

A man with a beard is holding a young child. They are standing under a tree with green leaves and small red berries. A woven basket hangs from a branch above them. The scene is bathed in warm, golden light, suggesting late afternoon or early morning. The overall mood is peaceful and hopeful.

技术展望2023

当原子遇见比特

构建数实融合的新基础

应变于新，启运未来

从洞察到行动，创造非凡价值。

 **accenture**
埃森哲

前言

拥抱数实融合新现实

我们正在迎接一个新的技术时代。虽然当前一系列的全球经济不确定性可能会让许多企业选择后退收缩，然而我们坚信领导者需要积极探索新技术，将其融入企业战略中，来实现业务差异化和竞争优势。事实上，早在十年前，我们就预测到商业将全面数字化。

埃森哲已多次阐述了企业未来十年必须面对的五大关键变革力量，其中之一就是企业全面重塑的必要性。尤其是云计算、人工智能和元宇宙的迅猛发展，不仅显著加快了变革速率和创新曲线的斜率，而且为每家企业和组织创造了越来越多的价值，这些新技术正在重塑商业模式和行业格局。

然而我们的调研表明，虽然每家企业都渴望成为这些果敢的“重塑者”，却只有8%的组织采用了企业全面重塑战略。埃森哲《技术展望》报告为此提供了一系列见解，鼓励企业及领导者立即采取行动，以数实融合为基础铺设重塑之路。

带着这一展望，埃森哲研究了现实世界和数字世界融合的进程和方式，发现构建全新现实的时机已经成熟。新一波商业转型浪潮将消除数实之间的界限，使其相互交织、相互渗透，最终合二为一。

实现这一目标不能采取循序渐进的方式，而需要大刀阔斧地进行变革。虽然目前，并非每个人都已准备好迎接这种巨变，但

企业领导者必须采取果断行动并面向未来积极筹划。企业需要在现实世界和数字世界之间建立无缝的连接，将现实世界数字化，也将数字世界实体化。

我们期待与您分享最新的《技术展望》报告，为企业奠定数实融合的坚实基础，助力企业实现更加卓越的发展。

今日的技术战略，是明日成功的必由之路，转型正逢其时。



沈居丽 (Julie Sweet)

埃森哲董事长兼首席执行官



杜保洛 (Paul Daugherty)

埃森哲技术服务全球总裁兼首席技术官

目录



通用智能 无限延展的智能边界

第21页 至 40页



数字身份 数字世界与现实身份的 全息融合

第41页 至 58页



数据透明 共享数据成为宝贵资产

第59页 至 76页



前沿探索 计算与行业科学大爆炸

第77页 至 99页



当原子遇见比特： 构建数实融合的新基础

我们生活在两个并行的现实中，一个是原子构成的现实世界，一个是比特构成的数字世界。

我们的生活在数字世界和现实世界之间切换：线下和线上购物、现场和远程办公以及人际和人机协作。为了让体验更加便捷、高效，人们试图让现实与数字世界结合得更为紧密，但依旧挑战重重。

现在时机成熟了。新一波企业转型将从打造纯数字能力转向构建数实融合的新现实，将现实世界与不断延伸的数字世界无缝结合，使两者浑然一体。要实现这一目标不能循序渐进，而是要大刀阔斧地进行变革。过去，人们可能仅仅满足于线上购物或智能设备连接，但现在我们意识到，将数字世界和实体世界融为一体有望创造全新的事物，产生新的价值。以生成式人工智能为例，很多人如

今只是用它来进行数字图像和内容创作，但我们已经能预计到未来它对科学、企业数据、产品设计和制造等方面可能产生的巨大影响。

向前这一步很难吗？是的。但即使在全球经济环境充满不确定性的当下，有一些企业已然踊跃探索数实融合的新场景、新技术、新业态和新模式，积极构建虚实无缝交互的融合新现实。



在医疗领域，这种融合现实正在推动个性化医疗护理的发展。在欧盟的资助下，一个由医院、研究人员和初创企业组成的联盟加入了Neurotwin神经孪生项目，探索人类大脑的数字孪生。^{1,2} 每个孪生都将用于帮助医疗机构了解和预测神经系统疾病的诱发因素，改进预防性干预措施。该项目计划于2023年启动两项针对阿尔茨海默病和癫痫的研究。³ 深圳大学附属华南医院和香港中文大学（深圳）合作建立了一个利用数字孪生技术探索“虚拟病人”的实验室。该实验室于2022年成立，利用患者真实的多维度多模态大数据，整合人工智能、5G、VR、AR、柔性传感等技术，构建患者的数字孪生模型。通过学习和模拟“虚拟病人”的反应，接受临床试验和医疗测试，可以实现更精准、快速的干预和疗效预测。⁴

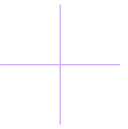
不仅如此，随着数字技术与物理技术的融合加深，我们已经开始利用科技创新的成果来应对可持续性等影响人类社会发展的重大问题，为其谋求破解之道。2022年，百威英博（AB InBev）为专门进行大麦产品升级回收的子公司EverGrain进行了产能扩容，将啤酒酿造

过程中产生的大麦副产品循环利用。^{5,6} 该公司与Airship Coffee咖啡公司联合研发了一种新的大麦奶咖啡饮料，同时还与消费品控股公司Post Holdings联合研发以大麦为原料的零食。它还为科罗娜啤酒制作了大麦秸秆材质的包装，将以前废弃的副产品转化为了纸板箱，比生产传统包装用水量减少了90%。^{7,8,9}

但并不是每个人都已准备好迎接大刀阔斧的变革。多年来，企业创新的重点在于将各种流程，以及企业的各个运营职能进行数字化改造，例如工厂车间的运行方式、客户忠诚度、广告、供应链，以及组织和团队管理。从消费者层面来说，情况也是一样的。我们花费数年构建了数字生活，已经习惯了使用数字化银行、移动社交、在线视频媒体。¹⁰

虽然我们已经建立了一个丰富而有意义的数字世界，但并没有真正将它与现实世界无缝衔接起来。数字身份和数据互操作性尚有许多技术挑战亟待解决，却已引发新的欺诈风险。许多企业已经用数字化赋能员工队伍，现在却忙于调整混合办公以减少员工流失

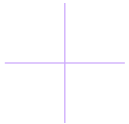
率。数字化对实体世界产生的直接影响是巨大的。据估计，2022年全球就有53亿部手机被废置。云计算让企业实现了更大的效率，但其全球碳排总量超过了商业航空公司。^{11,12}



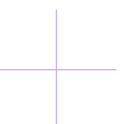
96%

的高管认为，未来十年
数字世界和物理世界的
融合将彻底颠覆他们的
行业。





数实融合与共生的世界将开启下一个十年数字化创新之路。



数实融合与共生的世界将开启下一个十年的数字化创新之路。这一新现实的基础已然展现。

去年，在埃森哲《技术展望2022》中，我们将“多元宇宙”（Metaverse Continuum）称为继数字化转型之后的下一个跨越。有些观点认为元宇宙是上一轮数字颠覆的高潮，我们则更将其视为下一轮数字化变革的序幕。元宇宙是数实融合发展进程中的转折点，将带领我们加速迈向统一的融合现实。在未来持续发展的元宇宙中，数字世界的运转将更还原我们在物理世界中的体验。反过来，我们也会使用元宇宙技术对现实世界进行重塑。元宇宙是连接数字世界和物理世界的纽带，正因为如此，我们看到，虚实互促是激发元宇宙应用潜力的最佳方式。

例如，荷兰阿姆斯特丹建造了世界上首座3D打印钢桥，其设计就是数实融合的绝佳场景。¹³ 这座桥在建造时不仅采用了3D打印和机械臂编程，而且采用了数

字孪生交互设计理念。科学家和工程师在桥中嵌入了一个智能传感器网络，收集有关振动、应变、天气状况等数据，并将收集到的数据输入到钢桥的数字孪生模型中。桥体的数字孪生以此监测桥梁的性能和安全性，发出维护指令，让工程师可以快速响应维护需求，同时也能让他们更好地了解3D打印钢材还可应用到其他哪些领域。中国的青藏高原上也正在使用3D打印技术打印一座180米高的黄河羊曲水电站，这可能在2024年成为地球上最大的3D打印建筑。该项目将完全由机器施工，基于人工智能的规划，通过电脑模型将大坝切片，分解成不同的建设步骤，每个步骤开发出相应的机器人逐层完成建设，并在施工过程的每个阶段测试结构的坚固性。建设工程中所有能源都来自当地的光伏发电和风力发电等清洁能源。¹⁴

另一方面，有一些企业则设法让数字世界“实体化”。谷歌（Google）将新的AR探路功能Live View集成到谷歌地图中。该功能通过地理定位器和智能手机摄像头将有关用户环境的详细信息或方向指引叠加到现实世界。¹⁵ 美国社交网站公司Snap为满足仅仅推出AR滤镜，它与亚马逊（Amazon）、彪马（Puma）和拉夫劳伦（Ralph Lauren）等公司合作，将3D产品建模和增强现实试穿功能集成到购物体验中。^{16,17} 数字和实体边界的逐渐模糊催生出了新的业务模式。Snap公司推出的“装扮”功能让用户可以直接在应用程序中浏览、试穿和购买新产品。该公司报告称，在过去一年间，平均每天有超过2.5亿用户使用AR购物滤镜，日均播放量超过60亿次。

虽然处于起步阶段的元宇宙是通向新现实道路上最引人注目的前沿领域，但它并不是唯一的前沿领域。OpenAI开放了最强大的自动语音识别（Automatic Speech Recognition，简称ASR）神经网络Whisper的源码，该网络接受了近70万小时的语音相关数据的训练，其准确度接近人类水平。¹⁸ ASR和自然语言处理正

在通过消除如键盘和手势等交互方式来融合数字世界和实体世界，允许人们以一种最人性化的方式参与数字世界：语音。

与此同时，协作机器人也呈现迅猛的增长趋势。据预测，到2028年，全球协作机器人市场规模将增长到163亿美元。¹⁹ 这些机器使机器智能和自动化的力量渗透到实体世界，不但可以减少人工工作强度，还能提高工作场所效率。例如，新型医护协作机器人Moxi通过处理运送物资等日常任务，让医护人员有更多时间照顾病人，为其节省了3200个小时。²⁰

未来将充满许多激动人心的创新与突破，引领我们走向新的前沿。我们不仅在推动数字化发展，还要让此前努力打下的数字基础发挥作用。数字和实体世界的融合不仅仅会孕育新的产品和服务，更是推动科技前沿探索的关键力量。领军企业正在开发新工具，引发行业颠覆，改写世界的运作方式。

可以肯定的是，当原子
与比特合二为一，我们将
解锁全新的可能。



技术展望2023：

构建数实融合的新基础

未来十年内，虚拟现实和物理现实的并行交织将持续发展演变。企业首先会在特定的行业场景中找到机会。这可能开始于为某座桥梁构建数字孪生、在医院中部署机器人技术，或者让一位产品设计师与生成式人工智能合力创作。但随着这些创新的涌现，我们将看到这两个并行现实相互渗透。最终，原子和比特的融合将改变物理世界和数字世界的原有构成。当物质、生命与技术深度交融，技术能力呈指数级增长，我们将步入一个全新的世界。

本年度《技术展望2023》探讨了推动数实融合发展的技术趋势，以及企业要实现长远发展所需采取的行动。我们首先讨论了虚实边界的模糊化，然后阐述了应对棘手问题的新思路，最后探讨了突飞猛进的科技革命和产业变革将为世界和企业发展带来哪些新动能。

“通用智能”探讨了人工智能基础模型如何成为企业未来的战略要务。由于企业将依赖大量的数据和洞察来开发新的解决方案,因此需要发挥新一代人工智能所拥有的完整能力。

当生命主体进入数字世界，并与数字虚体进行双向连接和打通时，将构建一体化的**“数字身份”**，打破阻碍数实融合发展的信息、时间和空间壁垒，推动新一轮创新变革。

“数据透明”探讨了透明的数据将是下一阶段驱动企业变革的宝贵资源。全球范围内对数据的供应和需求都在急剧增加。企业将需要重新考虑数据收集和架构设

计，并逐步共享重要的数据。企业领导应把握良机，积极通过提高数据透明度与客户建立信任，否则将面临客户流失的风险。

最后，**“前沿探索”**为企业提供了一扇窗口，让他们了解未来的发展趋势：不断延伸的科技前沿。它探讨了科学和技术之间正在加速的“双向反馈”，两者如何相辅相成，合力破解世界的重大挑战。



原子和比特共生： 从IT和OT到ST

企业将原子和比特结合在一起，势必会引发一场科技革命。随着数字现实和物理现实交叉渗透形成融合新现实，自然科学和数字技术互为“乘数因子”，放大相互作用力，从根本上重塑我们周围的世界。各大企业已经制定了包含管理信息（简称IT）和控制物理系统（简称OT）的技术战略。为了充分释放虚实融合的价值，企业需要将该战略扩展到第三个维度，即科学技术（Science Technology，简称ST）。



以DeepMind最近推出的一项名为“AlphaFold”的开源人工智能为例，当AlphaGo和AlphaStar两款人工智能挑战各种游戏时，AlphaFold转向了更为实用和重要的应用层面：蛋白质折叠。²¹ 蛋白质是一切生命的基石，它们独特的三维结构决定了其将发挥什么功能。例如，如果制药公司计划研发一种新药，只有了解各种蛋白质的形状，才能更好地了解药物反应。曾经，这些都属于劳动密集型研究，或者是计算密集型模拟。但在2022年夏天，DeepMind公开发布了一个包含2亿种不同蛋白质结构的数据库（几乎涵盖了人类已知的所有蛋白质），现在可供全球所有企业和研究人员使用。²²

这个突破的重要意义不仅仅在于破解了蛋白质折叠。AlphaFold的成功对于所有行业的企业领导者来说意味着未来世界将展现各种全新的可能。AlphaFold突破了生物学领域至今为止最大的挑战之一，简化并加快了蛋白质折叠结构的研究。AlphaFold问世不久后就成为生物学领域的一款重要工具，加速了药物研发以及新型细菌和植物结构研究等活动，也加深了我们对致命疾病的认识。²³ 这就

是科学和技术相结合的真正力量，不仅仅在于提高效率、加快速度，更在于它打破了行业天花板的限制。

面对未来发展，领导者要致广大而尽精微，锚定方向。企业进行数字化转型时往往是“向内看”，为了在竞争格局中占据优势地位，他们将重点放在打破僵化机制、重新定义伙伴关系、重新规划市场定位，以及打造引领市场的新模式。但注重科技的企业将目光放得更远，他们避免同质化竞争，而是立志改写游戏规则。

随着数字现实和物理现实交叉渗透形成融合新现实，自然科学和数字技术互为“乘数因子”，放大相互作用力，从根本上重塑我们周围的世界。



新墨西哥大学（University of New Mexico）的计算化学研究员使用高性能计算在短短四年内完成了一项研究，其工作量相当于使用一台笔记本电脑工作7257年。²⁴ 从事生物技术生产的独角兽公司Solugen利用科学技术开发了一种用玉米糖代替化石燃料制造工业化学品的新方法，并且与水处理供应商合作，开展了采矿废水处理业务。²⁵ 诺基亚正与AST SpaceMobile公司合作建设世界上首个能够向偏远地区提供5G网络的近地轨道卫星网络，这样做将扩大农村或其他服务欠缺地区的宽带应用网络覆盖。²⁶

新一代技术颠覆不仅推动着当下数字化的发展，而且在加速驶向令人惊叹的未来。前进的道路将充满挑战和坎坷。尽管有些技术，如量子计算、人工智能和扩展现实可能会有所帮助，但重点不再只是投资于某一项技术或是制订技术战略，而是以数实融合为目标规划企业的创新战略。如果企业能成功实现这一目标，则能在这场技术变革中立于不败之地，面对多变的局势依然展现强大韧性。



重大挑战：

在新的融合现实中乘风破浪

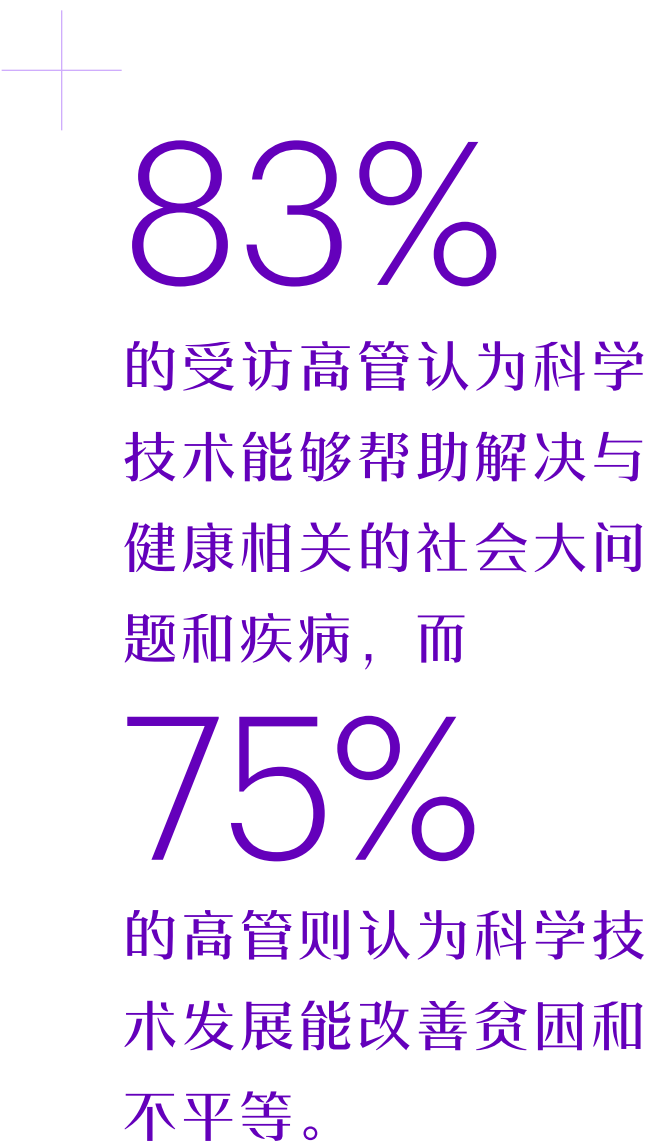
构建虚实融合的现实绝非朝夕之功，从投资颠覆性的前沿科技到产业重塑，想要成为行业领头羊的企业首先需要思考这三个问题：做什么？为什么要做？为什么要从现在就开始行动？

当今企业面临重重挑战：全球劳动力结构调整、供应链脆弱，以及虚假信息充斥社交媒体。同时，为了满足客户的合规需求和政府的监管需求，企业面临越来越大的可持续性压力。此外，网络安全防御的能力建设也受到了越来越多企业的关注。但与过去所不同的是，这些挑战都相互关联，需要多方面系统地、协同地应对。

全球范围内，劳动力短缺和港口货物积压对整个食品行业造成了严重影响。^{27, 28} 52%的全球企业表示其供应链合作伙伴受到了勒索软件的攻击。²⁹ 当今世界的各类挑战，早已不再能单凭企业一己之力解决。

事实证明，过去落后的战略和技术已无法解决企业当下直面的重大挑战，时代在呼唤新的技术。构建原子和比特的融合现实是以新方式解决新问题的必要途径，并且只有联合起来彼此支持才能够应对这些迫在眉睫的严峻挑战。

可持续性是全球发展的核心议题。环境影响是当今企业和世界面临的最紧迫也最重大的挑战之一，越来越多的企业渴望贡献自己的一份力量，实现目标。现实情况是，尽管很多企业热情高涨，但仍然无法实现他们的目标。³⁰ 然而，在共享解决方案出现后，未来变得更可期了。硅谷科创企业Mango Materials是一家专门从事可再生生物产品研发的公司，它与世界各地的研究人员合作，开发了一种由细菌生产、可在海洋中分解的生物塑料。³¹ 到目前为止，已经有五家海洋设备制造合作伙伴承诺，一旦这种新型可降解生物塑料问世，就会用它代替所有的传统塑料，并且随着合作的深入，还会探索将其商业化和用于其他产品。³²



提升医疗服务水平也依然面临着巨大的挑战。在使用数据改善治疗方面，为了尊重患者隐私，医院通常只能使用自己的数据集。但在《自然医学》（Nature Medicine）杂志最近发表的一项研究中，全球20家医院参与了联邦学习（federated learning）模型EXAM的训练，该模型预测了新冠患者可能的供氧需求，³³ 同时利用了所有参与医院的数据，包括患者生命体征、实验室数据和胸透X光片，但每家医院都训练了自己的人工智能模型副本，并定期与中央服务器共享更新，然后中央服务器会更新汇总以训练全局模型。在这个案例中，医院创建了一个他们以前无法拥有的融合现实，使用联邦学习来安全地共享医疗健康数据，以改进人工智能预测。

环境影响是当今企业和世界面临的最紧迫也最重大的挑战之一，越来越多的企业渴望贡献自己的一份力量。



数实融合的基础

随着全球性挑战日益增多，企业迫切需要重新调整业务目标，并思考如何才能更好地解决这些问题。曾经一些被视为无法解决的难题，如今却随着原子和比特的不断融合有望得到破解。通用智能提供了协助我们的机器能力；数字身份为我们提供了跨越数字世界和物理世界的基础；数据透明可帮助建立信任，并提供了解决全球性问题所需的数据洞察；随

着我们将自然科学和信息技术更紧密地结合在一起，前沿领域的探索在不断延伸。这些都是构建融合现实的基础，是推动社会发展进步的强大引领。

整个世界正在翘首以待。您会怎么做？

2023四大技术趋势

通用智能 无限延展的智能边界

基础模型的问世堪称人工智能历史上的最大变革之一。借助基础模型，企业的工作重点从构建人工智能，转向学习如何与人工智能合作。

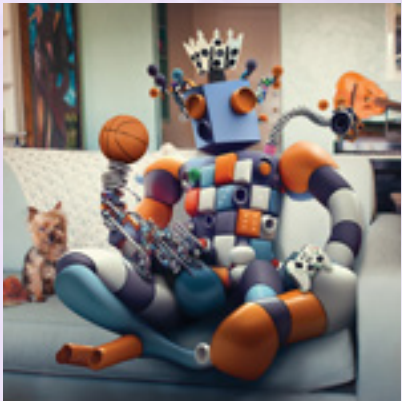


数字身份 数字世界与现实身份的全息融合

数字身份正在成为新一代技术颠覆的催化剂，一些领军企业已经开始主动探索数字身份的商业应用，以期在这一领域抢占先机。

数据透明 共享数据成为宝贵资产

企业可以通过开放数据，建立更透明的数据生态，从而加强与各方以及整个行业的联系和合作。



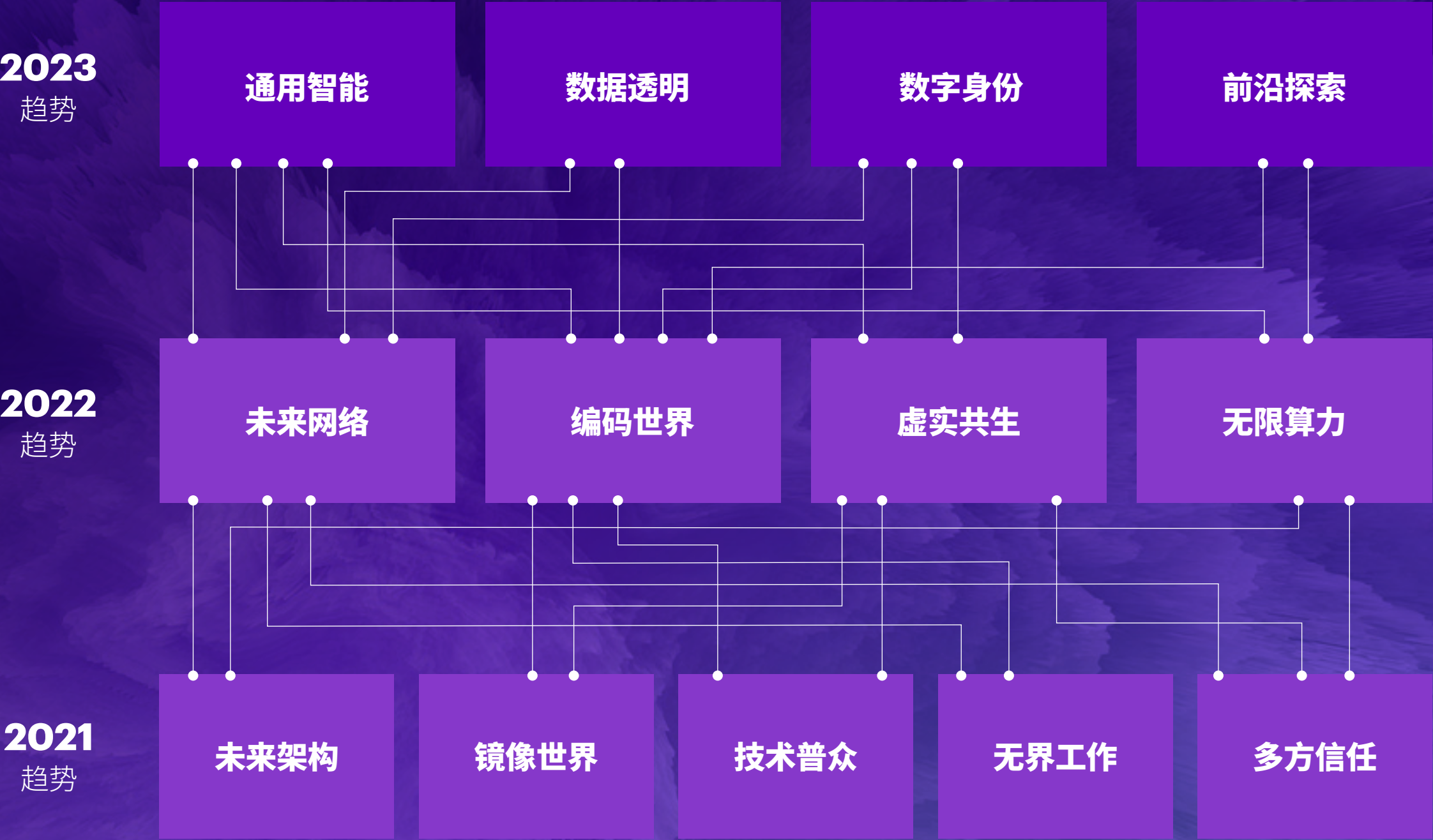
前沿探索 计算与行业科学大爆炸

在长达数十年的时间里，企业一直高度关注数字技术的发展，但现在科学技术又重回重要议程。

趋势发展

《埃森哲技术展望》以三年为周期，清晰展示出技术沿革的脉络。让我们再来回顾2022和2021两年曾阐述的各项趋势。

我们主张以全局视角来观察趋势沿革，既有的技术能力是企业构建下一代业务的基础，并且推动企业把握最新的技术趋势。



+ 2022年趋势

未来网络 融入元宇宙

元宇宙和Web3将改变虚拟世界的底层构建和运作模式，数据所有权将重塑互联网的消费和生产关系。



编码世界 个性化星球

我们的世界走向可控制、可定制和自动化，万物皆可编程。



虚实共生 合成但真诚

当人工智能生成的数据和合成内容难辨真伪，对真实性的甄别已成为新的导航标。



无限算力 开启新希望

新一代计算机将帮助人类跨越计算门槛，解决世界上最棘手的问题， 引发行业颠覆性变革。



2021年趋势

未来架构 夯实企业发展地基

新时代下，面向未来的企业架构将会是企业打造竞争力、激发业务活力的关键一环。

镜像世界 数字孪生智能泛在

数据、人工智能和数字孪生技术的大量广泛应用推动了新一代商业和智能世界的崛起。

技术普众 人机融合全员创新

自然语言处理、低代码平台、RPA等工具大大降低了技术实现的难度，引发技术普众的讨论。

无界工作 就地开展柔性协作

远程办公即将从应急措施走向常态化，企业有望突破地域限制，打造没有边界、灵活动态的组织团队。

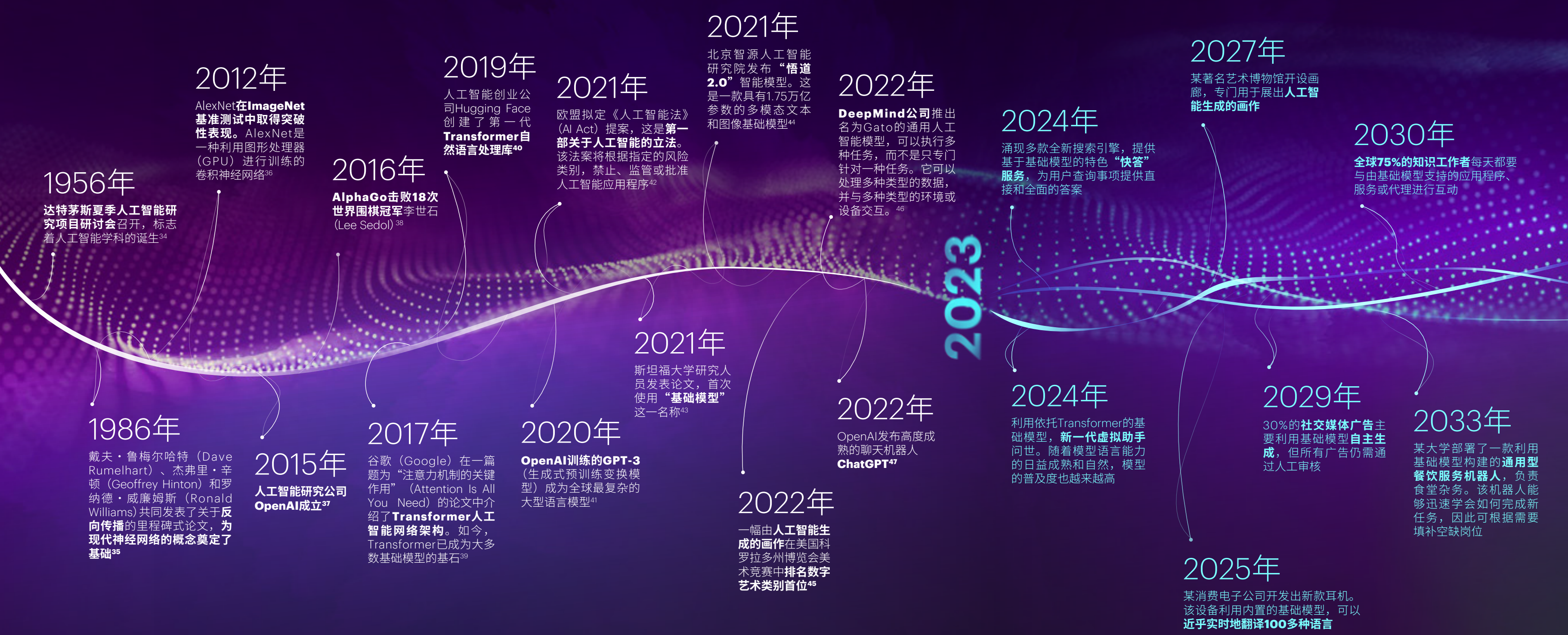
多方信任 混沌格局下的生机

新冠疫情让行业格局重新洗牌，企业不得不重新建立新的合作伙伴关系，多方信任应运而生。

通用智能

无限延展的智能边界

发展历程 | 通用智能





趋势概述

人工智能掀起互联网变革浪潮。

2022年底，OpenAI公司展示了一款功能强大的新型聊天机器人——ChatGPT，迅即引发全球体验热潮。⁴⁸无论面对复杂的开放式问题，还是创作主题晦涩、风格奇特的诗歌和散文，ChatGPT的回答都令人惊叹，甚至充满幽默。例如，用户要求ChatGPT用英文詹姆斯钦定版《圣经》的语言风格，解说如何从录像机中取出花生酱三明治。⁴⁹

在之后不到四个月的时间里，OpenAI又发布了备受期待的新一代人工智能GPT-4。这款软件具有更强的创造力，可以同时处理图像和文本输入、乃至更细微的指令做出响应。^{50, 51}

实际上，早在ChatGPT诞生之前，互联网上就已涌现出大量由人工智能生成的艺术作品。各种文本转图像生成器，如Stability AI公司的Stable Diffusion、Midjourney，以及OpenAI的DALL·E 2等，都能根据文本提示生成栩栩如生的图像，效果令人惊叹。仿照莫奈（Monet）画风生成的《两只跳华尔兹的水豚》便是其中的典范。

这波AIGC（人工智能内容生成）浪潮如此激进，发展如此迅猛，以至于反对之声也日渐高涨。由此引

爆的争论涉及美术比赛的公平性、艺术风格模仿的道德问题、法律风险、以及对民生的影响等众多方面。人工智能与艺术产业的关联显而易见，但在其他领域，很多企业仍然认为这只是短期风靡的新奇事物。这种想法显然有误。

这些生成的内容标志着人工智能进化史上最重大的跨越式变革之一：具有卓越任务适应能力的预训练模型，将彻底改变各行各业企业应用人工智能的方式和场景。

2017年，谷歌研究人员在人工智能模型架构方面取得了里程碑式创新。⁵²自此以后，科技企业和研究人员一直致力于加快人工智能的更新换代，将模型规模和训练集体量扩大了1万倍之多。其结果是：强大的预训练模型（又称为“基础模型”）在接受训练的领域内表现出了前所未有的适应性——无论是涉及语言、图像，还是蛋白质结构。凭借这种适应力，基础模型可以完成各种各样的任务，而无需接受针对特定任务的训练。与此同时，很多企业也在通过应用程序编程接口（API）或开源等方式，为第三方提供访问权限，确保所有人都能使用这些先进模型。



96%

的受访全球高管对人工智能基础模型带来的新功能表示非常或极为兴奋。

这绝不是一次简单的技术进步。虽然基础模型并非人工智能研究的唯一进步领域，但潜在的影响规模和可部署速度，正推动其成为企业创新议程的重中之重。借助基础模型，企业能以不同的方式处理多项任务和挑战，将工作重点从构建自身的人工智能，转向学习如何与人工智能合作。

香港理工大学的AiDLab人工智能设计研究所研发出全球首个“以设计师原创灵感为主导”的人工智能设计系统，通过一系列特定的AI技术回应设计师的不同需要，辅助他们在构思及设计过程中创作出独有的设计。⁵³ 此外，AiDLab开发了多项利用AI进行客制化产品设计的项目，如通过3D设备扫描和AI优化增强眼镜产品的定制。设计者认为探索以人为本和优先考虑人类需求的智能设计框架和解决方案将成为健康生活的重要趋势。⁵⁴

汽车用品公司车美仕（Carmax）购买了微软的Azure OpenAI服务，借助于大型语言模型GPT-3（即GPT-4的前一版本），车美仕为潜在买家提供评论摘要，改善购车体验。⁵⁵ 潜在买家在决定购车前可能需要参阅大量信息，车美仕用GPT-3快速读取和汇总10万余条客户评论，涵盖了公司销售的所有汽车品牌、型号和年份。从这些评论中，模型又能进一步生成5000条易于阅读的评论摘要。车美仕表示，若交由编辑团队处理该项工作，估计需花费11年时间方可完成。

与此同时，其他企业亦在开展各项基础模型试验，使之适用于各种任务，包括支持客服机器人、生成产品设计、自动编码，等等。伴随模型的大步进化，各行各业的组织也在迅速探索新的应用场景。阿里巴巴集团打造的企业级智能移动办公平台钉钉接入阿里的通义千问大模型，用于群聊、文档、视频会议及应用开发四个场景。⁵⁶ 百度展示了“文心一言”大模型在文学创作、商业文案创作、数理推算、中文理解等多个场景中的综合能力。⁵⁷ 万科利用微软Azure OpenAI打造了客户反馈分析平台，利用GPT-3模型从大量舆情、投诉和突发事件数据中提取特征，通过AI模型整合判断结果，实时呈现相关事件并预警，这使得投诉数据标签的准确率提升了5%。⁵⁸ 美团生活服务通过“悟道”大模型，在搜索广告、智能助理、评价标签三大应用场景上进行了对比实验，结果表明该模型带来了明显的改善，其中在搜索广告上带来了2.7%的收入增长。⁵⁹

得益于基础模型不断拓宽和延展我们对人工智能的应用，企业有望改变人类与人工智能的交互方式，构建全新一代的人工智能应用和服务。

因此，每家企业都必须高度重视基础模型。要想驾驭新一代人工智能应用大潮，充分利用基础模型推动使人耳目一新的商业解决方案和产品，企业需清楚了解自身的各项优势和能力，并从当下开始，持续关注人工智能的进步。人工智能的发展基石已然改变。企业应勇敢地挺立于潮头浪尖，否则便可能市场中失去立足之地。

技术动向

若想把握人工智能新时代的脉搏，并为构建新一代人工智能应用做好准备，我们首先需要探究基础模型的独到之处。



人工智能新类别

2020年，OpenAI发布的GPT-3成为首款赢得公众广泛关注的基础模型。首先，它是当时全球最大的语言模型，推动了该领域的突破性进步。同时，GPT-3展示出了前所未有的能力。它不仅教会自己执行未经训练的任务，表现甚至优于其他专门训练过的模型。在此后几年里，更多的超大模型相继涌现。谷歌、微软、Meta、百度等公司纷纷开发了自身的大型语言模型。^{60, 61, 62, 63} 一些企业亦开始构建大型多模态模型，如前文提及的GPT-4、文本转图像生成器等，以此利用多种类型的数据（如文本、图像、视频或声音）来训练模型，并学习识别数据之间的关系。⁶⁴

2021年8月，斯坦福大学“以人为本”人工智能研究院（Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence）使用“基础模型”一词来定义这种新型人工智能。⁶⁵ 该院的研究人员将此类基于大量数据训练、具有显著下游任务自适应能力的大型人工智能模型统称为基础模型。

在当下实践中，这类模型通常会以Transformer机器学习模型为基础，并自带海量参数，从数亿到数万亿不等。基础模型之所以能够改变人工智能市场规则，是因为它们接受了广泛的数据模态（或语言和图像等多模态）训练，而非针对特定任务的训练。同时，基础模型只需很少的训练——甚至无需额外训练，就能利用这些数据类型学会如何完成新的任务。换言之，基础模型是胜任诸多领域的通才。

DeepMind公司的Gato是迄今为止最令人振奋的新型产品之一。在此之前，DeepMind曾创建AlphaZero模型，其精通国际象棋、围棋和日本将棋。但AlphaZero在学习围棋规则时需要覆盖国际象棋的知识。而Gato是一款多模态模型，可以完成600多项不同的任务。^{66, 67} 只要利用一个具有固定权重的人工智能模型，Gato便能执行聊天、为图像配字幕、玩电子游戏、用机械臂堆积木等各种任务。此外，它可以同步学习多项任务并自由切换，而不会遗忘已掌握的技能，因此DeepMind公司将Gato称为“全能型代理”。

2021年8月，斯坦福大学“以人为本”人工智能研究院使用“基础模型”一词来定义这种新型人工智能。

基础模型工作原理

两项关键创新助推了新一波人工智能大潮。其一是Transformer模型，由谷歌研究人员于2017年推出。⁶⁸ 作为最新的人工智能模型类别之一，Transformer是一种可以识别和跟踪序列数据关系（例如句子中一系列单词）的神经网络，有助了解其相互之间的依存和影响。此类模型普遍通过自监督学习进行训练。对大型语言模型而言，这或许意味着要浏览数十亿个文本块，再将单词隐藏起来，根据上下文猜测，然后循环校验，直至能非常精确地预判这些词汇。⁶⁹ 这种技术也适用于其他类型的序列数据。比如，一些多模态文本转图像生成器可以根据周围环境预测像素簇，从而实现转换。

另一项创新则是规模化，即大幅增加模型规模，以及后续用于训练模型的计算量。我们通常用参数来表示模型的大小，参数是神经网络中的数值或权重。经过训练的神经网络，能以特定的方式响应输入的各种指令或任务。⁷⁰ 一般而言，参数越多，模型从训练数据中吸收的信息量越大，随后的预测也愈发准确。但OpenAI通过

GPT-3证明，大幅增加Transformer模型的参数量和训练算力，不仅可以提高模型精度，还能让其学会从未训练过的任务。

具备这种新型学习能力（又称“小样本学习”和“零样本学习”）的基础模型，只需少量特定任务的训练样本，甚至无需任何样本，便能成功完成新的任务。DeepMind打造的另一款参数量达800亿的多模态视觉语言模型Flamingo尤其擅长于此。⁷¹ 在2022年发表的一篇论文中，DeepMind研究人员介绍了Flamingo如何在各种视觉和语言任务中进行小样本学习，仅需少数几个输入/输出样本提示，且研究人员不必更改或调整模型权重。在6项测试任务中（总计16项），未经任何再训练的Flamingo以出色表现超越了其他接受过大量特定任务数据训练的完善模型。

Transformer是最新的人工智能模型之一，它是一种可以识别和跟踪序列数据关系（如句子中一系列单词）的神经网络，能够更好地理解它们之间的依存和影响。

基础模型的未来发展

基础模型无疑有力地拓展了技术边界，但必须认识到，基础模型领域也在迅速发生变化。斯坦福大学《2022年人工智能指数报告》（2022 Artificial Intelligence Index Report）指出，自2017年以来，每年全球人工智能出版物数量呈大幅增加态势。⁷² CB Insights数据显示，2022年，生成式人工智能初创企业获得的投资创下历史新高，其中110笔交易的融资总额高达26亿美元。⁷³ 2023年初，微软宣布开启与OpenAI的下一阶段合作，并追加数十亿美元投资。⁷⁴ 由此可见，企业需时刻关注基础模型领域的最新进展，从而及时了解基础模型对所在行业和自身经营产生的具体影响。

基础模型最重要的发展方向之一，与训练所使用的数据类型息息相关。但目前，这些数据类型仍相当有限。当前，大多数基础模型都是接受自然语言训练的大型语言模型。即便是多模态模型，通常也只用语言和图像数据进行训练。不过，一些企业正在竭力扩展数据类型，以解锁更多的数据模态。

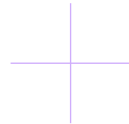
这或许意味着，企业要为新类型的数据构建独立的基础模型。例如，Meta公司开发了一种蛋白质折叠模型（即学习“蛋白质语言”的大型语言模型），将蛋白质结构预

测速度提高了60倍。⁷⁵ 美国德克萨斯大学奥斯汀分校、印度理工学院马德拉斯分校和谷歌研究院联合组建的研究团队则提出了“通用神经辐射场模型”（Generalizable NeRF Transformer/GNT）的概念。这种基于Transformer的模型架构，可用于重建神经辐射场。^{76, 77} 神经辐射场（NeRF）是一种神经网络，能根据部分二维视图生成三维场景。利用Transformer模型试验来生成此类三维数据，或将对元宇宙的建设产生重大影响。

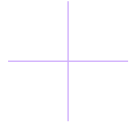
与此同时，其他企业也在努力将更多数据类型纳入单个模型中。例如，微软Florence便是一款为通用计算机视觉任务而构建的基础模型。⁷⁸ 虽然Florence只接受过大型“图像-文本对”数据集训练（指由一张图片和一段文字组成的数据对，这种数据集通常用于训练图像识别和自然语言处理模型，以便使模型能够理解图片和文字之间的关系），但它的结构相对简单，其双塔结构仅包含一个语言编码器和一个图像编码器，但其创建者仍设法通过基于图像编码器的视频适配器，进一步扩展其学习能力以适应视频任务需求。扩充数据类型，是构建计算机视觉基础模型的关键一步，使之普遍适用于现实世界的视觉任务，并促进在安全、医疗保健等领域的应用。

97%

的受访全球高管认为，人工智能基础模型有助不同类型实现连通，从而彻底改变人工智能的应用场景和方式。



企业需时刻关注基础模型领域的最新进展，从而及时了解基础模型对所在行业和自身经营产生的具体影响。



企业应密切跟踪的另一关键领域，则是基础模型构建和部署的便捷化。快速增长的计算需求，以及处理大规模计算所需的相关成本和专业知识，是当前面临的最大障碍。多方报告显示，最大型人工智能模型训练所需的计算量正呈指数级增长，从每10个月翻一番，加快至每3.4个月便翻一番。^{79, 80} 模型即使经过训练后，还需通过微调才可处理不同任务，因此所有下游应用变体的运行和托管成本亦十分高昂。在现有的云计算设置条件下，保持多个基础模型随时在线需要支付庞大费用，而每次加载模型的速度却非常缓慢。

近期成功融资1.99亿美元的独角兽企业Anyscale正着力消除这些障碍。⁸¹ Anyscale由加州大学伯克利分校的一群研究人员创立，其搭建的开源框架Ray通过简化机器学习工作负载的扩展与分配，提升了基础模型的访问速度。该框架目前主要用于训练OpenAI最大规模的人工智能模型，如ChatGPT。⁸² 初创公司Cohere也利用Ray来训练大型语言模型，构建自然语言处理（NLP）开发者工具包。⁸³ IBM也在借助Ray实现零拷贝模型加载。IBM将模型权重存储在共享内存中，并使用Ray即时加载集群资源，再将其重定向到应

用程序当前需要的任何模型。⁸⁴ 这样，用户便无需调整内存加载的模型变体数量，并有望简化基础模型的适应和部署过程。

基础模型的全新功能以及技术的不断进步，被一些业内人士视为迈向强人工智能（AGI）的重要转折点。强人工智能（又称为“通用人工智能”）是一种能够像人一样学习任何智力任务的人工智能系统。只有时间才能证明，基础模型背后的技术和方法未来是否足以实现某种形式的真正强智能。尽管如此，基础模型在某些数据类型中达到的通用程度仍具有重要意义，能够全然改变企业应用人工智能的方式和场景。

变革启示

当前，企业面临的问题并非基础模型是否会影响其所在行业，而是会产生哪些具体影响。基础模型具有广泛的适应性，理论上可用于完成各种任务。那么，应当将基础模型部署于何处？怎样部署？可尝试用基础模型解决哪些问题，针对不同问题需引入哪些不同的技术？企业围绕这一系列考量所做的决策，将决定其最终的差异化竞争力。



基础模型的优势

要让基础模型发挥应有价值，首先必须清楚了解其带来的切实改变。基础模型不仅具备技术能力，更能支持企业开展以往无法从事的业务。总体而言，基础模型具有两大优势。

首先，基础模型有望深刻改变人机交互方式。例如 ChatGPT 代表着搜索和知识检索的未来，⁸⁵ 可以撰写诗歌论文、调试代码和回答复杂问题。⁸⁶ ChatGPT 还能记住之前的对话，因此回复时可以酌情修改或详细说明，从而使人机交流更加流畅自然。

这一点之所以重要，是因为许多基础模型本身就是（或包含）大型语言模型，所以会将自然语言作为交互界面。这也是基础模型有助催生新一代人工智能应用的重要缘由：人们可以轻松地与之交流。例如，Frame 公司正利用能生成代码的大型语言模型设计三维元宇宙教室，老师只需大声描述他们想如何布置教室即可，⁸⁷ 无独有偶，英伟达公司（Nvidia）首席执行官黄仁勋（Jensen Huang）也预计，大型语言模型将成为生成三维图像和形状的核心技术，从而塑造出更加丰满的元宇宙空间。⁸⁸

基础模型改变人机交互方式的另一体现便是革新工作流程。谷歌曾使用基础模型开发了一款代码补全工具，并交由一万多名工程师对其做了为期三个月的测试。⁸⁹ 结果表明，编码迭代时间缩短达6%。不可否认，基础模型具有革新工作流程和提高生产力的潜力，即使处理高度复杂的任务也不在话下。又如广告主通过与AI对话的方式表达营销需求可以简化广告投放流程。阿里妈妈用生成式AI打造定价大模型，从海量数据中挖掘营销模式，根据实时数据对出价进行动态调整，从而进一步提高广告投放效果和ROI。⁹⁰

不久的将来，企业很可能着手大幅拓展模型应用的多样化水平，在产品开发、业务流程等方面提供更强的任务支持。



基础模型的第二大优势在于，它可以打造在过去难以实现、甚至完全无法实现的新应用和新服务。对于大多数希望扩大人工智能使用规模的企业而言，面临的主要问题是缺乏训练数据。而具备“零样本”和“少样本”学习能力的预训练基础模型，显然可以规避这一局限。基础模型需要海量的前期数据，这些数据通常由模型创建者负责处理。模型一旦完成训练，企业便可使其适应一系列下游任务，往往只需几个示例便能构建新的功能，或利用小型训练集对模型加以微调。如此一来，企业能够更加方便地开发和部署模型，而无需花费数月精力和大量投资，从零打造新的人工智能应用程序。例如，IBM已着手在沃森（Watson）解决方案组合的部分产品中改用基础模型。⁹¹ IBM发现，借助预训练语言模型，Watson NLP只需通过几千个语句的训练集——仅为以往模型所需训练集规模的百分之一，就将掌握对一种新语言的情感分析能力。经过一年左右的训练，IBM已成功将Watson NLP的支持语言从12种扩展至25种。

观点拓展：合成数据与基础模型

数据和基础模型的融合发展呈现了一个有趣的事实：基础模型需要大量数据来训练，而一旦训练完成，就可以通过这些模型来生成新的数据。

与此同时，许多企业缺乏现实世界的标记数据和边缘案例数据，或者担负着数据隐私保护义务。对受到此类约束的众多企业而言，合成数据将大有裨益。在训练和验证自动驾驶汽车、以及系统调用医疗档案或财务数据等诸多领域中，合成数据均有望发挥重要作用。

另一方面，随着企业不断开发新的基础模型，训练数据可能会逐步耗尽。大多数语言和图像模型都依赖于海量网络数据，而企业扩大模型规模，取决于能否找到新的数据来源。此外，开发新模态的基础模型或将需要大量难以获得的数据。面对这种形势，即便是源自早期基础模型的合成数据集，亦有可能成为构建新模型的强大工具。

多模态基础模型能够识别多种数据类型，并确定数据类型之间的关系。这种能力突破了人工智能的极限，使构建强大的新系统成为可能。例如，多模态模型GPT-4可以同时支持图像和文本输入。如果有人向它展示冰箱内部的图片，它不仅能正确识别冰箱里的物品，还能根据这些食材提出备餐建议，然后提供分步骤的烹饪指南。⁹²

Meta公司很早便发现了人工智能系统在解析平台内容方面的价值，尤其是对仇恨言论的检测。这项工作对机器而言一直难度较大，因为平台用户往往采用多模态方式交流（如图文结合的幽默笑话）。因此，Meta启动了一系列多模态的基础人工智能项目，用于分析文本、图像和视频等不同类型的交流内容。Meta创建的仇恨模因（Hateful Memes）数据集，可解决模因分类公开训练数据不足的问题；此外，Meta还开发了多模态基础模型FLAVA，能够同时执行数十项任务；而其创建的Omnivore模型，可处理跨越图像、视频和三维数据的任务，比如同时检测视频和图像内容等。^{93, 94}

尽管多模态基础模型仍相对较少，且大多为文本转图像生成器，但未来的无限可能已足够令人神往。当多模态模型能够连接文本、声音、图像、视频、三维空间数据、工业设备的传感器数据、环境数据以及许多其他类型的数据时，可以帮助我们完成哪些工作？生成营销图片和广告文案可能是最早的切入点，而后续会逐步发展出复杂的自动生成代码，以及新的信息搜索和访问方式。分析师可能会通过语言，要求人工智能系统描述数千张卫星图像，发现其中潜藏的模式。工业设备可以使用人工智能系统，将来自数十个传感器的数据转化为机器维修程序。多模态人工智能还可能帮助大幅改进机械臂的路径规划和性能。

尽管多模态基础模型仍相对较少，且大多为文本转图像生成器，但未来的无限可能已足够令人神往。

从构建人工智能,到用人工智能构建

一旦企业意识到基础模型的好处,下一步关注的就是如何部署。基础模型如此振奋人心的最大原因之一,就在于大多数企业都无需自行构建。

单一基础模型完成多项下游任务的能力,正触发人工智能业务的范式转变。一些大型科技企业和研究机构已完成了预训练基础模型的构建,进而将其作为平台,为新的人工智能应用提供支持。他们会通过开源渠道或API付费访问的形式,提供基础模型服务。这也意味着,下游企业无需自行构建基础模型,而是专注于依托现有模型来丰富内容。云平台的问世,使用户讨论重点从“如何自建云数据中心?”变为“如何充分借力公共云?”。与之类似,基础模型也使得企业的关注点从“如何自行构建人工智能?”变成“如何用人工智能构建?”。

再次以GPT-3为例,该基础模型已发展成为当前最成熟的人工智能平台。2019年,OpenAI从一家非营利性机构变为“设置盈利上限”的企业,并于2020年发布OpenAI API,作为首款商用产品。^{95,96} OpenAI API可授权客户访问

GPT-3,并降低了模型定制或调整的难度,用户只需向模型展示一些新的示例或提示,便可使其适应新的任务。在该产品发布9个月后,OpenAI报告称,已有300多款应用程序使用了该API。⁹⁷ 到2022年,接入其中的应用程序已达数千款。GPT-3可为文案撰写、网站建设、聊天机器人等功能提供全面支持。^{98,99}

此外,初创公司Hugging Face作为基础模型、转换模型和其他机器学习模型的中心仓库,日益受到市场追捧。该社区平台提供了多种预训练模型供开发者使用。有了新的人工智能模型,开发者便无需收集数据或自行训练模型。此平台深受独立开发者的青睐,包括英特尔(Intel)、eBay、辉瑞(Pfizer)和彭博(Bloomberg)等在内的大型企业亦纷纷成为其用户。¹⁰⁰ 2022年5月,Hugging Face获得1亿美元的新一轮融资,公司估值达20亿美元,成为预训练人工智能模型的首选平台。



与此同时，一批“中间层”企业也随着基础模型平台的发展而崛起，通过提供模型微调等服务，满足用户的个性化需求。尽管基础模型已经过预训练，且具有较强的适应能力，但面对一些下游任务，可能还需更具针对性的训练。微调则意味着利用针对特定任务的新数据来训练模型，从而改变其输出结果。例如，微软成功将GPT-3功能打包出售给客户。微软将GPT-3集成到其低代码应用程序开发平台“Power Apps”中，并为客户提供模型访问权限，以及Azure的企业级安全性、合规性、可靠性和数据隐私保障。¹⁰¹

基础模型为人工智能领域带来的诸多变化及其对企业的预期影响不容小觑。由于平台使预训练模型更易于适应各种人工智能需求，企业部署人工智能解决方案的过程也变得更为简便。随着基础模型可用的新数据模态日益丰富，企业得以构建曾经无法实现、真正令人耳目一新的应用程序。面对该领域的飞速发展，企业应立即行动，积极设想基础模型能够为业务经营带来的改变或颠覆性影响。

面对该领域的飞速发展，企业应立即行动，积极设想基础模型能够为业务经营带来的改变或颠覆性影响。

制订人工智能新战略

近年来，人工智能在企业创新议程、运营、客户互动中的作用不断上升。但如今，企业必须重新审视其的人工智能战略，充分考虑基础模型的应用。比如，在企业中积极发掘最适合基础模型的应用程序；制订融入更广泛基础模型生态系统的相应计划；以及构建人才输送管道，这些都是创建、维护或集成基础模型的必备条件。

首先，要让基础模型在企业中发挥适当作用，就必须了解其最佳应用场景。许多人工智能应用程序使用的数据类型，已超出基础模型的处理范围。同时，基础模型可以尝试的一些应用模式，从根本上说仍更适合狭义的人工智能。所谓“狭义人工智能”，是指专门针对某项任务（而非以跨模态形式）训练的人工智能。¹⁰² 例如，在预测性维护、医学图像分析等定义明确的问题领域，狭义人工智能或许是更好的选择。除此之外，一些应用程序需要的特殊性能，与其他解决方案的匹配度更高。比如，设备内置的人工智能可能需要极低的功耗运行，或能完全离线运行模型，以便数据能储存在本地设备中，而非发送至云端。

更重要的是，目前来看，基础模型的某些特点会导致模型在特定情况下出现问题，而这会令企业数据安全工作必须纳入一个全新维度。例如，基础模型中的偏见问题如今已非常普遍。这主要是由于模型的同质化趋势，以及许多基础模型均是通过互联网大型数据集训练而成。因此，若历史数据集将某些人口、民族和人口统计数据排除在外，便会导致模型运行结果不符合需要。一些企业甚至在早期使用过程中发现，错误信息还会影响模型的算法输出。当几个相同模型同时成为多个下游应用程序的基础架构时，原始模型中的任何问题都可能传播到其余模型中。对此，基础模型的创建者一直在努力纠正部分偏见。例如，在发现宗教偏见后，创建者会利用一组精心设计的数据集，对GPT-3加以额外训练。¹⁰³ 但即便如此，企业在决定是否使用、以及是否应当使用基础模型时，必须谨慎考量此类风险。

98%

的全球受访企业高管认为，未来三到五年内，人工智能基础模型会对所在企业战略产生重要影响。



企业在锁定基础模型的应用环节之后，需要确定模型的访问方式，以及自身在基础模型生态系统中的位置。该生态系统的最底层由具备专业知识、数据获取渠道和计算基础设施的企业构成。这些企业主要负责训练新的基础模型，但并非所有企业都需要在该层级上开展活动。许多企业仍需围绕如何直接使用预训练模型这一问题做出相关决策。

而通过API或模型仓库访问基础模型的企业，则将构成基础模型生态系统的另一层级。此类企业通常会依托基础模型，创建自身的应用程序和服务。对于简单的应用程序，开发人员仅需根据基础模型设计用户界面和互联功能，以充分利用模型的迁移学习能力。在更先进的应用模式下，开发人员可借助微调，使基础模型适应特定应用程序。这种方式不仅为开展覆盖整个企业的试验创造了机会，也提供了契机来开发企业对企业（B2B）基础模型业务。

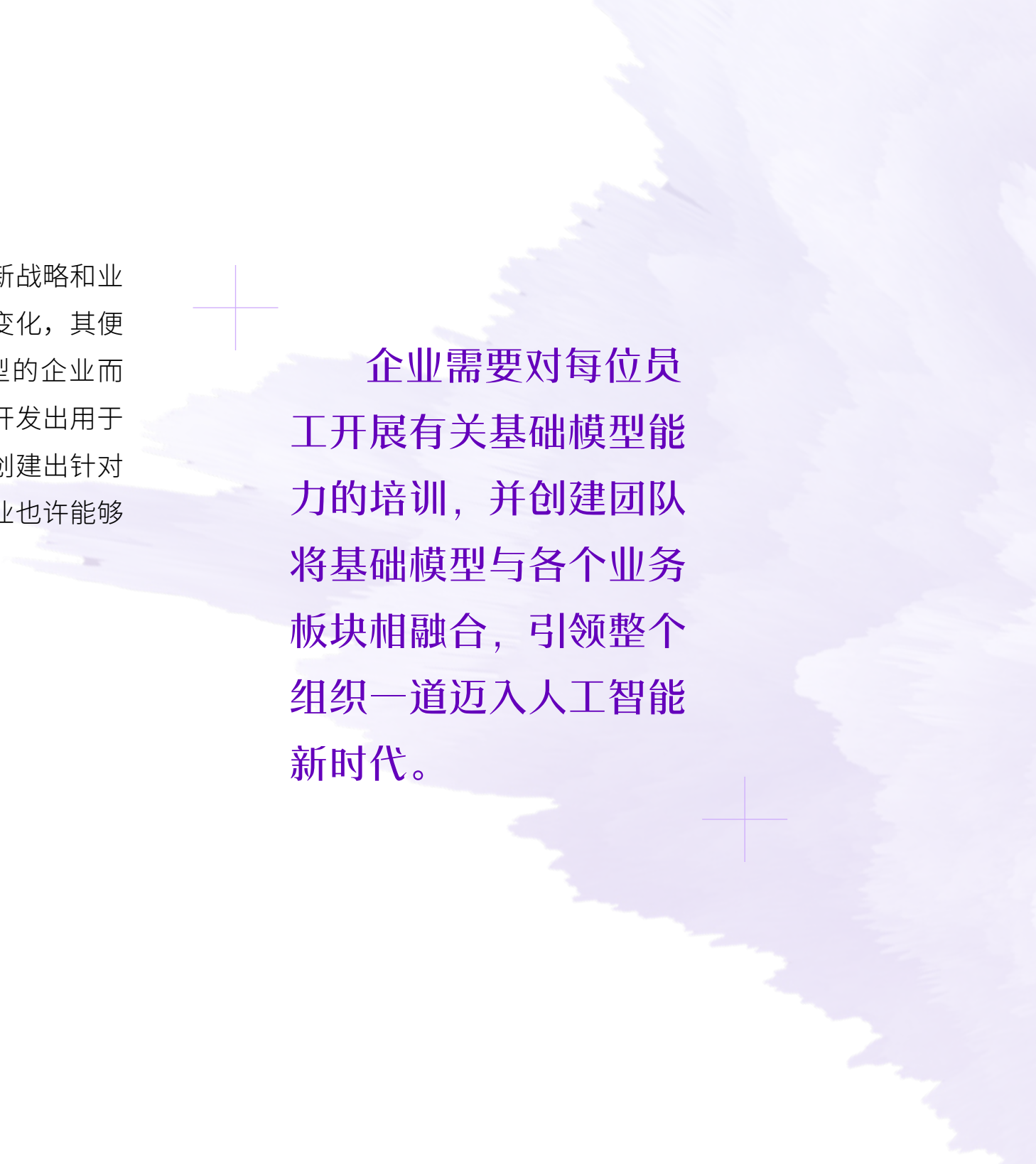
不过，并非所有企业都愿意采取此种方式。即使自然语言让用户界面操作变得更加简便，企业也仍需具备一定的软件工程知识，只有这样，才能依托基础模型成功创建相关应用程序。当然，不具备相关技能的企业同样能从技术中获益良多，此类企业正好构成了该生态系统的第三层。随着OpenAI等一众企业纷纷开启模型的平台化进程，许多企业也开始提供新的B2B产品和服务。由此可见，无论是使用基础模型为B2B工具提供支持，强化自身服务，还是为客户定制应用程序，这些企业都为人们充分利用基础模型功能提供了前所未有的便利。

最后，企业重新制订人工智能战略的第三种方式与人才息息相关。随着基础模型不断涌现，并为创建人工智能应用程序树立了强有力的基准，人工智能业务将从构建模型，转变为基于模型开发产品及服务。因此，会使用基础模型、使其适应业务需求、并且将基础模型与应用程序相集成的人才将日益抢手。云技术的普及，使企业经营需求从具有数据中心专业知识的人才向云架构师转移。同样，人工智能基础模型亦有望重塑人工智能业务的性质。

然而，企业人才战略不应止步于基础模型的应用，还要探寻基础模型为企业带来的全新发展机遇，并监控模型的输出和行为。这将是企业应用基础模型所面临的最重要考验之一。随着基础模型的飞速发展，该挑战将持续存在。为此，企业需要开展跨部门协作，从发掘流程、改进方法、提升用户体验，一直到监督如何使用模型来应对上述挑战，都离不开基础模型相关工作者的鼎力支持。因此，企业需要对每位员工开展有关基础模型能力的培训，并创建团队将基础模型与各个业务板块相融合，引领整个组织一道迈入人工智能新时代。

基础模型是一个快速发展的领域，尽管目前尚处于起步阶段，但在未来十年内，其影响将变得越来越大。基础模型可以推动新的数据实践，改变企业中知识共享的性质；还可改变数字战略的游戏规则，编写复杂代码，助力

打造全新的产品和服务。同时，它们还可以更新战略和业务规划，准确预测员工人数需求或客户需求的变化，其便利性和准确性超乎我们的想象。对于自建模型的企业而言，基础模型或将带来颠覆行业的优势，比如开发出用于科学探索的新工具、新的工程计算方法，以及创建出针对特定行业的全新人工智能代理。有朝一日，企业也许能够开发出改变一切的模型。



企业需要对每位员工开展有关基础模型能力的培训，并创建团队将基础模型与各个业务板块相融合，引领整个组织一道迈入人工智能新时代。

趋势小结

基础模型的问世堪称人工智能进化史上最重大的跨越式变革之一，任何企业都不容忽视。这些超大模型对新任务具有前所未有的适应性，正促使企业深刻反思其人工智能战略：从如何获取人工智能，到哪些应用模式具有现实可行性。

目前，企业比以往任何时候都能更加便利地借助现有模型，试验和构建全新的应用程序；随着技术的不断进步，大量机遇必将如雨后春笋般纷纷涌现。

***欲详细了解生成式人工智能的商业影响, 请阅读埃森哲最新报告《生成式人工智能: 人人可用的新时代》。**



数字身份

数字世界与现实 身份的全息融合

发展历程 | 数字身份





趋势概述

数字身份将深化融合创新, 最具创新能力的全球领先企业已在行动。

2022年8月，为了打造数字身份的全新未来，微软推出了Microsoft Entra Verified ID，这是一款以去中心化身份标准为基础的新产品，允许个人和组织自己决定分享什么信息、何时分享、与谁分享，以及在必要时收回分享，而不是向无数应用和服务授予广泛许可，并在众多供应商之间传播身份数据。^{116, 117} 目前，已有两所大学、一个医疗系统和政府服务机构开始推广概念验证和试点项目。¹¹⁸

数字身份已成为科技投资新热点。美国的几家大银行联手推出身份验证产品Authentify，让用户从参与网站和应用程序中登录网上银行，简化了分享敏感银行数据的过程。¹¹⁹ 苹果公司扩大了其Wallet应用程序，除支付信息外，用户还可以存储和分享政府颁发的驾照等身份证件。¹²⁰ 无独有偶，比尔及梅琳达·盖茨基金会承诺为数字公共基础设施（包括数字身份证）项目投资2亿美元。¹²¹ 这些只是当前阶段企业所采取的部分措施，数字身份市场预计将从2022年的279亿美元增长到2027年的707亿美元。¹²²

数字身份一直在不断发展，随之而来的挑战也有目共睹，但这些领军企业只认准了一个简单事实：当下的身份识别努力将直接塑造未来最富创新性的企业。更重要的是，数字身份不仅仅是CIO或CTO需要关注的技术问题，更支撑着企业实现许多宏伟的业务目标，因此整个管理层都需要予以重视。

想象一下，您企业的下一个十年会是什么样子。元宇宙是否已经实现？人们在数实融合的环境中工作、社交和娱乐？又或者物理环境与技术相联，人们通过语言或手势来指挥周围的环境？当科技发展更进一步时，我们有望迎来个性化医疗的时代。无论企业的愿景是什么，数实融合将成为未来十年技术发展的重要趋势和创新方向。



85%

的全球高管认为，
数字身份问题不仅
仅关乎技术，更是
企业需要进行战略
布局的重要领域。

美国医疗科技公司b.well公司为改善医疗体验与万事达卡合作，目标打造一个可定制、可访问、易于使用的数字化医疗服务平台。¹²³如果医疗机构和医保支付机构获得患者的关键数据，例如病历、家族史、基因组数据、财务信息，甚至跟踪睡眠、运动和饮食情况的可穿戴设备，则可以为患者提供更加完善、更加个性化的护理。但这些数据存在于众多平台和主机上，患者不得不反复验证自己的身份。这可能意味着要亲自去多个办事入口索取数据，提供身份证原件证明自己的身份，然后将数据提交给有关方面，再次进行身份验证。由于这一流程手续复杂繁琐、协同性差，因此造成这些关键信息得不到有效利用。

b.well意识到有必要建立统一的数字化医疗服务平台，实现数据的共享和流通。他们的平台采用移动端原生生物特征识别技术，替代了传统的电子邮件和密码验证方式，提供了更为安全的文档扫描和存储功能，让用户更好地掌握自己的医疗信息，并能无缝分享给提供商和支付方。¹²⁴此外，该平台还能整合收入证明等其他数据，促进了保单或财务救助计划的审批过程。而在医疗卫生方面，它使提供商能够获得关于患者的标准化和高保真信息，同时减少诈骗和风险。¹²⁵

虽然这只是单个生态系统中的一个案例，但它传递出了一个强烈的信息。新一代数字身份解决方案无疑是人们和企业长期以来追求多方信任的答案。在跨境贸易领域，传统跨境贸易通常效率低、成本高，买卖双方常常难以建立信

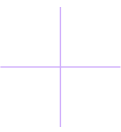
任。为破解跨境贸易中买卖双方的信任难题，降低中小企业和金融机构参与跨境贸易的壁垒，以蚂蚁链为基础的数字化国际贸易和金融服务平台Trusple应运而生。在Trusple平台上，当买卖双方产生交易订单时，会自动上传到链上并开始流通，银行会根据订单中约定的付款条件自动付款，每一次成功交易都是一次“链上信用”的沉淀。¹²⁶

每位企业领袖都必须认识到，数字身份已不再是单纯的技术问题，而是业务战略中不可或缺的一环。随着数字技术的快速发展和渗透，网络本身缺乏身份层的问题也日益凸显。人员、资产、服务和我们所获取的数据，都必须建立在明确的身份基础上（确切知道是谁或是什么），因此数字身份问题的重要性不可忽视。如何确保韧性、安全性、隐私、同意和信任，与数字身份的质量密切相关，也是企业迄今仍未解决的痛点。虽然以前依靠着零星的解决方案撑到了现在，但只有安全可信的数字身份才能从根本上解决问题，让人们在任何数字或实体环境中顺利验证自己的身份，增强对自己存储的数据和分享方式的掌控，不再为安全问题、隐私和密码疲劳等人为因素而担忧。而对企业来说，它可以由此建立更为安全的人类和非人类实体等生态系统，消除繁琐的手续并降低风险。

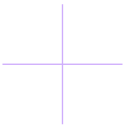


然而，该领域的先锋创新企业现在已经认识到，数字身份不仅可以弥补过去的不足之处，而且可以让企业适应未来截然不同的数据共享和数据归属形式，这一点至关重要。

便携可信的全网数字身份的概念打破了许多我们习以为常的惯例。例如，代币化就是最具创新性的技术趋势之一，它将改变我们验证身份、分享数据、拥有数字资产和追溯实物的方式，而且完全建立在可信、安全、可靠地识别任何人或任何事物的能力基础上。

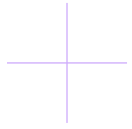


每位企业领袖都要认识到，数字身份已不再是单纯的技术问题，而是业务战略中不可或缺的一环。





数字身份现在可能还不是您当前创新计划的重点，但它是您未来发展的重要方向。



近期，奥地利能源供应商维恩能源公司（Wien Energie）对该国最大的太阳能光伏发电厂实行了代币化。¹²⁷ 该公司为发电厂的每个光伏组件创建了唯一的识别代币，并将其出售给客户。代币持有人每年获得与发电厂发电量对应的付款。目前，该系统已成为封闭系统，所以付款通过电费折扣的形式进行。但是按照该公司的设想，未来这些代币可用于筹建新发电厂、用作电能原产地证明，或用于交易，为电动汽车等产品提供动力。通过为发电厂和太阳能电池创建唯一的数字ID，该公司得以创建了新型业务模式，将客户变成了利益相关者。

企业需要快速把握数字身份的窗口，将数字身份作为数实融合的入口，推动全社会实现大规模、高速的数字化转型。

数字身份是联合国推进“人人享有合法身份”概念的关键机制，并在《可持续发展目标》中明确呼吁各国在2030年之前为所有人建立合法身份。因此，多国政府推出数字身份计划。¹²⁸ 作为首批采用数字身份的国家之一，爱沙尼亚98%的公民在电子身份系统（e-ID）中进行了注册，该系统可用于投票、医疗保险、税收等公共服务。¹²⁹ Aadhaar是印度政府推出的一项数字身份认证计划，旨在为印度公民提供一个唯一的身份标识。该计划要求印度公民在政府指定的机构注册，提供生物识别数据（如指纹和虹膜扫描）和个人信息（如姓名、性别、出生日期等）。注册后，公民将获得一个12位数字的唯一标识符，称为Aadhaar号码。该系统现有注册率达93%，已经成为印度许多政府服务的必要条件，例如开设银行账户、申请手机号码、领取补贴等。此外，Aadhaar还可以用于身份验证和身份认证，例如在机场登机、酒店入住、租赁车辆等方面。^{130, 131, 132, 133, 134} 欧盟计划于2023年试行欧洲数字身份系统。¹³⁵

不久的将来，创建数字身份的将不再是先锋，企业也可能很快跟进，以便和国家计划接轨。

数字身份现在可能还不是您当前创新计划的重点，但它是您未来发展的重要方向。摆在企业面前的有两项当务之急：一方面，着手探索数字身份、探寻其价值和创新，但另一方面，加速变革的浪潮即将到来，这必将重塑所有企业在整个生态中的角色。一些企业已经开始试行自己的数字身份项目，而其他企业也在思考数字身份所带来的变化将对企业提出哪些转型要求，并为此做好准备。企业如果等到相关法规出台后才临阵磨枪，可能会措手不及，落于人后。数字身份的重要性早已不容小觑，只有抓住数字身份的机遇，才能成就未来的精彩。

技术动向

新数字身份解决方案的出现，不仅为新的价值创造形式打开了大门，也对各行各业大大小小的企业提出了挑战，要求它们重新审视如何在企业中使用身份。把握这一趋势的重要性，是识别未来机遇的关键。



首先，我们先来认识一下身份。身份主要分为两大类：第一类是核心身份，也就是决定事物是谁或是什么的主要标识。这类身份是为一般目的而创建的，如国家身份证或登记在册的合法姓名等。第二类是功能性身份，用于特定目的，传达关于特定事物的某些特征或数据，例如驾照号码是为了表明某人具备符合法律规范的驾车资格，互联网Cookie用于管理会话和网络活动等。

当然，互联网Cookie和（在某些国家）驾照并非仅用于上述目的。在实际中，如果没有更好的选择，我们经常把用于特定目的的功能性信息当作核心身份。

以电话号码为例，手机号码最初是一种功能性的联系信息，但是随着电话号码日益成为数字生活的入口，它已被用作核心身份识别符。

银行、工作或社交应用通常会通过短信验证我们的身份。我们把一串用于通讯的号码变成了我们的身份证明，但是这样做的不良后果已经开始显现。在一种名为SIM卡交换的攻击中，黑客利用社会工程手段诱使移动运营商将目标的电话流量转到一张新的SIM卡

上。这样一来，发送到目标号码的任何信息、电话或验证码都会被攻击者拦截。2021年，联邦调查局记录的此类攻击多达1611次，比前三年的总和多5倍，平均每次攻击造成的损失达到了惊人的42000美元。¹³⁶ 这种情况下，如果黑客获取了您的电话号码，他们还可能冒充您的身份。

因为互联网没有核心身份的概念，因此数字世界身份盗用的这种情况屡见不鲜。在网上访问服务或识别人员方面，整个生态系统变得过度依赖功能数据，如电子邮件地址或社交账号。但现在，没有建立核心数字身份系统的遗留问题为诈骗提供了可乘之机，用户体验也支离破碎。最近的一项研究表明，超过一半的消费者放弃了在线购物或预订，因为他们忘记了自己的密码，而找回密码需要很长时间。¹³⁷ 无效流量（由机器人程序和虚假用户组成的流量）占全网流量的40%，这是安全和营销团队面临的一个严峻问题。¹³⁸ 包括点击欺诈（当无效流量吸引在线广告时）在内的广告欺诈每年给企业造成的损失高达350-400亿美元，超过了全球信用卡欺诈造成的损失。¹³⁹

76%

的全球受访高管认为，不当的客户身份验证会造成交易中止、客户失望和欺诈等问题，从而影响企业利润。



随着数字生活的重要性不断提升，相关问题也变得日益严重。例如，客户可能会无意中为一项服务使用多个电子邮件地址，这意味着除了繁琐的核对程序外，同一客户或供应商可能存在多个档案，从而导致账单问题、忠诚度计划失效、处理退货和交付问题等。从本质上说，缺乏强大的核心数字身份已经成为我们在技术应用方面的人为限制，也是影响业务的不利因素。

数字身份成为了投资新风口。在重塑数字生活和现实生活之间的连接时，我们希望不再发生上述问题，重蹈覆辙。领先组织正在构建基础身份层，并创建通往融合世界的新入口。

在重塑数字生活和现实生活之间连接时，我们希望不再重蹈覆辙。

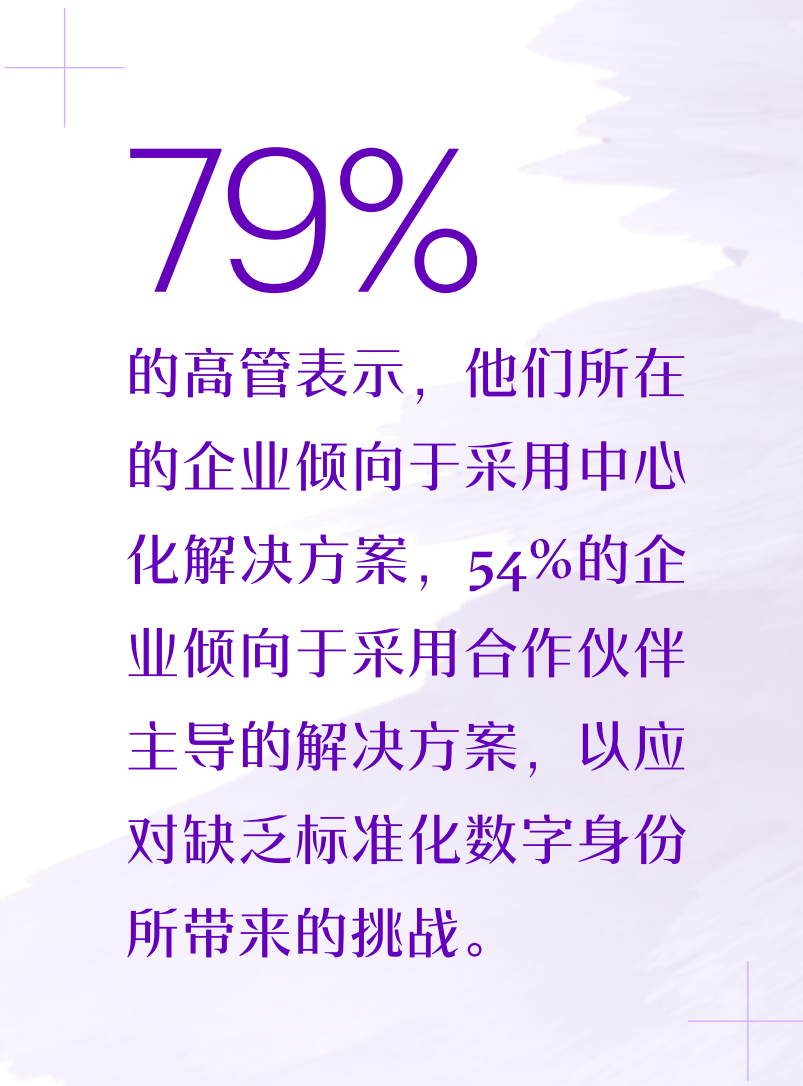
核心数字身份:中心化和去中心化

核心数字身份是指一个人或实体在数字世界中的唯一身份标识。目前，政府在推行核心数字身份中起主导作用，但企业仍有一些推动的空间，主要分为中心化和去中心化两种举措。

模块化开源身份平台（MOSIP）是一种中心化举措。该平台以印度的Aadhaar系统为基础，但完全是开源和模块化的，可以适应不同国家的要求。各国政府可以将这些代码作为起点构建数字身份系统，然后完全控制这些系统。MOSIP旨在帮助各国——特别是在实体机构薄弱（或根本没有）的地区——通过实施从零建设的数字化身份能力，快速进入数字时代。目前，埃塞俄比亚和菲律宾正在使用这一平台，西非国家也已计划进行推广。^{140, 141}

中心化举措往往更容易部署和构建，而且由于这些原因，可能会在核心身份生态系统中占据主导地位。然而，与任何中心化系统一样，这也存在对单点故障的担忧和对谁控制中心化平台的隐私担忧等挑战。

另一种日益流行的核心身份处理方法是创建去中心化或分布式平台。这些举措有时称为自我主权身份（SSI），其基础是区块链和分布式账本技术。因此，它们不是依靠一个集中授权，而是依靠多方共识机制来验证身份。2022年底，万维网联盟（W3C）发布了一个关于去中心化身份（DID）的规范，标志着去中心化身份工作向前迈出重要一步。¹⁴²



同年秋季，Linux基金会宣布成立OpenWallet基金会（OWF）。OWF不打算发布身份凭证或标准，而是希望创建开源软件，实现这一过程的民主化，从而使任何组织都能开发自己的数字钱包。¹⁴³

早期举措已经证明，去中心化的核心身份可以彻底改变我们的网络体验。例如，微软ION是微软公司推出的一个基于区块链技术的去中心化身份解决方案。ION的用户可以在不同的应用和服务之间共享和管理自己的身份信息，而不再使用传统电子邮件和密码登录凭证。¹⁴⁴任何其他个人数据都存在于链下，使这种方法成为真正的核心身份解决方案。MetaMask和Trust Wallet等Web3钱包也越来越被视为核心身份。它们为用户提供一个唯一的非托管ID（个人持有该ID的私钥），可用于访问一系列新一代数字服务，如存储NFT、转移加密货币或与分布式应用（dApps）互动。¹⁴⁵

分布式方案的优点是可以增强安全、保障和信任，但去中心化的性质使其很难用于专门目的。此外还存在可用性、互操作性和对账户恢复的担心等问题，也因此影响使用率。

尽管两种方式都有利弊，但企业无需等待，现在开始就可以应用这些技术。加拿大不列颠哥伦比亚省政府推出了OrgBook BC，这是一个基于区块链的企业身份解决方案，供在该省注册的140万家企业使用。¹⁴⁶每年，加拿大全国企业在审批许可证等繁琐手续上浪费大约100亿加元。¹⁴⁷现在，不列颠哥伦比亚省通过OrgBook为每家注册企业创建了一个更加可信、方便和高效的企业身份验证方式当用户搜索到某一家企业时，OrgBook BC的公共网站就能根据区块链自动验证该公司的ID和证书，使用户更加便捷地查询和验证企业的各种资质。

就目前而言，核心身份生态系统呈现百家争鸣的态势。从国家主导的大型项目到全新的身份验证方法，再到企业吸引客户或人才，都将发生根本性的变化，系统也将因此进行重构。但更大的变化还在后面：这些身份的使用方式也将发生变化。

早期举措已经证明，去中心化的核心身份可以彻底改变我们的网络体验。



变革启示

在推行核心数字身份的同时，我们还必须重新思考这些身份的功能：如何创建和关联与身份相关的数据、如何共享和管理这些数据，以及如何维持整个生态系统的归属权平衡。



每一次为核心数字身份所采取的新举措都像一块投进水中的石头, 而数据生态系统的变化则是水面上荡开的一圈圈涟漪, 这才是机会真正开始的地方。

当前, 这些变化已经初露端倪, 因此领军企业有望抢占先机、超越竞争对手, 塑造未来发展趋势。企业要对新的数字身份形式和随之而来的数据范式做好充分准备, 制订用数字身份以全新方式处理数据、设计和执行新的战略, 借助技术带来的新能力迈向未来。

星巴克公司推出名为星巴克奥德赛 (Starbucks Odyssey) 的数字艺术品, 以纪念星巴克的咖啡历程和文化。这些数字艺术品采用了NFT技术, 确保其唯一性和所有权。拥有这些数字艺术品的星巴克会员还可以获得一定数量的星巴克奥德赛积分, 用来兑换虚拟课程、特色产品或咖啡农场之旅等消费和活动。¹⁴⁸该计划旨在推广星巴克的品牌形象, 吸引更多年轻人的关注, 并提高客户的忠诚度。¹⁴⁹

星巴克在自有会员社区内开展这项活动, 而Permission.io公司目标通过其加密货币 (ASK币)¹⁵⁰来建立一个去中心化的广告生态系统, 让用户可以自主选择是否接受广告, 并获得ASK币作为奖励。广告商可以使用ASK币来购买广告位, 并向用户提供个性化的广告体验。此外, ASK币还可以用于购买Permission.io平台上的商品和服务。¹⁵¹该计划的目的是为用户提供更好的广告体验, 同时为广告商提供更高效的广告投放方式, 并通过区块链技术保护用户的隐私和数据安全。



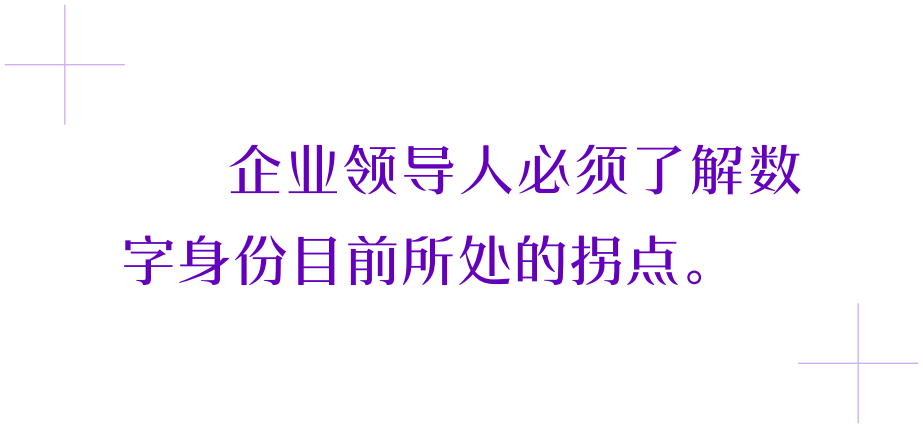
Permission.io和星巴克已经开始利用代币化，这是企业开始围绕数字身份进行创新的主要方式之一。代币化是将“事物”转换成相关数字资产的过程，通常存储在区块链上。重要的是，这些例子还表明数字身份创新并不仅限于人。星巴克和Permission.io是将消费者的忠诚度和兴趣代币化。“事物”可以是任何资产，大到海运集装箱，小到艺术品或金融证券，无所不包。

从本质上讲，代币化是为任何事物创建不可篡改的功能性身份的过程：无论是实体事物、数字事物还是唯一事物，或者以上都不是。创建这种身份之后，企业就可以开始转变处理这些事物的方式。联合利华和SAP使用区块链技术为大批棕榈油创建代币。¹⁵²利用代币，联合利华能够在整个供应链中跟踪、验证和报告棕榈油产品的来源及其加工过程。中国工商银行的区块链应用Icago，奖励使用节能车辆的用户，该应用可以核算出用户搭乘地铁等公共交通出行的碳减排量，并支持用户将其折算兑换成数字人民币。¹⁵³而高盛集团正在为其投资组合中的资产建立端到端代币化

解决方案。¹⁵⁴ 中国香港特区政府发行了全球首批由政府发行的代币化绿色债券，总金额为8亿港元，其后的债券流程也将以数字化形式在私有区块链网络上进行，并且所有权细节也会记录在分布式账本上，极大地减少了对账成本，使小型债券的发行更加可行。¹⁵⁵

毋庸置疑，数字身份的变化将带来颠覆性的巨大影响：它带来了新的数据和所有权范式。很快，每个企业都不得不从新的角度重新看待身份和数据。

代币化是将“事物”转换成相关数字资产的过程，通常存储在区块链上。



企业领导人必须了解数字身份目前所处的拐点。

2021年初，苹果公司对iOS系统进行了一些隐私方面的修改，将所有第三方应用程序的跟踪和数据共享变成了一种选择性体验；到2022年，平均只有25%的用户选择接受应用程序跟踪。^{156, 157} 而谷歌计划取消Chrome浏览器中的Cookie跟踪。¹⁵⁸ 它推出了新广告追踪技术Topics，将把活动归类为350个预设“主题”，允许用户自定义感兴趣的话题但同时维护隐私。¹⁵⁹ 每周用户的前五个“话题”和另外一个随机的第六个话题将由Chrome进行计算和存储，但是只与第三方共享一个随机的子集。¹⁶⁰ 话题每三周刷新一次，不保存或存储以往话题的历史记录。除了企业的隐私保护举措，监管机构也在行动。Gartner预测，到2024年，全球75%人口的个人数据将受到隐私法规的保护。¹⁶¹

坦率地说，由于别无选择，企业可能将无法再访问他们过去拥有的数据，这意味着他们目前所依赖的第三方和消费者数据将不复存在。如果没有做好准备去适应新的模式，这将会产生巨大的连锁反应。对于企业领导人来说，他们正处于数字身份切换的重要拐点：新的机遇之门正在打开，而过去所依赖的机遇之门也在逐渐关闭。

虽然消费者普遍欢迎这些变化，但企业的担忧也在所难免。美国的一项调查显示，69%的营销人员认为取消第三方跟踪将比GDPR的影响更大。¹⁶² 而GDPR是广大企业都努力遵守的法规。虽然在过去，数据的收集和使用主要是首席数据官的工作，但GDPR要求企业阐明数据的使用方式、用户控制要求和下游数据共享，这个规定迅速将企业的每个部门都卷入其中。¹⁶³ 达不到要求的企业将面临重罚，不仅仅是技术公司，连锁酒店和航空公司也不例外。¹⁶⁴ 简而言之，GDPR改变了全球企业使用数据方式的风险预测、保护措施和要求，进而也改变了企业的创新方式。数字身份将推动比GDPR更深入、更具颠覆性的转变，企业应怀有同样的紧迫感，立即着手准备应对。

因此，尝试新的身份形式、数字钱包和代币化并不都是为了追逐升值，而是为了探索未来所需的转变并为此做好准备。例如，摩根大通Onyx方案是一个基于区块链的数字货币和结算平台，支持用户用数字货币进行交易结算。¹⁶⁵ 该解决方案将允许人们将数字资产与去中心化的ID绑定，根据所需服务选择分享哪些数据，例如选择使用个人的信用评分来利用“先买后付”的选项。¹⁶⁶ Onyx方案的推出，被认为是摩根大通在区块链领域的重要布局，也是该行数字化转型战略的重要一步，意在构建。一个由客户决定企业可以访问哪些数据以及何时访问的新世界。

当企业开始转向基于同意和价值的生态系统（而非当下的跟踪和监视生态系统）时，需要提前做好数据管道中断的准备。探索未来解决方案有助于企业找到应对之道，但技术只能解决一半问题。企业领导人需要认真思考，如何在新的数据生态系统中获取数据访问权限，并确保始终可以访问其数据。

数字身份将
推动比GDPR更深入、更具颠覆性的
转变，企业应怀有
同样的紧迫感，立
即着手准备应对。



行动建议

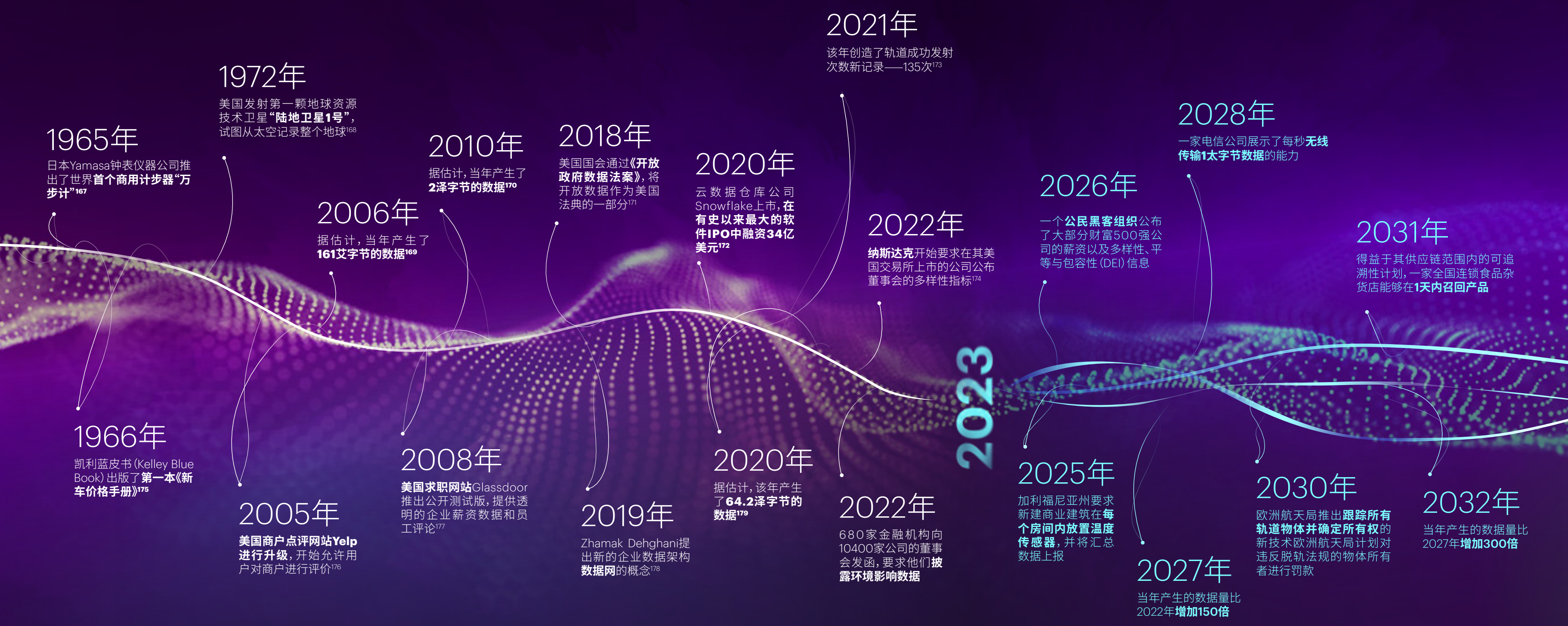
核心身份、生物特征识别、代币化和其他新兴技术将弥补数字身份此前的不足，但也将给企业带来更严峻的挑战，比如转变对关键数据的访问方式，以及需要集成新技术。然而，如果企业敢于应对挑战，勇于重塑数字身份的未来，他们将

能显著提升自身安全水平，并具备应对大环境变化的韧性，与客户和合作伙伴开展合作。最为重要的是，他们将能赢得先机，营造更加美好的网络环境，最终迈向更加美好的世界。企业需要积极探索新技术并适应数字身份的变革，以获得更大的成功。

数据透明

共享数据成为 宝贵资产

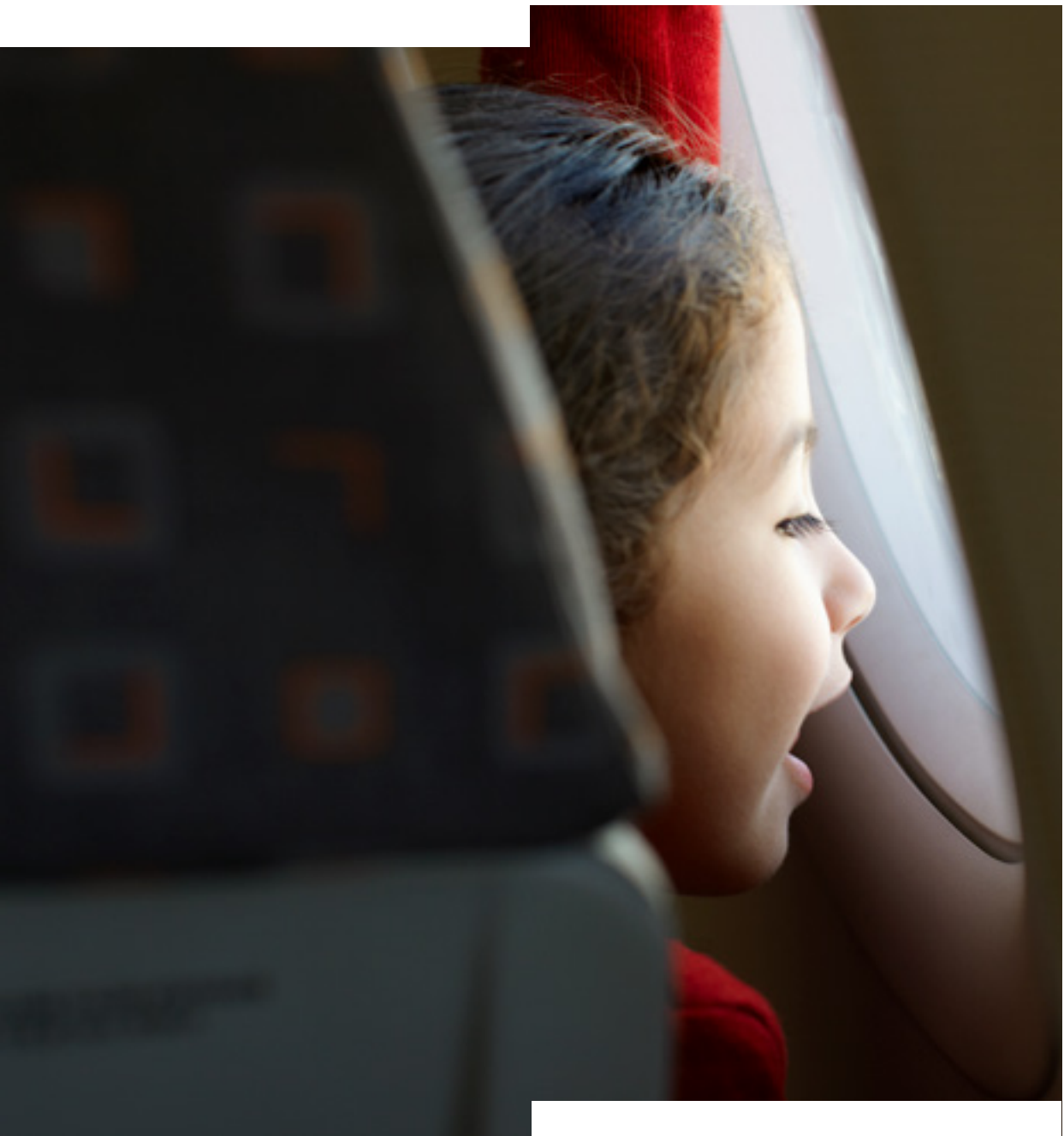
发展历程 | 数据透明





趋势概述

随着企业不断完善数据实践，
它们推动了数据生态系统的重大变革，
从爆炸性增长的数据量到数据共享和管理方式的转变。



曾经，外出就餐依靠的是熟人推荐或专业没事点评。2003年，大众点评的问世改变了这一习惯。¹⁸¹ 大众点评网是全球最早建立的独立第三方消费点评网，极大地促进了餐饮行业的信息透明度。它提供了消费者对餐厅的点评和评分，让消费者可以更加客观地了解餐厅的质量和服务，也改变了餐厅宣传曝光的方式，实现这一切的基础则是公开透明的数据。

除了提供数据，点评网已成为展示行业的一个窗口，提供业务流程洞察、消费者、市场变化、投资、企业领导者甚至整个行业的真实情况。而现在，他们影响的不仅仅是餐饮行业。

随着全球企业和政府纷纷加大数字化转型的投资，各种数字化平台争相涌现。以航空业为例，多年来，整个行业的飞行数据一直十分分散。然而，航空数据公司睿思誉（Cirium）认为，通过数据透明化，可以改善该行业的运营方式。目前，该公司对全球

97%的定期航班的航空数据进行了量化和汇总，从而使客户可以跟踪飞机的使用情况和零件磨损情况，查看大约880家航空公司的实时航班时刻表，甚至可以获取某个特定航班的二氧化碳排放量。^{182, 183, 184}

同样，由于涉及无数托运人、货运代理和运输公司，货运行业一直面临着黑箱成本和价格波动的挑战。不过，Xeneta公司通过汇总数百万个海运、空运价格和航道数据点，成功解决了这一难题。如今，Xeneta积累了3亿多条费率、16万条港到港航道以及4万个机场到机场道路的数据。¹⁸⁵ 它利用这些数据确定市场价值的基准价格，并将这些价格分享到其平台上，帮助用户更容易识别价格是否合理，防止要价过高的情况。例如，英国联合食品集团（Associated British Foods）利用Xeneta的基准价格进行谈判，将其运输支出降低了30%。¹⁸⁶ 借助这种人人可用，信息清晰的行业窗口，企业可以大幅提高运营效率。

货运、航空和其他2B行业的透明度为何到现在才实现呢？这要归因于不断成熟的数字战略及其对人们和企业思考数据方式的改变。东航通过与40多家机场的数据共享，在上海数据交易所挂牌，向机场输出数据产品，打造完整的航班链以提升航班保障效率和旅客服务体验。优化排班后能够提高机坪作业人员的人均保障旅客数量，减少地面服务关键岗位的年度流失人数。¹⁸⁷中远海科通过收集全球船位数据、构建调度宝等方式，利用人工智能和大数据技术，开发了船视宝和调度宝两款数据产品提供船舶和船队管理、供应链可视化和航运大数据分析等服务。调度宝可以自动识别和预测船舶行为，实现对全球船舶的实时智能监控以及未来业务预判，用户可以自定义关注创造航运新数据，掌握船舶动向。¹⁸⁸

随着企业不断完善数据实践，他们推动了数据生态系统从快速增量到改变数据共享和管理方式的重大转变。因此，今天的企业比以往任何时候都能更精确地了解其运营情况。不仅如此，随着人们对数据的需求不断增长，政府、消费者、雇员、股东、监管机构、商业伙伴到媒体，甚至是个人，都期望获得更透明的数据。

这种渴望改变了消费者的购买偏好。有调查显示，在选择食品杂货时，67%的购物者不再青睐常用品牌，而是选择能够提供更详细的产品信息的品牌。¹⁸⁹另一项研究发现，60%的购衣人士希望了解有关服装生产过程的更多信息，在选购时更加注重绿色环保。¹⁹⁰这种趋势不仅限于消费者，企业生态系统中的所有利益相关者都在推动这一需求，并默认合作方能提供所需数据。

过去，数据由于其专有性和保密性成为了一种稀缺资源，而现在数据经系统量化并开源，让企业一下子非常被动。首先，大多数企业数据架构无法应对如此高级别的透明度。虽然许多企业已经制订了数据战略，但仍未充分利用触手可及的数据。试想，整个世界正以前所未有的速度被量化。仅2020年产生的数据量就达到47ZB，而预计2035年往后每年产生的数据量将达2,142ZB。^{191, 192}到2025年，全球互联的物联网设备数量预计将达到270亿。¹⁹³在考虑将透明度转化为宝贵资源之前，企业应未雨绸缪，做好处理海量数据的准备，并以负责任的方式管理数据。

90%

的全球高管认为，在当今商业世界中，数据透明度已经成为企业获取竞争优势不可或缺的一环。

在考虑将透明度转化为宝贵资源之前，企业应未雨绸缪，做好处理海量数据的准备，并以负责任的方式管理数据。

其次，即使企业当前的数据架构非常领先，但面对全球海量的数据，也需要采取与时俱进的战略。除了数据量，企业还需要具备评估数据质量和完整性的能力，共享数据洞察，并做出决策。正如航空和货运行业的创新所示，透明度可以为企业带来包括推动产业成长、优化绩效和提升效率等在内的优势。它还可以增强企业的运营能力、改善客户体验，推动公平和可持续性的多维价值，打造值得信赖的品牌声誉。

瑞典鞋类品牌Icebug近年来致力于提高数据透明度，通过公开其供应链、生产过程和产品成分等信息，实现了更加透明的生产和销售。¹⁹⁴Icebug根据数据分析发现鞋类生产占全球碳排放量的2%，于是他们发布有关可持续的信息，¹⁹⁵并积极与时尚可追溯性公司TrusTrace合作，收集、存储和分析可持续指标，例如鞋子中回收材料所占的百分比。Icebug在其网站和零售店中公开了这些数据，吸引了一大批注重可持续发展和环保的消费者。一年后，其年净利润增长了37.8%。¹⁹⁶

Spotify也通过信息共享吸引客户，带来了业务收益。2016年，它推出了Spotify Wrapped，为用户提供过去一年内收听的音乐、艺术家、播客和流派的个性化总结。¹⁹⁷通过将用户的个性化数据打包并呈现给他们，用户不仅可以回顾过去一年的点滴瞬间、了解自己的收听习惯，而且还可以在社交媒体上共享，最终引发围绕Spotify的深入互动和内容展示。2021年，Spotify Wrapped在120万条Twitter帖子中被提及，在其宣传活动的一周内，Spotify移动应用程序的下载量增长了21%。

第三方机构已在积极布局，例如虽然大多数企业不公布薪资信息，但求职者可以登录Glassdoor进行查询。马萨诸塞大学的温室100强污染者指数（Greenhouse 100 Polluters Index）公布了最大的二氧化碳排放源。如果企业不主动将数据开源，将遭遇第三方最直接的挑战。2022年9月，中国可持续发展科学卫星1号数据面向全球开放共享，旨在探测陆地、海洋等与人类活动密切相关的地表参数，精细监测人

类活动与自然环境的相互作用，为落实联合国可持续发展目标提供动态、多尺度、周期性信息，服务全球可持续发展目标监测、评估和科学研究。¹⁹⁸

信息透明的商业时代即将到来。企业处于彻底重塑世界的变革最前沿，要想成为下一个时代的领导者，建立客户信任是必然之举。而数据透明度也将由此成为企业最宝贵的资源。企业要想成功就必须制定全新的数据战略，也就是创建、收集、管理和使用数据的方式。您应审视整个数据生命周期，重新思考数据需求以及数据收集方式；审视数据管理方法及其不足之处；并重新评估如何使用数据、有权访问数据的对象以及希望从中获得哪些业务能力。任务艰巨，但成功后收益巨大。



+

信息透明的商业时代即将到来。

+

技术动向

实现更高的透明度离不开技术的成熟运用。企业领导者首先就要了解透明度背后的技术，以及透明度需求提升的原因。然后，他们要重新设计数据战略，达成轻松生成、管理和共享自己数据的目标，将透明度转化成战略优势。



创造透明度的前提条件

早在2013年，塔吉特百货（Target）就做出了一项大胆举措，率先推出全年最低价格策略，涵盖主流电子商务网站上的定价。¹⁹⁹ Target采用这项策略的最初考量是为消费者提供了更多的价格比较信息，力拼透明度。顾客走进Target商店，试用并看上某款产品之后，打开智能手机，即可找到价格更便宜的在线零售商，由此做出最明智的购买决策。

但仅拥有数据还远远不够，充分利用数据才是关键，这就是通信技术的用武之地。

虽然零售业的最低价格策略已是老生常谈，但它给了我们启发：打造透明度的前提条件归结为数据和连接。在Target的案例中，有两个因素促使客户采取行动，一是在线竞争对手的定价信息（新数据源），二是通过智能手机无障碍访问这些数据（连接）。如今，新型数据在快速增长，我们以前所未有的速度传输和访问数据的能力也在快速增长。两者的融合让未来每家企业的数据透明化成为可能，摆在企业面前的是一个说一不二的选择：要么立即行动，要么错失良机。

全球范围内的数据供应正在快速增长，其中大部分是在线生成的数据。在过去的一年中，全球互联网用户达50.7亿，平均每天在线时间为6.5小时。²⁰⁰ 然而，对透明度影响最大的因素可能是，不断进步的传感技术如何产生关于现实世界的新类型和更高保真度的数据。从公民健康到家庭，传感技术逐渐融入我们日常生活的方方面面。新款Apple Watch智能手表可

以精准计算睡眠周期（精确到分钟），并跟踪心律不齐。²⁰¹ 在瑞典，研究人员制造了一种低成本纳米传感器，可以在几分钟内检测出水果上的杀虫剂。²⁰²

虽然每种新传感器的应用范围较小，但我们可以清楚地看到，假以时日，它们经量化之后可形成日益庞大的系统。一项研究表明，低成本微型传感器可以100%准确识别和定位漏水管道的独特声音。²⁰³ 华盛顿大学的科学家研发了一种自供电传感器，它可以像蒲公英种子一样漂浮在空气中，并测量周围环境的温度、湿度和其他因素。²⁰⁴ 实时大气碳排放跟踪组织Climate Trace使用300颗卫星和超过11100个传感器来跟踪全球工业部门甚至单个发电厂的碳排放量。²⁰⁵



随着传感器成本的下降及其功能的增强，我们正逐渐进入一个信息精度极高但数量泛滥的时代，充斥了大量关于我们身体、环境和世界的信息。如果企业能够深入挖掘这些数据并从中获得洞察，可能产生颠覆性的效果。

星球实验室（Planet Labs）通过使用卫星阵列，以3.7米的分辨率从太空捕捉3亿平方公里的图像，清晰度高到肉眼都能看到动物个体。^{206, 207} 该公司与沙特阿拉伯的阿卜杜拉国王大学合作，每天从内布拉斯加州玉米田上空捕捉无云图像，并将这些照片上传到云端进行处理和分析，从中了解作物的健康状况，帮助农场调整农田灌溉管理，更精准地预测作物产量。^{208, 209}

但仅拥有数据还远远不够，充分利用数据才是关键。通信技术提供了高效、快速、可靠的数据传输和处理能力，除了大量数据的传输，还可以实现远距离传输、更大范围的传输以及近乎实时的传输。

例如，T-Mobile一直积极建设5G网络，目光远大，远不止简单地优化手机连接。该公司与Pano AI、波特兰通用电气通力合作，在偏远的野火多发地区部署5G连接摄像头。Pano AI将其人工智能驱动的摄像头放置在农村地区，然后使用T-Mobile的5G网络快速传输数据。²¹⁰ 这让用户可以访问实时观察结果和数据，及时报告火灾苗头，以便当局快速做出响应。现在，T-Mobile和SpaceX还宣布建立合作伙伴关系，利用Starlink的卫星图在美国实现几乎全方位的覆盖，甚至包括过去传统手机信号无法到达的偏远地区。²¹¹

管理数据洪流

数据和连接性是实现透明度的先决条件，但并不能保证企业管理数据的能力。在2022年6月Forrester发布的《领先对手，数据实践进阶，》（Evolve Your Data Practices To Stay Ahead Of The Competition）研究报告中，79%的企业决策者认为他们的企业难以“在数据洞察基础上，及时采取行动”。²¹²其中一个根本原因是企业内部的数据通常是孤立的，56%的受访人员表示数据源之间缺乏集成是妨碍其有效利用客户数据的最大挑战。如果企业的数据基础设施已经无法应对海量数据，那么未来出现更大数据负载时，它会在顷刻间瓦解崩溃。

如果企业希望将透明度转化为信任，就要开始在数据洪流中寻找出路。而在企业转型过程中，智能自动化工具的作用不容小觑。它们可以自主聚合数据、删除重复数据和自动标记数据，以及执行其他关键数据准备任务。²¹³例如，最近美国线上订餐平台OpenTable使用Clarifai的自动标记功能来帮助员工审核上传到

从健康到家居，传
感技术逐渐融入我们日
常生活的方方面面。

OpenTable平台的图像内容。集成此自动标记功能后，OpenTable的图片内容审核效率提高了16倍；平均而言，每位版主每天的审核量从300张照片跃升至5000张照片。²¹⁴



95%

的受访全球高管认为，
应对企业数据环境的巨
大变化必须采用全新的
数据架构和战略。

另一种可以支持数据战略的技术是知识图谱，它将相关的数据点联系起来，并将这些联系可视化。这些图表通常包括语义层，即数据的文本描述，便于人们找到所需的内容。Stardog与NASA合作，运用有关NASA太空发射系统火箭制造的各种数据源构建知识图谱。因此，NASA工程师无需手动提取数据，而是通过查询知识图谱即可获取所需的数据，从而将工作效率提高了10倍。²¹⁵

除了利用新工具，企业还需要自上而下地思考他们的数据管理。幸运的是，数据网格和数据编织这两种新兴的数据管理战略将助力企业重塑。它们的优势和特点各不相同，但都可以简化数据架构，消除数据孤岛。

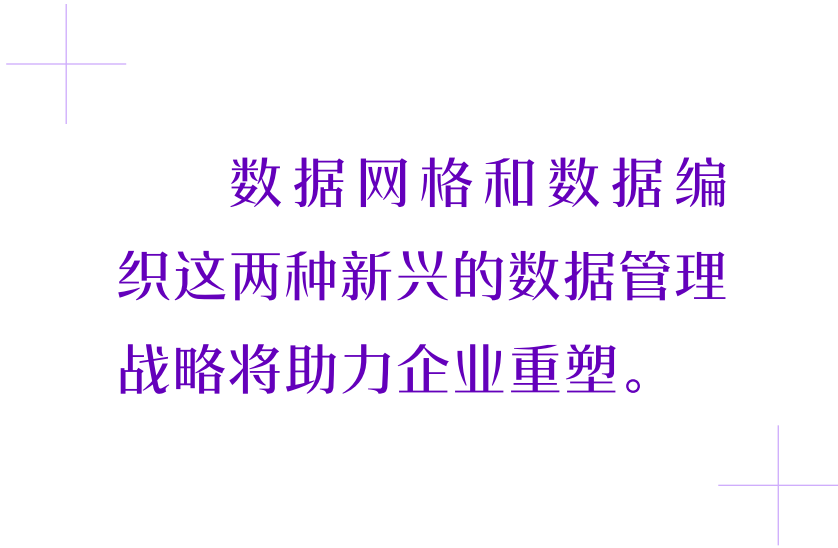
数据编织旨在将不同的数据源和数据类型编织在一起，在不同的数据源之间构建单一数据源，对企业的数据架构进行碎片整理，形成一个统一的、可访问的数据网络。这是一种自上而下的方法，需要在企业的各种数据源之上安装一个虚拟层，以实现严格控制、统一的数据管理。打个比方，这就像围绕数据建造一个园林，不更改基础数据，而是跨越不同的应用程序、系统和部门将它们连接起来，形成一个整体，以便每个人都能轻松访问。

数据编织的最大好处是能够显著提高工作效率。一项调查发现，数据科学家将45%的时间花在数据准备任务上，包括数据加载和数据清理。²¹⁶虽然这些步骤可能既费时又乏味，但它们对于确保数据可视化或模型开发等方面的数据质量来说事半功倍。借助主动式元数据管理系统，数据编织范式可以自动执行数据任务，从而为企业及其员工节省宝贵时间。Gartner预测，到2025年，“数据编织中的主动式元数据辅助自动化功能将减少三分之一的人力，同时将数据利用率提高四倍。”²¹⁷

数据网格是另一个新兴概念，它和数据编织的不同在于数据编织是对数据统一管理，而数据网格则是将数据存储和处理能力分布在整个网络中的多个节点上，从而形成一个分布式的、高度可扩展的数据架构。“数据网格”一词由Zhamak Dehghani于2019年提出，强调特定领域的专业知识、管理和治理。²¹⁸数据源的所有者分散在各处，并受托自己管理数据，提高数据的高访问性和高可用性（通常通过使用API）。

对于在不同环境中具有不同数据需求的企业来说，数据网格是不可多得的得力工具。石油公司通常在多个地点和油田进行勘探和生产活动，这些地点之间可能存在数据孤岛和数据冲突，导致数据管理和分析变得困难。例如，一家石油和天然气公司可能想了解A地的海上开采数据以及B地的管道效率数据。通过使用数据网格，该公司可以将其油田数据存储多个节点上，并使用分布式计算技术进行数据处理和分析。

无论您最终采用哪种数据战略（甚至可以两者兼而有之），数据网格和数据编织以及它们背后的技术都可以帮助您更好地管理数据。在这个注重数据透明度的新时代，制订可靠的数据管理战略势在必行。即便如此，拥有开启“数据的透明度之窗”的能力并不意味着真正打开这扇窗。事实上，许多企业会选择将他们的洞察保密，而第三方平台则有可能让这些信息公开出来。



数据网格和数据编织这两种新兴的数据管理战略将助力企业重塑。



变革启示

开启“数据的透明度之窗”预示着全新商业环境即将到来，企业很快会发现自己的营商环境已经改变。它将重塑客户关系、合作伙伴关系、数据的价值和数据收集方式，创造一个几乎所有信息均触手可及的市场。

要在这种环境下实现稳健发展，企业需要迅速重新审视自己的数据技术，并在出现需求（或机会）时构建透明度。但技术只能解决一半问题。为此，企业还要转变思维方式，积极构建透明度，重新审视计算风险的方式，从更多维度思考数据的价值。

企业需要以开放、透明的方式管理其数据，让内部和外部的利益相关者能够更好地了解企业的数据。在开启数据透明度的同时，企业也需要注意保护其数据的隐私和机密性。企业可以采取以下措施：

企业内部：

建立透明度之后，企业可以更清楚地看到推动业务运转的因素，洞察效率低下等问题，有的放矢地开发解决方案。常规的行事逻辑是发现问题、解决问题。但是借助透明度，企业可以将问题解决在萌芽状态，高效加强内部运营。

数字孪生是“透明度之窗”的实现手段，也是洞察企业内部运营的最佳方式之一。虽然数字孪生的概念并不新鲜，但它们正在朝着更加透明化的方向快速发展并日趋完善。例如，Bentley System软件公司的iTwin Experience是一种数字化工具，旨在帮助建筑、工程和建设行业的专业人员更好地协作、管理和交付复杂的基础设施项目。它利用数字化技术，将现实世界的物理基础设施与数字模型相结合，使专业人员可以在虚拟环境中模拟、分析和优化基础设施项目的设计、施工和运营过程。²¹⁹在此功能支持下，所有者和运营商能够在各种粒度和规模级别轻松查看、查询和分析数字孪生模型，有效做出更明智、更可行的决策。

积极提高透明度也有助于满足企业内部的新需求。许多地区的地方性法规都开始规定碳排放量上限，并对超过阈值的企业进行处罚。²²⁰这意味着企业必须能够测量和报告自己的碳排放量，确保合规运营。为了帮助地产商测量碳排放，地产ESG软件公司Measurabl和智能电网脱碳平台Singularity Energy推出了一款可以量化和监测建筑物的二氧化碳排放量的工具。²²¹该工具可以确定建筑物是否符合当地法规，根据建筑物业主的碳排放量向其提供财务风险报告，并为每栋建筑物制定脱碳计划。碳排放可视化不仅可以确保企业排放合规，践行可持续发展承诺，而且从整体而言，有助于创建更清洁、更卫生的城市。

客户信任：

提高透明度，可以帮助企业重振和巩固与现有客户的关系，甚至可以成为吸引新客户的一种途径。在消费者最注重信任的时代，透明度的价值不可估量。直面这些新的数据需求，将有助于企业与客户建立信任关系，使他们成为品牌的粉丝。客户相关数据一直是企业的珍贵资产，而现在，让这些数据为客户创造价值的时机已经成熟。

同时，允许客户与企业分享反馈是企业数据透明的重要组成部分。

为了效仿Spotify Wrapped的成功，健身追踪器、新闻网站和送货服务等领域的许多企业探索了将数据呈现给客户的方法。²²²例如，《华盛顿邮报》在2022年推出了个性化的年度回顾，总结订阅者的阅读习惯，揭示他们独特的阅读“个性”。²²³还有一些企业将年终数据汇总返回给客户。例如，根据Strava的2022运动年历，与单独骑行的骑行者相比，集体骑行的骑行者平均骑行距离更远、速度更快——充分证明了拥有一个训练伙伴大有裨益。²²⁴

同时，允许客户与企业分享反馈是企业数据透明的重要组成部分。客户评论在帮助人们研究他们感兴趣的产品、服务和品牌方面发挥着重要作用。Trustpilot 是通过收集和发布评论和业务数据来帮助促进这一过程的众多平台之一。虽然企业管理者担心公开负面的评论会损害企业声誉，但现在必须假设人们可以看到这些评论。当前环境下，虚假评论、机器人生成的评论日益增多，企业的经营之道

是思考如何直面对话，但要确保对话陈述公平、准确。Trustpilot试图通过要求评论者共享电子邮件地址并在购买产品后一年内留下评论来重燃客户信任。此外，它还使用社区举报者、付费人工执法团队和算法检测来消除虚假评论。²²⁵Trustpilot发现，74%的消费者更有可能从显示Trustpilot评论的网站购买商品。²²⁶可验证的评论是建立可信品牌和忠诚度的关键。

多年来，越来越多的声音呼吁企业收集到客户数据后，应采取负责任的方式管理，并将向大众公开这些数据。如今，企业和用户之间有望建立双向沟通渠道。企业应把握难得的时代机遇，通过信息透明，及时调整那些会让客户感到不信任或者不满意的行为或决策，从而增强客户信任。

社会影响：

要想解决一些复杂的重大社会问题，单凭企业或个人一己之力是无法实现的，而需要可靠和透明的数据，这也是推动数据共享最大推动力之一。



例如，随着越来越多的企业开始将目光投向地球之外的太空，世界将迎来越来越多的“太空垃圾”。卫星、火箭发射产生的碎片逐渐聚集在地球周围，给天文学家的观察和未来的火箭发射带来了困难。虽然这不是任何一家企业的责任，但太空初创公司Privateer决定揭示这一点，²²⁷该公司建立了一个可公开访问的物体跟踪平台，用于跟踪聚集在地球周围所有物体的轨道和速度。他们希望通过量化这个问题，给予其他企业一些研究基础，由此提出一些解决方案，至少在短期内阻止问题进一步恶化。

显而易见的是，透明度可以为广大利益相关者带来巨大优势。无论企业的目标是提高运营效率、转变与客户的关系，还是参与解决世界上最具挑战性的信息问题，借助这种新的数据处理方法和思维模式，所有目标均可轻松实现。

59%
的高管表示，他们的企业正在加快创新速度。而56%的高管则表示，提高企业透明度的主要优势在于增强客户信任度。

行动建议

“透明度之窗”即将开启，您准备好了吗？
现在，企业需要做出决策：是抓住机会，充分利用不断变化的数据生态系统；还是徒劳抗拒，白白错失大好机会。现在的商业环境已经告别了不

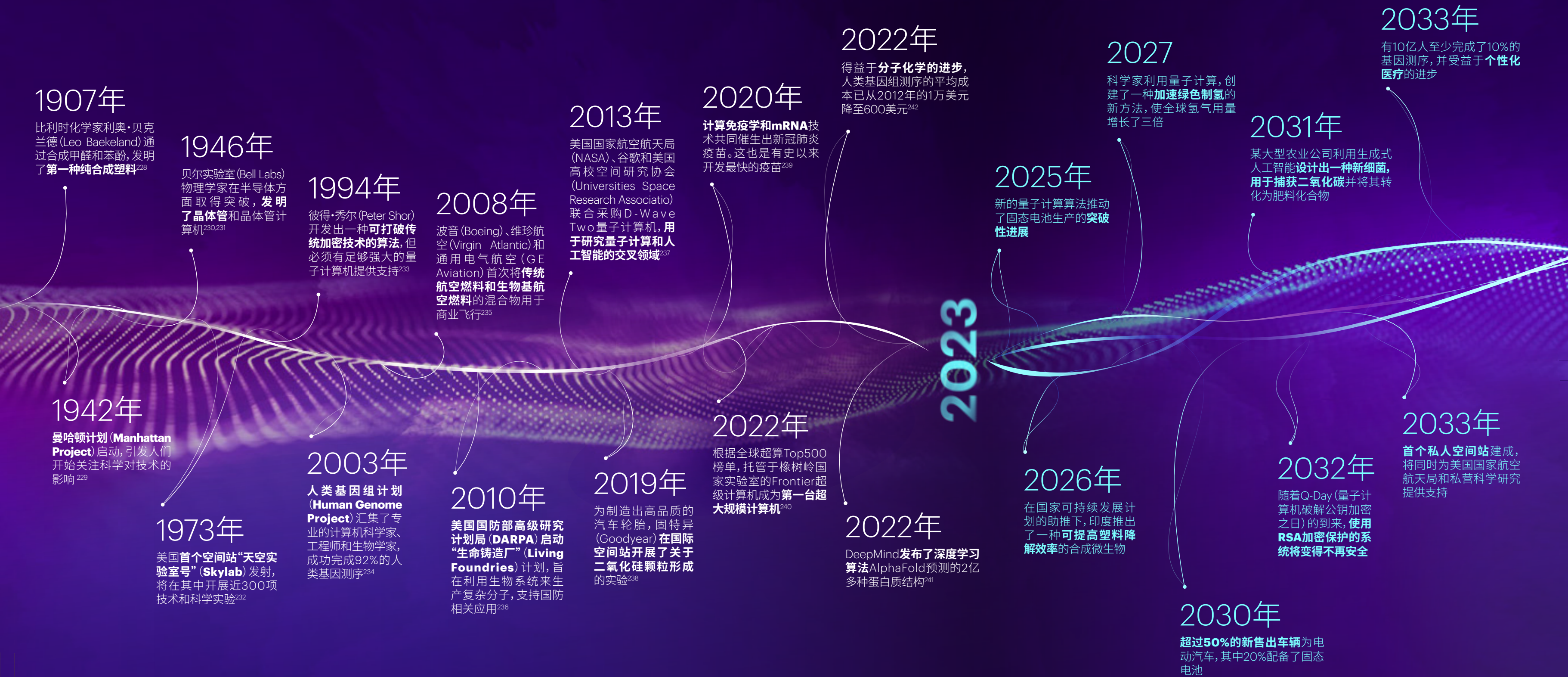
透明的时代，合作伙伴、客户、监管机构都迫切需要深入了解企业和所在行业。如果您无法满足这些要求，竞争对手就会抢先一步。



前沿探索

计算与行业科学大爆炸

发展历程 | 前沿探索





趋势概述

科学与技术之间的重要关系一直指引着人类数十年的创新进程。

历史证明，支持科学研究将推动对国民经济至关重要的技术发展。²⁴³

创新热潮的接踵而至更进一步证实了这一理论，以贝尔实验室和晶体管的发明为例。1925年，首个场效应晶体管专利提交了申请，但要制造出切实可用的晶体管，还需实现新的科学突破。²⁴⁴ 1946年，贝尔实验室的物理学家取得了这一突破，推动了人们对半导体电子迁移率的关键理解。1947年，全球首枚晶体管问世。七年后，第一台晶体管计算机诞生，从此为技术领域和世界各国带来了翻天覆地的变化。²⁴⁵

但“科学推动技术”的概念并不全面。历史上，科学界获得的大量投资和高度关注无疑加速了技术的发展。与此同时，技术也开始迅速加快科学创新。火箭技术研发成功将人类送上了月球并推动了太空科学事业的发展。²⁴⁶ 经过改造的雷达技术，可专门用于监测天气模式，由此促进了气象科学领域的进步。对橡胶平价替代品的不懈追求，则最终推动了新材料的发展。²⁴⁷

一直以来，科技和技术发展是相互促进、相辅相成的关系。但近年来，随着计算科学的不断发展，数字技术成为万众瞩目的焦点，吸引了世界各地企业的极大关注。



96%

的全球受访高管认为，
科学与技术相辅相成的
组合效应，缩短了科技
创新的时间。

越来越多的企业正不断加大创新力度，聚焦于科学与技术整体的反馈循环，并敏锐捕捉科学与技术交汇融合所产生的强大颠覆性影响。

新冠疫情给全球带来了数十年未见的创新压力和紧迫需求。对此，领先企业通过大力投资新兴技术做出响应，以极快的速度推动科学发展，创建新的解决方案。在此时期，科技创新周期大幅压缩，其影响将持续十年、乃至更久。

以新冠疫苗的开发为例。2020年1月10日，科学家公布了新冠病毒（SARS-CoV-2）的基因组序列；3月中旬，疫苗试验正式启动。^{248, 249} 到2020年底，全球已研制出多款mRNA新冠疫苗，其有效性均超过了90%。得益于计算免疫学的进步，以及虚拟通信和协作技术的重要支持作用，这些疫苗的开发进度远超以往——过去，此过程通常需要10年以上时间。

一些技术以超出我们认知的速度，加快科学与技术的双向反馈循环。多年来，数字技术一直被用于提升商业能力；如今，其应用焦点转向了科学引领创新这一全新领域。数字技术将从根本上改变科学创新方式，让我们以空前的速度取得创新进展，并可能全面影响企业和公众生活——这便是计算与科学大爆炸。

每家企业必须深刻反思自身创新战略，着眼于如何通过技术推动科学进步，以及科学反过来将如何在未来几年促进技术发展。科学与技术的双向反馈循环速度越快，就越能够加速创新的步伐。任何有助于加速创新的技术都将获得更多的投资，这将促进人们享受从未拥有的创新可能与机遇。

虽然科学技术的发展涉及范围非常广泛，但在一些关键领域，科学与技术的反馈循环正在展露巨大威力。这些领域具有巨大的潜力，对企业和行业的未来发展有着深远的影响。因此，企业可以开始集中精力开展创新，以利用这些领域带来的机遇，并为未来的发展做好准备。

合成生物学便是关键领域之一。该学科的起源有力证明了科学与技术反馈循环的强大影响。被誉为“合成生物学之父”的汤姆·奈特（Tom Knight），早前就是一名计算机科学家。²⁵⁰ 作为博士研究方向，他成为了全球硅视网膜设计的先锋之一；同时，他还开始研究摩尔定律（Moore's Law）。摩尔定律指出，集成电路芯片上的晶体管数量每两年便会翻一番，使算力呈指数级增长。但奈特却认为摩尔定律最终会走到尽头，因为晶体管会变得极为微小，硅片制程中无法正确码放这十余个原子。因此，奈特后来转向了生物化学研究。他认识到，如果蛋白质能自然而

准确地自行组合，那么合适的生物分子或许也能如此。同时，奈特还意识到，生物学反过来亦可受到工程原理的启发，比如利用模块化、抽象的方法来构建生物系统。²⁵¹ 事实上，这一方法加速了合成生物学的发展，使该学科有望颠覆传统意义上的材料和制造行业。

除合成生物学这一新兴领域外，科学与技术反馈循环还促成了其他许多重要领域的重大进步。例如，随着算力不断增强，以及科学进步催生出更多新的功能，计算化学领域已开始采用下一代计算方法，以此解锁新的科学可能，促进新材料和能源解决方案的形成。火箭和卫星技术的进步也在重新定义太空经济，使太空实验室能够开展更多的科学实验，以及对外太空和地球本身的研究。

63%

的中国受访高管认为材料和能源的创新和技术正在鼓舞所在企业的愿景和长期战略，这一比例明显高于全球（全球为38%）。

数字化赋能科技创新的中国路

数字技术正在赋予实体世界可定制化的能力，研发具有新功能、新特性、适应复杂多变环境的智能材料成为新的趋势。香港理工大学Aidlab人工智能设计研究所通过电脑视觉、深度学习和光纤布料研发了一种人工智能光纤布，这是一种非接触式的手势识别布料技术，通过给它口令，就可以即时改变颜色。利用数字技术实现纺织品定制化，可以应用于智能家居、时装设计、健康监测等领域。²⁵²

技术创新如果想在实际中得以应用，每一步都需要有底层的科学逻辑和模型，数字技术在逻辑和模型的构建中发挥着重要作用。以电池的发展为例，需要依赖多种新材料的开发。宁德时代不断对底层化学进行探索，如对钙钛矿太阳能电池、钠离子电池和凝聚态电池等的突破性研究。另一方面，宁德时代对电池的去模组化和集成化的结构进行了创新，2022年发布的麒麟电池可实现整车1000公里续航，在设计时采用了AI模拟仿真，对功能模块进行智能分布，作为目前全球电池集成度最高的动力电池，体积利用率突破72%，²⁵³ 实现了电池结构简化和成本降低。

绿色低碳发展新理念重塑了中国能源技术体系，数字技术推动了企业在储能解决方案和绿色能源领域的积极探索。电享科技的虚拟电厂构想将分布式能源汇聚在一起，共同给电网提供相关的辅助服务。其技术核心由机器学习、预测、优化和实时控制算法组成，通过云计算和边缘计算不断优化地管理电池健康、减少电费、参与需求响应、充电桩负载管理和微电网调度控制。²⁵⁴

远景帮助欧洲最大的储能企业Sonnen打造“能源Facebook”。基于物联网平台，每一块储能电池可以实现跟邻居和社区的太阳能、电动汽车电池、用能设备相连接，并在万千家庭中的共享得以实现。²⁵⁵ 远景智能构建的智能物联操作系统EnOS，目前连接协同全球超过560GW的能源资产与2亿个智能设备终端。²⁵⁶

联想集团武汉产业基地通过绿色能源使用和建设分布式光伏电站等方式，每年减少碳排放约1104吨，该基地充分利用数字技术开展了一系列智能化升级创新项目。其自研的APS系统通过人工智能把排产员用几个小时完成的排产任务在5分钟内完成，通过引入能耗这一维度，把减少能耗和提高效率两个看似矛盾的目标统一起来，寻求最佳解决方案。²⁵⁷

另一方面，新的能源技术也为高科技企业在探索数字技术的创新和应用提供了反馈与支持，作为当前全球最大的智算中心，阿里云张北云计算数据中心包含太阳能发电、风力发电在内的多能互补可再生能源电源开发建设，以及综合能源协调管控中心建设。为解决智能计算的损耗难题，阿里云通过体系化的核心技术，配合自研的无阻塞通信技术，让计算过程中的数据交换速度提升了5倍以上。同时联合自然风冷、液冷等技术应用，让智算中心的PUE最低可达1.09。²⁵⁸

如前所述，创新步伐的关键因素之一是科学和技术之间的双向反馈循环速度，而科学与数字技术融合的深度和广度在达到一定规模后就会开启行业的跨越式发展，这种跨越式的发展必须建立在完整的技术体系和技术生态基础上，而不是简单的技术组合，中国工程机械行业的电气化和智能化快速发展亦是如此。

中国实现“一键盾构”正说明了这一理论，现代盾构机不仅集材料、电气、机械、光学、液压、传感器和信息等技术于一体，而且依托了全国重点实验室的强大技术力量，在国家重点研发计划项目支持下，围绕工程多要素智能互联、掘进机智能运维及制造等研究，研制了中国首个盾构TBM工程大数据平台。基于信息化大数据平台、5G移动通信技术、AI智能学习技术、传感技术研发的多元化管控平台，形成了以智慧掘进、智能拼装、智能协同、智能诊断为核心的全过程智能化。如上海机场联络线工程在智能掘进模式下，将施工效率提高了16%以上。²⁵⁹

就电气化本身而言，需要考虑现场的能源供应，这将带动储能的需求和技术的进步，而电气化变得智能意味着要增加可以收集大量数据的传感器和物联网平台，通过算法和软件进行汇总和分析，确定能源的利用效率。徐工集团是国内最早投入新能源业务研发的重卡企业之一，通过大力推广换电模式，其车电分离、电池共享模式，实现了3-5分钟快速换电、高效运输。在钢厂、码头、城建等各种工况得以应用。某大型钢铁企业的物流负责人认为，虽然新能源重卡初始购置成本高，但比起加油成本，新能源重卡的使用成本可减少大概三分之一。²⁶⁰

实现电气化是实现脱碳的关键措施之一，可以解决人类面临的气候变化。天津港采用了零碳码头智慧能源解决方案，并利用物联网技术建设数字孪生系统，定制开发码头智慧能源管控平台，实现了减少碳排放量超过20000吨。该港口还采用了基于AI的“智能水平运输管理系统”，并率先使用了具备L4级无人驾驶能力的徐工ART无人驾驶水平运输机器人，实现了整机转运效率提高30%，成本节约30%以上的效果。²⁶¹ 这些数字技术的应用，使得该港口的运营更加高效、智能和可持续。

材料和能源领域的创新为工程机械的电气化发展奠定了基础，电气化打开了智能化的大门，反过来，数字技术的发展又推动了深度的电气化。随着中国电能替代技术推广和市场机制的完善，终端电气化水平将显著提升。据推算，到2025年，电动工程机械的渗透率将达到25%。²⁶²



技术之力正从管理信息（简称IT）和控制物理系统（简称OT），扩展到第三个维度：科学技术（ST）。无论是否从事实体科学工作、是否开发技术来加速相关领域发展，每个人都会受到科学技术的影响。计算、火箭、卫星以及生物技术等新的技术进步，将推动材料能源学、地球与空间学、以及合成生物学等领域的科学进步。此种良性循环，转而又将助力企业实现技术革新。从企业提供解决方案的场所，到其产品、包装和其他实物资产的构成，所有一切都可能发生改变。

未来，科学研究将从小作坊模式转向平台科研模式，基于基本原理的模型和算法；高效率、高精度的实验表征方法；数据库和知识库；高效便捷的算力资源将是平台式科研的基础设施。

除此之外，社会对加快科学技术双向反馈循环的需求从未如此迫切。面对全球在医药、供应链和气候变化等方面所面临的前所未有挑战，我们必须加快速度，依托科学和技术，制定出更加完善的解决方案。

调整战略方向、迎接科学和技术加速发展的新时代，这并非易事。企业必须深入了解数字技术正如何加速科学发展，以及各种变化产生的业务影响，同时还需迅速采取相应行动。过去几年，创新紧迫性已构成一大挑战，创新步伐必将日益加快。对此，您的企业是否已做好充分准备？

无论是否从事实体
科学工作、是否开发
技术来加速相关领域发
展，每个人都会受到科
学技术的影响。

技术动向

如今,许多新兴技术都具有加快科学与技术反馈循环的潜力。因此,着手确定哪些技术能够对科学进步产生最大的影响,以及哪些科学进步反过来将最大程度地推动未来技术发展,对企业而言至关重要。



企业需要深入思考这一问题，因为充分利用科学与技术发展带来的战略优势，将是企业未来几年开展业务转型，并最终重塑所在行业未来的关键。

尽管当前许多领域的科学技术已经成熟，可以通过反馈循环来推动创新，但全球来看有三个周期明显加快、影响已初见端倪的领域，分别为：材料能源学、地球与空间学、以及合成生物学。

材料能源学

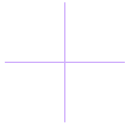
计算技术的突飞猛进开启了计算化学的新纪元，后者已成为材料能源学创新的重要驱动力。²⁶⁴ 借助更加强大的算力和全新计算范式，化学家能开展较以往更为复杂和准确的分子模拟，深化科学认识，突破新材料的开发边界，创建能源解决方案来应对气候变化等诸多问题。

2022年5月，全球超算榜单Top500宣布，美国橡树岭国家实验室打造的超级计算机Frontier首次打破E级(Exascale, 百亿亿次级)计算瓶颈, 实现E级超算。²⁶⁵ 随着世界各国建造百亿亿级计算机的计划纷纷出炉，如此大规模的算力增长将有望引发科学、尤其是计算化学领域的变革。

得益于超级计算机算力的不断提升，化学家们能够在更大的分子系统中、以更快速度开展更长时间的模拟运行，从而为化学理论的建立提供必要洞察，缩小虚拟模拟和真实实验结果之间的差距。虽然仍需借

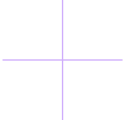
助适当的控制程序才能妥善利用这一强大算力，但已开始开发诸如NWChemEx之类的一些程序，并将其用于运行复杂的分子模拟，以更加合理地使用催化材料，实现生物燃料的可持续生产。²⁶⁶

然而，我们应注意到摩尔定律必将终结，即算力增长正在放缓，高昂的计算成本或将令人望而却步。因此，克服上述计算限制因素，科学家们正在不断更新迭代方法，例如改用量子计算等全新计算范式。这些新方法可以帮助我们更好地利用计算资源，推动科学技术的发展。



95%

的全球受访高管认为，下一代计算技术将成为未来十年其行业取得突破性发展的主要推动力。



与传统计算机相比，量子计算机在模拟量子力学特性（即控制分子、原子和电子的行为）方面具有与生俱来的天然优势。因此，通过近期量子计算机的实际应用，化学领域得以取得突破性发展。虽然量子计算机的计算速度更快，但就化学研究而言，其优势在于能够提高模拟化学反应不同环节的精确度。随着对量子计算的更深入了解，将会持续涌现许多新的应用途径。

例如，现代汽车（Hyundai）正与量子计算初创公司IonQ合作，使用量子计算技术来分析和模拟电池材料中的化学成分，特别是锂空气电池中含有的氧化锂。²⁶⁸ 通过使用传统计算机和量子计算机共同实现的混合算法，可以更好地完善电池材料的化学成分，从而提高效率，并消除可能的废物来源。

建造超级计算机和量子计算机的成本一直居高不下。但得益于云平台，两者的使用成本已较过去出现了明显下降。例如，初创公司萤火虫太空（Firefly Aerospace）借助云原生超级计算技术开展先进模拟，节省了大量的原型设计费用，从而建造出登月火箭。²⁶⁹虽然量子计算的成熟尚待时日，但在助力企业有效推动科学技术反馈循环、加速材料能源学创新等方面，量子计算机显然能够发挥重要作用。

地球与空间学

接下来，我们将探讨地球与空间学创新。自国际空间站（ISS）迎接首批宇航员以来，人类已在太空中开展了近3000个科学实验，利用微重力等独特的太空环境，深入了解事物的工作原理，或是借助空间站的有利位置俯视地球、观测外太空。²⁷⁰ 随着火箭和卫星技术的进步，科学家们能够更便利地进入和利用太空，加速我们对流体物理、疾病、材料、气候变化等领域的了解，从而改善地球上人们的生活。

过去，实施太空计划需要巨额成本，只有少数国家和政府有能力涉足。但近年来，由于零部件价格的下降和私营部门的发展，相关成本急剧减少。²⁷¹ 花旗银行2022年的一份报告显示，1970年-2010年间，火箭的平均发射成本相对稳定。其中，重型有效载荷为1.6万美元/公斤，轻型有效载荷为3万美元/公斤。²⁷² 2010年，太空探索技术公司SpaceX发射了猎鹰9号（Falcon 9），有效载荷成本为2500美元/公斤，仅为过去的约十分之一，且相关成本仍在不断下降。²⁷³ 受此

影响，人造卫星成本亦大幅缩减。如今，太空发射仅需花费几千美元，不必再投入数十万美元。此外，相关成本降低也得益于太空设施体积的缩小。^{274, 275}

发射成本的全方位下降，推动了航天工业的发展。²⁷⁶ 2021年，太空基础设施企业获得的私人投资，达到创纪录的145亿美元（较2020年增长了50%）。预计到2040年，整个行业的年市场规模将超过1万亿美元。^{277, 278}

面对如此之高的成长速度和投资水平，太空飞行的成本无疑会日益降低，且频次越来越密集，从而将更多人送入太空开展科学研究。²⁷⁹ 例如，初创公司Titan Space Technologies便将“代码和人员”双双送上太空，在数字空间实验室执行实验任务。本质而言，此举为那些希望在太空中开展实验的企业提供了“空间即服务”。²⁸⁰ 对于有意利用太空的独特属性（如微重力、极端温度或真空）来从事先进材料、



药物和其他各项研究的人员而言，这是令人振奋的进步。回顾历史，太空一直是人类获取更多科学知识的关键场所。例如，自开展太空实验以来，科学家便已深入掌握了关于胰岛素的更多知识，因为胰岛素可在太空中结晶形成：在微重力环境下，蛋白质形成的晶体更大，排列也更加有序。²⁸¹

与此同时，卫星的发展亦推动了科学进步。2018年，美国国家航空航天局的凌日系外行星勘测卫星（TESS）由SpaceX猎鹰9号发射升空后，一直在助力拓展科学家对银河系的认识。²⁸² 到2020年，TESS已收集75%的天空图像，并在此过程中发现了66颗新的系外行星和2100颗候选行星。²⁸³ 目前，TESS正在执行一项扩展任务，并提高了成像频率，以便更好地在红矮星附近找到类似地球的宜居行星（已发现一颗值得注意的系外行星——TOI 700d）。²⁸⁴ 我们再将关注点转向地球。诸如Jason-3之类的卫星，能测量海洋表面地形，帮助科学家深入了解海平面上升和气候变化问题，以及预测恶劣天气事件。²⁸⁵ “卫星即服务”、

“空间数据即服务”等全新商业模式不仅提供了更多进入太空的渠道，也将能有力地帮助研究人员。²⁸⁶

火箭和卫星技术的进步不断降低进入太空的成本门槛，由此推动太空经济蓬勃发展，并对科学产生了切实而重大的影响——我们可以更多地前往太空实验室开展新的实验，还能发射更多卫星来探索新的世界和深入认识自身居住的家园。历史已证明，太空中的科学探索带动了地球上的技术进步，现在它也能促进空间技术的发展。这一双向互动构成了富有成效的科学与技术反馈循环。

随着火箭和卫星技术的进步，科学家们能够更便利地进入和利用太空，加速我们对流体物理、疾病、材料、气候变化等领域的了解，从而改善地球上人们的生活。



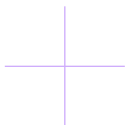
生物学

最后，计算与科学“大爆炸”还催生出了合成生物学这一全新领域。在DNA测序技术和合成技术进步、以及技术启发式最佳实践的推动下，合成生物学将工程设计原理与生物学相结合，创造出全新有机体或增强现有的生物机能。这些有机体的用途和进一步衍生加工广泛涉及新型食品、药品、燃料等行业，在革新传统制造工艺及产品方面具有光明的应用前景。

《科学报告》（Scientific Report）期刊近期发表的一篇文章预测，合成生物学或将成为继微电子学和互联网之后的又一重大科学进步，其重要原因之一，就是DNA测序和合成（即基因序列的“读取”和“写入”）成本每两年会下降约一半。²⁸⁷ 2001年，个人基因组测序成本大致为1亿美元，如今已降至约600美元（明年可能进一步减少为100美元）；十年前，基因合成的成本约为10美元/碱基对，现在仅需约0.10美元。^{288, 289}

在生物合成工序中，DNA测序和DNA合成是至关重要的环节，因此成本的全面下降对该学科产生了显著影响。例如，当一家公司计划生产合成香草时，首先需要检查自有DNA序列数据库（目前为大型库），确定哪些序列最有可能产生香草味。²⁹⁰ 接下来，将这批成功几率排位靠前的基因序列（以更低成本）加以合成并注入细胞中（如酵母细胞）。当新的有机体开始产生化学物质时，企业再甄选效果更出色的品种来增加产量。确定了这种生产工艺后，企业便可着手制造合成的香草香精。

显然，大多数企业无法独立完成此项工作，银杏生物工厂（Ginkgo Bioworks）等一站式合成生物学服务商应运而生。银杏生物能同时为客户提供包括代码库和生物铸造厂（实验室）的技术平台。²⁹¹ 其代码库由细胞、酶和基因程序组成，有机体工程师可使用代码库来启动项目。而作为制造环节，生物铸造厂



在DNA测序和合成技术进步、以及技术启发式最佳实践的推动下，合成生物学可将工程设计原理与生物学相结合，创造出全新有机体或增强现有的生物机能。



能综合利用自动化、分析工具和软件实现有机体工程的自动化和规模化。正因如此，Ginkgo网站引入了许多软件工程元素，其平台也类似于亚马逊云科技（AWS）等云平台。

生物积木基金会（BioBricks Foundation）是合成生物学受技术启发式实践推动的另一范例。在软件开源运动的启示下，该组织正发起合成生物学开源运动，努力通过生物学网络（bionet）之类的项目——依托开放的技术共享平台，以合作、标准化和科学共享为目标，支持众多科学家分享自身的材料研发成果。^{292, 293} 简言之，我们今天所熟知的合成生物学在当初创立时，从计算机科学和工程学当中汲取了明确的灵感。

合成生物学虽是一个相对较新的领域，但已在现实生活中大显身手。众所周知，合成生物学推动了新冠疫苗的开发。而另一方面，Bolt Threads公司在利用合成生物学技术制造生物皮革，Upside Foods则以此生产鸡肉、鸭肉、牛肉等合成肉类。^{294, 295, 296} 合成生

物学技术还可用于制造染料、化妆品和香料。这些开创性的产品不仅令人耳目一新，同时也比替代品更加环保，有利于可持续发展。

从材料能源学、地球与空间学，到生物创新，这三大领域只是科学技术融合初显身手的几个方向。每个领域都有着巨大潜力，对企业和行业的未来发展产生深远影响。随着越来越多的企业认识到这一点，并积极利用由技术推动的科学进步，创新的基石将出现变化。若企业无法与时俱进，很快便会被竞争对手远远抛在身后。

变革启示

在了解当今一些最为重要的科学技术融合领域后, 我们需要认真思考相关领域的进步将为世界带来哪些影响和新的可能。



对于企业而言，精准把握新的技术发展趋势、发展方向、创新机会是非常重要的。如果企业错失机遇，就无法为将来制订有竞争力的创新战略而持续前进。虽然科学技术加速融合并非是助推未来创新的唯一力量，纯技术驱动的管理信息（IT）、控制物理系统（OT）和数字化项目仍非常重要。然而，科学技术（ST）维度如此关键，任何企业都不能忽视它的影响，因为它将关乎所有组织和个人。

企业要深入、准确地了解对公共健康、气候变化、供应链等全球最重大问题的意义。即使这些问题当前与企业的业务关系不大，但在未来几年中，它们中的一些问题必将成为企业面临的首要挑战。因此，企业应该积极地利用科技发展，以应对未来的挑战，并从中获得更多的创新机遇。

早在2020年，企业就已真切认识到了公共健康问题对全人类和企业自身构成的重大威胁。上文中，我们曾讨论新冠疫情如何促使人们迅速采取行动开发疫苗、以及计算技术怎样显著加速开发进度。²⁹⁷ 不过，新冠变异毒株仍在持续出现。虽然疫苗可以更新迭代，但宾夕法尼亚州立大学医学院（Penn State

College of Medicine）的研究人员正致力于开创一种更加高效的解决方案——能够全面抵御当前和未来所有变异毒株的疫苗。科技探新是他们努力的核心。²⁹⁸ 与现有的靶向受体结合域（RBD）疫苗不同，这些研究人员通过免疫原瞄准病毒。利用计算生物学设计出的免疫原，可以识别已经发生突变但未出现变化的刺突蛋白区域，并使用计算机模拟测试其稳定性。由于可能大规模暴发的疾病日益频繁出现，疫苗的开发速度和免疫广度对全球各国都至关重要。²⁹⁹

在当今世界面对的所有挑战中，气候变化问题或许最为艰巨。可持续发展无疑是大多数企业追求的终极目标。我们讨论的所有领域，从材料能源学、空间创新，一直到合成生物学，都有可能为可持续发展做出重大贡献。例如，埃森哲、爱尔兰高端计算中心（ICHEC）和量子计算初创公司IonQ合作创建了一个可扩展的量子计算机化学模拟软件平台。该平台可用于计算打破PFAS（全氟和多氟烷基物质，一种污染环境并可能致癌的人造“永久性化学品”）等材料分子化学键所需的能量，从而助力找到清除此类物质的机制。³⁰⁰ LanzaTech公司则利用合成生物学技术来制造微生物，用以吸收碳排放，并将其转化为燃料和

在当今世界面临的所有挑战中，气候变化问题或许最为严峻。

化学品等有价值的原材料。³⁰¹ 同样是在环保领域，绿藻可吸收二氧化碳，有效减少温室气体排放，微藻可以吃掉烟道中50%的二氧化碳。微藻中的高附加值成分，如DHA、EPA和叶黄素等，可用于生产保健品、化妆品、饲料，再进行能源化利用，提高产品价值。微藻合成创业公司德默特生物科技（珠海）有限公司实现了海洋硅藻多管线联产，可同时生产岩藻黄素、EPA和蛋白质。相比天然藻种，经过改良的藻种在岩藻黄素和EPA产量上分别提高了4倍和2倍。结合高通量的数据收集方法和人工智能算法，实现光配方的智能设计，从而实现光能和碳源的高效利用，即“光碳智造”。³⁰²

83%

的全球受访高管认为，前沿科技的探索将助力应对健康相关问题和疾病之类的社会重大挑战，而75%的高管相信科技能力还有助消除贫困和不平等现象。

同时，企业还要考虑将合成生物学设施战略性地设置在化石燃料工厂或其他废物集中地附近。这有助提供丰富的原料来源，从而彻底摆脱全球供应链问题的影响。除此以外，由于这些设施可以制造一些特种材料，诸如香草之类的产品便可在全球任何地方合成，不必再完全依赖马达加斯加地区的输出。最后，合成蛋白质源等相对规模较小的生产活动，同样具有经济可行性（无需长年养殖禽畜）。这再次表明，此类产品对全球供应链的依赖将会降低，运输排放也会相应减少。³⁰³

当今世界面临着诸多巨大挑战，其中许多问题在过去难以解决，或者进展非常缓慢。然而，越来越多的企业开始投资新技术以加速科学发展，并利用成果更为迅速、高效地开发新型解决方案，这些解决方案可以帮助我们应对当前面临的巨大挑战，如气候变化、公共健康等问题。科学技术的发展需要长时间的投入和努力，但由此带来的效益对我们而言非常重要，值得我们投入大量的资源和精力，参与其中的企业可以获得宝贵的机遇和收益。





立即开始行动

尽管如此，前沿探索说易行难。许多新兴技术已加速了科学与数字技术的融合，由此带来的创新前景迭代也将越来越快。

与数字革命不同的是，此时企业的起步成熟度较彼时相差甚远，这让企业面临的挑战也愈发复杂。比如，一些制药或化工企业长期以来都在践行以科学为主导的创新。他们深知保持技术领先地位的重要意义，因而努力探索和投资于新兴数字技术，不断加快创新实践步伐，牢牢把握科技带来的种种机遇——建立合作关系并搭建沟通桥梁，为进入全新行业铺平道路。但也有很多企业担忧，自身从未涉足科学领域。此类组织可通过三项整体行动，为在下一阶段的创新加速期中取得成功做好准备。

首先，若想更加积极地参与下一代技术开发，并推动相关科学进步，企业应充分认识到：合作是关键。

量子计算等新一代计算技术不仅非常先进和复杂，更对相关稀缺技术人才有着大量需求。为此，跨行业和跨部门组织正通过组建联盟，合力实现量子计算目标。例如，日本的量子创新计划联盟（QIIC）广泛吸纳了学术机构、政府以及IBM、丰田（Toyota）、东芝（Toshiba）等企业，旨在使该国迅速成为量子科技的领军者。³⁰⁴ 合作也可依托于战略伙伴关系。例如，量子算法设计平台Classiq与量子计算技术公司ColdQuanta联手研究冷原子技术，同人工智能计算公司英伟达（NVIDIA）合作开发着cuQuantum软件开发工具包，还在和NTT DATA公司一道探索量子计算在信用风险分析领域的具体应用。³⁰⁵ 平安银行与本源量子合作，将共同开展量子金融算法在金融风控等领域的研究与落地，并使用量子计算机真机验证，探索量子算法在金融具体业务场景上的应用，有望在将来极大提升在反欺诈、反洗钱等业务领域的计算速度。³⁰⁶

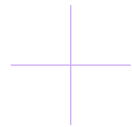
在新兴的合成生物学领域，各类合作亦层出不穷。例如，合成生物学公司Codexis与默克（Merck）、葛兰素史克（GSK）和诺华（Novartis）等制药公司结为合作伙伴，利用前者提供的CodeEvolver®蛋白质工程平台来开发各种酶制剂，优化自身的制药工艺。³⁰⁷ 此外，生物科技公司Ginkgo Bioworks也在与食品技术公司Motif FoodWorks合作，研发新型乳制品、肉类和植物性蛋白，并将这些新型食品更快地推向市场。³⁰⁸

企业做好创新准备的第二种方式是启动试验，实现新的科学驱动型创新。幸运的是，随着许多先进的技术和科学平台相继建立，此项工作变得更加便捷。例如，微软正与美国国家航空航天局的喷气推进实验室（JPL）合作，在Azure Quantum平台上利用量子启发式优化算法开发调度解决方案，并提供云端访问渠道。³⁰⁹ 谷歌则创建了一款向公众全面开放的量子虚拟机，专门用于研究和教育工作。³¹⁰ 由于量子计算领域潜藏着诸多令人振奋的新型应用模式有待探索，此类实验对企业、乃至整个学科都大有裨益。

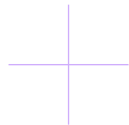
在尝试太空新事物方面，亚马逊（Amazon）最近与意大利卫星公司D-Orbit和瑞典智能自动化公司Unibap合作，在太空开展了一项“史无前例”的实验，即在近地轨道卫星上运行AWS软件。³¹¹ 该软件经过训练，可以查阅图像并仅向地球发送其中最有用的部分图像，以此提高卫星在太空中的生产力，并减少地面获取洞见的时间。

最后，企业还需意识到新前沿存在的种种风险，并为此妥善筹备。例如，合成生物学的进步和应用普及，或可导致实验室泄漏或生物武器滥用等危险问题。³¹² 这进一步凸显出制定实质性生物安全战略的必要性。在此方面，虽然明确的法律规定必不可少，但企业目前可自行采取措施，实施相关政策和治理计划，并将生物安全视为一种投资、而非负担。

下一代计算技术（如量子计算）还比较新颖和复杂，相关技术人才相对稀缺，因此这些技术对人才的需求量也相对较大。



企业会迫切希望参与这一加速创新过程。计算与科学“大爆炸”时代已然来临，漠然处之必将贻误良机。



量子计算则是所有企业面临的另一重大安全问题。秀尔算法（Shor's algorithm）为质因数分解提供了理论上的量子解决方案，可以破解当前我们所依赖的公钥加密技术。尽管目前量子计算机的发展尚未先进到足以破解加密技术，但其正以惊人的速度向此目标迈进。³¹³ 有人认为，量子计算机将在未来10到20年内破解加密技术。然而现实情况是，规模较小但更有针对性的网络攻击将很快袭来。因此，企业需制定相应计划，在未来两年内解决这一问题。人们极度担心，黑客正在收集数据，一旦量子计算能力部署就绪后便开始解密——这种图谋被称为“先窃取后解密”（SNDL）。企业需要警惕这种情况，并采取措施保护其数据安全。

目前，美国国家标准与技术研究院（NIST）已确立了一些抗量子算法，但对其使用寿命长短的预测却各有不同。可以确定的是，抗量子算法有效期将不会超过20年。因此，我们必须灵活运用加密方法，并随时准备更新升级。与此同时，企业应未雨绸缪，迎接后量子密码学时代的到来，并投资制定相应的反制措施，以减少“先窃取后解密”行为的直接威胁。

其对策之一便是保护密钥的分发。在此过程中，量子计算将为我们提供安全支持。例如，2022年初，来自摩根大通、东芝和Ciena公司的研究人员证明了：在800Gbps数据传输速率支持下，量子密钥分发（QKD）网络完全可行。这表明在现实环境条件下，该网络可以实现安全通信，并成功抵御基于量子计算的攻击。³¹⁴

随着科学与数字技术的不断进步，正向反馈循环不断加速，因此深入了解未来风险和机遇变得至关重要。企业迫切希望参与这一加速创新过程。计算与科学“大爆炸”时代已然来临，如果对此漠不关心，将会错失良机。

行动建议

科技进步应当引起所有人的关注和重视。下一代计算、空间技术和生物技术等领域的科技探索，将促进材料能源学创新、地球与空间学发展以及合成生物学的进步，从而推动人类、企业和世界大步迈向振奋人心的全新时代。

为了应对气候变化和公共健康等严峻挑战，我们必须立即行动起来，大力投资、加速创新，让数字化与科技发展融合互促，缩短周期，并充分释放其潜力。

数实融合的未来图景

2035年的一天，米瑞安（Miriam）约了亚历克斯（Alex）和本（Ben）两个朋友，在他写字楼下的咖啡店见面。

“亚历克斯发短信说农场正忙，但我们准备好的时候她也能准备好。”本边说边排队点单。米瑞安说：“希望一切顺利。我来之前下过单了，现在去取我的咖啡，然后找个桌子坐下来。”

本走到取餐台前和咖啡师打了个招呼，然后将拇指放在柜台上的指纹传感器上。咖啡师问他：“今天要做一杯不一样口味的吗？”本回答说：“可以啊，我听说你们出了一个新APP，可以定制各种口味，早就想试试了。”刚说完，本面前的屏幕上就迅速弹出了定制需求：咖啡因含量、口味、牛奶含量、温度等。咖啡师得意地说：“很厉害吧？这些是我们根据您以往记录生成的默认选项，您可以按需调整。您选好了就点‘确定’，数字钱包会自动扣款。”

本感觉有点困，所以他调高了咖啡因含量，然后点了“确定”按钮。他问：“这就好了？”咖啡师说：“好了。我们的咖啡豆分配器会对18种咖啡品种进行定制混合，专门为您量身定做。然后我就开始制作您的咖啡，几分钟就好。”

当本转身去找米瑞安时，他的手表震动了，原来是收到了一条通知，告诉他因为尝试这款新APP而获得了一枚NFT纪念章。米瑞安找了一张三人桌。本坐下时她说：“我们马上就好。”他们戴上AR眼镜，然后就看到亚历克斯隔空出现在他们旁边的空位上。

根据《技术展望2023》的趋势预测，我们创造了本、米瑞安和亚历克斯三个虚拟人物，通过他们的故事来展示未来数实融合的新世界。

↑
量身定制的咖啡
个性化口味

数实融合的未来图景

隐形AR眼镜



数实融合的未来图景: 米瑞安的一天

与亚历克斯和本喝完咖啡后，米瑞安决定步行去上班。公司离这只有20分钟的距离，但没过多久，她突然感到头晕目眩、呼吸短促，并且胸口一阵剧痛。惊慌之下，她叫了救护车。

米瑞安拨打的急救电话自动触发了她的一个手机应用，使急救部门能够查看到她的病史记录。几分钟后，医护人员到达时，他们已经检查了她的过敏史和病史，并给她注射了药物以缓解她的呼吸。药物起效后，主管医护人员就会更新她的用药记录，并用指纹签字确认，就此结束了急诊治疗。

待病情稳定后，米瑞安挂了门诊，门诊医生想深入了解她的发病原因。于是，米瑞安将她的手机应用开放给医生，允许医生查看她的病历，特别是健康和

健身穿戴设备的数据。利用这些信息并结合整个城市的空气质量数据，医生发现米瑞安的心率和血压峰值与污染加剧相关，就此诊断出她患有严重的环境性哮喘，并推荐她参加一项实验性药物试验。

在试验期间，米瑞安把自己哮喘发作的频率和用药情况都记录在应用中。这些信息将被匿名上传到一个公共数据库，供研究人员和医生分析。研究结束后，应用会自动与试验数据同步，确保病历信息的完整。



数实融合的未来图景: 爱丽克斯的一天

农场经理艾莉克斯（Alex）每天都会收到人工智能助手TerraWise的简报，以此开启新的一天。

这个助手能够定期汇总和分析大量数据，包括土壤传感器、无人机镜头、农业设备、卫星图像、天气预报等，以提醒艾莉克斯需要注意的关键信息。最近，卫星图像显示某块大豆田出现异常，艾莉克斯收到提醒后初步诊断农作物感染了大豆锈病，并拍了十多张照片上传至TerraWise加以确认。

随后，如艾莉克斯所料，TerraWise确认了这确实就是大豆锈病，并为受害作物定制了杀菌计划和预防性处理办法，同时向邻近农场的AI助手发出警报。通过互帮互助，所有临近农场都能有效地避免作物受损。



大豆锈病

数实融合的未来图景



卫星图像

无人机

大数据仪表盘



数实融合的新场景: 本的一天

食品科学家本正戴着AR眼镜查看三维图表，他任职于初创企业Meat4all，致力于生产平价的人工合成蛋白质。目前，他正在为公司的人造肉设计新的蛋白支架，以改进这一最新肉类替代品的口感。

通过公司的人工智能系统，本生成了多种新的蛋白质结构，并选定了三种最佳方案。然后，他咨询人工智能系统，哪种方案的碳影响最低。尽管该问题十分宽泛，但人工智能系统逐一分析了备选方案的碳影响，并最终发现其差异微乎其微。然而，本深知，一旦公司大规模采用这些蛋白支架，即便是细微差异也可能造成巨大不同。

AR眼镜



合成蛋白的
三维图示





关于技术展望

二十多年来，埃森哲《技术展望》报告团队为企业、政府机构及其它组织指明未来几年对其影响最为显著的新兴技术发展，对企业当下发展具有实际应用价值和现实指导意义。



本研究同时采用了定性和定量研究方法，以确保研究结果更加客观和时效：

- 在初始阶段，我们邀请由20多位企业高管和企业家组成的《技术展望》外部顾问委员会，这些人来自公共和私营领域、学术界、风险投资机构及初创企业。此外，埃森哲《技术展望》报告团队还与技术先锋、行业专家和埃森哲各业务部门的负责人进行了多轮深度访谈。
- 随后，我们针对全球4777名业务和IT高管开展调查，旨在了解他们对新兴技术的洞察以及这些技术在其组织中的应用情况。调研于2022年12月至2023年1月期间举行，问卷覆盖了34个国家/地区、25个行业，帮助我们进一步明确不同行业和地区的企业分别关注哪些技术战略和优先投资对象。
- 最后，基于实证研究和严谨详实的数据分析，解析技术发展和进阶方向。层层筛选后，《技术展望》报告编写团队根据现实世界的商业挑战，对每一个入围趋势进行验证与完善。报告在每一趋势章节中简要介绍了趋势背后的变革推动力，深入剖析了企业高管需要关注的话题。

中文版报告研究经理

于雅
埃森哲全球商业研究院研究经理
ya.yu@accenture.com

鸣谢 (按照姓名字母顺序)

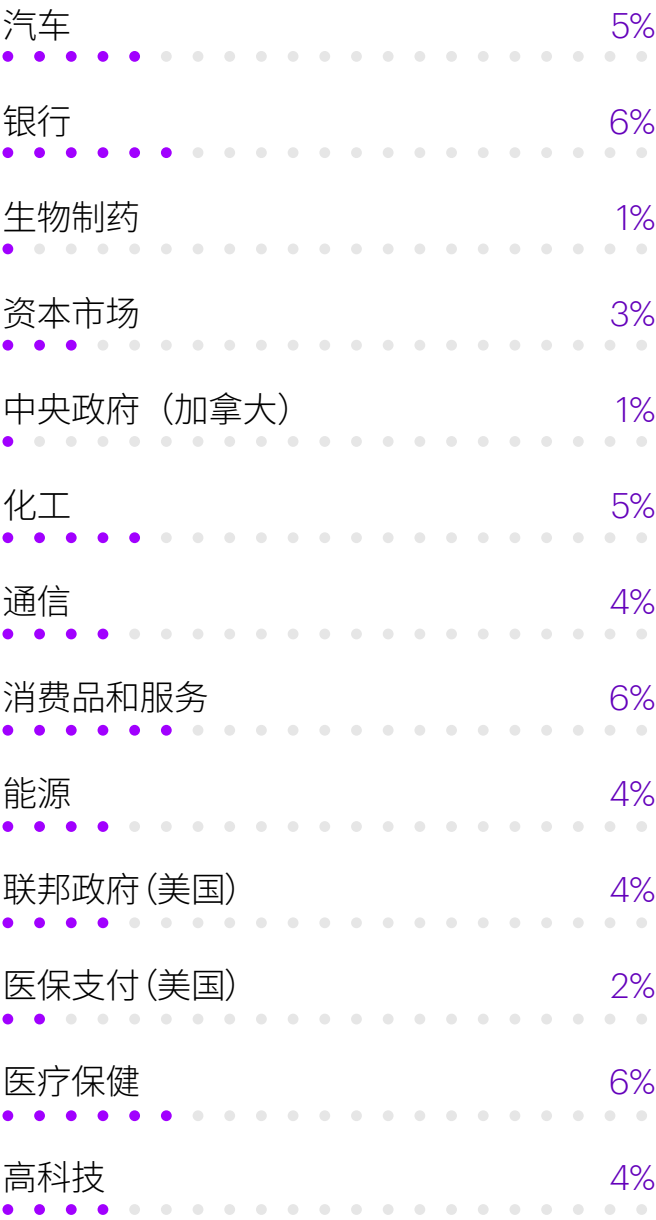
程京周、冯慧、黄今非、
刘其辉、孟庆夫、宋贺奇、
万佳欣、杨宇辰、杨慕雯、
张佳龄、张江

调研样本分布

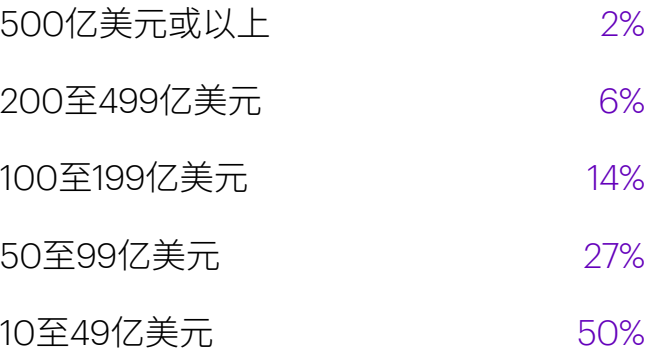
国家/地区

阿根廷	3%	中国	5%	印度尼西亚	2%	挪威	2%	瑞典	2%
澳大利亚	4%	哥伦比亚	2%	爱尔兰	2%	波兰	2%	瑞士	2%
奥地利	2%	丹麦	2%	意大利	4%	葡萄牙	2%	泰国	2%
比利时	2%	芬兰	2%	日本	4%	沙特阿拉伯	2%	阿联酋	2%
巴西	4%	法国	3%	马来西亚	2%	新加坡	2%	英国	4%
加拿大	5%	德国	4%	墨西哥	2%	南非	3%	美国	16%
智利	2%	印度	4%	荷兰	2%	西班牙	4%		

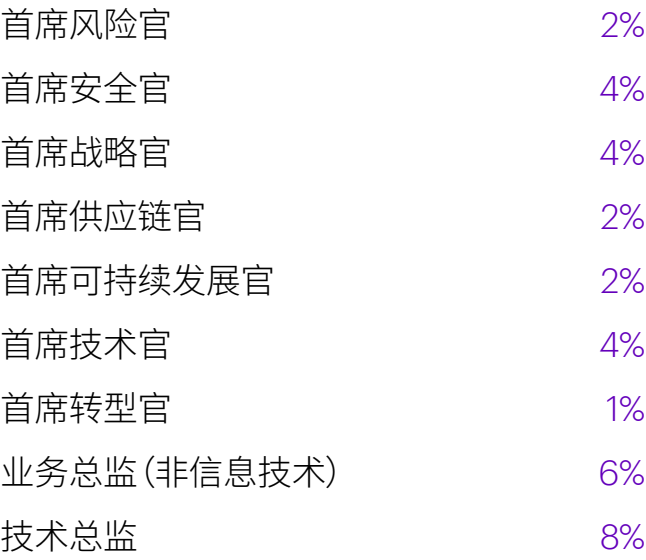
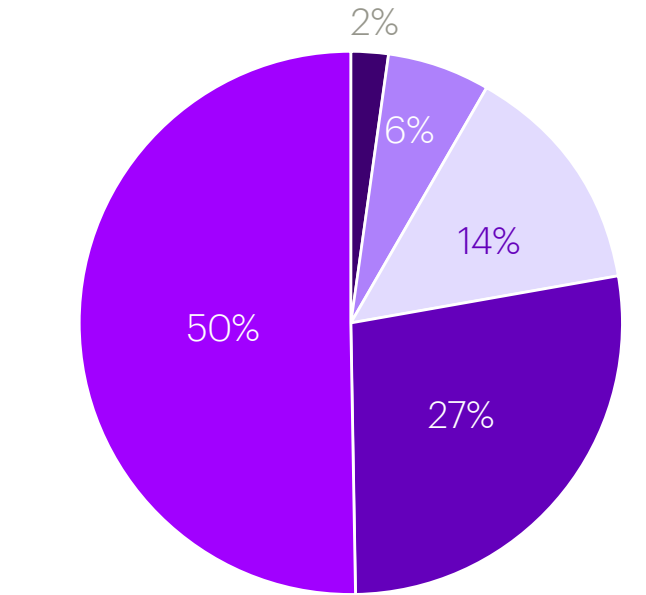
行业



收入 (美元)



职务



参考资料

摘要

- Neurotwin。(无日期) :<https://www.neurotwin.eu/>
- Consortium。(无日期) Neurotwin :<https://www.neurotwin.eu/consortium>
- G. 布朗恩 (G. Browne) (2022年2月15日)。制作大脑数字副本初探。《连线》: <https://www.wired.com/story/the-quest-to-make-a-digital-replica-of-your-brain/>
- 深圳大学附属华南医院和香港中文大学 (深圳) 智联网络研究院共建医学数字孪生人实验室。(2022年6月30日)。深圳大学附属华南医院:<https://sch.szu.edu.cn/hnyycmsweb/news/hospital-news?uid=3041>
- Anheuser-Busch和EverGrain庆祝首家在美国运营的大型工厂开业。(2022年6月30日)。Anheuser-Busch:<https://www.foodnavigator-usa.com/Article/2022/07/07/EverGrain-starts-commercial-production-of-upcycled-barley-protein>
- M. E.舒普 (M. E. Shoup) (2022年7月7日)。Anheuser-Busch和EverGrain庆祝首家在美国运营的大型工厂开业。FoodNavigator-美国: <https://evergrainingredients.com/news/meet-the-airship-barley-milk-latte-the-delicious-nutritious-cold-brew-coffee-that-almost-wasnt/>
- 邂逅Airship大麦牛奶拿铁, 一款美味又营养的冷萃咖啡, 带给您前所未有的味蕾体验。(2022年3月18日)。Evergrain: <https://www.just-food.com/news/post-holdings-in-snacks-tie-up-with-a-b-inbev-backed-evergrain/>
- D.·贝斯特 (D. Best) (2021年4月27日)。零食公司Post Holdings与AB InBev投资的EverGrain建立合作关系。Just Food: <https://www.just-food.com/news/post-holdings-in-snacks-tie-up-with-a-b-inbev-backed-evergrain/>
- R. 亚瑟 (R. Arthur) (2021年3月18日)。Corona推出由大麦秸秆制成的六瓶装啤酒包装。BeverageDaily: <https://www.beveragedaily.com/Article/2021/03/18/Corona-launches-beer-six-packs-made-from-barley-straw#>
- L. 福里斯塔尔 (L. Forristal) (2022年8月18日)。尼尔森表示, 流媒体收视率首次超过有线电视。TechCrunch: <https://techcrunch.com/2022/08/18/streaming-viewership-surpassed-cable-tv-for-the-first-time-says-nielsen/>
- V. 吉尔 (V. Gill) (2022年10月14日)。电子垃圾:2022年将有50亿部手机被淘汰。BBC: <https://www.bbc.com/news/science-environment-63245150>
- H. 拉维 (H. Lavi) (2022年4月21日)。测量数据中心的温室气体排放: 云计算的环境影响。Climatiq: <https://www.climatiq.io/blog/measure-greenhouse-gas-emissions-carbon-data-centres-cloud-computing>
- A. 沃克 (A. Walker) (2021年7月16日)。世界上首座3D打印智能钢桥在阿姆斯特丹启用。Infrastructure Intelligence: <http://www.infrastructure-intelligence.com/article/jul-2021/world%E2%80%99s-first-3d-printed-steel-smart-bridge-opens-amsterdam>

- 沈东方 (2022年5月23日)。“打印”一座水电站总共分几步。清华大学: <https://www.tsinghua.edu.cn/info/1182/94852.htm>
- C. 霍尔 (C. Hall) (2022年5月6日)。什么是Google Maps AR导航和Live View以及如何使用?Pocket-lint: <https://www.pocket-lint.com/apps/news/google/147956-what-is-google-maps-ar-navigation-and-how-do-you-use-it>
- A. 哈金森 (A. Hutchinson) (2022年11月2日)。Snapchat宣布与亚马逊建立新的虚拟试穿AR合作伙伴关系。Social Media Today: <https://www.socialmediatoday.com/news/Snapchat-partners-with-Amazon-on-new-AR-Try-On-initiative/635643/>
- M.·麦克道尔 (M. McDowell) (2022年4月28日)。为何Snapchat放弃其AR试穿购物工具。Vogue Business: <https://www.voguebusiness.com/technology/why-snapchat-is-giving-away-its-ar-try-on-shopping-tools>
- Whisper简介。(2022年9月21日) OpenAI: <https://openai.com/blog/whisper/>
- 协作机器人市场规模、份额和新冠疫情影响分析, 按有效载荷容量、应用、行业和区域预测, 2021-2028年。(2022年1月)。《财富商业洞察》: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/collaborative-robots-market-101692>
- Moxi 案例研究, Shannon Health。(无日期) Dilligent Robotics: <https://static1.squarespace.com/static/606f1bb0f7e05e3329035ff8/t/636adf13f00ad670c037d49d/1667948329711/ANCC+Magnet+Case+Study+-+Shannon.pdf>
- B. 沃尔什 (B. Walsh) (2022年8月3日)。最后, 回答这个问题: 人工智能有什么作用?Vox: <https://www.vox.com/future-perfect/2022/8/3/23288843/deepmind-alphafold-artificial-intelligence-biology-drugs-medicine-demis-hassabis>
- T. 路易斯 (T. Lewis) (2022年10月31日)。生物学中的一个重大问题终于得到解决。《科学美国人》: <https://www.scientificamerican.com/article/one-of-the-biggest-problems-in-biology-has-finally-been-solved/>
- AlphaFold揭示了蛋白质宇宙的结构。(2022年7月28日)。DeepMind: <https://www.deepmind.com/blog/alphafold-reveals-the-structure-of-the-protein-universe>
- T. 文茨尔 (T. Wenzl) (2022年7月2日)。计算化学研究人员将研究年限从千年缩短至四年。新墨西哥大学: <https://news.unm.edu/news/releases-20220630>
- L. 科罗德尼 (Kolodny, L) (2021年9月10日)。Solugen筹集3.57亿美元以糖代替石油生产化学品。CNBC: <https://www.cnbc.com/2021/09/09/solugen-raises-357-million-to-make-chemicals-and-plastic-from-plants.html>
- 诺基亚无线电技术支持AST SpaceMobile 从太空直接连接手机 (2022年7月28日)。美国商业资讯: <https://www.businesswire.com/news/home/20220728005646/en/Nokia-Radio-Technology-to-Enable-AST-SpaceMobile%E2%80%99s-Direct-to-cell-Phone-Connectivity-From-Space>

- V. 威廉姆斯 (V. Williams) (2022年4月7日)。餐馆如何应对供应链短缺和通货膨胀问题。多尔达什公司 (DoorDash) : <https://get.doordash.com/en-us/blog/supply-chain-shortages>
- J.·梅兹 (J. Maze) (2022年5月11日)。司机短缺对经销商的影响研究。Restaurant Business: <https://www.restaurantbusinessonline.com/financing/look-impact-driver-shortage-distributors>
- 全球供应链: 岌岌可危的生态系统。(无日期) 趋势科技: <https://www.trendmicro.com/explore/glrans/01589-tm1-en-ifg#page=1>
- 助力全球企业加快完成到2050年实现零排放的目标。(2022) 埃森哲: <https://www.accenture.com/content/dam/accenture/final/capabilities/strategy-and-consulting/strategy/document/Accenture-Net-Zero-By-2050-Global-Report-2022.pdf>
- S. 费尔南德斯 (S. Fernandez) (2022年10月5日)。神奇的生物塑料。加州大学圣巴巴拉分校 (UCSB) : <https://www.news.ucsb.edu/2022/020733/fantastic-bioplastic>
- 由细菌制成的生物塑料可以减少海洋中的塑料垃圾。(2022年10月6日)。罗彻斯特大学: <https://www.rochester.edu/newscenter/bioplastics-reduce-plastic-waste-in-oceans-536322/>
- I. 达扬 (I. Dayan) 、H.R. 罗斯 (H.R. Roth) 等人。(2021年9月15日)。通过联合学习预测新冠患者的临床结果。《自然医学》: <https://www.nature.com/articles/s41591-021-01506-3>
- J·维斯达尔 (Veisdal, J.) (2019年9月12日)。人工智能的发源地。Cantor’ s Paradise: <https://www.cantorsparadise.com/thebirthplace-of-ai-9ab7d4e5fb00>
- 杰弗里·辛顿 (Geoffrey Hinton) : 推动反向传播和无监督学习——回顾人工智能与深度学习研究先锋成果丰硕的职业生涯。(2022年5月19日)。Ai.nl: <https://www.ai.nl/artificialintelligence/geoffrey-hinton-a-look-at-the-prolific-career-of-ai-and-deep-learning-pioneer-behind-backpropagation-unsupervised-learning/>
- A·克里热夫斯基 (Krizhevsky, A.)、I·萨特斯科维尔 (Sutskever, I.) 等人 (2012年)。利用深度卷积神经网络进行ImageNet分类。NIPS 2012: <https://papers.nips.cc/paper/2012/hash/c399862d3b9d6b76c8436e924a68c45b-Abstract.html>
- D·奥兰诺夫 (Olanoff, D.) (2015年12月11日)。人工智能非营利组织OpenAI在埃隆·马斯克 (Elon Musk) 和山姆·阿尔特曼 (Sam Altman) 的支持下成立。TechCrunch: <https://techcrunch.com/2015/12/11/non-profit-openai-launches-with-backing-from-elon-musk-and-sam-altman/>
- AlphaGo: 挑战赛。(无日期)。Deepmind.com: <https://www.deepmind.com/research/highlighted-research/alphago/the-challenge-match>
- A·瓦思瓦尼 (Vaswani, A.)、N·沙泽尔 (Shazeer, N.) 等人 (2017年6月12日)。注意力机制的关键作用。arXiv: <https://arxiv.org/abs/1706.03762>
- K·约翰逊 (Johnson, K.) (2019年9月26日)。Hugging Face公司创建了面向TensorFlow平台的Transformer自然语言处理库。VentureBeat: <https://venturebeat.com/business/huggingface-launches-popular-transformers-nlp-library-for-tensorflow/>

41. T·布朗 (Brown, T.)、B·曼恩 (Mann, B.) 等人, (2020年5月28日)。语言模型具备小样本学习能力。arXiv:https://arxiv.org/abs/2005.14165
42. 《人工智能法》。(无日期):https://artificialintelligenceact.eu/
43. 基础模型的机遇与风险。(2021年8月16日)。斯坦福大学:https://fsi.stanford.edu/publication/opportunities-and-risks-foundation-models
44. A·扎沃隆科夫 (Zhavoronkov, A.) (2021年7月19日)。悟道2.0——来自中国的更大、更强、更快的人工智能。《福布斯》:https://www.forbes.com/sites/alexzhavoronkov/2021/07/19/wu-dao-20bigger-stronger-faster-ai-from-china/?sh=35dcf4e26fb2
45. M·高尔特 (Gault, M.) (2022年8月31日)。一幅人工智能生成的艺术作品在州博览会美术竞赛中排名榜首, 令艺术家们气愤不已。Vice:https://www.vice.com/en/article/bvmvqm/an-ai-generated-artwork-won-first-place-at-a-state-fair-finearts-competition-and-artists-are-pissed
46. 全能型代理。(2022年11月10日)。Deepmind.com:https://www.deepmind.com/publications/a-generalist-agent
47. ChatGPT:用以改善对话的语言模型。(2022年11月30日)。OpenAI: https://openai.com/blog/chatgpt/
48. K·卢斯 (Roose, K.) (2022年12月5日)。ChatGPT的辉煌与怪异之处。《纽约时报》:https://www.nytimes.com/2022/12/05/technology/chatgpt-ai-twitter.html
49. A·克雷特曼 (Kreitman, A.) (2022年12月13日)。为何我的写作生涯即将终结。The Marketing Advocate:https://medium.com/the-marketing-advocate/why-my-writing-career-is-just-about-over-deece661eaa2
50. GPT-4是OpenAI最先进的系统, 能够生成更安全、更有用的响应结果。(无日期)。OpenAI:https://openai.com/product/gpt-4
51. K·威格斯 (Wiggers, K.) (2023年3月14日)。OpenAI发布多模态人工智能GPT-4, 并声称其高度完善。TechCrunch:https://techcrunch.com/2023/03/14/openai-releases-gpt-4-ai-that-it-claims-is-state-of-the-art/
52. A·瓦思瓦尼 (Vaswani, A.)、N·沙泽尔 (Shazeer, N.) 等人。注意力机制的关键作用。
53. AI辅助时装设计?理大研发的这个系统, 全球首创! (2022年12月20日)。香港理工大学招生信息平台:https://99b.life/6VOy6
54. 设计领域的人工智能实验室。aidlab.hk:https://www.aidlab.hk/en/videolist
55. V·何 (Ho, V.) (2022年5月24日)。构建:Azure的OpenAI服务帮助客户利用大型AI模型加速创新;微软扩展可用性。微软:https://blogs.microsoft.com/ai/azure-openai-service-helps-customers-accelerate-innovation-with-large-ai-models-microsoft-expands-availability/
56. 钉钉接入千问大模型, 未来将全面智能化! (2023年4月18日)。阿里云:https://mp.weixin.qq.com/s/_Kz-ql6Htkx_AA0zszyY1g
57. 百度发布“文心一言”, 李彦宏回应为何现在发布:市场强烈需求。(2023年3月16日)。澎湃新闻:https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_22322073
58. 万科与微软Azure OpenAI合作落地致力提升客户服务体验。(2023年3月14日)。万科:https://www.vanke.com/news/data?typeid=1&newsid=7335
59. 2022北京智源大会发布三项重大科研成果。(2022年06月28日)。北京市海淀区人民政府:https://zyk.bjhd.gov.cn/jbdt/auto4510_51816/auto4510_54705/auto4510/auto4510/202206/t20220628_4540061.shtml
60. A·戴 (Dai, A.) 和N·杜 (Du, N.) (2021年12月9日)。使用GLaM进行更有效的情境学习。谷歌研究院:https://ai.googleblog.com/2021/12/more-efficient-in-context-learning-with.html
61. A·埃尔维 (Alvi, A.) 和P·卡尔亚 (Kharya, P.) (2021年10月11日)。利用DeepSpeed和Megatron训练Megatron-Turing NLG 530B——世界上最大、最强的生成式语言模型。微软研究院博客:https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/using-deepspeed-and-megatron-to-train-megatron-turing-nlg-530b-the-worlds-largest-and-most-powerful-generative-language-model/
62. A·阿尔福德 (Alford, A.) (2022年6月7日)。Meta具备1750亿参数的开源人工智能语言模型OPT。InfoQ:https://www.infoq.com/news/2022/06/meta-opt-175b/
63. 介绍PCL-百度文心 (ERNIE 3.0 Titan), 全球首个具有数千亿参数的知识增强模型。(2021年12月28日)。百度研究院:http://research.baidu.com/Blog/index-view?id=165
64. J·梁 (Liang, J.) (2022年5月1日)。基础模型和多模态人工智能的未来。Last Week in AI:https://lastweekin.ai/p/multimodal-ai
65. 基础模型的机遇与风险。
66. 全能型代理。
67. M·海基尔 (Heikkil., M.)。(2022年5月23日)。围绕DeepMind最新人工智能模型的炒作忽视了其真正独特之处。《麻省理工科技评论》:https://www.technologyreview.com/2022/05/23/1052627/deepmind-gato-ai-model-hype/
68. R·梅里特 (Merritt, R.) (2022年3月25日)。什么是Transformer模型?英伟达:https://blogs.nvidia.com/blog/2022/03/25/what-is-a-transformer-model/
69. 巨大的“基础模型”正在为人工智能的进步注入澎湃动力。(2022年6月11日)。《经济学家》:https://www.economist.com/interactive/briefing/2022/06/11/huge-foundation-models-are-turbo-charging-ai-progress
70. W·海文 (Heaven, W.) (2021年12月21日)。2021是巨型人工智能模型之年。《麻省理工科技评论》:https://www.technologyreview.com/2021/12/21/1042835/2021-was-the-year-of-monster-ai-models/
71. J·阿雷拉克 (Alayrac, J.)、J·唐纳修 (Donahue, J.) 等人 (2022年4月29日)。Flamingo:用于小样本学习的视觉语言模型。arXiv:https://arxiv.org/abs/2204.14198
72. 2022年人工智能指数报告发布。(2022年)。斯坦福大学“以人为本”人工智能研究中心:https://hai.stanford.edu/research/ai-index-2022
73. 7张图展示生成式人工智能状态。(2023年1月25日)。CB Insights:https://www.cbinsights.com/research/generativeai-funding-top-startups-investors/
74. 微软和OpenAI扩展合作。(2023年1月23日)。微软博客:https://blogs.microsoft.com/blog/2023/01/23/microsoftandopenaiextendpartnership/
75. R·道斯 (Daws, R.) (2022年11月2日)。Meta的蛋白质折叠人工智能提醒我们, 它不只是一家元宇宙公司。AI News:https://www.artificialintelligence-news.com/2022/11/02/meta-protein-folding-ai-not-just-metaverse-firm/
76. 印度理工学院马德拉斯分校和美国德克萨斯大学奥斯汀分校联合开发通用神经辐射场Transformer模型, 展现了Transformer的图形渲染能力。(2022年8月3日)。Synced:https://syncedreview.com/2022/08/03/iitm-ut-austins-generalizable-nerf-transformer-demonstrates-transformers-capabilities-for-graphical-rendering/
77. M·T (T, M.)、P·王 (Wang, P.) 等人 (2022年)。注意力机制能否满足神经辐射场的需要?arXiv:https://vita-group.github.io/GNT/
78. L·袁 (Yuan, L.)、D·陈 (Chen, D.) 等人 (2021年11月)。Florence:针对计算机视觉的全新基础模型。微软:https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/florence-a-new-foundation-model-for-computer-vision/
79. J·塞维利亚 (Sevilla, J.)、L·海姆 (Heim, L.) 等人 (2022年3月9日)。跨越机器学习三个时代的计算趋势。arXiv:https://arxiv.org/abs/2202.05924
80. 人工智能与计算。(2018年5月16日)。OpenAI:https://openai.com/blog/ai-and-compute/
81. A·罗顿 (Loten, A.) (2022年8月23日)。人工智能初创企业Anyscale获得9900万美元投资, 本轮融资由安德森·霍洛维茨基金领投。《华尔街日报》:https://www.wsj.com/articles/aistartup-anyscale-adds-99-million-to-andressen-horowitz-ledfunding-round-11661254200
82. M·林雷 (Lynley, M.) (2022年12月31日)。ChatGPT备受关注, 其背后价值10亿美元的开发者框架正在悄然推动类似真人的人工智能和OpenAI新时代。Business Insider:https://www.businessinsider.com/openai-chatgpt-trained-on-anyscale-ray-generative-lifelike-ai-models-2022-12
83. Z·张 (Zhang, Z.)、I·斯托卡 (Stoica, I.) 等人 (2022年10月19日)。领先企业正押注于Ray框架的四项原因。Anyscale.com:https://www.anyscale.com/blog/four-reasons-why-leading-companies-are-betting-on-ray
84. L·楚 (Chu, L.)、F·瑞斯 (Reiss, F.) 等人 (2022年8月23日)。IBM研究院揭示了基础模型的两大关键进步。IBM研究院:https://research.ibm.com/blog/ray-summit-codeflare-foundation-models
85. C·梅兹 (Metz, C.) (2022年12月26日)。一款新型聊天机器人给谷歌搜索服务拉响了“红色警报”。《纽约时报》:https://www.nytimes.com/2022/12/21/technology/ai-chatgpt-google-search.html
86. ChatGPT的辉煌与怪异之处。
87. 微软开发者。(2022年5月27日)。人工智能开发工具的未来。YouTube.com:https://www.youtube.com/watch?v=GVf7A_sr3cM
88. D·高桥 (Takahashi, D.) (2022年9月23日)。DeanBeat:英伟达首席执行官黄仁勋表示, 人工智能将自动填充元宇宙中的3D图像。VentureBeat: https://venturebeat.com/games/the-deanbeat-nvidia-ceo-jensen-huang-says-ai-will-auto-populate-the-3d-imagery-of-the-metaverse/
89. M·塔巴赫尼克 (Tabachnyk, M.) 和S·尼克洛夫 (Nikolov, S.) (2022年9月6日)。机器学习增强型代码补全工具提高了开发人员的生产力。谷歌研究院:https://ai.googleblog.com/2022/07/ml-enhanced-code-completion-improves.html
90. Bidding模型训练新范式:阿里妈妈生成式出价模型(AIGB) 详解。(2023年4月3日)。CSDN博客:https://blog.csdn.net/alimama_Tech/
91. M·墨菲 (Murphy, M.) (2022年5月9日)。何为基础模型?IBM研究院:https://research.ibm.com/blog/what-are-foundation-models
92. K·威格斯 (Wiggers, K.) (2023年3月14日)。OpenAI发布多模态人工智能GPT-4, 并声称其高度完善。TechCrunch:https://techcrunch.com/2023/03/14/openai-releases-gpt-4-ai-that-it-claims-is-state-of-the-art/

93. C·菲茨帕特里克 (Fitzpatrick, C.) (2021年1月7日)。Hateful Memes数据集挑战赛的获胜者。Driven Data Labs: <https://drivendata.co/blog/hateful-memes-winners>

94. L·马顿 (Maaten, L.)、I·米斯拉 (Misra, I.) 等人 (2022年3月16日)。Meta人工智能多模态理解研究的进展。Meta AI: <https://ai.facebook.com/blog/advances-in-multimodal-understanding-research-at-meta-ai/>

95. D·科尔德威 (Coldeway, D.) (2019年3月11日)。OpenAI从非营利机构转变为设定“利润上限”，以此吸引投资。TechCrunch: <https://techcrunch.com/2019/03/11/openai-shifts-from-nonprofit-to-capped-profit-to-attract-capital/>

96. K·威格斯 (Wiggers, K.) (2021年11月2日)。GPT-3通过微软Azure的OpenAI服务进入企业。VentureBeat: <https://venturebeat.com/ai/gpt-3-comes-to-the-enterprise-with-microsofts-azure-openai-service/>

97. A·皮里皮斯金 (Pilipiszyn, A.) (2021年3月25日)。GPT-3赋能下一代应用程序。OpenAI: <https://openai.com/blog/gpt-3apps/>

98. 利用OpenAI的强大模型构建下一代应用程序。(无日期)。OpenAI: <https://openai.com/api/>

99. D·辛哈 (Sinha, D.) (2022年4月15日)。2022年十大借力GPT-3的应用程序。Analytics Insight: <https://www.analyticsinsight.net/top-10-gpt-3-powered-applications-to-know-in-2022/>

100. K·蔡 (Cai, K.)。价值20亿美元的表情符号: Hugging Face希望成为机器学习革命的引擎。《福布斯》: <https://www.forbes.com/sites/kenrickcai/2022/05/09/the-2-billion-emoji-hugging-face-wants-to-be-launchpad-for-a-machine-learning-revolution/>

101. J·兰斯顿 (Langston, J.) (2021年11月2日)。Azure新推出的OpenAI服务将强大的GPT-3语言模型与Azure的企业功能相结合。微软: <https://blogs.microsoft.com/ai/new-azure-openai-service/>

102. N·乔希 (Joshi, N.) (2019年6月19日)。人工智能的7种类型。《福布斯》: <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/06/19/7-types-of-artificial-intelligence/?sh=6f27cc37233e>

103. S·塞缪尔 (Samuel, S.) (2021年9月18日)。人工智能的伊斯兰恐惧症问题。Vox: <https://www.vox.com/future-perfect/22672414/ai-artificial-intelligence-gpt-3-bias-muslim>

104. 案例研究#2: 提供双重身份验证。(无日期) NewAmerica: <https://www.newamerica.org/in-depth/getting-internet-companies-do-right-thing/case-study-2-offering-two-factor-authentication/>

105. S·加拉格尔 (S. Gallagher) (2017年12月29日)。Hotmail如何彻底改变微软和电子邮件。Ars Technica: <https://arstechnica.com/information-technology/2017/12/how-hotmail-changed-microsoft-and-email-forever/>

106. Facebook通过Facebook Connect的一般可用性在网络上扩展其社交平台。(2008年12月4日)。Meta: <https://about.fb.com/news/2008/12/facebook-expands-its-social-platform-across-the-web-through-general-availability-of-facebook-connect/>

107. Aadhaar注册人数突破10亿大关: 拉维·尚卡尔·普拉萨德 (Ravi Shankar Prasad) (2016年4月4日)。Business Standard: https://www.business-standard.com/article/current-affairs/aadhaar-enrollment-crosses-1-billion-mark-ravi-shankar-prasad-116040400863_1.html

108. Aadhaar ID每年为印度政府节省约10亿美元: 世界银行 (2016年1月14日)。《经济时报》: <https://economictimes.indiatimes.com/news/economy/finance/aadhaar-id-saving-indian-govt-about-1-billion-per-annum-world-bank/articleshow/50575112.cms?from=mdr>

109. K·斯蒂尔 (K. Steele) (2018年11月29日)。达美航空公司在亚特兰大推出美国首个生物识别航站楼; 下一站: 底特律。达美航空公司: <https://news.delta.com/delta-unveils-first-biometric-terminal-us-atlanta-next-stop-detroit>

110. 虹膜识别的历史。(无日期) 剑桥大学: <https://www.cl.cam.ac.uk/~jgd1000/history.html>

111. M·范德波尔 (M. Van de Poll) (2020年2月17日)。爱沙尼亚数字身份的历史。Cybernetica: <https://cyber.ee/resources/news/the-history-of-digital-identity-in-estonia/>

112. N·科比 (N. Kobie) (2019年6月7日)。中国社会信用体系的复杂真相。Wired: <https://www.wired.co.uk/article/china-social-credit-system-explained>

113. M·斯特罗恩 (M. Strachan) (2022年7月14日)。MetaMask 联合创始人: “我们无法阻止人们在区块链上制造庞氏骗局”。Vice: <https://www.vice.com/en/article/v7vea9/metamask-co-founders-we-cant-stop-people-from-making-ponzis-on-blockchains>

114. 《通用数据保护条例》的历史 (无日期)。欧洲数据保护监督员 (EDPS): https://edps.europa.eu/data-protection/data-protection/legislation/history-general-data-protection-regulation_en

115. 苹果公司宣布首批在Apple Wallet中注册采用驾照和州ID的州 (2021年9月1日)。苹果公司: <https://www.apple.com/newsroom/2021/09/apple-announces-first-states-to-adopt-drivers-licenses-and-state-ids-in-wallet/>

116. D·泰特 (D. Tait) (2022年7月1日)。微软凭借推出Entra在身份识别领域大放异彩。《隐秘读物》: <https://www.darkreading.com/omdia/microsoft-going-gig-on-identity-with-the-launch-of-entra>

117. K·阿尔斯波 (K. Alspach) (2022年5月31日)。微软希望万事万物都带有经过验证的复选标记。Protocol: <https://www.protocol.com/bulletins/microsoft-verified-id-digital-privacy>

118. Microsoft Entra验证ID。(无日期) <https://www.microsoft.com/en-us/security/business/identity-access/microsoft-entra-verified-id>

119. Early Warning Services联合大银行推出身份验证服务 (2022年4月5日)。PYMNTS: <https://www.pymnts.com/identity/2022/early-warning-services-big-banks-launch-id-service-authentify/>

120. M·彼得森 (M. Peterson) (2022年5月25日)。Apple Wallet中的数字ID功能已拓展到马里兰州。Apple Insider: <https://appleinsider.com/articles/22/05/25/digital-id-feature-in-apple-wallet-has-expanded-to-maryland>

121. C·伯特 (C. Burt) (2022年9月27日)。盖茨基金会承诺向数字身份和其他公共基础设施投入2亿美元。Biometric Update: <https://www.biometricupdate.com/202209/gates-foundation-commits-200m-to-digital-id-and-other-public-infrastructure>

122. 按产品 (解决方案和服务)、解决方案类型 (身份确认、身份验证)、身份类型 (生物识别和非生物识别)、部署模式、组织规模、垂直行业和区域划分的数字身份解决方案市场——全球预测到2027年。(2022年9月)。Research and Markets: <https://www.researchandmarkets.com/reports/5393866/digital-identity-solutions-market-by-offering>

123. b.well概述。(无日期) Pitchbook: <https://pitchbook.com/profiles/company/121691-08#overview>

124. H·兰迪 (H. Landi) (2021年4月2日)。万事达卡推出患者可在智能手机上使用的数字身份解决方案, 推动医疗行业向前发展。Fierce Healthcare: <https://www.fiercehealthcare.com/tech/mastercard-makes-healthcare-move-digital-id-solution-patients-can-use-their-smartphones>

125. ThedaCare如何通过b.well的数字前端和万事达卡身份验证服务为人口健康提供支持。(无日期) 万事达卡: <https://www.mastercard.us/en-us/business/large-enterprise/healthcare-solutions/security-solutions/bwell-thedacare-case-study.html>

126. https://www.trusple.com/zh_CN

127. 人人享有太阳能: 维也纳能源公司启动新的公民太阳能发电厂。(2021年6月6日)。维也纳能源公司: <https://www.wienenergie.at/pressrelease/sonnenenergie-fuer-alle-wien-energie-startet-neues-buergerinnen-solkraftwerk/>

128. 可持续发展目标。(无日期) 联合国: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/?Text=&Goal=16&Target=16.9>

129. K·科特卡斯 (K. Kotkas) (2022年2月25日)。跟随爱沙尼亚的脚步: 成功的数字身份蓝图。Security Magazine: <https://www.securitymagazine.com/articles/97159-following-in-estonias-footsteps-blueprints-for-a-successful-digital-id>

130. 印度优先创新的Aadhaar关键身份层: UIDAI首席执行官所罗伯·加格。(2022年7月8日)。《经济时报》: <https://economictimes.indiatimes.com/tech/technology/aadhaar-key-id-layer-for-india-first-innovations-uidai-ceo-saurabh-garg/articleshow/92732142.cms>

131. E·韦斯 (E. Weiss) (2022年7月19日)。印度推出新的基于人脸识别的Aadhaar身份验证应用程序。Find Biometrics: <https://findbiometrics.com/india-unveils-new-face-based-aadhaar-authentication-app-071901/>

132. AePS产品概述。(无日期) 印度国家支付公司: <https://www.npci.org.in/what-we-do/aeaps/product-overview>

133. S·萨伊尼 (S. Saini) 和S·侯赛因 (S. Hussain) (2021年10月1日)。利用印度的Aadhaar平台缓解新冠疫情带来的痛苦。东亚论坛: <https://www.eastasiaforum.org/2021/10/01/leveraging-indias-aadhaar-platform-to-ease-covid-19-pain/>

134. S·沙伍德 (S. Sharwood) (2022年2月9日)。斯里兰卡将采用印度的Aadhaar数字身份计划。The Register: https://www.theregister.com/2022/02/09/sri_lanka_to_adapt_indias/

135. D. 赫德 (D. Hurd) (2022年12月12日)。实施专制的“特洛伊木马”：布鲁塞尔为欧盟公民推出新的“数字身份”系统。CBN News：<https://www1.cbn.com/cbnnews/world/2022/may/is-the-eu-undergoing-a-chinafication-brussels-will-be-rolling-out-a-new-digital-identity-nbsp>

136. L. 通 (L. Tung) (2022年2月9日)。联邦调查局警告：SIM卡交换攻击正在激增，切勿在网上吹嘘您的加密货币。ZDNET：<https://www.zdnet.com/finance/blockchain/fbi-warns-sim-swapping-attacks-are-rocketing-dont-brag-about-your-crypto-online/>

137. 用户忘记密码会增加您网站的放弃率。(2021年5月6日)。iProov：<https://www.iproov.com/blog/forgotten-passwords-increasing-websites-abandonment-rate>

138. 无效流量对营销的影响。(2022年5月)。Cheq：<https://cheq.ai/wp-content/uploads/2022/05/The-Impact-of-Invalid-Traffic-on-Marketing-2.pdf>

139. 今年全球数字广告欺诈成本将上升至350亿美元。(2020年10月28日)。巴尔的摩大学：<http://www.ubalt.edu/news/news-releases.cfm?id=3621>

140. 开源国家身份识别系统MOSIP在非洲和亚洲发展强劲。(2018年20月12日)。Identity Review：<https://identityreview.com/mosip-open-source-national-id-system-gains-momentum-in-africa-and-asia>

141. C. 伯特 (C. Burt) (2022 年9月6日)。随着亚洲数字身份计划应用范围和影响力的扩大，MOSIP的发展得到了检验。Biometric Update：<https://www.biometricupdate.com/202209/mosips-growth-examined-as-asian-digital-identity-schemes-expand-in-reach-applications>

142. H. 维森特 (H. Vescent) (2022年7月5日)。去中心化标识符1.0现在是W3C标准。Biometric Update：<https://www.biometricupdate.com/202207/decentralized-identifiers-1-0-are-now-a-w3c-standard>

143. Linux基金会宣布计划成立OpenWallet基金会。(2022年9月13日)。Linux基金会：<https://www.linuxfoundation.org/press/linux-foundation-announces-an-intent-to-form-the-openwallet-foundation>

144. C. 哈珀 (C. Harper) (2021年3月5日)。微软的ION数字身份网络基于比特币运行。CoinDesk：<https://www.coindesk.com/markets/2021/03/25/microsofts-ion-digital-id-network-is-live-on-bitcoin/>

145. Web3钱包概述。(无日期) Alchemy：<https://www.alchemy.com/web3-wallets-overview>

146. HyperledgerIdentity综述：使用超级账本技术构建的生产数字身份解决方案的代表性实例。(2022年9月28日)。Hyperledger：<https://www.hyperledger.org/blog/2022/09/28/hyperledgeridentity-round-up-a-cross-section-of-production-digital-identity-solutions-built-using-hyperledger-technologies>

147. BC旨在通过Hyperledger Indy减少政府的繁琐手续。(无日期) Hyperledger：<https://www.hyperledger.org/learn/publications/orgbook-case-study>

148. 星巴克为星享俱乐部会员打造革新的Web3体验。(2022年9月12日)。星巴克：<https://stories.starbucks.com/press/2022/starbucks-brewing-revolutionary-web3-experience-for-its-starbucks-rewards-members/>

149. 星巴克：我们正在创建数字第三空间。(2022年5月3日)。星巴克：<https://stories.starbucks.com/stories/2022/starbucks-creating-the-digital-third-place/>

150. Permission.io推出行业首个提供加密奖励的需求方平台 (DSP)。(2021年10月11日)。Permission.io：<https://www.prnewswire.com/news-releases/permissionio-to-launch-industry-first-demand-side-platform-dsp-offering-crypto-rewards-301396159.html>

151. Permission.io：赎回。(无日期) https://redeem.permission.io/?_ga=2.245706951.257697819.1666984884-1674603746.1666843526

152. SAP、联合利华试点支持无毁林棕榈油的区块链技术。(2022年3月21日)。联合利华：<https://www.unilever.com/news/press-and-media/press-releases/2022/sap-unilever-pilot-blockchain-technology-supporting-deforestationfree-palm-oil/>

153. M. 德尔·卡斯蒂略 (M. del Castillo)、M. 斯齐弗林 (M. Schifrin) 等人。(2022年2月8日)。The Blockchain 50 2022。《福布斯》：<https://www.forbes.com/sites/michaeldelcastillo/2022/02/08/forbes-blockchain-50-2022/?sh=526ecf2d31c6>

154. 高盛对NFT的兴趣可能会加速实物资产的代币化。(2022年4月28日)。PYMNTS：<https://www.pymnts.com/nfts/2022/goldman-sachs-interest-could-speed-tokenization-real-assets-nfts/>

155. 香港特区政府发售首批代币化绿色债券。(2023年2月16日)。香港金融管理局：https://www.hkma.gov.hk/gb_chi/news-and-media/press-releases/2023/02/20230216-3/

156. C. 盖丁伯格 (C. Gartenberg) (2021年4月27日)。为什么苹果应用程序的新隐私功能如此重要。The Verge：<https://www.theverge.com/2021/4/27/22405474/apple-app-tracking-transparency-ios-14-5-privacy-update-facebook-data>

157. K. 卢科维茨 (K. Lukovitz) (2022年5月5日)。Privacy Update：ATT IDFA选择加入率总体为25%，但因垂直行业而异。Media Post：<https://www.mediapost.com/publications/article/373613/privacy-update-att-idfa-opt-in-rate-at-25-overal.html>

158. M. 伯吉斯 (M. Burgess) (2022年1月27日)。谷歌推出禁用Cookie的新计划，大众对此仍怨声载道。Wired：<https://www.wired.com/story/google-floc-cookies-chrome-topics/>

159. T. 蒂托内 (T. Titone) (2022年1月31日)。Topics API：Google FLoC的替代品详述。Ad Tech Explained：<https://adtechexplained.com/google-topics-api-explained/>

160. G. 阮 (G. Nguyen) (2022年1月25日)。谷歌宣布放弃FLoC，将Topics API作为其新一代定位技术。Search Engine Land：<https://searchengineland.com/google-kills-floc-introduces-topics-api-379120>

161. Garner研究人员。(2022年5月31日)。Gartner确定了到2024年隐私方面的前五大趋势。Gartner：<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2022-05-31-gartner-identifies-top-five-trends-in-privacy-through-2024>

162. 准备迎接没有第三方Cookie的世界。(2020年10月)。Epsilon：https://www.epsilon.com/hubfs/3PC_Deprecation_Research_Exec_Summary_23Oct2020.pdf?hsCtaTracking=6eda0e9d-6c8d-4c52-922f-1e396ac75978%7C8c887de0-50d4-40c9-9ebe-93d1c26e8d29

163. A. 乌齐亚尔科 (A. Uzialko) (2023年1月23日)。GDPR如何影响业务以及2023年情况预测。Business News Daily：<https://www.businessnewsdaily.com/15510-gdpr-in-review-data-privacy.html>

164. 《GDPR执法跟踪报告》(无日期)：<https://www.enforcementtracker.com/>

165. Web3中的数字身份。(无日期) 摩根大通：<https://www.jpmorgan.com/onyx/content-hub/digital-identity-in-web3.htm>

166. S. 法迪尔帕希奇 (S. Fadilpašić) (2022年10月27日)。摩根大通在Web3中探索数字身份钱包。Crypto News：<https://cryptonews.com/news/jpmorgan-exploring-digital-identity-wallets-web3.htm>

167. C. 马尔达雷利 (C. Maldarelli) (2021年4月26日)。为什么每天一万步并不是改善健康的秘诀。《大众科学》：<https://www.popsoci.com/story/health/10000-steps-evidence-study/>

168. J. 科尔曼 (J. Coleman) (2022年7月22日)。美国陆地卫星 (Landsat) 的遗产：美国国家航空航天局-美国地质调查局从太空观察地球计划迎来50周年。NASA：<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2022/landsat-legacy-nasa-usgs-program-observing-earth-from-space-turns-50>

169. G. 普雷斯 (G. Press) (2013年5月9日)。大数据简介。《福布斯》：<https://www.forbes.com/sites/gilpress/2013/05/09/a-very-short-history-of-big-data/?sh=1743b36665a1>

170. M. 阿姆斯特朗 (M. Armstrong) (2019年4月16日)。全球数据创建量将呈爆发式增长。Statista：<https://www.statista.com/chart/17727/global-data-creation-forecasts/>

171. 开放政府。(无日期)。Data.gov：<https://data.gov/open-gov/>

172. P. 拉莫尼卡 (P. La Monica) (2020年9月17日)。Snowflake的股价涨了一倍多，这是有史以来最大的软件首次公开募股 (IPO)。CNN Business：<https://www.cnn.com/2020/09/16/investing/snowflake-ipo/index.html>

173. S. 克拉克 (S. Clark) (2022年7月6日)。世界火箭发射活动创纪录的一年。Spaceflight Now：<https://spaceflightnow.com/2022/07/06/worlds-rockets-on-pace-for-record-year-of-launch-activity/>

174. 董事会多元化矩阵披露要求和示例。(2023年1月26日)。纳斯达克交易所：https://listingcenter.nasdaq.com/assets/Board Matrix Examples_Website.pdf

175. 凯利蓝皮书庆祝80周年华诞，一直深受行业和客户信任。(无日期)。凯利蓝皮书：<https://mediaroom.kbb.com/press-releases?item=105784>

176. H. 卡纳万 (H. Canavan) (2014年8月5日)。Yelp诞生10周年：从初创公司到在线评论霸主。Eater.com：<https://www.eater.com/2014/8/5/6177213/yelp-turns-10-from-startup-to-online-review-dominance>

177. Glassdoor.com推出公开测试版，免费向任何公司的员工薪水、奖金、评论和评级敞开大门。(2008年6月11日)。Glassdoor：<https://www.glassdoor.com/about-us/glassdoorcom-launches-public-beta-opening-doors-employee-salaries-bonuses-reviews-ratings-company-free/>

178.

Z. 德加尼 (Z. Dehghani) (2019年5月20日)。如何从单一数据湖转向分布式数据网格。MartinFowler.com:https://martinfowler.com/articles/data-monolith-to-mesh.html

179.

P. 泰勒 (P. Taylor) (2022年9月8日)。2010-2020年创建、使用和存储的数据量 (预测到2025年)。Statista:https://www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/

180.

拥有130多万亿美元资产的680多家金融机构呼吁近10,400家公司通过CDP披露环境数据。(2022年3月14日)。CDP:https://www.cdp.net/en/articles/media/More-than-680-financial-institutions-call-on-nearly-10400-companies-to-disclose-environmental-data-through-CDP

181.

https://www.dianping.com/

182.

无限的视野。(无日期)。Cirium.com:https://www.cirium.com/about/

183.

Cirium。(2019年5月21日)。Cirium:更明智的旅行方式。YouTube.com:https://www.youtube.com/watch?v=wtRZrJijNNM

184.

Cirium将最准确的二氧化碳排放和飞行跟踪数据与它无与伦比的机队数据库集成在一起。(2022年10月18日)。Cirium.com:https://www.cirium.com/thoughtcloud/cirium-integrates-most-accurate-co2-emissions-and-flight-tracking-data-with-fleets-database/

185.

集装箱费率警报:暴风雨前的平静,在预期的新年阵痛到来之前,长期海运费率将保持稳定。(2022年22月12日)。Xeneta.com:https://www.xeneta.com/news/calm-before-storm-as-long-term-ocean-freight-rates-hold-steady-ahead-of-expected-new-year-pain

186.

ABF使用Xeneta协商降低30%的海运费率,并在物流采购方面提供类别领导。(无日期)。Xeneta.com:https://www.xeneta.com/abf-customer-case-study

187.

东航积极推进机坪运行数字化转型,建立“数字机坪”。(2021年9月18日)。中国民航网:http://www.cannews.com.cn/2021/09/18/99332644.html

188.

船视宝:创新高地上的“明珠”。(2022年5月20日)。中国航务周刊:https://mp.weixin.qq.com/

189.

随着全渠道的兴起,消费者对食品透明度的需求依然强劲。(2022年1月25日)。NielsenIQ:https://nielseniq.com/global/en/news-center/2022/consumer-demand-for-food-transparency-remains-strong-as-omnichannel-rises/

190.

H. 亚当斯 (H. Adams) (2021年12月13日)。报告显示,购物者希望供应链透明。SupplyChain:https://supplychaindigital.com/sustainability/report-shows-shoppers-want-transparency-supply-chain

191.

M. 阿姆斯特朗 (M. Armstrong), 全球数据创建量将呈爆发式增长。

192.

P. 泰勒 (P. Taylor), 创建、使用和存储的数据量。

193.

M. 哈桑 (M. Hasan) (2022年5月18日)。2022年物联网状况:全球联网的物联网设备数量增长18%,达到144亿。IoT Analytics:https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/

194.

G. 布恩凡蒂诺 (G. Buonfantino) (2022年4月27日)。新的研究表明,消费者比以往任何时候都更关注品牌的价值观。谷歌云博客:https://cloud.google.com/blog/topics/consumer-packaged-goods/data-shows-shoppers-prioritizing-sustainability-and-values

195.

竭尽全力,赢得信任。(无日期)。IceBug:https://www.icebugitalia.it/en/segui-le-impronte

196.

B. 麦吉 (B. McGee) (2022年5月25日)。Icebug倡导可持续的生活方式,因为每年可增加销售额和利润。Outdoor Industry Compass:https://www.oicompass.com/financial-results/icebug-promotes-sustainable-lifestyle-as-annual-sales-profits-rise/96541.article

197.

H. 塔米兹 (H. Tameez) (2022年11月30日)。《华盛顿邮报》以Spotify Wrapped的方式推出新闻年。NiemanLab:https://www.niemanlab.org/2022/11/the-washington-post-launches-a-year-in-news-a-la-spotify-wrapped/

198.

我国可持续发展科学卫星1号数据面向全球开放共享。(2022年9月21日)。人民网:https://s.r.sn.cn/xfu4VW 2

199.

S. 佩雷斯 (S. Perez) (2013年1月8日)。Target现在与亚马逊、沃尔玛、百思买和玩具反斗城价格全年价格相匹配。TechCrunch:https://techcrunch.com/2013/01/08/target-now-price-matching-amazon-walmart-com-bestbuy-com-toyrus-com-year-round/

200.

S. 肯普 (S. Kemp) (2022年10月20日)。数字2022:10月全球统计报告。Datareportal.com:https://datareportal.com/reports/digital-2022-october-global-statshot

201.

Apple Watch和watchOS 9的新增功能。(无日期)。《Apple Watch使用手册》:https://support.apple.com/guide/watch/whats-new-apdb93ea3872/watchos

202.

纳米传感器在几分钟内就能检测出水果上的杀虫剂。(2022年6月7日)。《每日科学》:https://www.sciencedaily.com/releases/2022/06/220607121014.htm

203.

N. 彼尔德 (N. Bild) (2022年7月26日)。滴水不漏:一款基于TinyML的管道泄漏声学检测解决方案。Edge Impulse:https://www.edgeimpulse.com/blog/dont-be-a-drip-a-tinyml-based-solution-for-acoustic-pipe-leak-detection

204.

S. 麦奎特 (S. McQuate) (2022年3月16日)。微型无电池设备像蒲公英种子一样漂浮在风中。华盛顿大学新闻:https://www.washington.edu/news/2022/03/16/battery-free-devices-float-in-wind-like-dandelion-seeds/

205.

Climate Trace:温室气体排放的独立跟踪。(无日期)。ClimateTrace.org:https://www.climatetrace.org/about

206.

WorldView-3卫星传感器 (30cm)。(无日期)。Satellite Imaging Corporation:https://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/worldview-3/

207.

使用行星的实时卫星监测。(无日期)。Planet.com:https://www.planet.com/products/monitoring/

208.

M. 齐利亚尼 (M. Ziliani)、M. 阿尔塔夫 (M. Altaf) 等人。(2022年2月15日)。通过将CubeSat数据同化到作物模型中,对田间作物产量变化进行早期季节预测。ScienceDirect:https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192321004226?via%3Dihub

209.

T. 费雷拉 (T. Ferreira) (2022年8月8日)。行星数据有助于推进数字农业的前景,并使新的水动力学研究成为可能。Planet.com:https://www.planet.com/pulse/planet-data-helps-advance-the-promise-of-digital-agriculture-and-enables-novel-water-dynamics-research/

210.

A. 伍德恩 (A. Wooden) (2022年9月21日)。T-Mobile正在部署5G产品以实现新的人工智能驱动野火探测系统。Telecoms.com:https://telecoms.com/517551/t-mobile-is-providing-the-5g-goods-to-a-new-ai-wildfire-detection-system/

211.

T-Mobile与SpaceX合作扩大其通讯服务覆盖范围。(2022年8月25日)。T-Mobile.com:https://www.t-mobile.com/news/un-carrier/t-mobile-takes-coverage-above-and-beyond-with-spacex

212.

Forrester咨询代表Amperity进行的一项委托研究。(2022年6月)。改进数据实践,跑赢对手。Forrester:https://assets.ctfassets.net/5vqt5w81x2im/1HOANJ4cyvHPd1w5WRSf5f/b95f310d796029d7619789c5a2b28dab/Data_Practices_Opportunity_Snapshot-Forrester.pdf

213.

A. 科尔 (A. Cole) (2021年11月24日)。人工智能将很快监督自己的数据管理。VentureBeat:https://venturebeat.com/ai/ai-will-soon-oversee-its-own-data-management/

214.

使用人工智能自动化制定可扩展的内容管理战略。(无日期)。Clarifai.com:https://www.clarifai.com/customers/opentable

215.

案例研究:NASA。(无日期)。Stardog.com:https://www.stardog.com/company/customers/nasa/

216.

2020年数据科学状况:从炒作走向成熟。(2020年)。Anaconda:https://www.anaconda.com/state-of-data-science-2020

217.

R. 萨拉姆 (R. Sallam)、T. 弗里德曼 (T. Friedman) 等人。(2022年3月11日)。2022年数据与分析的主要趋势。Gartner:https://www.gartner.com/document/4012385?ref=solrAll&refval=351999153

218.

Z. 德加尼 (Z. Dehghani), 如何超越单一数据湖。

219.

Bentley Systems推出iTwin Experience、iTwin Capture和iTwin IoT,旨在扩展iTwin平台。(2022年11月15日)。Bentley:推进基础设施建设:https://www.bentley.com/wp-content/uploads/bsy-11152022-itwin-experience-itwin-capture-itwin-iot-launch.pdf

220.

E. 博克 (E. Bock) (2023年1月)。合规监控方法。Measurabl.com:https://support.measurabl.com/hc/en-us/articles/4831627362701-Compliance-Monitoring-Methodology

221.

产品聚焦:合规监控。(2022年3月17日)。Measurabl.com:https://www.measurabl.com/resources/product-spotlight-compliance-monitoring/

222.

I. 弗里德 (I. Fried) (2022年12月11日)。Axios登录。Axios.com:https://www.axios.com/newsletters/axios-login-5f2df8f4-b28d-45a4-abf8-e89815ec4b35.html

223.

H. 塔米兹 (H. Tameez), 《华盛顿邮报》推出新闻年。

224.

2022运动年历。(2022年)。Strava.com:https://www.strava.com/yis-community-2022

225.

我们夜以继日地工作,全力保障平台安全,打击虚假评论。(无日期)。Trustpilot.com:https://www.trustpilot.com/trust/combating-fake-reviews

226.

在正确的时间、正确的位置显示评论。(无日期)。Trustpilot.com:https://business.trustpilot.com/features/trustbox-widgets

227. A. 阿拉马尔霍代伊 (A. Alamalhodaiei) (2021年10月12日)。史蒂夫·沃兹尼亚克和亚历克斯·菲尔丁的初创公司Privateer旨在成为太空的“谷歌地图”。TechCrunch: <https://techcrunch.com/2021/10/12/steve-wozniak-privateer-space-company/>

228. 塑料时代:从帕克辛 (Parkesine) 到污染。(2019年10月11日)。Science Museum: <https://www.sciencemuseum.org.uk/objects-and-stories/chemistry/age-plastic-parkesine-pollution>

229. 大英百科全书编辑。(2022年12月12日)。曼哈顿计划。大英百科全书: <https://www.britannica.com/event/Manhattan-Project>

230. 晶体管的发明和历史——晶体管何时诞生。(无日期)。Electronics Notes: <https://www.electronicsnotes.com/articles/history/semiconductors/when-was-transistor-invented-history-invention.php>

231. 1953年:晶体管计算机问世。(无日期)。计算机历史博物馆: <https://www.computerhistory.org/siliconengine/transistorized-computers-emerge/>

232. S·诺曼 (Norman, S.) (2020年7月14日)。天空实验室号:记住美国的第一个空间站。可口可乐太空科学中心: <https://www.ccssc.org/skylab/>

233. 詹妮弗·楚 (Chu, Jennifer.)。(2016年3月3日)。加密方案终结的开始?麻省理工学院新闻: <https://news.mit.edu/2016/quantum-computer-end-encryption-schemes-0303>

234. 人类基因组计划概况说明。(2022年8月24日)。美国国家人类基因组研究所: <https://www.genome.gov/about-genomics/educational-resources/factsheets/human-genome-project>

235. P·麦克尔罗伊 (McElroy, P.) (无日期)。波音引领航空业可持续发展,率先使用生物燃料。波音: https://www.boeing.com/features/innovation-quarterly/2019_q3/btj-sustainability.page

236. 美国国防先进研究计划局成功革新合成生物制造技术,支持国家安全目标。(2021年12月8日)。美国国防先进研究计划局: <https://www.darpa.mil/newsevents/2021-12-08>

237. N·琼斯 (Jones, N.) (2013年5月16日)。谷歌和美国国家航空航天局抢购量子计算机。《自然》: <https://www.nature.com/articles/nature.2013.12999>

238. 人类登月五十年后,固特异将目光投向太空以提高轮胎性能。(2019年7月12日)。固特异: <https://corporate.goodyear.com/us/en/media/news/fifty-years-after-going-to-the-moon-goodyear-looks-to-space-to-enhance-tire-performance.html>

239. P·波尔 (Ball, P.) (2020年12月18日)。对COVID疫苗的急切需求及其对其他疾病治疗的启示。《自然》: <https://www.nature.com/articles/d41586-02003626-1>

240. M·拉贝尔 (2022年5月30日)。基于AMD处理器的“前沿”超级计算机以每秒1.1百亿亿次浮点运算的速度同时登顶Top500和Green500超算榜单。Phoronix: <https://www.phoronix.com/news/Top500-Green500-Frontier>

241. E·卡拉维 (Callaway, E.) (2022年7月28日)。“整个蛋白质宇宙”:人工智能预测了几乎所有已知蛋白质的形态。《自然》: <https://www.nature.com/articles/d41586-022-02083-2>

242. E·穆林 (Mullin, E.) (2022, 9月29日)。快速、廉价的基因组测序时代已经到来。Wired: <https://www.wired.com/story/the-era-of-fast-cheap-genome-sequencing-is-here/>

243. 美国传奇科学家和工程师范内瓦·布什的《科学:无尽的前沿》(Science: endless frontier), 中信出版社中文版, 2021年。

244. 晶体管的发明和历史——晶体管何时诞生。

245. 1953年:晶体管计算机问世。

246. E·豪威尔 (Howell, E.) (2020年2月10日)。《火箭的历史》: <https://www.space.com/29295-rocket-history.html>

247. 因意外而发明的三种著名事物 - 弹簧狗、傻子Putty和冰棒。(无日期)。能源信贷联盟: <https://theenergycu.com/three-famous-things-invented-byaccident-slinky-silly-putty-and-the-popsicle/>

248. J·郑 (音译)。(Zheng, J.) (2020年3月15日)。SARS-CoV-2:一种造成全球威胁的新出现的冠状病毒。国家医学图书馆: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7098030/>

249. J·科恩 (Cohen, J.) (2020年12月17日)。希望的枪声。科学: <https://vis.sciencemag.org/breakthrough2020/#/finalists/2020-breakthrough-of-the-year>

250. A·布鲁斯坦 (Bluestein, A.) (2012年8月28日)。合成生物学教父汤姆·奈特谈如何学习新事物。Fast Company: <https://www.fastcompany.com/3000760/tomknight-godfather-synthetic-biology-how-learn-something-new>

251. M·哈默林 (Hammerling, M.)、N·戈特尔特 (Gottel, N.) 等人 (2013年10月6日)。开放序列倡议:补全现代DNA组装技术的部件提交标准。麻省理工学院图书馆: <http://oastats.mit.edu/handle/1721.1/81334>

252. <https://youtu.be/ylaV3moGQnc>

253. 集成度全球新高,宁德时代发布麒麟电池。(2022年6月23日)。宁德时代: <https://www.catl.com/news/6467.html>

254. 新型储能 | 虚拟电厂浅析 (上)。(2022年4月21日)。电享科技: <https://www.powershare.com.cn/cn/dianxianggongsi/xinwenzixun/498.html>

255. 智慧储能。(无日期)。远景科技集团: <https://www.envision-group.com/cn/smartstorage.html>

256. 远景智能: <https://wir.life/LEOK2>

257. 联想集团武汉产业基地获国内首张ICT零碳工厂证书。(2022年12月13日)。联想官网: <https://brand.lenovo.com.cn/brand/PPN01685.html>

258. 罗亦丹 (2022年9月2日)。阿里云启动张北超级智算中心,总算力12EFLOPS超越谷歌。人工智能实验室: http://ailab.cn/20220902133223_1/

259. 我盾构隧道智能建造技术迈向新高度。(2023年5月9日)。人民网: <http://finance.people.com.cn/n1/2023/0509/c1004-32681824.html>

260. M·雷贝利斯 (Rebellius, M) (2021年4月23日)。智能电气化,赋能工业运营的可持续发展。西门子西家: <https://mp.weixin.qq.com/s/NqOB3WWOul4-ubk9o2R6gQ>

261. 新能源重卡快速起势!徐工连夺五月销冠! (2022年6月30日) 中国经济网: <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1737018805990101953&wfr=spider&for=pc>

262. 天津港“智慧零碳”码头投产运营。(2021年10月17日)。中国政府网: https://www.gov.cn/xinwen/2021-10/17/content_5643188.htm

263. 能源工程机械行业专题报告:电动革命,工程机械电动化悄然而至。(2022年7月22日)。英大证券: https://pdf.dfcfw.com/pdf/H3_AP202207261576545070_1.pdf?1658825715000.pdf

264. A·雷梅尔 (Rommel, A.) (2022年9月2日)。百亿亿次计算量对化学意味着什么。Chemical & Engineering News: <https://cen.acs.org/physical-chemistry/computationalchemistry/exascale-computing-mean-chemistry/100/i31>

265. A·雷梅尔 (Rommel, A.)。百亿亿次计算量对化学意味着什么。

266. L·巴尼 (Barney, L.) (2021年4月29日)。NWChemEx:百亿亿时代的计算化学软件。HPC Wire: <https://www.hpcwire.com/2021/04/29/nwchemex-computational-chemistry-code-for-the-exascale-era/>

267. C·崔 (Choi, C.) (2021年3月2日)。量子计算进军制药领域。IEEE Spectrum: <https://spectrum.ieee.org/quantum-drug>

268. C·崔 (Choi, C.) (2022年1月20日)。量子计算机如何帮助改进电池。IEEE Spectrum: <https://spectrum.ieee.org/lithium-air-battery-quantum-computing>

269. C·史密斯 (Smith, C.) (2021年5月25日)。借力云端去往月球。《纽约时报》: <https://www.nytimes.com/2021/05/25/technology/cloud-computing-simulations-startups.html>

270. A·维泽 (Witze, A.) (2020年11月3日)。宇航员已经在国际空间站上进行了近3000次科学实验。《自然》: <https://www.nature.com/articles/d41586-020-03085-8>

271. D·周 (Chow, D.) (2022年4月8日)。更廉价的出发:降低发射成本怎样促进轨道经济繁荣。NBC新闻: <https://www.nbcnews.com/science/space/space-launch-costs-growing-business-industry-rcna23488>

272. 太空:新时代的黎明。(2022年5月)。Citi GPS: https://ir.citi.com/gps/o_tzvWOka8KtDtjaEWqxkaFISijjTRjTrQv1J5Zpd-qNEd4M3mkhNRA858x6-9WCyx1cO1wh_WU%3D

273. B·文迪特 (Venditti, B.) (2022年1月27日)。SpaceX公司创立前后的太空飞行成本比较。Visual Capitalist: <https://www.visualcapitalist.com/the-cost-of-space-flight/>

274. D·周 (Chow, D.)。更廉价的出发:降低发射成本怎样促进轨道经济繁荣。

275. C·达文波特 (Davenport, C.) (2021, 4月11日)。卫星技术革命意味着轨道上飞行着大量尺寸不超过一条面包的航天器。《华盛顿邮报》: <https://www.washingtonpost.com/technology/2021/04/06/small-satellites-growth-space/>

276. D·周 (Chow, D.)。更廉价的出发:降低发射成本怎样促进轨道经济繁荣。

277. M·西兹 (Sheetz, M.) (2022年1月18日)。报告称,2021年对航天企业的投资达到创纪录的145亿美元。CNBC: <https://www.cnbc.com/2022/01/18/space-investing-q4-report-companies-hit-record-14point5-billion-in-2021.html>

278. 太空:新时代的黎明。

279. A·曼恩 (Mann, A.) (2020年5月20日)。SpaceX如今主导着火箭飞行, 给美国国家航空航天局同时带来了巨大的利益和风险。《科学》: <https://www.science.org/content/article/spacex-now-dominates-rocket-flight-bringing-big-benefits-and-risks-nasa>

280. Titan公司。(2022年) : <https://titanspace.co/>

281. S·金 (Kim, S.) (2022年11月13日)。制药公司进军太空。Chemical & Engineering News: <https://cen.acs.org/articles/100/i40/Pharma-goes-space-drug-development.html>

282. TESS:承担凌日系外行星勘测任务的卫星。(2022年10月13日)。美国国家航空航天局: <https://www.nasa.gov/tess-transiting-exoplanet-survey-satellite>

283. 凌日系外行星勘测卫星 (TESS)。(2021年3月22日)。美国国家航空航天局: <https://exoplanets.nasa.gov/tess/>

284. J·梅塔 (Mehta, J.) (2021年)。TESS: 寻找新世界。The Planetary Society: <https://www.planetary.org/space-missions/tess>

285. JASON-3卫星任务。(无日期)。美国国家海洋和大气管理局: <https://www.nesdis.noaa.gov/current-satellite-missions/currently-flying/jason-3>

286. R·乌帕尔 (Uppal, R.) (2021年11月3日)。航天产业的新型商业模式: “太空即服务”、“卫星即服务”和“太空数据即服务”。International Defense, Security & Technology: <https://idstch.com/space/space-as-a-service-satellite-as-a-service-and-space-data-as-a-service-are-new-buisness-models-of-space-industry/>

287. J·雷奥罗 (Riolo, J.) 和A·斯特克尔 (Steckl, A.) (2022年2月18日)。基因组代码复杂性和可制造性与工程基准的比较分析。《自然》: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-06723-5>

288. A·斯奈德 (Snyder, A.) (2022年10月2日)。追求更快、更廉价DNA测序的最新竞争。Axios: <https://www.axios.com/2022/09/29/competition-dna-sequencing-illumina>

289. 基因合成成本。(无日期)。Synbio Technologies: <https://synbio-tech.com/gene-synthesis-cost/>

290. Y·陆 (Lu, Y.) (2021年11月24日)。基因合成革命。《纽约时报》: <https://www.nytimes.com/2021/11/24/magazine/gene-synthesis.html>

291. Ginkgo Bioworks公司: 我们的平台。(2023年) : <https://www.ginkgobioworks.com/our-platform/>

292. E·费茨帕特里克 (Fitzpatrick, E.) (2013年)。开源合成生物学: 问题与解决方案。美国西东大学: https://scholarship.shu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1047&context=student_scholarship

293. BioBricks生物学网络。(无日期) : <https://biobricks.org/bionet/#>

294. R·拉普利 (Rappuoli, R.)、E·格雷戈里奥 (Gregorio, E.) 等人 (2021年1月11日)。后新冠肺炎时代的疫苗学。PNAS: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2020368118>

295. Bolt Threads 公司的Mylo材料。(无日期) : <https://boltthreads.com/technology/mylo/>

296. F·坎德隆 (Candelon, F.)、M·冈伯德 (Gombeaud, M.) 等人 (2021年8月6日)。合成生物学可以帮助企业拯救地球。《财富》: <https://fortune.com/2021/08/06/synthetic-biology-plant-based-meats-bioengineering-environmental-impact/>

297. 计算免疫学如何改变新冠肺炎疫苗的开发模式。

298. Z·斯维格尔 (Sweger, Z.) (2022年10月18日)。新型工程蛋白质可用来开发经过适应性验证的新冠疫苗。美国宾州大学: <https://www.psu.edu/news/research/story/new-engineered-proteins-could-be-used-develop-adaptation-proof-covid-vaccine/>

299. J·托勒夫森 (Tollefson, J.) (2020年8月7日)。为何森林砍伐和物种灭绝更有可能导致流行病?《自然》: <https://www.nature.com/articles/d41586-020-02341-1>

300. Quantum PFAS化学品修复 (QPFAS)。(无日期)。爱尔兰高端计算中心: <https://www.ichec.ie/academic/research/quantum-pfas-chemicals-remediation-qpfas>

301. LanzaTech公司。(2022年) : <https://lanzatech.com/>

302. 德默特获近亿元Pre-A轮融资, 多管线联产岩藻黄素、EPA、藻类蛋白等 (qq.com) (2022年8月31日)

303. L·施佩希特 (Specht, L.) 和L·斯通 (Stone, L.) (2021年5月21日)。美国农业部农业市场服务局 (AMS) 的供应链评议。Good Food Institute: <https://gfi.org/wp-content/uploads/2021/05/Comment-from-the-Good-Food-Institute.pdf>

304. 量子创新计划。(无日期) : <https://qii.jp/>

305. R·费恩 (Fein, R.) (2022年4月11日)。协作正在主导量子计算。The Quantum Leap: <https://quantumtech.blog/2022/04/11/collaboration-is-dominating-quantum-computing/>

306. “牵手”量子公司! 平安银行探索应用量子计算技术提升反欺诈反洗钱能力。(2023年2月1日)。平安票号: <https://mp.weixin.qq.com/s/qFhodbEGxEqrkXMFYMVvlw>

307. (2023): Codexis公司: 我们的合作伙伴。(2023年) : <https://www.codexis.com/partnerships/our-partners>

308. Ginkgo Bioworks公司: 食品的未来。(2023年) : <https://www.ginkgobioworks.com/our-ecosystem/the-future-of-food/>

309. A·拉马南 (Ramanam, A.) (2022年1月27日)。美国国家航空航天局喷气推进实验室 (JPL) 使用微软Azure Quantum量子云计算服务来管理太空任务通信。微软: <https://cloudblogs.microsoft.com/quantum/2022/01/27/nasas-jpl-uses-microsofts-azure-quantum-to-manage-communication-with-space-missions/>

310. C·沃尔格拉夫·海德薇勒 (Volgraff Heidweiller, C.) (2022年7月19日)。我们新的量子虚拟机将加快研究进度, 并帮助人们学习量子计算。谷歌: <https://blog.google/technology/research/our-new-quantum-virtual-machine-will-accelerate-research-and-help-people-learn-quantum-computing/>

311. M·西兹 (Sheetz, M.) (2022年11月29日)。亚马逊在一颗在轨卫星上使用自动气象站来加速“开创性”实验的数据分析。CNBC: <https://www.cnbc.com/2022/11/29/amazon-aws-experiment-satellite-orbit.html>

312. T·孙 (Sun, T.)、J·宋 (Song, J.) 等人 (2022年3月1日)。合成生物学时代生物安全风险治理的挑战和最新进展。ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2588933822000036>

313. T·徐 (Xu, T.) (2022年9月14日)。什么是抗量子算法, 我们为何需要此类技术?《麻省理工科技评论》: <https://www.technologyreview.com/2022/09/14/1059400/explainer-quantum-resistant-algorithms/>

314. 摩根大通、东芝和Ciena建立首个量子密钥分发网络, 用于保护具有任务关键性的区块链应用。(2022年2月17日)。东芝: <https://news.toshiba.com/press-releases/press-release-details/2022/JPMorgan-Chase-Toshiba-and-Ciena-Build-the-First-Quantum-Key-Distribution-Network-Used-to-Secure-Mission-Critical-Blockchain-Appliation/default.aspx>

关于埃森哲

埃森哲公司注册于爱尔兰，是一家全球领先的专业服务公司，帮助企业、政府和各界组织 构建数字化核心能力、优化运营、加速营收增长、提升社会服务水平，更快且更规模化地 创造切实价值。埃森哲是《财富》世界500强企业之一，坚持卓越人才和创新引领，目前，服务于120多个国家的客户。

我们是技术引领变革的全球领军者之一，拥有强大的生态协作网络。凭借深厚的技术专长和行业经验、独特的专业技能，以及翘楚全球的卓越技术中心和智能运营中心，我们独树一帜地为客户提供战略&咨询、技术服务、智能运营、工业X和Accenture Song等全方位服务和解决方案，为客户创造切实价值。埃森哲致力于通过卓越的服务能力、共享成功的文化，以及为客户创造360°价值的使命，帮助客户获得成功并建立长久信任。埃森哲同样以360°价值衡量自身，为我们的客户、员工、股东、合作伙伴与整个社会创造美好未来。

埃森哲在中国市场开展业务36年，分布于北京、上海、大连、成都、广州、深圳、杭州、香港和台北等多个城市。作为可信赖的数字化转型卓越伙伴，我们正在更创新地参与商业和技术生态圈的建设，帮助中国企业 and 政府把握数字化力量，通过制定战略、优化流程、集成系统、部署云计算等实现转型，提升全球竞争力，从而立足中国、赢在全球。详细信息，敬请访问埃森哲公司主页[accenture.cn](https://www.accenture.cn)。

免责声明

本报告引用了归第三方所有的商标。所有这些第三方商标分属其各自的所有权人。相关内容没有任何明示、暗示或表示得到了该商标持有人的赞助、认可或批准。本报告内容仅作为通用参考信息，并非用以替代埃森哲专业顾问的咨询意见。

关于埃森哲技术研究院

埃森哲技术研究院通过先进技术研发和商业应用，将趋势预判、创新孵化和概念验证等成果带给客户，助其驾驭技术、商业和社会的重大变革。我们由技术和研究人员组成的专门团队与企业领导者精诚合作，投资、孵化并交付突破性的创意及解决方案，激发企业发展新动能。

埃森哲技术研究院全球共有7所，分别设在：美国加州硅谷和弗吉尼亚州阿灵顿、法国索菲亚-安提波利斯、中国深圳、印度班加罗尔、以色列特拉维夫和爱尔兰都柏林，同时在全球还设有多个创新点。技术研究院同埃森哲位于全球35个国家、92座城市的近400座创新中心、工作室和卓越中心所组成的庞大网络展开广泛合作，为各地客户输送尖端研究成果、行业洞察和解决方案。

了解更多详情，请访问：www.accenture.com/labs。

关于埃森哲商业研究院

埃森哲商业研究院针对全球企业组织面临的重大问题，洞悉发展趋势，提供基于数据的深入见解。我们的研究团队包括近300名研究员和分析师，分布于全球20个国家，并与MIT、哈佛大学等世界领先研究机构建立长期合作关系。将创新的研究方法与工具与对客户行业的深刻理解相结合，我们每年发布数以百计的拥有详实的数据支持报告、文章和观点，解构行业与市场趋势，洞察创新方向。敬请访问埃森哲商业研究院主页www.accenture.com/research。