

# 技术趋势2025

德勤第16年《技术趋势》报告中，AI是几乎所有趋势的共同主线。展望未来，它将成为我们无限可能的坚固基石。



02... 内容摘要

引言

05... 无处不在的AI: 算法编织的魔幻现实

交互

09... 空间计算“C位出道”

信息

17... AI的下一个风口何在?

计算

27... 硬件吞噬世界

技术业务

37... IT出圈: AI助推技术部门跃迁

网络与信任

45... 新难题: 量子时代对加密技术的挑战

核心现代化

53... 智能中枢: AI颠覆核心系统现代化

总结

60... “广度”即“深度”: 交汇的聚变



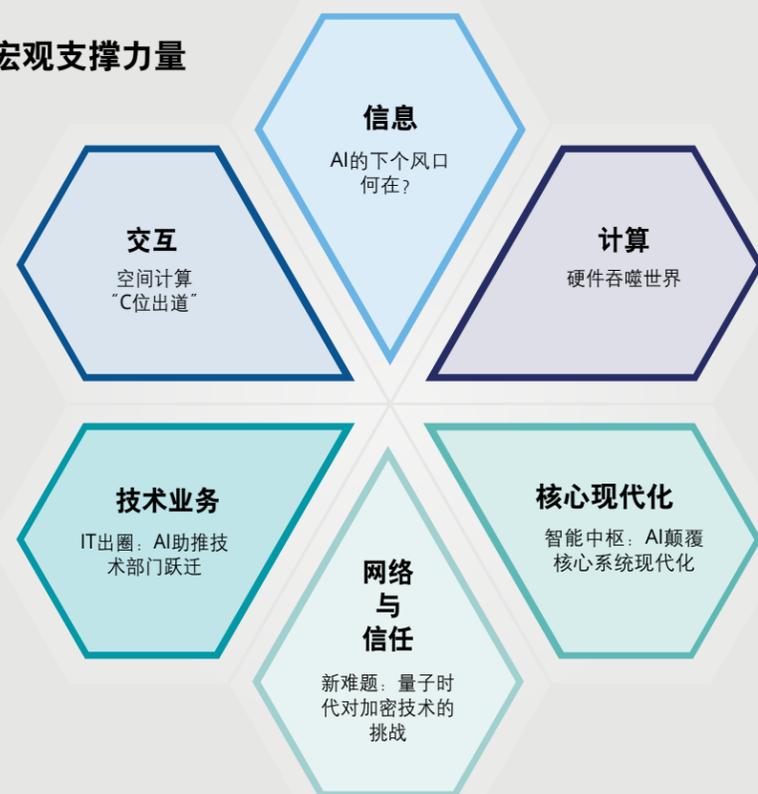
# 内容摘要

《技术趋势》——德勤全球旗舰级技术报告，深入剖析了三个开拓性力量（交互、信息、计算）和三个支持性力量（技术业务、网络与信任、核心现代化）的演变趋势，它们共同构成了德勤宏观科技力量框架的重要组成部分（见图1）。作为我们第16次发布的结晶，《技术趋势2025》勾勒了一个AI如同电力一般，成为日常商业

运作和个人生活中不可或缺的基础元素的未来景象。在为《技术趋势2025》进行最终润色的过程中，我们的CTO办公室团队深刻认识到，AI几乎贯穿了所有趋势脉络。展望未来，我们预见AI将悄无声息地融入我们日常生活的每个角落，并成为难以察觉的基础构造的一环。

图1

## 信息技术的六大宏观支撑力量



## 引言

### 无处不在的 AI: 算法编织的魔幻现实

AI已成为年度热词，然而，《技术趋势2025》报告——乃至未来科技的发展所聚焦的广袤图景远超生成式AI本身。《技术趋势2025》报告揭示了AI如何细腻地织入我们生活的纹理之中。随着时间的推移，我们将会如同对待HTTP协议或电力一般，习以为常地接受AI的存在，它将被视为一种预期始终稳定运行且不可或缺的技术力量。在这一愿景中，AI将在幕后悄然运作，调控城市交通网络、量身定制个人健康解决方案，或在教育领域开辟出适应性极强且易于获取的学习路径。它不会被人们主动寻求，而是悄然存在于我们的日常体验之中，赋予世界以更加智慧、迅速和直观的运作方式。这种现象看似魔法般不可思议，实则根植于精密算法的严谨逻辑。《技术趋势2025》的六大章节为我们展开了这幅正在成型的宏伟现实画卷。

## 交互

### 空间计算“C位出道”

由于能够打破信息孤岛并创造更加自然的用户交互方式，空间计算持续激发企业的兴趣。企业已经开始在诸多应用场景中取得显著成效，例如通过高级仿真技术测试不同情境，以评估各种条件对其运营的潜在影响。通过有效管理空间数据，企业可以加速构建更多的前沿应用。未来几年内，随着AI的进步，企业有望实现无缝的空间计算体验，并显著提升系统间的互操作性。最终，这种融合将使AI智能体具备预见性与主动性，从而更高效地满足用户需求，开创全新的数字交互格局。

## 信息

### AI的下一个风口何在?

为了利用生成式AI所带来的新兴热潮，许多组织已经采用了大语言模型，这些模型在多种应用场景中提供了目前最佳的解决方案。然而，一些企业已经开始进行前瞻性思考。尽管大语言模型具有广泛的适用性，它们未必是所有组织为满足需求的最高效选择。因此，企业正在考虑使用小型语言模型和开源选项，以利用其对更小、更精确的数据集进行训练的能力。结合多模态模型以及基于AI的模拟技术，这些新型AI正在构建一个未来：企业能够为每一项任务找到最适合的AI类型。这不仅包括能够回答问题的AI，还包括能够执行任务的AI。在接下

来的几年里，随着对执行能力的关注不断深化，我们或将迎来一个自主式AI的新时代，通过赋予消费者和企业“智能座舱”，逐步改变我们的工作和生活方式。

## 计算

### 硬件吞噬世界

在软件占据主导地位多年后，硬件正重新成为焦点。随着AI对专用计算资源的需求不断攀升，企业纷纷转向先进芯片以支持AI工作负载。此外，嵌入AI芯片的个人计算机不仅能够为知识工作者提供离线AI模型的访问从而提升其工作效率，还能够通过“兼容未来”的技术基础设施降低云计算成本，并增强数据隐私保护。尽管AI带来的能源需求增长造成了可持续性的挑战，但在能源来源和使用效率上的进步正使AI硬件变得更加可行与普及。展望未来，随着AI持续融入设备中，这一趋势有望革新物联网及机器人技术，借助更智能、更自主的设备（如在医疗健康行业的应用），推动行业实现深远的变革。

## 技术业务

### IT出圈: AI助推技术部门跃迁

在多年追求精简IT架构和“一切皆服务”的产品模式之后，AI正在促使IT偏离虚拟化和预算紧缩的方向。长期以来，IT部门一直被视为企业数字化转型的灯塔，如今它正肩负着推动AI转型的新使命。鉴于生成式AI在代码编写、软件测试以及整体增强技术团队能力方面的广泛应用，具有远见的技术领导者正把握这一难得机遇，通过基础设施、工程、财务运营、人才管理及创新这五大支柱全面重塑IT职能。随着传统AI和生成式AI能力的不断增强，“人”在技术交付的每个阶段都可能经历从“作为主导者”到“作为其中一环”的范式转换。这种变化最终可能导致IT回归一种新型的精简形态，借助普通开发者和AI驱动的自动化工具，实现更高效的运作模式。

## 网络与信任

### 新难题: 量子时代对加密技术的挑战

当年应对“千年虫”危机时，各组织敏锐地察觉到了潜在风险，并迅速采取了应对措施。如今，面对IT领域的新挑战，IT部门同样需要以前瞻性和主动性做出



## 引言

# 无处不在的AI：算法编织的魔幻现实

《技术趋势2025》揭示了AI如何深刻融入我们生活的方方面面——使一切运作得更加智能、快捷且直观。

生成式AI充斥着人们的茶余饭后已两年有余，难免会有人认为，未来技术图景只是日渐纷繁的AI应用。然而，这仅是冰山一角。我们认为，技术的未来不仅是关乎AI应用的数量增加，而是关于AI的普及。展望未来，我们预计AI将根深蒂固地融入我们的日常生活，但因为无所不在又如此基础，以至于变得不再引人注目。

以电力为例，您上次真正思考电子的流动是什么时候？我们不再对灯光的一触即亮感到惊奇——而是自然而然地期待它们的正常运作。同样的道理也适用于HTTP，这一无形的规则犹如互联网的脉络，将全球信息网络紧密相连。但我敢打赌，虽然平日里我们依赖对它的使用，但实际上大多数人已经很久没有对“超文本传输协议”这一术语提及或展开思考了。

AI终将踏上相似的征程，变得无处不在，成为我们日常行事中不可或缺却隐于无形的基石，以至于我们终将浑然不觉其存在。它将在幕后悄然运作，调控城市交通网络、量身定制个人健康解决方案，或在教育领域开辟出适应性强且易于获取的学习路径。我们不再单纯地“使用”AI，而是沉浸在一个万物运作更智能、更迅速、更直观运作的世界中——如同算法编织的魔幻现实。我们预见，它将为商业发展与个人成长奠定基石，同时随时间推移不断自我适应与延续，历久弥新。

在本年度的《技术趋势》报告中，AI对未来的驱动作用展现得尤为明显。该报告每年都会深入探讨信息技术六大宏观力量中的新兴趋势（参见摘要中的图1）。我们所记录的趋势中，一部分属于开拓性力量——交互、信息、计算，作为增长与创新的基础。另一部分则属于支持性力量——技术业务、核心现代化、网络与信任，助

力企业无缝运作，同时支持其成长与发展。

当我们的团队为本年度的报告进行最后润色时，我们恍然发现，AI的升华与渗透恰似一股潜流，已在业界悄然涌动。它并非“一枝独秀”，亦非“遍地开花”，而是如同坚韧的脚手架与无形的纽带，默默支撑着几乎每一个趋势的崛起与前行。（我们在本文“新难题：量子时代对加密技术的挑战”这一趋势中探讨了另一项划时代的技术——量子计算对网络安全的深远影响。对于那些密切关注行业动态、洞悉市场脉搏的专家们而言，这可能是唯一一个看似AI未占据核心地位的趋势。然而，AI在幕后的每一次进步，都如催化剂一般，正以前所未有的速度推动着量子领域的飞跃与发展。）

- **空间计算“C位出道”**：未来，AI的飞跃式发展将如同魔法师的权杖，赋予空间计算模拟以更强的生命力，最终引领我们步入一个与AI智能体无缝融合、体验流畅无阻的空间计算新时代，开启前所未有的奇妙之旅。

- **AI的下个风口何在？**：随着AI的不断演进，企业对于大语言模型的关注正逐渐转向小型语言模型、多模态模型、基于AI的模拟技术以及能够执行特定任务的智能体。

- **硬件吞噬世界**：历经软件领域的多年辉煌后，硬件如今犹如破晓之星，重新闪耀于科技舞台之上，这一变革主要得益于AI在计算芯片领域的深刻影响，及其与终端用户设备、物联网、机器人技术的完美融合。

备预测性。为确保平稳运营，此过程需要周密规划以应对复杂的集成挑战，技术和技能的战略性投资，并建立稳健的治理框架。值得注意的是“自动化悖论”现象：随着系统复杂性的增强，人类员工的重要性愈发突出。尽管，将AI引入核心系统可能简化用户的交互体验，但它同时也增加了系统的架构复杂程度。因此，在管理核心系统中的AI应用时，深厚的技术专长仍然是不可或缺的。

## 总结

“广度”即“深度”：交汇的聚变

长久以来，企业始终依赖创新驱动的新收入渠道、通过并购后的协同效应以及战略合作伙伴来驱动发展。然而，当前的趋势正逐渐从细分与专业化，转向技术与行业的主动交汇。举例来说，当两项技术交汇时，它们往往能展现出互补优势，同时亦能相互增强，从而推动双方技术实现增长潜力的加速释放。同样地，当企业通过有预谋地涉足看似无关的行业，主动建立合作伙伴关系以拓展市场份额时，全新的市场契机亦将应运而生。

响应。专家预测，量子计算机有望在未来5到20年内走向成熟，其强大的破译能力对现有加密技术和数字签名构成了严重威胁，进而对数据和通信的完整性和真实性带来潜在风险。尽管量子计算机的发展进程尚不确定，但在后量子加密(PQC)领域保持观望绝非明智之举。当前，新兴加密标准为应对这一挑战提供了可行的解决路径。尽管更新加密实践的进程相对明确，但这仍是一个长期且复杂的过程。因此，各组织应尽早采取行动，以确保能够应对潜在的安全威胁。同时，在推进加密技术升级的过程中，还应兼顾网络安全环境的整体优化以及加密技术的灵活应变能力提升。

## 核心现代化

### 智能中枢：AI 颠覆核心系统现代化

核心系统供应商已在AI投入重金，致力于围绕AI驱动或AI优先的模型，重构其产品及服务能力。将AI集成到企业核心系统中，标志着运营模式和技术应用方式的重大变革，为企业提供了通过智能化手段获取竞争优势的新途径。这一转型不仅限于自动化常规任务，更在于重新构思和设计业务流程，使其更加智能、更高效、更具

- **IT出圈：AI助推技术部门跃迁：**AI在代码编写、软件测试以及技术人员能力提升上的广泛应用，正如一股强劲的东风，不仅极大地拓展了技术领域的边界与影响力，更引领企业IT破浪前行，逐步挣脱虚拟化枷锁与预算紧缩的羁绊，开启一个崭新的辉煌篇章。
- **智能中枢：AI颠覆核心系统现代化：**核心系统供应商在AI领域倾注心血，有望简化用户体验，搭建起应用间数据共享的桥梁。但同时，AI在系统中的不断深化，也将使系统架构愈加复杂。

鉴于我们深信AI将如同电力、HTTP协议等诸多基础性技术一样，成为明日世界不可或缺的核心要素。AI将在未来几年随着逐渐泛用而不断演进，人类将从中汲取无尽福祉，这无疑是一幅激动人心的美妙图景。《技术趋势》将全程记录并细致描绘这非凡旅程的每一步脚印。

期待下次再会。



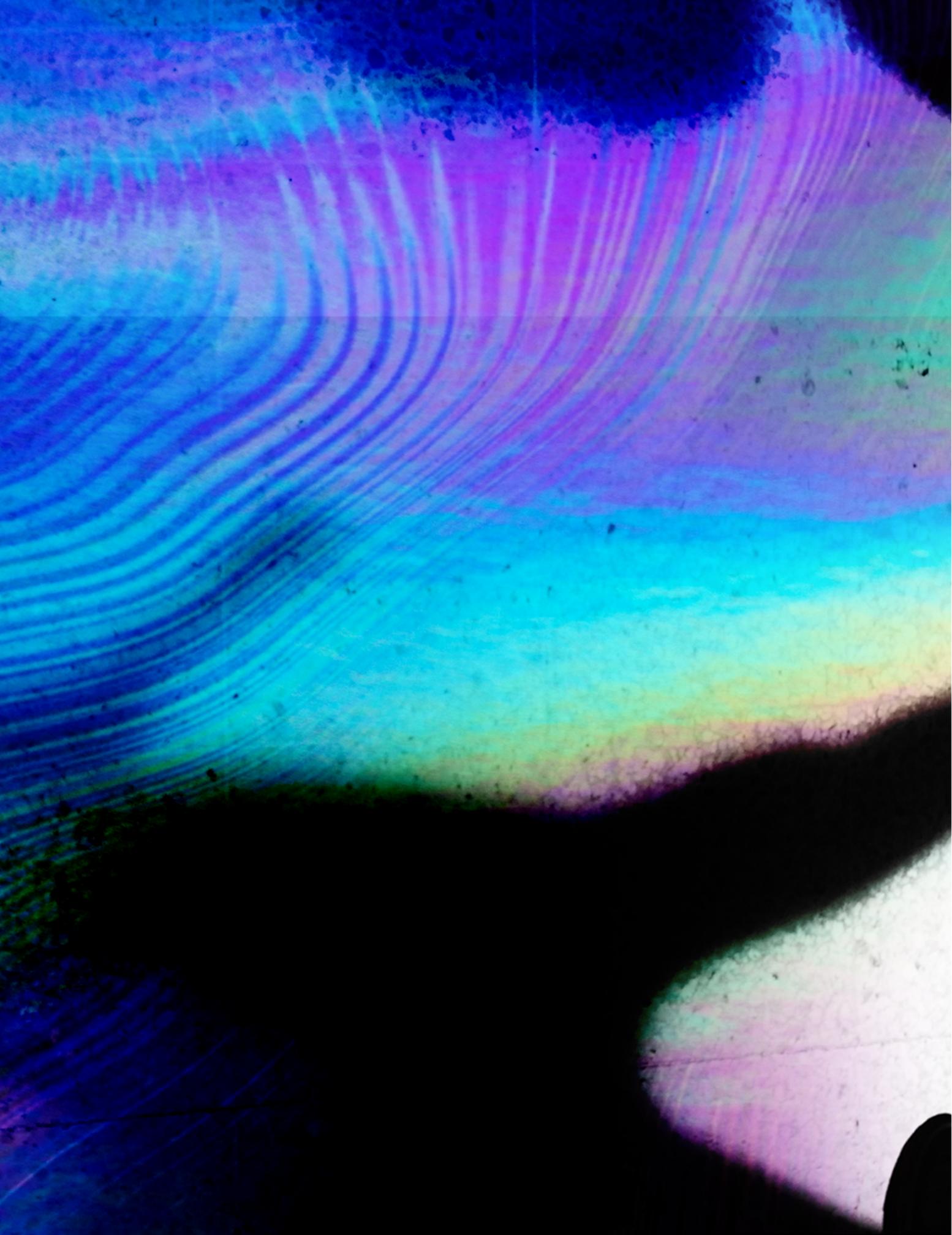
Kelly Raskovich  
德勤CTO办公室  
《技术趋势》执行主编

## 趋势追踪

	交互		信息		计算		技术业务		网络与信任	核心现代化
2025	空间计算“C位出道”		AI的下一个风口何在？		硬件吞噬世界		IT出圈		新难题	智能中枢
2024	互动新时空		“灯神”出版		智取而非力胜		从DevOps到DevEx		慧眼金睛	核心训练
2023	穿越屏幕		敞开心扉		云上有云		弹性至上		公信之力	连接与扩展
2022			数据跨界共享更便捷		区块链：商业化应用启程	云走向行业垂直化	DEI技术：公平工具	技术堆栈实体化延伸	网络人工智能	IT的自我颠覆
2021	重启数字化工作环境	十亿级定制	机器数据革命	MLOps：人工智能产业化			战略工程化	解放供应链	零信任	激活核心
2020	人感体验平台		数字孪生				金融与IT的未来	架构唤醒	技术道德与信任	
2019	智能界面	超越营销	人工智能赋能的组织		NoOps与无服务器计算		未来联通		DevSecOps和网络势在必行	
2018	数字现实		企业数据主权		API势在必行		从单一区块链到区块链组合	无领劳动力	技术重塑	新核心
2017	混合现实		暗数据分析	机器智能	一切皆服务	信任经济	IT无界限	必然的架构组成		
2016	物联网	增强现实与虚拟现实的运用	工业化分析		民主化信任		IT迅速发展	自主平台		重构核心系统

注释：欲了解更多历史技术趋势信息，请前往 [www.deloitte.com/us/TechTrends](http://www.deloitte.com/us/TechTrends)

资料来源：德勤数据分析



交互

## 空间计算“C位出道”

空间计算的未来将走向何方？实时模拟仅仅是开端，一系列崭新而令人兴奋的应用场景将重塑从医疗健康到娱乐等各行各业的面貌。

当今的工作方式要求掌握“窄而深”的知识——在狭窄的技能领域拥有深厚的专业知识。了解某一专业领域的项目通常需要大量的培训和对背景的理解，这可能会给工作者带来负担，并使之信息陷入孤岛。从历史经验来看，这种情况在涉及物理组成部分的工作流程中尤为突出。专业任务往往需要针对各种独特的系统进行狭窄而深入的培训，这使跨学科的合作变得异常困难。

以计算机辅助设计 (CAD) 软件为例，一个有经验的设计师或工程师可以查看CAD文件并获取大量关于项目的信息。然而，对于设计和工程领域之外的人员，如从事营销、财务、供应链、项目管理等职位的人来说，理解这些文件以获取工作细节可能会非常困难。这导致一些重要的技术细节被忽视或埋没。

空间计算是一种可以消除信息孤岛，促进此类协作的灵丹妙药。正如《技术趋势2024》所讨论的内容，空间计算为商业信息的传递提供了一个更情境化的方式，使客户和员工能够更好地参与其中，与数字系统进行互动。它无缝地融合了物理世界与数字世界，创造了一个沉浸式的科技生态系统，让人们能够更自然地与世界互动<sup>1</sup>。例如，一个视觉交互层可以整合来自商业软件的情境数据，使供应链工作人员能够识别需要订购的零部件，也能帮助营销人员把握产品的整体美感，以便于构建更具吸引力的营销活动。公司各部门的员工都可

以通过详细且通俗易懂的信息来了解项目并做出决策。

一提到空间计算，很多人自然而然会联想到引人注目的虚拟现实 (VR) 头戴设备，但空间计算的内涵远不止于此，它并非仅仅局限于通过眼镜提供视觉体验。实际上，空间计算还涵盖了将商业传感器数据与物联网、无人机、激光雷达 (LIDAR)、图像、视频以及其他三维数据相结合构建出的数字模型，以精准反映现实世界的商业运营。这些模型能够在多种交互媒体上呈现，包括传统的二维屏幕、轻量级的增强现实眼镜，以及完全沉浸式的虚拟现实环境等。

空间计算可感知现实世界的物理组件，使用桥接技术连接物理和数字输入，并将数字输出叠加到混合界面上 (图1)<sup>2</sup>。

空间计算的当前应用兼具多样性，又极具变革性。实时模拟已成为该技术的核心应用场景。展望未来，随着技术的不断进步，崭新且令人兴奋的用例将持续涌现，有望重塑医疗健康、制造、物流、娱乐等多个行业。这正是空间计算市场预计在2022年至2033年间将以18.2%的同比增长率持续扩张的原因所在<sup>3</sup>。在当下到未来的整个人机交互发展中，空间计算将从根本上改变我们对数字世界和物理世界的感知方式，以及与其互动的方式。

图1

## 空间计算的多种可能性

物理组件	桥接技术	数字赋能
可穿戴设备（如头戴式设备、智能眼镜和胸针）	传感器（如LIDAR和传感器融合）	增强现实对象
新一代显示器	计算机视觉	可交互数字对象
物联网设备（如生物识别设备）	GPS/空间映射软件	全息投影
体感技术（如触觉设备）	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	虚拟数字人物/角色
摄像头	数据湖	生成式AI
新一代电池		

资料来源：Abhijith Ravinutala et al., “Dichotomies spatial computing: Navigating towards a better future,” 德勤, 2024年4月22日

### 当下：一切皆数字化

空间计算的核心在于紧密融合数字世界与现实世界。众多商业流程都包含物理组成部分，尤其在重资产行业更是如此。然而这些流程的信息常常被过度抽象化，从而使员工失去把握其本质并产生洞察的机会。企业固然能够从有组织、结构化的商业数据中获取诸多关于自身运营的信息，但若能结合物理数据，便能更深入地洞察企业的运营状况。正是在这样的背景下，空间计算应运而生。

“在正确的时间提供正确的信息和正确的视角，这是空间计算的承诺。”亚马逊网络服务 (AWS) 空间计算全球市场负责人David Randle表示。“我们相信，空间计算能够使人们对物理世界和虚拟世界有更自然的理解和感知。”<sup>4</sup>

空间计算充分发挥作用的关键应用之一是高级模拟。高级模拟与数字孪生类似，但区别于单纯的物理资产监控

可视化，这种模拟使得组织能够测试不同场景，观察各种条件将如何影响其运营。

设想一下，一家制造公司的设计师、工程师和供应链团队能够无缝地使用同一个3D模型来设计、制造和采购全部所需零件；医生可以通过增强现实查看患者身体的真实模拟；或者一家石油和天然气公司能够在2D地图上叠加详细的工程模型。这些可能性就像我们的物理世界一样丰富多彩。

葡萄牙足球俱乐部本菲卡 (Benfica) 的数据科学团队运用摄像机和计算机视觉技术，全程追踪球员在比赛中的表现，并为每位球员的每一个动作构建完整的三维模型。摄像机从每位球员身上采集2000个数据点，而AI技术则助力识别某一球员的面向方向，以及其决策中考虑的诸多关键因素。这些数据实质上为每位球员打造了一个数字孪生体，从而使团队能够模拟：若球员处于不同位置，比赛将如何发展。黑板上的传统的X和O符号，如今已演变为教练可以进行实验的三维模型<sup>5</sup>。

“AI的快速发展推动了这些模型持续优化，以用于我们现在的决策，”里斯本本菲卡 (Benfica) 足球俱乐部的CIO兼CTO Joao Copeto说<sup>6</sup>。

这不仅仅关乎胜负，还关乎盈亏。本菲卡 (Benfica) 通过利用数据和AI，将球员培养转化为一项盈利业务。在过去10年中，欧洲众多高价球员的转会交易中，就频有该俱乐部的身影。类似的方法也可以在仓库运营、供应链和物流，或任何其他资源规划过程中带来收益。

高级模拟技术也已应用于医疗环境。例如，虚拟患者情景可作为护士或医生培训的有力补充，提供比传统教科书更为动态、更具自主性的学习环境。然而，这一技术的应用也面临着一些挑战，如患者数据的处理、将AI整合到现有学习材料中，以及提升模拟的真实感等。尽管如此，基于AI的模拟技术仍有望深刻影响我们的学习方式<sup>7</sup>。

模拟技术也开始对医疗健康服务的提供产生影响。加拿大弗雷泽卫生局 (Fazer Health Authority) 在利用模拟模型改善护理方面扮演着先锋的角色<sup>8</sup>。通过首创一个系统级的数字孪生体，不列颠哥伦比亚省（位于加拿大西部）的公共卫生机构对患者在不同护理环境中的活动进行了有效的可视化，并利用模拟来确定不同护理模式对患者获得医疗服务的影响。尽管这项工作仍在进行中，但弗雷泽卫生局预计，通过增加患者对可用服务的了解，有利于患者按需获取合适的护理资源。

### 探索：数据决定成败

企业IT团队在开发全新的空间计算应用程序过程中，可能需要克服许多障碍。这些开发过程中的挑战可能是团队在实施更传统的基于软件的项目时未曾遇到过的。尽管这些空间计算应用程序的开发项目具有令人信服的商业价值，但组织在实现它们的过程中，仍需探索一些未知领域。

一方面，系统之间的数据并不总是能够进行互操作，这限制了从不同来源融合数据的能力。另一方面，大多数组织中数据流动的路径图往往错综复杂，构建数据管道以将正确的空间数据输入到可视化系统中，是一个棘手的工程挑战。确保数据质量高且真实反映现实世界的情况，可能是有效使用空间计算的最大障碍之一<sup>9</sup>。

亚马逊网络服务 (AWS) 的Randle认为，空间数据在大多数组织中历来管理不善，尽管它体现了一些企业最有价值的信息。

Randle表示，“这些信息因为相对较新且多样化，所以缺乏统一标准，大部分数据分散在各个孤岛中，有些在已经上云，但大多数都未上云”。“这种涵盖物理和数字资产的数据集非常分散，未得到妥善管理。我们的客户首先需要解决的问题，是管理他们的空间数据。”<sup>10</sup>

采用更系统化的方法来获取、加工和存储空间数据，使其更易于被现代AI工具所利用，才是真正开始发挥空间数据价值的关键一步。

### 数据管道为业务发展提供源源不断的燃料

数据是新的石油已经是一种老生常谈的说法，但对于一家美国的石油和天然气公司来说，这一比喻正逐渐成为现实，这得益于其在重新构建部分数据管道方面所做的巨大努力。

该能源公司使用无人机对现场设备进行3D扫描，然后使用计算机视觉算法对数据进行分析，以确保其资产在预设的公差范围内运行。同时，该公司基于从工程、运营和ERP系统中提取的数据，创建了高保真的资产数字孪生体。

在上述足球、医疗、能源等各个例子中，关键要素是什么？是数据集成。以这家能源巨头为例，该企业构建了一个空间存储层，并通过API连接到不同的数据源和文件类型，涵盖了机器数据、无人机数据、业务数据以及图像和视频数据等<sup>11</sup>。

如今，很少有组织对这种系统化获取和存储空间数据的方法进行投资。然而，这是推动空间计算能力构建的关键因素，也是实现影响深远的空间计算用例的重要起点。

### 多模态 AI 赋能上下文理解

过去，企业难以将空间数据与业务数据整合到一个可视化界面中，但如今这一状况正在发生转变。正如我们在本文“AI的下一个风口何在？”趋势中所探讨的，多模态AI——这种能够处理几乎任何数据类型，并以多种格式输出结果的AI技术——已经具备了处理各类输入的能力，无论是文本、图像、音频、空间数据还是结构化数据<sup>12</sup>。这一能力使得AI能够在不同数据源之间搭建起桥梁，基于空间数据与业务数据进行解读并按需补充上下文信息，从而深入到不同的数据体系中挖掘洞见。

这并不意味着多模态AI消除了所有障碍，组织仍需有效管理和治理其数据。“垃圾进，垃圾出”这句老话在此情境下显得尤为贴切。若用杂乱无章、代表性不足的数据来训练AI工具，无异于自找麻烦，因为AI有可能将错误放大到我们在其他类型软件中从未见过的程度。企业应专注于推行和实施开放数据标准，并与供应商合作，以标准化数据类型。

好消息是，一旦解决了这些问题，IT团队就可以为令人兴奋的应用打开新的大门。“你可以通过新的、创造性的方式塑造这项技术，”派拉蒙(Paramount)人才赋能执行副总裁Johan Eerenstein说<sup>13</sup>。

### 展望：AI驱动无感交互体验

上述空间计算中的许多挑战都与集成有关。企业在实际操作中，往往需要把各式各样的数据源整合进可视化平台，并且要以一种对用户日常工作有实用价值的方式来呈现这些数据，而这一过程往往并非一帆风顺，但很快，AI将有望降低这些障碍。

如上所述，多模态AI可以接受多种输入并在同一个平台上进行处理，但这可能只是个开始。随着AI被集成到更多的应用程序和交互层中，它使得服务能够协同工作。正如在本文“AI的下一个风口何在？”趋势中提到的，这将逐步演变为具有上下文感知能力并能够根据用户偏好主动执行功能的自主式系统。

这些自主式智能体很快将能够支持供应链经理、软件开发人员、财务分析师等角色。与今天的机器人不同，未来的自主式AI能够提前规划并预见用户的需求，甚

至无需用户提出要求。基于用户偏好和历史行为，它们将知道如何在合适的时间提供合适的内容或采取合适的行动。

当自主式AI与空间计算相融合时，用户将无需关心数据是否源自空间系统（例如LIDAR或摄像头），也无需纠结于特定应用的功能（当然，前提是AI系统已经基于高质量、管理得当且具有互操作性的数据进行了训练）。借助智能代理，AI将成为接口，用户只需表达自己的偏好，而无需进行显式编程或向应用输入提示词。试想一下，不久的将来将会出现一个能够自动提醒财务分析师关于市场变化的机器人，或者一个为高管编写关于业务环境或团队士气变化的每日报告的机器人。

如今我们所使用的众多设备，无论是手机、平板电脑、计算机还是智能音箱，在未来都将会显得极为累赘。到那时，我们只需做出表示偏好的手势，然后让具备情境感知能力、由AI驱动的系统去执行我们的指令即可。最终，一旦这些系统掌握了我们的偏好，我们或许连手势都无需做了。

虽然自主式AI系统对空间计算的全面影响可能需要在多年后才能显现，但企业仍可以朝着利用空间计算优势的方向去努力。尽管构建数据管道是十分艰巨的任务，但是一旦建成，它们将开启众多应用场景。自主资产检查、更顺畅的供应链、真实模拟以及沉浸式虚拟环境，这些在未来都将促进世界一流企业提升其运营的空间感知能力。AI持续与空间系统相互交融、碰撞之际，我们即将有幸见证那革命性的全新数字疆域徐徐铺展于眼前，而此刻，我们不过才刚刚拿起画笔，着手勾勒它的朦胧轮廓。其蕴含的无限可能与绮丽风光，正待我们去一一探寻、细细描摹。

## 尾注

1. Abhijith Ravinutala et al., “Dichotomies Spatial Computing: Navigating Towards a Better Future,” Deloitte, April 22, 2024.
2. Ibid.
3. Future Market Insights, Spatial Computing Market Outlook (2022 to 2032), October 2022.
4. David Randle (global head of go-to-market, AWS), interview with the author, Sept. 16, 2024.
5. Joao Copeto, chief information and technology officer, Sport Lisboa e Benfica, interview with the author, August 27, 2024.
6. Ibid.
7. Isabelle Bousquette, “Companies finally find a use for virtual reality at work,” The Wall Street Journal, Sept. 6, 2024.
8. Fraser Health, “Fraser Health Authority: System wide digital twin,” October 2023.
9. Gokul Yenduri et al., “Spatial computing: Concept, applications, challenges and future directions,” preprint, 10.48550/arXiv.2402.07912 (2024).
10. Randle interview.
11. Deloitte internal information.
12. George Lawton, “Multimodal AI,” TechTarget, accessed Oct. 29, 2024.
13. Johan Eerenstein (senior vice president of workforce enablement, Paramount), interview with the author, July 16, 2024.

---

# 持续对话

## 行业领袖

### Frances Yu

德勤无限现实™服务业务领导合伙人 | 德勤管理咨询  
+1 312 486 2563 | francesyu@deloitte.com

Frances Yu是德勤管理咨询的合伙人，在德勤担任过多个全球业务实践的领导职务。她曾协助《财富》500强客户以及德勤开展多项新业务，制定增长战略，并对其需求价值链进行转型。目前，她担任德勤无限现实™服务业务的美国及全球业务主管和总经理。该业务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和数据领域。

### Nishanth Raj

德勤无限现实™服务空间/多模态AI及数据业务领导人 | 管理总监 | 德勤管理咨询  
+1 832 970 7560 | nisraj@deloitte.com

Nishanth Raj是德勤的总监，同时也是德勤管理咨询AI与数据业务以及德勤无限现实™服务的负责人。他专注于能源与化工行业。凭借超过二十年的咨询经验，他帮助客户借助技术、AI和数据来提升商业价值，并助力客户转型为以洞察力为驱动的组织。

### Stefan Kircher

德勤无限现实™服务CTO | 管理总监 | 德勤管理咨询  
+1 404 631 2541 | skircher@deloitte.com

Stefan Kircher担任德勤管理咨询产品与解决方案业务的总监和德勤无限现实™业务的CTO。他在生产制造、技术战略规划以及跨不同行业解决方案构建方面积累了超过25年的深厚专业经验，其工作范畴还涵盖了研发创新以及与亚马逊云服务 (AWS) 等战略技术合作伙伴的紧密协作。

### Robert Tross

德勤无限现实™服务GPS市场领导合伙人 | 德勤管理咨询  
+1 703 251 1250 | rtross@deloitte.com

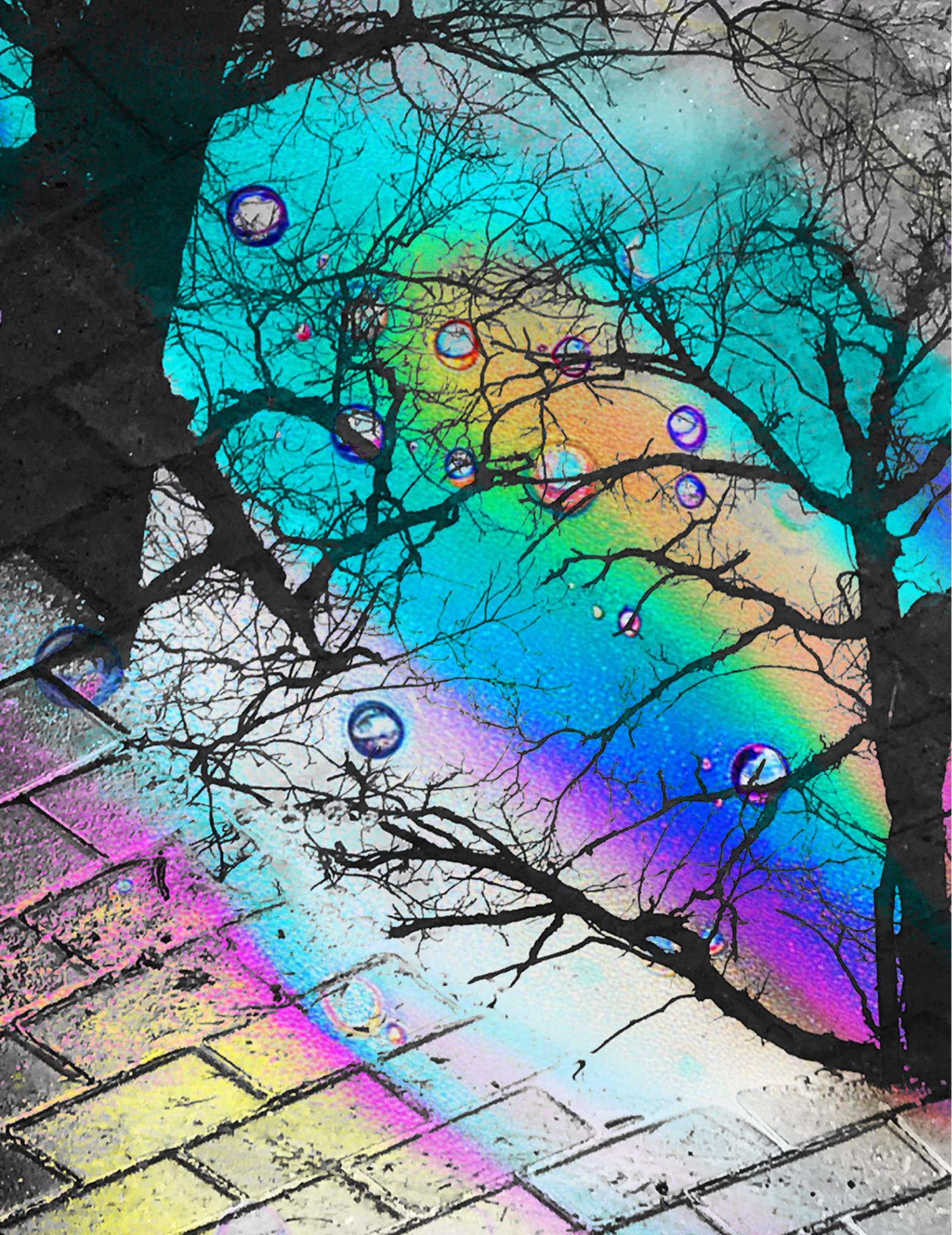
Robert Tross是德勤管理咨询的GPS市场领导合伙人，负责引领德勤无限现实™服务在联邦市场的业务拓展。他拥有超过25年的丰富经验，专注于打造跨多种平台的全渠道体验，其专业领域包括网络平台、沉浸式与空间计算技术、社交媒体、移动设备、可穿戴设备以及平板电脑等。

---

# 致谢

衷心感谢德勤各领域的众多专家领导，他们为交互章节的研究做出了宝贵的贡献：

**Lars Cromley, Stefan Kircher, Kaitlyn Kuczer, Lena La, Tim Murphy, Ali Newman, Bob Tross, Frances Yu.**



信息

## AI的下一个风口何在？

随着大语言模型的持续演进，新的模型与智能体在完成特定任务过程中展现出更高的效率。在AI领域，不同的任务需要匹配不同的解决方案，正如赛马时需根据赛程特点选择合适的马匹一样。

眼下，AI的发展速度用“瞬息万变”来形容毫不夸张。去年，当各企业纷纷探索如何引入生成式AI之际，我们提醒《技术趋势2024》的读者们，在与竞争对手形成差异以取得优势，并利用大语言模型实施战略性扩展的过程中，始终应当以实际需求为出发点。如今，大语言模型已深深扎根，据估计，多达70%的组织正在积极探索或应用大语言模型<sup>1</sup>。

然而，领先的组织已经开始展望AI的下一章。企业如今正考虑部署多个更小型的模型，以更精准、更高效地满足业务需求<sup>2</sup>，而不再单纯依赖AI领域头部玩家所构建的基础模型。这些基础模型虽然强大，但其数据规模和性能可能超出了企业的实际需求。大语言模型将继续发展，并成为某些应用场景的最佳选择，如通用型聊天机器人或用于科学研究的模拟仿真技术。但是，分析您的财务数据以探讨错过了哪些营收机会的聊天机器人，并不一定需要采用与回复客户咨询的聊天机器人相同的模型。简而言之，我们可能会看到企业根据不同用途采用多种模型，呈现出多样化格局的发展趋势。

一系列较小模型的协同工作可能会服务于与当前大语言模型不同的场景。组织可以根据新的开源选择和多模态输出（不仅是文本）解锁全新的服务和产品，开辟全新的应用领域<sup>3</sup>。

在未来数年，随着AI模型向更小型化、专业化发展的进程，企业在AI应用领域的规则与标准有可能将被再次改写。

各组织或将见证AI从增强知识到增强执行的根本性转变。当前对所谓的“自主式AI”新时代的投资，可能

会通过为消费者和企业提供大量基于硅基技术的智能助手，彻底改变我们的工作与生活方式。想象一下那些能够执行特定任务的智能体，比如在董事会会议上提交财务报告或申请补助金。“对此，有个应用程序将会更好的帮助您”这句话未来很可能演变为“这项工作将会有智能助理来协助您完成”。

### 当下：夯实基础

大语言模型无疑是令人兴奋的，但其部署需要坚实的基础工作。许多企业并未自行构建模型，而是选择与Anthropic、OpenAI等公司合作，或是通过超大规模云服务提供商来接入AI模型<sup>4</sup>。据Gartner®预测，AI服务器将占超大规模云服务提供商总服务器支出的近60%<sup>5</sup>。部分企业在运用大语言模型的过程中已经迅速捕捉到了其商业价值，而另一些企业则对由外部数据所训练的大语言模型的准确性和适用性持谨慎态度<sup>6</sup>。在企业的发展时间线上，AI的进步仍处于初级阶段（位于去年所提到的“爬行”或“行走”阶段）。根据德勤、Fivetran和Vanson Bourne的最新调查显示，由于大多数组织在获取或清洗运行AI程序所需的全量数据方面存在困难，导致只有不到三分之一的生成式AI试验进入生产阶段<sup>7</sup>。为了实现规模化应用，企业可能还需要深入思考关于数据和技术的問題，以及战略、流程和人才的布局。以上均在德勤AI研究院最近发布的报告中有所强调。

德勤《2024年第三季度企业生成式AI报告》显示，75%的受访组织受生成式AI的影响，增加了对数据全生命周期管理的投资<sup>8</sup>。数据对于大语言模型而言至关重要，因为低质量的输入将导致更差强人意的输出（换句话说

说，垃圾进，垃圾指数级出)。正因如此，数据标注的成本可能成为驱动AI投资的重要因素<sup>9</sup>。当一些AI公司通过在网络上搜集信息来构建尽可能大的模型时，精明的企业则专注于创造更加智能的模型。这就需要为其大语言模型提供更符合某个具体领域的特定“训练”。例如，总部位于温哥华的LIFT Impact Partners是一家为非营利组织提供服务的公司，该公司正在对其AI驱动的虚拟助手进行微调，以帮助新加拿大移民办理手续。LIFT Impact Partners的CEO Bruce Dewar表示：“当你基于企业的独特个性、数据和文化对模型进行训练时，其输出的效率和相关性显著提升。这样的模型不仅能够提供更加真实和贴近企业需求的成果，而且能够无缝融入企业，成为不可或缺的一部分。”<sup>10</sup>

数据赋能问题正处于动态变化之中。根据德勤的调查，受访组织指出，随着AI试点项目的规模化推进，一系列新挑战或将随之浮现。其中，涉及敏感数据的法规细则尚不明晰，在外部数据（诸如获授权的第三方数据）的使用上，同样存在诸多亟待攻克的难题。正因如此，55%的受访组织因数据相关问题，在某些场景下避免使用AI，而相似比例的组织正在努力加强其数据安全措施<sup>11</sup>。企业可以通过使用供应商提供的既有模型来避免这些问题，但要实现具有差异化的AI效果，则可能依赖于各具特色的企业内部数据。

值得庆幸的是，一旦打好基础，其益处便显而易见：三分之二的受访组织表示，由于看到了生成式AI迄今所带来的显著价值，他们正在增加对此类技术的投资<sup>12</sup>。从保险理赔审查到电信故障诊断，再到消费者细分工具，各行各业均开始出现具有实际应用价值的初期实例<sup>13</sup>。大语言模型也在如太空维修、核能建模、材料设计等更专业的场景中激起千层浪花<sup>14</sup>。

随着底层数据输入质量的不断优化及可持续性的提高，大语言模型与其他高阶模型（如模拟仿真）可能会更易于快速搭建，并实现规模扩增。但切记，规模并非全部。随着时间推移，由于AI训练和实施方法的多样化发展，企业可能会更倾向于尝试小模型。许多企业或许拥有比想象中更“价值连城”的数据，将这些数据通过任务导向的小模型来付诸使用，能够在节省时间、精力的同时，减少麻烦。正如今年开篇所讨论的那样，我们正处在从彼此孤立的AI项目向“无处不在的AI”的转折点上。

### 探索：因材施教，各取所长

尽管大语言模型拥有广泛的应用场景，但其应用范围并非无穷无尽（至少目前不是），大语言模型需要海量资源处理文本信息，且其意在提高人类智慧，而非直接承担并执行特定任务。正如Dell Technologies企业战略高级副总裁Vivek Mohindra所言：“在AI领域，并没有一种放之四海而皆准的方法。未来，我们将会看到各种规模，包括专为特定目的所设计的模型，这是我们在AI战略中的重要理念之一。”<sup>15</sup>

在接下来的18至24个月内，主要的AI供应商和企业用户很可能会拥有一套模型工具包，其中包含日益精密、强大的大语言模型，以及更适用于日常应用场景的其他模型。事实上，在大语言模型并非最佳选择的情况下，AI的三大支柱开辟出了新的创造价值途径：小语言模型、多模态模型以及自主式AI（图1）。

#### 小语言模型

大语言模型的供应商正竞相让AI模型尽可能高效。他们所做的努力并非着眼于开拓新的应用场景，而是旨在针对现有场景对模型进行适当调整和优化。例如，对于像总结一份检验报告这类常规工作而言，一个基于类似文档训练而成的较小模型就足以胜任，并不一定需要由多么庞大的模型来完成，而且这样在成本效益方面更具优势。

小语言模型可由企业基于规模更小、经过精心整理的数据集进行训练，来解决更为具体的问题，而不光是处理一般性的查询。如，一家公司可以利用其库存信息来训练一个小语言模型。这样一来，员工就能快速获取洞察，无需耗费数周时间来手动解析庞大的数据集。通过诸如此类的小语言模型获得的信息随后可以与用户界面的应用程序相结合，以便于访问。

Databricks公司的AI副总裁Naveen Rao认为，大多数的组织应采取一种系统化的方法来使用AI：“一台能够洞悉世间万物的神奇计算机，终究不过是科幻小说中的绮丽幻想。实际上，正如我们在工作场所根据不同的职能对人员进行分工一样，我们也应该对问题进行拆解。相对应地，领域明确且定制化的模型可以处理特定的任务集，工具可以执行确定性的计算，数据库则可以提取相关数据。这些AI系统协同工作，所能提供的综合解决方

图1

### 不同需求适用的不同AI工具

	小语言模型	多模态模型	自主式AI
焦点	文本，可定制，适用于不同的应用场景（可训练）	无法在较小的数据集上训练；需要更多的输入，并且具有更广泛的输出种类	能够采取具体行动
输入	文本	不仅是文本	文本
输出	一些	更多	最多
数据	较少	大量	待明确
定制化	需要根据所处理的数据进行定制和训练	由于所需数据量较大，定制化可能性较低	供应商提供现成的功能，但定制化效果最佳

资料来源：德勤研究

案远超任何一个单独模块所能达到的效果。”<sup>16</sup>

小模型的另一个优势在于其可以在设备端运行，并且企业能够用较小规模、经过精心整理的数据集对其进行训练，来解决更为具体的问题，而不仅限于泛泛的查询，正如本文“硬件吞噬世界”趋势中所讨论的那样。像Microsoft和Mistral这样的公司正致力于从其较大的AI产品中提炼出基于较少参数构建的小语言模型，而Meta则在小模型和前沿模型方面提供了多样选择<sup>17</sup>。

最后，小语言模型领域的诸多进展均得益于像Hugging Face或Arcee.AI这样的公司所提供的开源模型<sup>18</sup>。由于此类模型可以针对不同需求进行定制，只要企业的IT团队拥有相应的AI人才来对其进行微

调，就可以在企业中发挥巨大作用。事实上，近期由Databricks所发布的一份报告显示，超过75%的组织选择较小的开源模型，并针对具体场景对其进行定制<sup>19</sup>。归功于多元化编程社区的不懈努力和持续贡献，开源模型得以持续优化和升级。正因如此，这类模型在规模和运行效率上有望实现迅速的增长和提升。

#### 多模态模型

人类通过文本、肢体语言、声音、视频等多种媒介进行互动，现在，计算机技术也奋起直追<sup>20</sup>。鉴于商业需求并非仅仅囿于文本范畴，企业对于能够处理和生成多种媒介内容的AI系统抱有期待，也合乎情理。从某种角度

上来说，多模态AI已经悄然成为我们生活的一部分。无论是与智能助手交谈并接收其以文本或图像形式提供的信息，还是在驾驶过程中体验那些融合了计算机视觉和音频提示的辅助驾驶系统，我们都在日益熟悉并依赖这些技术带来的便利<sup>21</sup>。

另一方面，多模态生成式AI仍处于起步阶段。2024年5月，谷歌的Project Astra和OpenAI的GPT-4 Omni首次亮相，Amazon Titan也具备类似能力<sup>22</sup>。由于多模态生成式AI需要更大量的数据、资源和硬件支持，其发展进程可能会比较缓慢<sup>23</sup>。此外，以文本为主要输出成果的模式中已然存在的幻觉和偏差问题，在多模态生成过程中可能会变得更加严重。

但即使这样，多模态生成式AI在企业应用中的前景依然令人期待。“一次训练，随处（或以任何方式）运行”的理念预示着一一种新模型初露锋芒：它可以接收文本信息，但能根据应用场景和用户的偏好，以图片、视频或声音的形式提供回应，从而提升数字包容性。像美国超威半导体公司（AMD）就致力于利用这一新型技术，快速将营销材料从英语翻译成其他语言，或是生成相关内容<sup>24</sup>。而在供应链优化方面，多模态生成式AI可以在接受传感器数据、维护日志和仓库图像训练后，推荐理想的库存数量<sup>25</sup>。这也为空间计算带来了新机遇，我们在本文“空间计算‘C位出道’”趋势中对此有所阐述。随着技术的进步和模型架构的优化，我们预计在未来18至24个月内将会看到更多应用场景的涌现。

### 自主式 AI

AI的第三个新兴支柱，极有可能在接下来的十年间重塑我们的工作模式。无论是大型还是小型的工作模型，均突破了大语言模型单纯的问答局限，具备在现实世界里完成特定任务的能力。这些模型的应用范围十分广泛，不仅可以根据您的旅行偏好预订航班，还可提供自动化客户服务。这种服务无需您下达极具专业性的指令，便能直接访问数据库，高效执行相关任务<sup>26</sup>。这类有自主管理性质的数字智能体工作模型的普及，预示着自主式AI的神秘面纱正被缓缓揭开，像Salesforce和ServiceNow等软件供应商，已经在向大众宣传其可能性<sup>27</sup>。

ServiceNow的首席客户官Chris Bedi认为，针对特定领域或行业的自主式AI能够改变企业中人机交互的方式<sup>28</sup>。例如，在ServiceNow的Xanadu平台上，一个智能体可以比照过往事件记录来扫描接收到的客户问题，进而就后续处理方式提出建议。随后，它会与另一个能够自主选择方案并执行的自主式AI沟通，而处于这一流程

中的工作人员则会审查这些智能体之间的沟通内容，以验证相关假设。同理，一个智能体可能擅长管理云端的工作负载，而另一个则负责处理客户订单。就像Bedi所言：“自主式AI无法完全取代人类，但它能够与您的团队并肩协作，处理重复性任务，寻找信息和资源，全年无休、不分昼夜地在后台开展工作。”<sup>29</sup>

最后，除了上述所提到的AI模型之外，在AI设计和执行方面的进展同样对企业使用AI产生影响，特别是液态神经网络的出现。“液态”形容的是通过神经网络这种通过模仿人类脑部结构的机器学习算法来训练AI系统的新型方式所具备的灵活性。就像量子计算机摆脱了经典计算机的二进制限制一样，液态神经网络能够以更少的资源实现更多功能：该网络中几十个节点或许就已足够，而传统网络可能需要10万个节点才能达到相同效果。这项尖端技术旨在降低对于计算能力的需求，并提高透明度，从而为AI嵌入边缘设备、机器人技术和对安全要求严苛的系统提供了可能性<sup>30</sup>。换言之，在未来几年，不仅AI的应用亟待完善与变革，其底层机制同样也到了需要改进与突破的成熟阶段。

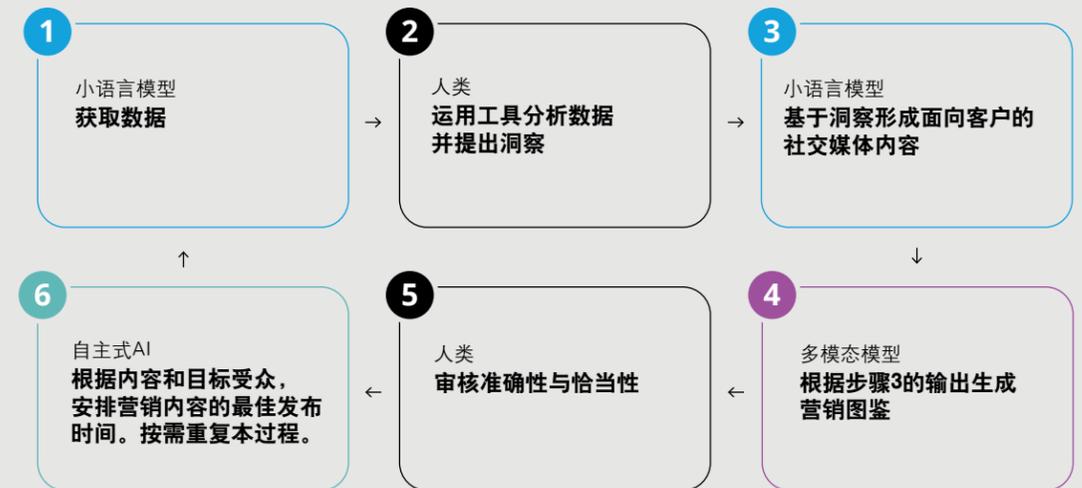
### 展望：将有智能助理协助您完成这项工作

在未来十年间，AI可能会完全聚焦于执行任务，而非仅仅增强人类能力。未来的工作人员可以用简单的语言向AI提出请求，如“完成第二季度的账目结算，并生成一份EBITDA报告”。就如同在企业组织架构的管理层级中那样，核心智能助理将任务委派给具备不同角色的特定用途智能体，这些特定用途智能体会在不同的办公套件之间进行操作以完成任务。与人类一样，团队协作可能是使机器提升自身能力的关键因素<sup>31</sup>。这也引出了未来几年需要重点考量的几个关键点（图2）：

- **AI间的沟通：**智能体之间可能会存在一种比人类语言更为高效的沟通方式，毕竟我们不需要让聊天机器人模仿人类聊天那样进行交谈<sup>32</sup>。更优质的AI间的沟通能够提升工作成效，因为将不再需要人们成为AI专家才能从中获益。相反，AI可以适应每个人的沟通风格<sup>33</sup>。
- **岗位的更替与创造：**尽管有人认为像提示工程师这样的角色可能会被淘汰<sup>34</sup>，但这些员工的AI专业知识仍至关重要，他们将专注于智能体的管理与培训，并与其进行合作，就像他们今天与大语言模型的合作一样。一支拥有AI专家的精锐IT团队可能会在企业内部构建所需的智能体，打造一个“AI工厂”。正如以往《技术趋势》中所提到的那样，剩余劳动力在技能和教育方面的重大转变，最终可能

图2

### 复合AI之旅



资料来源：德勤研究

会使像创造力、设计等人类特有的技能受到重视。

- **隐私与安全：**随着拥有系统访问权限的智能体的数量不断增加，可能会引发对网络安全的广泛担忧，而且随着时间推移以及AI系统访问的数据越来越多，网络安全只会变得愈发重要。要想最大限度地使用智能体，就需要建立风险评估与信任获取的新范式。
- **能源与资源：**AI的能耗问题正日益受到关注<sup>35</sup>。为了减轻对环境的影响，未来的AI发展需要在性能与可持续性之间找到平衡。这不仅涉及到充分利用液态神经网络以及其他高效AI训练方式所带来的进步，同时也涵盖了实现这些技术所需的硬件支持，正如我们在本文“硬件吞噬世界”趋势中所讨论的那样。
- **面向未来的领导力：**AI具备变革性的潜力，这一点在过去一年中已经被广泛讨论，但其潜力的被激发程度取决于领导者的决策水平。如果仅将AI

当作一种沿袭旧有做事方式的更快途径，那么，乐观来说，会与AI所蕴含的巨大潜能失之交臂；悲观而论，可能会加剧偏见的蔓延，让问题雪上加霜<sup>36</sup>。富有想象力且勇敢的领导者应当敢于突破固有藩篱，打破原先的最佳实践，引领AI创造“未来实践”，在这一过程中，我们将会找到新的组织形式和数据处理方式，迈向一个由AI赋能的新世界。

谈及AI，企业未来可能仍会秉持当下的考量要点：数据，数据，还是数据。在AI系统能够达到通用AI或者像人类大脑一样高效学习之前<sup>37</sup>，它们将渴求更多的数据和信息输入，以帮助它们变得更强大、更准确。如今为整理、优化以及保护企业数据所采取的举措，在未来数年或许会带来丰厚回报，因为数据方面的欠缺有朝一日可能会成为技术债务中占比最大的部分。这样的基础工作也将帮助企业未雨绸缪，为伴随这一强大新技术而来的诸多监管挑战和伦理不确定性（例如数据收集和使用限制、公平性问题、透明度缺失等）做好准备工作<sup>38</sup>。“垃圾进，垃圾出”的风险只会与日俱增，选择“智慧进，智慧指数级出”显然更为理想<sup>39</sup>。

## 尾注

1. Carl Franzen, “More than 70% of companies are experimenting with generative AI, but few are willing to commit more spending,” VentureBeat, July 25, 2023.
2. Tom Dotan and Deepa Seetharaman, “For AI giants, smaller is sometimes better,” The Wall Street Journal, July 6, 2024.
3. Google Cloud, “Multimodal AI,” accessed October 2024.
4. Silvia Pellegrino, “Which companies have partnered with OpenAI?” Tech Monitor, May 15, 2023; Maxwell Zeff, “Anthropic launches Claude Enterprise plan to compete with OpenAI,” TechCrunch, September 4, 2024; Jean Atelsek and William Fellows, “Hyperscalers stress AI credentials, optimization and developer empowerment,” S&P Global Market Intelligence, accessed October 2024.
5. Gartner, “Gartner forecasts worldwide IT spending to grow 8% in 2024,” press release, April 17, 2024. GARTNER is a registered trademark and service mark of Gartner, Inc. and/or its affiliates in the U.S. and internationally and is used herein with permission. All rights reserved.
6. Patricia Licatta, “Between sustainability and risk: Why CIOs are considering small language models,” CIO, August 1, 2024.
7. Jim Rowan et al., “Now decides next: Moving from potential to performance,” Deloitte’s State of Generative AI in the Enterprise Q3 report, August 2024; Mark Van de Wiel, “New AI survey: Poor data quality leads to \$406 million in losses,” FiveTran, March 20, 2024.
8. Rowan et al., “Now decides next: Moving from potential to performance.”
9. Sharon Goldman, “The hidden reason AI costs are soaring—and it’s not because Nvidia chips are more expensive,” Fortune, August 23, 2024.
10. Deloitte Insights, “Lifting up the nonprofit sector through generative AI,” September 23, 2024.
11. Jim Rowan et al., “Now decides next: Moving from potential to performance.”
12. Ibid.
13. Ibid.
14. Sandra Erwin, “Booz Allen deploys advanced language model in space,” SpaceNews, August 1, 2024; Argonne National Laboratory, “Smart diagnostics: How Argonne could use Generative AI to empower nuclear plant operators,” press release, July 26, 2024; Kevin Maik Jablonka et al., “14 examples of how LLMs can transform materials science and chemistry: A reflection on a large language model hackathon,” Digital Discovery 5 (2023).
15. Phone interview with Vivek Mohindra, senior vice president of corporate strategy, Dell Technologies, October 11, 2024.
16. Phone interview with Naveen Rao, vice president of AI at Databricks, October 2, 2024.
17. YouTube, “Introducing the next evolution of generative AI: Small language models,” Microsoft Dynamics 365, video, May 9, 2024; Llama team, “The Llama 3 herd of models,” Meta, July 23, 2024.
18. Rachel Metz, “In AI, smaller, cheaper models are getting big attention,” Bloomberg, August 8, 2024.
19. Databricks, “AI is in production,” accessed October 2024.
20. MIT Technology Review Insights, “Multimodal: AI’s new frontier,” May 8, 2024.
21. Akesh Takyar, “Multimodal models: Architecture, workflow, use cases and development,” LeewayHertz, accessed October 2024.
22. NeuronsLab, “Multimodal AI use cases: The next opportunity in enterprise AI,” May 30, 2024.
23. Ellen Glover, “Multimodal AI: What it is and how it works,” Built In, July 1, 2024.
24. Mary E. Morrison, “At AMD, opportunities, challenges of using AI in marketing,” Deloitte’s CIO Journal for The Wall Street Journal, July 2, 2024.
25. NeuronsLab, “Multimodal AI use cases: The next opportunity in enterprise AI.”
26. Oguz A. Acar, “AI prompt engineering isn’t the future,” Harvard Business Review, June 6, 2023.
27. Salesforce, “Agentforce,” accessed October 2024; ServiceNow, “Our biggest AI release is here,” accessed October 2024.
28. Phone interview with Chris Bedi, chief customer officer at ServiceNow, September 30, 2024.
29. Ibid.
30. Brian Heater, “What is a liquid neural network, really?,” TechCrunch, August 17, 2023.
31. Edd Gent, “How teams of AI agents working together could unlock the tech’s true power,” Singularity Hub, June 28, 2024.
32. Will Knight, “The chatbots are now talking to each other,” WIRED, October 12, 2023.
33. David Ellis, “The power of AI in modeling healthy communications,” Forbes, August 17, 2023.
34. Acar, “AI prompt engineering isn’t the future.”
35. James Vincent, “How much electricity does AI consume?,” The Verge, February 16, 2024.
36. IBM, “Shedding light on AI bias with real world examples,” October 16, 2023.
37. University of Oxford, “Study shows that the way the brain learns is different from the way that artificial intelligence systems learn,” January 3, 2024.
38. Nestor Maslej et al., The AI Index 2024 annual report, AI Index Steering Committee, Institute for Human-Centered AI, Stanford University, Stanford, CA, April 2024.
39. Deloitte, Work Re-Architected video series, accessed October 2024.

## 持续对话

### 行业领袖

#### Jim Rowan

AI业务领导合伙人 | 德勤管理咨询  
+1 617 437 3470 | jimrowan@deloitte.com

Jim Rowan作为德勤合伙人，现任德勤AI业务领导人。他致力于协助客户通过数据驱动的分析 and AI 解决方案来转型其业务，从而实现更卓越的决策制定。在其职业生涯中，Rowan为生命科学、医疗健康及电信等多个行业的客户提供专业服务，并对这些组织中的财务职能有着深厚的见解，曾领导项目分析、规划、预测与交付，助力财务部门实现数字化转型。此前，Rowan曾领导德勤管理咨询战略与数据分析业务线AI与数据运营业务。

#### Nitin Mittal

全球AI业务领导合伙人 | 德勤管理咨询

Nitin Mittal是德勤管理咨询合伙人，现任USAI战略性增长业务咨询领导合伙人及全球战略、数据分析与并购领导合伙人。2019年，他在纽约AI峰会荣获“年度AI创新者”奖项。他擅长为客户提供专业建议，助力客户通过数据和认知驱动的转变来获取竞争优势，这些转变能够提升企业的智能水平，使客户能够在行业颠覆发生之前做出战略选择并实现转型。

在其职业生涯中，Mittal一直作为全球客户信赖的顾问，广泛服务于多个行业领域。他的主要工作重心是与生命科学和医疗健康行业的客户合作，实施大规模数据项目，以提升组织智能水平，并运用先进的分析技术和AI技术来推动企业洞察力和业务战略的制定。

#### Lou DiLorenzo Jr

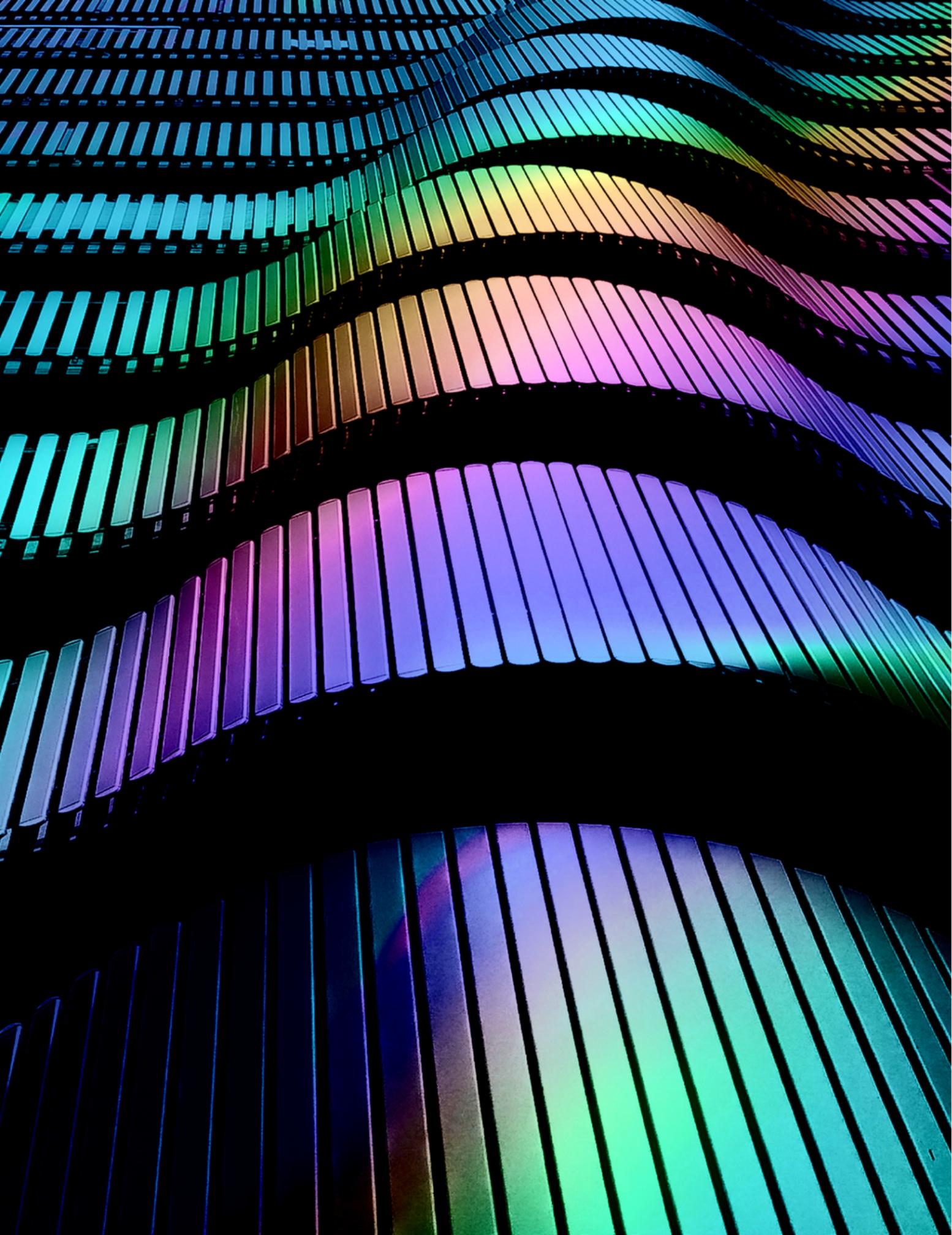
AI与数据战略服务领导合伙人 | US CIO & CDAO项目全国领导合伙人 | 德勤管理咨询  
+1 612 397 4000 | ldilorenzojr@deloitte.com

Lou DiLorenzo担任AI与数据服务全国领导合伙人、US CIO & CDAO项目全国领导合伙人。他是德勤生成式AI业务领导团队的成员，并主要负责生成式AI孵化器。凭借超20年的跨行业运营、创业和咨询经验，他成功地将关键利益相关者汇聚在一起，帮助引领变革、开发新能力，并实现积极的财务成果。此前，DiLorenzo曾担任一家消费者健康保险初创公司的COO，以及Cargill公司食品配料与生物工业部门的全球CIO。他经常为领先出版社撰稿，并主持播客节目《Techfluential》。

---

# 致谢

衷心感谢德勤各领域的众多专家领导，他们为信息章节的研究做出了宝贵的贡献：  
**Lou DiLorenzo, Lena La, Nitin Mittal, Sanghamitra Pati, Jim Rowan, Baris Sarer.**



计算

## 硬件吞噬世界

AI革命将需要大量的能源和硬件资源——这将使企业基础设施再次成为战略差异化因素。

历经多年“软件浪潮”后，硬件如今开始大放异彩。我们在《技术趋势2024》的[计算章节](#)中提到，随着摩尔定律逐渐逼近极限，AI革命的前景愈发依赖高性能硬件的支持。英伟达 (NVIDIA) 是一个典型的例子，伴随专用芯片已成为AI计算任务的宝贵资源，英伟达已成为全球最具价值和最受关注的公司之一<sup>1</sup>。根据德勤对世界半导体贸易统计组织的预测，今年仅用于生成式AI的芯片市场规模预计将超过500亿美元。这一趋势不仅反映了技术发展的内在需求，也揭示了市场对高性能计算能力的迫切需求<sup>2</sup>。

对于企业而言，一个关键的硬件应用场景可能在于AI嵌入式用户终端和边缘设备。以个人电脑为例，企业笔记本电脑多年来已逐渐商品化。然而，随着AI嵌入个人电脑的发展，我们可能正站在计算领域重大变革的前沿。像超微 (AMD)、戴尔 (Dell) 和惠普 (HP) 等公司已经在宣传AI电脑的潜力，声称其能够“未来化”技术基础设施，降低云计算成本，并增强数据隐私保护<sup>3</sup>。通过访问用于图像生成、文本分析和快速数据检索的离线AI模型，知识工作者可以借助更快、更准确的AI技术提升工作效率。尽管如此，企业在大规模更新终端用户的计算资源时应进行战略性部署，不然会导致有限AI资源的浪费。

当然，这些进步背后都伴随着相应的成本。随着大型AI模型的能源需求不断增长，数据中心已成为可持续发展的新焦点<sup>4</sup>。国际能源署指出，到2026年，AI的需求将使数据中心的电力消耗显著增加，增幅与瑞典或德国的年度能源需求旗鼓相当<sup>5</sup>。德勤最近的一项关于为AI提供能源支持的研究估计，由于AI需求的激增，未来十年全球数据中心的电力消耗可能会增加两倍<sup>6</sup>。尽管AI已在日常消费场景和企业设备中比比皆是，但为进一步提高AI硬件的普及性和可持续性，在能源的获取和效率方面仍需推陈出新。例如，五年前因经济原因关闭的三哩岛核电站1号机组将于2028年重新开放，为数据中心提供无碳电力<sup>7</sup>。

展望未来，AI硬件有望突破IT领域，进入物联网。随着AI技术的进步，越来越多的设备将变得更加智能，因为AI使它们能够分析其使用情况并承担新任务（如本文[“AI的下一个风口何在？”](#)趋势中提到的自主式AI的发展）。当前的正面应用案例（如智能牙刷中的AI）并不能代表未来AI的强大潜力（如急救医疗设备中的AI）<sup>8</sup>。硬件的真正潜力将在更智能的设备出现时得以释放，届时人类与机器人的关系将会发生质变。

### 当下：芯片至上

过去，技术专家常认为软件是获得投资回报的关键，因为软件具有可扩展性、易更新性和受知识产权保护等优势<sup>9</sup>。现如今，随着计算机从单纯的计算工具发展为“沉思者”，硬件投资正在激增<sup>10</sup>。[去年我们曾报道](#)，像图形处理单元 (GPU) 这样的专用芯片正逐渐成为训练AI模型的首选资源。在[《2024年科技、媒体和电信行业预测报告》](#)中写道，德勤预估2024年全球芯片市场将达5760亿美元，其中AI芯片的总销售额将占据11%<sup>11</sup>。预计到2027年，AI芯片市场将从目前的大约500亿美元增长到4000亿美元，保守估计也将达到1100亿美元（图1）<sup>12</sup>。

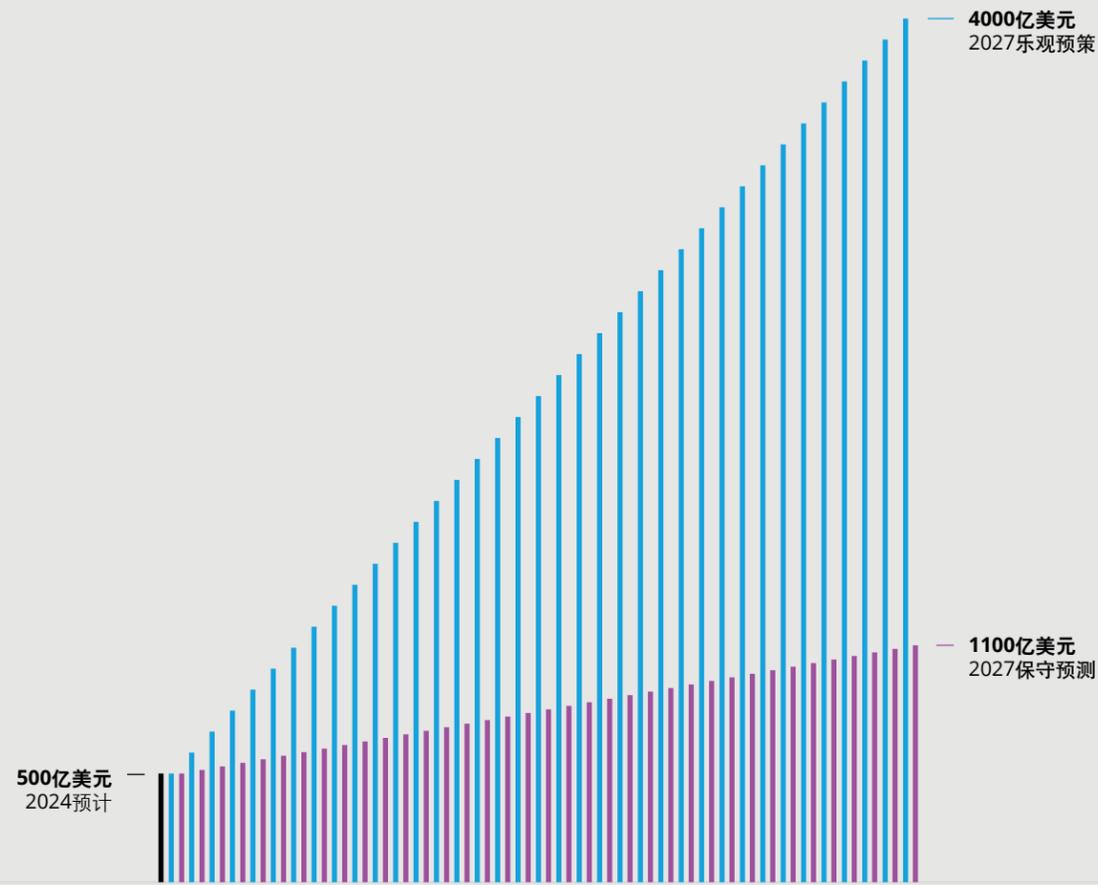
大型科技公司是这一需求驱动的部分重要原因，因为它们可能会构建自己的AI模型，并在本地部署专用芯片<sup>13</sup>。然而，其他各行各业的企业也在寻求计算能力以满足其IT目标。例如，根据云服务公司Databricks的报告，因运行大语言模型 (LLMs) 以处理欺诈检测和财富管理场景，在过去六个月中金融服务行业的GPU使用量增长最快，达到88%<sup>14</sup>。

对GPU的需求已经超过了产能。在当今的淘金热中，提供“镐和铲”（即当今技术转型所需的工具）的公司正在大获其利<sup>15</sup>。英伟达 (NVIDIA) 的CEO 黄仁勋指出，虽然云GPU的容量已经基本饱和，但公司也将推出新一

图1

## 人工智能投资激增

人工智能芯片市场预测



资料来源：Duncan Stewart et al., “Gen AI chip demand fans a semi tailwind ... for now,” 德勤观点, 2023年11月29日

代芯片，新芯片的节能性相较前几代产品将显著提升<sup>16</sup>。超大规模云服务商正在抢购刚下生产线的GPU、花费近一万亿美元建设数据中心基础设施，以满足客户租用GPU的需求<sup>17</sup>。与此同时，现有数据中心的能源消耗日益逼近全球老旧电网的承载极限<sup>18</sup>。

企业正在寻找新的解决方案。尽管GPU在处理大语言模型或内容生成的高负载任务中至关重要，中央处理器仍然是基础配置，但现在神经处理单元 (NPU) 相较而言更加受欢迎。NPU模拟大脑神经网络的工作原理，可

以更高效、更低功耗地加速较小AI的工作负载<sup>19</sup>，使企业能够将AI应用从云端迁移到本地，处理无法外部托管的敏感数据<sup>20</sup>。这种新型芯片是嵌入式AI未来发展的关键组成部分。

戴尔科技的企业战略高级副总裁Vivek Mohindra表示，“在目前使用的15亿台个人电脑中，有30%的使用年限已达到或超过四年。这些旧电脑因为没有配置NPU，无法充分利用最新的AI电脑技术。”<sup>21</sup>企业硬件可能即将迎来一次大规模的更新换代。随着NPU使终

端设备能够离线运行AI，并使模型更加精简以适应特定应用场景，硬件可能再次成为企业竞争力的差异化因素。在德勤最近的一项研究中，72%的受访者认为生成式AI对其行业的影响将是“上升至变革性质的”<sup>22</sup>。一旦主流硬件的进步使AI触手可及，上述比例可能会接近100%。

### 探索：基础设施再次成为战略重点

随着曾经被认为具备无限访问能力的云计算浪潮逐渐退去，资源受限的时代即将到来。企业基础设施（例如个人电脑）在结束长达多年被视为一种简单工具的时期后，再次具备战略意义。具体而言，专用硬件在AI的三个核心领域扮演着至关重要的角色：嵌入式AI设备和物联网、数据中心以及先进的物理机器人技术。针对第三个领域，专用硬件对机器人技术的影响可能在未来几年才会逐渐显现，因此我们在下一部分中提到，企业将预计在未来18到24个月内针对前两个领域进行决策。在AI资源稀缺和需求持续的情况下，这两个领域的参与者可能会在发展与竞争中一决高下，在这过程中，领先方和落后方的差距将逐渐扩大。

### 边缘节点

截至2025年，超过50%的数据将由边缘设备生成<sup>23</sup>。随着NPU逐渐普及，正如“AI的下一个风口何在？”这一趋势中所讨论的，当生成式AI模型提供商倾向于创建更小、更高效的特定任务模型时，越来越多的设备将无需依赖云端即可运行AI模型。具备更短的响应时间、更低的成本和更强的隐私控制的混合计算（即云和设备端AI的结合）将成为许多企业的必备选择，这也正是硬件制造商所看好并押注的领域<sup>24</sup>。

戴尔科技的Mohindra表示，处理大量数据时，使用边缘AI是的最佳方式之一。“从延迟性、网络资源和数据量多方面综合考虑，将数据移动到集中计算位置是低效、无效且不安全的，”他表示，“最好是将AI技术应用于数据所在之处，而不是将数据传输至AI系统进行处理。”<sup>25</sup>

有权威银行预测，2026年AI电脑将占个人电脑出货量的40%以上<sup>26</sup>。无独有偶，2024年近15%的智能手机出货量将具备能够运行大语言模型或图像生成模型的能力<sup>27</sup>。惠普的AI电脑体验和云客户服务高级总监Alex Thatcher认为，设备的更新过程将与个人电脑1990年代从命令行输入到图形用户界面的重大转变类似。“不同的工具和协作方式如今充斥着软件，已然发生

了根本性变革，”他说，“软件需要具备加速这一变革进程的能力，方便企业创造和交付AI解决方案。”<sup>28</sup>今年，苹果和微软公司也都将在其生产的设备中嵌入AI，进一步推动即将到来的硬件更新<sup>29</sup>。

随着选择的增多，有效治理将至关重要，企业需要思考：我们有多少员工需要配备下一代设备？芯片制造商正在竞相提高AI性能<sup>30</sup>，但企业用户无法负担随每次技术进步更新所有边缘设备。相反，他们应制定分层策略，从而实现这些设备的效用最大化。

### 自建还是购买

企业在考虑购买或租赁专用硬件时，通常会考虑成本、预期使用时间以及对于提升效率的必要性。然而，AI正在对这一决策施加另一层竞争压力。由于GPU等硬件仍然稀缺，且市场迫切要求各类组织跟进AI革新，许多公司开始尽可能多地租赁算力。

如果企业的数据赋能程度不足，他们可能难以充分利用AI。相较匆忙抢占GPU高地，企业了解自身在哪些方面已经做好迎接AI的准备效果更佳。某些领域可能涉及隐私或敏感数据；投资NPU可以实现离线任务处理，而其他领域则可能适合在云端处理。得益于过去长达十年在云计算领域的相关经验积累，企业已深刻洞察“如果有问题的模型在不合适的硬件上运行，成本会迅速膨胀”<sup>31</sup>，且将这些成本转嫁到运营支出并非明智之举。

有些人认为GPU的效能被低估了<sup>32</sup>。Thatcher认为企业GPU利用率仅15%至20%，而惠普正在用一种高效的新方法来解决该问题：“我们已经实现每台惠普工作站AI资源的跨企业共享。设想一下，能够通过搜索查看哪些GPU处于空闲状态，并使用它们来完成工作。按需计算已实现高达七倍的飞速提升，这或许将会成为行业标准。”<sup>33</sup>

此外，云端的AI资源市场正在不断变化。例如，在全球范围内，对AI主权的担忧日益增加<sup>34</sup>。虽然来自世界各地的许多公司都已允许在美国云服务器上运行他们的电子商务平台或网站，但当AI应用涉及国家安全和数据管理时，一些公司便不愿将AI部署在海外，这为新涌现的本土AI云供应商或私有云供应商打开了市场<sup>35</sup>。“GPU即服务”算力初创公司是超大规模云服务商的替代选择<sup>36</sup>。这意味着算力租赁市场可能很快便会演变为分散化格局，进而为企业客户提供更多选择。

最后，虽然在未来两年内AI可能会成为首要议题，但当下关于“自建还是购买”的决策不应只考虑AI的影

响。正如我们在“**新难题：量子时代对加密技术的挑战**”这一趋势中所讨论的，企业或将倾向于考虑使用量子计算来进行下一代加密（尤其是随着AI被用于处理和传输更多敏感数据）、优化和模拟问题。

### 数据中心可持续性

有关运行大型AI模型数据中心的能源使用已经产生诸多讨论。主流银行发布的报告已在质疑我们是否有足够的基础设施资源以满足AI需求<sup>37</sup>。主流聊天机器人的每日电力消耗相当于近18万个美国家庭的日常用电量<sup>38</sup>。简而言之，AI需要数据中心提供前所未有的能源，而那些老化的电网可能无法满足这一任务需求。虽然许多公司对通过获取AI芯片（如GPU）来运行工作负荷感到忧虑，但可持续性可能更为重要。

目前关于AI的可持续发展讨论众说纷纭，企业在考虑未来两年的AI数据中心时，应关注这些领域的进展（图2）：

- **可再生能源：**数据中心和AI云供应商寻找可持续能源所面临的压力正在逐渐加大——**对AI的关注程度快速增长**可能有助于整体经济向可再生能源过渡<sup>39</sup>。大型科技公司已经在尝试与核能供应商的合作<sup>40</sup>。在线翻译服务DeepL在冰岛设立了一个数据中心，该中心利用当地天然的寒冷气候进行自然冷却，并完全依赖地热和水力发电供电<sup>41</sup>。在萨尔瓦多，企业甚至在探索如何利用火山为数据中心供电<sup>42</sup>。
- **可持续性应用：**虽然AI的相关建设会消耗大量能源，但AI在许多领域的应用可以抵消部分碳成本。AI已经用于构建并跟踪森林砍伐、冰山融化情况，探索恶劣天气规律。它还可以帮助公司跟踪排放量，从而提高数据中心的使用效率<sup>43</sup>。
- **硬件改进：**新的GPU和NPU为企业节省能源消耗和成本。创新并未停滞，最近英特尔和格罗方德(Global Foundries)向公众展示了一款用光替代电来传输数据的新芯片<sup>44</sup>。这可能会为数据中心带来革命性的变化，大幅降低延迟，推动建设更分散的布局，并显著提高可靠性。虽然目前这种光纤方法的成本处于较高水平，但未来几年内成本有可能显著下降，从而使这种芯片成为市场主流。

最后，基础设施的复兴离不开对连接性的信赖。随着边缘设备的激增和公司依赖从数据中心租赁GPU，互连的复杂性可能会增加。像NVIDIA的NVLink这样的高性能互连技术已经为更先进的GPU与其他芯片之间的通信做好了准备<sup>45</sup>。6G技术的发展或将整合全球范围内地面和非地面网络（如卫星），实现无处不在的连接，开普敦（南非城市）的一家公司就凭借雷克雅未克（冰岛首都）的数据中心实现延迟的最小化<sup>46</sup>。

正如《华尔街日报》所述，企业的AI转型与许多汽车制造商正在经历的电气化转型类似<sup>47</sup>。技术基础设施需要基于每个组件重新进行考量，当前围绕边缘计算、专用硬件投资和可持续性做出的决策会产生深远的影响。

### 展望：机器人是大势所趋

如果硬件的战略性革故鼎新势在必行，那么在下一个十年，随着机器人成为主流工具手段、智能设备变得名副其实，企业将面临更多变革任务以顺应潮流。以智能工厂为例，这些工厂可利用计算机视觉、无处不在的传感器和数据构建能够在生产制造过程中自学习和改进的机器设备<sup>48</sup>。与仅提供读数或调整单一参数（如恒温器）不同，多个AI嵌入式设备组成的网络可以创建协作计算环境，并协调各种资源<sup>49</sup>。

位于旧金山的公司Mytra开创了一种**智能工厂**新模式，极大地简化了仓库材料的搬运和存储过程，将手动操作转型升级为高效、智能的自动化流程。该公司开发了一种**完全模块化的存储系统，由钢制“立方体”组成**，能够以任意形状组合在一起，支撑内部物料的3D移动和存储，同时由机器人进行操控和优化<sup>50</sup>。Mytra的CEO Chris Walti认为，这种方法开启了通往未来无数未知应用的自动化操作之门：“这是首批用于在3D空间内移动物质的通用计算机之一。”<sup>51</sup>

Walti认为，将机器人技术用于处理有明确约束条件的问题（如在网格中移动材料或直线驾驶车辆）蕴含巨大的发展潜力<sup>52</sup>。然而，迄今为止，优秀的高性能机器人在许多情况下仍属罕见。可持续性、安全性和地缘政治因素都会影响这一技术的发展，尤其是在我们已经建立了基础设施（包括数据、网络架构和芯片可用性等）并取得显著进展之后。正如人们常提到的：“硬件是块硬骨头”<sup>53</sup>。在未来十年，能够应对更复杂场景的机器人技术的进步，可能会颠覆制造业和其他体力劳动的性质。

这种潜力直接引领了人形机器人的出现——这些机器人是动态的、可持续学习的，并且有能力完成一些原本需要人类主导的任务。

经济学家和企业普遍认为，人口老龄化和劳动力短缺致使需对机器人和自动化追加投资<sup>54</sup>。如上所述，在许多应用场景中，这意味着大型工业机器人完成相对简单的任务，然而更复杂的任务则需要“更智能”的、能够像人类一样自如移动的“机械肌肉”。以斯帕坦堡（美国南卡罗来纳州）宝马工厂测试的Figure AI人形机器人为例<sup>55</sup>，通过计算机视觉、神经网络和试错算法的结合，自主机器人成功组装了汽车底盘的部件<sup>56</sup>。

我们或许会认为，该领域的最新进展在于机器人能够胜任多种类型的工作，从清理下水道到在医院房间之间运送材料，甚至进行复杂的手术<sup>57</sup>。正如AI正在重塑脑力劳动一样，机器人数量的增加也可能深刻重塑**制造业**及其他领域的体力劳动和生产进程。在这两种情境下，企业都应致力于寻找让人类与机器高效协作的方法，而非各自为政。机器人解决了劳动力短缺的问题，为人类腾出更多时间去从事独特而复杂的创造性任务，而这正是人类的强项。作者Joanna Maciejewska精辟地指出：“我希望AI能帮我洗衣服和洗碗，这样我就可以专注于艺术和写作，而不是让AI来完成我的艺术和写作，这样我反而要去洗衣服和洗碗。”<sup>58</sup>

图2

### AI要求相关领域发展

	可再生能源	节约能源应用	硬件更新
洞察	追踪AI上云的能源成本	将AI用于发现潜在能源节约项	监控AI领域的科技进步
实施	寻找创新型的可再生解决路径	优化排放追踪和数据使用情况	投资新兴能源节约芯片

资料来源：德勤研究

## 尾注

1. Jon Quast, “Artificial intelligence (AI) juggernaut Nvidia is one of the world’s most valuable companies. Here’s what investors should know,” The Motley Fool, June 22, 2024.
2. Duncan Stewart et al., “Gen AI chip demand fans a semi tailwind ... for now,” Deloitte Insights, November 29, 2023; World Semiconductor Trade Statistics (WSTS), “Semiconductor market forecast spring 2023,” June 6, 2023.
3. Rob Enderle, “AMD enters AI PC race, closes Microsoft Copilot+ launch gaps,” TechNewsWorld, July 15, 2024; Saba Prasla, “Meet the future of computing with AI PCs,” Dell Blog, May 31, 2024; HP, “HP unveils industry’s largest portfolio of AI PCs,” press release, March 7, 2024.
4. Taiba Jafari et al., “Projecting the electricity demand growth of generative AI large language models in the US,” Center on Global Energy Policy, July 17, 2024.
5. International Energy Agency, Electricity 2024: Analysis and forecast to 2026, revised May 2024.
6. Deloitte, “Powering artificial intelligence,” accessed November 18, 2024.
7. Constellation, “Constellation to launch Crane Clean Energy Center, restoring jobs and carbon-free power to the grid,” press release, September 20, 2024.
8. Shira Ovide, “This \$400 toothbrush is peak AI mania,” The Washington Post, April 5, 2024; David Niewolny, “Boom in AI-enabled medical devices transforms healthcare,” NVIDIA Blog, March 26, 2024.
9. Marc Andreessen, “Why software is eating the world,” Andreessen Horowitz, August 20, 2011.
10. John Thornhill, “How hardware is (still) eating the world,” The Financial Times, February 15, 2024.
11. Stewart et al., “Gen AI chip demand fans a semi tailwind ... for now.”
12. Ibid.
13. NVIDIA, “NVIDIA hopper GPUs expand reach as demand for AI grows,” press release, March 21, 2023.
14. Databricks, State of data + AI, accessed October 2024.
15. John Thornhill, “The likely winners of the generative AI gold rush,” The Financial Times, May 11, 2023.
16. Matt Ashare, “Nvidia sustains triple-digit revenue growth amid AI building boom,” CIO Dive, August 29, 2024; NVIDIA, “Nvidia (NVDA) Q2 2025 earnings call transcript,” The Motley Fool, August 28, 2024; Dean Takahashi, “Nvidia unveils next-gen Blackwell GPUs with 25X lower costs and energy consumption,” VentureBeat, March 18, 2024.
17. Matt Ashare, “Big tech banks on AI boom as infrastructure spending heads for trillion-dollar mark,” CIO Dive, August 5, 2024; Dell’ Oro Group, “Worldwide data center capex to grow at a 24 percent CAGR by 2028,” press release, August 1, 2024.
18. Evan Halper, “Amid explosive demand, America is running out of power,” The Washington Post, March 7, 2024.
19. Chris Hoffman, “What the heck is an NPU, anyway? Here’s an explainer on AI chips,” PCWorld, September 18, 2024.
20. Anshel Sag, “At the heart of the AI PC battle lies the NPU,” Forbes, April 29, 2024.
21. Phone interview with Vivek Mohindra, senior vice president of corporate strategy, Dell Technologies, October 11, 2024.
22. Christie Simons et al., 2024 global semiconductor industry outlook, Deloitte, 2024.
23. Aditya Agrawal, “The convergence of edge computing and 5G,” Control Engineering, August 7, 2023; Baris Sarer et al., “AI and the evolving consumer device ecosystem,” Deloitte’s CIO Journal for The Wall Street Journal, April 24, 2024.
24. Matthew S. Smith, “When AI unplugs, all bets are off,” IEEE Spectrum, December 1, 2023.
25. Phone interview with Vivek Mohindra, senior vice president of corporate strategy, Dell Technologies, October 11, 2024.
26. Patrick Seitz, “AI PCs are here. Let the upgrades begin, computer makers say,” Investor’s Business Daily, July 5, 2024; Sam Reynolds, “AI-enabled PCs will drive PC sales growth in 2024, say research firms,” Computerworld, January 11, 2024.
27. Phil Solis et al., “The future of next-gen AI smartphones,” IDC, February 19, 2024.
28. Phone interview with Alex Thatcher, senior director of AI PC experiences and cloud clients at HP, October 4, 2024.
29. Rob Waugh, “Assessing Apple Intelligence: Is new ‘on-device’ AI smart enough for the enterprise?,” The Stack, September 12, 2024; Matt O’ Brien, “Microsoft’s new AI-enabled laptops will have a ‘photographic memory’ of your virtual activity,” Fortune, May 20, 2024. Tech Trends is an independent publication and has not been authorized, sponsored, or otherwise approved by Apple Inc.
30. Luke Larsen, “AMD just won the AI arms race,” Digital Trends, June 3, 2024.
31. David Linthicum, “Learning cloud cost management the hard way,” InfoWorld, July 16, 2024.
32. Tobias Mann, “Big Cloud deploys thousands of GPUs for AI – yet most appear under-utilized,” The Register, January 15, 2024.
33. Phone interview with Alex Thatcher, senior director of AI PC experiences and cloud clients at HP, October 4, 2024.
34. Christine Mui, “Welcome to the global ‘AI sovereignty’ race,” Politico, September 18, 2024.
35. Ibid.
36. Bobby Clay, “Graphics processing service providers step up to meet demand for cloud resources,” S&P Global Market Intelligence, July 19, 2024.
37. Goldman Sachs, Top of Mind 129, June 25, 2024.
38. Cindy Gordon, “ChatGPT and generative AI innovations are creating sustainability havoc,” Forbes, March 12, 2024.
39. Molly Flanagan, “AI and environmental challenges,” Environmental Innovations Initiative, accessed October 2024; Deloitte, “Powering artificial intelligence.”
40. Jennifer Hiller and Sebastian Herrera, “Tech industry wants to lock up nuclear power for AI,” The Wall Street Journal, July 1, 2024.
41. Robert Scheier, “4 paths to sustainable AI,” CIO, January 31, 2024.
42. Tom Dotan and Asa Fitch, “Why the AI industry’s thirst for new data centers can’t be satisfied,” The Wall Street Journal, April 24, 2024.
43. Victoria Masterson, “9 ways AI is helping tackle climate change,” World Economic Forum, February 12, 2024.
44. Kirk Ogunrinde, “Intel is using lasers to help meet AI demands on data centers,” Forbes, June 26, 2024.
45. Rick Merritt, “What is NVLink?,” NVIDIA, March 6, 2023.
46. Garry Kranz, “What is 6G? Overview of 6G networks & technology,” TechTarget, last updated November 2023.
47. Steven Rosenbush, “AI will force a transformation of tech infrastructure,” The Wall Street Journal, September 11, 2024.
48. Majeed Ahmad, “Sensor fusion with AI transforms the smart manufacturing era,” EE Times, July 26, 2023.
49. Melissa Malec, “AI orchestration explained: The what, why & how for 2024,” HatchWorks AI, last updated June 6, 2024.
50. Phone interview with Chris Walti, chief executive officer of Mytra, October 11, 2024.
51. Ibid.
52. Ibid.
53. Sara Holoubek and Jessica Hibbard, “Why hardware is hard,” Luminary Labs, accessed October 2024.
54. Peter Dizikes, “Study: As a population gets older, automation accelerates,” MIT News, September 15, 2021; Hans Peter Bronomo, “Inside Google’s 7-year mission to give AI a robot body,” WIRED, September 10, 2024.
55. BMW Group, “Successful test of humanoid robots at BMW Group Plant Spartanburg,” press release, August 6, 2024.
56. Ibid.
57. Viktor Doychinov, “An army of sewer robots could keep our pipes clean, but they’ll need to learn to communicate,” The Conversation, January 26, 2021; Case Western Reserve University, “5 medical robots making a difference in healthcare,” Online Engineering Blog, accessed October 2024; National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (NIBIB), “Robot performs soft tissue surgery with minimal human help,” press release, April 20, 2022.
58. Joanna Maciejewska’s post on X, March 29, 2024.

---

# 持续对话

## 行业领袖

### Nitin Mittal

全球人工智能业务领导合伙人 | 德勤管理咨询

Nitin Mittal是德勤管理咨询的合伙人，他目前担任US人工智能战略性增长业务咨询领导合伙人，以及全球战略、数据分析与并购领导合伙人。2019年，他在纽约人工智能峰会上荣获“年度人工智能创新者奖项”。他专长于通过数据和认知驱动的转型为客户提供竞争优势，这些转型旨在提升智能水平，帮助客户在面临颠覆前做出战略选择并实现转型。

在他的职业生涯中，Mittal一直担任全球客户的信赖顾问，并在多个行业领域工作过。他的主要工作重点是与生命科学和医疗健康行业的客户合作，实施大规模的数据项目，以促进组织智能，并利用高级分析和AI推动洞察力和业务战略。

### Abdi Goodarzi

US企业绩效业务板块领导合伙人  
+1 714 913 1091 | agoodarzi@deloitte.com

Abdi Goodarzi是德勤管理咨询的合伙人，领导德勤的企业绩效业务板块。这一板块包括六项服务，为各种企业职能提供策略、实施和运营服务，涵盖从端到端的业务和IT转型、数字供应链优化、制造和产品策略、采购即服务，到全球财务、共享服务、规划、IT服务管理 (ITSM)，以及全面的资产管理服务 (AMS) 和业务流程外包 (BPO)。

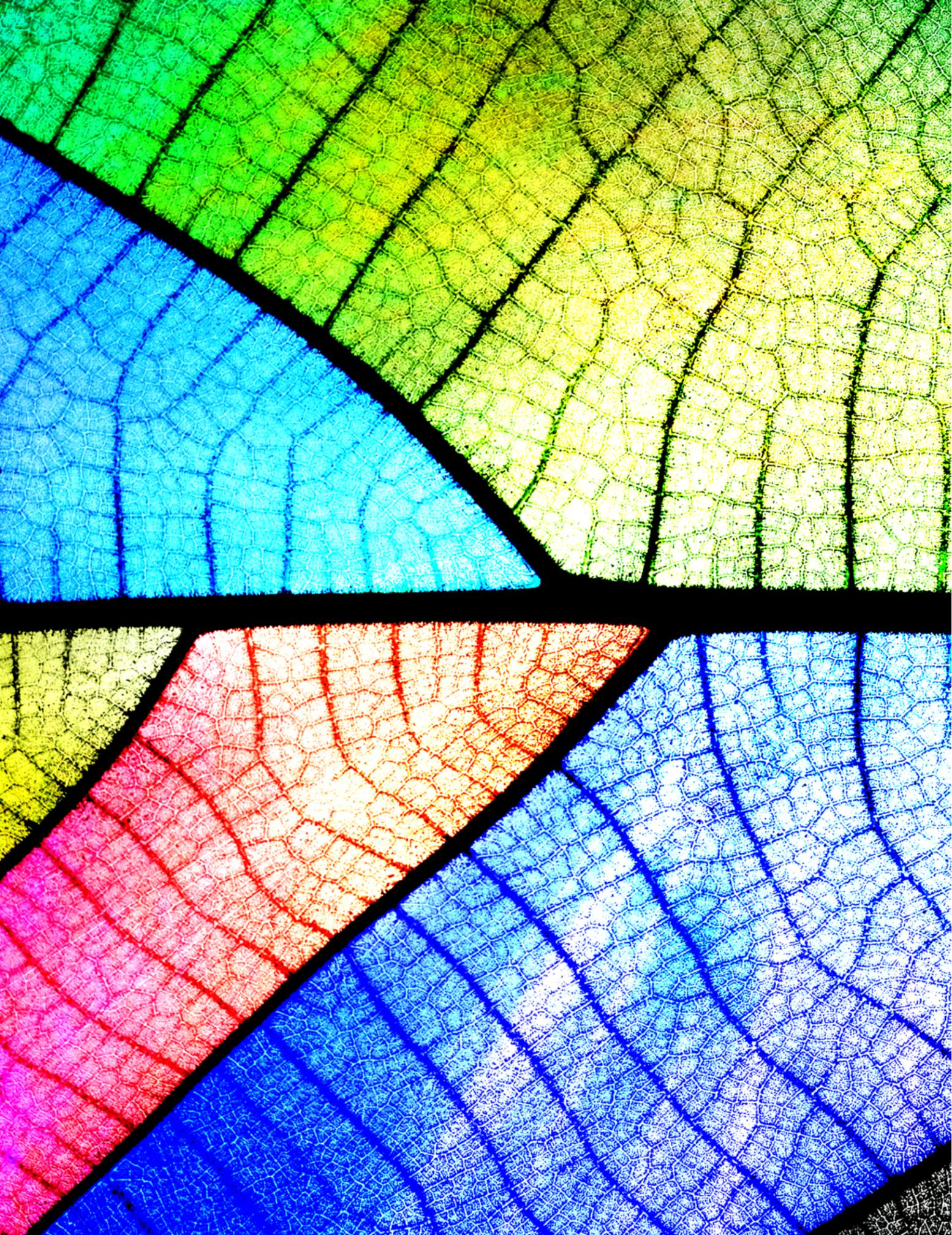
该业务板块在多个ERP平台方面具备专业能力，包括SAP、Oracle、Workday Financials和Infor，同时还涵盖了ServiceNow、Anaplan、Ariba和Coupa等平台，以及房地产解决方案如Nuvolo，以及产品生命周期管理 (PLM)、规划和履行、工程解决方案如Siemens、PTC、O9、OMP和IBP等。

---

# 致谢

衷心感谢德勤各领域的众多专家领导，他们为计算章节的研究做出了宝贵的贡献：

**Lou DiLorenzo, Abdi Goodarzi, Lena La, Nitin Mittal, Manish Rajendran, Jim Rowan, Baris Sarer.**



技术业务

# IT出圈：AI助推技术部门跃迁

随着技术部门从引领数字化转型转变为引领AI转型，具备前瞻性的领导者正在利用这一机会重新定义IT的未来。

关于AI在革新业务应用场景和成果方面的潜力，无论是在《技术趋势》中还是业内均有大量讨论，在端到端的软件工程生命周期以及信息技术等更广泛的业务中表现得更为明显，这是因为生成式AI不仅能够编写代码、测试软件，还能在整体上赋能技术人才。德勤的研究表明，处于这一组织变革前沿的科技公司已经准备推进落实生成式AI——在接下来的一年内，相比于保守的同行，他们有两倍的概率使用生成式AI引导组织变革<sup>1</sup>。

德勤曾在《技术趋势2024》中提到，企业需要重塑开发者体验，以协助IT团队提升工作成果。如今，沿着AI成熟度曲线，技术部门的工作方式正受到更多关注。长期以来，IT一直是企业数字化转型的灯塔，但现在必须承担起AI转型的重任。具备前瞻性的IT领导者正在利用当前这个千载难逢的机会，重新定义IT部门的角色和职责，设定投资优先级，并在企业内共识价值期待。更重要的是，CIO可以通过扮演这一先锋角色，激励和帮助其他技术领导者将AI转型付诸实践。

在企业多年追求“精益IT”和“一切即服务”的解决方案之后，AI正在推动IT从虚拟化和预算紧缩向着新方向转变。Gartner预测，“2024年，全球的IT支出预计将达到52600亿美元，比2023年增长7.5%。”<sup>2</sup>正如我们在本文“硬件吞噬世界”趋势中所讨论的，硬件和基础设施正在受到新一轮追捧，企业的IT支出与运营可能会根据变化进行相应的调整。

随着传统AI和生成式AI变得更强大且日益普及，技术交付的各个阶段可能会从人类主导转变为人类参与。组织需要在这一变化发生前制定明确的战略。根据德勤的分析，在未来18到24个月内，IT领导者应当计划在以下五个关键领域进行AI转型：工程、人才、云财务运营

(FinOps)、基础设施和网络风险。

这一趋势可能会在未来十年引领一种新的精益IT模式。若业务部门中出现更多的公民开发者或数字智能体能够随意启动应用程序，IT部门的角色可能会从构建和维护者转变为协调和创新者。在这种情况下，AI不仅可能像我们在今年的报告引言中所指出的那样潜移默化地发挥作用，还可能公开进入董事会，按照人类的需求监督技术运营。

## 当下：IT——聚光灯下，加薪助燃

多年来，IT部门一直面临着需要精简庞大的云支出和控制成本的压力。然而2020年以来，由于企业协作工具的需求未被充分满足，且疫情期间数字化受到了额外重视，企业一直在增加技术投资<sup>3</sup>。根据德勤的研究，从2020年到2022年，全球平均的技术预算占收入的比例从4.25%跃升至5.49%，这一比例的增长大约是2018年至2020年增长的两倍<sup>4</sup>。而在2024年，美国公司的平均数字化转型预算占收入的比例为7.5%，其中5.4%来自IT预算<sup>5</sup>。

随着对AI的需求所引发的新一轮支出增长，德勤2023年全球技术领导力研究的发现依然成立：技术即业务。技术支出也因此增加。

如今，企业正努力协调硬件、数据管理和数字化的新关联，以提升AI使用率，实现其价值潜力。根据德勤在2024年第2季度发布的生成式AI企业应用报告，德勤自评在生成式AI方面是具有“非常高”专业知识水平的企业，在硬件和云消费方面的投资增长远高于平均水平

6。总体而言，75%的受访组织因生成式AI增加了对数据生命周期管理的投资<sup>7</sup>。

这些数据指向了一个共同的主题：要实现生成式AI的最大影响，企业可能需要在云和数据方面迅速、合理地跟进趋势。AI有可能在成本、创新和其他许多领域提高效率，但获得这些益处的第一步是企业要**重视进行正确的技术投资**<sup>8</sup>。由于这些投资策略至关重要，企业中主导这些投资的技术领导者正备受瞩目。

根据德勤的研究，现超过60%的美国技术领导者正在直接向他们的CEO汇报，这一比例自2020年以来增加了超过10个百分点<sup>9</sup>。这证明了技术领导者不仅在执行战略方面很重要，在制定AI战略方面的重要性也在日益增加。与成本中心不同，IT部门正在越来越多地被视为AI时代中的差异化因素，因为**紧跟市场趋势的CEO们热衷于推进AI**在其企业中的应用<sup>10</sup>。

前Vanguard全球CIO和德勤美国CIO John Marcante认为，AI将从根本上改变IT部门所扮演的角色。他表示，“技术组织将更加精简，但其职责范围将更广。IT部门将比以往任何时候都更深入地融入业务。AI迅速发展，集中化是确保组织速度和专注度的好方式。”<sup>11</sup>

在IT为AI带来的机遇做准备的过程中——这可能是许多技术领导者和员工期待已久的机会——技术部门的组织方式和工作执行方式已经在发生变化。事关重大，IT部门亟需改革。

## 探索：AI助力，IT破势

在接下来的18到24个月内，随着企业越来越多地使用生成式AI，IT部门的性质可能会发生变化。**德勤前瞻性分析**表明，到2027年，如我们在五个关键支柱中讨论的那样，即使在最保守的情况下，生成式AI也将嵌入每家公司的数字化产品或软件足迹中（图1）<sup>12</sup>。

### 工程

正如德勤在《**技术趋势2024**》中所讨论的，在传统的软件开发生命周期中，手动测试、缺乏经验的开发人员和分散的工具环境可能导致效率低下。幸运的是，AI已经在这些领域中发力。AI辅助代码生成、自动化测试和快速数据分析，为开发人员节省了更多创新和功能开发的时间。据估计，仅在美国，仅代码编写一项所带来的生产率提升，就价值120亿美元<sup>13</sup>。

谷歌正在把AI工具对内提供给开发者使用。在最近的财报电话会议上，CEO Sundar Pichai表示，该科技巨头大约25%的新代码是使用AI开发的。开发者产品的产品管理高级总监Shivani Govil认为，“AI可以改变工程团队的工作方式，带来更多的创新空间、更少的重复劳动和更高的开发者满意度。谷歌的方式是将AI提供给用户，来满足他们在各个场景下的需求——通过将技术融入开发者每天使用的各种产品和工具中，以支持其工作。随着时间的推移，我们可以实现代码与业务需求之间更紧密地对齐，从而加快反馈循环，改善产品市场契合度，以及更好地与业务成果保持一致。”<sup>14</sup>

在另一个例子中，一家医疗健康公司使用COBOL代码辅助，使一位没有该编程语言经验的初级开发人员能够生成准确率达到95%的解释文件<sup>15</sup>。

正如**德勤在一篇关于生成式AI时代的工程文章中所述**，开发者的角色可能会从编写代码转变为定义架构、审查代码并通过提示词工程实现编排功能。技术领导者应预见到，在未来几年的AI使用过程中，**人机协作的代码生成和审查**将成为标准<sup>16</sup>。

### 人才

德勤去年调查的技术高管指出，他们难以招聘到具有安全、机器学习和软件架构这些IT关键背景的员工，并且由于缺乏合适技能的人才，他们被迫推迟有资金支持的项目<sup>17</sup>。随着AI成为最新的需求技能，许多公司可能甚至无法找到所需的所有人才，这导致近50%AI相关的职位空缺<sup>18</sup>。

同时结合AI驱动的技能差距分析、个性化学习路径建议以及按需学习的虚拟导师的潜在益处，技术领导者应专注于提升自有人才的技能，这也是**AI可以发挥积极作用**的领域之一。生命科学公司拜耳已经开始使用生成式AI来总结程序文件并生成富媒体，如用于在线学习的动画<sup>19</sup>。同样，AI可以生成帮助新开发人员理解遗留技术的文档，然后为该开发人员创建相关的学习播客和考试。

在谷歌，开发者通过实践经验和解决问题来提升自我，因此领导者热衷于提供满足开发者在其学习旅程中需要的AI学习和工具（如编码助手）。谷歌开发者体验高级总监Sara Ortloff表示，“我们可以通过AI来强化学习，结合新兴技术，以预测和支持适应这些技术所需的快速变化的技能和知识。”<sup>20</sup>

随着自动化程度的提高，技术人才将承担监督角色，并拥有更多精力专注于能够改善利润所在的创

图1

## 生成式AI如何转变IT工作方式

在接下来的18到24个月内，随着生成式AI越来越多地融入工作方式，企业可能会在其技术团队中看到显著改进。德勤的前瞻性分析表明，到2027年，即使在最保守的情况下，生成式AI也将嵌入每家公司的数字产品/软件足迹中。随着我们从当前状态过渡到IT中AI的目标状态，手动和耗时的过程，如代码审查、基础设施配置和预算管理，可以自动化和优化。

	问题	必需变革	建议举措
工程	传统软件开发生命周期中的手动、低效的方面	从编写代码转向定义架构、审查代码和协调功能	技术领导者应预期人类参与的代码生成和审查将成为标准
人才	高管们难以招聘到具有合适背景的员工，被迫推迟项目	AI可以生成丰富的学习和发展媒体以及文档，以提升人才技能	技术领导者应实施定期的AI驱动的学习建议和个性化方案，作为新的工作方式
云财务运营	在云上，资源可以一键配置，因此超支很常见	AI驱动的成本分析、模式检测和资源分配可以以新的速度优化IT支出	领导者应持续应用AI，帮助其证明其价值并优化成本
基础设施	近一半的企业在处理安全、合规和服务管理等任务时采用手动方式	自动资源分配、预测维护和异常检测可以彻底改变IT系统	领导者应努力实现可按需通过AI自动修复的IT基础设施
网络	生成式AI和数字智能体为不良分子打开了比以往更多的攻击面	自动数据屏蔽、事件响应和政策生成可以优化网络安全响应	企业应采取措施，通过新技术或流程进一步验证数据和数字媒体

资料来源：德勤研究及分析

新（**正如我们去年所讨论**）。这有助于吸引人才，因为根据德勤的研究，吸引技术人才加入新机会的最大激励是他们在该职位上将要从事的工作本身<sup>21</sup>。

### 云财务运营

在云计算时代，由于资源可以一键配置，支出失控成为了一个屡见不鲜的问题。云服务供应商巨头为财务团队和CIO们提供了数据和工具，以更好地跟踪团队的

云使用情况，但这些财务运营工具多数仍然需要人工进行预算编制，并且在不同系统之间的可视化程度有限<sup>22</sup>。而AI使组织能够更加及时、主动和有效地进行财务管理。实时成本分析、强大的模式检测和跨系统的资源分配可以以全新的速度优化IT支出<sup>23</sup>。AI可以帮助企业通过更优的预测与追踪手段发现更多节约成本的机会<sup>24</sup>。以上行为的必要性在于，未来几年，AI可能会大幅增加大型公司的云成本。将AI应用于财务运营可以帮助证明针对AI投资的合理性，并在AI需求增加的同时优化其他方面的成本<sup>25</sup>。

## 基础设施

在IT基础设施的广泛范畴内（从工具链到服务管理），组织与他们所期望的自动化程度尚有差距。就在几年前，一半的大企业仍在完全手动处理诸如安全、合规和服务管理等关键任务<sup>26</sup>。缺少的关键因素是什么？是能够学习、改进并应对业务变化需求的自动化。现在，这已成为可能。

自动资源分配、预测性维护和异常检测皆可能在一个企业智能体中实现，它能够理解自身实时状态并采取相应行动<sup>27</sup>。这种新兴的IT观念被称为自主计算，类似于人体的自主神经系统，该系统调节心率和呼吸，并根据内部和外部刺激动态调整<sup>28</sup>。正如上文所述，这样的系统将使基础设施从人类主导转变为人类参与，因为其将自行管理，并最终仅呈现某些需要人类干预的问题。这就是为什么像eBay这样的公司已经在利用生成式AI来扩展基础设施，并处理大量客户数据，这可能会对其平台产生巨大影响<sup>29</sup>。

## 网络

尽管AI可能会使IT的许多方面变得更简单或更高效，但它无疑增加了网络风险的复杂性。正如去年所讨论的，生成式AI和合成媒体为钓鱼、深度伪造、提示注入等行为开辟了比以往更多的攻击面<sup>30</sup>。

随着AI的普及和数字智能体成为最新的企业间代表，这些问题可能会变得更加严重。企业应采取措进行数据认证，例如安全公司SWEAR开创了一种通过区块链验证数字媒体的方法<sup>31</sup>。数据脱敏、事件响应和自动化政策生成，都是可以应用生成式AI优化网络安全响应和防御攻击的领域<sup>32</sup>。

最后，随着技术团队逐渐适应上述变化和挑战，许多团队将把重点转向AI可以实现的创新、敏捷性和增长。

团队可以简化其IT工作流程，减少对人工干预或离岸外包的需求，使IT能够专注于更高价值的业务活动<sup>33</sup>。事实上，IT资源的重新分配很可能会发生。正如Freeplay CEO Ian Cairns所述，“就像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如何在新时代工作和构建软件的企业。”<sup>34</sup>

## 展望：IT即服务

对于许多IT团队来说，此刻就如一声全员行动的警报，产品经理、领域专家和业务部门领导正在深入研究AI的细节，以建立可行的概念验证。如果这一验证成功，公司能够通过新技术提高利润率，IT部门可能会从成本中心和推动者转变为竞争的关键所在。这时CIO的角色及其对技术资产的管理可能会发生巨大变化。

设想在未来十年内，IT从集中控制的职能转变为创新领导者，提供可重用的代码块和平台，业务部门可以利用这些资源开发自己的解决方案。虽然“IT即服务”并非新概念，但此前的理解是，公司IT基础设施的多个部分将交给新的供应商<sup>35</sup>。展望未来，这些供应商可能会被组织内部训练的安全智能体所取代。

从这一角度出发，IT本身可以成为通过在线门户所提供的服务，其中低代码或无代码技术与先进的AI相结合，使非技术人员能够创建和运行应用程序<sup>36</sup>。例如，首席架构师的角色可能会大不相同，许多传统任务将由数字智能体执行。就像今天的云计算模块可以通过点击打开一样，未来5到10年内，整个应用程序可能只需点击即可获得。持续的技术学习和流畅性将成为整个企业的必备条件，不仅仅是IT部门，员工和公民开发者也将被鼓励适应最新技术。信任和安全责任也将扩大，技术团队将保留人类的参与，以审查数据隐私、网络安全和道德AI实践。

尽管AI的发展可能使IT在未来扮演的角色受到质疑，但事实上，一旦AI渗透到企业的各个方面，就会提升技术职能的地位。有见地的技术领导者需要培养一系列技能，因为技术和AI在企业中的重要性将会日益增加。这些技能包括流程和业务知识、项目和产品管理、业务发展、信任和合规专长，以及生态系统管理（包括AI工具和共享能力）。领导者还可能需要承担新的角色，成为企业AI的教育者和倡导者，以推动变革管理。

Marcante表示，“AI功能可能被广泛使用并刺激创新，但技术领导者必须引领这一议程。必须有一套全球性的指导原则和目标，以推动企业向前发展。”<sup>37</sup>

# 尾注

1. Faruk Muratovic, Duncan Stewart, and Prashant Raman, “Tech companies lead the way on generative AI: Does code deserve the credit?” Deloitte Insights, August 2, 2024.
2. Gartner, “Gartner forecasts worldwide IT spending to grow 7.5% in 2024,” press release, July 16, 2024.
3. Lou DiLorenzo Jr. et al., “From tech investment to impact: Strategies for allocating capital and articulating value,” Deloitte Insights, September 13, 2023.
4. Ibid.
5. Tim Smith et al., “Focusing on the foundation: How digital transformation investments have changed in 2024,” Deloitte Insights October 14, 2024.
6. Nitin Mittal et al., “Now decides next: Getting real about Generative AI,” Deloitte’s State of Generative AI in the Enterprise Q2 report, April 2024.
7. Ibid.
8. Elizabeth Sullivan (ed.), “Gen AI investments increasingly extend beyond the AI itself,” Deloitte Insights Magazine 33, September 26, 2024.
9. Belle Lin, “AI puts CIOs in the spotlight, right next to the CEO,” The Wall Street Journal, June 12, 2024.
10. Benjamin Finzi et al., “Three roles CEOs need to play to scale generative AI,” Deloitte, 2024.
11. John Marcante, former global CIO of Vanguard and US CIO-in-residence at Deloitte, Deloitte interview, October 8, 2024.
12. Laura Shact et al., “Four futures of generative AI in the enterprise: Scenario planning for strategic resilience and adaptability,” Deloitte Insights, October 25, 2024.
13. Muratovic et al., “Tech companies lead the way on generative AI.”
14. Shivani Govil, senior director and project manager of developer tools, Google, Deloitte interview, September 4, 2024.
15. Faruk Muratovic et al., “How can organizations engineer quality software in the age of gen AI?,” Deloitte Insights, October 28, 2024.
16. Ibid.
17. David Jarvis, “Tech talent is still hard to find, despite layoffs in the sector,” Deloitte Insights, August 14, 2023.
18. Mark Dangelo, “Needed AI skills facing unknown regulations and advancements,” Thomson Reuters, December 6, 2023.
19. Donald H. Taylor, The global sentiment survey 2024, February 2024.
20. Sara Orloff, senior director of developer user experience, Google, Deloitte interview, September 4, 2024.
21. Linda Quaranto et al., “Winning the war for tech talent in FSI organizations,” Deloitte, February 2022.
22. David Linthicum, “What’s going on with cloud finops?,” InfoWorld’s Cloud Computing Blog, February 27, 2024.
23. PwC, “FinOps and AI: Balancing innovation and cost efficiency,” CIO, September 24, 2024.
24. Fred Delombaerde, “Will AI and LLMs transform FinOps?,” video, FinOps Foundation, May 20, 2024.
25. Linthicum, “What’s going on with cloud finops?”
26. Nicholas Dimotakis, “IT’s dirty little secret: Manual processes are still prevalent,” Forbes, February 25, 2021.
27. Michael Nappi, “Go beyond with autonomous IT to drive the autonomous business,” ScienceLogic Blog, May 15, 2024.
28. Science Direct, Autonomous Computing, accessed October 2024.
29. John Kell, “How eBay uses generative AI to make employees and online sellers more productive,” Fortune, August 14, 2024.
30. Mike Bechtel and Bill Briggs, “Defending reality: Truth in an age of synthetic media,” Deloitte Insights, December 4, 2023.
31. Jason Crawford, “My take: Tackling the problem of deepfakes,” Deloitte Insights, August 7, 2024.
32. Palo Alto Networks, “What is generative AI in cybersecurity?,” Cyberpedia, accessed October 29, 2024.
33. Ilya Gandzeichuk, “How AI can transform the IT service industry in the next 5 years,” Forbes, May 16, 2024.
34. Ian Cairns, “Generative AI forces rethink of software development process,” Deloitte Insights, July 1, 2024.
35. Canon, “4 reasons why ‘as-a-service’ is the future for IT teams,” accessed October 2024.
36. CloudBlue, “What is IT as a service?” November 28, 2022; Isaac Sacolick, “7 innovative ways to use low-code tools and platforms,” InfoWorld, April 22, 2024.
37. Phone interview with John Marcante, former global CIO of Vanguard and US CIO-in-residence at Deloitte, October 8, 2024.

---

# 持续对话

## Industry leadership

### Tim Smith

技术战略及业务转型领导合伙人 | 德勤摩立特美国 | 德勤管理咨询  
+1 212 313 2979 | timsmith6@deloitte.com

Tim Smith是德勤管理咨询的合伙人，同时担任德勤摩立特技术战略与业务转型实践的合伙人。他在美国及海外拥有超过20年的跨行业技术咨询与实施经验。Tim与客户密切合作，通过对运营模式、架构和生态系统之间进行综合决策，从而最大化技术资产的价值。他现居纽约市，拥有弗吉尼亚大学系统工程学士学位以及伦敦商学院的工商管理硕士学位。

### Lou DiLorenzo Jr

AI与数据服务领导合伙人 | US CIO & CDAO项目全国领导合伙人 | 德勤管理咨询  
+1 612 397 4000 | ldilorenzocr@deloitte.com

Lou DiLorenzo是德勤管理咨询AI与数据服务领导合伙人、US CIO & CDAO项目全国领导合伙人。他是德勤生成式AI业务领导团队的成员，并担任生成式AI孵化器的负责人。凭借超过20年的跨行业运营、企业业务和咨询经验，他在凝聚关键利益相关者、推动变革、发展新能力以及实现积极的财务成果方面拥有卓越的成绩。此前，DiLorenzo曾担任一家消费型健康保险初创企业的COO，以及Cargill公司食品配料与生物工业部门的全球CIO。他经常为知名刊物撰写技术文章，并主持播客节目《Techfluential》。

### Anjali Shaikh

US CIO项目体验总监 | 德勤管理咨询  
+1 714 436 7237 | anjalishaikh@deloitte.com

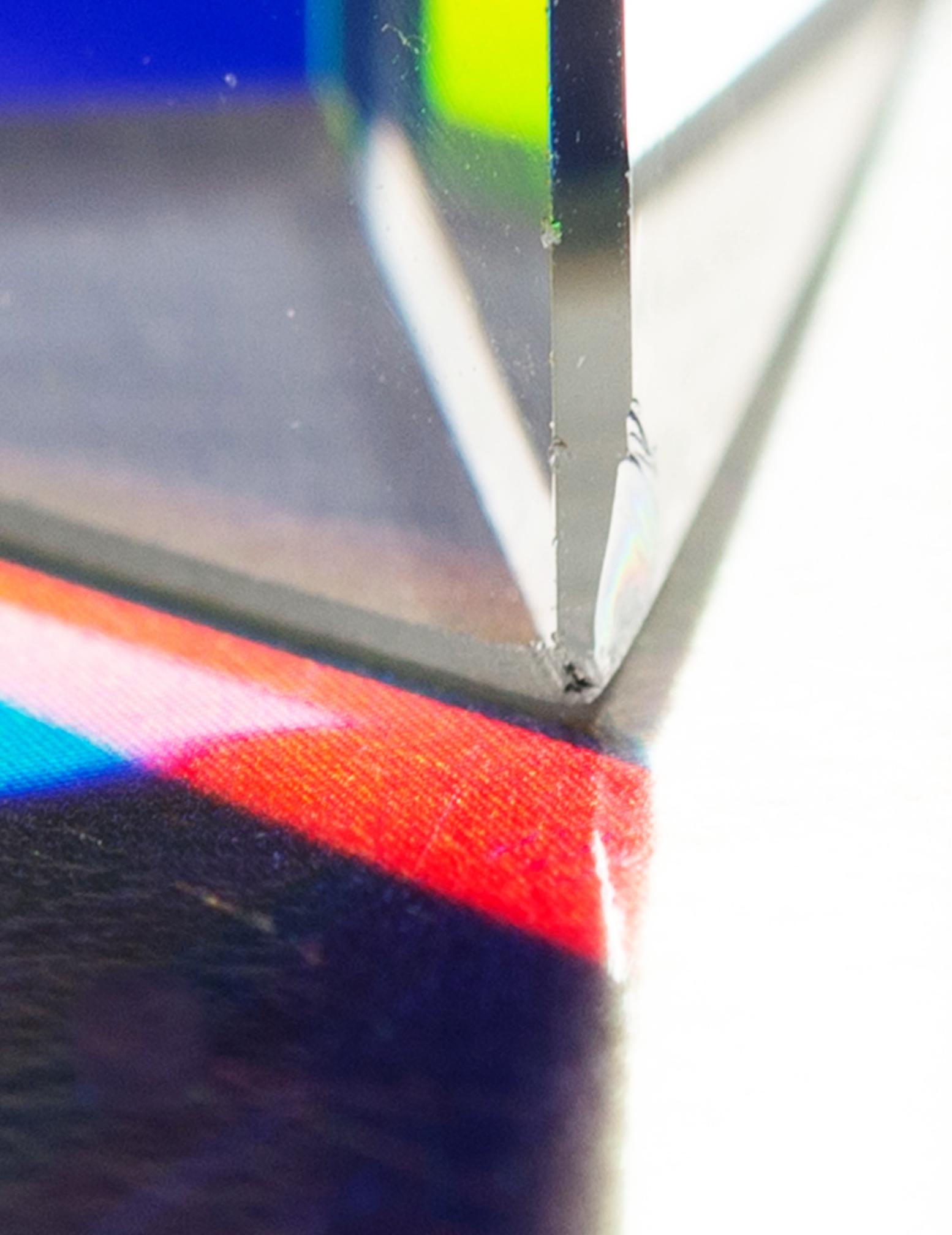
Anjali Shaikh是德勤技术执行计划的体验总监，作为CIO、CDAO以及其他技术合伙人的顾问，为项目发展提供战略指导。Shaikh领导一个经验丰富的团队，该团队负责创造定制化体验并形成高价值领先理念，以帮助高管应对复杂挑战、塑造技术议程、建立并领导高效团队，并协助他们在职业生涯中脱颖而出。

---

# 致谢

衷心感谢德勤各领域的众多专家领导，他们为技术业务章节的研究做出了宝贵的贡献：

**Kenny Brown, Lou DiLorenzo, Diana Kearns-Manolatos, Siva Muthu, Chris Purpura, Anjali Shaikh, Tim Smith.**



网络与信任

# 新难题：量子时代对加密技术的挑战

量子计算机可能对当前的加密实践构成严重威胁，更新加密技术刻不容缓。

网络安全专家需要考虑的问题已经有很多。从司空见惯的网络诈骗到悄然兴起的AI生成内容威胁，迫在眉睫的问题层出不穷。然而，在专注于这些紧急问题的同时，他们可能忽视了一个重要的潜在威胁：未来某一天，加密相关量子计算机 (CRQC) 可能会破解当前企业依赖的大部分公钥加密技术。一旦加密技术被破解，在线会话的建立、交易的验证和用户身份的保护将受到严重威胁。

让我们将此风险与对千年虫 (Y2K) 问题的历史应对措施进行对比。在千年虫问题中，企业预见到了迫在眉睫的风险，并随着时间的推移逐步将其解决，通过从特定时间点倒排的方式避免更大的影响<sup>1</sup>。CRQC的潜在威胁则截然相反：其影响预计会更为广泛，但无人知晓威胁何时会造成灾难。尽管企业普遍认为应对CRQC非常重要，但由于时间上的不确定性，其紧迫性往往较低。这导致了一种趋势，即组织倾向于推迟针对量子计算机的网络安全态势准备。

“除非狼真的来了，否则人们只会一味地说‘是的，我们会处理的，或者供应商会帮我处理的。我们的事情太多，预算太少。’”网络安全公司Quantropi的CIO Mike Redding表示<sup>2</sup>，“应对量子计算威胁也许是有史以来最重要的事情，但对于大多数人来说并非当务之急，因此他们不断推迟解决该问题。”

这种自以为是的心态是灾难的温床，因为问题并不在于量子计算机是否会到来，而是何时会到来。大多数专家认为，CRQC到来的准确时间对加密技术来说是无关紧要的，它可能在未来的5到10年内到来，但组织需要多长时间更新他们的基础设施和第三方依赖关系？8年？10年？还是12年？参考之前完成加密升级所需的时间（如从SHA1迁移到SHA2），现在开始行动是明智的。

在最近的一份报告中，美国管理与预算办公室表示，“CRQC可能会破解当前政府和私营部门普遍使用的一些加密技术。虽然目前普遍认为CRQC尚未面世，但是量子计算领域的稳步发展可能会在未来的十年内催生出CRQC。因此，联邦机构必须通过迁移到抗量子公钥加密系统来加强其现有信息系统的防御。”<sup>3</sup>

问题的潜在规模非常大，但幸运的是，如今已有专业的工具与知识帮助企业解决这一问题。美国国家标准与技术研究院 (NIST) 最近发布的后量子加密 (PQC) 算法标准可以在付出高昂代价之前预防该问题<sup>4</sup>，许多其他国家的政府也正致力于解决这一问题<sup>5</sup>。除此之外，重焕活力的网络意识可以引导企业走上更安全的道路。

## 当下：加密技术无处不在

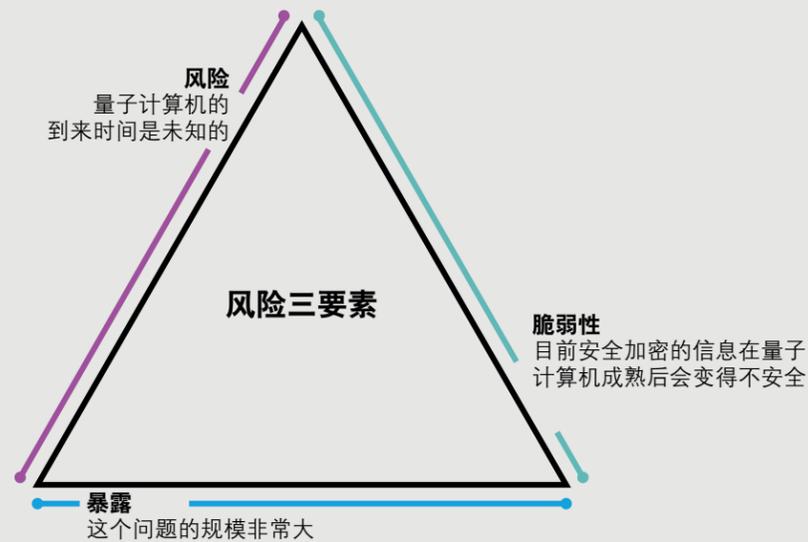
网络安全团队的两个主要关注点是确保技术完整性和防止运营中断<sup>6</sup>。对数字签名和密码密钥交换（这些是数据加密的基础）的破坏是最令团队担忧的事情。失去能够保证数字签名真实性且未被篡改的加密技术，可能会对通信和交易的完整性造成重大打击。除此之外，信息安全传输能力的缺失可能使大多数的组织运营被破坏。

企业正逐渐意识到量子计算对其网络安全构成的风险。根据德勤《全球网络安全前瞻调研报告》，目前有52%的组织正在评估暴露风险并针对量子技术相关风险制定应对措施。另有30%的组织表示他们正在采取果断的行动，实施针对这些风险的解决方案。

“此问题规模宏大，且对未来的影响日益凸显。也许距离它的到来仍有一些时间，但我们需要防患于未然。”某大型工业产品公司印度分部的安全技术副总裁Gomeet Pant表示<sup>7</sup>。

图1

### 若不能全面关注风险三要素，损失将难以估量



资料来源：Colin Soutar, Itan Barmes, and Casper Stap, “Don’t let drivers for quantum cyber readiness take a back seat!”, 德勤, 2024年11月

当前，加密技术无处不在，众多组织需要得到相关协助以识别其存在的每一个角落。它存在于组织拥有并管理的应用中，也存在于合作伙伴与供应商的系统里。想要全面了解CRQC对加密技术构成的组织风险（图1），需要从广泛的基础设施、供应链和应用程序入手。加密技术被用于保护数据机密性和数字签名以维护电子邮件、宏、电子文档和用户认证的完整性，而CRQC会使这一切受到威胁，从而破坏数字通信的完整性和真实性<sup>8</sup>。

雪上加霜的是，在没有CRQC的当下，企业数据可能已经处于风险之中。种种迹象表明，不良分子正进行所谓的“先窃取，后解密”攻击，即先窃取加密数据，待更成熟的量子计算机出现后再进行破解。在企业将系统升级为抗量子加密系统之前，其数据可能会持续收到威胁。

“我们很早就意识到客户数据和金融行业面临的潜在

威胁，这促使我们在量子准备领域取得了开创性成果，”摩根大通新型技术安全部门负责人Yassir Nawaz表示，“我们的行动始于对加密技术的全面盘点，并延伸开发PQC解决方案，通过加密敏捷流程对我们的安全措施进行现代化升级。”<sup>9</sup>

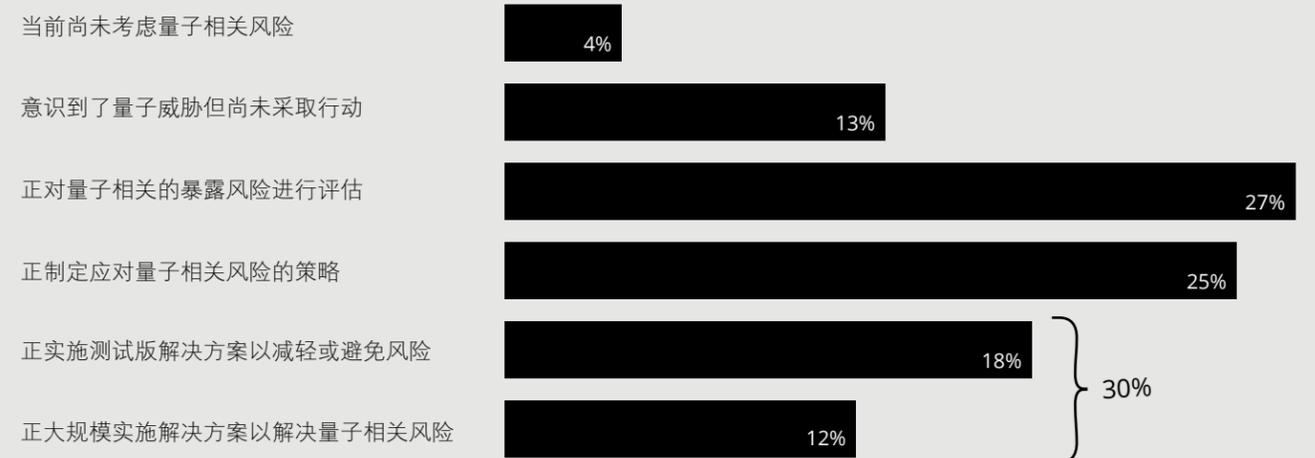
鉴于问题的规模，升级至量子安全加密技术可能需要花费几年，十几年甚至更久，在这期间我们也很可能看到CRQC的出现<sup>10</sup>。量子计算对加密技术的潜在威胁在感觉上也许遥遥无期，但启动应对这一威胁的时机就是现在（图2）。

“组织应立即启动为量子计算带来的潜在威胁做准备，”NIST计算机安全部门负责人Matt Scholl表示，“向新的PQC标准过渡将是一个漫长的过程，期间需要全球范围的合作。NIST将继续开发新的PQC标准，并与企业和政府合作以鼓励他们采用该标准。”<sup>11</sup>

图2

### 与量子世界接轨

组织如何看待即将到来的量子时代并为量子网络安全做好准备



注释：样本量为1,196名C级高管和高级领导。

资料来源：德勤, “The promise of cyber: Enhancing transformational value through cybersecurity resilience,” 2024年11月

### 探索：迈向量子安全新未来

不过，也有好消息。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，但只要时间充足，操作层面上还是相对明确的。

初步行动包括政策和管理方法的建立、了解当前的加密暴露情况、评估如何在基础设施和供应链优先采取补救工作。同时，规划综合性的路线图，确保更新换代既覆盖组织内部，也能通过合同机制，要求供应商符合新标准。

“要想在IT领域已蔓延了数十年的加密技术中重建掌控权，第一步是充分利用现代加密管理解决方案，其为组织提供了至关重要的观测和报告能力。”网络安全集团SandboxAQ的总经理Marc Manzano称<sup>12</sup>。

初步行动完成后，组织便可着手进行加密算法更新。2024年8月，NIST发布了新标准，其中包含了可供组织实现的新算法。该机构表示，新算法可以通过更改数据加密和解密方式来抵御量子计算机的攻击<sup>13</sup>。

当前的加密实践是使用复杂的数学问题进行数据编码，这些问题的复杂度之高，即使是当今最强大的超级计算机也无法解决。但量子计算机很可能会迅速破解这些问题。更新后的NIST标准不再依赖于当前的大数分解问题，而是使用格问题和哈希算法问题，这些问题足够复杂，即使是量子计算机也难以破解<sup>14</sup>。

大型科技公司已经开始了他们的转型之路。在NIST发布更新标准后，苹果更新了iMessage应用程序，以使用量子安全加密方法<sup>15</sup>。谷歌宣布其加密库已使用新标准，该标准也将应用到Chrome浏览器中<sup>16</sup>。深耕量子计算技术的IBM已将PQC技术融入到其多个平台中，微软也宣布将量子安全算法添加到其加密库中<sup>17</sup>。

2021年，NIST的国家网络安全卓越中心(NCCoE)启动了PQC迁移项目。该项目已发展超过40名合作者，其中很多合作者拥有多样化的加密技术探索与盘点工具。该项目展示了这些工具的使用方式，以帮助组织进行使用规划。其他合作者则专注于测试这些PQC算法在协议中的应用，了解算法的互操作性和性能，从而为在产品中实现PQC做好准备<sup>18</sup>。

“组织需要了解其应在何处以及如何使用加密产品、算法和协议，从而启动向量子准备阶段的过渡，” NCCoE 的PQC迁移项目联合负责人Bill Newhouse说，“我们的项目将展示这些工具的使用方法以及这些工具的输出如何支持风险分析，从而帮助组织规划优先迁移到PQC的内容。”<sup>19</sup>

### 展望：用后量子武器对抗量子威胁

在升级加密技术的同时，企业也应当考虑他们还能做些什么。这可以比作打扫地下室：面对多年来无人问津的角落，我们应当如何清理？企业将识别出多年未评估的核心系统中高度技术化，但目前能力不足的部分。也许在升级加密技术的过程中，企业会发现其他可以一并解决的潜在问题，例如优化治理机制、改进密钥管理流程、实施零信任策略、同步对老旧系统进行现代化升级，或者干脆淘汰一些长时间未使用的工具。

组织进行适当的网络卫生工作很可能会加强其更广泛的网络安全和隐私保护措施。他们可能会更加谨慎地收集和共享除必要数据之外的任何信息，建立更强大、更负责任的管理机制，并持续评估数字化组件之间的信任。除了防范未来的量子攻击威胁，这些将网络安全习惯融入日常活动的实践也提高了企业当下的防御能力。

企业需要考虑“加密弹性”，即如何建立一系列可复用的、能够灵活应对各类攻击和故障的加密体系。现在组

织需要对量子威胁做好准备，但未来的新风险需要不同的应对方法。新的威胁出现时，安全团队不应重新梳理加密方法，相反，他们应当培养必要的技能，以便快速且无缝地添加或更换加密技术<sup>20</sup>。

随着数字生活与物质生活的联系愈发紧密，我们的友谊、信誉和资产正在经历“数字化转型”。这些领域以数字手段进行中介，并通过加密技术进行保护。展望未来，消息、交易及越来越多反映人们真实生存状态的信息都将建立在数字信任的基础之上。对加密的保护不仅关乎于保护企业数据存储，也关乎于保护我们生活中愈发敏感的领域。

“随着我们在数字经济中对加密技术的依赖日益加深，组织必须迅速做好准备，使过渡变得可控，以维护与客户和合作伙伴建立的信任，” evolutionQ的CEO兼创始人Michele Mosca说，“制定量子安全路线图，并与供应商合作启动这一关键转型，这些举措对于企业而言是至关重要的。优先保护最敏感信息的行为不仅是明智的，更是必不可少的。”<sup>21</sup>

量子计算机有望在药物发现、金融建模等很多可以改善人们生活的应用场景中带来显著好处，这些潜在的好处不应被随之而来的安全挑战所掩盖。因此，为了充分利用量子发展的好处，并规避量子计算机可能带来的风险，企业应该从现在开始加强防御。

## 尾注

1. Damian Carrington, “Was Y2K bug a boost?,” BBC News Online, January 4, 2000.
2. Mike Redding, chief technology officer, Quantropi, Deloitte interview, August 27, 2024.
3. Executive Office of the President of the United States, Report on post-quantum cryptography, July 2024.
4. National Institute of Standards and Technology (NIST), “NIST releases first 3 finalized post-quantum encryption standards,” press release, August 13, 2024.
5. European Commission, “Commission publishes Recommendation on Post-Quantum Cryptography,” press release, April 11, 2024.
6. Emily Mossburg et al., The promise of cyber: Enhancing transformational value through cybersecurity resilience, Deloitte, 2024.
7. Gomeet Pant, group vice president of security technologies for the India-based division of a large industrial products firm, Deloitte interview, October 25, 2024.
8. Katherine Noyes, “NIST’s postquantum cryptography standards: ‘This is the start of the race’ ,” CIO Journal for The Wall Street Journal, June 12, 2024.
9. Yassir Nawaz, director of emerging technology security, JP Morgan, Deloitte interview, October 14, 2024.
10. Colin Soutar, Itan Barmes, and Casper Stap, “Don’t let drivers for quantum cyber readiness take a back seat!” Deloitte, 2023.
11. Matt Scholl, computer security division chief, NIST, Deloitte interview, September 3, 2024.
12. Marc Manzano, general manager, SandboxAQ, Deloitte interview, October 15, 2024.
13. NIST, “NIST releases first 3 finalized post-quantum encryption standards.”
14. NIST, “What is post-quantum cryptography?,” August 13, 2024.
15. Apple Security Research, “iMessage with PQ3: The new state of the art in quantum-secure messaging at scale,” February 21, 2024. iMessage is a trademark of Apple Inc., registered in the U.S. and other countries. Tech Trends is an independent (publication) and has not been authorized, sponsored, or otherwise approved by Apple Inc.
16. Chiara Castro, “Chrome to adopt NIST-approved post quantum encryption on desktop,” techradar, September 17, 2024.
17. Dan Goodin, “As quantum computing threats loom, Microsoft updates its core crypto library,” Ars Technica, Sep. 12, 2024; Paul Smith-Goodson, “IBM Prepares for a Quantum-Safe Future Using Crypto-Agility,” Forbes, August 8, 2024.
18. NIST, “NCCoE announces technology collaborators for the Migration to Post-Quantum Cryptography project,” July 15, 2022.
19. Bill Newhouse, lead, Migration to PQC project at the NCCoE, Deloitte interview, October 16, 2024.
20. Soutar et al., “Don’t let drivers for quantum cyber readiness take a back seat!”
21. Michele Mosca, founder and CEO, evolutionQ, Deloitte interview, October 18, 2024.

---

# 持续对话

## 行业领袖

### Colin Soutar

网络安全总监 | 德勤有限公司（又称“德勤全球”）  
+1 571 447 3817 | csoutar@deloitte.com

Colin Soutar博士是德勤全球的总监，领导德勤在美国和全球的量子安全准备计划。作为德勤美国政府与公共服务 (GPS) 网络安全实践的成员，Soutar博士在该组织中领导创新、资产以及生态系统与联盟。

在担任目前职位之前，Soutar博士在一家总部位于加拿大的生物识别和身份管理上市公司担任了近10年的CTO。他在NASA约翰逊航天中心开始了他的职业生涯，担任为期两年的博士后研究员，致力于开发用于自主交会和捕获的模式识别技术。他热衷于在风险与监管交织的复杂格局中，为新型技术开拓新的商业机遇。2013年，他参与了NIST网络安全框架的开发，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指引。

### Sunny Aziz

网络安全及战略风险服务合伙人 | 德勤全球  
+1 713 982 2877 | saiz@deloitte.com

Sunny Aziz是德勤网络安全与战略风险服务合伙人，拥有超过25年协助客户管理、实施和运营复杂网络安全项目的工作经验，为客户提供网络安全策略建议，并执行大型网络安全转型项目。Aziz还担任德勤金融服务行业保险领域的网络安全负责人，专攻安全托管服务、网络安全策略与评估、身份与访问管理、云和基础设施安全、IT风险和合规管理、事件响应、威胁与漏洞管理、第三方风险管理以及隐私和数据保护。

### Itan Barnes, PhD

全球量子安全准备能力服务负责人 | 德勤荷兰  
+31 (0)88 288 5589 | ibarnes@deloitte.nl

Itan Barnes是德勤荷兰网络安全团队的加密与量子安全能力带头人，并担任全球量子安全准备能力专家。他的团队专注于加密管理的各个方面，如公钥基础设施、证书生命周期管理、密钥管理和量子风险。

---

# 致谢

衷心感谢德勤各领域的众多专家领导，他们为网络与信任章节的研究做出了宝贵的贡献：

**Scott Buchholz, Colin Soutar, Masayoshi Terabe.**

核心现代化

## 智能中枢：AI颠覆核心系统现代化

多年来，核心系统和ERP系统一直是企业记录系统的单一信息源。AI正在从根本上对这一模式发出挑战。

许多核心系统供应商已全面拥抱AI，并正在围绕以AI为中心的模式重构其产品与能力。将AI集成到企业核心系统中，标志着企业在运营和利用技术获取竞争优势方面发生了重大转变。

AI为核心系统带来了变革性的影响。多年来，核心系统和在其上运行的ERP工具一直是大多数企业的记录系统，也是企业唯一的真相来源。无论是供应商还是客户，对运营的任何方面有疑问，核心系统都能提供答案。

AI不仅仅赋能了这一模式，还从根本上对模式提出了挑战。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。这意味着用户无需通过直接访问核心系统来获取运营问题的答案，而是可以使用他们最熟悉的任何AI融合工具。因此，这种转型不仅超越了自动化常规任务，还从根本上重新思考和重新设计流程，使其更加智能、高效、可预测。它具备着通过赋予员工以AI的力量以及来自整个企业的信息，从而开发全新业务模式的潜力。

毫无疑问，这一过程中将面临整合和变革管理的挑战。IT团队需要投资于正确的技术和技能，并构建强大的数据治理框架以保护敏感数据。随着AI与核心系统的集成度提高，架构将变得更为复杂，也更需要被妥善管理。此外，团队需要解决AI信任问题，以确保AI系统能够有效、负责地处理核心操作。

但应对及处理这些挑战将会带来重大回报。最终，我们预计AI将从新的记录系统发展成为一系列不仅能进行分析和提供建议、还能采取行动的智能体。其最终目标是实现自主决策，使企业能够以更高的运营效率运作。

### 当下：企业需要从记录系统中获取更多信息

核心系统，尤其是ERP平台，正逐渐被视为企业的关键资产。人们清楚地认识到，拥有一个系统来描述所有企业运营信息的价值。因此，全球ERP市场规模预计从2023年到2030年将以11%的速度增长。这种增长是被更多高效数据驱动的决策需求所推动的<sup>1</sup>。

目前的挑战在于，能实现这些工具所带来的预期收益的组织相对较少。尽管认识到集中化的单一事实来源是提高运营效率的关键，但许多ERP项目并未达到预期效果。根据Gartner的研究，到2027年，超过70%的近期实施的ERP项目将无法完全实现其最初的业务目标<sup>2</sup>。

ERP项目无法与业务目标对齐的其中一个原因是大部分ERP系统是全局通用的，因此企业需要调整其运营以适应ERP系统的模型。理论上，整个组织的应用程序上都应该与ERP集成，由于ERP作为记录系统，本身沉淀所有业务数据和业务逻辑，因此即使这些集成要求难以满足，组织也不得不进行运营上的调整。但与此同时，这也导致了业务与ERP系统之间存在一定程度的脱节。

AI正在打破这一模式。一些企业正在寻求减少对单一ERP实施的依赖，而AI通过开放数据集、启用新工作模式等方法，很可能是实现这一目标的工具。

### 探索：AI为核心系统注入“强心剂”

经过一系列技术更替，ERP系统可能会继续保持其作为记录系统的地位。在大多数大型企业中，ERP系统仍然保存着几乎所有的业务数据，而且在过去几年中采用了ERP系统的组织弃用ERP的意愿较低。

### 协调平台方法

在这个模式中，当今的核心系统成为构建AI领域创新的平台。然而，这给IT和业务领导者提出了一系列关于AI协调的难题。例如，公司应该使用供应商提供的模块，还是第三方工具，抑或扩张技术团队以开发自己的模型？如果选择供应商，则意味着在功能开发方面受制于人，但在功能集成上又能够得到更充分的保障。

另一个问题是应该向AI暴露多少数据。生成式AI的一个好处是其能够跨系统、跨文件类型读取并解读数据。这对新的学习战略和自动化而言是一个发展契机，但也可能会对隐私安全提出挑战。对于核心系统而言，人力资源、财务、供应商和客户信息高度敏感。在没有开展治理的情况下将这些数据输入AI模型可能会引起新的风险。

还有一个问题是，将AI引入核心系统的主要策划方应该是谁。由于这是一个高度技术性的过程，因此需要IT相关的专业技能，同时，也需要企业的相关关键运营部门的支持。

这些问题的答案因不同的使用场景和企业而异。但在核心系统领域全面投身AI之前，企业相关团队应思考这些问题并形成清晰的答案，为放大技术的收益打下坚实基础。

“为了充分利用AI，公司应制定以业务目标为基础的明确战略。”SAP的ERP云全球CMO Eric van Rossum表示，“AI不应被视为独立的功能，而应作为所有业务流程中不可或缺的嵌入式能力，以支持公司的数字化转型。”<sup>3</sup>

### AI 赋能工作新模式

一些具有前瞻视角的企业已经正在解答上述关于AI协调的问题。Graybar是一家电气、工业和数据通信解决方案的批发经销商，目前正推进一项已有20年运行历史的核心系统的现代化改造工作。整体工作是从人力资源管理工具的升级出发，以ERP现代化为目标稳步开展。这一进程既依赖于公司核心系统供应商提供的合理组件方案，也按需叠加了第三方集成和自建工具，以构建其产品和服务的独特性<sup>4</sup>。

AI的发展为Graybar领导层提供了一个机会——不仅仅在于技术栈升级，还在于思考如何重塑流程以开辟新的效率提升和营收增长之路。AI信任也是现代化的关键努力方向，Graybar正推出在一些狭义的，在特定场景中使用的AI，约束其只能访问完成特定任务所需的特定数据库。在每个生成信息场景中，都会有专人介入生成过程，以确保最终触达客户的信息无误。

Graybar还在客户销售和服务中试点使用AI，并计划将其扩展到库存预测和规划领域。公司目前正在将AI添加到订单系统中，以帮助销售代理发现交叉销售和追加销售的机会。此外，Graybar还在开发一种为客户提供报价的AI工具。该工具允许员工使用自然语言查询产品目录，为客户提供选项，并将信息整合成与客户的沟通内容。

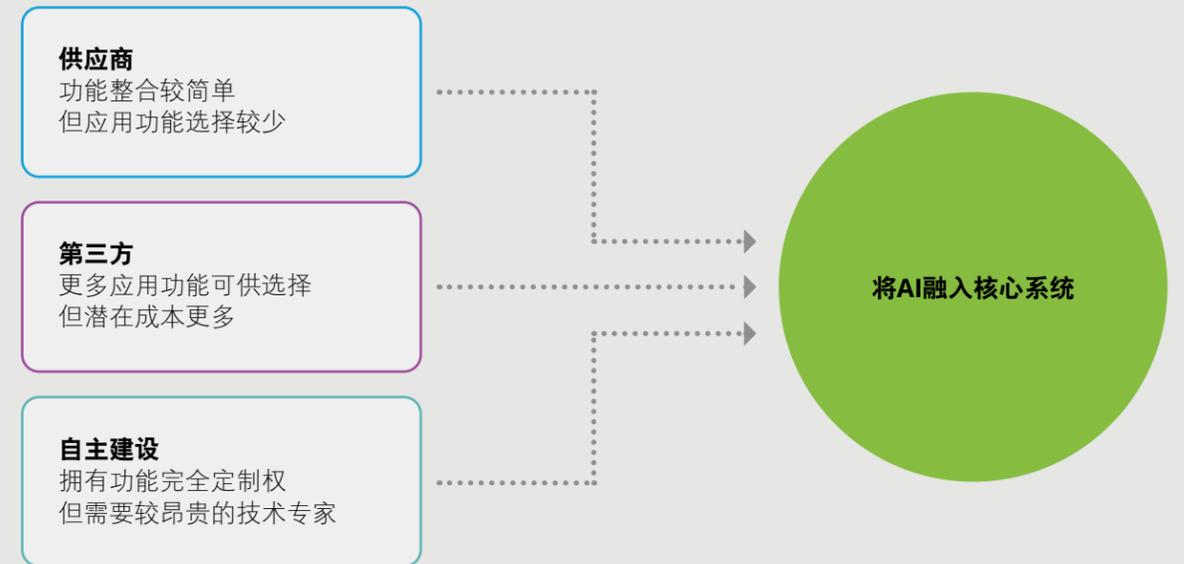
“这些任务过去需要数小时甚至数天才能完成，现在只需要几分钟，”Graybar的CFO David Meyer表示。“借助基于AI的工具，员工现在可以将时间集中在销售和业务开发上，而不是花费大量时间查找信息和回复客户请求。”<sup>5</sup>

这一变化不仅仅是为了给面向客户的员工腾出时间。Graybar的领导层正着眼于通过在其核心系统中扩大AI的使用范围、并启用全新的工作模式以实现数十亿美元的新收入增长。

软件公司ServiceNow的高级副总裁兼全球AI市场负责人Michael Park表示，该公司的很多客户都证明了在核心系统中使用AI已是大势所趋。他特别提到一个影响深远的场景——新员工入职。每位新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，员工需要与一系列的服务台工作人员交涉、获取密码、登录不同的系统、并自行查找工作需要的资源。但如今，AI使人力资源系统能够更快地了解新员工的需求，并在入职时即自动提供相应的访问权限。

图1

### 企业可以采取三种方法来将AI相关功能融入核心系统，每种方法都伴随着相应的优势与不足



资料来源：德勤研究

Park表示，这种自动化学习方法可以应用于各种业务流程。通过生成式AI能力（如摘要生成、笔记生成、互动式会话、AI搜索和任务自动化）构建多元任务的自动化，在不同场景下可以节省数分钟乃至数天的时间。一旦将简单的工作负载转移到AI机器人上，企业可以重新安排员工让其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。这是ServiceNow在其客户中观察到的趋势。

“核心系统中的AI单独来看，只是一种新生产力和赋能工具，”Park表示。“但战略紧迫性更体现在利用这些新技术力量重新定义企业现状，以实现指数级的价值创造，而不仅是单纯地将现有流程转移到AI上。”<sup>6</sup>

### AI 融入并超越核心系统

随着越来越多的企业软件工具嵌入AI，传统上由核心系统负责的工作最终可能会完全脱离核心系统，因为企业

的业务逻辑已无需与核心系统深度绑定。AI可以从企业范围内的结构化和非结构化数据中开展训练，在此过程中，业务数据对于开发准确、有洞察力的AI模型至关重要。利用核心系统促进数据与行将应用的AI模型相协同以获取业务洞察，为企业实现真正的洞察驱动运营提供了可能。

在这个模式中，核心系统成为一个AI可以用来学习和改进业务流程管理的训练数据存储库（知识库）。这才是核心系统中AI真正的用武之地。

ServiceNow的首席客户官Chris Bedi表示，现在每个技术供应商都知道需要在其产品中加入AI<sup>7</sup>。同时，ERP与其被取缔，还不如继续作为企业的记录系统，提供交易控制和可靠性，作为准确的事实依据。

随着越来越多跨业务域工作流的出现，AI进一步成为连接不同业务域的纽带，即相当一部分的效率提升将来自核心系统以外的业务流程创新。

“当AI技术植入用于记录的系统时，会在现有工作模式的增量改进方面表现出色，” Bedi表示。“但要实现质的飞跃，必须依靠跨业务域的AI，其不仅能够利用单一记录系统中的数据，还能够通过审视全域数据，基于全域数据运行模型开展相应行动，这才是真正的突破点。”<sup>8</sup>

### 展望：自动化发展是把“双刃剑”

对许多企业而言，核心现代化是一个耗时长、推进难的任务。在这种情况下，企业若将AI视为与其已经熟悉的事物相当，那可能就落入了错误的思维模式中。

此次现代化将与过去的改革大相径庭，变革速度和规模可能会比以往更快、更大。在过去，现代化主要是实施“升级”，整体过程十分繁琐且耗时，但仍然被企业充分认可并广泛执行。软件供应商通常会提供升级路径，为用户提供可遵循的指南。

但这一次改革并没有指南可循，因为改革的架构可能会有所不同，其中很多将涉及外部软件中的AI模块与核心系统的交互；同时，也不再是业务屈就于核心系统，而是核心系统服务于业务。企业利用AI创建的、由核心系统数据支持的新业务流程是十分具有挑战性的，因为业务流程的建立会因此变得更加复杂，需要更丰富的专业知识和更多元的技能。这与“[IT出圈：AI助推技术部门跃迁](#)”中讨论的内容类似，“理解业务问题”将成为IT

团队将AI植入到核心系统时的关键因素。这也很可能导致IT工作者职责发生重大变化，因为过去IT以技术导向为主，而非业务导向。

一旦核心系统通过AI实现现代化，其后续维护将会变得十分不一样。正如在“[AI的下个风口何在？](#)”中提到的，AI智能体将很快可以执行许多核心功能，例如某个客户服务机器人可与客户进行互动，理解客户问题并进行诊断；在此之后，该机器人也能够与另一个可以执行退货处理或发货新商品等操作的机器人进行互动。一些头部企业已经开始开发类似功能，例如奢侈品零售商Saks的客户服务机器人可以与订单和库存系统互动，因此简化了在线购买商品的交付和退换货流程，并赋能客户代表的日常工作流<sup>9</sup>。在真正实现AI智能体的未来，更多类似这样的能够自主工作并跨越各种系统的机器人会出现。到那时，维护核心系统的工作将变成监督AI智能体群。若实施得当，AI将有助于减少核心系统的技术负债，推动核心系统简洁化变革，使企业维护系统时更简单，响应业务需求时更敏捷。

核心系统正处于一场由AI驱动的重大革命的前沿。早期的先行者们正在利用此次发展窗口为自身企业运营提质增效，并持续探索新的增长方式。但很快，企业会将更大规模的核心功能交给AI智能体。目前，组织将如何利用这一变革带来效率提升尚未明确，但这一契机不仅能够重塑企业核心系统的运作方式，还能从根本上重塑企业业务的开展方式。

## 尾注

1. Grand View Research, ERP software market size, share & growth report, 2030, accessed November 5, 2024.
2. Gartner, “Enterprise resource planning to optimize operations,” accessed November 5, 2024.
3. Eric van Rossum, chief marketing officer for cloud ERP and industries, SAP, interview with the author, October 1, 2024.
4. David Meyer, chief financial officer, Graybar, interview with the author, September 26, 2024.
5. Ibid.
6. Michael Park, senior vice president and global head of AI go-to-market, ServiceNow, interview with the author, September 19, 2024.
7. Chris Bedi, chief customer officer, ServiceNow, interview with the author, September 29, 2024.
8. Ibid.
9. Salesforce, “Saks elevates luxury shopping with unified data and AI service agents,” accessed November 5, 2024.

---

# 持续对话

## 行业领袖

### Thorsten Bernecker

应用现代化及迁移服务领导合伙人 | 德勤管理咨询  
+1 512 226 4418 | tbernecker@deloitte.com

Thorsten Bernecker是德勤管理咨询的合伙人，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服务。他曾创立软件公司innoWake，并带领其从小型企业成长为全球领先的技术现代化公司，具有敏锐的技术洞察力和带领小微企业实现指数级增长的丰富商业智慧。德勤于2017年收购了innoWake，Bernecker现负责该集团的全球战略和领导工作。

### Zillah Austin

技术战略与业务转型 | 合伙人 | 德勤管理咨询  
+1 202 716 5974 | ziaustin@deloitte.com

Zillah Austin是德勤管理咨询技术战略与业务转型实践的负责人。她在行业和咨询领域拥有超过20年的经验，为全球能源、资源和制造领域客户提供大规模技术解决方案领导并协助客户管理业务转型。Austin为相关客户提出并落地IT战略，帮助大型企业将业务和IT战略运营化，同时提高其技术流程的效率。她在将IT战略与架构、治理、项目管理、运营模式和服务管理对齐方面拥有丰富专业知识。

### Abdi Goodarzi

US企业绩效业务板块领导合伙人 | 德勤管理咨询  
+1 714 913 1091 | agoodarzi@deloitte.com

Abdi Goodarzi是德勤管理咨询的主管合伙人，负责领导德勤的企业绩效 (EP) 产品组合。该产品组合包括六项服务，为企业各职能提供战略、实施和运营服务，包括端到端的业务和IT转型、数字供应链优化、制造和产品策略、采购即服务、全球财务、共享服务、规划、ITSM和全方位的AMS和BPO。该产品组合的能力可匹配多个ERP平台（如SAP、Oracle、Workday Financials和Infor）、ServiceNow、Anaplan、Ariba和Coupa。此外，还可用于匹配房地产解决方案（如Nuvolo）以及PLM、规划实施工程解决方案（如Siemens、PTC、O9、OMP和IBP）。

---

# 致谢

衷心感谢德勤各领域的众多专家领导，他们为核心现代化章节的研究做出了宝贵的贡献：

**Zillah Austin, Thorsten Bernecker, Lars Cromley, Tim Gaus, Abdi Goodarzi, Kelly Herod, Chip Kleinheksel, Kasey Lobaugh, Jinlei Lu.**



总结

# “广度”即“深度”： 交汇的聚变

在这个日益融合的世界中，企业若想推动跨界创新，不妨主动探索行业间、技术间的交汇，释放非凡效能。

在咨询行业中，我们常倚重MECE问题解决框架（相互独立、完全穷尽），认为将问题分解为“相互独立”（ME）的任务，最终拼合成“完全穷尽”（CE）的解决方案，那么该问题便能迎刃而解。然而，随着世界愈发融合，MECE原则已不再完全适用。正如本报告的六个章节所展示，虽然我们将六大趋势分门别类，但它们绝非彼此孤立。放眼当今技术、组织、行业，甚至更广泛的领域，分割与细化正在让位于行业及技术的交汇与融合。这种融合并非简单的叠加，而是一种复杂的交叉网络，形成了一个由“不寻常的组合”构成的生态系统，这些组合跨越了传统行业和技术的边界。例如，区块链与生成式AI的结合，可以更精准地识别和应对合成媒体的虚假内容，为用户抵御合成媒体带来的潜在威胁；再比如，[太空技术与生物技术](#)的合作，则致力于为宇航员提供更完善的保护，以应对长期太空旅行带来的生理和心理挑战。

过往岁月里，企业多是凭创新引擎驱动的收入来源、借由并购整合催生的协同效应，以及与战略伙伴携手共进的深度合作，不断开辟新的增长之路。如今，企业更需以果敢之姿，全力主动地奔赴这场有深度的多元探索之旅。多元化的商业叙事已然昭示：行业与技术的交融碰撞，方是孕育最具潜力与丰厚回报的未来之源。这种融合，宛如一盏明灯，向我们揭示了两个关键洞察：

1. 跨行业借鉴灵感，发现邻近行业的研发成果，或许正是企业突破瓶颈的关键。
2. 跨技术整合创新，通过技术组合实现“1+1>2”的协同效应，推动技术成倍释放价值。

让我们深入剖析每一个领域，抽丝剥茧地揭开其背后的深刻内涵与价值所在。

## 行业交汇：探索行业边界之外

赛博朋克科幻小说作家William Gibson经常被引用的名言是：“未来已来，只是分布不均。”<sup>1</sup>这句话虽是老生常谈，但恰恰适用于当下。Gibson的陈述提醒企业领导者，下一个重大突破可能早已潜藏于其他行业、地区或竞争对手之中。企业不应局限于自身的视野，而应将目光投向更广阔的领域，去发现那些可能被忽视的创新机遇。

以太空技术与生命科学为例。表面看，这两个领域似乎毫无关联，但微重力环境却能够帮助制造更高质量、更均匀的药品原材料。太空中的微重力环境具有独特的优势，使得制药产品的原材料得以在更高标准下开发，实现更高的均匀性和生产质量<sup>2</sup>。

尽管在微重力环境下生产制造的想法可能看起来像是天方夜谭，但实际上它早已超越了理论阶段：像Eli Lilly和Merck这样的公司已经在投资这一可能性<sup>3</sup>。生物制药公司若对太空领域这一潜在合作伙伴视而不见，便可能错失那些能够直接影响其核心业务的重大发现。

类似的例子不胜枚举，这些行业融合的实例再次凸显了跨越行业边界以寻求创新解决方案的重要性。汽车巨头丰田和三菱重工正在与太空机构携手合作，致力于月球探测车的研发<sup>4</sup>，而服装零售领域的翘楚lululemon与生物技术先锋如Lanza Tech和Samsara Eco正合作开发促

进可持续发展的面料<sup>5</sup>。与此同时，同时，食品配送业务如今已占交通服务公司优步（Uber）总收入的三分之一<sup>6</sup>，电子商务领导者亚马逊则通过“亚马逊药房”在医疗健康领域取得了长足进展<sup>7</sup>。跨行业合作的范例揭示了突破传统行业界限的重要性，亦为企业寻求创新提供了启示。

## 技术交汇：组合创新，倍增价值

如果说行业交汇为我们开辟了广阔的视角，让我们得以在不同领域汲取灵感，那么技术交汇则提供了另一扇窗口。它们帮助我们更深刻地理解技术和创新如何相互融合、实现倍增式的发展。

技术本质上是一种工具，通常被用于解决特定的问题。然而，正如冲击钻与普通锤子之间的区别所揭示的，冲击钻之所以高效，是因为它将多种工具（如锤子、凿子和动力源）有机地结合在一起。同理，我们在审视技术时，不应孤立地看待单一技术，而应关注其高度整合的特性及其实现协同增长的潜力。

以量子机器学习为例，它将量子计算的原理引入机器学习程序，从而显著提升了运行效率。再比如，5G网络和边缘计算等网络技术结合得如此紧密，以至于它们常常被统称为一个简化的术语“5G边缘”。此外，正如在本文“[硬件吞噬世界](#)”趋势中所述，智能工厂通过融合计算机视觉、传感器和数据分析，正在构建能够自主学习与自我改进的机器，为人形机器人技术的发展点亮了新的曙光<sup>8</sup>。

那么，当下备受瞩目的AI又如何呢？在我们本文的引言中提到，AI有望像电力一样，成为一种无处不在的基础性技术。这意味着，它将与各类下游技术无缝融合，创造出无尽的交汇可能。以AI与机器人技术的结合为例。尽管这两者可以被视为独立的技术领域，但真正的变革性力量来自它们的融合——当“机械大脑”遇上“机械肌肉”。AI赋予机器人自主运行的能力，使其能够收集更多关于环境及自身运动的数据，而这些数据又反过来被输入到AI算法的训练数据中，进一步优化算法本身。当我们真正意识到各类技术在本质上相互交融，[飞轮效应](#)便开始不断驱动着技术的持续进步与创新。

这一趋势对企业和技术领导者有何启示？虽然将技术团队划分为“相互独立”的小组，专注于单一技术领域的开发，这一安排能够在职能模块上带来效率的显著提升。但更为关键的是，领导者需要在团队之间架起沟通与协作的桥梁。这种跨团队的协作不仅能促进知识共享和技术融合，还能推动整个组织的创新与发展。若企业一味追求“小步快跑”式的渐进优化，而非着眼于颠覆性的技术整合，就如同选择了略微改良的锤子，而非效率更高的冲击钻，这是对创新潜力的无谓放弃，也是对渐进主义的屈从。

## 文艺复兴的新世纪想象

文艺复兴式的人物（“全才”）一词体现了一种理想：在科学、艺术与商业迅速变革的时代，能够融会贯通多个领域知识的人往往具备引领潮流的潜力。在当今社会，行业与技术交汇的速度愈发加快，正验证了“广度”即“深度”的理念。我们比以往任何时候都更加需要通才型人才——那些能够洞察不同行业、技术和理念之间关联的“大局思考者”，这些跨学科的“连接点发现者”显得尤为重要。

正如我们此前所言，倘若AI如同电力一般，成为一种无所不在的基础性技术，那么它所带来的连锁反应与深远影响将是难以估量的。电力的发明曾深刻地重塑了社会格局，引发了城市化进程、工业化浪潮以及无线电通信的蓬勃发展。如今，我们或许正站在一场类似变革的边缘，AI有望彻底革新我们工作的方式、生活的面貌以及沟通的模式。对过往专业方法的精通，或许不如对未来趋势的洞察与想象来得重要。我们需要构想并推动AI与本文提到的其他[五大宏观技术力量](#)的创新交汇。

对于领导者而言，这是一种启示：那些看似“不寻常”或“不完美”的现象，比如跨领域的教育背景、跨团队的合作以及对邻近行业的关注，都应被视为创新的宝贵契机，而非问题。若企业能够超越专业化的壁垒，有意识地寻求这些交汇融合，我们或许会激起“文艺复兴”式的新浪潮。我们期待着，您的组织将揭示怎样的交汇，以至于释放聚变的能量呢？

---

## 尾注

1. *The Economist*, "Broadband blues," June 21, 2001.
2. Axiom Space, "Protein crystallization," accessed October 2024.
3. Ibid.
4. Natsumi Kawasaki, "Toyota, Mitsubishi heavy to work together on lunar vehicles," *Nikkei Asia*, July 21, 2023.
5. *Bio.News*, "LanzaTech x Lululemon collab births a new sustainable fashion item," April 24, 2024; lululemon, "lululemon and Samsara Eco unveil world's first enzymatically recycled nylon 6,6 product," press release, February 20, 2024.
6. Arjun, "How Uber makes revenue: Key streams and strategies explained," Appscrip, September 19, 2024.
7. Bruce Japsen, "Amazon rolls out same-day prescription delivery with help from AI," *Forbes*, March 26, 2024.
8. Majeed Ahmad, "Sensor fusion with AI transforms the smart manufacturing era," *EE Times*, July 26, 2023.
9. Smithsonian Institution, "Lighting a Revolution", accessed October 2024.

# 关于作者

## Kelly Raskovich

kraskovich@deloitte.com

Kelly Raskovich是德勤CTO办公室(OCTO)的高级经理及负责人，并担任德勤旗舰技术趋势报告《技术趋势》的执行主编，该报告专注于新型技术领域。她的职责在于引导客户，塑造德勤技术品牌的未来方向与服务内容，培养专业人才，助力企业实现未来增长。她肩负着技术影响力的提升、深化客户合作以及推动市场营销与公共关系的任务。在担任当前领导职务之前，她曾在全球多家财富500强企业中领导了多项数据和分析项目，重点在石油和天然气行业积累了丰富的经验。

## Bill Briggs

wbriggs@deloitte.com

作为德勤的CTO，Bill Briggs致力于帮助客户预见新兴技术可能对其未来业务带来的影响，并提供从当下实际情况到未来愿景的实施路径。他负责对客户业务产生影响的新兴技术的研究、影响力推广和孵化工作，并为德勤管理咨询技术相关服务与解决方案的未来发展提供指导。Briggs同时担任德勤CIO计划的执行发起人，通过深刻的见解与丰富的经验帮助CIO及其他技术高管应对业务与技术领域中的复杂挑战。

Briggs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MBA学位。他同时积极投身公益事业，担任“Kids In Need Foundation”董事会成员，与资源匮乏学校的师生携手合作，为他们提供必要的支持，确保教师能够充分发挥教学才能，受教者能够享受优质教育。

## Mike Bechtel

mibechtel@deloitte.com

作为德勤管理咨询的首席未来学家，Mike Bechtel帮助客户制定战略，从而在面对业务中断和变革时仍能蓬勃发展。Bechtel的团队研究了最可能影响企业未来的新兴指数型技术，并与创造这些技术的初创企业、领先企业和学术机构建立了关系。

加入德勤之前，Bechtel是早期风险投资公司Ringleader Ventures的高管，该公司是Bechtel本人于2013年创立的。在此之前，Bechtel曾担任全国性非营利性组织Start Early的CTO，该组织专注于危险青年的早期儿童教育。Bechtel的技术研发生涯始于一家全球性专业服务公司。任职期间，Bechtel的十几项美国专利帮助他成为公司的全球创新总监。目前，Bechtel在圣母大学担任企业创新教授。

## Ed Burns

edburns@deloitte.com

Ed Burns负责德勤CTO办公室“趋势线”项目的企业案例研究工作，该项目是《技术趋势》报告等重要技术洞察报告的关键研究输入。在当前职务之前，他曾领导一家专注于AI、数据分析和数据管理领域的科技新闻刊物。

## Abhijith Ravinutala

aravinutala@deloitte.com

Abhijith Ravinutala是德勤CTO办公室的专业叙事专家。他通过研究、写作与演讲，助力德勤及其客户描绘技术未来的蓝图，并为其做好更充分的准备。他的战略咨询背景让他得以广泛涉猎众多行业，而作为一名作家，他对技术伦理、AI以及人类影响的交叉领域表现出浓厚的兴趣，尤其关注这些领域如何相互交织、影响未来。除了参与编撰《技术趋势》报告外，他还主导了德勤关于AI和CEOs，xTech Futures，生物科技以及Dichotomies系列的出版工作，后者近期在2024年SXSW大会上亮相。

## Raquel Buscaino

rbuscaino@deloitte.com

Raquel Buscaino领导德勤的创新与指数增长技术(NExT)团队，与团队成员一同探讨并解析那些可能颠覆工作与生活的新型技术。从脑机接口与合成生物学，到太空探索与量子计算，她的团队致力于从繁杂的发展现场中总结规律，从炒作中挖掘价值，并从模糊的概念中提出可行的盈利方案。NExT团队利用这些研究成果撰写《技术趋势》报告和《xTech Futures》等高水平领先理念刊物。

Buscaino还主持德勤的TECHTalks播客，在节目中采访行业领袖，共同探讨技术领域的新趋势与未来方向。在领导NExT团队之前，她曾在德勤区块链与数字资产业务部门工作，专注于区块链联盟的构建，并主导德勤及其客户的全球区块链研讨会。

# 致谢

## 特别鸣谢

感谢**Ed Burns、Heidi Morrow**和**Abhijith Ravinutala**作为推动技术趋势的创意引擎。Ed 和Abhi，你们卓越的奉献精神、领导能力和精湛的编辑才能，无疑将我们的工作提升到了新的高度。更不用说你们能够巧妙地将研究和访谈编织成引人入胜的故事，以及灵活管理多个干系人的反馈。Heidi，感谢您成为卓越设计理念的旗手，同时热情引领《技术趋势》的全新设计。精美的报告图像、图表、视频等内容都是您领导能力的见证。三位能加入我们的团队，我们深感幸运与感激。

感谢**Sarah Mortier**，感谢您毫不犹豫地投身于《技术趋势》的出版，并将其打造为自己的事业。看到您在面对挑战时满怀信心地提出改进建议，并积极推动编辑工作提前完成，这真是一场令人振奋的成长之旅。我们由衷欣赏您那颗对知识充满渴望、洋溢着活力的心。同时，我们满怀期待，迫不及待地想看到您在下一年如何再次以卓越的表现惊艳我们。

感谢**Caroline Brown**，您以乐观、幽默和从容的态度领导了《技术趋势》编辑与设计制作团队。您的领导力和战略眼光对推动《技术趋势》迈向新高度起到了至关重要的作用，我们对此深表感激。

感谢**Imelda Mendoza**和**Bella Stash**，感谢您二位为《技术趋势》报告注入新的活力，您二位在研究、数据以及项目管理支持方面的积极参与，令人耳目一新。我们深深钦佩你们那洋溢着热情与活力的积极态度，无论何种挑战降临，你们都毫不犹豫地迎难而上。

感谢**MacKenzie Hackathorn、Haley Gove Lamb、Kiran Makhijani**和**Angel Lacambra**，感谢你们将《技术趋势》从理念转化为现实，为我们的客户团队提供支持。你们的付出赋予了我们的工作以蓬勃的生命力，衷心感谢你们将我们的愿景化作触手可及的现实。

感谢**Stefanie Heng**，你始终愿意挺身而出，协助我们攻克《技术趋势》及出版流程中的种种难题。即便在你迈向新角色的关键时刻，你对团队的那份承诺也从未动摇。我们期待着见证你在新旅程中攀上新的高峰，我们对你的思念之情难以言表！

感谢**Deanna Gorecki、Ben Hebbe、Bri Henley、Tracey Parry、Abria Perry、Madelyn Scott**和**Mikaeli Robinson**，你们对《技术趋势》的推广工作始终保持着坚定不移的热忱与创新的策略。你们在市场营销、传播和公关方面的不懈努力，年复一年地显著扩大了我们的影响力。衷心感谢你们对《技术趋势》价值与影响力的认同与坚信。

感谢**Taylor Brockman、Raquel Buscaino、Lucas Erb、Danny Greene、Mark Osis**和**Hillary Umphrey**，你们是我们团队的智囊团，在我们识别趋势的过程中，你们不仅开展了初步研究，还为我们指明了长期发展的方向。感谢你们慷慨地与我们分享知识，助力我们精进研究技艺，打磨研究品质。

感谢**Hannah Bachman、Aditi Rao**以及整个德勤领先理念团队，你们在探索《技术趋势》发展路径的过程中，不断深化我们的合作关系，与我们并肩前行。我们衷心感谢你们在团队需求和业务实践发生变化时，所展现出的持续支持、灵活应变以及优雅从容。

感谢**Sylvia Chang、Manya Kuzemchenko、Melissa O'Brien、Molly Piersol、Natalie Pfaff、Harry Wedel、Jaime Austin、Govindh Raj、Megha Priya、Naveen Bhusare**、以及整个卓越市场创意团队。感谢你们为本报告的图像和图表设计付出的辛勤努力。你们的创造力和敬业精神造就了一份精美绝伦的报告和页面，其成果远超我们的预期。我们不仅感激你们以艺术化的视角和引人入胜的视觉效果让我们的工作栩栩如生，更钦佩你们对协作与探索的坚定承诺。

感谢**张森、白裕泽、张博文、朱泽华、张和浦、刘若曦、赵冉、张哲源、刘睿、吴文杰、丁可妮**在中文版发布过程中协助进行翻译和审校，你们在德勤Delph AI平台的加持下高效高质量地完成了二次创作。你们证明了，AI时代，热情和创造力比以往任何时候都更重要。

## 额外鸣谢

作者们衷心感谢CTO办公室市场开拓团队的各位成员，没有他们的努力，这份报告将无法问世。在此感谢**Caroline Brown、Ed Burns、MacKenzie Hackathorn、Stefanie Heng、Bri Henley、Dana Kublin、Angel Lacambra、Haley Gove Lamb、Kiran Makhijani、Sangeet Mohanty、Heidi Morrow、Sarah Mortier、Abria Perry、Abhijith Ravinutala**和**Bella Stash**。你们的贡献至关重要，我们致以由衷的感谢。

# 持续对话

我们的洞察可以帮助您把握新兴趋势的机遇。如果您在寻找应对挑战的灵感，欢迎与我们共叙。

## CTO办公室

德勤美国CTO办公室是一个专注于工程技术未来的团队。我们识别、研究和孵化新兴技术解决方案，以塑造未来市场的需求，培育人才，并赋能企业实现增长。

如果您想联系德勤美国CTO办公室作进一步探讨，请随时通过[OCTO@deloitte.com](mailto:OCTO@deloitte.com)与我们联系。

## 德勤中国

如果您想联系德勤中国作进一步探讨，请参考文末“德勤中国业务联系人”随时与我们联系。

## 执行编辑



### Kelly Raskovich

德勤管理咨询客户及市场领导人，CTO办公室  
kraskovich@deloitte.com

Kelly Raskovich是德勤CTO办公室 (OCTO) 的高级经理及领导人，并担任德勤旗舰技术趋势报告《技术趋势》的执行主编，该报告专注于新型技术领域。她的职责在于引导客户，塑造德勤技术品牌的未来方向与服务内容，培养专业人才，助力企业实现未来增长。她肩负着技术影响力的提升、深化客户合作以及推动市场营销与公共关系的任务。在担任当前领导职务之前，她曾在全球多家财富500强企业中领导了多项数据和分析项目，重点在石油和天然气行业积累了丰富的经验。

## 执行发起人



### Bill Briggs

德勤管理咨询全球CTO  
wbriggs@deloitte.com

作为德勤的CTO，Bill Briggs致力于帮助客户预见新兴技术可能对其未来业务带来的影响，并提供从当下实际情况到未来愿景的实施路径。他负责对客户业务产生影响的新兴技术的研究、影响力推广和孵化工作，并为德勤管理咨询技术相关服务与解决方案的未来发展提供指导。Briggs同时担任德勤CIO计划的执行发起人，通过深刻的见解与丰富的经验帮助CIO及其他技术高管应对业务与技术领域中的复杂挑战。

Briggs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MBA学位。他同时积极投身公益事业，担任“Kids In Need Foundation”董事会成员，与资源匮乏学校的师生携手合作，为他们提供必要的支持，确保教师能够充分发挥教学才能，受教者能够享受优质教育。



### Mike Bechtel

德勤管理咨询首席未来学家  
mibechtel@deloitte.com

作为德勤管理咨询的首席未来学家，Mike Bechtel帮助客户制定战略，从而在面对业务中断和变革时仍能蓬勃发展。Bechtel的团队研究了最可能影响企业未来的新兴指数型技术，并与创造这些技术的初创企业、领先企业和学术机构建立了关系。

加入德勤之前，Bechtel是早期风险投资公司Ringleader Ventures的高管，该公司是Bechtel本人于2013年创立的。在此之前，Bechtel曾担任全国性非营利性组织Start Early的CTO，该组织专注于危险青年的早期儿童教育。Bechtel的技术研发生涯始于一间全球性专业服务公司。任职期间，Bechtel的十几项美国专利帮助他成为公司的全球创新总监。目前，Bechtel在圣母大学担任企业创新教授。

## 德勤中国业务联系人

### 华思远

德勤中国技术与转型部门  
全国主管合伙人  
phua@deloittecn.com.cn

### 周令坤

德勤中国技术与转型部门  
企业技术与绩效事业群全国主管合伙人  
andyzhou@deloittecn.com.cn

### 刘俊龙

德勤中国技术与转型部门  
技术战略与转型服务全国主管合伙人  
jlliu@deloittecn.com.cn

### 张森

德勤中国技术与转型部门  
技术战略与转型服务合伙人  
jasonzhang@deloittecn.com.cn

# 办事处地址

## 北京

北京市朝阳区针织路23号楼  
国寿金融中心12层  
邮政编码：100026  
电话：+86 10 8520 7788  
传真：+86 10 6508 8781

## 长沙

长沙市开福区芙蓉中路一段109号  
华创国际广场2号栋1317单元  
邮政编码：410008  
电话：+86 731 8522 8790

## 成都

成都市高新区交子大道365号  
中海国际中心F座17层  
邮政编码：610041  
电话：+86 28 6789 8188  
传真：+86 28 6317 3500

## 重庆

重庆市渝中区瑞天路10号  
企业天地8号德勤大楼30层  
邮政编码：400043  
电话：+86 23 8823 1888  
传真：+86 23 8857 0978

## 大连

大连市中山路147号  
申贸大厦15楼  
邮政编码：116011  
电话：+86 411 8371 2888  
传真：+86 411 8360 3297

## 广州

广州市珠江东路28号  
越秀金融大厦26楼  
邮政编码：510623  
电话：+86 20 8396 9228  
传真：+86 20 3888 0121

## 海口

海南省海口市美兰区国兴大道3号  
互联网金融大厦B栋1202单元  
邮政编码：570100  
电话：+86 898 6866 6982

## 杭州

杭州市上城区飞云江路9号  
赞成中心东楼1206室  
邮政编码：310008  
电话：+86 571 8972 7688  
传真：+86 571 8779 7915

## 哈尔滨

哈尔滨市南岗区长江路368号  
开发区管理大厦1618室  
邮政编码：150090  
电话：+86 451 8586 0060  
传真：+86 451 8586 0056

## 合肥

安徽省合肥市蜀山区潜山路111号  
华润大厦A座1506单元  
邮政编码：230022  
电话：+86 551 6585 5927  
传真：+86 551 6585 5687

## 香港

香港金钟道88号  
太古广场一座35楼  
电话：+852 2852 1600  
传真：+852 2541 1911

## 济南

济南市市中区二环南路6636号  
中海广场28层2802-2804单元  
邮政编码：250000  
电话：+86 531 8973 5800  
传真：+86 531 8973 5811

## 澳门

澳门殷皇子大马路43-53A号  
澳门广场19楼H-L座  
电话：+853 2871 2998  
传真：+853 2871 3033

## 南昌

南昌市红谷滩区绿茵路129号  
联发广场写字楼41层08-09室  
邮政编码：330038  
电话：+86 791 8387 1177  
传真：+86 791 8381 8800

## 南京

南京市建邺区江东中路347号  
国金中心办公楼一期40层  
邮政编码：210019  
电话：+86 25 5790 8880  
传真：+86 25 8691 8776

## 宁波

宁波市海曙区和义路168号  
万豪中心1702室  
邮政编码：315000  
电话：+86 574 8768 3928  
传真：+86 574 8707 4131

## 青岛

山东省青岛市崂山区香港东路195号  
上实中心9号楼1006-1008室  
邮政编码：266061  
电话：+86 532 8896 1938

## 上海

上海市延安东路222号  
外滩中心30楼  
邮政编码：200002  
电话：+86 21 6141 8888  
传真：+86 21 6335 0003

## 沈阳

沈阳市沈河区青年大街1-1号  
沈阳市府恒隆广场办公楼1座  
3605-3606单元  
邮政编码：110063  
电话：+86 24 6785 4068  
传真：+86 24 6785 4067

## 深圳

深圳市深南东路5001号  
华润大厦9楼  
邮政编码：518010  
电话：+86 755 8246 3255  
传真：+86 755 8246 3186

## 苏州

苏州市工业园区苏绣路58号  
苏州中心广场58幢A座24层  
邮政编码：215021  
电话：+86 512 6289 1238  
传真：+86 512 6762 3338 / 3318

## 天津

天津市和平区南京路183号  
天津世纪都会商厦45层  
邮政编码：300051  
电话：+86 22 2320 6688  
传真：+86 22 8312 6099

## 武汉

武汉市江汉区建设大道568号  
新世界国贸大厦49层01室  
邮政编码：430000  
电话：+86 27 8538 2222  
传真：+86 27 8526 7032

## 厦门

厦门市思明区鹭江道8号  
国际银行大厦26楼E单元  
邮政编码：361001  
电话：+86 592 2107 298  
传真：+86 592 2107 259

## 西安

西安市高新区唐延路11号  
西安国寿金融中心3003单元  
邮政编码：710075  
电话：+86 29 8114 0201  
传真：+86 29 8114 0205

## 郑州

郑州市金水东路51号  
楷林中心8座5A10  
邮政编码：450018  
电话：+86 371 8897 3700  
传真：+86 371 8897 3710



注册订阅Deloitte Insights最新资讯：[www.deloitte.com/insights](http://www.deloitte.com/insights)

---

## Deloitte Insights 撰稿人

**编者：**Aditi Rao, Hannah Bachman, Debashree Mandal, Pubali Dey, and Cintia Cheong

**中文版编辑：**刘俊龙, 安恩莹

**创意：**Manya Kuzemchenko, Sylvia Yoon Chang, Natalie Pfaff, Molly Piersol, Harry Wedel, and Govindh Raj

**制作：**Atira Anderson

**封面插图设计：**Manya Kuzemchenko and Sylvia Yoon Chang; Getty Images, Adobe Stock

### 关于Deloitte Insights

Deloitte Insights 发布原创文章、报告和期刊，为企业、公共部门和非政府组织提供专业见解。我们的目标是通过调研工作，利用德勤专业服务机构上下的专业经验，以及来自学界和商界作者的合作，就企业高管和政府领导所关注的广泛议题进行更深入地探讨。

Deloitte Insights 是 Deloitte Development LLC 旗下出版商。

### 关于本刊物

本通信中所含内容乃一般信息，任何德勤有限公司、其成员或它们的关联机构（统称为“德勤网络”）并不因此构成提供任何专业建议或服务。在作出任何可能影响您的财务或业务的决策或采取任何相关行动前，您应咨询合格的专业顾问。任何德勤网络内的机构均不对任何方因使用本通信而导致的任何损失承担责任。

### 关于德勤

Deloitte（德勤）泛指一家或多家德勤有限公司，以及其全球成员所在的网络和它们的关联机构。德勤有限公司（又称“德勤全球”）及其每一家成员和它们的关联机构均为具有独立法律地位的法律实体。德勤有限公司并不向客户提供服务。在美国，德勤是指美国的一家或多家 DTTL 成员所、其在美国以“德勤”名义运营的相关实体及其各关联机构。根据公共会计的规则条例，某些服务可能无法用于为客户作证。请参阅 [www.deloitte.com/about](http://www.deloitte.com/about) 了解更多信息。