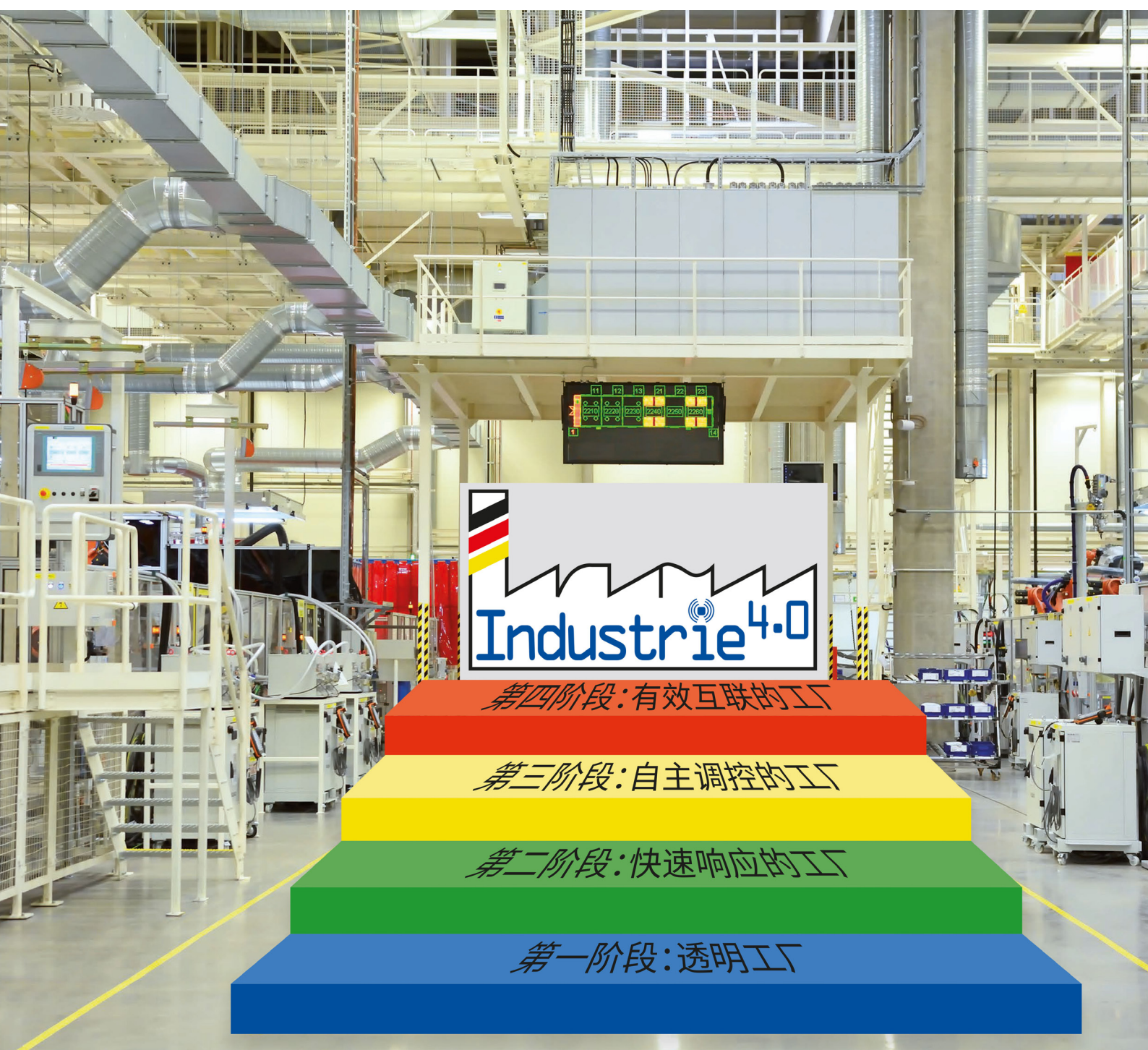


破解工业4.0

“智能工厂”四步骤



前言

工业4.0

在德国，我们称其为“工业4.0”，而在其他国家称为IoT（物联网）、先进制造或智能工业。本白皮书中我们采用“工业4.0”，因原始术语源自德国。

国家	提出	内容及发展方向
德国	工业4.0	该词来自德国政府高科技战略2020。于2013年创建了工业4.0平台，致力于实现标准化。
瑞士	工业2025	参照德国工业4.0平台，面向瑞士企业制定的目标。
澳大利亚	工业4.0	有关工业4.0的分散式旗舰项目。其他举措未知。
法国	未来工厂	大致面向工业4.0。方案和指导方针用于提升竞争力。主要被工业部门采用。
荷兰	智能工业	“行动计划”可用于数字化和网络化生产流程。成立现场实验室加速创新。
瑞典	瑞典制造2030	求真务实地追求未来生产。与大学合作，设备与“Teknikföretagen”电气行业联合。
欧盟	适用于欧洲的数字化议程；Horizon 2020	成立一个“先进制造 - 先进欧洲”专案组，致力于欧洲工业现代化并为全球竞争做准备。
USA	工业网络联盟	拓宽观测领域以使用物联网（IoT）。融合大型IT企业。政府高度的激励支持。聚焦“试点”，国际化的方式，未力争标准化。
中国	工业4.0，中国制造2025	受德国工业4.0启发。用于政府推进工业数字化，也为了提高质量、效率和竞争力。
日本	工业价值链	融合本地企业以建立数字化标准。建立工厂网络以，向全球传播工业标准。同时，通过流行词“机器人革命”，推进机器人的使用。

“智能工厂”四步骤 破解工业4.0

业界专家一直在讨论如何实现工业4.0。讨论的成果之一是RAMI4.0（一种参考架构模型[1]）。在工业4.0的当前版本中，生产型企业可以利用哪些内容呢？企业知道如何实现工业4.0吗？MPDV公司的新版白皮书尝试解答这些问题，并阐明制造执行系统（MES）如何推动实现工业4.0。

越来越多的企业正在寻找实现工业4.0的完美解决方案，多数情况下，因公司现有的工作流程正在发挥作用，暂不必采取紧急行动。那为什么要进行调整呢？一些已在工业4.0方面投入资金的企业尚不确定所做的投资是否会获得回报。只有针对每个企业的自身情况，进行个性化工作流程制定并系统化地实施，工业4.0才能成功。想一次彻底地获得所有新技术，这有些不切合实际。企业要用与时俱进的方式，考虑为工厂植入工业4.0概念，并按阶段逐渐实现每一个里程碑。

逐步实现工业4.0

现在，企业面临着各种各样的挑战，包括与日俱增的全球竞争以及客户和立法人员提出

越来越高的要求。例如：可追溯性/质量要求、按时交付或详细的物流解决方案（如JIT/JIS）。伴随各种定制化产品的出现，满足以上要求便会增加生产复杂性并会缩短生命周期。从经济学角度出发，为了实现其目标，企业必须掌握实现工业4.0的正确方法和技术。VDMA（德国工程协会）在工业4.0的指导方针中建议采取两种不同的途径实现该目标，即已定义的两个“工具包”：产品和生产。本白皮书以生产为重点，提出实现“智能工厂”的简易四阶段模型（图1）。

因前一阶段和后一阶段的内部相关性，要求按照时间顺序完成不同的阶段。比如：只有顺利完成阶段1，才能实现阶段2。简而言

图1：实现“智能工厂”四阶段。将公司（工厂）需求分成四个阶段，并根据（右侧）已定义的功能来满足其需求。



[1] RAMI 4.0 相当于工业网络联盟（IIC）的参考架构模型。目前，已多次尝试调整两个模型。

之，如果工厂连透明化都未实现，则不可能快速响应。

与生产相关IT系统的几乎所有基本功能都如上图1中各阶段所示。因此，一个全集成的制造执行系统（MES）是覆盖此模型所有阶段的理想工具，这并不足为奇。在大多数生产场景，MES是完成“智能工厂”各阶段的重要工具。图2中显示了每个阶段所需的MES功能。

选配功能为公司带来额外收益，尤其在人员管理方面。比如，如果公司采用绩效工资，可增加员工的积极性。因此，需要一套复杂的采集和计算规则来保证公平计算多变的薪酬数，MES系统也能满足这方面的需求。

阶段1：透明工厂

依据可靠的数据库，透明度是“智能工厂”中所有附加功能的基础。公司可以通过各种技术和软件系统，紧密结合所有的操作流程，从而实现各个环节的完全透明化。许多公司已经具备了操作流程规范，甚至应用了相关软

件，但因缺少透明度以及软件系统间的通讯集成，导致公司不能完全掌握生产现状。

设备新旧不一阻碍了公司采集各种数据。机器设备越新，越容易实时获取大量数据。对于较新的设备，有时是通过记录简单的操作/周期信号运作的。比较旧的设备是现实生产中的一个挑战，可以使用具有数字化实时接口的外部采集装置。

接口种类

设备有各种各样的接口和标准，因而在联接设备实现透明化时便会出现问题。通常，推荐使用OPC UA作为通用协议。事实是可以使用此通讯协议将各种设备联接到MES系统，但OPC UA仅覆盖传输层，意味着它只是通信数据的承载者。按照系列标准定义应用层数据，只有形成适用于工业4.0的设备通讯标准，很多公司才可以轻松地将设备数据传送到MES。

可以直接使用车间联接套件，从而简化机器、设备、传感器和测试装置联接到MES的



图2：合适的MES应用涵盖“智能工厂”的各个阶段



MES系统实现了每一层面的透明化并提升了效率。

整个过程。一个中央模块定义为什么采集数据（选择MES应用）以及如何利用数据源（选择接口并指定数据内容）。之前，需要通过复杂的配置或编程定义各种接口。现在点击几下，车间联接套件便可以轻松联接各个设备。该工具可以访问现有的接口，这些接口是可以通过更新驱动组件获得的。因此，每新建一次联接，其功能范围也在增加。已经试用测试的功能，比如向导（wizard），辅以拖拽（Drag & Drop）操作，大大缩减了联接设备所需的时间。这在以往往往需要一整天的时间，使用车间联接套件只需几分钟即可完成。随着设备、设施及传感器数量的增加，工作效率变得尤为重要。

使用已采集的数据

说到底，我们是为了保证透明度而采集数据。所有已采集数据的完整性及其关系最初会生成一个数字化现场图。但我们必须注意谁或什么正在使用这个数字化图像 - 是IT系统还是员工。这两个目标群体需要不同细化颗粒度的图像。

IT系统从使用大量详细数据中获益，而员工更喜欢较少数据且可靠的关键指标和评估。在数据采集和处理期间必须考虑这两种需求。

所支持的MES功能

BDE（工单管理）和MDE（设备绩效）是

提高生产透明度的最重要功能应用。两个重要作用：一是高效利用设备，二是保持设备自动采集的数据与手动记录的数据一致。但不要忽视工具和物料数据！只有将所有数据互联，才能进行流程的优化处理。同时，调整生产计划需要这些可靠的数据。多数ERP系统不能处理来自车间的大量原始数据，但MES可以压缩并集成这些数据，然后上传给ERP。此时，MES作为信息数据中央管理平台，集成到ERP管理系统，这大大提升了生产透明度。

阶段2：快速响应

基于阶段1获得的数据，可以识别生产中断原因并实时改进生产排程。全面严格地执行计划，才能轻松地对生产控制作出响应。除了设备因素，也要考虑其他资源，包括关键岗位的操作员。MES是适用于计划和控制生产活动的强有力工具。

阶段3：分派任务

现在可以通过定义一个闭环自动进行阶段2中已优化的流程。而且，只要已经同步，分散执行各自职能也是可行的。最终目标是实现一个自主调控的工厂。

阶段4：有效互联

考虑到不断降低的产品生命周期和与日俱增的产品个性化，一个适用于所有领域的有效互联变得更加实用。随着产品和生产的数字化不断推进，设计工程师正直接将产品信息推送给设备，产品开发和生产间的数据交换得到越来越多的关注。产品开发和生产间的接口通常是产品生命周期管理系统（PLM），该系统将来必须和MES直接进行通讯。功能网络的其他关联领域包括集成的质量管理，生产相关的能源管理及对供应商和客户的全面跟踪 - 完整的供应链。

重视人员

抛开技术创新，必须单独看待生产公司中人员的作用。一方面，将人员作为一种“资源”合并到生产系统中，另一方面，在流程之外将

其看作“设计者”。最终所有的技术系统都为实现一个目的：简化人员的工作。

如果将人员看作一种生产“资源”，那么MES集中考虑员工的“非功能”需要。除了人员管理和时间管理外，还包括基于MES数据的绩效工资方案。目标是员工完成规定工作同时，保证员工的高满意度和主动性。

其他阶段

我们的模型仅包含四个阶段，但实现这四步并不意味着已经达到了目标。随着时间的推移，我们会遇到必须攻克的新任务。事实是，像RAMI 4 (I4.0平台) 这样的参考框架设定了长远目标，所呈现的模型展示了走向工业4.0的各个阶段，帮助制造型企业逐步描绘出他们理想中的“智能工厂”当更详细的内容出现时，新的阶段将被定义。为此，制造型企业不应停留在理论上，而应系统地逐步朝着工业4.0迈进。

做什么？等等看？还是采取行动？

首先问问自己要做什么？如果工业4.0带来许多未解决的问题，实现工业4.0是否还有意

义？企业可以根据四阶段模型得到启发。为了攻克每个阶段，MPDV公司的MES专家给出以下建议：

- 引进一个全集成的制造执行系统 (MES) 并淘汰所有孤立的IT解决方案。
- 使用精益生产管理实现生产流程合理化。
- 在过渡期团结所有员工，使其感觉自己是一肩负责任的一份子，所有员工团结一致以实现整体目标。
- 先要明确任务或应用，然后选择 IT基础架构。
- 购买新设备、设施及传感器时，关注其通信能力。
- 留意像德国工业4.0平台或美国工业网络联盟 (IIC) 等专业协会组织的研究活动，意识到所面临的挑战，发现市场新趋势和新技术。
- 最后，全局考虑并从一项可管控的任务开始！

MES助力实现“智能工厂”四步骤

MPDV Mikrolab GmbH的CEO，工程学博士，Kletti教授阐述企业如何通过先进的制造IT系统（比如MES）实现工业4.0。

许多企业正在推进实现工业4.0，但其复杂性和不确定性抑制了管理层的意愿。众多术语的干扰，比如CPS、物联网或“智能工厂”，这使大家都在揣测如何推进工业4.0。如果企业系统化地逐步推进工业4.0，就变得清晰多了。

因此，我提议一个简单的计划，共四步：

1. 使用一个制造执行系统（MES）通过全面采集评估数据，使工厂透明化。
2. 在MES计划过程中集成已采集的数据，将生产计划和控制传递到一个有响应互动的工具中，从而减少浪费。
3. 结合发现的情况生成生产控制周期，这便会形成一个自主调控的工厂。
4. 有效互联生产过程中涉及的所有部门、资源和系统，包括产品开发到生产的直接贯通。

这意味着生产型企业仍然可以使用现有的设备，一方面减少了投资，另一方面员工受益于系统化的方式。如你所知，高素质人员是任何企业的财富。在业务上留住人才，使其适应变化以实现工业4.0，这是非常重要的。

我们需要IT系统的支持，将生产转化成“智能工厂”。根据IEC 62264，证明全集成的MES系统是最合适的工具，因为其可以提供、采集并处理所有相关数据。MES充当生产和其



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

他部门的中央数据平台，及人员和工厂间的接口。

这给我们提出了一个问题：我们应该在什么时间开始实施“四阶段模型”呢？越早越好！我确信只有使用全集成的MES才可将生产变成“智能工厂”，从而实现工业4.0。因此，公司应尽快引进或扩展MES系统。

扩展的未来概念MES 4.0

为了满足工业4.0的需求，MPDV Mikrolab GmbH已经拓展了未来概念MES 4.0并确定功能区域，新的四阶段模型是基于此概念的最新研究和结果。



- 管理决策支持：基于可靠KPI的决策
- 大数据：将大量的数据转换成有用的信息（智能数据）
- 移动性：MES移动应用
- 统一的车间连通性：设备的统一接口
- 灵活性：配置取代编程
- 横向一体化：无需接口的联接和集成解决方案
- 综合的数据管理：集中式和分布式的数据归档
- 互操作性：与其他系统的标准化同步
- 设计的安全性：在线验证、高可用性、授权理念
- 在线能力：在网络故障情况下提供实时的性能并支持备份
- 分散化：灵活操作的智能化自主调控系统
- 人员因素：人机系统操作和集成的HR功能

MPDV : MES专家

MPDV Mikrolab GmbH已经致力于制造执行系统 (MES) 35年有余并提供实施MES解决方案的服务。服务包括应用咨询、实施定制、项目管理、培训、支持。此外我们的精益生产顾问为您提供“实际分析”并就哪里需要使用MES和ROI评估提出宝贵的建议。

MPDV的HYDRA提供符合VDI 5600标准模块化的MES解决方案。它是中型企业走向国际舞台的双赢解决方案，该方案适用于塑料橡胶业、汽车行业、食品饮料行业、生产和机械制造、家具制造业、初加工行业、印刷和包装业、钢铁加工业、光学和精密仪器、医疗制药业、电子工业和电气工业。目前MPDV已经在德国、法国、瑞士、美国、新加坡和中国开设11家分支机构，总共拥有325多位员工。

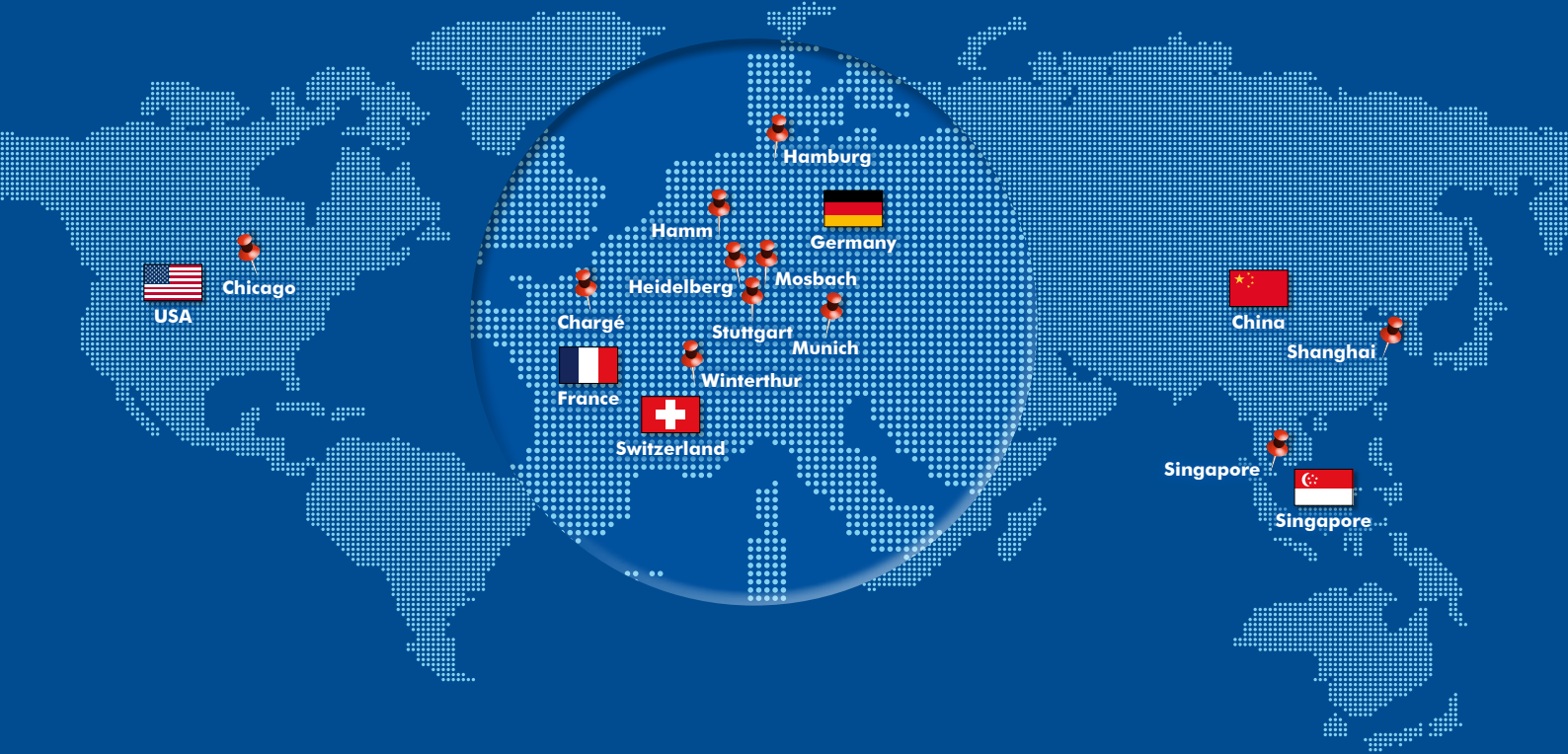
MPDV作为市场主导者：已获得MES最佳实践奖Frost & Sullivan和全球MES奖。作为100强企业，在德国MPDV是最具创新力的中型企业之一。MPDV是推广MES理念的开拓者，且是各个组织如VDI (德国工程师协会)、VDMA (德国机械制造商协会) 以及MES D.A.CH和MESA的联盟组织的成员。



制造执行系统

制造执行系统 (MES) 使生产流程更加高效并提高生产率。可以实时地采集、评估、显示来自生产、质量和HR的数据，这有助于负责人对生产中出现的中断作出快速响应，从而激发了长期提高利润率的潜能。





Worldwide next to our customers



Zentrale

MPDV Mikrolab GmbH

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

MPDV Schweiz AG

Zürcherstrasse 83
8500 Frauenfeld
Switzerland
Phone +41 52 7283 900
info@mpdv.ch
www.mpdv.ch

MPDV S.A.R.L.

11 Bis, Rue de la Fourmillière
37530 Chargé
France
Phone +33 24757 5745
info@mpdv.fr
www.mpdv.fr

MPDV USA, Inc.

Headquarters – Chicago
10710 W. 143rd St., Ste. 10
Orland Park, IL 60462
USA
Phone +1 708 966.4290
info.usa@mpdv.com
www.mpdv-usa.com

MPDV Asia Pte Ltd

46 Kim Yam Road
#01-11 The Herencia
239351 Singapore
Singapur
Phone +65 6836 7790
info@mpdv.com.sg
www.mpdv.com.sg

MPDV Software & Technology Services (Shanghai) Co., Ltd.

425 Yishan Road
Pole Tower, Unit 903
XuHui District, Shanghai 200235
China
Phone +86 21 5632 1032
info@mpdv-china.cn
www.mpdv-china.cn