模型已经得到专业报道、前沿工业4.0门户网站及各界公认专家的高度认可。

### 智能工厂四步骤

该模型的第一阶段是透明化工厂。即指生产企业应随时准确地知道生产上正在发生的事情。而第二阶段的快速响应工厂的实现要依赖于第一阶段。因此已记录的数据是可视化、可使用的，以便能够快速识别生产车间接下来要发生的变化。目标是对偏离理想状态情况尽可能作出快速准确地反映。之后的阶段是自主调控的工厂，生产企业基于第二阶段的快速反映，对生产流程进行调整完善。在第四阶段有效互联的工厂，生产企业将视野拓展到周边流程，比如PLM、能源管理等。<sup>[1]</sup>

现代的制造执行系统（MES）已经实践验证其是实施该模型每个阶段合适且必不可少的工具。

### 透明化是基础

之前，在白皮书“破解工业4.0”<sup>[1]</sup>中已介绍可靠数据对生产企业的重要性。要时刻记住已记录的数据必须是准确、最新的，而且要与所请求的评估相关。MES只能从相关数据获得有用的信息。在下个阶段中，通过进一步整合信息形成生产流程相关知识。透明化和信息关联知识是实现智能工厂其他阶段的基础。



图1：MPDV“智能工厂”四阶段模型

### 确保快速响应

第二阶段“快速响应的工厂”越来越重要的原因主要在于：一生产上的所有事情很少按照计划进行；二客户经常更改待加工产品的要求。因此，生产企业必须对无法预见的情况做出快速响应。企业所做的响应越快越灵活，带来的损失就越小。干扰生产典型例子有工具问题、员工病假或错误交付的物料。多数时候客户不清楚这点，而且在看到变更请求时又额外增加了生产上的压力。

与其他的IT工具或与ERP系统相比，MES的优势是具有所有生产相关要素的概览。所以能够在初期发现干扰，而且MES还会显示可行的备选方案。若没有集成化的MES，一旦有干扰或客户需求变更，便需无数个电话、邮件、会议来解决相关的问题。为了保持市场竞争力，生产企业需要一个将这些不必要浪费降至最低的工具。那么，集成化的MES便是生产企业理想的选择，特别在当今世界越来越动态的时代。

## 计划和控制

基于对当前生产状况的了解，可在MES中排定通常由ERP系统传送的工单。不像ERP系统的粗略计划，面对无限的产能，在MES中生产控制人员可准确地计划哪台设备、什么时间要生产工单。为此，他们必须知道哪些工单已经排定或哪些工单正在运行以及已经达到了什么样的生产进度，从而体现真实产能的排产。图2显示不同时间范围ERP和MES的表现。

在工单排产时，同样要设置工单的顺序。尤其在优化设置时间方面，这是非常重要的。在工单排产方面，现代MES系统体现了它的优势，比如：若基于过去平均值测量的经验值需要不同的时间要求时，MPDV的HYDRA会主动修改ERP规定的设置时间。

目标时间与实际时间越接近，需要计划的缓冲时间越短。因缩减了时间差，所以提高了效率和生产率。

如果根据实时生产数据额外扩展计划，那么计划便可控制，然后对实际情况进行快速响应。能够立即发现工具破损或其他设备故障，然后触发详细排产中下个作业班次。系统通知计划人员对新的状况采取针对性的措施。因此，他们可以重新排产或拆分交期紧迫或重要的工单或创建额外的产能，如通过特殊班次。

## 设备、工具和其他资源

如果之前对于一个作业仅预留一台设备的产能就足够了，那么其他资源计划的必要性就显得更加重要。传统的挂图表或Excel表不再能够处理复杂的设备、工具和设施连接，但是，集成化MES中图形化的详细排产可在一个系统中管理所有所需资源，以多维度的甘特图（图3）显示各种资源的可用性。

除了生产设备外，排产时非常理想地是额外考虑消耗的物料。除了物料（原材料、半成品或成品）外，许多行业领域能源也同样是最重要的排

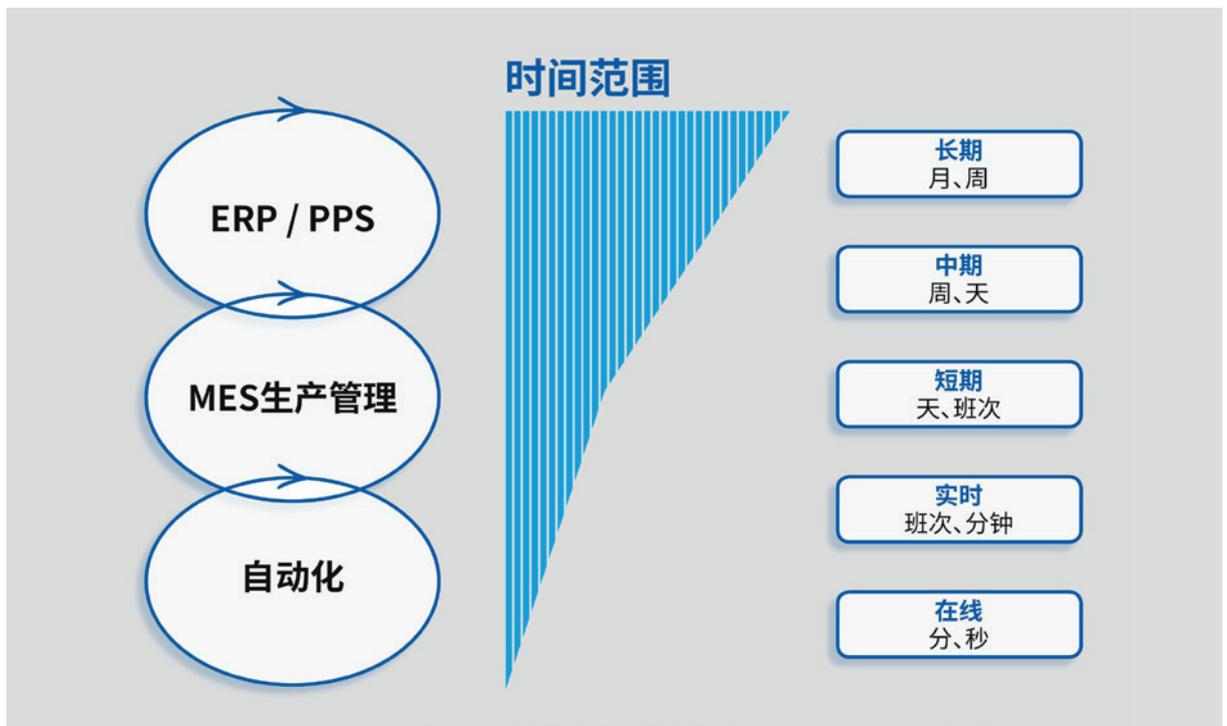


图2：生产环境各个层面和IT系统典型时间范围

产因素之一。连接是简单的：只能处理可用的物料。理论上，负库存是可以的，但会导致不必要的生产流程中断（图4）。

关于“能源”资源，避免可能导致成本增加的负载高峰是重要的。同时，详细排产时也会考虑临时能源限额的使用。此时，以集成的方式记录或采集必要信息（物料可用性或能源预算）并在MES中管理这些信息是非常有优势的。[2]

根据复杂性和生产步骤，在计划过程中包含数字化信息的可用性也是可以理解的。比如，下达准确的NC程序是金属加工行业顺利生产的必须前提条件。生产规则和图纸也属于该组数字化信息。

### 生产中人员的作用

同样，必须根据车间工人、设备操作工及其他员工的资质高效分配他们的工作。面对这种班次强度简单的计划，仍有许多企业使用插件版或Excel表安排人员工作。MES通过数字化流程，消除介质干扰并简化，高效地支持现代化的人员管理。除了无纸化管理（如请假），在班次计划时生产

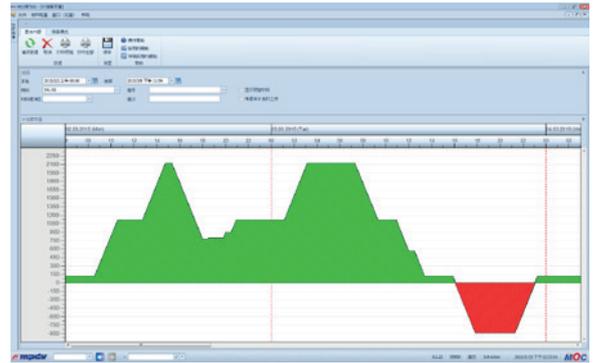


图4：HYDRA车间排产的详细计划考虑库存物料

数字化可以让主管访问可靠数据。这同样受益于实现智能工厂第一阶段创建的透明化。[2] 因清晰布置的图表和集成化的班次强度计算，班次计划因此成为日常工作的一部分。

### 基于资质的人员调度

车间每个员工的任务越复杂，与他们的资质越相关。通常员工具有一个以上的相关资质。在现代化的MES中，以资质矩阵形式（图5）记录、更新和优化各种资质和临时许可（如叉车司机驾驶证或焊工证）。这个资质矩阵是人员调度的基础。



图3：HYDRA车间排产中多资源计划

MES管理的工位上以最简单的变量直接记录人员需求。随后以甘特图的形式(图6)完成每个工位上的人员分配。用不同的颜色显示各个员工的资质,并以条形图呈现已计划的出勤时间。从而防止分配不可用或不具有必须资质的人员。计划过程中支持主管自动分配人员。如果主管满意分配结果,他们便可以下达计划,然后自动将分配结果分派给各位员工。员工可以在车间终端上或智能手机上看见接下来几天和几周给他们计划的工位(图6)。

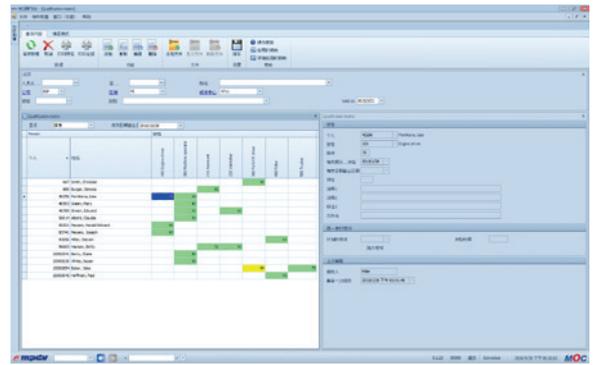


图5: MPDV MES HYDRA人员调度资质矩阵

### 集成人员调度和生产排产

如果同详细排产和生产控制一起集成人员调度,在面对具体作业时考虑人员需求,确保分配符合资质人员,这被称作“基于作业的人员调度”。与此同时,在MES或其他软件工具中是否计划这些作业与这次的人员调度是不相关的。特别是在当今需求急剧变化的市场环境下,对产品组合周期性变化的生产企业,建议在人员调度中集成工单池管理。因此在初期便能够察觉可能存在的产能过剩,进而调整工作时间。然后更加高效地分配可用的人员,这样也会增加员工的满意度。

然而其他可行方案是只有在人员可用时且给该工位计划人员时,MES才给设备分配作业。此时,MES中的详细排产功能会进行人员可用性检查或标记哪个时间因为有疑问的人员不可用而不能分配作业。这种情况也进一步证明了MES管控真实生产流程复杂性的能力,以及这些基本条件对快速响应的工厂是至关重要的。特别因为市场上越来越高的个性化需求,很明显若生产企业没有现代化的MES将来是行不通的。

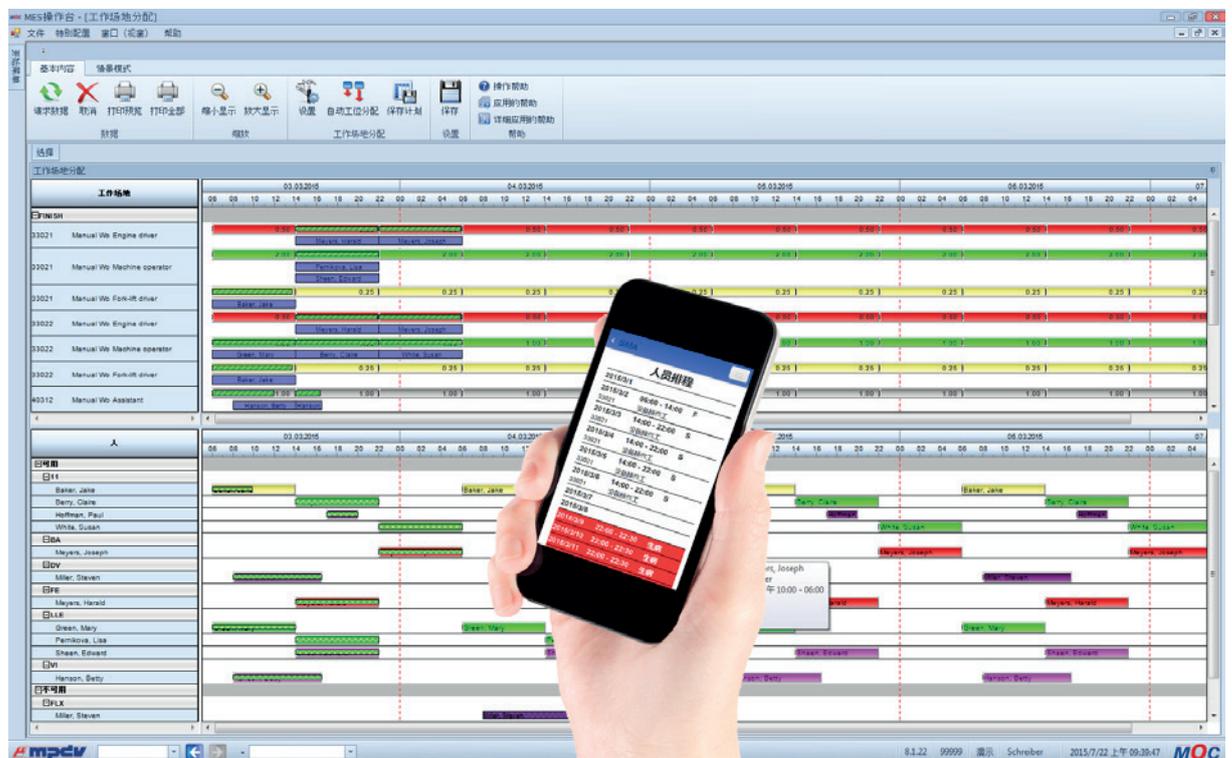


图6: 台式电脑或移动装置上 - MPDV HYDRA人员调度的工位分配



## 手动还是自动？

生产控制人员仍在讨论给每台设备分配作业是自动分配好还是手动分配好的问题。同时，因自动排产算法变得日益完善，员工也会下意识地担心失去工作。最后，始终需要有能力的专家。一方面，他们管理必要的主数据。另一方面，他们丰富的经验可使生产计划更加精细或在自动生产流程效果不佳时让他们参与进来。承担责任一直都是人员的职责域。因此，只有在使用智能的自动化生产流程并雇佣有能力的计划人员，他们在必要时会手动参与排产，这样公司才会最高效地计划排产。生产上的人员起到关键作用，不仅是增加价值的助理又是计划排产的主管。

## 特殊情况：具有多变量的顺序生产

作为一种特殊的生产形式，具有多变量的顺序生产将来会变得越来越重要。有关四阶段模型，可在第二阶段和第三阶段（即自主调控的工厂）之间使用顺序生产。这种制造方法是一条生产线生产不同变量的单一产品。此时经常采用“单件流”生产。

目前为止，汽车供应商已经采用了顺序生产。但是像“大批量定制”这类的概念也会推动其他行业将来使用此方法。顺序生产的特殊挑战是尽可能准确地计划顺序，并要预留短的时间间隔快速回应不同的变故和事件。若检查到质量缺陷，会自动锁定生产流程。生产流程互联可以防止进一步加

工残次品，保证将他们返工。因此，顺序生产的主要挑战是响应度以及自主调控和分布式的生产流程。目前已有很多企业使用JIT/JIS系统解决了这些需求。通常，使用基于PLC的前沿控制装置操作这些系统。但需要很多精力开发编程，做一些改动。该方法是应用于较长时间产品配置的合适方法。但对于较短产品生命周期的产品情况略有不同。将来，生产企业都需要JIT/JIS系统的节奏和先进MES系统的柔性。因此，在MES中集成JIT/JIS的功能势在必行。

## 前景

若从长远看，企业要使更多的生产流程自动化并要分布式管理。为了从这些自主调控的生产流程获益，应在MES中创建集成合适的强大控制闭环。因此，智能工厂第三阶段-自主调控的工厂应运而生。同时，生产环境中临近部门、外部服务供应商和其他IT系统之间的相互依赖促使在将来使用MES交换更多的相关信息成为必然。第四阶段有效互联的工厂为此提纲挈领，确保考虑“外部”影响或理想化地从中受益。

## 推荐的措施

MPDV的MES专家仍然建议分步完成每个阶段实现智能工厂。若需要，当然可以开始部署智能工厂的更高阶段。但是，在数字化过程中分析并尽可能地简化生产流程是非常重要的。与其说只有引进MES，生产才会更加高效，还不如说MES支持生产企业挖掘隐藏的潜能。

最终，生产企业为了成功迎接工业4.0的挑战，尤其需求提高生产效率。另一方面，生产企业也因工业4.0的技术和方法而受益。然而，在根据第2阶段实施快速响应的工厂时，会发现很多生产企业距离实现快速响应的工厂相差甚远，因此，首先要保证透明化，其次是实现快速响应，这是合乎常理的。从而，生产企业能够长远地维护并提升竞争力-特别关于工业4.0和持续的市场全球化。

## 参考文献

- [1] 白皮书“破解工业4.0 - 智能工厂四步骤”，MPDV Mikrolab GmbH，2016年4月，<http://mpdv.info/whitepaperen>
- [2] 白皮书“工业4.0必需横向一体化 - MES可以实现但要正确选择实施！”，MPDV Mikrolab GmbH，2015年8月<http://mpdv.info/whitepaperen>

## MPDV Mikrolab GmbH

总部位于德国莫斯巴赫 ( Mosbach ) 的MPDV集团是全球领先的制造执行系统 ( MES ) 供应商，在创新技术开发和成功提供MES解决方案及服务方面具有近40年的行业经验，公司业务包括应用咨询、实施定制、项目管理、培训、支持等服务。目前已在德国、中国、新加坡、瑞士和美国等地设有10家分支机构，超过325名高素质和富有活力的企业人才正服务于德国总部和各分支机构。集团至今已拥有从中等体量到世界级大型跨国集团的庞大客户群体，包括江森自控、泰科电子、杜尔涂料、菲尼克斯电气、爱励铝业等知名企业，专注于机械加工和装配、金属加工、塑料橡胶业、家具制造和初加工、印刷和包装、光学和精密仪器、电子和电气、医疗设备/制药等行业。每天有超过1000家生产企业正在受益于MPDV的创新型MES解决方案。MPDV是德国最具创新力的100强中型企业之一。

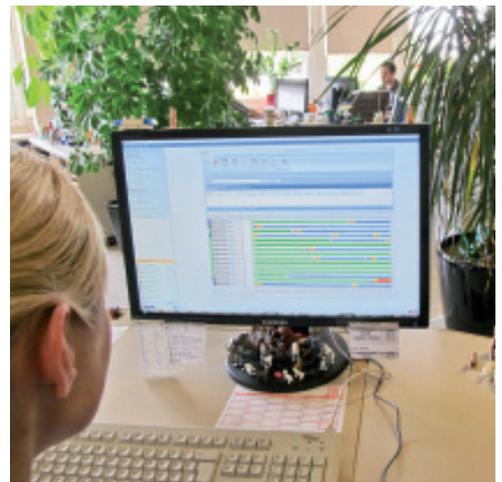


## MES HYDRA

制造执行系统 ( MES ) 支持制造企业改善生产效率、提高生产力，进而保证或增强其竞争力。最先进的MES帮助制造企业实时记录和评估整个价值链上的数据。从而使负责人员能对日常生产工作中的意外事故迅速做出反应并采取对策。MPDV的MES通过提供可靠数据支持所有管理层在短期内做出重大决策。

MPDV提供的模块化结构MES HYDRA，具有广泛的功能范围且能满足VDI 5600标准规定的所有要求。无需接口即可随意组合基于中央MES数据库的单个HYDRA应用程序。因此，HYDRA能为生产中的所有资源提供一个360度全方位视图，并能合并重叠的流程。强大的配置和定制工具确保能调整HYDRA进而满足企业和行业的特殊要求。HYDRA

可被集成到企业现有的IT环境中，实现从管理层 ( 如ERP系统 ) 到生产车间层的管控透明化。制造企业通过使用MES系统HYDRA实现精益生产、高效生产，进而在通往工业4.0的道路上保持着强劲的竞争力。





## 客户身边的MES专家！

### 版权声明

MPDV Mikrolab GmbH 出版  
Römerring 1, 74821 Mosbach, Germany, Phone +49 6261 9209-0  
info@mpdv.com, www.mpdv.com

© 2016 MPDV Mikrolab GmbH  
文件号: WHITEPAPER CN 09/2016

上述产品名称为各个生产商或供应商的商标。  
HYDRA, UCMC, SMA, MES 4.0和MES-Cockpit是MPDV Mikrolab GmbH的注册商标。