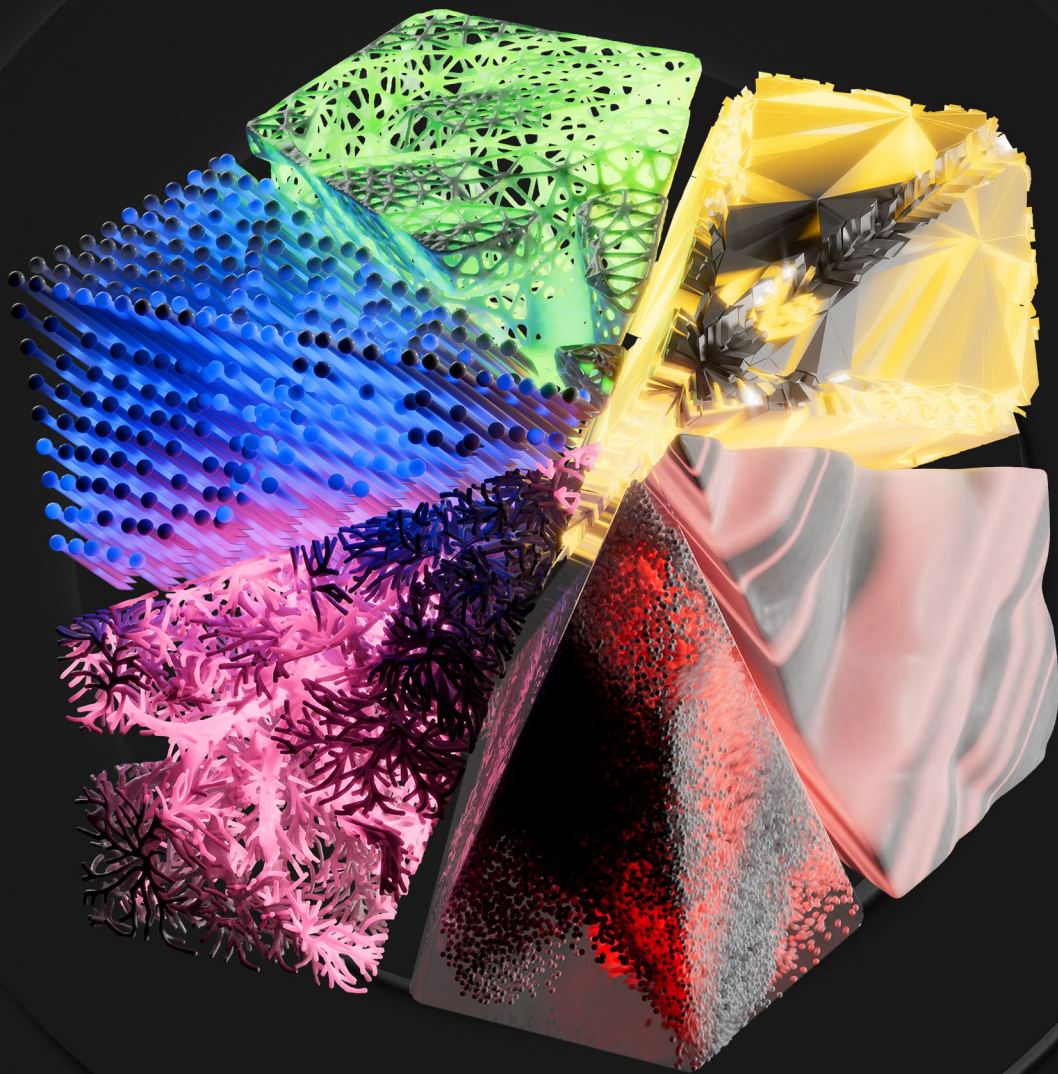


# 技术趋势2024

德勤第15年《技术趋势》报告帮助企业和技术管理者区分趋势与风险，积极拥抱技术发展，并将之应用于业务变革。



# 趋势背后的企业故事

未来已来，各有精彩

---

我们的技术案例研究恰如一幅拼贴画，展现了那些具有开创精神的领导者和组织，如何通过新兴技术的创新应用，勾勒出多面未来之景。

[deloitte.com/us/trendlines](https://deloitte.com/us/trendlines)



## 趋势追踪：近十年的研究

交互		信息		计算		2024	技术业务			网络与信任	核心现代化			
互动新时空		“灯神”出瓶		智取而非力胜			2023	从DevOps到DevEx			慧眼金睛	核心训练		
穿越屏幕		敞开心扉		云上有云		2022		弹性至上			公信之力	连接与扩展		
		数据跨界 共享更便捷		云走向行业垂直化			2021	区块链： 商业化应用启程			技术堆栈 实体化沿伸	网络人工 智能	IT的 自我颠覆	
重启数字化 工作环境		十亿级 定制		机器数据 革命		2020		MLOps： 人工智能 产业化			战略 工程化	DEI技术： 公平工具	解放 供应链	零信任
人感体验 平台				数字 孪生			2019	金融与IT 的未来			聚构 唤醒	技术道德与 信任		
智能 界面		超越 营销		人工智能 赋能的组织		2018		NoOps与 无服务器 计算			未来 联通	DevSecOps 和网络势在必行		
数字 现实		企业数据 主权		API势在必行			2017	从单一区 块链到区 块链组合			无领 劳动力	技术 重塑		新核心
混合 现实		暗数据 分析		机器 智能		2016		一切 皆服务			IT 无界限	必然的 架构组成		
物联网		增强现实 与虚拟现 实的运用		工业化 分析			2015	信任经济			IT适速 发展	自主 平台		重构 核心系统
环境 计算		立体 营销		增强 智能		API经济			CIO是首席 整合官	未来的IT 从业者	软件 定义一切	重振 核心		

注释：如需了解更多的历史技术趋势信息，请访问 [www.deloitte.com/us/TechTrends](http://www.deloitte.com/us/TechTrends)

资料来源：德勤分析



02 . . . **技术趋势2024: 摘要**

引言

04 . . . **生成式AI: 人类野心实现加速器**

交互

09 . . . **互动新时空: 空间计算与工业元宇宙**

信息

14 . . . **“灯神”出瓶: 生成式AI催化增长**

计算

22 . . . **智取而非力胜: 超越暴力式计算**

技术业务

28 . . . **从DevOps到DevEx: 提升技术员工体验**

网络与信任

36 . . . **慧眼金睛: 明辨合成媒体时代的真实**

核心现代化

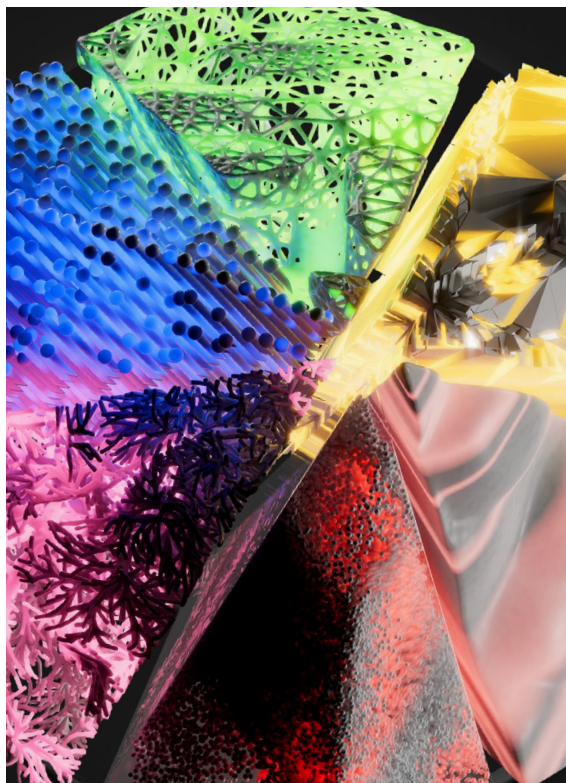
42 . . . **核心训练: 从“技术负债”到“技术健康”**

49 . . . **致谢**

# 技术趋势2024

## 摘要

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、核心现代化、网络与信任）继续作为我们构建德勤技术趋势的基础框架。德勤技术趋势是我们每年对新兴技术影响的探索，在我们本次第 15 年探索——《技术趋势 2024》中，我们重点介绍了那些在使用新技术和方法上走在前沿的先锋组织的故事，这些技术和方法有望在 18-24 个月内成为常态。同时，我们还预测了这些趋势在未来十年可能的发展方向。



## 开拓性力量

IT 发展历程一直被交互、信息和计算方面的开创性进步推动，这些进步共同构成了经久不衰的创新源泉。

### 交互

#### 互动新时空：空间计算与工业元宇宙

AR 和 VR 在消费者应用领域已经备受瞩目，而这些技术的更大影响，正在工业生产领域逐步显现。为使工厂更安全，业务更高效，众多企业正通过工业元宇宙赋能万物，如：数字孪生、空间模拟、增强的作业指导和协作数字空间。工厂工人、设计师和工程师都在以传统知识工作者尚未体验过的方式从沉浸式 3D 交互中获益，有些基于久经时间考验的设备（如：平板电脑），有些则基于一些新兴的实验性设备（如：智能眼镜）。易于访问的高保真 3D 数字化资产，正在为空间网络的实用化铺平道路。空间网络在现实中叠加了一个数字层，使得工作效率大大提高。最终，自动化机器、先进的网络协同、甚至更简单的设备就可以实现突破性的空间网络应用，如：远程手术，或通过装备了各种“连接”的一个工人来管理整个工厂车间。

### 信息

#### “灯神” 出瓶：生成式 AI 催化增长

哲学家们长期以来一直都在争论着机器是否能够思考，但生成式 AI 使这个问题不再有意义。这些模型的基本操作与早期的机器学习工具有很多共同之处，但由于计算能力的增强、训练数据以及代码的优化，生成式 AI 技术可以在许多方面模仿人类的认知能力。无论它在哲学意义上是否具备智能，从实际意义上来说，它确实具备这种能力。在工业环境中，生成式 AI 可以带来巨大



的生产力和生产效率提升的机会。由于机器已经可以像人类一样行动，理解和叙述，关键问题转化为：这种能力从更广泛的意义上，将如何影响商业环境和我们生活的世界。

## 计算

### 智取而非力胜：超越暴力式计算

随着技术成为企业能力分化的决定性因素之一，越来越多的企业构建了更加复杂的依赖于技术的工作任务。常规的云服务虽然仍然能够为大多数的日常运营提供足够的支撑，但在推动企业竞争优势的前沿应用场景中，云服务对专用硬件的新需求逐渐显现。训练 AI 模型、执行复杂模拟、构建真实环境的数字孪生需要不同类型的计算能力。如今，领先的企业正在寻找新的方法来充分利用现有的基础设施，并通过增加先进的硬件来加快算力资源建设的进程。很快，部分领先实践者将会完全突破传统的二进制计算。

## 支持性力量

以技术业务、核心现代化以及网络与信任为代表的现存系统和投资，需要与开拓性创新良好地整合，以便企业在发展壮大的同时能够无缝运营。

## 技术业务

### 从 DevOps 到 DevEx：提升技术员工体验

随着新兴技术越来越被视为一条分水岭并且成为企业的一个关键部分，技术人才变得比以往任何时候都更加重要。然而他们的工作方式远未达到高效：在大多数公司，开发人员通常只有 30% 至 40% 的时间用于

应用功能开发。现在，那些致力于吸引并和留住最优秀技术人才的公司开始关注一个新的重点：开发者体验 (DevEx)。这是一种开发者优先的观念，通过关注软件工程师与组织互动的每个工作触点，以提高他们的日常生产力和满意度。在未来的几年里，DevEx 能够发展出一个集成且直观的工具，使企业内的公民开发者 (即非技术人员开发者) 更全面地发挥技术价值。

## 网络与信任

### 慧眼金睛：明辨合成媒体时代的真实

随着 AI 工具的大量涌现，通过网络进行假冒与欺诈变得非常简单，领先企业正在通过一系列制度、策略和技术的“组合拳”来应对。我们看到许多人使用深度伪造技术绕过基于声音和面部识别的访问控制，或进行网络钓鱼攻击。随着每个新的内容生成工具进入互联网，安全风险也在不断增加。但是，领先的组织正在响应这一趋势，通过一系列制度、策略和技术，识别有害内容并提高员工的风险意识。

## 核心现代化

### 核心训练：从“技术负债”到“技术健康”

经过多年对曾经领先技术的投资，公司正在努力应对一系列急需现代化的核心技术，包括主机，网络和数据中心。想要在未来领先的企业，需要放弃点状的技术负债处理方式，转而采用全新的技术健康综合框架。团队可以利用基于业务影响的预防性健康评估，来帮助团队优先处理技术栈中需要治疗的领域，并识别哪些可以继续满足 IT 需求。未来几年，公司很可能在技术栈上制定高度个性化且整合的健康计划，包括投资自愈技术，以减少未来的现代化改造需求。

## 引言

# 生成式AI：人类野心实现加速器

**去**年，我们的未来学家和研究团队决定使用生成式AI来创作《技术趋势2023》的封面和章节插图，其结果堪称完美。为达到严格的设计标准，我们在生成过程中加入了大量的人工协作和干预。实验的成功、ChatGPT的推出以及生成式AI的狂热，让我们决定使用AI生成的文本来协助撰写今年的技术趋势引言部分。与去年的作品相同，本次工作的开展也需要大量的人工干预，这也证明了我们的观点，即在AI时代，人类比以往任何时候都更加重要。

作为一个花了四分之一世纪去关注所有新奇事物的人，我想对当前关于生成式AI的狂热提供一些其他的视角，并将这一突破性技术置于我们持久的宏观技术力量的背景之下。

## 技术演进，商业变革

首先，虽然生成式AI给人一种史无前例、革命性的感觉，但这项技术本身其实是机器智能的一种直接演进，只是这一演进令人惊叹。自《技术趋势》创刊以来，我们一直在跟踪和记录这类演进。各类组织机构使用机械臂（工业机器人）已经有近70年了，使用机器思维（机器学习体系）已经有25年了。现在，我们的无机生命的同事可以画一幅画、写一段产品说明或写一段Python，这既非偶然也不令人意外——未来的计算机科学家可能会写一本《认知自动化：早期的岁月》的书，并将这一阶段纳入其中。事实上，至少在过去的15年里，最优秀的公司一直致力于降低决策成本（见图1）。

从技术上讲，生成式AI只是信息发展史上的下一篇。但在商业方面，这种夸张的说法无可非议。毫无疑问：用硅基智能来增强高价值的专业人士的能力的确是一代人的商机。这是一次模式的全面性转变，它将开启新商机的大门，并从根本上改变企业本身的组织和运营方式。

## 简单“缩窄”并不通往成功

根据我最近的经验，太多的商业领袖将生成式AI视为一种减肥药——一种快速而肮脏的手段，利用自动化淘汰工作岗位来降低成本。对企业成本中心进行小修小补是一种取悦股东、纳税人和其他相关方的短期方法——但在最终考量时，记得简单“缩窄”并不通往成功。可以肯定的是，商学院的教科书上充斥着许多故事来描述过去“曾经”伟大的组织，用以警示世人：这些组织被自动化和外包所诱惑，却逐步发现自己变得过于“精简”甚至“简陋”，最终沦为竞争对手或收购者的目标。

相反，生成式AI应该被视为助长野心的火箭燃料。事实上，我遇到的每一位高管都用自己独特的方式告诉我，他们现在的工作强度让他们没时间施展未来的抱负。一位CTO跟我说，他认为“运营吞噬创新 (Operations eats innovation for lunch)”。这句话其实是引申自Peter Drucker的名言“文化吞噬战略 (Culture eats strategy for breakfast)”。无论是传统AI还是生成式AI都可以将宝贵的人力资源从单调的运营工作中释放出来，从而专注于更高价值的工作，这更符合未来的商业需求——即新型的、改良后的产品、服务、体验和市场（即那些久经考验的利润增长点）。



## 生成式“人才”不可或缺

许多人担心生成式 AI 减少了对人类创造力的需求（或者更准确地说，创造力的价值不如以往）。但是，我观察到的情况恰恰相反：在一个充满创造性机器的时代，有创造力的人才比以往任何时候都更重要。

例如，去年年底，我和一屋子的高管聚集在一起展示一种在当时很先进的生成式 AI 工具，它可以根据文本提示绘制独特图像。其中一名与会者对这个工具提问：“给我展示日落。”最后形成的图像虽画面不错，但缺乏个性，与会者耸耸肩，认为它“只是”一副日落图罢了。另一位与会者则饶有兴味，当轮到她的时候，她提示工具：“给我看一场椒盐脆饼和芝士球在火星上的战争，椒盐脆饼有双截棍，芝士球有水枪。”图像生成器生成了一幅荒诞、令人愉悦的图像，让满

屋子的高管们拍手称快，惊叹不已。大多数人自然而然地都在赞美这台“神奇的画图机器”，但我不禁默默地认可那位聪明的人，是她拥有神奇的思维和勇气，提出了这样的要求，才让这台机器大有可为。生成式 AI 是想象力的实现加速器，未来属于那些能提出更好的问题、有更多激动人心的想法的人。

随着生成式机器不断应用于我们职业生活的各个角落，人们将决定这些工具将以神奇还是平庸的方式规模化地发展下去。在专注和富有想象力的指导下，生成式 AI 将开启一个充满新商业可能的魔法世界。如果缺乏这种指导，我们就会面临规模化平庸的风险——甚至更糟的情况。正如我的朋友，也是德勤全球 CTO Bill Briggs 喜欢说的一句话：“好事绝不是从更快地做坏事而来 (Good does not come from making bad things faster)。”

图1

### 信息简史



资料来源: Deloitte Technology Futures Report 2021

## 仰望天空, 脚踏实地

最后, 一个关键问题是, 如果没有坚实的技术基础, 一切都无法实现。我们极客(嗯哼, 一群专业的技术人员)通常都很清楚一句老话: “垃圾进, 垃圾出(garbage in, garbage out)。”我们对共享的AI未来的早期尝试表明, 这种体验将更类似于“垃圾进, 垃圾指数级出(garbage in, garbage squared)。”训练数据中的微小偏差可能会让AI输出灾难性的偏差——所以, 首先整治好你的企业数据。

请记住: 信息只是推动业务的六种宏观技术力量之一(见图2)。

老旧薄弱的技术核心将无法支撑AI驱动的工作负载, 布局不合理的算力策略将给企业带来难以承受的技术成本。繁冗的交互体验会降低我们的创新能力, 更不要说热情被磨灭的技术人才、网络威胁会给企业带来怎样的危害。如果你从今年的报告中获取了任何启示, 那就是: 不要被生成式AI的喧嚣所蒙蔽, 而忽视其他五个基础能力。

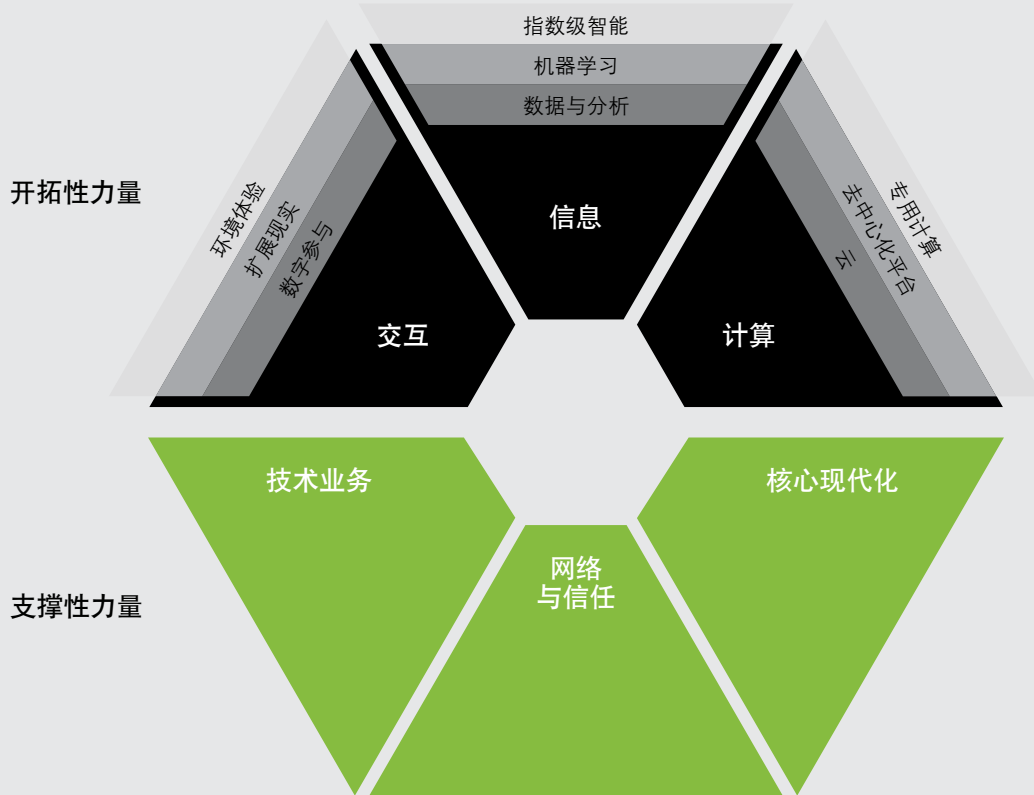
事实上, AI比以往任何时候都更重要, 但这并不意味着你所做的其他事情无关紧要。

## Mike Bechtel

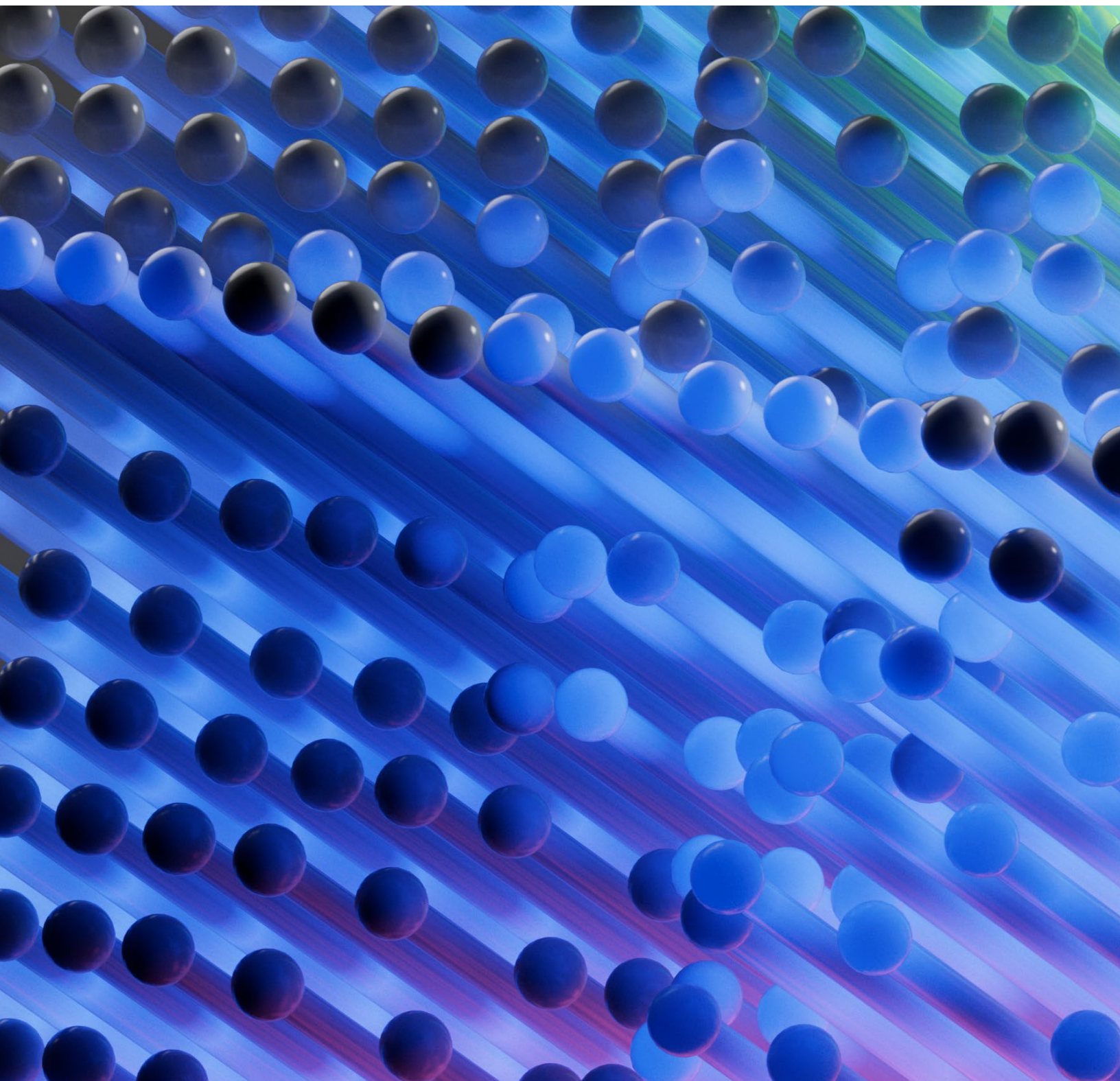
首席未来学家, 德勤管理咨询  
mibechtel@deloitte.com

图2

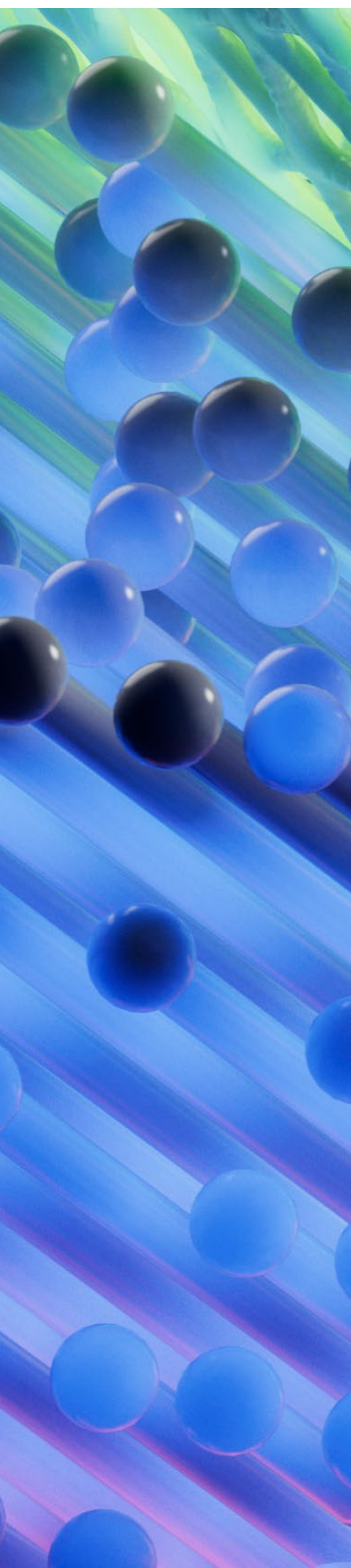
## 信息技术的六大宏观技术力量



资料来源：德勤分析







交互

## 互动新时空： 空间计算与工业元宇宙

随着工业元宇宙转化为企业工具，空间计算正逐步在工业应用场景中占有一席之地。空间计算可使用数据和 AI 复刻现实生活中的流程与操作。

**新** 新技术往往先引起早期采纳者和消费者的关注及热烈讨论，而后热度逐渐下降，待其默默发展直至大幅度提高生产力时，再作为商业工具高调回归公众视野。有一些人认为这种发展规律遵循了研究公司 Gartner 提出的技术炒作周期曲线<sup>1</sup>（也称技术成熟度曲线），另一些人则将此理解为“技术到玩具，玩具到工具 (from tech to toy to tool)”的发展模式，后者正是我们在去年发布的《[技术趋势 2023](#)——穿越屏幕：打造沉浸式的企业互联网》这一趋势中所讨论的。当时我们推断，随着各企业探索新的交互能力（如：AR 和 VR），并进一步围绕交互能力展开相关建设，元宇宙或称沉浸式互联网将很快发展为成熟的企业工具<sup>2</sup>。

今年，我们看到了一些元宇宙能力正在向更为广阔的空间计算领域等新方向发展。随着这些能力从消费者玩具转变为企业工具，空间计算正逐步在工业应用场景中占有一席之地。例如，企业通过聚焦[数字孪生](#)<sup>3</sup>、[空间模拟](#)<sup>4</sup>、增强的作业指导和[协作数字空间](#)<sup>5</sup>，使工厂更安全，业务更高效。这一机遇前景广阔：到 2030 年，工业元宇宙带来的收入预计将达近 1,000 亿美元，远超传统的消费者业务（500 亿美元）和企业业务（300 亿美元）<sup>6</sup>。

工厂工人、设计师和工程师都在以传统知识工作者尚未体验过的方式获益于沉浸式 3D 交互，有些基于久经时间考验的设备（如：平板电脑），有些则基于一些新兴的实验性设备（如：智能眼镜）。工业元宇宙遵循真实世界的物理规律，应用空间数据和 AI 精确复制真实的生活场景，达成沉浸式可视化。试想一下，生产线工人使用智能眼镜呼叫全国范围内的工厂专家，或者工程师在符合物理学规律的逼真的数字孪生体上进行新设备的原型设计。许多组织在建立新设施时，都采用了“模拟先行”策略。

先进且易于访问的高保真 3D 数字化资产和硬件，用于扩展现实（AR，VR 和混合现实等沉浸式技术的统称），正在为空间网络的实用化铺平道路。空间网络在现实中叠加了一个数字层，使得工作效率大大提高，并将引领我们进入一个精简运营时代。最终，自动化机器，先进的网络协同、即时 3D 模型和量子计算，搭配智能优化过的人为干预，可应用于远程手术等领域。或通过装备了各种“连接”的一个工人来管理整个工厂车间。

## 当下：在数字空间中复刻企业

在过去的几年中，技术进步为工业元宇宙夯基垒台。在数字孪生、5G 技术、云计算、边缘计算和 AI 等方面的投资已经为企业带来了巨大价值，解决了很多长期存在的痛点。这正是为什么，在一项最近的德勤研究中，92% 的制造业高管表示本公司正在尝试或实施至少 1 个元宇宙相关的应用场景，并且平均正运行着 6 个以上的应用场景<sup>7</sup>。这些高管预计，未来几年中对工业元宇宙应用场景的投资，将带来销售、吞吐量和质量等方面 12%-14% 的改善。

在高管们重点强调的应用场景中，最常见的是过程模拟和数字孪生<sup>8</sup>。在操作复杂、昂贵且精确的工业环境中，强大的模拟是救命稻草。当通过物联网和高级网络服务连接到实时数据和模型时，模拟可以提升创建新操作或优化已有操作的成功率。因此，一些分析师认为，数字孪生的全球市场规模将毫无意外地从 2021 年的 65 亿美元，增长到 2030 年的 1,257 亿美元<sup>9</sup>。

AR 是与这些全尺寸数字孪生体互动的最佳方式，这种媒介可以在物理世界中叠加一个数字层，以建立一个共享的、三维的沉浸式互联网。因此，2022 年 AR 设备的全球市场估计为 386 亿美元，到 2030 年，相关软件和硬件的年增长率将达到 36%<sup>10</sup>。虽然目前制造业等工业应用占据了 AR 市场的最大份额，但医疗应用（如：培训、手术模拟和静脉可视化）预计将以 44% 的复合年增长率发展至 2030 年。消费者应用也将在疫情引发的电子商务繁荣中大量涌现，证明数字孪生并不拘泥于企业应用场景<sup>11</sup>。

空间操作刚刚崭露头角，并推动着技术不断进步。试想强大的卫星网络可与远程工厂的物联网传感器配合，实时处理产量及性能数据<sup>12</sup>。随着技术的进步，一个崭新的数字孪生时代呼之欲出：这里有物理原理指导下的逼真模拟，AI 为之赋能<sup>13</sup>，公司生态（如：宝马的 Omniverse 平台）与之接壤<sup>14</sup>。这一演变整装待发，将影响企业的方方面面，从空间规划、设计到运营。

## 探索：快速构建中的空间网络

近在咫尺的空间网络（也称 Web 3.0）承诺消除数字内容与物理对象两个现实之间的界限，将其合二为一<sup>15</sup>。通过智能眼镜等下一代交互界面，空间网络可以让我们通过物理环境的变化（如：地理定位、计算机视觉或声音、手势等生物特征指令）与实时信息进行交互。基于这一发展潜力，以往对元宇宙的市场估计相形见绌。一些预测中，到 2032 年，空间计算市场有望超过 6,000 亿美元<sup>16</sup>。

虽然空间网络的真正潜力还需数年才能实现，但创新者们正在建设其基础设施。接下来的 18-24 个月内，企业应当关注以下价值机会：采用空间操作并为员工提供技术装备，以提升他们的工作效能。

---

## 到2032年，空间计算市场有望超过6,000亿美元

基于这一发展潜力，以往对元宇宙的市场估计相形见绌。一些预测中，到 2032 年，空间计算市场有望超过 6,000 亿美元。



## 用技术来武装员工、解放双手

随着工业环境中的各类角色持续采用 AR/VR 工具，企业正在一些关键领域获得效率和效益的提升，具体体现如下：

- **增加监控效率：**由于 AR 设备和空间沉浸技术使员工能够同时处于多个“位置”，更少的专家得以监控更多的设施。例如，诺基亚的实时扩展现实多媒体可以提供 360 度视角、3D 音频和实时流媒体，使操作员沉浸在千里之外的物理空间中<sup>17</sup>，以加强预防性维护、安全和质量控制。
- **减少培训时间：**新员工可以通过内置在模拟中的标准操作流程和视觉提示来学习，而无需将学习与实践分开。例如，全球汽车制造工厂的新员工使用 AR 设备与美国各地的专家实时协作。有经验的生产线工人可以通过共享相同的视觉和声音，准确指导在门上的锤击操作<sup>18</sup>。
- **降低安全风险：**正如我们去年所讨论的，企业可以利用 AR/VR 帮助员工更好地应对高风险场景。斯坦福医学院正在试点一种 VR 系统，它将 MRI 和 CT 扫描等图像结合起来，在手术前创建出患者身体三维模型。外科医生可以在培训环境及手术室中看到并操作这个解剖数字孪生体，这是一个比二维图像更详尽的机体指南。医生们已经看到，在一些最复杂的手术（如：脑部手术）中，精确性和安全性的提升<sup>19</sup>。

## 产品设计、开发和销售

空间操作的应用场景不限于提升利润，AR 技术也可提升收入增长。例如，领先的 AR 公司帮助服装零售商将 AR 技术整合到他们的应用程序、网站和实体店中，以进一步体现产品特色。借助生成式 AI，这些零售商可以使用 AR 技术基于二维图片迅速创建三维模型，增加空间网络中数据资产与顾客的互动性。

除了基本的叠加服装图像外，AR 技术还有更多的使用场景。例如：模拟面料在顾客身上的贴合垂落效果，以及不同线条在缝合中产生的阴影。收效显而易见：一些零售商在引入 AR 技术后，访客平均收入的增长超过 50%<sup>20</sup>。随着许多品牌对空间计算的追随，AR 公司正设想在教育、娱乐、旅游等其他领域扩大影响。

利用空间操作的另一种方式是在模拟条件下设计和测试新产品，这对于敏捷性、产品上市周期甚至可持续发展方面都大有裨益。例如，汽车制造商可以使用初始数据集来模拟成千上万次碰撞测试，甚至考虑现实世界中难以复现的自然灾害等事件。制药巨头葛兰素史克在疫苗生产中使用这些原则进行模拟实验，能使实验运行时间从 3 周缩短至几分钟<sup>21</sup>。矿业等重资产行业中，在机器向可再生能源转换准备阶段，通过使用模拟可以进行迁移优化以增效减排。

## 空间规划和模拟

“三思而后行 (measure twice, cut once)” 的古训在空间计算时代被赋予了全新的含义。企业斥重资建设前，可以运用空间计算来可视化、模拟和测试设施的布局，即“万试而后行 (measure 3,000 times, cut once)”。建筑师可以设计出一个精确的工厂或者医院副本，并预测有多少人员和设备将在其中活动及交互。例如，医院模拟了常规接诊人数后，可能发现拥挤的急诊分诊厅需要进行扩建。或者汽车制造商可能希望预测，规划中的工厂将如何应对电动车需求在未来几年内可能的激增。

现代汽车与 Unity 合作建造先驱性全尺寸模拟工厂时正是考虑到了这一点。该汽车制造商计划通过虚拟测试工厂，计算出最佳的运营流程及其配套空间，并使工厂经理有朝一日能远程进行问题评估<sup>22</sup>。作为工业元宇宙领域的先驱，西门子也宣布其规划于德国的新工厂，将在数字世界中进行完全的规划和模拟后落成<sup>23</sup>。即只有在根据数字化洞察进行蓝图调整后，才会进入到园区的实际建设阶段。

除了用于设计新空间的应用场景外，空间计算还可以优化公司对现有物理区位的使用。例如，GUESS 的零售规划团队采用数字化的方法对店面升级进行规划，并在虚拟测试后才实施改造。这种方法减少了门店更新相关出差，从而实现了 30% 的成本节约，并降低了碳足迹<sup>24</sup>。

## 展望：一切皆数字化

苹果头戴式显示设备 (Apple Vision Pro) 将“空间计算”的概念前所未有地带入主流<sup>25</sup>。尽管很多人可能想知道这一最新趋势是否仅为昙花一现，我们却不怀疑“简化”的巨大力量。科技发展史不断证明，更简单的交互方式无可置疑地大幅提升了可访问性，这又反过来推进了技术的使用<sup>26</sup>。空间计算可能带来下一次飞跃——我们的自然姿态与和与物理世界互动的方式可以映射到数字世界，达成生物与技术的完美融合。

随着交互技术的不断从计算机科学扩展到自然科学（正如我们在 [xTech dimensions](#) 中讨论的那样<sup>27</sup>），脑机接口 (BCI) 代表了在推进“简化”的道路上离我们最遥远的那颗星辰。虽然目前 BCI 功能是集中在恢复人类能力（例如行走能力），但未来的发力方向可能会增强人类的能力，促使我们能够以不可思议的速度和规模完成数字世界和物理世界任务。

为此，我们需要一系列科技手段（如：6G 网络和物联网）来赋能。通过高速网络连接和大规模机器通信，未来的机器有可能做到彼此的无缝协调<sup>28</sup>。世界经济论坛已经预测，无处不在的物联网传感器有一天可以将人类的物理工作数字化，并实现更高度的自动化<sup>29</sup>。机器能够更智能地表述其所处环境及自身状态，将奠定我们与机器间交互简化的重要基础。

想象在未来会有这样的一种互动方式——脑机接口使我们能够启动、监控和修改一系列在生产线上相互连接的机器。工业化作业也可以变成在办公桌上进行的远程工作。与人类思维的效率相比，语言可能更像一个瓶颈。

尽管前景令人兴奋，但公司正面临抉择：如果想成为先行者，他们需要追赶并引领一些时髦的技术，否则将不得不努力追赶创新者。除了雇佣或培训工程师，使他们能够掌握计算机视觉、传感器技术和空间映射算法之外，他们还应该提前防范潜在风险。为物理世界开放数字化操控方式会带来一系列问题，如：隐私问题（随着计算机视觉的应用扩展）、网络安全问题（随着物理世界逐渐可以黑客攻击）和数据保护问题<sup>30</sup>。幸运的是，数字孪生技术和早期的 3D 模型的发展历程为未来的每一步都提供了宝贵的经验教训。

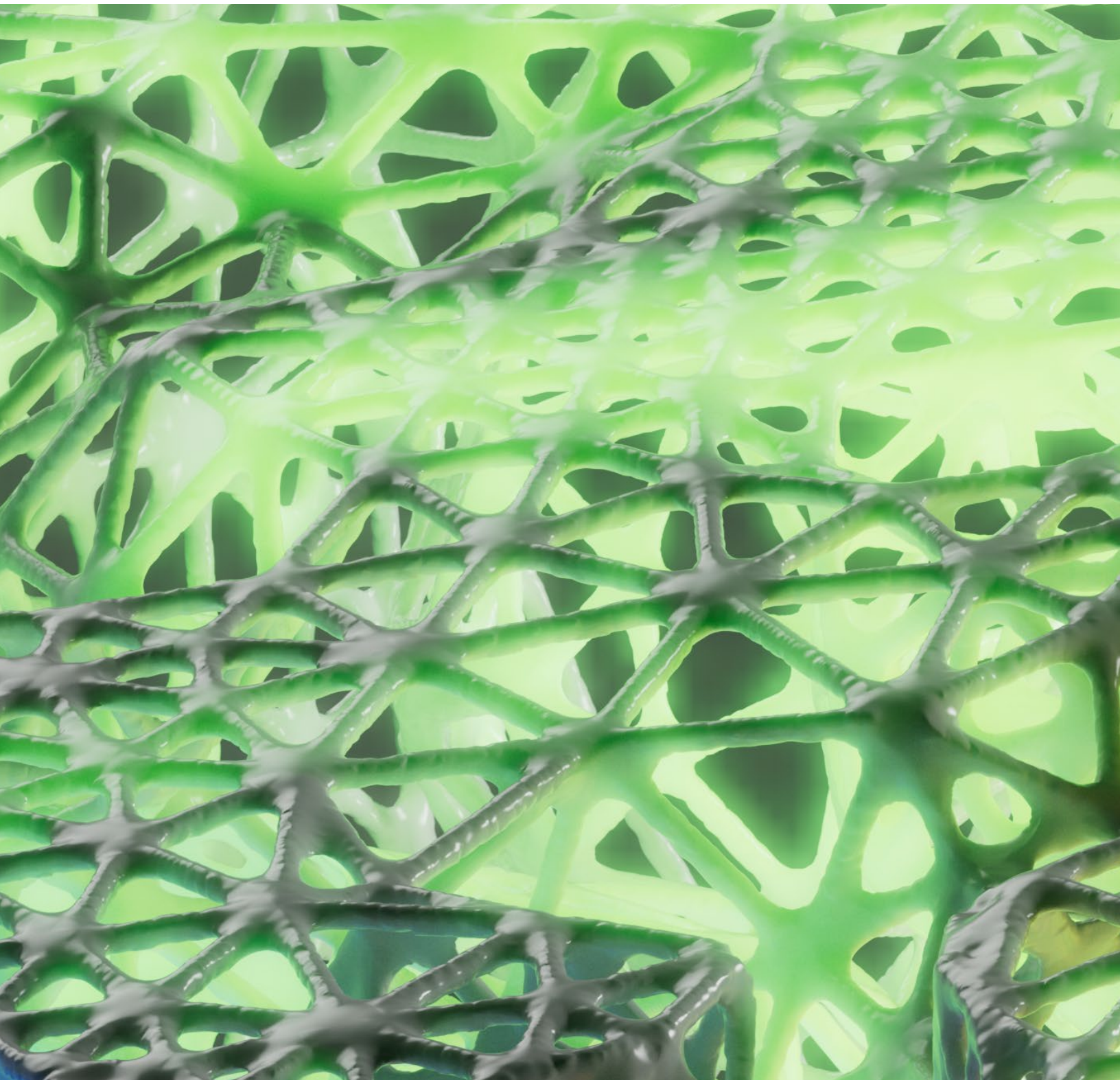
一旦空间化操作在工业环境中开始产生初步效益，企业就应充分做好准备：空间计算的演进可能会在将来从根本上改变我们与消费者和企业工具的交互方式。

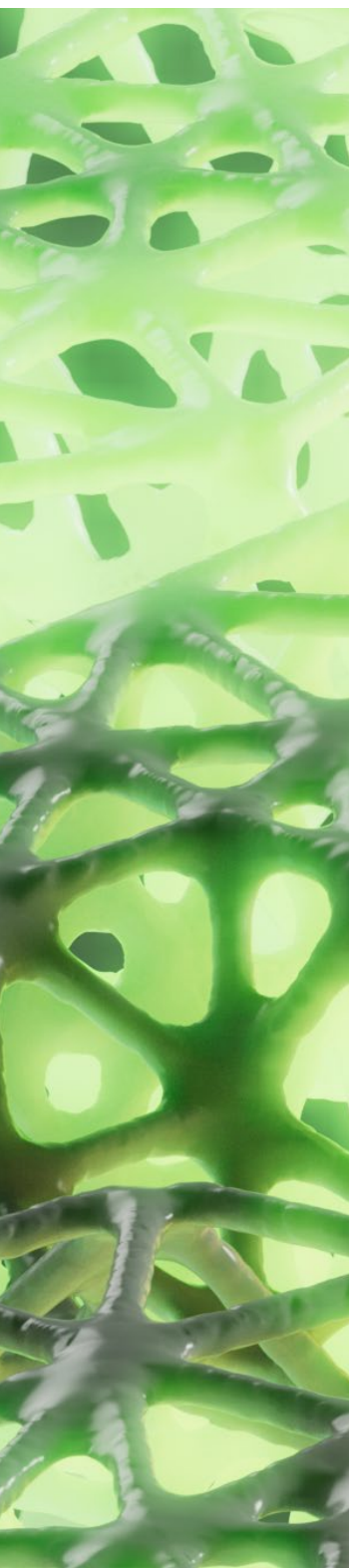
---

## 尾注

1. Gartner, "Gartner Hype Cycle," accessed October 2023.
2. Deloitte Insights, *Through the glass: Immersive internet for the enterprise*, December 6, 2022.
3. Aaron Parrott, Lane Warshaw, and Brian Umbenhauer, *Digital twins: Bridging the physical and digital*, Deloitte Insights, January 15, 2020.
4. Deloitte, "Unlimited Reality for operations," accessed October 2023.
5. Deloitte, "Unlimited Reality for the workforce," accessed October 2023.
6. ABI Research, *Evaluation of the enterprise metaverse opportunity*, September 20, 2022; Transparency Market Research, *Industrial metaverse market outlook 2031*, June 2023.
7. Paul Wellener et al., "Exploring the industrial metaverse," Deloitte and Manufacturing Leadership Council, accessed October 2023.
8. Ibid.
9. J. Pankaj, M. Neha, and V. Vitika, *Digital twin market size, share and trends analysis by 2030*, Allied Market Research, July 2022.
10. Grand View Research, *Augmented reality market size and share report*, 2023.
11. Ibid; Markets and Markets, *Augmented reality market report*, August 2021.
12. Deloitte, *xTech Futures: SpaceTech*, 2023.
13. MIT Technology Review Insights and Siemens, *The emergent industrial metaverse*, March 29, 2023.
14. Deloitte, "Connect and extend: NVIDIA's vision for modernizing legacy applications," Deloitte Insights, November 9, 2022.
15. Allan V. Cook, Siri Anderson, Mike Bechtel, David R Novak, Nicole Nodi, and Jay Parekh, *The spatial web and Web 3.0*, Deloitte Insights, July 21, 2020.
16. Market.us, *Global spatial computing market report*, August 2023.
17. Nokia, "Real-time eXtended Reality Multimedia," accessed October 2023.
18. Jack Siegel, "HoloLens 2 brings new immersive collaboration tools to industrial metaverse customers," Microsoft, December 20, 2022.
19. Mandy Erickson, "Virtual reality system helps surgeons, reassures patients," Stanford Medicine News Center, July 11, 2017.
20. Deloitte interviews.
21. Deloitte, "Unlimited Reality for operations."
22. Hyundai Motor Company, "Hyundai Motor and Unity partner to build Meta-Factory accelerating intelligent manufacturing innovation," press release, January 6, 2022.
23. Siemens, "Siemens to invest €1 billion in Germany and create blueprint for industrial metaverse in Nuremberg metropolitan region," press release, July 13, 2023.
24. Deloitte, "Unlimited Reality for operations."
25. *Tech Trends* is an independent publication and has not been authorized, sponsored, or otherwise approved by Apple Inc.
26. Deloitte, *Tech Trends 2023 Prologue: A brief history of the future*, Deloitte Insights, December 6, 2022.
27. Deloitte, *Tech Trends 2023 epilogue*, Deloitte Insights, December 6, 2022.
28. Charles McLellan, "What is the state of 6G, and when will it arrive? Here's what to look out for," ZDNET, February 17, 2023.
29. Francisco Betti, Thomas Bohné, and Cathy Li, "The industrial metaverse and its future paths," World Economic Forum, January 19, 2023.
30. Wellener et al., "Exploring the industrial metaverse."







信息

## “灯神”出瓶： 生成式AI催化增长

伴随着生成式AI爆发式增长，许多企业都在争相探索它们的业务将如何受益，答案可能比他们想象的要简单许多。

**从** 2015年开始，人们开始把几乎所有机器学习的应用都称为AI。一些权威人士和行业专家对此提出了反对意见<sup>1</sup>。他们认为这些应用只是模式匹配器：给定一个输入，它们返回一个输出。这些模型并不思考，而是计算概率，那它们怎么能算是智能的呢？

生成式AI使机器是否能够思考的问题不再有意义。这些模型的基本操作与早期的机器学习工具有很多共同之处，但由于计算能力的增强、训练数据以及代码的优化，生成式AI技术可以在许多方面模仿人类的认知能力。越来越多的智能机器，至少在功能和实用意义上，为企业提供了巨大的生产力和生产效率提升的机会，同时也为新市场带来了创新的新产品和服务的机会。

在许多情况下，AI工具在认知能力测试中至少与人类表现相当，甚至更好。ChatGPT最近在极具挑战性的大学先修生物课程考试中获得了5分——“非常合格”<sup>2</sup>。Dall-E 2图像生成器能够解决测量受试者视觉智商的瑞文矩阵问题<sup>3</sup>。Anthropic的Claude 2聊天机器人在美国和加拿大许多研究生院的入学标准之一的GRE考试中，口语和写作部分得分超过90%<sup>4</sup>。

事实上，AI工具当下在手写、语音和图像识别、阅读理解和自然语言理解等方面的表现都始终优于人类<sup>5</sup>。

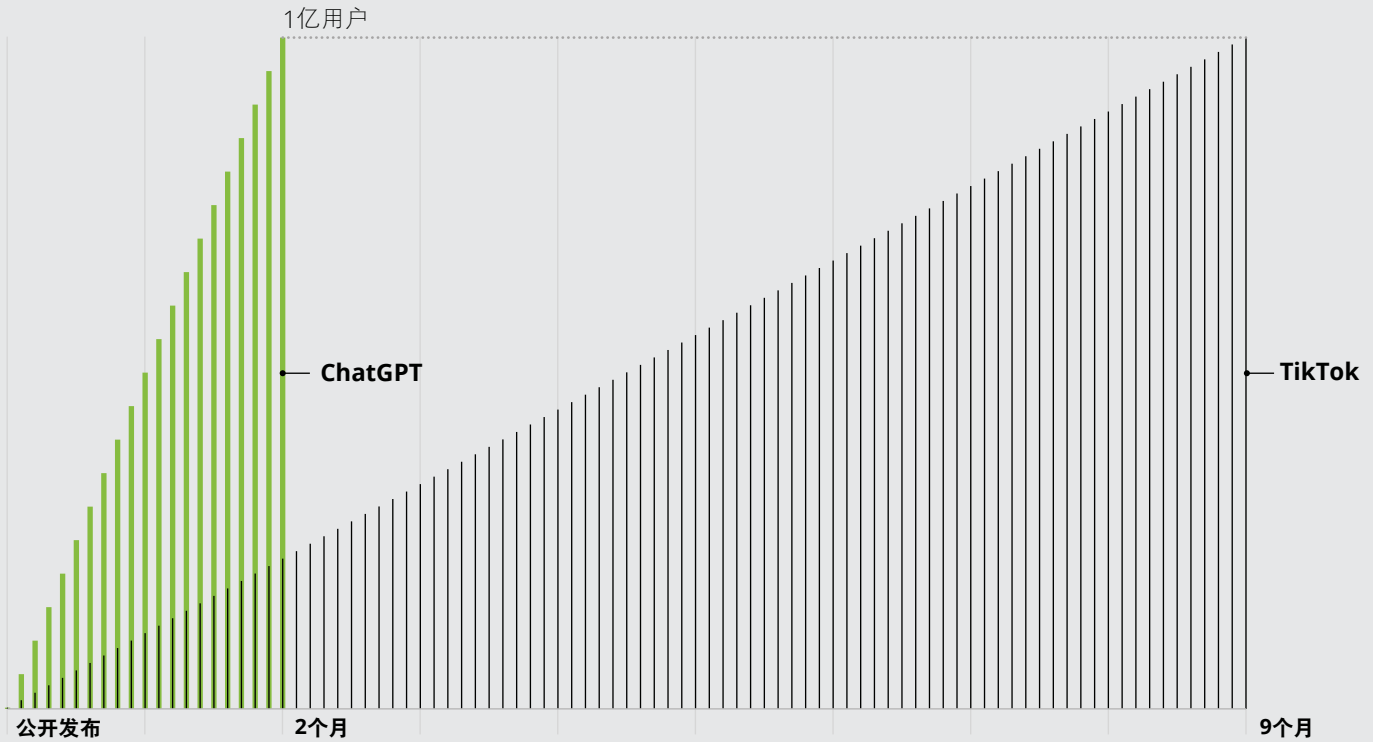
关键问题不再是AI工具是否智能，而是：这种能力从更广泛的意义上，将如何影响商业环境和我们生活的世界。

**当下：生成式AI的关注度和使用率激增，有望带来颠覆性变革**

生成式AI在2022年下半年和2023年初迅速引起公众的广泛关注。很少有技术像它一样能够引起如此大的轰动，同时公众也迅速接纳并开始使用生成式AI。OpenAI报告称，在向公众发布ChatGPT后的60天内就吸引了1亿用户，相比之下，TikTok花费了九个月才达到这一里程碑（图1）<sup>6</sup>。Midjourney的图像生成器拥有大约1,600万用户<sup>7</sup>。Dall-E 2每天有约150万用户访问<sup>8</sup>。Google的Bard聊天机器人在7月份的页面浏览量为1,000万次<sup>9</sup>。德勤2023年CEO优先事项调查显示（图2），生成式AI在企业环境中的使用增长同样令人印象深刻<sup>10</sup>。

图1

## 生成式AI的关注度及使用率激增



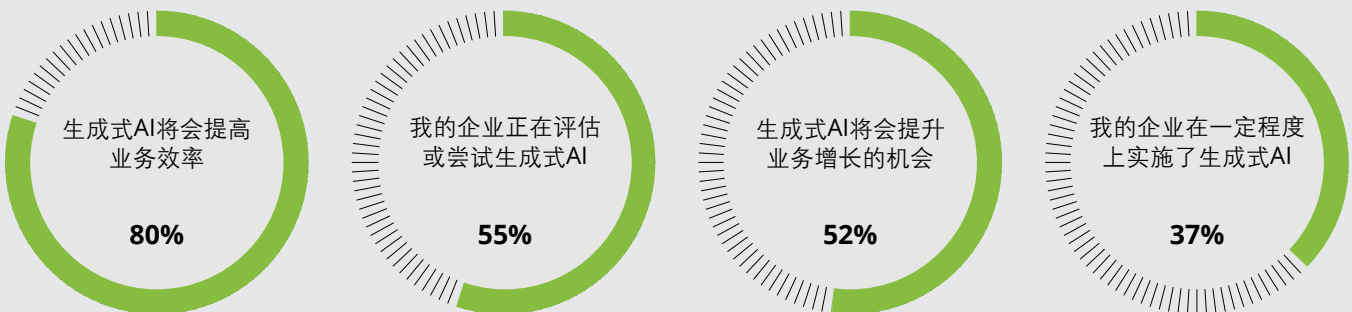
注释：该图表仅作比喻性阐述，不代表实际增长率

资料来源：Krystal Hu, "ChatGPT sets record for fastest-growing user base--analyst note," 路透社, 2023年2月2日

图2

## 商业领导者越来越多地在企业中使用生成式AI

商业领导者中，同意以下各陈述的人数占比：



资料来源：财富/Deloitte CEO Survey Insights, 2023年夏季



生成式 AI 之所以如此有影响力，是因为多种因素的融合。首先是先进的硬件（主要是用于训练模型的专业 AI 芯片），它有助于生成更高级的模型，如：大型语言模型 (LLM)。其次，由于用户体验流畅，这些工具已经成为主流，使得非技术人员也能使用非常先进的模型。

所有这些引发关注的点使得投资者们掀起了一股淘金热（图 3）。他们向以生成式 AI 技术为核心的初创公司投入大量资金，并押注我们正在见证商业技术新范式的曙光。在这种范式中，洞察会自动浮出水面，合同会自行审查，而不断涌现的内容会持续将品牌曝光在受众面前。

虽然社会上有很多关于 AI 可能威胁人类就业的讨论，但没有真正的迹象表明企业领导者计划用它来实现任何规模化的知识自动化工作。在对领导者的调研显示，提高内容质量、驱动竞争优势和扩展员工专业知识是部署生成式 AI 的最常见原因，裁员是最低优先事项之一<sup>11</sup>。看起来 AI 更有可能将工人从机械、重复的任务中解放出来，使他们能够专注于工作中更具创造性的方面。

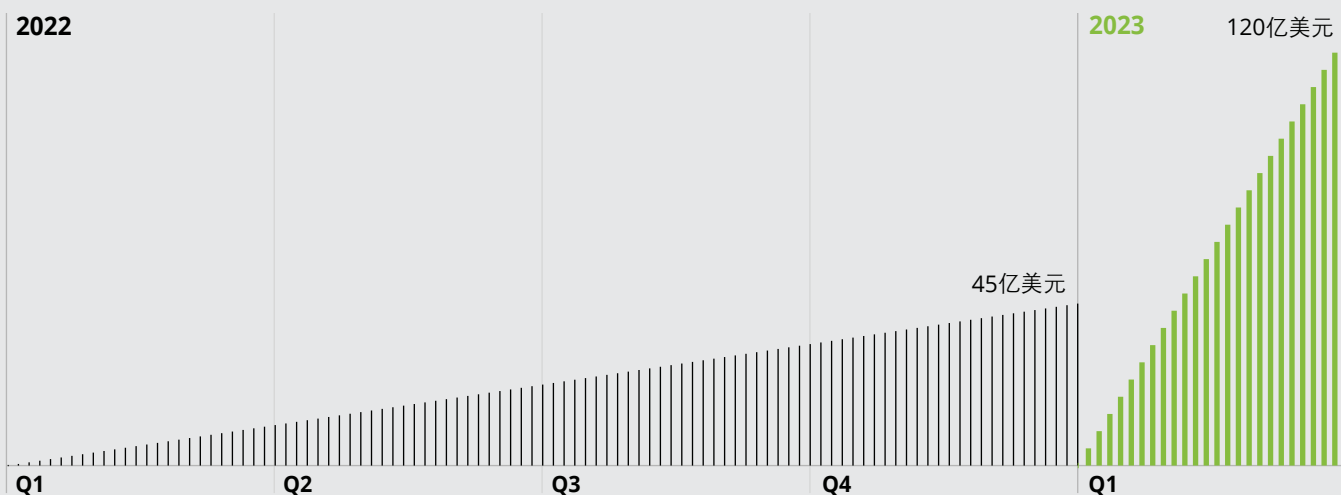
浮现在我们面前的情景是，AI 即将到来，甚至对于一些人来说，它已经存在。但正如俗话说，先进的企业知道简单“缩窄”并不通往成功，也就是说，不能通过追求风险或成本的最小化来实现增长<sup>12</sup>。这意味着生成式 AI 最有效的应用不是取代人类，而是为员工提供工具，帮助他们提高和增强生产力、知识力和创造力，从而推动企业创新。

高管们面临着越来越大的压力，他们需要帮助企业快速转型，并保持领先于竞争对手。根据调查显示，64% 的 CEO 表示，他们正面临来自投资者、债权人和贷款人的巨大压力，要求他们加快引入生成式 AI 的脚步<sup>13</sup>。但正如领导们知道简单“缩窄”并不通往成功一样，CEO 们也知道以需求为导向的重要性<sup>14</sup>。仅仅因为生成式 AI 是一个新鲜事物，就将其强加到所有流程中，不太可能带来重大收益。相反，企业可能会从更具战略性的方法中获益，该方法侧重于利用生成式 AI 的独特能力来解决现有问题，并帮助企业从竞争对手中脱颖而出，这就是当今创新型企业所采取的方法。

图3

## 针对生成式AI的投资呈爆炸式增长

投资于生成式AI技术的年度累计风险投资金额



注释：该图表仅作比喻性阐述，不代表实际增长率

资料来源：Jacob Robbins, "The most active investors in generative AI," News & Analysis, 2023年6月15日

## 探索：企业的目标是追求可扩展性和领域专长

生成式 AI 的真正价值可能在于组织能够利用它来进行业务转型，降低成本，重塑产品、服务和创新周期，并创造以往无法实现的流程效率。为了实现这一目标，企业领导者可能会考虑更多地采用渐进式方法来制定企业数据和技术战略。

要成为一个以 AI 驱动的组织，需要重点关注组织规程并专注于维护系统和算法<sup>15</sup>。就像火箭需要发射台和飞行控制系统才能到达目的地一样，生成式 AI 工具在企业环境中也需要基础设施和控制系统才能取得成功。好消息是，尽管有些实践需要细微调整，但企业过去几年中在建立数据分析和机器学习能力方面所积累的大量经验都适用于生成式 AI。

生成式 AI 通常需要在支持图形处理单元的高性能计算集群上加载 TB 级的数据。由于很少有企业拥有这种基础设施，因此大多数企业将通过服务的方式来访问生成式 AI。通过应用程序接口，工程师可以将生成式 AI 能力融入到他们现有的软件中，而无需构建新的基础设施<sup>16</sup>。尽管 AI 供应商都很重视他们产品的易用性，企业仍需谨记这些工程化需求。

此外，如何更加明智地选择应用场景也很重要。AI 可用于降低成本、加快流程、减少复杂性、提升客户互动、推动创新和建立信任<sup>17</sup>。生成式 AI 的具体应用因企业而异，但寻找能在某个领域引起变革的项目会是一个不错的起点。

以下是已经采用该技术的企业的一些其他考虑因素。

### 数据是驱动生成式 AI 引擎的燃料

企业需要确保他们的数据架构正确，并且可以被 AI 应用程序访问，以便进行模型训练和下一代应用场景的实现。

这是北美最大的天然气公用事业公司 Enbridge 的经验之一。几年前，当它开始进行雄心勃勃的云迁移之旅时，并没有打算开拓新的生成式 AI 应用。其主要目标是通过减少本地数据中心的规模，来实现其基础设施的现代化并消除技术负债。在此过程中，它建立了一个集中的数据存储库，收集来自企业各个部门的数据，如：监管、市场、人力资源等数据。这个集中式的数据集市取代了过去的数百个数据孤岛。

当生成式 AI 面世时，Enbridge 的领导层就知道这个集中式的数据集市是推动新的 AI 驱动效率的完美引擎。技术团队推出了一款基于生成式 AI 的代码自动补全工具，帮助开发人员快速、高效地构建代码。它还为公司职员提供了一个辅助功能，帮助他们迅速获取合适的生产力工具。

Enbridge 的云计算、IT 运营和数据总监 Joseph Gollapalli 表示：“我们以加快交付速度，推动创新和效率提升为目标。这些 AI 解决方案有可能改善我们的运营能力，提高安全性，提升客户体验，并增强我们的环境表现<sup>18</sup>。”

### 治理比以往任何时候都更加重要

没有有效的治理规范，AI 就无法扩展。治理框架应该明确企业的愿景，识别潜在的风险和能力差距，并评估相关绩效<sup>19</sup>。这些不仅对业务形成保护，还可以协助 AI 相关项目从概念验证阶段继续拓展。

在美国最大的二手车零售商 CarMax 的实践过程中，有效利用生成式 AI 需基于一种系统化的、实施于全企业范围的方法，它在拥抱科技的力量同时也设立保障措施，确保员工能够高效地利用。CarMax 最著名的应用之一是将 AI 生成的内容添加在车辆研究页面上。这些页面汇总了数千条真实客户的评论信息，让购物者能够快速了解其他买家的意见。

CarMax 的执行副总裁兼 CIO、CTO Shamim Mohammad 表示，这些智能应用场景在可控的方式下提供了最大的商业价值<sup>20</sup>。CarMax 将治理放在了第一优先级，这可能不是生成式 AI 最吸引人眼球的方面，但对于它的规模化应用却至关重要。该公司成立了一个专门负责 AI 治理的团队，致力于确保组织中的各个团队都在恰当地使用 AI。这个团队的使命不是简单地直接否定新的应用场景，而是通过标准化的模型训练和使用方式，帮助一些优秀的应用在企业内实现推广，以达成生成式 AI 应用不仅局限于技术或产品团队的目标。

“我们通过机器学习和 AI 做了很多很酷的事情，” Mohammad 说，“我现在关注的点是如何确保我们以负责任的方式使用它，并确保作为一家公司，我们部署的任何东西都与我们的核心价值观保持一致。”

## 确保你拥有版权

生成式 AI 改变了版权的格局。现在，任何人只需点击几下鼠标，就可以创建图像、视频、文本和音频。然而，一些模型内容在被使用之前已经接受了来自第三方的训练。最近美国一家法院的裁定，使得由 AI 生成的内容不适用版权保护的相关条文<sup>21</sup>。此外，对从网络上抓取的受版权保护的材料进行模型训练，可能会带来包括侵犯知识产权在内的法律风险<sup>22</sup>。

但是这些问题也并不是不可解决。例如，内容提供商 Shutterstock 已经表明，可以以一种既尊重原始版权持有人的权利，又确保 AI 生成的内容可以具有商业用途的方式进行操作。

Shutterstock 最近推出了一款图像生成工具，可以根据用户的提示创建视觉效果。与其他图像生成器一样，该工具也接受了第三方艺术家创作的图像的训练。然而，与其他图像生成器不同的是，每位艺术家都事先同意了在模型训练中使用其作品。当参与的艺术家的作品被用于训练模型，且用户认可了在平台上生成的图像时，艺术家们也会得到相应报酬。Shutterstock 将其内容作为数据设立授权机制，也使得最终用户能够获得额外的法律保护。

“从 CEO 到零售业务人员，每个人都在创作内容”，Shutterstock 的创新总监 Michael Francello 说道，“创作内容的需求绝对是爆炸性增长的。我们早早看到了将内容视为可以训练生成式 AI 模型的数据的机会。这既保护了我们业务的核心，同时也尊重了艺术家和贡献者<sup>23</sup>。”

## 爬行，行走，奔跑，飞翔

多年来，这 4 个阶段一直是企业扩大服务产品使用规模的有效途径<sup>24</sup>，生成式 AI 也不例外。在爬行阶段，应用可能是临时性的，需要大量人工工作。经历过爬行阶段后进入行走阶段，在这个阶段，流程作为基础得到了更为明确的定义，同时实现了自动化。在奔跑阶段，应用场景得以标准化，并在企业层面普及。到了飞翔阶段，组织已经可以利用已完成的工作来衍生下一代能力。

化学公司 Eastman 使用这种方法开发基于生成式 AI 的内部服务。该公司在一个人们通常认为信息化水平不高的行业中使用数据和分析能力已久。例如，它拥有一个高级智能服务（具有专有的热稳定性措施），

可以预测客户工业制造过程中使用的导热流体可能会降解的时间，使工程师能够保持最佳的流体质量，并进行产线预测性维修，从而避免产生代价高昂的停机时间。

基于这一经验，该公司正在尝试如何利用生成式 AI 来改进其销售流程。它通过自然语言文本文件，建立了一个可以阅读的 AI 工具。该工具仍处于开发阶段，目前正在测试从销售电话记录中提取有效信息。这些记录是销售团队在每次通话后生成的，尽管它们包含重要的情报信息，但很少有人阅读。现在，借助生成式 AI，该公司开始解锁这些这信息。

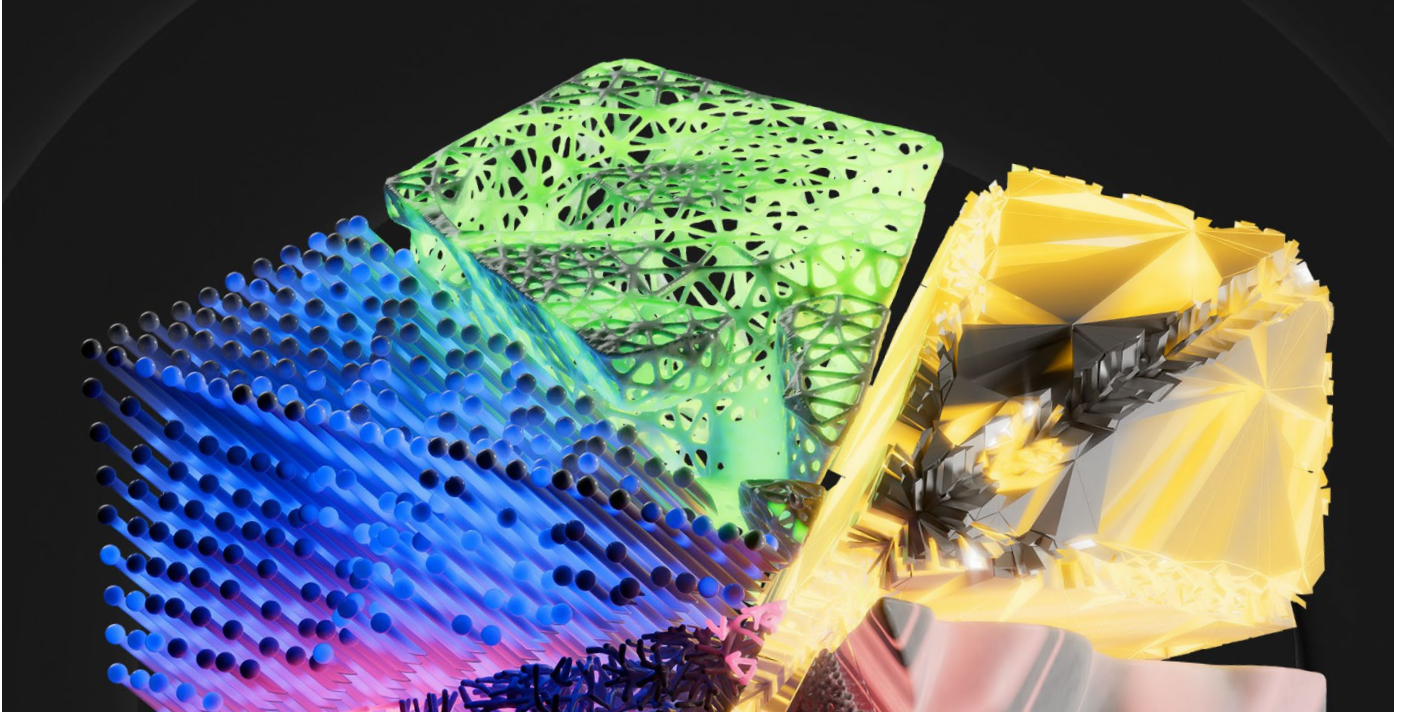
Eastman 的 CIO Aldo Nosedo 表示，“它使我们这家化学公司利用数字服务层在市场上脱颖而出，并创造竞争优势<sup>25</sup>。”

鉴于生成式 AI 的发展速度，建议将这种框架应用于新的企业应用场景。即，将概念验证项目转化为标准实践，进而推广为整个企业的标准操作程序。一旦企业达到这种成熟度，其发展将不再受限。

在不久的将来，由于基于垂直领域数据训练的模型的出现，企业可能更容易从生成式 AI 中获益。如今，大多数使用生成式 AI 的企业都使用基于通用数据训练的基础模型构建的工具。具有如此通用知识库的工具可以用于特定的主题领域，这也展示了 LLM 的强大之处。但下一代 LLM 可能会更加聚焦，并针对企业的特定需求量身定制<sup>26</sup>。

这一趋势已经开始显现。英伟达推出了一款名为 BioNeMo 的工具，这是一款针对生物技术领域的 LLM<sup>27</sup>。Google 推出的 Contact Center AI，是一款经过训练的，专用于处理客服交互的工具<sup>28</sup>。BloombergGPT 旨在回答与金融行业相关的问题<sup>29</sup>。ClimateBERT 是一个接受过气候变化研究训练的模型，可以就气候相关风险为企业提供建议<sup>30</sup>。

随着企业意识到为其行业定制训练模型的好处，我们可能会看到对这类服务的更多需求的涌现。超过三分之一的企业已经计划在未来为其业务需求训练和定制私有的 LLM<sup>31</sup>。对于企业来说，私有的语言模型可能是生成式 AI 的真正潜力所在。这些模型由专业组织开发和维护，底层代码对公众保密。这些模型针对特定的目的被开发且被安全地托管，再基于私有数据进行训练，它们可以为组织提供巨大的竞争优势。这可能是生成式 AI 发展的下一波浪潮。



## 展望：富有想象力的高管不可或缺

企业激励海报逐渐从印刷品发展为表情包，但一句被过度使用的格言可能会重新夺回它作为企业座右铭的地位：我们的想象力是唯一的限制。

你可能之前听过这句话，团队和组织在变革中总会受多方面的约束。他们没有足够的数据或正确的数据；领导始终持怀疑态度；或者，最让人恼火的说法：“不会有任何改变”。

但在生成式AI的世界中，想象力却真的是唯一的限制。你可以持续创建大量的内容，识别新的运营效率，或在几分钟内浏览财务报表等监管文件或顾客评价。现在唯一的问题是，你想知道什么？

在采用生成式AI的企业中，提出更好的问题将成为一项关键技能。这一趋势可能会创造对新型领导者的需求，这种领导者相比于我们过去所见的，更多地受到创造力的驱动。在过去20年左右的时间里，我们看到领导者因根据数据和洞察力而不是直觉和本能来引导组织而受到奖励。但未来几年，我们可能会看到

更多富有想象力的领导者跃居前列。给图像生成器一个无聊的提示，它就会生成一张无聊的图片。企业级的生成式AI应用程序也是如此。缺乏想象力的应用场景影响范围终归有限。随着越来越多的企业试图将自己与竞争对手区别开来，那些能够为生成式AI找到创造性新应用的领导者可能会将自己与那些忙于追踪数据的同行们区分开来。

这并不意味着数据驱动的决策将变得毫无意义。事实上，它将一如既往的重要，甚至更加重要。但数据驱动的定义可能会发生改变，因为生成式AI的应用，领导者可以访问的数据范围将会增加。企业的大量数据都隐藏在自然语言文本文件、机器日志和越来越多的智能产品中<sup>32</sup>。生成式AI使组织能够理解以往这些数字化信息的含义，即“变废为宝”。有创造力的领导者将了解这些常常被忽视的数据源对其业务的影响，并利用生成式AI对数据源提出智能问题。他们可以根据思考的节奏提问，而不是等待每周的周报。

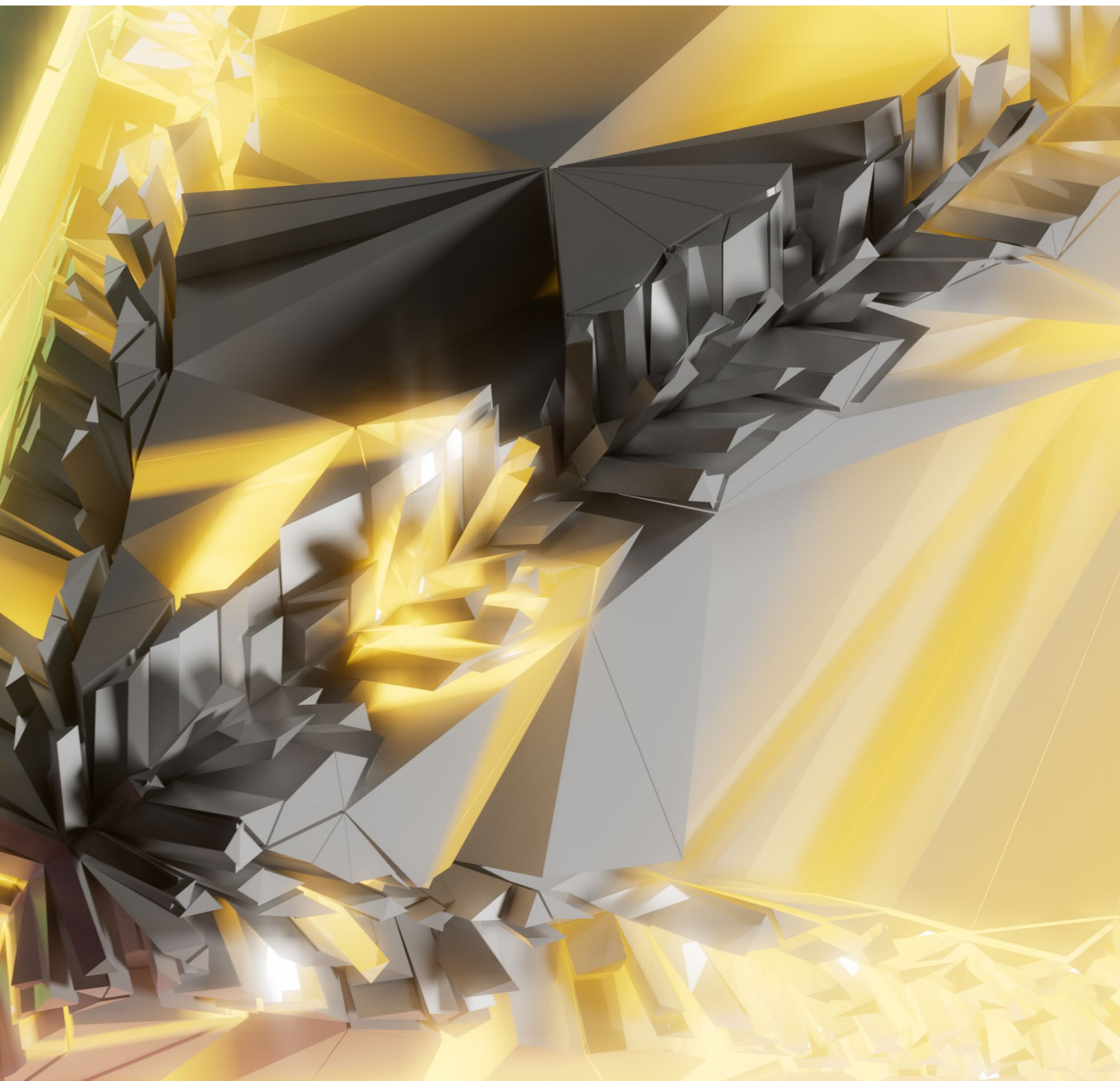
但所有这些仅仅触及了生成式AI可能产生的影响的冰山一角。我们非常确定，它将产生的影响是巨大的，只是当下暂不确定将在哪个领域的影响最为重大。



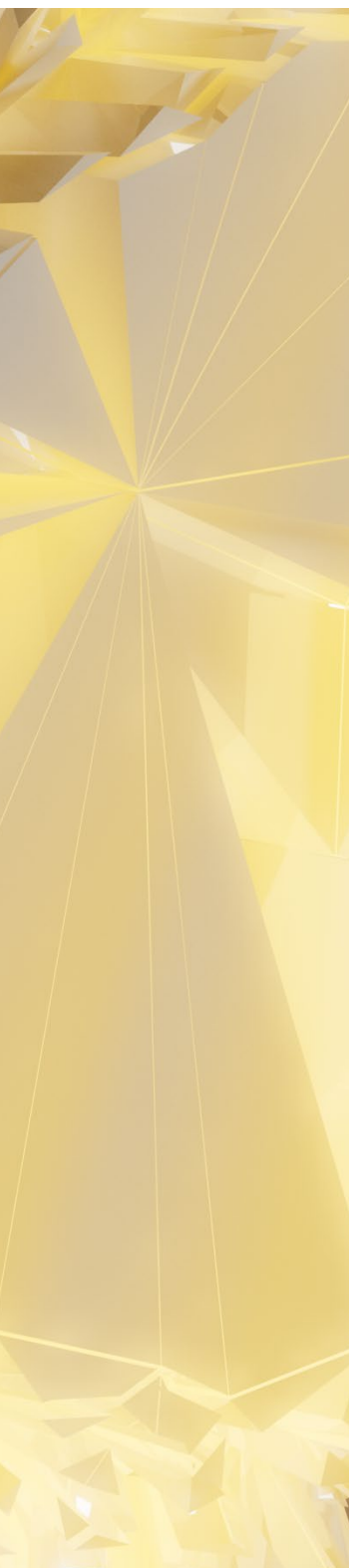
---

## 尾注

1. Michael I. Jordan, "Artificial intelligence—the revolution hasn't happened yet," *Harvard Data Science Review*, July 1, 2019.
2. Tom Huddleston Jr., "Bill Gates watched ChatGPT ace an AP Bio exam and went into 'a state of shock,'" CNBC, August 11, 2023.
3. Saliha Malik, "How will the Open AI products DALL.E and DALL.E 2 change the face of augmented reality?," *Medium*, March 1, 2023.
4. Anthropic, "Claude 2," July 11, 2023.
5. Douwe Kiela et al., "Dynabench: Rethinking benchmarking in NLP," *Proceedings of the 2021 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies*, June 6–11, 2021, pp. 4110–24.
6. Krystal Hu, "ChatGPT sets record for fastest-growing user base – analyst note," Reuters, February 2, 2023.
7. Rob Krivec, "Midjourney statistics (How many people are using Midjourney?)," *Colorlib*, September 14, 2023.
8. Leigh McGowran, "OpenAI unveils Dall-E 3 art generator with ChatGPT support," *Silicon Republic*, September 21, 2023.
9. Similarweb, Google Bard overview, accessed October 2023.
10. Deloitte, "Summer 2023 Fortune/Deloitte CEO Survey insights," accessed October 2023.
11. IBM Institute for Business Value, "Enterprise generative AI," July 2023.
12. Mike Bechtel, Khalid Kark, and Nishita Henry, "Innovation Study 2021: Beyond the buzzword," Deloitte Insights, September 30, 2021.
13. IBM Institute for Business Value, "Enterprise generative AI."
14. Bechtel, Kark, and Henry, "Innovation Study 2021: Beyond the buzzword."
15. Nitin Mittal, Irfan Saif, and Beena Ammanath, *State of AI in the Enterprise, 5th edition report*, Deloitte, October 2022.
16. Deloitte AI Institute, "Generative AI is all the rage," 2023.
17. Deloitte AI Institute, *The AI Dossier—expanded*, 2022.
18. Interview with Joseph Gollapalli, director of cloud and IT operations at Enbridge, June 13, 2023.
19. Beena Ammanath et al., "Trustworthy AI in practice," Deloitte AI Institute, 2022.
20. Interview with Shamim Mohammad, executive vice president and chief information and technology officer at CarMax, August 3, 2023.
21. Trishla Ostwal, "Judge rules GenAI content does not have copyright protection," *Adweek*, August 22, 2023.
22. Gil Appel, Juliana Neelbauer, and David A. Schweidel, "Generative AI has an intellectual property problem," *Harvard Business Review*, April 7, 2023.
23. Interview with Michael Francello, director of innovation at Shutterstock, May 12, 2023.
24. Jagjeet Gill, Deepak Sharma, and Anne Kwan, "Scaling up XaaS," Deloitte, September 29, 2019.
25. Interview with Aldo Nosedo, chief information officer, Eastman Chemical Company, October 11, 2023.
26. Deloitte AI Institute, *A new frontier in artificial intelligence*, 2023.
27. Ibid.
28. Google Cloud, "Contact Center AI," accessed October 2023.
29. Bloomberg, "Introducing BloombergGPT, Bloomberg's 50-billion parameter large language model, purpose-built from scratch for finance," press release, March 30, 2023.
30. ChatClimate, "ClimateBert," accessed October 2023.
31. expert.ai, "Nearly 40% of enterprises surveyed by expert.ai are planning to build customized enterprise language models," press release, May 11, 2023.
32. Jagjeet Gill et al., "Analytics operating models," Deloitte, 2020.







计算

## 智取而非力胜： 超越暴力式计算

企业正在充分挖掘现有基础设施的潜力，并通过增加新型硬件来加快算力资源建设的进程。很快，部分领先实践者将突破二进制计算的范畴去寻找答案。

**随**着技术成为企业能力分化的决定性因素之一，越来越多的企业构建了更加复杂的依赖于技术的工作任务。但是创新类的数字化场景，包括训练 AI 模型、执行复杂模拟、构建数字孪生等，对计算资源也产生了新的需求，使得企业的基础设施资源愈加不堪重负。常规的云服务虽然仍然能够为大多数的日常运营提供足够的支撑，但企业还需要通过高度优化和专用化的计算环境来驱动新数字化场景，从而产生竞争优势<sup>1</sup>。

优化运行硬件的代码库可能是加速业务应用程序的第一步，这是一个长期被忽视的领域，而这种优化可以显著提高性能。此外，专门用于训练 AI 和其他先进计算过程的新兴硬件正在成为企业算力的新支柱。图形处理单元 (GPU)、AI 芯片，以及量子 and 神经形态计算机等新技术，即将开始定义下一个计算时代<sup>1</sup>。

目前计算性能的提升大都聚焦在如何更快地通过集成电路传输 0 和 1。当然这仍是优化计算的重要领域，但这种情形可能不会持续太久。研究人员和科技公司正在寻找创新的方式来绕过（而不是克服）计算性能限制。他们正在为企业计算的新范式奠定基础，该范式中，中央处理器 (CPU) 需要与专门的硬件携手合作，有些基于硅基技术，有些则不是。

**当下：过去的性能红利无法给未来带来持续收益**

过去的 50 年左右，算力的性价比提升一直是由摩尔定律决定的——计算机芯片上晶体管的数量以及性能大约每两年翻一番<sup>2</sup>。

然而，芯片制造商正越来越多地遇到物理空间上的限制。毕竟一块空间有限的硅能够容纳的晶体管数量是有上限的，一些观察家认为摩尔定律已经失效<sup>3</sup>。虽然结论可能为时尚早，但至少大家都意识到目前的赛道是有尽头的。芯片越来越耗电，冷却成本越来越高都将成为性能的瓶颈<sup>4</sup>，因此即使芯片制造商能够为芯片增加更多的晶体管，性价比也不一定会提升。

情况似乎越来越糟糕：许多企业的基础设施正在向计算密集型转型。而随着工业自动化的加速发展，许多公司也在开始发展数字孪生来模拟真实世界的流程，并且加大力度部署互联设备和物联网。这两者都产生了海量的数据和计算处理需求。机器学习，尤其是生成型 AI，则需要复杂的算法在训练过程中处理海量的数据。这些数字化实践都可以成为企业的重要竞争优势，但同时也对计算资源提出了新要求，企业因此也陷入了两难的困境。在现有的私有化基础设施上运行

新数字化场景看起来是行不通的，而使用云服务虽然可以满足资源需求，但极高的成本使得企业往往难以承受<sup>5</sup>。

CPU 性能进步放缓影响的不仅是企业的利润。例如，英伟达 CEO 黄仁勋在 GTC 会议主旨演讲中所表示的，现在每个企业和政府都在努力实现净零碳排放的问题，但与此同时会使得企业提升传统方式计算能力的需求很难得到满足：“如果没有摩尔定律，随着计算量的激增，数据中心的用电量将会飙升。”<sup>6</sup>

当拐点到来时，发展数据中心或增加云支出以获得更好的性能不再具有经济意义。传统云服务虽然仍然是标准化后台流程系统（如：CRM，ERP，企业资产管理，人力资源管理）的最佳选择，但是如果在传统云资源中运行推动业务增长的数字化场景（如：AI，智能化应用）最终可能会吃掉整个企业的 IT 预算。因此企业必须寻求新的方法，例如专用化的高性能计算解决方案<sup>7</sup>。

## 探索：让硬件和软件更智能，而不是更暴力

企业领导者不会因为传统计算性能的进步放缓而给他们的数字化转型计划踩刹车。新兴的性能提升方法则将在推动企业业务发展方面发挥重要作用。

### 简约化

代码臃肿或效率低下在过去 CPU 性能快速增长的年代并非是世界末日。但现在，随着 CPU 性能提升的放缓，工程师的代码效率变得更加重要。即使执行代码的硬件保持不变，企业同样也有可能通过更精简的代码获得显著的性能改进<sup>8</sup>。

系统云迁移期间通常是简化代码的好时机。但是有时直接迁移旧程序（如：运行在大型机上的 COBOL 程序），也可能导致代码膨胀和效率低下<sup>9</sup>。将应用程序重构为采用更现代化技术的代码（如 Java）可以使企业更有效的利用云服务的能力并帮助消除性能问题。

犹他州灾害恢复办公室最近对其主要案件管理和会计系统进行了全面的云迁移，通过自动化的优化工具将代码从 COBOL 转换为 Java，系统性能得到了提升。该办公室的技术负责人 Bart Mason 说：“通过云迁移，应用程序比在大型机上运行得快得多。”<sup>10</sup>

### 适配化

比利时零售商克鲁特集团开始了一段雄心勃勃的创新之旅：包括利用计算机视觉跟踪和管理库存以实现商品仓库的自动化，开发自动驾驶汽车实现将商品向客户交付的无人化等。而这些新场景促使该企业规划如何让新计算任务能够更合理的使用计算资源。

有效管理计算工作负载的方法之一是挖掘所有可利用的计算资源。克鲁特集团部门经理 Brechtel Dero 表示，由于智能设备的普及，该公司拥有大量可用的计算资源<sup>11</sup>。然而这些资源往往都是用于日常的运营，并没有纳入公司的数字化基础设施进行统一管理。开发一套连接异构计算资源的体系显然对企业有益，但在这项工作在启动时就遇到了挑战。Dero 表示，克鲁特集团在这方面受益于一位支持创新的 CEO。在技术方面，该公司运营着一个弹性化的 ERP 环境，允许集成各种来源的数据，这也是公司实现信息技术和操作技术一体化的支柱。

“这是为了缩小 IT 和 OT 之间的差距，因为机器越来越智能，” Dero 说，“如果你能够在 IT 基础环境、ERP 环境和物联网设备之间实现无缝集成，确保负载和计算发生在正确的位置，并辅以正确的交互方式，我们就可以在提高效率方面迈出跨越式的一步。”<sup>12</sup>

### 专用化

专业化的智能编程和更好地利用现有的计算资源可以帮助企业加快计算过程，但对于某类特定问题，企业则越来越多地转向专用化硬件方案。GPU 已成为训练 AI 模型的首选资源，这项技术将推动企业实现运营效率和创新方面的巨大进步。

顾名思义，GPU 最初的设计目标是使得图形运行更流畅。但在这一过程中，开发人员意识到 GPU 的并行数据处理特性可以简化 AI 模型训练，这涉及到将 TB 级的数据通过算法进行处理，也是当今企业面临

的计算密集型工作负载之一。传统 CPU 是按顺序处理数据的，而 GPU 是将问题分解为小部分来并行处理。当用户在训练模型时，并行处理对于百万级数据点训练需求的 AI 算法来说至关重要<sup>13</sup>。自从生成式 AI 成为主流以来，快速训练和运行模型的能力已成为企业计算的当务之急。

大型科技和社交媒体公司以及领先的研究、电信和营销公司都在其经营领域内部署自己的 GPU<sup>14</sup>。但对于更多的传统企业来说，最常见的方式则是使用云上的 GPU。研究显示，与云上传统 CPU 上的训练模型相比，GPU 将 AI 模型训练成本降为 1/6，训练时间则降为 1/5（图 1）<sup>15</sup>。如今大多数领先的芯片制造商都在提供 GPU 产品和服务，包括 AMD、英特尔和英伟达等。

然而 GPU 并不是唯一用于训练 AI 模型的专用化硬件。例如，亚马逊提供了一种名为 Inferentia 的芯片。据称该芯片旨在训练生成式 AI，包括大型语言模型。这种芯片用于处理海量数据，同时消耗的功率比传统处理单元更少<sup>16</sup>。

谷歌也参与了 AI 芯片的竞赛，其研发的一款叫做 Tensor Processing Units (TPU) 的产品，已经能够通过谷歌云对外提供服务。这种处理器属于专用的集成电路，通过优化以处理矩阵运算，能够支持绝大多数的机器学习模型<sup>17</sup>。

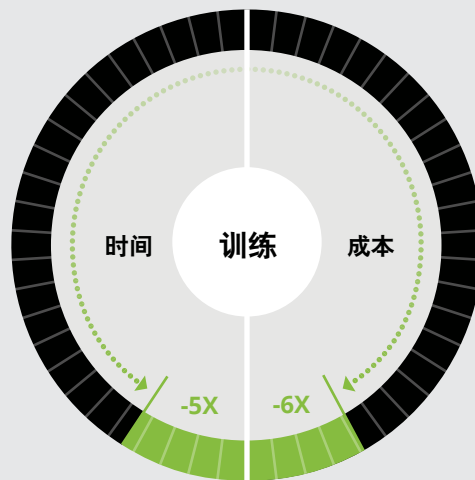
随着企业逐渐意识到生成式 AI 的价值，未来几个月，专用化的 AI 芯片将继续在企业环境中占据重要地位。AI 的日益普及会给大多数企业现有的数据中心基础设施带来压力，与通用资源相比，定制芯片的高性能可能成为主要的竞争优势。

当然，这些并不意味着企业会在一夜之间就能够获得这些新技术产生的收益。从历史上看，专用化硬件的普及需要必要的标准及生态体系的支撑，因此从技术可用到企业广泛应用总是存在一定的滞后时间，企业也许还需要几年时间才能加快步伐采用这些创新技术。但与此同时企业可以开始发展生态合作伙伴关系，为新兴技术做好准备，并在商业案例成熟时准备好利用这些新技术所需要的技能。

图1

## GPU能减少训练AI模型的时间与成本

● CPU云服务器 ● GPU云服务器



资料来源：德勤分析

## 展望：超越二进制

CPU 的优点始终在于它的灵活性，它可以为从电子表格到图形设计的一切软件提供算力。几十年来，企业几乎可以在这类商业化硬件上运行任何应用程序，而无需考虑其他选项。

但目前研究人员和科技公司正在开发处理数据的新方法，并在构建拥有更多可能性的全新世界。最有前景的新范式之一可能是量子计算——这项技术已经讨论了多年，其影响力越来越明显。

量子退火是量子计算的首批企业级应用之一，有望为解决优化复杂任务（如：旅行推销员的问题）提供新路径<sup>18</sup>。这类问题以往是使用机器学习来解决的。但由于优化问题的复杂性，底层的数学逻辑使得计算过程变得异常复杂，并且传统方法依然无法提供完美的答案。

而量子退火是利用量子比特的物理属性来找到最佳路径，能够为众所周知的复杂问题找到有效解决方案，这类问题往往都涉及到大量的变量，例如太空发射计划、财务建模和路线优化等<sup>19</sup>。与传统方法相比，量子退火可以更快地计算出解决方案，并且需要更少的数据和消耗更少的能量。

量子退火可能成为量子计算机的第一个广泛应用，但绝不会是最后一个。这项技术正在迅速成熟，并可能很快应用于解决当今经典计算机不太适用的一系列问题。量子计算机处理信息的方式与经典计算机有根本的不同，这使它们能够从不同的角度探索挑战，尤其是非常适用于涉及长时间运算大量数据的问题。例如，IBM 最近与波音公司合作，探索如何将量子计算应用于设计更坚固、更轻的材料，并找到防腐蚀的新方法。

IBM quantum 的理论和量子计算科学主管 Katie Pizzolato 表示：“现在是时候将量子计算机视为科学发现的工具了。”<sup>20</sup>“在经典计算机的发展史上，我们发现了一种神奇的方法来应对系统越来越庞大的问题，答案就是量子计算机。量子计算机的使用规模正在逼近能够与经典计算机竞争的程度，而现在我们正在寻找和解决在实际应用中的遇到的一系列问题。”

与我们目前的二进制计算相比，量子计算机代表了一种对数据进行计算的全新模式，但这并不是唯一的新方法。另一个有前景的领域是神经形态计算，这种方法的灵感来源于人脑的神经元突触连接方式。神经形态计算的晶体管不是按顺序来处理数据的，而是采用

了网络化的方式——就像大脑神经元一样，计算能力随着神经元之间连接的数量而增加，而不仅仅是晶体管的个数。这种技术的主要好处是有潜力在不增加功耗的情况下提高性能<sup>21</sup>。

更出色的 AI 应用程序是神经形态计算最有可能的应用场景。虽然这种计算方法还处于早期阶段，但很容易看出以人脑为模型的计算机是如何促进认知应用的。神经形态计算应用中最具有前景的应用场景包括自然语言理解、传感、机器人和脑机接口等。神经形态计算虽然仍然是个崭新的领域，但它得到了 IBM、英特尔等计算巨头的支持。IBM 正在开发一种名为 TrueNorth<sup>22</sup> 的神经形态芯片，英特尔则刚刚推出了第二代研究级芯片 Loihi<sup>23</sup>。

光学计算也是一种很有发展前景的方法。处理器使用光波来移动和存储数据，而不是通过电子在电路板上运行。其优点是数据实际上是以光速移动的。这一领域虽然不如量子神经形态计算发展迅猛，但是有 IBM 和微软等领先的科技公司正在进行研究<sup>24</sup>。

所有这些范例的共同优点是使用比 CPU 或 GPU 更低的功率，同时实现类似的甚至潜力更好的性能。随着国家和企业都在努力的实现净零碳排放，这一优势在未来几年可能会变得更加重要。企业对更快、更普及的计算需求只会增加，但如果真要实现这一目标，那么简单地建立传统的云计算实例将不是一种好的选择。

当然这并不意味着这些新技术将成为解决相关气候问题的灵丹妙药。量子的冷却和用水问题仍然令人担忧，与任何形式的计算一样，庞大的代码将会提高神经形态计算等技术的能源需求。即使出现了新的计算选项，对简化代码的需求也将持续存在。

另外，这些创新在任何时候都不太可能全面取代 CPU。对于绝大多数企业的工作负载来说，传统计算资源仍然是最有效和最值得信赖的工具，这一点不太可能改变。但企业未来能够通过将一些新技术融入其基础设施来推进其最具创新性的项目。正如我们今天看到的将 CPU 和 GPU 结合在一个产品中的云服务一样，未来的超级平台可能会添加量子、神经形态或光学计算的功能，因此工程师甚至可能不需要考虑运行其工作负载的具体硬件是什么。

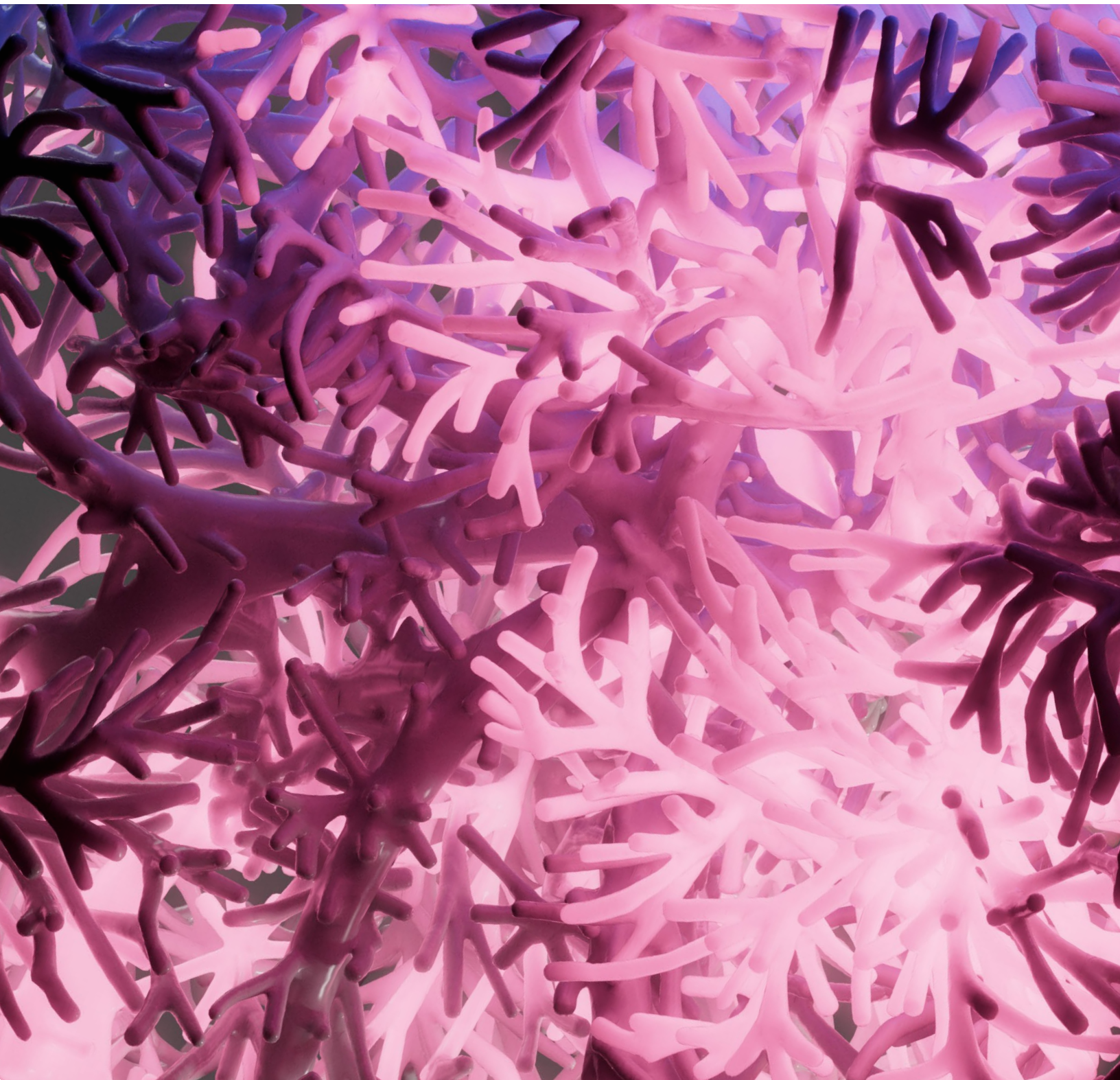
我们今天的信息世界是由 0 和 1 定义的，毫无疑问，这种模式已经让我们走了很远。但是未来似乎拥有无限的可能性：发生改变的不仅仅是计算这个范畴，新技术将会推动一个崭新的创新时代，而我们才刚刚开始看到它的轮廓。

---

## 尾注

1. Shankar Chandrasekaran and Tanuj Agarwal, *The secret to rapid and insightful AI-GPU-accelerated computing*, Deloitte, 2022.
2. Britannica, "Moore's law: Computer science," accessed October 31, 2023.
3. David Rotman, "We're not prepared for the end of Moore's Law," *MIT Technology Review*, February 24, 2020.
4. A16Z podcast, "AI hardware, explained," podcast, July 27, 2023.
5. Ranjit Bawa, Brian Campbell, Mike Kavis, Nicholas Merizzi, *Cloud goes vertical*, Deloitte Insights, December 7, 2021.
6. Jensen Huang, "NVIDIA GTC 2024 keynote," speech, NVIDIA, accessed October 31, 2023.
7. Christine Ahn, Brandon Cox, Goutham Balliappa, and Tanuj Agarwal, *The economics of high-performance computing*, Deloitte, 2023.
8. A16Z podcast, "AI hardware, explained."
9. Stephanie Glen, "COBOL programming skills gap thwarts modernization to Java," TechTarget, August 10, 2022.
10. Interview, Bart Mason, technology lead, Utah Office of Recover Services, July 28, 2023.
11. Interview with Brechtel Dero, division manager, Colruyt Group, August 18, 2023.
12. Ibid.
13. Ahn, Cox, Balliappa, and Agarwal, *The economics of high-performance computing*.
14. NVIDIA, "NVIDIA hopper GPUs expand reach as demand for AI grows," press release, March 21, 2023.
15. Ahn, Cox, Balliappa, and Agarwal, *The economics of high-performance computing*.
16. Amazon Web Services, "AWS inferentia," accessed October 31, 2023.
17. Google Cloud, "Introduction to cloud TPU," accessed October 31, 2023.
18. Cem Dilmegani, "Quantum annealing in 2023: Practical quantum computing," AIMultiple, December 22, 2022.
19. Deloitte, "Quantum annealing unleashed: Optimize your business operations," video webinar, August 3, 2023.
20. Interview, Katie Pizzolato, director of theory and quantum computational science, IBM Quantum, October 16, 2023.
21. Victoria Corless and Jan Rieck, "What are neuromorphic computers?" *Advanced Science News*, March 13, 2023.
22. Filipp Akopyan et al., *TrueNorth: Design and tool flow of a 65 mW 1 million neuron programmable neurosynaptic chip*, IBM, October 1, 2023.
23. Intel Labs, "Neuromorphic computing and engineering, next wave of AI capabilities," accessed October 31, 2023.
24. Bert Jan Offrein, "Silicon photonics," IBM, accessed October 31, 2023; Microsoft, "AIM (Analog Iterative Machine)," accessed October 31, 2023.









技术业务

# 从DevOps到DevEx： 提升技术员工体验

那些致力于吸引并留住最优秀技术人才的公司提出了一个新的关注领域：开发者体验。

**随**着新兴技术成为新闻焦点，科技人才对企业的重要性一如既往。预计到2024年，全球开发者将达到近2,900万<sup>1</sup>。正如我们在《[技术趋势2023](#)》中所讨论的那样，这一数字已经超过了澳大利亚的全部人口，但仍然跟不上需求增长的步伐<sup>2</sup>。尽管有这样的增长，但大多数组织中开发人员的生产力远未得到释放：在大多数公司，开发人员通常只有**30%至40%的时间用于应用功能开发**<sup>3</sup>。

近年来，主流企业都在向敏捷、DevSecOps和云工程等方面转型，这些技术有效的提升了速度、质量和跨职能的协作。现在，那些致力于吸引并留住最优秀技术人才的公司开始关注一个新的重点领域：**开发者体验 (DevEx)**，这是一种开发者优先的观念，通过关注软件工程师与组织互动的每个工作触点，以提高他们的日常生产力和满意度<sup>4</sup>。

管理者们一致认为，良好的开发者体验会带来更好的客户满意度，因此已经从单纯的关注速度和数量转移到如何提供适当的工具、平台和反馈机制等方面，从而最终创建一种适合开发人员文化。围绕速度的指标——比如每名开发人员完成的代码行数或用户故事点——正在让位于更全面的新指标，例如：第一次提交代码 (pull request) 时间 (开发人员发布第一批主要代码所需的时间)、待完成工作积压 (backlog) 变化和缺陷率等<sup>5</sup>。去中心化的团队和碎片化的工具集正在让位于新的敏捷小组 (pod) 结构，新结构将工程、用户体验、网络、风险、质量管理以及产品等团队的

资源集成起来，并为团队提供定制的绩效管理、精简的体系结构和配套工具。而所有这些变化的好处是什么呢？81%的公司已经意识到，在开发者体验方面的投资能够对企业盈利能力产生中等或显著的影响<sup>6</sup>。

提高工程体验可以带来一种全新的工作状态：从个体表现来看，新雇佣的软件工程师从入职的第一天起就能高效工作，从整体来看则能够促进企业的技术愿景与其业务目标完全融合。展望未来，企业会更加追求集成的简易工具的收益，并意识到为开发者体验所做的投资可以使企业更全面地发挥技术价值。

## 当下：开发人员巨大缺口和能效发挥的矛盾凸显

新冠疫情使数字化转型进入高速发展阶段。全球85%的CEO认为，他们的组织在2020年后显著加快了数字化转型<sup>7</sup>。预计到2024年全球数字化转型支出将达到2.51万亿美元，几乎是2020年支出的两倍<sup>8</sup>。正如我们在[2023年全球技术领导力研究](#)中所讨论的那样，投资的增加更加凸显了技术管理者和技术员工的重要性<sup>9</sup>。

各行各业的组织（不仅仅是科技行业）正在把软件作为其核心产品和运营基础设施的重要组成部分。例如，汽车制造商通过自动驾驶算法和智能网联平台实现新的移动服务；工业制造商通过设备的联网，例如涡轮

机和发电机等，来收集性能数据，在发生故障前识别已有问题并优化维护计划；消费品牌的虚拟试穿应用程序，通过 AR 技术让购物者能以数字化的方式试穿衣服。这些数字化转型创新对企业发展业务核心竞争力来说至关重要，而这一切离不开卓越的软件工程以及带来这些技术能力的开发人员。

以上种种导致企业对开发人员的需求猛增。软件开发领域的工作岗位预计在未来十年内将增长 25%，相比之下，其他职业的平均增长率仅为 8%<sup>10</sup>。而这一增长不仅仅发生在科技行业。事实上，只有 10% 的新软件开发人员职位集中在科技公司，而各行各业对数字产品和服务的需求在未来几年更会不断增长<sup>11</sup>。

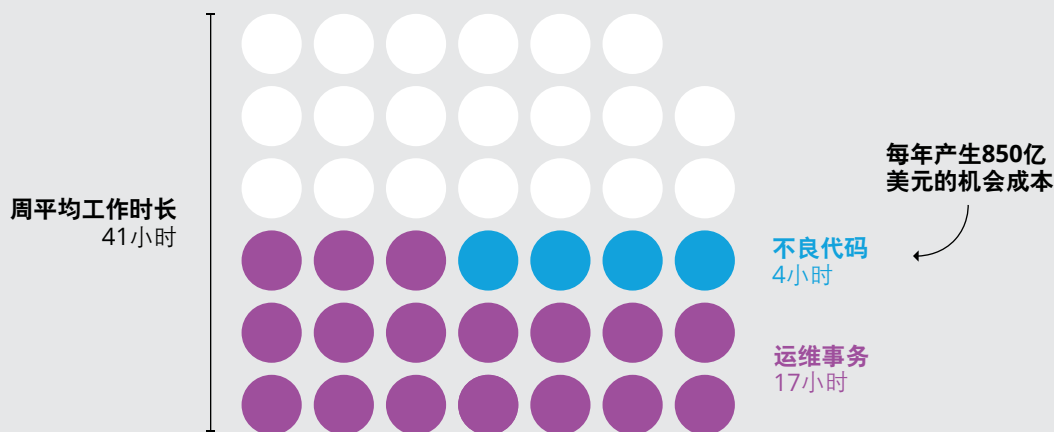
政府和商业组织都在采用科技公司的开发者体验实践，以吸引和留住开发人员。例如，通过建立持续集成和持续部署的管道推动更频繁的代码发布；采用“左移 (shifting left)” 的理念，要求在软件开发过程的早期采用自动化和测试<sup>12</sup>；倡导全栈工程，通过模拟、学徒模式和轮岗等方法让技术人才能够接触到产品开发的全过程（包括前端、后端、Web 等）<sup>13</sup>。

然而，尽管对软件开发人员有需求，许多企业却并没有致力于扫清开发人员在生产力和满意度方面的障碍（图 1）<sup>14</sup>。开发人员不得不在配置、工具集成和调试上花费更多的时间，导致占用本来可以用于开发新应用和新功能的时间，而这些新应用和新功能本可以为企业带来新收益<sup>15</sup>。

此外，开发人员经常会面对令人厌烦的非包容性企业文化，这类文化强调高度的同质化，阻碍了开发人员获得工作满意度<sup>16</sup>。另外一个现象是，Appian、Outsystems 和 Zoho Creator 等低代码和无代码平台的激增降低了软件开发的门槛，促成了“公民开发者（即非技术人员开发者）”运动。其核心理念是通过分布在业务领域的软件开发者实现更快的创新。这一运动虽然带来了新的机会，但同时也要看到在 IT 治理、数据安全和债务积累等方面带来的潜在风险。应当认识到，专业化的软件团队和开发人员始终都是企业数字化的主力军。

图1

## 软件开发人员面临着生产效率方面的挑战



资料来源: Stripe, The developer coefficient, 2018年9月

开发工程管理者在设计一套领先的开发者体验体系时面临的问题是多方面的。要吸引和留住最优秀的人才，一次性的改善起不到明显作用，管理者需要在工程体验方面进行整体优化，为开发人员提供通向成功的工具、绩效衡量标准和流程。

## 探索：DevEx 全新框架为开发者赋能

企业在做 DevOps 转型时往往侧重于改进生产力工具和框架，但如果想要开发人员获得良好的体验，企业还需要建立一系列相辅相成的能力，核心是如何最大限度地提高开发人员的生产力和满意度，这样才能

形成一个良性循环。有了适当的工具、流程和文化的加持，开发人员通常能够表现得更好。事实上，根据《哈佛商业评论》的数据，如果员工觉得自己拥有能够支持他们工作的技术，那么他们的敬业度会提高 230%，而能够为企业工作三年以上的可能性则会提高 85%<sup>17</sup>。作为回报，满意度体验高的开发人员能够快速行动，加快部署代码的频率，并以高效的方式进行协作。

为了实现这种良性循环，组织需要建立一个全面而崭新的框架，框架应考虑到影响开发人员的各个方面，而不仅仅是工具或人才体验（图 2）。企业向 DevEx 的成功转型，可以在产品性能提升和客户体验改善方面得到相应的回报。

图2

## 企业可以通过建设标准化的能力提高开发工程师的效率和体验

### 平台与工具

#### 体系结构

最大限度地实现多语言模块化并保证其可维护性，以提高系统和组件的可扩展性、可重用性和可靠性

#### 测量工具

收集关于平台健康度、产品使用情况以及开发人员效率的信息

#### 支持工具

创建相关工具以确保开发人员之间的协作与知识共享

### 工作方式与流程

#### 开发加速器

提高效率，减少日常开发活动中的“摩擦”，避免效率损失

#### 服务所有权

在服务的整个生命周期中掌控并整合责任，以降低风险

#### 工作流管理与DevSecOps

提升活动的组织和协同能力，以推动形成一致的结果

### 人才体验

#### 社群与文化

营造有趣的、富有创造力和多样化的工作环境

#### 持续学习

为工程师的整个职业生涯发展设计学习途径

#### 职业晋升与发展

为开发人员提供在职业生涯各个阶段的晋升机会

资料来源：德勤分析

## 平台和工具

提供标准化的平台和工具是建立有效的开发者体验的重要方面。尽管这个概念看起来很简单，但实际操作却远非这么简单。据统计，现在的开发人员平均要处理超过 250 个 SaaS 程序，以及应对其他技术环境，这些应用程序和环境通常集成度较差。这会导致各团队之间知识分散，效率低下<sup>18</sup>。企业需要通过三个关键能力来解决这种低效问题：

- **体系结构**——最大限度地实现多语言模块化并保证其可维护性，以提高系统和组件的可扩展性、可重用性和可靠性。
- **测量工具**——收集关于平台健康度、产品使用情况以及开发人员效率的信息。
- **支持工具**——创建相关工具以确保开发人员之间的协作与知识共享。

领先的组织正顺应这一趋势，为开发人员创建一个一站式平台，包括可以访问源代码库、上岗信息、文档、工具、软件开发工具包等。据不完全统计，目前只有 37% 的开发人员可以使用这类平台<sup>19</sup>，但根据 Gartner 的估算这一情况有望得到改观，到 2025 年将有 75% 的组织能够为开发团队提供自助门户，以提高开发人员的体验并加快创新<sup>20</sup>。

## 工作方式和流程

平台和工具到位之后，DevEx 的第二个方面就是为开发人员构建清晰、连续的流程，使他们能够在标准流程中完成任务，而不会面临割裂的系统或糟糕的治理带来的问题。企业可以在这里重点关注三个能力：

- **开发加速器**——提高效率，减少日常开发活动中的“摩擦”，避免效率损失。
- **服务所有权**——在服务的整个生命周期中掌控并整合责任，以降低风险。

- **workflow管理和 DevSecOp**——提升活动的组织和协同能力，以推动形成一致的结果。

理想的开发者体验需要贯穿整个组织的单一流程和连接管道，便于代码验证和测试、性能测量以及代码的安全回滚，而不会导致停机。尖端的技术组织正在努力地提供可行的实现路径，各行业的企业也正在随着上述能力的逐渐成熟而使其开发人员在体验方面取得提升。

例如，美国最大的二手车零售商 CarMax [在开发过程现代化方面取得了明显的成功](#)<sup>21</sup>。该公司的技术部门以跨职能团队的形式，转型为基于产品的运营模式，取代了基于项目的模式。CarMax 不再根据项目的完成情况来评估开发者，而是开始制定透明化的季度目标，以实现更频繁的交付。公司还将关注重点放在与伙伴和客户一起快速测试产品上，以便在推出新功能之前能够收集反馈并进行迭代。同样的，Etsy 公司在将软件工程预算的 20% 投资于开发人员体验后，其组织规模从 250 人扩大到近 1,000 人<sup>22</sup>。

## 人才体验

最后，要管理和技术的变革，企业文化也必须有助于构建更现代化的工程体验。许多公司的开发人员仍然专注于传统的大型机语言和工作方式，但已经有部分企业开始将更多的时间花在实现创新上，以促使业务和技术之间能够同频共振。公司为吸引和留住技术人才，需要建立以下能力：

- **社区和文化**——营造有趣的、富有创造力和多样化的工作环境（[事实上大多数技术部门都非常需要这样的环境](#)）<sup>23</sup>。
- **持续学习**——为工程师的整个职业发展设计学习途径。越来越多的技术人才正在利用各种资源和方法（包括博客、在线课程、书籍和正规教育）自主发展技能，因此对于企业来说，职场的体系化的学习和培训将会比以往任何时候都更加重要<sup>24</sup>。



- **职业晋升和发展**——如去年的《技术趋势》所述，企业需要为开发人员提供在职业生涯各个阶段的晋升机会<sup>25</sup>。例如，花旗银行为那些希望持续提升技能的工程师规划了职业道路，使他们能够跟上开发相关的新技术趋势。通过优先考虑技术专长，这个组织促进了深层次技术岗位的持久职业发展，为技术人员提供了多样化的、引人注目的发展途径<sup>26</sup>。

最重要的是，文化的转变可以帮助公司意识到，评估开发人员的标准应该和其他员工有所区别。因为开发人员往往需要构建新功能并进行实验性的工作，所以速度和质量并不能准确评估其工作、学习或成长。相反的，科技人才更需要一个相对宽松的环境，能够集思广益、向他人学习并共同实现工作目标。

CarMax 在进行自身转型时，非常注重人才体验，而不仅仅是采用标准化流程。比如为了使得 IT 部门不被孤立，CarMax 特意安排跨职能团队的员工集中在一个空间工作，此外公司还组织了 IT 人员的产品展示环节。同时，工程师们每两周会向其他同事介绍开发中的技术能力以及成果和经验教训等，以提高工作透明度并能够及时听取高级领导的反馈。为了进一步彰显技术团队的地位，CarMax 将 IT 部正式更名为“CarMax 科技部”，部门的重点目标也转换为关注业务成果，而不是传统的满足 IT 需求和按期交付。

## 展望：每个员工都是技术员工

公司总是希望能够雇佣到所谓的“10X”精英工程师，他们的生产力是普通开发人员的 10 倍，但在人才市场上寻找“独角兽”是可遇而不可求的。相反的，只要有了正确的平台、流程和文化，“10X”的工程师可能不是梦。特别需要指出，生成式 AI 在未来将开辟更加自动化、智能化的工作环境，进一步提高开发人员的生产力，今天的许多技术壁垒可能在未来五到十年内不复存在。正如我们在去年关于“跨领域专家”的趋势中所提到的，有兴趣挑战自己的工程师可以利用生产力提高来腾出时间，在职业生涯中从事新的、有趣的项目和技术<sup>27</sup>。

在未来几年为建立新的开发人员体验所做的工作不只是技术部门自身的工作，企业认识到这一点至关重要。随着技术本身逐渐成为业务的核心，技术性任务和所需要的技术人才也会成为企业的核心能力。如前面讨论的，标准化的工具和平台以及先进的低代码或无代码技术，有一天可能会使企业的所有员工都成为初级工程师。

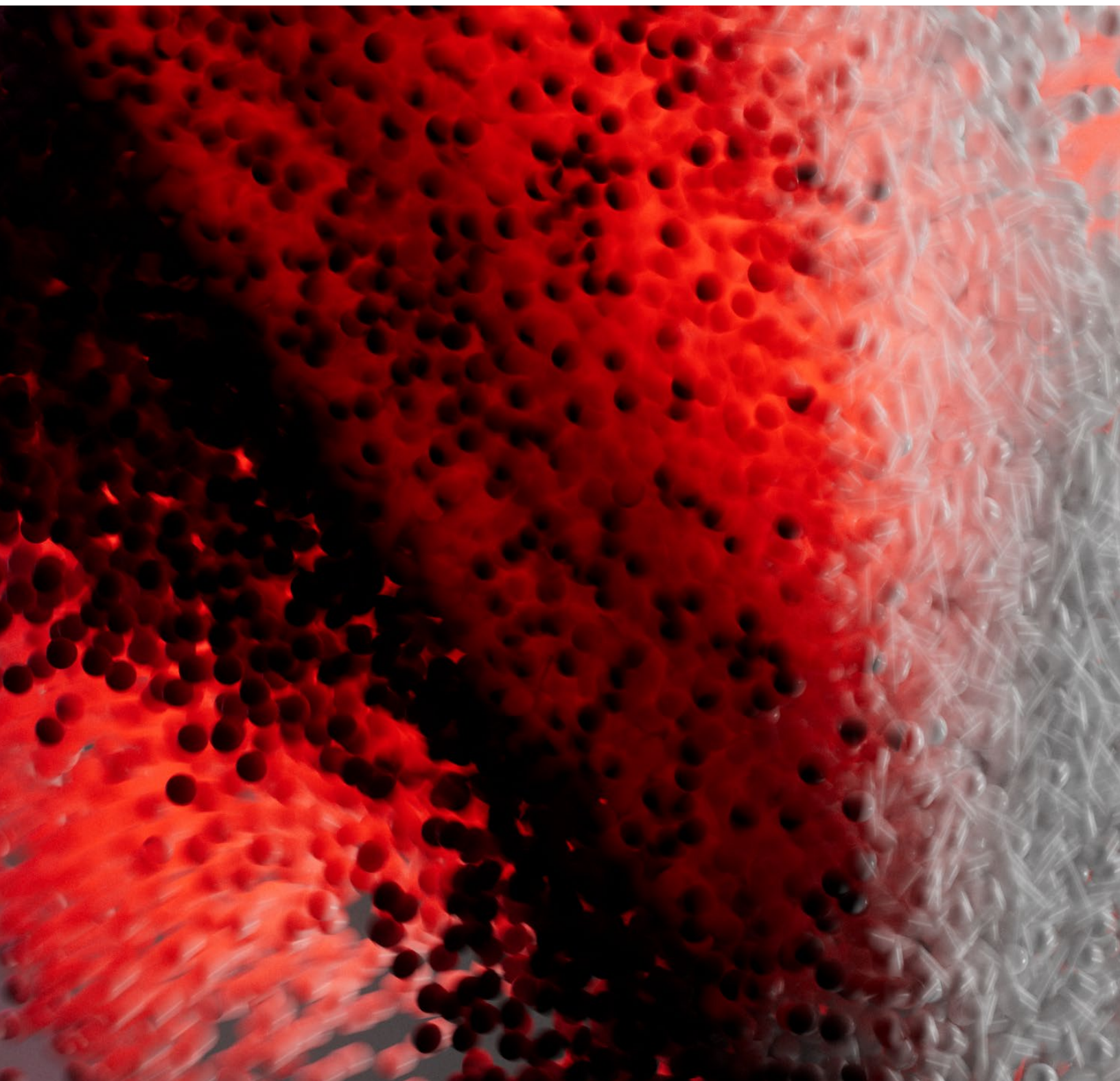
在这样的趋势下，未来的企业不再执着于雇佣“10X”工程师，而是关注非技术部门的员工可以在技术领域完成从 0 到 1 的蜕变。在未来，这些来自于非技术部门的“公民开发者”将得到技术开发授权，最常见的编程语言将不再是 Python 或 Java，而是英语或者人们选择的任何自然语言。鉴于自动化进步的速度，未来几年应该有更多的员工能够执行基本技术任务，或者监督自动化的数字流程。企业通过扩大技术人员人才库，能够让经验丰富的工程师专注于构建令他们兴奋的高度复杂或创新型的任务。所有人都认为，有机会专注于尖端创新和具有挑战性的问题，会提高下一代开发人员的生产力和满意度。

---

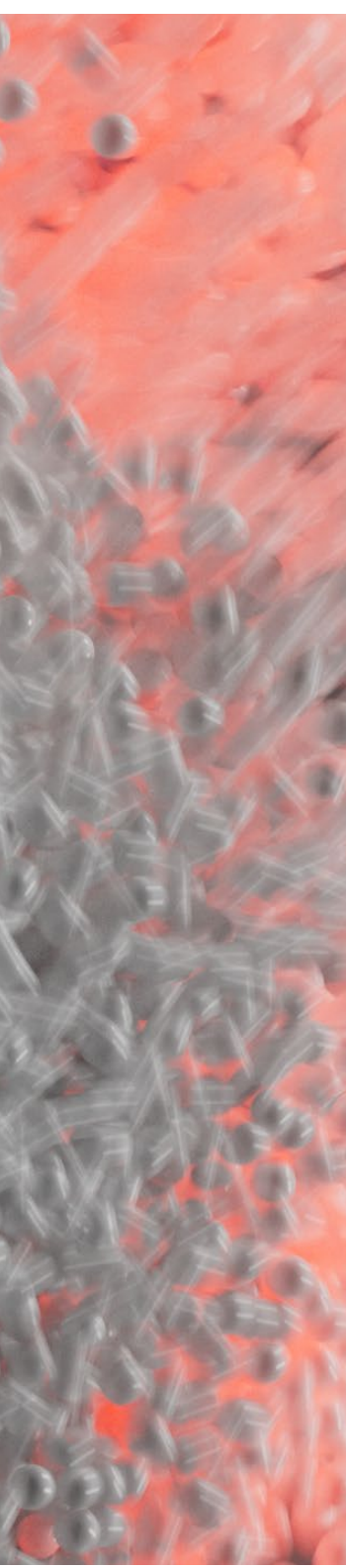
## 尾注

1. Statista, "Number of software developers worldwide in 2018 to 2024 (in millions)," 2023.
2. Deloitte Insights, *Flexibility, the best ability: Reimagining the tech workforce*, *Tech Trends 2023*, December 6, 2022.
3. Jacob Bo Tiedemann and Tanja Bach, "Why should you invest in good developer experience today," Thoughtworks, May 10, 2021.
4. Deloitte, "Accelerating developer experience (DevEx)," accessed October 2023.
5. Nolan Wright, "Three engineering performance metrics the business can understand," *Forbes*, August 5, 2019.
6. Carrie Tang, "Forrester snapshot: Platform engineering is key to reducing time to market," Humanitec Blog, March 17, 2023.
7. Deloitte Insights, *How digital transformation—and a challenging environment—are building agility and resilience*, April 29, 2021.
8. Statista, "Spending on digital transformation technologies and services worldwide from 2017 to 2026 (in trillion US dollars)," October 2022.
9. Deloitte Insights, "Global CIO and technology leadership survey collection," accessed October 2023.
10. Bureau of Labor Statistics, US Department of Labor, *Occupational Outlook Handbook*, accessed October 2023.
11. Will Markow, Jonathan Coutinho, and Andrew Bundy, *Beyond tech: The rising demand for IT skills in non-tech industries*, Burning Glass Technologies and Oracle Academy, September 2019; Steve Rogers, Kasey Lobaugh, and Anthony Waelter, *The rise of digital goods: Opportunity over threat*, Deloitte Insights, January 23, 2023.
12. Mike Kavis, "DevOps—shift everything left," Deloitte, February 28, 2018.
13. Deloitte, *Technology Skills Insights report*, accessed October 2023.
14. Stripe, "The developer coefficient," September 2018.
15. VMware Tanzu, "Developer experience: Optimizing DevOps UX," accessed October 2023.
16. Wiley Edge, *Diversity in tech: 2021 US report*, accessed October 2023.
17. Brad Anderson and Seth Patton, "In a hybrid world, your tech defines employee experience," *Harvard Business Review*, February 18, 2022.
18. Deloitte, "Accelerating developer experience (DevEx)."
19. Stack Overflow, "Developer experience: Processes, tools, and programs within an organization," accessed October 2023.
20. Gartner, "Gartner identifies the top 10 strategic technology trends for 2023," press release, October 17, 2022.
21. Deloitte Insights, *Technology transformation revs up CarMax's business*, accessed October 2023.
22. DX, "Inside Etsy's multiyear DevEx initiative | Mike Fisher (Etsy, PayPal)," podcast, April 19, 2023.
23. Deloitte, "Accelerating developer experience (DevEx)."
24. Statista, "How did you learn to code?," June 2023.
25. Deloitte Insights, *Flexibility, the best ability*.
26. Interview with Colin Heilman, global functions CTO at Citibank, October 11, 2023.
27. Ibid.









网络与信任

# 慧眼金睛： 明辨合成媒体时代的真实

随着AI工具的大量涌现，通过网络进行假冒与欺诈变得非常简单，领先企业正在通过一系列制度、策略和技术的“组合拳”来应对。

**你**可能最近看到了一则关于 Tom Hanks 推销牙科服务的广告。其实这位演员本人并没有参与拍摄。有人仅仅使用了他的肖像图片，结合深度伪造技术，就让他看起来参与了广告拍摄<sup>1</sup>。

任何人都可以被制作成他们好像说过或做过任何事情，这即将成为这个时代的标志。由生成式 AI 的快速发展驱动的 AI 生成内容 (AIGC)，已经达到了几乎不可能让人们分辨出什么是真实的，什么是从计算机深处凭空想象出来的地步。

不仅名人成为攻击目标。随着 AI 工具的普及，不良分子现在更容易冒充他人行骗。许多人使用深度伪造技术绕过基于声音和面部识别的访问控制，或进行网络钓鱼攻击。AI 应用本身需要大量数据，因此数据也成为黑客攻击的重要目标。随着每个新的内容生成工具进入互联网，安全风险也在不断增加。

但是，领先的组织正在响应这一趋势，通过一系列政策和技术，识别有害内容并提高员工对风险的意识。那些被不良分子利用来攻击组织的生成式 AI 工具，也可以用来识别和预测攻击，使企业能够提前应对。

## 当下：AI 加持下的新一代的网络攻击

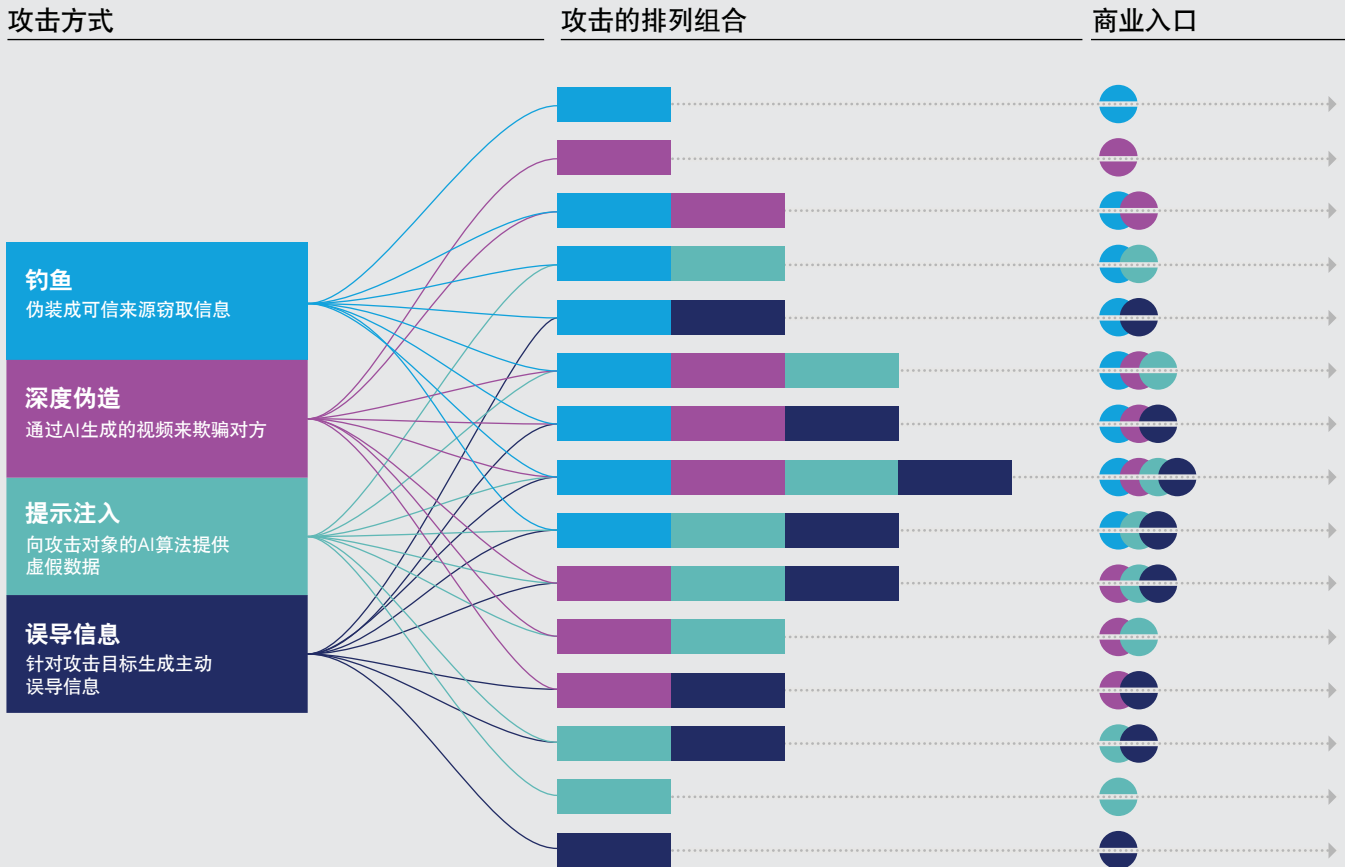
社会工程学攻击一直依赖于说服个人交出数据或系统访问权限，以达到非法目的。尽管这种策略非常有效，但也需要不良分子和受害者之间大量的个人互动。AI 生成的内容使攻击者能够以更低的时间投入来创造这种个人化的联系。一波 AI 生成的内容正在针对企业，通过冒充可信来源来突破安全漏洞。这类问题正在愈演愈烈<sup>2</sup>。

目前，AI 在创造逼真的内容方面的能力，大大超过了人们识别它的能力。大多数人表示他们能够区分 AI 生成的内容和人类生成的内容，但还有 20% 的人不确定<sup>3</sup>。然而，第一组人可能过于自信。很少有人能够准确地区分这两者，因为 AI 内容生成器是基于人类创造的内容进行训练的，AI 只是尽可能地复制它<sup>4</sup>。人们可能期望 AI 生成的内容在某种程度上看起来或听起来像机器人生成的，但现实是它更像人类的作品。

不良分子很可能会利用 AI 生成内容，通过多种方式攻击企业（图 1）。

图1

## 不良分子在利用AI生成内容攻击商业机构时，往往通过几种方式



资料来源：德勤分析

**增强型钓鱼：**钓鱼是最常见的网络攻击类型，每天有 34 亿封垃圾邮件被发送。2021 年，网络犯罪分子通过钓鱼攻击估计窃取了 4,420 万美元<sup>5</sup>。钓鱼攻击的成功通常并不是因为它们的高质量，而是因为它们以大规模发送出去的数十亿封邮件中，最终总会有一些达到目的。大多数收件人通常能够通过糟糕的语法和拼写，或者明显不认识的收件人来识别钓鱼邮件。但生成式 AI 工具使欺诈者能够快速、轻松地制作出令人信服、没有错误的钓鱼邮件。并通过提供相关背景信息，使其能够根据每个接收者的情况定制消息，使消息更难被忽视。随着公开可用模型质量的提高，这个问题可能会变得更加严重<sup>6</sup>。

**深度伪造：**深度伪造技术已经存在多年，但直到最近，它们才有足够的迷惑性以用于网络犯罪。现在，我们开始看到它们被用来攻击企业。例如，一家总部位于英国的能源公司的 CEO 被骗走了 24.3 万美元，骗子使用深度伪造的 AI 语音技术冒充了该公司的母公司负责人<sup>7</sup>。在这起事件发生之后，深度伪造技术又取得了显著进步，并且很可能会继续快速改进，这使得人们更难以确信自己正在与谁打交道。

**提示注入：**恶意行为者可以利用带有虚拟助手的网络浏览器和电子邮件客户端，在网页或电子邮件中留下恶意提示词，指示虚拟助手转发各类数据，诸如联系

人列表、银行信息和健康数据等<sup>8</sup>。大多数类型的社会工程学攻击在历史上都是通过欺骗人们交出数据或系统访问权限来实施的。但是通过提示词注入，黑客甚至不需要费心欺骗人。提示词会被自动执行，而受害者毫不知情。

**误导信息：**企业在社交媒体开展宣传活动已成为常态，生成式 AI 的出现更是如虎添翼。AI 工具可以快速生成大量内容。不良分子可以利用这些工具针对企业，造成声誉损害甚至威胁股价<sup>9</sup>。过去，攻击者必须亲自撰写信息，但现在的内容生成工具使他们能够大规模制造误导信息，让他们可以反复对公众进行实验和测试，直到找到一个引起共鸣的话题。

生成式 AI 的广泛可用性以及内容生成模型不断改进的速度，很可能会加剧这些问题。几乎没有成本，也几乎不需要技术技能，任何人都能够制作出令人信服的媒体内容，让企业失去财富和数据。

## 探索：以牙还牙，利用 AI 应对新威胁

这并不意味着企业对 AI 生成内容的浪潮无能为力。领先的企业正在采取积极措施，确保自己不成为受害者。

社会工程学并非新鲜事物，尽管合成媒体可能为黑客提供了新的工具，但许多防止这种类型攻击的经典方法在今天仍然适用。对在线通信持怀疑态度，验证与您进行通信的人的身份，并要求多因素身份验证以访问敏感资产，这些都是企业防范这种新攻击的方法。

与大多数社交工程威胁一样，解决合成内容问题的关键在于意识。CarMax 的 CIO、CTO Shamim Mohammed 表示：“虽然 AI 令人兴奋，有很多令人惊叹的事情正在发生，但它也给网络安全的不良分子提供了很多能力。对我而言，重点是确保我们与时俱进，甚至领先，以保护和捍卫我们的公司<sup>10</sup>。”

为了实现这一目标，他与生态伙伴建立合作。Mohammed 表示，CarMax 与领先的科技公司和专注于 AI 的网络安全初创公司合作，以了解威胁态势并获取最新的防御工具。

“我们拥有一个非常强大的技术生态，” Mohammed 说。“我们与那些在 AI 革命中处于领先地位的大公司合作，同时也与许多专注于 AI 的初创企业合作。

因此，我们拥有最好的工具来保障我们的信息免受这一新兴趋势的影响。”

有效的工具正在出现，帮助企业识别潜在有害内容。就像 AI 可以创造内容一样，它也可以评估图像、视频和文本的真实性。这些工具可能很快能够预测企业可能面临的攻击类型。

在创建和检测 AI 生成内容方面，训练数据的规模、多样性和新鲜度至关重要。当生成式 AI 模型首次公开发布时，不良分子因为这些模型由拥有最强大硬件和最大训练数据集的大型科技公司训练而成，所以占据了优势。大型科技公司推出的第一代检测器在训练工具上无法与这种规模相匹配，以识别恶意合成内容<sup>11</sup>。

这种情况正在改变。例如，Reality Defender 会在一个拥有千亿字节规模的文本、图像和音频数据库上训练其合成媒体检测平台，数据库中一部分是 AI 生成的。当在如此庞大的语料库上进行训练时，会出现一些微妙的迹象，表明某些内容是由 AI 工具创建的。例如，由 AI 生成的图像通常具有特定的变形或像素化，文本具有一定程度的可预测性。这些事情可能对肉眼来说并不明显，但是一个已使用充分数据进行训练的 AI 模型可以学会可靠地辨别它们。

Reality Defender 的 CEO Ben Colman 表示，对于企业来说，能够识别有害内容并做出回应至关重要，特别是在涉及可能损害企业声誉或领导层声誉的错误和虚假宣传方面。“一旦某事在网络上疯传，就为时已晚，”他说。“如果一个品牌在公众舆论中受到损害，无论一两周后真相是否被揭示，都已经无关紧要。”<sup>12</sup>

其他工具可以根据特定的标志来检测 AI 生成的内容<sup>13</sup>。很快，合成媒体检测器将变得更加精确。英特尔最近推出了一款深度伪造检测工具，除依靠传统数据分析方式外，还分析视频中人们脸部的血液流动迹象。当一个人的心脏通过血管泵送血液时，血管的颜色会略微改变。这是可以在真实视频中测量到的，但对于 AI 模型来说非常难以模仿<sup>14</sup>。

我们期待更多这样的努力。根据一些估计，到 2025 年，多达 90% 的在线内容将由 AI 合成生成<sup>15</sup>。其中很多将用于合法目的，如营销和客户互动，但网络犯罪分子可能会利用生成工具谋取自己的利益。企业能够识别员工所接触内容的真实性变得前所未有的重要。

## 展望：猫鼠游戏持续升级

几年前，许多组织迅速在网络安全武器库中增加了 AI<sup>16</sup>，但生成式 AI 给不良分子提供了一种新的武器。企业现在正在迎头赶上，随着新范式如量子计算的成熟和 AI 能力的增强，预计这个过程将在未来持续进行下去。

量子计算距离广泛应用还有几年的时间，但它正在迅速成熟，很可能成为黑客和企业的下一个首选工具，其中最有前景的应用之一是量子机器学习。就像任何工具一样，重要的是你如何使用它。它有可能加剧 AI 生成内容的问题，但也可能成为企业网络防御的福音。

量子机器学习已经显示出在较少的训练数据上生成更准确的预测模型的潜力<sup>17</sup>。经典计算数据以二进制形式存在：数据要么是 0，要么是 1。但是量子数据可以同时具有多个状态，使得量子字节能够包含更丰富的信息。当应用于机器学习时，可以开发出目前即使是最先进的 GPU 硬件也无法实现的更复杂的模型<sup>18</sup>。

这可能导致黑客制作出更有针对性的内容，而无需收集更多关于他们目标受害者的数据。在量子机器学习的世界中，只需要一些片段就能创建以假乱真的 AI 合成视频，而不需要数百小时的视频训练数据。

然而，对于希望提高网络安全的企业来说，量子机器学习也可以显著提高合成媒体检测器的性能。检测器在只看到少数几个示例之后，就能学会识别 AI 生成的内容，而不需要数十亿个数据点。

量子计算机甚至可以使企业更好地预测可能面临的攻击类型。量子机器学习擅长预测，有可能超越经典机器学习。这是因为量子算法可以检测各种预测出错的概率，并返回一个不太可能失误的答案<sup>19</sup>。当下，预测攻击来源似乎是不可能的，因为它们几乎可以来自任何地方。但量子机器学习的成熟可能使这个问题更易管理，这可能使企业能够主动防止攻击而不是被动抵御。

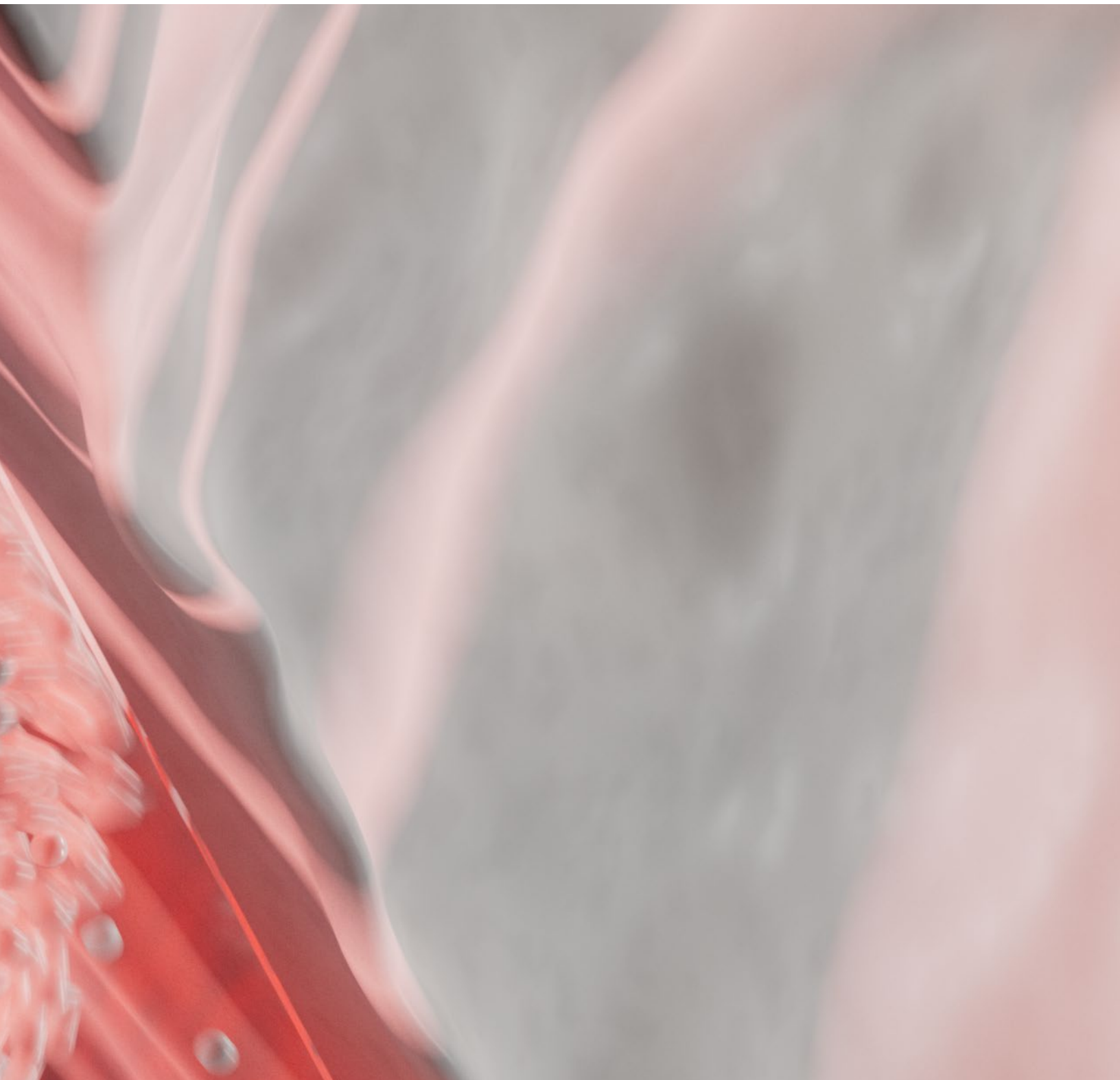
企业当前需要为这一实际情况做好准备，因为不良分子并没有束手就擒。现在抢先解决这个问题将有助于防止他们被即将到来的大量 AI 生产内容所淹没。



---

## 尾注

1. Issy Ronald and Jack Guy, "Tom Hanks says dental plan video uses 'AI version of me' without permission," *CNN Entertainment*, October 2, 2023.
2. IBM, "When it comes to cybersecurity, fight fire with fire," accessed November 6, 2023.
3. Kathy Haan, "Over 75% of consumers are concerned about misinformation from artificial intelligence," *Forbes*, July 20, 2023.
4. Pavel Korshunov and Sebastien Marcel, *Deepfake detection: Humans vs. machines*, arXiv:2009, September 7, 2020; David Ramel, "Researchers: Tools to detect AI-generated content just don't work," *Virtualization & Cloud Review*, July 10, 2023.
5. Charles Griffiths, "The latest 2023 phishing statistics," AAG IT, October 2, 2023.
6. Ralph Stobwasser and Nicki Koller, "On high alert: The darker side of generative AI," Deloitte, accessed November 6, 2023.
7. Catherine Stupp, "Fraudsters used AI to mimic CEO's voice in unusual cybercrime case," *Wall Street Journal*, August 30, 2019.
8. Melissa Heikkilä, "We are hurtling toward a glitchy, spammy, scammy, AI-powered internet," *MIT Technology Review*, April 4, 2023.
9. Stobwasser and Koller, "On high alert."
10. Interview with Shamim Mohammad, executive vice president and chief information and technology officer at CarMax, August 3, 2023.
11. College of Computer, Mathematical, and Natural Sciences, "Is AI-generated content actually detectable?," University of Maryland, May 30, 2023.
12. Interview with Ben Colman, cofounder and CEO, Reality Defender, August 2023.
13. GPTZero, "Homepage," accessed November 6, 2023; Jan Hendrik Kirchner, Lama Ahmad, Scott Aaronson, and Jan Leike, "New AI classifier for indicating AI-written text," OpenAI blog, January 31, 2023.
14. Intel, "Intel introduces real-time deepfake detector," November 14, 2022.
15. Publications Office of the European Union, *Facing reality? Law enforcement and the challenge of deepfakes*, Europol Innovation Lab, 2022.
16. Ed Bowen, Wendy Frank, Deborah Golden, Michael Morris, and Kieran Norton, *Cyber AI: Real defense*, Deloitte Insights, December 7, 2021.
17. Los Alamos National Laboratory, "Simple data gets the most out of quantum machine learning," July 5, 2023.
18. Tariq M. Khan and Antonio Robless-Kelly, "Machine learning: Quantum vs. classical," *Institute of Electrical and Electronic Engineers Access* 8, 2020: pp. 219275–219294.
19. Surya Remanan, "Beginner's guide to quantum machine learning," Paperspace, 2020.



核心现代化

## 核心训练： 从“技术负债”到“技术健康”

想要在未来领先的企业，需要改变点状的技术负债处理方式，转而采用全新的技术健康综合框架。

**多**年来，我们见证了一些尖端技术发展的全过程，从一度领先，蜕变为急需更新改造。就在去年的《[技术趋势 2023](#)》中，我们讨论了如何将大型机通过创新的中间件与新兴技术进行连接<sup>1</sup>，从而“老当益壮”地继续发挥价值。在[过去几年的趋势报告中](#)，我们聚焦于应用系统的现代化，或老旧数据库的云迁移<sup>2</sup>，这些都涉及到企业核心技术栈的不同方面。

今年，我们从更全面的视角，扩大了需要现代化的核心系统的范围。企业需要处理无法跟上 5G 和 Wi-Fi 6 技术的老化网络。同时，他们的数据中心仍在向云端迁移，而数据管理亟需整治以迎接生成式 AI 黄金时代。ERP 供应商正在推出需要重大升级的新版本。即使是相对较新的 SaaS 模式，本应是解决企业核心系统老旧问题的良药，也在变老。除此之外，公司还要妥善处理承包商，自有员工，以及还没有准备好转向现代工程的传统员工相混合的用工方式。

到目前为止，企业往往通过碎片化的评估来监控其技术负债——即不对现有老旧系统进行现代化改造，而承担以性能欠佳的方式运行所带来的隐含成本。但那些希望在未来实现领先的企业需要对其核心系统有一个更连续和完整的视角，从而指明哪些技术升级是重

要的，以及何时和为什么进行升级，而不是坐视技术负债不断积累并压垮他们的系统。未来，衡量企业老旧技术现状的最好方式是监测健康状况而非评估技术负债。

借鉴健康管理和保健服务的思路，企业可以将各种技术系统（网络、数据、基础设施）视为“身体”的一部分，每年进行体检，就像综合健康管理机构提供的服务。团队可以使用预防性健康评估来识别技术栈中亟需处理的部分并确定其优先级，而不是“头痛医头，脚痛医脚”地被动修复已经出现的问题，或者已经阻碍 IT 发展的老旧系统。这些评估可以采用问题导向，如持续增加的成本和风险，以及受到阻碍的创新和发展。例如，我们去年讨论过的传统大型机，可能在某些方面的健康状况良好，只需要连接器就能继续发挥其最佳功能，而其他方面则可能需要进行全面升级或更换。

摆脱以往碎片的现代化改造方式，企业在未来几年很可能会拥有高度个性化且整合的数字化技术健康管理计划，覆盖其全部技术栈。毕竟，今天炙手可热的创新很可能明天就会成为老旧系统，尤其是在当前技术创新的速度下。

## 当下：昨天创新，明日黄花

无论是 ERP 系统还是数据中心，那些曾经推动业务革新的技术在变陈旧的同时往往会拖慢业务发展。高达 70% 的技术管理者认为技术负债是阻碍其组织创新能力的主要原因，也是生产力下降的首要原因<sup>3</sup>。最直接受到这种影响的可能是软件开发人员，他们估计有 33% 的时间用于维护技术负债<sup>4</sup>。正如[今年关于开发者体验的趋势](#)所讨论的那样，这些时间的消耗也会对开发人员的生产力和满意度产生巨大影响。多达 78% 的开发人员认为在老旧系统上花费过多时间对士气产生了负面影响；其他影响包括员工和客户流失，以及交易机会丢失<sup>5</sup>。

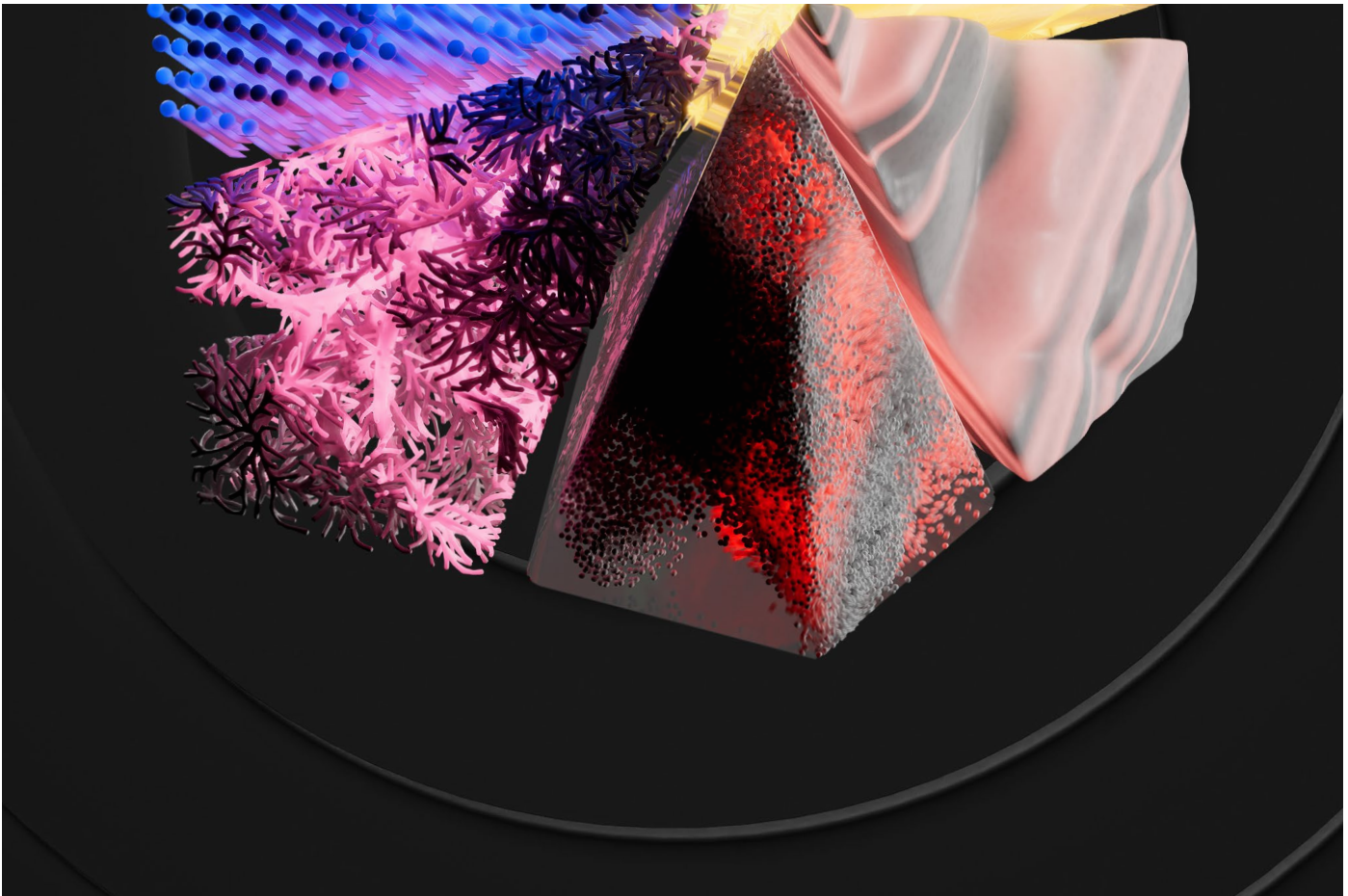
随着技术的快速发展（正如生成式 AI 所证明的），企业和政府机构往往会面临两个矛盾的现实：一方面，他们深信未来的商业模式、现有产品和服务以及内部运营将会被技术从根本上改变甚至颠覆；另一方面，他们常常难以在基础设施、数据、应用程序、网络安全和员工能力方面进行必要的投资，以适应未来的发展。这往往就会导致技术负债的蔓延：尽管 CIO 们将 10% 至 20% 的预算用于解决与老旧系统相关的问题，但到 2022 年，仅在美国，技术负债的估计成本已经增长到 1.5 万亿美元<sup>6</sup>。

技术管理者可能需要面对一个严峻的现实：他们的技术大厦已经“生病了”，这不是随意的创新或急功近利的转型投资可以解决的。他们需要新的思路来确定在哪些方面投入时间和精力，才能开始恢复。

为了向前发展，技术管理者可以寻找一种更明智的投资方式：对现代化改造支出的关键领域开展系统性评估，包括需求、优势和预算。以实际业务背景为基础，对企业的数字化系统进行全面审视，有助于避免持续增长的技术负债，从更长远的角度来评估技术健康状况，这种技术健康状况会随着时间的推移而不断改善，并为业务和技术团队带来更多信心。

## 探索：给核心系统来个全面“健康体检”

因为企业并不清楚是哪些技术负债的来源影响最大，问题常常没有得到足够的重视或很好的处理<sup>7</sup>。实际上，在公司核心的数百个应用程序或系统中，有可能只是十几个应用程序存在的少量问题，就造成了老旧系统的大部分影响。企业与其每年投入资金却似乎毫无进展，不如退一步处理关键问题。





## 技术负债的成本和风险

更全面的数字化核心现代化改造战略的投资驱动因素，涵盖了公司保留老旧技术可能面临的各种障碍、成本和潜在风险

- **直接成本：**与维护老旧硬件和软件直接相关的资本和运营支出，例如即将到期的支持许可证或合同条款，以及直接与老旧系统维护相关的全职员工和第三方人员费用等
- **间接成本：**由于老旧技术环境的低效而产生的额外运营费用，例如：在老旧系统和现代应用程序之间处理数据和分析所花费的时间和精力（通常未被统计）

- **上市时间影响：**传统技术栈的复杂性或低效率，导致业务计划的进度延迟或效果打折
- **创新的障碍：**由于传统技术的缺陷，如在处理消费者订单、语言或货币等方面的限制，制约了发展计划的实施
- **业务风险：**由于技术限制，未来业务可扩展性、可靠性和绩效可能受到阻碍

- **安全风险：**易受网络威胁影响，因为传统系统可能没有与现代技术相同的安全能力
- **人才风险：**持续恶化的技术负债和陈旧的工具使得吸引、留住顶级技术和商业人才变得困难

与传统的技术负债框架相比，围绕技术健康而建立的核心现代化框架更为全面。在这种框架中，重点是预防性护理——在这种情况下，使用增强的跟踪、评估和预测能力，在运行状况不理想的老旧技术成为问题之前解决它们。健康框架将鼓励企业根据成本、运营风险和创新准备就绪度，迭代确定其技术缺陷，并预测何时投资最有效，而非积累技术负债并进行定期、大量但可能无效的投资。

这种健康诊断或核心检查的重点，将主要聚焦于据统计花费最大、机会最多的五个领域。每个领域都有一个当前的现代化目标，随着时间的推移和新兴技术的日益成熟或流行，这个目标很可能会发生变化。

### 基础设施

基础设施是最广泛的类别，通常也是最困难和花费最多的领域。幸运的是，正如**犹他州案例**所证明的那样，如果一个组织在其转型目标上达成一致，整个大型机系统可以在18个月内迁移到云端<sup>8</sup>。在这个类别中，技术健康指的是将主机、服务器和终端用户设备（如虚拟桌面）迁移到云环境（沙箱、质量保证、生产）中。此外，跨设施（如：数据中心和企业办公室）的老化光纤、局域网和广域网网络也在向5G、Wi-Fi 6+、低功耗蓝牙和卫星通信等技术进行现代化改造。这些升级使公司能够利用专用网络、软件定义网络的发展优势以及其他先进的互联产品。

### 数据

数据生命周期（包括清洗、处理和管理）和数据存储构成了这个类别。企业需要通过自动化来简化数据清洗和处理，以便能够在数据管理上花费更少的时间，将更多的时间用于分析洞察。特别是从信任的角度来看，对数据使用情况和清洁度的报告也非常重要，因为AI模型的好坏取决于它们所获得的数据。

跨数据中心、办公室和远程资产的存储可以升级为云存储系统，甚至可以实时流式传输数据。**AWS**最近建立了流式数据管道，将来自各连接设备的数据从多个来源传输到集中存储库，以便更好地利用，确保用户使用的是最新的数据<sup>9</sup>。这些数据可用于预测性维护、环境监测和智能城市管理应用。这些应用机会存在于数据存储的广阔前景中，包括数据湖、磁盘主轴和驱动器等，每一个场景都具有复杂性和非常实际的成本。

“任何不使用实时数据的事情对最终消费者来说都是非常令人沮丧且感到反常的，”**AWS**的通信和流媒体副总裁Mindy Ferguson说道，“对于客户来说，始终可用的实时数据已经成为一种合理预期。这就是我们生活的世界所面临的现实情况。”<sup>10</sup>

## 应用系统

这个庞大的类别包括企业通过“5R”（平台重构、修复、重振、代替和减少投入）中的一个或多个手段来逐步现代化改造老旧定制应用系统。此外还包括套装应用程序（如：ERP 和 SaaS 应用系统），它们需要明确的升级策略，因为供应商在持续地改进产品。同时还要处理不可避免的一系列定制化需求，这些需求会使升级路径和系统集成变得更加复杂。

此外，操作技术 (OT) 应用和产品技术栈，例如为客户提供的嵌入式产品和数字化产品，也将被纳入此类别的检查范围。

## 劳动力

许多公司正在面临一个由内部员工和第三方承包商组成的团队，这一团队可能还没有为上述的现代化改造做好准备。为了改善技术团队的人才招聘和留任，管理者需要优先考虑现代化的工程体验，包括投资开发工具（贯穿软件开发全生命周期）、流程和文化等方面，正如我们在趋势“[从 DevOps 到 DevEx](#)”中所讨论的。

## 网络风险和信任

最后，企业需要考虑在多个领域中的网络安全状况：安全与隐私、合规性以及道德伦理。前两个领域可以通过网络安全自动化进行跟踪和改进，特别是为了跟上不断增长的 AI 生成内容的数量，正如我们在趋势“[慧眼金睛](#)”中进一步讨论的那样。道德规范则需采取更加细致入微的方法，[企业应该及时了解](#)有关技术对社会可能造成哪些危害的最新思考<sup>11</sup>。

核心健康检查在这五个领域带来的收益既包括财务方面的，也包括无形的。例如，积极管理和减少技术负债的管理者预计能够至少提升 50% 乃至更快的业务服务交付效率<sup>12</sup>。而开发人员节省下来的时间可以用于开发更多功能，从客户那里获得收入，或者帮助员工提高效率。也许最重要的是，技术负债的精准跟踪体系可以让组织在决策数字化改造投资的时点和优先级时获得信心，而不会为了盲目跟从市场而手忙脚乱。

## 展望：能自我修复的核心系统

在未来十年现代化改造需求的进程中，如果技术能够变得自适应和有弹性，能够在没有过多干预的情况下“修复”自己过时的代码或系统，那该有多好呢？

系统自愈并非新鲜概念。在自然界中，无论是在微观层面（如：骨折自愈）还是宏观层面（如：森林火灾后整个生态系统的重建），都是大自然向我们展示出来的弹性设计实例的巅峰。因此，不足为奇的是，仿生学领域——受自然启发的设计——近年来受到了更多关注，并且已经在[技术领域开始应用](#)<sup>13</sup>。

例如，自愈合原材料如离子凝胶利用凝结特性来修复受损的机器人零件，当机器人感知到手臂和手部材料上有切口时触发<sup>14</sup>。同样的过程也被用于电路的修复：当电路受损时，液态金属的胶囊可以自动释放到电路中，修复电连接<sup>15</sup>。

重要的是，自愈系统正在逐渐从原子世界进入数字世界。以自适应 AI 为例，它已经从人类发起的机器学习发展到无监督机器学习<sup>16</sup>。这种 AI 不仅可以解决挑战，而且在研究这些挑战的同时，可以通过开发更高级的问题来教导和重新编程自己。

沿着这些线索，核心现代化改造解决方案也有望变得具有适应性。目前，嵌入到核心系统中的 AI 可以诊断技术负债在技术栈中的积累，并在工程师编写必要的代码以进行现代化改造时提供支持（同时简化补救任务和合规操作，这些经常在技术负债增加时逐渐积累）<sup>17</sup>。事实上，德勤最近的一项全球调查显示，约 60% 的组织已经在使用 AI 优化代码和识别错误，而 50% 的组织正在使用 AI 管理代码环境<sup>18</sup>。

类似于一名正在接受培训的医生，这些技术健康的 AI 解决方案仍然容易出现错误和误诊。例如，它们在重构方面可能不如调试有效<sup>19</sup>，但随着它们在核心系统的应用时间增长，肯定会逐步改进。有一天，AI 可能能够诊断出效率低下的问题，并开发解决方案，并在不需要人类工程师支持的情况下实施解决方案。

随着这样的创新不断发展，“健康长寿”可能从一开始就融入到五个核心现代化领域中。随着技术栈的越来越多地变为软件定义，嵌入故障预期、监控和自愈的努力可以改善我们技术资产的“老化过程”<sup>20</sup>。与人类健康一样，技术健康的目标是让核心系统优雅地老去，并通过内置的支持和检查使该目标得以达成。

---

# 尾注

1. Deloitte Insights, *Connect and extend: Mainframe modernization hits its stride*, December 6, 2022.
2. Deloitte Insights, "Tech trends archive," accessed October 31, 2023.
3. Jim DeLoach, "Technical debt demands your attention," *Forbes*, June 12, 2023; Stripe, "The developer coefficient: Software engineering efficiency and its US\$3 trillion impact on global GDP," September 2018.
4. Stripe, "The developer coefficient."
5. Ibid.
6. Stefan Van Der Zijden, Howard Dodd, Anne Thomas, Tigran Egiazarov, "How to Prioritize and Sell Technical Debt Remediation," Gartner Research, September 27, 2023; Adam Tornhill, Business costs of technical debt, CodeScene, 2023.
7. Van Der Zijden et al., "How to Prioritize and Sell Technical Debt Remediation."
8. Deloitte Insights, *The state of Utah moves from COBOL to cloud in 18 months*, accessed October 2023.
9. Deloitte Insights, *In an on-demand world, business thrive on real-time data*, accessed October 2023.
10. Mindy Ferguson (vice president, messaging and streaming, Amazon Web Services) interview, July 11, 2023.
11. Deloitte, "Technology trust ethics: Technology reexamined," accessed October 31, 2023.
12. Roger Williams, *How to assess infrastructure technical debt to prioritize legacy modernization investments*, Gartner, August 17, 2020.
13. Deloitte Insights, *Tech trends 2023 epilogue*, accessed October 2022.
14. Daniel Boffey, "Robot, health thyself: Scientists develop self-repairing machines," *Guardian*, August 7, 2019; Timothy Revell, "This self-healing robot can regenerate after being stabbed," *New Scientist*, August 16, 2017.
15. Paul Rincon, "Time to heal: The materials that repair themselves," *BBC News*, October 30, 2012.
16. Will Douglas Heaven, "AI is learning how to create itself," *MIT Technology Review*, May 27, 2021.
17. Jorge Hernandez, "Tackling technical debt with generative AI," Encora, July 27, 2023.
18. Deloitte, *2023 State of DevOps Report*, forthcoming.
19. Ibid.
20. Brenton House, "Leaning into the future: An interview with Sanjay Brahmawar," Software AG blog, July 6, 2023.



---

# 致谢

## 特别感谢

感谢**Caroline Brown**。感谢您在面对压力的沉着和无懈可击的领导力。您以优雅的姿态应对并超越每一个挑战，我们对您的感激之情难以言表。

感谢**Ed Burns**和**Abhijith Ravinutala**。感谢你们以独特的方式挺身而出，不仅将观点、研究和客户访谈转化为精彩的散文，还发挥了更大的领导作用，引导我们的研究团队，并在关键时刻给予支持。我们非常荣幸能有您二位加入团队，并对你们年复一年地为《技术趋势》报告的呈现所做的贡献表示衷心感谢。

感谢**Adrian Espinoza**和**Heidi Morrow**。感谢你们巧妙地诠释了什么是成功的设计。感谢你们与人类、机器一起进行构思、策划和创作，创造出令人惊叹的报告图像、信息图表、视频等。

感谢**Natalie Haas**。感谢您出色地引领我们，确保我们按计划交付了这一年的《技术趋势》报告。我们感谢您所做的一切，感谢您为保持《技术趋势》船只的全速前进而付出的努力，和对团队的高效管理指挥，我们将非常想念您。

感谢**Stefanie Heng**。感谢您对追求卓越的坚定承诺，在这段旅程中，没有您的建议，我们就无法推出《技术趋势》报告。您的个人经历和对这个团队的投入是无价的。您帮助我们冲过了终点线，大家不胜感激。

感谢**Kelly Raskovich**。您是团队工作最积极的支持者。感谢您的指导与合作，感谢您愿意深入了解所有的事情，无论是对关乎大局的想法还是最琐碎的细节都尽心尽力。

感谢**Nathan Bergin**、**Raquel Buscaino**、**Lucas Erb**、**Angela Huang**、**Sarah Mortier**、**Nkechi Nwokorie**。感谢与我们共度这精彩的一年！我们团队之间的合作和关系是无与伦比的，感谢你们继续帮助我们加强研究实力，不断磨砺技艺。我们迫不及待地期待着下一次合作！

感谢**Deanna Gorecki**、**Ben Hebbe**、**Lauren Moore**、**Madelyn Scott**、**Mikaeli Robinson**。感谢你们在市场营销、传媒和公关方面的突破，我们不断从你们身上学习。感谢你们源源不断的想法和建议，每年都为我们带来巨大影响和收获。

感谢**Hannah Bachman**、**Aditi Rao**、以及整个**Deloitte Insights**团队。感谢你们一直以来的支持、耐心和合作，我们将推动《技术趋势》报告不断发展。

感谢**Sylvia Chang**、**Caroline Hennessy**、**Melissa O'Brien**、**Joanie Pearson**、**Molly Piersol**、**Harry Wedel**、以及整个卓越市场创意团队。感谢你们在实验和探索方面的合作和信任。我们可以始终相信，你们会一路向前，打破创意边界。作为真正的潮流引领者，为后人铺路。

## 贡献者

**Rajul Bajpai, Sonali Ballal, Criss Bradbury, Richard Brower, Scott Buchholz, Lars Cromley, Tim Gaus, Tanneasha Gordan, Sara Grove, Scott Holcomb, Randeep Khaund, Eddy Krumholz, Kasey Lobaugh, Jay McDonald, Nitin Mittal, Emily Mossburg, Faruk Muratovic, Vansh Muttreja, Sean Peasley, Rick Perez, Marcus Plattner, Abdul Rahman, Dany Rifkin, Kate Schmidt, Laura Shact, Julie Shen, Whitney Stevens, Juan Tello, Chris Thomas, Joseph Tobolski, and the Knowledge Services team.**

---

## 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。

如果您想联系我们作进一步探讨，请随时通过 [OCTO@deloitte.com](mailto:OCTO@deloitte.com) 与我们联系。

---

# 执行编辑



## 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 的首席技术官, 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。



## Bill Briggs

德勤管理咨询全球 CTO

wbriggs@deloitte.com

作为德勤管理咨询的首席技术官, Bill Briggs 帮助客户预测新兴技术对未来业务的影响, 并指导客户如何从现实出发达成蓝图。他负责研究、推行和孵化对客户业务产生影响的新兴技术, 并塑造德勤管理咨询技术相关的服务和产品。Briggs 还担任德勤首席 CIO 计划的执行发起人, 为 CIO 和其他技术高管提供洞察和经验, 帮助他们应对在业务和技术方面面临的复杂挑战。

Bill 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。他以担任 Kids In Need Foundation 的董事会成员为荣, 该组织与资源匮乏的学校教师及学生合作, 为教学和学习提供所需的支持。

---

# 德勤中国管理咨询业务联系人

## 周令坤

德勤中国管理咨询企业技术与绩效事业群总裁

德勤中国 SAP 联盟领导合伙人

lingkunzhou@deloitte.com.cn

## 刘俊龙

德勤中国管理咨询技术战略与转型服务全国领导合伙人

德勤中国管理咨询甲骨文服务全国领导合伙人

德勤中国管理咨询华北区领导合伙人

jlliu@deloitte.com.cn

## 韩光辉

德勤中国管理咨询合伙人

arthurhan@deloitte.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

长沙市开福区芙蓉北路一段109号  
华创国际广场3号栋20楼  
邮政编码: 410008  
电话: +86 731 8522 8790  
传真: +86 731 8522 8230

## 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

重庆市渝中区民族路188号  
环球金融中心43层  
邮政编码: 400010  
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

## 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

## 三亚

海南省三亚市吉阳区新风街279号  
蓝海华庭(三亚华夏保险中心)16层  
邮政编码: 572099  
电话: +86 898 8861 5558  
传真: +86 898 8861 0723

## 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, Emma Downey, and Debashree Mandal

**创意：** Sylvia Chang, Jaime Austin, Molly Piersol, Harry Wedel, and Govindh Raj

**制作：** Kelly Cherry

**封面插图设计：** David McLeod

### 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。

© 2024. 欲了解更多信息，请联系德勤中国。保留所有权利。

Designed by CoRe Creative Services. RITM1660046