



由点及面

扩展智能工厂，形成智能网络



因我不同
成就不凡
始于1845

供应链与网络运营（数字化供应网络）

美国供应链与网络运营实践主要从事转型解决方案相关的建议、实施及运营工作，这些解决方案涵盖世界一流的供应网络能力、专业运营知识、数字化技术及高级分析方法，助力客户实现前所未有的价值。欲了解更多信息，请访问 [Deloitte.com](https://www.deloitte.com)。

目录

引言	2
应对解决方案推广挑战	4
开展解决方案推广工作	5
聚焦流程间的关联要素	11
维持解决方案正常运行	13
解决方案推广并非一蹴而就	14
尾注	15

引言

首先，分享一则真实案例。在全球需求疲软和市场竞争加剧的情况下，某重型设备制造商开始寻求操作改进方法。该公司分两个阶段在其工厂实施智能工厂解决方案。第一阶段主要通过资产跟踪系统（GPS全球定位系统和RFID射频识别技术传感器）提高车间可见性，以确定计划周转时间与实际周转时间的偏差。实时仪表盘可以帮助车间主任发现进度延误和质量问题，通过该方案，每条生产线每年可以节省约100万美元。¹该解决方案随后也被推广到其他工厂。第一阶段使得生产线的产出有所提高并且具有可预测性，从而也优化了第二阶段向经销商运输货物的过程。通过实时跟踪可以实现提货和交货操作与实际生产同步，进而降低船厂库存成本、增加货物装载率并提高经销商满意度。总体而言，该公司因在四家工厂实施智能工厂解决方案每年可以节省500万至700万美元。²

若适时投资于适当的云服务、互联互通、数字化能力和数字化技术，企业可以在这个充满挑战的时代游刃有余并且因此加快数字化之旅。³

新冠疫情已为全球经济带来前所未有的压力，这意味着保持供应链敏捷性和生产操作高效性变得非常重要。智能制造系统（包括工业物联网）将在未来数月乃至数年发挥巨大作用，帮助企业利用数字足迹管理劳动/旷工风险、生产调度复杂性和上下游供应链风险。

在向其他运营地点推广智能工厂解决方案的过程中，制造商可以根据工厂之间不断变化的供需驱动因素调整生产流程和产品结构。智能工厂网络可以提高生产效率和营业收入，从而增加企业竞争力，这种竞争力在未来严峻的经济环境中至关重要。

智能工厂网络可以提高生产效率和营业收入，从而增加企业竞争力。

在数字化供应网络中实施智能工厂解决方案可能收效显著，企业通常从小处着手进行价值验证，并在解决方案初见成效后将其迅速推广至整个工厂网络。小处着手是久经考验的成功之道，但是许多企业会因过于关注细微之处而面临风险，从而导致将初步解决方案推广到其他工厂变得极具困难，毕竟每家工厂的操作流程、文化、技术以及衡量价值创造和成功的关键绩效指标（KPI）各不相同。大多数情况下，企业最终会在内部实施多个智能工厂解决方案（我们称之为“随机数字行为”），而这将导致解决方案的价值创造受到限制。⁴

企业如何从单一智能工厂解决方案转变为兼顾工厂本地特征的企业整体解决方案（我们称之为“智能网络”）？换言之，企业如何在最大程度减少干扰和降低总体拥有成本的情况下，实现全球推广、本地执行？我们将在本文讨论：

- 推广解决方案需要面临的挑战
- 推广解决方案和应对相关挑战的流程和技术
- 推广解决方案需要考量的因素

智能工厂定义

智能工厂属于一种柔性系统，其可在更加广泛的网络中自行优化性能，以实时或近乎实时的方式自行适应全新环境条件，并且自动运行整个生产流程。⁵一般而言，智能工厂具有五大特征：

- 互联流程、物料和设备
- 优化系统，最大程度减少人工干预，增强运行可靠性
- 透明网络，提高工厂可见性
- 前瞻方法，进行问题识别和处理
- 敏捷操作，根据人员、进度和产品变化自动配置设备和物料流程

这些特征可以帮助制造商保持韧性，并且针对外部紧急情况调整供应链和制造业务。⁶

应对解决方案推广挑战

在 整个网络中推广智能工厂解决方案（包括物联网技术）通常面临诸多挑战，主要包括：⁷

- **业务模式和操作挑战。** 工厂的本地流程或因生产操作和产品结构而异，因此业务团队在整个网络中推广解决方案可能难度较大。此外，不同部门或运营地点对于业务价值的衡量方式各不相同（例如不同工厂和运营地点对于设备综合效率的计算方法各不相同），或将导致全球推广并不适合本地执行。最为重要的是，流程、文化和价值衡量标准各异可能会为建立统一架构带来挑战。该架构涉及诸多利益相关方（包括企业和工厂领导层、持续改进团队、工厂IT团队、工厂操作团队和质量控制团队等），并应获得企业和工厂的联合支持。⁸
- **技术挑战。** 不同工厂和运营地点的现有技术基础设施（包括生产设备、IT网络、OT基础设施、安全协议、数据模型和架构等）各不相同并且可能已经超出使用寿命。若从单点解决方案入手，技术团队通常无法预测该解决方案在更大范围内进行推广时的普适性，由此可能会带来无谓的构建和拆解工作。
- **人才和领导力挑战。** 人才挑战不仅涉及网络内的业务和技术差异，而且包括推广解决方案时需要考量的工作职责、技能要求与企业文化。此外，虽然解决方案通常会在获得领导层大力支持的工厂进行试点，但是由于领导层可能无法适应全新工作方式并对可能影响日常运营和提高工厂可见性的因素持有怀疑态度，因此推广工作仍需与领导层进行商议。
- **数据管理挑战。** 管理和使用一家智能工厂的海量数据通常较为棘手，管理多家工厂的数据更是难上加难。由于美国制造设备的平均使用寿命超过20年，因此目前最大的挑战在于遗留设备数据可用性不足。⁹许多工程师通常会将30%到70%的时间用于从遗留系统中收集信息并手动复制到电子表格中。¹⁰此外，优化数据收集、存储、管理、保护和治理流程以及利用数据改进工厂操作、提高生产率和净利润方面同样存在挑战。

开展解决方案推广工作

智能工厂解决方案推广应以企业愿景为导向：设立共同目标，重点关注价值。

我们将在本节讨论智能工厂解决方案推广流程/阶段（图1）：构思和调整、架构设计、规划和模板化、大规模实施、部署以及部署后支持。流程间的关联要素包括项目治理以及人才和数据管理，其在推广过程中也将发挥关键作用。¹¹

构思和调整

构思和调整阶段应当保持对于价值的关注，以此确保解决方案推广取得成功。价值验证完成之后，

基于对运营地点的整体了解扩展构想才是明智之举，从而在推广过程中实现数字化制造和运营协同效应（价值）。为推进调整工作，尤其是在企业规模较大并且制造多种产品的情况下，领导层可以根据制造类型、资产共性、速度和数量以及管理组织等因素将智能网络拆分为多个工厂原型。

领导层应在企业范围内统一KPI定义，并且确立符合价值创造的共同目标。¹²由于企业领导层对于价值高度关注，因此设定企业KPI基线可以确保价值衡量的一致性，实现针对工厂业绩的标准化对比，以及帮助识别工厂内部和外部区域，以便着手实施解决方案并且定期审查KPI，从而确定在工厂和企业层面创造的价值。

图1

智能工厂解决方案推广流程



资料来源：德勤分析

许多技术和执行挑战可能不会在价值验证阶段显现。然而，在进行解决方案推广规划时应当制定详细的路线图，其中需要考虑文化差异、数据摄取量、应用程序性能特征和解决方案可配置性等可能出现的新问题。

架构设计

稳固的架构对于解决方案推广决策的制定和执行不可或缺。鉴于企业层面（运营、供应链、战略职能）和工厂层面（工厂负责人、工程师、操作人员、技术人员）均存在诸多利益相关方，因此与利益相关方进行定期接触至关重要。

企业应当建立数字化制造团队（DMG），以便通过集中管理流程和操作推动企业范围内的一致性，同时关注工厂间的细微差别，向领导层汇报进展情况并随时间推移审查价值实现情况。例如，某大型食品包装制造商采用联合模式建立数字化制造团队（DMG）：集中管理部门设于总部，各工厂人员（特别是持续改进团队成员）在集中管理部门中代表其所在工厂的利益。¹³这种联合模式可以确保宏观层面的一致性，同时赋予工厂操作团队决策权利。领导层欣然接受了这种模式，并且很快便开始利用这种模式为所有操作团队提供强大支持。

最后，架构设计中的全网络沟通机制可以帮助利益相关方明确了解迭代期望和里程碑目标、衡量解决方案推广效果所带来的闭环反馈以及各运营地点的解决方案实施状态，以此在漫长的解决方案推广过程中为利益相关方提供激励。

规划和模板化

除目标状态定义和差距分析外，根据迭代模型确定的软件开发流程和标准亦可推动在分散的生态系统中逐步开发解决方案。跨工厂OT和IT流程模板可使解决方案的诸多组件保持同步。复制团队应为涉及大多数工厂的解决方案推广制定时间表，并为领先实践共享规划重叠时间线。时间表中应当纳入与解决方案模板化相关的依赖因素和前提条件。在这些工作中，安全性考量因素应在设计和构建阶段得以确定。¹⁴

解决方案推广亦需根据以下特征针对工厂进行分组：

用例识别：规划的第一步是了解工厂的基础设施成熟度现状，并对达到目标状态所需的条件进行差距分析。建议根据准备情况标出已识别的用例，并将战略上相互关联的推广用例归为一组，从而实现有效推广。以价值为导向的客观标准以及企业动态和文化等主观标准均可促进用例识别。用例识别后应当确定需要纳入解决方案的资产。虽然重点关注同类资产可能具有成本效益，但是囊括各类资产的解决方案将会更加完整和稳健。¹⁵

DevOps环境管理。DevOps策略旨在弥合开发团队（构建代码的开发人员和测试人员）与操作团队（将代码部署到生产环境中）之间的差距，从而改进技术实施。¹⁶建议根据解决方案成熟度（由低到高）以及工厂实际情况部署环境基础设施，而非采取统一的DevOps环境策略。此外，应当遵循源代码控制和管理实践，确保在解决方案中部署的代码库属于同一版本。在将代码复制到多个运营地点的过程中，请务必尽量降低特定运营地点的增强功能，并在必要时分离自定义代码与通用代码库。

测试和发布策略。工作包括制定全面的测试策略（涵盖功能测试、自动化回归测试和性能测试）以及确保整个工厂网络具备发布管理能力。测试成本可通过谨慎执行测试环境策略的方式控制，即每次工厂推出新产品均无需创建新的特定测试环境。建议与负责确定产品性能和推出节奏的产品团队共同制定并实施测试策略。明智之举是与产品团队针对测试策略和测试环境决策有何影响及其对于车间的最终用户体验有何意义设定期望。此外，在确保实施速度和规模的同时进行测试和发布管理则需要妥善权衡成本、用户体验和质量这几方面。

变革管理团队应当全面了解解决方案，并在车间持续提供培训和支持，以解决员工在解决方案实施之前、期间和之后可能遇到的各类问题。

变革管理和采用。集中化变革管理团队可在各运营地点提供文化意识和劳动力培训，以此来为解决方案推广提供支持。解决方案通常最易在最终用户本身需求迫切时被采用。变革管理团队可以充当最终用户与产品团队之间的桥梁，在产品路线图中汇总最终用户的反馈和请求，从而提高产品性能的相关性并且推动解决方案采用。此外，变革管理团队应当全面了解解决方案，并在车间持续提供培训和支持，以解决员工在解决方案实施之前、期间和之后可能遇到的问题。综上，无缝衔接的用户体验和近乎实时的支持对于维持最终用户的热衷度和推动解决方案采用至关重要。

基础设施管理。所有IT和OT系统的资产管理以及各项资产的补丁信息对于确保解决方案组件出现问题时系统能够恢复正常运行至关重要。此外，在工厂和企业层面制定灾难恢复计划可以在发生自然或网络灾难事件（可能需要将员工召回工厂或重新设置数据系统）的情况下促使解决方案恢复至正常工作状态。在整个网络中使用相同基础设施还可带来规模经济效益、企业经验分享和操作效率提升等好处。

大规模实施

实施是以可扩展架构为基础，该架构适用于多种工厂原型并且涵盖产品结构、操作特征、基础设施、应用程序和数据管理的相关要素以及各项要素的安全性考量因素。可扩展架构能够使用应用程序接口和适配器适应松散耦合系统，并且推动在合规性、安全性和可用性的基础上建立统一数据模型。工业物联网的真正价值将在传感器数据与情境信息相结合时体现出来，例如将制造执行系统信息添加至位置坐标和时间序列中便可获知特定离散制造订单的生产节拍时间。虽然架构基线可在价值验证阶段设计，但是实际架构并非一成不变，其将随着业务解决方案和需求的生长而改变。¹⁷

实施能否成功取决于工厂之间的各种工作流程能否顺利协调。例如，职能团队应就需要构建的功能达成一致意见：IT/OT团队应当力求以最低的复杂程度和最少的开发人员释放价值，质量保证团队应当提出明确的实施要求。工厂和企业层面的解决方案管理事宜应与工厂IT团队和供应商密切配合，确保配备适当人员来构建解决方案。

除技术实施外，在实施阶段建立企业信任文化通常也很重要。建立新流程后，必须基于新的可用数据源推动实现数据驱动自动化。领导者可以遵循数字化成熟度的三个阶段，根据工厂成熟度实现从简单到复杂应用的渐进式变化，从而在企业范围内建立对于数字化转型历程和智能制造/智能工厂物联网解决方案的信任：

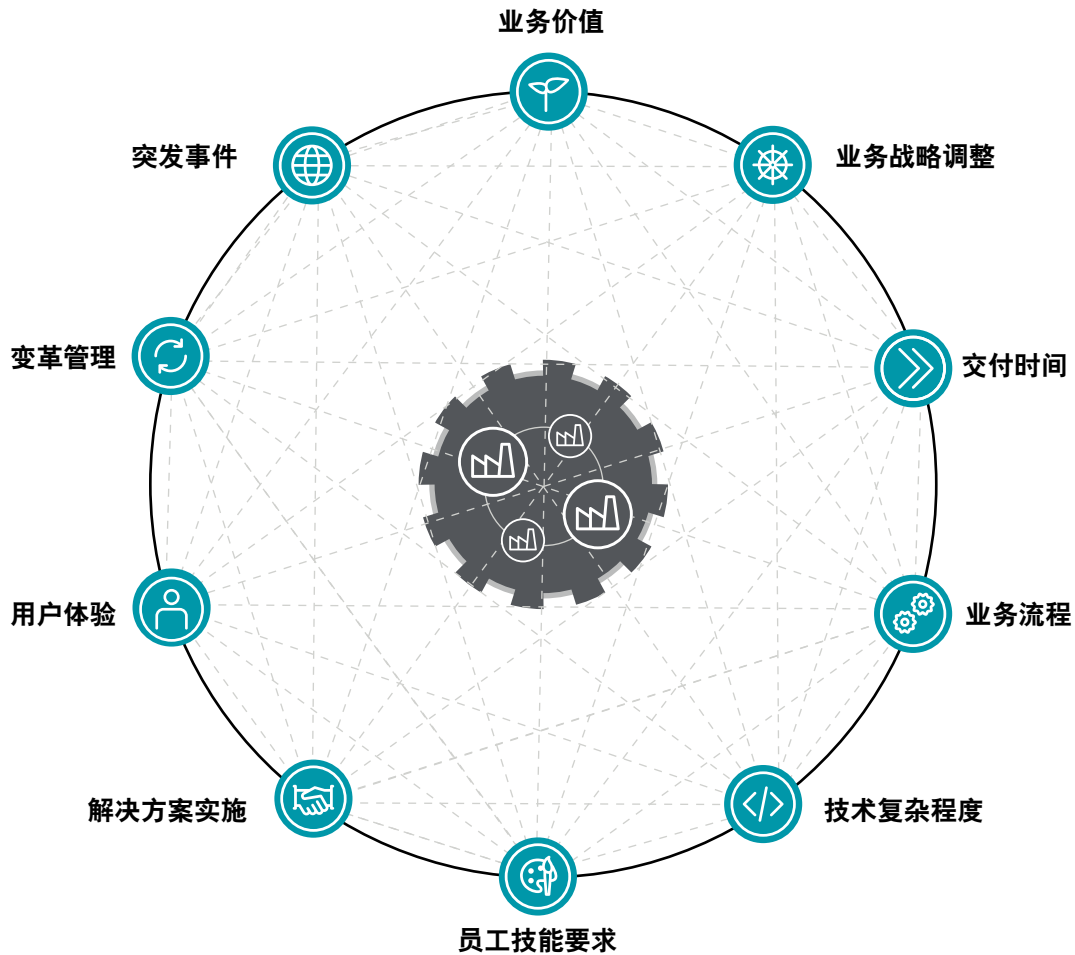
- 利用技术为技术人员提高可见性（跨工厂统一实施）
- 安装智能报警系统，提醒采取人工纠正措施（利用智能系统在一定程度上实现跨工厂统一实施）
- 部署算法驱动的纠正措施（根据工厂成熟度采取不同措施）

综上所述，大规模实施阶段涉及诸多要素，此等要素相互制衡并使网络保持平衡状态（图2）。明确相关工作可以产生的业务价值并且调整业务战略有助于确保规模化工厂及时建立和运行。详细说明业务流程并且满足相关的技术复杂程度和员工技能要求可以推动解决方案的有效实施。丰富的用户体验可以确保变革管理技术在车间发挥作用，亦可确保工厂网络已做好准备应对突发事件的潜在影响。¹⁸

工业物联网的真正价值将在传感器数据与情境信息相结合时体现。

图2

大规模实施阶段涉及诸多要素，此等要素可使智能网络保持平衡状态



资料来源：德勤分析

部署

智能网络部署包括多个步骤，首先接通传感器数据流，其次配置应用程序接收数据，最后调整仪表盘以显示重要且准确的信息。领导者应当仔细审查部署计划，消除将代码和算法从某工厂环境部署到另一工厂环境过程中可能发生的潜在错误。此外，应对所有部署步骤进行检查，确保解决方

案各层级（包括OT）的部署组件均已正确配置并且可按预期正常运行。若不严格管理或将导致灾难性后果，包括损坏现有数据以及可能长时间无法访问应用程序。

减少人工部署过程中潜在错误的方法之一是使用自动化部署工具。但是，创建自动化部署脚本通常需要全面测试部署步骤，检查中间步骤的输出

管理最终用户体验至关重要，因为任何未决问题都可能引起用户群体的排斥。

结果，并且纳入回撤步骤，以防需要在某家或多家工厂终止部署。如此将导致自动化部署变得更加复杂，并且需要具备一定的成熟度的解决方案和自动化技能。

部署后支持

在此阶段，管理最终用户体验至关重要，因为任何未决问题都可能引起用户群体的排斥。引起排斥的原因众多，包括不同工厂的应用程序/屏幕、生产流程、文化以及技术开放程度/准备程度各不相同，这些因素通常被认为将在部署后阶段发挥

重要作用。此外，应用程序部署完成之后，应当对其进行持续监控以识别生产环境中可能出现的性能问题。

部署后支持应当分为多个层次，并且招募拥有丰富专业知识的人才来为本地IT团队提供培训和支持。与此同时，亦应改变防护措施，增加工厂IT人才来为工厂用户提供一线支持，及时排除故障，力求实现按时交付并且确保顺利推广解决方案。企业和工厂的利益相关方应当对照计划定期评估工厂的解决方案采用情况，检查漏洞，确保采用进程并未放缓并且用户仍按计划使用系统。



聚焦流程间的关联要素

如图1所示，项目治理以及人才和数据管理将在从构思到部署后支持的智能工厂解决方案推广流程中发挥关键作用。

项目治理。复杂的多年期项目需要由企业领导层治理，相关工作包括制定企业战略和提供有效的部署支持，以此确保顺利推广解决方案。¹⁹除设定项目整体基调外，自上而下的参与也可确保实施速度和及时决策，最重要的是确保维持项目运行所需的人才和资金。

在前文的制造商案例中，有效的项目治理促使智能工厂解决方案从一条生产线推广到美国和全球的多家工厂。通过准确识别工厂原型以及统一治理模型中的绩效衡量指标，领导者解决了操作可见性的问题。通过全网布局相关功能，企业上下树立了“必胜”的信念，基层动员得到增强。董事会批准后续计划后，该多年期推广项目得以继续推进，并且取得切实成效。²⁰

人才管理。人才管理涉及两个重要方面：与全新解决方案相关的用户界面/体验以及员工技能要求。首先，用户界面/体验应为车间员工降低工作难度，并且助其根据统一KPI交付可量化的成果。²¹其次，智能工厂解决方案推广可能会对员工提出新的技能要求（针对设计、交付和交付后阶段），并且需要扩展现有职位或新增其他职位。虽然某些工厂可能会为项目启动开展某些相同的培训计划，但是其他工厂也可以根据可用技能和操作流程成熟度定制培训计划，以此满足各运营地点的不同需求。培训团队应当培养员工的成长型思维²²，并将智能工厂纳入企业运营网络，以此更新标准工作、程序和政策，从而为全新智能工厂流程提供支持。

培训团队应当培养员工的成长型思维，并将智能工厂纳入企业运营网络。

数据管理。在推广智能工厂解决方案的过程中，收集并整合来自各工厂平台的遗留数据可能极具挑战。²³在架构设计阶段前期，开发统一数据模

型可以最大程度减少因广泛部署解决方案而带来的集成问题。就此而言，设立数据治理部门负责发布企业准则和程序并且及时审批数据生成、存储（本地或云端）和使用事宜至关重要。²⁴此外，

半数制造商都曾遭遇过网络攻击，因此在推广企业整体解决方案的过程中制定全面的网络安全策略也很重要。²⁵

设立数据治理部门负责发布企业准则和程序并且及时审批数据生成、存储和使用事宜至关重要。

实施数字化制造转型

前文所述的食物包装制造商曾面临产能受限、设备综合效率较低（68%）、工厂停工等问题，可能导致数百万美元的收入和利润损失。该公司首先在一条生产线上使用物联网传感器，以此收集数据、提高机器性能可见性并追踪发生变化和停机的原因²⁶，短期内便已借助现有资产和劳动力提高了综合设备效率。

该公司借助IT与OT融合、流程再造和变革管理在工厂内的所有生产线上都推出了资产智能系统。领导层以建立数字化制造团队（DMG）的方式助力文化和流程变革，以此充分利用新应用程序，并且通过多年期的多阶段项目向其他工厂推广资产智能系统。这种基于角色的应用程序（操作经理、生产线主管、操作人员等）可以确保在适当时间向适当人员提供适当信息，从而帮助相关人员直观了解工作任务。

转型成果包括：在实施转型后的三个月内，整个网络的设备综合效率提升9%，通过释放现有资产产能节约超过2,400万美元的资本支出，增收近5,000万美元。²⁷

维持解决方案正常运行

在 将智能工厂解决方案推广至多家工厂后，企业应当转而关注长期业务需求。随着人才和技术日趋成熟以及企业需求不断变化，领导者应当聚焦关键领域，确保规模化工厂可在长期内正常运行并且取得成功：

领导层参与。高层领导应在企业数字化制造团队 (DMG)、工厂数字化制造团队和工厂管理团队等利益相关方的支持之下，推动工厂持续采用解决方案。²⁸考虑工厂间细微差别的同时，还应自上而下统一激励和奖励措施，确保以企业愿景为导向实施解决方案。

沟通管理。若未能明确传达推广项目的相关信息，车间员工可能认为这项技术旨在减少员工人数，从而心生焦虑并抵制变革。项目开始前，数字化制造团队 (DMG) 可向所有工厂说明价值验证的好处以及推广项目的计划。在推广过程中，领导层应当定期传达项目进展情况以及项目对于企业、工厂和员工有何助益。

资金支持。智能工厂项目可能难以持续获得资金支持，尤其是在扩大规模的情况下，主要原因在于逐渐增加的收益可能分散在多个组织部门。创新融资策略包括将项目收益和研发税收抵免，以此重新投入于重点项目，建立重点专项项目资金池以及利用供应商合作伙伴关系在工厂层面共同出资。

业务连续性。为确保扩大规模的同时能够维持项目在价值验证阶段获得的信任，企业应将某家工厂的经验分享给其他工厂，以预防和限制车间内可能出现的操作中断。部署团队应当进行协调，以减少操作期间硬件安装或部署所需的计划停机时间。数字化制造团队 (DMG) 应当积极追踪可能导致中断的操作风险。此外，领导者应当根据新要求更新与各工厂供应商及供应链合作伙伴之间的服务协议，以确保业务连续性。

综上，推广项目应将数字化解决方案的采用、管理和维护融入企业DNA。

解决方案推广并非一蹴而就

智能工厂解决方案可以推动操作改进和营收增长，智能工厂解决方案可以推动操作改进和营收增长，进行跨工厂推广时或将实现效益加倍。企业应在价值验证阶段仔细甄选用例，以此加速价值实现，原因在于该项举措有助于建立项目可信度，并将在企业规划工作中发挥关键作用。

推广项目应以价值为导向、以技术为依托、以人才为中心，推动企业充分发挥潜能。

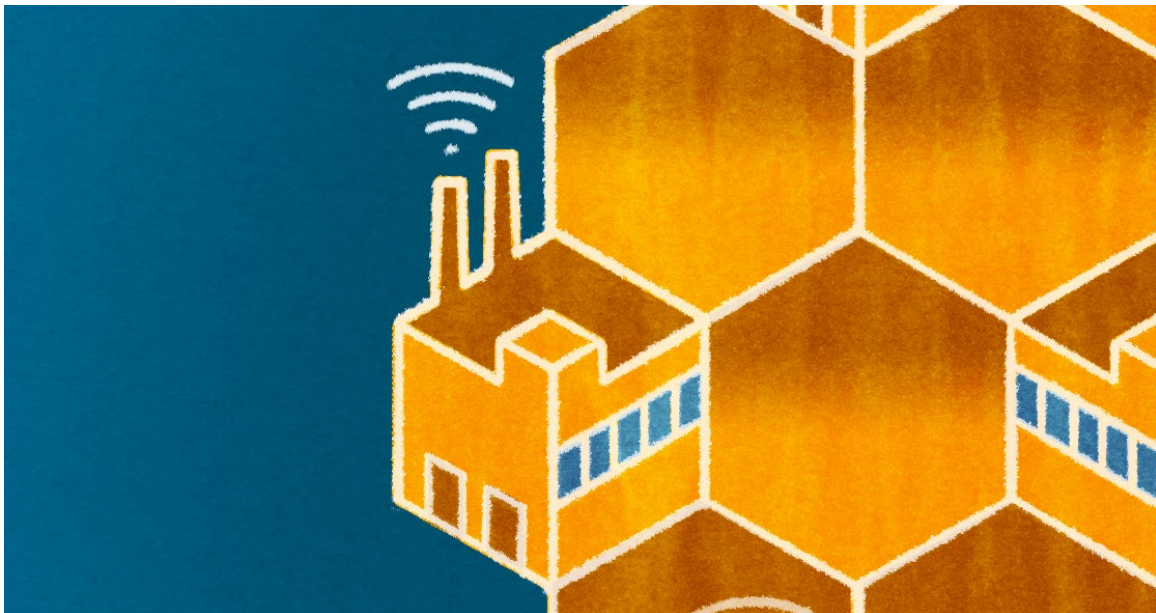
企业可从小处着手，但是必须在解决方案取得初步成效后迅速开展推广工作。在从智能工厂向智能网络转变的过程中，企业需要尽早解决其所面

临的挑战和难题，以此控制成本并加快推广速度。所幸目前已有某些经过时间检验的推广策略可供参考，企业可以根据业务需求以及组织和人员准备情况对其进行调整。

更重要的是，由于数字化转型过程持续推进以及数字化成熟度目标不断变化，领导者应在推广过

程中利用逐步展开且容易实现的成功实践激励员工。推广过程错综复杂，通常需要高管认可、持续关注 and 基层支持

才能取得成功。推广项目应以价值为导向、以技术为依托、以人才为中心，推动企业充分发挥潜能并为应对外部紧急情况做好准备。



尾注

1. Based on client work in our Supply Chain and Network Operations practice.
2. Ibid.
3. Angus Loten, "Pandemic to jumpstart spending on data tools at manufacturers," *CIO Journal*, June 2, 2020.
4. Based on client work in our Supply Chain and Network Operations practice.
5. Rick Burke et al., *The smart factory: Responsive, adaptive, connected manufacturing*, Deloitte University Press, August 31, 2017.
6. Ibid.
7. Irene Petrick and Faith McCreary, "Creating lasting value in the age of AI+IoT: Futureproofing your business," Intel Newsroom, December 2019; Paul Wellener et al., *Manufacturing goes digital: Smart factories have the potential to spark labor productivity*, Deloitte Insights, September 16, 2019.
8. Stephen Laaper et al., *Implementing the smart factory: New perspectives for driving value*, Deloitte Insights, March 30 2020.
9. Patrick Van den Bossche et al., "Is the United States ready to take manufacturing back?," Manufacturing.net, April 17, 2013.
10. Willem Sundblad, "The benefits of connecting data from legacy equipment," *Forbes*, October 1, 2019.
11. David R. Sjödin et al., "Smart factory implementation and process innovation," *Research Technology Management* 61, no. 5 (2018): pp. 22–31; Deloitte analyses.
12. Ibid.
13. Based on client work in our Supply Chain and Network Operations practice.
14. Ramsey Hajj et al., *Cybersecurity for smart factories: Tools for managing cyber threats to manufacturing*, Deloitte, 2020.
15. Based on client work in our Supply Chain and Network Operations practice.
16. Deloitte, *Enterprise agility and DevOps: Building blocks for delivery transformation*, 2017.
17. For detailed description of the IoT enterprise architecture, see Ken Carroll and Mahesh Chandramouli, *Scaling IoT to meet enterprise needs: Balancing edge and cloud computing*, Deloitte Insights, June 20, 2019.
18. Laaper et al., *Implementing the smart factory*.
19. European Research Cluster on the Internet of Things, *IoT governance, privacy and security issues*, January 2015.
20. Based on client work in our Supply Chain and Network Operations practice.
21. For detailed analyses on building human-centralized design based on real user needs, see Laaper et al., *Implementing the smart factory*.
22. Carol S. Dweck, *Mindset: The New Psychology of Success* (Random House, 2006); Carol Dweck, "What having a 'growth mindset' actually means," *Harvard Business Review*, January 13, 2016.
23. Sundblad, "The benefits of connecting data from legacy equipment."
24. Brian Buntz, "Your IIoT strategy needs a solid data governance framework," IoT World Today, March 1, 2018.

25. Make UK: The Manufacturers' Organization, The Royal United Services Institute, and American International Group, *Cyber security for manufacturing*, 2018.
26. Based on client work in our Supply Chain and Network Operations practice.
27. Ibid.
28. Wellener et al., *Manufacturing goes digital*.

致谢

衷心感谢**Alana Kaplan**、**Jonathan Holdowsky**、**Brenna Sniderman**、**Negina Rood**、**Harsh Raj**、**Bharath Sridhar**为本报告的编写做出重要贡献，同时特别感谢**Jason Hunt**、**Luke Monck**、**Vinu Yamunan**为本报告的审阅提供大力支持。

关于作者

Puneet Bhargava | pkbhargava@deloitte.com

Puneet K. Bhargava现任德勤管理咨询数字化供应网络领导人，专注于物联网领域。Bhargava拥有逾20年的数字化转型项目实施经验，目前主要利用传感器、互联设备、实时数据和预测分析技术为客户创造价值。Bhargava曾多次领导制造、旅游、酒店和交通行业客户的数字化转型项目，并且他在优化创新技术解决方案以及将其与客户现有业务运营和基础设施融合方面拥有丰富经验。

Monika Mahto | mmahto@deloitte.com

Monika Mahto现任德勤综合研究中心印度地区研究领导人。Mahto拥有超过10年的研究经验，主要涉及增材制造、先进制造、未来工作模式、工业4.0、物联网等先进技术的数字化创新。Mahto利用多种研究方法开发定量和定性框架，并且携手其他思想领袖、行业高管和学者针对先进技术的战略和组织影响开展深入研究。

联络我们

董伟龙

德勤中国

工业产品及建筑行业领导合伙人

电话：+86 10 8520 7130

电子邮件：rictung@deloitte.com.cn

李晓晖

德勤中国

工业产品及建筑行业税务与法律合伙人

电话：+86 21 3313 8668

电子邮件：samxhli@deloitte.com.cn

陈肇端

德勤中国

工业产品及建筑行业财务咨询合伙人

电话：+852 2531 1788

电子邮件：norbertchan@deloitte.com.hk

朱灏

德勤中国

工业产品及建筑行业风险咨询合伙人

电话：+86 21 6141 1522

电子邮件：silzhu@deloitte.com.cn

刘浩

德勤中国

管理咨询合伙人

电话：+86 21 2316 6294

电子邮件：haoliu@deloitte.com.cn

关于德勤综合研究中心

德勤综合研究中心致力于针对跨行业及职能部门的关键业务问题提供鲜明见解，研究范围从新兴技术的快速变化到一致性的人为因素。我们以崭新方式聚焦转型话题，并通过研究报告、短视频、面对面讨论及线上课程等多种形式呈现独到思路。

联络

欲了解更多综合研究中心相关愿景、解决方案、领先理念及活动的信息，请访问 www.deloitte.com/us/cir.



**因我不同
成就不凡**
始于 1845

关于德勤

Deloitte (“德勤”)泛指一家或多家德勤有限公司, 以及其全球成员所网络和它们的关联机构(统称为“德勤组织”)。德勤有限公司(又称“德勤全球”)及其每一家成员所和它们的关联机构均为具有独立法律地位的法律实体, 相互之间不因第三方而承担任何责任或约束对方。德勤有限公司及其每一家成员所和它们的关联机构仅对自身行为及遗漏承担责任, 而对相互的行为及遗漏不承担任何法律责任。德勤有限公司并不向客户提供服务。请参阅 www.deloitte.com/cn/about 了解更多信息。

德勤是全球领先的专业服务机构, 为客户提供审计及鉴证、管理咨询、财务咨询、风险咨询、税务及相关服务。德勤透过遍及全球逾150个国家与地区的成员所网络及关联机构(统称为“德勤组织”)为财富全球500强企业约80%的企业提供专业服务。敬请访问www.deloitte.com/cn/about, 了解德勤全球约312,000名专业人员致力成就不凡的更多信息。

德勤亚太有限公司(即一家担保有限公司)是德勤有限公司的成员所。德勤亚太有限公司的每一家成员及其关联机构均为具有独立法律地位的法律实体, 在亚太地区超过100座城市提供专业服务, 包括奥克兰、曼谷、北京、河内、香港、雅加达、吉隆坡、马尼拉、墨尔本、大阪、首尔、上海、新加坡、悉尼、台北和东京。

德勤于1917年在上海设立办事处, 德勤品牌由此进入中国。如今, 德勤中国为中国本地和在华的跨国及高增长企业客户提供全面的审计及鉴证、管理咨询、财务咨询、风险咨询和税务服务。德勤中国持续致力为中国会计准则、税务制度及专业人才培养作出重要贡献。德勤中国是一家中国本土成立的专业服务机构, 由德勤中国的合伙人所拥有。敬请访问 www2.deloitte.com/cn/zh/social-media, 通过我们的社交媒体平台, 了解德勤在中国市场成就不凡的更多信息。

本通讯中所含内容乃一般性信息, 任何德勤有限公司、其全球成员所网络或它们的关联机构(统称为“德勤组织”)并不因此构成提供任何专业建议或服务。在作出任何可能影响您的财务或业务的决策或采取任何相关行动前, 您应咨询合格的专业顾问。

我们并未对本通讯所含信息的准确性或完整性作出任何(明示或暗示)陈述、保证或承诺。任何德勤有限公司、其成员所、关联机构、员工或代理方均不对任何方因使用本通讯而直接或间接导致的任何损失或损害承担责任。德勤有限公司及其每一家成员所和它们的关联机构均为具有独立法律地位的法律实体。