

2025 年技术趋势

在德勤第十六年度科技趋势报告中，人工智能几乎贯穿了每一个趋势。未来，它将成为我们所有工作的基础结构的一部分。



02...执行摘要

INTRODUCTION

05...AI 无处不在：像魔法，但有算法

交互

09...空间计算占据中心舞台

信息

17...AI 的下一步是什么？

Computation

27...硬件正在吞噬世界

技术业务

37

网络和信任

新的数学：在量子时代解决密码学

核心现代化

53. 智能核心：AI 为核心现代化改变一切

Conclusion

60...广度是新的深度：有意相交的力量



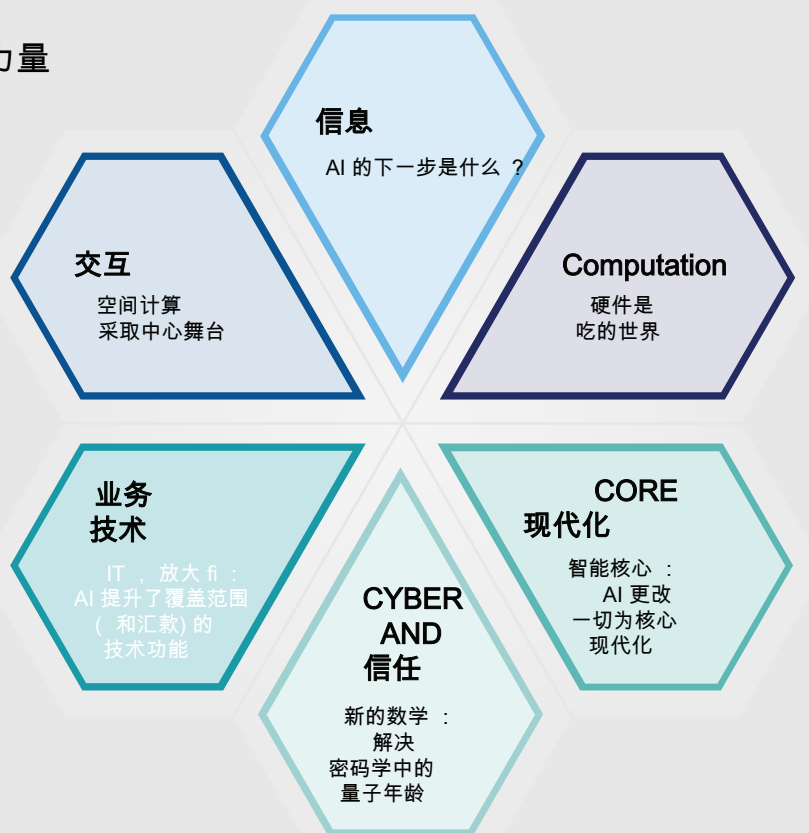
执行摘要

科技趋势，德勤的旗舰技术报告，探讨了三大提升力量（交互、信息和计算）以及三大基础力量（技术业务、网络安全与信任、核心现代化）中新兴趋势的发展。这些趋势构成了我们宏观技术力量框架的一部分（见图1）。科技趋势2025，这是我们第十六次循环发布的报告，展望了一个未来，在这个未来中，人工智能将成为基础性力量。

电力对于日常生活和商业活动至关重要。随着德勤首席技术官办公室团队完成对《2025科技趋势》的最后润色，我们意识到人工智能几乎贯穿了每一个趋势。我们预计未来，人工智能将无处不在，成为我们日常所做一切的隐形基础结构的一部分，以至于最终我们甚至不会意识到它的存在。

图 1

信息的六种宏观力量 技术



Introduction

AI 无处不在：像魔法，但有算法

生成式AI继续是年度热门话题，但《2025科技趋势》报告——实际上，技术的未来——远不止于AI。今年的报告揭示了AI如何深入我们生活的方方面面。最终，我们将习以为常，并像看待HTTP或电力一样看待它：我们只需期望它能正常工作。AI将在后台默默运行，优化城市交通、个性化医疗保健，或在教育领域创造适应性和包容性的学习路径。我们不会主动使用它；我们将体验一个它使一切更智能、更快捷、更直观运作的世界——就像魔法般神奇，但根植于算法。《2025科技趋势》的六章内容反映了这一新兴现实。

Interaction

空间计算占据中心舞台

空间计算继续吸引企业关注，得益于其打破信息孤岛和创造更自然的信息交互方式的能力。我们已经看到企业在诸如高级模拟等应用场景中取得成功，这些场景允许组织测试不同的情景以评估各种条件对其运营的影响。通过更加有效地管理空间数据，组织可以推动更多前沿应用的发展。在未来几年里，人工智能的进步可能会带来无缝的空间计算体验和更好的互操作性，最终使AI代理能够预测并主动满足用户的需求。

信息

AI 的下一步是什么？

为了利用生成式AI日益增长的兴奋情绪，许多组织已经采用了大型语言模型（LLMs），这是许多应用场景的最佳选择。但一些组织已经开始展望未来。尽管大型语言模型具有广泛的适用性，它们可能并不是所有用例的最佳选项。

适用于所有组织需求的有效选择。企业现在开始考虑小型语言模型和开源选项，以便能够在更小且更为准确的数据集上训练大规模语言模型（LLMs）。结合多模态模型和基于AI的模拟，这些新型人工智能正在构建一个未来，在这个未来中，企业可以为每项任务找到合适的AI类型。这包括不仅能回答问题还能完成任务的AI。在未来几年里，对执行的关注可能会迎来一个新的自主AI时代，为企业和消费者提供能够改变我们工作和生活方式的副驾驶AI。

计算

硬件正在吞噬世界

在软件长期主导的多年后，硬件正重新夺回 spotlight。随着人工智能对专门计算资源的需求增加，公司开始转向先进的芯片来驱动人工智能工作负载。此外，内置人工智能芯片的个人计算机有望通过提供访问离线人工智能模型的方式增强知识工作者的生产力，同时“未来proof”技术基础设施、降低云计算成本并提升数据隐私保护。尽管人工智能增加的能量需求带来了可持续性挑战，但在能源来源和效率方面的进步正在使人工智能硬件更加普及。展望未来，人工智能继续嵌入设备可能会彻底改变物联网和机器人技术，并通过更智能、更自主的设备推动医疗保健等行业的发展。

技术业务

IT，放大：AI 提高了技术人才的影响力(和汇款)

在经历了多年向精简IT和一切即服务转型之后，AI正推动企业从虚拟化和紧缩预算转向。长期以来，IT部门被视为整个企业数字化转型的灯塔，如今它正承担起AI转型的任务。由于生成式AI在编写代码、测试软件以及一般增强技术人才方面具有广泛的应用前景，前瞻性技术领导者正将当前这一难得的机会视为千载难逢的机遇。

在五个支柱领域（基础设施、工程、财务运营、人才和创新）转型IT的机会。随着传统AI和生成式AI能力的增长，技术交付的每一个阶段都可能从由人主导转变为由人参与其中。这种转变最终可能会将IT带回一种新的精益IT形式，利用公民开发者和AI驱动的自动化。

网络与信任

新数学：在量子时代解决密码学

在应对Y2K问题时，组织们看到了一个迫在眉睫的风险，并迅速采取了行动。今天，信息技术面临新的挑战，它将不得不以类似主动的方式作出回应。专家预测，可能在未来5到20年内成熟的量子计算机，将对网络安全产生重大影响，因为它们能够破解现有的加密方法和数字签名。这将对数据和通信的完整性和真实性构成风险。尽管量子计算机的时间线存在不确定性，但在后量子加密方面无所作为并不是选项。新兴的加密标准为缓解这一风险提供了途径。更新加密实践相对简单，但过程较长，因此组织应立即采取行动以应对潜在威胁。同时，他们还可以考虑解决更广泛的网络安全和密码灵活性问题。

核心现代化

智能核心：AI变革 一切为了核心现代化

核心系统提供商高度重视人工智能领域的投资，重新构建其产品和服务以围绕AI驱动或以AI为中心的模式展开。将AI整合到

核心企业系统代表了组织运作和利用技术获取竞争优势方式的重大转变。这一转型涉及自动化常规任务，并从根本上重新思考和设计流程，使其更加智能、高效和预测性。由于集成复杂性、对技术和技能的战略投资以及确保平稳运行的严格治理框架的需求，这需要谨慎规划。但要警惕自动化悖论：随着系统复杂性的增加，人类工作者的重要性也会相应提高。将AI添加到核心系统中可能会简化用户体验，但在架构层面会使其变得更加复杂。管理核心系统中的AI仍然需要深厚的technical技能。

Conclusion

广度是新的深度：有意相交的力量

组织长期以来依赖于创新驱动的新收入来源、通过合并与收购创造的协同效应以及战略合作伙伴关系。但越来越多地，细分和专业化让位于技术和行业之间的有意交汇。例如，当两种技术交汇时，它们往往互补，但也可能相互增强，从而使两种技术最终加速其增长潜力。同样，当公司有目的地跨看似不相关的行业进行合作以扩展其市场份额时，新的机会也会随之出现。

INTRODUCTION

AI 无处不在：像魔法， 但有算法

2025 年技术趋势揭示了人工智能在
我们生活的结构 - 使一切工作更智能，更快，更直观

Kelly Raskovich

在生成式人工智能将其宣称为每个人的流行语 - 宾果卡上的自由空间两年后，你可以想象技术的未来只是... 更多的人工智能。不过，这只是故事的一部分。我们认为，技术的未来与其说是关于更多的人工智能，不如说是关于无处不在的人工智能。我们预计，在未来，人工智能将如此从根本上融入我们的生活结构，以至于无处不在，我们不再注意到它。

例如以电力为例。你上一次真正思考过电子是什么时候？我们不再惊叹于灯光能够亮起——我们只是期望它们能够正常工作。同样的道理也适用于HTTP，它是互联网中无形的纽带，我们每天都在使用它，但大多数人都已经很久没有想过（更不用说提到）“超文本”这个词了。

人工智能最终将遵循相似的道路，变得如此普遍，以至于成为我们所做的一切背后的看不见的基础结构的一部分，而我们最终甚至不会意识到它的存在。它将在后台默默地运行，优化我们的城市交通、个性化我们的医疗服务，并在教育中创造适应性和可访问的学习路径。我们将“使用”人工智能吗？我们将体验一个世界，在这个世界中，事物会更智能、更快捷、更直观地运作——就像魔法一样，但根植于算法之中。我们预计它将为企业和个人成长提供基础，并且能够随着时间的推移不断适应和持续发展。

如今，在今年的Tech Trends报告中，这一AI融合的未来表现得尤为明显，该报告每年都会探索信息技术六大宏观力量领域内新兴的趋势（参见执行摘要中的图1）。我们记录的半数趋势是推动创新和增长的基础力量——交互、信息和计算。而另一半则是企业运营的基础力量，包括网络安全与信任以及核心现代化，这些力量帮助企业平稳运行并实现增长。

当我们团队完成今年报告的收尾工作时，我们意识到AI的这种升华和扩散已经开始显现。这并非“唯一的趋势”或“所有趋势”，而是几乎所有趋势背后的支撑框架和共同线索。对于那些密切关注的人来说，“新数学：量子时代破解密码学”（关于另一项变革性技术——量子计算对网络安全影响的探讨）是唯一一个AI没有基础性作用的部分。然而，在幕后，AI的进步正在加速量子技术的发展。

● **空间计算占据中心位置**：未来的人工智能进步将增强空间计算模拟，最终导致与AI代理集成的无缝空间计算体验。

● **AI的下一步是什么**：随着人工智能的发展，企业对大型语言模型的关注正在让位于小型语言模型、多模态模型、基于人工智能的模拟以及能够执行离散任务的代理。

● **硬件正在吞噬世界**：在软件长期占据主导地位之后，硬件正重新夺回 spotlight，主要得益于人工智能对计算芯片的影响及其在终端设备、物联网和机器人技术中的整合。

● **IT，放大**：AI 提高了技术人才的影响力(和汇款)：AI在编写代码、测试软件和增强技术人才方面的能力正在transform-ting IT领域，并引发一场从虚拟化和紧缩预算转向的变革。

● **智能核心**：AI 改变了核心现代化的一切：核心系统提供商在人工智能方面进行了大量投资，这可能简化应用程序之间的用户体验和数据共享，但在架构层面将使这些系统更加复杂。

因为我们预计AI将成为明天基础核心的一部分——就像电力、HTTP等许多其他技术一样——思考在未来几年中随着AI普及化它可能会如何演变，并且思考人类将如何从中受益，这是令人兴奋的。我们将在这里持续记录这一旅程的每一步。

直到下一次，

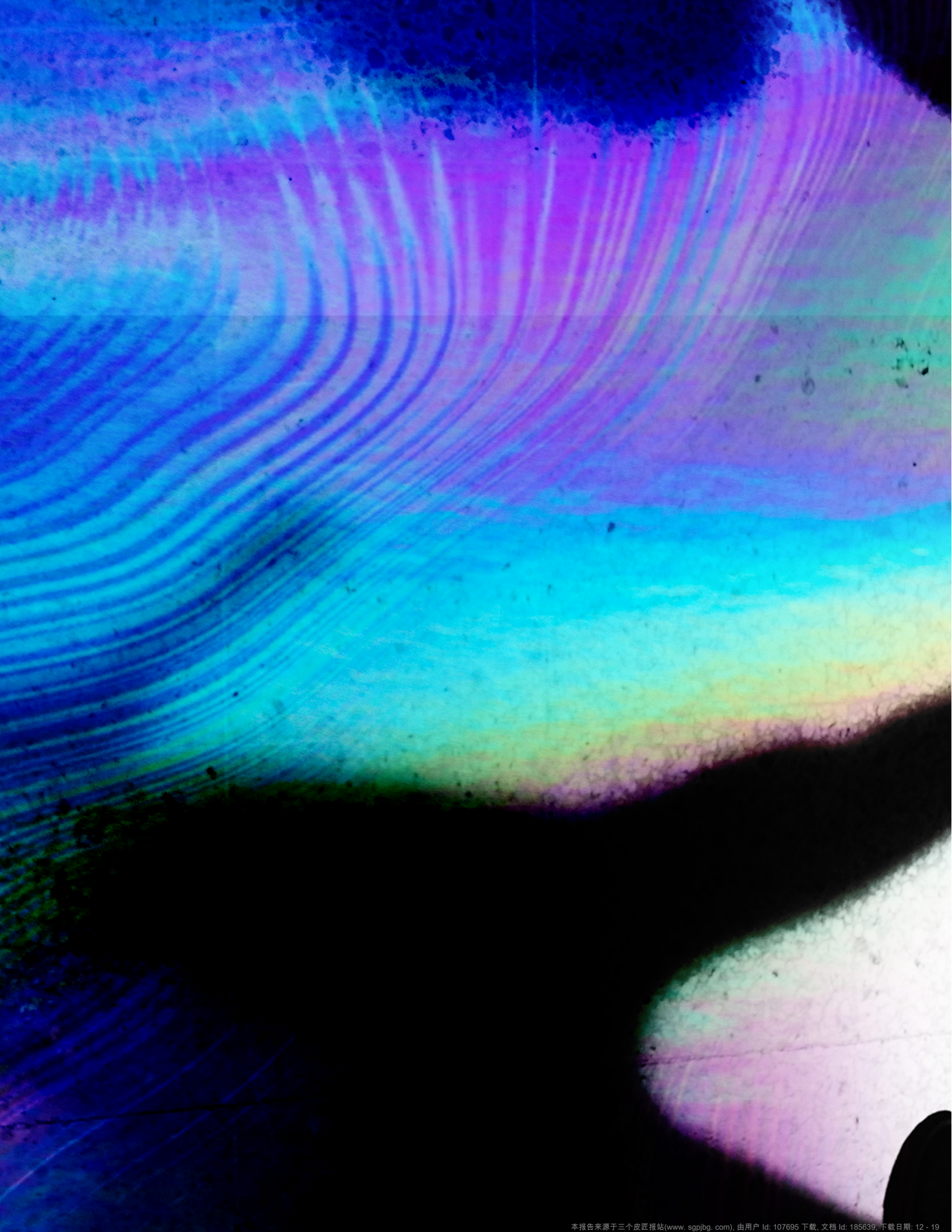


技术趋势首席技术官执行
编辑 Kelly Raskovich 办公室

趋势

	交互		信息		Computation		业务技术		CYBER 和信任	CORE 现代化
2025	Spatial 计算 采取中心 阶段		下一步是什么 对于 AI?		硬件 正在吃 世界		IT , 放大 n		新的数学	智能 core
2024	接口在 新的地方		精灵出来 波勒		更聪明 , 不是 较硬		从 DevOps 到 DevEx		Defending 现实	核心锻炼
2023	通过 玻璃		开放 to AI		上面的 云		灵活性, 最好的能力		我们相信	连接和 扩展
2022			数据共享 变得容易		区块链 : 准备好 业务	云去 垂直	DEI 技术 : 的工具 股权	技术堆栈 物理	网络 AI	IT, 中断 你自己
2021	重新启动 数字 工作场所	Bespoke for 数十亿	机器数据 革命	ML 操作 : 工业化 AI			战略, 工程	Supply unchained	零信任	核心复兴
2020	Human 经验 平台		数字孪生				财务和 的未来 IT	建筑 觉醒	Ethical 技术 和信任	
2019	智能 接口	超越 市场营销	AI 燃料 组织		NoOps in a 无服务器 世界		连通性 明天的		DevSecOps 和网络 命令式	
2018	数字现实		企业 data 主权		API 命令式	Blockchain to 区块链	无领 劳动力	再造 技术		新 core
2017	混合现实		黑暗分析	机器 智能	一切 作为服务	信任经济	IT 无界	不可避免 建筑		
2016	互联网的 Things	AR 和 VR 去工作	工业化 分析		民主化 信任		正确的速度 IT	自主性 平台		重新构想 核心系统

注意 : 要了解有关过去技术趋势的更多信息 , 请访问 www.deloitte.com/us/TechTrends 来源 : Deloitte analysis 。



空间计算占据中心舞台

空间计算的未来前景如何？随着实时模拟仅仅是起点，新的、令人兴奋的应用案例有望重塑从医疗到娱乐等多个行业。

凯利·拉斯科维奇、比尔·布里格斯、迈克·贝克斯特尔和埃德·伯恩斯

今天的协作方式要求在狭窄的专业技能领域具备深厚的知识。了解项目往往需要大量的专门培训和对上下文的理解，这可能会使工人负担过重，并导致信息孤岛的形成。这种情况在过去尤其适用于涉及物理组件的任何工作流程。特定任务需要在多种独特的系统中进行狭窄的培训，这使得跨学科工作变得困难。

一个例子是计算机辅助设计（CAD）软件。经验丰富的设计师或工程师可以查看CAD文件并从中获得许多关于项目的相关信息。但那些处于设计和工程领域之外的人——无论是市场、财务、供应链、项目管理还是任何其他需要了解工作细节的角色——可能会难以理解该文件，因为其中的关键技术细节被隐藏起来了。

空间计算是一种可以帮助这种协作的方法。如 **技术趋势 2024** 空间计算提供了重新定义业务数据上下文、与客户和员工互动以及与数字系统交互的新方式。它更流畅地融合了物理世界与数字世界，创造了一个沉浸式的技术生态系统，使人类能够更加自然地与世界互动。¹ 例如，一个可视化交互层可以整合来自业务软件的上下文数据，使供应链工作人员能够识别需要订购的零部件，并帮助营销人员把握产品的整体美学以构建营销活动。组织内的员工可以利用详细的信息为项目赋予意义，并据此做出易于理解的决策。

如果虚拟现实（VR）头显是你一想到空间计算时首先想到的东西，你并不孤单。但空间计算不仅仅是为了通过一副护目镜提供视觉体验。它还涉及将标准商务传感器数据与物联网、无人机、激光探测和测距（LIDAR）、图像、视频和其他三维数据类型结合，以创建反映真实世界的业务运营的数字表示。这些模型可以在各种交互媒体上呈现，无论是传统的二维屏幕、轻量级的增强现实眼镜，还是完全沉浸式的VR环境。

空间计算感知现实世界的物理组件；利用连接技术将物理输入和数字输入相连；并在混合界面中叠加数字输出（如图1所示）。²

空间计算当前的应用既多样化又具有变革性。实时仿真已成为该技术的主要应用场景。展望未来，随着技术的进步，将不断推动新的令人兴奋的应用场景，重塑医疗、制造、物流和娱乐等行业——这也是为什么市场预计将在2022年至2033年间以18.2%的年增长率增长的原因。³ 从现在到人类计算机交互未来的旅程有望从根本上改变我们感知和与数字及物理世界互动的方式。

图 1

空间操作的可能性

Physical	桥接	数字
可穿戴设备(例如，耳机，智能眼镜和别针)	传感器(例如，LIDAR)和传感器融合	增强现实对象
下一代显示器	计算机视觉	交互式数字对象
物联网设备 (例如，生物识别设备)	GPS/spatial mapping software	全息投影
感官技术 (例如，触觉套装)	3D 设计和渲染工具	音频输出
空间音频设备	全面的下一代网络基础设施	化身
摄像机	数据湖	生成 AI
下一代 BA		

资料来源：Abhijith Ravinutala 等人，“二分法空间计算：迈向啤酒未来”，Deloitte，2024 年 4 月 22 日。

现在：用模拟人生填充到边缘

在核心层面，空间计算将数字世界与现实生活更加紧密地连接在一起。许多业务流程包含物理元素，尤其是在资产密集型行业，但这些过程的相关信息往往被抽象化处理，导致其本质（以及洞察）被丢失。企业可以通过有序且结构化的商业数据了解其运营情况，而加入物理数据则可以帮助他们更深入地理解这些流程。这就是空间计算发挥作用的地方。

这种在适当的时间提供适当的信息并以适当的视角呈现的想法是空间计算的承诺，”亚马逊Web服务（AWS）全球空间计算市场进入负责人戴维·兰德尔表示。“我们相信，空间计算能够更自然地理解和意识到物理世界和虚拟世界。”⁴

空间计算解锁的一个主要应用是高级模拟。想象数字孪生，但不仅仅是监控物理资产的虚拟表示，这些模拟允许组织测试不同的场景，以了解各种条件如何影响其运营。

想象一家制造公司，其中设计师、工程师和供应链团队可以无缝地基于单一的3D模型来设计、建造和采购所需的所有部件；医生可以通过增强现实显示查看真实反映患者身体状况的模拟图像；或者一家石油和天然气公司可以在2D地图上叠加详细的工程模型。可能性犹如我们物理世界的多样性般广阔。

The 葡萄牙足球俱乐部本菲卡的体育数据科学团队使用相机和计算机视觉跟踪玩家

通过每场比赛并开发全面的三维模型来记录每位玩家的每一动作。摄像头从每个玩家身上收集2000个数据点，并借助AI识别特定玩家、他们面向的方向以及影响其决策的关键因素。这些数据实际上创建了每位玩家的数字孪生，使团队能够模拟如果一名玩家处于不同位置时比赛的运作情况。黑板上的X和O现在变成了教练可以进行实验的三维模型。⁵

乔阿奥·科佩托 (Sport Lisboa e Benfica首席信息和技术官) 表示：“在AI的发展推动下，这些模型得到了很大的进步，现在我们可以使用它们。”⁶

这不仅仅是关于胜负——这也是关于收入和支出。本菲卡通过利用数据和AI将球员发展转变为一门盈利的业务。在过去十年中，该团队在欧洲产生了其中一些最高额的转会交易。类似的方法也可能在仓储运营、供应链和物流，或任何其他资源规划过程中带来收益。

先进的模拟技术也在医疗领域中崭露头角。例如，虚拟病人情景可以作为护士或医生培训的补充，在更具动态性和自主学习节奏的环境中进行，这可能是传统教科书无法提供的。这种做法可能伴随着一些挑战，如患者数据隐私问题、将AI整合到现有教学材料中以及真实感的问题。但基于AI的模拟有望改变我们的学习方式。⁷

模拟也开始影响医疗保健服务的提供。加拿大弗雷泽健康局一直是利用模拟模型改善护理的先锋。⁸通过创建首个系统级数字孪生体系，不列颠哥伦比亚省公共卫生机构生成了患者在不同护理环境中移动的强大可视化图像和模拟，以确定部署不同护理模式对患者访问的影响。尽管工作仍在进行中，弗雷泽预计通过提高患者对可用服务的认识，将改善基于需求的适当医疗服务访问。

新功能：数据是差异化因素

企业IT团队可能需要克服重大障碍来开发全新的空间计算应用。他们在实施更为传统的基于软件的项目时通常还未遇到这些障碍。尽管这些项目具有显著的商业价值，组织仍需 navigater 一些未知领域才能实现这些目标。

对于一个问题，系统之间数据往往不具备互操作性，这限制了从不同来源融合数据的能力。此外，大多数组织中用于映射数据流动路径的 spaghetti 图表最多也只能勉强表示，而构建将正确空间数据导入可视化系统的数据管道则是一项棘手的工程挑战。确保数据质量并真实反映现实世界条件可能是有效利用空间计算的最大障碍之一。⁹

兰德勒表示，尽管空间数据代表了企业中最宝贵的信息之一，但在大多数组织中，空间数据的历史管理并不理想。

刘兰德表示：“由于这些信息非常新且多样，缺乏统一的标准，大部分数据都处于孤立状态，部分数据存储在云端，而大多数则未被存储。涵盖物理和数字资产的数据景观极为分散且管理不善。客户面临的首要问题是管理其空间数据。”¹⁰

采取更为系统的方法来摄取、组织和存储这些数据，进而使数据更加可供现代AI工具使用，从而真正开始获取有价值的见解。

数据管道提供推动业务发展的燃料

我们经常听到数据是新的石油，但对一家美国油气公司而言，这一比喻正变得真实，这得益于公司在重新梳理部分数据管道方面所做的显著努力。

能源公司使用无人机对现场设备及其设施进行 3D 扫描，然后应用

将计算机视觉应用于数据以确保资产在其预定义公差范围内运行。它还基于从工程、运营和企业资源规划系统拉取的数据创建资产的高保真数字孪生。

每个案例的关键在于数据集成。能源巨头构建了一个空间存储层，通过应用编程接口连接到不同的数据源和文件类型，包括机器数据、无人机数据、商业数据以及图像和视频数据。¹¹

今天，很少有组织投资于这种系统性的方法来摄取和存储空间数据。尽管如此，这仍然是推动空间计算能力的关键因素，并且是交付具有影响力的用例的重要第一步。

多模式 AI 创建上下文

在过去，企业无法将空间数据和业务数据整合到一个可视化中，但这种情况也在发生变化。如前所讨论的那样，“AI 的下一步是什么？”多模态AI——能够处理几乎任何数据类型作为提示并以多种格式返回输出的AI工具——已经擅长处理几乎所有类型的输入，无论是文本、图像、音频、空间数据还是结构化数据类型。¹²这种能力将使AI能够充当不同数据来源之间的桥梁，并在空间数据和商业数据之间进行解释和添加上下文。AI可以深入不同的数据系统并提取相关见解。

这并不意味着多模态AI能够消除所有障碍。组织仍然需要有效地管理其数据并进行治理。“垃圾进，垃圾出”的老话从未像现在这样具有前瞻性。将AI工具训练于无序且不具代表性的数据上会导致灾难性后果，因为AI有能力将错误放大到其他类型软件所未见的程度。企业应专注于实施开放数据标准，并与供应商合作以标准化数据类型。

但一旦解决了这些担忧，IT团队就可以开启通往激动人心的应用程序的新大门。“你可以用新的创造性方式来塑造这项技术，”Paramount工作力启用执行副总裁Johan Eerenstein表示。¹³

下一篇：AI 是新的 UI

上述空间计算领域的许多挑战都与集成有关。企业难以将分散的数据源整合到可视化平台中，并以对用户日常工作有价值的方式呈现这些数据。但很快，人工智能有望降低这些障碍。

如上所述，多模态AI可以在一个平台上处理多种输入并赋予其意义，但这可能仅仅是个开始。随着AI被集成到更多的应用和交互层中，它使服务能够协同工作。如前所述，“AI 的下一步是什么？”这种模式已经开始让位于具备情境意识并能够根据用户偏好主动执行功能的代理系统。

这些自主代理不久将支持供应链经理、软件开发人员、金融分析师等角色。区分明天的代理与今天的机器人将是它们能够提前规划并预测用户需求的能力，甚至无需主动询问。基于用户偏好和历史行为，它们将知道如何在恰当的时间提供合适的内容或采取正确的行动。

当人工智能代理与空间计算交汇时，用户无需考虑其数据是否来自空间系统（如LIDAR或摄像头），或者特定应用的能力。只要前提条件是AI系统首先基于高质量、妥善管理且互操作性良好的数据进行训练，用户就可以不必思考这些细节。使用智能代理后，AI成为交互界面，用户只需表达偏好而非明确编程或提示应用程序即可。想象一个自动向财务分析师通报市场变化的机器人，或者一个为高层管理人员每日撰写关于业务环境变化或团队士气的报告的机器人。

今天我们所使用的各种设备，无论是手机、平板、电脑还是智能音箱，在一个只需手势表达偏好并由具备情境感知能力和人工智能的系统执行命令的未来世界中，将会显得非常笨重。最终，一旦这些系统学会了我们的偏好，我们甚至可能完全不需要做出任何手势。

The 全部影响可能还需要多年才能显现，但企业仍然可以努力实现空间计算带来的好处。构建数据管道可能是最艰巨的任务之一，但一旦完成，它们将打开无数的应用场景。自主资产检查、更顺畅的供应链、真实感模拟和沉浸式虚拟体验等应用前景广阔。

环境只是企业使其运营更加具有空间意识的几种方式之一。随着AI继续与空间系统交汇，我们将看到革命性的新数字前沿的出现，而这些前沿的轮廓我们才刚刚开始描绘。

尾注

1. Abhijith Ravinutala 等人，“二分法空间计算：走向更美好的未来”，德勤，2024 年 4 月 22 日。
2. Ibid.
3. 未来市场洞察，*空间计算市场展望(2022 年至 2032 年)*，2022 年 10 月。
4. David Randle(AWS 全球市场负责人) 接受作者采访，2024 年 9 月 16 日。
5. Joao Copeto，首席信息和技术官，体育里斯本 e 本菲卡，采访作者，2024 年 8 月 27 日。
6. Ibid.
7. Isabelle Bousquette，“公司终于在工作中找到了虚拟现实的使用”，*华尔街日报*，Sept. 6, 2024.
8. 弗雷泽健康，“弗雷泽健康管理局：全系统数字孪生”，2023 年 10 月。
9. Gokul Yenduri 等人，“空间计算：概念，应用，挑战和未来方向”，预印本，10.48550 / arXiv.2402.07912(2024)。
10. 兰德尔采访。
11. 德勤内部信息。
12. 乔治·劳顿，“多模式人工智能”，TechTarget，2024 年 10 月 29 日访问。
13. Johan Eerenstein(派拉蒙公司劳动力支持高级副总裁) 接受作者采访，2024 年 7 月 16 日。

继续对话

行业领导地位

Frances Yu

无限现实™ GM / 业务负责人 | 校长 | 德勤咨询公司 LLP + 1 312 486 2563 | francesyu@deloitte.com

余 Frances 是德勤咨询 LLP 的合伙人，她在多个全球实践领域的领导角色中均有任职。她曾帮助财富 500 强客户以及德勤自身启动了多项新业务、演化增长策略，并重塑了他们的需求价值链。目前，她是德勤无限现实™ (Unlimited Reality™) 的美国和全球业务负责人及总经理，这是一个面向工业元宇宙时代的多网络创新业务，专注于空间计算、数字孪生以及多模态 AI 和数据。

Nishanth Raj

Unlimited Reality™ 空间/多模态AI与数据领衔 | 合伙人 | 德勤咨询 LLP +1 832 970 7560 | nisraj@deloitte.com

尼沙朗·拉贾是德勤咨询公司的董事和AI与数据/无限现实™负责人，专注于能源与化工sector。拥有超过二十年的咨询经验，他帮助客户利用技术、AI和数据驱动业务价值，并将他们转变为以洞察为导向的组织。

Stefan Kircher

无限现实™ CTO | 董事总经理 | 德勤咨询 LLP + 1 404 631 2541 | skircher@deloitte.com

Stefan Kircher 是德勤咨询 LLP 的产品与解决方案实践领域的董事总经理以及德勤无限现实™ 商业的首席技术官。他在行业、技术战略及跨多个行业的解决方案构建方面拥有超过 25 年的经验，涉及研发、创新和与战略科技合作伙伴（如 AWS）的合作。

罗伯特·特罗斯

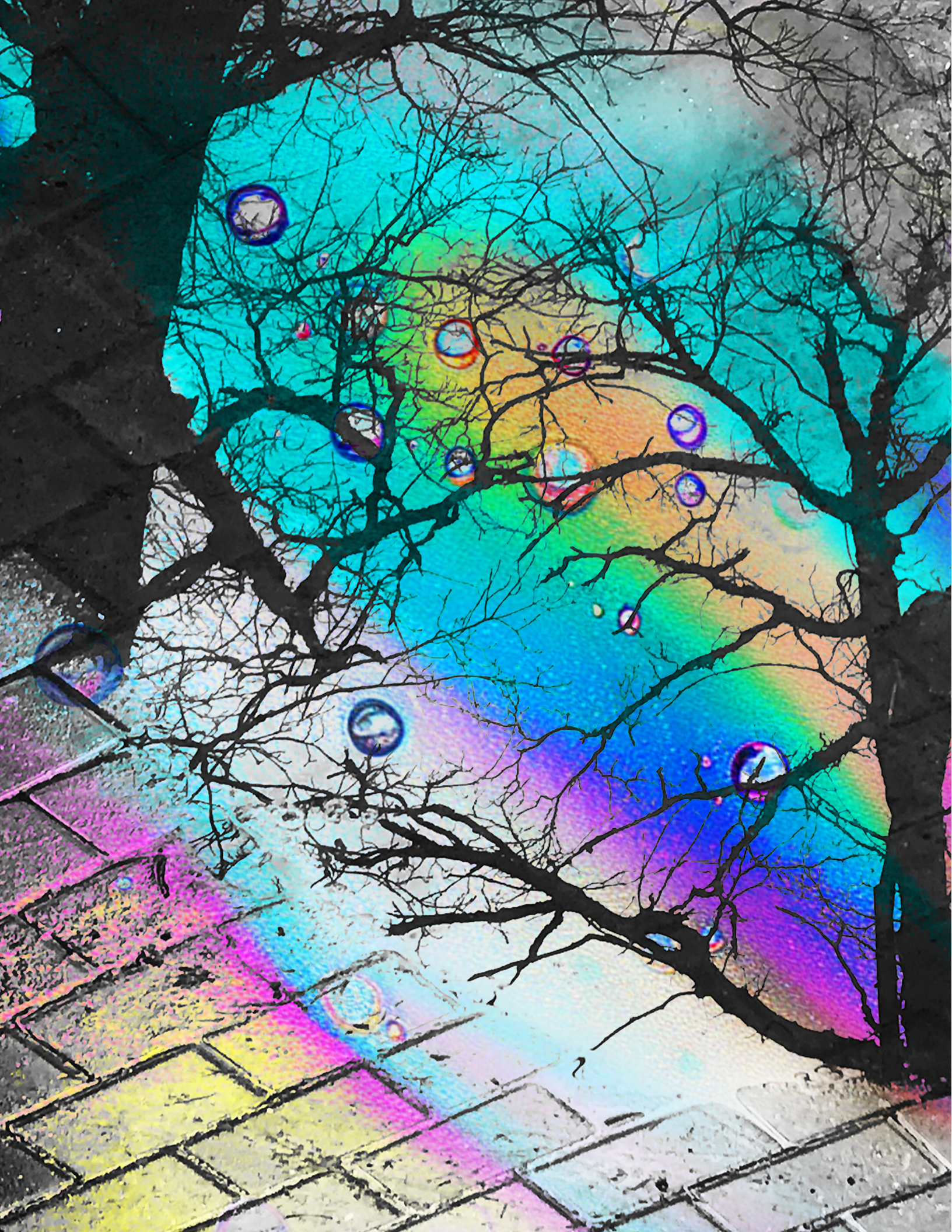
无限现实™ GPS 市场提供领导者 | 校长 | 德勤咨询公司 LLP + 1 703 251 1250 | rtross@deloitte.com

罗伯特·特罗斯是德勤咨询 LLP 的 GPS 政府技术实践领域的合伙人，负责无限现实™ (Unlimited Reality™) 联邦市场解决方案。他拥有超过25年的经验，专注于各种平台上的全渠道体验，包括网络、沉浸式/空间、社交媒体、移动设备、穿戴设备和平板电脑等其他平台。

Acknowledgments

much感激归功于德勤各地的诸多领域专家对我们交互章节研究的贡献。

Lars Cromley , Stefan Kircher , Kaitlyn Kuczer, Lena La , 蒂姆·墨菲 , Ali Newman , 鲍勃·特罗斯 , and Frances Yu.



AI 的下一步是什么？

尽管大型语言模型继续进步，新的模型和代理在完成离散任务方面证明更为有效。AI 需要为不同的任务配备不同的工具。

凯利·拉斯科维奇、比尔·布里格斯、迈克·贝克斯特尔和阿比吉斯·拉维努塔拉

眨眼即错过：人工智能的进步速度超出了预期。去年，当组织纷纷努力理解如何采用生成式AI时，我们曾警告 [技术趋势 2024](#) 读者将通过强调需求来引领市场，他们在差异化自己与竞争对手的过程中采用战略性的方法扩大对大型语言模型（LLMs）的应用。目前，大型语言模型已经得到广泛应用，据估计，多达70%的组织正在积极探索或实施LLM的应用案例。¹

但是，领先的企业已经开始考虑AI的下一个阶段。它们不再依赖于大型AI玩家构建的基础模型，这些模型可能更为强大且基于更多的数据，而企业现在正思考实施多个更小、更适合业务需求的模型。² 大型语言模型（LLMs）将继续发展，并成为某些应用场景的最佳选择，例如通用聊天机器人或科学研究中的模拟，但处理财务数据以思考错失收入机会的聊天机器人不需要与回复客户咨询的聊天机器人使用相同的模型。简单来说，我们可能会看到为不同用途量身定制的不同模型的增多。

一系列较小规模的模型协同工作最终可能服务于与当前大规模语言模型（LLM）方法不同的应用场景。新的开源选项和多模态输出（而不仅仅是文本）正在帮助企业解锁全新的产品和服务。³

在未来几年里，向越来越多的小型专业化模型的进步有可能再次重新定义企业人工智能的目标标准。

组织可能会见证人工智能从增强知识转向增强执行的根本性转变。当前的投资将推动这一转变。*agentic AI*，在这一新时代中，通过为消费者和企业配备大量基于硅的助手，这可能会颠覆我们工作和生活的方式。想象一下可以执行特定任务的人工智能代理，比如在董事会会议上提交财务报告或申请资助。“有什么应用能做这件事”可能会变成“有什么代理能做这件事”。

现在：正确掌握基础知识

大型语言模型无疑令人兴奋，但需要大量的前期工作。许多企业不是自己构建模型，而是与Anthropic或OpenAI等公司合作，或者通过超大规模提供商访问AI模型。⁴ 根据 Gartner[®]，AI 服务器将占超大规模服务器总支出的近60%。⁵ 一些企业已在利用大语言模型（LLMs）中发现了即时的商业价值，而其他企业则对基于外部数据训练的大语言模型的准确性和适用性保持谨慎。⁶ 在企业时间尺度上，人工智能的进步仍处于起步阶段（爬行或行走，正如我们指出的那样 [去年](#)）。根据德勤、Fivetrans和Vanson Bourne最近的调查，在大多数组织中，少于三分之一的生成式AI实验已进入生产阶段，这通常是因为组织难以获取或清理运行AI程序所需的所有数据。⁷ 为了实现规模扩张，组织很可能需要进一步思考数据、技术，以及战略、流程和人才等方面。正如德勤 AI 研究所最近的一份报告所概述的那样。

根据德勤的 **2024 年企业第三季度报告中的生成 AI 状况**，75% 的受访组织由于生成 AI 而增加了对数据生命周期管理的投资。⁸ 数据是大型语言模型（LLMs）的基础，因为不良输入会导致更差的输出（换句话说，垃圾输入，垃圾平方）。因此，数据标注成本可以成为 AI 投资的一大驱动因素。⁹ 虽然一些人工智能公司利用互联网构建尽可能大的模型，但精明的企业创造了 **最聪明** 模型是可能的，这需要为他们的 LLM 提供更好的特定于领域的“教育”。例如，**LIFT 影响合作伙伴**，位于温哥华的一家组织为其非营利机构提供资源，正在对其 AI 驱动的虚拟助手进行精细化调整，以便帮助新移民加拿大人处理文书工作。“当你将其训练成你组织独特的个性、数据和文化时，它会变得更为相关且有效，”LIFT Impact Partners 总裁兼首席执行官布鲁斯·德沃表示。“它带来了真实感，并成为你组织真正的延伸。”¹⁰

数据使能问题具有动态性。德勤调查的企业表示，随着 AI 试点的扩大，可能会暴露出新的问题，包括敏感数据方面的模糊监管规定以及外部数据使用方面的疑问（例如，许可第三方数据）。因此，55% 的受访企业因数据相关问题而避免了某些 AI 应用场景，同样比例的企业正在努力增强其数据安全。¹¹ 组织可以通过使用供应商提供的现成模型来规避这些问题，但差异化的人工智能影响很可能需要差异化的企业数据。

Thankfully，一旦基础工作完成，好处便一目了然：调查中的三分之二组织表示，由于迄今已看到显著的价值，他们正在增加对生成式 AI 的投资。¹² 初现的真实世界价值案例也出现在各个行业，从保险索赔审核到电信故障排查和消费者细分工具。¹³ LLM 还在更专业的用例中掀起波澜，例如太空维修，核建模和材料设计。¹⁴

随着基础数据输入的质量提升并变得更加可持续，LLMs 和其他先进模型（如模拟）可能变得更容易部署和扩展。但规模并非一切。随着时间的推移，随着 AI 训练和实施方法的普及，组织

将较小的模型进行试点是 probable。许多公司可能拥有比想象中更有价值的数据库，通过较小的任务导向型模型将这些数据付诸实践可以减少时间、精力和麻烦。我们正准备从大规模的人工智能项目过渡到人工智能无处不在，如今年讨论的那样。 **介绍**。

新：不同课程的不同马

尽管大型语言模型（LLMs）拥有广泛的应用场景，但这些应用场景并非无限（目前尚不完全如此）。LLMs 需要巨大的资源支持，主要处理文本数据，并旨在增强人类智能而非执行离散任务。正如戴尔科技公司高级副总裁兼企业战略负责人维克·莫汉德拉所说：“人工智能并没有一刀切的方法。将会有各种规模和专门设计的模型——这是我们人工智能策略中的一个核心信念。”¹⁵

在未来 18 至 24 个月内，关键的人工智能供应商和企业用户很可能拥有一套日益复杂且稳健的大语言模型（LLMs）以及适用于日常应用场景的其他模型。实际上，在大语言模型不是最优选择的情况下，人工智能的三大支柱正开辟新的价值途径：小型语言模型、多模态模型以及自主人工智能（如图 1 所示）。

小型语言模型

LLM 提供商们正竞相使 AI 模型尽可能高效。这些努力的目标不是为了开拓新的应用场景，而是为了优化现有应用案例。例如，对于诸如总结检查报告这类常规任务，大规模模型并非必要——一个基于类似文档训练的小型模型就足够了，并且更具成本效益。

小语言模型（SLMs）可以通过企业对较小且高度精编的数据集进行训练，以解决更具体的问题而非通用查询。例如，一家公司可以对其库存信息进行训练，使员工能够快速检索到相关见解，而无需手动解析大量数据集，这一过程有时可能需要数周时间。从这样的 SLM 中获得的见解可以与用户界面应用程序相结合使用，以便轻松访问。

图 1

针对不同需求的不同 AI

	小型语言模型	多式联运	Agentic
Focus	文本，可自定义，应用于不同的用例 (可训练)	无法在较小的数据集上进行训练；需要更大的投入，并拥有更广泛的输出的多样性	可以采取具体行动
Input	Text	超过文本	Text
输出	Some	More	Most
Data	Less	Signifi Can	待定
自定义	需要定制和培训他们将使用的数据	由于以下原因，可能会减少定制所需的数据量	供应商提供开箱即用功能，但在以下情况下效果最好量身定制

资料来源：Deloitte 研究。

达特布斯 (Databricks) 人工智能副总裁纳文·拉奥 (Naveen Rao) 认为，更多组织将采用这种系统化的人工智能方法：“无所不能的魔法计算机只是一个科幻幻想。相反，我们应该像在工作场所组织人类一样，将问题分解开来。这样，特定领域的定制模型可以针对特定任务进行处理，工具可以执行确定性的计算，数据库可以提取相关数据。这些人工智能系统比任何单一组件单独运作时能更好地提供解决方案。”¹⁶

更小模型的一个额外好处是，它们可以在设备上运行，并由企业使用较小且高度精炼的数据集进行训练，以解决更具体的问题，而不是通用查询，如文中所述。**“硬件正在吞噬世界。”**像微软和米斯特拉尔这样的公司目前正在努力提炼出这样的 SLM，建立在更少的基础上

从其更大的AI产品组合中精选参数，并且Meta提供了从小型模型到前沿模型的多种选项。¹⁷

finally，大多数SLMs的进步是通过像Hugging Face或Arcee.AI这样的公司提供的开源模型实现的。¹⁸ 这类模型非常适合企业使用，因为它们可以根据各种需求进行定制，只要IT团队具备内部AI人才对这些模型进行微调即可。实际上，最近的一项Databricks报告显示，超过75%的组织选择使用较小的开源模型并针对特定应用场景进行定制。¹⁹ 由于开源模型得益于多元化编程社区的不断贡献，这些模型的规模和效率很可能会迅速提升。

多模态模型

人类通过各种媒介进行互动，包括文字、肢体语言、语音和视频等。如今，机器也希望赶上这一趋势。²⁰ 鉴于企业的需求不仅限于文本，公司对能够处理和生成多种媒介的AI表现出兴趣也就不足为奇了。在某种程度上，我们已经习惯了多模态AI的应用，例如当我们与数字助手对话时会收到文本或图像回应，或者当我们乘坐使用计算机视觉和音频提示来提供驾驶辅助的汽车时。²¹

多模态生成型人工智能（Multimodal generative AI）则处于早期阶段。首批主要模型，包括谷歌的Project Astra和OpenAI的GPT-4 Omni，于2024年5月发布，而亚马逊网络服务的Titan产品也具备类似的能力。²² 多模态生成AI的进步可能进展缓慢，因为这需要显著更高的数据量、资源和硬件支持。²³ 此外，文本模型中现有的幻觉和偏差问题可能因多模态生成而加剧。

仍然，企业应用场景充满 promise。“一次训练，随处运行（或以任何方式运行）”的概念允模型可以在训练时使用文本数据，但在不同的应用场景和用户偏好下，可以生成图片、视频或音频的答案，从而提高数字包容性。例如，AMD 公司计划利用这一新兴技术快速将营销材料从英语翻译成其他语言，或者生成内容。²⁴ 为了供应链优化，多模态生成AI可以基于传感器数据、维护日志和仓库图像进行训练，以推荐理想的库存量。²⁵ 这也带来了空间计算的新机会，我们在“[空间计算占据中心舞台](#)”。随着技术的进步和模型架构变得更加高效，我们可以在未来18到24个月内期待看到更多的应用场景。

机构 AI

人工智能的第三大新支柱可能为未来十年内我们工作方式的变革铺平道路。无论是大型还是小型动作模型，都超越了LLMs的问题回答能力，并完成离散任务。

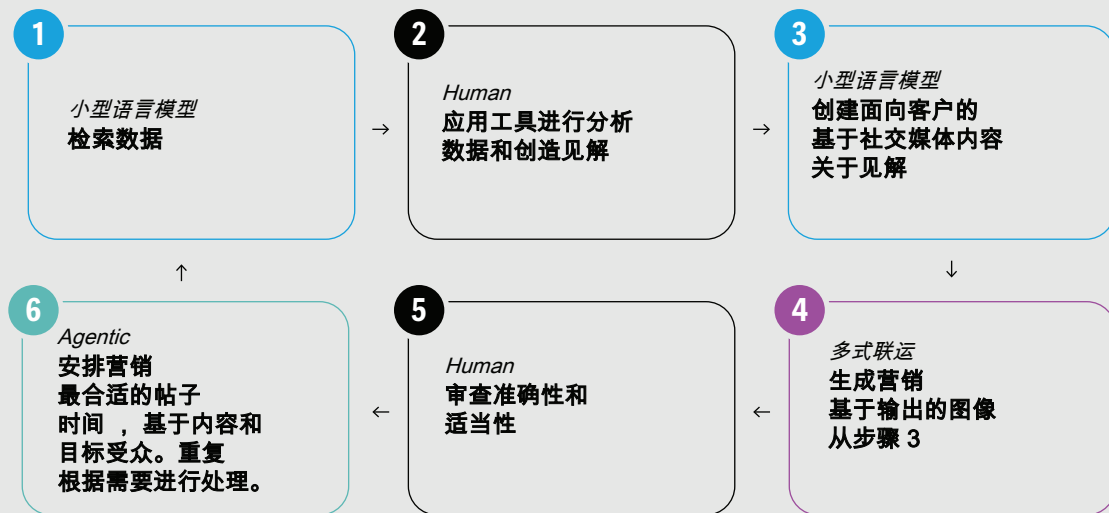
在现实世界中，例子包括根据旅行偏好预订航班，以及提供能够访问数据库并执行所需任务的自动化客户服务——很可能无需高度专业的提示。²⁶ 这种行动模型的普及，作为自主数字代理运作，预示着能动AI的开端，而Salesforce和ServiceNow等企业软件供应商已经宣传这些可能性。²⁷

克里斯·贝迪，ServiceNow的首席客户官，认为特定领域或行业的代理人工智能可以改变企业中人类与机器交互的游戏规则。²⁸ 例如，在公司的Xanadu平台中，一个AI代理可以扫描新来的客户问题，并与历史事件进行对比，以提出下一步建议。然后，它会与另一个能够执行这些建议的自主代理进行沟通，而处于循环的人类会审查这些代理之间的通信以批准假设。类似地，一个代理可能擅长管理云中的工作负载，而另一个则为客户提供订单服务。正如贝迪所说，“代理型AI无法完全取代人类，但它可以与您的团队并肩工作，处理重复性任务、寻求信息和资源，并全年无休地在后台工作24小时。”²⁹

最后，除了上述不同类型的AI模型之外，AI设计和执行的进步也可能影响企业采用——特别是液态神经网络的出现。“液态”指的是这种新型训练AI的方式在神经网络中的灵活性，这是一种模仿人脑结构的机器学习算法。类似于[量子计算机从二元性质中解放出来](#)，在经典计算领域，液态神经网络能够用更少的资源完成更多的任务：网络中可能只需要几十个节点，而传统网络则需要多达10万个节点。这项前沿技术旨在使用更少的计算资源，并具有更高的透明度，从而为将AI嵌入边缘设备、机器人以及安全关键系统开辟可能性。³⁰ 换句话说，未来几年不仅是AI的应用领域值得改进和颠覆，其底层机制也同样如此。

图 2

复合 AI 之旅



资料来源：Deloitte 研究。

下一篇：有一个代理人

在下一个十年，AI 可能会完全专注于执行任务而非人类增强。例如，未来员工可以向 AI 代理提出简单的请求：“为二季度关闭账簿并生成一份 EBITDA 报告。”就像在企业层级结构中一样，主要代理会将所需任务委派给具有特定角色的代理，这些代理会逐级分配到不同的生产力套件中以采取行动。与人类类似，团队合作可能是使机器能够提高自身能力的关键因素。³¹ 这导致了未来几年的一些关键考虑因素 (图 2):

● **AI 到 AI 通信。** 代理之间进行沟通的方式将比人类语言更加高效，因为不需要模仿人类的聊天机器人彼此交流。³² 更好的 AI 间通信可以提升成果，因为将有 fewer people 需要成为专家才能从 AI 中受益。相反，AI 可以适应每个人的语言风格。³³

● **工作转移和创造。** 有些人声称，诸如提示工程师之类的角色可能会变得令人讨厌。³⁴ 然而，这些员工的 AI 专业知识仍然重要，因为他们将专注于管理和训练 AI 代理，就像他们今天与 LLMs (大型语言模型) 合作一样。例如，一个精简的 IT 团队拥有 AI 专家可能会在一个“企业级 AI 工厂”中构建所需的代理。剩余劳动力技能和教育的显著转变最终可能更多地奖励人类的创造力和设计能力，如前面提到的。

技术趋势

● **隐私和安全。** 代理系统访问权限的增多很可能引发广泛的网络安全担忧，随着未来时间的推移和更多数据被 AI 系统访问，这种担忧将变得愈发重要。为了充分利用 AI 代理的应用，新的风险和信任范式将是必不可少的。

● **能源和资源。** AI 的能源消耗越来越令人担忧。³⁵ 为了减轻环境影响，未来的AI发展需要在性能与可持续性之间找到平衡。这需要利用液态神经网络或其他高效形式的AI训练技术，同时还需要相应的硬件支持，正如我们在讨论中提到的那样。 **“硬件正在吞噬世界”**。

● **领导未来。** AI 具有变革潜力，正如过去一年中大家所听到的那样，但仅限于领导层允许的情况下。将AI作为一种更快的方式来执行一直来做的事情，最多只能错过潜在机会，最坏的情况下则会放大偏见。³⁶ 富有创新精神和勇气的领导者应该敢于将人工智能从僵化的最佳实践中解放出来，转向创造“下一代实践”，在那里我们能找到新的方式来组织自己和我们的数据，以适应人工智能驱动的世界。

为当谈到AI时，企业在未来很可能会像今天一样关注同样的考虑因素：数据，数据，再数据。直到AI系统能够达到 **人工一般智力** 或者像人脑一样高效地学习，³⁷ 他们将渴望获得更多的数据和输入，以帮助他们变得更加强大和准确。今天采取的组织、简化和保护企业数据的步骤可能会在未来多年内带来回报，因为数据债务有朝一日可能成为最大的技术债务组成部分。这样的基础工作还应帮助企业在应对伴随这项新技术未来发展的诸多监管挑战和伦理不确定性（如数据收集和使用限制、公平性问题、透明度不足）时做好准备。³⁸ 垃圾的赌注只会越来越大：选择天才，天才的平方会更好。³⁹

尾注

1. Carl Franzen 说：“超过 70 % 的公司正在尝试生成 AI，但很少有人愿意投入更多的支出。” *VentureBeat*，July 25, 2023.
2. Tom Dotan 和 Deepa Seetharaman，“对于 AI 巨头来说，更小有时更好。” *华尔街日报*，July 6, 2024.
3. Google Cloud，“多模式 AI”，于 2024 年 10 月访问。
4. Silvia Pellegrino，“哪些公司与 OpenAI 合作？” *Tech Monitor*，2023 年 5 月 15 日；Maxwell Zeff，“Anthropic 推出了与 OpenAI 竞争的克劳德企业计划”，*TechCrunch*，2024 年 9 月 4 日；Jean Atelsek 和 William Fellows，“hyperscaler 企业强调 AI 能力、优化和开发者赋能” *S & P 全球市场情报*，2024 年 10 月访问。
5. Gartner，全球 IT 支出预计在 2024 年增长 8%——Gartner 预测，新闻稿，2024 年 4 月 17 日。GARTNER 是 Gartner, Inc. 及其关联公司在美利坚合众国和国际上注册的商标和服务标志，在此予以使用并获得许可。所有权利 reserved。
6. Patricia Licatta，“在可持续性风险和风险之间：为什么 CIO 正在考虑小语言模型”，*CIO*，2024 年 8 月 1 日。
7. Jim Rowan 等人，“现在决定未来：从潜力转向表现”，德勤企业级生成式 AI 季度报告（Q3），2024 年 8 月；Mark Van de Wiel，“新 AI 调查：低质量数据导致 4.06 亿美元损失”，*Fivetrn*，2024 年 3 月 20 日。
8. Rowan 等人，“现在决定下一步：从潜力转向绩效。”
9. Sharon Goldman 说：“人工智能成本飙升的隐藏原因——并不是因为 Nvidia 芯片更贵。” *财富*，2024 年 8 月 23 日。
10. 德勤洞察，“通过生成人工智能提升非营利部门”，2024 年 9 月 23 日。
11. Jim Rowan 等人，“现在决定下一步：从潜力转向绩效。”
12. Ibid.
13. Ibid.
14. 桑德拉·欧文，“布兹·艾伦在太空中部署先进的语言模型” *SpaceNews*，2024 年 8 月 1 日；美国阿贡国家实验室，“智能诊断：阿贡如何利用生成式 AI 赋能核电站操作员”，新闻发布，2024 年 7 月 26 日；Kevin Maik Jablonka 等，“大型语言模型如何变革材料科学和化学：基于大型语言模型黑客松活动的反思”，14 个案例分析 *数字发现* 5 (2023)。
15. 戴尔技术公司战略高级副总裁 Vivek Mohindra 的电话采访，2024 年 10 月 11 日。
16. 对 Databricks AI 副总裁 Naveen Rao 的电话采访，2024 年 10 月 2 日。
17. YouTube，“介绍生成式 AI 的下一进化阶段：小型语言模型”，Microsoft Dynamics 365，视频，2024 年 5 月 9 日；Llama 团队，“Llama 3 模型群”，Meta，2024 年 7 月 23 日。
18. Rachel Metz，“在 AI 中，更小，更便宜的型号正在受到广泛关注”，*彭博社*，2024 年 8 月 8 日。
19. Databricks，“AI 正在生产”，于 2024 年 10 月访问。
20. 麻省理工学院技术评论见解，“多式联运：人工智能的新前沿”，2024 年 5 月 8 日。
21. Akesh Takyar，“多模式模型：架构，工作流程，用例和开发”，*LeewayHertz*，2024 年 10 月访问。
22. NeuronsLab，“多模态 AI 用例：企业 AI 的下一个机会”，2024 年 5 月 30 日。
23. Ellen Glover，“多模式 AI：它是什么以及它是如何工作的”，建于 2024 年 7 月 1 日。
24. Mary E. Morrison，“在 AMD，在营销中使用人工智能的机遇和挑战”，*德勤 CIO 日记 for 华尔街日报*，July 2, 2024.
25. NeuronsLab，“多模式 AI 用例：企业 AI 的下一个机会”。
26. Oguz A. Acar，“人工智能提示工程不是未来” *哈佛商业评论*，June 6, 2023.
27. Salesforce，“Agentforce”，于 2024 年 10 月访问；ServiceNow，“我们最大的 AI 版本在这里”，于 2024 年 10 月访问。
28. 对 ServiceNow 首席客户官 Chris Bedi 的电话采访，2024 年 9 月 30 日。
29. Ibid.
30. Brian Heater，“什么是液体神经网络？” *TechCrunch*，2023 年 8 月 17 日。
31. Edd Gent，“AI 代理团队如何协同工作才能释放技术的真正力量”，*奇点中心*，June 28, 2024.
32. 威尔·奈特，“聊天机器人现在正在互相交谈”，*WIRED*，2023 年 10 月 12 日。
33. 大卫·埃利斯，“人工智能在健康通信建模中的力量”，*福布斯*，2023 年 8 月 17 日。
34. Acar，“AI 提示工程不是未来。”
35. 詹姆斯·文森特，“人工智能消耗多少电？” *The Verge*，2024 年 2 月 16 日。
36. IBM，“用现实世界的例子揭示人工智能偏见”，2023 年 10 月 16 日。
37. 牛津大学，“研究显示大脑的学习方式与人工智能系统的学习方式不同”，2024 年 1 月 3 日。
38. Nestor Maslej 等人，*AI 指数 2024 年度报告*，人工智能指数指导委员会，以人为中心的人工智能研究所，斯坦福大学，加利福尼亚州斯坦福大学，2024 年 4 月。
39. 德勤，《重新设计工作》视频系列，2024 年 10 月访问。

继续对话

行业领导地位

吉姆·罗文

AI 负责人 | 校长 | 德勤咨询 LLP Jimrowan@deloitte.com | +1 617 437 3470

Jim Rowan 是德勤的合伙人，目前担任德勤人工智能负责人。他利用数据驱动的分析 and 人工智能解决方案帮助客户转型业务，从而实现更好的决策。在其职业生涯中，Rowan 为生命科学、医疗保健和电信行业提供了服务。他对这些组织的财务功能也有深入了解，曾领导数据分析、规划与预测以及结账项目，推动财务功能拥抱数字化转型。此前，Rowan 负责德勤咨询战略与分析实践中的人工智能与数据运营团队。

小 Lou DiLorenzo

合伙人 | AI与数据策略实践负责人 | 美国CIO与CDAO项目，德勤咨询 LLP +1 612 397 4000 | ldilorenzojr@deloitte.com

迪洛伦佐·卢 (Lou DiLorenzo) 担任德勤咨询公司AI与数据策略实践领域的全国负责人以及德勤美国CIO和CDAO执行加速器项目负责人。他是德勤生成式AI实践领导团队的成员，并负责生成式AI孵化器。拥有超过20年的跨行业运营、创业和咨询经验，他在召集关键利益相关者以推动变革、开发新能力并实现积极的财务成果方面取得了成功的记录。此前，迪洛伦佐曾在一家消费品健康保险初创公司担任首席运营官，并在嘉吉公司的食品成分与生物工业部门担任全球首席信息官。他经常为领先的出版物贡献技术内容，并主持播客节目。 *Techfluential* .

尼廷米塔尔

全球 AI 领导者 | 校长 | 德勤咨询公司

尼坦·米塔尔是德勤咨询有限公司的合伙人。他目前担任美国人工智能 (AI) 战略增长方案咨询的领导者以及全球战略、分析和并购的领导者。他是2019年AI峰会纽约年度创新者的获奖者。他专注于通过数据和认知驱动的转型为客户提供竞争优势，促进增强智能，并使客户能够在颠覆来临之前做出战略决策并实现转型。

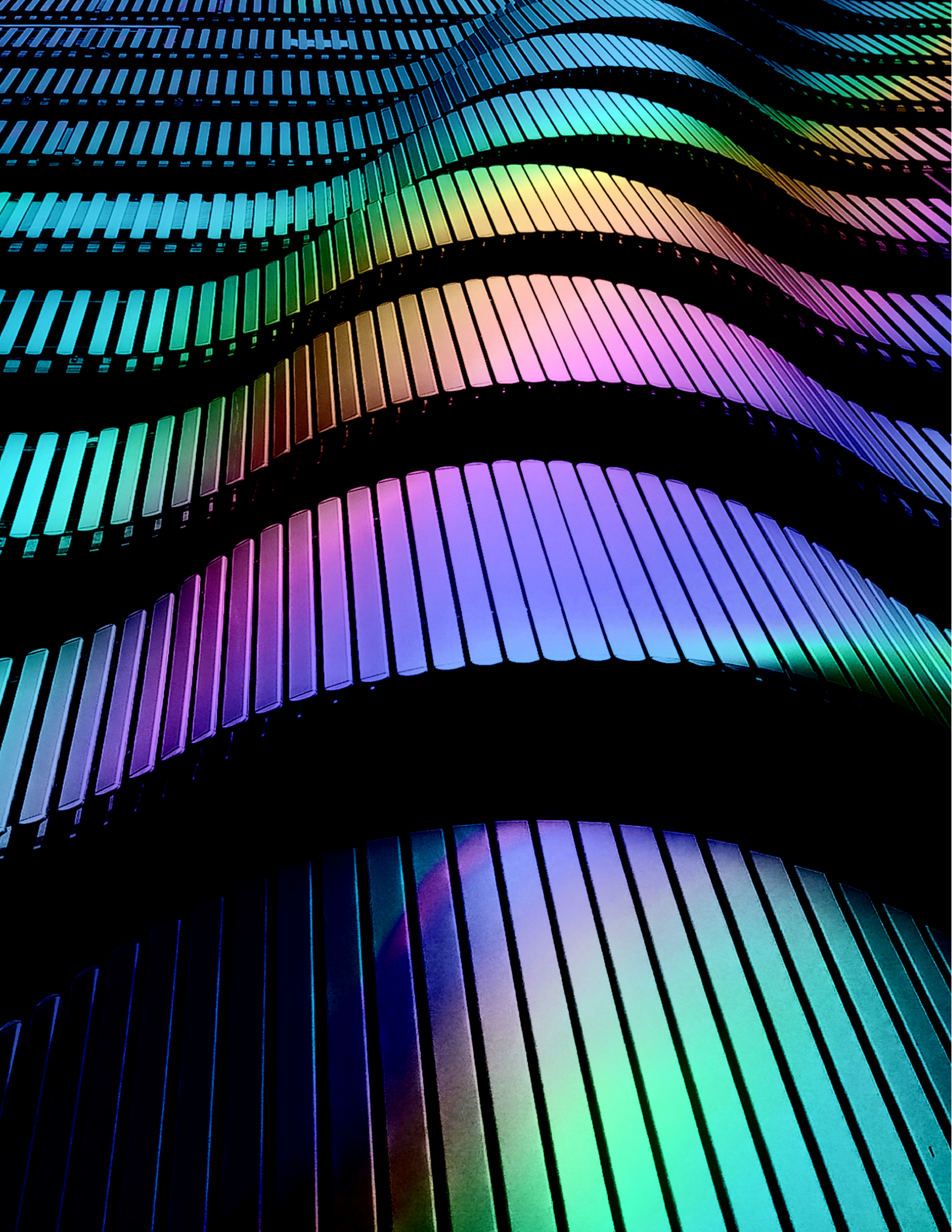
在整个职业生涯中，米塔尔一直担任全球客户的可信赖顾问，并在多个行业领域开展工作。他的主要重点是与生命科学和医疗保健客户合作，实施大规模数据项目以促进组织智能，并利用先进分析和AI推动洞察力和商业战略。

Acknowledgments

Much gratitude goes to the many subject matter leaders across Deloitte that contributed to our research for the information chapter:

在信息章节的研究中，我们对许多来自德勤各领域的专家表示衷心的感谢。

Lou DiLorenzo , 莉娜·拉 , 尼廷米塔尔 , Sanghamitra Pati , 吉姆·罗文 , and Baris Sarer .



硬件正在吞噬世界

人工智能革命将需要大量的能源和硬件资源——再次使企业基础设施成为战略差异化因素。

凯利·拉斯科维奇、比尔·布里格斯、迈克·贝克斯特尔和阿比吉斯·拉维努塔拉

经过多年的“软件吞噬世界”，现在轮到硬件了。我们在 [计算章节](#) 在《2024科技趋势》中，随着摩尔定律接近其预期的终点，人工智能革命的前景越来越依赖于获取合适的硬件。以NVIDIA为例，该公司如今已成为全球最有价值（且最受关注）的公司之一，专门化的芯片已成为AI计算工作负载不可或缺的资源。¹根据德勤基于世界半导体贸易统计预测的研究，仅用于生成式AI的芯片市场预计今年将达到超过500亿美元。²

企业级关键硬件用例可能在于嵌入了AI的终端设备和边缘设备。以个人计算机（PC）为例。多年来，企业级笔记本电脑已经被商品化。但现在，我们可能正处于计算领域的一个重大转变的边缘，这要归功于嵌入了AI的PC。AMD、戴尔和惠普等公司已经开始宣传AI PC的潜在价值，包括“使技术基础设施具备前瞻性”，降低云计算成本，并增强数据隐私保护。³借助访问离线AI模型进行图像生成、文本分析和快速数据检索的能力，知识工作者可以得到更快更准确的AI支持而被大大赋能。然而，企业应该有策略地大规模更新终端计算能力——因为AI资源供应有限，浪费这些资源是没有意义的。

当然，所有这些进步都伴随着成本。数据中心已成为可持续性的新焦点，随着大型AI模型的能源需求持续增长。⁴国际能源署建议，到2026年，人工智能的需求将显著增加数据中心的电力消耗，相当于瑞典或德国每年的能源需求。⁵最近的德勤

研究认为，未来十年全球数据中心电力消耗可能翻三倍，主要得益于人工智能需求的增长。⁶创新能源来源和效率的提升对于使AI硬件更加普及和可持续至关重要，即使在AI不断扩散并渗透到日常消费和企业设备的过程中。考虑到由于经济原因停运五年的三里岛核电站一号机组，计划于2028年重新启动，以利用无碳电力为数据中心供电。⁷

展望未来，AI硬件有望从信息技术扩展到物联网。随着越来越多的智能设备因AI技术能够分析其使用情况并承担新任务（如自主智能AI）而变得更加智能，这一趋势将愈发明显。“AI的下一步是什么？”当前温和的应用案例（如牙刷中的AI）并不预示着未来强大的潜在价值（如挽救生命的医疗设备中的AI）。⁸硬件的真正潜力可以在更智能的设备带来与机器人关系质变时得以释放。

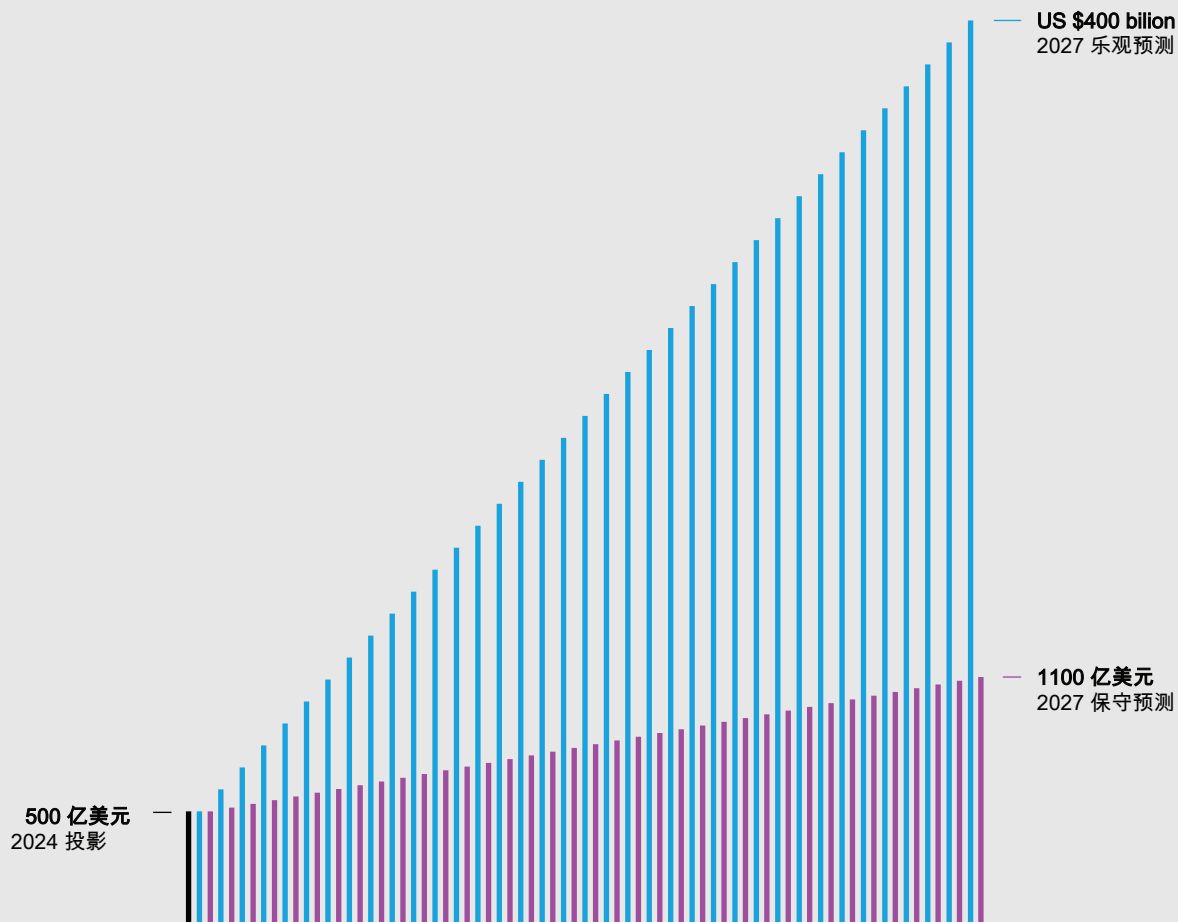
现在：筹码！

一代技术专家被教导相信软件是投资回报的关键，因为它具有可扩展性、易于更新和知识产权保护的特点。⁹但是现在，随着计算机从计算器发展到专家，硬件投资正在激增。¹⁰ [我们去年写过](#) 那专门用于图形处理单元（GPU）等专用芯片成为了训练AI模型的首选资源。 [2024年TMT预测](#) 德勤估计，2024年人工智能芯片总销售额将占全球芯片市场的11%。

图 1

AI 硬件投资激增

AI 芯片市场预测



Deloitte Insights 来源：Duncan Stewart 等人，“Gen AI 芯片要求粉丝

deloitte.com / insights

5760 亿美元。¹¹ 从当前大约500亿美元的增长开始，AI芯片市场预计到2027年将达到4000亿美元，尽管更为保守的估计是达到1100亿美元（见图1）。¹²

大型科技公司正在推动这一部分需求，因为他们可能自行构建AI模型并在本地部署专用芯片。¹³ However, enterprises across industries are seizing computing power to meet their IT goals. For instance, according to a

Databricks报告显示，在过去六个月内，金融服务行业在运行大型语言模型（LLMs），用于欺诈检测和财富管理方面的GPU使用量增长最高，达到了88%。¹⁴

所有对GPU的需求都超过了产能。在当今的技术转型淘金潮中，提供“Picks and Shovels”（挖掘工具）的企业，即为本次技术变革提供工具的公司，正在大获成功。¹⁵ NVIDIA 首席执行官 Jensen Huang 指出，云 GPU 容量主要是

填充完成，但该公司也推出了新的芯片，这些芯片在能效方面显著优于之前的版本。¹⁶ hyperscaler公司在GPU生产出来时大量收购，投入接近1万亿美元用于数据中心基础设施，以满足租用GPU使用服务的客户需求。¹⁷ 一直以来，现有数据中心的能耗正在将老化的电网推向全球的边缘。¹⁸

Understandably, 企业正在寻求新的解决方案。虽然GPU对于处理大型语言模型（LLMs）或内容生成的高度工作负载至关重要，而中央处理器仍然是基本要求，但神经处理单元（NPU）如今备受青睐。NPUs通过模拟大脑的神经网络，在提高效率和降低能耗的同时，能够加速较小的AI工作负载。¹⁹ 这使企业能够将AI应用从云端转移到本地，并对无法外部托管的敏感数据进行本地化AI应用。²⁰ 这种新型芯片是嵌入式AI未来的关键部分。

维克·莫汉德拉，戴尔科技公司企业战略高级副总裁表示：“当前在使用的15亿台个人电脑中，有30%的电脑已使用四年或更久。这些较旧的个人电脑都没有神经处理单元（NPU），无法利用最新的AI个人电脑技术进步。”²¹ 企业硬件的重大更新可能即将来临。随着NPU使终端设备能够离线运行AI，并使模型更加小型化以针对特定应用场景，硬件可能再次成为企业性能的差异化因素。在最近的一份德勤研究中，72%的受访者认为生成式AI对其行业的影响将是“高度的或变革性的”。²² 由于主流硬件的进步，一旦人工智能触手可及，这个数字可能会接近100%。

新：基础设施再次具有战略意义

云计算的美好时代假设了无限访问权限，如今正逐渐让位于资源受限的时代。经过多年的被视为一种基础服务之后，企业基础设施（例如，个人电脑）再次变得战略重要。具体而言，专有硬件很可能对AI发展的三个关键领域至关重要：嵌入AI的设备和物联网、数据中心以及高级物理机器人。虽然机器人技术的影响可能在未来几年内显现出来，如我们在下一节中所述，我们预计企业将在这些领域发挥重要作用。

在未来18到24个月内，企业将面临关于前两个领域的决策挑战。尽管人工智能供应短缺和需求持续存在，以下领域可能成为领先者与落后者的分水岭。

边缘占用空间

到2025年，超过50%的数据可能由边缘设备生成。²³ 随着NPUs（神经网络处理单元）的普及，越来越多的设备将能够运行AI模型而无需依赖云端。特别是在生成式AI模型提供商倾向于创建更小且更高效的特定任务模型的情况下（如文中所述），这一趋势尤为明显。“AI的下一步是什么？”随着更快的响应时间、降低的成本以及更强大的隐私控制，混合计算（即云和设备上AI工作负载的结合）可能对企业来说变得必不可少，硬件制造商对此寄予厚望。²⁴

根据戴尔技术公司的莫汉德拉的说法，在边缘处理AI是处理所需大量数据的最佳方式之一。“当考虑到延迟、网络资源以及数据量的巨大规模时，将数据移至集中式计算位置是不高效的、无效的且不安全的，”他说。“与其将数据带到AI，不如将AI带至数据。”²⁵

一家主要银行预测，到2026年，人工智能PC将占PC出货量的40%以上。²⁶ 同样，预计2024年智能手机出货量中有近15%能够运行LLM或图像生成模型。²⁷ Alex Thatcher，惠普AI PC体验和云客户端高级总监，认为设备的更新将类似于20世纪90年代改变PC的从命令行输入到图形用户界面的重大转变。“软件已经从根本上发生了变化，充满了不同的工具和协作方式，”他说道。“你需要能够加速这一变化并使企业更容易创建和交付AI解决方案的硬件。”²⁸ 最终，苹果和微软通过在将AI嵌入其设备，也推动了即将到来的硬件更新换代。²⁹

随着选择的增多，良好的治理将成为关键，企业必须问自己：我们需要为多少员工配备下一代设备？芯片制造商正在竞相提升AI性能。³⁰ 但是企业客户负担不起每一个新的

相反，他们应该制定分层采用的策略，这些设备可以产生最大的影响。

构建与购买

对于购买或租赁专用硬件，组织通常会考虑其长期的成本模型、预期使用时间以及对进展的需求。然而，人工智能正在对这一决策施加另一层次的竞争压力。由于像GPU这样的硬件仍然稀缺，且市场迫切希望从所有组织获得AI更新，许多公司都被诱惑尽可能多地租赁计算能力。

组织若没有准备好数据赋能，可能难以充分利用AI。与其急于寻找GPU，不如先了解组织哪些部分已经为AI做好了准备更为高效。某些领域可能涉及私人或敏感数据，投资NPUs可以确保这些工作负载保持离线状态；而其他领域则可以迁移到云端。得益于过去十年云技术的经验教训，企业了解到在失控硬件上运行失控模型的成本会迅速增加。³¹ 将这些成本用于运营支出可能不是最好的答案。

一些估计甚至说 GPU 没有得到充分利用。³² 撒切尔认为企业GPU利用率仅为15%至20%，这是一个问题，HP正通过新的高效方法来解决这一问题：“我们已使每台HP工作站能够在企业内部共享其AI资源。想象一下能够搜索闲置的GPU并利用它们运行工作负载的能力。我们已经看到了最高七倍的按需计算加速性能提升，这可能很快会成为行业标准。”³³

此外，云上AI资源市场不断变化。例如，全球范围内对AI主权的担忧正在增加。³⁴ 尽管全球公司普遍选择在美国云服务器上运行其电子商务平台或网站，但人工智能在国家情报和数据管理中的应用使得一些公司犹豫是否将人工智能工作负载外包到国外。这为新的国家级人工智能云服务提供商或私有云玩家开辟了市场。³⁵ GPU 即服务计算初创公司是超大规模计算的替代方案。³⁶

这意味着计算能力租赁市场可能会变得更加碎片化，这可能会为企业客户提供更多选择。

最终，人工智能可能在未来两年内占据决策者的首要位置，但当前的自建与采购决策可能会对人工智能之外的因素产生影响。企业可能会很快开始考虑使用量子计算来处理下一代加密（尤其是随着人工智能处理和传输越来越多敏感数据），优化以及模拟等方面的问题，正如我们在讨论中提到的那样。**“新数学：在量子时代解决密码学”。**

数据中心可持续性

关于大型AI模型运行的数据中心能耗问题已有所讨论。主要银行报告质疑我们是否具备满足AI需求的基础设施。³⁷ 主要聊天机器人的每日用电量已等同于近18万个美国家庭的每日用电量。³⁸ 在短期内，AI需要前所未有的数据中心资源，而老化电网很可能无法应对这一需求。尽管许多公司可能担心获取用于运行工作负载的GPU等AI芯片，可持续性问题或许更为关键。

目前，多项旨在使AI更具可持续性的进步正在展开。企业在未来两年考虑AI数据中心时，应注意这些领域的进展（图2）：

● **可再生资源**：数据中心和云AI提供商的压力越来越大，以寻找可持续的能源 - 以及 **对AI的关注迅速增长**，可能有助于整体经济向可再生能源过渡。³⁹ 大型科技公司已经在探索与核能供应商的合作关系。⁴⁰ 在线翻译服务DeepL在冰岛设有数据中心，该中心利用自然的寒冷空气进行冷却，并完全由地热和水力发电供电。⁴¹ 在萨尔瓦多，公司甚至正在探索如何用火山为数据中心供电。⁴²

● **可持续性应用**：While 建筑 AI 消耗大量的能量，应用在许多情况下，人工智能可以抵消其中的一些碳成本。

用于mapping和跟踪森林砍伐、冰川融化以及极端天气模式。它还可以帮助公司追踪其排放情况，并更高效地使用数据中心。⁴³

● **硬件改进**：新的GPU和NPU已经为企业节省了能源和成本。创新并未停滞。最近，英特尔和全球半导体制造公司（Global Foundries）推出了新的芯片，这些芯片可以使用光而非电来传输数据。⁴⁴ 这有可能革新数据中心领域，实现更低的延迟、更分散的构建方式以及更高的可靠性。虽然目前这种光纤技术成本较高，但在未来几年内成本可能会下降，从而使这种类型的芯片变得主流。

最后，基础设施的复兴离不开对连接性的关注。随着边缘设备的普及和企业依赖数据中心提供的GPU使用服务，互联复杂性可能会增加。高性能的互连技术，如NVIDIA的NVLink，已经为高级GPU与其他芯片之间的通信做好了准备。⁴⁵ 6G 技术的进步可以整合全球陆地和非陆地网络（如卫星），实现无处不在的连接，从而使开普敦一家依赖雷克雅未克数据中心的公司几乎没有延迟。⁴⁶

As *华尔街日报* 企业界注意到，AI转型对企业而言类似于许多汽车制造商正在经历的向电动化的转变。技术基础设施需要从组件层面重新考量，今天关于边缘计算足迹、专用硬件投资以及可持续性的决策将产生持久影响。

下一篇：我们承诺机器人

如果今天的硬件需要战略性的更新，企业在未来十年中可能会面临更大的挑战，因为那时机器人技术将成为主流，智能设备也将真正具备智能化的特点。以最新的例子来看，**智能工厂**，这通过级联使用计算机视觉、无处不在的传感器和数据来构建能够在制造产品过程中学习和改进的机器。⁴⁸ instead of 仅仅提供读数或仅调整某个参数（如恒温器），嵌入了AI的多设备网络可以创建协作计算环境并协调各种资源。⁴⁹

另一家位于旧金山的公司Mytra正在开发另一种形式的智能工厂，旨在简化仓库材料搬运和存储的manual过程。该公司已经开发出一套完整的**由钢“立方体”组成的模块化存储系统**，哪些可以

图 2
与 AI 要求相关领域的进步

	可再生能源	节能应用	硬件改进
考虑	跟踪 AI 的能源成本在云上	应用 AI 发现潜力节能	监测技术 AI 的进步
实施	寻求创新可持续性解决方案	优化排放跟踪和数据使用	投资新能源芯片

资料来源：Deloitte 研究。

可以组装成任何支持三维运动和材料存储的形状，并由机器人操控和软件优化。⁵⁰ 克里斯·瓦尔蒂，Mytra公司的首席执行官，认为这种模块化的方法解锁了对未来众多不可预测的应用场景进行自动化的能力：“这可能是首款用于在三维空间移动物质的一般目的计算机。”⁵¹

瓦尔蒂认为，机器人技术在解决相对受限的问题上具有巨大的潜力，例如在网格中移动物料或沿直线驾驶车辆。⁵² 直到现在，在许多情况下，找到一个好的机器人仍然困难重重。对于这项技术来说，可持续性、安全性和地缘政治都是重要的考量因素。而这一切的前提是我们甚至要先具备之前提到的基础设施，包括数据、网络架构和芯片供应等，才能使这一飞跃成为可能。正如俗语所说，“硬件不易。”⁵³ 在未来十年里，机器人技术在越来越多复杂情境中的应用可能彻底变革制造业及其他体力劳动的性质。这一潜力直接指向人形机器人——能够动态运作、持续学习，并能执行我们所从事任务的机器。

经济学家和企业界人士认为，人口老龄化和劳动力短缺 necessitates 对应 更加重视机器人技术和自动化领域的投资。⁵⁴ 在许多情况下，

这涉及到大型工业机器人完成相对简单的任务，如前所述，而更复杂的任务则需要“更聪明”的机械肌肉，能够像人类一样移动。以AI公司测试于美国南卡罗来纳州斯帕坦堡宝马工厂的人形机器人为例。⁵⁵ 自主机器人通过结合计算机视觉、神经网络和试错法成功组装了汽车车架部件。⁵⁶

作为这一领域的进步最远的星辰，我们或许可以预见人形机器人将执行广泛的任务，从清理下水道到在医院房间之间运送材料，甚至进行手术。⁵⁷ 正如人工智能当前正在转型知识工作一样，机器人增多的可能性将极大地影响物理工作和流程。制造 并且 在这些情况下，公司应当确保找到让人类和机器更高效地协同工作的方法，而不仅仅是任由其中一方单独完成。通过机器人解决劳动力短缺问题后，人类的时间可以被释放出来，用于更多我们擅长的创造性和复杂任务。正如作者乔安娜·马切耶夫斯卡精辟所述：“我希望人工智能帮我洗衣服和 dishes，这样我就可以从事艺术和写作，而不是让人工智能帮我创作艺术和写作，这样我就可以洗衣服和 dishes。”⁵⁸

尾注

1. jon quast, “人工智能 (AI) 巨头英伟达是全球最有价值的公司之一。投资者应该了解以下几点。” *杂色傻瓜* , June 22, 2024.
2. 邓肯·斯图尔特等人, “Gen AI 芯片要求粉丝们半顺风 ... 目前,” *德勤洞察* , 2023 年 11 月 29 日 ; 世界半导体贸易统计 (WSTS), “半导体市场预测 2023 年春季”, 2023 年 6 月 6 日。
3. Rob Enderle, “AMD 进入 AI PC 竞赛, 缩小了 Microsoft Copilot+ 的发布差距” *TechNewsWorld* , 2024 年 7 月 15 日 ; Saba Prasla, “用人工智能 PC 迎接计算的未来”, *戴尔博客* , 2024 年 5 月 31 日 ; 惠普, “惠普推出业界最大的 AI PC 产品组合”, 新闻稿, 2024 年 3 月 7 日。
4. 泰巴·贾法里等, “美国生成型 AI 大型语言模型的电力需求增长预测”, 全球能源政策中心, 2024 年 7 月 17 日。
5. 国际能源署, *2024 年电力 : 到 2026 年的分析和预测* , 2024 年 5 月修订。
6. 德勤, “为人工智能提供动力”, 于 2024 年 11 月 18 日访问。
7. constellation, “constellation 将推出 Crane 清洁能源中心, 恢复就业和向电网供应无碳电力”, 新闻稿, 2024 年 9 月 20 日。
8. Shira Ovide, “这款价值 400 美元的牙刷是人工智能狂热的高峰期”, *华盛顿邮报* , 2024 年 4 月 5 日 ; David Niewolny, “人工智能医疗设备的繁荣改变了医疗保健”, *NVIDIA 博客* , 2024 年 3 月 26 日。
9. Marc Andreessen, “为什么软件正在吞噬世界”, Andreessen Horowitz , 2011 年 8 月 20 日。
10. John Thornhill, “硬件如何(仍然) 吞噬世界” *《金融时报》* , 2024 年 2 月 15 日。
11. 斯图尔特等人, “Gen AI 芯片要求粉丝们半顺风 ... 目前。”
12. Ibid.
13. NVIDIA, “随着 AI 需求的增长, NVIDIA 料斗 GPU 的覆盖范围不断扩大”, 新闻稿, 2023 年 3 月 21 日。
14. 数据库, *数据 + AI 的状态* , 2024 年 10 月访问。
15. John Thornhill, “生成 AI 淘金热的可能赢家” *《金融时报》* , May 11, 2023.
16. Matt Ashare, “英伟达在人工智能建设热潮中保持三位数的收入增长” *CIO 潜水* , 2024 年 8 月 29 日 ; 英伟达, “英伟达 (NVIDIA) 2025 年第二季度财报电话会议记录”, *杂色傻瓜* , 2024 年 8 月 28 日 ; 高桥院长, “英伟达推出了成本和能耗降低 25 倍的下一代 Blackwell GPU”, *VentureBeat* , 2024 年 3 月 18 日。
17. Matt Ashare, “随着基础设施支出达到万亿美元大关, AI 蓬勃发展的科技银行” *CIO 潜水* , 2024 年 8 月 5 日 ; Dell'Oro Group, “到 2028 年, 全球数据中心的资本支出将以 24 % 的复合年增长率增长”, 新闻稿, 2024 年 8 月 1 日。
18. 埃文·哈尔珀, “在爆炸性的需求中, 美国正在耗尽权力。” *华盛顿邮报* , 2024 年 3 月 7 日。
19. 克里斯·霍夫曼, “NPU 到底是什么? 这是人工智能芯片的解释器”, *PCWorld* , 2024 年 9 月 18 日。
20. Anshel Sag, “AI PC 战斗的核心在于 NPU”, *福布斯* , 2024 年 4 月 29 日。
21. 戴尔技术公司战略高级副总裁 Vivek Mohindra 的电话采访, 2024 年 10 月 11 日。
22. 克里斯蒂·西蒙斯等人, *2024 年全球半导体产业展望* 德勤, 2024 年。
23. Aditya Agrawal, “边缘计算与 5G 的融合,” *《控制工程》*, 2023 年 8 月 7 日 ; Baris Sarer 等, “人工智能与不断演变的消费设备生态系统,” 德勤的研究报告 *CIO 日记 for 华尔街日报* , 2024 年 4 月 24 日。
24. 马修·史密斯, “当人工智能拔掉插头时, 所有的赌注都消失了,” *IEEE 频谱* , 2023 年 12 月 1 日。
25. 戴尔技术公司战略高级副总裁 Vivek Mohindra 的电话采访, 2024 年 10 月 11 日。
26. Patrick Seitz, “人工智能 PC 在这里。计算机制造商说, 让升级开始吧,” *投资者商业日报* , 2024 年 7 月 5 日 ; Sam Reynolds, “研究表明, 支持 AI 的 PC 将在 2024 年推动 PC 销售增长”, *计算机世界* , 2024 年 1 月 11 日。
27. Phil Solis 等人, “下一代人工智能智能手机的未来”, IDC , 2024 年 2 月 19 日。
28. 对惠普 AI PC 体验和云客户端高级总监 Alex Thatcher 的电话采访, 2024 年 10 月 4 日。
29. Rob Waugh, “评估苹果智能: 新的‘设备上’AI 对企业来说足够智能吗?” *堆栈* , 2024 年 9 月 12 日 ; Matt O'Brien, “微软新的启用 AI 的笔记本电脑将对您的虚拟活动具有‘照相记忆’”, *财富* , 2024 年 5 月 20 日. Tech Trends 是一个独立出版物, 并未得到苹果公司授权、赞助或任何形式的批准。
30. 卢克·拉森, “AMD 刚刚赢得了人工智能军备竞赛” *数字化趋势* , June 3, 2024.
31. David Linthicum, “艰难地学习云成本管理”, *InfoWorld* , July 16, 2024.
32. Tobias Mann, “Big Cloud 为 AI 部署了数千个 GPU, 但大多数似乎未得到充分利用。” *登记册* , 2024 年 1 月 15 日。
33. 对惠普 AI PC 体验和云客户端高级总监 Alex Thatcher 的电话采访, 2024 年 10 月 4 日。
34. Christine Mui, “欢迎参加全球‘AI 主权’竞赛” *Politico* , 2024 年 9 月 18 日。
35. Ibid.
36. Bobby Clay, “图形处理服务提供商加紧满足对云资源的需求”, *S & P 全球市场情报* , July 19, 2024.
37. 高盛, *Top of Mind* 129, June 25, 2024.
38. Cindy Gordon, “ChatGPT 和生成式 AI 创新正在造成可持续发展的严重破坏” *福布斯* , 2024 年 3 月 12 日。
39. 莫莉·弗拉纳甘, “人工智能与环境挑战”, 环境创新倡议, 访问日期: 2024 年 10 月 ; 德勤, “推动人工智能”。
40. 詹妮弗·希勒和塞巴斯蒂安·埃雷拉, “科技行业希望为人工智能锁定核能” *华尔街日报* , July 1, 2024.
41. Robert Scheier, “通往可持续人工智能的 4 条道路” *CIO* , 2024 年 1 月 31 日。
42. Tom Dotan 和 Asa Fitch, “为什么 AI 行业对新数据中心的渴望不能得到满足?” *华尔街日报* , 2024 年 4 月 24 日。

43. 维多利亚·马斯特森，“人工智能帮助应对气候变化的 9 种方式”，世界经济论坛，2024 年 2 月 12 日。
44. Kirk Ogunrinde，“英特尔正在使用激光来帮助满足数据中心的 AI 需求”*福布斯*，June 26, 2024.
45. Rick Merritt，“什么是 NVLink？”*NVIDIA*，2023 年 3 月 6 日。
46. Garry Kranz，“什么是 6G？6G 网络和技术概述”，*Tech Target*，最后更新于 2023 年 11 月。
47. 史蒂文·罗森布什，“人工智能将推动技术基础设施的转型”*华尔街日报*，2024 年 9 月 11 日。
48. Majeed Ahmad，“传感器与 AI 的融合改变了智能制造时代”*E E 次数*，July 26, 2023.
49. Melissa Malec，“AI 编排解释：2024 年的什么，为什么和如何”，HatchWorks AI，最后更新于 2024 年 6 月 6 日。
50. 对 Mytra 首席执行官 Chris Walti 的电话采访，2024 年 10 月 11 日。
51. Ibid.
52. Ibid.
53. Sara Holoubek 和 Jessica Hibbard，“为什么硬件很难”，*Luminary Labs*，2024 年 10 月访问。
54. Peter Dizikes，“研究：随着人口年龄的增长，自动化加速”*MIT 新闻*，2021 年 9 月 15 日；汉斯·彼得·布罗诺莫，“谷歌赋予人工智能机器人身体的 7 年使命”，*WIRED*，2024 年 9 月 10 日。
55. 宝马集团，“在宝马集团斯巴达堡工厂成功测试人形机器人”，新闻稿，2024 年 8 月 6 日。
56. Ibid.
57. Viktor Doychinov 说：“下水道机器人大军可以保持我们的管道清洁，但他们需要学习交流。”*对话*，2021 年 1 月 26 日；凯斯西储大学，“5 个医疗机器人在医疗保健领域有所作为”，*在线工程博客*，2024 年 10 月访问；国家生物医学成像与生物工程研究所（NIBIB），“机器人在最少的人工帮助下进行软组织手术”，新闻稿，2022 年 4 月 20 日。
58. Joanna Maciejewska 的帖子 X，2024 年 3 月 29 日。

继续对话

行业领导地位

尼廷米塔尔

全球 AI 领导者 | 校长 | 德勤咨询公司

尼廷·米塔尔是德勤咨询有限公司的合伙人。他目前担任美国人工智能 (AI) 战略增长方案咨询的领导者以及全球战略、分析与并购的领导者。他是2019年AI峰会纽约年度创新者奖的获得者。他在通过数据和认知驱动的转型帮助客户实现竞争优势方面拥有专长，这些转型促进了增强智能，并使客户能够做出战略决策并在变革之前实现转型。

在整个职业生涯中，米塔尔一直担任全球客户的可信赖顾问，并在多个行业领域开展了工作。他的主要关注点是与生命科学和健康保健客户合作，实施大规模数据项目以促进组织智能，并利用先进分析和AI推动洞察和商业策略。

Abdi Goodarzi

美国企业绩效组合负责人 | 校长 + 1 714 913 1091 | agoodarzi@deloitte.com

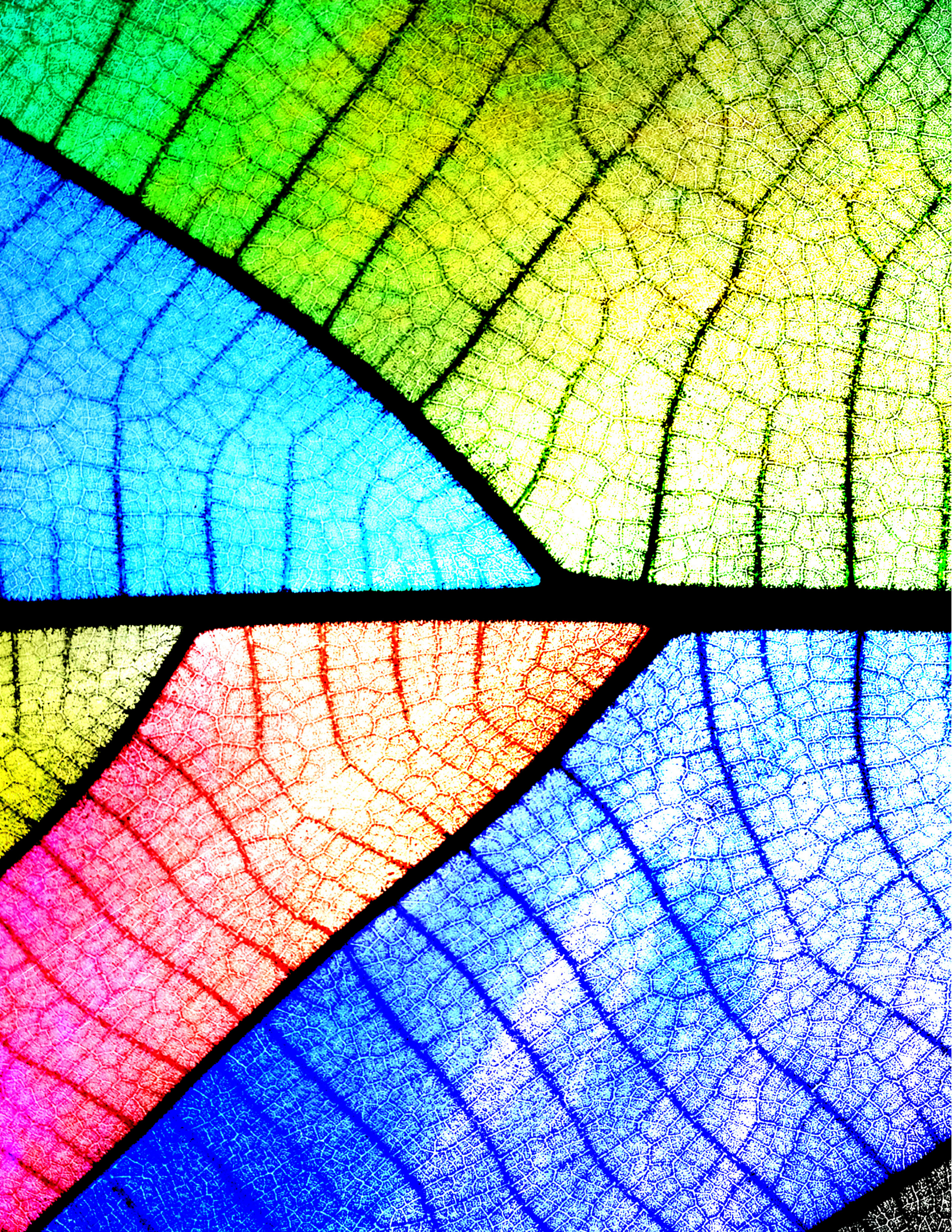
阿比·古达尔兹是一名德勤咨询有限公司的合伙人，领导德勤的企业绩效 (EP) 解决方案组合。该组合包括六个不同的解决方案，提供从端到端业务和IT转型、到数字供应链优化、制造与产品策略以及采购即服务等企业功能的战略、实施和运营服务。此外，该组合还涵盖了全球财务、共享服务、规划、ITSM、全面的AMS和BPO等领域。该组合在许多ERP平台方面具备专业能力，如SAP、Oracle、Workday Financials和Infor，同时还包括ServiceNow、Anaplan、Ariba和Coupa，以及房地产解决方案如Nuvolo，还有PLM、规划和履行解决方案如Siemens、PTC、O9、OMP和IBP。

Acknowledgments

Much gratitude goes to the many subject matter leaders across Deloitte that contributed to our research for the Computation chapter:

在计算章节的研究中，我们对许多来自德勤的领域专家表示衷心的感谢。

Lou DiLorenzo , Abdi Goodarzi , 莉娜·拉 , 尼廷米塔尔 , Manish Rajendran , 吉姆·罗文 , and Baris Sarer .



IT，放大：AI 提高了技术功能的覆盖范围(和汇款)

随着技术职能从引领数字化转型转变为引领人工智能转型，前瞻性领导者正借此机会重新定义IT的未来。

凯利·拉斯科维奇、比尔·布里格斯、迈克·贝克特尔和阿比吉斯·拉维努塔拉

关于人工智能有可能革新业务应用场景和结果的讨论已经很多，甚至包括在《科技趋势》杂志中。这一点在软件工程的整个生命周期以及更广泛的信息技术业务中表现得尤为明显，因为生成式AI能够编写代码、测试软件，并且一般性地增强技术人才。德勤的研究表明，处于这一组织变革前沿的技术公司已经准备好利用这些好处：与更为保守的同行相比，它们表示现在或在未来一年内生成式AI正在或将会对其组织产生变革的可能性是后者的两倍。¹

我们写在一个 [技术趋势 2024 文章](#) 企业需要重新组织其开发者体验以帮助IT团队取得最佳成果。如今，AI hype周期进一步强调了技术职能的工作方式。长期以来，IT一直是企业数字化转型的灯塔，但现在它必须承担起更多的责任。AI 转换 前瞻性信息技术领导者正将当前时刻视为百年难得的机会，重新定义角色和职责、设定投资优先级，并沟通价值期望。更重要的是，通过扮演这一开拓性角色，首席信息官可以助力其他技术领导者将人工智能转型付诸实践。

在企业多年追求精益IT和一切即服务的产品后，人工智能正在推动一种远离虚拟化和紧缩预算的趋势。Gartner预测，“全球IT支出预计将在2024年达到5.26万亿美元，比2023年增长7.5%。”²

正如我们在讨论“[硬件正在吞噬世界](#)”硬件和基础设施有一个时刻，企业的IT支出和运营可能会相应地发生变化。

随着传统AI和生成式AI能力的不断提升和普及，技术交付的每一个阶段都可能出现从“人负责”到“人在环中”的转变。组织需要在这种情况下发生之前制定明确的战略。根据德勤的分析，在接下来的18到24个月内，IT领导者应围绕五个关键支柱规划AI转型：工程、人才、云财务运营（cloud financial operations）、[FinOps](#)）、基础设施和网络风险。

这一趋势可能在未来十年引领一种新的精简IT模式。如果商业职能部门遇到越来越多的公民开发者或数字代理，这些人员能够随心所欲地启动应用程序，那么IT部门的角色可能会从构建和维护转变为协调和创新。在这种情况下，人工智能不仅可能如我们所指出的那样幕后运作，还可能发挥更加关键的作用。[介绍](#) 今年的报告，但也可能公开出现在董事会，监督符合人类需求的技术运营。

现在：IT 上的焦点 - 以及更高的支出

多年来，IT一直在承受着精简 sprawling 云支出和控制成本的压力。然而，自2020年以来，由于对协作工具的需求积压以及疫情期间对数字化的重视，科技投资有所上升。³ 根据

据德勤研究显示，从2020年到2022年，全球平均技术预算占收入的百分比从4.25%上升至5.49%，这一增幅大致翻了一番，超过了2018年至2020年的收入变化。⁴ 2024年，美国公司的平均水平 **数字化转型预算** 收入的百分比为7.5%，其中5.4%来自IT预算。⁵

随着对人工智能的需求引发支出的另一次增加，德勤的发现 **2023年全球技术领导力研究** 继续为真：技术 *is* 因此，业务和技术支出正在增加。

今天，企业正在应对硬件、数据管理以及数字化在提升人工智能使用率和实现其价值潜力方面的新相关性。德勤（Deloitte）**第二季度企业报告中的生成AI状况** 拥有“非常高水平”生成式AI专业知识的企业大幅增加了硬件和云消费，远远超过了平均水平的企业⁶ 总体而言，调查的75%的组织由于生成式AI的原因增加了对数据生命周期管理的投资。⁷

这些数据表明一个共同的主题：要实现生成式AI的最大影响，企业可能需要加速其云和数据现代化努力。人工智能有潜力在成本、创新以及众多其他领域带来效率提升，但获取这些好处的第一步是企业必须采取行动。**专注于进行正确的技术投资**。⁸ 由于这些至关重要的投资策略，聚光灯集中在正在铺平道路的技术领导者身上。

根据德勤的研究，现在超过60%的美国科技领导者直接向首席执行官汇报工作，这一比例自2020年以来增加了超过10个百分点。⁹ 这充分证明了该科技领导者在制定AI战略方面的重要性正在增加，而不仅仅是支持AI的发展。远不止是一个成本中心，IT如今 increasingly 被视为在AI时代的一项差异化因素，作为 **随着市场趋势，首席执行官们热衷于保持同步** 人工智能在他们的企业中的采用。¹⁰

约翰·马卡宁（John Marcante），前先锋全球首席信息官及德勤美国驻地首席信息官，认为人工智能将根本性地改变信息技术的角色。他指出：“技术组织将会更加精简，但视野会更加广泛。”

它将比以往任何时候都更加整合到业务中。AI发展迅速，集中化是确保组织速度和专注度的好方法。¹¹

随着IT行业准备抓住AI带来的机遇——也许在许多科技领导者和员工翘首以盼的机会——技术职能领域在组织结构和执行工作方面已经开始发生变化。stake s 极其重要，IT行业亟需进行一番变革。

新：IT的AI提升

在未来18到24个月内，企业的信息技术职能可能会发生变化，因为越来越多的企业开始采用生成式AI。**德勤的前瞻性分析** 表明即使在最保守的场景下，到2027年，生成式AI也将嵌入到每家公司数字化产品或软件架构中（如图1所示），我们在五个关键支柱中对此进行了详细讨论。¹²

Engineering

在传统的软件开发生命周期中，手动测试、不经验丰富的开发人员以及各异的工具环境可能导致效率低下，如我们之前讨论的那样。**技术趋势**，幸运的是，AI已经对这些领域产生了影响。通过AI辅助代码生成、自动化测试和快速数据分析，开发人员可以节省更多时间用于创新和功能开发。仅在美国，编码效率的提升就估计值相当于增加了120亿美元的生产力。¹³

在谷歌，人工智能工具正在内部逐步推广给开发者使用。在最近的一次财报电话会议上，首席执行官桑达尔·皮查伊表示，该技术巨头大约有25%的新代码是利用人工智能开发的。产品管理高级总监希瓦尼·戈薇认为，“人工智能可以变革工程团队的工作方式，从而增加创新能力、减少繁琐工作，并提高开发者的满意度。”谷歌的做法是将人工智能带给用户，通过将其融入开发者日常使用的各种产品和工具中来支持他们的工作。随着时间的推移，我们可以进一步增强代码与业务需求之间的紧密对接，从而实现更快的反馈循环、更优的产品市场匹配度。

图 1

生成 AI 如何改变 IT 工作方式

在未来18到24个月内，企业可能会在其技术团队中实现显著改进，因为生成式AI将越来越多地融入工作方式。德勤的前瞻性分析表明，到2027年，即使是在最保守的情景下，生成式AI也将嵌入到每家公司的数字产品/软件足迹中。随着我们从当前状态向目标状态过渡，手动和耗时的过程，如代码审查、基础设施配置和预算管理可以被自动化和改进。

	问题	必要的变化	建议的行动
Engineering	Manual, inefficient aspects of the 传统苗木发展 生命周期	Shi 从编写代码到 de fi 体系结构，审查代码，以及 编排功能	科技领导者应该期待人类参与 - 循环代码生成和审查成为 标准
天赋	高管们努力雇用工人 正确的背景和被迫 延迟项目	AI 可以产生丰富的学习和 发展媒体以及 文档到 Upskill 人才	技术领导者应该实施定期的 AI - 有动力的学习建议和 个性化作为一种新的工作方式
云 fi 金融 Operations	失控支出在云中很常见， 因为资源可以配置为 点击一下	人工智能驱动的成本分析， paern 检测和资源分配 可以以新的速度优化 IT 支出	领导者应该始终如一地应用 AI 来帮助 它赚取其保持和优化成本
基础设施	近一半的企业正在处理 诸如安全性、合规性和 基于手动的服务管理	自动资源分配，预测性 维护和异常检测 可以彻底改变 IT 系统	领导者应该朝着 IT 方向努力 可以自我修复的基础设施 需要通过 AI
网络	生成式 AI 和数字代理开放 对于坏演员来说，比以往任何时候都多	自动数据屏蔽、事件 响应和策略生成可以 优化网络安全响应	企业应采取进一步 通过以下方式验证数据和数字媒体 新技术或工艺

资料来源：Deloie 研究与分析。

更好地与业务成果保持一致。“¹⁴ 在另一个例子中，一家医疗保健公司利用COBOL代码辅助工具，使一名没有任何该编程语言经验的初级开发人员能够生成准确率为95%的解释文件。¹⁵

As **德勤最近表示** 在关于生成式AI时代的工程领域的文章中，开发者角色可能会从编写代码转变为定义架构、审查代码，并通过上下文化的提示工程来协调功能。技术领导者应当预见这一变化。**人在循环代码生成和审查** 成为未来几年人工智能采用的标准。¹⁶

天赋

德勤去年对技术高管进行的调查显示，他们在招聘拥有关键IT背景的人才（如安全、机器学习和软件架构）方面遇到困难，并因此被迫推迟一些有资金支持的项目。¹⁷ 随着人工智能成为最炙手可热的新技能，许多公司可能甚至无法找到所需的所有人才，导致招聘缺口，其中近50%的AI相关职位无法填补。¹⁸

因此，科技领导者应该专注于提升自己的人才，这是另一个领域 **AI 可以帮助** 考虑人工智能驱动的能力差距分析和建议、个性化学习路径以及虚拟导师等技术对按需学习的潜在益处。拜耳这家生命科学公司已利用生成式AI来总结程序性文件，并生成动画等丰富媒体用于在线学习。¹⁹ 沿相同思路，AI 可以生成文档以帮助新开发者理解遗留技术，然后为此开发者创建相关的学习播客和考试。

在谷歌，开发者们依赖于实际操作经验和问题解决能力，因此领导者们热衷于提供符合开发者学习旅程阶段的人工智能学习资源和工具（如编码助手）。正如谷歌开发者体验高级总监莎拉·奥特洛夫所说：“我们可以利用人工智能增强学习效果，在新兴技术背景下预测并支持快速变化的技能和知识需求，帮助适应这些变化。”²⁰

随着自动化程度的提高，技术人才将承担起监督角色，并有更多能力专注于能够改善盈利能力的创新。 **正如我们去年写的**）。这有助于吸引人才，因为根据德勤的研究，技术人才在寻求新机会时最大的激励因素是他们在新的职位上将要开展的工作。²¹

云金融运营

runaway 花费在云计算时代变得普遍成为一个问题，当时资源可以通过点击即可获取。超大规模提供商为财务团队和CIO提供了数据和工具来更好地跟踪其团队的云使用情况，但许多这些FinOps工具仍然

需要手动预算，并在不同的系统中提供有限的可见性。²² AI的力量使组织能够在财务管理方面变得更加明智、主动和高效。实时的成本分析以及系统中强大的模式检测和资源分配可以以新的速度优化IT支出。²³ 人工智能可以通过更好的预测和跟踪来帮助企 业找到更多节省成本的机会。²⁴ 所有这些措施都是必要的，因为人工智能在未来几年可能显著提高大型公司的云成本。将人工智能应用于FinOps可以帮助证明对人工智能的投资并在此过程中优化其他方面的成本，同时随着对人工智能需求的增长。²⁵

基础设施

在IT基础设施的非常广泛的范围内，从工具链到服务管理，组织尚未实现他们希望看到的自动化程度。仅仅几年前，研究估计接近一半的大企业仍在完全手动处理关键任务，如安全、合规和服务管理。²⁶ 缺失的关键要素？能够学习、改进并响应企业变化需求的自动化技术。现在，这已成为可能。

自定义理解自身实时状态并在其基础上采取行动的系统中，自动化资源分配、预测性维护以及异常检测均有可能实现。²⁷ 这种新兴的IT观点被称为 **自主性** 参 考人体自主神经系统调节心跳和呼吸，并能动态适应内部和外部刺激。²⁸ 如上所述，这样的系统将使从“有人监管”转变为“有人参与”的模式成为可能，因为基础设施能够自我维护，并仅将需要人类干预的问题呈现出来。这就是为什么像eBay这样的公司已经开始利用生成式AI来扩展其基础设施并处理大量的客户数据，这可能会对他们的平台产生深远的影响。²⁹

网络

尽管人工智能可能使许多IT方面变得更加简单或高效，但它无疑增加了网络安全风险的复杂性。 **正如我们去年写的**，生成AI和合成媒体比以往任何时候都为网络钓鱼、深度伪造、即时注入和

其他人。³⁰ 随着人工智能的普及和数字代理成为最新的企业对企业代表，这些问题可能会变得更加严重。企业应该采取措施处理数据认证问题，例如 **怒吼**，一家安全公司，开创了一种通过区块链验证数字媒体的方法。³¹ 数据遮掩、事件响应以及自动化策略生成都是生成式AI可以应用于优化网络安全响应和防御攻击的领域。³

最终，随着技术团队逐渐适应上述变化和挑战，许多团队将转向AI所能带来的创新、灵活性和增长。通过简化IT工作流程并减少手动干预或离岸需求，IT团队可以专注于更高价值的活动。³³ 确实，IT资源的整个重新分配可能会发生。作为 Ian Cairns，**Freeplay** 的首席执行官指出“正如任何重大平台转型一样，成功的企业将是那些能够重新思考和适应工作方式，并为新时代构建软件的企业。”³⁴

下一篇：IT 本身作为服务

当前时刻对许多IT团队而言如同一场全员动员的警报，产品管理经理、领域专家和业务单元领导者正深入探讨人工智能，以构建可运作的概念验证。如果这一赌注能够成功，并且公司能够通过这项新技术提高利润率，那么IT可能最终完成其从成本中心和辅助角色向真正的竞争差异化因素的角色转变。到那时，CIO及其对技术资产的管理角色可能会发生显著变化。

想象在未来十年的一个情景中，信息技术从一个集中控制的功能转变为创新领导者，提供可重用的代码块和平台，业务单元可以使用这些来开发自己的应用。

自定义解决方案。虽然IT即服务并非新鲜事物，但之前的理解是公司将其IT基础设施的某些方面转交给新的供应商。³⁵ 展望未来，该供应商可能会被每个组织的内部培训和安全的AI代理所取代。

在这种意义上，IT本身可以成为通过在线门户运行的一项服务，其中低代码或无代码技术与高级AI的结合允许非技术人员创建和运行应用程序。³⁶ 例如，首席架构师的角色可能会大不相同，许多遗留任务将由数字代理执行。就像今天可以通过点击打开云计算模块一样，未来5到10年内，整个应用程序可能只需点击即可获得。持续的技术学习和熟练掌握将成为企业内的关键能力，而不仅仅是IT部门的责任，因为员工和公民开发者将被鼓励适应最新的技术。信任和安全责任也将扩大，技术团队将继续保留人类参与审查数据隐私、网络安全以及伦理AI实践。

尽管人工智能的进步可能会对IT的未来角色提出质疑，但在其嵌入到企业各个角落后，实际上会提升技术部门的地位。精明的科技领导者将需要发展一系列技能，因为技术和人工智能在企业中的重要性日益增加。这些技能包括旅程和过程知识、项目和产品管理、商业发展、信任与合规专业知识以及生态系统管理（包括AI工具和可共享性）。领导者还可能需要承担起企业中人工智能教育者和传道者的角色，以推动变革管理。

马卡内特说：“人工智能能力可能被普及应用于商业领域并激发创新，但科技领导者必须引领这一进程。必须有一套全球可遵循的原则和目标，以推动企业的前进。”³⁷

尾注

1. Faruk Muratovic, Duncan Stewart, and Prashant Raman, “科技公司在生成式AI领域引领潮流：代码是否 deserves the credit?” *德勤洞察* , 2024 年 8 月 2 日。
2. Gartner, “Gartner 预测 2024 年全球 IT 支出将增长 7.5%”, 新闻稿, 2024 年 7 月 16 日。
3. Lou DiLorenzo Jr. 等, “从技术投资到影响：资本分配和价值表达的策略”, *德勤洞察* , 2023 年 9 月 13 日。
4. Ibid.
5. Tim Smith 等人, “专注于基础：2024 年数字化转型投资发生了怎样的变化” *德勤洞察* 2024 年 10 月 14 日。
6. 尼廷·米塔尔等, “现在决定未来：关于生成式AI的现实考量”, 德勤企业级生成式AI季度报告第二季度版, 2024年4月。
7. Ibid.
8. 伊丽莎白·沙利文(Elizabeth Sullivan), “Gen AI 投资越来越超出 AI 本身”, *德勤洞察杂志* 33, 2024 年 9 月 26 日。
9. Belle Lin, “AI 将首席信息官放在聚光灯下, 就在首席执行官旁边”, *华尔街日报*, June 12, 2024.
10. Benjamin Finzi 等人, “CEO 需要扮演三个角色来扩展生成式人工智能”, *德勤* , 2024 年。
11. John Marcante, Vanguard 和美国首席信息官的前全球首席信息官 - 在德勤, *德勤采访* , 2024 年 10 月 8 日。
12. 劳拉·舍特等, “企业生成式AI的四种未来情景：战略韧性和适应性的情景规划” *德勤洞察* , 2024 年 10 月 25 日。
13. Muratovic 等人, “科技公司在生成人工智能方面处于领先地位。”
14. Shivani Govil, 开发人员工具高级总监兼项目经理, Google, *德勤访谈* , 2024 年 9 月 4 日。
15. Faruk Muratovic 等人, “组织如何在 AI 时代设计高质量的软件?” *德勤洞察* , 2024 年 10 月 28 日。
16. Ibid.
17. 大卫·贾维斯说: “尽管该行业裁员, 但技术人才仍然很难找到。” *德勤洞察* , 2023 年 8 月 14 日。
18. Mark Dangelo, “面对未知的法规和进步, 需要 AI 技能” *汤森路透* , 2023 年 12 月 6 日。
19. 唐纳德·H·泰勒, *2024 年全球情绪调查* , 2024 年 2 月。
20. Sara Orloff, Google 开发者用户体验高级总监, *德勤采访* , 2024 年 9 月 4 日。
21. Linda Quaranto 等人, “赢得 FSI 组织的技术人才之战”, *德勤* , 2022 年 2 月。
22. David Linthicum, “云计算到底发生了什么?”, *InfoWorld 的云计算博客* , 2024 年 2 月 27 日。
23. 普华永道, “FinOps 和 AI：平衡创新和成本效率” *CIO* , 2024 年 9 月 24 日。
24. Fred Delombaerde, “AI 和 LLM 会改变 FinOps 吗?”, 视频, FinOps 基金会, 2024 年 5 月 20 日。
25. Linthicum, “云飞弹是怎么回事?”
26. Nicholas Dimotakis, “IT 的肮脏小秘密：手动流程仍然很普遍”, *福布斯* , 2021 年 2 月 25 日。
27. Michael Nappi, “超越自主 IT, 推动自主业务”, *Science Logic 博客* , May 15, 2024.
28. 科学直接, 自主计算, 2024 年 10 月访问。
29. John Kell, “eBay 如何使用生成 AI 使员工和在线卖家更有效率” *财富* , 2024 年 8 月 14 日。
30. Mike Bechtel 和 Bill Briggs, “捍卫现实：合成媒体时代的真相”, *德勤洞察* , 2023 年 12 月 4 日。
31. Jason Crawforth, “我的观点：解决深度假货的问题”, *德勤洞察* , 2024 年 8 月 7 日。
32. Palo Alto Networks, “什么是网络安全中的生成 AI?”, *Cyberpedia* , 2024 年 10 月 29 日访问。
33. Ilya Gandzeichuk, “人工智能如何在未来 5 年内改变 IT 服务行业”, *福布斯* , May 16, 2024.
34. Ian Cairns, “生成性 AI 力量重新思考软件开发过程” *德勤洞察* , July 1, 2024.
35. 佳能, “‘即服务’是 IT 团队未来的 4 个原因”, 2024 年 10 月访问。
36. CloudBlue, “IT 即服务是什么?” 2022 年 11 月 28 日; Isaac Sacolick, “使用低代码工具和平台的 7 种创新方法”, *Info World* , 2024 年 4 月 22 日。
37. 2024 年 10 月 8 日, 在德勤接受 Vanguard 前全球首席信息官和美国首席信息官 John Marcante 的电话采访。

继续对话

行业领导地位

蒂姆·史密斯

技术策略与商业转型负责人 | 主任 | 美国德勤监测咨询 | 德勤咨询LLP +1 212 313 2979 | timsmith6@deloitte.com

蒂姆·史密斯是德勤咨询有限公司的合伙人，并担任德勤监测公司技术策略与商业转型实践的美国负责人。他在美国及国际范围内拥有超过20年的跨行业技术咨询和实施经验。蒂姆与客户合作，通过在运营模式、架构和生态系统方面的综合选择来解锁技术资产中的价值。蒂姆居住于纽约市。他毕业于弗吉尼亚大学，获得系统工程学士学位，并在伦敦商学院获得工商管理硕士学位。

小 Lou DiLorenzo

合伙人 | AI与数据策略实践负责人 | 美国CIO与CDAO项目，德勤咨询LLP +1 612 397 4000 | ldilorenzojr@deloitte.com

Lou DiLorenzo 是德勤咨询公司人工智能与数据战略实践领域的全国负责人，以及德勤美国CIO和CDAO执行加速器项目的负责人。他是德勤生成式AI实践领导团队的成员，并负责生成式AI孵化器。拥有超过20年的跨行业运营、创业和咨询经验，他在召集关键利益相关者、推动变革、开发新能力以及实现积极的财务成果方面取得了成功的记录。此前，DiLorenzo 曾担任一家消费品健康保险初创公司的首席运营官，并在全球范围内担任嘉吉公司食品配料与生物工业部门的首席信息官。他经常为领先的出版物贡献技术内容，并主持播客节目。 *Techfluential* .

Anjali Shaikh

美国 CIO 计划体验总监 | 董事总经理 | 德勤咨询 LLP + 1 714 436 7237 | anjalishaikh@deloitte.com

Anjali 希是德勤科技高管项目的经验总监，为CIO、CDAO及其他科技领导者提供顾问服务，并为项目的开发提供战略方向。Anjali 希领导一支由资深实践者组成的团队，负责创建定制化体验并开发有价值的见解，帮助执行官们应对复杂的挑战；塑造科技议程；构建并领导高效的团队；并在职业生涯中取得卓越成就。

Acknowledgments

非常感谢德勤各地的众多领域专家对我们《技术和商业》章节研究的贡献。肯尼·布朗， Lou DiLorenzo， Diana Kearns - Manolatos， Siva Muthu， Chris Purpura， Anjali Shaikh， and 蒂姆·史密斯。



新数学：在量子时代解决密码学

量子计算机很可能对当前的加密实践构成严重威胁。更新加密技术从未如此迫切。

凯利·拉斯科维奇、比尔·布里格斯、迈克·贝克特尔和埃德·伯恩斯

网络安全专业人士已经有很多事情需要处理。从常见的社会工程学攻击到新兴的威胁，**AI 生成的内容**，在当前存在诸多紧迫问题的情况下，他们可能忽视了一个重要的威胁来源：量子计算机在未来某一天可能会破解目前企业依赖的大部分公钥加密技术（CRQC）。一旦这种加密被破解，将会瓦解在线会话建立、交易验证以及用户身份确认等过程。

让我们将这种风险与历史上的千年虫问题（Y2K）响应进行对比，在那个时期，企业预见到一种迫在眉睫的风险，并且逐步采取措施，从一个具体的时间点倒推，以避免更大的影响。¹而潜在的CRQC（密码相关量子计算）风险则几乎是一个反向案例：其影响预计会更加广泛，但这种具有加密相关性的量子计算机何时可用仍未知晓。准备应对CRQC通常被普遍认为非常重要，但由于时间尺度的不确定性，往往会被放在优先级的较低位置。这导致组织倾向于推迟为应对量子计算机的到来而采取必要的准备工作。

“除非它已经在这里，否则人们会说：‘是的，我们会去做，或者供应商会为我们去做。但我有太多的事情要做，预算又太紧张，’”Quantropi网络安全公司的首席技术官迈克·雷丁格说。²量子可能是最重要的一项技术突破，但对大多数人来说，并**nào**感到迫在眉睫。他们只是将问题推迟解决。

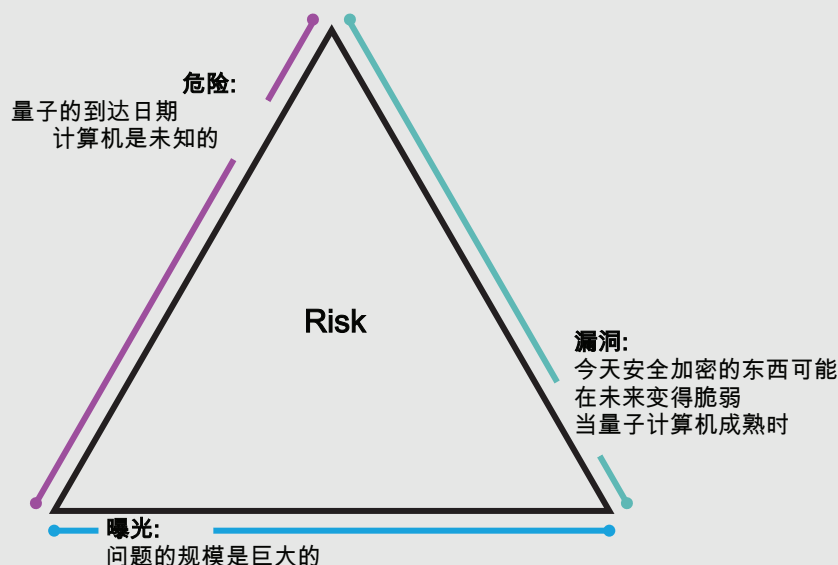
这种自满的心态可能会滋生灾难，因为问题不是 *if* 量子计算机来了——它是 *when*。大多数专家认为，在谈论加密时，CRQC（可信赖且可靠的量子加密）的确切时间框架并不重要。共识是，它很可能在未来5到10年内出现，但组织更新其基础设施和第三方依赖关系需要多长时间？八年？十年？十二年？考虑到之前从SHA1迁移到SHA2等加密升级所需的时间，现在就开始准备是明智的。

在最近的一份报告中，美国管理与预算办公室表示，“很可能CRQC能够破解目前政府和私营部门普遍使用的某些形式的加密技术。目前尚不存在CRQC；然而，在量子计算领域持续的技术进步可能在未来十年内导致CRQC的出现。因此……联邦机构必须通过迁移至使用抗量子攻击的公钥加密系统来加强其现有信息系统的防护。”³

该问题的规模可能非常庞大，但幸运的是，目前存在工具和专业知识可以帮助企业解决这一问题。最近由美国国家标准与技术研究院（NIST）发布的后量子密码学（PQC）算法标准可能会在问题变得昂贵之前帮助消除这一风险。⁴世界上许多其他国家的政府也在努力解决这个问题。⁵此外，重新振兴的网络思维可以使企业走上更好的安全之路。

图 1

如果不考虑这三者中的每一个，风险三角形和损失的含义



来源：Colin Soutar, Itan Barmes, and Casper Stap, “不要让量子网络安全的驱动因素退居次要地位！”Deloitte, 访问日期：2024年11月。

deloitte.com / insights

现在：密码学无处不在

网络安全团队的两个主要关注点是技术完整性和运营中断。⁶ 削弱数字签名和加密密钥交换功能，这些功能能够实现数据加密，正是引发这些担忧的核心所在。失去能够确保数字签名真实且未被篡改的加密类型，很可能会严重损害通信和交易的完整性。此外，失去安全传输信息的能力可能会影响大多数组织流程。

企业开始意识到量子计算对其网络安全构成的风险。根据德勤的研究，[全球网络调查的未来](#)，52%的组织目前正在评估其量子相关风险的暴露程度，并制定相应的风险管理策略。另有30%的组织表示他们正在采取果断行动来实施应对这些风险的解决方案。

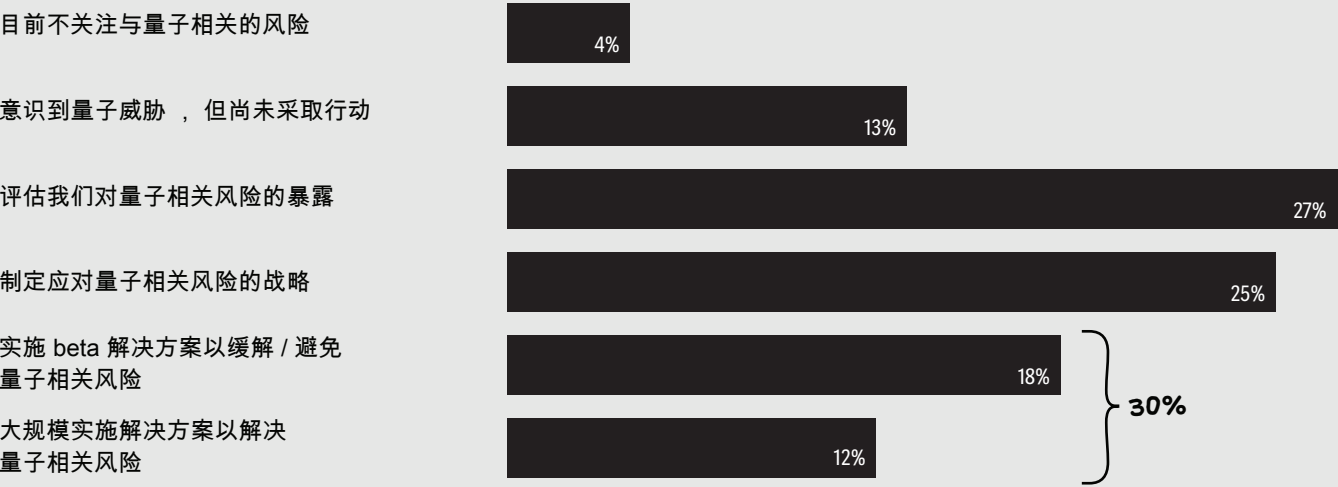
这个问题的规模相当大，其未来的影响迫在眉睫。虽然它可能还不会立即影响到我们，但现在的主动措施将有助于避免以后的危机。这就是我们需要采取的方向，”印度一家大型工业产品公司旗下部门的安全技术集团副总裁戈米特·潘特如是说。⁷

加密如今已经无处不在，许多组织可能需要帮助识别其出现的所有地方。它存在于他们拥有和管理的应用程序中，也存在于合作伙伴和供应商的系统中。要全面了解CRQC对加密所构成的组织风险范围（如图1所示），需要在广泛的基础设施、供应链和应用程序领域采取行动。用于数据保密性和数字签名以维护电子邮件、宏、电子文档和用户身份验证的加密将受到威胁，从而破坏数字通信的完整性和真实性。⁸

图 2

量子连接

组织如何思考即将到来的量子时代以及对量子网络安全准备的需求



deloitte.com / insights

情况更加恶化的是，即使尚未出现CRQC（量子随机化计算），企业的数据可能已经处于风险之中。有迹象表明，恶意行为者正在实施所谓的“先收割，后解密”攻击——即窃取加密数据，并在更成熟的量子计算机到来时解锁这些数据。组织的数据很可能将持续受到威胁，直到他们升级到量子抗性加密系统。

我们早期就识别出了客户数据和金融sector面临的潜在威胁，这推动了我们开创性的向量子准备状态的工作，“JP摩根新兴技术安全组织的负责人亚瑟尔·纳瓦兹表示。“我们的举措始于全面的密码学库存，并扩展到开发基于后量子密码（PQC）的解决方案，通过加密敏捷过程来现代化我们的安全性。”⁹

鉴于问题的规模，升级到量子安全加密可能需要几年时间，或许甚至需要十年或更长时间，而且我们很可能在这一范围内看到具有加密相关性量子计算机的出现。¹⁰ 量子计算对密码学构成的潜在威胁可能看似还遥不可及，但着手应对它已是迫在眉睫（图2）。

组织现在就应该开始为量子计算可能带来的潜在威胁做准备，“美国国家物理实验室计算机安全部门负责人马特·施奥尔表示，“向新的后量子加密标准过渡的旅程将会很长，并且需要沿途的全球合作。美国国家物理实验室将继续开发新的后量子密码学标准，并与行业和政府合作，鼓励其采用。”¹¹

新：升级到量子安全的未来

虽然升级加密技术以抵御量子计算机的威胁需要全面而广泛的努力，并且需要足够的时间，但在充足的时间里，这一操作应该相对简单明了。

初始步骤包括建立治理和政策、了解当前的加密暴露情况、评估如何最有效地优先处理基础设施和供应链中的整改工作，并构建一个全面的内部更新和合同机制 roadmap，以确保供应商符合更新的标准。

现代密码管理解决方案的第一步是重新夺回对IT领域几十年来分散的加密技术的控制，这一步骤要求利用现代密码管理解决方案，这些解决方案能够为企业提供关键的可观测性和报告能力，从而实现这一目标，沙盒AQ公司网络安全部门总经理马克·曼扎诺如是说。¹²

一旦这些初始步骤完成，组织可以开始更新加密算法。2024年8月，美国国家标准与技术研究院（NIST）发布了新的标准，包含可用于实施的新加密算法。该机构表示，这些加密方法可以通过改变数据的加密和解密方式，抵御量子计算机的攻击。¹³

当前的加密实践使用复杂的数学问题对数据进行编码，即使在当今最强大的超级计算机上也无法破解。但量子计算机可能能够迅速破解这些问题。更新后的NIST标准将不再依赖于今天的大量数因子分解数学问题，而是利用格问题和哈希问题，这些问题是足够复杂以至于甚至能够拖垮量子计算机。¹⁴

大型科技公司已经开始进行转型。随着NIST更新标准的发布，苹果公司更新了其iMessage应用程序，采用量子安全加密方法。¹⁵ 谷歌宣布已在其加密库中实施了新标准，并将在其Chrome网络浏览器中使用这些标准。¹⁶ 在开发量子计算技术方面投入巨资的IBM已经整合了

将后量子密码学集成到其多个平台中，并且微软宣布将向其加密库添加量子安全算法。¹⁷

在2021年，国家标准与技术研究院（NIST）的国家网络安全卓越中心（NCCoE）启动了向后量子密码（PQC）迁移的项目。该项目已扩展至超过40个合作者，其中许多合作者拥有不同功能的加密发现和资产盘点工具。该项目展示了这些工具的使用方式，以帮助组织进行规划。其他合作者则专注于测试PQC算法在协议中的应用，以了解它们的互操作性和性能，从而为在产品中实施PQC做准备。¹⁸

一个组织需要理解其在何处以及如何使用加密产品、算法和协议，从而开始向量子准备阶段迈进，“NCCoE迁移至后量子密码学（PQC）项目联合负责人Bill Newhouse表示。“我们的项目将展示这些工具的使用方式，以及工具输出如何支持风险分析，从而帮助组织确定首先迁移到PQC的内容。”¹⁹

下一篇：利用后量子密码学为未来的威胁做准备

企业在提升加密实践的同时，应当考虑还可以采取哪些措施。这可以类比为清理地下室：如何清理那些十年来无人问津的角落？他们将梳理出核心系统中多年来未被评估的高度技术和低级能力。或许在升级加密技术的过程中，还能发现其他潜在问题并加以解决，如增强治理、改进密钥管理流程、实施零信任策略、在现代化改造遗留系统时同步升级加密技术，或者简单地淘汰长期未使用的工具。

开展适当网络卫生的组织有可能加强其更广泛的网络安全和隐私实践。他们可能会更加谨慎地收集和分享仅严格必要的数据，建立更为 robust 和可问责的治理机制，并不断评估与数字环境之间的信任。

组件。除了防范遥远的量子攻击威胁外，这些实践还通过将安全习惯融入日常活动中，增强了企业的防御能力。

企业应考虑如何创建一套可重复的活动，以保护其加密系统免受各种类型的攻击和故障，这一概念被称为 cryptographic resilience（加密弹性）。目前，组织需要为量子威胁做好准备，但明天，新的风险将需要不同的应对策略。当新的威胁出现时，安全团队不应再次经历整个这一过程——相反，他们应该发展出能够快速且无缝地添加或替换加密能力所需的技能。²

随着我们的数字生活和物理生活的日益紧密相连，友谊、声誉和资产正在经历数字化转型。这些领域通过数字技术进行中介，并通过加密技术得到保障。未来，消息、交易以及越来越多的人类状况的隐私和完整性将建立在数字信任的基础上。保护

密码学不仅关乎保护企业数据存储，它还关乎保护我们生活中日益敏感的各个领域。

随着我们对加密技术的依赖在数字经济中不断加深，组织必须迅速采取行动，为受控过渡做好准备，以维持与客户和合作伙伴建立的信任。evolutionQ的创始人兼首席执行官Michele Mosca如是说。“对于组织来说，制定量子安全路线图并与供应商合作以启动这一至关重要的转变至关重要。优先确保您最敏感信息的安全不仅是有必要的，更是必不可少的。”²¹

量子计算机有望在药物发现、金融建模及其他改善人们生活的应用领域带来显著益处。这些潜在的好处不应被伴随而来的安全挑战所掩盖。因此，企业应现在就开始加强防御措施，以便在不受量子计算风险重大干扰的情况下充分利用其潜在益处。

尾注

1. Damian Carrington , “Y2K 错误促进了吗 ? ” , BBC 新闻在线 , 2000 年 1 月 4 日。
2. Mike Redding , Quantropi 首席技术官 , 德勤采访 , 2024 年 8 月 27 日。
3. 美国总统办公厅 , *关于后量子密码学的报告* , July 2024.
4. 国家标准与技术研究院 (NIST) , “NIST发布首批3项后量子加密标准,” 布鲁斯通报道 , 2024年8月13日。
5. 欧盟委员会 , “委员会发布了关于后量子密码学的建议 ” , 新闻稿 , 2024 年 4 月 11 日。
6. Emily Mossburg 等人 , *网络的承诺 : 通过网络安全弹性增强转型价值* 德勤 , 2024 年。
7. 戈米特·潘特 , 印度一家大型工业产品公司 (德勤) 安全技术部门的集团副总裁 , 德勤访谈 , 2024年10月25日。
8. Katherine Noyes , “NIST 的后量子密码学标准 : ‘这是比赛的开始’ , ” *CIO 日记 for 华尔街日报* , June 12, 2024.
9. Yassir Nawaz , 新兴技术安全总监 , JP Morgan , 德勤采访 , 2024 年 10 月 14 日。
10. Colin Soutar , Itan Barmes 和 Casper Stap , “不要让量子网络准备的驾驶员退居二线 ! ” 德勤 , 2023 年。
11. Matt Scholl , 计算机安全部门主管 , NIST , 德勤采访 , 2024 年 9 月 3 日。
12. Marc Manzano , 总经理 , SandboxAQ , 德勤采访 , 2024 年 10 月 15 日。
13. NIST , “NIST 发布了前 3 个最终确定的后量子加密标准。
14. NIST , “什么是后量子密码学 ? ” , 2024 年 8 月 13 日。
15. 苹果安全研究 , “iMessage与PQ3 : 大规模量子安全消息通信的新标准” , 2024年2月21日。iMessage是苹果公司在美国及其他国家注册的商标。科技趋势是一家独立出版物 , 未获得苹果公司的授权、赞助或任何形式的批准。
16. Chiara Castro , “Chrome 将在台式机上采用 NIST 批准的后量子加密后” *tehradar* , 2024 年 9 月 17 日。
17. 丹·古丁 , “随着量子计算威胁的临近 , 微软更新其核心加密库” , 《Ars Technica》, 2024年9月12日; 保罗·史密斯-古德森 , “IBM为量子安全未来做好准备 , 采用加密灵活性” , *福布斯* , 2024 年 8 月 8 日。
18. NIST , “NCCoE 宣布技术合作者迁移到后量子密码学项目 ” , 2022 年 7 月 15 日。
19. 比尔·纽豪斯 , 领导 , 迁移到 PQC 项目在 NCCoE , 德勤采访 , 2024 年 10 月 16 日。
20. Soutar 等人 , “不要让量子网络准备的驾驶员退居二线 ! ”
21. Michele Mosca , 创始人兼首席执行官 , 进化论 Q , 德勤访谈 , 2024 年 10 月 18 日。

继续对话

行业领导地位

Colin Soutar

网络董事总经理 | 德勤会计师事务所 + 1
571 447 3817 | csoutar @ deloitte. com

柯林·索特博士是德勤&Touche LLP的董事总经理，负责领导德勤在美国和全球的量子网络安全项目。他是德勤美国政府与公共事业部（GPS）网络安全实践的成员，负责创新、资产、生态系统和联盟的领导工作。

在当前职位之前，Soutar博士几乎担任了10年的加拿大一家生物识别和身份管理上市公司的首席技术官。他在职业生涯的早期获得了为期两年的NASA约翰逊航天中心博士后研究员职位，在此期间开发了自主会合与捕获操作中的模式识别技术。他热衷于在风险和监管复杂的环境中推动新兴技术的新业务机会。2013年，他参与了国家标准与技术研究院（NIST）网络空间安全框架的开发团队，并随后帮助NIST为生物识别技术、身份、物联网和隐私制定了具体的指导方针。

阳光明媚的阿齐兹

校长 | 网络和战略风险服务 | 德勤会计师事务所 + 1 71
3 982 2877 | saziz @ deloitte. com

宋裕（Sunny Aziz）是德勤网络安全与战略风险服务领域的合伙人，拥有超过25年的经验，帮助客户管理、实施和运营复杂的网络安全项目。Aziz为客户提供网络安全策略咨询，并执行大型网络安全转型项目。此外，他还担任德勤金融服务行业保险领域的网络安全负责人，专长于托管安全服务、网络安全战略与评估、身份与访问管理、云和基础设施安全、信息技术风险管理以及隐私和数据保护。

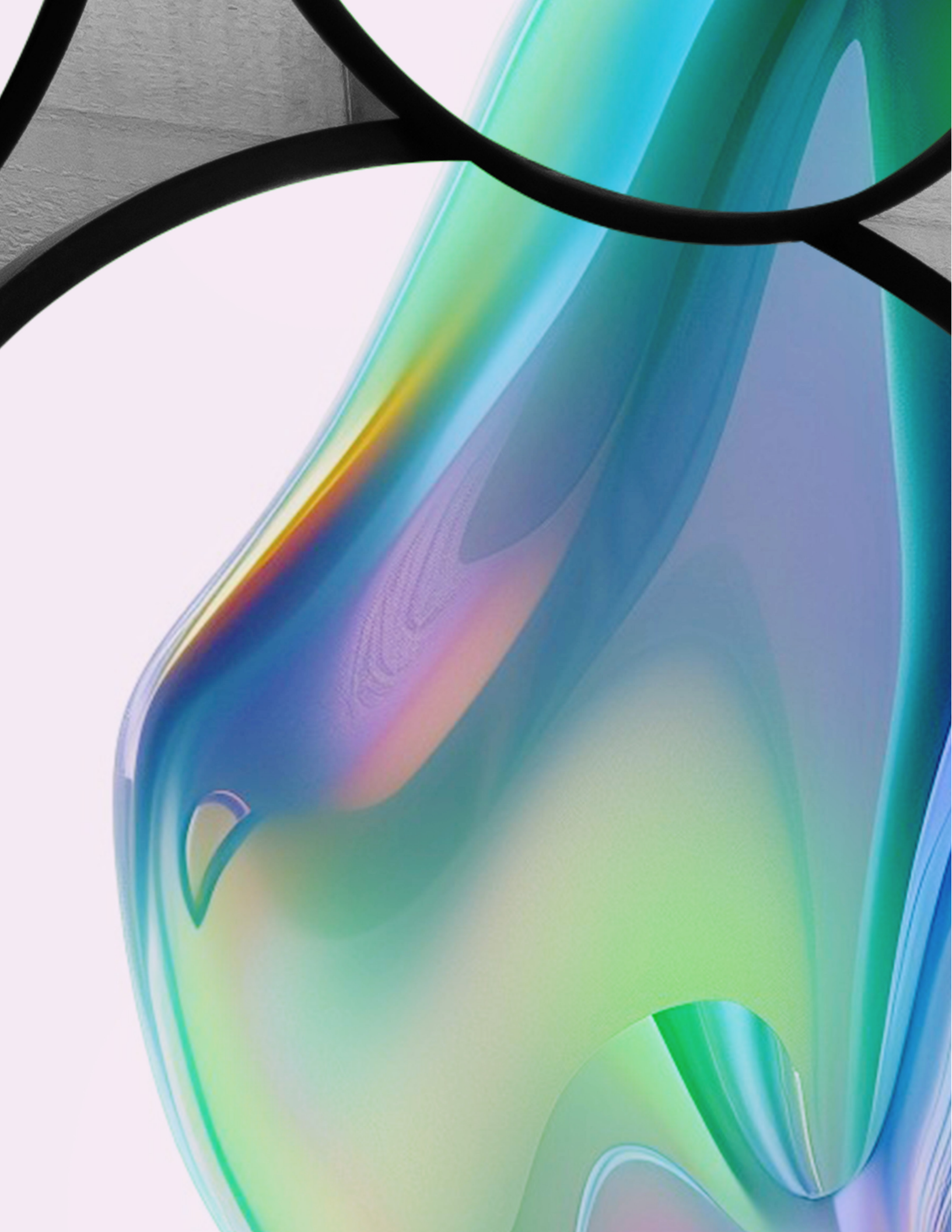
Itan Barnes 博士

全球量子网络就绪能力领先 | 德勤 NL + 31 (0) 88 2
88 5589 | ibarnes @ deloitte. nl

伊坦·巴恩斯负责德勤荷兰公司网络安全团队的密码学与量子安全能力，并且担任全球量子网络安全准备能力的主管。他的团队专注于各种加密管理方面的工作，包括PKI、证书生命周期管理、密钥管理以及量子风险。

Acknowledgments

Much gratitude goes to the many subject matter leaders across Deloitte that contributed to our research for the Cyber chapter: 感谢德勤各位领域专家在本章节网络安全研究中提供的宝贵贡献。
斯科特·布赫霍尔茨，Colin Soutar，and Terabe Masayoshi。



核心现代化

智能核心：AI 改变一切，实现核心现代化

多年来，核心和企业资源规划系统一直是企业记录系统的唯一真相来源。人工智能从根本上挑战了这一模式。

凯利·拉斯科维奇、比尔·布里格斯、迈克·贝克特尔和埃德·伯恩斯

许多核心系统提供商全面押注人工智能，并围绕AI优先模型重建其产品和能力。将人工智能整合到核心企业系统中代表了业务运营和利用技术获取竞争优势方式的重大转变。

人工智能对核心系统的影响难以夸大。多年来，核心系统及其上方的企业资源规划工具一直是大多数企业的记录系统——单一的真实来源。如果有人对运营的任何方面（从供应商到客户）有任何问题，核心系统都能提供答案。

AI 不仅仅是增强这一模型；它从根本上挑战了这一模型。AI 工具能够深入核心系统，了解企业的运营情况，理解其流程，复制其业务逻辑等等。这意味着用户不必直接访问核心系统来回答运营问题，而是可以使用他们最熟悉的任何包含AI功能的工具。因此，这种转型不仅超越了自动化常规任务的范畴，还从根本上重新思考和重新设计流程，使其更加智能、高效和预测性。它有可能通过赋予员工AI的力量以及来自整个企业的信息，从而开启新的业务模式。

无疑，在这一过程中将会面临整合和变更管理的挑战。IT团队需要投资于合适的技术和技能，并构建

robust 数据治理框架以保护敏感数据。随着人工智能与核心系统集成程度的加深，架构将变得越来越复杂，这需要进行有效的管理。此外，团队还需要解决信任问题，以确保人工智能系统能够有效地、负责地处理关键核心操作。

但应对这些挑战可能会带来重大收益。最终，我们预期人工智能将从新的记录系统进步为一系列不仅能进行分析和提出建议，还能采取行动的代理。终极目标是实现自主决策，使企业能够以比当前运营速度更快的速度运作。

现在：企业需要更多来自记录系统

核心系统，尤其是企业资源规划（ERP）平台，越来越被视为企业的关键资产。明显地，有一个系统整合描述企业运作的所有信息的价值得到了认可。因此，全球ERP市场预计从2023年到2030年将以每年11%的速度增长。这一增长是由提高效率和基于数据的决策制定愿望推动的。¹

The challenge is that relatively few organizations are realizing the benefits they expected from these tools.

承认集中化的单一真相来源是实现更高运营效率的关键，许多ERP项目却未能实现这一目标。根据Gartner的研究，到2027年，超过70%最近实施的ERP项目将无法完全达到其原始商业目标。²

部分ERP项目未能与业务目标对齐的原因之一在于这些系统往往是“一刀切”的。企业需要根据自身的运营来匹配ERP系统的模型。组织内部的应用程序需要与ERP系统集成。ERP系统作为记录系统，包含了所有业务数据和业务逻辑，因此即使这些要求难以满足，企业也往往不得不接受。然而，这导致了企业和ERP系统之间一定程度的脱节。

AI正在打破这一模型。一些企业正寻求减少对大型ERP实施的依赖，而AI很可能通过开放数据集和启用新的工作方式来实现这一点。

新功能：AI 增强了核心

随着某些演变，ERP系统很可能会继续保持其作为记录系统的当前地位。在大多数大型企业中，它们仍然几乎涵盖了所有业务数据，而那些在过去几年实施ERP系统的组织很可能不愿离开它们。

协调平台方法

在该模型中，当前的核心系统成为构建AI创新的基础平台。然而，这一前景提出了多个关于AI编排的问题，IT和业务领导者必须回答这些问题。他们是使用供应商提供的模块，使用第三方工具，还是在技术能力较强的团队的情况下开发自己的模型？依赖于供应商意味着等待功能的实现，但可能会带来更易于集成的保证。

另一个问题是暴露给AI的数据量应该是多少。生成式AI的一个优点是它能够读取和解释不同系统和文件类型中的数据。

这些机会源自新的学习和自动化，但也可能带来隐私和安全挑战。对于核心系统而言，我们谈论的是高度敏感的人力资源、财务、供应商以及客户信息。如果不注重治理，在这些数据中训练AI模型可能会创造新的风险。

还有关于谁应该负责将AI集成到核心流程中的问题。这是一个高度技术性的过程，需要IT技能的支持——但这也支持关键的运营功能，企业应当能够在这些功能上留下自己的印记。

这些问题的答案可能会因用例而异，甚至因企业而异。但在全面投入AI核心之前，团队应该考虑这些问题并发展出明确的答案。这些答案构成了这项技术更大好处的基础。

为了最大限度地利用人工智能，公司应该制定一项以业务目标为基础的清晰战略，“SAP云ERP及行业的首席营销官埃里克·范罗素姆如是说。“人工智能不应被视为单独的一项功能，而应被视为嵌入到所有业务流程中的一个整体、内置的能力，以支持公司的数字化转型。”³

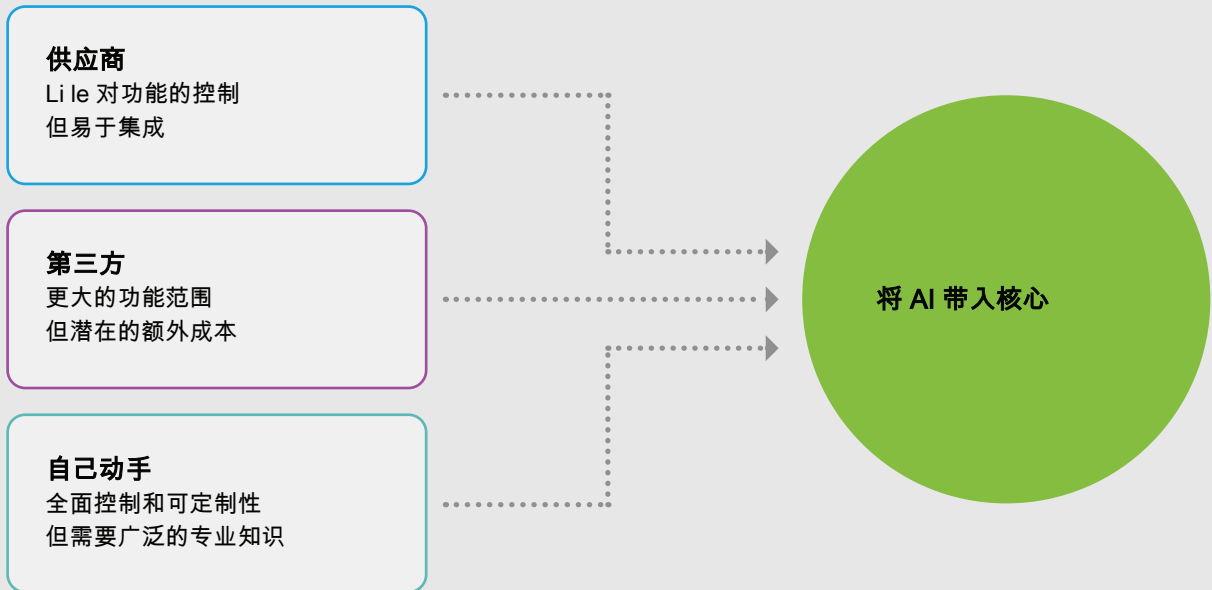
AI 实现了新的工作方式

前瞻性企业已开始解答这些协调问题。作为一家批发分销电气、工业和数据通信解决方案的公司，Graybar 正处于一项多阶段的进程中，旨在现代化一个已运行20年的核心系统实施。这一过程始于对人力资源管理工具的升级，并现已转向企业资源规划（ERP）现代化。在适当的情况下，Graybar 依靠其核心系统供应商提供的最佳模块，同时也在有机会时叠加第三方集成和自研工具，以区别其产品和服务。⁴

人工智能的增长为公司领导者提供了不仅升级技术栈的机会，还思考如何重塑流程以驱动新的效率和收入增长。信任一直是现代化努力中的关键部分。该公司正在逐步推出AI应用于特定用途场景中的工具。

图 1

在向核心系统添加 AI 功能时，企业有三种选择，每种选择都有它自己的好处和缺点



资料来源：Deloitte 研究。

[deloitte.com / insights](https://deloitte.com/insights)

仅能访问根据所需完成分配任务而设定的具体数据库。而在每一种情况下，人类都会被纳入流程中，以帮助确保从AI工具获取的信息准确性，在信息传递给客户之前进行人工审核。

灰巴尔正在试点销售和客户服务中的AI应用，并计划扩展到库存预测和规划。该公司正在将AI整合到订单系统中，以帮助销售人员提出交叉销售和向上销售的建议。同时，灰巴尔还开发了一款基于AI的工具，以协助销售人员为客户提供报价。该工具允许工作人员使用自然语言查询产品目录、为客户提供多种选择，并将信息整理成供客户使用的通信内容。

这些任务过去需要几个小时甚至几天才能完成，现在只需几分钟，“Graybar公司的首席财务官David Meyer表示。“借助基于AI的工具，员工们获得了更大的效率提升。

员工们现在可以将时间集中在销售和业务发展上，而不是花费半天时间查找信息并回复客户请求。⁵

这一变化不仅仅是为了释放一些时间给面向客户的工作人员。Graybar 领导层正着眼于通过扩大在核心系统使用 AI 来实现数十亿美元的新收入增长。核心系统的 AI 关键在于通过促进新的工作方式推动增长。

软件公司ServiceNow在许多客户身上看到了这一趋势，ServiceNow的高级副总裁兼全球AI市场负责人Michael Park如是说。他特别提到的一个影响深远的应用案例是在新员工入职方面。每位新入职员工都需要访问人力资源系统以及与其职位相关的特定工具和数据。在过去，员工需要与各种技术支持人员互动，获取密码，登录不同的系统，并将这些信息整合起来。

他们所需的入职凭证。如今，AI使HR系统能够更快地了解新招聘人员的需求，并能够在入职日期自动提供访问权限。

这种自动化学习方法可以应用于各种业务流程，Park如是说。通过生成人工智能能力（如总结、笔记生成、对话聊天、AI搜索和任务自动化）来自动化这些任务，可以在不同的应用场景下节省两分钟到两天的时间。一旦企业将简单的工作负载交给机器人处理，就可以重新部署员工从事更有价值的任务，例如提高服务水平、推动利润率增长或开发新产品，ServiceNow正观察到其客户正在出现这一趋势。

Park认为，“人工智能在核心系统中的应用仅仅是一种新的能力，一种可以被使用的工具。”“更大的战略imperative是利用这些新能力重新定义现状，以创造指数级价值，而不仅仅是将现有流程迁移到新技术能力上。”⁶

AI 在核心和超越

随着企业中越来越多的软件工具嵌入了AI技术，传统上由核心系统拥有的工作负载最终可能会完全离开核心系统。借助AI，业务逻辑无需驻留在核心系统中。AI可以从整个企业的结构化和非结构化数据中进行训练。组织的业务数据将在开发最准确和有价值的AI模型输出中发挥关键作用。利用核心系统来协调这些数据以及后续的AI模型以获取洞察，将为公司提供通过真正基于洞察的行动运行其运营的机会。

在这个模型中，核心部分只是成为另一个存储训练数据的仓库，AI可以利用这些数据来学习和改进业务流程管理。这就是AI在核心部分真正发挥其强大功能的地方。

每家技术供应商都知道现在必须将其产品中融入AI，首席客户官Chris Bedi如是说。⁷ ERP系统将继续作为企业的记录系统发挥作用，提供交易控制和可靠性作为真实的数据来源。

但是，越来越多的工作是在各个领域跨域进行的，人工智能成为连接这些领域的纽带。这意味着许多重要的效率提升将来自于核心业务之外的流程创新。

贝迪说：“嵌入到记录系统中的AI技术将在现有工作方式上实现逐步改进，这将是相当不错的。但对于实现质的飞跃，需要来自跨领域工作的AI，能够利用不仅局限于单一记录系统的数据，可以全面审视这些数据、在所有数据上运行模型并采取跨领域的行动。这才是真正的突破点。”⁸

下一篇：更多的自动化创造机会 - 和潜在风险

对于许多企业而言，核心现代化是一项长期且持续的任务。它们可能会将AI视为一种他们已经熟悉的事物的最新面貌，从而产生将其视为理所当然的想法。这可能不是正确的思维方式。

this 现代化将会很不太可能与过去的几轮现代化非常相似。变化的速度和规模将会比过去的努力更加快和更大。在过去，现代化主要关于实施升级，这是一项艰巨而耗时的任务，但仍然是一个很了解的过程。软件供应商通常提供升级路线图以给用户一个可遵循的手册。

这次，没有预先编写好的剧本。架构很可能会有所不同，因为其中很大一部分将涉及外围软件中的AI模块与核心系统交互。以往企业的一切业务都是围绕核心系统进行调整，但现在核心系统需要与企业的实际业务活动相匹配。当企业利用AI创建基于核心数据的新业务流程时，这一挑战尤为突出。这使得任务变得更加复杂，并要求具备更多专业知识和不同技能。类似的情况我们在讨论中提到过，“IT，放大：AI提高了技术功能的覆盖范围(和汇款)”，“理解业务问题将成为IT团队在其核心系统中添加AI所需的一项关键技能。这很可能对IT工作者产生重大影响，因为过去他们通常是依靠深厚的技术专长来提升职业发展。

一旦核心系统通过 AI 现代化，维护它们就会变得非常不同。如 **“AI 的下一步是什么？”** AI 代理不久将执行许多核心功能。想象一下，一个能够与客户互动、理解客户问题并诊断问题的客户服务机器人。该机器人随后可能能够与其他能够执行如处理退货或发货新商品等操作的机器人进行交互。领先公司已经开始实施这一做法。例如，奢侈品零售商萨克斯 (Saks) 的客户服务机器人可以与订单和库存系统交互，以平滑在线购买的商品交付流程、简化退货流程，并赋能客户服务代表。⁹ 在真正具有自主性的未来，我们预计会看到更多这类能够在各种系统之间自主工作的机器人。随后，维持核心系统将转变为监督一支人工智能代理队列。

明智地实施，AI 可以帮助减少核心系统的技术债务并推动更简洁的核心，从而使得企业系统更容易维护，并以更加灵活的方式满足业务需求。

核心业务正处于一场由人工智能驱动的重大革命的门槛上。早期采用者正借助这一波浪潮实现效率提升和新的收入来源，但不久之后，企业很可能会将大量重要的核心功能交给自主代理。尚不清楚组织将如何利用这一变化带来的改进效率和效果。但存在重塑不仅核心业务运作方式，更从根本上改变商业运作模式的机会。

尾注

1. 大观研究, *ERP 软件市场规模、份额和增长报告* , 2030 , 2024 年 11 月 5 日访问。
2. Gartner , “优化运营的企业资源规划” , 于 2024 年 11 月 5 日访问。
3. SAP 云 ERP 和行业首席营销官 Eric van Rossum 接受作者采访 , 2024 年 10 月 1 日。
4. Graybar 首席财务官 David Meyer 接受作者采访 , 2024 年 9 月 26 日。
5. Ibid.
6. AI 进入市场的高级副总裁兼全球负责人 Michael Park , ServiceNow , 接受作者采访 , 2024 年 9 月 19 日。
7. ServiceNow 首席客户官 Chris Bedi 接受作者采访 , 2024 年 9 月 29 日。
8. Ibid.
9. Salesforce , “Saks 通过统一数据和 AI 服务代理提升奢侈品购物” , 于 2024 年 11 月 5 日访问。

继续对话

行业领导地位

Thorsten Bernecker

应用程序现代化和迁移实践负责人 | 校长 | 德勤咨询公司 LLP + 1 512 226 4418 | tbernecker @ deloitte. com

Thorsten Bernecker 是德勤咨询有限公司的合伙人，并负责应用现代化与迁移实践，该实践隶属于应用现代化与创新解决方案。作为软件公司 innoWake 的创始人，他将一家小型企业成长为现代化工 legacy 技术的全球领导者，成功地将敏锐的技术颠覆洞察力与商业智慧相结合，带领初创企业实现指数级增长。德勤于 2017 年收购了 innoWake，Bernecker 现在负责该集团的全球战略和领导工作。

Abdi Goodarzi

美国企业绩效组合负责人 | 校长 | 德勤咨询 LLP + 1 714 913 1091 | agoodarzi @ deloitte. com

阿比·古达尔兹是一名德勤咨询有限公司的合伙人，领导德勤的企业绩效 (EP) 方案组合。该组合包括六个解决方案，提供从战略制定、实施到运营的服务，涵盖多种企业功能，包括端到端的业务和IT转型、数字供应链优化、制造与产品策略、采购即服务、全球财务、共享服务、规划、IT服务管理以及全面的AMS和BPO。该组合在许多ERP平台方面具备专业知识，如SAP、Oracle、Workday Financials和Infor，同时还包括ServiceNow、Anaplan、Ariba和Coupa。此外，还涵盖了房地产解决方案如Nuvo lo，以及PLM、规划和履行解决方案，如Siemens、PTC、O9、OMP和IBP。

Zillah Austin

技术战略和业务转型 | 校长 | 德勤咨询公司 LLP + 1 202 716 5974 | ziaustin @ deloitte. com

Austin 布丽莎·阿什蒂 是 Deloitte Consulting 技术战略与商业转型实践领域的合伙人。她在行业和咨询领域拥有超过 20 年的经验，领导并管理了多项业务转型，并为全球能源、资源和工业客户提供了大规模的技术解决方案。Austin 为客户定义并实施信息技术战略，特别是在能源和资源领域，帮助大型企业将业务和信息技术战略付诸实践，同时改进其技术流程的有效性。她在将信息技术战略与架构、治理、项目管理、运营模式和服务管理对齐方面具有深厚的专业知识。

Acknowledgments

Much gratitude goes to the many subject matter leaders across Deloitte that contributed to our research for the Core Modernization chapter:

在核心现代化章节的研究中，我们对德勤众多领域的专家表示衷心的感谢。Zillah Austin，Thorsten Bernecker，Lars Cromley，蒂姆·高斯，Abdi Goodarzi，凯利·希律，Chip Kleinheksel，Kasey Lobaugh，and 金雷雷。



Conclusion

广度是新的深度：有意相交的力量

在日益融合的世界中，企业应积极探索推动边界创新的有意行业的和技术交集。

Mike Bechtel 和 Raquel Buscaino

在咨询领域，我们经常依赖MECE问题解决框架，该框架提出，如果一个问题能够被分解为互斥（Mutually Exclusive）的任务，这些任务加起来可以提供一个穷尽（Collectively Exhaustive）的解决方案，则该问题更容易得到解决。

然而，我们越来越生活在一个不断融合的世界中，MECE原则并不总是容易应用。这一点在这份报告的六章内容中尤为明显。尽管我们将六个趋势分别整理成独立的章节，但它们远未达到彼此分离和孤立的状态。同样，当今的技术、组织和行业以及世界其他大部分领域也并非如此。越来越多地，分离、分割和专业化正被一个复杂的交叉网络所取代——这种“不寻常伙伴”的交汇可以跨越各个行业和技术领域。考虑区块链与生成式人工智能的结合，以更好地检测和防护合成媒体；或者考虑增强现实与物联网技术的结合，以提高智能城市的效率 and 安全性。空间技术和生物技术的结合，用于保护宇航员免受长期太空旅行的影响。

公司长期以来依赖于创新驱动的收入流、通过合并与收购创造的协同效应以及战略业务合作伙伴关系来推动新的增长。在当前形势下，它们更应加大这些有意识且专注的多样化努力。从商业角度来看，最具有前景（也最具盈利能力）的未来很可能源自行业的广泛多样性。

和技术融合。这种融合可以帮助揭示两个关键观点：

1. 对可能掌握组织未来关键技术研发动向的相关行业进行深入洞察。
2. 明确不同技术如何结合以实现整体大于部分之和的效果：协同效应，即这一概念本身经历了 hype 周期但依然保持完整。

让我们更深入地了解这些。

行业交集：超越行业边界的探索

赛博朋克科幻作家威廉·吉布森常常被引用来阐述一句著名的观点：“未来已经存在，只是尚未均匀分布。”¹

过度使用？是的。如今比以往任何时候都更加相关？也是的。吉布森的说法可以帮助领导者认识到，其组织下一次重大突破很可能存在于另一个行业、地理区域或竞争对手中。

让我们来看看太空和生命科学行业。有人可能会认为这两个领域之间的协同作用非常有限，但我们可以举一个例子来反驳这一点：

在太空微重力的独特条件下，有助于开发更为均匀和高质量的制药产品输入。²

虽然在微重力环境下进行制造的想法可能看似幻想般遥远，但实际上远非理论层面的事物：像礼来公司（Eli Lilly）和默克公司（Merck）这样的企业已经在这方面进行了投资。³ 生物制药公司忽视太空产业作为相关合作伙伴的可能性可能会错失一项可能直接对其核心业务产生影响的潜在发现。

许多其他行业融合的例子重申了寻找自身行业之外的创新解决方案和答案的重要性。丰田和三菱重工等汽车巨头正与航天机构合作开发月球车。⁴ 而服装零售商露露柠檬正与生物科技公司如LanzaTech和Samsara Eco合作，开发更加可持续的面料。⁵ 与此同时，食品配送现在约占运输公司Uber总收入的三分之一，⁶ 和电子商务领导者亚马逊在医疗保健领域取得了重大进展与亚马逊药房。⁷

技术交集：复合增长和整合

Whereas 行业交叉点可以作为广角镜头，帮助我们搜索相邻行业以获取见解，技术交叉点则提供了略有不同的视角。它们有助于我们更好地理解技术与创新如何促进增长。

技术是工具，通常应用于特定问题。但是，与锤子相比，冲击钻之所以不同，是因为它是由多种工具（锤子、凿子和能量来源）组合而成的更高效的工具。因此，重要的是将技术视为紧密集成的组成部分，能够互相促进彼此的增长，而不是孤立地看待它们。

例如，量子机器学习将量子计算原理应用于机器学习程序以提高效率。类似5G网络和边缘计算这样的网络技术紧密耦合，通常被归为一个简写名称。

5G 边缘。正如我们在“[硬件正在吞噬世界](#)”智能制造工厂正结合计算机视觉、传感器和数据来构建能够学习和改进的机器，这可能促进类人机器人的发展。⁸

人工智能呢，当下的工具？我们在我们的[介绍](#) 人工智能有望最终普及到与电力一样普遍和基础的地位，这表明它将与各种下游技术产生无数的交汇点。以人工智能和机器人技术为例，尽管这两种技术可以独立看待，但它们真正神奇之处在于结合时的表现——当机械大脑遇到机械肌肉时。人工智能使机器人能够自主操作，从而使机器人能够收集更多关于世界及其移动的数据，这些数据反过来又成为训练算法的数据，从而改进算法本身。当我们从本质上将技术视为交叉的时，我们就可以开始看到这种交汇。[飞轮效应](#) 促进增长和创新。

这对于业务和科技领导者意味着什么？虽然专注于“互斥”的技术团队针对不同的技术功能高效，但构建团队之间的桥梁也同样重要。选择稍微改进的锤子而不是电镐，就是在为渐进主义的专制放弃创新。

文艺复兴重新构想

“通才”一词体现了在科学、艺术和商业等领域迅速变化的时期，那些在多个知识领域建立专长的人有望引领潮流的理想。当今世界，行业和技术交集的加速发展证明了广度即深度。通才是前所未有的需求。随着可获取信息量接近无穷大，对于能够识别看似无关行业、技术及其他理念之间关联性的宏观思考者的需求也随之增加。

如果如我们所提到的，人工智能变得像电力一样无处不在，其二阶和三阶效应可能会极其深远。电力的出现极大地影响了广泛领域。

社会的变化，如城市移民、工业化和无线电通信。⁹ 我们可能正处于通过人工智能带来类似变革的边缘，这些变革将改变我们的工作方式、生活方式和沟通方式。以往的历史方法专长可能不如具备想象并执行人工智能与各领域新交汇点的能力来得重要。 **宏观技术力量** 我们在这份报告中已经涵盖了人工智能应用于空间计算和核心现代化。

我对于领导者而言，这表明他们应将不寻常的组合双学位、不同团队之间的桥梁以及对相邻行业的兴趣视为必要。 **特点**，不仅仅是 bug。如果组织能够超越专业化的壁垒，拥抱这些有意的设计交集，我们或许真的会发现自己正处于一场重新想象的复兴边缘。你们的组织下一步将会发现哪些交汇点？

尾注

1. 《经济学人》，“宽带布鲁斯”，2001年6月21日。
2. 公理空间，“蛋白质结晶”，2024年10月访问。
3. Ibid.
4. 川崎夏美，“丰田、三菱重在月球车辆上共同努力”，*日经指数亚洲*，July 21, 2023.
5. *生物新闻*“拉朗科技 x 卢LuLu运动携手推出全新可持续时尚单品”，2024年4月24日；卢LuLu运动，“卢LuLu运动与Samsara Eco联合发布全球首款酶法回收尼龙6,6产品”，新闻稿，2024年2月20日。
6. Arjun，“Uber 如何赚取收入：关键流和策略解释”，Appscrip，2024年9月19日。
7. Bruce Japsen，“亚马逊在 AI 的帮助下推出当天的处方交付”*福布斯*，2024年3月26日。
8. Majeed Ahmad，“传感器与 AI 的融合改变了智能制造时代”*E E 次数*，July 26, 2023.
9. 史密森学会，“点燃革命”，于2024年10月访问。

关于作者

Kelly Raskovich

kraskovich @ deloitte. com

Kelly Raskovich 是德勤首席技术官办公室 (OCTO) 的高级经理和负责人，并担任《科技趋势》报告的执行编辑，《科技趋势》是德勤关于新兴技术的旗舰报告。她的使命是教育客户、塑造德勤技术品牌和产品的发展方向、培养人才，并帮助企业实现未来的增长。她负责技术卓越性、客户参与以及营销/公关工作。在担任领导角色之前，她曾领导多个全球 Fortune 500 公司在石油和天然气行业中的数据和分析项目。

比尔·布里格斯

wbriggs @ deloitte. com

作为首席技术官，比尔·布里格斯帮助客户预测新兴技术可能对未来业务产生的影响，并指导他们如何从当前的现实出发实现这一目标。他负责研究、推动和孵化影响客户业务的新兴技术，并塑造德勤咨询 LLP 技术相关服务和产品的发展方向。布里格斯还担任德勤 CIO 项目的主要发起人，为 CIO 和其他技术高管提供洞察和经验，帮助他们应对业务和技术领域面临的复杂挑战。

布里格斯在南加州大学获得了计算机工程学士学位，并在西北大学凯洛格管理学院获得了MBA学位。他自豪地担任Kids In Need基金会的董事会成员，与资源不足学校的教师和学生合作，为教师教学和学习者学习提供所需的支持。

Mike Bechtel

mibechtelt @ deloitte. com

作为德勤咨询有限公司的首席未来学家，迈克·贝奇尔帮助客户制定策略以应对 discontinuity 和 disruption，在不确定环境中 thriving。他的团队研究最有可能影响商业未来的新型和指数级技术，并与创造这些技术的初创公司、现有企业和学术机构建立关系。

在加入德勤之前，贝奇特领导了他于2013年共同创立的早期风险投资公司Ringleader Ventures。在Ringleader之前，他担任Start Early公司的首席技术官，Start Early是一家专注于有风险青少年早期教育的国家级非营利组织。贝奇特的职业生涯始于一家全球专业服务公司的技术与开发领域，他的十二项美国专利帮助他被任命为该公司的全球创新总监。目前，他在圣母大学担任企业创新教授。

Ed Burns

edburns @ deloitte. com

埃德·伯恩斯负责办公室首席技术官（Office of the CTO）下的一项名为Trend Lines的客户故事倡议。该项目是科技趋势报告及其他权威资料的关键研究输入。在当前职位之前，他领导了一家专注于人工智能、分析和数据管理领域的科技新闻出版物。

Abhijith Ravinutala

aravinutala @ deloitte. com

阿比希斯·拉维努塔拉是德勤首席技术官办公室的专业故事讲述者。通过研究、写作和演讲，他帮助德勤及其客户构想并更好地准备迎接技术的未来。他在战略咨询背景下的多样化行业经验使他接触到了各种各行业的前沿动态，而作为作家，他对技术伦理、人工智能和人类影响的交叉领域表现出浓厚兴趣。除了撰写《科技趋势》报告外，他还领导了关于人工智能和CEO、xTech未来：生物科技以及二元性系列（最近在SXSW 2024上亮相）的德勤出版物。

Raquel Buscaino

rbuscaino @ deloitte. com

Raquel Buscaino 领导德勤的新兴与指数技术（NExT）团队，她在团队中感知并理解即将改变工作和生活方式的新兴技术。从脑机接口、合成生物学到太空探索和量子计算，Buscaino 和她的团队致力于从噪音中提炼信号，从 hype 中寻找价值，并将模糊的概念转化为可行的行动。NExT 团队利用这些研究创建世界级的思想领导力，例如德勤科技趋势和技术未来（xTech Futures）的研究报告。

Buscaino 也是德勤的主持人 *TECHTalks* 播客。她在采访科技行业的领导者，了解最新的技术和未来趋势。在领导德勤NExT团队之前，她在德勤的区块链与数字资产实践领域工作，专注于区块链联盟，并牵头组织了德勤及其客户全球区块链研讨会。

Acknowledgments

特别感谢

Ed Burns，**海蒂·莫罗**，and **Abhijith Ravinutala** 作为科技趋势的创意引擎，Ed和Abhi，你们卓越的奉献精神、领导能力和编辑能力真正提升了我们的工作水平，不仅如此，你们还能巧妙地将研究和访谈融入引人入胜的故事中，并且能够灵活应对来自多方利益相关者的反馈。而Heidi，感谢你为优秀设计原则树立标杆，并且热衷于以新的方式引领科技趋势的设计部分。美丽的报告图像、图表、视频和其他图形都是你们领导力的证明。我们很幸运也很感激，你们三人能成为团队的一部分。

莎拉·莫蒂埃 为了全身心投入您的新角色——管理Tech Trends的生产，并将其打造为自己的舞台。我们很高兴看到您在识别挑战、提出改进措施的过程中信心逐渐增强，并最终带领团队提前完成编辑工作。我们感谢您作为一名积极进取的学习者，并且迫不及待地想要看到您在第二年如何再次给我们带来惊喜。

卡罗琳·布朗，感谢您带领Tech Trends编辑和设计生产团队，以乐观、幽默和在压力下的优雅精神。您的领导力和战略远见对将Tech Trends提升到一个新的水平起到了至关重要的作用，我们对此深感感激。

伊梅尔达·门多萨 and **Bella Stash** 为了你在Tech Trends流程中带来的清新空气，感谢你提供的研究、数据和支持PMO的工作。我们感激你那种积极乐观的态度，无论面对什么挑战都愿意迎难而上。

MacKenzie Hackathorn，**Haley Gove Lamb**，**Kiran Makhijani**，and **天使 Lacambra**，你在将Tech Trends呈现给客户和账户团队时所付出的努力。感谢你使我们的工作变得真实有效。

孙燕姿恒阳 对于您持续的支持和帮助我们了解科技趋势以及出版流程，我们表示由衷的感激。即使您即将转换到新的职位，我们依然赞赏您对团队的承诺，并期待您在未来达到新的高度。我们会比您所能想象的更加怀念您！

Deanna Gorecki，**Ben Hebbe**，**布里·亨利**，**特蕾西·帕里**，**Abria Perry**，**Madelyn Scott**，and **Mikaeli Robinson** 对您坚定不移的 dedication 和推广 Tech Trends 的创新策略表示感谢。您在营销、沟通和公关方面不懈的努力显著提升了我们的影响力和影响范围，年复一年。感谢您认可并相信 Tech Trends 的价值和影响。

泰勒·布罗克曼，**Raquel Buscaino**，**Lucas Erb**，**丹尼·格林**，**马克·奥西斯**，and **Hillary Umphrey** 为了成为我们识别趋势和进行初步研究的智囊，并为我们指明长远的方向。感谢您慷慨地与我们分享知识，帮助我们磨练研究技能。

汉娜·巴赫曼，**Aditi Rao**，以及德勤洞察团队全体成员，感谢你们不断深化我们的合作伙伴关系并与我们共同成长，我们将继续寻找改进Tech Trends的方式。我们感谢你们在团队需求和实践需求变化时持续给予的支持、灵活性和理解。

Sylvia Chang，**Manya Kuzemchenko**，**Melissa O'Brien**，**Molly Piersol**，**娜塔莉·普法夫**，**哈里·韦德尔**，**詹姆·奥斯汀**，**Govindh Raj**，**Megha Priya**，**Naveen Bhusare**，以及所有参与报告图像和图表开发的营销卓越创意团队成员。你们的创造力和 dedication 已经打造出一份不仅超出预期、而且充满吸引力的工作成果页面。我们不仅感激你们的艺术视角和生动的视觉效果，将我们的工作呈现出来，也感激你们对合作与探索的承诺。

额外的感谢

作者要感谢 CTO 市场决策团队的办公室，没有他们，这份报告是不可能的：卡罗琳·布朗，Ed Burns，MacKenzie Hackathorn，孙燕姿恒阳，布里·亨利，Dana Kublin，天使 Lacambra，Haley Gove Lamb，Kiran Makhijani，Sangeet Mohanty，海蒂·莫罗，莎拉·莫蒂埃，Abria Perry，Abhijith Ravinutala，and Bella Stash。

继续对话

我们的见解可以帮助您利用新兴趋势。如果您正在寻找新的想法来应对挑战，请联系我们。

CTO 办公室

德勤美国CTO办公室是一个专注于工程科技未来的团队。我们识别、研究并孵化新兴技术解决方案，以塑造未来市场的市场需求、培养人才，并为未来的增长赋能。

如果您想联系并讨论更多内容，请随时通过 [OCTO @ deloitte. com](mailto:OCTO@deloitte.com) 与我们联系。

执行编辑



Kelly Raskovich

Deloitte Consulting LLP kraskovic
h @ deloitte. com 首席技术官办公
室客户和营销主管

凯利·拉科维奇是德勤首席技术官办公室（OCTO）的高级经理及负责人，并担任《科技趋势》报告的执行编辑，《科技趋势》是德勤旗舰报告，专注于新兴技术。她的使命是教育客户、塑造德勤技术品牌和产品未来，培养人才，并帮助企业实现未来的增长。她负责技术卓越性、客户参与以及营销/公关工作。在领导角色之前，她曾领导多个全球 Fortune 500 公司在石油和天然气行业中的数据和分析项目。

执行赞助人



比尔·布里格斯

全球首席技术官德勤咨
询 LLP wbriggs @ deloit
te. com

作为首席技术官，比尔·布里格斯帮助客户预测新兴技术可能对未来业务产生的影响，并指导他们如何从当前现实出发实现这一目标。他负责研究、推广和孵化影响客户业务的新兴技术，塑造德勤咨询 LLP 技术相关服务和产品的发展方向。布里奇斯还担任德勤 CIO 项目的主要赞助人，为 CIO 和其他技术高管提供洞察力和经验，帮助他们应对业务和技术领域的复杂挑战。

比尔在圣母大学获得了计算机工程学士学位，并在西北大学凯洛格管理学院获得了MBA学位。他自豪地担任Kids In Need基金会的董事会成员，与资源不足学校的教师和学生合作，为教师教学和学习者学习提供所需的支持。



Mike Bechtel

首席未来学家德勤咨
询有限公司 mibechte
l @ deloitte. com

作为德勤咨询 LLP 的首席未来学家，迈克·贝奇尔帮助客户制定策略以在面对 discontinuity 和 disruption 时 thriving。他的团队研究最有可能影响商业未来的新型和指数型技术，并与创造这些技术的初创公司、incumbents 和学术机构建立关系。

在加入德勤之前，贝奇特领导着一家由他于2013年共同创立的早期阶段风险投资公司Ringleader Ventures。在Ringleader之前，他在Start Early担任首席技术官，Start Early是一家专注于为高风险青少年提供早期幼儿教育的国家级非营利组织。贝奇特的职业生涯始于一间全球专业服务公司的技术研究与开发领域，在那里，他获得的十二项美国专利帮助他任命为该公司的全球创新总监。目前，他是圣母大学企业创新教授。



注册德勤见解更新

www.deloitte.com/insights

Deloitte Insights 贡献者

社论： Aditi Rao 、 Hannah Bachman 、 Debashree Mandal 、 Pubali Dey 和 Cintia Cheong
创意： Manya Kuzemchenko ， Sylvia Yoon Chang ， Natalie Pfaff ， Molly Piersol ， Harry Wedel 和 Govindh Raj
部署： 阿提拉·安德森
封面图稿： Manya Kuzemchenko 和 Sylvia Yoon Chang ； Getty Images ， Adobe Stock

关于德勤洞察

德勤洞察发布原创文章、报告和期刊，为企业界、公共部门和非政府组织提供见解。我们的目标是汇集我们专业服务组织以及学术界和商业界合作者的研究与经验，以推动对一系列关注高层管理人员和政府领导者的广泛议题的讨论。

德勤洞察是德勤发展有限责任公司的印记。

关于本出版物

本出版物仅包含一般信息，在此出版物中，德勤华永有限公司、其成员公司或其各自的附属公司均未通过本出版物提供会计、商业、金融、投资、法律、税务或其他专业建议或服务。本出版物不能替代此类专业建议或服务，也不应作为任何决策或行动的基础，该决策或行动可能影响您的财务状况或业务。在作出任何可能影响您财务状况或业务的决策或采取任何行动之前，您应咨询合格的专业顾问。德勤华永有限公司、其成员公司及其各自的附属公司在任何情况下均不对任何依赖本出版物而遭受的任何损失负责。

德勤指的是Deloitte Touche Tohmatsu Limited（英国担保有限公司），以及其一家或多家成员公司和相关实体。Deloitte Touche Tohmatsu Limited及其每家成员公司都是独立的法律实体。Deloitte Touche Tohmatsu Limited（也称为“德勤全球”）不直接向客户提供服务。在美国，德勤指的是Deloitte Touche Tohmatsu Limited的一家或多家美国成员公司、使用“德勤”名称在美国运营的相关实体及其各自的附属机构。某些服务可能无法根据公共会计法规为鉴证客户提供。请访问www.deloitte.com/about，了解有关我们全球网络的成员公司的更多信息。