Deloitte.
Insights

德勤数字化
供应网络系列报告



实施智能工厂建设

价值驱动新视角

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。

美国供应链与网络运营实践主要从事转型解决方案相关建议、实施及运营的工作，这些解决方案涵盖世界一流的供应网络功能、运营专业知识、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。

内容

智能工厂时代已然到来	2
定位智能工厂相关计划以实现价值	4
将经验转化为成果：实现智能工厂转型相关价值	9
利用经验扩展智能工厂	12
尾注	13

智能工厂时代已然到来

智能工厂的战略重要性毋庸置疑，早期实践者称智能工厂已助力其提高了运营效率及盈利水平。仅在美国，高达86%的制造商认为，截至2025年，智能工厂必将成为具备竞争力的主要驱动因素。此外，83%的制造商认为智能工厂将转变产品的生产方式。[1]

各项研究不断表明，工业物联网（IIoT）、云计算、边缘计算、机器人流程自动化（RPA）、人工智能与机器学习、视觉系统、增强现实系统和虚拟现实系统等功能结合智能工厂技术，可降低企业成本，提高生产率、产品质量、安全性和收益。[2]就智能工厂转型而言，领导人在采用何种技术及如何部署此类技术方面拥有广泛的选择和机遇。

尽管如此，许多制造商仍处于起步阶段。例如，近期开展的一项定量研究显示，在美国仅有5%的受访制造商表示其至少有一家工厂完全转型为“智能”工厂，30%表示目前正在施行与智能工厂相关的计划。[3]这意味着，近三分之二（65%）的受访制造商都明确显示，他们并未针对近五年内能提升短期竞争力的主要驱动因素制定任何方案。[4]

这说明绝大部分企业的智能工厂尚未实现巨大且显著的价值。所以业界领先企业是如何着手相关计划并取得成效呢？尤其是如何从中实现价值呢？寻求部署智能工厂的企业领导人能从先行者身上借鉴哪些经验？他们如何将这些经验转化为价值——不仅限于其智能工厂，而是扩大至其更广泛的企业范畴呢？

为更好地了解已经经历过智能工厂转型企业的成果，我们访问了拥有智能工厂相关实践经验的领导人。就我们研究的企业及智能工厂部署情况而言（请参阅侧栏“我们的研究方法”），研究结果具有一定的借鉴意义。

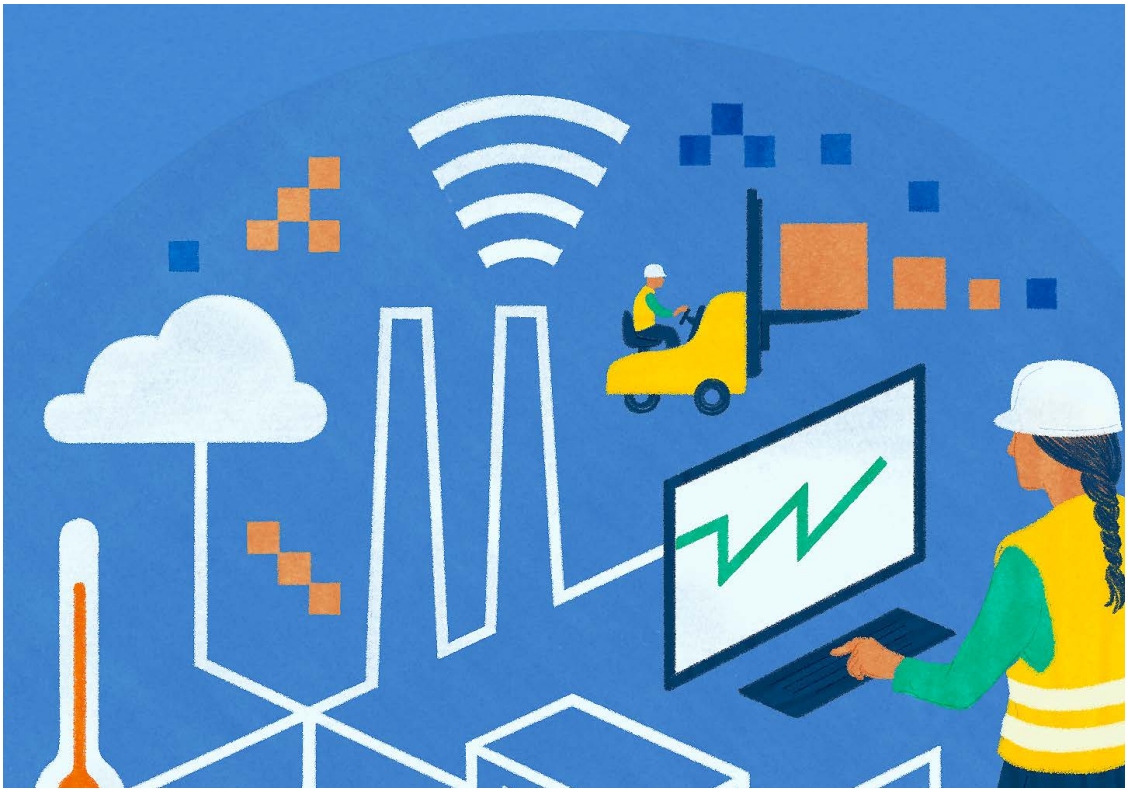
基于前述访问、德勤同制造业生产力与创新联盟（MAPI）联合进行的深入研究（该研究调查了美国智能工厂的部署情况），以及我们发布的2017智能工厂初步研究（该项研究对智能工厂概念进行了初期探索）报告，此报告针对可借鉴的领导人在智能工厂转型方面的经验阐述了相关洞见。

我们的研究方法

德勤与拥有智能工厂转型实践经验的制造业领导人、员工、专业服务提供商等开展了40逾次定性访问，这些访问对象来自化工、造纸、航空航天、塑料制品、消费品、生命科学与医疗等全球各行各业。[5]此处讨论的两项话题为常见主题，它们出现于各类部署情况及我们所接触的诸多受访者中。

尽管访问所涉及的行业范围较广，但在考虑因素、挑战、汲取的教训和成功战略方面却是一致的。我们将研究结果划分为以下两大部分：

- **定位智能工厂计划以实现价值：汲取先行者在智能工厂转型方面的经验**。该部分内容涉及在向智能工厂功能过渡时期常见的问题和可借鉴的经验。在此部分，我们根据访问内容得出洞见，解析实现智能工厂转型的关键要素。
- **将经验转化为成果：实现智能工厂转型价值**。在此部分，我们探讨“下一步如何行动”？如今，企业已将智能工厂定位为实现价值的战略措施，他们又将如何从此类转型中获取回报呢？这些机遇源自各项数据、改善的流程以及智能工厂部署所带来的优化契机。各环节紧密相连，由此不断放大价值并取得规模效益。尽早发现潜在途径及其影响对于从智能工厂转型中实现价值最大化至关重要。



定位智能工厂相关计划以实现价值

在我们的研究中，出现了多个常见主题。某些是转型过程中均会出现的问题，如：与文化和变革管理相关的问题，以及转型仅在人们支持的情况下才算成功等根深蒂固的观念问题。其他问题则是智能工厂及其相关技术所特定独有的，也是领导人应考虑解决的关键问题。（图1）

图1
智能工厂计划相关主题

常见问题：发掘潜在的变革管理主题

基于用户真实需求的人性化设计	自上而下、自底向上的方法	具备广泛技能的多元化团队	持续支持和学习
聚焦终端用户需求，使其有效利用互联设施产生数据价值。	优先考虑领导层及基层支持，以获取整个企业的认同和战略考虑，从而确保相关事项的实施。	辨识并部署成功构建智能工厂所需的各项特殊技能，如工程建设、主数据管理和分析等，以便确保价值延伸不受设施物理范围的限制。	开发并获取长期所需技能，以确保智能工厂在发展中持续获得成功。

“智能工厂特定”问题：整合智能工厂的信息技术（IT）和运营技术（OT）

互联互通的关键性	管理现实场景中多种不同设备	弥合IT团队和OT团队的差异
在专注于增加智能化功能前，确保内部数字化基础设施（有线或无线）已准备就绪来支持智能化功能。	不同设备、传感器及其他仪器意味着在车间中需解决各种问题，以实现成果的最大化。	企业不同部门的文化有所差别，促成IT团队和OT团队的密切合作不仅对确保智能工厂计划成功施行至关重要，还能确保将其工作范畴大幅扩展至网络及数字化供应网络（DSN）的其他领域。

来源：德勤分析

常见问题：智能工厂转型中的变革管理

“如何确保对运行多年的生产流程和员工成功进行转型，并给予工具供其使用？”[6]

基于用户真实需求的人性化设计

许多成功的智能工厂转型领导人指出，在设计智能工厂之时需从用户角度考量来实现业务目标。一位受访者称这种方法是要花费时间去了解个人工作方式及其所需工具，并采取“以人为本的方法探清【用户的】困难之处，从而了解用户使用信息的方式、需求的信息内容、研究信息的原由及采取措施的方法。”[7]

通过用户至上原则，领导人确认需解决的问题及需改变的作业方式，之后才能思考如何使用技术支持智能工厂转型。此举不仅旨在探询“如何使技术具有粘性？”，更要探究“如何将应用程序与用户相关联并对用户产生价值？”领导人可创建便于用户查看与其角色相关的数据及信息的界面，而非筛选其不需要的信息。由此，用户可随时掌握价值信息以便完成工作，从而提高采用速率、改善工作流程。正如某领导人所言：“如果研发活动脱离终端用户，那么结果是低于标准的产品、产品采用率低……人为因素至关重要，若该环节出现偏差，将导致项目投资无法产生预期价值。”[8]

变革拥护者主导自上而下、自底向上的方法

企业内的变革拥护者可从领导层面及基层提供支持来清除变革前进道路上的阻碍，获得企业范围内的认同，以及推广智能工厂的业务案例。领导人在受访中特别强调了管理层支持的重要性，因为此类计划通常需要投入大量资源——如人力、时间、资产或财务。他们还频繁提到需要项目发起人来推动项目前进，以及强有力的领导对成功转型的重要性。

任何工厂想迈入工业4.0或建设智能工厂……须采用自上而下、自底向上的方法……必须双向而行。这是转型成功最关键的方法。

此外，一旦计划开始落地实施，来自各方的支持均十分重要。运营、供应链、战略及其他职能部门的高级领导人需战略性地思考智能工厂转型如何在网络层面更广泛地推动价值增长。而工厂经理、工厂工程师、生产操作工人、技术人员及其他基层人员则在车间推动变革并产生成果。正如某位人士所说：“任何工厂想迈入工业4.0或建设智能工厂……须采用自上而下、自底向上的方法……必须双向而行。这是转型成功最关键的方法。”[9]

具备广泛技能的多元化团队

洞察力源自多样性。我们的研究结果明确显示，最成功的转型需要具备多样化功能及能力的团队。

数据科研人员、软件开发人员、懂人性化设计及其理念的人员都在需求之列——总之，需要不同技能的人员。

这些技能包括工程建设、信息技术（IT）、供应链、生产、主数据管理、分析、数字营销、财务、用户界面设计及人力资源等。正如某受访领导人所言：“数据科研人员、软件开发人员、懂人性化设计及其理念的人员都在需求之列——总之，需要不同技能的人员。”[10]

一些受访者表示，跨职能团队可以降低转型过程中重要控制措施、流程及文化元素遗漏的可能性，并有助于确保智能工厂在数字化供应网络中交付更广泛的价值。跨职能团队能力研究结果支持该论述；[11]经证实，组建跨职能团队有利于提升企业创新能力，加快企业发展。[12]

这意味着，转型领导人应全力确保在恰当的时机部署合理技能，并且具备多样化的思维为整体转型方式提供指导。同时，领导人还应寻求机会来确保相关知识在不同计划之间广泛传播。从长远来看，随着智能工厂转型在数字化供应网络及更大的网络中逐渐扩展开来，此类转型举措将产生效益。

持续支持和学习

成功部署智能工厂需求全方位的能力，因此企业应考虑如何引入新技术，以及如何开发出现有员工的新技能。新增及日益成熟的技能是企业在部署智能工厂中面临的最大问题之一；在近期的全球定量调研中，仅有14%的制造业高层领导人明确表示其所在企业已具备未来发展所需技术。[13]培养技能可带来巨大收益，如推动解决方案的认可及采用、在员工适应期间提供帮助，并营造不断学习的企业文化氛围——由此员工可持续学习适应新技术、新功能、新流程以及企业生态系统的变化。事实上，研究表明，智能工厂技术实践经验与管理者是否相信企业及员工可驾驭变革存在关联。[14]



知之非艰，行之惟艰。随着智能工厂不断利用先进技术以及工厂各岗位所需的各种新技术，这些都增加了技能提升及培训的难度。[15] 除开发内部能力，其他方法亦有助于支持智能工厂系统和技术，如实施替代性人才模式、与高校或其他学校共同建立人才输送渠道，以及利用生态系统合作伙伴的技能。

“智能工厂特定问题”

尽管某些考量因素适用于几乎每种转型，但对智能工厂转型而言，存在特定的细微差别：互联互通的关键性、对灵活的资产管理方法的需求，以及对弥合信息技术与运营技术差异的需求。

互联互通的关键性

首要考量的因素是互联互通，一般情况下，它是推动智能工厂和数字化供应网络发展最关键的因素之一。实际上，可以说智能工厂及其产生的价值通常取决于连接资产、流程、人员和设备的能力。

毋庸置疑，这是一项庞大的任务。在我们研究中，几乎所有智能工厂部署均存在互联互通的问题。在钢筋水泥铸就的迷宫般的工厂中，Wi-Fi信号和蜂窝连接信号经常不稳定。在更广泛的调研中，互联互通依然是智能工厂技术采用者面临的首要挑战：在近期德勤与MAPI联合进行的定量调研中，有33%的智能工厂领导人认为缺乏必要的IT基础设施是智能工厂计划的重大阻碍。[16] 是否具备互联互通能力会导致结果存在天壤之别。不论计划设想如何周详，如果应用程序或流程无法连接到网络来分享和获取信息，该计划将以失败告终。

此外，互联互通为重塑智能工厂内外的价值获取方式提供了多种可能性。领导人不仅需要思考如何连接和收集设施物理范围内资产及流程的相关数据，还需规划如何拓展互联互通，以及如何通过网络、生态系统和数字化供应网络分享数据。

在整个网络中部署智能工厂技术需要精心制定策略和聘请优秀的顾问，以构建可扩展的数字基础设施，同时满足各种环境的特定要求。

智能工厂及其产生的价值通常取决于连接资产、流程、人员和设备的能力。

管理多种不同设备

互联互通对于智能工厂部署而言至关重要，而车间内的各种机器、传感器及其他设备亦同等重要。因此，必须有能力使这些设备连接起来并相互紧密工作。即使在同一工厂网络内，每项设施的布局、设备和产品都可能是独一无二的。在我们的定性研究中，智能工厂实践者提及了该项挑战的多个面向，如：

- **设备年代差异**：智能工厂部署涉及当今世界最新、最先进的生产技术以及部分最老的技术。正如某领导人指出：“连接这些旧设备的确是一项挑战，部分设备是上个世纪五六十年代的产品。”[17] 整合此类跨越不同年代的设备的确非常困难，但也可带来巨大价值，

因为领导人可获取以前无法获取的重要流程和功能相关的数据。

- **使用目的差异**：某些情况下，设备新的实际应用可为团队提供创新机遇及挖掘获取数据的新方式，以及发现获取价值的新机会。

- **数据结构及格式差异**：数据源自于许多传感器和设备，并以不同格式呈现。在智能工厂中，必须确保来自不同系统或设备的数据可被合并和利用。数据清理及映射对于增强工厂流程可见性至关重要。

- **数据访问方式差异**：在所有设备上安装传感器并非总是可行，它可能会对访问、质量、安全性或机器正常运行时间产生影响。在某些情况下，团队可利用技术来开发出测量及收集数据的新方法。一位受访者谈及到智能工厂如何助其所在企业提升生产流程质量，该流程涉及原本无法直接接触反应室的早期化学反应。然而，团队采用了多种方法来获取化学反应输入、温度和时间，用以推断反应本身相关的数据。此外，通过数码相机、人工智能及可视系统来“读取”仪器和捕获数据，从而实现对老式模拟机的流程控制。[18]

弥合IT团队和OT团队的差异

在德勤与MAPI定量调查中，有27%的受访者认为在智能工厂计划中，对信息技术和运营技术进行广泛整合是面临的主要挑战。[19] 绝大部分受访者指出，IT团队和OT团队在数据访问与权限、IT研发权利以及技术方法转变等问题上存在分歧。此外，某些OT领导人及团队亦不大认同旨在推动快速变革的敏捷迭代方法。

IT团队历来倾向于对验证和保护技术资产进行大量投资，而OT团队可能对此类需求及其原因不甚了解。同时，IT团队专注于维护系统的完整性，而这可能使OT团队认为其拒绝建议或缺乏对车间实际情况的了解。但是，如果在有争议的优先事项之间达到平衡，并相互了解不同专业领域的文化差异，将使上述情况截然不同。此外，随着企业不断寻求将智能工厂理念从单一设施或流程扩展至更广泛的网络或数字化供应网络，亦将长期获得收益。

将经验转化为成果：实现智能工厂转型相关价值

企业如何将智能工厂转型中学到的经验转化为成果，智能工厂所具备的能力如何改善流程和企业呢？事实上这里存在众多实现价值的机遇：从阐释数据、将智能工厂连接到更广泛的数字化供应网络中，到推动改善现有生产流程、分阶段运用先进技术实现卓越运营，再到将智能工厂扩展至设施物理范围外更广泛的生态系统中。为此，我们探索了以下一些机遇。

揭示工厂隐蔽之处

与我们讨论智能工厂转型的大部分受访者均提及了互联互通的重要性，并指出需在较广泛的系统、平台和数据架构内连接资产和数据，尽管其中某些系统、平台和数据架构从未被连接过。当设施及其资产互联后，便会释放出海量信息需要处理、翻译并据之采取行动。新数据的注入可使企业看到那些原本一直存在，但以前无法察觉或量化的事物。

图2

智能工厂转型利用始终在线式的互联互通来改变价值曲线

揭示工厂隐蔽之处：互联智能工厂可提供领导人之前从未访问过的数据，从而揭示出那些可能一直存在但因缺乏数字化技术而被隐蔽的事物。

增强现有系统，实现创新价值： 企业可根据精益生产、人才管理等常规方法及准则进行自我发展和提升，从而发掘出新的方式来创造价值、提高生产力、加快决策及反应速度，以及提升人才利用效率。

借助人工智能，迈向新台阶： 在所有事物互联互通的情况下，将涌现大量数据。在人工无法应对此类情形时，企业需要运用工具来厘清上述所有信息，从而快速、主动且灵活地实现价值。

依托网络及生态系统，扩展智能工厂： 尽管将单一设施转变为智能设施可实现巨大价值，但通过大规模扩展设施网络实现的价值可呈指数式增长。

通过连接资产和数据流，整个设施的信息清晰可见。同时，处理能力的快速提升催生出新的分析功能及愈加深入的洞见能力，而这在数年以前还无法实现。例如，某制造商利用基于先进车间分析技术的预测功能使其现有资本设备的生产量增加了一倍以上。此外，建立恰当的架构也为在更广泛的数字化供应网络中运用来自智能工厂的信息奠定了基础：使用整个互联生态系统的数据来通报完成、产品研发、策划、供应及提供客户服务。

例如，某制造商利用基于先进车间分析技术的预测功能使其现有资本设备的生产量增加了一倍以上。

在新流程中使用现有系统以实现卓越运营

受访领导人谈到，需要就不同设备、数据及系统灵活地采用相应的方法，并需要明确认知连接大量系统及资产所存在的复杂性和困难。通过对现有系统进行数字化整合及利用相关数据，企业可在精益生产和人才管理等领域开展升级完善工作，从而探索出新的方式来优化运营、提高生产力和激发人才。

- **加强数字化精益方法。**就设施及工厂而言，须运用相关方法论来确认其运行方式。数十年来，精益等方法一直被用于优化工艺和工作流程，识别和减少浪费，以及实现价值最大化。然而，智能工厂转型的灵活性可使企业改进精益等方法，助力企业在数字化环境中向前迈进，由此获取未发掘的价值。数字化精益方法是精益生产与智能工厂功能相结合的产物，通过数字化工具提供更加正确、精准且及时的运营信息，使现有精益功能得以拓展。由此，提升监控生产、上报问题的能力及其他功能的实现。

- **赋能人才更加智能的办法。** 领导人谈到了根据用户需求构建工具的重要性，需建构多样化的团队匹配到智能工厂转型时所需的大量技能，以及持续学习、确保投资回报率的重要性，以保持团队投身智能工厂功能建设并适应此类功能。除此之外，智能工厂本身也可推动更智能的劳动力分配。数据可指示维护人员、机器操作人员及其他人员需要优化性能的地方，并依据不同职位相关的数据洞察赋能其使用的工具开展工作。此外，员工可结合数字化与物理技术来增强其能力，就技术本身而言，亦可能在智能工厂中创造全新的职务。[20]

借助人工智能及其他先进工具，迈向新台阶

人与技术（包括IT和OT）的融合使智能工厂变得智能。机器人技术等物理技术的应用给智能设施带来了重大转变，而物联网、云技术和边缘计算的运用则创造和聚合了各种数据及信息。实际上，研究表明，领导人通常对物联网、人工智能、云技术和分析技术等领域的投资优先于其他技术领域的投资。[21] 基于此类技术，企业不仅仅限于互联互通，还可利用、分析和使用数据来推动决策。

但是，由于信息来源繁多，领导人需用某种方法来理解这些信息、快速主动地达到价值最大化和加速实现收益的目的。基于人工智能的高级分析技术有助于企业理解其新展示的流程中的所有信息，和处理数据加载及先前人工无法大规模掌控的未知且关键的关联数据。

人工智能可通过不同方式部署于整个设施中，例如，可以部署能够识别工业设施存在的不均匀或不可预测的配置类型，并从中学习的机器人[22]，以及能够模拟人类视觉与听觉进行质量感测和资产健康预测的机器人。[23] 此类人工智能可推动预测性维护；针对整个设施所需资源及其他材料确定多条渠道；以及在控制台内分析、感知和积极响应整个智能工厂的运营状况。此外，人工智能还可通过部署数字孪生及数字线程来监控和优化产品或流程。数字孪生帮助企业通过及早发现潜在问题、优化工厂产能和预测不同情况下的结果来获取价值。同样地，人工智能可部署于数字线程，为产品生命周期创建数字化记录。

人工智能功能部署可产生巨大价值。一些受访领导人表示，部署基于人工智能的功能后，生产流程效率、机器利用率和生产量均实现两位数增长。

在各网络、生态系统及数字化供应网络中扩展智能工厂功能

通过在企业网络中扩展智能工厂功能及流程，企业可在更大范围内实现智能工厂价值。例如，某消费品制造商在高级分析和人工智能领域实现了

例如，某消费品制造商在高级分析和人工智能领域实现了两位数的投资回报率，从而优化了其整个生产网络的投入资源采购决策。

两位数的投资回报率，从而优化了其整个生产网络的投入资源采购决策。在另一示例中，一家生物制药公司在评估智能工厂是否实现规模效益时，预计每年可减少运营开支净值达5,000万至7,500万美元。[24] 数据及信息的汇集不仅有助于优化单个设施的运营，还可改善整个网络甚至更广泛的生态系统的运营。

利用经验扩展智能工厂

部署智能工厂的方法多种多样，而实现巨大价值的所有方法均有值得借鉴的经验。这些经验所涉及的范畴可从以人为本的实践经验（如变革管理、将人置于功能核心、管理技能多样性），到更广泛的运营和技术考量因素（如经常充满挑战的环境中互联互通的关键性、资产的多元化以及弥合IT团队与OT团队差异的需求等）。然而，将上述所有洞见进行汇总，并利用经验智慧及其相关影响，可推动实现未来智能工厂的成功愿景。

依托整个互联工厂的数据支持，领导人可创建新流程来优化运营，并利用人工智能等技术来理解数据以及预测、感知和响应环境变化。在分散部位试点及测试此类功能之后，企业可先小范围地部署这些功能，边学习边适应，然后再将其解决方案扩大至更广范围。将上述功能扩展至物理设施之外的整个网络或生态系统，有利于价值实现指数级增长。

如果领导人仅汲取一项经验，那这项经验必然是向前迈进的重要性。我们的研究明确显示，制造商基本认同制造业的未来发展趋势是“智能化”，而我们在本研究中所看到的经验结果显然与巨大价值的交付紧密相关。实现巨大价值有时令人怯步，甚至是看似无法解决的难题，但可先小范围地从能产生显著结果的具体项目着手，企业由此可踏上实现巨大价值的道路。对于已启动智能工厂转型的企业而言，其主要目标则是加速并扩大现有效益。而对于那些仅限于思考如何启动智能工厂转型的企业而言，是时候采取切实行动了，否则将望尘莫及，落后于人。

尾注

1. Paul Wellener等，*2019 Deloitte and MAPI Smart Factory Study: Capturing value through the digital journey*，德勤洞察、MAPI，2019年9月。
2. 欲了解更多信息，请访问德勤洞察有关工业4.0及数字化供应网络的系列文章。
3. Wellener等，*2019 Deloitte and MAPI Smart Factory Study*。
4. 此外，19%的制造商表示“从未考虑过此事。”
5. 每次访问之后，我们会整理笔记和录音，并使用多个编码器对每次访问进行编码，以便识别表述的相关主要思想，以及从已调查的各种部署情况和利益相关者中发现主题。针对该项研究，我们开展长期工作，记录和开发有关智能工厂技术部署的数据库。随着行业发展和采用率的增加，我们计划建立缓冲存储器用以存放关于各企业如何实施智能工厂计划的描述、经验和观点，期望借此在转型关键时期向客户和团队提供领先理念及深刻见解。
6. 2019年7月29日，德勤访谈（请参见“我们的研究方法”部分）。
7. 2019年7月29日，德勤访谈。
8. 2019年8月1日，德勤访谈。
9. 2019年8月16日，德勤访谈。
10. 2019年7月31日，德勤访谈。
11. Adam Mussomeli等，*The digital supply network meets the future of work: People, machines, and a new era of collaboration*，德勤洞察，2017年12月18日。
12. Gerald C. Kane等，《内外联动，加快数字化创新：敏捷团队、生态系统和道德标准》，德勤洞察，2019年6月4日。
13. Punit Renjen，Industry 4.0: At the intersection of readiness and responsibility，德勤洞察，2020年1月20日。
14. Mark Cotteleer、Timothy Murphy，《供应链悖论：优先级别高，但利益相关者参与度低》，德勤洞察，2018年10月10日。
15. 欲了解更多有关智能工厂未来角色的信息，请参阅德勤洞察关于制造业角色的系列文章。
16. Wellener等，*2019 Deloitte and MAPI Smart Factory Study*。
17. 2019年7月29日，德勤访谈。
18. 2019年7月31日，德勤访谈。
19. Wellener等，*2019 Deloitte and MAPI Smart Factory Study*。

20. Mussomeli等，*The digital supply network meets the future of work*；欲了解更多有关智能工厂未来角色的信息，请参阅德勤洞察关于制造业角色的系列文章。

21. Renjen，*Industry 4.0*。

22. Jessie Yeung，“Boston Dynamics’ robot dog is now available for select customers”，CNN Business，2019年9月25日。

23. Adam Mussomeli等，*Building a cognitive digital supply network: Augmenting automation in an AI world*，德勤洞察，2019年6月14日。

24. Laks Pernenkil等，“The biopharma smart factory of the future”，德勤，2019。

关于作者

Stephan Laaper | slaaper@deloitte.com

Stephen Laaper是Deloitte Consulting LLP战略与运营实践数字化供应网络领导人，独具向生命科学、汽车、消费品等行业的诸多客户提供行业、咨询及技术的相关经验。

Ben Dollar | bdollar@deloitte.com

Ben Dollar是Deloitte Consulting LLP全球供应链实践负责人，专注于依托数字化技术实现大规模转型及推动可持续性获益的应用方法。他已助力德勤某些大型客户通过先进技术降低了成本，提高了员工生产力，其主要行业服务对象为全球工业制造商。

Mark Cotteleer | mcotteleer@deloitte.com

Mark Cotteleer博士是德勤数字化供应网络实践主管总监，还曾担任德勤综合研究中心的执行总监。在工作中，他与客户及德勤高层紧密合作以交付相关业务价值，其实践及研究工作专注于运用先进技术来实现运营及供应链的提升。

Brenna Sniderman | bsniderman@deloitte.com

Brenna Sniderman是德勤综合研究中心领导人，其研究工作主要围绕工业4.0、先进技术，以及供应网络、运营、战略和更广泛组织中数字化技术与物理技术的“交集”之处。她与其他思想领袖紧密合作，以就相关技术变革对战略、组织及人员的影响提供深刻见解。

联系我们

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

何伟健
德勤中国
工业产品财务咨询合伙人
电话：+852 2852 6653
电子邮件：keho@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

Deloitte.
Insights

敬请登陆www.deloitte.com/insights订阅德勤洞察最新资讯。

敬请关注@DeloitteInsight

关于德勤洞察
德勤洞察发布原创文章、报告和期刊，为企业、公共领域和非政府机构提供专业洞察。我们的目标是通过调查研究，利用整个德勤专业服务机构的专业经验，以及来自学界和商界作者的合作，就企业高管与政府领导人所关注的广泛议题进行更深入的探讨。

德勤洞察是Deloitte Development LLC旗下出版商。

关于本刊物
本刊物中所含内容乃一般性信息，任何德勤有限公司、其成员所或它们的关联机构并不因此构成提供会计、商务、财务、投资、法律、税务或其他专业建议或服务。本刊物并非代表此类专业建议或服务，亦不可作为任何可能影响您的财务或业务的行动或决策依据。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，您应咨询合资格的专业顾问。

任何德勤有限公司、其成员所或他们的关联机构均不对任何方因使用本刊物而导致的任何损失承担责任。

关于德勤
Deloitte（“德勤”）泛指一家或多家德勤有限公司（即根据英国法律组成的私人担保有限公司，以下称“德勤有限公司”），以及其成员所网络和它们的关联机构。德勤有限公司与其每一家成员所均为具有独立法律地位的法律实体。德勤有限公司（又称“德勤全球”）并不向客户提供服务。在美国，德勤指德勤有限公司、在美国以“德勤”的名义运营的关联机构及其各自的附属公司所属的一家或多家美国成员所。根据公共会计条例及法规，某些服务并不向鉴证客户提供。请参阅www.deloitte.com/about以了解更多有关德勤全球成员所网络的详情。

© 2020 Deloitte Development LLC版权所有 保留一切权利德勤有限公司成员

Designed by CoRe Creative Services. RITM0476103