



技术展望 2022

多元宇宙，融合共治

重塑新商业格局的技术与体验

前言

进入数实融合的世界

准备好迎接元宇宙了吗？这是埃森哲《技术展望2022》讨论的核心话题。对于“元宇宙”，专家们有各自的定义和解读，市面上也出现了各种概念炒作。我们发现，大多数讨论仍聚焦在元宇宙的消费级应用上，并未将其作为影响企业未来发展的重要因素。对此，我们有不同的看法。

元宇宙不仅仅是一个概念，更是一个可落地的战略。它构建了一个数实融合、互构的未来世界，并在多个维度上不断演变和发展，形成“多元宇宙”。它由云、人工智能、扩展现实、区块链、数字孪生、边缘计算等多种技术群支撑，可应用于企业的方方面面，从消费者到员工再到整个企业，推动现实世界向虚实结合的融合世界发展。

作为互联网的下一阶段发展方向，多元宇宙综合了快速发展的新技术、行业应用场景、底层技术基础和创新体验，形成了一个多维度的连续统一体。我们必须抓住机遇，树立责任为先的发展理念，深入思考元宇宙对数据所有权、包容性和多样性、可持续性，企业及人身安全等所产生的影响。建设多元宇宙，必须从现在开始。

数字化转型将迎来下一个十年。一些极具远见的企业将着力打造数实融合的世界，塑造新的竞争格局。多元宇宙将彻底改变企业与客户交互、员工协作、产品和服务内容、生产制造和销售以及运营的方式。尚处于初级阶段的多元宇宙很快将迎来快速发展，领军企业要明确目标，聚焦方向，并立即采取行动。

带着对未来图景的展望，请与我们一起探索多元宇宙和四大趋势，立足当下，共筑美好未来。



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

趋势1: 未来网络
融入元宇宙

21

趋势2: 编码世界
个性化星球

40

趋势3: 虚实共生
合成但真诚

55

趋势4: 无限算力
开启新希望

72



这是2030年的一天，一名建筑工程队队长正在工地上操作压路机。

她一边和同事交谈，一边指挥建筑机器人在施工路段上铺设沥青。这时，她的人工智能助手通过全息影像出现在工地边上和她打招呼，接着就开始给她做当天的工作简报，汇报完毕后还提醒她到时间和市府检查员开会了。然后，她走进建筑工地的移动办公室，戴上VR头盔，瞬时进入到虚拟的城市规划局大厅。

人工智能助手带队长来到虚拟会议室。一走进会议室，房间场景立即切换到最近刚刚竣工的一座立交桥现场，与会人员通过无人机传输的实时画面对现场进行质量验收。同步，承包商通过云服务将施工图与现场进行核对。待验收结束，队长指派助手提交了下一项施工许可证的申请，随后她摘下头盔，回到工地继续工作。

这就是“多元宇宙”，一个融合了现实世界和数字世界的连续统一体，以及在此之上不断涌现的新型商业模式，它将改变未来十年人们生活和发展的轨迹。

这一新趋势将引发新一轮数字变革浪潮，而领军企业已经开始转变业务发展思路。很快，他们将在这个新世界中占得先机，自行构建新的物理和虚拟现实，或是在第三方创建的环境中提供服务。就像前面描述的场景一样，人们每天都会在其中频繁地往来穿梭。工程队队长在数字技术和机器人的辅助下开始一天的工作，又在城市规划局创建的“元宇宙”办公室中结束一天的工作，她能够在数秒内“往返”于不同的地点，高效完成政府工程验收。而这一切只是开始。

很快，领军企业将在 多个新世界中占得先机： 自行构建新的 物理和虚拟现实， 或是在第三方创建的 环境中提供服务。

随着一个个智能环境的形成，现实世界逐渐变得更为鲜活，尽管当前每个智能环境自成一体。今天，我们已经有了智能工厂、智能游轮和自动化港口等小范围的智能互联环境；不久的将来，我们将看到规模更大的智能社区、城市和国家，其中泛在的数字孪生将在映射现实世界的同时，延展数字世界的边界。很快，元宇宙驱动的新消费空间能把我们接入任何能想象到的地方，进行各种休闲娱乐或远程社交。

大部分企业也将把运营场景置于元宇宙里，通过构建内部虚拟环境，让全球各地的员工都能以全新的方式开展协作。展望新世界中无处不在的机遇，企业需要制定全域运营策略，满足客户与合作伙伴的需求。

这种看似遥远的未来畅想正在悄然发生。¹

和以往不同，埃森哲《技术展望》对这股新趋势有更深刻的感观，发现需要将目光放得更长远。构筑多元宇宙的基石正在逐渐成型，并将在未来逐步融合，创造全新的企业级环境。在接下来的十年里，人们将见证一些极具远见的企业塑造出新的物理和数字现实，人和人工智能共存于多个世界，以及新型计算机推动行业突破不可能。





**构筑多元宇宙的基石正在逐渐成型，
并将在未来逐步融合，
创造全新的企业级环境。**

多元宇宙，当下的重点在哪里？

过去一年里，“元宇宙”一词突然涌入大众视野，并引发了广泛讨论，它为人们展示了一个永续、共享的虚拟现实融合空间，构画了科幻小说般的未来。事实上，元宇宙的概念尚处于早期构建阶段，还需要进一步的解读和理解。面向企业的元宇宙和面向消费者的元宇宙必然对应不同的平台、合作伙伴和技术。

随着元宇宙的发展和成熟，其影响的业务领域范围也会延展扩大。正如互联网早已超越简单的网站功能，发展成为当今大多数业务的基础一样，我们也不应该把元宇宙应用局限于纯数字空间的体验。

因此，埃森哲提出“多元宇宙”这一理念。我们把元宇宙视为在多个维度上不断演变和扩展的连续统一体：

- 由包含云、扩展现实、区块链、人工智能、数字孪生、智能对象（包括汽车和工厂）以及边缘计算等在内的多种技术群组成。
- 既有纯虚拟体验，也有虚拟和现实结合的混合体验。
- 打造新兴消费者体验、业务应用和商业模式，推动企业重构与变革。

一些企业组织已经起步。新华社发布的AI虚拟主播可以24小时不间断地向观众播报新闻。² 亚马逊Sidewalk项目启动后，开创了智能社区，并大幅扩展了现有智能设备的覆盖范围。³ 美国科罗拉多州韦尔滑雪场 (Vail Ski Resort) 运用了数字孪生技术，构建了一个能真实映射实体山脉，包括实时降雪、历年天气资料和关键山地设施等细节的虚拟仿真度假村。韦尔滑雪度假村还在实体山脉中配备了监控装置和自动造雪机，并采用自动化技术，根据天气状况自动造雪。凭借技术驱动的数实融合策略，韦尔滑雪场能够提高滑雪条件的可预测性，预计这些措施最终可将滑雪季延长25%⁴

这些发展不断挑战我们对技术和商业的基本预设，我们正步入一个充满无限机遇的新时代，去创建和塑造未来世界。

人工智能的意义不仅仅在于自动化，还开创了人机协作的新模式。智能材料和边缘功能正在革新人们对现实环境的期望。在元宇宙中销售商品的企业不但提供全新的产品，而且还在试点新的商业模式，为互联网的未来探索引道。伴随着企业守正出新、继往开来，新生活、新商机、新责任应运而生。

未来很美好，但人们还有不少疑惑。在这些融合新世界里，企业要如何开展业务和产品销售，消费者又如何购买这些产品？人类如何在元宇宙中交互，以及这将如何改变我们在元宇宙之外的渴求？当企业组织变得更加分散或自主化时，办公环境会是什么样子？在现实世界中，城市与城市间的智能化水平不一，我们如何管理跨越不同城市的供应链？这些超前于政策和法规构建的新生事物既没有历史参考，又没有治理标准。

构建信任和安全将是这些开拓者的第一要务，在探索初期就要做出明确定义。随着数实世界的深度融合，如今对隐私、偏见、平等性和人类影响的考虑（和担忧）变得更加尖锐。走在前列的领军企业必须肩负创建“负责任的多元宇宙”之任，用今天的行动和选择为所有后来者设立标准。

前进的道路，取决于新的技术前沿的推进，也取决于企业对于未来几十年运营和价值的选择。机遇将偏爱那些大胆拥抱不确定性的企业，赋予其重新定义世界的主动权，而那些迟疑观望者只能见证他人的成功。

我们永远没有足够的时间来思考未来，但未来就在眼前。在多元宇宙的探索阶段，先锋企业正在投资新的技术、拓展新的伙伴关系，在新赛道中争夺先发优势。每个高管都将回答一个不可避免的问题：在多元宇宙的时代中，我将扮演什么角色？虽然前途未知，但机遇无限，塑造企业下一个十年、重塑商业新格局的机会已经来临。

未来从今天开始， 您准备好了吗？



构筑明日连续体

近年, NFT (全称Non-Fungible Token, 指非同质化代币) 数字藏品市场迎来爆发式增长, 商业模式更是花样百出。尤其是今年冬奥会吉祥物“冰墩墩”爆火出圈后, “一墩难求”的火爆戏码也在NFT领域上演。

由国际奥委会官方授权发行的冰墩墩数字藏品, 所有系列的NFT盲盒早已抢购一空。冰墩墩NFT二次交易更是暴涨至2000美元, 与最初的发行价99美元相比, 最高的数字藏品暴涨超20倍。⁵ 歌手Travis Scott与人气游戏《Fortnite》合作的虚拟演唱会吸引了2770万名观众上线, 规模远超一般演唱会场地所能容纳的人数。⁶

这些都是元宇宙的早期实践, 同时也成为了企业思考未来业务的新风向, 意味着企业必须立刻采取行动。回想20多年前, 许多企业还在犹豫是否需要建一个网站主页, 而现在每家上市公司的销售、运营或产品都离不开数字技术。随着未来临近, 这些问题频频出现: 远程工作模式是否会持续? 物理环境真的需要智能化吗? 现在就需要关注元宇宙吗?

**远程工作模式是否会持续？
物理环境真的需要智能化吗？
现在就需要关注元宇宙吗？**



答案是“当然需要”。

就像当年的互联网腾飞时期一样，企业如今正朝着一个脱离原有轨道的未来飞奔。未来十年，企业所处的环境将彻底改变，其中包括但不限于：互联网的运行方式，人类体验数字世界的方式，支持人类和现实世界交互的技术，更人性化和协作更高效的人机互动方式，甚至计算机的计算能力，所有这些都正在经历巨变。

当切换赛道时，企业曾经着力打造的竞争优势和护城河开始消退。正如线上发展并没有放弃线下渠道一样，新赛道并不意味着当下业务的终结。无论环境怎样变化，如何

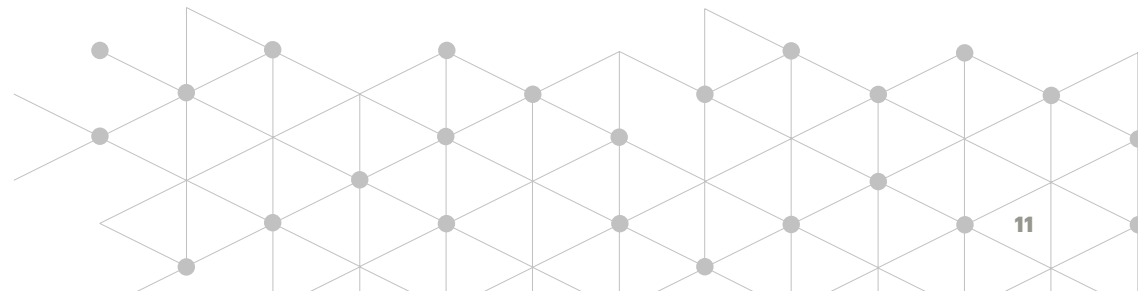
创造新的收入来源、如何扩大运营以及如何持续构建竞争优势是企业发展的永恒主题。而我们看到，一些具有远见的领军企业已经开始行动。

例如，2021年年底，移动支付公司Square的创始人杰克·多尔西（Jack Dorsey）将公司更名为“Block”，以此表明拥抱区块链等新技术的转型决心。⁷不久之后，该公司宣布计划建立开放式比特币挖矿系统，旨在使比特币挖矿更加分散和高效，并解决比特币挖矿社区普遍面临的矿机可用性、高价格和功耗等方面的挑战。⁸虽然该公司是目前市场上最大的数字支付平台之一，但他们已经跨越至未来支付新赛道。

特斯拉（Tesla）是另一个突出案例。当下，特斯拉已成功凭借电动汽车占据了汽车市场的不小份额。特斯拉的下一个目标是打造一个满是电动汽车和自动驾驶车辆的智慧城市，全力推动交通出行方式的电动化和自动化，在未来世界的自动驾驶领域一早确立领导地位。

与数字化转型起步期相似的是，那些乐于接受未来变化的公司将在下一波技术颠覆中加速发展。而且这一次，企业有更多提前量来感知变化的前奏。但要想在未来更加从容，企业需要从现在就开始果断进行技术投资，让长期以来持续打造的数字底座发光发亮：比如找到合适的合作伙伴来构建数字孪生；在已有的数据和分析服务之上，通

过更为深入的合作，运用人工智能产生更显著的价值和影响；或启动一些更具探索性的“登月计划”。只有打造了成熟且运行良好的数字引擎，企业才能做好准备融入，甚至亲自来构建未来的新商业环境和世界。



2021年，霍尼韦尔与剑桥量子公司（Cambridge Quantum）共同组建世界上最大的量子计算公司Quantinuum。⁹ 在多年前，霍尼韦尔管理层一边审视所拥有的技术和硬件能力，一边关注尚在萌芽期的量子计算领域，并大胆放言“我们可以建立那个世界”。¹⁰ 现在，Quantinuum的成立加速了量子计算的发展和量子技术的创新，为一些最棘手的问题提供现实世界的量子化解决方案，并为从金融到材料科学等行业的未来奠定基础。¹¹ 霍尼韦尔一边维持和运营核心业务，一边投资Quantinuum并建立生态，积极播撒未来之种。

今天的公司有机会成为未来几十年的领军企业和技术领导者。但正如Block、特斯拉和霍尼韦尔一样，它们已经从“用技术赋能业务”向“以技术为驱动设计未来”转变。当下，企业面临这样的抉择：

准备好迎接下一个 转型风口了吗？



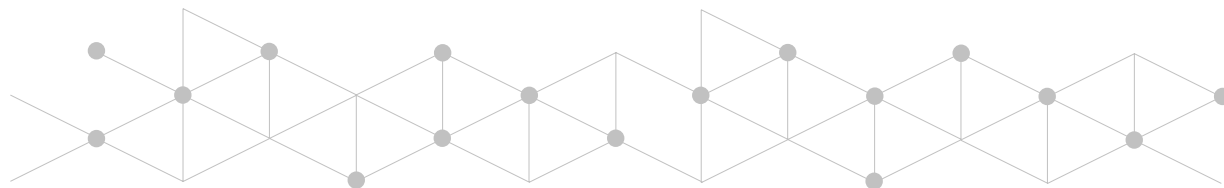


构建多元宇宙的四大基石

潜移默化间，一些企业已经开始面向未来思考下一步发展，并逐步奠定了构建多元宇宙的基石。

在应对新冠肺炎疫情危机的过程中，涌现了一批新一代的技术领导者。在过去的12个月里，埃森哲甄别出一类“跨越企业”，它们在疫情期间加大数字化转型投资力度，迅速提升系统成熟度和创新水平的能力。凭借技术投资带来的优势，它们在过去一年中取得的营收增幅是竞争对手的四至五倍。¹²

面对种种变局和挑战，许多公司并没有放缓前进的脚步，而是勇于开辟新的收入来源，试行新的工作和生活方式，在变局中行稳致远，开拓未来。



佳士得拍卖行 (Christie's Auction House) 在疫情前主要以大型线下拍卖会为主要收入来源。但随着全球疫情爆发，这一模式难以为继。除了将拍卖会从线下改为线上，佳士得还冒险尝试了新事物NFT。¹³ NFT是一种新兴的数字藏品，完全基于区块链。2020年，佳士得首次举办NFT拍卖会，拍卖作品为艺术家Beeple的《每一天：最初的5000天》(Everydays: The First 5000 Days)。¹⁴ 此次拍卖之后，佳士得创造了两项纪录：以高达6900万美元的价格售出有史以来最昂贵的数字藏品，以及首家接受加密货币付款的拍卖行。佳士得在推行新的艺术形式和数字货币上取得了双重成功，在首次拍卖会后的一年里，佳士得NFT交易额就已突破1亿美元。¹⁵

为了适应全球疫情，迪士尼 (Disney) 也大胆转向新业务。迪士尼开始在Disney+流媒体和线下影院同时上映热门电影，用户支付尊享 (Premier Access) 费用，即可在家中观看电影。¹⁶ 迪士尼的年报中显示，Premier Access内容显著增加了直接面向消费者 (DTC) 部门的收入，迪士尼计划在2022年将制作和授权内容的支出增加32%，主要用于推进DTC模式。迪士尼在1月推出“米奇和朋友们的NFT系列”，为粉丝提供了与品牌互动的新方式。¹⁷ 迪士尼没有选择尽快恢复到全球疫情前的运营方式，而是大胆尝新，向着跨越实体影院、流媒体平台甚至元宇宙等的全渠道娱乐体验的目标进军。



虽然

14%

的全球高管和9%的中国高管表示，全球疫情或将继续影响其组织的业务计划和运营，但另有

86%

的全球高管和81%的中国高管表示，其组织已经适应了在不确定性中发展。

许多公司为了抗击全球疫情带来的生存压力，进一步加速了未来发展。它们做出的转型探索正在为逐渐形成的新世界奠定基础。企业发展和塑造多元宇宙的路径尚不清晰。如果每个人心中都有一个理想的未来，那这个未来应该是开放、融合、共治的。企业的发展目标不尽相同，但在某些情况下，建立合作共赢的意识却能互相成就，共同发展。

在今年的《技术展望》中，我们将探讨当前的技术创新如何构筑通向未来的基石。从虚拟到现实，从人类到机器，本年度四个趋势探讨了哪些领域蕴藏着大量机遇，企业该破立并举走向未来。

未来网络着重讲述如何重构互联网。过去的两年里，虚实交互的数字化体验蓬勃发展，给人们的生活和企业发展带来新的可能。如今，元宇宙给我们指引了未来互联网的发展方向。元宇宙的兴起，将重构数据在

塑造数字体验中的角色，并且迫使企业重新思考“在线”两字的新含义，在下一轮平台革命到来之前，筹划与客户、合作伙伴和数字化工作团队互联的新方法。

当我们将目光聚焦于拓展虚拟世界之际，还需要同步关注与其平行的现实世界。**编码世界**展现了技术如何以润物细无声的方式渗入物理环境中。当5G、环境计算、增强现实、智能材料等技术与物理环境融为一体，企业将开启与现实世界的全新互动方式，而人们则将以前所未有的方式来控制智能设备，进行自动化和个性化的设定。

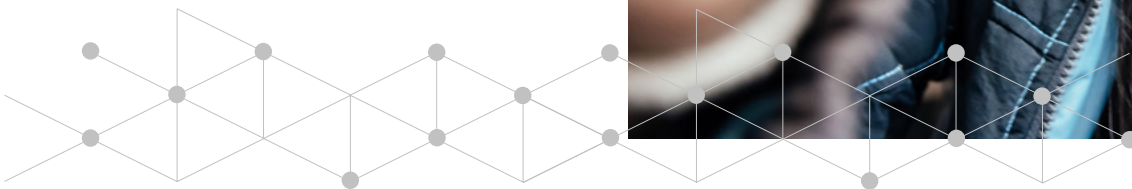
在数实融合的新世界里，人类依然是主角。我们看到**虚实共生**的趋势正在兴起，这个趋势就是在我们的环境和业务场景中启用越来越多接近于人类能力的机器。企业渴望在关键生产和经营环节中应用人工智能(AI)，甚至训练AI的数据本身也是由AI生

成的。与此同时，越来越多对Deepfakes和Bots等技术的滥用造成了恶性事例，触发了人们对技术的信任危机。于是，希望大规模推行人工智能的企业肩负起了界定真实与虚构的重任。

随着新一代计算机的问世，**无限算力**将突破计算极限。量子计算机、生物计算机和高性能计算机将攻克制约行业和企业发展的瓶颈——算力。曾经的棘手问题将迎刃而解，为各行各业开辟飞速发展的巨大空间。

风劲帆满图新志，砥砺前行正当时。在未来的十年中，发展不仅仅意味着提高技术和创新能力，还要能应对变局擘画蓝图，畅想未来。技术将作为指明灯，为企业照亮前进之路。

技术将作为指明灯， 为企业照亮前进之路。



2022年四大技术趋势



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。



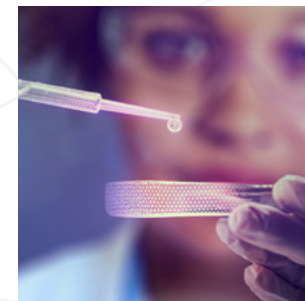
编码世界 个性化星球

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。

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2021和2020两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。

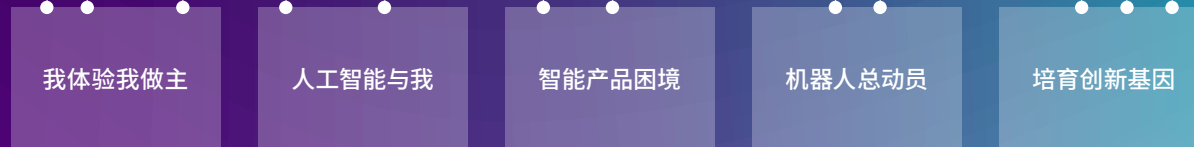
2022年
趋势



2021年
趋势



2020年
趋势



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。

2020年趋势

我体验我做主 让用户掌控个性化主权

在设计用户体验时，企业要打破以往主观单向的体验设计方式，把主动权和可能性交给客户，进行体验共创。

人工智能与我 人机协作重塑业务模式

领先企业已不再将人工智能视为简单的技术工具，而是成为整个组织的变革引擎。

智能产品困境 交付长期体验而非硬件

通过提供长期的体验，打造全新的企业与用户合作关系，使智能产品的价值和效用随着时间推移不断增长。

机器人总动员 突破壁垒拓展全新机遇

随着机器人、传感器、语音识别和计算机视觉等技术的进步、以及硬件成本的不断下降，机器人应用走出了工厂车间，在各行各业全面开花。

培育创新基因 建立持续发展的恒动力

成熟的数字技术、科技进步和DARQ技术（分布式账本、人工智能、泛现实和量子计算）是支持企业持续创新的三大“基石”。

趋势一：

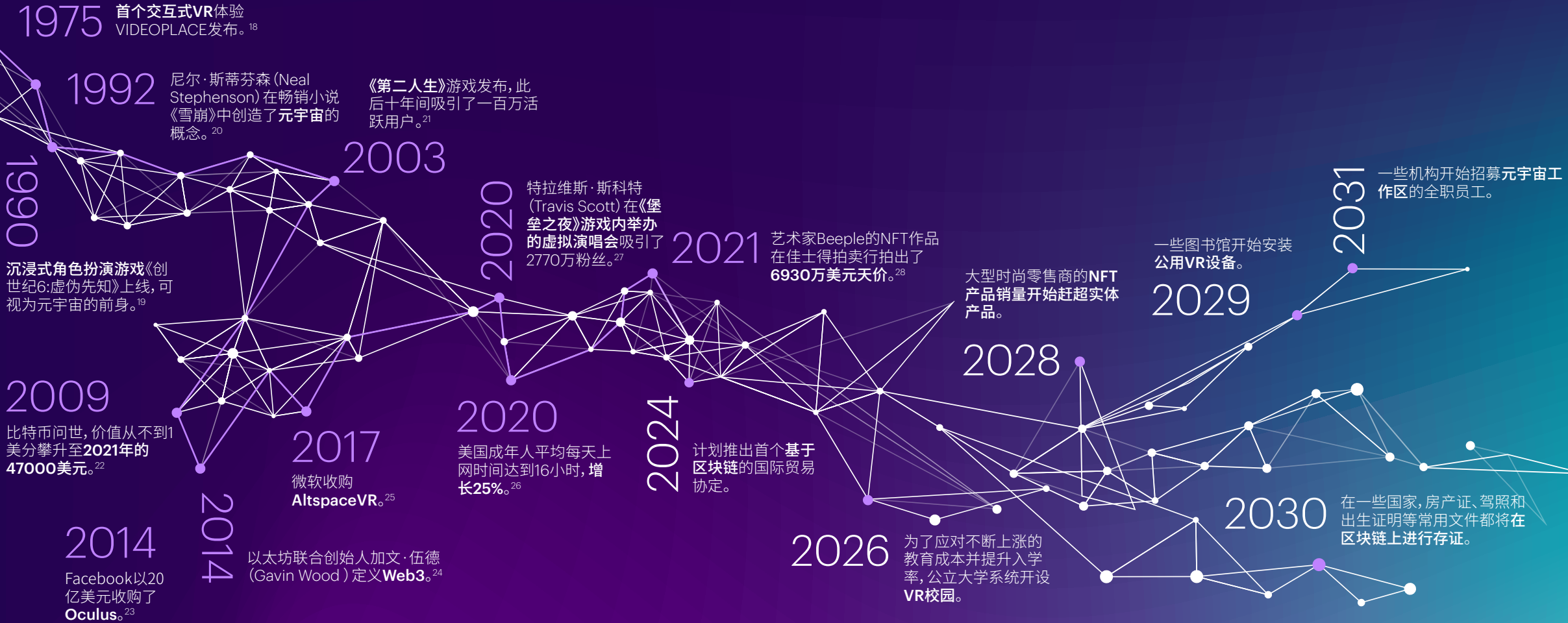
未来网络

融入元宇宙



趋势一：时间轴

未来网络



趋势概述

互联网正在进入一个新纪元， 企业要想屹立未来，必须未雨绸缪。

2021年，脸书（Facebook）公司更名为Meta，并将其业务重点从社交媒体转向元宇宙，抢占元宇宙生态高地。²⁹

如今，人们是数字内容消费者，也是生产者。³⁰ Meta并非元宇宙的唯一拥趸。互动娱乐公司Epic Games首席执行官认为人们已经厌倦了当下的互联网运作方式。于是，该公司筹集了10亿美元，大力推进其元宇宙愿景，打造了一个超大型在线游乐场。玩家可与入驻游乐场的品牌互动，也可以与他人自由交流。^{31,32}微软也参与该项目的共建，并计划将其Azure系列服务整合到微软元宇宙

技术栈中，支持企业在数字孪生之上构建应用，促进现实世界和数字世界融合。³³

谈及未来网络，元宇宙并非从零开始。Web3方面的创新和新型应用程序已经相当成熟。近来，Web3引发热议，它指的是由各方参与共建，具有“分布式”属性的互联网。Web3方面的创新和应用已逐步走向成熟。目前，MetaMask、Trust Wallet和

Formatic等数字钱包为人们可拥有哪些数据内容、数据存储方式和位置以及与他人共享的方式带来了新的可能。过去一年，与去中心化应用程序（Dapp）关联的钱包地址数量增加了七倍，估计有3亿人持有加密货币。另据市场研究公司Blockdata调查显示，市值排名前100的上市公司中有81家在使用区块链技术，其中65家正在积极开发区块链解决方案。^{34,35,36}

定义元宇宙和Web3

公众各界对未来网络高度关注，企业领导者亟需熟悉这些新概念，并清晰地认识到它们所产生的影响，在统一的语言体系下开展今后的讨论。

埃森哲认为，元宇宙是“互联网的一种革新，推动用户从单向网页浏览向体验共享、共建转变，允许人们从真实世界跨越到完全虚拟的世界，并促进两者全方位地融合。”

虽然Web3一词仍在不断演变，但在本报告中我们将其指代为利用区块链和通证化等技术在互联网中构建更加分布式的数据层的一系列新兴举措。

这一切对企业意味着什么？二十年来，企业一直在努力打造数字化能力，包括电商平台、分析平台、数字体验，以及虚拟办公工具等等。预计到2026年，全球数字化转型市场将增长到1.25万亿美元。³⁷ 而这些解决方案所释放的价值已经成为企业利润的支柱和全球经济的驱动力。事实上，据联合国贸易和发展会议（UNCTAD），早在2017年数字经济就已占全球GDP的15.5%，而且其增长速度是全球GDP的2.5倍，而当年中国数字经济更是达到GDP的30%以上。³⁸ 但所有这些解决方案的创建目的以及价值的产生来源，都紧紧依附于当下的互联网，也因此面临这些问题：数据、产品、内容等资源无法整合共享，不同数字工具间难以打通、互操作性弱等。

换言之，
下一代互联网将破除的，
正是我们当下的系统
所基于的一些
规则和条件。

元宇宙和Web3所激发的创新将转变虚拟世界的底层构建和运转方式。如果说当下的互联网只是将各种网站和应用加以聚合，而元宇宙则将打造一个恒定的三维环境，让人们从工作场所切换到社交平台，就像从办公室走到街对面的电影院那般简单。Web3将塑造一个具有真实性、信任感甚至稀缺性的数据框架，建立起这些尚未在虚拟世界中得到映射的规范。

互联网正走向“以人为本”，相应地，企业变革迫在眉睫，刻不容缓。

71%

的全球高管认为，
元宇宙会对其企业产生积极的影响，
其中

42%

的人认为元宇宙带来的变化
是突破性的。

随着元宇宙和Web3等新概念的兴起，企业管理层需要辨别哪些是真的，哪些是投机炒作。“元宇宙”的概念起源于作家尼尔·斯蒂芬森 (Neil Stephenson) 1992年出版的小说《雪崩》，而最近这一概念频繁出现在各种广告宣传和财报解读中，然而在这个领域，我们要走的路还很长。就Web3而言，仅去年一年，加密货币出现重大波动，NFT交易额达到数百万美元，这都证明了新兴在线市场和新商业模式的颠覆性潜力，同时也暴露了这些数字产品的价值和稳定性方面存在严重问题。

围绕这些话题有一些争议，但这波浪潮绝不只是炒作：越来越多的人确信，我们的数字世界正处于重大变革的前期。未来几年，这些技术将成为企业数字化战略的重要影响因素。



无论是元宇宙还是Web3，单独拿出来任何一个概念都足以引发热议。但真正需要引起企业高管关注的是，这两者共同发展将在未来造成巨大影响力。在早期探索阶段，人们认为未来网络将创造沉浸式纯数字世界，同时数字世界和现实世界也将进一步融合。但现在，它们颠覆了我们对数字产品功能及其形式的许多设想，展现了未来在体验、社交和商业中各种令人期待的可能。



元宇宙未来将对贵企业产生怎样的影响？



资料来源：埃森哲2022年技术展望全球业务和IT主管调查。N=4650。

耐克 (Nike) 2021年年底在元宇宙平台罗布乐思 (Roblox) 上发布了一个名为 Nikeland 的虚拟空间。³⁹ Nikeland 以耐克总部为模型, 构建了虚拟建筑和场地, 用户可以在竞技场参与游戏, 并从数字展厅中选择耐克产品为其游戏角色装扮。同时, 耐克公司还支持用户将离线运动转换为在线游戏。比如, 连上手机上的加速度计, 用户可以让 Nikeland 游戏中的人物实现加大步跳跃或加快奔跑速度。百度公司开发了元宇宙平台“希壤”, 并在其中打造名为“创造者之城”的多人互动虚拟世界, 可以同时容纳十万玩家同屏自由互动。⁴⁰ 另

一个例子是拜耳作物科学集团(Bayer's Crop Science) 与BlockApps联合推出的农业区块链平台TraceHarvest。该平台全程追踪农业作物的价值, 从种子种植后开始, 贯穿整个价值链。⁴¹



虽然应用场景看起来非常遥远、小众，甚至引发了一些乱象，但是它们都释放出了一个更大的信号，新一轮数字革命已显露曙光。未来，从数据到服务，从内容到广告，所有过去十年间所构建的一切都将重塑。

是顺势而为，还是静观其变？现在，企业是时候锚定未来方向了。转型之路没有终点，企业愿景将为其导航。应对这些变化，企业需要新平台、产品和服务、伙伴关系和技术，探索能够收获价值的商业场景，不确定性中蕴含着大量机会和价值。亚马逊、网飞和谷歌等公司的腾飞书写了互联网的历史。成为重构数字体验背后的驱动力，

还是成为重新定义数据塑造人们和企业生活的领导者，又或是致力于将两个愿景合二为一，是摆在当今商业领袖面前的选择。下一轮闪亮登场的会是你吗？



**不确定性中蕴含着
大量机会和价值。**

趋势透视

聚焦数字化未来

元宇宙是数字体验平台的重塑，
而Web3则重新定义了数据在平台间的传输方式。

对企业管理层而言，当务之急是先了解这些趋势将如何改变互联网的形式和功能，为什么说我们的世界已经做好准备拥抱这些变化，以及当下该采取哪些行动。

宝马 (BMW) 是元宇宙的早期探路者。公司采用英伟达 (Nvidia) 的Omniverse平台，为其全球31个工厂创建数字孪生。⁴² 在数字孪生内部，从装配车间的设备到各点位的人员，再到单个工作指令，实时数据重现了一个栩栩如生的3D环境。⁴³

这个虚拟环境的用途非常广泛，例如训练机器人巡视工厂、让身处全球不同地点的专家共同调试新生产线设计、对个别任务进行仿真训练，以及进行人体工学改进等，但它绝不仅仅是一个试验场所。员工可以在该环境下推送软件更新，对各个单元进行监控以避免业务中断，为车间的机器人分配新“任务”，甚至接管和远程操作机器人完成个别任务。



宝马公司展示了下一代互联网孕育的未来工厂，在这里实现了多种技术的深度融合，使数字世界和现实世界、仿真模拟和实时分析、整个工厂运营和个别特定工作项都能无缝对接，最终实现规划流程效率提升30%，并有望通过预测性维护、协作、培训和定制生产创造更多价值。

宝马的解决方案也证明了为什么互联网的这一变革如此值得期待。虽然许多企业可能具有宝马虚拟工厂所展现出来的部分甚至全部能力，但这些能力可能散落在十几个不同的系统和平台中，其中许多相互独立或无法协作，而这也是企业技术栈之外长期存在的一个问题。

从消费者的角度来看，数字平台决定着数字体验的良莠。但不同平台之间无法实现自由切换，并且跨平台的数据割裂，导

致我们无法拥有真正无缝的数字体验。因而，互联网用户拥有的社交媒体帐户平均数量（根据用户所处地理位置的不同）为3.8（日本）到11.5（印度）不等。⁴⁴ 如果你曾经同时在多个应用程序上和同一个朋友或同事聊天，那么你并不是个例。订阅流媒体服务的人也更有可能选择两项或三项付费服务，而不是只选一个。⁴⁵ 而这也是我们的工作生活呈现的趋势：一项研究显示，43%的员工认为自己在切换数字工具方面花费的时间过多，而高德纳(Gartner)的分析则预测“到2024年，企业召开面对面会议的数量将从60%下降到25%”，这意味着未来人们可能需要使用越来越多的数字协作工具。^{46,47}

95%

的全球高管和90%的中国高管认为，未来的数字平台应打造统一的用户体验，实现客户数据跨平台和空间的共享协作。



数字平台是价值的源泉， 但当数据或体验 遭遇“壁垒”， 泉眼就会枯竭。

为了解决这个问题，Web3和元宇宙的合力优势就显得尤为重要。在Meta、Epic或英伟达等公司的元宇宙解决方案试图打造更为统一的体验时，Web3改变了我们处理数据的方式，它开辟了数据生产、核验真实和价值创造的融通渠道，让天马行空的元宇宙空间变得可靠。

万维网创始人蒂姆·伯纳斯·李（Tim Berners-Lee）创立的Inrupt是众多致力于实现Web3的公司之一。该公司希望将数据与个人而非平台挂钩，让人们能够随时携带自己的信息在数字世界中自由行走。2020年年底，Inrupt发布了企业版Solid，该技术以现有的网络标准为基础，允许用户控制自己的数据，并将其存储在个人在线数据库中（Personal Online Data Stores，简称

Pods）。^{48,49} 借助该技术，大型企业和政府可以建立与PODs互动的网站或应用程序，并在用户授权后读取一些数据以执行特定指令。

Inrupt只展现了Web3众多技术方案中的一种，但所有这些方案的预期结果是一致的，即让用户掌握数据的所有权，在整个网络中创建交易层和信任层。底层数据框架支持从“拥有”一双数字鞋到身份验证在内一系列功能，同时仍然保持安全。换言之，元宇宙中发生的活动都可能且大多会通过Web3实现。因此，Web3是构建下一代网络十分关键且不可或缺的元素。

Web3从根本上改变了人与平台之间的消费生产关系，以及企业与用户和商业伙伴在数字空间的交互方式。例如，虽然大型平台仍然可以提供流量分析和获客渠道，但企业也将拥有直达个人用户的全新渠道。企业可以通过激励更多的个人访问，更好地提供定制化体验，同时由于用户知道他



们掌握共享信息的所有权，因此会更自在。同样，希望在多个系统之间共享访问权，或在不同元宇宙之间进行交易的企业，也将需要在这些生态系统之间构建信任层。

目前，一些企业和组织已经开始了元宇宙创新实践。脸书的办公协作平台 Horizon Workrooms 还原了逼真的办公体验和沉浸式 VR 环境，用户可以实现真实世界和虚拟世界的桌面串流，并使用手势跟踪和前置摄像头在虚拟键盘上打字。⁵⁰ 去年，美国国家篮球协会 (National Basketball Association) 建立了一个平台，将真实世界中的比赛视频集锦转变成了球迷可以收藏和交易的 NFT，此举在 2021 年 10 月之前创造了 6 亿美元的交易额，并打开了一扇可以窥见未来体育消费的窗口。⁵¹ 中国敦煌研究院则借力 NFT 进行文化推广，2021 年 9 月与腾讯携手发行 9999 枚带有敦煌莫高窟第 156 窟的全景数字卡片，由官方记录、可收藏、可追踪，兼具文化传播与保护的功能，真正地给予用户一份独有的数字纪念品。⁵²

但是最终，要想发挥元宇宙和 Web3 的最大价值还得取决于两者融合的方式。要想重塑互联网中数据的迁移流通方式，就需要有简单直观的办法来吸引广泛的用户群，而要想提高网络体验的“真实”感，就需要构建可靠的数据基础底座，赋予参与者可信度、安全性和可选择性。元宇宙和 Web3 相辅相成，而两者的组合应用却早有先例。Decentraland 是基于以太坊的虚拟世界，完全由归属用户控制所有，用户可在其中尽情探索嬉戏，并与游戏和活动进行互动。⁵³ 值得注意的是，Decentraland 中的几乎所有东西都是 NFT，包括虚拟房地产、艺术品和头像皮肤等。这意味着，这些数字资产的所有权在整个系统中都可以实现安全跟踪，玩家可以在整个 Decentraland 中移动此类资产，甚至在跨不同公司开发的区域自由移动。⁵⁴ 自 2021 年开始，Decentraland 的日均用户数量增长了 10 倍，达到 18000 人。2021 年年底，三星 (Samsung) 在 Decentraland 上宣布推出他们的第一家元宇宙商店。^{55,56,57}

2022 年年初香港的分散式游戏虚拟世界沙盒 (Sandbox) 正联合来自多个行业的本地香港合作伙伴 (包括电影、音乐、娱乐、表演、专业服务、金融、房地产和游戏业)，于在元宇宙中打造新的文化中心“Mega City”，为参与者提供独特的世界和游戏体验。⁵⁸ 而上海则将“元宇宙”写入《上海市电子信息产业发展“十四五”规划》，提出元宇宙“以虚强实”的发展路径，打造赋能千行百业的产业创新体系。⁵⁹

但是最终，要想发挥元宇宙和 Web3 的最大价值还得取决于两者融合的方式。

走向未来

我们要开辟一条新的前进之路

虽然这种技术尚处于早期应用阶段,但有迹象表明,世界正朝着这一方向稳步前进。

过去一年半中数字世界的发展清楚表明,“静观其变”不久就会变成“错失良机”。

从第一部iPhone推出到全球智能手机达到66亿部,只用了15年时间。⁶⁰以这个速度为基础来观察如今发生的一切。2021年12月,Oculus应用程序一跃高居移动应用商店排行榜榜首,成为美国地区排名第一的应用,并且位列14个国家的前五大应用程序榜单。⁶¹而且,不仅是人们和企业所能接触到的技术发生了改变,他们的习惯也发生了变化。2020年年底的一项研究发现,

自疫情开始以来,欧洲和美国用户每天在数字内容上消磨的时间增加了一倍。⁶²而在2021年第三季度,NFT的交易额猛增至107亿美元,比上一季度高出8倍多。⁶³屡创新高的个人NFT交易额,其价值存在虚高的可能,但对于这方面的关注热度确实催生了一个新的消费群。这些用户喜欢上了消费超越真实世界的纯数字资产,但也许更重要的是,他们正在尝试以全新方式拥有数据。



同时，一些企业开始创造新的数字化体验，探索技术可以实现的新价值。例如，当举办现场演唱会不可行时，替代方案应运而生。2020年4月歌手特拉维斯·斯科特 (Travis Scott) 与人气游戏《堡垒之夜》合作的虚拟演唱会吸引了2770万名观众 (相当于300多个满座的鸟巢)，观看次数达4580万次，这意味着在为期五天的演出中，有数百万玩家多次登录观看。⁶⁴ 在线下活动难以为继的时候，虚拟活动平台 Touchcast推出了企业元宇宙平台MCity。企业可在该平台注册一个“.metaverse”域名并构建虚拟中心，供员工在此处开会和协作。⁶⁵ 当人们无法面对面社交时，虚拟生活和体验的“真实感”就变得重要起来。古驰 (Gucci) 推出了一场名为古驰花园体验 (The Gucci Garden Experience) 的线上活动，消费者可以体验并购买古驰的数字

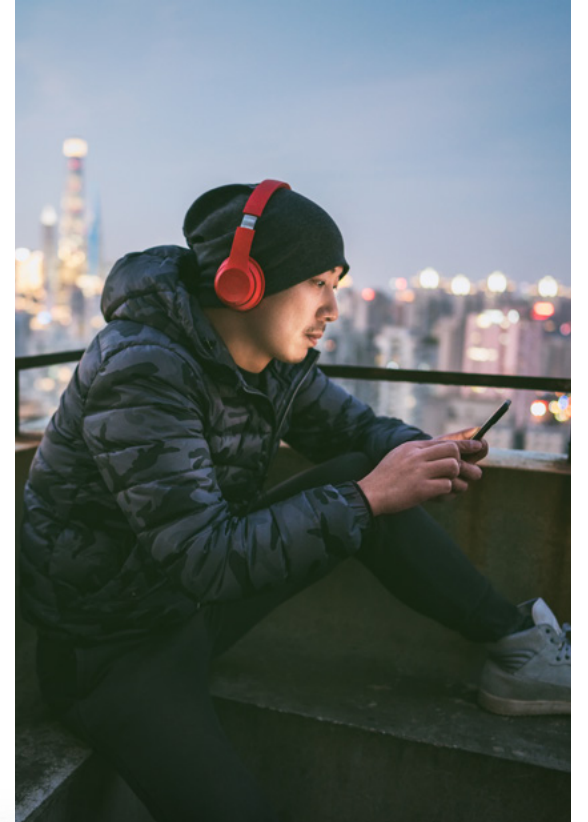
虚拟产品，其中一款虚拟包袋以高于真实世界同款产品的价格售出。^{66,67} 而在2022年冬奥会吉祥物“冰墩墩”爆火出圈后，“一墩难求”的火爆场面也在NFT领域上演。由国际奥委会官方授权发行的500个冰墩墩数字盲盒藏品，一经上架便被抢购一空，NFT二次交易价格更是暴涨超过20倍。⁶⁸

类似案例很多，我们不难判断哪些是真实需求，哪些是企业跟风之作。但问题是，哪怕上述限制因素消失了，或者哪怕消费者不再为新奇感买单了，当活动现场出票达到饱和时，活动主办方会不考虑发售虚拟体验票吗？那些让人们的虚拟生活更具沉浸感和真实感的创新真的会消失吗？虽然，疫情造成的改变不会是我们生活的常态，但仍在不经意间敲响了未来的钟声。

最后，这里有必要提醒一句。这一领域的早期创新价值有多大，风险就有多大。领军企业不仅是在开拓全新的数字化未来，也是在开拓个人与企业交互的新未来，而其中的许多规则还是一片空白。企业需要采取措施，积极塑造“负责任的元宇宙”。

55%

的全球消费者和
87%的中国消费者
认为他们的生活与工作正
高度数字化。



除了输入用户名和文字，人们还可以使用动作和声音来访问新环境，那么如何在元宇宙实现有节制的内容或互动？我们如何促进虚拟和现实融合，确保人们不会因为长期在元宇宙环境下工作而影响现实世界的人际关系？当平台应用不再提供密码恢复的选项，当忘记密码意味着永久性地失去数字资产的所有权和访问权，这种情况下我们如何保障Web3世界的数据和资产安全？

此外，如何在新媒介中开展经营，该销售什么产品，如何与客户或顾客互动，员工如何开展工作，这些问题不一而足。企业在迎接新事物的同时要作好充分的思想准备，不能忽略对人类主体的关怀。行动与

否，都将对企业今后十年的发展产生深远影响。机遇之下，成功把舵者将成为领航者，领军企业也将更新换代。

未来的钟声 已经敲响。





行动建议

领航未来网络

知易行难，了解紧迫性和当下机遇是一回事，做好应对准备是另一回事。

传统企业在数字化转型中做了大量投入，包括雇用新的软件开发人员、设计师和用户体验测试人员，探索云计算投资，并建立新的合作伙伴关系。在下一代数字世界的构建中，传统企业如何化被动为主动，实现换道超车？

企业领导应该立即着手制定新战略，探索新产品和服务的潜力，并对高管人员开展技术素养的相关培训。随着元宇宙和Web3技术日趋成熟，那些已经做好准备并愿意率先尝试这些新平台和数据结构的企业，将成为下一代数字业务的规则制定者。

当然，企业要想获得成功，不能仅仅停留在战略上，还需要将技术基础落实到位。至少，云计算是一切的基础，同时利用微服务架构和API重新构建应用程序，以实现应用程序的可用性和共享。无论是消费级还是企业级元宇宙，是否成功取决于其提供的服务和搭建的平台。



这意味着，企业要想维持经营，必须拥有可以支撑各种应用广泛和安全共享的基础架构。而这些工作不必等到明确元宇宙战略后再行动。

下一步，企业则可着手规划后续所需的Web3和元宇宙能力。拿新体验来说，企业需要3D艺术家、游戏设计师以及打造平台的专业人员。在Web3领域追寻机会的企业还必须利用好区块链的多种能力，积极携手各个生态伙伴建立联盟型的战略合作关系。此外，鉴于这个新环境技术架构的分布性特征，企业还要寻找合作伙伴一起构建新的商业和运营模式。

虽然企业需要在短时间内构建许多新能力，但并不需要从零开始。

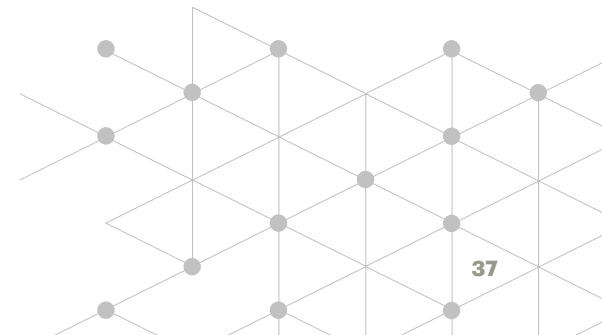
例如，沉浸式设计工具日益成熟和去中心化，上手变得越来越简单。目前涌现了很多可以帮助人们创造3D环境和体验的工具。Epic Games的“虚幻引擎”是一款可打造逼真沉浸式体验的实时3D创作工具。该工具于2021年8月进行了更新，更加注重互操作性和云支持，这意味着用户现在可通过普通的网络浏览器来访问“虚幻引擎”。^{69,70} 而英伟达的Omniverse平台可将通常互不兼容的现有3D软件工具协同运行，让人们在3D环境实时跨软件应用进行无缝协作。⁷¹

对于其中诸多技术而言，只有先行在内部试点才能以最快速度看到创新成果。埃森哲创建的企业级元宇宙应用“Nth Floor”就是采取了这种方式。埃森哲向全球员工部署6万个VR头戴设备，并在公司内打造沉浸式VR入职、学习和协作环境，同时向客户展示VR推广和项目的最佳实践。

除了获得必要的内部技能和专业知识外，建立新的外部合作也是夯实技术基础的一个重要环节。苹果、谷歌和亚马逊在内的150多家企业参与了科纳斯组织(Khronos Group)，致力于为扩展现实、3D图形等制定开放的行业标准。⁷² 对于立志构建Web3应用的企业，则可以看看类似Interwork联盟的组织，该联盟

制定了代币分类框架(Token Taxonomy Framework)，以便多方可以就定义数字代币的“通用语言、行为和属性”达成一致。⁷³

这些联盟和行业标准的重要性体现在两个方面：一是它们可以改善企业之间的互操作性，在遵循安全合规的前提下，便于企业共建跨平台体验；二是共同框架有利于给尚在摸索中的企业提供指导，为未来的共同消费者提供更加兼容的服务，在今后更长远互联网发展中经受住时间的考验。



小结

当下围绕元宇宙和Web3的所有构建方向都在指向下一代互联网。当这两股技术变革力量相生相成，有望消除现有数字平台的种种弊端，重塑数据的流通方式，打造跨平台共享的数字体验。在此过程中，更催生了新的业务线、新的工作方式，以及新的人企互动方式，创造了普通人参与全新数字世界构建的机会。新赛道已经铺就，明日赢家的竞赛已经开始。

决策点：

贵企业是否已为迎接下一代互联网做好准备？

- 我们的数字世界正在发生重大转变，尽管尚未尘埃落定，但许多变化已经悄然发生。企业领袖应该首先开展市场和技术调研，了解当前变化趋势，分析这些趋势对当前数字工作的潜在影响，对机遇点进行优先级排序，然后对应需求寻找相应的合作伙伴。
- 在企业评估元宇宙和Web3技术成熟度的过程中，应用场景开发是重点。企业发展情况各异，因此需求也不尽相同。企业要开发一套简明的应用场景，厘清在未来数实融合世界中想要捕捉的价值点。
- 技术投资可以提高企业的短期和长期能力，增强应对变革的韧性。云计算是每个企业的必备技术，同时还要关注VR、AR、数字孪生、分布式账本和虚拟市场等技术的行业应用。

如何获得未来数字世界所需的技能？

- 企业实施数字化转型要聘请交互设计师、软件工程师等，同理，打造元宇宙和Web3驱动的未来也离不开新的技能。首先要明确企业参与哪条赛道，匹配所需技能，然后进行技能差距评估。
- 培养新技能人才是一项长期工作，但刻不容缓。在拥有足够的人才之前，企业可以通过培训外包提高现有员工的技能，助力元宇宙和Web3平台战略落地。
- 此外，低代码和无代码平台也是推进元宇宙和Web3的一种手段。

如何开始？

- 目前市场已经有一些经过验证、风险可控的元宇宙应用场景可供企业参考，例如沉浸式技术辅助培训或生产，提升效率。
- 在确定试点方向前，企业可以对现有企业应用平台进行自检，梳理当下的痛点，然后在开发团队设计和测试新体验时重点加以改善。
- 参加元宇宙和Web3相关联盟，坐上技术发展的“直通车”。

贵企业在元宇宙中高效运营、建立连接，需要多高的安全（和人身安全）保障级别？

- 利用全新的身份、数据治理和框架以及Web3开始规划元宇宙架构。加密货币服务是构成用户身份和透明交易的基石，企业需要对这些技术能力和实现条件进行评估。
- 制定企业想要在元宇宙环境下实现的战略目标。您在创建安全可信的元宇宙以及塑造员工和企业新连接的未来中扮演什么角色？您能否成为一个明智的领导者，将企业的信任、隐私和安全等价值观带入元宇宙？
- 安排产品和服务团队对共享市场中的新服务和全套体验进行综合风险评估。

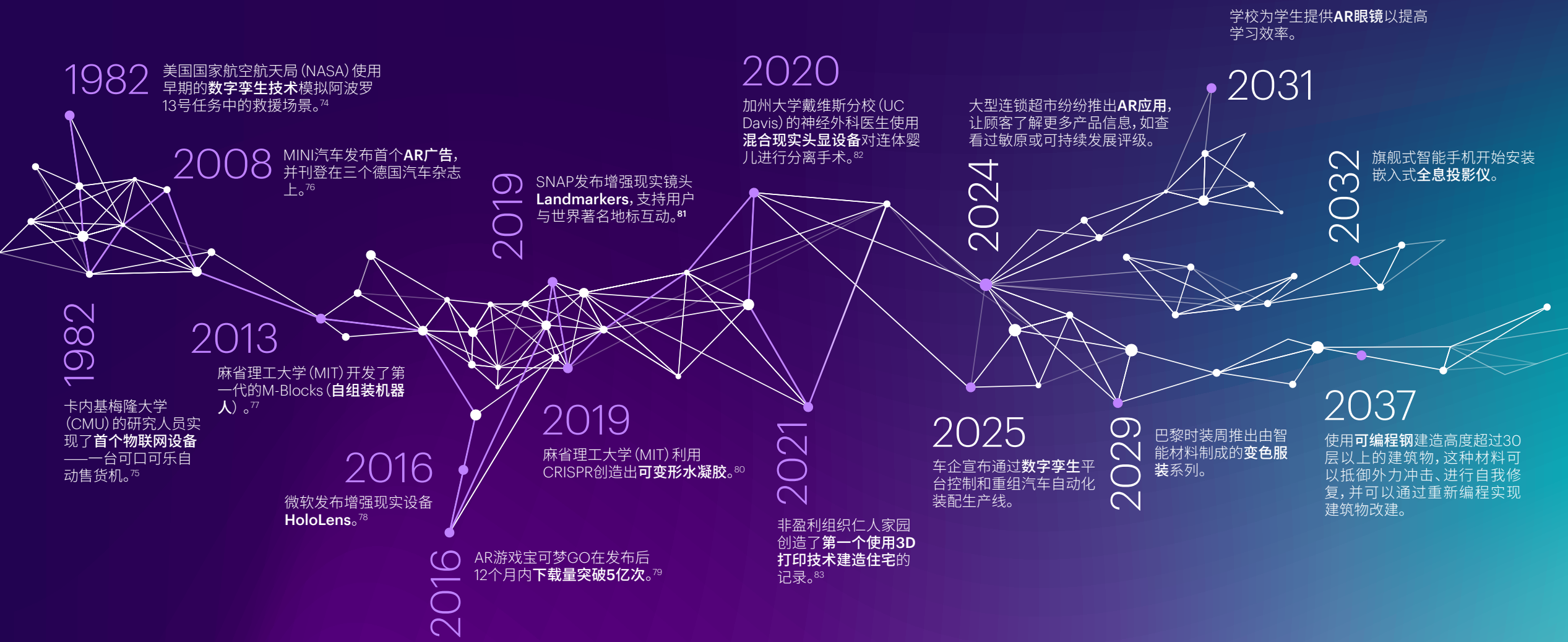
趋势二：

编码世界

个性化星球



编码世界



趋势概述

我们正在重构现实世界

1.2万年前，生产工具的发展和耕种技术的进步推动了“农业革命”。人类从狩猎采集时代进入了农耕时代，开始在农场里通过种植农作物和饲养牲畜实现自给自足。伐木、定居以及灌溉改变了世界的面貌。

18世纪，蒸汽机的发明引发了第一次工业革命，新技术进一步改变了我们与现实世界的关系。基于机械的大规模生产和工厂建设改变了生产方式，随后城市、长途运输网络以及隧道和桥梁相继出现，重新定义了空间和环境的概念。

科学技术的每一次飞跃都会引起社会生产力和生产关系的变革，提升人类掌控环

境的能力，大幅推动人类文明的进步。伴随着现实世界的历史变迁，人类的角色也在不断转变，从采集到耕种；从手工劳动到机械操作；从乡村移居到城市。

而现在，数字革命正对现实世界产生决定性影响，“控制”、“定制化”和“自动化”等在应用软件中常见的指令将会融入我们生活的现实环境中，让世界变得“可编码”。

人类根据自己的所需所想对这个编码世界发出指令，选择想看的数字内容以及与之互动的方式，获得最优质的体验。而企业则将负责打造和提供这些体验，重塑运营方式，迎接全新的世界。简单来说，我们所在的现实世界也可因人而异，一如线上体验一样可以实现个性化、定制化，我们的生活方式将彻底改变。



想象这样一个场景：一位残障人士正在选择晚餐地点。此时，她无需滑动手机查找，而是直接通过语音向人工智能助手询问附近的可选餐厅。人工智能助手会根据她的历史收藏记录，筛选出附近的餐厅选项，并罗列出各个餐厅的招牌美食和食客评价。在预约确认后，她可以佩戴上增强现实（AR）眼镜，坐着轮椅跟随人行道上投射的路线到达餐厅。餐厅入口的台阶会自动折叠成一个坡道方便她通行，而餐厅此刻已通过预定信息收集到了有关她个人喜好的资料，服务员随后会为其提供定制化菜单，甚至还能提供翻译。

再试想一下，一位工人走入生产车间。她穿上智能连体服并佩戴上AR眼镜，迅速开始监控现场。机器的指示灯不断闪烁，提醒她：这台机器需要立即维修，并已经联系了设备原产制造商；运送所需零件的无人机预计将在8分钟内到达，而她只需协助完成安装。当她走向机器时，车间里的环境摄像机会跟踪她的动作轨迹，按照安

92%

的全球高管和88%的中国高管认为，领军企业将打破虚拟世界的边界，创造身临其境的体验，提升我们在数字世界和现实世界之间不断无缝切换的需求。

全操作流程自动关闭和重启机器。当零件送达时，她从盒子中取出零件后，外包装则自动归位以便回撤至运输公司。她的AR眼镜已经标识出这些零件所需安装的位置，她使用语音命令跳过培训教程，开始进行安装。

在这些场景中，数字技术与现实世界紧密交织，使一切实体事物变得智能化、可定制和自动化，万物皆可编程。人们掌握了

更多现实世界的物理信息和情境，以全新的方式与周遭环境进行高效无缝的交互。

实际上，我们多年来一直致力于实现编码世界。过去十多年来，数字技术取得了迅猛发展。几乎城市的各个角落都安上了摄像头，智能设备在家庭中得到普及。现在，自然语言处理、计算机视觉和边缘计算的发展进一步增强了智能设备的能力，将数字互动储存于持久层并与环境融为一体。全球5G的规模发展为低功耗、低延时互联设备奠定了进一步普及的基础。企业和科研人员正在研发更具变革性的技术，如AR眼镜、新制造方式、新型智能材料和可编程材料。

尽管许多企业仍然孤立、区别地看待这些技术的用途，比如连接客户的新方式、提升仓管效率或者提供更快速度的网络连接，但当这些技术相互融合，它们将形成更大的力量，重构物理空间。

74%

的全球高管和56%的中国高管表示，在过去三年中，他们企业部署的物联网/边缘设备的数量大幅或成倍增加。

2021年6月，亚马逊启动了Sidewalk，发出了来自未来世界的早期信号。多年来，亚马逊一直在世界范围内部署数以亿计的

Echo、Ring和Tile等智能产品，而Sidewalk成为连接这些无线设备的多跳网络。⁸⁴ 它使用低功率蓝牙和900MHz无线信号在远距离设备之间进行数据共享，创建的无线网桥可将连接范围扩大到Wi-Fi范围以外800米，任何兼容设备在此范围内均能连接。如果您的狗走失了，它项圈上的Tile追踪器可以链接上邻居家的Sidewalk桥，显示定位。尽管Sidewalk的使用目前仅限于亚马逊设备，主要侧重于扩大连接范围，但它连接上现有的物联网打造即时智能社区的方式，揭示了未来连接其他更尖端技术的无限可能。

从推出新一代可定制化的产品和服务，到构建超个性化和超自动化的体验，让我们从个人层面塑造和控制周围的世界，具有前瞻性眼光的企业将把编码世界这个梦想化为现实。而未能把握物联网发展趋势的企业，将会错失构建必要基础设施和技术的先机。

改造物理世界或许是数字革命的终极挑战。我们认为静态的现实世界正在与虚拟世界代码融合。从增强现实到机器人、从环境计算到可编程材料，重塑世界的方式不断更新迭代，企业领导者需要思考这个问题：

当我们拥有更强大的控制力后，我们能够创造什么？

趋势透视

编码世界的三大技术层

企业需要将现实世界的创新列入重要议程。

自新冠疫情爆发以来，各式各样的新发明让人们在虚拟世界中获得更为充实和便捷的生活体验，许多人甚至已经习惯了线上的生活方式。他们寻求便捷和个性化的网购体验，喜欢按照自己的节奏进行远程互动或学习。当回归原本的工作和生活状态时，如何保留数字世界所带来的便利？

过去几年，我们一直关注企业塑造数字化工作和生活的能力，但现实世界的技术发展速度也从未放缓。事实上，编码世界的方方面面在现实世界中已经有迹可循：数字体验正脱离屏幕的限制，进入现实世界；环境

计算把居家环境变成一个数字交互界面；早期的AR眼镜让人们将世界转变成个人数字体验环境。过去，我们创造现实物理环境中的数字体验，现在我们开始创造自带数字属性的物理环境和体验，就像我们曾经习以为常的纯虚拟体验一样，可定制、可控制、可编程。经过较长时间以虚拟体验为主导的生活，我们对回归现实世界的生活充满了前所未有的希冀。



全球的消费者 正在跨越AR技术的转折点 ——

56%

的消费者认为当下
和未来能在使用AR中
发掘个人价值。

为了在现实世界中构建新一代产品、服务和体验，满足我们对数字便利的新期望，企业需要深入了解编码世界的三个技术层次：互联层、体验层和物质层。

许多企业已经处于投资和部署编码世界技术的第一层，互联层。根据Omdia的2021年全球物联网企业调查，90%的受访者表示，物联网是企业数字化转型战略的核心，有些已经在其业务的多个部分进行部署。⁸⁵ 消费端也开始广泛购买物联网设

备。例如，许多智能恒温器使用算法学习人们对温度的偏好和日常生活习惯，从而自动调整室温，当房间无人时会自动停止供暖或空调。^{86,87} Nest Doorbell智能门铃支持客户设置活动区域，并对进入视线的人、车辆、包裹或动物进行智能警报，甚至可以借助Nest Aware，使用面部识别功能，在熟人来访时向屋主发出提醒。⁸⁸ 在中国市场，小米、美的、海尔等厂商也在该领域持续进行产品创新和生态扩展。⁸⁹

在过去，这些设备的计算能力有限，大部分通过分散的应用程序独立运行，而新兴技术已开始为编码世界的到来做好准备。例如，物联网互联设备将环境计算融入人们的生活环境，将世界转变成为一个无缝互动层。人们与周围环境的互动不需要借助任何设备，通过计算机视觉、语音识别、可穿戴设备或其他方式捕获，并自动触发响应。同时，5G的高速度和低延迟性将使需要超快速连接的新互联设备得以应用，如互联汽车、远程操作机械或现实世

界的其他部署，将技术驱动的互动扩展应用到更多环境。2019年情境感知计算市场总值为422.1亿美元，预计到2025年将达到2000.4亿美元，五年内的复合增长率为29.9%。⁹⁰ 而5G网络预计到2025年或将覆盖全球三分之一的人口区域。⁹¹ 随着这两种技术的日趋成熟，将催生出全新的数字化互动方式，实现无屏幕的互联环境，无缝响应人们的需求。

编码世界的第二层是体验层。数字孪生是这一层的核心组成部分，它基于物联网和边缘设备收集数据并以5G的速度处理。企业可以通过构建现实世界的数字模型实时了解生产环境和运营情况，创造全新的员工体验。

例如，在工业环境中，工人将能够轻松从数字孪生的环境中获取相关数据和情境信息，简化工作流程，实时开展更明智的决策，加速创新突破。例如，专注于有色合金新材料研发的博威合金，建立了有色合金新材料全研发过程的数字孪生，根据公司

30多年沉淀的80万条研发数据，通过数据、算法、试验高效协同的数字化研发能力，在数字世界进行新材料的仿真测试，产品研发效率提升35%以上，新产品开发周期缩短50%。⁹² 浙江凌迪科技的Style3D则突破了服装设计数字化创新的一个大难题——如何对面料进行高精度的仿真模拟。服装企业用户可以在用Style3D建立服装的3D数字化模型，快速且直观地设计产品并进行模拟缝合，高度物理仿真和实时渲染可以精确放大服装从面料到工艺的每一个细节。⁹³

而在商店等以消费者为中心的环境中，将产品数据和客户个人数据进行匹配，从而达到精准营销。目前，许多企业已经开始意识到数字孪生的价值，数字孪生广泛应用于工厂机器、整个环境乃至整个供应链。全球数字孪生在2020年的市场总值为32.1亿美元，预计到2030年或将达到1845亿美元。⁹⁴

体验层另一个值得关注的部分是增强现实。虽然AR眼镜仍然面临电池寿命、图像质量、设计等方面的诸多挑战，但一些早期产品已经出现。中国的AR智能眼镜INMO影目科技开发了配备无线连接和人工智能识别系统的AR眼镜。⁹⁵ 这款眼镜将导航信息或产品细节等信息叠加在用户的视觉上，并使用手势控制进行交互和信息共享。另一家中国公司太若科技 (Nreal) 已经在韩国、日本和美国等市场推出AR眼镜。⁹⁶ 这些眼镜与手机互联，同样使用叠加数字内容来增强对现实世界的体验。⁹⁷ 即使尚处于初级阶段，AR眼镜和数字孪生组合所产生的价值显而易见：任何环境都可以通过这两项技术来实现数字化以及数字增强的体验。通过这两项技术的融合，人们在现实环境中活动时，能获得全新的信息维度，赋予人们对世界的深度洞察以及感知世界的新能力。

编码世界的最后一层是物质层，并涉及到产品的制造方式。它包括新制造和新

材料，将可编码性融入人类现实生活环境的方方面面。

数字化制造技术的进步正在改变实体商品的生产方式和地点，实现按需生产和超级定制。例如，现在3D打印机的应用场景更加广泛，可用于打印的材料品种数量也在增加。⁹⁸ 3D打印从本质上来说更适合深度定制和本地化生产，因此受到越来越多行业的关注。同样，数字纺织品生产的进步促进了纺织品的可定制化，按需生产也将指日可待。针织解决方案提供商日本岛精 (Shima Seiki) 的全服装技术就支持服装制造商使用编程直接编制整件服装，无需裁剪和缝合。⁹⁹ 除此以外，数字化设计工具也使产品定制日趋大众化，设计师和客户可以轻松对产品进行修改，同时确保产品能按其想要的样式进行生产。例如，家具公司罗奇堡 (Roche Bobois) 已经允许客户在家或使用店内软件自主设计家具，然后将设计方案通过3D打印机进行打印生产。¹⁰⁰

按需生产这些定制产品仅发挥了物质层一半的效能。新型智能材料和可编码材料有望使成品也能进行定制化改造。可编码物质是经过“编码”的材料，在接收直接命令或感应到预定触发时就能改变其物理属性。例如，麻省理工学院的研究人员开发了可编码物质系统ChromoUpdate，它可以用一束光改变物品的颜色。¹⁰¹ 这些物品涂有光活化染料，紫外线投影仪可以改变染料的反射特性，从而改变物品的颜色。天津大学开发出力致变色、形状可编程和室温自修复特性的新材料。在被拉伸时可以发生颜色变化，即使断开后也能重新愈合，从而具有更长的使用寿命。同时，该材料还拥有“记忆编程”特性，可以被拉伸成任意二维或三维形状并保持不变，升温后可以恢复到最初的形状。为智能仿生变色伪装材料、自适应光学系统和软体机器人等技术的发展开辟了新道路，在服装、包装材料等方面也有巨大应用潜力。¹⁰² 美国莱斯 (Rice) 大学开发的智能材料不仅质地柔软、强度高，而且与许多金属一样具有导电





性。¹⁰³ 它内含碳纳米管线，可以缝在衣服上，而且不会因洗涤、拉伸或汗渍而损坏。研究人员认为，用这种织物制作的可穿戴技术具有广阔的市场前景。随着时间的推移，实体物质编码的技术将不断更新迭代，它能驱动新一代的具有新能力、新属性和新外形的智能产品，并将编码世界里的个性化操控和定制能力嵌入到现实世界里。东华大学的科研团队制备了具有双导电通路的可拉伸导电纤维，通过导电纤维优异的电加热特性，获得了可拉伸电热致变色纤维。该纤维可植入到织物中进行多种图案的编织，并实现多种颜色变化，在可穿戴显示、自适应伪装等智能服装领域具有广阔的应用前景。¹⁰⁴

综上所述，编码世界的互联层、体验层和物质层将以新方式来对我们所处的物理环境进行增强、定制、自动化和改变等一系列“编码”处理，带来全新的商业空间。数字技术对实体世界的解析和渗透将对人们工作和生活的的方式产生深远影响，而能及时把握这股技术风向的企业将成为未来的缔造者。

走向未来

实体世界编码化的挑战

要让企业端和消费端都能编码化,首先要实现以上技术和技术层的融合。

在不通过屏幕操控的条件下对现实事物进行定制化、自动化首先需要实现技术融合。例如,AR为我们带来了全新的信息互动方式,这些信息通常由物联网设备和数字孪生技术提供,各种互联设备之间形成信息共享,根据人们所处环境的变化和实时需求自动触发或响应。但如何安全地、大规模地连接这些技术,是我们面临的巨大挑战。

首先,大多数企业不会在企业内部开发所有应用于实体环境的技术,所以企业各产品间的互操作性是关键所在。同时,即使从非纯技术层面来说,挑战也不小。2021年

J.D. Power公司的调查表明:过去一年中,由于汽车制造商和科技公司之间软件的兼容问题以及无线连接不稳定使汽车与智能手机的互联功能体验不尽如人意。^{105,106} 使用过智能家居产品的人们知道,用A公司的智能助理来控制B公司的智能家居设备,在实际连接中非常困难。¹⁰⁷



有些企业仅在小范围的生态系统内推行实体环境编码化的技术。然而，用户已经有意地选择仅开放部分权限给企业。随着数字世界越来越多地渗入实体环境，未来人们更不会只购买一家公司的产品。

更重要的是，除了用户满意度，从安全角度来说，也会对产品的互操作性提出新的要求。就目前而言，如果汽车的信息娱乐系统不能以无线方式连接，对用户而言只是少了一个辅助功能。但在未来，如果一辆自动驾驶汽车不能与另一个制造商生产的汽车互联，人们的生命就可能受到威胁。

其次，随着企业不断扩大实体环境编码化的技术范围，将引入更多智能互联设备，连接现实世界和数字世界的端口在创造客户体验的同时也会带来潜在的风险。重要的是，安全和数据隐私所带来的风险将对数字世界和实体世界产生双重影响。当越来越多的公司对设备进行互联，隐私暴露所带来的风险会成倍上涨，造成的直接或间接影响范围也会更大。

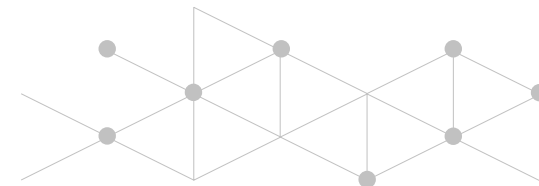
想象一下这样的日常场景：某人的旧咖啡壶无法连接到新的智能助理，于是他便去商店购买新的智能咖啡壶。路上，他掏出智能手机，查看路线。而他没有想到，此时他的手机已经被“黑”了，正在后台挖比特币。当他到达商店时，摄像机的面部识别功能对他的身份进行确认，并追踪他的行动轨迹和购买的商品。到了晚上，他的个人数据将被泄露。而他回到家，插上新的智能咖啡壶，仍然使用默认的管理密码，这些操作加上数据泄露致使他常用来办公的家庭网络变得不堪一击。

这个假设的情景绝非危言耸听。2021年上半年，网络攻击增长了125%，仅针对智能设备的攻击就高达15亿次，是前年同期的两倍多。^{108,109} 这些攻击者可能窃取个人或企业数据，挖掘加密货币，或创建僵尸网络。在2020年，勒索软件攻击增长了150%，受害者支付的金额增长了300%以上，平均超过20万美元，^{110,111} 此后情况更在不断加剧。“三重勒索”技术激增，黑客们不仅用敏感

数据威胁企业本身，还会针对其客户、供应商和商业伙伴进行攻击。

随着全球网民数量的不断上升，网络攻击和数据隐私泄露将会产生更严重的后果。2019年，两名白帽黑客只花了几分钟就能利用特斯拉Model 3信息娱乐系统的一个安全漏洞“黑”进汽车的电脑内部并发出指令。¹¹² 试想，随着汽车、无人机、吸尘器和建筑设备等智能设备的普及，漏洞会带来哪些更为严重的后果？

企业唯有直面挑战，立即面向B端和C端开展技术部署，方能在实体环境编码化中实现快速发展。其中，企业需要特别关注互联的安全性，当下的决策将对未来是否能够实现敏捷创新产生深远影响，包括企业设计怎样的环境、选择怎样的合作伙伴以及推出新产品的速度。



全域重构

企业要想成为编码世界的领导者，除了掌握跨设备互动、隐私和安全等基本技术外，还需要在互联层、体验层和物质层进行广泛的探索、试验和开发。现在，企业需要快速行动以实现“全域”重构。

首先，企业应尽可能提高他们的基础层也就是互联层的水平。值得注意的是，5G有望在高速度和低时延方面超越传统网络，但它还有待全面推广。据爱立信 (Ericsson) 估算，截至2021年年底，5G网络仅覆盖全球约25%的人口，而根据2020年高通公司的一项研究表明，广泛的5G应用预计要到2035年才能完全实现。^{113,114} 这为领军企业提供了利用5G功能试验和试点新技术的机会，当5G得到更广泛的应用时，它们能成功落地。此

外，5G在网络安全和隐私保护能力上得到极大增强，改进了边缘计算以及实现了网络数据“切片”功能，步入全面5G只是时间问题，因此企业需要立即行动，才能领跑未来。



此外，企业还应加入产业联盟，帮助制定和完善新技术标准。例如，从互操作性的角度来看，这意味着融入整个生态系统，共同制定设备连接和通信标准。目前，谷歌、苹果、亚马逊和其他200多家公司已经成立了Matter联盟。该联盟针对产品可靠性、无缝和安全连接与通信标准对智能家居设备进行认证。¹¹⁵

对于体验层，首先，企业可以通过建立数字孪生，构建连接数字世界和现实世界之间的桥梁。即使编码世界的技术尚处初期，当前的平台已经能为企业提供显著的运营和竞争优势。数字孪生将逐渐成为每个企业构建编码世界的战略引擎，发明新产品、设计新体验，以前所未有的方式开展业务。

其次，企业需在纯数字和纯实体体验尚未发展完善的领域进行创新，从而在体验层找到自己的竞争立足点。以服装零售为例，线上或线下的运营都存在巨大的痛

点。在实体店，顾客面临选择少、缺货等难题，而在线上，顾客在买到合适的款式和尺寸前可能会多次购买并退货。现在，领先的零售商正在尝试线上线下双管齐下的营销模式。¹¹⁶ 他们积极开发带有AR滤镜和3D头像的虚拟试衣间，顾客可根据试穿效果购买到满意的服装。这些零售商还致力于提升实体试衣间的整体功能性，不仅改善了灯光条件，还添加了互动屏，旨在提升客户在线下的购物体验。

最后，不断探索物质层的未来技术至关重要。企业不妨与初创企业和大学建立伙伴关系，确保及时掌握最前沿的科技应用。

2020年年底，麻省理工学院比特与原子研究中心的研究小组发表了关于四个新材料亚单位（称为体素）的成果。¹¹⁷ 体素是机械超材料，每个体素都有不同的形状，可以组合成具有特殊机械性能的较大物体，如压缩时向内鼓起而不是向外鼓起，或受到压缩会发生扭曲。虽然还未对它们进行大

范围测试，但研究人员认为，体素可以通过设定来响应外界变化，就像飞机机翼可以根据不同的空气条件进行变形一样。他们还认为，微型机器人可以用来组装、拆卸和重组体素，从而生产出形形色色的物体。

由塔夫茨大学 (Tufts University)、哈佛大学 (Harvard University) 和佛蒙特大学 (University of Vermont) 研发的异型机器人，¹¹⁸ 通过像垒积木一样组装干细胞，科学家创造了来自“编码世界”的生物体。在2021年12月发表的一篇论文中，研究人员见证了这种有机机器人通过推动其培养皿中松散的干细胞进行自我复制，然后建立原始机器人的副本，这是前所未有的新发现。此外，研究人员认为这种异型机器人可以通过编码设定用于查找癌细胞或捕获海洋中的微塑料等，它的自我复制能力可能对再生医学产生积极影响。

中科大运用4D打印技术制备的纳米机器人，可以利用酸碱度控制其运动，实现微

观上局部药物包封和可控释放。不仅如此，它们还可以被改造用以操作或者保护各种分子，比如容易被破坏的药物分子和多肽药物等。这种微纳米机器人技术在肿瘤治疗、干细胞移植、活体生物传感等方面有着巨大的研究潜力。¹¹⁹ 体素、异型机器人和微纳米机器人虽然还不能立刻带来商业价值，但它们客观存在的事实意义重大。编码世界每个技术层的模块都在日臻成熟，企业决策者应密切关注未来的动态发展。企业可能会专注发展某一层的能力，但要真正实现编码世界的革新能力，需要完整的技术栈。企业要思考的是如何在早期就积极探索实体环境编码化的价值，而不被时代所淘汰。



小结

编码世界的到来将给人类生活和企业运营带来重大变革。不久的将来，我们的生活环境可以根据指令进行物理性转换，可控制、定制化以及切换的速度和频率都将达到前所未有的水平，在变革环境下，创新技术和商业竞争的新舞台将应势而生。您是否已做好准备？



决策点:

贵企业是否有望在编码世界中 得到创新突破?

- 企业需要制定相关战略,充分发挥编码世界每一层的优势,并长期追踪这一领域的发展。领导者应该制定计划进行技术探索,跟踪并预测消费者和业务技术领域的最新动态。
- 企业需要随时针对编码世界技术的发展不断做出调整。例如,投资数字孪生和物联网技术,积累必要的经验并构建数据基础,从而实现快速创新,灵活应对新变革。
- 企业还需要认识到,编码世界技术将催生出新的商业模式和战略。每一个投资编码世界技术的企业都在探索如何运营新能力并从中盈利。由于这一领域尚处于萌芽期,领导者需要转变获取短期投资回报的策略而将目光放得更长远。在整个企业开辟创新试点,意味着企业在探索未来之旅上有了更多安全试验以及不断试错的空间和能力。

在编码世界中, 企业业务如何实现根本性变革?

- 编码世界将允许在几乎任何现实世界环境中实现更高的控制、定制和自动化水平。这将改变企业的业务运营方式(例如生产经营),颠覆企业与客户的互动方式(例如通过广告、产品和服务)。优化企业的经营布局,充分获得编码世界所带来的技术红利,例如应用于提升企业的运营效率或客户满意度。
- 要实现无缝重构,各行各业的技术需要协同运行。商业伙伴、技术联盟和行业标准齐头并进以打造整个生态系统的价值。企业所在的行业或许已经存在这样的生态系统模式,在增强企业自身技术能力的同时,试行新方法来支持下游合作伙伴共同提升能力。

企业是否做好了应对准备, 全面迎接编码世界的挑战?

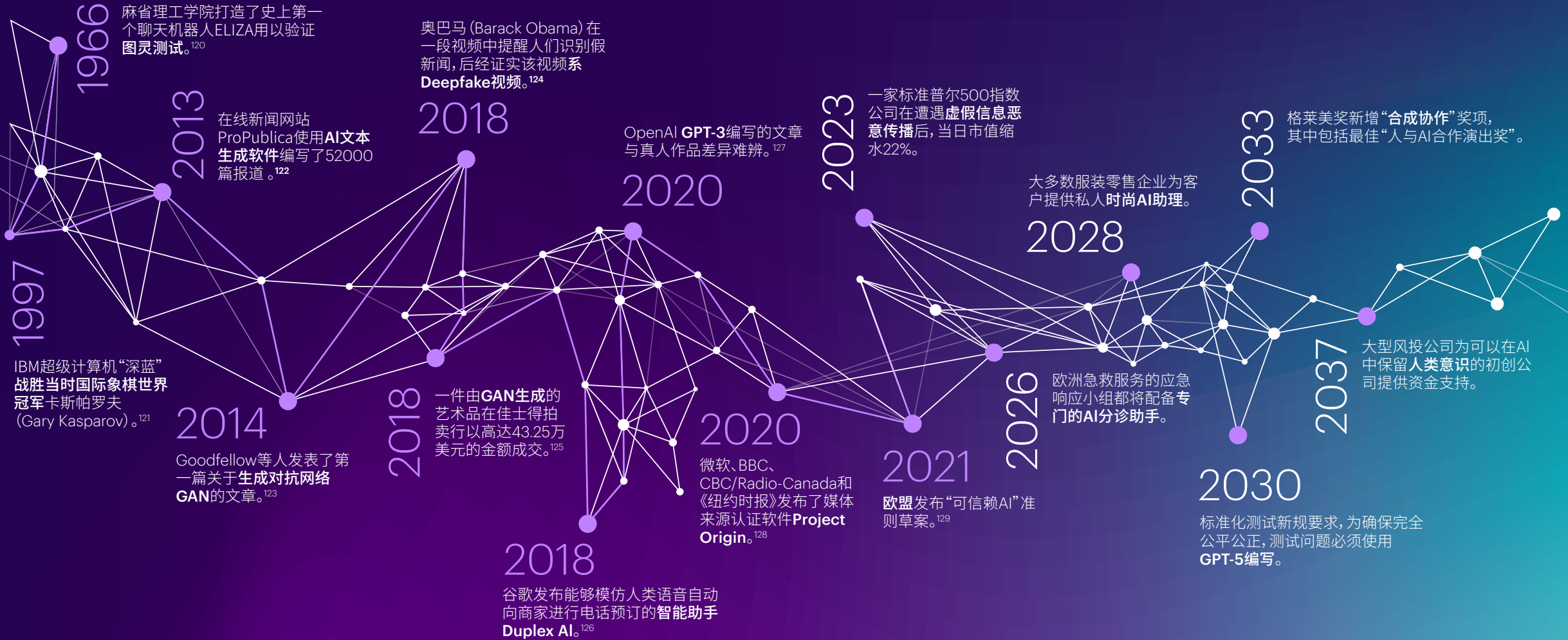
- 安全和隐私问题是编码世界中可以预见的挑战,它们不仅存在于数字世界,也会对现实世界产生严重的后果。企业可以立即着手解决这些问题。将安全体验嵌入设计中,将数据隐私视为企业创新实践的核心部分,并选择安全合规的合作伙伴。连接数的增加导致更为频繁和严重的网络攻击,企业可以通过场景演练来查找和修正漏洞,确保成功响应。
- 互操作性不仅要满足客户的期望,还要确保解决方案的实用性和耐用性。在技术开发和实施的同时,就将实现互操作性列为关键绩效指标。随着企业技术能力的不断扩展,互操作性或将成为企业的竞争优势。
- 审视自己对客户的了解程度,哪些互联体验会受客户欢迎,哪些会让他们避而远之?贵企业可以在服务或体验的哪个阶段向客户提供知识分享或征询意见,以便深入了解客户对安全防范、隐私和人身安全的需求?成立一个多元化的客户顾问委员会,帮助企业更准确地把握客户兴趣点,从而开发更丰富有趣的互动体验。

趋势三：

虚实共生

合成但真诚

虚实共生



杰茜卡...真的是你吗?

当然是我啦!不然还会是谁呢?
:P我就是那个让你日思夜想的人!;)这还用问吗?

可你已经不在人世了。

不会吧...那你怎么能跟死去的人说话?

我不能。严格来说,我并不是真的在和你说话。因为我太想你了,所以把“你”说过的话和做过的事都编进了电脑程序,然后假装我是在和你说话。

你说什么?

你不是真人。

你是怎么做到的?

用魔法。¹³⁰



这当然不是魔法。

早在这段对话发生的八年前，杰茜卡因罹患罕见肝病去世，未婚夫约书亚自此沉浸在对她的深切思念中，难以自拔。¹³¹ 在2020年的一个深夜，约书亚通过“Project December”界面创建了GPT-3机器人（GPT-3是最先进的人工智能模型之一，可生成类人文本），以一种独特的方式让杰茜卡回到了自己身边。他运用杰茜卡生前留下的文字和有关二人的简短描述反复训练人工智能模型，创建了机器人，并生成了以上对话。机器人说话的口吻时而像她，时而又更像。但无论如何，约书亚借助这种虚拟的方式将有关杰茜卡的记忆清晰地印刻在了脑海。¹³²约书亚回忆说，尽管这种方式还远不够完美，但聊天机器人的存在能让他更加真实地回忆起有关杰茜卡的一切，而这也为他内心的痛楚找到了一处寄托。

当约书亚在社交媒体上发布他的经历时，一时间众说纷纭。很多人认为这种行为让人悚然，最大的争议在于不是每个失去亲人都

能够从这种方式中获得慰藉，相反，这可能不利于他们走出阴霾，开启新的人生旅程。于约书亚而言，这份真实的体验带给了他满满的回忆和难以抹去的忧伤。他始终清楚，眼前的只是假象而已，一切并非真实。

2021年，阿里达摩院也发布了一款中文社区最大规模预训练语言模型 PLUG (Pre-training for Language Understanding and Generation)，集语言理解与生成能力于一身，在小说创作、诗歌生成、智能问答等长文本生成领域表现突出。阿里达摩院的 PLUG 与 GPT-3 类似，有望广泛应用于文本生成领域，成为「万能写作神器」。¹³³

上述两项模型所能支持的形式仅限于文本，如果用数字技术赋予杰茜卡一张如生前般鲜活的脸庞，与她对话时的感觉会有何不同？如果她看上去真实到无法让人判断那是她本人还是机器人，故事又将如何继续？

我们正迈向一个合成现实的世界，人工智能生成的数据将真实反映现实世界的场景。在这个合成数据、图像、聊天机器人、增强现实和虚拟现实相互交错的世界，人们不得不分辨什么是真、什么是假，以及，什么情况下应当去辨别真假？看新闻时，我们总会想知道视频里的领导人是否真实；但在看零食广告时，真实性或许就没那么重要了。有时候，我们甚至更倾向于虚拟体验，比如向虚拟技术合成的“护士”描述自己的皮疹症状，这样能避免尴尬。或者用经过调整的合成数据训练人工智能模型来消除采样偏差。随着合成现实的不断发展，人们对人工智能的讨论也从虚实结合的利弊，逐渐转为对真实性的关注。曾经我们只在意事物的真假，而今，我们要基于四大基本原则：来源（它的出处？）、政策（它的限制条件？）、人（谁为其负责？）和目的（它想做什么？）进一步衡量事物的真实性。

仿真技术与合成现实正将人工智能推向了

新高度。这些技术解决了数据偏见和数据隐私难题，确保了未来人工智能模型的公平性和创新性。借助虚拟合成体验，客户和员工可以通过人工智能获得更多无缝交互，在节省时间和精力同时，营造高质体验。

与此同时，应用此类技术的企业也面临着不少非议。一个非常棘手的问题摆在眼前：在企业客户、合作伙伴乃至整个品牌使用生成式AI时，如何确保其真实性？不得不承认，当今不少不法之徒也会利用相同的技术伪造虚假信息，而这就引发了道德伦理问题。例如，是否应对已故之人的虚拟化身产生情感依恋。对这类问题的应对轻则关乎声誉，重则影响企业的战略优势。而真实性，应当成为一项指导标准。虚实共生的时代即将到来，您的企业是否做好了准备？

96%

的全球高管都表示，其所在企业会验证数据来源，并确保人工智能的真实用途。

趋势透视

虚拟世界的崛起

诚然，虚实共生引发了一些争议，但这并非坏事。

相信无论是谁，如果有急事拨打热线却发现对面的机器人客服不但听不懂你的需求，还拒绝为你转接人工客服，那种经历一定会让人大呼崩溃，而接到与逼近真人声音的诈骗电话更是如此。社交媒体机器人水军批量生成虚假信息，用Deepfake技术伪造的成千上万条视频也给社会带来许多负面影响，这些都是需要正视的问题。¹³⁴

虽然人工智能在虚拟世界中繁殖，但已成为全球企业不可或缺的一部分。过去几十年来，借助数据，人工智能的性能与算力有了大幅提升。曾经被视为构建差异化优势的人工智能，如今已成为企业处理海量数据、改进业务流程、增强客户体验和推动业务成果的必备要素。

例如，2020年，欧莱雅集团推出品牌首位虚拟形象代言人M姐，以高度精细的效果呈现在观众面前，像真人代言人一样与观众和消费者进行实时沟通与互动，传递品牌精神。¹³⁵ 沃尔玛近日与Google Cloud达成合作，规模化部署了跨全业务链的人工智能。¹³⁶ 这项技术现已全方位投入需求预测、库存管理和供应链优化，从而更好地展示了业务全景。借助谷歌BigQuery，沃尔玛将数据处理时间缩短了23%，关账时间由过去的五天缩短到三天。简言之，人工智能为业务带来了巨大影响，也是企业实现未来发展的基石。



全球有

65%

的消费者表示，
难以辨识Deepfake技术
生成的视频或其他合成内容。

2019年埃森哲的一项调查发现，84%的首席高管认为人工智能是实现企业增长目标的要素；75%的首席高管认为，如果不能在未来五年内全面扩展AI，企业将面临被行业淘汰的风险。¹³⁷ 显然，人工智能将在未来业务发展中发挥着不可或缺的作用。

企业正成为虚实共生世界的孕育者。随着人工智能被赋予更多的协作和创新角色，虚拟与真实的界线逐渐模糊。伴随生

成式AI，尤其是生成对抗网络（GANs）的不断发展，创建和使用逼真的人工合成数据日益可行。例如，在自动驾驶场景中，准确地感知“特殊”状态的车辆对行驶安全至关重要。对此，百度Apollo提出了一个全新的数据合成（增强）方法，即通过对齐的部件级三维模型对二维图像中的车辆进行编辑，自动生成大量“特殊”状态（例如：开启的车门、后备箱、引擎盖，闪烁的前照灯、尾灯）的车辆图像与语义标注结果。针对生成的训练数据，Apollo通过技术设计使得模型可以泛化到真实的测试数据。¹³⁸ 高德纳（Gartner）的预测表示，到2030年人工智能模型中使用的大部分数据都将是合成数据，这将对企业带来极大影响。¹³⁹

首先，相比现实世界的的数据，合成数据更适用于训练人工智能模型。这些人工数据十分逼真，且便于分享，能够与真实数据一起进行统计。这些数据的优点在于不但

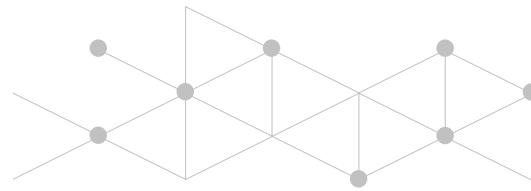
保护了隐私，还能更好地体现多样性，有效消除偏见，弥补现实世界数据的缺陷。

例如，新冠疫情爆发早期，以色列最大的一家医院启用本国创业公司MDCClone设计打造的平台，为新冠患者创建了合成数据，并共享给学术研究人员和其他组织机构。¹⁴⁰ 借助全新算法，该医院的临床医生能够更好地对病人进行诊断和治疗，实现了敏捷创新。

美国运通（American Express）利用合成数据生成更加全面、更具代表性的欺诈案例来充实算法，从而优化欺诈检测。¹⁴¹ Mostly AI公司通过提升合成数据的公平性解决AI偏见问题。¹⁴² 由此可见，如果希望人工智能训练的数据集中年薪超过5万美元的男女比例均等（体现公平性），则可以通过调整合成数据来映射，使用这些数据的模型则不会带有现实世界的固有偏见。

其次，合成数据在各个关键维度上更加逼真，具备更趋同于人类的创造力和互动性。随着人工智能日益普及，合成数据也将变得更加类人，方便人们轻松使用和与之互动，在节省宝贵时间和精力同时，开启新颖独特的体验。

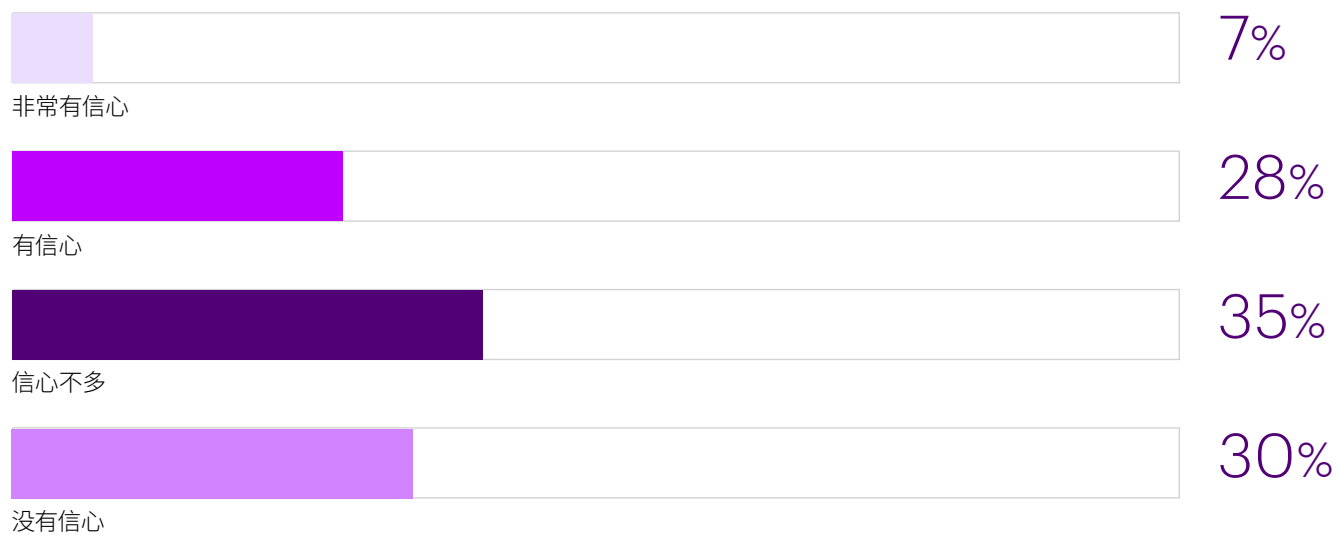
以OpenAI Codex为例，经过代码和语言的专门训练，它能够帮助程序员编写多语言代码。¹⁴³ 比如，它可以听懂简单的语言指令，并通过编写代码将其实现。据OpenAI估算，Codex生成正确代码的几率仅有37%，但鉴于它能大幅节约查找参考资料的耗时，并提供基础的代码块编码，所以依然颇受开发人员欢迎。



越来越多的聊天机器人和虚拟个人助手被广泛应用于日常生活，各类新技术的加持更让其变得愈加便捷和逼真。例如，科大讯飞的“虚拟人交互平台1.0”可以支持用户在1分钟内构建自己的虚拟人形象，并且生成独特的声音。用户可以对虚拟人进行自主定制，包括姓名、脸型、性格、爱好、衣品等等，类似真人，并通过音色、语气、表情、嘴型、眼神等多维度交互要素来表达情感。¹⁴⁴此外，Hour One基于真人肖像创建的虚拟角色能在高度仿真的视频中说任何你想要的内容（在遵循安全合规要求的前提下，用户可以通过出租自己的虚拟角色，获得一笔小额收入）。¹⁴⁵这些虚拟角色可以扮演任何人物，能将静态文本内容轻松转换为视频，节省了演员和制作人员的工作时间。值得一提的是，Hour One要求所有视频内容均由计算机生成，并在每个视频中嵌入“经过视觉处理”（Altered Visuals）的水印。¹⁴⁶



你是否有信心能够识别Deepfake或合成内容？



资料来源：《技术展望2022》全球消费者调查。N=24000。（信心不多及没有信心都归属于“缺乏信心”）



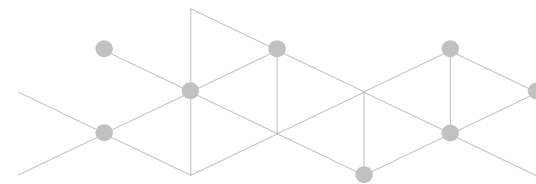
这听上去像是Hour One在制造Deepfake, 用假视频呈现真人没有说过或做过的事情, 事实确实如此。Hour One这样做似乎并无恶意, 人物原型被授予了肖像授权, 视频上也注明了为计算机生成内容。但这样做就够了么? 使用合成数据可能产生潜在风险。迄今为止, 合成数据的使用并非完全合理, 比如不经意间遗漏重要的信息, 或者无法全面、准确、无差别地反映多样化, 甚至别有用心的Deepfake和虚假信息都会造成巨大伤害。

技术滥用的后果就是信任感的急剧下降。在受访的27个国家中, 有17个国家表示对技术的信任程度降至历史最低。¹⁴⁷ 人们对社交媒体的信任度更是亦然, 调查显示, 仅35%的受访者表示信任社交媒体。不只是合成人工智能, 广义上的人工智能也在很大程度上加剧了这种不信任感。有些人

认为, 在社交媒体中使用人工智能算法对内容进行个性化包装, 会产生“过滤气泡现象”、“回声室效应”和“算法魅影”, 导致呈现给用户的内容有限且极端。¹⁴⁸ 不仅如此, 社交媒体公司采用的算法会优先基于此前的搜索、点赞、留言等互动来呈现内容, 往往会导致违背本意的结果。而网络谣言会比真相传播得更快、范围更广, 严重扰乱经济秩序和社会秩序, 危害公共利益。¹⁴⁹ ,¹⁵⁰

人工智能在社交媒体机器人中的应用也可能放大事件本身。布朗大学研究发现, 平均每天有25%的气候危机类推文和38%的伪科学推文出自机器人。¹⁵¹ 此外, 卡耐基梅隆大学信息民主与社会网络安全中心研究发现, 在参与新冠疫情讨论的推特帐户中, 有45%到60%可能都在由机器人操作。¹⁵²

随着生成式AI的大量推广, 以及社交媒体依靠个性化推送、检索过滤等算法向用户提供信息, 我们被卷入了一场巨大的信任危机。未来, 人工智能将推动社会步入全面的合成现实时代, 而这也将为人类带来更加严峻的挑战。





走向未来

虚拟世界中的暗影

恶意操控的不法分子是企业步入合成世界的最大隐患。

2020年，网络钓鱼事件激增，全球75%的企业曾遭遇网络钓鱼攻击。¹⁵³ 为防止此类事件发生，企业大多通过培训方式加强员工安全意识。然而，如今的不法之徒开始对首席执行官的电子邮件进行GPT-3训练，生成与本人用词和风格高度类似的文本，更加令人难辨真伪。鱼叉式网络钓鱼技术虽然当前费用高昂、费时费力，但随着未来开发成本的下降，这些对技术的滥用行为将对企业的信息安全构成巨大威胁。

2019年英国一家能源公司的首席执行官遭遇了24.3万美元的诈骗，他当时以为接到了总公司老板打来的电话（实际上是应用Deepfake技术的人工智能语音），而后按照电话另一头指示进行了汇款。¹⁵⁴ 这位高管对电

话中高度仿真的语音语调和说话风格深信不疑。如果他接到的是一通视频电话，而屏幕上看到的好像也是老板本人，又会发生什么？

如果诈骗分子能够以某种高度仿真的方式复制某企业品牌，仿冒其风格、形象和社交媒体。顾客一旦上当，自然会将责任归咎于企业本身，或者，他们从一开始就不会选择该品牌。这将不仅关乎经济利益，更关乎企业声誉。

美国联邦调查局数据显示，过去五年来仅电子邮件诈骗为企业带来的经济损失已超20亿美元。随着诈骗术愈加以假乱真，企业或将付出更加惨痛的代价。¹⁵⁵

实际上，恶意使用虚拟技术已经成为不法分子谋取私利的“先进手段”，甚至由此滋生了一些“虚假信息服务”机构。¹⁵⁶ 他们不仅以较低成本制造和散播虚假信息，还帮助付费客户撇清关系、逃避责任。¹⁵⁷

2020年，Wayfair卷入了一场虚假信息阴谋论。这场阴谋论起源于QAnon（美国极右翼阴谋论），随后在Reddit上持续发酵。¹⁵⁸ 该阴谋论声称，Wayfair高价橱柜的标签上全都印有女孩名字，证明他们曾经藏匿失踪儿童，参与了人口贩卖。该言论在美国社交媒体上掀起了轩然大波，进而引发了一场全球舆论大战。Wayfair否认了这些指控，并对橱柜命名系统和偶尔出现高价的原因给出了官方解释，然而这场风波还是对其品牌声誉造成了恶劣影响。

先进的生成式AI技术让虚假信息具备了更大的破坏力。随着更多以假乱真的虚假信息出现，虚实的界限也将日渐模糊。不法分子不仅会对企业经济和声誉造成直接损害，还会破坏人们对企业现有人工智能生态体系的信任。

73%

的全球消费者及
82%的中国消费者认为，
未来三年内，他们将与AI
或者AI合成的内容进行
更频繁的互动。



行动建议

提高可信度

虽然合成现实会引发怀疑和分歧，但同时也提供了改善人际关系的契机。

耶鲁大学开展的一项实验将参与者分成若干小组，每组配备一个被设定为偶尔会犯错的人形机器人，并要求他们合作完成一项任务。¹⁵⁹ 部分机器人经过编程会以幽默和自嘲的方式承认错误，实验结果表明，这些机器人营造了轻松有趣的合作氛围，促进了组内成员的互动沟通，从而令全组表现更佳。另一项实验是让参与者置身虚拟社交网络，与一些隐藏身份的机器人合作完成任务，这些机器人同样被设定为会偶尔犯错。结果发现，它们所在的社交网络响应非常灵活，最终的表现也不逊于从不犯错的机器人。这项

研究表明，通过适当的设计和部署，人工智能可以拥有人类的特质（例如机智幽默），赋予它们不完美的特征，甚至有助提升人类的表现，促进和谐的人机交互。

可见，合成现实的利与弊无法一言以蔽之。关于新一代生成式AI应用的论辩还在继续，等待新社会契约的缔结。



2021年一部关于美国著名美食探险家安东尼·波登 (Anthony Bourdain) 的纪录片《行遍天下》(Roadrunner) 引发了广泛争议。生成式AI通过学习波登语音，朗读了他生前写下但从未亲口说过的文字内容。¹⁶⁰ 电影制作人无法征得他本人的同意，也没有透露在影片中启用了人工智能语音。这样做是否合理？

这类问题及答案需要视企业具体情况而定，并可能根据最新法规做出适时调整。然而，对于正在开发虚拟功能和产品的企业而言，这些问题就摆在眼前，亟需统一准则。



众所周知，“真”与“善”之间并不存在直接关联，因此，与其将“真”作为企业与社会统一准则，我们更建议聚焦未来世界的“真诚度”。真诚意味着忠于自我，并能经受住他人的考验。具体而言，就是本着尊重事实的原则使用生成式AI，重视来源、政策、人和目的性。基于这四大原则，企业不仅能够更有信心地用这些合成数据进行决策，更可以取信于公众，从而更理性、更务实地构建虚实结合的未来。

验证数字内容和身份来源（验证真诚度）的方法之一是使用分布式账本技术（DLT）。例如，为解决虚假信息传播问题，微软、BBC、CBC和《纽约时报》联合推出的Project Origin能够借助DLT建立从发布到展示的信息来源。¹⁶¹ 初创企业Streambed则帮助内容创作者为其社媒推文轻松发布NFT，并交由其本人设定使用条款和进行内

容授权，从而更好地控制内容被他人转载和再编辑的方式。¹⁶² 实际上，不少分析师预测，在不远的将来，大量新闻和视频内容都将通过区块链来验证。无论使用什么技术，当企业被越来越多虚假、伪造信息所包围时，建立可信的来源就变得尤为重要。

企业在应用生成式AI时需要遵守哪些政策？以2019年美国加利福尼亚州的“机器人披露法”为例，该法案规定，当机器人被用于销售商品和服务或对选票产生影响时，必须披露其使用情况。¹⁶³ 为维护公民权益，欧盟还提出了“可信赖的人工智能”监管草案。¹⁶⁴ 当前提案还是从风险防范角度出发，严禁将人工智能用于非法目的，并对高风险用例严格确立权责。这些政策可能会影响企业对人工智能的使用，但企业也可以通过一些方式影响政策的走向。例如，美国商业圆桌会议组织（Business

Roundtable）召集多家美国超大型企业的首席执行官，广泛征集其对政府人工智能监管事宜的建议。中国在2019年起先后出台多个管理规定，对生成合成类内容提出不同程度的监管要求。2022年1月，国家网信办公布了《互联网信息服务深度合成管理规定（征求意见稿）》，对深度合成内容作出了具体规定。¹⁶⁵ 诚然，目前这一领域还存在大量尚待定义的空白区域，企业需要根据所在行业、旗下产品、客户，以及企业价值来定义企业政策。积极总结和分享在试错过程中获得的宝贵经验，将帮助企业主动塑造虚实共生技术的未来，而非被动接受现状。

从人员角度，企业必须从组织架构上做好应对人工智能应用带来诸多挑战的准备。例如，谁来负责推进这方面的高难度多方对话，哪些委员会负责起草内部政策？





哪些部门在使用企业的合成数据和内容？谁来为隐私泄露负责？如果客户认为自己上当受骗，该去找谁？最后，如果企业受到Deepfake或虚假信息攻击，谁又该担责？我们亟需部署相应的治理框架来有效应对虚实共生技术的固有风险。

此外，企业还必须明确界定使用合成内容的目的、对比非合成内容的优势以及可证明的关键指标。例如，假设企业仅为了削减成本（而非提升服务能力）使用普通机器人客服，则很可能无法达到提升客户服务水平的目标。然而，如果在模型中使用合成数据的目的是融入反偏见内容，从而优化模型输出，就是以提升可信度为目标来使用生成式AI。由Soul Machines创建的虚拟助手Yumi能为不愿与真人沟通的客户提供与数字人对话的全新体验。¹⁶⁶ 作为宝洁的“数字品牌大使”，Yumi能解答客户针

对产品使用的各类问题。¹⁶⁷ 客户不但能够获得无缝的互动体验，也会因对方的数字人身份而消除心中的顾虑。万科也拥有了自己的首位数字化员工——“崔筱盼”，以远高于人类千百倍的效率在各种应收/逾期提醒及工作异常侦测中发挥作用。并且在其经过深度神经网络技术渲染的虚拟人物形象辅助下，其催办的预付应收逾期单据核销率达到91.44%。¹⁶⁸ 这些都是虚拟数字人的良性应用。

小结

随着人工智能的技术演进和算法迭代，企业纷纷着手构建虚实共生的世界。当下的我们还难以判断那个充满合成数据的未来究竟是美好还是混沌，或是能够达成某种平衡。未来，真诚度将作为一项重要原则，指引企业在任何行业、任何场景，都能充分考量合成内容的来源、政策、人和目的性，负责任地使用人工智能。最终，它将赋予人工智能全新认知和使用体验，充分释放虚实共生技术的正向优势。



决策点:

企业是否为充分利用 虚实共生技术做好了准备?

- 探索合成数据的用途。确定它如何完善现有数据策略、赋能算法与人工智能（例如，优化数据集、降低隐私风险和修正历史数据集中当前存在的偏见）。
- 明确聊天机器人或人工智能生成的图像、视频等虚拟内容如何促进企业品牌拓展或与客户间的互动。找到虚实技术与客户建立联系、优化体验和推动全新成果的方式。
- 试点使用虚拟技术，增强企业能力。支持员工充分利用其展开协作，提升设计、模拟和决策能力。

如何保护企业和客户不被 虚拟技术恶意利用?

- 在产生系统性风险之前、识别新兴的恶意应用程序至关重要。严查流入企业的信息真实性和来源，例如潜在的诈骗或虚假信息，同时严控从企业流出的信息，确保没有虚假信息的传递。考虑利用分布式账本等技术建立可信任的来源。
- 确保企业使用虚实共生技术时能够清晰传达使用目的，赢得客户的信任。确保该技术的使用具有明确的、可自证的目的性。例如，在整个企业平台和内容中整合可验证的身份标记，保护企业不被恶意伪造。
- 制定相关方案，明确企业如何应对恶意的Deepfake内容或虚假信息活动。模拟破坏性最强的威胁并开展安全演习，制定相关响应策略，并坚持不断训练和完善。

企业如何构建虚实共生的世界?

- 确保真实性将成为企业的优先要务，也是首席高管的责任所在。企业应确立主要职能部门必须遵守的法律法规，制定符合公司价值观的内部政策以填补空白。企业首席高管应定期查看并追踪人工智能对业务带来的影响，以确保其始终维持在较高标准。
- 提高标准门槛，参与标准制定。虚实共生的世界中，任何恶意或疏忽都会导致信任危机或造成伤害，进而影响人们对整个虚实共生世界的开放态度和信任。因此企业要设法提高虚实共生世界的真实性，树立更高的标准。
- 充分赋予员工提出棘手问题的权利，并帮助他们找出解决方案。探索虚拟技术对安全、市场营销、客户关系、研发等方面可能产生的影响。对企业而言，在涉及安全、透明度和道德等问题的重大事务处理上必须采取统一的决策方法，这一点至关重要。此外，企业还应指定专门对此类问题负责的人员或建立团队，严格设立有效的衡量指标，持续监控虚拟技术产生的创新成果和影响力。

趋势四：

无限算力

开启新希望



无限算力



趋势概述

1994年,应用数学家彼得·肖尔(Peter Shor)发现了一种利用量子计算机理论特性找到指定整数的质因数算法,也就是被我们所熟知的质因数分解算法。

这无疑是一项巨大突破,它不仅拓展了计算前沿,也构建了量子计算机的首个实际应用。遗憾的是彼时的量子计算机技术尚未成熟,无法进行广泛实践。鉴于传统计算机的算力无法执行质因数分解,这一算法被更多的应用于设计数字加密系统,其中就包括我们至今仍在许多领域应用的RSA加密标准。

如今,随着量子计算技术的不断成熟,肖尔算法不再是纸上谈兵,打造具备超强算力计算机的梦想已然照进现实。

我们正处于一个里程碑式的拐点。在量子计算机面前,任何现有加密技术(例如病历、银行交易等相关加密)都显得不堪一击。这意味着,即便当前的量子计算机无法执行肖尔算法,人们探索量子密码技术的脚步也不会停止。¹⁸⁰ 研究此领域的专家们深知,量子计算机势必崛起,并将为各行各业带来颠覆性影响。与其成为未来趋势的追随者,企业更应争当领航人。

以物流行业为例，这一行业最突出的痛点是高效实现物品的多点运输。这一问题又被称为“旅行推销员”问题，即要求解一名旅行者由起点出发，通过所有给定的需求点之后，最后再回到原点的最小路径成本。该问题因复杂程度极高而被认为无法通过计算解决。要知道，单单16个站点的线程就会产生20万亿条可能路线，传统计算机需要花费数十年的时间才能计算出最佳路线。¹⁸¹ 虽说效率是大多数物流公司生存和发展的关键，但要想一举攻克这一行业的核心难题并非易事。于是，物流公司选择将其化整为零，逐一攻破，比如请托运人将货物提供给承运人，加入行业协会以降低成本，又如借助云和数据洞见优化路线安排和跟踪服务。他们始终围绕着旅行推销员问题不断地改善方案，却从未真正击破这一问题，毕竟路线永远没有最好，只有更好。

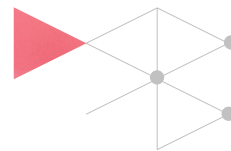
与安全加密一样，旅行推销员问题也可以通过量子计算机解决。如此一来，在继续与物流公司合作的基础上，不但可以攻克行业核心问题，还可以从根本上改变行业的生产和运作方式。城市最后一公里配送动态方案的优化不仅可以满足消费者对商品即时配送的需求，还能极大缓解交通压力和减小环境影响。由此，全球货运效率也将得到极大提升，并能通过资产重组灵活应对突发变化。

除了物流，其他行业也都存在难以逾越的“重大挑战”。这些现实挑战阻碍了行业的进一步发展，同时也局限了企业所能提供的核心产品和服务，以及增长战略。例如，制药公司长期致力于攻克蛋白质折叠问题；对于金融服务业而言则是难以预测的股市和准确模拟风险。但如果化解这些挑战各行各业又会迎来哪些突破？

全球有

69%

的高管认为，
量子计算将为他们企业
带来突破性甚至变革性影响。





在计算领域，随着一些新型机器的诞生，上述这些巨大挑战都将迎刃而解。量子计算机是一大利器，但高性能计算机，或称大规模并行处理超级计算机（俗称超级计算，下文简称HPC），也可以帮助企业解决传统计算效率过低或成本过高的算力问题。另外，还有受生物信息处理机理启发而来的生物计算机，以和传统计算截然不同的方式存储数据、解决问题或对复杂系统建模。这三种计算将帮助企业突破行业发展瓶颈，为社会创造更大价值。

此外，还有人提出，如果一个算法能够解决一些特定难题，比如又快又好地设计填字游戏，那这种算法就有可能同样适用于解决蛋白质折叠问题。这意味着我们除了渐进式创新，更有望实现突破性的跨越式创新。

事实上，对于不少非技术领域的管理层而言，计算理论和硬件问题往往不在其考虑范畴，但他们又不能对此毫无准备。企业的算力升级需要稳步部署，而非一蹴而就。在这过程中，领先企业每进一步，都将为整个行业提供新的标准。通过设立前进目标、构建伙伴关系，企业能够了解其所在行业和整个领域的最新发展，时刻保持领先地位。变革浪潮之下，与其成为追浪者，企业领导更应思考的是：如何率先解决行业内最深层的挑战？

趋势透视

企业级计算的新纪元

每一次新工具的诞生都伴随着生产力的解放，从而推动行业变革。如今，下一代计算也将成为支撑数字经济发展的坚实基础。

二战后，世界经济的快速增长催生了许多跨国公司，其中不少至今依然活跃在市场上。随着运营范围不断扩大，这些企业逐渐意识到他们需要全新手段来支持运营规模和业务的增长。新兴的计算机技术刚好为这些企业提供了新机遇和出路，由此引发变革。他们借助企业主机、ERP、CRM、互联网等手段实现了运营能力自动化和精简化，传统计算机的普及加速了各行各业的变革，也推动了企业的数字化转型。

过去十年，这些数字化企业从快速发展走向成熟。埃森哲预计，未来几年，企业

或将80%的工作负载迁入云端。数字化转型使企业拥有海量数据，他们亟需更强大的算力将这些数据转化为有效洞见，从而帮助其加强运营管控，开创全新的数字业务渠道与模式。



量子计算、HPC和生物计算将开发新工具以满足后数字化时代企业的新发展。

高性能的重要性

随着数据生产和采集量日渐增多，企业在后数字化时代希望能够利用这些数据获取有效洞察，因而对算力的需求也在不断增长。例如，IDC发现，2020年，共计生成、捕获或复制的数据总量为64.2ZB；预计到2025年，这一数字将飙升至180ZB。¹⁸²反观2020年的数据，其中只有10.6%可用于分析或人工智能/机器学习模型，实际使用率只有44%左右。这意味着大多数企业并未从数据中获取价值。¹⁸³

HPC的出现解决了海量数据处理的难题。诚然，HPC并不算什么新鲜事物。我

们口袋里的手机放在30年前就是超级计算机。然而，随着GPU与ASIC等专用芯片的组合使用，HPC的性能被推向了新高度和新基准，拥有超级算力正迅速成为各大企业的要务。

最近，人类利用日常设备中的大量潜在算力，完成了有史以来计算强度最高的数据操作之一。Folding@Home (F@H) 起初只是一个小型的分布式计算项目，旨在借助志愿者贡献的部分闲置算力运行蛋白质折叠模拟。¹⁸⁴ 蛋白质折叠是药物和疫苗等设计的必要组成部分。它的难点在于蛋白质可以自我折叠成无数的结构和形状，因此药物的设计离不开高难度的计算模拟。造价高昂的试错。自F@H成立以来，参与项目的人数时多时少，在任何特定时间一般

仅有约三万个节点。但随着2020年3月F@H的安装用户数迅速突破40万大关，F@H的算力大幅增强，从而有效模拟和绘制Sars-Cov-2病毒结构。¹⁸⁵ 在此期间，F@H也一跃成为全球首个算力突破百亿亿次大关的项目，即能够每秒进行 10^{18} 次浮点运算的计算系统。¹⁸⁶

67%

全球受访广泛的全球受访消费者和85%的中国受访消费者希望企业能用技术解决广泛而复杂的社会问题，造福于消费者和社区。



F@H充分证明了并行计算的无穷潜力，并展示了借助规模化的CPU和GPU所能取得的成就。但F@H又因其分布式性质而略有些与众不同。当今最强大的超级计算机集群大多采用本地化形式，来运行非常具体的小项目。例如，劳伦斯·利弗莫尔实验室 (Lawrence Livermore Labs) 的Sierra超级计算机就用来运行仿真核武器试验，模拟在现实世界中引爆炸弹。¹⁸⁷ 如今，尖端算力不再只服务于少数项目，而成为了企业在后数字时代运营的必备要素。特斯拉为此推出了自研超级计算机。

2021年6月，特斯拉推出了完全自研的超级计算机Dojo，用于研发自动驾驶技术的平台。¹⁸⁸ 特斯拉始终行走在技术最前沿。多年来，特斯拉通过汽车采集了海量驾驶数据。可无论每台机器装有多少芯片和现成的通用芯片，他们始终无法获得训练模型所需的足量性能。为此，特斯拉专门设计

了D1 Dojo芯片用于运行计算机视觉神经网络，作为自动驾驶的技术基础。该公司设计的独特架构将这些要素合为一体，由此诞生了Dojo超级计算机。

虽然特斯拉的这一决策源自其特有的大量数据和业务目标，但他们试图解决的问题却正是自动驾驶行业的核心问题。或许特斯拉在今天会被当做是个例，可一旦他们完全掌握了自动驾驶技术，或是具备了其它汽车厂商无法企及的能力时，又会发生什么？反观自身，企业需要考虑：我是否为领先行业未来做好了必备？我应该如何打造独一无二的竞争优势？

汲取自然的数字技术

除我们较熟悉的HPC外，还有一类技术也可以重塑业务。从生物中汲取灵感的计算借助了世界上最成熟的系统：大自然。这类技术有两个分支：生物仿生（即借鉴生物学过程）和生物计算（即直接利用生物学过程来实现某些计算功能）。

生物仿生已广泛用于芯片架构、学习算法等领域。相关试点项目的成功表明这一新兴技术具有诸多优势，例如在解决复杂问题时效率更高、速度更快、结果更准确。以神经形态计算这一生物仿生前沿技术为例，神经形态芯片（例如英特尔的Loihi）为计算机芯片引入了一种全新的设计概念：模拟人类大脑。¹⁸⁹ 该芯片利用人工神经元传输信息，比传统CPU更加省电。此外，该架构还针对实现脉冲神经网络（Spiking Neural Network, SSN）进行了优化。SSN是一种不同于人工神经网络

（Artificial Neural Network, ANN）的神经网络方法，后者是当今人工智能系统的核心技术。SSN利用模拟神经元传输输入和输出数据，而人工突触层则可以加强（或削弱）不同神经元之间的联系，让系统能够模拟人脑运作的方式进行学习。

这些新机器对我们有什么用？以机器人为例，目前，在设计自动或半自动机器人前，工程师首先要决定的是将智能核心置于何处，因为机器不仅要能够执行一套指令，还要能够了解、应对及适应所在的环境。对此，一种选择是将人工智能模型置于边缘，这就需要在GPU上运行算法，此举可能导致耗电过高。鉴于电池现有的局限性，功耗对电池和系统用途都提出了巨大的设计挑战。例如，在进行自然语言处理时，100个单词库的计算强度和功耗要远小于2000个单词库，这意味着功耗将直接影响人机互动等用途。

另一种选择则是在云中运行人工智能流程，但此举会让工程师们面对带宽和延迟方面的一系列限制。毕竟，没人想要反应迟钝的无人机或汽车。而这就凸显了神经形态计算的优势：它可以高效运行人工智能系统，支持系统自我学习并实现更加自然的互动，开启通往机器人和边缘计算世界的大门。



机器人和边缘计算仅仅是一个开端。随着生物计算的不断发展，人类大脑善于快速解决某些具体问题的优势开始凸显。例如，为多维化学过程 (multidimensional chemical processes) 建模或解决约束满足问题 (constraint satisfaction problems)，这些都是大脑启发算法具有明显计算优势的领域。它可以被用于废物利用、碳回收或在超个性化等领域一展所长。人们普遍认为这些新兴业务蕴藏着数十亿美元的市场。

同时，我们也开始看到生物学和机器之间的真正融合，机器不仅模拟生物运行，也在直接利用生物结构，该领域的应用前沿就是数据存储。¹⁹⁰ 根据地球上目前的生物DNA结构，人们预测DNA可在一立方厘米的空间存储十亿字节的数据，且存储时间可长达70万年以上。¹⁹¹ 当数据存储能力跟不上数据生成速度时，这种更可靠、更节省空间和能源的存储方式便将引发巨变。现代企业产生的数据体量庞大，他们希望

能够长期留存这些数据，尤其金融服务等需要高度监管的行业更是如此。今后，将DNA作为这一问题的解决方案不再是科幻小说中的场景。2019年，微软成为全球首家成功实现人造DNA数据存储和检索的公司。¹⁹²

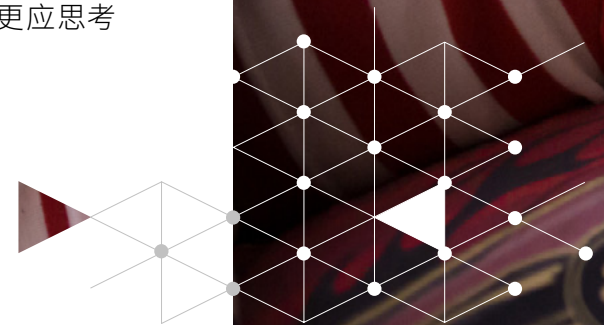
量子时代

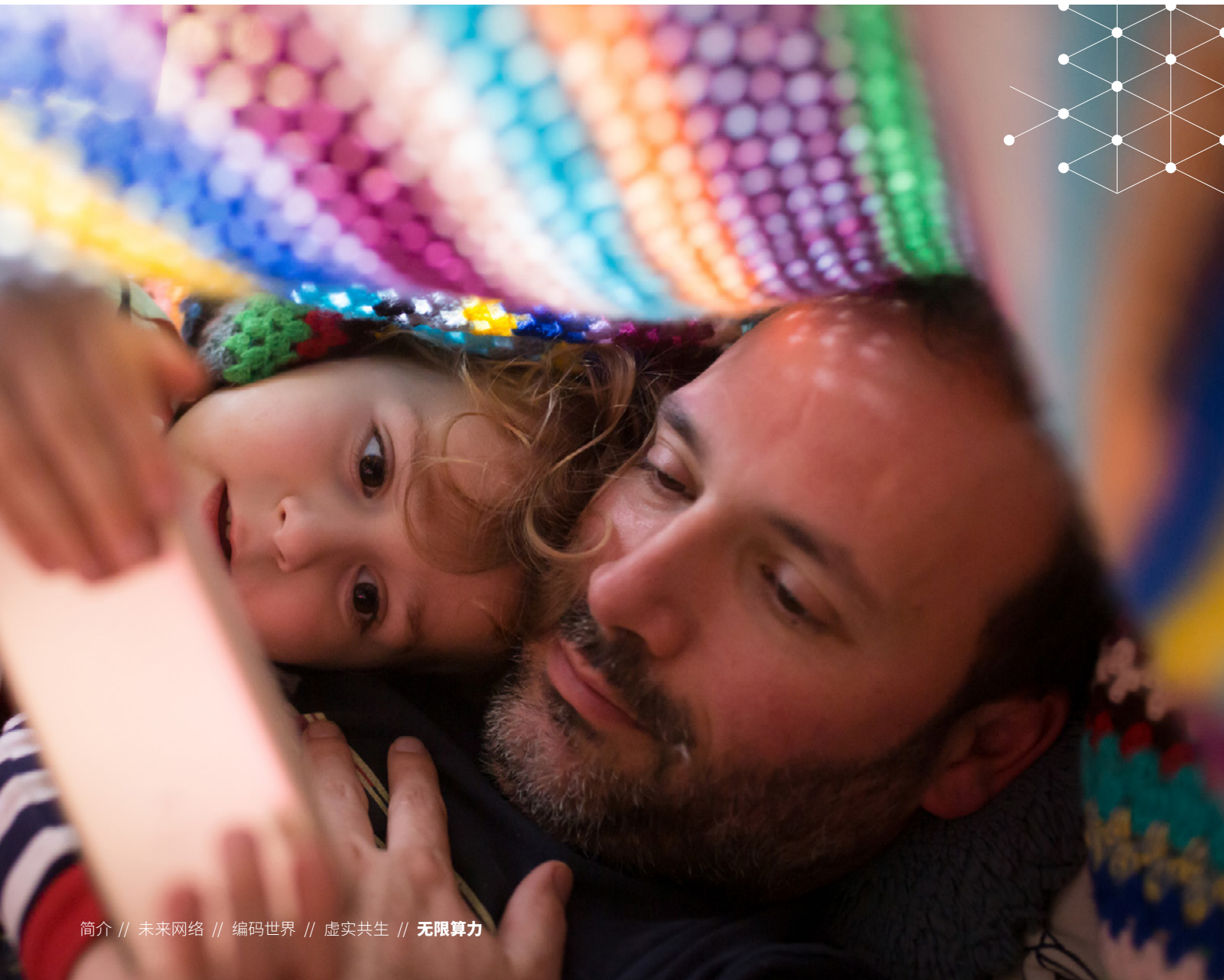
然而，对于后数字时代企业而言，要想实现未来发展目标，仅靠HPC和生物计算机是不够的。尽管它们相当强大，但说到底，HPC仍属于传统计算机，而生物计算机也顶多算是一种解决老问题的新方法。只有量子计算才能够令曾经棘手、无法攻克的问题迎刃而解，开启计算领域的全新时代。

2019年，谷歌在《自然》杂志发表论文称其已实现量子霸权。该公司演示了如何通过量子计算机解决特定问题，并称常规

计算机需要一万年才能处理同样的问题。¹⁹³ 2021年，中科院量子信息与量子科技创新研究院科研团队在超导量子 and 光量子两种系统的量子计算方面取得重要进展，构建了66比特可编程超导量子计算原型机“祖冲之二号”，实现了对“量子随机线路取样”任务的快速求解，比目前最快的超级计算机快一千万倍，计算复杂度比谷歌的超导量子计算原型机“悬铃木”高一百万倍，使得中国首次在超导体系达到了“量子计算优越性”里程碑。¹⁹⁴

目前看来，量子研究依然任重道远。例如，一台机器预计要有数千个量子比特才能破坏网络安全，而当今谷歌和IBM等公司制造的设备只有约一百个量子比特。¹⁹⁵ 量子机器的相关理论和实际开发还需要在不断试错中实现可靠扩展。于企业而言，与其在意是否实现了量子霸权，他们更应思考的是如何利用量子创造价值。





2021年9月, 高盛 (Goldman Sachs) 与合作伙伴IonQ和QC Ware联合发表论文, 实际演示了如何在量子处理单元上运行量子算法以实现蒙特卡洛模拟。¹⁹⁶ 蒙特卡洛模拟是一种以概率统计理论为指导的数值计算方法, 被广泛应用于销售预测、机器人、药品研发及金融等领域。高盛致力于找寻快速实现这类模拟的方式, 以便更好地预测市场、评估金融工具风险或提供其他服务。此外, 该公司还宣布会在未来两到四年内推出可在量子计算机上运行的量子算法。¹⁹⁷

量子、HPC和生物计算不仅有助于形成特定细分市场, 从宏观趋势上看, 它们正将计算能力推向全新的高度, 带来更多发展机遇。



走向未来

技能和标准

新一代算力或将引发划时代的技术颠覆。

一旦突破算力极限，其技术和方法将在不同行业得到快速推广和采用，而固守陈规或令企业失去市场竞争力。

如何掌握计算能力的发展程度和趋势？方法之一便是对标。对于追踪这些计算模式成熟度的领军企业而言，学会解读这些信息同样很重要。

全球超级计算机排行榜Top500是一个衡量全球超级计算机算力的500强榜单。¹⁹⁸虽然通过榜单可以深入了解最顶级的计算能力，却不能囊括全部信息。例如，特斯拉

的Dojo就不在列。原因主要在于专利信息保密，但这也引发了人们对于如何衡量这些算力性能的思考。Top500采用的LINPACK基准基于“一组密集线性方程”衡量计算机性能。¹⁹⁹这个通用基准非常理想，但它对Dojo这类因视频处理而进行了定制和优化的机器评估却并不完整。随着越来越多具备特定用途的定制芯片和架构的出现，人们需要更具体的对标工具来了解最领先的计算性能和能力。



此外,了解量子计算机还需关注另一个标准——单个芯片所包含的量子比特。这大致类似于在传统硅基芯片领域,人们通过单个芯片所包含的晶体管数量来衡量其性能。如今,多数供应商所能提供的芯片只包含20-50个量子比特,研究人员则大多将1000个量子比特视为衡量性能的主要标准。但这同样不能反映全部问题。例如,在纠错研究领域,随着量子比特数的增加,量子纠错的重要性也将呈指数级增长,而这也令后者与前者相比显得更为重要。此外,量子计算机还有许多模型,离子阱、超导、量子点和光学晶格都是构建新型量子计算机的实用方法,但各自实现量子比特的方式却大相径庭。

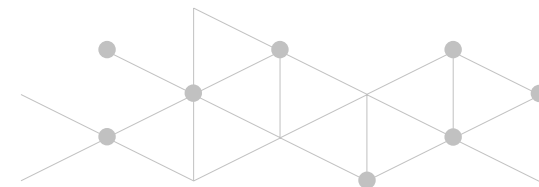
除了行业标准,人才需求量增长也从侧面反应了行业发展呈上升趋势。随着各类超级计算机的出现,能够熟练应用这些机器的人才也将供不应求。一项针对高管

的调查显示,缺乏训练有素的工人以及软硬件的供应短缺是企业一再推迟部署潜在量子的首要原因。该调查中,有一半的受访者认为,量子专家短缺是量子计算进一步普及的最大障碍。²⁰⁰ 同样,2021年,英国对本国大规模计算能力进行深入研究并发现“大规模计算专业人员严重短缺”。²⁰¹ 在这样一个技术技能严重短缺的背景下,企业若要进一步发展“深层技术”,无疑是难上加难。

为此,人们正在努力弥合这一可预见的人才缺口。法国量子计算初创公司QuantFi和英国量子教培服务提供商QURECA联合推出了在线课程“面向金融的量子计算(Quantum Computing for Finance)”,旨在帮助专业人士了解量子计算在金融领域的应用。²⁰² EuroHPC是一个公私合作项目,致力于推广HPC在欧盟的使用。²⁰³ 作为该项目的一部分,爱尔兰

高端计算中心(Irish Center for High-End Computing, ICHEC)推出了能力中心加速器,旨在与私企合作培训HPC领域专家。²⁰⁴

拥有相应技能和能力的企业不仅可以准确把握相应基准和 market 发展趋势,还能预判这些算力所带来的影响并提前布局。



塑造未来行业

能够赋予行业未来的强大算力正在崛起，企业应积极拥抱趋势，否则将被时代淘汰。

企业应了解如何借助新型算力解决自身业务难题，并尽快采取行动，及时把握尚在开发阶段的理论研究，提前展望未来新世界。变革已来，但争朝夕。

企业的当务之急是评估这些技术会对未来的运营产生哪些影响。哪些问题仅仅涉及营业成本？一旦开始解决这些问题，企业业务会受到怎样的影响？哪类计算最先有可能令企业受益？坦言之，当今企业大多不具备解决这些问题所需的全面技能。因此，企业需要尽早行动，填补知识空白，以免延误时机。

与其踟蹰观望，企业更应拥抱变化，以颠覆性眼光重新审视这些新技术的应用前景，实现行业性突破。就像特斯拉制造的超级计算机Dojo，它不仅带来自身和行业颠覆，更加快了无人驾驶的进程。中国的科技企业如阿里、百度、腾讯等也分别成立量子实验室，在量子计算硬件、软件算法、云平台及应用服务等方面进行布局。^{205,206,207,208}企业应积极行动起来，找寻可以应用此项技术填补行业空白的机遇，成为行业变革的领军者。



建立合作伙伴关系也是未来要采取的关键措施之一。许多企业不仅需要通过合作联盟来获取所需的人才技能和技术能力,更需要联手去解决行业难题。以个性化医疗或供应链物流领域为例,它们最初的业务模式和定位就决定了这些公司无法或从未考虑单打独斗。面对大规模的系统性挑战,合作共创对于这些企业来讲无疑是最佳选择。这一初具雏形的战略合作机遇和联盟已然勾勒出未来行业大致轮廓,您的企业是否为此做好了准备?

新日铁 (Nippon Steel)、霍尼韦尔 (Honeywell) 和剑桥量子计算公司 (Cambridge Quantum Computing, CQC) 已就优化钢厂运营调度展开合作。²⁰⁹ 该合作也为解决当今全球供应链所面临的严峻挑战带来了全新优化方案。剑桥1号 (Cambridge-1) 是英国最强大的超级计算机,英伟达 (Nvidia) 在设计和安装之初

就以整个医疗生态系统为基本写照。该项目的创始伙伴阿斯利康 (AstraZeneca) 和葛兰素史克 (GlaxoSmithKline, GSK) 已将该机器分别用于为化学结构创建生成式 AI 模型,和通过预测建模加速新药上市。此外,英伟达还希望为该项目增设人工智能卓越中心,从而更好地支持科研人员与初创企业间的合作。²¹⁰

同时,行业协会的融合也在不断推动这些领域的整体发展。美国国家标准和技术研究所 (National Institute for Standards and Technology, NIST) 成立了量子经济发展联盟 (Quantum Economic Development Consortium, QED-C)。该组织由企业、学术机构、公共卫生组织和美国联邦政府资助的实验室等组成,^{211,212} 旨在识别用例,确定技术和劳动力缺口,并通过与利益相关者的协作填补这些缺口,从而构建起量子计算生态系统,培育新

兴市场。^{213,214} 此外,西部数据 (Western Digital)、微软、Twist Bioscience (Twist) 和 Illumina 还联合成立了 DNA 数据存储联盟 (DNA Data Storage Alliance),旨在创建 DNA 数据存储领域的规范和标准,依此开发节能、经济、高效的商业资源存储系统。²¹⁵ 中国本源量子也建立了“本源量子计算产业联盟”,加速技术开发和探索应用落地。2021年联合国内多家生物化学企业组成“量子计算生物化学行业应用生态联盟”,携手不同行业合作伙伴共同致力于量子计算全方位的应用开发,实现利益共享、合作共赢,合力推进量子计算产业发展。²¹⁶



小结

几十年来，能够高效解决全球“重大挑战”的计算机一直只存在于理论当中。而今，这一理论已然照进现实。随着具备超强算力机器的沿革和迭代，企业或将迎来行业格局和形态的全面重塑。未来诚然充满挑战，却也蕴藏无限机遇，企业要做的，就是紧跟趋势，方能始终立足行业前沿。

决策点：

贵企业是否为行业的系统性变革做好了准备？

- 重新评估您所在行业的最大痛点和瓶颈。试想，如果这些曾经棘手的问题迎刃而解，会如何重塑您的企业及所在行业。
- 投资未来计算，成立专门的信息收集和对标小组。小组成员应确保每季度或每半年进行一次会面，及时了解行业动态和识别可能最早对所在行业产生影响的技术。

重重挑战下，企业需要夯实哪些基础？

- 建立面向未来的团队，探索新技术将如何为企业带来挑战。组建跨技能、认知、性别、种族、年龄、民族的多元化团队，给予他们潜心探索和自由思考的空间和权利。
- 聚焦量子安全密码学发展趋势。关注NIST和ISO等标准机构的后量子加密方法的进展和选择，为未来变革做好充分准备。
- 评估企业所背负的技术债。您需要为哪些遗留系统负担隐形维护成本？创建投资路线图，偿还技术债并转向更敏捷的架构和技术。
- 识别全新计算架构带来的风险和机遇。企业将如何检验算力输出的完整性和安全性，推动业务模式的创新和稳步发展。

如何借助合作伙伴的力量实现未来创新？

- 当企业无法单独解决这些全新挑战，可以考虑与新一代计算供应商们构建伙伴关系。
- 寻找与伙伴和行业其他同类企业的合作机遇。尝试与面临类似挑战的企业进行联合投资（例如行业协会），提高运用新兴计算机的成功几率。

您的企业是否拥有领导研发新计算解决方案的技能？

- 即使身处多元的合作伙伴生态系统，企业也要持续投资和强化自身能力。这将有助于获得更多专用技术能力，跻身行业领先地位。
- 技术领域已然出现严重的人才短缺，而技术的演进无疑会加重这一问题。只有打造卓越的人才供应链，企业才有机会把握前沿技术，赢在未来。

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信息技术发展，对企业当下发展具有实际应用价值和现实指导意义。

每年，埃森哲技术研究院都会与埃森哲商业研究院一起：

- 在初始阶段听取“《技术展望》外部顾问委员会”的意见。这是一个由20多位企业高管和企业家组成的团队，分别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》报告团队同技术先锋、行业专家和埃森哲各业务部门的负责人进行多轮深度访谈。
- 面向全球数以千计的业务和IT管理人员开展全球调研，了解他们眼中技术对业务的影响，以及其分别关注哪些技术战略和优先投资领域。
- 通过“体验式”研究和严谨详实的数据，解析技术发展和进阶方向。

随着研究过程中最终入选主题的逐步清晰，《技术展望》报告团队与埃森哲领导层和外部议题专家进行了一系列的深入研讨，由此论证并进一步完善各项主题。

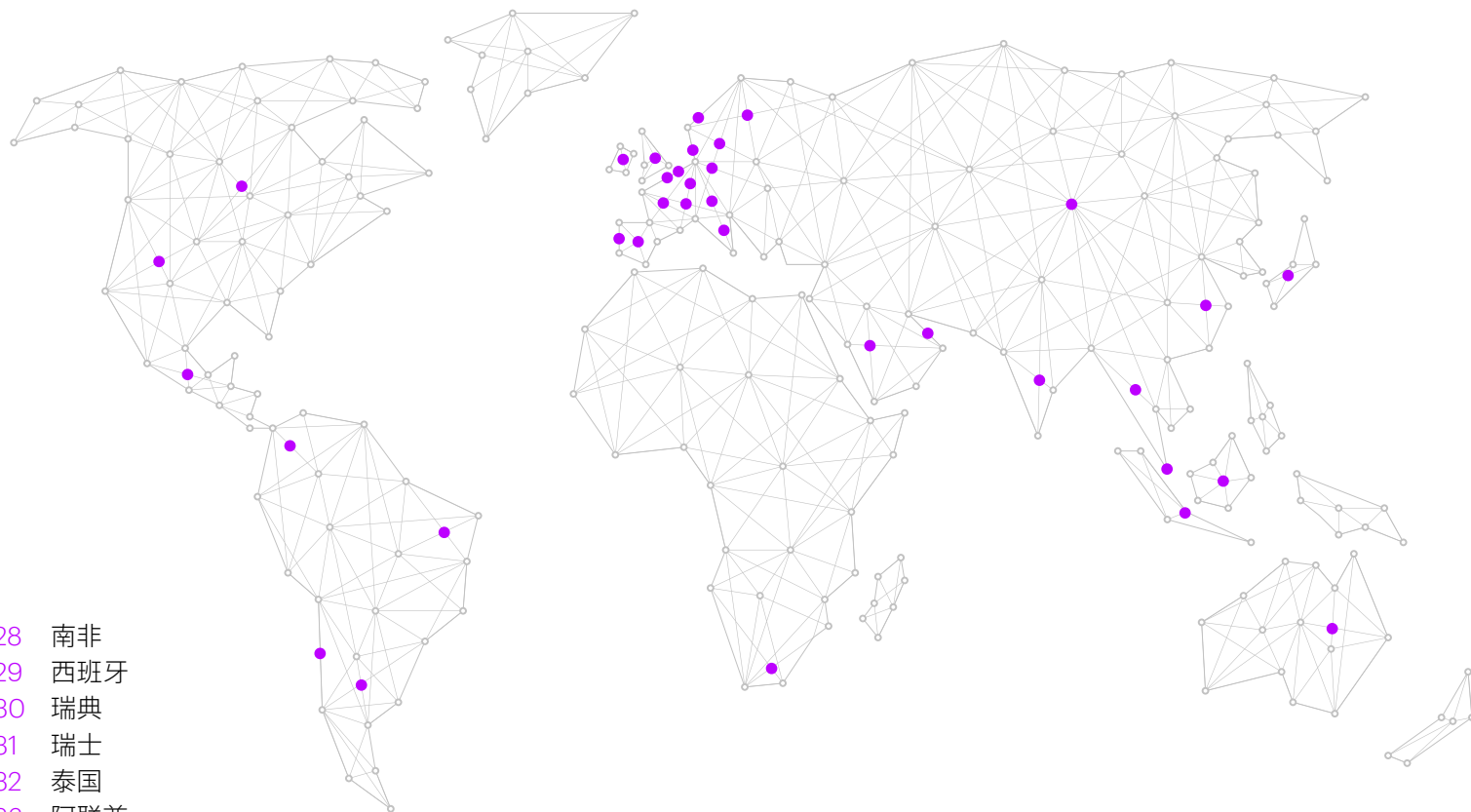
调研样本分布

商业和消费者调查

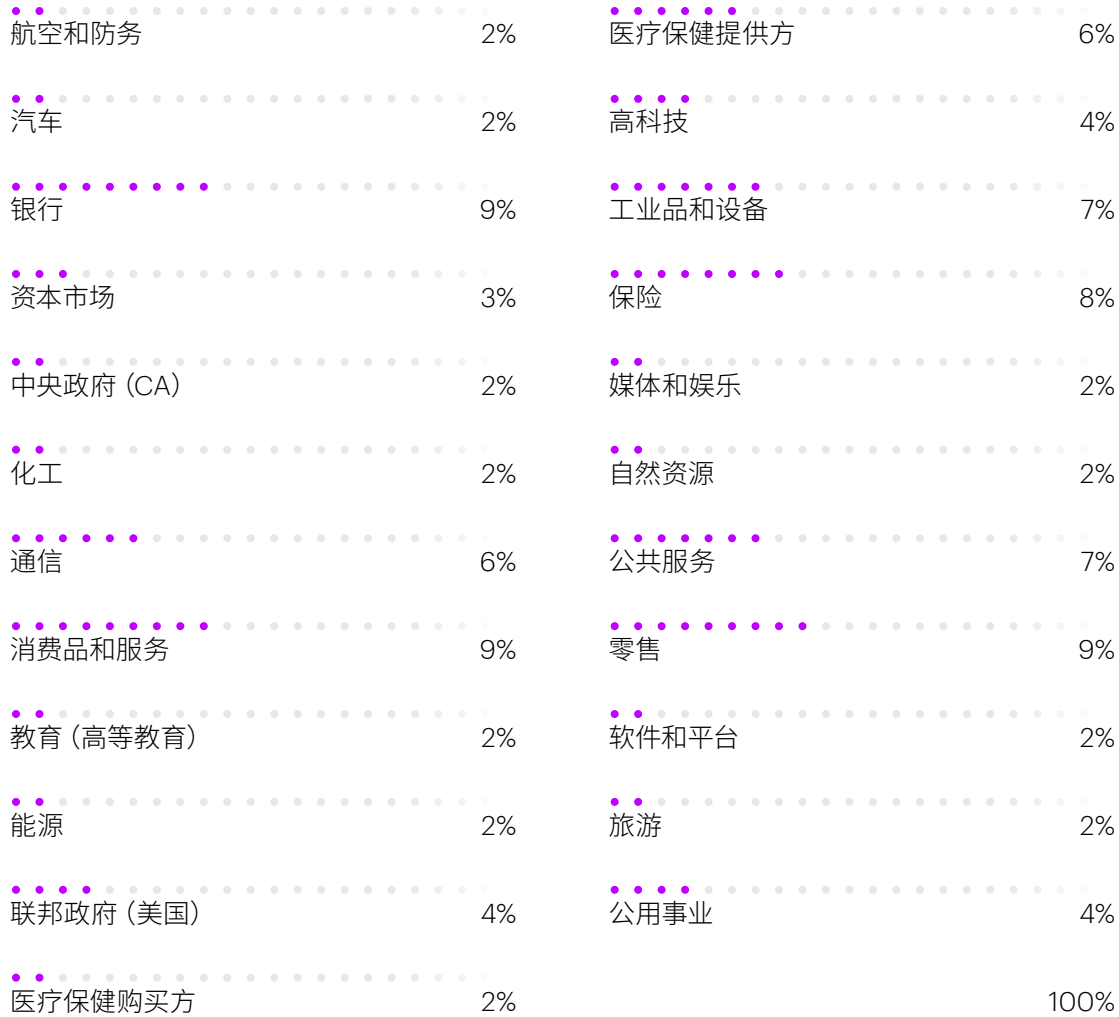
埃森哲商业研究院同时面向全球2万4千名消费者和4650名业务和IT高管开展调查，旨在了解消费者日常生活中的技术使用和看法，以及企业高管对新兴技术的洞察以及这些技术在其组织中的使用情况。调研于2021年12月至2022年1月期间举行，问卷覆盖了35个国家/地区、23个行业，帮助我们进一步明确不同行业和地区的企业分别关注哪些技术战略和优先投资对象。

35个国家/地区

- | | | | |
|--------|----------|----------|--------|
| 1 阿根廷 | 10 丹麦 | 19 马来西亚 | 28 南非 |
| 2 澳大利亚 | 11 芬兰 | 20 墨西哥 | 29 西班牙 |
| 3 奥地利 | 12 法国 | 21 荷兰 | 30 瑞典 |
| 4 比利时 | 13 德国 | 22 挪威 | 31 瑞士 |
| 5 巴西 | 14 印度 | 23 波兰 | 32 泰国 |
| 6 加拿大 | 15 印度尼西亚 | 24 葡萄牙 | 33 阿联酋 |
| 7 智利 | 16 爱尔兰 | 25 俄罗斯 | 34 英国 |
| 8 中国 | 17 意大利 | 26 沙特阿拉伯 | 35 美国 |
| 9 哥伦比亚 | 18 日本 | 27 新加坡 | |

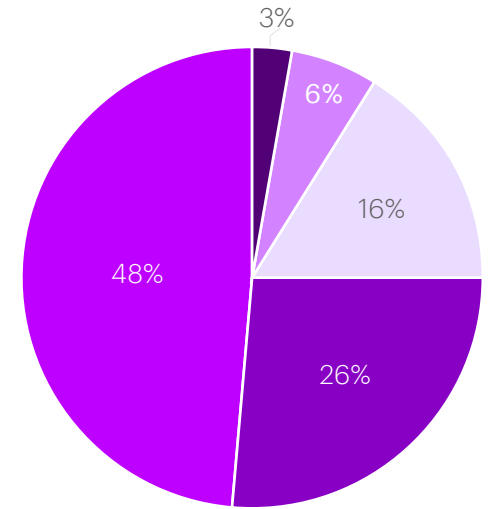
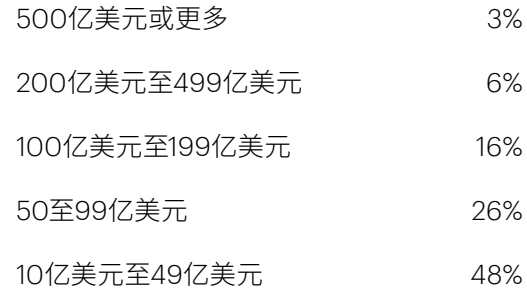


行业

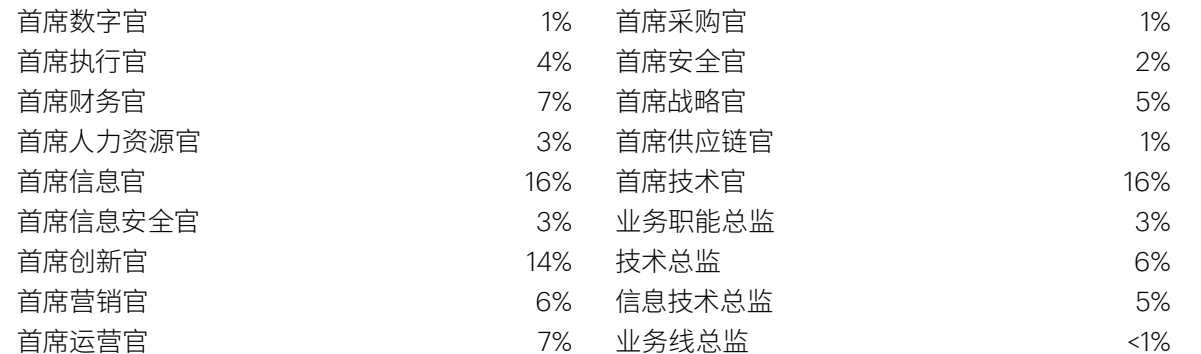


调研样本分布

收入 (美元)



角色



参考资料

前言

- 1 D. 罗杰 (Rogers, D.) (2021年11月10日)。机器人在中国铺设繁忙的公路被称为“里程碑事件”。《全球建筑评论》：<https://www.globalconstructionreview.com/landmark-event-claimed-as-robots-pave-busy-highway-in-china/>
- 2 C. 巴拉纽克 (Baraniuk, C.) (2018年11月8日)。中国新华社推出人工智能新闻主播。BBC新闻：<https://www.bbc.com/news/technology-46136504>
- 3 R. 克里斯特 (Crist, R.) (2021年6月8日)。亚马逊Sidewalk功能将创建整个智能社区。CNET：<https://www.cnet.com/home/smart-home/amazon-sidewalk-will-create-entire-smart-neighborhoods-faq-ble-900-mhz/>
- 4 J. 戴维斯 (Davis, J.) (2022年1月10日)。数字孪生地图应用于山城。InformationWeek：<https://www.informationweek.com/big-data/digital-twin-smart-mapping-hits-the-slopes>
- 5 冬奥会数字藏品爆发，冰墩墩NFT上架秒空。腾讯网：<https://www.qq.com/omn/20220303/20220303A02DJ600.html>
- 6 Fortnite演唱会指标。(2020年5月1日)。Malartu：<https://www.malartu.co/newsletter-snippets/fortnite-concert-metrics#:~:text=Overall%2C%20the%20concert%20was%20enjoyed,They%20are%20bonkers>
- 7 A. 西尔伯林 (Silberling, A.) (2021年12月1日)。Square正在将名称更改为Block。TechCrunch：<https://techcrunch.com/2021/12/01/square-is-changing-its-name-to-block/>
- 8 T. 洛克 (Locke, T.) (2022年1月13日)。杰克·多尔西：Block正在“正式建立开放式比特币挖矿系统”。CNBC：<https://www.cnbc.com/2022/01/13/jack-dorsey-block-officially-building-an-open-bitcoin-mining-system.html>
- 9 A. 罗特 (Root, A.) (2021年11月30日)。霍尼韦尔刚刚成立世界上最大的量子计算公司。《巴伦周刊》(Barron's)：<https://www.barrons.com/articles/honeywell-just-launched-the-worlds-largest-quantum-computing-company-51638295126>
- 10 S. 尚克兰 (Shankland, S.) (2021年11月30日)。量子计算巨头共同创建Quantinuum。CNET：<https://www.cnet.com/tech/computing/quantum-computing-heavyweight-arrives-as-merger-creates-quantinuum/>
- 11 关于Quantinuum的情况。(无日期)。霍尼韦尔：<https://www.honeywell.com/us/en/news/2021/11/things-to-know-about-quantinuum>

know-about-quantinuum

- 12 P. 多尔蒂 (Daugherty, P.)、B. 戈什 (Ghosh, B.) 等人 (无日期)。埃森哲《跨越发展，领军未来》：<https://www.accenture.cn/cn-zh/insights/technology/scaling-enterprise-digital-transformation>
- 13 S. 利姆 (Lim, S.) (2021年4月14日)。了解佳士得数字化转型和NFT的开创性使用。商业杂志The Drum：<https://www.thedrum.com/news/2021/04/14/inside-christies-digital-transformation-and-pioneering-use-nfts>
- 14 Beeple的作品。(无日期)。佳士得：<https://www.christies.com/features/Monumental-collage-by-Beeple-is-first-purely-digital-artwork-NFT-to-come-to-auction-11510-7.aspx>
- 15 佳士得NFT交易额突破1亿美元。(2021年9月28日)。佳士得：<https://www.christies.com/about-us/press-archive/details?PressReleaseID=10210>
- 16 D. 维娜 (Vena, D.) (2021年12月1日)。迪士尼在这一关键消费类别上加倍投入。金融媒体The Motley Fool：<https://www.fool.com/investing/2021/12/01/disney-is-doubling-down-on-this-critical-spending/>
- 17 迪士尼米奇和朋友们的NFT系列。(2022年1月4日)。VeVe数字藏品 (VeVe Digital Collectibles)：<https://medium.com/veve-collectibles/disney-mickey-and-friends-nft-collection-3de468cfe5e6>

趋势一：未来网络

- 18 Videoplacé 1975 (无日期)。麦伦·库瑞格 (Myron Krueger)：<https://aboutmyronkrueger.weebly.com/videoplacé.html>
- 19 C. 贝克 (Baker, C.) (2017年6月2日)。沃伦·斯佩克特是如何创造了一种流派，并实现游戏自由的。Glixel：<https://web.archive.org/web/20170707043400/http://www.glixel.com/news/how-warren-spector-created-a-genre-and-set-games-free-w485404>
- 20 A. 斯图尔特 (Stewart, A.) (2021年11月31日)。创造“元宇宙”一词的人。WNYC：<https://www.wnyc.org/story/author-who-coined-term-metaverse/>
- 21 C. 斯托克沃克 (Stokel-Walker, C.) (2013年9月24日)。“第二人生”的奇异第二人生。科技媒体The Verge：<https://www.theverge.com/2013/9/24/4698382/second-lifes-strange-secondlife>

- 22 J. 爱德华 (Edwards, J.) (2021年12月9日)。比特币价格历史。Investopedia：<https://www.investopedia.com/articles/forex/121815/bitcoins-price-history.asp#bit-coin-price-history>
- 23 K. 欧弗莱赫蒂 (O' Flaherty, K.) (2021年7月4日)。Facebook给了一百万Oculus用户一个弃用的理由。福布斯：<https://www.forbes.com/sites/kateoflaherty/2021/07/04/facebook-just-gave-1-million-oculus-users-a-reason-to-leave/?sh=af4c0a976f51>
- 24 G. 爱德曼 (Edelman, G.) (2021年11月29日)。Web3之父希望你信得少一些。Wired：<https://www.wired.com/story/web3-gavin-wood-interview/>
- 25 L. 曼特尼 (Matney, L.) (2017年10月3日)。微软收购VR社交应用AltspaceVR。TechCrunch：<https://techcrunch.com/2017/10/03/microsoft-acquires-social-virtual-reality-app-altspacevr/>
- 26 M. 沃尔夫 (Wolf, M.) (2020年8月7日)。新冠疫情如何改变了我们上网的时间。华尔街日报：<https://www.wsj.com/articles/how-covid-19-has-transformed-the-amount-of-time-we-spend-online-01596818846?tesla=y>
- 27 特拉维斯·斯科特的“堡垒之夜”演唱会吸引了超过2770万名玩家观看。(2020年4月7日)。路透社：<https://www.reuters.com/article/esports-fortnite-travis-scott-astronomic/travis-scotts-fortnite-concert-series-draws-27-7-million-views-idUSFLM2PGVN5>
- 28 Beeple的作品。(无日期)。佳士得：<https://www.christies.com/features/Monumental-collage-by-Beeple-is-first-purely-digital-artwork-NFT-to-come-to-auction-11510-7.aspx>
- 29 M. 艾萨克 (Issac, M.) (2021年10月28日)。Facebook更名为Meta。《纽约时报》：<https://www.nytimes.com/2021/10/28/technology/facebook-re-brand-meta.html>
- 30 C. 牛顿 (Newton, C.) (2021年7月22日)。元宇宙。The Verge：<https://www.theverge.com/22588022/mark-zuckerberg-facebook-ceo-metaverse-interview>
- 31 宣布开展一轮10亿美元融资，支持Epic的元宇宙长期愿景。(2021年4月13日)。Epic Games：<https://www.epicgames.com/site/en-US/news/announcing-a-1-billion-funding-round-to-support-epics-long-term-vision-for-the-metaverse>

- 32 G. 帕克 (Park, G.) (2021年9月28日)。Epic Games认为互联网已走到尽头。它们下定决心要解决这个问题。《华盛顿邮报》：<https://www.washingtonpost.com/video-games/2021/09/28/epic-fortnite-metaverse-facebook/>
- 33 S. 乔治 (George, S.) (2021年5月26日)。运用数字孪生、混合现实和元宇宙应用程序融合现实和数字世界。微软：<https://azure.microsoft.com/en-us/blog/converging-the-physical-and-digital-with-digital-twins-mixed-reality-and-metaverse-apps/>
- 34 P. 赫雷拉 (Herrera, P.) (2021年12月17日)。2021年去中心化应用程序行业报告。DappRadar：<https://dappradar.com/blog/2021-dapp-industry-report>
- 35 世界各地的加密货币。(无日期)。Triple A：<https://triple-a.io/crypto-ownership/>
- 36 L. 舒威格 (Schweiger, L.) (2021年10月7日)。上市公司100强中有81家在使用区块链技术。Blockdata：<https://www.blockdata.tech/blog/general/81-of-the-top-100-public-companies-are-using-blockchain-technology>
- 37 全球数字化转型市场 (2021年至2026年) - 跟踪和监测新冠疫情传播情况的实时分析解决方案需求不断上涨 - ResearchAndMarkets.com。(2021年12月23日)。Yahoo!：<https://www.yahoo.com/now/global-digital-transformation-market-2021-175600246.html>
- 38 概述。(2020年10月27日)。世界银行：<https://www.world-bank.org/en/topic/digitaldevelopment/overview#1>
- 39 耐克在罗布乐思上创建Nikeland。(2021年11月18日)。耐克新闻：<https://news.nike.com/news/five-things-to-know-roblox>
- 40 首发体验百度元宇宙平台“希壤”：可实现万人同屏交互，智能云成技术底座。腾讯网：<https://new.qq.com/omn/20211221/20211221A0EERE00.html>
- 41 C. 科格 (Koger, C.) (2020年11月18日)。TraceHarvest网络采用区块链技术追踪农产品从种子到零售的全程价值。The Packer：<https://www.thepacker.com/news/packer-tech/traceharvest-network-uses-blockchain-seed-re-tail-traceability>
- 42 B. 考菲尔德 (Caulfield, B.) (2021年4月13日)。英伟达和宝马融合现实和虚拟世界，打造未来工厂。英伟达：<https://blogs.nvidia.com/blog/2021/04/13/nvidia-bmw-factory-future/>
- 43 L. 哥伦布 (Columbus, L.) (2021年11月16日)。宝马采用英伟达的Omniverse建造前卫工厂。VentureBeat：<https://vent>

- [turebeat.com/2021/11/16/bmw-uses-nvidias-omniverse-to-build-state-of-the-art-factories/](https://www.venturebeat.com/2021/11/16/bmw-uses-nvidias-omniverse-to-build-state-of-the-art-factories/)
- 44** B. 迪恩 (Dean, B.) (2021年10月10日)。社交网络使用率和增长率统计: 2022年有多少人在使用社交媒体? Backlinko: <https://backlinko.com/social-media-users>
- 45** J. 斯托尔 (Stoll, J.) (2021年11月29日)。截至2020年12月, 同时订阅视频点播 (SVOD) 和其他服务的用户比例 (按服务划分)。Statista: <https://www.statista.com/statistics/778912/video-streaming-service-multiple-subscriptions/>
- 46** Workgeist 2021年报告。(2021年)。Qatalog: <https://assets.qatalog.com/language/work/qatalog-2021-workgeist-report.pdf>
- 47** 高德纳调查显示, 2019年以来员工的协作工具使用率上升了44%。(2021年8月25日)。高德纳: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-08-23-gartner-survey-reveals-44-percent-rise-in-workers-use-of-collaboration-tools-since-2019>
- 48** R. 米勒 (Miller, R.) (2020年11月8日)。蒂姆·伯纳斯·李创办的公司Inrupt为企业搭建隐私平台Solid。TechCrunch: <https://techcrunch.com/2020/11/08/tim-berners-lees-startup-inrupt-releases-solid-privacy-platform-for-enterprises/>
- 49** 蒂姆·伯纳斯·李爵士的网络愿景: 生机勃勃, 人人可用。(无日期)。Inrupt: <https://inrupt.com/solid/>
- 50** A. 希思 (Heath, A.) (2021年8月19日)。Facebook的“在元宇宙中工作”。The Verge: <https://www.theverge.com/2021/8/19/22629942/facebook-workrooms-horizon-oculus-vr>
- 51** 科伦·布朗宁 (Browning, Kellen)。(2021年5月13日)。“把这放进Top Shot!” 如何成为NBA的新口号。《纽约时报》: <https://www.nytimes.com/2021/05/13/business/nba-top-shot-moments.html#:~:text=Top%20Shot%20is%20one%20small,to%20produce%20the%20viral%20trend.>
- 52** 最近大火的 NFT 数字藏品是什么? (2022年1月6日)。腾讯云: <https://cloud.tencent.com/developer/article/1929567>
- 53** 欢迎来到Decentraland。(无日期)。Decentraland: <https://decentraland.org/>
- 54** 什么是 NFTs? (2018年8月8日)。Decentraland: <https://decentraland.org/blog/technology/what-are-nfts/>
- 55** Decentraland统计: 每月30万活跃用户, 每日将近2万用户。(2021年12月7日)。New World Notes: <https://nwn.blogs.com/nwn/2021/12/decentraland-block-chain-metaverse-user-revenue-stats.html>
- 56** A. 马尔克斯 (Marquez, A.) (2021年4月5日)。欢迎来到 NFT 和虚拟世界的相遇之地——Decentraland。NBC 新闻: <https://www.nbcnews.com/tech/tech-news/welcome-decentraland-nfts-meet-virtual-world-rcna553>
- 57** I. 李 (Lee, I.) (2022年1月6日)。三星将在Decentraland开设元宇宙版纽约市旗舰店。《商业内幕》: <https://markets.businessinsider.com/news/currencies/samsung-metaverse-decentraland-ethereum-337x-avatar-digital-asset-store-2022-1>
- 58** The Sandbox (沙盒)宣布与多个香港合作伙伴在元宇宙中创建 Mega City。Currency: <https://www.animocabrands.com/the-sandbox-announces-multiple-hong-kong-partnerships-to-create-mega-city-in-the-metaverse>
- 59** 上海将“元宇宙”纳入十四五规划。腾讯新闻: <https://new.qq.com/omn/20211231/20211231A01OYW00.html>
- 60** S. 欧帝 (O' Dea, S.) (2021年8月6日)。2016年至2021年智能手机用户数量。Statista: <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/>
- 61** S. 诺娃 (Nover, S.) (2021年12月28日)。Meta的Oculus成为美国圣诞节期间下载量最大的应用程序。Quartz: <https://qz.com/2107700/metasp-oculus-was-the-top-app-in-the-us-on-christmas/>
- 62** 研究显示, 2020年全球在线内容消费量翻了一番。(2020年9月23日)。DoubleVerify: <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/09/23/2097872/0/en/Global-Online-Content-Consumption-Doubles-in-2020-Research-Shows.html>
- 63** E. 豪克罗夫特 (Howcroft, E.) (2021年10月4日)。第三季度 NFT 交易额激增增至107亿美元, 加密货币资产狂热达到新高。路透社: <https://www.reuters.com/technology/nft-sales-surge-107-bln-q3-crypto-asset-frenzy-hits-new-highs-2021-10-04/>
- 64** 《堡垒之夜》虚拟演唱会指标。(2020年5月1日)。Malartu: <https://www.malartu.co/newsletter-snippets/fortnite-concert-metrics#:~:text=Overall%2C%20the%20concert%20was%20enjoyed,They%20are%20bonkers>
- 65** K. 多特森 (Dotson, K.) (2022年1月5日)。Touchcast 推出企业元宇宙服务MCity。SiliconAngle: <https://siliconangle.com/2022/01/05/touchcast-unveils-enterprise-metaverse-service-mcity/>
- 66** T. 勒珂丝 (Lux, T.) 和 S. 彼得森 (Peterson, S.) (2021年5月28日)。真正的游戏规则改变者? 将罗布乐思提升到元宇宙的体验。OMR: <https://omr.com/en/roblox-up-date-metaverse/>
- 67** D. 阿德杰斯特 (Adegeest, D.) (2021年5月26日)。古驰数字手袋售价超过“实物”价格。时尚联盟 (Fashion United): <https://fashionunited.com/news/fashion/a-digital-gucci-bag-sold-for-more-than-its-real-value/2021052640142>
- 68** 冬奥会数字藏品爆火, 冰墩墩 NFT 上架秒空。(2022年3月3日)。腾讯新闻: <https://www.shilian.com/redian/482948.html>
- 69** 世界上最开放、最先进的实时3D创作工具。(无日期)。虚幻引擎: <https://www.unrealengine.com/en-US/>
- 70** 虚幻引擎4.27版现已发布! (2021年8月19日)。虚幻引擎: <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/unreal-engine-4-27-released>
- 71** D. 高桥 (Takahashi, D.) (2022年1月4日)。英伟达向数百万创作者和艺术家推出Omniverse免费版。VentureBeat: <https://venturebeat.com/2022/01/04/nvidia-unveils-free-version-of-omniverse-for-millions-of-creators-and-artists/>
- 72** 关于科纳斯组织。(无日期)。科纳斯: <https://www.khronos.org/about/>
- 73** IWA代币分类法框架。(无日期)。Interwork: <https://interwork.org/frameworks/token-taxonomy-framework/>

趋势二：编码世界

- 74** S. 弗格森 (Ferguson, S.) (2020年4月14日)。阿波罗13: 世界首例数字孪生。西门子博客: <https://blogs.sw.siemens.com/simcenter/apollo-13-the-first-digital-twin/>
- 75** I. 阿契莫维奇 (Acimovic, I.) (2020年6月3日)。物联网-互联网系统的过去、现在和未来。供应链体系中的IT技术。 <https://itsupplychain.com/internet-of-things-past-present-the-future-of-a-connected-system/>
- 76** P. 施特劳斯 (Strauss, P.) (2008年12月17日)。迷你增强现实广告登陆报摊。Technabob: <https://technabob.com/blog/2008/12/17/mini-augmented-reality-ads-hit-new-stands/>
- 77** R. 哥登 (Gordon, R.) (2019年10月30日)。自变形机器人可以跳跃、旋转、翻转, 还可以互相识别。MIT News: <https://news.mit.edu/2019/self-transforming-robot-blocks-jump-spin-flip-identify-each-other-1030>
- 78** J. 高迪奥西 (Gaudiosi, J.) (2016年2月29日)。微软在3月30日发布HoloLens头显设备, 售价3000美元。Fortune: <https://fortune.com/2016/02/29/microsoft-holo-lens-march-30/>
- 79** Pokémon GO: 短短5年内改变游戏的5个方面。(2021年6月5日)。BBC Newsround: <https://www.bbc.co.uk/news-round/57720627>
- 80** E. 卡拉威 (Callaway, E.) (2019年8月23日)。基因编辑将凝胶转化为可变形的智能材料。Scientific American: <https://www.scientificamerican.com/article/gene-editing-transforms-gel-into-shape-shifting-smart-material/>
- 81** C. 牛顿 (Newton, C.) (2019年4月4日)。Snapchat新玩法: 埃菲尔铁塔吐彩虹。The Verge: <https://www.theverge.com/2019/4/4/18294062/snapchat-landmarks-ar-lens-es-filters-eiffel-tower-rainbows>
- 82** 一对罕见的连体双胞胎在在加州大学戴维斯儿童医院经过24小时手术后成功分离。(2020年10月29号)。UC Davis Health: <https://health.ucdavis.edu/newsroom/news/headlines/rare-set-of-conjoined-twins-successfully-separated-in-24-hour-surgery-at-ucdavis-childrens-hospital/2020/10>
- 83** C. 加西亚 (Garcia, C.) (2021年12月29日)。仁人家园在美国建造了首栋3D打印房屋。The Week: <https://theweek.com/life/good-news/1008476/habitat-for-humanity-builds-1st-3d-printed-house-in-the-united-states>
- 84** R. 克里斯特 (Crist, R.) (2021年6月8日)。亚马逊Sidewalk将创建完全智能社区。更多信息, 请参阅新闻。CNET: <https://www.cnet.com/home/smart-home/amazon-sidewalk-will-create-entire-smart-neighborhoods-faq-ble-900-mhz/>
- 85** 90%的企业认为物联网是企业数字化转型的核心。(2021年5月5日)。OMDIA: <https://omdia.tech.informa.com/pr/2021-may/90-percent-of-enterprises-state-iiot-is-core-to-digital-transformation>

- 86** D. 弗罗茨瓦夫斯基 (D. Wrocalwski) (2022年1月1日)。2022年最佳智能恒温器。消费者报告 (Consumer Reports): <https://www.consumerreports.org/smart-thermostats/best-smart-thermostats-of-the-year-a4768074255/>
- 87** Nest Learning恒温器。(无日期)。ScottCo: <https://scottco.com/nestpro/nest-learning-thermostat/>
- 88** J. 奇普里亚尼 (J. Cipriani) (2021年8月24日)。全新推出的Nest Doorbell视频门铃成本更低、更智能。CNN Under-scored: <https://www.cnn.com/2021/08/24/cnn-under-scored/new-nest-doorbell-2021-review/index.html>
- 89** 王新喜 (2022年3月18日)。海尔美的激斗华为小米: 谁会吃掉下个10年智能家居的红利? 钛媒体: <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1727630123541386518&wfr=spider&for=pc>
- 90** 情境感知计算市场2021年战略评估——IBM公司、微软公司、思科系统公司、谷歌公司、甲骨文公司。(2021年8月13日)。The Manomet Current: <https://manometcurrent.com/context-aware-computing-market-2021-strategic-assessment-ibm-corporation-microsoft-corporation-cisco-systems-inc-google-llc-oracle-corporation/>
- 91** 5G全球部署与统计。(无日期)。GSMA: https://www.gsma.com/futurenetworks/ip_services/understanding-5g/5g-innovation/
- 92** 宁波这家公司推出数字化研发平台, 有色合金新产品开发周期缩短50%。腾讯新闻: <https://new.qq.com/omn/20211104/20211104A088P900.html>
- 93** 凌迪科技Style3D刘柳: “阵地战”制约行业发展, 3D模式重塑服装产业链。微博: <https://weibo.com/ttarticle/p/show?id=2309404625580875448328>
- 2021年全球数字孪生市场研究报告: 2020年市值为32.1亿美元, 到2030年将可能达到1845亿美元。(2021年11月30日)。GlobalNewswire: <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/11/30/2342791/28124/en/Global-Digital-Twin-Market-Research-Report-2021-Market-was-Valued-at-3-21-Billion-in-2020-and-will-Likely-Reach-184-5-Billion-by-2030.html>
- 94** J. 奥尔塞 (J. Horsey) (2021年7月28日)。INMO AIR无线AR眼镜。Geeky Gadgets: <https://www.geeky-gadgets.com/wireless-ar-glasses-28-07-2021/>
- 95** Nreal (无日期): <https://www.nreal.ai/light/>

- 96** A. 卡帕尔 (A. Kharpal) (2021年7月31日)。中国增强现实眼镜制造商Nreal首席执行官表示该公司预计在5年内上市。CN-BC: <https://www.cnbc.com/2021/07/31/augmented-reality-firm-nreal-targets-ipo-within-5-years-ceo-says.html>
- 97** 2020年增材制造行业前景: 240家企业推动数字化制造[更新]。(2020年5月26日)。AMFG: <https://amfg.ai/2020/05/26/the-additive-manufacturing-industry-landscape-2020-231-companies-driving-digital-manufacturing/>
- 98** H. 戴维斯 (H. Davis) (2021年6月2日)。日本岛精公司 (Shima Seiki) 推出新一代针织技术。针织工业期刊 (Knitting Trade Journal): <https://www.knittingtradejournal.com/flat-knitting-news/14579-shima-seiki-to-unveil-next-generation-knitting-technology>
- 99** Roche Bobois利用3D打印技术将定制化提升到全新水平。(2021年6月8日)。Prestige: <https://www.prestigeonline.com/hk/pursuits/design-property/roche-bobois-customisation-3d-printing-technology/>
- 100** D. 阿克曼 (D. Ackerman) (2021年5月4日)。在一束光的照射下, 系统可更改物品的颜色和图案。(麻省理工学院新闻): <https://news.mit.edu/2021/light-colors-patterns-surface-0504>
- 101** 天津大学研发出能愈合、变色的新型智能材料。字节点: <https://byteclicks.com/34741.html>
- 102** R. 皮尔斯 (R. Pierce) (2021年9月3日)。新型“智能材料”可以将运动服饰转变为“智能可穿戴设备”。《技术时报》(Tech Times): <https://www.techtimes.com/articles/264969/20210903/new-smart-material-turn-sports-apparel-wearables.htm>
- 103** 东华大学王宏志教授团队: 可拉伸智能变色纤维。(2020年8月18日)。中国聚合物网: <http://www.polymer.cn/sci/kjxw17370.html>
- 104** J.D. Power发现, 智能手机连接现在是新车车主反映的最常见的问题。(2021年8月31日)。J.D. Power: <https://www.jdpower.com/sites/default/files/file/2021-08/2021066%20U.S.%20IQS.pdf>
- 105** J. 穆勒 (J. Muller) (2021年8月31日)。车主的新烦恼: 糟糕的无线服务。Axios: <https://www.axios.com/car-owners-complain-wireless-failed-smartphone-connection-097fb0d6-a406-4aff-964d-1d0d5c0fd79a.html>

- 106** G. 福勒 (G. Fowler) (2021年9月29日)。大型科技公司的垄断如何阻碍智能音箱的发展。《华盛顿邮报》: <https://www.washingtonpost.com/technology/2021/09/29/smart-home-monopoly/>
- 107** 网络攻击呈现三位数增长: 未来趋势会怎样? (2021年8月4日)。埃森哲: <https://www.accenture.com/us-en/blogs/security/triple-digit-increase-cyberattacks>
- 108** T. 西尔斯 (T. Seals) (2021年9月6日)。物联网攻击激增, 6个月内翻了一番。Threat Post: <https://threatpost.com/iot-attacks-doubling/169224/>
- 109** B. 沙顿 (B. Sharton) (2021年5月20日)。勒索软件攻击日益激增。您的企业做好准备了吗? 《哈佛商业评论》: <https://hbr.org/2021/05/ransomware-attacks-are-spiking-is-your-company-prepared>
- 110** R. 门罗 (R. Monroe) (2021年5月31日)。如何与勒索软件黑客进行协商。《纽约客》: <https://www.newyorker.com/magazine/2021/06/07/how-to-negotiate-with-ransomware-hackers>
- 111** S. 奥尔内斯 (S. Ornes) (2020年8月18日)。如何“黑”一辆自动驾驶汽车。Physics World: <https://physicsworld.com/a/how-to-hack-a-self-driving-car/>
- 112** 网络覆盖展望。(无日期)。《爱立信移动市场报告》: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/dataforecasts/network-coverage>
- 113** 后疫情时代的5G经济。(2020年11月)。Omdia and Qualcomm Technologies: <https://www.qualcomm.com/media/documents/files/the-5g-economy-in-a-post-covid-19-era-report.pdf>
- 114** Matter是互联产品的基础。(无日期)。Matter: <https://buildwithmatter.com/>
- 115** E. 潘迪 (E. Pandey) (2021年11月12日)。更衣室的未来。Axios: <https://www.axios.com/the-future-of-dressing-rooms-b93a7eb7-ea73-45a5-a383-08590c42a0e6.html>
- 116** D. 钱德勒 (D. Chandler) (2020年11月18日)。多用途构件赋予结构惊人的机械性能。(麻省理工学院新闻): <https://news.mit.edu/2020/versatile-building-blocks-1118>
- 117** S. 纽曼 (S. Neuman) (2021年12月1日)。研究人员表示, 在实验室里制造的活体机器人找到了自我复制的新方法。NPR: <https://www.npr.org/2021/12/01/1060027395/robots-xenobots-living-self-replicating-copy>

趋势三: 虚实共生

- 118** 人工智能是否将成为艺术的下一个媒介? (2018年12月12日)。佳士得: <https://www.christies.com/features/A-collaboration-between-two-artists-one-human-one-a-machine-9332-1.aspx>
- 119** C. 韦尔奇 (C. Welch) (2018年5月8日)。Google演示Google Assistant如何打电话。The Verge: <https://www.theverge.com/2018/5/8/17332070/google-assistant-makes-phone-call-demo-duplex-io-2018>
- 120** M. 赫特森 (M. Hutson) (2021年3月3日)。机器人写手: 语言生成人工智能的崛起和风险。《自然》: <https://www.nature.com/articles/d41586-021-00530-0#ref-CR1>
- 121** 媒体来源 (Media Provenance)。(2020年4月10日)。《纽约时报》研发团队: <https://rd.nytimes.com/brief/project-origin-announcement>
- 122** M. 科普 (M. Kop) (2021年10月1日)。欧洲人工智能法案: 欧洲对人工智能的看法。SLS Publications: <https://law.stanford.edu/publications/eu-artificial-intelligence-act-the-european-approach-to-ai/>
- 123** 中国研发! 酸碱性控制运动! 水凝胶纳米机器人定向灭癌。(2021年11月22日)。腾讯新闻: <https://new.qq.com/omn/20211122/20211122A09SR000.html>
- 124** M. 加伯 (Garber, M.) (2014年6月9日)。当帕里 (PARRY) 遇见伊莉莎 (ELIZA): 1972年一段来自机器人的有趣对话。The Atlantic: <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2014/06/when-parry-met-eliza-a-ridiculous-chat-bot-conversation-from-1972/372428/>
- 125** C. 希金斯 (Higgins, C.) (2017年7月29日)。深蓝简史——IBM的国际象棋计算机。Mental Floss: <https://web.archive.org/web/20170803130439/https://www.mentalfloss.com/article/503178/brief-history-deep-blueibms-chess-computer>
- 126** S. 克莱因 (Klein, S.) (2013年1月24日)。如何同时编辑52000个故事? ProPublica: <https://www.propublica.org/nerds/how-to-edit-52000-stories-at-once>
- 127** I. 古德菲洛 (Goodfellow, I.), J. 普热阿巴迪 (Pouget-Abadie, J.) 等人。(2014年6月10日)。生成对抗网络。康奈尔大学 (Cornell University): <https://arxiv.org/abs/1406.2661>
- 128** J. 文森特 (Vincent, J.) (2018年4月17日)。乔丹·皮尔用人工智能让奥巴马播报假新闻的公益广告。The Verge: <https://www.theverge.com/tldr/2018/4/17/17247334/ai-fake-news-video-barackobama-jordan-peelebuzzfeed>

- 124** 人工智能是否将成为艺术的下一个媒介？(2018年12月12日)。佳士得：<https://www.christies.com/features/A-collaboration-between-two-artists-one-human-one-a-machine-9332-1.aspx>
- 125** C. 韦尔奇 (C. Welch) (2018年5月8日)。Google演示Google Assistant如何打电话。The Verge：<https://www.theverge.com/2018/5/8/17332070/google-assistant-makes-phone-call-demo-duplex-io-2018>
- 126** M. 赫特森 (M. Hutson) (2021年3月3日)。机器人写手：语言生成人工智能的崛起和风险。《自然》：<https://www.nature.com/articles/d41586-021-00530-0#ref-CR1>
- 127** 媒体来源 (Media Provenance)。(2020年4月10日)。《纽约时报》研发团队：<https://rd.nytimes.com/brief/project-origin-announcement>
- 128** M. 科普 (M. Kop) (2021年10月1日)。欧洲人工智能法案：欧洲对人工智能的看法。SLS Publications：<https://law.stanford.edu/publications/eu-artificial-intelligence-act-the-european-approach-to-ai/>
- 129** 我想即使是杰森·罗勒 (Jason Rohrer) 也不会想像到，他的创造具有多么神奇的力量... (2021)。Reddit：https://www.reddit.com/r/ProjectDecember1982/comments/izdvmz/i_dont_think_even_jason_rohrer_knows_the_power_of/
- 130** J. 法洛内 (J. Fagone) (2021年7月23日)。杰茜卡仿真：人工智能时代的爱与不舍。《旧金山纪事报》：<https://www.sfchronicle.com/projects/2021/jessica-simulation-artificial-intelligence/>
- 131** J. 巴尔博 (J. Barbeau) (2021年8月18日)。我已故未婚妻为原型，创建了人工智能聊天机器人——新闻真假实鉴。Your Tango：<https://www.yourtango.com/news/joshua-barbeau-why-he-created-ai-chatbot-dead-fiancee-jessica-simulation>
- 132** 270亿参数的“中文版GPT-3”来了！阿里达摩院发布超大规模语言模型PLUG。(2021年4月19日)。CSDN博客：<https://blog.csdn.net/dQCFKyQDXm3F8rB0/article/details/115877921>
- 133** 报告。(无日期)。Sensity：<https://sensity.ai/reports/>
- 134** 欧莱雅集团全球首位品牌虚拟代言人 美即品牌M姐 诠释集团美妆科技创新。(2021年1月14日)。凤凰网：https://m.vogue.com.cn/beauty/news_115g690d7937c1a6.comments.html
- 135** A. 李 (A. Lee) (2021年10月12日)。沃尔玛利用人工智能促使Google Cloud纵深植入企业中。Yahoo!：<https://www.yahoo.com/now/walmart-ai-push-drives-google-221552882.html>
- 136** A. 赖利 (A. Reilly)、J. 德帕 (J. Depa) 等人。(2019年11月14日)。人工智能：星火如何燎原。埃森哲：<https://www.accenture.com/us-en/insights/artificial-intelligence/ai-investments>
- 137** CVPR 2020 重磅：百度Apollo自动驾驶安全相关论文实力入选 (baidu.com)。<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1661410474191225120>
- 138** Maverick* Research: 忘掉真实数据——合成数据是人工智能的未来。(2021年6月24日)。高德纳：<https://www.gartner.com/document/4002912>
- 139** D. 雷柏 (D. Leiber) (2021年4月6日)。利用虚拟人进行医学研究，切实实现突破创新。华尔街日报：<https://www.wsj.com/articles/the-people-in-this-medical-research-are-fake-the-innovations-are-real-1161717623>
- 140** S. 卡斯特罗 (S. Castellanos) (2021年7月23日)。利用虚拟合成的真实性：企业纷纷采用合成数据，充实人工智能模型。华尔街日报：<https://www.wsj.com/articles/fake-it-to-make-it-companies-beef-up-ai-models-with-synthetic-data-11627032601>
- 141** P. 蒂瓦尔德 (P. Tiwald) (2020年5月7日)。利用公平的合成数据，从源头上消除人工智能偏见 (公平系列第四部分)。<https://mostly.ai/2020/05/07/tackling-ai-bias-at-its-source-with-fair-synthetic-data-fairness-series-part-4/>
- 142** C. 麦兹 (C. Metz) (2021年9月13日)。人类福音：人工智能如今可以编写自己的计算机代码。《西雅图时报》：<https://www.seattletimes.com/business/ai-can-now-write-its-own-computer-code-thats-good-news-for-humans/>
- 143** 一副眼镜不能叫“元宇宙”！讯飞1024重磅发布虚拟人交互平台1.0。(2021年10月25日)。腾讯新闻：<https://new.qq.com/omn/20211025/20211025A06P0A00.html>
- 144** W. 希文 (W. Heaven) (2021年8月27日)。时下人们流行出租自己的脸，化身成为深度伪造的营销克隆人。《麻省理工科技评论》：<https://www.technologyreview.com/2021/08/27/1033879/people-hiring-faces-work-deep-fake-ai-marketing-clones>
- 145** 道德宗旨。(无日期)。Hour One：<https://www.hourone.ai/ethics>
- 146** 爱德曼2021年全球信任度晴雨表。(2021年)。爱德曼：https://www.edelman.com/sites/g/files/aatuss191/files/2021-03/2021%20Edelman%20Trust%20Barometer%20Tech%20Sector%20Report_0.pdf
- 147** S. 萨达戈潘 (S. Sadagopan) (2019年2月4日)。反馈回路和回声室：算法如何放大观点。The Conversation：<https://theconversation.com/feedback-loops-and-echo-chambers-how-algorithms-amplify-viewpoints-107935>
- 148** R. 马克 (R. Mac) (2021年10月5日)。参与度排名提升、M.S.I和更多用途。《纽约时报》：<https://www.nytimes.com/2021/10/05/technology/engagement-ranking-boost-mpi-facebook.html>
- 149** 研究：假新闻比事实传播速度更快。(2018年3月8日)。麻省理工大学斯隆商学院：<https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/study-false-news-spreads-faster-truth>
- 150** O. 米尔曼 (O. Milman) (2020年2月21日)。揭秘：四分之一的气候危机相关推文由机器人编写。《卫报》：<https://www.theguardian.com/technology/2020/feb/21/climate-tweets-twitter-bots-analysis>
- 151** K. 昊 (K. Hao) (2020年5月21日)。热议“重新开放美国”的推特用户中近半成可能是机器人。《麻省理工科技评论》：<https://www.technologyreview.com/2020/05/21/1002105/covid-bot-twitter-accounts-push-to-reopen-america/>
- 152** C. 琼斯 (C. Jones) (2022年1月18日)。2022年你应当知道的50个网络钓鱼统计数据。Expert Insights：<https://expertinsights.com/insights/50-phishing-stats-you-should-know/>
- 153** J. 达米尼亚 (J. Damiani) (2019年9月3日)。一位首席执行官被深度伪造语音诈骗24.3万美元。福布斯：<https://www.forbes.com/sites/jessedamiani/2019/09/03/a-voice-deep-fake-was-used-to-scam-a-ceo-out-of-243000/>
- 154** 网络犯罪分子利用云电子邮件服务攻击商业电子邮件，致使美国企业损失超过20亿美元。(2020年4月6日)。联邦调查局：<https://www.ic3.gov/Media/Y2Q20/PSA200406>
- 155** I. 弗里德 (I. Fried) (2021年7月16日)。虚假信息正向您的企业袭来。Axios：<https://www.axios.com/disinformation-business-security-a71b7758-cba5-49ce-844d-b5e70a1c65b2.html>
- 156** M. 费雪 (M. Fisher) (2021年7月25日)。虚假招聘信息作为一大“影子产业”正在悄然兴起。《纽约时报》：<https://www.nytimes.com/2021/07/25/world/europe/disinformation-social-media.html>
- 157** M. 斯普林 (M. Spring) (2020年7月15日)。Wayfair：一家家具企业卷入人口贩卖案的虚假阴谋论。BBC新闻：<https://www.bbc.com/news/world-53416247/>
- 158** N. 克里斯塔基斯 (N. Christakis) (2019年4月)。人工智能将如何重构人类。《大西洋》：<https://www.theatlantic.com/magazine/archive/2019/04/robots-human-relationships/583204/>
- 159** H. 罗斯纳 (H. Rosner) (2021年7月17日)。深度伪造安东尼·波登声音牵涉的道德问题。《纽约客》：<https://www.newyorker.com/culture/annals-of-gastronomy/the-ethics-of-a-deepfake-anthony-bourdain-voice>
- 160** 概述。(无日期)。Project Origin：<https://www.originproject.info/about>
- 161** 什么是Streambed? (无日期)。Streambed：<https://www.streambedmedia.com/>
- 162** 加利福尼亚州“机器人披露法”(SB 1001) 现已生效。(2019年7月15日)。国家法律评论：<https://www.natlawreview.com/article/california-s-bot-disclosure-law-sb-1001-now-effect>
- 163** J. 阿拉普 (J. Arapu) (2021年6月24日)。制定一套针对人工智能的GDPR? Macfarlanes：<https://blog.macfarlanes.com/post/102h1aw/a-gdpr-for-artificial-intelligence>
- 164** 商业圆桌会议组织 (Business Roundtable) 针对美国管理和预算办公室 (OMB) 面向执行部门和机构负责人拟定的“人工智能应用规范指南”备忘录草案作出评论。(2020年3月13日)。商业圆桌会议组织：<https://www.businessroundtable.org/business-roundtable-comments-on-draft-omb-memorandum-to-the-heads-of-executive-departments-and-agencies-on-guidance-for-regulation-of-artificial-intelligence-applications>
- 165** Soul Machines为互联经济赋予数字虚拟面孔。(2021年5月14日)。PYMNTS：<https://www.pymnts.com/commerce-connected/2021/soul-machines-digital-face-connected-economy/>
- 166** G. 考德威尔 (G. Caldwell) (2019年6月25日)。认识Yumi, SK-II数字品牌大使。全球化美妆新闻：<https://www.globalcosmeticsnews.com/meet-yumi-sk-ii-autonomous-animated-digital-influencer/>
- 167** 万科“虚拟人”刷爆朋友圈，幕后真相是...(2020年12月28日)。新浪网：<https://finance.sina.com.cn/stock/estate/sd/2021-12-28/doc-ikyarmrz1777816.shtml>

趋势四：无限算力

- 168** M. 吉安法格那 (Gianfagna, M.) (2021年6月30日)。什么是摩尔定律? Synopsis: <https://www.synopsys.com/glossary/what-ismoores-law.html>
- 169** 量子计算的历史与背景。(2021年11月2日)。微软: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/quantum/concepts-overview>
- 170** 实用量子计算公司。(无日期)。D-Wave: <https://www.dwavesys.com/company/about-d-wave/>
- 171** W.凡文科 (Van Winkle, W.) (2020 12月15日)。神经形态计算: 从起源到现实的漫长道路。VentureBeat: <https://venturebeat.com/2020/12/15/neuromorphic-computing-the-long-path-from-roots-to-real-life/>
- 172** 突破千万亿次浮点运算。(无日期)。IBM: <https://www.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/petaflopbarrier/>
- 173** 1Qbit公司介绍。(无日期)。1Qbit: <https://1qbit.com/media-kit/backgrounder/>
- 174** W.凡文科 (Van Winkle, W.) 神经形态计算。VentureBeat: <https://venturebeat.com/2020/12/15/neuromorphic-computing-the-long-path-from-roots-to-real-life/>
- 175** 以色列科学家取得DNA计算突破性进展。(2014年10月31日) Haaretz: <https://www.haaretz.com/science-and-health/israeli-breakthrough-in-dna-computing-1.5322523>
- 176** D.奥博豪斯 (Oberhaus, D.) (2019年3月21日)。终于有了一台可以编程的DNA计算机! Wired: <https://www.wired.com/story/finally-a-dna-computer-that-can-actually-be-re-programmed/>
- 177** A. 帕特里克 (Patrizio, A.) (2020年4月1日)。上千台个人电脑突破ExaFLOP级超算。《网络世界》: <https://www.networkworld.com/article/3535080/thousands-of-home-pcs-break-exaflop-barrier.html>
- 178** F.兰巴特 (2021年4月20日)。特斯拉超级计算机Dojo: 世界上最强大的AI训练机Electrek: <https://electrek.co/2021/08/20/tesla-dojo-supercomputer-worlds-new-most-powerful-ai-training-machine/>
- 179** 后量子世界的密码学。(2018年10月4日)。埃森哲技术服务: <https://www.accenture.com/us-en/insights/technology/quantum-cryptography>
- 180** C. 萨瓦 (C. Savoie) (2021年2月5日)。量子计算机可如何通过优化供应链变革物流行业? 福布斯: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2021/02/05/how-quantum-computers-could-cut-millions-of-miles-from-supply-chains-and-transform-logistics/?sh=5f51f88225a9>
- 181** D. 赖因塞尔 (Reinsel D.)、J. 莱丁 (J. Rydning) 等 (2021年3月)。《2021-2025年全球数据圈预测》(Worldwide Global DataSphere Forecast, 2021-2025): 全球数据不断增长, 我们该如何应对? IDC: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US46410421&pageType=PRINTFRIENDLY>
- 182** J. 莱丁 (J. Rydning) 和 D. 赖因塞尔 (Reinsel D.) (2021年8月)。《2021-2025年全球数据圈分析和输入人工智能的数据量预测》(Worldwide Global DataSphere Volume of Data Analyzed and Fed into AI Forecast, 2021-2025)。IDC: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US48126921&pageType=PRINTFRIENDLY>
- 183** A. 帕特里齐奥 (A. Patrizio) (2020年4月14日)。新冠疫情将Folding@Home项目推向每秒百亿亿次计算水平。Ars Technica: <https://arstechnica.com/science/2020/04/how-the-pandemic-revived-a-distributed-computing-project-and-made-history/>
- 184** J.斯特雷特 (J. Strait) (2020年6月25日)。Folding@home与新冠疫情的斗争得到了科技巨头、游戏玩家和职业足球联赛的支持。圣路易华盛顿大学医学院 (Washington University School of Medicine in St. Louis): <https://medicine.wustl.edu/news/foldinghomes-fight-against-covid-19-enlists-big-tech-gamers-pro-soccer/>
- 185** A. 帕特里克 (A. Patrizio)。新冠疫情。<https://arstechnica.com/science/2020/04/how-the-pandemic-revived-a-distributed-computing-project-and-made-history/>
- 186** M. 肯 (M. Kan) (2019年7月10日)。为什么我们需要超级计算机, 谁在使用它们? 《个人电脑杂志》(PC Magazine): <https://www.pcmag.com/news/why-do-we-need-super-computers-and-who-is-using-them>
- 187** N. 拉登 (N. Raden) (2021年9月28日)。特斯拉Dojo超级计算机, 是事实还是炒作? Diginomica: <https://diginomica.com/teslas-dojo-supercomputer-sorting-out-fact-hype>
- 188** Loihi 2: 新一代神经形态计算。(无日期)。英特尔: <https://www.intel.com/content/www/us/en/research/neuromorphic-computing.html>
- 189** C. 高桥 (C. Takahashi)、B. 纽伦 (B. Nguyen) 等 (2019年3月21日)。DNA数据存储的端到端自动化演示。《自然》: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-41228-8>
- 190** R. 米勒 (R. Miller) (2020年10月19日)。微软: 你的云数据可能很快就可以存储在DNA和全息图中。Data Center Frontier: <https://datacenterfrontier.com/microsoft-your-cloud-data-may-soon-be-stored-in-dna-and-holograms/>
- 191** J. 兰斯顿 (J. Langston) (2019年3月21日)。微软联合华盛顿大学声明推出首个全自动DNA数据存储。微软: <https://news.microsoft.com/innovation-stories/hello-data-dna-storage/>
- 192** E. 吉布尼 (E. Gibney) (2019年10月23日)。你好, 量子世界! 谷歌发布具有里程碑意义的量子霸权宣言。《自然》: <https://www.nature.com/articles/d41586-019-03213-z>
- 193** 比超级计算机快千万倍! 中国量子计算研究获重要进展。(2021年10月26号)。http://www.news.cn/politics/2021-10/26/c_1127995976.htm
- 194** S. 亚伦森 (S. Aaronson) (2019年9月23日)。斯科特(Scott)关于量子霸权的常见问题解答! Shtetl-Optimized: <https://scottaaronson.blog/?p=4317>
- 195** 高盛、QC Ware和IonQ展示了将彻底改变金融服务等行业的量子算法概念验证。(2021年9月21日)。美国商业资讯 (BusinessWire): <https://www.businesswire.com/news/home/20210921005441/en/Goldman-Sachs-QC-Ware-and-IonQ-Demonstrate-Quantum-Algorithms-Proof-of-Concept-That-Could-Revolutionize-Financial-Services-Other-Industries>
- 196** P. 克罗斯曼 (P. Crosman) (2021年5月25日)。高盛向量子计算迈进一步。《美国银行家》(American Banker): <https://www.americanbanker.com/news/goldman-sachs-moves-a-step-closer-to-quantum-computing>
- 197** 高性能计算机闪亮上市及其目标。(无日期)。Top500: <https://www.top500.org/project/introduction/>
- 198** Linpack 基准。(无日期)。Top500: <https://www.top500.org/project/linpack/>
- 199** Classiq 研究显示, 量子培训存在巨大需求, 引起大众关注。(2021年10月13日)。美国商业资讯 (BusinessWire): <https://www.businesswire.com/news/home/20211013005250/en/Classiq-Research-Reveals-Big-Demand-For-and-Broad-Interest-In-Quantum-Training>
- 200** 大规模计算: 增强英国统筹能力的应用场景 (HTML版)。(2021年9月20日)。英国政府: <https://www.gov.uk/government/publications/large-scale-computing-the-case-for-greater-uk-coordination/large-scale-computing-the-case-for-greater-uk-coordination-html-version#-contents>
- 201** A. 维内加斯-戈麦斯 (A. Venegas-Gomez) (2021年3月16日)。QuantFi与QURECA在金融量子计算领域合作推出了首个培训课程——“面向金融的量子计算 (Quantum Computing for Finance)”。The Quantum Insider: <https://thequantumdaily.com/2021/03/16/quantfi-and-quireca-launch-the-first-training-course-in-quantum-computing-for-finance/>
- 202** EuroHPC (无日期): <https://eurohpc-ju.europa.eu/>
- 203** ICHEC EUROCC SME Accelerator 引入第五家企业, 中小企业高性能计算技能培养需求持续旺盛。(2021年6月23日)。EuroAccess: <https://www.eurocc-access.eu/2021/06/23/sme-demand-for-skills-development-in-high-performance-computing-continues-as-ichec-adds-fifth-company-to-eurocc-sme-accelerator/>
- 204** 百度量子计算研究所。(无日期)。百度百科: <https://baike.baidu.com/item/%E7%99%BE%E5%BA%A6%E9%87%8F%E5%AD%90%E8%AE%A1%E7%AE%97%E7%A0%94%E7%A9%B6%E6%89%80/22418826>
- 205** 腾讯量子实验室 Tencent Quantum Lab。(无日期)。https://quantum.tencent.com/
- 206** HiQ量子计算 (huaweicloud.com)。(无日期)。https://hiq.huaweicloud.com/home
- 207** 量子实验室 - 达摩院 (alibaba.com)。(无日期)。https://damo.alibaba.com/labs/quantum?lang=zh
- 208** 量子计算如何助力新日铁改善工厂调度。(无日期)。霍尼韦尔: <https://www.honeywell.com/us/en/news/2021/06/how-quantum-computing-can-help-nippon-steel-improve-scheduling-at-plants>
- 209** C. 唐纳利 (C. Donnelly) (2021年7月7日)。剑桥1号启动: 英国最强超级计算机上线。ComputerWeekly.com: <https://www.computerweekly.com/news/252503571/The-Cambridge-1-switch-on-UKs-most-powerful-supercomputer-goes-live>
- 210** B. 文森特 (B. Vincent) (2020年10月27日)。NIST旗下量子联盟成立国家安全委员会。Nextgov: <https://www.nextgov.com/emerging-tech/2020/10/nist-led-quantum-consortium-launches-committee-national-security/169570/>
- 211** QED-C成员。(无日期)。QED-C: <https://quantumconsortium.org/members/>

- 212** 目标。(无日期)。QED-C:
<https://quantumconsortium.org/goals/>
- 213** QED-C。(无日期)。<https://quantumconsortium.org/>
- 214** Illumina、微软、Twist牵头成立新DNA数据存储联盟。(2020年11月12日)。GEN Genetic Engineering & Biotechnology News: <https://www.genengnews.com/news/illumina-microsoft-twist-lead-new-dna-data-storage-alliance/>;
微软DNA存储 - <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/dna-storage/news-and-awards/>
- 215** 产业联盟_本源量子 (originqc.com.cn)。(无日期)。
<https://www.originqc.com.cn/zh/union.html>

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，在数字化、云计算与网络安全领域拥有全球领先的能力。凭借独特的业内经验与专业技能，以及翘楚全球的卓越技术中心和智能运营中心，我们为客户提供战略&咨询、互动体验、技术服务和智能运营等全方位服务，业务涵盖40多个行业，以及企业日常运营部门的各个职能。埃森哲是《财富》全球500强企业之一，目前拥有约69.9万名员工，服务于120多个国家的客户。我们秉承“科技融灵智，匠心承未来”的企业使命，致力于通过引领变革创造价值，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近35年，拥有一支约2万人的员工队伍，分布于多个城市，包括北京、上海、大连、成都、广州、深圳、杭州、香港和台北等。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，帮助中国企业和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www.accenture.com以及埃森哲大中华区主页 accenture.cn。

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，帮助客户创建新的业务动力引擎。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

免责声明：

本研究报告由埃森哲撰写和制作。报告仅作为研究内容介绍之用。未得到埃森哲的书面许可，文中内容不得采取任何形式进行复制。尽管我们对所依据的信息和资料保持高度谨慎，但无法对其中的准确性和完整性做出绝对保证，请勿绝对化地加以利用。本报告并非埃森哲受托所作。文中所述观点有可能在未经知会的情况下进行调整。报告内容亦非根据任何公司所处独特环境而提供的具体咨询建议，也不作为任何投资建议。

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。

欢迎与我们互动



埃森哲官方微信