



专家洞察

—

智慧制造

AI 技术，智能洞察

IBM 商业价值研究院



主题专家



Skip Snyder

skips@us.ibm.com
linkedin.com/in/skip-snyder/

Skip 是 IBM 全球企业咨询服务部副总裁、合伙人兼发展主管。他目前担任全球 Watson IoT 和工业 4.0 实践主管，是一位结果导向型高技能专业管理人士。Skip 拥有超过 20 年的全球技术市场经验，与众多《财富》500 强企业的高管层有过合作经历。他在帮助客户取得卓越成就方面有着良好的业绩记录。



David Meek

david.meek@us.ibm.com
linkedin.com/in/davidcmeek/

David 是 IBM 全球企业咨询服务部的合伙人，担任数字化运营能力中心（物联网）全球负责人。他拥有 27 年的 ERP、供应链、分析、IoT 和 AI 解决方案部署经验，为电子、化工、农业综合经营、消费品以及石油和天然气行业的制造商提供过服务。最近三年，David 一直致力于在制造环境中推广使用 AI 技术，帮助开发 IBM 的工业 4.0、IoT 和认知产品和解决方案。David 是 IBM Cognitive Plant Advisor 的全球负责人，该解决方案旨在使用 AI 和机器学习改善制造流程的业务成果。



Tomipekka Lehtonen

Tomipekka.lehtonen@ibm.com
linkedin.com/in/tomipekkalehtonen

Tomipekka 是 IBM 全球企业咨询服务部执行合伙人，并担任互连制造全球负责人。他在制造和供应链领域运营拥有 20 年的丰富经验，并在工业制造企业咨询领域拥有 10 年的丰富经验。过去四年中，他一直致力应用 IoT 和 AI 等新技术以及大规模推广工业 4.0 实施，帮助客户加速转型。



Plamen Kiradjiev

Plamen_Kiradjiev@de.ibm.com
linkedin.com/in/plamenkiradjiev

Plamen 是工业 4.0 全球 CTO，也是 IBM 全球市场部的 IBM 杰出工程师。他拥有超过 25 年各种复杂技术架构工程和推广经验。最近，他主要专注开展创新型项目。此类项目通常涉及复杂的多厂商环境，广泛覆盖面向服务的架构、业务流程管理、大数据、分析和认知技术。此外，他还十分擅长公开演讲和撰写文章，并且积极参与公私合作计划。

扫码关注 IBM 商业价值研究院



官网



微博



微信



微信小程序

车间通信不畅，人工流程过时，
这些往往都是快速制造产品的主要障碍。

要点

在强大技术组合的推动下，可通过车间数据
发掘深入洞察。

将自动化、AI、IoT、边缘计算、云、5G、
增材制造和数字孪生等多种强大技术融入工
业 4.0 运营，打造智慧工厂。这些技术可帮
助制造商从结构化数据和非结构化数据中挖
掘深入洞察，并在整个生态系统中共享。

人机合作将工厂的生产力提升至全新高度。

AI 有助于推动基于价值的自动化工作流程，
这样就可以将人力解放出来，去从事更高级
的任务，例如磨练数字专业技能。智能自动
化不仅有助于重塑技能，还能确定重新部署
人力资源的方式。事实上，员工还可以借此
良机探索全新的职业发展道路。

智能制造商成为广泛生态系统的核心。

智慧工厂可以综合运用车间内外富有启发性的
数据。通过整合外部物流背景信息与车间
数据，实时调整业务方向。由此获得的成效
十分显著：改进质量、提升运营效率、加强
预防性维护、促进前瞻性决策以及提高员工
队伍生产力。

制造业的力量：互连、预测和自我优化

车间停工一小时损失有多大？最近参与调研的企业中，有
90% 表示，损失可能高达 300,000 美元。1/4 的受访制
造商表示，停工一小时造成的损失最高可达 100 万到 500
万美元。¹ 如果因流程效率问题导致生产中断或受阻，工
程师和操作者往往会率先发现问题。问题的关键在于，等
到发现通常为时已晚，因为既不了解引起问题的原因，也
不知道未来该如何预防。

车间通信不畅，人工流程过时，这些往往都是快速制造产
品的主要障碍。从系统性的角度而言，众多机器相互孤立，
彼此脱节。39% 的制造商表示，在实现智能自动化的过程
中，支持自动化决策的流程和工作流错位是企业面临的最
严峻挑战之一。²

因此，连接物联网 (IoT) 设备并运用认知能力，使工作流
和流程协同一致，是智能制造工厂必须具备的关键能力。
然而仅凭一两项技术，工厂绝对无法创造奇迹。为建立智
能化工厂，必须有效地综合利用自动化、人工智能 (AI)、
IoT、边缘计算、云、5G、增材制造和数字孪生等技术，推
动运营转型。部署如此庞大的技术组合异常复杂，IT 技能
和 OT 技能缺一不可，只有这样才能妥善设计并执行架构。

当然，成效也十分显著，绝对物有所值。智能制造可将生
产缺陷检测率提升 50%，产量提高 20%。³ 此外，受访制
造商还表示，智能制造可使收益增加近 8%。⁴

优化智能车间：终极目标是什么？

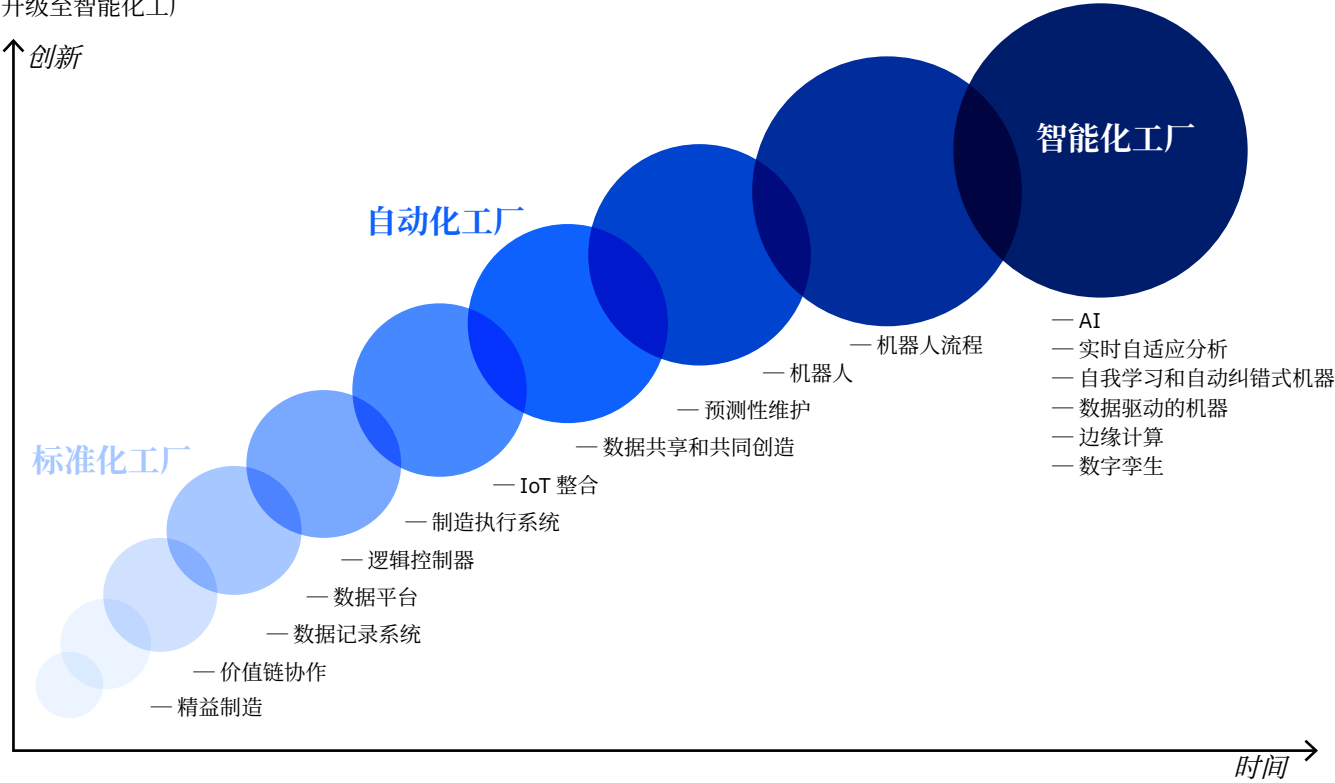
要实现智能制造的效益，企业必须制定清晰的战略。除非为智能化工厂设定明确的业务目标，否则一些雄心勃勃的项目（如基于 IoT 的数据收集和高级分析）往往会无疾而终。但仅仅确立目标远远不够，还要执行高级分析；如若未能妥善实施，非但无法实现预期的投资回报，甚至可能导致成本和风险进一步攀升。因此，务必清楚企业的未来发展方向以及预期的收益，这一点至关重要。为此，管理层首先必须弄清楚：我们制造工厂的当前状态如何？我们将制造成熟度分为三个阶段 — 标准化、自动化和智能化（见图 1）。

标准化工厂：保持平稳

标准化工厂基于历史数据（而非实时数据）监控绩效。标准化工厂已经采用“制造执行系统”(MES) 等技术和概念升级车间运营，并通过 MES 跟踪和监控当前的生产生命周期和运营数据。目标在于确保实现高效流程。⁵

精益制造是优化车间的第一个基本步骤。然而，标准化工厂通常尚未将先进技术（如机器学习和互连 IoT）融入精益制造实践。例如，为实现供应链协作，需通过区块链技术，对生产车间的供应商网络实施可信、实时的端到端监控。质量控制措施可能包括光引导订单履行、本地材料和产品跟踪以及预测性警告。

图 1
升级至智能化工厂



来源：IBM 商业价值研究院

我们将制造成熟度分为三个阶段 — 标准化、自动化和智能化。

另外还可以与客户、供应商和物流提供商开展相应的价值链协作，帮助制造商更妥善地应对供需链挑战，主动更新制造计划。然而，尽管信息交流初衷良好，但却往往依靠历史数据或汇总的数据源。事实上，在最近开展的一项调研中，仅有 39% 的受访制造商表示可以实时利用供应链数据。⁶ 如果制造商能够通过实时分析促进供应链数据流，就能够迅速地解决质量、成本或供应问题。

尽管效率较高，但大多数标准化工厂通常难以摆脱固有限制，既无法缩短准备周期，也难以进行小规模自适应生产，在强大的智能化工厂竞争优势面前相形见绌。

自动化工厂：机器人威力无穷

自动化工厂前进了一大步。它可以对硬件和软件机器人设定指令，统一执行任务，避免人为错误。因此，实时分析的准确度更高，而且可以打造更高级的预测模型。

实际上，生产自动化和机器人融入制造流程已有几十年的历史了。然而，由于智能化程度不足，成就终归有限。通常，制造自动化主要依赖于控制系统和编程语言，无法充分适应内外环境不断变化的复杂情况。孤岛式的机器人或设备或许可以高效执行自己的任务。但此类机器人或设备无法优化客户订单，甚至会显著影响整个生产设施的总体设备效率 (OEE)。

为在自动化方面实现更大的飞跃，必须确保机器人和设备以最优化的方式相互连接，协同工作。例如，随着自动化行业加大开放协议的采用力度，协作式机器人 (Cobot) 及其他一些变革性支持产品大放异彩。自动化有力促进了创新活动，比如最小生产批量、自我修复式工厂，以及在需要人员互动的领域部署机器人。最新的自动化技术可在制造工厂实现数据共享和共同创造，向其他单位学习经验，促进工厂整体优化。

智能化工厂：车间动态跟踪

边缘计算和云计算基础架构是智能化工厂赖以发展的基础，此类基础架构通过 AI 算法为优化和互连的本地化资产提供技术支持，稍后我们将进行详细探讨。这种紧密连接的机制产生了大量的数据源，提供多种多样的信息，例如天气预报、影响原材料采购的市场需求预测、库存更新和能耗信息等。

在车间中，资产、装置、设备和 AI 驱动机器人都配备传感器，共同促进由数据驱动的机器学习。边缘分析有助于人类和设备做出实时决策。

数字孪生模拟工厂装配线，将预测性维护提升到全新水平，进一步完善质量保证工作。

SmartFactory^{KL}：通过机器学习改进质量管理⁷

SmartFactory^{KL} 是研究与工业领域之间工业 4.0 合作的典范。这项技术倡议于 2005 年提出，最初是一项非营利性计划，旨在联合工业与研究合作伙伴，共同实施工业 4.0 项目。在全球规模最大的工业博览会——汉诺威工业博览会上，展出了首条多厂商工业 4.0 示范生产线，有超过 50 家合作伙伴针对这条实际的生产线讨论、开发和实施先进用例及相关 OT 和 IT 概念。在过去六年里，这条示范线稳步扩展，整合了 AI 自我学习和自动纠错能力。

依据工业 4.0 项目的最佳实践，SmartFactory^{KL} 将智能化工厂的特征描绘如下：自我优化，但不会放弃人类的决策能力。SmartFactory^{KL} 最基本的先决条件是机器、应用和人员的整合，当然还必须应用 AI 技术，以帮助实施自我学习流程，发掘切实可行的洞察。例如，当前 SmartFactory^{KL} 能听能看能感觉，主要用于质量检验。它还能使用不同语言提供有关设备和生产流程状态的信息。

SmartFactory^{KL} 还有另外一项优势：合作伙伴可以借此机会验证概念，比如时效要求较高的网络和 5G 连接、边缘计算、多云服务、容器化，等等。

一家顶级汽车企业利用机器学习算法，检测汽车底盘的焊接异常。同时，他们还使用深度学习和视频，利用可见光谱摄像头和红外光谱摄像头评估焊接质量。他们使用麦克风侦听焊接过程，当焊缝有杂质、不完整或存在其他质量缺陷时发出警报。所有这些流程都将数据输入预测性模型。然后，该模型评估数据并根据需要调整焊接工艺，确保满足质量标准，降低废品率。⁸

从汽车行业的案例可以看出，智能化工厂从基于规则的实践转变为基于学习的模型。因此，需要更迅速、更准确、更持续地处理大量数据。为支持智能化工厂所需的学习速度和学习节奏，必须建立边缘计算和混合云计算基础架构。此类基础架构不仅提供计算资源，还支持快速的数据移动、分析和推理。

简言之，理想的智能化工厂具备自我学习、自我纠错和自我指导能力。从这种意义上而言，它专注内部。然而，身为成熟的互连世界的一员，智能化工厂还必须主动、密切地开展对外互动，在整个生态系统中共享数据。该生态系统可包含全球各地的外部供应商及公私合作关系（请参阅成功案例“SmartFactory^{KL}：通过机器学习改进质量管理”）。

事实上，IBM 商业价值研究院 (IBV) 最近的一项调研发现，56% 的制造商表示目前正在实施 AI 驱动的机器人——这种机器可以处理从 IoT 和其他设备收集的内部和外部数据，开展学习并做出自主决策。83% 的制造商认为，智能自动化有助于企业应对战略挑战，改善业务成果。⁹

如果制造商可以连接车间生成的海量数据，就有可能将生产力提升到全新高度。

无缝整合：工厂的智能上云之路

车间是企业经营的脉搏。然而，脉搏跳动会受到生态系统的影响，远远超出物理场地的范围。为确保洞察真正实现智能化，工厂就必须整合各种内部信息（包括工作流、能源和专业知识数据）以及外部物流背景信息（包括地理定位、合作伙伴、供应链和环境信息）。

如果制造商能够在高级分析技术的支持下，连接车间生成的海量结构化和非结构化数据，就有可能将生产力提升到令人兴奋的全新高度。由此实现的优势包括：提高质量、改善运营、提升 KPI 绩效、深化数据驱动的洞察、促进前瞻性决策……鉴于连接是双向的，因此还有助于进一步优化整个供应链或价值网络。

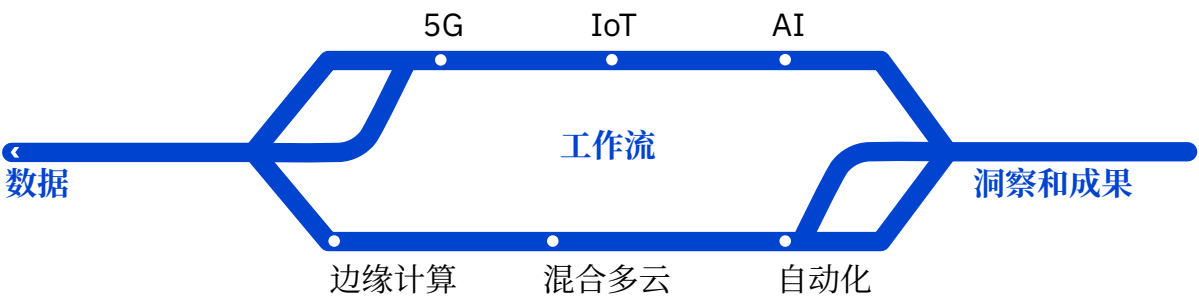
交织三重奏：边缘计算、5G 与混合多云

边缘计算是一种分布式计算框架，计算基本上或完全在分布式智能设备和节点上执行。处理功能和存储非常靠近设施——甚至机器本身，因此有助于节省带宽、缩短响应时间以及缓解连接问题。边缘计算还有助于自动收集和管理合规与监管信息。¹⁰ 在一项 IBV 调研中，近 40% 的领先企业表示他们是边缘计算的高级用户，并且将缩短响应时间视为这项技术的最主要优势。¹¹

5G 凭借高速低延迟连接的特性，发挥无线连接的敏捷性，促进工厂机械设备互连互通，帮助从 IoT 数据中挖掘深入洞察。制造商可以使用 5G 和边缘计算，快速启用自动化机器人和工业机器人，实时分析车间的 IoT 数据（见图 2）。目前，许多敏捷的制造商每天或每周都会重新配置生产线和资产，以满足不断变化的合同与客户定制需求。5G 不仅有助于降低这些制造商的成本，还能保证数据管道持续正常运行。此外，5G 还支持建立庞大的无线传感器网络，甚至实施增强现实 / 虚拟现实 (AR/VR) 应用以进行预测性监控。而混合多云仍一如既往地作为系统主干，汇总高优先级数据和后端功能（请参阅第 6 页的“洞察：混合多云方法的优势”）。

图 2

智慧的制造商运用综合技术，在 AI 的帮助下挖掘深入洞察



洞察：混合多云方法的优势¹²

什么是混合多云？设想一下基于开放标准的综合环境，几乎可以在任何公共云基础架构中部署。这个环境涉及到多个外部供应商和本地用户。多个环境联接在一起，形成单一混合环境。不过，管理可以在本地或外部进行，也可以涉及多个提供商。混合多云架构高度灵活，制造商不仅可以根据需要在供应商之间及环境之间迁移工作负载，还能在必要时更换云服务和供应商。

人机交流：AI + 数据 + 自动化

在先进的互连工厂中，数据量呈指数级增长，而且通常包含时序数据，因此传统分析方法失去了用武之地。为此，需要在整个 IT 基础架构中部署 AI，用于收集、分析和监控数据，从数据中学习知识，以及管理数据流。此外，AI、机器学习和自动化可以将数据与即时的情境式洞察结合起来。事实上，4/5 的领先企业表示，实施智能自动化是企业未来几年最重要的业务目标之一。¹³ 55% 的制造商表示，正在试行或采用机器学习，另有 21% 的制造商计划到 2021 年投资采用这项技术。¹⁴

在离散制造和流程制造中，同时采用无监督和有监督式机器学习有助于改进生产流程。AI 运用资产数据和预测性模型，提高机器利用率，优化维护计划和员工队伍管理。另外，AI 还可以支持视觉或声学模型，找出生产故障，监控制成品的质量。¹⁵ 通过边缘计算运行这些模型，有助于主动采取行动和进行调整，从而优化运营。通过提高效率所节省的开支，可用于投资未来进一步的扩展和升级。

由于通常以亚秒级的时间间隔收集数据样本，因此时序数据量十分庞大。在边缘做出 AI 决策或推理有助于加快响应速度。此外，边缘还有助于降低延迟，控制本地和云中管理的数据量。边缘可缓解网络压力，避免大量的数据云支出。

此外，通过使用 AI，可从令人生畏的海量数据中轻松挑选出少量有用的数据。AI 还可以标记数据，确保模型或分类器的准确性。例如：一家先进制造工厂的一条生产线可能包含 2,000 台不同的设备。每个组件可能配备 100 到 200

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=1_38363

