



毕马威

智能制造

以人工智能驱动转型并创造价值

毕马威 创见不同·智启未来

kpmg.com/intelligentmanufacturing



引言

人工智能（AI）正重塑着制造业的方方面面。从设计到生产，从供应链到销售，再到员工管理，人工智能不断帮助企业改善效率，并提升运营的智能化与敏捷性。此外，人工智能还助力企业最大限度地减少浪费并优化能源使用，从而推动可持续发展。

人工智能既蕴藏着巨大的潜力，也带来了严峻的挑战。当前，人工智能的应用仍然较为分散，且主要由职能部门推动。许多制造企业仅在局部部署人工智能，例如在生产车间采用人工智能实现自动化和预测性维护，而大部分后台职能则仍未涵盖，因而自动化程度不足。此举限制了人工智能潜力的充分发挥，使企业难以真正实现整体转型。

制造企业之间在人工智能应用水平上也存在显著差异。新型智能企业正引领潮流，率先将人工智能融入

自身运营之中。较为传统的企业则仍停留在利用人工智能用例开展局部试验的阶段，对全面转型显得犹豫不决。与此同时，智能体作为智能工具发展的下一个前沿领域，也正蓄势待发。

通过助力实现自优化供应链、自主生产线和跨业务职能实时协调，智能体为真正实现端到端智能制造模式铺平了道路。但为了充分发挥其潜力，制造企业不应仅在局部实施人工智能，而应将其融入企业的方方面面。

本报告探讨了制造企业的领导层应如何借助人工智能的力量推动企业转型。只有意识到人工智能不再只是自动化，企业才能在未来获得成功。人工智能带来的将是自主、智能、融合以及更有效的全新工作方式。



为了充分释放人工智能的潜力，制造企业不应仅仅采用局部用例，而应重新构想如何将其融入企业整体。这意味着应将人工智能与战略价值流挂钩，构筑乐于尝试和灵活适应的企业文化，同时开展相应的规划设计以赢得信任，确保透明度并实现规模应用。人工智能真正的价值不仅在于帮助企业以更智能的方式运营，还在于助力构建一个更加互联、更能适应发展并以价值为驱动的生态系统。”

Jonathon Gill

工业制造全球主管合伙人
毕马威国际

目录

02 引言

04 简介

06 概要

07 调研结论

13 自主智能体推动变革

19 打造智能制造企业

24 阶段一：利用人工智能为员工赋能

30 阶段二：将人工智能融入各项工作

34 阶段三：发展企业自身生态系统

36 主要考虑因素

42 毕马威: 以经验为您的人工智能转型保驾护航

44 人工智能在中国制造行业应用与实践

简介

对于制造企业而言，第四次工业革命（“工业4.0”）要求企业具备更大的敏捷性和实时决策能力。因此，人工智能已非可有可无，而是不可或缺，可帮助企业实现预测性维护、智能自动化和数据驱动的优化。转型成为智能制造企业不仅应引入人工智能，还应对工业生态系统进行改造，以挖掘人工智能的巨大价值，提高运营效率和韧性，并创造新的竞争优势。

在生产和供应链环节，人工智能使实时决策、预测分析和自优化工作流程成为可能。例如，人工智能可以结合外部和内部数据点，如客户消费特征和全球指数等，构建有价值的决策支持系统，以助优化成本。通过快速识别不足之处，智能工具还可帮助改善需求预测、库存管理和物流。

对员工而言，人工智能和增强现实技术在实现日常任务自动化，预测性维护和动态调度的同时，还能用于提供最佳实践培训。而对于后台来说，人工智能可简化财务、采购和人力资源工作，从而帮助传统制造企业提升这些领域的数字化程度。

为了了解制造企业如何利用人工智能来降低成本和扩大收入，我们对来自8个国家的183位制造业人工智能领导者进行了调研。调研发现，该行业的人工智能领导者已经意识到人工智能不再是可有可无，而是企业发展的一大战略要素——93%的受访者认为，全面实施人工智能的企业将在业内形成显著的竞争优势。



认为全面实施人工智能的企业将在业内形成显著的竞争优势

本报告旨在为制造业决策者提供可行的见解和战略建议，以帮助他们应对应用人工智能所面临的复杂问题，尤其在满足“工业5.0”对于以多模态的方式使人工智能融合更具人性化方面的要求。在所有职能中引入人工智能，制造企业即可在企业整体而非局部范围内挖掘人工智能的价值。本报告对以下方面进行了探讨，以帮助行业领导者最大限度发挥人工智能的作用：

- 制造业如何能够利用人工智能改善效率、敏捷性和可持续发展，同时应对数据碎片化、旧有系统和员工转型所带来的挑战
- 基于对制造业人工智能领导者的调研结果，揭示企业在人工智能战略、投资和实施方面采取的措施
- 探究智能制造企业的特征和构建方式，以及已经为实施人工智能做好准备的制造企业的独特之处

我们提供了人工智能成熟度模型和框架，以帮助企业通过以下三个关键阶段实现转型发展：

- **利用人工智能为员工赋能和构建人工智能基础设施**
建立以负责任的方式实施人工智能所需的数据集成、治理和技能
- **将人工智能融入各项工作**
将人工智能解决方案从生产环节扩展到供应链、采购和商业运营，以推动整体转型
- **发展运营模式和生态系统**
进一步利用智能体赋能制造，以促进端到端互联、打造自优化生产系统并在企业整体实现人工智能驱动决策。

概要

人工智能是竞争的必备要素

93% 认为能够拥抱人工智能的企业将在业内形成竞争优势

72% 计划使用人工智能提高效率；将其用于推动增长的则占77%

人工智能应用进展显著

74% 已经引入机器学习，72%已经实施预测分析，还有67%则已经使用智能体

74% 已经系统地将人工智能融入产品和服务开发

早期成果令人欣喜

96%
已经实现运营和效率提升

45%
财务状况有所改善，其中62%的投资回报率超过10%

但企业也重视可持续发展

78% 认为实现可持续发展目标比人工智能更加重要

许多企业正开展重大投资

36%
表示其人工智能预算占IT总预算的10%以上

77%
计划在未来12个月内提高这一占比，其中71%预计增幅将超过10%

实施方面颇具挑战

56% 在实施人工智能时面临数据问题

40% 遇到员工技能不足或抵制变革的问题；为此，其中80%已经投资开展人工智能工具知识和技能培训

许多企业正识别并管理风险

65% 已采用结构化的人工智能风险管理方法，可通过全面的流程来识别、评估和减轻风险
数据隐私（**57%**）和监管合规（**44%**）是主要关注领域

85% 已经制定计划以缓解实施人工智能技术带来的能源需求增长问题

调研 结论

在制造业中，人工智能领导者正为迈向智能运营、自动化和创新的新时代铺平道路。制造企业可通过大力投资、战略协调和员工赋能挖掘人工智能的变革潜力。然而，在技术进步与可持续发展、风险管理和市场不确定性之间保持平衡，将是确保长期成功的关键。

引领制造业人工智能应用：一次颠覆性的转变

制造业的人工智能领导者已经意识到人工智能不再是可有可无，而是企业发展的一大战略要素——93%的受访者认为，全面实施人工智能的企业将在业内形成显著的竞争优势。

人工智能成为商业战略的核心组成部分

人工智能正迅速成为业务运营不可或缺的一部分：20%的制造企业认为人工智能是所有部门的核心组成部分。此外，26%的企业已经将人工智能融入自身的企业文化和业务运营之中，用以推动创新、打造商业模式和探索未曾涉足的市场。

灵活的混合组织架构是人工智能成功的要素

为了引入人工智能，制造企业正重新构筑其组织架构。19%的企业采用了敏捷的方法，即建立跨职能、适应性强且专注于特定项目或目标的团队，以确保快速迭代和交付。而50%的企业则实施了包含多种职能和敏捷模式的混合架构，以提高灵活性和效率。

云服务、内部部署和人工智能驱动的数据基础设施

虽然60%的企业主要使用基于云的IT系统，但在实施人工智能方面，云基础设施和内部基础设施均有企业采用；事实上，84%的企业选择了在内部部署的人工智能解决方案。构建有效管理和集成数据的能力也是企业的要务之一，为此，52%的企业采用了跨平台数据集成或智能数据编制，74%则大量使用人工智能驱动的数据平台。

人工智能成熟度和推进方式

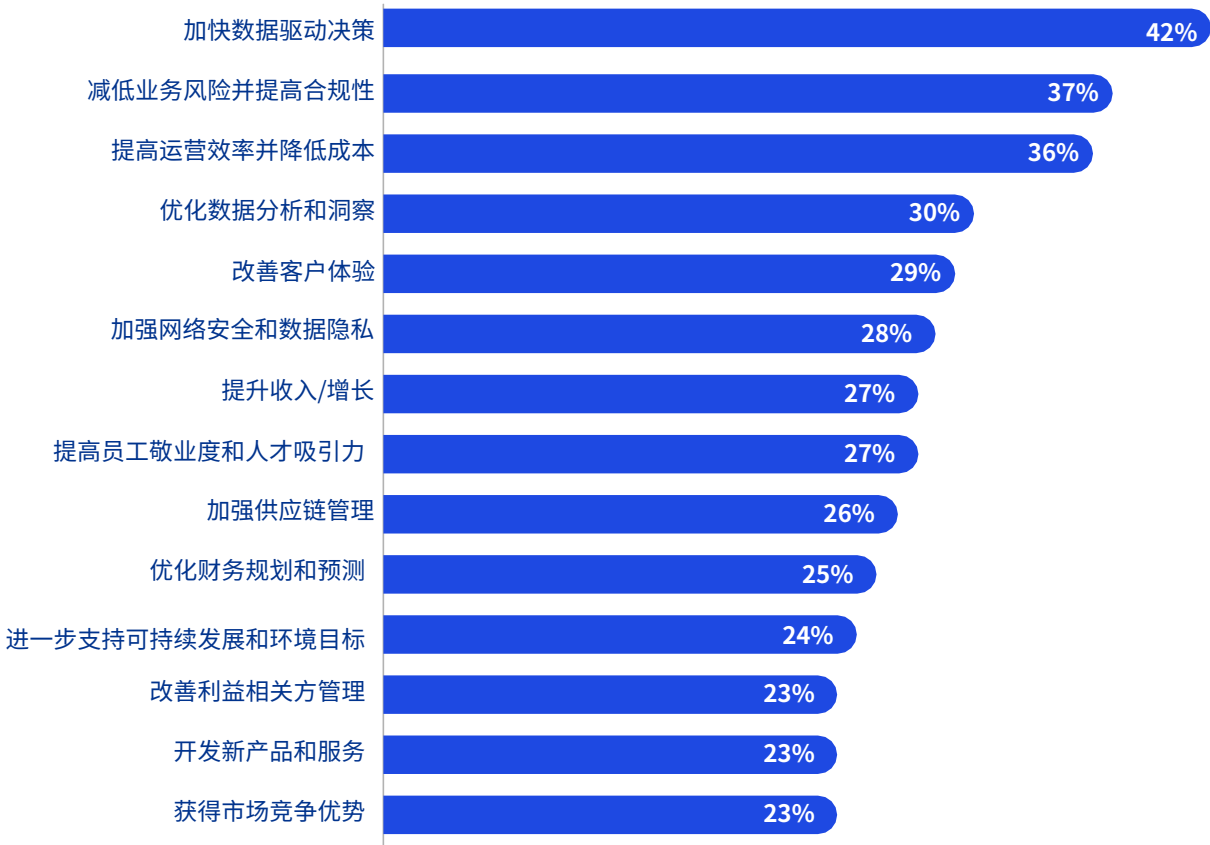
制造业的人工智能成熟度正不断提高，62%的企业使用人工智能已三年有余。开源人工智能工具在这个生态系统中发挥着至关重要的作用，得到70%的企业的大量或广泛使用。还有84%的企业正积极开发内部人工智能解决方案，这表明他们致力于针对自身行业特有的问题开展人工智能创新。

制造业采用的先进人工智能能力

人工智能在制造业中的应用正迅速扩大。74%的企业已引入机器学习，还有72%的企业正使用预测分析。流程自动化也受到极大关注，67%的企业已经将人工智能与机器人流程自动化（RPA）相结合。值得注意的是，有67%的企业已部署了智能体，另有20%的企业则计划扩大其使用范围。业界对人工智能决策能力颇为信任：91%的企业放心让人工智能为特定流程进行端到端自主决策。

图1：制造业利用人工智能提高运营收益

表示已通过人工智能实现以下目的的企业占比



贵公司在业务中利用人工智能达到了什么目的？（前五个）， n=163

资料来源：《智能制造企业：以人工智能驱动转型并创造价值》，毕马威国际，2025年

人工智能对关键业务职能的影响

77%的行业领导者表示，人工智能的采用对研发和IT职能的影响最大。然而，其影响范围也已遍及整个价值链，70%的人表示，人工智能融入核心业务职能对业务运营起到了重大的改善作用。

投资趋势和预算重点

当前，人工智能投资正不断加码，36%的制造企业将其IT总预算的10%以上用于人工智能。展望未来，77%的企业计划在明年增加人工智能投资，71%预计增长率将超过10%。这些投资的主要目标非常明确：72%的企业旨在通过投资提高效率，52%重点关注流程自动化，另有77%希望利用人工智能推动业务增长。

实施人工智能所面临的挑战

人工智能的实施并非坦途。50%的制造企业在实施人工智能解决方案时面临着与数据相关的问题，而40%则称存在与员工相关的困难，包括技能差距和变革阻力等。

衡量人工智能对业务的影响

应用人工智能的好处已经逐步显现。90%的企业表示其运营和效率得到了改善，另有45%则已获得可衡量的财务收益。投资回报率（ROI）是衡量收益的一个关键指标，62%的企业已经实现超过10%的投资回报，31%的企业则预计人工智能投资在未来12个月内将产生超过30%的回报。

管理人工智能风险并确保负责任地部署人工智能

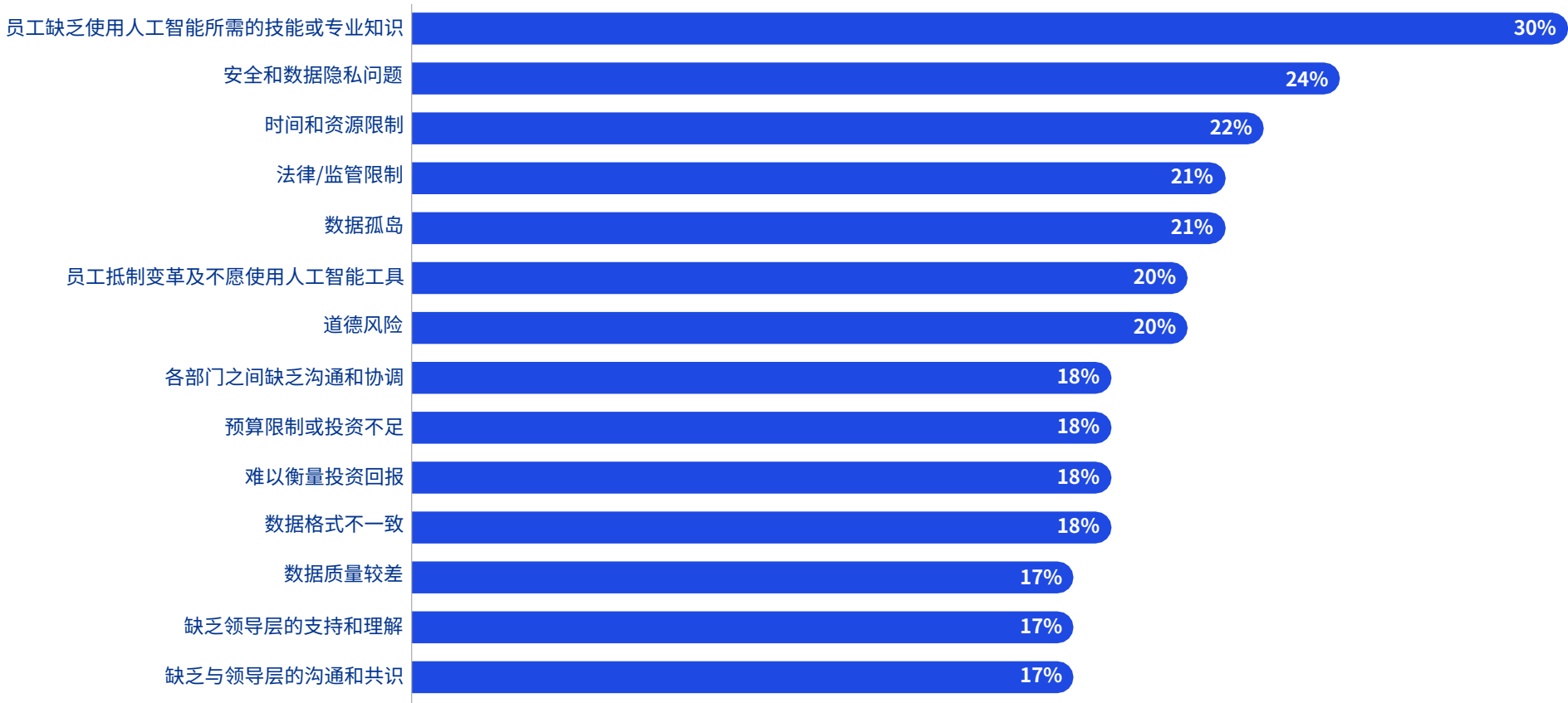
随着人工智能在运营中发挥着越来越重要的作用，风险管理也已成为当务之急。为此，65%的制造企业采用了结构化的人工智能风险管理方法，重点关注数据隐私（57%）和监管合规（44%）等领域。主动风险管理可确保企业以负责任、安全的方式应用人工智能，并符合行业标准。



的制造企业在实施人工智能解决方案时面临着与数据相关的问题

图2：技能差距是制造业面临的最大挑战

表示在应用人工智能时面临以下挑战的企业占比



贵公司在应用人工智能时面临哪些挑战？（前五个）， n=163

资料来源：《智能制造企业：以人工智能驱动转型并创造价值》，毕马威国际，2025年

人工智能技能提升和员工赋能

员工赋能是应用人工智能的关键要素。为此，80%的企业对人工智能知识和技能培训进行了投资，另有72%的企业则把重点放在建立全面的企业人工智能战略。我们欣喜地看到，89%的企业认为其员工正迅速适应人工智能工具和技术，使此类工具和技术得以大范围推广。

人工智能战略和领导层的信任

如今，应用人工智能已不再是企业一项孤立的IT计划，而是战略重点之一。68%的企业设立了专门的人工智能团队负责引导和制定人工智能战略，以确保人工智能解决方案能系统地融入核心业务职能当中。74%的企业已将人工智能嵌入产品和服务开发，使其成为产品、服务和客户体验的核心组成部分。重要的是，75%的行业领导者信任人工智能提供的见解，并在多个业务领域大胆依赖人工智能进行决策。

在人工智能应用与可持续发展目标之间寻求平衡

制造企业已经意识到，人工智能应用提速将产生更广泛的影响。78%的企业认为实现可持续发展目标比应用人工智能更为重要，这突显出业界高度重视以负责的方

式寻求创新。此外，85%的企业已制定战略以缓解人工智能日益增长的能源需求，从而确保人工智能的应用符合长期可持续发展目标。

在人工智能战略投资与市场不确定性之间寻求平衡

尽管对人工智能充满期待，但制造企业仍在谨慎驾驭快速发展的技术格局。76%的企业认为，在进行大规模投资之前，最好先静观人工智能技术的发展变化。与此同时，67%的企业面临着来自股东的巨大压力，必须迅速实现人工智能投资回报。然而，这并未阻碍相关发展步伐，72%的企业仍在继续投资开展人工智能实验和创新。

使人工智能与长期商业战略保持一致

制造业应用人工智能不仅旨在提升效率，还希望实现长期增长和转型。79%的行业领导者表示，他们的企业已经将人工智能应用与战略挂钩，另有39%表示已经将人工智能完全纳入了自身的五年发展计划。此举有助于确保人工智能投资与业务目标保持一致，为持续赢得竞争优势铺平了道路。



企业会自然而然地拥抱人工智能技术，但加拿大的企业在这方面进展缓慢，因为我们缺乏印度企业所拥有的实施人工智能所需的技能和技术。这就是为何我们要从软件部门着手。我们不想大刀阔斧，而是希望以渐进的方式向所有部门推广。”

某加拿大企业的首席财务官

主要建议

为推动人工智能在制造业的应用并挖掘其长期价值，领导者应：



设计符合核心竞争力并能够最大程度创造价值的人工智能战略

制造企业应制定企业整体人工智能实施蓝图，重点关注对业务具有较大影响并能快速实现运营效益的人工智能应用，如预测性维护、缺陷检测、生产优化和人工智能驱动的供应链预测等。



建立对人工智能转型路线图的信任

信任对于企业全面应用人工智能至关重要。可解释的人工智能（XAI）模型、道德治理框架和明确的监管合规措施可助力制造企业确保透明度及落实问责制。在人工智能之旅早期即让工程师、工厂运营人员、供应链管理人员和业务领导者都参与进来，以解决对员工影响、数据安全和决策自主等方面的担忧，将有助于建立长期信任。



构建可持续的人工智能技术和数据基础设施

能否最大程度发挥人工智能的价值取决于是否具备高度集成、可扩展且安全的数据基础设施。企业应建立互联数据生态系统，将研发、生产和现场服务数据进行整合。基于云的人工智能平台、智能边缘计算和跨平台数据编制，可帮助实时获取人工智能驱动的见解，并实现旧有系统和新数字技术之间的互联互通。



建立能够促进员工与人工智能协作的企业文化

人工智能的作用应该是为人类提供专业辅助，而非取而代之。领导者必须考虑人工智能将如何改变业务流程，以及员工和人工智能该如何以新的方式展开合作。应将各个职能都纳入考虑范围。制造企业应对员工进行再培训，将人工智能融入工厂运营和决策过程，并培养利用人工智能提高效率、增强安全和推动创新的文化。鼓励人工智能专家、工程师和一线人员之间开展跨职能合作，可有助确保人工智能的引入能够提升员工士气。

自主智能体 推动变革

自主智能体——即能够独立推理、决策和以目标为导向执行任务的人工智能系统——可以从根本上重塑制造业。此类智能体可以主动管理复杂的流程，适应不断变化的条件，并与人类和其他系统配合，以提高效率，推动创新并增强韧性。

智能体可以在各种制造过程中实施以目标为导向的自主决策。利用智能体实现转型的关键领域包括：

产品线自治

- 智能体可根据需求、资源可用性和机器性能实时优化生产计划
- 自主智能体可主动检测和纠正缺陷，从而减少浪费并加强质量控制
- 自优化机器人系统可与人类员工协作，在保持灵活性的同时提高效率
- 智能体可跟踪工艺参数并调整其他机器参数，以最大限度地提高产量，从而优化成本并提高稳定性

自优化供应链

- 智能体可以通过实时跟踪多个市场指数开展智能化商品预测，并动态调整采购策略，以优化成本并平衡风险
- 智能体可以作为智能谈判助手，通过对以往供应商谈判、供应商绩效和市场指数的特征进行三角分析得出供应商策略，从而有效推动成本优化
- 它们还可以根据市场波动、天气影响或地缘政治变化，动态调整供应链存货/订货模式，从而帮助增强业务韧性
- 也可以通过识别节省成本的机会点，标记异常情况和简化审批来优化业务共享流程，从而提高整个采购价值链的效率、合规性和价值
- 预测性物流可以帮助预测需求变化并重新安排运输路线，以优化交付时间表

自主维护和资产管理

- 智能体可以通过连续分析传感器数据来预测和预防设备故障
- 自主系统可以在无需人工干预的情况下安排和执行维护任务，从而最大限度地减少停机时间
- 由智能体驱动的数字孪生可以模拟磨损情况，测试不同的维护策略，以帮助延长机器寿命
- 智能体能帮助了解设备的故障特征，识别关键备件，重新设计备件策略，并根据最小库存原则自动下达采购订单，从而最大程度减少停机时间

人类与人工智能进行决策合作

- 智能体可以通过分析复杂场景并提出优化策略为生产管理人员提供协助
- 智能助手可以在车间为工厂工人提供实时建议，帮助他们提高决策速度和准确性
- 人工智能驱动的模式培训可以创造个性化的学习体验，加速员工技能提升

面向大规模定制的自适应制造

- 人工智能驱动的工厂可以根据客户的偏好动态配置装配线，以实现高度按需定制生产
- 用于设计的自主智能体可以根据客户提供的规格要求定制产品蓝图
- 智能体可以帮助确保工程、生产和物流之间实时进行无缝协调

循环经济与可持续制造

- 智能体能识别整个生产周期中可以减少浪费的机会点，从而帮助优化材料使用和回收工作
- 自主系统可以实时跟踪碳排放，以确保遵守环境法规
- 人工智能驱动的能源管理系统可以动态调整电力消耗，以帮助最大限度降低成本和环境影响
- 智能体能根据需求动态优化发电设备的运行时间，并通过调整设备参数来帮助降低功耗，从而实现大规模电力管理



人工智能正迅猛发展，新算法、工具和框架接连浮现。这意味着企业必须不断投入资源进行学习和升级，如同参加一场无休止的马拉松一样。对于技术团队来说，在这场马拉松之中不仅需要跑步，偶尔还需要学习如何骑自行车、开车，甚至驾驶宇宙飞船。对于企业预算而言，这方面的投入简直就像是一个无底洞，但你别无选择，只能加入，因为落后即被淘汰。”

某中国企业的首席财务官

制造业面临的数据问题

此次调研的受访者强调，他们在数据管理方面面临困难和复杂性，这阻碍了人工智能的实施和进展。从研发实验室到车间再到现场服务，制造业各个环节产生了大量的数据。然而，这些数据往往较为分散、孤立和脱节，使得企业难以从中获取洞见并挖掘潜在价值。

制造企业可以通过将研发、生产和现场服务的数据整合到一个闭环系统之中，以发挥这些数据的真正价值。如果缺乏此类集成，制造企业将难以把数据转化为可行见解，从而错失提高效率、开展创新和降低成本的机遇。

脱节

制造过程的每个阶段都会收集到关键但孤立的数据，包括：

- 研发会通过产品设计、材料测试和模拟模型获取详细信息
- 车间会生成与机器性能、质量控制和效率指标相关的实时生产数据
- 现场服务团队会收集与产品故障、实际性能和客户使用特征相关的重要反馈信息

这些数据集之间很少相互连通，这意味着实际使用中反映的产品性能问题无法作为设计改进的参考信息，并且在缺乏从研发和现场团队接收反馈的机制的情况下，生产效率会持续受到影响。

制造业数据较为复杂

制造业数据不仅相互孤立，而且差异较大：

- 产品的复杂程度差异很大，需要采用不同的数据结构和分析方法
- 数据分属不同的利益相关方，包括制造企业、客户、分销商、经销商和第三方服务提供商
- 不同生产线的数据格式和标准各不相同，使得相互集成面临技术挑战
- 如果缺乏统一的数据策略，制造企业将难以从数据中获得有意义的见解。这种情况下数据的使用仍较为被动，无法实现预测，因而限制了它们在优化性能、提高质量和加速创新等方面的效用

解决数据难题

为了最大限度发挥人工智能的潜力，制造企业应该放弃互不相连的数据孤岛，改用充分集成的人工智能驱动的数据生态系统。通过创建连通研发、生产和现场服务的闭环数据框架，制造企业可以：

- 根据实际性能不断优化产品设计
- 实现预测性维护并减少计划外停机时间
- 根据现场数据反映的需求安排生产，从而提高供应链效率

人工智能驱动的跨职能数据集成是制造业化被动为主动，构建智能生态系统的关键。

人工智能驱动的跨
职能数据集成
是制造业化被动为主动，构建
智能生态系统的关键。



我们学到的第一个宝贵教训是必须获取高质量的数据。最初，处理公共数据或原有数据集感觉像是一场噩梦——清洗和转换这些数据既耗时又耗力，结果往往难以令人满意。”

某德国企业的**首席财务官**

智能体如何助力业务转型

智能体为集成、管理和优化制造数据提供了一种全新的方法。



由于我们会产生大量数据，因此必须建立流程来提高它们的质量。这些数据包括文档、图像、视频以及基础数据。如果因为流程存在差异或过于多样化导致数据质量不佳，那么人工智能的实施将非常复杂，或者实施范围将受到限制。我们相信，在这一点上自主智能体可真正提供助力。”

某法国企业的首席信息官

利用人工智能重塑商业战略

在人工智能能力的加持下，企业可以全天候开展客户服务和业务合作交流。企业将因此得以不停运作，以把握更多潜在机遇，这对于跨多个区域的企业而言尤其重要。

利用人工智能优化商业模式

具备人工智能能力后，员工将可专注于数据和业务分析，而无需执行流程类工作，此举将使业务进一步趋向数据和洞察驱动。

创建闭环数据系统

智能体可实现持续反馈，以动态串联起研发、供应链、车间运营、销售和现场服务等各个环节的数据，助力端到端改善客户体验。在分析数据并分享见解方面，智能体无需等待人为干预，而是可以：

- 自动从现场服务中获取和分析产品性能数据，并将见解提供给研发部门以改进设计
- 从车间数据中识别重复出现的生产问题，并建议立即进行整改
- 主动更新预测性维护模型，以确保机器在出现故障前能够根据实际使用数据得到维护
- 在实验室对新产品进行生产性能模拟，以减少研发试验数量，从而缩短新产品开发时间并助力实现无缝技术转移

通过自动执行上述反馈机制，智能体可缩小设计、生产和性能之间的差距。

应对各利益相关方的异构数据

制造数据由于存在多个数据所有者（例如客户、经销商、分销商和第三方服务提供商）而变得复杂。为此，可以利用智能体：

- 对不同数据源的数据格式进行标准化和协调统一，以便无需手动干预即可无缝集成
- 自动验证和清洗数据，确保整个供应链的数据质量和一致性
- 实施联邦学习和隐私保护人工智能技术，使制造企业和合作伙伴之间在保护敏感信息的同时，执行安全的数据共享协议

实现人工智能驱动的实时决策

通过打破数据孤岛，智能体能帮助企业实现整体实时决策。

它可以：

- 根据现场服务数据反映的实时需求信息动态调整生产计划
- 通过预测影响并自主重新安排运输路线或调整采购来优化供应链
- 不断自我完善，持续提升基于新数据开展决策的能力

制造数据由于存在多个数据所有者（例如客户、经销商、分销商和第三方服务提供商）而变得复杂。

打造智能制造企业

制造企业已经利用数字平台、云计算和数据驱动的工作流程逐步实现运营现代化。

如今，下一代人工智能能力——尤其是智能体——正在重塑制造业格局，企业必须重新思考如何在设计、生产和供应链生态系统中借助人工智能创造价值。

然而，这种转变不仅仅关乎技术，还涉及在整个企业中战略性地融入人工智能。制造企业必须在创新与运营韧性之间取得平衡，确保人工智能驱动的自动化、预测分析和自优化系统与安全标准、监管要求和员工发展相匹配。

要成功实施人工智能，制造业需要一种结构化、多层次的方法，在企业、职能和基础等多个层面构筑相应的能力。此外，还需设立转型管理办公室或人工智能卓越中心，以确保各个层面的人工智能战略、价值协调和项目交付的一致性。该办公室应负责协调人工智能计划，对最佳实践进行标准化，促进跨职能协作，从而帮助确保人工智能在企业整体范围内能够发挥最大价值。

企业层面

在这一层面，企业应从关注人工智能如何影响自身战略、商业模式和关键目标入手，统筹整体转型变革。此举旨在对运营模式转型、员工发展以及风险和控制进行定义。重点是为人工智能转型计划制定路线图，并通过转型办公室管理资金、跟踪收益并动态调整工作重心，从而实现价值最大化。

职能层面

在这一层面，企业应在所有业务职能推动人工智能转型，优先考虑面向客户的价值流以及端到端赋能程序和工作流程。为促进价值流动，企业应将人工智能应用程序、智能体和机器人技术嵌入到工作流程之中。还应转变职能运营模式，以实现潜在利益。

基础层面

在基础层面，企业应建立以人工智能为先的技术栈，包括基础设施、云和芯片等。应提供高质量企业数据，也可能需要部署多种模型以应对特定领域的人工智能需求。还需要更多地关注人工智能的网络安全问题，并针对量子技术等其他新兴技术制定相关计划。

价值实现途径

我们的调研发现，企业内部挖掘人工智能价值的途径存在差异，一些领域的创新比其他领域显得更为容易或更有价值。例如，企业内部的一些领域专注于提升基础效率（赋能），有的职能或价值流部门则通过大规模引入人工智能促进增长（融合），还有一些领域甚至可能已经在探索生态系统的转型机会（演进）。

随着制造企业沿着这三个阶段不断迈进，他们的运营模式将从在各个领域分别实现自动化，发展成为全面融合的智能制造生态系统。

制造企业将改变传统僵化的业务模式，实现自优化、人工智能驱动的业务运营。人工智能可以分析实时工厂数据、供应链信息和市场需求，动态调整生产计划，优化能耗，预测（并预防）故障。

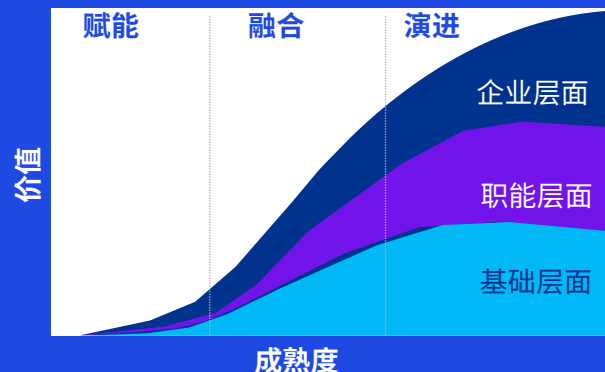
与此同时，制造企业可能会从封闭的生产中心发展成为人工智能驱动的生态系统，使其得以与供应商、分销商、数字平台等无缝协作以进行实时决策。人工智能可以将生产场所、供应链和客户需求关联起来，从而提升制造业的敏捷性、响应度和韧性。

通过弥合数据孤岛、整合人工智能驱动的情报并赋能自主制造，人工智能很可能将成为未来制造业效率、可持续发展和竞争优势的决定因素。如今，智能制造时代已经拉开帷幕。

价值之道

有效的人工智能转型不仅限于实施相应的技术。通过对领先实践进行研究，我们发现企业可以通过三个人工智能转型阶段增强人工智能能力并挖掘价值。

这三个阶段形成了一个灵活的结构化框架，以应对人工智能应用的复杂性。它有助于在提高短期效率的同时，为未来的增长和创新做好准备。能够帮助企业对工作进行优次排序，有效分配资源，打造能力，并使其人工智能举措与短期目标和长期战略目标保持一致。



赋能

在赋能阶段，重点应提升员工技能并建立人工智能实施基础。企业应任命一名高管作为负责人，制定人工智能战略，识别高价值用例，提高人工智能素养，确保遵从相关法规，并建立道德护栏。人工智能试点应涵盖多个职能，而云平台 and 预训练模型则应在尽可能少进行定制化的情况下加以利用。

融合

在融合阶段，应将人工智能集成到工作流程、产品、服务、价值流、机器人和可穿戴设备之中，以实现更大价值。高层领导应围绕道德、信任和安全在企业整体推动重塑员工队伍，培养新技能和实施技能变革，从而在运营模式中融入人工智能。可借助云和传统技术现代化等措施，部署智能体和各种模型，并在企业上下利用数据强化运营。

演进

在演进阶段，应推动商业模式和生态系统的发展，使用人工智能以及量子计算和区块链等前沿技术来解决行业面临的重大挑战。人工智能可有助于在企业与合作伙伴之间顺畅地实现价值联动。这一阶段聚焦以实时安全性确保遵循道德要求并赢得信任，通过广泛而深入的培训提升员工潜力，以开拓价值驱动的充满创造力和创新性的未来。

企业在每个阶段可能都会采取一系列针对运营模式各个层级的措施。各阶段的措施和投资比例会随着组织成熟度的变化而变化。最初，企业会将大多数资源集中在第一阶段，通过少量措施探索整体转型。随着时间的推移，在实现基础效率之后，他们会着眼未来将更多资源投入第二阶段，并开始通过第三阶段的长期投资为转型创新奠定基础。这种动态平衡有助于确保企业能够取得立竿见影的成果，同时铺就未来的成功之路。

智能制造企业蓝图

本蓝图概述了人工智能驱动的以客户为中心的制造企业的转型方式。智能制造企业利用先进的技术、个性化的体验、数据驱动的意见和自动化的操作来提升效率、促进创新和增强韧性。通过将人工智能大力融入价值流、能力中心和流程，以实现顺畅的客户互动、稳健的风险管理、智能化的产品制造以及面向未来的适应能力，从而确保在智能经济中能够蓬勃发展。



人工智能之旅的各个阶段

通过“赋能、融合和演进”三个阶段打造成成熟度，对于持续的价值创造至关重要。这需要同时提高对基础、职能和企业层面均十分重要的人工智能能力。

在企业层面，这涉及跨职能的人工智能能力发展，以实现与战略相符的整体创新。若企业无法在上述三个层面保持平衡，则可能难以把握转型机遇。

在职能层面，应将人工智能融入关键价值流，以优化特定流程，提升产出结果，如更具吸引力的产品和服务，以及更卓越的端到端员工和客户体验。

在基础层面，企业应通过技术现代化这一过程，建立新的以人工智能为先的技术栈。基础设施、数据、模型和应用程序都可以针对人工智能的实施进行优化。



阶段一：赋能

利用 人工智能为员工 赋能

在赋能阶段，制造企业致力于打造应用人工智能的基本能力，确保工程师、工厂运营人员、供应链管理人员和决策者能够将人工智能融入到他们的工作流程之中。

在企业层面，应任命一名负责人工智能的高管，以制定明确的人工智能战略，并将人工智能计划与业务重点挂钩。制造企业还必须制定人工智能素养计划，对从生产团队到企业领导层的各级员工开展与人工智能能力、局限性和道德考虑因素相关的培训。还应遵守行业标准，如与人工智能安全相关的ISO 27001标准、与数据隐私相关的《通用数据保护条例》以及与制造业相关的安全法规。

在职能层面，制造企业可针对特定领域试行人工智能解决方案，例如：

- 通过预测性维护减少停机时间
- 利用计算机视觉进行缺陷检测，以实现人工智能驱动的质量控制
- 借助人工智能进行生产规划，以优化效率并减少浪费
- 利用人工智能开展供应链预测，以改善库存管理

在基础层面，企业可采用只需少许定制的基于云的人工智能平台以及经过预训练的工业人工智能模型，就能在无需大规模重建基础设施的情况下获得早期回报。边缘计算和物联网人工智能模型还可以提供实时车间情报，以帮助提高机器性能并减少计划外生产中断。

早期成效：利用人工智能驱动效率提升

在人工智能应用初期，企业应重点识别人工智能在哪些领域可以立即带来可衡量的优化成果。事实证明，人工智能在以下方面颇具价值：

- 自动执行生产监控，减少手动检查需求
- 优化供应链物流，预测供应中断并确保及时交付
- 检测缺陷，助力保证质量并最大限度地减少浪费
- 自动执行管理任务，如库存跟踪、采购和合规报告

奠定上述基础，可有助确保制造企业能够战略性地应用、扩展人工智能，并获取切实的商业利益。

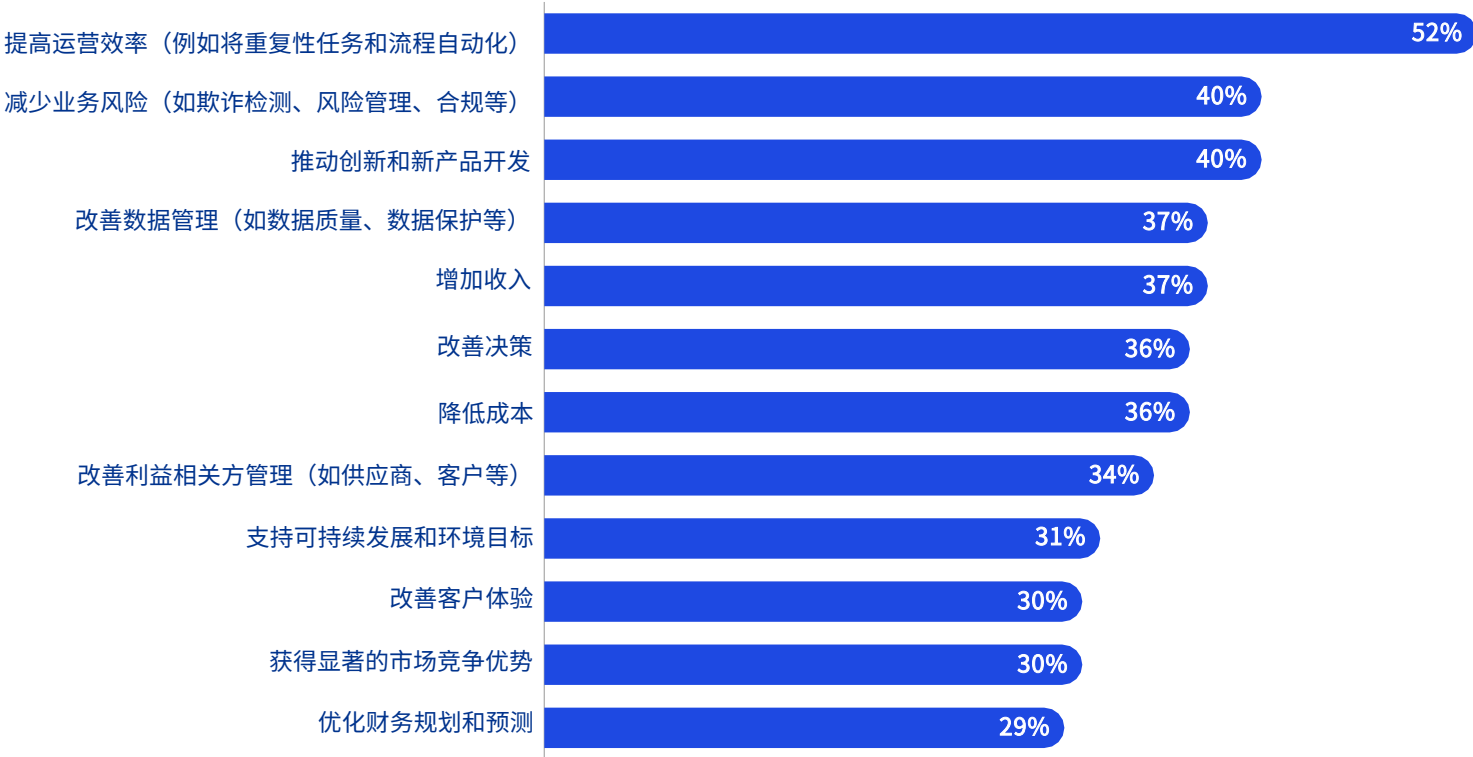


目前，我们拥有200多个人工智能计划或项目，涵盖运营、制造、设计、创意、销售和营销、人力资源、财务等领域。”

某英国企业的人工智能战略总监

图3：提高效率是制造业的核心战略目标

表示希望通过使用人工智能实现以下目标的企业占比



贵公司希望通过使用人工智能实现以下哪些目标？（前五个），n=163
资料来源：《智能制造企业：以人工智能驱动转型并创造价值》，毕马威国际，2025年

阶段一：价值来源

借助人工智能的能力，制造企业可以降低成本，提高质量，保持与低成本生产企业的竞争力，同时提高敏捷性和韧性。

提高生产力并降低成本，在全球范围内开展竞争

制造业是一个成本驱动的行业，人工智能可提高生产力并降低运营成本，这在高成本地区尤为重要，因为这些地区的企业很难与低成本生产企业竞争。人工智能驱动的自动化和自优化生产线可以简化工作流程，最大限度地减少闲置时间并提高产量，从而确保最大限度地利用设备和劳动力。

提高非生产职能的效率

人工智能对非生产职能同样具有深远的影响。后台自动化可有助简化采购、财务、合规报告和员工管理等行政工作。通过人工智能获取供应链情报可以帮助改善需求预测、采购决策和供应商谈判，从而确保平稳运营并减少资本占用。

减少缺陷和质保需求

质量控制职能是制造业的主要成本中心之一。人工智能驱动的计算机视觉和机器学习算法可以实时检测微观缺陷，防止问题产品流出生产线。此举可以降低质保成本，并最大限度地减少返工所占用的资金。

通过预测性维护最大限度延长设备正常运行时间

设备意外故障可能导致巨大的财务损失和供应链中断。人工智能驱动的预测性维护可通过持续监控机器运行状况，分析传感器数据并预测故障来解决这一问题。

增强企业上下的决策

人工智能使领导者能够更有信心地基于数据做出选择。人工智能驱动的实时分析、场景建模和风险评估工具使制造企业能够预测市场变化、供应链中断和运营瓶颈。通过人工智能仪表板和智能助手，高管可以即时了解关键的绩效指标，从而对不断变化的情况做出快速反应。

人工智能赋能原材料价格预测

原材料价格波动是制造企业面临的重大挑战。人工智能驱动的价格预测模型可分析历史数据、市场趋势、地缘政治事件和实时供求动态，精准预测未来价格走势。此举使采购团队能够签订更有利的合同，对冲价格波动，做出更明智的采购决策，最终降低成本波动影响并提高盈利能力。

人工智能为业务执行和分配提供支持

制造企业时常面临难以在众多设施、供应商和分销网络之间分配业务的问题。人工智能驱动的执行支持系统可根据实时需求、产能和物流考虑因素动态地调整业务分配策略。利用人工智能对供应商和合作伙伴的绩效进行跟踪，可有助于制造企业优化与他们的关系并有效地转移工作。

为了向客户提供人工智能战略和投资指导，毕马威美国最近完成了为期18个月的名为“生成式人工智能机遇量化”（Quantifying the GenAI opportunity）的研究；该研究评估了全面部署和应用生成式人工智能的现实价值。

对全球超过

1,700万 家企业进行了评估。

在深入研究了

7,000 家雇佣了

7,200万 名员工的企业以及与

500家客户

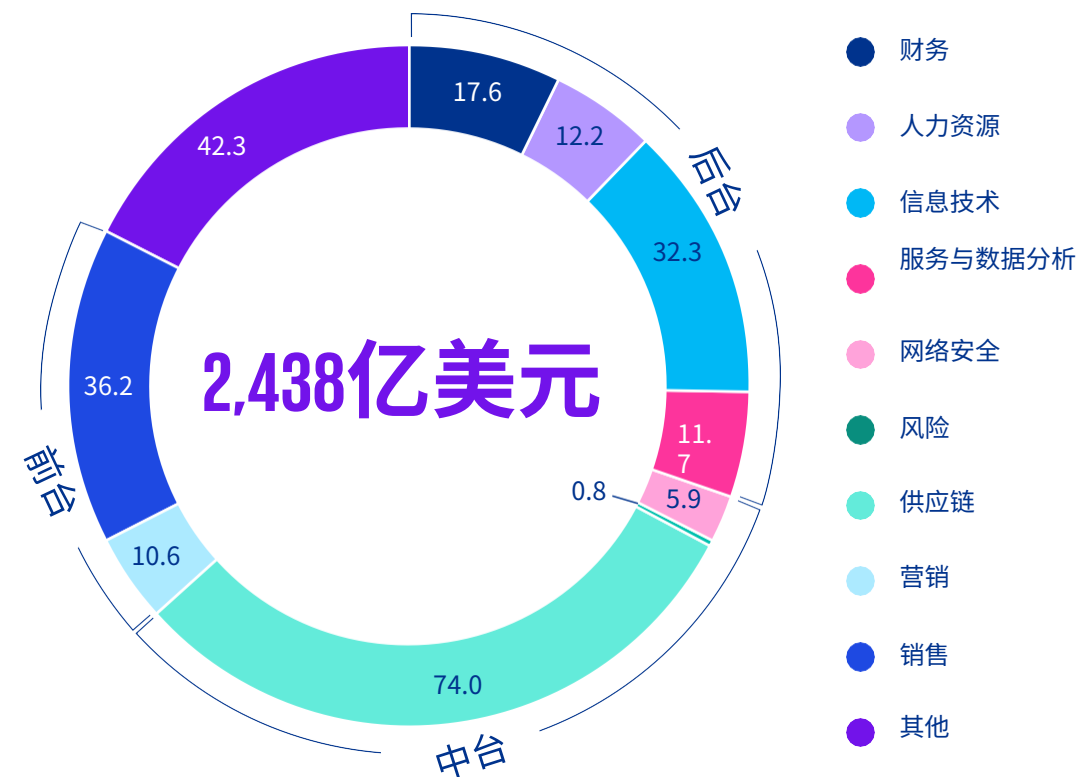
的压力测试结果后，我们发现，仅仅在劳动生产率方面

EBITDA*就提高了4%-18%

下图揭示了生成式人工智能对制造业的潜在价值。

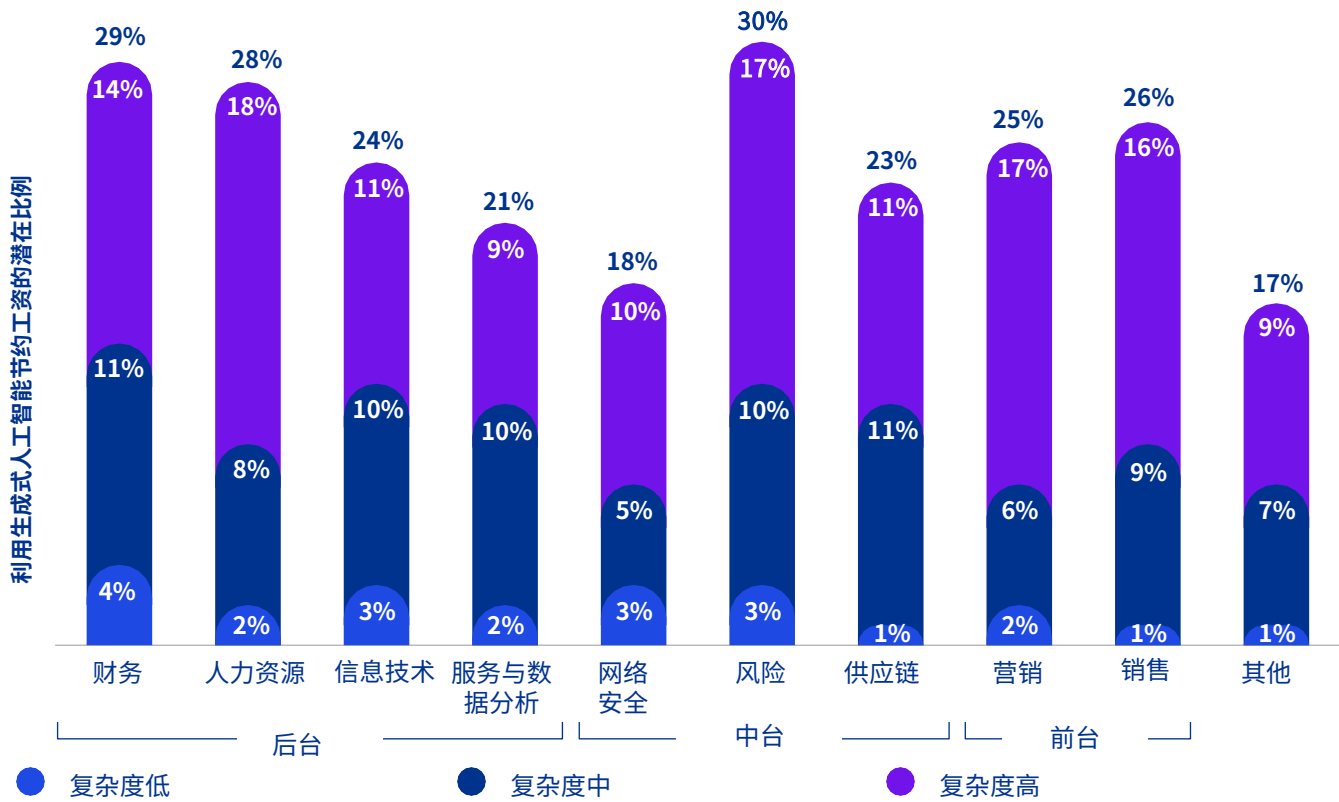
*EBITDA = 息税折旧摊销前利润

图4a：生成式人工智能给制造企业不同职能带来的机遇
(单位：10亿美元)



资料来源：“生成式人工智能机遇量化”（Quantifying the GenAI opportunity）研究，毕马威美国，2025年2月

图4b：制造业在把握生成式人工智能机遇方面的任务复杂度



● 复杂度低
基于相对简单且可以使用Copilot、ChatGPT和其他现有生成式人工智能工具增强效果的任务。

● 复杂度中
基于具有生成式人工智能增强潜力，但可能需要开发更加集成化和定制化的解决方案的任务。

● 复杂度高
基于可能可以利用生成式人工智能增强，但可能需要开发集成和定制解决方案，以及需要通过全面治理和变革管理以应用人工智能的任务。

注：图4b展示了样本中制造业各职能利用生成式人工智能节约总工资成本的潜在比例，数据按复杂程度分类。纵轴表示各职能的潜在比例，图中的百分比已四舍五入至最接近的整数。

资料来源：“生成式人工智能机遇量化”（Quantifying the GenAI opportunity）研究，毕马威美国，2025年2月

十大机遇：制造企业

- 01 运营
- 02 客户关系管理
- 03 业绩提升
- 04 供应链资源分配
- 05 实施维护
- 06 店内分析
- 07 客户情绪分析
- 08 供应市场风险
- 09 销售业绩提升
- 10 产品开发

资料来源：“生成式人工智能机遇量化”（Quantifying the GenAI opportunity）研究，毕马威美国，2025年2月

案例分享

借力人工智能实现卓越制造

英国某消费品公司传统上属人工密集型行业，其人工智能/机器学习负责人跟我们分享了该公司如何利用人工智能推动现代化进程。

当前人工智能应用情况

利用人工智能实现制造企业卓越运营

由于内部缺乏人工智能方面的专业知识，该公司与某大学建立了知识转移合作关系（KTP），以此开启人工智能之旅。这一初步合作为该公司与英国其他多所大学携手进一步推进人工智能部署铺平了道路。

人工智能的一个关键应用场景是生产中的重量优化。利用人工智能预测和平衡重量，可有助于最大限度减少超额赠品，提高成本效率。此外，该公司还将计算机视觉和自主移动机器人应用到工厂运营中，以提高效率并精简生产流程。

人工智能的其他应用包括使用人工智能驱动的数字孪生创建用于预测性维护的虚拟机械模型，以预测潜在的设备故障并有效分配资源。

挑战

克服人工智能接受度和人才获取难题

该公司面临的一个挑战是获得员工对人工智能的认可。其部分原因在于员工担心失去工作。此外，事实证明，鼓励领域专家公开分享行业知识，以用于开发前沿人工智能系统（对于奶酪生产技艺的保留传承至关重要），绝非易事。

与此同时，由于该公司总部位于英国乡村地区，不容易吸引人工智能人才，也限制了该公司招揽熟练专业人才，进一步推动人工智能发展的可能。

企业的人工智能展望

通过转型将人工智能融入运营流程非常重要

受访者认为必须推动制造厂业务流程变革，以更好地将人工智能融入运营。还表示，人工智能战略不应局限于信息技术团队，而应成为核心业务战略，企业上下的所有团队均须参与其中。

阶段二：融合

将人工智能融入各项工作

融合阶段标志着企业向人工智能驱动的综合制造生态系统转型。虽然部分流程可能仍处于采用人工智能的早期阶段，但融合阶段的制造企业将可以在降低成本之余，开始释放人工智能的真正价值。

在融合阶段，人工智能融入到端到端的工作流程、工业机器人、数字孪生和生产控制系统中。企业应委任一名高层人工智能负责人，负责监督企业范围内的转型，使人工智能与商业战略目标保持一致。这一阶段应重点关注安全、保障和信任。

这一阶段的制造企业会将各类人工智能模型——从小型任务专用算法到大型智能体系统——整合纳入制造执行系统（MES）之中。融合云计算、边缘人工智能和内部部署的图形处理单元的混合基础设施有助于确保可扩展性、安全性和无缝数据处理。

随着人工智能日益融入核心制造职能，传统的以产品为中心的运营模式将被重构。转型重点从僵化的线性生产工作流程转向人工智能驱动的动态价值流。通过这种方式，制造企业可以确保业务能够适应未来需求，挖掘新的创收机遇，并在即将到来的智能制造时代引领发展。



我们对设计部门设置了具体的关键绩效指标加以衡量；结果显示，我们在时间利用效率方面提高了67%。而对于其他部门来说，[人工智能的价值]并不十分明显。”

某日本企业的首席技术官

制造业的关键价值流

进入融合阶段，制造企业将人工智能集成到端到端的价值流中，以助提效增收。人工智能可助力企业提高自动化水平、产量和生产达成率，从而增加收入。以下关键价值流揭示了人工智能可以产生变革影响的领域：



智能生产与自动化：人工智能驱动的生产执行系统可进行动态生产调度，减少停机时间并提高产量，使工厂能够根据实时条件自主优化。



智能产品：通过将先进技术、数据洞察和个性化体验相结合，可创造智能产品和服务，为客户提供持续的价值，从而提高绩效、效率和满意度。



智能销售：人工智能加持下的销售价值流可使用智能客户洞察和实时分析来定制能源解决方案，实现个性化报价、有针对性的追加销售，以及提升客户转化率，最终推动收入增长并加强客户关系。



人工智能驱动的供应链和物流：人工智能驱动的供应商风险评估、自主货运管理和智能仓库运营可提高企业的成本效率、速度和响应能力。



人工智能赋能的产品和工艺创新：通过分析研发、生产和现场运营的绩效数据，人工智能可实现设计与反馈之间的闭环，加速原型设计，减少材料浪费，赋能下一代产品开发。



一致的客户体验和售后服务：制造企业可使用机器学习来提出升级建议并优化服务合同，以人工智能驱动的产品即服务模式替代以往的一次性销售模式。



可持续的循环制造：人工智能驱动的碳足迹跟踪、能源优化和废物回收分析可有助于制造企业实现可持续发展目标，同时降低成本。



智能大宗商品预测：人工智能可以根据市场趋势，就某类大宗商品提供策略建议，即在需求上升期早买多买，或者在需求下行期少买晚买。

阶段二进展障碍

在融合阶段，某些挑战可能减缓企业在价值流转型方面的进展。

- 制造企业及其系统高度孤立

生产、供应链、研发和售后服务通常独立运营。整合不足导致企业难以将全企业范围内的人工智能驱动的洞察联系起来，因而制约跨职能协作和价值创造。许多制造企业仍然依赖过时的ERP、MES和SCADA系统，使得人工智能的实施成本高昂而复杂。技术债务（过时的基础设施、相互隔离的数据库和旧有的专用软件）阻碍了人工智能的无缝集成，因此企业需要投入大量精力来进行现代化转型。

- 人工智能需要全产品生命周期的数据

人工智能的真正力量源自于对全产品生命周期的数据进行聚合分析。然而，当数据分散在多个旧有系统、ERP、供应商门户和服务平台上时，会

带来互操作性和数据集成方面的挑战。数据治理不一致，实时数据管道不足，以及数据所有权模式各异，会使构建可靠的人工智能模型变得困难。

- 企业难以将人工智能嵌入产品并连通服务

许多制造企业尝试将人工智能直接集成到产品中，但心有余而力不足。整合不足的情况制约了人工智能提升售后服务、优化绩效和推动新商业模式的潜力。

- 员工顾虑

将先进人工智能和机器人技术整合纳入制造流程，会使员工担忧此举是为了取代他们的工作。特别是当涉及人机交互时，人机集成度较高的流程可能面临实施阻力。

- 变革管理是一大挑战

虽然领导层认识到制定端到端人工智能战略的必要性，但许多中层管理人员和职能负责人会抵制人工智能带来的变革。在大型制造企业中，提升人工智能应用规模，使其覆盖多个工厂、全球供应链和分布于各地的团队，将带来巨大的变革管理挑战。人工智能驱动的转型需要采用新的工作方式，而对于组织模式僵化的企业而言，实施难度更大。

- 对人工智能的信任、可解释性和合规风险

由于对人工智能的可信度、可解释性和行业合规存在忧虑，许多制造企业对是否使用人工智能实现决策自动化犹豫不决。在避免产生不必要的制约的前提下，构建可解释的人工智能模型以满足合规要求至关重要。

案例分享

在全企业范围内推广人工智能

某中国制造企业的首席信息官跟我们分享了他们的人工智能之旅。

当前人工智能应用情况

分阶段部署人工智能，重点关注高价值使用场景

该制造企业当前处于人工智能应用的早期阶段，采用分阶段、小规模部署方法，优先考虑人工智能可以创造最大价值的领域。受访者表示，最初引入人工智能是为了在质检中检测产品缺陷，因为人工智能被认为比人工检查更准确、更高效。该公司后续进一步将人工智能应用于预测性维护，通过实时设备监控，延长机械寿命。生产部门还将人工智能用于实时数据分析和预测性质量控制；研发部门也将其用于分析新产品的数据，以支持未来创新。

应对数据治理、系统互操作性、人工智能部署成本、人才获取和人工智能技术不断发展方面的挑战

该公司在采用人工智能方面面临一些挑战，包括数据质量不佳、信息孤岛等。另外，有效的人工智能整合需要跨部门合作。该公司在将人工智能整合到现有基础设施中也遇到了系统互操作性问题。此外，人工智能系统依赖网络连接还可能带来网络安全风险。

与此同时，成本仍然是一大障碍，因为先进的计算基础设施、可扩展的存储解决方案以及为特定工业运营和生产工艺定制的人工智能应用程序，都需要高昂的初始投资来构建。该公司在吸引既了解人工智能，又了解工业制造的人才方面也遇到困难；为了保持竞争优势，他们还需要跟上人工智能技术快速发展的步伐。

制造业面临的独特挑战

环境污染与设备维护问题

受访者表示，相对于其他行业，制造业面临着独特的挑战，包括与废物相关的严格生产工艺环境标准，还需要优化生产流程和设备，减少废物排放和能源消耗。

阶段三：演进

发展企业自身生态系统

在演进阶段，企业完成转型，有能力去解决更为重大的行业问题。他们利用人工智能与客户、供应商和政府建立生态系统，以提供全面的价值。随着成本下降，现有市场将迎来增长，而新的市场也会不断涌现。



阶段三所能带来的收益最为显著。在人工智能帮助节约成本的同时，有的市场将迎来增长，有的将出现衰退，还有的将应运而生。应投资具价格弹性的领域，即能够利用人工智能实现降本增效的领域。竞争者可能更希望知道哪些领域会消亡以及哪些领域存在被取代的风险。”

Erik Brynjolfsson —— 斯坦福以人为本人工智能研究院（H人工智能）教授兼高级研究员，斯坦福数字经济实验室主任

人工智能与高级可视化等前沿技术相融合，可推动产品和服务的突破创新，并实现与客户、关键联盟和合作伙伴密切合作。道德、安全和信任最为重要，应通过实时监控和安全更新确保平台完整性。这一阶段重点是要提升人的潜力，增强经验，并提供强有力的培训和支持，帮助员工面向未来培养创造力和想象力，以开展价值创造与合作。在阶段三，企业将基于预测性洞察不断开展优化工作，以获得更好、更可持续的结果。智能体不受限于各种孤岛，并且沿着价值流进行构筑，可有助于在核心流程中融入智能，以改善客户体验和产品价值。

处于阶段三的制造企业

随着制造企业发展成为生态系统的协调者，人工智能将可在创建自优化智能网络以无缝串联起供应商、客户、物流供应商和行业合作伙伴方面发挥核心作用。人工智能驱动的生态系统可以重新定义制造业的运营方式，将原本相互隔离的线性生产模式转变为预测性、协作式的敏捷生产网络，以最大限度提升效率、可持续发展和创新。

部分企业已朝着这个方向发展。例如，英国某全球消费品制造企业已将人工智能整合到各种运营中，尤其是在发掘供应商方面。该公司采用人工智能工具，通过分析在线数据、评估多样性认证和财务健康等要素，自动生成潜在供应商名单。这种方法提高了供应链的灵活性和韧性。由于监管变化，某全球能源技术领导企业在选择光伏系统供应商方面面临挑战，因而转向人工智能来物色供应商。其人工智能解决方案在四周内就确定了12个国家的59家新供应商，精简了遴选流程，并展现了人工智能快速优化供应商网络的能力。

领先企业利用人工智能高效物色供应商

未来，循环制造网络有望兴起，人工智能和区块链将赋能企业在整个供应链中对材料进行实时跟踪。制造企业可以使用人工智能自动回收和重新利用材料，将可回收和可持续理念融入产品设计，而不是将产品视为一次性资产。人工智能驱动的系统可以分析现场数据、维修模式和报废产品的使用情况，并动态调整产品设计以延长使用寿命，最大限度减少浪费。制造企业可与多个行业合作伙伴携手，将未使用的材料和过时的组件重新投入新的生产周期中，创建闭环式制造生态系统，从而大幅减少浪费和环境影响。

与此同时，人工智能驱动的自主供应链生态系统或将取代传统、僵化的供应链。智能体可以实时预测需求波动，持续分析市场趋势、地缘政治事件和产能，进而优化全球采购策略。仓库将充当能自动调节的履约中心，人工智能可指挥自主机器人、无人机和自动驾驶卡车管理实时库存分配。人工智能驱动的多企业平台可接手供应商合同谈判，预测短缺情况，动态调整供应路线，从而帮助企业建立富有韧性、可抵御干扰的运营模式。人工智能可主动预测整个网络的风险，自我纠正低效情形，避免制造企业被动应对供应链中断。

人工智能还可以帮助制造企业从销售独立产品转向“产品即服务”（PaaS）模式。在PaaS模式下，客户根据产品的使用情况、正常运行时间或性能优化程度付费，而不是完全买断。人工智能驱动的数字孪生可以在现场持续监控产品性能，使制造企业能够远程调整参数，预测故障并主动提供服务。人工智能可以确保企业持续优化机械，助力客户减少停机时间，最大限度提高运营效率。这种转变有望从根本上改变制造企业与客户互动方式，将他们的角色从产品供应商转变为长期服务合作伙伴。

最后，制造活动可能延伸至工厂之外的领域，将人工智能驱动的基础设施整合到跨行业合作中。智能工厂可以与能源供应商、城市规划单位和物流中心联动，创建全面优化的工业网络。人工智能驱动的能量管理系统可以自主调节工厂电力消耗，根据电网需求和可再生能源供应情况调整用电。工业制造中心可能抛弃独立运营模式，转而通过智能技术与交通、物流和智能城市基础设施实现互联。人工智能可以帮助企业基于当前交付条件无缝调节生产进度，实时优化货运路线、仓库容量和供应商物流。

主要考虑因素

为了最大限度创造价值，制造企业应将人工智能部署工作与核心运营优势相结合，以促进信任，打造可持续的基础设施，并为员工赋能。

1 设计符合核心竞争力并能够创造价值的人工智能战略

制造企业应结合自身生产、供应链和运营优势制定人工智能战略。人工智能举措应该以价值为导向，瞄准预测性维护、智能自动化和供应链韧性等领域。



领导者还必须成为变革推动者，在人工智能转型过程中为团队提供指引，同时扮演道德和合规的守护者，确保以负责任、安全的方式使用人工智能。”

某日本企业的首席技术官

关键措施

- 优先考虑影响较大的人工智能应用场景：重点关注能够立即创造运营效益的人工智能应用，如预测性维护、缺陷检测、生产优化和人工智能驱动的供应链预测。
- 制定人工智能治理和领导框架：建立跨职能人工智能指导委员会（包括制造工程师、IT负责人、数据科学家和供应链管理人员），负责监督相关战略、道德事项和实施情况。
- 确保人工智能的可扩展性和互操作性：设计与现有MES、ERP和工业物联网系统无缝集成的人工智能解决方案，确保人工智能在不同工厂、生产线和业务职能之间有效扩展。
- 定义明确的人工智能衡量指标和投资回报率计算方法：设定可量化的目标（如缩短停机时间、减少缺陷、提高库存准确性），确保人工智能提供清晰可见的价值并证明持续投资的合理性。

2

建立对转型路线图的信任

信任对于人工智能在制造业的应用至关重要。企业必须部署可解释的人工智能（XAI），确保能够对人工智能驱动的决策进行审计和解读，并尽早让员工和利益相关方参与进来，增强他们对人工智能自动化的信心。



网络安全是一个老生常谈的话题。对我们来说，虽然这算不上是不可逾越的挑战，但人工智能系统需要连网，这就给了黑客可乘之机。他们可能试图窃取数据、破坏生产流程，甚至植入恶意代码。在制造业中，人工智能系统直接关联至生产线，如果受到攻击，可能会导致设备故障、停产甚至安全事故。”

某加拿大企业的首席财务官

关键措施

- 实施可解释的人工智能，并进行偏见审查：确保人工智能模型提供可解释的决策过程，对其执行偏见检测和公平性审查，并为工程师、工厂工人和领导层提供清晰的洞察。
- 让工程师、运营商和供应链团队参与人工智能开发：让车间团队、生产计划人员和采购经理参与人工智能培训、反馈机制，共同设计人工智能驱动的工作流程，以提高采用率和信任度。
- 建立人工智能道德和合规监督框架：制定符合行业标准（如ISO 27001（安全相关）、《通用数据保护条例》（数据隐私相关）和行业安全法规）的人工智能治理框架，从而确保以负责任的方式采用人工智能。
- 对人工智能模型进行持续测试，并建立反馈机制，以提高人工智能输出的准确性及可信度。可靠、准确且值得信赖的人工智能功能更有可能被用户接受并获得成功。
- 分享经验证的人工智能成功案例：通过分享真实案例，展示人工智能在降本增效和加强质量控制方面的成效，以增强用户对人工智能的信心。

3

为人工智能应用打造可持续的技术和数据基础设施

人工智能在制造业的成功应用取决于企业是否拥有可扩展、可互操作、安全的基础设施。企业必须对旧有系统进行现代化改造，整合碎片化数据源，并实现人工智能驱动的实时数据集成，以支持智能决策和自动化。



我认为，新旧设施的兼容性是正在进行智能化转型的制造企业面临的共同挑战。传统设备使用过时的通信协议，而新型智能设备使用现代物联网协议。这使得二者之间的通信变得极其困难。此外，人工智能应用需要高速网络，但传统设备通常无法连接到高速网络，这种网络制约因素导致数据传输速度极慢，影响了实时监控和决策。

某中国企业的首席信息官

关键措施

- 对旧有系统进行现代化改造，为采用人工智能奠定基础：从过时、孤立的IT系统过渡到支持实时分析、自动化和机器学习模型的云基础架构。
- 实现不同平台数据的统一化和标准化：实施支持互操作的数据标准和工业数据湖，以集成传感器、MES、供应链平台和客户反馈系统的数据。
- 投资打造安全的人工智能驱动的数据治理：使用人工智能驱动的数据管理工具来帮助企业确保数据的完整性、标准化和安全性，同时实现隐私保护和监管合规自动化。
- 采用边缘人工智能和工业物联网进行实时人工智能处理：在源头处理数据，以实现实时缺陷检测、机器学习驱动的优化和预测性维护。

4

培养利用人工智能提升人类潜能的文化氛围

人工智能应该增强，而不是取代人类的专业知识。企业必须培养协作式人工智能文化，重新培训员工，并展示人工智能在提升生产力、安全和决策方面的作用。



企业真正的挑战在于人才缺口，尤其是缺乏既具备人工智能专业知识，又具备特定行业知识的复合型专业人才。企业要想有效地将人工智能技术与实际应用相结合，创造实际价值，复合型人才至关重要。他们能够将技术专业知识与行业洞察联系起来，在推动创新和确保人工智能的成功部署方面发挥宝贵作用。”

某德国企业的**首席信息官**

关键措施

- 将人工智能培训融入员工发展计划：确保人工智能素养融入工程、运营和供应链培训，为员工与人工智能驱动的自动化和决策支持系统之间的协作办公做好准备。
- 重新培训制造专业人员，提升员工技能：为领导者、工厂工人、工程师和供应链团队提供人工智能培训，使他们具备与人工智能驱动的系统进行有效协作的技能。
- 将人工智能定位为赋能性而非替代性工具：向员工宣传人工智能在提高生产力、减少重复任务和提高运营效率方面的作用。
- 鼓励跨领域合作：促进制造工程师、人工智能专家和数据科学家之间的合作，共同开发符合工厂真实需求的人工智能解决方案。

结语

制造业的智能未来

制造业正处于人工智能转型的风口浪尖，人工智能对从产品设计、生产到供应链、维护和客户关系的方方面面重新定义价值的创造方式。在智能自动化、预测性分析以及自主程度日益提高的系统的推动下，制造业这个以往以实体为主的行业如今正经历深度数字化转型。

我们的研究表明，领先的制造企业不仅正在开展人工智能试验，还将人工智能融入核心运营，以提高自身的生产力，增强韧性，并挖掘新的收入来源。人工智能正在助力企业提高预测准确性，优化维护计划，减少浪费，甚至推动产品研发创新。随着生成式人工智能和智能体的发展，领先企业正着力打造能够模拟生产变化、实时适应并驱动工厂自主决策的系统。

然而，这一路并非坦途。旧有基础设施、数据孤岛、技能短缺和战略协调不足，导致许多企业局限于试点应用。能够重构运营模式，在各类价值流中融合人工智能，建立敏捷的跨职能团队，并投资建立合适的合作伙伴关系并培养合适的人才来推动变革的制造企业，有望成功转型。

人工智能不再是可以留待未来考虑的事项，而是眼下的当务之急。但是，企业无法通过孤立的部署或渐进式的改良来实现其价值。企业各个部门必须有力协调，聚焦业务成果。通过贯彻这种思维，制造企业不仅可以提高效率，还可以提高响应能力、创新力和竞争力。

展望2030年，融合人类智能与机器智能的制造企业，不仅将实现自动化，而且将具备真正的智能，最终脱颖而出成为卓越制造企业。

方法论

为了广泛了解领袖人物如何应对人工智能实施机遇和挑战，毕马威开展了一项涉及多种方法的大型研究计划。

这包括对八位来自技术、政府监管和行业等领域的人工智能专家进行深入采访，并与毕马威的行业专家开展讨论。我们进行了定性研究以深刻揭示不同行业面临的挑战和机遇，当中包括几位行业专家的真知灼见，这其中就有斯坦福大学的Erik Brynjolfsson，他是人工智能和数字转型方面的知名权威专家。

我们还对全球主要市场的1,390名决策者进行了定量调查，以进一步为此次研究结论提供佐证，当中包括163名来自制造行业的受访者。这些领袖人物分享了他们在克服人工智能应用障碍方面的经验和观点，涵盖了从弃用旧有系统到解决组织惰性的方方面面。此外，我们还通过一项为期18个月的研究项目评估了全面部署和应用生成式人工智能的现实价值。基于这些研究，我们为制造企业挖掘人工智能潜力并推动有意义的企业变革描绘了清晰的路线图。

对全球主要市场的

1,390

名决策者进行的定量调查进一步为此次研究结论提供了佐证，当中包括163名来自制造业的受访者。

毕马威： 以经验为您的 人工智能转型 保驾护航

毕马威在数据分析、行业洞察、技术和监管专业领域拥有150多年的服务经验，在帮助您识别人工智能机遇、应对关键业务挑战和创造新收入来源方面具有独特的优势。从战略到实施，我们能够以信任为基础指导您逐步采取有效措施来解决极为复杂的问题。

我们已经投资打造了一个人工智能驱动的组织变革平台。它集我们卓越的思想、框架、战略和工具于一身。因此，可以帮助您寻求更明智的转型变革，更快速地采取行动，以便使前进的每一步都能高效实施并建立信任和信心。

无论贵公司正处于人工智能之旅的哪个阶段，毕马威都可以助您：



制定人工智能转型战略

设定人工智能目标，识别机会和风险，并量身定制战略和执行计划。构建具有明确指标的业务用例以确保获得投资，并通过扩大人工智能对企业的整体影响和建立持久的能力来确保取得可衡量的成果。



确保人工智能可信度和合规性

人工智能的大规模应用会带来复杂性和风险。值得信赖的毕马威人工智能团队可以帮助您确保人工智能解决方案符合道德、安全和合规要求。我们的可信人工智能框架基于十大道德支柱，能够使您得以负责任、透明和自信地大胆部署人工智能。



利用人工智能赋能员工

毕马威打造的利用人工智能赋能员工队伍的解决方案有助于根据实际情况应用人工智能并提供良好的技能提升体验，帮助您的团队拥抱生成式人工智能并将其融入日常工作之中。



构建可持续的人工智能技术基础设施

利用毕马威专业人士的经验，我们能对人工智能框架、平台和加速器加以整合，帮助您确保技术基础设施随时准备好为大规模人工智能项目提供支持。

毕马威致力于帮助客户充分利用人工智能的力量和潜力。从战略到实施。逐步解决看似难以解决的问题，并以信任为基础。人工智能将助您探寻无穷的机遇，毕马威可在其中为您保驾护航。

人工智能在中国 制造行业应用与 实践



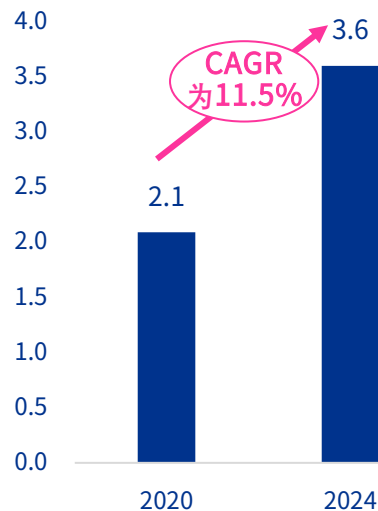
人工智能在制造行业中的应用现状

“人工智能+制造”模式前景可期，持续赋能制造业升级重构

伴随政策与资金支持力度加大、企业AI应用意识增强、人才质量提升与技术进步，中国制造业人工智能市场规模稳步增长。以中国智能制造装备为例，2024年其市场规模达到3.6万亿元。此外，2020-2024年期间，该领域的复合年均增长率为11.5%。

当前，人工智能已成为驱动制造业高质量发展的新引擎。2025年6月，工信部在审议《工业和信息化部信息化和工业化融合2025年工作要点》时，明确提出要实施“人工智能+制造”行动，加快重点行业智能升级，打造智能制造“升级版”。人工智能赋能制造，不仅限于降本增效，更深刻地改变了制造系统的逻辑结构、组织方式与治理能力，推动制造业从流程驱动转向数据驱动，从自动化迈向智能化，从人控系统走向人机协同。因此，制造企业需要重新定义生产逻辑、组织架构与竞争模式，构建具备自主感知、持续优化、智能协同的新型系统。

2020年与2024年中国智能制造装备
市场规模，单位：万亿元人民币



资料来源：Statista、毕马威分析

中国制造业人工智能市场驱动因素



政策端

- 国家层面：**“十四五”以来，国家多部委发布**20+条政策法规**，提倡加强人工智能在制造领域的应用，以点带面推动人工智能由单点设备升级转向制造全流程渗透。此外，国家通过公布智能制造典型场景参考指引与年度智能制造示范工厂揭榜单位和优秀场景名单等，为制造企业提供了实现智能制造的参考路径。
- 地方层面：**北京、上海与广州等多地相继推进相关工作。例如，广州聚焦大转型，实施“四化”平台赋能专项行动，推行“一企一方案”，通过政府购买服务、补助或奖励等多种扶持方式，助力120家企业开展“四化”改造，打造标杆企业，实现全方位、链条式、集群式产业优化升级。



社会端

- 劳动成本上涨：**2020年，中国城镇私营制造企业人均工资为每年**8,391.8美元**，仅相当于日本私营制造业企业同期人力成本的17.9%。2023年，中国城镇私营制造企业人均工资提升至每年**10,130.2美元**，接近日本同期的26.7%。
- 国内智造人才质量较高。**2021年，**超60%**的中国智能制造技术人才拥有硕士学历，高于灯塔工厂技术人才中52%的硕士占比。
- 企业AI应用意识提升。**2024年，**93%**的中国制造企业认为AI技术将在企业发展中发挥重要作用。



技术端

- 算力规模增长：**2024年中国算力总规模为**280 EFLOPS**，其中智能算力规模达**90 EFLOPS**，占比**超过30%**。
- 数据要素“乘数效应”彰显：**2024年全国数据生产总量首次**突破40ZB**，达到41.06ZB，同比增长25%。用于开发、训练和推理的数据量**同比增长40.95%**，智能家居、智能网联汽车等智能设备数据增速位居前列，分别为**51.43%**、**29.28%**。
- 工业机器人蓬勃发展。**2023年，中国新安装的工业机器人数量达到了**27.63万台**，占全球新安装量的51%，总保有量接近180万台，位居**全球首位**。



资金端

- 研发经费投入增加：**2024年中国R&D经费总量高达**3.6万亿元**，同比增长8.3%，投入总量稳居**世界第二**。中国A股上市企业研发费用稳定增长。2024年中国A股制造业上市企业研发费用总额为**1.1万亿元**，同比增长**5.2%**。
- 社会资本投入增大。**2024年中国智能制造融资事件为**862笔**，同比增长**11.4%**，融资规模为**1,309.8亿元**。
- 补助资金大。**2024年，现行支持科技创新和制造业发展的主要政策减税降费及退税达**2.6万亿元**。金融资源也加速向制造业领域集聚。2025年上半年，新增贷款主要投向制造业等领域。截至6月末，制造业中长期贷款余额**同比增长8.7%**，上半年增加9,207亿元。

人工智能在制造业中的实施路径



资料来源：公开资料、毕马威分析

人工智能在制造业中的实践案例

国内某基础工业领域处于技术领先地位的人工智能科技公司，在工业机器人、机器视觉、智能感知、运动控制、人机交互等领域拥有核心竞争力。目前该企业已推出智能工业机器人系列、智知无人装备系列、智能识别系列、数字工厂系统平台等体系化工业人工智能产品。凭借技术创新和行业突破，该企业荣登《财富》中国2024最具社会影响力的创业公司榜单。

“AI+机器人” 赋能智能工厂

钢包热修机器人集群无人化作业平台

- 降低安全作业风险，提高连续钢包周转效率

大包浇铸无人化机器人集群

- 大幅改善劳动者工作环境

智能清理打磨机器人系统

- 自动识别碳块残渣并精准打磨将清理效率提升 3 倍

数字化料场无人管理系统

- 实现24小时高效运转智能调度

数字工厂系统平台

- 实现 "辅助监盘、少人值守"

全栈AI技术架构和产品体系



资料来源：公开资料、毕马威分析

作者简介



Martin Kaestner
工业制造行业技术主管
合伙人
毕马威美国

Martin负责管理数据分析项目的执行，尤其专注于将人工智能和先进分析技术应用于复杂的业务问题，以推动业务价值增长。凭借超过18年的业务和系统咨询经验，他帮助客户利用科技和分析手段在业务发展上取得切实提升。并通过有效地将数据分析转化为业务价值，为企业实施业务战略，管理风险，降低成本，提高效率和做好合规提供全面的方法。



Carmelo Mariano
欧洲、中东及非洲地区
工业制造主管合伙人
毕马威意大利

Carmelo在商业咨询和技术咨询方面拥有超过20年的经验。目前，他担任欧洲、中东及非洲地区工业制造主管合伙人，负责通过战略合作和外联来加强毕马威的品牌。他专注于开发行业领先的服务、思想领导力和市场战略，为欧洲、中东及非洲地区的大型工业制造企业提供支持。作为毕马威意大利人工智能业务负责人，Carmelo帮助客户利用数字技术和人工智能来提升和精简运营。他近期负责的项目包括支持大规模的转型计划，为客户提供咨询，助力客户通过物联网、数字制造解决方案、增强现实、数据分析和智能自动化创造价值。



S Sathish
工业制造行业主管合伙人
毕马威印度

S Sathish的专长是帮助客户通过各种解决方案（包括降低采购成本，部署数字化制造、人工智能，推动供应链转型、运营转型和销售提升）提升利润，他拥有超过27年的相关经验，是毕马威印度工业制造主管合伙人，并担任全球督导委员会成员。在职业生涯中，他与汽车、工业产品、造纸、水泥、纺织以及太阳能和风能等新兴行业的100多家客户建立了合作关系。他还曾主导推动多家创始人主导型企业的转型，这方面的经验使他成为工业制造行业的服务领导者。



Adrian Clamp
智链企业全球主管合伙人
毕马威国际

Adrian Clamp是毕马威的智链企业全球主管合伙人，负责为行业量身定制以客户为中心的敏捷数字化转型解决方案。他在领导复杂技术变革方面拥有超过30年的经验，专门负责大规模数字化转型项目，通过部署包括人工智能在内的新兴先进技术，帮助大型复杂组织挖掘价值。Adrian是毕马威全球咨询领导团队和全球人工智能理事会的成员。他致力于帮助实现技术驱动的创新和项目，以改善数以百万计的客户、消费者、公民和患者的生活。

撰稿人简介

本报告的撰写离不开世界各地人工智能专家和同事提供的支持、知识和见解。我们由衷感谢：

外部撰稿人

Erik Brynjolfsson

斯坦福以人为本人工智能研究院（HAI）教授兼高级研究员
斯坦福数字经济实验室主任

编辑委员会

Leanne Allen

金融服务业技术与数据咨询合伙人
数据科学与人工智能能力主管合伙人
毕马威英国

Lisa Bigelow

《咨询洞察》执行主编
毕马威美国

Gerrit Bojen

金融服务业科技与财务咨询主管合伙人
毕马威德国

Rebecca Brokmeier

企业财务咨询主管
毕马威美国

Sam Burns

全球首席营销官
毕马威国际

Swaminathan Chandrasekaran

美国人工智能卓越中心主管合伙人
毕马威美国

David Conway

客户卓越中心高级副总监
毕马威英国

Melany Eli

执行事务合伙人
职能营销和人工智能营销主管合伙人
毕马威国际

Benedikt Höck

人工智能主管合伙人
毕马威德国

Scott Marshall

人工智能赋能数字化转型
毕马威国际

Joseph Parente

人工智能咨询主管合伙人
毕马威美国

Jeff Potter

咨询洞察主管合伙人
毕马威美国

David Rowlands

人工智能全球主管合伙人
毕马威国际

René Vader

全球市场人工智能主管合伙人
毕马威国际

行业编辑组

Jonathon Gill

工业制造全球主管合伙人
毕马威国际

Martin Kaestner

工业制造行业技术主管合伙人
毕马威美国

Carmelo Mariano

欧洲、中东及非洲地区工业制造主管合伙人
毕马威意大利

S Sathish

工业制造主管合伙人
毕马威印度

Adrian Clamp

智链企业全球主管合伙人
毕马威国际

联系我们

Norbert Meyring（诺伯特·梅林）

工业制造业主管合伙人

毕马威中国

norbert.meyring@kpmg.com

徐侃瓴

汽车行业审计主管合伙人

毕马威中国

oliver.xu@kpmg.com

张庆杰

数字化赋能及人工智能主管合伙人

毕马威中国

qingjie.zhang@kpmg.com

李思维

汽车行业业务拓展经理

毕马威中国

archie.li@kpmg.com

范曼琳

工业制造行业市场经理

毕马威中国

manlin.fan@kpmg.com

本刊物经毕马威国际授权翻译，已获得原作者（及成员所）授权。

本刊物为毕马威国际发布的英文原文“Intelligent Manufacturing”的中文译本。如本中文译本的字词含义与其原文刊物不一致，应以原文刊物为准。

kpmg.com/intelligentmanufacturing



所载资料仅供一般参考用，并非针对任何个人或团体的个别情况而提供。虽然本所已致力提供准确和及时的资料，但本所不能保证这些资料在阁下收取时或日后仍然准确。任何人士不应在没有详细考虑相关的情况及获取适当的专业意见下依据所载资料行事。

© 2025 毕马威华振会计师事务所（特殊普通合伙）— 中国合伙制会计师事务所，毕马威企业咨询（中国）有限公司— 中国有限责任公司，毕马威会计师事务所— 澳门特别行政区合伙制事务所，及毕马威会计师事务所— 香港特别行政区合伙制事务所，均是与毕马威国际有限公司（英国私营担保有限公司）相关联的独立成员所全球组织中的成员。版权所有，不得转载。

毕马威的名称和标识均为毕马威全球性组织中的独立成员所经许可后使用的商标。

由 Evalueserve 设计。

刊物名称：《智能制造：以人工智能驱动转型并创造价值》

刊物编号：140000-G | 出版日期：2025年9月